

補足-025-10 緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-8-4-5「緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙1-1 屋根スラブの固有振動数について

別紙 1 応力解析における断面の評価部位の選定

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 屋根スラブ	別紙 1-2
2.1 評価方針	別紙 1-2
2.2 断面の評価部位の選定	別紙 1-2

別紙 1-1 屋根スラブの固有振動数について

1. 概要

本資料は、緊急時対策所遮蔽を構成する屋根スラブの応力解析における断面の評価部位の選定について示すものである。

2. 屋根スラブ

2.1 評価方針

屋根スラブについては、屋根スラブ周囲の境界条件を考慮して四辺固定版として評価する。

2.2 断面の評価部位の選定

屋根スラブの選定部位については、スパンが長くスラブの応力が大きくなる部位が最も厳しくなると判断した。

屋根スラブの評価における荷重の組合せケースを表 2-1 に、屋根スラブの位置及び断面の評価位置を図 2-1 に、屋根スラブのスラブ厚及び配筋を表 2-2 に示す。

屋根スラブの検定値一覧を表 2-3 に示す。

表 2-1 荷重の組合せケース

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _{NL} + 1.0 S _{sUD}

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_{NL} : 積雪荷重

S_{sUD} : 地震荷重 (鉛直方向)

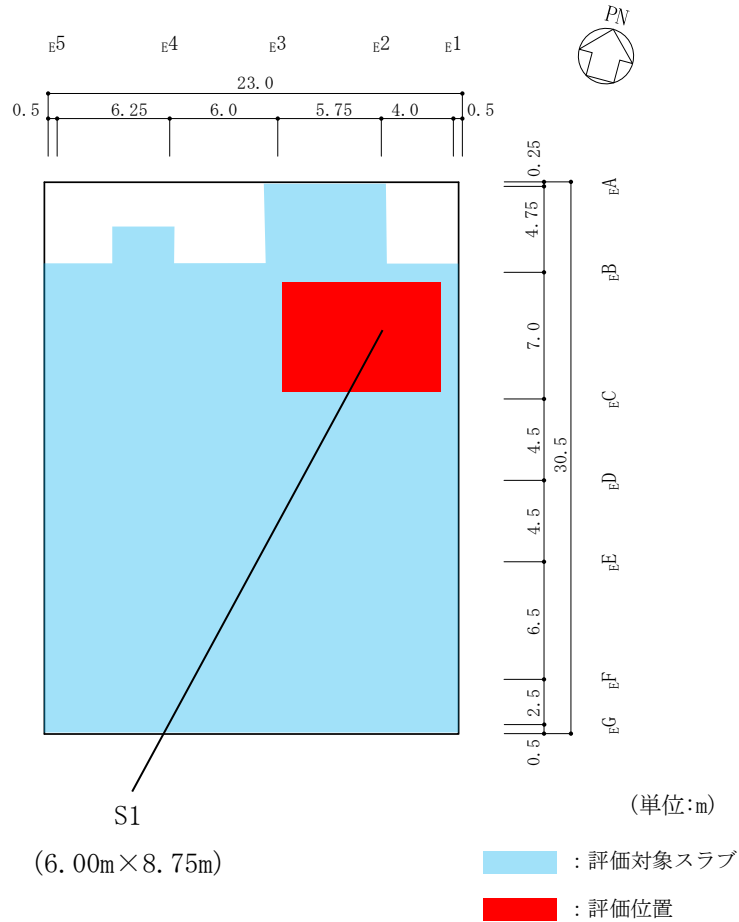


図 2-1 屋根スラブの位置及び断面の評価位置
(RF, EL 56.6m)

表 2-2 屋根スラブのスラブ厚及び配筋 (RF, EL 56.6m)

符号	スラブ厚 (mm)	配筋 (上下共)	
		N S 方向	E W 方向
S1	□	D25@200	D25@200

表 2-3 屋根スラブの検定値一覧 (RF, EL 56.6m)

符号	検定値			
	曲げモーメント		せん断力	
	短辺 (N S) 方向	長辺 (E W) 方向	短辺 (N S) 方向	長辺 (E W) 方向
S1	0.30	0.18	0.14	0.13

注: は、検定値の最大値を示す。

別紙 1-1 屋根スラブの固有振動数について

目 次

1. 概要	別紙 1-1-1
2. 検討方針	別紙 1-1-2
3. 算定諸元	別紙 1-1-3
4. 評価結果	別紙 1-1-4

1. 概要

本資料は、緊急時対策所遮蔽を構成する屋根スラブのうち、VI-2-8-4-5「緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」（以下「緊急時対策所遮蔽の耐震計算書」という。）において耐震評価を実施している屋根スラブについて、共振を考慮しないことの妥当性について説明するものである。

2. 検討方針

本検討は、緊急時対策所遮蔽の耐震計算書で評価対象としている屋根スラブを対象に、土木学会「構造力学公式集」に則り、四辺固定長方形版として固有振動数を下式より算定し、固有振動数が20Hzを上回ることを確認する。

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\omega = \pi^2 \frac{\lambda}{a^2} \sqrt{\frac{D}{\rho h}}$$

ここで、 f : 固有振動数 (Hz)

ω : 固有角振動数 (rad/s)

a : 短辺方向スパン (m)

b : 長辺方向スパン (m)

D : 曲げ剛性 (N・m)

ρ : 密度 (N・s²/m⁴)

h : スラブ厚さ (m)

λ : 四辺固定長方形版の無次元係数 (表 2-1 参照)

表 2-1 四辺固定長方形版の無次元係数 λ

モード		b/a			
		1.0	1.5	2.0	3.0
x, y 軸に对称	1	3.646	2.730	2.480	2.336
	2	13.37	6.740	4.535	3.112
	3	13.37	12.69	8.839	4.859
x, y 軸に逆対称	1	10.96	8.085	7.202	6.639
	2	24.55	13.79	10.21	7.854
	3	24.55	22.03	15.39	9.990
x 軸に对称 y 軸に逆対称	1	7.437	6.699	6.485	6.347
	2	16.72	10.45	8.438	7.137
	3	21.33	18.08	12.53	8.803

[土木学会「構造力学公式集」による。]

3. 算定諸元

表 3-1 に固有振動数の算定諸元を示す。無次元係数 λ については、表 2-1 よりスラブの短辺方向と長辺方向の比から、保守的になるように設定する。

表 3-1 算定諸元

a	6.00 (m)
b	8.75 (m)
b / a	1.46
D	2.12×10^9 (N·m)
ρ	4.63×10^3 (N·s ² /m ⁴)
h	<input type="text"/> (m)
λ	2.730

4. 評価結果

表4-1に評価結果を示す。評価対象としているスラブの固有振動数は、20Hz以上であることを確認した。

表 4-1 評価結果

評価部位	固有振動数 (Hz)
屋根スラブ	81

補足-025-11 原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 1-1 基礎スラブの応力解析モデルへの弾塑性解析の適用について

別紙 1-1-1 許容限界設定の考え方について

別紙 1-1-2 コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の設定について

別紙 1-1-3 ドライウェル外側壁内部の構造物から基礎スラブに伝達される荷重等の考え方について

別紙 2 応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 2-1 応力解析モデルでモデル化している部材の扱いについて

別紙 3 地震荷重の入力方法

別紙 3-1 原子炉本体基礎からの反力等の影響について

別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 5 地震応答解析による壁の塑性化に対する影響検討

別紙 6 最大接地圧について

別紙 7 原子炉建物基礎スラブの応力解析における浮力の影響検討

別紙 8 原子炉建物基礎スラブの弾性設計用地震動 S_d による検討

別紙 9 原子炉建物基礎スラブのポンプピット周辺の構造について

別紙 1 応力解析における既工認と今回工認の
解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 応力解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.1 既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.2 設置変更許可時からの変更について	別紙 1-6
2.2.1 モデル化方法の変更	別紙 1-6
2.2.2 モデル化方法の変更による影響	別紙 1-8
2.3 既工認モデルと今回工認モデルの差異について	別紙 1-10
2.3.1 弾塑性解析の採用	別紙 1-10
2.3.2 一部壁及び床スラブの積層シェル要素でのモデル化	別紙 1-10

別紙 1-1 基礎スラブの応力解析モデルへの弾塑性解析の適用について

別紙 1-1-1 許容限界設定の考え方について

別紙 1-1-2 コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の設定について

別紙 1-1-3 ドライウェル外側壁内部の構造物から基礎スラブに伝達される荷重等の
考え方について

1. 概要

本資料は、原子炉建物基礎スラブの既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較並びに設置変更許可時からの変更点を示すものである。

2. 応力解析モデル及び手法の比較

2.1 既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較

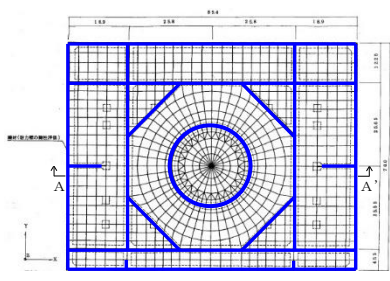

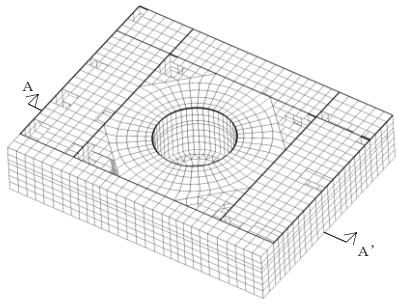
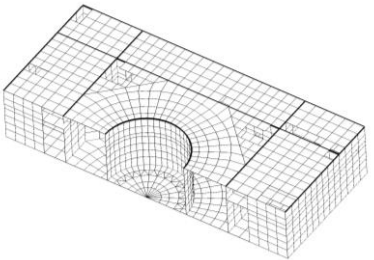
原子炉建物基礎スラブの応力解析モデル及び手法の比較を表 2-1 に示す。

比較に用いる既工認時の応力解析モデル及び手法は、昭和 59 年 2 月 24 日付け 58 資庁第 15180 号にて認可された工事計画の IV-1-3 「原子炉格納施設の基礎に関する説明書」(以下「既工認」という。) のものである。

表 2-1(1) 応力解析モデル及び手法の比較 (原子炉建物基礎スラブ)

項目	内容	既工認	今回工認	備考
解析手法		3次元 F E Mモデルを用いた応力解析 (弾性解析)	3次元 F E Mモデルを用いた応力解析 (弾塑性解析)	①
解析コード		N A S T R A N	A B A Q U S	①
モデル	モデル化範囲	(基礎スラブモデル部分) ・基礎スラブ全体 (上部構造物モデル部分) ・基礎スラブより立ち上がる剛性の高い一部壁	(基礎スラブモデル部分) ・同左 (上部構造物モデル部分) ・基礎スラブより立ち上がる剛性の高い一部壁及び床スラブ	②
	材料物性	検討時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数: $E = 2.06 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (SI換算) ・コンクリートのポアソン比: $\nu = 0.167$	適用規準の見直しによる再設定 ・コンクリートのヤング係数: $E = 2.25 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ・コンクリートのポアソン比: $\nu = 0.2$ ・鉄筋のヤング係数: $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$	③
	要素種別	(基礎スラブモデル部分) ・シェル要素 (上部構造物モデル部分) ・はり要素	(基礎スラブモデル部分) ・積層シェル要素 (上部構造物モデル部分) ・積層シェル要素 ・はり要素	②
	拘束条件	・EL 1.3m~EL 42.8mの一部壁の剛性をはり要素で考慮	・EL 1.3m~EL 15.3mの一部壁の剛性を積層シェル要素で考慮 ・EL 15.3m~EL 42.8mの一部壁の剛性をはり要素で考慮 ・EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m及びEL 15.3mの床スラブの剛性を積層シェル要素で考慮	②
	境界条件	・底面を弾性地盤ばねにより支持 ・底面の弾性地盤ばねは浮上りを考慮	同左	—
	非線形特性	考慮せず	(基礎スラブモデル部分) コンクリート ・圧縮側のコンクリート構成則: CEB-FIP Model codeに基づき設定 ・ひび割れ発生後の引張軟化曲線: 出雲ほか(1987)による式 鉄筋の構成則 ・バイリニア型 (上部構造物モデル部分) ・考慮せず	①
地震荷重との組合せ	S_1 地震時: $G + P + S_1$ S_2 地震時: $G + P + S_2$ G : 固定荷重 (浮力を含む) P : 積載荷重 S_1 : S_1 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む) S_2 : S_2 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)	S_s 地震時: $G + P + S_s$ G : 固定荷重 (浮力を含む) P : 積載荷重 S_s : S_s 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)	—	

表 2-1(2) 応力解析モデル及び手法の比較 (原子炉建物基礎スラブ)

項目	内容	既工認	今回工認	備考
荷重の設定	固定荷重及び積載荷重	躯体自重, 機器配管重量, 上部構造物からの荷重及び浮力	躯体自重, 機器配管重量, 上部構造物からの荷重, 逃がし安全弁作動時荷重及び浮力	—
	地震荷重	上部構造物からの地震力 (水平力, 曲げモーメント, 鉛直力) 及び基礎部の付加地震力を入力	同左	—
	地震時土圧荷重	S_1 地震時 南側: $0.67 \cdot \gamma \cdot h$ 西側: $0.86 \cdot \gamma \cdot h$ S_2 地震時 南側: $1.11 \cdot \gamma \cdot h$ 西側: $0.90 \cdot \gamma \cdot h$ γ : 土の単位体積重量 (t/m^3) h : 地表面からの深さ (m)	南側: $273.6 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$ 西側: $237.4 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$ γ : 土の単位体積重量 (kN/m^3) h : 地表面からの深さ (m)	・地震時土圧は, 常時土圧に地震時増分土圧を加えて算出 ・地震時増分土圧は「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」に基づき算出した加力側増分土圧荷重及び支持側増分土圧を包絡したものと評価
評価方法	応力解析	発生応力が許容応力度を超えないことを確認	鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が評価基準値を超えないことを確認	④, ⑤
解析モデル	 <p>(a) 平面図</p>  <p>(b) 断面図 (A-A' 断面)</p> <p>注: 青太線は, はり要素を示す。</p>	 <p>(a) 全体鳥瞰図</p>  <p>(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)</p> <p>注: 黒太線は, はり要素を示す。</p>	②	

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

- ① 既工認では弾性解析を採用しているが、今回工認では弾塑性解析を採用する。（詳細は「2.3.1 弾塑性解析の採用」及び別紙1-1「基礎スラブの応力解析モデルへの弾塑性解析の適用について」に示す。）
- ② 今回工認ではEL 1.3m～EL 15.3mの剛性の高い一部壁及び床スラブを積層シェル要素でモデル化する。（詳細は「2.2 設置変更許可時からの変更について」及び「2.3.2 一部壁及び床スラブの積層シェル要素でのモデル化」に示す。）
- ③ コンクリートのヤング係数及びポアソン比については、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999 改定）」に基づき再計算する。
- ④ 「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」に基づき評価する。（詳細は別紙1-1-1「許容限界設定の考え方について」に示す。）
- ⑤ 荷重の種類で区分した解析ステップごとに荷重を入力する一連の解析を実施し、最終的な応力又はひずみにより評価を実施する。なお、解析ステップは地震荷重以外の荷重，地震荷重の順である。

2.2 設置変更許可時からの変更について

2.2.1 モデル化方法の変更

設置変更許可時に採用予定としていた解析モデル（以下「設置許可モデル」という。）は、既工認モデルと同様に、内部ボックス壁、外部ボックス壁、火打ち壁、ドライウェル外側壁等の剛性の高い壁を、その剛性を考慮した等価なはり要素でモデル化することとしていた。しかし、今回工認モデルでは、壁の立体的な形状による剛性への寄与を考慮することを目的として、はり要素でモデル化する予定であった壁のうち、EL 1.3m～EL 15.3m の壁を積層シェル要素でモデル化する。また、EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m 及び EL 15.3m の床スラブを積層シェル要素でモデル化する。

設置変更許可時からのモデル化方法の変更点を表 2-2 に、設置許可モデル（既工認モデル）と今回工認モデルの概念図を図 2-1 に示す。

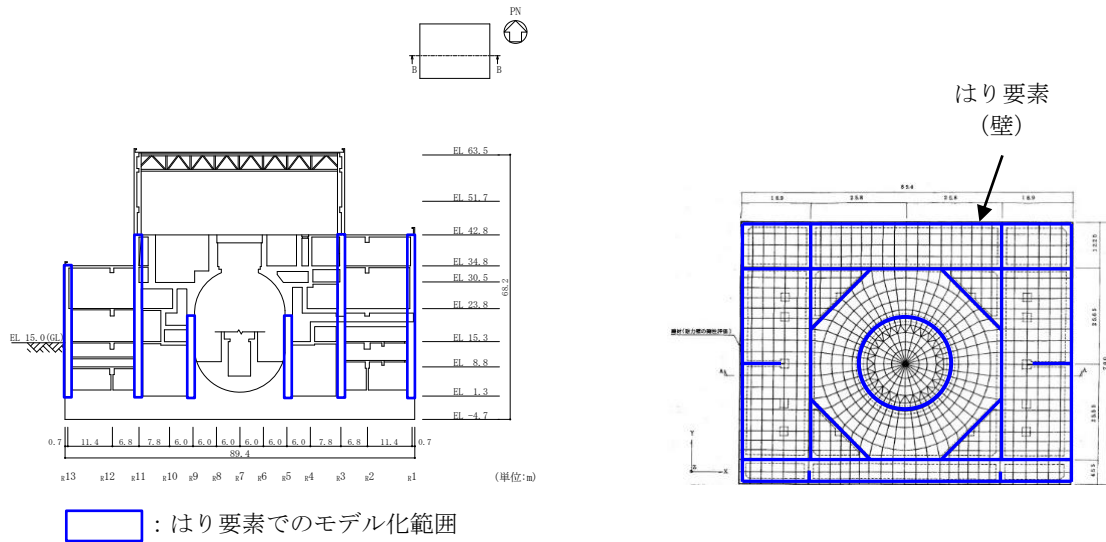
なお、今回工認モデルにおいて、EL 1.3m～EL 15.3m の壁及び床スラブは積層シェル要素でモデル化しているが、弾性部材*としてモデル化している。一方、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示すとおり、原子炉建物の地震応答解析では弾塑性時刻歴応答解析を実施しており、S_s地震時にせん断スケルトン曲線上の最大応答値が第 1 折れ点を超え、塑性化する結果となっていることから、壁が塑性化することによる影響について確認する。確認結果については、別紙 5「地震応答解析による壁の塑性化に対する影響検討」に示す。

注記*：原子炉建物基礎スラブの弾塑性応力解析に用いる解析コード「ABAQUS」の検証及び妥当性確認には積層シェル要素が用いられていることから、弾性部材を積層シェル要素でモデル化している。

表 2-2 設置変更許可時からのモデル化方法の変更点

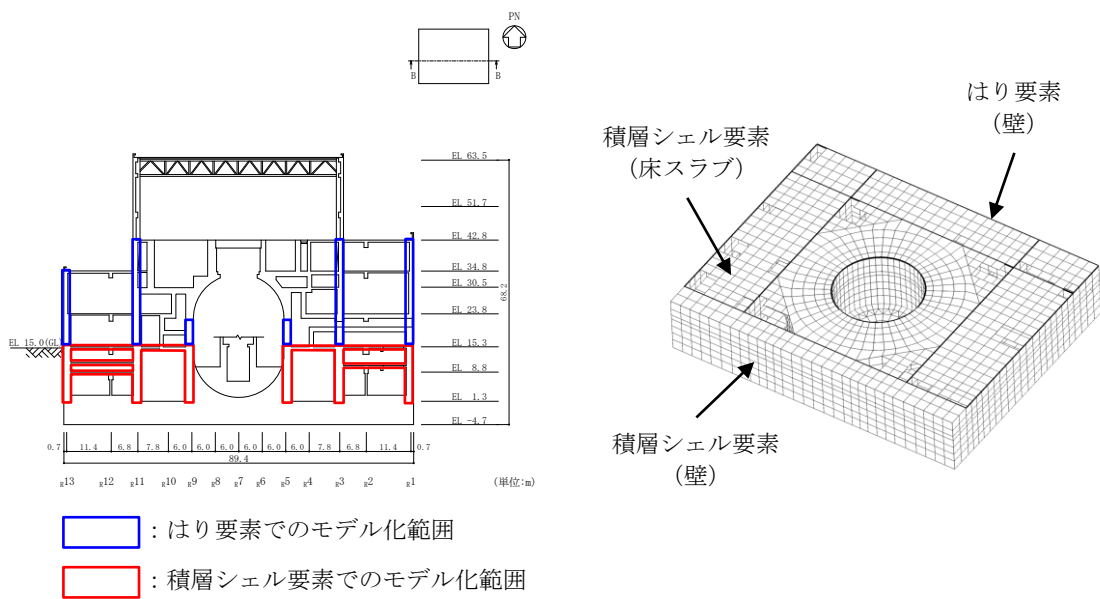
部位	EL (m)	設置許可モデル* (既工認モデル)	今回工認モデル*	備考
壁	15.3～42.8	はり要素	はり要素	変更なし
	1.3～15.3	はり要素	積層シェル要素	
床スラブ	8.8, 10.3, 12.5, 15.3	—	積層シェル要素	

注記*：壁及び床スラブは弾性部材としてモデル化。



注：右図の青太線は、はり要素を示す。

(a) 設置許可モデル (既工認モデル)



注：右図の黒太線は、はり要素を示す。

(b) 今回工認モデル

図 2-1 設置許可モデル (既工認モデル) と今回工認モデルの概念図

2.2.2 モデル化方法の変更による影響

設置許可モデル（既工認モデル）は、内部ボックス壁、外部ボックス壁、火打ち壁、ドライウェル外側壁等の剛性の高い壁を等価な剛性を考慮したはり要素でモデル化しているが、考慮している剛性は基礎スラブ面外方向の剛性のみとしている。本来、基礎スラブより上階において耐震壁等の直交する壁は相互につながっているが、その効果は考慮されていない。

一方、今回工認モデルでは EL 1.3m～EL 15.3m の壁を積層シェル要素でモデル化していることから、設置許可モデル（既工認モデル）ではり要素として考慮していた基礎スラブに対する面外剛性に加えて、壁の面外剛性、面内剛性も考慮される。また、EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m 及び EL 15.3m の床スラブを積層シェル要素でモデル化している。これらの壁及び床スラブが全体として基礎スラブへの拘束部材となり、より実状に近い構造挙動となる。例えば、地震荷重時に基礎スラブが面外に変形しながら浮上りを生ずる挙動に対して、地震方向と直交方向の壁が一体性を保持しつつ、立体的に抵抗することとなる。また、設置許可モデル（既工認モデル）のはり要素は中立軸を壁の図心として評価したものを基礎スラブ中心位置に設定しており偏心が考慮されないのに対し、今回工認モデルでは壁の積層シェル要素を基礎スラブ上端より立ち上げるため、基礎スラブ中心（モデル化位置）からの偏心距離が考慮されることにより曲げ剛性が大きく評価される。これらの結果、基礎スラブの面外変形が設置許可モデル（既工認モデル）と比較して小さくなり、基礎スラブの応力は低減することとなる。

ただし、実機では上部構造物全体の壁及びスラブが一体となって拘束効果を発揮するのに対し、今回工認モデルでは EL 1.3m～EL 15.3m のみを積層シェル要素でモデル化することから、拘束効果は実機より小さく保守的である。

上部構造物のモデル化方法の変更に伴う解析上の影響を表 2-3 に示す。

表 2-3 上部構造物のモデル化方法の変更に伴う解析上の影響

項目	設置許可モデル (既工認モデル)	今回工認モデル	実機の状態 (想定される実現象)
上部構造物の剛性	<p>影響範囲 (モデル化範囲)</p> <ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 42.8m までの内部ボックス壁、外部ボックス壁、火打ち壁、ドライウエル外側壁等の剛性の高い壁 	<ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 42.8m までの内部ボックス壁、外部ボックス壁、火打ち壁、ドライウエル外側壁等の剛性の高い壁 EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m 及び EL 15.3m の床スラブ 	<ul style="list-style-type: none"> 建物全体の壁及びスラブが抵抗要素となる
	<p>要素種別</p> <ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 42.8m までの壁を等価な剛性を考慮したはり要素でモデル化 	<ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 15.3m までの壁及び床スラブを積層シェル要素でモデル化 EL 15.3m~EL 42.8m までの壁を等価な剛性を考慮したはり要素でモデル化 	<p>—</p>
	<p>剛性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 42.8m までの壁を対象としたせん断断面積、断面二次モーメントから等価な 1 本のはり要素に置き換えており、拘束効果は実機及び今回工認モデルより弱い。 壁の曲げ剛性は壁の図心位置で評価したものを基礎スラブ中心位置に設定しており、偏心が考慮されないため、実機及び今回工認モデルより小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 15.3m までは中立軸に対する曲げ剛性を考慮しており、設置許可モデル (既工認モデル) に比べて実機の状態に近いモデルとなっている。EL 15.3m より上にある床スラブはモデル化しておらず、その拘束は考慮していないことから、拘束効果は実機より弱い。 壁の曲げ剛性は基礎スラブ中心からの偏心が考慮されており、設置許可モデル (既工認モデル) と比べて実機により近いモデルとなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> スラブの拘束等により、およそ層毎に中立軸に対する曲げ剛性が働くと考えられ、建物上部躯体全体として拘束効果を発揮する。
	<p>土圧の負担要素</p> <ul style="list-style-type: none"> 土圧による荷重は全て基礎スラブが負担するモデルとなっており、実機及び今回工認モデルより負担要素は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 土圧による荷重は基礎スラブに加え、地下部分の壁及び床スラブが荷重を負担するモデルとなっており、実機と同等である。 	<ul style="list-style-type: none"> 土圧による荷重は基礎スラブに加え、地下部分の壁及び床スラブが荷重を負担する。
<p>基礎スラブの評価におけるモデル化の特徴及び保守性</p>	<p>設置許可モデルは既工認モデルに基づいたモデルである。既工認モデルは当時の計算能力の制約もあり、上部躯体の立体的構造をモデル化しないシンプルなモデルとしているため、モデル化した範囲の荷重を基礎スラブがすべて負担するモデルとなっている。</p> <p>このようなモデル化により、基礎スラブの評価において実挙動に対して保守的なモデルとなっている。</p>	<p>今回工認モデルは EL 15.3m より上にある床スラブはモデル化していないため、これらの床スラブを含めた建物上部躯体全体としての拘束効果は考慮されていない。</p> <p>このようなモデル化により、基礎スラブの評価において実挙動に対して保守的なモデルとなっている。</p>	<p>—</p>

2.3 既工認モデルと今回工認モデルの差異について

2.3.1 弾塑性解析の採用

応力解析に弾塑性解析を採用することについては、基準地震動 S_s による入力が増大に伴い、原子炉建物の鉄筋コンクリート構造全体としての挙動が塑性域に入ると考えられるため、その塑性域の挙動を適切に評価するために採用するものである。弾塑性解析の適用の妥当性については、別紙 1-1「基礎スラブの応力解析モデルへの弾塑性解析の適用について」に示す。

また、準拠する規格・基準について、原子炉建物基礎スラブに要求される機能は、基準地震動 S_s に対する間接支持構造物としての機能であり、許容限界としては機能維持となる。一方、鉄筋コンクリート造構造物に関する規格である「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（(社)日本機械学会, 2003）」（以下「CCV規格」という。）は、基準地震動 S_s に対して主要施設としての機能確保が必要な施設に対する設計規格であるため、原子炉建物基礎スラブの弾塑性解析は CCV規格に基づき実施する。

2.3.2 一部壁及び床スラブの積層シェル要素でのモデル化

既工認モデルと設置許可モデルにおける上部構造物のモデル化方法は同じであることから、既工認モデルと今回工認モデルの差異については「2.2 設置変更許可時からの変更について」に示すとおりである。

なお、耐震壁の地震力算定に用いる地震応答解析では基礎スラブを剛体として扱っているため、基礎スラブの柔性等の実際の柔らかさを考慮する場合に対し基本的に耐震壁が負担する地震力を保守的に評価している。また、耐震壁の土圧荷重の評価においては一方向版を仮定し、基礎スラブとの接続部で固定とする等の評価を実施していることから耐震壁には十分な余裕があるが、積層シェル要素でモデル化した耐震壁に発生する応力については、念のためその影響について確認する。確認結果については、別紙 2-1「応力解析モデルでモデル化している部材の扱いについて」に示す。

別紙 1-1 基礎スラブの応力解析モデルへの
弾塑性解析の適用について

目 次

1. 概要	別紙 1-1-1
2. 弾塑性解析を採用する目的と解析条件について	別紙 1-1-2
2.1 弾塑性解析を採用する目的	別紙 1-1-2
2.2 弾塑性解析を採用するに当たっての解析条件	別紙 1-1-3
3. 材料構成則の適用性・妥当性について	別紙 1-1-5
3.1 コンクリート（引張側）	別紙 1-1-5
3.2 コンクリート（圧縮側）	別紙 1-1-17
3.3 鉄筋（引張側，圧縮側）	別紙 1-1-18
4. 既往研究に基づく弾塑性解析の適用性・妥当性について	別紙 1-1-19
5. まとめ	別紙 1-1-25
6. 参考文献	別紙 1-1-26

参考資料 1 原子炉建物の基礎スラブの耐震重要度分類の考え方及び耐震評価方針について

1. 概要

島根原子力発電所の建設時の工事計画認可申請書（以下「既工認」という。）では、原子炉建物の基礎スラブ等の鉄筋コンクリート部材の応力解析において、3次元FEMモデル等を用いた弾性解析により評価を実施していた。

今回の工事計画認可申請書（以下「今回工認」という。）では、入力地震動の増大に伴い、鉄筋コンクリート部材の塑性化が想定されることから、鉄筋コンクリートの弾塑性挙動を踏まえた適切な評価を実施するために、基準地震動 S_s による検討においては、基本的に材料（コンクリート、鉄筋）の非線形特性を考慮した弾塑性解析を採用する。

本資料は、既往の研究から得られた知見の整理を通して、原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析において、3次元FEMモデルを用いた弾塑性解析を採用することの適用性・妥当性について説明するものである。

2. 弾塑性解析を採用する目的と解析条件について

2.1 弾塑性解析を採用する目的

弾性解析と弾塑性解析の応答性状の違いを示した概念図を図 2-1 に示す。弾性解析は、どれだけ入力が大きくなっても初期の剛性が維持され続けるという仮定での解析を実施することとなるので、入力レベルが小さい場合は実現象を精度良く再現することができるが、入力の増大により挙動が塑性領域に入るような場合、部材の塑性化により剛性が低下する現象を模擬できない。そのため、実挙動が塑性領域に入る場合に弾性解析を用いると、応力を過大に評価し、ひずみ（変形量）は過小に評価することとなる。この傾向は入力が大きくなればなるほど、より顕著になると考えられる。

今回工認では、基準地震動 S_s による入力の増大に伴い、原子炉建物等の鉄筋コンクリート構造全体としての挙動が塑性領域に入ると考えられることから、入力レベルに応じた構造物の挙動を適切に評価することを目的として弾塑性解析を採用することが必要であると判断した。

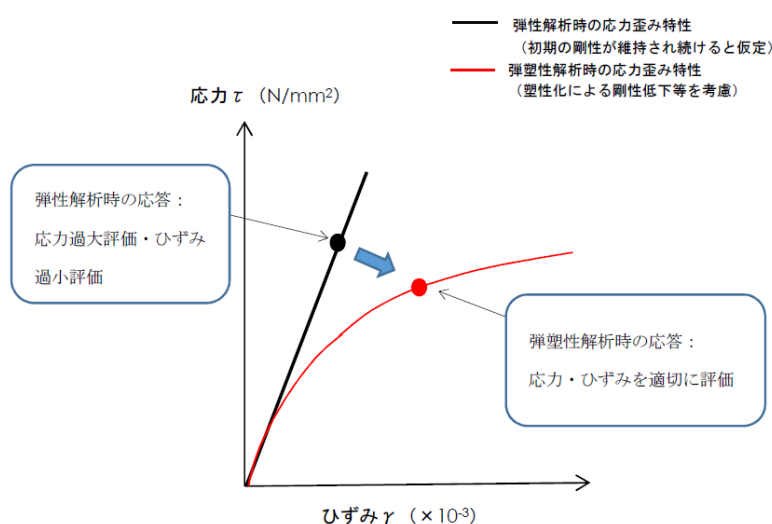


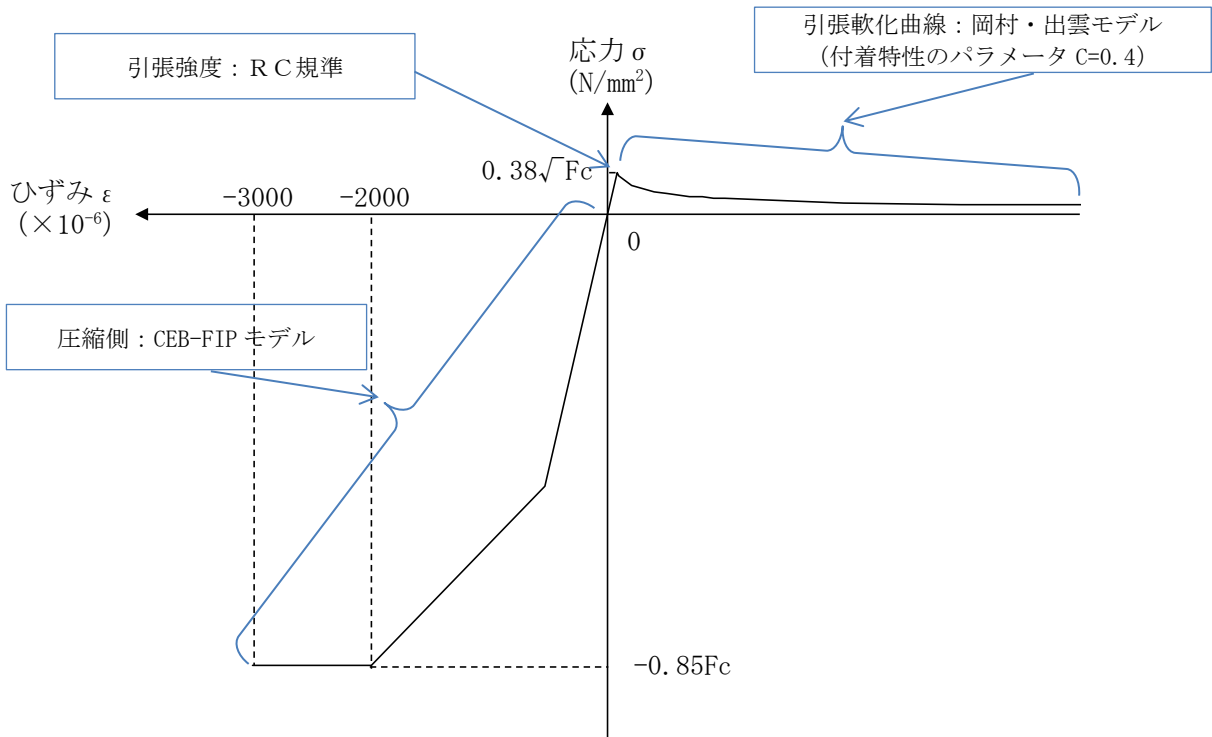
図 2-1 弾性解析と弾塑性解析の違い（概念図）

2.2 弾塑性解析を採用するに当たっての解析条件

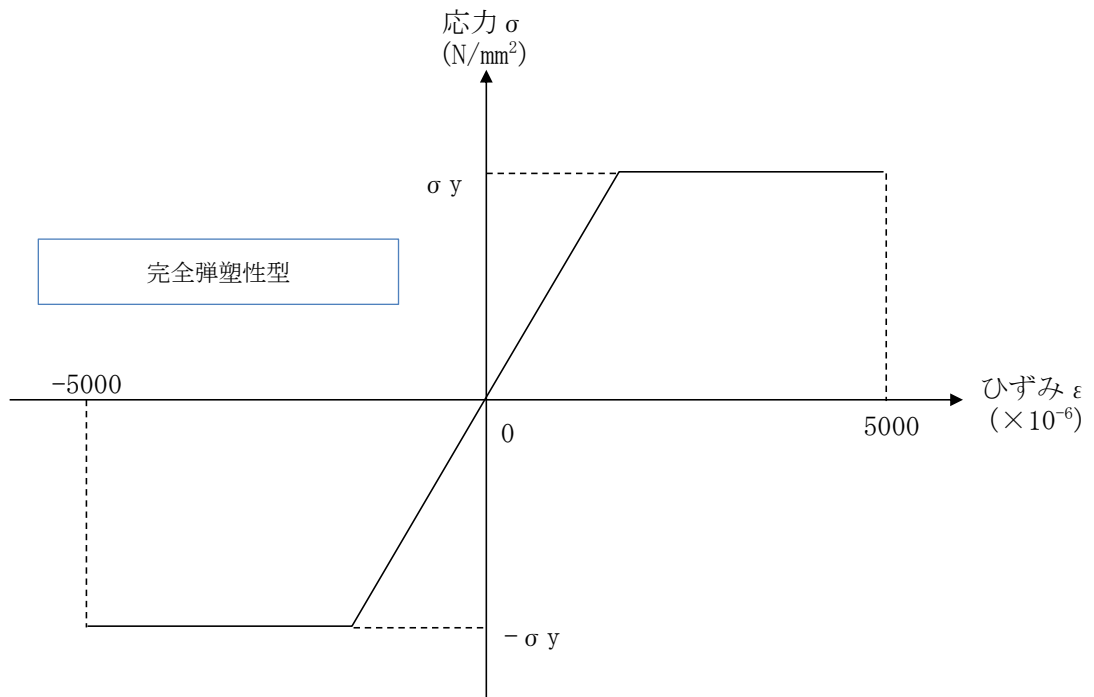
2.1 で説明したとおり，原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析に弾塑性解析を取り入れることによる利点としては，既工認で採用していた弾性解析では表現出来ないような大入力時の弾塑性挙動を評価できることにある。弾塑性挙動を適切に評価するに当たっては，塑性領域を含めた鉄筋及びコンクリートの材料構成則（材料の応力とひずみの関係をモデル化したもの）を適切に設定し解析を実施する必要があると考えられる。

今回工認で採用する材料構成則を図 2-2 に示す。ここで，コンクリート（圧縮側）は CEB-FIP⁽¹⁾モデル，コンクリート（引張側）は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999 改定）」（以下「RC規準」という。）（ひび割れ点の評価）と岡村・出雲モデル⁽²⁾（ひび割れ点以降の引張軟化曲線），鉄筋（圧縮・引張側）は完全弾塑性型を用いているが，弾塑性挙動へ与える影響が大きいため，その設定の適用性・妥当性について検討する。

また，応力解析においてシェル要素を用いた弾塑性解析を採用することについても，その適用性・妥当性を検討する。



(a) コンクリートの応力-ひずみ関係



(b) 鉄筋の応力-ひずみ関係

F_c : コンクリートの設計基準強度, σ_y : 鉄筋の降伏強度

図 2-2 採用する材料構成則

3. 材料構成則の適用性・妥当性について

原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析では、基準地震動 S_s による外力の増大に伴い、鉄筋コンクリート部材の塑性化が想定されることから、鉄筋コンクリートの弾塑性挙動を踏まえた適切な評価を実施するために弾塑性解析を採用する。その中でも適用した材料構成則が弾塑性挙動に直結する項目であることから、以下で設定に当たって適用した文献の内容を整理し、その適用性・妥当性を検討する。

3.1 コンクリート（引張側）

コンクリートの引張側の材料構成則のうち、ひび割れが発生するまでのコンクリートの剛性は圧縮側の初期剛性と同様の値とし、引張強度については、RC規準における曲げひび割れ時のコンクリート引張強度に関する記載である(3.1)式を参考に、その下限値を設定している。なお、RC規準は、既工認でも適用実績のある規格規準である。また、今回工認では引張強度の下限値を参照し、コンクリート引張側のエネルギー消費を低く見積もることにより鉄筋の引張側の負担が増えるように配慮しており、十分に保守的な設定であると考えられる。

$${}_c\sigma_t = (0.38 \sim 0.75) \sqrt{\sigma_b} \dots\dots\dots (3.1)$$

ここで、

${}_c\sigma_t$: コンクリートの引張強度

σ_b : コンクリートの圧縮強度

また、ひび割れ発生後は応力再配分により力の大部分は鉄筋が負担することとなるものの、実現象としては、鉄筋とコンクリート間の付着によりひび割れ後のコンクリートも構造全体に生じる応力の一部を負担することから、ひび割れ後の性状を考慮するために、ひび割れ点以降のコンクリートの構成則として引張軟化曲線を定義している。引張軟化曲線としては、弾塑性解析で使用する計算機コード「ABAQUS」で、各種実験結果との対応が良いことが確認されている岡村・出雲モデルを採用する。

岡村・出雲モデルは、既往文献における知見を参照して設定した項目であり、既工認で適用実績がないため、以下で、モデルの概要（モデルが提唱された論文における妥当性検証の内容含む）について整理した上で、既往の検討例を整理することにより原子炉建物の基礎スラブ等の弾塑性解析への適用性を検討する。

(1) 岡村・出雲モデルの概要

岡村・出雲モデルは、ひび割れた鉄筋コンクリートの引張軟化を評価する際に設定するコンクリートの引張軟化曲線である。鉄筋に関係なく、ひび割れ後のコンクリートの平均応力-平均ひずみの関係を与えているのが特徴であり、下記の式により表現される。

$$\frac{\sigma_t}{f_t} = \left(\frac{\varepsilon_{cr}}{\varepsilon_t} \right)^c \dots\dots\dots (3.2)$$

ここで、

σ_t : ひび割れと直角方向のコンクリートの平均引張応力

f_t : 2軸応力下のコンクリートの引張強度

ε_{cr} : ひび割れ発生時の平均引張ひずみ

ε_t : ひび割れと直角方向の平均引張ひずみ

c : 付着性状を表すパラメータ

本モデルの妥当性については、原論文においても既往の実験結果との比較により検証されているため、以下ではその概要について記載する。

原論文では、(3.2)式を用いることで既往の実験 (Collins-Vecchio の実験⁽³⁾及び森田・角の実験⁽⁴⁾) から求められたコンクリートの平均応力-平均ひずみ曲線をほぼ再現できることを確認している (図3-1)。ここで、付着性状を表すパラメータ c としては、鉄筋として溶接された金網を用いた Collins-Vecchio の実験では $c=0.2$ 、異形鉄筋を用いた森田・角の実験は $c=0.4$ が採用されている。なお、今回工認の原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析モデルでは、原子炉建物の基礎スラブ等で用いている鉄筋が異形鉄筋であることを踏まえ、 $c=0.4$ を採用している。

また、ひび割れ後のコンクリートの構成則として(3.2)式を用いた検討を実施し、既往の実験時の挙動を再現できるかを確認している。ここでは、既往の実験 (Collins-Vecchio の実験及び青柳・山田の実験⁽⁵⁾) からコンクリートの引張剛性の影響を受ける供試体を選定し、鉄筋コンクリート部材の挙動 (せん断ひずみ、鉄筋のひずみ) が実験値とよく一致する結果となることを確認している (図 3-2)。このことから岡村・出雲モデルがひび割れ後の挙動をよく表現できるモデルであるとされている。

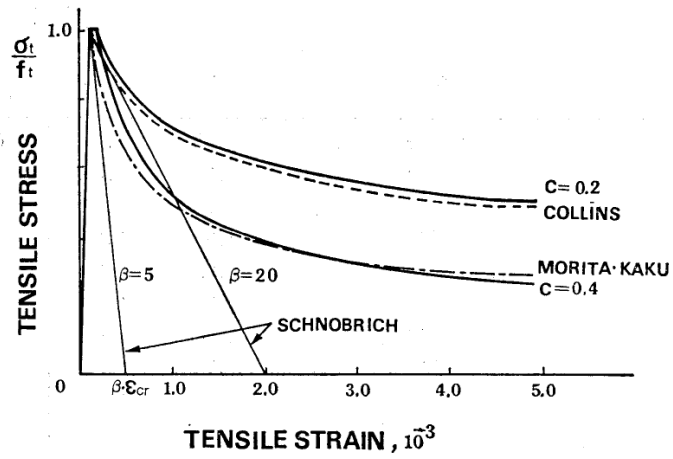


図 3-1 岡村・出雲モデルと他のモデルとの比較
(文献(2)より引用)

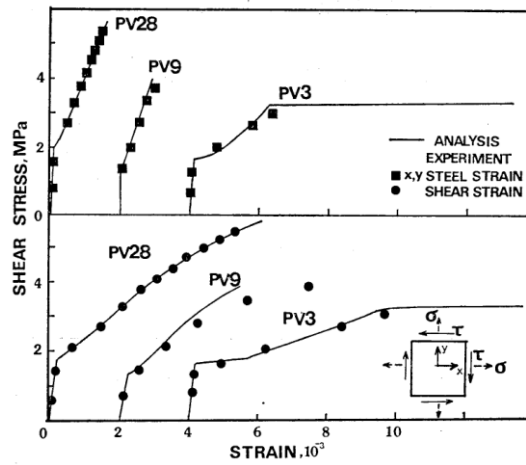


図 3-2 コンクリート引張剛性モデルの検証結果
(文献(2)より引用)

(2) 解析プログラム「ABAQUS」を用いた検討例

a. 日本建築学会「コンクリート系構造の部材解析モデルと設計への応用」での検討例

日本建築学会「コンクリート系構造の部材解析モデルと設計への応用」⁽⁶⁾には、鉄筋コンクリート部材の応力解析に用いる解析プログラム「ABAQUS」を使用した解析例が示されている。

ここでもコンクリートの引張軟化曲線として岡村・出雲モデルを用いた検討例が示されており、既往の試験結果と解析結果との対応が良好であることが確認されている。

本文献においては、簡易要素ベンチマークテスト、梁せん断試験、床曲げ試験の検討例が示されている。以下にその概要を述べる。

梁せん断破壊試験については、既往の文献⁽⁷⁾に示される試験体を模擬して、試験体中央部に鉛直方向単調荷重を変位制御で載荷する静的漸増非線形解析を実施し、「ABAQUS」で用いる塑性損傷モデルに係るパラメータを検討したものである（図 3-3）。ここでの検討の結論としても、コンクリートの引張軟化曲線は、岡村・出雲モデルを用いた検討ケースが文献における実験結果との対応が良好とされている。

鉄筋コンクリート床の曲げ破壊試験については、既往の文献⁽⁸⁾に示される試験体を模擬し、荷重積載部に鉛直方向単位荷重を変位制御で載荷する静的漸増非線形解析を実施し、「ABAQUS」で用いる塑性損傷モデルに係るパラメータを検討したものである（図 3-4）。ここでの検討の結論としても、コンクリートの引張軟化曲線は、岡村・出雲モデルを用いた検討ケースが文献における実験結果との対応が良好とされている。

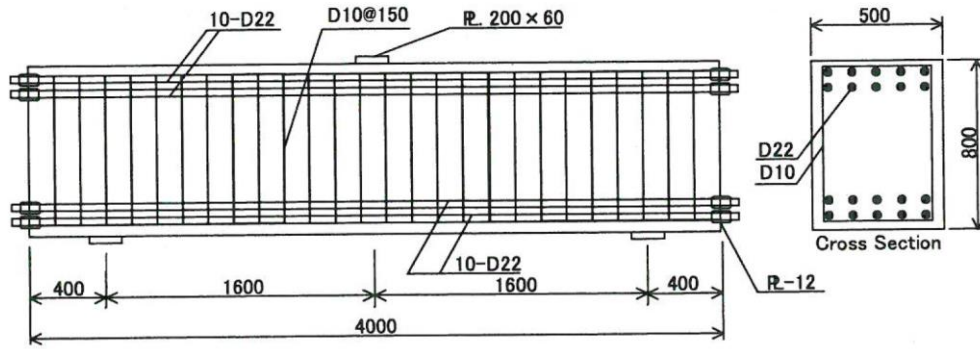


図-4.3.9 試験体諸元 (単位: mm)

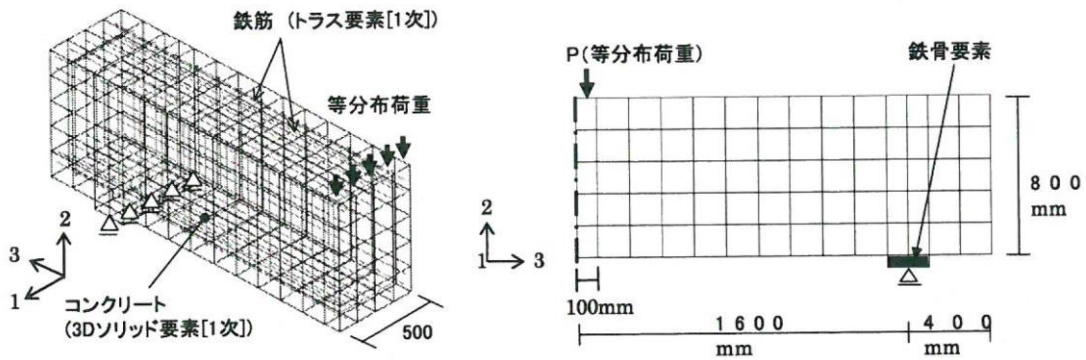


図-4.3.10 解析モデル

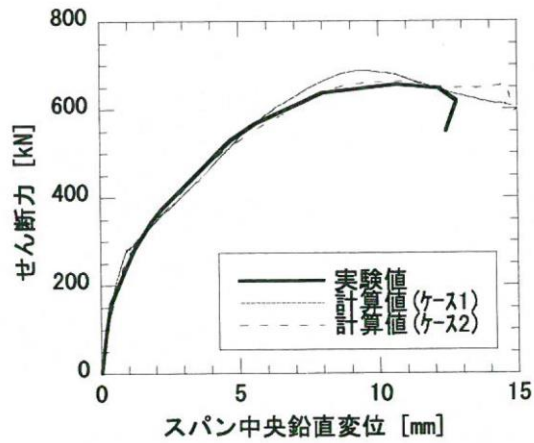


図-4.3.11 セン断力—スパン中央鉛直変位関係

図 3-3 梁せん断破壊試験に基づく検証結果
(文献(6)より引用)

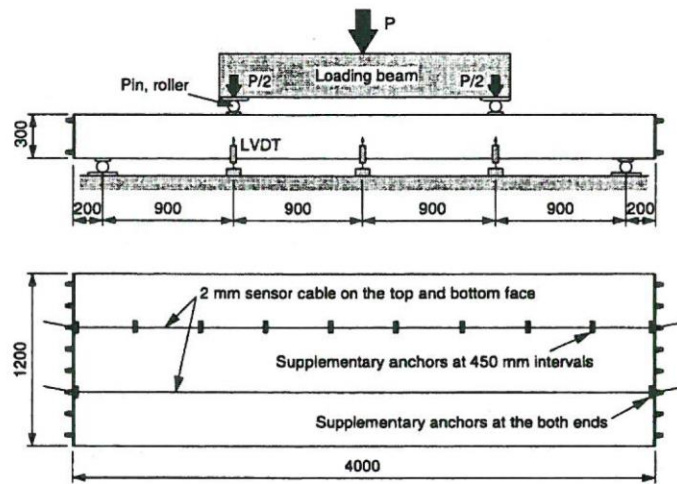


図-4.3.12 試験体諸元

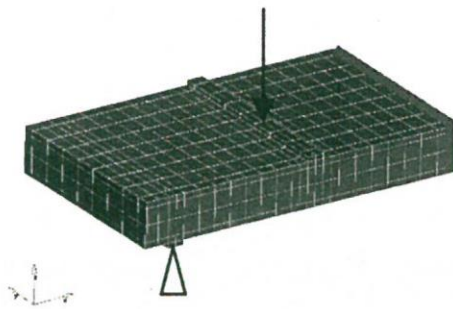


図-4.3.13 解析モデル

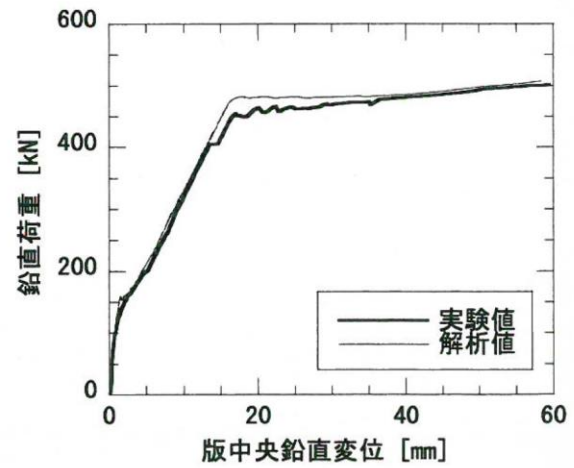


図-4.3.14 鉛直荷重—版中央鉛直変位関係

図 3-4 鉄筋コンクリートの曲げ破壊試験に基づく検証結果
(文献(6)より引用)

b. 原子炉格納容器信頼性実証事業における検討例

財団法人原子力発電技術機構が実施した原子炉格納容器信頼性実証事業⁽⁹⁾においても、基礎要素特性試験（二軸引張基礎要素特性試験）の結果を用いて、「ABAQUS」による検討を実施しており、そこで得られた知見として、コンクリートの構成則特性については、出雲式(岡村・出雲モデル)が実験との整合が良いと記載されている。試験及び解析の概要を以下に示す。

基礎要素特性試験は、RCCVの限界挙動を評価する解析モデルの妥当性検証を主たる目的として実施されたものであり、RCCVにおいて想定される破損部位とモードを踏まえて試験内容が設定されている。RCCVの破壊想定部位及びモードは図3-5に示すとおりとしており、このうち、局所的な損傷が大きくなる領域（円筒壁脚部：面外せん断，面外曲げ，大開口部：引張，トップスラブ開口部：円周方向引張曲げ，トップスラブ隅角部：面外せん断，面外曲げ）に対しては、部分詳細モデルを用いた解析を実施し、特に、円筒壁における大開口部周りでは、開口部周りの厚板部と薄板の接合部等の開口部を構成する補強部材等の影響で、ライナにひずみ集中が発生することが想定された。このため、開口部及び周囲の鉄筋コンクリート／ライナ性状を模擬した2軸引張試験が実施されることとなったものである。

試験ではRCCVの開口部及び周囲の鉄筋コンクリート／ライナ性状を模擬した試験体（ライナあり・なしの2種類の試験体）を直角2方向に引張加力し、その構造的挙動を確認している。試験体の材料（鉄筋，コンクリート）は実機と同等のものを用いており、配筋についても実機をできる限り忠実にモデル化している。試験体の縮尺は、ライナの破損を評価するためにはできるだけ大きな縮尺が望ましいとして、1/2倍としている。試験体形状及び加力装置を図3-6に示す。

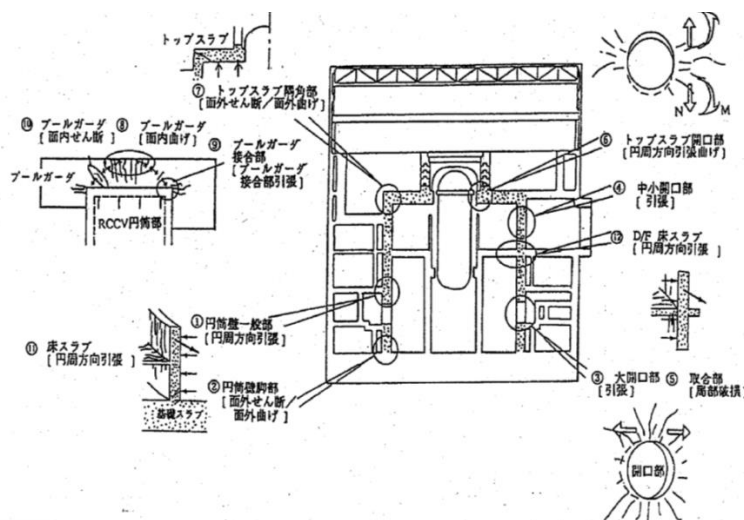


図3-5 RCCVの破損想定部位とモード
(文献(9)より引用)

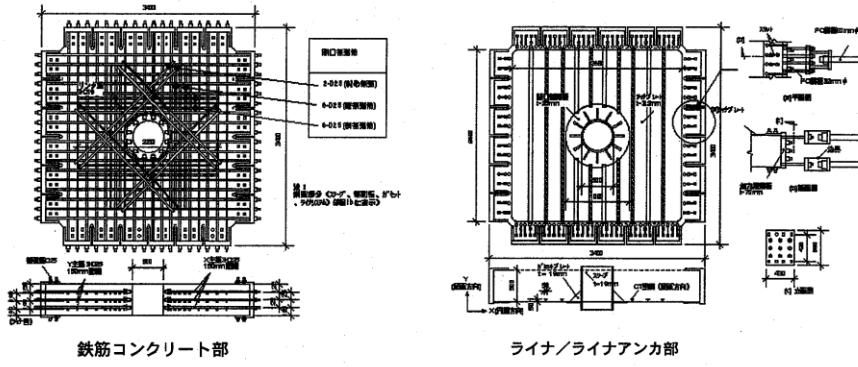


図 4.3-9 二軸引張試験体

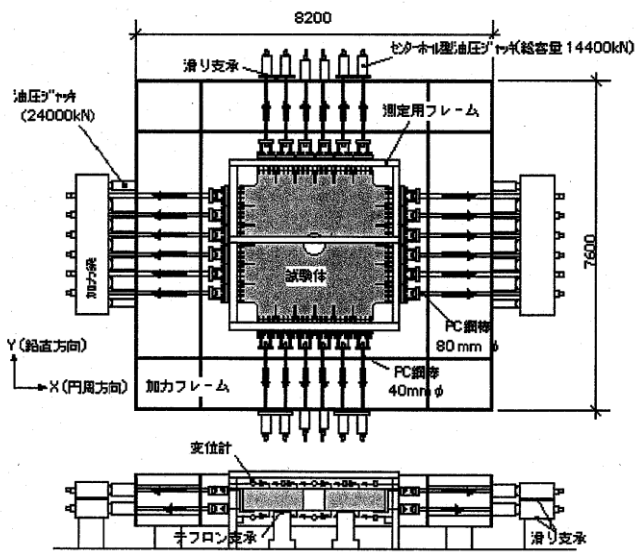


図 4.3-10 二軸引張試験装置

図 3-6 二軸引張基礎要素特性試験の試験体及び試験装置
(文献(9)より引用)

実験結果を踏まえた解析としては、荷重分布・材料物性・構成則・要素の種類（シェル要素，ソリッド要素）・ライナアンカのモデル化が及ぼす影響について検討が行われている。シェル要素での検討は，解析コード「L A S H E T」（清水建設（株）所有），ソリッド要素での検討では，解析コードとして「A B A Q U S」が使用されている。

ソリッド要素モデルは，開口部周りや円筒部脚部，トップスラブ隅角部を対象とする解析に用いられており，検討に当たっては，図 3-7 に示すとおり，ライナなしの R C のみのモデルとライナありのモデルが作成されている。ライナなしのモデルはコンクリートの引張強度とテンションスティフニング特性（引張軟化曲線）をパラメータとして解析し，シェル要素モデルと解析精度の比較が行われている。

解析結果を図 3-8 に示す。この解析から得られた知見のうち，コンクリート構成則特性については，出雲式（岡村・出雲モデル）が実験との整合が良いとされている。

なお，N U P E C による解析において，岡村・出雲モデル適用時の付着性状を表すパラメータは，岡村・出雲モデルの原論文で異形鉄筋に対する適用性が確認されている $c=0.4$ が使用されている。

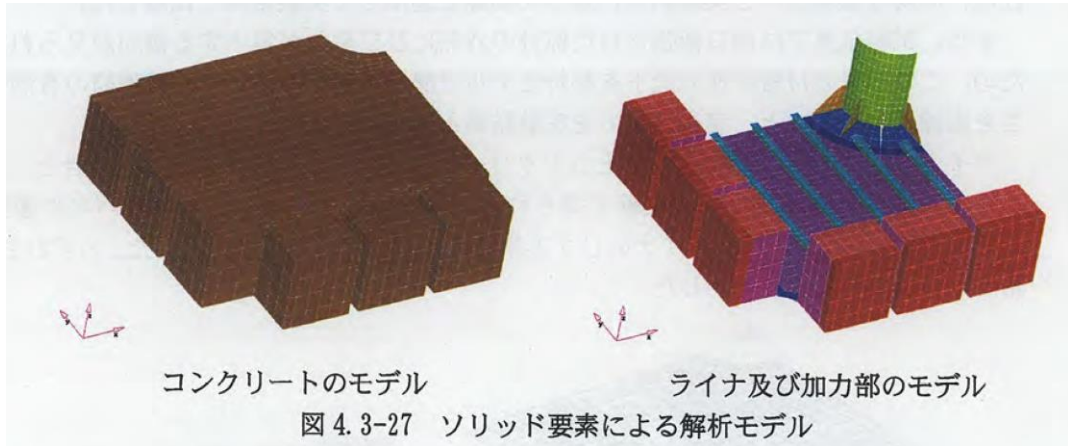


図 3-7 ソリッド要素による解析モデル
(文献(9)より引用)

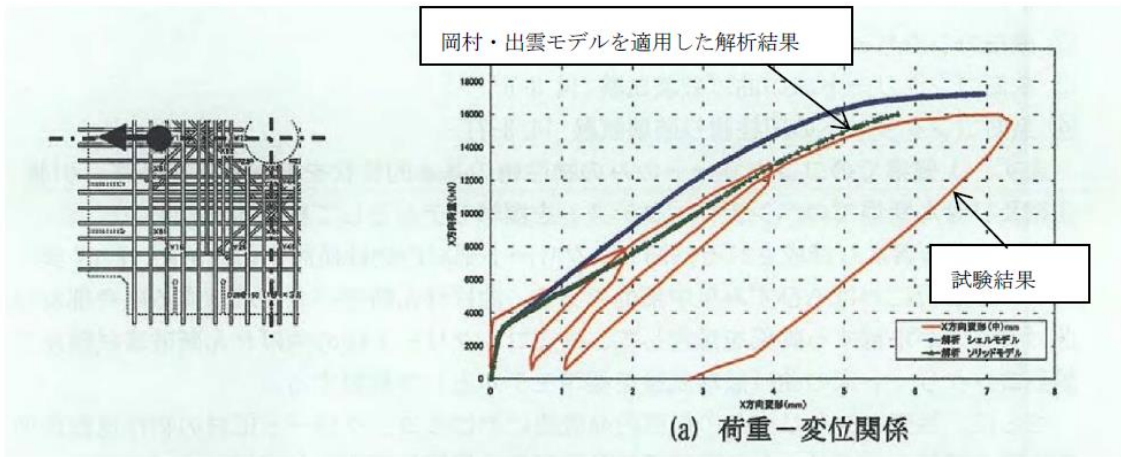


図 3-8 解析結果
(文献(9)より引用, 加筆)

c. 基礎スラブをシェル要素でモデル化した場合の検討例

弾塑性解析による既往の検討⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾では、基礎スラブをシェル要素でモデル化した場合の面外変形時の応力分布性状に関する比較検討を行っており、A I J 指針、道路橋示方書、鉄道構造物等設計標準、Eurocode に記述されている柱・梁部材の塑性ヒンジ領域の長さや部材せいとの関係におおむね整合する解析結果が得られることを示している（図3-9）。

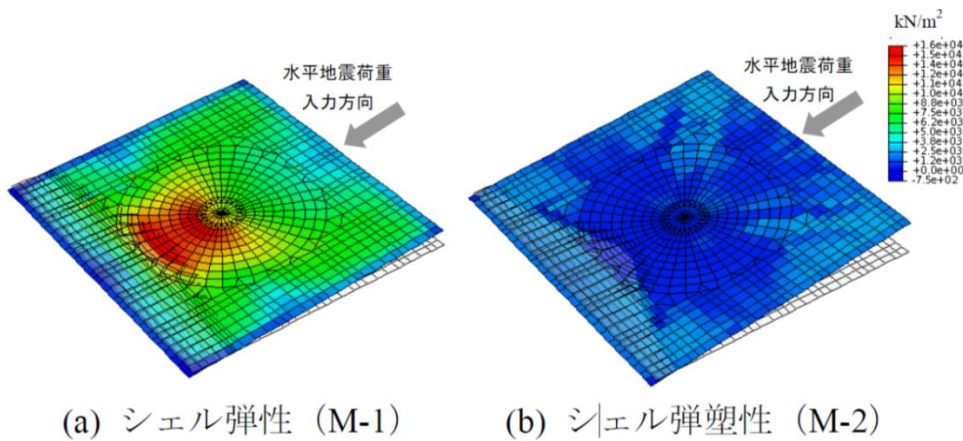


図-5 基礎スラブコンクリート部の最大主応力分布

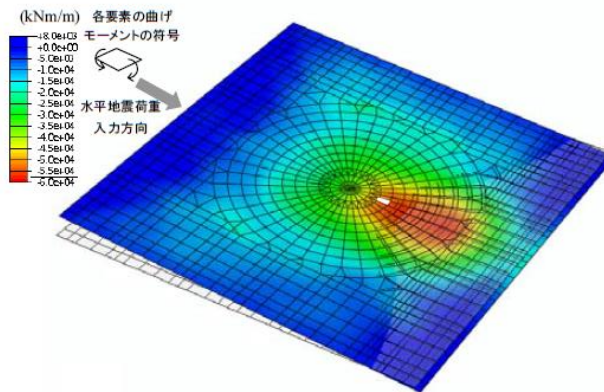


図-3 弾塑性解析 (M-2) による曲げモーメント分布

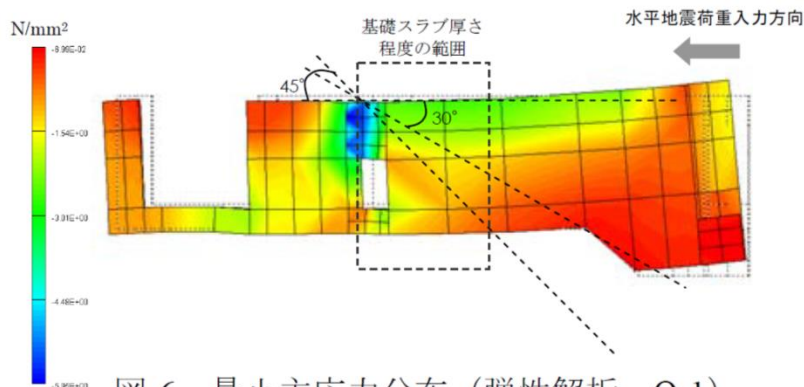


図-6 最小主応力分布 (弾性解析、Q-1)

図3-9 弾塑性解析による既往の検討例
(文献(10), (11)より引用)

(3) 岡村・出雲モデルの鉄筋コンクリート部材の応力解析への適用性について

岡村・出雲モデルは、提案時より既往の複数の実験結果を用いて妥当性が十分に検証されていること、また、今回使用する解析プログラム「ABAQUS」を用いた検討例でも鉄筋コンクリート部材の各種実験結果との対応が良好とされていることから、3次元FEMモデルによる弾塑性解析を実施する際のコンクリート（引張側）の構成則（引張軟化曲線）として、採用することは妥当であると考えている。

3.2 コンクリート（圧縮側）

コンクリートの圧縮応力度とひずみの関係は、「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」（以下「CCV規格」という。）の図 CVE3511.2-1 を参考にした上で，パラボラ型の応力ひずみ曲線を想定するに当たって標準的な CEB-FIP Model Code に基づき設定している。

CEB-FIP Model Code におけるコンクリート（圧縮側）の構成則は以下の(3.3)式により規定されている。なお，(3.3)式に基づく場合，島根2号機のコンクリート強度は50MPa(N/mm²)以下であるため，終局ひずみは0.0035となるが，CCV規格における終局ひずみは0.003であるため，鉄筋コンクリート部材の応力解析で用いるのは0.003までの範囲内とする。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{cd} &= 0.85f_{cd} \left[2 \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c1}} \right) - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c1}} \right)^2 \right] && (\epsilon_c < \epsilon_{c1} \text{ の場合}) \\ \sigma_{cd} &= 0.85f_{cd} && (\epsilon_{c1} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu} \text{ の場合}) \\ \sigma_{cd} &= 0 && (\epsilon_{cu} < \epsilon_c \text{ の場合}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.3)$$

ここで，

$$\epsilon_{c1} = 0.002$$

$$\epsilon_{cu} = 0.0035 \quad (f_{ck} \leq 50\text{MPa} \text{ の場合})$$

$$\epsilon_{cu} = 0.0035 \left(\frac{50}{f_{ck}} \right) \quad (50\text{MPa} < f_{ck} \leq 80\text{MPa} \text{ の場合})$$

σ_{cd} : コンクリートの応力

ϵ_c : コンクリートのひずみ

ϵ_{cu} : コンクリートの終局ひずみ

f_{cd}, f_{ck} : コンクリート圧縮強度

CCV規格では，鉄筋コンクリート部材から構成されるRCCVにおいて，荷重状態IVに対する応力解析から求まる応力（膜力，曲げモーメント等）をもとにコンクリートの圧縮ひずみを算定する際，パラボラ型の応力ひずみ曲線を仮定している。CCV規格に示されるコンクリートの応力度・ひずみ関係を図3-10に示す。

なお，今回工認で参照した CEB-FIP Model Code はパラボラ型であるものの，前掲した図2-2に示したとおり，今回工認では折れ線近似している。

今回工認で適用するコンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の設定については，別紙1-1-2「コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の設定について」に示す。

以上のことから，コンクリートの圧縮側の弾塑性特性については，CEB-FIP Model Code に基づき設定することは妥当であると考えている。

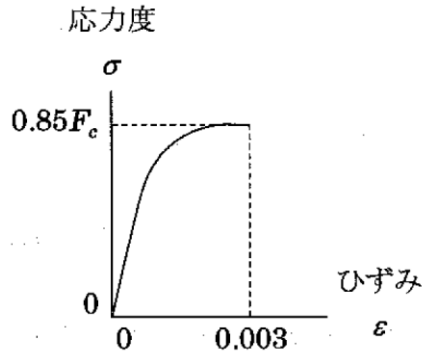


図 CVE3511.2-1 コンクリートの
応力度・ひずみ関係

図 3-10 コンクリートの応力度・ひずみ関係
(CCV規格より引用)

3.3 鉄筋（引張側，圧縮側）

鉄筋の非線形特性については，CCV規格（CVE-3511.2）に基づき完全弾塑性型として設定している。

CCV規格では，鉄筋コンクリート部材から構成されるRCCVにおいて，荷重状態IVに対する応力解析から求まる応力をもとに鉄筋の圧縮及び引張ひずみを算定する際，完全弾塑性型を仮定している。CCV規格に示される鉄筋の応力度・ひずみ関係を図3-11に示す。

以上のことから，3次元FEMモデルによる弾塑性応力解析を実施する際の鉄筋（引張側，圧縮側）の材料構成則として，完全弾塑性型を採用することは妥当であると考えている。

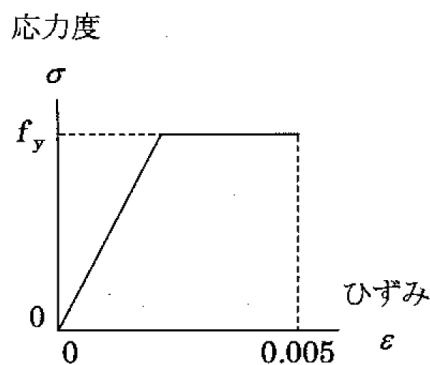


図 CVE3511.2-2 鉄筋の
応力度・ひずみ関係

図 3-11 鉄筋の応力度・ひずみ関係
(CCV規格より引用)

4. 既往研究に基づく弾塑性解析の適用性・妥当性について

(1) 基礎スラブの応力解析における適用要素の規基準類上の扱い

「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)」の「5.3.2 応力解析」には、「格納施設の基礎マット等の厚いコンクリート構造のFEM解析のモデル化については、基礎の幾何学的形状、上部構造及び基礎の解析モデル作成上の整合性を考慮して適切な要素を選択しなければならない。一般的に、原子炉建屋の基礎マットのようにマット厚の厚い部位の3次元FEM解析にはソリッド要素、又は面外せん断を考慮した平板要素を採用するのが良い。」と記載されている。ここで、面外せん断を考慮した平板要素とは、今回適用するシェル要素に該当する。

「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)」(以下「RC-N規準」という。)の「8 条 構造解析の基本事項」の解説には、「基礎スラブは荷重状態が複雑なため、弾性地盤に支持された板としてFEMでモデル化する場合が多い。要素としてはシェル要素またはソリッド要素が用いられる。」とされており、また、「11 条 基礎スラブ」の解説には、「原子炉建屋の基礎スラブの解析モデルは図 11.1 に示すように基礎スラブの形状に応じて、シェル要素やソリッド要素によりモデル化する。また、ボックス壁やボックス壁に接合する上層の床スラブによる全体変形の拘束効果を適切に反映する。」として、シェル要素を用いた基礎スラブのモデル化例(図 4-1)が記載されている。

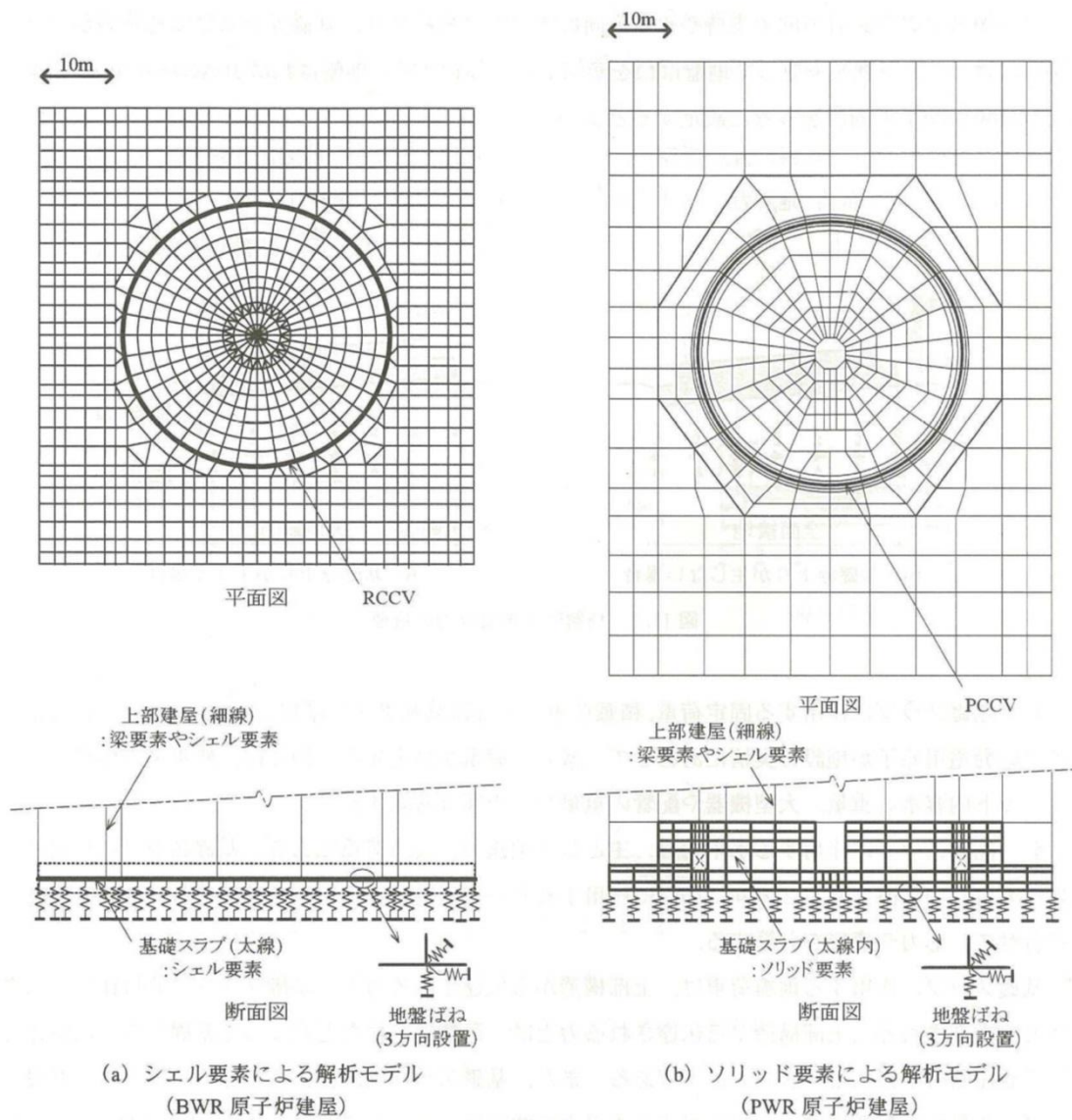


図 4-1 FEMによる解析モデルの例
(RC-N規準より引用)

(2) 弾塑性解析を用いた解析的検討

小柳他、小林他が実施した「原子炉建屋基礎スラブの合理的応力評価方法に関する解析的検討」⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾においては、基礎スラブをシェル要素でモデル化した場合とソリッド要素でモデル化した場合の弾性解析及び弾塑性解析を実施し、曲げモーメント及びせん断力の応力性状について比較検討することにより、合理的な応力評価法について検討している。

検討に当たっては、曲げモーメントについては、厚さ 5.5m 程度の基礎スラブを対象に積層シェル要素を、面外せん断力に対しては厚さ 8m 程度の基礎スラブを対象にソリッド要素をそれぞれ用いて検討を実施している。解析結果の概要を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

図 4-2 に示したシェル要素によるモデルでは、弾塑性解析結果の各要素の曲げモーメントと弾性解析結果の曲げモーメントの比率の分析から、これらの比率が一定とみなせる範囲を評価している。この結果、基礎スラブ程度の厚さの範囲では応力比率がほぼ一定であり、弾塑性モデルにおいてコンクリートのひび割れ等により応力が平均化されていると評価している。また、この結果は既往知見に基づく柱・梁接合部の塑性ヒンジ領域と同等であるとしている。

図 4-3 に示したソリッド要素によるモデルの場合は、基礎スラブの断面内の応力分布から圧縮ストラット角度を 30~45° と評価し、柱・梁部材に関する既往知見とおおむね対応することを示している。圧縮ストラット角度から面外せん断力に関する平均化応力の範囲を基礎スラブ厚さの 0.8 倍~1.4 倍、平均的には 1.0 倍程度と想定できると評価している。また、この結果は実験等による既往知見ともおおむね対応しているとしている。

本文献は、塑性化が生じる応力レベルの基礎スラブの部位についての合理的な応力評価法について検討した文献であり、検討の過程において厚さ 5.5m 程度の基礎スラブの曲げモーメントに対してはシェル要素の弾性解析及び弾塑性解析を、厚さ 8m 程度の基礎スラブの面外せん断力に対してはソリッド要素を用いて検討を実施している。これらより、曲げモーメントに関しては、弾性解析結果と弾塑性解析結果の比較により平均化応力の範囲を検討し、既往知見の塑性ヒンジ領域と同等であることが確認された。また、検討に用いているモデルは違うものの、シェル要素とソリッド要素を用いた検討では同程度の平均化応力の範囲を示していることが確認された。

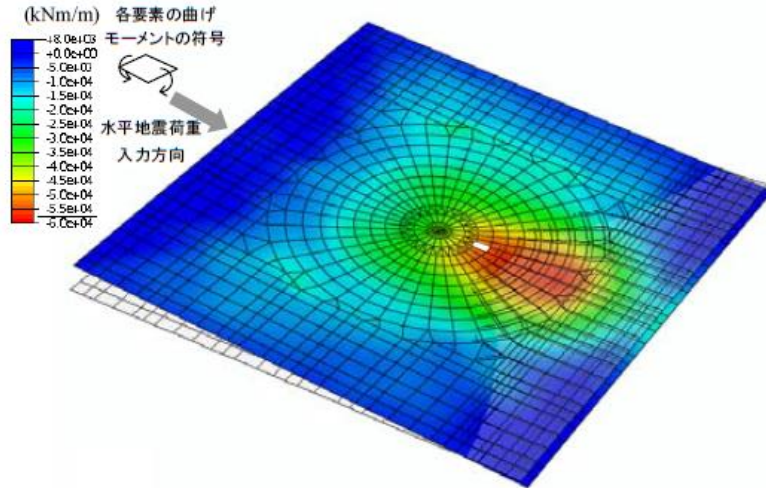


図-3 弾塑性解析 (M-2) による曲げモーメント分布

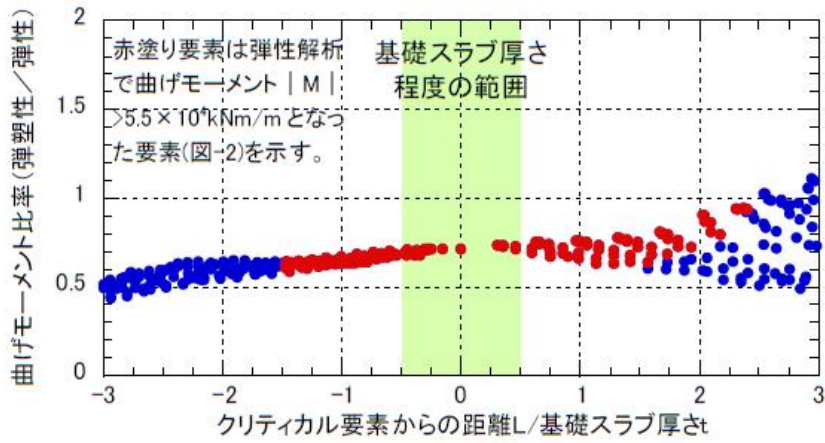


図 4-2 シェル要素を用いた基礎スラブの弾塑性解析結果の概要 (文献(11)より引用)

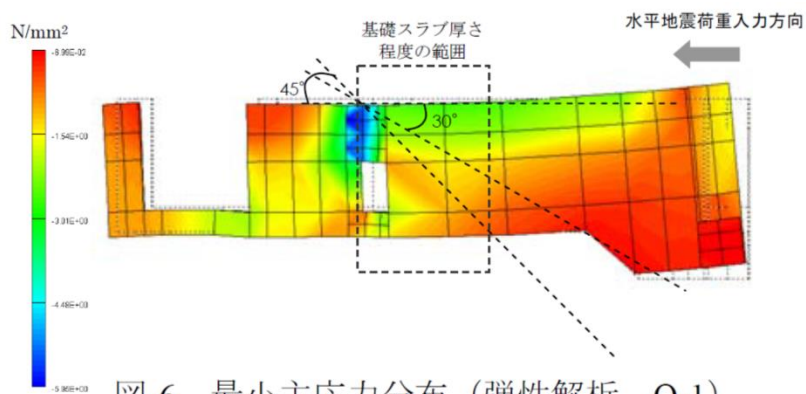


図-6 最小主応力分布 (弾性解析、Q-1)

図 4-3 ソリッド要素を用いた基礎スラブの弾塑性解析結果の概要 (文献(11)より引用)

(3) ソリッド要素と梁要素及びシェル要素の比較検討

山田が実施した「FEMにおける構造モデリング—ソリッド要素と構造要素（はり，シェル）の選択—」⁽¹²⁾においては、「コンピュータ性能の飛躍的な進歩により，非常に大規模な連続体の数値シミュレーションが可能となっている現状では，はり要素やシェル要素によってモデル化されてきた対象を，連続体としてソリッド要素によってモデル化し，大規模問題として複雑な構造物の応力解析を行うことが可能となっている。しかしながら，工学的観点で計算の精度や効率を考えたとき，すべてをソリッド要素でモデル化することは必ずしも適切ではない」との観点に基づき，モデル化の選択について考察を加えている。本文献では，はり要素やシェル要素の構造要素とソリッド要素とした場合について，片持ちはりを対象とした解析を行い，たわみの理論値との比較から要素選定に関する検討を行っている。

表 4-1 及び図 4-4 は，せん断変形の影響が表れる問題として，片持ちはりの長さが比較的短い場合の結果であり，たわみの数値をソリッド要素（双 1 次四辺形要素）とティモシェンコはり要素で比較したものである。表中の値は，ソリッド要素を用いた詳細な分割（1000×2000）による結果を参照解として正規化したものである。局所的な応力集中が無く曲げとほぼ一樣なせん断変形が支配的な状況においては，はり要素が適用可能であること，また，ある程度詳細な要素分割を行うことで，ソリッド要素についても適用可能であることが分かる。「以上では，はりにより議論を進めてきたが，シェル要素についても基本的には同様である」とされている。

なお，基礎スラブに支配的な地震時においては，ほぼ同様な応力状態にあると考えられる。

本論文では，はり，シェルの構造要素について，「一般に構造要素が適用可能な場合には，連続体としてソリッド要素によりモデル化するよりも効率的で精度の高いシミュレーションが可能となる」としている。

表 4-1 梁モデルを用いたソリッド要素と梁要素の解析結果の概要
(文献(12)より引用)

表 3 短い片持ちはりに対するたわみ

L	双 1 次四辺形要素			ティモシェンコ はり要素	
	分割	変位型	改良型	分割	1 次要素
3	3×2	0.697	0.952	5	0.995
	6×4	0.898	0.984	10	1.002
	12×8	0.971	0.995	20	1.004
5	5×2	0.703	0.978	5	0.993
	10×4	0.902	0.992	10	1.000
	20×8	0.973	0.997	20	1.002

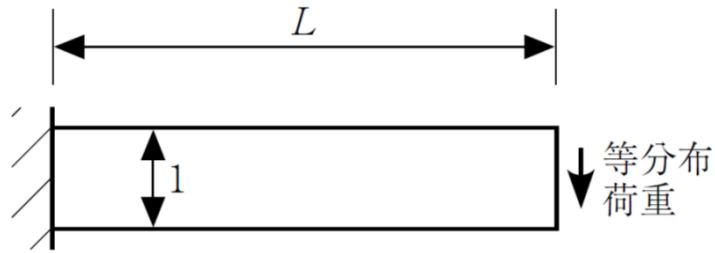


図 7 一定断面片持ちはりの問題

図 4-4 梁モデルを用いたソリッド要素と梁要素の解析検討モデル概要図
(文献(12)より引用)

(4) まとめ

既往研究に基づき、弾塑性解析の適用性・妥当性についての検討を行った結果、シェル要素を用いた基礎スラブの応力解析については規基準類上採用できること、また既往文献における適用実績があることを確認した。

以上より、原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析において、シェル要素を用いた弾塑性解析による手法を採用することは妥当であると考えられる。

5. まとめ

原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析で採用する材料構成則について、適用文献の内容を整理し、その適用性・妥当性を確認した。また、応力解析においてシェル要素を用いた弾塑性解析を採用することについても、既往研究に基づき適用性・妥当性を確認した。

以上より、原子炉建物の基礎スラブ等の応力解析において、3次元FEMモデルを用いた弾塑性解析を採用することの妥当性を確認した。

6. 参考文献

- (1) Comite Euro-International du Beton : CEB-FIP MODEL CODE 1990 (DESIGN CODE), 1993
- (2) 出雲 淳一, 島 弘, 岡村 甫 : 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学, Vol. 25, No. 9, pp. 107-120, 1987. 9
- (3) M.P. Collins, F.J. Vecchio: The response of reinforced concrete to in-plane shear and normal stresses, University of Toronto, March 1982
- (4) 森田司郎・角徹三 : 鉄筋コンクリート部材の引張試験による付着効果の研究, セメント技術年報, Vol. 18, pp. 426-430, 昭 39
- (5) 山田一字, 青柳征夫: ひび割れ面におけるせん断伝達, 第 2 回 R C 構造物のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, pp. 19-26, 1983. 10
- (6) 日本建築学会 : コンクリート系構造の部材解析モデルと設計への応用, 2008
- (7) Saito, H et al. : Ultimate strength of reinforced concrete members subjected to transient high temperature distribution, Transactions of the 12th international conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT), Volume H, pp. 31-36, Aug. 1993
- (8) Kumagai, H. et al. : Fiber optic distributed sensor for concrete structures, Proceeding of the 1st fib Congress, Session 15, pp. 179-184, 2002
- (9) 財団法人 原子力発電技術機構 : 重要構造物安全評価 (原子炉格納容器信頼性実証事業) に関する総括報告書, 平成 15 年 3 月
- (10) 小柳他 : 原子炉建屋基礎スラブの合理的応力評価方法に関する解析的検討 (その 1) 基礎スラブの試解析, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造 II, pp. 1039-1040, 2009
- (11) 小林他 : 原子炉建屋基礎スラブの合理的応力評価方法に関する解析的検討 (その 2) 合理的応力評価法 (案), 日本建築学会学術講演梗概集, 構造 II, pp. 1041-1042, 2009
- (12) 山田貴博 : F E Mにおける構造モデリング—ソリッド要素と構造要素 (はり, シェル) の選択—, 精密工学会誌 Vol. 77, No9, 2011

原子炉建物の基礎スラブの耐震重要度分類の考え方及び耐震評価方針について

既工認時において原子炉建物は原子炉棟を含む建物全体の耐震重要度分類をAクラス（S₂機能維持）として設計しており、基礎スラブについては基準地震動S₂及び基準地震動S₁に対する荷重組合せによる耐震評価を実施していた。

一方、今回工認において、耐震重要度分類は、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（耐震重要度）に応じて分類することとされている。BWR MARK-Iである島根2号機原子炉建物の基礎スラブについては、JEAG 4601-1987において、図1に示すように、「格納容器底部基礎マット」及び「格納容器底部外基礎マット」は耐漏えい機能は求められておらず、支持機能のみが要求されている。従って、原子炉建物の基礎スラブはSクラス設備ではなく、Sクラス設備の間接支持構造物として分類される。

以上を踏まえ、今回工認における原子炉建物の基礎スラブの評価においては、基準地震動S_sに対する評価を実施する。

ただし、既工認時にAクラスとして設計していること及び二次格納施設バウンダリである原子炉棟との連続性を踏まえ、弾性設計用地震動S_dに対する荷重組合せについて影響を確認することとする。影響確認については、別紙8「原子炉建物基礎スラブの弾性設計用地震動S_dによる検討」に示す。なお、解析は弾性解析とし、基準地震動S_sの評価に用いる今回工認モデルにより実施する。

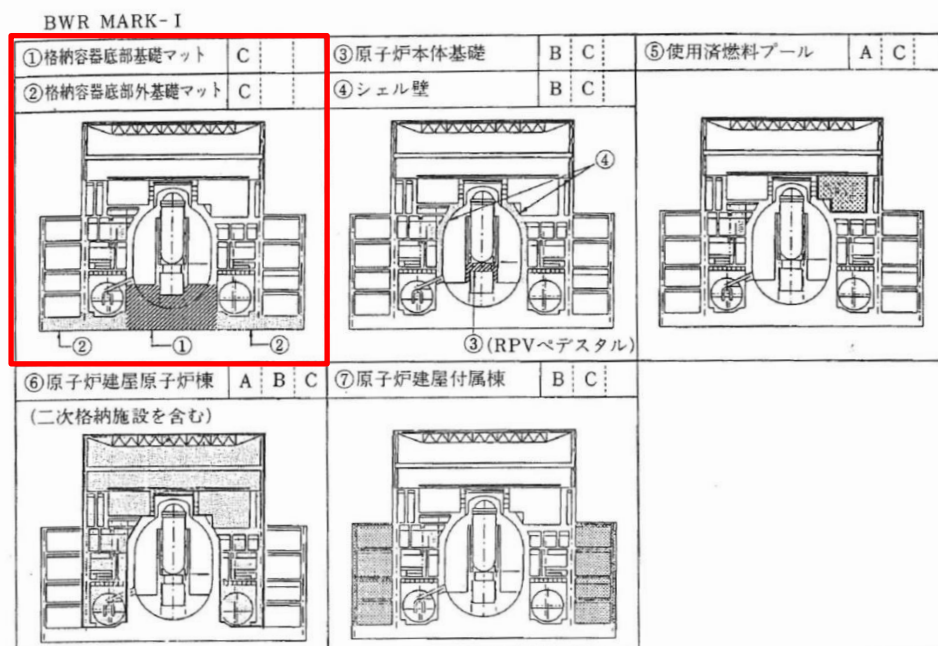


図1 原子炉建物に要求される機能
(JEAG 4601-1987 より引用, 加筆)

別紙 1-1-1 許容限界設定の考え方について

目 次

1. 概要	別紙 1-1-1-1
2. コンクリート	別紙 1-1-1-2
3. 鉄筋	別紙 1-1-1-3
4. 鉄筋コンクリートの面外せん断力	別紙 1-1-1-4

1. 概要

本資料は、「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」（以下「CCV規格」という。）等における荷重状態Ⅳのコンクリート及び鉄筋のひずみ並びに面外せん断力の許容限界設定の考え方について示すものである。

2. コンクリート

CCV規格において荷重状態Ⅳのコンクリートのひずみの許容値としては、 $0.003(3000\mu)$ が採用されている。

これは、American Concrete Institute「Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI318-02)」のChapter 10 Flexual and axial loadsの記載に基づき設定されている。

コンクリートのひずみが 3000μ に達した状態は、最大圧縮強度時のひずみ(2000μ 程度)を超えた応力下降域(軟化域)の状態にあり、若干のひび割れが入っているものの、ある程度の強度を有している状態である。また、一般的に、コンクリートのひび割れは、スリット状ではなく、複雑な形状で生じるため、放射線の低減効果が期待でき、遮蔽性能にあたる影響は無い。

なお、コンクリートの最大圧縮強度については、American Concrete Institute「Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-02)」のChapter 10 Flexual and axial loadsの記載に基づき、 $0.85F_c$ (設計基準強度の0.85倍)に制限しており、実際のコンクリートの最大圧縮強度に対して余裕を見込んだ数値が設定されている。

3. 鉄筋

CCV規格において荷重状態Ⅳの鉄筋のひずみの許容値としては、 $0.005(5000\mu)$ が採用されている。

鉄筋のひずみを 5000μ とした理由について、CCV規格の解説に「部材の変形が過大にならないように配慮して定めた」とし、「一般的に多く使用されているSD345及びSD390の降伏ひずみ（中略）は 0.0017 及び 0.0019 であり、鉄筋の最大ひずみはこれら降伏ひずみの2から3倍程度とした」と記載されている。

一般に、鉄筋のひずみが 5000μ に達した状態は、降伏ひずみの2～3倍程度であり、最大引張強度に至るまでには程遠い状態である。また、JISに示される鉄筋の機械的性質としては、SD345及びSD390の場合、伸びが $16\sim 19\%(160000\sim 190000\mu)$ 以上とされており、 5000μ は破断に対しても十分余裕のある状態にあるといえる。

4. 鉄筋コンクリートの面外せん断力

面外せん断力の許容値は「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」に基づく短期許容応力度を基本とする。

別紙 1-1-2 コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の
設定について

目 次

1. 概要 別紙 1-1-2-1
2. CEB-FIP Model Code の適用について 別紙 1-1-2-2
3. コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の折れ線近似について 別紙 1-1-2-3

1. 概要

本資料は、コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の設定の考え方について示すものである。

2. CEB-FIP Model Code の適用について

コンクリートの圧縮応力度とひずみの関係は、「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」（以下「CCV規格」という。）の図 CVE3511.2-1 を参考にした上で，パラボラ型の応力ひずみ曲線を想定するに当たって標準的な CEB-FIP Model Code に基づき設定している。CEB-FIP Model Code におけるコンクリート（圧縮側）の構成則は別紙 1-1 「基礎スラブの応力解析モデルへの弾塑性解析の適用について」で (3.3) 式として示した以下の (2.1) 式により規定されている。なお，(2.1) 式に基づく場合，島根 2 号機のコンクリート強度は 50MPa(N/mm²) 以下であるため，終局ひずみは 0.0035 となるが，CCV規格における終局ひずみは 0.003 であるため，鉄筋コンクリート部材の応力解析に用いる範囲は 0.003 までとする。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{cd} &= 0.85f_{cd} \left[2 \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c1}} \right) - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c1}} \right)^2 \right] && (\epsilon_c < \epsilon_{c1} \text{ の場合}) \\ \sigma_{cd} &= 0.85f_{cd} && (\epsilon_{c1} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu} \text{ の場合}) \\ \sigma_{cd} &= 0 && (\epsilon_{cu} < \epsilon_c \text{ の場合}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.1)$$

ここで，

$$\epsilon_{c1} = 0.002$$

$$\epsilon_{cu} = 0.0035 \quad (f_{ck} \leq 50\text{MPa} \text{ の場合})$$

$$\epsilon_{cu} = 0.0035 \left(\frac{50}{f_{ck}} \right) \quad (50\text{MPa} < f_{ck} \leq 80\text{MPa} \text{ の場合})$$

- σ_{cd} : コンクリートの応力
- ϵ_c : コンクリートのひずみ
- ϵ_{cu} : コンクリートの終局ひずみ
- f_{cd}, f_{ck} : コンクリート圧縮強度

3. コンクリート圧縮側の応力ひずみ曲線の折れ線近似について

コンクリート圧縮側の構成則の設定に当たって参照している CEB-FIP Model Code では、コンクリートの応力ひずみ関係はパラボラ型として定義されている。一方、今回工認の鉄筋コンクリート部材の応力解析に当たっては、CEB-FIP Model Code に基づくパラボラ型を折れ線近似した応力ひずみ関係を用いて解析を実施する。

今回工認で用いる材料構成則について、折れ線近似を用いるに当たっての考え方を下記の①～③及び図 3-1 に示す。

- ① CEB-FIP Model Code に基づくパラボラ型の応力ひずみ曲線（図中破線）を算定する。算定式については、(2.1) 式を用いることとする。
- ② 初期剛性（ヤング係数）については、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 — 許容応力度設計法—（(社)日本建築学会，1999 改定）」（以下「RC規準」という。）に基づく算定式により算定する。なお、CCV規格（CVE-3320）においても解析に用いる材料定数は本算定式を用いて設定することとされている。
- ③ CEB-FIP Model Code によるパラボラ型の曲線が包絡する面積と、折れ線近似の応力ひずみ関係が包絡する面積が等価となる初期剛性上の折れ点を算出し、解析に用いる折れ線近似の応力ひずみ関係とする。

以上で示したとおり、今回工認で採用するコンクリート圧縮側の応力ひずみ関係は、折れ線近似しているものの、包絡面積は CEB-FIP Model Code に基づくパラボラ型と等価としており、保守性を損なうような近似方法ではないと考えられる。また、RC規準において、初期剛性は図 3-2 に示すとおりセカントモジュラス（応力度—ひずみ度曲線におけるコンクリート強度の 1/4 または 1/3 の応力度の点と原点を結んだ直線の傾斜）から設定しており、初期剛性からある一定範囲について剛性を一定とすることを示していることから、直線により初期剛性を設定することは妥当であると考えている。

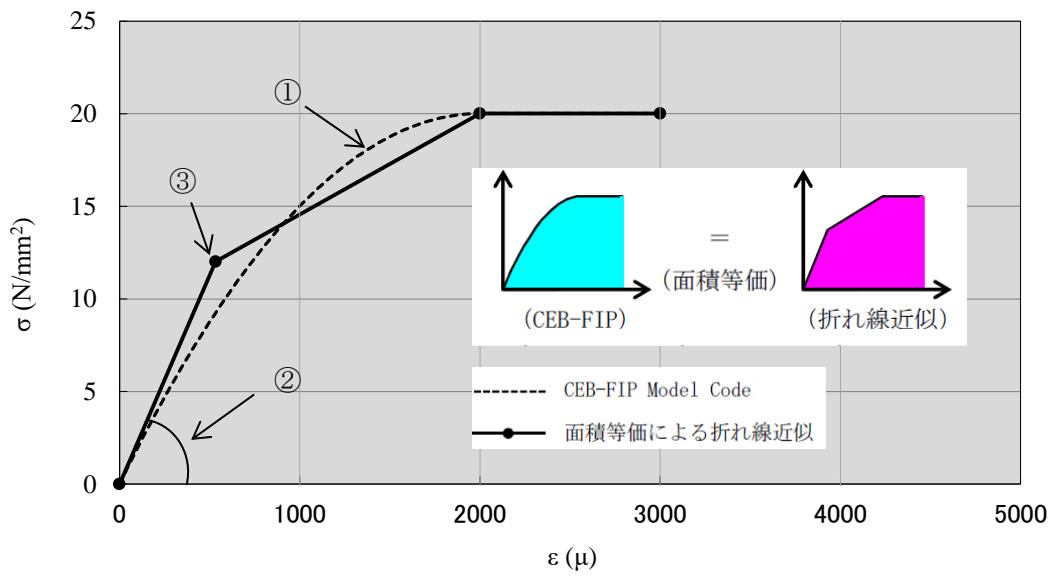


図 3-1 CEB-FIP Model Code に基づくパラボラ型と折れ線近似の応力ひずみ関係

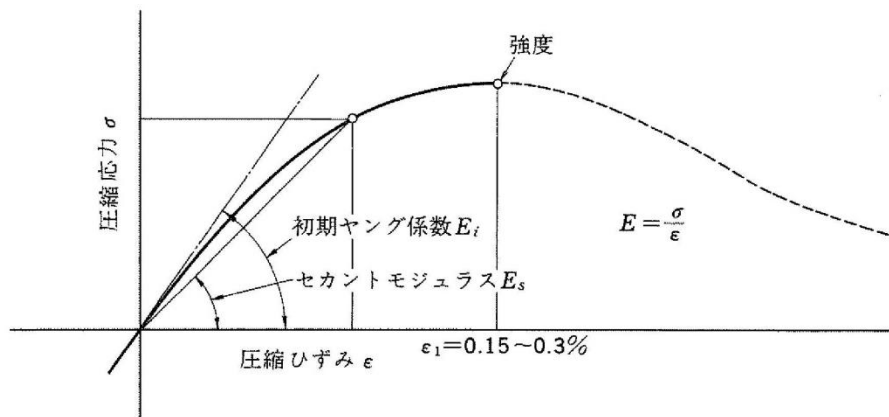


図 5.1 コンクリートの応力度-ひずみ度曲線

図 3-2 セカントモジュラスによる初期剛性の設定
(RC 規準より引用)

別紙 1-1-3 ドライウェル外側壁内部の構造物から
基礎スラブに伝達される荷重等の
考え方について

目 次

1. 概要	別紙 1-1-3-1
2. 基礎スラブのモデル化の考え方	別紙 1-1-3-2
3. 基礎スラブへ伝達する荷重の考え方	別紙 1-1-3-3

1. 概要

本資料は、原子炉建物の基礎スラブの応力解析におけるドライウエル外側壁内部の構造物に関するモデル化及び基礎スラブへ伝達する荷重の考え方について示すものである。

2. 基礎スラブのモデル化の考え方

基礎スラブの解析モデルでは、基礎スラブは一律 6m の厚さとしてモデル化しており、原子炉本体他 P C V 内機器や P C V 底部コンクリート及び P C V 下部コンクリートの剛性についてはモデル化上考慮せず、これらの常時荷重及び地震時の慣性力は考慮している。これは既工認と同様の考え方である。

3. 基礎スラブへ伝達する荷重の考え方

(1) 鉛直荷重の考え方

ドライウエル外側壁内部の鉛直荷重については、基礎に作用する荷重を当該作用位置に応じて入力する。ドライウエル外側壁から作用する鉛直荷重については、当該壁位置に入力している。原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートの自重並びに鉛直地震荷重（質点系モデルによる応答結果に基づき設定）は、基礎スラブに直接作用する荷重として入力しており、図3-1に鉛直荷重の考え方を示す。また、ドライウエル外側壁内部以外の荷重についても考え方は同様である。

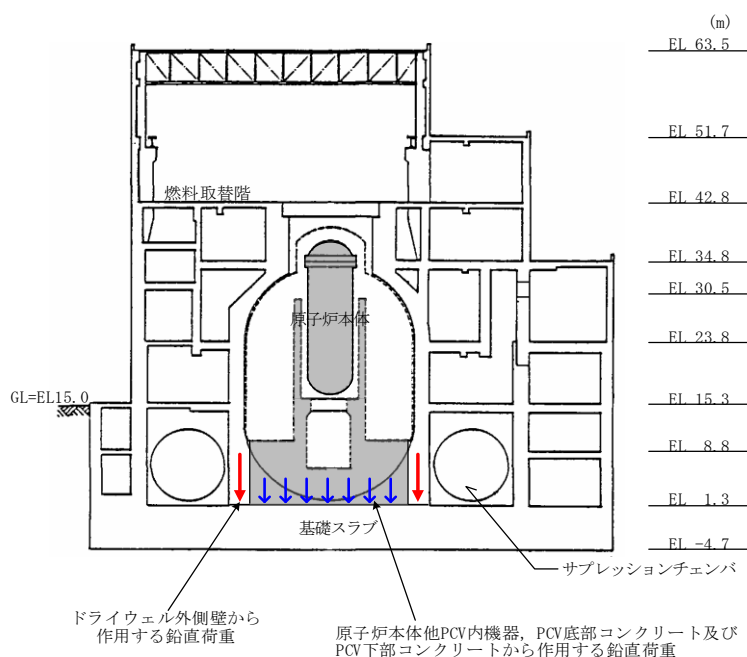


図3-1 ドライウエル外側壁内部の鉛直荷重の考え方

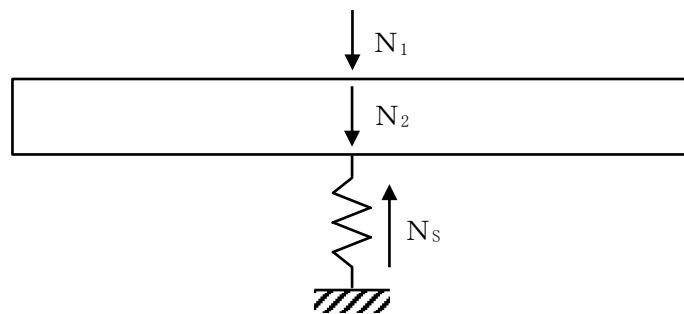
具体的な鉛直地震荷重の設定方法は次のとおり。

① 壁から作用する鉛直地震荷重

壁から作用する鉛直地震荷重は、基礎スラブの解析モデルにおいて当該部分が支える重量（原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートは含まない）に係数を乗じて算定する。算定に用いる係数は、質点系モデルによる鉛直方向の地震応答解析により算定される基礎スラブ直上の軸力を、質点系モデルにおいて当該部分が支える重量で除して求める。ここで、鉛直方向の質点系モデルの質点重量は水平方向の質点系モデルの質点重量と整合した値としている。

② 基礎スラブに直接作用する鉛直地震荷重

基礎スラブに直接作用する鉛直地震荷重は、質点系モデルによる鉛直方向の地震応答解析より算定される基礎底面地盤ばねの軸力から、壁から作用する鉛直地震荷重を差し引いた値を、基礎スラブ各部に直接作用する重量（原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートの他、基礎スラブの自重を含む）に応じて分配する。すなわち、基礎スラブの解析モデルにおける鉛直方向地盤ばねの反力の総和と、質点系モデルの基礎底面ばねの軸力が等価になるように設定する。図3-2に基礎スラブに直接作用する鉛直地震荷重の算定の考え方を示す。



N_1 : 壁から作用する鉛直地震荷重 (①)

N_2 : 基礎スラブに直接作用する鉛直地震荷重 (②)

N_s : 地震応答解析より算定される基礎底面に生じる軸力

$$N_2 = N_s - N_1$$

図3-2 基礎スラブに直接作用する鉛直地震荷重の算定の考え方

(2) 水平荷重の考え方

ドライウエル外側壁内部の水平荷重については、質点系モデルによる地震応答解析結果より得られるドライウエル外側壁脚部のせん断力及び曲げモーメントを用い、基礎上端 (EL 1.3m) と基礎スラブのモデル化位置である基礎スラブ中心 (EL -1.7m) との離間距離により付加される曲げモーメント分についても考慮のうえ、ドライウエル外側壁位置に入力*する。

質点系モデルでは、原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートの重量は、DW軸の質点重量に集約している。重量を算入する質点レベルはRPVスタビライザや原子炉本体基礎脚部の位置を考慮して、図3-3に示すように算入している。

このため、ドライウエル外側壁内部の構造物に作用する水平地震時慣性力は、原子炉建物地震応答解析により得られるDW軸の応答 (せん断力及び曲げモーメント) に含まれ、曲げモーメントは各重量算入質点の高さを考慮した値として得られる。

曲げモーメントの補正方法を図3-4に、ドライウエル外側壁から伝達する水平地震荷重の基礎スラブ解析における入力イメージを図3-5に示す。なお、ドライウエル外側壁内部以外の荷重についても考え方は同様である。

注記*：耐震設計上、当該レベルの耐震要素として評価しているドライウエル外側壁部で地震力を負担することとしており、原子炉本体基礎からの反力等の影響については、別紙3-1「原子炉本体基礎からの反力等の影響について」に示す。

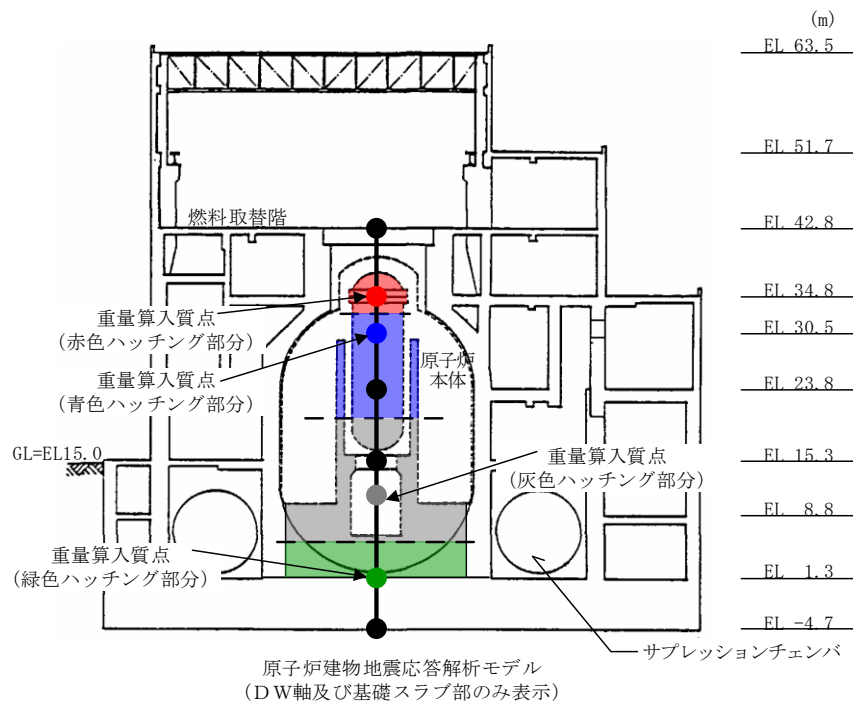


図3-3 原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートの重量算入質点の考え方

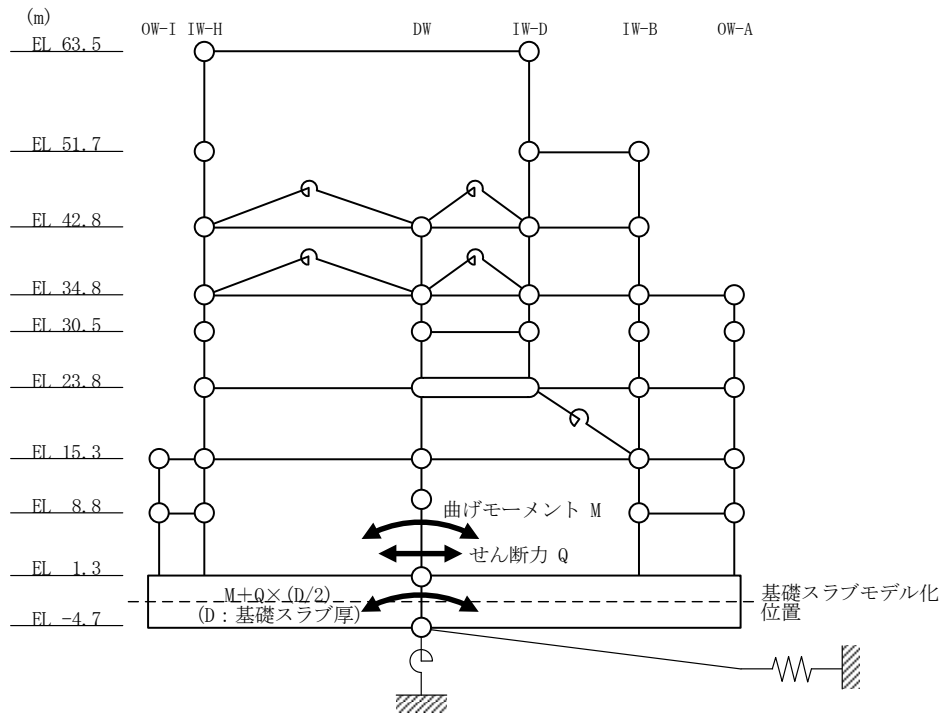


図 3-4 基礎スラブの解析モデルに用いる曲げモーメントの補正方法

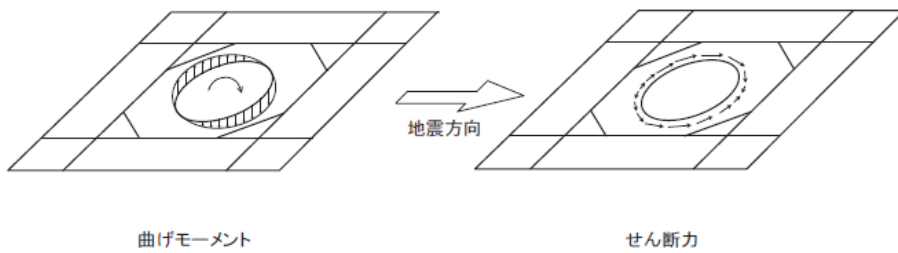


図 3-5 ドライウェル外側壁から伝達する水平地震荷重の基礎スラブの解析モデルにおける入力イメージ

別紙2 応力解析におけるモデル化, 境界条件
及び拘束条件の考え方

目 次

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. 概要 | 別紙 2-1 |
| 2. 応力解析におけるモデル化, 境界条件及び拘束条件 | 別紙 2-2 |

別紙 2-1 応力解析モデルでモデル化している部材の扱いについて

1. 概要

本資料は、原子炉建物基礎スラブの応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件についての概要を示すものである。

2. 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件

原子炉建物基礎スラブの応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件を表 2-1 に示す。

直接基礎の底面の地盤ばねの設定における基本的な考え方は，以下のとおり。なお，地震時の評価を行うことから，各荷重に共通で動的な地盤物性に基づく地盤ばねを用いる。

・水平ばね

振動アドミッタンス理論に基づく水平ばねより算出する。

・鉛直ばね

基礎浮上りを考慮し，回転ばね反力として生じる転倒モーメントを適切に評価するため，振動アドミッタンス理論に基づく回転ばねより算出する。

有限要素法を用いた解析モデルにおける要素分割の考え方*については，以下のとおり。

・はり要素

はり要素の場合は，曲げの変位関数が 3 次で精度が高いため，基本的に要素分割の細分化は不要であるが，部材の接合点間で変位情報出力や荷重入力がある場合には複数要素に細分し，曲線部材がある場合は，その曲線が直線近似できる程度の分割にすることが一般的である。また，分布荷重がある場合や分布質量が関係する自重荷重などの計算では，要素分割することにより質量分布がより正確になり，解析結果の精度が向上する。さらに，要素分割の細分化により，変形図やモード図で構造物の変形状態を容易に把握することが可能となる。

・積層シェル要素

要素分割は，基本的には発生する応力状態によって決まり，構造形状と荷重条件より要素分割数を考慮する。要素形状の縦横比（アスペクト比）は，重要部分で 1:2 以下，その他の領域や応力変化が少ない領域では，1:3 程度までで，分割に際しては 4 角形要素を利用して格子状とするのが一般的である。曲面板構造の場合は，平板要素や軸対称の積層シェル要素の大きさは，集中荷重や不連続部を含む曲面部近傍では $2.5\sqrt{R/t}$ を 10~20 分割すると適切な応力分布が求められ，構造物の半径 (R) と板厚 (t) が考慮されている。また，面内曲げ・軸力及び面外のせん断や曲げを受ける部材の積層シェル要素の辺の長さは，積層シェルの広がり方向の応力分布の状態から決まり，応力変化が大きい領域は要素を小さくする必要がある。

注記*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2006 年）

表 2-1(1) モデル化, 境界条件及び拘束条件

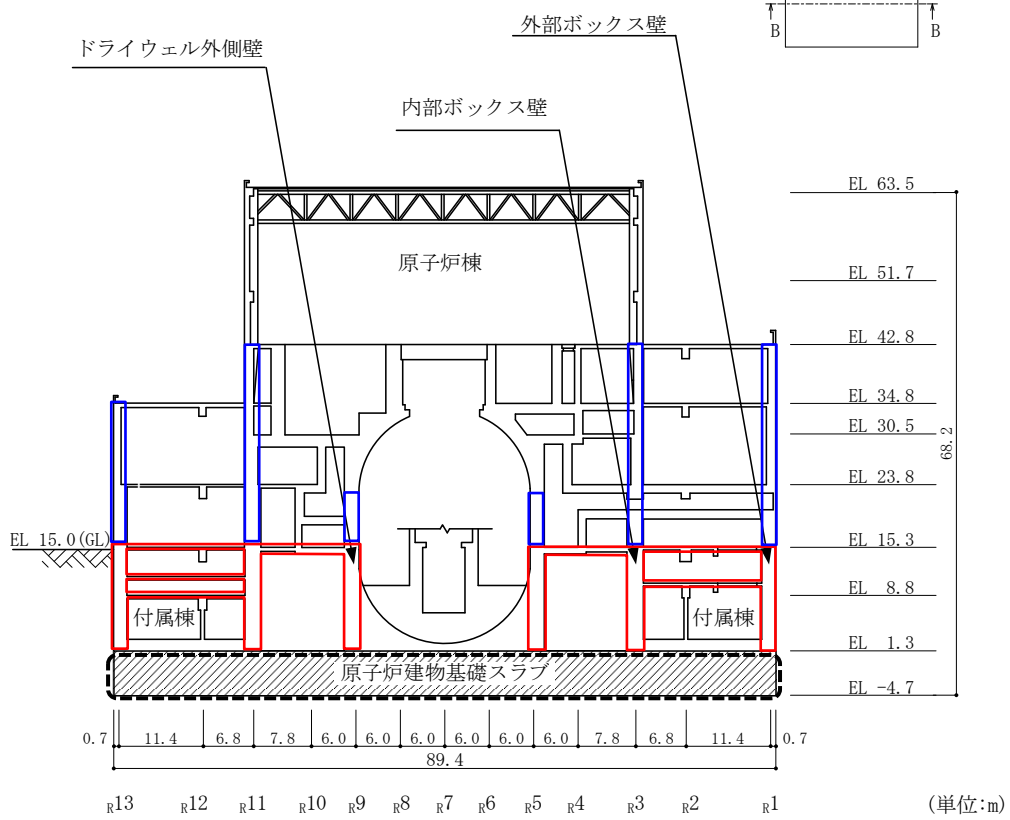
モデル概要

○モデル化範囲

- ・評価対象である基礎スラブ全体をモデル化する。
- ・上部構造物については、基礎スラブより立ち上がる剛性の高い一部壁及び床スラブの剛性を拘束条件として考慮する。

: はり要素でのモデル化範囲
(拘束条件として考慮)

: 積層シェル要素でのモデル化範囲
(拘束条件として考慮)



評価対象のモデル化範囲

モデル化範囲

表 2-1(2) モデル化, 境界条件及び拘束条件

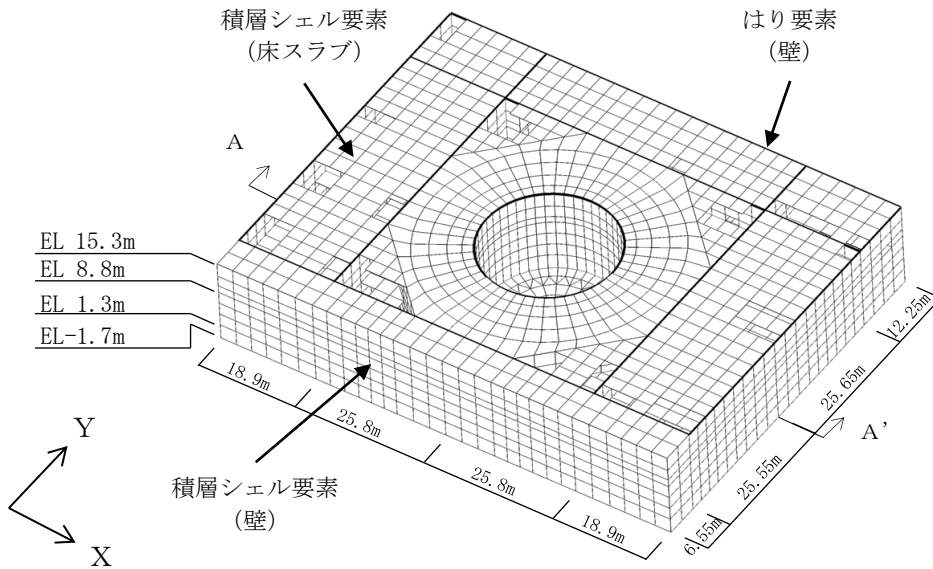
モデル概要

○使用要素

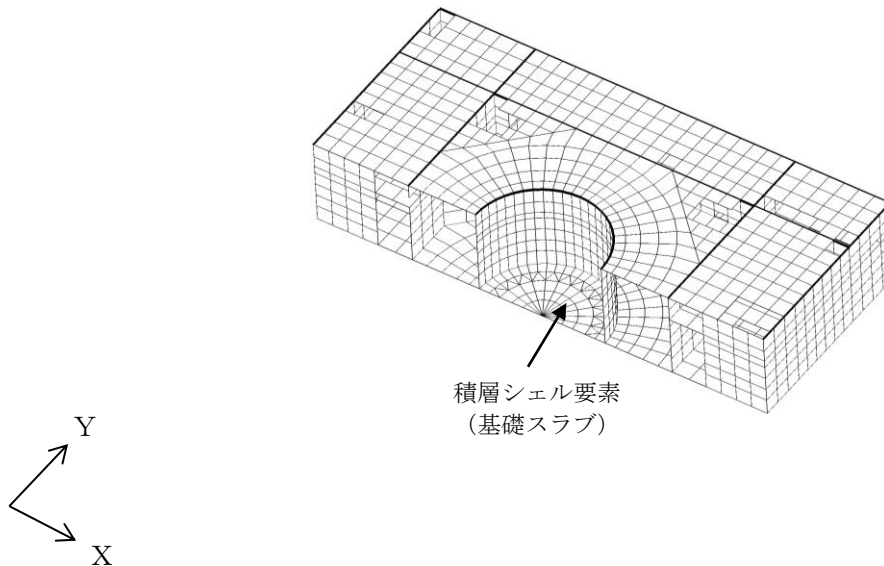
- ・積層シェル要素
- ・はり要素

○要素分割

- ・要素の一边の長さを 3.0m 程度とし, 壁及びスラブの配置を考慮して分割する。



全体鳥瞰図



全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

注: 黒太線は, はり要素を示す。

モデル概要

表 2-1(3) モデル化, 境界条件及び拘束条件

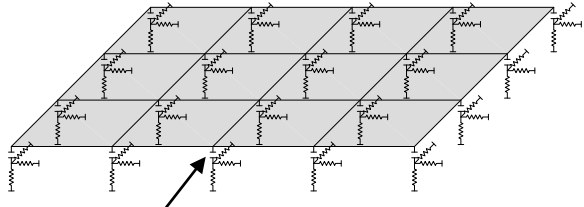
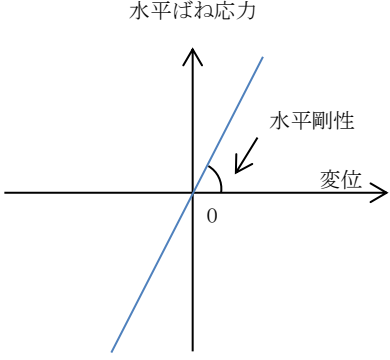
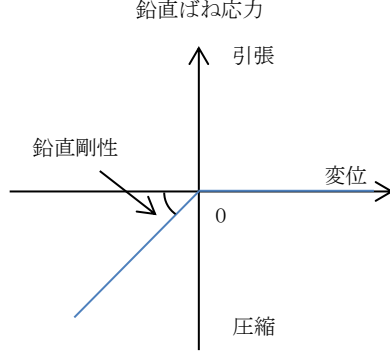
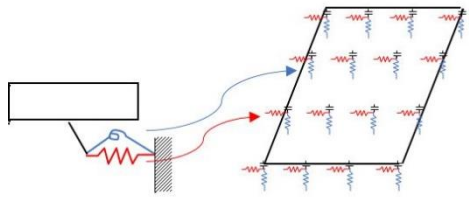
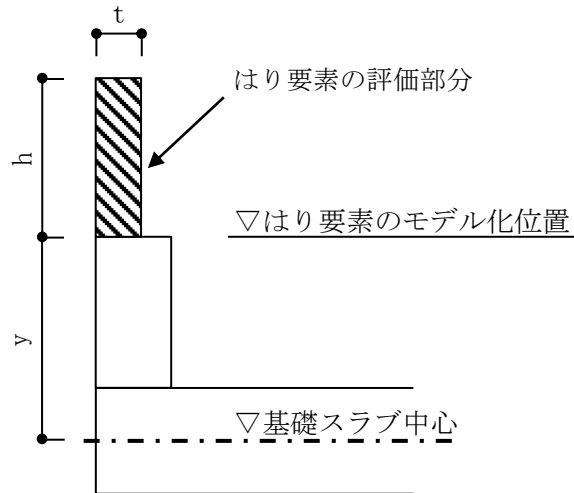
境界条件	
基礎スラブと地盤の境界	
<p>・基礎スラブと底面地盤との間に底面地盤を表現するギャップ要素を設け、基礎スラブと底面地盤との間の剝離（基礎スラブの浮上り）を考慮している。</p>	 <p>ギャップ要素</p> <p>モデル概要</p>
<p>○ギャップ要素</p> <p>鉛直ばねに引張力が発生した際に、水平剛性及び鉛直剛性をゼロとし、浮上りを考慮する。</p>	
 <p>注：鉛直ばねに引張力が発生した場合には、水平剛性もゼロとする。</p> <p>(a) 水平剛性</p>	 <p>(b) 鉛直剛性</p>
ギャップ要素の概念図	
<p>○底面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平剛性：振動アドミタンス理論による水平ばねK_Hを節点支配面積A_iで離散化。 $K_{Hi} = (K_{HNS}/A + K_{HEW}/A) / 2 \times A_i$ A：基礎スラブの底面積 ・鉛直剛性：転倒モーメントが支配的となるため振動アドミタンス理論による回転ばねK_Rを節点支配面積A_iで離散化。 $K_{Vi} = (K_{RNS}/I_{NS} + K_{REW}/I_{EW}) / 2 \times A_i$ I：基礎スラブの断面二次モーメント 	
 <p>底面地盤ばね</p>	<p>基礎スラブ底面全体で離散化</p>

表 2-1(4) モデル化, 境界条件及び拘束条件

拘束条件	
上部構造物と基礎スラブの境界	
<ul style="list-style-type: none"> 基礎スラブと上部構造物の境界部においては, 上部構造物の剛性を考慮することで, 基礎スラブの応力・変形状態を評価する。 上部構造物の剛性は以下のとおり考慮する。なお, 上部構造物は弾性要素としている。 <ol style="list-style-type: none"> EL 1.3m~EL 15.3m の壁の剛性を積層シェル要素として考慮する。 EL 15.3m~EL 42.8m の壁の剛性をはり要素として考慮する。 EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m 及び EL 15.3m の床スラブの剛性を積層シェル要素として考慮する。 	
はり要素の剛性 (断面性能)	
<ul style="list-style-type: none"> 曲げ剛性 (断面二次モーメント) $I = t \cdot h^3 / 12 + t \cdot h \cdot y^2$ せん断剛性 (せん断断面積) $A_s = t \cdot h$ 	<ul style="list-style-type: none"> t : 壁の厚さ* h : モデル化する壁の高さ* y : 基礎スラブ中心から壁のモデル化位置までの距離*

注記* : 下図参照。



別紙 2-1 応力解析モデルでモデル化している部材の
扱いについて

目 次

1. 概要	別紙 2-1-1
2. 応力解析でモデル化した部材の設計上の扱い	別紙 2-1-2
3. 今回工認モデルの耐震壁における確認事項	別紙 2-1-4
3.1 評価方針	別紙 2-1-4
3.2 評価方法	別紙 2-1-6
3.2.1 面内せん断力に対する検討	別紙 2-1-6
3.2.2 面外せん断力に対する検討	別紙 2-1-9
3.3 評価結果	別紙 2-1-10
3.3.1 面内せん断力に対する検討	別紙 2-1-10
3.3.2 面外せん断力に対する検討	別紙 2-1-13
4. まとめ	別紙 2-1-15

1. 概要

原子炉建物の耐震性についての計算においては、質点系モデルを用いた地震応答解析を実施し、耐震壁が基準地震動 S_s に対して構造強度を有すること及び原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）として機能維持することを確認している。

一方で、3次元FEMモデルを用いた原子炉建物基礎スラブの応力解析においては、拘束条件として耐震壁等もモデル化し、評価対象部位である基礎スラブが基準地震動 S_s に対して構造強度を有すること及び機能維持することを確認している。

本資料は、原子炉建物基礎スラブの応力解析においてモデル化している耐震壁について、応力解析により発生している応答値の設計上の扱いを整理し、耐震壁の健全性を確認するものである。

2. 応力解析でモデル化した部材の設計上の扱い

原子炉建物基礎スラブの応力解析モデル（以下「今回工認モデル」という。）でモデル化している範囲と申請上の位置付けの整理を表 2-1 に示す。また、今回工認モデルの概念図を図 2-1 に示す。

今回工認モデルでは基礎スラブに発生する応力を精緻に算定するため、評価対象部位である基礎スラブに加え、拘束条件として EL 1.3m～EL 42.8m の剛性の高い一部壁及び床スラブを積層シェル要素又ははり要素でモデル化している。

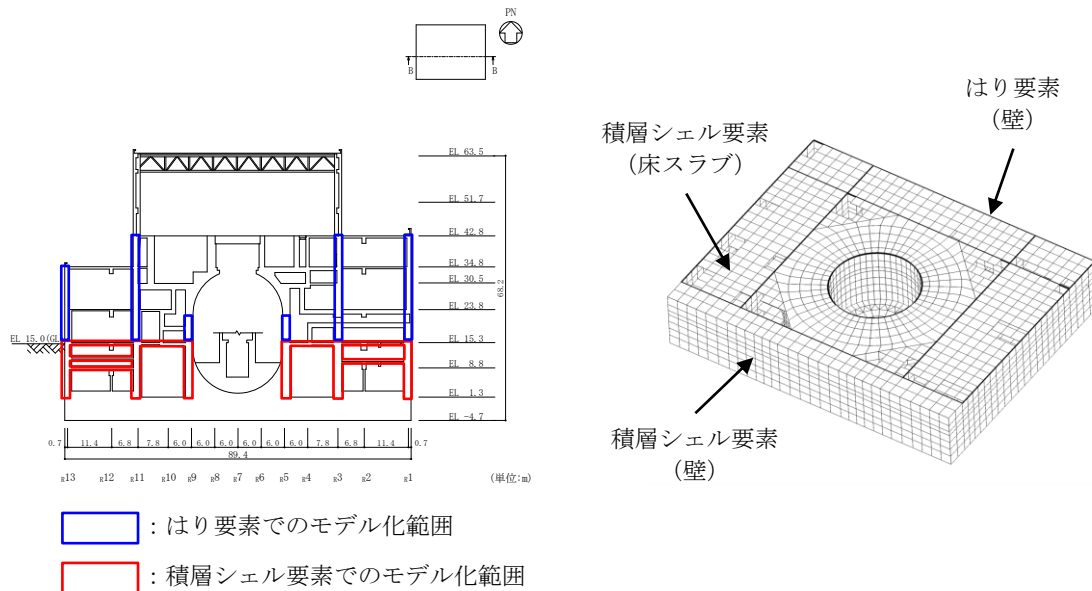
これらの評価対象部位以外の部材は、基礎スラブを評価するために必要十分な精度のモデル化としているものの、当該部材を直接評価するためにモデル化した部材ではない。そのため、評価対象部位である基礎スラブは弾塑性部材としているが、評価対象部位ではない部材は弾性部材*としており、部材に発生する応力は設計に直接反映していない。しかし、基礎スラブの応力解析においては、評価対象部位以外の部材も解析上応力を負担していることから、その発生応力に対する耐震壁の健全性を確認することとする。

注記*：原子炉建物基礎スラブの弾塑性応力解析に用いる解析コード「ABAQUS」の検証及び妥当性確認には積層シェル要素が用いられていることから、弾性部材を積層シェル要素でモデル化している。

表 2-1 今回工認モデルでモデル化している範囲と申請上の位置付けの整理

応力解析モデル	・原子炉建物基礎スラブ
評価目的	・基礎スラブが基準地震動 S_s に対して，構造強度を有すること及び機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないことを確認
評価対象部位 (評価結果を設計に反映する部位)	・基礎スラブ
評価対象部位以外でモデル化している部位	・EL 1.3m～EL 42.8m までの内部ボックス壁，外部ボックス壁，火打ち壁，ドライウェル外側壁等の剛性の高い壁 ・EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m 及び EL 15.3m の床スラブ
今回工認モデルの耐震壁における確認事項	・面内せん断力 ・面外せん断力
備考	・既工認ではり要素でモデル化していた壁の一部を今回工認では積層シェル要素でモデル化*

注記*：別紙 1「応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較」参照。



注：右図の黒太線は，はり要素を示す。

図 2-1 今回工認モデルの概念図

3. 今回工認モデルの耐震壁における確認事項

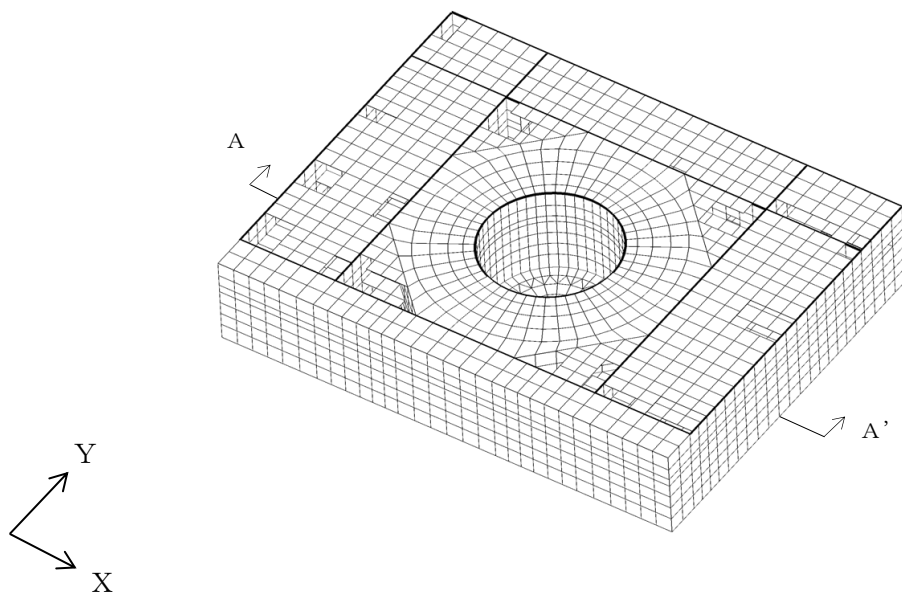
3.1 評価方針

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、拘束条件として考慮している各耐震壁（ドライウェル外側壁（DW）、内部ボックス壁（IW）及び外部ボックス壁（OW））の面内せん断力及び面外せん断力について確認する。

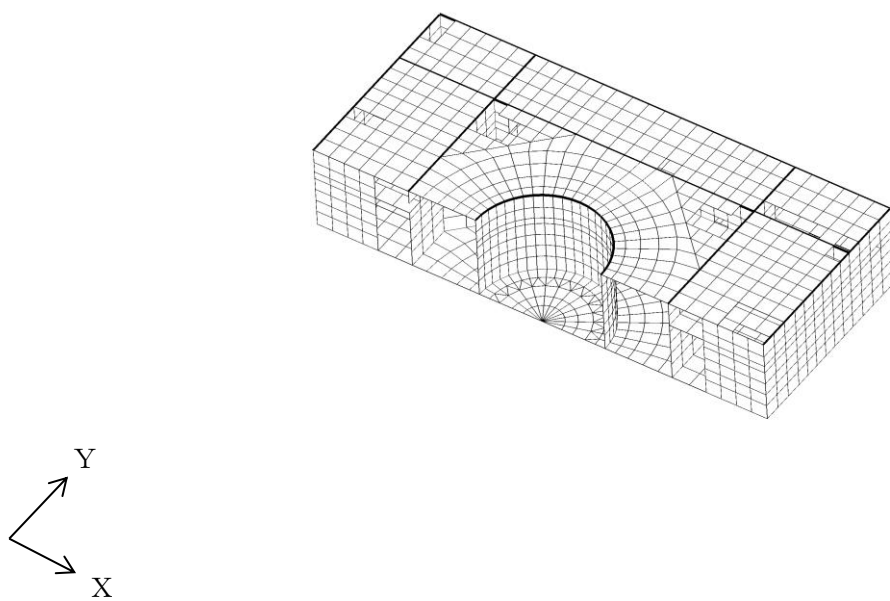
面内せん断力については、地震応答解析に基づく各耐震壁のせん断力に、原子炉建物基礎スラブの応力解析において積層シェル要素及びはり要素でモデル化している壁が負担するせん断力を加えることで生じる最大応答せん断ひずみが、許容限界（ 2.0×10^{-3} ）を超えないことを確認する。ただし、はり要素については、二次格納施設バウンダリを構成する内部ボックス壁をモデル化した範囲を評価対象とする。

面外せん断力については、原子炉建物基礎スラブの応力解析において積層シェル要素でモデル化している各耐震壁が負担する面外せん断応力度が、コンクリートの短期許容応力度を超えないことを確認する。

今回工認モデルを図3-1に示す。



(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

図 3-1 今回工認モデル

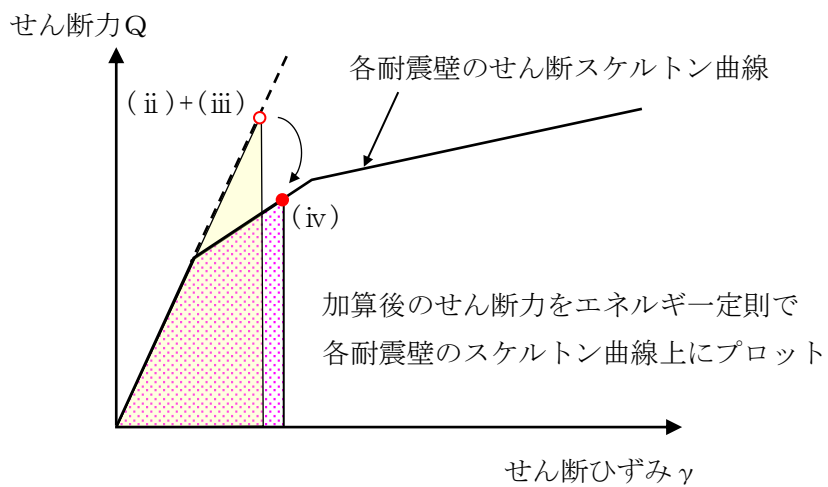
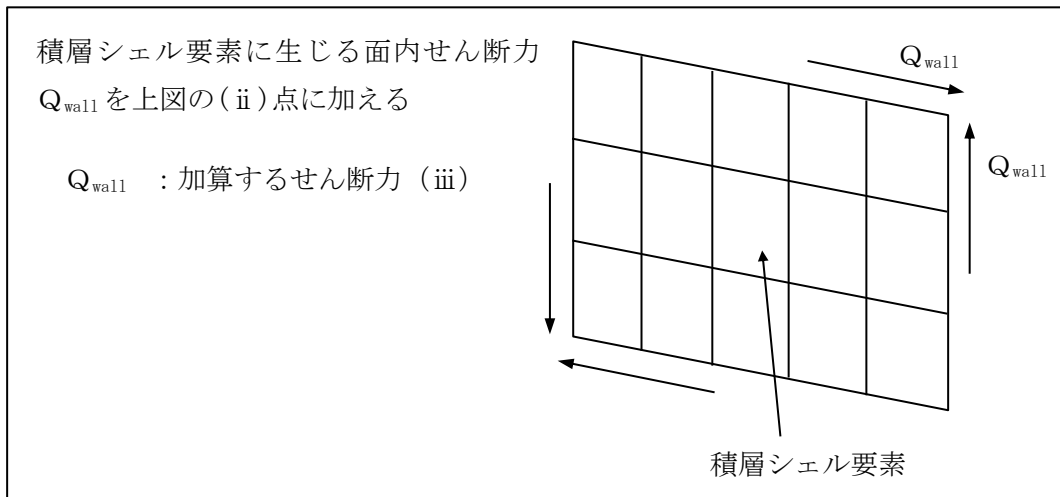
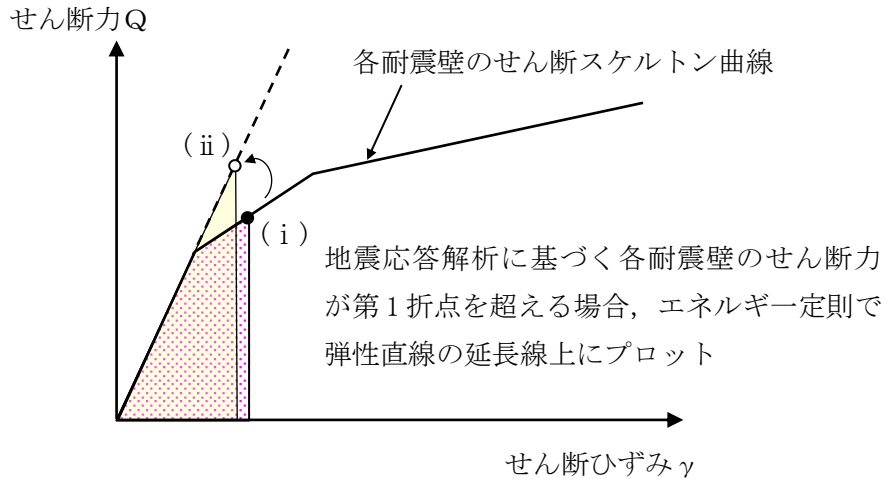
3.2 評価方法

3.2.1 面内せん断力に対する検討

原子炉建物基礎スラブの応力解析による影響を考慮した各耐震壁の最大応答せん断ひずみを算定し、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

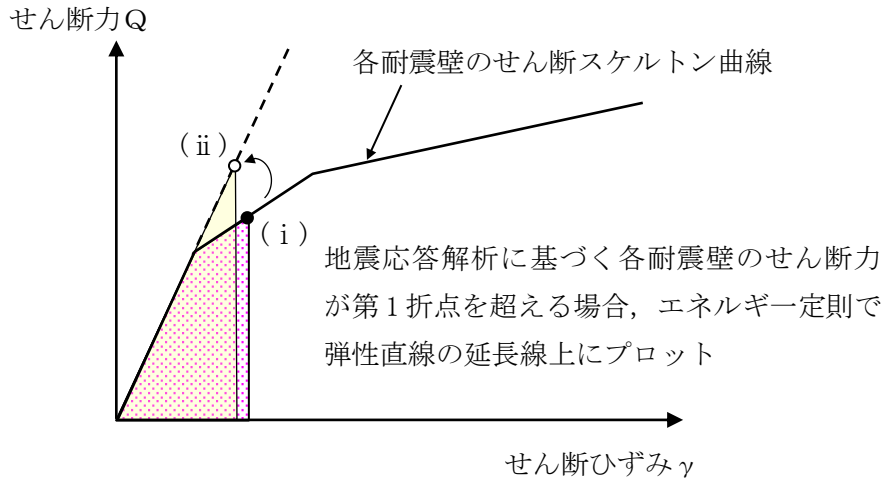
最大応答せん断ひずみは、地震応答解析に基づく各耐震壁のせん断力に、原子炉建物基礎スラブの応力解析において壁をモデル化した積層シェル要素に生じる面内せん断力又ははり要素に生じるせん断力を加え、各耐震壁のせん断スケルトン曲線上にプロットすることで算定する。なお、はり要素に生じるせん断力は、EL 15.3m～EL 23.8mの耐震壁に加算するものとする。

ここで、各耐震壁のせん断力及びせん断ひずみが弾性限界（せん断スケルトン曲線上の第1折点）を超える場合には、エネルギー一定則を用いてせん断力及びせん断ひずみを算定する。エネルギー一定則に基づく各耐震壁のせん断力及びせん断ひずみの算定方法を図3-2に示す。



(a) 積層シェル要素

図 3-2(1) エネルギー一定則に基づく各耐震壁のせん断力及びせん断ひずみの算定方法



はり要素に生じるせん断力 Q_{wall} を上図の(ii)点に加える

$$Q_{wall} = \frac{Q_{bar}}{A_{bar}} A_{wall}$$

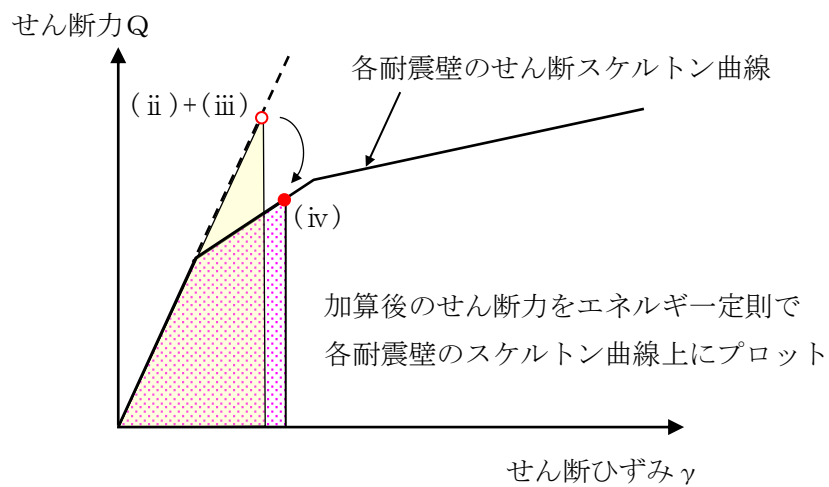
Q_{wall} : 加算するせん断力 (iii)

Q_{bar} : はり要素に生じるせん断力

A_{bar} : はり要素のせん断断面積

A_{wall} : 各耐震壁のせん断断面積

はり要素



(b) はり要素

図 3-2(2) エネルギー一定則に基づく各耐震壁のせん断力及びせん断ひずみの算定方法

3.2.2 面外せん断力に対する検討

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、各耐震壁に生じる面外せん断応力度がコンクリートの短期許容断応力度を超えないことを確認する。

表 3-1 にコンクリートの短期許容断応力度を示す。

表 3-1 コンクリートの短期許容断応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F_c	せん断
23.5	1.08

3.3 評価結果

3.3.1 面内せん断力に対する検討

地震応答解析に基づく各耐震壁のせん断力及び原子炉建物基礎スラブの応力解析により得られる壁の面内せん断力より、図 3-2 に示す方法で算定した最大応答せん断ひずみを表 3-2 に示す。

表 3-2 より、応力解析による影響を考慮した各耐震壁の最大応答せん断ひずみは、 0.92×10^{-3} (NS 方向, 要素番号 18) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

表 3-2(1) 応力解析による影響を考慮した最大応答せん断ひずみ

(a) NS方向

部位	EL (m)	要素 番号	加算前			(iii) 加算せん断力 Q_{wall} ($\times 10^4$ kN)	(ii)+(iii) せん断力 ($\times 10^4$ kN)	加算後* (iv) せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
			(i) せん断力 ($\times 10^4$ kN)	(i) せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	(ii) 面積等価 せん断力 ($\times 10^4$ kN)			
OW-13	15.3~8.8	4	26.7	0.43	42.2	1.8	44.0	0.46
	8.8~1.3	5	31.9	0.52	53.9	2.6	56.4	0.56
IW-11	23.8~15.3	11	29.8	0.38	43.0	0.02	43.0	0.38
	15.3~8.8	12	39.2	0.43	58.8	9.5	68.3	0.53
	8.8~1.3	13	43.1	0.52	69.0	8.2	77.2	0.61
DW	15.3~10.1	18	23.6	0.77	41.4	5.5	46.9	0.92
	10.1~1.3	19	30.8	0.22	30.8	9.4	40.1	0.29
IW-3	23.8~15.3	25	32.0	0.38	45.7	0.01	45.7	0.38
	15.3~8.8	26	39.3	0.42	58.7	9.7	68.4	0.52
	8.8~1.3	27	43.2	0.53	69.4	7.8	77.3	0.61
OW-1	15.3~8.8	32	27.1	0.42	41.9	2.5	44.4	0.45
	8.8~1.3	33	32.5	0.52	54.4	3.3	57.7	0.57

注記* : エネルギー一定則を適用し、スケルトン曲線上にプロットした値。

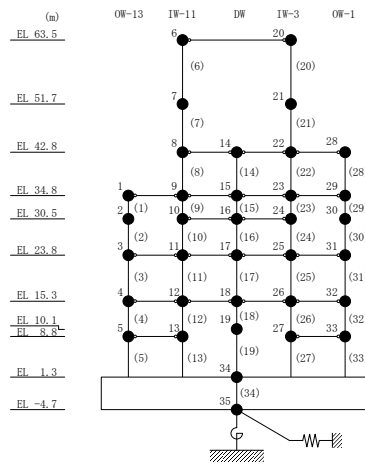
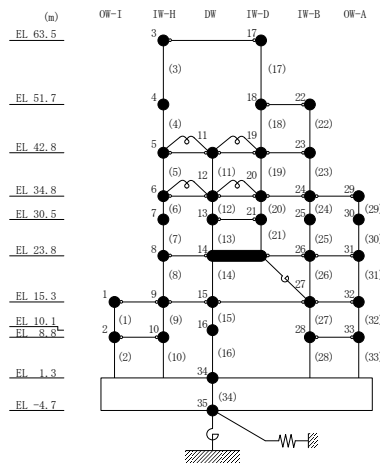


表 3-2(2) 応力解析による影響を考慮した最大応答せん断ひずみ

(b) EW方向

部位	EL (m)	要素 番号	加算前			(iii) 加算せん断力 Q_{wall} ($\times 10^4$ kN)	(ii)+(iii) せん断力 ($\times 10^4$ kN)	加算後* (iv) せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
			(i) せん断力 ($\times 10^4$ kN)	(i) せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	(ii) 面積等価 せん断力 ($\times 10^4$ kN)			
OW-I	15.3~8.8	1	25.0	0.32	36.8	2.1	38.9	0.35
	8.8~1.3	2	23.6	0.23	27.9	2.7	30.6	0.25
IW-H	23.8~15.3	8	47.8	0.50	77.6	0.004	77.6	0.50
	15.3~8.8	9	49.2	0.31	63.7	7.9	71.5	0.36
	8.8~1.3	10	57.3	0.22	57.7	6.3	63.9	0.25
DW	15.3~10.1	15	17.9	0.29	19.3	1.1	20.4	0.31
	10.1~1.3	16	23.1	0.16	23.1	3.4	26.5	0.19
IW-B	23.8~15.3	26	37.8	0.50	61.6	0.009	61.6	0.51
	15.3~8.8	27	37.9	0.22	39.2	8.8	48.0	0.28
	8.8~1.3	28	42.6	0.30	52.9	8.3	61.2	0.36
OW-A	23.8~15.3	31	31.3	0.50	53.1	0.03	53.2	0.51
	15.3~8.8	32	27.0	0.22	29.6	2.8	32.4	0.25
	8.8~1.3	33	30.4	0.30	39.0	3.6	42.6	0.34

注記* : エネルギー一定則を適用し、スケルトン曲線上にプロットした値。



3.3.2 面外せん断力に対する検討

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、各耐震壁に生じる面外せん断応力度が最大となるケース 1-4*の面外せん断応力度のコンター図を図 3-3 に示す。

図 3-3 より、面外せん断応力度はおおむね 0.5N/mm^2 以下となっている。要素ごとの最大値でも 0.896N/mm^2 であり、コンクリートの短期許容せん断応力度 (1.08N/mm^2) を超えないことを確認した。

注記*：荷重の組合せ $G + P + 1.0 S_{S NS} + 0.4 S_{S DU}$

ここで、

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_{S NS}$: N→S 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{S DU}$: 鉛直方向 (上向き) S_s 地震荷重

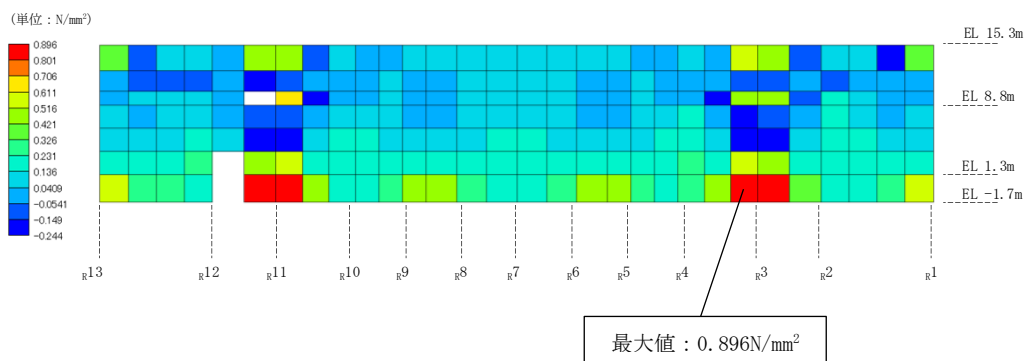
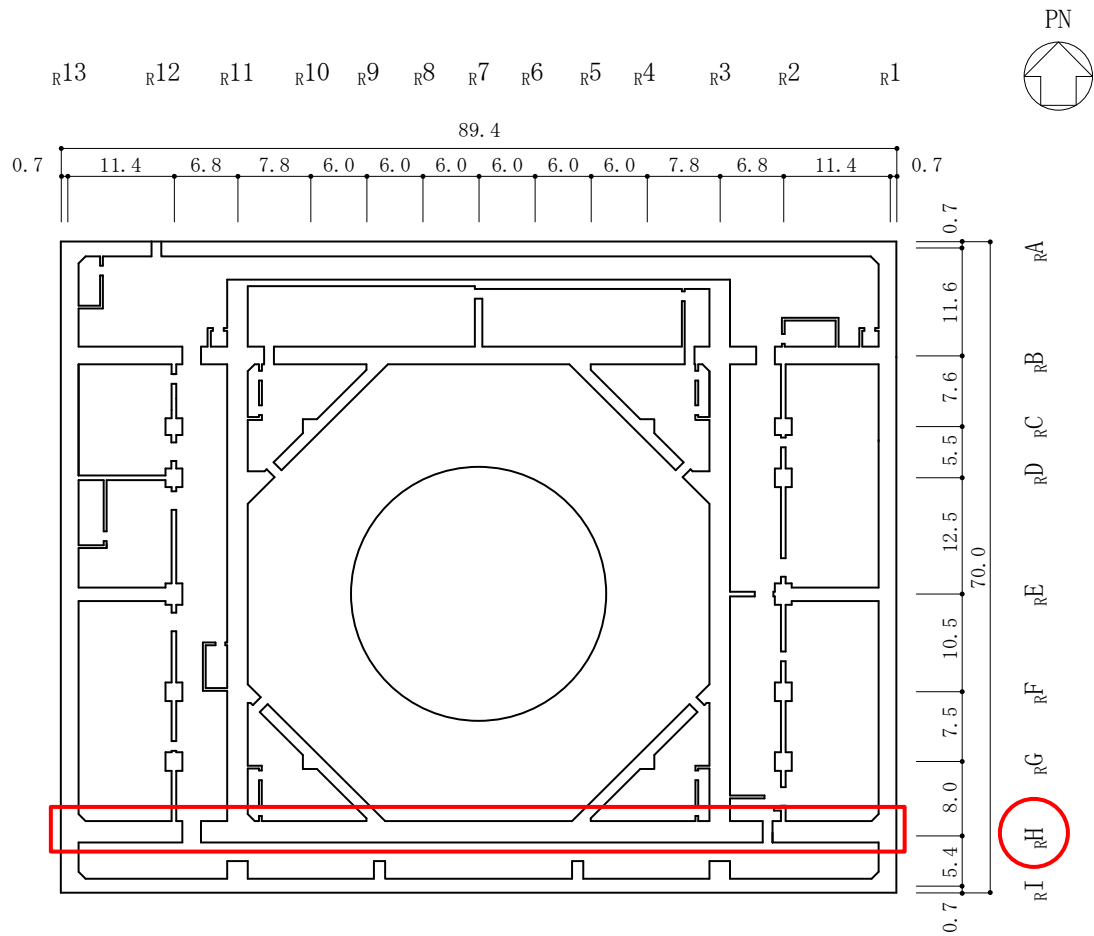


図 3-3 面外せん断応力度のコンター図 (鉛直方向, ケース 1-4, r_H 通り)

4. まとめ

原子炉建物基礎スラブの応力解析モデルについて、モデル化した部材の設計上の扱いを整理した。また、原子炉建物基礎スラブの応力解析において、積層シェル要素又ははり要素でモデル化した壁に発生する応力の影響について検討を行った。

検討の結果、応力解析モデルの壁に発生する面内せん断力を考慮した各耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認した。また、応力解析モデルの各耐震壁の面外せん断応力度がコンクリートの短期許容せん断応力度を超えないことを確認した。

以上のことから、原子炉建物基礎スラブの応力解析において、拘束条件としてモデル化している壁に発生する応力が耐震壁の健全性に及ぼす影響はないことを確認した。

別紙 3 地震荷重の入力方法

目 次

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. 概要 | 別紙 3-1 |
| 2. 地震荷重の入力方法 | 別紙 3-2 |

別紙 3-1 原子炉本体基礎からの反力等の影響について

1. 概要

本資料は，原子炉建物基礎スラブに作用する地震荷重の入力方法について示すものである。

2. 地震荷重の入力方法

原子炉建物基礎スラブの応力解析に当たって、FEMモデルに入力する地震荷重として、水平地震力、鉛直地震力及び地震時土圧荷重を考慮する。

地震荷重の入力は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を考慮し、FEMモデルに入力する水平力、曲げモーメント及び鉛直力が、各質点位置で地震応答解析結果と等価になるように設定する。

具体的には、水平地震力については、地震応答解析により求まる最大応答せん断力に基づく水平力をFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力については、FEMモデルにおける上部構造物脚部に対応する基礎スラブの各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの最大水平力から、上部構造物から作用する水平力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加せん断力」という。）をFEMモデルの基礎スラブの各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。

また、地震応答解析により求まる最大応答曲げモーメントをFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力は、偶力に置換して水平力を入力位置に節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの最大曲げモーメントから、上部構造物から作用する曲げモーメントを差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加曲げモーメント」という。）をFEMモデルの基礎スラブの各節点に、節点の支配面積と中心位置からの距離に応じて偶力に置換して分配し、節点荷重として入力する。

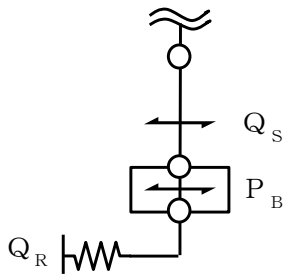
なお、水平地震力及び曲げモーメントについては、耐震壁の位置に対応する節点に入力する。また、曲げモーメントの偶力への置換については、平面保持を仮定している。

鉛直地震力については、地震応答解析により求まる基礎スラブ直上の部材の軸力から算出した軸力係数に基づく鉛直力をFEMモデルに入力する。上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力については、FEMモデルにおける上部構造物脚部位置に対応する基礎スラブの各節点の支配面積に応じて上部構造物の重量を分配した支配重量に軸力係数を乗じた節点荷重として入力する。基礎スラブモデル部分については、地震応答解析より求まる基礎スラブ底面地盤ばねの鉛直力から上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加軸力」という。）を基礎スラブの質点重量で除して付加軸力係数を算出する。そして、FEMモデルの基礎スラブの各節点の支配重量に付加軸力係数を乗じた節点荷重及び面荷重として入力する。

地下外壁部に作用する地震時土圧荷重により基礎スラブに作用する荷重は、せん断力、曲げモーメント及びせん断力により発生する付加曲げモーメントを考慮し、外壁を各階スラブ位置で支持した連続はりモデルを用いて算出する。算出した外壁脚部に生じる単位長さあたりのせん断力、曲げモーメント及び付加曲げモーメントは、基礎スラブ外周の節点の支配長さに応じて分配し、節点荷重として入力する。

FEMモデルに入力する地震荷重の概念図を図2-1に示す。また、FEMモデルに入力する地震荷重を図2-2に示す。

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加せん断力 P_B の算出



$$P_B = Q_R - Q_S$$

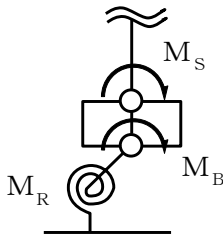
P_B : FEMにする付加せん断力

Q_R : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる水平力

Q_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用するせん断力

(a) 水平地震力

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加曲げモーメント M_B の算出



$$M_B = M_R - M_S$$

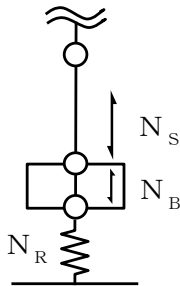
M_B : FEMにする付加曲げモーメント

M_R : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる曲げモーメント

M_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用する曲げモーメント

(b) 曲げモーメント

■基礎スラブモデル部分に作用させる付加軸力 N_B の算出



$$N_B = N_R - N_S$$

N_B : FEMにする付加軸力

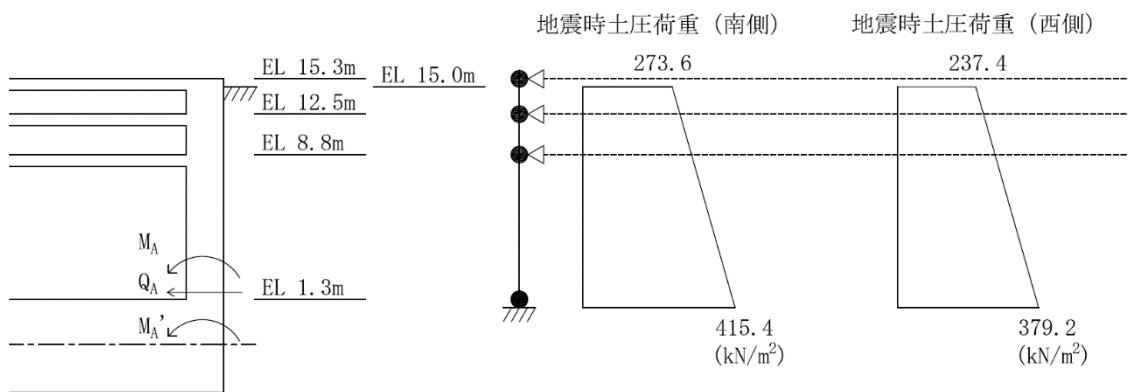
N_R : 地震応答解析より設定した地盤ばねに生じる鉛直力

N_S : 地震応答解析より設定した上部構造物から基礎スラブに作用する鉛直力

(c) 鉛直地震力

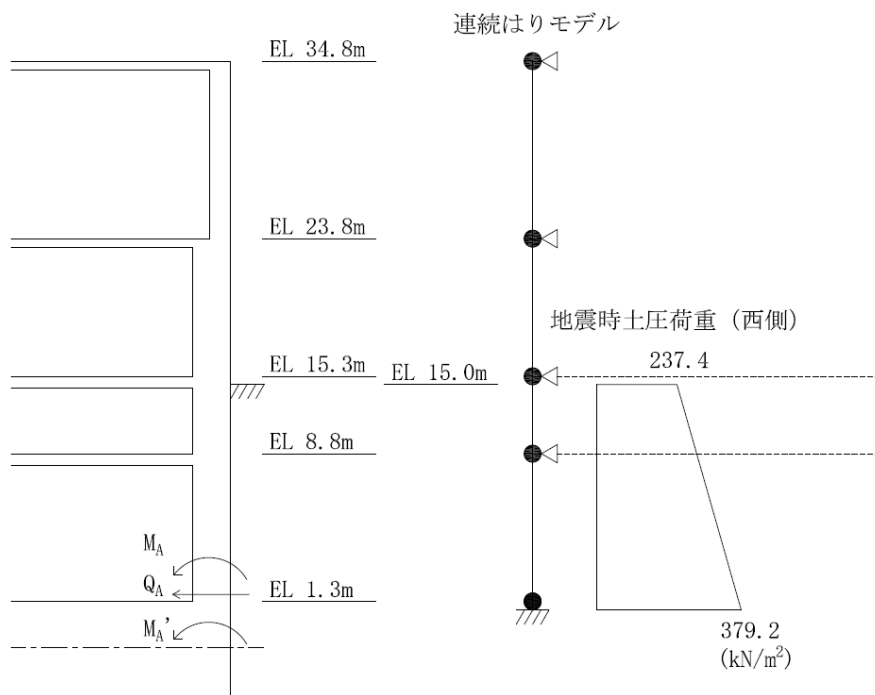
図 2-1(1) FEMモデルにする地震荷重の概念図

連続はりモデル



- M_A : 基礎スラブに入力する曲げモーメント
- Q_A : 基礎スラブに入力するせん断力
- M_A' : せん断力により発生する付加曲げモーメント

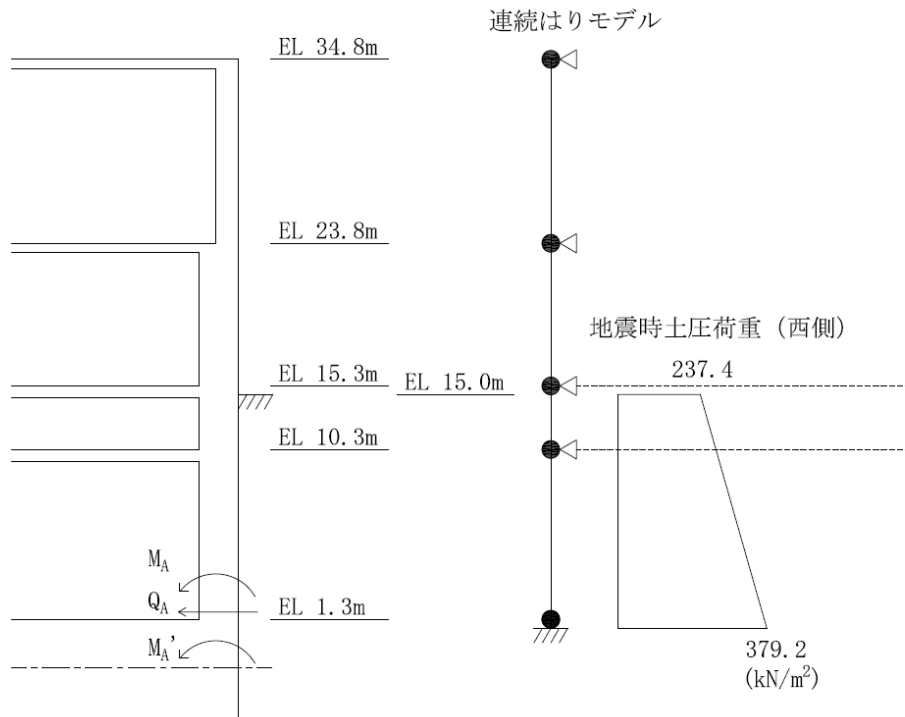
(d) 地震時土圧荷重 ($R1 \sim R13$ 通り, $RH \sim RI$ 通り)



- M_A : 基礎スラブに入力する曲げモーメント
- Q_A : 基礎スラブに入力するせん断力
- M_A' : せん断力により発生する付加曲げモーメント

(e) 地震時土圧荷重 ($RA \sim RE$ 通り)

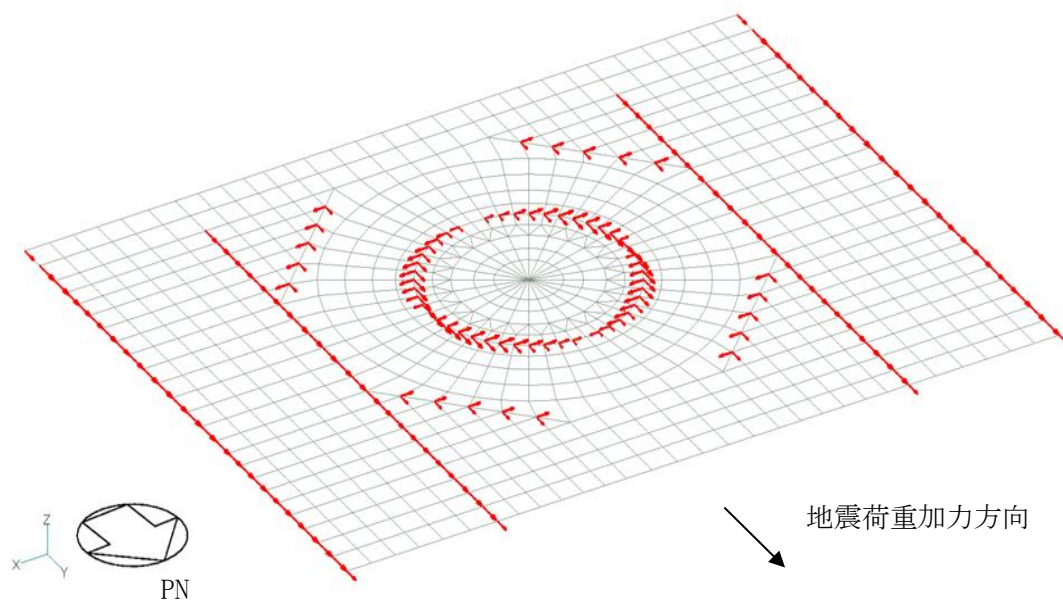
図 2-1(2) FEMモデルに入力する地震荷重の概念図



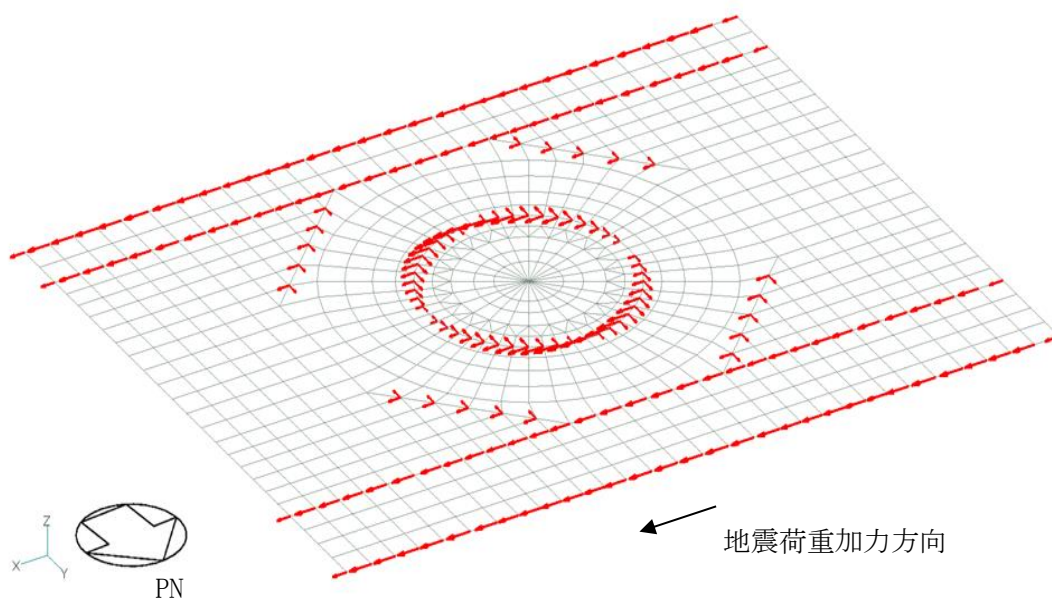
- M_A : 基礎スラブに入力する曲げモーメント
- Q_A : 基礎スラブに入力するせん断力
- M_A' : せん断力により発生する付加曲げモーメント

(f) 地震時土圧荷重 ($R_E \sim R_H$ 通り)

図 2-1(3) FEMモデルに入力する地震荷重の概念図

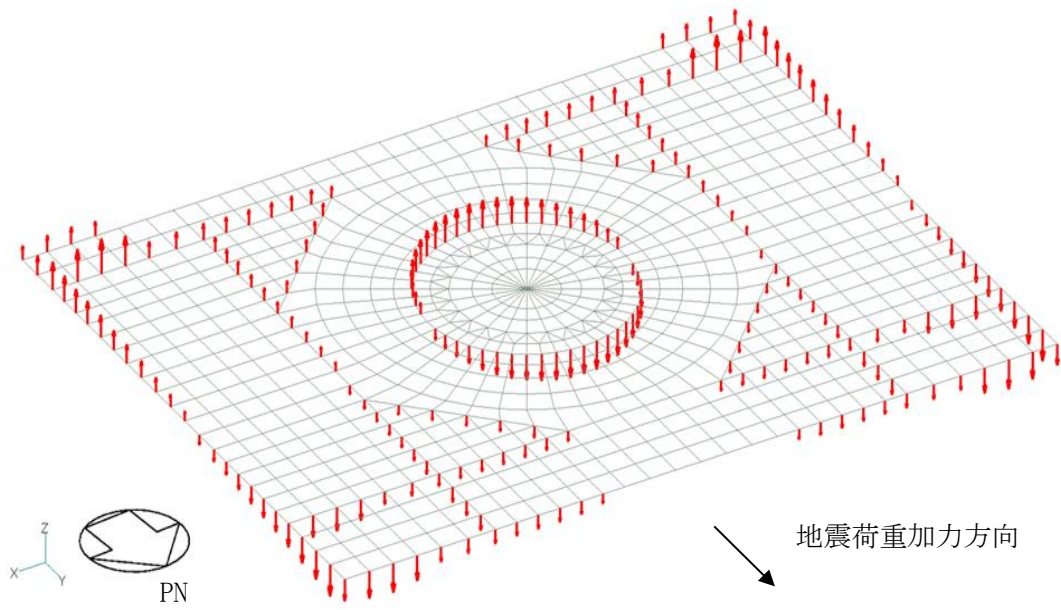


(a) 水平力 (N S方向)

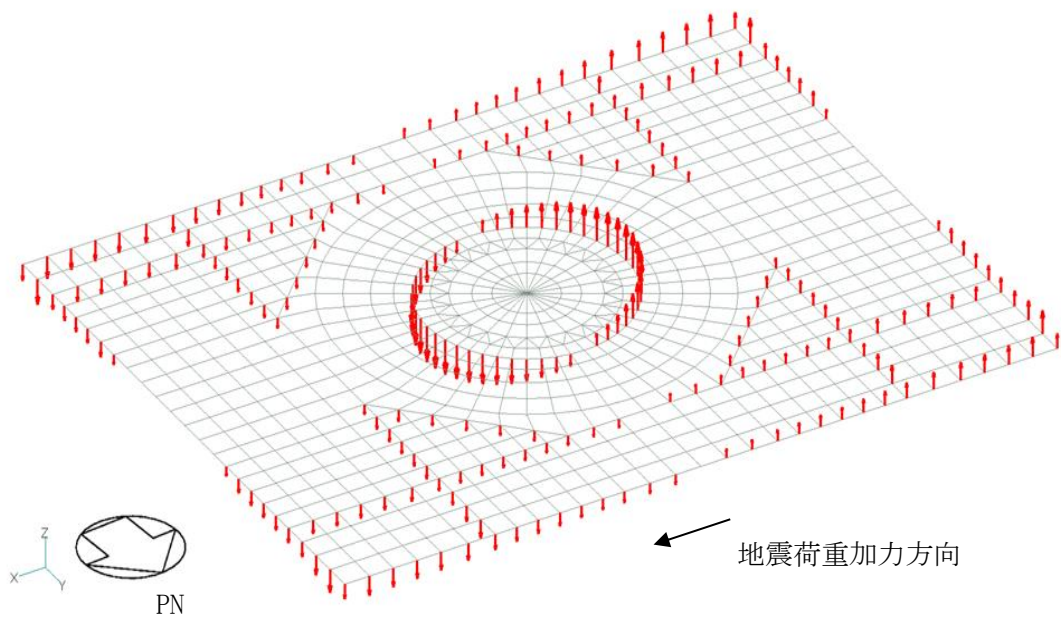


(b) 水平力 (E W方向)

図 2-2(1) FEMモデルに入力する地震荷重

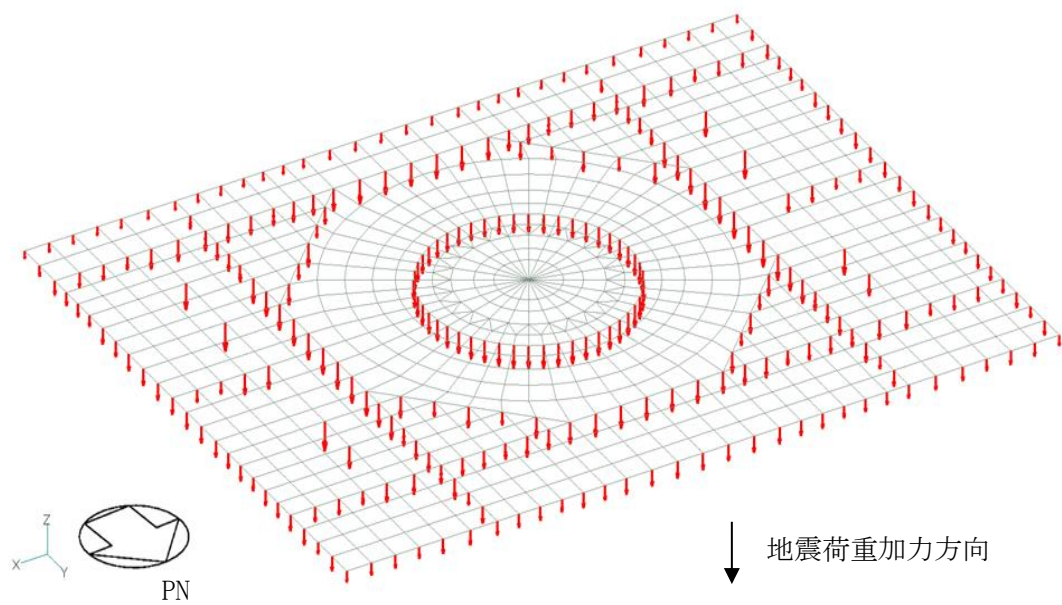


(c) 曲げモーメント (NS方向)



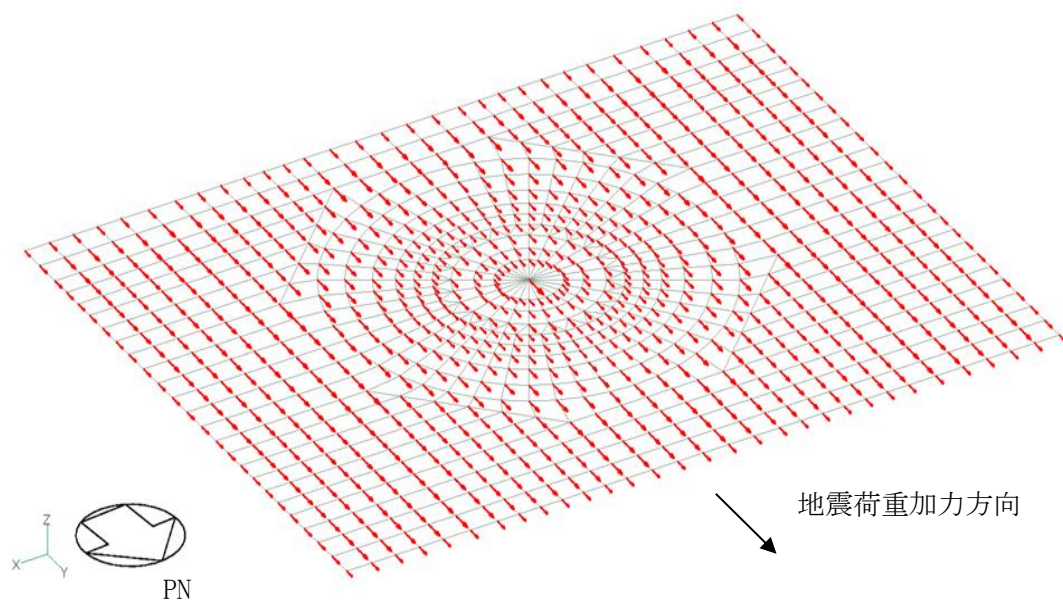
(d) 曲げモーメント (EW方向)

図 2-2(2) FEMモデルに入力する地震荷重

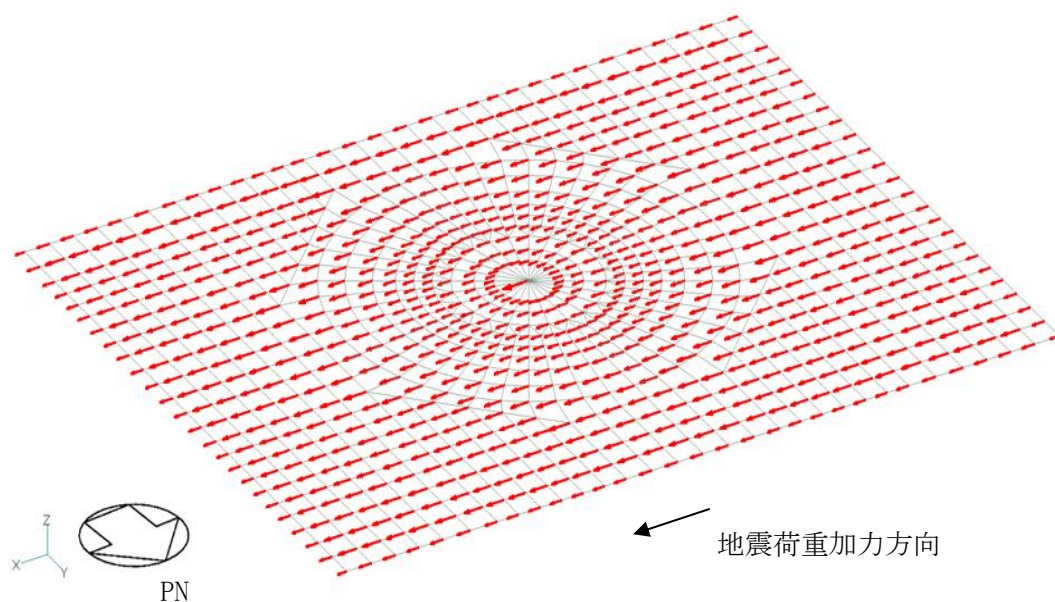


(e) 鉛直力

図 2-2(3) FEMモデルに入力する地震荷重

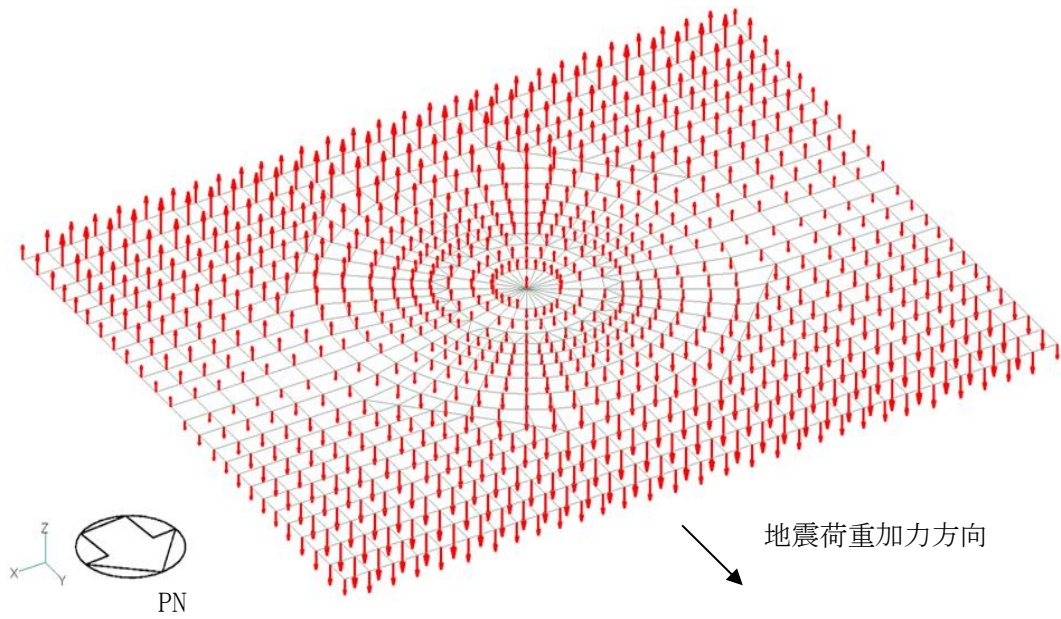


(f) 付加せん断力 (N S方向)

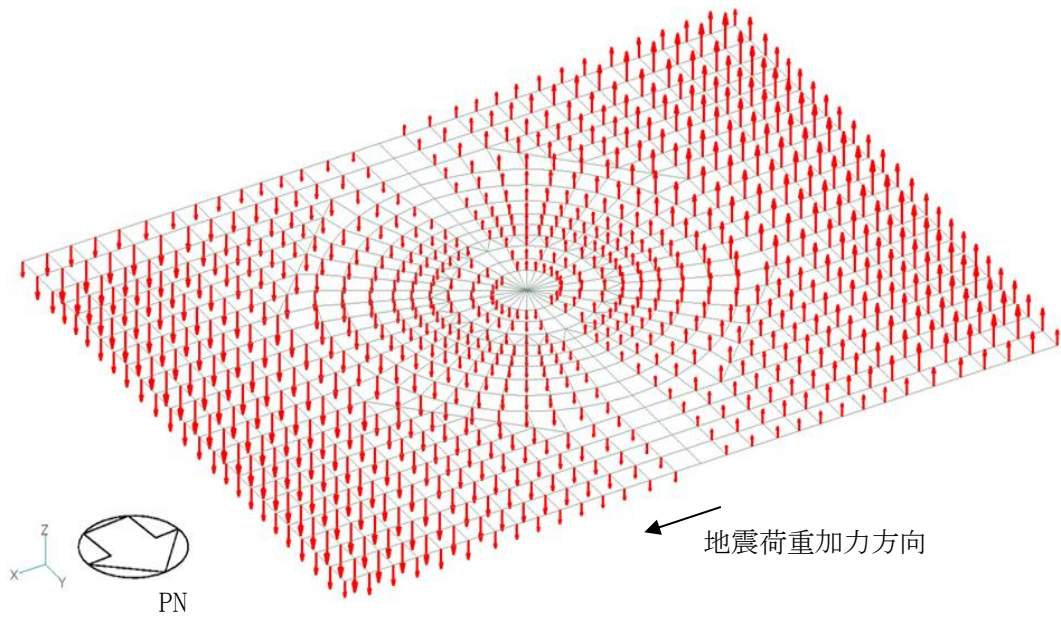


(g) 付加せん断力 (E W方向)

図 2-2(4) F E Mモデルに入力する地震荷重

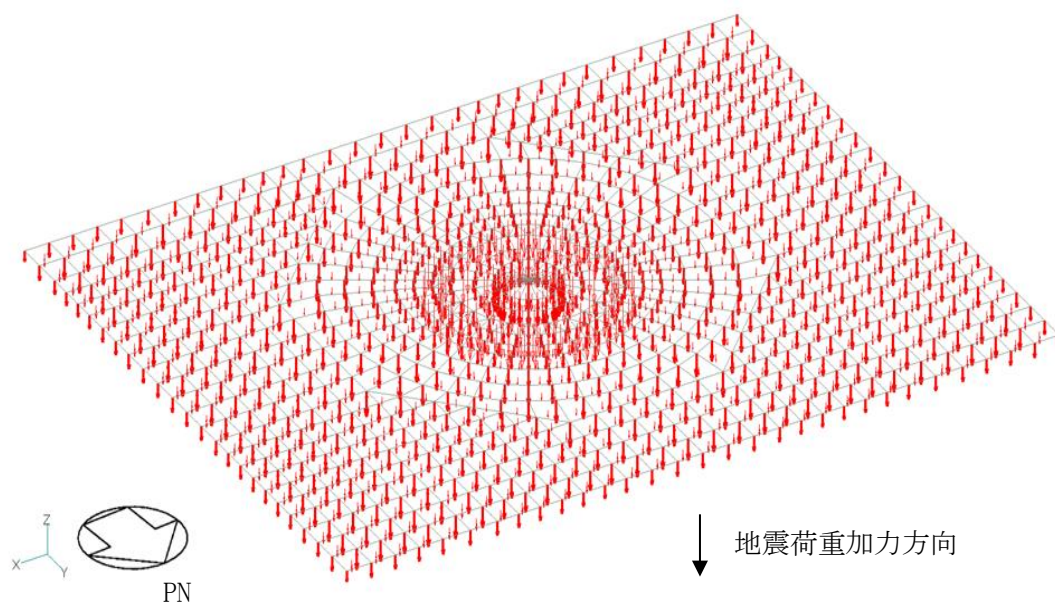


(h) 付加曲げモーメント (N S方向)



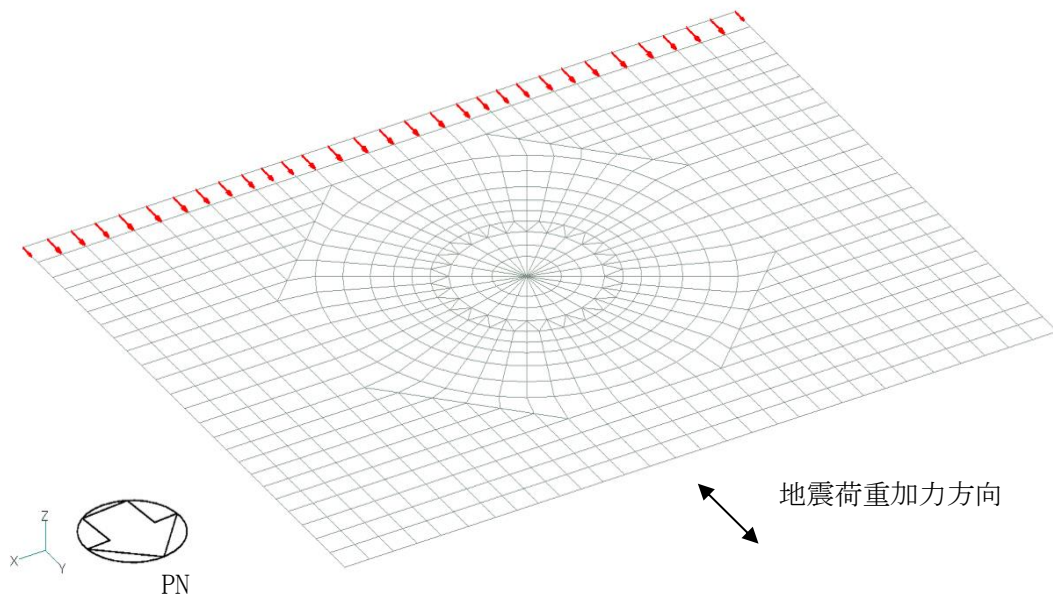
(i) 付加曲げモーメント (E W方向)

図 2-2(5) F E Mモデルに入力する地震荷重

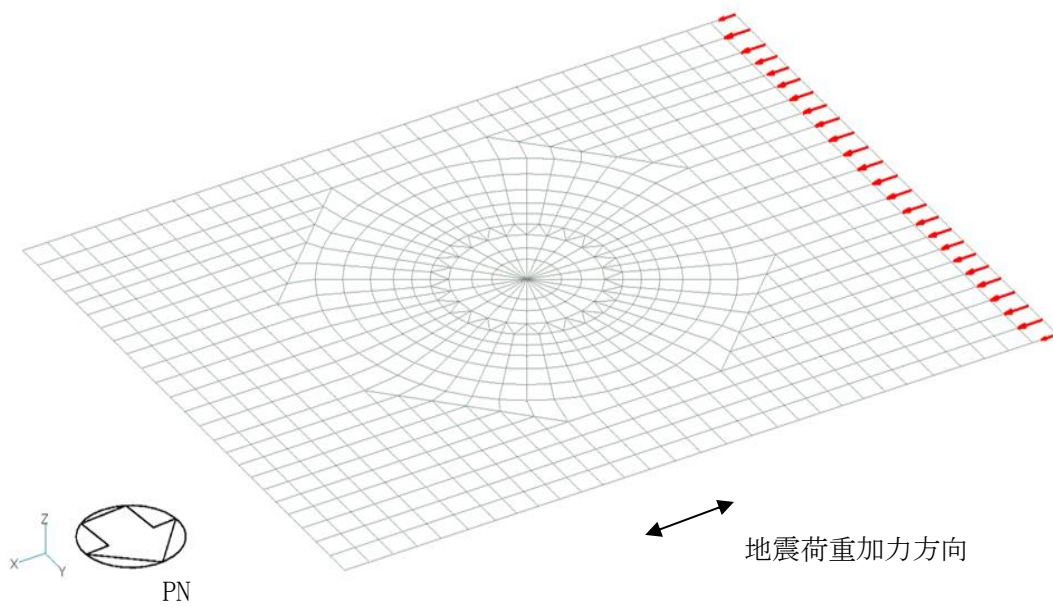


(j) 付加軸力

図 2-2(6) FEMモデルに入力する地震荷重



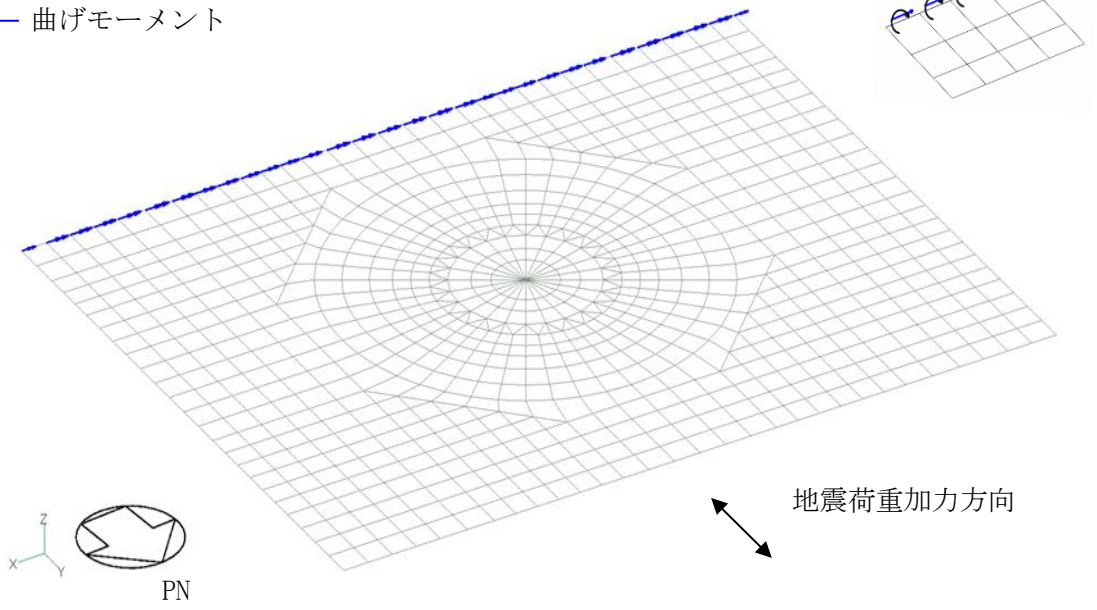
(k) 地震時土圧荷重（せん断力）（N S方向）



(l) 地震時土圧荷重（せん断力）（E W方向）

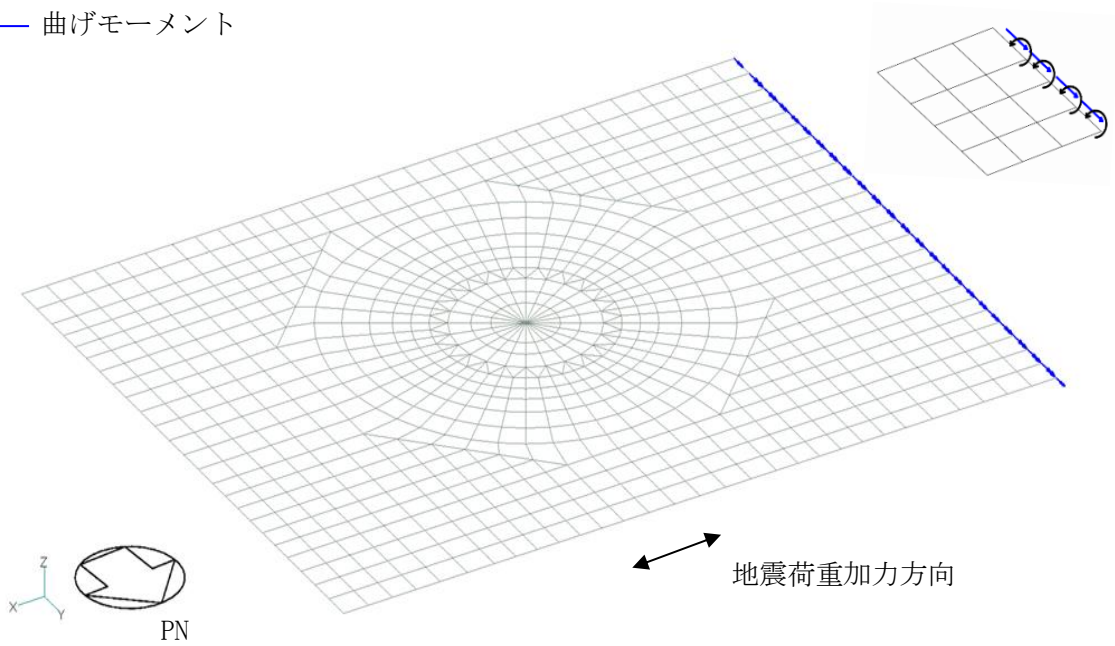
図 2-2(7) FEMモデルに入力する地震荷重

← 曲げモーメント



(m) 地震時土圧荷重 (曲げモーメント) (NS方向)

← 曲げモーメント



(n) 地震時土圧荷重 (曲げモーメント) (EW方向)

図 2-2(8) FEMモデルに入力する地震荷重

別紙 3-1 原子炉本体基礎からの反力等の影響について

目 次

1. 概要	別紙 3-1-1
2. 検討方針	別紙 3-1-5
3. 応力解析による評価方法	別紙 3-1-6
3.1 評価対象部位	別紙 3-1-6
3.2 荷重及び荷重の組合せ	別紙 3-1-6
3.3 許容限界	別紙 3-1-6
3.4 解析モデル及び諸元	別紙 3-1-6
3.5 評価方法	別紙 3-1-9
4. 評価結果	別紙 3-1-12
5. まとめ	別紙 3-1-21

1. 概要

原子炉建物の質点系モデルでは、原子炉本体他PCV内機器、PCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートの重量をDW軸の質点重量に集約しており、VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」（以下「基礎スラブの耐震計算書」という。）においては、質点系モデルのDW軸の最大応答に基づく水平地震力及び曲げモーメントをドライウエル外側壁位置に対応する節点に入力している。

本資料は、ドライウエル外側壁内部の構造物に生じる水平地震時慣性力が原子炉建物基礎スラブに直接作用することを考慮して、地震荷重をドライウエル外側壁及びその内側の節点に分散入力した場合の検討を行い、ドライウエル外側壁内部の構造物からの反力の影響を確認するものである。

原子炉建物基礎スラブの概略平面図及び概略断面図を図1-1及び図1-2に示す。

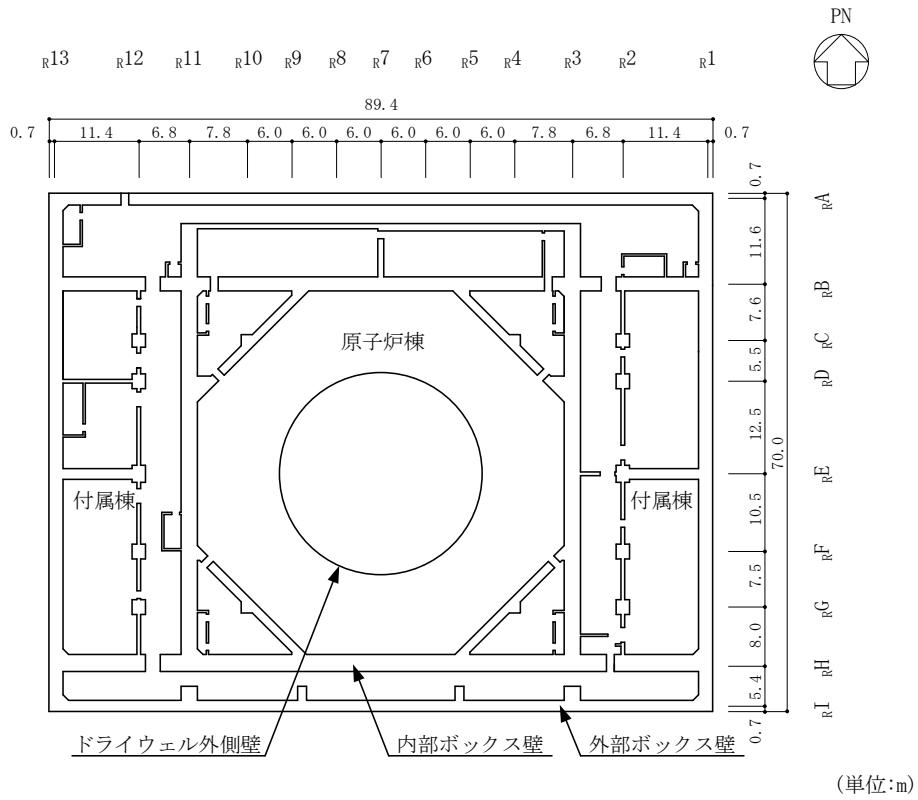


図 1-1 原子炉建物基礎スラブの概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

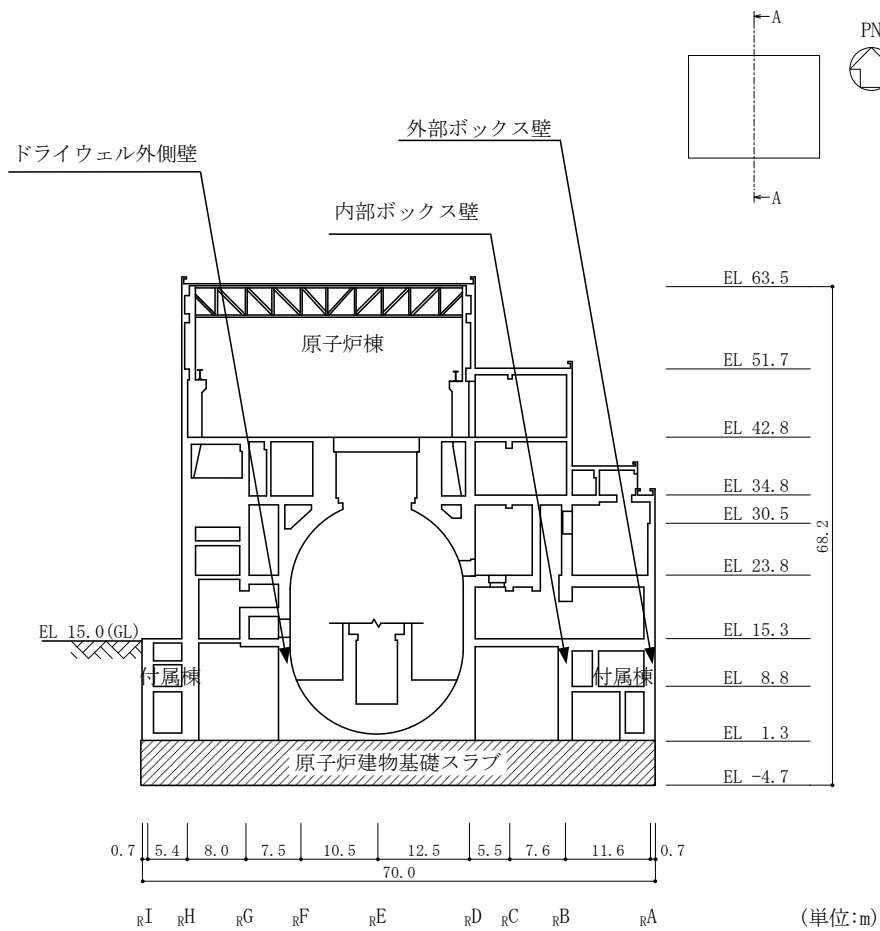


図 1-2(1) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (A-A断面, NS方向)

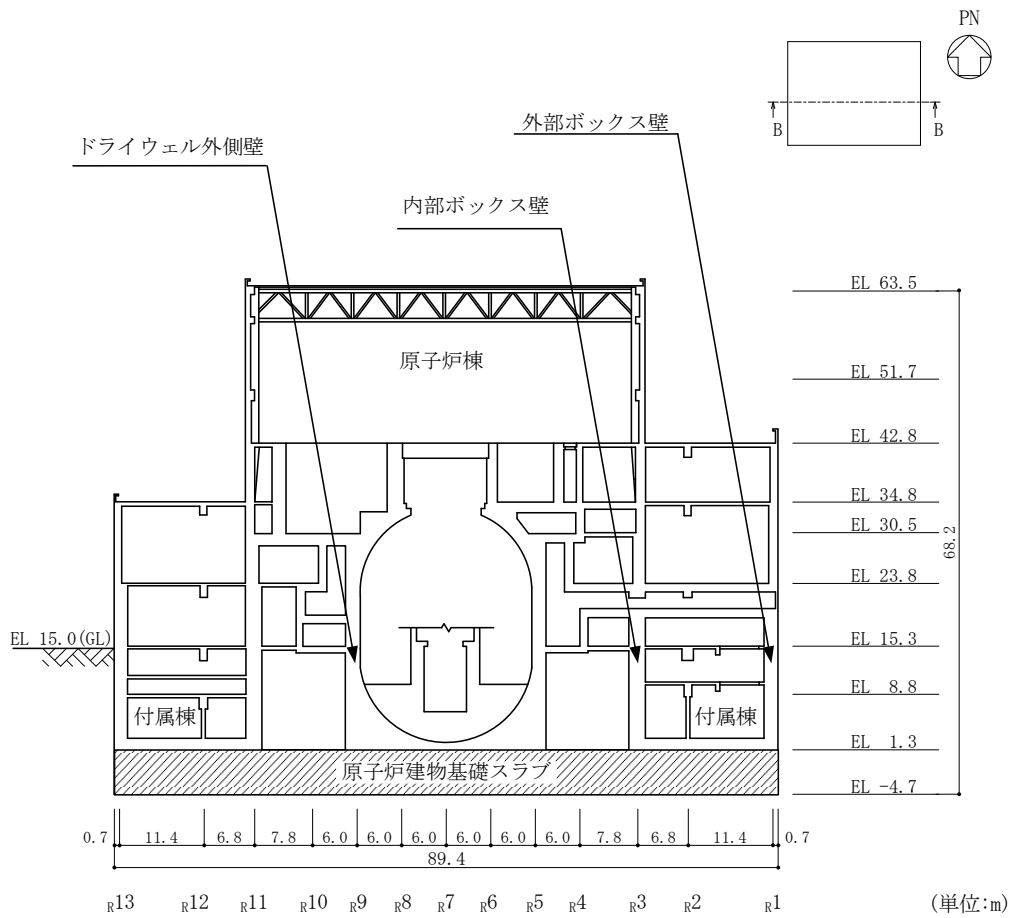


図 1-2(2) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2. 検討方針

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力をドライウェル外側壁及びその内側に分散して入力した場合の検討を行う。

検討は、基礎スラブの耐震計算書に示す 3 次元 FEM モデルを用い、基準地震動 S_s に対する質点系モデルの DW 軸の最大応答に基づく水平地震力及び曲げモーメントをドライウェル外側壁及びその内側の節点に分散入力した場合（以下「DW 荷重分散ケース」という。）の応力解析を行い、断面の評価において許容値を超えないことを確認する。

3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位

評価対象部位は、基礎スラブの耐震計算書と同一とし、原子炉建物基礎スラブとする。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

荷重の組合せを表 3-1 に示す。荷重の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.2.1 荷重」に示す固定荷重 (G)、積載荷重 (P) 及び地震荷重 (S_s) と同一である。

表 3-1 荷重の組合せ (DW荷重分散ケース)

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)

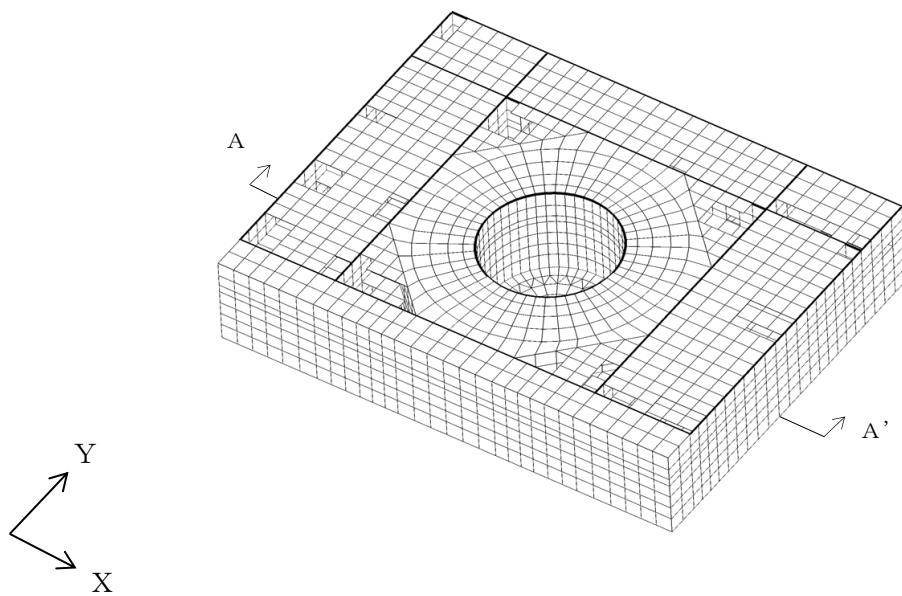
3.3 許容限界

許容限界の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.3 許容限界」に示す内容と同一である。

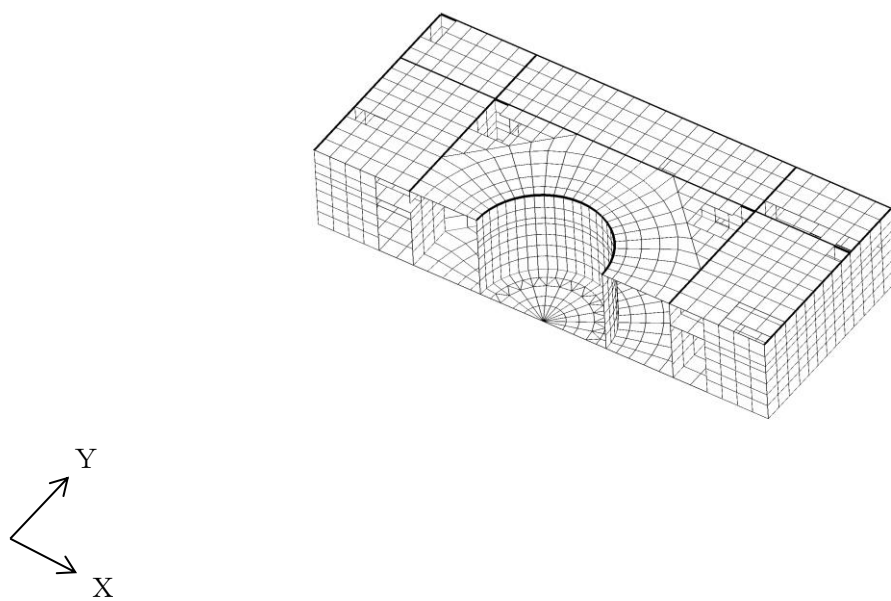
3.4 解析モデル及び諸元

解析モデルを図 3-1 に示す。

解析モデル及び諸元の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

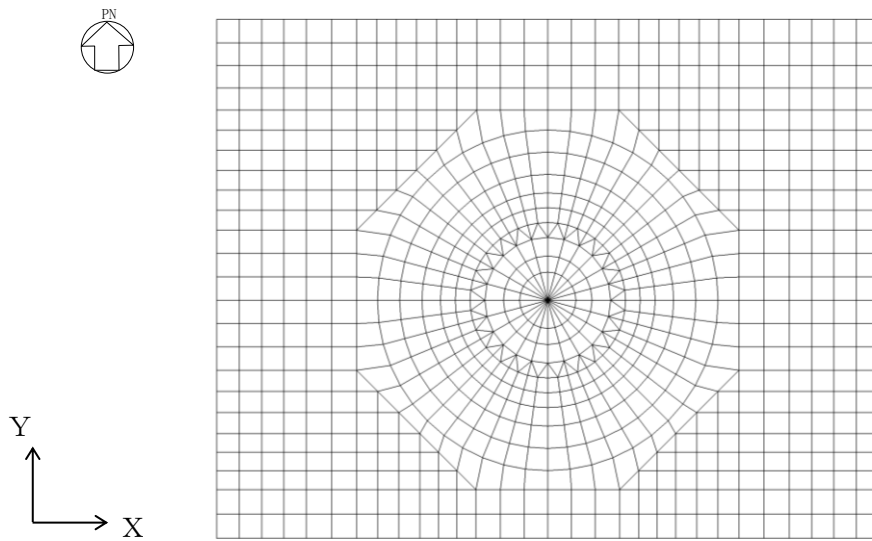


(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

図 3-1(1) 解析モデル



(c) 基礎スラブ要素分割図

図 3-1(2) 解析モデル

3.5 評価方法

S_s地震時の応力は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.1 応力解析方法」に示す、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S _{SSN}	: S→N方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _{SNS}	: N→S方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _{SEW}	: E→W方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _{SWE}	: W→E方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _{SUD}	: 鉛直方向 (下向き) S _s 地震荷重
S _{SDU}	: 鉛直方向 (上向き) S _s 地震荷重

荷重の組合せケースを表3-2に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008 ((社) 日本電気協会)」を参考に、組合せ係数法 (組合せ係数は 1.0 と 0.4) を用いるものとする。

検討ケースは、基礎スラブの耐震計算書において検定値が最も厳しい結果となるケース (組合せケース 1-1 NS方向 (面外せん断力)) とする。

荷重の入力方法について、ドライウェル外側壁は内部のPCV底部コンクリート及びPCV下部コンクリートと一体となって基礎スラブに地震力を伝達することから、上部構造物から作用する地震時反力のうち質点系モデルのDW軸の最大応答に基づく水平地震力及び曲げモーメントをドライウェル外側壁及びその内側に対応する節点の支配面積に応じて分散入力する。

上記以外の荷重の入力方法については、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.1 応力解析の方法」及び別紙3「地震荷重の入力方法」に示す方法と同一である。

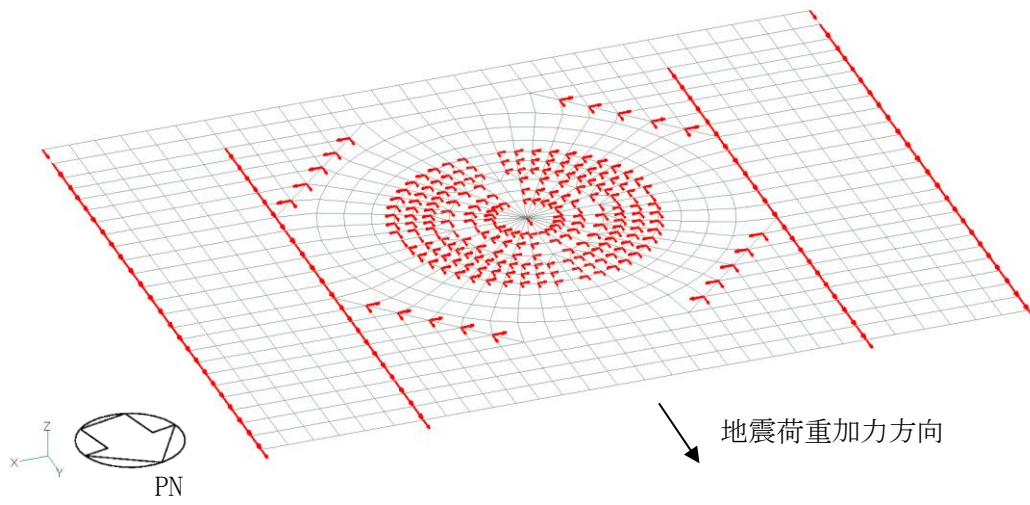
DW荷重分散ケースの地震荷重を図3-2に示す。

また、断面の評価方法の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

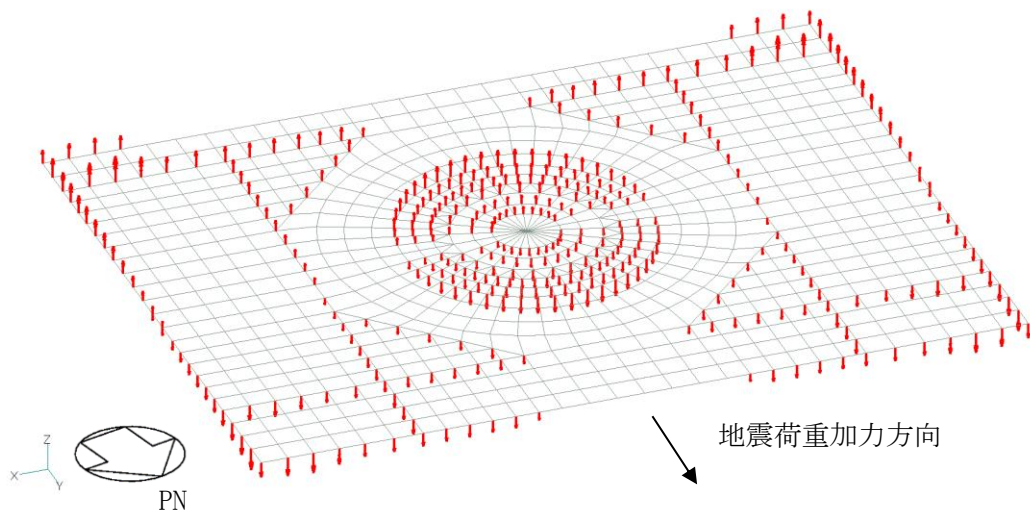
表 3-2 荷重の組合せケース (DW荷重分散ケース)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S _s 地震時	1-1	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{UD}$
	1-2	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{DU}$
	1-3	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{UD}$
	1-4	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{DU}$
	1-5	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{UD}$
	1-6	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{DU}$
	1-7	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{UD}$
	1-8	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{DU}$
	1-9	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{UD}$
	1-10	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{DU}$
	1-11	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{UD}$
	1-12	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{DU}$
	1-13	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{UD}$
	1-14	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{DU}$
	1-15	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{UD}$
	1-16	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{DU}$

注：ハッチングは本資料における検討ケースを示す。



(a) 水平力 (NS方向)



(b) 曲げモーメント (NS方向)

注：今回工認ケースと入力方法が異なる地震荷重を示す。

図 3-2 DW荷重分散ケースの地震荷重

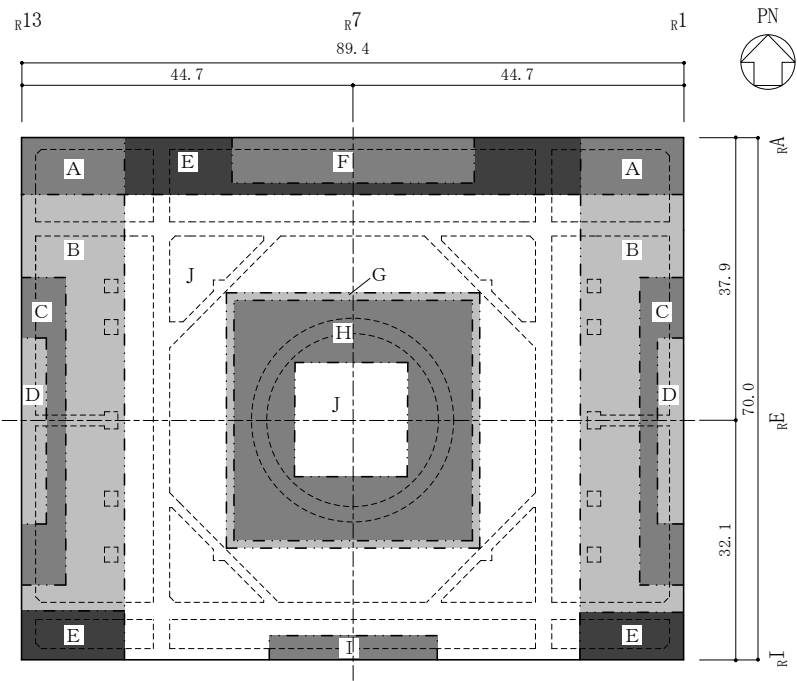
4. 評価結果

3次元FEMモデルの配筋領域図を図4-1に、配筋一覧を表4-1に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

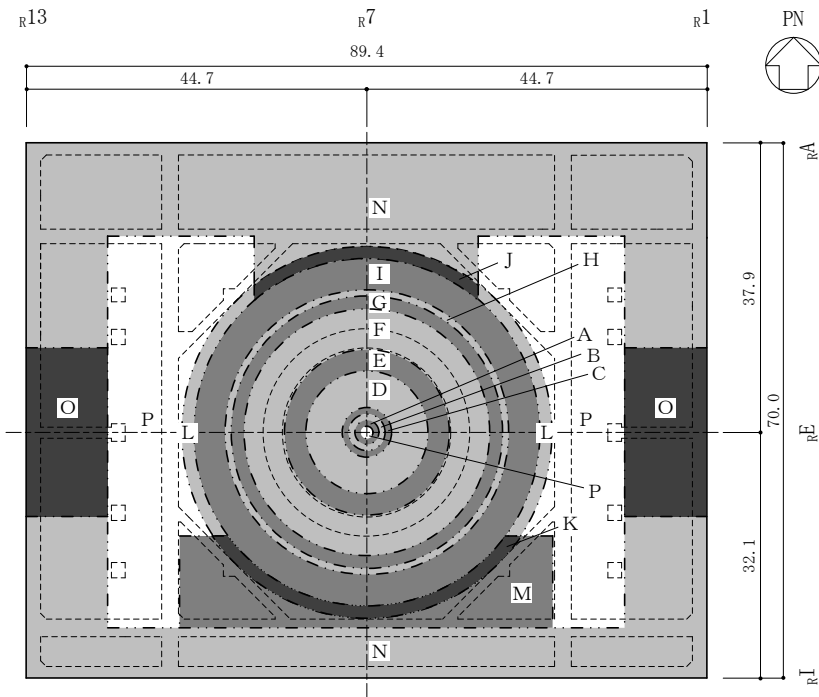
DW荷重分散ケース及び今回工認ケースにおける選定した要素の位置を図4-2に、評価結果を表4-2に示す。

DW荷重分散ケースは、選定した要素が今回工認ケースと異なる評価項目もあるが、地震荷重をドライウェル外側壁位置に入力している今回工認ケースよりも発生値が減少する傾向にあり、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認した。



(単位:m)

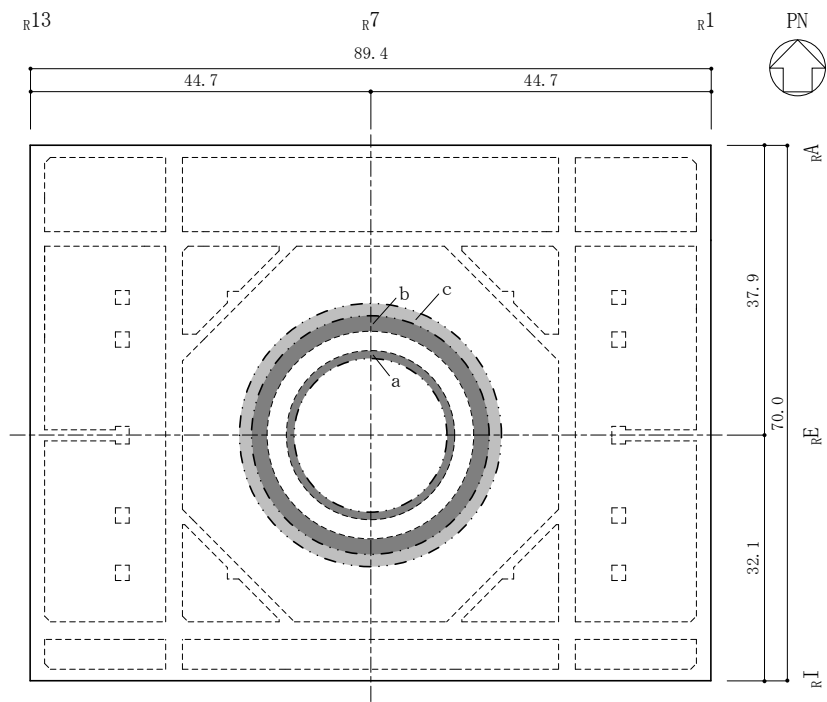
(a) 主筋 (下ば筋)



(単位:m)

(b) 主筋 (上ば筋)

図 4-1(1) 配筋領域図



(単位:m)

(c) せん断補強筋

図 4-1(2) 配筋領域図

表 4-1(1) 配筋一覽

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400
B	N S	2-D38@200
	E W	D38@200 + D38@400
C	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + D32@400
D	N S	3-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + 2-D32@400
E	N S	D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200
F	N S	D38@200 + D38@400 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
G	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
H	N S	3-D38@200 + D32@400
	E W	3-D38@200 + D32@400
I	N S	2-D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
J	N S	2-D38@200
	E W	2-D38@200

表 4-1(2) 配筋一覽
(b) 主筋 (上ば筋) (1/2)

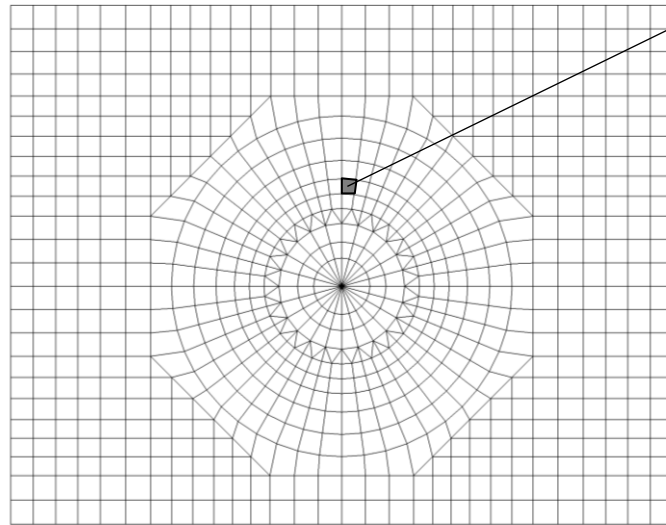
領域	方向	配筋
A	放射	48-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
B	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
C	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
D	放射	192-D38 + 96-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
E	放射	384-D38 + 192-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
F	放射	384-D38 + 2 × 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
G	放射	384-D38 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
H	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
I	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
J	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400

表 4-1(3) 配筋一覧
(c) 主筋 (上ば筋) (2/2)

領域	方向	配筋
K	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
L	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200
	E W	D38@200
M	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
N	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400
O	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D32@400
P	N S	D38@200
	E W	D38@200

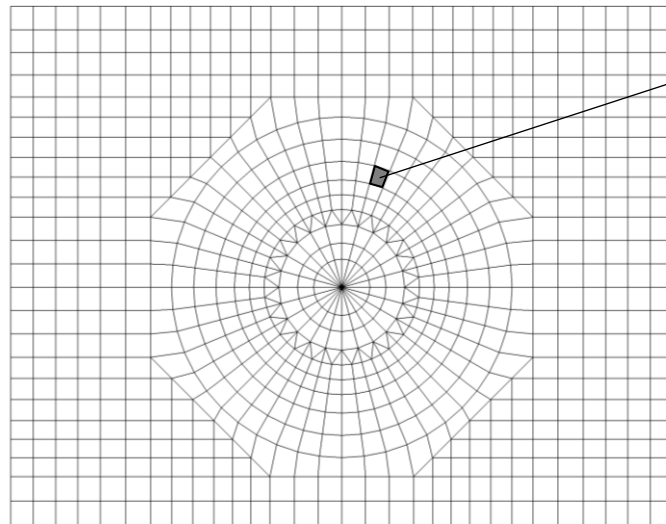
(d) せん断補強筋

領域	配筋
a	D29@400 × 96/周
b	D35@200 × 192/周
c	D29@400 × 192/周



要素番号：492
NS方向
放射方向

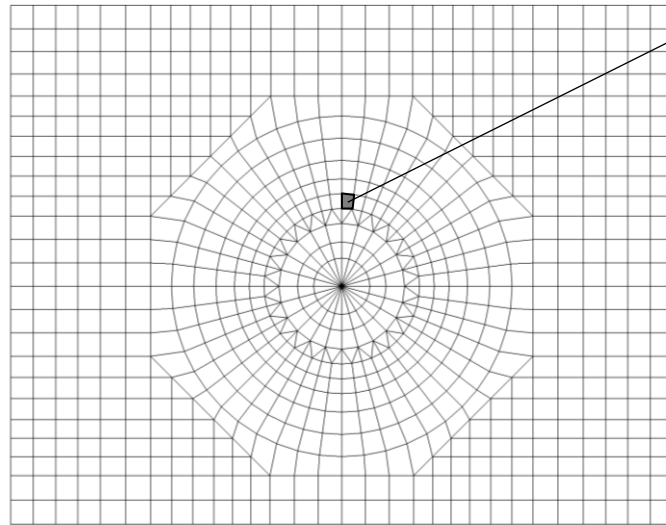
(a) 軸力+曲げモーメント



要素番号：575
NS方向

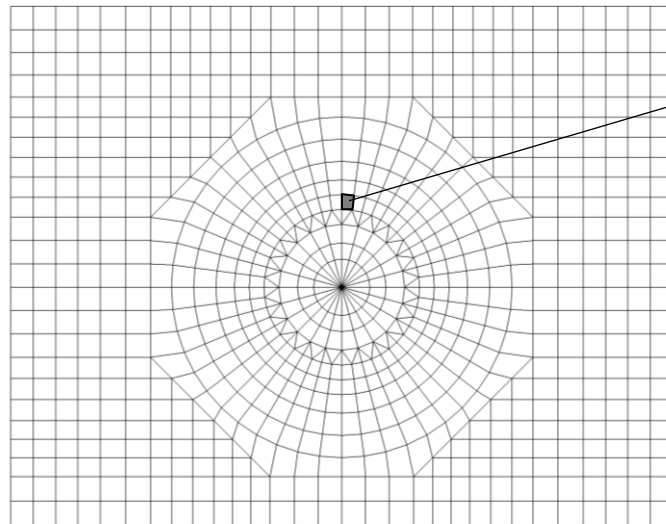
(b) 面外せん断力

図 4-2(1) 選定した要素の位置 (DW荷重分散ケース)



要素番号：491
NS方向
放射方向

(c) 軸力+曲げモーメント



要素番号：491
NS方向

(d) 面外せん断力

図 4-2(2) 選定した要素の位置 (今回工認ケース)

表 4-2 評価結果

(a) DW荷重分散ケース

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	492	1-1	0.137	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	492	1-1	0.115	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3$ kN/m)	N S	575	1-1	5.78	10.8

(b) 今回工認ケース

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	491	1-1	0.181	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	491	1-1	0.146	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3$ kN/m)	N S	491	1-1	7.79	10.4

5. まとめ

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、上部構造物から作用する基礎スラブへの地震時反力をドライウエル外側壁及びその内側に分散して入力した場合の検討を行った。

検討の結果、基準地震動 S_s による地震荷重をドライウエル外側壁及びその内側に分散することで、発生値が今回工認ケースよりも減少する傾向にあることを確認した。

以上のことから、ドライウエル外側壁内部の構造物からの反力が原子炉建物基礎スラブの耐震性に及ぼす影響はないことを確認した。

別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

目 次

1. 概要	別紙 4-1
2. 断面の評価部位の選定	別紙 4-2

1. 概要

本資料は、原子炉建物基礎スラブの応力解析における断面の評価部位の選定について示すものである。

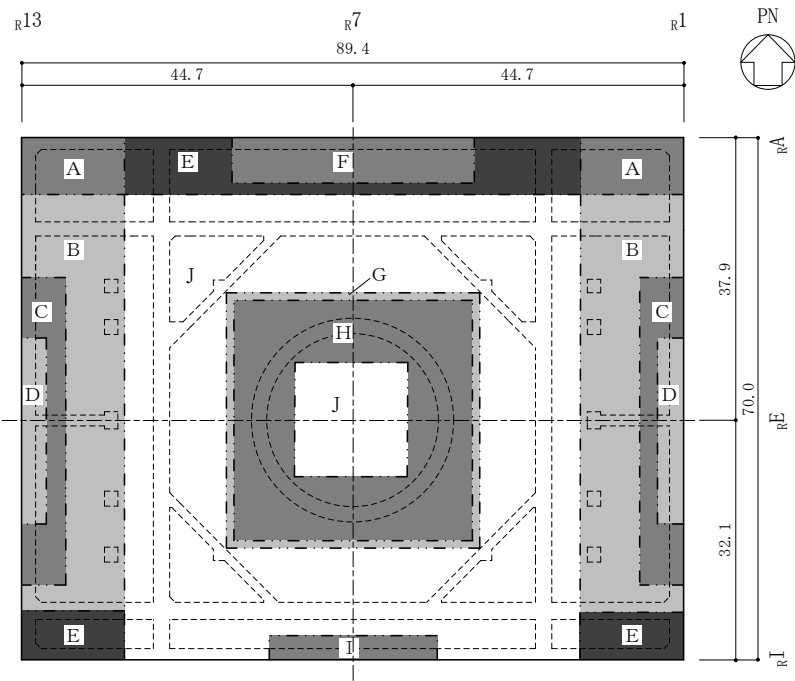
2. 断面の評価部位の選定

原子炉建物基礎スラブの荷重の組合せケースを表 2-1 に、配筋領域図を図 2-1 に、配筋一覧を表 2-2 に、配筋図を図 2-2 に示す。

各評価項目の検定値一覧を表 2-3 に、断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-3 に、断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図を図 2-4 に示す。

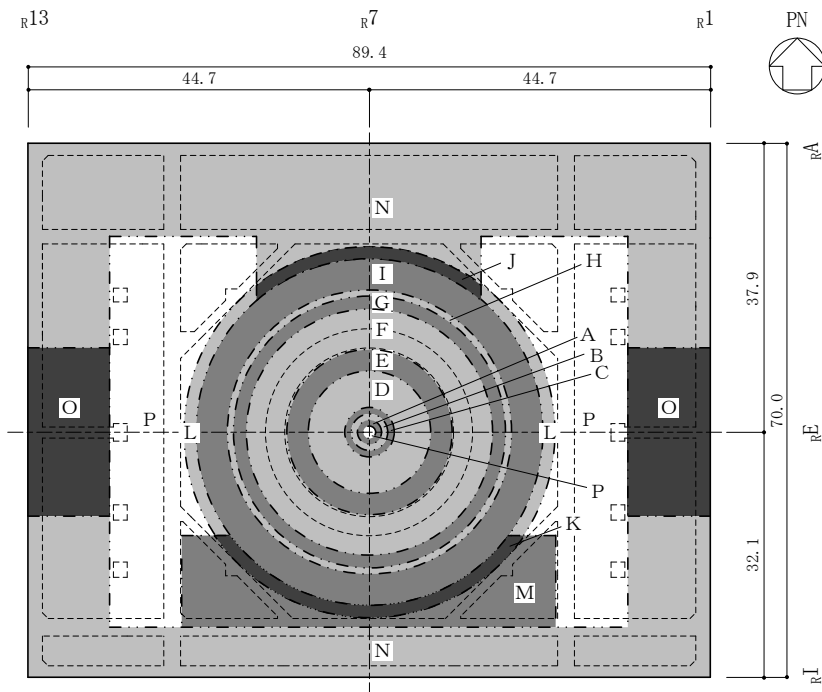
表 2-1 荷重の組合せケース

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	1-1	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{UD}$
	1-2	$G + P + 1.0S_{SN} + 0.4S_{DU}$
	1-3	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{UD}$
	1-4	$G + P + 1.0S_{NS} + 0.4S_{DU}$
	1-5	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{UD}$
	1-6	$G + P + 1.0S_{EW} + 0.4S_{DU}$
	1-7	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{UD}$
	1-8	$G + P + 1.0S_{WE} + 0.4S_{DU}$
	1-9	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{UD}$
	1-10	$G + P + 0.4S_{SN} + 1.0S_{DU}$
	1-11	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{UD}$
	1-12	$G + P + 0.4S_{NS} + 1.0S_{DU}$
	1-13	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{UD}$
	1-14	$G + P + 0.4S_{EW} + 1.0S_{DU}$
	1-15	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{UD}$
	1-16	$G + P + 0.4S_{WE} + 1.0S_{DU}$



(単位:m)

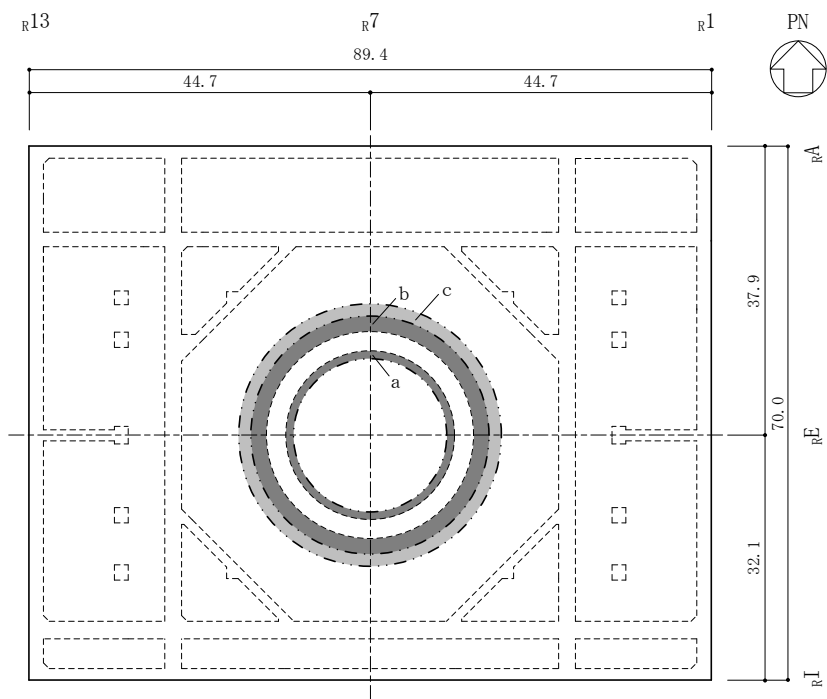
(a) 主筋 (下ば筋)



(単位:m)

(b) 主筋 (上ば筋)

図 2-1(1) 配筋領域図



(単位:m)

(c) せん断補強筋

図 2-1(2) 配筋領域図

表 2-2(1) 配筋一覧

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400
B	N S	2-D38@200
	E W	D38@200+D38@400
C	N S	2-D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400+D32@400
D	N S	3-D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400+2-D32@400
E	N S	D38@200+D38@400
	E W	2-D38@200
F	N S	D38@200+D38@400+D32@400
	E W	2-D38@200+D38@400
G	N S	2-D38@200+D38@400
	E W	2-D38@200+D38@400
H	N S	3-D38@200+D32@400
	E W	3-D38@200+D32@400
I	N S	2-D38@200+D32@400
	E W	2-D38@200+D38@400
J	N S	2-D38@200
	E W	2-D38@200

表 2-2(2) 配筋一覽
 (b) 主筋 (上ば筋) (1/2)

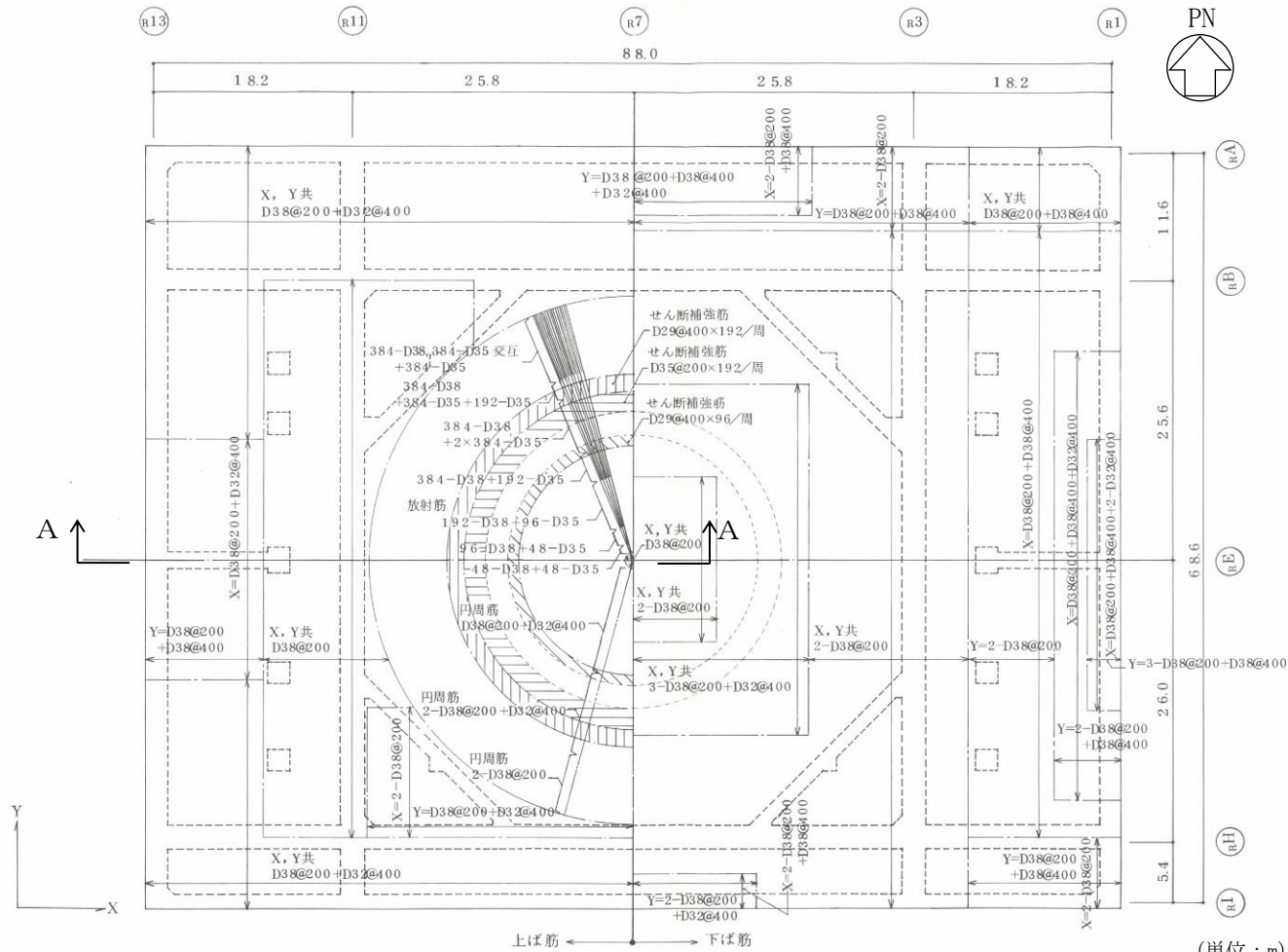
領域	方向	配筋
A	放射	48-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
B	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
C	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
D	放射	192-D38 + 96-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
E	放射	384-D38 + 192-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
F	放射	384-D38 + 2 × 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
G	放射	384-D38 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
H	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
I	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
J	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400

表 2-2(3) 配筋一覧
(c) 主筋 (上ば筋) (2/2)

領域	方向	配筋
K	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
L	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200
	E W	D38@200
M	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
N	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400
O	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D32@400
P	N S	D38@200
	E W	D38@200

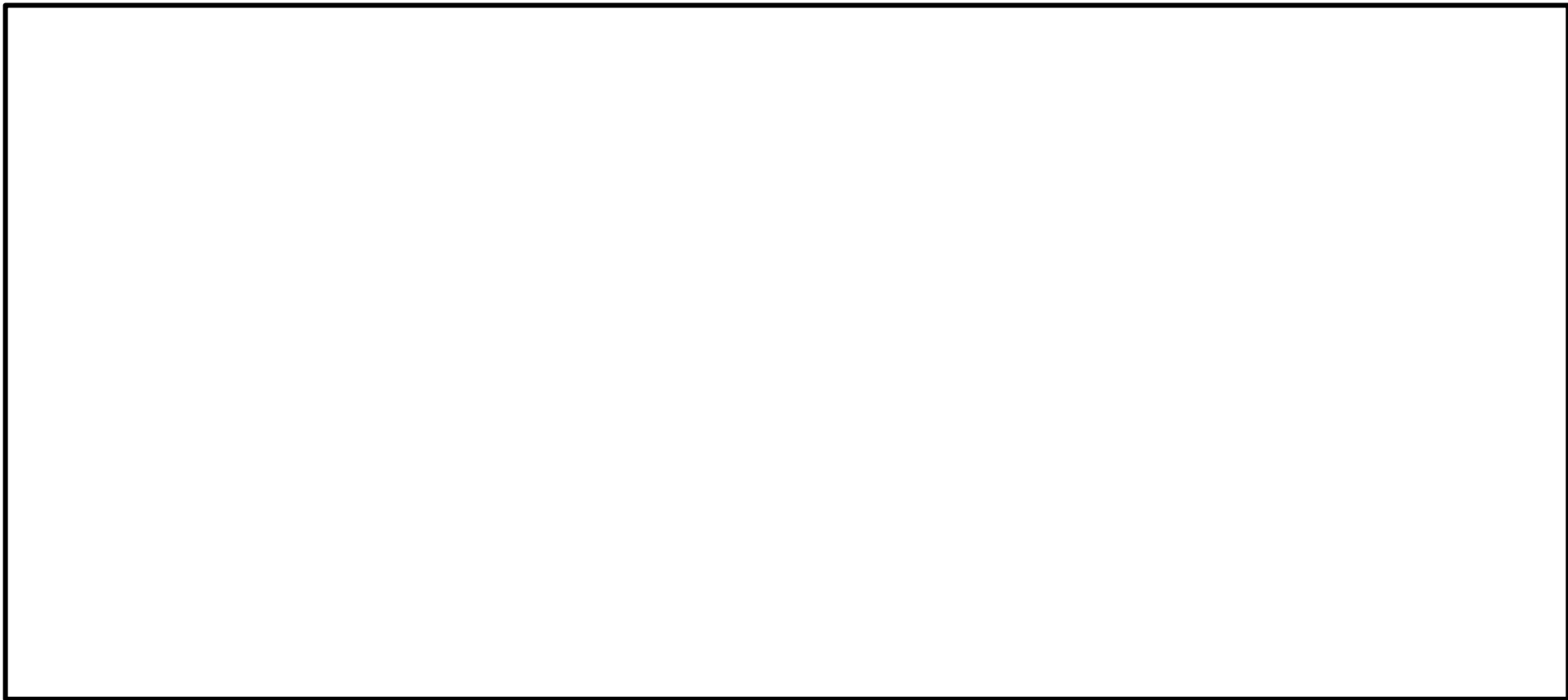
(d) せん断補強筋

領域	配筋
a	D29@400 × 96 / 周
b	D35@200 × 192 / 周
c	D29@400 × 192 / 周



(a) 平面図

図 2-2(1) 配筋図



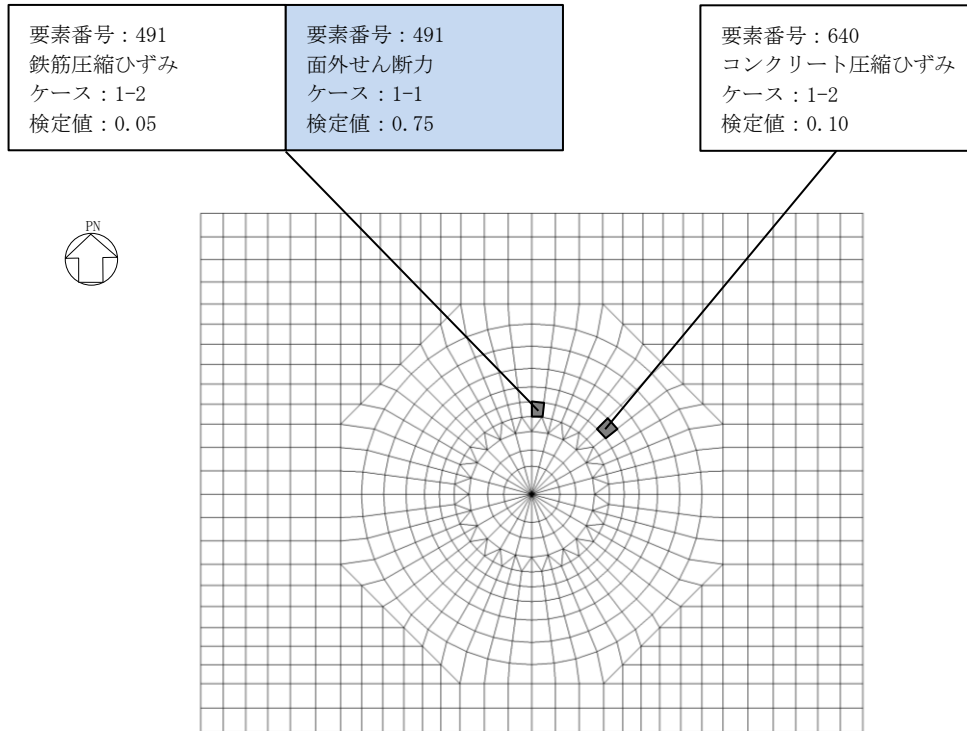
(b) 断面図 (A-A断面, EW方向)

図 2-2(2) 配筋図

表 2-3 各評価項目の検定値一覧

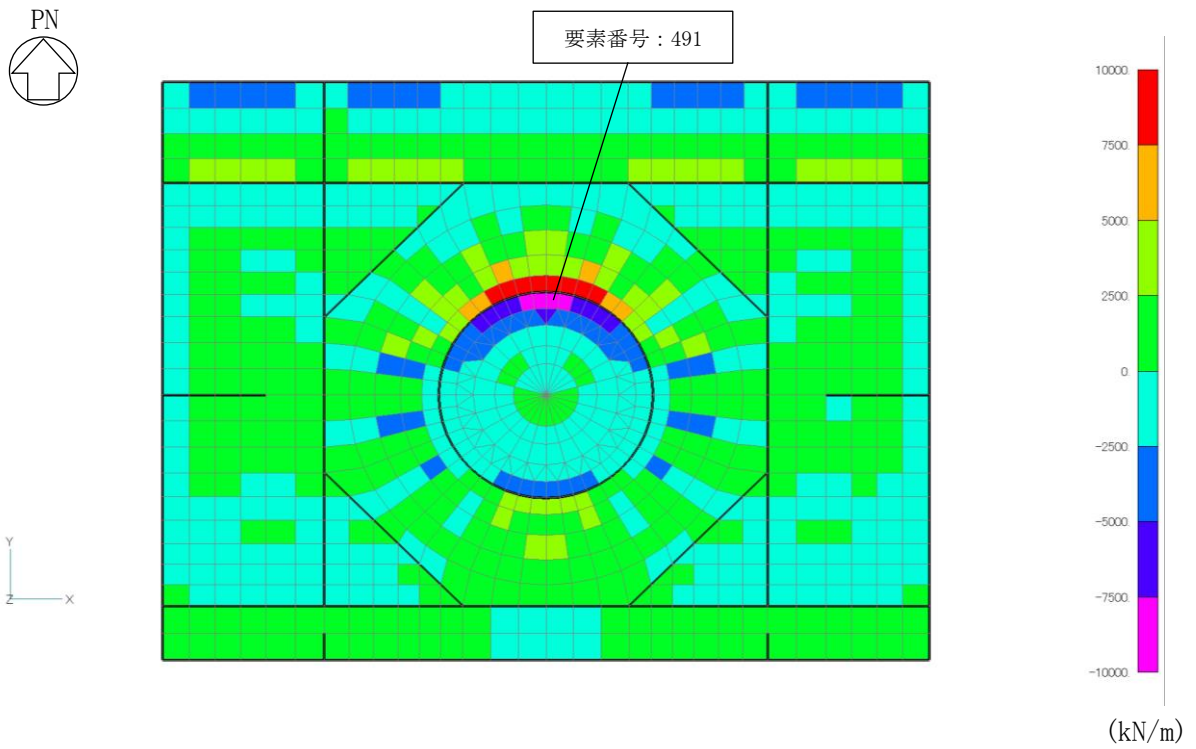
評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	検定値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ	NS	640	1-2	0.10
	鉄筋圧縮ひずみ	放射	491	1-2	0.05
面外せん断力	面外せん断力	NS	491	1-1	0.75

注：□ は、検定値が最大となる要素を示す。



注 : は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-3 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果



面外せん断力 (NS方向, ケース 1-1)

図 2-4 断面の評価部分の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図

別紙 5 地震応答解析による壁の塑性化に対する影響検討

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 壁の塑性化に対する影響検討	別紙 5-2
2.1 検討方針	別紙 5-2
2.2 検討方法	別紙 5-2
2.3 解析モデル	別紙 5-4
2.4 検討結果	別紙 5-7
3. まとめ	別紙 5-9

1. 概要

VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示すように、原子炉建物は基準地震動 S_s について弾塑性時刻歴応答解析を実施しており、せん断スケルトン曲線上の最大応答値が第1折点を超え、塑性化する結果となっている。

一方、原子炉建物基礎スラブの応力解析では、VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」における「4.4 解析モデル及び諸元」に示すように、基礎スラブの積層シェル要素では材料物性の塑性化を考慮しているが、基礎スラブへの拘束効果を考慮するためにモデル化した壁については、弾性部材*としており、塑性化を考慮していない。

本資料は、原子炉建物基礎スラブの応力解析において、地震時の壁の塑性化が基礎スラブの応力に及ぼす影響を検討するものである。

注記*：原子炉建物基礎スラブの弾塑性応力解析に用いる解析コード「ABAQUS」の検証及び妥当性確認には積層シェル要素が用いられていることから、弾性部材を積層シェル要素でモデル化している。

2. 壁の塑性化に対する影響検討

2.1 検討方針

原子炉建物基礎スラブの応力解析モデル（以下「今回工認モデル」という。）における壁に対して、地震応答解析に基づく壁の塑性化を考慮したモデル（以下「検討モデル」という。）を用いたS s地震荷重による応力解析を行い、今回工認モデルのS s地震荷重による応力解析結果との比較を行うことで、壁の塑性化に対する影響を検討する。

検討項目は、基礎スラブにおける発生値に対する許容値の比が最も小さくなる面外せん断力とする。

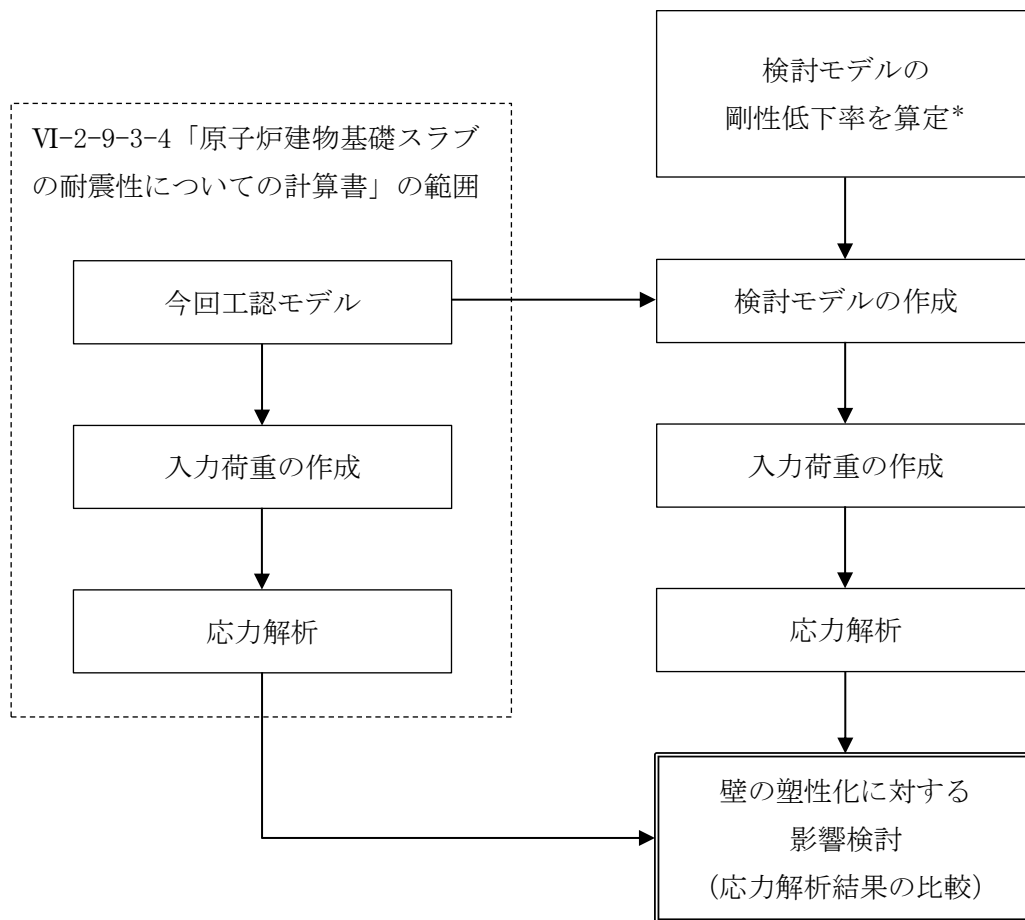
2.2 検討方法

図 2-1 に壁の塑性化に対する影響検討フローを示す。

まず、検討モデルの剛性低下率を算定する。

次に、今回工認モデルにおける各壁の剛性に対して、検討モデルの剛性低下率を乗じることによって、検討モデルを作成する。入力地震荷重は、今回工認モデルの検討に用いたものと同じとし、解析ケースは、今回工認モデルで検定値が最も厳しい結果となるケース（組合せケース 1-1 NS方向（面外せん断力））を対象とする。

最後に、検討モデルによる応力解析を実施し、今回工認モデルの応力解析結果との比較を行い、壁の塑性化に対する影響を検討する。



注記*：ケース1～ケース4の地震応答解析結果に基づき算定。

図2-1 壁の塑性化に対する影響検討フロー

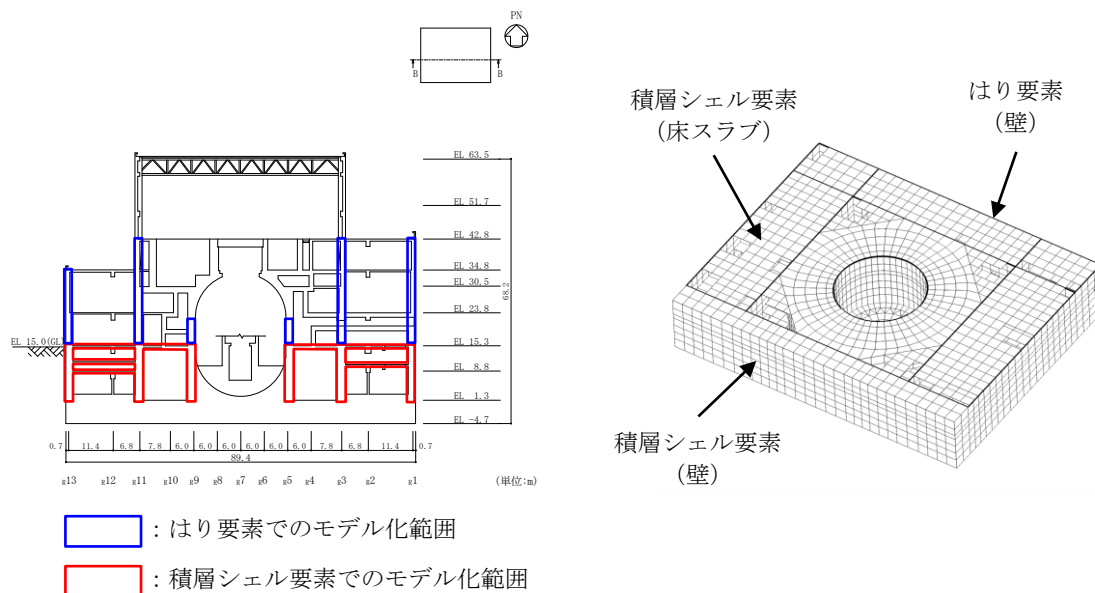
2.3 解析モデル

解析に用いる検討モデルは、図 2-2 に示す今回工認モデルにおける壁の積層シェル要素及びはり要素のヤング係数に対して、検討モデルの剛性低下率を乗じたものとする。

具体的には、検討モデルの剛性低下率を各フロアで統一し、原子炉建物の基準地震動 S_s に対する地震応答解析の基本ケース（ケース 1）及び材料物性の不確かさを考慮したケース（ケース 2～ケース 4）における応答値*に基づき算定した各壁部材の剛性低下率のフロアごとの最小値とする。ただし、壁をはり要素でモデル化している EL 15.3m～EL 42.8m については、当該範囲の各壁部材の剛性低下率の最小値とする。

表 2-1 に原子炉建物の地震応答解析結果に基づく各壁部材の剛性低下率を、表 2-2 に設定した検討モデルの剛性低下率を示す。

注記*：「補足-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料」の別紙 3-3「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」参照。



注：右図の黒太線は、はり要素を示す。

図 2-2 今回工認モデルの概念図

表 2-1(1) 原子炉建物の地震応答解析結果に基づく各壁部材の剛性低下率

(a) N S 方向

部位	EL (m)	剛性低下率
OW-13	34.8~30.5	0.648
	30.5~23.8	0.583
	23.8~15.3	0.577
	15.3~8.8	0.550
	8.8~1.3	0.490
IW-11	42.8~34.8	0.649
	34.8~30.5	0.669
	30.5~23.8	0.697
	23.8~15.3	0.633
	15.3~8.8	0.597
	8.8~1.3	0.536
DW	23.8~15.3	—
	15.3~10.1	0.455
	10.1~1.3	—
IW-3	42.8~34.8	0.642
	34.8~30.5	0.692
	30.5~23.8	0.697
	23.8~15.3	0.643
	15.3~8.8	0.602
	8.8~1.3	0.533
OW-1	42.8~34.8	0.601
	34.8~30.5	0.730
	30.5~23.8	0.639
	23.8~15.3	0.618
	15.3~8.8	0.570
	8.8~1.3	0.497

注1:「—」は、塑性化していないことを示す。

注2: EL 8.8m~EL 15.3mは各フロアの最小値（N S方向及びE W方向包絡）を、EL 15.3m~EL 42.8mは当該範囲の最小値（N S方向及びE W方向包絡）をハッチングで示す。なお、EL 10.1mはEL 8.8mと同一レベルとして扱う。

表 2-1(2) 原子炉建物の地震応答解析結果に基づく各壁部材の剛性低下率

(b) E W方向

部位	EL (m)	剛性低下率
OW-I	15.3~8.8	0.610
	8.8~1.3	0.832
IW-H	42.8~34.8	0.995
	34.8~30.5	—
	30.5~23.8	0.601
	23.8~15.3	0.521
	15.3~8.8	0.739
	8.8~1.3	0.993
DW	23.8~15.3	0.733
	15.3~10.1	0.922
	10.1~1.3	—
IW-B	42.8~34.8	0.916
	34.8~30.5	0.760
	30.5~23.8	0.627
	23.8~15.3	0.517
	15.3~8.8	0.968
	8.8~1.3	0.782
OW-A	34.8~30.5	0.617
	30.5~23.8	0.629
	23.8~15.3	0.484
	15.3~8.8	0.909
	8.8~1.3	0.744

注1:「—」は、塑性化していないことを示す。

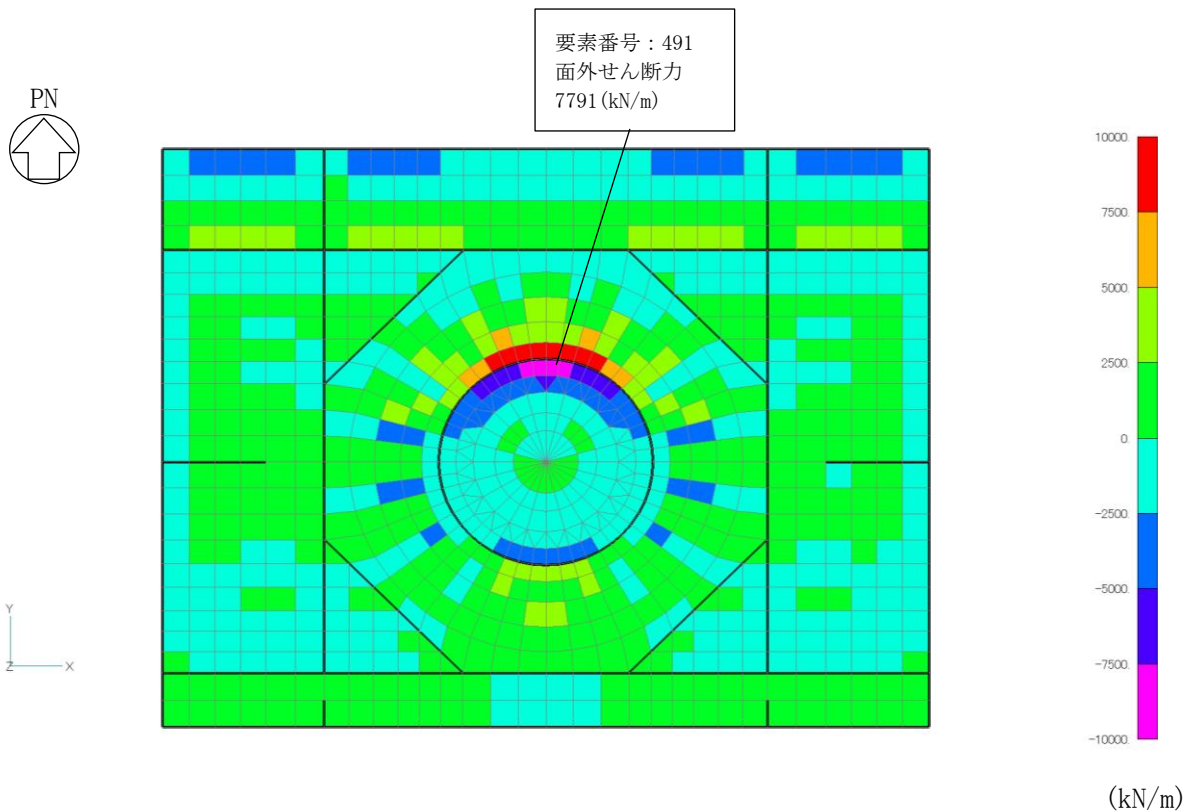
注2: EL 8.8m~EL 15.3m は各フロアの最小値 (N S 方向及びE W方向包絡) を、EL 15.3m~EL 42.8m は当該範囲の最小値 (N S 方向及びE W方向包絡) をハッチングで示す。なお、EL 10.1m は EL 8.8m と同一レベルとして扱う。

表 2-2 検討モデルの剛性低下率

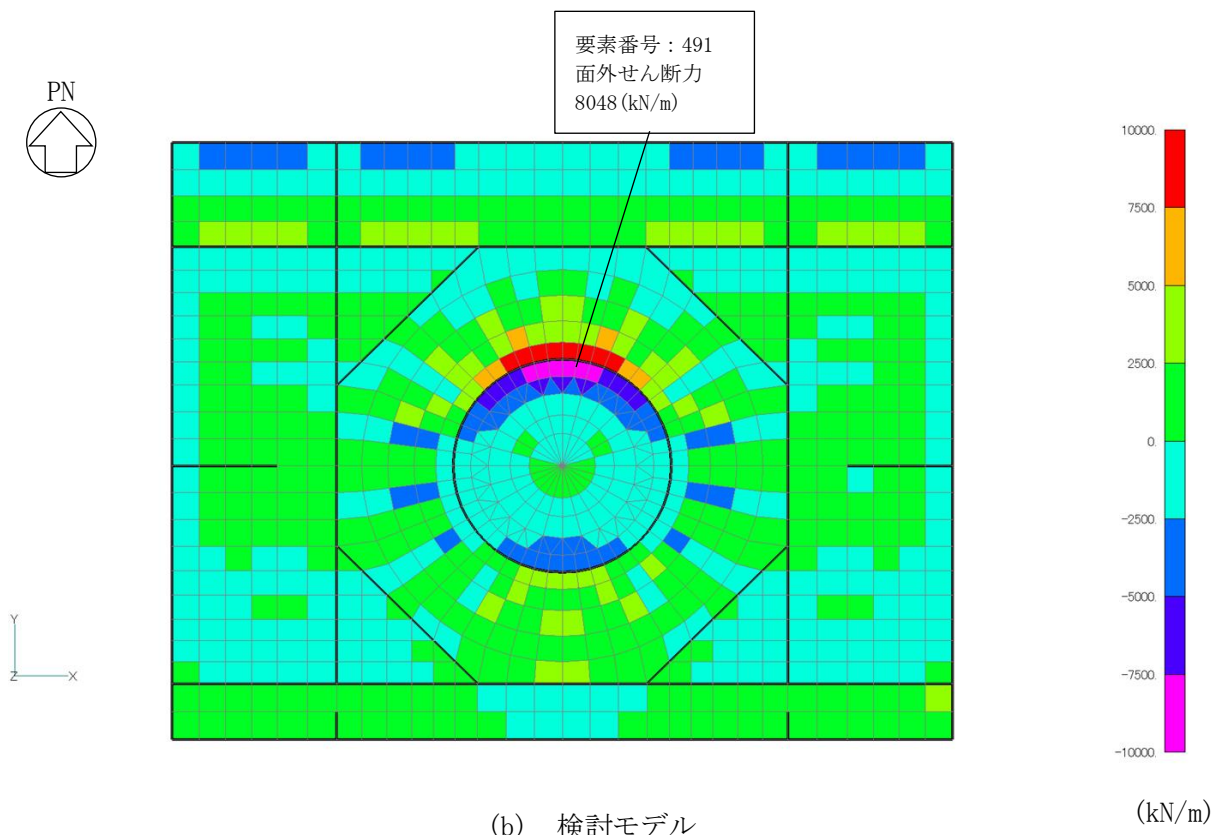
EL (m)	剛性低下率
42.8~15.3	0.484
15.3~8.8	0.455
8.8~1.3	0.490

2.4 検討結果

基礎スラブの面外せん断力のコンター図について、検討モデルの解析結果を、今回工認モデルの解析結果と比較して図 2-3 に示す。基礎スラブの最大面外せん断力は、今回工認モデルよりも検討モデルの方が大きくなるが、許容面外せん断力 ($10.4 \times 10^3 \text{kN/m}$) を下回っている。このことから、壁の塑性化による基礎スラブの耐震性への影響がないことを確認した。



(a) 今回工認モデル



(b) 検討モデル

図 2-3 基礎スラブの面外せん断力のコンター図 (NS方向, ケース 1-1)

3. まとめ

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、地震時の壁の塑性化が基礎スラブの応力に及ぼす影響を検討した。その結果、原子炉建物基礎スラブは、最も壁が塑性化した状態での応力に対して、耐震性を有していることを確認した。

別紙 6 最大接地圧について

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 接地圧	別紙 6-2

1. 概要

本資料は、原子炉建物基礎スラブの基準地震動 S_s による地震力（以下「 S_s 地震時」という。）に対する接地圧を示すものである。

2. 接地圧

S s 地震時の最大接地圧が、岩盤の極限支持力度 ($9.8 \times 10^3 \text{kN/m}^2$) を超えないことを確認する。

S s 地震時の接地圧を表 2-1～表 2-8 に示す。材料物性の不確かさを考慮した S s 地震時の最大接地圧は $2.01 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ であることから、岩盤の極限支持力度を超えないことを確認した。なお、鉛直力及び転倒モーメントは減衰力を含んだ反力とする。

表 2-1 S s 地震時の接地圧 (ケース 1, NS 方向)

基準地震動 S s	鉛直力 N ($\times 10^5 \text{kN}$)	転倒モーメント M ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)
S s - D	22.8	62.1	2.01
S s - F 1	16.1	41.0	1.19
S s - F 2	16.6	45.5	1.25
S s - N 1	16.3	61.5	1.69
S s - N 2 NS	18.1	56.7	1.49
S s - N 2 EW	18.1	52.5	1.36

表 2-2 S s 地震時の接地圧 (ケース 1, EW 方向)

基準地震動 S s	鉛直力 N ($\times 10^5 \text{kN}$)	転倒モーメント M ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)
S s - D	22.8	66.3	1.38
S s - F 1	16.1	65.4	1.33
S s - F 2	16.6	47.3	1.14
S s - N 1	16.3	57.8	1.25
S s - N 2 NS	18.1	51.3	1.19
S s - N 2 EW	18.1	57.7	1.26

表 2-3 S_s地震時の接地圧 (ケース 2, NS方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.0	61.6	1.92
S _s -F1	15.3	42.0	1.20
S _s -F2	17.5	48.4	1.30
S _s -N1	16.8	61.2	1.69
S _s -N2NS	20.0	56.7	1.53
S _s -N2EW	20.0	53.4	1.39

表 2-4 S_s地震時の接地圧 (ケース 2, EW方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.0	65.3	1.37
S _s -F1	15.3	64.4	1.32
S _s -F2	17.5	47.1	1.14
S _s -N1	16.8	58.4	1.26
S _s -N2NS	20.0	49.7	1.19
S _s -N2EW	20.0	56.0	1.25

表 2-5 S_s地震時の接地圧 (ケース 3, NS方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.1	60.8	1.86
S _s -F1	15.5	39.7	1.17
S _s -F2	17.2	46.2	1.27
S _s -N1	14.8	62.8	1.72
S _s -N2NS	16.7	57.5	1.50
S _s -N2EW	16.7	49.2	1.31

表 2-6 S_s地震時の接地圧 (ケース 3, EW方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.1	65.7	1.37
S _s -F1	15.5	64.6	1.32
S _s -F2	17.2	49.7	1.17
S _s -N1	14.8	58.7	1.25
S _s -N2NS	16.7	53.8	1.21
S _s -N2EW	16.7	51.8	1.19

表 2-7 S_s地震時の接地圧 (ケース 4, NS方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.8	62.0	2.00
S _s -F 1	16.0	41.1	1.19
S _s -F 2	16.6	45.8	1.26
S _s -N 1	16.3	61.8	1.71
S _s -N 2 NS	18.1	56.9	1.50
S _s -N 2 EW	18.1	52.7	1.37

表 2-8 S_s地震時の接地圧 (ケース 4, EW方向)

基準地震動 S _s	鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	転倒モーメント M (×10 ⁶ kN・m)	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)
S _s -D	22.8	66.4	1.38
S _s -F 1	16.0	65.0	1.33
S _s -F 2	16.6	47.4	1.14
S _s -N 1	16.3	57.8	1.25
S _s -N 2 NS	18.1	51.4	1.19
S _s -N 2 EW	18.1	57.4	1.26

別紙 7 原子炉建物基礎スラブの応力解析における
浮力の影響検討

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 検討方針	別紙 7-5
3. 応力解析による評価方法	別紙 7-6
3.1 評価対象部位	別紙 7-6
3.2 荷重及び荷重の組合せ	別紙 7-6
3.3 許容限界	別紙 7-6
3.4 解析モデル及び諸元	別紙 7-6
3.5 評価方法	別紙 7-9
4. 評価結果	別紙 7-11
5. まとめ	別紙 7-19

1. 概要

VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」（以下「基礎スラブの耐震計算書」という。）において、浮力の算定にあたっては、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、設計地下水位を基礎スラブ下端から 0.8m 高い位置に設定して評価を行っている。一方で、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」の浸透流解析（予測解析）の結果では、地下水位は基礎スラブ下端よりも低い位置となっている。

本資料は、原子炉建物基礎スラブの応力解析において、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定した場合の検討を行い、浮力の変動による影響を確認するものである。

原子炉建物基礎スラブの概略平面図及び概略断面図を図 1-1 及び図 1-2 に示す。

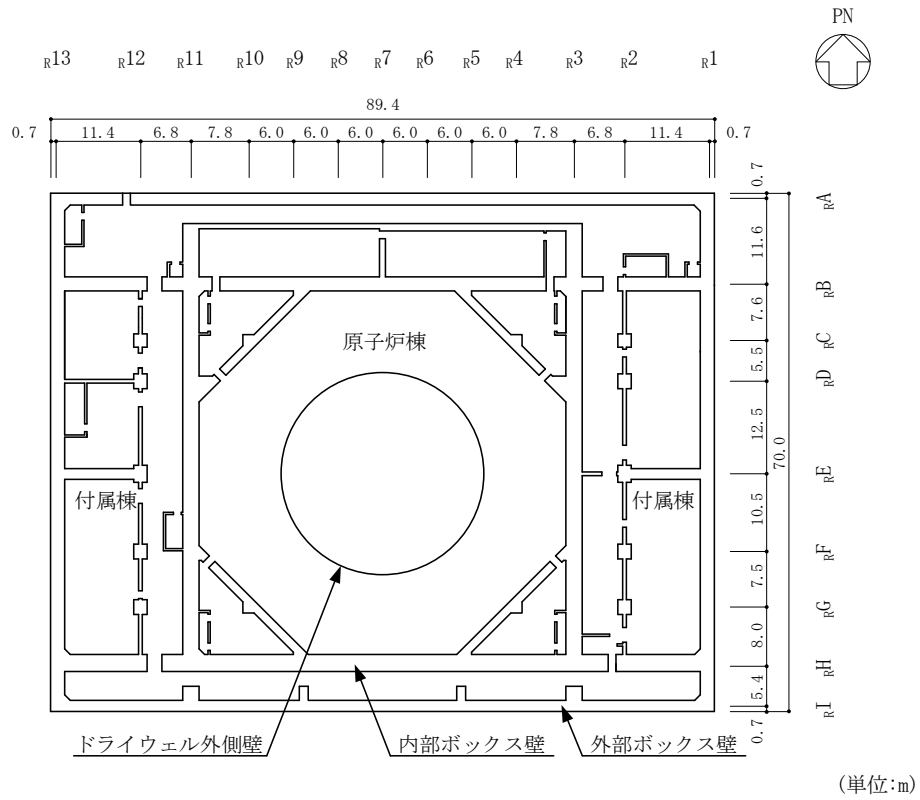


図 1-1 原子炉建物基礎スラブの概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」 は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

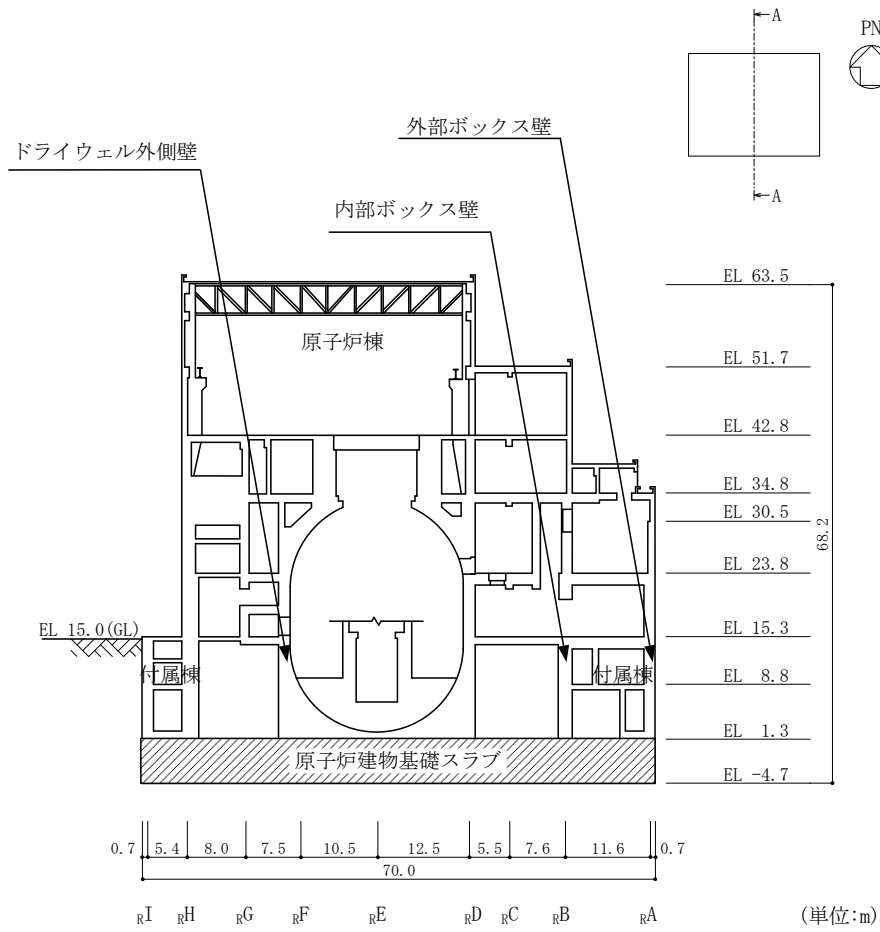


図 1-2(1) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (A-A断面, NS方向)

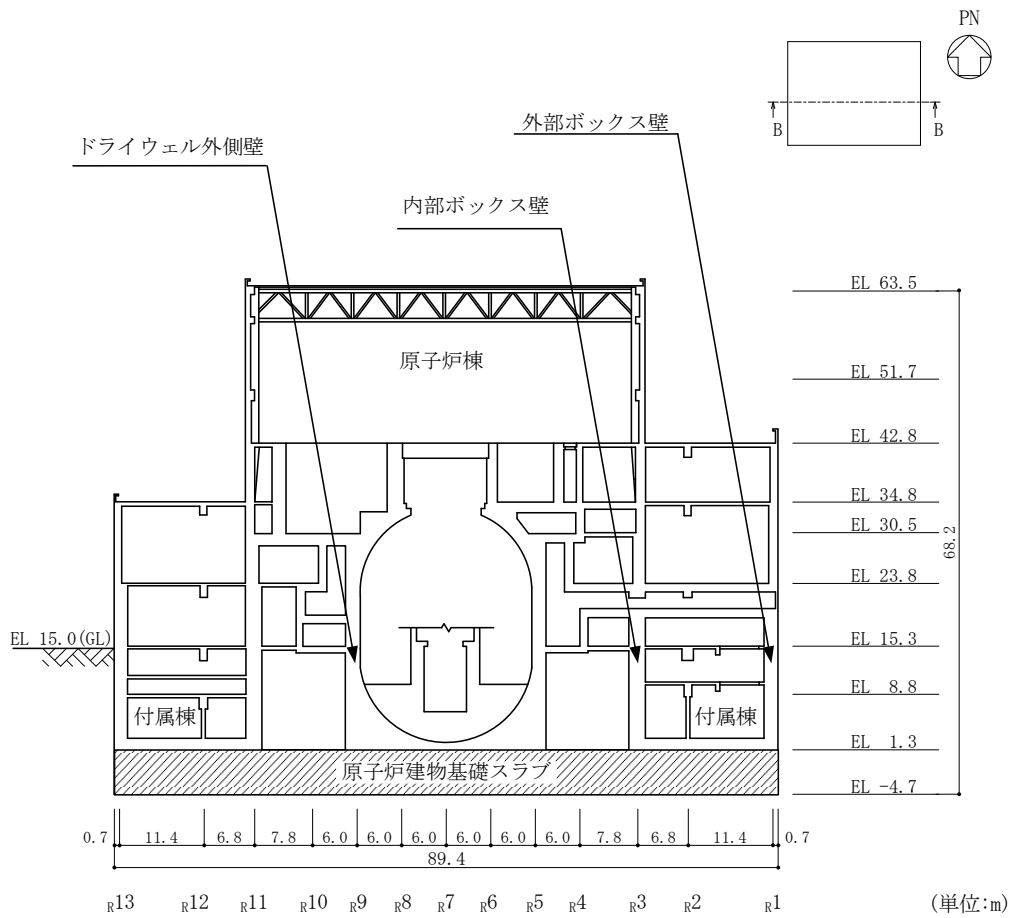


図 1-2(2) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2. 検討方針

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定した場合の影響を検討する。

検討は、基礎スラブの耐震計算書に示す 3 次元 FEM モデルを用い、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定した場合（以下「浮力非考慮ケース」という。）の基準地震動 S_s に対する応力解析を行い、断面の評価において許容値を超えないことを確認する。

3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位

評価対象部位は、基礎スラブの耐震計算書と同一とし、原子炉建物基礎スラブとする。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

荷重の組合せを表 3-1 に示す。浮力を除く荷重の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.2.1 荷重」に示す固定荷重 (G)、積載荷重 (P) 及び地震荷重 (S_s) と同一である。浮力については、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定することから、0kN/m² とする。

表 3-1 荷重の組合せ (浮力非考慮ケース)

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _s

G : 固定荷重 (浮力は 0kN/m² とする)

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)

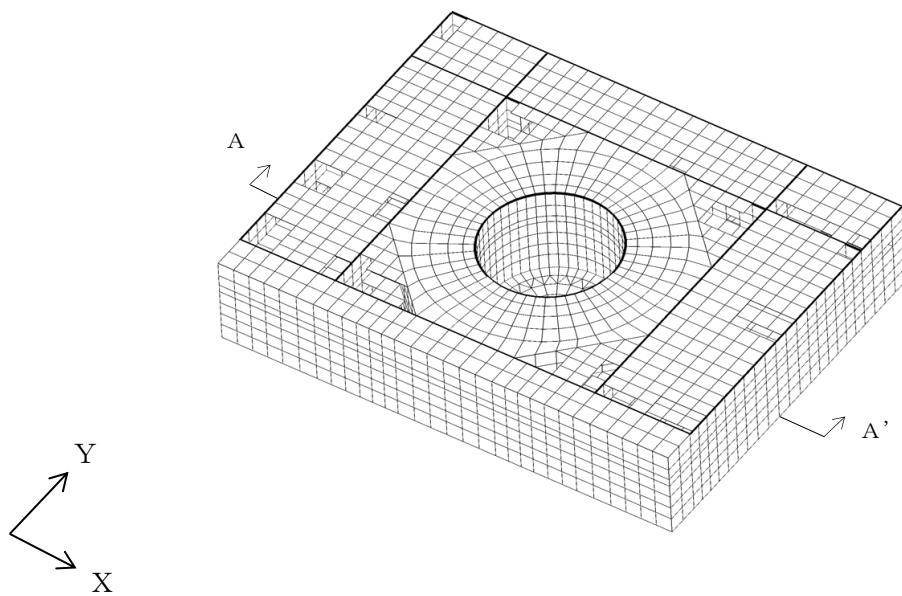
3.3 許容限界

許容限界の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.3 許容限界」に示す内容と同一である。

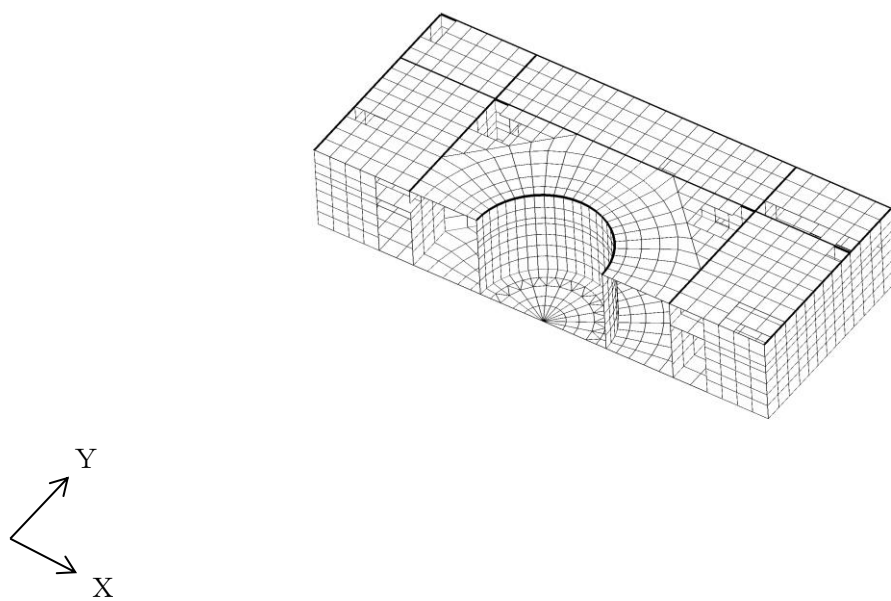
3.4 解析モデル及び諸元

解析モデルを図 3-1 に示す。

解析モデル及び諸元の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

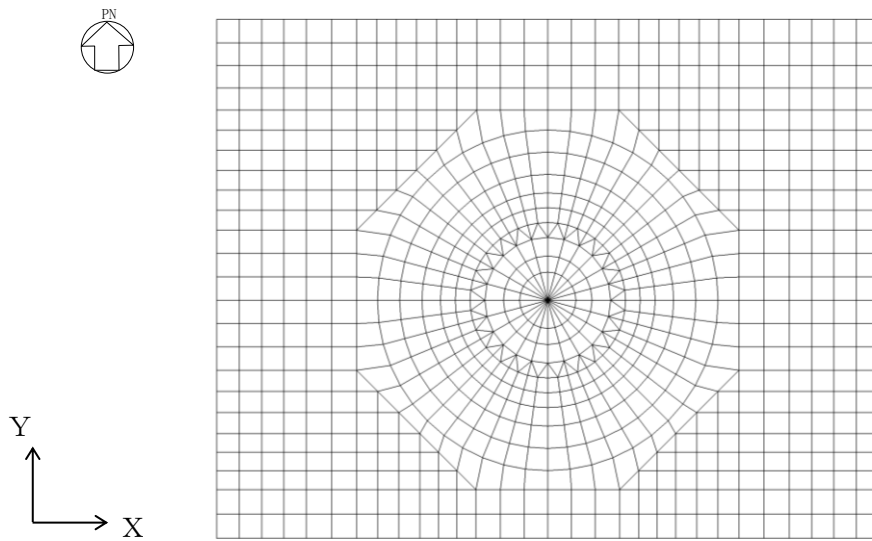


(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

図 3-1(1) 解析モデル



(c) 基礎スラブ要素分割図

図 3-1(2) 解析モデル

3.5 評価方法

S_s地震時の応力は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.1 応力解析方法」に示す、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

- G : 固定荷重
- P : 積載荷重
- S_{SSN} : S→N方向 S_s地震荷重 (地震時土圧を含む)
- S_{SNS} : N→S方向 S_s地震荷重 (地震時土圧を含む)
- S_{SEW} : E→W方向 S_s地震荷重 (地震時土圧を含む)
- S_{SWE} : W→E方向 S_s地震荷重 (地震時土圧を含む)
- S_{SUD} : 鉛直方向 (下向き) S_s地震荷重
- S_{SDU} : 鉛直方向 (上向き) S_s地震荷重

荷重の組合せケースを表3-2に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008 ((社) 日本電気協会)」を参考に、組合せ係数法 (組合せ係数は 1.0 と 0.4) を用いるものとする。

検討ケースは、基礎スラブの耐震計算書において鉛直方向 (上向き) の中で最も検定値の大きいケース 1-2 及び鉛直方向 (下向き) の中で最も検定値の大きいケース 1-1 に対応するケース 4-2 及びケース 4-1 とする。

また、断面の評価方法の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

表 3-2 荷重の組合せケース (浮力非考慮ケース)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	4-1	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{UD}$
	4-2	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{DU}$
	4-3	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{UD}$
	4-4	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{DU}$
	4-5	$G + P + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	4-6	$G + P + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	4-7	$G + P + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	4-8	$G + P + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$
	4-9	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{UD}$
	4-10	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{DU}$
	4-11	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{UD}$
	4-12	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{DU}$
	4-13	$G + P + 0.4 S_{EW} + 1.0 S_{UD}$
	4-14	$G + P + 0.4 S_{EW} + 1.0 S_{DU}$
	4-15	$G + P + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	4-16	$G + P + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{DU}$

注：ハッチングは本資料における検討ケースを示す。

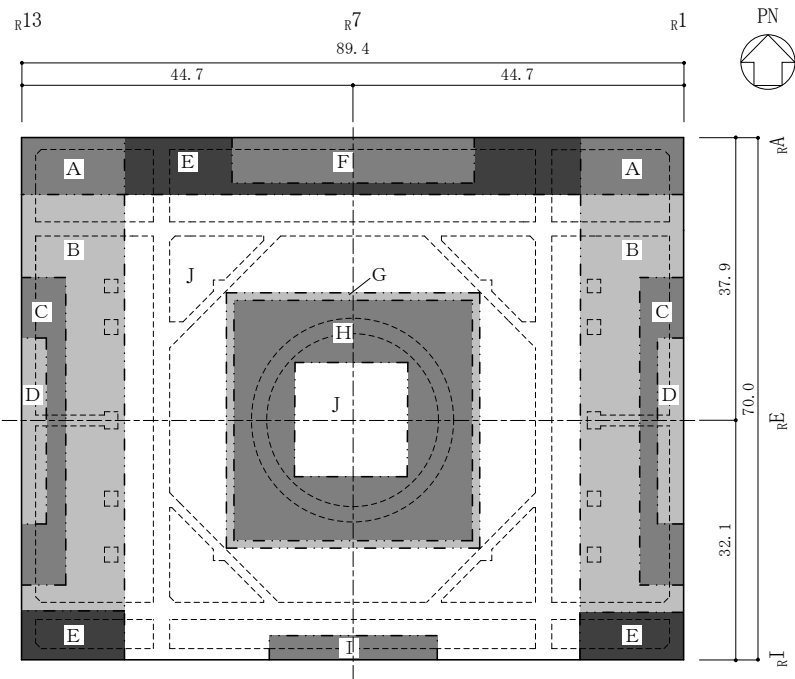
4. 評価結果

3次元FEMモデルの配筋領域図を図4-1に、配筋一覧を表4-1に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

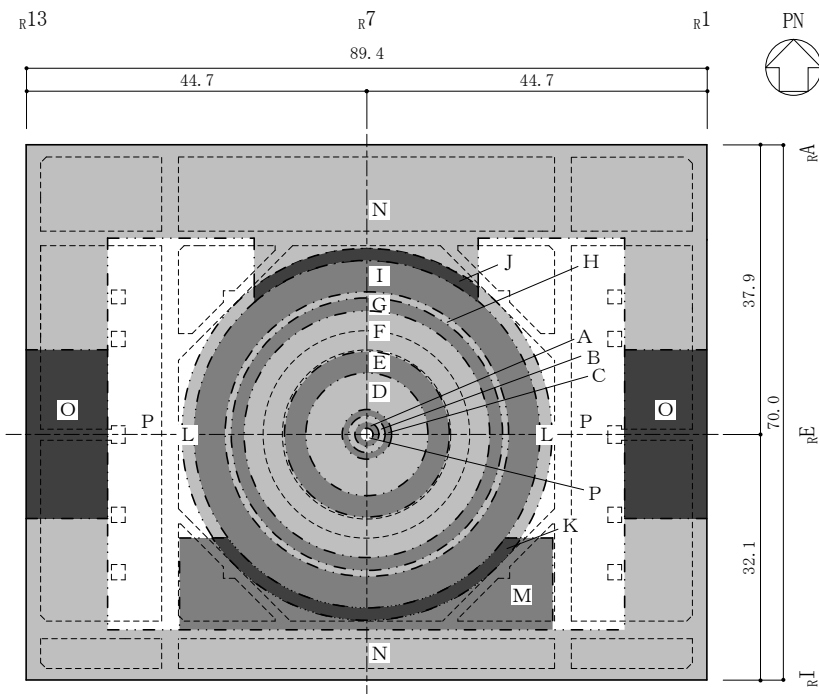
浮力非考慮ケース及び今回工認ケースにおける選定した要素の位置を図4-2に、評価結果を表4-2に示す。

浮力非考慮ケースは、設計地下水位を基礎スラブ下端から0.8m高い位置に設定している今回工認ケースよりも発生値が減少する傾向にあり、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認した。



(単位:m)

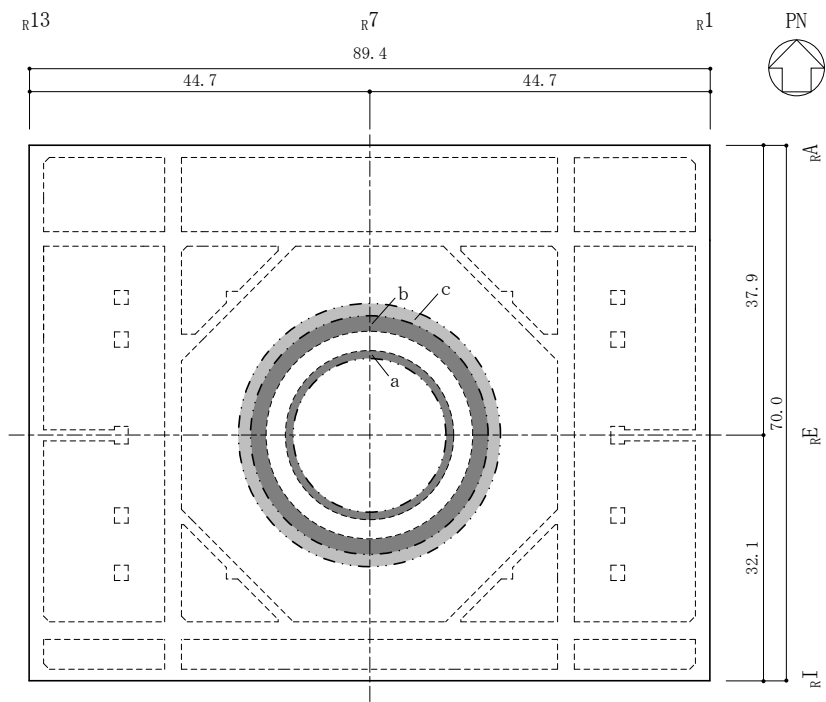
(a) 主筋 (下ば筋)



(単位:m)

(b) 主筋 (上ば筋)

図 4-1(1) 配筋領域図



(単位:m)

(c) せん断補強筋

図 4-1(2) 配筋領域図

表 4-1(1) 配筋一覧

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400
B	N S	2-D38@200
	E W	D38@200 + D38@400
C	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + D32@400
D	N S	3-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + 2-D32@400
E	N S	D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200
F	N S	D38@200 + D38@400 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
G	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
H	N S	3-D38@200 + D32@400
	E W	3-D38@200 + D32@400
I	N S	2-D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
J	N S	2-D38@200
	E W	2-D38@200

表 4-1(2) 配筋一覽
 (b) 主筋 (上ば筋) (1/2)

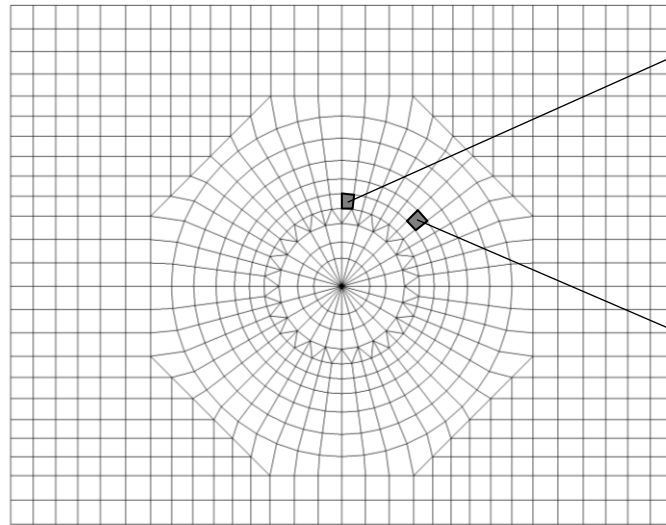
領域	方向	配筋
A	放射	48-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
B	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
C	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
D	放射	192-D38 + 96-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
E	放射	384-D38 + 192-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
F	放射	384-D38 + 2 × 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
G	放射	384-D38 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
H	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
I	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
J	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400

表 4-1(3) 配筋一覧
(c) 主筋 (上ば筋) (2/2)

領域	方向	配筋
K	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
L	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200
	E W	D38@200
M	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
N	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400
O	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D32@400
P	N S	D38@200
	E W	D38@200

(d) せん断補強筋

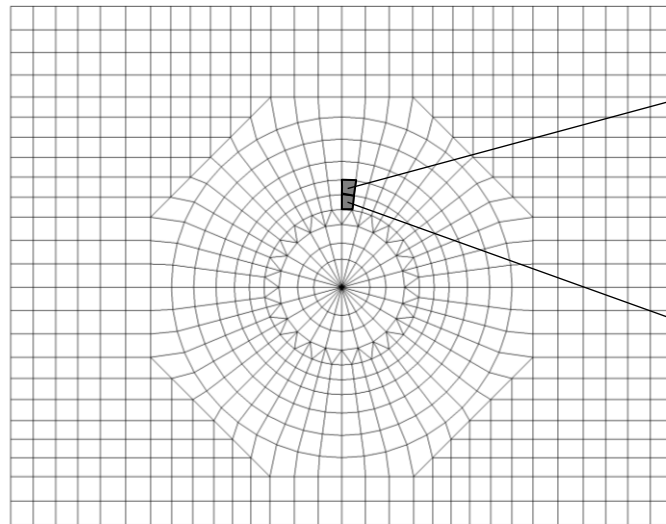
領域	配筋
a	D29@400 × 96/周
b	D35@200 × 192/周
c	D29@400 × 192/周



要素番号：491
NS方向
放射方向

要素番号：640
NS方向

(a) 軸力+曲げモーメント



要素番号：492
NS方向

要素番号：491
NS方向

(b) 面外せん断力

図 4-2 選定した要素の位置 (浮力非考慮ケース及び今回工認ケース)

表 4-2 評価結果
(a) 浮力非考慮ケース

評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	491	4-1	0.180	3.00
		N S	640	4-2	0.281	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	491	4-1	0.144	5.00
		放射	491	4-2	0.209	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3 \text{kN/m}$)	N S	491	4-1	7.78	10.4
		N S	492	4-2	10.9	16.7

(b) 今回工認ケース

評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	491	1-1	0.181	3.00
		N S	640	1-2	0.297	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	491	1-1	0.146	5.00
		放射	491	1-2	0.221	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3 \text{kN/m}$)	N S	491	1-1	7.79	10.4
		N S	492	1-2	11.2	16.7

5. まとめ

原子炉建物基礎スラブの応力解析において、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定した場合の検討を行った。

検討の結果、設計地下水位を基礎スラブ下端よりも低い位置に設定して浮力を非考慮とすることで、発生値が今回工認ケースよりも減少する傾向にあることを確認した。

以上のことから、浮力の変動が原子炉建物基礎スラブの耐震性に及ぼす影響はないことを確認した。

別紙 8 原子炉建物基礎スラブの弾性設計用地震動 S_d
による検討

目 次

1. 概要	別紙 8-1
2. 基本方針	別紙 8-5
3. 地震応答解析による評価方法	別紙 8-6
4. 応力解析による評価方法	別紙 8-7
4.1 評価方針	別紙 8-7
4.2 荷重及び荷重の組合せ	別紙 8-8
4.2.1 荷重	別紙 8-8
4.2.2 荷重の組合せ	別紙 8-12
4.3 許容限界	別紙 8-13
4.4 解析モデル及び諸元	別紙 8-14
4.4.1 モデル化の基本方針	別紙 8-14
4.4.2 解析諸元	別紙 8-17
4.5 評価方法	別紙 8-18
4.5.1 応力解析方法	別紙 8-18
4.5.2 断面の評価方法	別紙 8-20
5. 地震応答解析による評価結果	別紙 8-21
6. 応力解析による評価結果	別紙 8-22

1. 概要

VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」（以下「基礎スラブの耐震計算書」という。）において、原子炉建物基礎スラブの評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設としての分類を踏まえて基準地震動 S_s による地震力に対する評価を行っている。

一方、昭和59年2月24日付け58資庁第15180号にて認可された工事計画の添付資料IV-1-3「原子炉格納施設の基礎に関する説明書」（以下「既工認」という。）において、基準地震動 S_1 による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力（以下「 S_1 地震時」という。）及び基準地震動 S_2 による地震力に対する評価を行っている。

本資料は、既工認で S_1 地震時の評価を行っていることを踏まえ、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力（以下「 S_d 地震時」という。）に対する原子炉建物基礎スラブの評価を行うものである。

原子炉建物基礎スラブの概略平面図及び概略断面図を図1-1及び図1-2に示す。

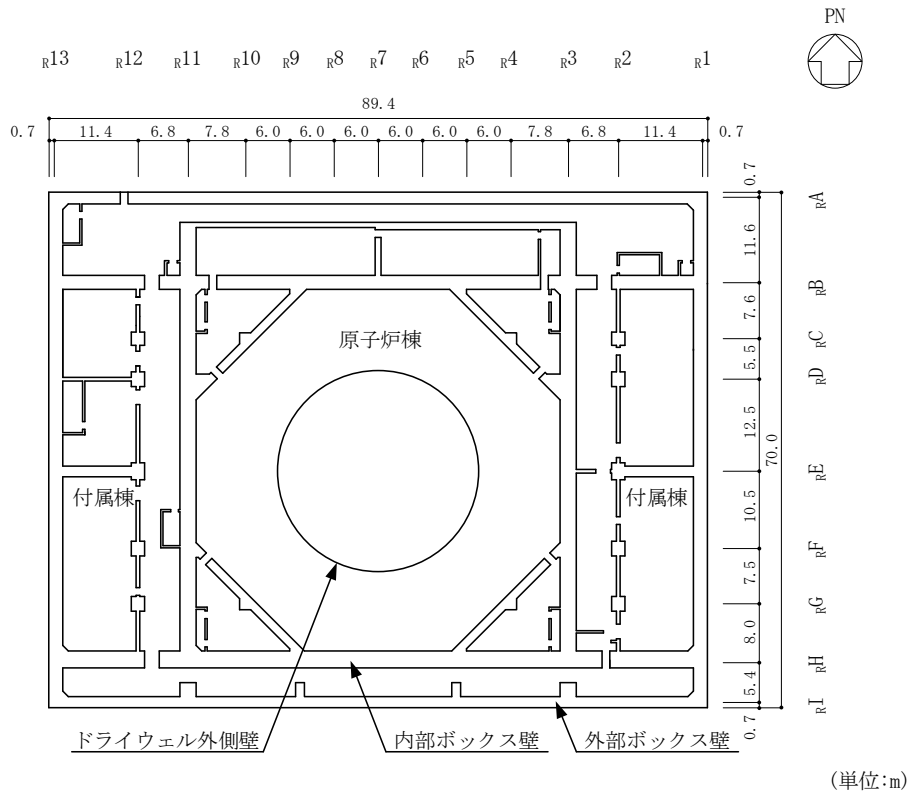


図 1-1 原子炉建物基礎スラブの概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

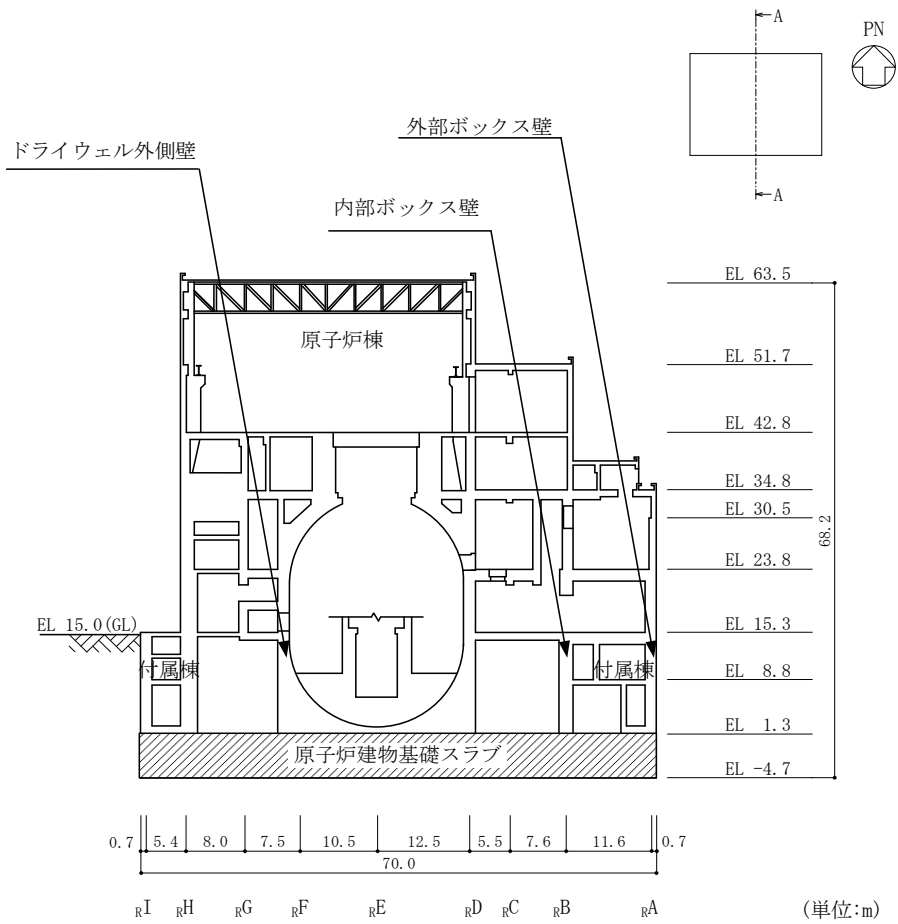


図 1-2(1) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (A-A断面, NS方向)

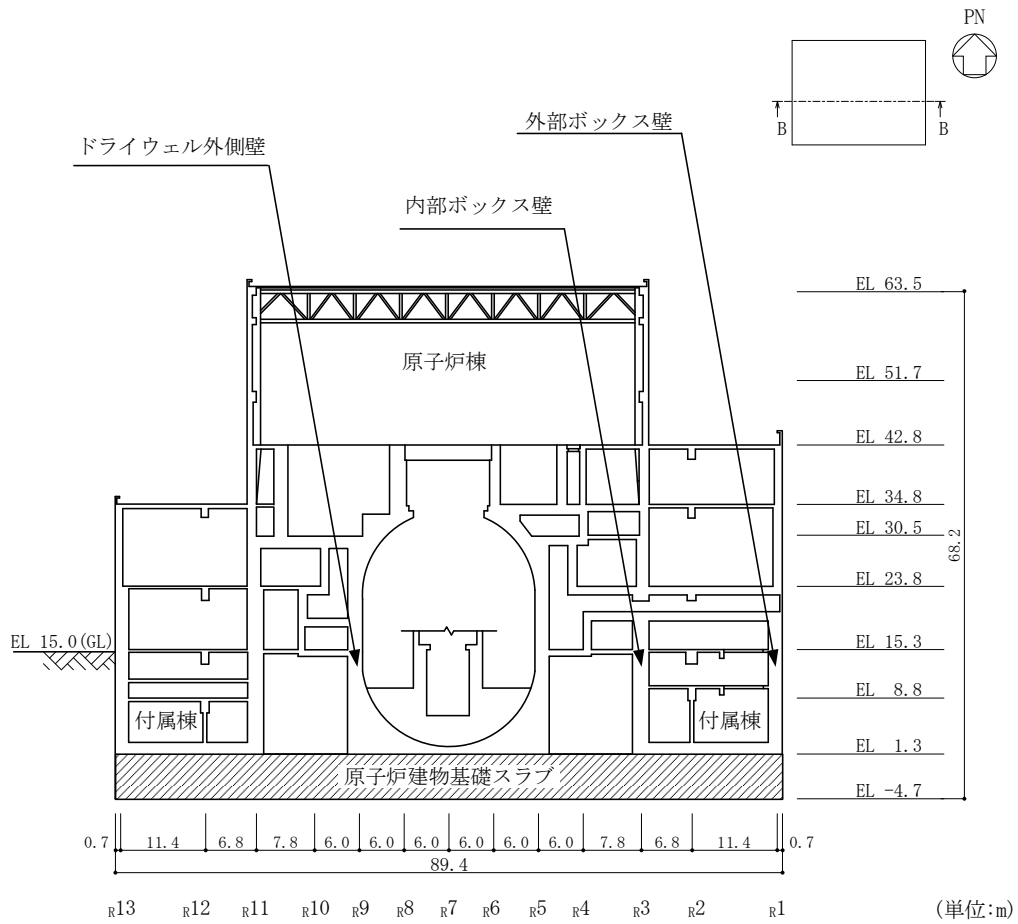


図 1-2(2) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図 (B-B断面, EW方向)

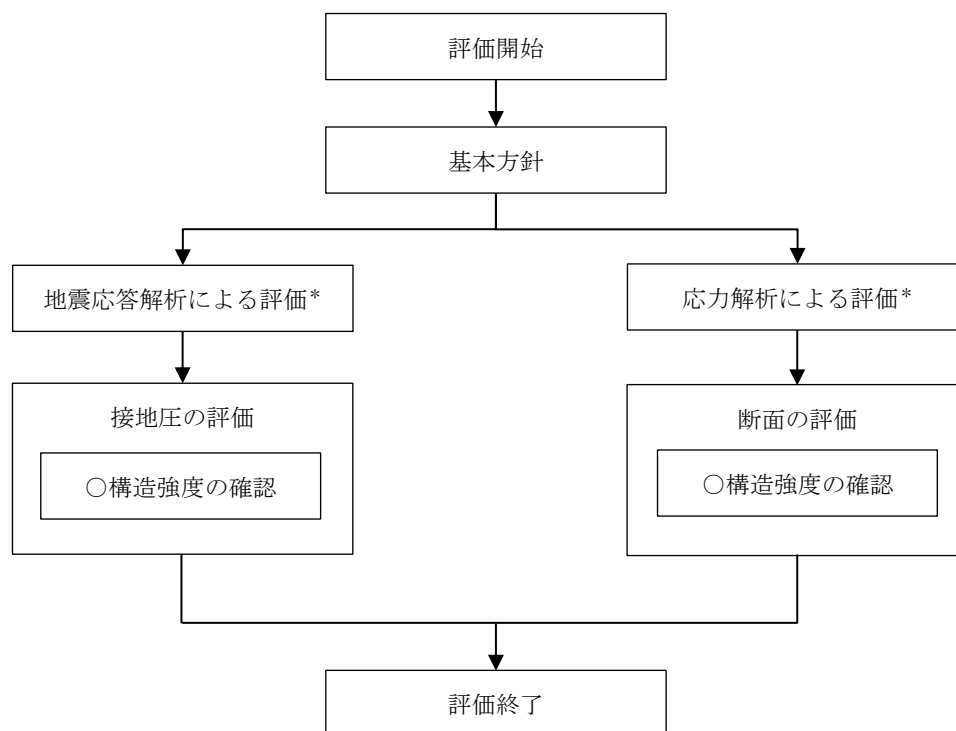
2. 基本方針

原子炉建物基礎スラブのS d地震時の評価においては、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

地震応答解析による評価においては接地圧の評価を、応力解析による評価においては断面の評価を行うことで、原子炉建物基礎スラブのS d地震時の構造強度の確認を行う。

評価にあたっては、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」による材料物性の不確かさを考慮する。

原子炉建物基礎スラブのS d地震時の評価フローを図2-1に示す。



注記*：VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図2-1 原子炉建物基礎スラブのS d地震時の評価フロー

3. 地震応答解析による評価方法

地震応答解析による評価において、原子炉建物基礎スラブの構造強度については、VI-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮したS d地震時の最大接地圧が許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における原子炉建物基礎スラブのS d地震時の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表3-1のとおり設定する。

表3-1 地震応答解析による評価における許容限界 S d地震時

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	構造強度を有すること	弾性設計用地震動S d 及び 静的地震力	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	短期許容支持力度* ($6.4 \times 10^3 \text{kN/m}^2$)

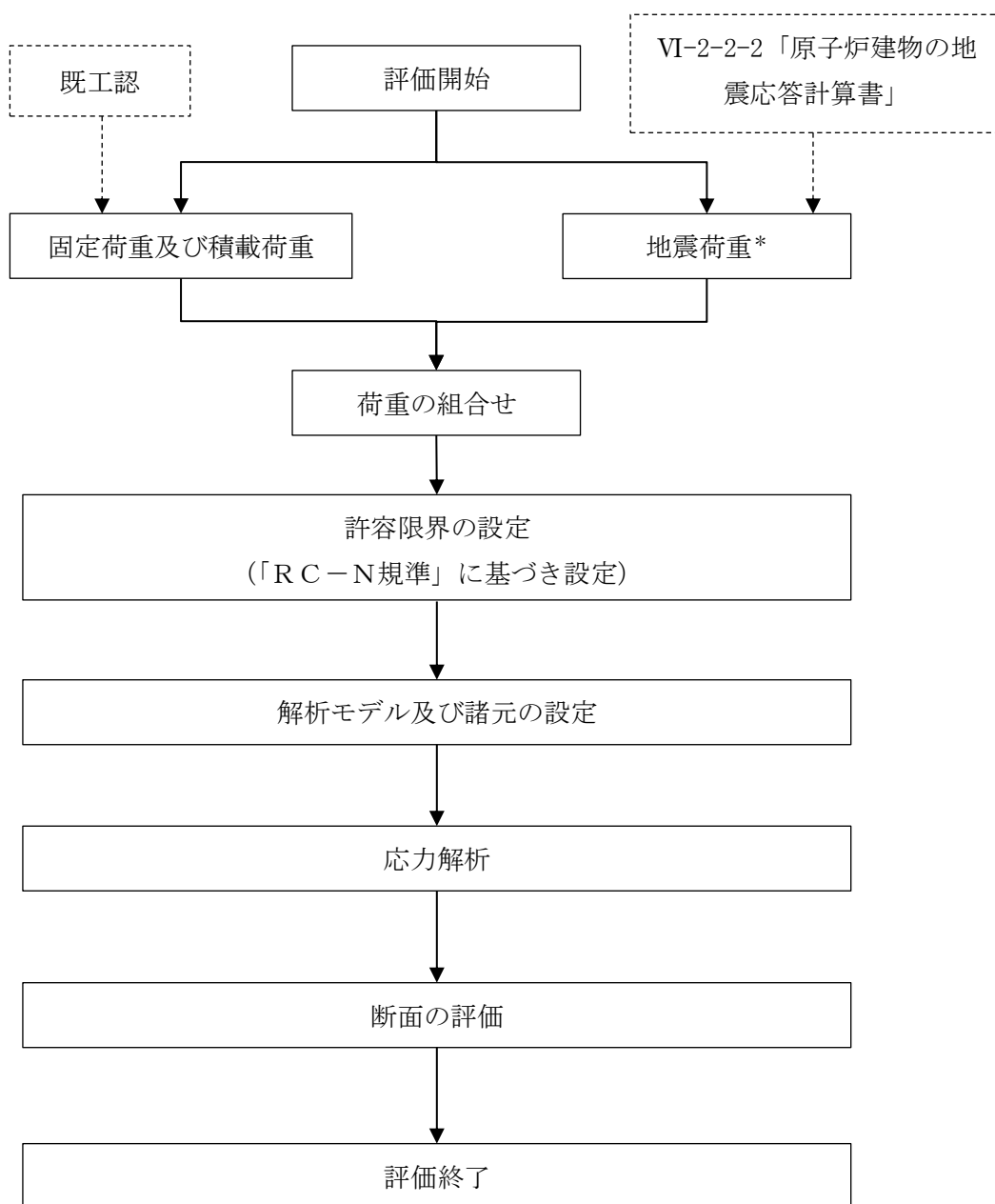
注記*：支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の短期許容支持力度とする。

4. 応力解析による評価方法

4.1 評価方針

S d地震時に対する評価は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

応力解析によるS d地震時の評価フローを図4-1に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図4-1 応力解析によるS d地震時の評価フロー

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重及び積載荷重

固定荷重及び積載荷重の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.2.1 荷重」に示す内容と同一である。

(2) 地震荷重

a. S d 地震荷重

水平地震力は、弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析より算定される動的地震力及び地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$ より算定される静的地震力より設定する。

鉛直地震力は、鉛直震度として設定する。鉛直震度は、弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析より算定される鉛直震度及び静的震度を基準とし、静的震度は、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より設定する。

弾性設計用地震動 S d に対する地震応答解析より算定される動的地震力は、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮して設定する。

S d 地震荷重を表 4-1～表 4-3 に示す。

表 4-1 S d 地震荷重 (せん断力)

(a) N S 方向

部 位	せん断力 ($\times 10^3\text{kN}$)	
	S d	静的地震力
外部ボックス壁 ($R1$ 通り)	258	190
外部ボックス壁 ($R13$ 通り)	253	191
内部ボックス壁 ($R3$ 通り)	330	235
内部ボックス壁 ($R11$ 通り)	330	235
ドライウエル外側壁	186	136

(b) E W 方向

部 位	せん断力 ($\times 10^3\text{kN}$)	
	S d	静的地震力
外部ボックス壁 (R_A 通り)	232	172
外部ボックス壁 (R_I 通り)	208	156
内部ボックス壁 (R_B 通り)	311	231
内部ボックス壁 (R_H 通り)	421	316
ドライウエル外側壁	153	113

表 4-2 S d地震荷重 (曲げモーメント)

(a) N S方向

部 位	曲げモーメント (×10 ⁴ kN・m)	
	S d	静的地震力
外部ボックス壁 (R1 通り)	758	577
外部ボックス壁 (R13 通り)	644	511
内部ボックス壁 (R3 通り)	1140	868
内部ボックス壁 (R11 通り)	1120	853
ドライウエル外側壁	434	309

(b) E W方向

部 位	曲げモーメント (×10 ⁴ kN・m)	
	S d	静的地震力
外部ボックス壁 (RA 通り)	682	527
外部ボックス壁 (RI 通り)	296	228
内部ボックス壁 (RB 通り)	1390	1050
内部ボックス壁 (RH 通り)	1390	1050
ドライウエル外側壁	339	252

表 4-3 S d地震荷重 (鉛直震度)

部 位		鉛直震度	
		S d	静的地震力
上部 構造物	外部ボックス壁	0.52	0.24
	内部ボックス壁	0.44	0.24
	ドライウエル外側壁	0.50	0.24
基礎スラブ		0.04	0.24

b. S d地震時土圧荷重

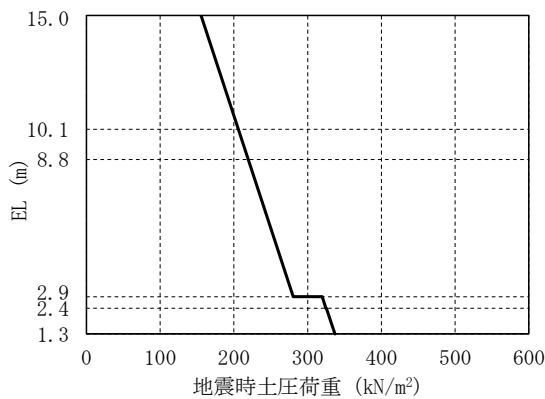
地震時土圧荷重は、地震時土圧により地下外壁を介して作用する荷重として、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」に基づき算出し、常時土圧に地震時増分土圧を加えて算定した地震時土圧を設定する。S d地震時土圧荷重を表 4-4 に、S d地震時土圧による荷重分布を図 4-2 に示す。なお、北側及び東側は基礎スラブの耐震計算書と同様に地震時土圧荷重を考慮しない。

表 4-4 S d地震時土圧荷重

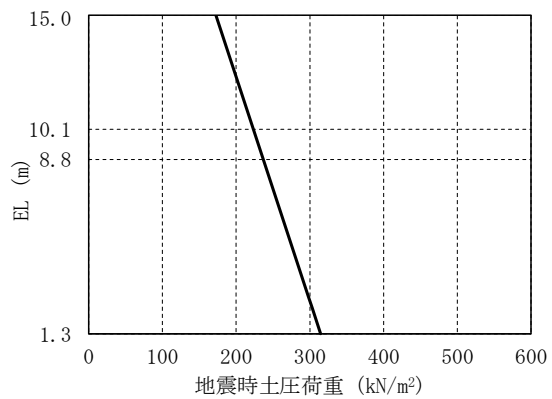
EL (m)	S d地震時土圧荷重 (kN/m ²)	
	南側	西側
15.0~2.9	$155.2 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$	$172.7 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$
2.9~2.4	$194.5 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$	
2.4~1.3	$195.1 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$	

γ : 土の単位体積重量(kN/m³)

h : 地表面からの深さ(m)



(a) 南側



(b) 西側

図 4-2 S d地震時土圧による荷重分布

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-5 に示す。

表 4-5 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S d 地震時	G + P + S d

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S d : S d 地震荷重 (S d 地震時土圧荷重を含む)

4.3 許容限界

応力解析による評価における原子炉建物基礎スラブのS d地震時の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表4-6のとおり設定する。

また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表4-7及び表4-8に示す。

表4-6 応力解析による評価における許容限界 S d地震時

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	弾性設計用地震動S d及び静的地震力	原子炉建物基礎スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	弾性限強度*

注記*：曲げモーメントに対する評価については、「平12建告第2464号」に基づき、鉄筋の基準強度を1.1倍とする。せん断力に対する評価については、短期許容応力度を適用する。

表4-7 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度F _c	圧縮	せん断
23.5	15.6	1.08

表4-8 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び圧縮	せん断
SD35 (SD345相当)	345*	345

注記*：設計に用いる材料強度は「平12建告第2464号」に基づき、短期許容応力度を1.1倍して算定する。

4.4 解析モデル及び諸元

4.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析とする。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。解析モデルを図4-3に示す。

(2) 使用要素

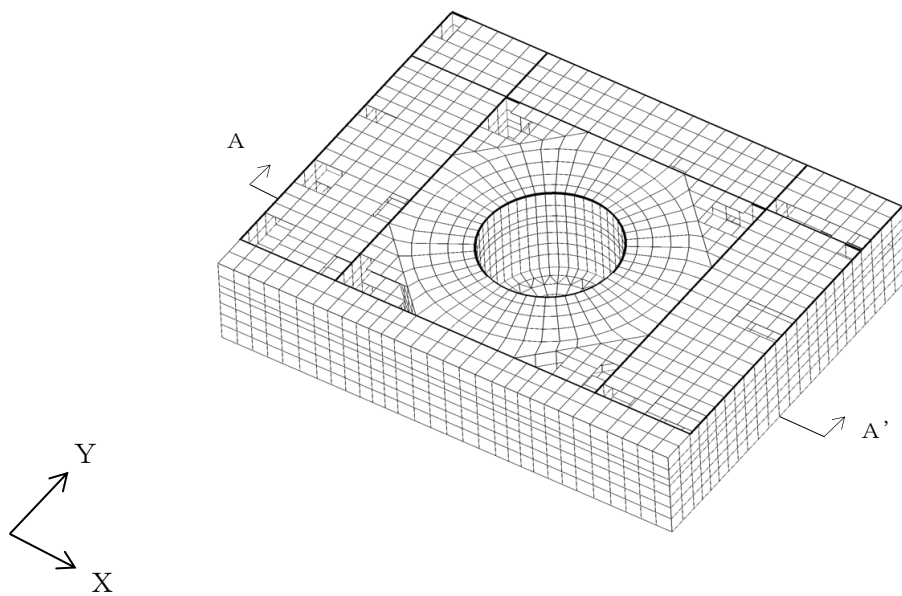
解析モデルに使用するFEM要素は、基礎スラブについてはシェル要素とする。基礎スラブより立ち上がっている壁については、EL 1.3m～EL 15.3mをシェル要素、EL 15.3m～EL 42.8mをはり要素として剛性を考慮する。また、EL 8.8m, EL 10.3m, EL 12.5m及びEL 15.3mの床スラブについては、シェル要素として剛性を考慮する。

各要素には、板の曲げと軸力を同時に考えるが、板の曲げには面外せん断変形の影響も考慮する。

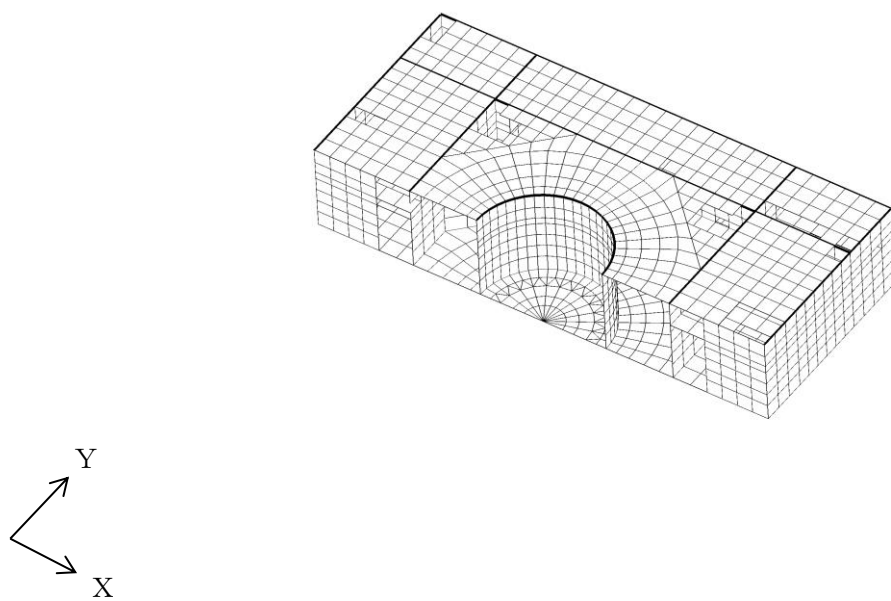
モデル化範囲については、基礎スラブの耐震計算書の「4.4.1 モデル化の基本方針」に示す内容と同一である。

(3) 境界条件

境界条件の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.4.1 モデル化の基本方針」に示す内容と同一である。

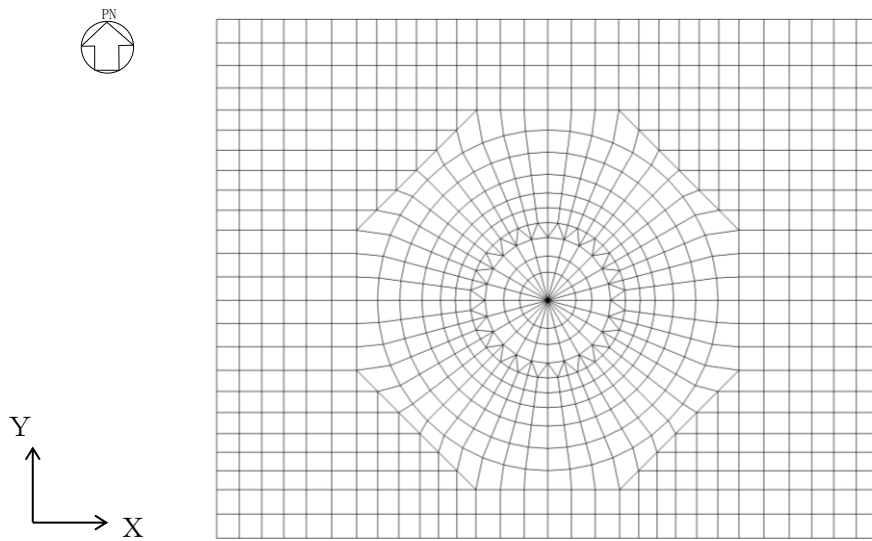


(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

図 4-3(1) 解析モデル



(c) 基礎スラブ要素分割図

図 4-3(2) 解析モデル

4.4.2 解析諸元

使用材料の物性値は、基礎スラブの耐震計算書の「4.4.2 解析諸元」に示す内容と同一である。

4.5 評価方法

4.5.1 応力解析方法

原子炉建物基礎スラブについて、S d地震時に対して3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。

(1) 荷重ケース

S d地震時の応力は、次の荷重を組み合わせて求める。

G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S d _{SN}	: S→N方向 S d地震荷重 (S d地震時土圧を含む)
S d _{NS}	: N→S方向 S d地震荷重 (S d地震時土圧を含む)
S d _{EW}	: E→W方向 S d地震荷重 (S d地震時土圧を含む)
S d _{WE}	: W→E方向 S d地震荷重 (S d地震時土圧を含む)
S d _{UD}	: 鉛直方向 (下向き) S d地震荷重
S d _{DU}	: 鉛直方向 (上向き) S d地震荷重

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 4-9 に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008 ((社) 日本電気協会)」を参考に、組合せ係数法 (組合せ係数は 1.0 と 0.4) を用いるものとする。

表 4-9 荷重の組合せケース

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S d 地震時	2-1	$G + P + 1.0 S d_{SN} + 0.4 S d_{UD}$
	2-2	$G + P + 1.0 S d_{SN} + 0.4 S d_{DU}$
	2-3	$G + P + 1.0 S d_{NS} + 0.4 S d_{UD}$
	2-4	$G + P + 1.0 S d_{NS} + 0.4 S d_{DU}$
	2-5	$G + P + 1.0 S d_{EW} + 0.4 S d_{UD}$
	2-6	$G + P + 1.0 S d_{EW} + 0.4 S d_{DU}$
	2-7	$G + P + 1.0 S d_{WE} + 0.4 S d_{UD}$
	2-8	$G + P + 1.0 S d_{WE} + 0.4 S d_{DU}$
	2-9	$G + P + 0.4 S d_{SN} + 1.0 S d_{UD}$
	2-10	$G + P + 0.4 S d_{SN} + 1.0 S d_{DU}$
	2-11	$G + P + 0.4 S d_{NS} + 1.0 S d_{UD}$
	2-12	$G + P + 0.4 S d_{NS} + 1.0 S d_{DU}$
	2-13	$G + P + 0.4 S d_{EW} + 1.0 S d_{UD}$
	2-14	$G + P + 0.4 S d_{EW} + 1.0 S d_{DU}$
	2-15	$G + P + 0.4 S d_{WE} + 1.0 S d_{UD}$
	2-16	$G + P + 0.4 S d_{WE} + 1.0 S d_{DU}$

(3) 荷重の入力方法

荷重の入力方法の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.1 応力解析方法」に示す内容と同一である。

4.5.2 断面の評価方法

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

各断面は、軸力及び曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート造長方形仮想柱として算定する。

軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比が設計鉄筋比を超えないことを確認する。

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

面外せん断力に対する断面の評価方法の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.2 断面の評価方法」に示す評価方法と同一である。

5. 地震応答解析による評価結果

S d 地震時の最大接地圧が、地盤の許容限界を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した S d 地震時の最大接地圧が $1.33 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ (S d -1, N S 方向, ケース 2) であることから、岩盤の短期許容支持力度 ($6.4 \times 10^3 \text{kN/m}^2$) を超えないことを確認した。

S d 地震時の最大接地圧を表 5-1 に示す。

表 5-1 S d 地震時の最大接地圧

検討ケース	NS 方向	EW 方向
	S d -1, ケース 2	S d -1, ケース 4
鉛直力 N ($\times 10^5 \text{kN}$)	10.8	10.2
転倒モーメント M ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	52.6	53.4
最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	1.33	1.16

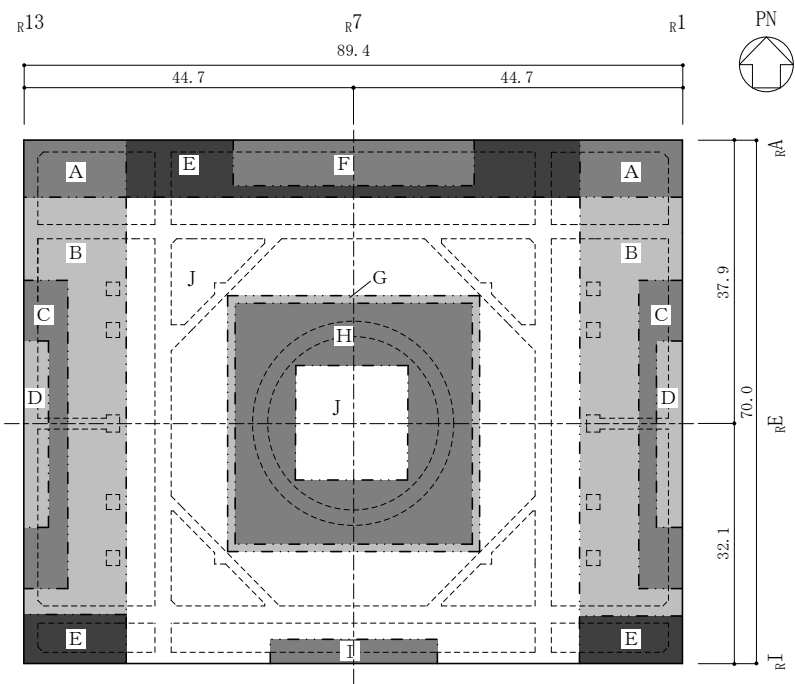
6. 応力解析による評価結果

「4.5.2 断面の評価方法」に基づいた断面の評価結果を以下に示す。また、3次元FEMモデルの配筋領域図を図6-1に、配筋一覧を表6-1に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントに対する評価については、設計鉄筋比に対する軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比の割合が最大となる要素を選定し、面外せん断力に対する評価については、短期許容せん断力に対する面外せん断力の割合が最大となる要素をそれぞれ選定する。

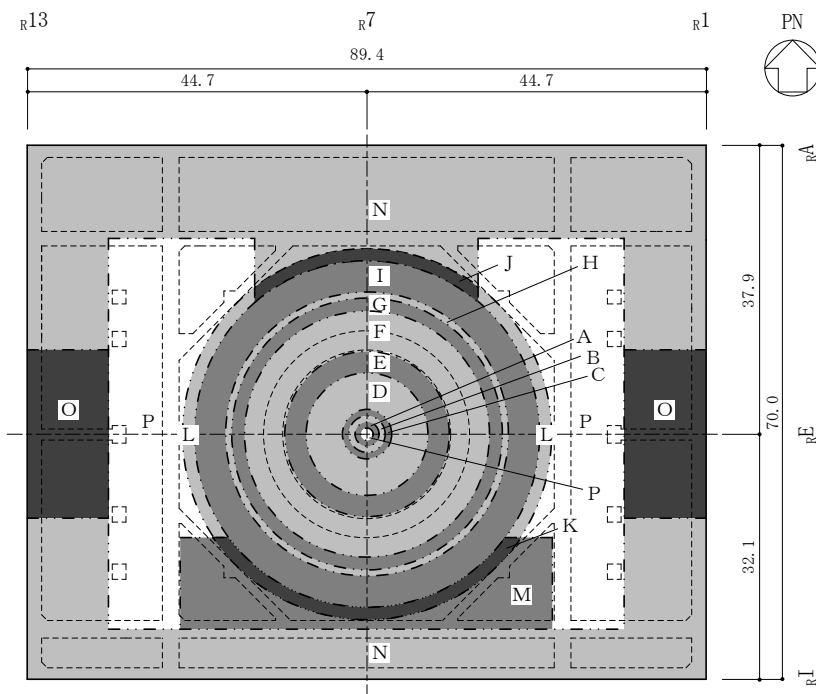
選定した要素の位置を図6-2に、評価結果を表6-2に示す。

Sd地震時において、軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比が設計鉄筋比を超えないことを確認した。また、面外せん断力が短期許容せん断力を超えないことを確認した。



(単位:m)

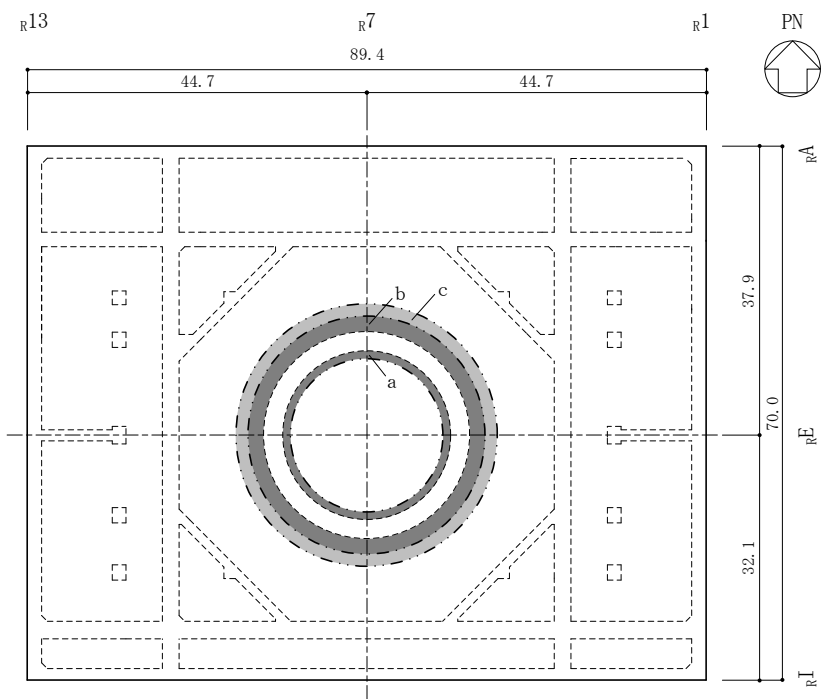
(a) 主筋 (下ば筋)



(単位:m)

(b) 主筋 (上ば筋)

図 6-1(1) 配筋領域図



(単位:m)

(c) せん断補強筋

図 6-1(2) 配筋領域図

表 6-1(1) 配筋一覽

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400
B	N S	2-D38@200
	E W	D38@200 + D38@400
C	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + D32@400
D	N S	3-D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D38@400 + 2-D32@400
E	N S	D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200
F	N S	D38@200 + D38@400 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
G	N S	2-D38@200 + D38@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
H	N S	3-D38@200 + D32@400
	E W	3-D38@200 + D32@400
I	N S	2-D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200 + D38@400
J	N S	2-D38@200
	E W	2-D38@200

表 6-1(2) 配筋一覽
(b) 主筋 (上ば筋) (1/2)

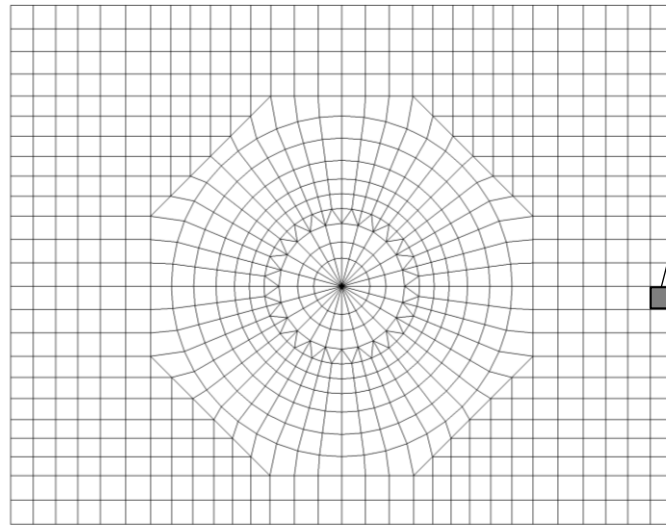
領域	方向	配筋
A	放射	48-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
B	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
C	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
D	放射	192-D38 + 96-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
E	放射	384-D38 + 192-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
F	放射	384-D38 + 2 × 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
G	放射	384-D38 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
H	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
I	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
J	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400

表 6-1(3) 配筋一覧
(c) 主筋 (上ば筋) (2/2)

領域	方向	配筋
K	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
L	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200
	E W	D38@200
M	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
N	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400
O	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D32@400
P	N S	D38@200
	E W	D38@200

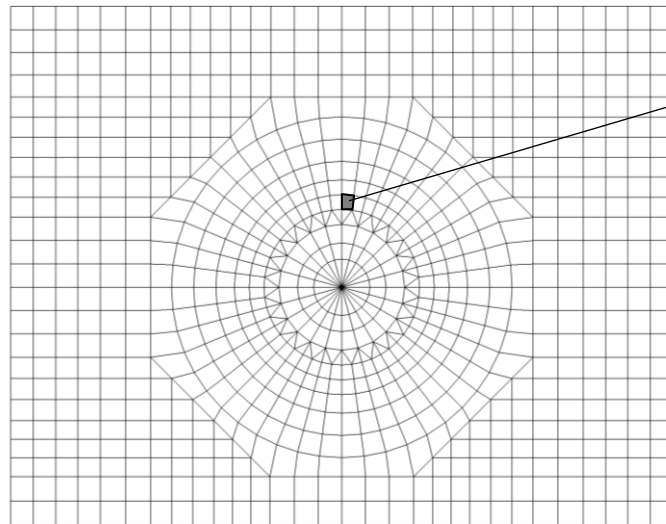
(d) せん断補強筋

領域	配筋
a	D29@400 × 96/周
b	D35@200 × 192/周
c	D29@400 × 192/周



要素番号 : 899
NS方向

(a) 軸力+曲げモーメント



要素番号 : 491
NS方向

(b) 面外せん断力

図6-2 選定した要素の位置 S d地震時

表 6-2 評価結果 S d 地震時

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	必要鉄筋比 (%)	N S	899	2-6	0.137	0.143
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3 \text{kN/m}$)	N S	491	2-1	5.96	10.4

別紙 9 原子炉建物基礎スラブのポンプピット周辺の
構造について

目 次

1. 概要	別紙 9-1
2. ポンプピットの検討	別紙 9-2
2.1 検討対象	別紙 9-2
2.2 検討方法	別紙 9-4
2.2.1 応力算定方法	別紙 9-5
2.2.2 曲げモーメントに対する断面の評価方法	別紙 9-5
2.2.3 面外せん断力に対する断面の評価方法	別紙 9-6
2.3 検討結果	別紙 9-7
3. まとめ	別紙 9-9

1. 概要

原子炉建物基礎スラブには高圧炉心スプレイ系（HPC S）、低圧炉心スプレイ系（LPC S）及び残留熱除去系（RHR）のポンプを設置するために円形のピットがあり、昭和59年2月24日付け58資庁第15180号にて認可された工事計画の添付資料IV-1-3「原子炉格納施設の基礎に関する説明書」（以下「既工認」という。）において、基準地震動 S_1 による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力（以下「 S_1 地震時」という。）及び基準地震動 S_2 による地震力（以下「 S_2 地震時」という。）に対する評価を行っている。

本資料は、原子炉建物基礎スラブにあるポンプピットについて、既工認で S_1 地震時及び S_2 地震時の評価を行っていることを踏まえ、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力（以下「 S_d 地震時」という。）及び基準地震動 S_s による地震力（以下「 S_s 地震時」という。）に対する評価を実施し、ポンプピットの要求機能である支持機能を維持することを確認するものである。

2. ポンプピットの検討

2.1 検討対象

ポンプピットの配置図を図2-1に示す。

検討対象とするポンプピットは、深さが最も深い高圧炉心スプレイ系（HPCS）ポンプピットとし、検討対象部位は躯体厚が薄いピット底部とする。

検討対象ピットの断面図を図2-2に示す。

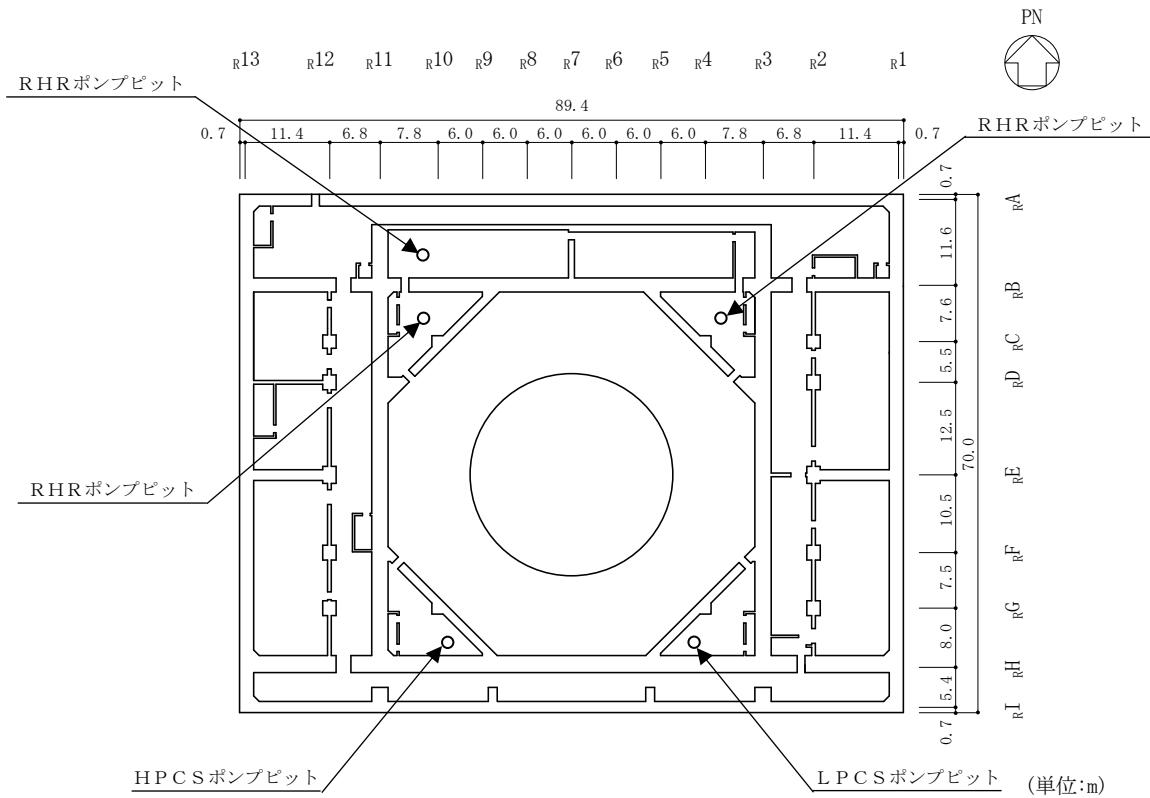


図2-1 ポンプピットの配置図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

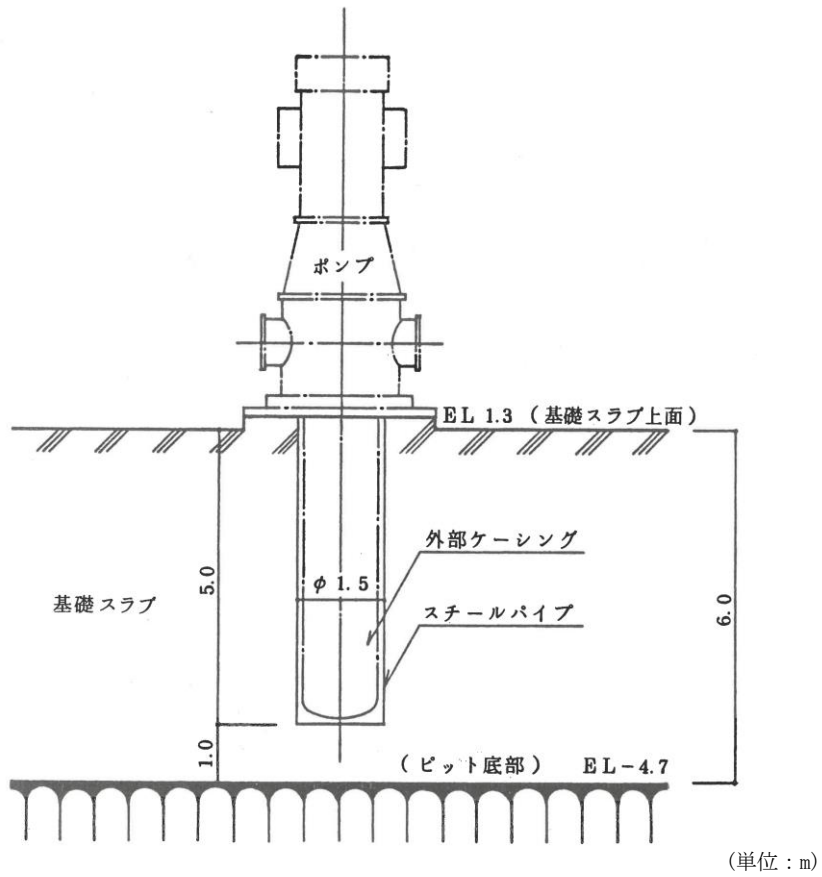


図 2-2 検討対象ピットの断面図

2.2 検討方法

ピット底部を等分布荷重を受ける周辺をピン支持とした円版とし、S s 地震時の最大接地圧及び浮力による応力に対する断面の評価を行う。なお、S d 地震時に対する評価は、S s 地震時の評価に包絡されるため、検討を省略する。コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F _c	せん断
23.5	1.08

表 2-2 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び圧縮	せん断
SD35 (SD345 相当)	345	345

2.2.1 応力算定方法

等分布荷重 w を受ける周辺をピン支持とした円版の曲げモーメント及び面外せん断力は下式により求める。

曲げモーメント

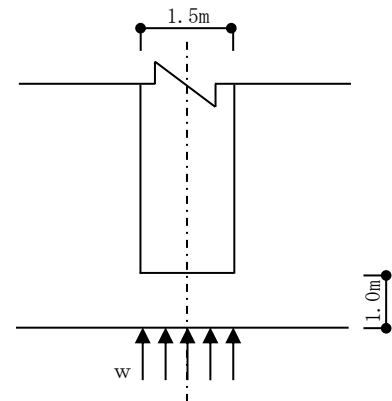
$$M = \frac{(3 + \nu)}{16} \cdot w \cdot r^2$$

面外せん断力

$$Q = w \cdot r^2 \cdot \pi$$

ここで、

- ν : ポアソン比 (0.2)
- w : $w_R + w_W$ ($2.02 \times 10^3 \text{kN/m}^2$)
- w_R : S_s 地震時の最大接地圧 ($2.01 \times 10^3 \text{kN/m}^2$)
- w_W : 浮力 (7.8kN/m^2)
- r : ピット底部の半径 (0.75m)



2.2.2 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき，次式をもとに計算した評価対象部位に生じる曲げモーメントによる鉄筋応力度が，許容限界を超えないことを確認する。

$$\sigma_t = \frac{M}{a_t \cdot j}$$

ここで、

- σ_t : 鉄筋の引張応力度 (N/mm^2)
- M : 曲げモーメント ($\text{N}\cdot\text{mm}$)
- a_t : 引張鉄筋断面積 (mm^2)
- j : 断面の応力中心間距離で，断面の有効せいの $7/8$ 倍の値 (mm)

2.2.3 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる面外せん断力が、次式をもとに計算した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

- Q_A : 許容面外せん断力 (N)
 b : 断面の幅*1 (mm)
 j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの7/8倍の値 (mm)
 α : 許容せん断力の割り増し係数
(2を超える場合は2, 1未満の場合は1とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

$w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度 (N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002以上とする。*2)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm²)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記*1: ピット底部においては、円版の円周とする。

*2: せん断補強筋がない領域については、第2項を0とする。

(なお、ピット底部には、面外せん断補強筋は入っていない。)

2.3 検討結果

ポンプピットの構造図を図2-3に、ピット底部の評価結果を表2-3に示す。

表2-3より、S_s地震時において、曲げモーメントに対する鉄筋応力度及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認した。

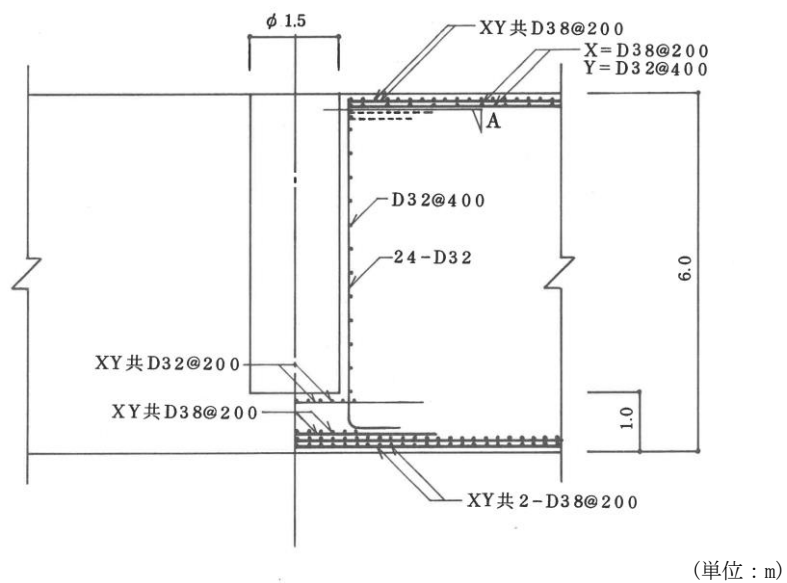


図2-3 ポンプピットの構造図

表 2-3 ピット底部の評価結果

半径 r (mm)		750
厚さ t (mm)		1000
有効せい d (mm)		850
配筋 (鉄筋断面積)	上ば筋	D32@200 (3970mm ² /m)
	下ば筋	3-D38@200 (17100mm ² /m)
曲げモーメント	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	227.0
	鉄筋応力度 σ_t (N/mm ²)	76.9
	許容限界 (N/mm ²)	345
	検定値	0.23
面外せん断力	発生せん断力 Q ($\times 10^3$ kN)	3.57
	せん断スパン比による 割増し係数 α	2.00
	許容限界 ($\times 10^3$ kN)	7.57
	検定値	0.48
判定		可

3. まとめ

原子炉建物基礎スラブにあるポンプピットの底部について、S s 地震時の応力に対する断面の評価を実施し、S d 地震時及びS s 地震時にポンプピットが支持機能を維持することを確認した。

補足-025-12 排気筒の基礎の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-2-15「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 応力解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙2 応力解析におけるモデル化及び境界条件の考え方

別紙3 地震荷重の入力方法

別紙4 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙5 最大接地圧について

別紙6 ディーゼル燃料移送ポンプピット及びディーゼル燃料移送配管設置エリアの耐震性について

別紙7 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の地震時反力に対する検討

別紙8 排気筒の基礎に設置される構造物の評価について

別紙 1 応力解析における既工認と今回工認の
解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 応力解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.1 既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2

1. 概要

本資料は、排気筒の基礎の既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較を示すものである。

2. 応力解析モデル及び手法の比較

2.1 既工認時及び今回工認時の応力解析モデル及び手法の比較

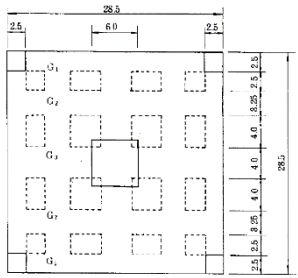
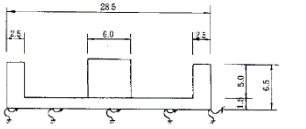
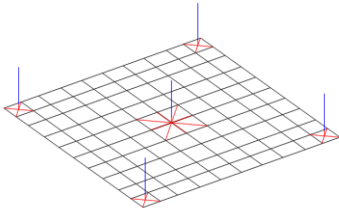
排気筒の基礎の応力解析モデル及び手法の比較を表 2-1 に示す。

比較に用いる既工認時の応力解析モデル及び手法は、昭和 59 年 9 月 17 日付け 59 資庁第 8283 号にて認可された工事計画の IV-1-5 「排気筒の基礎に関する説明書」（以下「建設時工認（認可）」という。）及び平成 25 年 5 月 30 日届出（電耐建第 6 号平成 25 年 6 月 14 日一部補正）の IV-2-1 「排気筒の基礎に関する説明書」（以下「耐震裕度向上に伴う補強（届出）」という。）のものである。

表 2-1(1) 応力解析モデル及び手法の比較 (排気筒の基礎)

項目	内容	建設時工認 (認可)	耐震裕度向上に伴う補強 (届出)	今回工認	備考
解析手法		基礎版を格子状のはりとして仮定した 応力解析 (弾性解析)	3次元 FEMモデルを用いた応力解 析 (弾性解析)	同左	—
解析コード		(工認図書に記載なし)	N A S T R A N	同左	—
モデル	モデル化 範囲	・基礎版 ・鉄塔基礎及び筒身基礎	同左	同左	—
	材料物性	(工認図書に記載なし)	検討時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数： $E = 2.15 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ・コンクリートのポアソン比： $\nu = 0.2$ ・鉄筋のヤング係数： $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$	同左	—
	要素種別	(工認図書に記載なし)	(基礎版モデル部分) ・シェル要素 (鉄塔及び筒身基礎モデル部分) ・はり要素	同左	—
	境界条件	(工認図書に記載なし)	・底面を弾性地盤ばねにより支持 ・底面の弾性地盤ばねは浮上りを 考慮	同左	—
	非線形 特性	考慮せず	同左	同左	—
荷重組合せ	S_1 地震時： $DL + P + S_1$ 暴風時： $DL + P + P_k$ DL：固定荷重 P：積載荷重 S_1 ： S_1 地震荷重 P_k ：風荷重	S_s 地震時： $DL + P + S_s$ 暴風時： $DL + P + P_k$ DL：固定荷重 P：積載荷重 S_s ： S_s 地震荷重 P_k ：風荷重	同左	—	
荷重 の 設 定	固定荷重 及び 積載荷重	基礎自重、排気筒より受ける荷重 のうち自重 (水平力、曲げモーメ ント、軸力) を入力	同左	同左	—
	地震荷重	排気筒より受ける荷重のうち地震 荷重 (水平力、曲げモーメント、 軸力) を入力	排気筒より受ける荷重のうち地震 荷重 (水平力、曲げモーメント、 軸力) 及び排気筒の基礎の慣性力 を入力	同左	—
	風荷重	排気筒より受ける荷重のうち風荷 重 (水平力、曲げモーメント、軸 力) を入力	同左	同左	—
評価 方法	応力解析	発生応力が許容応力度を超えない ことを確認	同左	同左	—

表 2-1(2) 応力解析モデル及び手法の比較 (排気筒の基礎)

項目	内容	建設時工認 (認可)	耐震裕度向上に伴う補強 (届出)	今回工認	備考
解析モデル	<div style="text-align: center;">  <p>(a) 平面図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 断面図</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>全体鳥瞰図</p> <p>注：青線は、はり要素を示す。 赤線は、剛体要素を示す。</p> </div>	同左	—	

別紙2 応力解析におけるモデル化及び境界条件の考え方

目 次

1. 概要 別紙 2-1
2. 応力解析におけるモデル化及び境界条件 別紙 2-2

1. 概要

本資料は、排気筒の基礎の応力解析におけるモデル化及び境界条件についての概要を示すものである。

2. 応力解析におけるモデル化及び境界条件

排気筒の基礎の応力解析におけるモデル化及び境界条件を表 2-1 に示す。

直接基礎の底面の地盤ばねの設定における基本的な考え方は、以下のとおり。なお、地震時の評価を行うことから、各荷重に共通で動的な地盤物性に基づく地盤ばねを用いる。

- ・水平ばね

振動アドミッタンス理論に基づく水平ばねより算出する。

- ・鉛直ばね

基礎浮上りを考慮し、回転ばね反力として生じる転倒モーメントを適切に評価するため、振動アドミッタンス理論に基づく回転ばねより算出する。

有限要素法を用いた解析モデルにおける要素分割の考え方*については、以下のとおり。

- ・はり要素

はり要素の場合は、曲げの変位関数が 3 次で精度が高いため、基本的に要素分割の細分化は不要であるが、部材の接合点間で変位情報出力や荷重入力がある場合には複数要素に細分し、曲線部材がある場合は、その曲線が直線近似できる程度の分割にすることが一般的である。また、分布荷重がある場合や分布質量が関係する自重荷重などの計算では、要素分割することにより質量分布がより正確になり、解析結果の精度が向上する。さらに、要素分割の細分化により、変形図やモード図で構造物の変形状態を容易に把握することが可能となる。

- ・シェル要素

要素分割は、基本的には発生する応力状態によって決まり、構造形状と荷重条件より要素分割数を考慮する。要素形状の縦横比（アスペクト比）は、重要部分で 1:2 以下、その他の領域や応力変化が少ない領域では、1:3 程度までで、分割に際しては 4 角形要素を利用して格子状とするのが一般的である。曲面板構造の場合は、平板要素や軸対称シェル要素の大きさは、集中荷重や不連続部を含む曲面近傍では $2.5\sqrt{R/t}$ を 10~20 分割すると適切な応力分布が求められ、構造物の半径 (R) と板厚 (t) が考慮されている。また、面内曲げ・軸力及び面外のせん断や曲げを受ける部材のシェル要素の辺の長さは、シェルの広がり方向の応力分布の状態から決まり、応力変化が大きい領域は要素を小さくする必要がある。

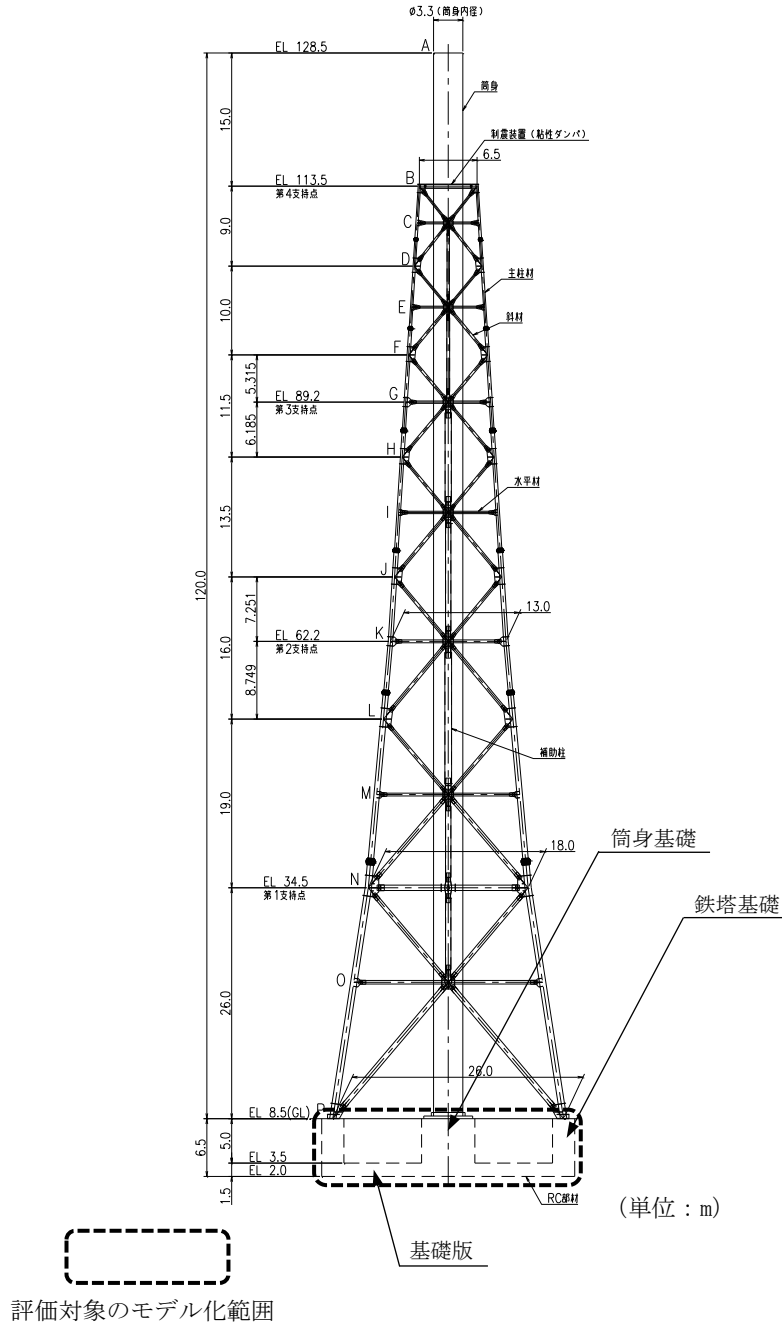
注記*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2006 年）

表 2-1(1) モデル化及び境界条件

モデル概要

○モデル化範囲

- ・ 評価対象である基礎版全体、鉄塔基礎及び筒身基礎をモデル化する。



モデル化範囲

表 2-1(2) モデル化及び境界条件

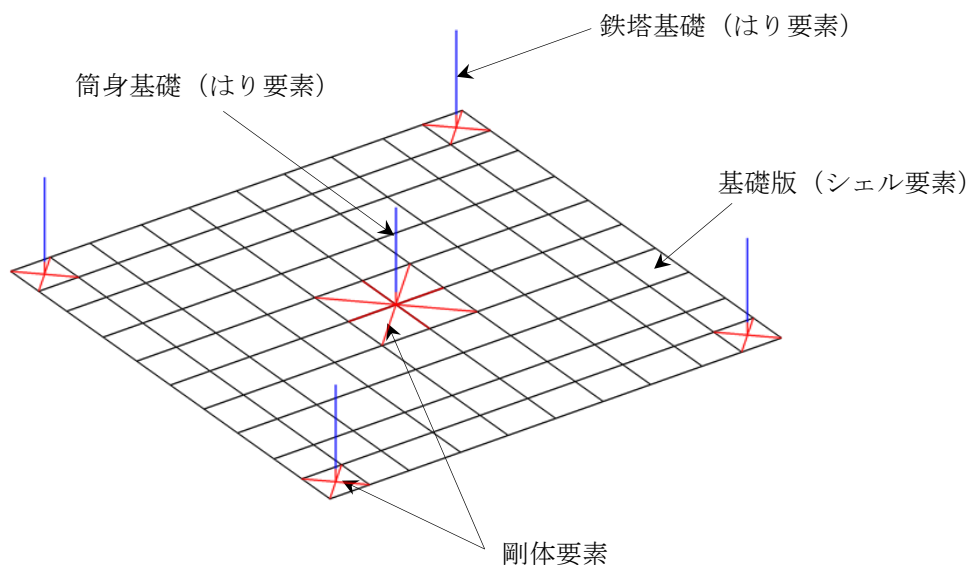
モデル概要

○使用要素

- ・シェル要素
- ・はり要素
- ・剛体要素

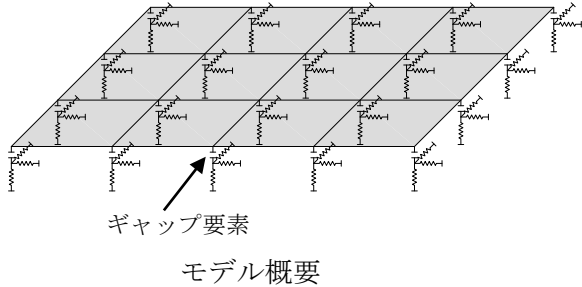
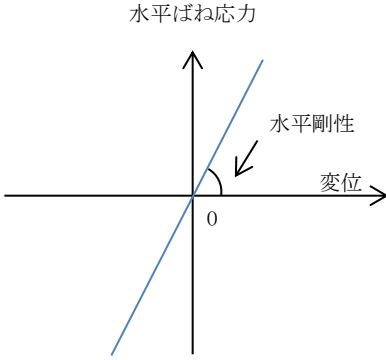
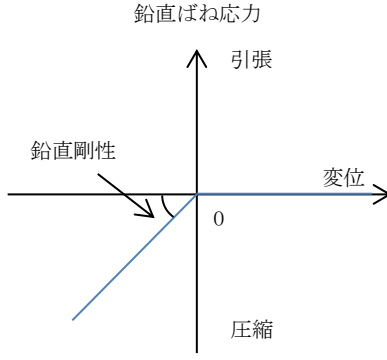
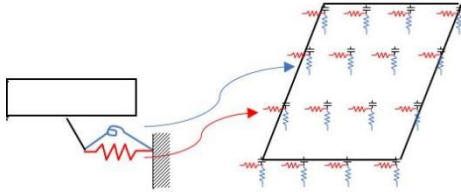
○要素分割

- ・要素の一辺の長さを 2.5m~3.0m 程度とし、鉄塔基礎及び筒身基礎の配置を考慮して分割する。



モデル概要

表 2-1(3) モデル化及び境界条件

境界条件	
基礎版と地盤の境界	
<p>・基礎版と底面地盤との間に底面地盤を表現するギャップ要素を設け、基礎版と底面地盤との間の剥離（基礎版の浮上り）を考慮している。</p>	
○ギャップ要素	
鉛直ばねに引張力が発生した際に、水平剛性及び鉛直剛性をゼロとし、浮上りを考慮する。	
	
<p>注：鉛直ばねに引張力が発生した場合には、水平剛性もゼロとする。</p>	
(a) 水平剛性	(b) 鉛直剛性
ギャップ要素の概念図	
○底面地盤ばね	
水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。	
<ul style="list-style-type: none"> ・水平剛性：振動アドミタンス理論による水平ばねK_Hを節点支配面積A_iで離散化。 $K_{Hi} = (K_{HNS} / A + K_{HEW} / A) / 2 \times A_i$ A：基礎版の底面積 ・鉛直剛性：転倒モーメントが支配的となるため振動アドミタンス理論による回転ばねK_Rを節点支配面積A_iで離散化。 $K_{Vi} = (K_{RNS} / I_{NS} + K_{REW} / I_{EW}) / 2 \times A_i$ I：基礎版の断面二次モーメント 	
	<p>基礎版底面全体で 離散化</p>
底面地盤ばね	

別紙 3 地震荷重の入力方法

目 次

- | | |
|--------------------|--------|
| 1. 概要 | 別紙 3-1 |
| 2. 地震荷重の入力方法 | 別紙 3-2 |

1. 概要

本資料は、排気筒の基礎に作用する地震荷重の入力方法について示すものである。

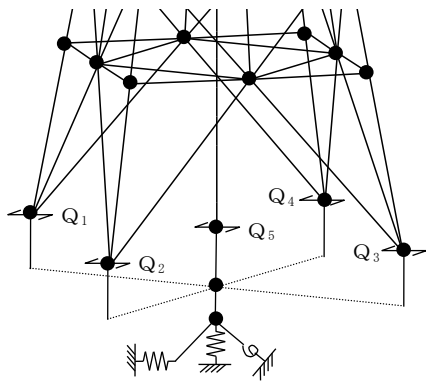
2. 地震荷重の入力方法

排気筒の基礎の応力解析に当たって、FEMモデルに入力する地震荷重として、排気筒より受ける荷重及び慣性力を考慮する。

排気筒より受ける荷重については、地震応答解析により求まる鉄塔基礎及び筒身基礎に作用する反力（水平力、曲げモーメント及び軸力）を排気筒から受ける荷重として、FEMモデルの鉄塔基礎及び筒身基礎上端に、節点荷重として入力する。

慣性力については、地震応答解析により求まる基礎版上端位置の質点における最大応答加速度を重力加速度で除した鉛直震度を、排気筒の基礎の各節点の支配重量に乗じた節点荷重としてFEMモデルに入力する。

FEMモデルに入力する地震荷重の概念図を図2-1に示す。また、FEMモデルに入力する地震荷重を図2-2に示す。



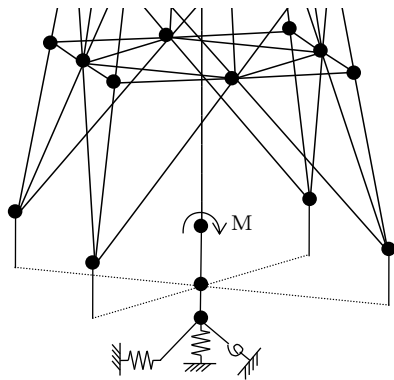
■ 鉄塔基礎及び筒身基礎に作用させる水平力 Q_{US} の算出

$$Q_{USi} = Q_i$$

Q_{USi} : FEMに入力する水平力

Q_i : 地震応答解析より設定した反力 (水平力)

(a) 水平力



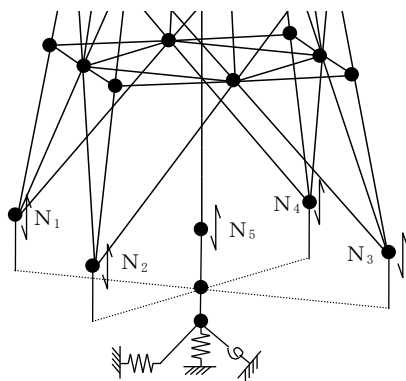
■ 筒身基礎に作用させる曲げモーメント M_{US} の算出

$$M_{US} = M$$

M_{US} : FEMに入力する曲げモーメント

M : 地震応答解析より設定した反力
(曲げモーメント)

(b) 曲げモーメント



■ 鉄塔基礎及び筒身基礎に作用させる軸力 N_{US} の算出

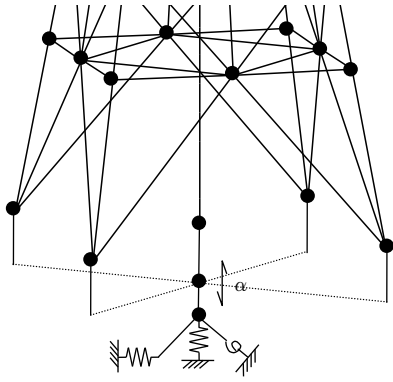
$$N_{USi} = N_i$$

N_{USi} : FEMに入力する軸力

N_i : 地震応答解析より設定した反力 (軸力)

(c) 軸力

図 2-1(1) FEMモデルに入力する地震荷重の概念図 (排気筒より受ける荷重)



■排気筒の基礎に作用させる慣性力 K_v の算出

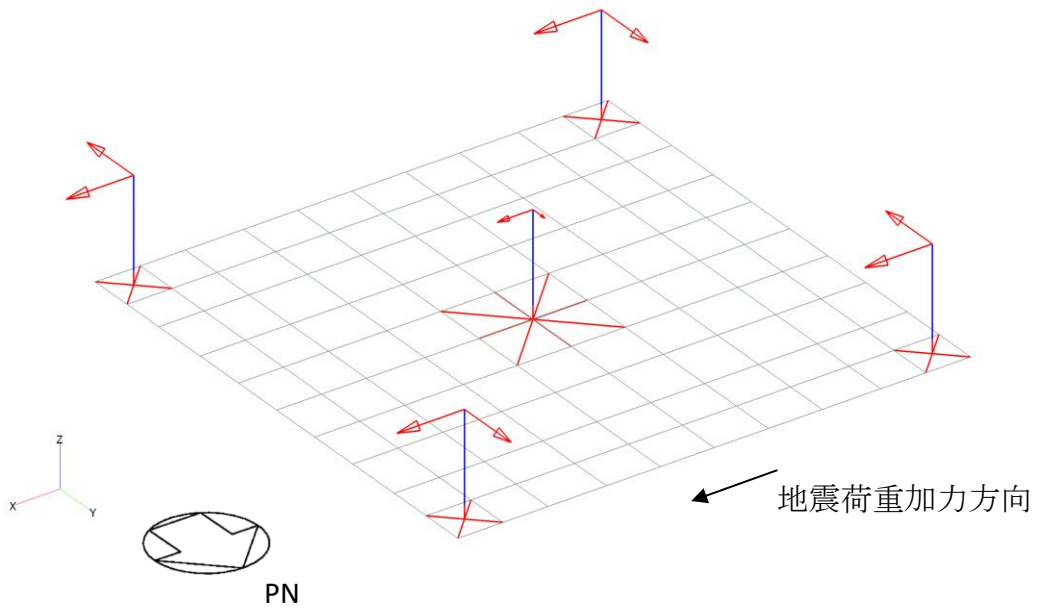
$$K_v = \alpha / g$$

K_v : FEMに入力する慣性力

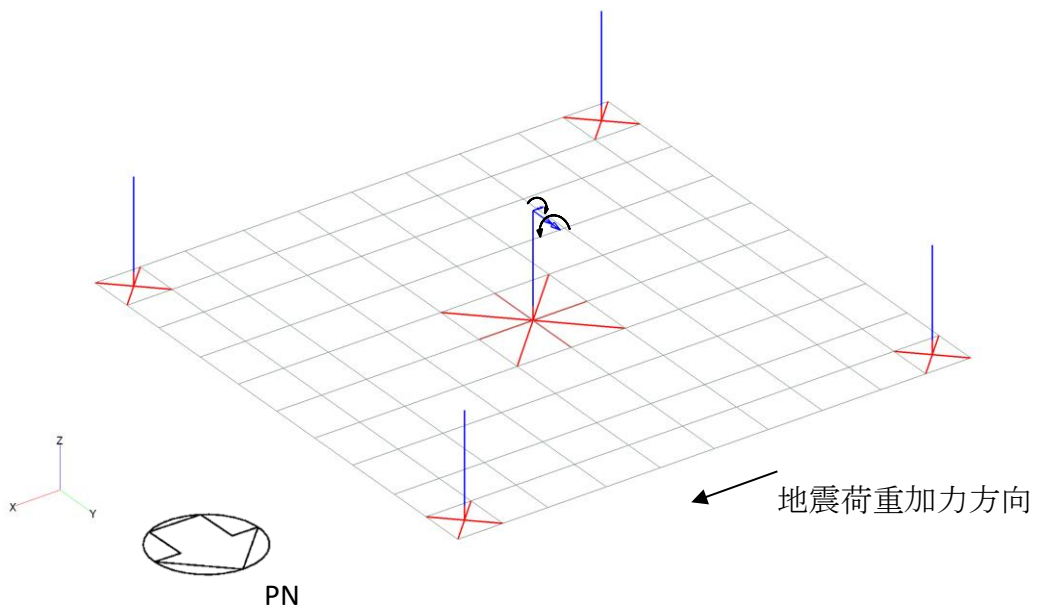
α : 地震応答解析より設定した鉛直加速度

g : 重力加速度

図 2-1 (2) FEMモデルに入力する地震荷重の概念図 (慣性力)

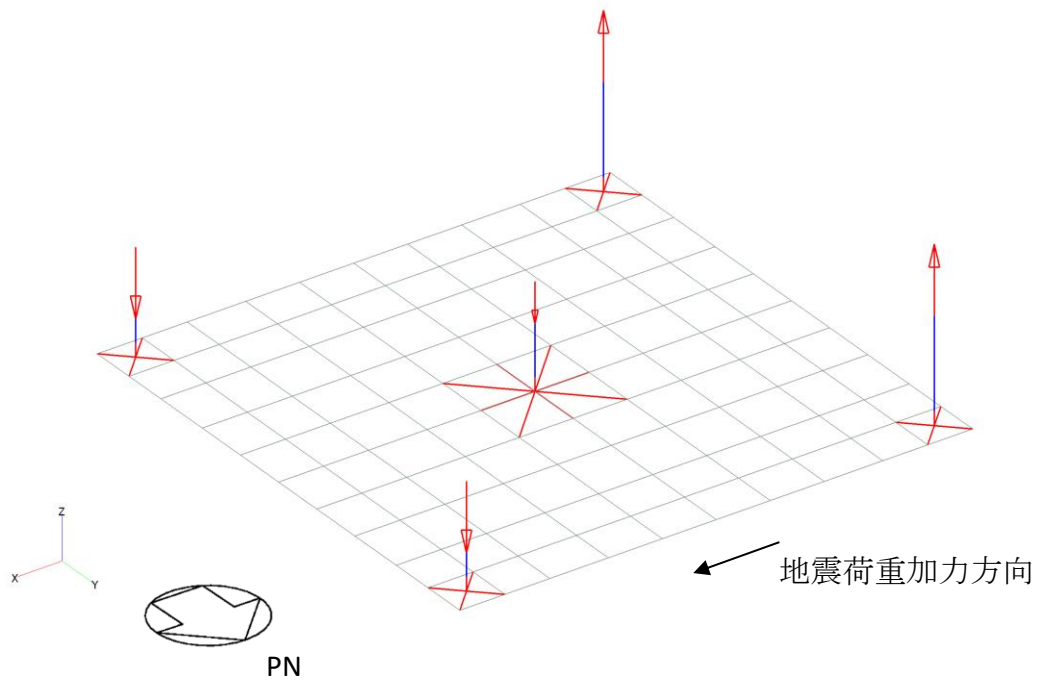


(a) 排気筒から受ける荷重 (0° 方向, 水平力)

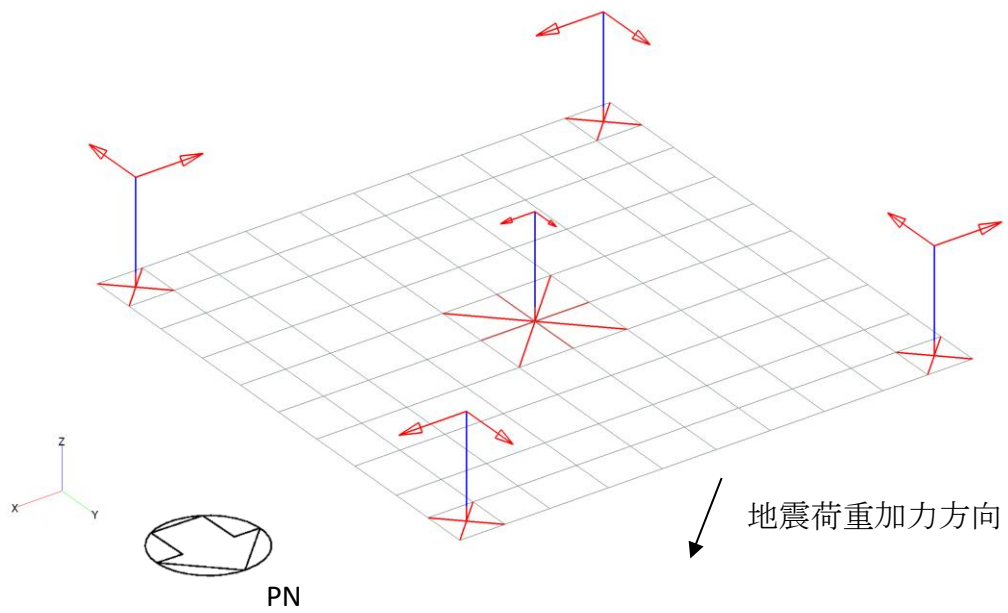


(b) 排気筒から受ける荷重 (0° 方向, 曲げモーメント)

図 2-2(1) FEMモデルに入力する地震荷重

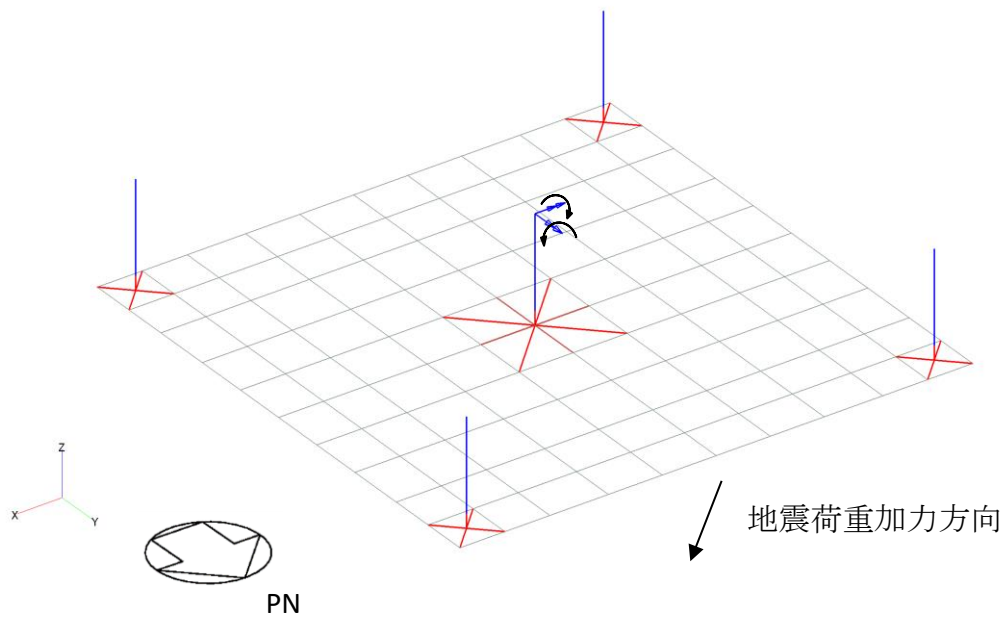


(c) 排気筒から受ける荷重 (0° 方向, 軸力)

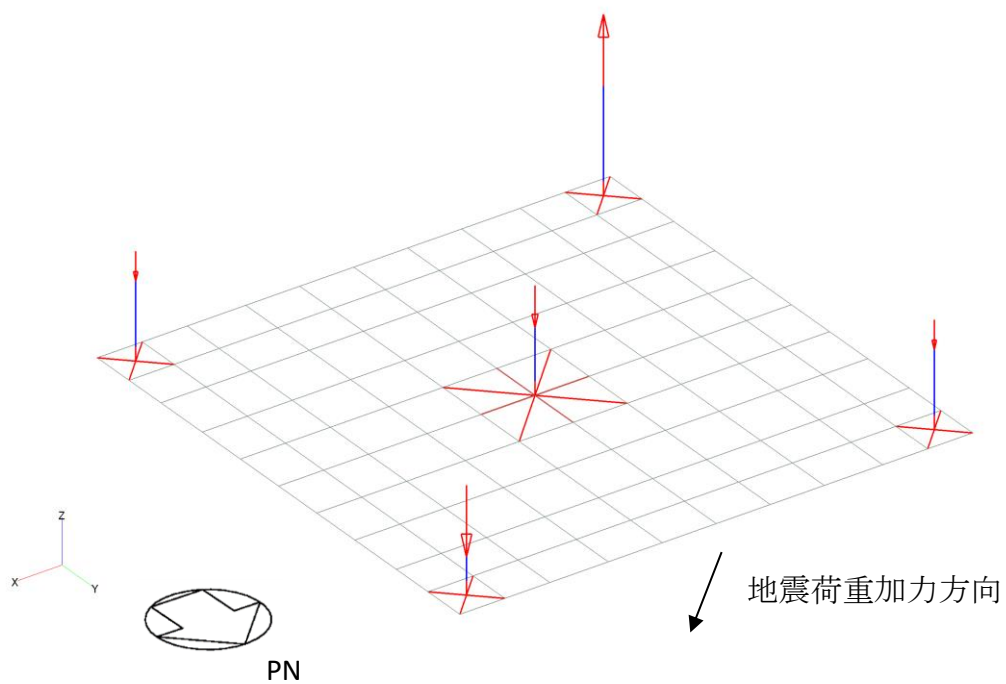


(d) 排気筒から受ける荷重 (45° 方向, 水平力)

図 2-2(2) FEMモデルに入力する地震荷重

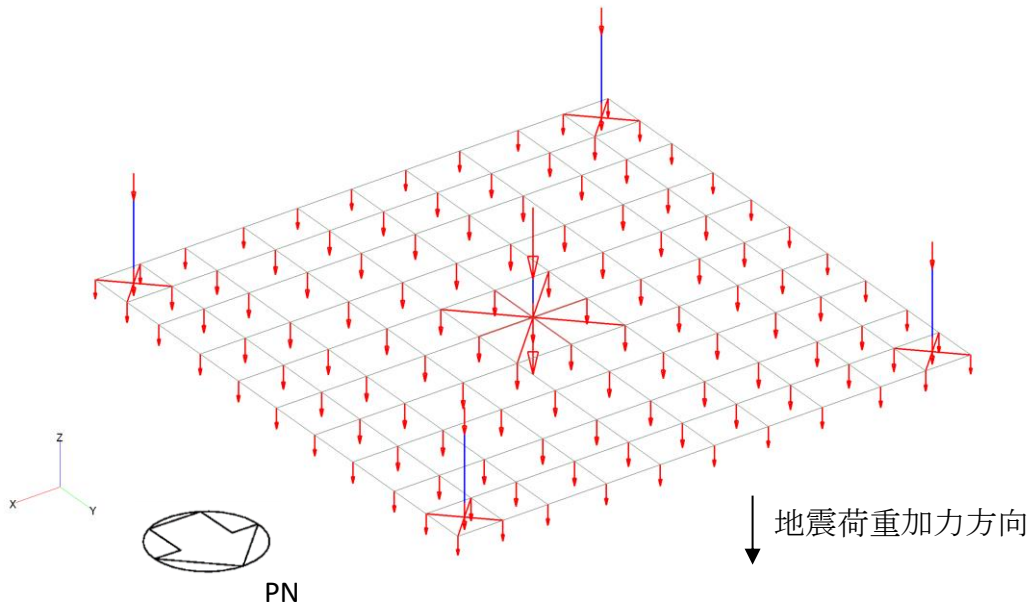


(e) 排気筒から受ける荷重 (45° 方向, 曲げモーメント)



(f) 排気筒から受ける荷重 (45° 方向, 軸力)

図 2-2(3) FEMモデルに入力する地震荷重



(g) 慣性力

図 2-2(4) FEMモデルに入力する地震荷重

別紙 4 応力解析における断面の評価部位の選定

目 次

1. 概要	別紙 4-1
2. 断面の評価部位の選定	別紙 4-2

1. 概要

本資料は、排気筒の基礎の応力解析における断面の評価部位の選定について示すものである。

2. 断面の評価部位の選定

排気筒の基礎の荷重の組合せケースを表 2-1 に示す。

表 2-1 荷重の組合せケース

外力の状態	組合せケース	鉛直荷重	排気筒より受ける荷重
S s 地震時	1	$1.27 \cdot DL$	$U_s (0^\circ) *$
	2	$0.73 \cdot DL$	
	3	$1.27 \cdot DL$	$U_s (45^\circ) *$
	4	$0.73 \cdot DL$	

注記*：地震応答解析結果に基づく軸力、水平力及び曲げモーメントの最大値を組み合わせた 0° 方向及び 45° 方向の荷重とする。

2.1 鉄塔基礎及び筒身基礎

鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図を図 2-1 に示す。

鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果を表 2-2 に、断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-2 に、断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面応力図を図 2-3 に示す。

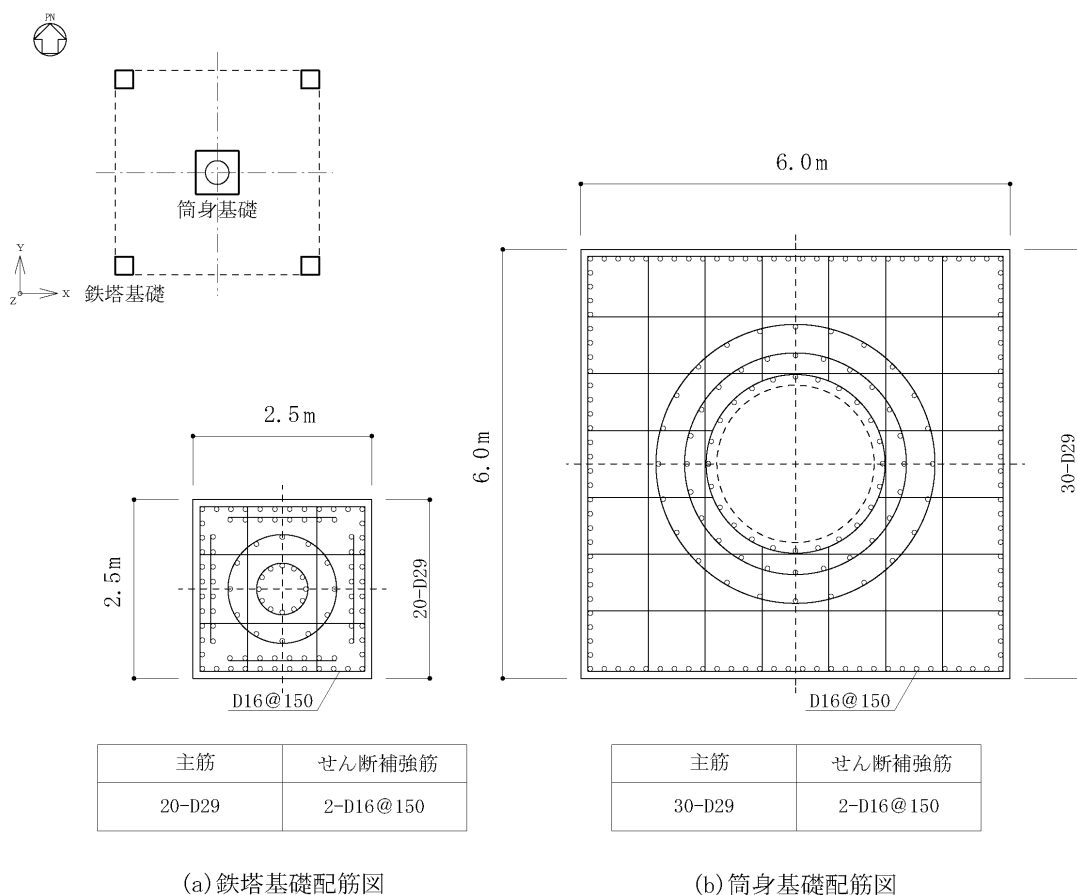


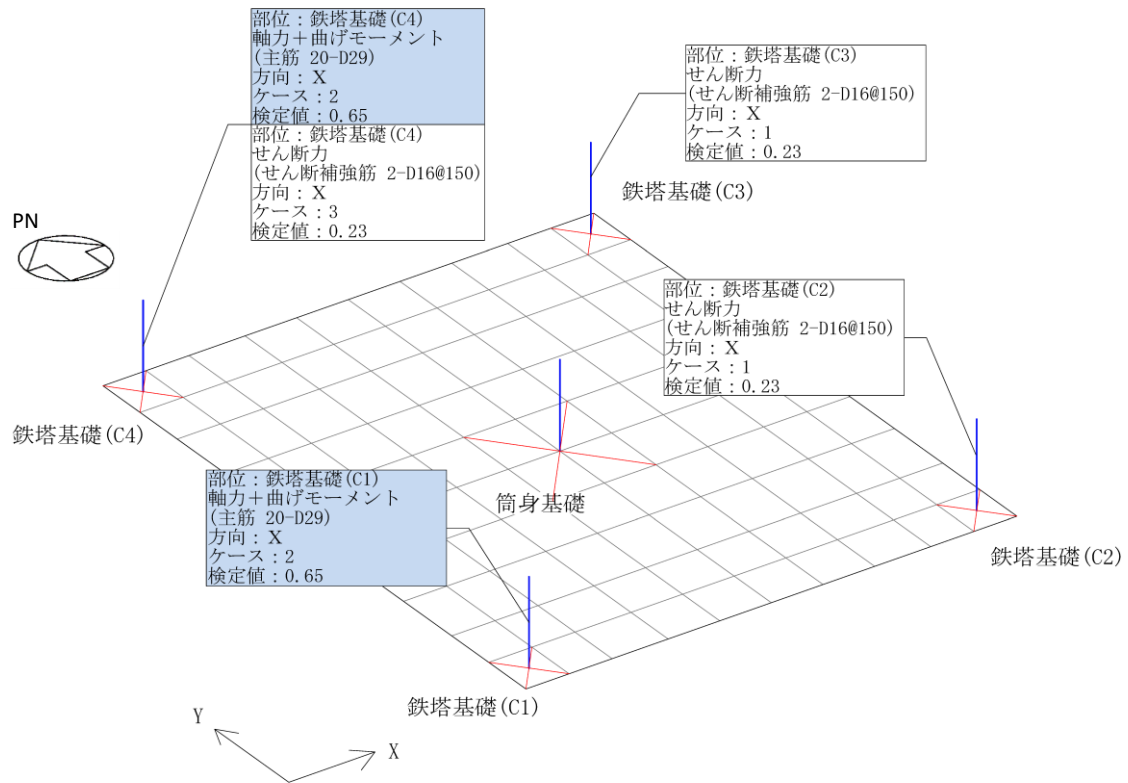
図 2-1 鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図

表 2-2 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

部位	方向	軸力及び曲げモーメントの検討										せん断力の検討			
		荷重 組合せ ケース	検 討 応 力		N/(b・D) (N/mm ²)	M/(b・D ²) (N/mm ²)	p _t (%)	a _t (mm ²)	設 計 配 筋 (断面積mm ²)	必要配筋量 /設計配筋量	荷 重 組合せ ケース	Q (kN)	Q _A (kN)	Q/Q _A	
			N* (kN)	M (kN・m)											
鉄塔基礎	C ₁	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	1	779	5304	0.15
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
	C ₂	X	4	2019	3895	0.323	0.249	0.034	2125	20-D29 (12840)	0.17	1	1191	5304	0.23
		Y	4	2019	5795	0.323	0.371	0.075	4688	20-D29 (12840)	0.37	1	1159	5304	0.22
	C ₃	X	2	4748	5955	0.760	0.381	0.019	1188	20-D29 (12840)	0.10	1	1191	5304	0.23
		Y	2	4748	5795	0.760	0.371	0.016	1000	20-D29 (12840)	0.08	1	1159	5304	0.22
	C ₄	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	3	1191	5304	0.23
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
筒身基礎	X	1	5788	3821	0.161	0.018	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	1	366	31640	0.02	
	Y	3	5788	2703	0.161	0.013	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	3	259	31640	0.01	

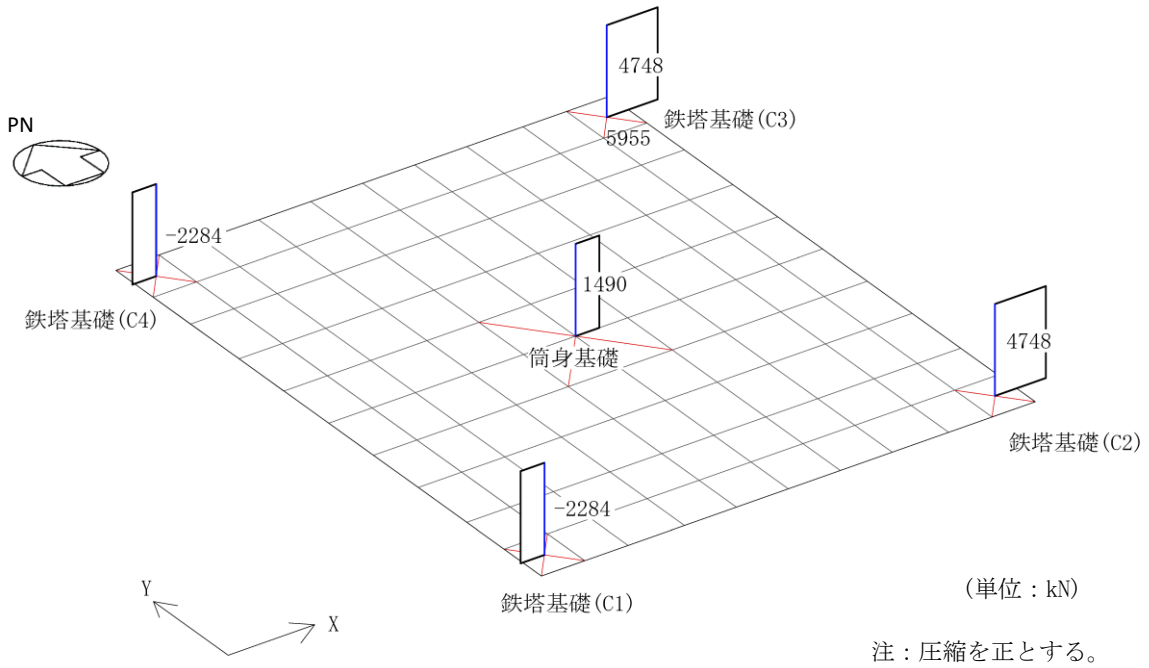
注記*：圧縮を正とする。

注：■ は、検定値が最大となる要素を示す。

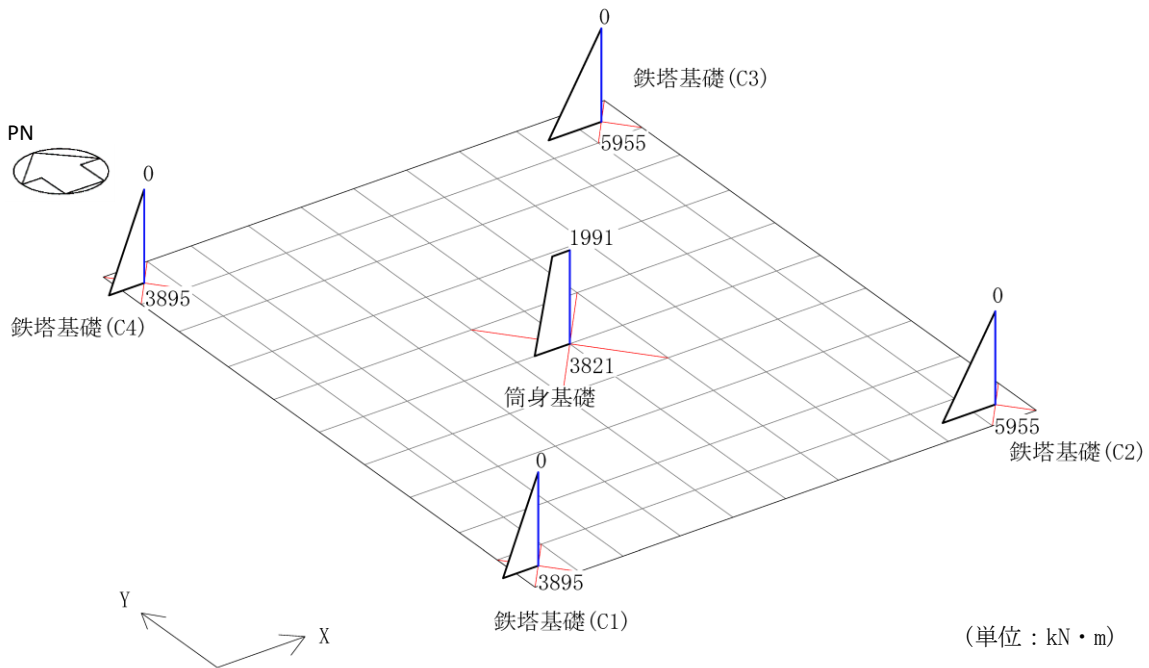


注： は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-2 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果
(鉄塔基礎及び筒身基礎)



(a) 軸力 (X方向, ケース 2)



(b) 曲げモーメント (X方向, ケース 2)

図 2-3 断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面応力図
(鉄塔基礎及び筒身基礎)

2.2 基礎版

基礎版の概略配筋図を図 2-4 に示す。

基礎版の評価結果を表 2-3 に、断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-5 に、断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図を図 2-6 に示す。

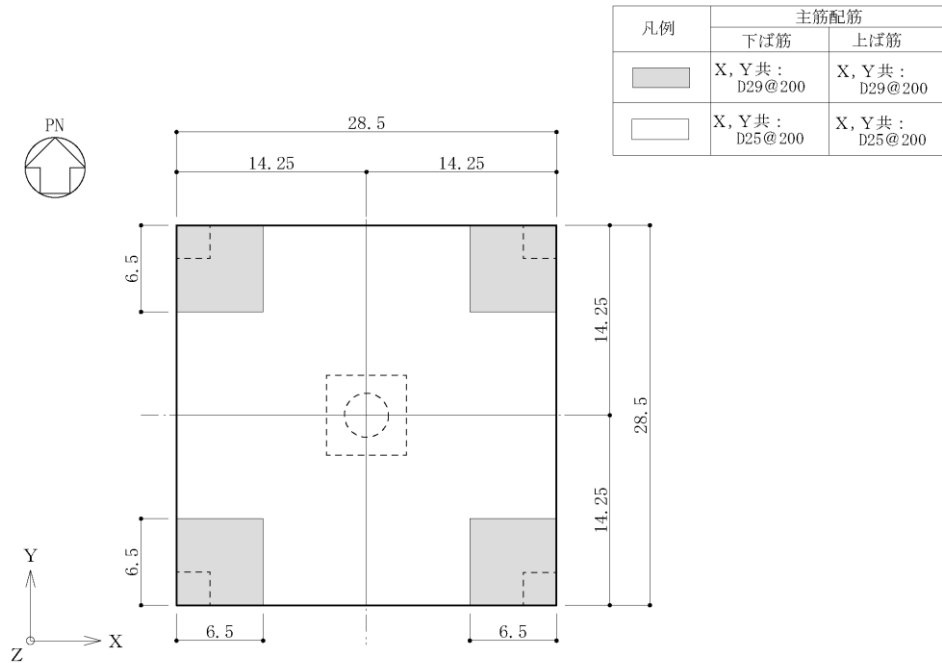


図 2-4(1) 基礎版の概略配筋図（主筋）（単位：m）

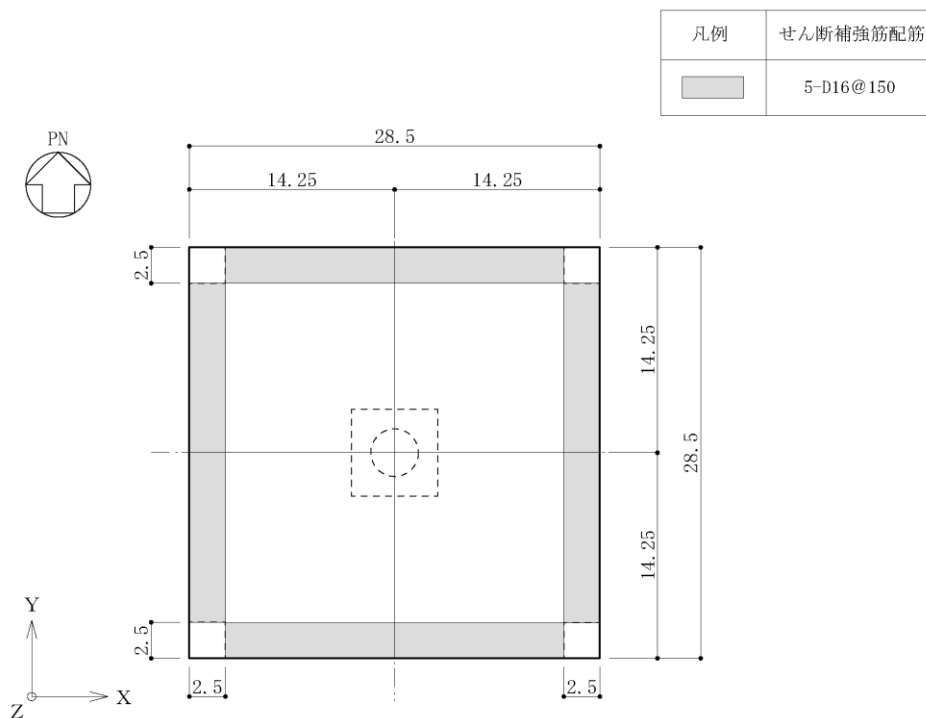


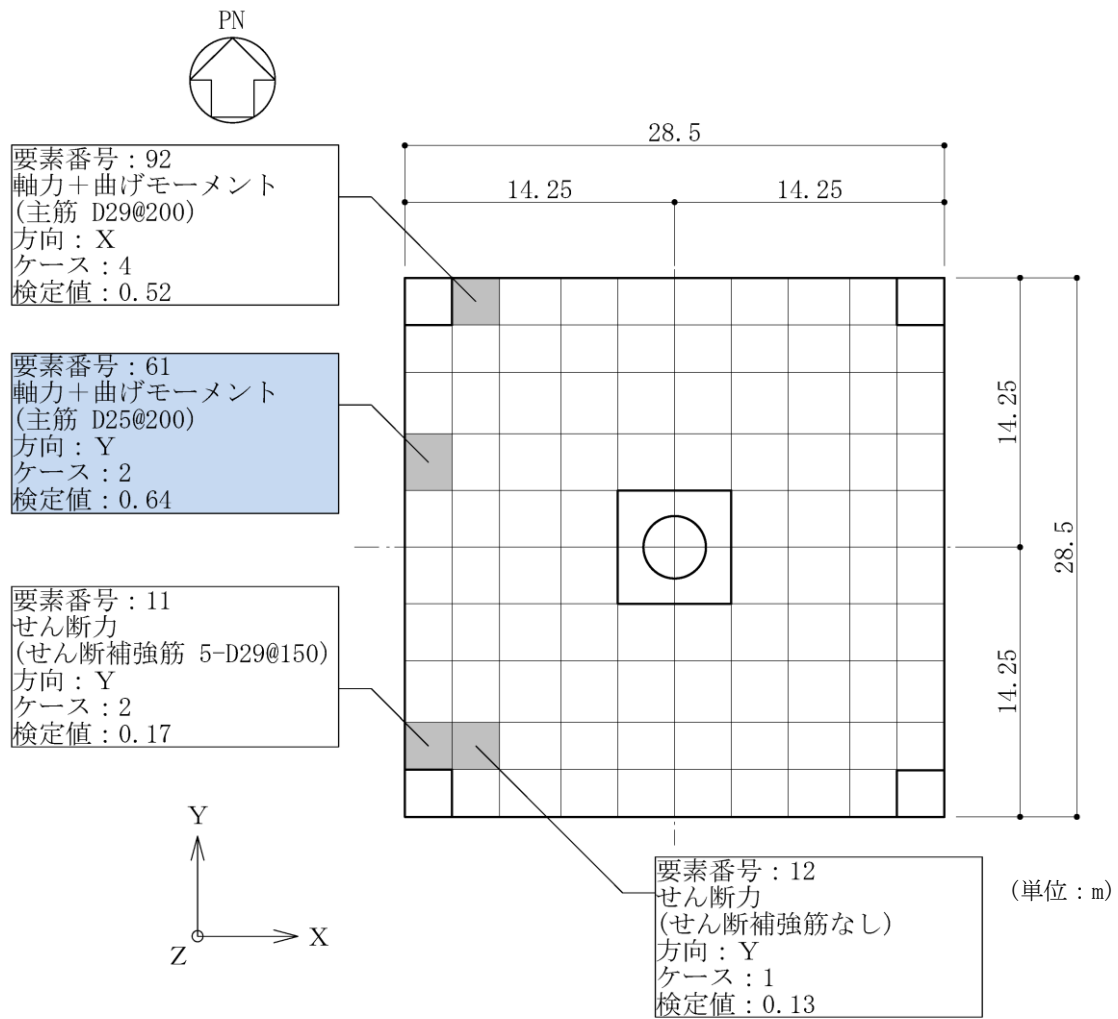
図 2-4(2) 基礎版の概略配筋図（せん断補強筋）（単位：m）

表 2-3 基礎版の評価結果

部位	要素 番号	方向	軸力及び曲げモーメントの検討									せん断力の検討			
			荷重 組合せ ケース	検討応力		N/(b・D) (N/mm ²)	M/(b・D ²) (N/mm ²)	p _t (%)	a _t (mm ² /m)	設計配筋 (断面積mm ² /m)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重 組合せ ケース	Q (kN/m)	Q _A (kN/m)	Q/Q _A
				N* (kN/m)	M (kN・m/m)										
基礎版	11	X	1	26	193	0.017	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	104	2372	0.05
		Y	1	152	563	0.101	0.250	0.066	990	D29@200 (3210)	0.31	2	445	2690	0.17
	12	X	2	88	788	0.059	0.350	0.104	1560	D29@200 (3210)	0.49	3	154	1275	0.13
		Y	2	86	775	0.057	0.344	0.102	1530	D29@200 (3210)	0.48	1	155	1275	0.13
	61	X	2	2	124	0.001	0.055	0.017	255	D25@200 (2535)	0.11	2	30	1462	0.03
		Y	2	44	779	0.029	0.346	0.107	1605	D25@200 (2535)	0.64	2	128	1415	0.10
	92	X	4	-394	521	-0.263	0.232	0.111	1665	D29@200 (3210)	0.52	2	432	2690	0.17
		Y	1	27	194	0.018	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	102	2357	0.05

注記* : 圧縮を正とする。

注 : は、検定値が最大となる要素を示す。

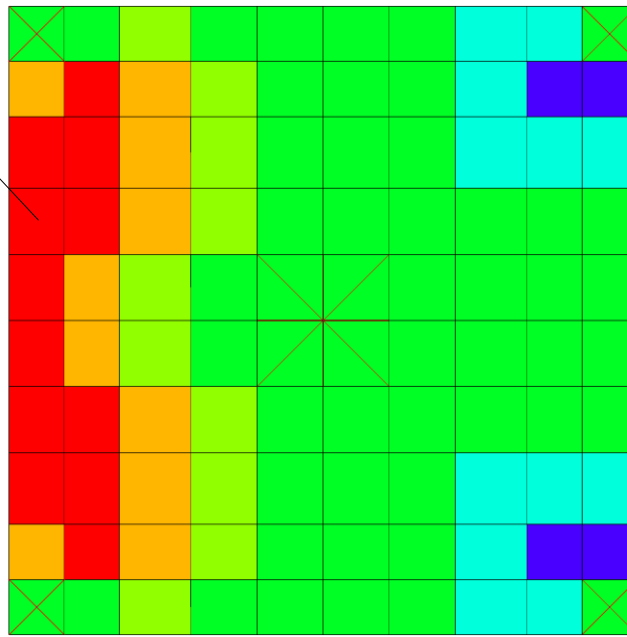


注：■ は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-5 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果
(基礎版)



要素番号 : 61

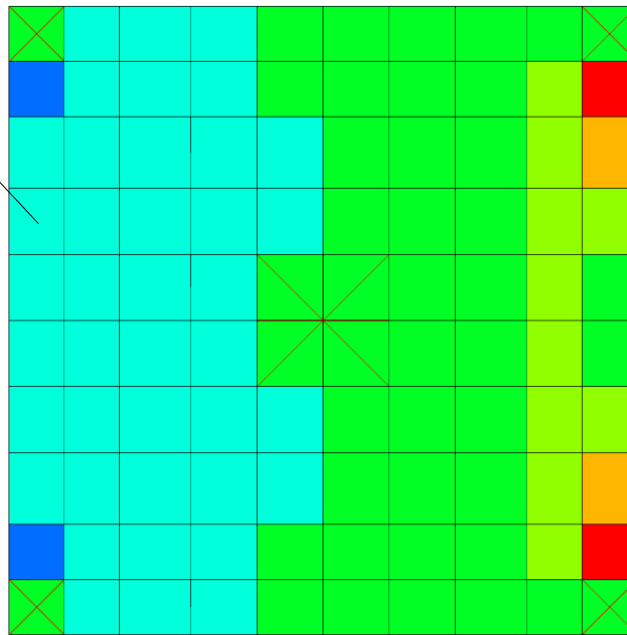


(a) 曲げモーメント (Y方向, ケース 2)

(kN · m/m)



要素番号 : 61



(b) 軸力 (Y方向, ケース 2)

(kN/m)

注 : 圧縮を負とする。

図 2-6 断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図
(基礎版)

別紙 5 最大接地圧について

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 接地圧	別紙 5-2

1. 概要

本資料は、排気筒の基礎の基準地震動 S_s による地震力（以下「 S_s 地震時」という。）に対する接地圧を示すものである。

2. 接地圧

S s 地震時の最大接地圧が、岩盤の極限支持力度 (9.8N/mm²) を超えないことを確認する。

荷重の組合せケースを表 2-1 に、荷重の組合せケースごとの S s 地震時の接地圧を表 2-2 に示す。材料物性の不確かさを考慮した S s 地震時の最大接地圧は 1.12N/mm² であることから、岩盤の極限支持力度を超えないことを確認した。

表 2-1 荷重の組合せケース

外力の状態	組合せ ケース	鉛直荷重	排気筒より受ける荷重
S s 地震時	1	1.27・DL	U _s (0°) *
	2	0.73・DL	
	3	1.27・DL	U _s (45°) *
	4	0.73・DL	

注記*：材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果に基づく軸力，水平力及び曲げモーメントの最大値を組み合わせた 0° 方向及び 45° 方向の荷重とする。

表 2-2 S s 地震時の接地圧

組合せ ケース	最大接地圧 (N/mm ²)
1	1.12
2	1.06
3	1.12
4	1.06

別紙6 ディーゼル燃料移送ポンプピット及びディーゼル
燃料移送配管設置エリアの耐震性について

目次

1. 概要	別紙 6-1
2. 基本方針	別紙 6-2
2.1 位置	別紙 6-2
2.2 構造概要	別紙 6-3
2.3 評価方針	別紙 6-6
3. 応力解析による評価方法	別紙 6-7
3.1 評価対象部位及び評価方針	別紙 6-7
3.2 荷重及び荷重の組合せ	別紙 6-9
3.2.1 荷重	別紙 6-9
3.2.2 荷重の組合せ	別紙 6-11
3.3 許容限界	別紙 6-12
3.4 解析モデル及び諸元	別紙 6-15
3.4.1 モデル化の基本方針	別紙 6-15
3.4.2 解析諸元	別紙 6-16
3.5 評価方法	別紙 6-17
3.5.1 応力解析方法	別紙 6-17
3.5.2 断面の評価方法	別紙 6-19
4. 評価結果	別紙 6-21

1. 概要

ディーゼル燃料移送ポンプピット（以下「ポンプピット」という。）及びディーゼル燃料移送配管設置エリア（以下「配管設置エリア」という。）は一体構造であり、その底版は屋外配管ダクト（排気筒）及びケーブル洞道の頂版を兼ねているため、ポンプピット及び配管設置エリアの底版については、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、VI-2-2-39「屋外配管ダクト（排気筒）の耐震性についての計算書」において2次元FEMモデルによる評価を行っている。

本資料は、ポンプピット及び配管設置エリアの地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、応力解析により行う。

ポンプピット及び配管設置エリアは、排気筒の基礎及び屋外配管ダクト（排気筒）と一体構造であり、「Sクラスの施設」を支持している。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。

以下、ポンプピット及び配管設置エリアの「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

ポンプピット及び配管設置エリアの設置位置を図2-1に示す。

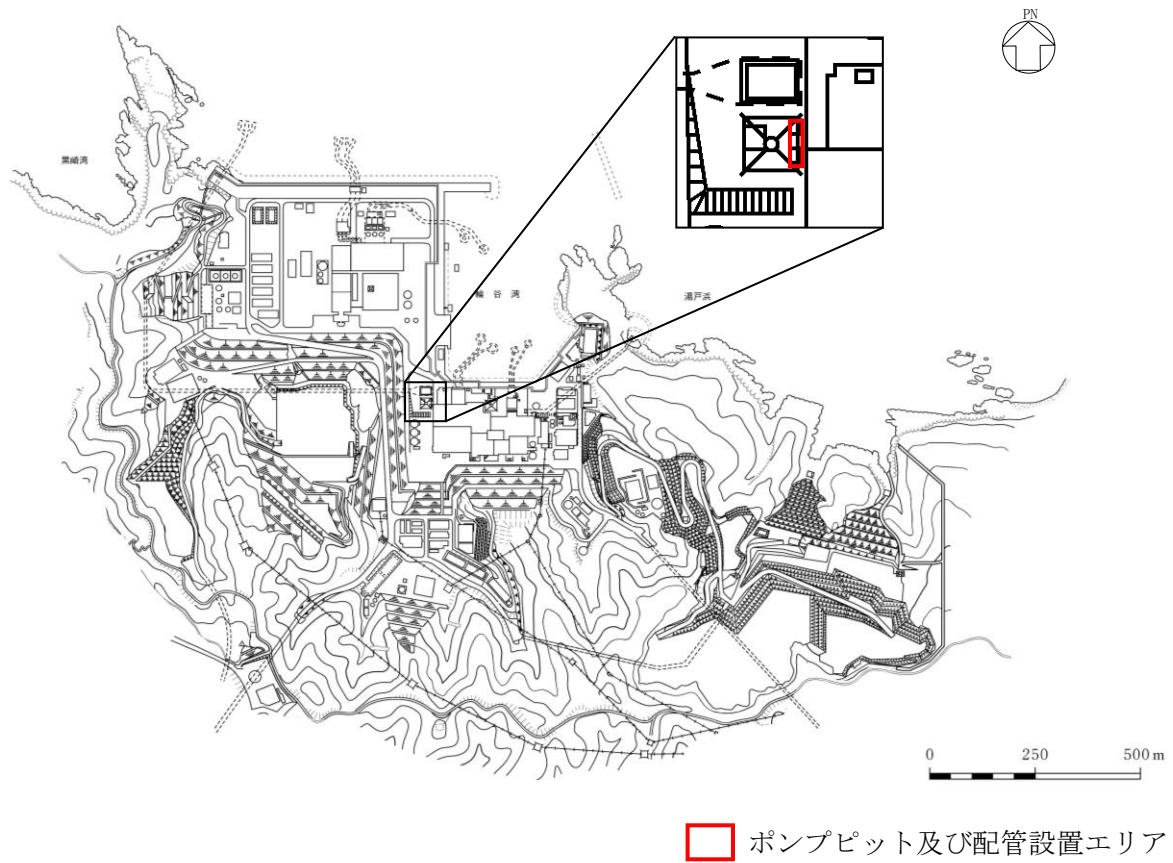


図2-1 ポンプピット及び配管設置エリアの設置位置

2.2 構造概要

ポンプピット及び配管設置エリアは、排気筒の基礎上に設置された鉄筋コンクリート造の側壁及び底版で構成された構造物である。

ポンプピット及び配管設置エリアの平面寸法は、23.5m* (NS) × 3.65m* (EW) である。ポンプピットの底版下端からの側壁の高さは 1.66m、配管設置エリアの底版下端からの側壁の高さは 1.085m である。

ポンプピットの側壁は厚さ 0.5m、底版は厚さ 0.5m、配管設置エリアの側壁は厚さ 0.3m、底版は厚さ 0.5m であり、屋外配管ダクト（排気筒）及び排気筒の基礎と一体構造となっている。

ポンプピット及び配管設置エリアの概略平面図を図 2-2 に、概略断面図を図 2-3 に示す。

注記*：寸法は壁外面寸法とする。

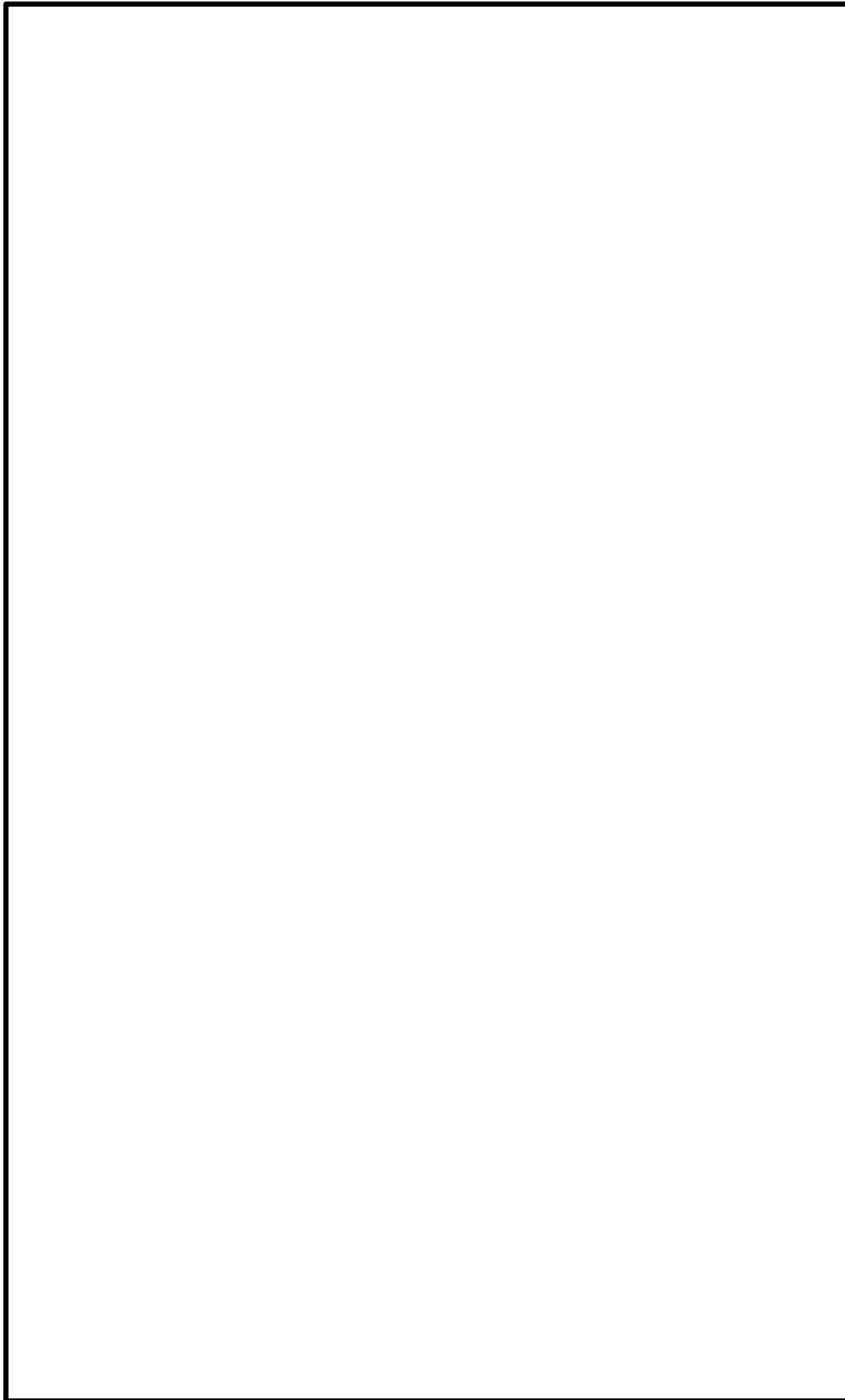
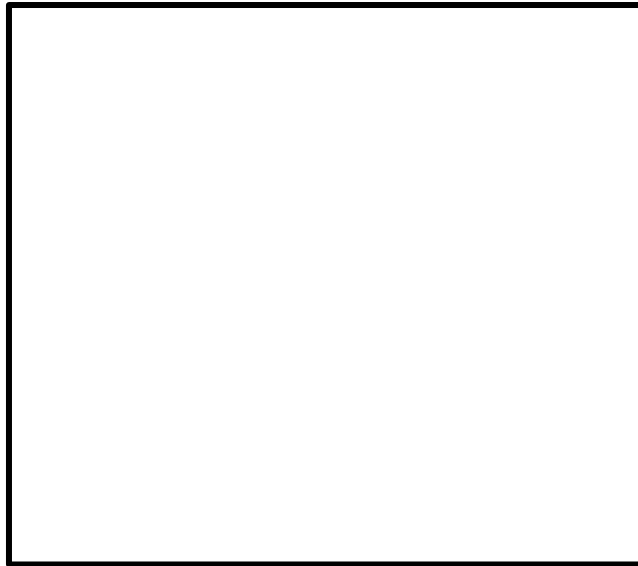


図 2-2 ポンプピット及び配管設置エリアの概略平面図 (EL 7.550m, EL 8.125m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(a) A-A断面 (NS方向)



(b) B-B断面, B'-B'断面 (EW方向)

図 2-3 ポンプピット及び配管設置エリアの概略断面図

2.3 評価方針

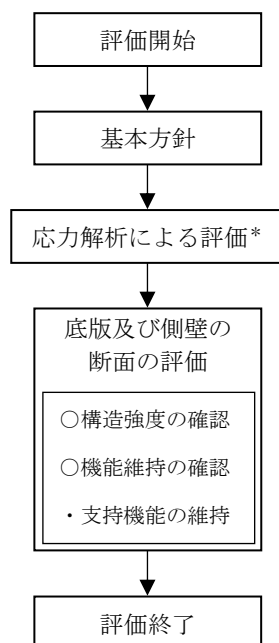
ポンプピット及び配管設置エリアは、排気筒の基礎及び屋外配管ダクト（排気筒）と一体構造であり、内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。

ポンプピット及び配管設置エリアの設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえたもの*とする。ポンプピット及び配管設置エリアの評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価においては、ポンプピット及び配管設置エリアの地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。

また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行う。ここで、ポンプピット及び配管設置エリアでは、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、圧力、温度等の条件について有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

ポンプピット及び配管設置エリアの評価フローを図2-4に示す。

注記*：ポンプピット及び配管設置エリアは排気筒の基礎と一体構造であることから、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」に基づく材料物性の不確かさを考慮する。



注記*：VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図2-4 ポンプピット及び配管設置エリアの評価フロー

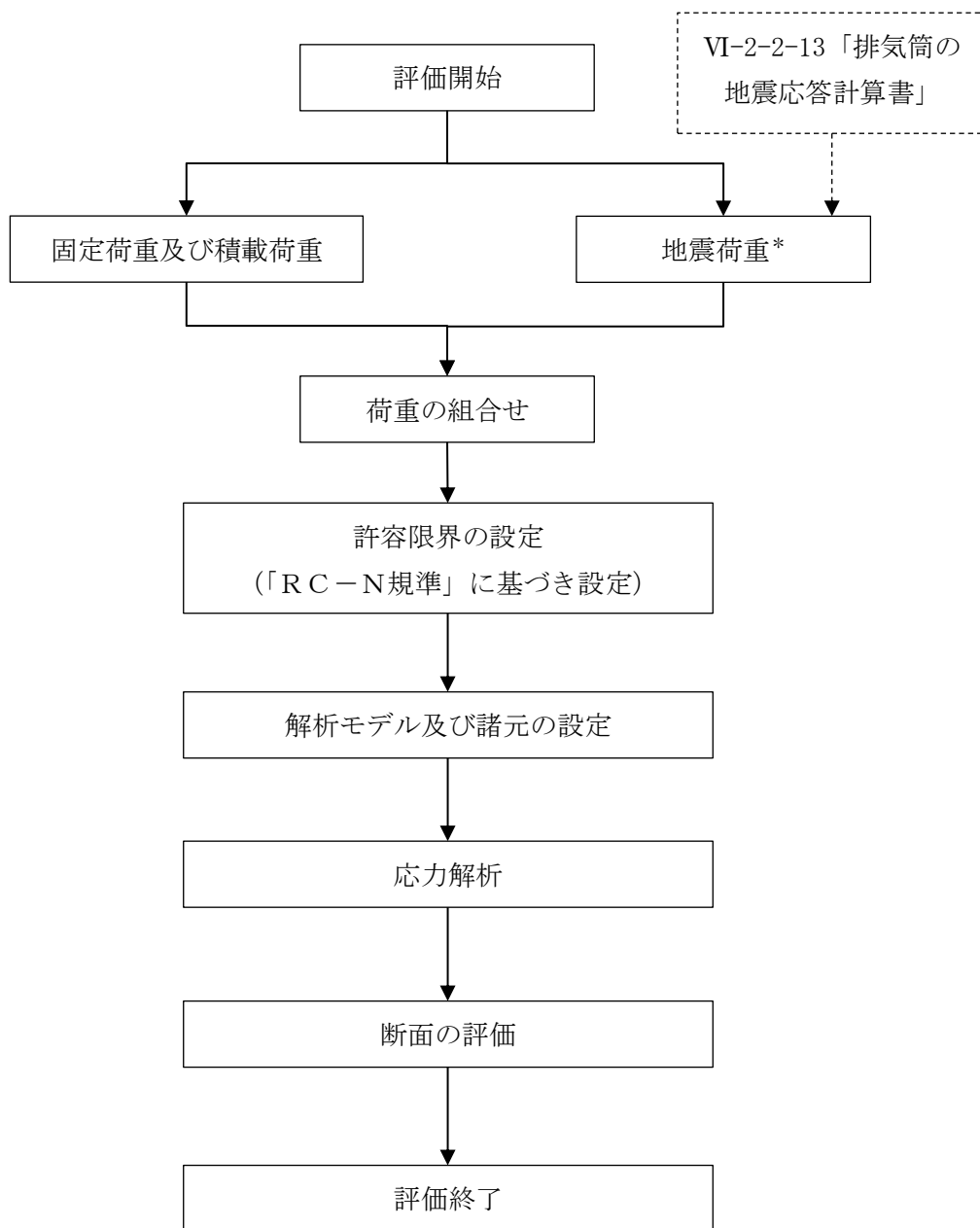
3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

ポンプピット及び配管設置エリアのうち地表面からのピットが深いポンプピットを評価対象とする。応力解析による評価対象部位は、ポンプピットを構成する側壁及び底版とし、S s地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

S s地震時に対する評価は、ポンプピットの東西断面における側壁及び底版をはり要素でモデル化したフレームモデルを用いた弾性応力解析によることとし、基準地震動S sによるEW方向及び鉛直方向の地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

フレームモデルを用いた弾性応力解析にあたっては、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」により得られた結果を用いて、荷重の組合せを行う。応力解析による評価フローを図3-1に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 応力解析による評価フロー

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.2.1 荷重

(1) 固定荷重及び積載荷重

固定荷重及び積載荷重は、ポンプピットの側壁及び底版の自重並びにポンプピット上部に設置されているディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の重量を考慮する。

(2) 地震荷重

a. 地震荷重

地震時における慣性力は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」から得られる排気筒の基礎版上端レベル（EL 3.5m）及び鉄塔基礎上端レベル（EL 8.5m）におけるSs地震時の最大応答加速度の包絡値から算定した震度を用いて算定する。震度は材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を用いて算定する。応力解析で考慮するSs地震時の最大応答加速度及び震度を表3-1に示す。

なお、側壁については、ポンプピット東側の面外方向に対する断面評価を行うことから、水平方向についてEW方向の震度を用いる。

表 3-1 最大応答加速度及び震度

方向	位置	最大応答加速度 (cm/s^2)	震度	設計震度
水平方向 (EW方向)	鉄塔基礎上端 (EL 8.5m)	1189	1.22	1.22
	基礎版上端 (EL 3.5m)	1118	1.15	
鉛直方向	鉄塔基礎上端 (EL 8.5m)	756	0.78	0.78
	基礎版上端 (EL 3.5m)	664	0.68	

b. 地震時土圧荷重

地震時土圧荷重は、地震時土圧によりポンプピットの地中部の側壁に作用する荷重として、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（(社)日本電気協会）」に基づき算出し、常時土圧に地震時増分土圧を加えて算定した地震時土圧を設定する。

なお、地震時増分土圧の算定に用いる地盤の最大加速度は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」における地表面（EL 8.5m）の最大加速度を用いる。

地震時土圧荷重を表 3-2 に、地震時土圧による荷重分布を図 3-2 に示す。

表 3-2 地震時土圧荷重

EL (m)	地震時土圧荷重 (kN/m ²) (東側)
8.5~7.55	$136.1 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

h : 地表面からの深さ (m)

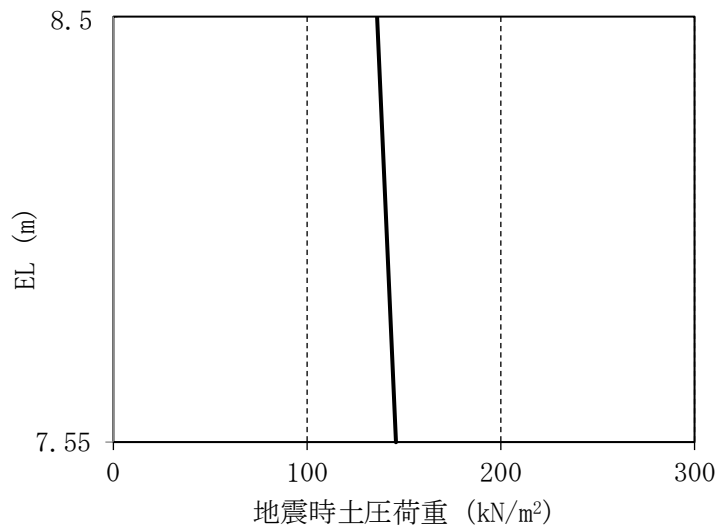


図 3-2 地震時土圧による荷重分布

3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)

3.3 許容限界

応力解析による評価におけるポンプピットの許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の方針に基づき、表 3-4 及び表 3-5 のとおり設定する。

また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 3-6 及び表 3-7 に示す。

表 3-4 応力解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	側壁及び底版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界*
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	側壁及び底版	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界*

注記*：許容限界は、「RC-N規準」に基づき、終局耐力に対して妥当な裕度を有する短期許容応力度を用いる。

表 3-5 応力解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	側壁及び底版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界*
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	側壁及び底版	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界*

注記*：許容限界は、「RC-N規準」に基づき、終局耐力に対して妥当な裕度を有する短期許容応力度を用いる。

表 3-6 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F_c	圧縮	せん断
$F_c = 20.6$	13.6	1.02

表 3-7 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び圧縮	せん断
SD35 (SD345相当)	345	345

3.4 解析モデル及び諸元

3.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、フレームモデルを用いた弾性応力解析とする。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

応力解析にあたって、ポンプピット東側の側壁及び底版をはり要素にてモデル化する。解析モデルを図3-3に示す。

(2) 境界条件

フレームモデルの底版底面に鉛直方向の地盤ばねを設ける。鉛直方向の地盤ばねについては、底版底面の基礎コンクリートの材料物性に基づき設定する。また、底版とディーゼル燃料タンク室の壁との取り合い部については固定とする。

なお、底版底面の地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。

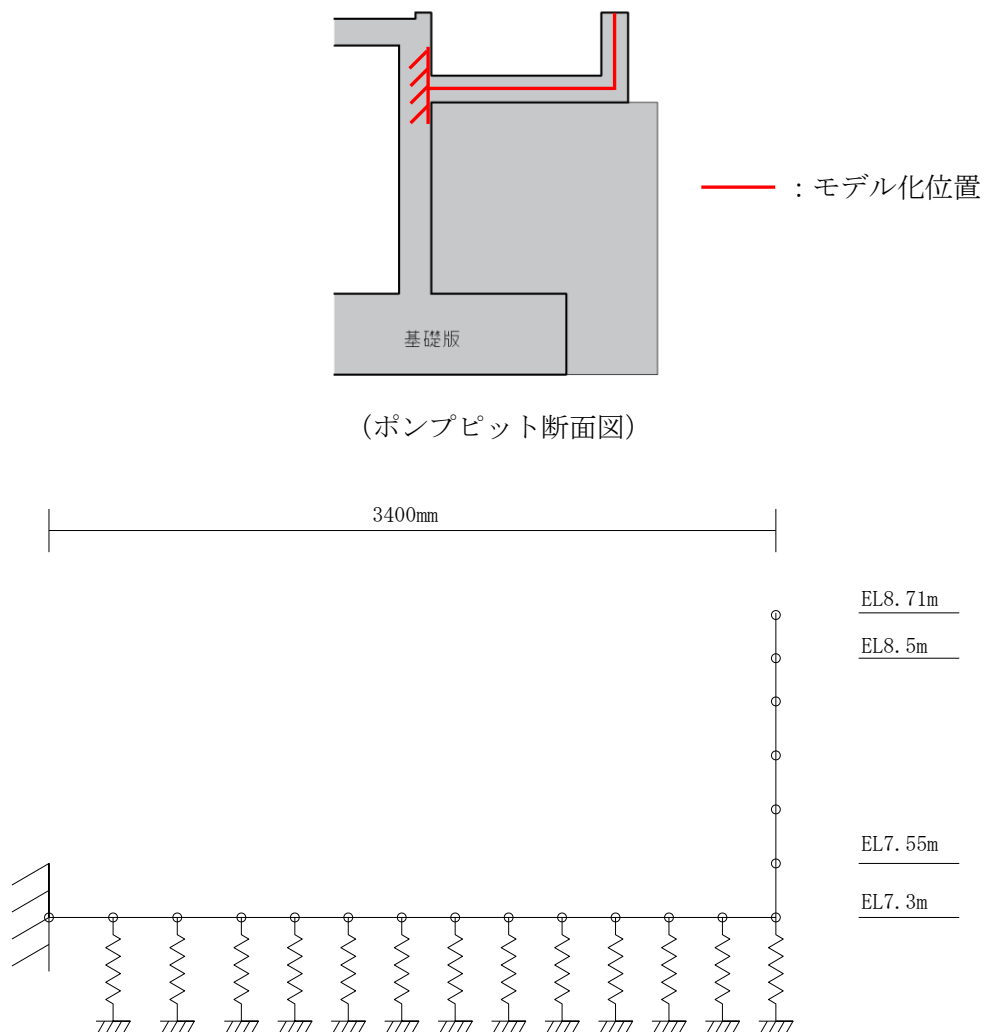


図3-3 解析モデル

3.4.2 解析諸元

使用材料の物性値を表 3-8 及び表 3-9 に示す。

表 3-8 コンクリートの物性値

設計基準強度 F _c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
20.6	2.15×10 ⁴	0.2

表 3-9 鉄筋の物性値

鉄筋の種類	ヤング係数 E (N/mm ²)
SD35 (SD345 相当)	2.05×10 ⁵

3.5 評価方法

3.5.1 応力解析方法

ポンプピットの側壁及び底版について、 S_s 地震時に対してフレームモデルを用いた弾性応力解析を実施する。

(1) 荷重ケース

S_s 地震時の応力は、次の荷重を組み合わせて求める。

- G : 固定荷重
- P : 積載荷重
- S_{SEW} : E→W方向 S_s 地震荷重（地震時土圧を含む）
- S_{SUD} : 鉛直方向（下向き） S_s 地震荷重
- S_{SDU} : 鉛直方向（上向き） S_s 地震荷重

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表3-10に示す。

水平地震力については、地震荷重（慣性力）と地震時土圧荷重が同じ向きに作用するE→W方向の S_s 地震荷重を考慮する。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008（（社）日本電気協会）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いるものとする。

表3-10 荷重の組合せケース

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S_s 地震時	1	$G + P + 1.0 S_{SEW} + 0.4 S_{SUD}$
	2	$G + P + 1.0 S_{SEW} + 0.4 S_{SDU}$
	3	$G + P + 0.4 S_{SEW} + 1.0 S_{SUD}$
	4	$G + P + 0.4 S_{SEW} + 1.0 S_{SDU}$

(3) 荷重の入力方法

a. 地震荷重

側壁及び底版に作用する S_s 地震荷重については、フレームモデルに集中荷重又は分布荷重として入力する。

b. 地震荷重以外の荷重

地震荷重以外の荷重については、フレームモデルに集中荷重又は分布荷重として入力する。

3.5.2 断面の評価方法

ポンプピットの底版及び側壁について、軸力及び曲げモーメント並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認する。

(1) 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる曲げモーメントが、次式をもとに計算した許容曲げモーメントを超えないことを確認する。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

- M_A : 許容曲げモーメント (N・mm)
- a_t : 引張鉄筋断面積 (mm²)
- f_t : 鉄筋の許容引張応力度で、表 3-7 に示す値 (N/mm²)
- j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる面外せん断力が、次式をもとに計算した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

- Q_A : 許容面外せん断力 (N)
- b : 断面の幅 (mm)
- j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)
- α : 許容せん断力の割り増し係数
(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 3-6 に示す値 (N/mm²)

${}_w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表 3-7 に示す値 (N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする。*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm²)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* : せん断補強筋がない領域については, 第2項を0とする。
(なお, ポンプピットの側壁及び底版には, 面外せん断補強筋は入っていない。)

4. 評価結果

ポンプピットの側壁及び底版の評価結果を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

ポンプピットの側壁及び底版に生じる曲げモーメント及び面外せん断力が、許容値を超えないことを確認した。

表 4-1 ポンプピットの側壁の評価結果

方向		EW方向
厚さ t (mm)		500
有効せい d (mm)		450
配筋 (鉄筋断面積)	縦筋	D16@200 (995 mm ² /m)
	横筋	D16@200 (995 mm ² /m)
曲げモーメント	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	110.4
	許容曲げモーメント M _A (kN・m/m)	135.1
	検定値	0.82
面外せん断力	発生せん断力 Q (kN/m)	150.9
	せん断スパン比による 割増し係数 α	1.0
	許容面外せん断力 Q _A (kN/m)	401.6
	検定値	0.38
判定		可

表 4-2 ポンプピットの底版の評価結果

方向		E W方向
厚さ t (mm)		500
有効せい d (mm)		450
配筋 (鉄筋断面積)	上ば筋	D16@200 (995 mm ² /m)
	下ば筋	D16@200 (995 mm ² /m)
曲げ モー メント	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	110.4
	許容曲げモーメント M _A (kN・m/m)	135.1
	検定値	0.82
面外 せん 断力	発生せん断力 Q (kN/m)	57.3
	せん断スパン比による 割増し係数 α	1.0
	許容面外せん断力 Q _A (kN/m)	401.6
	検定値	0.15
判定		可

別紙 7 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の
地震時反力に対する検討

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 検討方針	別紙 7-4
3. 応力解析による評価方法	別紙 7-5
3.1 評価対象部位	別紙 7-5
3.2 荷重及び荷重の組合せ	別紙 7-5
3.3 許容限界	別紙 7-7
3.4 解析モデル及び諸元	別紙 7-8
3.5 評価方法	別紙 7-9
3.5.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価方法	別紙 7-9
3.5.2 基礎版の評価方法	別紙 7-10
4. 評価結果	別紙 7-11
4.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果	別紙 7-11
4.2 基礎版の評価結果	別紙 7-14
5. まとめ	別紙 7-20

1. 概要

VI-2-2-15「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」（以下「排気筒の基礎の耐震計算書」という。）において、排気筒の基礎の解析モデルでは、保守的に基礎版より立ち上がるディーゼル燃料貯蔵タンク室の剛性による拘束を考慮していない。また、排気筒の基礎の応力解析においては、基礎上部の構造物の固定荷重を考慮した場合には基礎の浮き上がりを抑えることになるため、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の固定荷重は保守的に考慮していない。

一方で、VI-2-11-2-15「ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震性についての計算書」では基準地震動 S_s に対するディーゼル燃料貯蔵タンク室の検討を行っており、排気筒の基礎に作用するディーゼル燃料貯蔵タンク室からの地震時反力が算定される。

本資料は、基準地震動 S_s によるディーゼル燃料貯蔵タンク室からの地震時反力より設定した評価用反力（以下「地震時タンク室反力」という。）に対し、排気筒の基礎の検討を行うものである。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室を含む排気筒の基礎の概略平面図及び概略断面図を図 1-1 及び図 1-2 に示す。



(単位：mm)

図 1-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室を含む排気筒の基礎の概略平面図 (EL 3.5m)



(単位：mm)

図 1-2 ディーゼル燃料貯蔵タンク室を含む排気筒の基礎の概略断面図 (A-A 断面)

2. 検討方針

基準地震動 S_s による地震時タンク室反力に対する排気筒の基礎の検討を行う。

検討は、排気筒の基礎の耐震計算書に示す 3次元FEMモデルを用い、基準地震動 S_s による地震時タンク室反力を考慮した場合（以下「地震時タンク室反力考慮ケース」という。）の応力解析を行い、断面の評価において許容値を超えないことを確認する。

3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位

評価対象部位は、排気筒の基礎の耐震計算書の「3.1 評価対象部位及び評価方針」に示す内容と同一である。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

基準地震動 S_s による地震時タンク室反力の値を表 3-1 に示す。なお、表 3-1 に示す値は、VI-2-11-15「ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震性についての計算書」に基づき材料物性の不確かさを考慮して設定する。

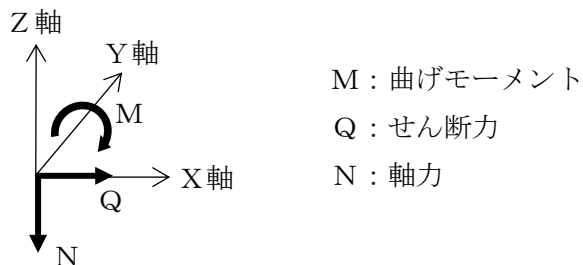
地震時タンク室反力の入力方法は、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁及び隔壁に対応する範囲の各節点に、節点の支配長さに応じて分配し、節点荷重として入力する。

表 3-1 基準地震動 S_s による地震時タンク室反力

位置	常時			地震時		
	曲げモーメント (kN・m/m)	せん断力 (kN/m)	軸力 (kN/m)	曲げモーメント (kN・m/m)	せん断力 (kN/m)	軸力 (kN/m)
側壁①	-43	-60	118	876	1126	2061 ^{*1} -232 ^{*2}
側壁②	94	117	412	324	194	415 ^{*1} -345 ^{*2}
側壁③	-16	-22	370	100	151	371 ^{*1} -402 ^{*2}
隔壁	3	1	201	282	156	567 ^{*1} -341 ^{*2}
側壁④	26	46	189	130	235	356 ^{*1} -212 ^{*2}

注 1：モデルの対称性を考慮して、排気筒より受ける荷重の 0° 方向の荷重に整合するように位置と方向を設定する。

注 2：荷重の向きは矢印の方向を正とする。



注記*1：軸力（下向き）を考慮する際に用いる。

*2：軸力（上向き）を考慮する際に用いる。

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

荷重の組合せを表 3-2 に示す。地震時タンク室反力を除く荷重の詳細は、排気筒の基礎の耐震計算書の「3.2.1 荷重」に示す固定荷重 (DL) 及び基準地震動 S_s による地震荷重 (S_s) と同一である。

表 3-2 荷重の組合せ (地震時タンク室反力考慮ケース)

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震時	DL + S_s

DL : 固定荷重

S_s : 基準地震動 S_s による地震荷重 (地震時に排気筒より受ける荷重及び地震時タンク室反力を含む)

3.3 許容限界

鉄塔基礎，筒身基礎及び基礎版のうち面外せん断力に対する評価における許容限界の詳細は，排気筒の基礎の耐震計算書の「3.3 許容限界」に示す内容と同一である。また，基礎版のうち軸力及び曲げモーメントに対する評価における許容限界は，「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（(社)日本機械学会，2003）」（以下「C V規格」という。）に基づく荷重状態Ⅳの許容値とする。

コンクリート及び鉄筋の許容ひずみを表 3-3 に示す。

表 3-3 コンクリート及び鉄筋の許容ひずみ

コンクリート (圧縮ひずみ)	鉄筋 (圧縮ひずみ及び引張ひずみ)
0.003	0.005

3.4 解析モデル及び諸元

解析モデル概略図を図 3-1 に示す。

解析モデル及び諸元の詳細は、排気筒の基礎の耐震計算書の「3.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

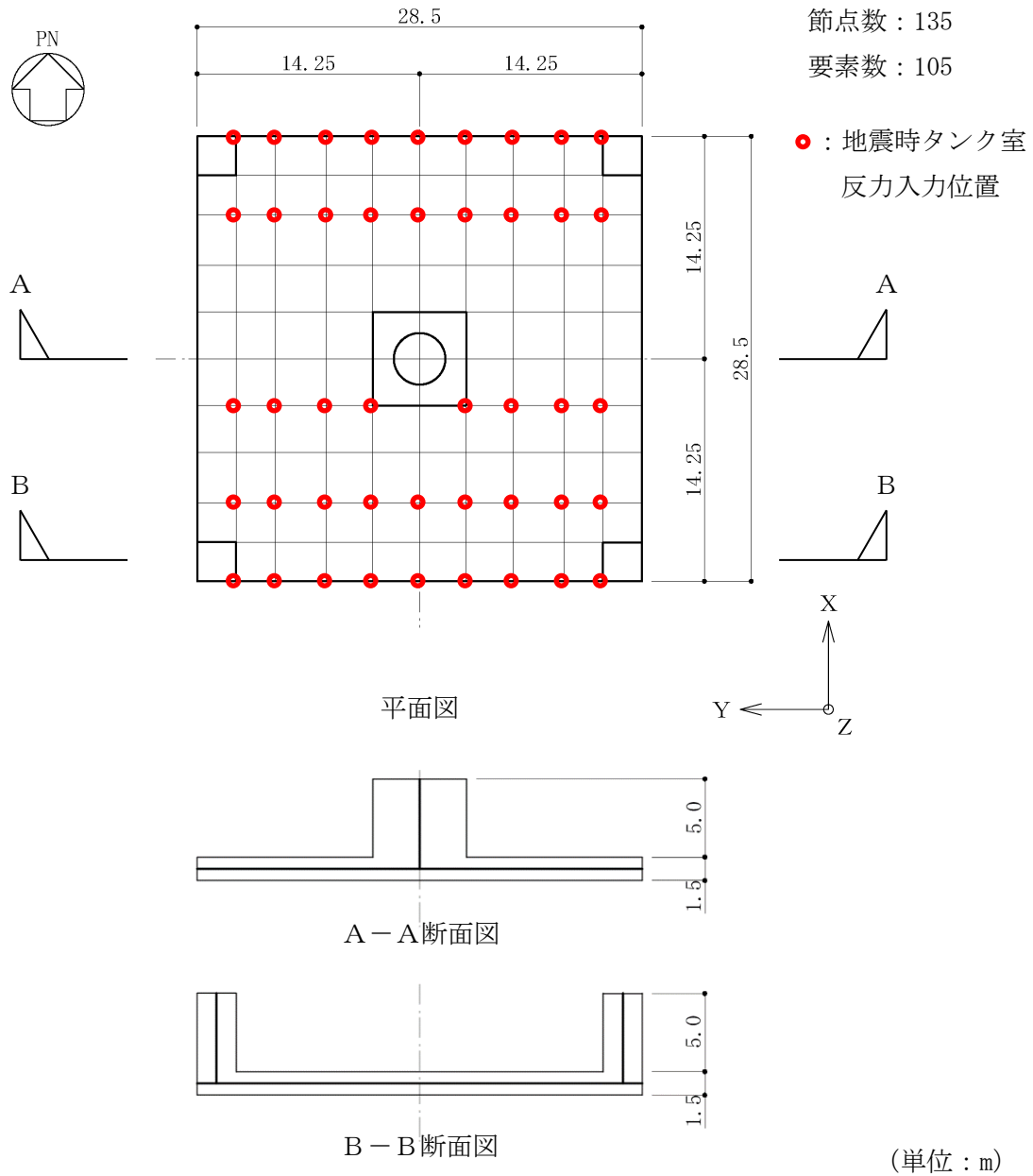


図 3-1 解析モデル概要図

3.5 評価方法

S s 地震時の応力は、「3.2 荷重及び荷重の組合せ」に示す固定荷重（DL）及び基準地震動 S s による地震荷重（地震時に排気筒より受ける荷重及び地震時タンク室反力を含む）による応力を組み合わせて求める。

なお、本検討においてはディーゼル燃料貯蔵タンク室の評価に合わせてNS方向に対して検討を行う。

3.5.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価方法

鉄塔基礎及び筒身基礎の評価方法の詳細は、排気筒の基礎の耐震計算書の「3.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

3.5.2 基礎版の評価方法

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみが、「CCV規格」に基づき、表3-3に示す許容ひずみを超えないことを確認する。

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

面外せん断力に対する断面の評価の詳細は、排気筒の基礎の耐震計算書の「3.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

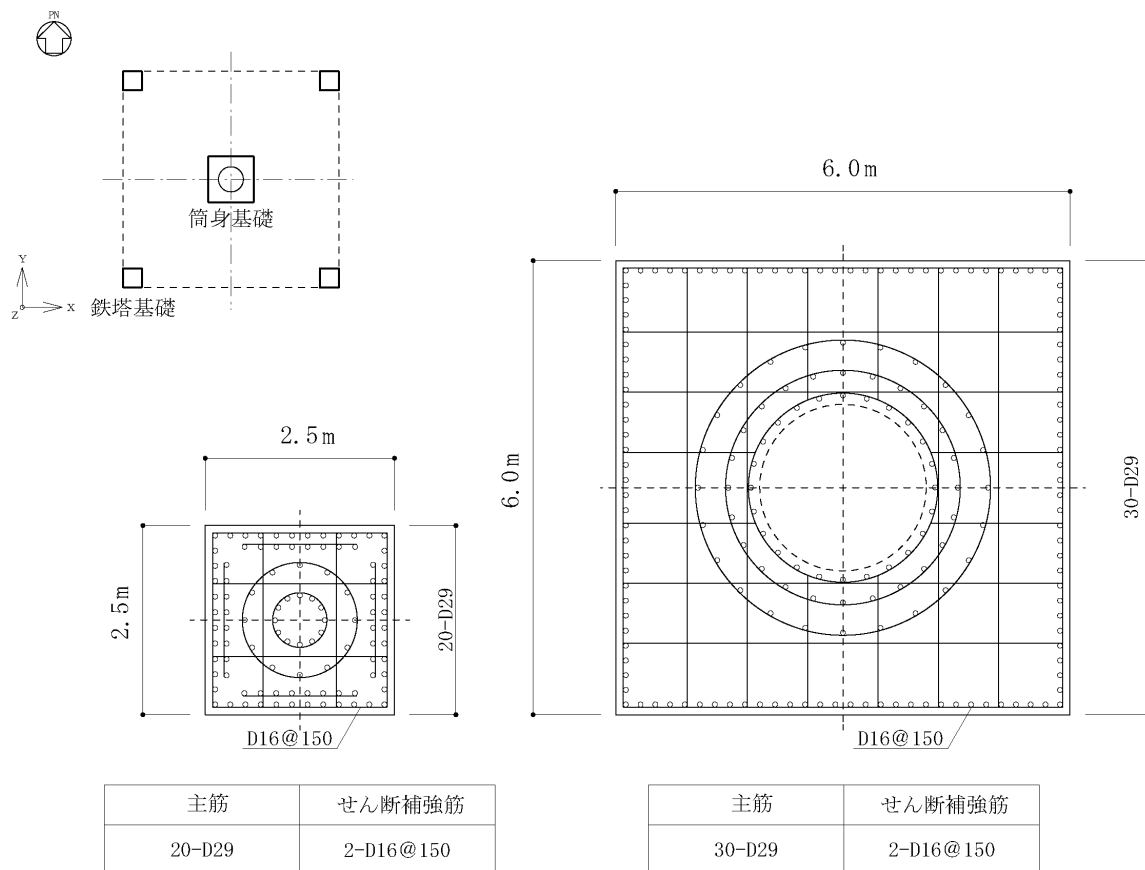
4. 評価結果

4.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図を図4-1に示す。

地震時タンク室反力考慮ケース及び今回工認ケースにおける評価結果を表4-1に示す。

地震時タンク室反力考慮ケースの評価結果は、今回工認ケースとおおむね同等であることを確認した。また、鉄塔基礎及び筒身基礎について、軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量及び面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。



(a) 鉄塔基礎配筋図

(b) 筒身基礎配筋図

図4-1 鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図

表 4-1(1) 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

(a) 地震時タンク室反力考慮ケース

部位	方向	荷重の向き	軸力及び曲げモーメントの検討								せん断力の検討				
			検討応力		N/(b・D) (N/mm ²)	M/(b・D ²) (N/mm ²)	p _t (%)	a _t (mm ²)	設計配筋 (断面積mm ²)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重の向き	Q (kN)	Q _A (kN)	Q/Q _A	
			N* (kN)	M (kN・m)											
鉄塔基礎	C ₁	X	水平：S→N 鉛直：上向き	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	水平：N→S 鉛直：下向き	1191	5304	0.23
		Y	水平：S→N 鉛直：上向き	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	水平：N→S 鉛直：下向き	1159	5304	0.22
	C ₂	X	水平：N→S 鉛直：上向き	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	水平：S→N 鉛直：下向き	1191	5304	0.23
		Y	水平：N→S 鉛直：上向き	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	水平：S→N 鉛直：下向き	1159	5304	0.22
	C ₃	X	水平：N→S 鉛直：上向き	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	水平：S→N 鉛直：下向き	1191	5304	0.23
		Y	水平：N→S 鉛直：上向き	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	水平：S→N 鉛直：下向き	1159	5304	0.22
	C ₄	X	水平：S→N 鉛直：上向き	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	水平：N→S 鉛直：下向き	1191	5304	0.23
		Y	水平：S→N 鉛直：上向き	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	水平：N→S 鉛直：下向き	1159	5304	0.22
筒身基礎	X	水平：S→N 鉛直：上向き	1490	3821	0.041	0.018	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	水平：S→N 鉛直：下向き	366	31640	0.02	
	Y	水平：S→N 鉛直：上向き	1490	48	0.041	0.000	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	水平：S→N 鉛直：下向き	2	31640	0.01	

注記*：圧縮を正とする。

表 4-1(2) 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

(b) 今回工認ケース

部位		方向	軸力及び曲げモーメントの検討									せん断力の検討			
			荷重 組合せ ケース	検討応力		N/(b・D) (N/mm ²)	M/(b・D ²) (N/mm ²)	p _t (%)	a _t (mm ²)	設計配筋 (断面積mm ²)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重 組合せ ケース	Q (kN)	Q _A (kN)	Q/Q _A
				N* (kN)	M (kN・m)										
鉄塔基礎	C ₁	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	1	779	5304	0.15
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
	C ₂	X	4	2019	3895	0.323	0.249	0.034	2125	20-D29 (12840)	0.17	1	1191	5304	0.23
		Y	4	2019	5795	0.323	0.371	0.075	4688	20-D29 (12840)	0.37	1	1159	5304	0.22
	C ₃	X	2	4748	5955	0.760	0.381	0.019	1188	20-D29 (12840)	0.10	1	1191	5304	0.23
		Y	2	4748	5795	0.760	0.371	0.016	1000	20-D29 (12840)	0.08	1	1159	5304	0.22
	C ₄	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	3	1191	5304	0.23
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
筒身基礎		X	1	5788	3821	0.161	0.018	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	1	366	31640	0.02
		Y	3	5788	2703	0.161	0.013	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	3	259	31640	0.01

注記* : 圧縮を正とする。

4.2 基礎版の評価結果

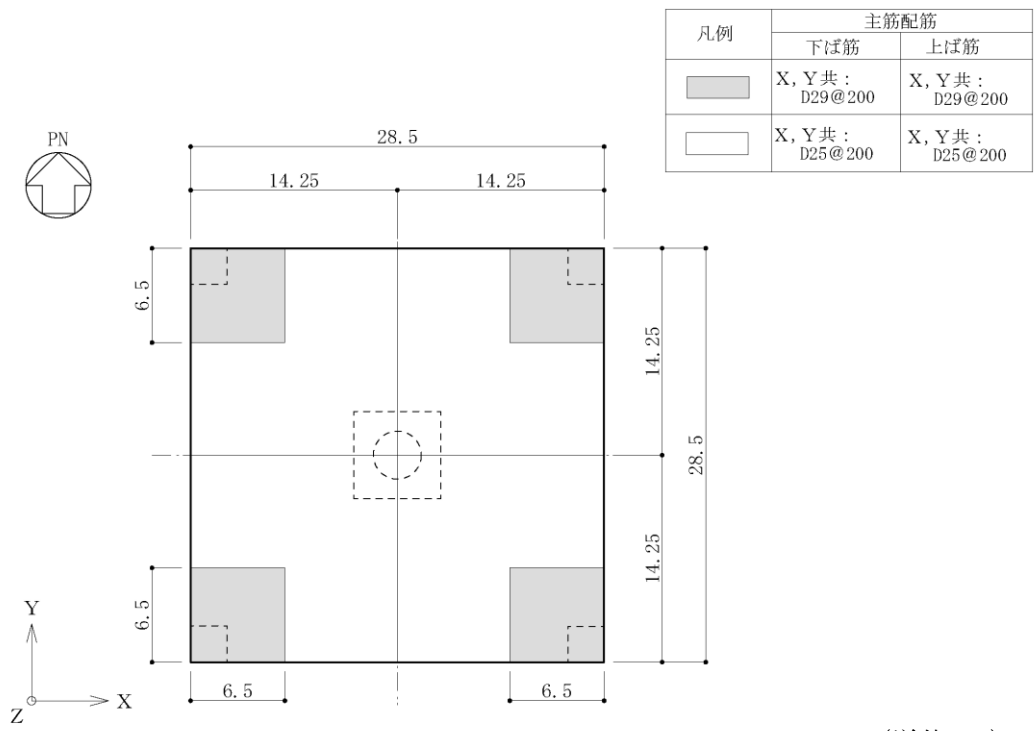
基礎版の概略配筋図を図 4-2 に示す。

断面の評価結果を記載する要素を以下のとおり選定する。

軸力及び曲げモーメント並びに面外せん断力に対する評価において、許容値に対する発生値の割合が最大となる要素をそれぞれ選定する。

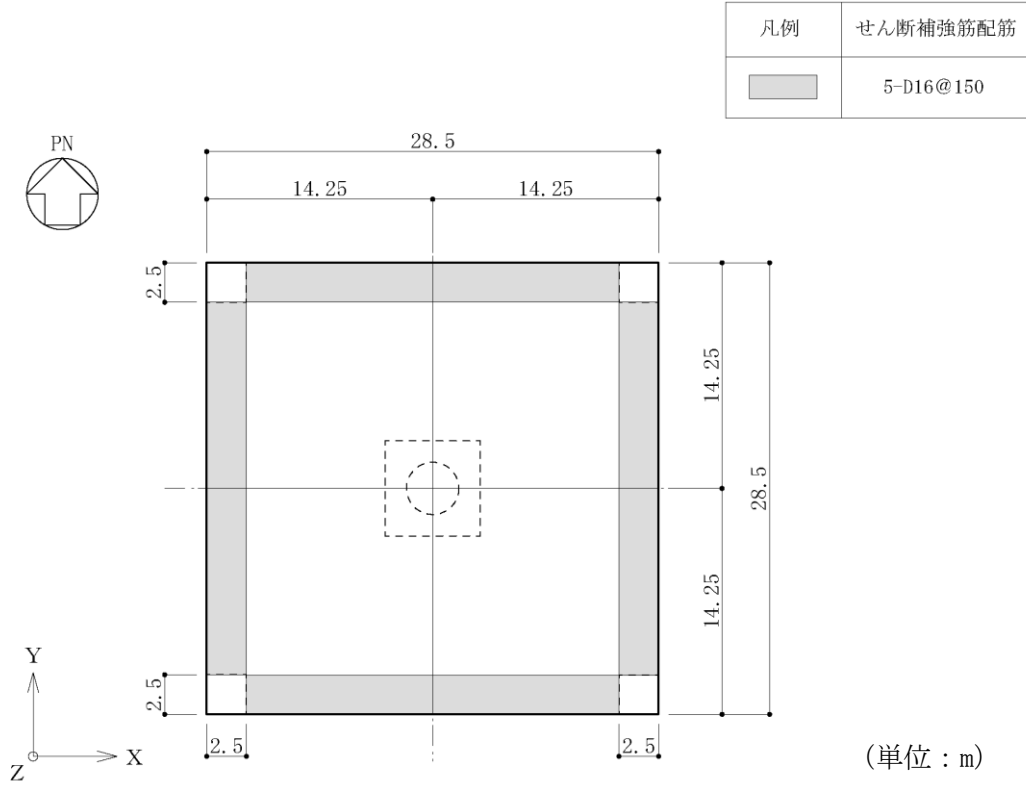
地震時タンク室反力考慮ケース及び今回工認ケースにおける選定した要素の位置を図 4-3 に、評価結果を表 4-2 に示す。

基礎版について、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。



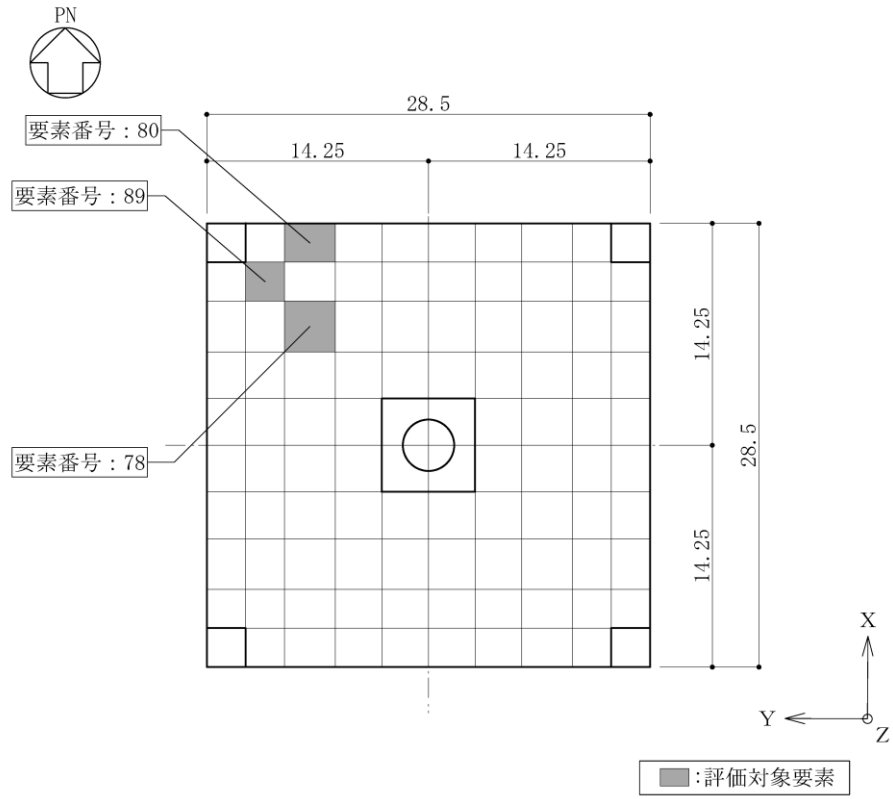
(単位 : m)

図 4-2(1) 基礎版の概略配筋図 (主筋)



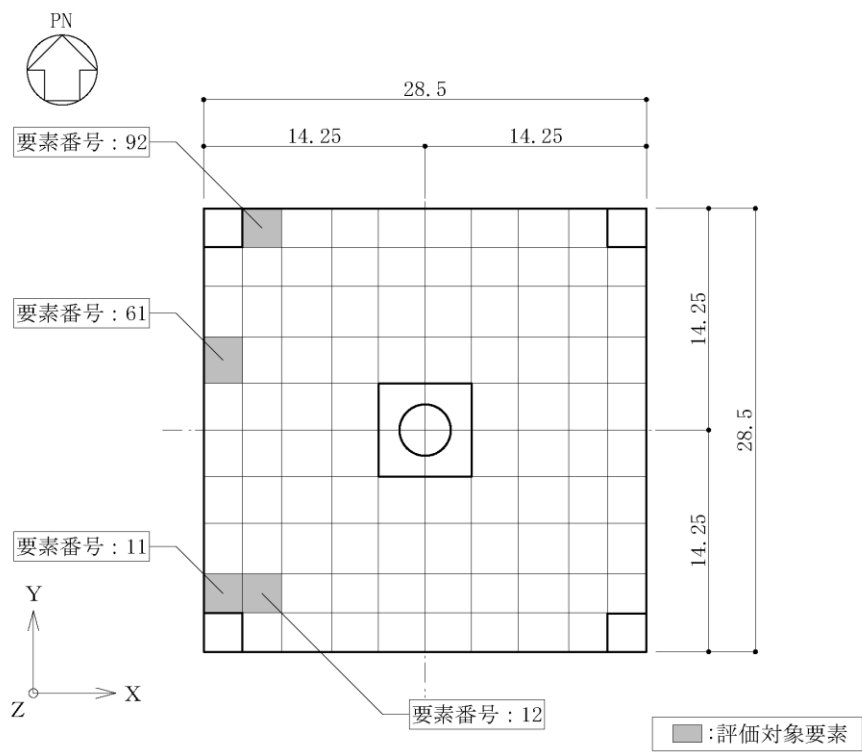
(単位 : m)

図 4-2(2) 基礎版の概略配筋図 (せん断補強筋)



(単位 : m)

図 4-3(1) 選定した要素の位置 (地震時タンク室反力考慮ケース)



(単位: m)

図 4-3(2) 選定した要素の位置 (今回工認ケース)

表 4-2(1) 基礎版の評価結果
(a) 地震時タンク室反力考慮ケース

部位	評価項目		方向	要素 番号	荷重の向き	発生値	許容値
基礎版	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート 圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	X	89	水平：N→S 鉛直：上向き	0.436	3.00
		鉄筋 引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	X	80	水平：S→N 鉛直：下向き	2.93	5.00
	面外せん断力	面外せん断力 (kN/m)	X	78	水平：N→S 鉛直：上向き	641	2185

表 4-2(2) 基礎版の評価結果

(b) 今回工認ケース

部位	要素 番号	方向	軸力及び曲げモーメントの検討									せん断力の検討			
			荷重 組合せ ケース	検討応力		N/(b・D) (N/mm ²)	M/(b・D ²) (N/mm ²)	p _t (%)	a _t (mm ² /m)	設計配筋 (断面積mm ² /m)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重 組合せ ケース	Q (kN/m)	Q _A (kN/m)	Q/Q _A
				N* (kN/m)	M (kN・m/m)										
基礎版	11	X	1	26	193	0.017	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	104	2372	0.05
		Y	1	152	563	0.101	0.250	0.066	990	D29@200 (3210)	0.31	2	445	2690	0.17
	12	X	2	88	788	0.059	0.350	0.104	1560	D29@200 (3210)	0.49	3	154	1275	0.13
		Y	2	86	775	0.057	0.344	0.102	1530	D29@200 (3210)	0.48	1	155	1275	0.13
	61	X	2	2	124	0.001	0.055	0.017	255	D25@200 (2535)	0.11	2	30	1462	0.03
		Y	2	44	779	0.029	0.346	0.107	1605	D25@200 (2535)	0.64	2	128	1415	0.10
	92	X	4	-394	521	-0.263	0.232	0.111	1665	D29@200 (3210)	0.52	2	432	2690	0.17
		Y	1	27	194	0.018	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	102	2357	0.05

注記* : 圧縮を正とする。

5. まとめ

基準地震動 S_s による地震時タンク室反力に対し、3次元FEMモデルを用いた応力解析により排気筒の基礎の検討を行った。

検討の結果、基準地震動 S_s による地震時タンク室反力を考慮した場合においても、鉄塔基礎及び筒身基礎については、軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量及び面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。基礎版については、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。

以上のことから、基準地震動 S_s による地震時タンク室反力に対し、排気筒の基礎が有する耐震性への影響はないことを確認した。

別紙 8 排気筒の基礎に設置される構造物の評価について

目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 8-1
2. 排気筒の基礎に設置される構造物の要求機能等の整理について・・・・・・・・ 別紙 8-1
3. 排気筒の基礎等に設置される構造物の要求機能を踏まえた評価について・・・・ 別紙 8-6

1. 概要

島根 2 号機に設置しているディーゼル燃料貯蔵タンク室及び排気筒の基礎は島根 2 号機建設時に構築した既設構造物であり，既工認において，排気筒の基礎を A クラス設備の間接支持構造物としていた。

本資料は排気筒の基礎及びその周辺に配置されている各建物・構築物の位置関係・構造を整理し，排気筒の基礎に設置されるディーゼル燃料貯蔵タンク等の主要設備を網羅的に抽出した上で，今回工認におけるディーゼル燃料貯蔵タンク室等の耐震評価における各部位の要求機能，評価内容を整理するものである。

2. 排気筒の基礎に設置される構造物の要求機能等の整理について

排気筒の基礎上及び周辺における各建物・構築物の位置関係及び境界部の構造について図 2-1 に示す。

また，排気筒の基礎上及び周辺構造物に設置されている主要設備等の配置及び支持方法について図 2-2 及び図 2-3 に示す。

さらに，排気筒の基礎上における主要設備の状況を踏まえ，排気筒の基礎上の間接支持構造物及び波及的影響評価対象構造物を整理した結果を図 2-4 に示す。

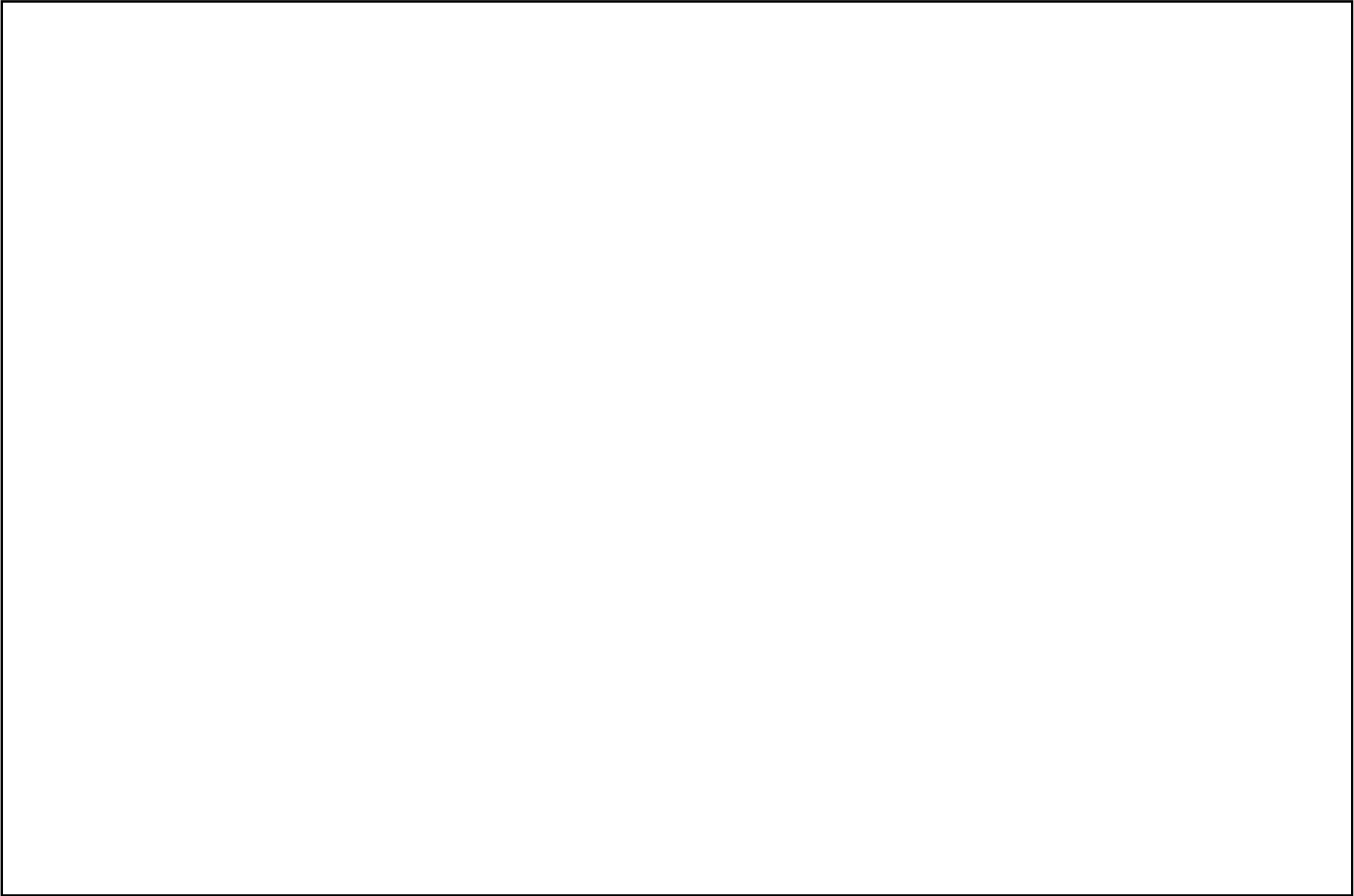


図 2-1 排気筒の基礎上及び周辺における各建物・構築物の位置関係及び境界部の構造

図 2-2 排気筒の基礎上及び周辺における上位クラス (S クラス) 施設の整理

図 2-3 排気筒の基礎上及び周辺における上位クラス施設 (S クラス) 以外の整理

図 2-4 排気筒の基礎上の間接支持構造物及び波及的影響評価対象構造物の整理

3. 排気筒の基礎等に設置される構造物の要求機能を踏まえた評価について

排気筒の基礎及びその周辺に配置されている各建物・構築物の位置関係・構造を整理し、排気筒の基礎に設置されるディーゼル燃料貯蔵タンク等の主要設備を網羅的に抽出した上で、今回工認におけるディーゼル燃料貯蔵タンク室等の耐震評価における各部位の要求機能、評価内容を表 3-1 のとおり整理した。

また、排気筒の基礎上における間接支持構造物及び波及的影響評価対象構造物の耐震計算に関する添付書類及び補足説明資料の構成を図 3-1 に示す。

表 3-1 耐震評価における各部位の要求機能及び評価内容の整理結果 (1)

主要設備 (耐震重要度分類) (設備分類)	間接支持構造物*1		波及的影響評価			
	VI-2-1-4「耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」	耐震計算書	図書 (評価手法*5)	図書 (評価手法*5)		
① A-ディーゼル燃料貯蔵タンク [北側, 南側] (Sクラス) (常設/防止(DB拡張), 常設/緩和)	排気筒の基礎	排気筒の基礎	VI-2-2-15 (建築)	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室 [北側, 南側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)	
② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク (Sクラス) (常設/防止(DB拡張), 常設/緩和)				高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク室		
③ A-ディーゼル燃料移送ポンプ (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))	排気筒の基礎	ディーゼル燃料移送ポンプピット	VI-2-2-39*3 (土木)	ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)	
④ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))						
⑤ A-ディーゼル燃料移送ポンプ電線管 (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))	排気筒の基礎	ディーゼル燃料移送ポンプピット	VI-2-2-39*3 (土木)	ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)	
		ディーゼル燃料移送配管設置エリア		—		—
		屋外配管ダクト (排気筒)*4		高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク室		VI-2-11-2-15*2 (土木)
	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	VI-2-2-21 (土木)	—	—	
⑥ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ電線管 (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))	排気筒の基礎	ディーゼル燃料移送ポンプピット	VI-2-2-39*3 (土木)	ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)	
		ディーゼル燃料移送配管設置エリア		—		—
		屋外配管ダクト (排気筒)*4		高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク室		VI-2-11-2-15*2 (土木)
	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	VI-2-2-21 (土木)	—	—	

注記*1: 排気筒の基礎上の構造物は排気筒の基礎と一体構造であることから、VI-2-1-4「耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」においては間接支持構造物を「排気筒の基礎」とし、耐震計算書においては主要設備の設置状況を踏まえて間接支持構造物を詳細に細分化している。

*2: ディーゼル燃料貯蔵タンク室 (A系 [北側, 南側], 高圧炉心スプレイ系), 屋外配管ダクト (排気筒) 及びケーブル洞道をモデル化し添付書類に評価結果を整理する。

*3: ディーゼル燃料移送ポンプピット及びディーゼル燃料移送配管設置エリア (以下「ポンプピット等」という。) は一体構造であり、その底版は屋外配管ダクト (排気筒) 及びケーブル洞道の頂版を兼ねているため、ポンプピット等の底版の評価結果については、VI-2-2-39「屋外配管ダクト (排気筒) の耐震性についての計算書」における2次元 FEM モデルによる評価の中で示す。また、ポンプピット等は排気筒基礎とも一体構造であることを踏まえ、VI-2-2-15「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」の補足説明資料において、ポンプピット部の底版及び側壁を切り出したモデルによる評価結果も示す。

*4: ケーブル洞道を含めてモデル化及び耐震評価を行う。

*5: 評価手法について、建物・構築物と同様の評価手法を「建築」、土木構造物と同様の評価手法を「土木」と記載。

表 3-1 耐震評価における各部位の要求機能及び評価内容の整理結果 (2)

主要設備 (耐震重要度分類) (設備分類)	間接支持構造物*1			波及的影響評価	
	VI-2-1-4「耐震重要度 分類及び重大事故等 対処施設の施設区分の 基本方針」	耐震計算書	図書 (評価手法*6)		図書 (評価手法*6)
⑦ A-ディーゼル燃料 移送配管 (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))	排気筒の基礎	ディーゼル燃料 移送ポンプビット	VI-2-2-39*3 (土木)	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)
		ディーゼル燃料 移送配管設置 エリア		—	—
		屋外配管ダクト (排気筒)*4		高圧炉心スプレイ 系ディーゼル燃料 貯蔵タンク室	VI-2-11-2-15*2 (土木)
	—	—	—	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側, 南側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)
	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	VI-2-2-21 (土木)	—	—
	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)*5	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)*5	VI-2-2-27 (土木)	—	—
⑧ 高圧炉心スプレイ系 ディーゼル燃料移送配管 (Sクラス) (常設/防止(DB拡張))	排気筒の基礎	ディーゼル燃料 移送ポンプビット	VI-2-2-39*3 (土木)	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)
		ディーゼル燃料 移送配管設置 エリア		—	—
		屋外配管ダクト (排気筒)*4		高圧炉心スプレイ 系ディーゼル燃料 貯蔵タンク室	VI-2-11-2-15*2 (土木)
	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	VI-2-2-21 (土木)	—	—
⑨ 非常用ガス処理系配管 (Sクラス) (常設/緩和)	排気筒の基礎	屋外配管ダクト (排気筒)*4	VI-2-2-39*3 (土木)	高圧炉心スプレイ 系ディーゼル燃料 貯蔵タンク室	VI-2-11-2-15*2 (土木)
	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 排気筒)	VI-2-2-21 (土木)	—	—

注記*1：排気筒の基礎上の構造物は排気筒の基礎と一体構造であることから、VI-2-1-4「耐震重要度分類及び重大事故等
対処施設の施設区分の基本方針」においては間接支持構造物を「排気筒の基礎」とし、耐震計算書においては主
要設備の設置状況を踏まえて間接支持構造物を詳細に細分化している。

*2：ディーゼル燃料貯蔵タンク室（A系 [北側, 南側], 高圧炉心スプレイ系）、屋外配管ダクト（排気筒）及びケー
ブル洞道をモデル化し添付書類に評価結果を整理する。

*3：ディーゼル燃料移送ポンプビット及びディーゼル燃料移送配管設置エリア（以下「ポンプビット等」という。）
は一体構造であり、その底版は屋外配管ダクト（排気筒）及びケーブル洞道の頂版を兼ねているため、ポンプビ
ット等の底版の評価結果については、VI-2-2-39「屋外配管ダクト（排気筒）の耐震性についての計算書」にお
ける2次元 FEM モデルによる評価の中で示す。また、ポンプビット等は排気筒基礎とも一体構造であることを踏
まえ、VI-2-2-15「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」の補足説明資料において、ポンプビット部の底版
及び側壁を切り出したモデルによる評価結果も示す。

*4：ケーブル洞道を含めてモデル化及び耐震評価を行う。

*5：屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）と屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は一部の区間で立体交差
している箇所（立体交差部）があり、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂版と屋外配管ダクト（ター
ビン建物～排気筒）の底版が立体交差部で部材を共有している。A-ディーゼル燃料移送配管は屋外配管ダクト
（タービン建物～排気筒）内の底版上に設置され、立体交差部上も通過することから、屋外配管ダクト（タービ
ン建物～放水槽）についても間接支持構造物として整理している。

*6：評価手法について、建物・構築物と同様の評価手法を「建築」、土木構造物と同様の評価手法を「土木」と記載。

表 3-1 耐震評価における各部位の要求機能及び評価内容の整理結果 (3)

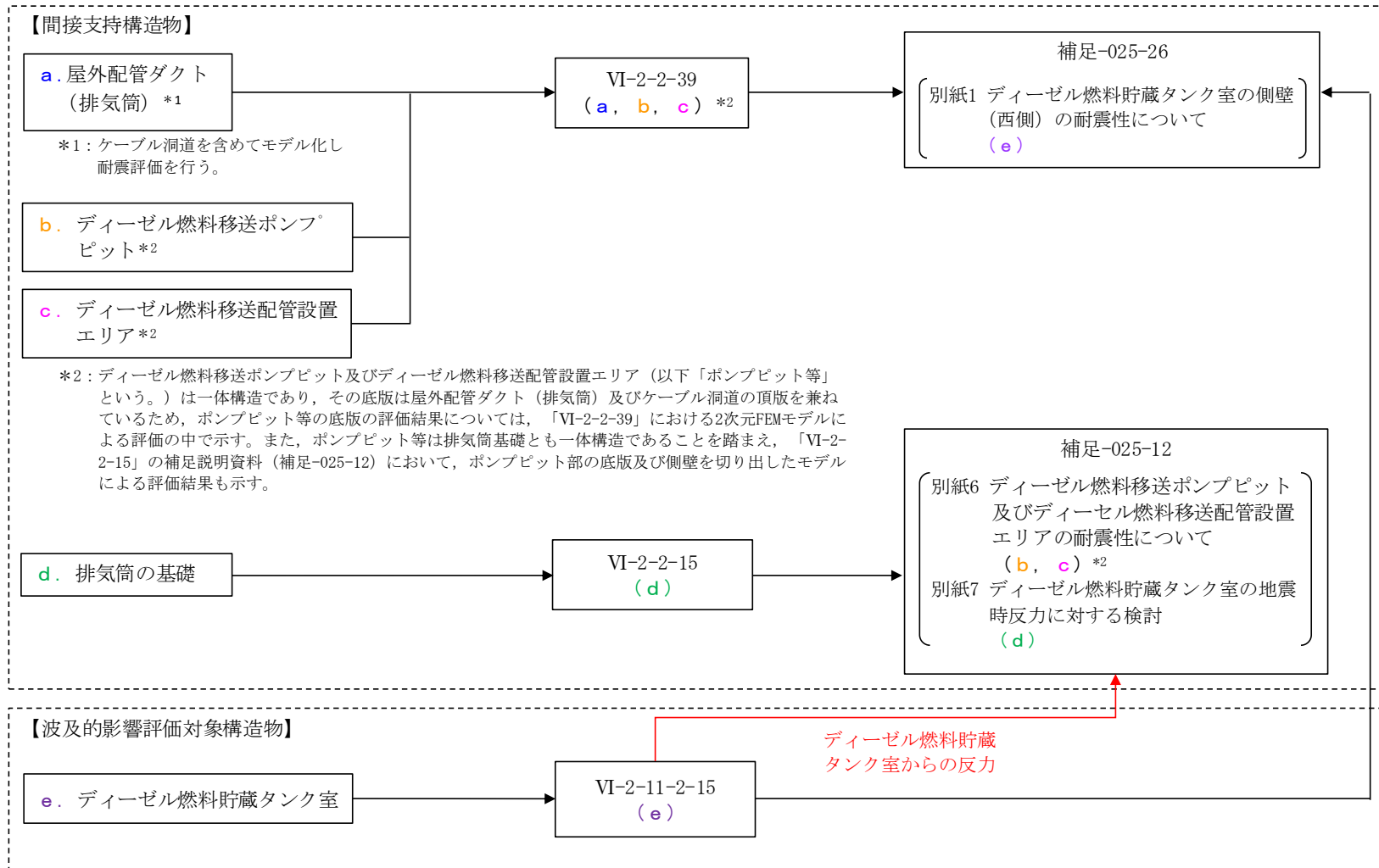
主要設備 (耐震重要度分類) (設備分類)	間接支持構造物			波及的影響評価	
	VI-2-1-4「耐震重要度 分類及び重大事故等 対処施設の施設区分の 基本方針」	耐震計算書	図書 (評価手法*4)		図書 (評価手法*4)
⑩ 原子炉補機海水系配管 (Sクラス) (常設/防止 (DB 拡張))	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	VI-2-2-27*1 (土木)	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)
				放水槽	補足-026-06*3
⑪ タービン補機海水系配管 (Sクラス) (一)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	VI-2-2-27*1 (土木)	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側]	VI-2-11-215*2 (土木)
				放水槽	補足-026-06*3
⑫ 液体廃棄物処理系配管 (Sクラス) (一)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	VI-2-2-27*1 (土木)	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)
				放水槽	補足-026-06*3
⑬ 津波監視カメラ電線管 (Sクラス) (一)	排気筒	排気筒	VI-2-2-14 (建築)	排気筒モニタ室	VI-2-11-2-1-6 (建築)
				ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	VI-2-11-2-6-1 (建築)
				主排気ダクト	VI-2-11-2-7-13 (機器)
	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	VI-2-2-27*1 (土木)	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)
				放水槽	補足-026-06*3
⑭ 貫通部止水処置 (Sクラス) (一)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	屋外配管ダクト (タービン建物～ 放水槽)	VI-2-2-27*1 (土木)	A-ディーゼル 燃料貯蔵タンク室 [北側]	VI-2-11-2-15*2 (土木)
				放水槽	補足-026-06*3

注記*1：屋外配管ダクト(タービン建物～放水槽)の評価については、A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室 [北側] の1基のみを隣接構造物としてモデル化を行う。

*2：ディーゼル燃料貯蔵タンク室 (A系 [北側, 南側], 高圧炉心スプレイ系), 屋外配管ダクト (排気筒) 及びケーブル洞道をモデル化し添付書類に評価結果を整理する。

*3：上位クラス施設に対して保守的な条件となるよう、放水槽全体を埋戻土とする。

*4：評価手法について、建物・構築物と同様の評価手法を「建築」、土木構造物と同様の評価手法を「土木」と記載。



注1: (a) ~ (e) は対象構造物の評価結果の掲載箇所を示す。

注2: a. 屋外配管ダクト (排気筒) と e. ディーゼル燃料貯蔵タンクを一体でモデル化して評価する。

図 3-1 排気筒の基礎における間接支持構造物及び波及的影響評価対象構造物の耐震計算に関する添付書類及び補足説明資料の構成

補足-025-13 1号機原子炉建物の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-1「1号機原子炉建物の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙1-1 地盤3次元FEMモデルによる地震応答解析について

別紙1-2 地震応答解析モデルの回転ばねの算定について

別紙2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨架構のせん断スケルトン曲線の設定

別紙3 1号機原子炉建物の地震応答解析結果

別紙4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙5 地震応答解析モデルの選定プロセス

別紙6 オペフロ上部外壁の面外加速度応答に対する検討

別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の
解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.1 SI 単位系への単位換算による変更	別紙 1-6
2.2 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較	別紙 1-6

別紙 1-1 地盤 3 次元 F E M モデルによる地震応答解析について

別紙 1-2 地震応答解析モデルの回転ばねの算定について

1. 概要

本資料は、1号機原子炉建物の既工認時及び今回工認時の地震応答解析モデル及び手法の比較を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

1号機原子炉建物の地震応答解析モデル及び手法の比較を表2-1に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図2-1に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、建設工認のものである。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法の比較

項目	内容	既工認 ^{*1}	今回工認	備考
入力地震動の算定法		基礎下端に直接入力	一次元波動論及び2次元FEM地盤モデルにより算定 ^{*2}	—
解析コード		(工認図書に記載なし)	NAPISOS	—
建物のモデル化	モデル	・水平：1軸多質点系モデル	・水平：多軸床剛多質点系モデル	①
	材料物性	検討時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 E = 2.06 × 10 ⁴ N/mm ² (SI換算) ν = 0.167	適用規準の見直しによる再設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 E = 2.20 × 10 ⁴ N/mm ² ν = 0.2 ・鉄骨のヤング係数，ポアソン比 E = 2.05 × 10 ⁵ N/mm ² ν = 0.3	②，③
	剛性評価	耐震壁及び鉄骨架構を考慮	耐震壁及び鉄骨架構を考慮	—
	減衰定数	・水平方向：RC：5%	・水平方向：RC：5% S：2%	—
地盤のモデル化	底面ばね	Timoshenko, Barkanの方法 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	地盤を3次元FEMでモデル化	④
	側面ばね	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮せず	—
非線形特性	耐震壁	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮	⑤，⑥
	鉄骨架構	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮	
	底面ばね	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮 ^{*3}	
誘発上下動		考慮せず	考慮せず ^{*4}	—

注記*1：島根原子力発電所第1号機『工事計画認可申請書第1回 III添付資料1の2「原子炉建物の地震応答計算書」(44公第14878号昭和45年2月10日認可)』

*2：入力地震動の補正方法については別紙1-1「地盤3次元FEMモデルによる地震応答解析について」に示す。

*3：付着力を考慮したジョイント要素により考慮。

*4：誘発上下動は生じるが，波及的影響においては水平応答によるせん断ひずみを評価するため，誘発上下動の影響は考慮しない。

【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① 既工認時は1軸多質点系モデルであったが，多軸床剛多質点系モデルに変更。
- ② コンクリートのヤング係数及びポアソン比は，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会，1999改定)に基づく。
- ③ 鉄骨のヤング係数及びポアソン比は，「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会，2005改定)に基づく。
- ④ 地盤3次元FEMモデルについては，別紙1-1「地盤3次元FEMモデルによる地震応答解析について」に示す。
- ⑤ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。
- ⑥ 耐震壁及び鉄骨架構の非線形特性の設定については別紙2「地震応答解析における耐震壁及び鉄骨架構のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。

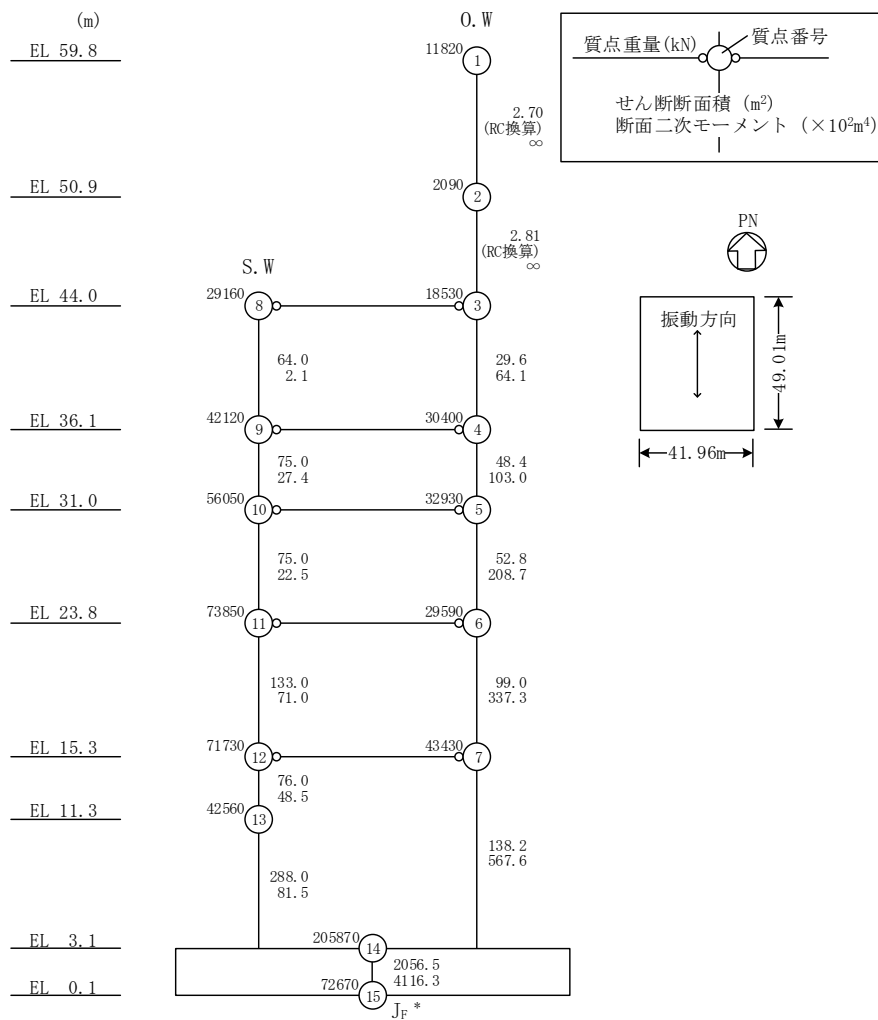
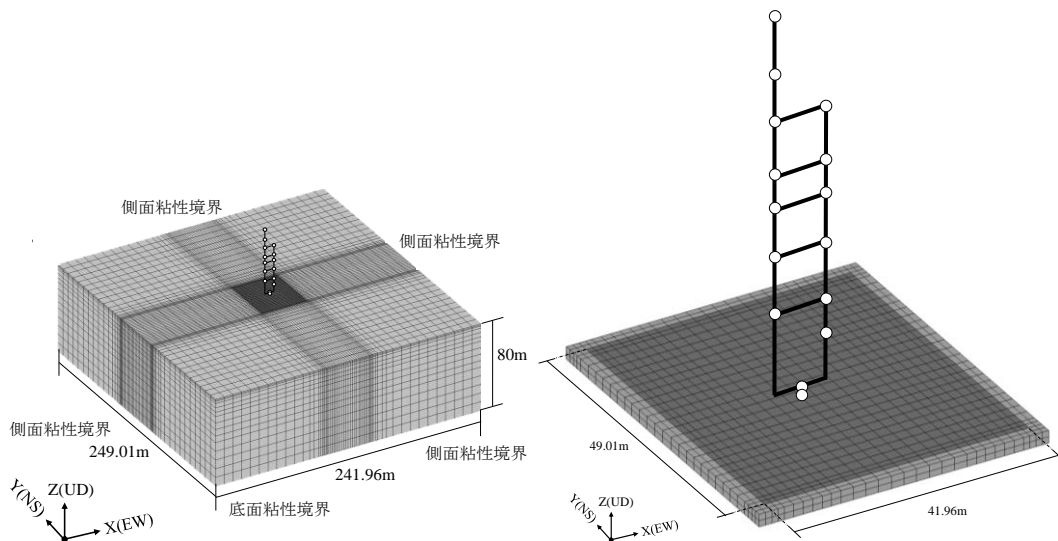
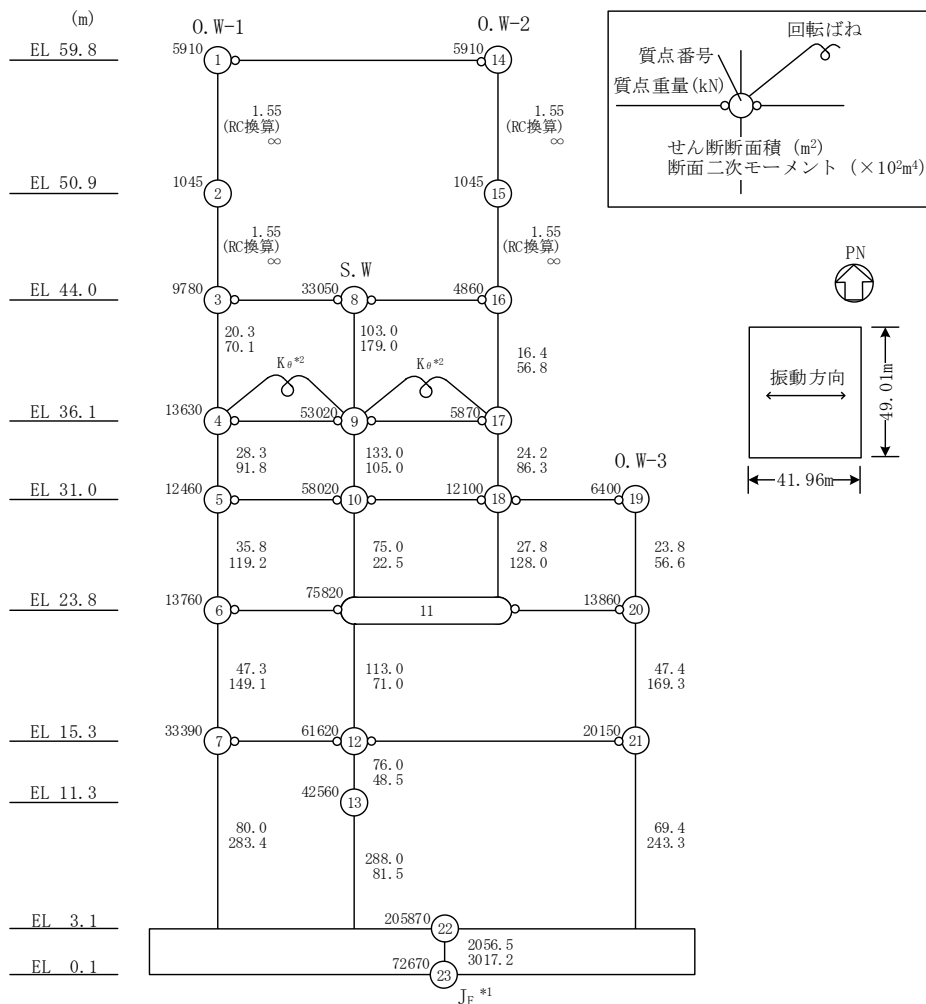
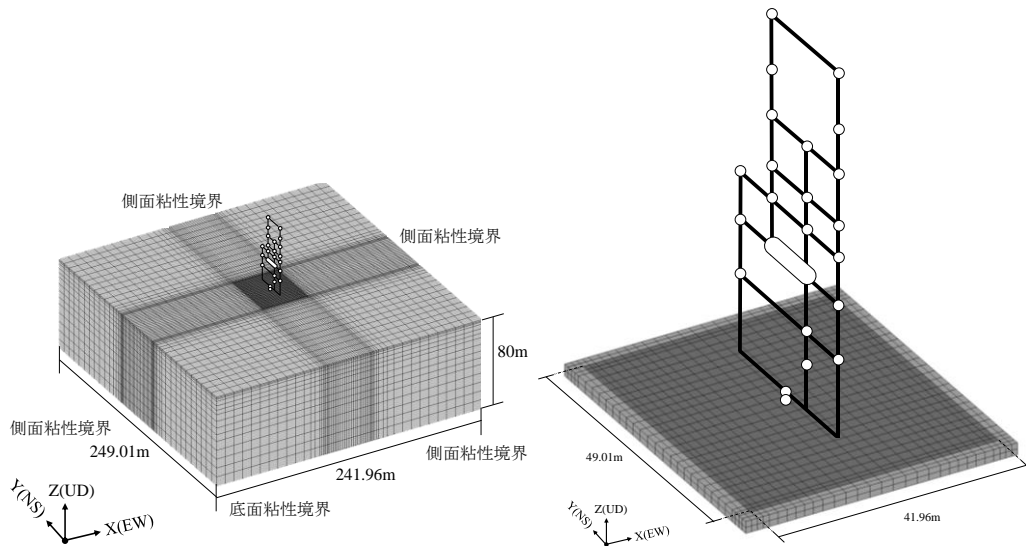


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS方向)



注記*1: 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
 *2: 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$)

図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

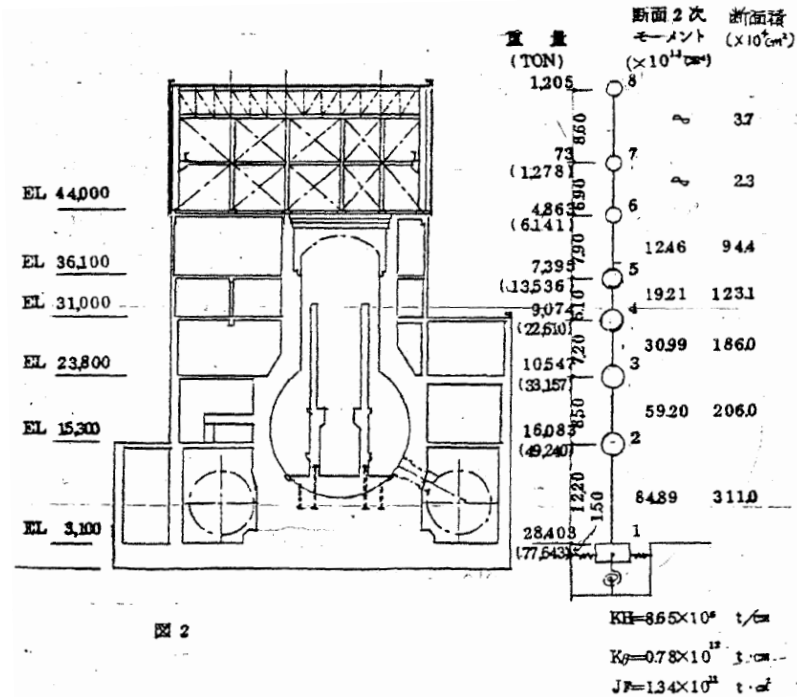
2.1 SI 単位系への単位換算による変更

既工認モデルでは重力単位系による重量を用いていたが、今回工認モデルでは SI 単位系へ単位換算する。

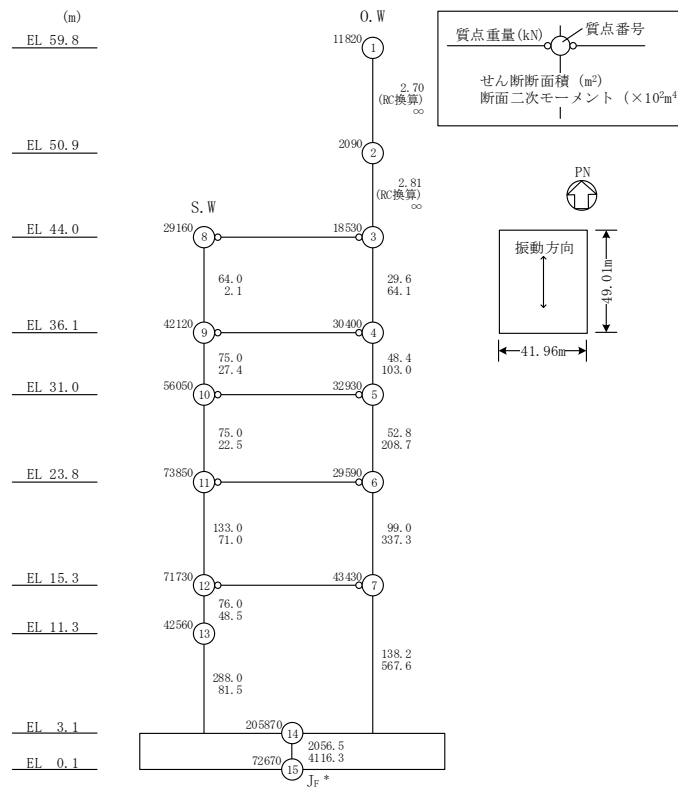
2.2 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較

図 2-2 に既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較を示す。

なお、既工認では、NS 方向のみ地震応答解析を記載しているため、NS 方向のモデルの比較を示す。



(a) 既工認モデル



(b) 今回工認モデル

図 2-2 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (N S 方向)

別紙 1-1 地盤 3 次元 F E M モデルによる地震応答解析
について

目 次

1. 概要	別紙 1-1-1
2. 地盤 3 次元 F E Mモデルのモデル化方法	別紙 1-1-2
3. 入力地震動の補正方法	別紙 1-1-6

1. 概要

1号機原子炉建物の基準地震動 S_s に対する地震応答解析においては、地盤を3次元FEMでモデル化した地震応答解析モデルを用いており、基礎底面レベルにおける地盤の応答が一次元波動論及び2次元FEM地盤モデルにより算定した入力地震動と一致するように補正した地震動を、地盤モデル底面に入力して評価している。本資料では、地盤3次元FEMモデルのモデル化方法及び入力地震動の補正方法について説明する。

2. 地盤 3次元FEMモデルのモデル化方法

地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。図 2-1 のモデルにおける地盤は、成層補正後の物性値を用いて等価な一様地盤とし、3次元FEMでモデル化する。

なお、基礎底面と地盤の各節点の間には付着力 0.40N/mm^2 を考慮したジョイント要素を設けることにより基礎の浮上りを評価する。付着力を考慮したジョイント要素の鉛直方向の応力-変形関係を図 2-2 に示す。ジョイント要素は鉛直方向の引張力が付着力 0.40N/mm^2 を超過した時に剥離し、鉛直方向及びせん断方向ともに応力を伝達しない条件とする。また、一旦付着力を超過した後は、引張力が正となった場合に鉛直方向及びせん断方向ともに応力を伝達しない条件とする。基礎底面のジョイント要素のばね定数は、鉛直方向及びせん断方向ともに解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、振動アドミタンス理論で求めた地盤ばねの 50 倍程度の値を設定している。

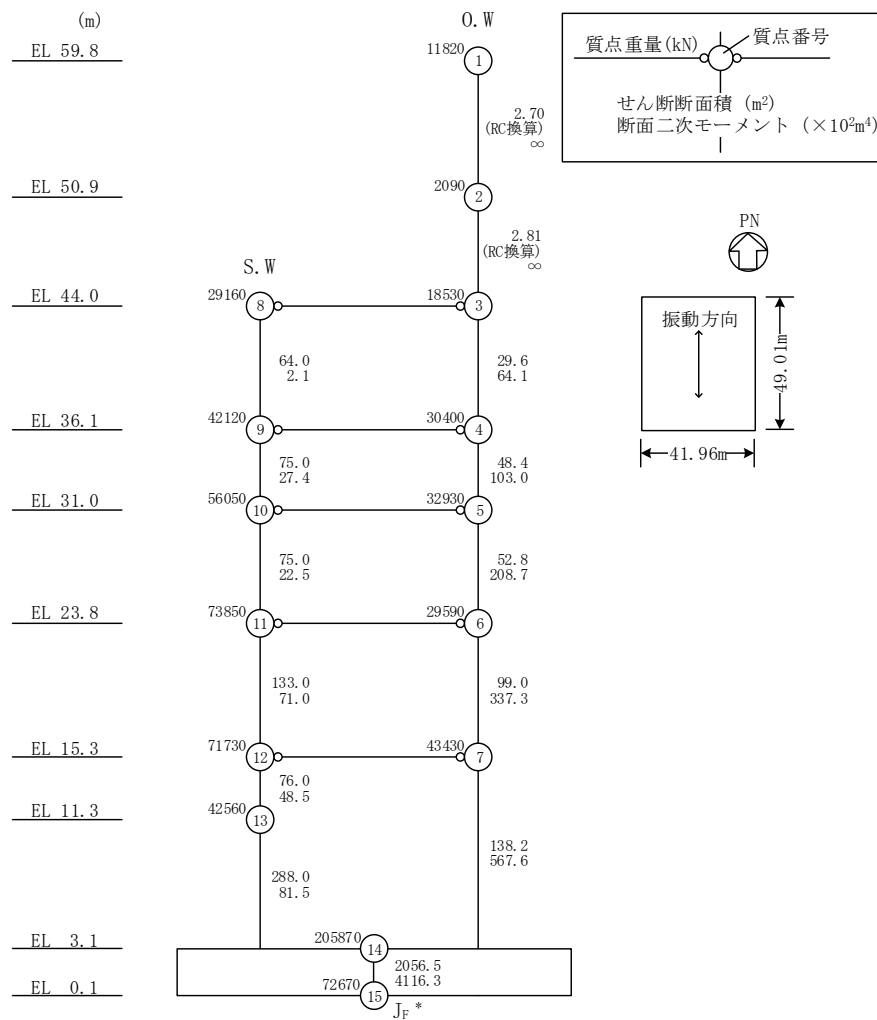
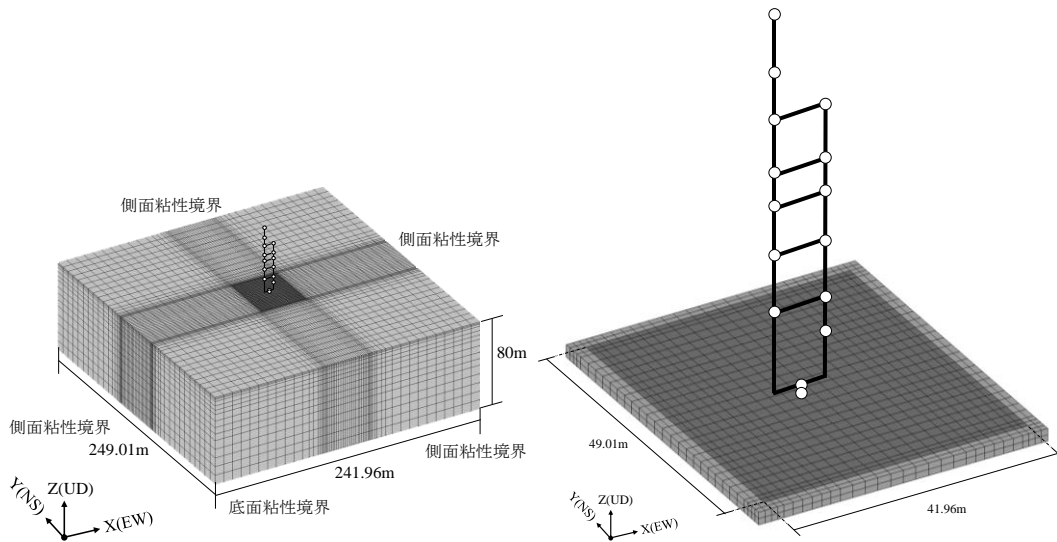
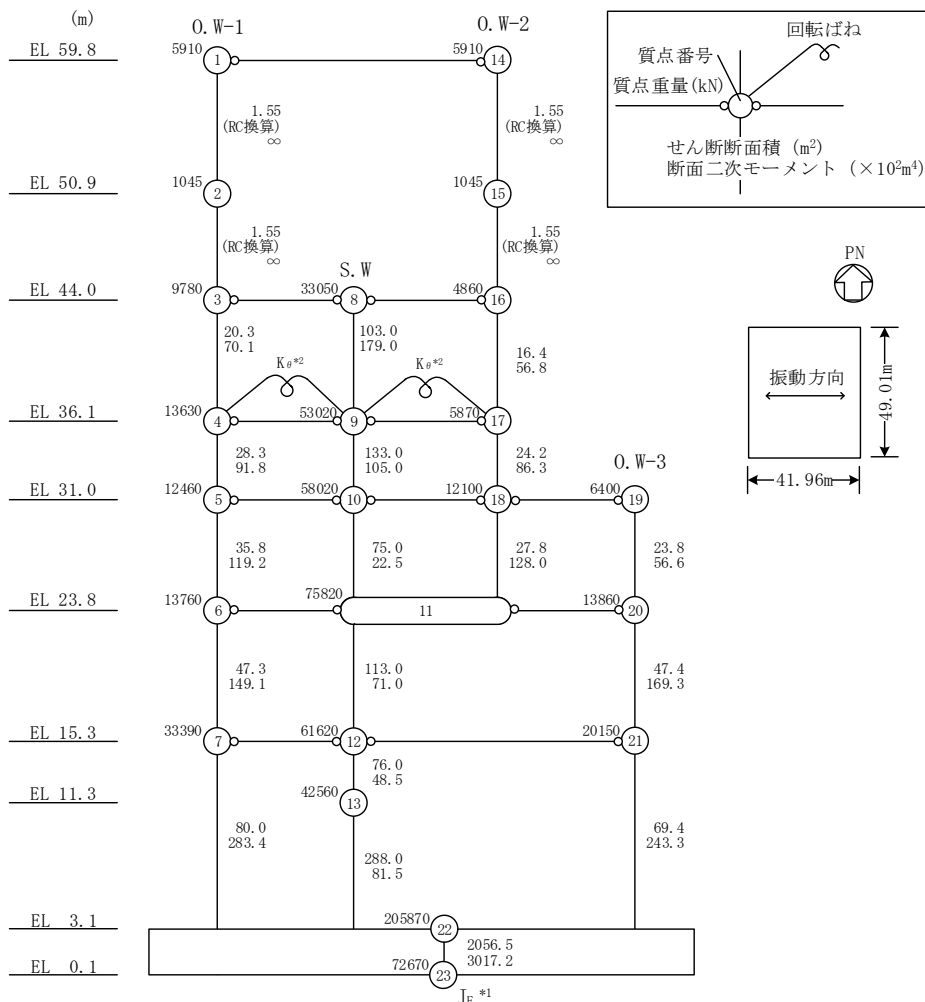
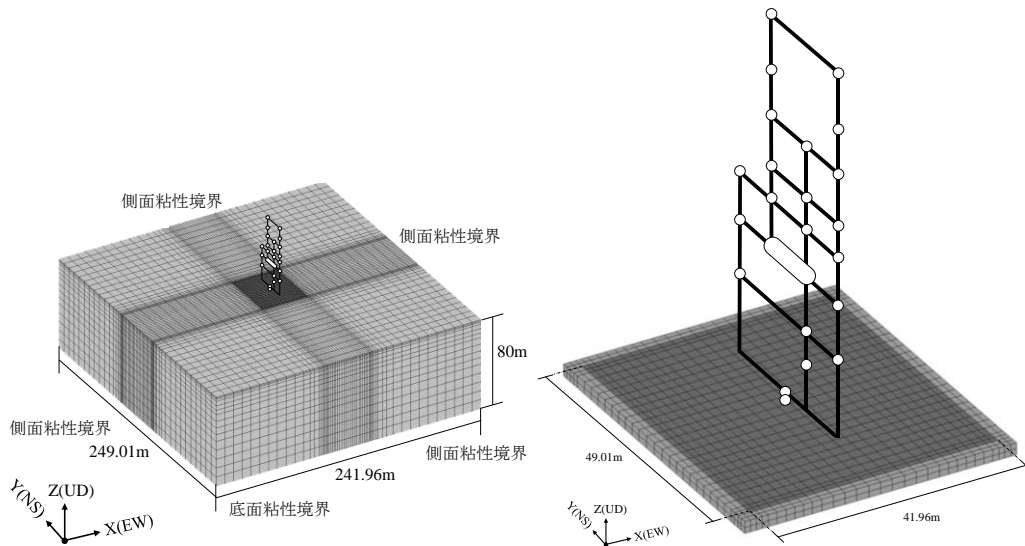


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS方向)



注記*1: 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
 *2: 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

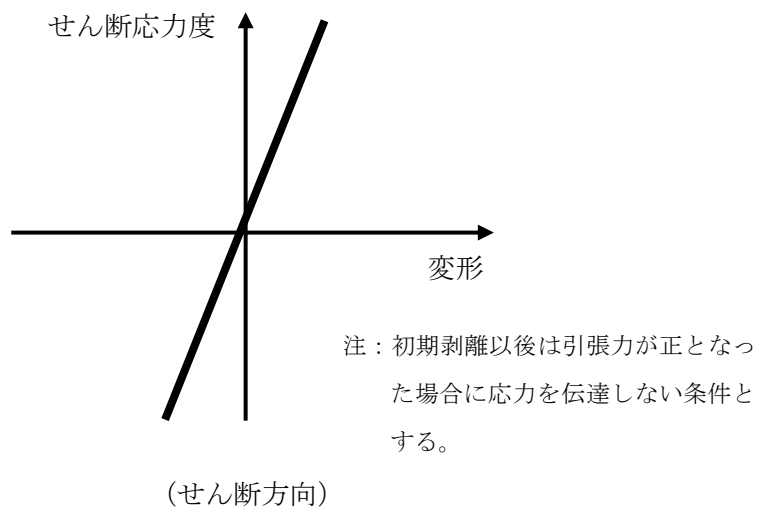
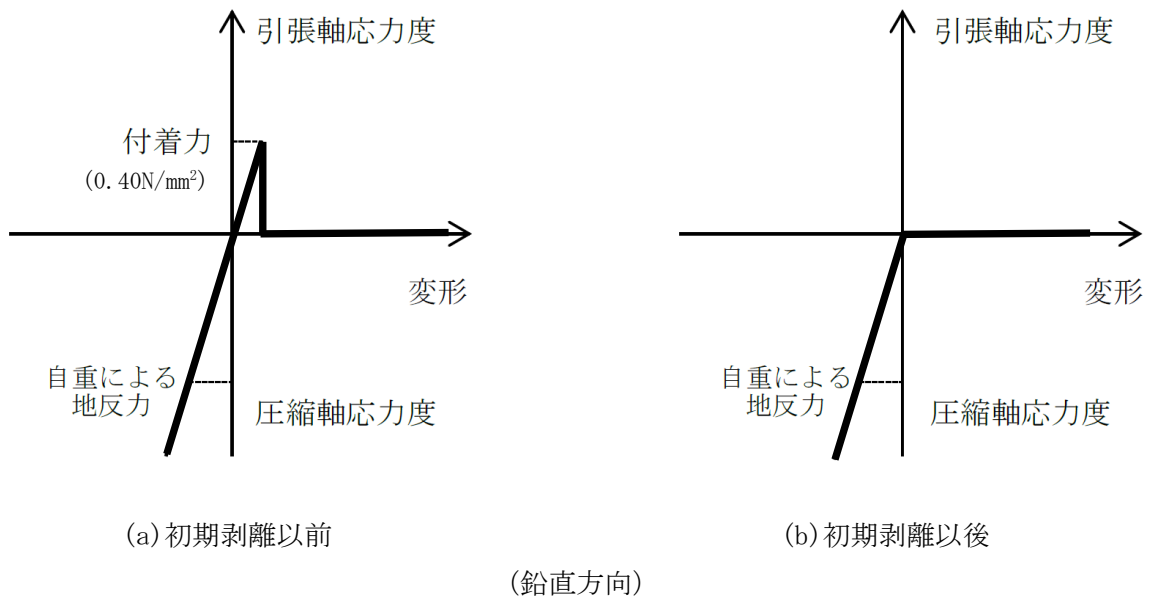


図 2-2 付着力を考慮したジョイント要素の応力-変形関係

3. 入力地震動の補正方法

地震応答解析モデルへの入力地震動は、地盤を 3 次元 FEM でモデル化していることから、以下に示す手順で基礎底面レベルにおける地盤の応答が一次元波動論及び 2 次元 FEM 地盤モデルに基づく評価により算定した入力地震動と一致するように補正し、補正した地震動を 3 次元 FEM モデル底面に入力する。図 3-1 に、入力地震動の補正方法を示す。

- 手順① 解放基盤表面以深の地盤を 1 次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を 2 次元地盤に入力して有限要素法による応答計算を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。
- 手順② 手順①で算定した入力地震動の時刻歴のフーリエ変換に、地盤 3 次元 FEM モデル底面 (EL-79.9m) から建物基礎底面位置 (EL 0.1m) への伝達関数の逆数を周波数領域で乗じることにより、地盤 3 次元 FEM モデル底面での補正波を算定する。

地盤 3 次元 FEM モデル底面に入力する地震動の算定には、解析コード「SHAKE」、
「SUPERFLUSH」及び「NAPISOS」を用いる。

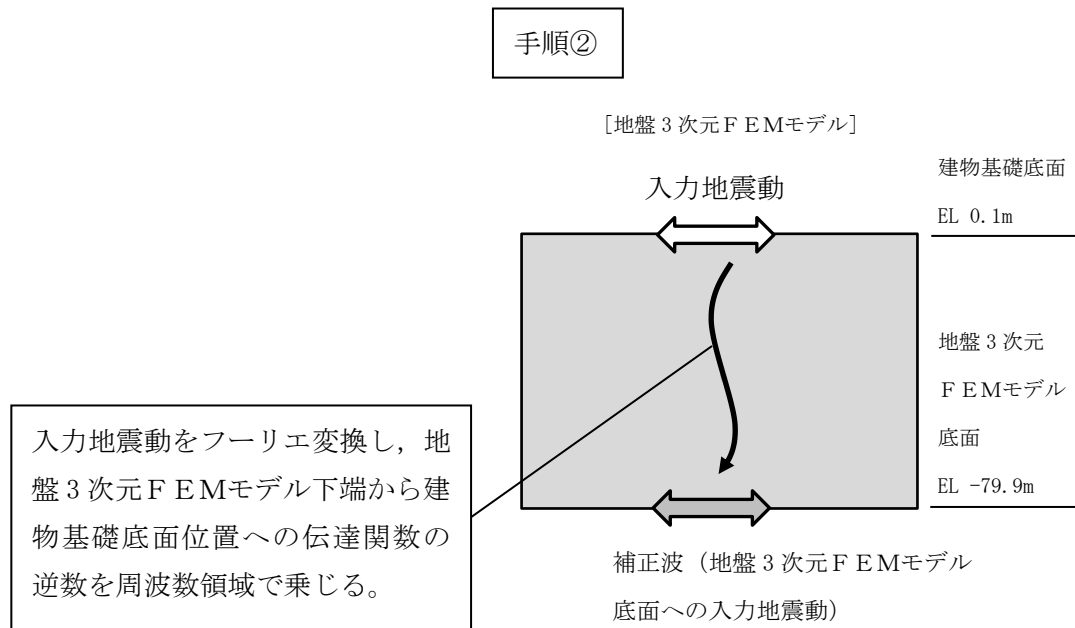
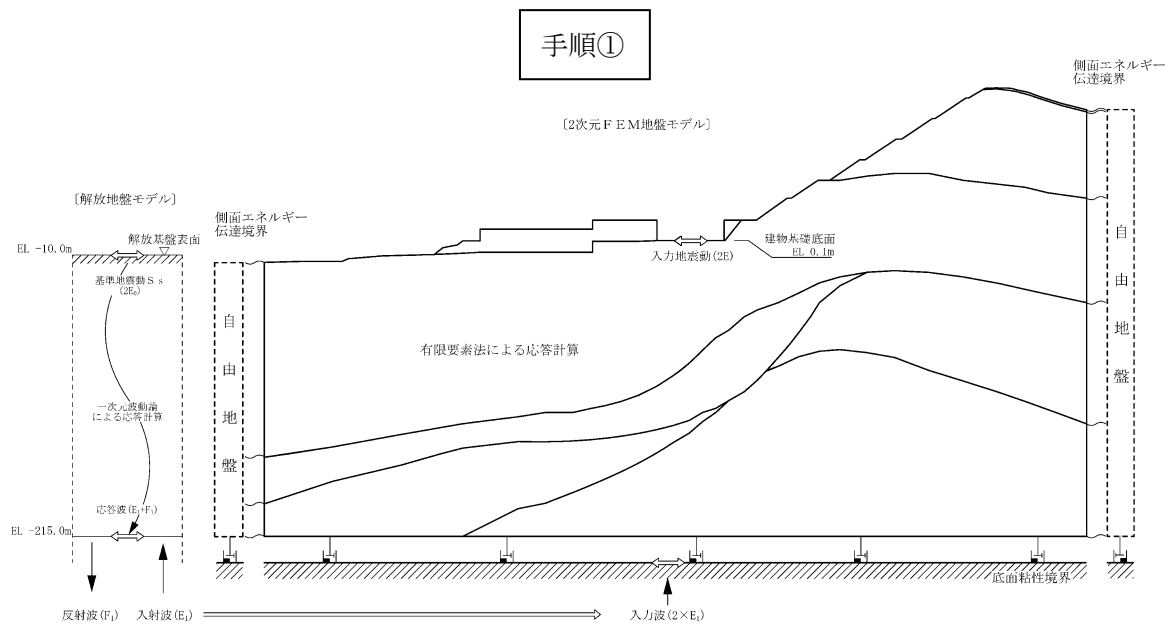


図 3-1 地盤 3 次元 FEMモデルへの入力地震動の補正方法

別紙 1-2 地震応答解析モデルの回転ばねの算定について

目次

1. 概要 別紙 1-2-1
2. プール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばね 別紙 1-2-2

1. 概要

本資料は、1号機原子炉建物地震応答解析モデルにおけるプール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばねの算定について説明するものである。

2. プール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばね

プール壁は厚さ 0.9~1.85m, 高さ約 9~13m の 2 枚の壁で構成され, この壁はシェル壁上部と外部ボックス壁 (R1 通り及び R7 通り) を相互に連結する構造となっている。

このため, 地震時にシェル壁上部が回転変形を起そうとすると, プール壁がこれを拘束するように働くと考えられ, この拘束効果をシェル壁上部と外部ボックス壁 (R1 通り及び R7 通り) を結ぶ回転ばね K_{θ} として評価する。

図 2-1 に拘束効果の概念図を, 図 2-2 に 1 号機原子炉建物 EW 方向の地震応答解析モデルを, 図 2-3 にプール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばねの算定概念を, 表 2-1 に回転ばねの諸元を示す。

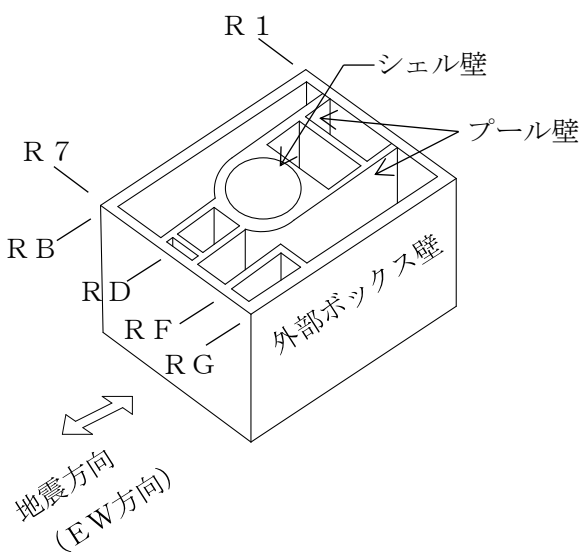


図 2-1 拘束効果の概念図

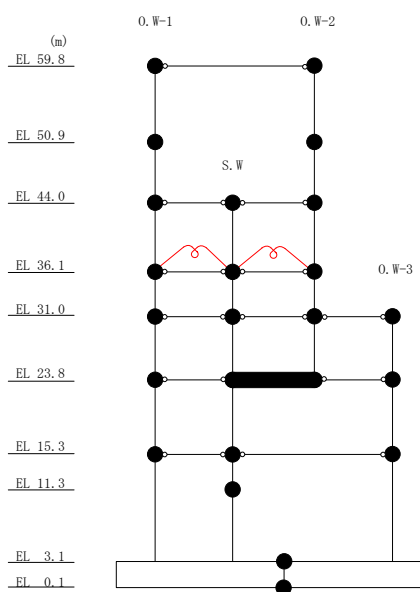
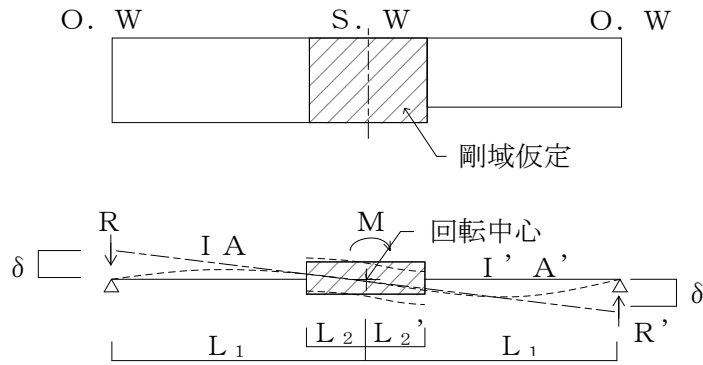
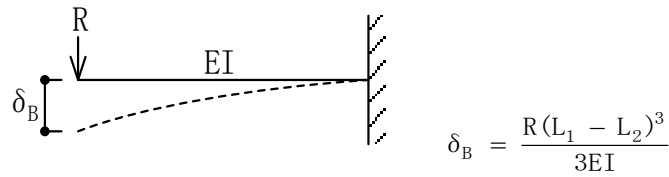


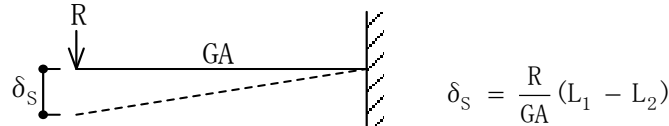
図 2-2 1 号機原子炉建物地震応答解析モデル (EW 方向)
(赤色部がプール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばね)



(1) 曲げ変形



(2) せん断変形



(1) + (2)

$$\delta = \delta_B + \delta_S = R \left\{ \frac{(L_1 - L_2)^3}{3EI} + \frac{(L_1 - L_2)}{GA} \right\} \quad (\text{左側})$$

$$\delta = \delta_B' + \delta_S' = R' \left\{ \frac{(L_1 - L_2')^3}{3EI'} + \frac{(L_1 - L_2')}{GA'} \right\} \quad (\text{右側})$$

$$\begin{cases} M = L_1(R + R') \\ \theta = \delta/L_1 \end{cases} \quad \text{より}$$

$$\sum K_\theta = \frac{M}{\theta} = \frac{L_1^2(R + R')}{\delta} = L_1^2 \left(\frac{R}{\delta} + \frac{R'}{\delta} \right)$$

したがって

$$\sum K_\theta = L_1^2 \left\{ \frac{1}{\frac{(L_1 - L_2)^3}{3EI} + \frac{(L_1 - L_2)}{GA}} + \frac{1}{\frac{(L_1 - L_2')^3}{3EI'} + \frac{(L_1 - L_2')}{GA'}} \right\}$$

モデル上 2 箇所に分けるとして

$$K_\theta = \frac{\sum K_\theta}{2}$$

図 2-3 プール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばねの算定概念

表 2-1 プール壁による回転拘束効果を考慮した回転ばねの諸元

部位	ばね値 (kN・m/rad)
プール回転ばね	2.329×10 ⁹

別紙2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨架構の
せん断スケルトン曲線の設定

目 次

1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-3
2.1 第1折点の設定	別紙 2-4
2.2 第2折点の設定	別紙 2-4
2.3 終局点の設定	別紙 2-5
3. 鉄骨架構の非線形特性の設定について	別紙 2-6
3.1 折点の設定	別紙 2-7
4. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-10
4.1 水平方向モデル	別紙 2-10
4.2 使用材料の物性値	別紙 2-13
4.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-14
4.4 鉄骨架構のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-20
5. まとめ	別紙 2-21

1. 概要

1号機原子炉建物については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物で、燃料取替階(EL 44.0m)より上部が鉄骨造となっている。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁(以下「RC造耐震壁」という。)及び鉄骨架構の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁及び鉄骨架構のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。1号機原子炉建物の概略断面図を図1-1に示す。

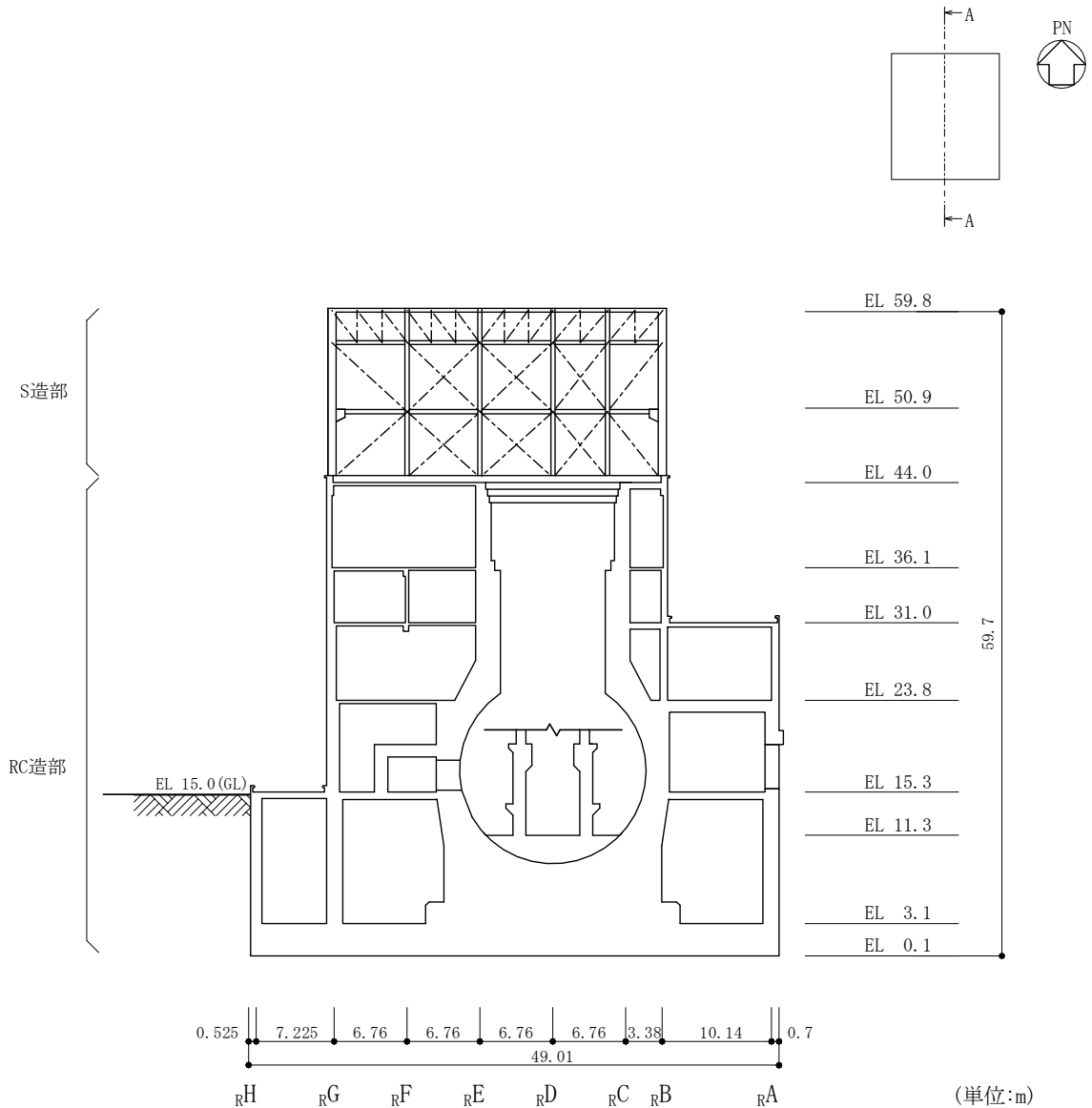


図1-1(1) 1号機原子炉建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

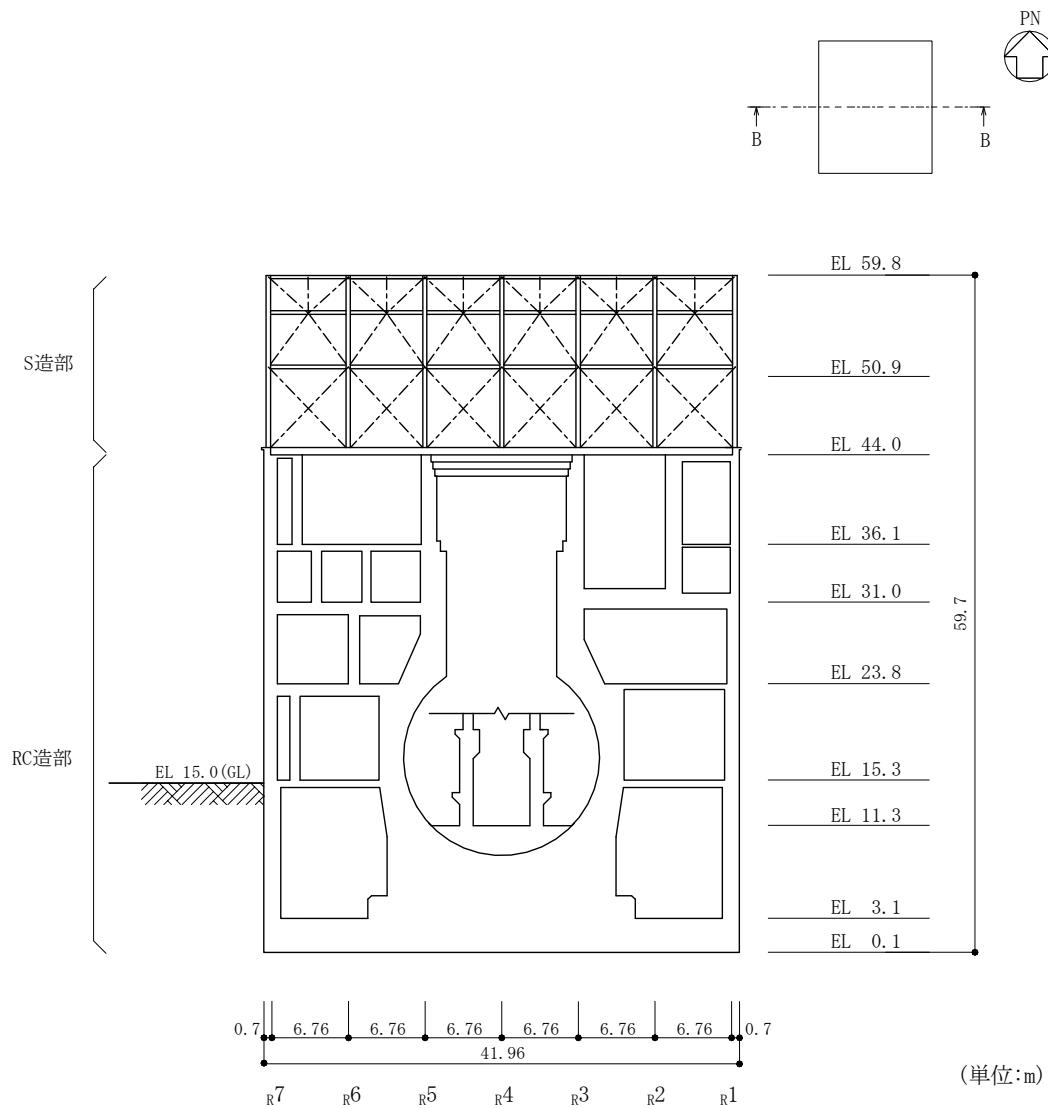
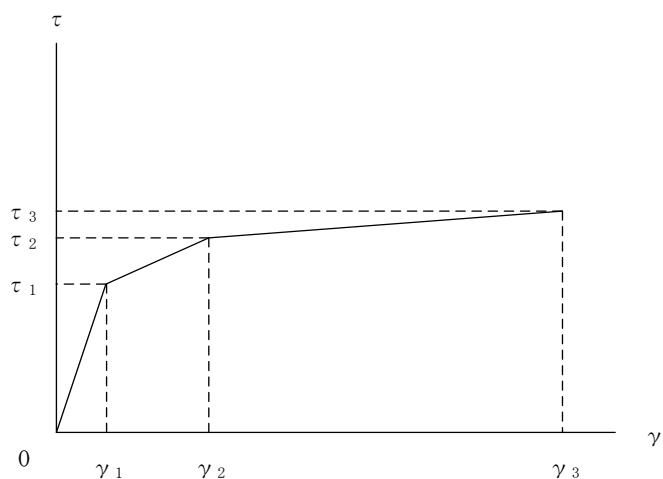


図 1-1(2) 1号機原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}}\right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD}\right) \sqrt{F c}$$

ただし、 $M/(QD) > 1$ のとき $M/(QD) = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_V + P_H) \cdot {}_s\sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_V + \sigma_H)}{2}$$

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_V, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

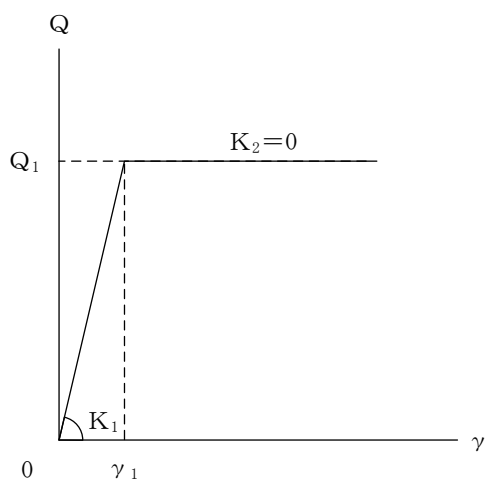
σ_V, σ_H : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

${}_s\sigma_y$: 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M/(QD)$: シアスパン比

3. 鉄骨架構の非線形特性の設定について

鉄骨架構のせん断力-せん断ひずみ関係 ($Q-\gamma$ 関係) は, 「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき, バイリニア型スケルトン曲線とする。せん断力-せん断ひずみ関係を図 3-1 に示す。



- Q_1 : 折点のせん断力
- γ_1 : 折点のせん断ひずみ
- K_1 : 第1せん断剛性
- K_2 : 第2せん断剛性

図 3-1 鉄骨架構のせん断力-せん断ひずみ関係

3.1 折点の設定

鉄骨架構におけるせん断スケルトン曲線の折点は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。図 3-2 に X 型ブレース付きラーメン架構を示す。

$$Q_1 = \frac{2 \cdot A \cdot F \cdot \cos \theta}{0.710 + 1.12 \cdot \overline{\lambda}_e}$$

$$\gamma_1 = \frac{Q_1}{K_1}$$

ここで、 $Q_1 \leq 2 \cdot A \cdot F \cdot \cos \theta$

F : ブレースの許容応力度を決定する場合の基準値 (tf/cm²)

A : ブレースの断面積 (cm²)

θ : ブレースとはりのなす角度 (rad)

$\overline{\lambda}_e$: ブレースの一般化細長比

$$\overline{\lambda}_e = \lambda_e \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi^2 \cdot E}}$$

λ_e : 有効細長比

$$\lambda_e = \alpha \cdot \lambda$$

α : 座屈長さ係数

λ : ブレースの端部及び中央交差部をピンとした場合の細長比

$$\lambda = \frac{L}{i_y}$$

L : ブレースの端部及び中央交差部の節点間距離 (cm)

$$L = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{S^2 + H^2}$$

S : 架構の柱間の距離 (cm)

H : 架構の階高 (cm)

i_y : ブレースの弱軸についての断面二次半径 (cm)

E : 鋼材のヤング係数 (tf/cm²)

K_1 : X 型ブレースの第 1 せん断剛性 (tf/rad)

$$K_1 = \frac{2 \cdot A \cdot E \cdot S^2 \cdot H}{\sqrt{(S^2 + H^2)^3}}$$

K_2 : X 型ブレースの第 2 せん断剛性 (tf/rad)

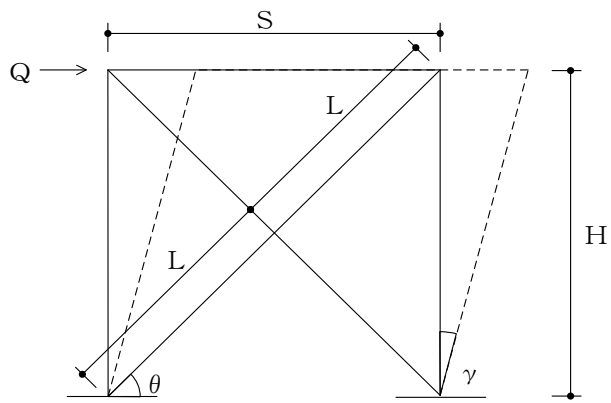


図 3-2 X型ブレース付きラーメン架構

前述で設定したスケルトン曲線を完全弾塑性型モデルのバイリニア型スケルトン曲線と、スリップ型モデルのバイリニア型スケルトン曲線に分離する。

両者への分離は、分配率 β_1 により定める。なお、 β_1 はブレースの一般化細長比の関数により、次式で算定する。

$$\beta_1 = 1.29 - 1.12 \cdot \overline{\lambda}_e$$

完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する。(図3-3参照)

$$Q_{P1} = Q_1 \cdot \beta_1$$

$$\gamma_{P1} = \gamma_1$$

スリップ型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する。(図3-4参照)

$$Q_{S1} = Q_1 \cdot (1 - \beta_1)$$

$$\gamma_{S1} = \gamma_1$$

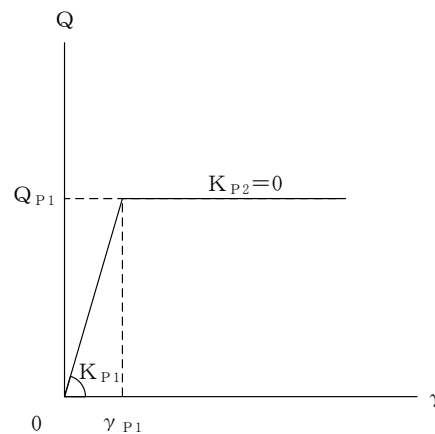


図3-3 完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線

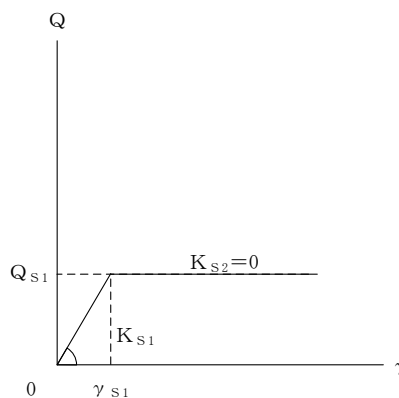
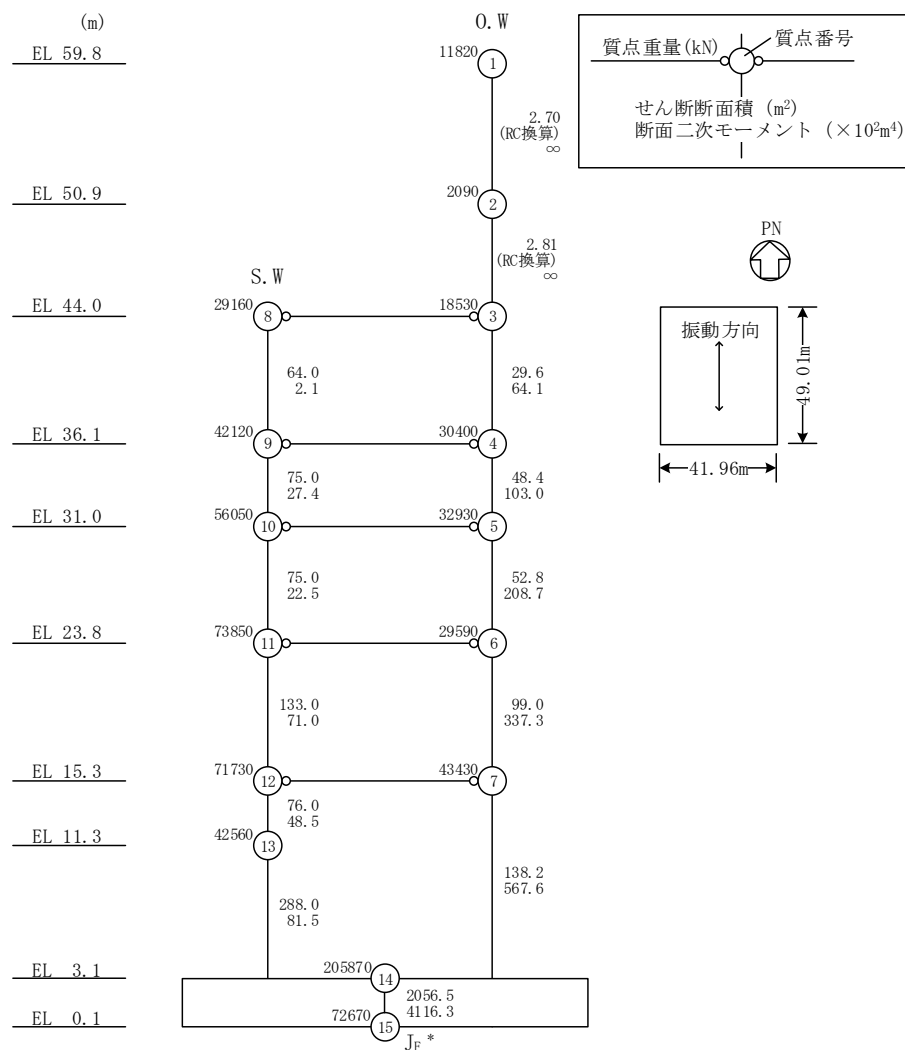
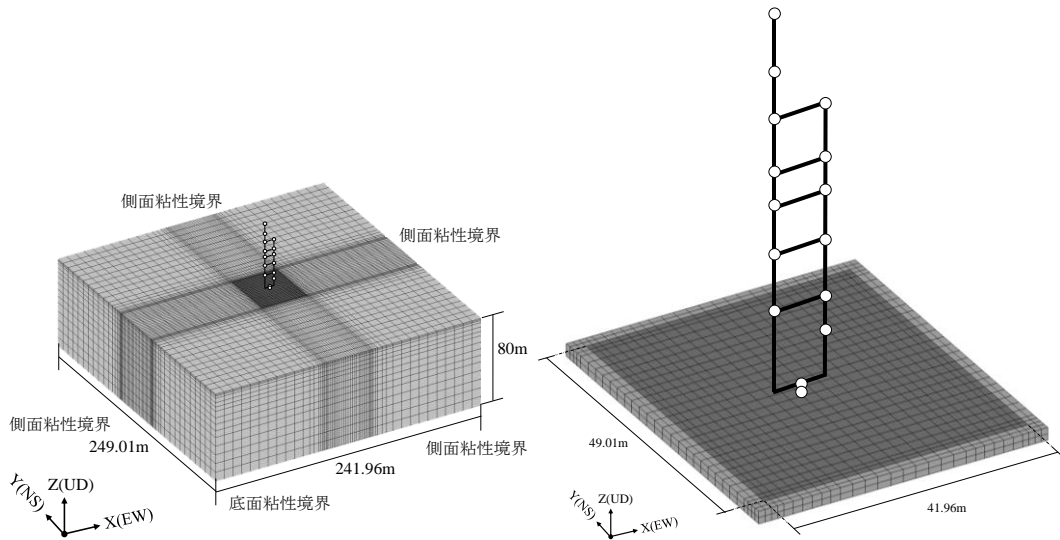


図3-4 スリップ型モデルのスケルトン曲線

4. せん断スケルトン曲線の設定について

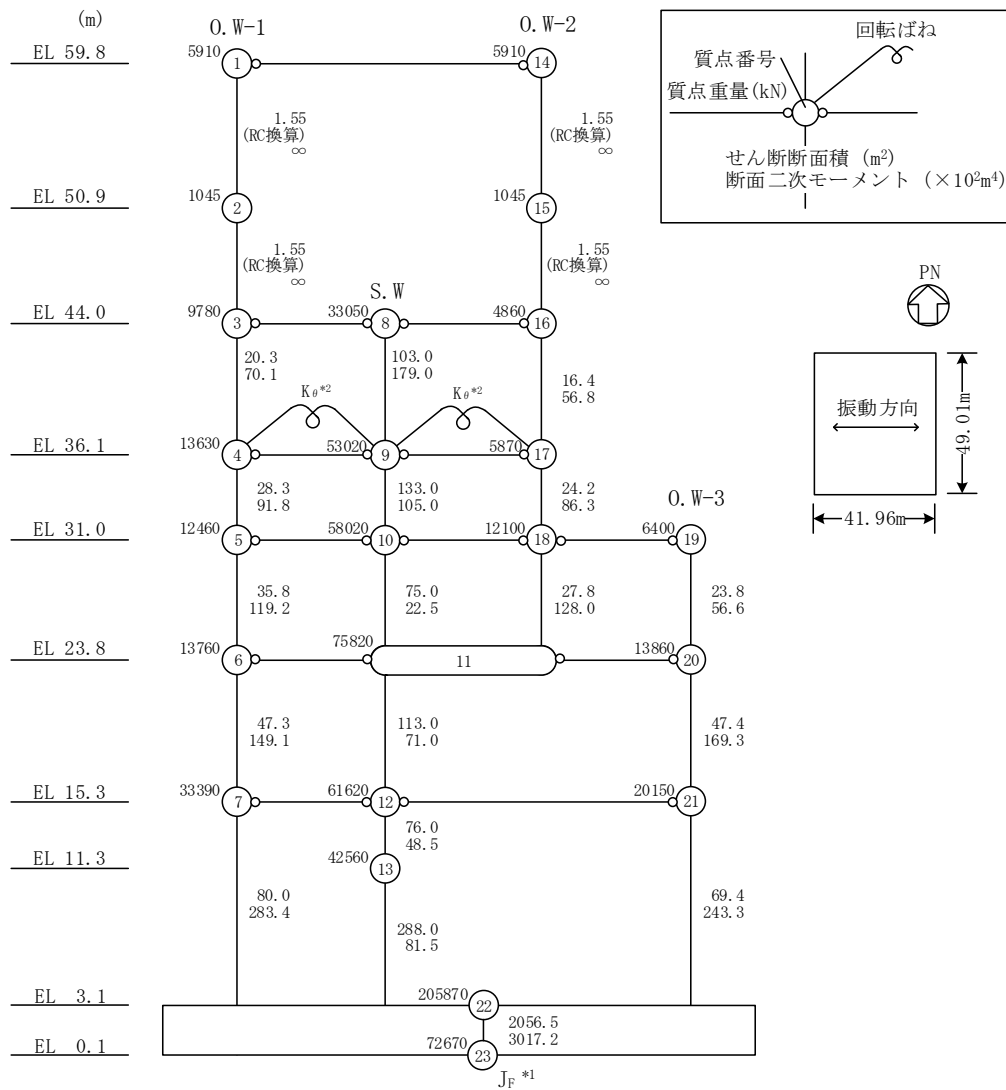
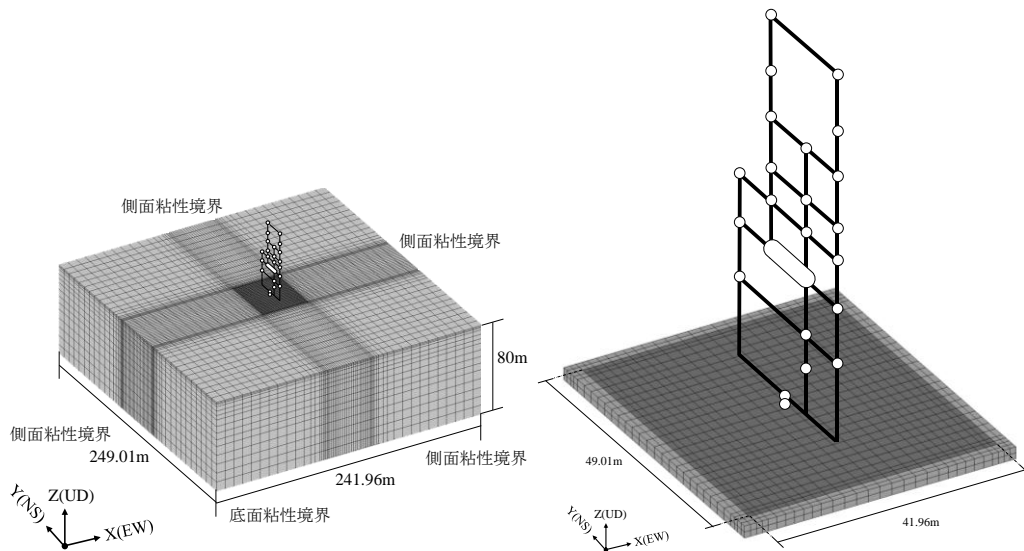
4.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性並びに鉄骨架構のせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図4-1に示す。



注記* : 回転慣性重量 (16.85 × 10⁷ kN · m²)

図 4-1(1) 地震応答解析モデル (NS方向)



注記*1 : 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2 : 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 4-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

4.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる1号機原子炉建物の使用材料の物性値を表4-1～表4-3に示す。

表4-1 使用材料の物性値（コンクリート）

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート： Fc=22.1(N/mm ²) (Fc=225(kgf/cm ²))	2.20×10 ⁴	9.18×10 ³	5

表4-2 使用材料の物性値（鉄筋）

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋：SD35（SD345相当*）	345

注記*：建設当時の鉄筋の種類はSD35であるが、現在の規格（SD345）に読み替えた降伏応力度を示す。

表4-3 使用材料の物性値（鉄骨）

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
鉄骨： SS41（SS400相当*）	2.05×10 ⁵	7.90×10 ⁴	2

注記*：建設当時の鋼材の種類はSS41であるが、現在の規格（SS400）に読み替えた物性値を示す。

4.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表4-4及び表4-5に示す。

表4-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

O.W

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	22.1	9.18	29.6	0.39	1.65	0.180
36.1~31.0	22.1	9.18	48.4	0.58	1.74	0.189
31.0~23.8	22.1	9.18	52.8	0.66	1.77	0.193
23.8~15.3	22.1	9.18	99.0	0.72	1.80	0.195
15.3~3.1	22.1	9.18	138.2	0.96	1.89	0.206

S.W

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	22.1	9.18	64.0	0.22	1.58	0.172
36.1~31.0	22.1	9.18	75.0	0.47	1.69	0.184
31.0~23.8	22.1	9.18	75.0	0.34	1.63	0.178
23.8~15.3	22.1	9.18	133.0	0.62	1.75	0.191
15.3~11.3	22.1	9.18	76.0	1.60	2.12	0.231
11.3~3.1	22.1	9.18	288.0	0.95	1.89	0.206

表 4-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (EW方向)

0. W-1

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	22.1	9.18	20.3	0.39	1.65	0.180
36.1~31.0	22.1	9.18	28.3	0.58	1.74	0.189
31.0~23.8	22.1	9.18	35.8	0.66	1.77	0.193
23.8~15.3	22.1	9.18	47.3	0.72	1.80	0.195
15.3~3.1	22.1	9.18	80.0	0.96	1.89	0.206

S. W

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	22.1	9.18	103.0	0.22	1.58	0.172
36.1~31.0	22.1	9.18	133.0	0.47	1.69	0.184
31.0~23.8	22.1	9.18	75.0	0.34	1.63	0.178
23.8~15.3	22.1	9.18	113.0	0.62	1.75	0.191
15.3~11.3	22.1	9.18	76.0	1.60	2.12	0.231
11.3~3.1	22.1	9.18	288.0	0.95	1.89	0.206

0. W-2

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	22.1	9.18	16.4	0.39	1.65	0.180
36.1~31.0	22.1	9.18	24.2	0.58	1.74	0.189
31.0~23.8	22.1	9.18	27.8	0.66	1.77	0.193

0. W-3

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
31.0~23.8	22.1	9.18	23.8	0.66	1.77	0.193
23.8~15.3	22.1	9.18	47.4	0.72	1.80	0.195
15.3~3.1	22.1	9.18	69.4	0.96	1.89	0.206

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表4-6及び表4-7に示す。

表4-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

O.W

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	2.23	0.540
36.1~31.0	2.34	0.567
31.0~23.8	2.39	0.579
23.8~15.3	2.42	0.586
15.3~3.1	2.55	0.617

S.W

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	2.13	0.515
36.1~31.0	2.28	0.552
31.0~23.8	2.20	0.533
23.8~15.3	2.37	0.573
15.3~11.3	2.87	0.694
11.3~3.1	2.55	0.617

表 4-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (EW方向)

0. W-1

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	2.23	0.540
36.1~31.0	2.34	0.567
31.0~23.8	2.39	0.579
23.8~15.3	2.42	0.586
15.3~3.1	2.55	0.617

S. W

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	2.13	0.515
36.1~31.0	2.28	0.552
31.0~23.8	2.20	0.533
23.8~15.3	2.37	0.573
15.3~11.3	2.87	0.694
11.3~3.1	2.55	0.617

0. W-2

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	2.23	0.540
36.1~31.0	2.34	0.567
31.0~23.8	2.39	0.579

0. W-3

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
31.0~23.8	2.39	0.579
23.8~15.3	2.42	0.586
15.3~3.1	2.55	0.617

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。 σ_H は安全側に 0.0 としている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 4-8 及び表 4-9 に示す。

表 4-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (N S 方向)

O. W

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	0.00558	0.00558	0.39	0.601	4.03	4.00
36.1~31.0	0.00731	0.00731	0.58	0.568	4.48	4.00
31.0~23.8	0.00722	0.00722	0.66	0.515	4.56	4.00
23.8~15.3	0.00861	0.00861	0.72	0.590	4.74	4.00
15.3~3.1	0.00825	0.00825	0.96	0.755	4.52	4.00

S. W

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	0.00622	0.00622	0.22	1.000	3.41	4.00
36.1~31.0	0.00760	0.00556	0.47	0.587	4.28	4.00
31.0~23.8	0.01190	0.00570	0.34	0.676	4.55	4.00
23.8~15.3	0.00856	0.00743	0.62	0.923	4.12	4.00
15.3~11.3	0.00833	0.00592	1.60	0.819	4.39	4.00
11.3~3.1	0.00838	0.00661	0.95	1.000	4.00	4.00

表 4-9 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

0. W-1

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	0.00646	0.00646	0.39	0.440	4.48	4.00
36.1~31.0	0.00896	0.00896	0.58	0.541	4.83	4.00
31.0~23.8	0.00713	0.00713	0.66	0.585	4.44	4.00
23.8~15.3	0.00797	0.00797	0.72	0.711	4.44	4.00
15.3~3.1	0.00745	0.00657	0.96	0.937	3.98	4.00

S. W

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	0.00521	0.00494	0.22	0.240	4.57	4.00
36.1~31.0	0.00616	0.00480	0.47	0.240	4.69	4.00
31.0~23.8	0.01190	0.00570	0.34	0.794	4.39	4.00
23.8~15.3	0.00856	0.00743	0.62	1.000	4.01	4.00
15.3~11.3	0.00833	0.00592	1.60	1.000	4.14	4.00
11.3~3.1	0.00838	0.00661	0.95	1.000	4.00	4.00

0. W-2

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	0.00717	0.00717	0.39	0.969	3.76	4.00
36.1~31.0	0.00478	0.00478	0.58	0.691	3.76	4.00
31.0~23.8	0.00552	0.00552	0.66	0.866	3.63	4.00

0. W-3

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
31.0~23.8	0.00917	0.00917	0.66	0.240	5.27	4.00
23.8~15.3	0.00920	0.00920	0.72	0.311	5.20	4.00
15.3~3.1	0.00740	0.00740	0.96	0.653	4.48	4.00

4.4 鉄骨架構のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 折点

鉄骨架構の各要素におけるせん断スケルトン曲線の折点の設定根拠を表 4-10 及び表 4-11 に示す。

表 4-10 せん断スケルトン曲線 (Q- γ 関係, 折点) (NS 方向)

0. W

EL (m)	Q ₁ (kN)	Q _{P1} (kN)	Q _{S1} (kN)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	53685	45695	7990	2.16
50.9~44.0	54179	46270	7909	2.10

表 4-11 せん断スケルトン曲線 (Q- γ 関係, 折点) (EW 方向)

0. W-1

EL (m)	Q ₁ (kN)	Q _{P1} (kN)	Q _{S1} (kN)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	22049	11699	10350	1.55
50.9~44.0	30086	20264	9822	2.12

0. W-2

EL (m)	Q ₁ (kN)	Q _{P1} (kN)	Q _{S1} (kN)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	22049	11699	10350	1.55
50.9~44.0	30086	20264	9822	2.12

5. まとめ

1号機原子炉建物におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表5-1及び表5-2に示す。

表 5-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

O. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	19.9	—	—	2.16	—	—
50.9~44.0	19.3	—	—	2.10	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	4.03	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	4.48	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	4.56	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	4.74	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	4.52	0.206	0.617	4.00

S. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	1.58	2.13	3.41	0.172	0.515	4.00
36.1~31.0	1.69	2.28	4.28	0.184	0.552	4.00
31.0~23.8	1.63	2.20	4.55	0.178	0.533	4.00
23.8~15.3	1.75	2.37	4.12	0.191	0.573	4.00
15.3~11.3	2.12	2.87	4.39	0.231	0.694	4.00
11.3~3.1	1.89	2.55	4.00	0.206	0.617	4.00

表 5-2(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

O. W-1

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	14.2	—	—	1.55	—	—
50.9~44.0	19.4	—	—	2.12	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	4.48	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	4.83	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	4.44	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	4.44	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	3.98	0.206	0.617	4.00

S. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	1.58	2.13	4.57	0.172	0.515	4.00
36.1~31.0	1.69	2.28	4.69	0.184	0.552	4.00
31.0~23.8	1.63	2.20	4.39	0.178	0.533	4.00
23.8~15.3	1.75	2.37	4.01	0.191	0.573	4.00
15.3~11.3	2.12	2.87	4.14	0.231	0.694	4.00
11.3~3.1	1.89	2.55	4.00	0.206	0.617	4.00

表 5-2(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

0. W-2

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	14.2	—	—	1.55	—	—
50.9~44.0	19.4	—	—	2.12	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	3.76	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	3.76	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	3.63	0.193	0.579	4.00

0. W-3

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
31.0~23.8	1.77	2.39	5.27	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	5.20	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	4.48	0.206	0.617	4.00

別紙 3 1号機原子炉建物の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-6

1. 概要

本資料は、1号機原子炉建物の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

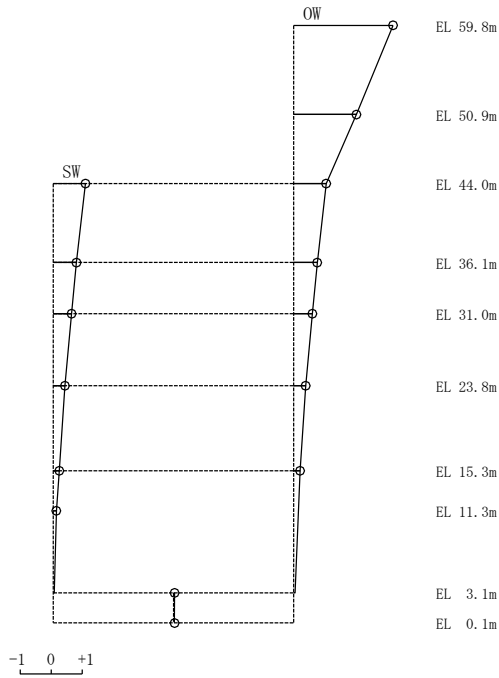
次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.230	4.34	3.205	建物—地盤連成 1 次
2	0.159	6.29	-2.458	
3	0.071	14.00	-1.068	
4	0.047	21.12	0.768	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.230	4.35	3.122	建物—地盤連成 1 次
2	0.150	6.68	-2.391	
3	0.066	15.26	-0.987	
4	0.040	24.87	1.053	

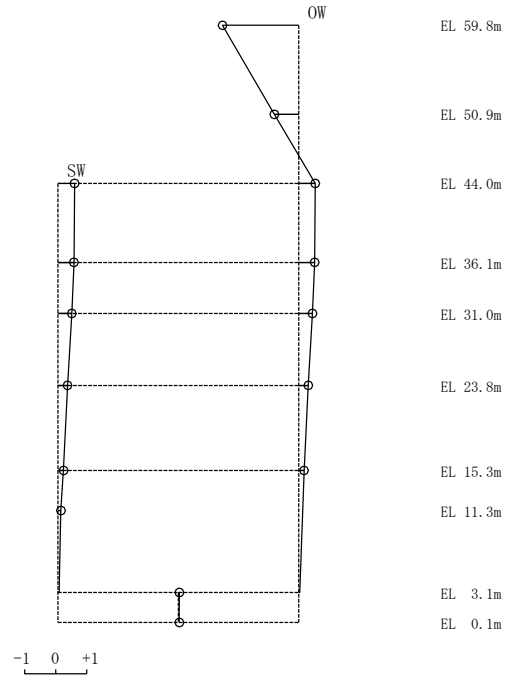
注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

固有周期 0.230 s
固有振動数 4.34 Hz
刺激係数 3.205



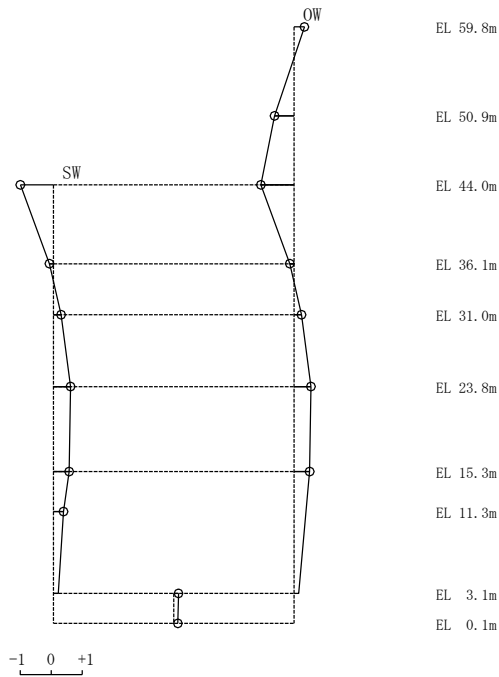
1次 モード

固有周期 0.159 s
固有振動数 6.29 Hz
刺激係数 -2.458



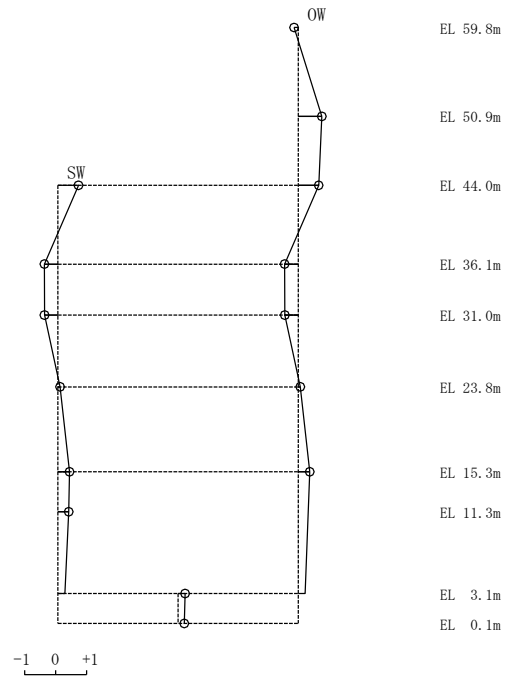
2次 モード

固有周期 0.071 s
固有振動数 14.00 Hz
刺激係数 -1.068



3次 モード

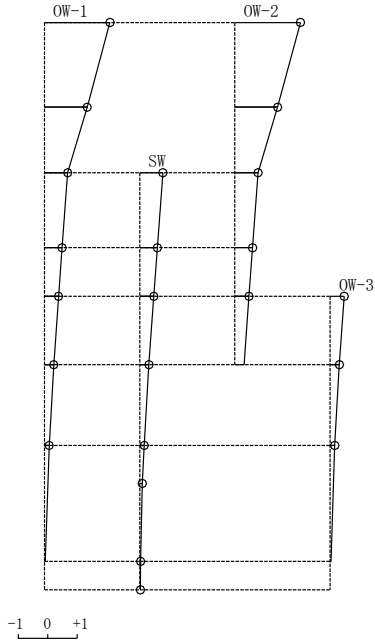
固有周期 0.047 s
固有振動数 21.12 Hz
刺激係数 0.768



4次 モード

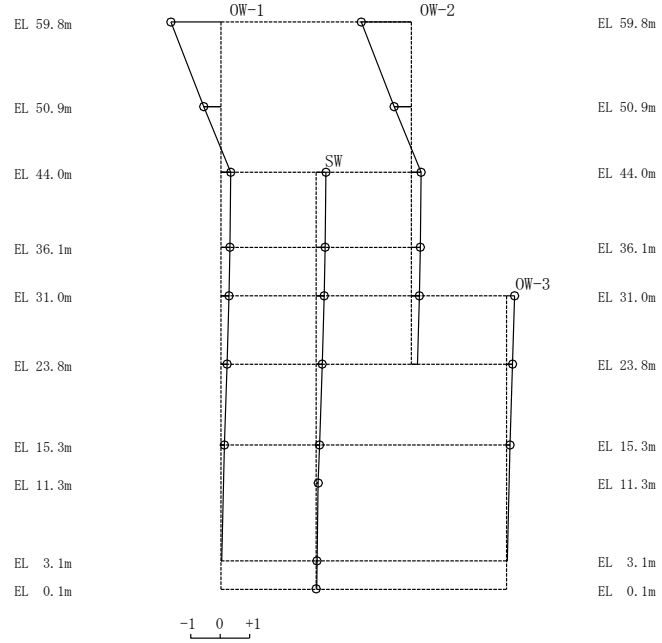
図 2-1 刺激関数図 (NS方向)

固有周期 0.230 s
固有振動数 4.35 Hz
刺激係数 3.122



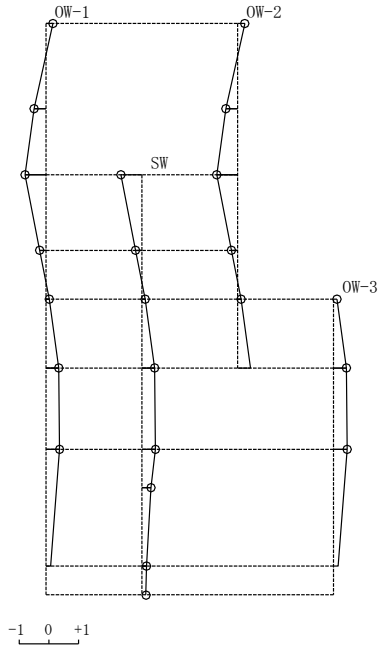
1次 モード

固有周期 0.150 s
固有振動数 6.68 Hz
刺激係数 -2.391



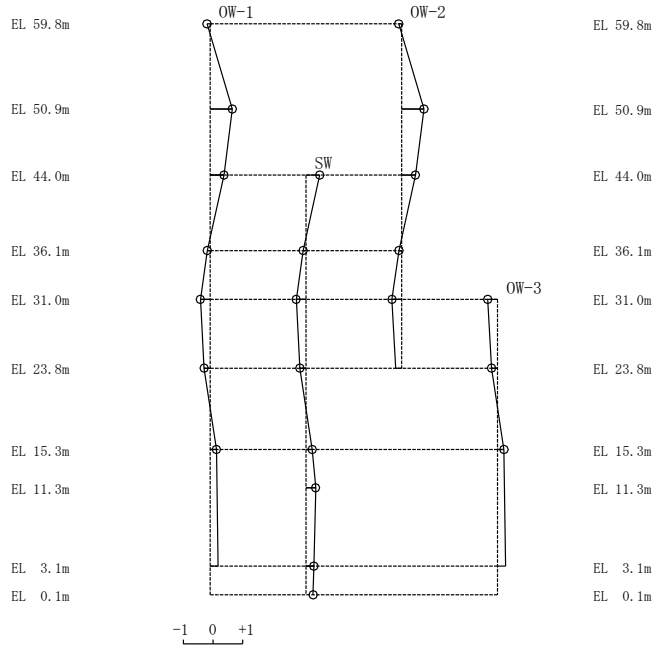
2次 モード

固有周期 0.066 s
固有振動数 15.26 Hz
刺激係数 -0.987



3次 モード

固有周期 0.040 s
固有振動数 24.87 Hz
刺激係数 1.053



4次 モード

図 2-2 刺激関数図 (EW方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-12 に示す。また、接地率を表 3-13 に示す。

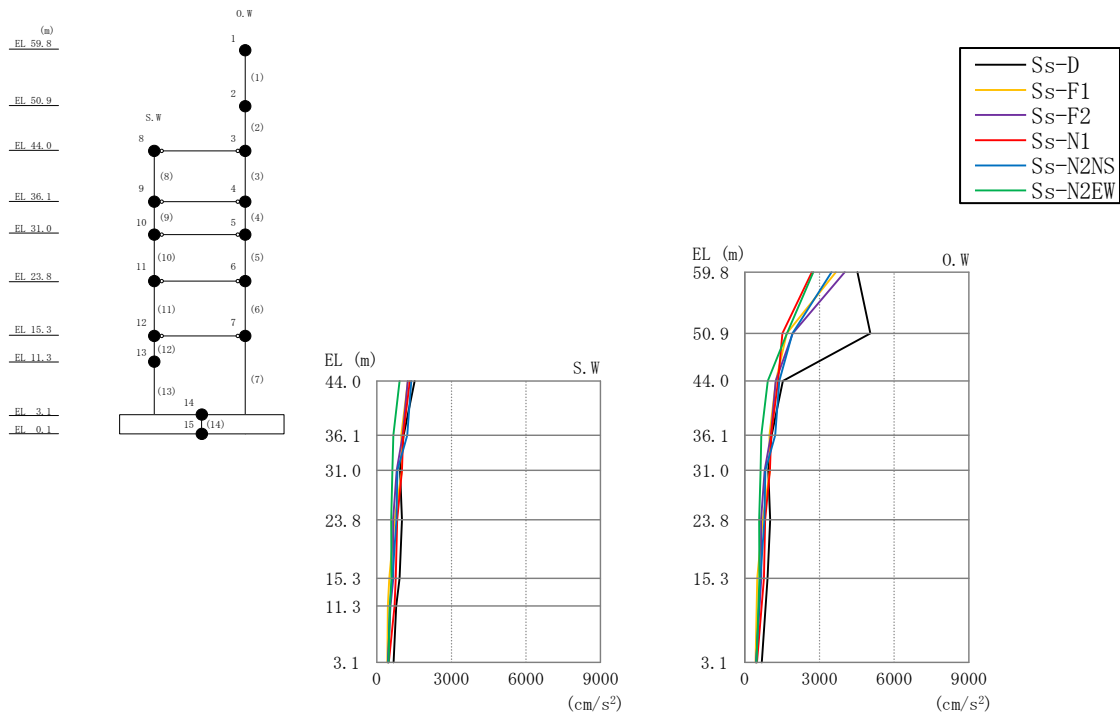


図 3-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
O. W	59.8	1	4522	3654	4009	2694	3484	2747	4522
	50.9	2	5048	1686	1922	1505	1918	1694	5048
	44.0	3	1524	1252	1240	1332	1384	918	1524
	36.1	4	1076	984	1043	1060	1220	662	1220
	31.0	5	938	1006	800	1012	824	629	1012
	23.8	6	1013	714	651	814	790	572	1013
	15.3	7	909	501	662	762	622	587	909
S. W	44.0	8	1524	1252	1240	1332	1384	918	1524
	36.1	9	1076	985	1042	1060	1220	662	1220
	31.0	10	938	1006	800	1013	823	629	1013
	23.8	11	1013	714	652	813	790	572	1013
	15.3	12	909	501	662	761	622	587	909
	11.3	13	781	444	543	715	517	529	781
	3.1	14	676	425	445	485	462	470	676

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

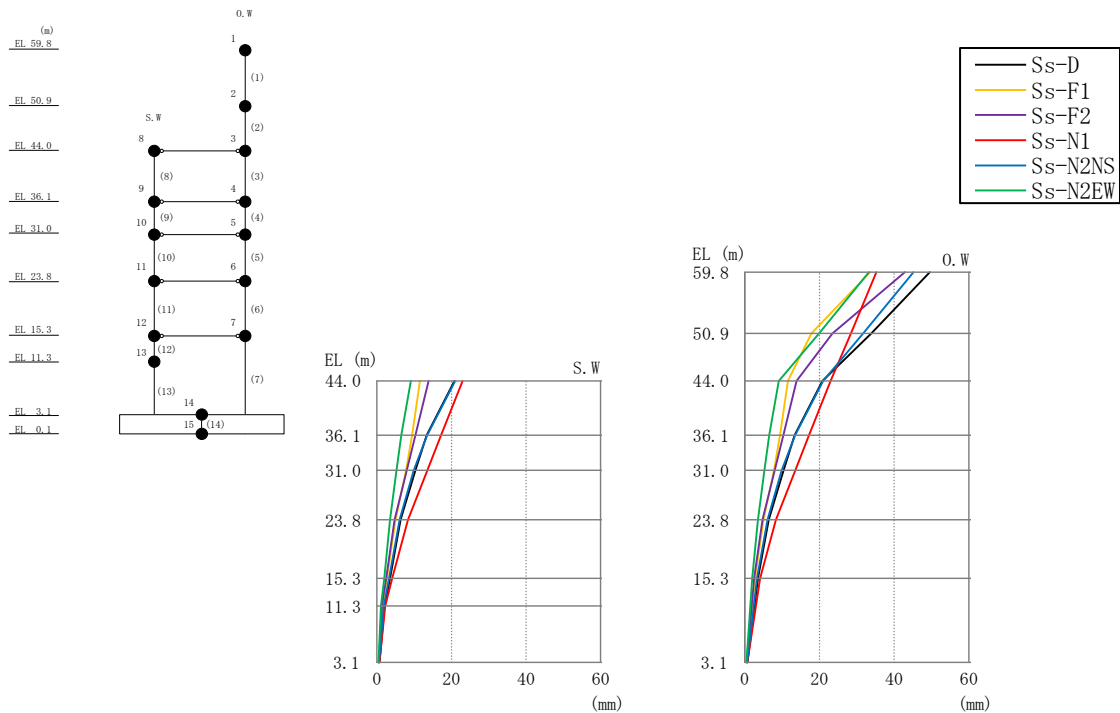


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S s, N S 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W	59.8	1	49.58	33.54	42.88	35.22	45.20	33.22	49.58
	50.9	2	33.89	17.84	23.46	28.42	31.73	19.89	33.89
	44.0	3	20.77	11.54	13.87	22.96	20.98	9.13	22.96
	36.1	4	13.35	9.41	10.32	17.20	13.45	6.51	17.20
	31.0	5	10.35	7.81	8.03	13.52	9.85	5.26	13.52
	23.8	6	6.37	4.98	4.74	8.33	6.08	3.52	8.33
	15.3	7	3.54	2.71	2.48	4.09	3.27	1.97	4.09
S. W	44.0	8	20.77	11.54	13.87	22.96	20.98	9.13	22.96
	36.1	9	13.35	9.41	10.32	17.20	13.45	6.51	17.20
	31.0	10	10.35	7.81	8.03	13.52	9.85	5.26	13.52
	23.8	11	6.37	4.98	4.74	8.33	6.08	3.52	8.33
	15.3	12	3.54	2.71	2.48	4.09	3.27	1.97	4.09
	11.3	13	2.03	1.48	1.34	2.26	1.84	1.08	2.26
	3.1	14	0.69	0.48	0.49	0.70	0.59	0.45	0.70

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

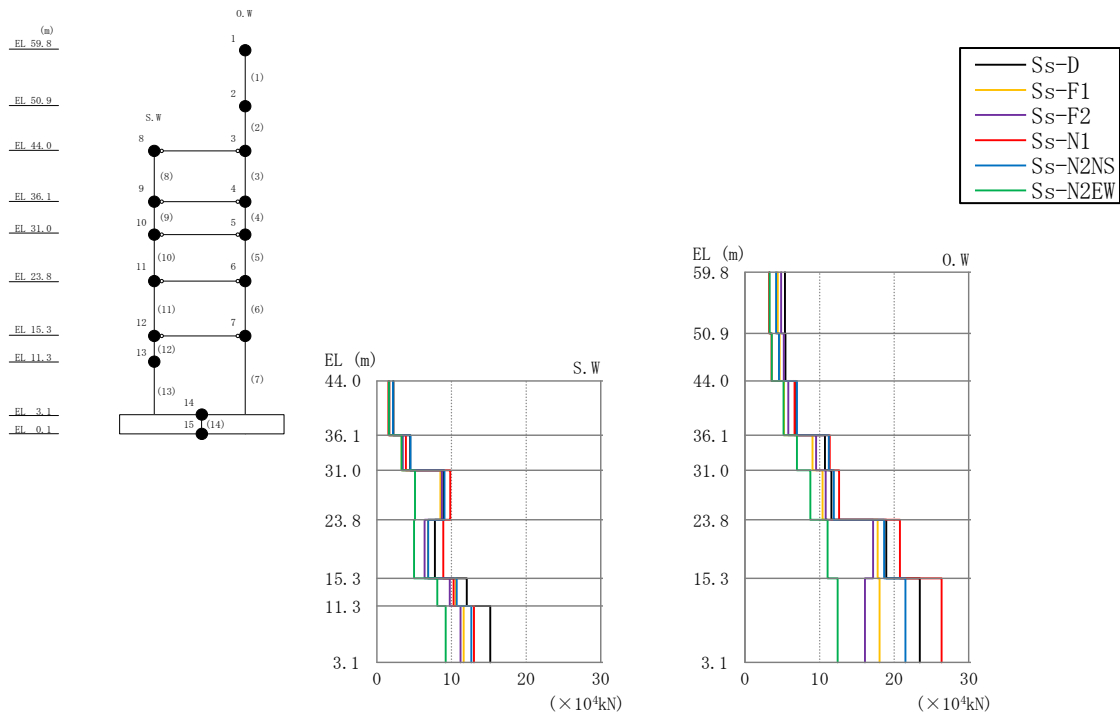


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S s，NS 方向）

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S s，NS 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
O. W	59.8~50.9	1	5.37	4.39	4.84	3.23	4.18	3.29	5.37
	50.9~44.0	2	5.42	4.66	5.18	3.55	4.57	3.60	5.42
	44.0~36.1	3	6.87	5.22	5.80	6.64	6.96	5.16	6.96
	36.1~31.0	4	10.7	9.05	9.55	11.3	11.2	6.96	11.3
	31.0~23.8	5	11.6	10.4	10.8	12.6	11.9	8.76	12.6
	23.8~15.3	6	19.0	17.8	17.2	20.8	18.7	11.1	20.8
	15.3~3.1	7	23.4	18.0	16.1	26.4	21.5	12.4	26.4
S. W	44.0~36.1	8	2.21	1.67	1.68	1.56	2.15	1.62	2.21
	36.1~31.0	9	4.46	3.31	3.47	3.88	4.50	3.33	4.50
	31.0~23.8	10	8.94	8.52	8.72	9.84	9.04	5.10	9.84
	23.8~15.3	11	7.77	6.85	6.39	8.91	6.88	4.98	8.91
	15.3~11.3	12	12.0	10.6	9.75	10.3	10.7	8.10	12.0
	11.3~3.1	13	15.2	11.6	11.2	13.0	12.6	9.23	15.2

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

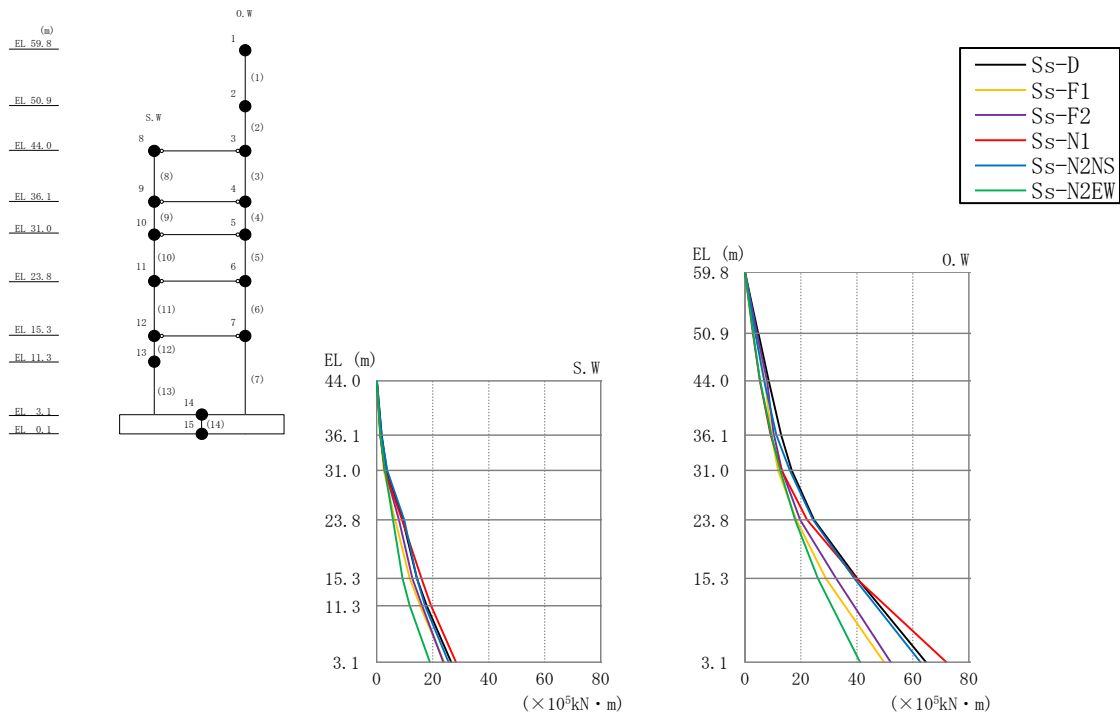


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , NS 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)							最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW		
O.W.	59.8~50.9	1	0.0581	0.0209	0.0544	0.0280	0.0260	0.0146	0.0581	
			4.78	3.91	4.31	2.88	3.72	2.94	4.78	
	50.9~44.0	2	4.78	3.91	4.31	2.89	3.73	2.94	4.78	
			8.52	7.12	7.89	5.34	6.88	5.43	8.52	
	44.0~36.1	3	8.53	7.12	7.89	5.35	6.88	5.43	8.53	
			13.0	9.41	10.3	9.22	11.2	9.48	13.0	
	36.1~31.0	4	13.0	9.41	10.3	9.22	11.2	9.48	13.0	
16.7			11.8	13.2	13.2	16.1	12.6	16.7		
31.0~23.8	5	16.7	11.8	13.2	13.2	16.0	12.7	16.7		
		24.7	18.4	19.7	22.2	24.4	17.9	24.7		
23.8~15.3	6	24.7	18.4	19.7	22.2	24.4	17.9	24.7		
		40.1	28.9	32.5	39.8	39.1	26.0	40.1		
15.3~3.1	7	40.1	28.9	32.5	39.8	39.1	26.0	40.1		
		64.7	49.7	52.1	71.9	62.7	41.2	71.9		
S.W.	44.0~36.1	8	0.0581	0.0637	0.0468	0.0154	0.0381	0.0582	0.0637	
			1.76	1.33	1.33	1.24	1.71	1.28	1.76	
	36.1~31.0	9	1.76	1.33	1.34	1.24	1.72	1.29	1.76	
			3.54	2.56	2.92	2.87	3.76	2.92	3.76	
	31.0~23.8	10	3.54	2.56	2.93	2.87	3.77	2.92	3.77	
			9.26	6.50	7.94	9.08	9.85	5.78	9.85	
23.8~15.3	11	9.27	6.53	7.94	9.08	9.85	5.78	9.85		
		14.4	11.8	12.7	15.9	14.3	9.18	15.9		
15.3~11.3	12	14.4	11.8	12.7	15.9	14.3	9.18	15.9		
		17.9	15.5	16.2	19.4	17.3	11.8	19.4		
11.3~3.1	13	17.9	15.5	16.2	19.4	17.3	11.8	19.4		
		26.6	24.1	23.7	28.3	25.7	19.0	28.3		

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ(×10 ⁻³)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
OW	44.0~36.1	3	0.71	0.25	0.37	0.56	0.77	0.24	0.77
	36.1~31.0	4	0.49	0.27	0.34	0.57	0.55	0.16	0.57
	31.0~23.8	5	0.45	0.31	0.36	0.58	0.49	0.18	0.58
	23.8~15.3	6	0.27	0.20	0.19	0.39	0.25	0.12	0.39
	15.3~3.1	7	0.18	0.14	0.13	0.22	0.17	0.10	0.22
SW	44.0~36.1	8	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
	36.1~31.0	9	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05	0.07
	31.0~23.8	10	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13	0.07	0.14
	23.8~15.3	11	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.07
	15.3~11.3	12	0.17	0.15	0.14	0.15	0.15	0.12	0.17
	11.3~3.1	13	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.06

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

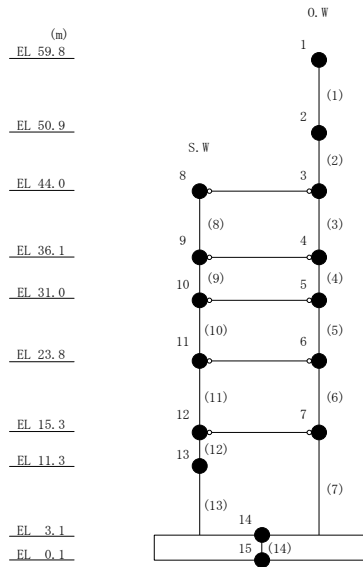
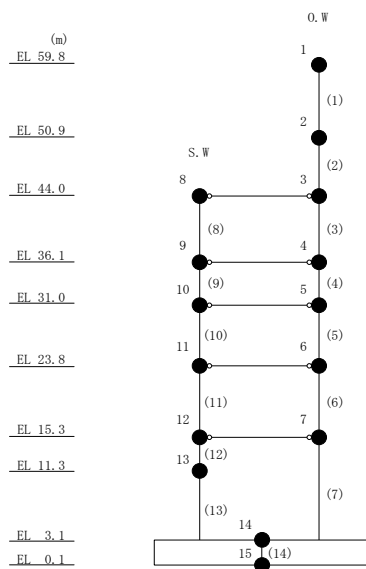


表 3-6 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
0. W	59.8~50.9	1	1/405	1/530	1/457	1/675	1/525	1/667	1/405
	50.9~44.0	2	1/330	1/520	1/445	1/643	1/503	1/638	1/330

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



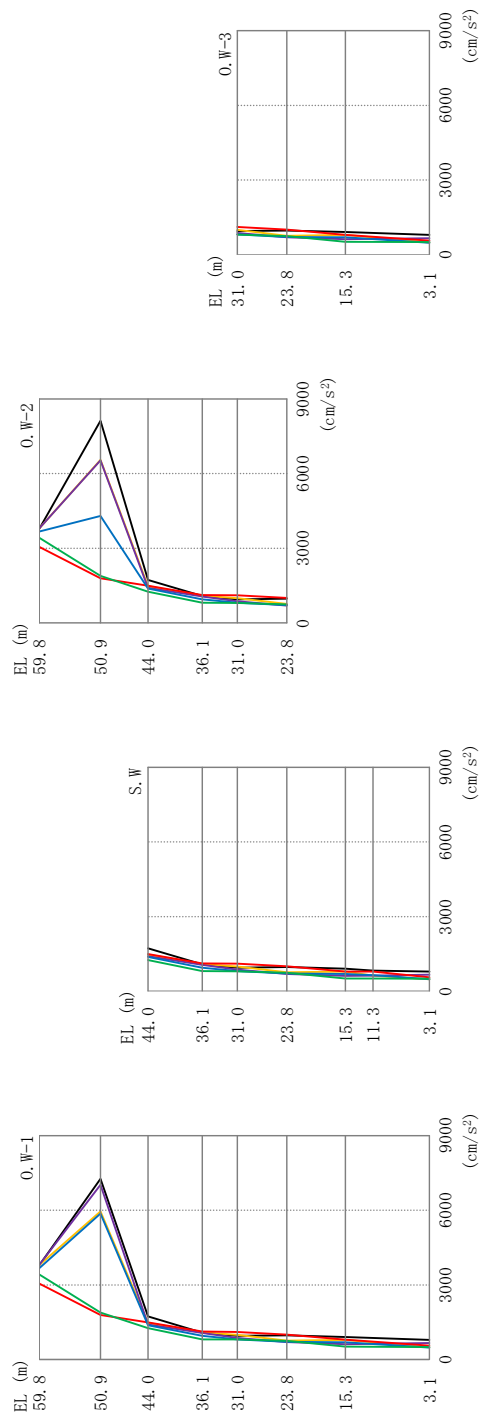
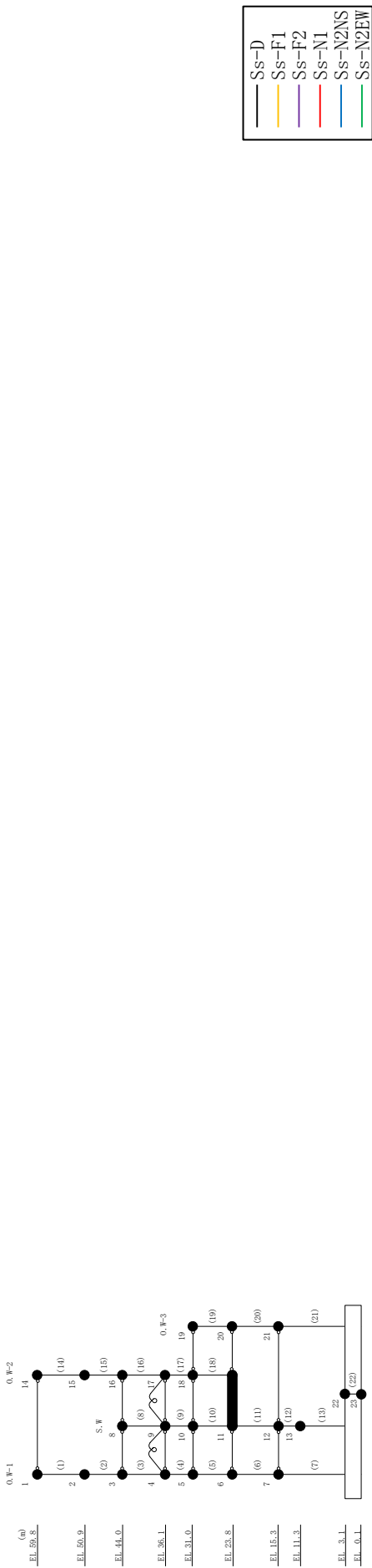
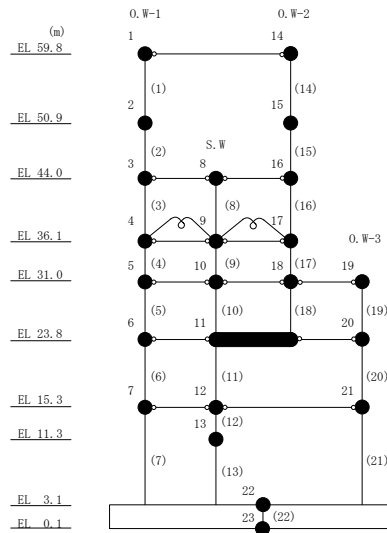


図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向)

表 3-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W-1	59.8	1	3783	3799	3803	3057	3670	3421	3803
	50.9	2	7259	5952	7020	1791	5868	1892	7259
	44.0	3	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	4	1079	1092	1067	1126	952	810	1126
	31.0	5	953	994	871	1109	811	806	1109
	23.8	6	973	762	702	1003	714	749	1003
	15.3	7	909	791	619	797	696	516	909
S. W	44.0	8	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	9	1079	1092	1067	1126	951	810	1126
	31.0	10	952	994	871	1109	811	806	1109
	23.8	11	973	760	702	1003	714	749	1003
	15.3	12	909	791	619	797	695	516	909
	11.3	13	836	625	630	794	651	513	836
0. W-2	59.8	14	3783	3799	3803	3057	3670	3421	3803
	50.9	15	8121	6553	6534	1791	4302	1892	8121
	44.0	16	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	17	1079	1092	1067	1125	951	810	1125
	31.0	18	952	995	871	1109	810	807	1109
0. W-3	31.0	19	952	995	871	1109	811	807	1109
	23.8	20	973	760	702	1004	714	749	1004
	15.3	21	909	791	619	797	696	516	909
	3.1	22	794	489	665	563	482	506	794

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



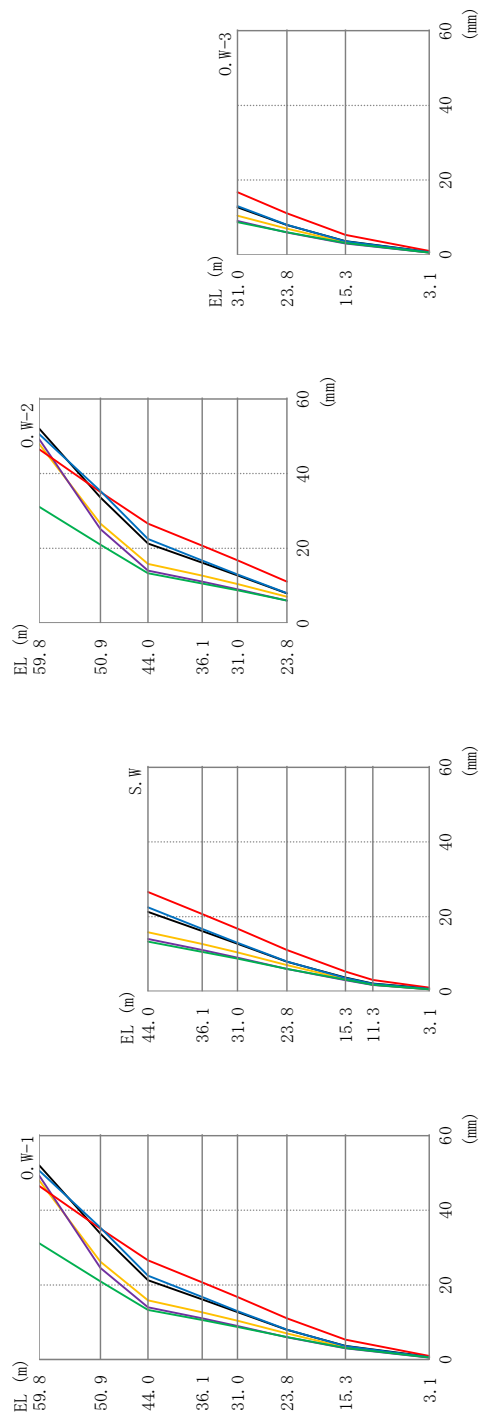
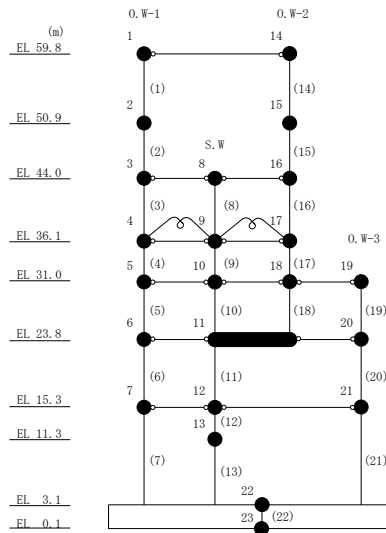


图 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S s, E W 方向)

表 3-8 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W-1	59.8	1	52.04	47.95	49.23	46.52	50.58	31.14	52.04
	50.9	2	33.72	26.19	24.53	35.09	35.34	20.95	35.34
	44.0	3	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	4	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	5	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	6	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	7	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
S. W	44.0	8	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	9	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	10	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	11	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	12	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
	11.3	13	2.11	1.79	1.68	3.05	2.03	1.76	3.05
0. W-2	59.8	14	52.04	47.95	49.23	46.52	50.58	31.14	52.04
	50.9	15	33.63	26.61	25.14	35.09	35.34	20.95	35.34
	44.0	16	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	17	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	18	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
0. W-3	31.0	19	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	20	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	21	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
	3.1	22	0.77	0.57	0.53	0.98	0.67	0.57	0.98

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



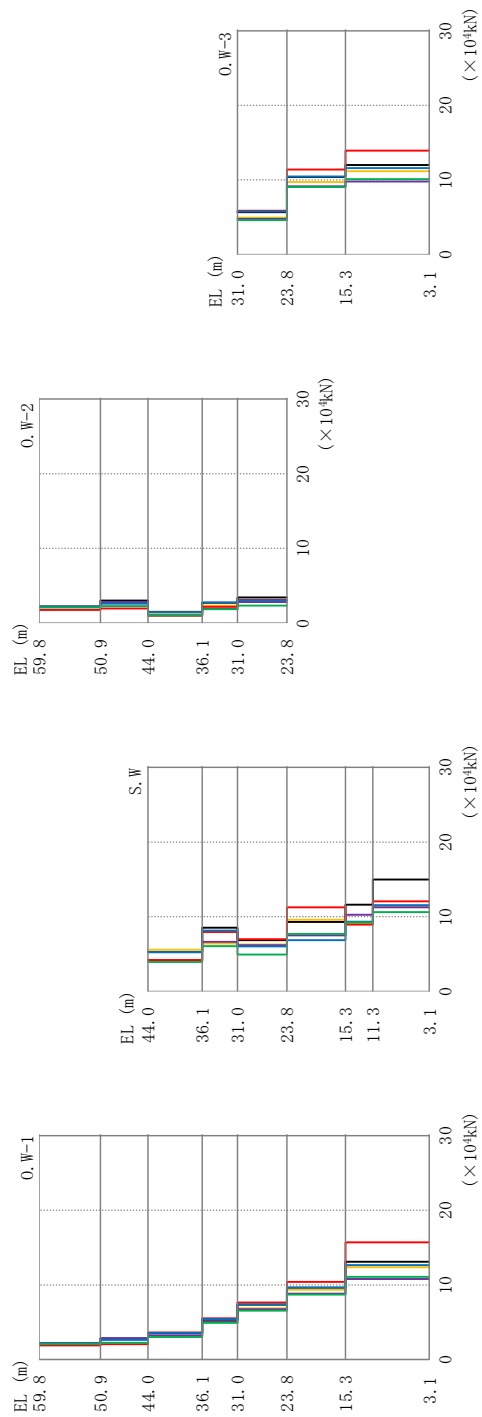
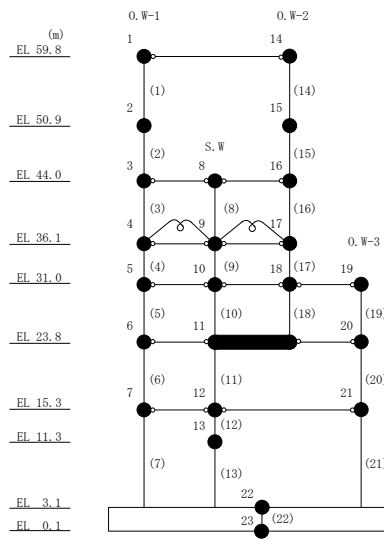


図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向)

表 3-9 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
0. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.21	1.90	2.21	2.08	2.21
	50.9~44.0	2	2.82	2.73	2.87	2.08	2.63	2.27	2.87
	44.0~36.1	3	3.53	3.20	3.25	3.64	3.58	3.01	3.64
	36.1~31.0	4	5.35	5.06	5.06	5.52	5.44	4.94	5.52
	31.0~23.8	5	7.37	6.90	6.76	7.65	7.39	6.55	7.65
	23.8~15.3	6	9.64	9.34	8.84	10.4	9.64	8.72	10.4
	15.3~3.1	7	13.1	12.4	10.8	15.7	12.7	11.1	15.7
S. W	44.0~36.1	8	5.26	5.57	4.17	4.20	5.26	3.94	5.57
	36.1~31.0	9	8.53	6.42	6.65	7.96	8.14	6.06	8.53
	31.0~23.8	10	6.85	6.29	6.19	6.99	6.02	4.93	6.99
	23.8~15.3	11	9.30	9.59	7.50	11.3	6.84	7.68	11.3
	15.3~11.3	12	11.6	9.10	10.2	8.96	9.33	9.25	11.6
	11.3~3.1	13	15.0	11.4	11.3	12.1	11.5	10.6	15.0
0. W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.21	1.76	2.21	2.08	2.21
	50.9~44.0	15	2.99	2.72	2.82	1.94	2.59	2.26	2.99
	44.0~36.1	16	1.49	1.40	1.06	0.997	1.44	1.01	1.49
	36.1~31.0	17	2.72	2.33	1.92	2.17	2.76	1.86	2.76
	31.0~23.8	18	3.43	2.84	2.81	3.10	3.02	2.33	3.43
0. W-3	31.0~23.8	19	5.69	4.95	4.78	5.87	5.76	4.63	5.87
	23.8~15.3	20	10.4	9.71	9.16	11.4	10.5	9.05	11.4
	15.3~3.1	21	12.0	11.2	9.78	13.9	11.6	10.1	13.9

注：ハッチングは S_s-D~S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



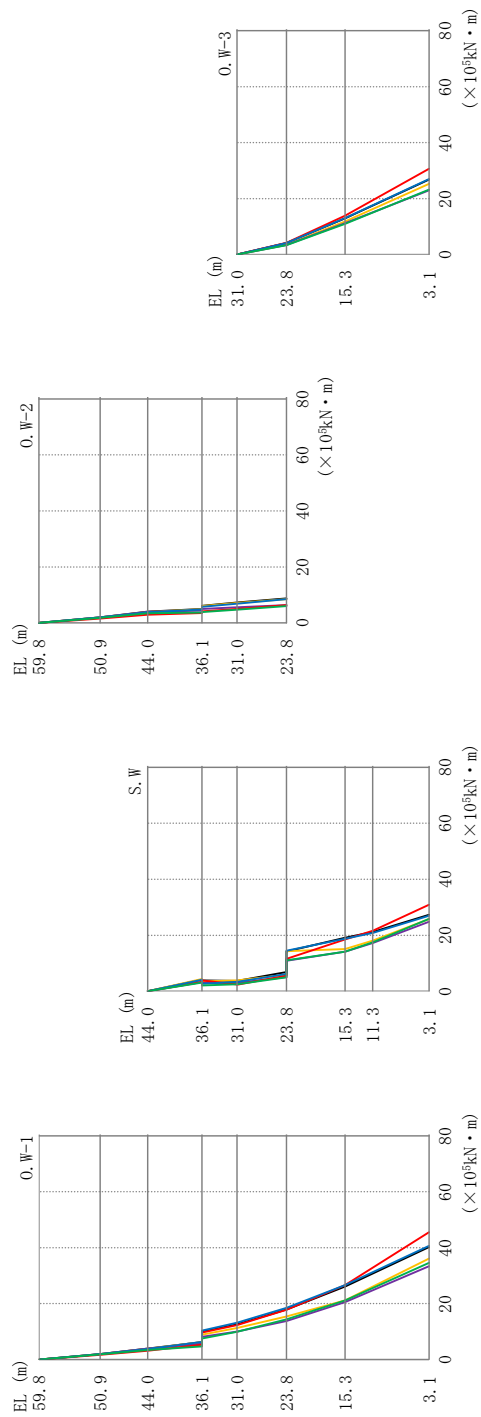


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向)

表 3-10(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁵ kN・m)						
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	最大値
0. W-1	59.8~50.9	1	0.0104	0.00544	0.00509	0.0179	0.00972	0.00761	0.0179
			1.97	1.97	1.97	1.69	1.97	1.85	1.97
	50.9~44.0	2	1.97	1.97	1.97	1.69	1.97	1.85	1.97
			3.91	3.85	3.94	3.12	3.78	3.42	3.94
	44.0~36.1	3	3.91	3.85	3.94	3.12	3.78	3.42	3.94
			6.21	6.23	5.64	5.33	6.28	4.68	6.28
	36.1~31.0	4	9.91	8.92	8.14	9.63	10.4	7.53	10.4
12.6			11.3	10.0	12.3	13.1	9.92	13.1	
31.0~23.8	5	12.6	11.3	10.0	12.3	13.1	9.92	13.1	
		17.9	15.4	13.8	17.8	18.5	14.4	18.5	
23.8~15.3	6	17.9	15.4	13.8	17.8	18.5	14.4	18.5	
		26.1	21.2	20.6	26.6	26.7	21.2	26.7	
15.3~3.1	7	26.1	21.2	20.6	26.6	26.7	21.2	26.7	
		40.3	36.2	33.4	45.5	40.7	34.5	45.5	
S. W	44.0~36.1	8	0.0196	0.00832	0.00616	0.0207	0.0121	0.00267	0.0207
			4.15	4.40	3.29	3.32	4.15	3.11	4.40
	36.1~31.0	9	3.85	3.49	2.97	3.83	2.66	2.05	3.85
			3.66	3.90	3.04	2.36	3.36	2.49	3.90
	31.0~23.8	10	3.66	3.90	3.04	2.36	3.36	2.49	3.90
			6.87	5.88	5.07	5.55	6.21	5.01	6.87
	23.8~15.3	11	14.2	14.3	10.9	11.5	14.5	11.0	14.5
19.1			15.1	14.2	18.5	18.8	14.1	19.1	
15.3~11.3	12	19.1	15.1	14.2	18.5	18.8	14.1	19.1	
		21.2	18.1	17.2	21.5	20.8	17.5	21.5	
11.3~3.1	13	21.2	18.1	17.2	21.6	20.8	17.5	21.6	
		27.3	25.8	24.9	30.9	27.0	25.9	30.9	

注：ハッチングはS_s-D~S_s-N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

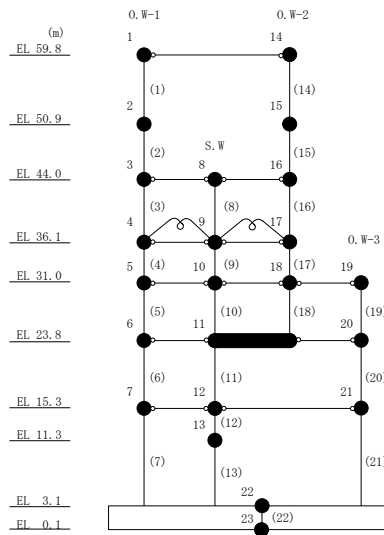


表 3-10(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁵ kN・m)						
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	最大値
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0144	0.0120	0.00624	0.0206	0.00742	0.00256	0.0206
			1.97	1.97	1.97	1.57	1.97	1.85	1.97
	50.9~44.0	15	1.97	1.98	1.97	1.57	1.97	1.85	1.98
			4.03	3.84	3.91	2.91	3.76	3.41	4.03
	44.0~36.1	16	4.04	3.85	3.91	2.91	3.76	3.41	4.04
4.98			4.93	4.41	3.54	4.76	3.67	4.98	
36.1~31.0	17	6.07	5.97	4.95	4.10	5.73	3.83	6.07	
		7.25	7.15	5.61	4.94	6.88	4.68	7.25	
31.0~23.8	18	7.25	7.15	5.61	4.94	6.88	4.68	7.25	
		8.77	8.46	6.36	6.37	8.48	6.03	8.77	
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00810	0.00759	0.0109	0.00538	0.00608	0.00902	0.0109
			4.10	3.57	3.45	4.23	4.15	3.33	4.23
	23.8~15.3	20	4.10	3.57	3.45	4.23	4.15	3.33	4.23
12.9			11.8	11.2	13.9	13.0	11.0	13.9	
15.3~3.1	21	12.9	11.8	11.2	13.9	13.0	11.0	13.9	
		26.8	25.3	23.0	30.7	27.0	23.3	30.7	

注：ハッチングは S_s-D~S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

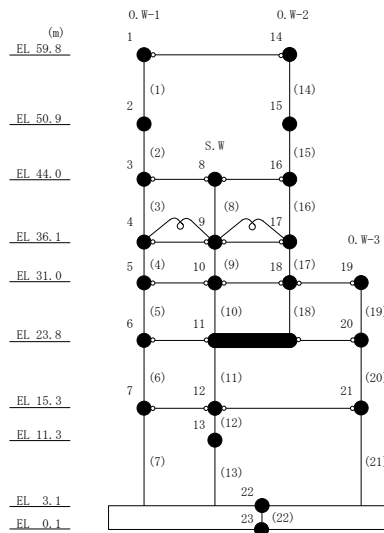


表 3-11 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ(×10 ⁻³)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
O.W-1	44.0~36.1	3	0.23	0.17	0.17	0.27	0.25	0.16	0.27
	36.1~31.0	4	0.28	0.22	0.22	0.32	0.30	0.20	0.32
	31.0~23.8	5	0.37	0.29	0.27	0.42	0.37	0.23	0.42
	23.8~15.3	6	0.35	0.31	0.24	0.45	0.35	0.23	0.45
	15.3~3.1	7	0.18	0.17	0.15	0.25	0.17	0.15	0.25
S.W	44.0~36.1	8	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.06
	36.1~31.0	9	0.07	0.05	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07
	31.0~23.8	10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.10
	23.8~15.3	11	0.09	0.09	0.07	0.11	0.07	0.07	0.11
	15.3~11.3	12	0.17	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.17
	11.3~3.1	13	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.06
O.W-2	44.0~36.1	16	0.10	0.09	0.07	0.07	0.10	0.07	0.10
	36.1~31.0	17	0.12	0.10	0.09	0.10	0.12	0.08	0.12
	31.0~23.8	18	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12	0.09	0.13
O.W-3	31.0~23.8	19	0.58	0.38	0.34	0.67	0.61	0.30	0.67
	23.8~15.3	20	0.45	0.36	0.28	0.58	0.46	0.27	0.58
	15.3~3.1	21	0.19	0.18	0.15	0.28	0.18	0.16	0.28

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

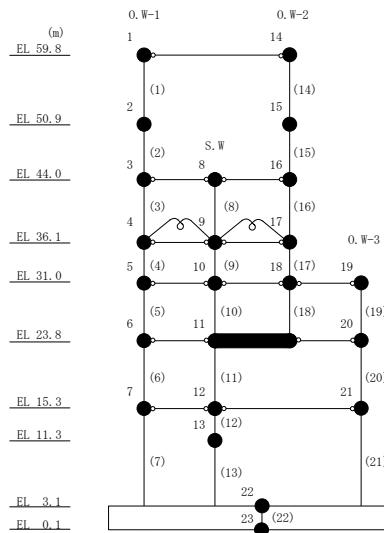


表 3-12 最大層間変形角一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
0. W-1	59.8~50.9	1	1/238	1/336	1/319	1/632	1/451	1/663	1/238
	50.9~44.0	2	1/454	1/461	1/455	1/584	1/459	1/606	1/454
0. W-2	59.8~50.9	14	1/233	1/344	1/321	1/632	1/479	1/663	1/233
	50.9~44.0	15	1/422	1/447	1/444	1/584	1/449	1/606	1/422

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

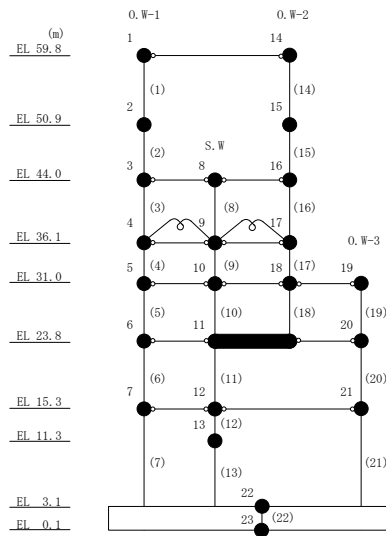


表 3-13 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.70	10.4	98.9
$S_s - F1$	4.27	8.71	100
$S_s - F2$	4.31	8.87	100
$S_s - N1$	4.86	11.4	98.8
$S_s - N2NS$	4.64	10.3	99.9
$S_s - N2EW$	3.83	6.99	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	5.11	10.7	93.4
$S_s - F1$	4.77	9.70	98.8
$S_s - F2$	4.74	9.46	98.8
$S_s - N1$	6.37	12.4	59.2
$S_s - N2NS$	5.18	10.8	92.9
$S_s - N2EW$	4.79	9.71	98.8

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.2 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-7
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-8
4.1 検討概要	別紙 4-8
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-13
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-13
4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-18
4.3 まとめ	別紙 4-21

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、1号機原子炉建物の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物への入力地震動の特性が変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、1号機原子炉建物の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

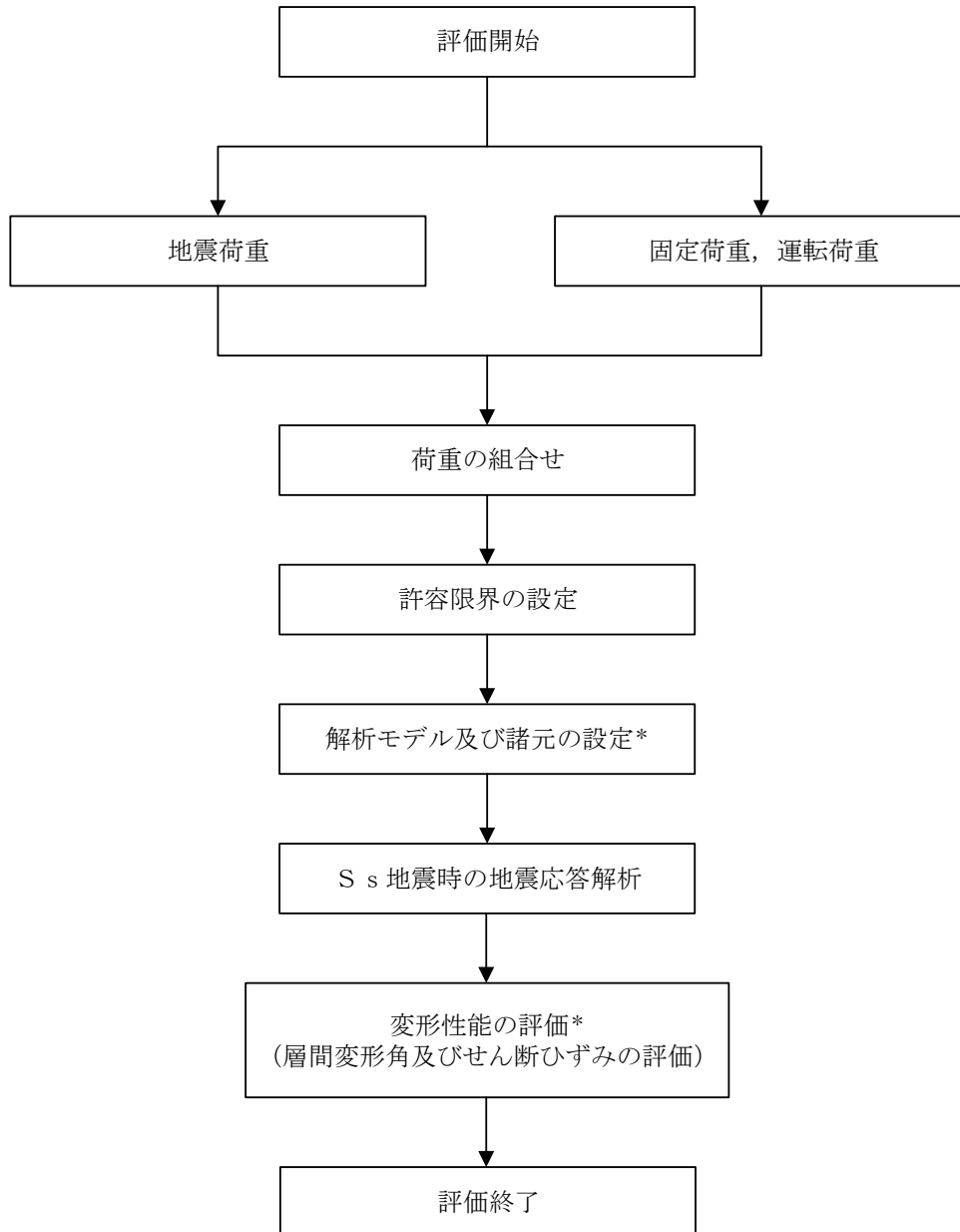
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、1号機原子炉建物を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、1号機原子炉建物の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記* : 材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づくS波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤のS波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期のS波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮したS波速度を表3-1に示す。

なお、波及的影響においては水平応答を評価するため、P波速度の不確かさの影響は考慮しない。

表3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度

層番号	地盤のS波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
表層①-1	127	153	102
岩盤①-2	250	300	200
岩盤②	900	1080	720
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

3.2.2 積雪荷重との組合せの設定

地震荷重と組み合わせる積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出する。

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。また、積雪ケースによる建物応答への影響についても確認する。

検討ケースを表 4-1 に、1号機原子炉建物の地震応答解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%) *	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%) *	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮

注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s の不確かさを設定する。

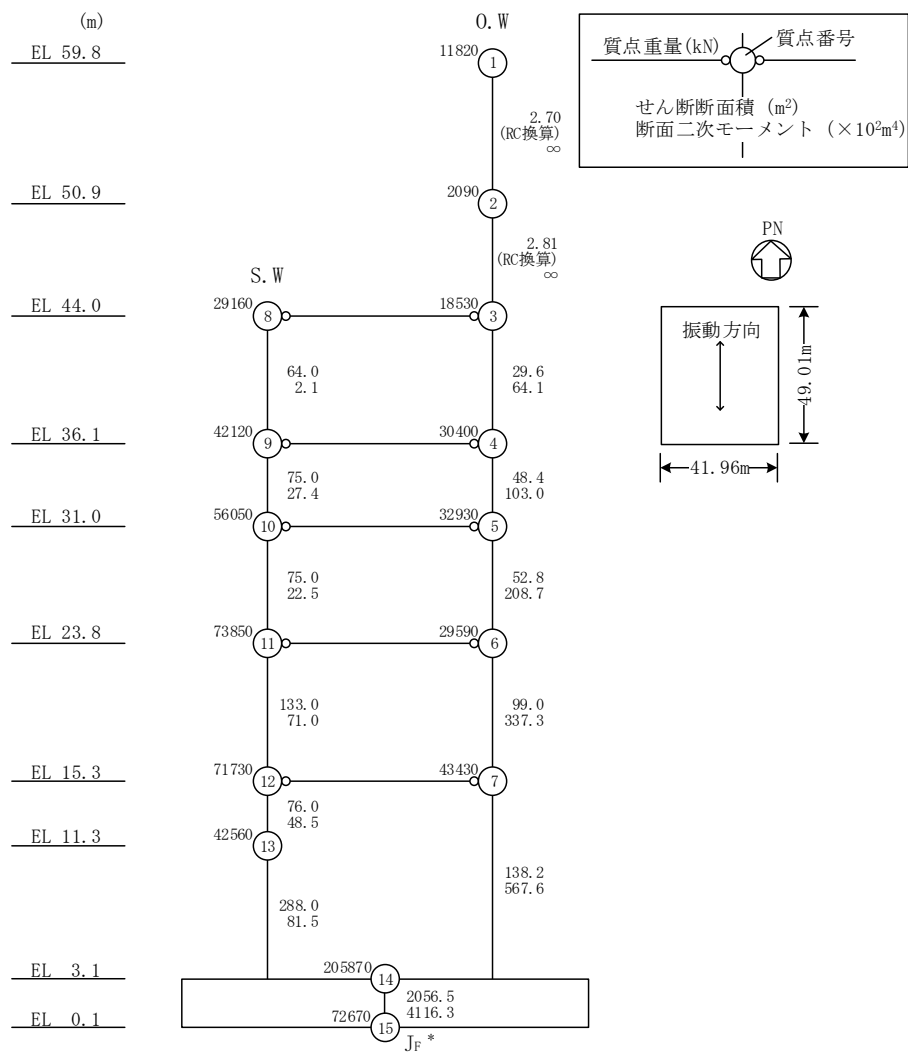
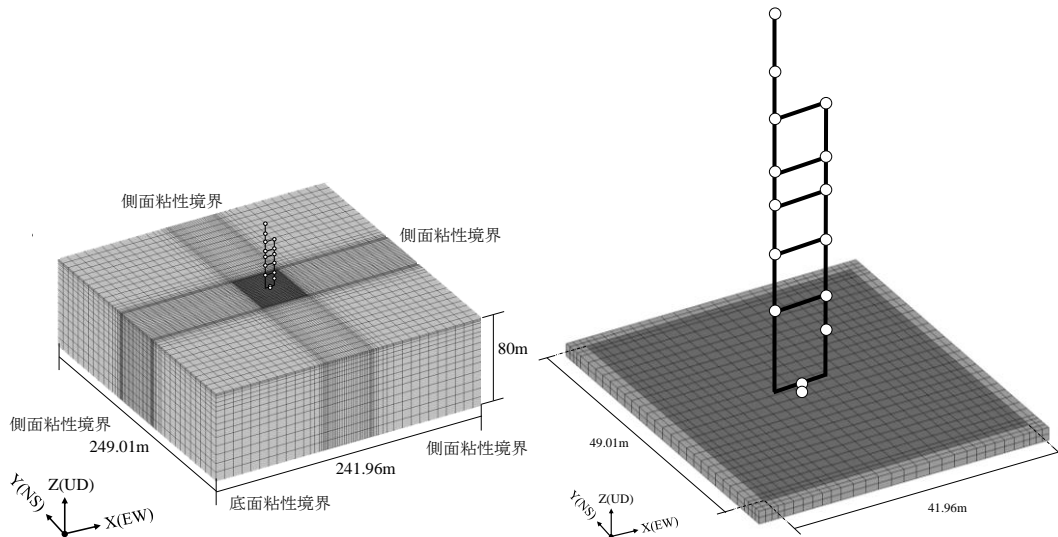
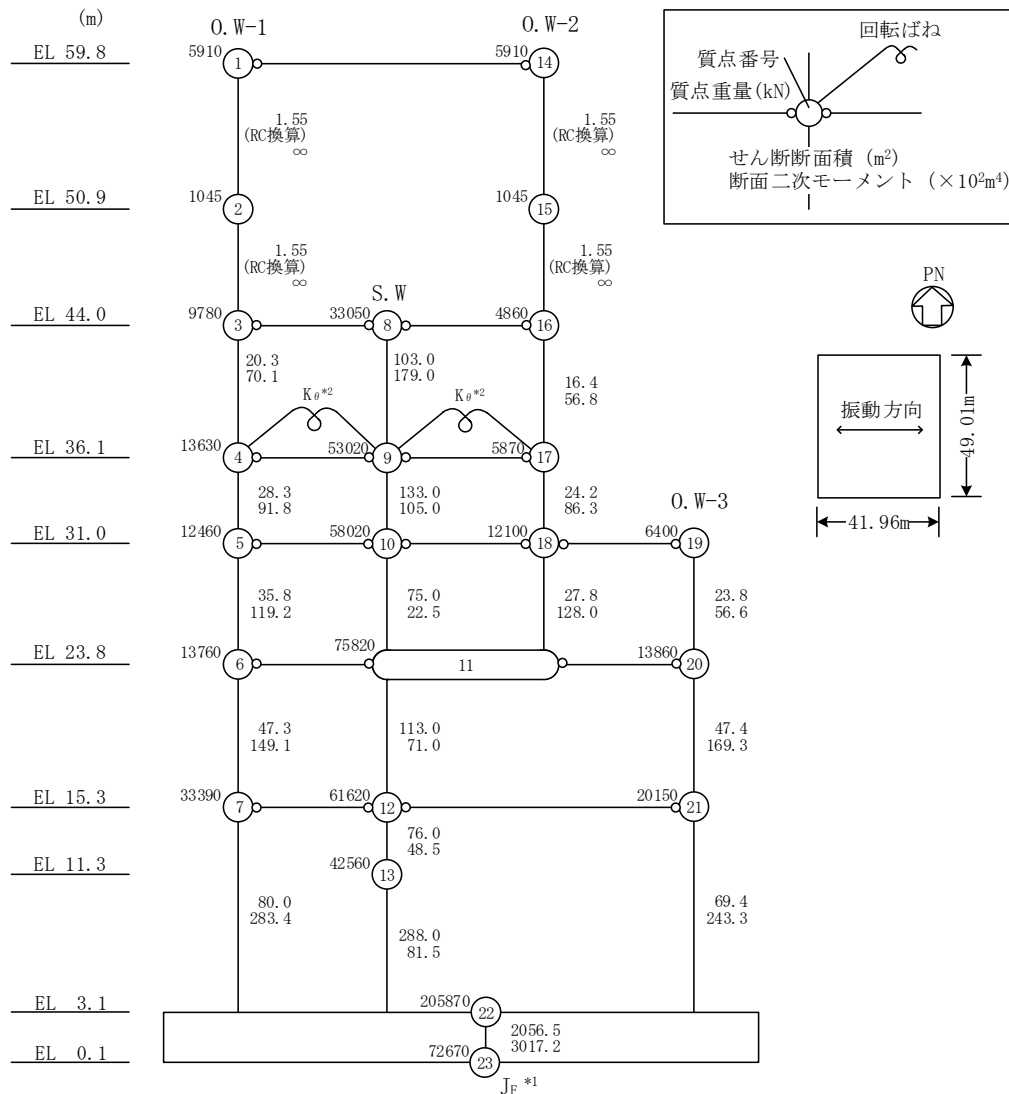
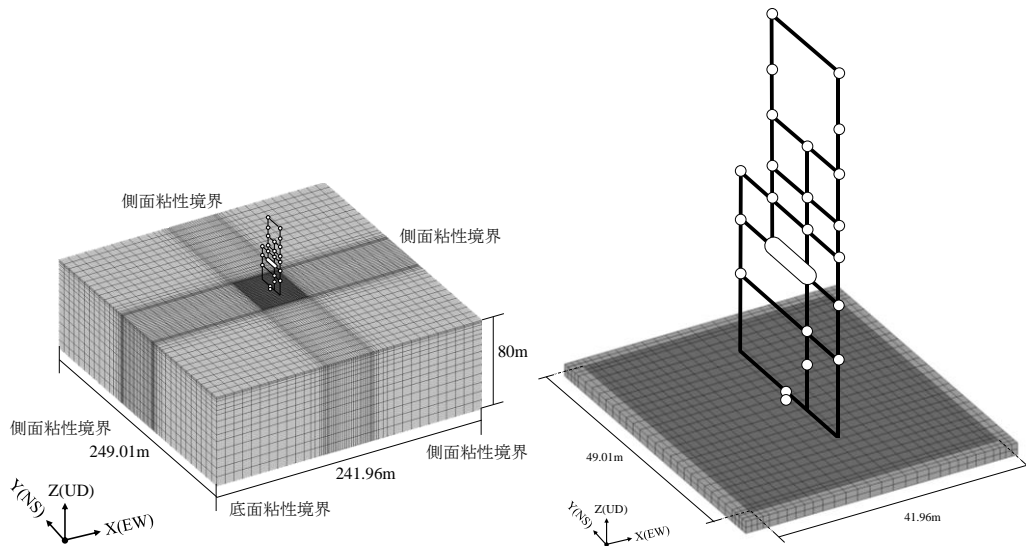


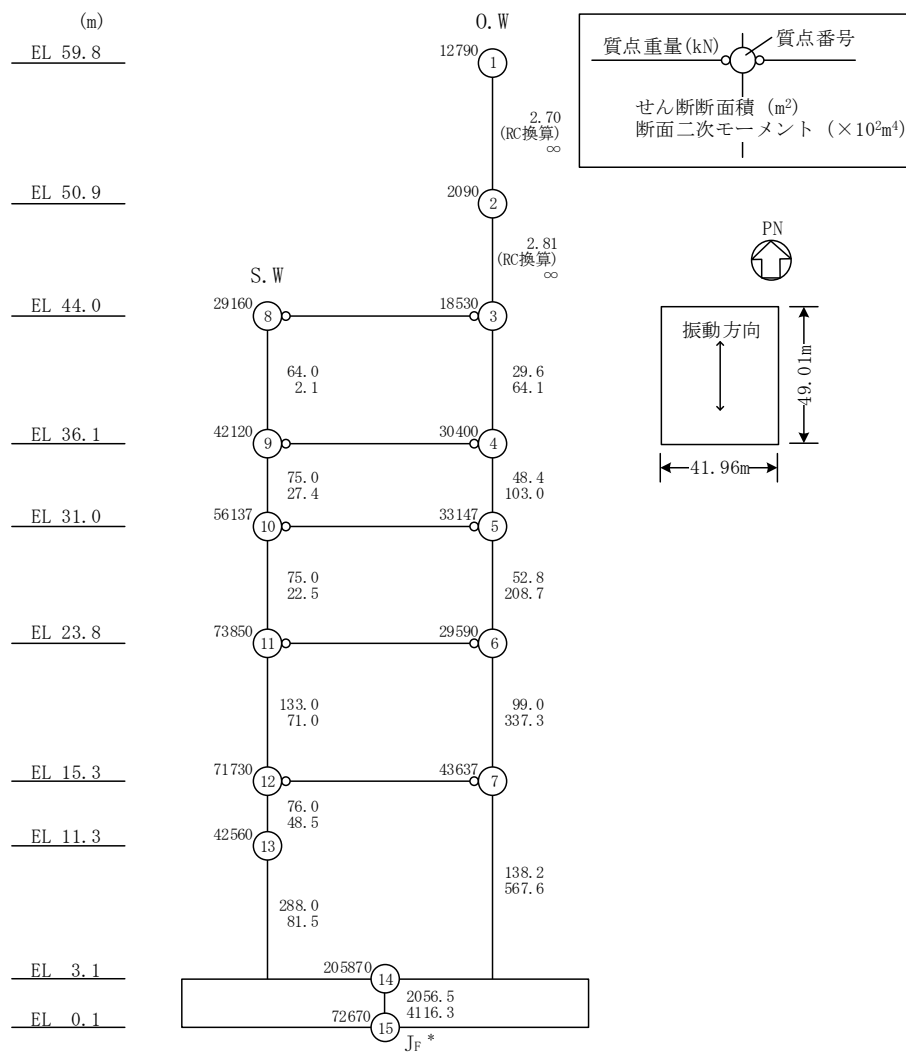
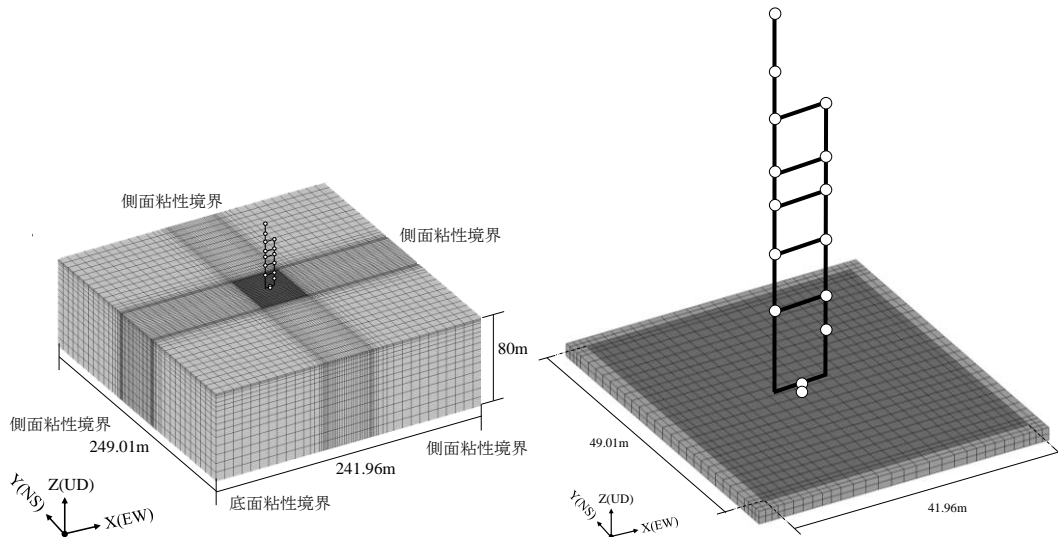
図 4-1(1) 1号機原子炉建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3) (NS方向)



注記*1: 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

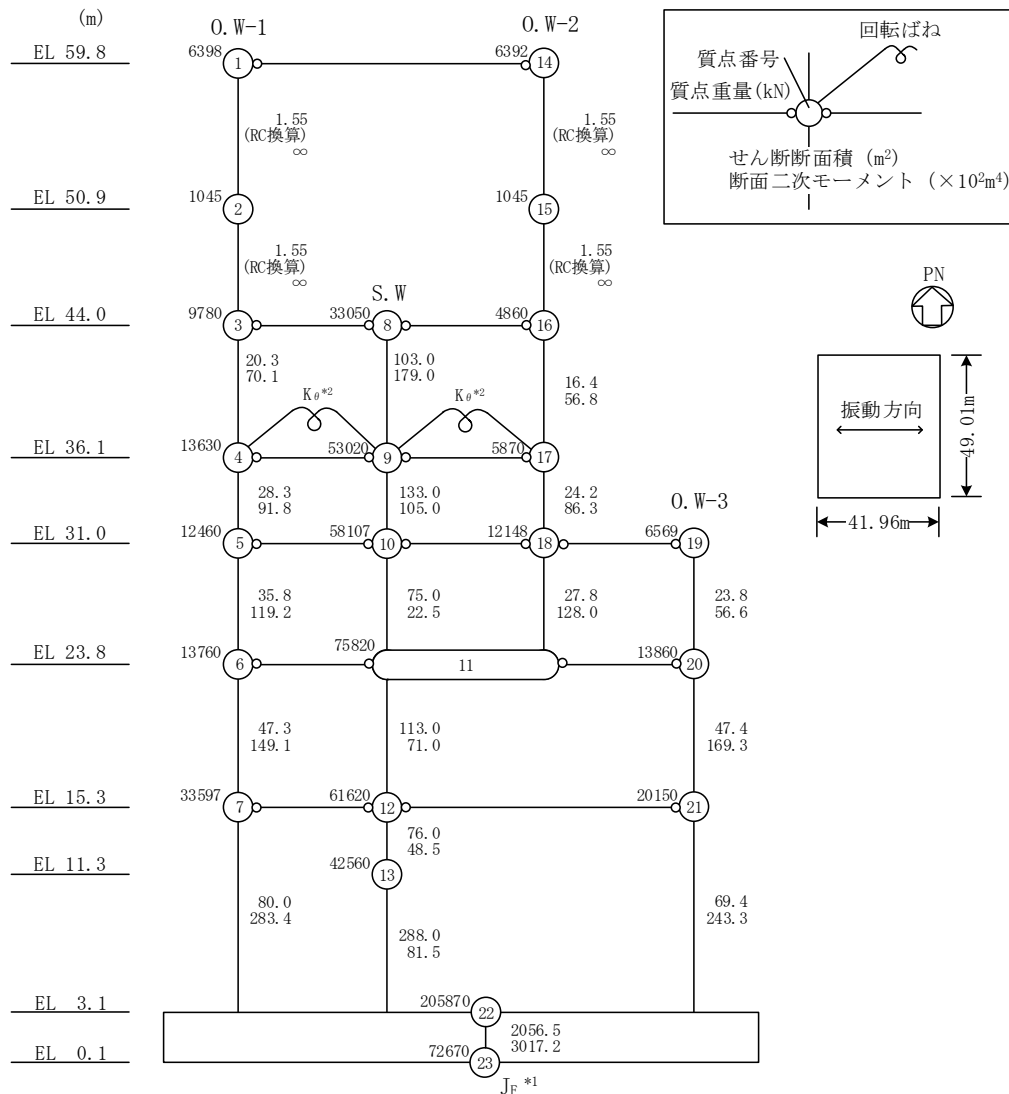
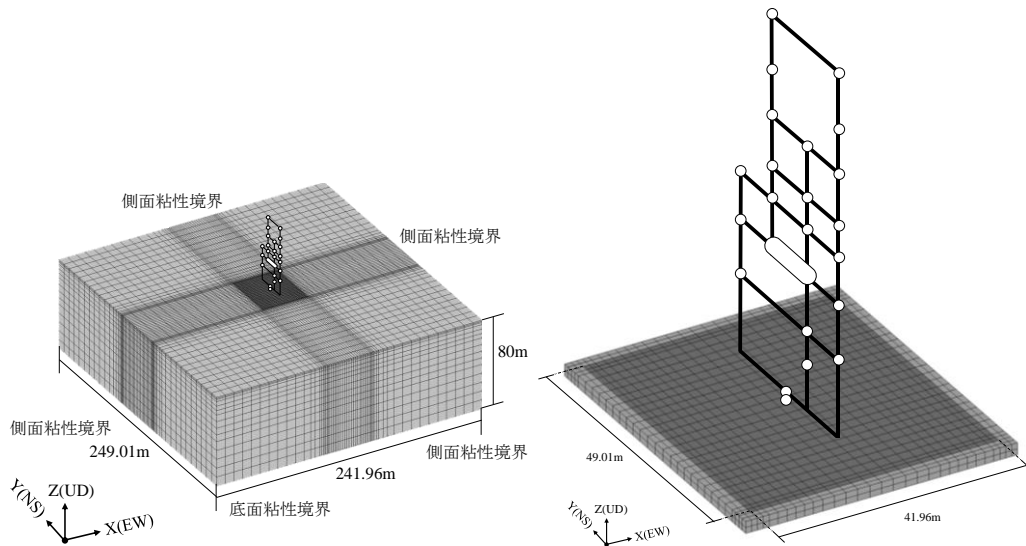
*2: 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 4-1(2) 1号機原子炉建物の地震応答解析モデル (ケース1~ケース3) (EW方向)



注記* : 回転慣性重量 ($16.88 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-2(1) 1号機原子炉建物の地震応答解析モデル (ケース4) (NS方向)



注記*1 : 回転慣性重量 ($12.80 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
 *2 : 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m} / \text{rad}$)

図 4-2(2) 1号機原子炉建物の地震応答解析モデル (ケース 4) (E W方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース2及びケース3）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-2、刺激関数図を図4-3～図4-6に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、-4%～+3%程度である。

表4-2 固有値解析結果の比較（ケース1～ケース3）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	4.34	4.37 (1.01)	4.30 (0.99)
2	6.29	6.32 (1.00)	6.25 (0.99)
3	14.00	14.18 (1.01)	13.75 (0.98)
4	21.12	21.51 (1.02)	20.59 (0.98)

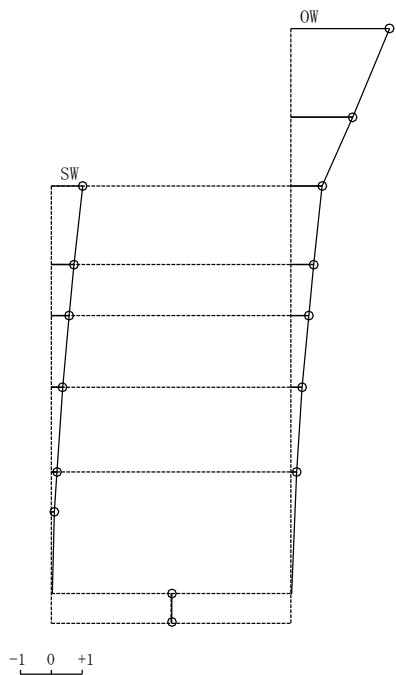
(b) EW方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	4.35	4.39 (1.01)	4.30 (0.99)
2	6.68	6.71 (1.00)	6.64 (0.99)
3	15.26	15.54 (1.02)	14.88 (0.98)
4	24.87	25.64 (1.03)	23.91 (0.96)

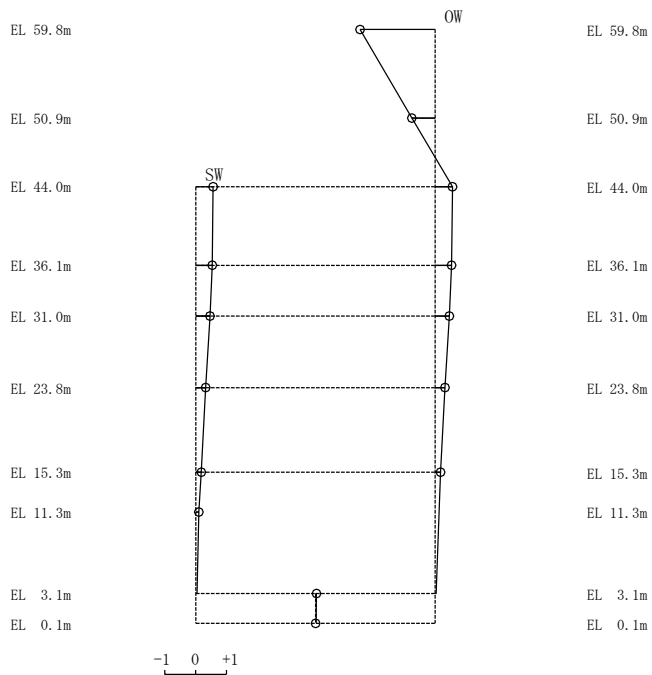
注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.229 s
固有振動数 4.37 Hz
刺激係数 3.198



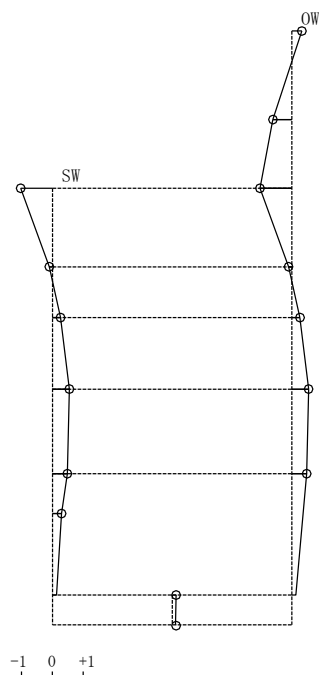
1次 モード

固有周期 0.158 s
固有振動数 6.32 Hz
刺激係数 -2.440



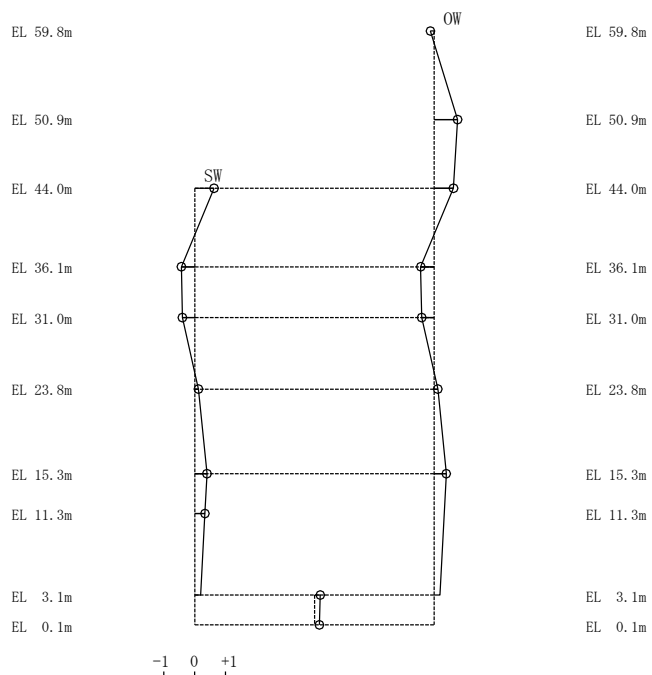
2次 モード

固有周期 0.071 s
固有振動数 14.18 Hz
刺激係数 -1.039



3次 モード

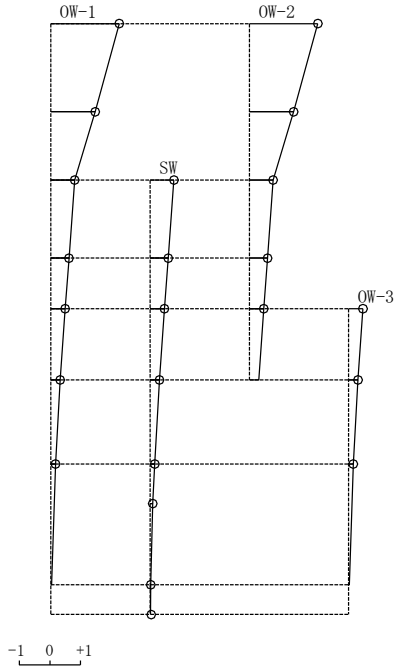
固有周期 0.046 s
固有振動数 21.51 Hz
刺激係数 0.757



4次 モード

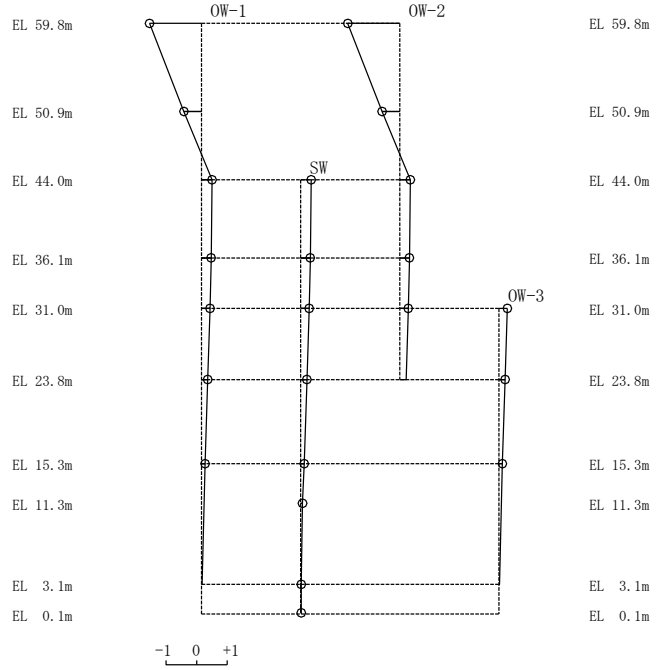
図 4-3 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向)

固有周期 0.228 s
固有振動数 4.39 Hz
刺激係数 3.125



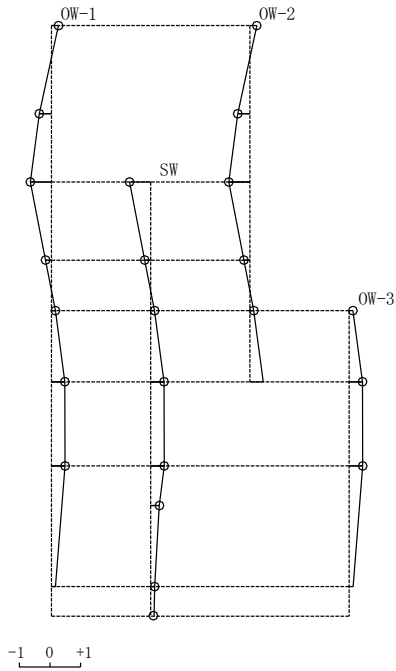
1次モード

固有周期 0.149 s
固有振動数 6.71 Hz
刺激係数 -2.379



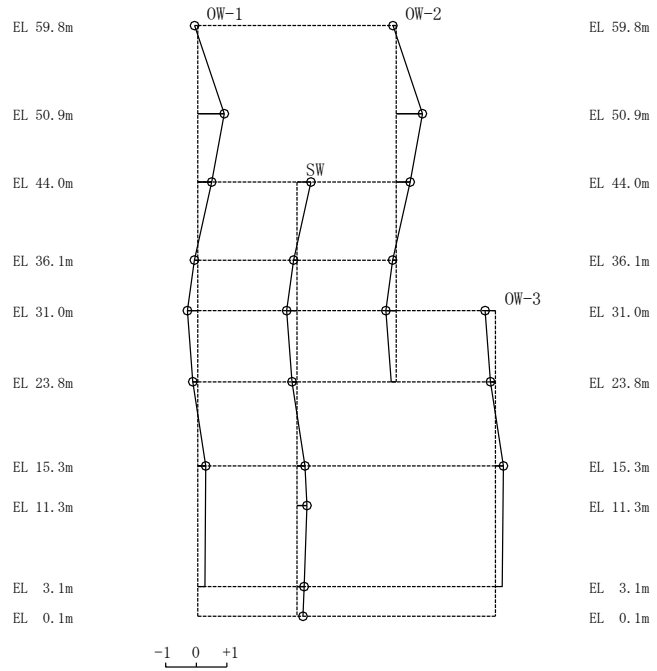
2次モード

固有周期 0.064 s
固有振動数 15.54 Hz
刺激係数 -0.964



3次モード

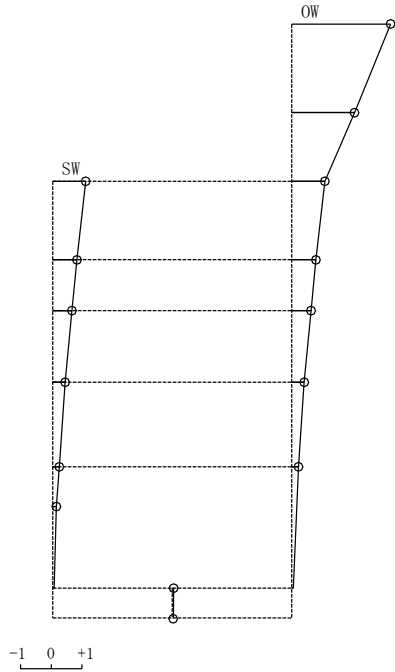
固有周期 0.039 s
固有振動数 25.64 Hz
刺激係数 1.204



4次モード

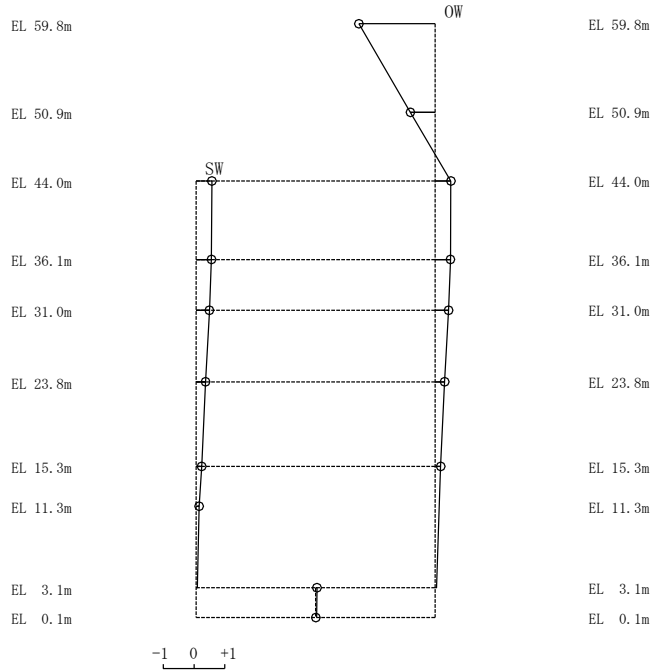
図4-4 刺激関数図(ケース2)(EW方向)

固有周期 0.233 s
固有振動数 4.30 Hz
刺激係数 3.210



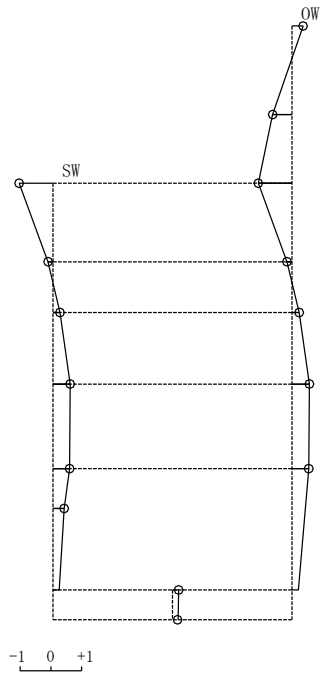
1次 モード

固有周期 0.160 s
固有振動数 6.25 Hz
刺激係数 -2.477



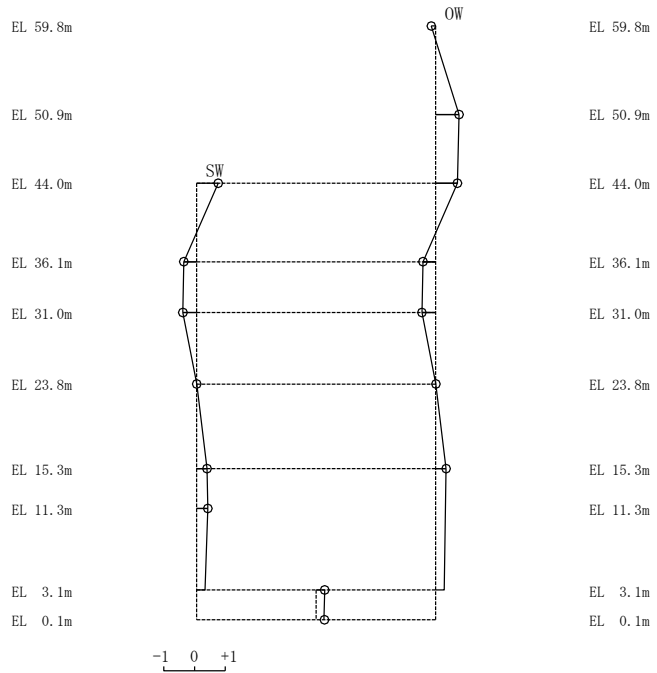
2次 モード

固有周期 0.073 s
固有振動数 13.75 Hz
刺激係数 -1.097



3次 モード

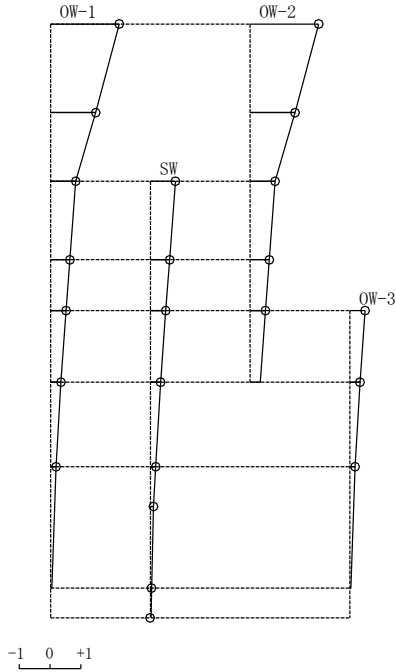
固有周期 0.049 s
固有振動数 20.59 Hz
刺激係数 0.761



4次 モード

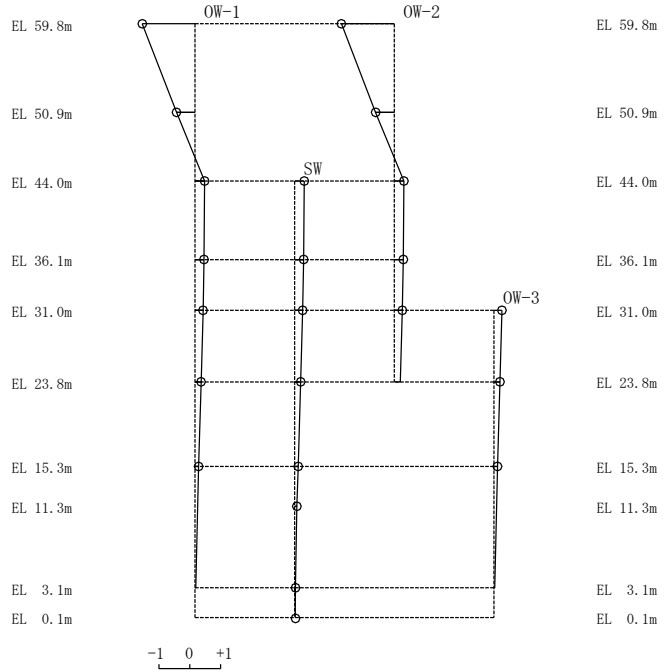
図 4-5 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向)

固有周期 0.233 s
固有振動数 4.30 Hz
刺激係数 3.115



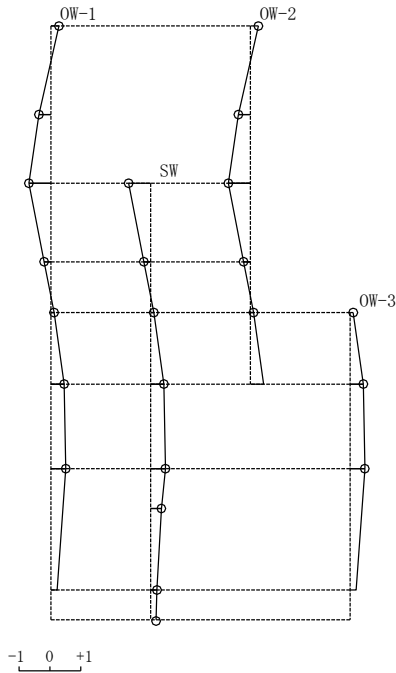
1次 モード

固有周期 0.151 s
固有振動数 6.64 Hz
刺激係数 -2.403



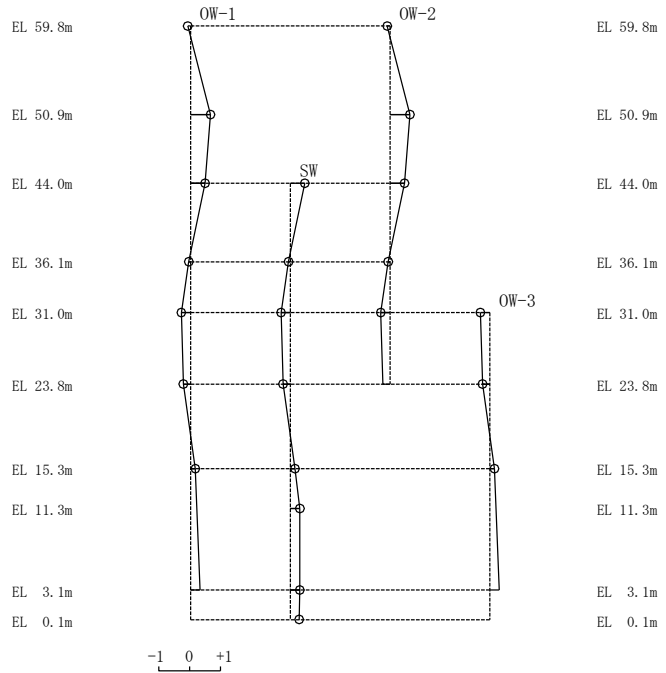
2次 モード

固有周期 0.067 s
固有振動数 14.88 Hz
刺激係数 -1.006



3次 モード

固有周期 0.042 s
固有振動数 23.91 Hz
刺激係数 0.899



4次 モード

図 4-6 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施し、積雪ケース（ケース4）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-3、刺激関数図を図4-7及び図4-8に示す。

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、-2%~0%程度である。

表4-3 固有値解析結果の比較（ケース1及びケース4）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	4.34	4.26 (0.98)
2	6.29	6.16 (0.98)
3	14.00	13.99 (1.00)
4	21.12	21.11 (1.00)

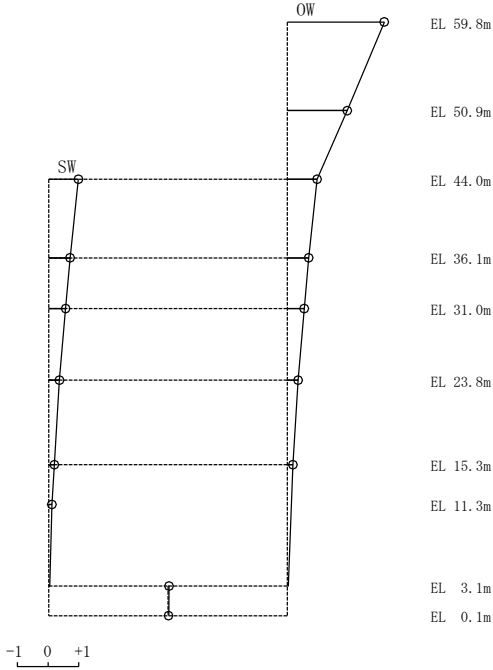
(b) EW方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	4.35	4.28 (0.98)
2	6.68	6.53 (0.98)
3	15.26	15.25 (1.00)
4	24.87	24.85 (1.00)

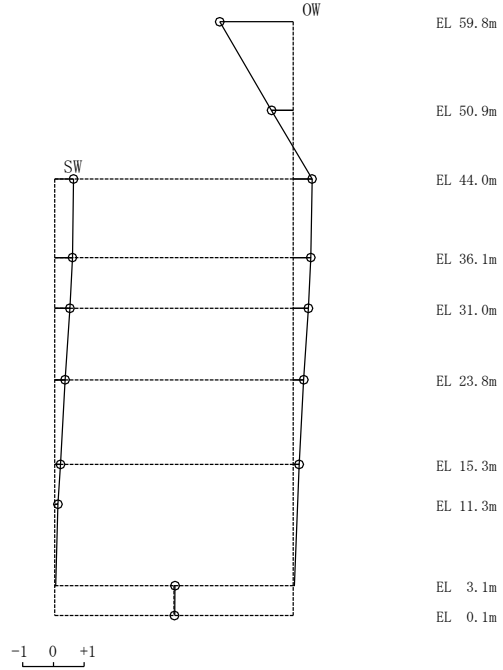
注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.235 s
固有振動数 4.26 Hz
刺激係数 3.159



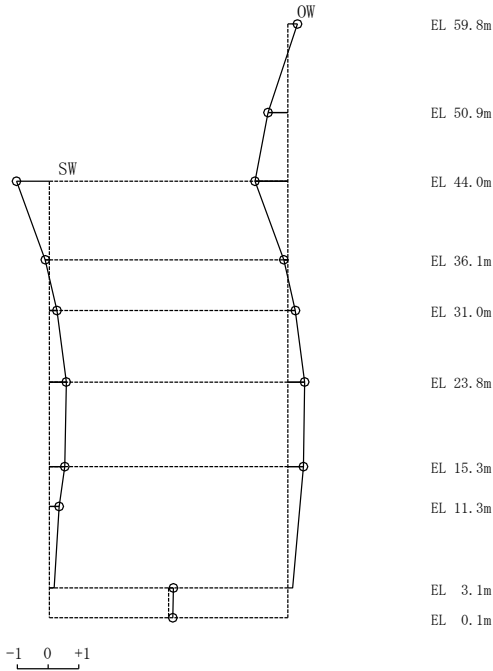
1次 モード

固有周期 0.162 s
固有振動数 6.16 Hz
刺激係数 -2.390



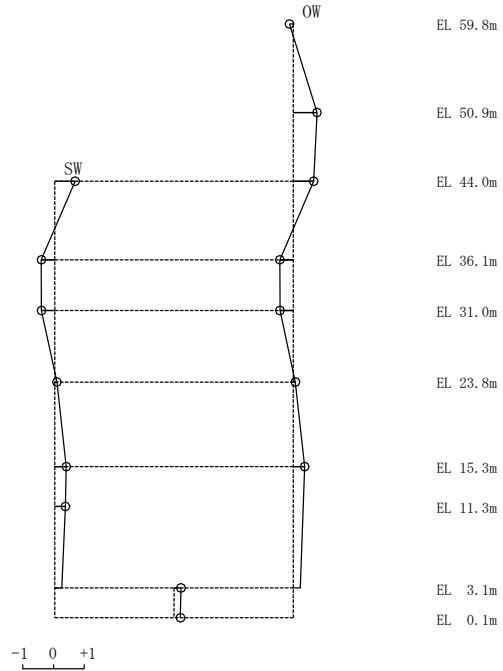
2次 モード

固有周期 0.071 s
固有振動数 13.99 Hz
刺激係数 -1.069



3次 モード

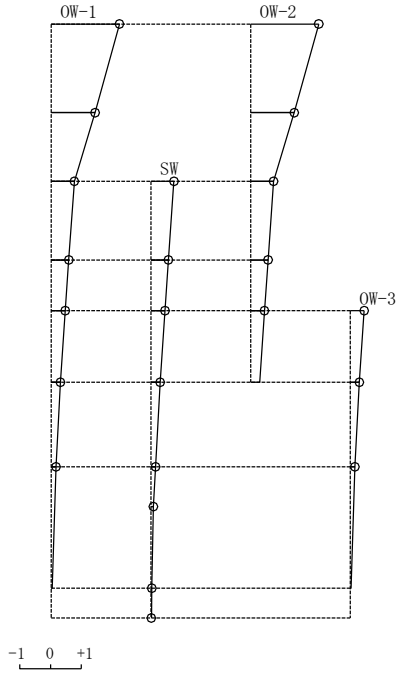
固有周期 0.047 s
固有振動数 21.11 Hz
刺激係数 0.776



4次 モード

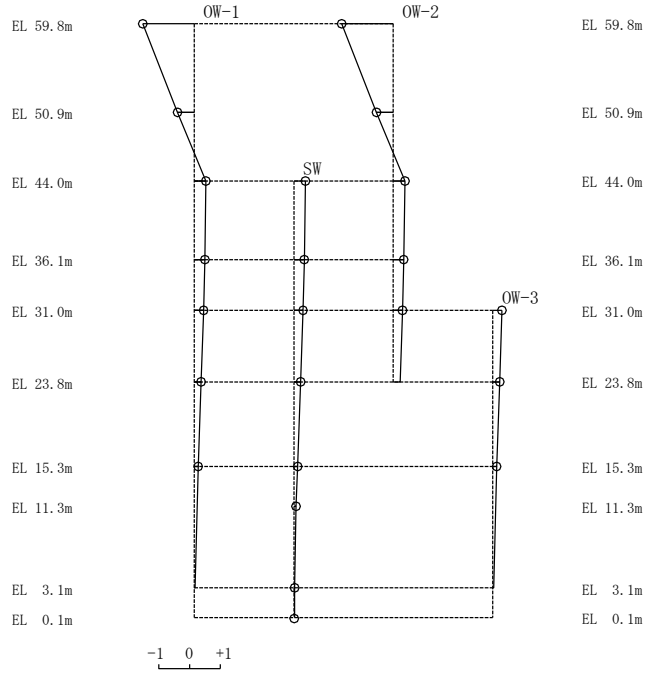
図 4-7 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向)

固有周期 0.234 s
固有振動数 4.28 Hz
刺激係数 3.102



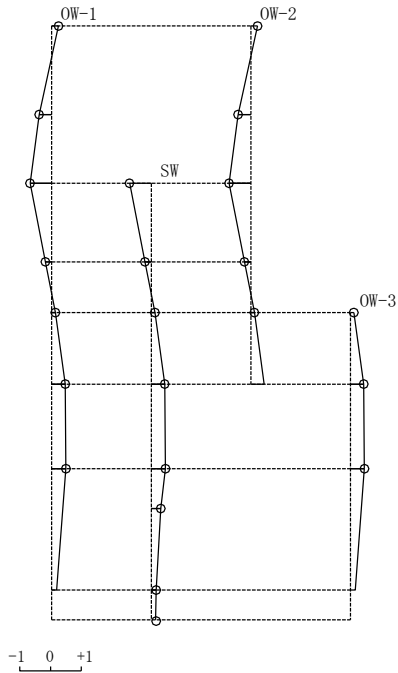
1次 モード

固有周期 0.153 s
固有振動数 6.53 Hz
刺激係数 -2.348



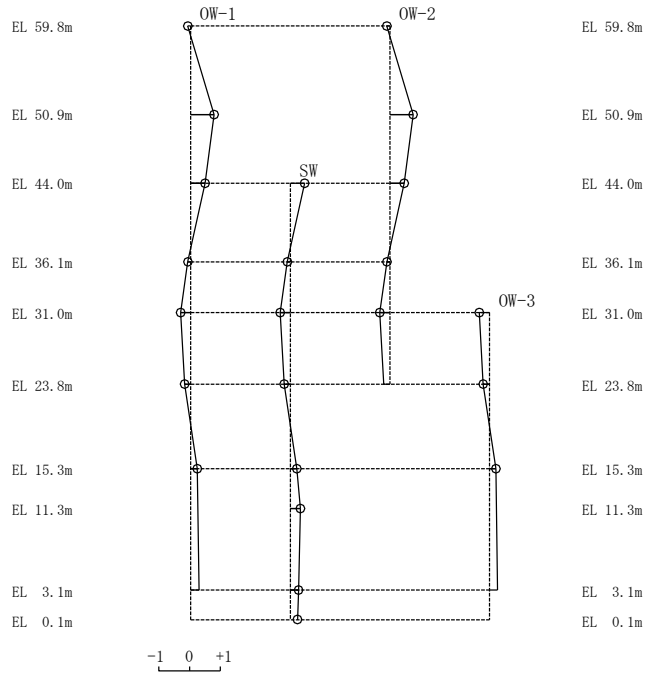
2次 モード

固有周期 0.066 s
固有振動数 15.25 Hz
刺激係数 -0.987



3次 モード

固有周期 0.040 s
固有振動数 24.85 Hz
刺激係数 1.066



4次 モード

図 4-8 刺激関数図 (ケース 4) (EW方向)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性 $+\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや大きくなる傾向であり、最大で3%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性 $-\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で4%小さくなった。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で2%小さくなった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-17

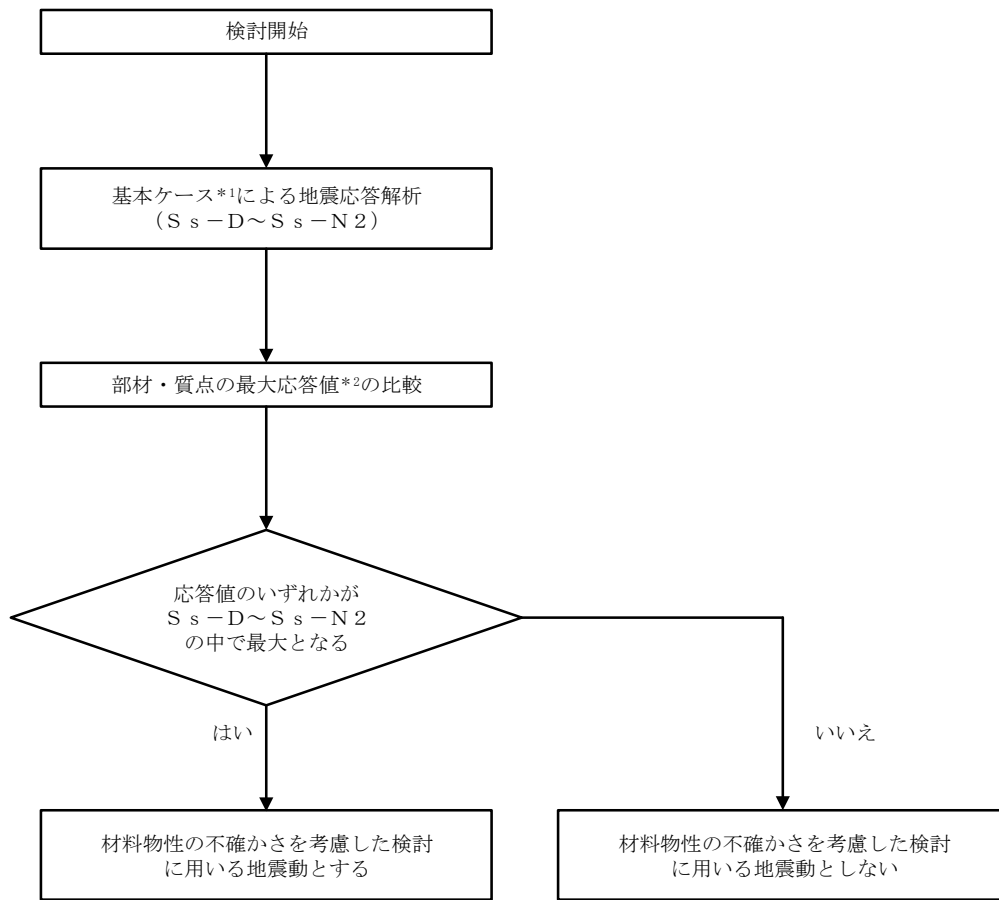
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント，せん断ひずみ及び層間変形角とする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント，せん断ひずみ及び層間変形角とする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

1号機原子炉建物における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。1号機原子炉建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1～表3-12に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 、 S_s-F1 、 S_s-F2 、 S_s-N1 及び S_s-N2NS については、応答値のいずれかが S_s-D ～ S_s-N2 の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
O. W	59.8	1	4522	3654	4009	2694	3484	2747	4522
	50.9	2	5048	1686	1922	1505	1918	1694	5048
	44.0	3	1524	1252	1240	1332	1384	918	1524
	36.1	4	1076	984	1043	1060	1220	662	1220
	31.0	5	938	1006	800	1012	824	629	1012
	23.8	6	1013	714	651	814	790	572	1013
	15.3	7	909	501	662	762	622	587	909
S. W	44.0	8	1524	1252	1240	1332	1384	918	1524
	36.1	9	1076	985	1042	1060	1220	662	1220
	31.0	10	938	1006	800	1013	823	629	1013
	23.8	11	1013	714	652	813	790	572	1013
	15.3	12	909	501	662	761	622	587	909
	11.3	13	781	444	543	715	517	529	781
	3.1	14	676	425	445	485	462	470	676

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

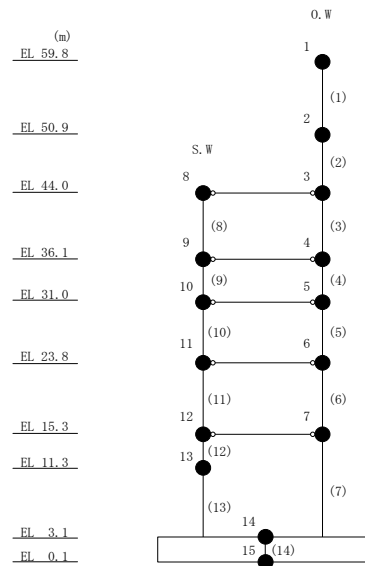


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
O.W	59.8	1	49.58	33.54	42.88	35.22	45.20	33.22	49.58
	50.9	2	33.89	17.84	23.46	28.42	31.73	19.89	33.89
	44.0	3	20.77	11.54	13.87	22.96	20.98	9.13	22.96
	36.1	4	13.35	9.41	10.32	17.20	13.45	6.51	17.20
	31.0	5	10.35	7.81	8.03	13.52	9.85	5.26	13.52
	23.8	6	6.37	4.98	4.74	8.33	6.08	3.52	8.33
	15.3	7	3.54	2.71	2.48	4.09	3.27	1.97	4.09
S.W	44.0	8	20.77	11.54	13.87	22.96	20.98	9.13	22.96
	36.1	9	13.35	9.41	10.32	17.20	13.45	6.51	17.20
	31.0	10	10.35	7.81	8.03	13.52	9.85	5.26	13.52
	23.8	11	6.37	4.98	4.74	8.33	6.08	3.52	8.33
	15.3	12	3.54	2.71	2.48	4.09	3.27	1.97	4.09
	11.3	13	2.03	1.48	1.34	2.26	1.84	1.08	2.26
	3.1	14	0.69	0.48	0.49	0.70	0.59	0.45	0.70

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

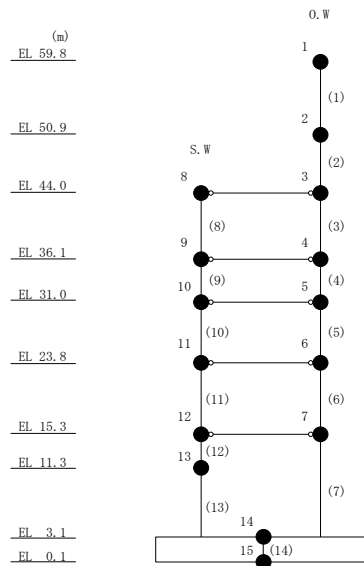


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
O.W	59.8~50.9	1	5.37	4.39	4.84	3.23	4.18	3.29	5.37
	50.9~44.0	2	5.42	4.66	5.18	3.55	4.57	3.60	5.42
	44.0~36.1	3	6.87	5.22	5.80	6.64	6.96	5.16	6.96
	36.1~31.0	4	10.7	9.05	9.55	11.3	11.2	6.96	11.3
	31.0~23.8	5	11.6	10.4	10.8	12.6	11.9	8.76	12.6
	23.8~15.3	6	19.0	17.8	17.2	20.8	18.7	11.1	20.8
	15.3~3.1	7	23.4	18.0	16.1	26.4	21.5	12.4	26.4
S.W	44.0~36.1	8	2.21	1.67	1.68	1.56	2.15	1.62	2.21
	36.1~31.0	9	4.46	3.31	3.47	3.88	4.50	3.33	4.50
	31.0~23.8	10	8.94	8.52	8.72	9.84	9.04	5.10	9.84
	23.8~15.3	11	7.77	6.85	6.39	8.91	6.88	4.98	8.91
	15.3~11.3	12	12.0	10.6	9.75	10.3	10.7	8.10	12.0
	11.3~3.1	13	15.2	11.6	11.2	13.0	12.6	9.23	15.2

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

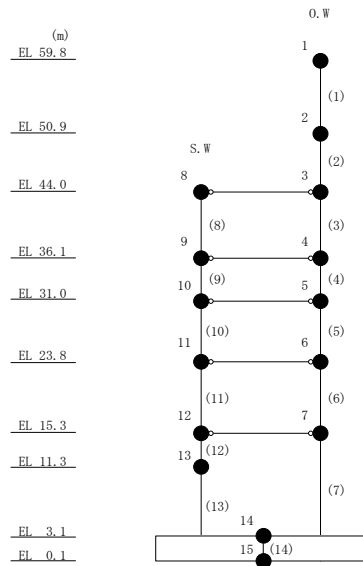


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
O.W	59.8~50.9	1	0.0581	0.0209	0.0544	0.0280	0.0260	0.0146	0.0581
			4.78	3.91	4.31	2.88	3.72	2.94	4.78
	50.9~44.0	2	4.78	3.91	4.31	2.89	3.73	2.94	4.78
			8.52	7.12	7.89	5.34	6.88	5.43	8.52
	44.0~36.1	3	8.53	7.12	7.89	5.35	6.88	5.43	8.53
			13.0	9.41	10.3	9.22	11.2	9.48	13.0
	36.1~31.0	4	13.0	9.41	10.3	9.22	11.2	9.48	13.0
16.7			11.8	13.2	13.2	16.1	12.6	16.7	
31.0~23.8	5	16.7	11.8	13.2	13.2	16.0	12.7	16.7	
		24.7	18.4	19.7	22.2	24.4	17.9	24.7	
23.8~15.3	6	24.7	18.4	19.7	22.2	24.4	17.9	24.7	
		40.1	28.9	32.5	39.8	39.1	26.0	40.1	
15.3~3.1	7	40.1	28.9	32.5	39.8	39.1	26.0	40.1	
		64.7	49.7	52.1	71.9	62.7	41.2	71.9	
S.W	44.0~36.1	8	0.0581	0.0637	0.0468	0.0154	0.0381	0.0582	0.0637
			1.76	1.33	1.33	1.24	1.71	1.28	1.76
	36.1~31.0	9	1.76	1.33	1.34	1.24	1.72	1.29	1.76
			3.54	2.56	2.92	2.87	3.76	2.92	3.76
	31.0~23.8	10	3.54	2.56	2.93	2.87	3.77	2.92	3.77
			9.26	6.50	7.94	9.08	9.85	5.78	9.85
	23.8~15.3	11	9.27	6.53	7.94	9.08	9.85	5.78	9.85
14.4			11.8	12.7	15.9	14.3	9.18	15.9	
15.3~11.3	12	14.4	11.8	12.7	15.9	14.3	9.18	15.9	
		17.9	15.5	16.2	19.4	17.3	11.8	19.4	
11.3~3.1	13	17.9	15.5	16.2	19.4	17.3	11.8	19.4	
		26.6	24.1	23.7	28.3	25.7	19.0	28.3	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

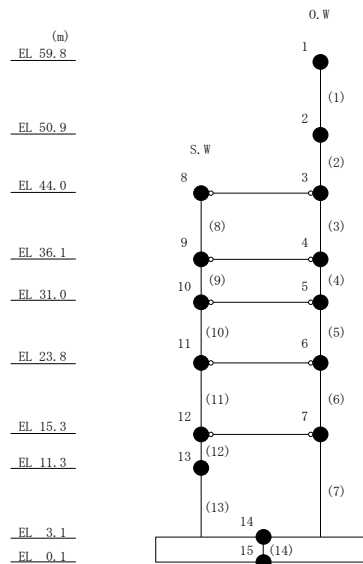


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ(×10 ⁻³)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
OW	44.0~36.1	3	0.71	0.25	0.37	0.56	0.77	0.24	0.77
	36.1~31.0	4	0.49	0.27	0.34	0.57	0.55	0.16	0.57
	31.0~23.8	5	0.45	0.31	0.36	0.58	0.49	0.18	0.58
	23.8~15.3	6	0.27	0.20	0.19	0.39	0.25	0.12	0.39
	15.3~3.1	7	0.18	0.14	0.13	0.22	0.17	0.10	0.22
SW	44.0~36.1	8	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
	36.1~31.0	9	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.05	0.07
	31.0~23.8	10	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13	0.07	0.14
	23.8~15.3	11	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.07
	15.3~11.3	12	0.17	0.15	0.14	0.15	0.15	0.12	0.17
	11.3~3.1	13	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.06

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

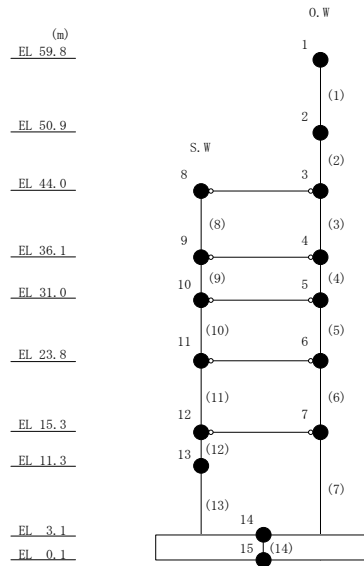


表 3-6 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
0. W	59.8~50.9	1	1/405	1/530	1/457	1/675	1/525	1/667	1/405
	50.9~44.0	2	1/330	1/520	1/445	1/643	1/503	1/638	1/330

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

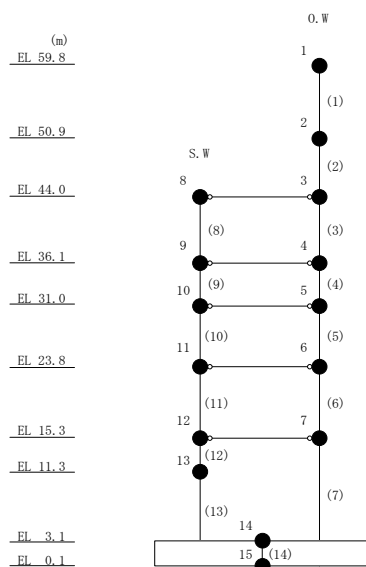


表 3-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W-1	59.8	1	3783	3799	3803	3057	3670	3421	3803
	50.9	2	7259	5952	7020	1791	5868	1892	7259
	44.0	3	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	4	1079	1092	1067	1126	952	810	1126
	31.0	5	953	994	871	1109	811	806	1109
	23.8	6	973	762	702	1003	714	749	1003
	15.3	7	909	791	619	797	696	516	909
S. W	44.0	8	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	9	1079	1092	1067	1126	951	810	1126
	31.0	10	952	994	871	1109	811	806	1109
	23.8	11	973	760	702	1003	714	749	1003
	15.3	12	909	791	619	797	695	516	909
	11.3	13	836	625	630	794	651	513	836
0. W-2	59.8	14	3783	3799	3803	3057	3670	3421	3803
	50.9	15	8121	6553	6534	1791	4302	1892	8121
	44.0	16	1730	1477	1409	1497	1383	1259	1730
	36.1	17	1079	1092	1067	1125	951	810	1125
	31.0	18	952	995	871	1109	810	807	1109
0. W-3	31.0	19	952	995	871	1109	811	807	1109
	23.8	20	973	760	702	1004	714	749	1004
	15.3	21	909	791	619	797	696	516	909
	3.1	22	794	489	665	563	482	506	794

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

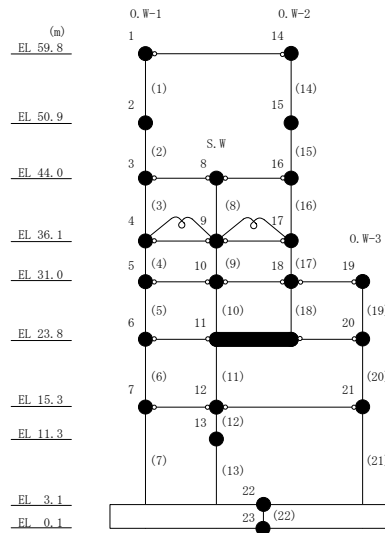


表 3-8 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W-1	59.8	1	52.04	47.95	49.23	46.52	50.58	31.14	52.04
	50.9	2	33.72	26.19	24.53	35.09	35.34	20.95	35.34
	44.0	3	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	4	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	5	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	6	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	7	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
S. W	44.0	8	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	9	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	10	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	11	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	12	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
	11.3	13	2.11	1.79	1.68	3.05	2.03	1.76	3.05
0. W-2	59.8	14	52.04	47.95	49.23	46.52	50.58	31.14	52.04
	50.9	15	33.63	26.61	25.14	35.09	35.34	20.95	35.34
	44.0	16	21.25	15.84	13.99	26.62	22.48	13.29	26.62
	36.1	17	16.11	12.67	11.07	20.71	16.75	10.58	20.71
	31.0	18	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
0. W-3	31.0	19	12.71	10.43	9.00	16.75	12.99	8.74	16.75
	23.8	20	7.94	7.00	5.97	11.06	8.01	6.01	11.06
	15.3	21	3.66	3.30	3.00	5.31	3.58	3.11	5.31
	3.1	22	0.77	0.57	0.53	0.98	0.67	0.57	0.98

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

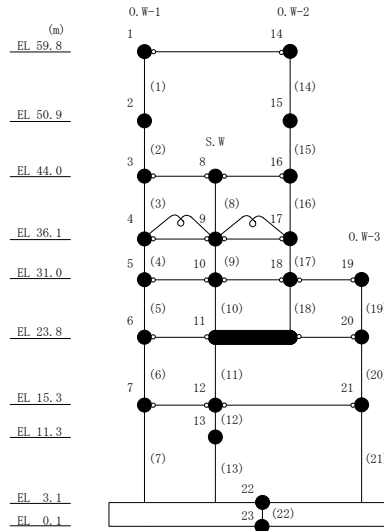


表 3-9 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ⁴ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
0. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.21	1.90	2.21	2.08	2.21
	50.9~44.0	2	2.82	2.73	2.87	2.08	2.63	2.27	2.87
	44.0~36.1	3	3.53	3.20	3.25	3.64	3.58	3.01	3.64
	36.1~31.0	4	5.35	5.06	5.06	5.52	5.44	4.94	5.52
	31.0~23.8	5	7.37	6.90	6.76	7.65	7.39	6.55	7.65
	23.8~15.3	6	9.64	9.34	8.84	10.4	9.64	8.72	10.4
	15.3~3.1	7	13.1	12.4	10.8	15.7	12.7	11.1	15.7
S. W	44.0~36.1	8	5.26	5.57	4.17	4.20	5.26	3.94	5.57
	36.1~31.0	9	8.53	6.42	6.65	7.96	8.14	6.06	8.53
	31.0~23.8	10	6.85	6.29	6.19	6.99	6.02	4.93	6.99
	23.8~15.3	11	9.30	9.59	7.50	11.3	6.84	7.68	11.3
	15.3~11.3	12	11.6	9.10	10.2	8.96	9.33	9.25	11.6
0. W-2	44.0~36.1	13	15.0	11.4	11.3	12.1	11.5	10.6	15.0
	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.21	1.76	2.21	2.08	2.21
	50.9~44.0	15	2.99	2.72	2.82	1.94	2.59	2.26	2.99
	44.0~36.1	16	1.49	1.40	1.06	0.997	1.44	1.01	1.49
	36.1~31.0	17	2.72	2.33	1.92	2.17	2.76	1.86	2.76
	31.0~23.8	18	3.43	2.84	2.81	3.10	3.02	2.33	3.43
0. W-3	31.0~23.8	19	5.69	4.95	4.78	5.87	5.76	4.63	5.87
	23.8~15.3	20	10.4	9.71	9.16	11.4	10.5	9.05	11.4
	15.3~3.1	21	12.0	11.2	9.78	13.9	11.6	10.1	13.9

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

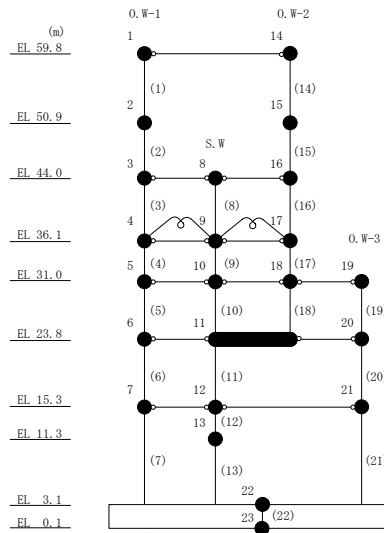


表 3-10(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
0. W-1	59.8~50.9	1	0.0104	0.00544	0.00509	0.0179	0.00972	0.00761	0.0179
			1.97	1.97	1.97	1.69	1.97	1.85	1.97
	50.9~44.0	2	1.97	1.97	1.97	1.69	1.97	1.85	1.97
			3.91	3.85	3.94	3.12	3.78	3.42	3.94
	44.0~36.1	3	3.91	3.85	3.94	3.12	3.78	3.42	3.94
			6.21	6.23	5.64	5.33	6.28	4.68	6.28
	36.1~31.0	4	9.91	8.92	8.14	9.63	10.4	7.53	10.4
12.6			11.3	10.0	12.3	13.1	9.92	13.1	
31.0~23.8	5	12.6	11.3	10.0	12.3	13.1	9.92	13.1	
		17.9	15.4	13.8	17.8	18.5	14.4	18.5	
23.8~15.3	6	17.9	15.4	13.8	17.8	18.5	14.4	18.5	
		26.1	21.2	20.6	26.6	26.7	21.2	26.7	
15.3~3.1	7	26.1	21.2	20.6	26.6	26.7	21.2	26.7	
		40.3	36.2	33.4	45.5	40.7	34.5	45.5	
S. W	44.0~36.1	8	0.0196	0.00832	0.00616	0.0207	0.0121	0.00267	0.0207
			4.15	4.40	3.29	3.32	4.15	3.11	4.40
	36.1~31.0	9	3.85	3.49	2.97	3.83	2.66	2.05	3.85
			3.66	3.90	3.04	2.36	3.36	2.49	3.90
	31.0~23.8	10	3.66	3.90	3.04	2.36	3.36	2.49	3.90
			6.87	5.88	5.07	5.55	6.21	5.01	6.87
23.8~15.3	11	14.2	14.3	10.9	11.5	14.5	11.0	14.5	
		19.1	15.1	14.2	18.5	18.8	14.1	19.1	
15.3~11.3	12	19.1	15.1	14.2	18.5	18.8	14.1	19.1	
		21.2	18.1	17.2	21.5	20.8	17.5	21.5	
11.3~3.1	13	21.2	18.1	17.2	21.6	20.8	17.5	21.6	
		27.3	25.8	24.9	30.9	27.0	25.9	30.9	

注：ハッチングはS_s-D~S_s-N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

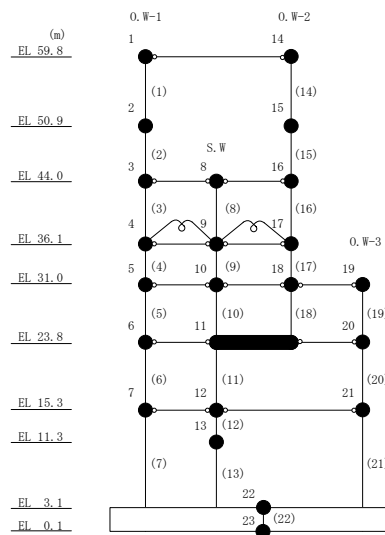


表 3-10(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
0. W-2	59.8~50.9	14	0.0144	0.0120	0.00624	0.0206	0.00742	0.00256	0.0206
			1.97	1.97	1.97	1.57	1.97	1.85	1.97
	50.9~44.0	15	1.97	1.98	1.97	1.57	1.97	1.85	1.98
			4.03	3.84	3.91	2.91	3.76	3.41	4.03
	44.0~36.1	16	4.04	3.85	3.91	2.91	3.76	3.41	4.04
4.98			4.93	4.41	3.54	4.76	3.67	4.98	
36.1~31.0	17	6.07	5.97	4.95	4.10	5.73	3.83	6.07	
		7.25	7.15	5.61	4.94	6.88	4.68	7.25	
31.0~23.8	18	7.25	7.15	5.61	4.94	6.88	4.68	7.25	
		8.77	8.46	6.36	6.37	8.48	6.03	8.77	
0. W-3	31.0~23.8	19	0.00810	0.00759	0.0109	0.00538	0.00608	0.00902	0.0109
			4.10	3.57	3.45	4.23	4.15	3.33	4.23
	23.8~15.3	20	4.10	3.57	3.45	4.23	4.15	3.33	4.23
12.9			11.8	11.2	13.9	13.0	11.0	13.9	
15.3~3.1	21	12.9	11.8	11.2	13.9	13.0	11.0	13.9	
		26.8	25.3	23.0	30.7	27.0	23.3	30.7	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

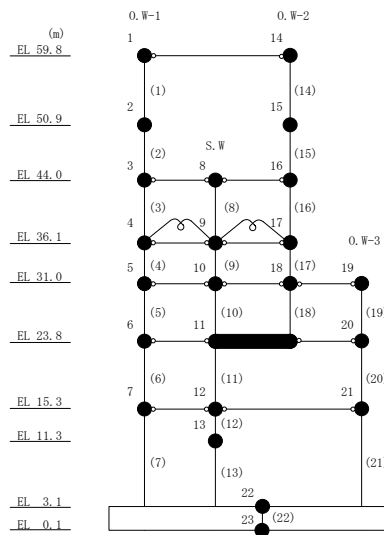


表 3-11 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ(×10 ⁻³)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
O.W-1	44.0~36.1	3	0.23	0.17	0.17	0.27	0.25	0.16	0.27
	36.1~31.0	4	0.28	0.22	0.22	0.32	0.30	0.20	0.32
	31.0~23.8	5	0.37	0.29	0.27	0.42	0.37	0.23	0.42
	23.8~15.3	6	0.35	0.31	0.24	0.45	0.35	0.23	0.45
	15.3~3.1	7	0.18	0.17	0.15	0.25	0.17	0.15	0.25
S.W	44.0~36.1	8	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.06
	36.1~31.0	9	0.07	0.05	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07
	31.0~23.8	10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.10
	23.8~15.3	11	0.09	0.09	0.07	0.11	0.07	0.07	0.11
	15.3~11.3	12	0.17	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.17
	11.3~3.1	13	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.06
O.W-2	44.0~36.1	16	0.10	0.09	0.07	0.07	0.10	0.07	0.10
	36.1~31.0	17	0.12	0.10	0.09	0.10	0.12	0.08	0.12
	31.0~23.8	18	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12	0.09	0.13
O.W-3	31.0~23.8	19	0.58	0.38	0.34	0.67	0.61	0.30	0.67
	23.8~15.3	20	0.45	0.36	0.28	0.58	0.46	0.27	0.58
	15.3~3.1	21	0.19	0.18	0.15	0.28	0.18	0.16	0.28

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

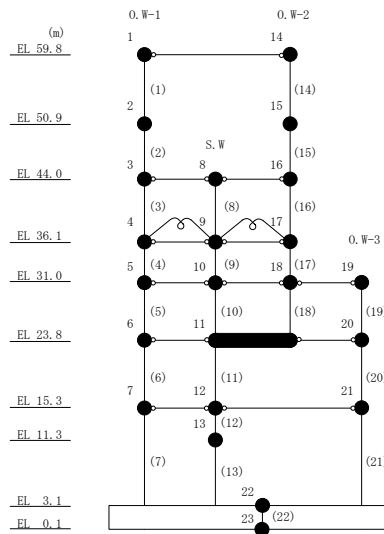
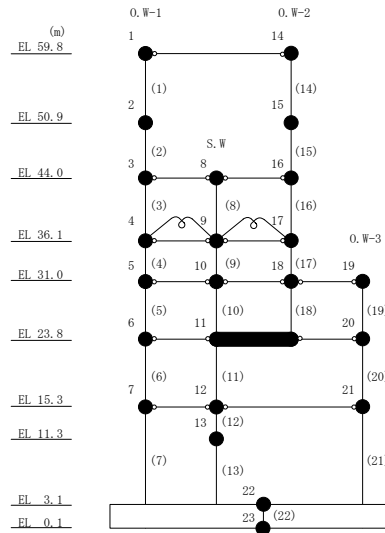


表 3-12 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
0. W-1	59.8~50.9	1	1/238	1/336	1/319	1/632	1/451	1/663	1/238
	50.9~44.0	2	1/454	1/461	1/455	1/584	1/459	1/606	1/454
0. W-2	59.8~50.9	14	1/233	1/344	1/321	1/632	1/479	1/663	1/233
	50.9~44.0	15	1/422	1/447	1/444	1/584	1/449	1/606	1/422

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-1 「1号機原子炉建物の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
1号機 原子炉建物	基準地震動 S_s
	$S_s - D, S_s - F1, S_s - F2, S_s - N1, S_s - N2NS$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2
2.2 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-121

1. 概要

本資料は、1号機原子炉建物の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-50 及び表 2-1～表 2-53 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

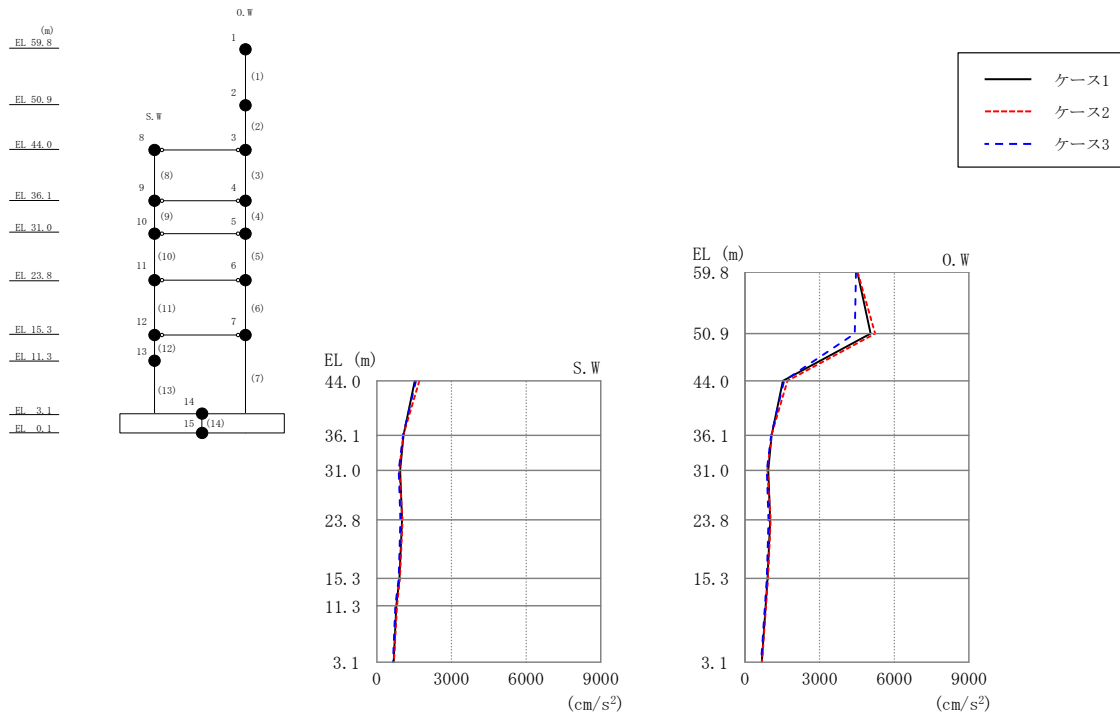


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	4522	4531	4460
	50.9	2	5048	5233	4412
	44.0	3	1524	1711	1569
	36.1	4	1076	1060	1058
	31.0	5	938	896	882
	23.8	6	1013	1038	948
	15.3	7	909	925	878
S. W	44.0	8	1524	1710	1571
	36.1	9	1076	1061	1058
	31.0	10	938	897	882
	23.8	11	1013	1038	948
	15.3	12	909	925	878
	11.3	13	781	810	744
	3.1	14	676	689	646

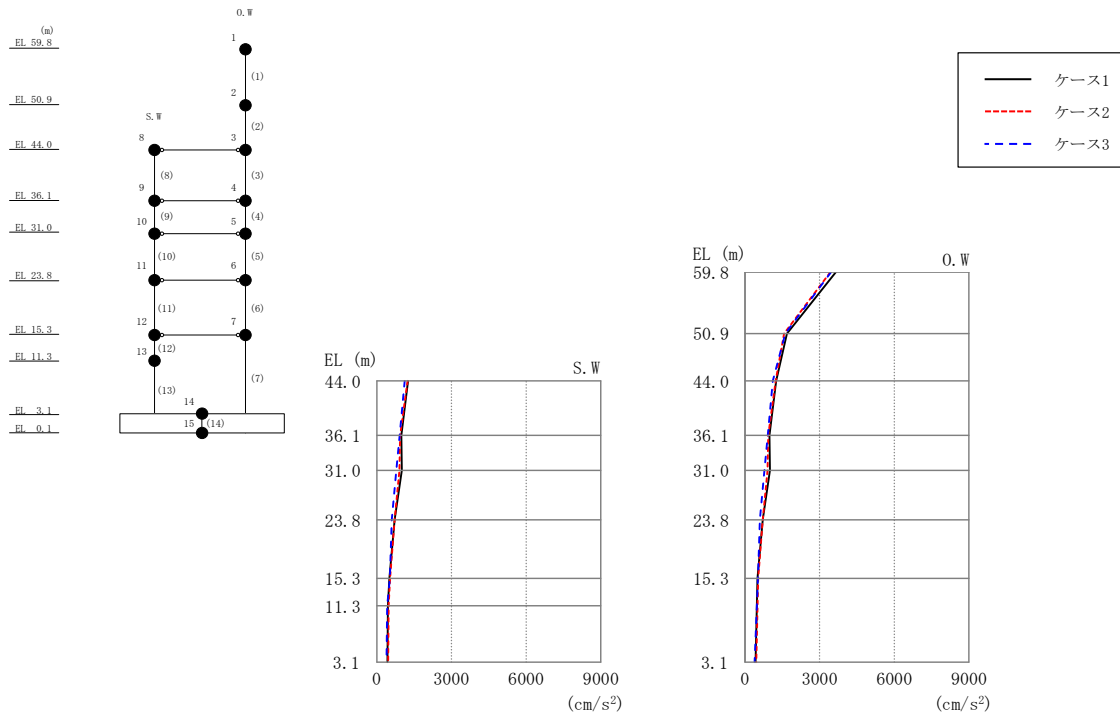


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	3654	3437	3458
	50.9	2	1686	1570	1618
	44.0	3	1252	1237	1118
	36.1	4	984	939	922
	31.0	5	1006	906	785
	23.8	6	714	714	601
	15.3	7	501	531	522
S. W	44.0	8	1252	1237	1118
	36.1	9	985	939	922
	31.0	10	1006	906	785
	23.8	11	714	714	601
	15.3	12	501	531	522
	11.3	13	444	480	418
	3.1	14	425	456	393

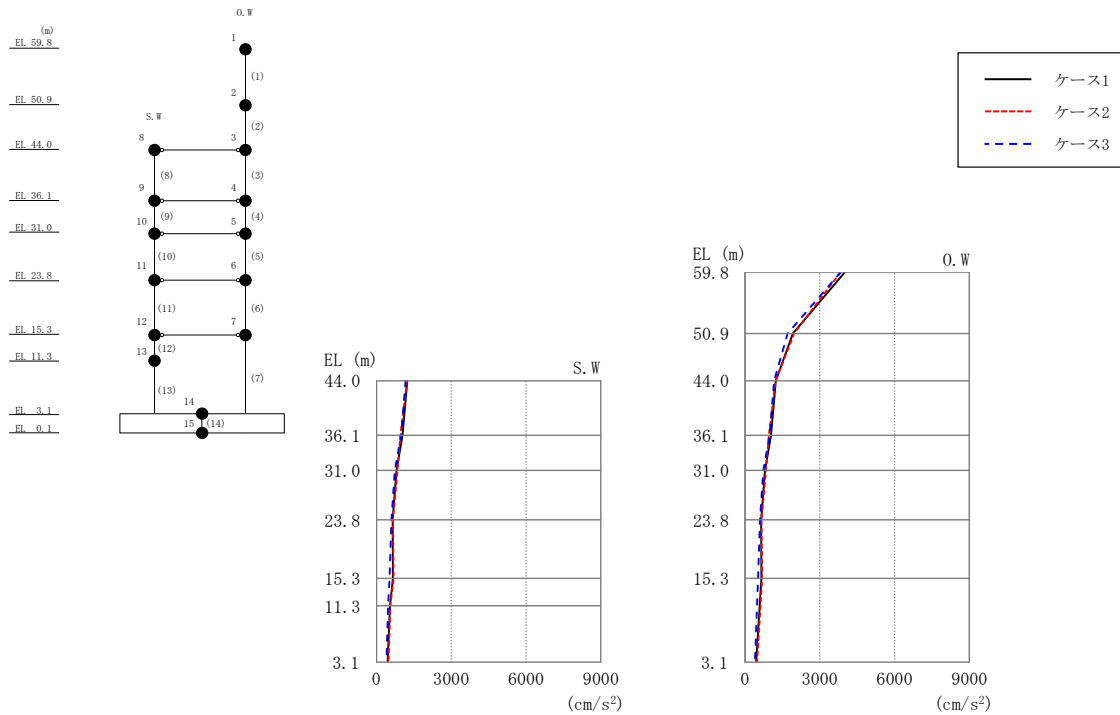


図 2-3 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-3 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	4009	3833	3846
	50.9	2	1922	1967	1705
	44.0	3	1240	1222	1168
	36.1	4	1043	961	982
	31.0	5	800	843	737
	23.8	6	651	662	596
	15.3	7	662	685	527
S. W	44.0	8	1240	1222	1168
	36.1	9	1042	960	983
	31.0	10	800	843	737
	23.8	11	652	662	596
	15.3	12	662	685	527
	11.3	13	543	548	466
	3.1	14	445	484	395

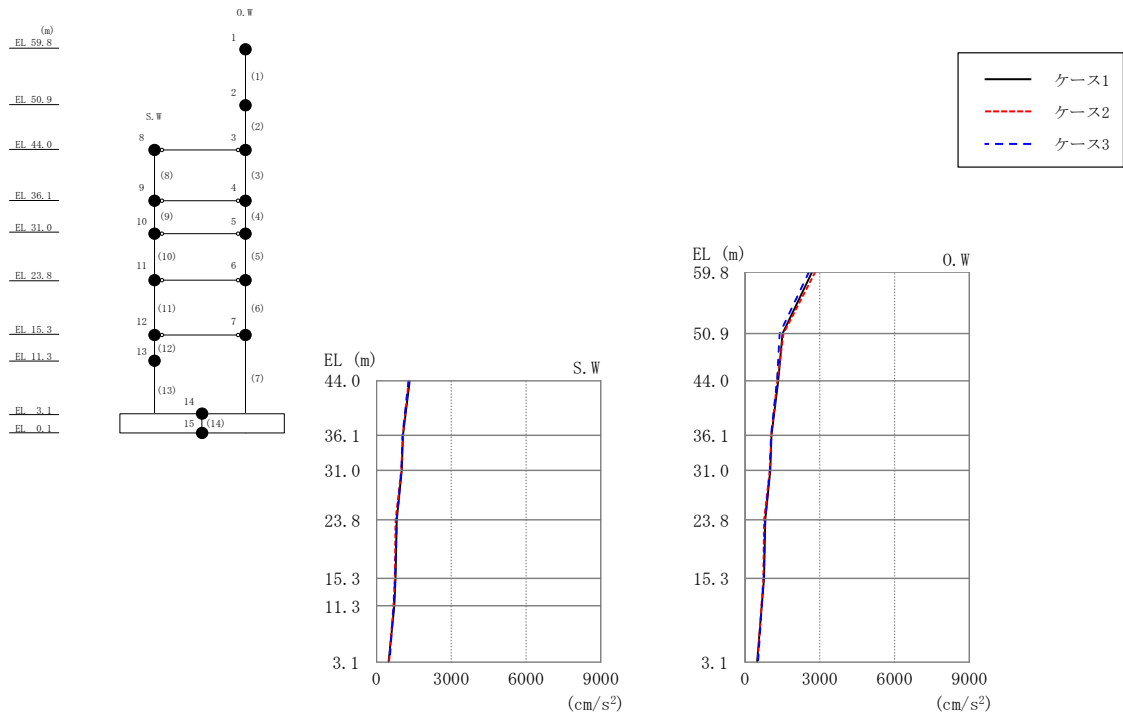


図 2-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-4 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	2694	2814	2565
	50.9	2	1505	1546	1394
	44.0	3	1332	1295	1284
	36.1	4	1060	1049	1039
	31.0	5	1012	993	995
	23.8	6	814	763	814
	15.3	7	762	734	744
S. W	44.0	8	1332	1294	1284
	36.1	9	1060	1049	1039
	31.0	10	1013	993	996
	23.8	11	813	763	815
	15.3	12	761	735	744
	11.3	13	715	677	689
	3.1	14	485	505	520

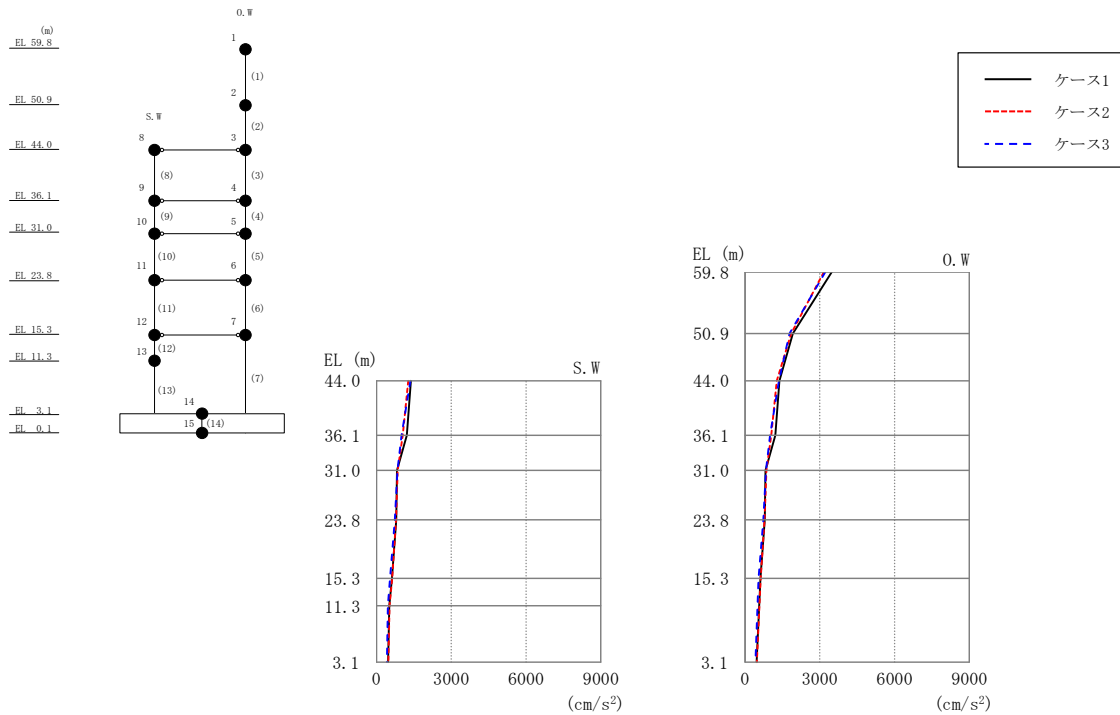


図 2-5 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

表 2-5 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	3484	3168	3222
	50.9	2	1918	1857	1781
	44.0	3	1384	1272	1363
	36.1	4	1220	1056	1010
	31.0	5	824	856	842
	23.8	6	790	786	738
	15.3	7	622	634	539
S. W	44.0	8	1384	1272	1363
	36.1	9	1220	1057	1009
	31.0	10	823	856	840
	23.8	11	790	786	738
	15.3	12	622	634	539
	11.3	13	517	524	460
	3.1	14	462	472	419

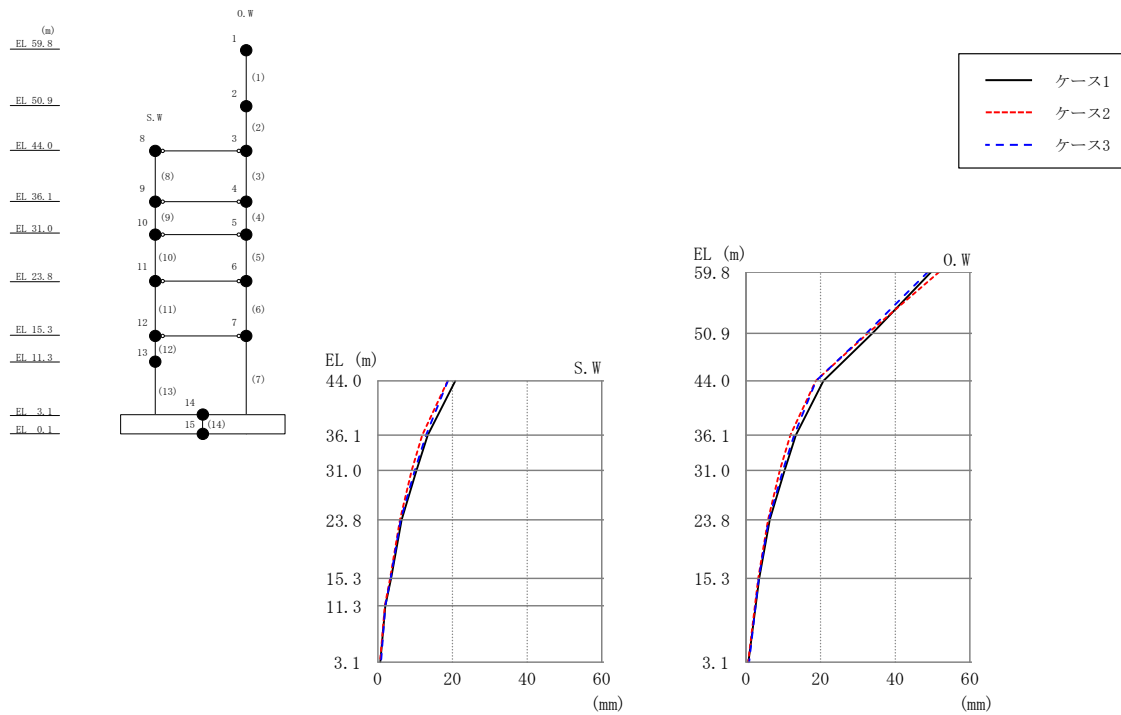


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

表 2-6 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W	59.8	1	49.58	51.75	48.73
	50.9	2	33.89	32.66	32.26
	44.0	3	20.77	18.73	18.76
	36.1	4	13.35	11.92	12.91
	31.0	5	10.35	9.06	9.90
	23.8	6	6.37	5.92	6.10
	15.3	7	3.54	3.33	3.45
S. W	44.0	8	20.77	18.73	18.76
	36.1	9	13.35	11.92	12.91
	31.0	10	10.35	9.06	9.90
	23.8	11	6.37	5.92	6.10
	15.3	12	3.54	3.33	3.45
	3.1	14	0.69	0.58	0.85

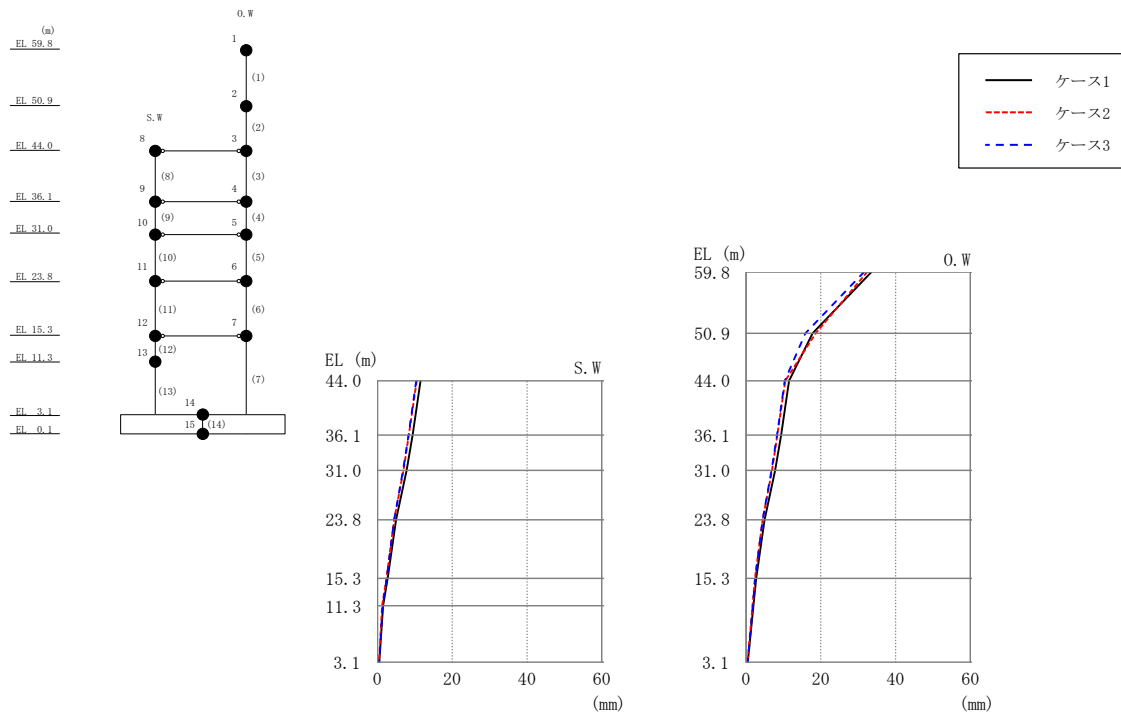


図 2-7 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	33.54	32.42	31.55
	50.9	2	17.84	18.62	15.89
	44.0	3	11.54	10.47	10.38
	36.1	4	9.41	8.38	8.30
	31.0	5	7.81	6.97	6.86
	23.8	6	4.98	4.48	4.45
	15.3	7	2.71	2.41	2.44
S. W	44.0	8	11.54	10.47	10.38
	36.1	9	9.41	8.38	8.30
	31.0	10	7.81	6.97	6.86
	23.8	11	4.98	4.48	4.45
	15.3	12	2.71	2.41	2.44
	11.3	13	1.48	1.27	1.35
	3.1	14	0.48	0.39	0.49

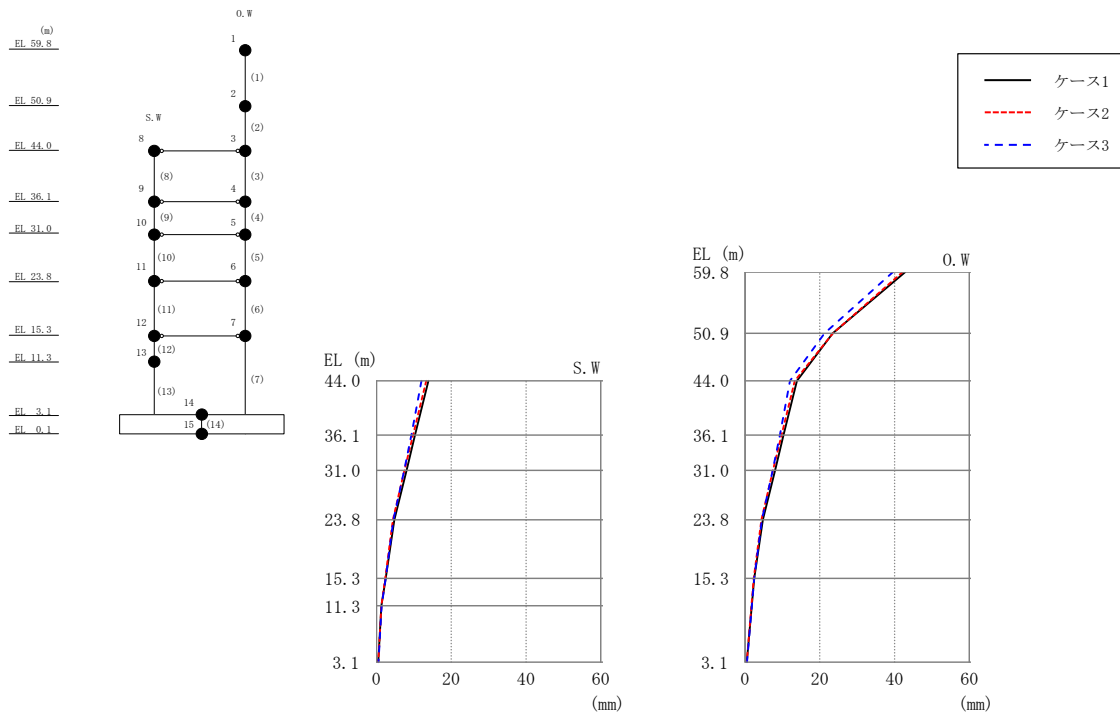


図 2-8 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-8 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	42.88	42.12	39.58
	50.9	2	23.46	23.51	21.29
	44.0	3	13.87	13.33	12.05
	36.1	4	10.32	9.77	9.31
	31.0	5	8.03	7.50	7.43
	23.8	6	4.74	4.39	4.52
	15.3	7	2.48	2.35	2.44
S. W	44.0	8	13.87	13.33	12.05
	36.1	9	10.32	9.77	9.31
	31.0	10	8.03	7.50	7.43
	23.8	11	4.74	4.39	4.52
	15.3	12	2.48	2.35	2.44
	11.3	13	1.34	1.31	1.39
	3.1	14	0.49	0.45	0.55

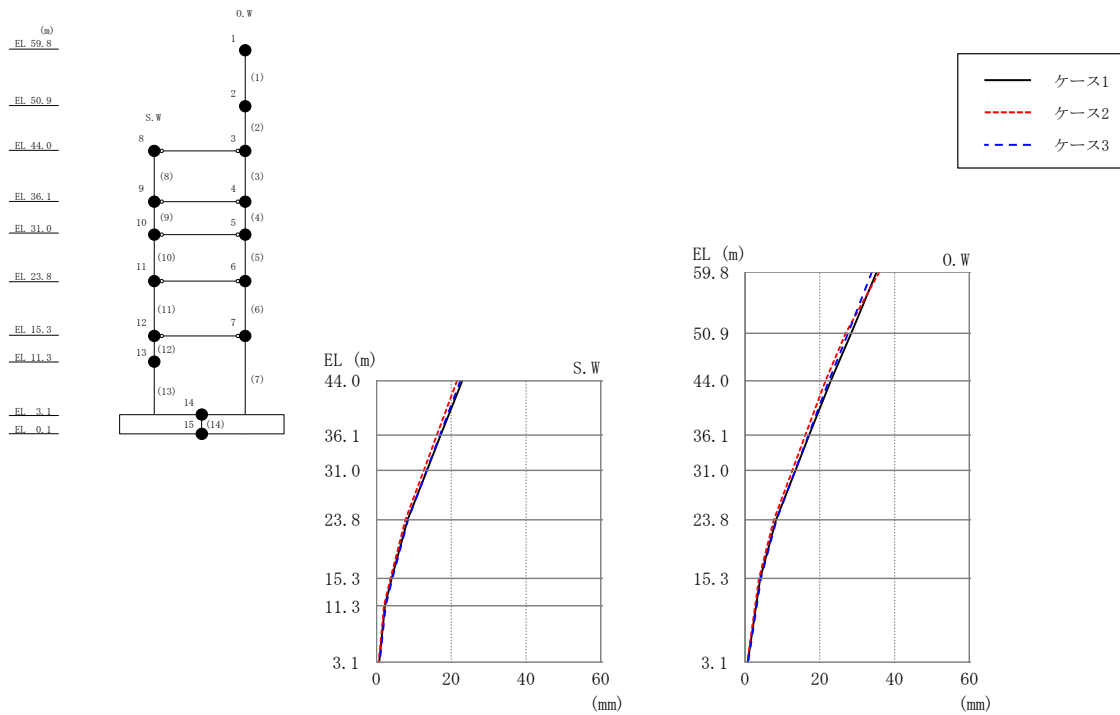


図 2-9 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-9 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	35.22	35.95	33.91
	50.9	2	28.42	26.92	27.54
	44.0	3	22.96	21.55	22.41
	36.1	4	17.20	16.15	16.97
	31.0	5	13.52	12.68	13.47
	23.8	6	8.33	7.73	8.46
	15.3	7	4.09	3.77	4.28
S. W	44.0	8	22.96	21.55	22.41
	36.1	9	17.20	16.15	16.97
	31.0	10	13.52	12.68	13.47
	23.8	11	8.33	7.73	8.46
	15.3	12	4.09	3.77	4.28
	11.3	13	2.26	2.04	2.45
	3.1	14	0.70	0.58	0.87

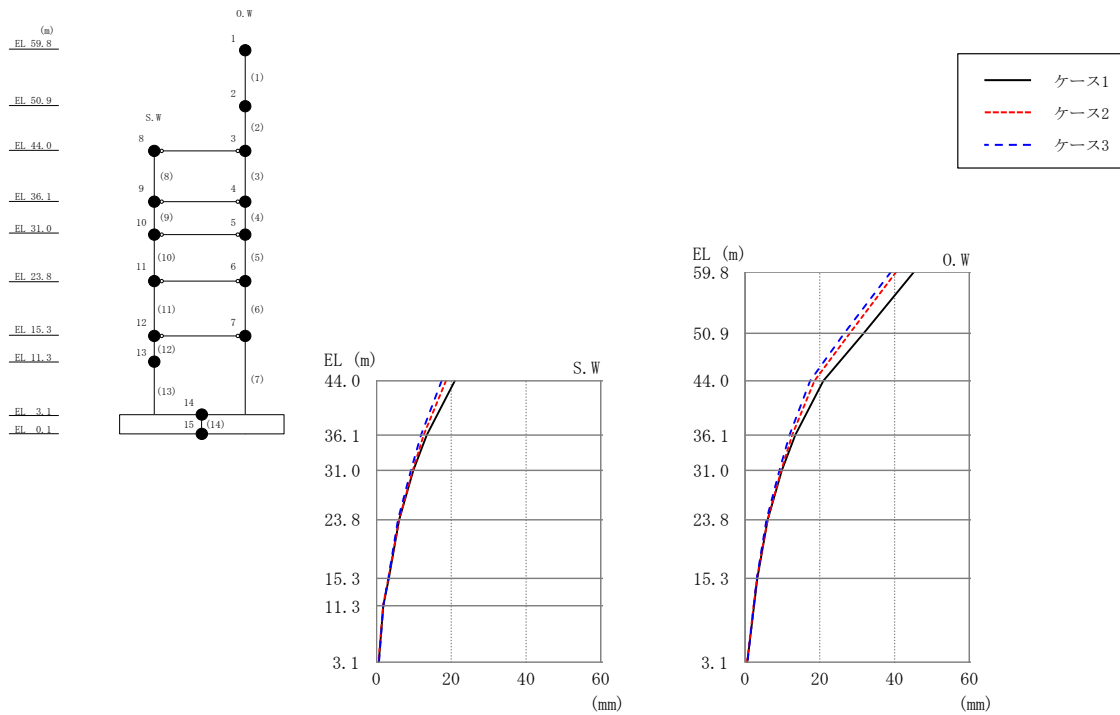


図 2-10 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 2 NS, NS 方向)

表 2-10 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 NS, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8	1	45.20	40.43	38.97
	50.9	2	31.73	28.04	26.57
	44.0	3	20.98	18.59	17.40
	36.1	4	13.45	12.59	11.93
	31.0	5	9.85	9.73	9.19
	23.8	6	6.08	6.05	5.73
	15.3	7	3.27	3.19	3.18
S. W	44.0	8	20.98	18.59	17.40
	36.1	9	13.45	12.59	11.93
	31.0	10	9.85	9.73	9.19
	23.8	11	6.08	6.05	5.73
	15.3	12	3.27	3.19	3.18
	11.3	13	1.84	1.76	1.84
	3.1	14	0.59	0.51	0.68

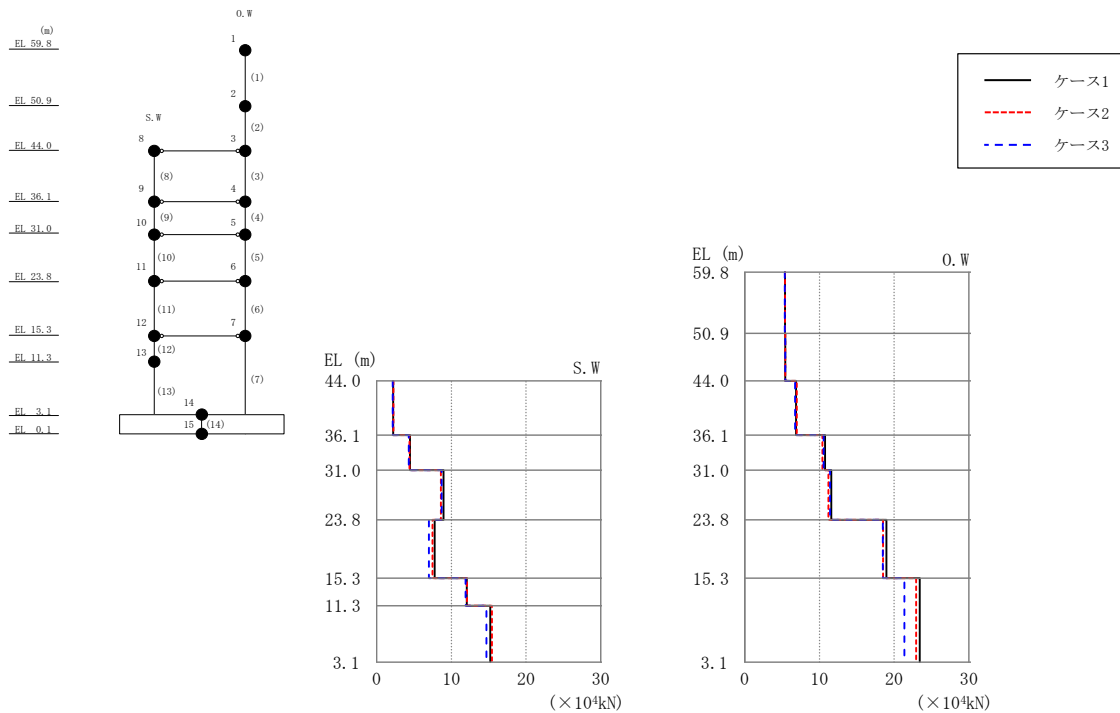


図 2-11 最大応答せん断力 (基準地震動 S s-D, NS 方向)

表 2-11 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s-D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	5.37	5.37	5.34
	50.9~44.0	2	5.42	5.42	5.42
	44.0~36.1	3	6.87	6.96	6.74
	36.1~31.0	4	10.7	10.4	10.6
	31.0~23.8	5	11.6	11.2	11.4
	23.8~15.3	6	19.0	18.5	18.5
	15.3~3.1	7	23.4	22.9	21.4
S. W	44.0~36.1	8	2.21	2.24	2.12
	36.1~31.0	9	4.46	4.37	4.28
	31.0~23.8	10	8.94	8.59	8.69
	23.8~15.3	11	7.77	7.48	6.98
	15.3~11.3	12	12.0	12.1	11.9
	11.3~3.1	13	15.2	15.4	14.7

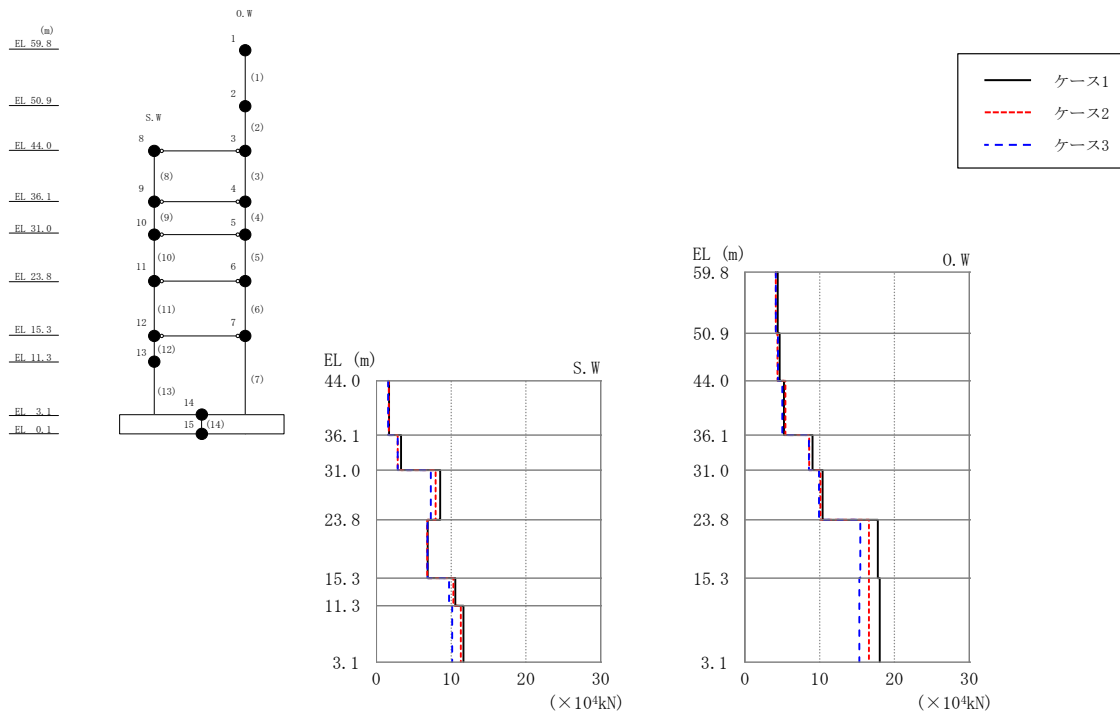


図 2-12 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-12 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	4.39	4.14	4.14
	50.9~44.0	2	4.66	4.36	4.41
	44.0~36.1	3	5.22	5.41	5.00
	36.1~31.0	4	9.05	8.60	8.56
	31.0~23.8	5	10.4	10.1	9.91
	23.8~15.3	6	17.8	16.6	15.4
	15.3~3.1	7	18.0	16.6	15.3
S. W	44.0~36.1	8	1.67	1.65	1.57
	36.1~31.0	9	3.31	2.84	2.83
	31.0~23.8	10	8.52	7.92	7.27
	23.8~15.3	11	6.85	6.79	6.84
	15.3~11.3	12	10.6	10.3	9.73
	11.3~3.1	13	11.6	11.3	10.1

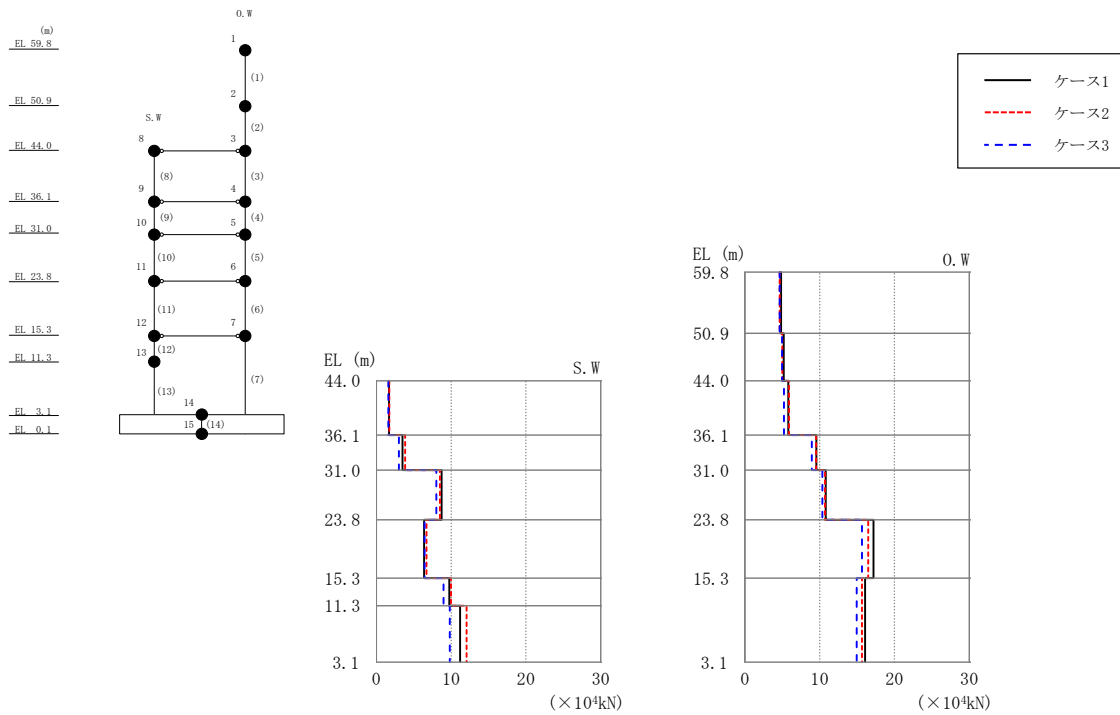


図 2-13 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-13 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	4.84	4.63	4.64
	50.9~44.0	2	5.18	4.98	4.96
	44.0~36.1	3	5.80	5.91	5.23
	36.1~31.0	4	9.55	9.51	8.94
	31.0~23.8	5	10.8	10.7	10.4
	23.8~15.3	6	17.2	16.5	15.7
	15.3~3.1	7	16.1	15.7	15.0
S. W	44.0~36.1	8	1.68	1.72	1.59
	36.1~31.0	9	3.47	3.84	3.02
	31.0~23.8	10	8.72	8.51	8.03
	23.8~15.3	11	6.39	6.71	6.43
	15.3~11.3	12	9.75	9.98	8.97
	11.3~3.1	13	11.2	12.1	9.82

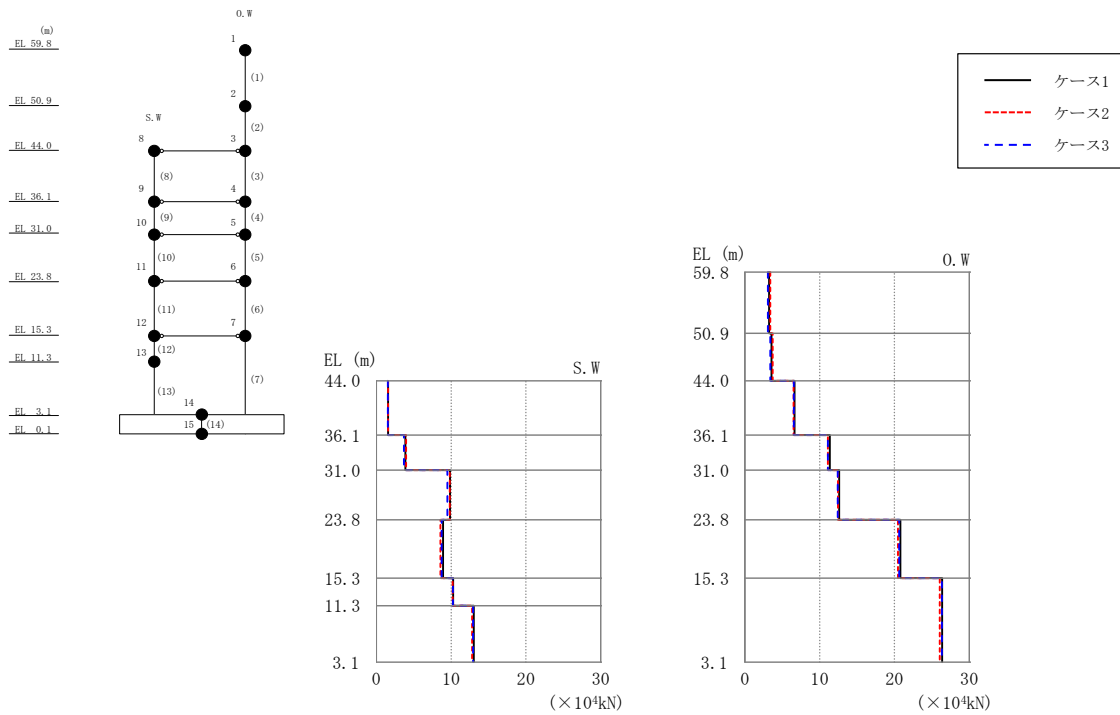


図 2-14 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

表 2-14 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	3.23	3.38	3.08
	50.9~44.0	2	3.55	3.71	3.38
	44.0~36.1	3	6.64	6.51	6.53
	36.1~31.0	4	11.3	11.1	11.1
	31.0~23.8	5	12.6	12.4	12.4
	23.8~15.3	6	20.8	20.5	20.6
	15.3~3.1	7	26.4	26.1	26.3
S. W	44.0~36.1	8	1.56	1.56	1.52
	36.1~31.0	9	3.88	3.97	3.67
	31.0~23.8	10	9.84	9.80	9.50
	23.8~15.3	11	8.91	8.57	8.71
	15.3~11.3	12	10.3	10.2	10.2
	11.3~3.1	13	13.0	12.8	12.9

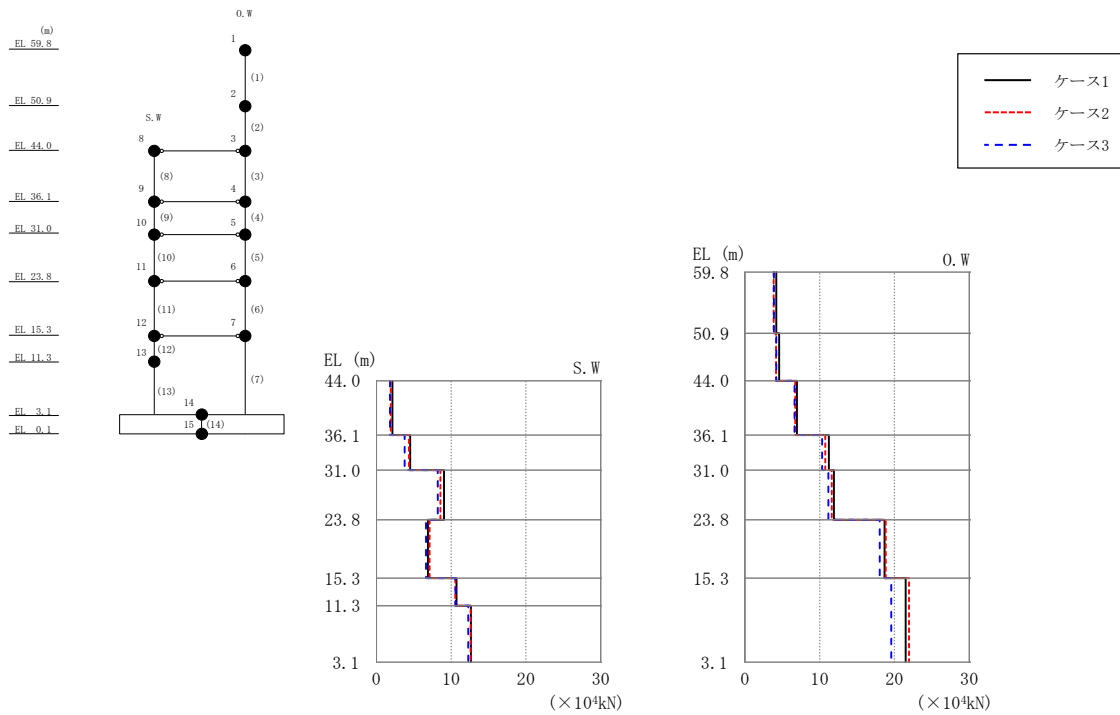


図 2-15 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

表 2-15 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	4.18	3.83	3.88
	50.9~44.0	2	4.57	4.15	4.21
	44.0~36.1	3	6.96	6.73	6.62
	36.1~31.0	4	11.2	10.7	10.3
	31.0~23.8	5	11.9	11.6	11.2
	23.8~15.3	6	18.7	18.8	18.0
	15.3~3.1	7	21.5	21.9	19.6
S. W	44.0~36.1	8	2.15	1.92	1.82
	36.1~31.0	9	4.50	4.35	3.79
	31.0~23.8	10	9.04	8.57	8.20
	23.8~15.3	11	6.88	7.12	6.63
	15.3~11.3	12	10.7	10.5	10.6
	11.3~3.1	13	12.6	12.6	12.3

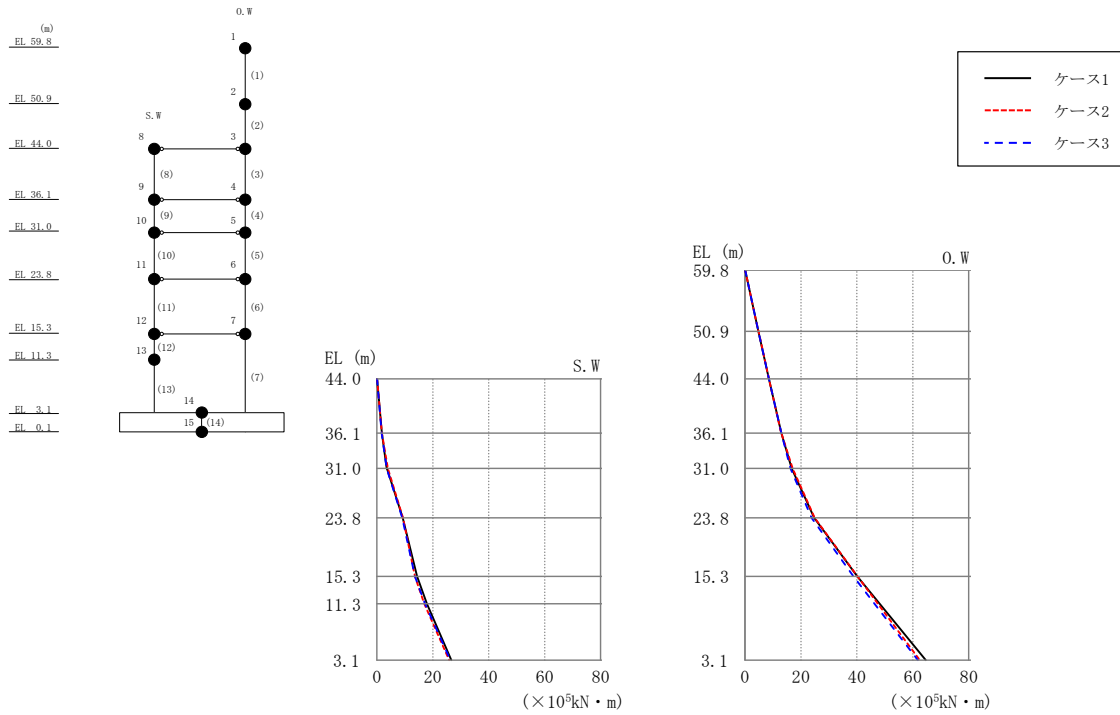


図 2-16 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-D, NS 方向)

表 2-16 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s-D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	0.0581	0.0522	0.0588
			4.78	4.80	4.77
	50.9~44.0	2	4.78	4.83	4.78
			8.52	8.57	8.52
	44.0~36.1	3	8.53	8.59	8.54
			13.0	12.9	13.0
	36.1~31.0	4	13.0	13.0	13.0
16.7			17.0	16.3	
31.0~23.8	5	16.7	17.0	16.3	
		24.7	24.9	23.8	
23.8~15.3	6	24.7	24.9	23.8	
		40.1	40.2	38.8	
15.3~3.1	7	40.1	40.2	38.8	
		64.7	62.5	61.8	
S. W	44.0~36.1	8	0.0581	0.0364	0.0522
			1.76	1.78	1.69
	36.1~31.0	9	1.76	1.78	1.70
			3.54	3.89	3.53
	31.0~23.8	10	3.54	3.89	3.53
			9.26	9.31	9.09
23.8~15.3	11	9.27	9.31	9.09	
		14.4	13.6	13.6	
15.3~11.3	12	14.4	13.6	13.6	
		17.9	17.0	17.2	
11.3~3.1	13	17.9	17.0	17.2	
		26.6	25.8	26.2	

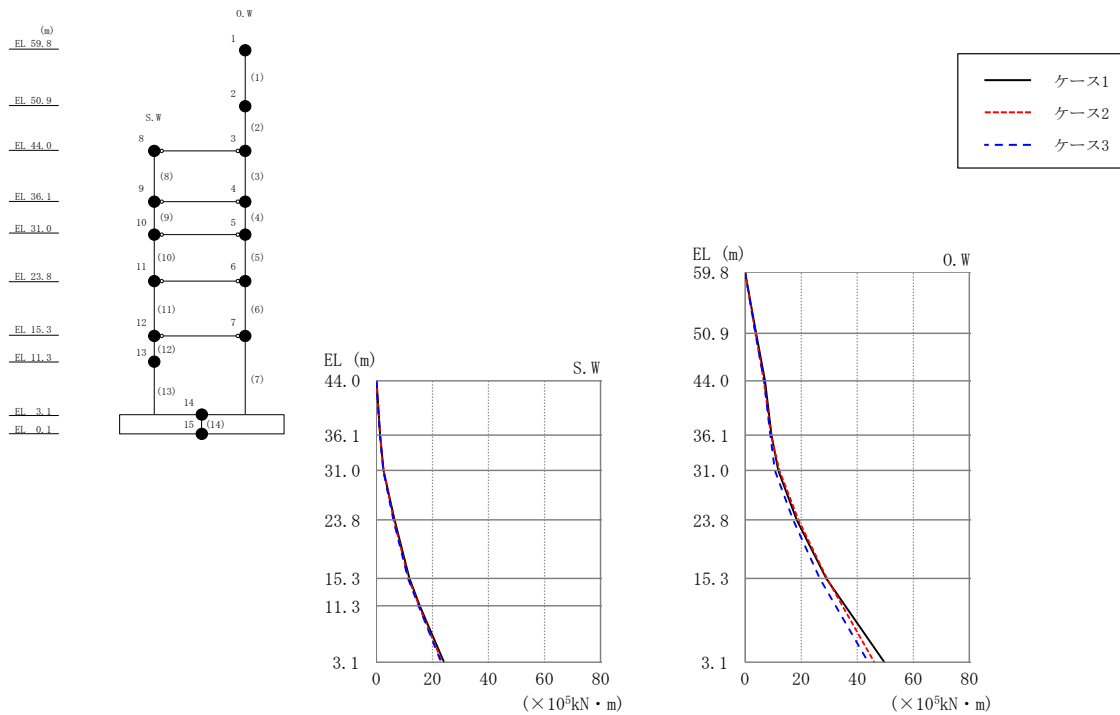


図 2-17 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-17 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN · m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	0.0209	0.0218	0.0124
			3.91	3.68	3.69
	50.9~44.0	2	3.91	3.68	3.69
			7.12	6.69	6.73
	44.0~36.1	3	7.12	6.69	6.73
			9.41	9.21	8.97
	36.1~31.0	4	9.41	9.21	8.97
11.8			12.2	10.6	
31.0~23.8	5	11.8	12.2	10.6	
		18.4	19.0	17.1	
23.8~15.3	6	18.4	19.0	17.1	
		28.9	29.2	26.6	
15.3~3.1	7	28.9	29.2	26.6	
		49.7	46.1	43.9	
S. W	44.0~36.1	8	0.0637	0.0971	0.0189
			1.33	1.30	1.24
	36.1~31.0	9	1.33	1.31	1.24
			2.56	2.59	2.50
	31.0~23.8	10	2.56	2.59	2.50
			6.50	6.22	6.09
23.8~15.3	11	6.53	6.24	6.09	
		11.8	11.5	11.3	
15.3~11.3	12	11.8	11.4	11.3	
		15.5	15.2	15.0	
11.3~3.1	13	15.5	15.2	15.0	
		24.1	23.6	23.1	

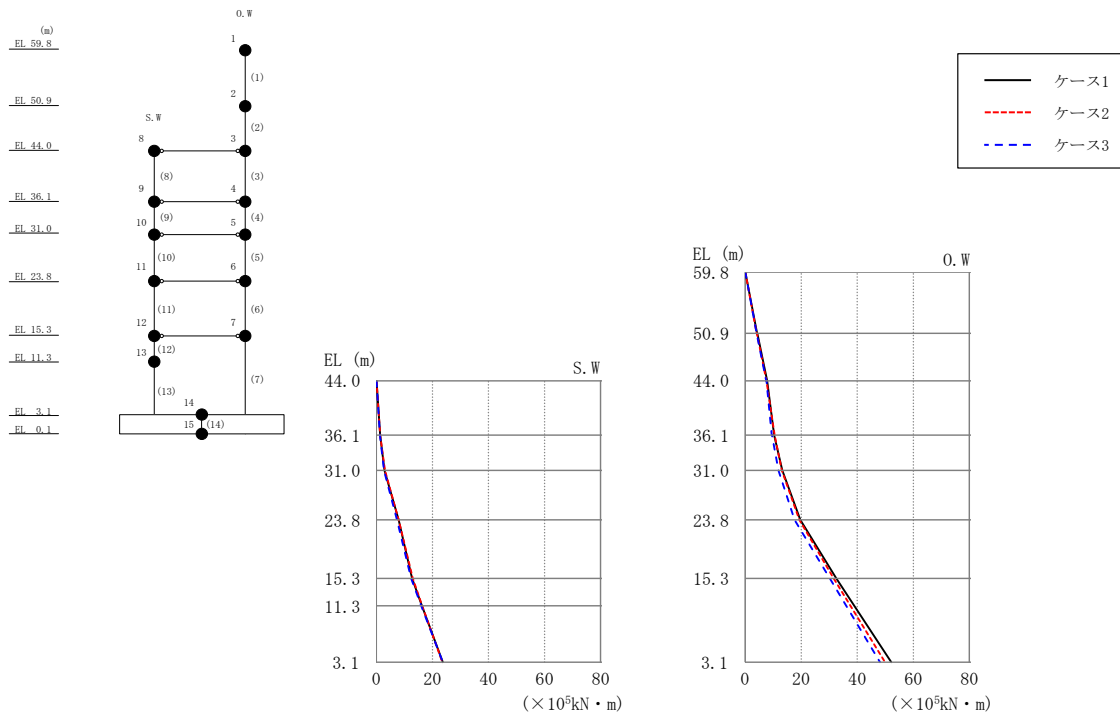


図 2-18 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-18 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	0.0544	0.0601	0.0380
			4.31	4.13	4.13
	50.9~44.0	2	4.31	4.14	4.14
			7.89	7.57	7.56
	44.0~36.1	3	7.89	7.59	7.57
			10.3	10.5	9.53
	36.1~31.0	4	10.3	10.5	9.55
13.2			13.1	11.9	
31.0~23.8	5	13.2	13.1	11.9	
		19.7	19.3	17.6	
23.8~15.3	6	19.7	19.3	17.6	
		32.5	31.6	30.2	
15.3~3.1	7	32.5	31.6	30.2	
		52.1	49.9	48.1	
S. W	44.0~36.1	8	0.0468	0.0743	0.0386
			1.33	1.37	1.26
	36.1~31.0	9	1.34	1.38	1.26
			2.92	3.06	2.75
	31.0~23.8	10	2.93	3.08	2.75
			7.94	7.95	7.38
23.8~15.3	11	7.94	7.97	7.38	
		12.7	13.0	12.4	
15.3~11.3	12	12.7	13.0	12.4	
		16.2	16.3	16.0	
11.3~3.1	13	16.2	16.3	16.0	
		23.7	23.5	23.7	

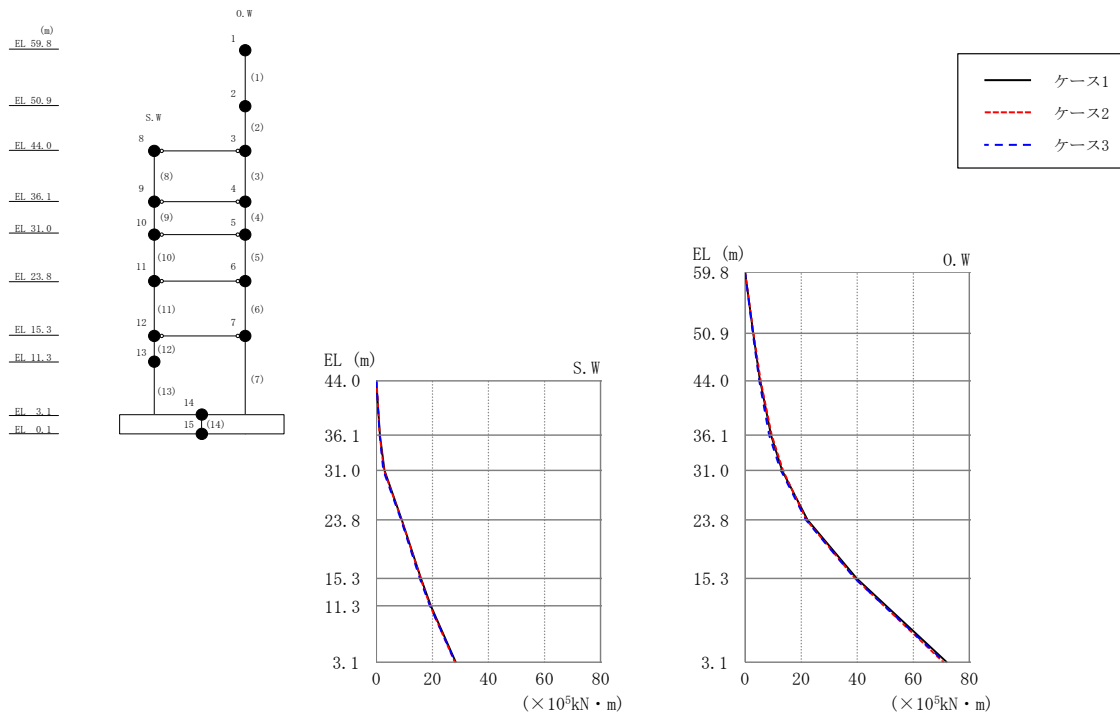


図 2-19 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-19 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	0.0280	0.0213	0.0188
			2.88	3.01	2.74
	50.9~44.0	2	2.89	3.02	2.74
			5.34	5.58	5.07
	44.0~36.1	3	5.35	5.59	5.07
			9.22	9.51	8.59
	36.1~31.0	4	9.22	9.51	8.59
13.2			13.5	12.7	
31.0~23.8	5	13.2	13.5	12.7	
		22.2	21.8	21.6	
23.8~15.3	6	22.2	21.8	21.6	
		39.8	39.2	39.1	
15.3~3.1	7	39.8	39.2	39.1	
		71.9	70.7	71.2	
S. W	44.0~36.1	8	0.0154	0.0404	0.0288
			1.24	1.22	1.21
	36.1~31.0	9	1.24	1.23	1.21
			2.87	2.71	2.49
	31.0~23.8	10	2.87	2.72	2.50
			9.08	8.98	8.84
23.8~15.3	11	9.08	8.99	8.85	
		15.9	15.8	15.5	
15.3~11.3	12	15.9	15.8	15.5	
		19.4	19.1	19.1	
11.3~3.1	13	19.4	19.1	19.1	
		28.3	28.0	28.1	

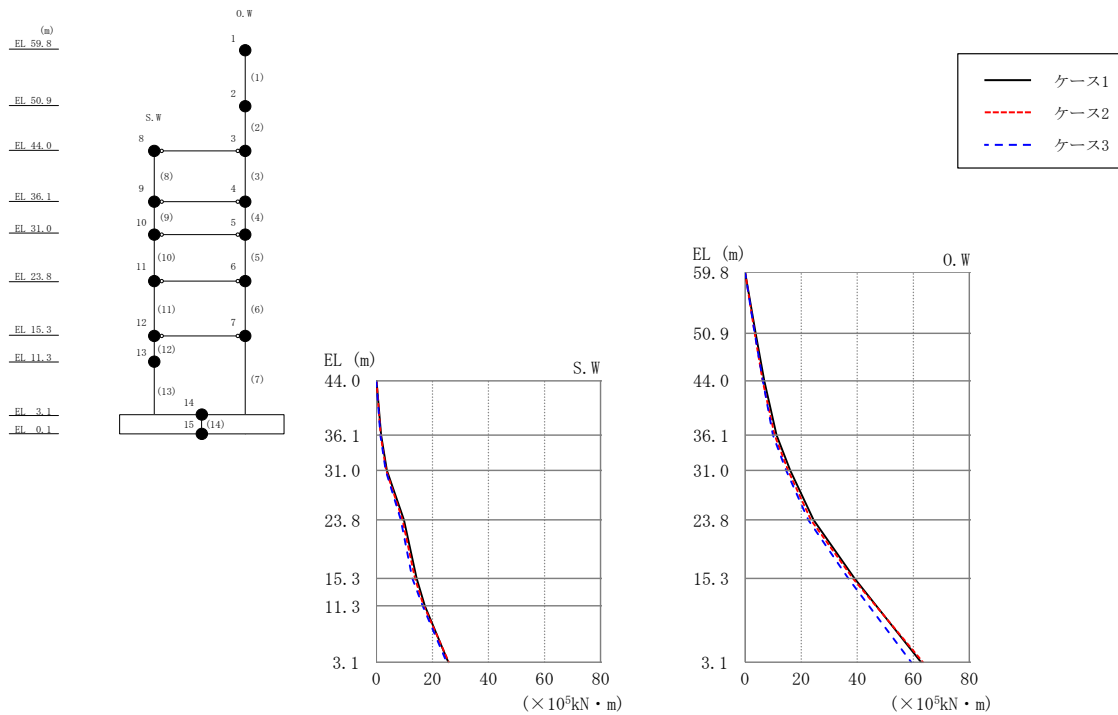


図 2-20 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

表 2-20 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN · m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	0.0260	0.0304	0.0202
			3.72	3.41	3.45
	50.9~44.0	2	3.73	3.41	3.45
			6.88	6.27	6.33
	44.0~36.1	3	6.88	6.27	6.33
			11.2	10.5	9.92
	36.1~31.0	4	11.2	10.5	9.92
16.1			15.3	14.7	
31.0~23.8	5	16.0	15.3	14.7	
		24.4	23.5	22.5	
23.8~15.3	6	24.4	23.5	22.5	
		39.1	38.5	36.8	
15.3~3.1	7	39.1	38.5	36.8	
		62.7	63.4	59.2	
S. W	44.0~36.1	8	0.0381	0.0328	0.0225
			1.71	1.52	1.44
	36.1~31.0	9	1.72	1.52	1.45
			3.76	3.53	3.35
	31.0~23.8	10	3.77	3.52	3.36
			9.85	9.32	8.73
23.8~15.3	11	9.85	9.32	8.73	
		14.3	13.7	12.9	
15.3~11.3	12	14.3	13.7	12.9	
		17.3	16.9	16.5	
11.3~3.1	13	17.3	16.9	16.5	
		25.7	25.9	25.0	

表 2-21 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	1/405	1/397	1/419
	50.9~44.0	2	1/330	1/316	1/366

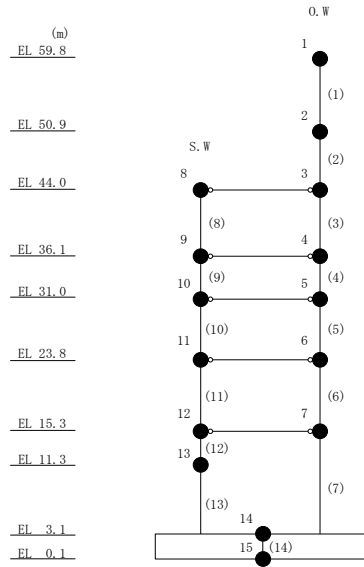


表 2-22 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	1/530	1/566	1/562
	50.9~44.0	2	1/520	1/559	1/549

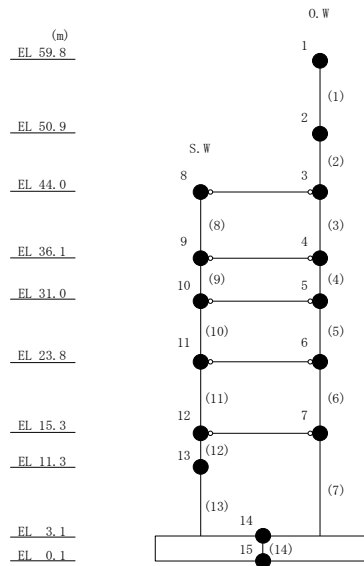


表 2-23 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W	59.8~50.9	1	1/457	1/474	1/485
	50.9~44.0	2	1/445	1/460	1/473

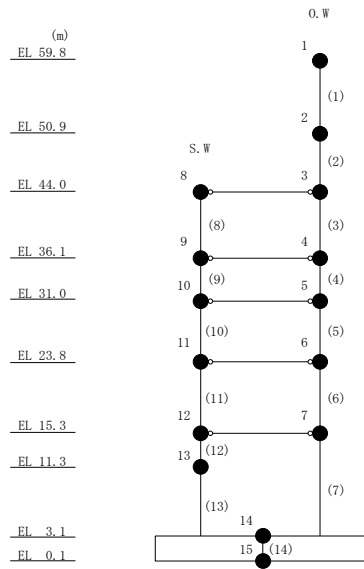


表 2-24 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W	59.8~50.9	1	1/675	1/642	1/711
	50.9~44.0	2	1/643	1/613	1/678

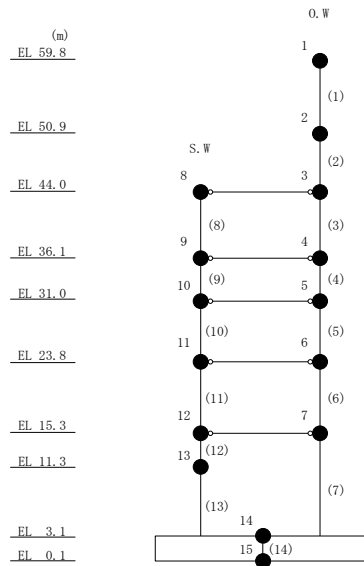
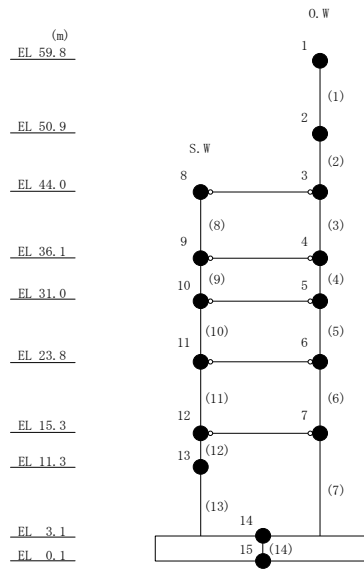


表 2-25 最大層間変形角一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W	59.8~50.9	1	1/525	1/588	1/581
	50.9~44.0	2	1/503	1/566	1/556



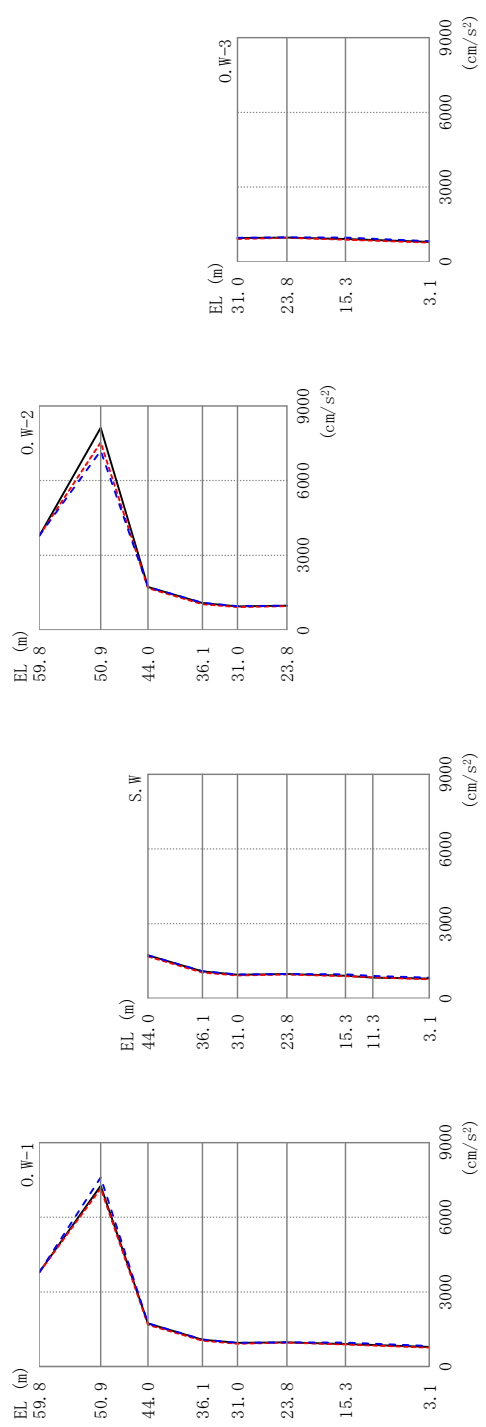
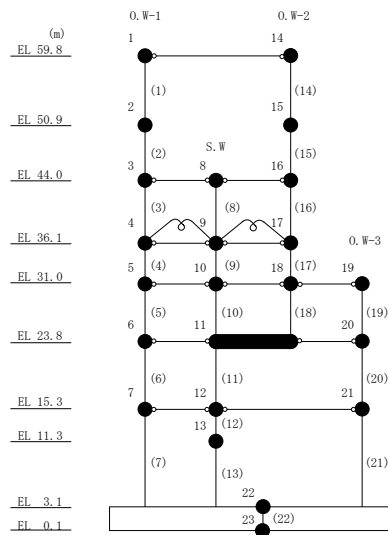


図 2-21 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

表 2-26 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s-D, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	3783	3787	3789
	50.9	2	7259	7159	7601
	44.0	3	1730	1679	1731
	36.1	4	1079	1038	1093
	31.0	5	953	914	956
	23.8	6	973	961	975
	15.3	7	909	886	967
S. W	44.0	8	1730	1679	1731
	36.1	9	1079	1038	1093
	31.0	10	952	914	955
	23.8	11	973	961	975
	15.3	12	909	886	967
	11.3	13	836	839	897
O. W-2	59.8	14	3783	3787	3787
	50.9	15	8121	7533	7200
	44.0	16	1730	1679	1731
	36.1	17	1079	1038	1093
	31.0	18	952	914	956
O. W-3	31.0	19	952	914	955
	23.8	20	973	961	976
	15.3	21	909	886	967
	3.1	22	794	767	829



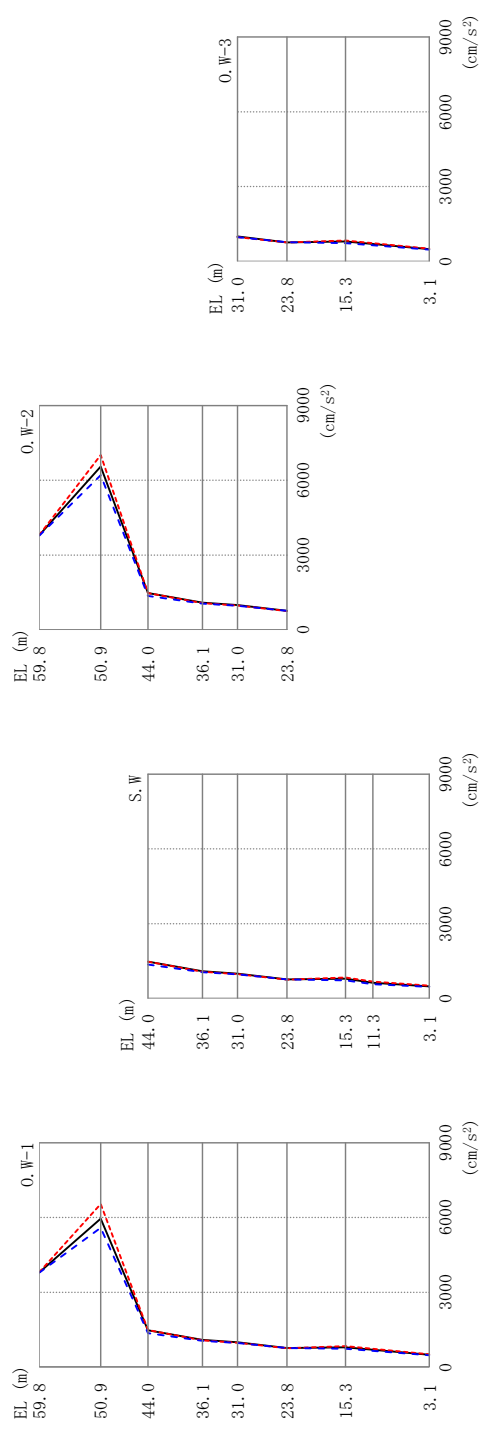
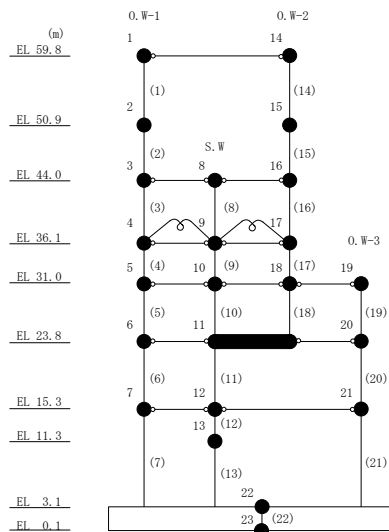


図 2-22 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

表 2-27 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 1, E W 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	3799	3805	3784
	50.9	2	5952	6537	5591
	44.0	3	1477	1481	1363
	36.1	4	1092	1072	1054
	31.0	5	994	972	965
	23.8	6	762	756	764
	15.3	7	791	837	730
S. W	44.0	8	1477	1481	1363
	36.1	9	1092	1072	1054
	31.0	10	994	972	964
	23.8	11	760	756	763
	15.3	12	791	837	730
	11.3	13	625	679	567
O. W-2	59.8	14	3799	3805	3784
	50.9	15	6553	7011	6204
	44.0	16	1477	1481	1363
	36.1	17	1092	1072	1054
	31.0	18	995	972	964
	31.0	19	995	973	964
O. W-3	23.8	20	760	757	764
	15.3	21	791	837	730
	3.1	22	489	511	470
	0.1	23			



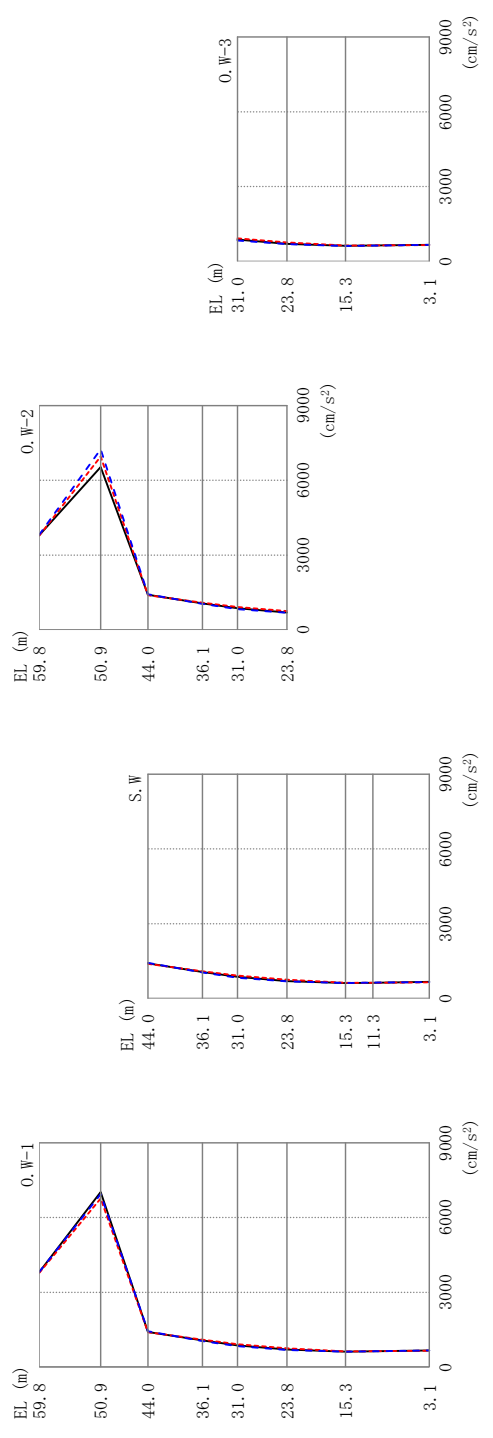
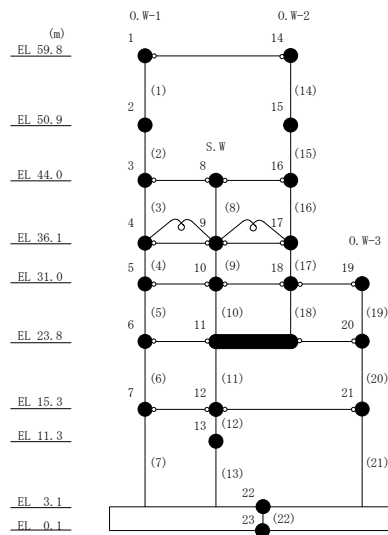


図 2-23 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

表 2-28 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - F_2$, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	3803	3782	3816
	50.9	2	7020	6764	6936
	44.0	3	1409	1394	1432
	36.1	4	1067	1094	1044
	31.0	5	871	917	835
	23.8	6	702	753	685
	15.3	7	619	632	617
S. W	44.0	8	1409	1394	1432
	36.1	9	1067	1094	1044
	31.0	10	871	917	835
	23.8	11	702	753	685
	15.3	12	619	632	617
	11.3	13	630	626	636
O. W-2	59.8	14	3803	3782	3815
	50.9	15	6534	6961	7251
	44.0	16	1409	1394	1432
	36.1	17	1067	1094	1044
	31.0	18	871	917	835
O. W-3	31.0	19	871	917	835
	23.8	20	702	753	685
	15.3	21	619	632	617
	3.1	22	665	653	662



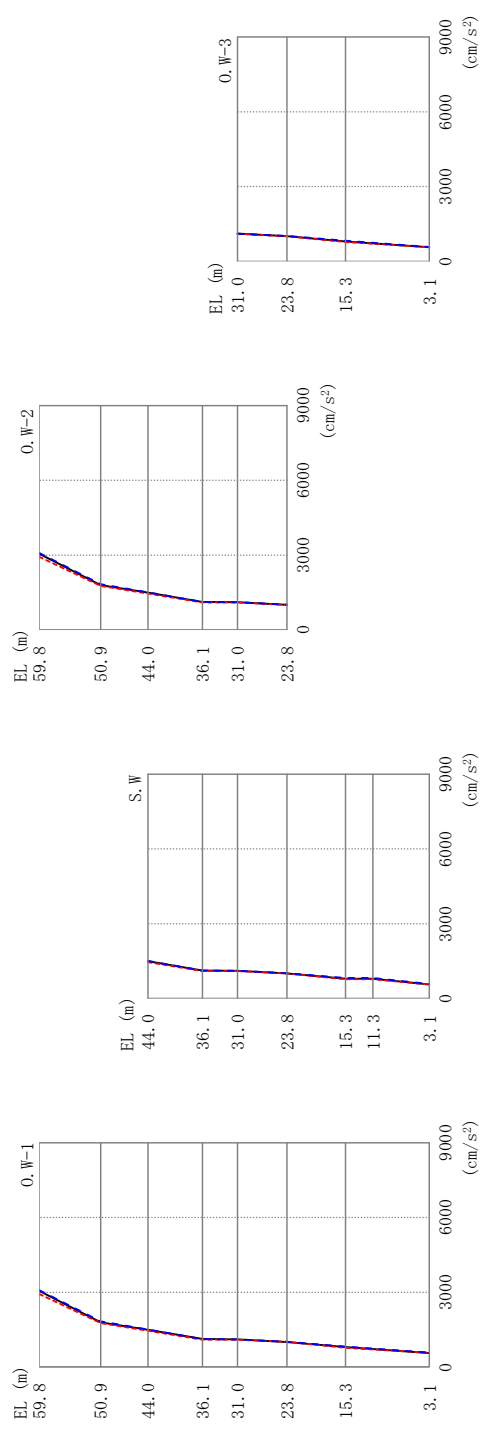
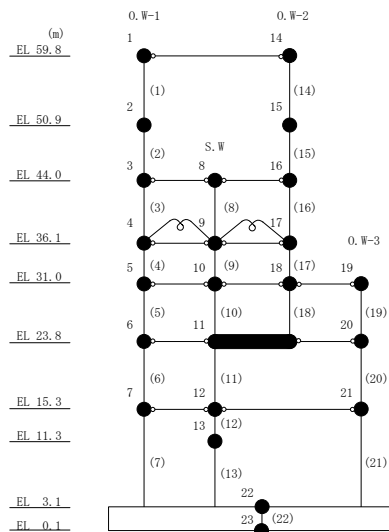


図 2-24 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-29 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	3057	2928	3087
	50.9	2	1791	1764	1835
	44.0	3	1497	1458	1507
	36.1	4	1126	1102	1121
	31.0	5	1109	1099	1107
	23.8	6	1003	1008	1017
	15.3	7	797	773	821
S. W	44.0	8	1497	1458	1507
	36.1	9	1126	1102	1120
	31.0	10	1109	1099	1107
	23.8	11	1003	1007	1017
	15.3	12	797	773	821
	11.3	13	794	772	821
O. W-2	59.8	14	3057	2928	3087
	50.9	15	1791	1765	1836
	44.0	16	1497	1458	1507
	36.1	17	1125	1102	1120
	31.0	18	1109	1099	1107
	O. W-3	31.0	19	1109	1100
23.8		20	1004	1007	1017
15.3		21	797	773	821
3.1		22	563	567	577



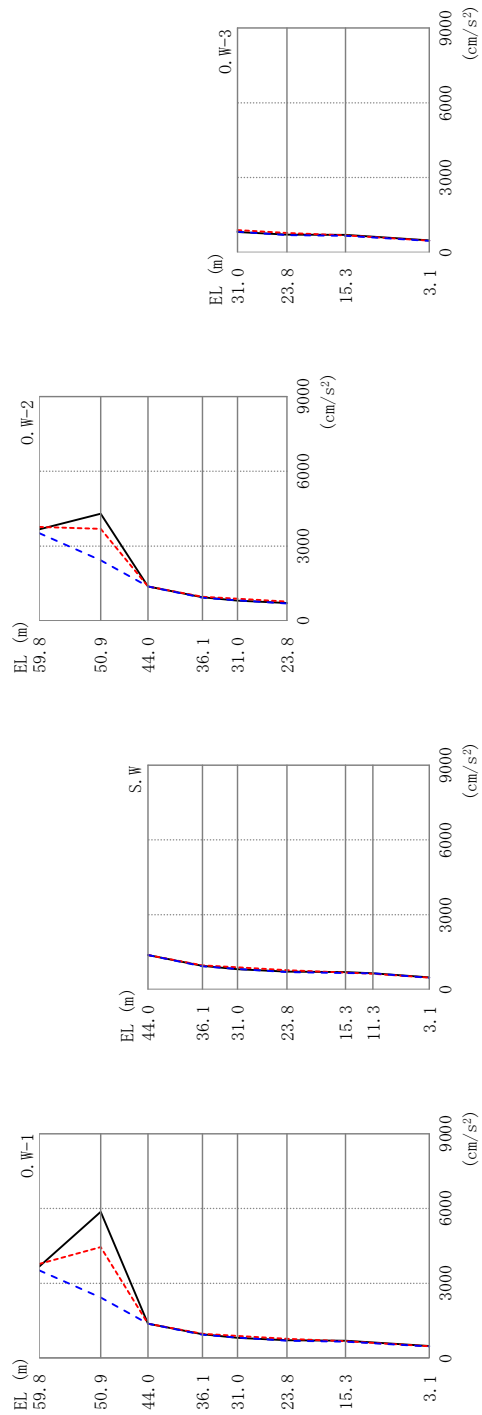
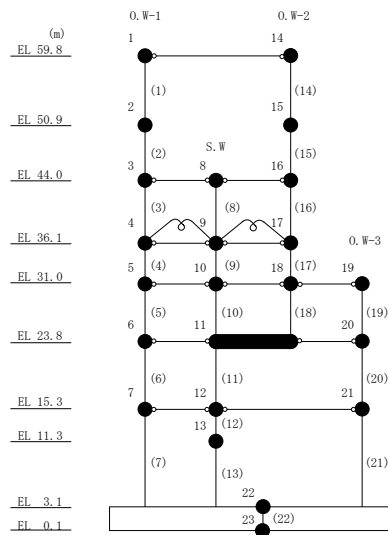


図 2-25 最大芯咎加速度 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-30 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8	1	3670	3773	3517
	50.9	2	5868	4450	2432
	44.0	3	1383	1382	1378
	36.1	4	952	970	932
	31.0	5	811	888	819
	23.8	6	714	776	693
	15.3	7	696	680	661
S.W	44.0	8	1383	1382	1378
	36.1	9	951	970	932
	31.0	10	811	888	819
	23.8	11	714	775	693
	15.3	12	695	679	660
	11.3	13	651	634	648
O.W-2	59.8	14	3670	3773	3517
	50.9	15	4302	3694	2432
	44.0	16	1383	1382	1378
	36.1	17	951	970	932
	31.0	18	810	889	820
	31.0	19	811	890	820
O.W-3	23.8	20	714	775	693
	15.3	21	696	680	660
	3.1	22	482	471	461
	0.1	23			



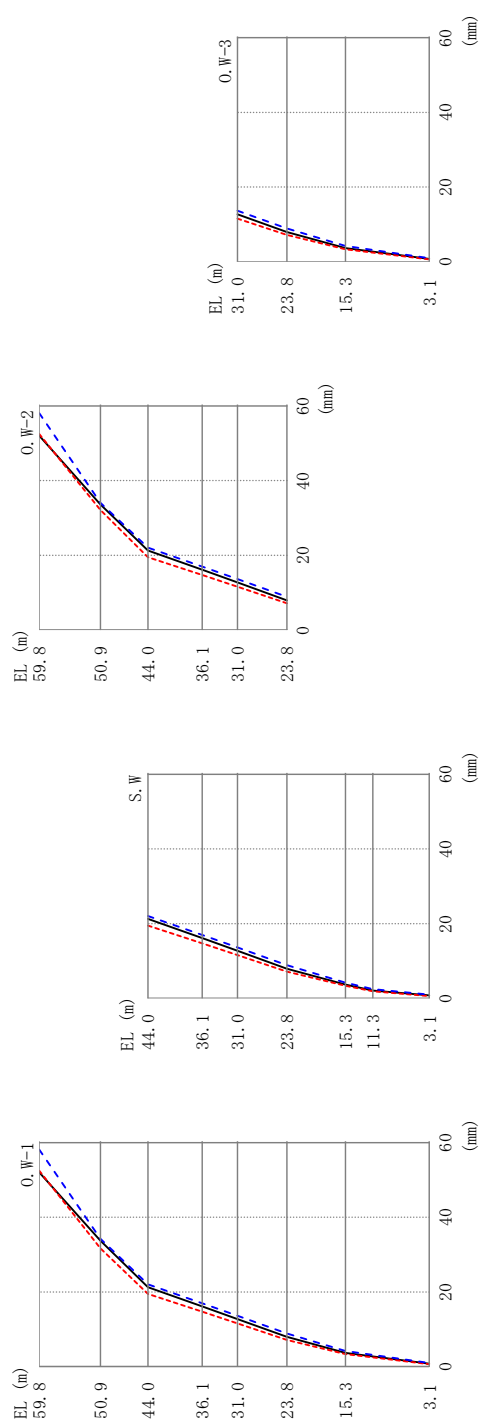
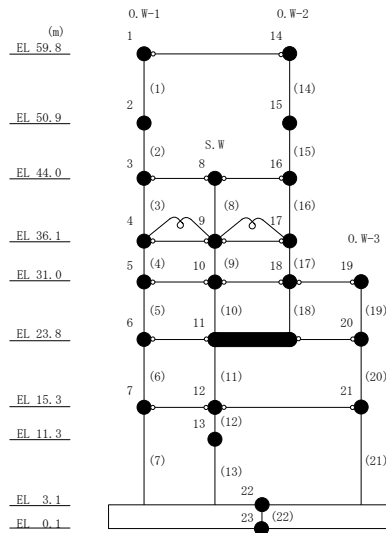


図 2-26 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-31 最大応答変位一覧（基準地震動 S s-D, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8	1	52.04	52.49	58.11
	50.9	2	33.72	31.64	34.20
	44.0	3	21.25	19.49	22.03
	36.1	4	16.11	14.72	16.96
	31.0	5	12.71	11.56	13.63
	23.8	6	7.94	7.15	8.90
	15.3	7	3.66	3.34	4.19
S.W	44.0	8	21.25	19.49	22.03
	36.1	9	16.11	14.72	16.96
	31.0	10	12.71	11.56	13.63
	23.8	11	7.94	7.15	8.90
	15.3	12	3.66	3.34	4.19
	11.3	13	2.11	1.88	2.44
O.W-2	59.8	14	52.04	52.49	58.11
	50.9	15	33.63	32.12	34.08
	44.0	16	21.25	19.49	22.03
	36.1	17	16.11	14.72	16.96
	31.0	18	12.71	11.56	13.63
O.W-3	31.0	19	12.71	11.56	13.63
	23.8	20	7.94	7.15	8.90
	15.3	21	3.66	3.34	4.19
	3.1	22	0.77	0.63	0.96



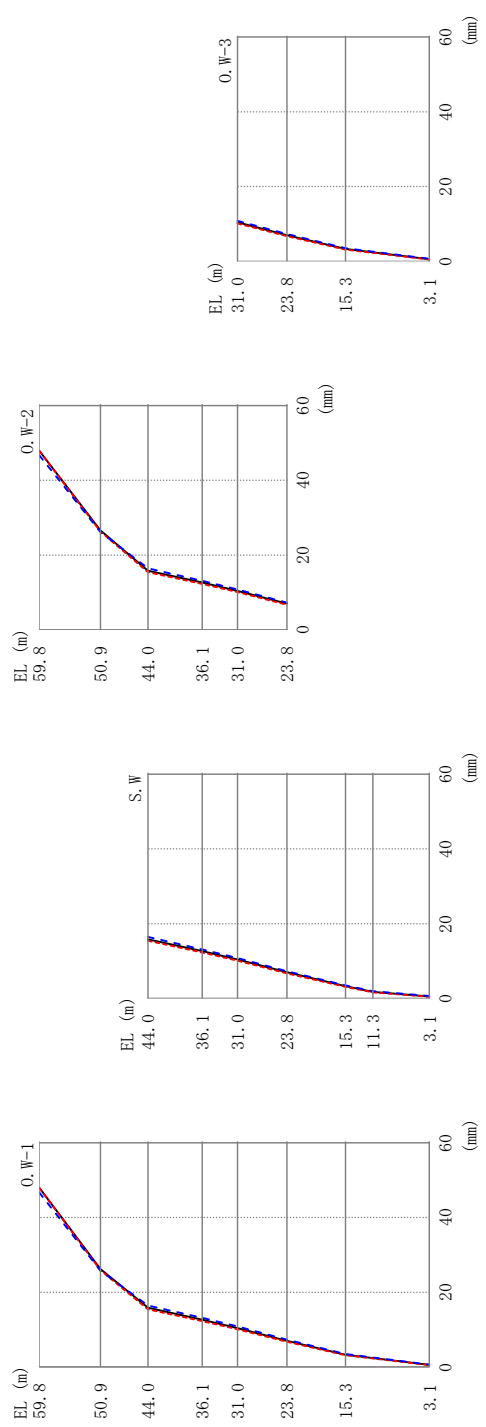
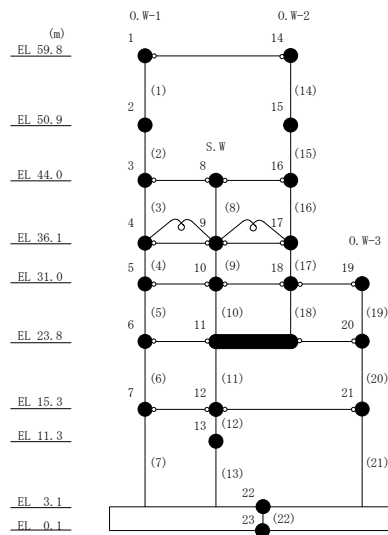


図2-27 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

表 2-32 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	47.95	47.89	46.72
	50.9	2	26.19	25.87	25.76
	44.0	3	15.84	15.41	16.44
	36.1	4	12.67	12.29	13.14
	31.0	5	10.43	10.10	10.84
	23.8	6	7.00	6.73	7.31
	15.3	7	3.30	3.12	3.49
S. W	44.0	8	15.84	15.41	16.44
	36.1	9	12.67	12.29	13.14
	31.0	10	10.43	10.10	10.84
	23.8	11	7.00	6.73	7.31
	15.3	12	3.30	3.12	3.49
	11.3	13	1.79	1.65	1.95
O. W-2	59.8	14	47.95	47.89	46.72
	50.9	15	26.61	26.27	26.17
	44.0	16	15.84	15.41	16.44
	36.1	17	12.67	12.29	13.14
	31.0	18	10.43	10.10	10.84
O. W-3	31.0	19	10.43	10.10	10.84
	23.8	20	7.00	6.73	7.31
	15.3	21	3.30	3.12	3.49
	3.1	22	0.57	0.50	0.67



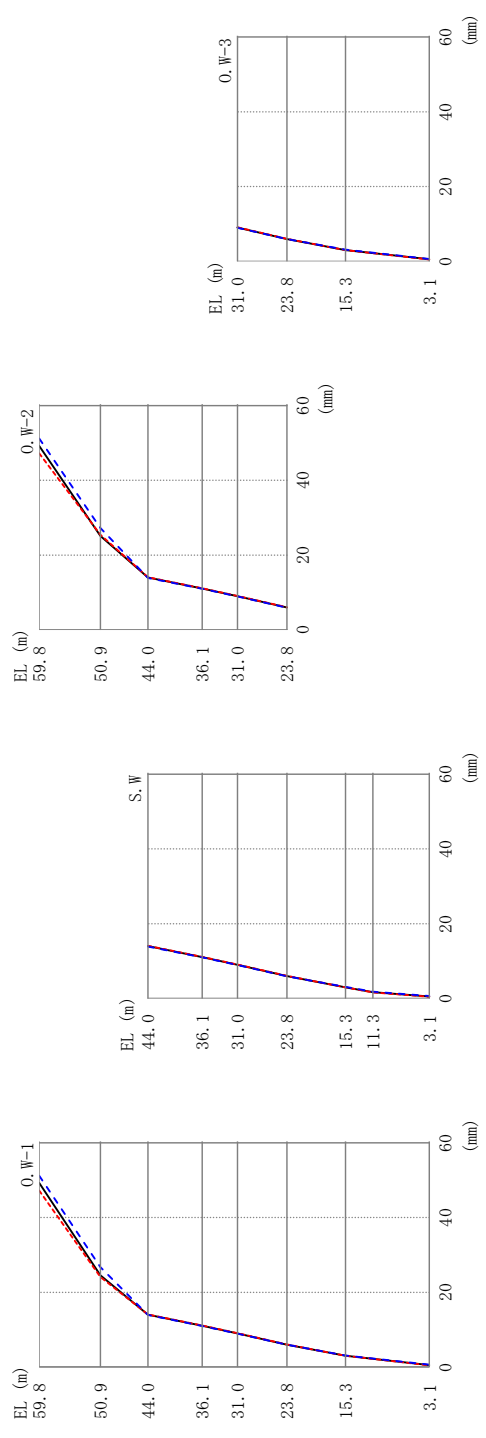
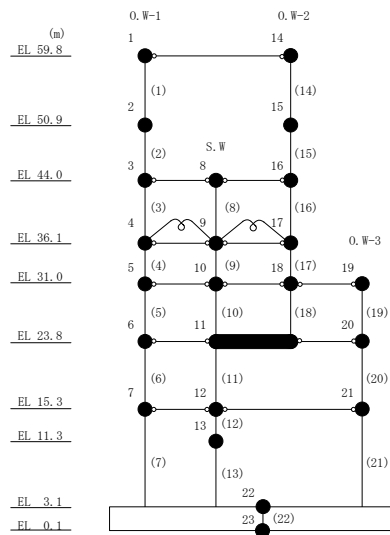


図 2-28 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

表 2-33 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	49.23	47.23	51.19
	50.9	2	24.53	24.12	26.71
	44.0	3	13.99	14.06	13.92
	36.1	4	11.07	11.14	11.00
	31.0	5	9.00	9.07	8.94
	23.8	6	5.97	6.03	5.95
	15.3	7	3.00	3.00	3.10
S. W	44.0	8	13.99	14.06	13.92
	36.1	9	11.07	11.14	11.00
	31.0	10	9.00	9.07	8.94
	23.8	11	5.97	6.03	5.95
	15.3	12	3.00	3.00	3.10
	11.3	13	1.68	1.65	1.80
O. W-2	59.8	14	49.23	47.23	51.19
	50.9	15	25.14	25.45	27.24
	44.0	16	13.99	14.06	13.92
	36.1	17	11.07	11.14	11.00
	31.0	18	9.00	9.07	8.94
O. W-3	31.0	19	9.00	9.07	8.94
	23.8	20	5.97	6.03	5.95
	15.3	21	3.00	3.00	3.10
	3.1	22	0.53	0.47	0.64



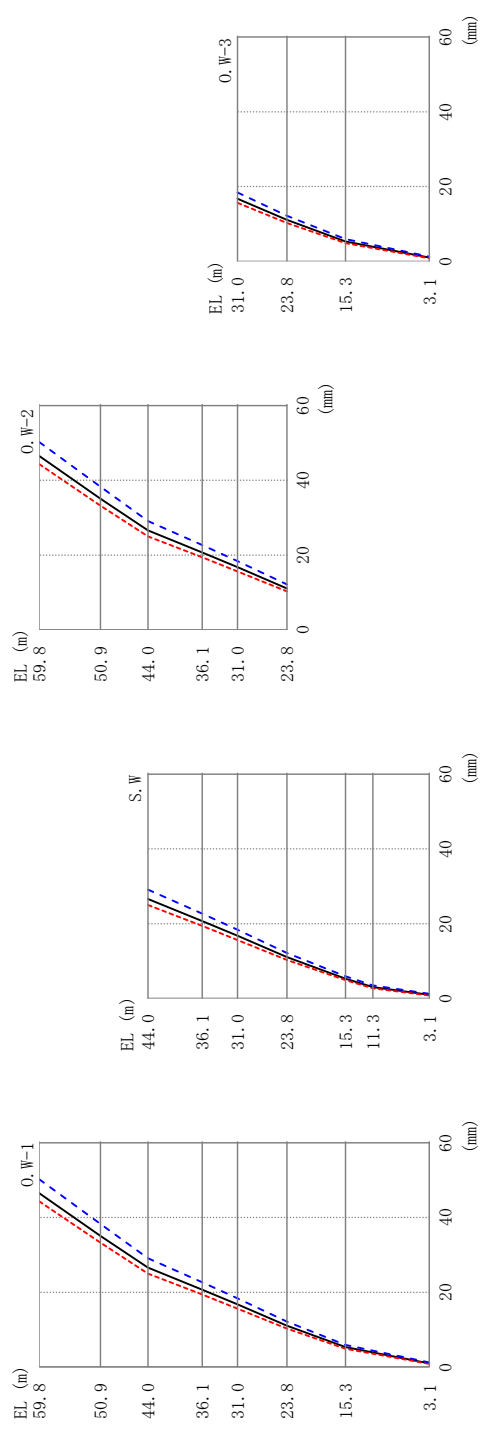
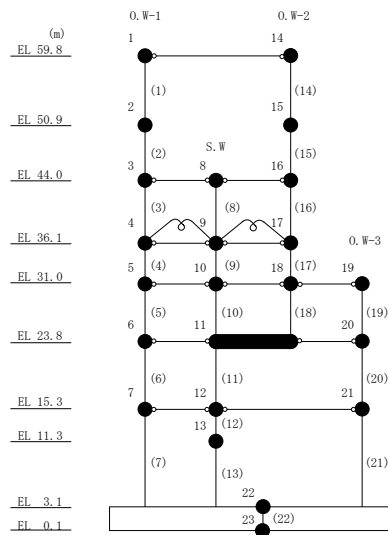


図2-29 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 1, E W方向)

表 2-34 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8	1	46.52	44.32	50.23
	50.9	2	35.09	33.25	38.27
	44.0	3	26.62	25.01	29.09
	36.1	4	20.71	19.39	22.68
	31.0	5	16.75	15.63	18.39
	23.8	6	11.06	10.27	12.17
	15.3	7	5.31	4.88	5.92
S. W	44.0	8	26.62	25.01	29.09
	36.1	9	20.71	19.39	22.68
	31.0	10	16.75	15.63	18.39
	23.8	11	11.06	10.27	12.17
	15.3	12	5.31	4.88	5.92
	11.3	13	3.05	2.75	3.49
O. W-2	59.8	14	46.52	44.32	50.23
	50.9	15	35.09	33.25	38.27
	44.0	16	26.62	25.01	29.09
	36.1	17	20.71	19.39	22.68
	31.0	18	16.75	15.63	18.39
O. W-3	31.0	19	16.75	15.63	18.39
	23.8	20	11.06	10.27	12.17
	15.3	21	5.31	4.88	5.92
	3.1	22	0.98	0.82	1.23



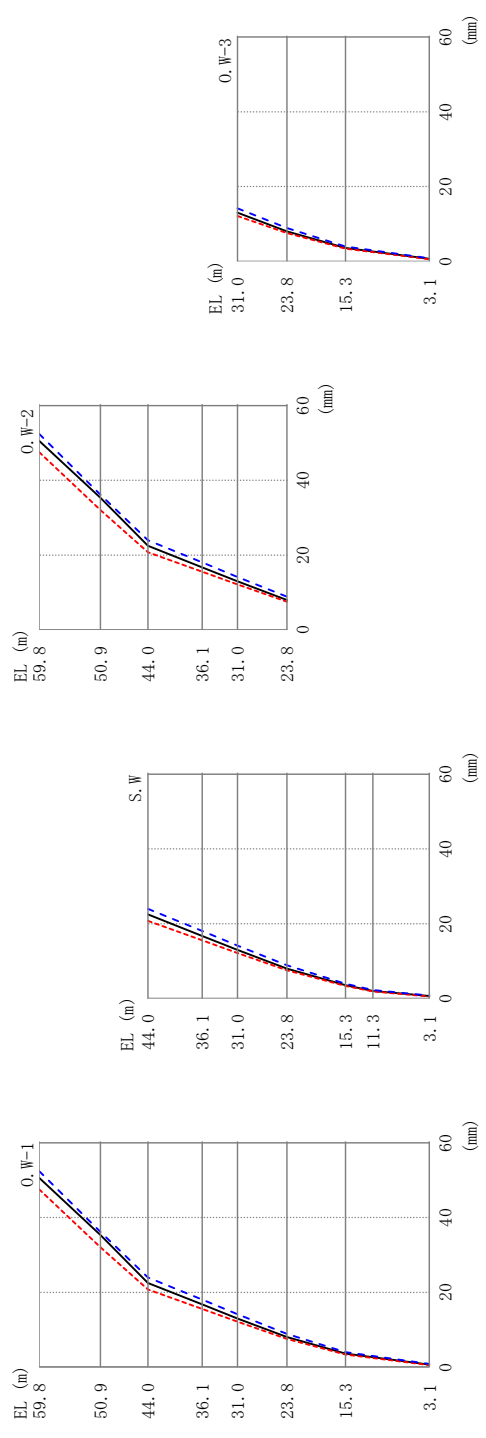
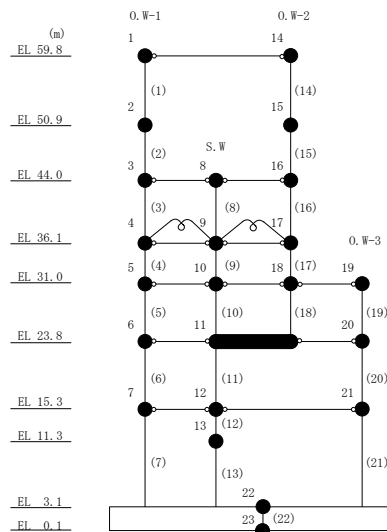


図 2-30 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-35 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8	1	50.58	47.52	52.40
	50.9	2	35.34	32.07	36.15
	44.0	3	22.48	20.78	23.96
	36.1	4	16.75	15.56	18.05
	31.0	5	12.99	12.13	14.15
	23.8	6	8.01	7.53	8.90
	15.3	7	3.58	3.38	3.97
S. W	44.0	8	22.48	20.78	23.96
	36.1	9	16.75	15.56	18.05
	31.0	10	12.99	12.13	14.15
	23.8	11	8.01	7.53	8.90
	15.3	12	3.58	3.38	3.97
	11.3	13	2.03	1.87	2.24
0. W-2	59.8	14	50.58	47.52	52.40
	50.9	15	35.34	32.07	36.15
	44.0	16	22.48	20.78	23.96
	36.1	17	16.75	15.56	18.05
	31.0	18	12.99	12.13	14.15
0. W-3	31.0	19	12.99	12.13	14.15
	23.8	20	8.01	7.53	8.90
	15.3	21	3.58	3.38	3.97
	3.1	22	0.67	0.55	0.81



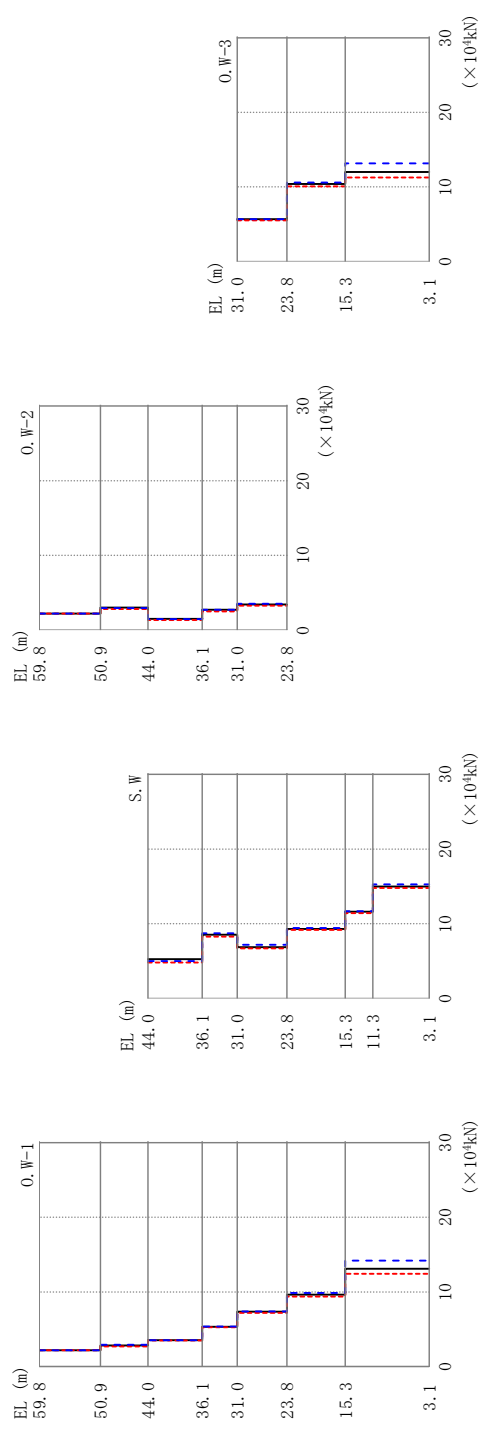
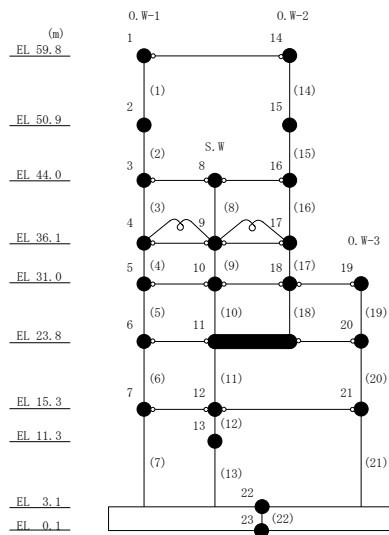


図 2-31 最大応答せん断力 (基準地震動 S s-D, EW 方向)

表 2-36 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.82	2.70	2.93
	44.0~36.1	3	3.53	3.50	3.54
	36.1~31.0	4	5.35	5.29	5.37
	31.0~23.8	5	7.37	7.20	7.39
	23.8~15.3	6	9.64	9.40	9.86
	15.3~3.1	7	13.1	12.4	14.2
S. W	44.0~36.1	8	5.26	4.79	5.00
	36.1~31.0	9	8.53	8.27	8.73
	31.0~23.8	10	6.85	6.69	7.18
	23.8~15.3	11	9.30	9.17	9.43
	15.3~11.3	12	11.6	11.4	11.7
	11.3~3.1	13	15.0	14.8	15.3
0. W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.99	2.83	2.93
	44.0~36.1	16	1.49	1.34	1.46
	36.1~31.0	17	2.72	2.50	2.73
	31.0~23.8	18	3.43	3.25	3.51
0. W-3	31.0~23.8	19	5.69	5.52	5.69
	23.8~15.3	20	10.4	10.1	10.6
	15.3~3.1	21	12.0	11.3	13.1



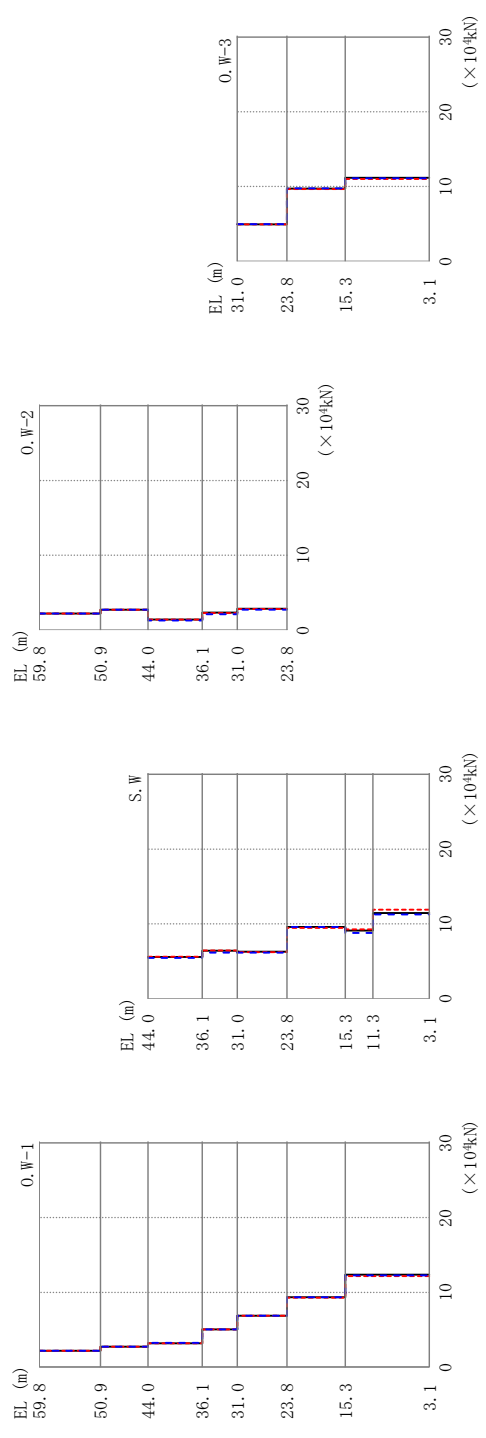
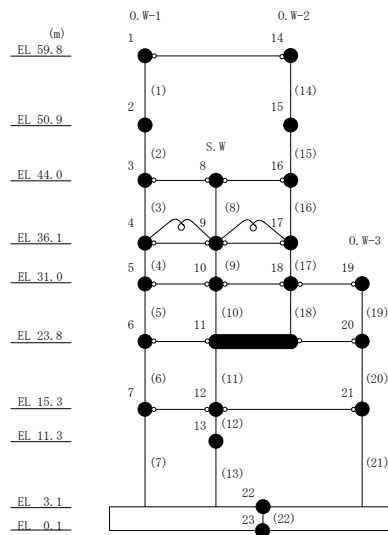


図 2-32 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

表 2-37 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.73	2.74	2.73
	44.0~36.1	3	3.20	3.20	3.25
	36.1~31.0	4	5.06	5.05	5.06
	31.0~23.8	5	6.90	6.87	6.90
	23.8~15.3	6	9.34	9.30	9.36
	15.3~3.1	7	12.4	12.2	12.3
S. W	44.0~36.1	8	5.57	5.60	5.44
	36.1~31.0	9	6.42	6.43	6.16
	31.0~23.8	10	6.29	6.20	6.15
	23.8~15.3	11	9.59	9.47	9.57
	15.3~11.3	12	9.10	9.28	8.80
	11.3~3.1	13	11.4	11.9	11.2
0. W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.72	2.72	2.72
	44.0~36.1	16	1.40	1.39	1.28
	36.1~31.0	17	2.33	2.28	2.10
	31.0~23.8	18	2.84	2.83	2.71
0. W-3	31.0~23.8	19	4.95	4.93	4.97
	23.8~15.3	20	9.71	9.67	9.75
	15.3~3.1	21	11.2	11.0	11.1



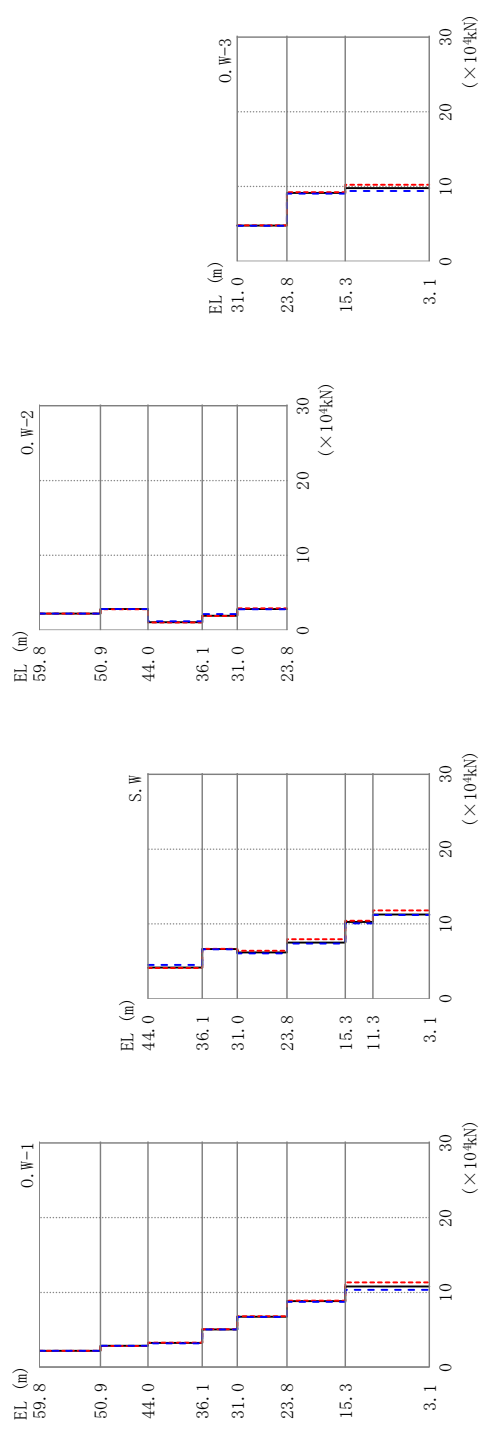
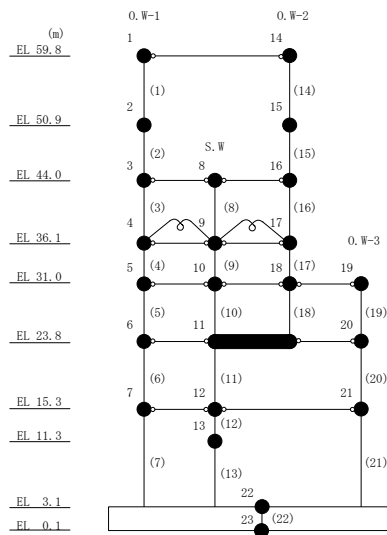


図 2-33 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-38 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.87	2.85	2.88
	44.0~36.1	3	3.25	3.28	3.20
	36.1~31.0	4	5.06	5.08	5.04
	31.0~23.8	5	6.76	6.82	6.72
	23.8~15.3	6	8.84	8.92	8.75
	15.3~3.1	7	10.8	11.3	10.4
S. W	44.0~36.1	8	4.17	4.10	4.50
	36.1~31.0	9	6.65	6.67	6.61
	31.0~23.8	10	6.19	6.42	6.07
	23.8~15.3	11	7.50	7.94	7.37
	15.3~11.3	12	10.2	10.4	10.1
	11.3~3.1	13	11.3	11.8	11.2
O. W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.82	2.79	2.82
	44.0~36.1	16	1.06	1.02	1.18
	36.1~31.0	17	1.92	1.89	2.14
	31.0~23.8	18	2.81	2.91	2.77
O. W-3	31.0~23.8	19	4.78	4.82	4.74
	23.8~15.3	20	9.16	9.24	9.06
	15.3~3.1	21	9.78	10.2	9.41



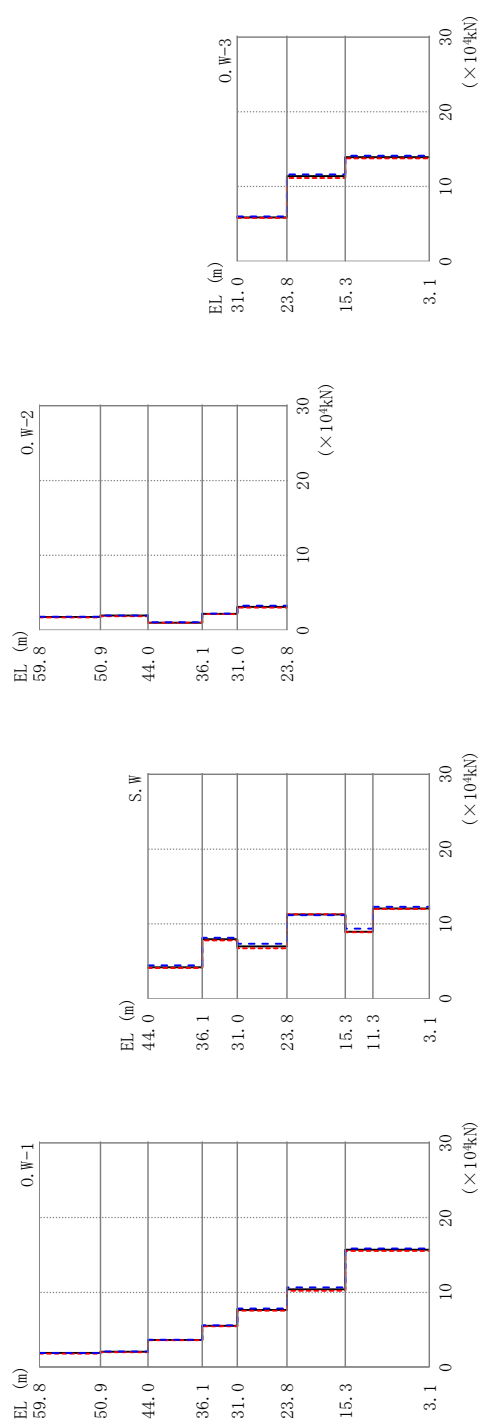
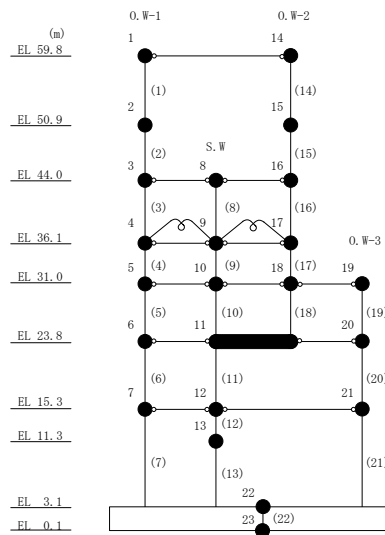


図 2-34 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

表 2-39 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1.90	1.82	1.91
	50.9~44.0	2	2.08	2.00	2.10
	44.0~36.1	3	3.64	3.61	3.67
	36.1~31.0	4	5.52	5.47	5.59
	31.0~23.8	5	7.65	7.54	7.85
	23.8~15.3	6	10.4	10.2	10.7
	15.3~3.1	7	15.7	15.6	15.9
S. W	44.0~36.1	8	4.20	4.09	4.46
	36.1~31.0	9	7.96	7.80	8.16
	31.0~23.8	10	6.99	6.74	7.35
	23.8~15.3	11	11.3	11.3	11.2
	15.3~11.3	12	8.96	8.89	9.36
	11.3~3.1	13	12.1	12.0	12.3
0. W-2	59.8~50.9	14	1.76	1.68	1.78
	50.9~44.0	15	1.94	1.86	1.96
	44.0~36.1	16	0.997	0.979	1.03
	36.1~31.0	17	2.17	2.14	2.20
	31.0~23.8	18	3.10	3.00	3.25
0. W-3	31.0~23.8	19	5.87	5.80	5.99
	23.8~15.3	20	11.4	11.1	11.6
	15.3~3.1	21	13.9	13.8	14.1



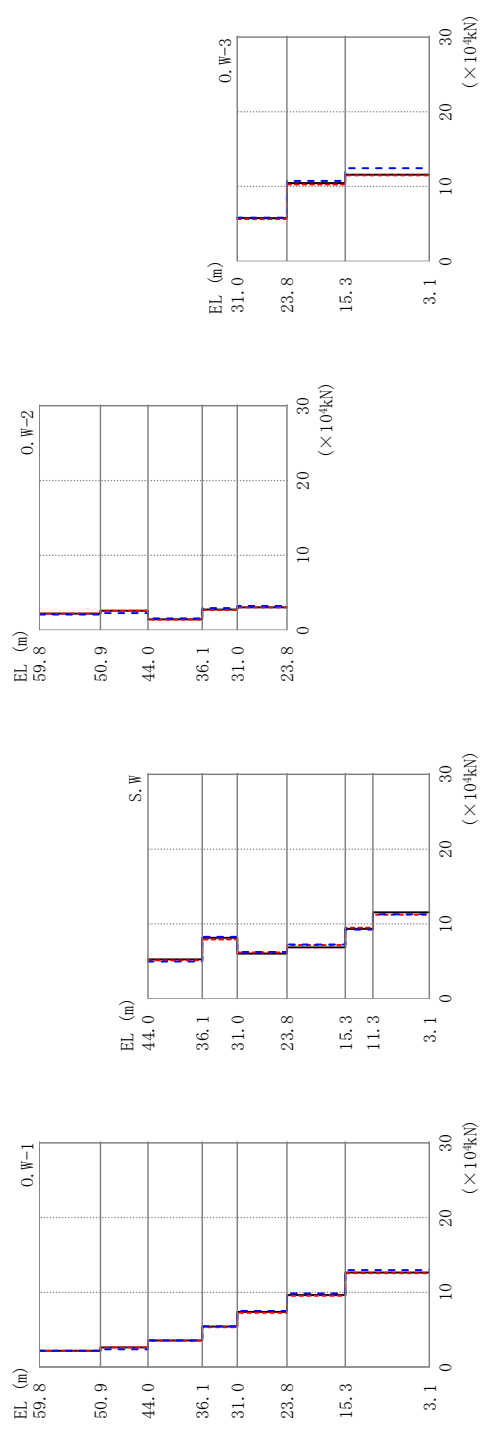
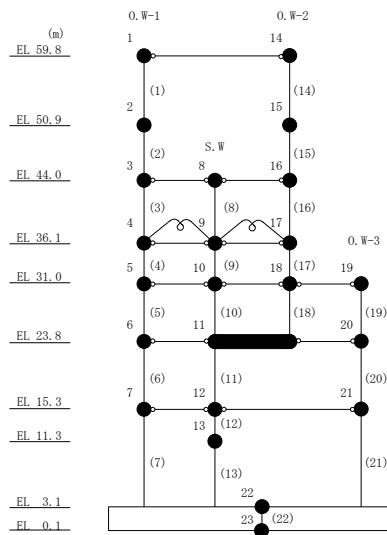


図 2-35 最大応答せん断力 (基準地震動 S - N 2 N S, E W 方向)

表 2-40 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21	2.19
	50.9~44.0	2	2.63	2.65	2.37
	44.0~36.1	3	3.58	3.54	3.59
	36.1~31.0	4	5.44	5.35	5.46
	31.0~23.8	5	7.39	7.25	7.53
	23.8~15.3	6	9.64	9.55	9.85
	15.3~3.1	7	12.7	12.6	13.0
S.W	44.0~36.1	8	5.26	5.13	4.97
	36.1~31.0	9	8.14	7.92	8.27
	31.0~23.8	10	6.02	6.18	6.24
	23.8~15.3	11	6.84	7.19	7.24
	15.3~11.3	12	9.33	9.48	9.23
	11.3~3.1	13	11.5	11.2	11.3
O.W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21	2.09
	50.9~44.0	15	2.59	2.60	2.27
	44.0~36.1	16	1.44	1.40	1.57
	36.1~31.0	17	2.76	2.68	2.93
	31.0~23.8	18	3.02	3.03	3.25
O.W-3	31.0~23.8	19	5.76	5.64	5.83
	23.8~15.3	20	10.5	10.3	10.8
	15.3~3.1	21	11.6	11.5	12.5



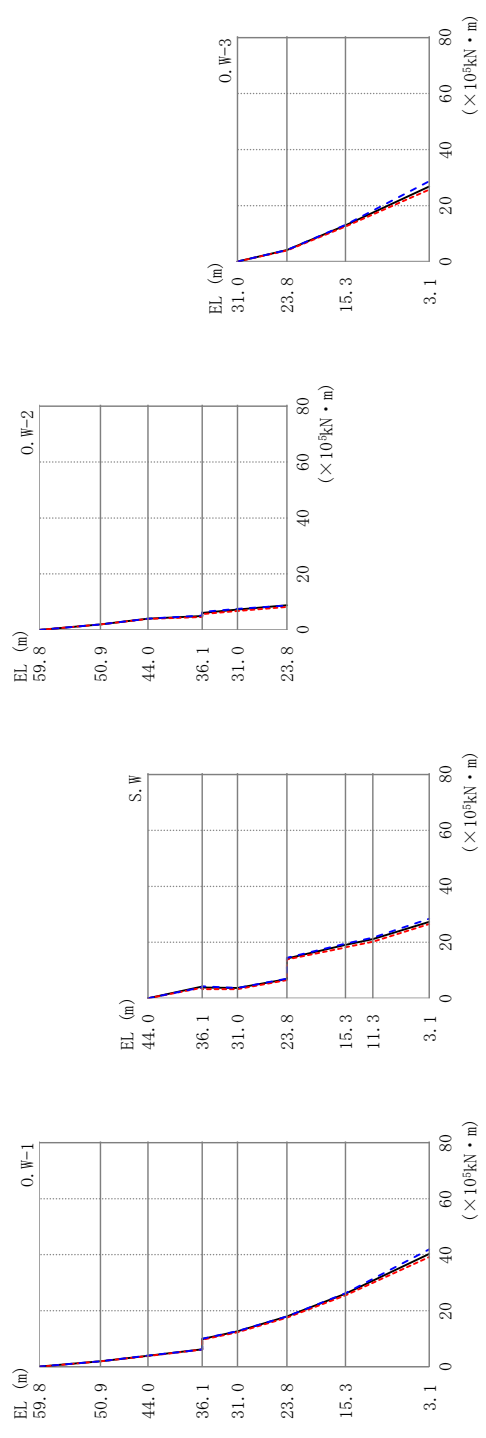


図 2-36 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-D, EW方向)

表 2-41(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8~50.9	1	0.0104 1.97	0.00814 1.97	0.0118 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.91	1.97 3.83	1.97 3.99
	44.0~36.1	3	3.91 6.21	3.83 6.17	3.99 6.13
	36.1~31.0	4	9.91 12.6	9.67 12.3	10.0 12.7
	31.0~23.8	5	12.6 17.9	12.3 17.5	12.7 18.0
	23.8~15.3	6	17.9 26.1	17.5 25.5	18.0 26.2
	15.3~3.1	7	26.1 40.3	25.5 39.2	26.2 41.9
S.W	44.0~36.1	8	0.0196 4.15	0.0159 3.79	0.0218 3.95
	36.1~31.0	9	3.85 3.66	3.25 3.22	4.28 3.64
	31.0~23.8	10	3.66 6.87	3.22 6.48	3.64 7.03
	23.8~15.3	11	14.2 19.1	13.8 18.2	14.5 19.5
	15.3~11.3	12	19.1 21.2	18.2 20.2	19.5 21.7
	11.3~3.1	13	21.2 27.3	20.2 26.6	21.7 28.4

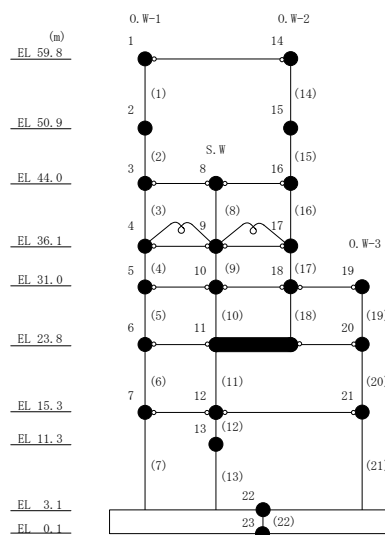
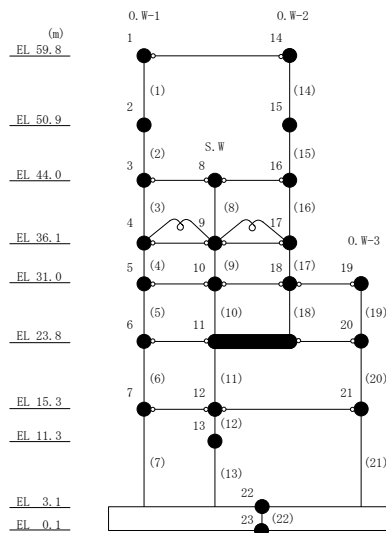


表 2-41(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0144 1.97	0.0240 1.97	0.0170 1.97
	50.9~44.0	15	1.97 4.03	1.97 3.92	1.97 3.99
	44.0~36.1	16	4.04 4.98	3.92 4.65	3.99 5.08
	36.1~31.0	17	6.07 7.25	5.66 6.78	6.37 7.52
	31.0~23.8	18	7.25 8.77	6.78 8.17	7.52 8.74
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00810 4.10	0.00587 3.97	0.00471 4.10
	23.8~15.3	20	4.10 12.9	3.97 12.5	4.10 13.1
	15.3~3.1	21	12.9 26.8	12.5 25.7	13.1 28.7



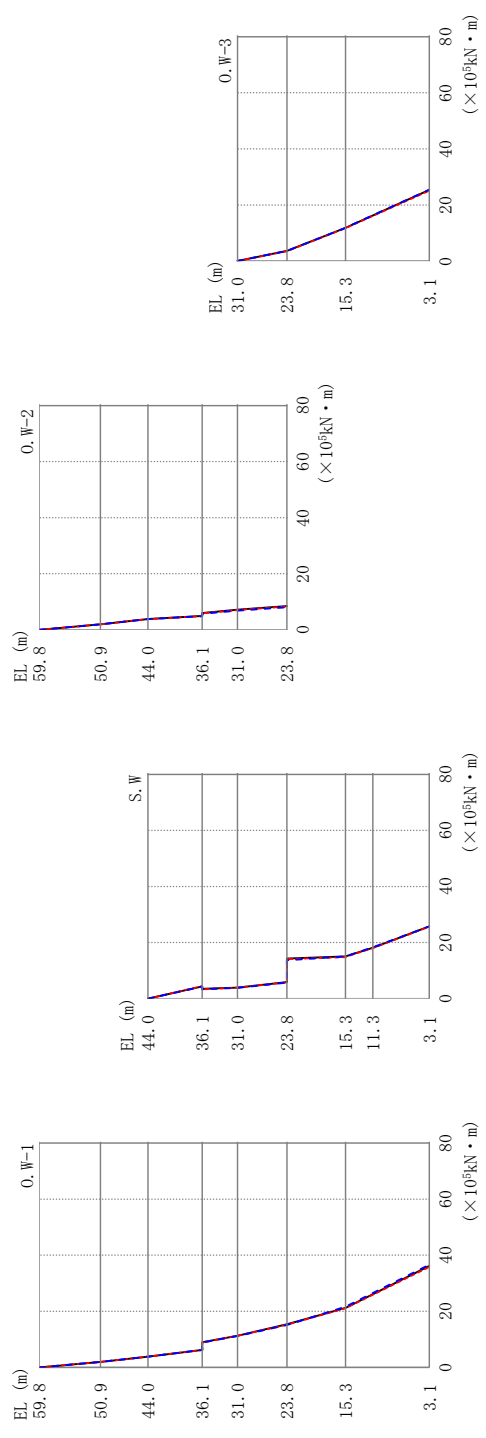


図 2-37 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

表 2-42(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8~50.9	1	0.00544 1.97	0.00713 1.97	0.00785 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.85	1.98 3.86	1.97 3.85
	44.0~36.1	3	3.85 6.23	3.86 6.21	3.85 6.20
	36.1~31.0	4	8.92 11.3	8.88 11.2	8.86 11.2
	31.0~23.8	5	11.3 15.4	11.2 15.2	11.2 15.1
	23.8~15.3	6	15.4 21.2	15.2 21.1	15.1 21.7
	15.3~3.1	7	21.2 36.2	21.1 35.9	21.7 36.6
S.W	44.0~36.1	8	0.00832 4.40	0.00822 4.43	0.00332 4.30
	36.1~31.0	9	3.49 3.90	3.37 3.96	3.30 3.84
	31.0~23.8	10	3.90 5.88	3.96 5.84	3.84 5.71
	23.8~15.3	11	14.3 15.1	14.1 14.8	13.7 15.0
	15.3~11.3	12	15.1 18.1	14.9 18.1	15.0 18.3
	11.3~3.1	13	18.1 25.8	18.1 25.7	18.3 25.7

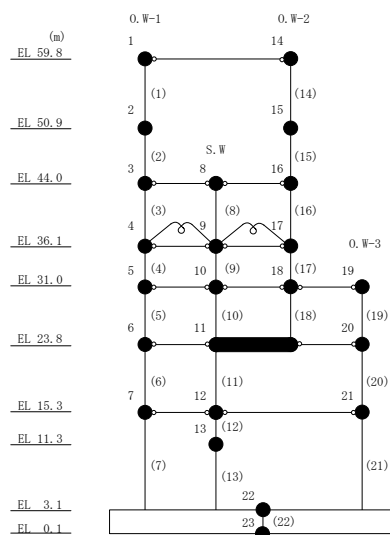
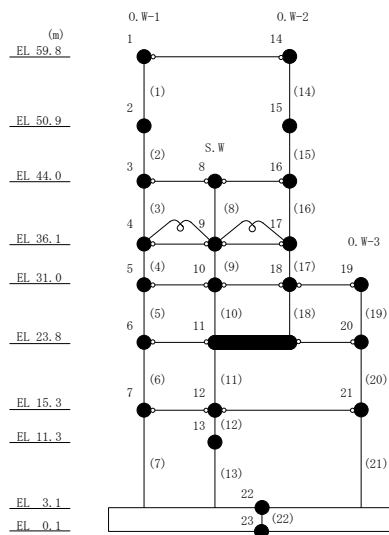


表 2-42(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-2	59.8~50.9	14	0.0120 1.97	0.00933 1.97	0.00366 1.96
	50.9~44.0	15	1.98 3.84	1.98 3.85	1.97 3.84
	44.0~36.1	16	3.85 4.93	3.85 4.90	3.84 4.84
	36.1~31.0	17	5.97 7.15	5.90 7.05	5.74 6.81
	31.0~23.8	18	7.15 8.46	7.07 8.31	6.81 8.01
0. W-3	31.0~23.8	19	0.00759 3.57	0.0133 3.55	0.00304 3.58
	23.8~15.3	20	3.57 11.8	3.56 11.8	3.58 11.9
	15.3~3.1	21	11.8 25.3	11.8 25.1	11.9 25.4



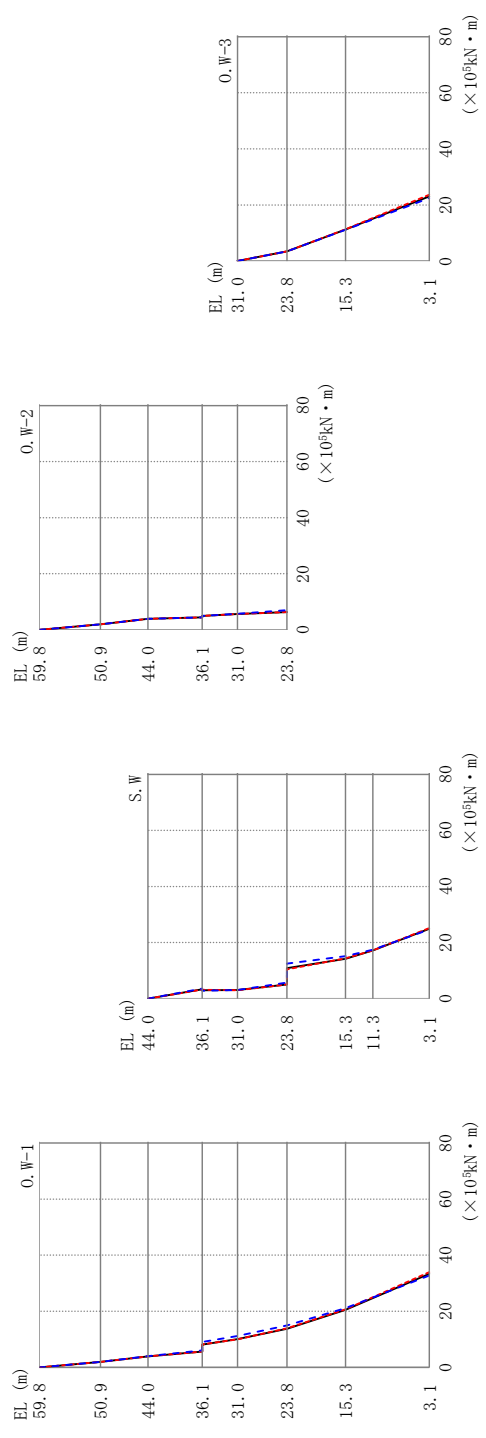


図 2-38 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-F 2, E W 方向)

表 2-43(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8~50.9	1	0.00509 1.97	0.00718 1.97	0.00506 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.94	1.97 3.93	1.97 3.95
	44.0~36.1	3	3.94 5.64	3.93 5.66	3.95 6.08
	36.1~31.0	4	8.14 10.0	8.20 9.96	9.00 11.2
	31.0~23.8	5	10.0 13.8	9.96 13.9	11.2 14.9
	23.8~15.3	6	13.8 20.6	13.9 20.7	14.9 21.1
	15.3~3.1	7	20.6 33.4	20.7 34.0	21.1 32.8
S.W	44.0~36.1	8	0.00616 3.29	0.00995 3.24	0.00691 3.55
	36.1~31.0	9	2.97 3.04	3.15 3.02	2.80 3.06
	31.0~23.8	10	3.04 5.07	3.02 5.07	3.06 5.73
	23.8~15.3	11	10.9 14.2	10.4 14.4	12.5 15.1
	15.3~11.3	12	14.2 17.2	14.4 17.2	15.1 17.5
	11.3~3.1	13	17.2 24.9	17.2 25.1	17.5 24.6

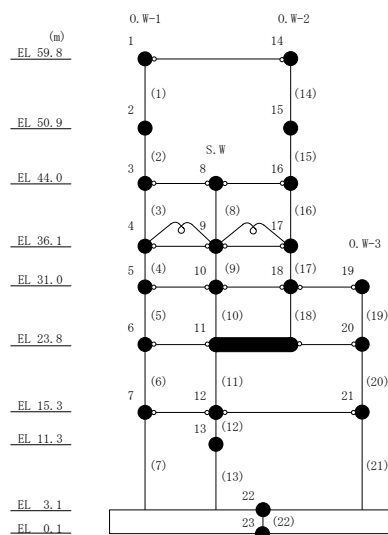
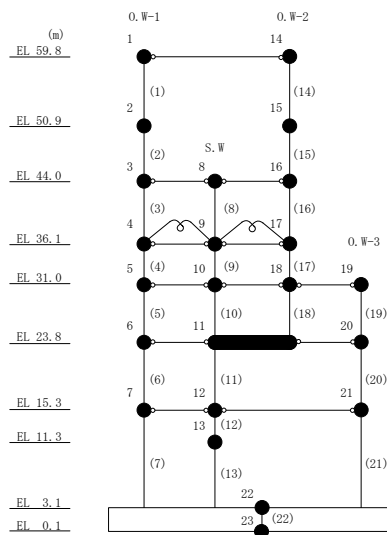


表 2-43(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-2	59.8~50.9	14	0.00624 1.97	0.00843 1.97	0.00556 1.97
	50.9~44.0	15	1.97 3.91	1.98 3.89	1.97 3.91
	44.0~36.1	16	3.91 4.41	3.89 4.44	3.91 4.40
	36.1~31.0	17	4.95 5.61	4.95 5.62	4.96 5.68
	31.0~23.8	18	5.61 6.36	5.62 6.31	5.68 6.98
0. W-3	31.0~23.8	19	0.0109 3.45	0.00591 3.48	0.00752 3.41
	23.8~15.3	20	3.45 11.2	3.48 11.3	3.42 11.1
	15.3~3.1	21	11.2 23.0	11.3 23.6	11.1 22.4



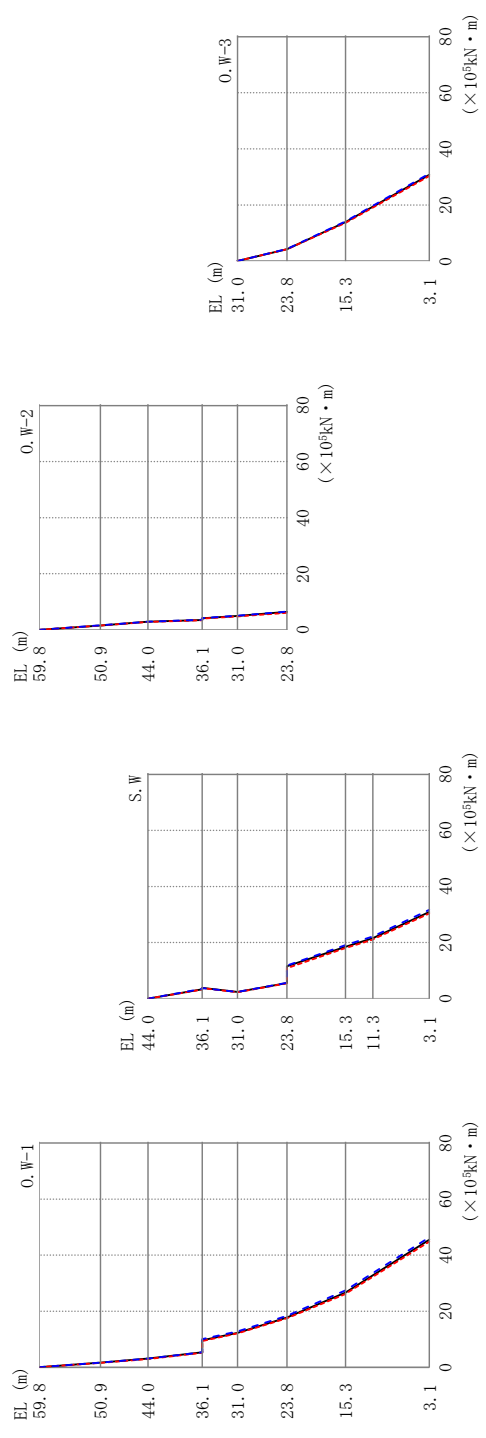


図 2-39 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

表 2-44(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	0.0179 1.69	0.0164 1.62	0.0142 1.71
	50.9~44.0	2	1.69 3.12	1.62 3.00	1.71 3.15
	44.0~36.1	3	3.12 5.33	3.00 5.21	3.16 5.38
	36.1~31.0	4	9.63 12.3	9.38 12.1	10.1 12.8
	31.0~23.8	5	12.3 17.8	12.1 17.5	12.8 18.4
	23.8~15.3	6	17.8 26.6	17.5 26.2	18.4 27.5
	15.3~3.1	7	26.6 45.5	26.2 44.8	27.5 46.4
S. W	44.0~36.1	8	0.0207 3.32	0.0183 3.23	0.0152 3.52
	36.1~31.0	9	3.83 2.36	3.77 2.32	3.77 2.38
	31.0~23.8	10	2.36 5.55	2.31 5.44	2.37 5.60
	23.8~15.3	11	11.5 18.5	10.9 18.1	11.8 19.1
	15.3~11.3	12	18.5 21.5	18.1 21.1	19.1 22.2
	11.3~3.1	13	21.6 30.9	21.1 30.4	22.2 31.6

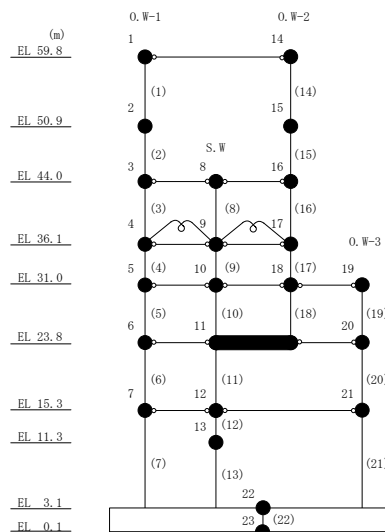
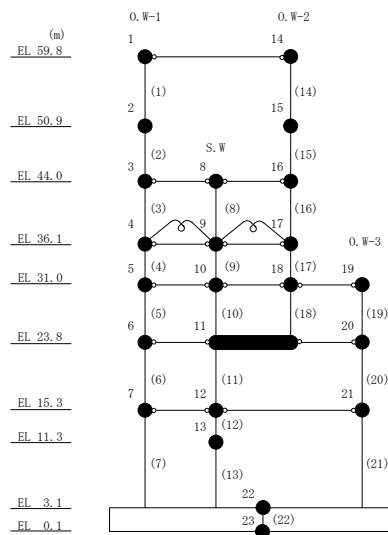


表 2-44(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0206 1.57	0.0189 1.50	0.0143 1.58
	50.9~44.0	15	1.57 2.91	1.50 2.78	1.58 2.93
	44.0~36.1	16	2.91 3.54	2.79 3.41	2.94 3.58
	36.1~31.0	17	4.10 4.94	3.97 4.78	4.16 5.02
	31.0~23.8	18	4.94 6.37	4.78 6.08	5.03 6.51
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00538 4.23	0.00760 4.18	0.00668 4.31
	23.8~15.3	20	4.23 13.9	4.18 13.6	4.31 14.2
	15.3~3.1	21	13.9 30.7	13.6 30.3	14.2 31.2



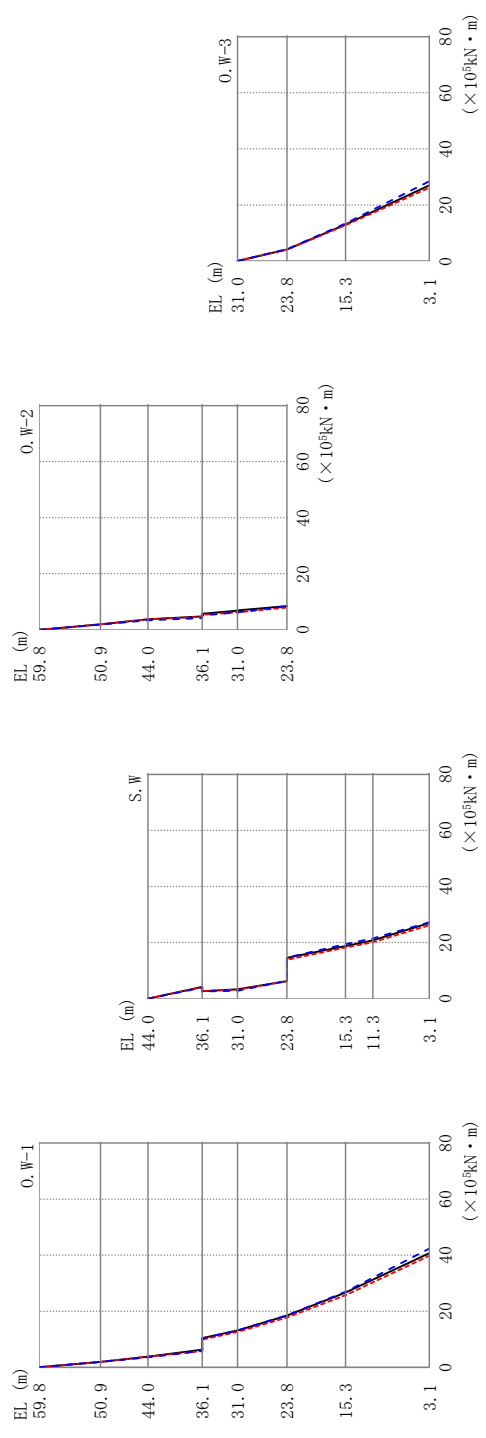


図 2-40 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 2 N S, EW 方向)

表 2-45(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
O.W-1	59.8~50.9	1	0.00972 1.97	0.00770 1.96	0.0118 1.95
	50.9~44.0	2	1.97 3.78	1.96 3.79	1.95 3.58
	44.0~36.1	3	3.78 6.28	3.79 5.78	3.58 5.84
	36.1~31.0	4	10.4 13.1	9.92 12.6	10.4 13.1
	31.0~23.8	5	13.1 18.5	12.6 17.8	13.1 18.6
	23.8~15.3	6	18.5 26.7	17.8 25.8	18.6 26.9
	15.3~3.1	7	26.7 40.7	25.8 39.8	26.9 42.3
S.W	44.0~36.1	8	0.0121 4.15	0.0178 4.06	0.0114 3.92
	36.1~31.0	9	2.66 3.36	2.73 3.20	2.53 2.81
	31.0~23.8	10	3.36 6.21	3.20 6.20	2.81 6.34
	23.8~15.3	11	14.5 18.8	13.9 18.2	14.6 19.5
	15.3~11.3	12	18.8 20.8	18.2 20.2	19.5 21.5
	11.3~3.1	13	20.8 27.0	20.2 26.2	21.5 27.2

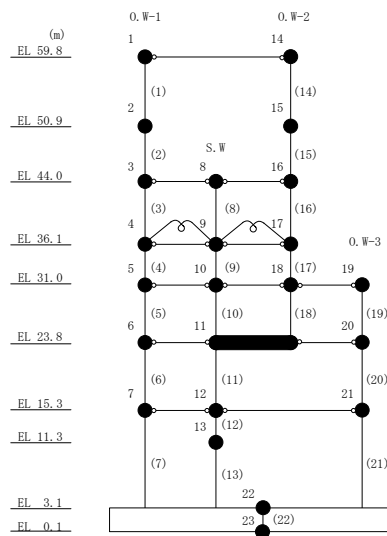


表 2-45(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-2	59.8~50.9	14	0.00742 1.97	0.0102 1.96	0.00911 1.86
	50.9~44.0	15	1.97 3.76	1.97 3.76	1.86 3.42
	44.0~36.1	16	3.76 4.76	3.76 4.60	3.42 4.23
	36.1~31.0	17	5.73 6.88	5.39 6.27	5.09 6.22
	31.0~23.8	18	6.88 8.48	6.27 7.94	6.22 8.43
0. W-3	31.0~23.8	19	0.00608 4.15	0.00546 4.06	0.00980 4.20
	23.8~15.3	20	4.15 13.0	4.06 12.8	4.20 13.3
	15.3~3.1	21	13.0 27.0	12.8 26.2	13.3 28.4

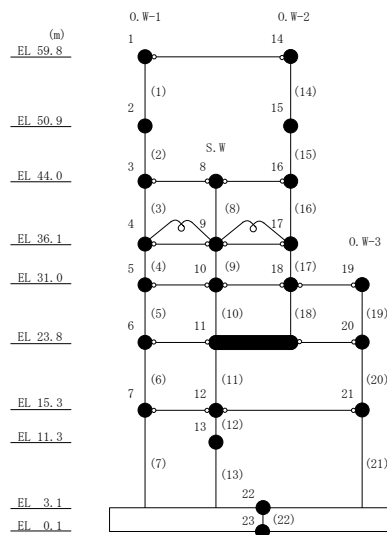


表 2-46 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1/238	1/254	1/221
	50.9~44.0	2	1/454	1/453	1/422
0. W-2	59.8~50.9	14	1/233	1/250	1/223
	50.9~44.0	15	1/422	1/434	1/410

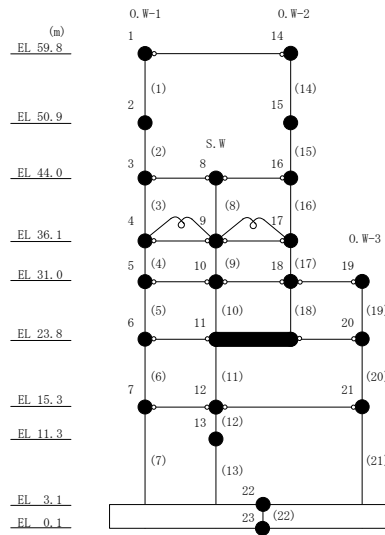


表 2-47 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s-F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1/336	1/329	1/352
	50.9~44.0	2	1/461	1/463	1/464
0. W-2	59.8~50.9	14	1/344	1/338	1/364
	50.9~44.0	15	1/447	1/448	1/450

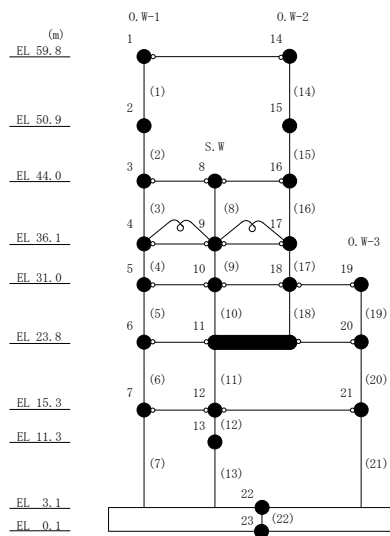


表 2-48 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1/319	1/346	1/306
	50.9~44.0	2	1/455	1/461	1/447
0. W-2	59.8~50.9	14	1/321	1/350	1/309
	50.9~44.0	15	1/444	1/450	1/435

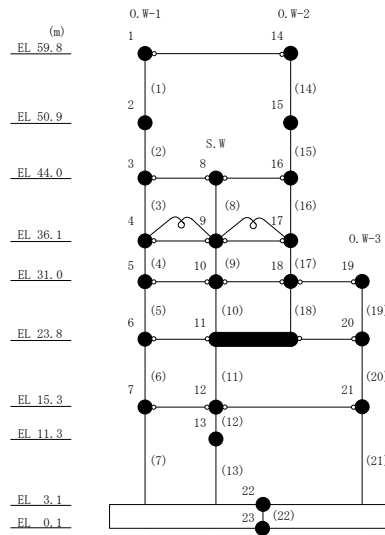


表 2-49 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1/632	1/660	1/620
	50.9~44.0	2	1/584	1/609	1/574
0. W-2	59.8~50.9	14	1/632	1/660	1/620
	50.9~44.0	15	1/584	1/609	1/574

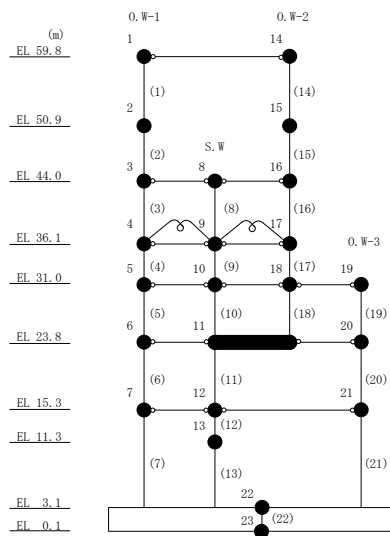
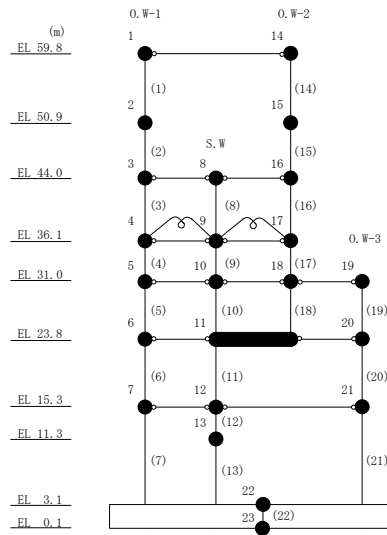
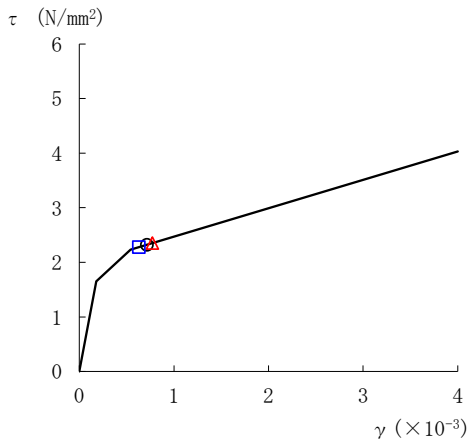


表 2-50 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

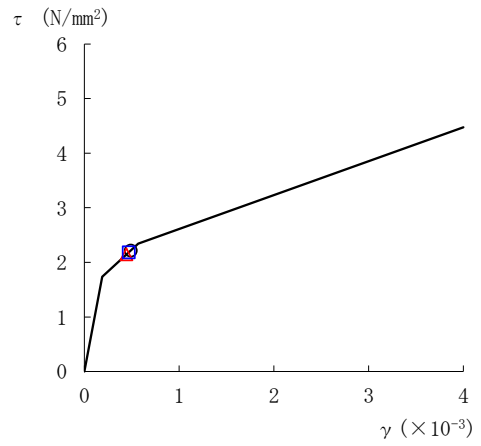
部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角		
			ケース1	ケース2	ケース3
0. W-1	59.8~50.9	1	1/451	1/428	1/533
	50.9~44.0	2	1/459	1/459	1/502
0. W-2	59.8~50.9	14	1/479	1/452	1/533
	50.9~44.0	15	1/449	1/449	1/502



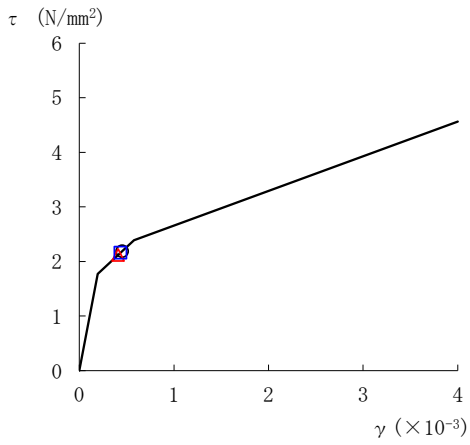
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

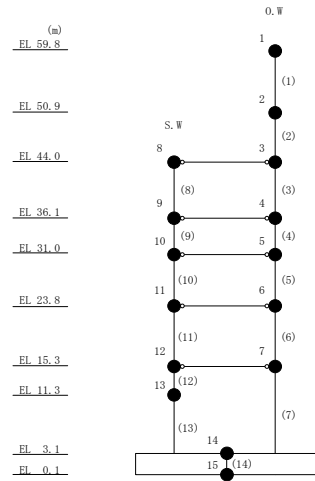
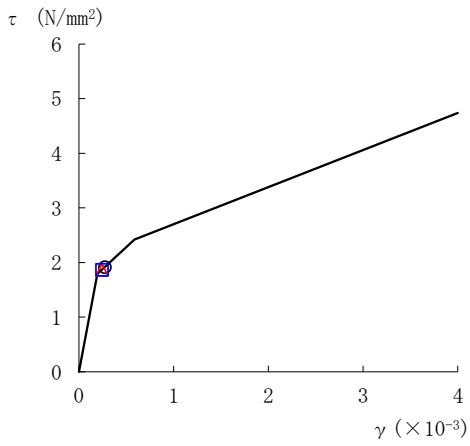
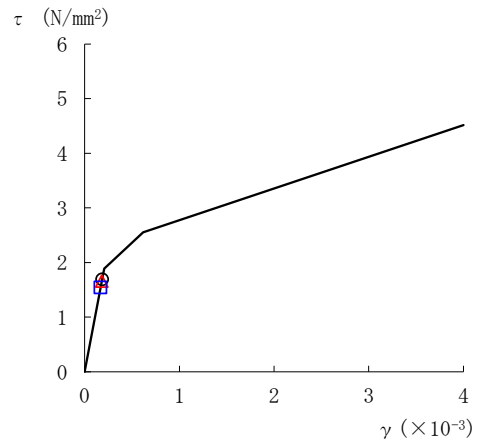


図 2-41(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, N S 方向)

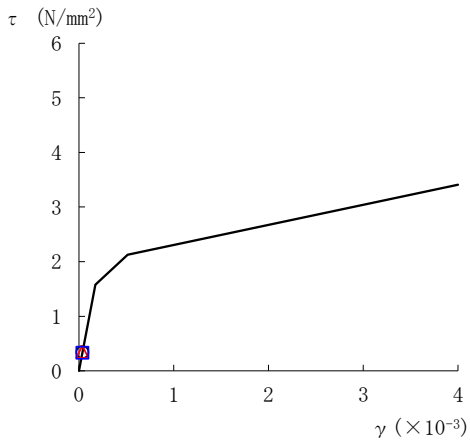
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



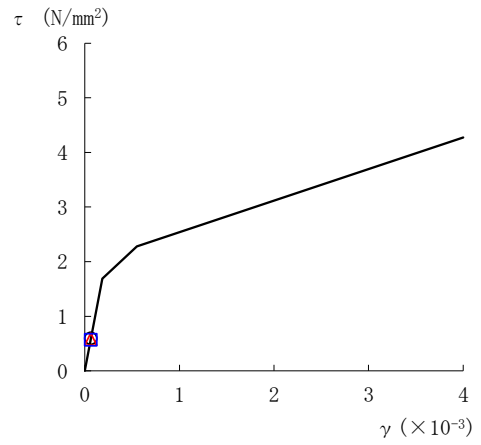
要素番号 (6)



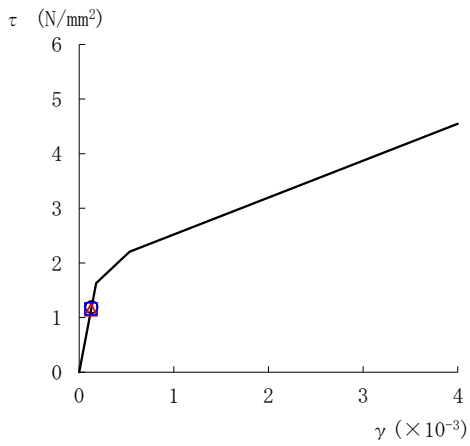
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

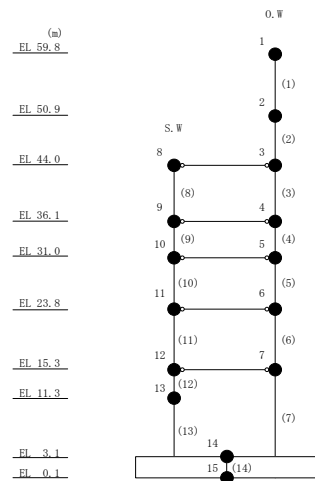
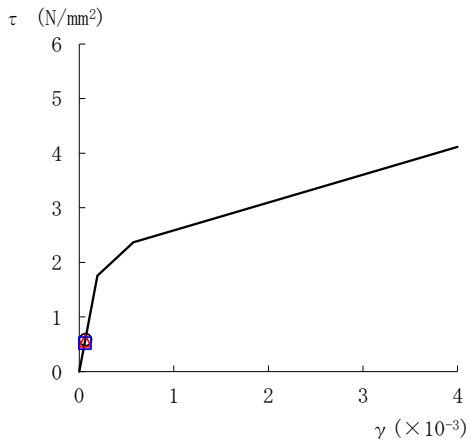
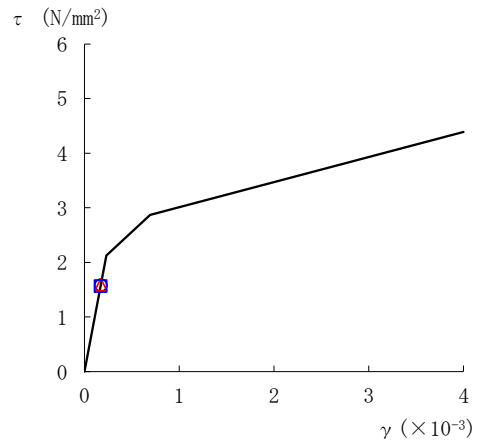


図 2-41(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

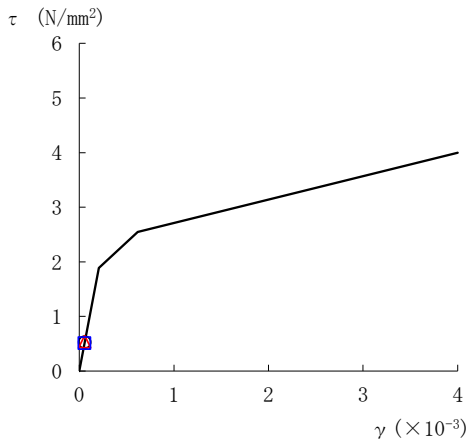
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

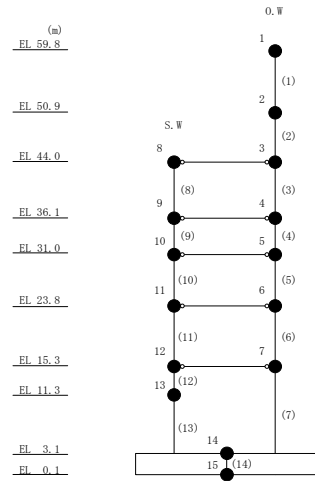
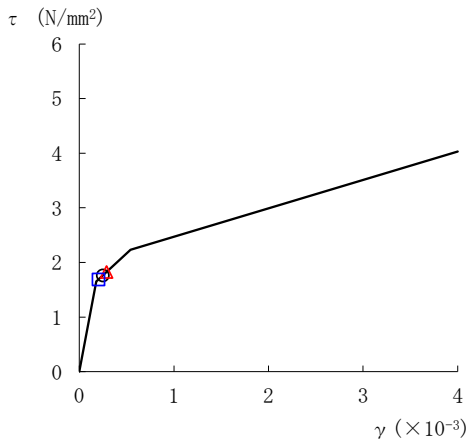
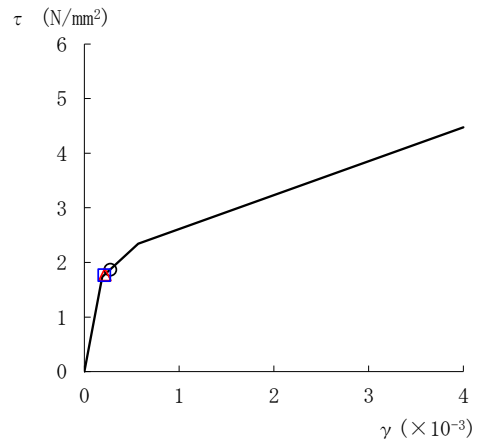


図 2-41 (3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, N S 方向)

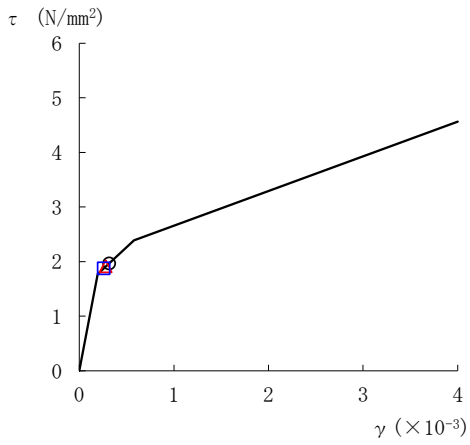
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

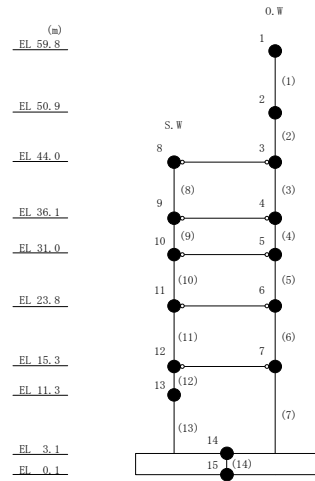
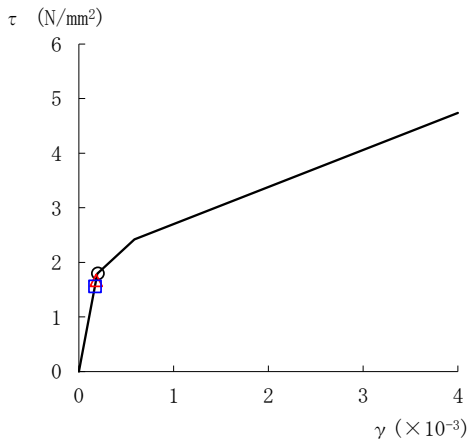
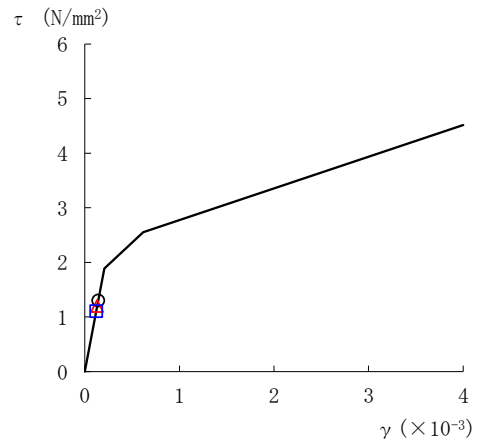


図 2-42(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

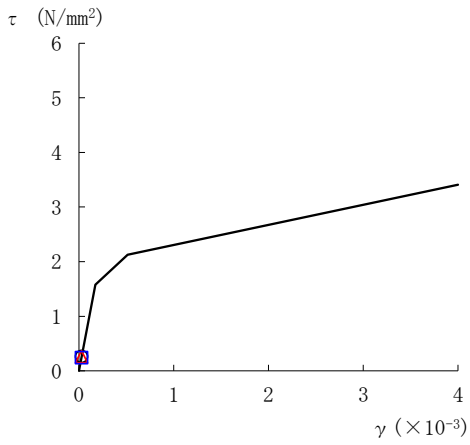
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



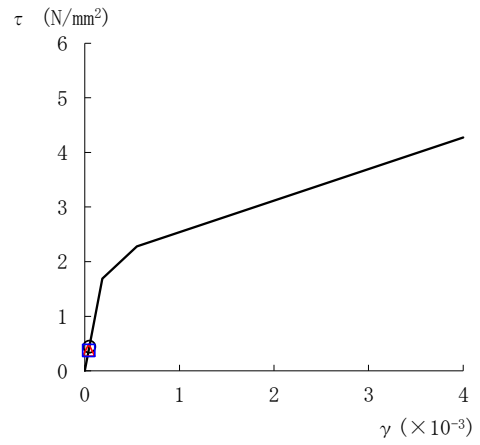
要素番号 (6)



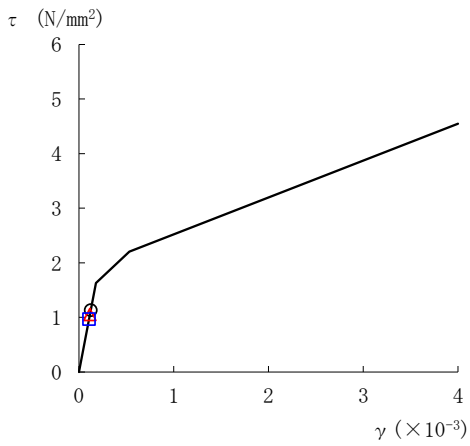
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

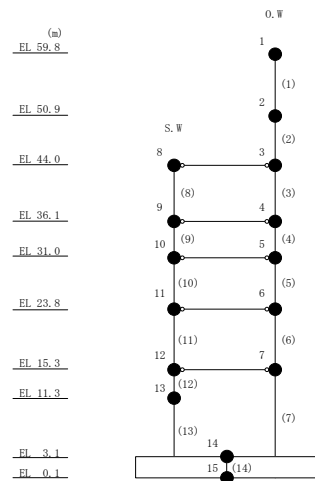
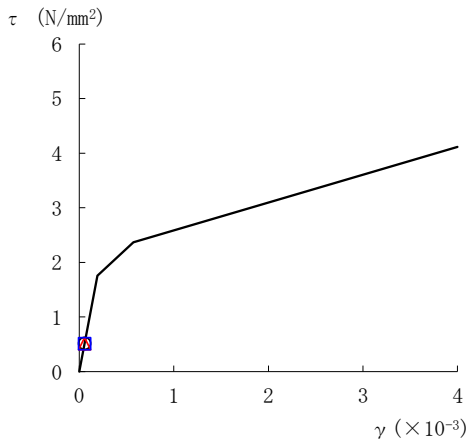
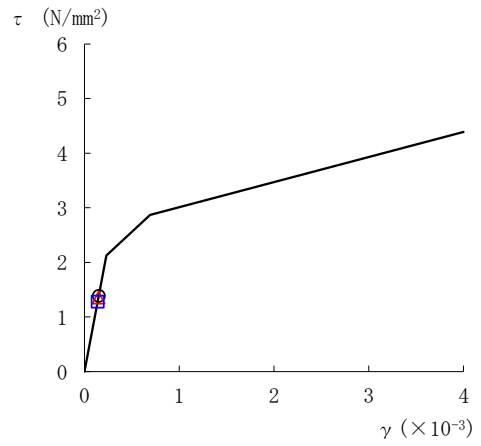


図 2-42(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

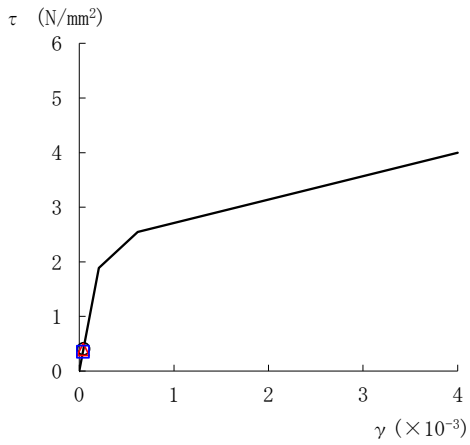
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

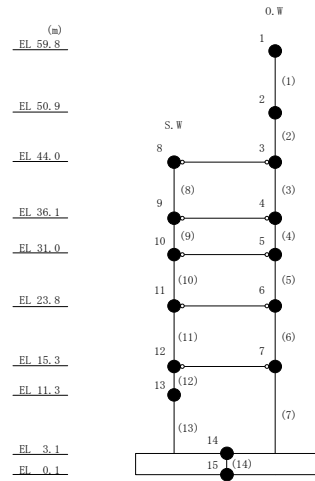
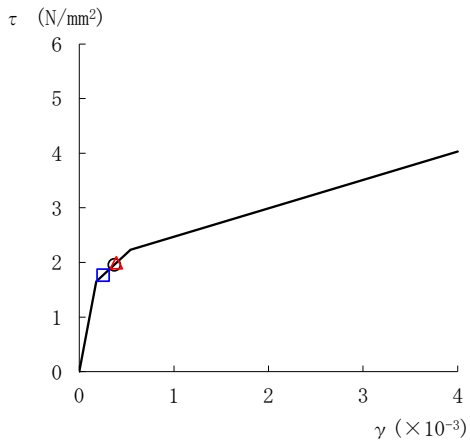
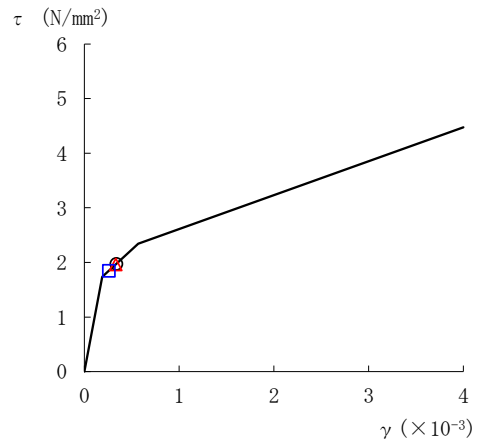


図 2-42(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

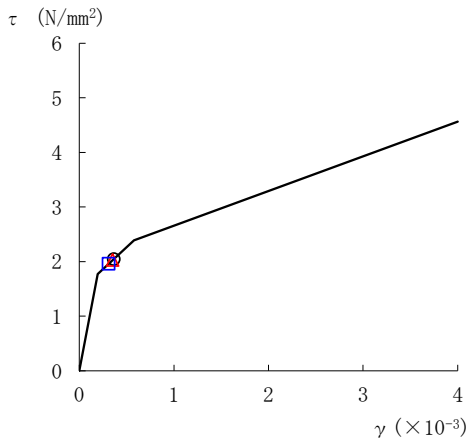
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

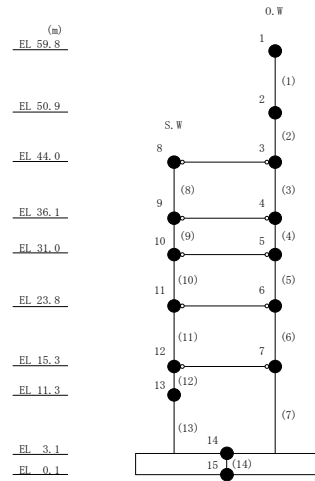
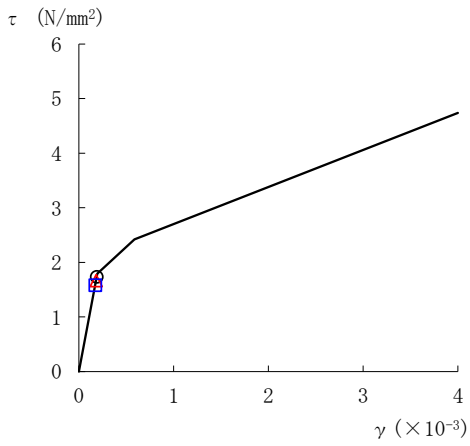
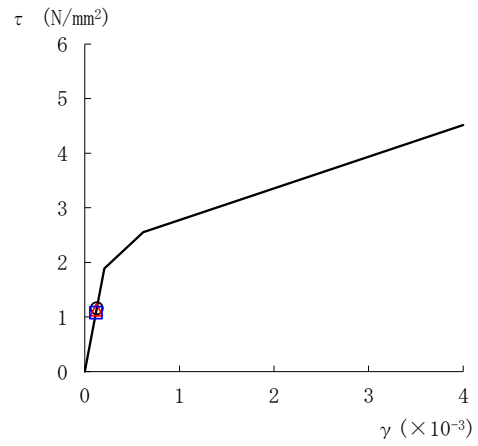


図 2-43(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

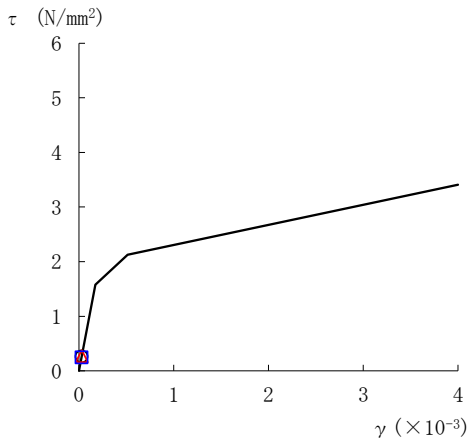
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



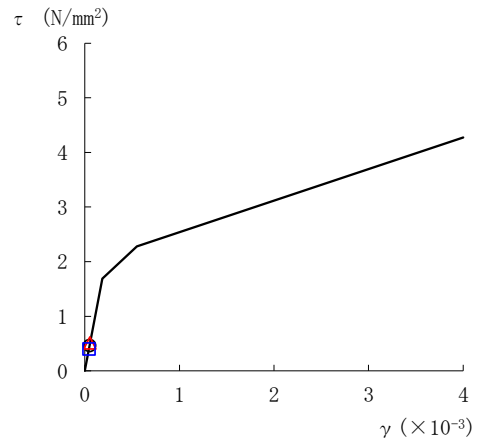
要素番号 (6)



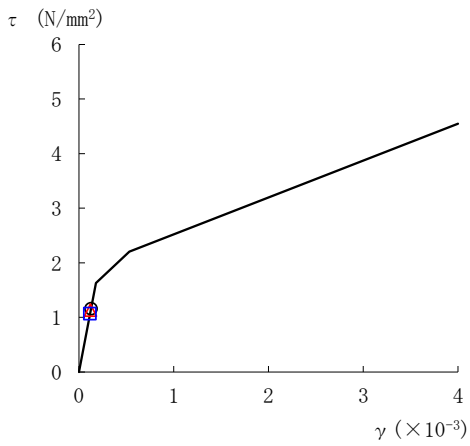
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

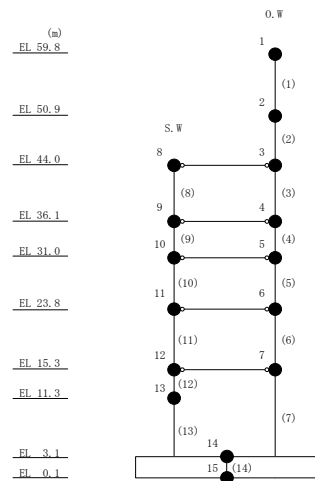
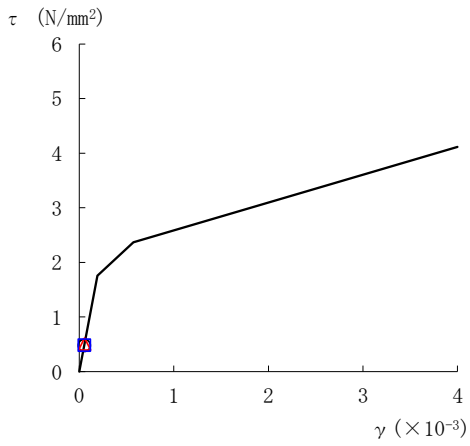
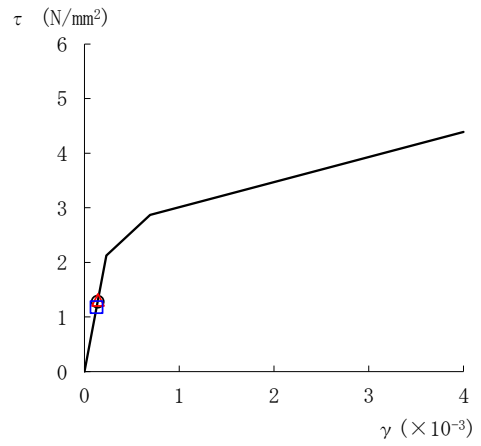


図 2-43(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

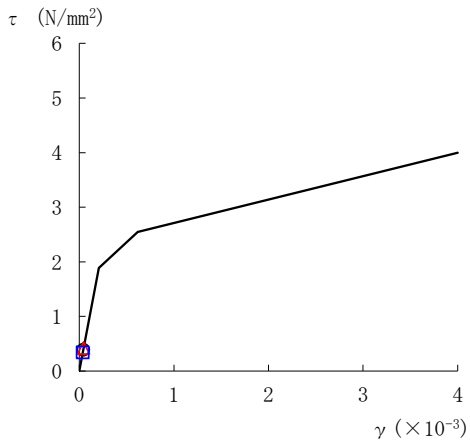
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

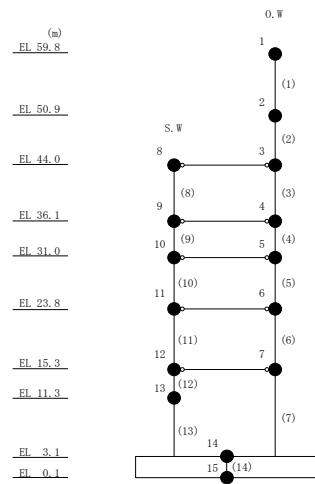
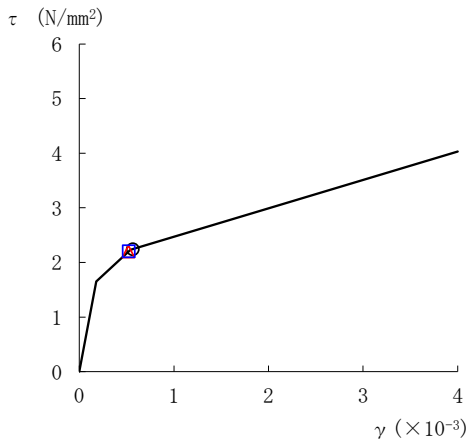
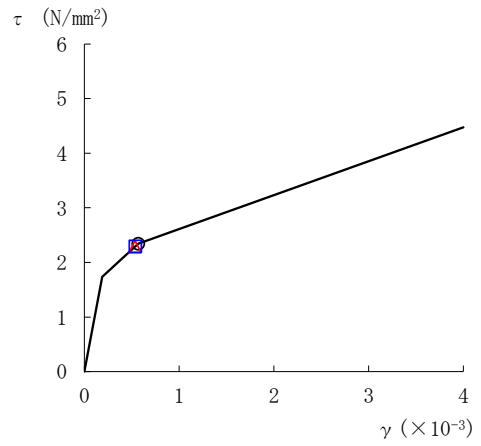


図 2-43(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

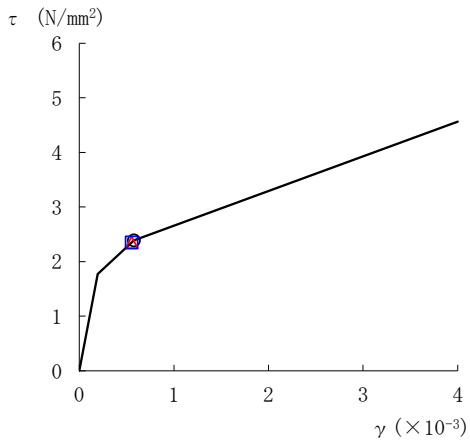
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

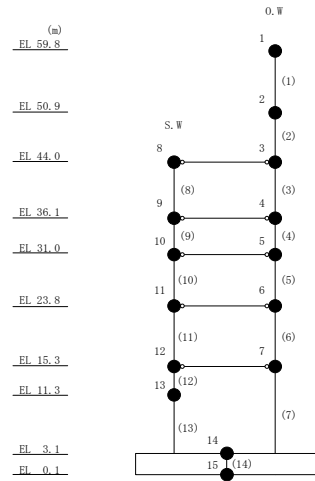
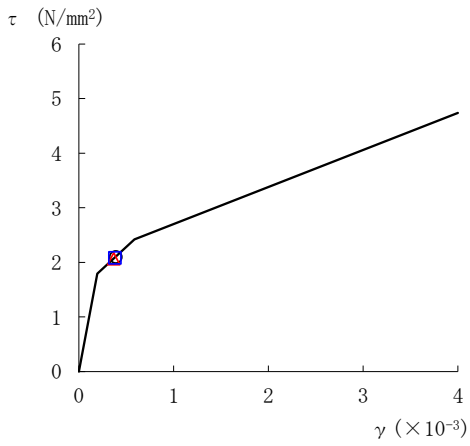
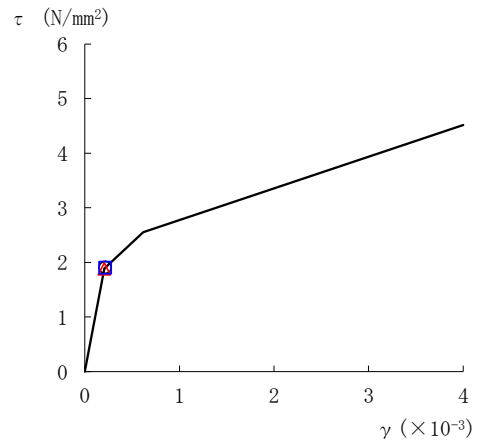


図 2-44(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

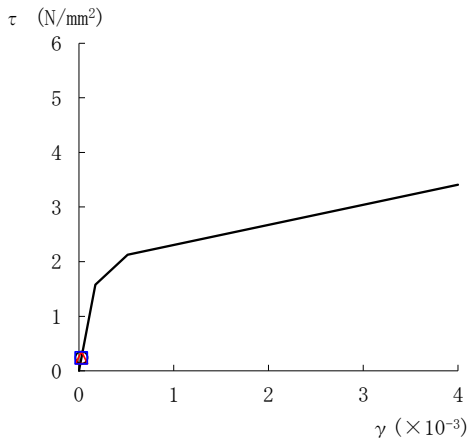
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



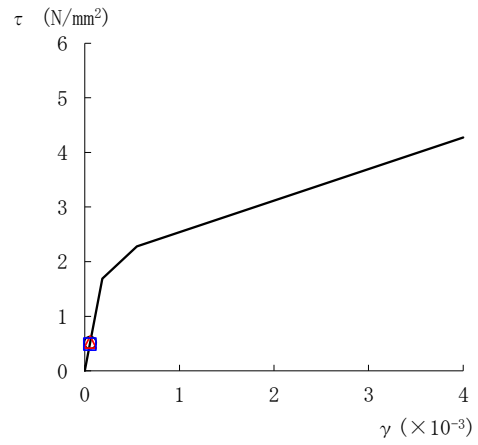
要素番号 (6)



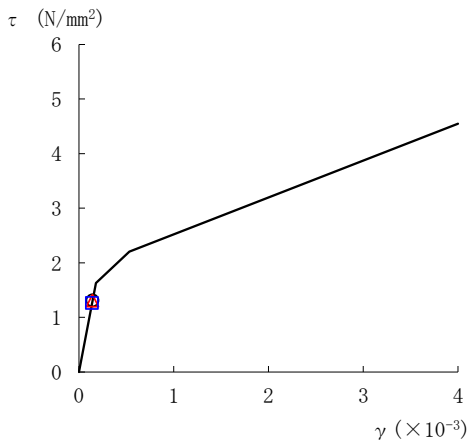
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

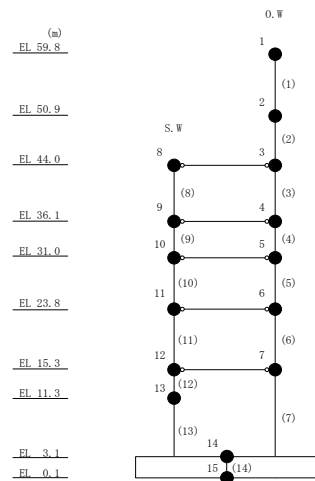
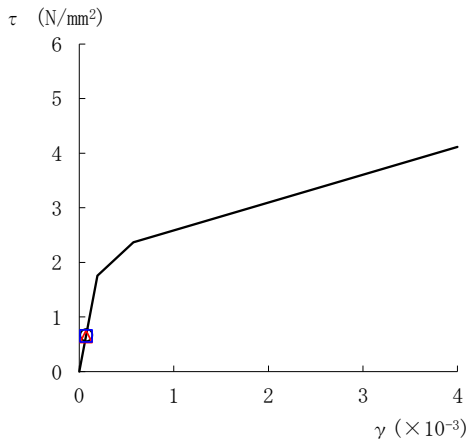
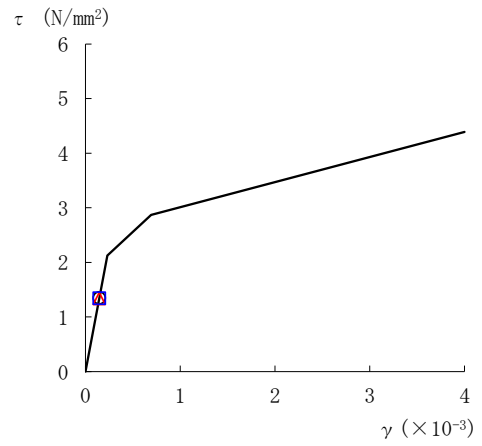


図 2-44(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

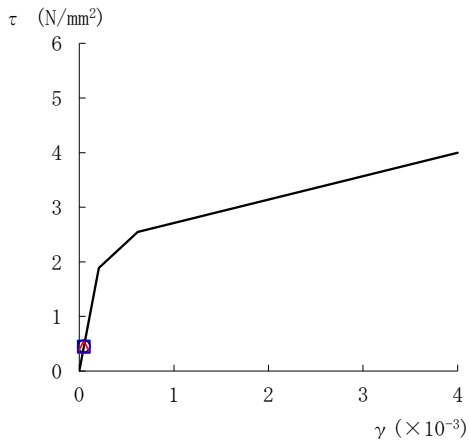
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

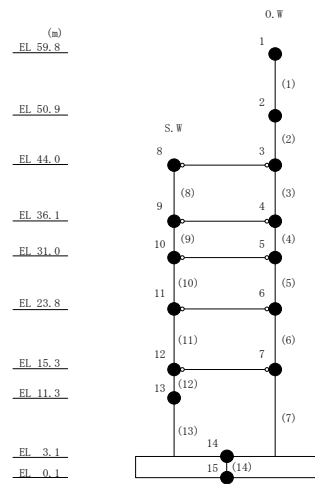
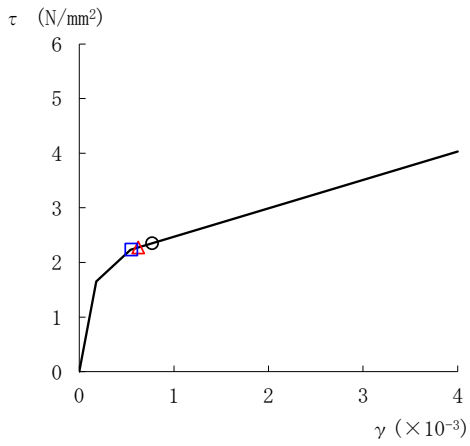
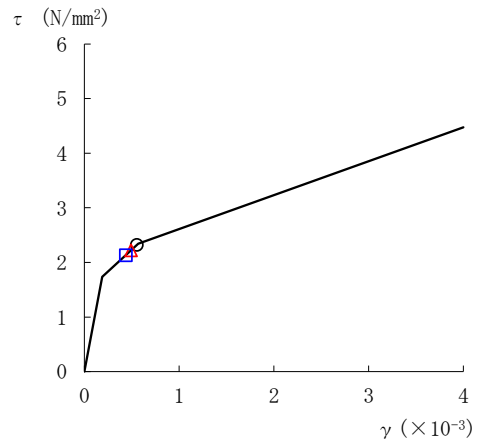


図 2-44(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

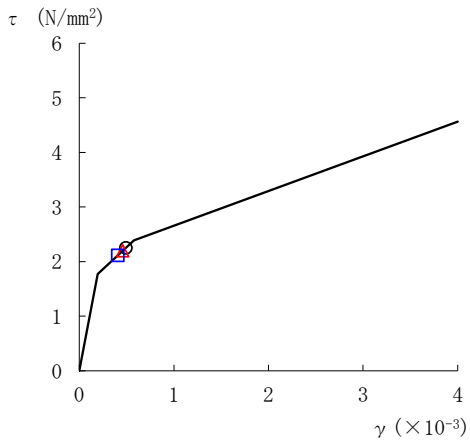
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

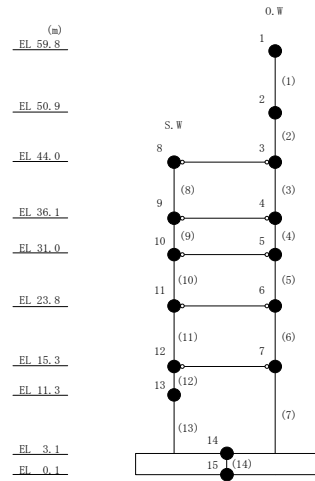
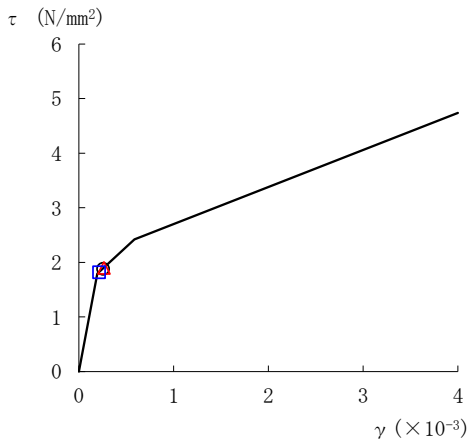
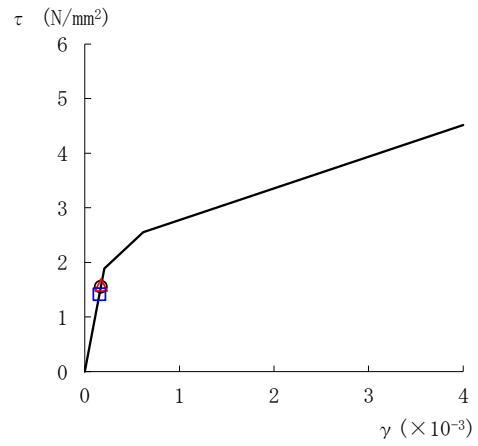


図 2-45(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

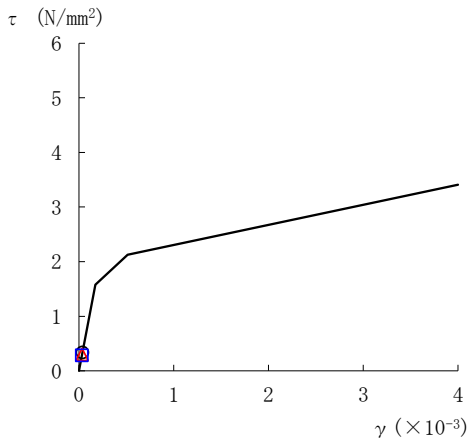
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



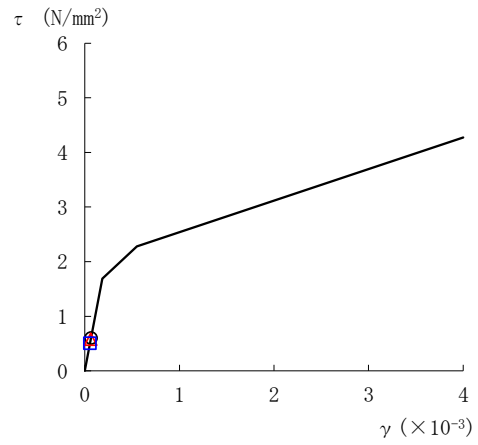
要素番号 (6)



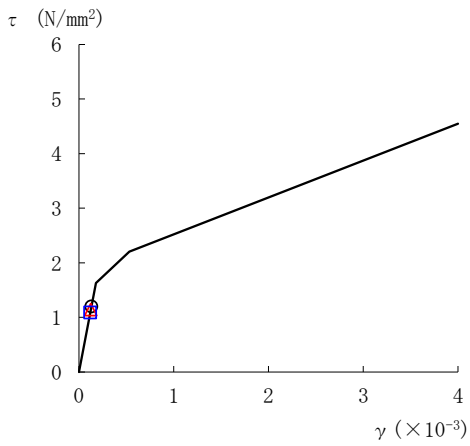
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

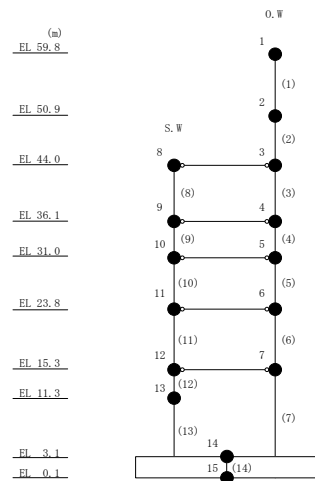
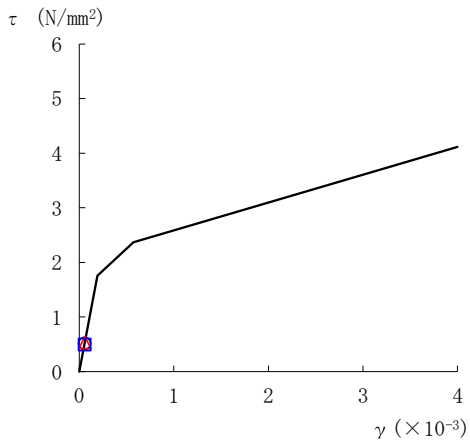
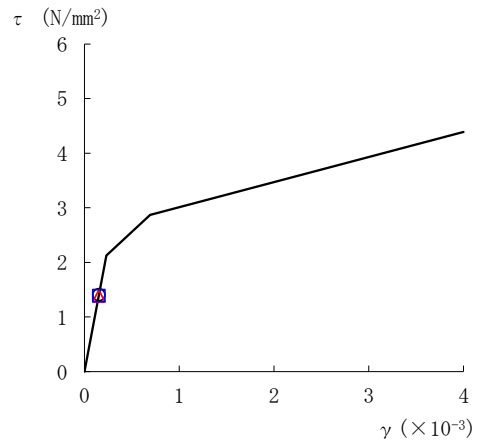


図 2-45(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

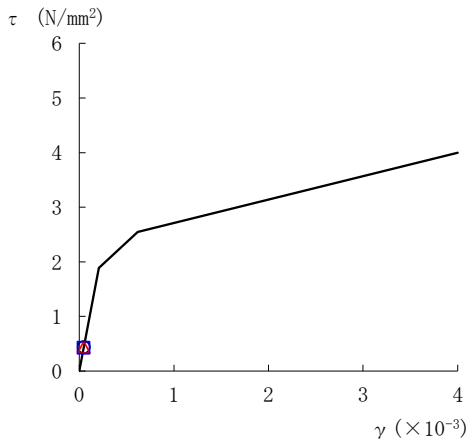
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

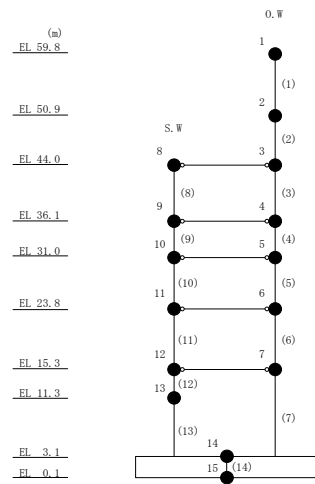
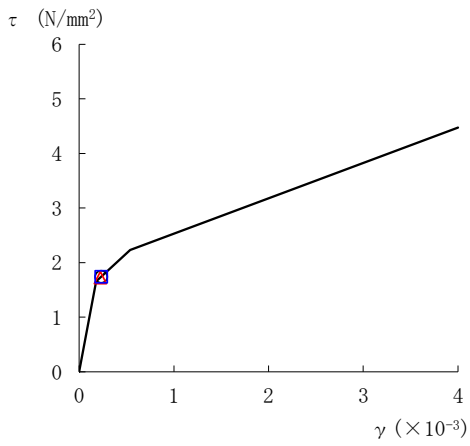
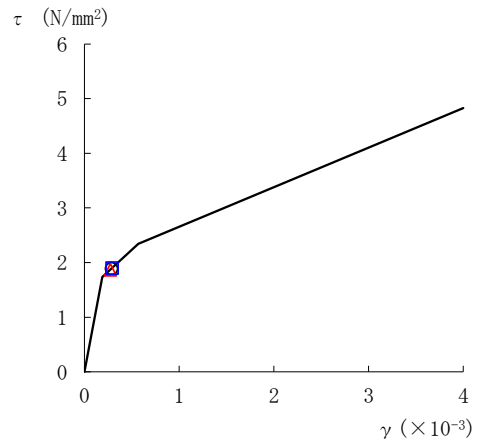


図 2-45(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

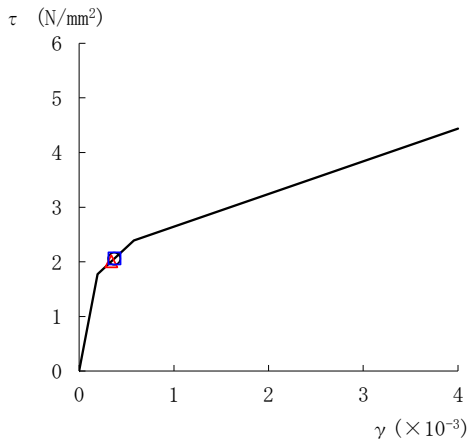
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

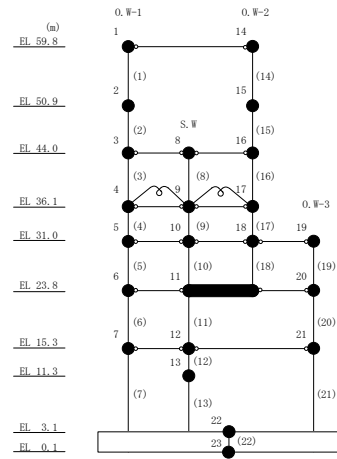
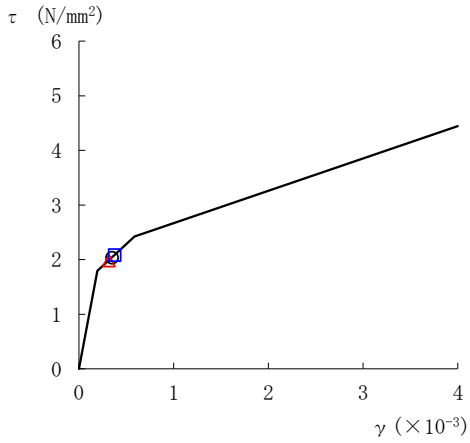
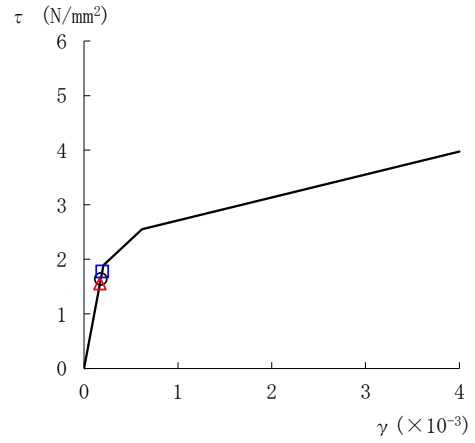


図 2-46(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_{s-D}, EW 方向)

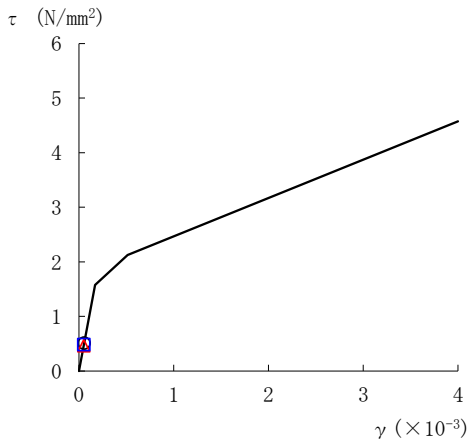
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



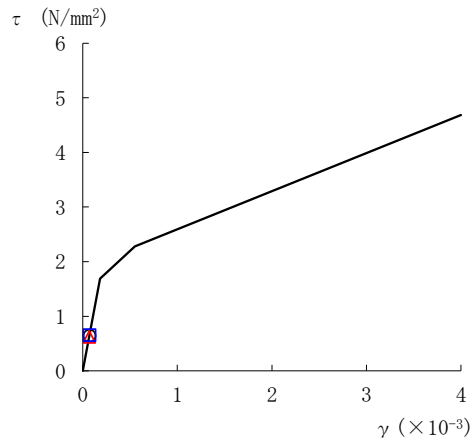
要素番号 (6)



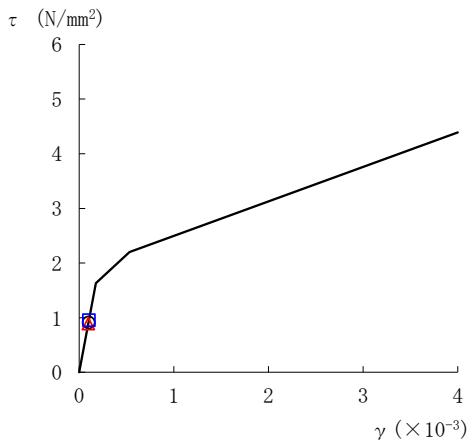
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

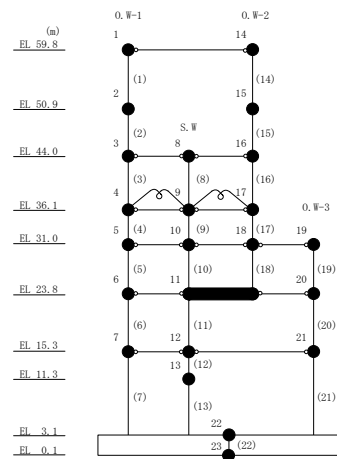
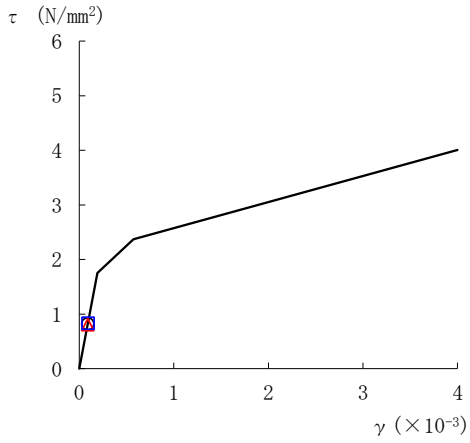
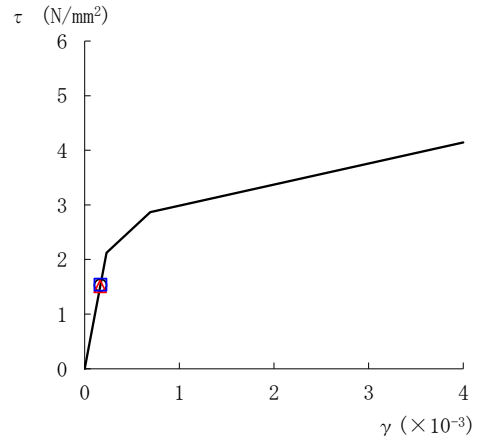


図 2-46(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

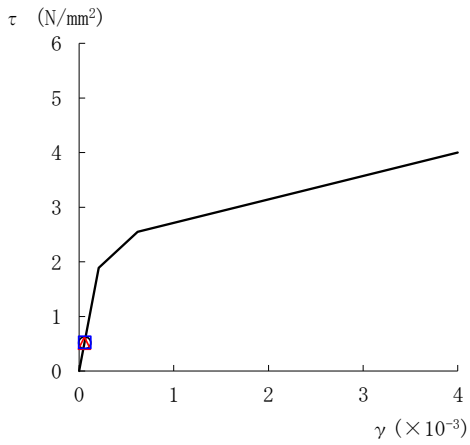
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

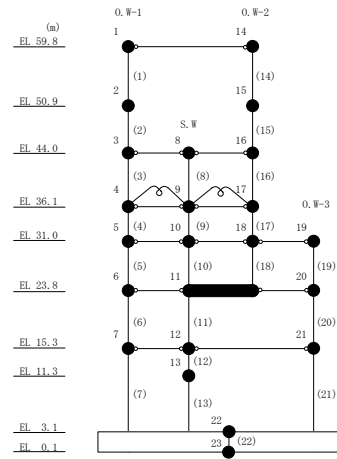
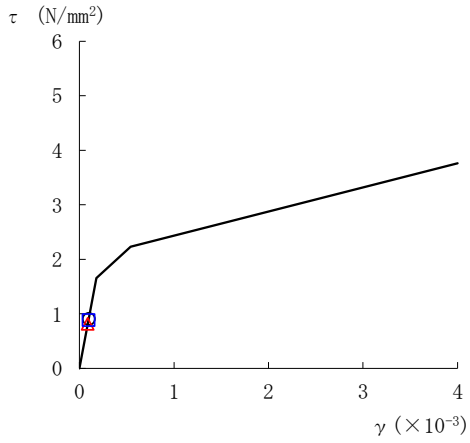
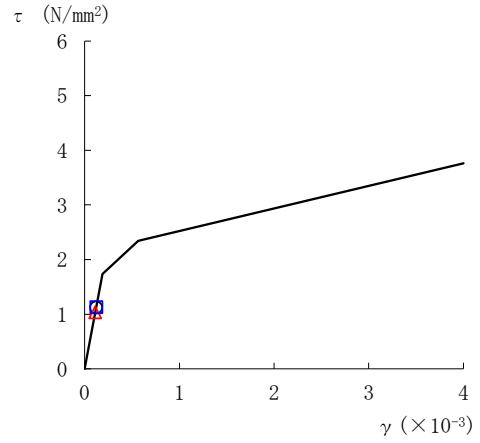


図 2-46(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, EW 方向)

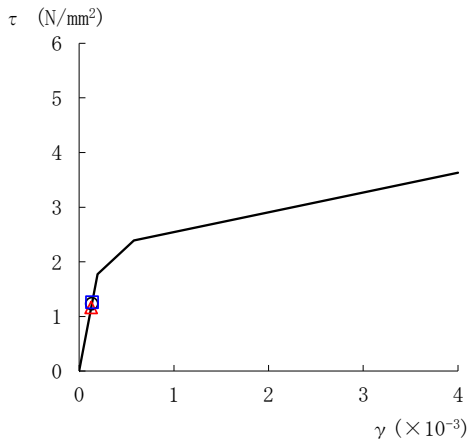
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



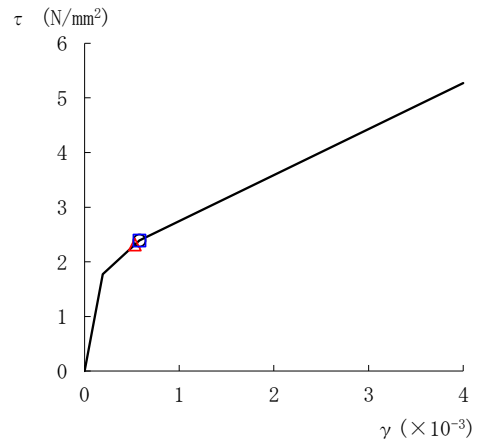
要素番号 (16)



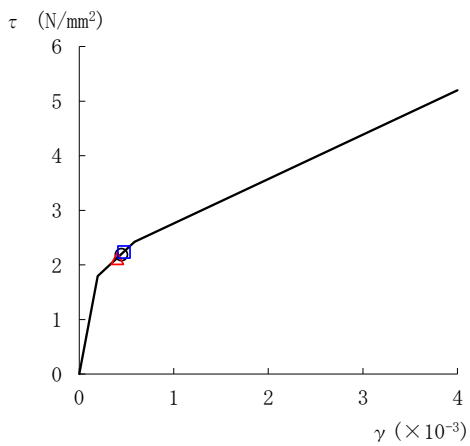
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

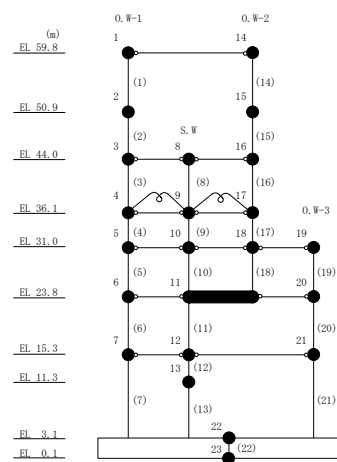
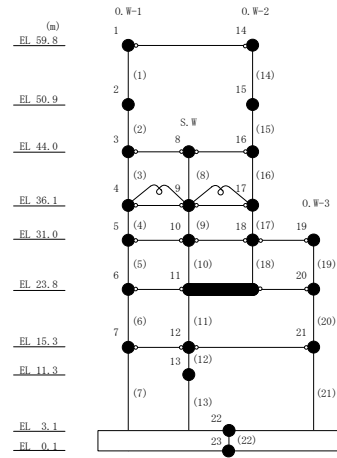
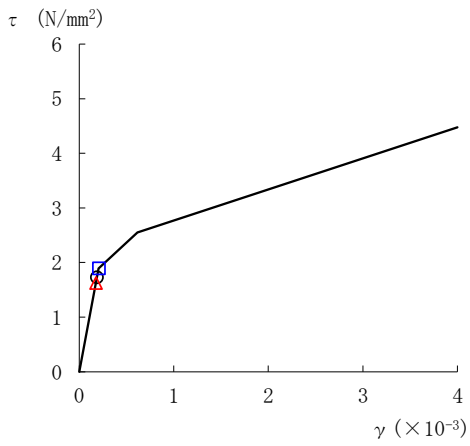


図 2-46(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

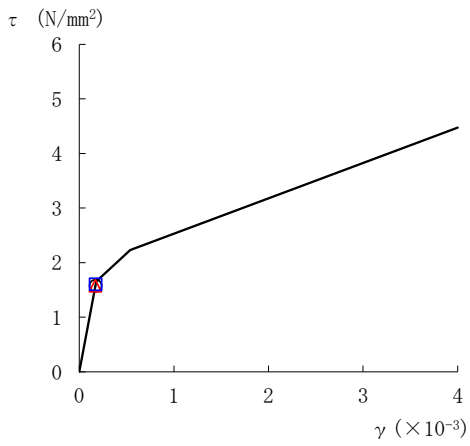
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



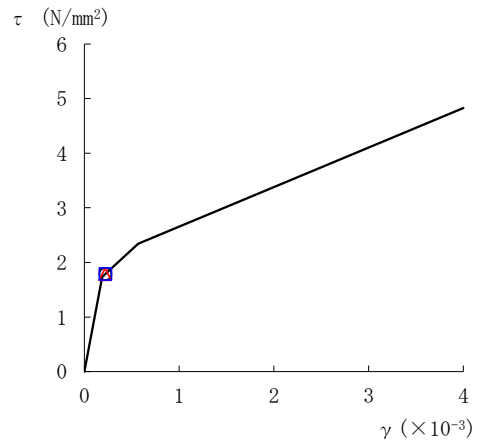
要素番号 (21)

図 2-46(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

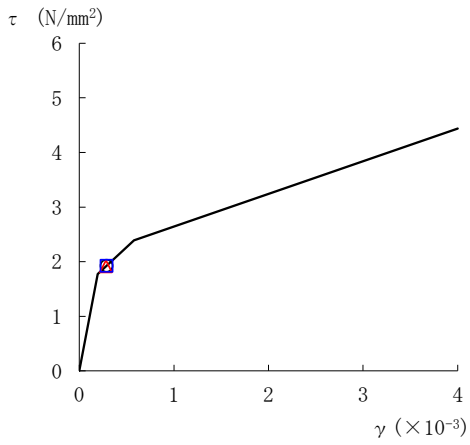
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

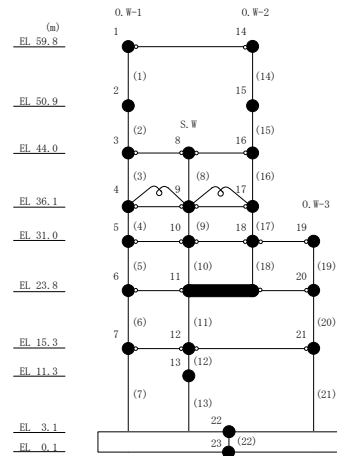
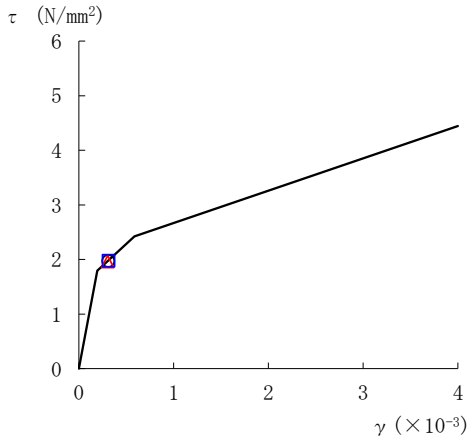
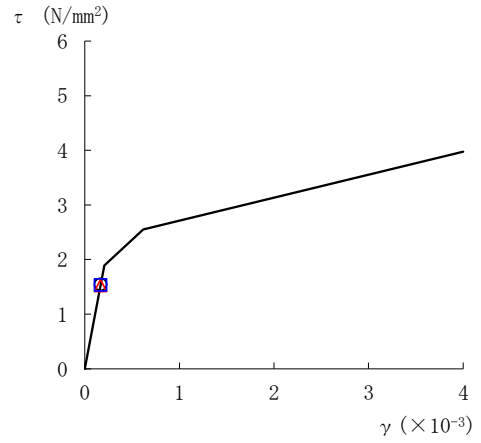


図 2-47(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

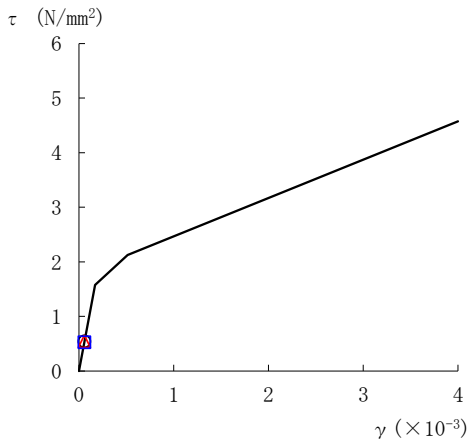
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



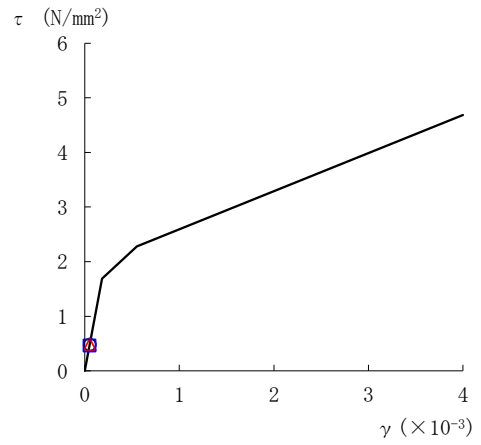
要素番号 (6)



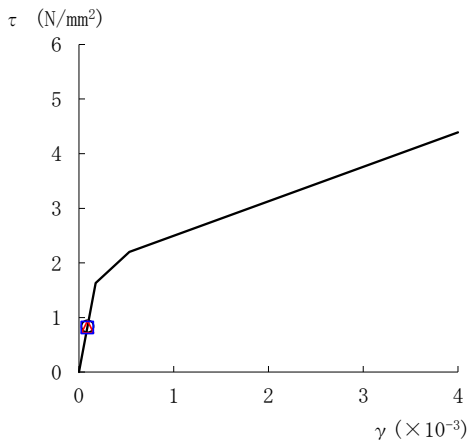
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

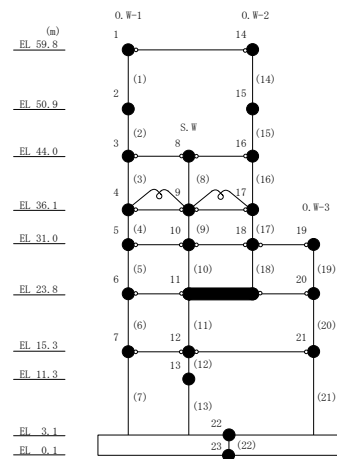
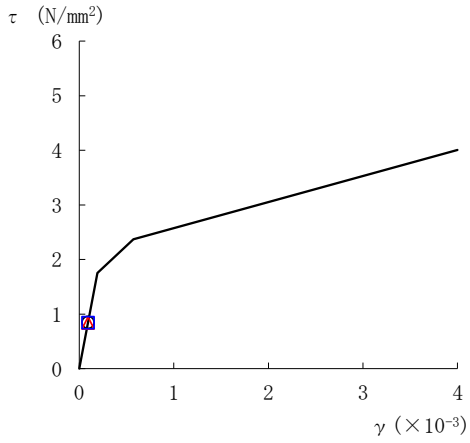
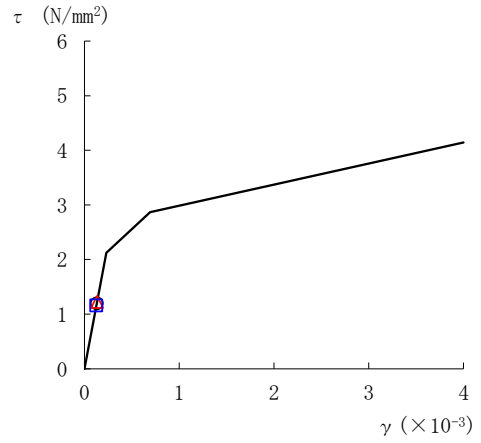


図 2-47(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

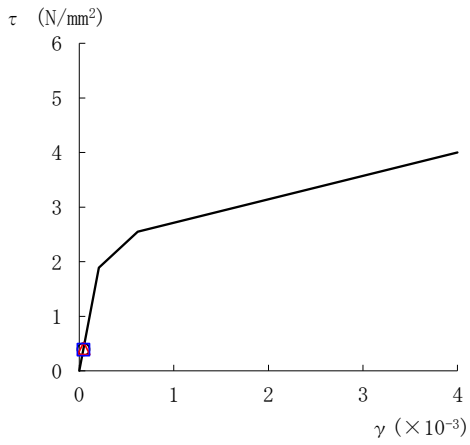
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

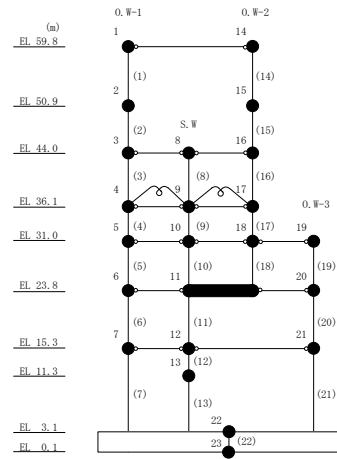
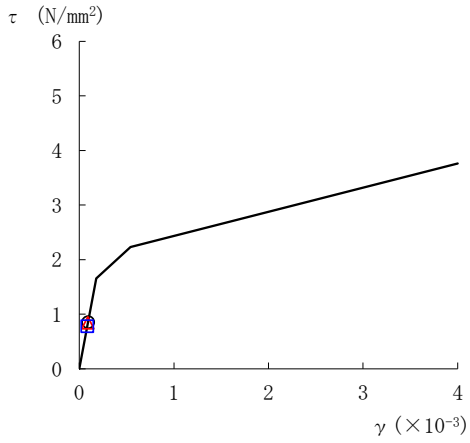
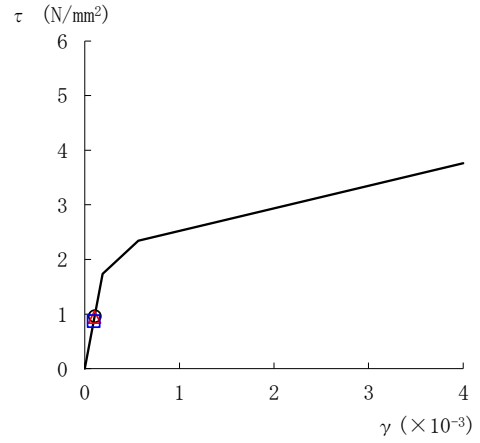


図 2-47(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

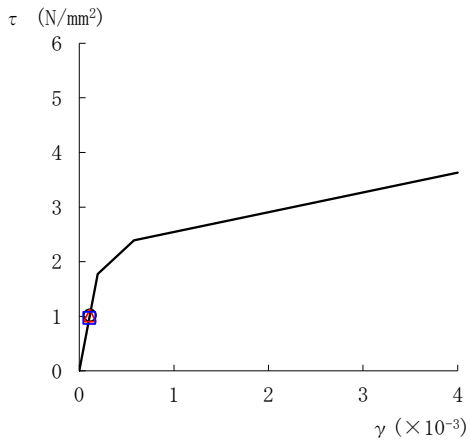
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



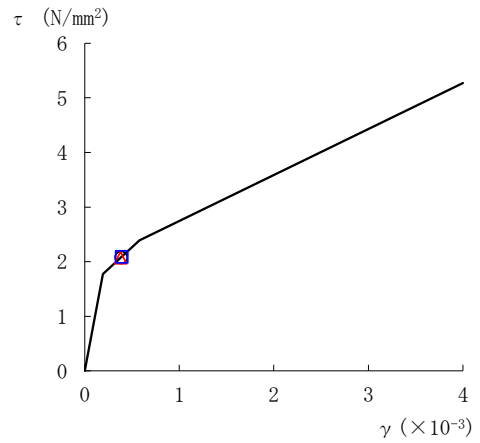
要素番号 (16)



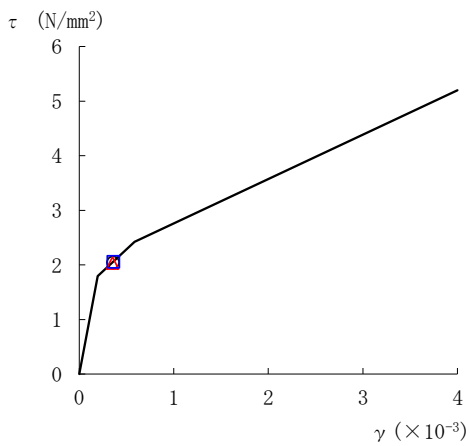
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

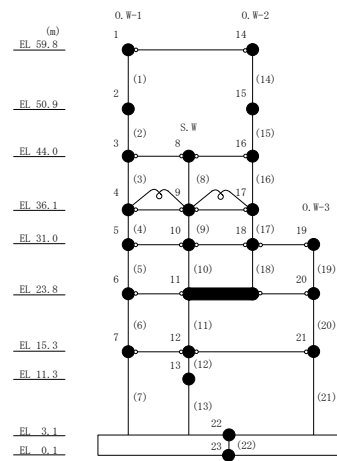
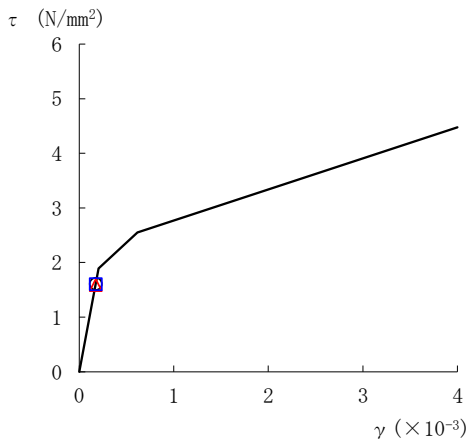


図 2-47(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (21)

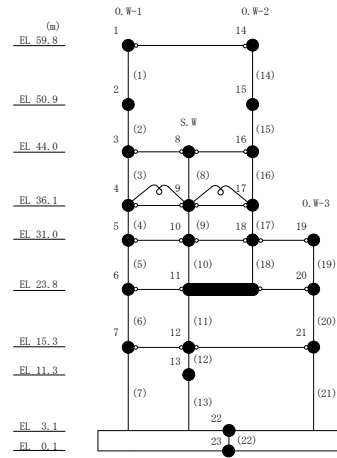
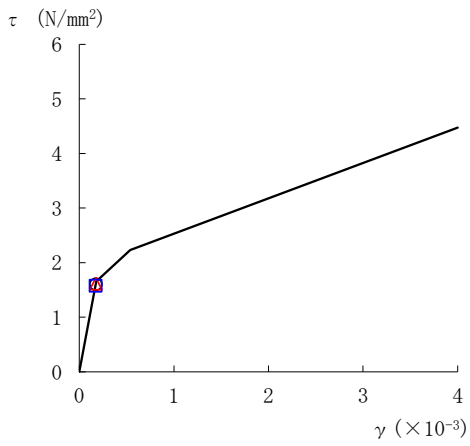
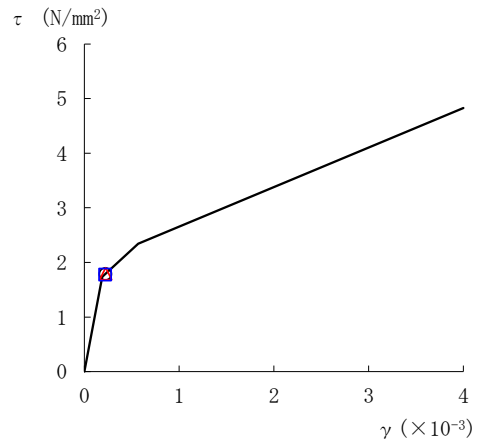


図 2-47(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

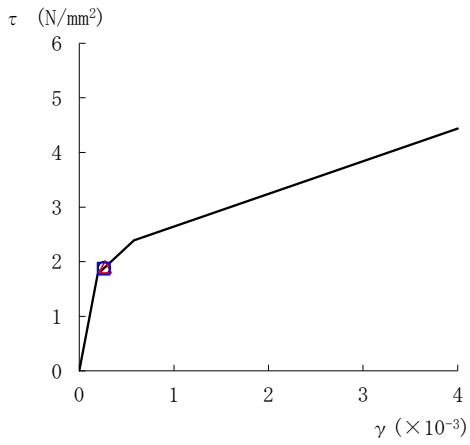
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

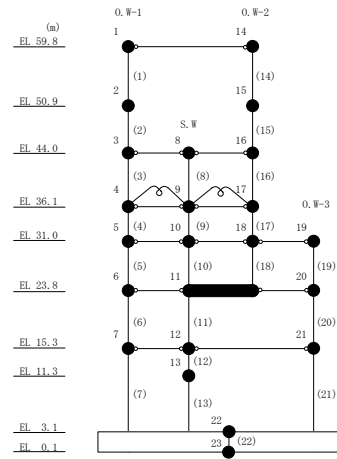
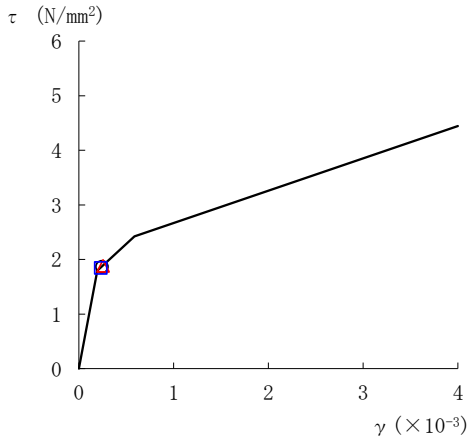
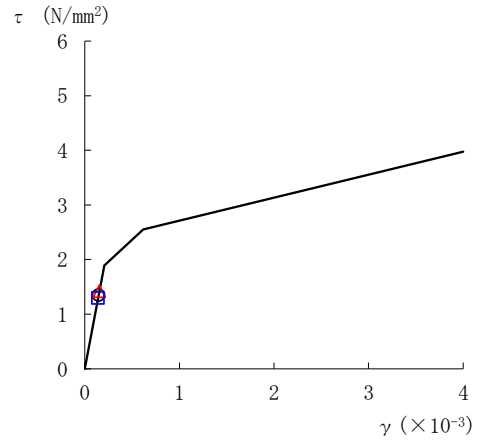


図 2-48(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

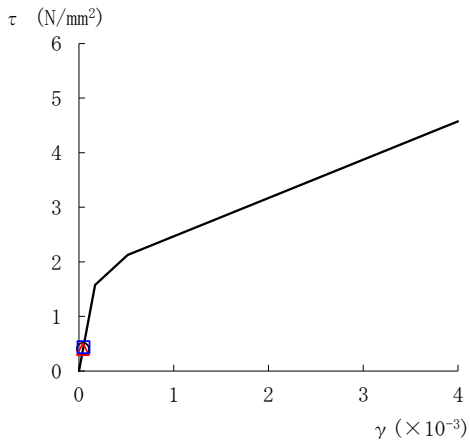
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



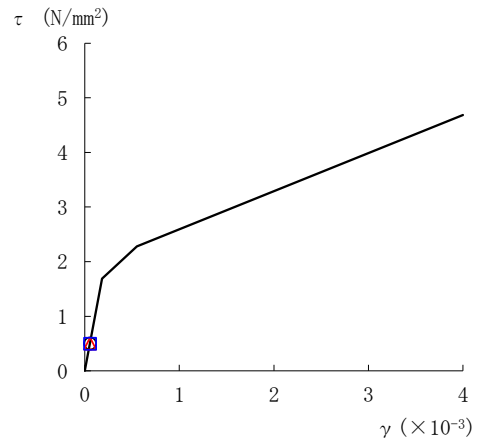
要素番号 (6)



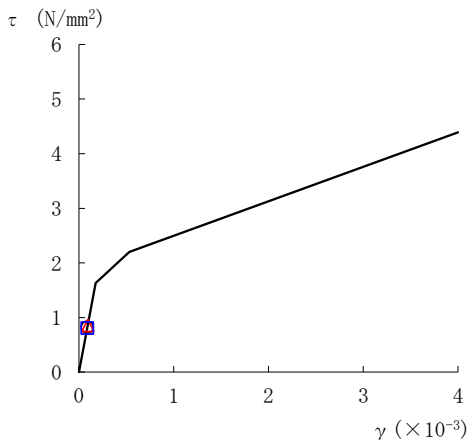
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

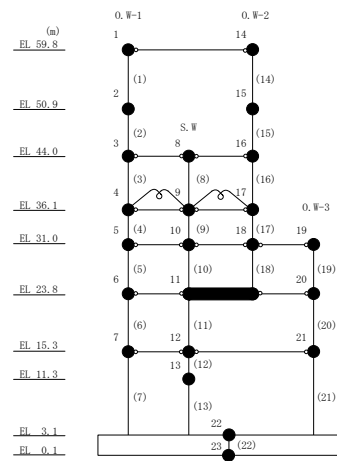
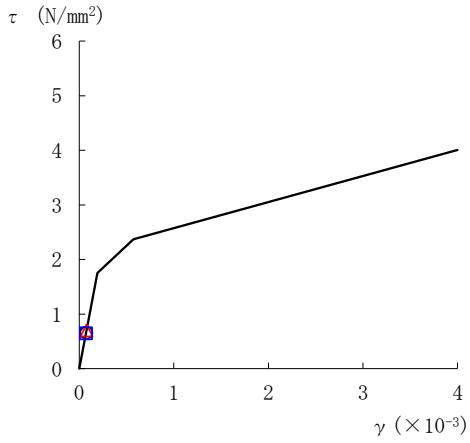
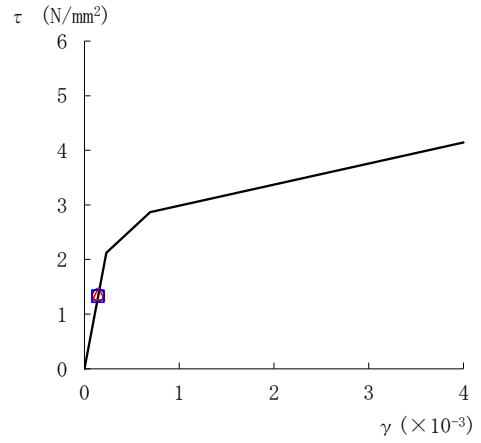


図 2-48(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

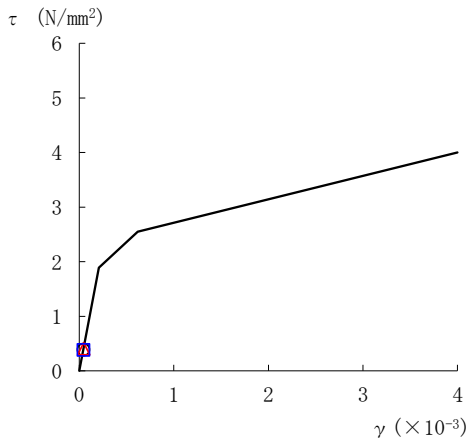
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

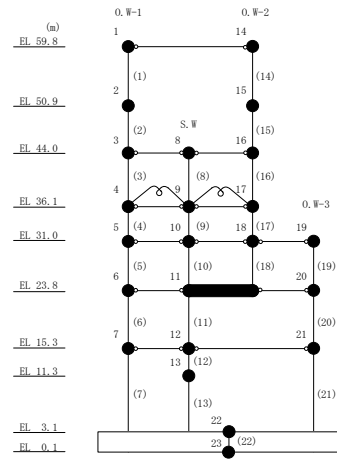
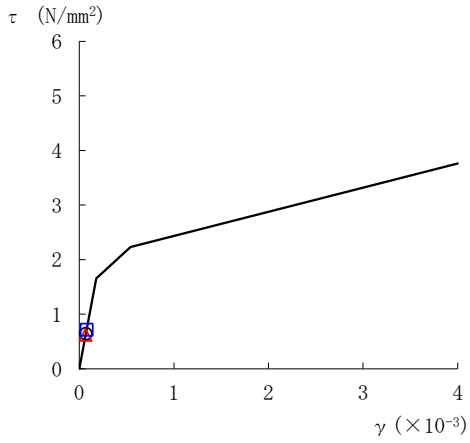
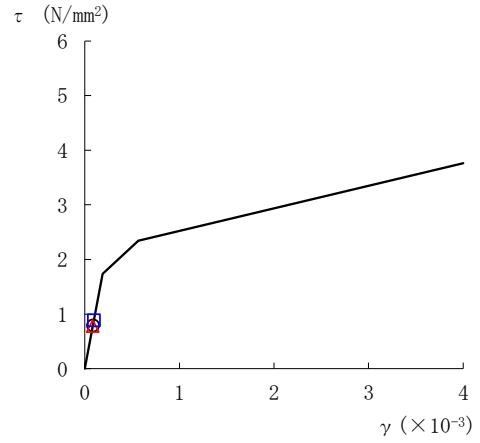


図 2-48(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

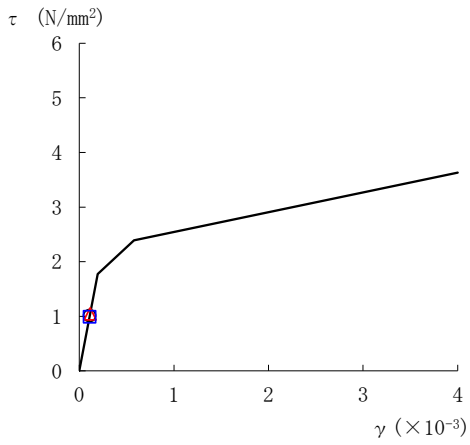
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



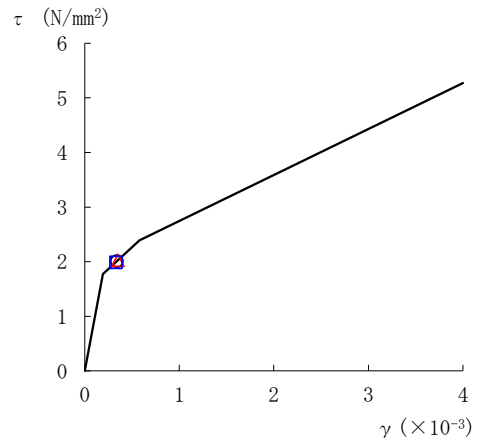
要素番号 (16)



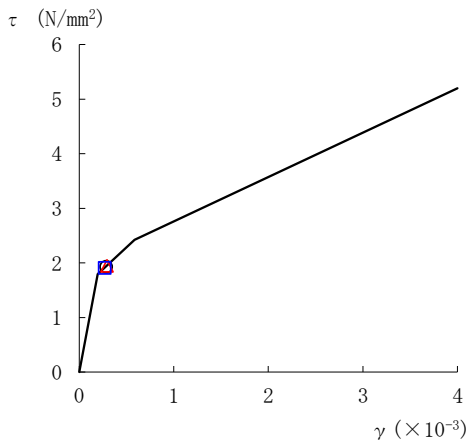
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

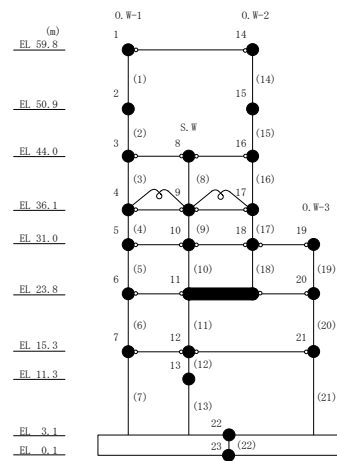
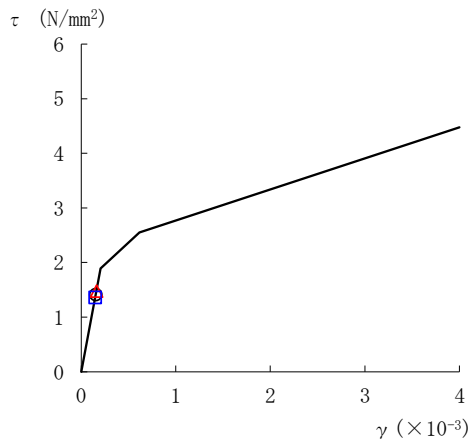


図 2-48(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (21)

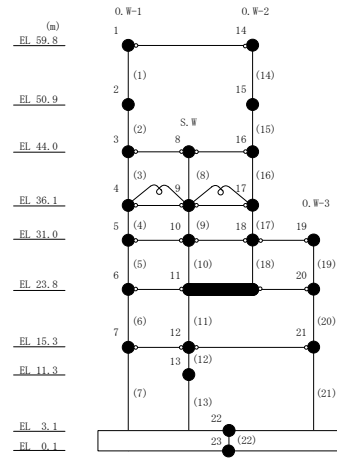
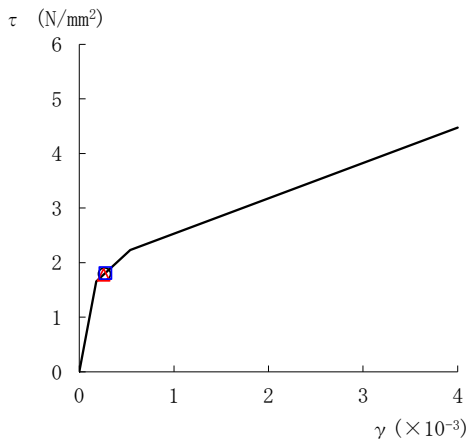
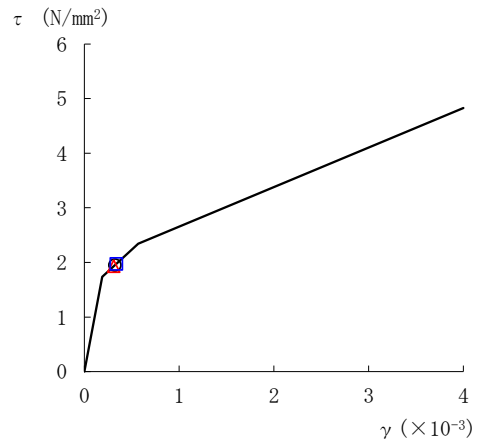


図 2-48(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

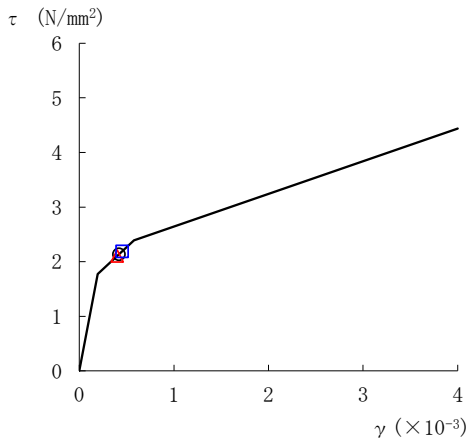
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

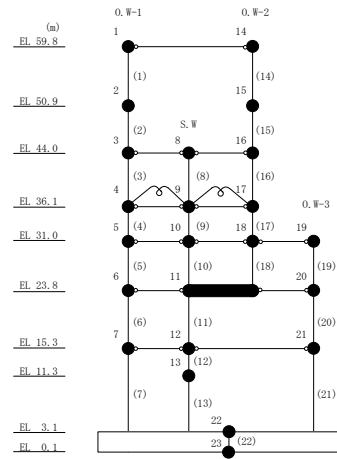
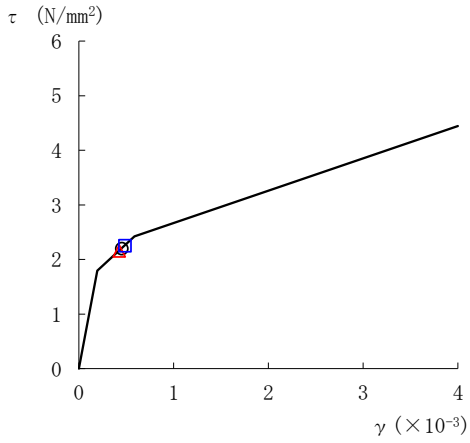
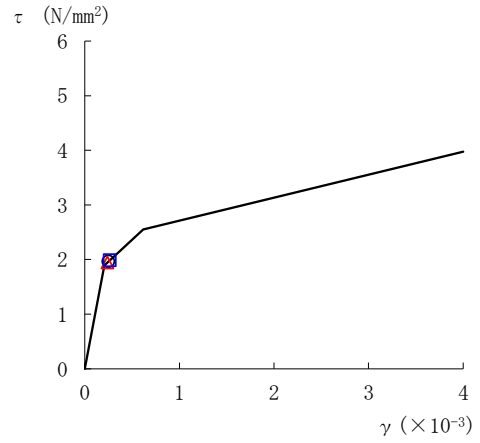


図 2-49(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

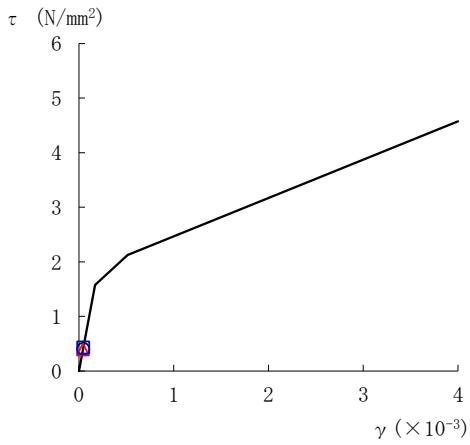
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



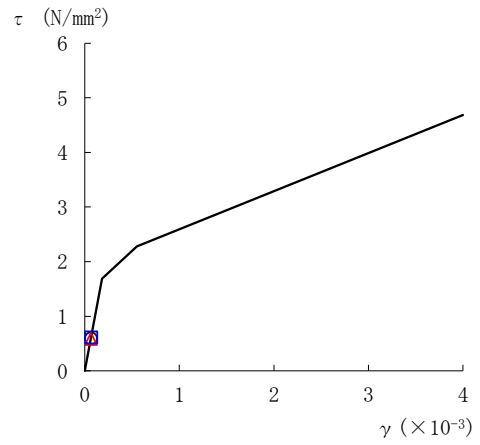
要素番号 (6)



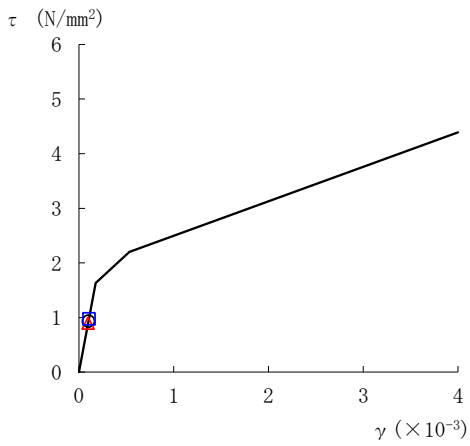
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

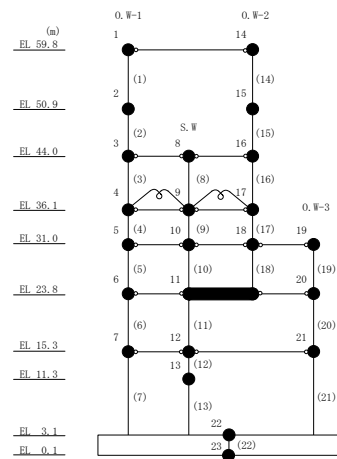
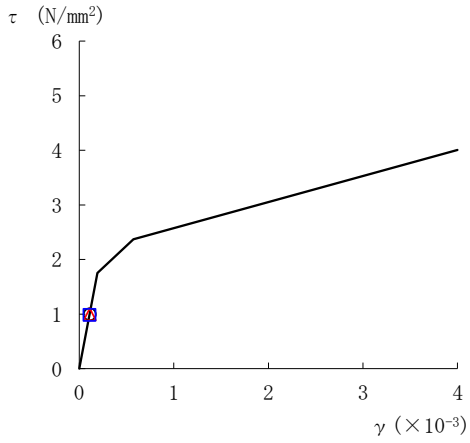
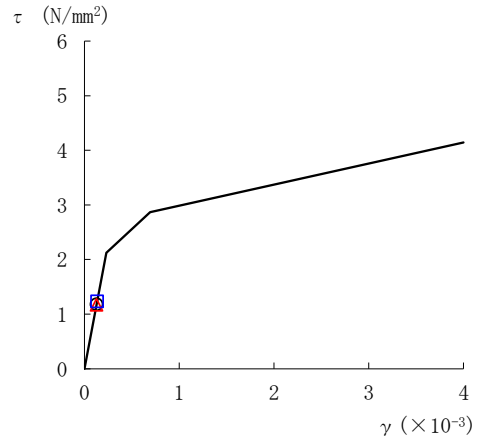


図 2-49(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

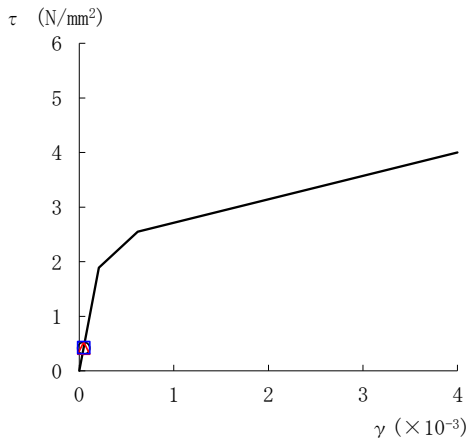
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

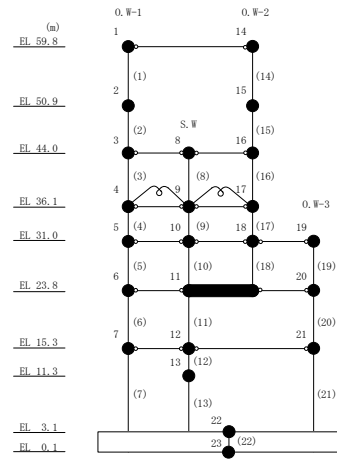
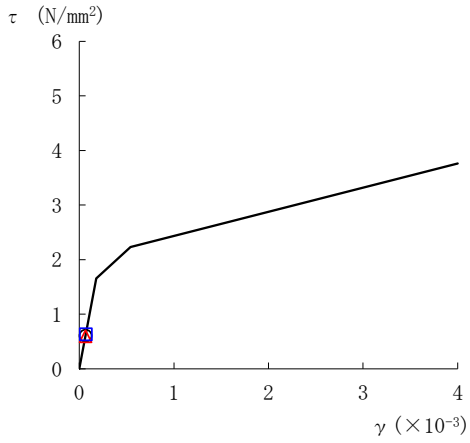
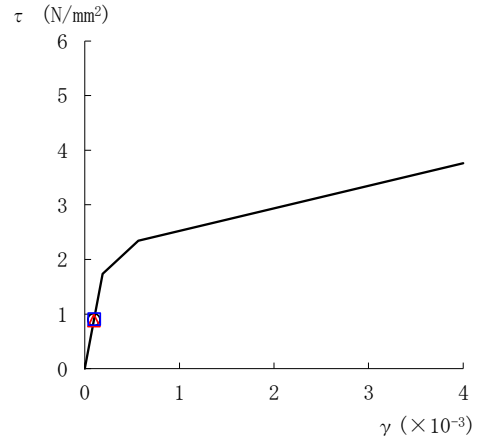


図 2-49(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

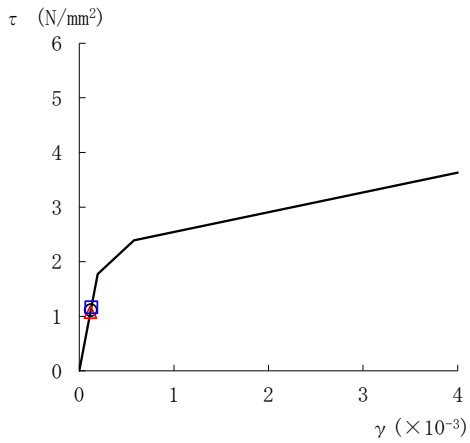
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



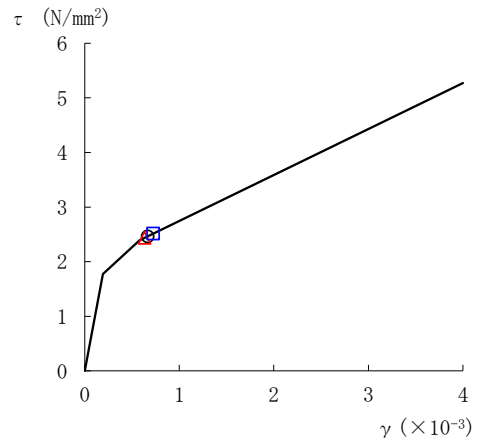
要素番号 (16)



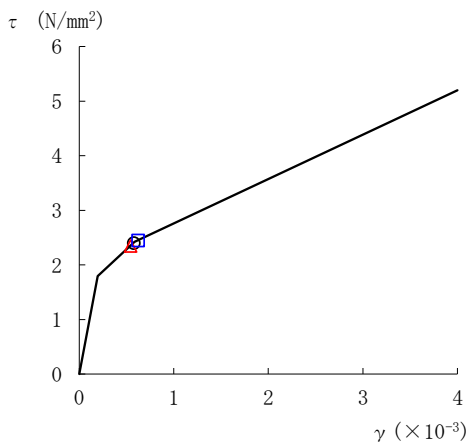
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

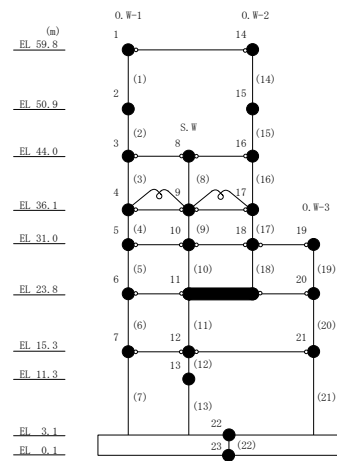
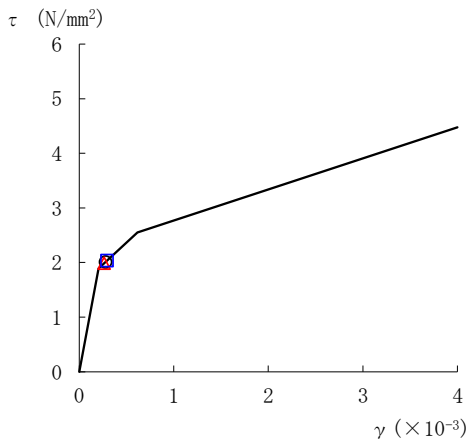


図 2-49(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (21)

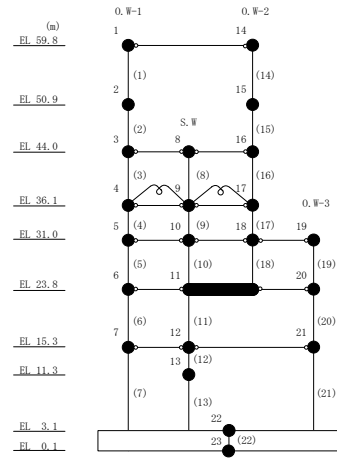
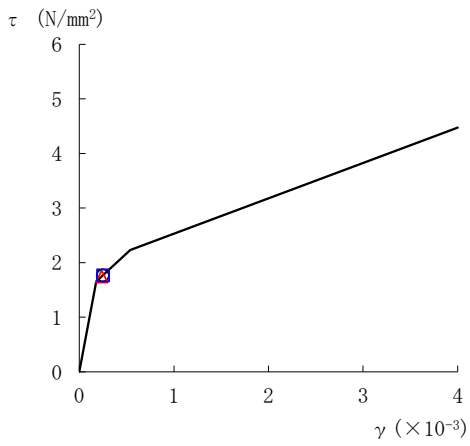
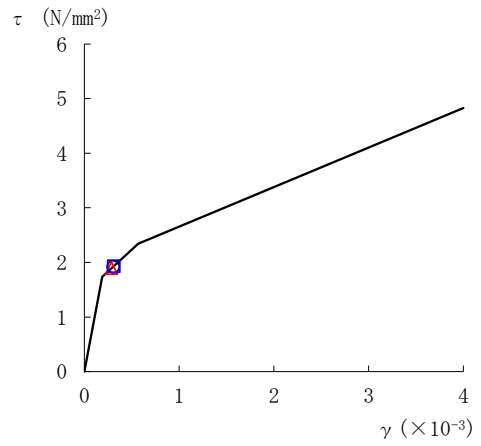


図 2-49(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

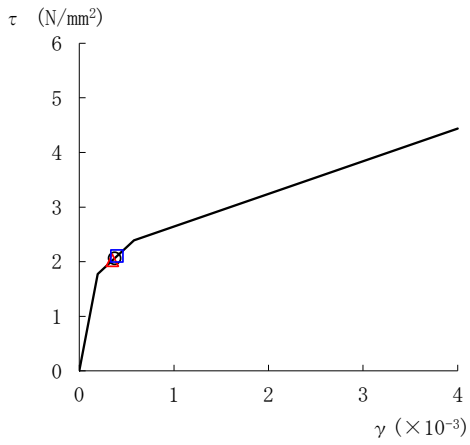
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

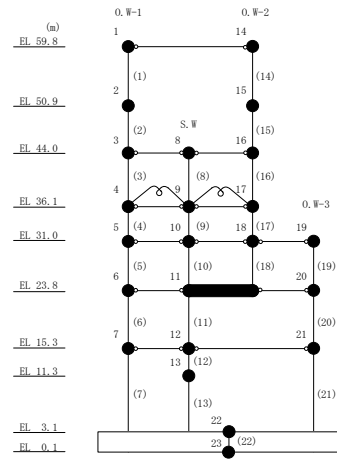
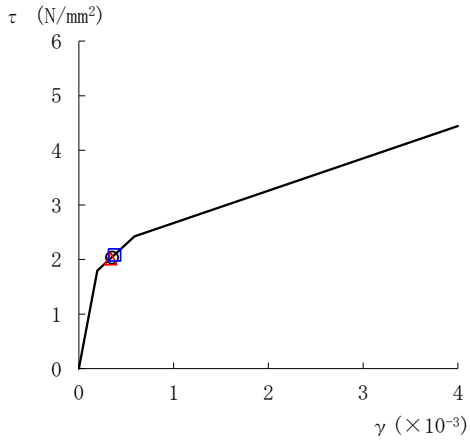
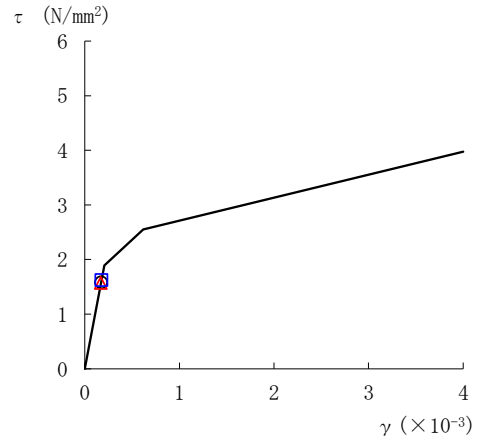


図 2-50(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, EW方向)

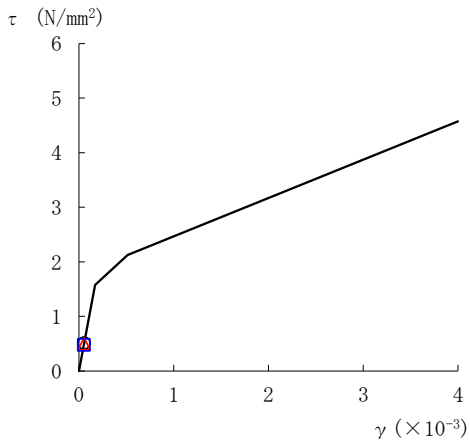
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



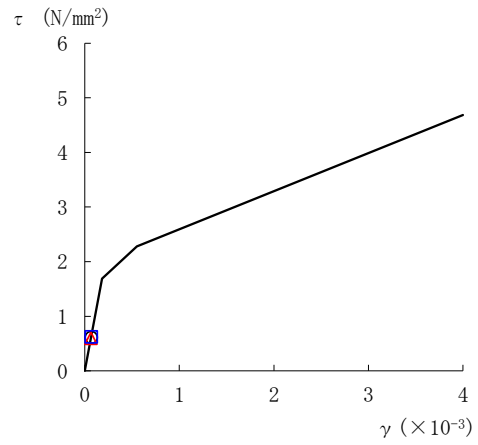
要素番号 (6)



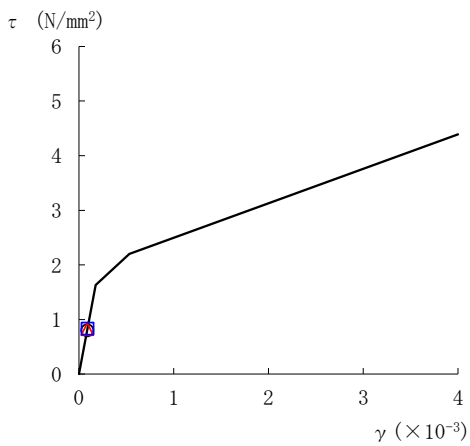
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

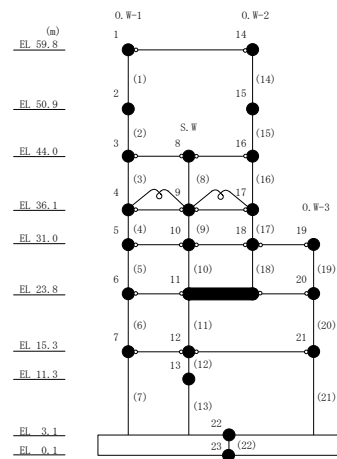
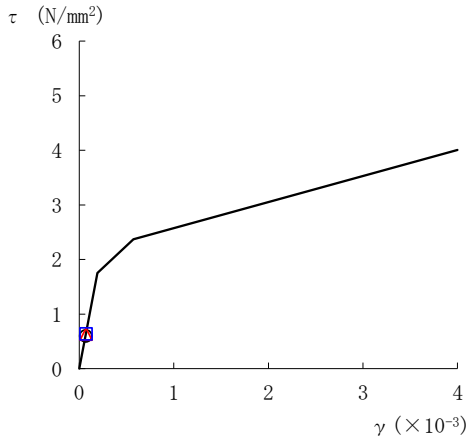
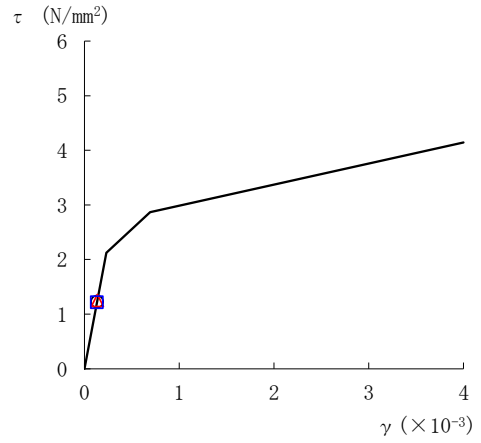


図 2-50(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

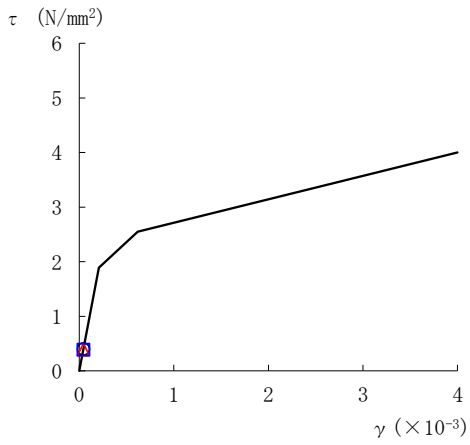
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

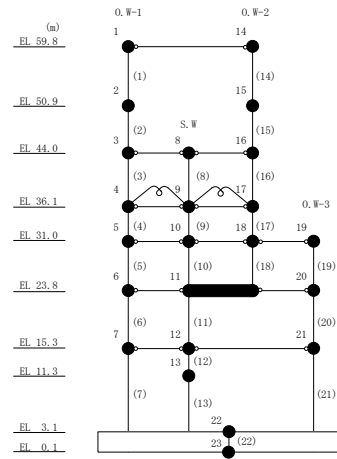
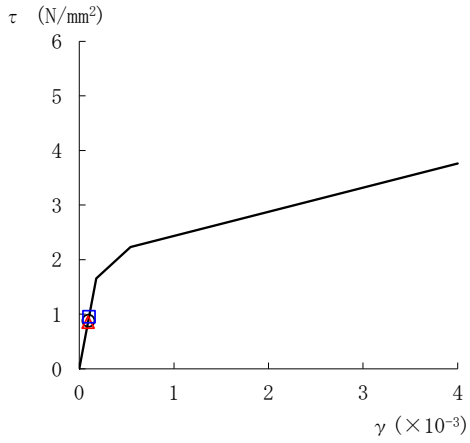
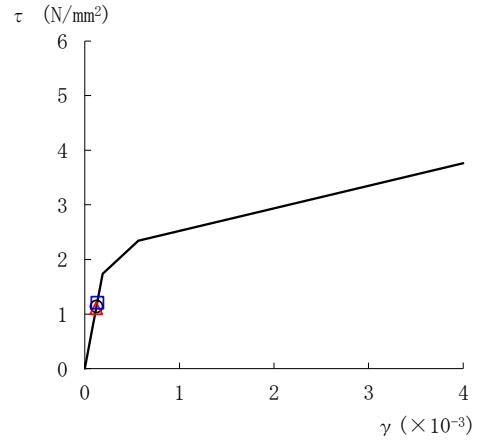


図 2-50(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, EW方向)

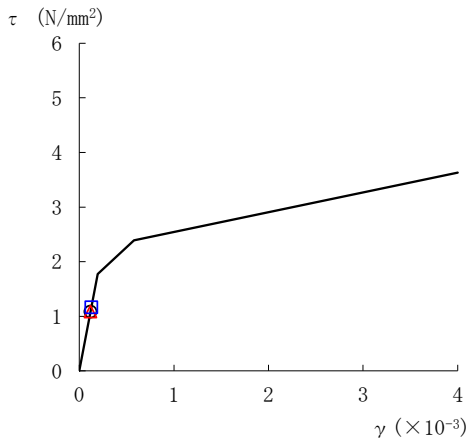
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



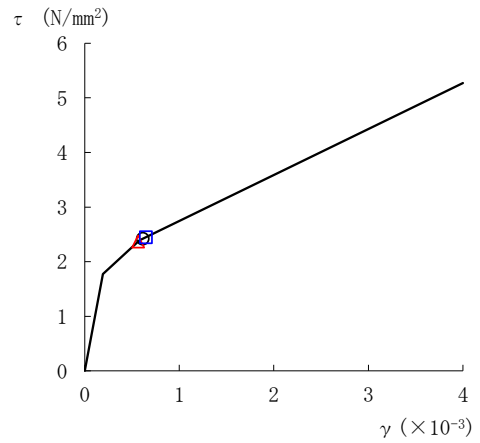
要素番号 (16)



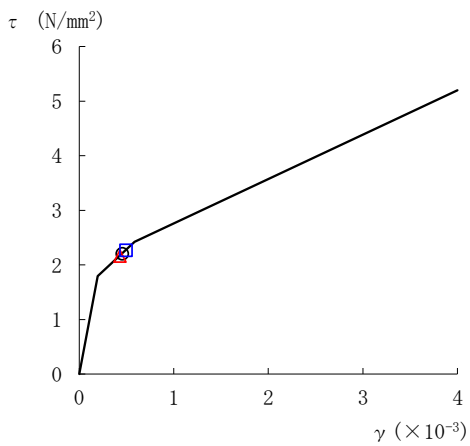
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

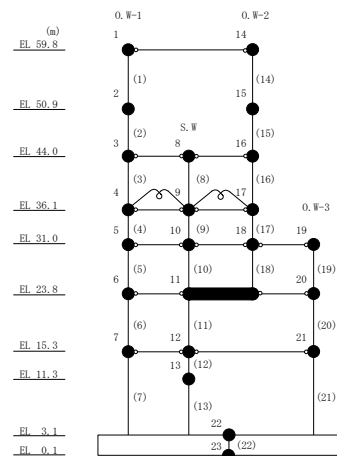
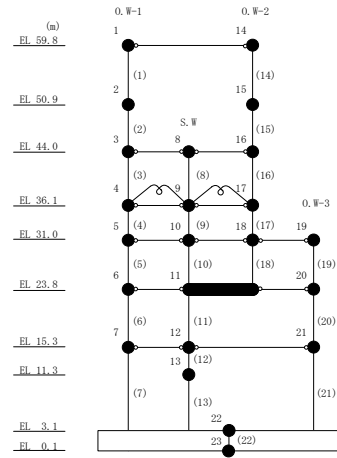
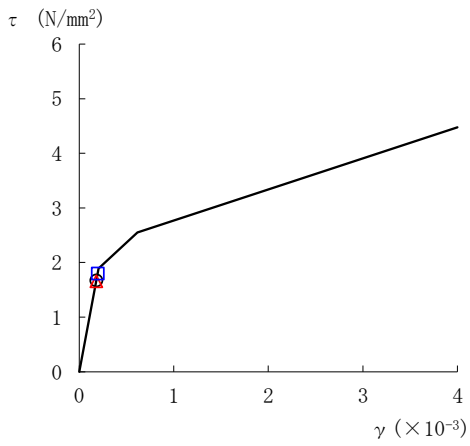


図 2-50(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (21)

図 2-50(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-51 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.70	10.4	98.9
$S_s - F1$	4.27	8.71	100
$S_s - F2$	4.31	8.87	100
$S_s - N1$	4.86	11.4	98.8
$S_s - N2NS$	4.64	10.3	99.9

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	5.11	10.7	93.4
$S_s - F1$	4.77	9.70	98.8
$S_s - F2$	4.74	9.46	98.8
$S_s - N1$	6.37	12.4	59.2
$S_s - N2NS$	5.18	10.8	92.9

表 2-52 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.33	10.2	100
$S_s - F1$	3.88	8.17	100
$S_s - F2$	3.94	8.46	100
$S_s - N1$	4.55	11.3	98.9
$S_s - N2NS$	4.35	10.3	99.9

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.72	10.5	96.0
$S_s - F1$	4.44	9.61	98.8
$S_s - F2$	4.48	9.61	98.8
$S_s - N1$	5.89	12.3	61.9
$S_s - N2NS$	4.77	10.6	93.4

表 2-53 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.92	10.1	99.9
$S_s - F1$	4.34	7.90	100
$S_s - F2$	4.43	8.31	100
$S_s - N1$	5.17	11.3	98.8
$S_s - N2NS$	4.83	9.84	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	5.69	11.2	86.2
$S_s - F1$	5.19	10.0	98.6
$S_s - F2$	5.04	9.41	98.8
$S_s - N1$	7.01	12.5	52.4
$S_s - N2NS$	5.64	11.1	89.8

2.2 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-51～図 2-100 及び表 2-54～表 2-105 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 4 として示す。

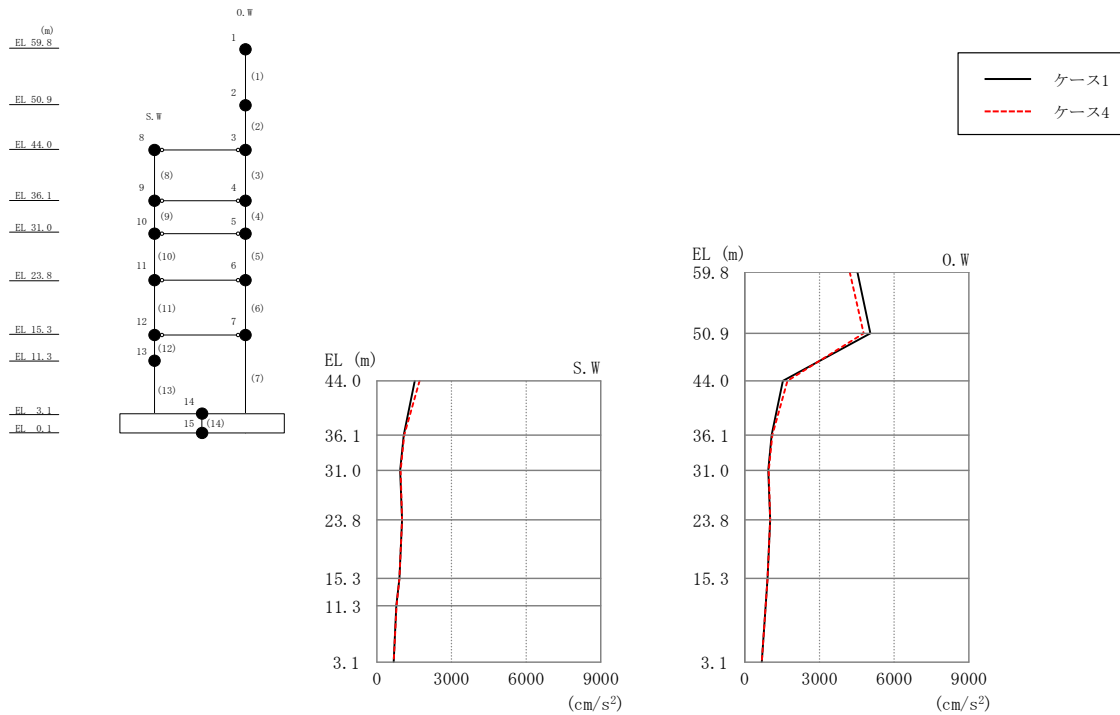


図 2-51 最大応答加速度（基準地震動 S s-D, NS 方向）

表 2-54 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s-D, NS 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	4522	4218
	50.9	2	5048	4773
	44.0	3	1524	1714
	36.1	4	1076	1099
	31.0	5	938	959
	23.8	6	1013	1017
	15.3	7	909	911
S. W	44.0	8	1524	1714
	36.1	9	1076	1099
	31.0	10	938	958
	23.8	11	1013	1017
	15.3	12	909	911
	11.3	13	781	792
	3.1	14	676	678

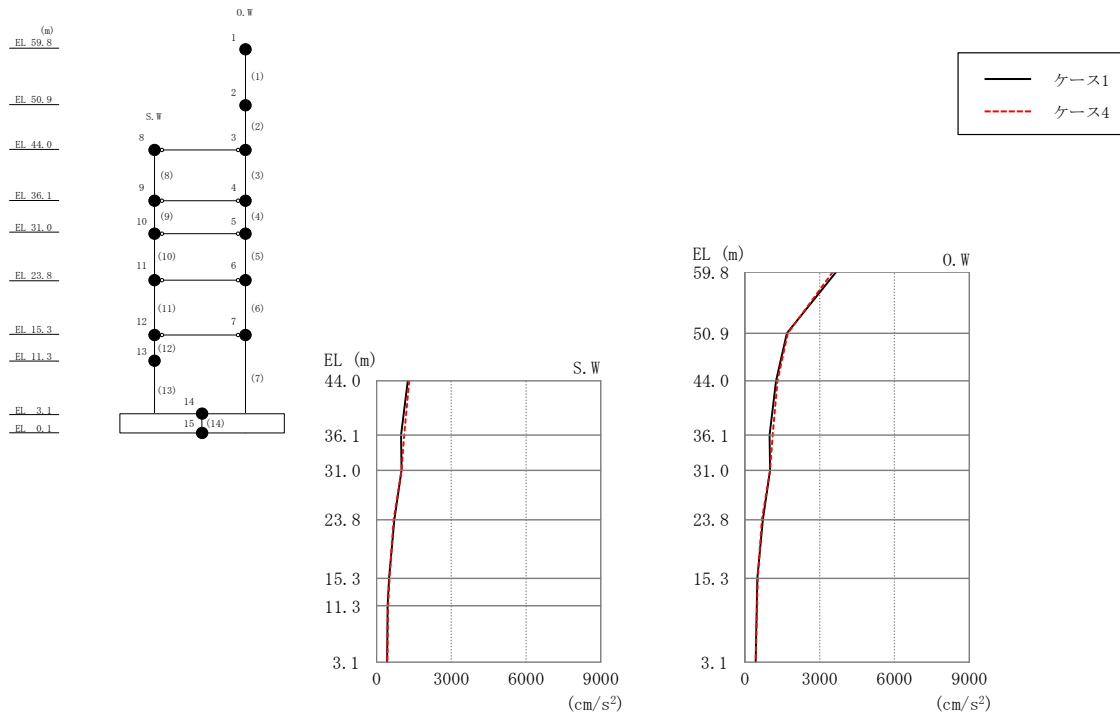


図 2-52 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

表 2-55 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	3654	3521
	50.9	2	1686	1723
	44.0	3	1252	1309
	36.1	4	984	1113
	31.0	5	1006	1004
	23.8	6	714	683
	15.3	7	501	521
S. W	44.0	8	1252	1309
	36.1	9	985	1113
	31.0	10	1006	1004
	23.8	11	714	684
	15.3	12	501	521
	11.3	13	444	464
	3.1	14	425	432

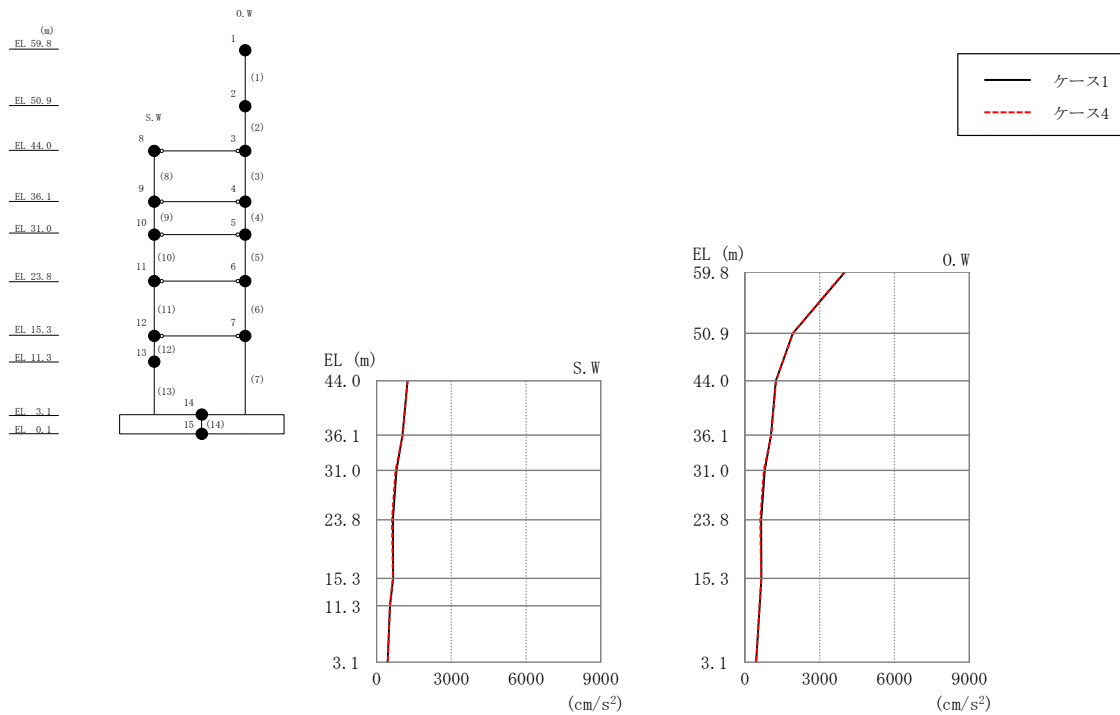


図 2-53 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-56 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	4009	3986
	50.9	2	1922	1921
	44.0	3	1240	1244
	36.1	4	1043	1052
	31.0	5	800	758
	23.8	6	651	615
	15.3	7	662	656
S. W	44.0	8	1240	1244
	36.1	9	1042	1051
	31.0	10	800	758
	23.8	11	652	615
	15.3	12	662	656
	11.3	13	543	535
	3.1	14	445	449

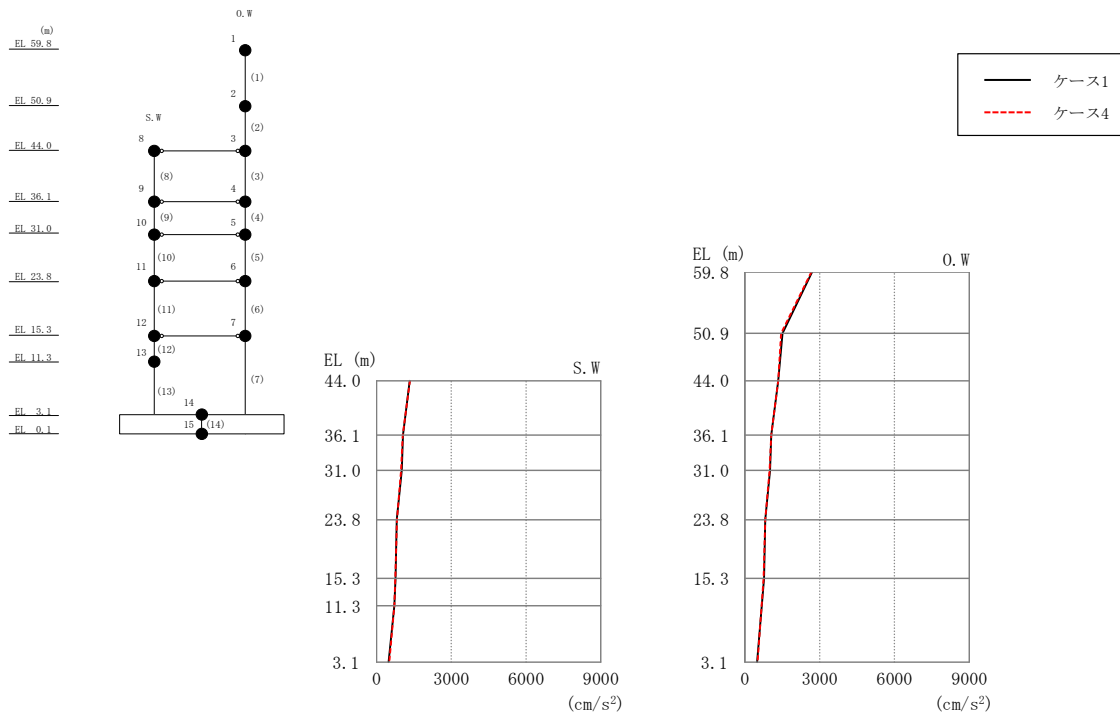


図 2-54 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

表 2-57 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	2694	2663
	50.9	2	1505	1452
	44.0	3	1332	1340
	36.1	4	1060	1052
	31.0	5	1012	985
	23.8	6	814	819
	15.3	7	762	751
S. W	44.0	8	1332	1339
	36.1	9	1060	1052
	31.0	10	1013	985
	23.8	11	813	818
	15.3	12	761	750
	11.3	13	715	713
	3.1	14	485	509

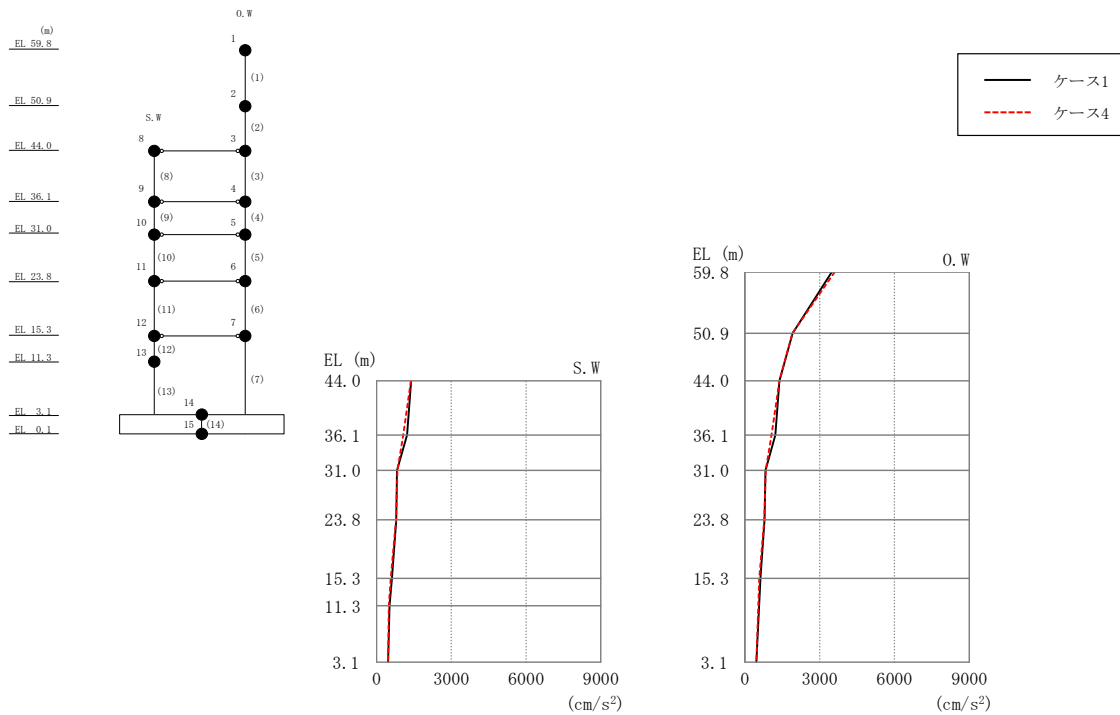


図 2-55 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

表 2-58 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
0.W	59.8	1	3484	3595
	50.9	2	1918	1902
	44.0	3	1384	1383
	36.1	4	1220	1066
	31.0	5	824	835
	23.8	6	790	777
	15.3	7	622	569
S.W	44.0	8	1384	1383
	36.1	9	1220	1066
	31.0	10	823	835
	23.8	11	790	777
	15.3	12	622	569
	3.1	14	462	459

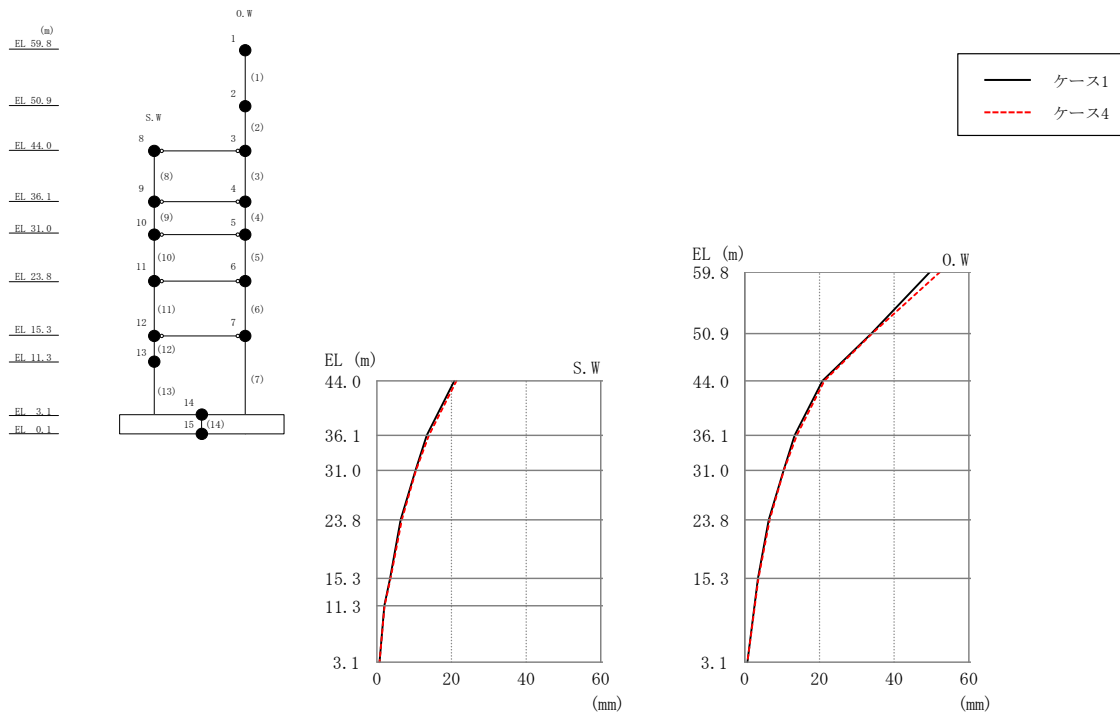


図 2-56 最大応答変位 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

表 2-59 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
0.W	59.8	1	49.58	52.25
	50.9	2	33.89	34.10
	44.0	3	20.77	21.31
	36.1	4	13.35	13.92
	31.0	5	10.35	10.47
	23.8	6	6.37	6.68
	15.3	7	3.54	3.64
S.W	44.0	8	20.77	21.31
	36.1	9	13.35	13.92
	31.0	10	10.35	10.47
	23.8	11	6.37	6.68
	15.3	12	3.54	3.64
	11.3	13	2.03	2.09
	3.1	14	0.69	0.70

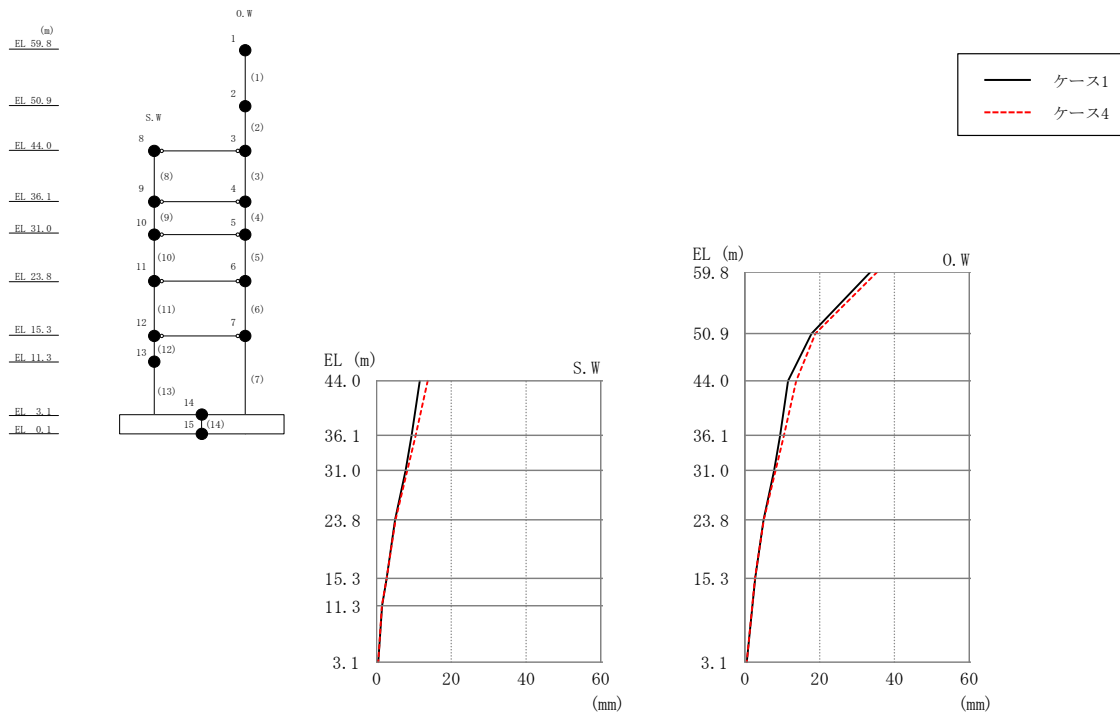


図 2-57 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-60 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	33.54	35.39
	50.9	2	17.84	18.83
	44.0	3	11.54	13.70
	36.1	4	9.41	10.46
	31.0	5	7.81	8.21
	23.8	6	4.98	5.07
	15.3	7	2.71	2.69
S. W	44.0	8	11.54	13.70
	36.1	9	9.41	10.46
	31.0	10	7.81	8.21
	23.8	11	4.98	5.07
	15.3	12	2.71	2.69
	11.3	13	1.48	1.45
	3.1	14	0.48	0.48

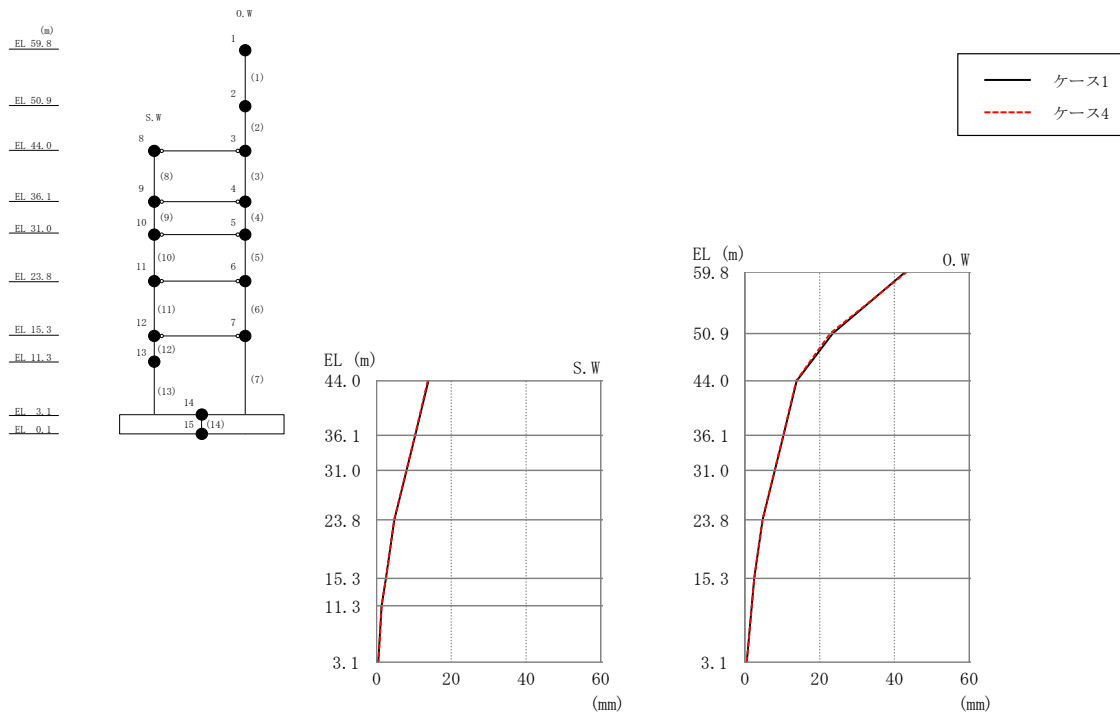


図 2-58 最大応答変位 (基準地震動 S_s - F 2, NS 方向)

表 2-61 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8	1	42.88	43.25
	50.9	2	23.46	22.77
	44.0	3	13.87	13.69
	36.1	4	10.32	10.26
	31.0	5	8.03	7.96
	23.8	6	4.74	4.68
	15.3	7	2.48	2.50
S. W	44.0	8	13.87	13.69
	36.1	9	10.32	10.26
	31.0	10	8.03	7.96
	23.8	11	4.74	4.68
	15.3	12	2.48	2.50
	11.3	13	1.34	1.38
	3.1	14	0.49	0.50

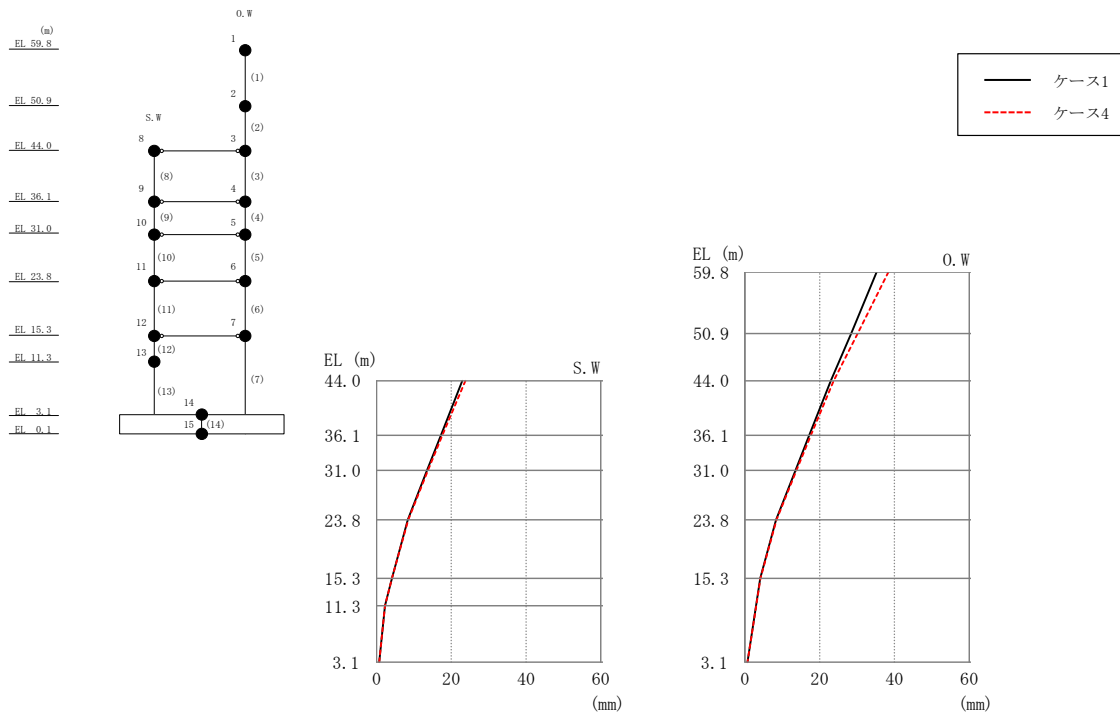


図 2-59 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-62 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
0. W	59.8	1	35.22	38.36
	50.9	2	28.42	30.15
	44.0	3	22.96	23.76
	36.1	4	17.20	17.63
	31.0	5	13.52	13.78
	23.8	6	8.33	8.46
	15.3	7	4.09	4.13
S. W	44.0	8	22.96	23.76
	36.1	9	17.20	17.63
	31.0	10	13.52	13.78
	23.8	11	8.33	8.46
	15.3	12	4.09	4.13
	11.3	13	2.26	2.27
	3.1	14	0.70	0.71

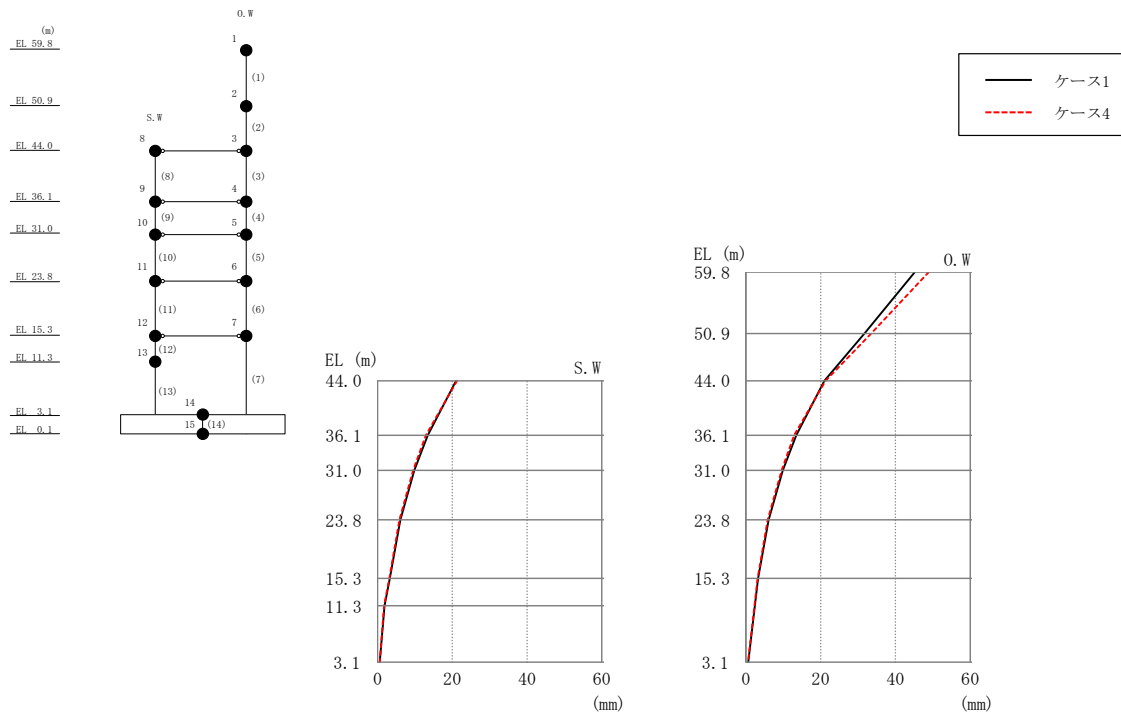


図 2-60 最大応答変位 (基準地震動 S_s - N 2 NS, NS 方向)

表 2-63 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s - N 2 NS, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
0.W	59.8	1	45.20	48.89
	50.9	2	31.73	33.48
	44.0	3	20.98	21.29
	36.1	4	13.45	12.89
	31.0	5	9.85	9.54
	23.8	6	6.08	5.82
	15.3	7	3.27	3.15
S.W	44.0	8	20.98	21.29
	36.1	9	13.45	12.89
	31.0	10	9.85	9.54
	23.8	11	6.08	5.82
	15.3	12	3.27	3.15
	11.3	13	1.84	1.77
	3.1	14	0.59	0.57

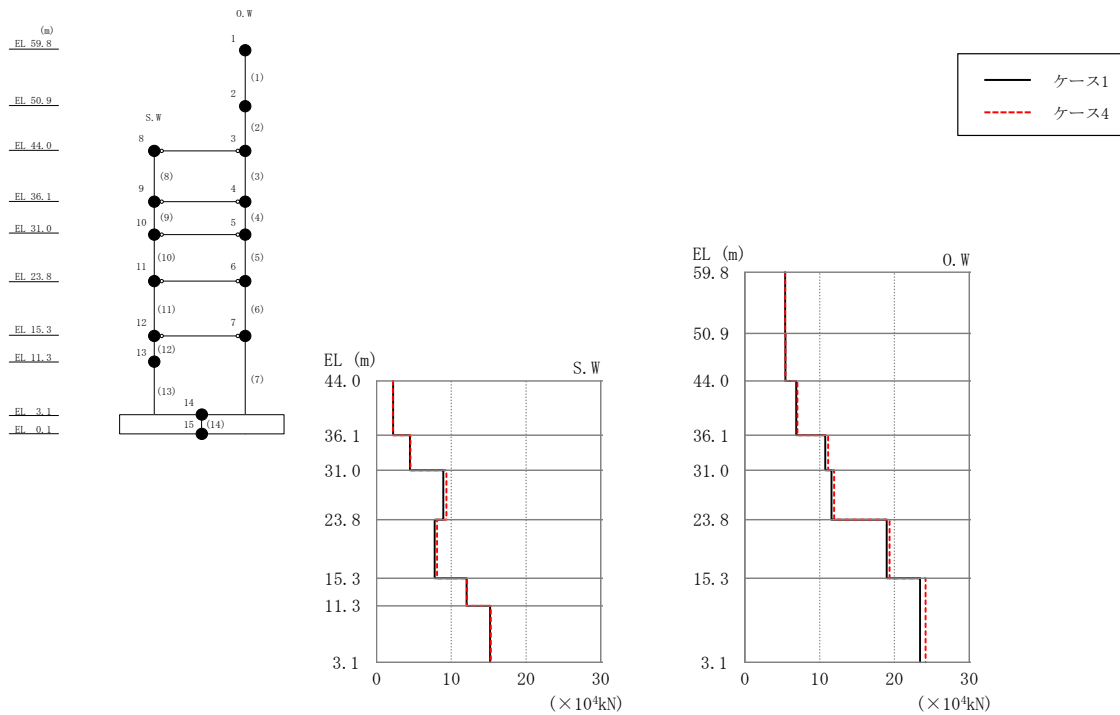


図 2-61 最大応答せん断力 (基準地震動 S s-D, NS 方向)

表 2-64 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s-D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	5.37	5.37
	50.9~44.0	2	5.42	5.42
	44.0~36.1	3	6.87	7.02
	36.1~31.0	4	10.7	11.1
	31.0~23.8	5	11.6	11.9
	23.8~15.3	6	19.0	19.4
	15.3~3.1	7	23.4	24.2
S. W	44.0~36.1	8	2.21	2.17
	36.1~31.0	9	4.46	4.55
	31.0~23.8	10	8.94	9.36
	23.8~15.3	11	7.77	8.10
	15.3~11.3	12	12.0	12.1
	11.3~3.1	13	15.2	15.3

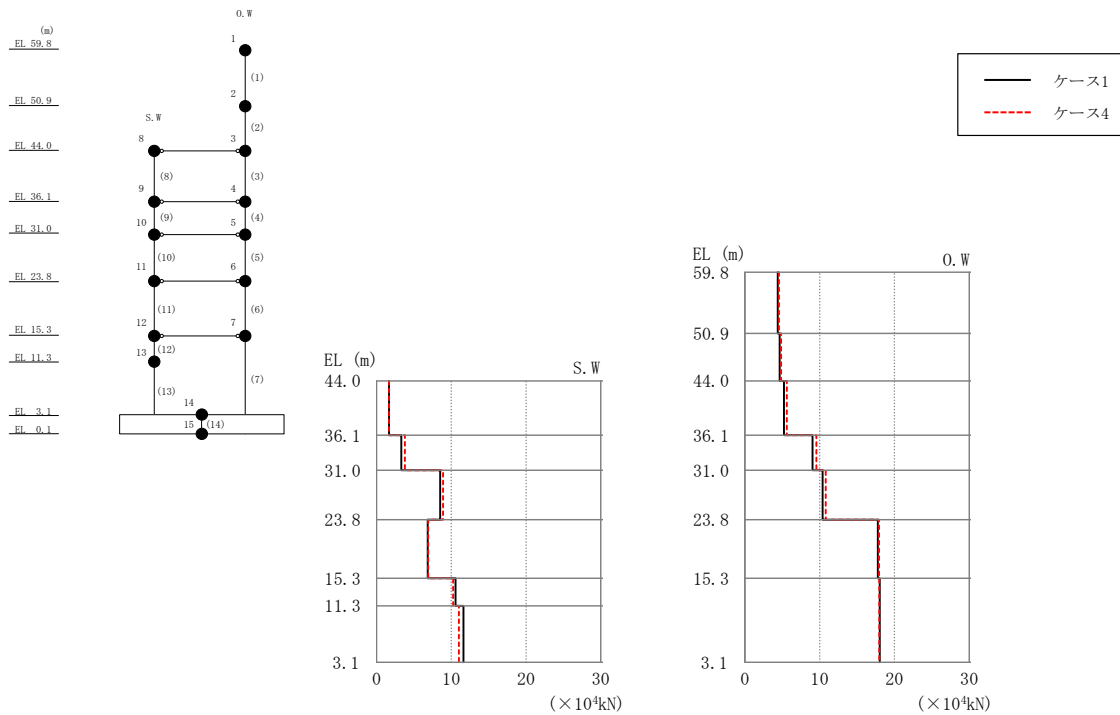


図 2-62 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-65 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	4.39	4.56
	50.9~44.0	2	4.66	4.84
	44.0~36.1	3	5.22	5.61
	36.1~31.0	4	9.05	9.57
	31.0~23.8	5	10.4	10.8
	23.8~15.3	6	17.8	17.9
	15.3~3.1	7	18.0	18.0
S. W	44.0~36.1	8	1.67	1.67
	36.1~31.0	9	3.31	3.79
	31.0~23.8	10	8.52	8.91
	23.8~15.3	11	6.85	6.89
	15.3~11.3	12	10.6	10.2
	11.3~3.1	13	11.6	11.0

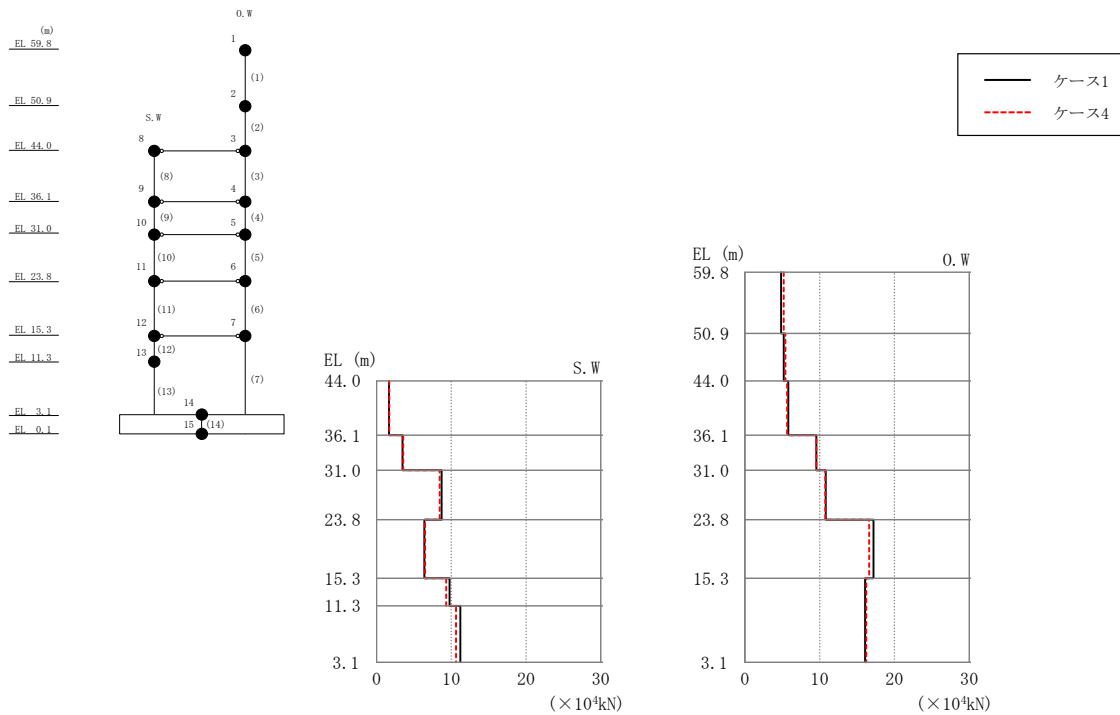


図 2-63 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-66 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	4.84	5.18
	50.9~44.0	2	5.18	5.42
	44.0~36.1	3	5.80	5.62
	36.1~31.0	4	9.55	9.55
	31.0~23.8	5	10.8	10.7
	23.8~15.3	6	17.2	16.6
	15.3~3.1	7	16.1	16.2
S. W	44.0~36.1	8	1.68	1.71
	36.1~31.0	9	3.47	3.56
	31.0~23.8	10	8.72	8.45
	23.8~15.3	11	6.39	6.48
	15.3~11.3	12	9.75	9.32
	11.3~3.1	13	11.2	10.6

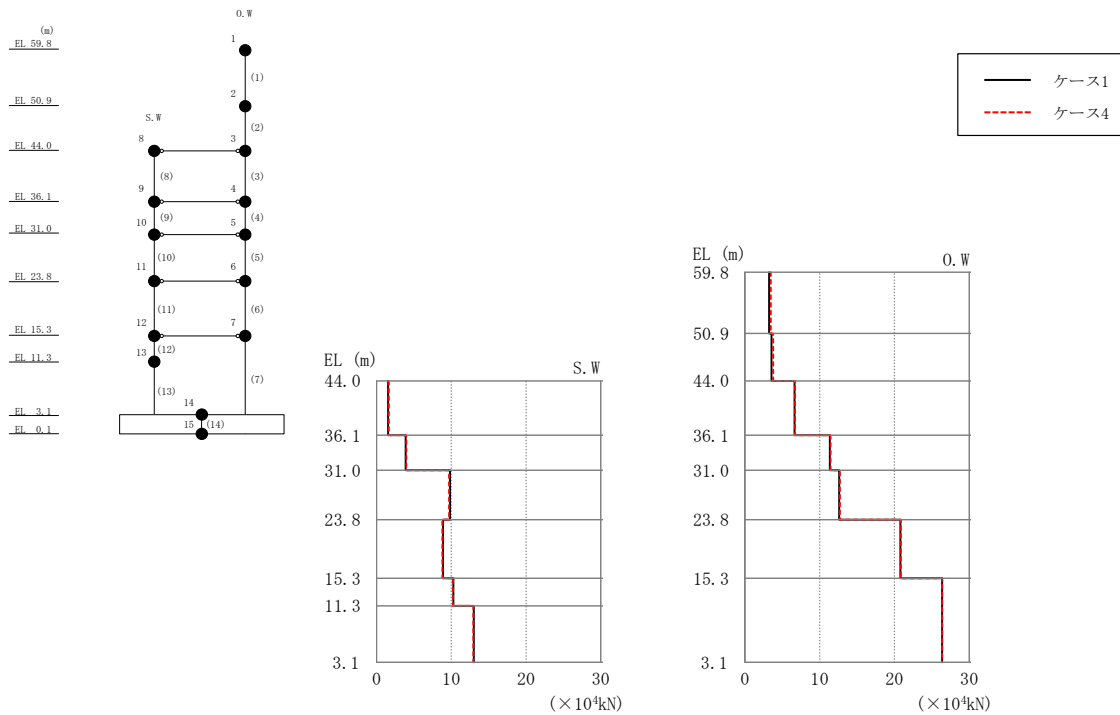


図 2-64 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-67 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	3.23	3.46
	50.9~44.0	2	3.55	3.77
	44.0~36.1	3	6.64	6.70
	36.1~31.0	4	11.3	11.4
	31.0~23.8	5	12.6	12.7
	23.8~15.3	6	20.8	20.9
	15.3~3.1	7	26.4	26.4
S. W	44.0~36.1	8	1.56	1.65
	36.1~31.0	9	3.88	4.00
	31.0~23.8	10	9.84	9.69
	23.8~15.3	11	8.91	8.80
	15.3~11.3	12	10.3	10.2
	11.3~3.1	13	13.0	13.0

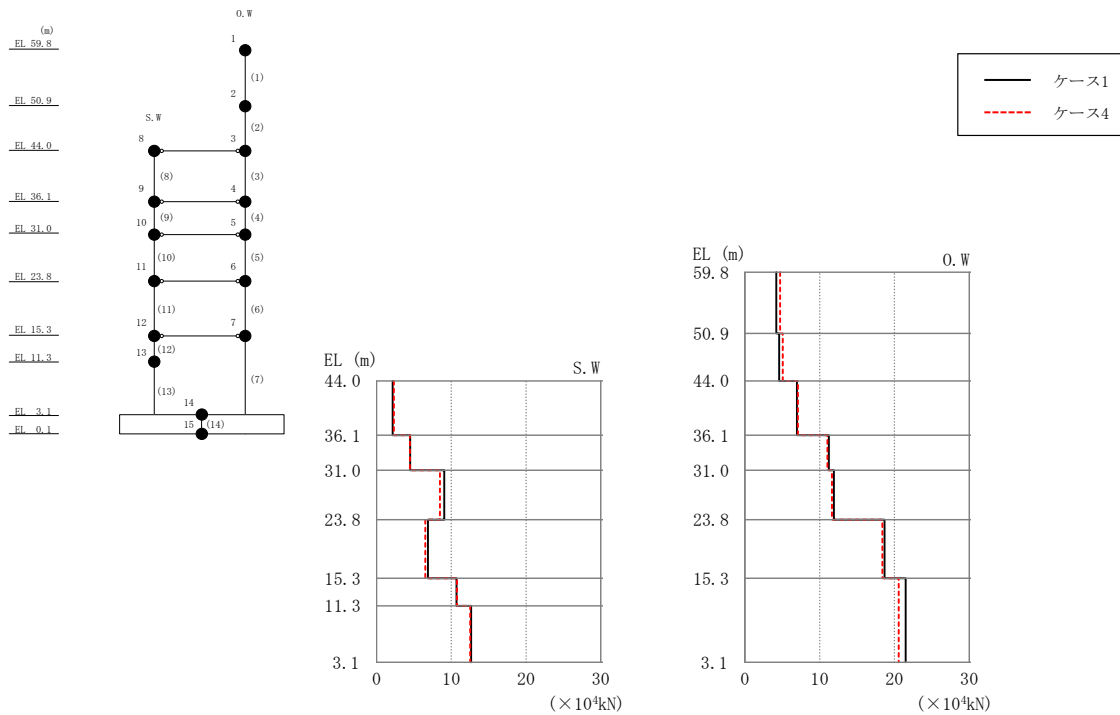


図 2-65 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

表 2-68 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	4.18	4.71
	50.9~44.0	2	4.57	5.06
	44.0~36.1	3	6.96	7.07
	36.1~31.0	4	11.2	11.0
	31.0~23.8	5	11.9	11.6
	23.8~15.3	6	18.7	18.4
	15.3~3.1	7	21.5	20.6
S.W	44.0~36.1	8	2.15	2.30
	36.1~31.0	9	4.50	4.45
	31.0~23.8	10	9.04	8.49
	23.8~15.3	11	6.88	6.52
	15.3~11.3	12	10.7	10.8
	11.3~3.1	13	12.6	12.5

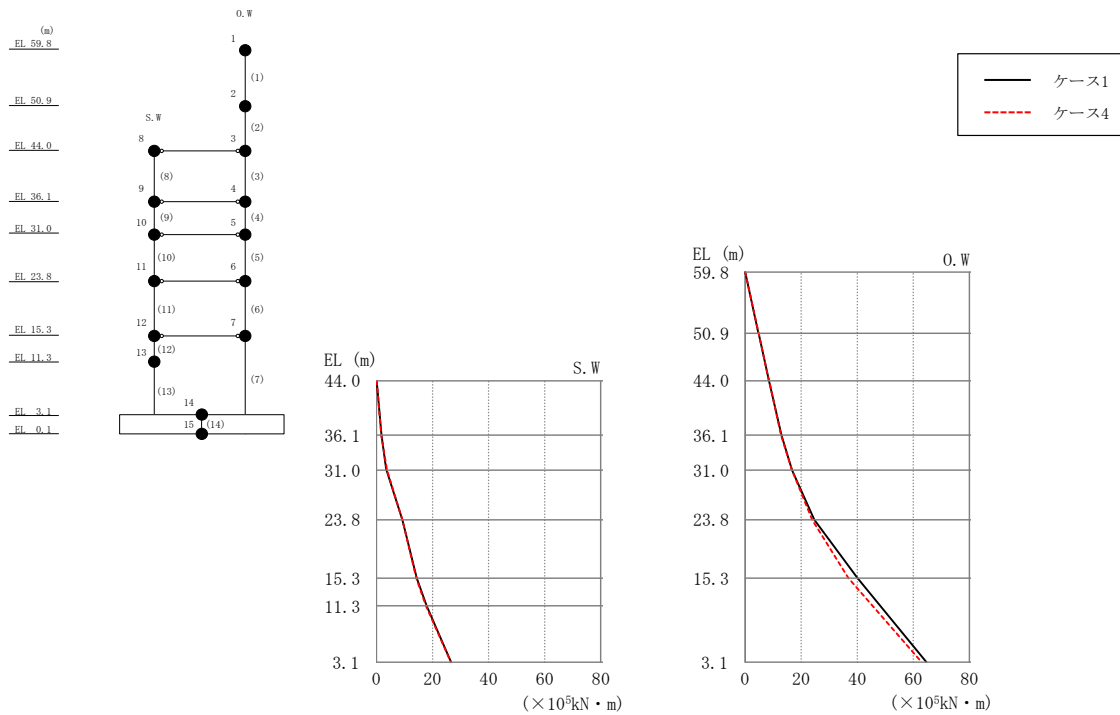


図 2-66 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s -D, NS 方向)

表 2-69 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	0.0581	0.0609
			4.78	4.79
	50.9~44.0	2	4.78	4.81
			8.52	8.54
	44.0~36.1	3	8.53	8.56
			13.0	12.8
	36.1~31.0	4	13.0	12.8
16.7			16.7	
31.0~23.8	5	16.7	16.7	
		24.7	23.9	
23.8~15.3	6	24.7	23.9	
		40.1	36.8	
15.3~3.1	7	40.1	36.8	
		64.7	62.9	
S.W	44.0~36.1	8	0.0581	0.0627
			1.76	1.73
	36.1~31.0	9	1.76	1.73
			3.54	3.76
	31.0~23.8	10	3.54	3.77
			9.26	9.23
23.8~15.3	11	9.27	9.25	
		14.4	14.2	
15.3~11.3	12	14.4	14.2	
		17.9	17.6	
11.3~3.1	13	17.9	17.6	
		26.6	26.5	

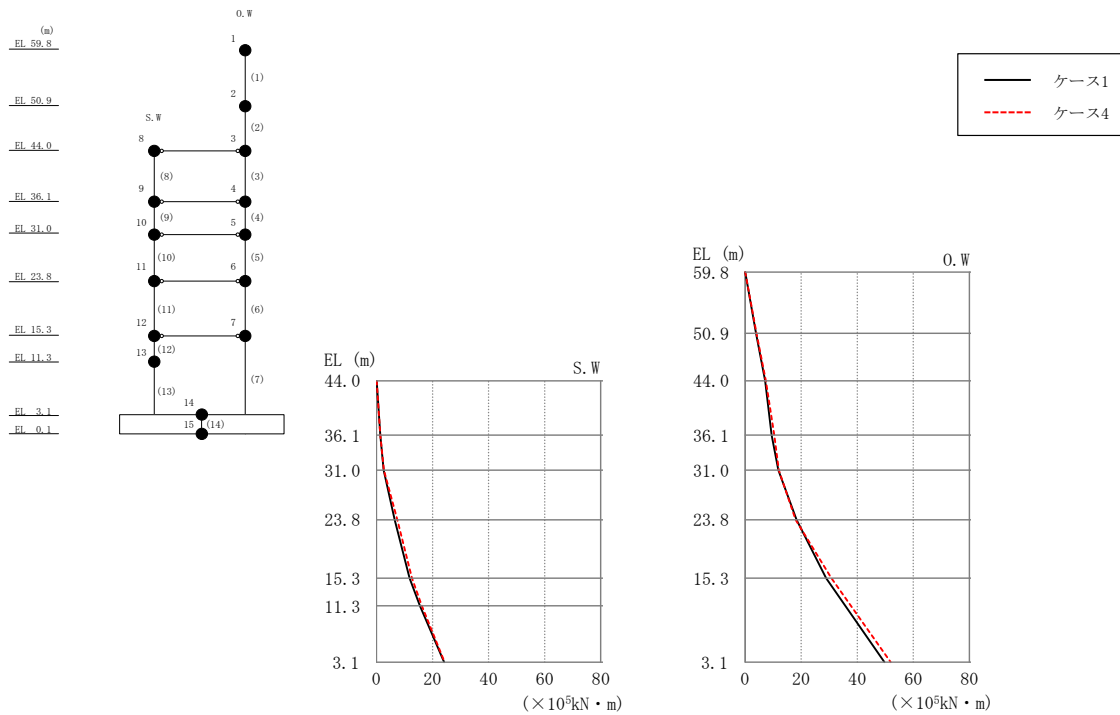


図 2-67 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-70 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	0.0209	0.0219
			3.91	4.05
	50.9~44.0	2	3.91	4.07
			7.12	7.40
	44.0~36.1	3	7.12	7.41
			9.41	10.4
	36.1~31.0	4	9.41	10.4
11.8			12.0	
31.0~23.8	5	11.8	12.0	
		18.4	18.0	
23.8~15.3	6	18.4	18.0	
		28.9	30.7	
15.3~3.1	7	28.9	30.7	
		49.7	51.9	
S. W	44.0~36.1	8	0.0637	0.0647
			1.33	1.33
	36.1~31.0	9	1.33	1.33
			2.56	2.60
	31.0~23.8	10	2.56	2.60
			6.50	7.45
23.8~15.3	11	6.53	7.46	
		11.8	12.6	
15.3~11.3	12	11.8	12.7	
		15.5	16.2	
11.3~3.1	13	15.5	16.2	
		24.1	24.3	

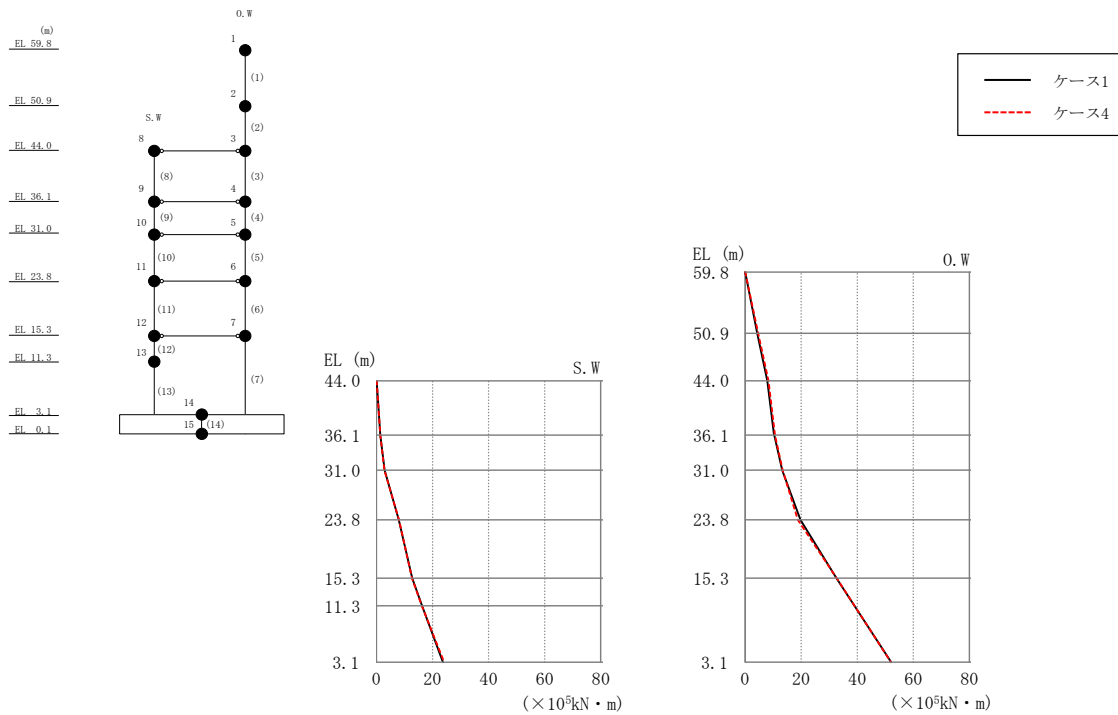


図 2-68 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-71 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	0.0544	0.0422
			4.31	4.61
	50.9~44.0	2	4.31	4.62
			7.89	8.36
	44.0~36.1	3	7.89	8.37
			10.3	10.7
	36.1~31.0	4	10.3	10.7
13.2			13.4	
31.0~23.8	5	13.2	13.4	
		19.7	18.8	
23.8~15.3	6	19.7	18.8	
		32.5	32.6	
15.3~3.1	7	32.5	32.6	
		52.1	52.0	
S. W	44.0~36.1	8	0.0468	0.0468
			1.33	1.36
	36.1~31.0	9	1.34	1.36
			2.92	2.80
	31.0~23.8	10	2.93	2.80
			7.94	8.03
23.8~15.3	11	7.94	8.03	
		12.7	12.6	
15.3~11.3	12	12.7	12.6	
		16.2	16.2	
11.3~3.1	13	16.2	16.2	
		23.7	24.1	

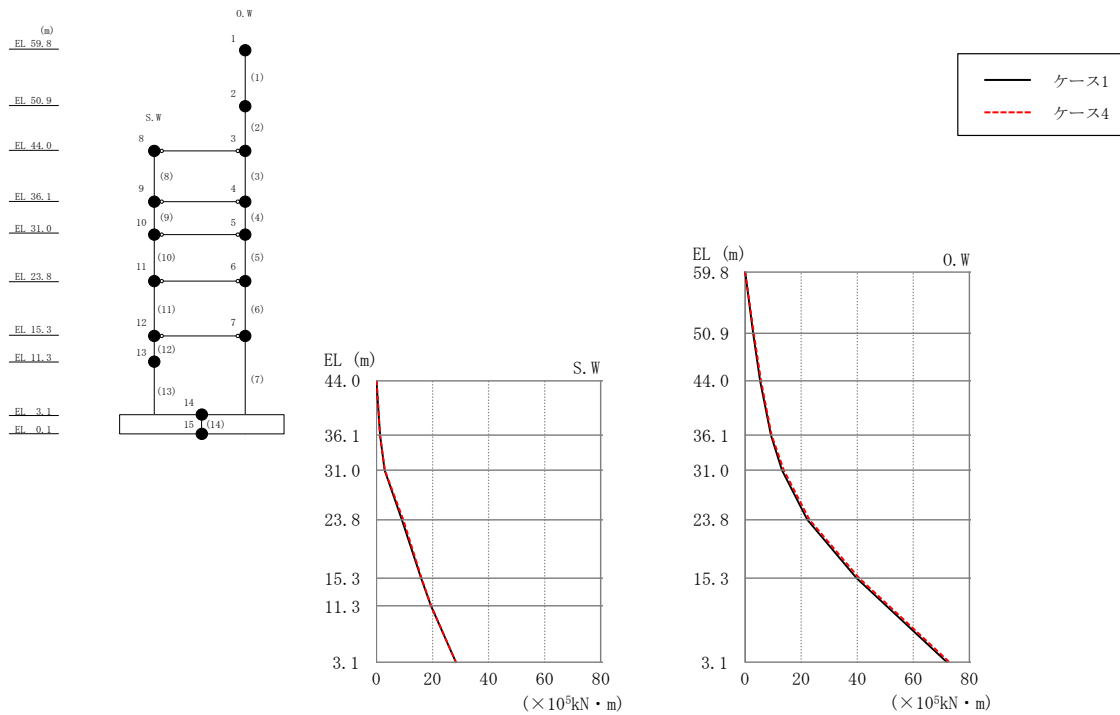


図 2-69 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-72 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	0.0280	0.0266
			2.88	3.08
	50.9~44.0	2	2.89	3.09
			5.34	5.69
	44.0~36.1	3	5.35	5.70
			9.22	9.44
	36.1~31.0	4	9.22	9.44
13.2			13.9	
31.0~23.8	5	13.2	13.9	
		22.2	23.0	
23.8~15.3	6	22.2	23.0	
		39.8	40.7	
15.3~3.1	7	39.8	40.7	
		71.9	72.9	
S. W	44.0~36.1	8	0.0154	0.0496
			1.24	1.31
	36.1~31.0	9	1.24	1.31
			2.87	2.96
	31.0~23.8	10	2.87	2.97
			9.08	9.59
23.8~15.3	11	9.08	9.59	
		15.9	16.0	
15.3~11.3	12	15.9	16.1	
		19.4	19.5	
11.3~3.1	13	19.4	19.5	
		28.3	28.3	

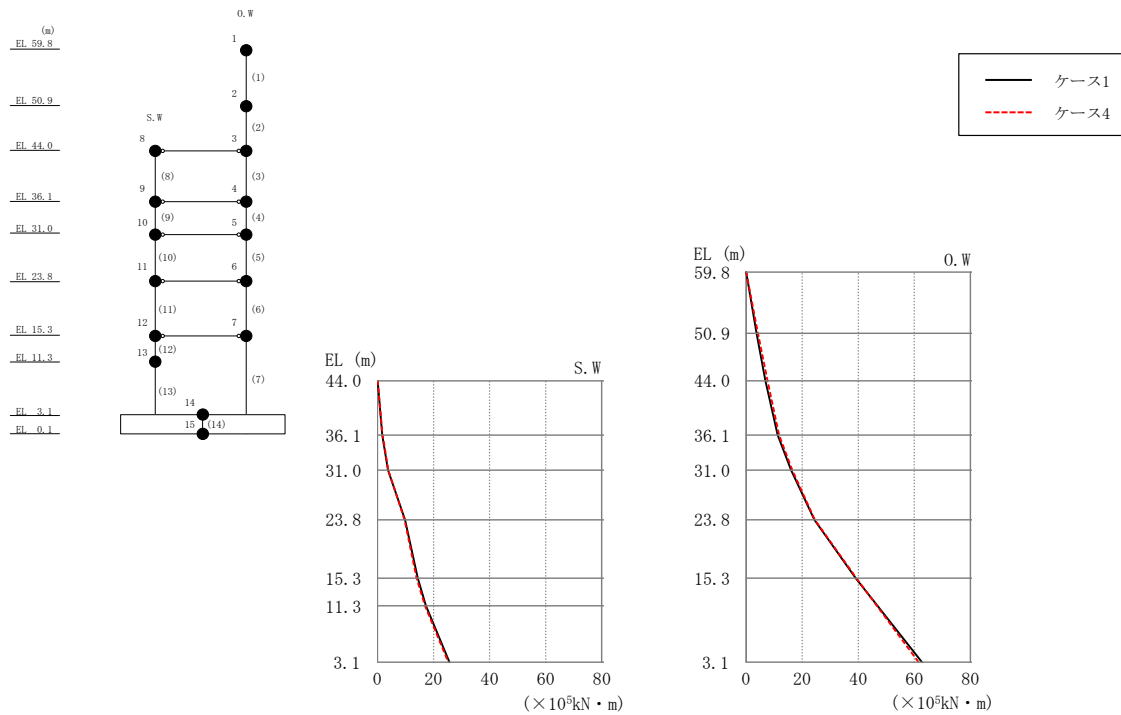


図 2-70 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

表 2-73 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	0.0260	0.0298
			3.72	4.19
	50.9~44.0	2	3.73	4.19
			6.88	7.68
	44.0~36.1	3	6.88	7.68
			11.2	11.8
	36.1~31.0	4	11.2	11.8
16.1			16.5	
31.0~23.8	5	16.0	16.5	
		24.4	24.6	
23.8~15.3	6	24.4	24.6	
		39.1	39.3	
15.3~3.1	7	39.1	39.3	
		62.7	61.5	
S. W	44.0~36.1	8	0.0381	0.0412
			1.71	1.83
	36.1~31.0	9	1.72	1.83
			3.76	3.86
	31.0~23.8	10	3.77	3.87
			9.85	9.64
23.8~15.3	11	9.85	9.64	
		14.3	13.9	
15.3~11.3	12	14.3	13.9	
		17.3	16.9	
11.3~3.1	13	17.3	16.9	
		25.7	25.3	

表 2-74 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
O. W	59.8~50.9	1	1/405	1/396
	50.9~44.0	2	1/330	1/326

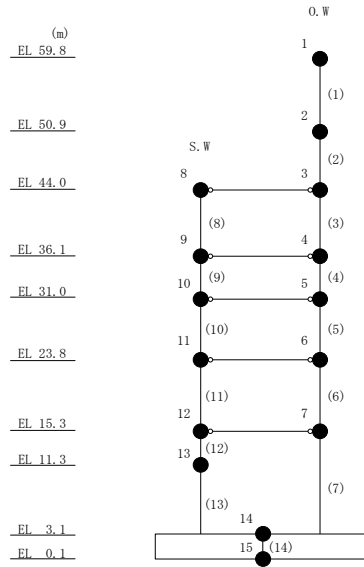


表 2-75 最大層間変形角一覧（基準地震動 S_s-F 1, NS 方向）

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	1/530	1/508
	50.9~44.0	2	1/520	1/497

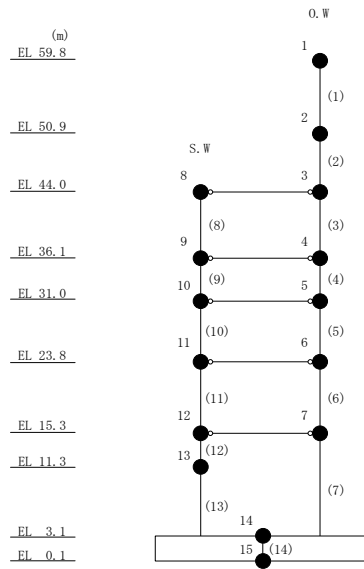


表 2-76 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	1/457	1/433
	50.9~44.0	2	1/445	1/426

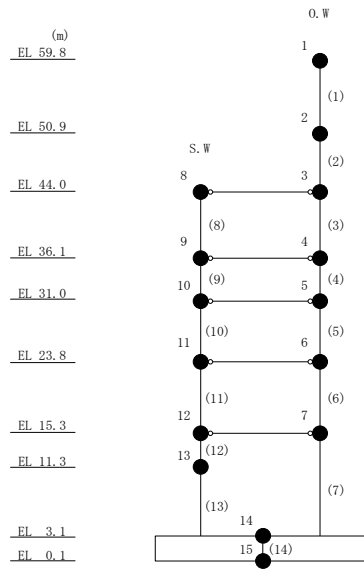


表 2-77 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s-N1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	1/675	1/635
	50.9~44.0	2	1/643	1/610

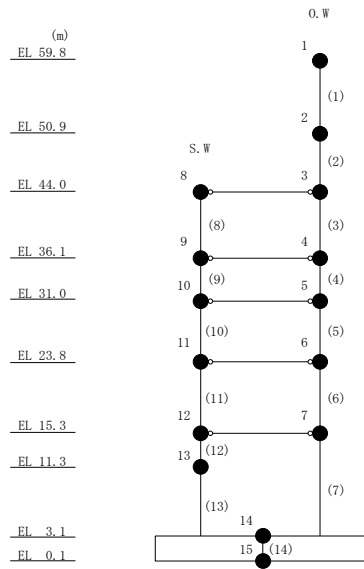
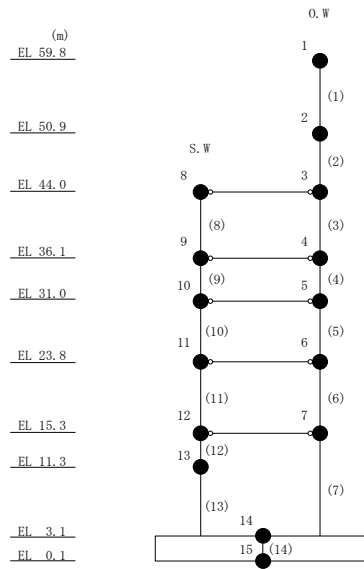


表 2-78 最大層間変形角一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
O.W	59.8~50.9	1	1/525	1/469
	50.9~44.0	2	1/503	1/455



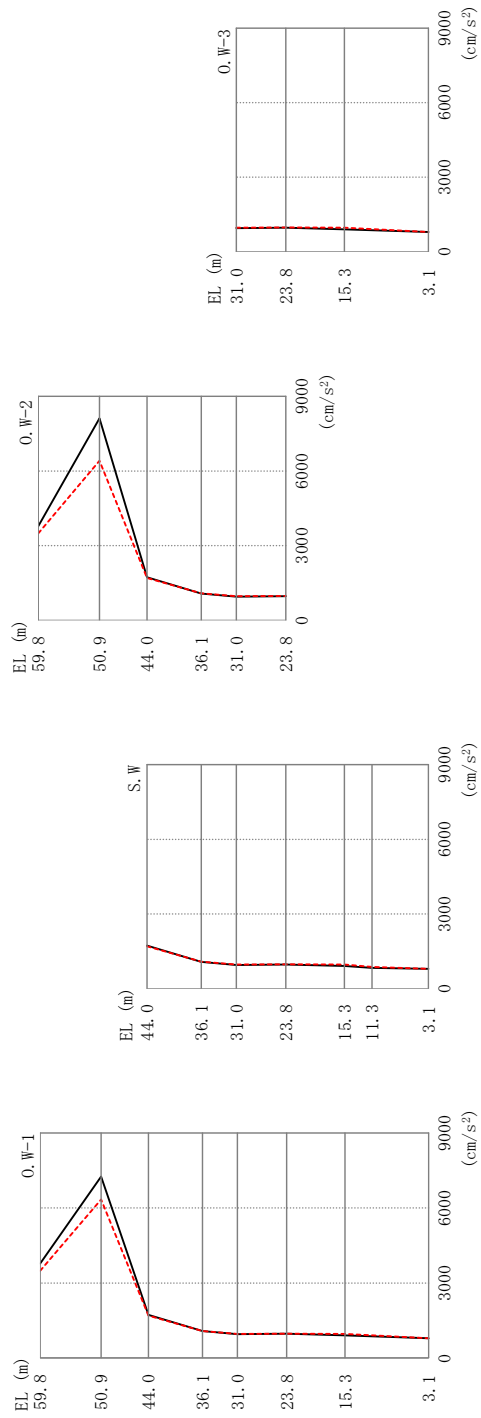
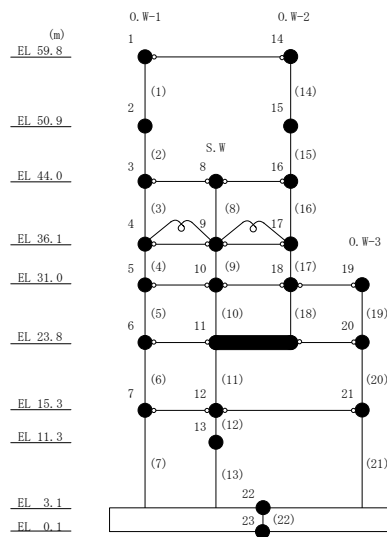


図 2-71 最大応答加速度 (基準地震動 S - D, EW 方向)

表 2-79 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8	1	3783	3494
	50.9	2	7259	6340
	44.0	3	1730	1697
	36.1	4	1079	1080
	31.0	5	953	970
	23.8	6	973	981
	15.3	7	909	968
S. W	44.0	8	1730	1697
	36.1	9	1079	1080
	31.0	10	952	969
	23.8	11	973	981
	15.3	12	909	968
	11.3	13	836	874
0. W-2	59.8	14	3783	3493
	50.9	15	8121	6409
	44.0	16	1730	1697
	36.1	17	1079	1080
	31.0	18	952	969
0. W-3	31.0	19	952	970
	23.8	20	973	981
	15.3	21	909	968
	3.1	22	794	798



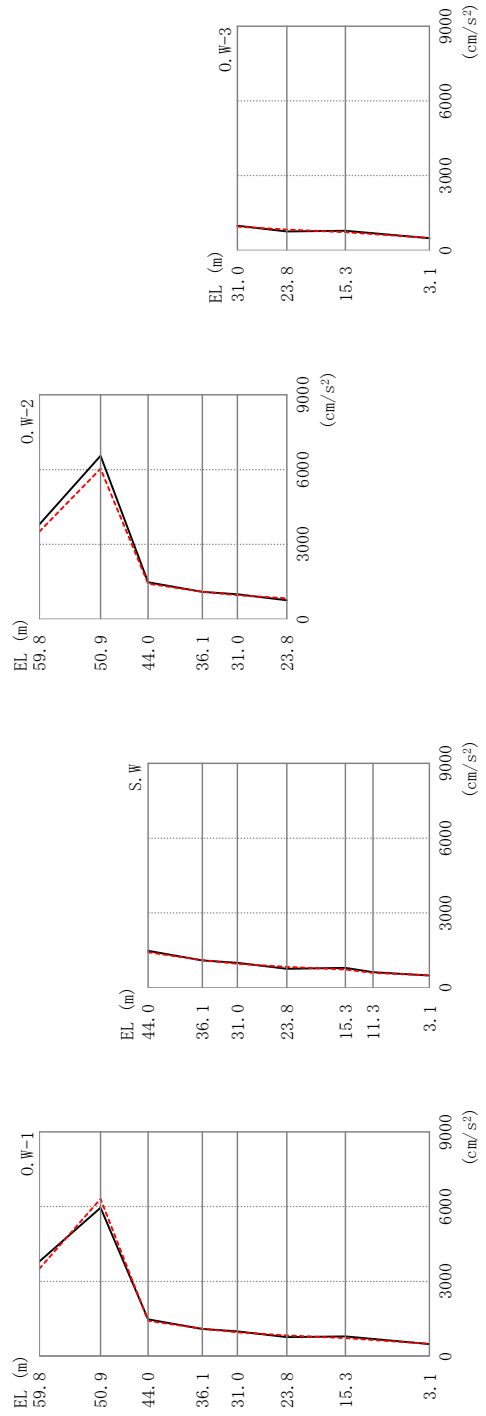
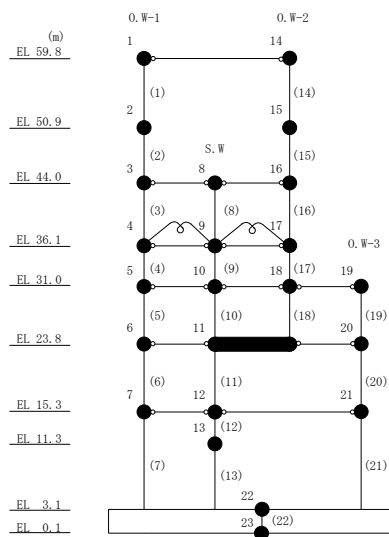


図2-72 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

表 2-80 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - F1$, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	3799	3509
	50.9	2	5952	6311
	44.0	3	1477	1423
	36.1	4	1092	1101
	31.0	5	994	957
	23.8	6	762	836
	15.3	7	791	728
S.W	44.0	8	1477	1423
	36.1	9	1092	1101
	31.0	10	994	955
	23.8	11	760	834
	15.3	12	791	728
	11.3	13	625	589
O.W-2	59.8	14	3799	3509
	50.9	15	6553	6039
	44.0	16	1477	1423
	36.1	17	1092	1101
	31.0	18	995	955
O.W-3	31.0	19	995	956
	23.8	20	760	835
	15.3	21	791	728
	3.1	22	489	499



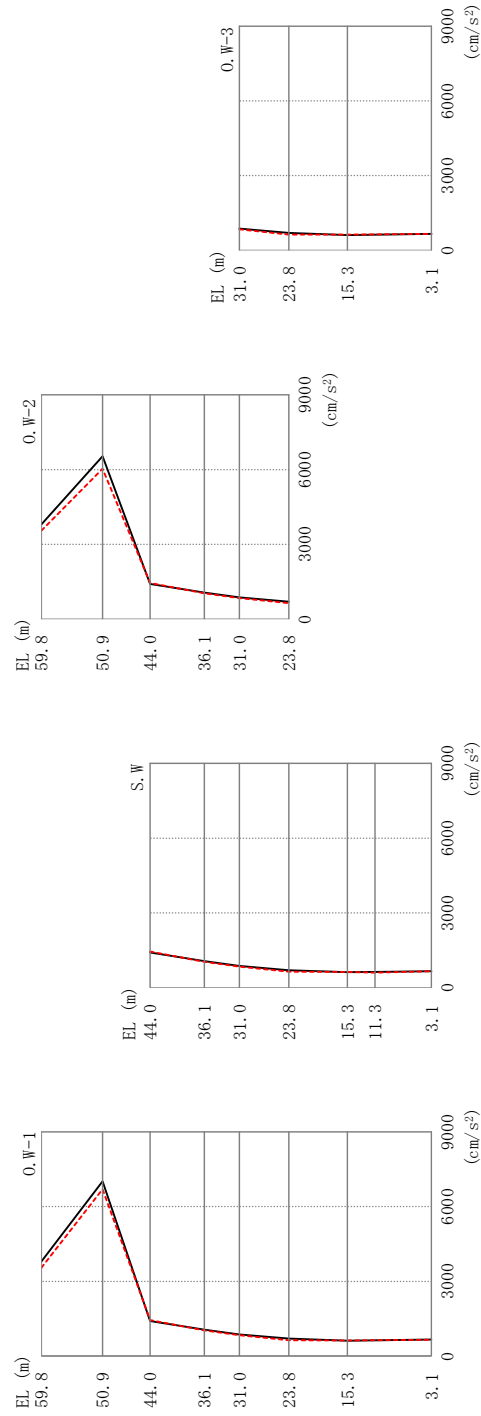
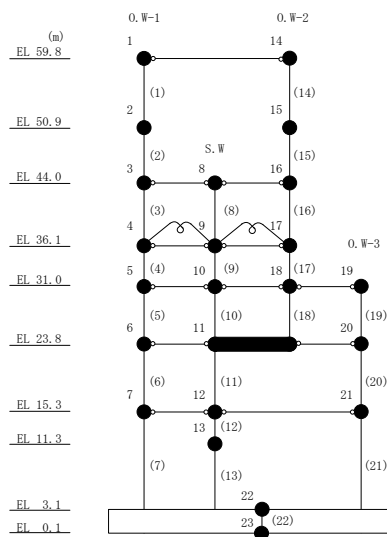


図2-73 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-81 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - F_2$, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	3803	3549
	50.9	2	7020	6697
	44.0	3	1409	1448
	36.1	4	1067	1037
	31.0	5	871	843
	23.8	6	702	637
	15.3	7	619	633
S.W	44.0	8	1409	1448
	36.1	9	1067	1036
	31.0	10	871	843
	23.8	11	702	637
	15.3	12	619	633
	11.3	13	630	605
O.W-2	59.8	14	3803	3548
	50.9	15	6534	6040
	44.0	16	1409	1448
	36.1	17	1067	1036
	31.0	18	871	843
O.W-3	31.0	19	871	843
	23.8	20	702	637
	15.3	21	619	633
	3.1	22	665	659



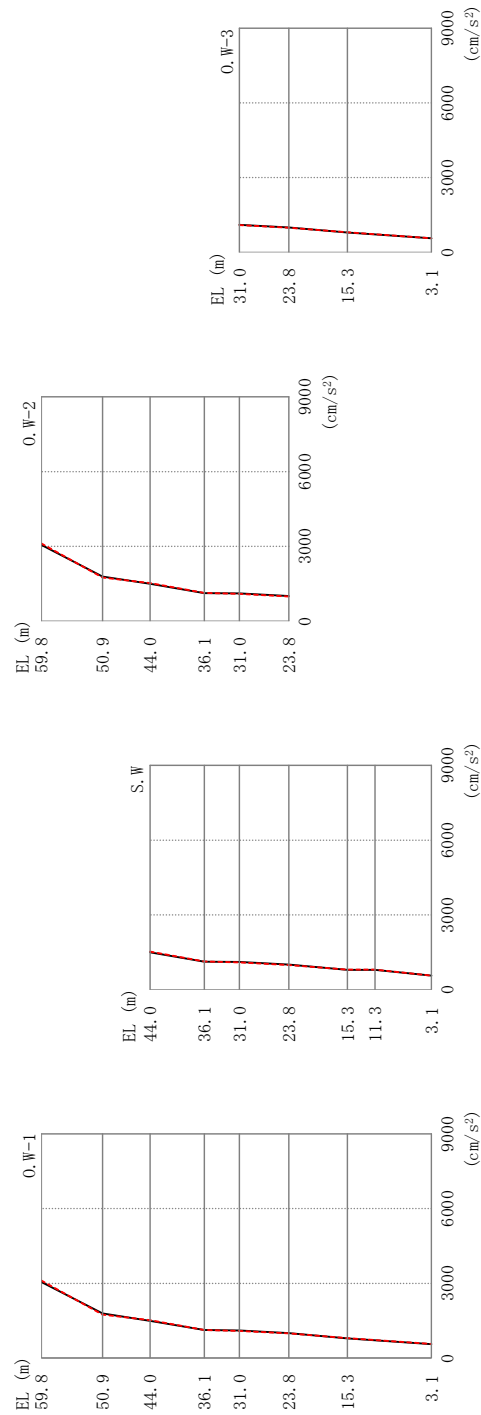
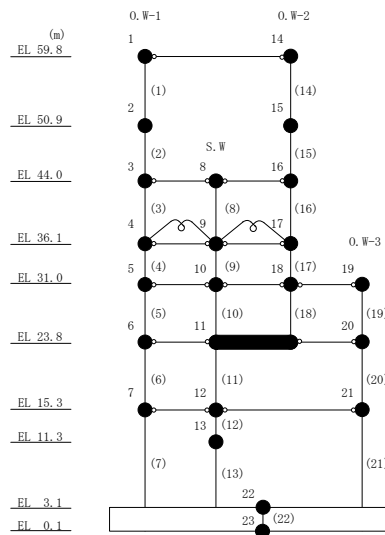


図 2-74 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-82 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	3057	3118
	50.9	2	1791	1751
	44.0	3	1497	1528
	36.1	4	1126	1129
	31.0	5	1109	1093
	23.8	6	1003	991
	15.3	7	797	807
S.W	44.0	8	1497	1528
	36.1	9	1126	1129
	31.0	10	1109	1093
	23.8	11	1003	992
	15.3	12	797	807
	11.3	13	794	805
O.W-2	59.8	14	3057	3118
	50.9	15	1791	1751
	44.0	16	1497	1528
	36.1	17	1125	1129
	31.0	18	1109	1093
O.W-3	31.0	19	1109	1094
	23.8	20	1004	994
	15.3	21	797	808
	3.1	22	563	568



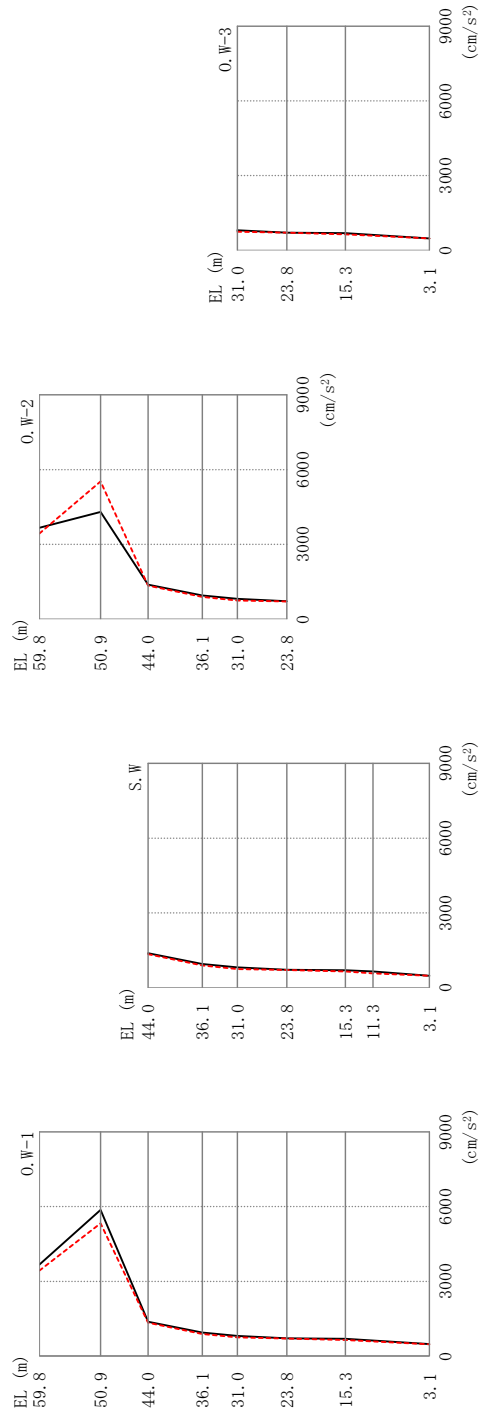
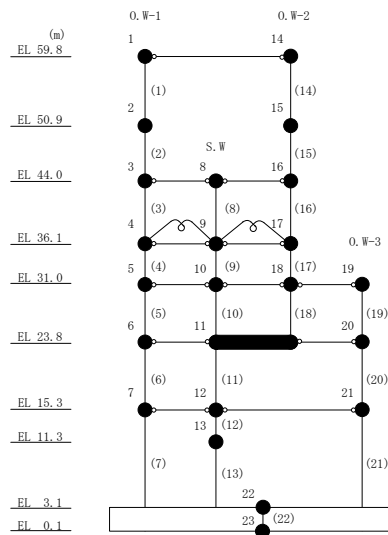


図 2-75 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-83 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	3670	3434
	50.9	2	5868	5329
	44.0	3	1383	1346
	36.1	4	952	893
	31.0	5	811	752
	23.8	6	714	711
	15.3	7	696	648
S.W	44.0	8	1383	1346
	36.1	9	951	893
	31.0	10	811	752
	23.8	11	714	711
	15.3	12	695	648
	11.3	13	651	579
O.W-2	59.8	14	3670	3434
	50.9	15	4302	5525
	44.0	16	1383	1346
	36.1	17	951	893
	31.0	18	810	751
O.W-3	31.0	19	811	751
	23.8	20	714	711
	15.3	21	696	648
	3.1	22	482	480



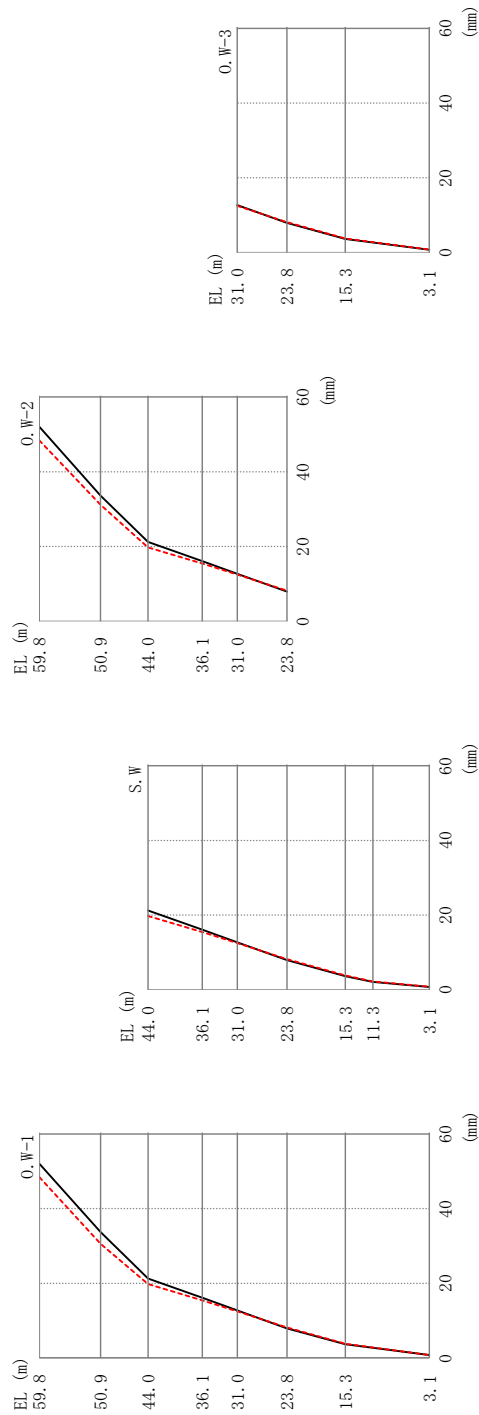
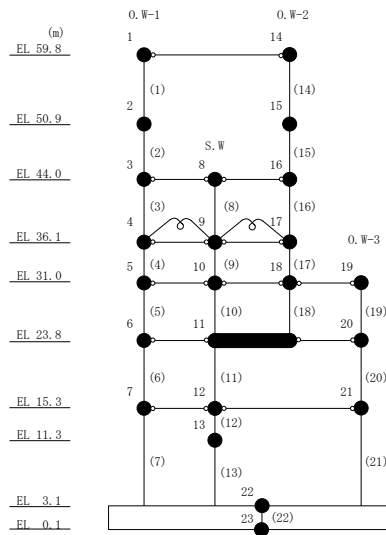


図2-76 最大応答変位 (基準地震動 S s-D, EW 方向)

表 2-84 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s-D, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8	1	52.04	48.42
	50.9	2	33.72	30.60
	44.0	3	21.25	19.78
	36.1	4	16.11	15.43
	31.0	5	12.71	12.49
	23.8	6	7.94	8.17
	15.3	7	3.66	3.81
S. W	44.0	8	21.25	19.78
	36.1	9	16.11	15.43
	31.0	10	12.71	12.49
	23.8	11	7.94	8.17
	15.3	12	3.66	3.81
	11.3	13	2.11	2.25
0. W-2	59.8	14	52.04	48.42
	50.9	15	33.63	31.19
	44.0	16	21.25	19.78
	36.1	17	16.11	15.43
	31.0	18	12.71	12.49
0. W-3	31.0	19	12.71	12.49
	23.8	20	7.94	8.17
	15.3	21	3.66	3.81
	3.1	22	0.77	0.80



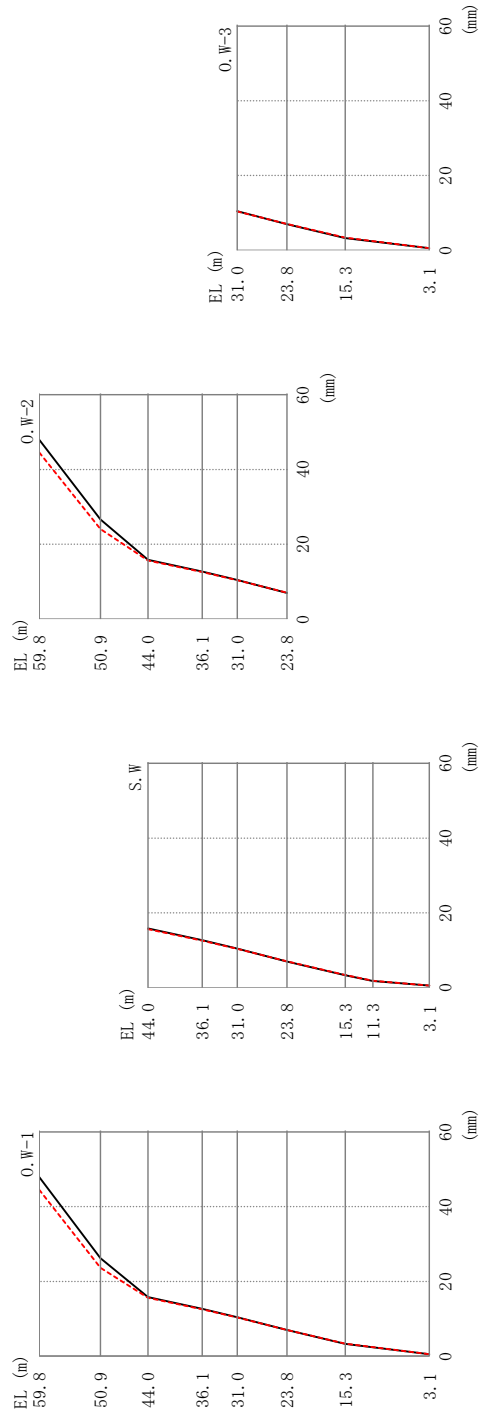
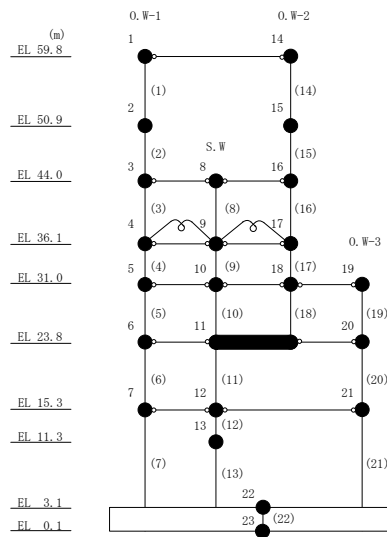


図2-77 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

表 2-85 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	47.95	44.56
	50.9	2	26.19	23.67
	44.0	3	15.84	15.65
	36.1	4	12.67	12.55
	31.0	5	10.43	10.38
	23.8	6	7.00	7.04
	15.3	7	3.30	3.36
S.W	44.0	8	15.84	15.65
	36.1	9	12.67	12.55
	31.0	10	10.43	10.38
	23.8	11	7.00	7.04
	15.3	12	3.30	3.36
	11.3	13	1.79	1.83
O.W-2	59.8	14	47.95	44.56
	50.9	15	26.61	24.05
	44.0	16	15.84	15.65
	36.1	17	12.67	12.55
	31.0	18	10.43	10.38
O.W-3	31.0	19	10.43	10.38
	23.8	20	7.00	7.04
	15.3	21	3.30	3.36
	3.1	22	0.57	0.55



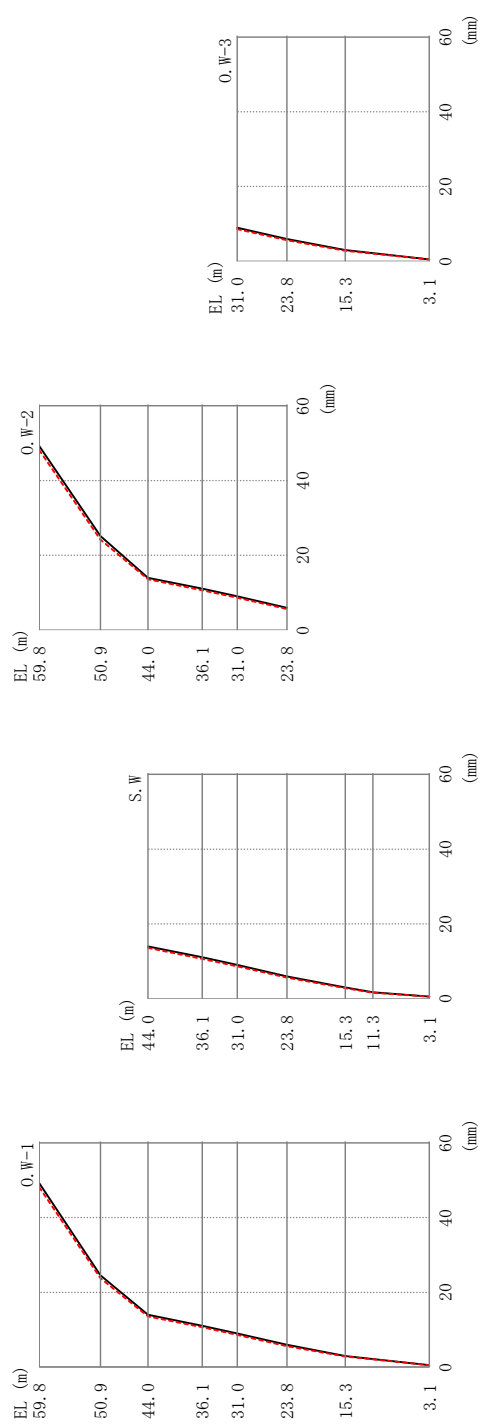
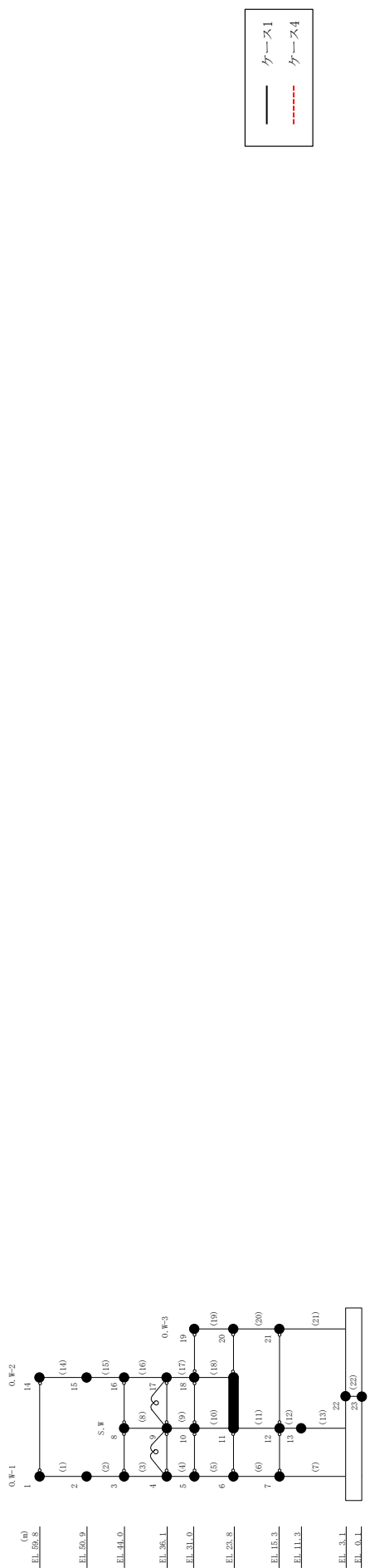
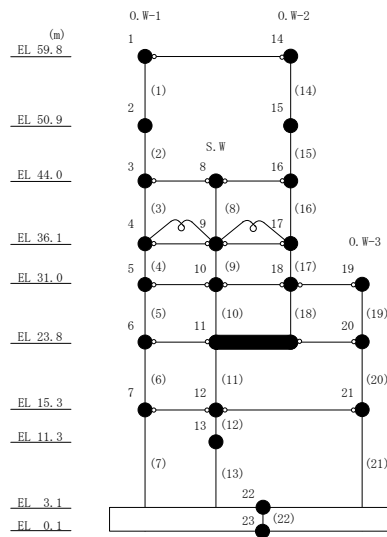


図2-78 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-86 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	49.23	48.15
	50.9	2	24.53	23.77
	44.0	3	13.99	13.57
	36.1	4	11.07	10.66
	31.0	5	9.00	8.61
	23.8	6	5.97	5.64
	15.3	7	3.00	2.83
S.W	44.0	8	13.99	13.57
	36.1	9	11.07	10.66
	31.0	10	9.00	8.61
	23.8	11	5.97	5.64
	15.3	12	3.00	2.83
	11.3	13	1.68	1.57
O.W-2	59.8	14	49.23	48.15
	50.9	15	25.14	24.18
	44.0	16	13.99	13.57
	36.1	17	11.07	10.66
	31.0	18	9.00	8.61
O.W-3	31.0	19	9.00	8.61
	23.8	20	5.97	5.64
	15.3	21	3.00	2.83
	3.1	22	0.53	0.54



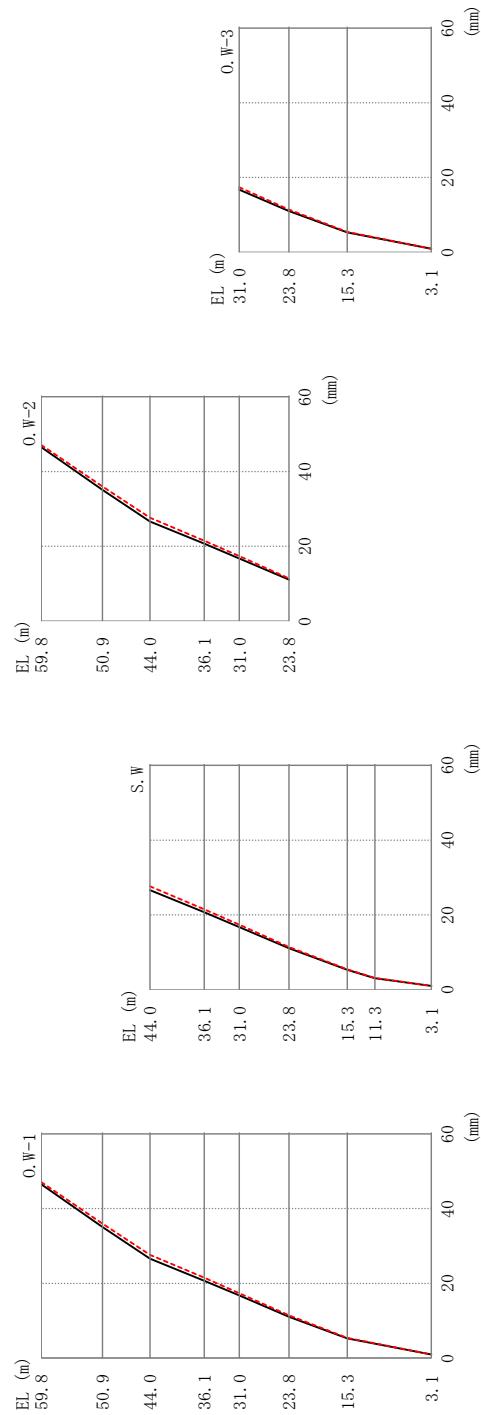
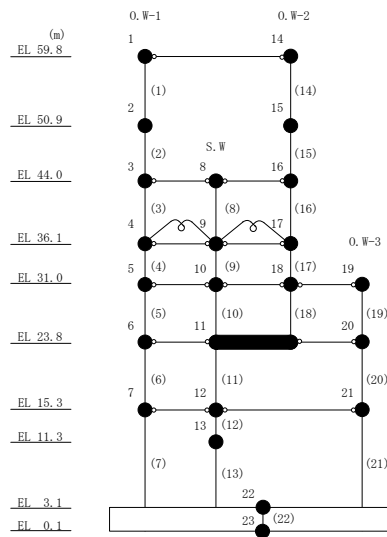


図2-79 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

表 2-87 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	46.52	47.10
	50.9	2	35.09	35.99
	44.0	3	26.62	27.66
	36.1	4	20.71	21.51
	31.0	5	16.75	17.39
	23.8	6	11.06	11.43
	15.3	7	5.31	5.42
S.W	44.0	8	26.62	27.66
	36.1	9	20.71	21.51
	31.0	10	16.75	17.39
	23.8	11	11.06	11.43
	15.3	12	5.31	5.42
	11.3	13	3.05	3.10
O.W-2	59.8	14	46.52	47.10
	50.9	15	35.09	35.98
	44.0	16	26.62	27.66
	36.1	17	20.71	21.51
	31.0	18	16.75	17.39
O.W-3	31.0	19	16.75	17.39
	23.8	20	11.06	11.43
	15.3	21	5.31	5.42
	3.1	22	0.98	0.99



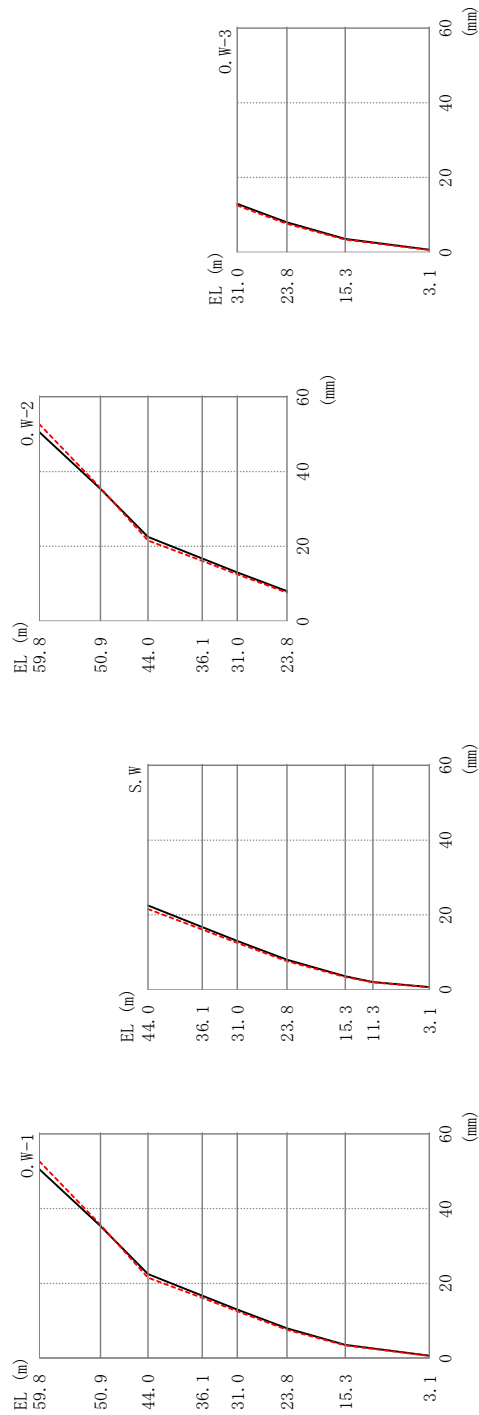
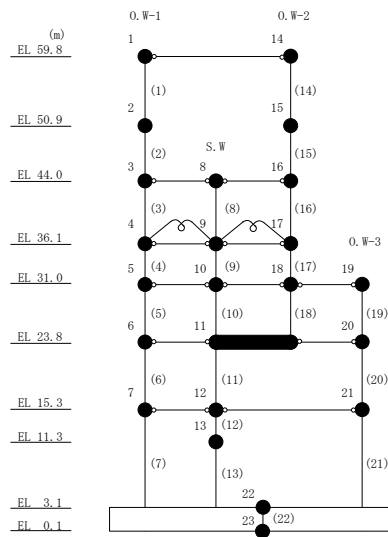


図 2-80 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-88 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8	1	50.58	52.69
	50.9	2	35.34	35.64
	44.0	3	22.48	21.56
	36.1	4	16.75	16.11
	31.0	5	12.99	12.53
	23.8	6	8.01	7.60
	15.3	7	3.58	3.41
S.W	44.0	8	22.48	21.56
	36.1	9	16.75	16.11
	31.0	10	12.99	12.53
	23.8	11	8.01	7.60
	15.3	12	3.58	3.41
	11.3	13	2.03	1.94
O.W-2	59.8	14	50.58	52.69
	50.9	15	35.34	35.64
	44.0	16	22.48	21.56
	36.1	17	16.75	16.11
	31.0	18	12.99	12.53
O.W-3	31.0	19	12.99	12.53
	23.8	20	8.01	7.60
	15.3	21	3.58	3.41
	3.1	22	0.67	0.63



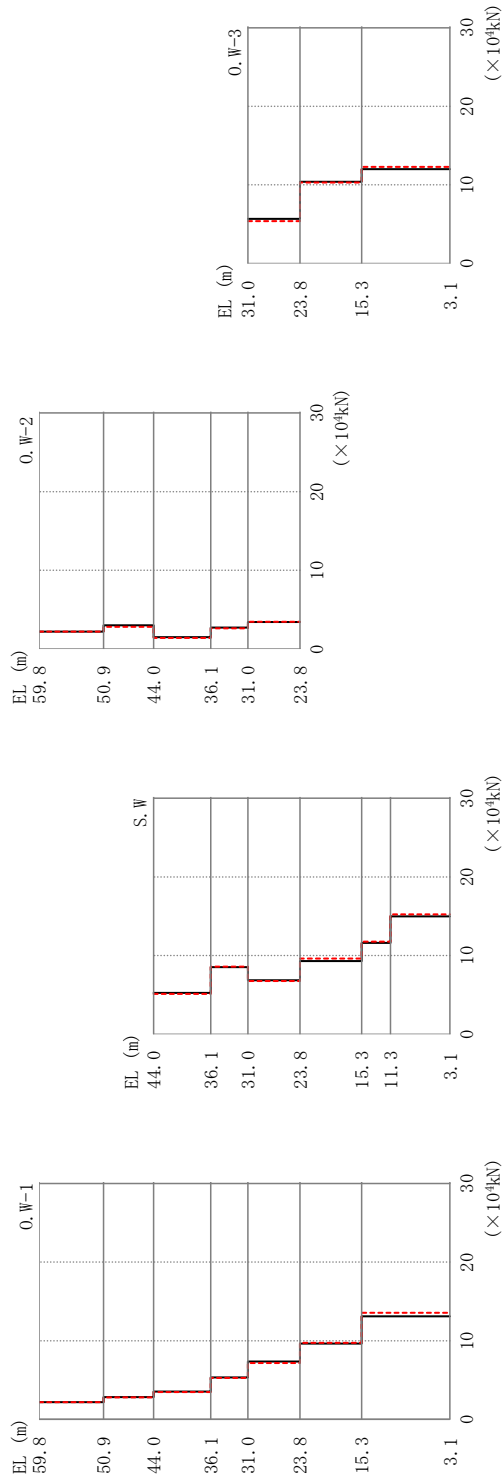
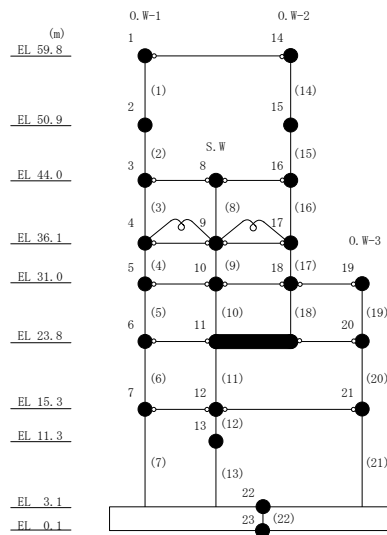


図 2-81 最大応答せん断力 (基準地震動 S s-D, E W 方向)

表 2-89 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.82	2.82
	44.0~36.1	3	3.53	3.49
	36.1~31.0	4	5.35	5.28
	31.0~23.8	5	7.37	7.17
	23.8~15.3	6	9.64	9.75
	15.3~3.1	7	13.1	13.6
S.W	44.0~36.1	8	5.26	5.14
	36.1~31.0	9	8.53	8.59
	31.0~23.8	10	6.85	6.75
	23.8~15.3	11	9.30	9.63
	15.3~11.3	12	11.6	11.8
	11.3~3.1	13	15.0	15.2
O.W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.99	2.80
	44.0~36.1	16	1.49	1.42
	36.1~31.0	17	2.72	2.61
	31.0~23.8	18	3.43	3.46
O.W-3	31.0~23.8	19	5.69	5.38
	23.8~15.3	20	10.4	10.3
	15.3~3.1	21	12.0	12.3



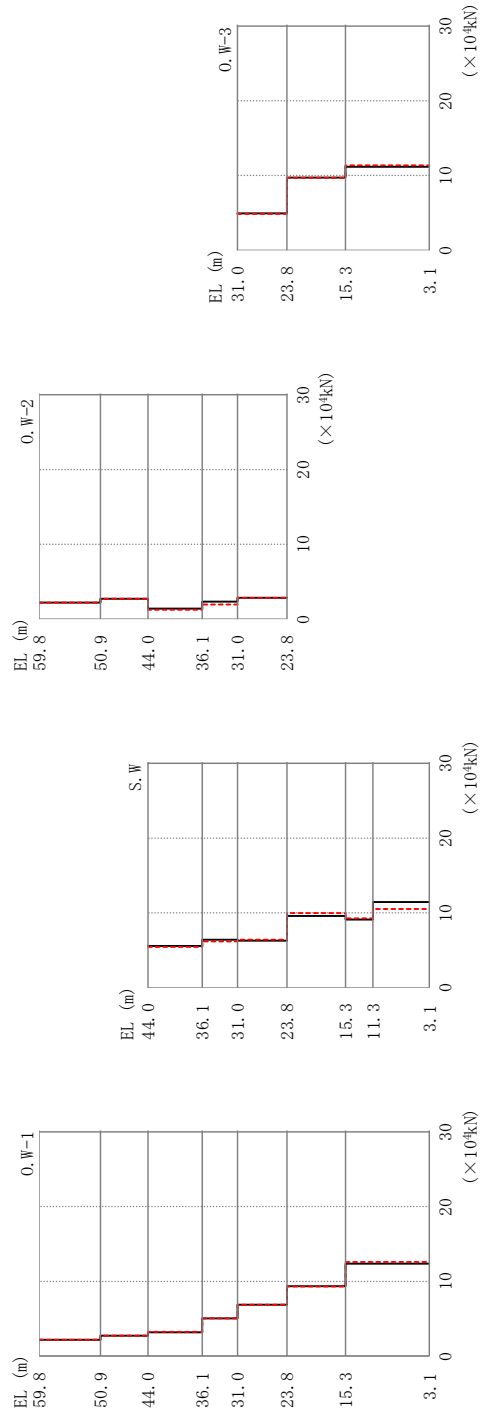
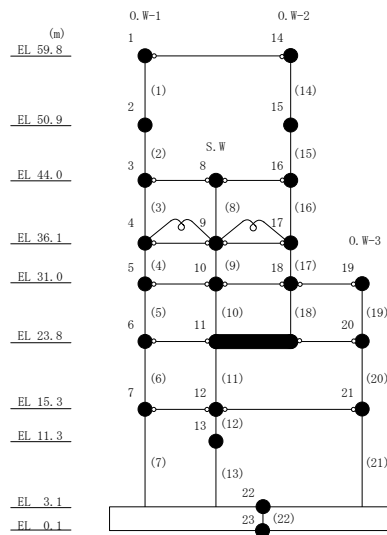


図 2-82 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

表 2-90 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.73	2.73
	44.0~36.1	3	3.20	3.25
	36.1~31.0	4	5.06	5.06
	31.0~23.8	5	6.90	6.88
	23.8~15.3	6	9.34	9.31
	15.3~3.1	7	12.4	12.6
S. W	44.0~36.1	8	5.57	5.46
	36.1~31.0	9	6.42	6.17
	31.0~23.8	10	6.29	6.41
	23.8~15.3	11	9.59	9.97
	15.3~11.3	12	9.10	9.28
	11.3~3.1	13	11.4	10.5
0. W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.72	2.72
	44.0~36.1	16	1.40	1.23
	36.1~31.0	17	2.33	1.95
	31.0~23.8	18	2.84	2.85
0. W-3	31.0~23.8	19	4.95	4.89
	23.8~15.3	20	9.71	9.68
	15.3~3.1	21	11.2	11.4



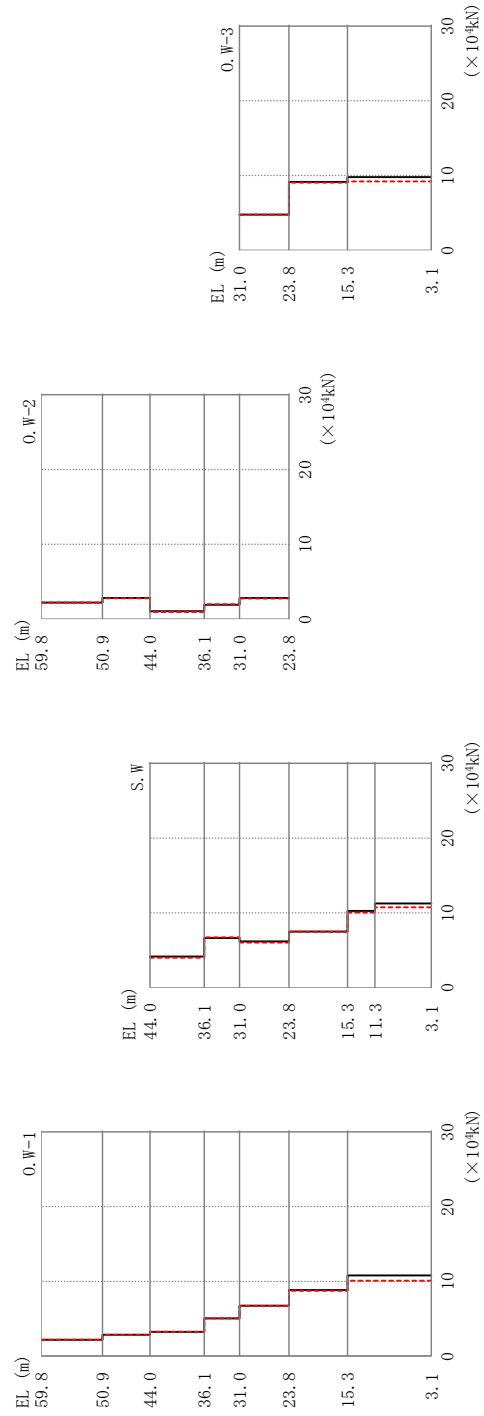
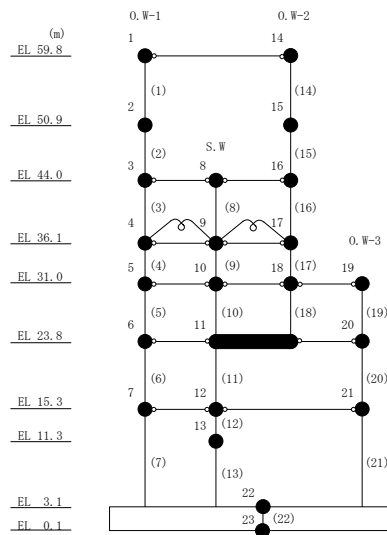


図 2-83 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

表 2-91 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.87	2.82
	44.0~36.1	3	3.25	3.25
	36.1~31.0	4	5.06	5.05
	31.0~23.8	5	6.76	6.71
	23.8~15.3	6	8.84	8.73
	15.3~3.1	7	10.8	10.1
S.W	44.0~36.1	8	4.17	4.01
	36.1~31.0	9	6.65	6.73
	31.0~23.8	10	6.19	6.04
	23.8~15.3	11	7.50	7.47
	15.3~11.3	12	10.2	10.0
	11.3~3.1	13	11.3	10.7
O.W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.82	2.78
	44.0~36.1	16	1.06	0.944
	36.1~31.0	17	1.92	1.97
	31.0~23.8	18	2.81	2.76
O.W-3	31.0~23.8	19	4.78	4.74
	23.8~15.3	20	9.16	9.05
	15.3~3.1	21	9.78	9.20



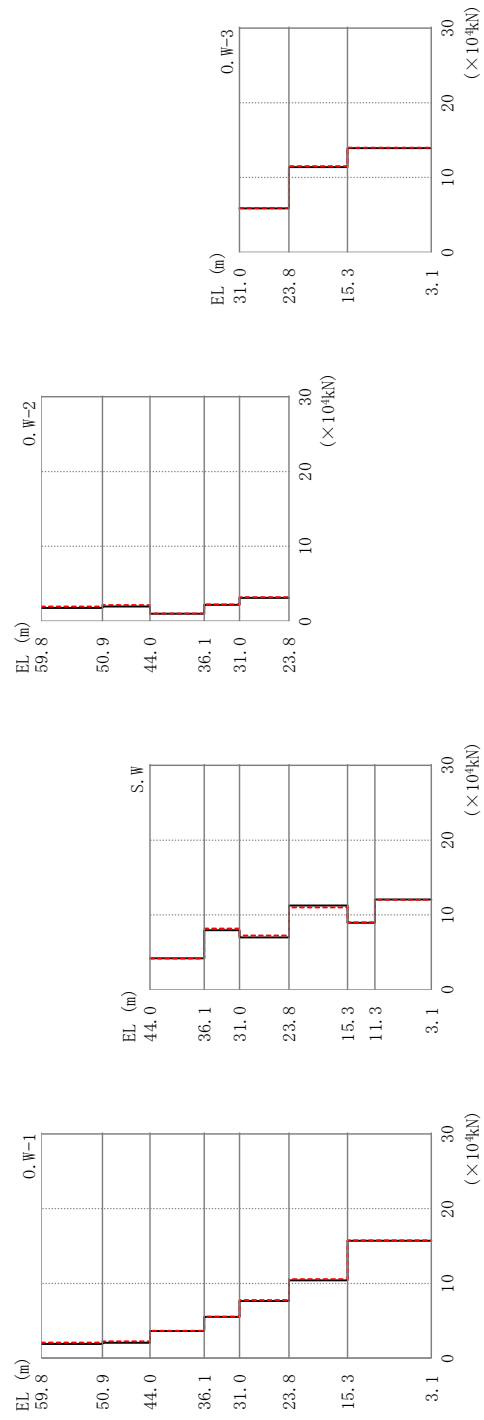
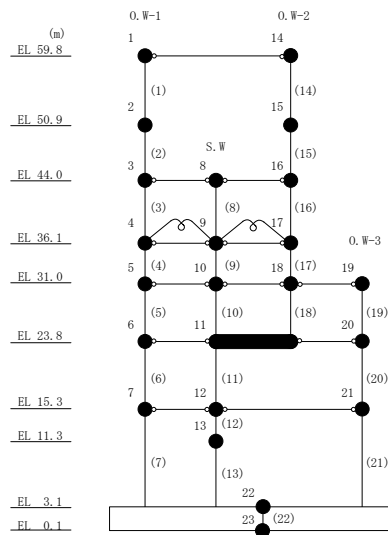


図 2-84 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

表 2-92 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1.90	2.09
	50.9~44.0	2	2.08	2.27
	44.0~36.1	3	3.64	3.67
	36.1~31.0	4	5.52	5.58
	31.0~23.8	5	7.65	7.78
	23.8~15.3	6	10.4	10.6
	15.3~3.1	7	15.7	15.8
S. W	44.0~36.1	8	4.20	4.17
	36.1~31.0	9	7.96	8.19
	31.0~23.8	10	6.99	7.26
	23.8~15.3	11	11.3	11.0
	15.3~11.3	12	8.96	9.00
	11.3~3.1	13	12.1	12.0
0. W-2	59.8~50.9	14	1.76	1.95
	50.9~44.0	15	1.94	2.13
	44.0~36.1	16	0.997	1.02
	36.1~31.0	17	2.17	2.22
	31.0~23.8	18	3.10	3.20
0. W-3	31.0~23.8	19	5.87	5.93
	23.8~15.3	20	11.4	11.5
	15.3~3.1	21	13.9	14.0



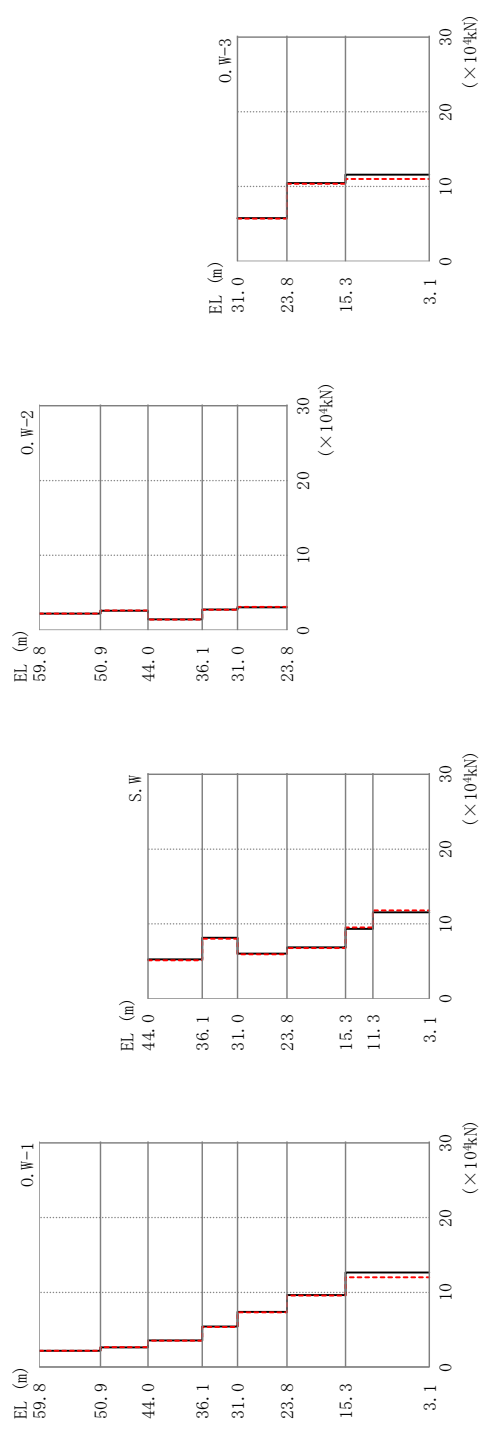
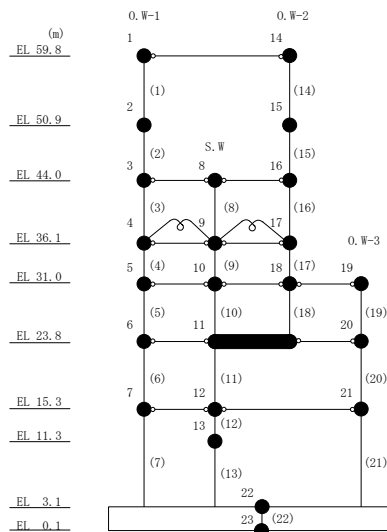


図 2-85 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-93 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
O.W-1	59.8~50.9	1	2.21	2.21
	50.9~44.0	2	2.63	2.67
	44.0~36.1	3	3.58	3.55
	36.1~31.0	4	5.44	5.39
	31.0~23.8	5	7.39	7.34
	23.8~15.3	6	9.64	9.59
	15.3~3.1	7	12.7	12.0
S.W	44.0~36.1	8	5.26	5.11
	36.1~31.0	9	8.14	8.01
	31.0~23.8	10	6.02	5.93
	23.8~15.3	11	6.84	6.76
	15.3~11.3	12	9.33	9.51
	11.3~3.1	13	11.5	11.8
O.W-2	59.8~50.9	14	2.21	2.21
	50.9~44.0	15	2.59	2.63
	44.0~36.1	16	1.44	1.40
	36.1~31.0	17	2.76	2.72
	31.0~23.8	18	3.02	3.11
O.W-3	31.0~23.8	19	5.76	5.71
	23.8~15.3	20	10.5	10.4
	15.3~3.1	21	11.6	11.0



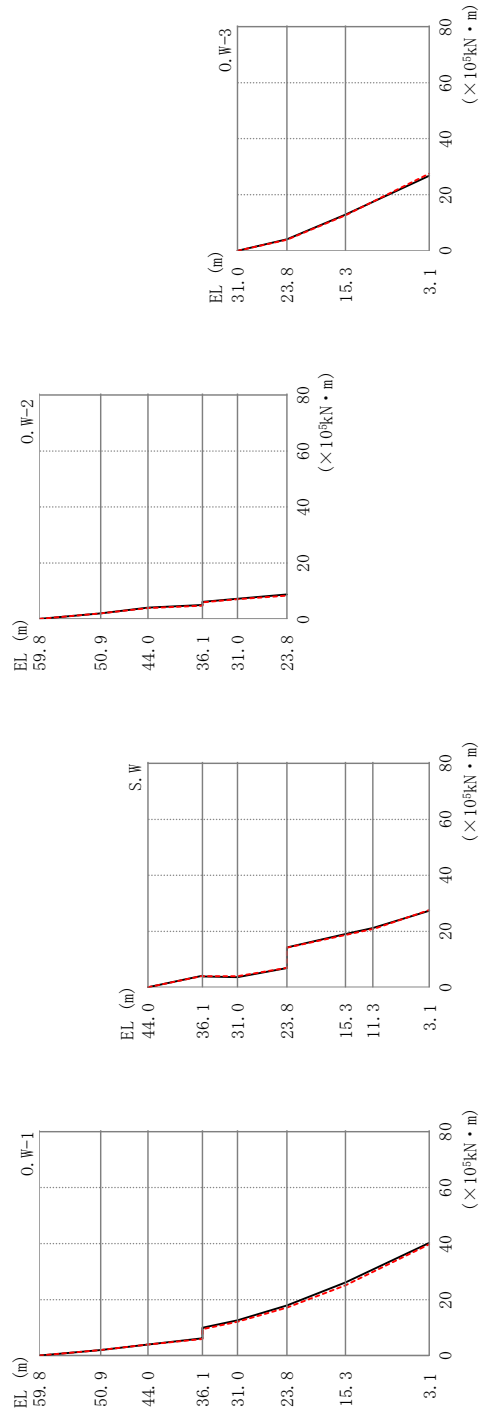


図 2-86 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-D, EW方向)

表 2-94(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-1	59.8~50.9	1	0.0104 1.97	0.0108 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.91	1.97 3.91
	44.0~36.1	3	3.91 6.21	3.91 5.89
	36.1~31.0	4	9.91 12.6	9.44 12.1
	31.0~23.8	5	12.6 17.9	12.1 17.1
	23.8~15.3	6	17.9 26.1	17.1 25.1
	15.3~3.1	7	26.1 40.3	25.1 39.8
S.W	44.0~36.1	8	0.0196 4.15	0.0195 4.06
	36.1~31.0	9	3.85 3.66	3.97 3.95
	31.0~23.8	10	3.66 6.87	3.95 6.94
	23.8~15.3	11	14.2 19.1	14.2 18.7
	15.3~11.3	12	19.1 21.2	18.7 20.8
	11.3~3.1	13	21.2 27.3	20.8 27.6

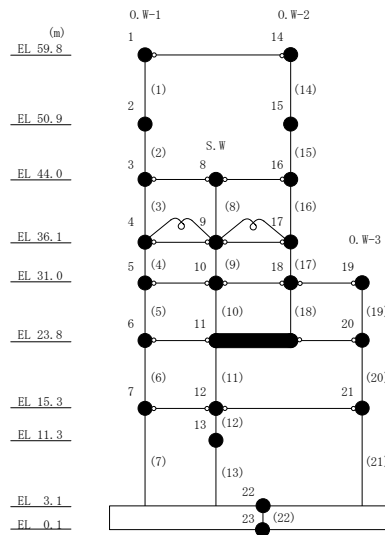
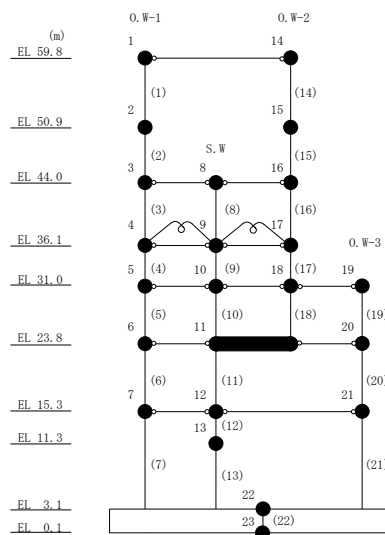


表 2-94(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0144 1.97	0.0147 1.97
	50.9~44.0	15	1.97 4.03	1.97 3.90
	44.0~36.1	16	4.04 4.98	3.90 4.75
	36.1~31.0	17	6.07 7.25	5.92 7.07
	31.0~23.8	18	7.25 8.77	7.07 8.33
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00810 4.10	0.00519 3.88
	23.8~15.3	20	4.10 12.9	3.88 12.6
	15.3~3.1	21	12.9 26.8	12.6 27.6



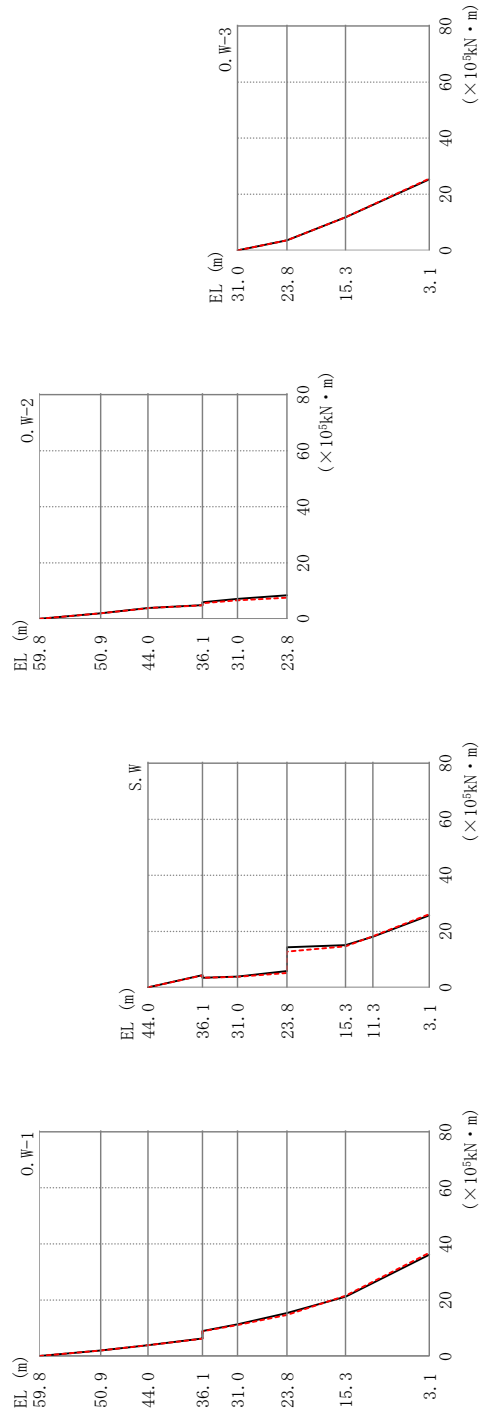
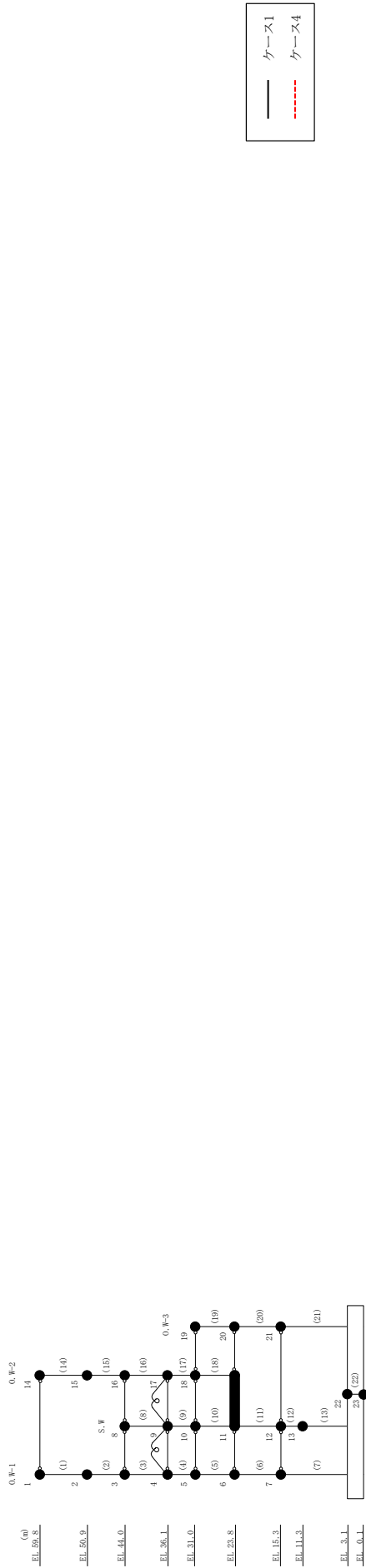


図 2-87 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

表 2-95(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-1	59.8~50.9	1	0.00544 1.97	0.00507 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.85	1.97 3.85
	44.0~36.1	3	3.85 6.23	3.86 6.20
	36.1~31.0	4	8.92 11.3	8.84 11.1
	31.0~23.8	5	11.3 15.4	11.1 14.7
	23.8~15.3	6	15.4 21.2	14.7 21.5
	15.3~3.1	7	21.2 36.2	21.5 36.8
S.W	44.0~36.1	8	0.00832 4.40	0.00224 4.31
	36.1~31.0	9	3.49 3.90	3.47 3.77
	31.0~23.8	10	3.90 5.88	3.77 5.17
	23.8~15.3	11	14.3 15.1	12.8 14.7
	15.3~11.3	12	15.1 18.1	14.7 18.2
	11.3~3.1	13	18.1 25.8	18.2 26.1

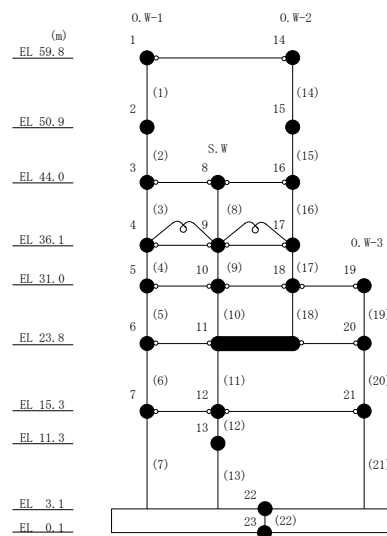
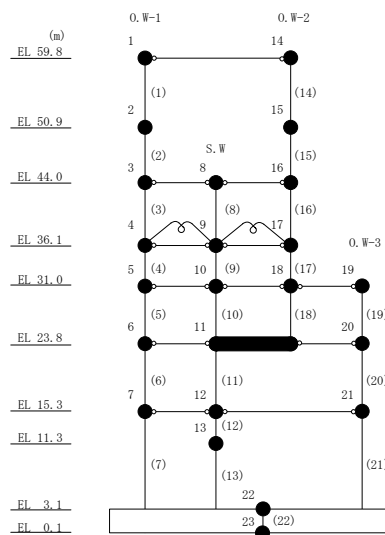


表 2-95(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0120 1.97	0.00367 1.96
	50.9~44.0	15	1.98 3.84	1.97 3.84
	44.0~36.1	16	3.85 4.93	3.84 4.81
	36.1~31.0	17	5.97 7.15	5.64 6.63
	31.0~23.8	18	7.15 8.46	6.63 7.61
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00759 3.57	0.00542 3.52
	23.8~15.3	20	3.57 11.8	3.52 11.7
	15.3~3.1	21	11.8 25.3	11.8 25.6



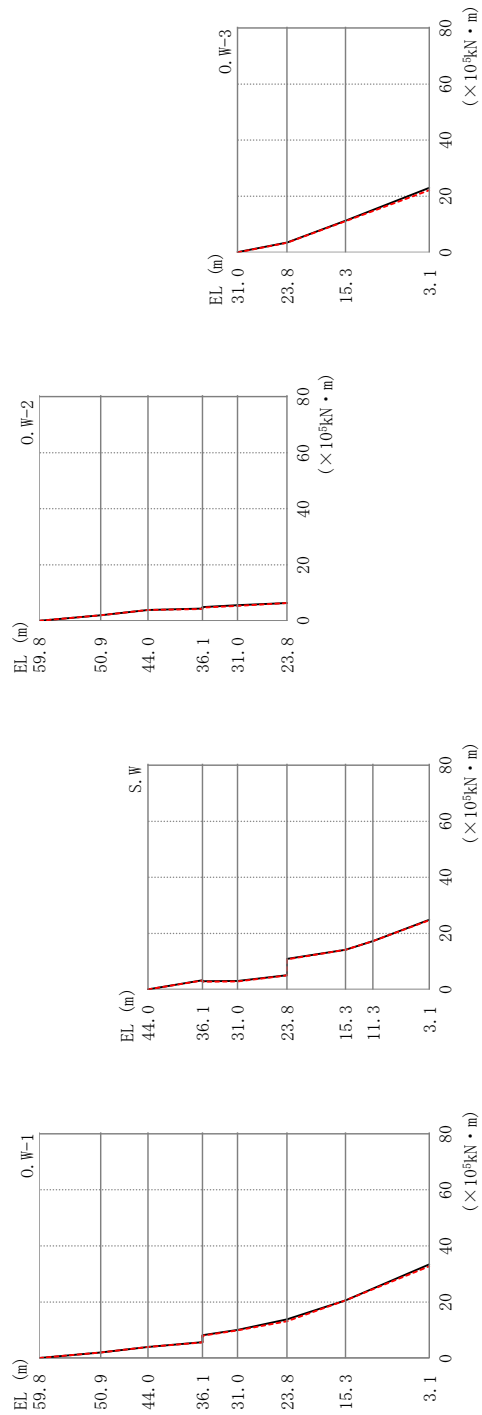


図 2-88 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

表 2-96(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-1	59.8~50.9	1	0.00509 1.97	0.00444 1.97
	50.9~44.0	2	1.97 3.94	1.97 3.91
	44.0~36.1	3	3.94 5.64	3.91 5.57
	36.1~31.0	4	8.14 10.0	8.00 9.86
	31.0~23.8	5	10.0 13.8	9.86 13.1
	23.8~15.3	6	13.8 20.6	13.1 20.5
	15.3~3.1	7	20.6 33.4	20.5 32.7
S.W	44.0~36.1	8	0.00616 3.29	0.00687 3.17
	36.1~31.0	9	2.97 3.04	2.76 2.84
	31.0~23.8	10	3.04 5.07	2.84 4.98
	23.8~15.3	11	10.9 14.2	10.7 14.2
	15.3~11.3	12	14.2 17.2	14.2 17.3
	11.3~3.1	13	17.2 24.9	17.3 24.7

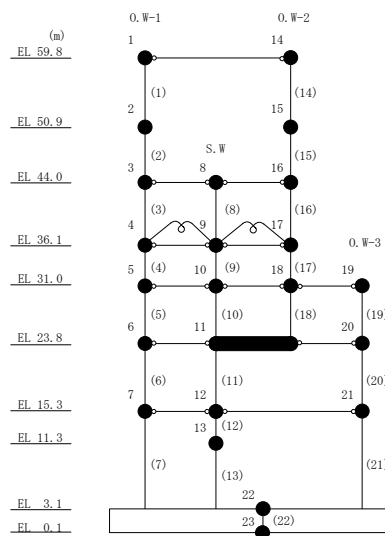
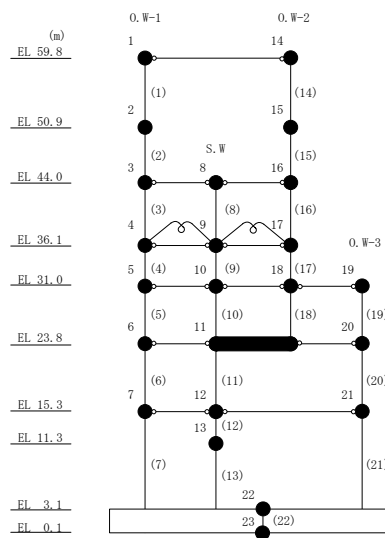


表 2-96(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-2	59.8~50.9	14	0.00624 1.97	0.00600 1.97
	50.9~44.0	15	1.97 3.91	1.97 3.88
	44.0~36.1	16	3.91 4.41	3.88 4.25
	36.1~31.0	17	4.95 5.61	4.73 5.34
	31.0~23.8	18	5.61 6.36	5.34 6.37
0.W-3	31.0~23.8	19	0.0109 3.45	0.00346 3.41
	23.8~15.3	20	3.45 11.2	3.41 11.1
	15.3~3.1	21	11.2 23.0	11.1 22.2



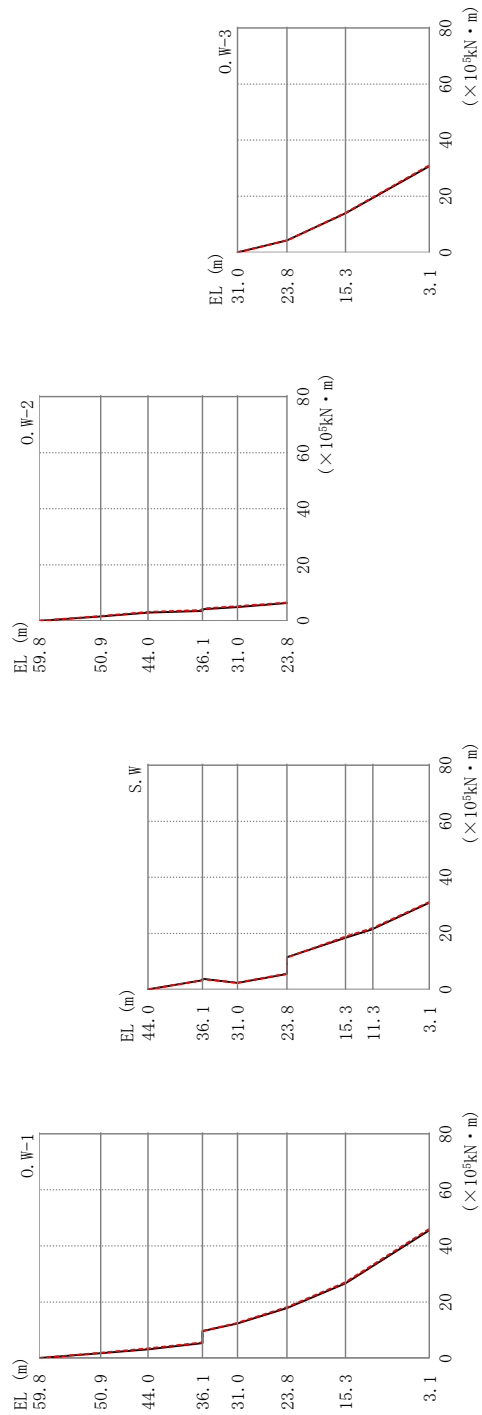


図 2-89 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

表 2-97(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-1	59.8~50.9	1	0.0179 1.69	0.00904 1.86
	50.9~44.0	2	1.69 3.12	1.86 3.42
	44.0~36.1	3	3.12 5.33	3.42 5.58
	36.1~31.0	4	9.63 12.3	9.72 12.6
	31.0~23.8	5	12.3 17.8	12.6 18.1
	23.8~15.3	6	17.8 26.6	18.1 27.1
	15.3~3.1	7	26.6 45.5	27.1 46.1
S.W	44.0~36.1	8	0.0207 3.32	0.0132 3.29
	36.1~31.0	9	3.83 2.36	3.75 2.39
	31.0~23.8	10	2.36 5.55	2.39 5.67
	23.8~15.3	11	11.5 18.5	11.4 18.9
	15.3~11.3	12	18.5 21.5	18.9 21.9
	11.3~3.1	13	21.6 30.9	22.0 31.2

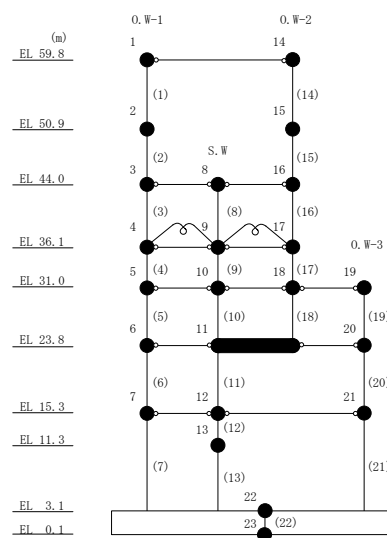
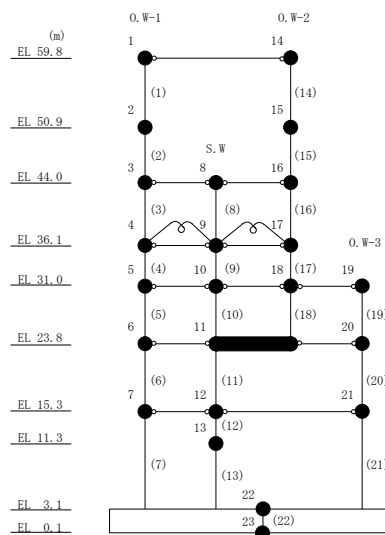


表 2-97(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-2	59.8~50.9	14	0.0206 1.57	0.0140 1.74
	50.9~44.0	15	1.57 2.91	1.74 3.21
	44.0~36.1	16	2.91 3.54	3.22 3.86
	36.1~31.0	17	4.10 4.94	4.43 5.25
	31.0~23.8	18	4.94 6.37	5.25 6.50
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00538 4.23	0.00931 4.27
	23.8~15.3	20	4.23 13.9	4.28 14.1
	15.3~3.1	21	13.9 30.7	14.1 31.0



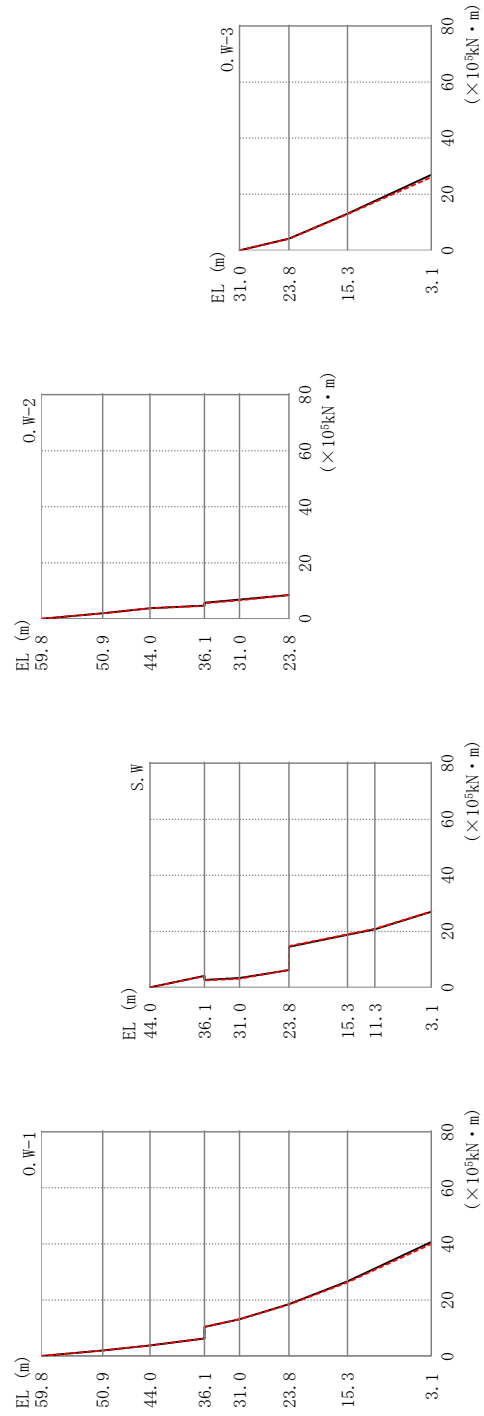


図 2-90 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 2 N S, EW 方向)

表 2-98(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-1	59.8~50.9	1	0.00972 1.97	0.0141 1.96
	50.9~44.0	2	1.97 3.78	1.97 3.81
	44.0~36.1	3	3.78 6.28	3.81 6.24
	36.1~31.0	4	10.4 13.1	10.4 13.1
	31.0~23.8	5	13.1 18.5	13.1 18.3
	23.8~15.3	6	18.5 26.7	18.3 26.3
	15.3~3.1	7	26.7 40.7	26.3 40.0
S.W	44.0~36.1	8	0.0121 4.15	0.00701 4.04
	36.1~31.0	9	2.66 3.36	2.51 3.07
	31.0~23.8	10	3.36 6.21	3.07 6.30
	23.8~15.3	11	14.5 18.8	14.8 18.9
	15.3~11.3	12	18.8 20.8	18.9 20.9
	11.3~3.1	13	20.8 27.0	20.9 27.0

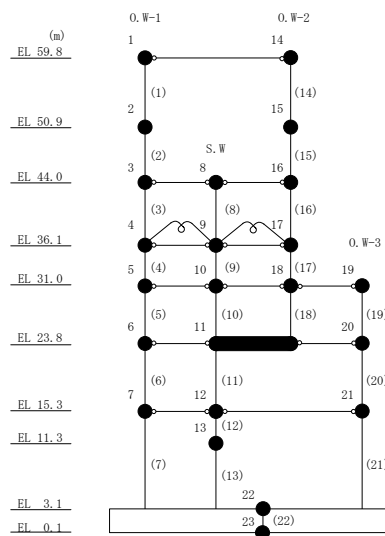


表 2-98(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
0.W-2	59.8~50.9	14	0.00742 1.97	0.00889 1.96
	50.9~44.0	15	1.97 3.76	1.97 3.78
	44.0~36.1	16	3.76 4.76	3.78 4.67
	36.1~31.0	17	5.73 6.88	5.57 6.62
	31.0~23.8	18	6.88 8.48	6.62 8.48
0.W-3	31.0~23.8	19	0.00608 4.15	0.00493 4.11
	23.8~15.3	20	4.15 13.0	4.11 12.9
	15.3~3.1	21	13.0 27.0	12.9 26.0

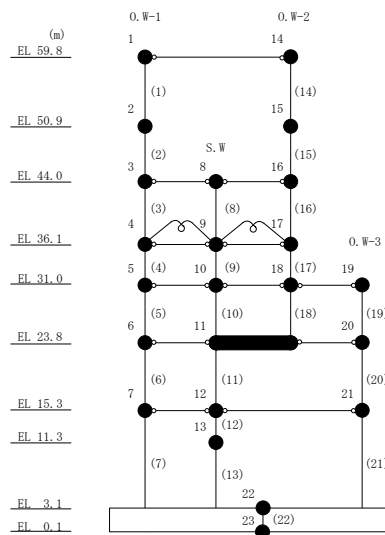


表 2-99 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1/238	1/247
	50.9~44.0	2	1/454	1/452
0. W-2	59.8~50.9	14	1/233	1/247
	50.9~44.0	15	1/422	1/432

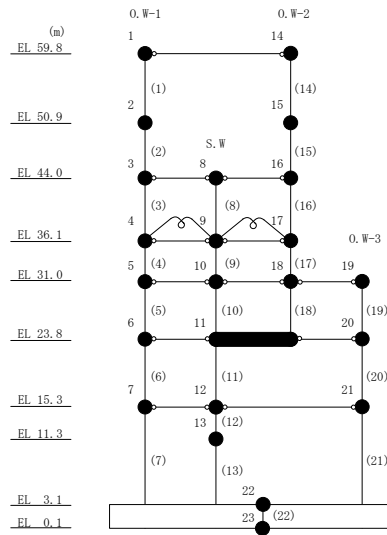


表 2-100 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1/336	1/340
	50.9~44.0	2	1/461	1/474
0. W-2	59.8~50.9	14	1/344	1/349
	50.9~44.0	15	1/447	1/458

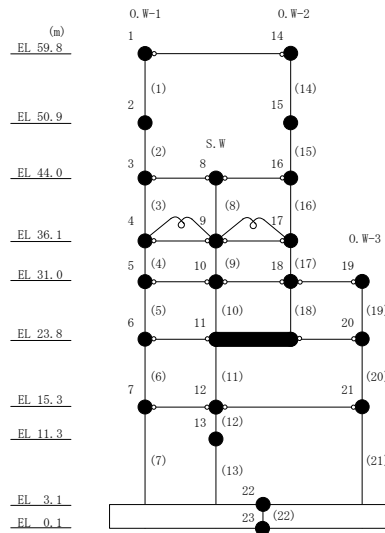


表 2-101 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1/319	1/304
	50.9~44.0	2	1/455	1/463
0. W-2	59.8~50.9	14	1/321	1/306
	50.9~44.0	15	1/444	1/451

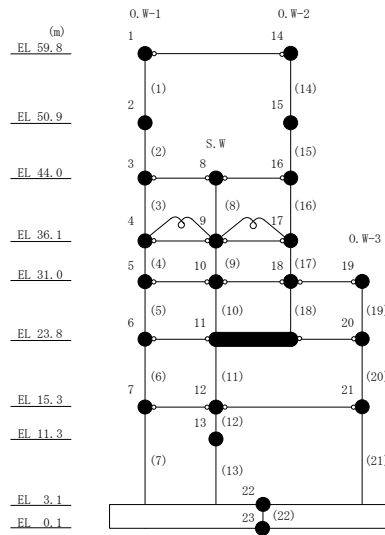


表 2-102 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - N 1, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1/632	1/588
	50.9~44.0	2	1/584	1/547
0. W-2	59.8~50.9	14	1/632	1/588
	50.9~44.0	15	1/584	1/547

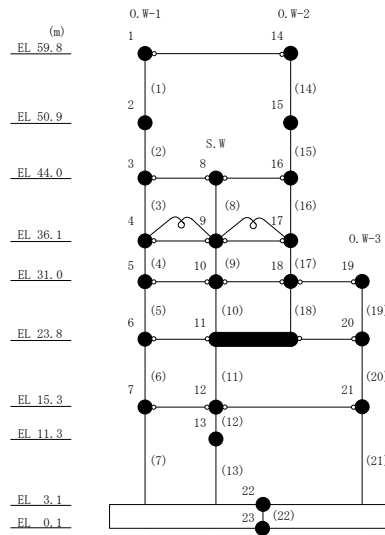
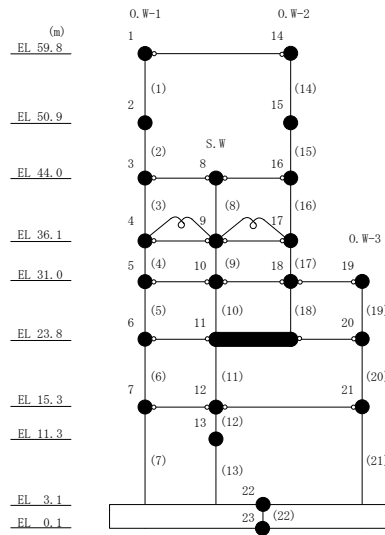
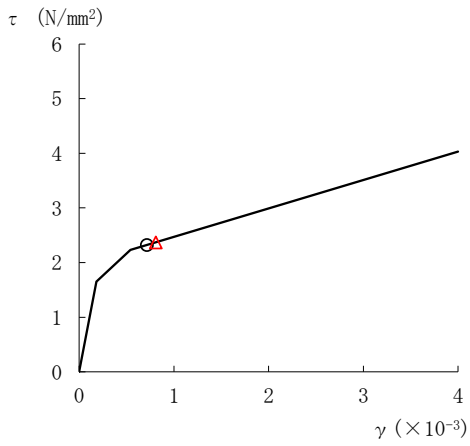


表 2-103 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

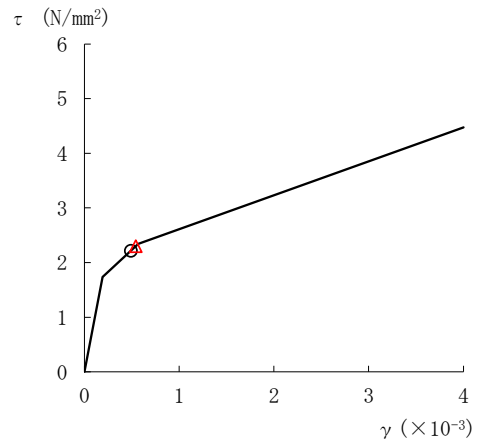
部位	EL (m)	要素 番号	最大層間変形角	
			ケース1	ケース4
0. W-1	59.8~50.9	1	1/451	1/405
	50.9~44.0	2	1/459	1/458
0. W-2	59.8~50.9	14	1/479	1/399
	50.9~44.0	15	1/449	1/447



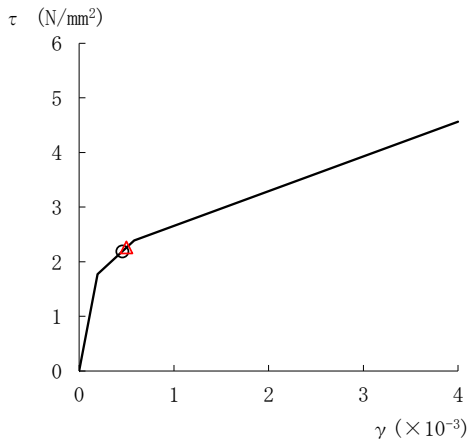
○ ケース 1	△ ケース 4
---------	---------



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

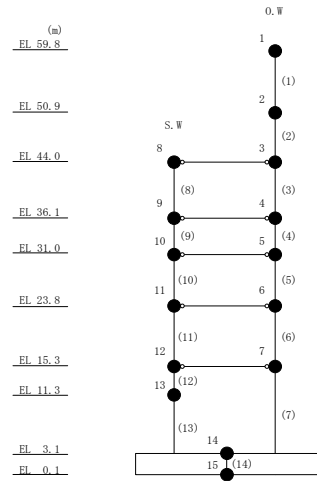
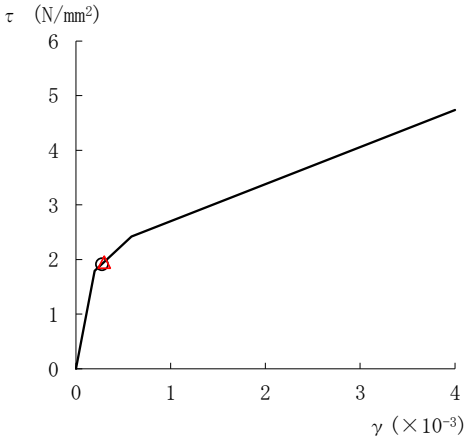
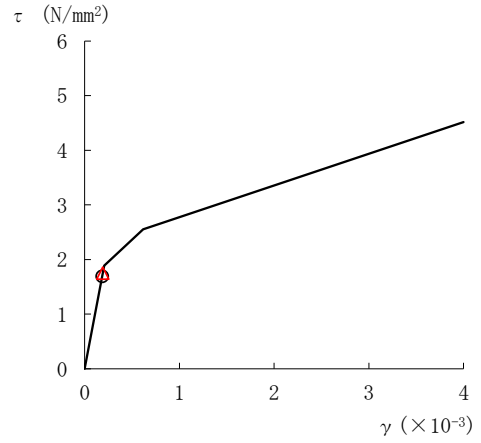


図 2-91(1) セン断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, NS 方向)

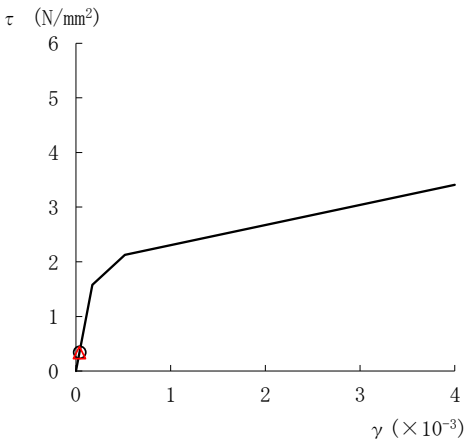
○ ケース 1 △ ケース 4



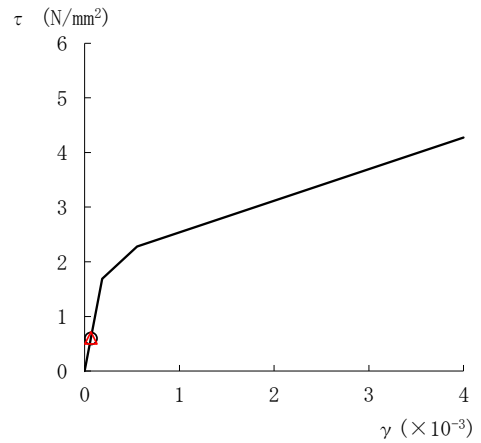
要素番号 (6)



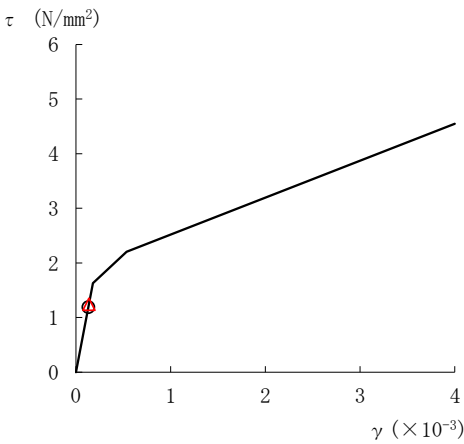
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

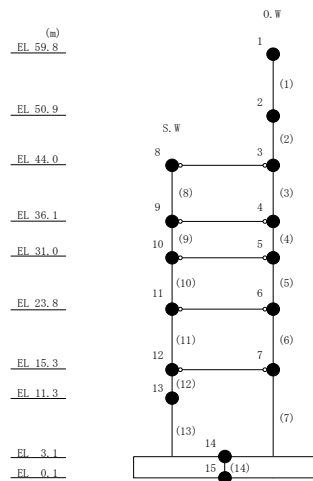
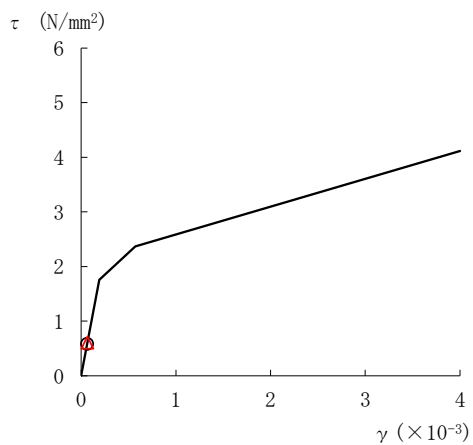


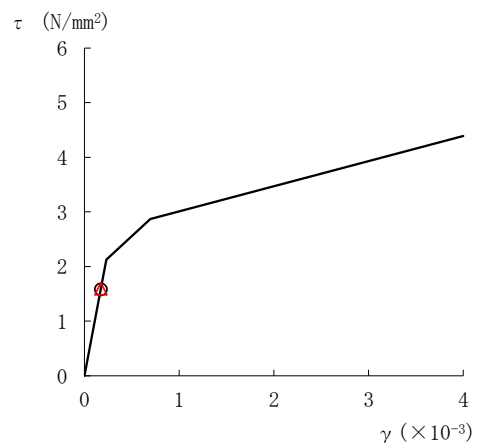
図 2-91(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

○ ケース 1

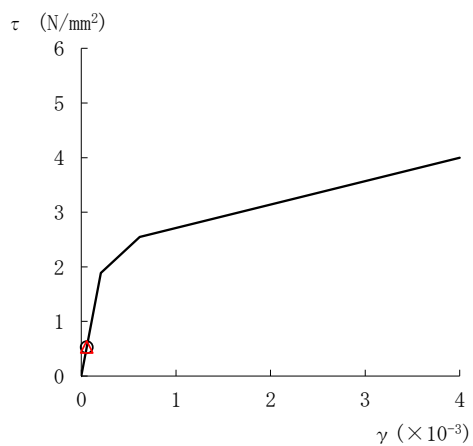
△ ケース 4



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

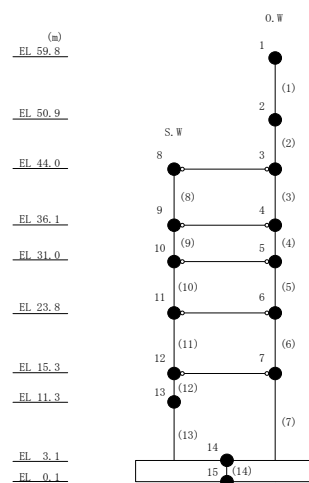
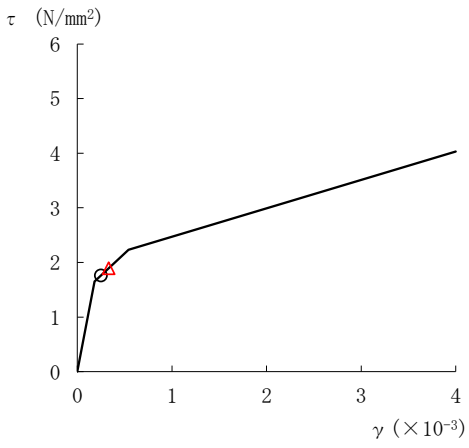
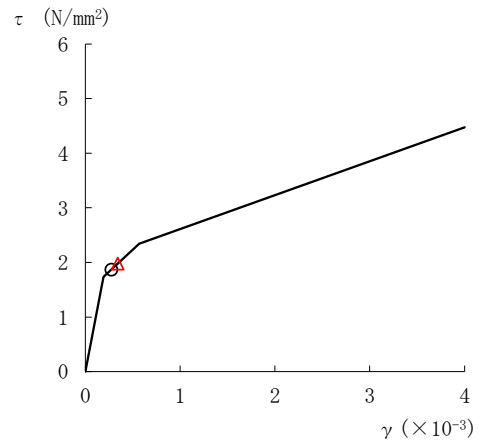


図 2-91(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

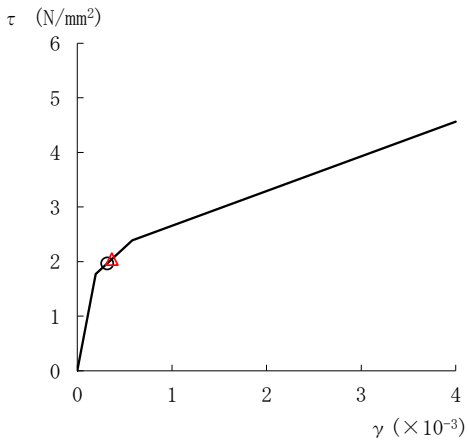
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

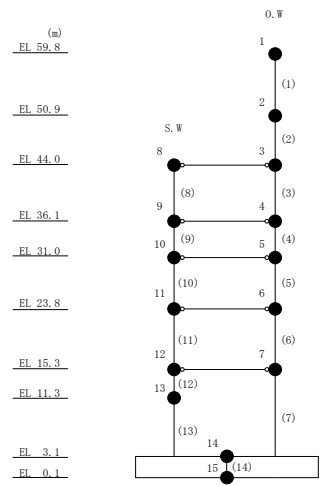
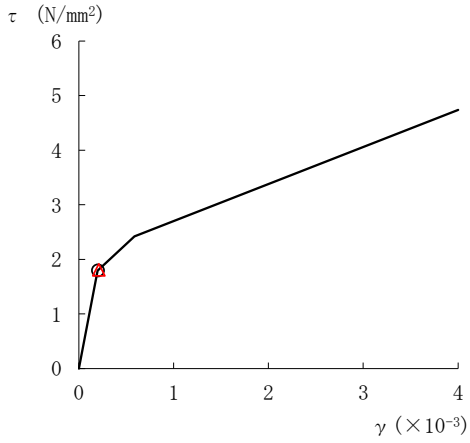
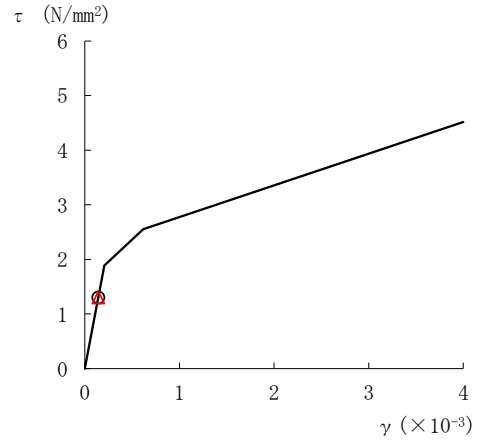


図 2-92(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

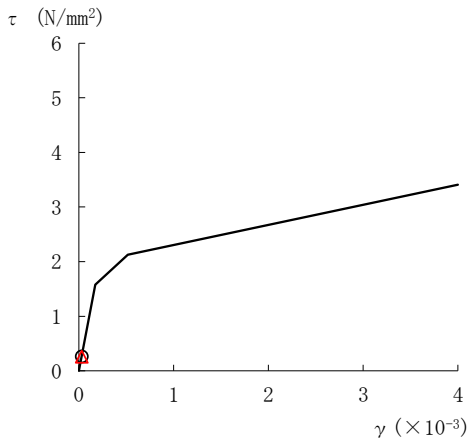
○ ケース 1 △ ケース 4



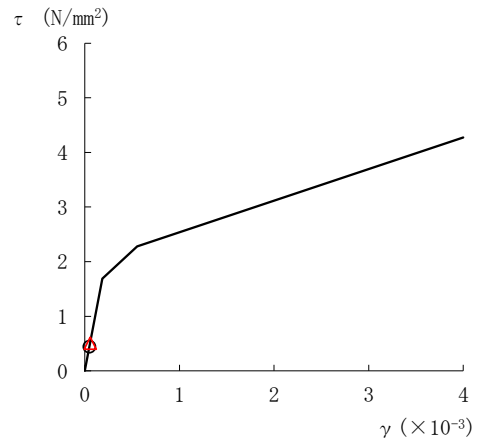
要素番号 (6)



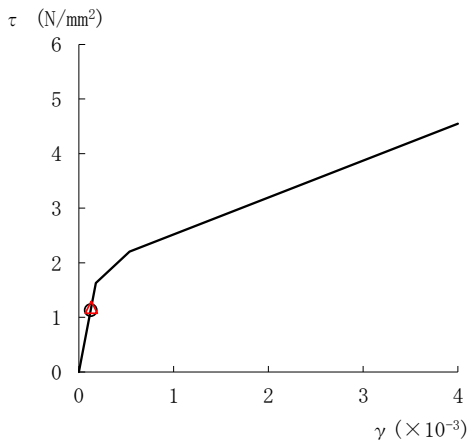
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

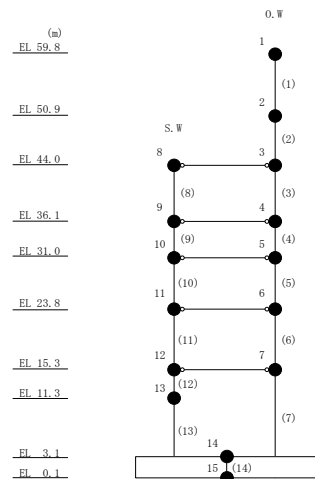
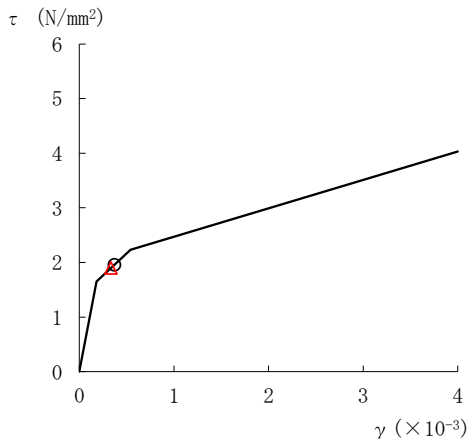
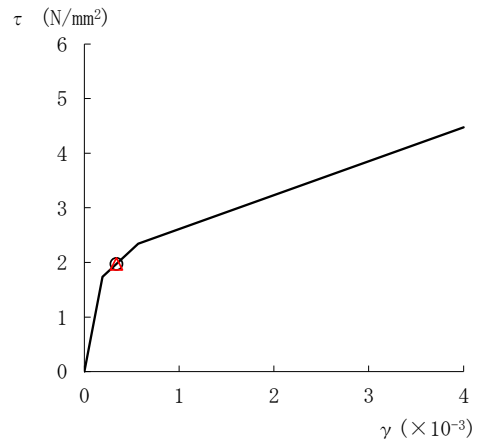


図 2-92(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

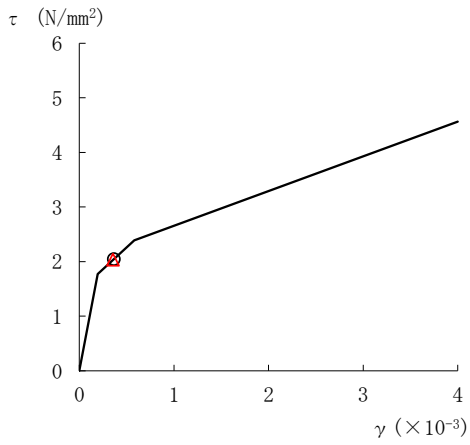
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

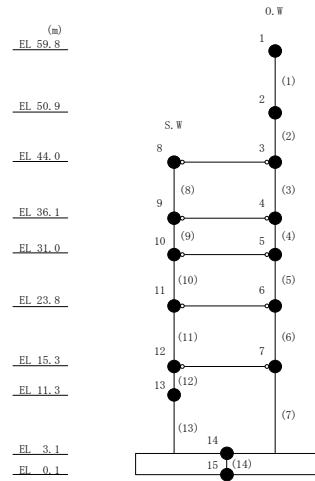
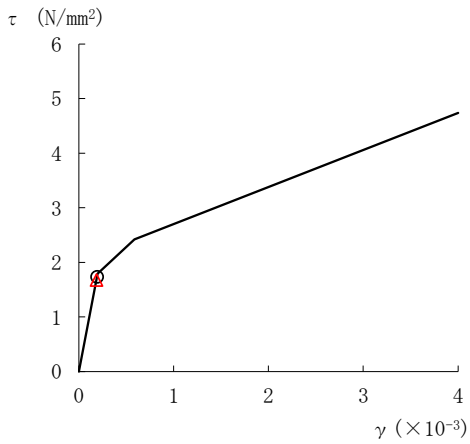
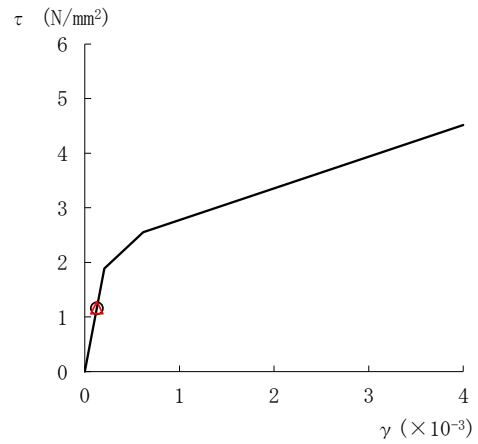


図 2-93(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

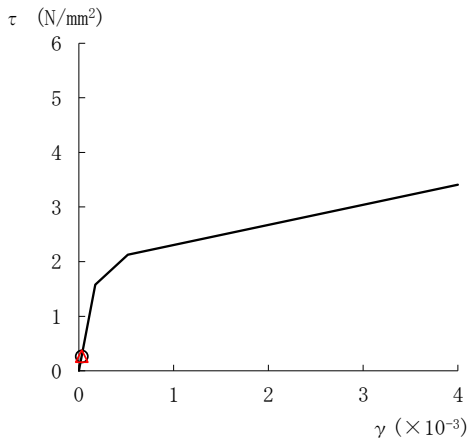
○ ケース 1	△ ケース 4
---------	---------



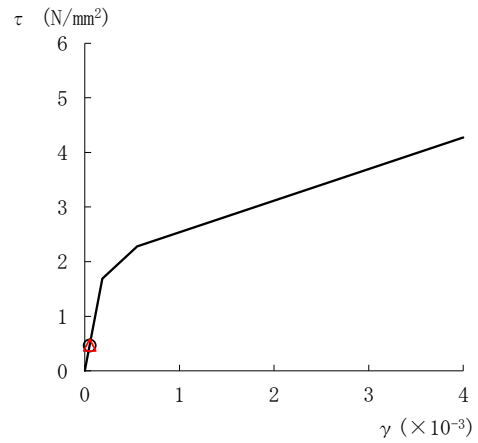
要素番号 (6)



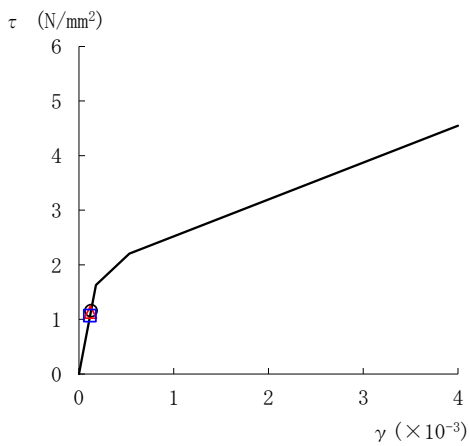
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

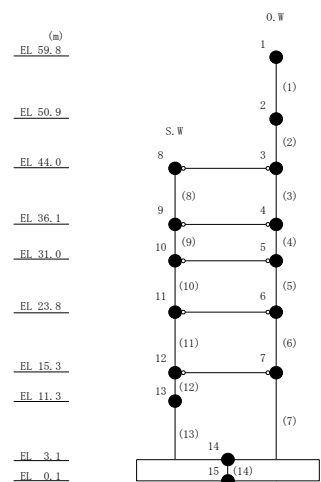
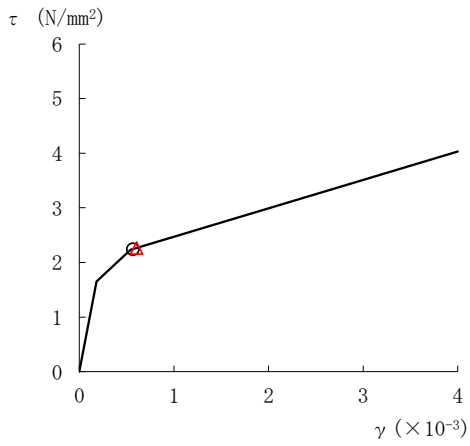


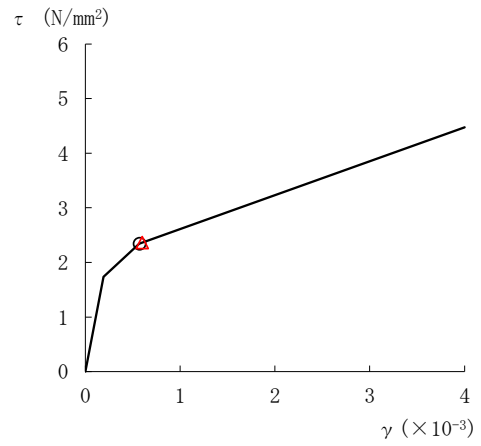
図 2-93(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS方向)

○ ケース 1

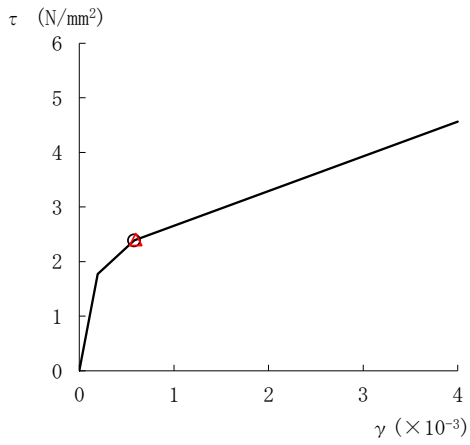
△ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

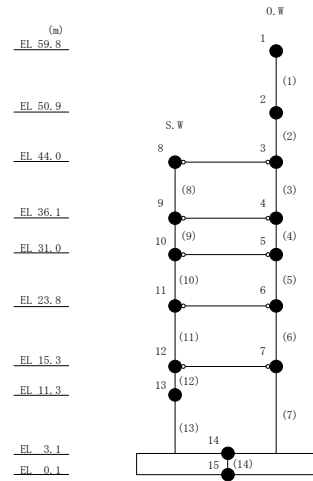
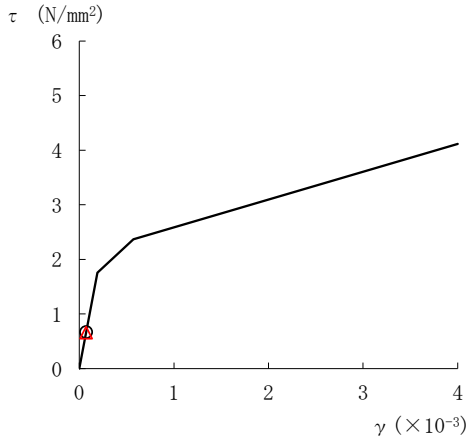
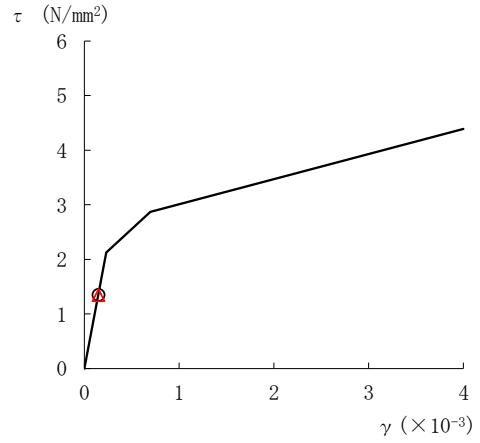


図 2-94(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

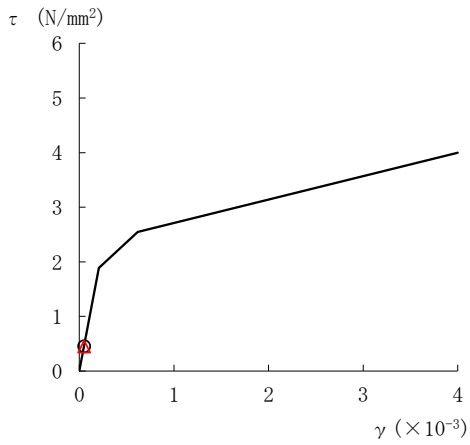
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

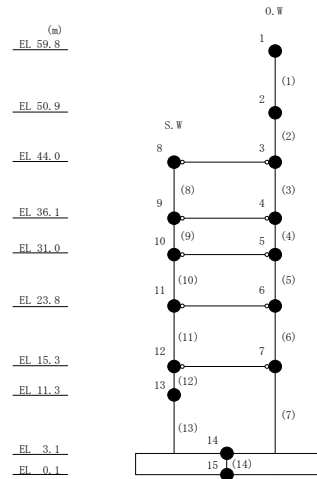
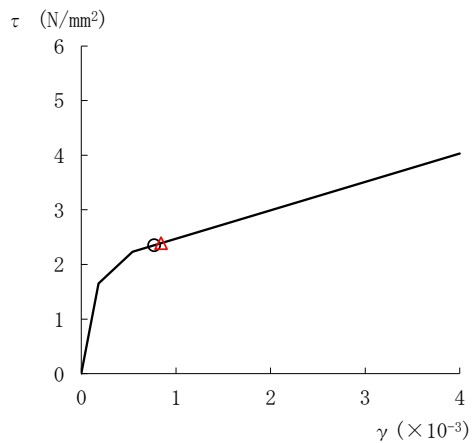


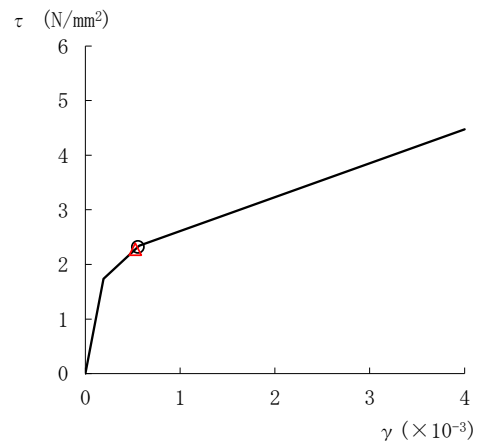
図 2-94(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

○ ケース 1

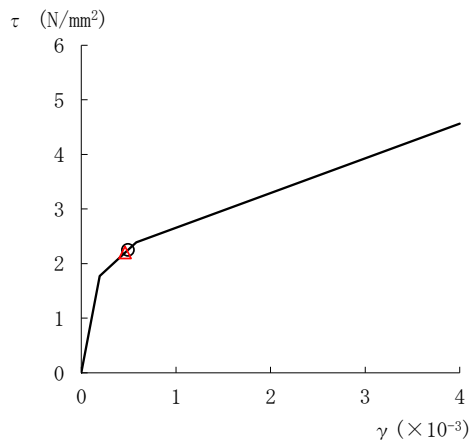
△ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

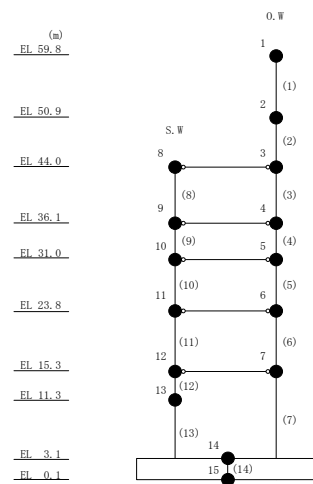
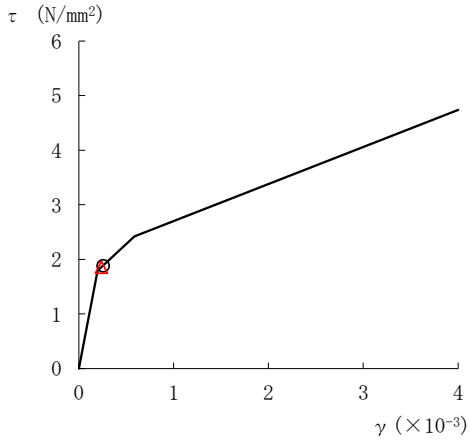


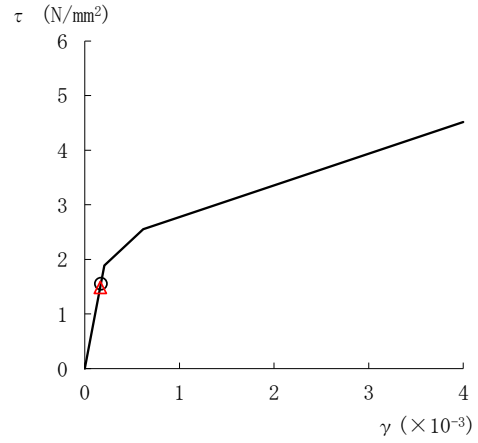
図 2-95(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

○ ケース 1

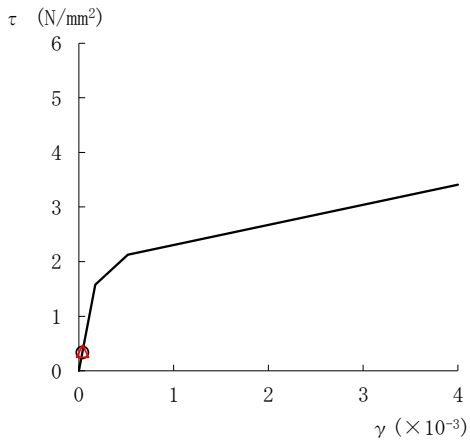
△ ケース 4



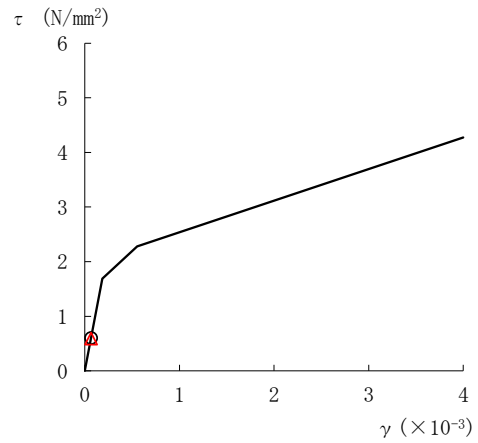
要素番号 (6)



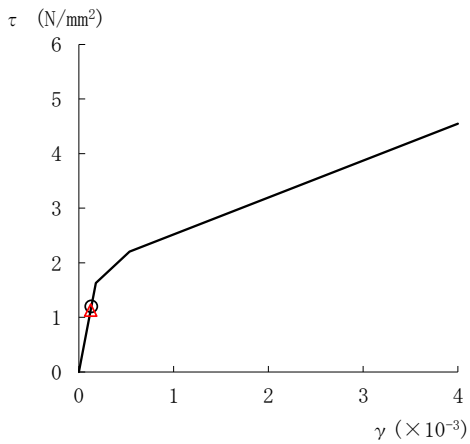
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

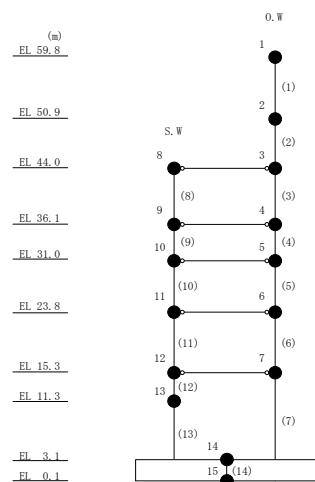
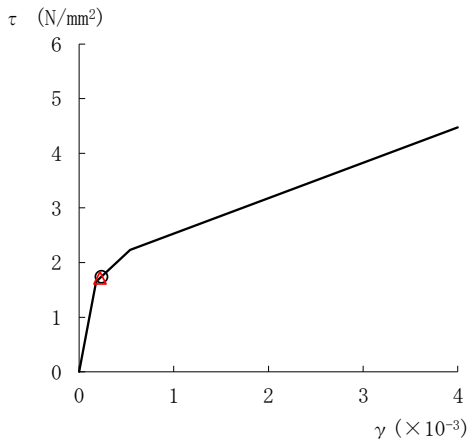
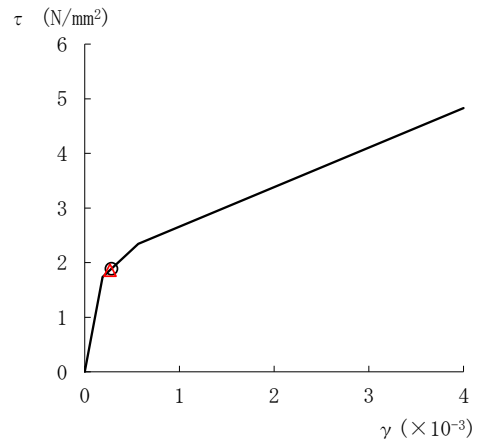


図2-95(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動S s - N 2 N S, NS方向)

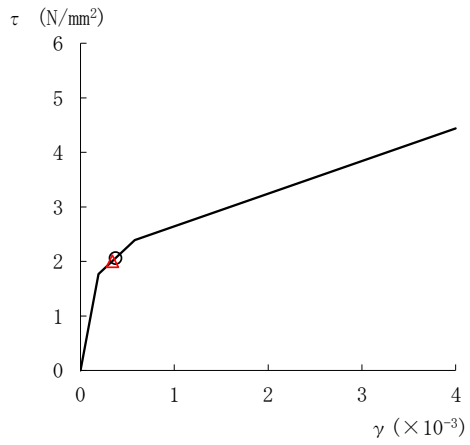
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

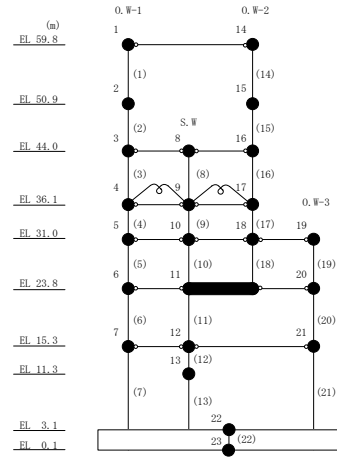
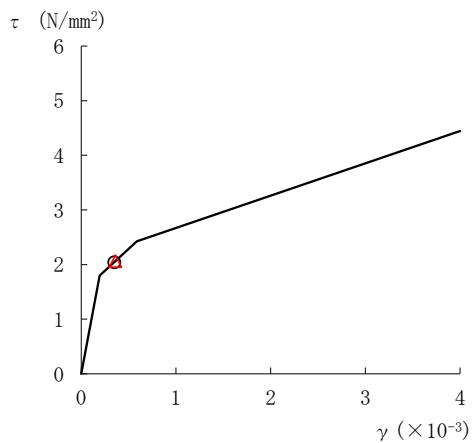
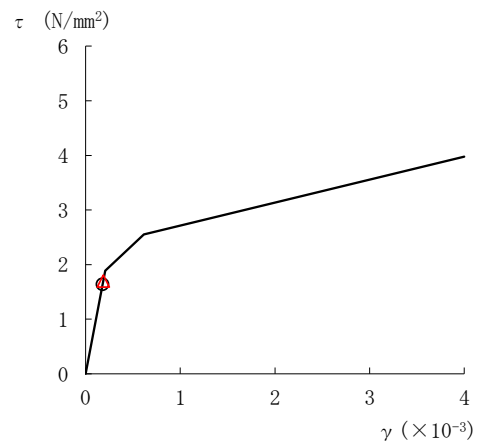


図 2-96(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, E W 方向)

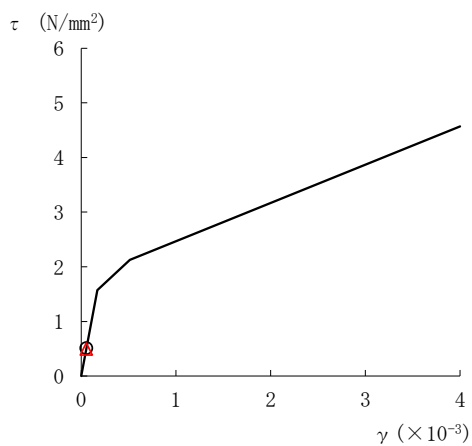
○ ケース 1 △ ケース 4



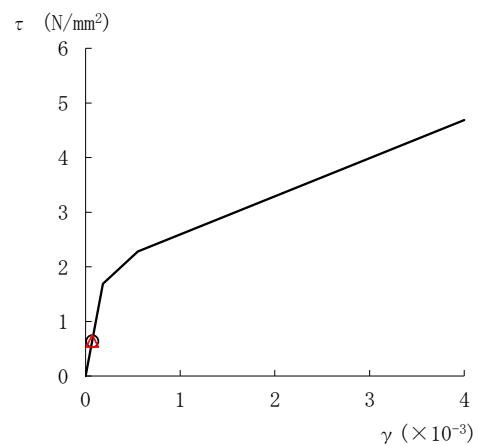
要素番号 (6)



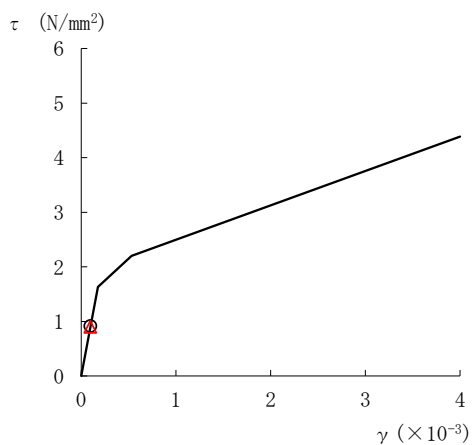
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

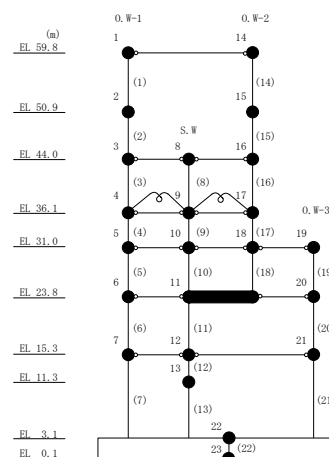
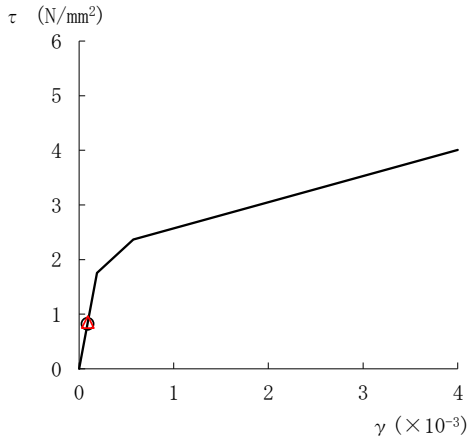
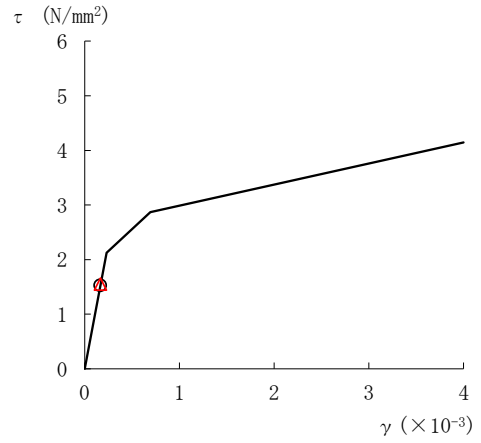


図 2-96(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

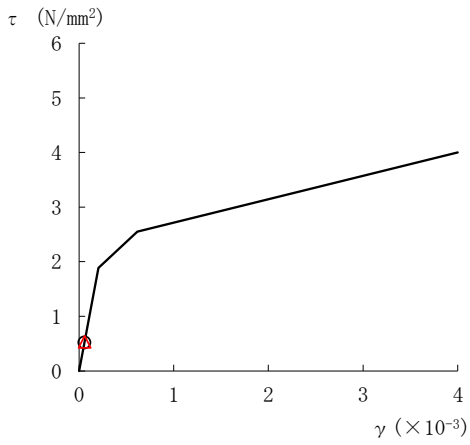
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

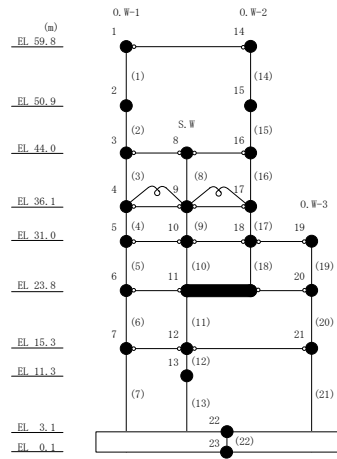
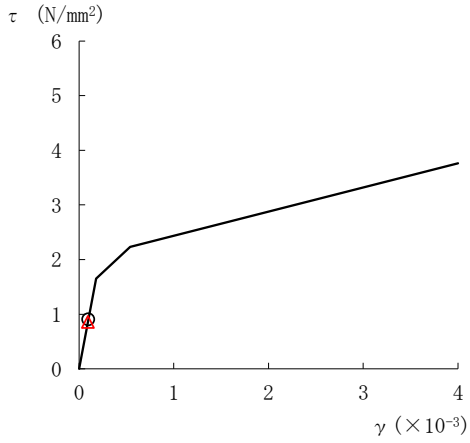
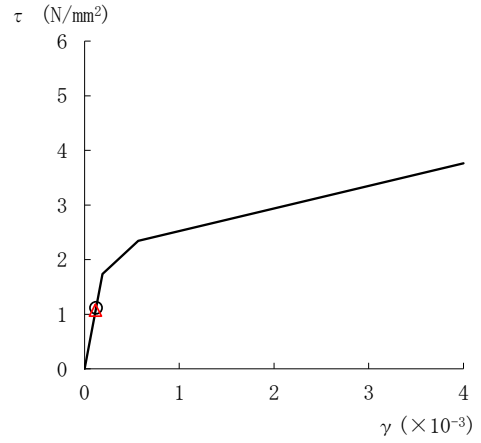


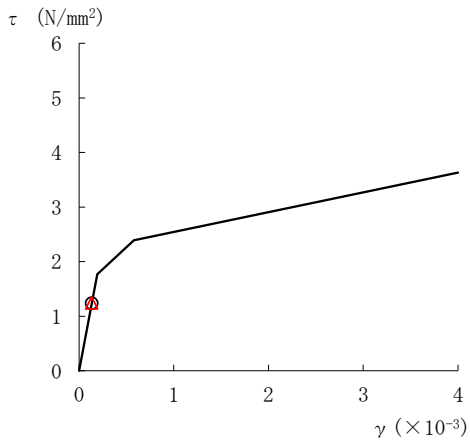
図 2-96(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, EW方向)



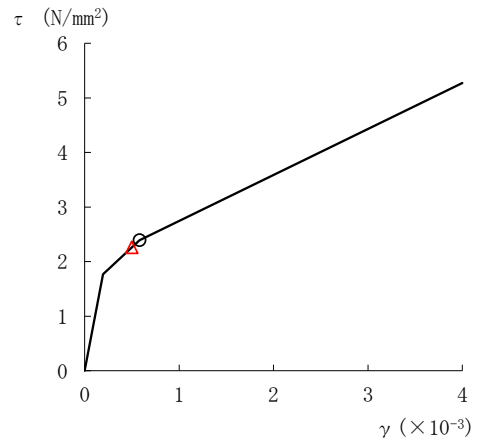
要素番号 (16)



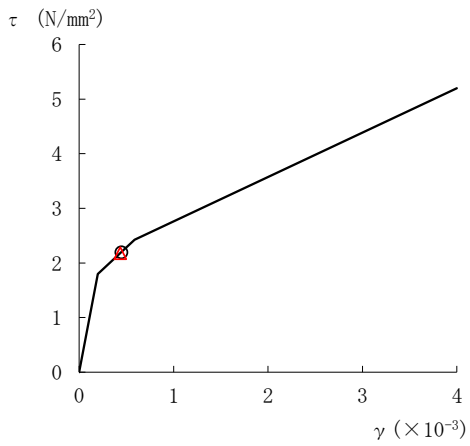
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

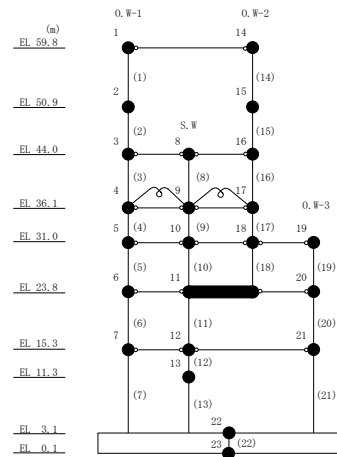
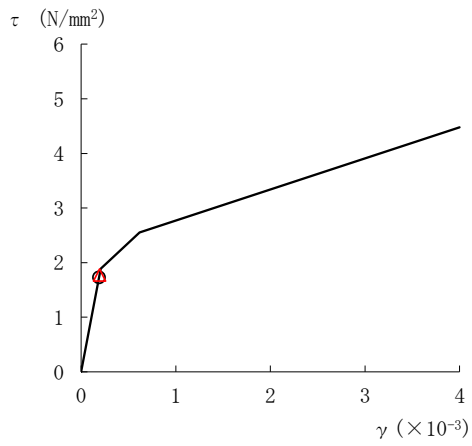


図 2-96(4) セン断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s - D, EW方向)



要素番号 (21)

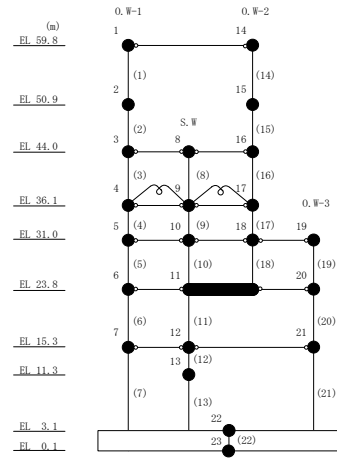
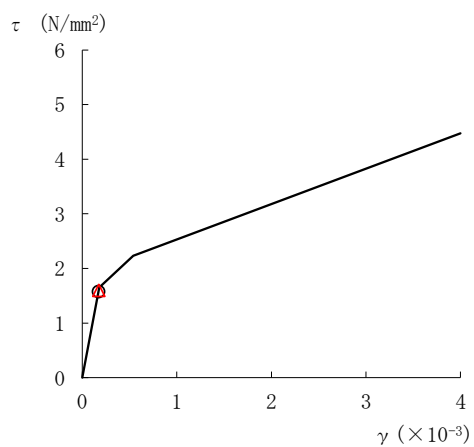


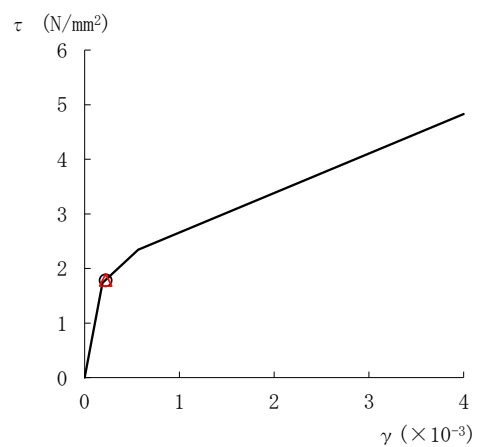
図 2-96(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

○ ケース 1

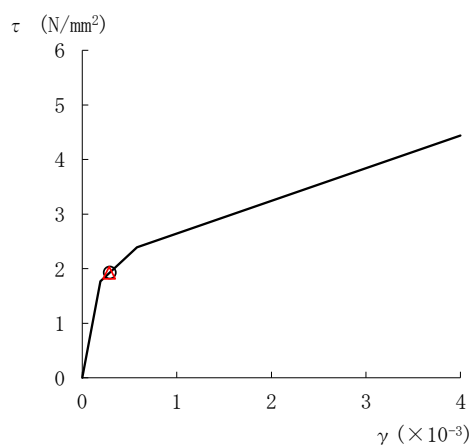
△ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

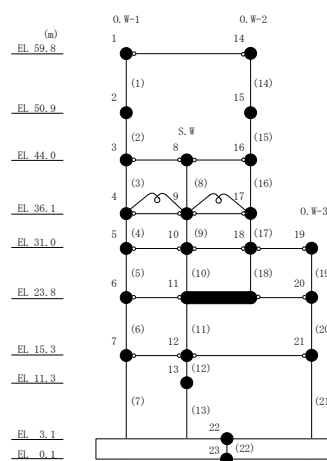
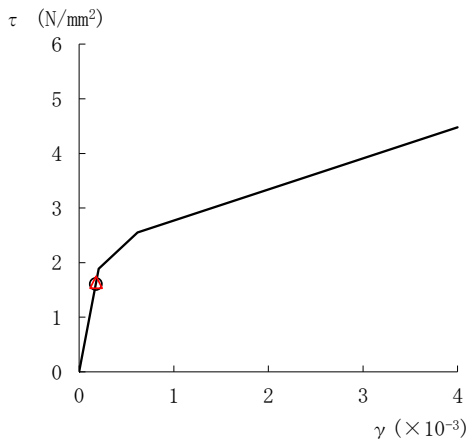


図 2-97(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値

(基準地震動 S s - F 1, E W 方向)



要素番号 (21)

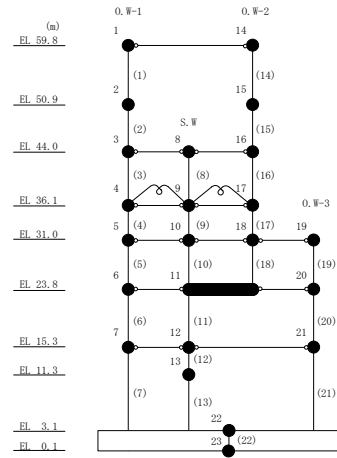
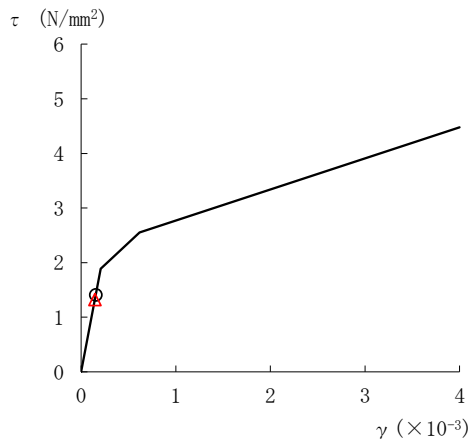


図 2-97(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)



要素番号 (21)

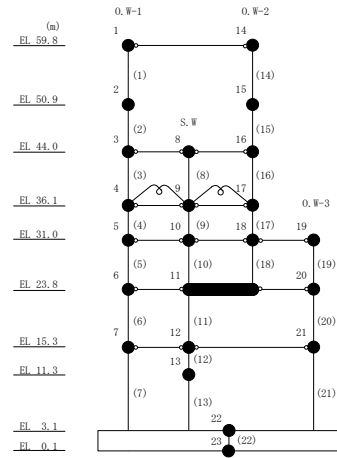
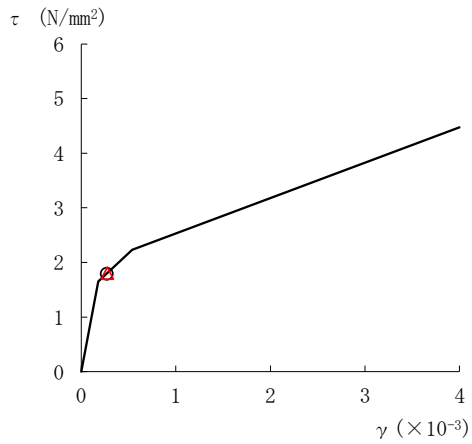


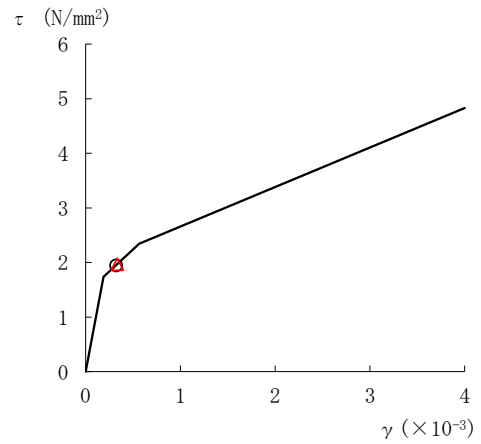
図 2-98(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

○ ケース 1

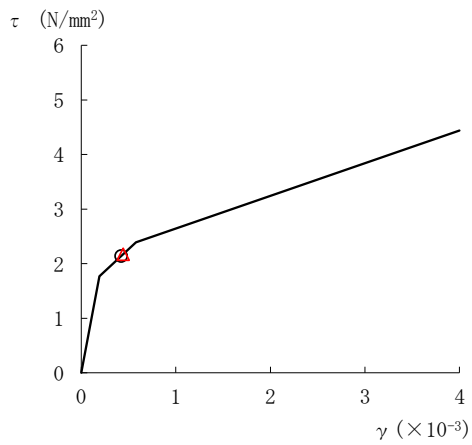
△ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

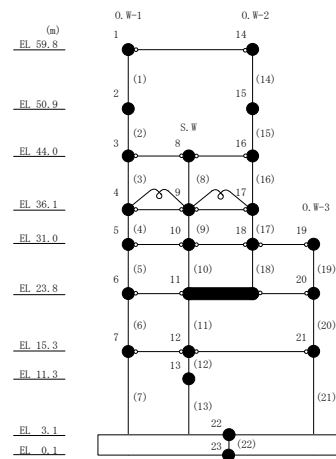
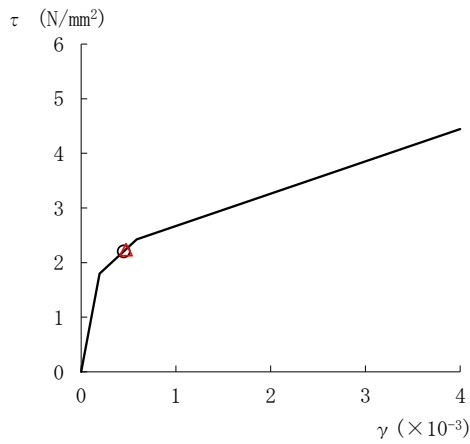


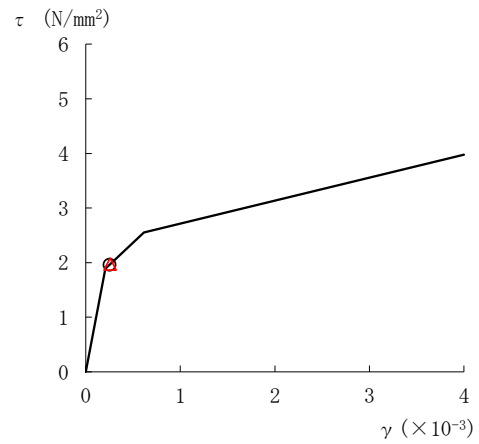
図 2-99(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

○ ケース 1

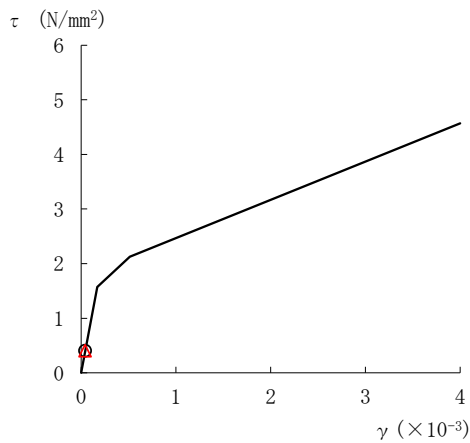
△ ケース 4



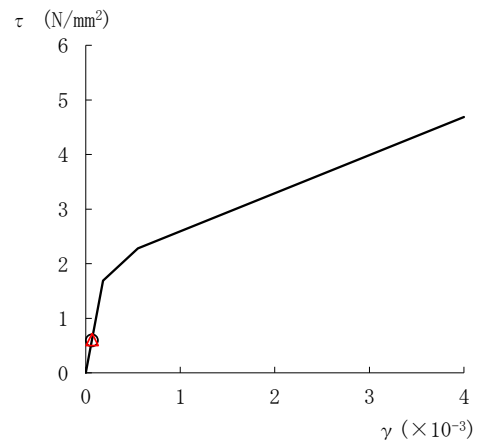
要素番号 (6)



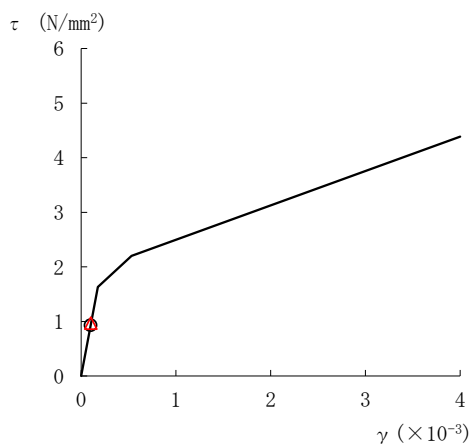
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

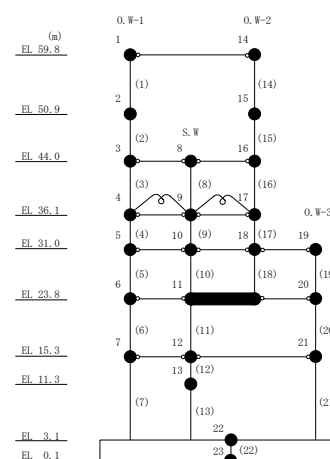
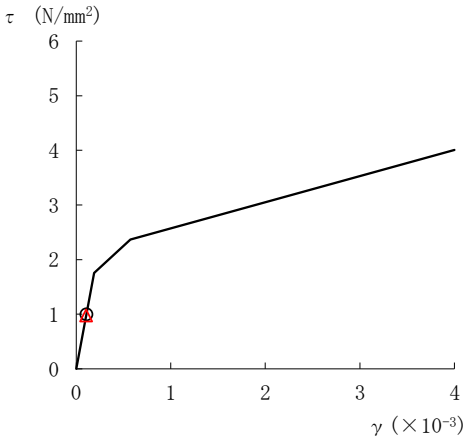
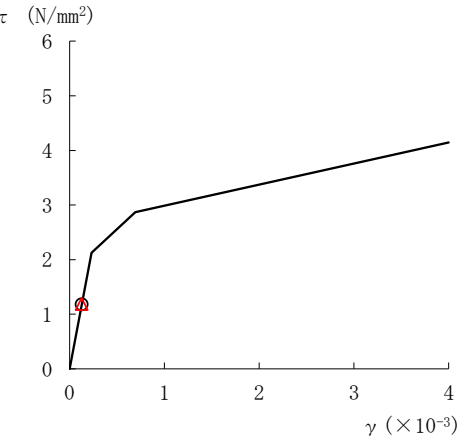


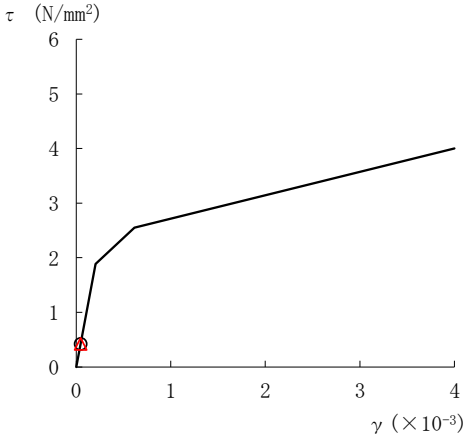
図 2-99(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW方向)



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

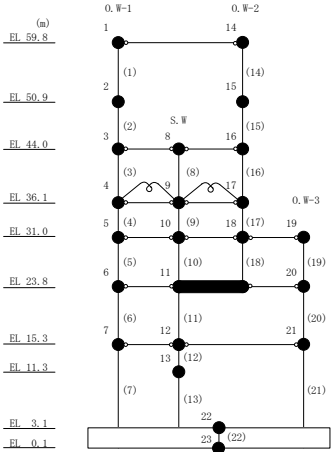
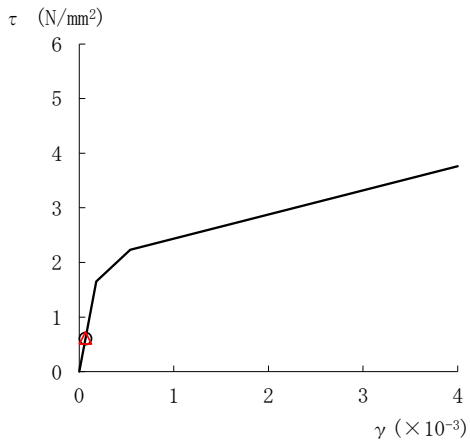
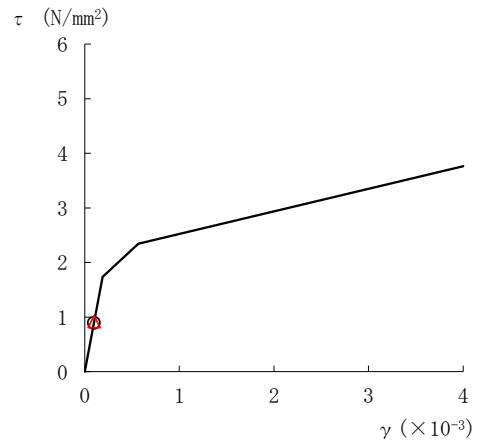


図 2-99(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, E W 方向)

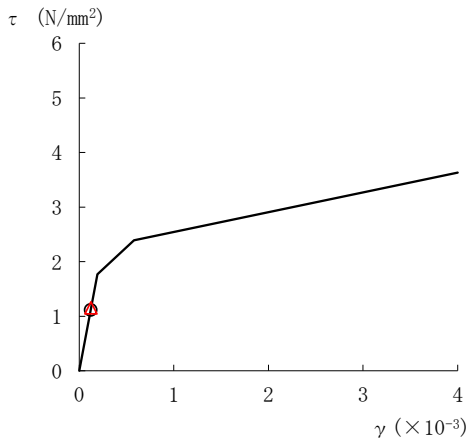
○ ケース 1 △ ケース 4



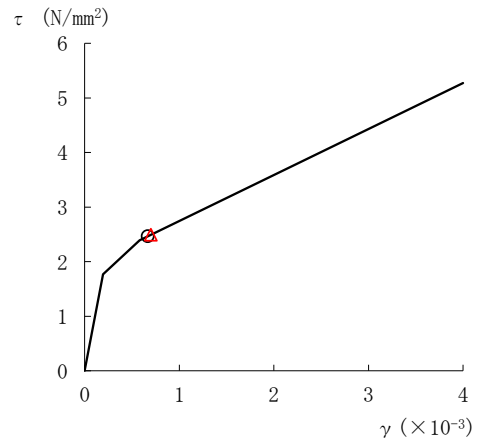
要素番号 (16)



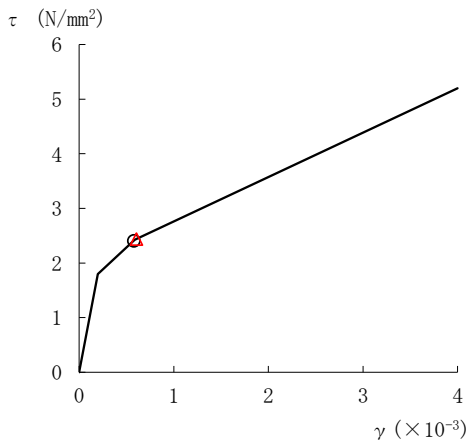
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

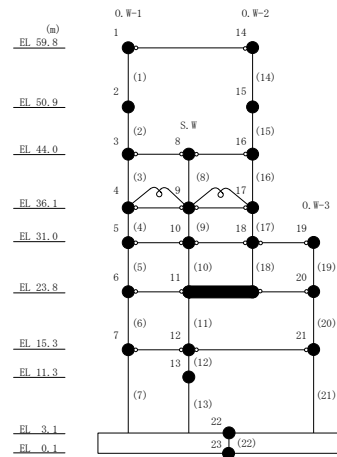
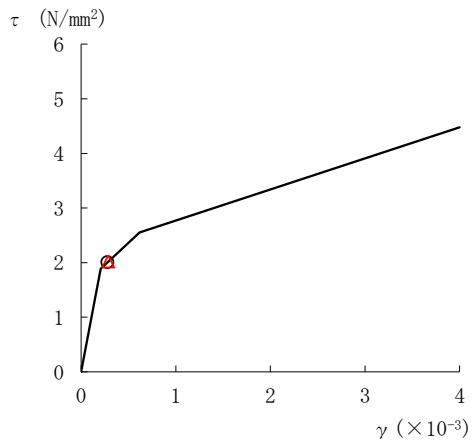


図 2-99(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)



要素番号 (21)

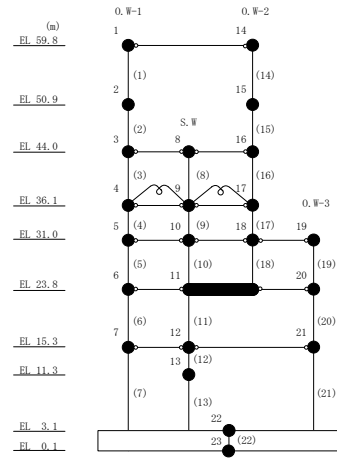
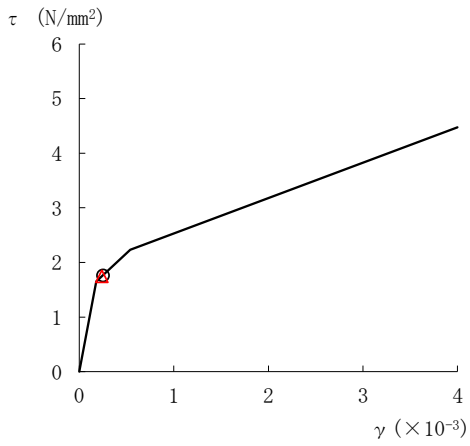
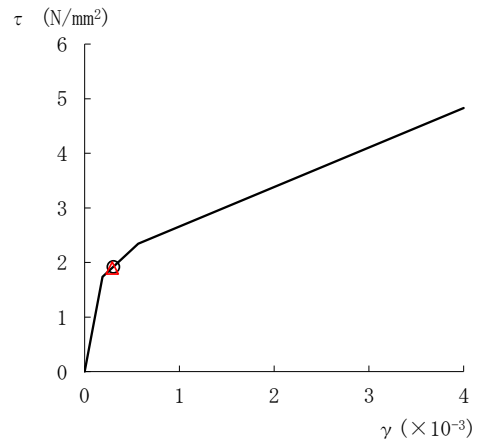


図 2-99(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

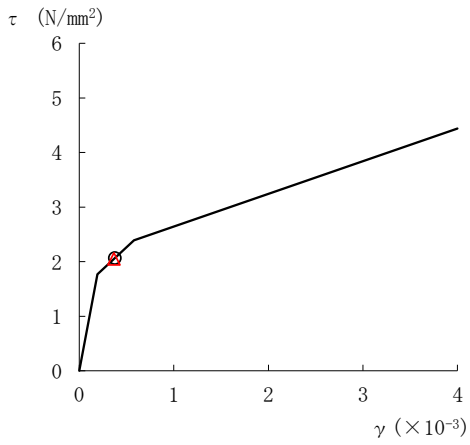
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

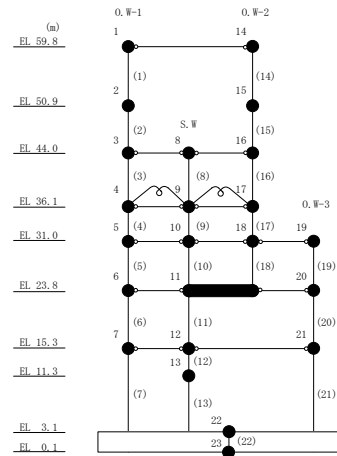
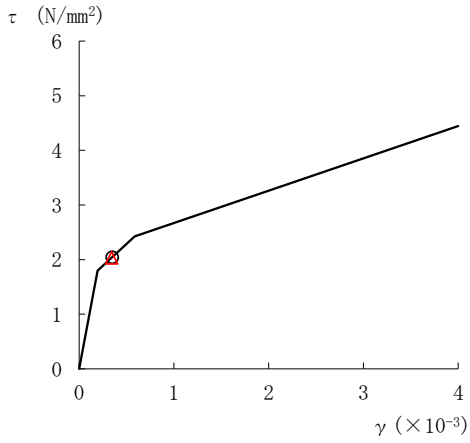
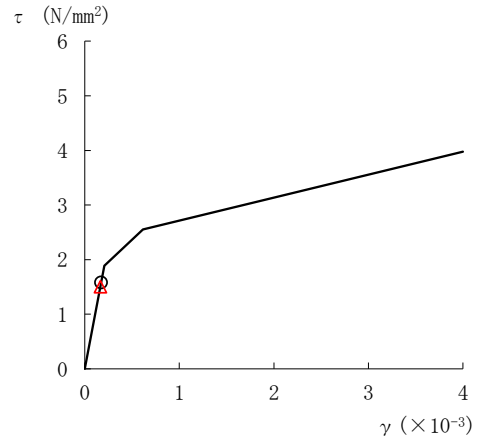


図 2-100(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

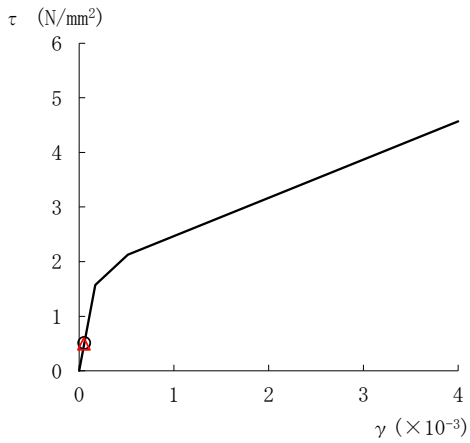
○ ケース 1 △ ケース 4



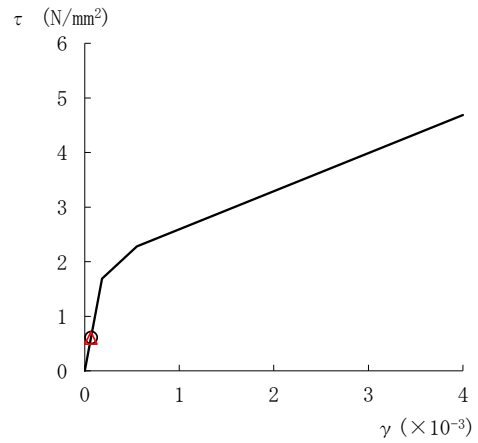
要素番号 (6)



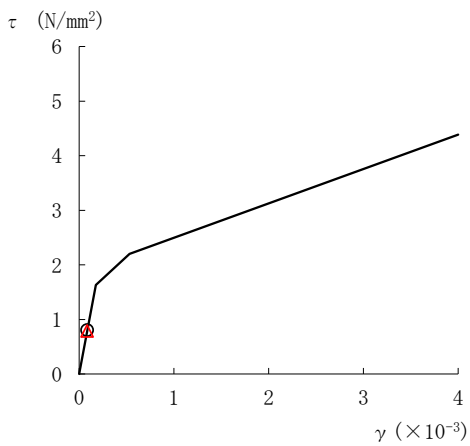
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

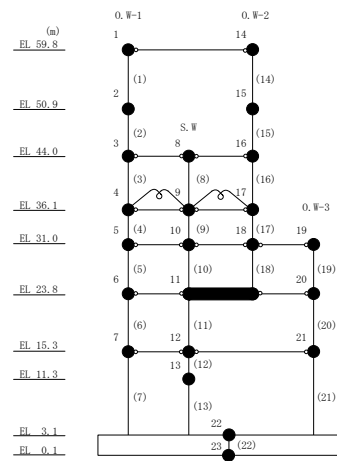
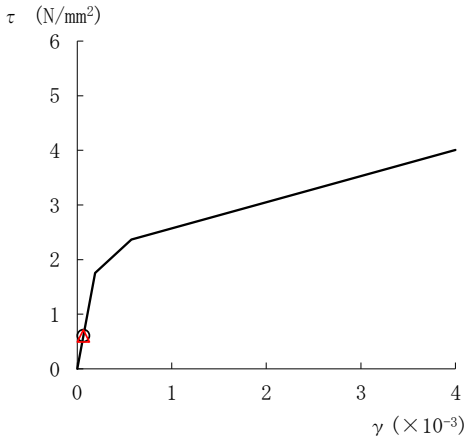
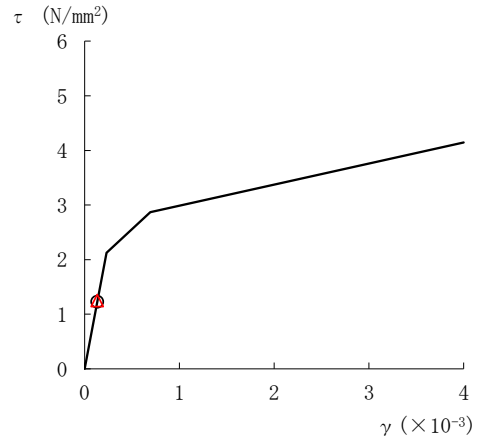


図 2-100 (2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N 2 N S$, EW 方向)

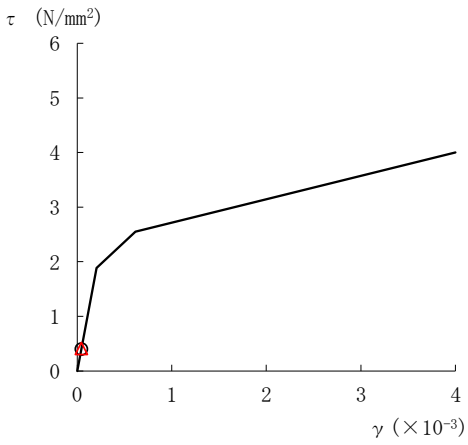
○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)



要素番号 (12)



要素番号 (13)

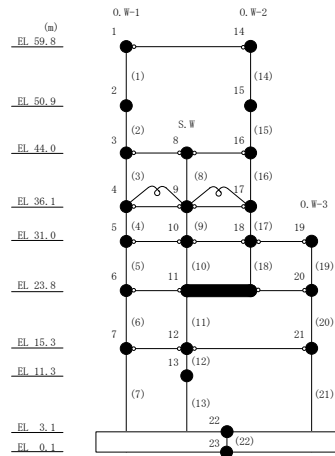
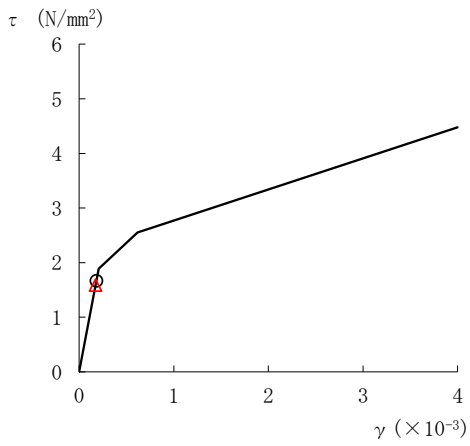


図 2-100(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)



要素番号 (21)

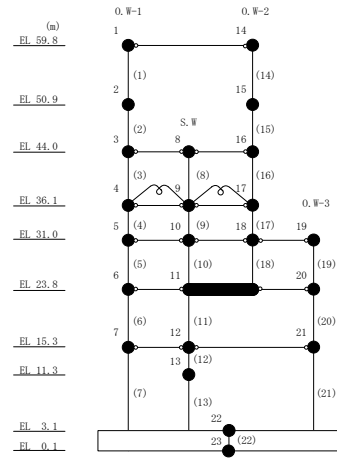


図 2-100(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-104 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.70	10.4	98.9
$S_s - F1$	4.27	8.71	100
$S_s - F2$	4.31	8.87	100
$S_s - N1$	4.86	11.4	98.8
$S_s - N2NS$	4.64	10.3	99.9

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	5.11	10.7	93.4
$S_s - F1$	4.77	9.70	98.8
$S_s - F2$	4.74	9.46	98.8
$S_s - N1$	6.37	12.4	59.2
$S_s - N2NS$	5.18	10.8	92.9

表 2-105 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 4)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	4.78	10.7	98.9
$S_s - F1$	4.33	8.90	100
$S_s - F2$	4.29	8.80	100
$S_s - N1$	4.88	11.4	98.8
$S_s - N2NS$	4.58	10.1	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	5.21	10.9	92.9
$S_s - F1$	4.81	9.88	98.8
$S_s - F2$	4.63	9.13	98.8
$S_s - N1$	6.46	12.4	57.2
$S_s - N2NS$	5.03	10.4	96.0

別紙 5 地震応答解析モデルの選定プロセス

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 地震応答解析モデルの選定プロセス	別紙 5-2
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定	別紙 5-4

1. 概要

1号機原子炉建物の地震応答解析は、基準地震動 S_s に対してジョイント要素（付着力考慮）を用いた3次元FEMモデルにより評価を行っている。本資料では、地震応答解析モデルを選定したプロセスについて説明する。

2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

島根 2 号機の建物・構築物（波及的影響に係る施設を含む）の地震応答解析モデルは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 S_s に対して接地率を算定することを基本とし、「補足-023-10 建物の地震応答解析モデル（地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力）」に示す島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローに基づき選定している。島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローを図 2-1 に示す。

なお、地震動や方向による地震応答解析モデルの使い分けはせず同一モデルを用いる方針とする。

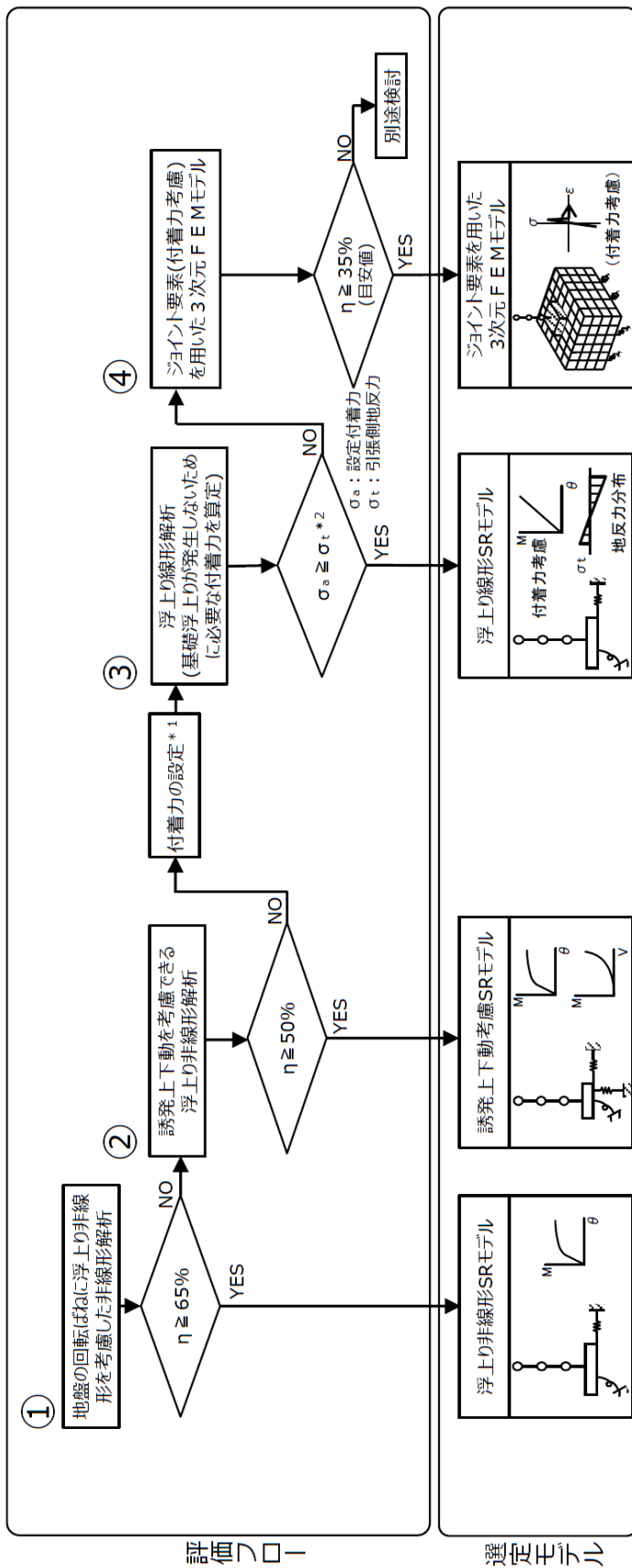


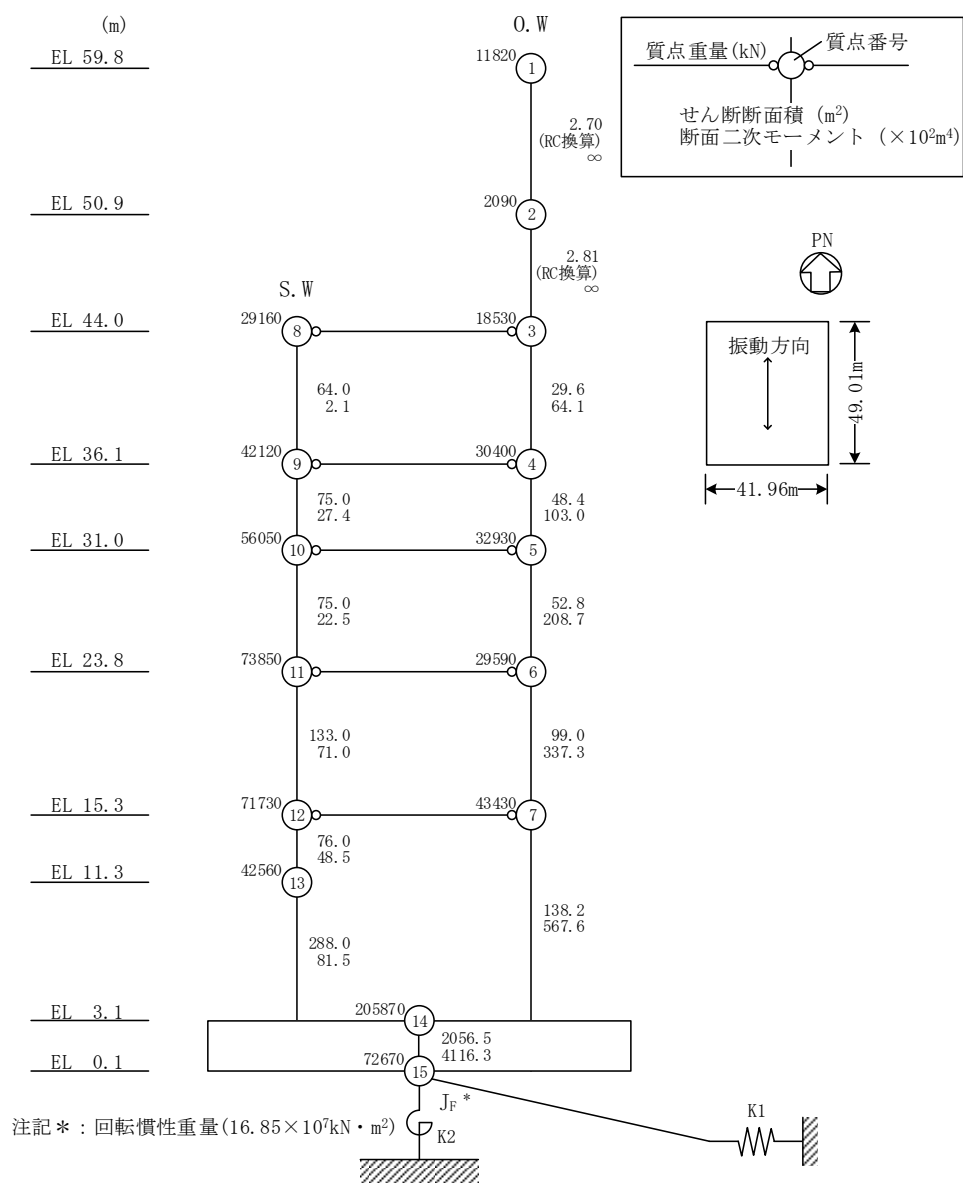
図 2-1 島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フロー

2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定

1号機原子炉建物の基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルについて、図2-1の評価フローに基づき、接地率が小さくなる傾向にある基準地震動 S_s-D で代表して検討した結果を表2-1に、検討に用いた地震応答解析モデルを図2-2に示す。①～③のモデルによる解析結果が適用範囲を満足しないことから、④ジョイント要素（付着力考慮）を用いた3次元FEMモデルを採用する。④による検討結果のうち接地率を別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

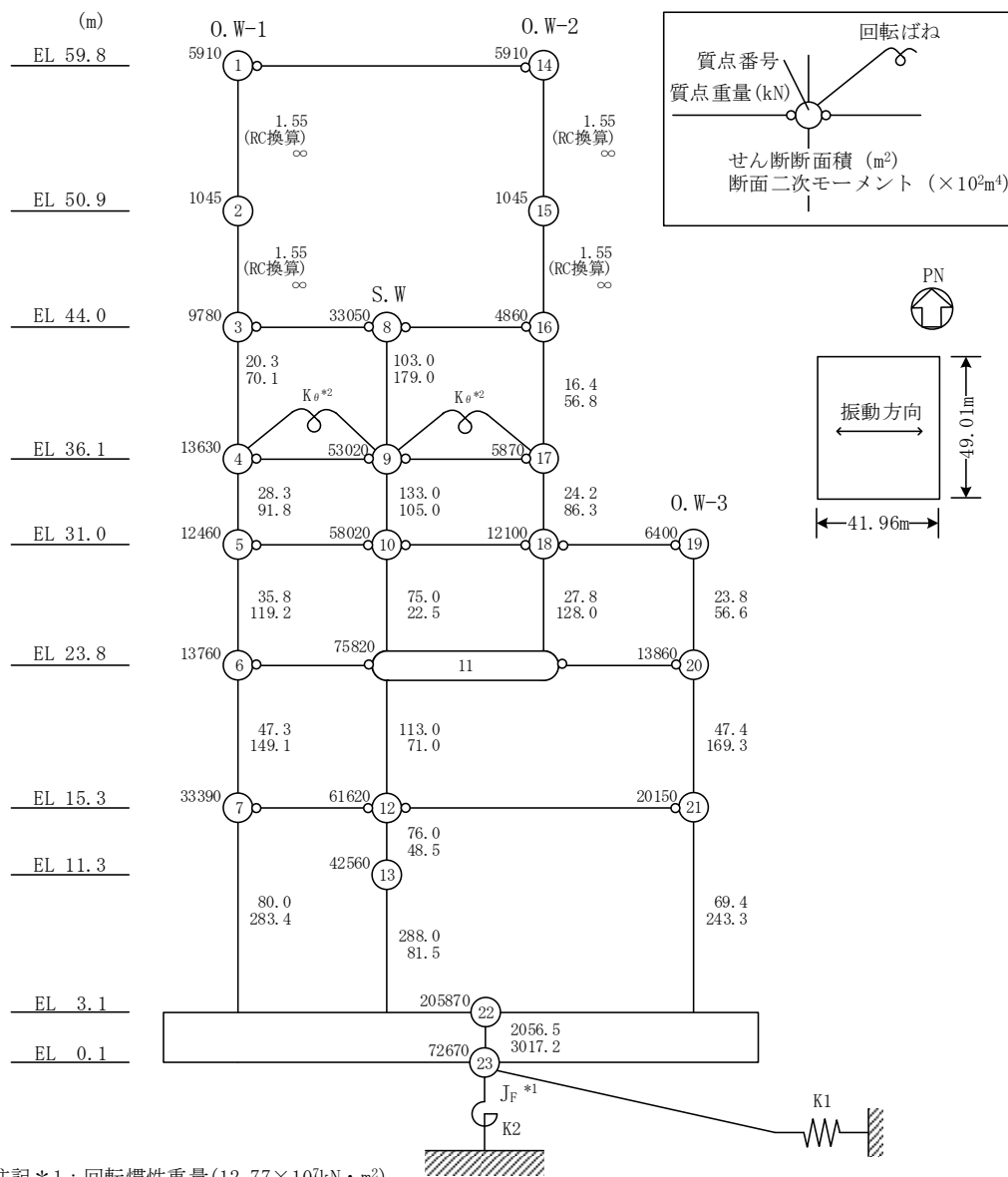
表2-1 各地震応答解析モデルでの基準地震動 S_s に対する検討結果

方向	基準地震動 S_s-D		
	① 浮上り非線形 SRモデル	② 誘発上下動考慮 SRモデル	③ 浮上り線形 SRモデル (付着力考慮)
	接地率(%)	接地率(%)	必要付着力(N/mm ²)
NS	59.7	61.8	0.274
EW	41.6	44.1	0.403



(①浮上り非線形S Rモデル及び③浮上り線形S Rモデル (付着力考慮) NS方向)

図 2-2 (1) 検討に用いた地震応答解析モデル

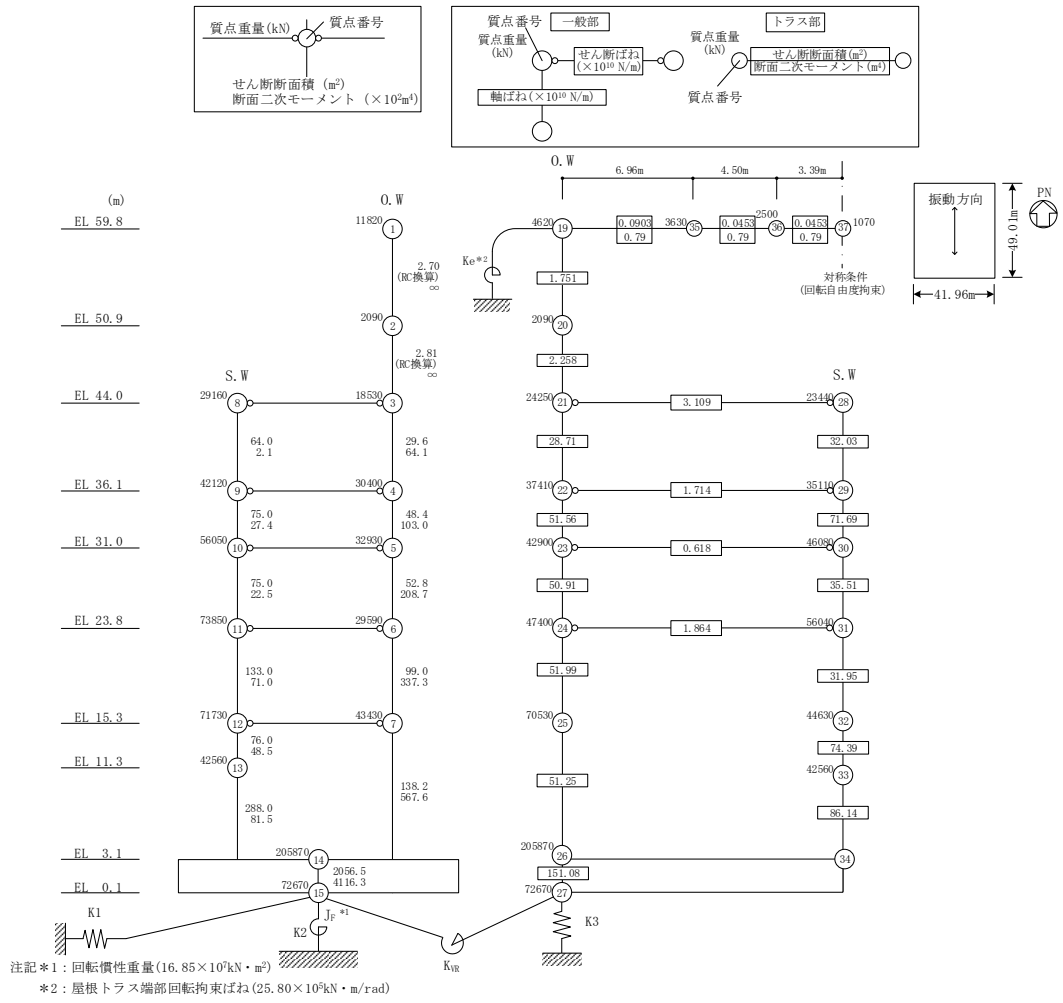


注記*1: 回転慣性重量(12.77 $\times 10^7$ kN \cdot m²)

*2: 燃料プール壁の回転ばね(2.329 $\times 10^9$ kN \cdot m/rad)

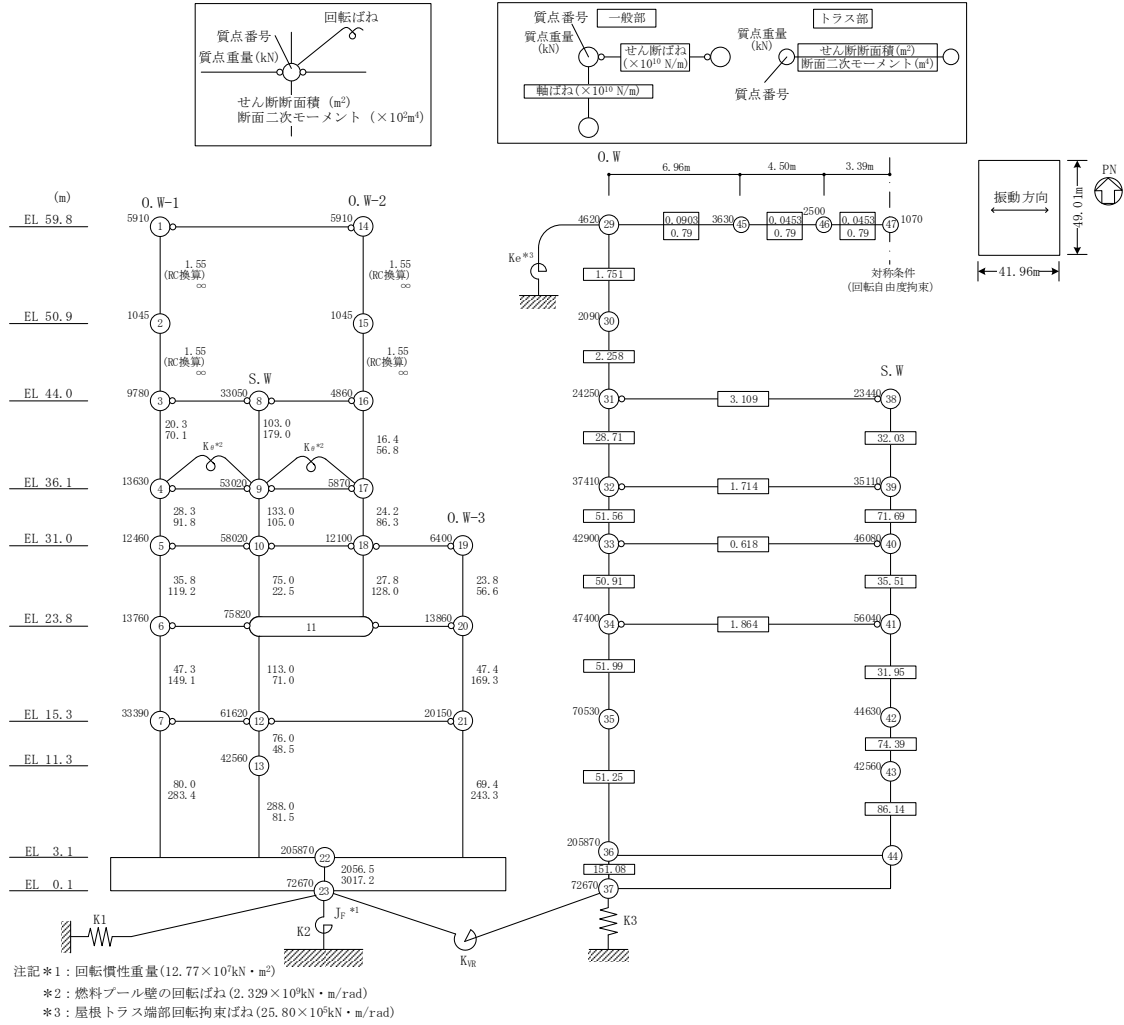
(①浮上り非線形SRモデル及び③浮上り線形SRモデル(付着力考慮) EW方向)

図2-2(2) 検討に用いた地震応答解析モデル



(②誘発上下動考慮SRモデル NS方向)

図2-2(3) 検討に用いた地震応答解析モデル



(②誘発上下動考慮S Rモデル EW方向)

図 2-2(4) 検討に用いた地震応答解析モデル

別紙6 オペフロ上部外壁の面外加速度応答に対する検討

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 評価方針	別紙 6-2
2.1 評価対象部位	別紙 6-2
2.2 解析モデル及び入力地震動	別紙 6-4
2.3 評価方法	別紙 6-8
3. 評価結果	別紙 6-9

1. 概要

1号機原子炉建物の地震応答解析においてオペフロレベル（EL 44.0m）上部で局所的に大きな加速度応答が生じている。本資料は、オペフロレベル上部の外壁について、面外方向の加速度応答に対する検討を実施するものである。

2. 評価方針

2.1 評価対象部位

検討対象は、上位クラス施設である廃棄物処理建物に波及的影響を及ぼすおそれのあるオペフロレベル上部の西側の外壁（ $R_B - R_G$ 通り間）とする。ここで、 $R_A - R_B$ 通り間は、オペフロレベルより低い下屋（EL 31.0m）であることから、制御室建物への波及的影響は考慮しない。なお、1号機原子炉建物と上位クラス施設は35m以上の離隔距離が確保されていることから、外装材の脱落による影響はないと判断し、本評価においては、外装材を除く鉄骨部材を検討対象とする。

図2-1に検討対象のオペフロレベル上部の外壁を示す。

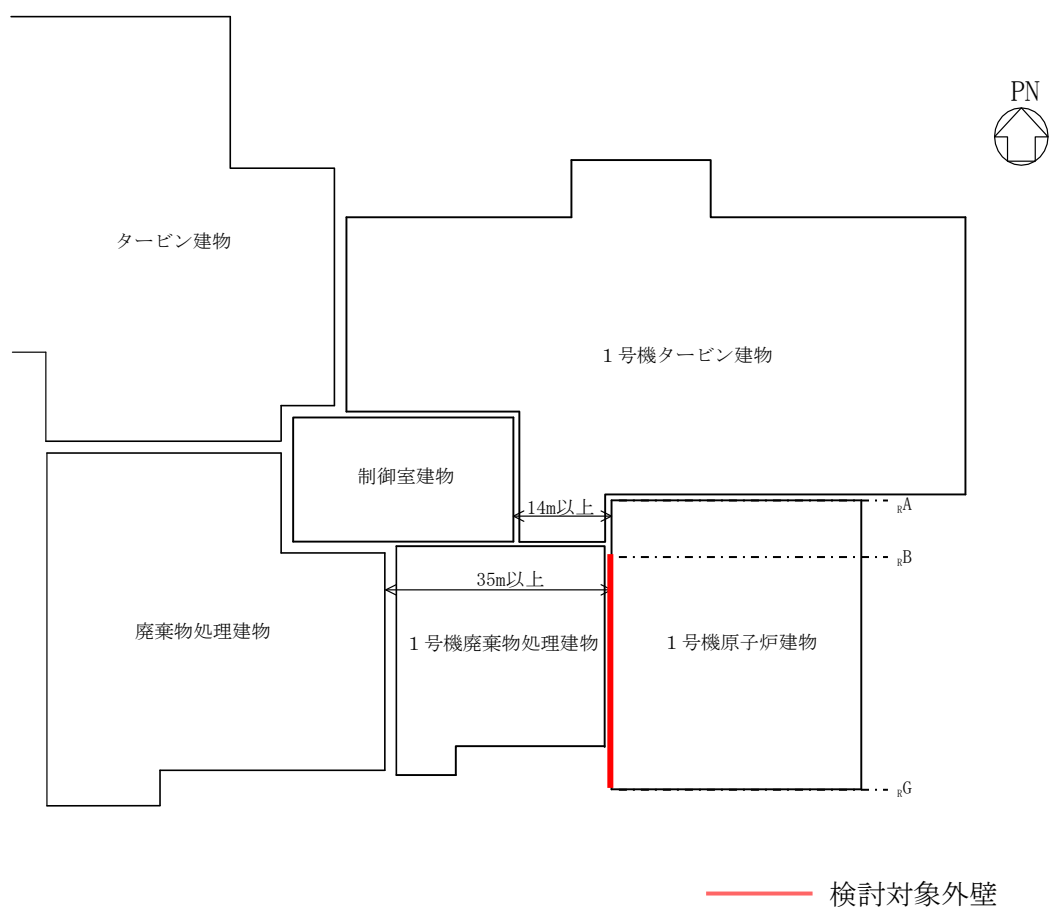


図2-1(1) 検討対象のオペフロレベル上部の外壁

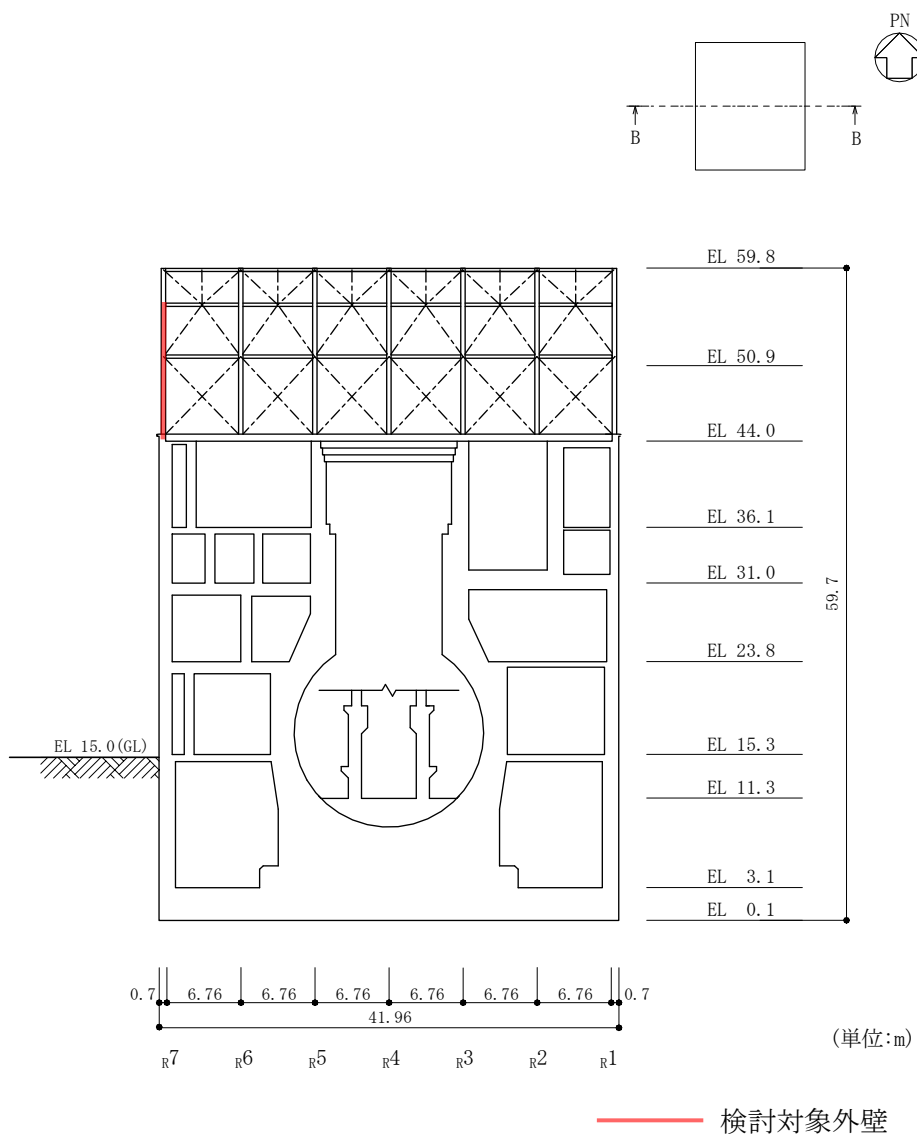


図 2-1(2) 検討対象のオペフロレベル上部の外壁

2.2 解析モデル及び入力地震動

評価は、オペフロレベル (EL 44.0m) より上部の柱, はり, 鉛直ブレース, 屋根トラス, 屋根スラブ等を線材及び面材により立体的にモデル化した 3次元FEMモデルによる地震応答解析により実施することとし, 弾塑性解析とする。なお, 本モデルに適用する弾塑性特性は, VI-2-9-3-1「原子炉建物原子炉棟 (二次格納施設) の耐震性についての計算書」のうち, 屋根トラスの評価に用いている3次元FEMモデルと同様とする。

解析は, 別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」から得られるオペフロレベル (EL 44.0m) より上部の最大応答加速度が最大となる $S_s - D$ (ケース 1, EW方向) により実施する。

なお, 解析モデルへの入力は, 1号機原子炉建物全体の地震応答解析から得られるオペフロレベル (EL 44.0m) の応答結果を 3次元FEMモデル柱脚へ入力する。1号機原子炉建物水平方向の質点系モデルは床剛モデルを採用しているため, 加速度並進成分はオペフロレベルの各質点で同一応答となるが, 回転成分は各質点で応答が異なるため, 回転成分の入力波は, モデル脚部の 2質点の平均波を入力する。

解析モデル図及び入力概要を図 2-2 に, 入力地震動の取出し位置を図 2-3 に, 使用材料の物性値を表 2-1 に示す。

解析には, 解析コード「f a p p a s e」を使用する。

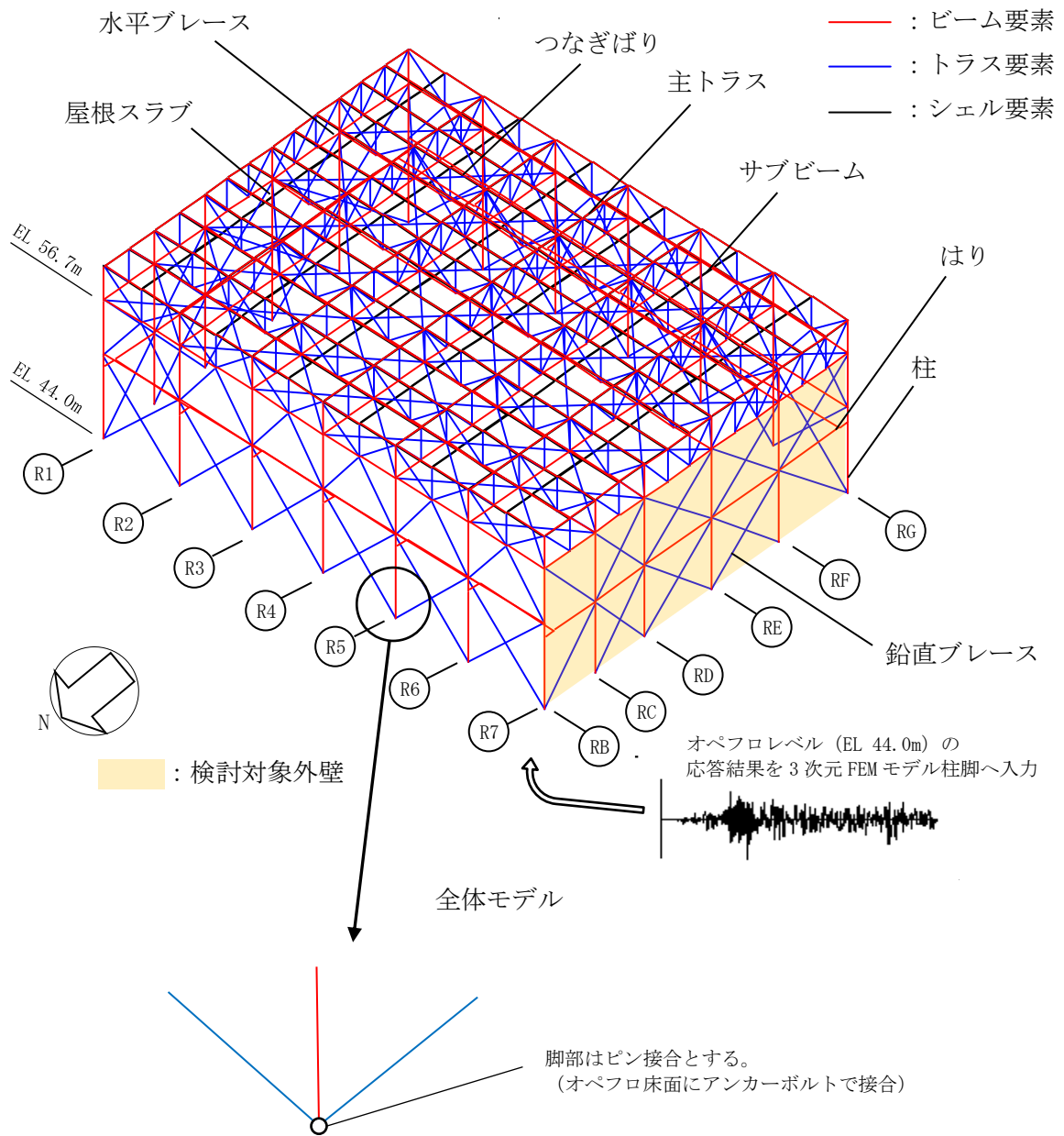
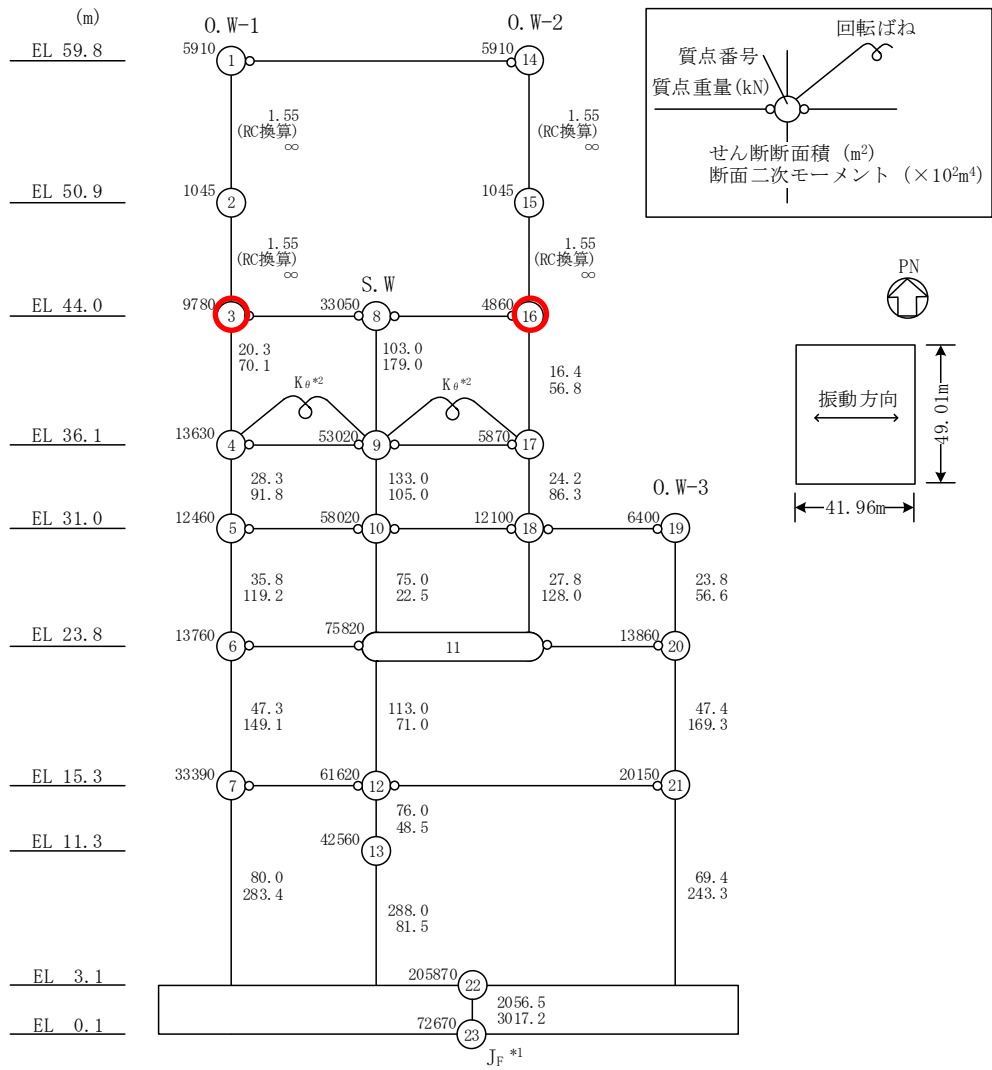


図 2-2 解析モデル図及び入力概要



注記*1: 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2: 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

○ 入力地震動の取出し位置

E-W方向モデル

図 2-3 入力地震動の取出し位置

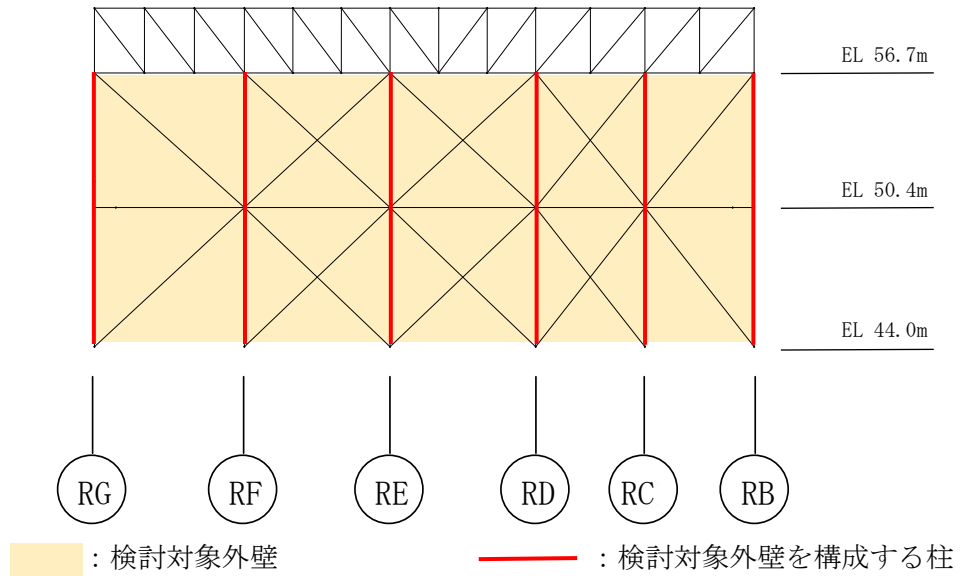
表 2-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数* h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=22.1 (N/mm ²) (Fc=225 (kgf/cm ²)) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.20×10 ⁴	9.18×10 ³	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当)	2.05×10 ⁵	7.90×10 ⁴	2	—

注記*：剛性比例型減衰

2.3 評価方法

3次元FEMモデルのうち図2-4に示す検討対象外壁を構成する各柱（EL 44.0～EL 56.7）について、EW方向（面外方向）地震力に対する最大層間変形角が「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（（財）日本建築防災協会）」を参考に設定した許容限界である1/30を下回ることを確認する。なお、被災度区分判定基準においては、柱の残留傾斜角が1/30を超えた場合に大破と判定しているが、保守的に最大層間変形角を用いて評価を行う。



検討対象外壁（R7通り）

図2-4 検討対象外壁を構成する柱

3. 評価結果

検討対象外壁を構成する各柱について、最大層間変形角の評価結果を表 3-1 に示す。各柱の最大層間変形角は許容限界（1/30）を超えないことを確認した。

以上より、オペフロレベル上部の外壁が面外方向地震力により上位クラス施設に波及的影響を及ぼさないことを確認した。

表 3-1 最大層間変形角の評価結果

柱	レベル	最大層間変形角	許容限界
R B 通り	EL 50.4m～56.7m	1/210	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/350	1/30
R C 通り	EL 50.4m～56.7m	1/65	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/72	1/30
R D 通り	EL 50.4m～56.7m	1/42	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/48	1/30
R E 通り	EL 50.4m～56.7m	1/33	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/35	1/30
R F 通り	EL 50.4m～56.7m	1/41	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/45	1/30
R G 通り	EL 50.4m～56.7m	1/219	1/30
	EL 44.0m～50.4m	1/349	1/30

補足-025-14 1号機タービン建物の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-2「1号機タービン建物の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙3 1号機タービン建物の地震応答解析結果

別紙4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙5 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

別紙6 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の影響について

別紙7 オペフロ上部外壁の面外加速度応答に対する検討

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法	別紙 1-2

1. 概要

本資料は、1号機タービン建物の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

1号機タービン建物の地震応答解析モデル及び手法を表2-1に示す。また、地震応答解析モデルを図2-1に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

項目	内容	既工認*	今回工認	備考
入力地震動の算定法		—	一次元波動論により算定	—
解析コード		—	N U P P 4	—
建物のモデル化	モデル	—	・水平：多軸床柔多質点系モデル	—
	材料物性	—	RC規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数, ポアソン比 $E = 2.20 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$	①
	剛性評価	—	耐震壁を考慮	—
	減衰定数	—	・水平方向：RC：5%	—
地盤のモデル化	底面ばね	—	振動アドミッタンス理論に基づく近似法 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	②
	側面ばね	—	・水平方向：考慮せず	—
非線形特性	耐震壁	—	・水平方向：考慮	②, ③
	底面ばね	—	・水平方向：考慮	

注：既工認時は、地震応答解析を実施しておらず、静的地震力を考慮。

注記*：島根原子力発電所第1号機『工事計画認可申請書第4回 参考資料6「タービン建物に関する説明書」(45公第11110号昭和46年3月20日認可)』

【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 1999改定)に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙 2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。

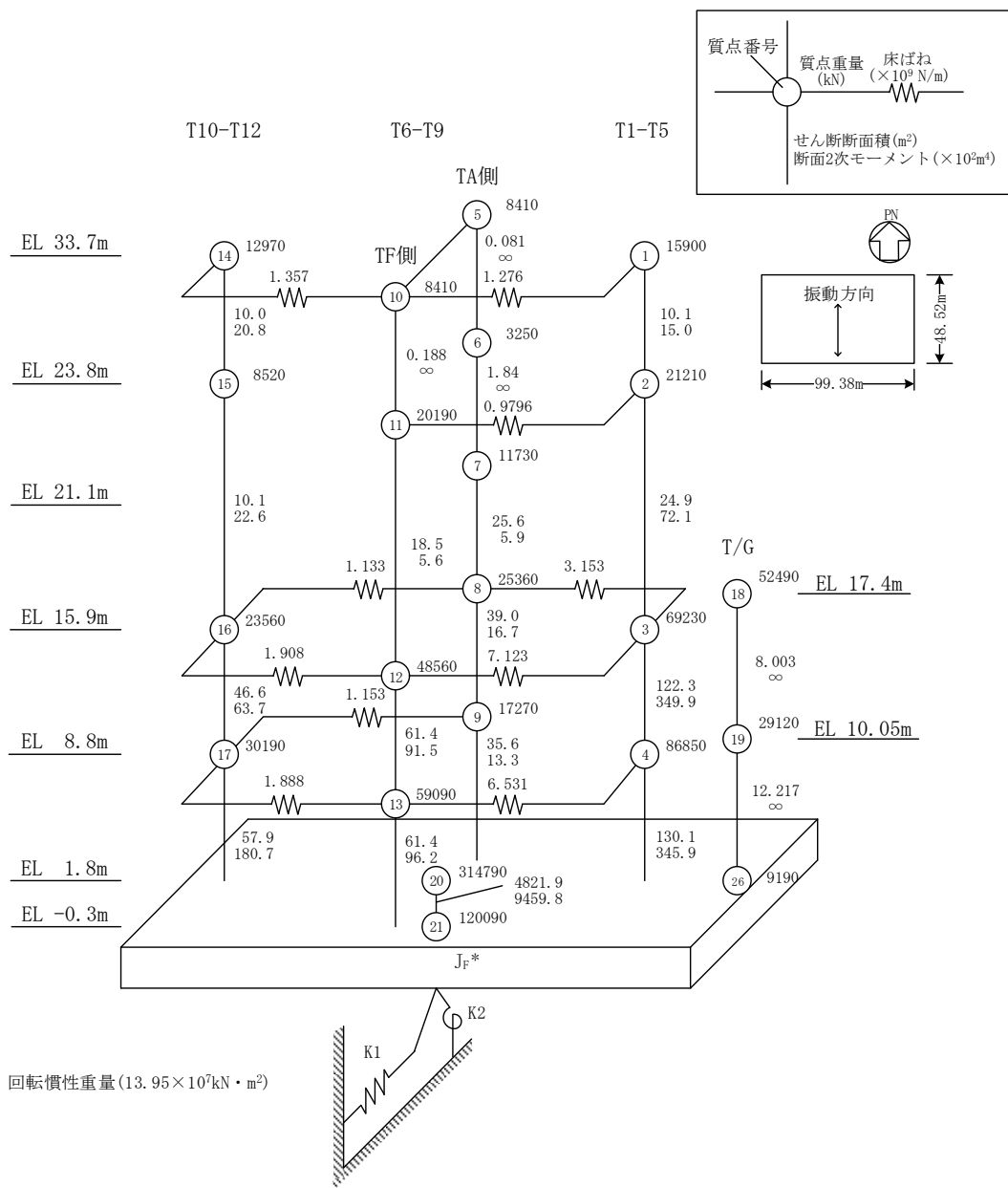


図 2-1 (1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

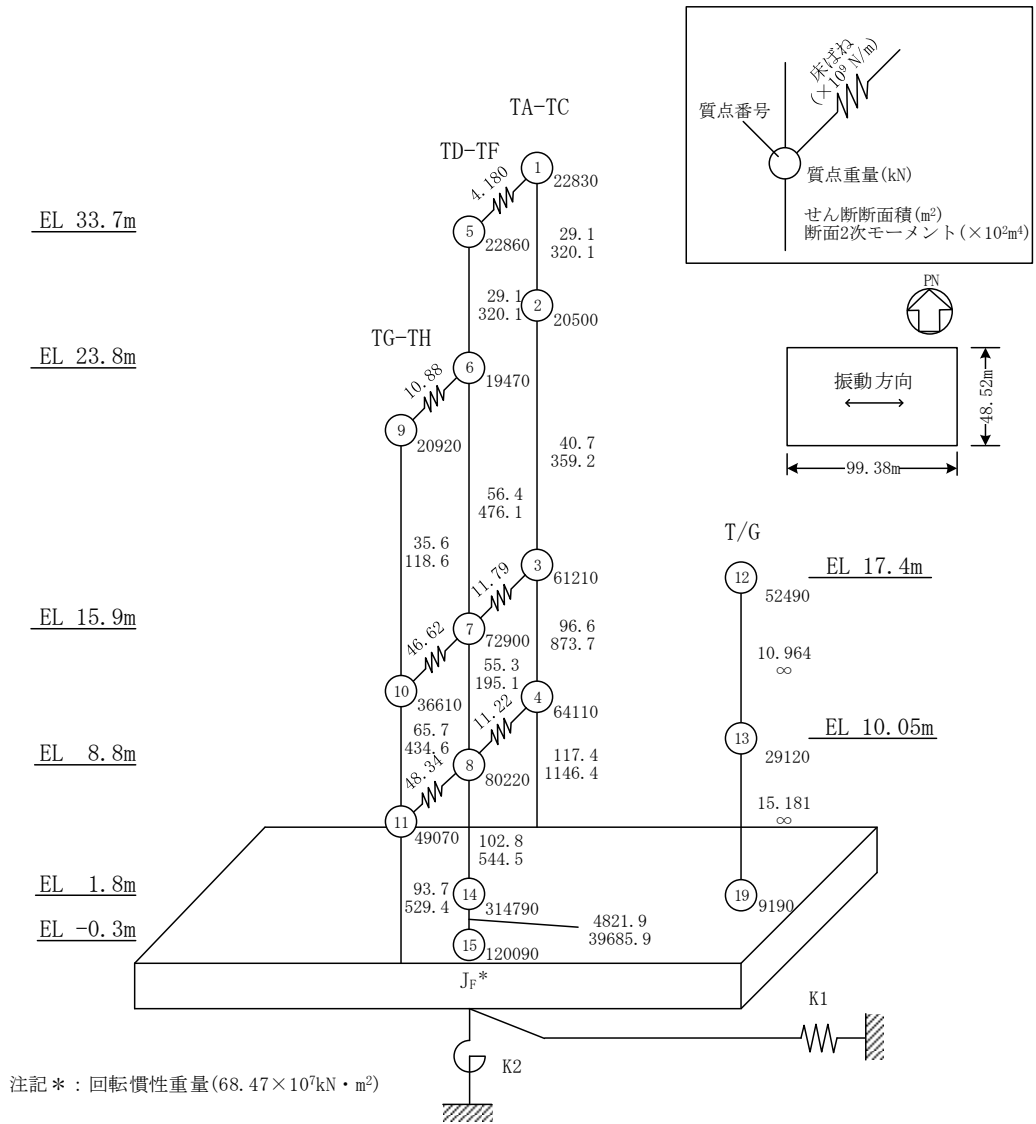


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

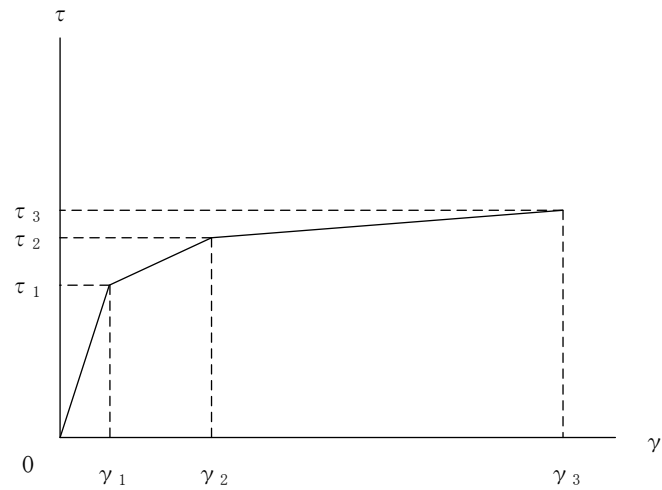
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-16

1. 概要

1号機タービン建物については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

1号機タービン建物は内壁及び外壁の明確な区分がない複雑な平面形状となっている。RC造耐震壁は基本的にフランジ壁を有する断面となっていることを踏まえ、せん断スケルトン曲線の終局点は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}} \right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD} \right) \sqrt{F c}$$

ただし、 $M / (Q D) > 1$ のとき $M / (Q D) = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot \sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

σ_v, σ_H : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

σ_y : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M / (Q D)$: シアスパン比

3. せん断スケルトン曲線の設定について

3.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に示す。

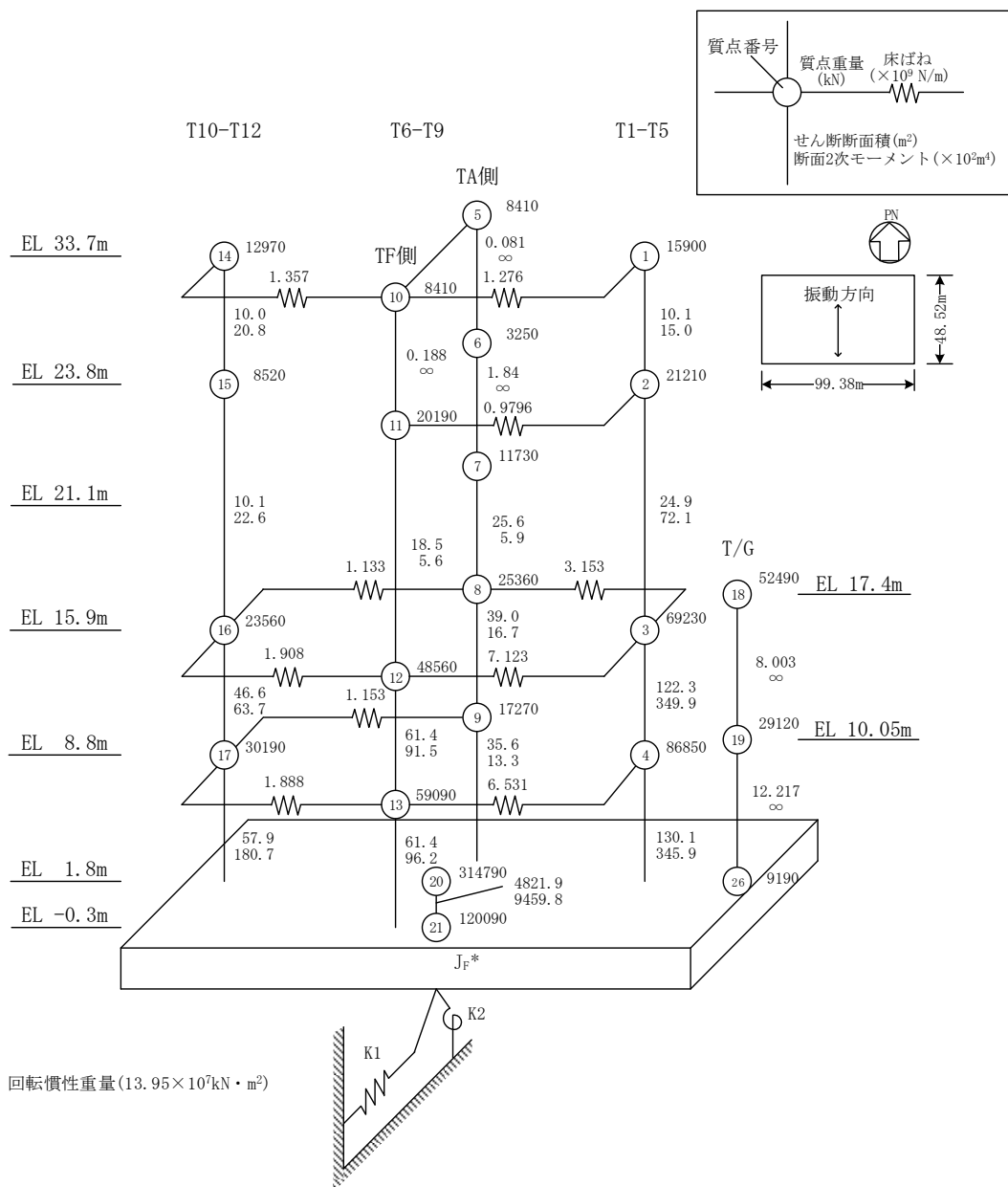


図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

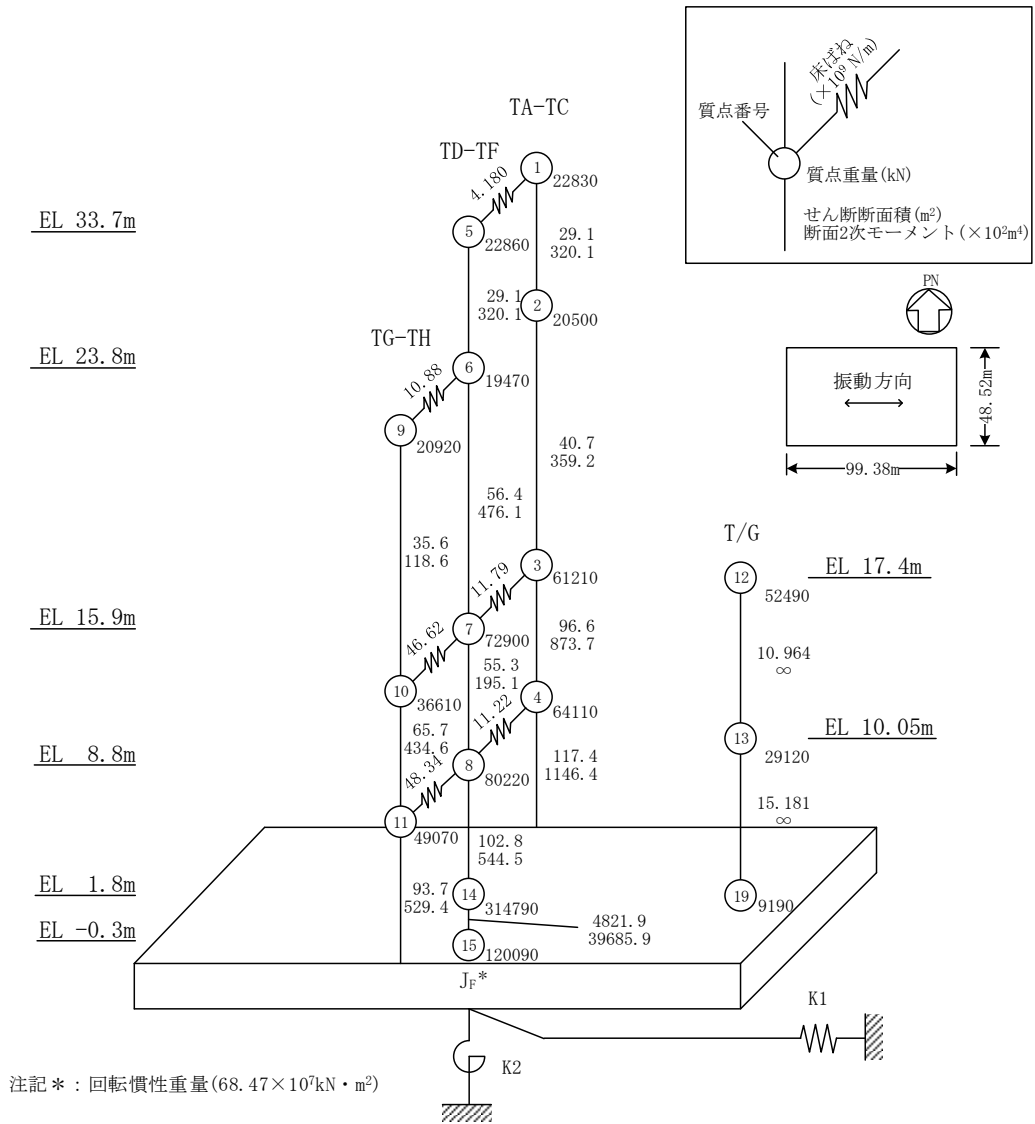


図 3-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる 1 号機タービン建物の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値 (コンクリート)

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート : Fc = 22.1 (N/mm ²) (Fc = 225 (kgf/cm ²))	2.20 × 10 ⁴	9.18 × 10 ³	5

表 3-2 使用材料の物性値 (鉄筋)

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋 : SD35 (SD345 相当*)	345

注記* : 建設当時の鉄筋の種類は SD35 であるが, 現在の規格 (SD345) に読み替えた降伏応力度を示す。

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

T1-T5

EL (m)	コンクリート強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	断面積 A_s (m ²)	縦軸応力度 σ_v (N/mm ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	10.1	0.38	1.65	0.180
23.8~15.9	22.1	9.18	24.9	0.46	1.68	0.183
15.9~8.8	22.1	9.18	122.3	0.33	1.63	0.177
8.8~1.8	22.1	9.18	130.1	0.57	1.73	0.189

T6-T9 TA側

EL (m)	コンクリート強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	断面積 A_s (m ²)	縦軸応力度 σ_v (N/mm ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	0.1	—*		
23.8~21.1	22.1	9.18	1.8	—*		
21.1~15.9	22.1	9.18	25.6	0.31	1.62	0.176
15.9~8.8	22.1	9.18	39.0	0.50	1.70	0.185
8.8~1.8	22.1	9.18	35.6	0.68	1.78	0.194

T6-T9 TF側

EL (m)	コンクリート強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	断面積 A_s (m ²)	縦軸応力度 σ_v (N/mm ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	0.2	—*		
23.8~15.9	22.1	9.18	18.5	0.29	1.61	0.175
15.9~8.8	22.1	9.18	61.4	0.41	1.66	0.181
8.8~1.8	22.1	9.18	61.4	0.79	1.82	0.199

T10-T12

EL (m)	コンクリート強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	断面積 A_s (m ²)	縦軸応力度 σ_v (N/mm ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	10.0	0.33	1.63	0.177
23.8~15.9	22.1	9.18	10.1	0.59	1.74	0.190
15.9~8.8	22.1	9.18	46.6	0.44	1.68	0.183
8.8~1.8	22.1	9.18	57.9	0.67	1.78	0.193

注記* : 線形部材

表 3-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (EW方向)

TA-TC

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	29.1	1.18	1.97	0.215
23.8~15.9	22.1	9.18	40.7	1.40	2.06	0.224
15.9~8.8	22.1	9.18	96.6	0.79	1.83	0.199
8.8~1.8	22.1	9.18	117.4	0.86	1.85	0.201

TD-TF

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	22.1	9.18	29.1	1.20	1.98	0.216
23.8~15.9	22.1	9.18	56.4	1.20	1.98	0.216
15.9~8.8	22.1	9.18	55.3	0.99	1.90	0.207
8.8~1.8	22.1	9.18	102.8	1.17	1.97	0.215

TG-TH

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
23.8~15.9	22.1	9.18	35.6	0.83	1.84	0.200
15.9~8.8	22.1	9.18	65.7	0.73	1.80	0.196
8.8~1.8	22.1	9.18	93.7	1.03	1.92	0.209

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

T1-T5

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	2.23	0.540
23.8~15.9	2.27	0.550
15.9~8.8	2.20	0.532
8.8~1.8	2.34	0.566

T6-T9 TA側

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*	
23.8~21.1	—*	
21.1~15.9	2.18	0.529
15.9~8.8	2.30	0.556
8.8~1.8	2.40	0.581

T6-T9 TF側

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*	
23.8~15.9	2.17	0.526
15.9~8.8	2.25	0.544
8.8~1.8	2.46	0.596

T10-T12

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	2.19	0.531
23.8~15.9	2.35	0.569
15.9~8.8	2.26	0.548
8.8~1.8	2.40	0.580

注記* : 線形部材

表 3-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (EW方向)

TA-TC

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	2.66	0.645
23.8~15.9	2.78	0.671
15.9~8.8	2.46	0.596
8.8~1.8	2.50	0.604

TD-TF

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	2.68	0.648
23.8~15.9	2.67	0.647
15.9~8.8	2.57	0.622
8.8~1.8	2.66	0.644

TG-TH

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
23.8~15.9	2.48	0.601
15.9~8.8	2.43	0.588
8.8~1.8	2.59	0.626

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。 σ_H は安全側に 0.0 としている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (N S 方向)

T1-T5

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	0.00423	0.00423	0.38	0.415	4.14	4.00
23.8~15.9	0.00277	0.00277	0.46	0.270	4.22	4.00
15.9~8.8	0.00303	0.00303	0.33	0.767	3.15	4.00
8.8~1.8	0.00291	0.00291	0.57	0.526	3.72	4.00

T6-T9 TA側

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~21.1	—*					
21.1~15.9	0.00322	0.00322	0.31	0.606	3.53	4.00
15.9~8.8	0.00328	0.00328	0.50	0.796	3.20	4.00
8.8~1.8	0.00323	0.00323	0.68	0.925	2.98	4.00

T6-T9 TF側

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~15.9	0.00351	0.00351	0.29	0.475	3.86	4.00
15.9~8.8	0.00328	0.00328	0.41	0.298	4.23	4.00
8.8~1.8	0.00345	0.00345	0.79	0.409	4.11	4.00

T10-T12

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	0.00423	0.00423	0.33	0.404	4.14	4.00
23.8~15.9	0.00423	0.00423	0.59	0.515	3.99	4.00
15.9~8.8	0.00318	0.00318	0.44	0.494	3.80	4.00
8.8~1.8	0.00337	0.00337	0.67	0.449	3.99	4.00

注記* : 線形部材

表 3-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

TA-TC

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	0.00423	0.00423	1.18	0.240	4.65	4.00
23.8~15.9	0.00359	0.00359	1.40	0.240	4.61	4.00
15.9~8.8	0.00314	0.00314	0.79	0.240	4.41	4.00
8.8~1.8	0.00292	0.00292	0.86	0.240	4.39	4.00

TD-TF

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	0.00423	0.00423	1.20	0.240	4.66	4.00
23.8~15.9	0.00305	0.00305	1.20	0.240	4.48	4.00
15.9~8.8	0.00273	0.00273	0.99	0.241	4.39	4.00
8.8~1.8	0.00314	0.00314	1.17	0.240	4.49	4.00

TG-TH

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
23.8~15.9	0.00350	0.00350	0.83	0.240	4.47	4.00
15.9~8.8	0.00336	0.00336	0.73	0.240	4.43	4.00
8.8~1.8	0.00348	0.00348	1.03	0.247	4.50	4.00

4. まとめ

1号機タービン建物におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表4-1及び表4-2に示す。

表 4-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

T1-T5

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.65	2.23	4.14	0.180	0.540	4.00
23.8~15.9	1.68	2.27	4.22	0.183	0.550	4.00
15.9~8.8	1.63	2.20	3.15	0.177	0.532	4.00
8.8~1.8	1.73	2.34	3.72	0.189	0.566	4.00

T6-T9 (TA側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~21.1	—*					
21.1~15.9	1.62	2.18	3.53	0.176	0.529	4.00
15.9~8.8	1.70	2.30	3.20	0.185	0.556	4.00
8.8~1.8	1.78	2.40	2.98	0.194	0.581	4.00

T6-T9 (TF側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~15.9	1.61	2.17	3.86	0.175	0.526	4.00
15.9~8.8	1.66	2.25	4.23	0.181	0.544	4.00
8.8~1.8	1.82	2.46	4.11	0.199	0.596	4.00

T10-T12

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.63	2.19	4.14	0.177	0.531	4.00
23.8~15.9	1.74	2.35	3.99	0.190	0.569	4.00
15.9~8.8	1.68	2.26	3.80	0.183	0.548	4.00
8.8~1.8	1.78	2.40	3.99	0.193	0.580	4.00

注記* : 線形部材

表 4-2 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

TA-TC

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.97	2.66	4.65	0.215	0.645	4.00
23.8~15.9	2.06	2.78	4.61	0.224	0.671	4.00
15.9~8.8	1.83	2.46	4.41	0.199	0.596	4.00
8.8~1.8	1.85	2.50	4.39	0.201	0.604	4.00

TD-TF

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.98	2.68	4.66	0.216	0.648	4.00
23.8~15.9	1.98	2.67	4.48	0.216	0.647	4.00
15.9~8.8	1.90	2.57	4.39	0.207	0.622	4.00
8.8~1.8	1.97	2.66	4.49	0.215	0.644	4.00

TG-TH

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
23.8~15.9	1.84	2.48	4.47	0.200	0.601	4.00
15.9~8.8	1.80	2.43	4.43	0.196	0.588	4.00
8.8~1.8	1.92	2.59	4.50	0.209	0.626	4.00

別紙 3 1号機タービン建物の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-10

1. 概要

本資料は、1号機タービン建物の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

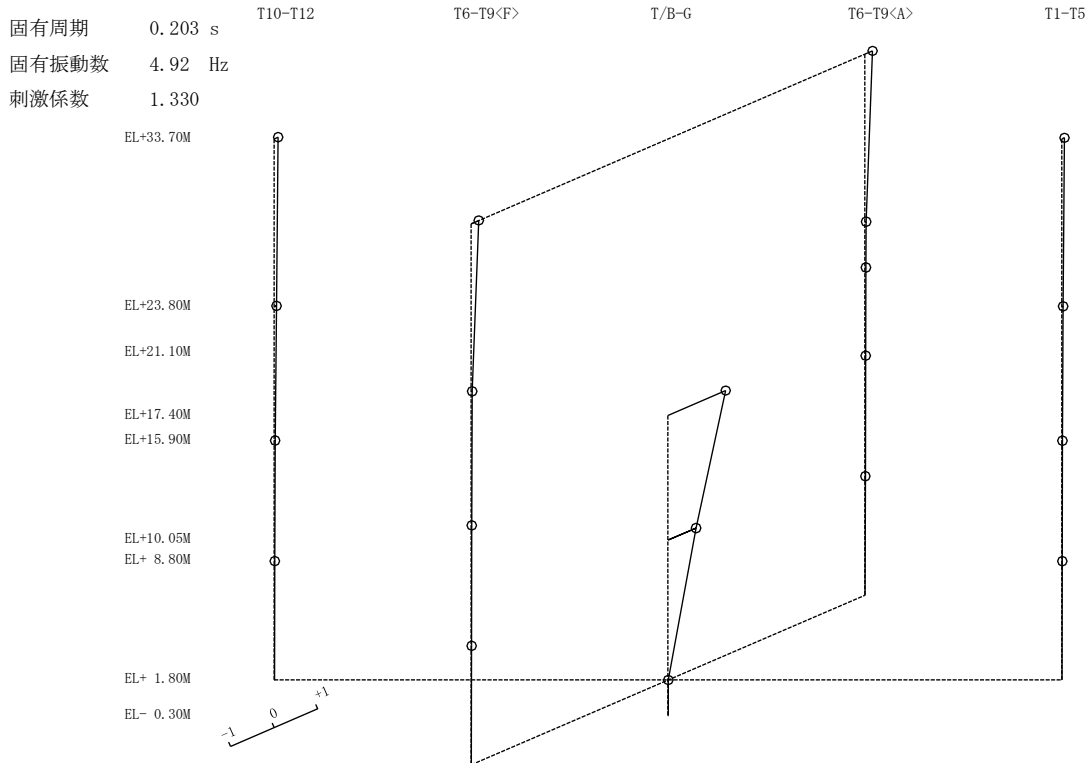
(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.203	4.92	1.330	
2	0.190	5.25	1.881	
3	0.116	8.59	2.842	建物—地盤連成 1 次
4	0.112	8.89	0.142	
5	0.107	9.35	-1.148	
6	0.096	10.42	0.646	

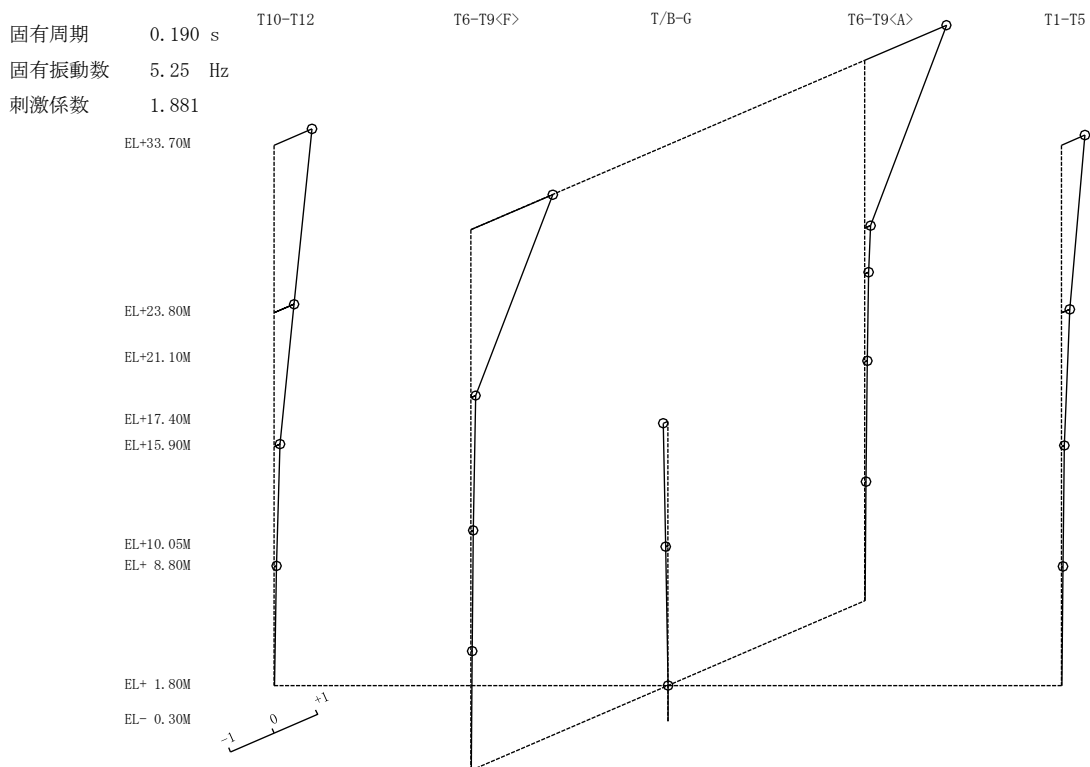
(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.178	5.61	1.285	
2	0.113	8.84	1.999	建物—地盤連成 1 次
3	0.082	12.26	-0.330	
4	0.064	15.71	-1.810	
5	0.058	17.12	0.245	
6	0.052	19.08	-0.549	

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

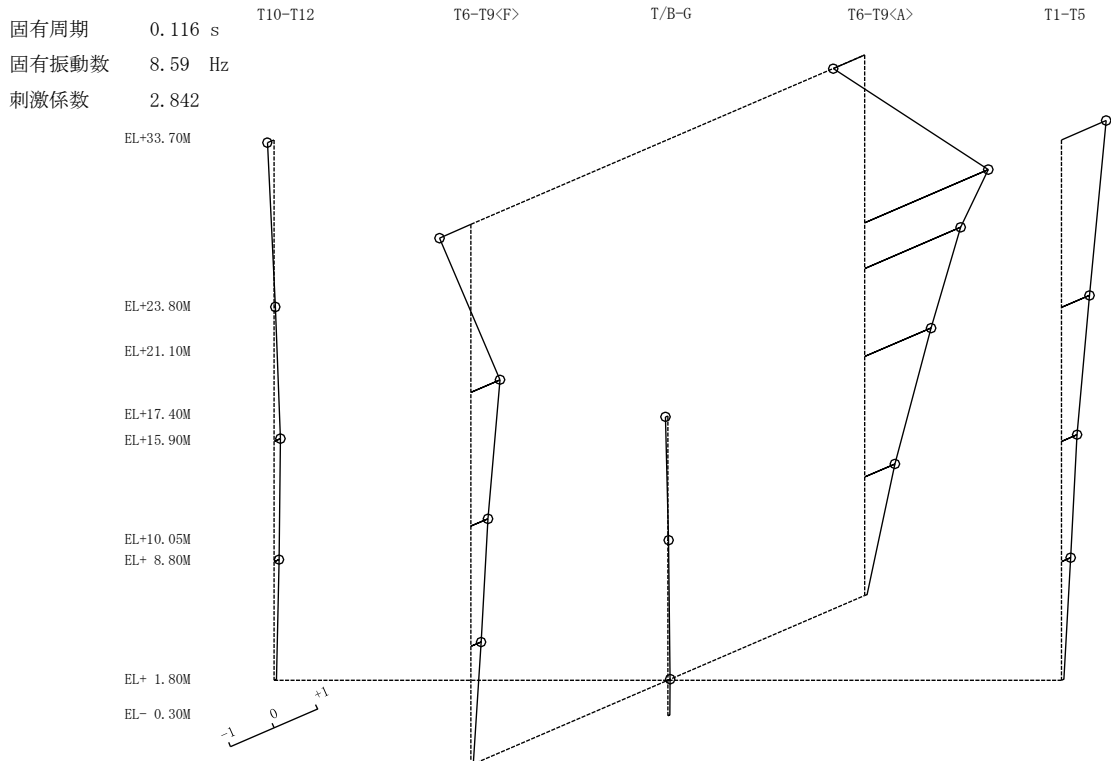


1次 モード

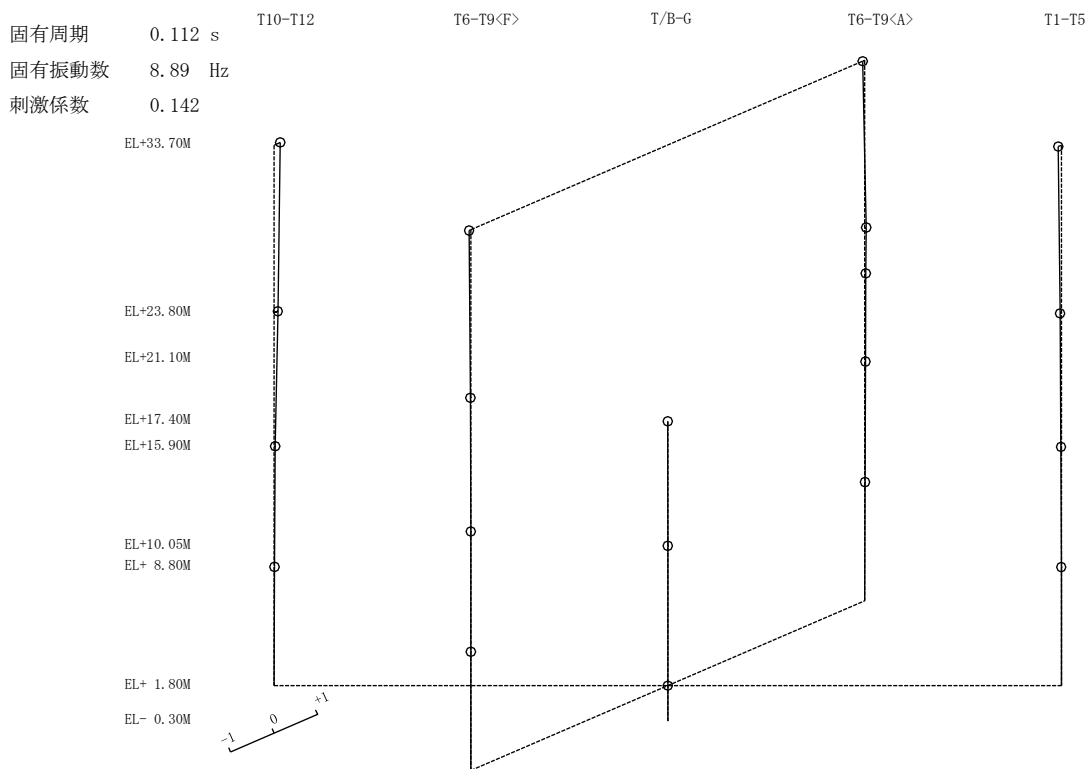


2次 モード

図 2-1(1) 刺激関数図 (NS方向)

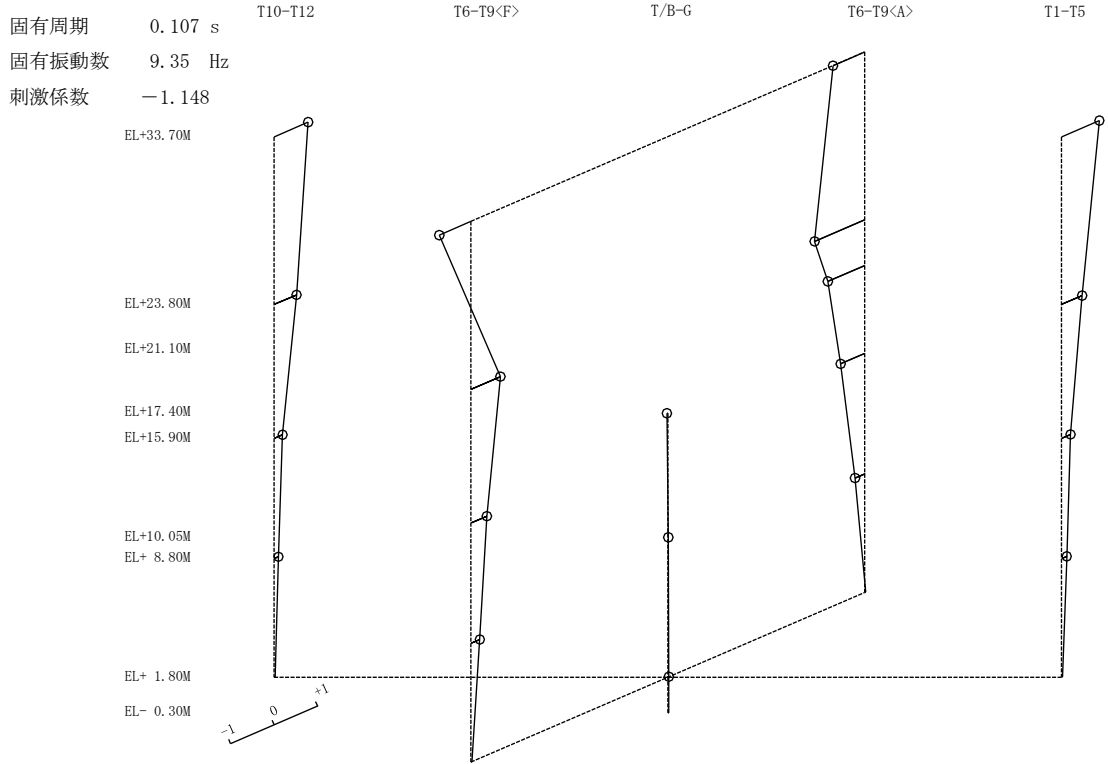


3次 モード

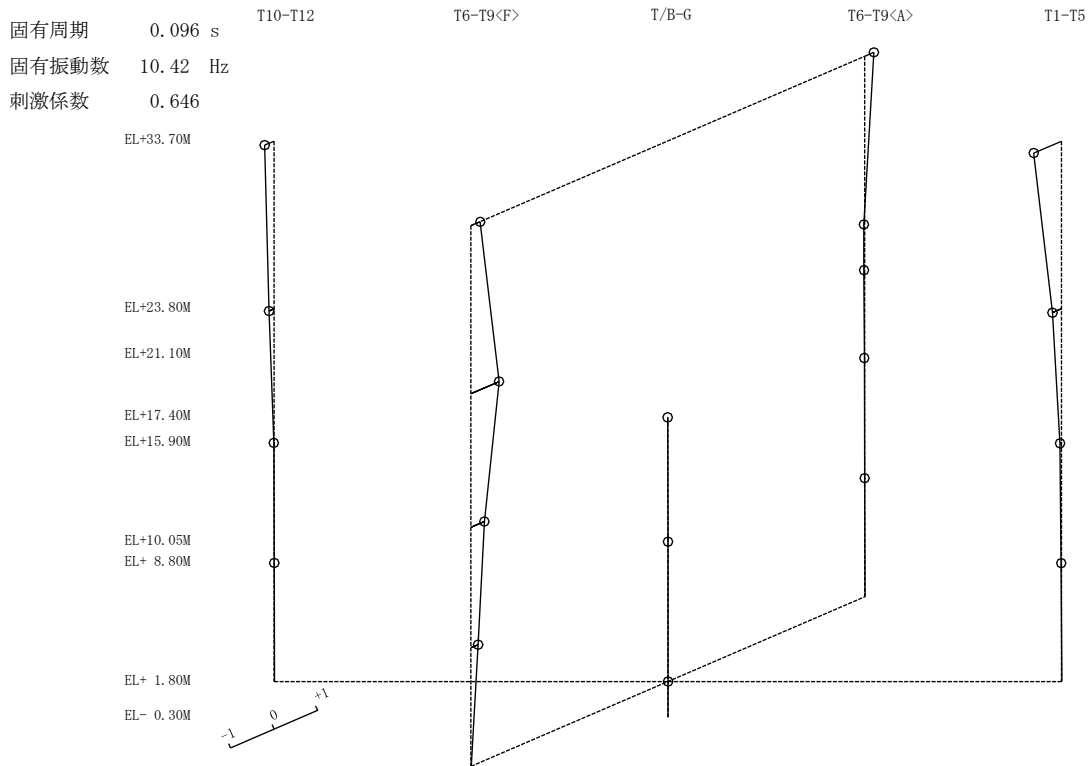


4次 モード

図 2-1(2) 刺激関数図 (NS 方向)



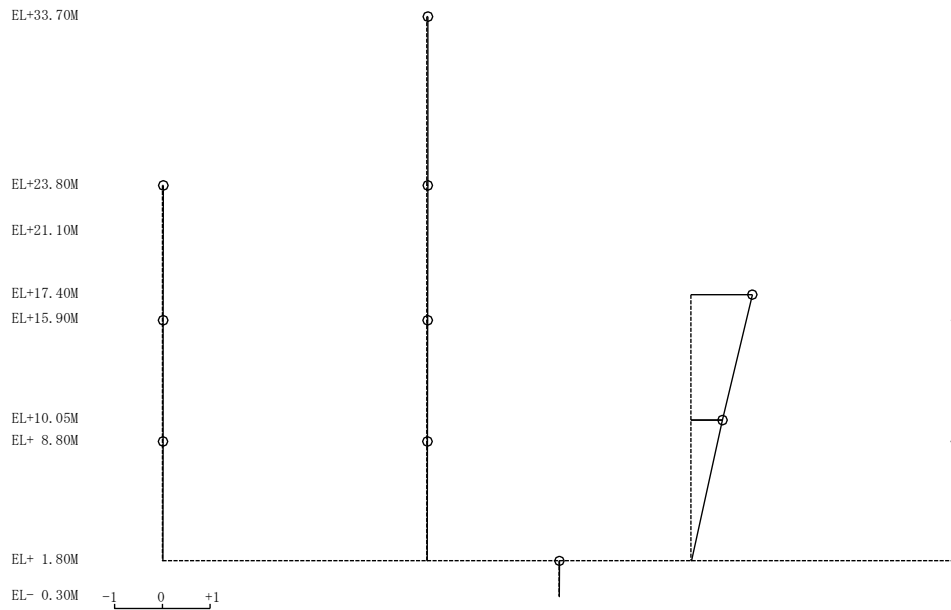
5次 モード



6次 モード

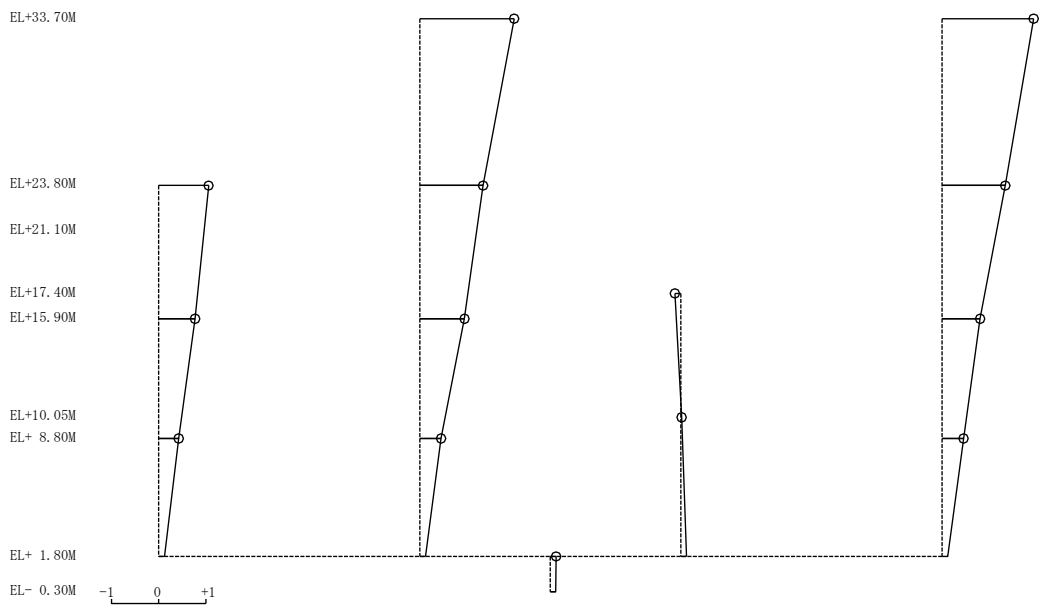
図 2-1(3) 刺激関数図 (NS 方向)

固有周期 0.178 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 5.61 Hz
 刺激係数 1.285



1次モード

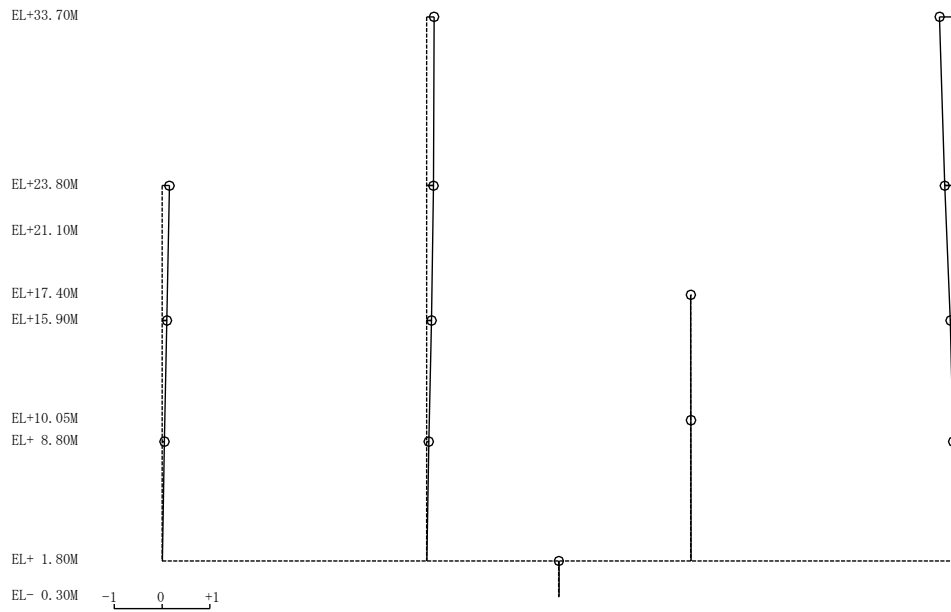
固有周期 0.113 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 8.84 Hz
 刺激係数 1.999



2次モード

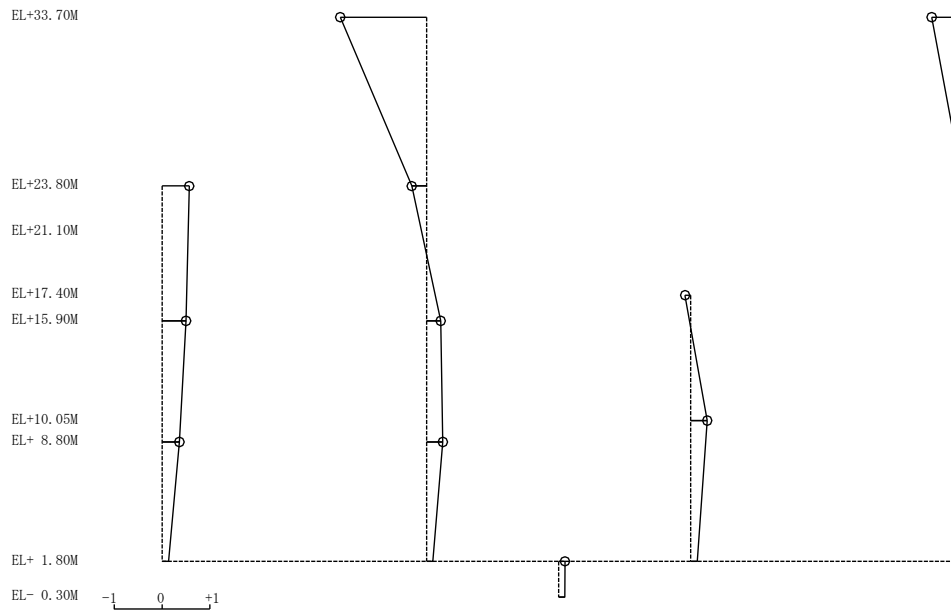
図 2-2(1) 刺激関数図 (EW方向)

固有周期 0.082 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 12.26 Hz
 刺激係数 -0.330



3次 モード

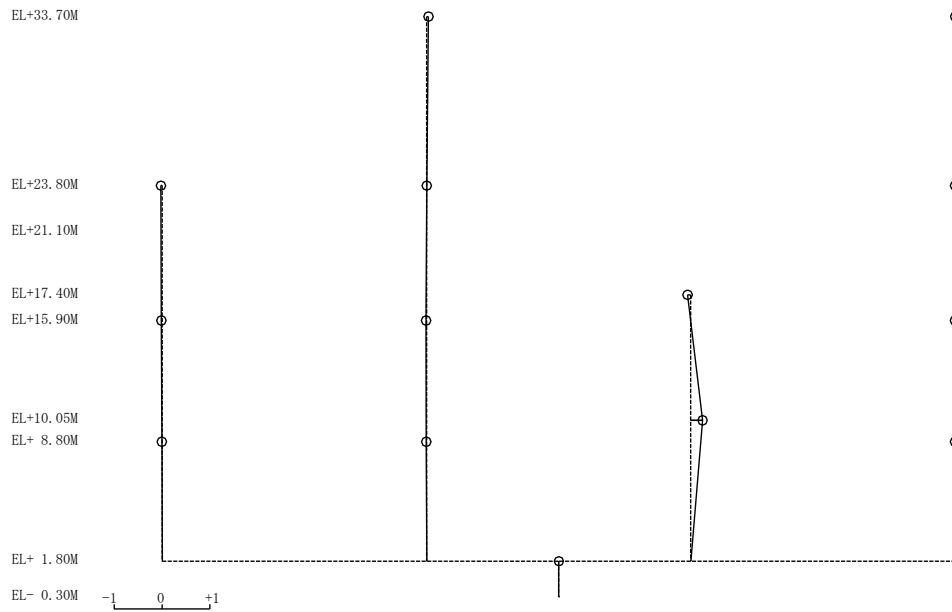
固有周期 0.064 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 15.71 Hz
 刺激係数 -1.810



4次 モード

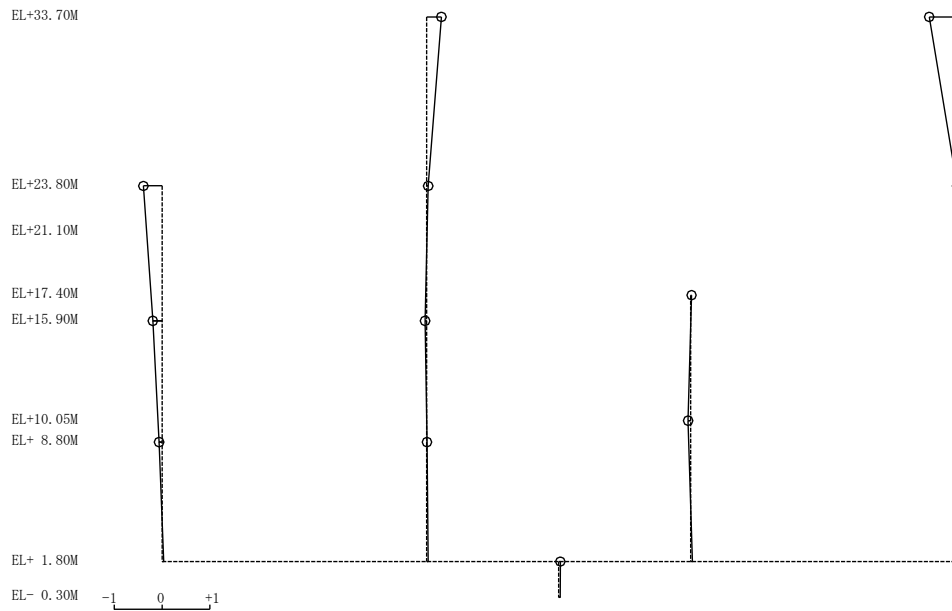
図 2-2(2) 刺激関数図 (E W方向)

固有周期 0.058 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 17.12 Hz
 刺激係数 0.245



5次 モード

固有周期 0.052 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 19.08 Hz
 刺激係数 -0.549



6次 モード

図 2-2(3) 刺激関数図 (E W方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。また、接地率を表 3-11 に示す。

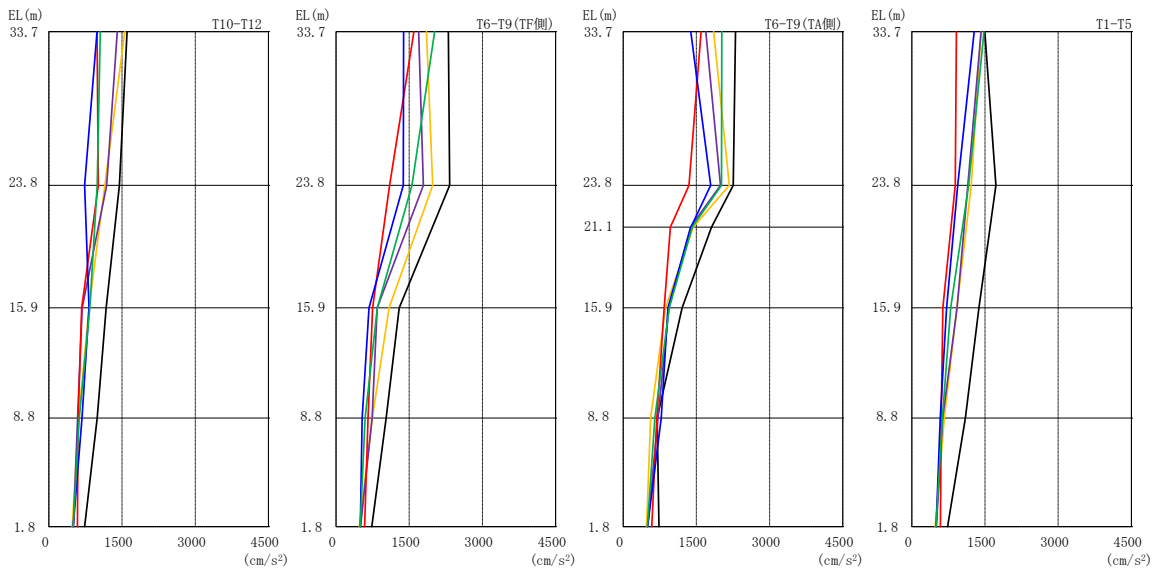
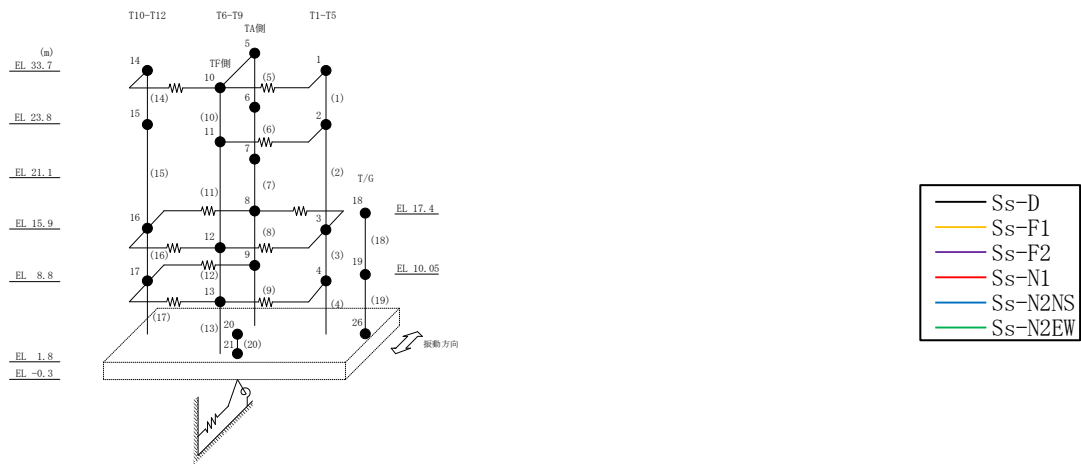
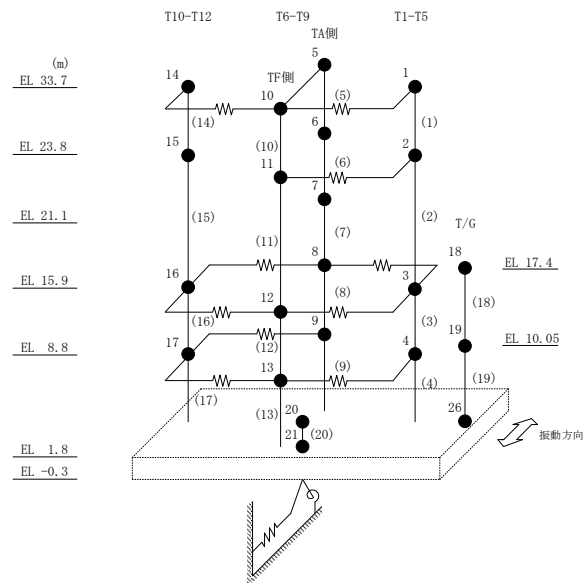


図 3-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s, N S 方向)

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
T1-T5	33.7	1	1495	1418	1420	914	1279	1479	1495
	23.8	2	1723	1219	1149	890	942	1165	1723
	15.9	3	1377	923	927	634	713	795	1377
	8.8	4	1097	665	632	604	581	626	1097
T6-T9 (TA側)	33.7	5	2303	1854	1691	1596	1386	2021	2303
	23.8	6	2257	2174	1994	1349	1794	2015	2257
	21.1	7	1809	1436	1380	967	1388	1415	1809
	15.9	8	1209	866	937	840	918	942	1209
	8.8	9	696	561	714	688	779	648	779
T6-T9 (TF側)	33.7	10	2303	1854	1691	1596	1386	2021	2303
	23.8	11	2328	1981	1791	1098	1377	1555	2328
	15.9	12	1293	1087	842	750	675	844	1293
	8.8	13	1028	741	739	656	536	595	1028
T10-T12	33.7	14	1602	1557	1402	987	987	1052	1602
	23.8	15	1444	1146	1185	1015	731	991	1444
	15.9	16	1174	821	681	670	823	839	1174
	8.8	17	989	611	587	599	678	620	989
	1.8	20	733	479	503	585	498	496	733

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



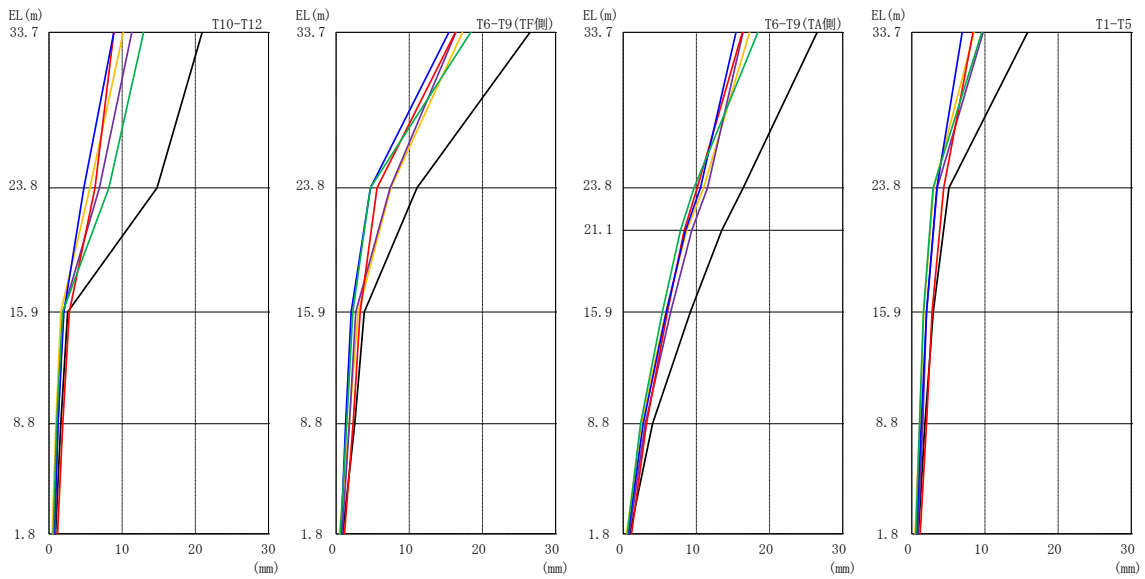
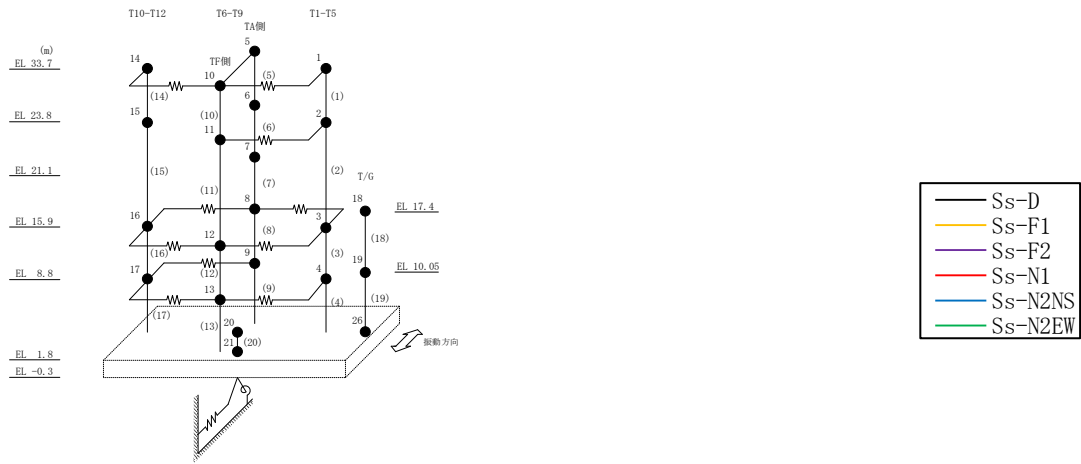
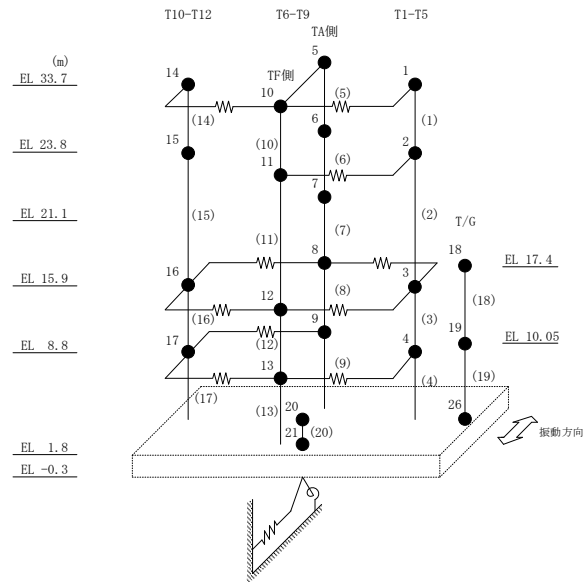


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S s , NS 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
T1-T5	33.7	1	15.84	8.53	9.77	8.37	6.90	9.57	15.84
	23.8	2	5.09	3.00	3.48	4.36	3.42	2.91	5.09
	15.9	3	2.94	1.64	2.03	2.78	2.02	1.59	2.94
	8.8	4	1.79	1.08	1.50	2.02	1.30	1.06	2.02
T6-T9 (TA側)	33.7	5	26.52	17.28	16.39	16.30	15.42	18.42	26.52
	23.8	6	16.39	10.99	11.52	10.12	10.56	9.70	16.39
	21.1	7	13.46	8.68	9.38	8.36	8.53	7.84	13.46
	15.9	8	9.18	5.81	6.49	6.04	5.90	5.34	9.18
	8.8	9	4.01	2.48	3.03	3.18	2.74	2.37	4.01
T6-T9 (TF側)	33.7	10	26.52	17.28	16.39	16.30	15.42	18.42	26.52
	23.8	11	11.06	7.48	7.39	5.59	4.70	4.67	11.06
	15.9	12	3.86	3.01	2.68	3.28	2.06	2.28	3.86
	8.8	13	2.54	1.78	1.81	2.33	1.30	1.45	2.54
T10-T12	33.7	14	20.95	10.15	11.32	8.87	8.87	12.92	20.95
	23.8	15	14.76	5.59	6.89	6.30	4.76	8.20	14.76
	15.9	16	2.54	1.62	1.93	2.77	2.03	1.86	2.77
	8.8	17	1.60	0.94	1.23	1.88	1.24	1.04	1.88
	1.8	20	0.90	0.46	0.84	1.15	0.66	0.57	1.15

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



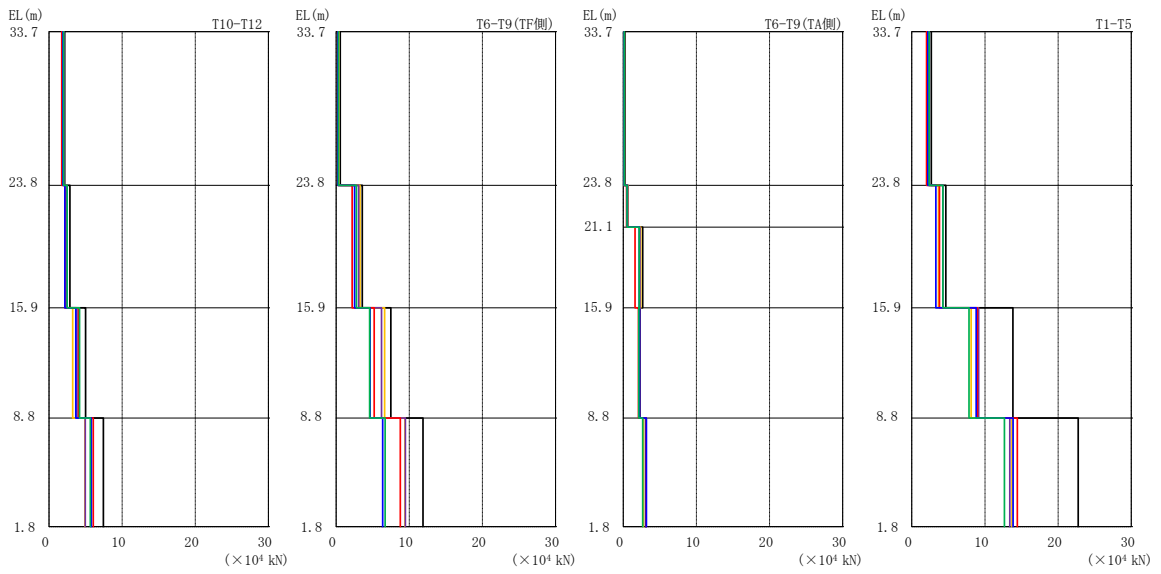
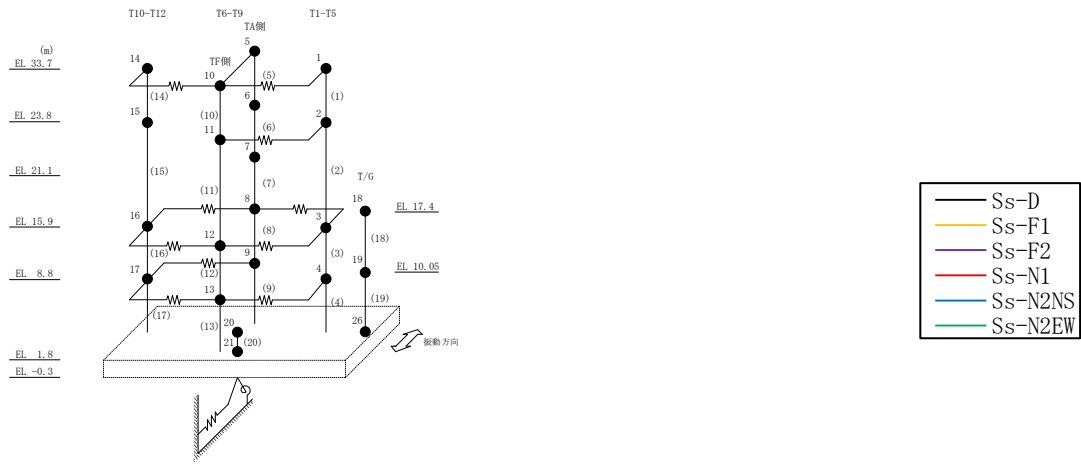
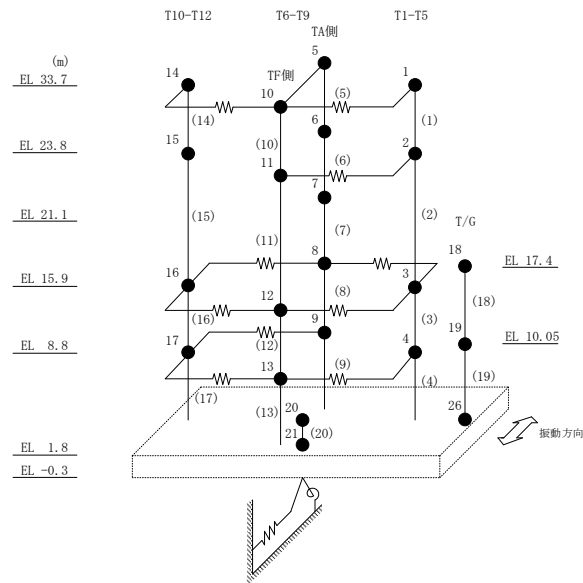


図 3-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向)

表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	2.66	2.33	2.38	2.02	2.21	2.38	2.66
	23.8~15.9	2	4.65	3.65	4.25	3.78	3.29	4.24	4.65
	15.9~8.8	3	13.8	8.12	9.13	8.95	8.81	7.83	13.8
	8.8~1.8	4	22.7	13.7	13.4	14.4	13.9	12.7	22.7
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.232	0.133	0.151	0.0792	0.127	0.135	0.232
	23.8~21.1	6	0.630	0.666	0.614	0.456	0.543	0.520	0.666
	21.1~15.9	7	2.66	2.39	2.23	1.62	2.21	2.16	2.66
	15.9~8.8	8	2.30	2.19	2.25	2.08	2.22	2.13	2.30
	8.8~1.8	9	3.06	2.76	3.15	3.12	3.14	2.66	3.15
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.571	0.354	0.287	0.240	0.245	0.311	0.571
	23.8~15.9	11	3.59	3.26	3.09	2.20	2.52	2.77	3.59
	15.9~8.8	12	7.47	6.63	6.21	5.21	4.64	4.59	7.47
	8.8~1.8	13	11.9	9.41	9.46	8.78	6.36	6.69	11.9
T10-T12	33.7~23.8	14	2.16	1.96	2.04	1.74	1.90	2.00	2.16
	23.8~15.9	15	2.85	2.29	2.40	2.18	2.18	2.49	2.85
	15.9~8.8	16	5.00	3.23	3.83	4.05	3.66	4.18	5.00
	8.8~1.8	17	7.43	4.91	4.97	6.06	5.77	5.64	7.43

注：ハッチングは S_s-D ~ S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



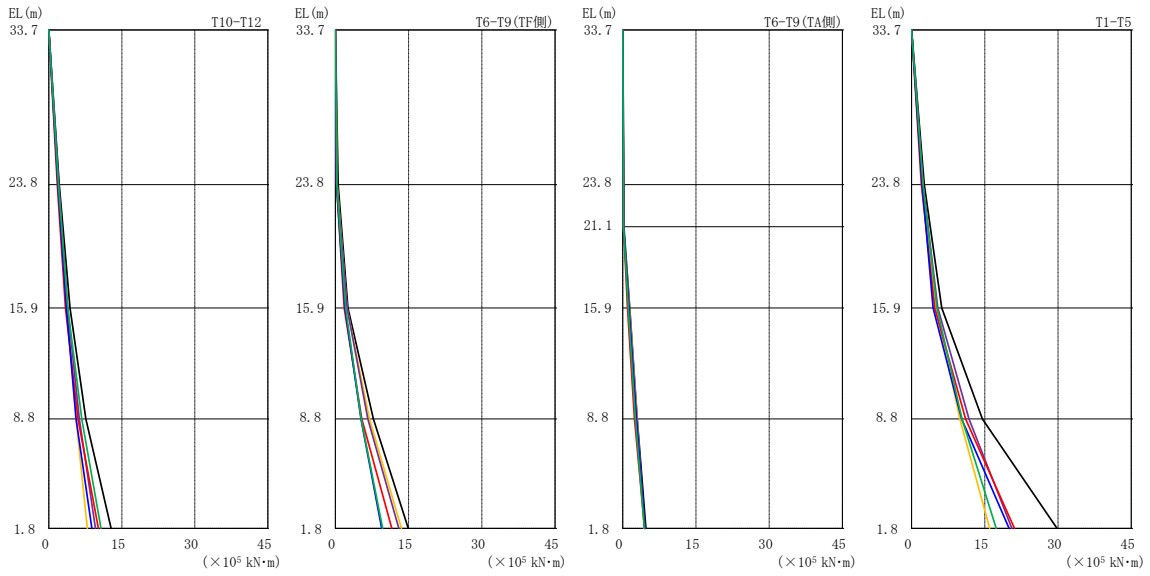
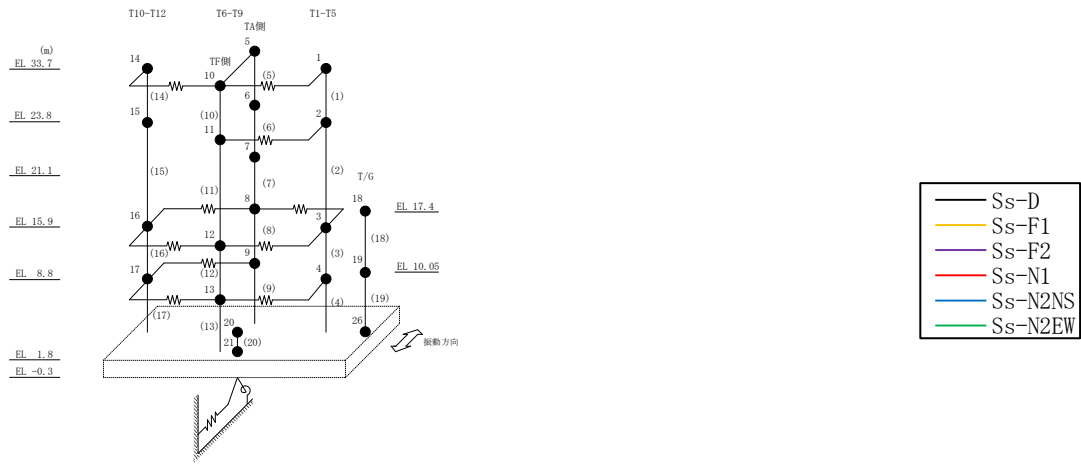


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, N S 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			2.63	2.31	2.35	2.00	2.19	2.35	2.63
	23.8~15.9	2	2.63	2.31	2.35	2.00	2.19	2.35	2.63
			6.21	5.01	5.39	4.76	4.43	5.21	6.21
15.9~8.8	3	6.21	5.01	5.39	4.76	4.43	5.21	6.21	
		14.5	9.89	11.8	11.1	10.3	10.3	14.5	
8.8~1.8	4	14.5	9.89	11.8	11.1	10.3	10.3	14.5	
		29.8	16.0	20.6	21.1	20.0	17.4	29.8	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.230	0.132	0.149	0.0784	0.126	0.133	0.230
	23.8~21.1	6	0.230	0.132	0.149	0.0784	0.126	0.133	0.230
			0.234	0.146	0.165	0.156	0.159	0.172	0.234
	21.1~15.9	7	0.234	0.146	0.165	0.156	0.159	0.172	0.234
1.44			1.38	1.26	0.975	1.25	1.13	1.44	
15.9~8.8	8	1.44	1.38	1.26	0.975	1.25	1.13	1.44	
		2.98	2.93	2.85	2.42	2.80	2.61	2.98	
8.8~1.8	9	2.98	2.93	2.85	2.42	2.80	2.61	2.98	
		4.75	4.38	4.53	4.48	4.51	4.43	4.75	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.565	0.350	0.284	0.237	0.243	0.307	0.565
	23.8~15.9	11	0.565	0.350	0.284	0.237	0.243	0.307	0.565
			2.59	2.38	2.41	1.81	1.96	2.12	2.59
15.9~8.8	12	2.59	2.38	2.41	1.81	1.96	2.12	2.59	
		7.78	6.98	6.64	5.42	5.23	5.29	7.78	
8.8~1.8	13	7.78	6.98	6.64	5.42	5.23	5.29	7.78	
		14.9	13.5	13.0	11.6	9.48	9.68	14.9	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			2.13	1.94	2.02	1.72	1.88	1.98	2.13
	23.8~15.9	15	2.13	1.94	2.02	1.72	1.88	1.98	2.13
			4.34	3.72	3.88	3.41	3.60	3.89	4.34
15.9~8.8	16	4.34	3.72	3.88	3.41	3.60	3.89	4.34	
		7.61	5.58	6.24	5.99	5.57	6.78	7.61	
8.8~1.8	17	7.61	5.58	6.24	5.99	5.57	6.78	7.61	
		12.8	7.91	9.56	10.2	8.84	10.7	12.8	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

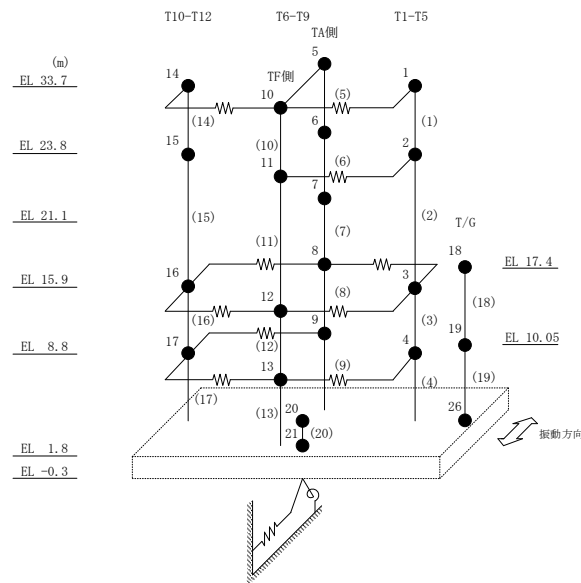
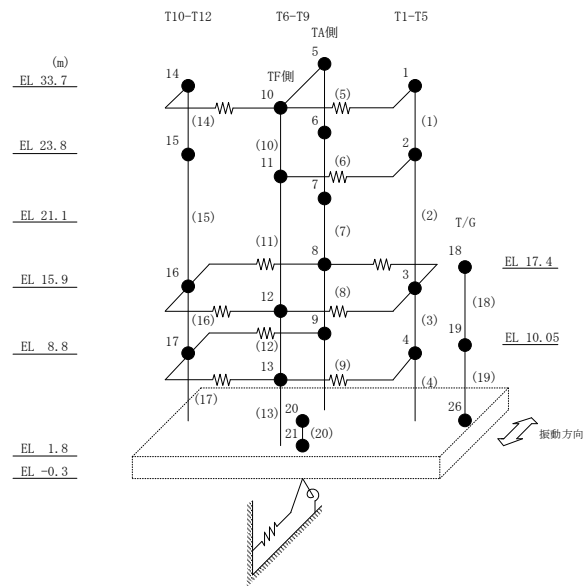


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	1.25	0.68	0.66	0.39	0.50	0.67	1.25
	23.8~15.9	2	0.30	0.16	0.19	0.17	0.14	0.20	0.30
	15.9~8.8	3	0.12	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.12
	8.8~1.8	4	0.20	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.20
T6-T9 (TA側)	21.1~15.9	7	0.11	0.10	0.09	0.07	0.09	0.09	0.11
	15.9~8.8	8	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	8.8~1.8	9	0.09	0.08	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10
T6-T9 (TF側)	23.8~15.9	11	0.38	0.27	0.21	0.13	0.15	0.16	0.38
	15.9~8.8	12	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.13
	8.8~1.8	13	0.27	0.17	0.17	0.16	0.11	0.12	0.27
T10-T12	33.7~23.8	14	0.50	0.38	0.42	0.25	0.31	0.38	0.50
	23.8~15.9	15	1.54	0.52	0.58	0.43	0.42	0.74	1.54
	15.9~8.8	16	0.12	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.12
	8.8~1.8	17	0.14	0.09	0.09	0.11	0.11	0.11	0.14

注 1 : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注 2 : 要素番号 5, 6 及び 10 は線形部材。



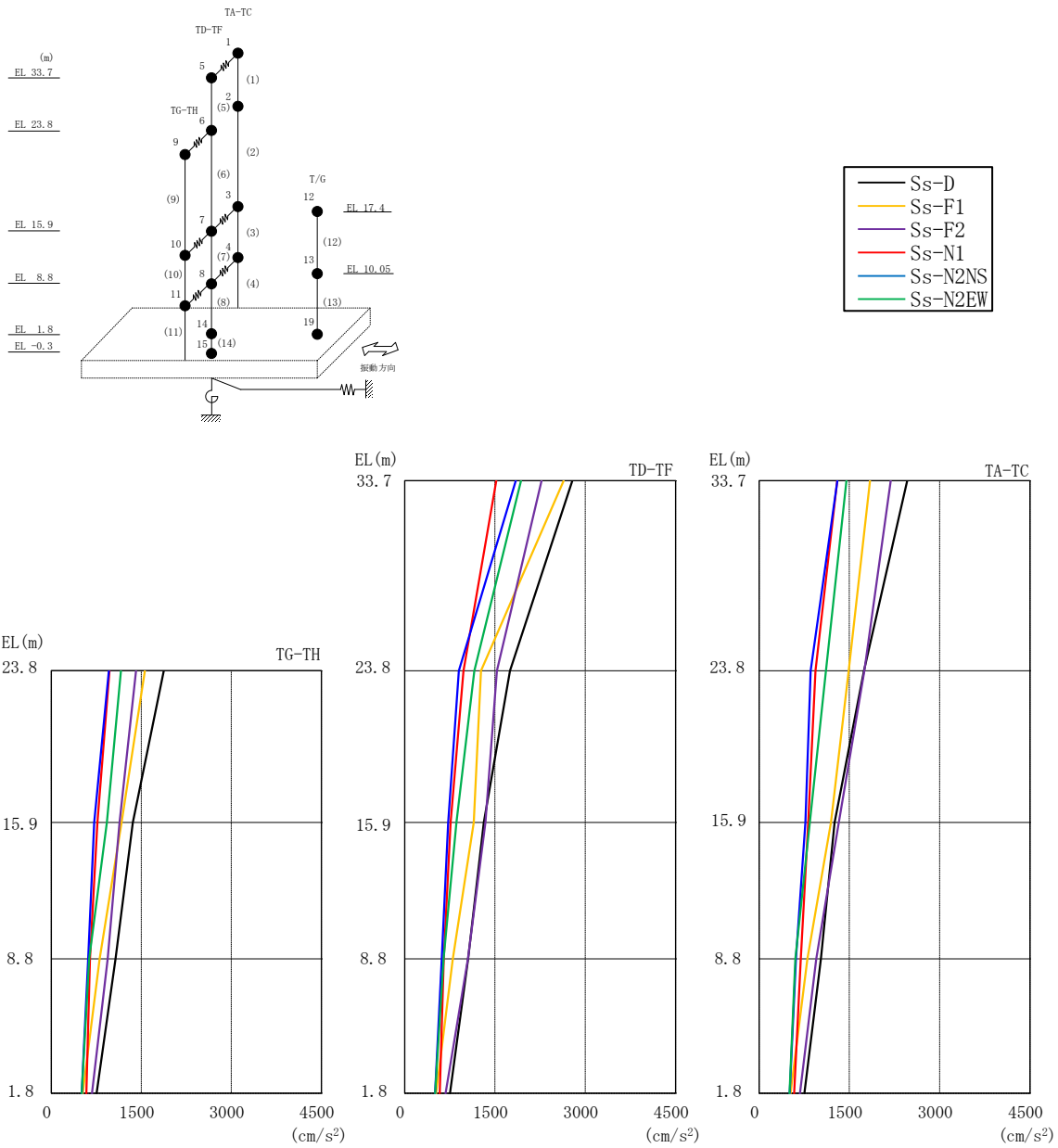
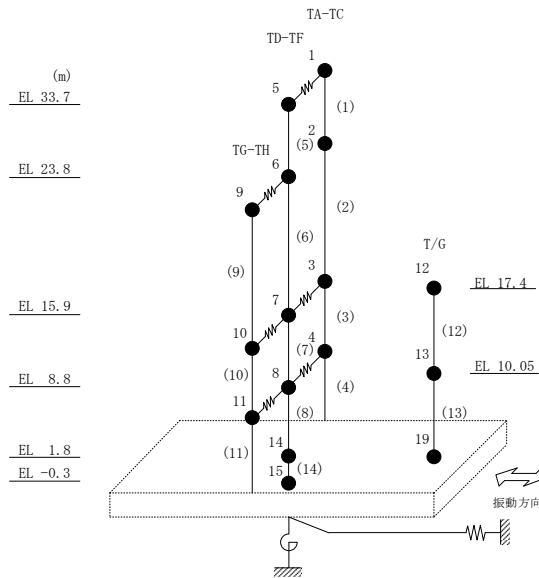


図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動 S s , EW 方向)

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7	1	2460	1843	2189	1299	1303	1451	2460
	23.8	2	1742	1488	1750	936	857	1111	1750
	15.9	3	1255	1195	1326	816	771	845	1326
	8.8	4	1028	803	951	692	614	601	1028
TD-TF	33.7	5	2785	2643	2275	1521	1845	1934	2785
	23.8	6	1751	1269	1531	977	902	1157	1751
	15.9	7	1314	1146	1343	763	723	859	1343
	8.8	8	1055	799	1051	650	615	648	1055
TG-TH	23.8	9	1874	1561	1413	968	961	1160	1874
	15.9	10	1360	1173	1136	768	714	928	1360
	8.8	11	1072	806	939	644	614	631	1072
	1.8	14	754	524	679	584	508	506	754

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



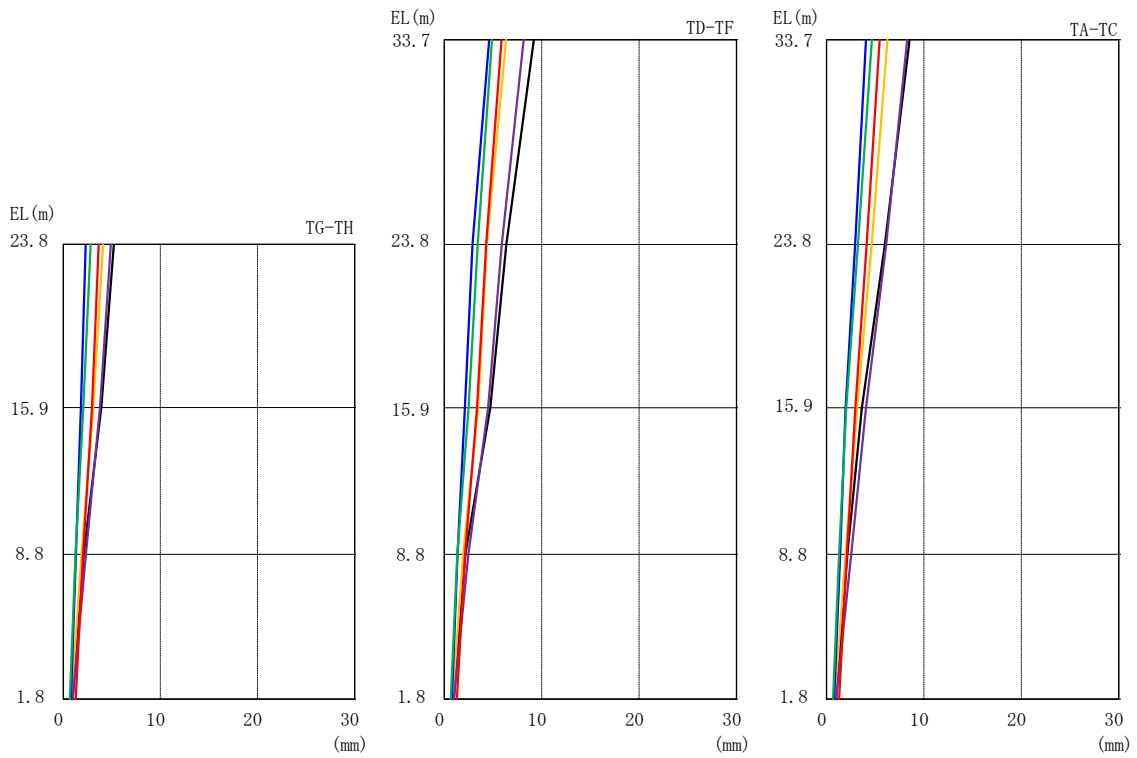
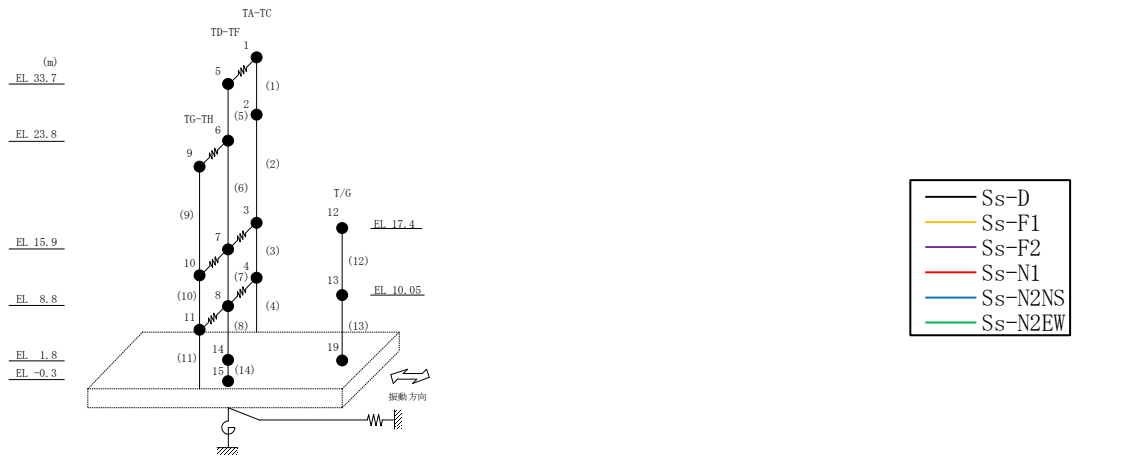
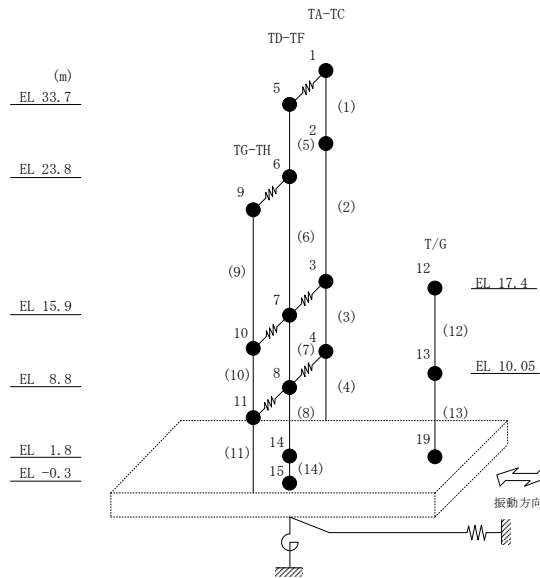


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7	1	8.51	6.25	8.27	5.44	4.05	4.65	8.51
	23.8	2	5.98	4.63	6.12	4.11	2.93	3.23	6.12
	15.9	3	3.63	3.12	4.04	2.96	1.94	2.01	4.04
	8.8	4	2.12	1.95	2.54	2.09	1.39	1.29	2.54
TD-TF	33.7	5	9.19	6.33	8.15	5.87	4.60	4.89	9.19
	23.8	6	6.37	4.35	5.88	4.29	2.88	3.42	6.37
	15.9	7	4.71	3.46	4.50	3.35	2.10	2.47	4.71
	8.8	8	2.15	1.92	2.45	2.13	1.35	1.33	2.45
TG-TH	23.8	9	5.21	4.09	4.90	3.64	2.31	2.82	5.21
	15.9	10	3.92	3.09	3.78	2.94	1.82	2.06	3.92
	8.8	11	2.12	1.87	2.33	2.05	1.31	1.25	2.33
	1.8	14	0.97	0.83	0.96	1.27	0.78	0.67	1.27

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



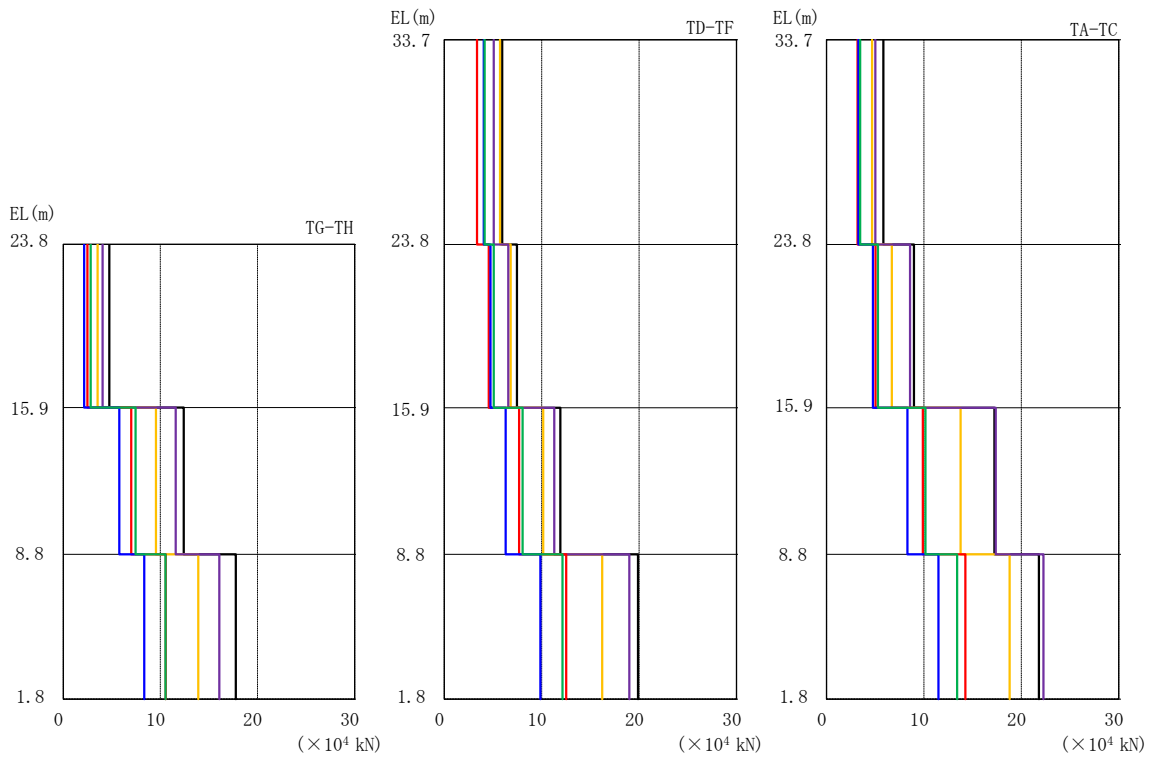
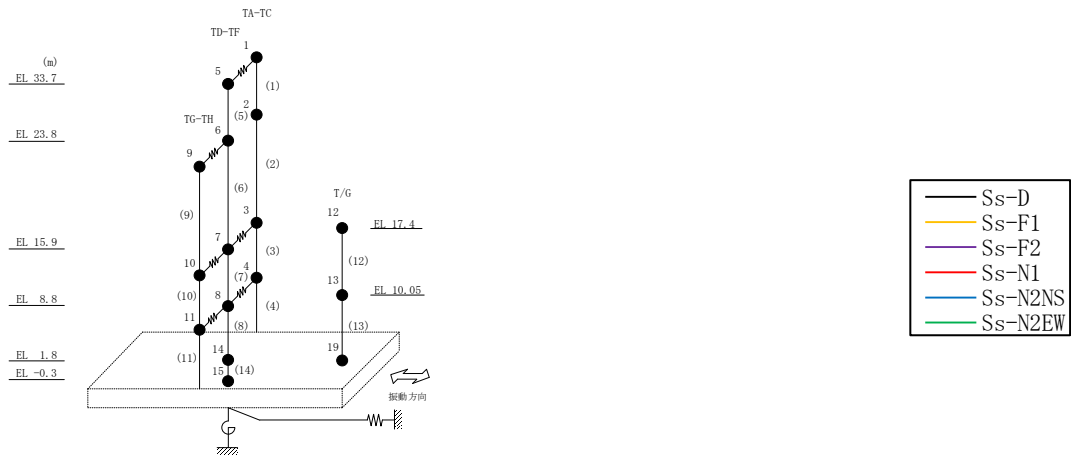
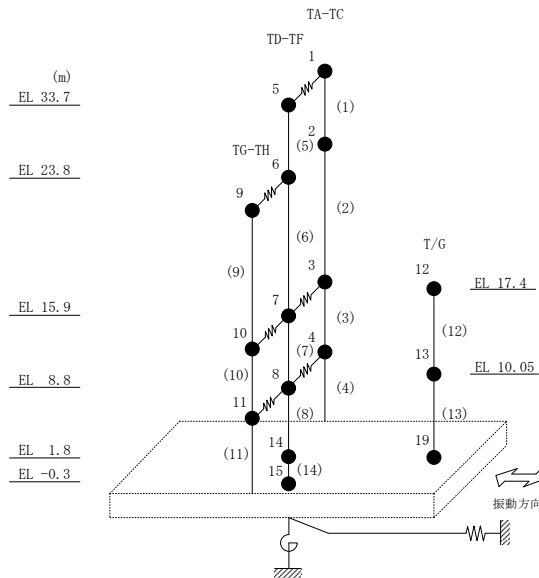


図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	5.83	4.66	5.01	3.18	3.25	3.45	5.83
	23.8~15.9	2	8.96	6.70	8.57	5.03	4.75	5.28	8.96
	15.9~8.8	3	17.2	13.8	17.4	9.88	8.30	10.2	17.4
	8.8~1.8	4	21.8	18.8	22.3	14.2	11.5	13.4	22.3
TD-TF	33.7~23.8	5	5.94	5.70	5.06	3.36	4.04	4.12	5.94
	23.8~15.9	6	7.44	6.80	6.57	4.55	4.74	5.08	7.44
	15.9~8.8	7	11.9	10.1	11.3	7.67	6.30	8.02	11.9
	8.8~1.8	8	19.9	16.2	19.0	12.5	9.86	12.1	19.9
TG-TH	23.8~15.9	9	4.75	3.53	4.04	2.48	2.16	2.81	4.75
	15.9~8.8	10	12.4	9.55	11.6	6.99	5.77	7.45	12.4
	8.8~1.8	11	17.8	13.9	16.1	10.6	8.33	10.5	17.8

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



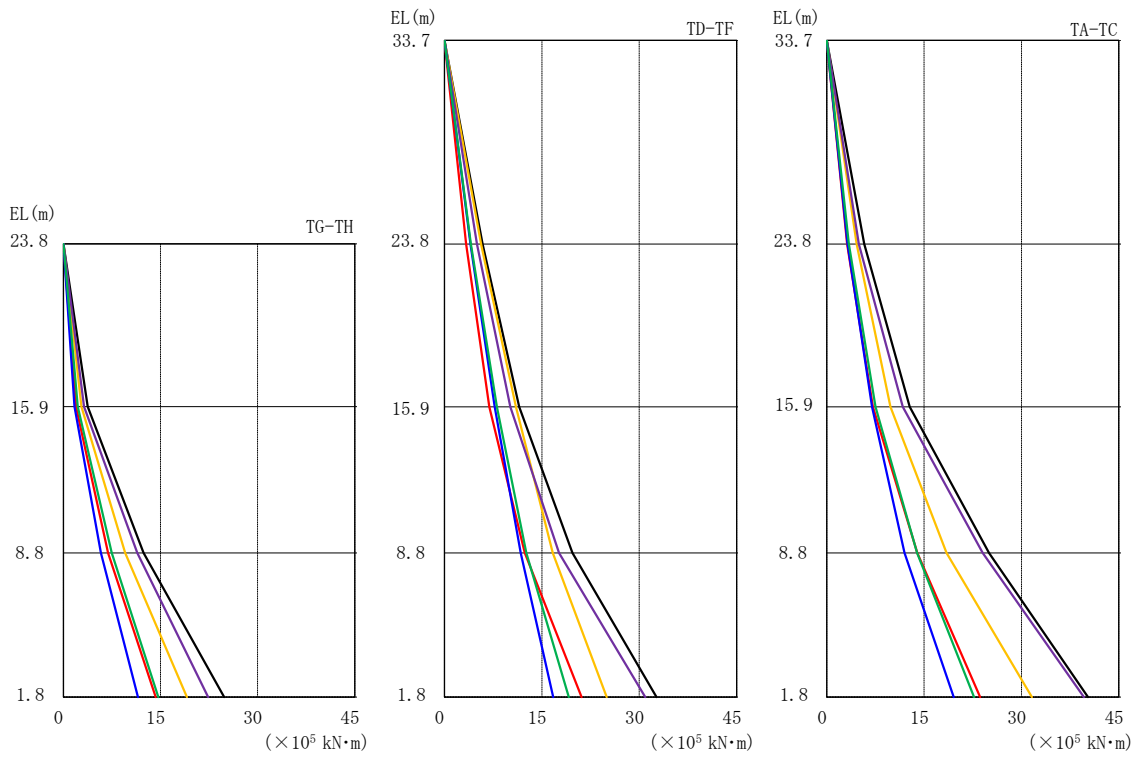
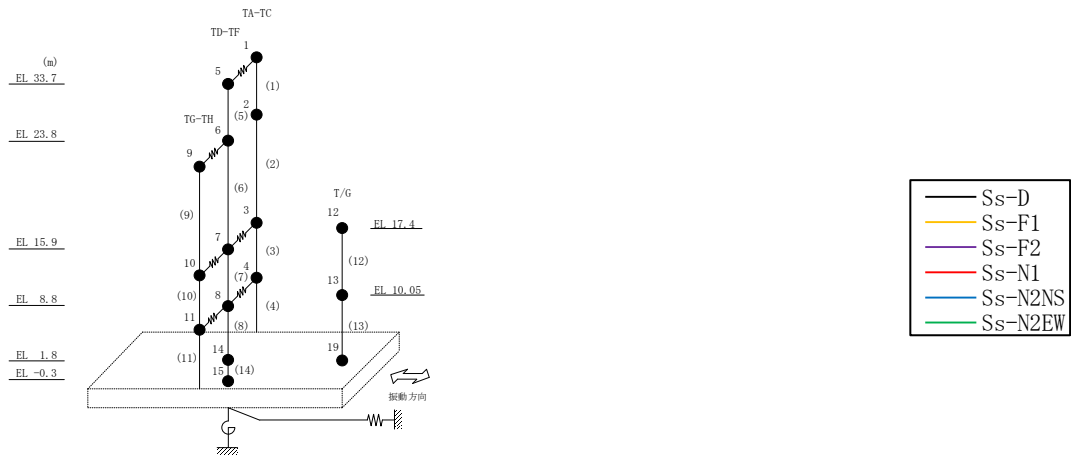


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.78	4.61	4.96	3.14	3.22	3.42	5.78
	23.8~15.9	2	5.78	4.61	4.96	3.14	3.22	3.42	5.78
			12.8	9.82	11.7	7.11	6.96	7.52	12.8
15.9~8.8	3	12.8	9.82	11.7	7.11	6.96	7.52	12.8	
		25.0	18.5	24.0	14.0	12.0	13.9	25.0	
8.8~1.8	4	25.0	18.5	24.0	14.0	12.0	13.9	25.0	
		40.2	31.6	39.6	23.6	19.6	22.7	40.2	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.88	5.65	5.01	3.33	4.00	4.08	5.88
	23.8~15.9	6	5.88	5.65	5.01	3.33	4.00	4.08	5.88
			11.5	11.0	10.1	6.92	7.74	8.07	11.5
15.9~8.8	7	11.5	11.0	10.1	6.92	7.74	8.07	11.5	
		19.7	16.7	17.6	12.4	11.8	12.6	19.7	
8.8~1.8	8	19.7	16.7	17.6	12.4	11.8	12.6	19.7	
		32.6	25.0	30.9	21.1	16.7	19.1	32.6	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			3.75	2.79	3.19	1.96	1.70	2.22	3.75
	15.9~8.8	10	3.75	2.79	3.19	1.96	1.70	2.22	3.75
			12.4	9.56	11.4	6.90	5.80	7.46	12.4
8.8~1.8	11	12.4	9.56	11.4	6.90	5.80	7.46	12.4	
		24.8	19.1	22.4	14.3	11.5	14.7	24.8	

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

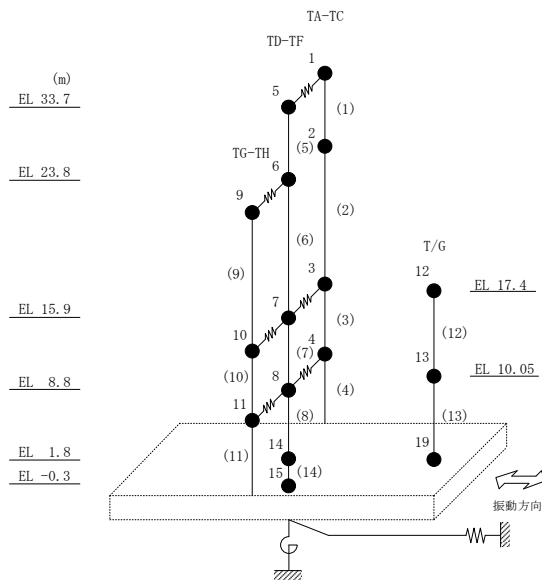


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	0.22	0.17	0.19	0.12	0.12	0.13	0.22
	23.8~15.9	2	0.28	0.18	0.24	0.13	0.13	0.14	0.28
	15.9~8.8	3	0.19	0.16	0.20	0.11	0.09	0.11	0.20
	8.8~1.8	4	0.20	0.17	0.22	0.13	0.11	0.12	0.22
TD-TF	33.7~23.8	5	0.23	0.21	0.19	0.13	0.15	0.15	0.23
	23.8~15.9	6	0.14	0.13	0.13	0.09	0.09	0.10	0.14
	15.9~8.8	7	0.33	0.20	0.28	0.15	0.12	0.16	0.33
	8.8~1.8	8	0.21	0.17	0.20	0.13	0.10	0.13	0.21
TG-TH	23.8~15.9	9	0.15	0.11	0.12	0.08	0.07	0.09	0.15
	15.9~8.8	10	0.25	0.16	0.19	0.12	0.10	0.12	0.25
	8.8~1.8	11	0.21	0.16	0.19	0.12	0.10	0.12	0.21

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

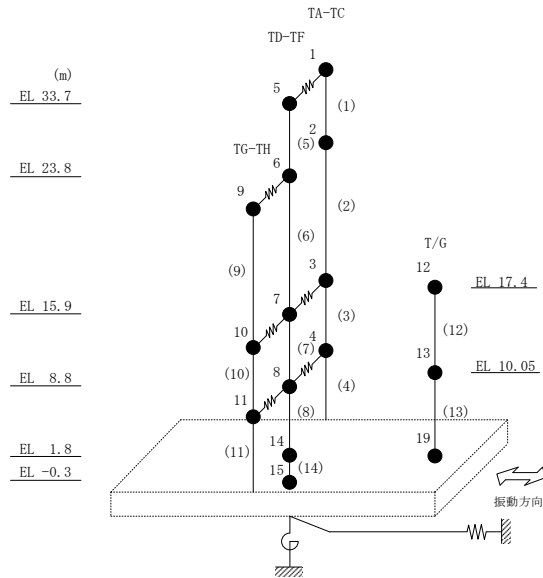


表 3-11 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S _s -D	0.412	7.95	100
S _s -F1	0.339	5.11	100
S _s -F2	0.359	5.89	100
S _s -N1	0.383	6.88	100
S _s -N2NS	0.358	5.87	100
S _s -N2EW	0.354	5.70	100

(b) EW方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S _s -D	0.365	12.1	100
S _s -F1	0.322	8.88	100
S _s -F2	0.357	11.5	100
S _s -N1	0.303	7.53	100
S _s -N2NS	0.282	5.78	100
S _s -N2EW	0.286	6.08	100

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.2 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-7
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-8
4.1 検討概要	別紙 4-8
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-13
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-13
4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-26
4.3 まとめ	別紙 4-33

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、1号機タービン建物の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物への入力地震動の特性が変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、1号機タービン建物の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

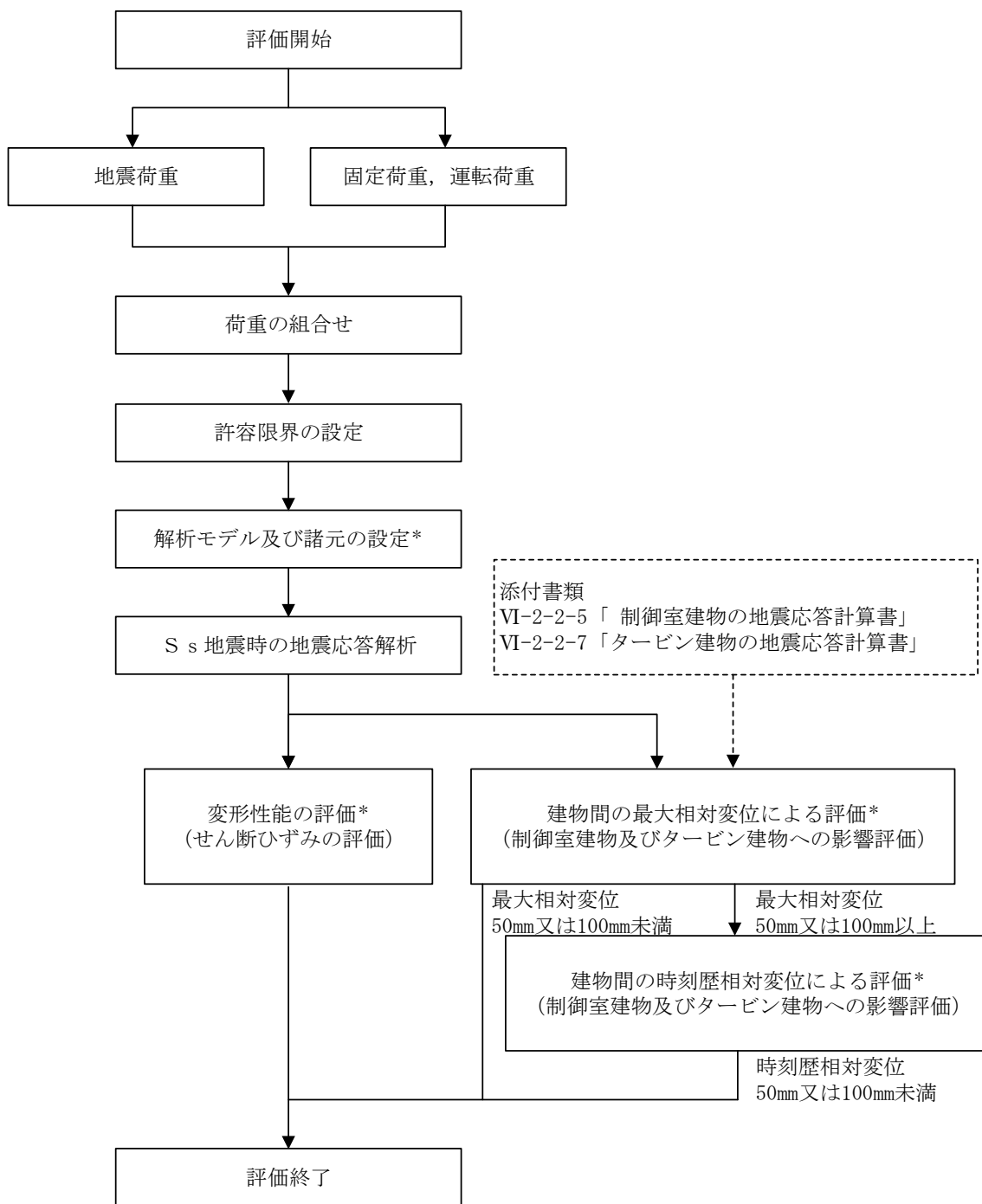
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、1号機タービン建物を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、1号機タービン建物の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づくS波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤のS波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期のS波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮したS波速度を表3-1に示す。

なお、波及的影響においては水平応答を評価するため、P波速度の不確かさの影響は考慮しない。

表3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度

層番号	地盤のS波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
表層①-1	127	153	102
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

3.2.2 積雪荷重との組合せの設定

地震荷重と組み合わせる積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出する。

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。また、積雪ケースによる建物応答への影響についても確認する。

検討ケースを表 4-1 に、1号機タービン建物の地震応答解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性+ σ)	設計基準強度	標準地盤+ σ (+10%, +20%)*	
ケース 3 (地盤物性- σ)	設計基準強度	標準地盤- σ (-10%, -20%)*	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮

注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s の不確かさを設定する。

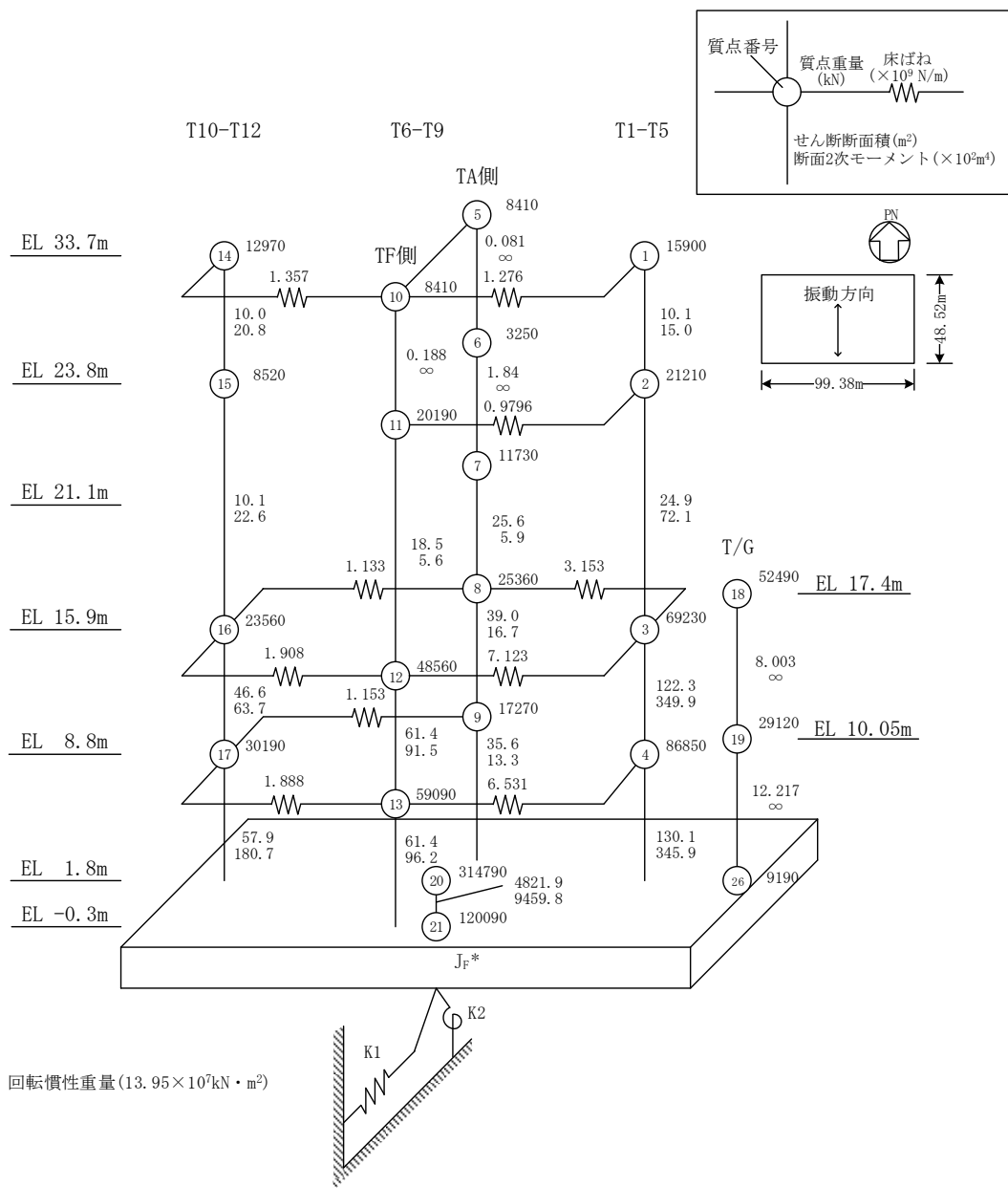


図 4-1(1) 1号機タービン建物の地震応答解析モデル (ケース1~ケース3) (NS方向)

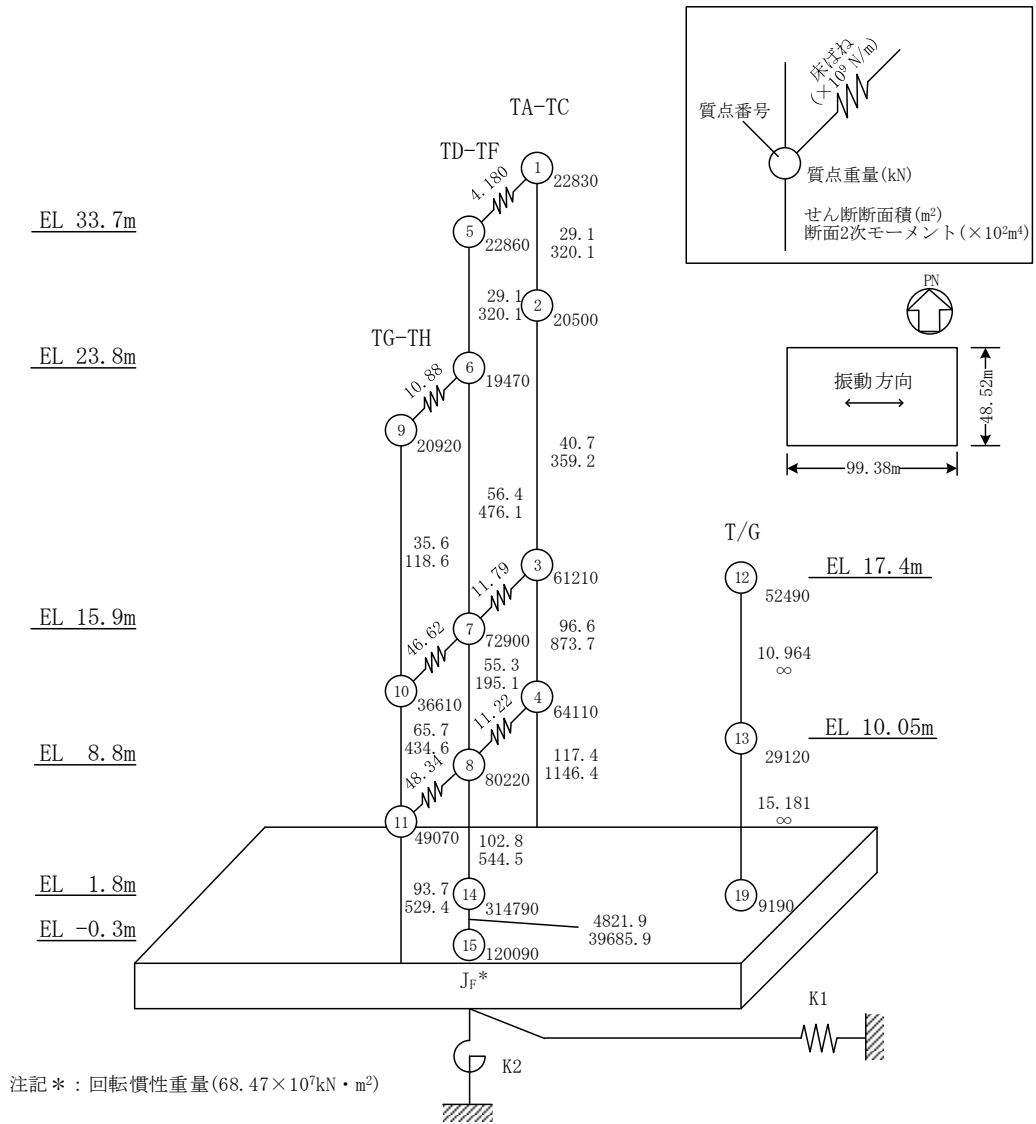


図 4-1(2) 1号機タービン建物の地震応答解析モデル (ケース1~ケース3) (EW方向)

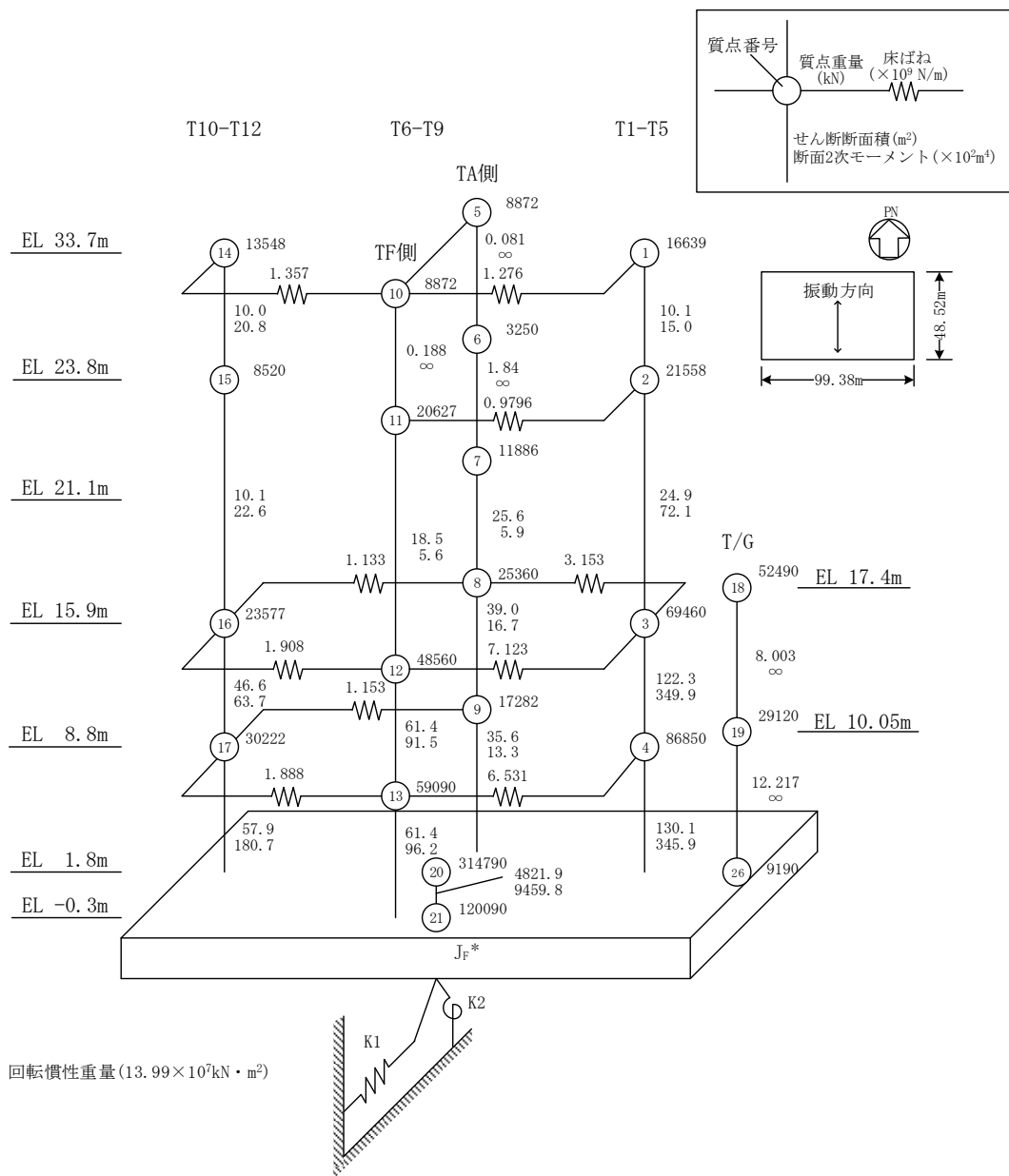


図 4-2(1) 1号機タービン建物の地震応答解析モデル (ケース4) (NS方向)

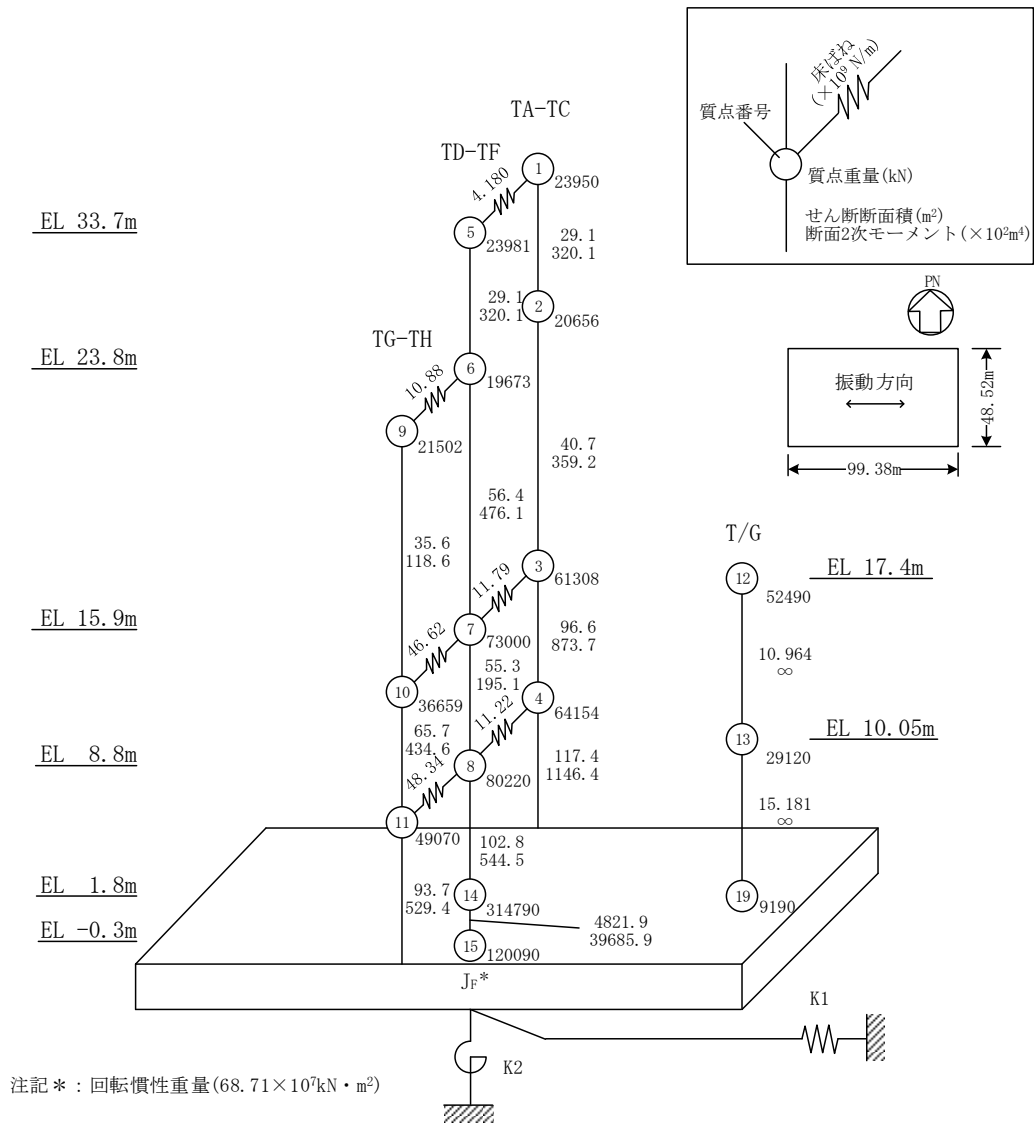


図 4-2(2) 1号機タービン建物の地震応答解析モデル (ケース 4) (EW方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース 2 及びケース 3）と基本ケース（ケース 1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2、刺激関数図を図 4-3～図 4-6 に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、-2%～+1%程度である。

表 4-2 固有値解析結果の比較（ケース 1～ケース 3）

(a) NS 方向

(単位：Hz)

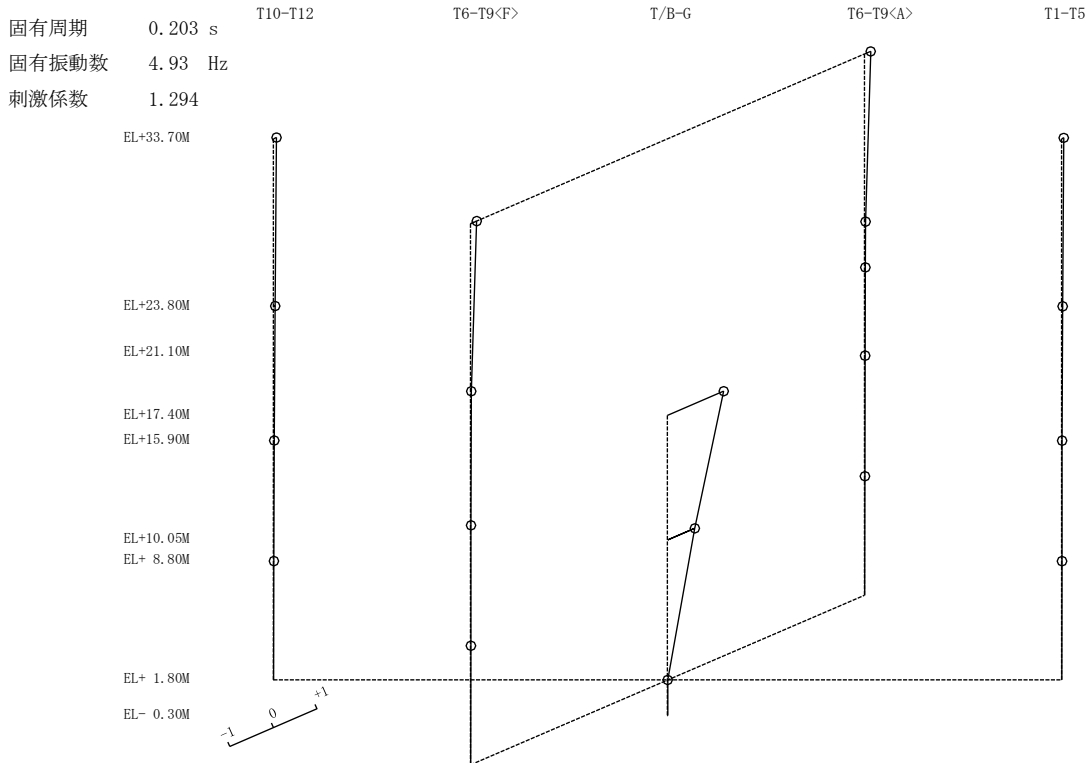
次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	4.92	4.93 (1.00)	4.92 (1.00)
2	5.25	5.26 (1.00)	5.24 (1.00)
3	8.59	8.64 (1.01)	8.52 (0.99)
4	8.89	8.89 (1.00)	8.89 (1.00)
5	9.35	9.38 (1.00)	9.32 (1.00)
6	10.42	10.43 (1.00)	10.41 (1.00)

(b) EW 方向

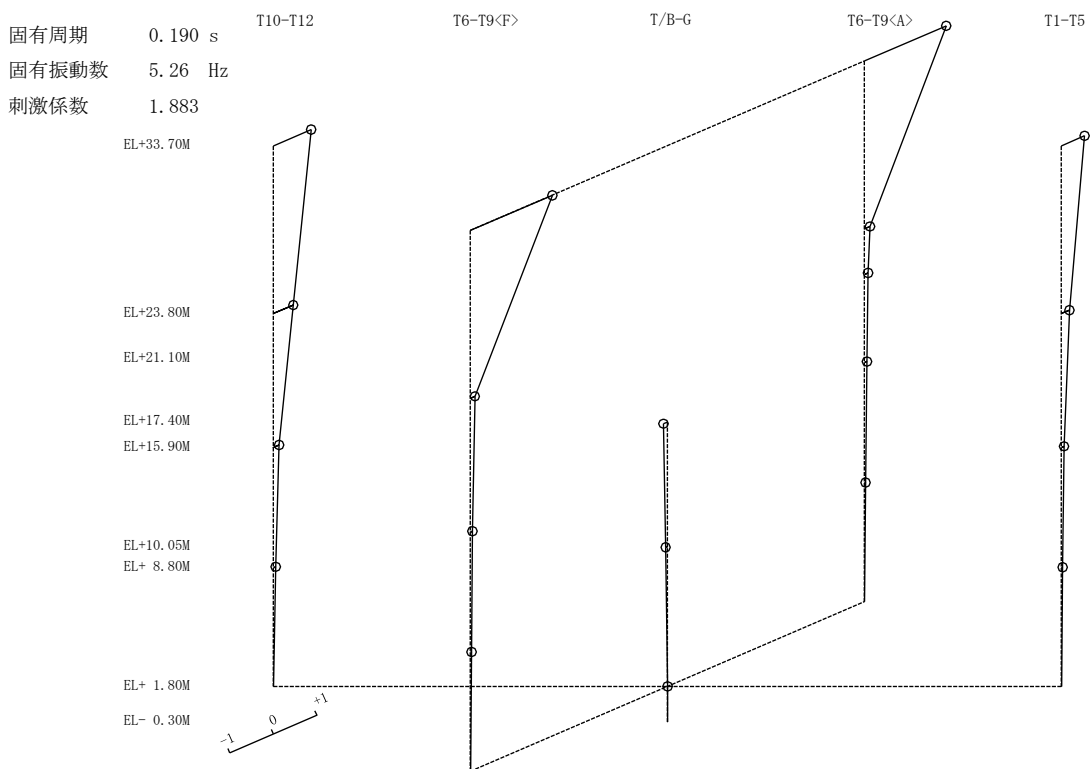
(単位：Hz)

次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	5.61	5.61 (1.00)	5.60 (1.00)
2	8.84	8.94 (1.01)	8.70 (0.98)
3	12.26	12.27 (1.00)	12.26 (1.00)
4	15.71	15.88 (1.01)	15.48 (0.99)
5	17.12	17.12 (1.00)	17.11 (1.00)
6	19.08	19.13 (1.00)	19.01 (1.00)

注：() 内は基本ケース（ケース 1）に対する比率



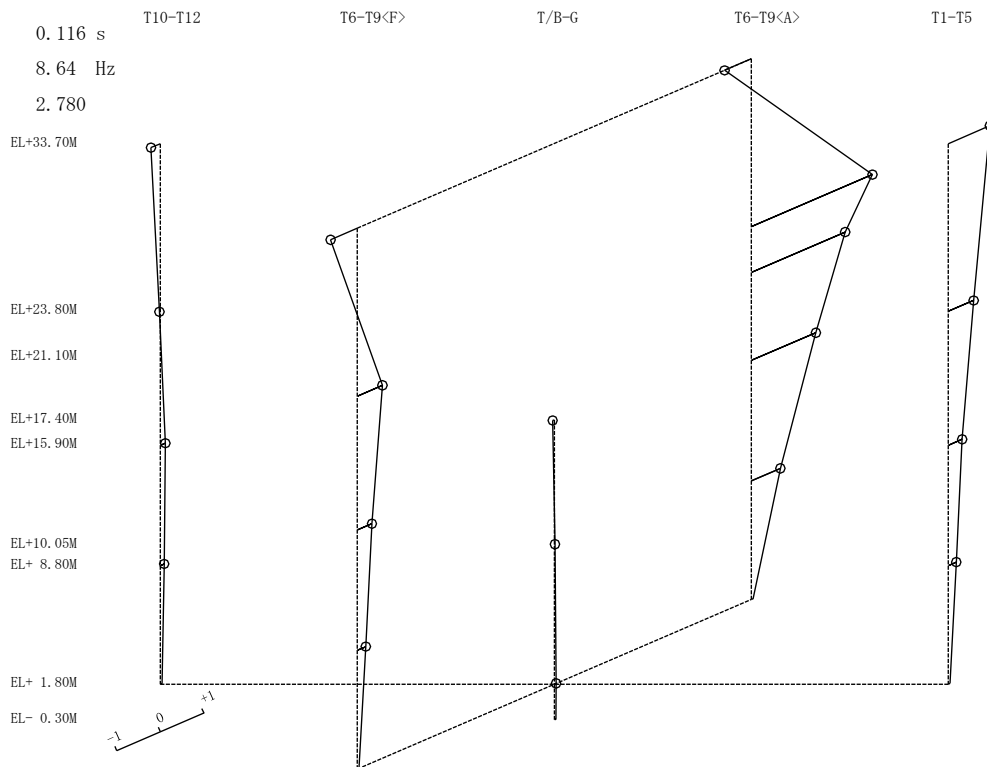
1次 モード



2次 モード

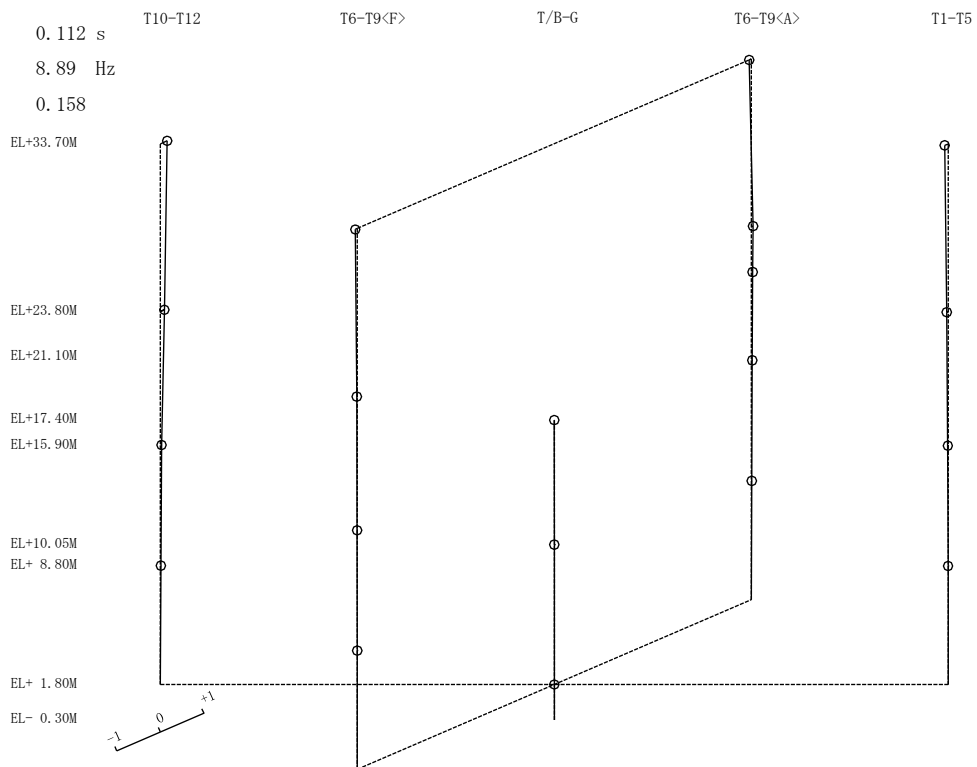
図 4-3(1) 刺激関数図 (ケース 2) (N S 方向)

固有周期 0.116 s
 固有振動数 8.64 Hz
 刺激係数 2.780



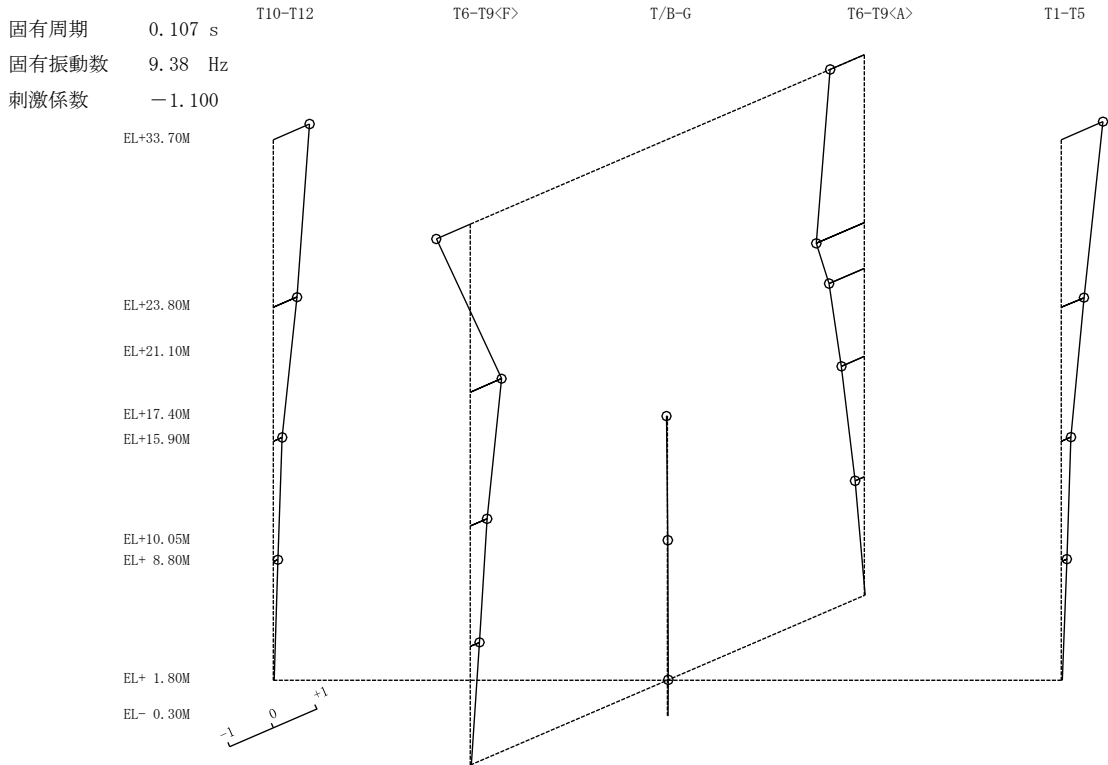
3次モード

固有周期 0.112 s
 固有振動数 8.89 Hz
 刺激係数 0.158

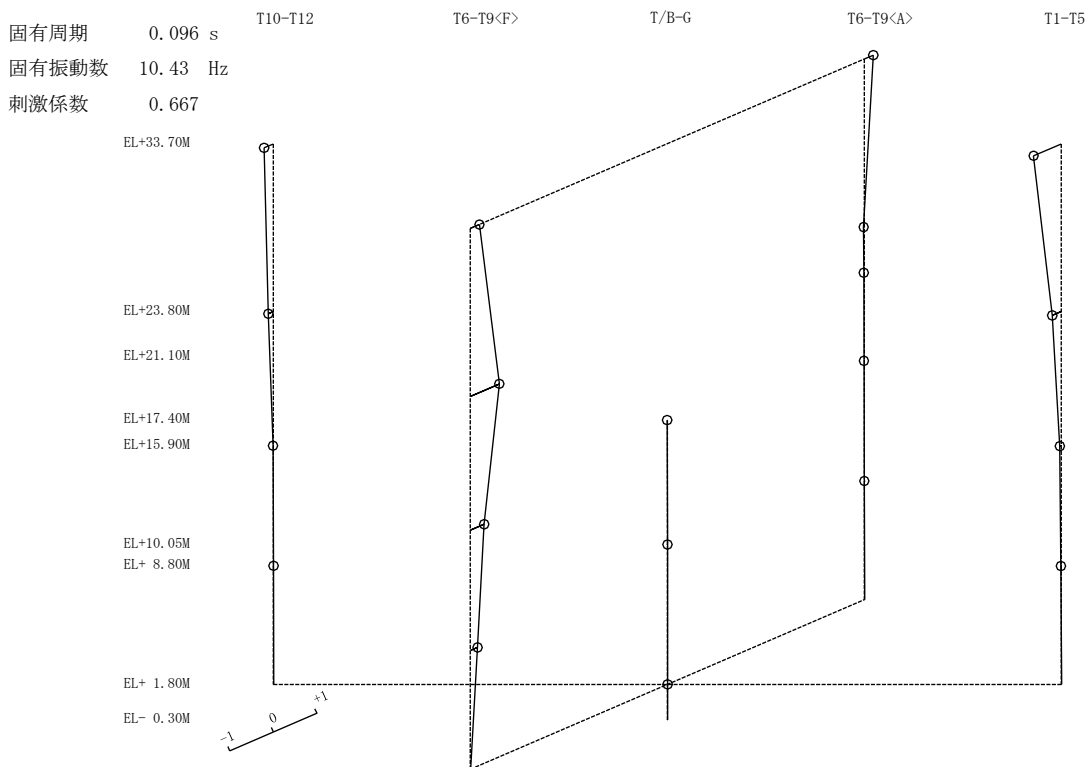


4次モード

図 4-3(2) 刺激関数図 (ケース 2) (N S 方向)



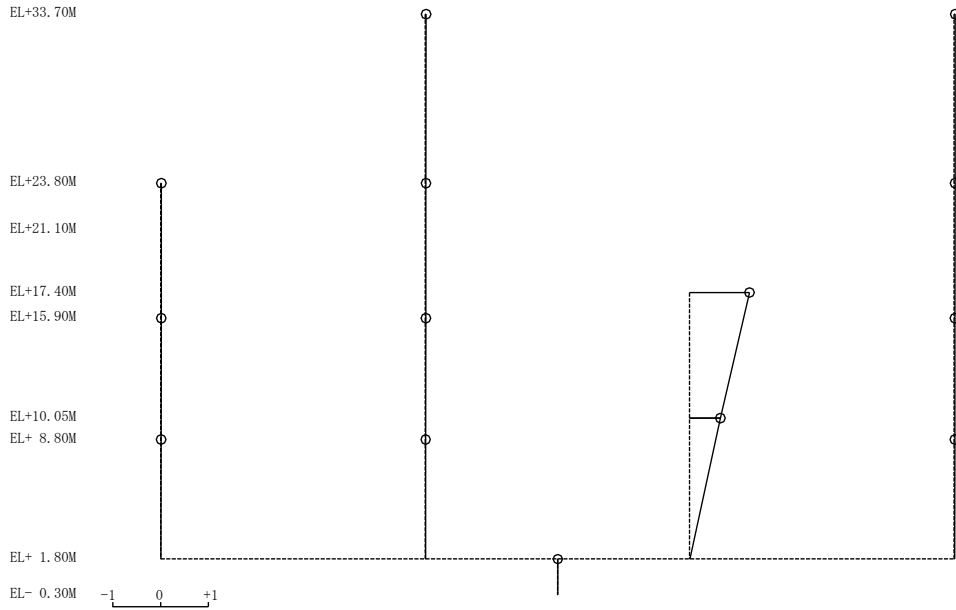
5次 モード



6次 モード

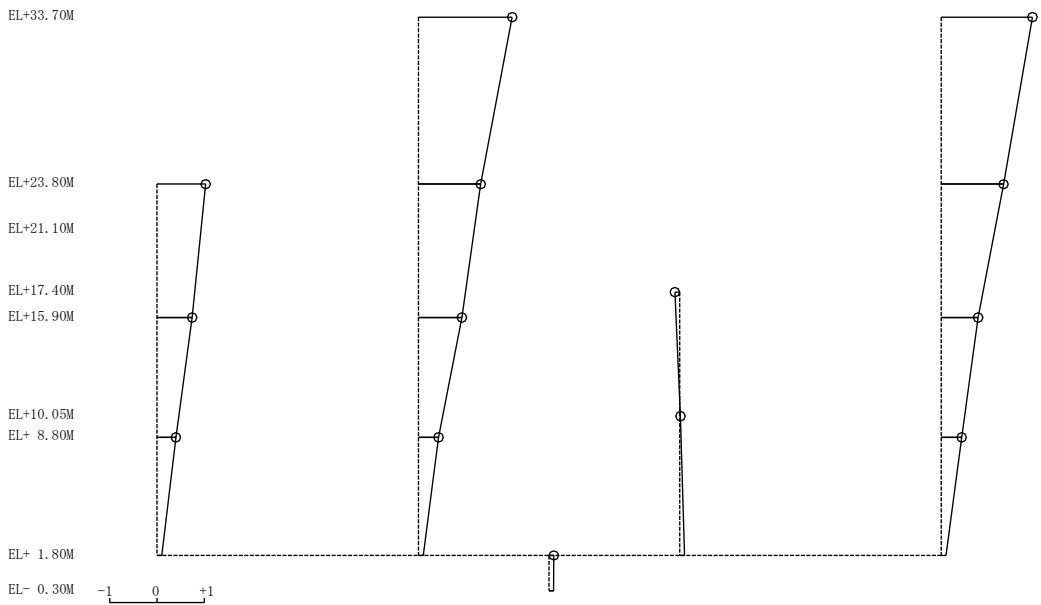
図 4-3 (3) 刺激関数図 (ケース 2) (N S 方向)

固有周期 0.178 s T-GH
 固有振動数 5.61 Hz
 刺激係数 1.256



1次モード

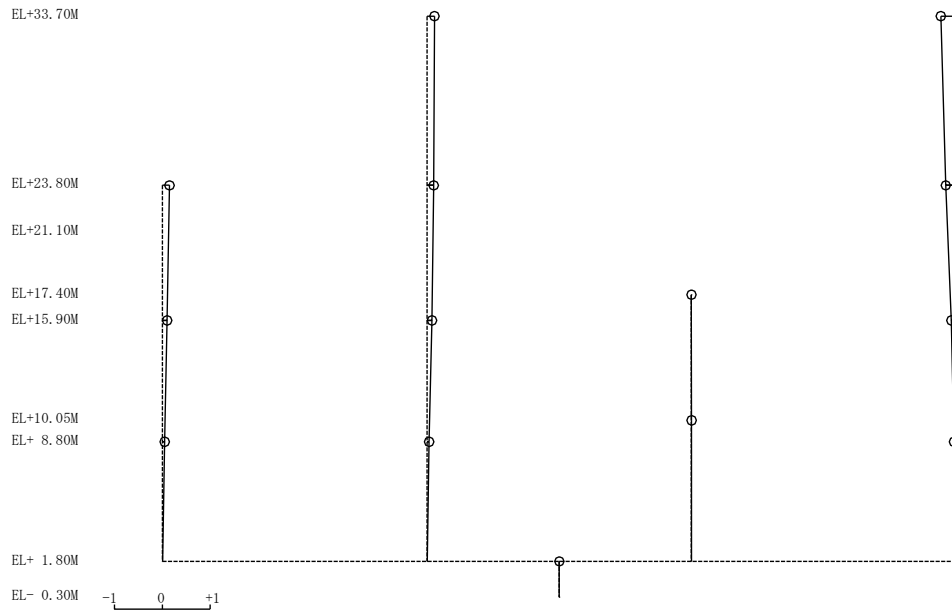
固有周期 0.112 s T-GH
 固有振動数 8.94 Hz
 刺激係数 1.986



2次モード

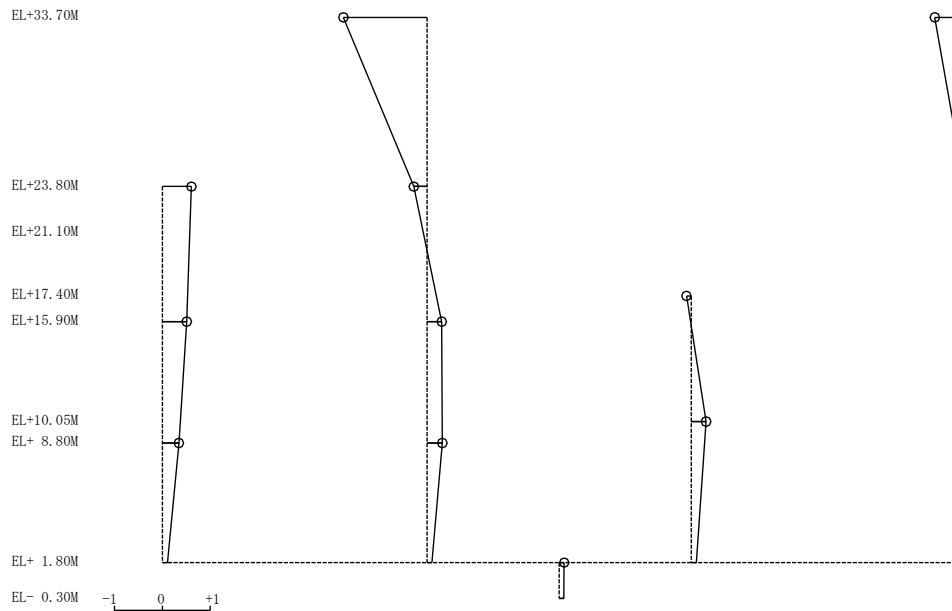
図 4-4(1) 刺激関数図 (ケース 2) (EW方向)

固有周期 0.082 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 12.27 Hz
 刺激係数 -0.320



3次モード

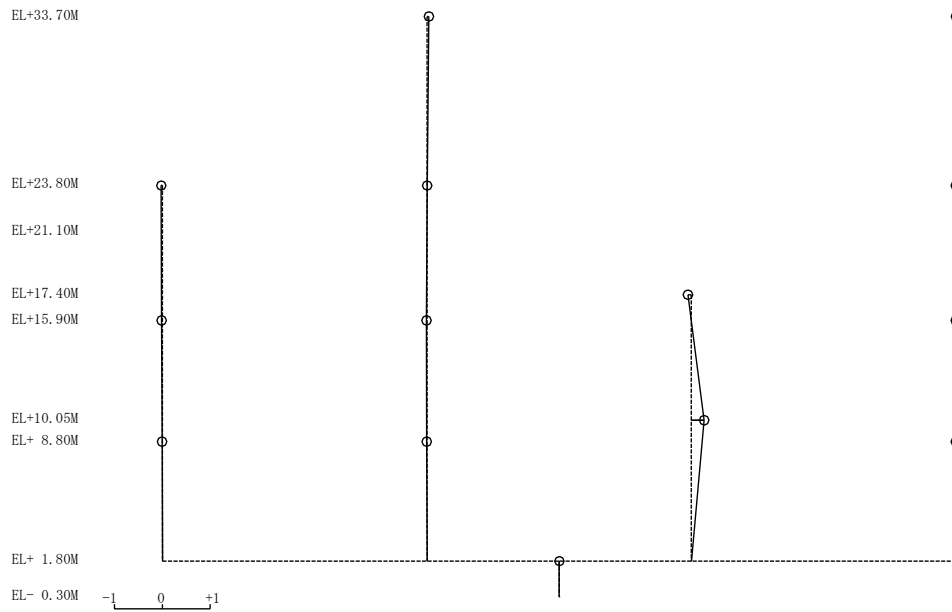
固有周期 0.063 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 15.88 Hz
 刺激係数 -1.748



4次モード

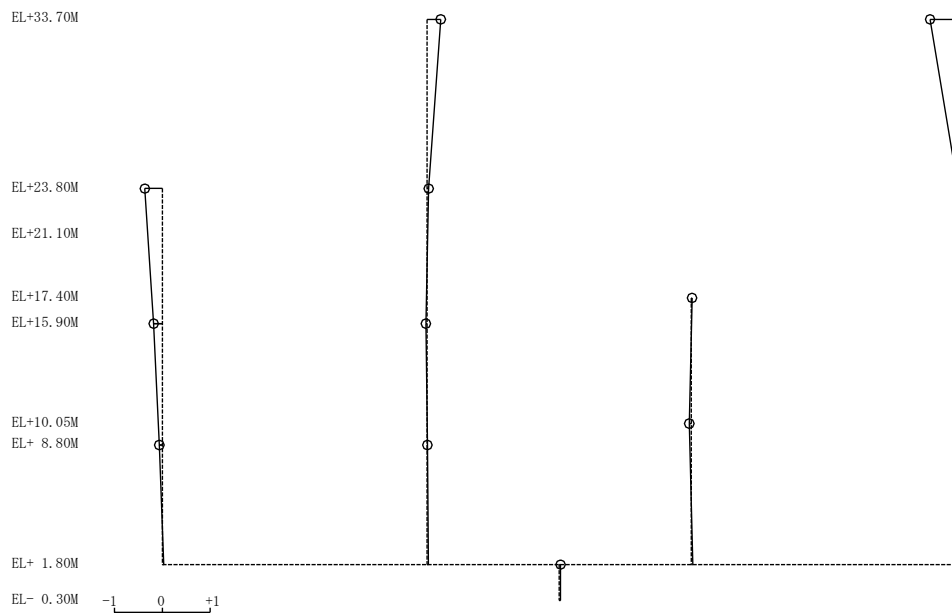
図 4-4(2) 刺激関数図 (ケース 2) (EW方向)

固有周期 0.058 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 17.12 Hz
 刺激係数 0.264



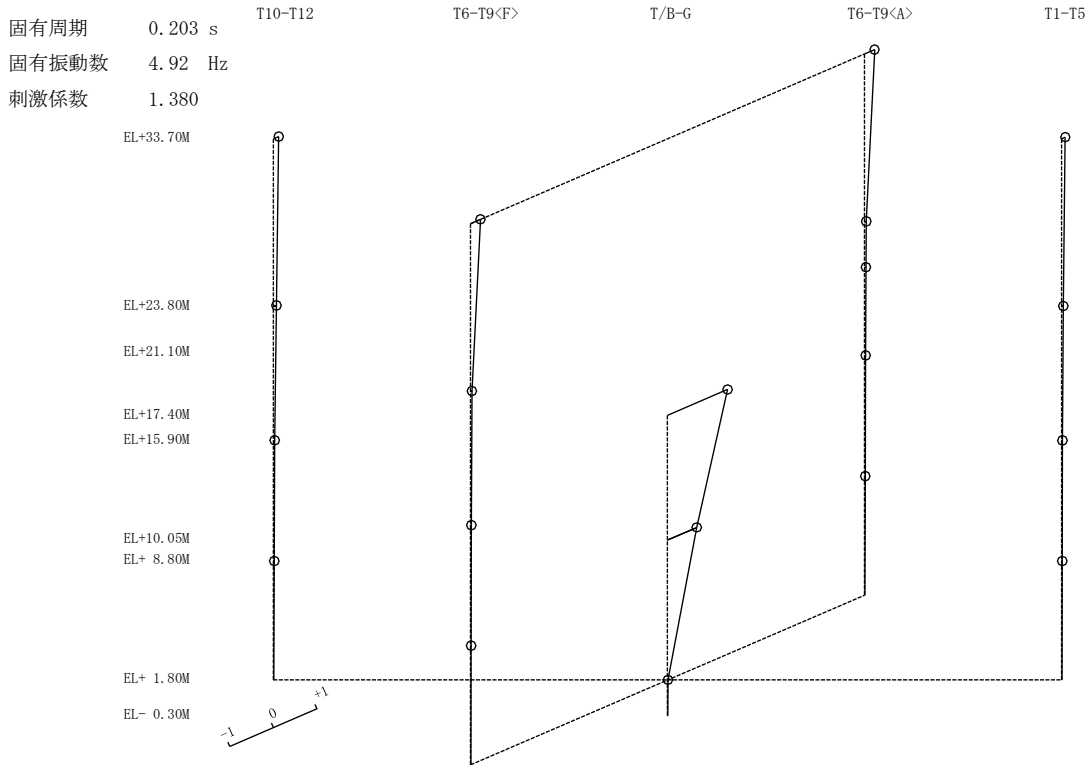
5次 モード

固有周期 0.052 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 19.13 Hz
 刺激係数 -0.546

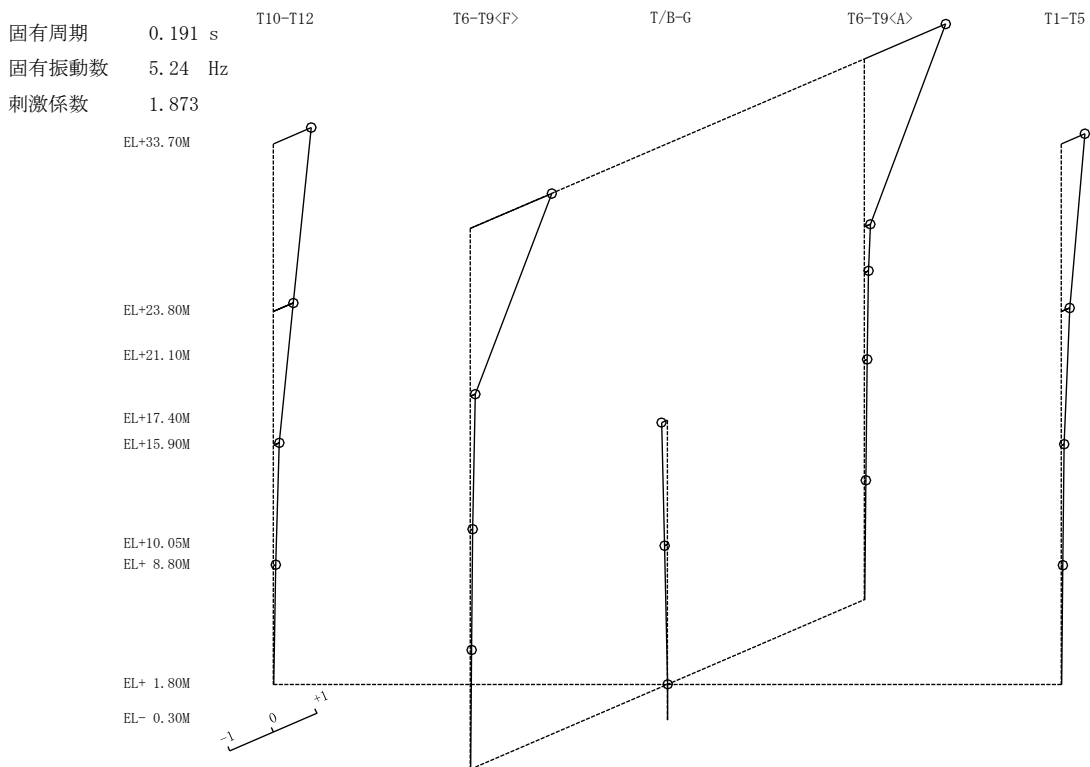


6次 モード

図4-4(3) 刺激関数図 (ケース2) (EW方向)

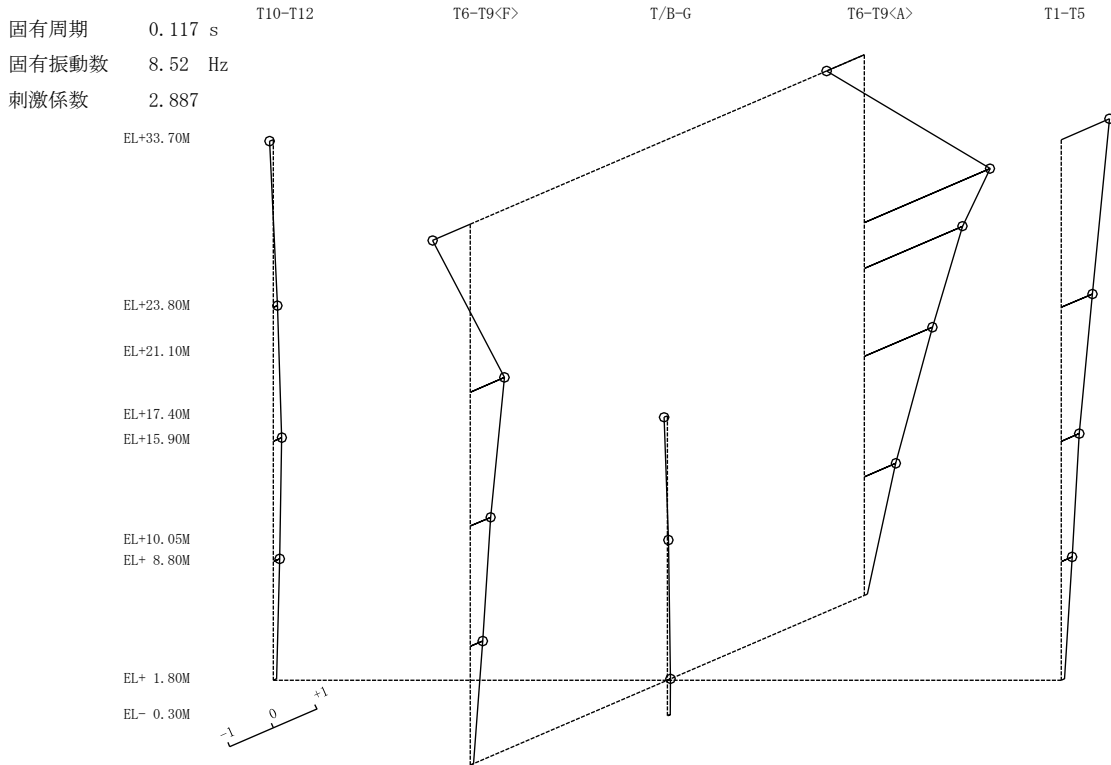


1次 モード

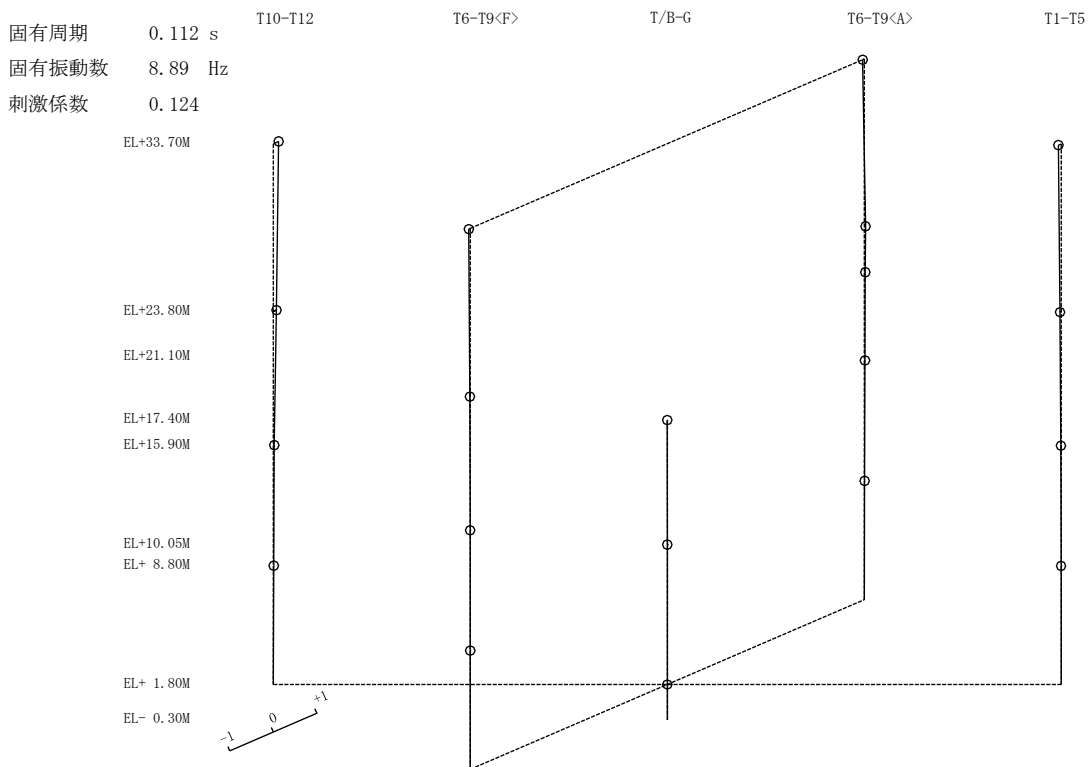


2次 モード

図 4-5 (1) 刺激関数図 (ケース 3) (N S 方向)

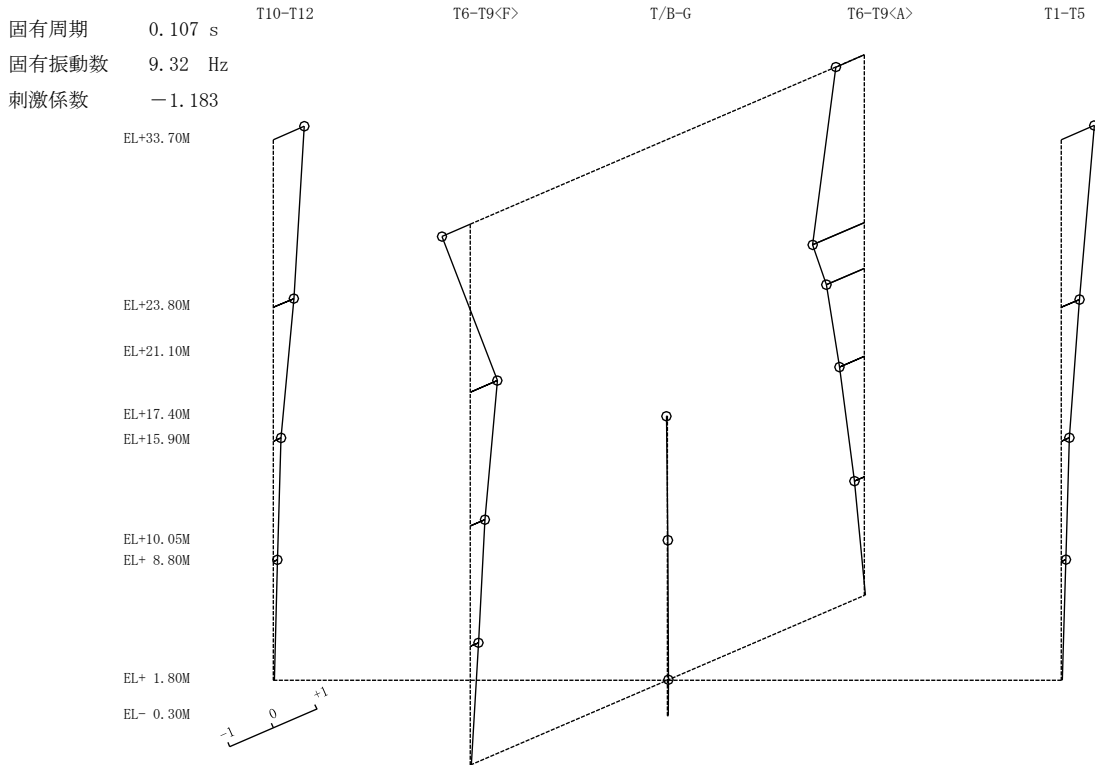


3次 モード

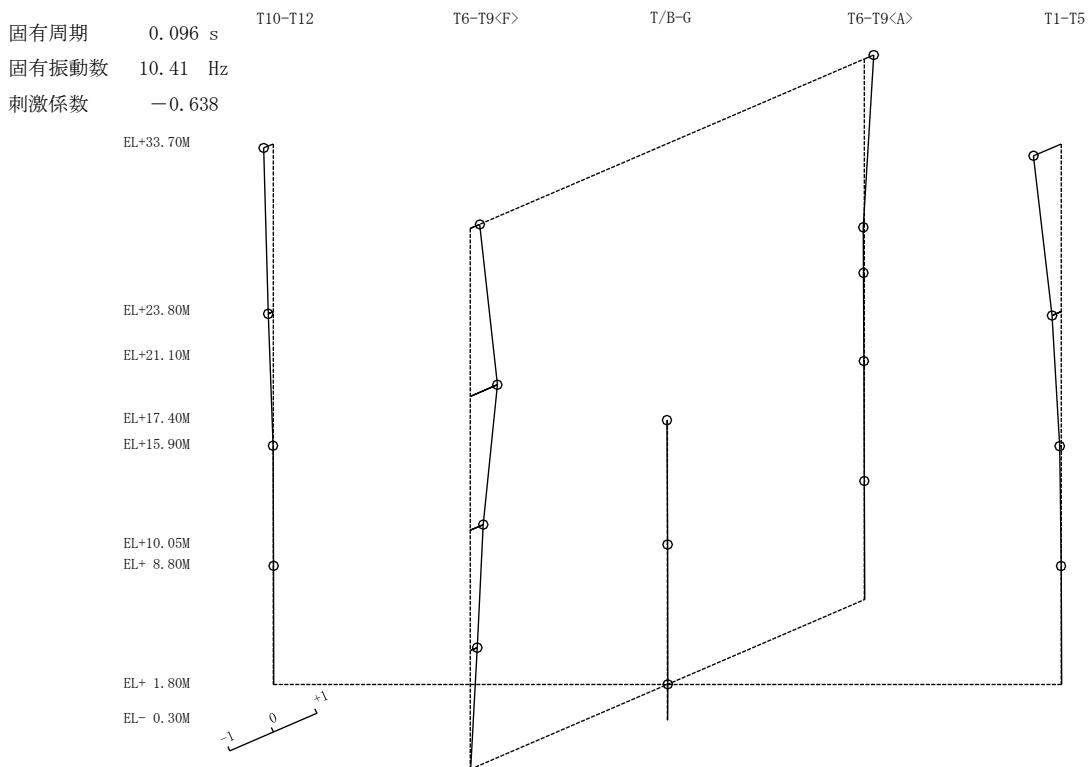


4次 モード

図 4-5 (2) 刺激関数図 (ケース 3) (N S 方向)



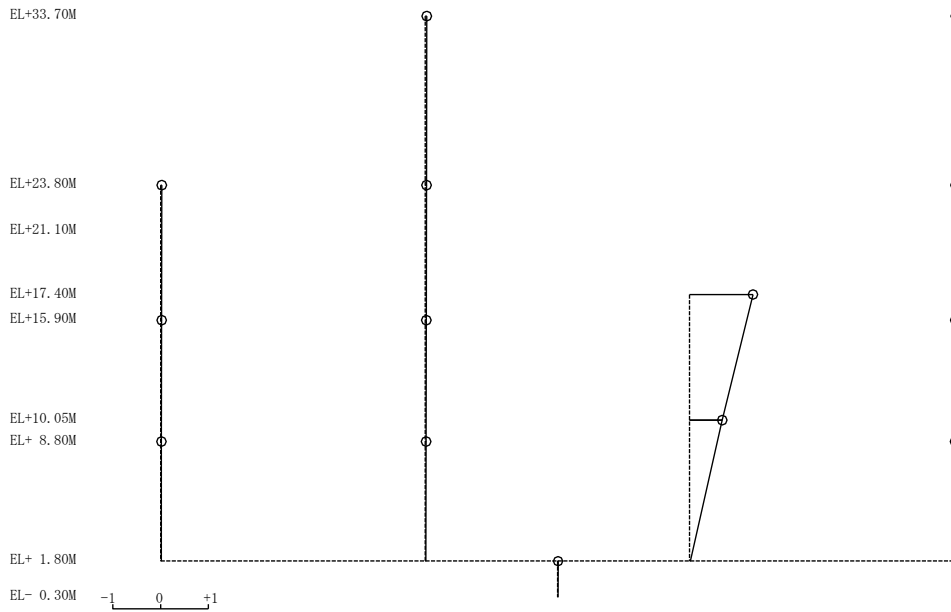
5次 モード



6次 モード

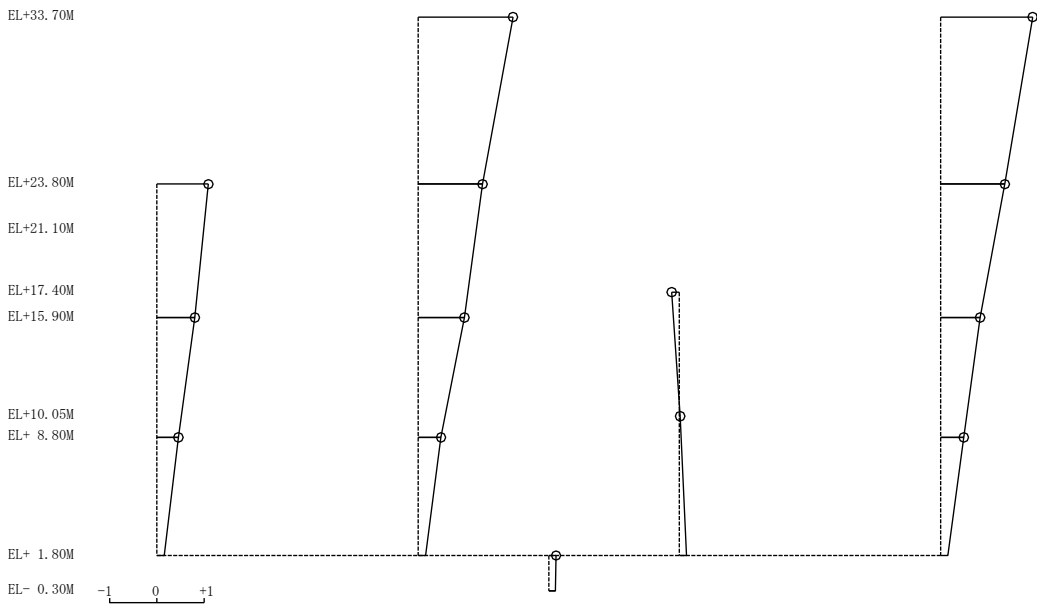
図 4-5 (3) 刺激関数図 (ケース 3) (N S 方向)

固有周期 0.179 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 5.60 Hz
 刺激係数 1.327



1次モード

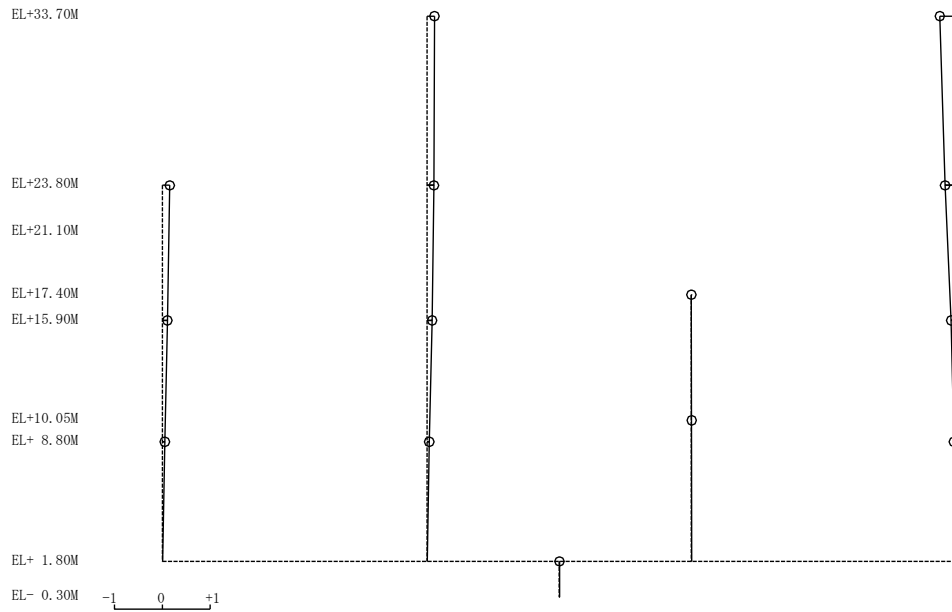
固有周期 0.115 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 8.70 Hz
 刺激係数 2.009



2次モード

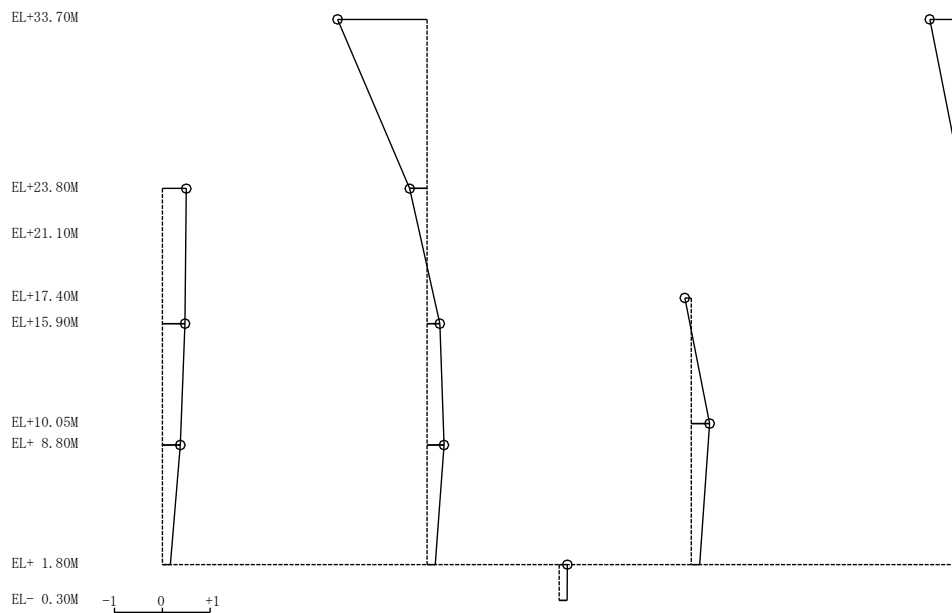
図 4-6(1) 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

固有周期 0.082 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 12.26 Hz
 刺激係数 -0.343



3次モード

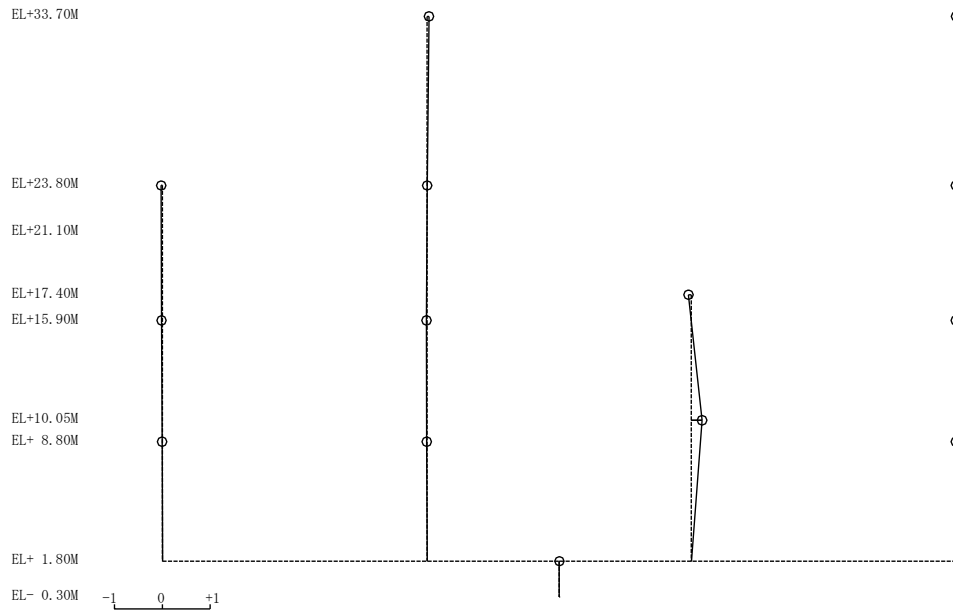
固有周期 0.065 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 15.48 Hz
 刺激係数 -1.870



4次モード

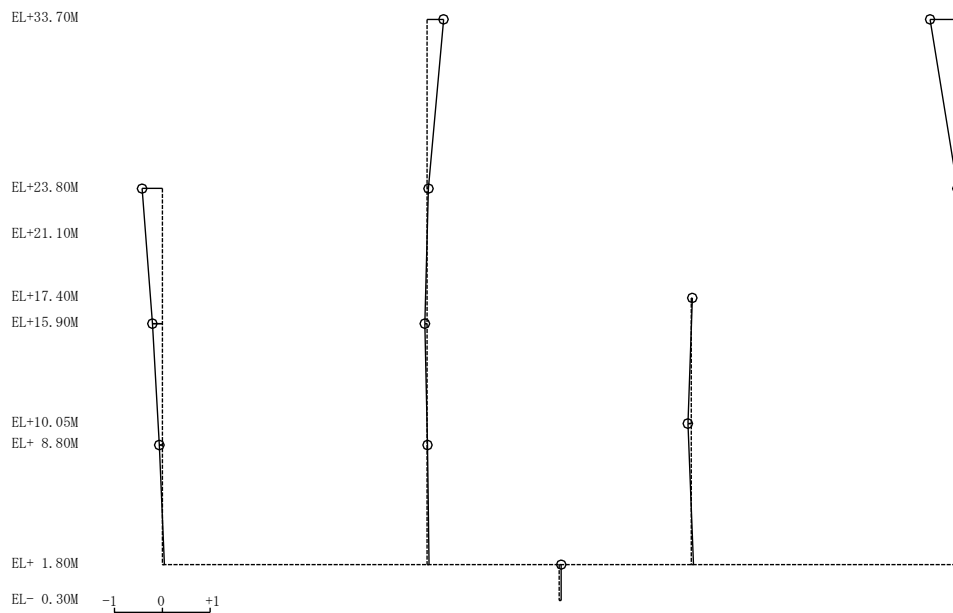
図 4-6(2) 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

固有周期 0.058 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 17.11 Hz
 刺激係数 0.224



5次 モード

固有周期 0.053 s T-GH T-DEF T/B-G T-ABC
 固有振動数 19.01 Hz
 刺激係数 -0.545



6次 モード

図 4-6(3) 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施し、積雪ケース（ケース 4）と基本ケース（ケース 1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-3、刺激関数図を図 4-7 及び図 4-8 に示す。

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、 $-2\% \sim 0\%$ 程度である。

表 4-3 固有値解析結果の比較（ケース 1 及びケース 4）

(a) NS 方向

(単位 : Hz)

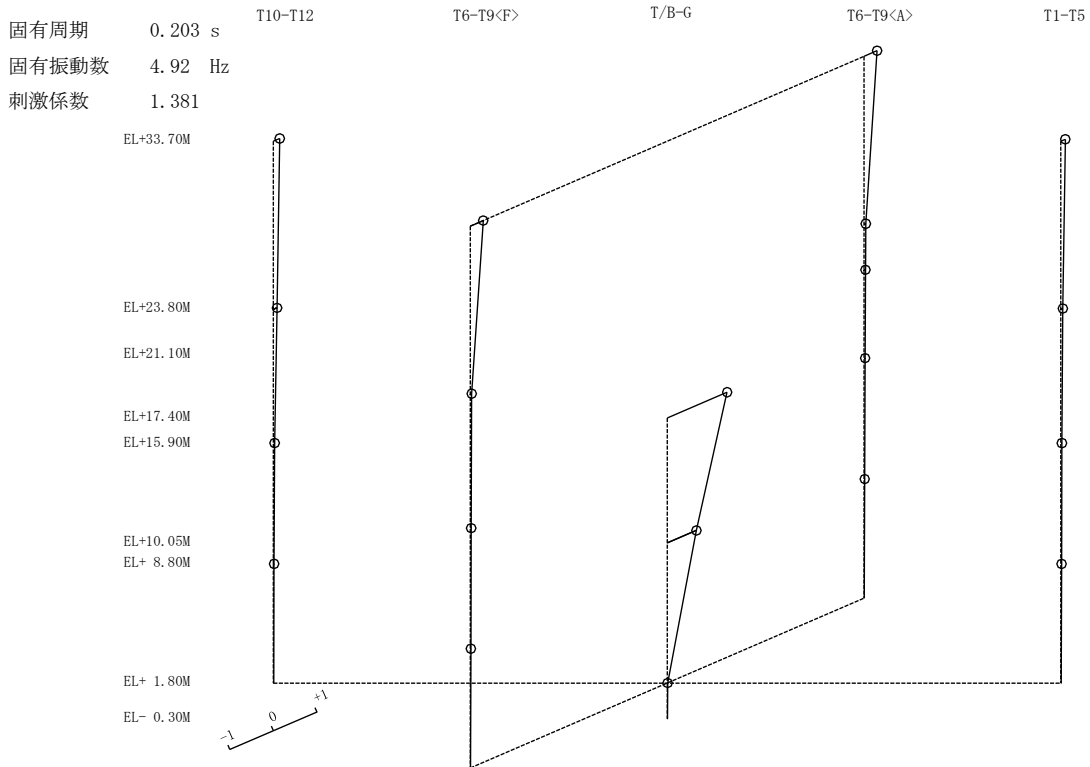
次数	ケース 1	ケース 4
1	4.92	4.92 (1.00)
2	5.25	5.13 (0.98)
3	8.59	8.54 (0.99)
4	8.89	8.74 (0.98)
5	9.35	9.25 (0.99)
6	10.42	10.30 (0.99)

(b) EW 方向

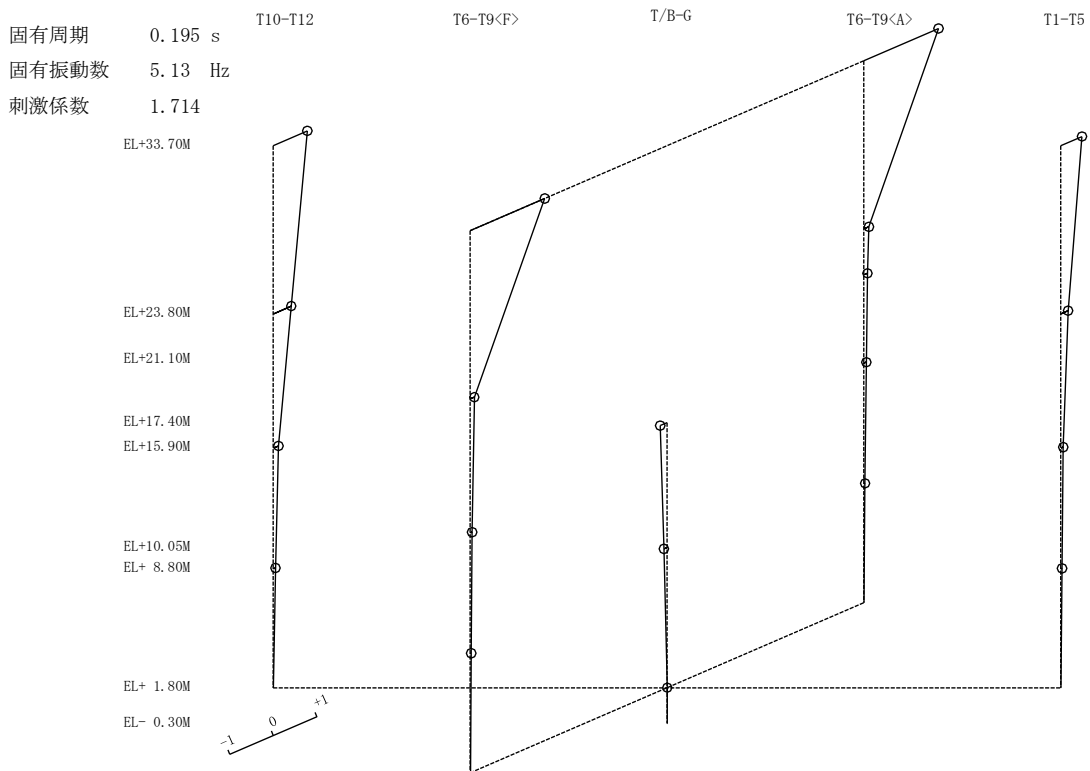
(単位 : Hz)

次数	ケース 1	ケース 4
1	5.61	5.61 (1.00)
2	8.84	8.74 (0.99)
3	12.26	12.11 (0.99)
4	15.71	15.51 (0.99)
5	17.12	17.11 (1.00)
6	19.08	18.89 (0.99)

注 : () 内は基本ケース（ケース 1）に対する比率

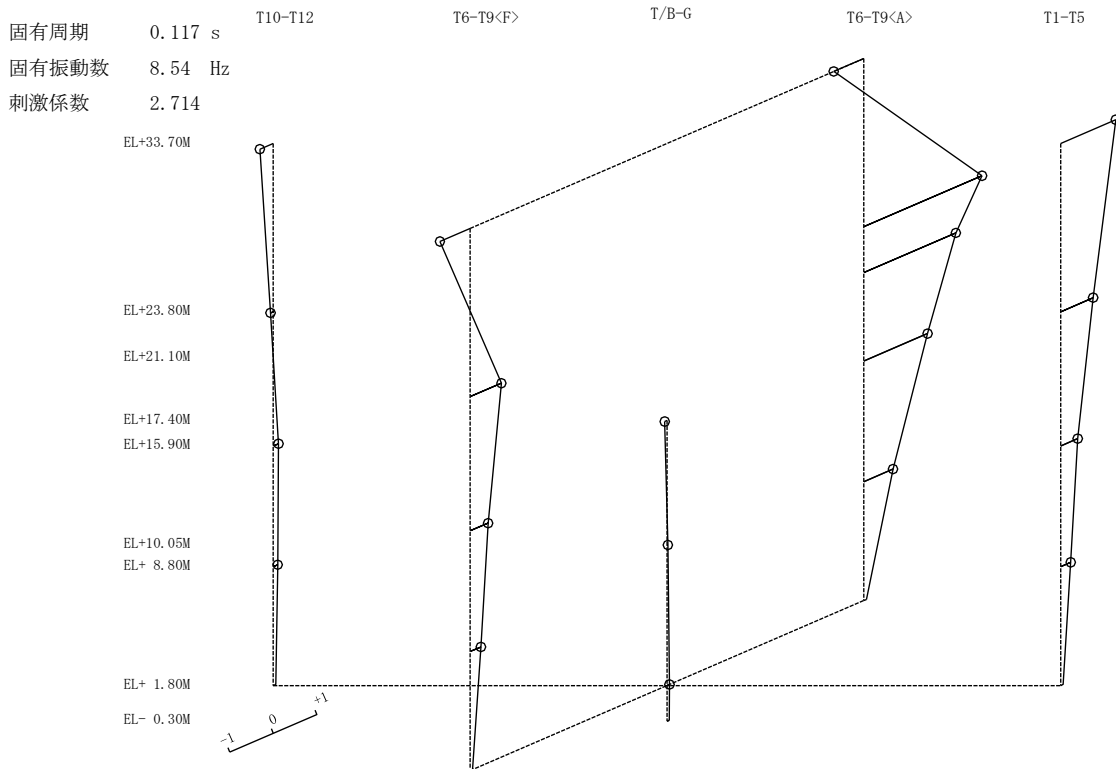


1次 モード

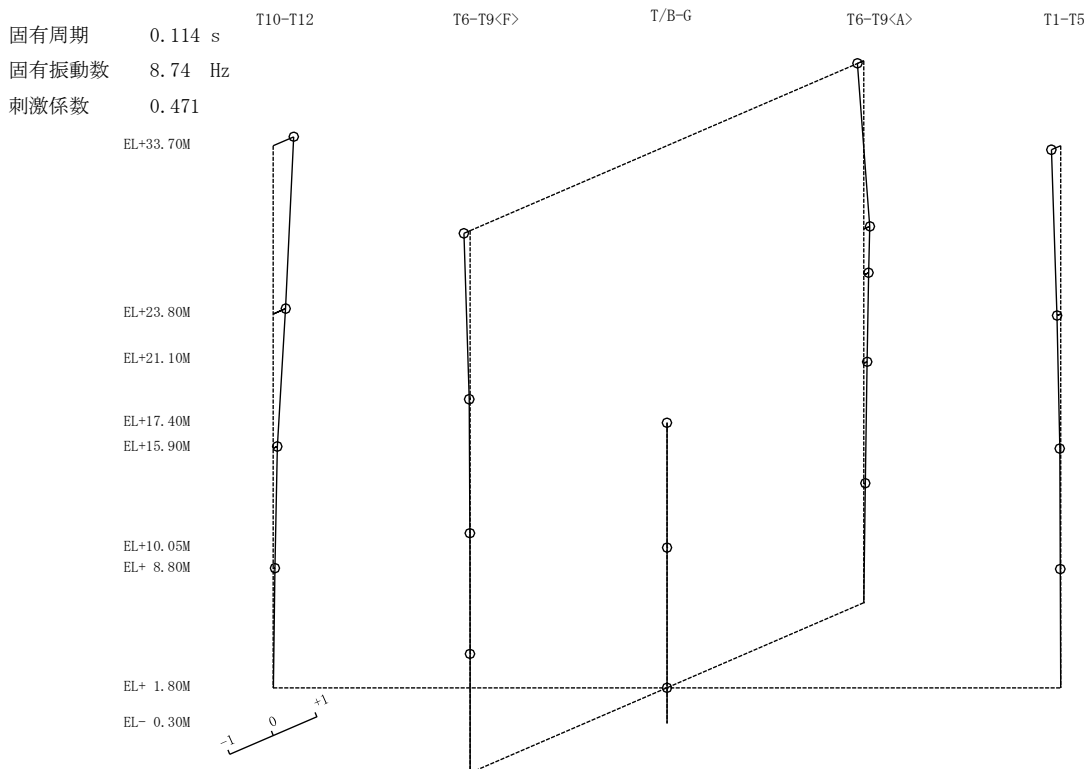


2次 モード

図 4-7(1) 刺激関数図 (ケース 4) (N S 方向)

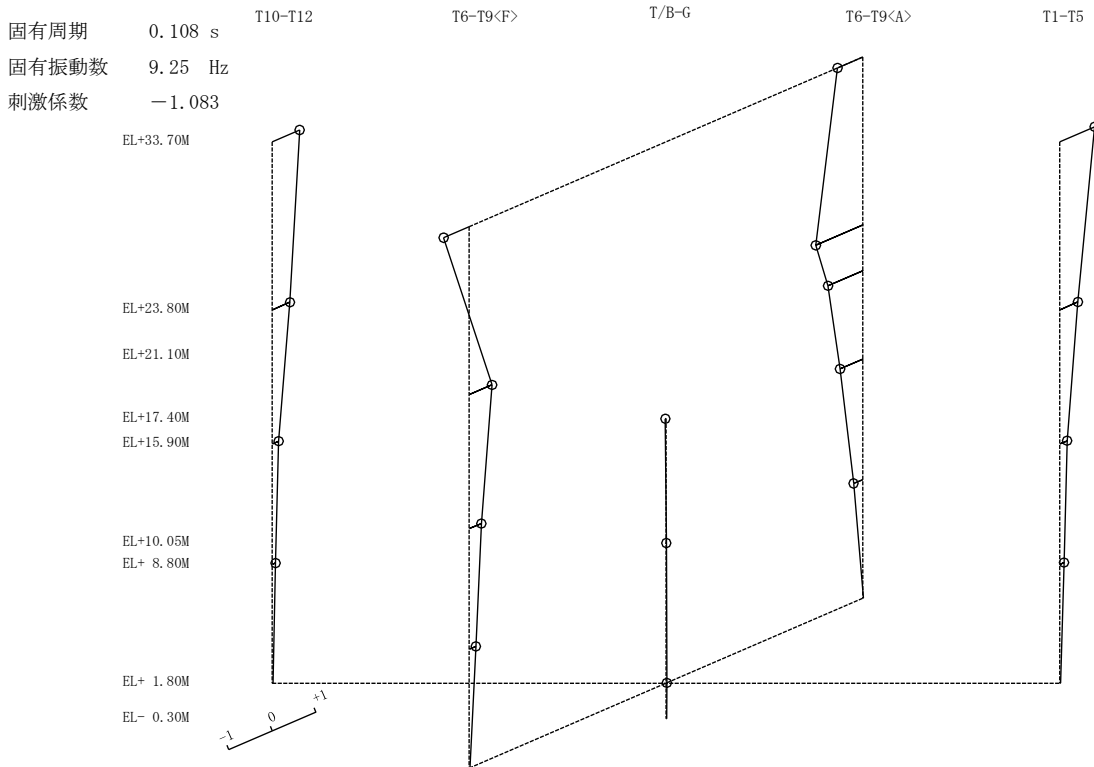


3次 モード

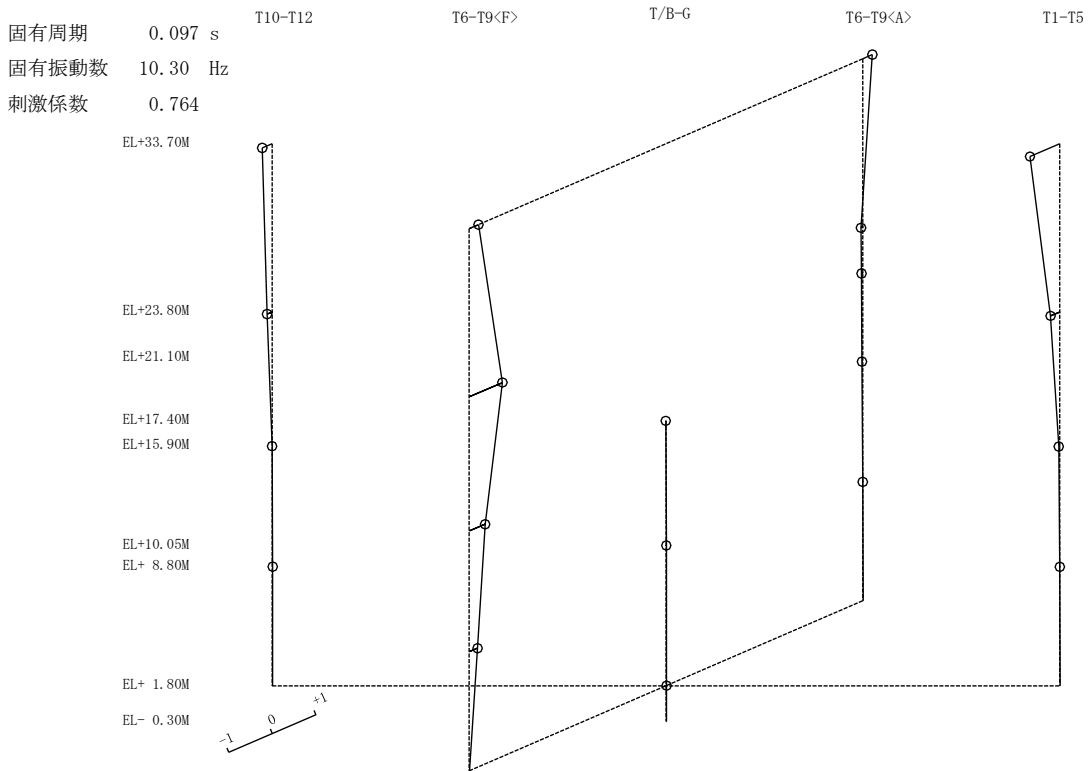


4次 モード

図 4-7(2) 刺激関数図 (ケース 4) (N S 方向)



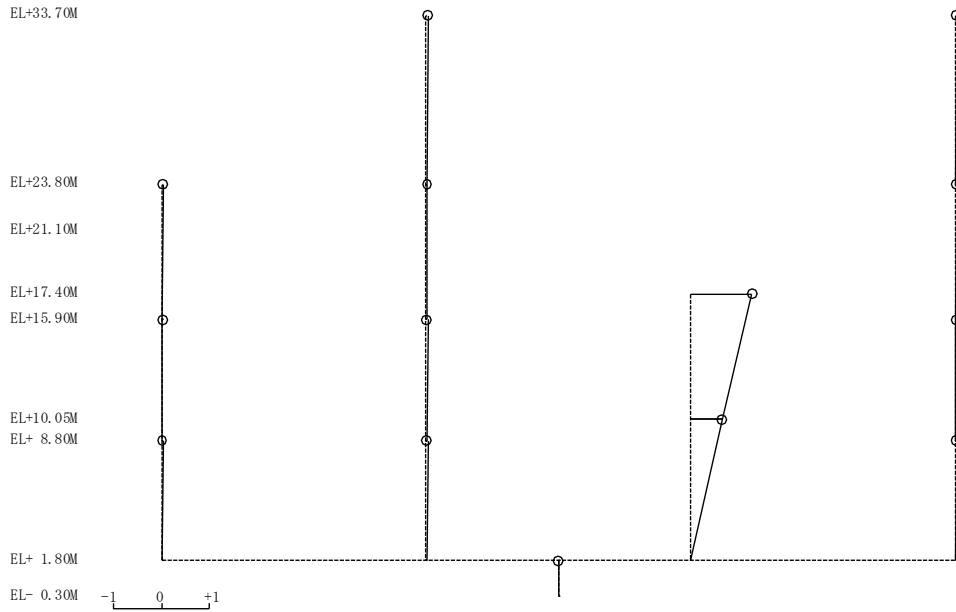
5次 モード



6次 モード

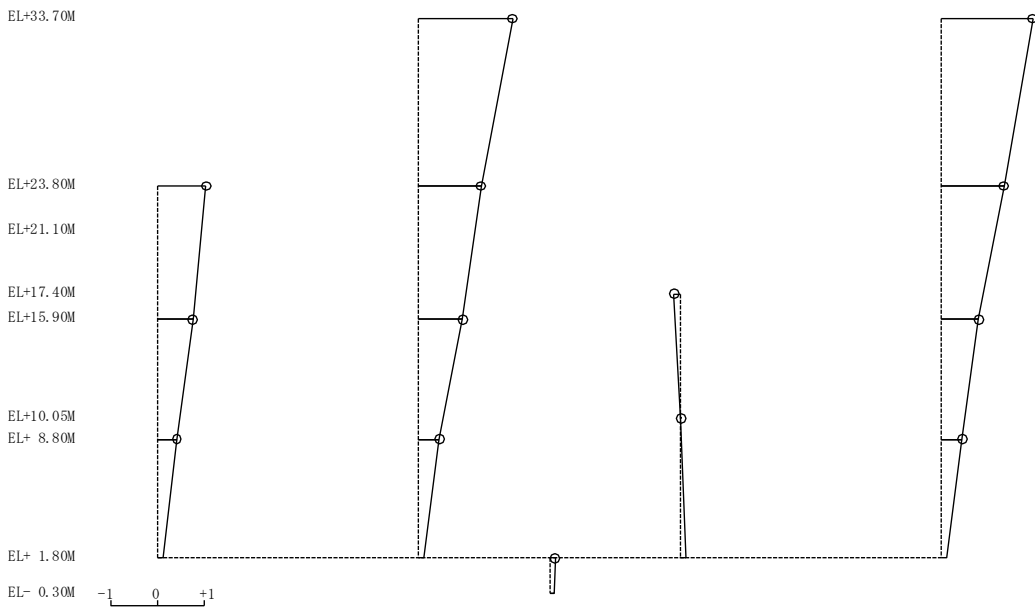
図 4-7(3) 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向)

固有周期 0.178 s T-GH
 固有振動数 5.61 Hz
 刺激係数 1.287



1次 モード

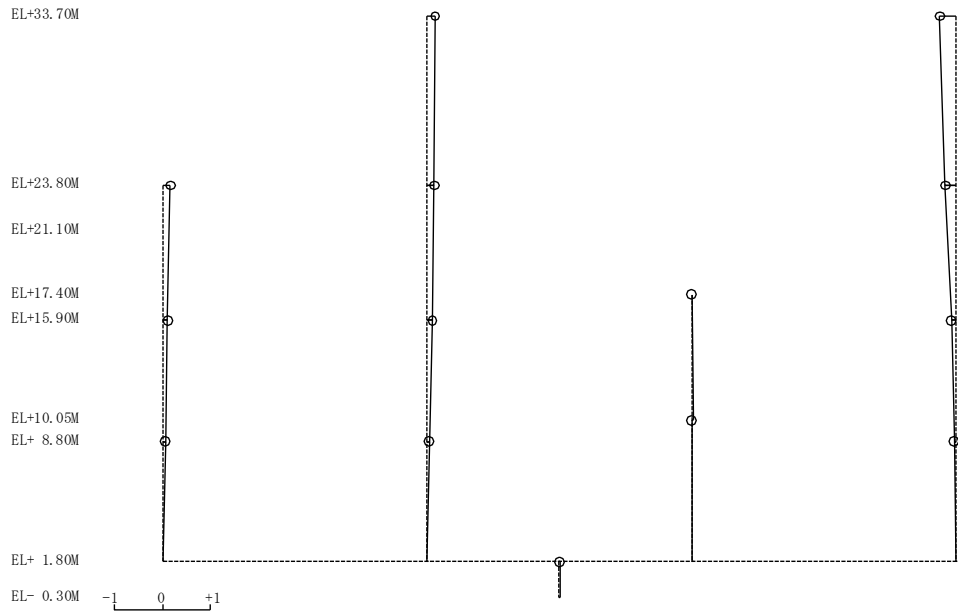
固有周期 0.114 s T-GH
 固有振動数 8.74 Hz
 刺激係数 1.985



2次 モード

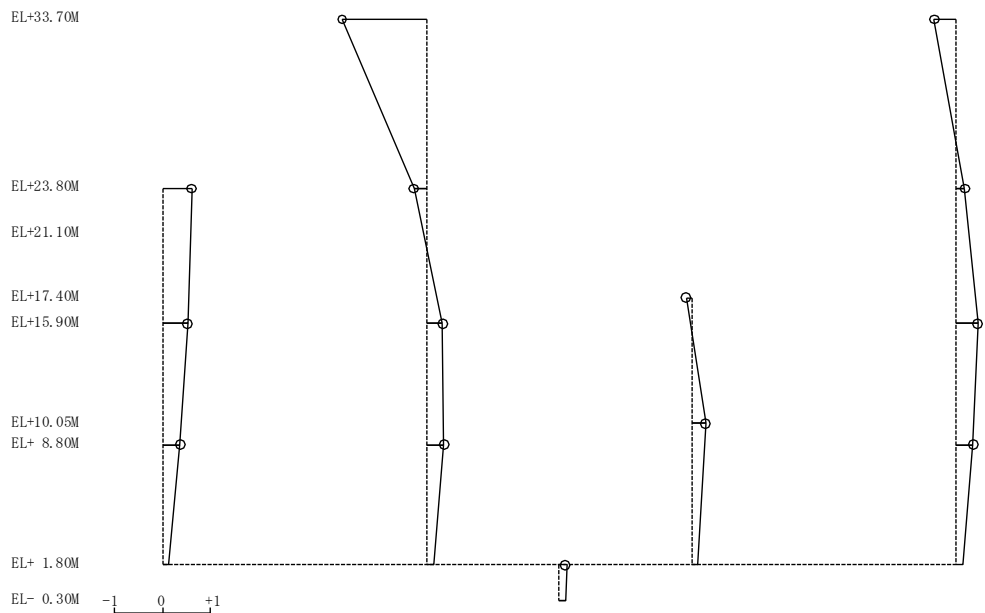
図 4-8(1) 刺激関数図 (ケース 4) (EW方向)

固有周期 0.083 s T-GH
 固有振動数 12.11 Hz
 刺激係数 -0.341



3次モード

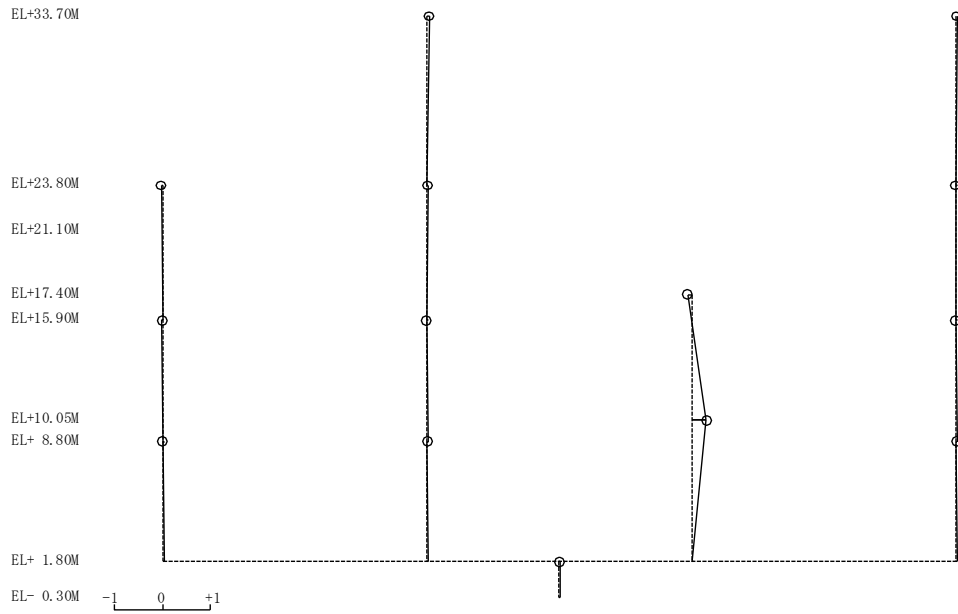
固有周期 0.064 s T-GH
 固有振動数 15.51 Hz
 刺激係数 -1.780



4次モード

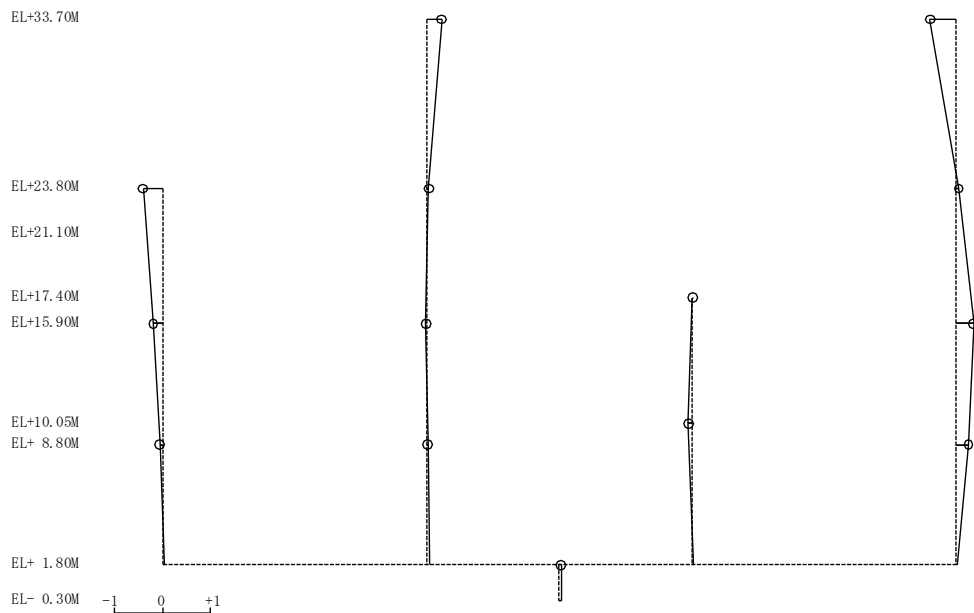
図 4-8(2) 刺激関数図 (ケース 4) (EW方向)

固有周期 0.058 s T-GH
 固有振動数 17.11 Hz
 刺激係数 0.308



5次 モード

固有周期 0.053 s T-GH
 固有振動数 18.89 Hz
 刺激係数 -0.550



6次 モード

図 4-8 (3) 刺激関数図 (ケース 4) (EW方向)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性 $+\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや大きくなる傾向であり、最大で1%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性 $-\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で2%小さくなった。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で2%小さくなった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-14

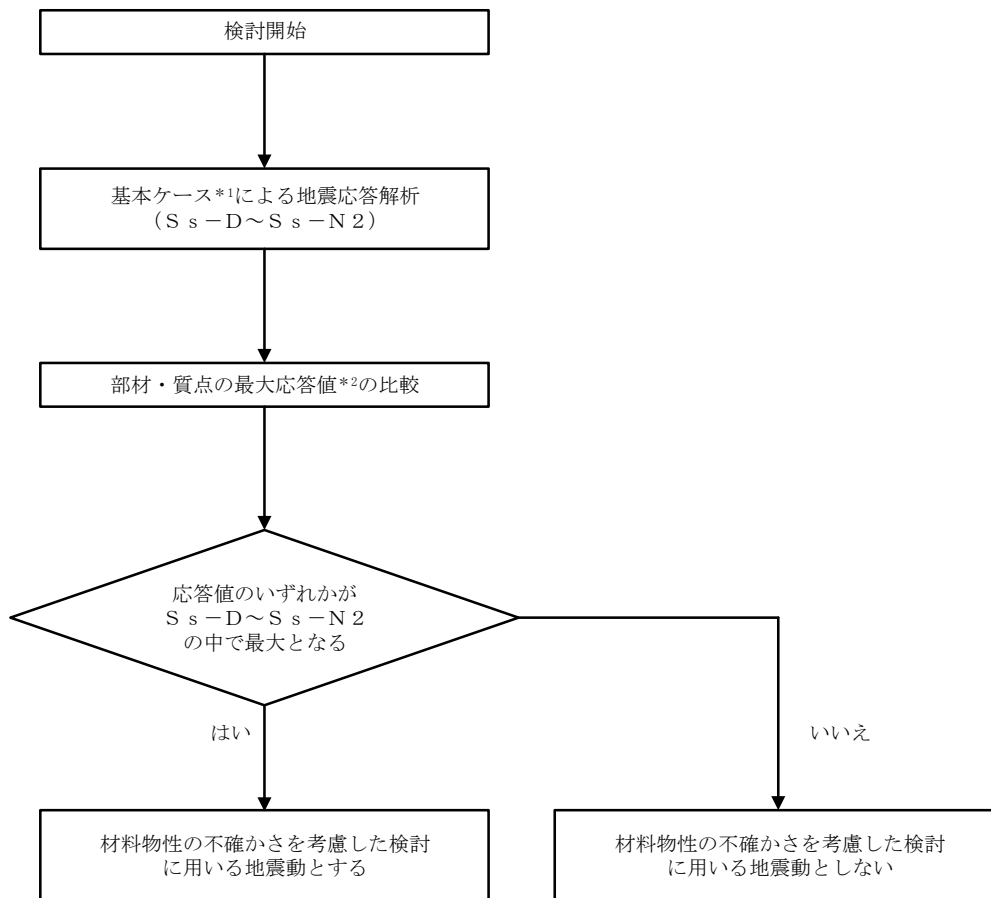
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

1号機タービン建物における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。1号機タービン建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1～表3-10に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 、 S_s-F1 、 S_s-F2 、 S_s-N1 及び S_s-N2NS については、応答値のいずれかが S_s-D ～ S_s-N2 の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
T1-T5	33.7	1	1495	1418	1420	914	1279	1479	1495
	23.8	2	1723	1219	1149	890	942	1165	1723
	15.9	3	1377	923	927	634	713	795	1377
	8.8	4	1097	665	632	604	581	626	1097
T6-T9 (TA側)	33.7	5	2303	1854	1691	1596	1386	2021	2303
	23.8	6	2257	2174	1994	1349	1794	2015	2257
	21.1	7	1809	1436	1380	967	1388	1415	1809
	15.9	8	1209	866	937	840	918	942	1209
	8.8	9	696	561	714	688	779	648	779
T6-T9 (TF側)	33.7	10	2303	1854	1691	1596	1386	2021	2303
	23.8	11	2328	1981	1791	1098	1377	1555	2328
	15.9	12	1293	1087	842	750	675	844	1293
	8.8	13	1028	741	739	656	536	595	1028
T10-T12	33.7	14	1602	1557	1402	987	987	1052	1602
	23.8	15	1444	1146	1185	1015	731	991	1444
	15.9	16	1174	821	681	670	823	839	1174
	8.8	17	989	611	587	599	678	620	989
	1.8	20	733	479	503	585	498	496	733

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

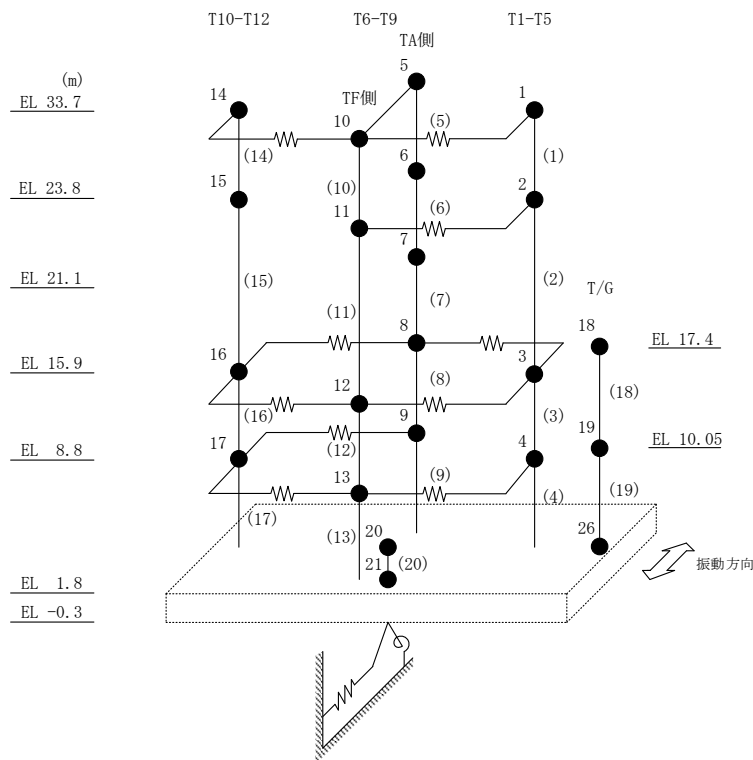


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
T1-T5	33.7	1	15.84	8.53	9.77	8.37	6.90	9.57	15.84
	23.8	2	5.09	3.00	3.48	4.36	3.42	2.91	5.09
	15.9	3	2.94	1.64	2.03	2.78	2.02	1.59	2.94
	8.8	4	1.79	1.08	1.50	2.02	1.30	1.06	2.02
T6-T9 (TA側)	33.7	5	26.52	17.28	16.39	16.30	15.42	18.42	26.52
	23.8	6	16.39	10.99	11.52	10.12	10.56	9.70	16.39
	21.1	7	13.46	8.68	9.38	8.36	8.53	7.84	13.46
	15.9	8	9.18	5.81	6.49	6.04	5.90	5.34	9.18
	8.8	9	4.01	2.48	3.03	3.18	2.74	2.37	4.01
T6-T9 (TF側)	33.7	10	26.52	17.28	16.39	16.30	15.42	18.42	26.52
	23.8	11	11.06	7.48	7.39	5.59	4.70	4.67	11.06
	15.9	12	3.86	3.01	2.68	3.28	2.06	2.28	3.86
	8.8	13	2.54	1.78	1.81	2.33	1.30	1.45	2.54
T10-T12	33.7	14	20.95	10.15	11.32	8.87	8.87	12.92	20.95
	23.8	15	14.76	5.59	6.89	6.30	4.76	8.20	14.76
	15.9	16	2.54	1.62	1.93	2.77	2.03	1.86	2.77
	8.8	17	1.60	0.94	1.23	1.88	1.24	1.04	1.88
	1.8	20	0.90	0.46	0.84	1.15	0.66	0.57	1.15

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

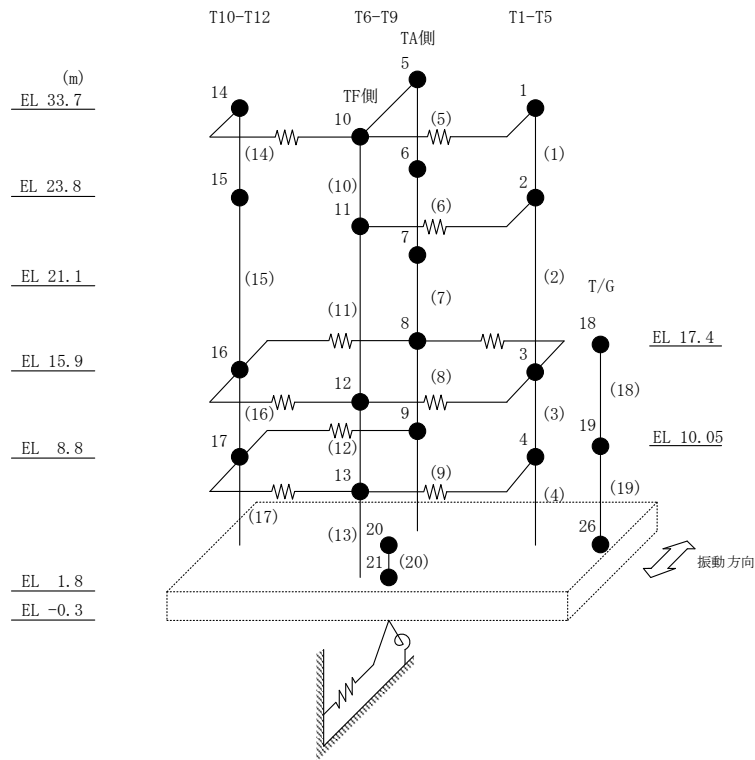


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	2.66	2.33	2.38	2.02	2.21	2.38	2.66
	23.8~15.9	2	4.65	3.65	4.25	3.78	3.29	4.24	4.65
	15.9~8.8	3	13.8	8.12	9.13	8.95	8.81	7.83	13.8
	8.8~1.8	4	22.7	13.7	13.4	14.4	13.9	12.7	22.7
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.232	0.133	0.151	0.0792	0.127	0.135	0.232
	23.8~21.1	6	0.630	0.666	0.614	0.456	0.543	0.520	0.666
	21.1~15.9	7	2.66	2.39	2.23	1.62	2.21	2.16	2.66
	15.9~8.8	8	2.30	2.19	2.25	2.08	2.22	2.13	2.30
	8.8~1.8	9	3.06	2.76	3.15	3.12	3.14	2.66	3.15
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.571	0.354	0.287	0.240	0.245	0.311	0.571
	23.8~15.9	11	3.59	3.26	3.09	2.20	2.52	2.77	3.59
	15.9~8.8	12	7.47	6.63	6.21	5.21	4.64	4.59	7.47
	8.8~1.8	13	11.9	9.41	9.46	8.78	6.36	6.69	11.9
T10-T12	33.7~23.8	14	2.16	1.96	2.04	1.74	1.90	2.00	2.16
	23.8~15.9	15	2.85	2.29	2.40	2.18	2.18	2.49	2.85
	15.9~8.8	16	5.00	3.23	3.83	4.05	3.66	4.18	5.00
	8.8~1.8	17	7.43	4.91	4.97	6.06	5.77	5.64	7.43

注：ハッチングは S_s-D~S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

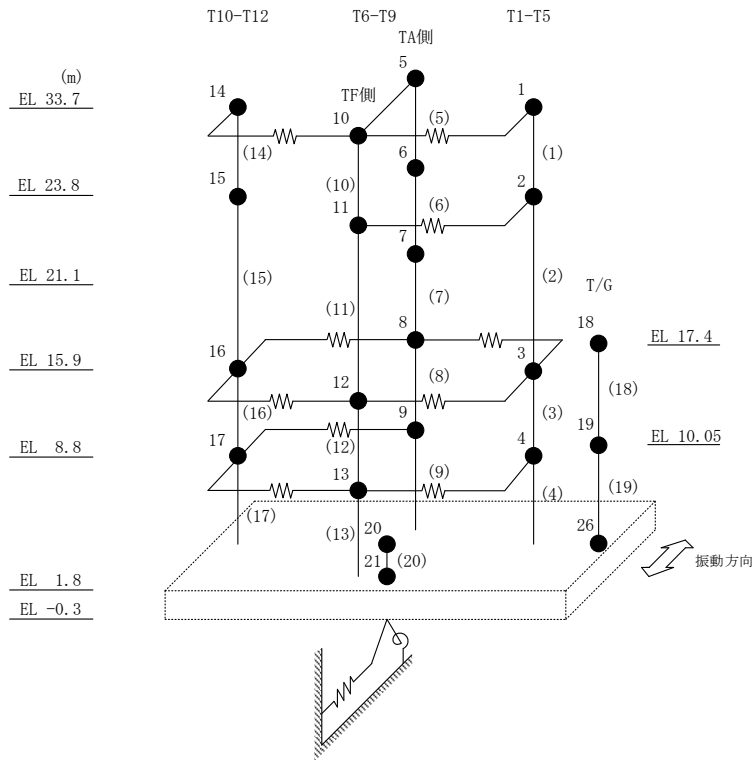


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			2.63	2.31	2.35	2.00	2.19	2.35	2.63
	23.8~15.9	2	2.63	2.31	2.35	2.00	2.19	2.35	2.63
			6.21	5.01	5.39	4.76	4.43	5.21	6.21
15.9~8.8	3	6.21	5.01	5.39	4.76	4.43	5.21	6.21	
		14.5	9.89	11.8	11.1	10.3	10.3	14.5	
8.8~1.8	4	14.5	9.89	11.8	11.1	10.3	10.3	14.5	
		29.8	16.0	20.6	21.1	20.0	17.4	29.8	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.230	0.132	0.149	0.0784	0.126	0.133	0.230
	23.8~21.1	6	0.230	0.132	0.149	0.0784	0.126	0.133	0.230
			0.234	0.146	0.165	0.156	0.159	0.172	0.234
	21.1~15.9	7	0.234	0.146	0.165	0.156	0.159	0.172	0.234
1.44			1.38	1.26	0.975	1.25	1.13	1.44	
15.9~8.8	8	1.44	1.38	1.26	0.975	1.25	1.13	1.44	
		2.98	2.93	2.85	2.42	2.80	2.61	2.98	
8.8~1.8	9	2.98	2.93	2.85	2.42	2.80	2.61	2.98	
		4.75	4.38	4.53	4.48	4.51	4.43	4.75	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.565	0.350	0.284	0.237	0.243	0.307	0.565
	23.8~15.9	11	0.565	0.350	0.284	0.237	0.243	0.307	0.565
			2.59	2.38	2.41	1.81	1.96	2.12	2.59
15.9~8.8	12	2.59	2.38	2.41	1.81	1.96	2.12	2.59	
		7.78	6.98	6.64	5.42	5.23	5.29	7.78	
8.8~1.8	13	7.78	6.98	6.64	5.42	5.23	5.29	7.78	
		14.9	13.5	13.0	11.6	9.48	9.68	14.9	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			2.13	1.94	2.02	1.72	1.88	1.98	2.13
	23.8~15.9	15	2.13	1.94	2.02	1.72	1.88	1.98	2.13
			4.34	3.72	3.88	3.41	3.60	3.89	4.34
15.9~8.8	16	4.34	3.72	3.88	3.41	3.60	3.89	4.34	
		7.61	5.58	6.24	5.99	5.57	6.78	7.61	
8.8~1.8	17	7.61	5.58	6.24	5.99	5.57	6.78	7.61	
		12.8	7.91	9.56	10.2	8.84	10.7	12.8	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

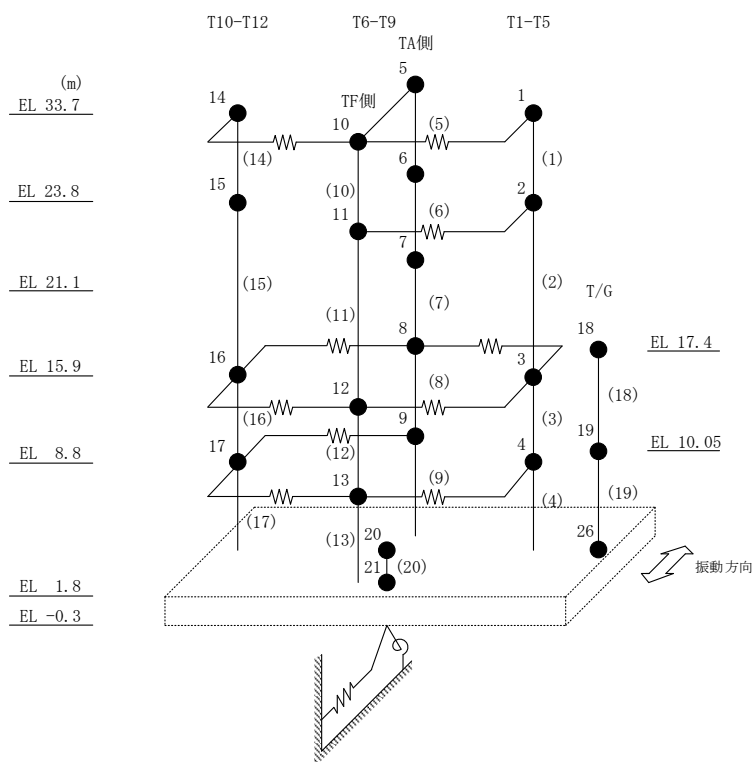


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
T1-T5	33.7~23.8	1	1.25	0.68	0.66	0.39	0.50	0.67	1.25
	23.8~15.9	2	0.30	0.16	0.19	0.17	0.14	0.20	0.30
	15.9~8.8	3	0.12	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.12
	8.8~1.8	4	0.20	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.20
T6-T9(TA側)	21.1~15.9	7	0.11	0.10	0.09	0.07	0.09	0.09	0.11
	15.9~8.8	8	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	8.8~1.8	9	0.09	0.08	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10
T6-T9(TF側)	23.8~15.9	11	0.38	0.27	0.21	0.13	0.15	0.16	0.38
	15.9~8.8	12	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.13
	8.8~1.8	13	0.27	0.17	0.17	0.16	0.11	0.12	0.27
T10-T12	33.7~23.8	14	0.50	0.38	0.42	0.25	0.31	0.38	0.50
	23.8~15.9	15	1.54	0.52	0.58	0.43	0.42	0.74	1.54
	15.9~8.8	16	0.12	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.12
	8.8~1.8	17	0.14	0.09	0.09	0.11	0.11	0.11	0.14

注1: ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2: 要素番号 5, 6 及び 10 は線形部材。

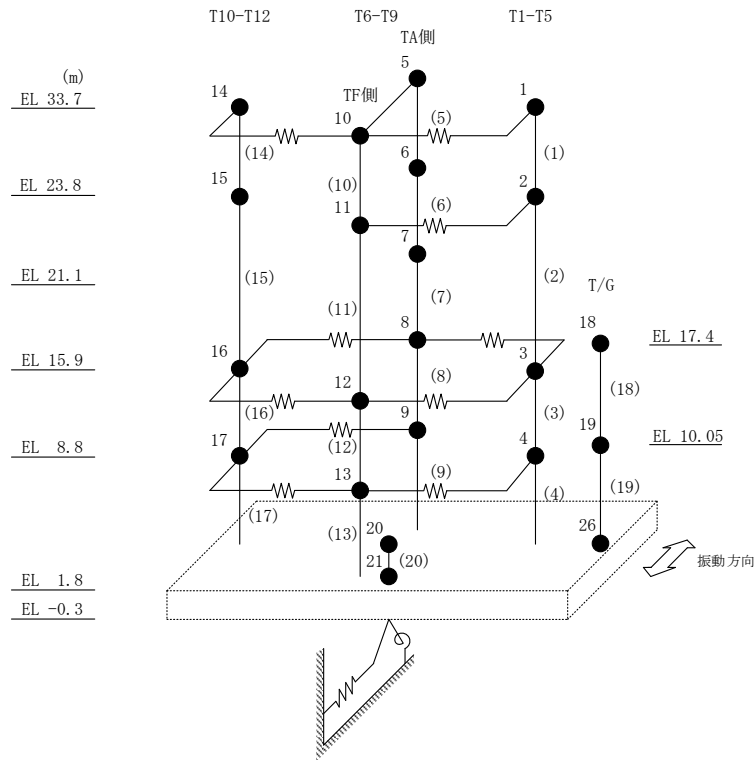


表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，E W 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7	1	2460	1843	2189	1299	1303	1451	2460
	23.8	2	1742	1488	1750	936	857	1111	1750
	15.9	3	1255	1195	1326	816	771	845	1326
	8.8	4	1028	803	951	692	614	601	1028
TD-TF	33.7	5	2785	2643	2275	1521	1845	1934	2785
	23.8	6	1751	1269	1531	977	902	1157	1751
	15.9	7	1314	1146	1343	763	723	859	1343
	8.8	8	1055	799	1051	650	615	648	1055
TG-TH	23.8	9	1874	1561	1413	968	961	1160	1874
	15.9	10	1360	1173	1136	768	714	928	1360
	8.8	11	1072	806	939	644	614	631	1072
	1.8	14	754	524	679	584	508	506	754

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

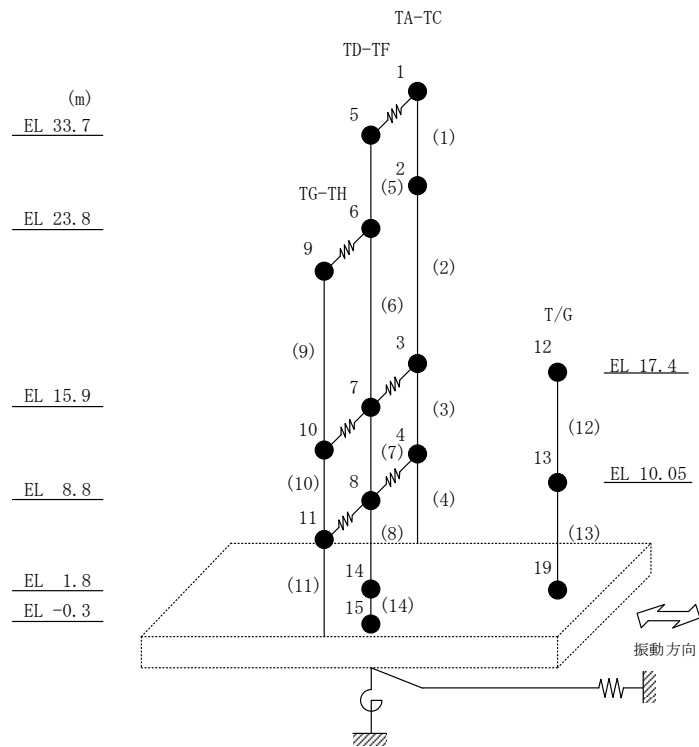


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7	1	8.51	6.25	8.27	5.44	4.05	4.65	8.51
	23.8	2	5.98	4.63	6.12	4.11	2.93	3.23	6.12
	15.9	3	3.63	3.12	4.04	2.96	1.94	2.01	4.04
	8.8	4	2.12	1.95	2.54	2.09	1.39	1.29	2.54
TD-TF	33.7	5	9.19	6.33	8.15	5.87	4.60	4.89	9.19
	23.8	6	6.37	4.35	5.88	4.29	2.88	3.42	6.37
	15.9	7	4.71	3.46	4.50	3.35	2.10	2.47	4.71
	8.8	8	2.15	1.92	2.45	2.13	1.35	1.33	2.45
TG-TH	23.8	9	5.21	4.09	4.90	3.64	2.31	2.82	5.21
	15.9	10	3.92	3.09	3.78	2.94	1.82	2.06	3.92
	8.8	11	2.12	1.87	2.33	2.05	1.31	1.25	2.33
	1.8	14	0.97	0.83	0.96	1.27	0.78	0.67	1.27

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

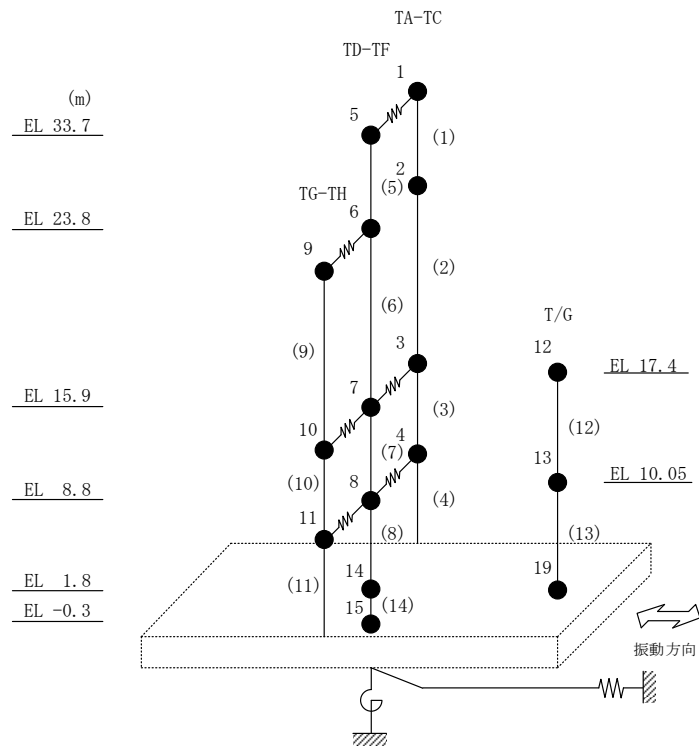


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	5.83	4.66	5.01	3.18	3.25	3.45	5.83
	23.8~15.9	2	8.96	6.70	8.57	5.03	4.75	5.28	8.96
	15.9~8.8	3	17.2	13.8	17.4	9.88	8.30	10.2	17.4
	8.8~1.8	4	21.8	18.8	22.3	14.2	11.5	13.4	22.3
TD-TF	33.7~23.8	5	5.94	5.70	5.06	3.36	4.04	4.12	5.94
	23.8~15.9	6	7.44	6.80	6.57	4.55	4.74	5.08	7.44
	15.9~8.8	7	11.9	10.1	11.3	7.67	6.30	8.02	11.9
	8.8~1.8	8	19.9	16.2	19.0	12.5	9.86	12.1	19.9
TG-TH	23.8~15.9	9	4.75	3.53	4.04	2.48	2.16	2.81	4.75
	15.9~8.8	10	12.4	9.55	11.6	6.99	5.77	7.45	12.4
	8.8~1.8	11	17.8	13.9	16.1	10.6	8.33	10.5	17.8

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

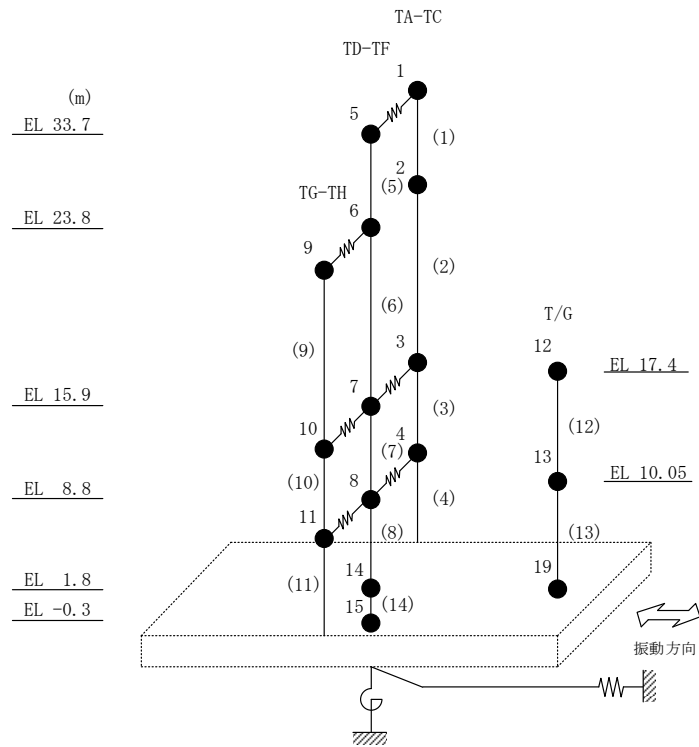


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.78	4.61	4.96	3.14	3.22	3.42	5.78
	23.8~15.9	2	5.78	4.61	4.96	3.14	3.22	3.42	5.78
			12.8	9.82	11.7	7.11	6.96	7.52	12.8
15.9~8.8	3	12.8	9.82	11.7	7.11	6.96	7.52	12.8	
		25.0	18.5	24.0	14.0	12.0	13.9	25.0	
8.8~1.8	4	25.0	18.5	24.0	14.0	12.0	13.9	25.0	
		40.2	31.6	39.6	23.6	19.6	22.7	40.2	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.88	5.65	5.01	3.33	4.00	4.08	5.88
	23.8~15.9	6	5.88	5.65	5.01	3.33	4.00	4.08	5.88
			11.5	11.0	10.1	6.92	7.74	8.07	11.5
15.9~8.8	7	11.5	11.0	10.1	6.92	7.74	8.07	11.5	
		19.7	16.7	17.6	12.4	11.8	12.6	19.7	
8.8~1.8	8	19.7	16.7	17.6	12.4	11.8	12.6	19.7	
		32.6	25.0	30.9	21.1	16.7	19.1	32.6	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			3.75	2.79	3.19	1.96	1.70	2.22	3.75
	15.9~8.8	10	3.75	2.79	3.19	1.96	1.70	2.22	3.75
12.4			9.56	11.4	6.90	5.80	7.46	12.4	
8.8~1.8	11	12.4	9.56	11.4	6.90	5.80	7.46	12.4	
		24.8	19.1	22.4	14.3	11.5	14.7	24.8	

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

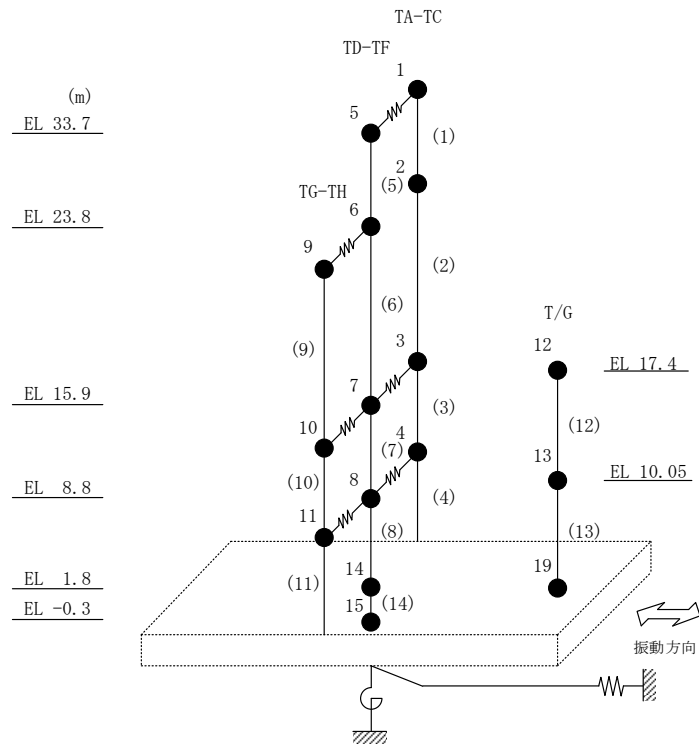
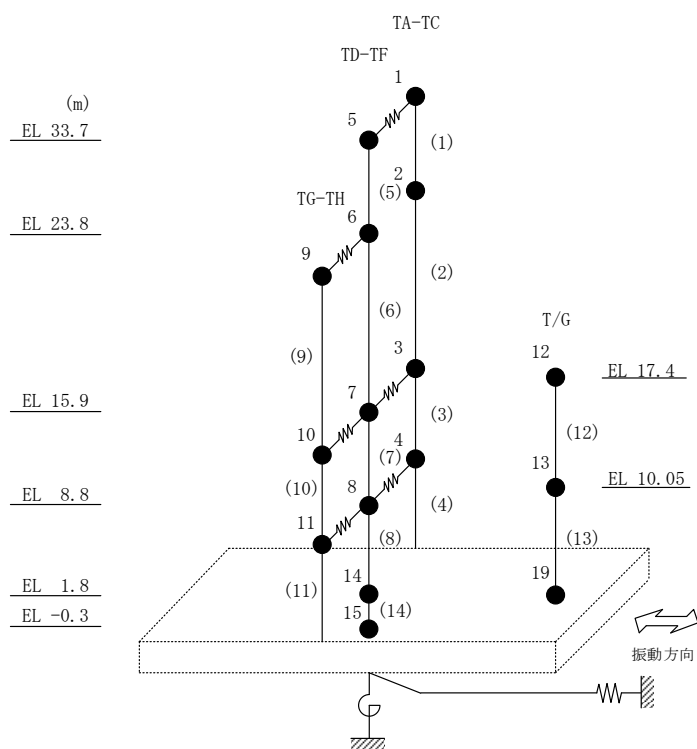


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
TA-TC	33.7~23.8	1	0.22	0.17	0.19	0.12	0.12	0.13	0.22
	23.8~15.9	2	0.28	0.18	0.24	0.13	0.13	0.14	0.28
	15.9~8.8	3	0.19	0.16	0.20	0.11	0.09	0.11	0.20
	8.8~1.8	4	0.20	0.17	0.22	0.13	0.11	0.12	0.22
TD-TF	33.7~23.8	5	0.23	0.21	0.19	0.13	0.15	0.15	0.23
	23.8~15.9	6	0.14	0.13	0.13	0.09	0.09	0.10	0.14
	15.9~8.8	7	0.33	0.20	0.28	0.15	0.12	0.16	0.33
	8.8~1.8	8	0.21	0.17	0.20	0.13	0.10	0.13	0.21
TG-TH	23.8~15.9	9	0.15	0.11	0.12	0.08	0.07	0.09	0.15
	15.9~8.8	10	0.25	0.16	0.19	0.12	0.10	0.12	0.25
	8.8~1.8	11	0.21	0.16	0.19	0.12	0.10	0.12	0.21

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-2 「1号機タービン建物の耐震性について計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
1号機 タービン建物	基準地震動 S_s
	$S_s - D, S_s - F1, S_s - F2, S_s - N1, S_s - N2NS$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2
2.2 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-116

1. 概要

本資料は、1号機タービン建物の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-50 及び表 2-1～表 2-43 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

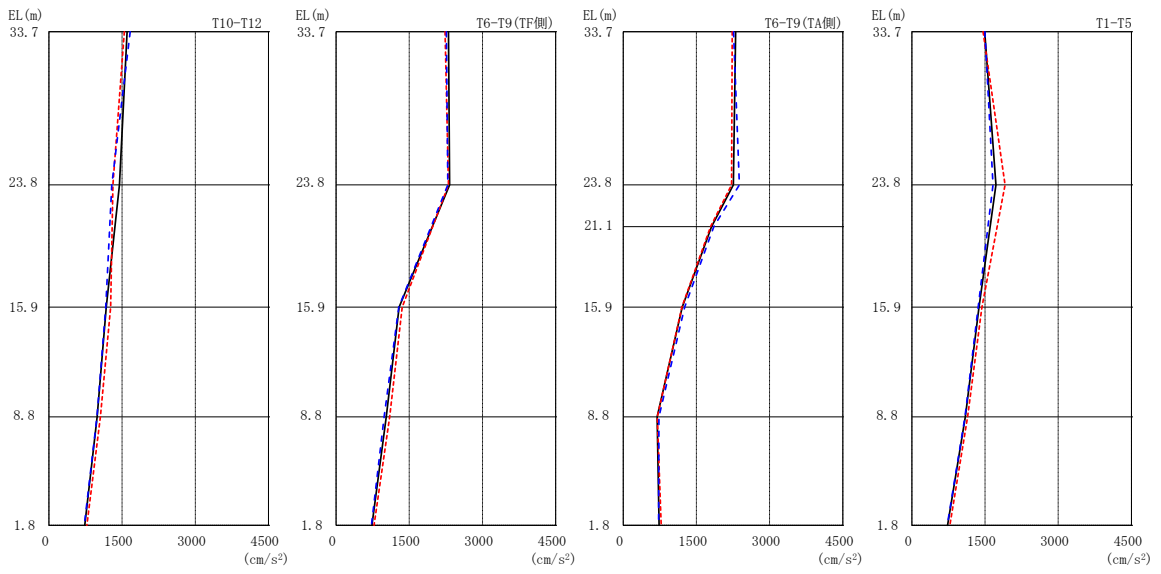
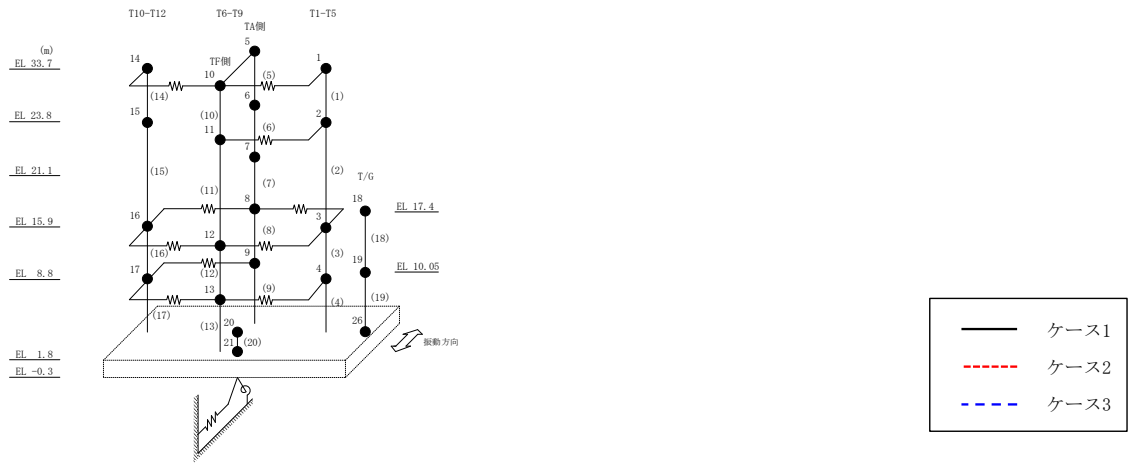
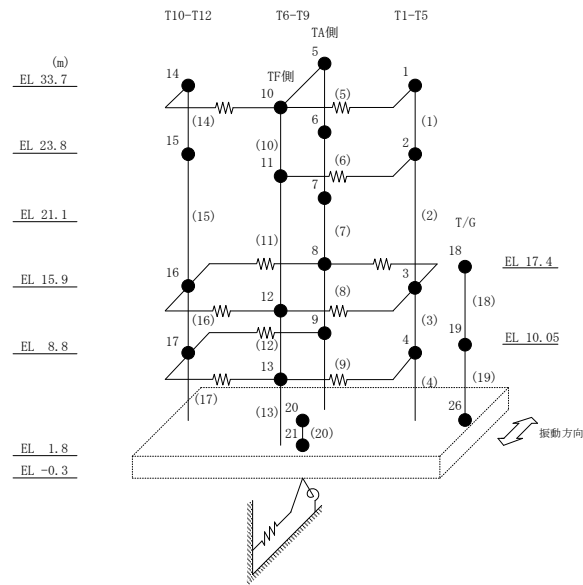


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	1495	1460	1498
	23.8	2	1723	1911	1665
	15.9	3	1377	1437	1360
	8.8	4	1097	1142	1090
T6-T9 (TA側)	33.7	5	2303	2234	2262
	23.8	6	2257	2221	2382
	21.1	7	1809	1789	1857
	15.9	8	1209	1203	1257
	8.8	9	696	697	732
T6-T9 (TF側)	33.7	10	2303	2234	2262
	23.8	11	2328	2303	2291
	15.9	12	1293	1354	1284
	8.8	13	1028	1099	984
T10-T12	33.7	14	1602	1544	1667
	23.8	15	1444	1312	1287
	15.9	16	1174	1266	1165
	8.8	17	989	1053	985
	1.8	20	733	779	724



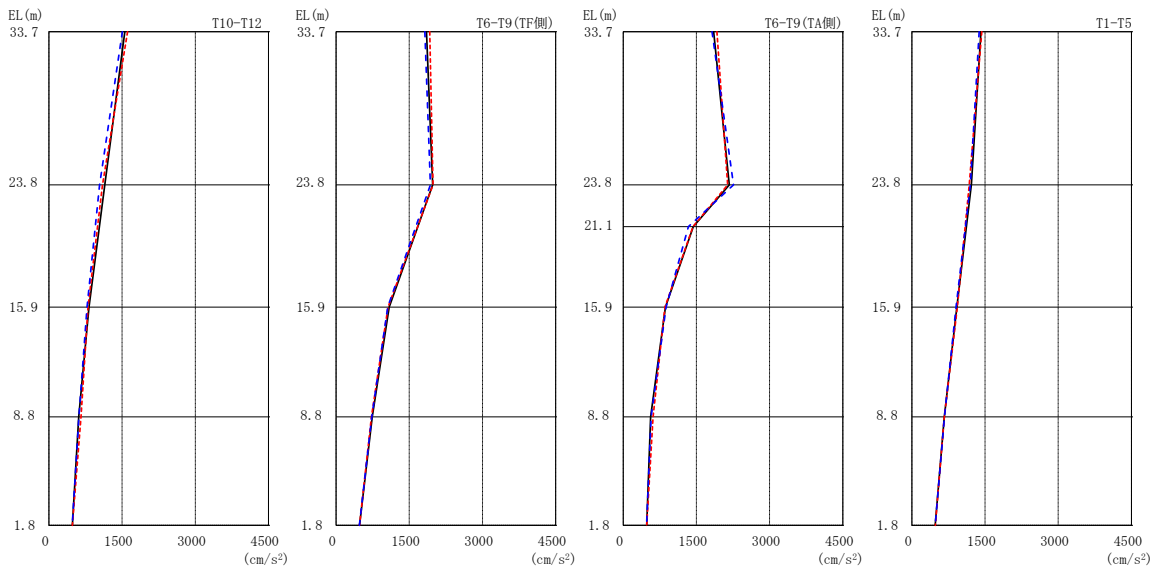
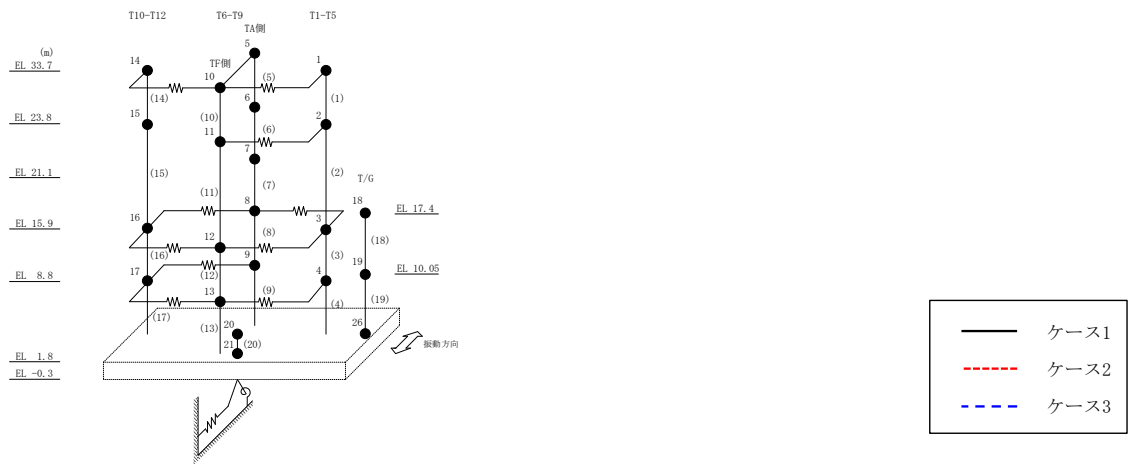
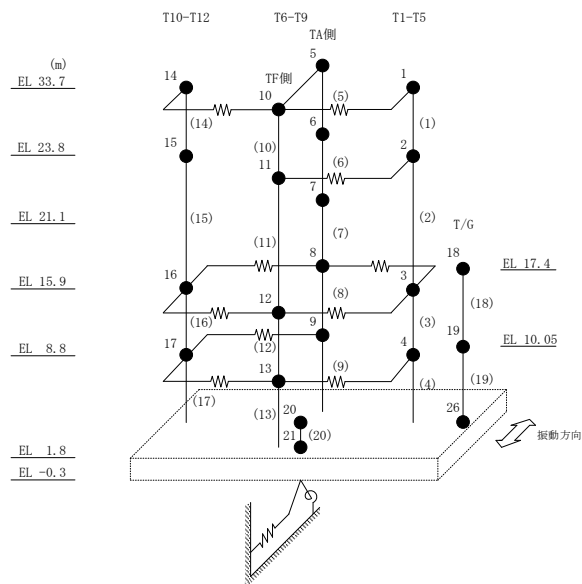


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - F1$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	1418	1432	1379
	23.8	2	1219	1176	1198
	15.9	3	923	933	906
	8.8	4	665	665	670
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1854	1919	1820
	23.8	6	2174	2140	2261
	21.1	7	1436	1430	1337
	15.9	8	866	856	878
	8.8	9	561	611	571
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1854	1919	1820
	23.8	11	1981	1986	1933
	15.9	12	1087	1064	1058
	8.8	13	741	723	732
T10-T12	33.7	14	1557	1614	1504
	23.8	15	1146	1098	1037
	15.9	16	821	802	780
	8.8	17	611	657	613
	1.8	20	479	481	478



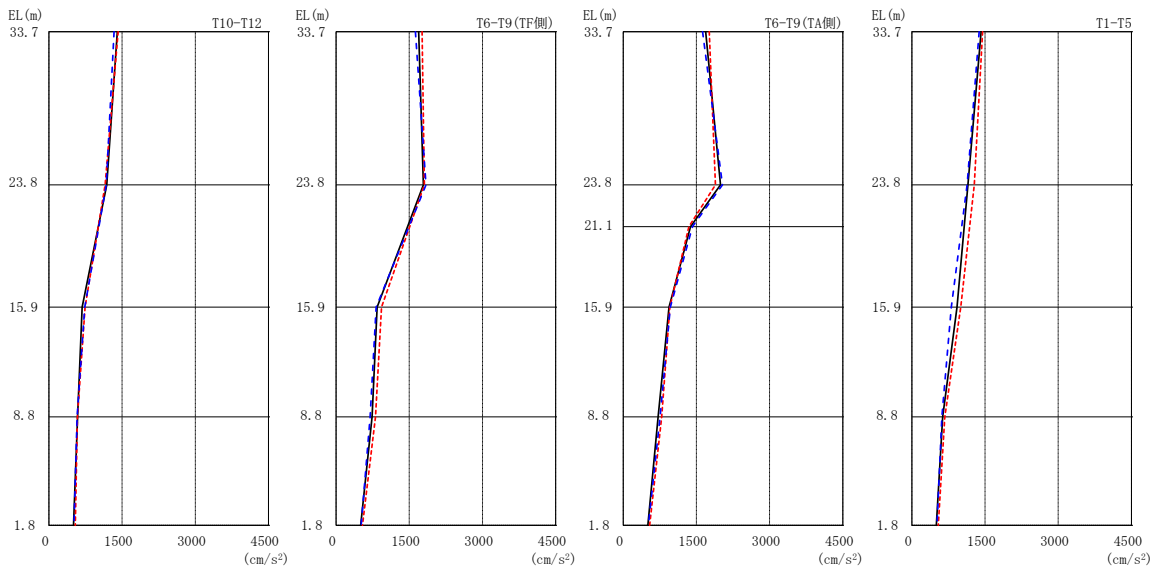
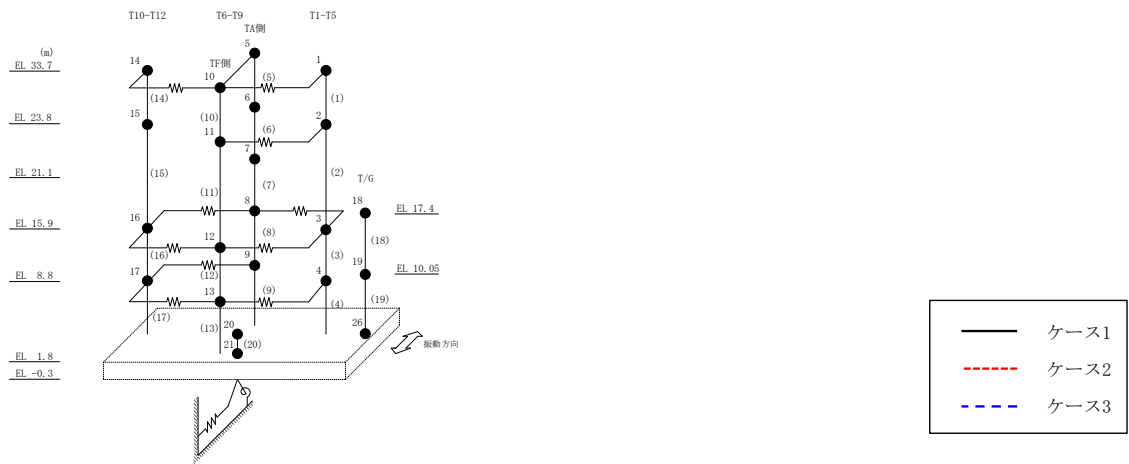
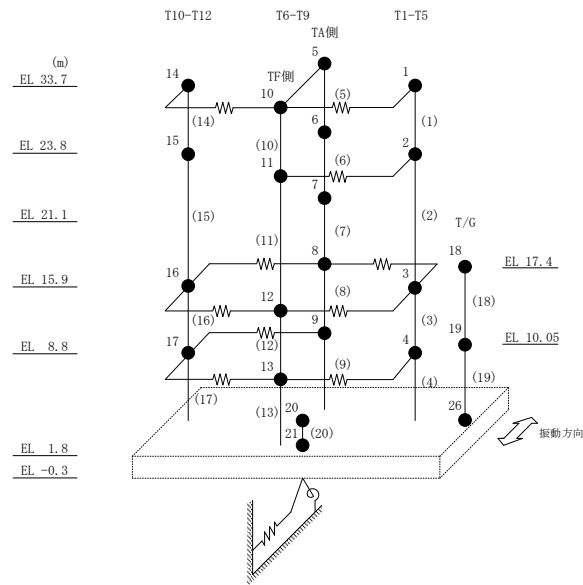


図 2-3 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-3 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - F 2$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	1420	1449	1379
	23.8	2	1149	1280	1134
	15.9	3	927	1002	809
	8.8	4	632	676	615
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1691	1764	1626
	23.8	6	1994	1891	2032
	21.1	7	1380	1346	1420
	15.9	8	937	956	965
	8.8	9	714	788	756
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1691	1764	1626
	23.8	11	1791	1811	1843
	15.9	12	842	931	822
	8.8	13	739	806	698
T10-T12	33.7	14	1402	1418	1335
	23.8	15	1185	1152	1176
	15.9	16	681	742	735
	8.8	17	587	583	576
	1.8	20	503	541	514



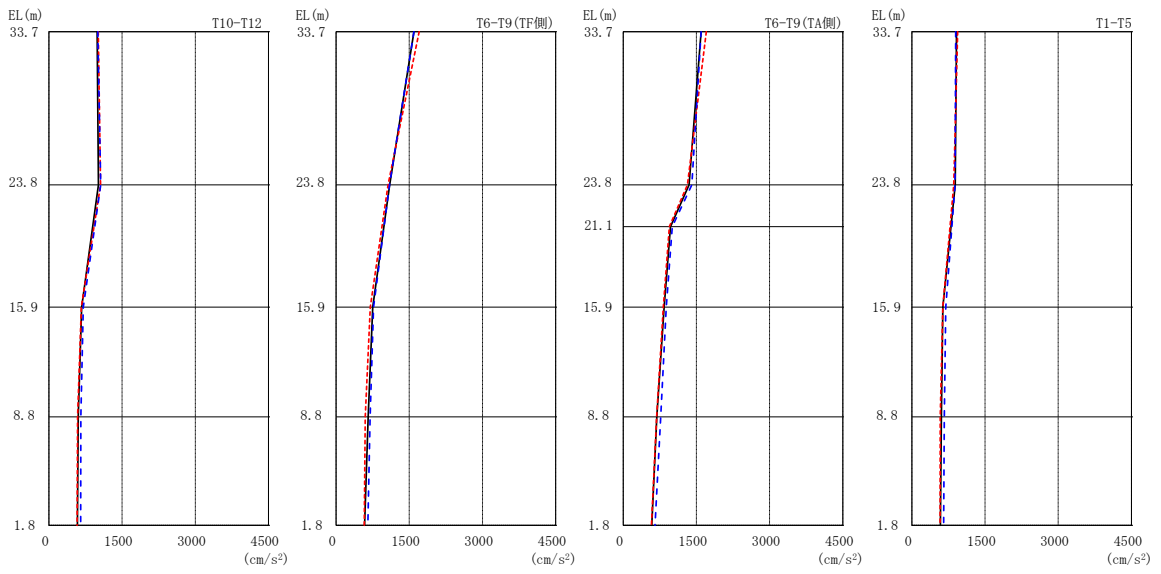
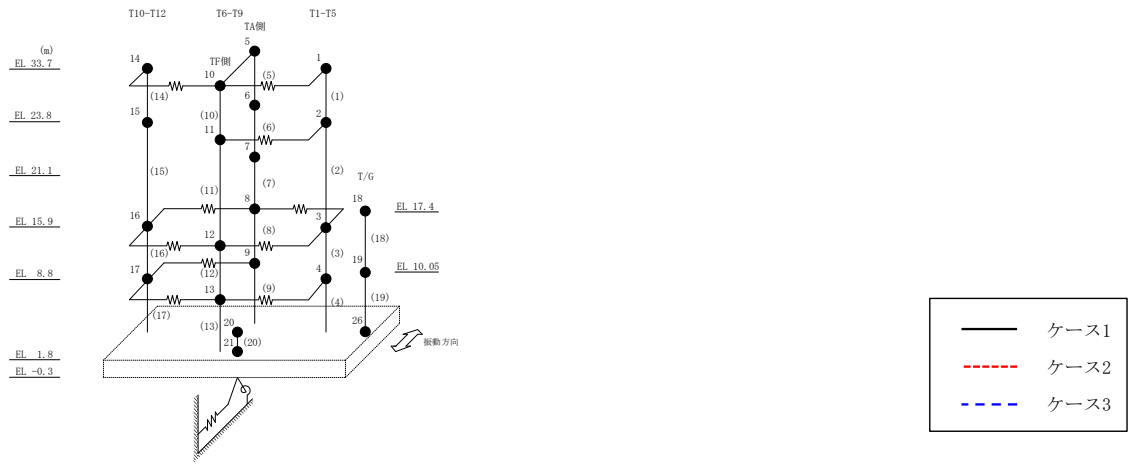
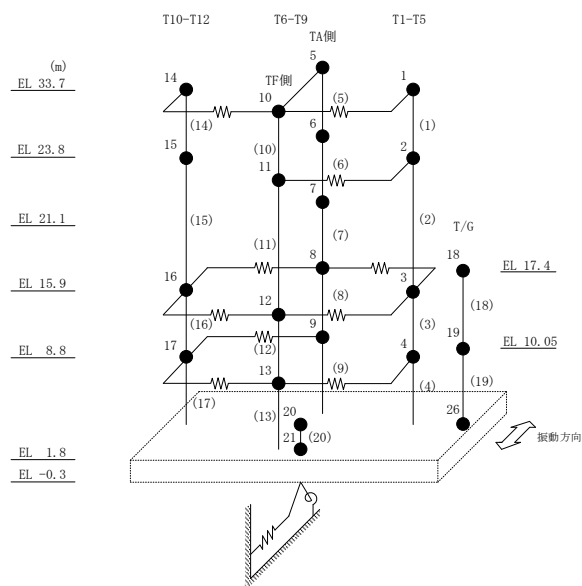


図 2-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-4 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	914	939	898
	23.8	2	890	860	884
	15.9	3	634	635	694
	8.8	4	604	583	666
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1596	1703	1595
	23.8	6	1349	1315	1406
	21.1	7	967	945	1006
	15.9	8	840	821	882
	8.8	9	688	685	769
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1596	1703	1595
	23.8	11	1098	1063	1094
	15.9	12	750	702	767
	8.8	13	656	597	697
T10-T12	33.7	14	987	1010	1002
	23.8	15	1015	1056	1061
	15.9	16	670	665	705
	8.8	17	599	586	653
	1.8	20	585	577	650



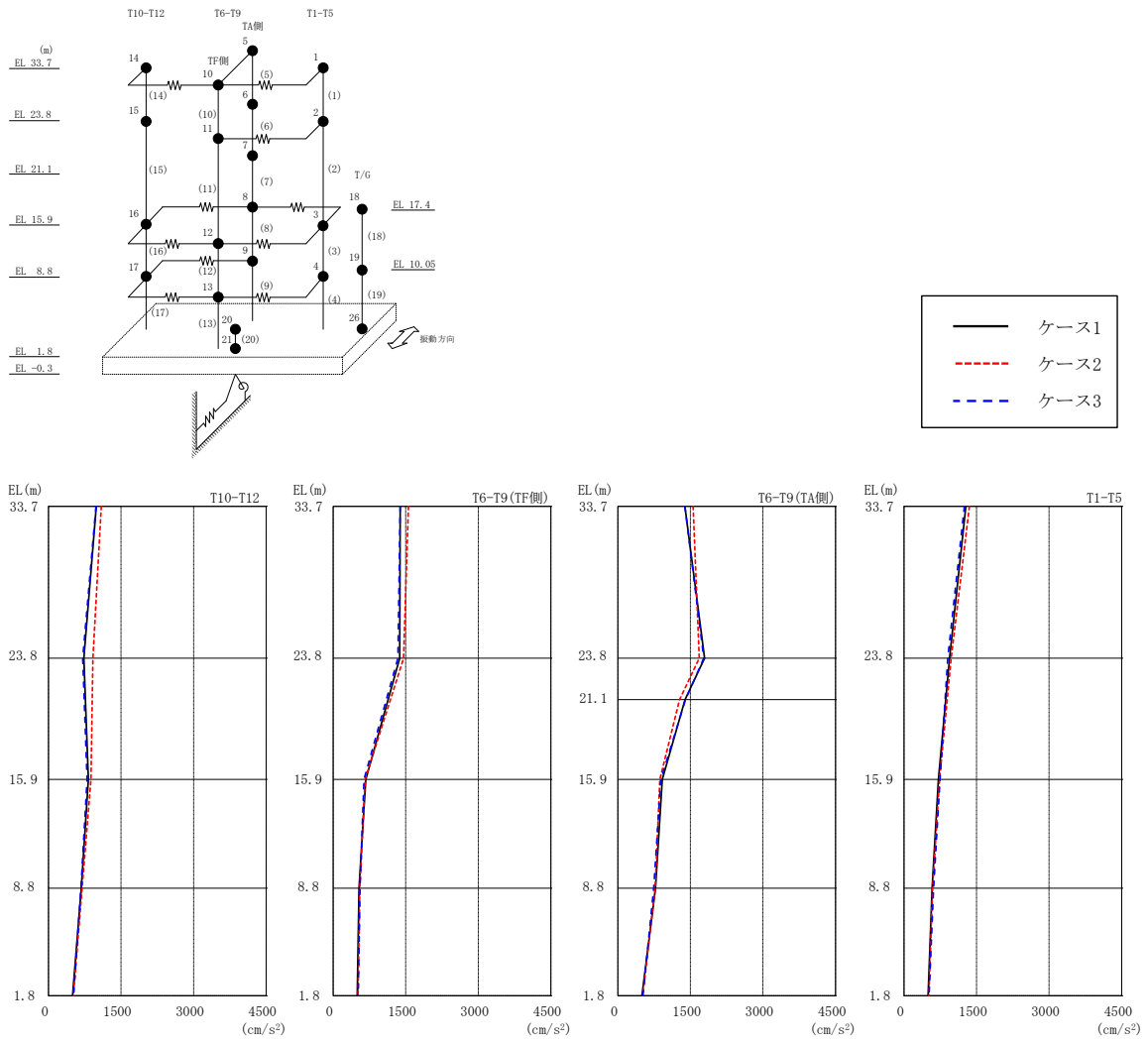
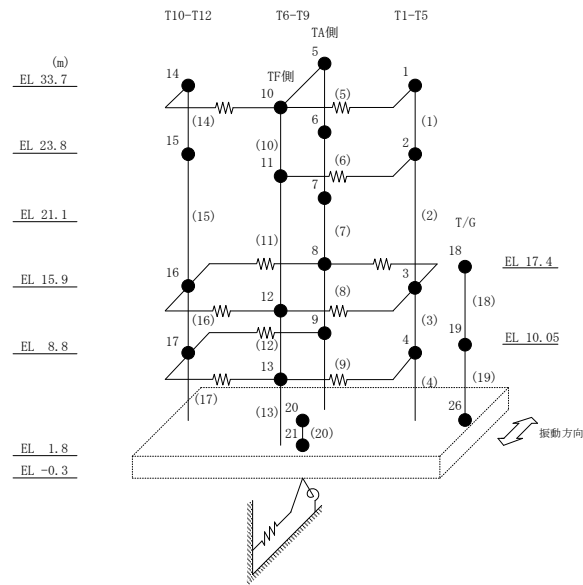


図 2-5 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

表 2-5 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - N2NS$ ，NS方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	1279	1352	1249
	23.8	2	942	975	904
	15.9	3	713	735	745
	8.8	4	581	592	613
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1386	1556	1386
	23.8	6	1794	1684	1776
	21.1	7	1388	1277	1399
	15.9	8	918	870	887
	8.8	9	779	772	743
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1386	1556	1386
	23.8	11	1377	1455	1338
	15.9	12	675	660	638
	8.8	13	536	549	555
T10-T12	33.7	14	987	1092	982
	23.8	15	731	919	709
	15.9	16	823	876	799
	8.8	17	678	693	669
	1.8	20	498	515	518



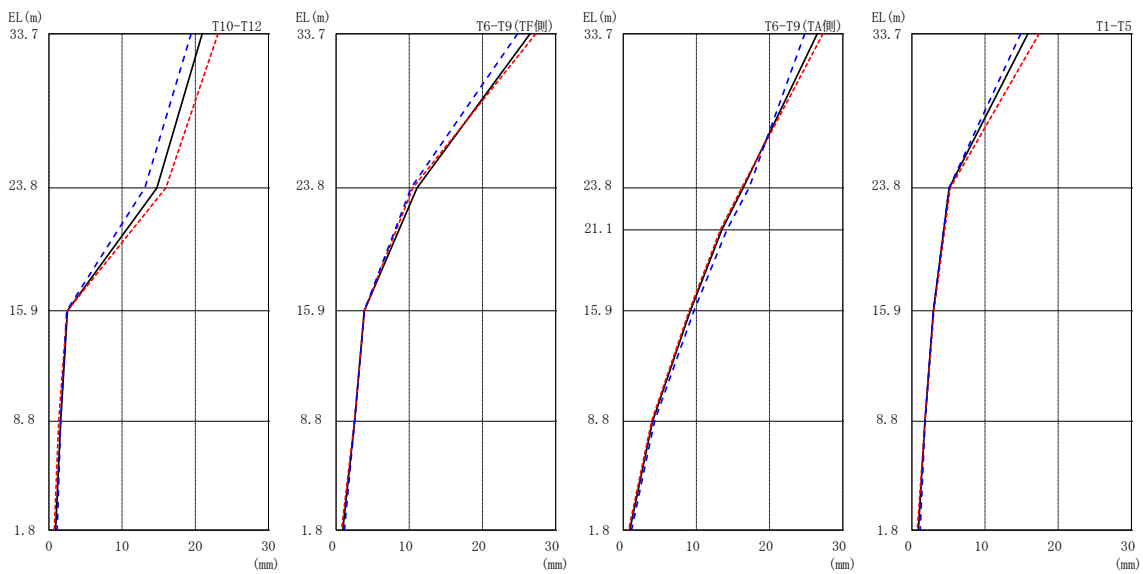
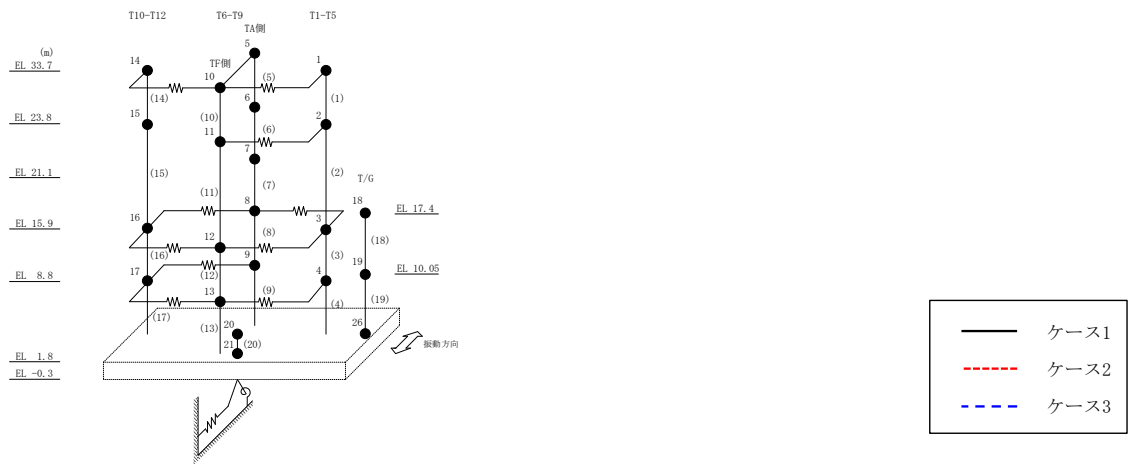
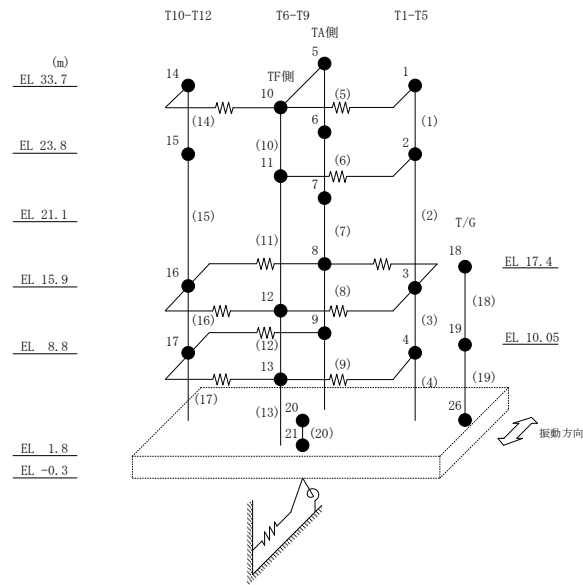


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-6 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	15.84	17.40	14.88
	23.8	2	5.09	5.23	5.07
	15.9	3	2.94	3.02	2.95
	8.8	4	1.79	1.82	1.81
T6-T9 (TA側)	33.7	5	26.52	27.29	24.80
	23.8	6	16.39	16.18	17.19
	21.1	7	13.46	13.27	14.15
	15.9	8	9.18	9.02	9.67
	8.8	9	4.01	3.88	4.27
T6-T9 (TF側)	33.7	10	26.52	27.29	24.80
	23.8	11	11.06	10.49	10.24
	15.9	12	3.86	3.90	3.86
	8.8	13	2.54	2.52	2.53
T10-T12	33.7	14	20.95	23.10	19.43
	23.8	15	14.76	15.97	13.11
	15.9	16	2.54	2.49	2.41
	8.8	17	1.60	1.33	1.61
	1.8	20	0.90	0.74	1.14



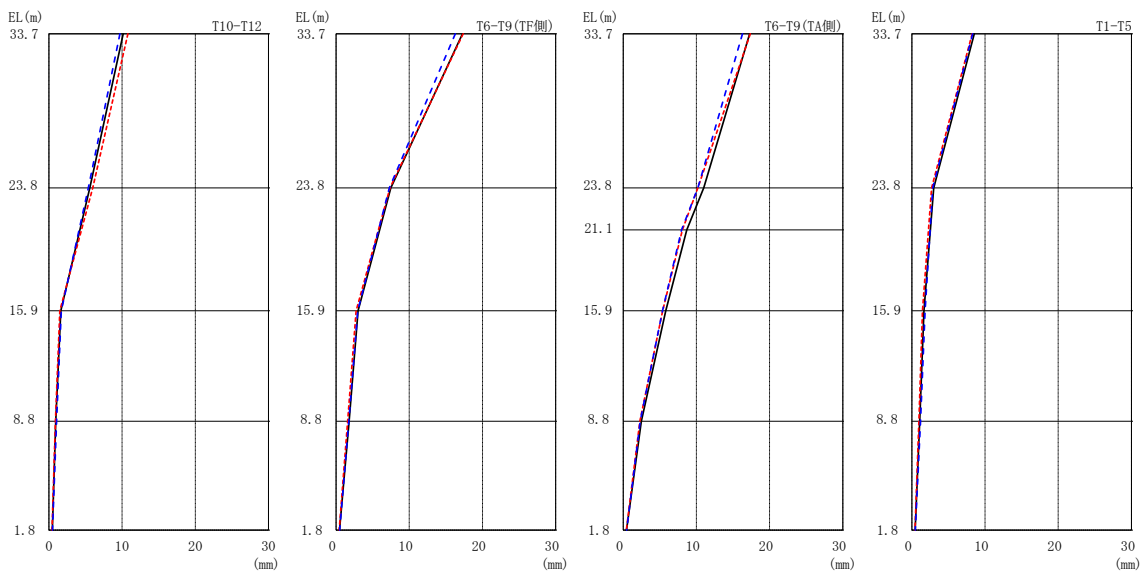
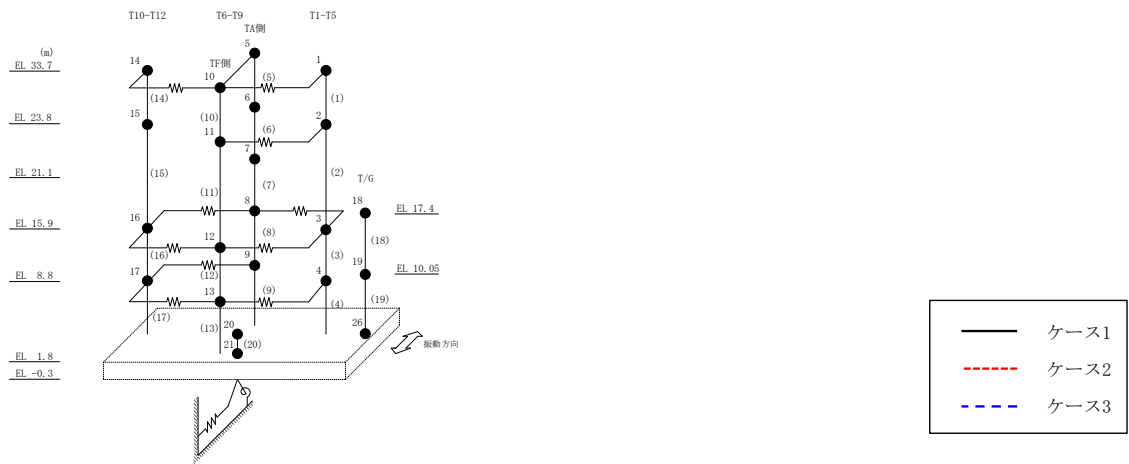
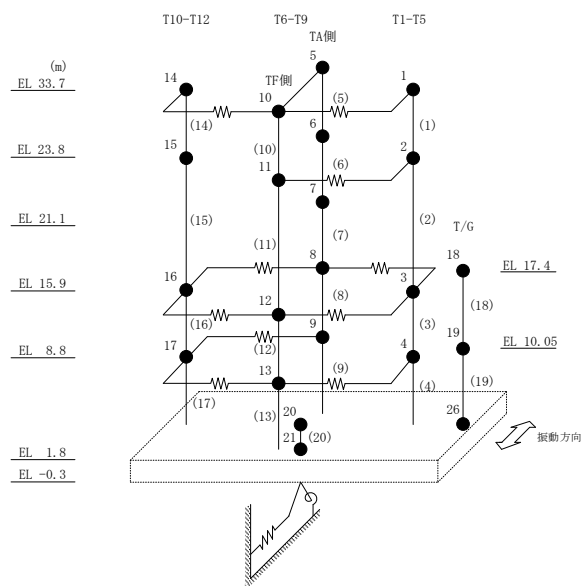


図 2-7 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - F_1$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	8.53	8.25	8.31
	23.8	2	3.00	2.70	2.86
	15.9	3	1.64	1.45	1.81
	8.8	4	1.08	0.97	1.19
T6-T9 (TA側)	33.7	5	17.28	17.37	16.30
	23.8	6	10.99	10.20	10.20
	21.1	7	8.68	8.09	7.98
	15.9	8	5.81	5.39	5.36
	8.8	9	2.48	2.28	2.31
T6-T9 (TF側)	33.7	10	17.28	17.37	16.30
	23.8	11	7.48	7.38	7.28
	15.9	12	3.01	2.74	2.96
	8.8	13	1.78	1.57	1.74
T10-T12	33.7	14	10.15	10.79	9.71
	23.8	15	5.59	5.98	5.38
	15.9	16	1.62	1.49	1.70
	8.8	17	0.94	0.88	1.04
	1.8	20	0.46	0.42	0.48



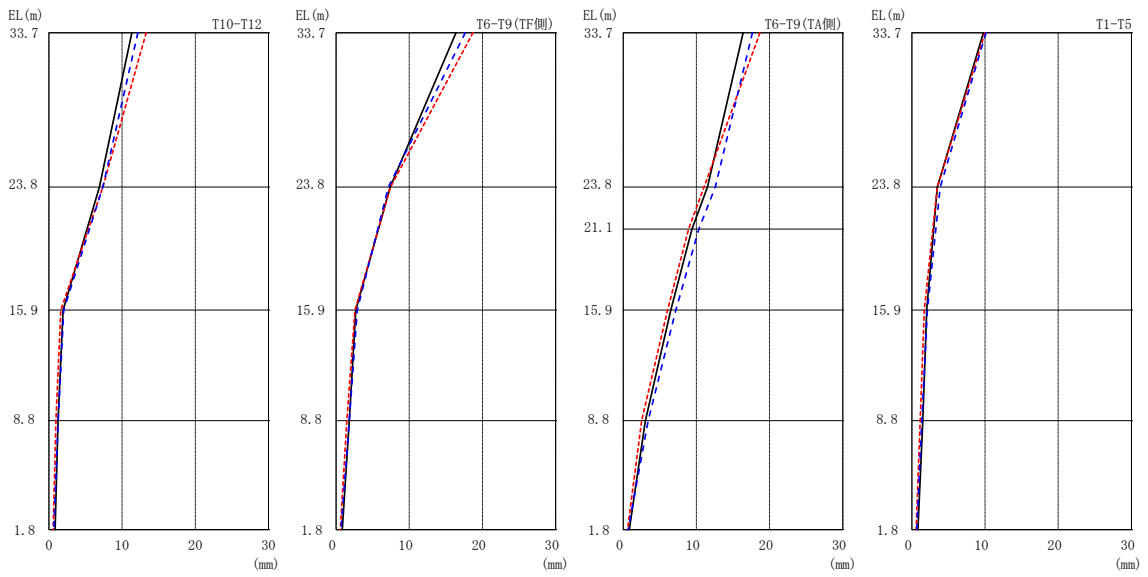
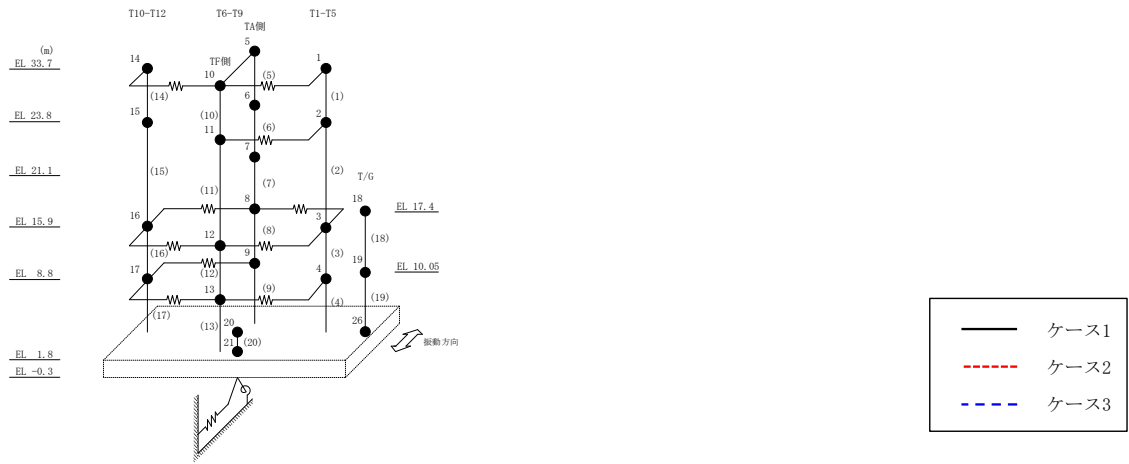
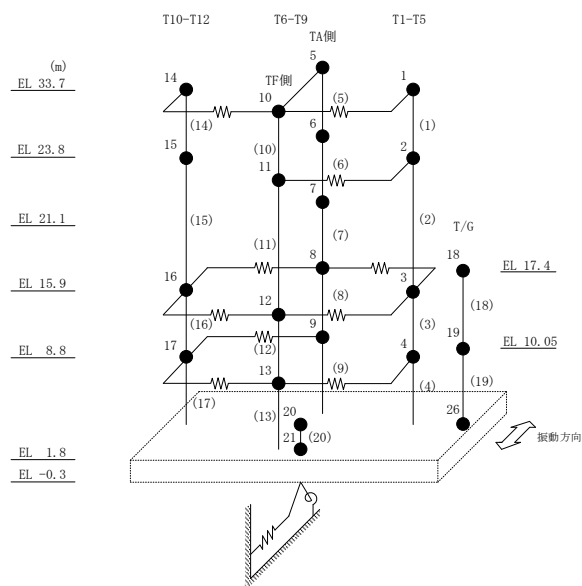


図 2-8 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F_2$, NS 方向)

表 2-8 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - F_2$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	9.77	10.00	10.14
	23.8	2	3.48	3.48	3.88
	15.9	3	2.03	1.70	2.12
	8.8	4	1.50	1.14	1.37
T6-T9 (TA側)	33.7	5	16.39	18.69	17.66
	23.8	6	11.52	11.04	12.57
	21.1	7	9.38	8.92	10.33
	15.9	8	6.49	6.05	7.19
	8.8	9	3.03	2.52	3.40
T6-T9 (TF側)	33.7	10	16.39	18.69	17.66
	23.8	11	7.39	7.44	7.15
	15.9	12	2.68	2.59	2.90
	8.8	13	1.81	1.47	1.80
T10-T12	33.7	14	11.32	13.29	12.14
	23.8	15	6.89	7.35	7.37
	15.9	16	1.93	1.62	2.02
	8.8	17	1.23	0.95	1.28
	1.8	20	0.84	0.57	0.67



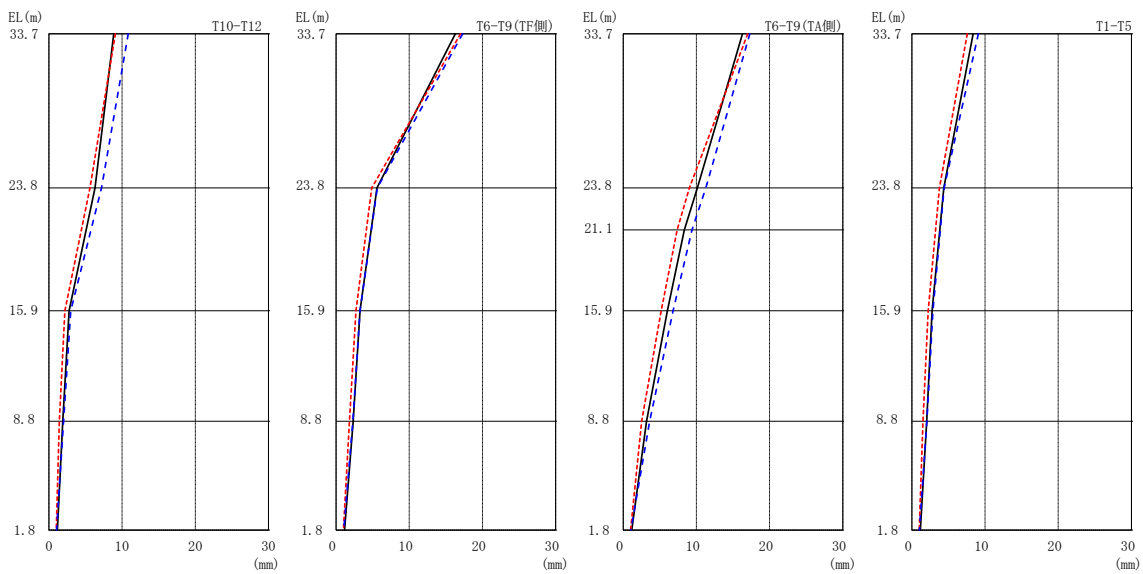
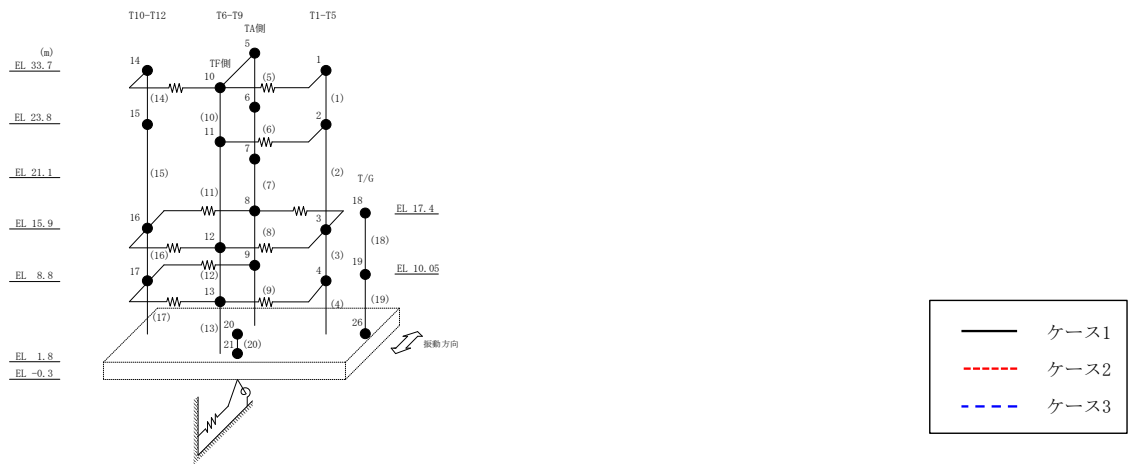
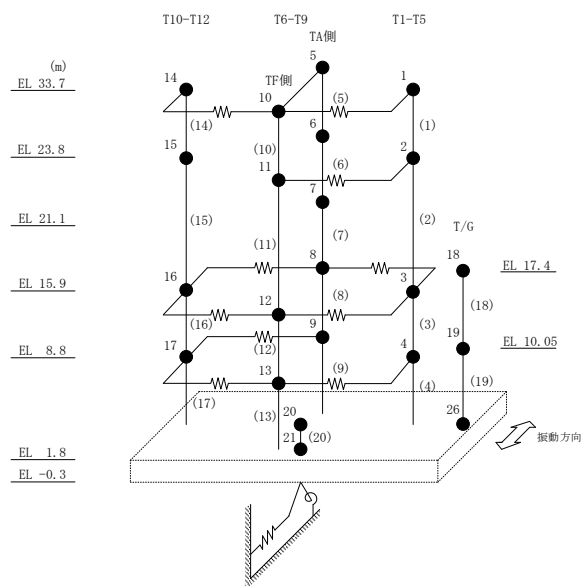


図 2-9 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-9 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	8.37	7.56	9.09
	23.8	2	4.36	3.78	4.40
	15.9	3	2.78	2.23	2.87
	8.8	4	2.02	1.53	2.06
T6-T9 (TA側)	33.7	5	16.30	17.01	17.30
	23.8	6	10.12	9.04	11.29
	21.1	7	8.36	7.37	9.40
	15.9	8	6.04	5.19	6.82
	8.8	9	3.18	2.52	3.60
T6-T9 (TF側)	33.7	10	16.30	17.01	17.30
	23.8	11	5.59	4.87	5.63
	15.9	12	3.28	2.73	3.27
	8.8	13	2.33	1.82	2.30
T10-T12	33.7	14	8.87	9.08	10.84
	23.8	15	6.30	5.61	7.18
	15.9	16	2.77	2.18	2.98
	8.8	17	1.88	1.42	2.01
	1.8	20	1.15	1.00	1.04



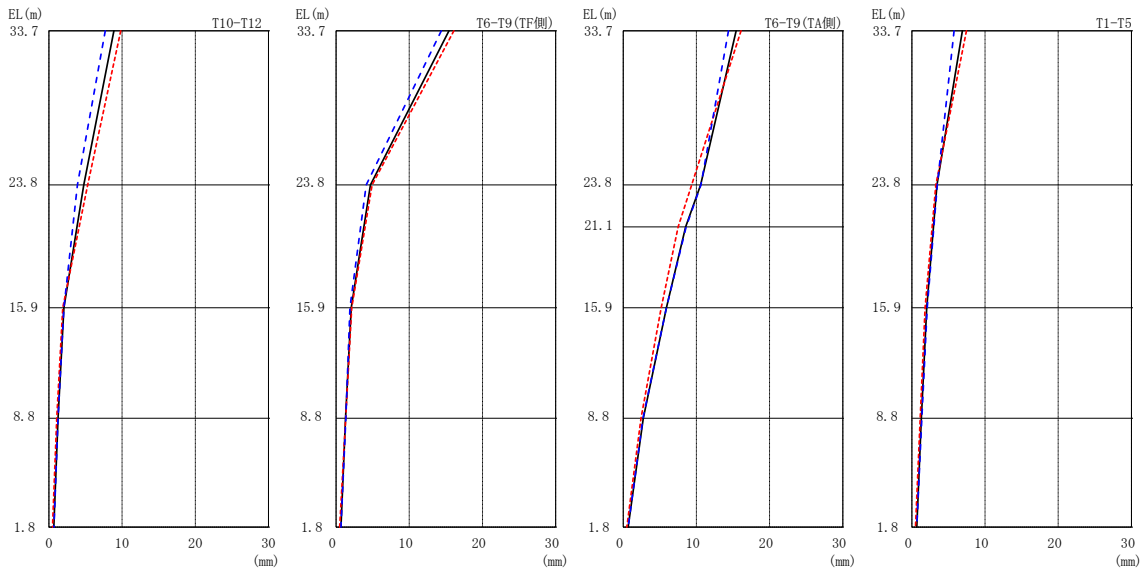
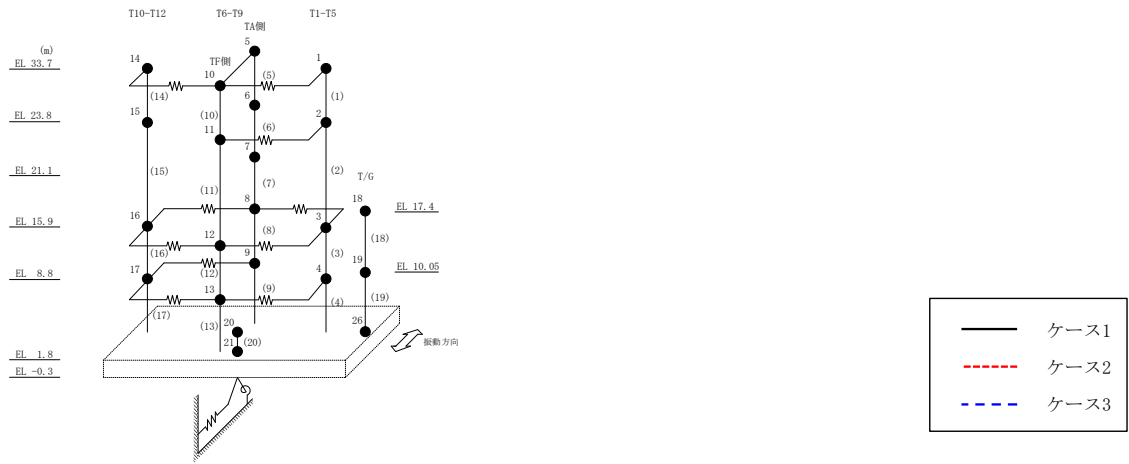
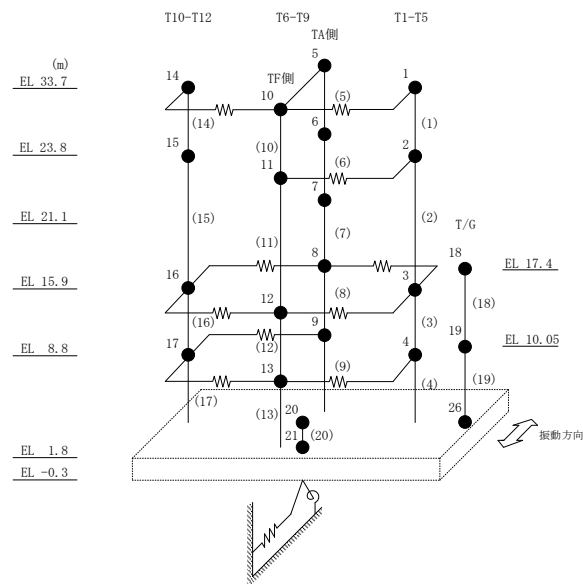


図 2-10 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, NS 方向)

表 2-10 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7	1	6.90	7.46	5.77
	23.8	2	3.42	3.28	3.49
	15.9	3	2.02	1.81	2.11
	8.8	4	1.30	1.13	1.36
T6-T9 (TA側)	33.7	5	15.42	16.10	14.37
	23.8	6	10.56	9.35	10.61
	21.1	7	8.53	7.50	8.58
	15.9	8	5.90	5.20	5.91
	8.8	9	2.74	2.42	2.70
T6-T9 (TF側)	33.7	10	15.42	16.10	14.37
	23.8	11	4.70	4.91	4.12
	15.9	12	2.06	2.13	1.89
	8.8	13	1.30	1.31	1.32
T10-T12	33.7	14	8.87	9.82	7.69
	23.8	15	4.76	5.30	3.90
	15.9	16	2.03	1.89	2.04
	8.8	17	1.24	1.06	1.25
	1.8	20	0.66	0.49	0.68



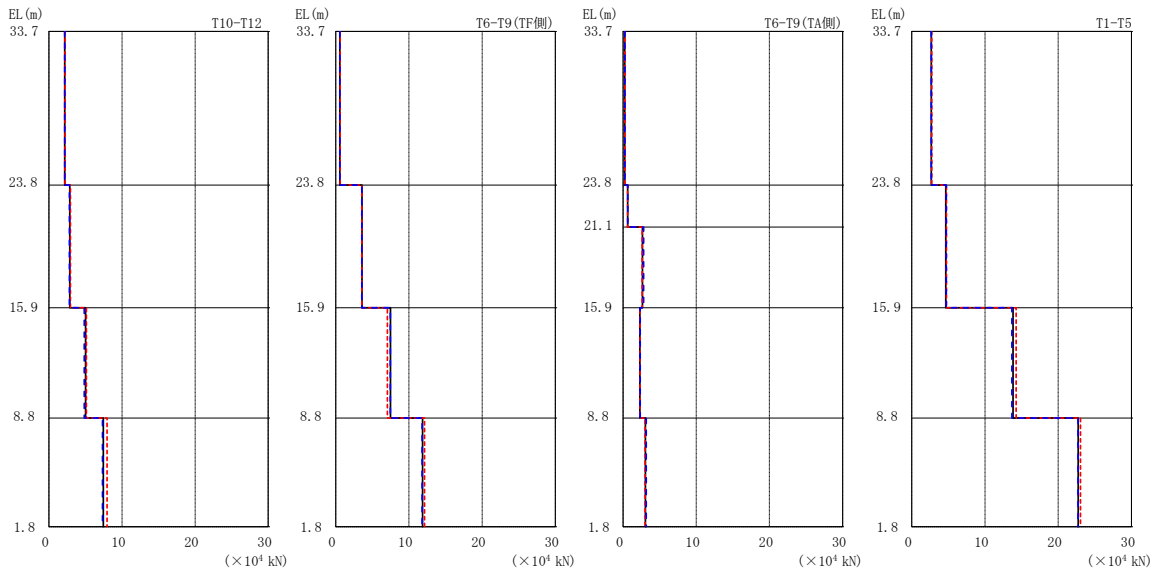
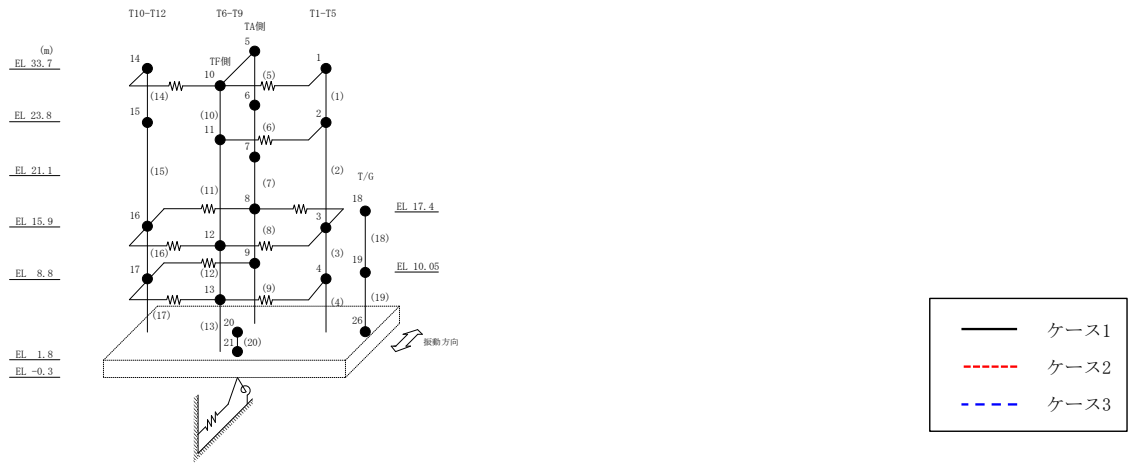
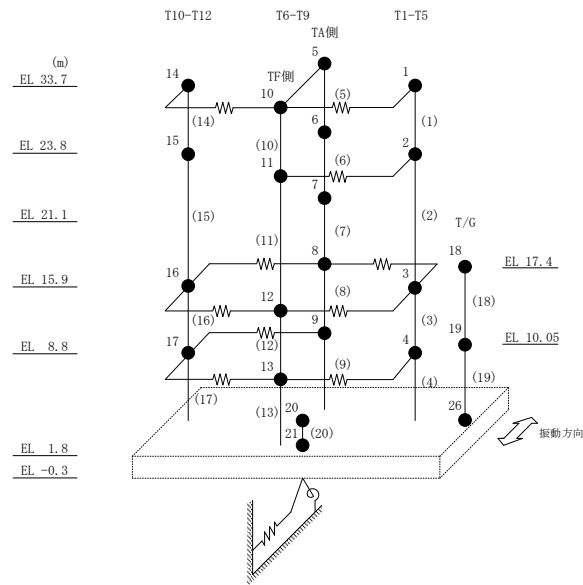


図 2-11 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-11 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	2.66	2.73	2.65
	23.8~15.9	2	4.65	4.73	4.71
	15.9~8.8	3	13.8	14.3	13.7
	8.8~1.8	4	22.7	23.0	22.7
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.232	0.253	0.243
	23.8~21.1	6	0.630	0.626	0.647
	21.1~15.9	7	2.66	2.61	2.82
	15.9~8.8	8	2.30	2.32	2.34
	8.8~1.8	9	3.06	3.01	3.17
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.571	0.598	0.555
	23.8~15.9	11	3.59	3.57	3.57
	15.9~8.8	12	7.47	7.05	7.46
	8.8~1.8	13	11.9	12.1	11.8
T10-T12	33.7~23.8	14	2.16	2.20	2.16
	23.8~15.9	15	2.85	2.94	2.81
	15.9~8.8	16	5.00	5.13	4.84
	8.8~1.8	17	7.43	7.95	7.32



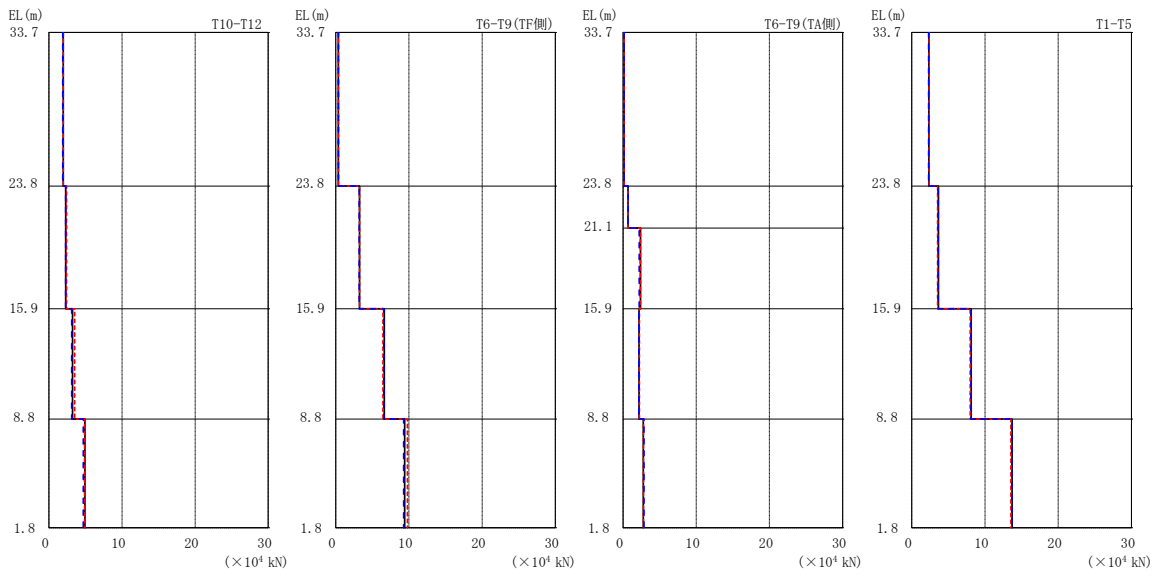
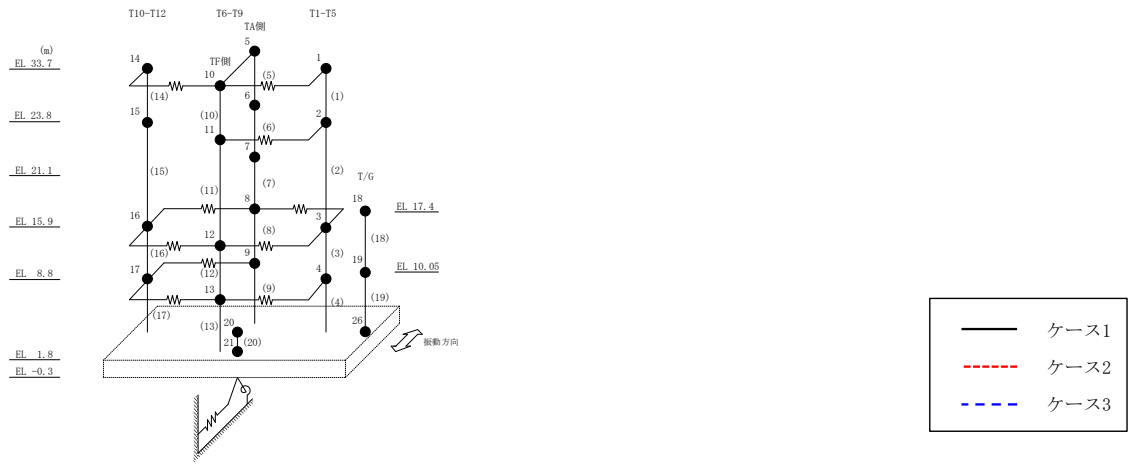
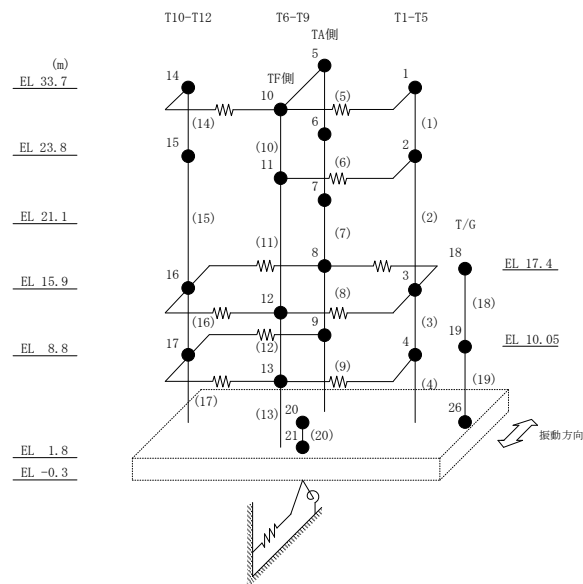


図 2-12 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-12 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	2.33	2.37	2.32
	23.8~15.9	2	3.65	3.52	3.60
	15.9~8.8	3	8.12	7.98	8.09
	8.8~1.8	4	13.7	13.5	13.7
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.133	0.132	0.138
	23.8~21.1	6	0.666	0.642	0.693
	21.1~15.9	7	2.39	2.36	2.22
	15.9~8.8	8	2.19	2.23	2.17
	8.8~1.8	9	2.76	2.79	2.85
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.354	0.368	0.353
	23.8~15.9	11	3.26	3.26	3.21
	15.9~8.8	12	6.63	6.46	6.58
	8.8~1.8	13	9.41	9.80	9.29
T10-T12	33.7~23.8	14	1.96	1.96	1.89
	23.8~15.9	15	2.29	2.39	2.29
	15.9~8.8	16	3.23	3.50	3.11
	8.8~1.8	17	4.91	4.88	4.69



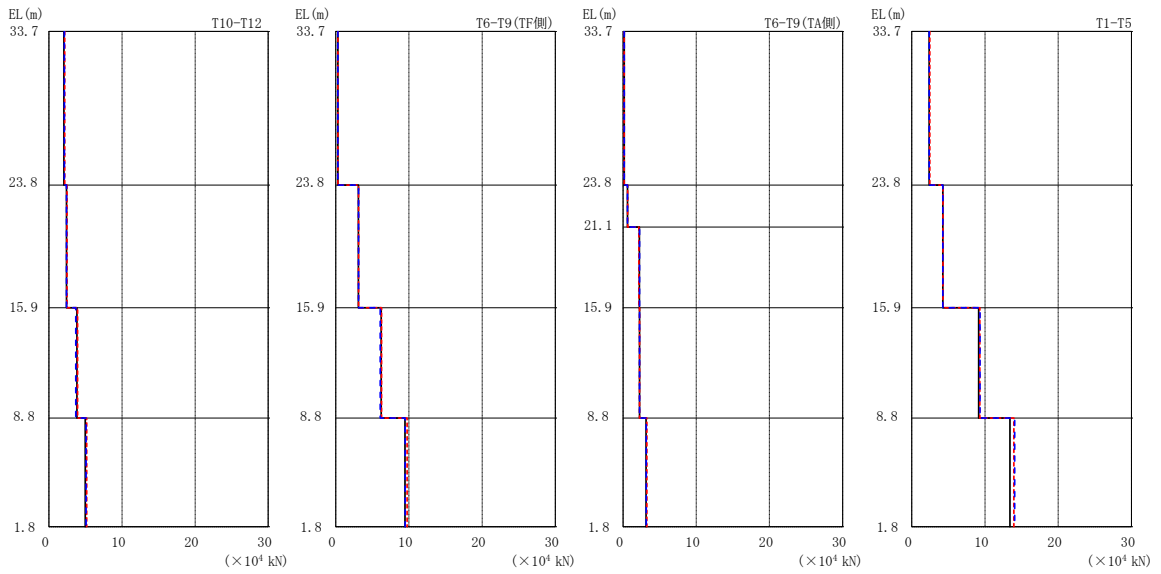
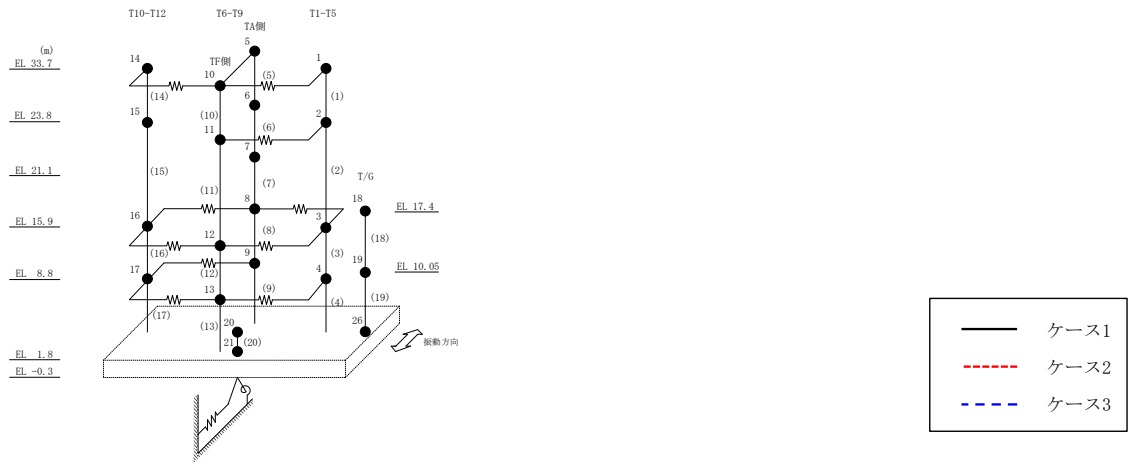
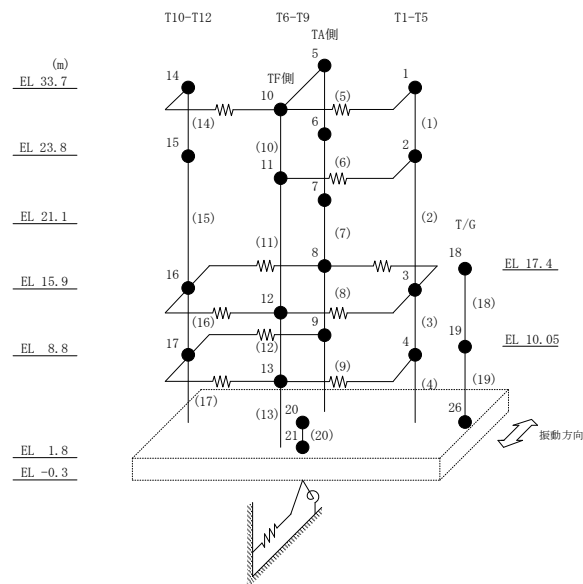


図 2-13 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-13 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	2.38	2.47	2.38
	23.8~15.9	2	4.25	4.27	4.24
	15.9~8.8	3	9.13	9.30	9.31
	8.8~1.8	4	13.4	14.0	14.1
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.151	0.164	0.152
	23.8~21.1	6	0.614	0.627	0.603
	21.1~15.9	7	2.23	2.15	2.25
	15.9~8.8	8	2.25	2.26	2.24
	8.8~1.8	9	3.15	3.26	3.17
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.287	0.307	0.298
	23.8~15.9	11	3.09	3.13	3.12
	15.9~8.8	12	6.21	6.25	6.08
	8.8~1.8	13	9.46	9.75	9.49
T10-T12	33.7~23.8	14	2.04	2.17	2.10
	23.8~15.9	15	2.40	2.47	2.41
	15.9~8.8	16	3.83	3.91	3.68
	8.8~1.8	17	4.97	5.16	5.07



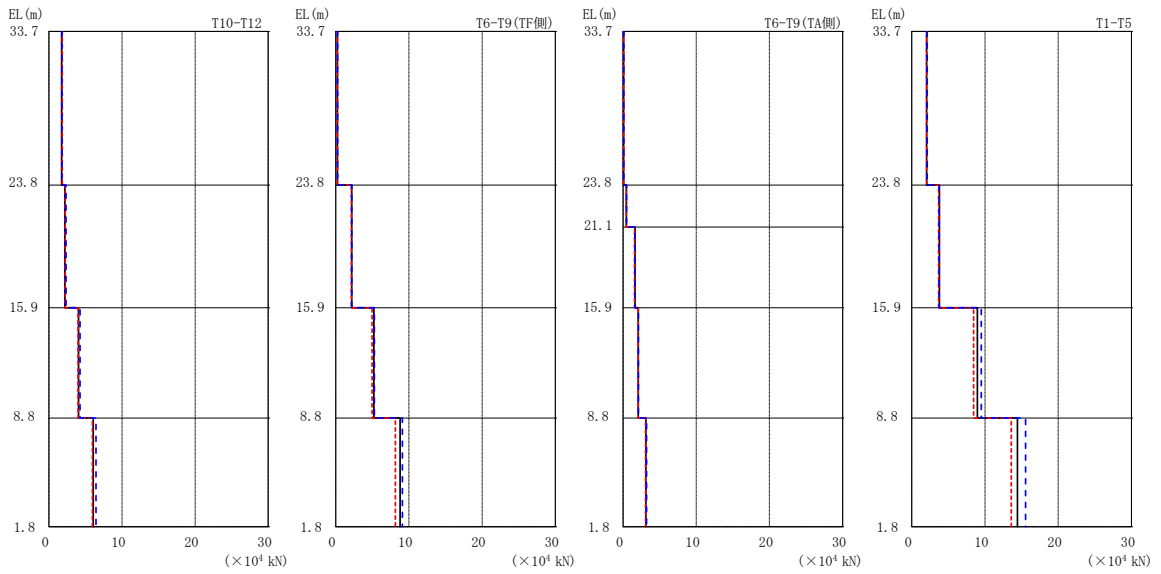
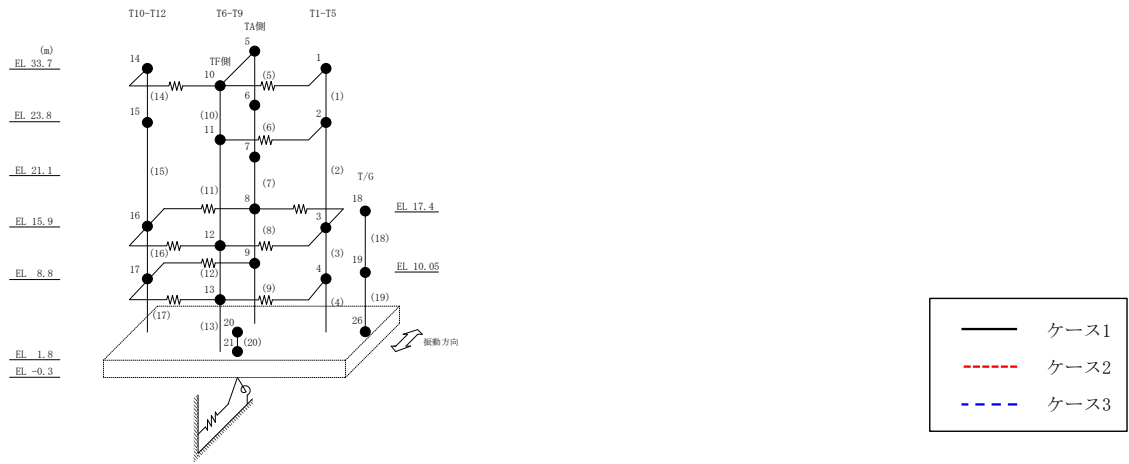
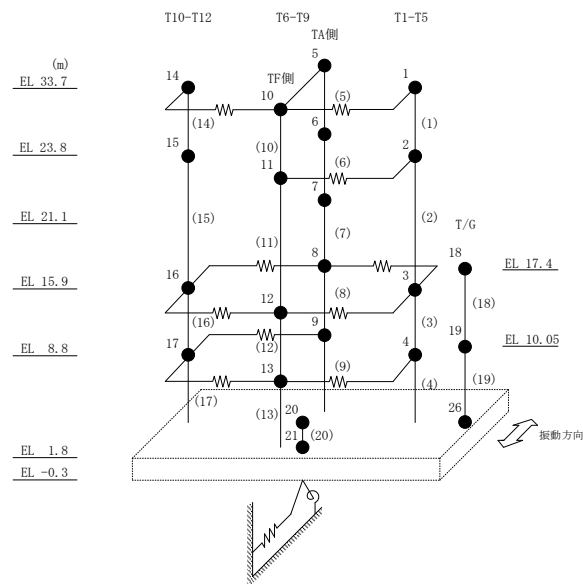


図 2-14 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-14 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	2.02	2.06	2.11
	23.8~15.9	2	3.78	3.67	3.73
	15.9~8.8	3	8.95	8.44	9.49
	8.8~1.8	4	14.4	13.6	15.5
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.0792	0.0843	0.0818
	23.8~21.1	6	0.456	0.454	0.469
	21.1~15.9	7	1.62	1.57	1.65
	15.9~8.8	8	2.08	2.07	2.10
	8.8~1.8	9	3.12	3.06	3.20
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.240	0.257	0.248
	23.8~15.9	11	2.20	2.14	2.18
	15.9~8.8	12	5.21	4.96	5.27
	8.8~1.8	13	8.78	8.15	9.11
T10-T12	33.7~23.8	14	1.74	1.81	1.78
	23.8~15.9	15	2.18	2.21	2.33
	15.9~8.8	16	4.05	3.99	4.25
	8.8~1.8	17	6.06	5.94	6.43



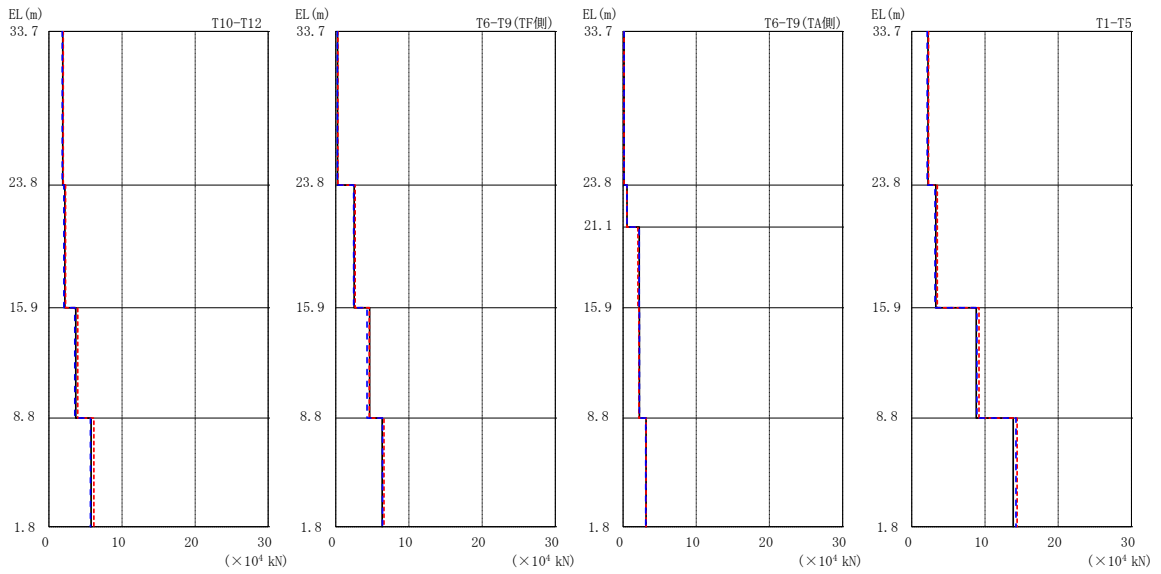
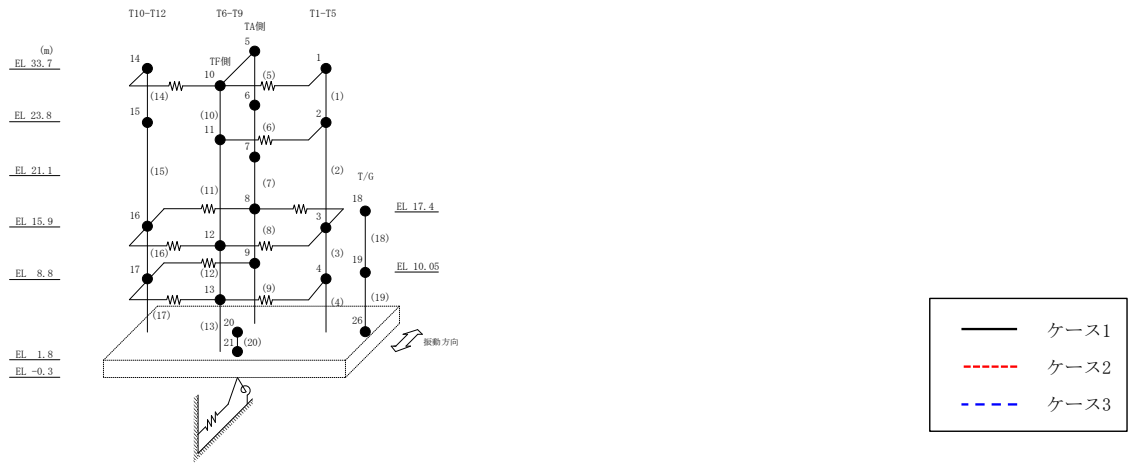
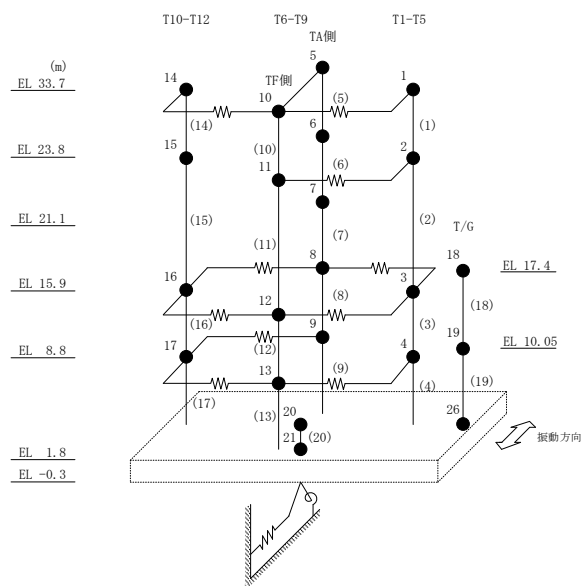


図 2-15 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

表 2-15 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	2.21	2.28	2.10
	23.8~15.9	2	3.29	3.48	3.17
	15.9~8.8	3	8.81	9.18	8.90
	8.8~1.8	4	13.9	14.4	14.2
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.127	0.139	0.136
	23.8~21.1	6	0.543	0.522	0.534
	21.1~15.9	7	2.21	2.03	2.21
	15.9~8.8	8	2.22	2.16	2.23
	8.8~1.8	9	3.14	3.15	3.10
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.245	0.285	0.237
	23.8~15.9	11	2.52	2.65	2.45
	15.9~8.8	12	4.64	4.58	4.28
	8.8~1.8	13	6.36	6.59	6.40
T10-T12	33.7~23.8	14	1.90	1.94	1.82
	23.8~15.9	15	2.18	2.26	2.05
	15.9~8.8	16	3.66	3.93	3.53
	8.8~1.8	17	5.77	6.14	5.67



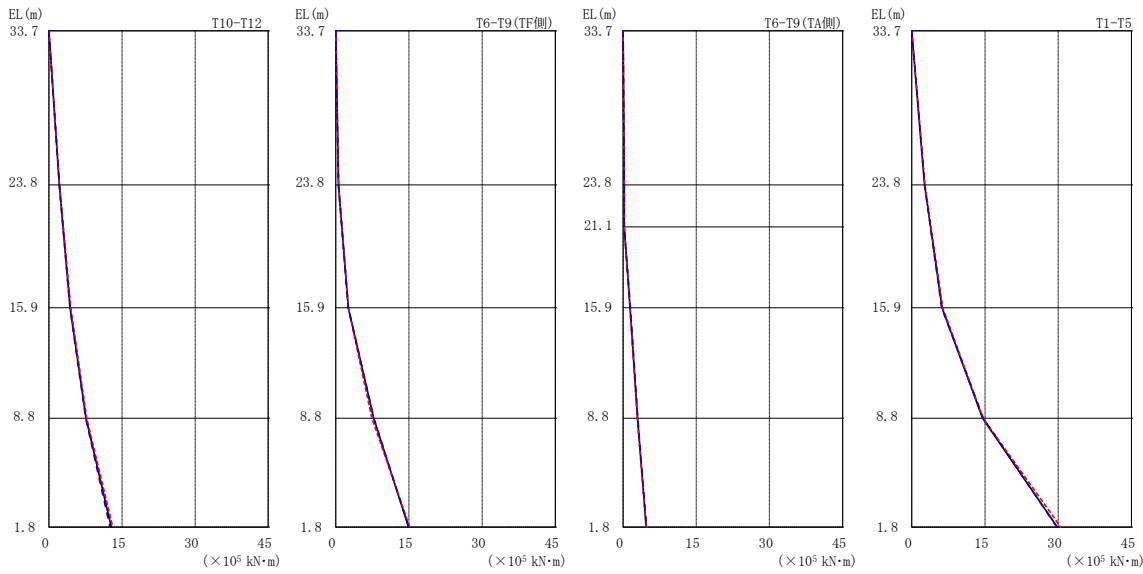
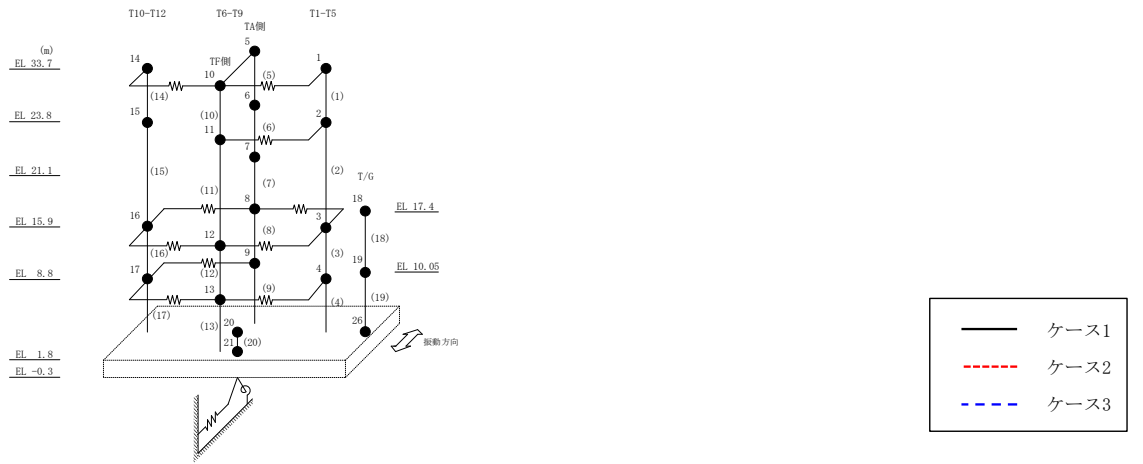
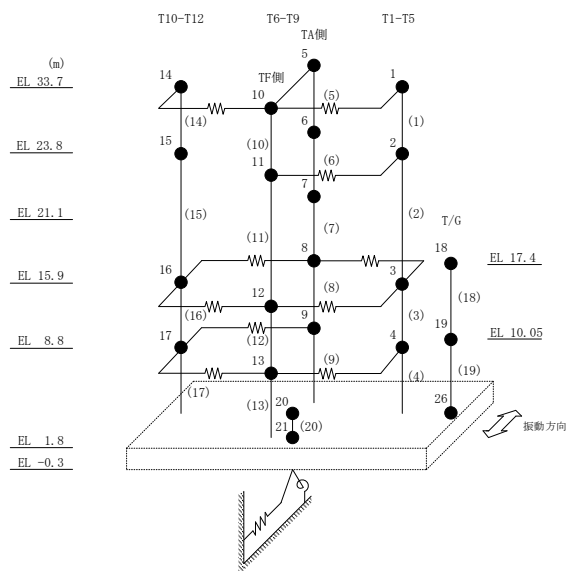


図 2-16 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-16 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			2.63	2.70	2.63
	23.8~15.9	2	2.63	2.70	2.63
			6.21	6.35	6.14
15.9~8.8	3	6.21	6.35	6.14	
		14.5	14.6	14.6	
8.8~1.8	4	14.5	14.6	14.6	
		29.8	30.5	29.7	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			0.230	0.250	0.241
	23.8~21.1	6	0.230	0.250	0.241
			0.234	0.239	0.215
	21.1~15.9	7	0.234	0.239	0.215
1.44			1.41	1.50	
15.9~8.8	8	1.44	1.41	1.50	
		2.98	2.92	3.02	
8.8~1.8	9	2.98	2.92	3.02	
		4.75	4.76	4.82	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00
			0.565	0.592	0.549
	23.8~15.9	11	0.565	0.592	0.549
			2.59	2.57	2.58
15.9~8.8	12	2.59	2.57	2.58	
		7.78	7.41	7.80	
8.8~1.8	13	7.78	7.41	7.80	
		14.9	15.1	15.0	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00
			2.13	2.18	2.13
	23.8~15.9	15	2.13	2.18	2.13
			4.34	4.48	4.30
15.9~8.8	16	4.34	4.48	4.30	
		7.61	7.75	7.54	
8.8~1.8	17	7.61	7.75	7.54	
		12.8	13.1	12.5	



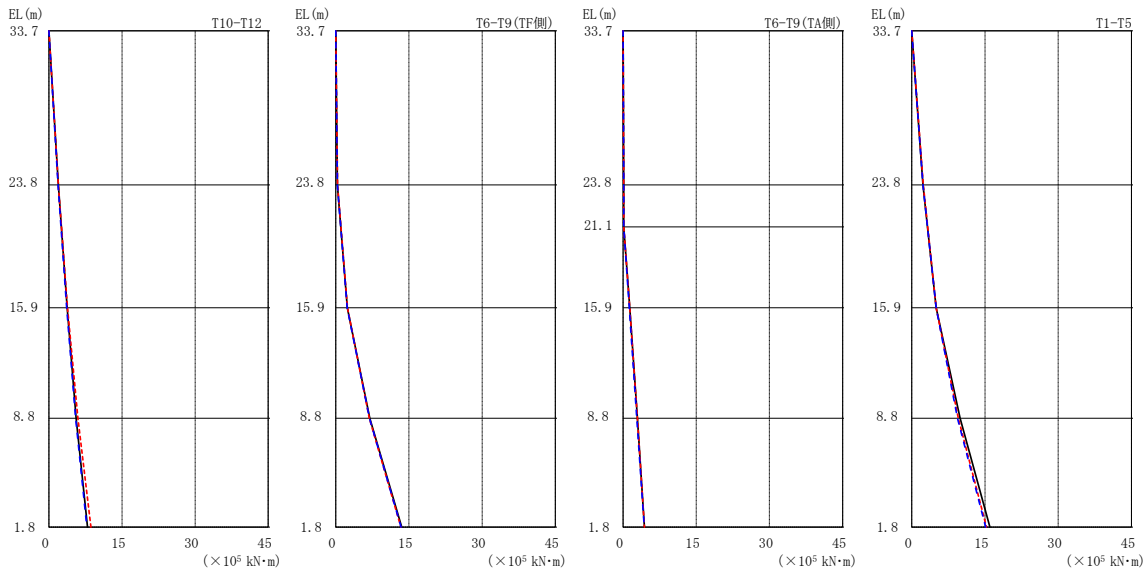
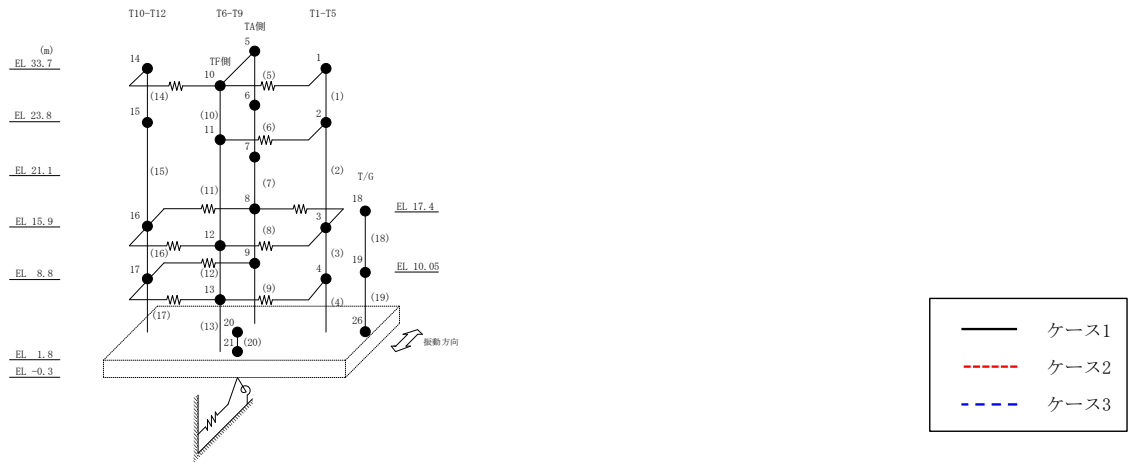
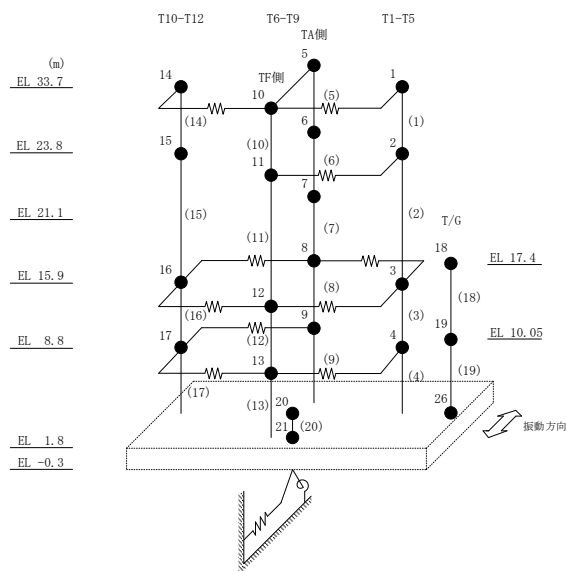


図 2-17 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 1, NS 方向)

表 2-17 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			2.31	2.35	2.29
	23.8~15.9	2	2.31	2.35	2.29
			5.01	4.99	5.00
15.9~8.8	3	5.01	4.99	5.00	
		9.89	9.52	9.35	
8.8~1.8	4	9.89	9.52	9.35	
		16.0	15.3	15.1	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			0.132	0.130	0.137
	23.8~21.1	6	0.132	0.130	0.137
			0.146	0.150	0.145
	21.1~15.9	7	0.146	0.150	0.145
1.38			1.36	1.29	
15.9~8.8	8	1.38	1.36	1.29	
		2.93	2.93	2.80	
8.8~1.8	9	2.93	2.93	2.80	
		4.38	4.38	4.34	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00
			0.350	0.364	0.349
	23.8~15.9	11	0.350	0.364	0.349
			2.38	2.40	2.35
15.9~8.8	12	2.38	2.40	2.35	
		6.98	6.88	6.92	
8.8~1.8	13	6.98	6.88	6.92	
		13.5	13.4	13.4	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00
			1.94	1.94	1.87
	23.8~15.9	15	1.94	1.94	1.87
			3.72	3.81	3.65
15.9~8.8	16	3.72	3.81	3.65	
		5.58	5.94	5.46	
8.8~1.8	17	5.58	5.94	5.46	
		7.91	8.62	7.79	



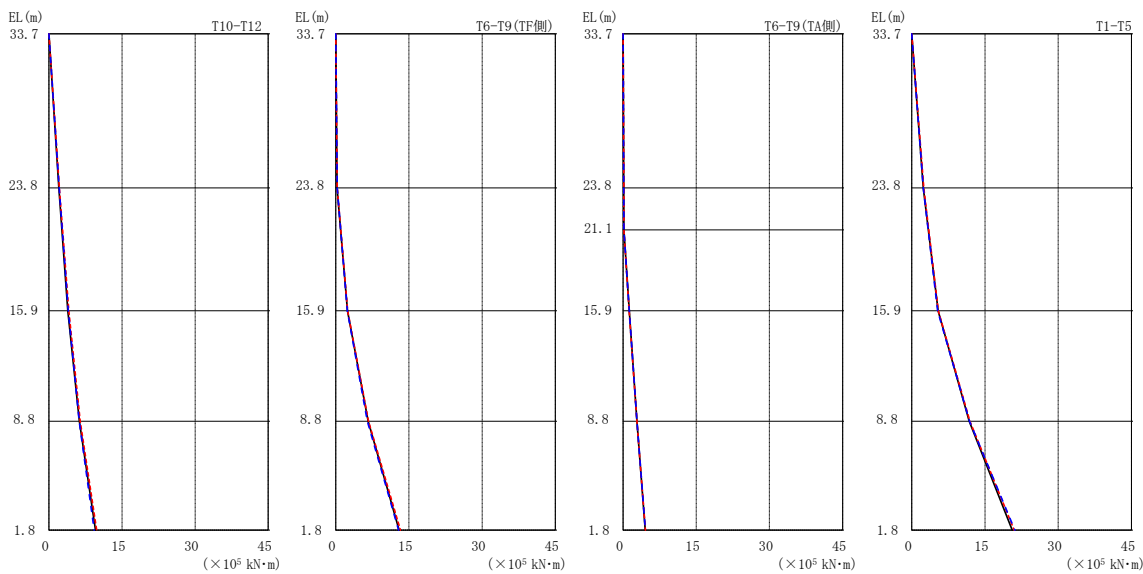
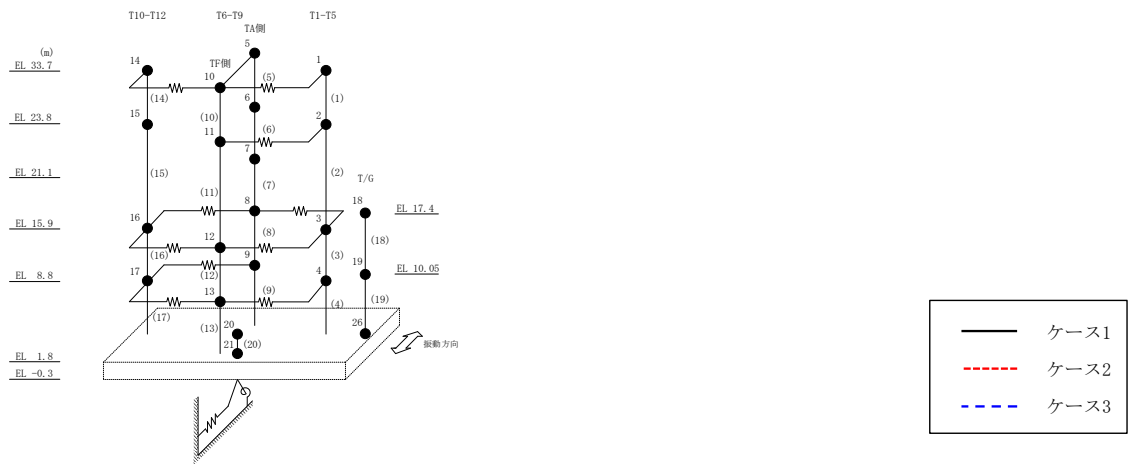
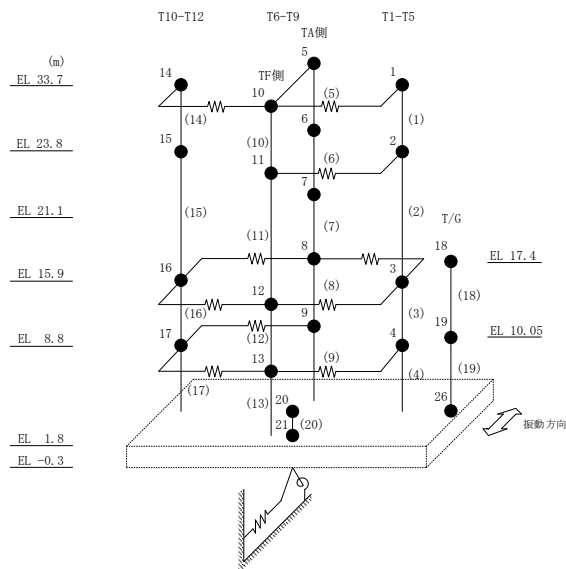


図 2-18 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-18 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			2.35	2.44	2.35
	23.8~15.9	2	2.35	2.44	2.35
			5.39	5.44	5.31
15.9~8.8	3	5.39	5.44	5.31	
		11.8	11.9	11.8	
8.8~1.8	4	11.8	11.9	11.8	
		20.6	21.0	21.1	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			0.149	0.162	0.151
	23.8~21.1	6	0.149	0.162	0.151
			0.165	0.186	0.166
	21.1~15.9	7	0.165	0.186	0.166
1.26			1.24	1.27	
15.9~8.8	8	1.26	1.24	1.27	
		2.85	2.84	2.86	
8.8~1.8	9	2.85	2.84	2.86	
		4.53	4.57	4.57	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00
			0.284	0.303	0.295
	23.8~15.9	11	0.284	0.303	0.295
			2.41	2.45	2.37
15.9~8.8	12	2.41	2.45	2.37	
		6.64	6.72	6.48	
8.8~1.8	13	6.64	6.72	6.48	
		13.0	13.3	12.9	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00
			2.02	2.14	2.08
	23.8~15.9	15	2.02	2.14	2.08
			3.88	4.07	3.98
15.9~8.8	16	3.88	4.07	3.98	
		6.24	6.41	6.21	
8.8~1.8	17	6.24	6.41	6.21	
		9.56	9.79	9.28	



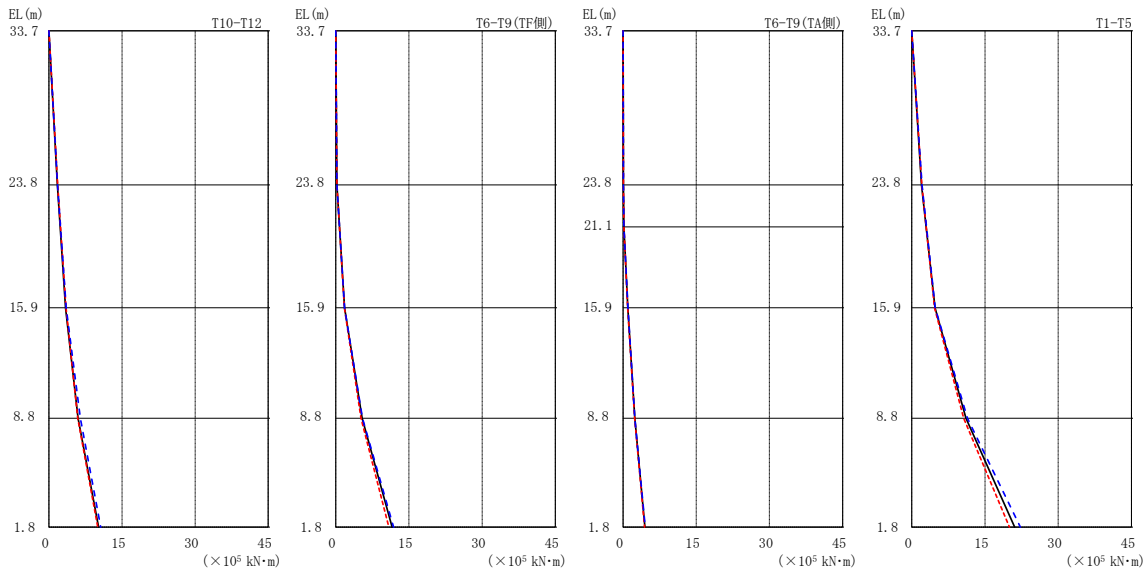
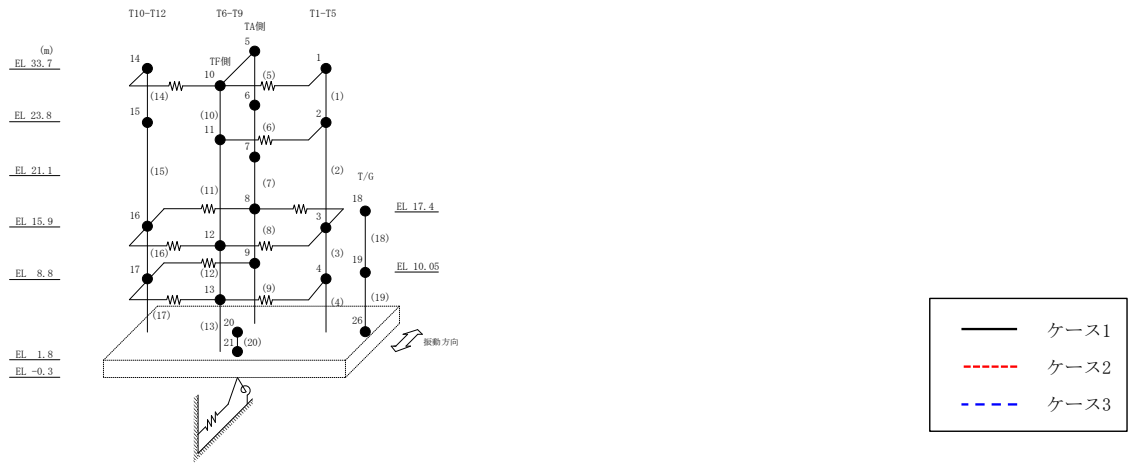
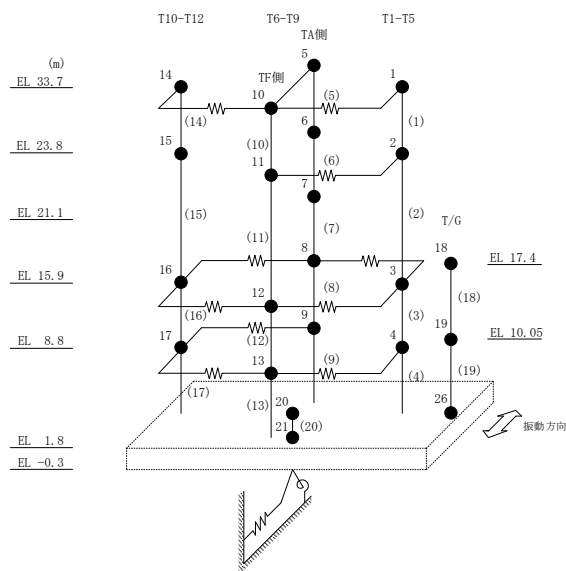


図 2-19 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

表 2-19 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			2.00	2.04	2.09
	23.8~15.9	2	2.00	2.04	2.09
			4.76	4.68	4.79
15.9~8.8	3	4.76	4.68	4.79	
		11.1	10.6	11.4	
8.8~1.8	4	11.1	10.6	11.4	
		21.1	20.0	22.3	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			0.0784	0.0835	0.0810
	23.8~21.1	6	0.0784	0.0835	0.0810
			0.156	0.165	0.159
	21.1~15.9	7	0.156	0.165	0.159
0.975			0.954	0.991	
15.9~8.8	8	0.975	0.954	0.991	
		2.42	2.39	2.42	
8.8~1.8	9	2.42	2.39	2.42	
		4.48	4.42	4.55	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00
			0.237	0.255	0.246
	23.8~15.9	11	0.237	0.255	0.246
			1.81	1.77	1.80
15.9~8.8	12	1.81	1.77	1.80	
		5.42	5.19	5.48	
8.8~1.8	13	5.42	5.19	5.48	
		11.6	10.9	11.9	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00
			1.72	1.79	1.77
	23.8~15.9	15	1.72	1.79	1.77
			3.41	3.49	3.55
15.9~8.8	16	3.41	3.49	3.55	
		5.99	5.90	6.45	
8.8~1.8	17	5.99	5.90	6.45	
		10.2	10.0	10.6	



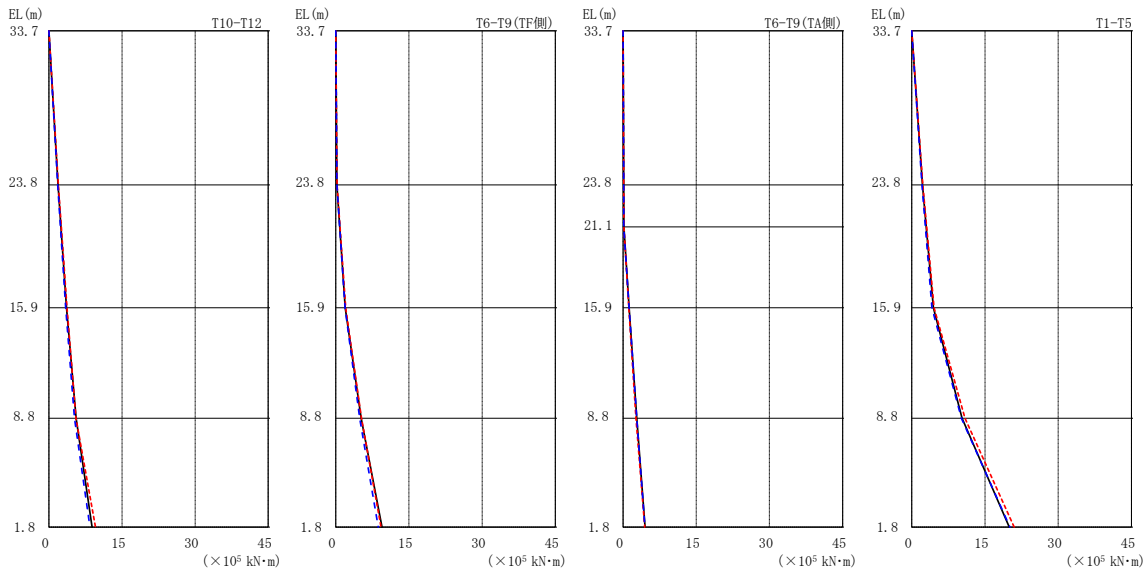
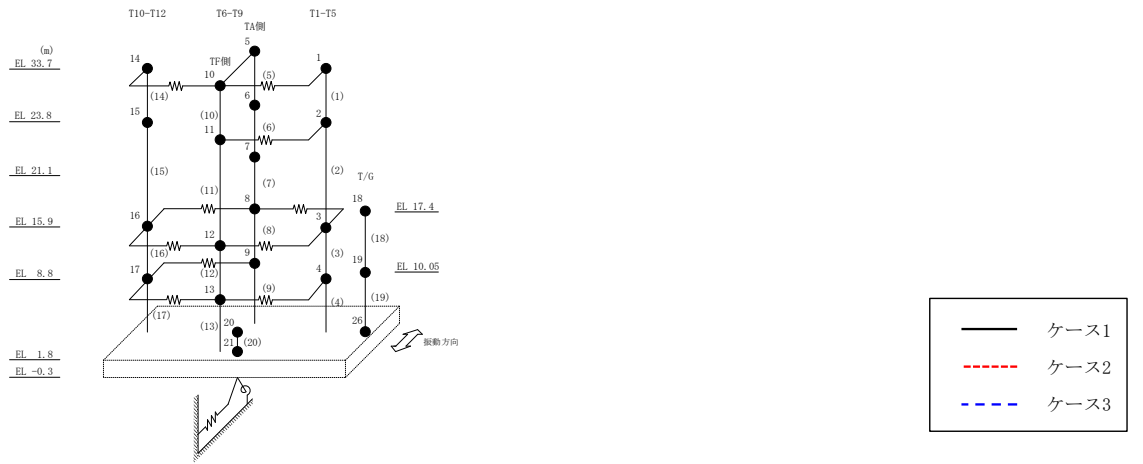
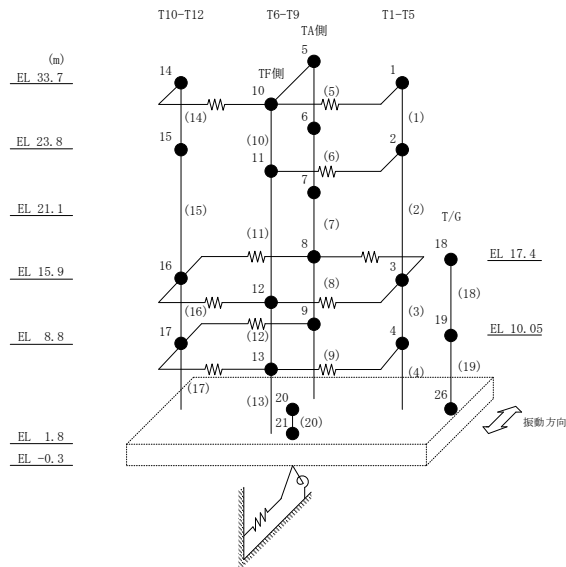


図 2-20 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

表 2-20 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			2.19	2.25	2.08
	23.8~15.9	2	2.19	2.25	2.08
			4.43	4.57	4.13
15.9~8.8	3	4.43	4.57	4.13	
		10.3	10.9	10.2	
8.8~1.8	4	10.3	10.9	10.2	
		20.0	21.0	20.1	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			0.126	0.138	0.134
	23.8~21.1	6	0.126	0.138	0.134
			0.159	0.157	0.152
	21.1~15.9	7	0.159	0.157	0.152
1.25			1.17	1.25	
15.9~8.8	8	1.25	1.17	1.25	
		2.80	2.65	2.81	
8.8~1.8	9	2.80	2.65	2.81	
		4.51	4.43	4.49	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00	0.00
			0.243	0.282	0.235
	23.8~15.9	11	0.243	0.282	0.235
			1.96	2.05	1.90
15.9~8.8	12	1.96	2.05	1.90	
		5.23	5.28	4.93	
8.8~1.8	13	5.23	5.28	4.93	
		9.48	9.29	8.71	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00	0.00
			1.88	1.92	1.80
	23.8~15.9	15	1.88	1.92	1.80
			3.60	3.71	3.43
15.9~8.8	16	3.60	3.71	3.43	
		5.57	5.54	5.25	
8.8~1.8	17	5.57	5.54	5.25	
		8.84	9.55	8.41	



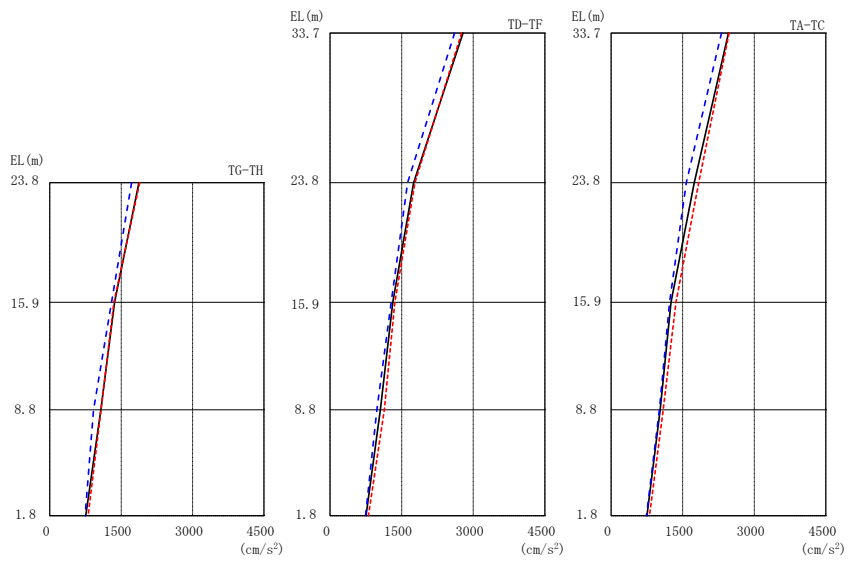
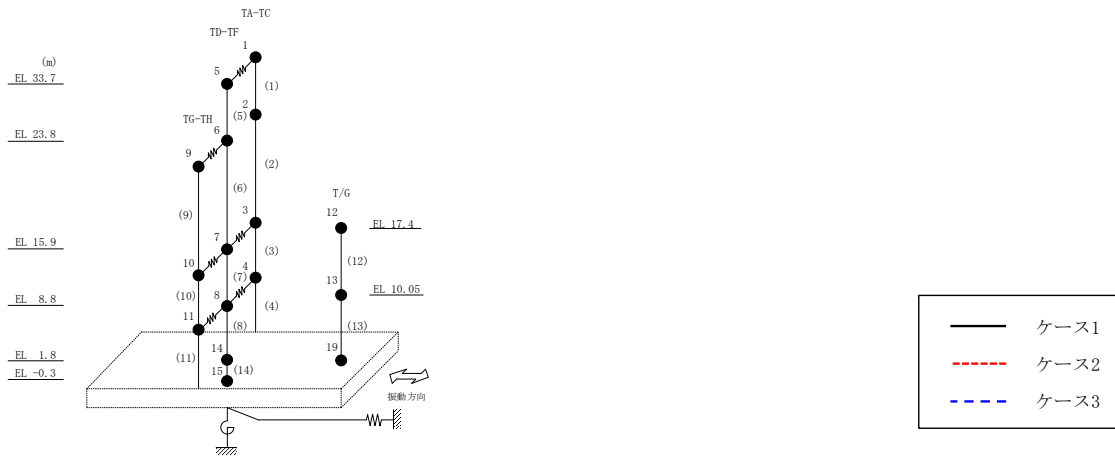
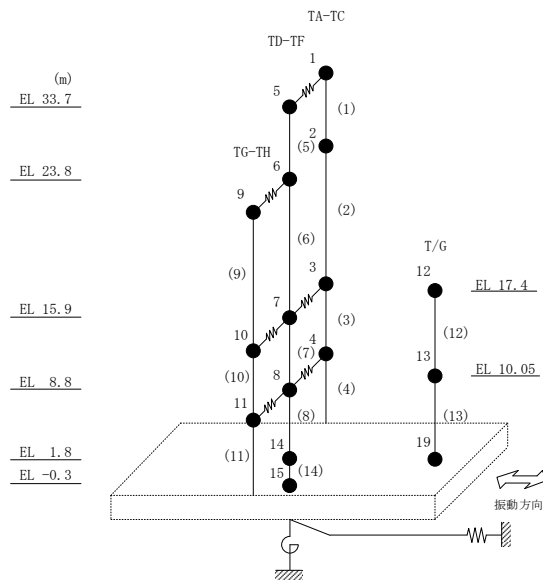


図 2-21 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-21 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	2460	2475	2315
	23.8	2	1742	1837	1577
	15.9	3	1255	1361	1227
	8.8	4	1028	1093	1012
TD-TF	33.7	5	2785	2757	2609
	23.8	6	1751	1779	1625
	15.9	7	1314	1359	1281
	8.8	8	1055	1137	982
TG-TH	23.8	9	1874	1888	1717
	15.9	10	1360	1348	1296
	8.8	11	1072	1075	918
	1.8	14	754	804	743



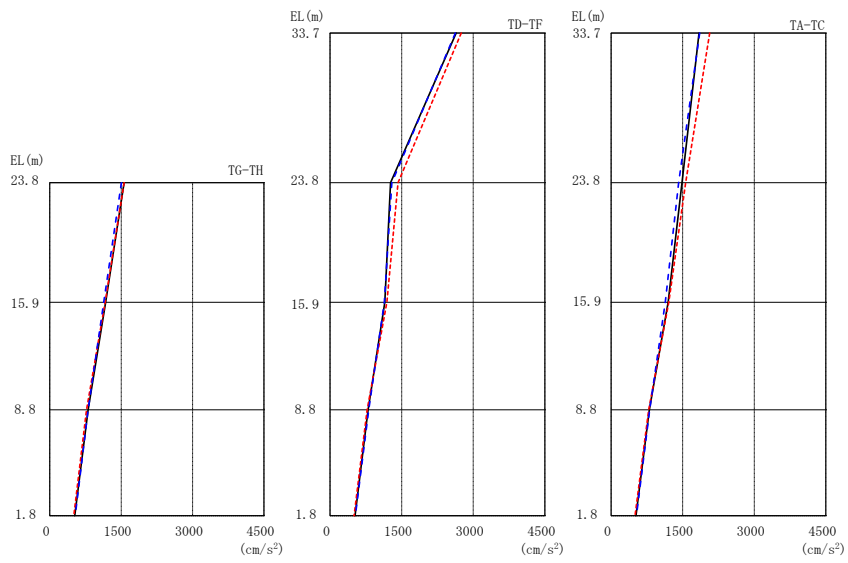
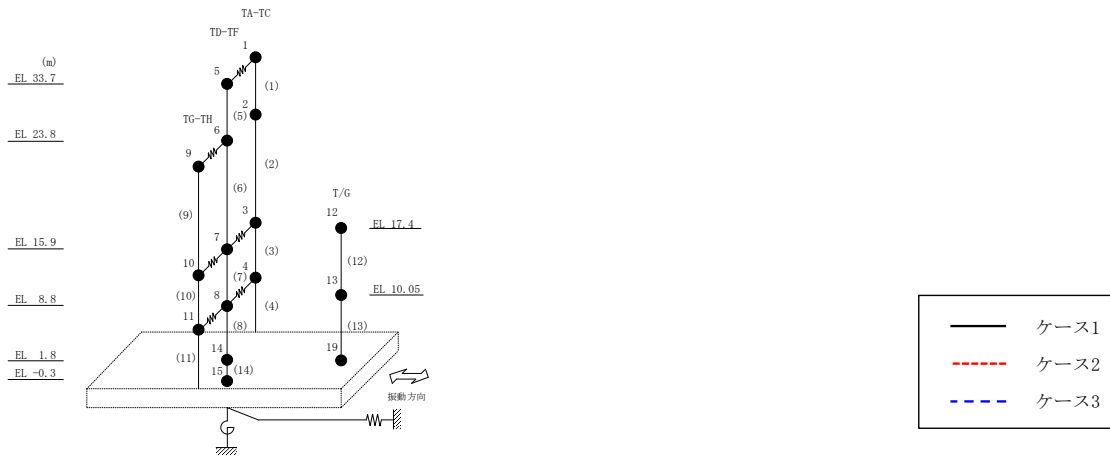
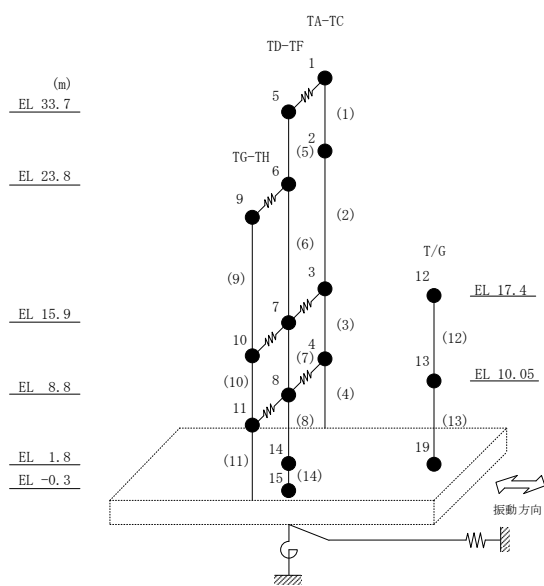


図 2-22 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

表 2-22 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	1843	2068	1856
	23.8	2	1488	1564	1415
	15.9	3	1195	1208	1136
	8.8	4	803	790	810
TD-TF	33.7	5	2643	2748	2627
	23.8	6	1269	1426	1295
	15.9	7	1146	1193	1137
	8.8	8	799	779	811
TG-TH	23.8	9	1561	1562	1505
	15.9	10	1173	1163	1131
	8.8	11	806	771	806
	1.8	14	524	503	532



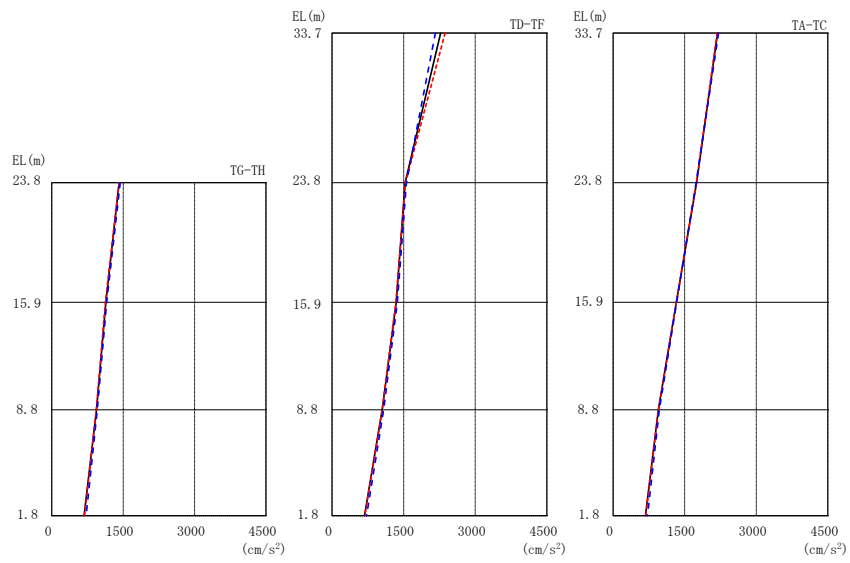
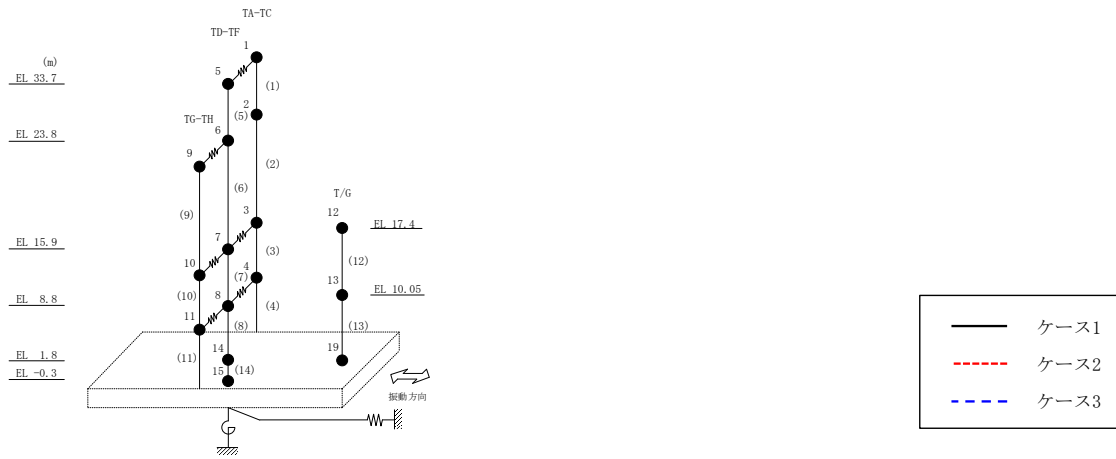
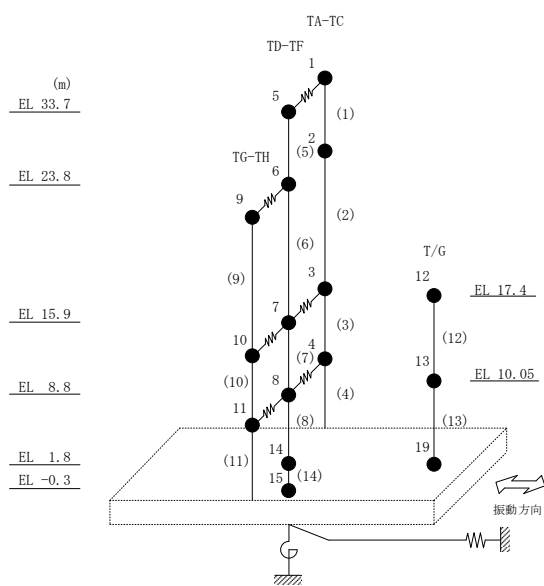


図 2-23 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 2, EW 方向)

表 2-23 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	2189	2181	2209
	23.8	2	1750	1747	1739
	15.9	3	1326	1326	1333
	8.8	4	951	954	970
TD-TF	33.7	5	2275	2369	2165
	23.8	6	1531	1537	1559
	15.9	7	1343	1339	1368
	8.8	8	1051	1052	1082
TG-TH	23.8	9	1413	1413	1436
	15.9	10	1136	1125	1154
	8.8	11	939	936	955
	1.8	14	679	686	723



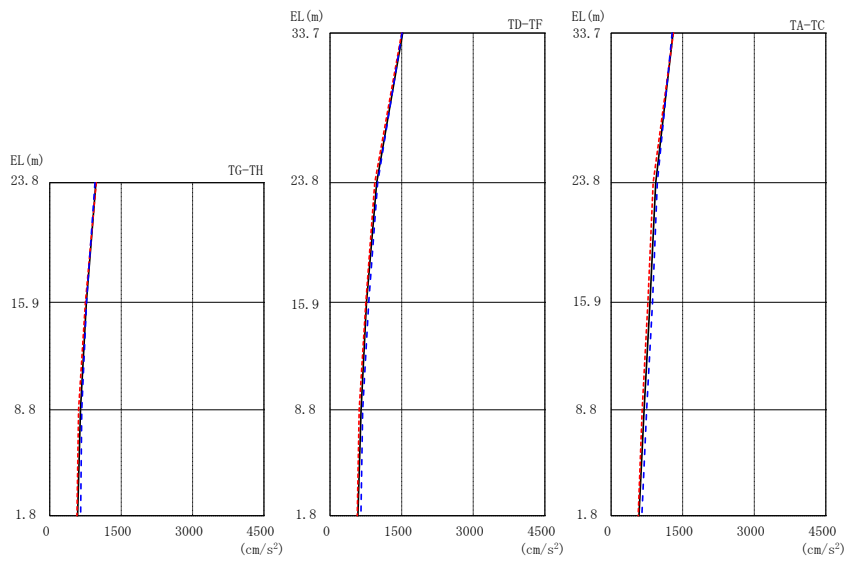
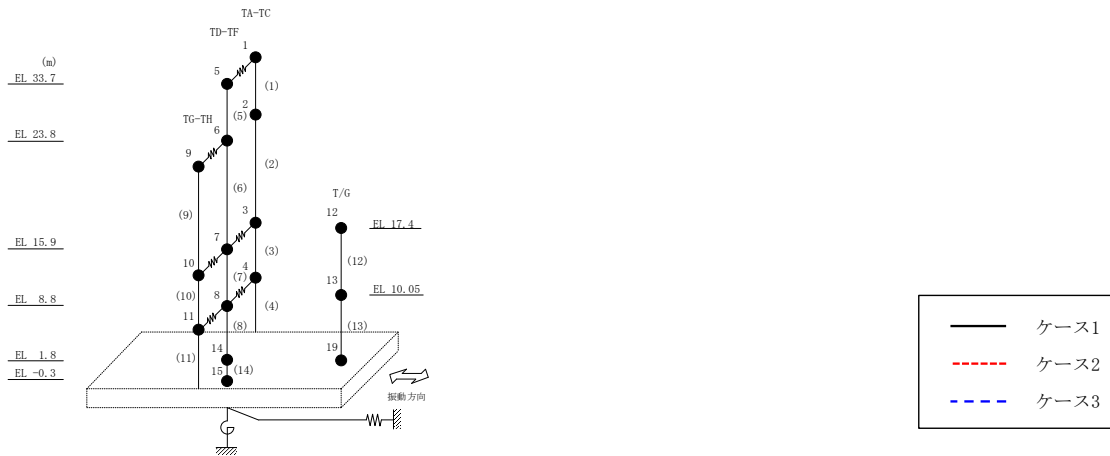
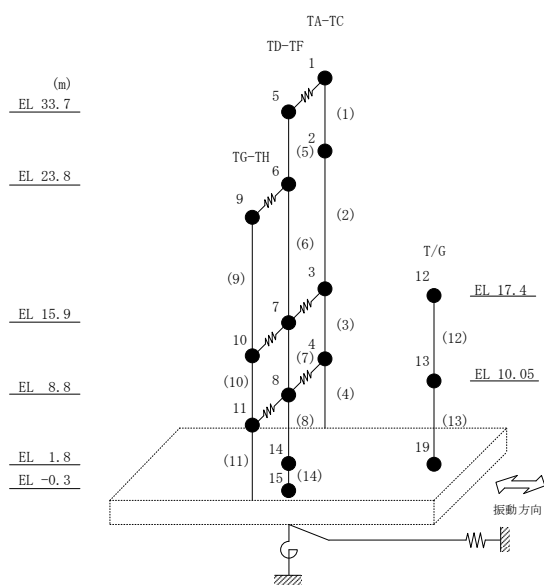


図 2-24 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N1, EW 方向)

表 2-24 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	1299	1307	1278
	23.8	2	936	883	969
	15.9	3	816	771	868
	8.8	4	692	654	745
TD-TF	33.7	5	1521	1503	1508
	23.8	6	977	938	997
	15.9	7	763	749	809
	8.8	8	650	612	685
TG-TH	23.8	9	968	976	947
	15.9	10	768	748	771
	8.8	11	644	605	670
	1.8	14	584	570	647



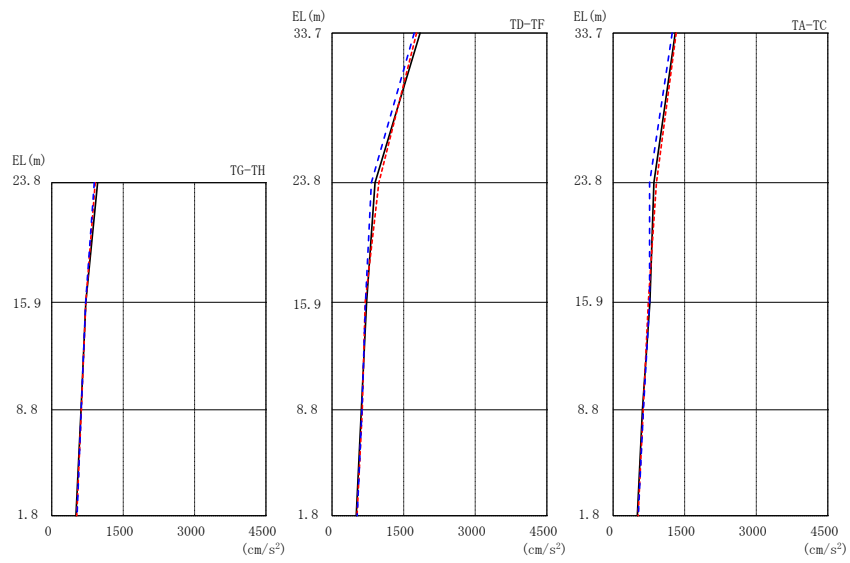
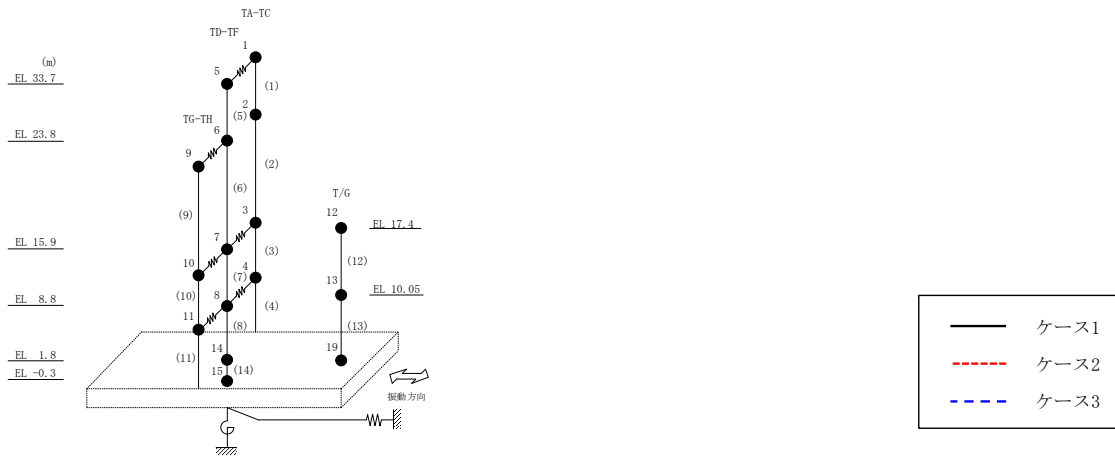
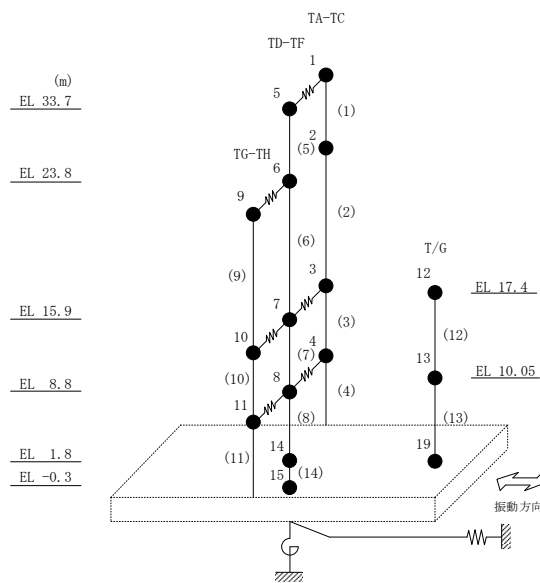


図 2-25 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

表 2-25 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	1303	1322	1241
	23.8	2	857	908	764
	15.9	3	771	740	765
	8.8	4	614	633	636
TD-TF	33.7	5	1845	1773	1723
	23.8	6	902	982	823
	15.9	7	723	695	701
	8.8	8	615	633	628
TG-TH	23.8	9	961	913	890
	15.9	10	714	716	712
	8.8	11	614	622	619
	1.8	14	508	525	529



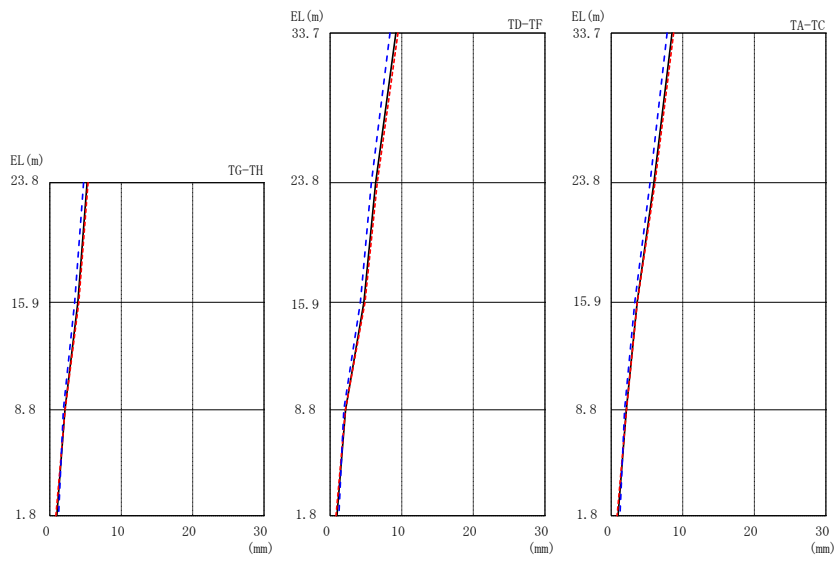
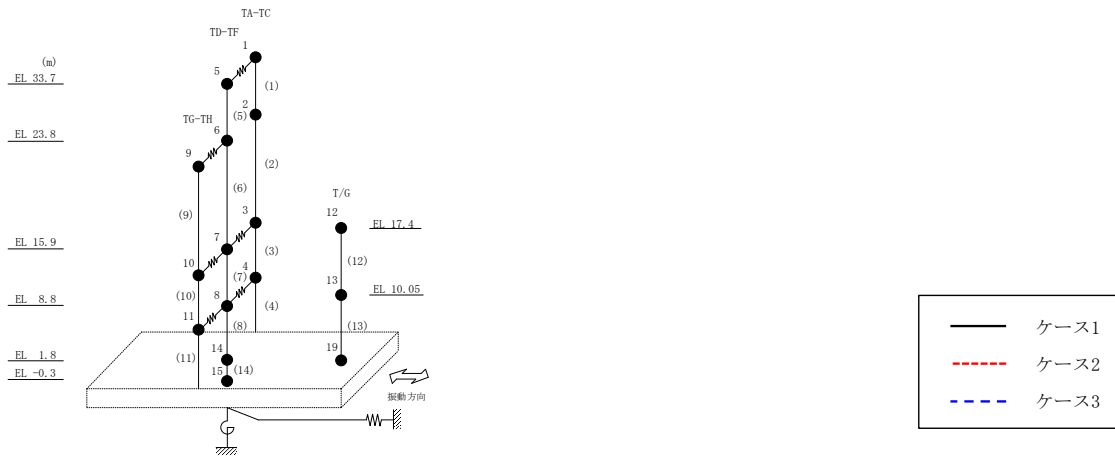
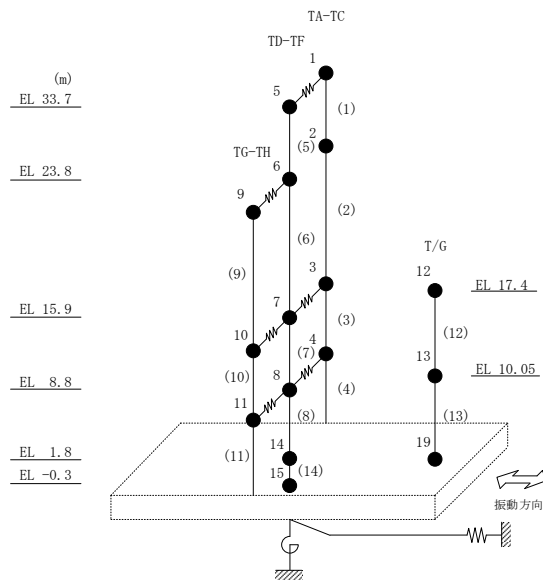


図 2-26 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-26 最大応答変位一覧（基準地震動 S s - D, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	8.51	8.73	7.82
	23.8	2	5.98	6.13	5.43
	15.9	3	3.63	3.65	3.30
	8.8	4	2.12	2.14	1.87
TD-TF	33.7	5	9.19	9.47	8.37
	23.8	6	6.37	6.58	5.76
	15.9	7	4.71	4.88	4.22
	8.8	8	2.15	2.15	1.91
TG-TH	23.8	9	5.21	5.35	4.72
	15.9	10	3.92	4.05	3.46
	8.8	11	2.12	2.13	1.88
	1.8	14	0.97	0.83	1.23



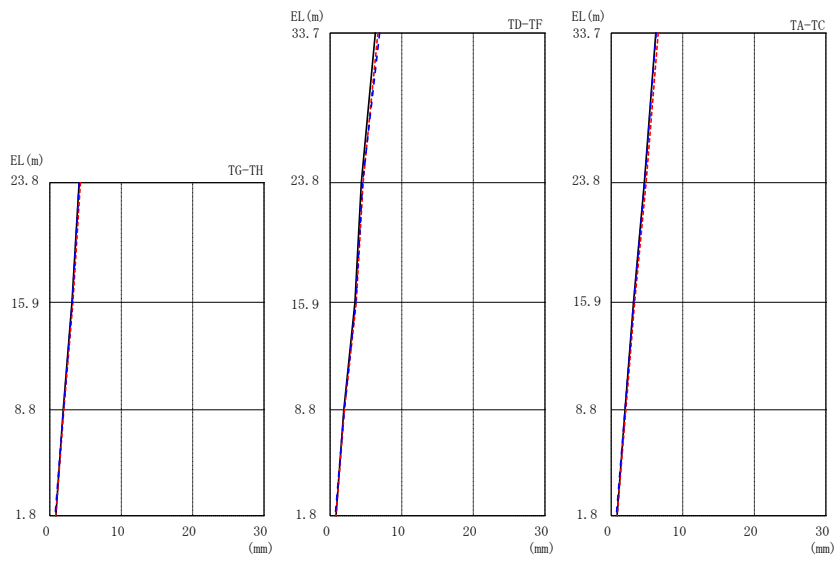
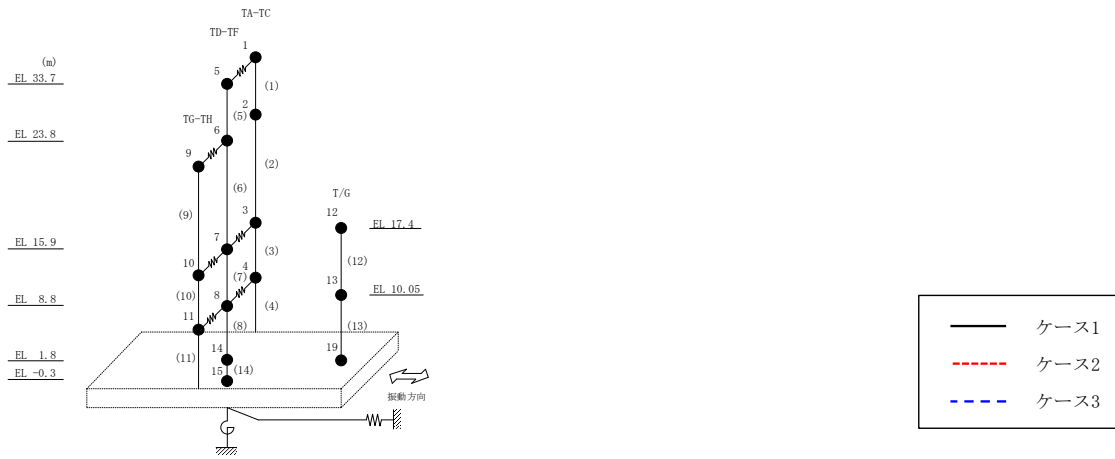
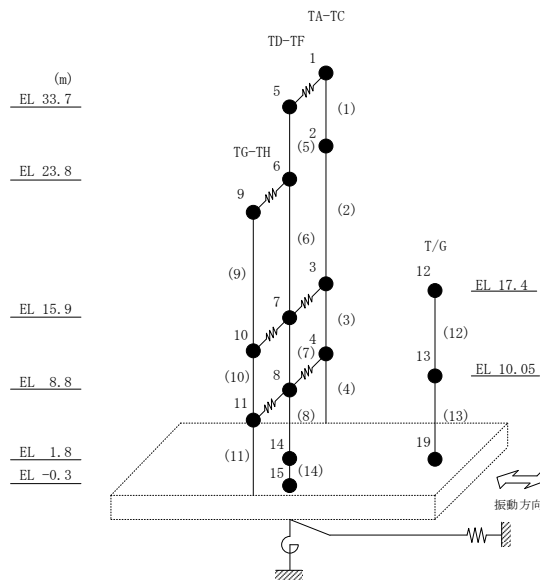


図 2-27 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F1$, EW方向)

表 2-27 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	6.25	6.58	6.29
	23.8	2	4.63	4.89	4.69
	15.9	3	3.12	3.28	3.15
	8.8	4	1.95	2.05	1.95
TD-TF	33.7	5	6.33	6.67	6.93
	23.8	6	4.35	4.61	4.54
	15.9	7	3.46	3.65	3.59
	8.8	8	1.92	2.01	1.98
TG-TH	23.8	9	4.09	4.26	4.11
	15.9	10	3.09	3.22	3.14
	8.8	11	1.87	1.95	1.90
	1.8	14	0.83	0.82	0.72



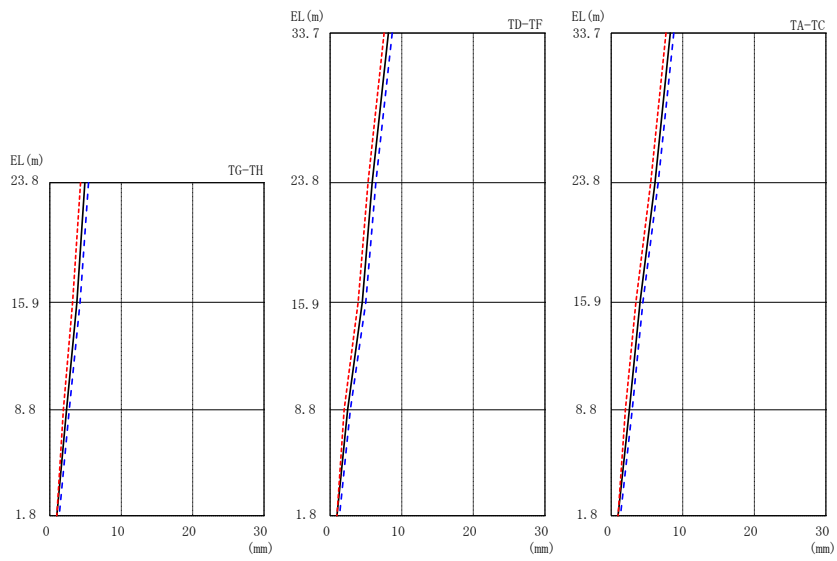
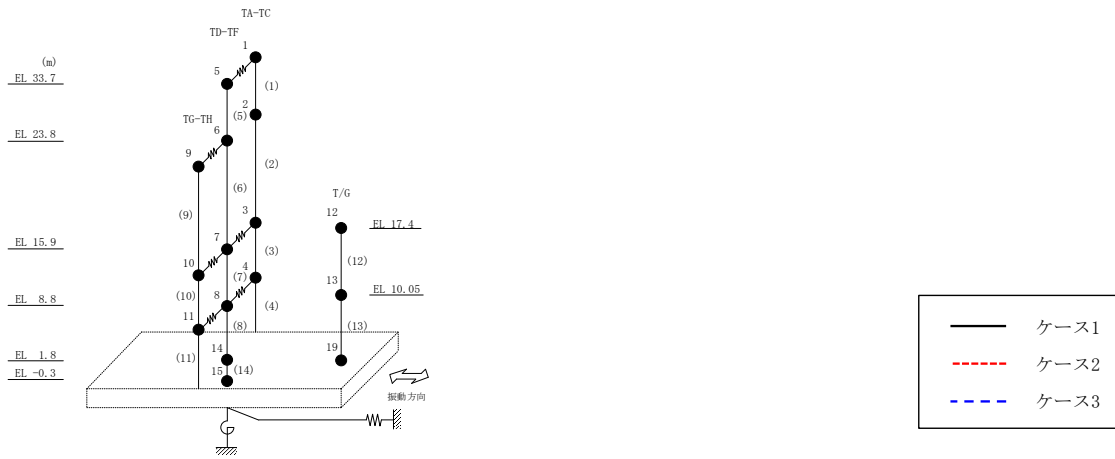
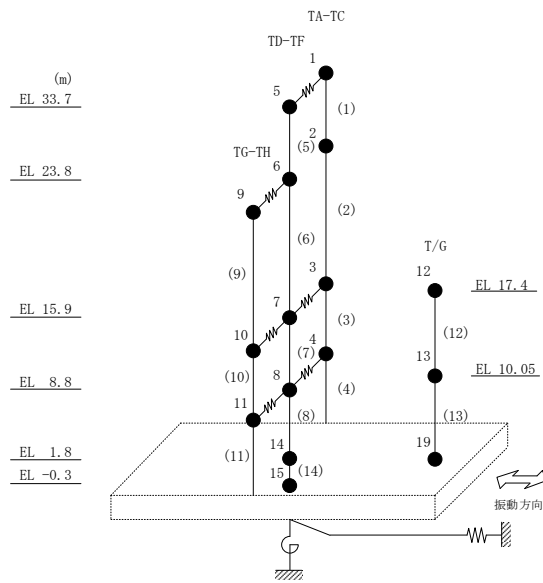


図 2-28 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F2$, EW 方向)

表 2-28 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	8.27	7.66	8.76
	23.8	2	6.12	5.52	6.57
	15.9	3	4.04	3.47	4.45
	8.8	4	2.54	1.99	2.94
TD-TF	33.7	5	8.15	7.53	8.67
	23.8	6	5.88	5.28	6.39
	15.9	7	4.50	3.91	4.99
	8.8	8	2.45	1.97	2.82
TG-TH	23.8	9	4.90	4.30	5.40
	15.9	10	3.78	3.19	4.22
	8.8	11	2.33	1.89	2.72
	1.8	14	0.96	0.96	1.31



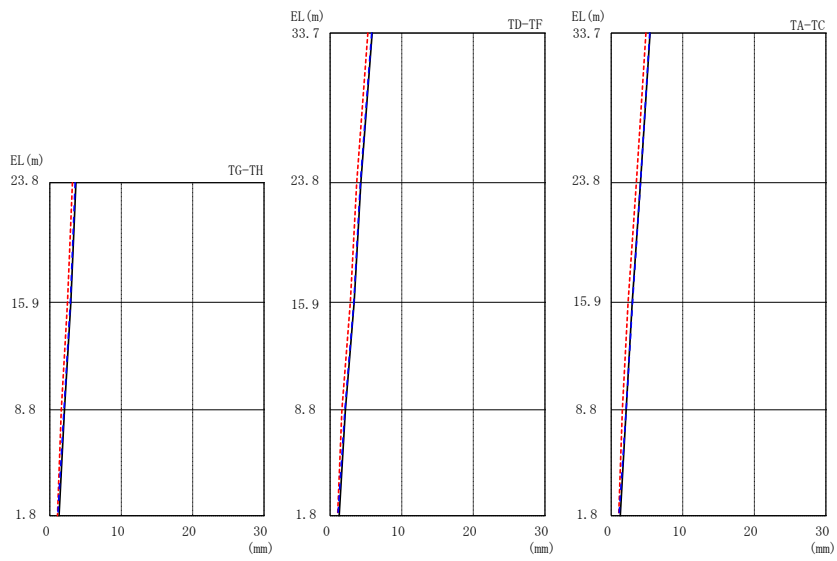
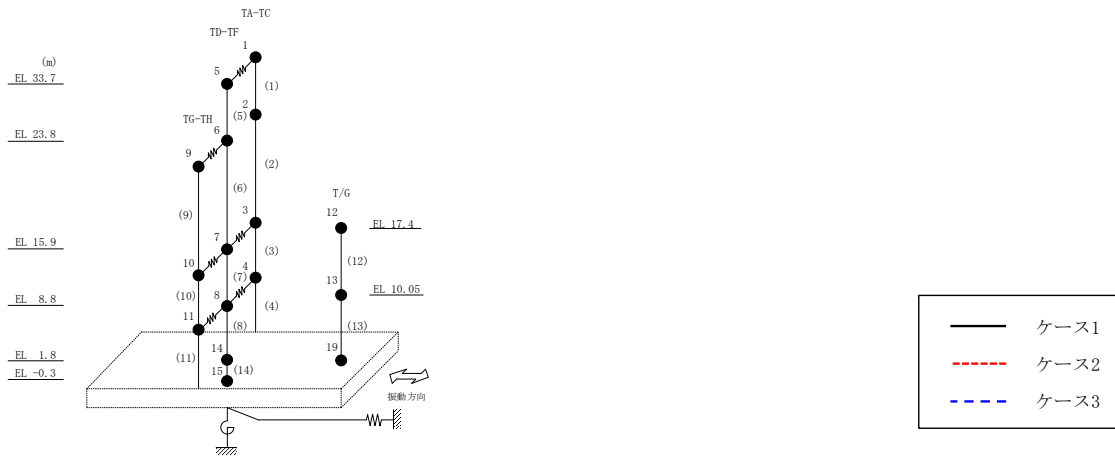
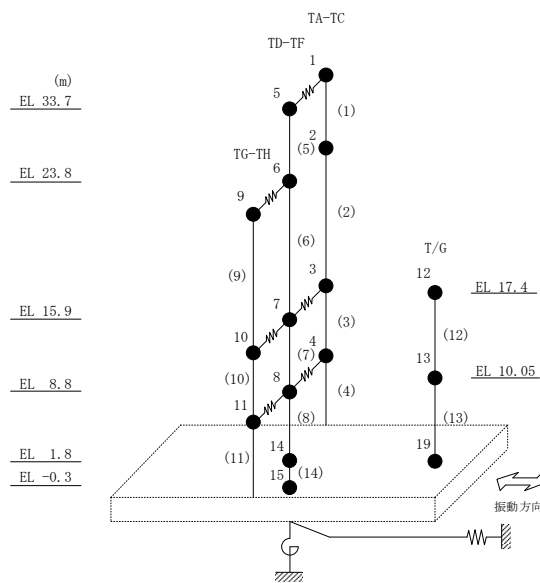


図 2-29 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

表 2-29 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	5.44	4.87	5.39
	23.8	2	4.11	3.52	4.11
	15.9	3	2.96	2.37	2.99
	8.8	4	2.09	1.56	2.10
TD-TF	33.7	5	5.87	5.27	5.80
	23.8	6	4.29	3.73	4.24
	15.9	7	3.35	2.82	3.32
	8.8	8	2.13	1.65	2.08
TG-TH	23.8	9	3.64	3.16	3.53
	15.9	10	2.94	2.46	2.86
	8.8	11	2.05	1.59	1.97
	1.8	14	1.27	1.05	1.10



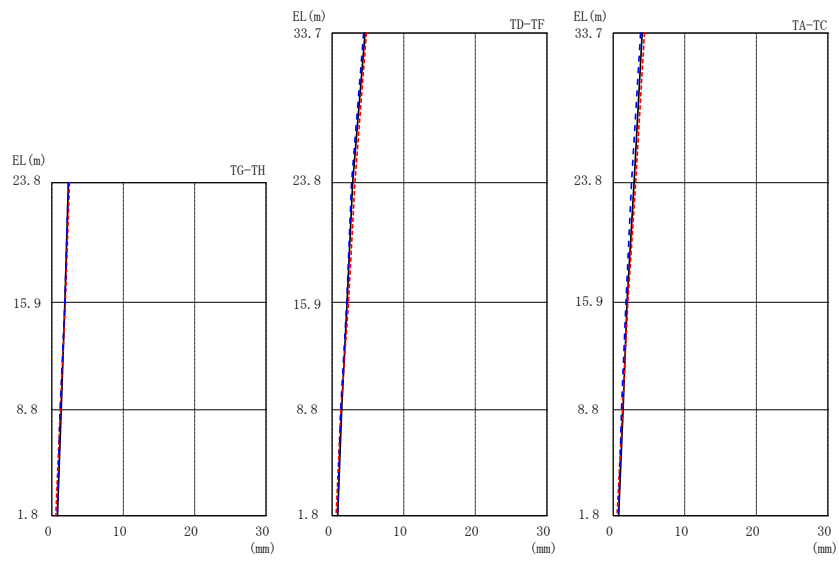
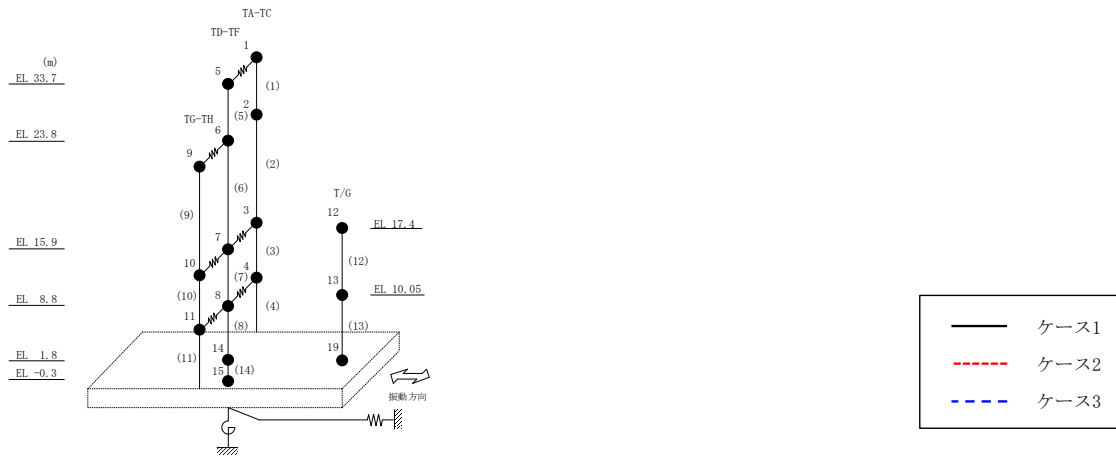
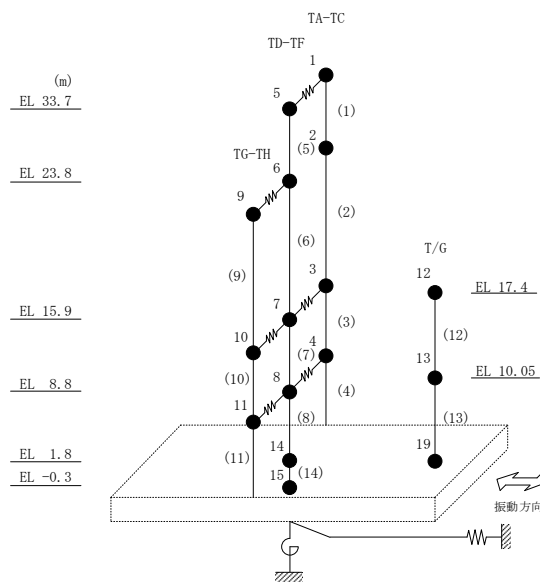


図 2-30 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, EW方向)

表 2-30 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7	1	4.05	4.37	3.84
	23.8	2	2.93	3.16	2.56
	15.9	3	1.94	2.06	1.78
	8.8	4	1.39	1.31	1.17
TD-TF	33.7	5	4.60	4.79	4.41
	23.8	6	2.88	3.18	2.72
	15.9	7	2.10	2.28	2.04
	8.8	8	1.35	1.23	1.21
TG-TH	23.8	9	2.31	2.46	2.30
	15.9	10	1.82	1.88	1.82
	8.8	11	1.31	1.17	1.16
	1.8	14	0.78	0.55	0.77



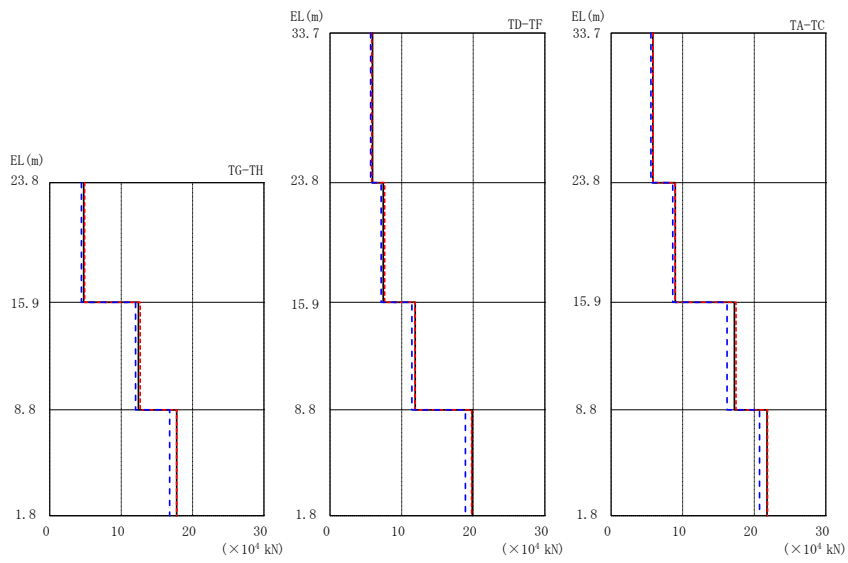
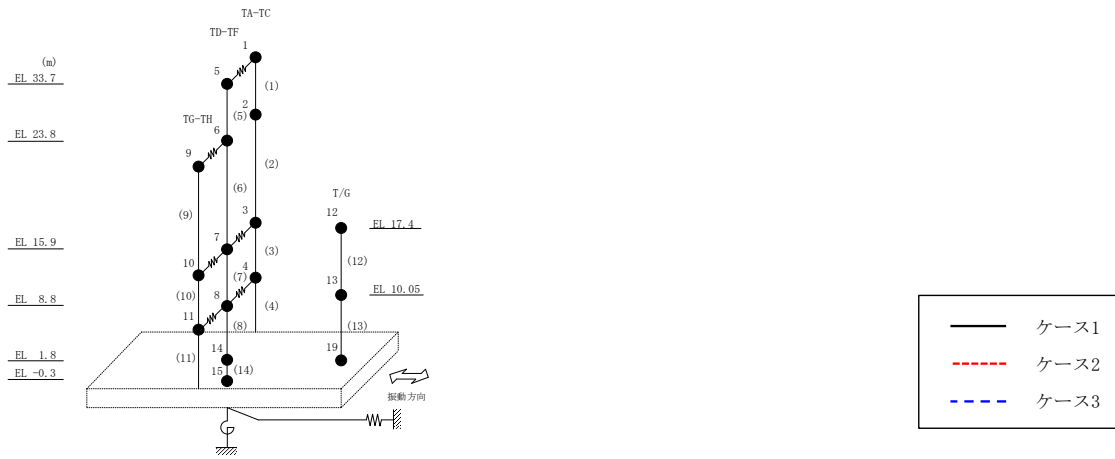
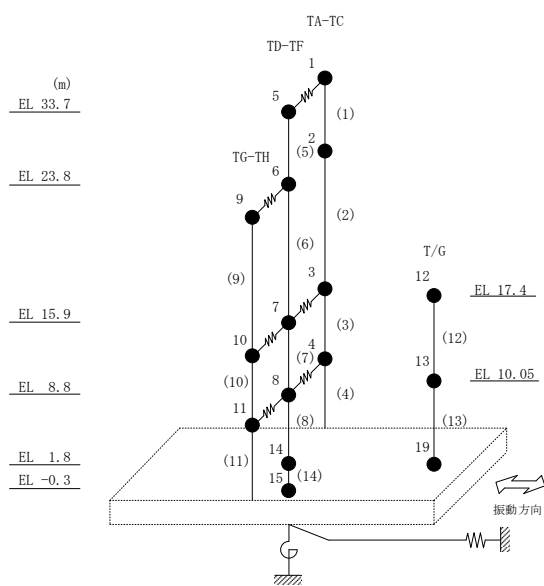


図 2-31 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-31 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	5.83	5.84	5.58
	23.8~15.9	2	8.96	8.95	8.62
	15.9~8.8	3	17.2	17.5	16.2
	8.8~1.8	4	21.8	21.9	20.7
TD-TF	33.7~23.8	5	5.94	5.83	5.68
	23.8~15.9	6	7.44	7.63	7.15
	15.9~8.8	7	11.9	11.9	11.4
	8.8~1.8	8	19.9	19.8	18.9
TG-TH	23.8~15.9	9	4.75	4.88	4.44
	15.9~8.8	10	12.4	12.7	12.0
	8.8~1.8	11	17.8	17.8	16.8



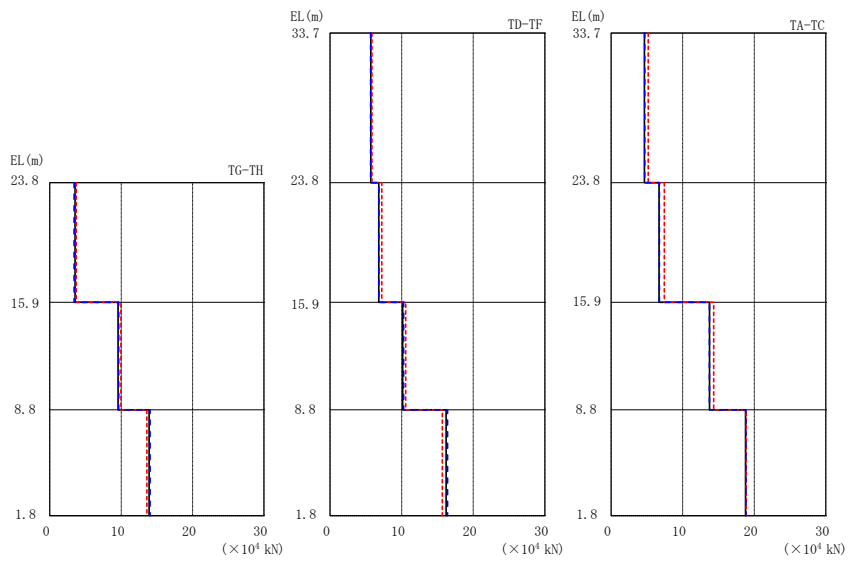
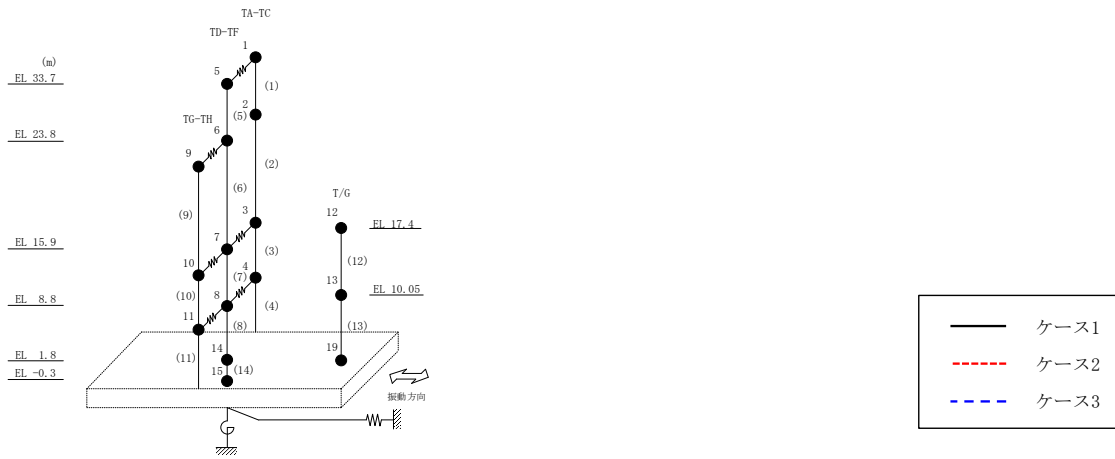
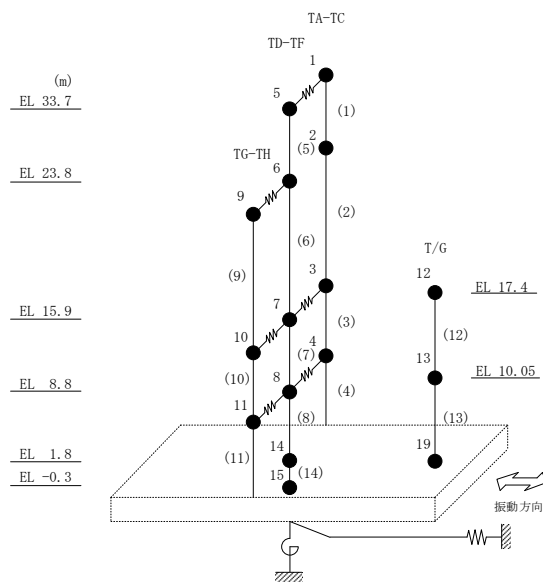


図 2-32 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

表 2-32 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	4.66	5.20	4.70
	23.8~15.9	2	6.70	7.43	6.75
	15.9~8.8	3	13.8	14.3	13.7
	8.8~1.8	4	18.8	18.9	18.8
TD-TF	33.7~23.8	5	5.70	5.86	5.68
	23.8~15.9	6	6.80	7.24	6.84
	15.9~8.8	7	10.1	10.6	10.3
	8.8~1.8	8	16.2	15.7	16.4
TG-TH	23.8~15.9	9	3.53	3.69	3.40
	15.9~8.8	10	9.55	9.97	9.64
	8.8~1.8	11	13.9	13.6	14.0



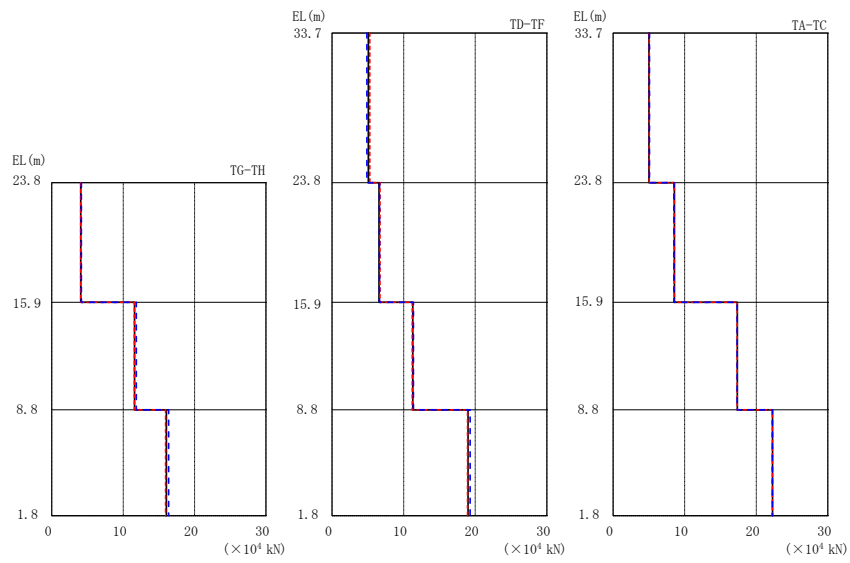
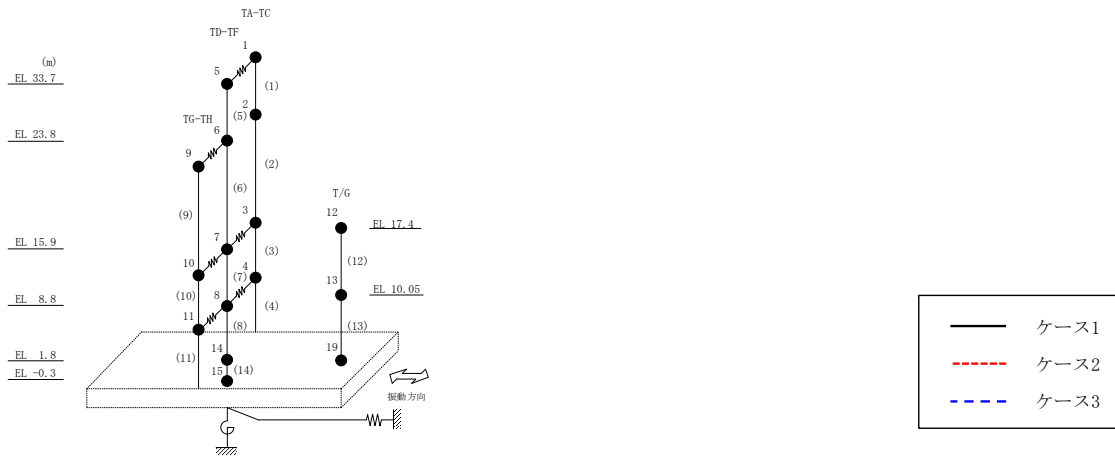
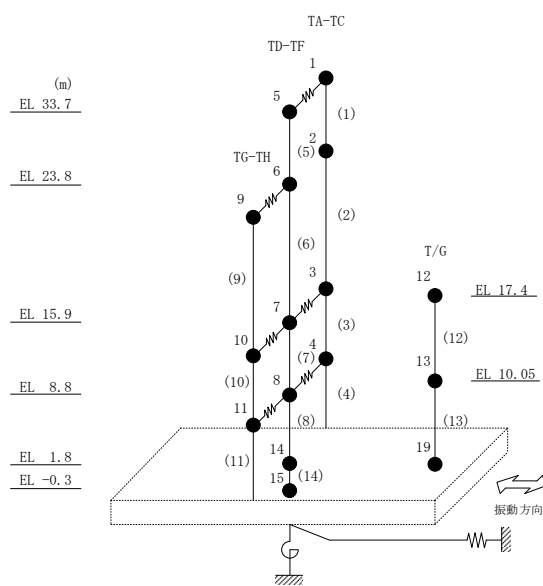


図 2-33 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, EW 方向)

表 2-33 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	5.01	5.06	5.08
	23.8~15.9	2	8.57	8.53	8.52
	15.9~8.8	3	17.4	17.3	17.3
	8.8~1.8	4	22.3	22.2	22.3
TD-TF	33.7~23.8	5	5.06	5.28	4.88
	23.8~15.9	6	6.57	6.70	6.64
	15.9~8.8	7	11.3	11.2	11.4
	8.8~1.8	8	19.0	18.9	19.3
TG-TH	23.8~15.9	9	4.04	4.06	4.13
	15.9~8.8	10	11.6	11.6	11.8
	8.8~1.8	11	16.1	15.9	16.4



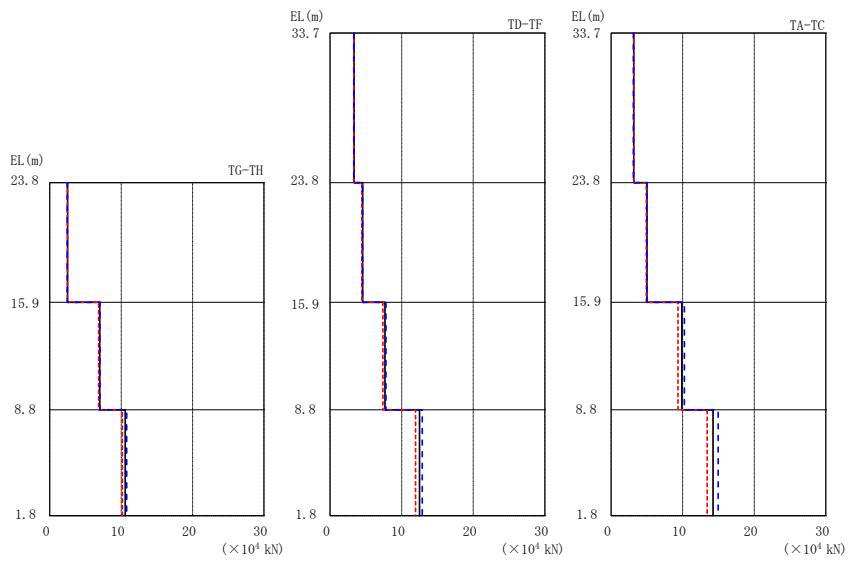
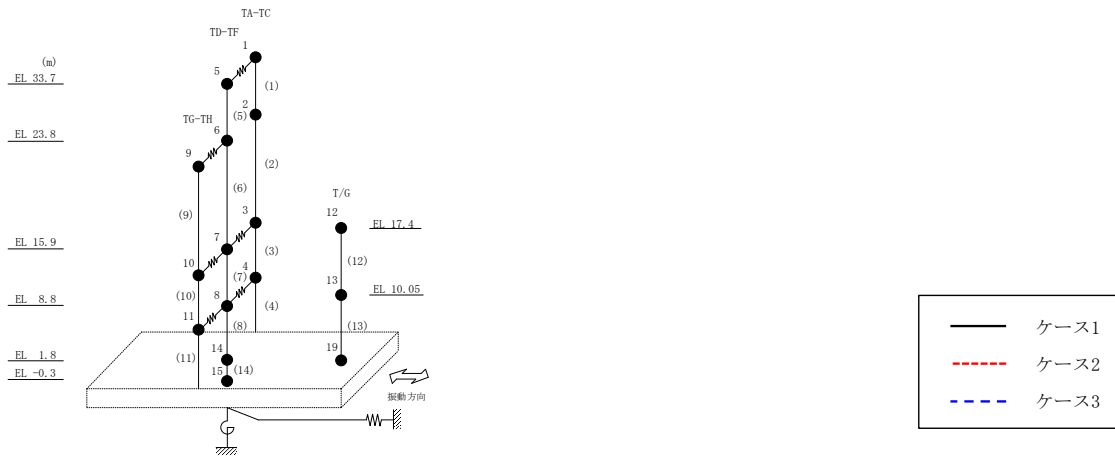
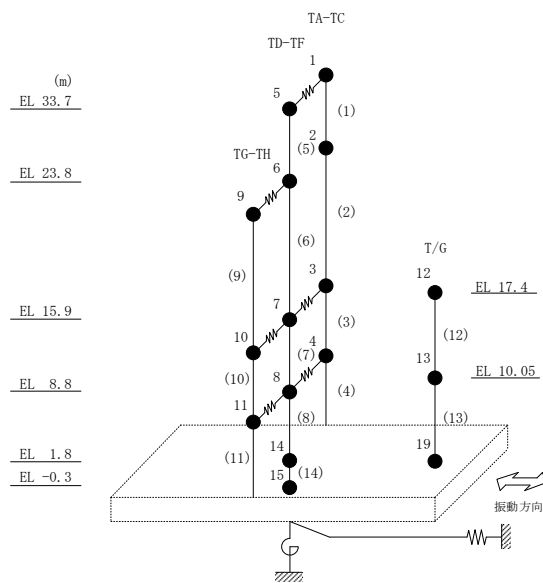


図 2-34 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

表 2-34 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	3.18	3.19	3.12
	23.8~15.9	2	5.03	4.92	5.01
	15.9~8.8	3	9.88	9.35	10.2
	8.8~1.8	4	14.2	13.4	15.0
TD-TF	33.7~23.8	5	3.36	3.33	3.32
	23.8~15.9	6	4.55	4.46	4.53
	15.9~8.8	7	7.67	7.39	7.81
	8.8~1.8	8	12.5	11.9	12.9
TG-TH	23.8~15.9	9	2.48	2.47	2.45
	15.9~8.8	10	6.99	6.83	7.03
	8.8~1.8	11	10.6	10.2	10.8



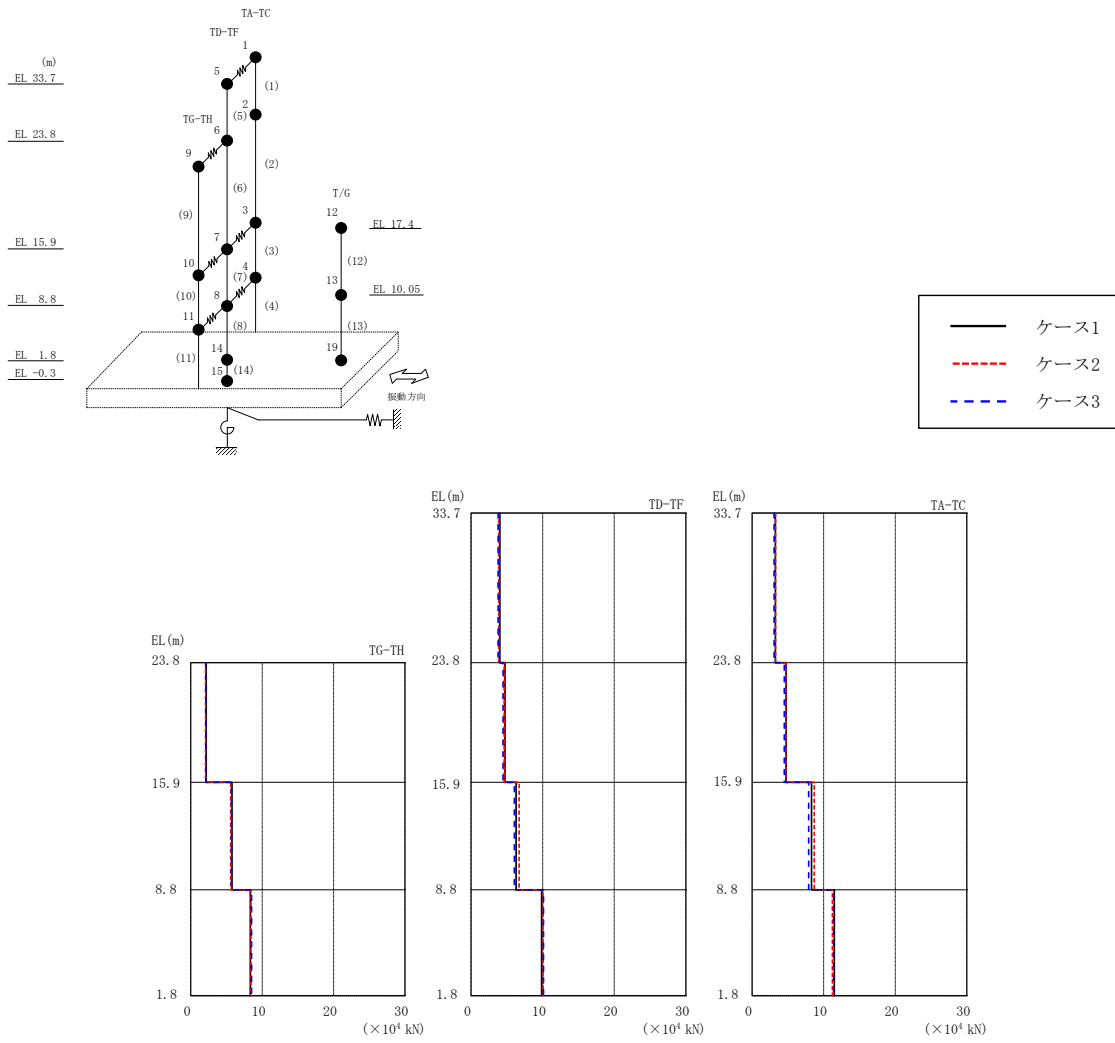
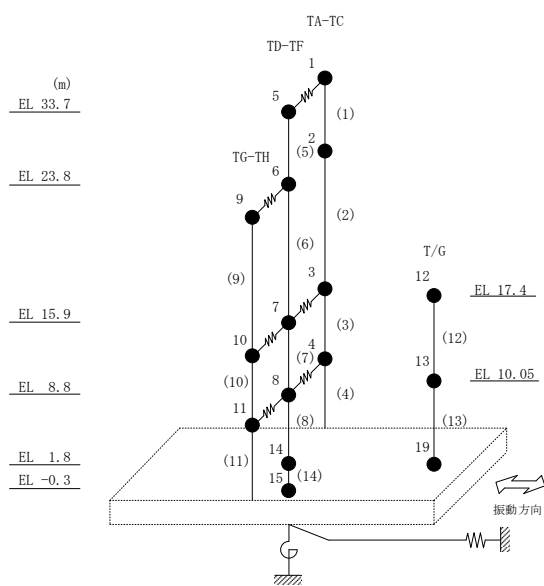


図 2-35 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, EW方向)

表 2-35 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	3.25	3.28	3.08
	23.8~15.9	2	4.75	4.73	4.51
	15.9~8.8	3	8.30	8.69	7.91
	8.8~1.8	4	11.5	11.2	11.4
TD-TF	33.7~23.8	5	4.04	3.90	3.77
	23.8~15.9	6	4.74	4.63	4.48
	15.9~8.8	7	6.30	6.71	6.05
	8.8~1.8	8	9.86	10.1	10.1
TG-TH	23.8~15.9	9	2.16	2.07	2.10
	15.9~8.8	10	5.77	5.59	5.71
	8.8~1.8	11	8.33	8.43	8.51



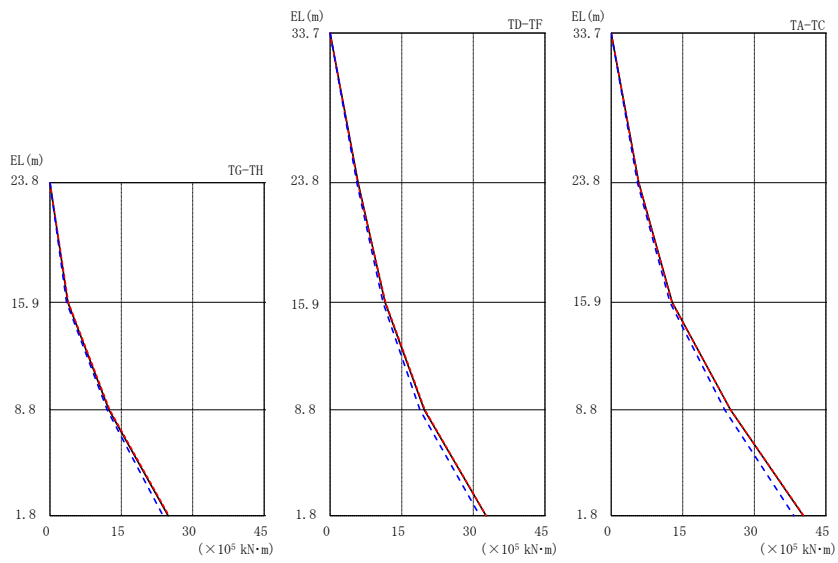
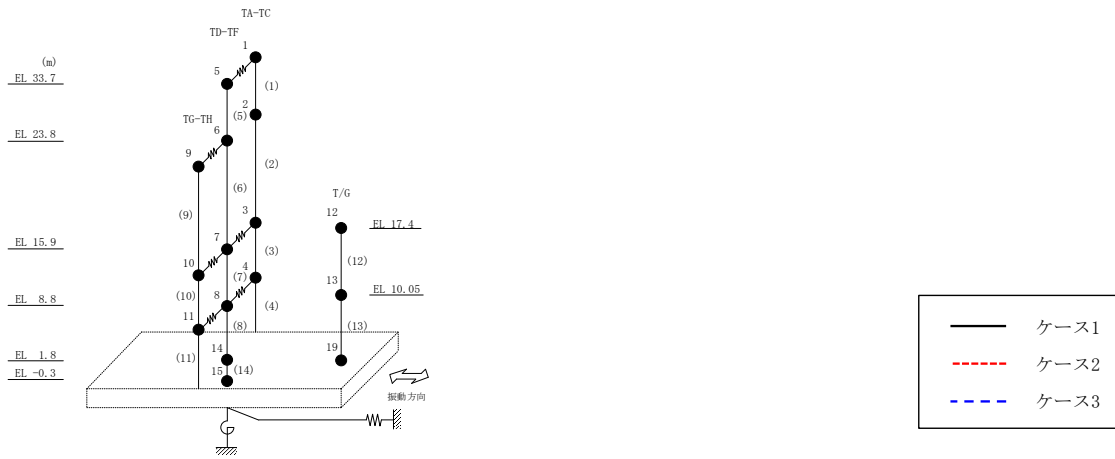
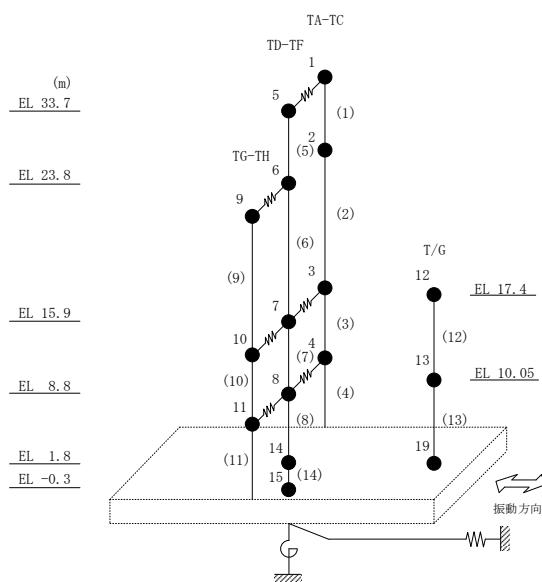


図 2-36 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-36 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			5.78	5.78	5.52
	23.8~15.9	2	5.78	5.78	5.52
			12.8	12.7	12.3
15.9~8.8	3	12.8	12.7	12.3	
		25.0	25.0	23.8	
8.8~1.8	4	25.0	25.0	23.8	
		40.2	40.3	38.3	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			5.88	5.78	5.62
	23.8~15.9	6	5.88	5.78	5.62
			11.5	11.6	11.1
15.9~8.8	7	11.5	11.6	11.1	
		19.7	19.8	18.8	
8.8~1.8	8	19.7	19.8	18.8	
		32.6	32.7	31.3	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00
			3.75	3.85	3.51
	15.9~8.8	10	3.75	3.85	3.51
12.4			12.6	12.0	
8.8~1.8	11	12.4	12.6	12.0	
		24.8	25.0	23.8	



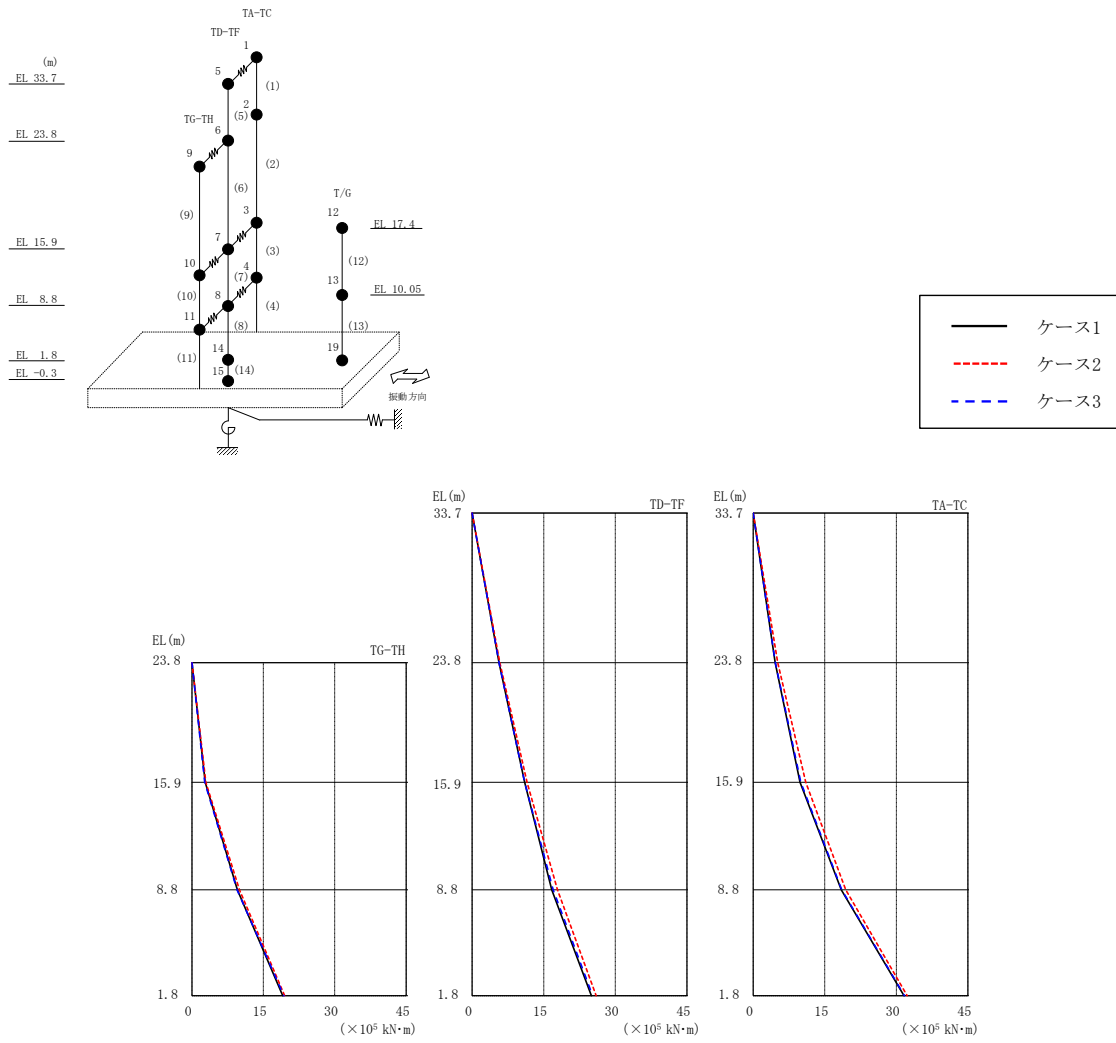
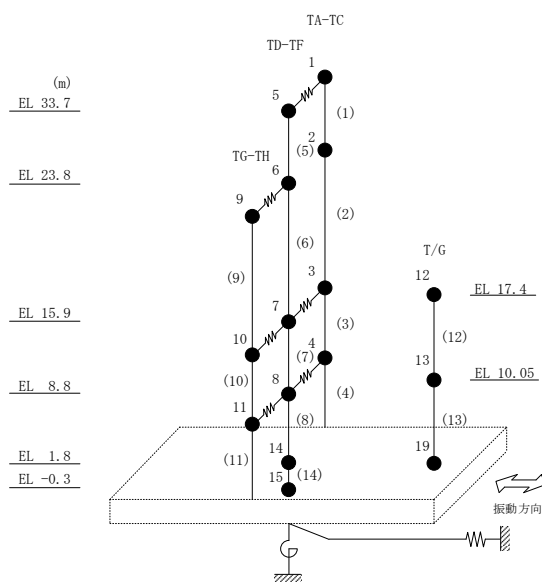


図 2-37 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F 1$, EW方向)

表 2-37 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			4.61	5.15	4.65
	23.8~15.9	2	4.61	5.15	4.65
			9.82	11.0	9.97
15.9~8.8	3	9.82	11.0	9.97	
		18.5	19.4	18.6	
8.8~1.8	4	18.5	19.4	18.6	
		31.6	32.3	31.7	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			5.65	5.80	5.63
	23.8~15.9	6	5.65	5.80	5.63
			11.0	11.5	11.0
15.9~8.8	7	11.0	11.5	11.0	
		16.7	17.9	17.0	
8.8~1.8	8	16.7	17.9	17.0	
		25.0	26.0	25.3	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00
			2.79	2.91	2.69
	15.9~8.8	10	2.79	2.91	2.69
9.56			9.98	9.50	
8.8~1.8	11	9.56	9.98	9.50	
		19.1	19.5	19.3	



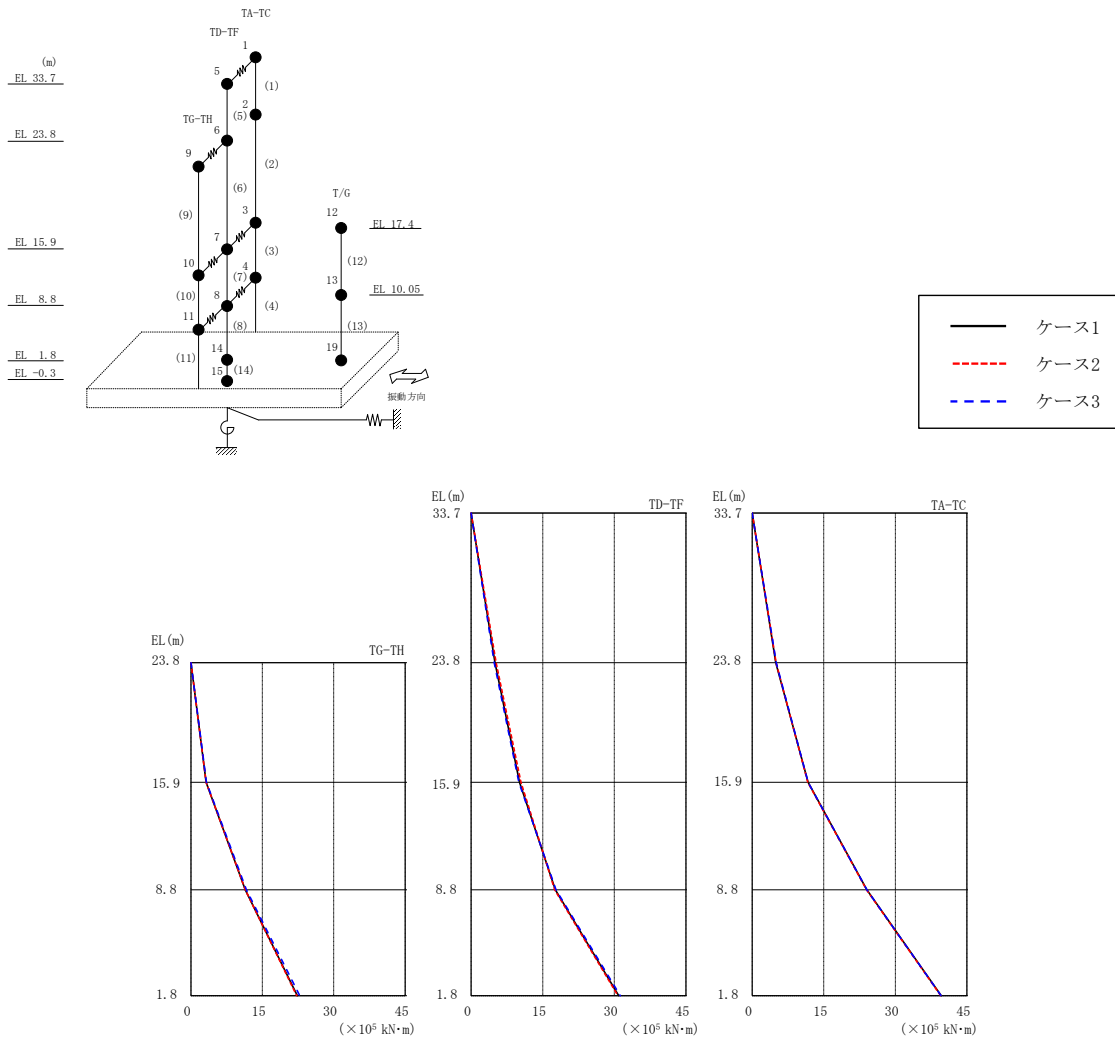
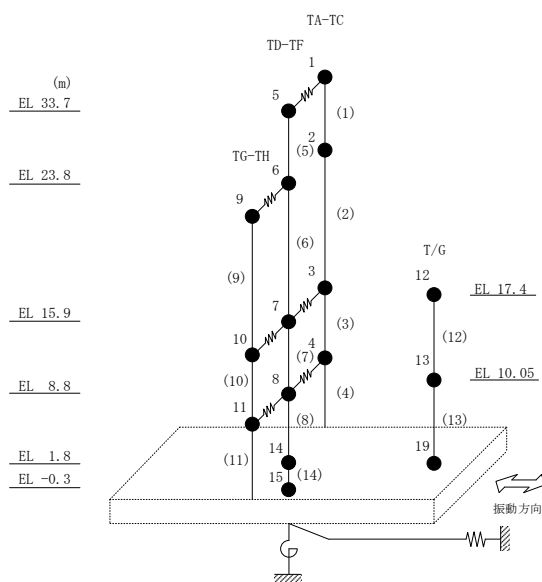


図 2-38 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F2$, EW方向)

表 2-38 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			4.96	5.01	5.03
	23.8~15.9	2	4.96	5.01	5.03
			11.7	11.6	11.7
15.9~8.8	3	11.7	11.6	11.7	
		24.0	24.0	24.0	
8.8~1.8	4	24.0	24.0	24.0	
		39.6	39.5	39.6	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			5.01	5.22	4.83
	23.8~15.9	6	5.01	5.22	4.83
			10.1	10.4	10.0
15.9~8.8	7	10.1	10.4	10.0	
		17.6	17.5	17.8	
8.8~1.8	8	17.6	17.5	17.8	
		30.9	30.8	31.3	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00
			3.19	3.20	3.26
	15.9~8.8	10	3.19	3.20	3.26
11.4			11.4	11.7	
8.8~1.8	11	11.4	11.4	11.7	
		22.4	22.2	22.9	



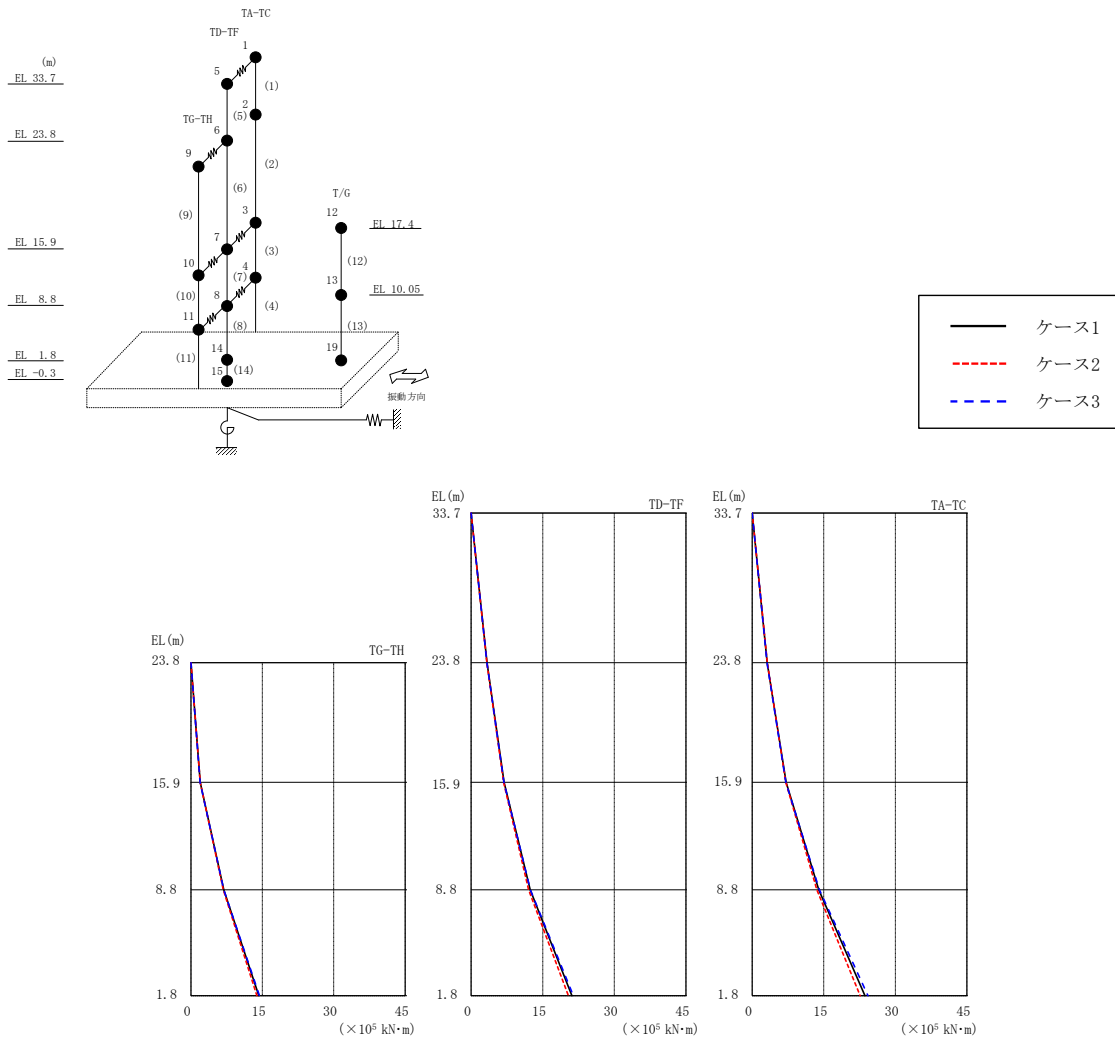
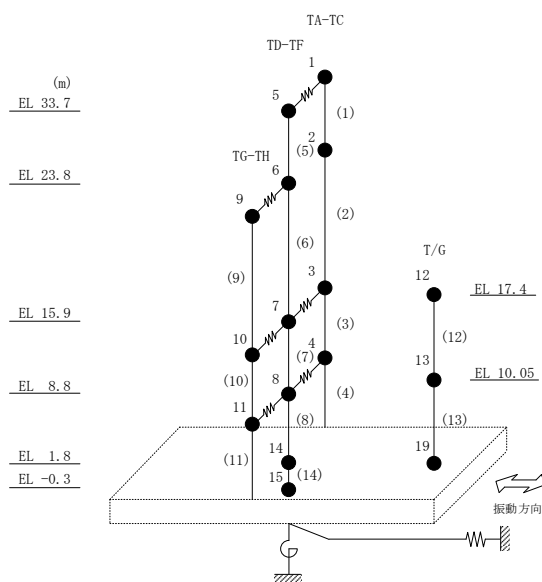


図 2-39 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N 1$, EW方向)

表 2-39 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			3.14	3.16	3.09
	23.8~15.9	2	3.14	3.16	3.09
			7.11	7.04	7.04
15.9~8.8	3	7.11	7.04	7.04	
		14.0	13.6	14.1	
8.8~1.8	4	14.0	13.6	14.1	
		23.6	22.6	24.3	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			3.33	3.30	3.29
	23.8~15.9	6	3.33	3.30	3.29
			6.92	6.82	6.87
15.9~8.8	7	6.92	6.82	6.87	
		12.4	12.0	12.4	
8.8~1.8	8	12.4	12.0	12.4	
		21.1	20.4	21.4	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00
			1.96	1.95	1.93
	15.9~8.8	10	1.96	1.95	1.93
6.90			6.79	6.90	
8.8~1.8	11	6.90	6.79	6.90	
		14.3	13.9	14.4	



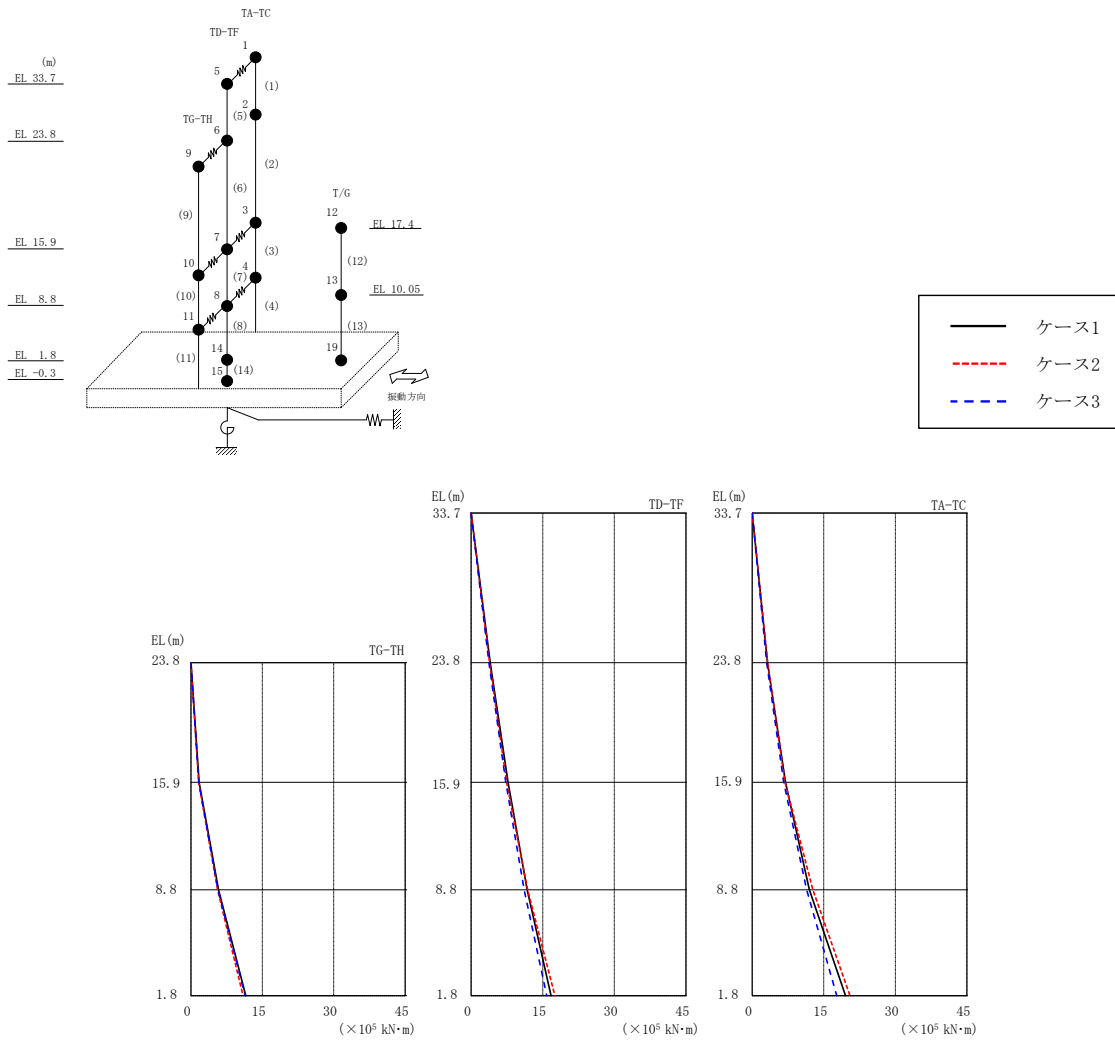
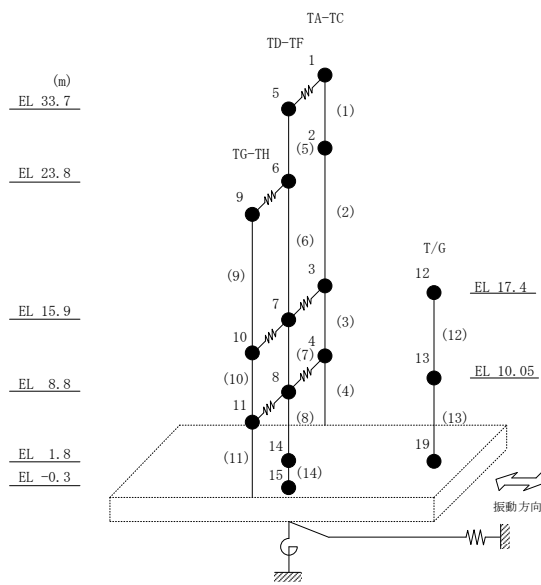


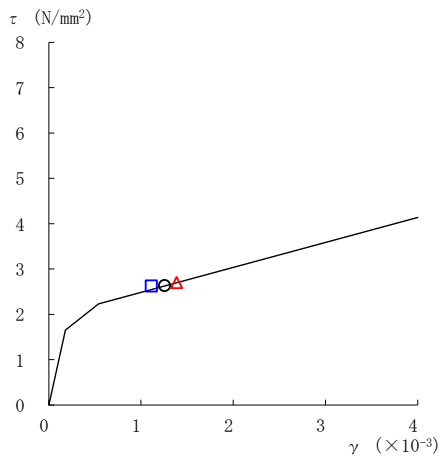
図 2-40 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

表 2-40 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

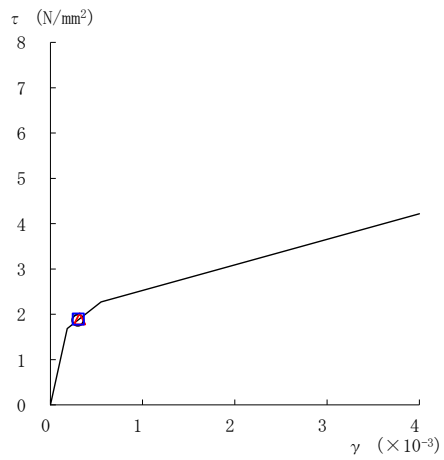
部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00	0.00
			3.22	3.24	3.05
	23.8~15.9	2	3.22	3.24	3.05
			6.96	6.87	6.60
15.9~8.8	3	6.96	6.87	6.60	
		12.0	12.7	11.4	
8.8~1.8	4	12.0	12.7	11.4	
		19.6	20.5	17.7	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00	0.00
			4.00	3.86	3.74
	23.8~15.9	6	4.00	3.86	3.74
			7.74	7.45	7.27
15.9~8.8	7	7.74	7.45	7.27	
		11.8	11.8	11.1	
8.8~1.8	8	11.8	11.8	11.1	
		16.7	17.5	15.8	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00	0.00
			1.70	1.63	1.66
	15.9~8.8	10	1.70	1.63	1.66
5.80			5.60	5.71	
8.8~1.8	11	5.80	5.60	5.71	
		11.5	11.0	11.4	



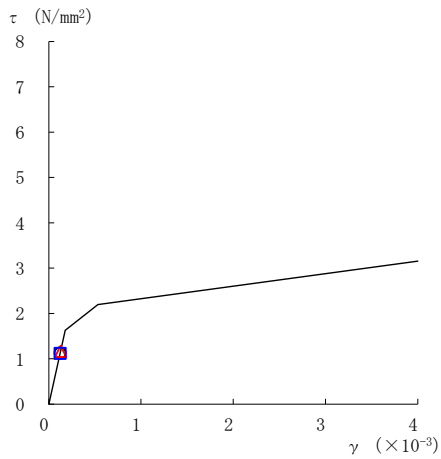
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



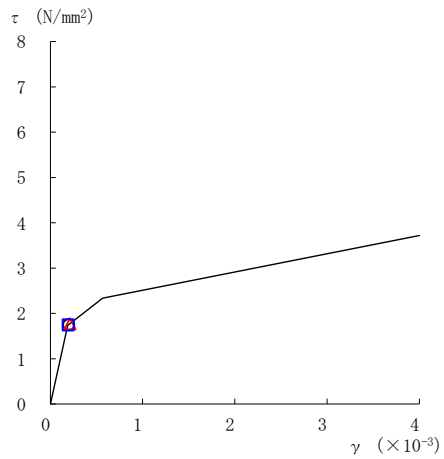
要素番号 (1)



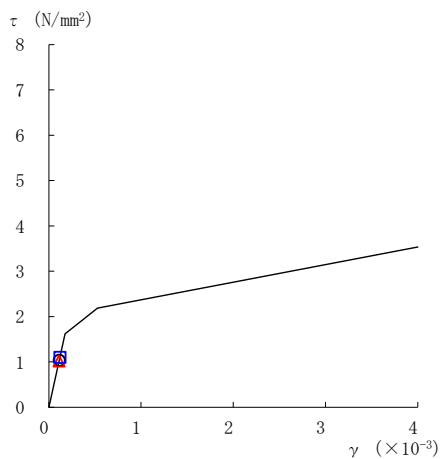
要素番号 (2)



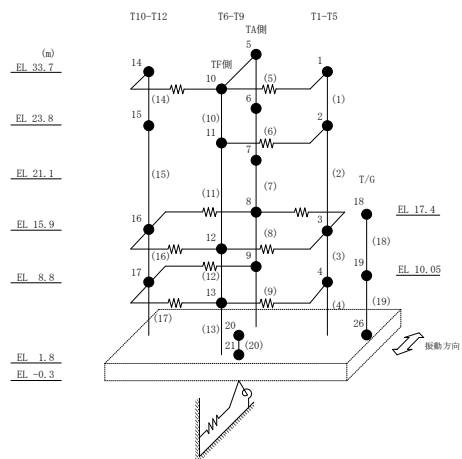
要素番号 (3)



要素番号 (4)



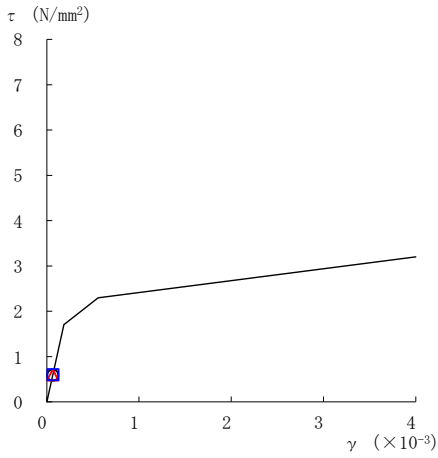
要素番号 (7)



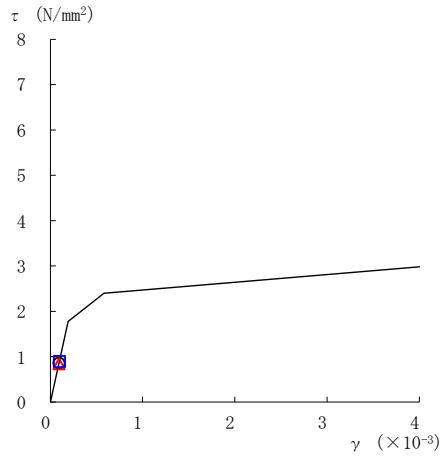
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-41(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

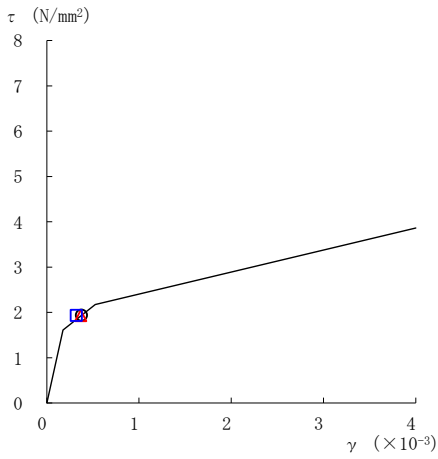
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



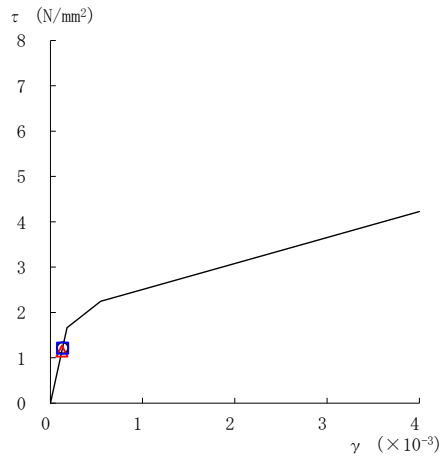
要素番号 (8)



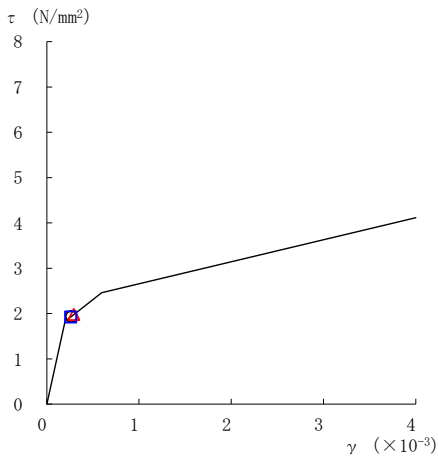
要素番号 (9)



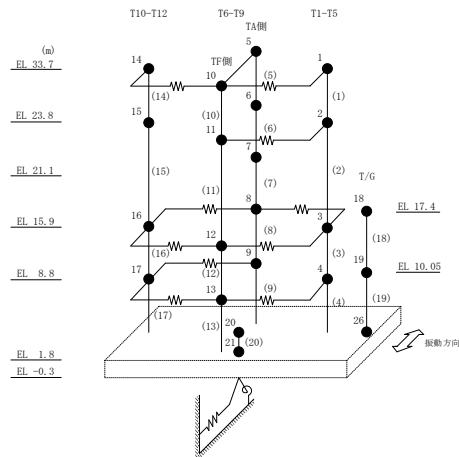
要素番号 (11)



要素番号 (12)



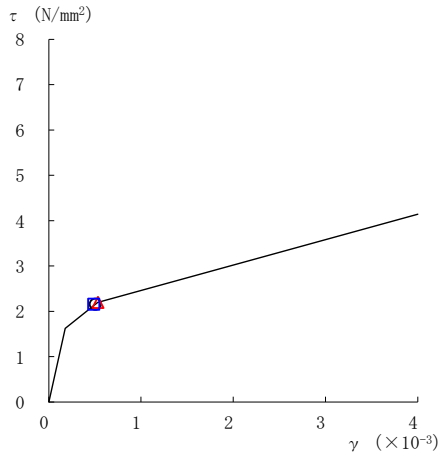
要素番号 (13)



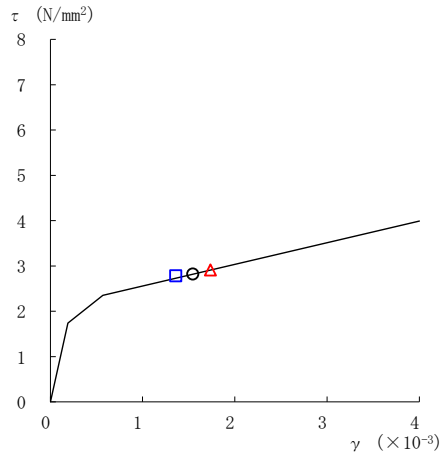
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-41 (2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

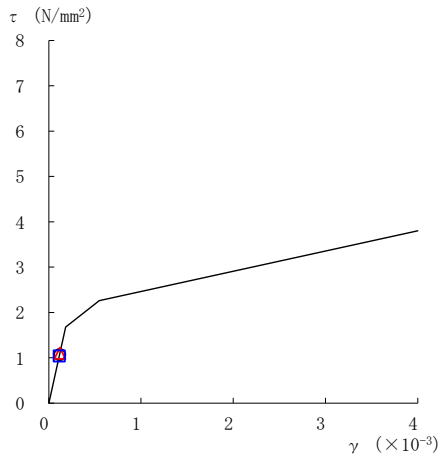
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



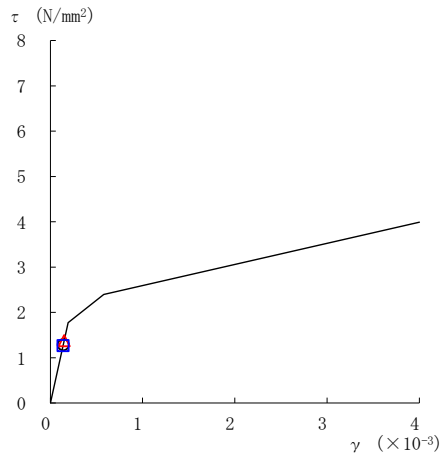
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

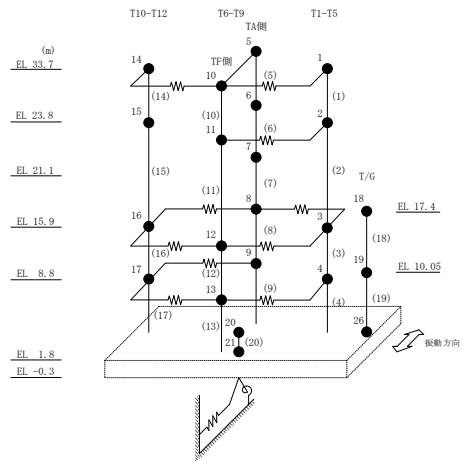
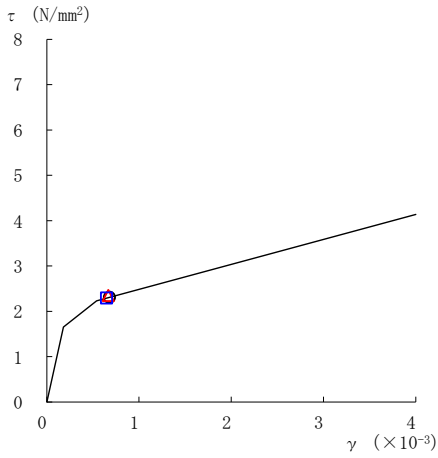
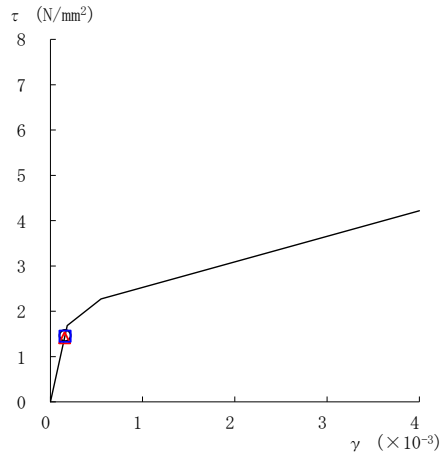


図 2-41(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

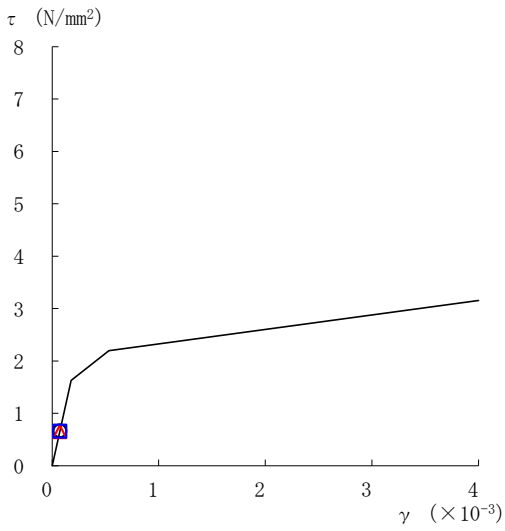
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



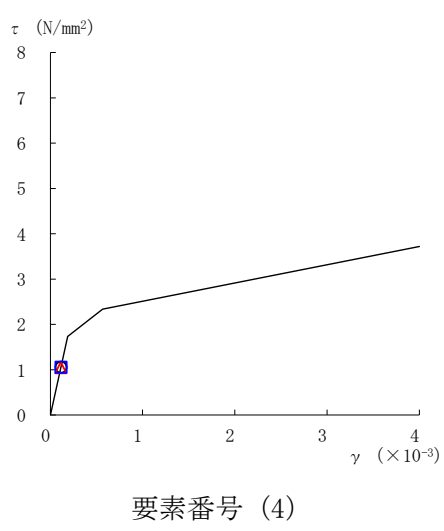
要素番号 (1)



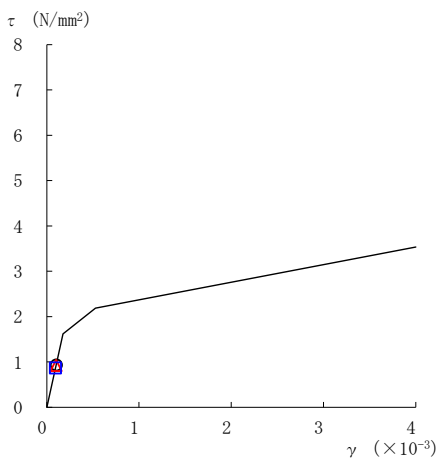
要素番号 (2)



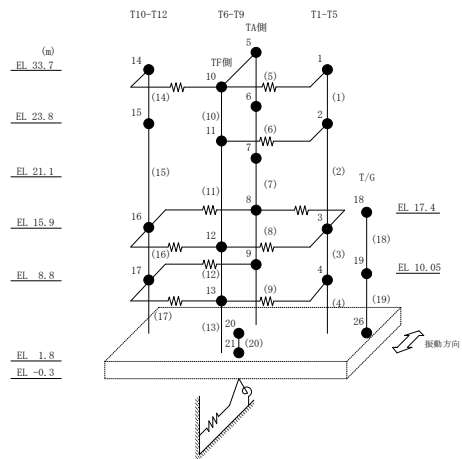
要素番号 (3)



要素番号 (4)



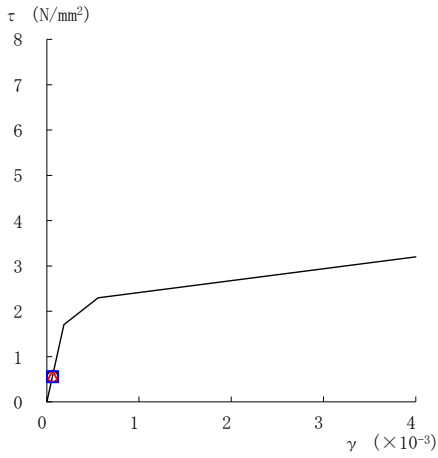
要素番号 (7)



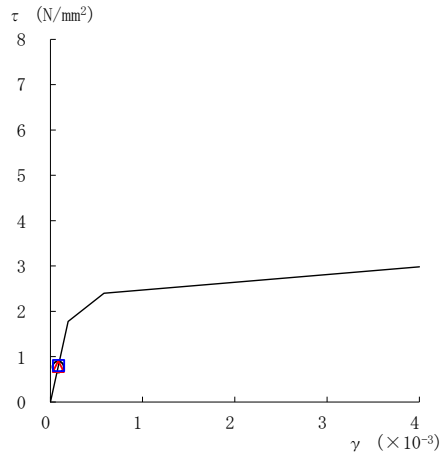
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-42(1) セン断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

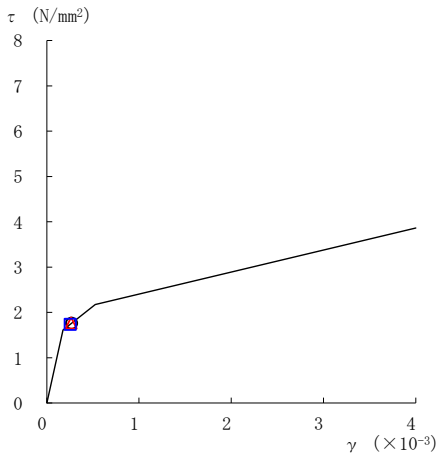
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



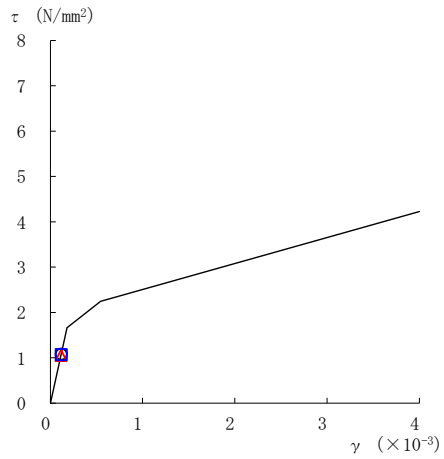
要素番号 (8)



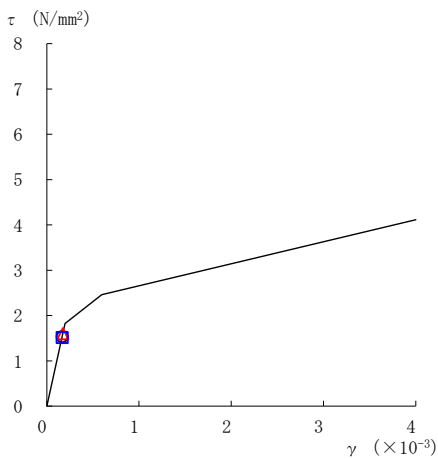
要素番号 (9)



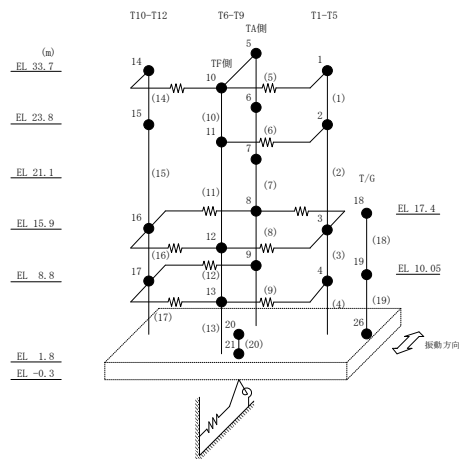
要素番号 (11)



要素番号 (12)



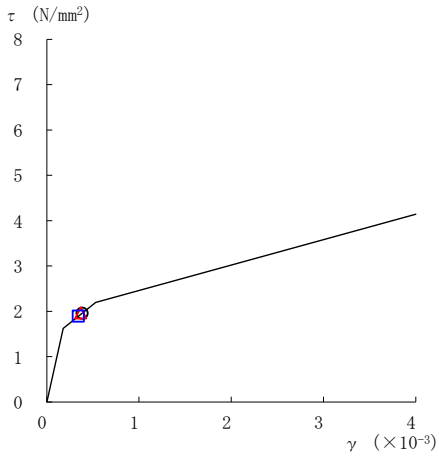
要素番号 (13)



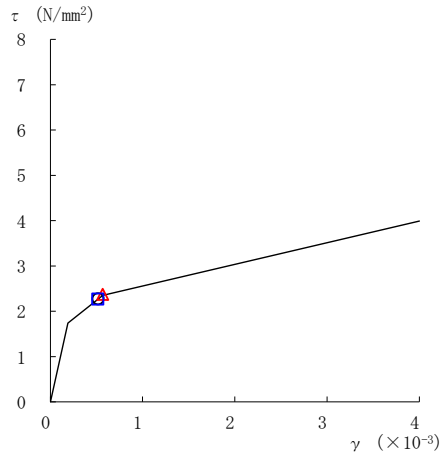
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-42(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

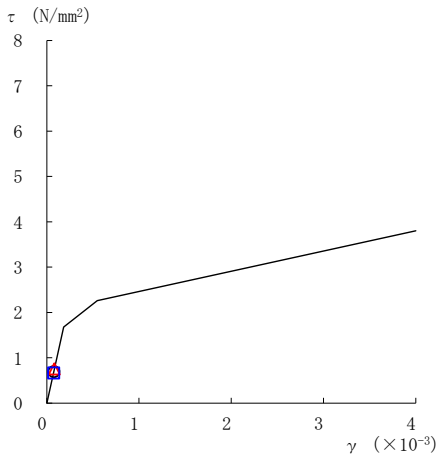
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



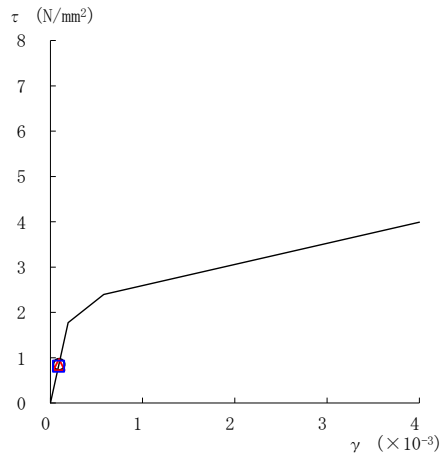
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

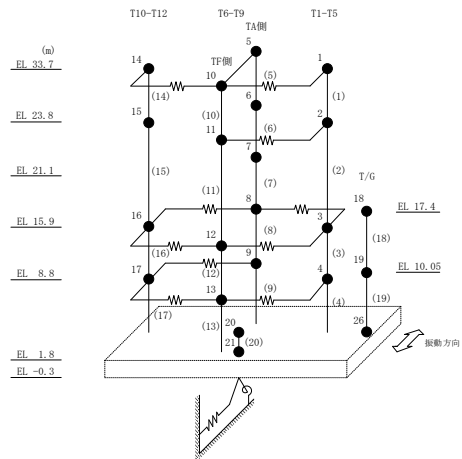
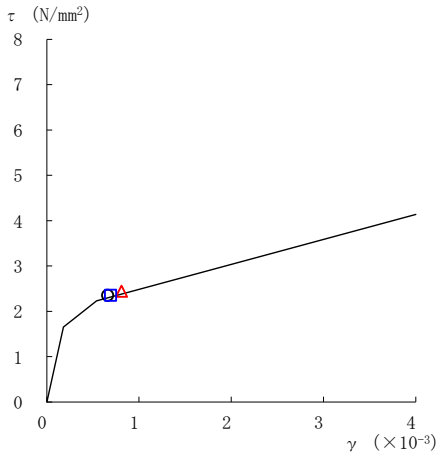
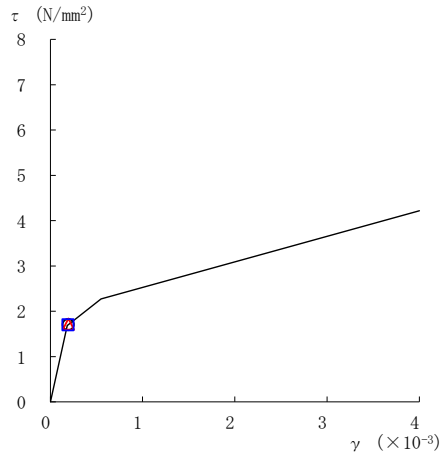


図 2-42(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

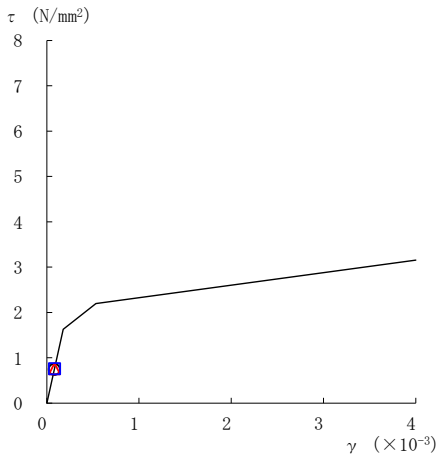
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



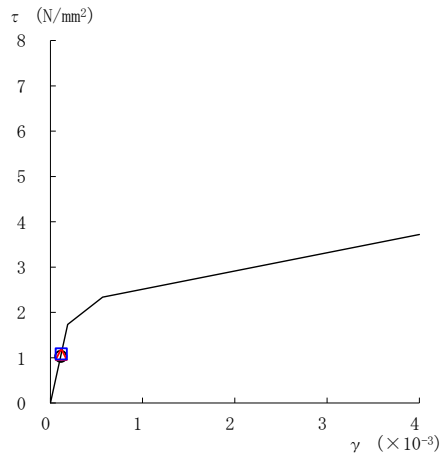
要素番号 (1)



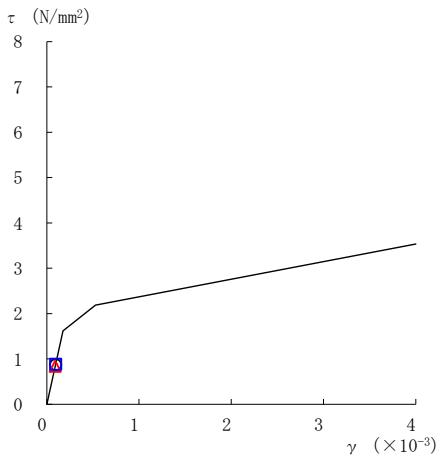
要素番号 (2)



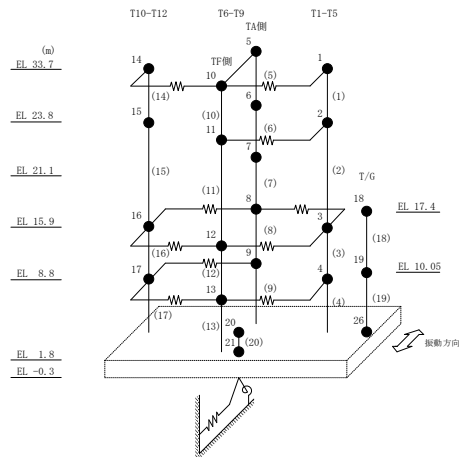
要素番号 (3)



要素番号 (4)



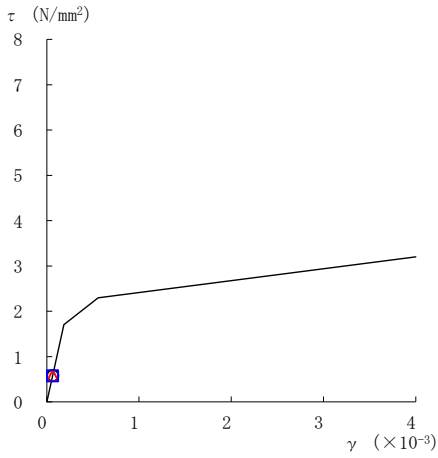
要素番号 (7)



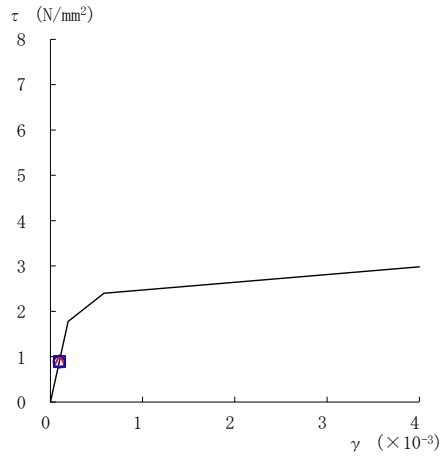
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-43(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

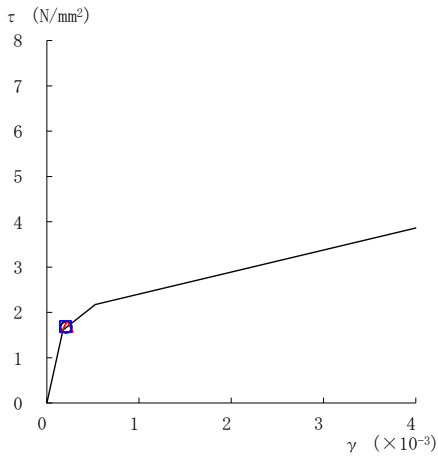
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



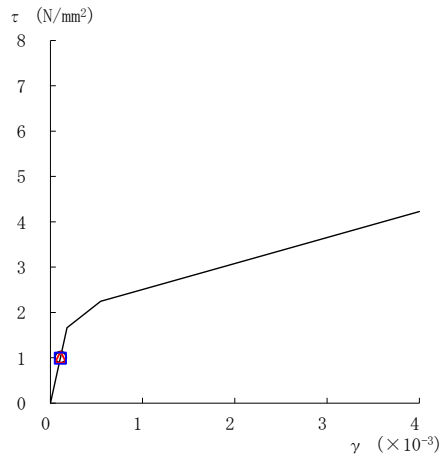
要素番号 (8)



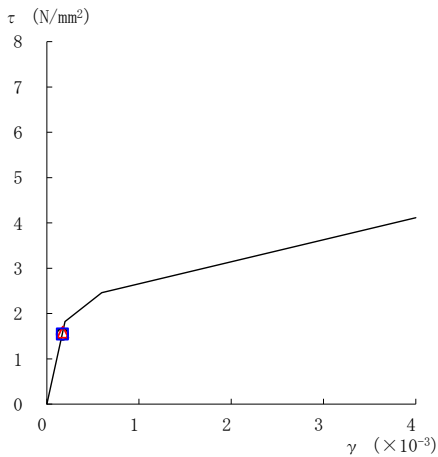
要素番号 (9)



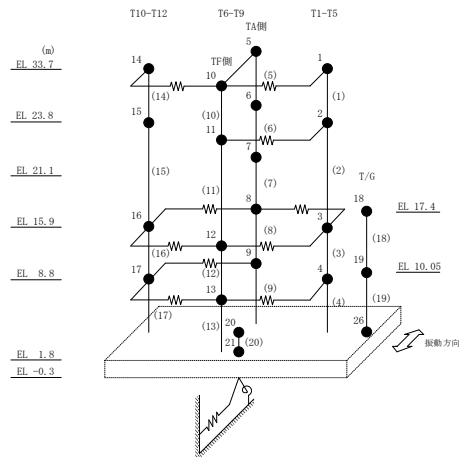
要素番号 (11)



要素番号 (12)



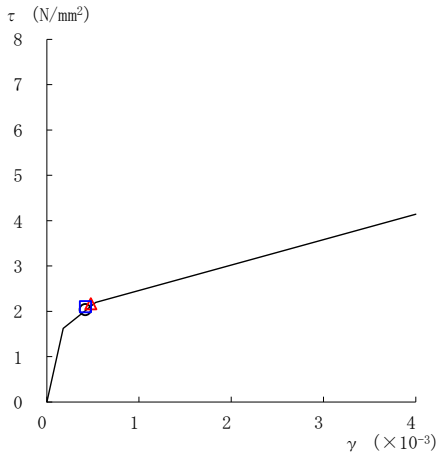
要素番号 (13)



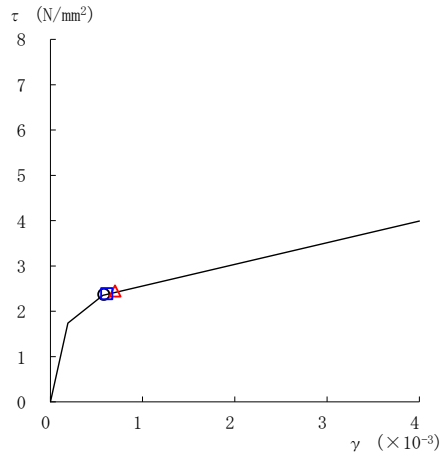
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-43(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

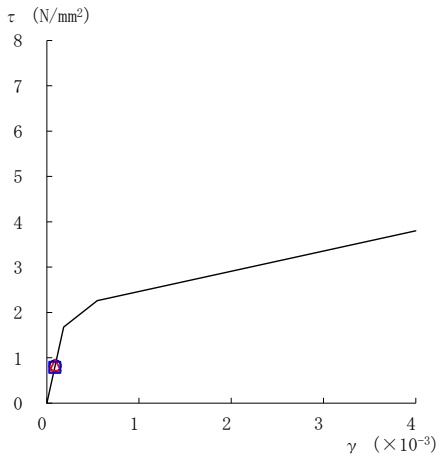
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



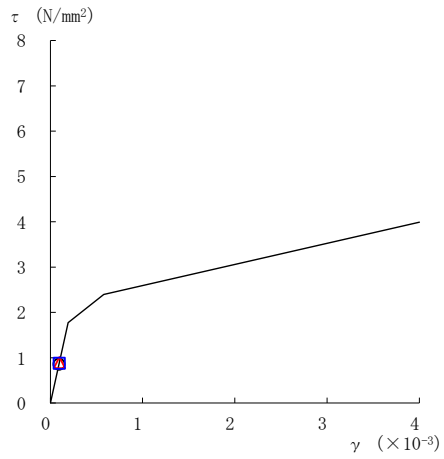
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

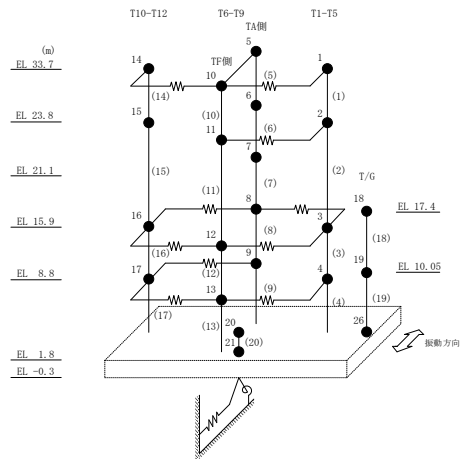
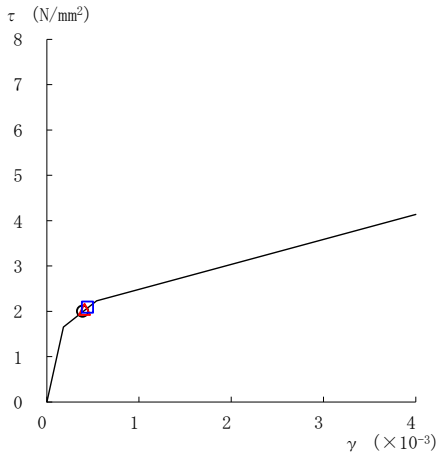
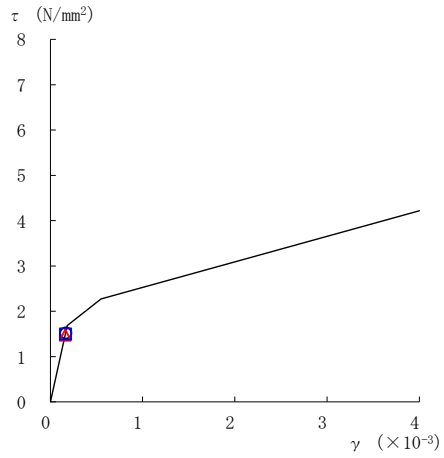


図 2-43(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

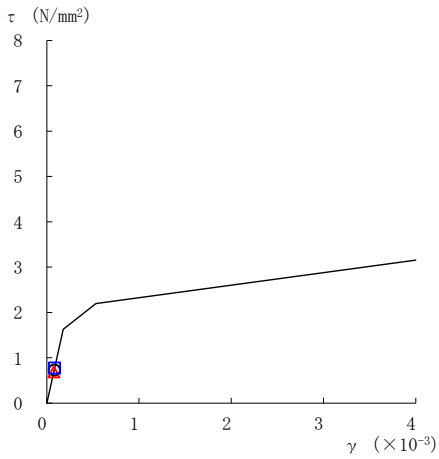
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



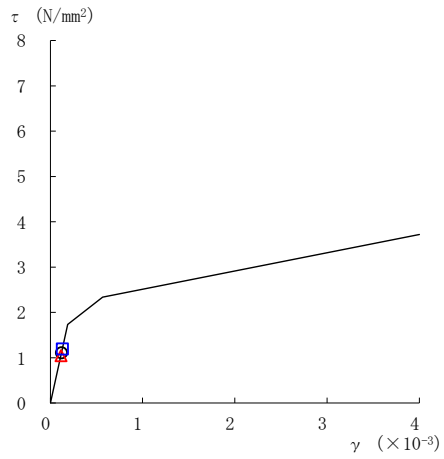
要素番号 (1)



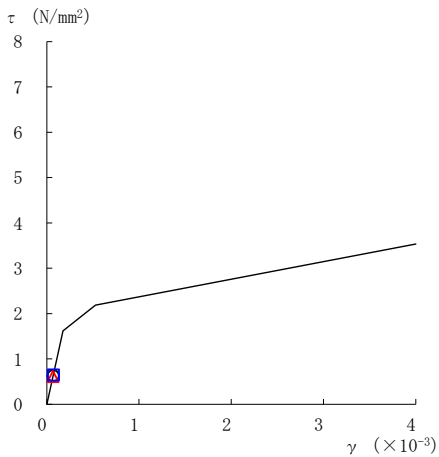
要素番号 (2)



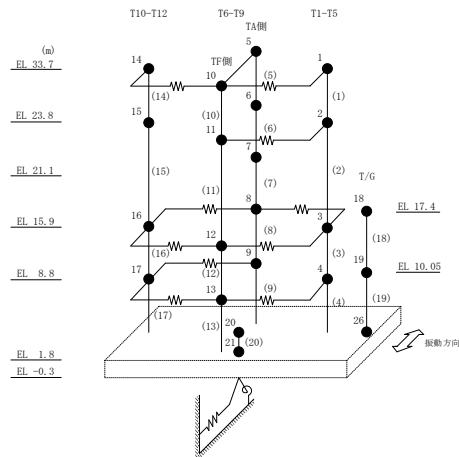
要素番号 (3)



要素番号 (4)



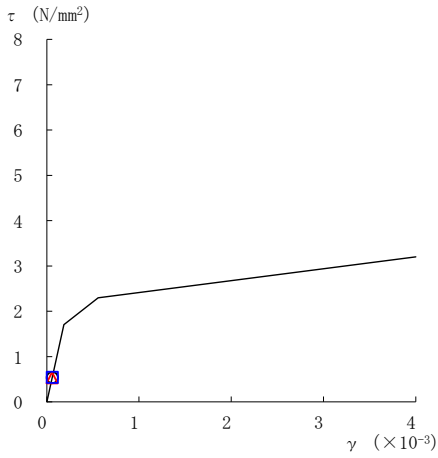
要素番号 (7)



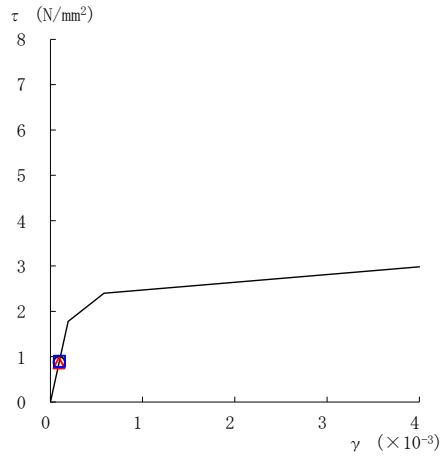
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-44(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

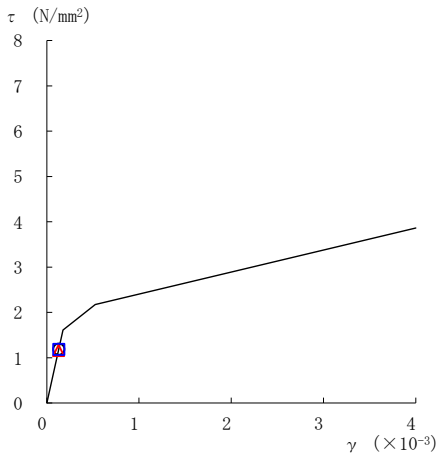
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



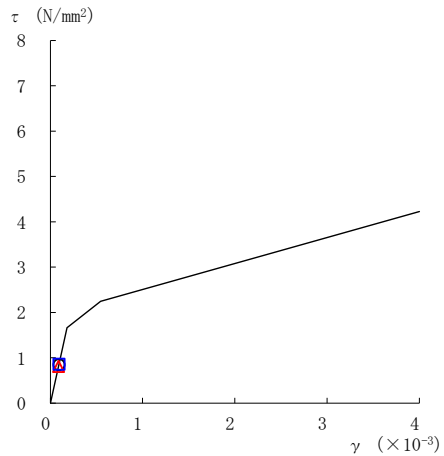
要素番号 (8)



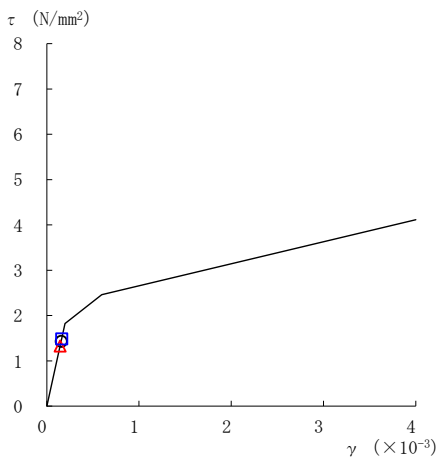
要素番号 (9)



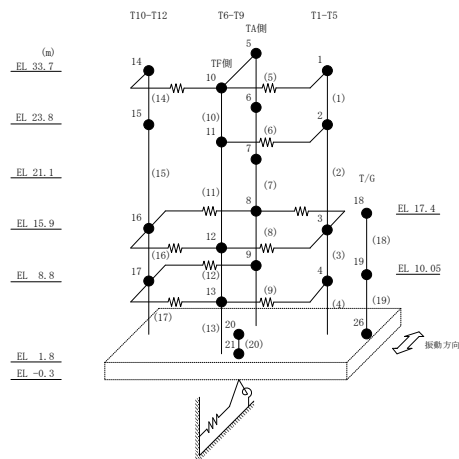
要素番号 (11)



要素番号 (12)



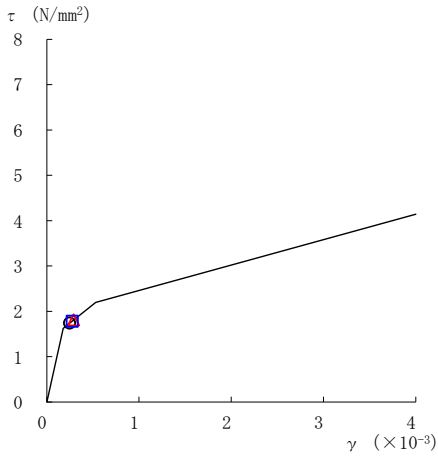
要素番号 (13)



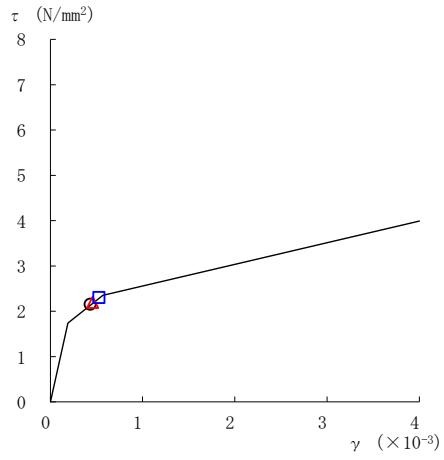
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-44(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

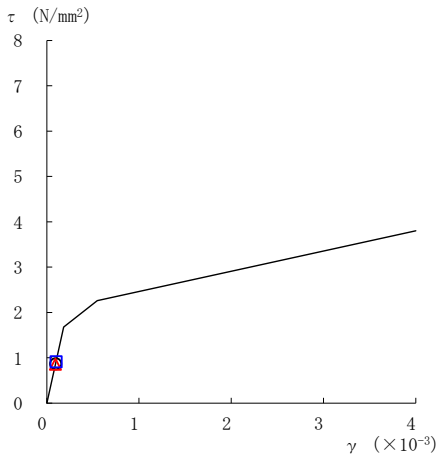
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



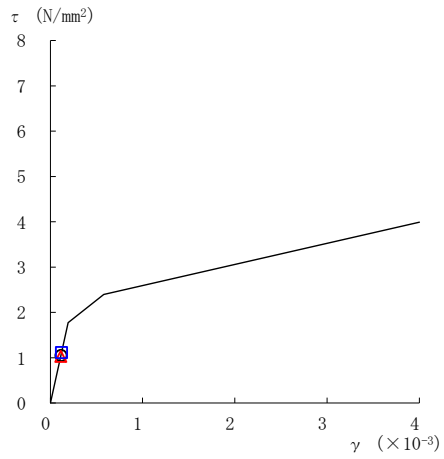
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

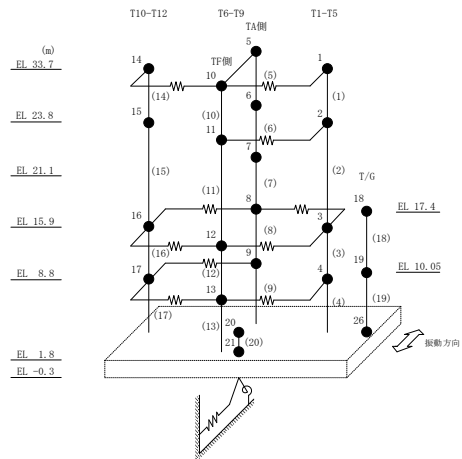
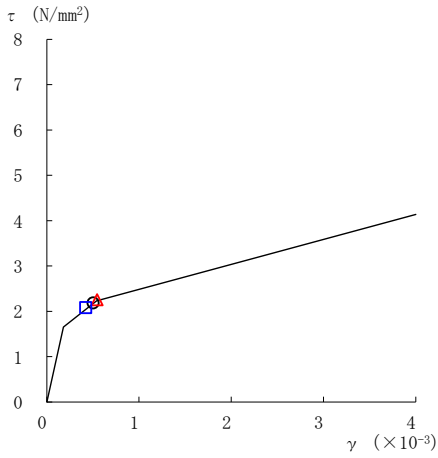
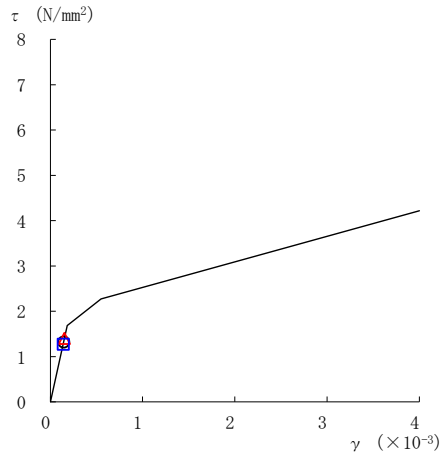


図 2-44(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

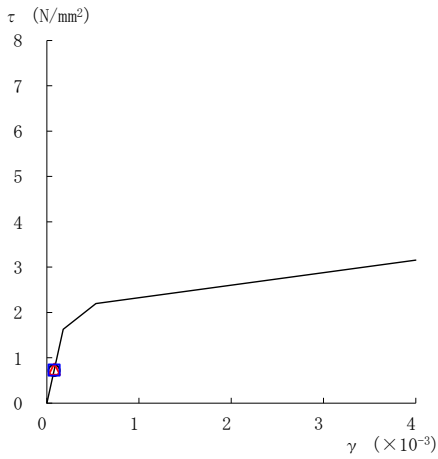
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



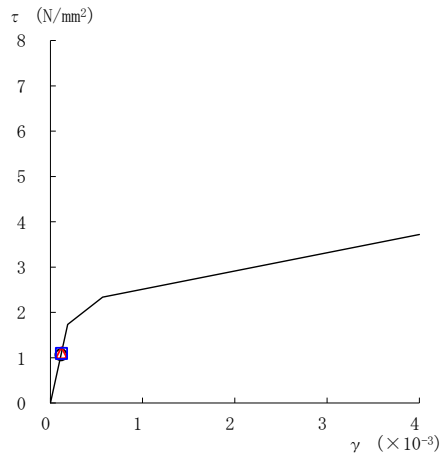
要素番号 (1)



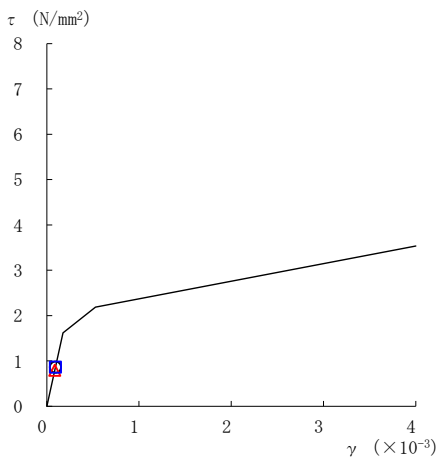
要素番号 (2)



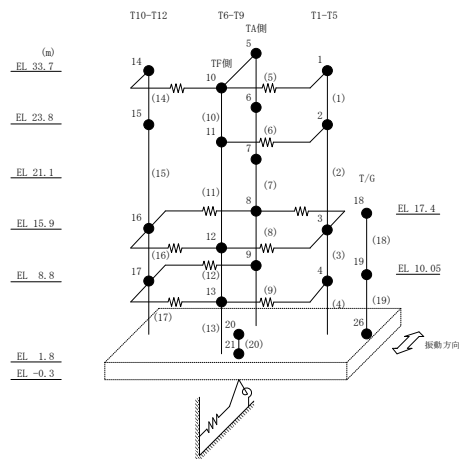
要素番号 (3)



要素番号 (4)



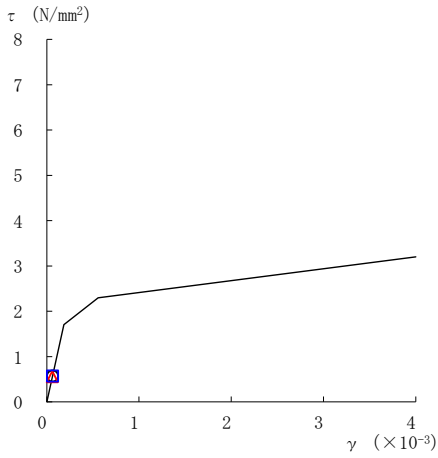
要素番号 (7)



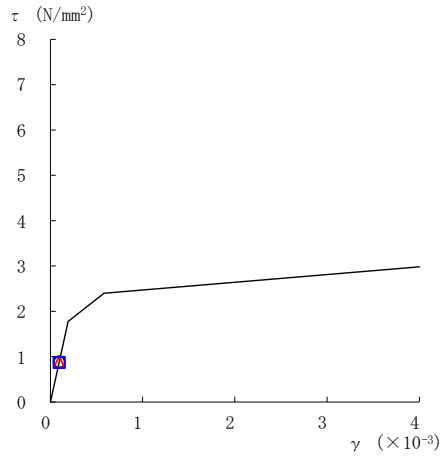
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-45(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

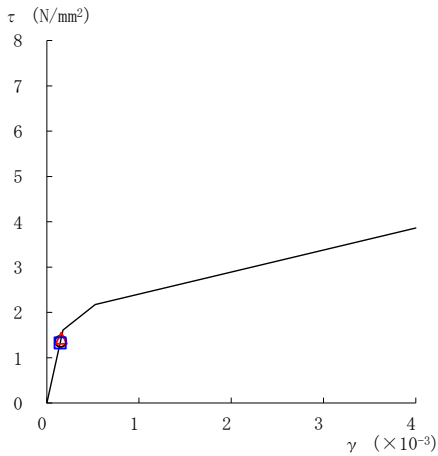
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



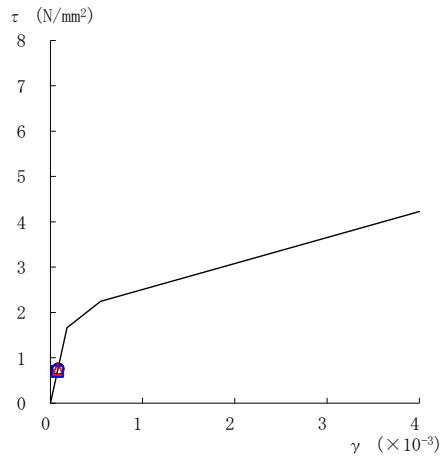
要素番号 (8)



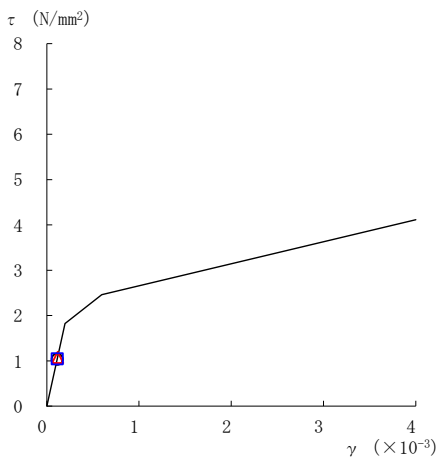
要素番号 (9)



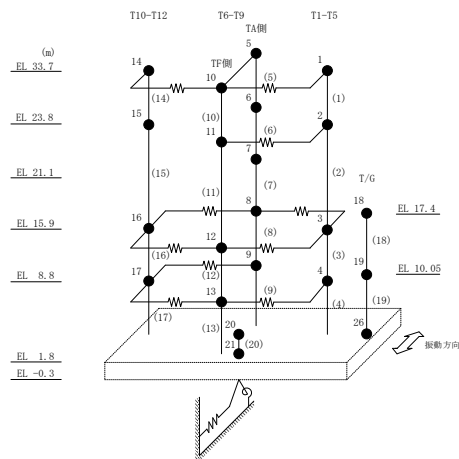
要素番号 (11)



要素番号 (12)



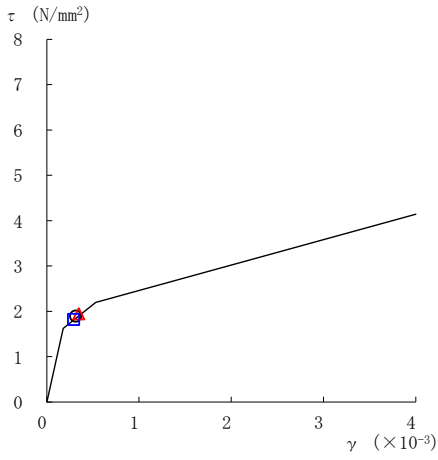
要素番号 (13)



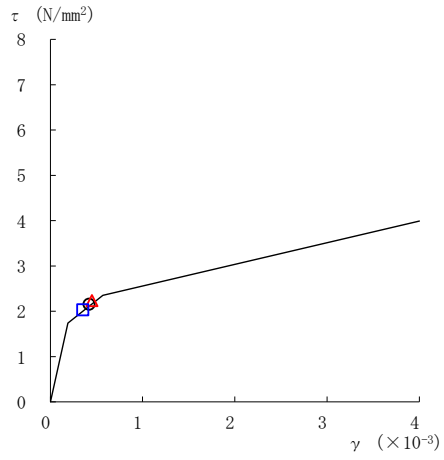
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-45(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

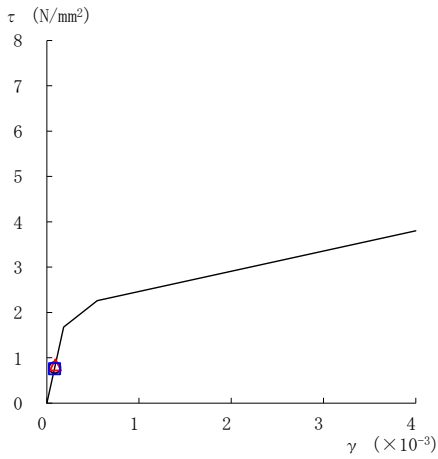
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



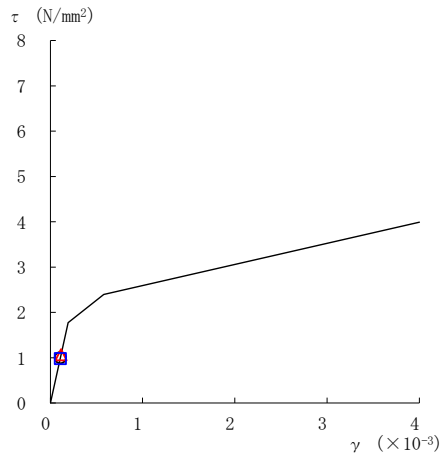
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

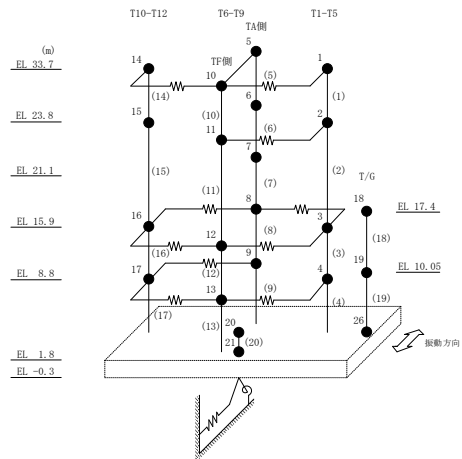
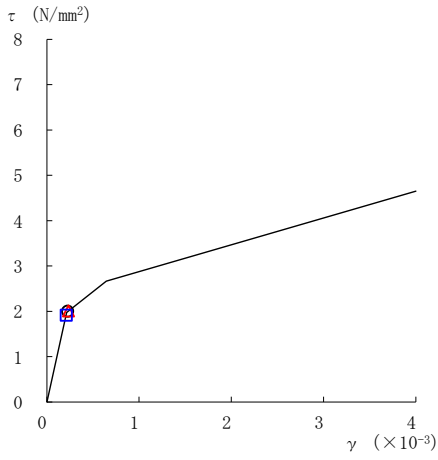
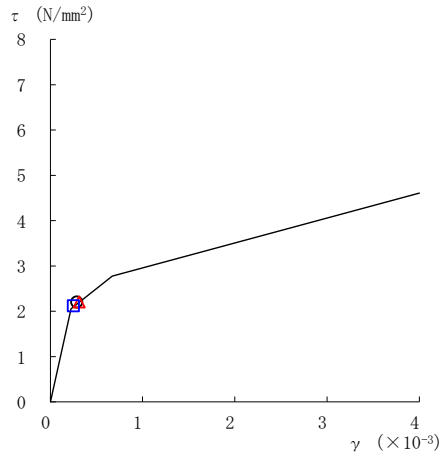


図 2-45(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

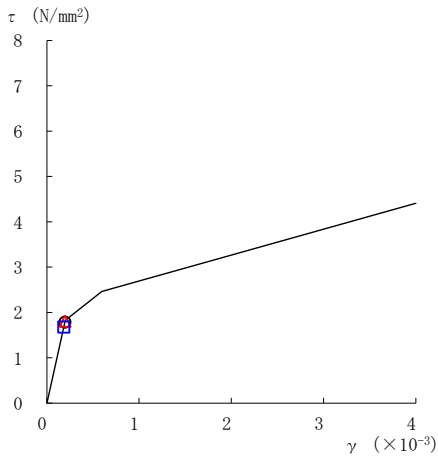
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



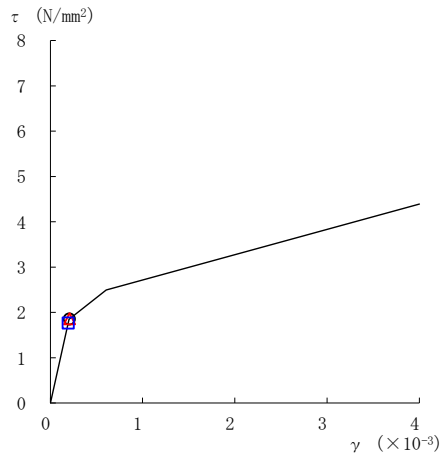
要素番号 (1)



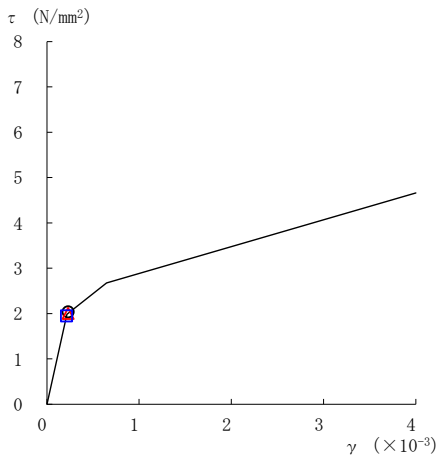
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

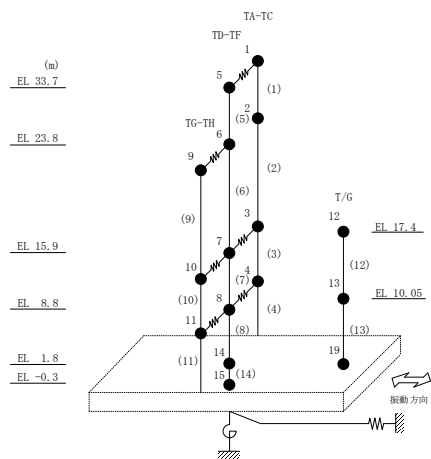
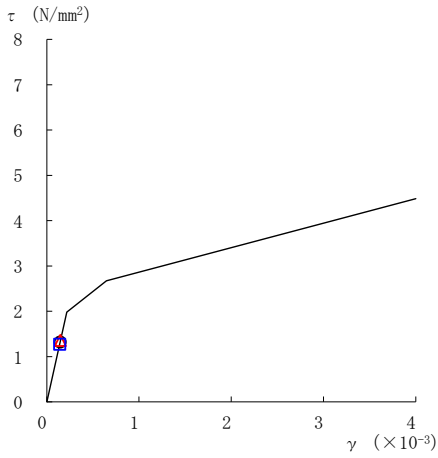
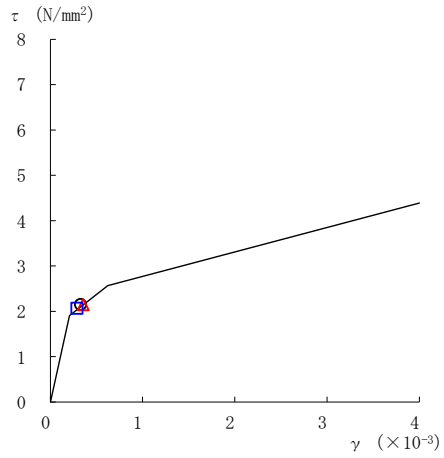


図 2-46(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

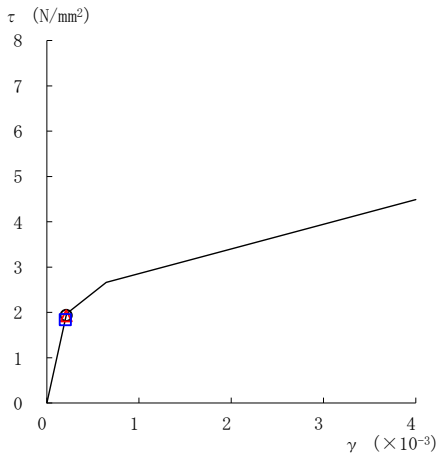
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



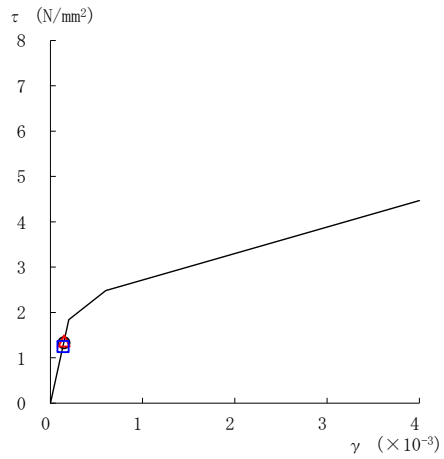
要素番号 (6)



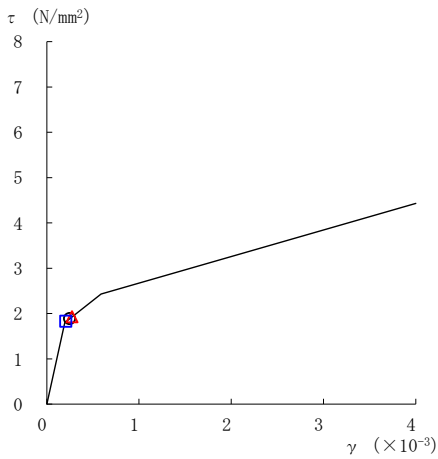
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

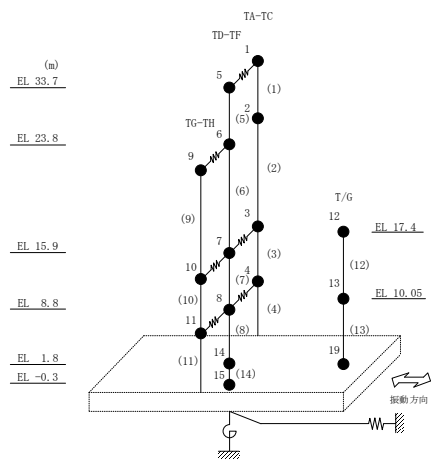
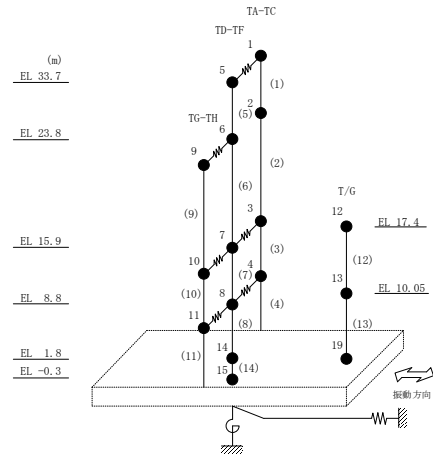
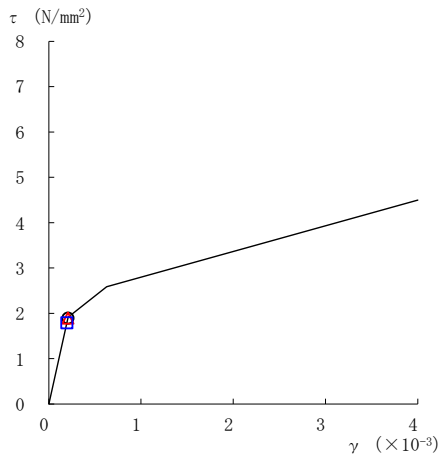


図 2-46(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

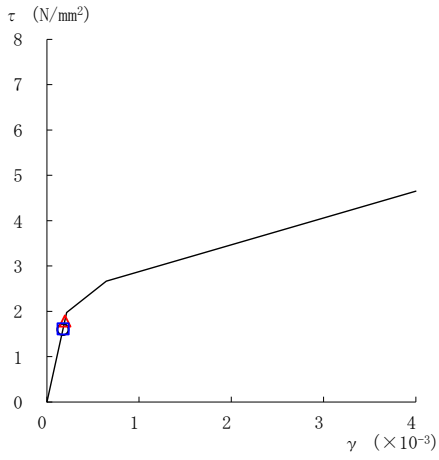
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



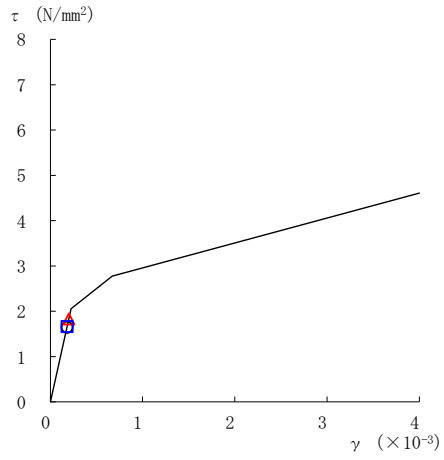
要素番号 (11)

図 2-46(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, EW 方向)

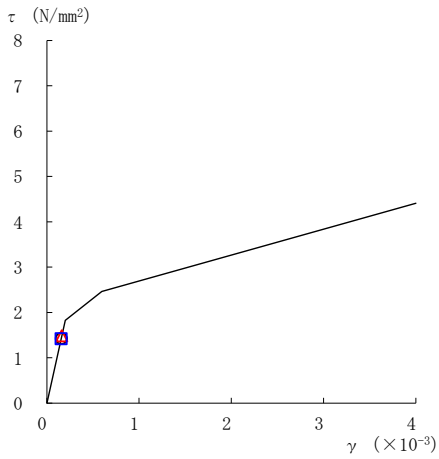
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



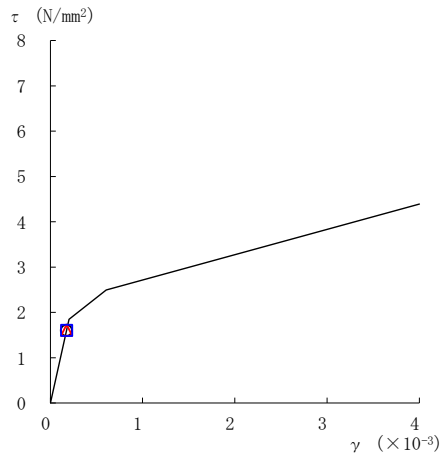
要素番号 (1)



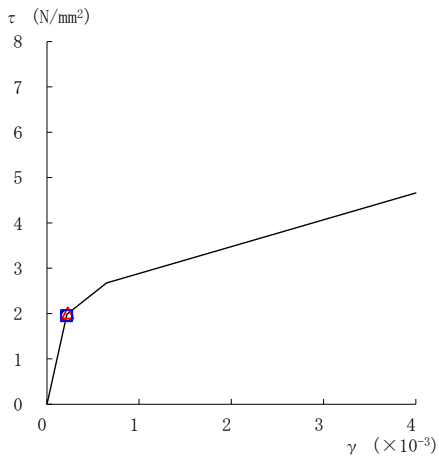
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

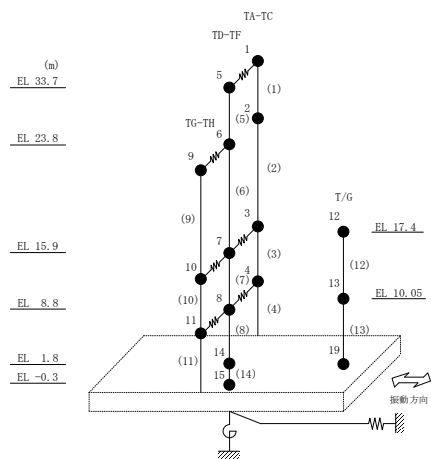
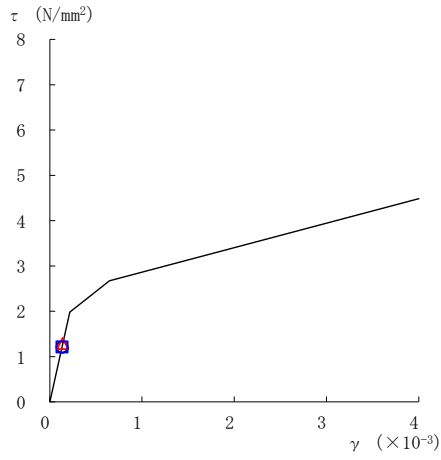
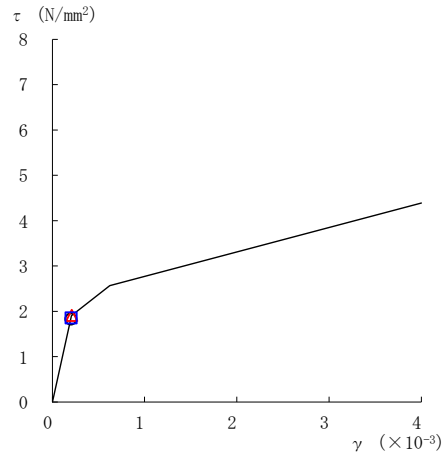


図 2-47(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

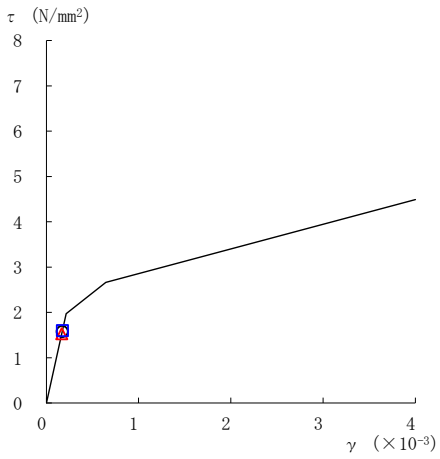
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



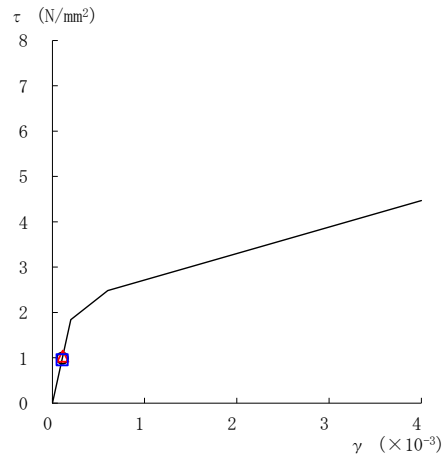
要素番号 (6)



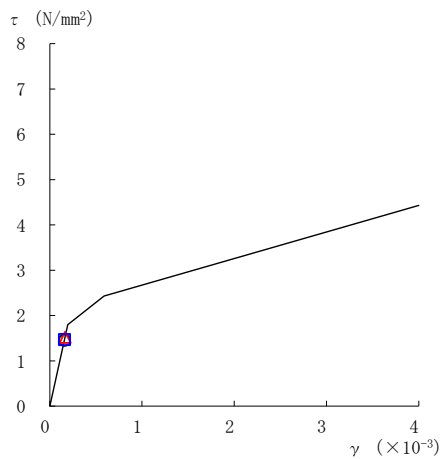
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

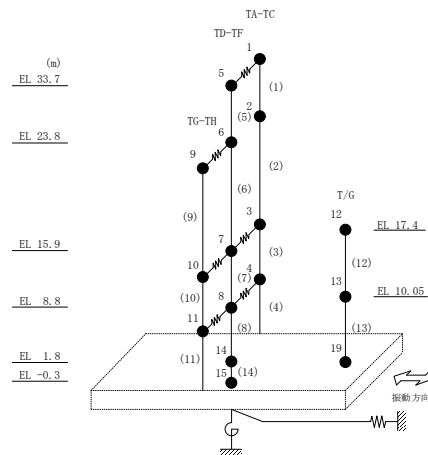
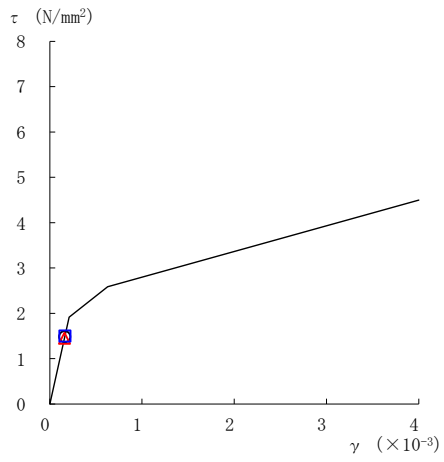


図 2-47(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)

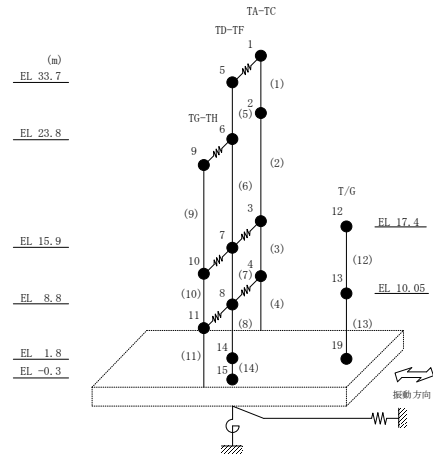
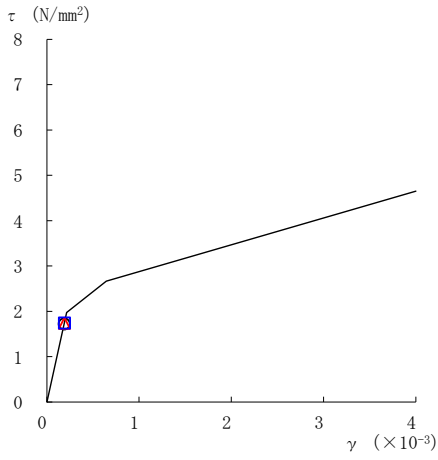
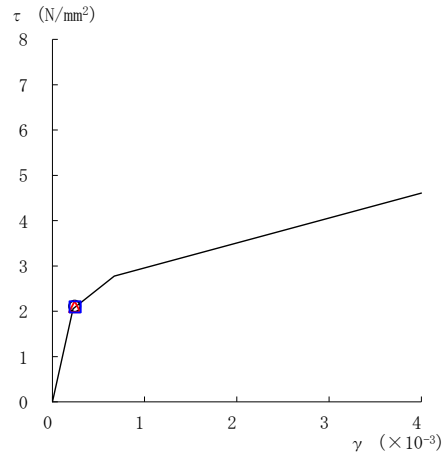


図 2-47(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

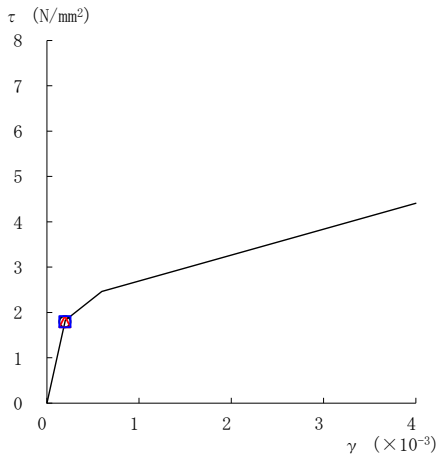
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



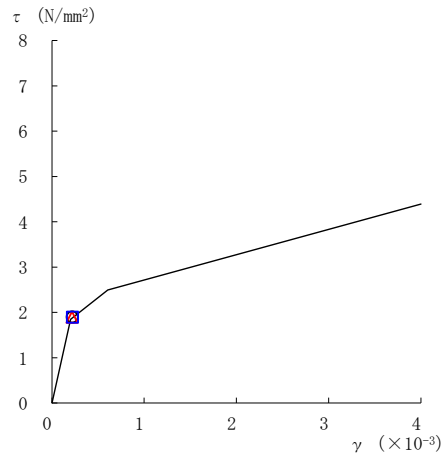
要素番号 (1)



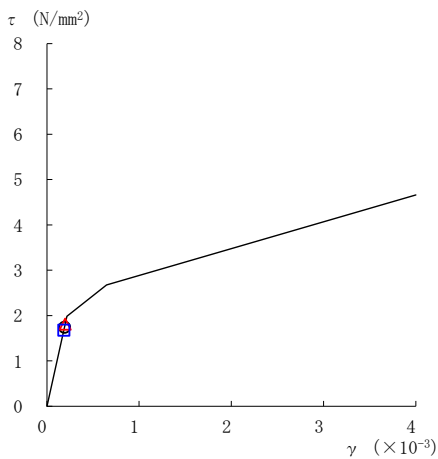
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

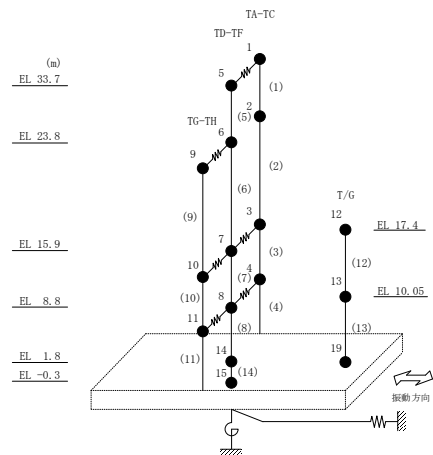
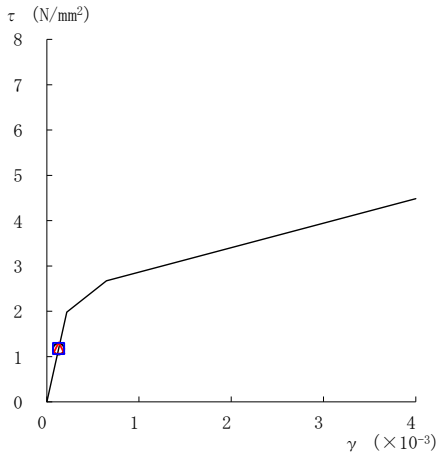
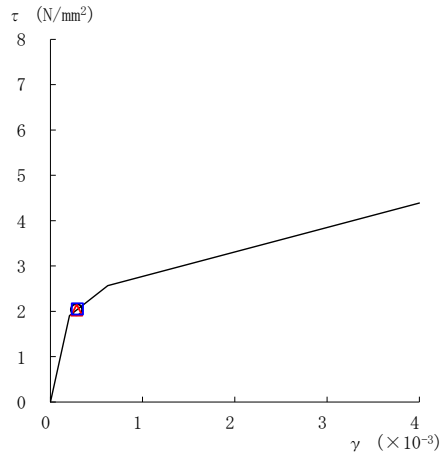


図 2-48(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

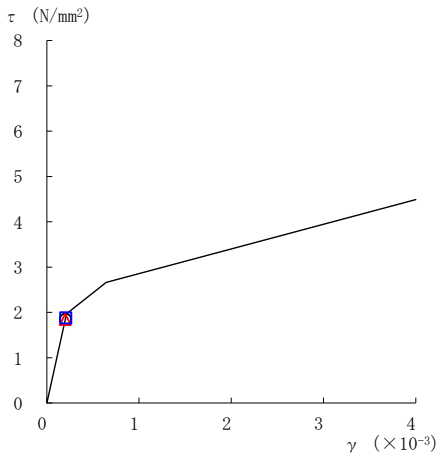
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



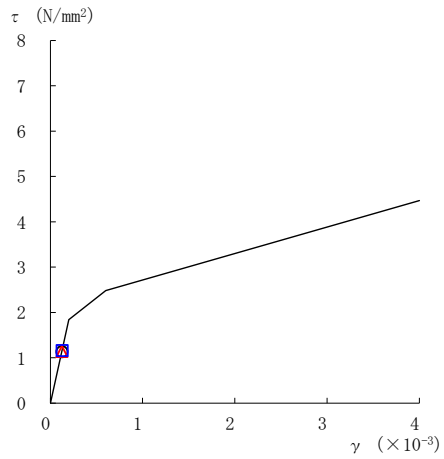
要素番号 (6)



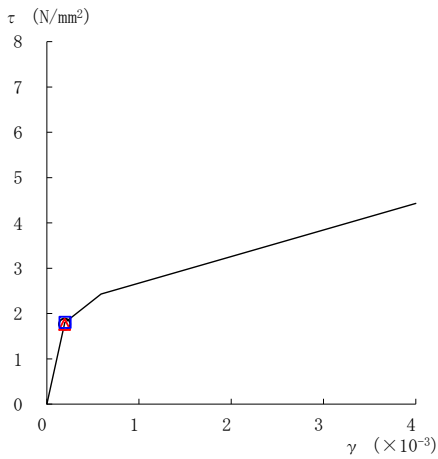
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

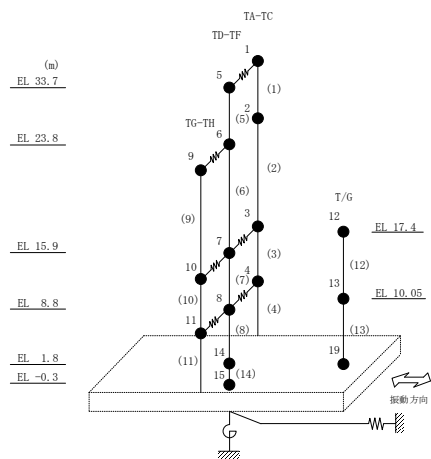
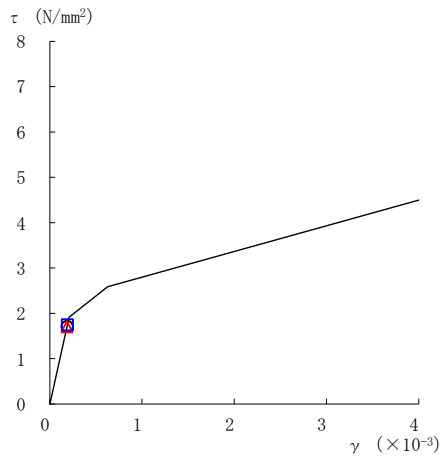


図 2-48(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)

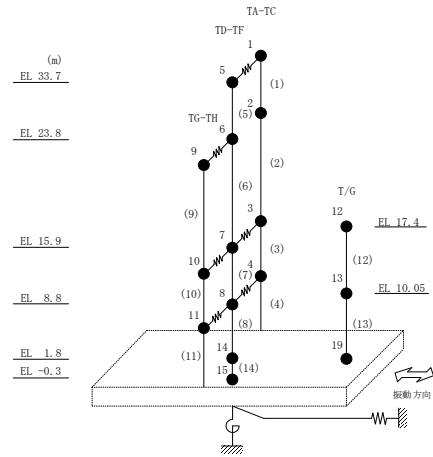
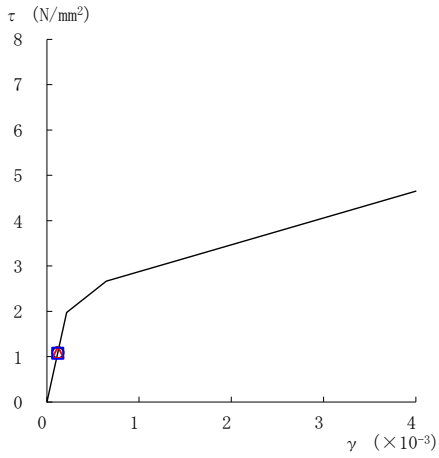
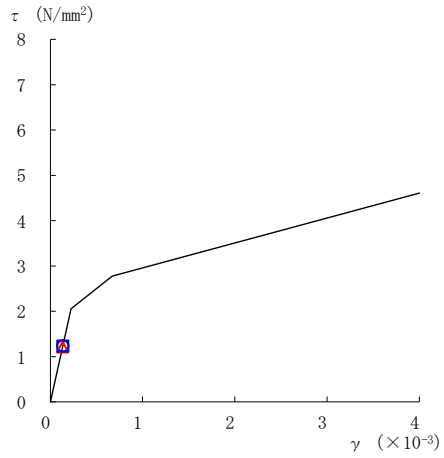


図 2-48(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

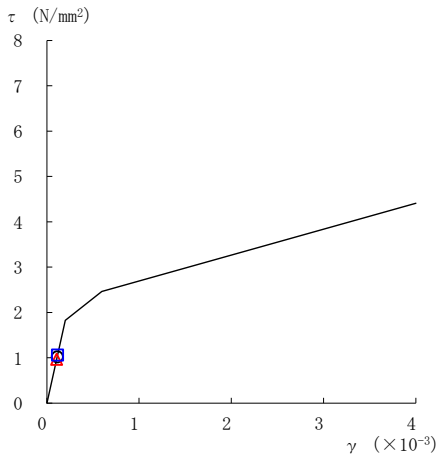
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



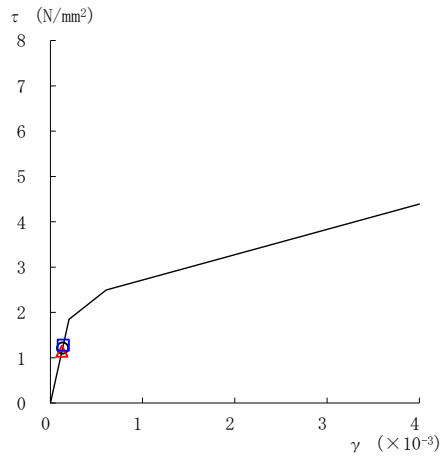
要素番号 (1)



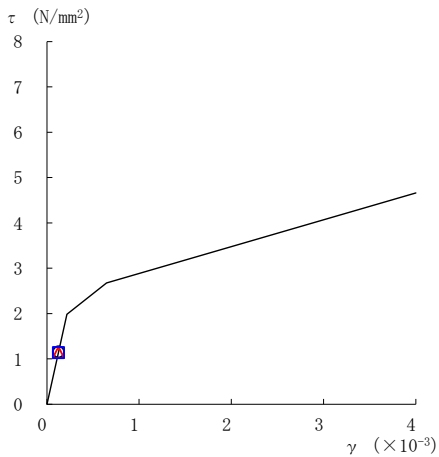
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

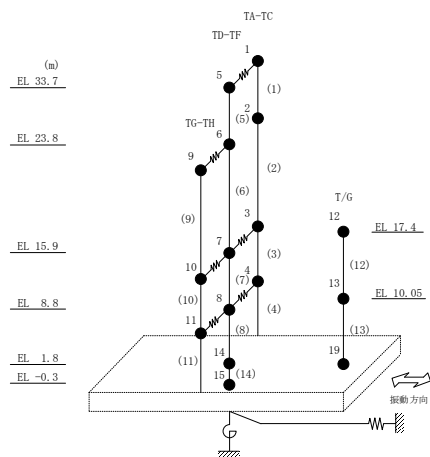
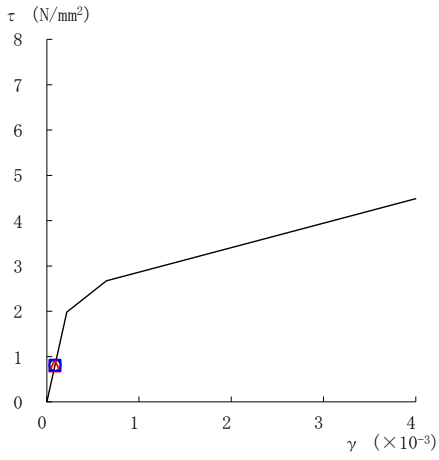
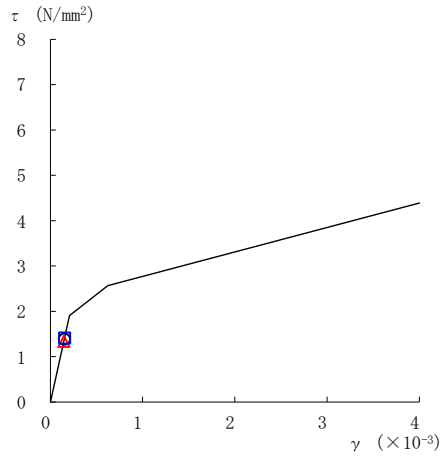


図 2-49(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

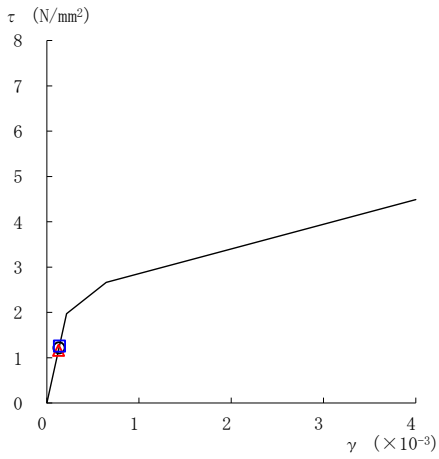
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



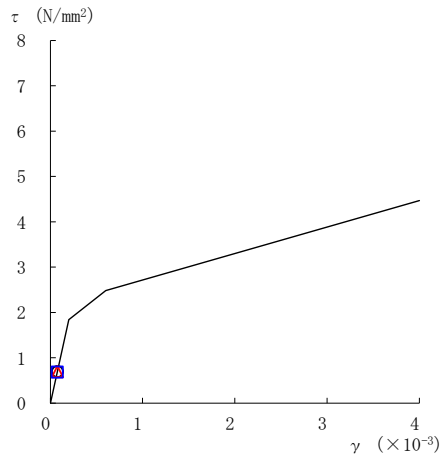
要素番号 (6)



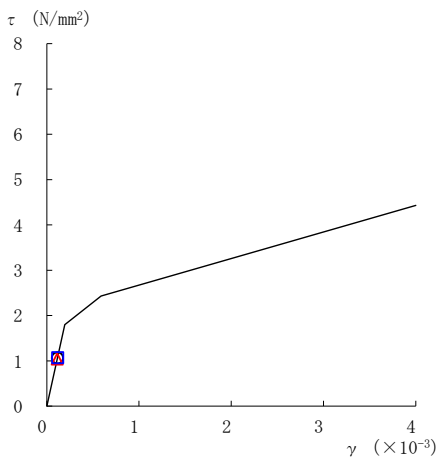
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

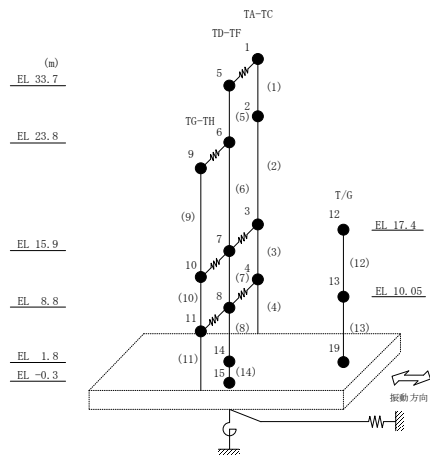
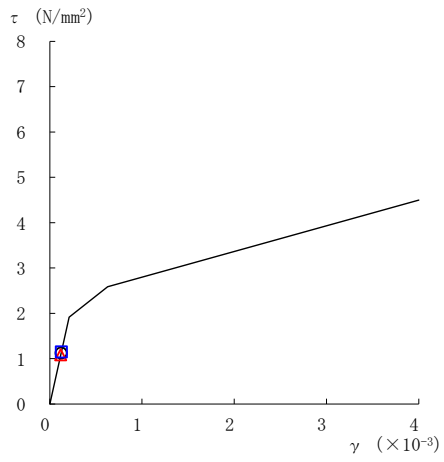


図 2-49(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)

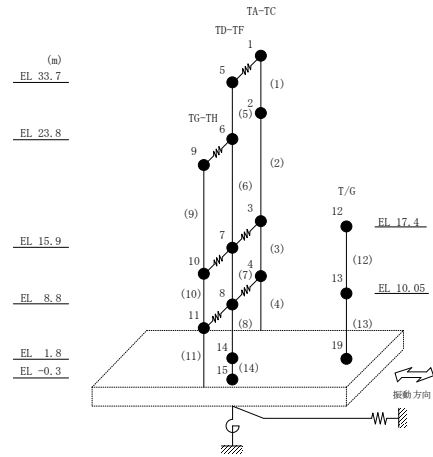
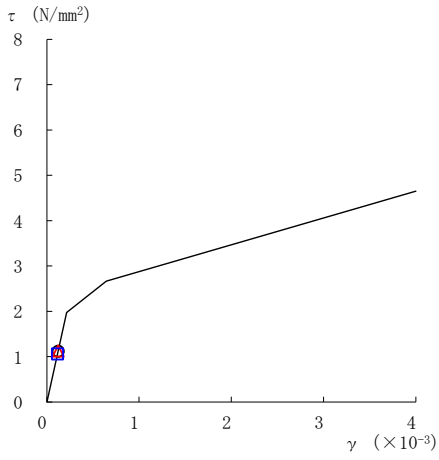
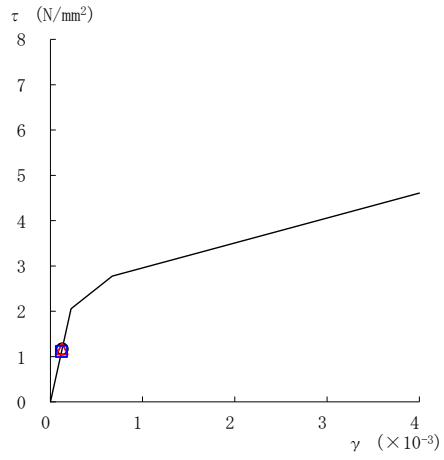


図 2-49(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

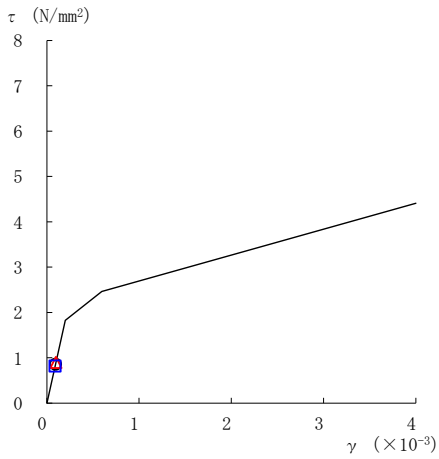
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



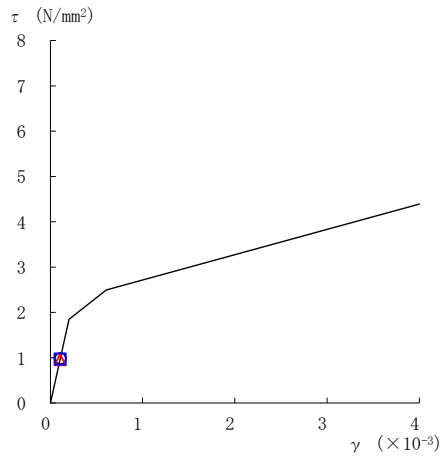
要素番号 (1)



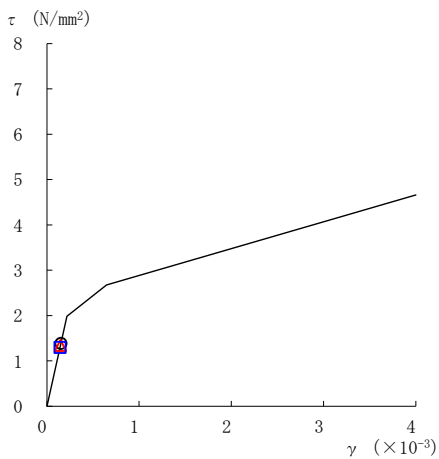
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

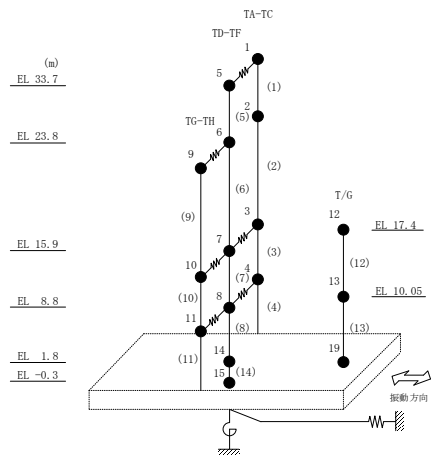
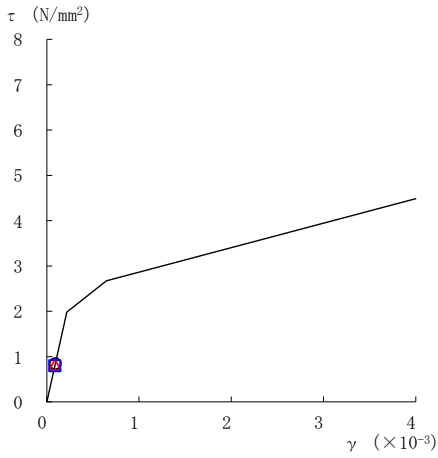
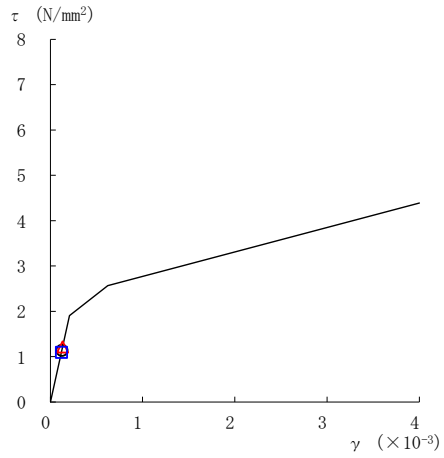


図 2-50(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

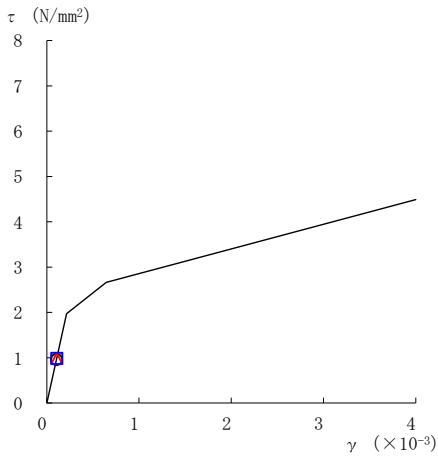
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



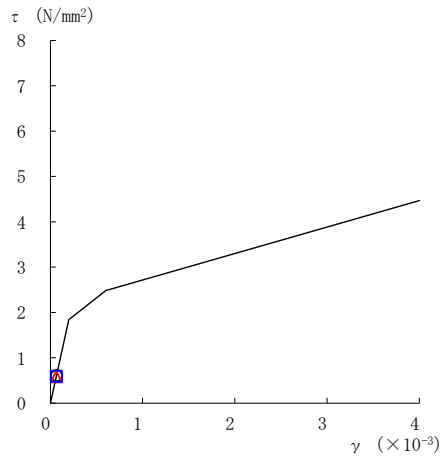
要素番号 (6)



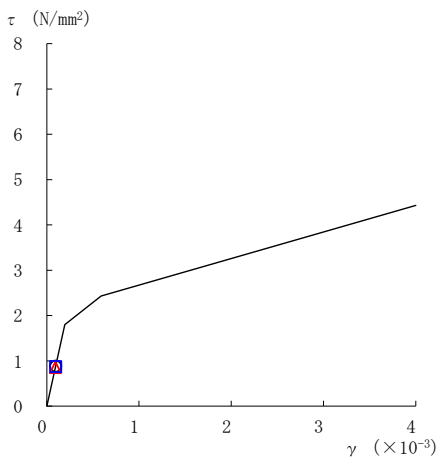
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

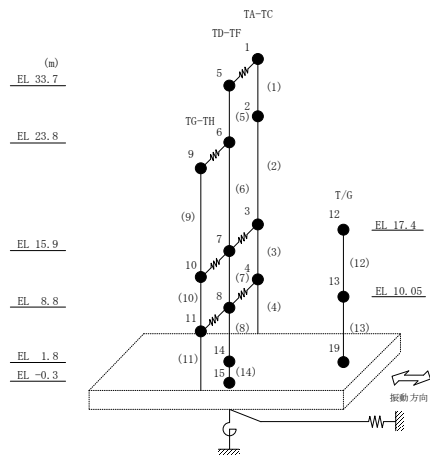
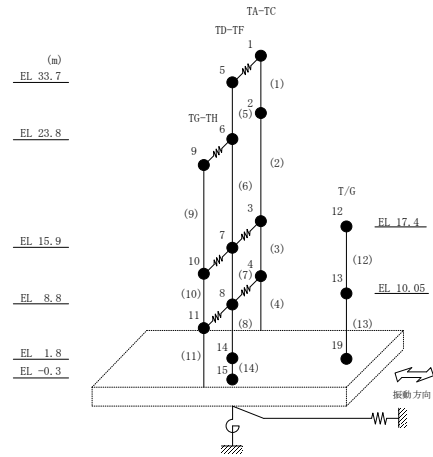
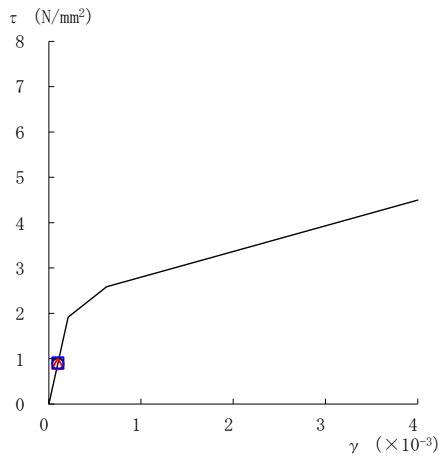


図 2-50(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (11)

図 2-50(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, EW方向)

表 2-41 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.412	7.95	100
S_s-F1	0.339	5.11	100
S_s-F2	0.359	5.89	100
S_s-N1	0.383	6.88	100
S_s-N2NS	0.358	5.87	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.365	12.1	100
S_s-F1	0.322	8.88	100
S_s-F2	0.357	11.5	100
S_s-N1	0.303	7.53	100
S_s-N2NS	0.282	5.78	100

表 2-42 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.419	8.24	98.8
S_s-F1	0.335	4.99	100
S_s-F2	0.361	5.97	100
S_s-N1	0.376	6.61	100
S_s-N2NS	0.368	6.26	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.364	12.2	100
S_s-F1	0.316	8.49	100
S_s-F2	0.356	11.5	100
S_s-N1	0.298	7.22	100
S_s-N2NS	0.284	6.00	100

表 2-43 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.413	7.97	100
S_s-F1	0.334	4.89	100
S_s-F2	0.363	6.03	100
S_s-N1	0.391	7.18	100
S_s-N2NS	0.359	5.89	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.361	11.6	100
S_s-F1	0.326	9.08	100
S_s-F2	0.360	11.7	100
S_s-N1	0.305	7.67	100
S_s-N2NS	0.276	5.49	100

2.2 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-51～図 2-100 及び表 2-44～表 2-85 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 4 として示す。

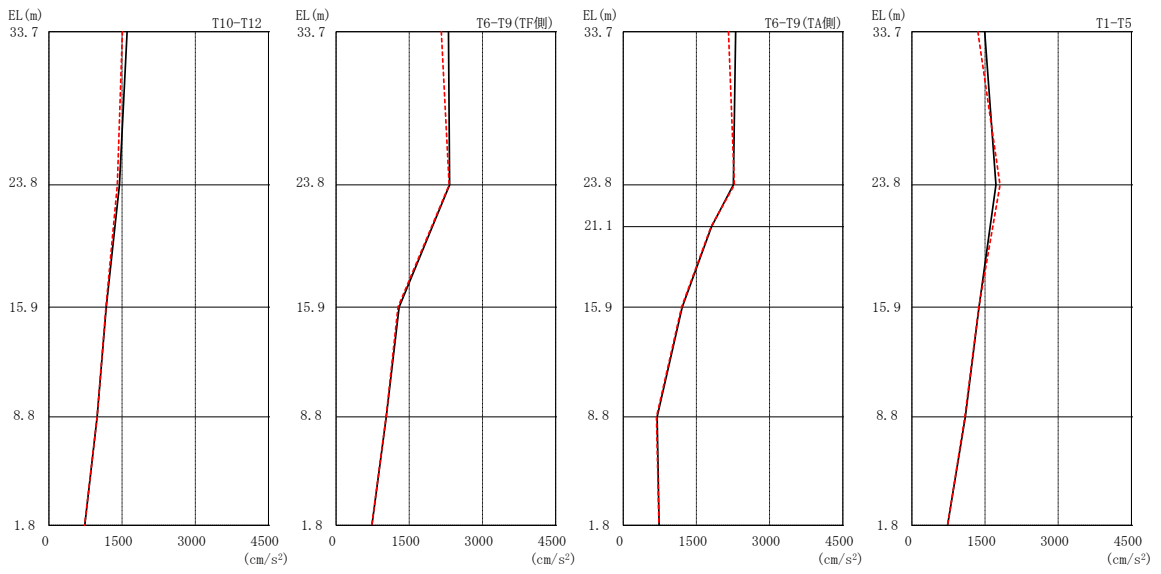
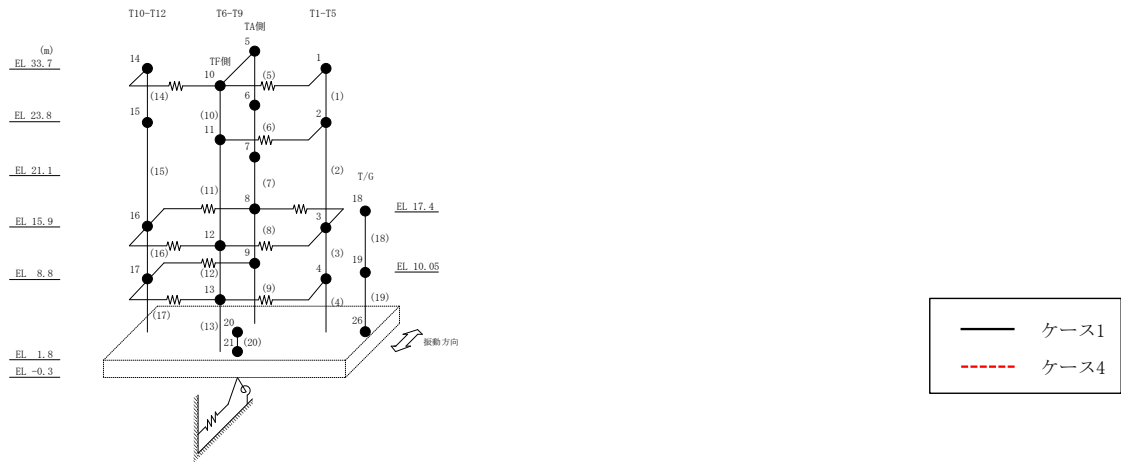
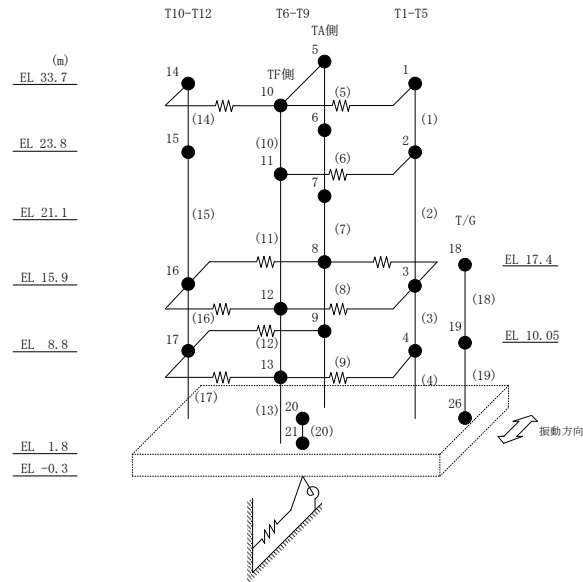


図 2-51 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

表 2-44 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	1495	1352
	23.8	2	1723	1808
	15.9	3	1377	1373
	8.8	4	1097	1085
T6-T9 (TA側)	33.7	5	2303	2158
	23.8	6	2257	2277
	21.1	7	1809	1799
	15.9	8	1209	1195
	8.8	9	696	681
T6-T9 (TF側)	33.7	10	2303	2158
	23.8	11	2328	2316
	15.9	12	1293	1270
	8.8	13	1028	1026
T10-T12	33.7	14	1602	1505
	23.8	15	1444	1401
	15.9	16	1174	1169
	8.8	17	989	987
	1.8	20	733	732



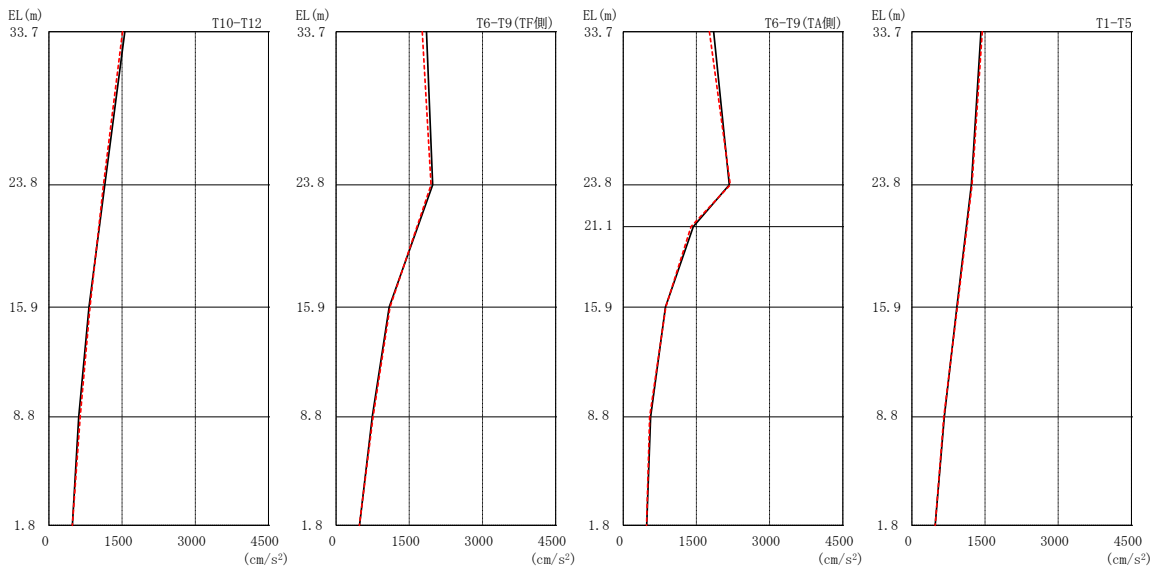
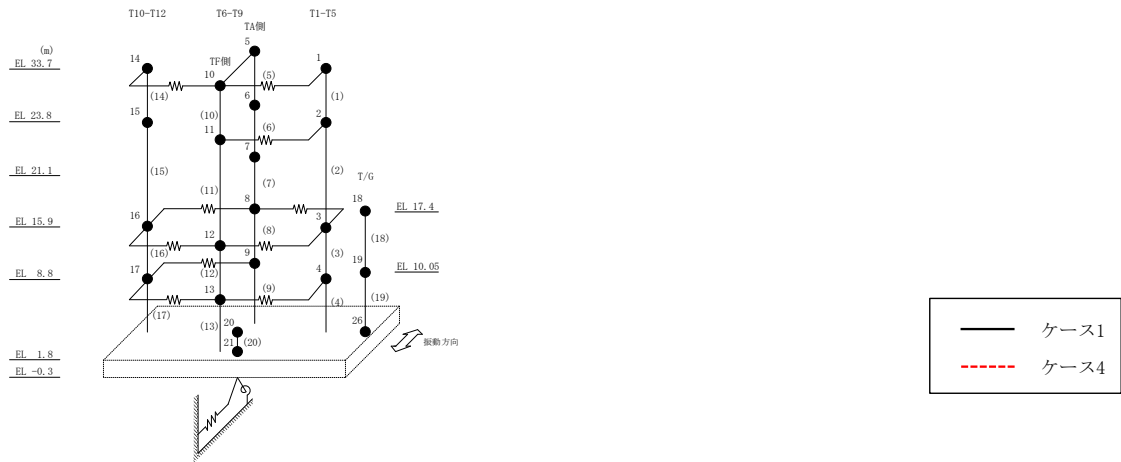
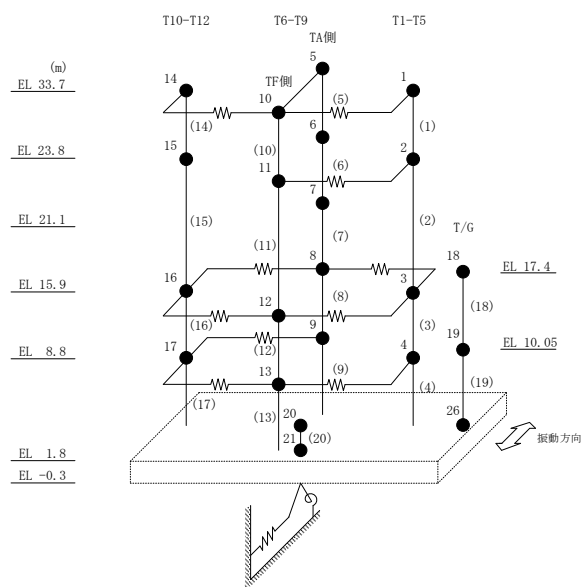


図 2-52 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-45 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	1418	1443
	23.8	2	1219	1233
	15.9	3	923	933
	8.8	4	665	657
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1854	1766
	23.8	6	2174	2193
	21.1	7	1436	1391
	15.9	8	866	871
	8.8	9	561	541
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1854	1766
	23.8	11	1981	1947
	15.9	12	1087	1106
	8.8	13	741	756
T10-T12	33.7	14	1557	1508
	23.8	15	1146	1120
	15.9	16	821	841
	8.8	17	611	641
	1.8	20	479	479



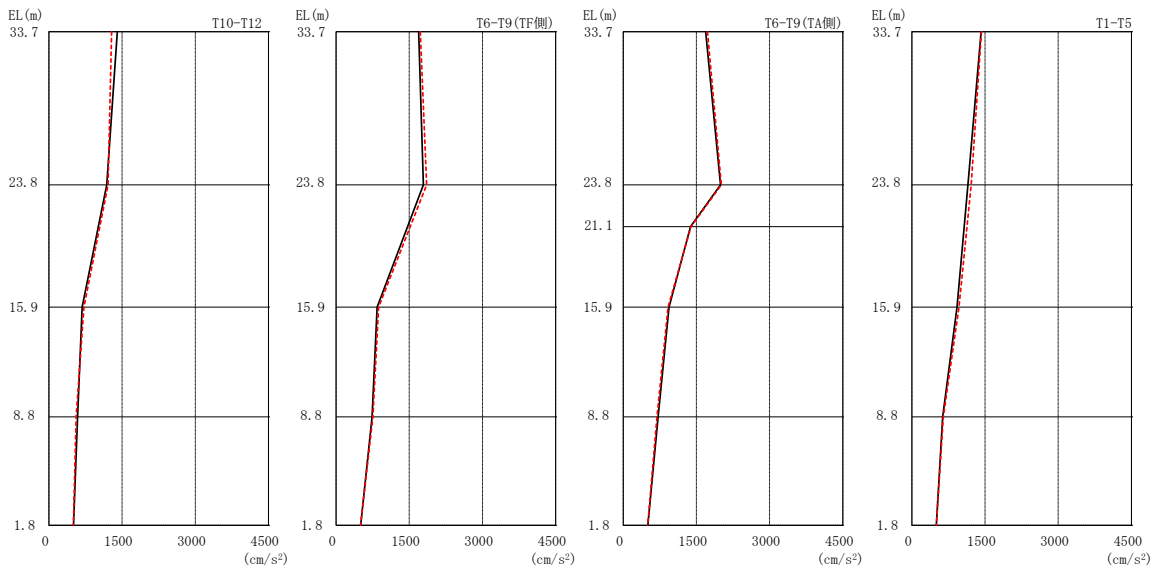
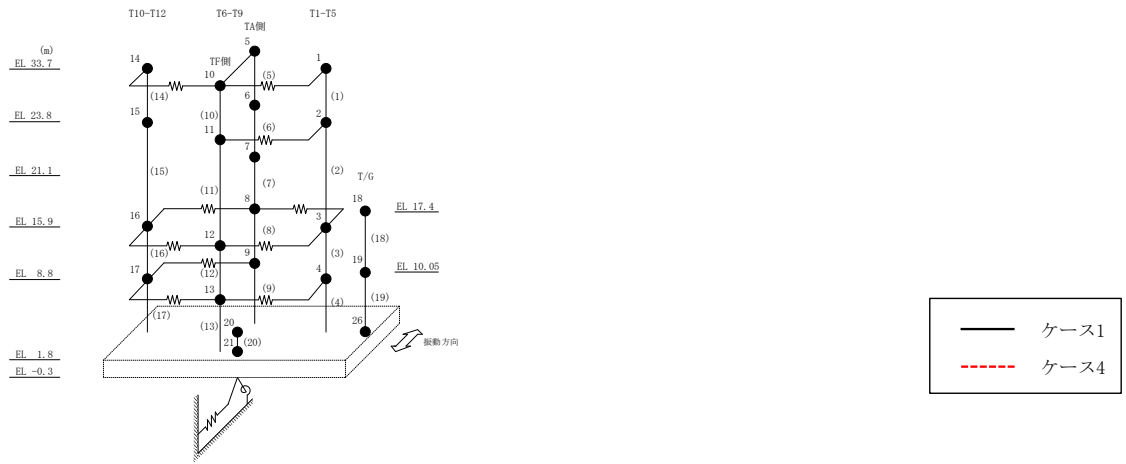
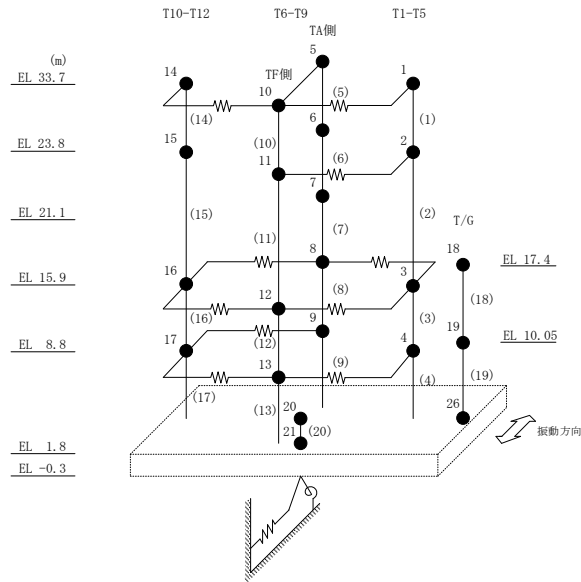


図 2-53 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-46 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	1420	1428
	23.8	2	1149	1215
	15.9	3	927	965
	8.8	4	632	645
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1691	1727
	23.8	6	1994	2012
	21.1	7	1380	1390
	15.9	8	937	918
	8.8	9	714	692
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1691	1727
	23.8	11	1791	1856
	15.9	12	842	871
	8.8	13	739	755
T10-T12	33.7	14	1402	1284
	23.8	15	1185	1210
	15.9	16	681	719
	8.8	17	587	557
	1.8	20	503	501



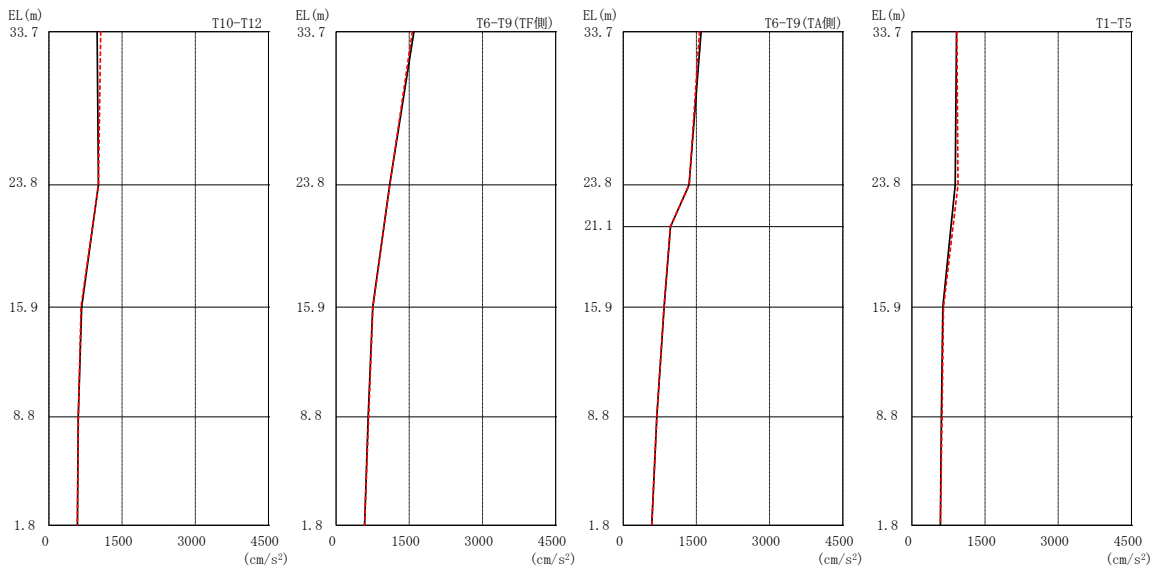
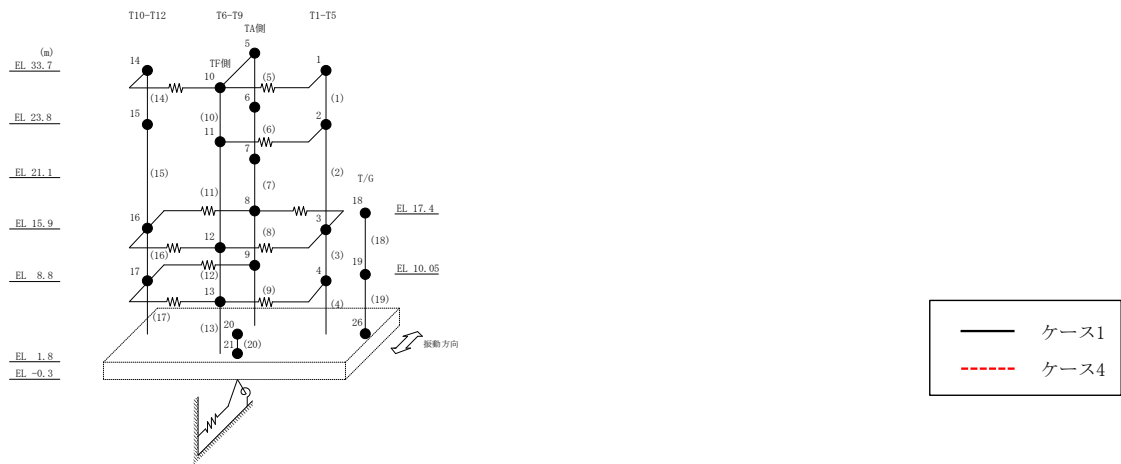
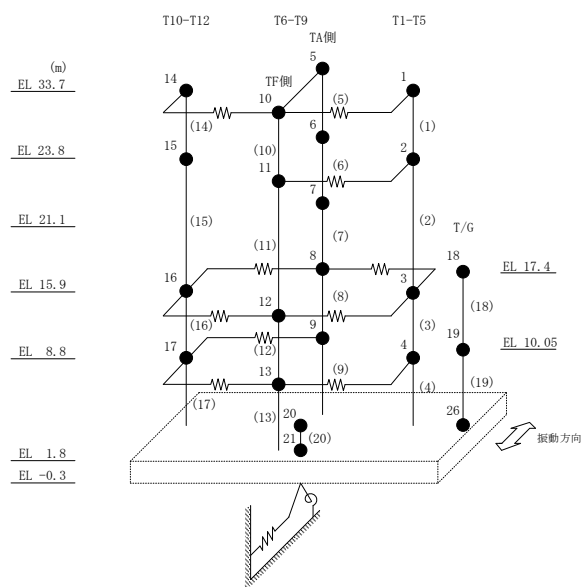


図 2-54 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

表 2-47 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - N1, NS$ 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	914	922
	23.8	2	890	946
	15.9	3	634	647
	8.8	4	604	620
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1596	1562
	23.8	6	1349	1352
	21.1	7	967	965
	15.9	8	840	834
	8.8	9	688	690
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1596	1562
	23.8	11	1098	1103
	15.9	12	750	756
	8.8	13	656	668
T10-T12	33.7	14	987	1060
	23.8	15	1015	1013
	15.9	16	670	657
	8.8	17	599	605
	1.8	20	585	584



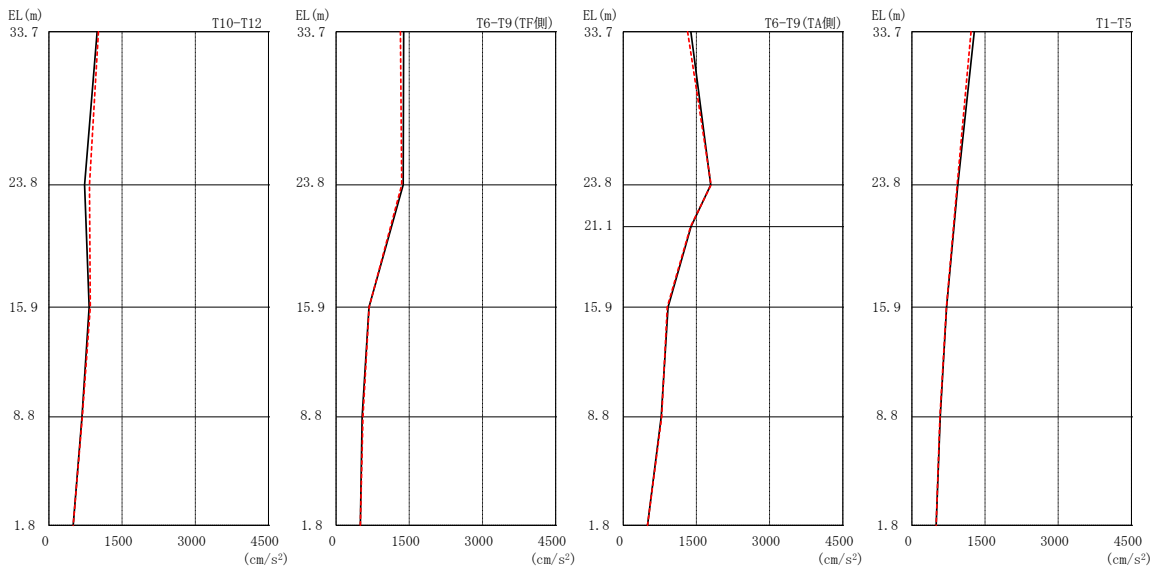
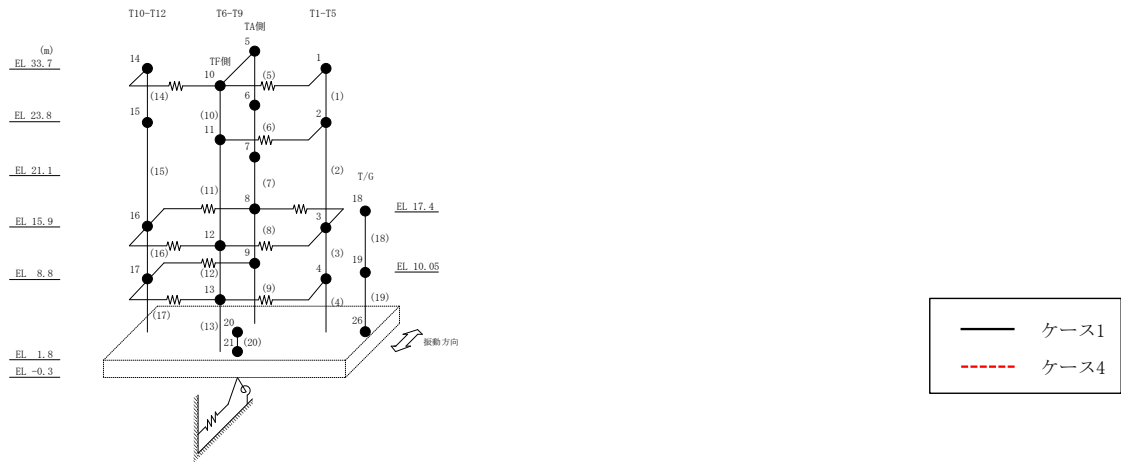
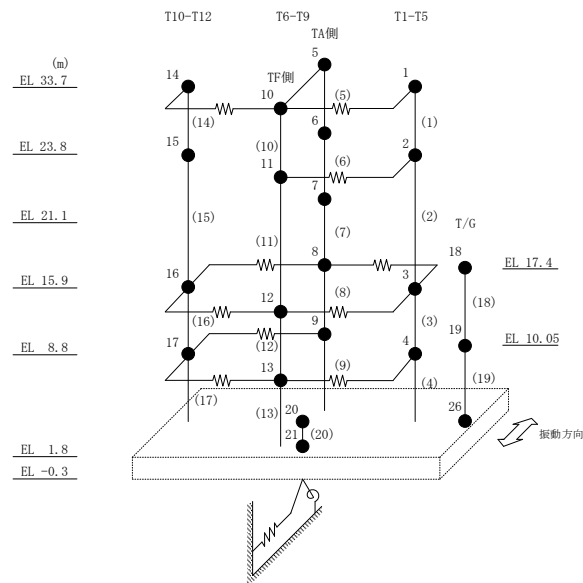


図 2-55 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, $N S$ 方向)

表 2-48 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	1279	1213
	23.8	2	942	929
	15.9	3	713	710
	8.8	4	581	577
T6-T9 (TA側)	33.7	5	1386	1320
	23.8	6	1794	1799
	21.1	7	1388	1380
	15.9	8	918	903
	8.8	9	779	789
T6-T9 (TF側)	33.7	10	1386	1320
	23.8	11	1377	1344
	15.9	12	675	679
	8.8	13	536	552
T10-T12	33.7	14	987	1015
	23.8	15	731	832
	15.9	16	823	846
	8.8	17	678	683
	1.8	20	498	498



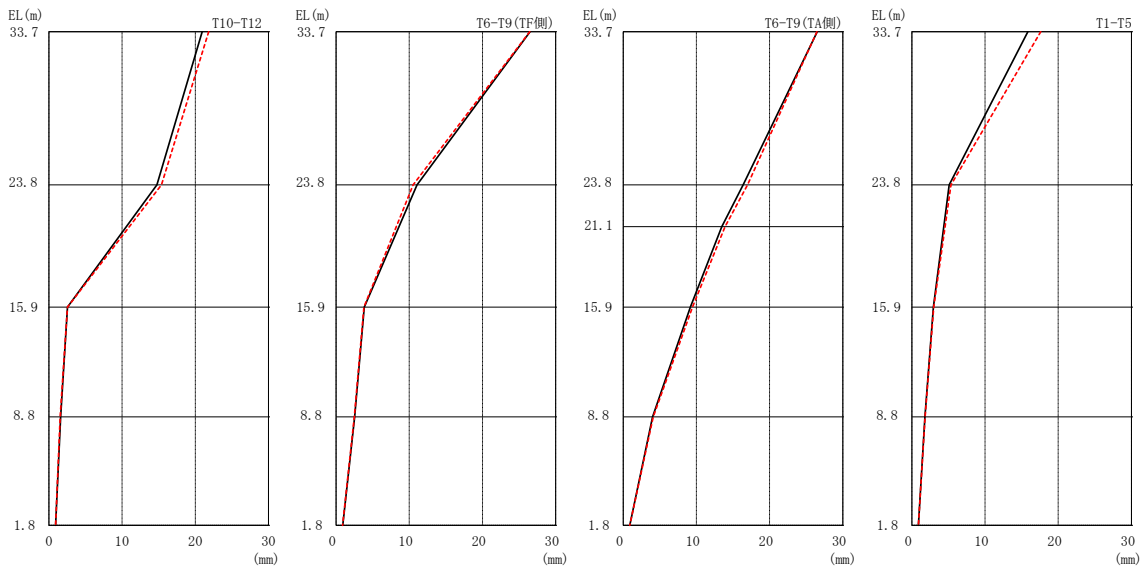
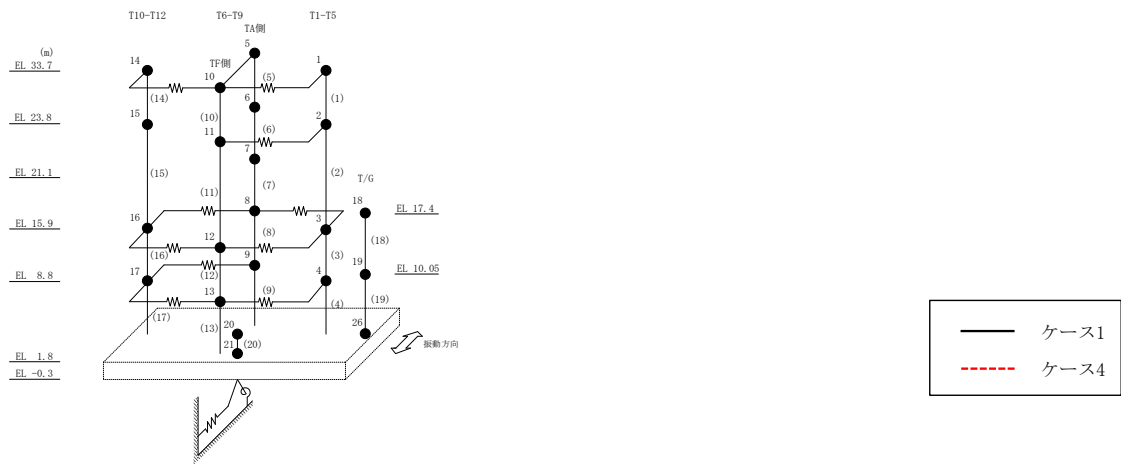
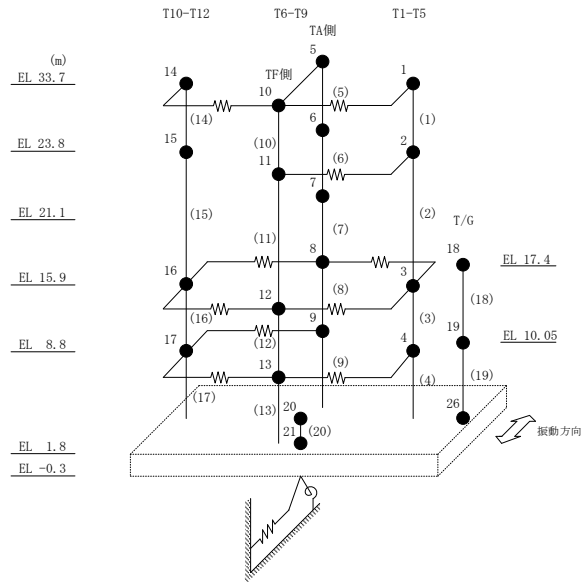


図 2-56 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-49 最大応答変位一覧（基準地震動 S s - D, N S 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	15.84	17.61
	23.8	2	5.09	5.35
	15.9	3	2.94	2.99
	8.8	4	1.79	1.81
T6-T9 (TA側)	33.7	5	26.52	26.47
	23.8	6	16.39	16.98
	21.1	7	13.46	13.92
	15.9	8	9.18	9.47
	8.8	9	4.01	4.10
T6-T9 (TF側)	33.7	10	26.52	26.47
	23.8	11	11.06	10.52
	15.9	12	3.86	3.80
	8.8	13	2.54	2.49
T10-T12	33.7	14	20.95	21.83
	23.8	15	14.76	15.37
	15.9	16	2.54	2.54
	8.8	17	1.60	1.54
	1.8	20	0.90	0.90



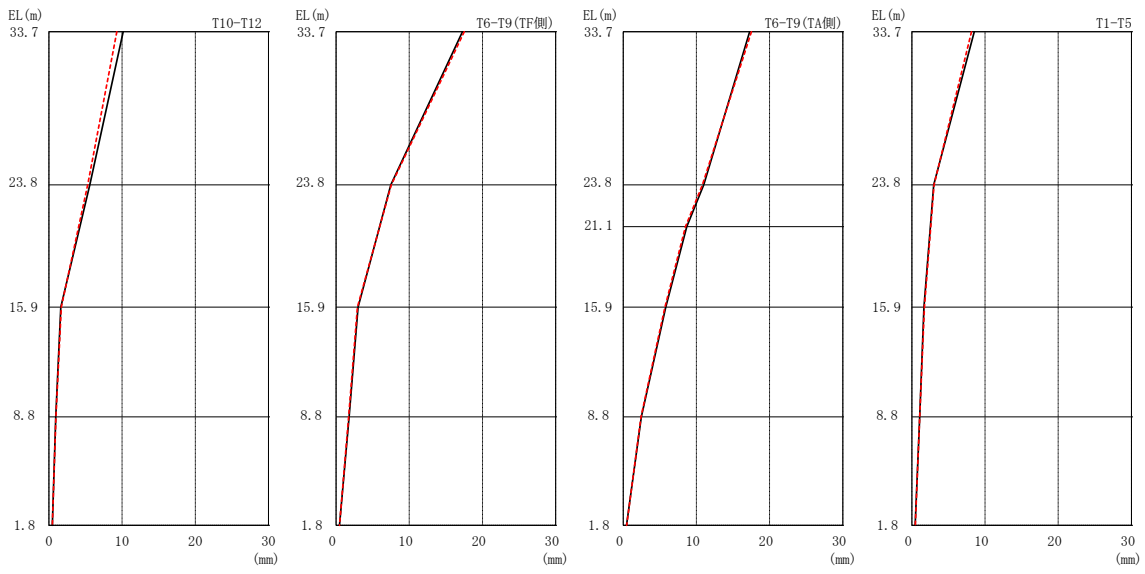
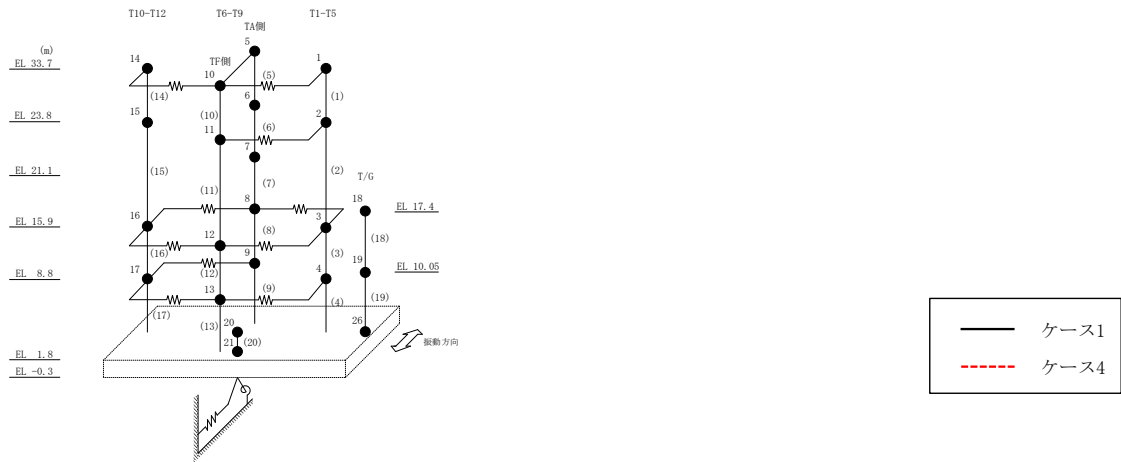
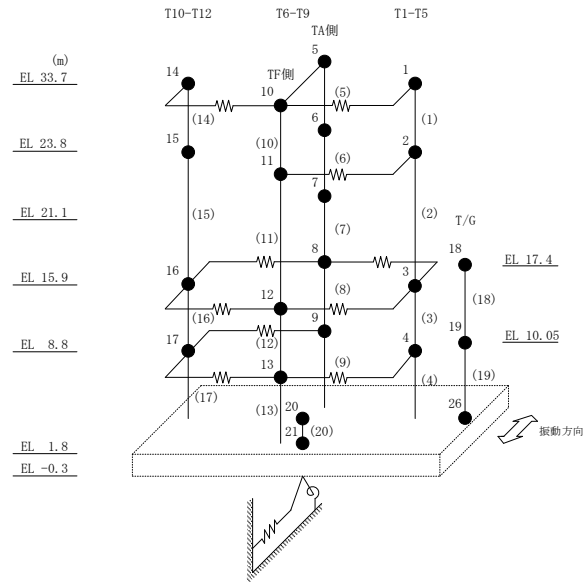


図 2-57 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-50 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	8.53	8.16
	23.8	2	3.00	3.04
	15.9	3	1.64	1.73
	8.8	4	1.08	1.08
T6-T9 (TA側)	33.7	5	17.28	17.52
	23.8	6	10.99	10.81
	21.1	7	8.68	8.51
	15.9	8	5.81	5.69
	8.8	9	2.48	2.42
T6-T9 (TF側)	33.7	10	17.28	17.52
	23.8	11	7.48	7.55
	15.9	12	3.01	2.92
	8.8	13	1.78	1.72
T10-T12	33.7	14	10.15	9.27
	23.8	15	5.59	5.29
	15.9	16	1.62	1.68
	8.8	17	0.94	0.94
	1.8	20	0.46	0.47



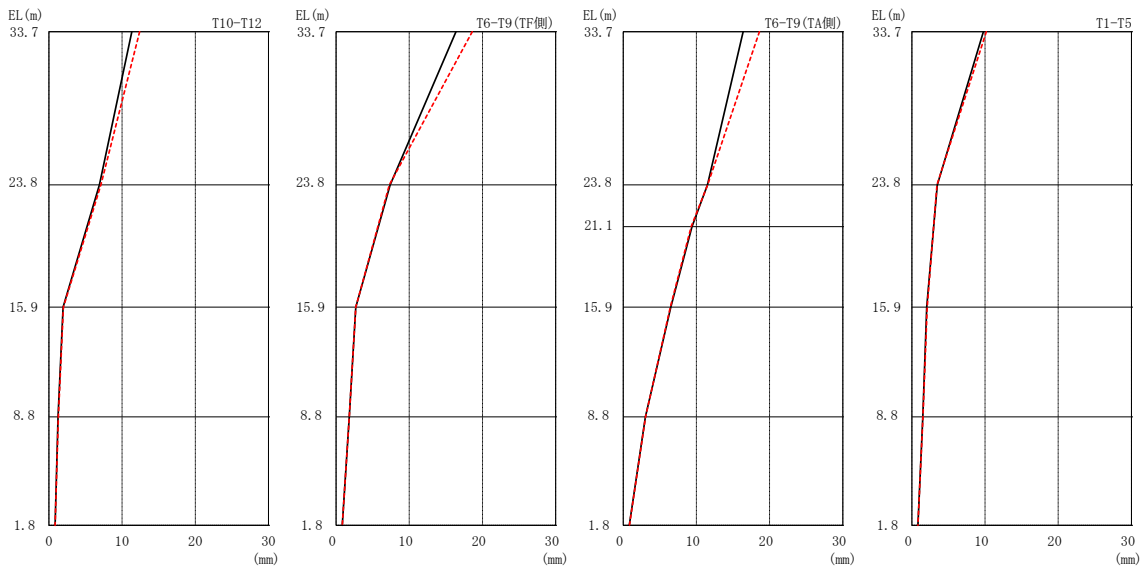
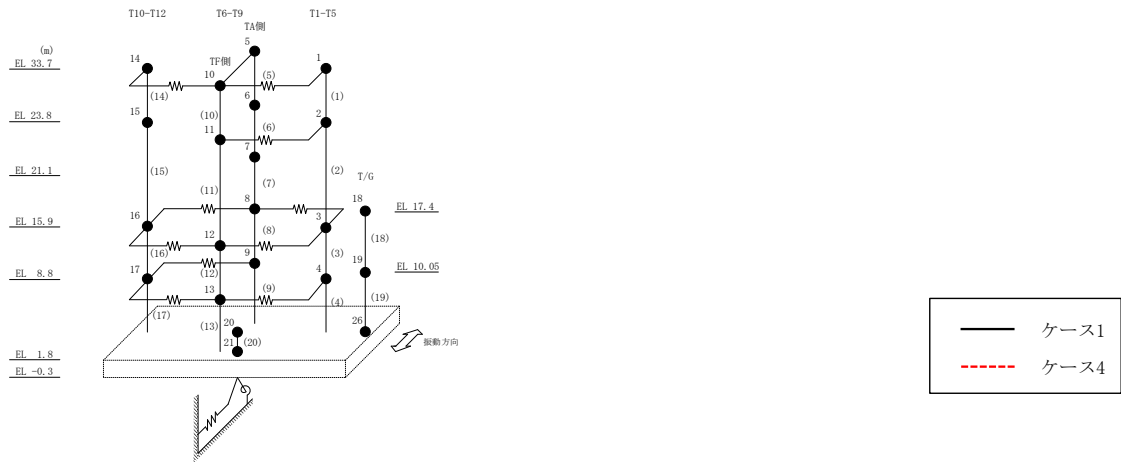
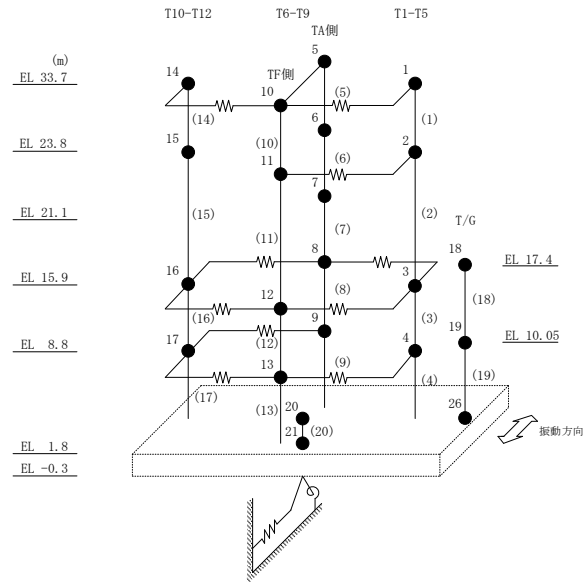


図 2-58 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-51 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	9.77	10.17
	23.8	2	3.48	3.43
	15.9	3	2.03	2.09
	8.8	4	1.50	1.52
T6-T9 (TA側)	33.7	5	16.39	18.60
	23.8	6	11.52	11.54
	21.1	7	9.38	9.29
	15.9	8	6.49	6.43
	8.8	9	3.03	3.06
T6-T9 (TF側)	33.7	10	16.39	18.60
	23.8	11	7.39	7.27
	15.9	12	2.68	2.70
	8.8	13	1.81	1.81
T10-T12	33.7	14	11.32	12.40
	23.8	15	6.89	7.09
	15.9	16	1.93	1.97
	8.8	17	1.23	1.30
	1.8	20	0.84	0.84



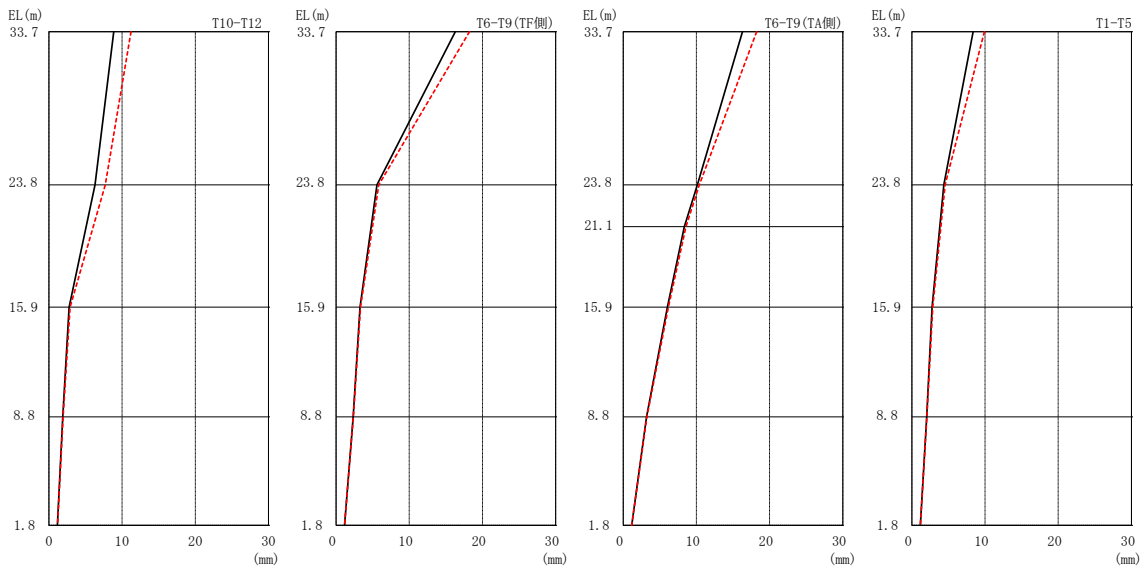
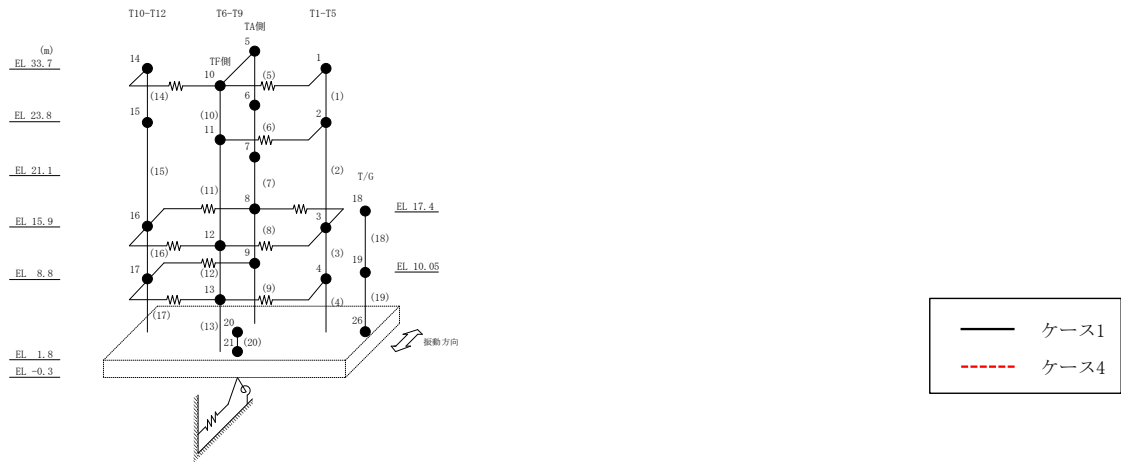
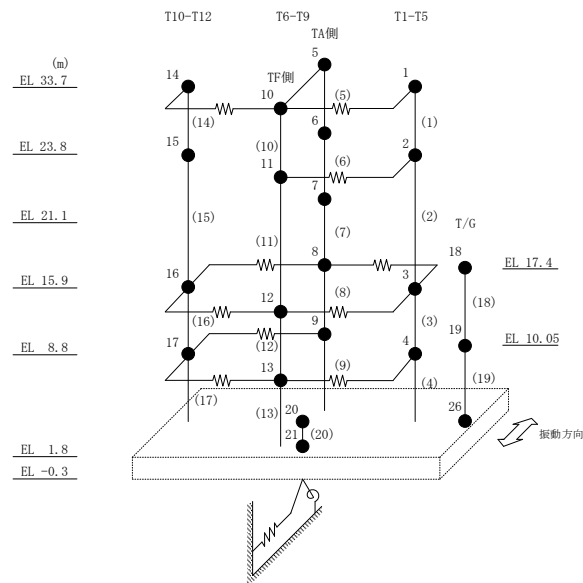


図 2-59 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1, NS$ 方向)

表 2-52 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	8.37	9.90
	23.8	2	4.36	4.54
	15.9	3	2.78	2.85
	8.8	4	2.02	2.06
T6-T9 (TA側)	33.7	5	16.30	18.23
	23.8	6	10.12	10.40
	21.1	7	8.36	8.57
	15.9	8	6.04	6.17
	8.8	9	3.18	3.23
T6-T9 (TF側)	33.7	10	16.30	18.23
	23.8	11	5.59	5.84
	15.9	12	3.28	3.34
	8.8	13	2.33	2.36
T10-T12	33.7	14	8.87	11.22
	23.8	15	6.30	7.71
	15.9	16	2.77	2.88
	8.8	17	1.88	1.93
	1.8	20	1.15	1.17



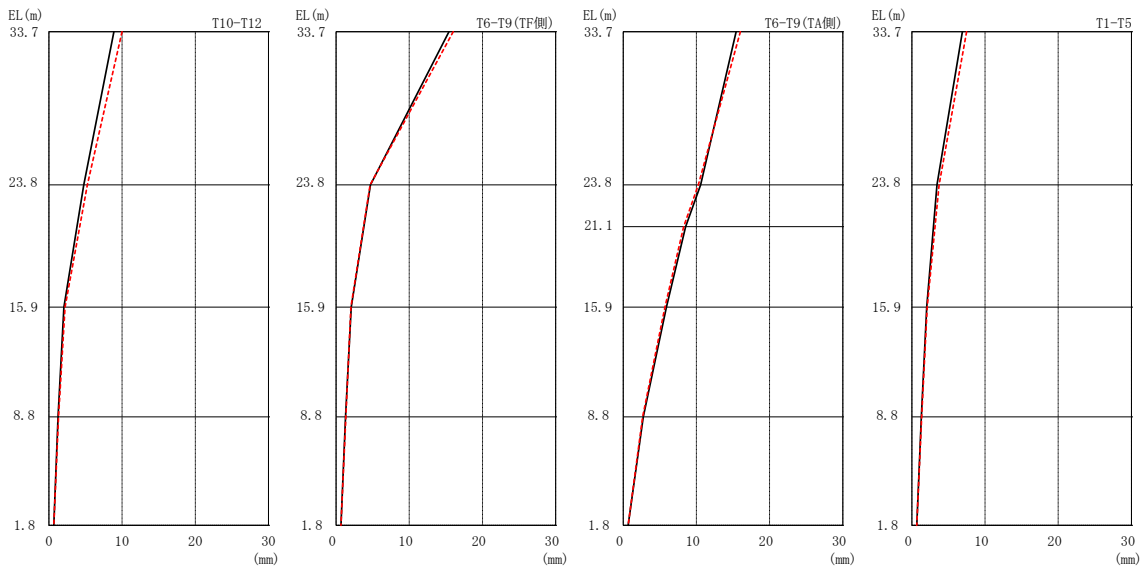
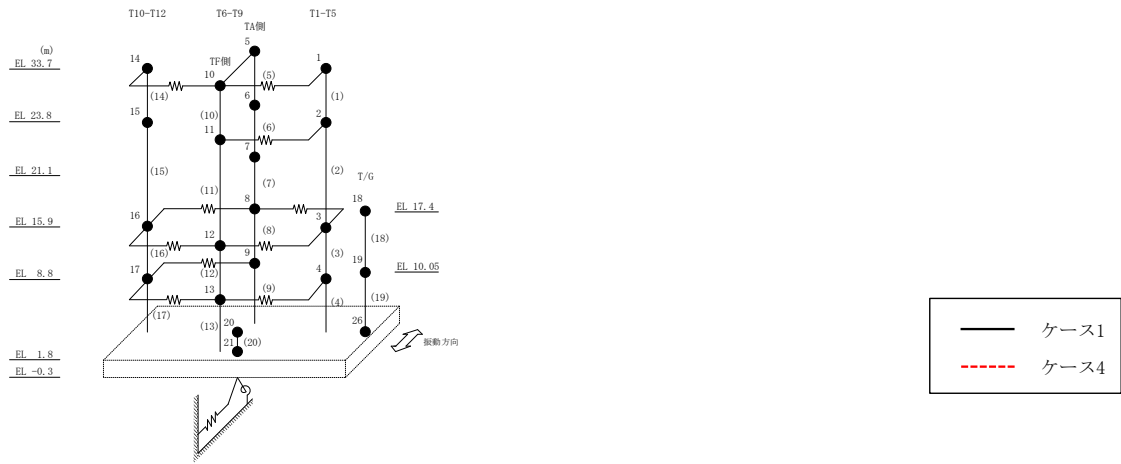
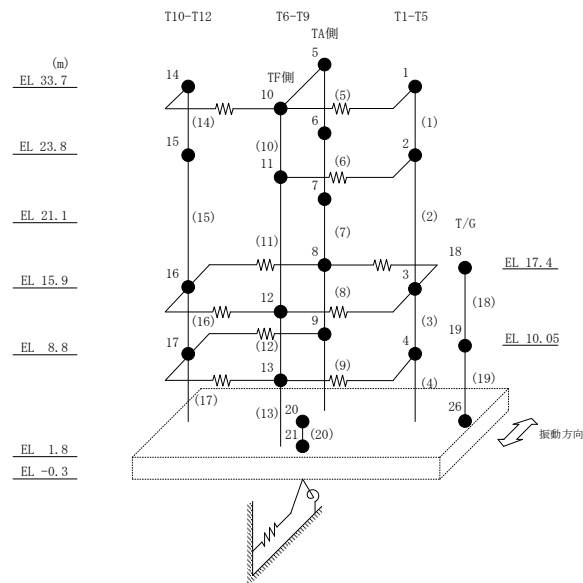


図 2-60 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, NS 方向)

表 2-53 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7	1	6.90	7.49
	23.8	2	3.42	3.72
	15.9	3	2.02	2.11
	8.8	4	1.30	1.33
T6-T9 (TA側)	33.7	5	15.42	16.00
	23.8	6	10.56	10.25
	21.1	7	8.53	8.26
	15.9	8	5.90	5.69
	8.8	9	2.74	2.64
T6-T9 (TF側)	33.7	10	15.42	16.00
	23.8	11	4.70	4.65
	15.9	12	2.06	2.03
	8.8	13	1.30	1.33
T10-T12	33.7	14	8.87	10.00
	23.8	15	4.76	5.24
	15.9	16	2.03	2.20
	8.8	17	1.24	1.31
	1.8	20	0.66	0.66



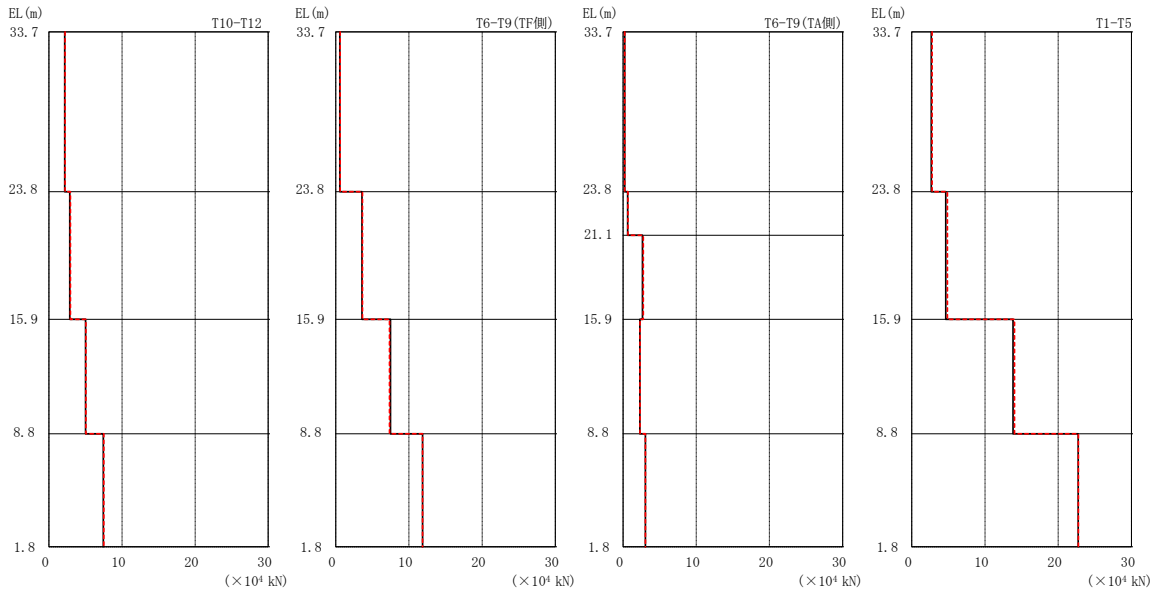
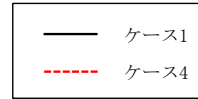
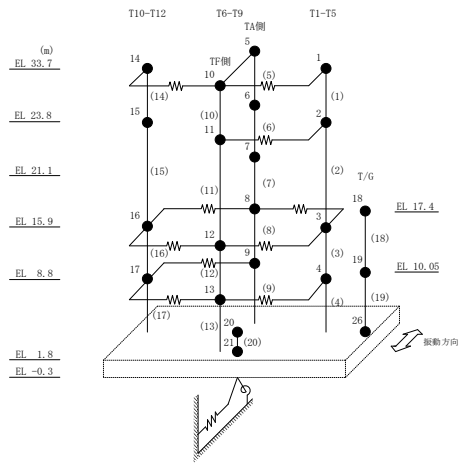
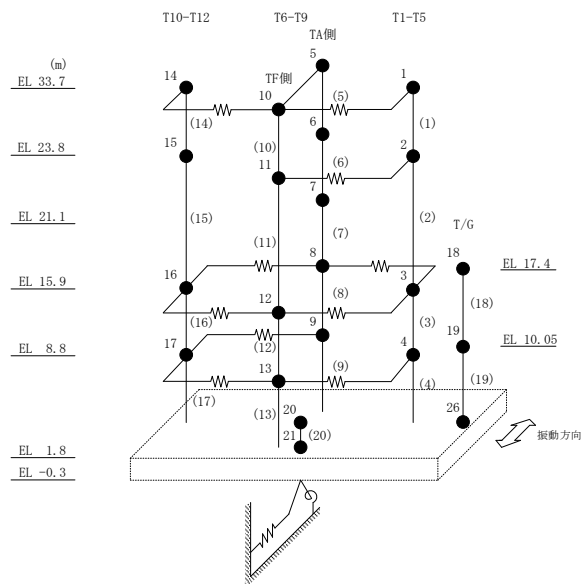


図 2-61 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-54 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	2.66	2.78
	23.8~15.9	2	4.65	4.85
	15.9~8.8	3	13.8	14.0
	8.8~1.8	4	22.7	22.8
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.232	0.229
	23.8~21.1	6	0.630	0.664
	21.1~15.9	7	2.66	2.75
	15.9~8.8	8	2.30	2.31
	8.8~1.8	9	3.06	3.06
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.571	0.597
	23.8~15.9	11	3.59	3.66
	15.9~8.8	12	7.47	7.35
	8.8~1.8	13	11.9	11.9
T10-T12	33.7~23.8	14	2.16	2.21
	23.8~15.9	15	2.85	2.94
	15.9~8.8	16	5.00	5.06
	8.8~1.8	17	7.43	7.51



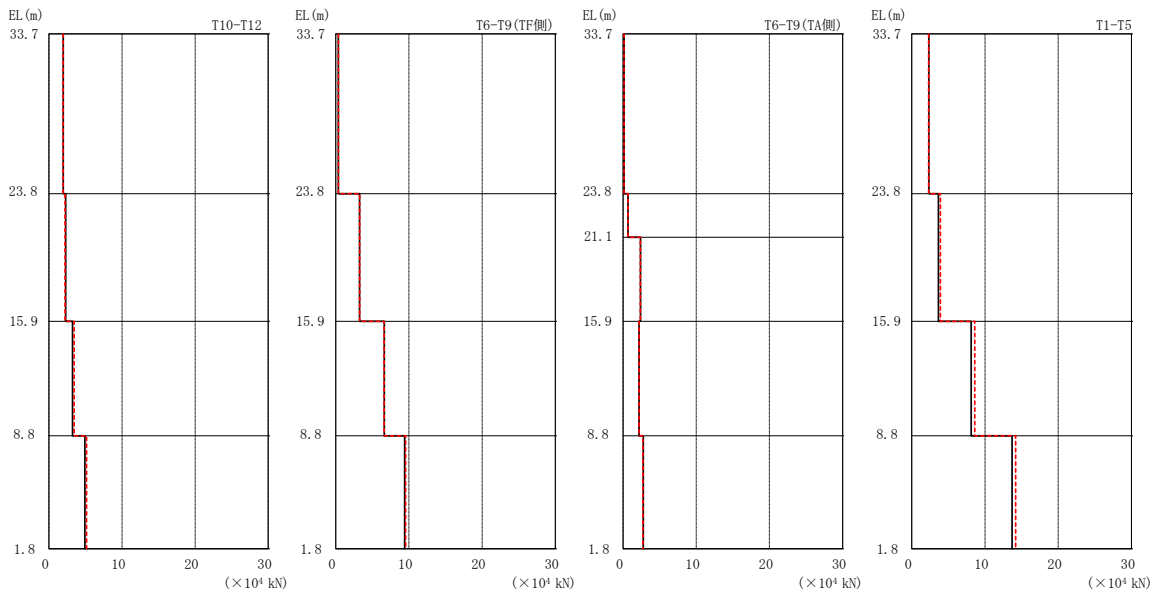
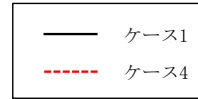
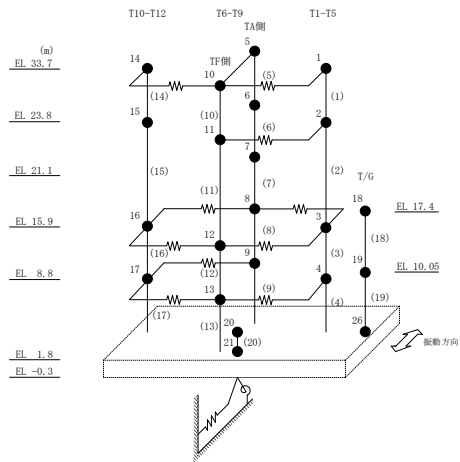
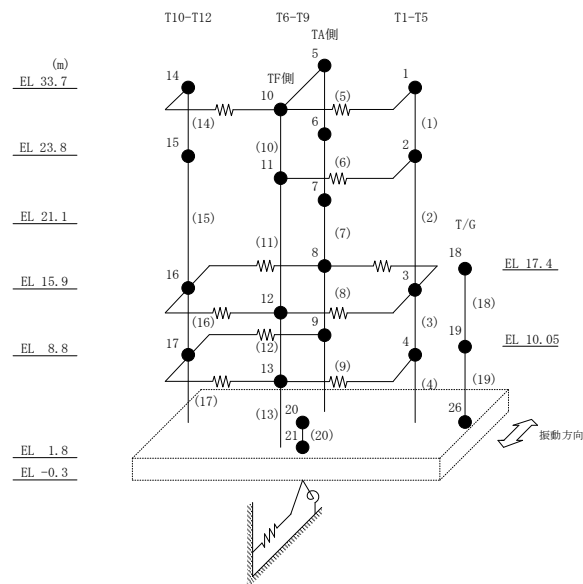


図 2-62 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

表 2-55 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	2.33	2.31
	23.8~15.9	2	3.65	3.90
	15.9~8.8	3	8.12	8.59
	8.8~1.8	4	13.7	14.2
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.133	0.133
	23.8~21.1	6	0.666	0.676
	21.1~15.9	7	2.39	2.36
	15.9~8.8	8	2.19	2.18
	8.8~1.8	9	2.76	2.72
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.354	0.355
	23.8~15.9	11	3.26	3.27
	15.9~8.8	12	6.63	6.61
	8.8~1.8	13	9.41	9.55
T10-T12	33.7~23.8	14	1.96	1.94
	23.8~15.9	15	2.29	2.19
	15.9~8.8	16	3.23	3.46
	8.8~1.8	17	4.91	5.14



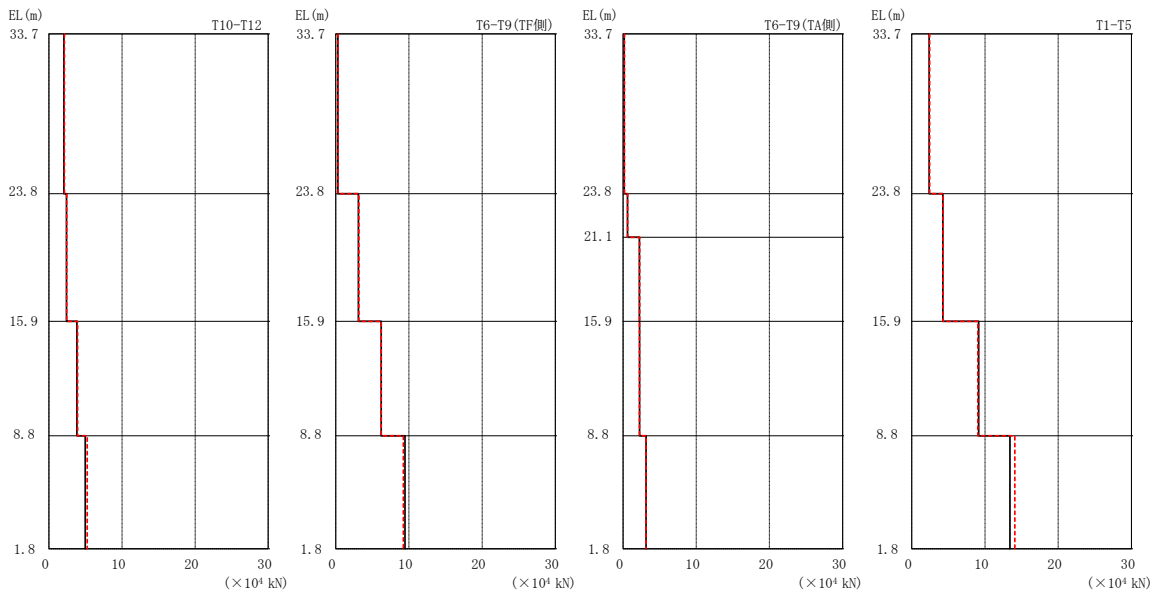
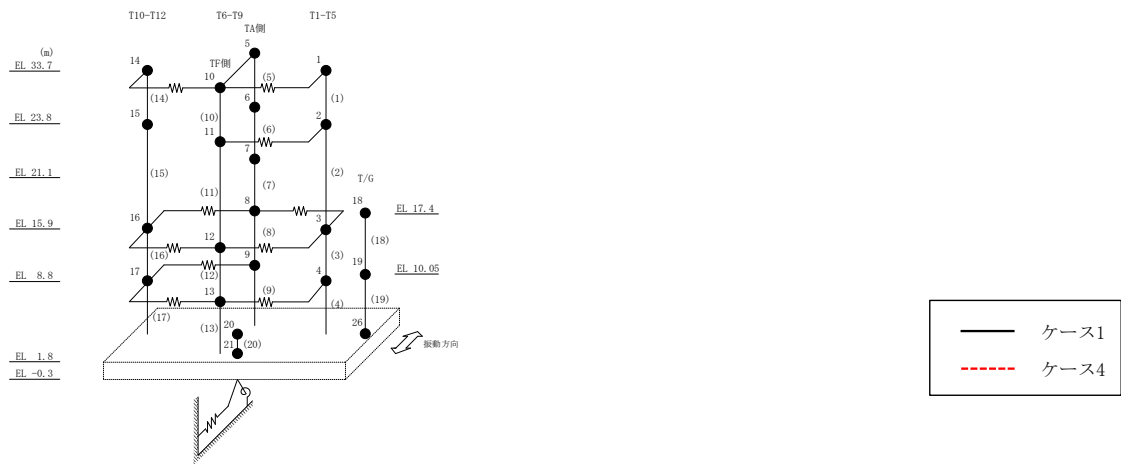
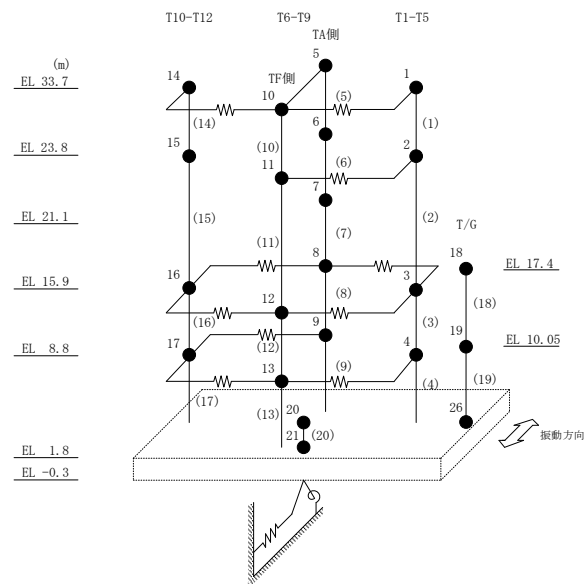


図 2-63 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-56 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	2.38	2.43
	23.8~15.9	2	4.25	4.27
	15.9~8.8	3	9.13	9.03
	8.8~1.8	4	13.4	14.1
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.151	0.171
	23.8~21.1	6	0.614	0.627
	21.1~15.9	7	2.23	2.28
	15.9~8.8	8	2.25	2.25
	8.8~1.8	9	3.15	3.14
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.287	0.312
	23.8~15.9	11	3.09	3.16
	15.9~8.8	12	6.21	6.21
	8.8~1.8	13	9.46	9.24
T10-T12	33.7~23.8	14	2.04	2.12
	23.8~15.9	15	2.40	2.42
	15.9~8.8	16	3.83	3.92
	8.8~1.8	17	4.97	5.24



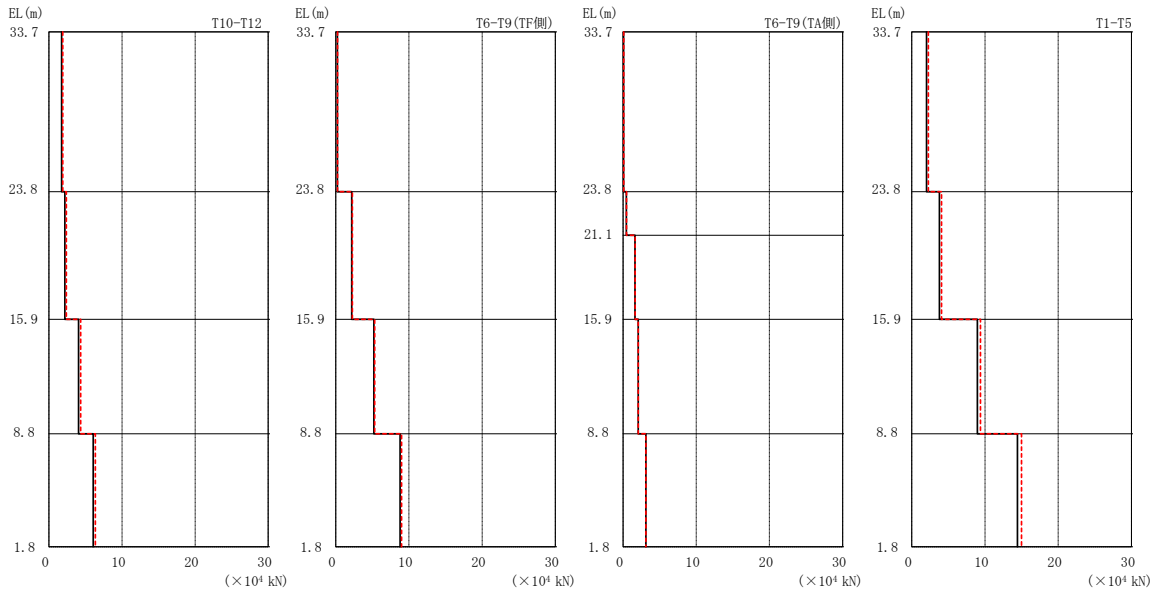
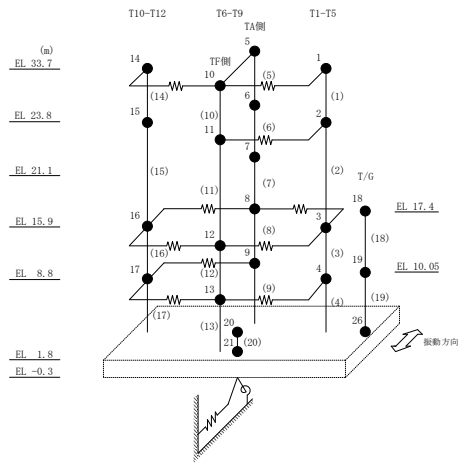
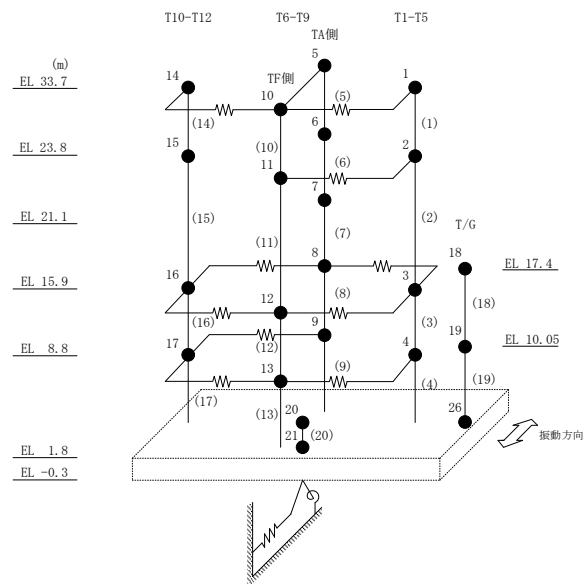


図 2-64 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

表 2-57 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	2.02	2.27
	23.8~15.9	2	3.78	4.06
	15.9~8.8	3	8.95	9.38
	8.8~1.8	4	14.4	15.0
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.0792	0.0871
	23.8~21.1	6	0.456	0.474
	21.1~15.9	7	1.62	1.65
	15.9~8.8	8	2.08	2.07
	8.8~1.8	9	3.12	3.12
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.240	0.247
	23.8~15.9	11	2.20	2.27
	15.9~8.8	12	5.21	5.32
	8.8~1.8	13	8.78	8.99
T10-T12	33.7~23.8	14	1.74	1.88
	23.8~15.9	15	2.18	2.37
	15.9~8.8	16	4.05	4.33
	8.8~1.8	17	6.06	6.35



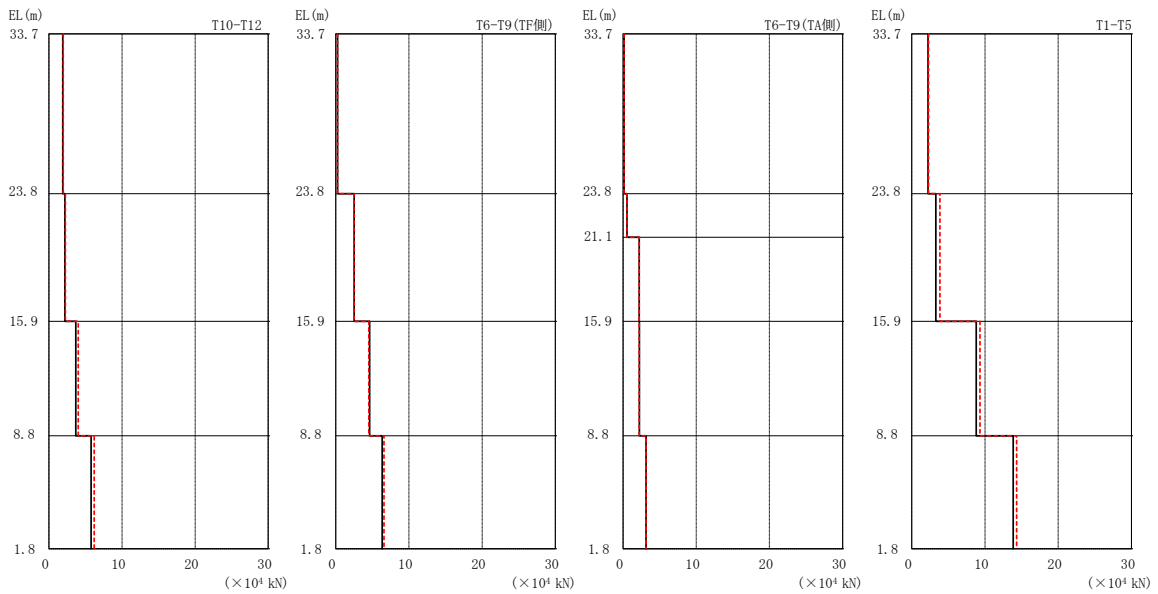
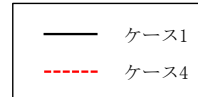
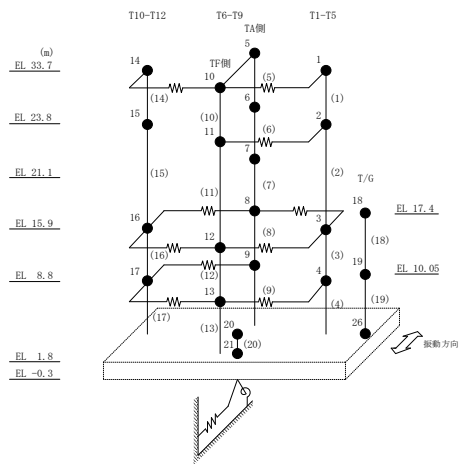
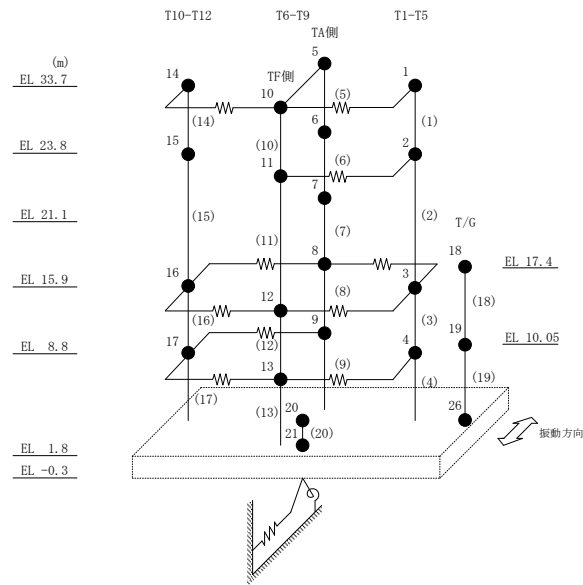


図 2-65 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

表 2-58 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	2.21	2.29
	23.8~15.9	2	3.29	3.83
	15.9~8.8	3	8.81	9.32
	8.8~1.8	4	13.9	14.3
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.127	0.140
	23.8~21.1	6	0.543	0.545
	21.1~15.9	7	2.21	2.22
	15.9~8.8	8	2.22	2.21
	8.8~1.8	9	3.14	3.15
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.245	0.252
	23.8~15.9	11	2.52	2.51
	15.9~8.8	12	4.64	4.52
	8.8~1.8	13	6.36	6.58
T10-T12	33.7~23.8	14	1.90	1.96
	23.8~15.9	15	2.18	2.24
	15.9~8.8	16	3.66	4.00
	8.8~1.8	17	5.77	6.18



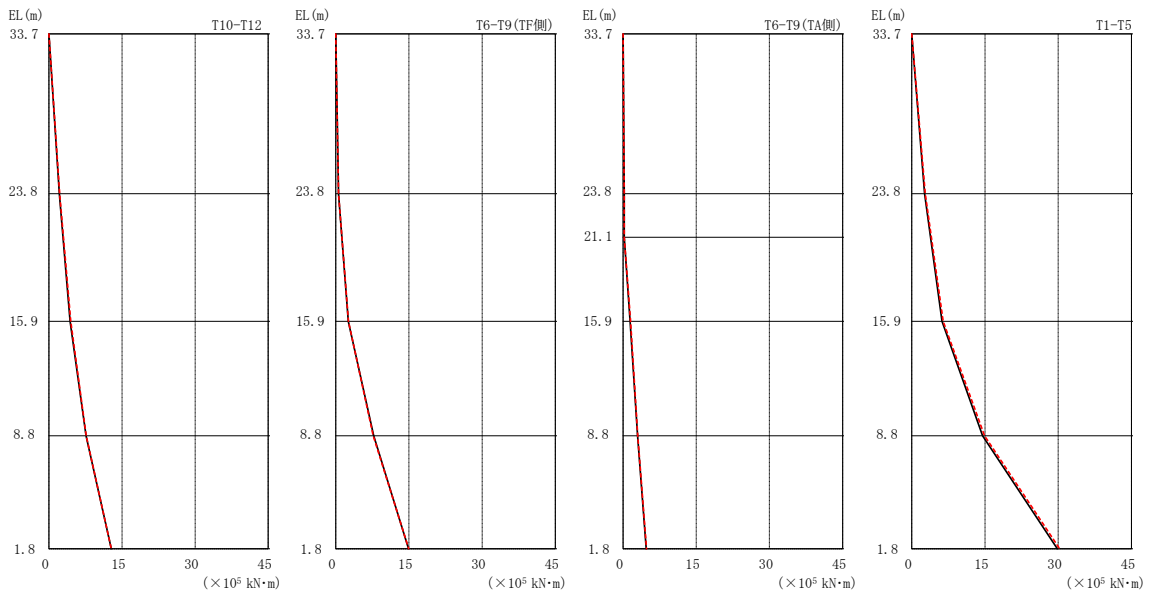
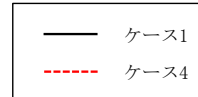
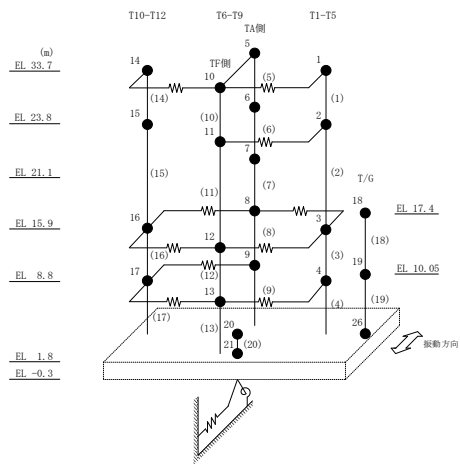
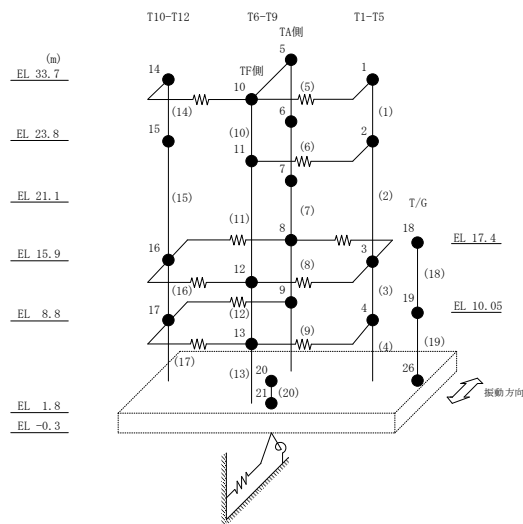


図 2-66 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-59 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00 2.63	0.00 2.75
	23.8~15.9	2	2.63 6.21	2.75 6.42
	15.9~8.8	3	6.21 14.5	6.42 14.9
	8.8~1.8	4	14.5 29.8	14.9 30.3
T6-T9(TA側)	33.7~23.8	5	0.00 0.230	0.00 0.227
	23.8~21.1	6	0.230 0.234	0.227 0.242
	21.1~15.9	7	0.234 1.44	0.242 1.53
	15.9~8.8	8	1.44 2.98	1.53 3.00
	8.8~1.8	9	2.98 4.75	3.00 4.81
T6-T9(TF側)	33.7~23.8	10	0.00 0.565	0.00 0.591
	23.8~15.9	11	0.565 2.59	0.591 2.61
	15.9~8.8	12	2.59 7.78	2.61 7.70
	8.8~1.8	13	7.78 14.9	7.70 15.0
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00 2.13	0.00 2.19
	23.8~15.9	15	2.13 4.34	2.19 4.46
	15.9~8.8	16	4.34 7.61	4.46 7.65
	8.8~1.8	17	7.61 12.8	7.65 12.8



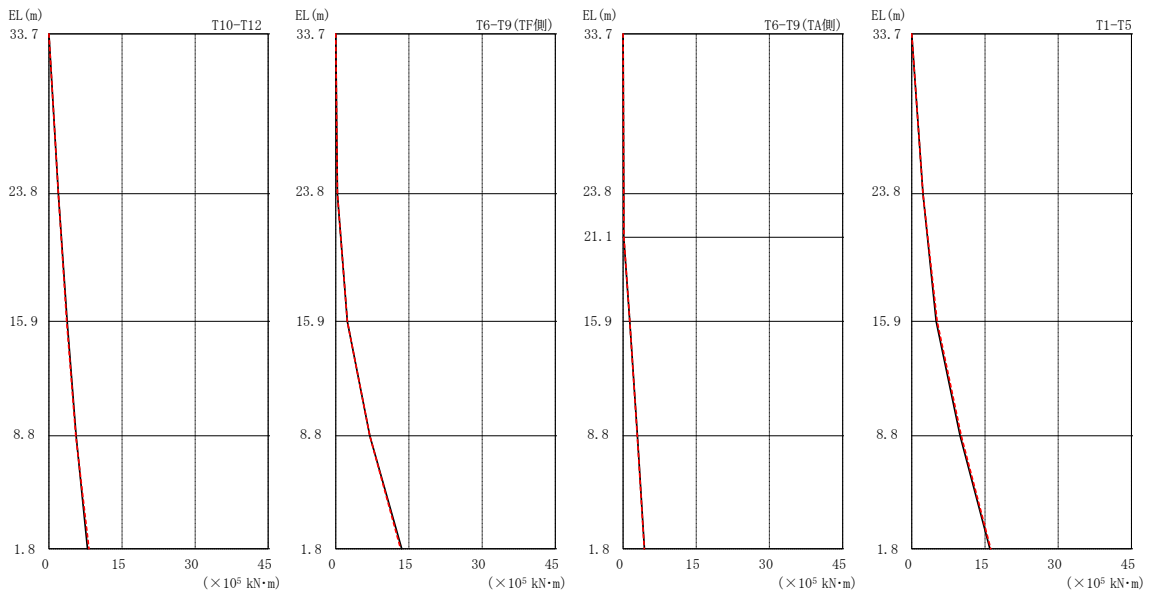
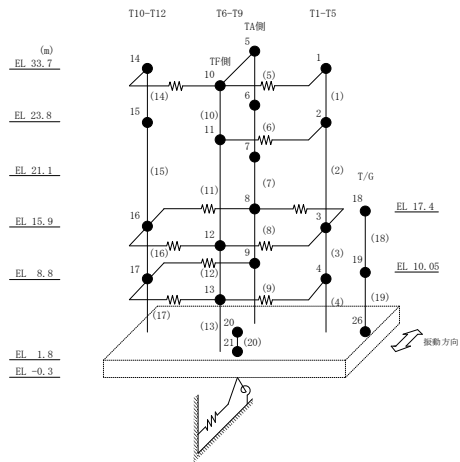
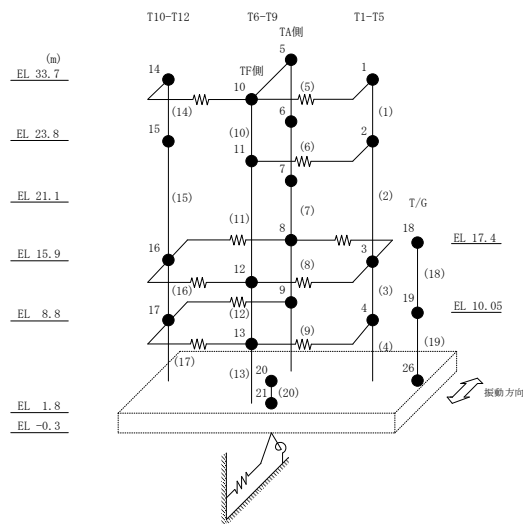


図 2-67 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F 1$, NS 方向)

表 2-60 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00 2.31	0.00 2.29
	23.8~15.9	2	2.31 5.01	2.29 5.20
	15.9~8.8	3	5.01 9.89	5.20 10.1
	8.8~1.8	4	9.89 16.0	10.1 16.2
T6-T9(TA側)	33.7~23.8	5	0.00 0.132	0.00 0.132
	23.8~21.1	6	0.132 0.146	0.132 0.157
	21.1~15.9	7	0.146 1.38	0.157 1.37
	15.9~8.8	8	1.38 2.93	1.37 2.91
	8.8~1.8	9	2.93 4.38	2.91 4.35
T6-T9(TF側)	33.7~23.8	10	0.00 0.350	0.00 0.352
	23.8~15.9	11	0.350 2.38	0.352 2.38
	15.9~8.8	12	2.38 6.98	2.38 6.98
	8.8~1.8	13	6.98 13.5	6.98 13.3
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00 1.94	0.00 1.92
	23.8~15.9	15	1.94 3.72	1.92 3.65
	15.9~8.8	16	3.72 5.58	3.65 5.50
	8.8~1.8	17	5.58 7.91	5.50 8.20



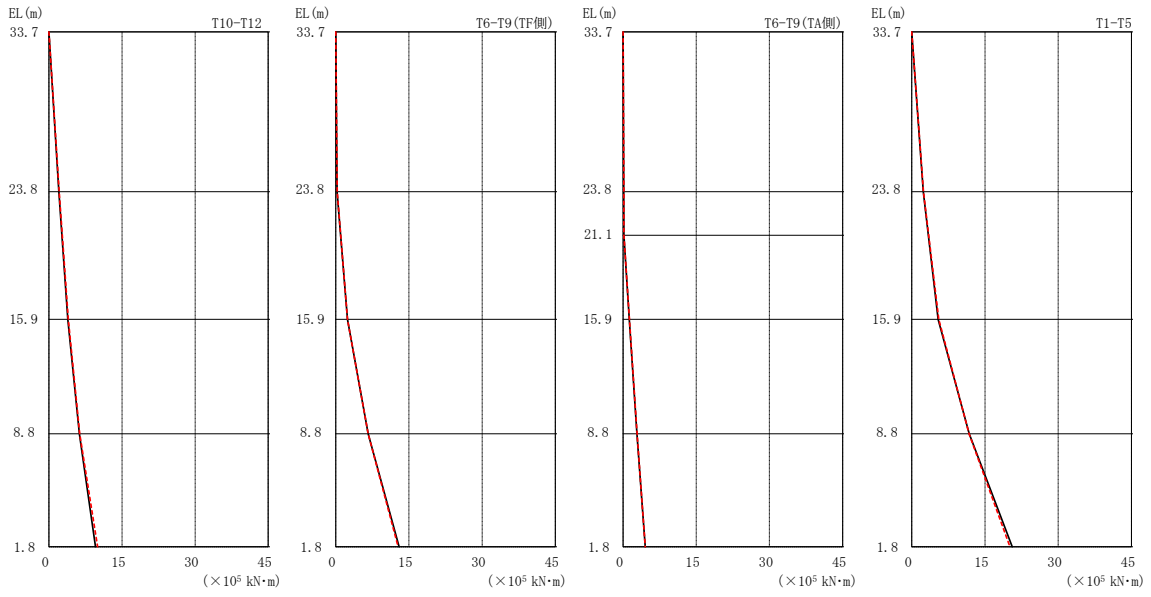
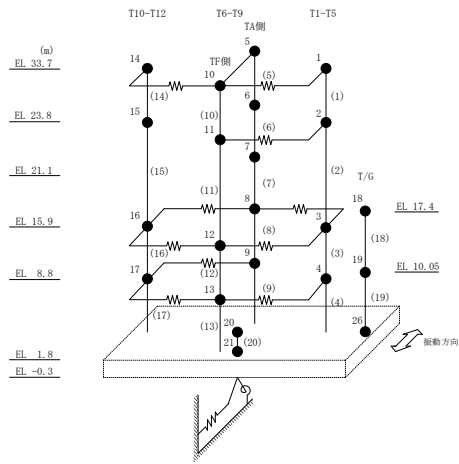
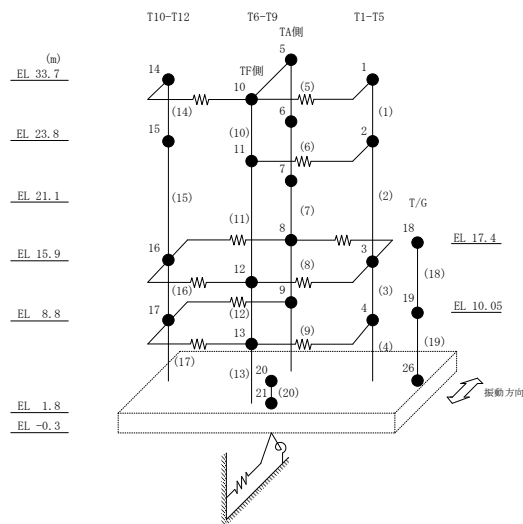


図 2-68 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-61 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00 2.35	0.00 2.40
	23.8~15.9	2	2.35 5.39	2.40 5.53
	15.9~8.8	3	5.39 11.8	5.53 11.7
	8.8~1.8	4	11.8 20.6	11.7 20.1
T6-T9(TA側)	33.7~23.8	5	0.00 0.149	0.00 0.169
	23.8~21.1	6	0.149 0.165	0.169 0.181
	21.1~15.9	7	0.165 1.26	0.181 1.32
	15.9~8.8	8	1.26 2.85	1.32 2.86
	8.8~1.8	9	2.85 4.53	2.86 4.53
T6-T9(TF側)	33.7~23.8	10	0.00 0.284	0.00 0.308
	23.8~15.9	11	0.284 2.41	0.308 2.42
	15.9~8.8	12	2.41 6.64	2.42 6.65
	8.8~1.8	13	6.64 13.0	6.65 12.8
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00 2.02	0.00 2.10
	23.8~15.9	15	2.02 3.88	2.10 3.97
	15.9~8.8	16	3.88 6.24	3.97 6.32
	8.8~1.8	17	6.24 9.56	6.32 9.98



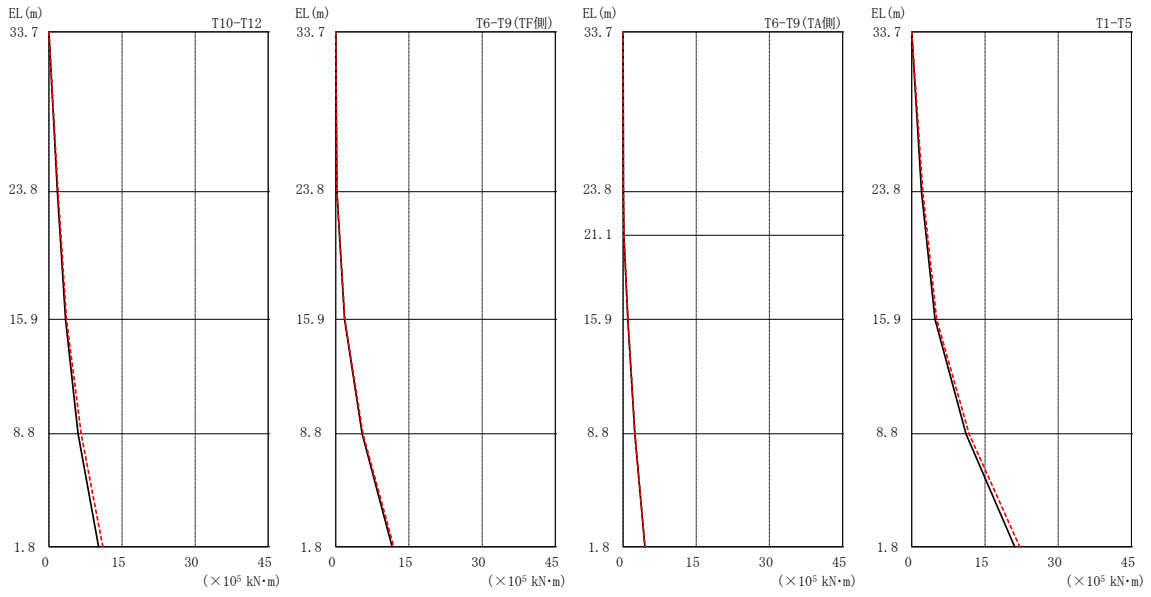
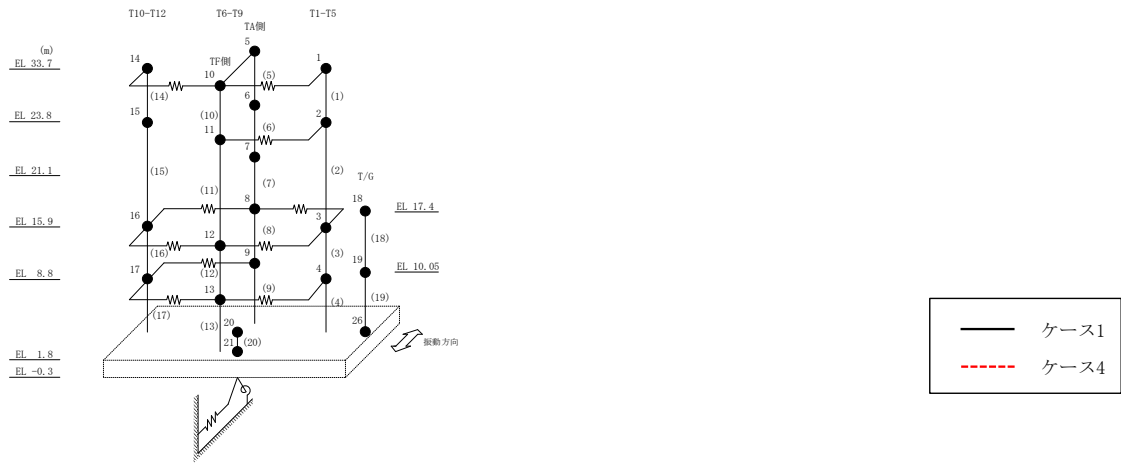
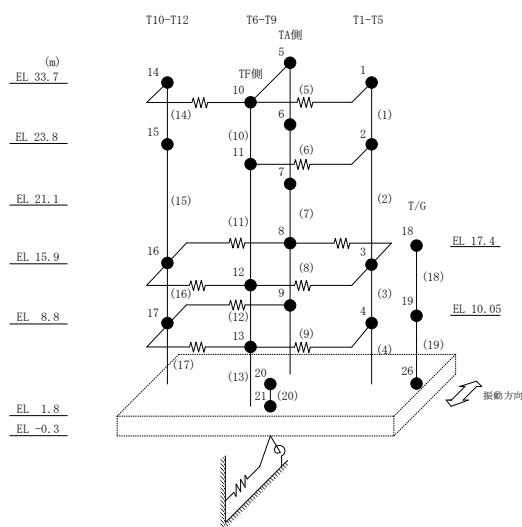


図 2-69 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s - N 1, NS 方向)

表 2-62 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-N1, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00 2.00	0.00 2.24
	23.8~15.9	2	2.00 4.76	2.24 5.10
	15.9~8.8	3	4.76 11.1	5.10 11.7
	8.8~1.8	4	11.1 21.1	11.7 22.1
T6-T9(TA側)	33.7~23.8	5	0.00 0.0784	0.00 0.0862
	23.8~21.1	6	0.0784 0.156	0.0862 0.162
	21.1~15.9	7	0.156 0.975	0.162 1.01
	15.9~8.8	8	0.975 2.42	1.01 2.44
	8.8~1.8	9	2.42 4.48	2.44 4.49
T6-T9(TF側)	33.7~23.8	10	0.00 0.237	0.00 0.245
	23.8~15.9	11	0.237 1.81	0.245 1.89
	15.9~8.8	12	1.81 5.42	1.89 5.58
	8.8~1.8	13	5.42 11.6	5.58 11.9
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00 1.72	0.00 1.86
	23.8~15.9	15	1.72 3.41	1.86 3.61
	15.9~8.8	16	3.41 5.99	3.61 6.62
	8.8~1.8	17	5.99 10.2	6.62 11.0



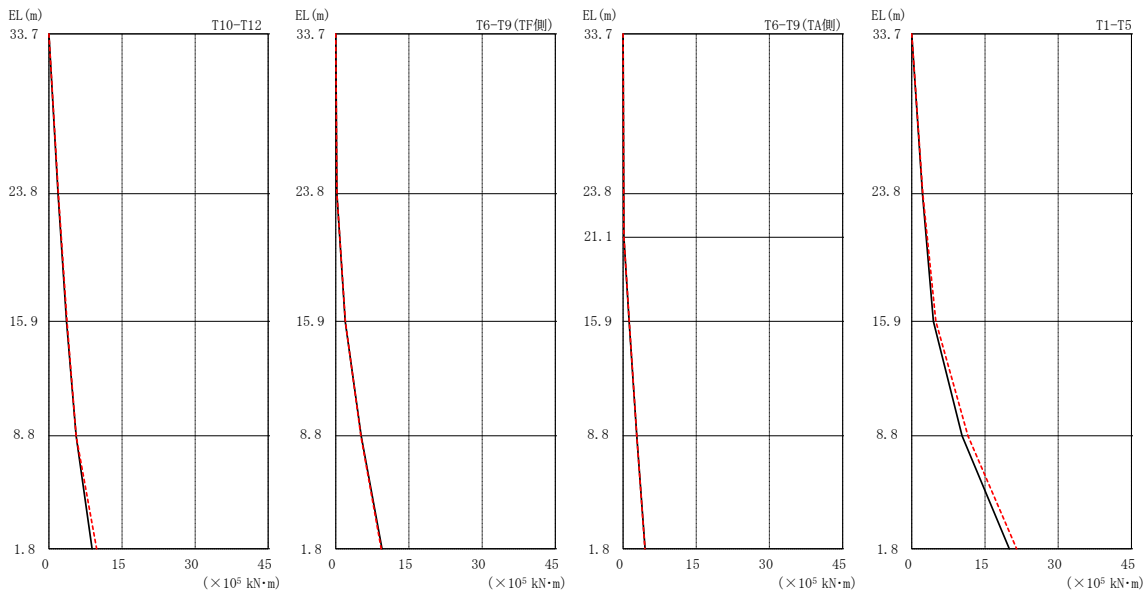
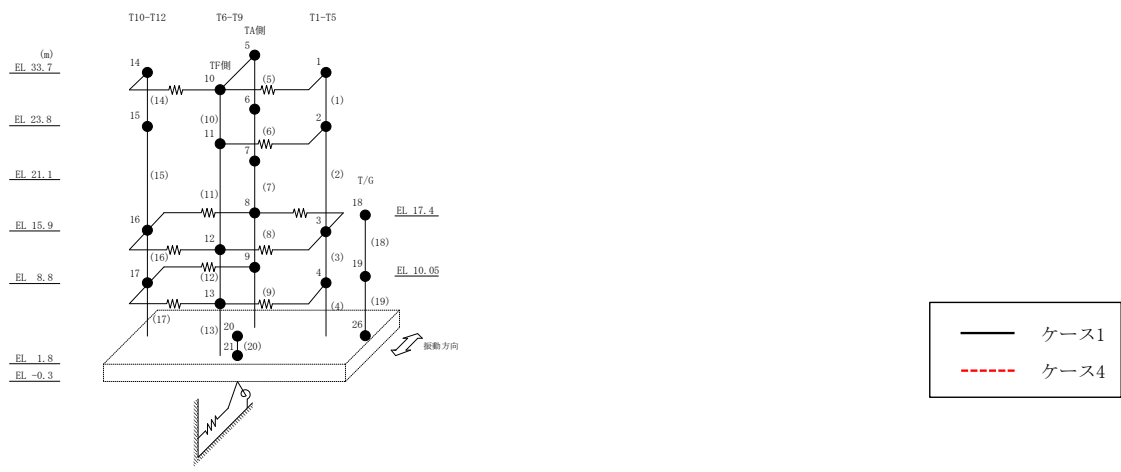
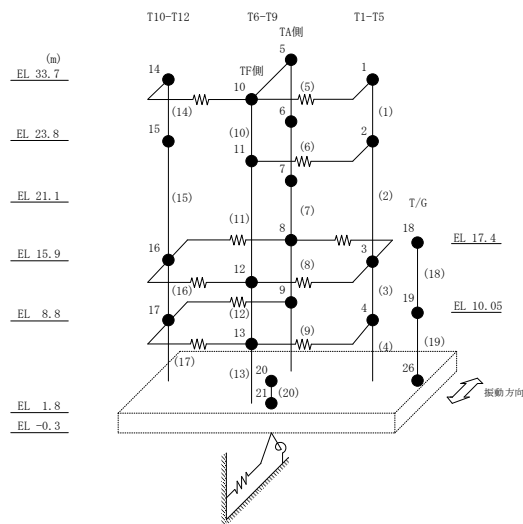


図 2-70 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

表 2-63 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00 2.19	0.00 2.27
	23.8~15.9	2	2.19 4.43	2.27 4.93
	15.9~8.8	3	4.43 10.3	4.93 11.5
	8.8~1.8	4	10.3 20.0	11.5 21.5
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00 0.126	0.00 0.138
	23.8~21.1	6	0.126 0.159	0.138 0.157
	21.1~15.9	7	0.159 1.25	0.157 1.27
	15.9~8.8	8	1.25 2.80	1.27 2.80
	8.8~1.8	9	2.80 4.51	2.80 4.47
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00 0.243	0.00 0.249
	23.8~15.9	11	0.243 1.96	0.249 1.96
	15.9~8.8	12	1.96 5.23	1.96 5.15
	8.8~1.8	13	5.23 9.48	5.15 9.30
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00 1.88	0.00 1.94
	23.8~15.9	15	1.88 3.60	1.94 3.71
	15.9~8.8	16	3.60 5.57	3.71 5.58
	8.8~1.8	17	5.57 8.84	5.58 9.78



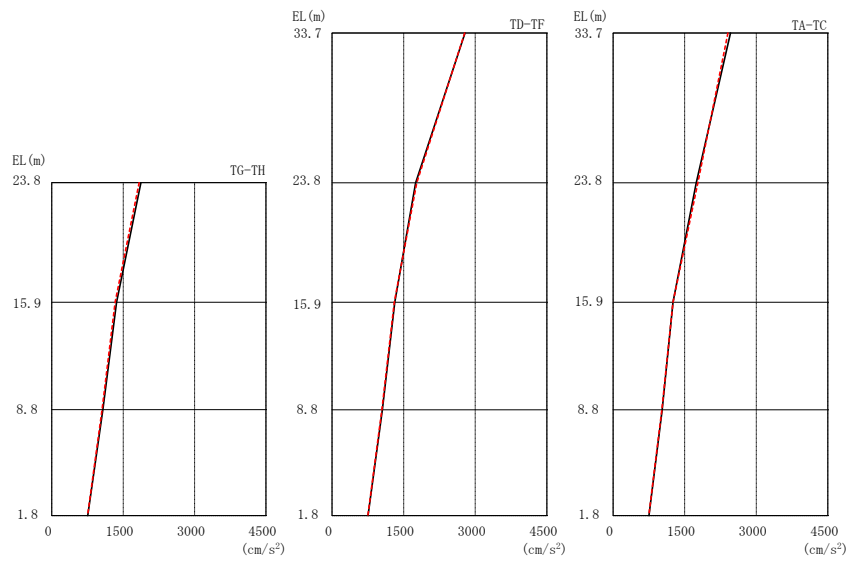
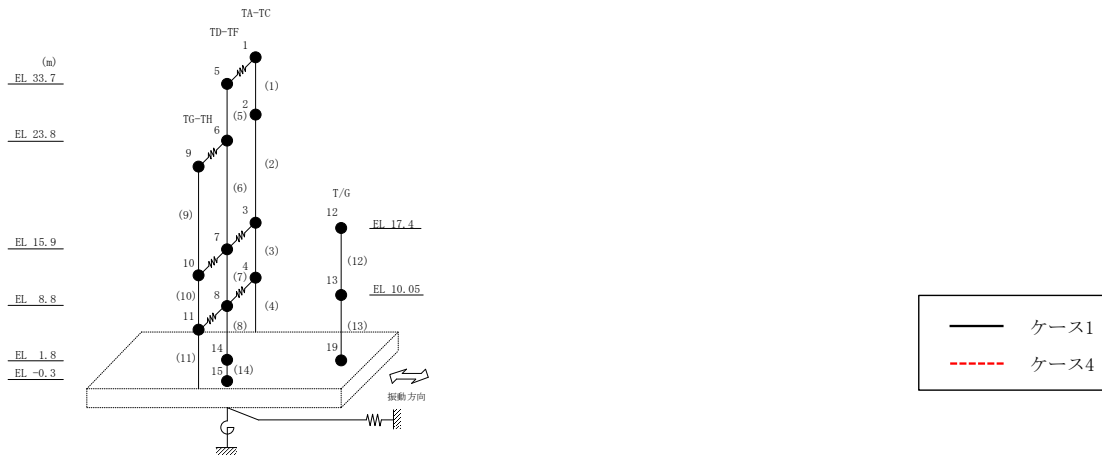
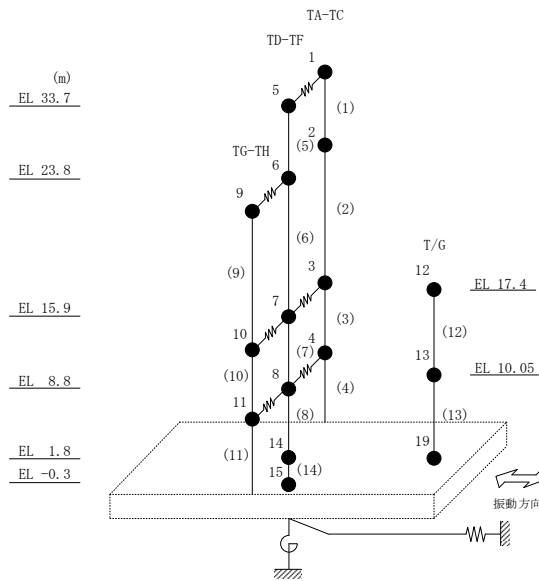


図 2-71 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-64 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	2460	2406
	23.8	2	1742	1778
	15.9	3	1255	1255
	8.8	4	1028	1023
TD-TF	33.7	5	2785	2780
	23.8	6	1751	1777
	15.9	7	1314	1303
	8.8	8	1055	1043
TG-TH	23.8	9	1874	1837
	15.9	10	1360	1330
	8.8	11	1072	1057
	1.8	14	754	750



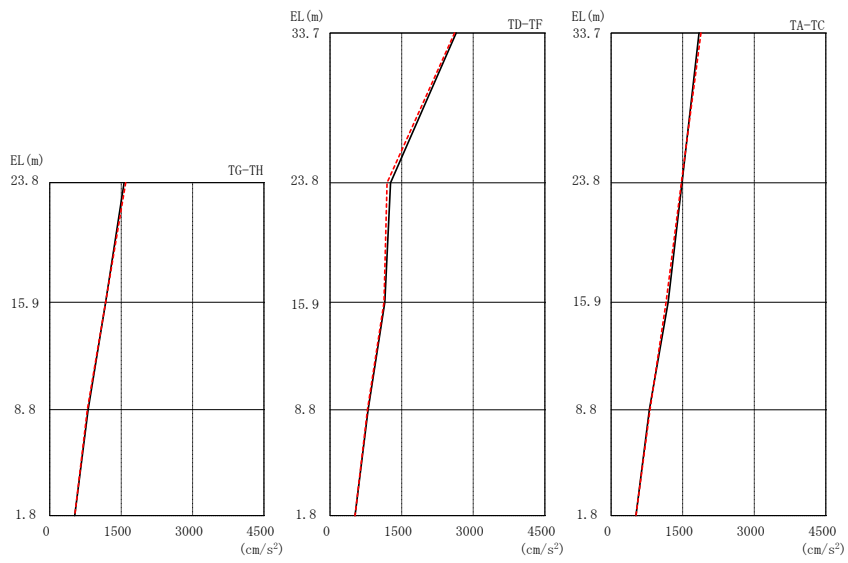
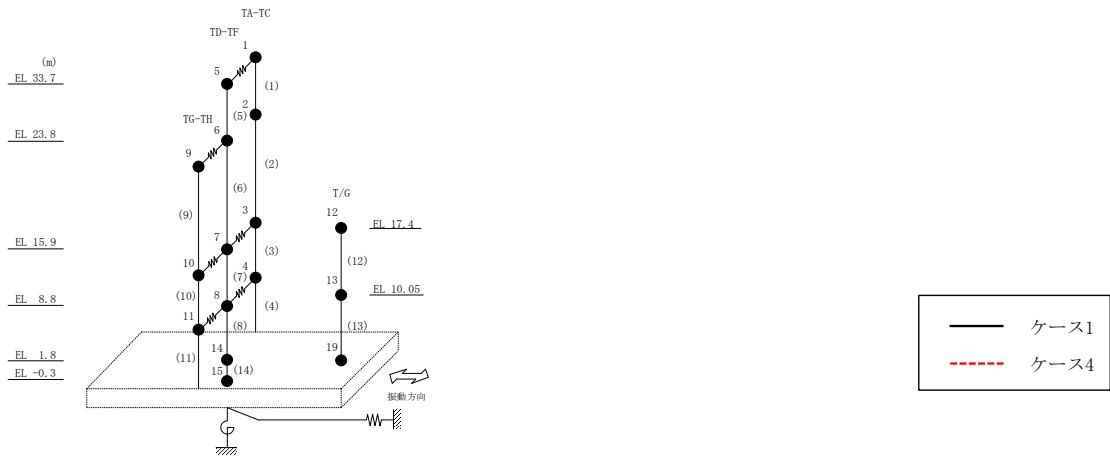
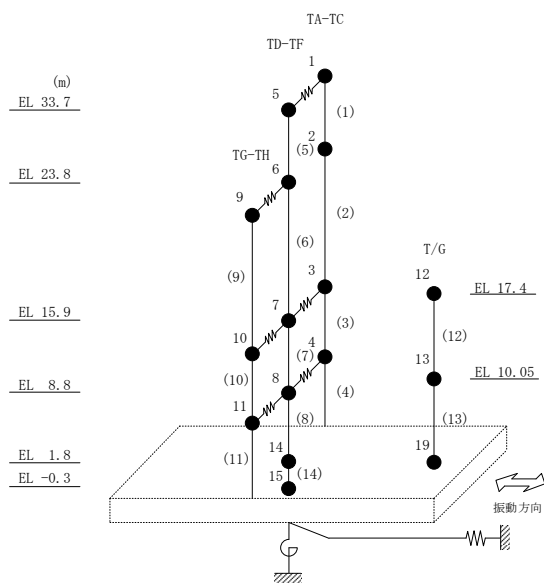


図 2-72 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

表 2-65 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - F 1$, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	1843	1883
	23.8	2	1488	1473
	15.9	3	1195	1153
	8.8	4	803	815
TD-TF	33.7	5	2643	2610
	23.8	6	1269	1193
	15.9	7	1146	1130
	8.8	8	799	784
TG-TH	23.8	9	1561	1595
	15.9	10	1173	1173
	8.8	11	806	787
	1.8	14	524	524



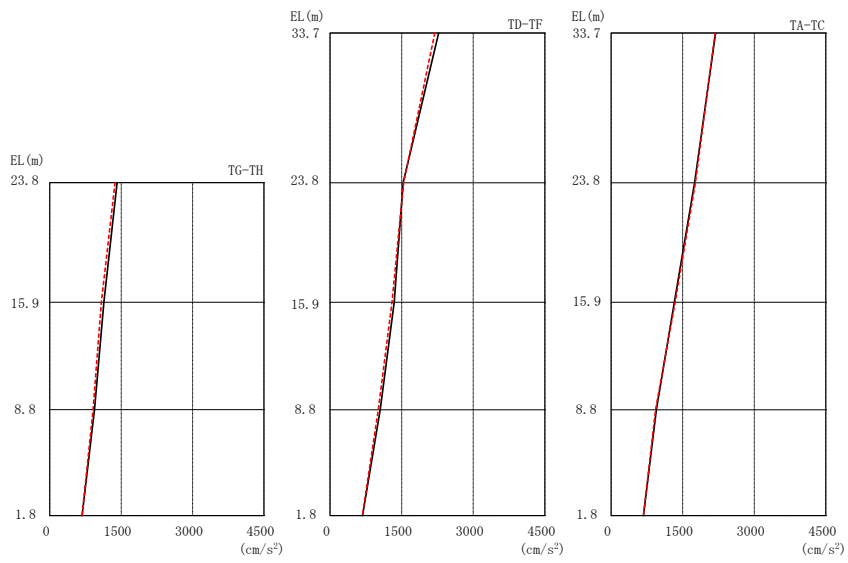
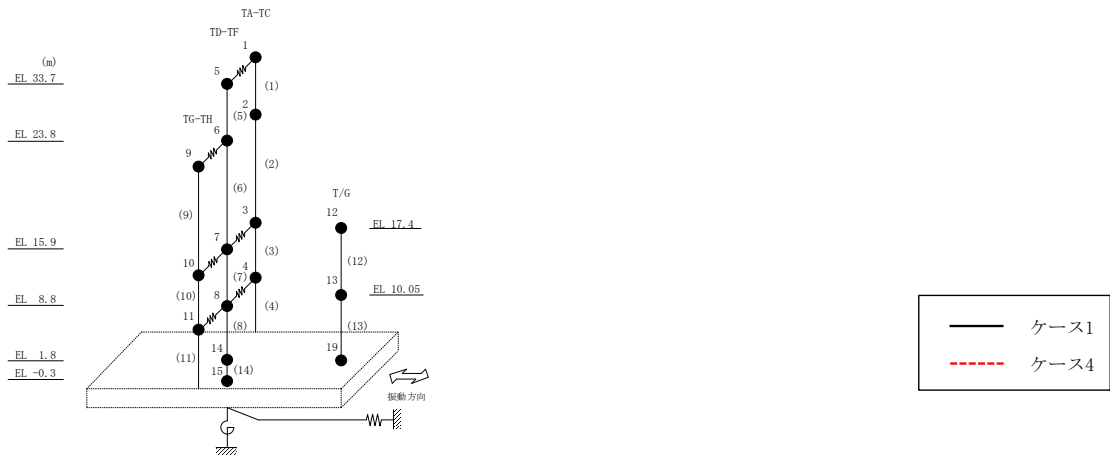
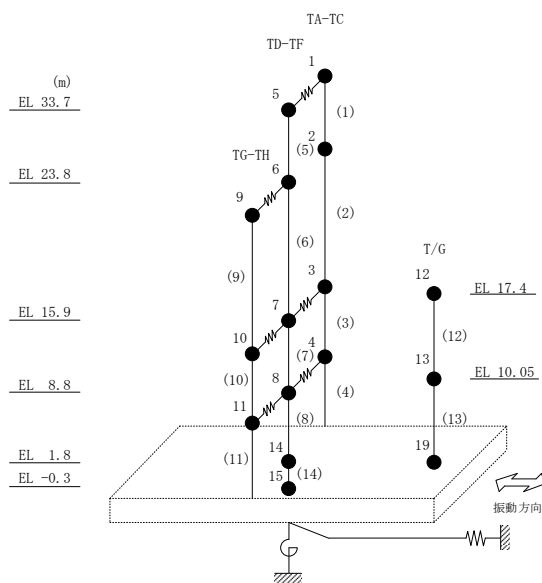


図 2-73 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 2, EW 方向)

表 2-66 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	2189	2182
	23.8	2	1750	1766
	15.9	3	1326	1344
	8.8	4	951	932
TD-TF	33.7	5	2275	2197
	23.8	6	1531	1541
	15.9	7	1343	1299
	8.8	8	1051	1010
TG-TH	23.8	9	1413	1371
	15.9	10	1136	1083
	8.8	11	939	909
	1.8	14	679	679



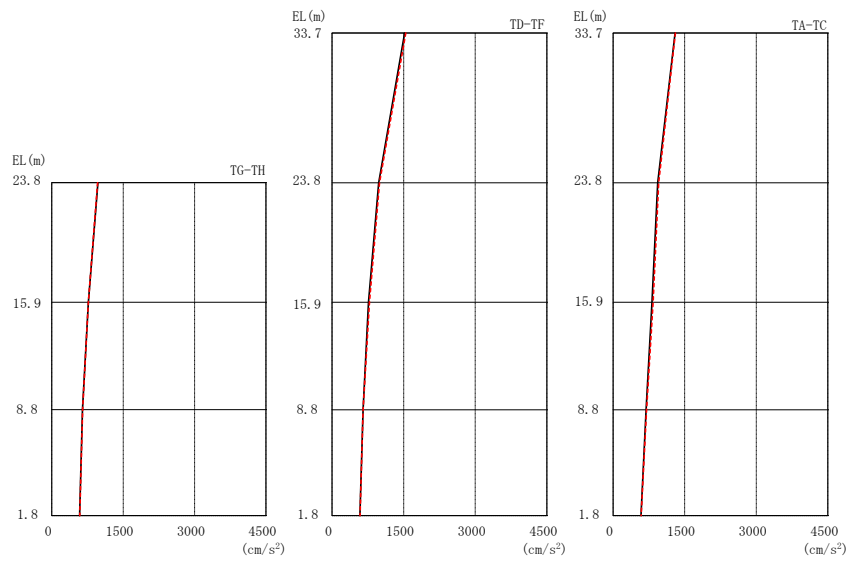
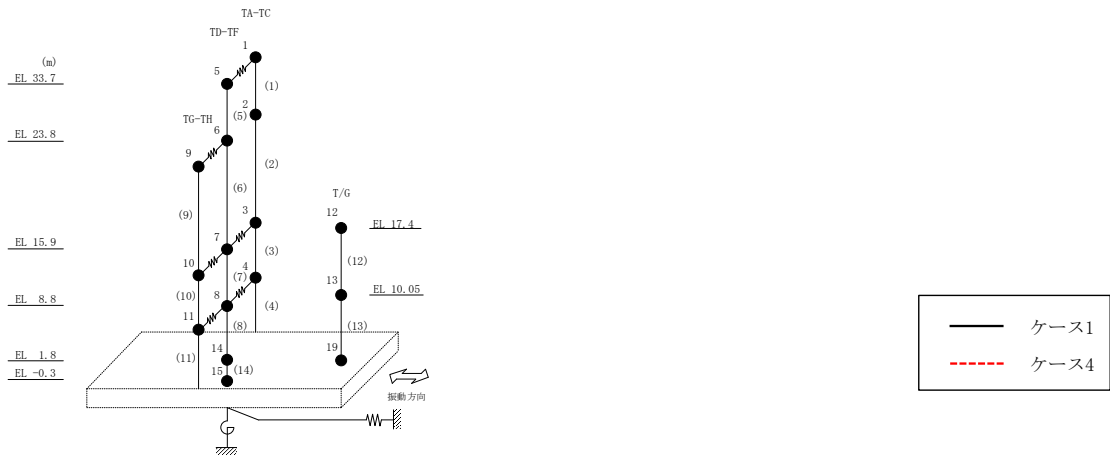
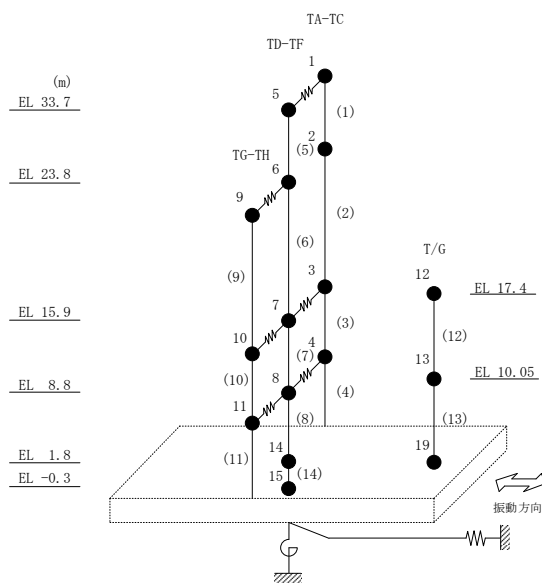


図 2-74 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N1, EW 方向)

表 2-67 最大応答加速度一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	1299	1306
	23.8	2	936	956
	15.9	3	816	840
	8.8	4	692	702
TD-TF	33.7	5	1521	1544
	23.8	6	977	996
	15.9	7	763	784
	8.8	8	650	653
TG-TH	23.8	9	968	963
	15.9	10	768	767
	8.8	11	644	648
	1.8	14	584	588



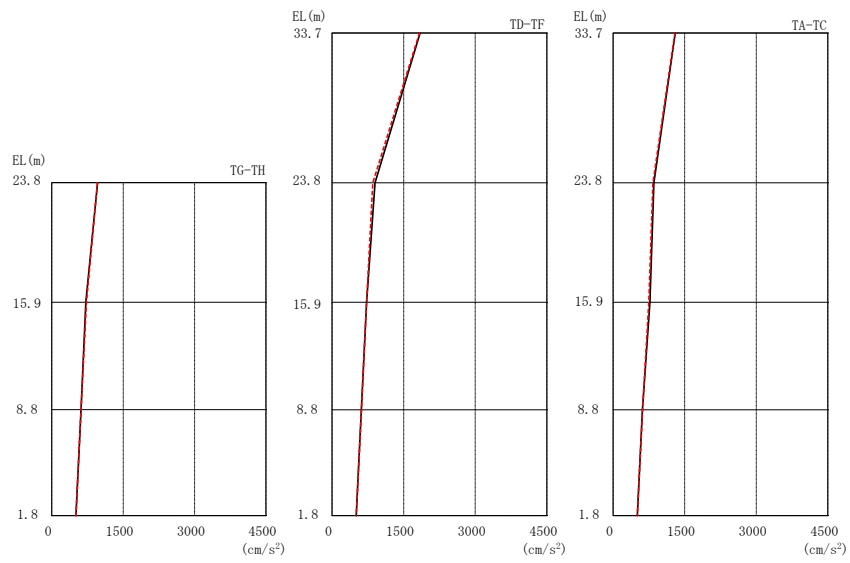
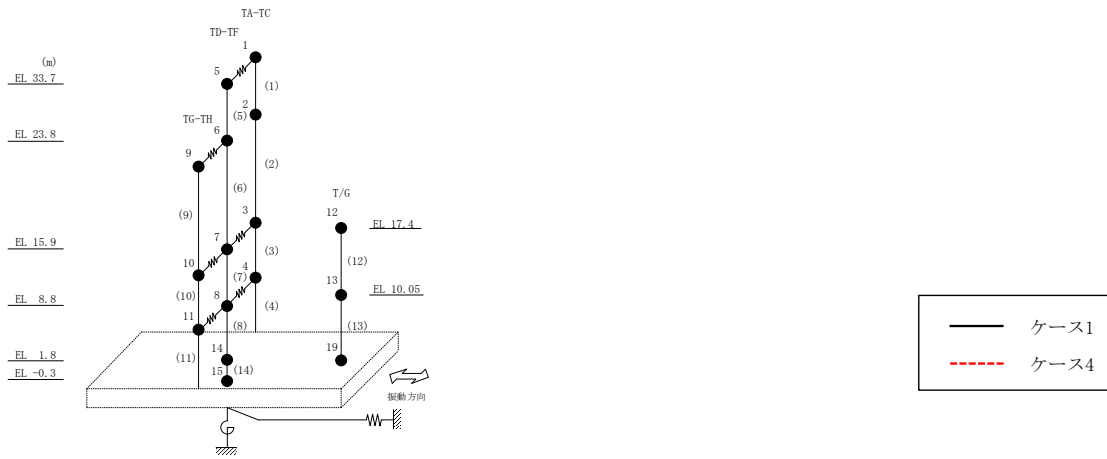
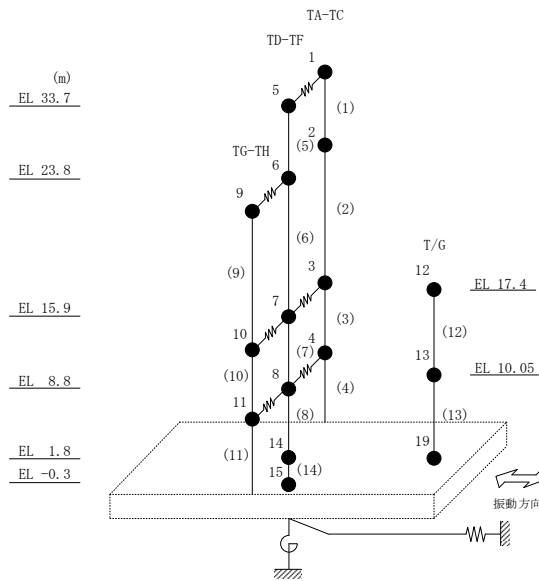


図 2-75 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, EW方向)

表 2-68 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	1303	1298
	23.8	2	857	836
	15.9	3	771	748
	8.8	4	614	620
TD-TF	33.7	5	1845	1833
	23.8	6	902	854
	15.9	7	723	723
	8.8	8	615	618
TG-TH	23.8	9	961	959
	15.9	10	714	727
	8.8	11	614	614
	1.8	14	508	508



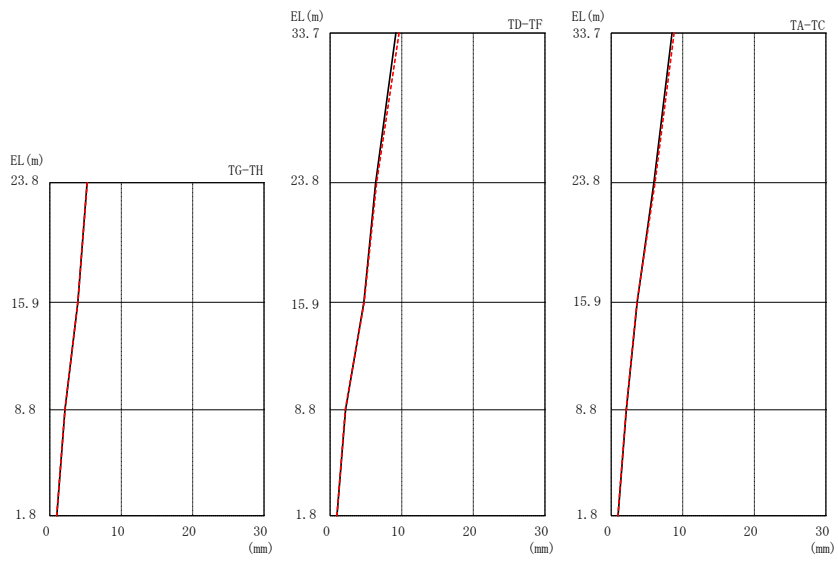
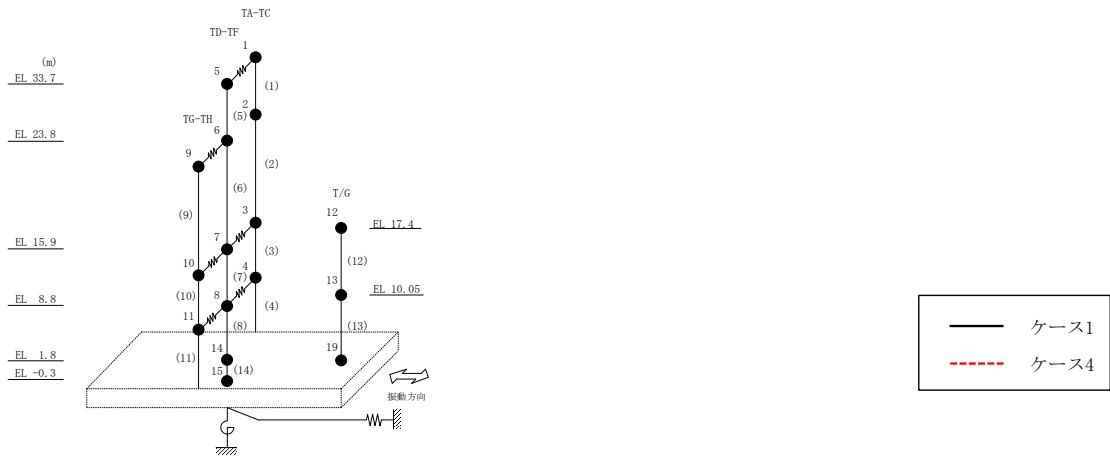
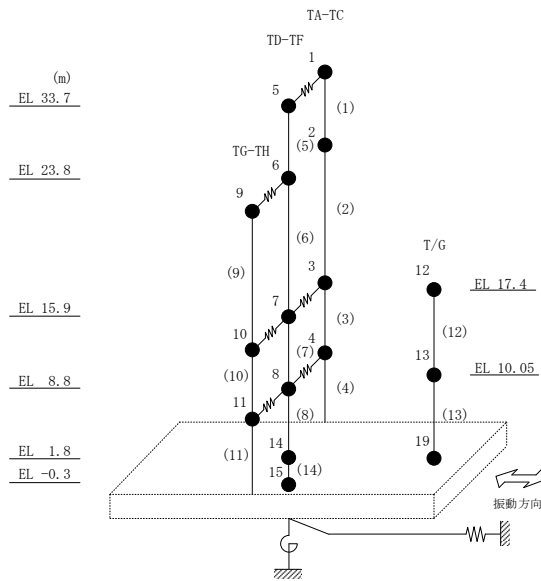


図 2-76 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-69 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	8.51	8.80
	23.8	2	5.98	6.13
	15.9	3	3.63	3.62
	8.8	4	2.12	2.11
TD-TF	33.7	5	9.19	9.64
	23.8	6	6.37	6.50
	15.9	7	4.71	4.76
	8.8	8	2.15	2.12
TG-TH	23.8	9	5.21	5.24
	15.9	10	3.92	3.91
	8.8	11	2.12	2.11
	1.8	14	0.97	0.95



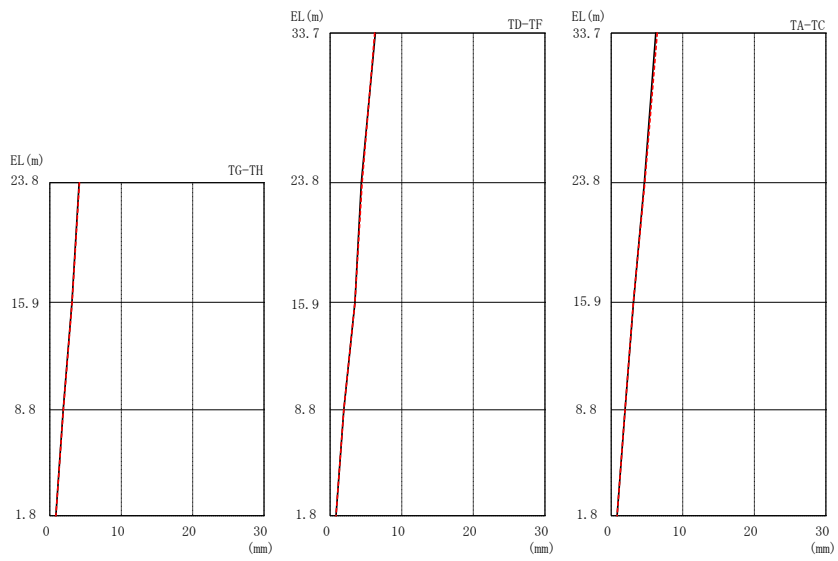
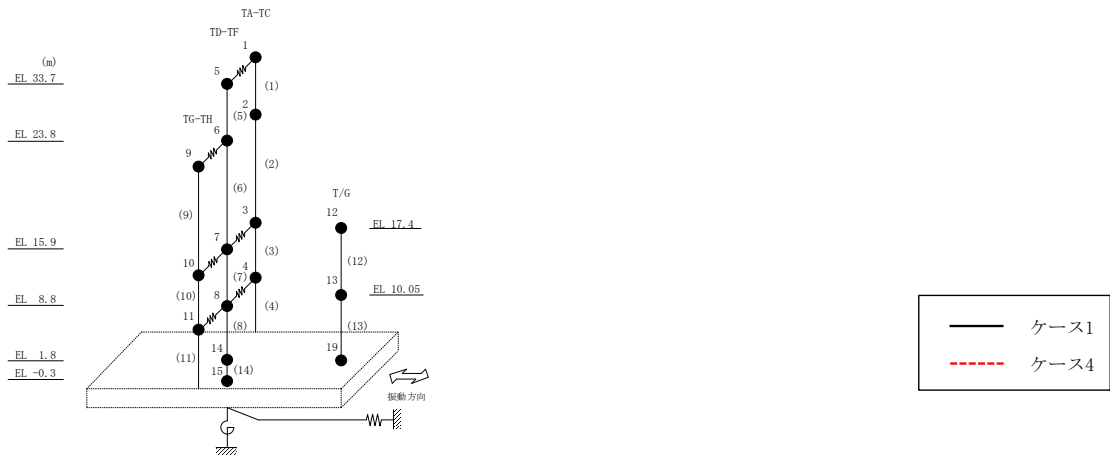
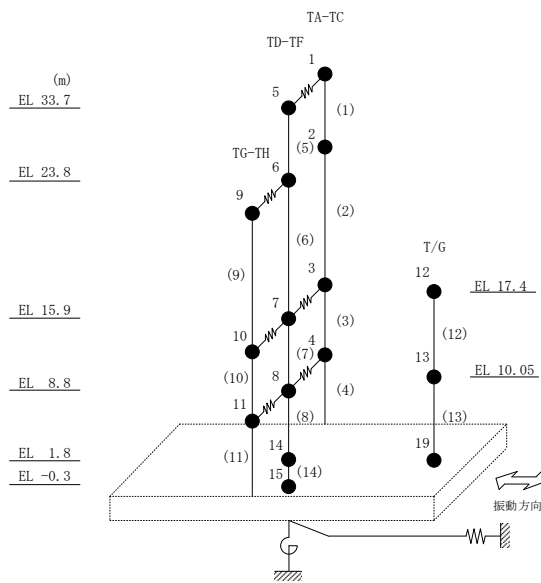


図 2-77 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 1, EW方向)

表 2-70 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	6.25	6.45
	23.8	2	4.63	4.71
	15.9	3	3.12	3.11
	8.8	4	1.95	1.94
TD-TF	33.7	5	6.33	6.23
	23.8	6	4.35	4.48
	15.9	7	3.46	3.47
	8.8	8	1.92	1.92
TG-TH	23.8	9	4.09	4.14
	15.9	10	3.09	3.11
	8.8	11	1.87	1.88
	1.8	14	0.83	0.83



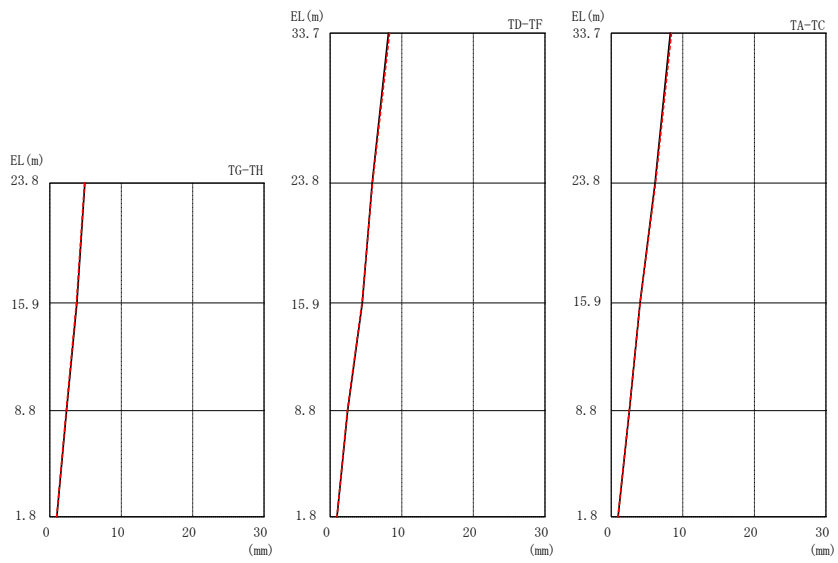
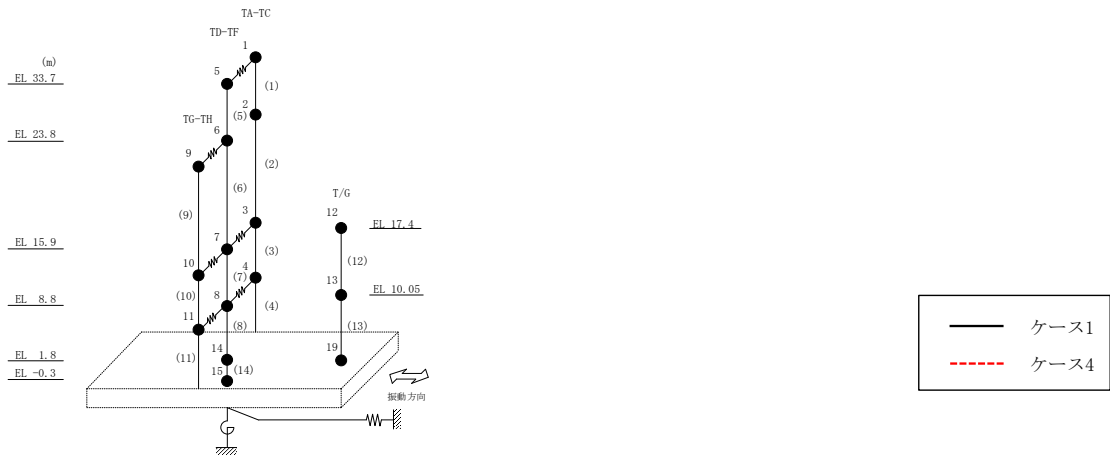
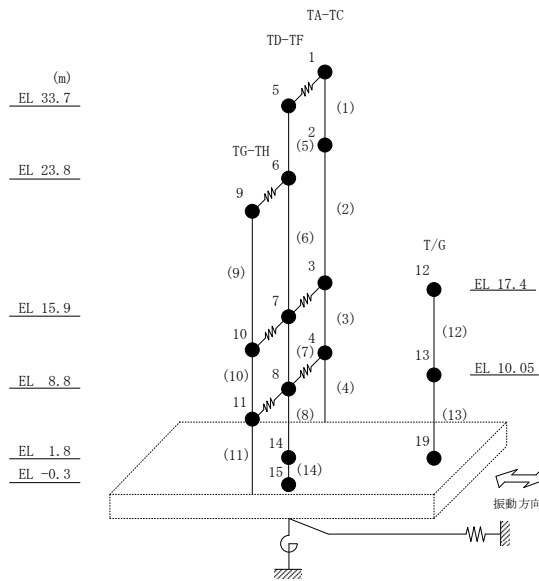


図 2-78 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 2, EW 方向)

表 2-71 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	8.27	8.43
	23.8	2	6.12	6.19
	15.9	3	4.04	4.03
	8.8	4	2.54	2.51
TD-TF	33.7	5	8.15	8.31
	23.8	6	5.88	5.91
	15.9	7	4.50	4.46
	8.8	8	2.45	2.41
TG-TH	23.8	9	4.90	4.86
	15.9	10	3.78	3.72
	8.8	11	2.33	2.29
	1.8	14	0.96	0.95



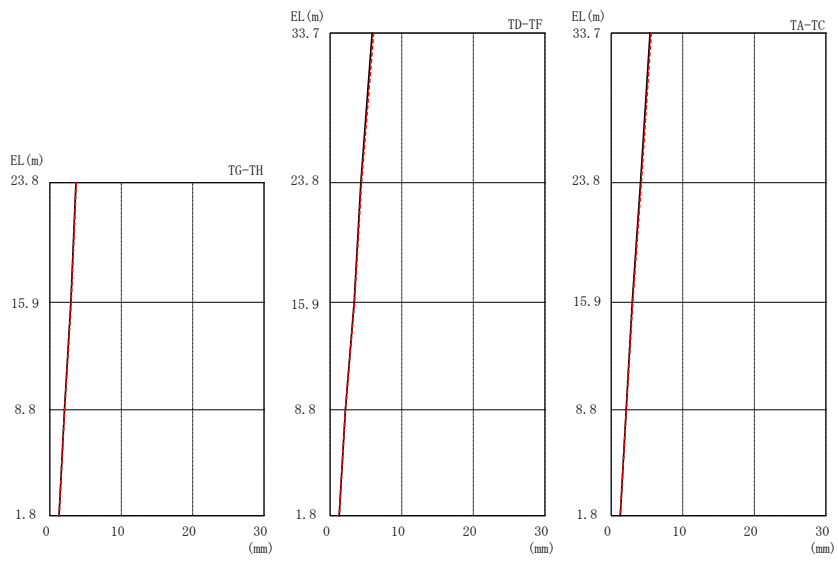
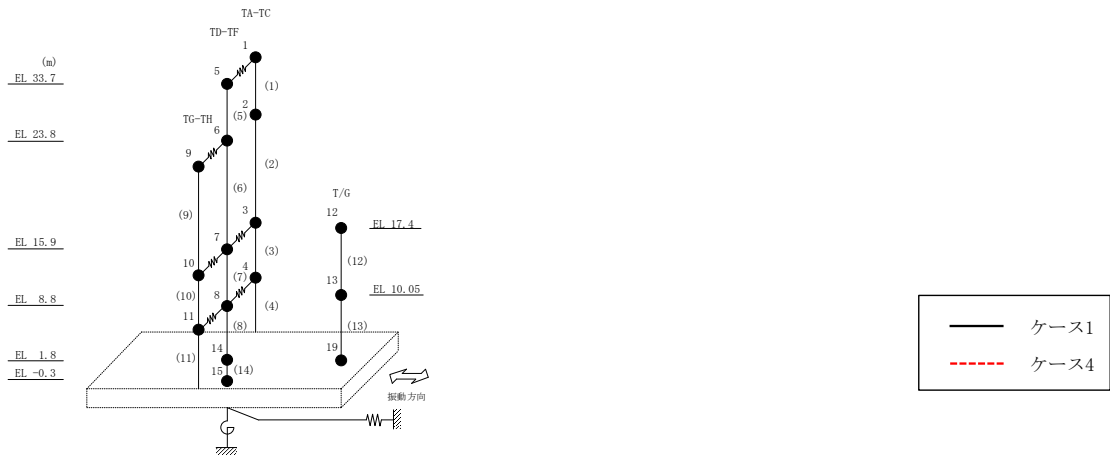
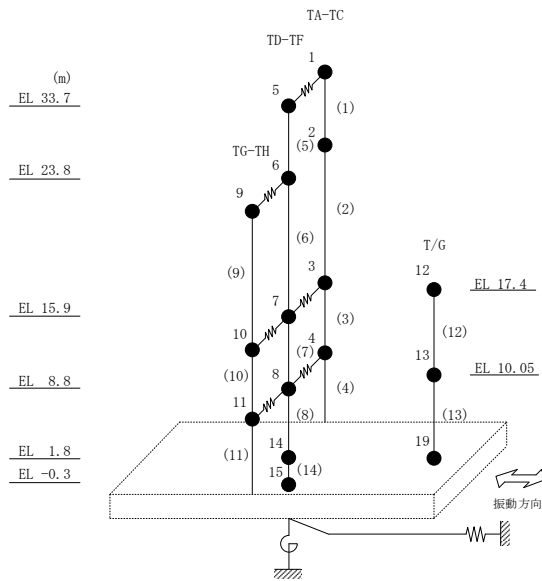


図 2-79 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

表 2-72 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	5.44	5.60
	23.8	2	4.11	4.21
	15.9	3	2.96	3.01
	8.8	4	2.09	2.12
TD-TF	33.7	5	5.87	6.06
	23.8	6	4.29	4.39
	15.9	7	3.35	3.41
	8.8	8	2.13	2.15
TG-TH	23.8	9	3.64	3.69
	15.9	10	2.94	2.98
	8.8	11	2.05	2.06
	1.8	14	1.27	1.28



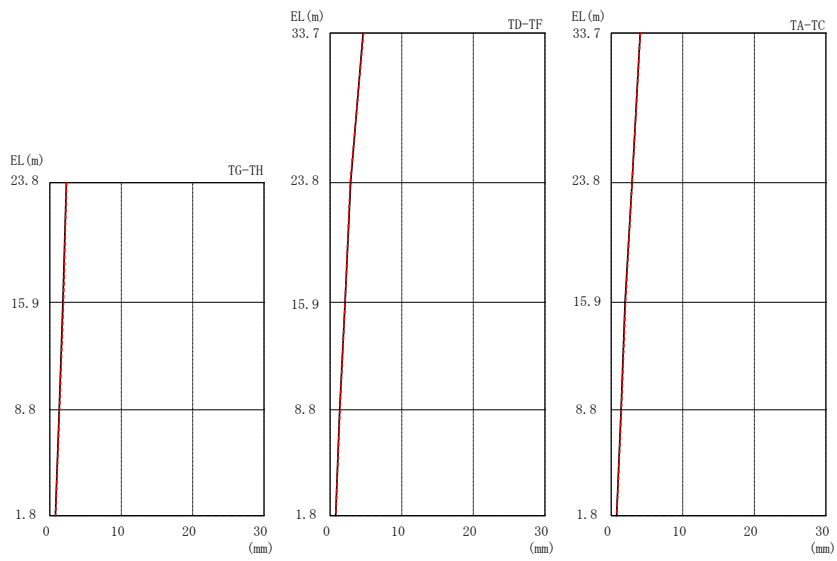
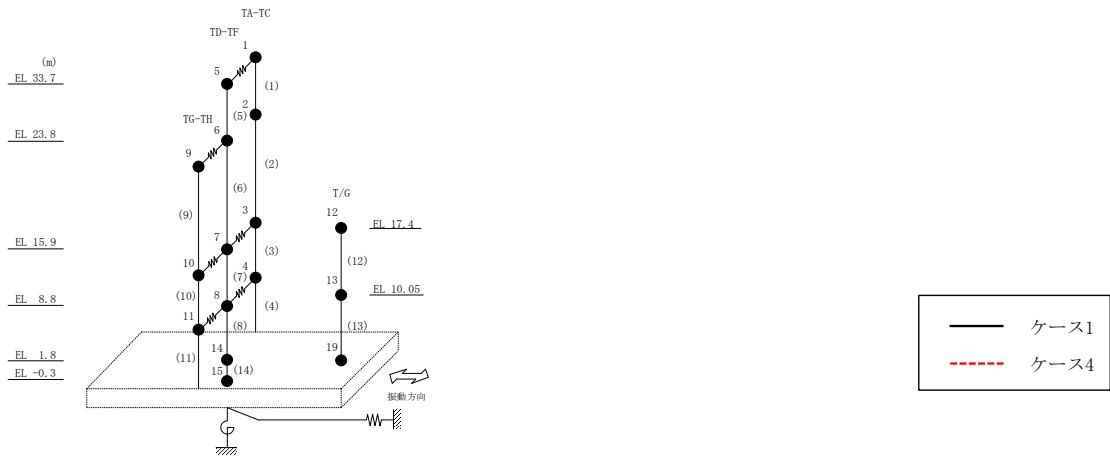
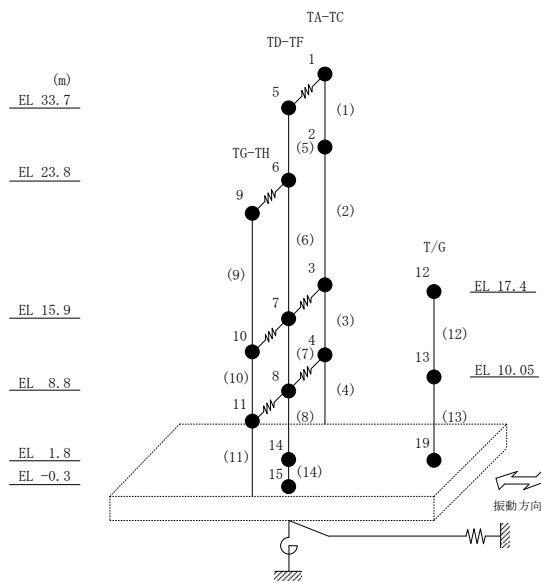


図 2-80 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N 2 N S$, EW方向)

表 2-73 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7	1	4.05	4.07
	23.8	2	2.93	2.93
	15.9	3	1.94	2.02
	8.8	4	1.39	1.43
TD-TF	33.7	5	4.60	4.68
	23.8	6	2.88	2.81
	15.9	7	2.10	2.10
	8.8	8	1.35	1.39
TG-TH	23.8	9	2.31	2.33
	15.9	10	1.82	1.91
	8.8	11	1.31	1.35
	1.8	14	0.78	0.78



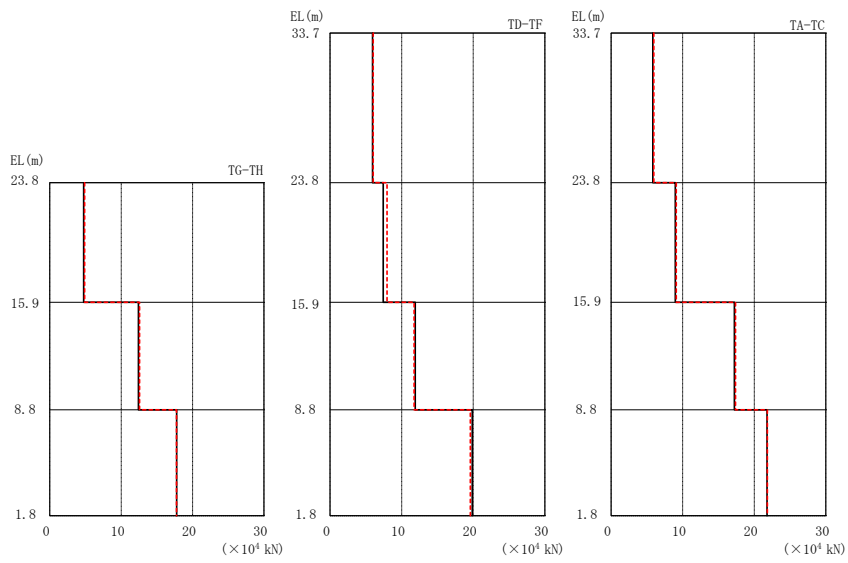
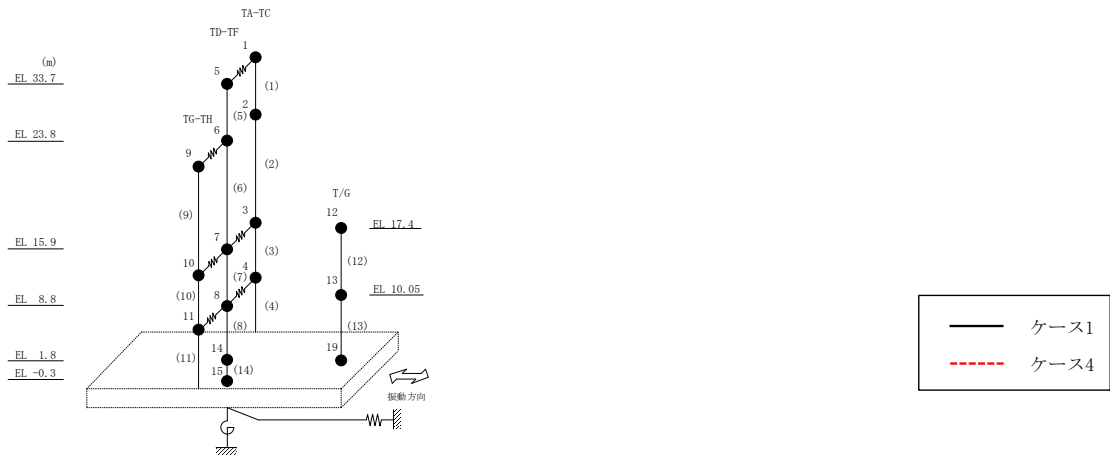
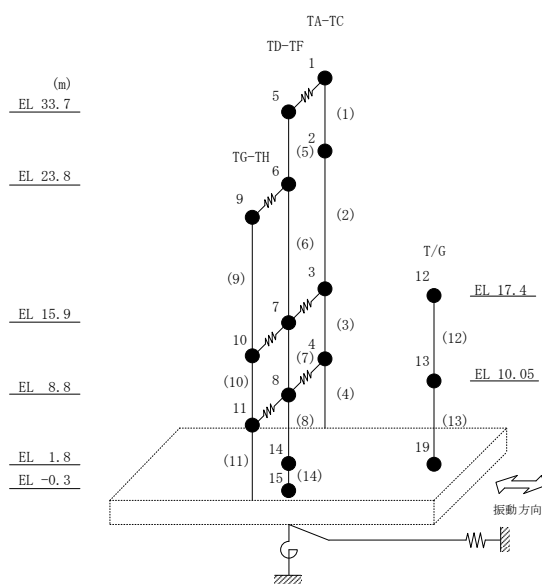


図 2-81 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

表 2-74 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	5.83	5.98
	23.8~15.9	2	8.96	9.10
	15.9~8.8	3	17.2	17.4
	8.8~1.8	4	21.8	21.8
TD-TF	33.7~23.8	5	5.94	6.02
	23.8~15.9	6	7.44	7.95
	15.9~8.8	7	11.9	11.7
	8.8~1.8	8	19.9	19.6
TG-TH	23.8~15.9	9	4.75	4.88
	15.9~8.8	10	12.4	12.6
	8.8~1.8	11	17.8	17.7



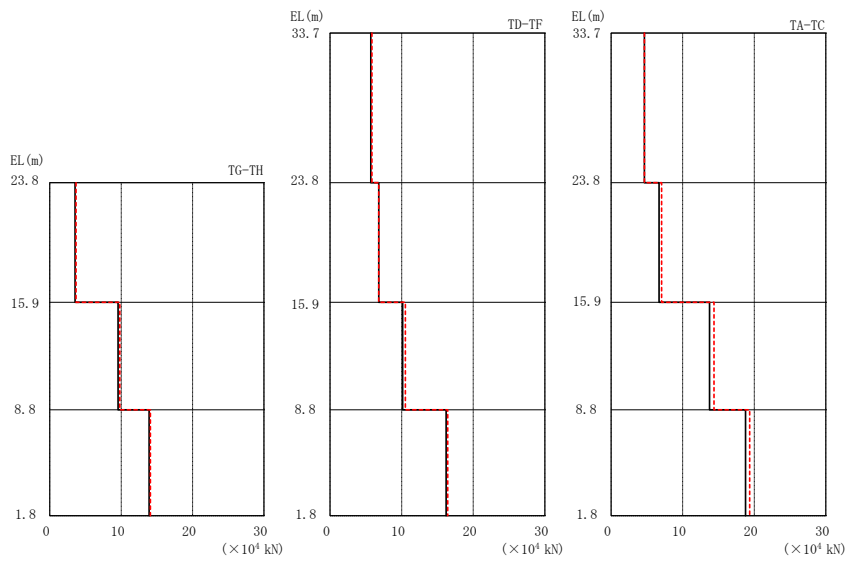
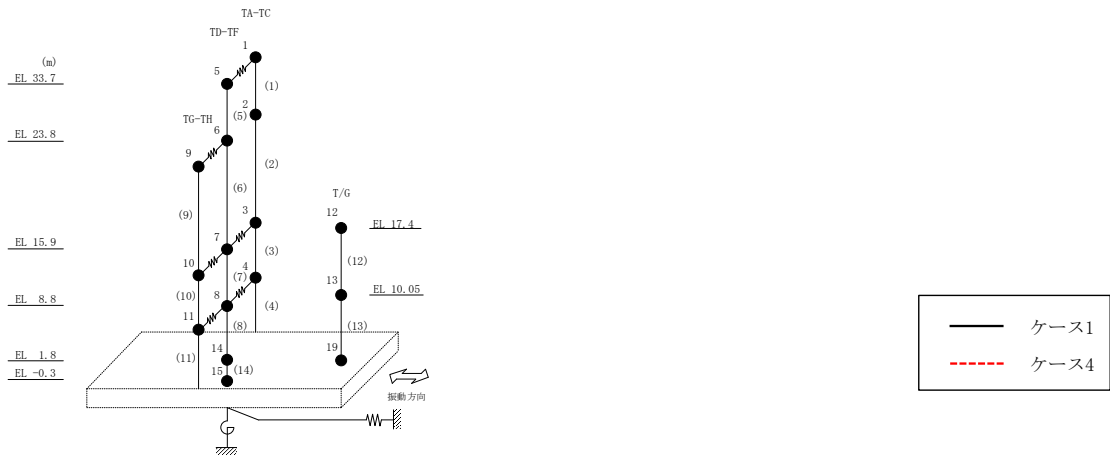
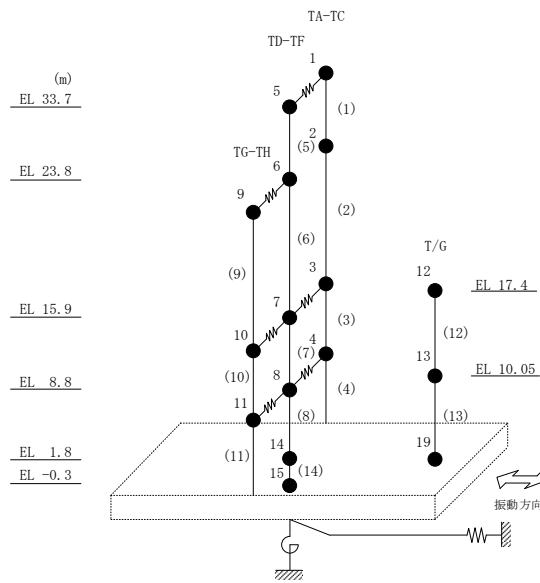


図 2-82 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

表 2-75 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	4.66	4.67
	23.8~15.9	2	6.70	7.06
	15.9~8.8	3	13.8	14.4
	8.8~1.8	4	18.8	19.4
TD-TF	33.7~23.8	5	5.70	5.85
	23.8~15.9	6	6.80	6.80
	15.9~8.8	7	10.1	10.5
	8.8~1.8	8	16.2	16.4
TG-TH	23.8~15.9	9	3.53	3.67
	15.9~8.8	10	9.55	9.81
	8.8~1.8	11	13.9	14.1



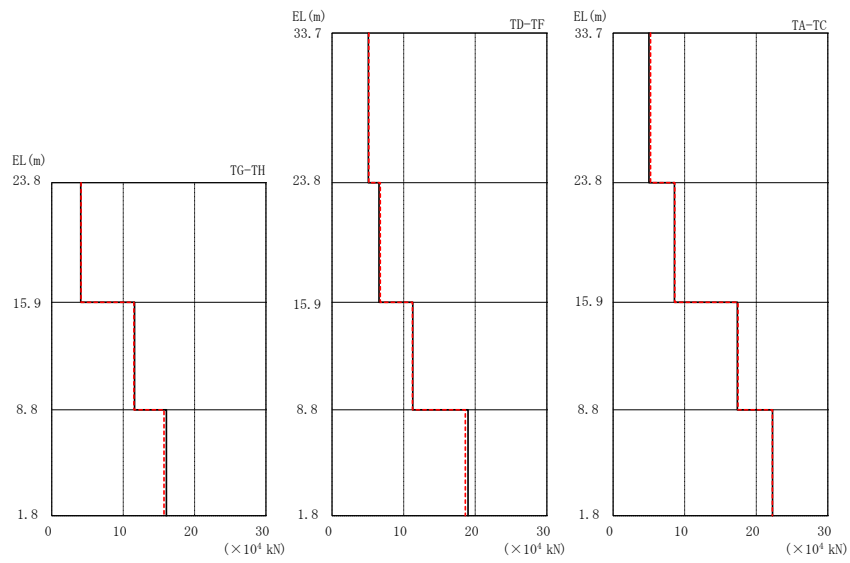
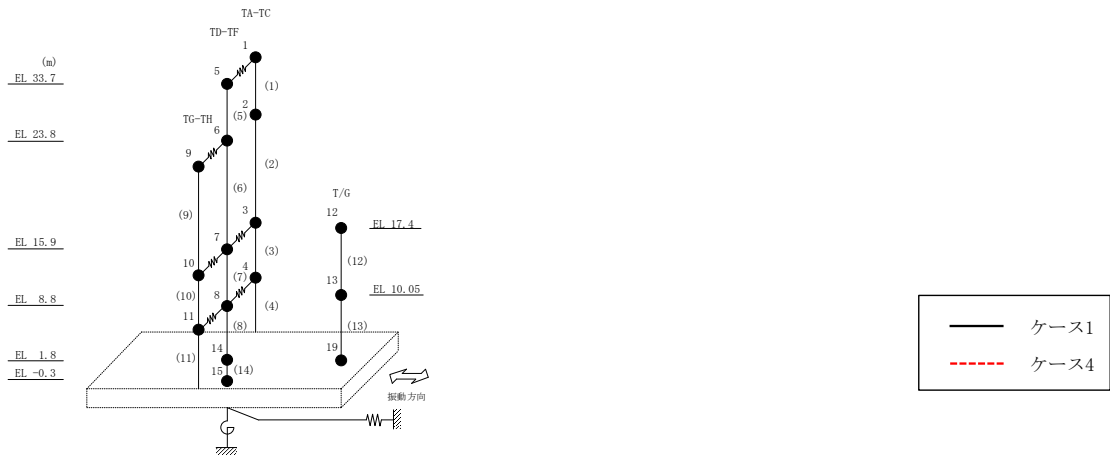
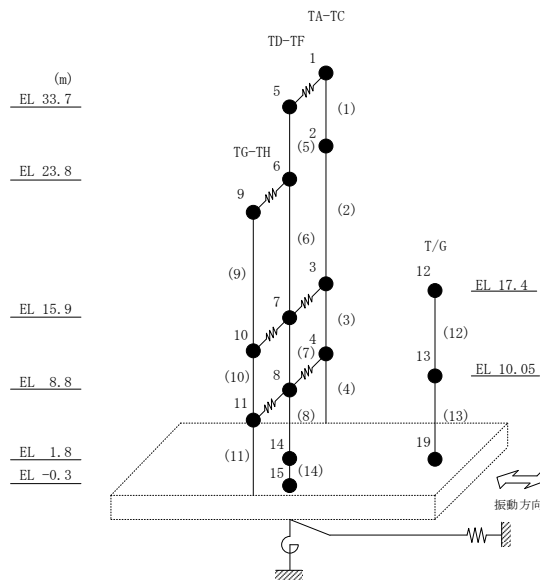


図 2-83 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, EW 方向)

表 2-76 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	5.01	5.23
	23.8~15.9	2	8.57	8.62
	15.9~8.8	3	17.4	17.5
	8.8~1.8	4	22.3	22.3
TD-TF	33.7~23.8	5	5.06	5.14
	23.8~15.9	6	6.57	6.75
	15.9~8.8	7	11.3	11.2
	8.8~1.8	8	19.0	18.6
TG-TH	23.8~15.9	9	4.04	4.10
	15.9~8.8	10	11.6	11.5
	8.8~1.8	11	16.1	15.7



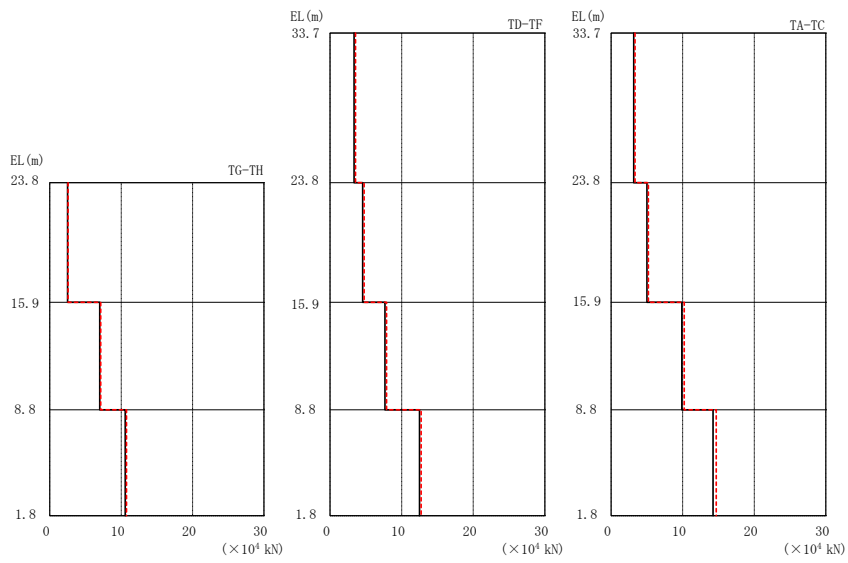
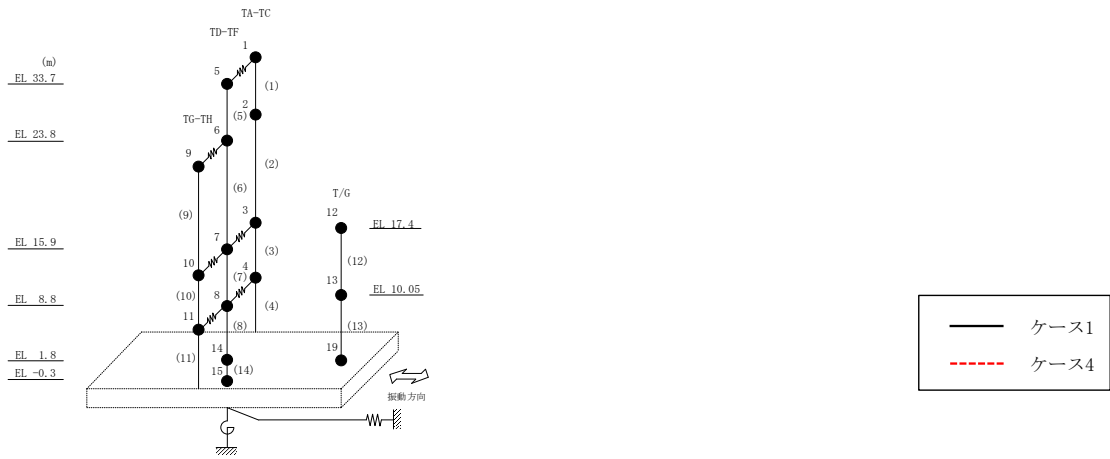
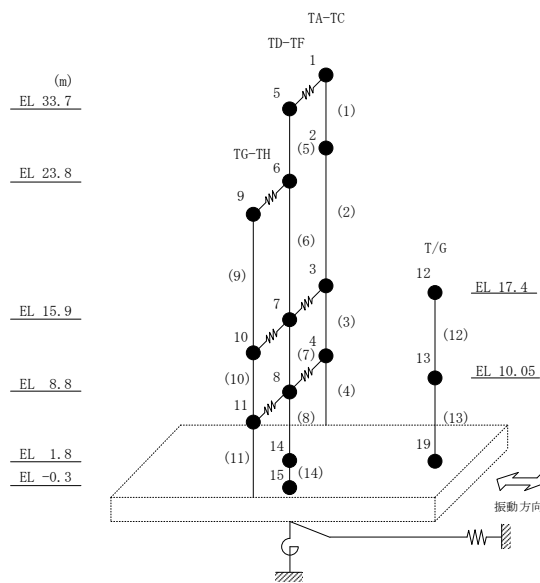


図 2-84 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-77 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	3.18	3.35
	23.8~15.9	2	5.03	5.22
	15.9~8.8	3	9.88	10.2
	8.8~1.8	4	14.2	14.7
TD-TF	33.7~23.8	5	3.36	3.57
	23.8~15.9	6	4.55	4.77
	15.9~8.8	7	7.67	7.90
	8.8~1.8	8	12.5	12.7
TG-TH	23.8~15.9	9	2.48	2.55
	15.9~8.8	10	6.99	7.12
	8.8~1.8	11	10.6	10.7



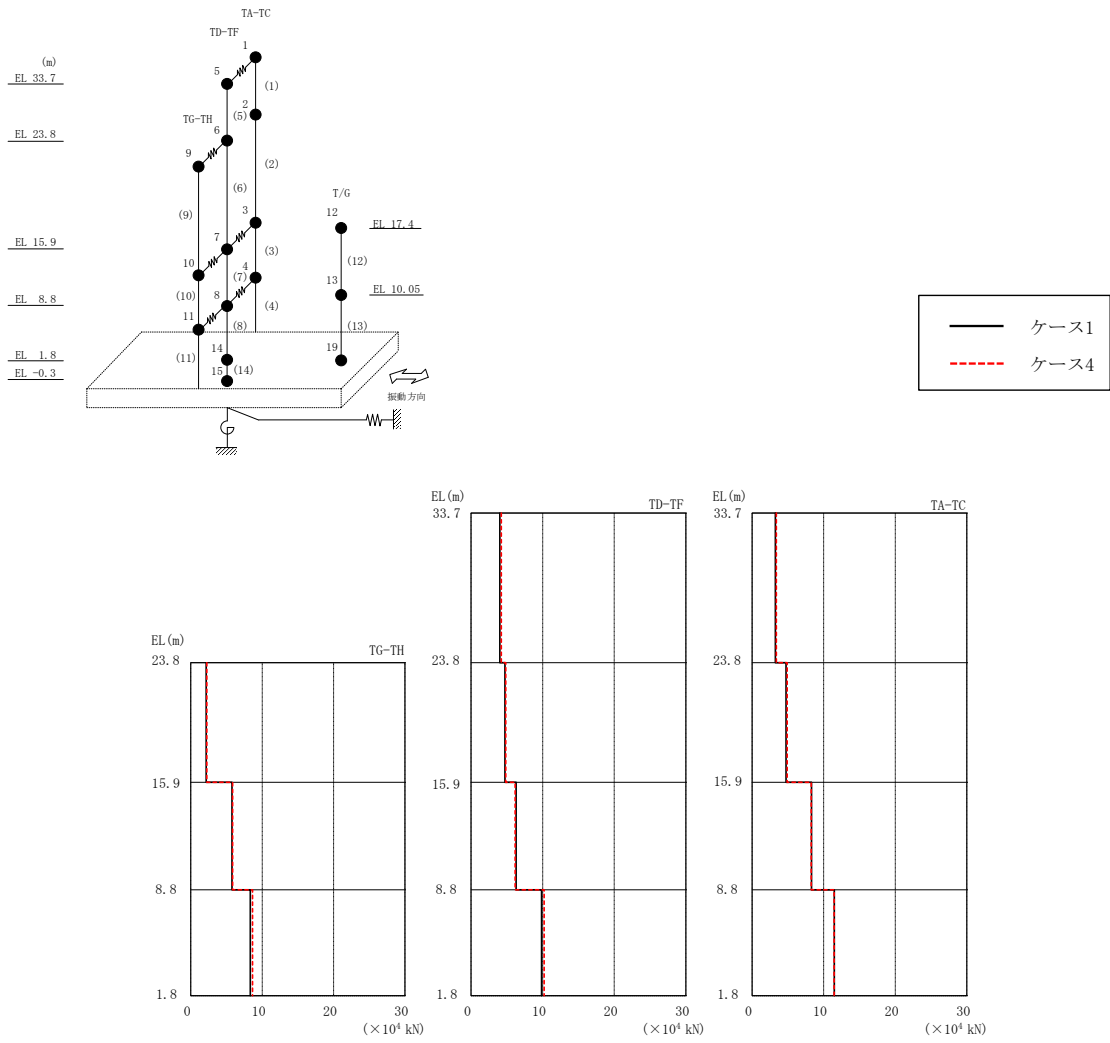
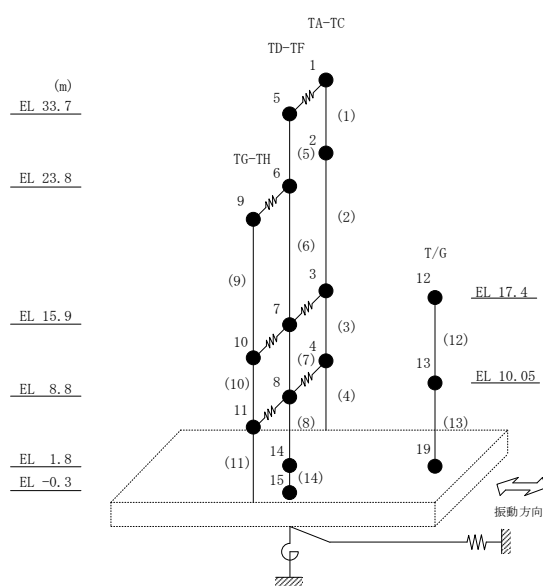


図 2-85 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-N2NS, EW方向)

表 2-78 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	3.25	3.39
	23.8~15.9	2	4.75	4.90
	15.9~8.8	3	8.30	8.27
	8.8~1.8	4	11.5	11.5
TD-TF	33.7~23.8	5	4.04	4.23
	23.8~15.9	6	4.74	4.86
	15.9~8.8	7	6.30	6.16
	8.8~1.8	8	9.86	10.2
TG-TH	23.8~15.9	9	2.16	2.25
	15.9~8.8	10	5.77	5.86
	8.8~1.8	11	8.33	8.64



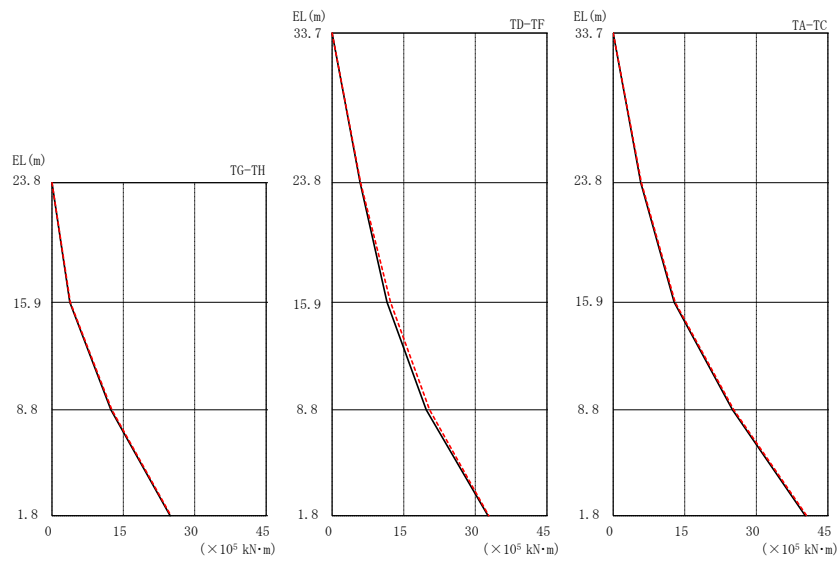
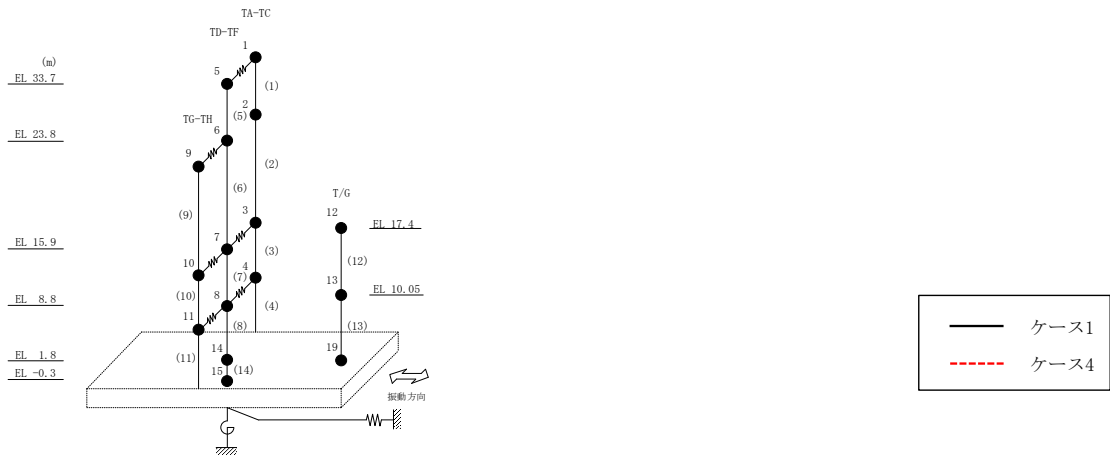
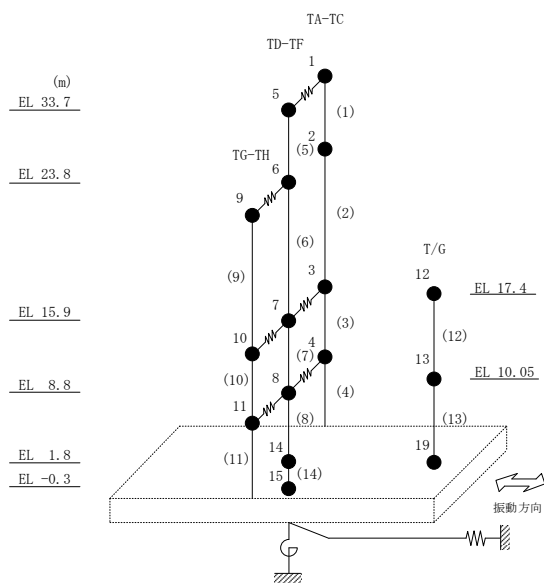


図 2-86 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-79 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			5.78	5.92
	23.8~15.9	2	5.78	5.92
			12.8	13.0
15.9~8.8	3	12.8	13.0	
		25.0	25.3	
8.8~1.8	4	25.0	25.3	
		40.2	40.6	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			5.88	5.96
	23.8~15.9	6	5.88	5.96
			11.5	12.2
15.9~8.8	7	11.5	12.2	
		19.7	20.4	
8.8~1.8	8	19.7	20.4	
		32.6	32.8	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00
			3.75	3.85
	15.9~8.8	10	3.75	3.85
12.4			12.6	
8.8~1.8	11	12.4	12.6	
		24.8	25.0	



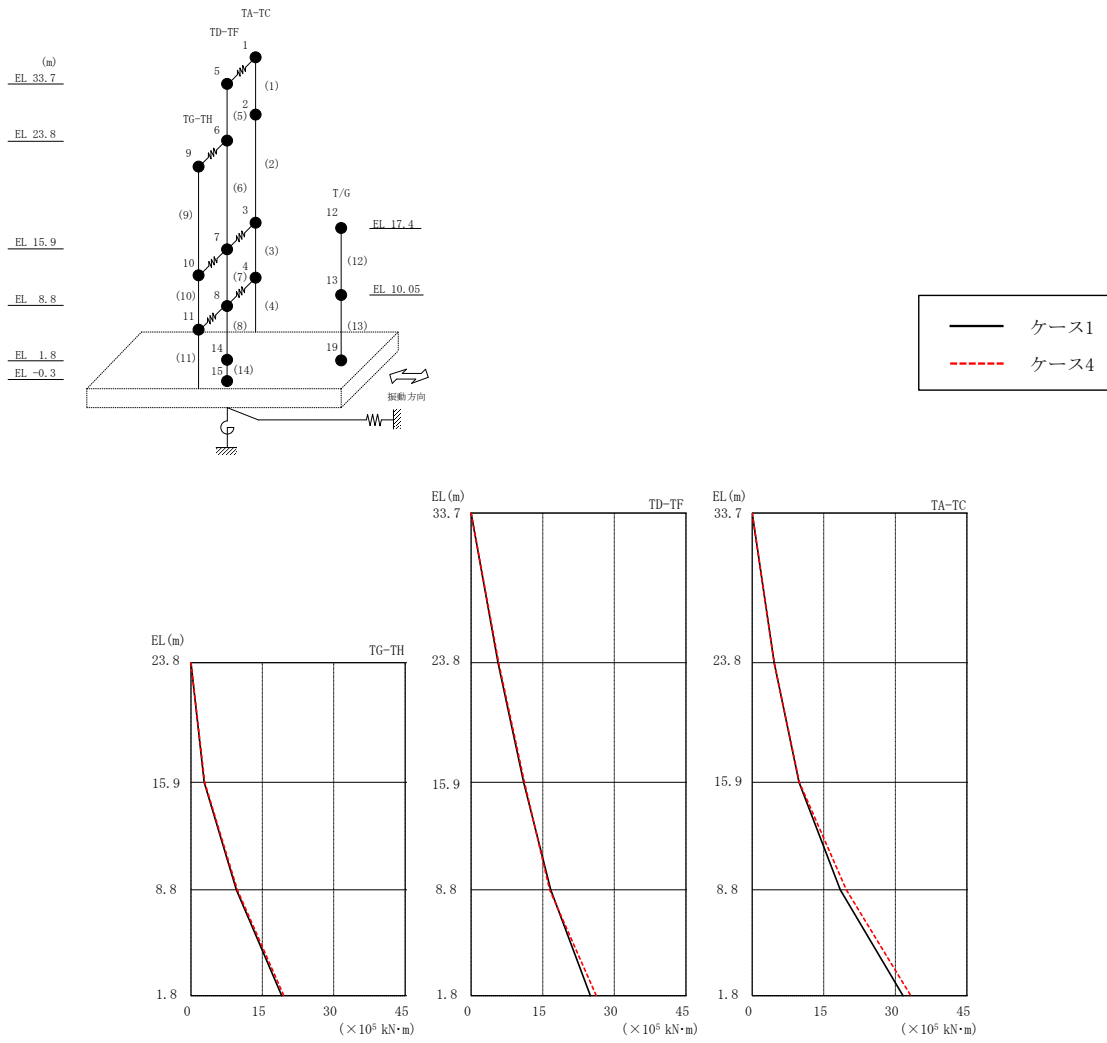
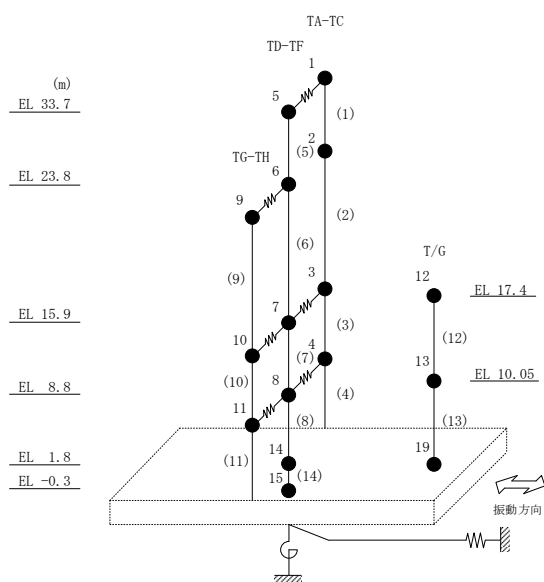


図 2-87 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F 1$, EW方向)

表 2-80 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			4.61	4.62
	23.8~15.9	2	4.61	4.62
			9.82	9.89
15.9~8.8	3	9.82	9.89	
		18.5	19.7	
8.8~1.8	4	18.5	19.7	
		31.6	33.2	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			5.65	5.79
	23.8~15.9	6	5.65	5.79
			11.0	11.2
15.9~8.8	7	11.0	11.2	
		16.7	16.4	
8.8~1.8	8	16.7	16.4	
		25.0	26.2	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00
			2.79	2.90
	15.9~8.8	10	2.79	2.90
9.56			9.74	
8.8~1.8	11	9.56	9.74	
		19.1	19.5	



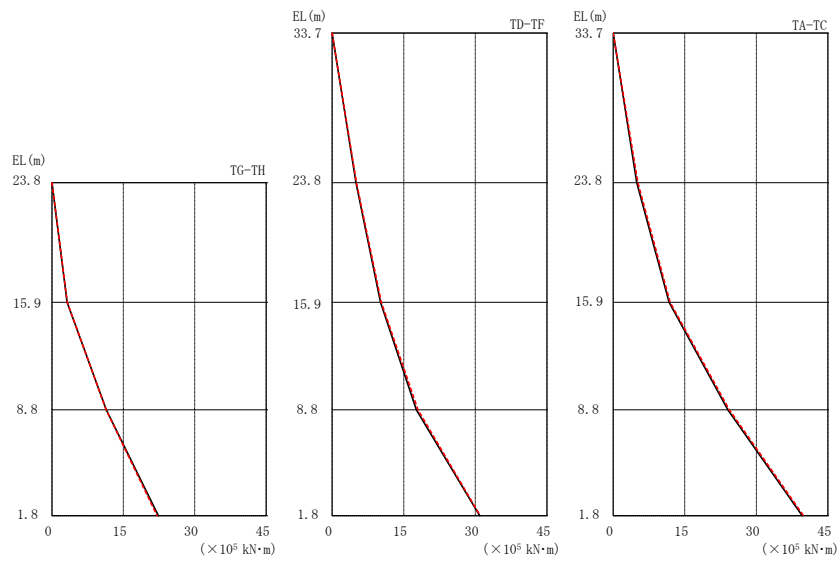
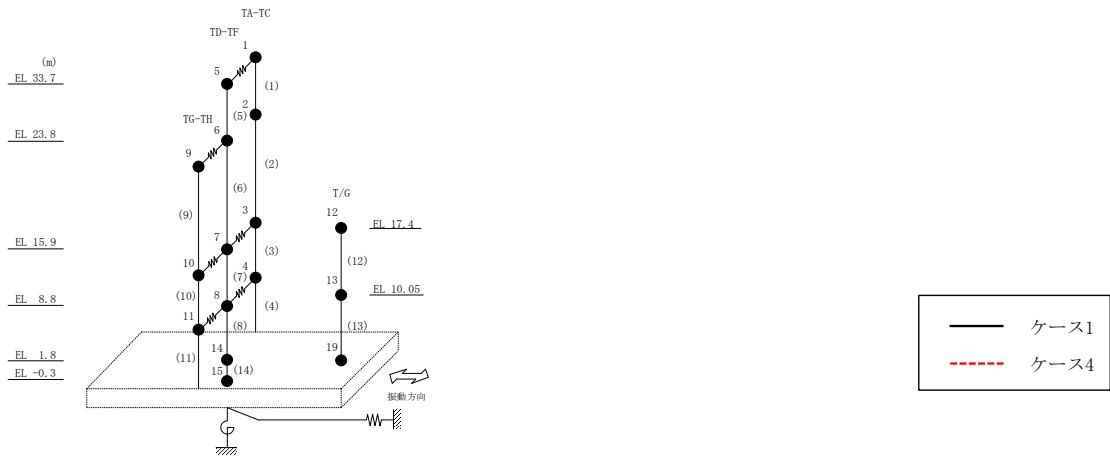
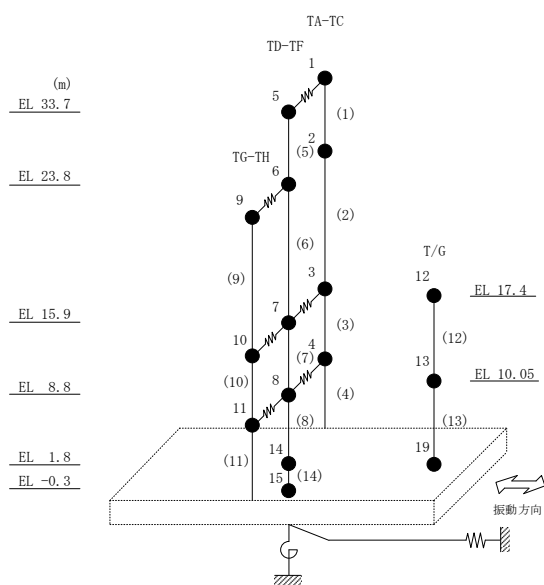


図 2-88 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F2$, EW方向)

表 2-81 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			4.96	5.18
	23.8~15.9	2	4.96	5.18
			11.7	11.9
15.9~8.8	3	11.7	11.9	
		24.0	24.3	
8.8~1.8	4	24.0	24.3	
		39.6	39.9	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			5.01	5.09
	23.8~15.9	6	5.01	5.09
			10.1	10.3
15.9~8.8	7	10.1	10.3	
		17.6	18.0	
8.8~1.8	8	17.6	18.0	
		30.9	31.0	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00
			3.19	3.24
	15.9~8.8	10	3.19	3.24
11.4			11.4	
8.8~1.8	11	11.4	11.4	
		22.4	22.1	



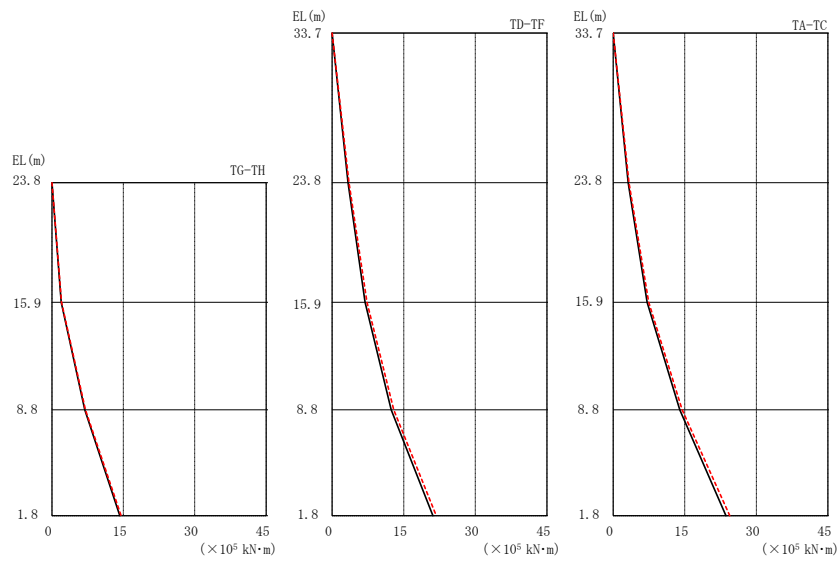
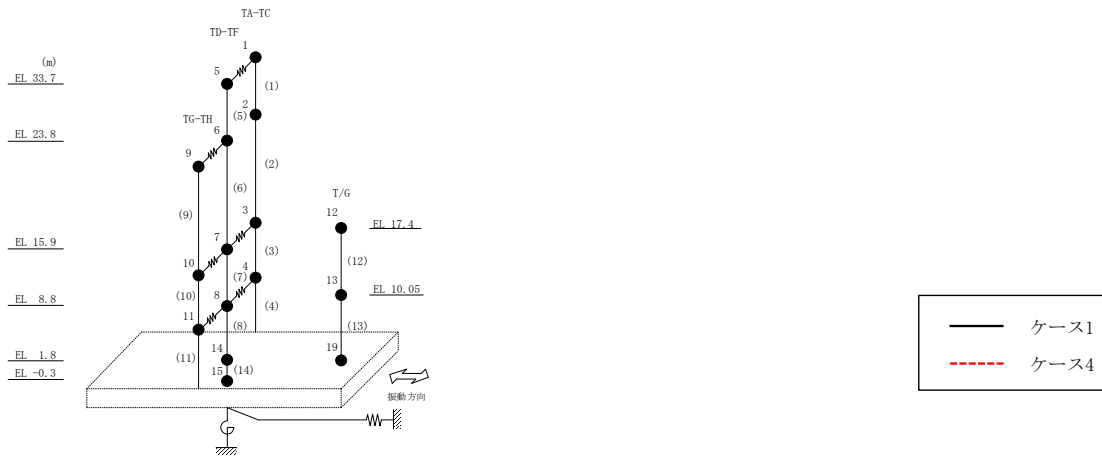
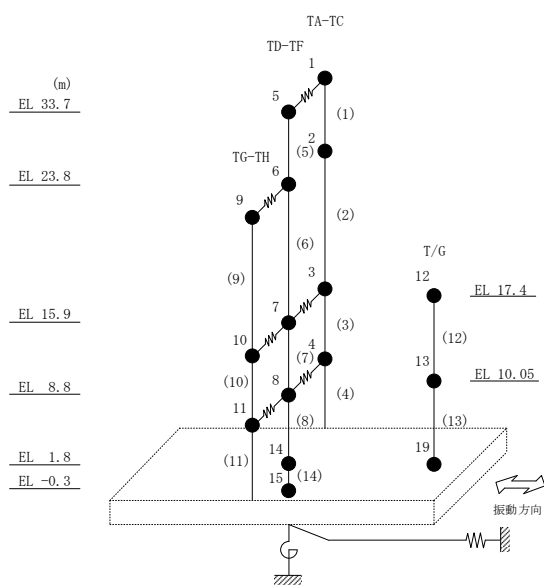


図 2-89 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-N 1, EW 方向)

表 2-82 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			3.14	3.32
	23.8~15.9	2	3.14	3.32
			7.11	7.43
15.9~8.8	3	7.11	7.43	
		14.0	14.5	
8.8~1.8	4	14.0	14.5	
		23.6	24.4	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			3.33	3.54
	23.8~15.9	6	3.33	3.54
			6.92	7.30
15.9~8.8	7	6.92	7.30	
		12.4	12.9	
8.8~1.8	8	12.4	12.9	
		21.1	21.8	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00
			1.96	2.01
	15.9~8.8	10	1.96	2.01
6.90			7.04	
8.8~1.8	11	6.90	7.04	
		14.3	14.5	



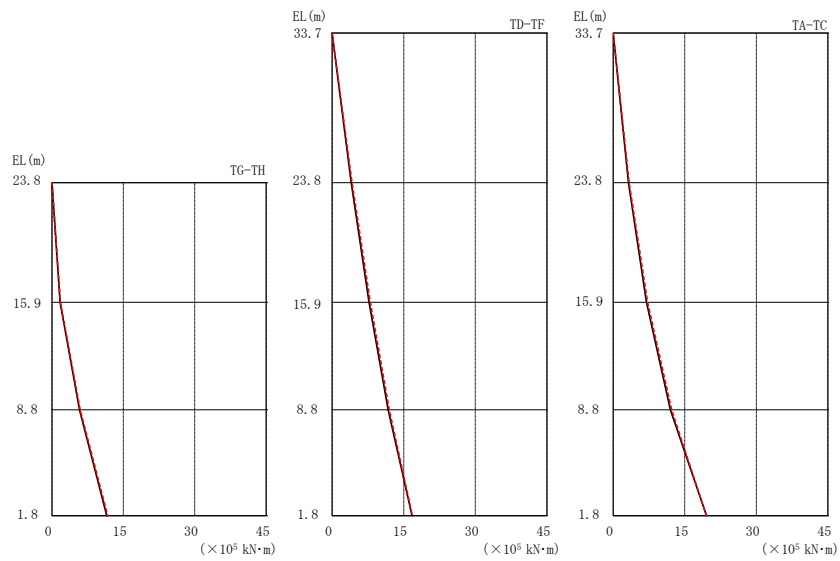
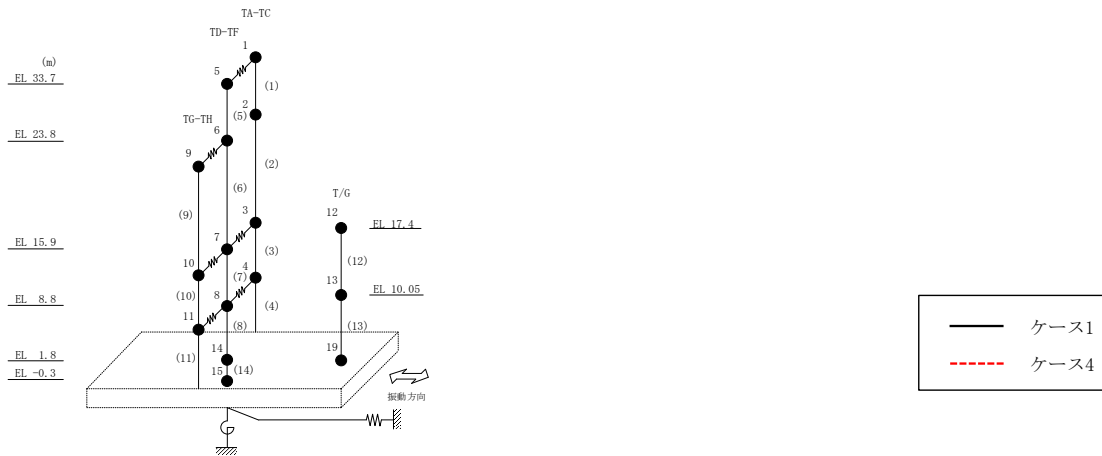
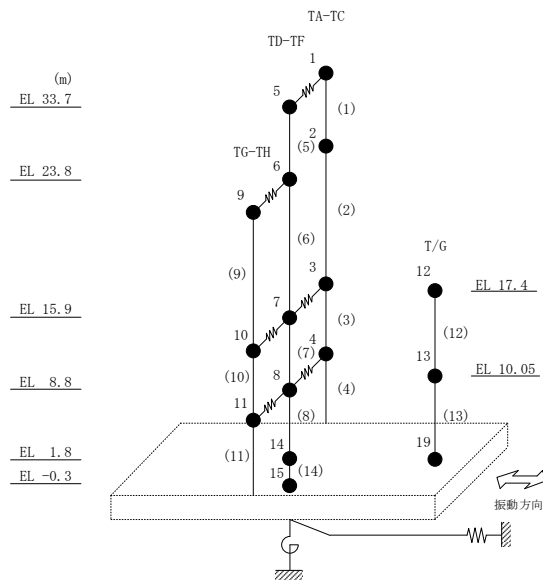


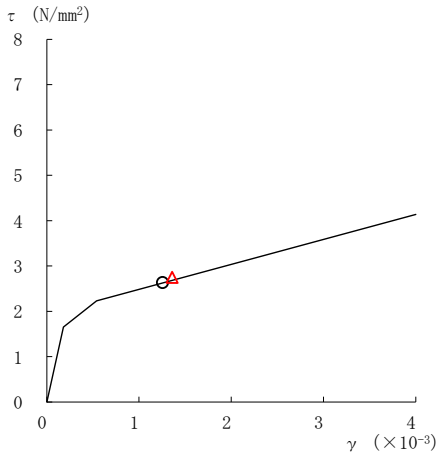
図 2-90 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-N2NS, EW 方向)

表 2-83 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

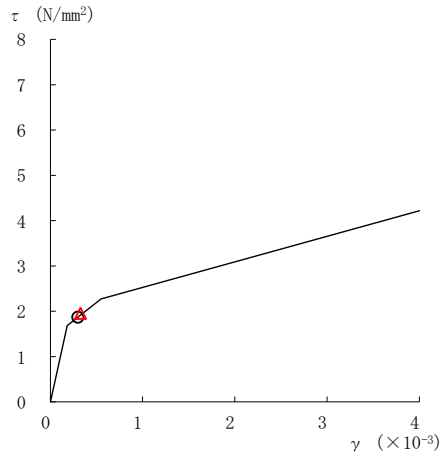
部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
TA-TC	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			3.22	3.35
	23.8~15.9	2	3.22	3.35
			6.96	7.21
15.9~8.8	3	6.96	7.21	
		12.0	12.3	
8.8~1.8	4	12.0	12.3	
		19.6	19.5	
TD-TF	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			4.00	4.18
	23.8~15.9	6	4.00	4.18
			7.74	8.02
15.9~8.8	7	7.74	8.02	
		11.8	12.0	
8.8~1.8	8	11.8	12.0	
		16.7	16.8	
TG-TH	23.8~15.9	9	0.00	0.00
			1.70	1.78
	15.9~8.8	10	1.70	1.78
5.80			5.94	
8.8~1.8	11	5.80	5.94	
		11.5	11.7	



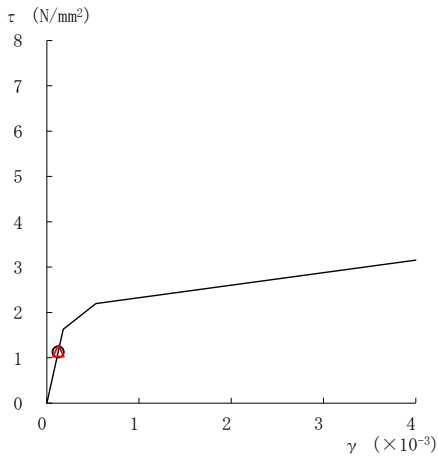
○ ケース 1 △ ケース 4



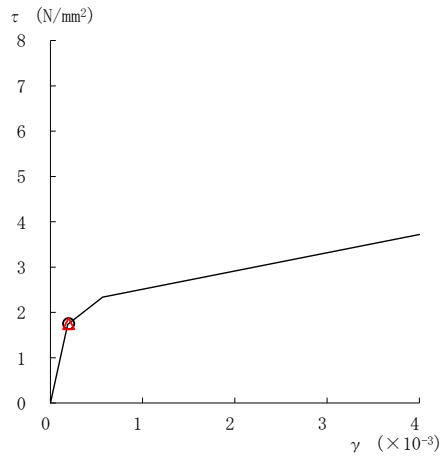
要素番号 (1)



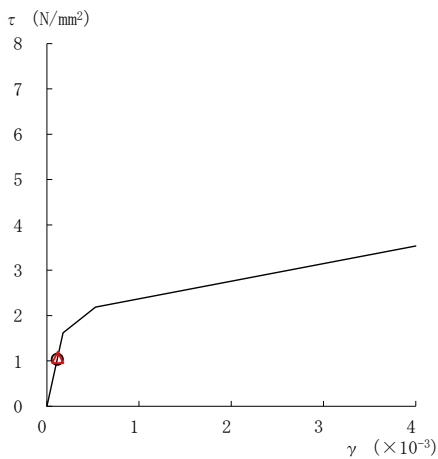
要素番号 (2)



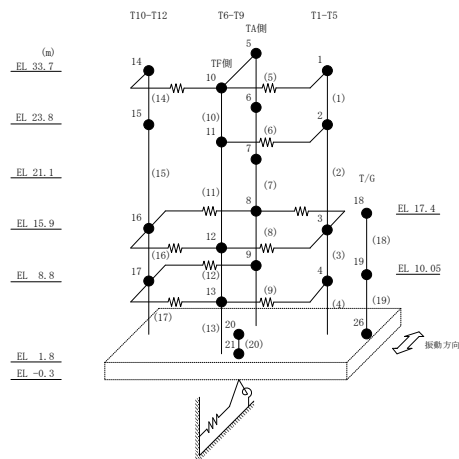
要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (7)

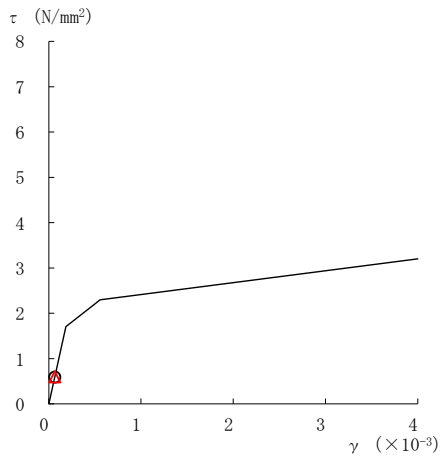


注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

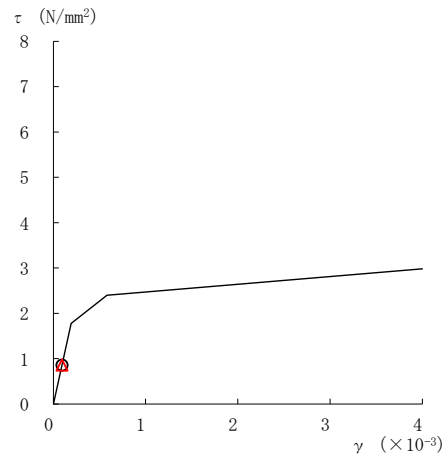
図 2-91(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

○ ケース 1

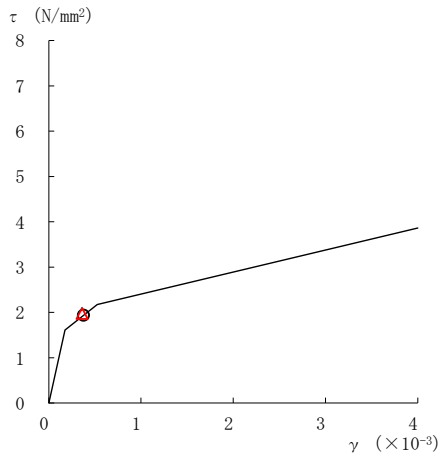
△ ケース 4



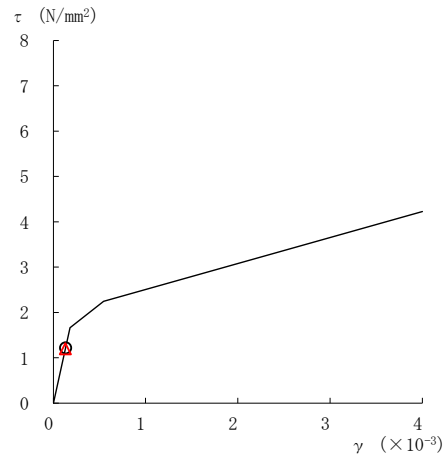
要素番号 (8)



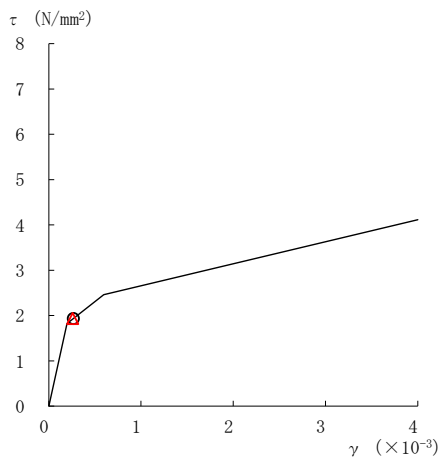
要素番号 (9)



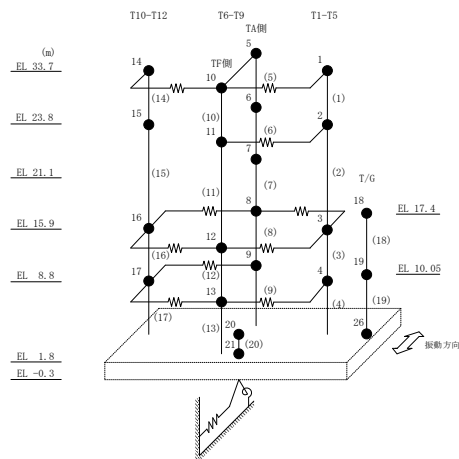
要素番号 (11)



要素番号 (12)



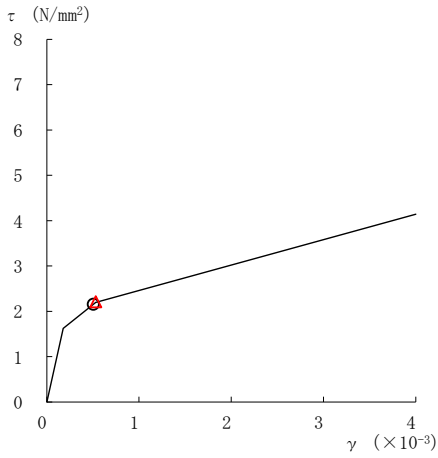
要素番号 (13)



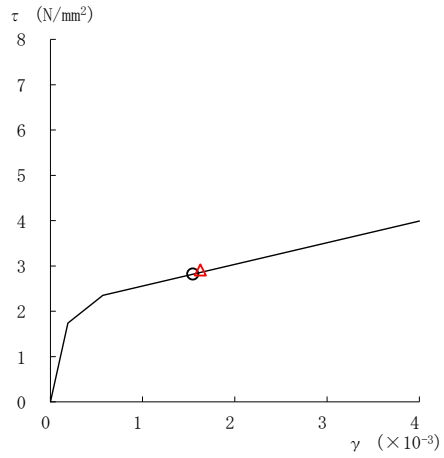
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-91(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

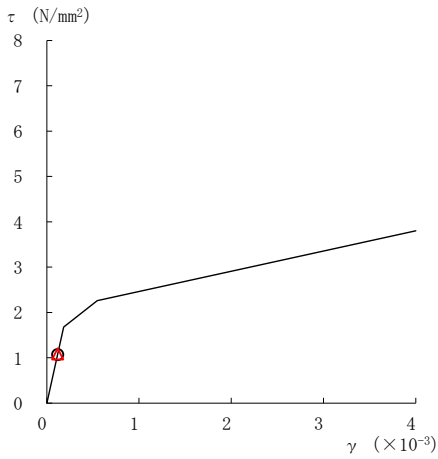
○ ケース 1 △ ケース 4



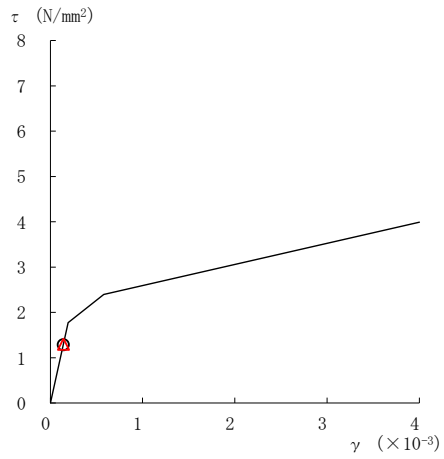
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

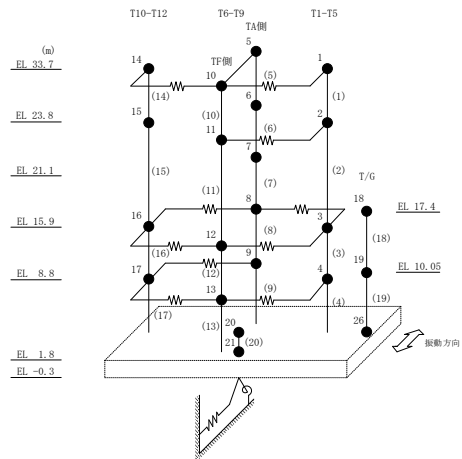
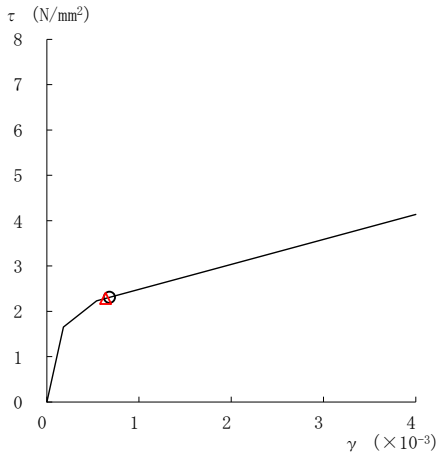
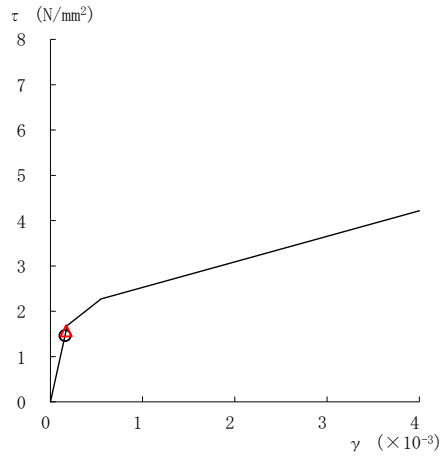


図 2-91(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D, NS 方向)

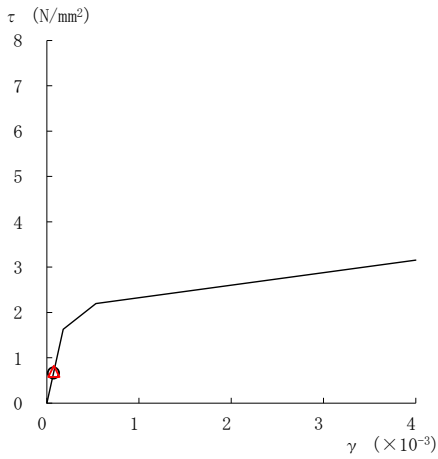
○ ケース 1 △ ケース 4



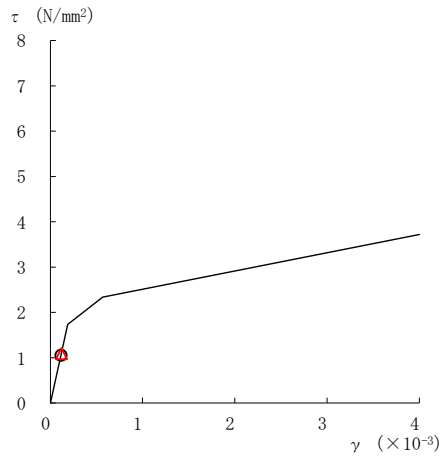
要素番号 (1)



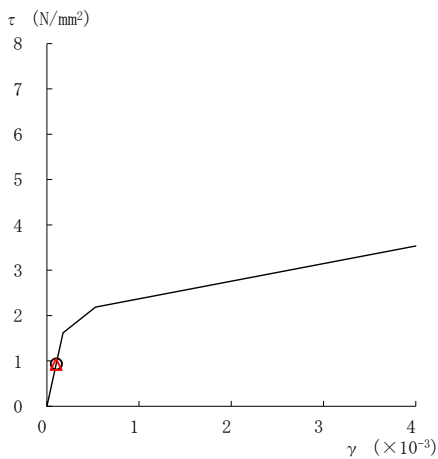
要素番号 (2)



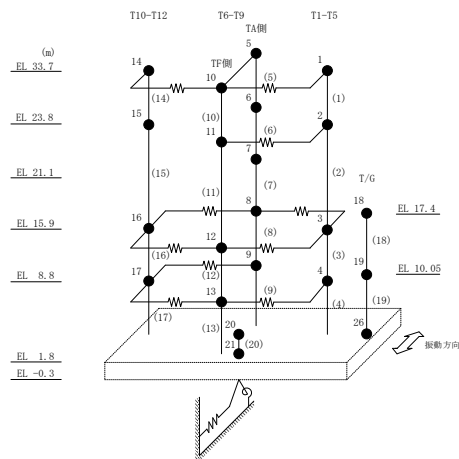
要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (7)

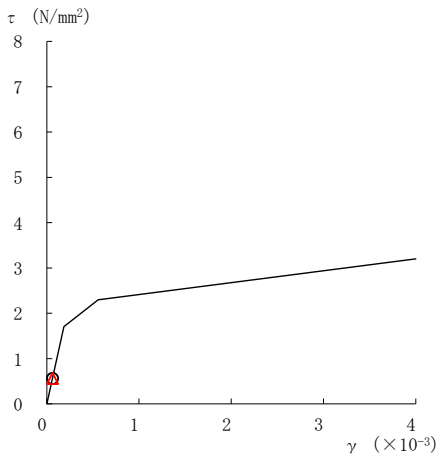


注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

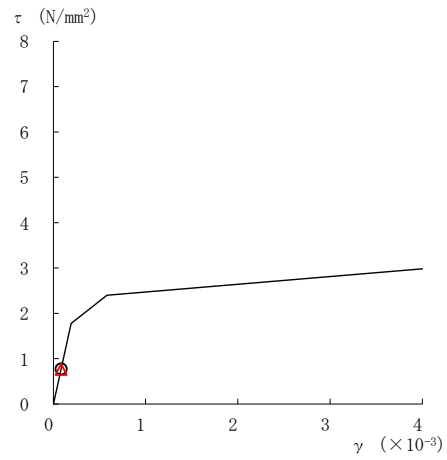
図 2-92(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

○ ケース 1

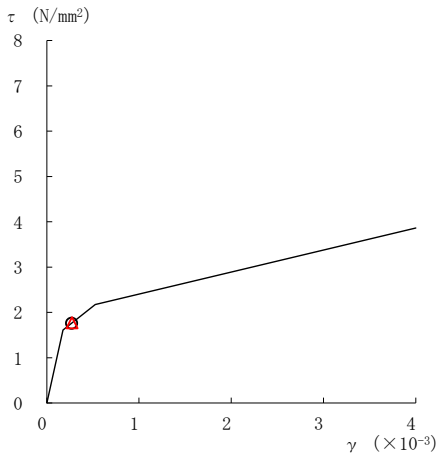
△ ケース 4



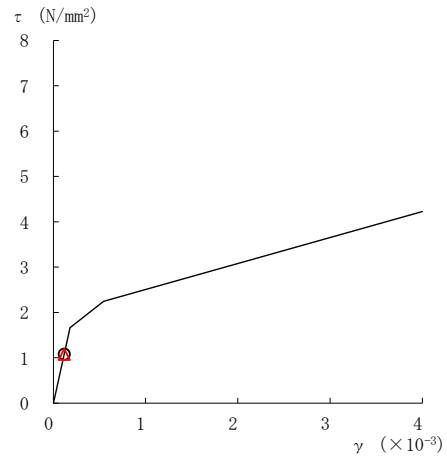
要素番号 (8)



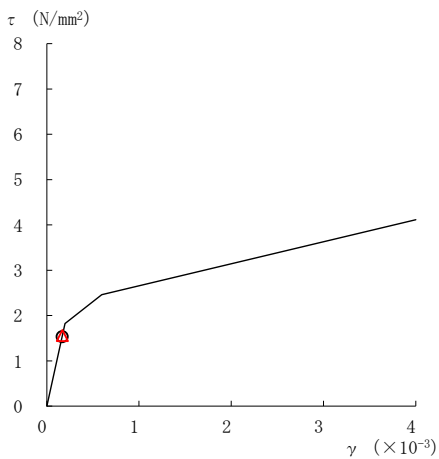
要素番号 (9)



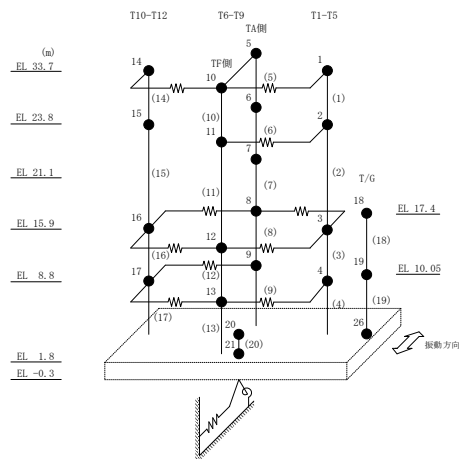
要素番号 (11)



要素番号 (12)



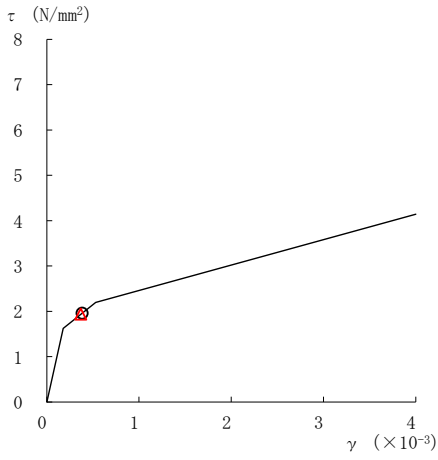
要素番号 (13)



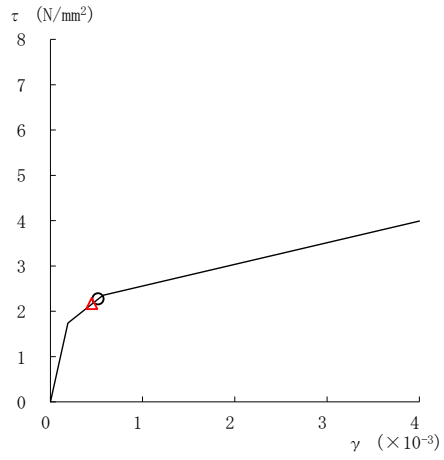
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-92(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

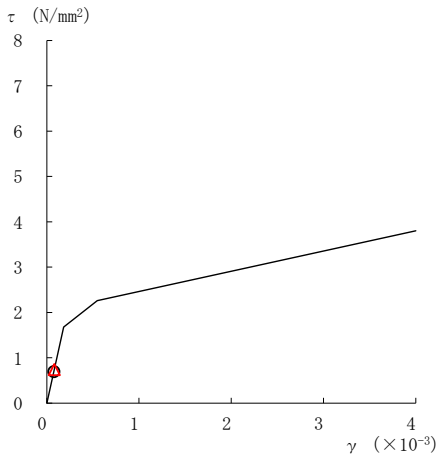
○ ケース 1 △ ケース 4



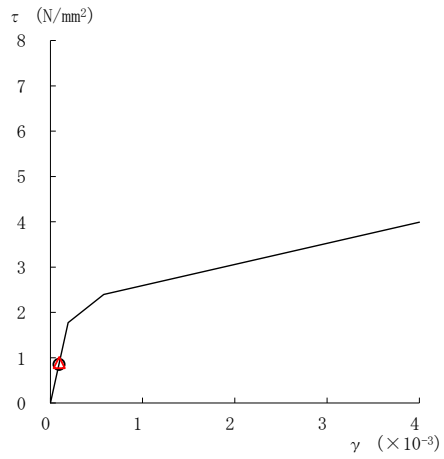
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

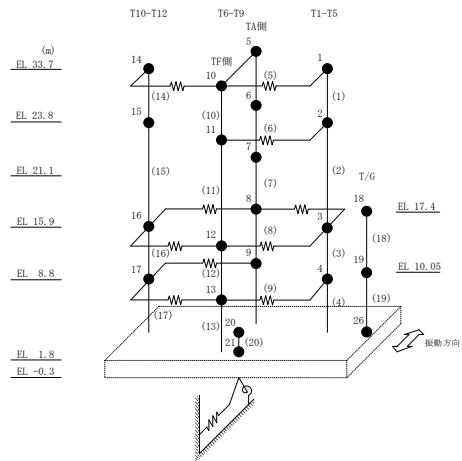
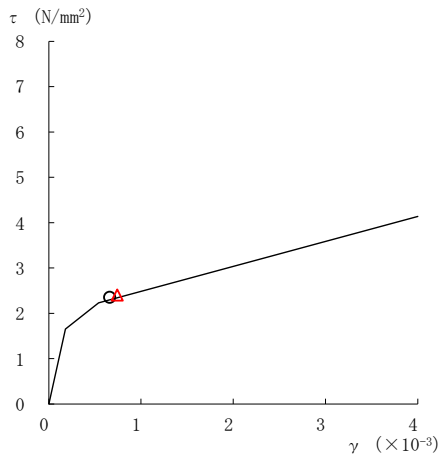


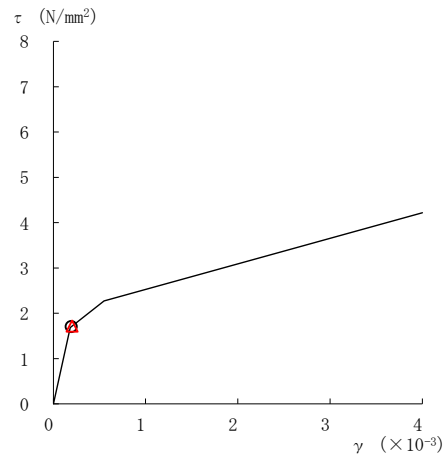
図 2-92(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

○ ケース 1

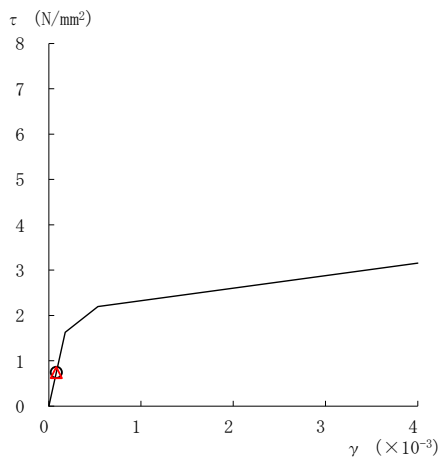
△ ケース 4



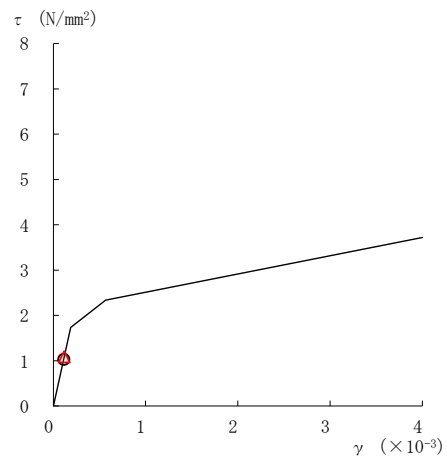
要素番号 (1)



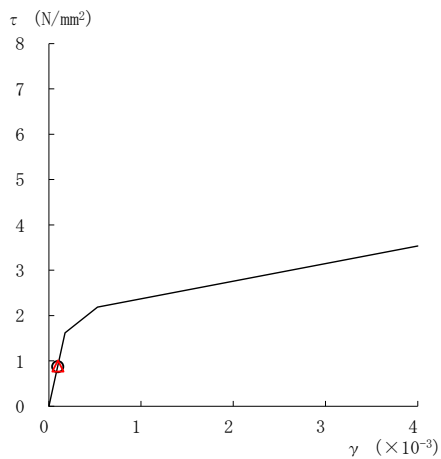
要素番号 (2)



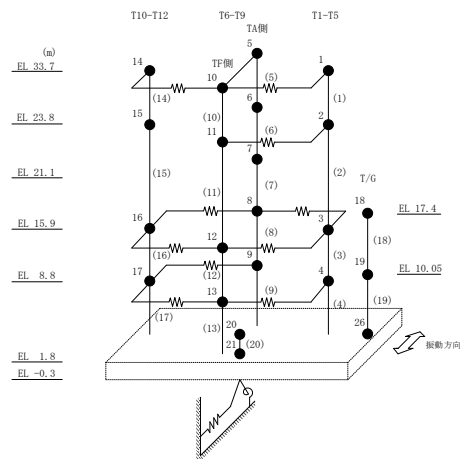
要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (7)

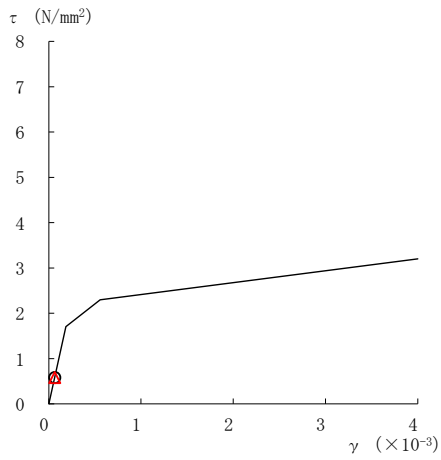


注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

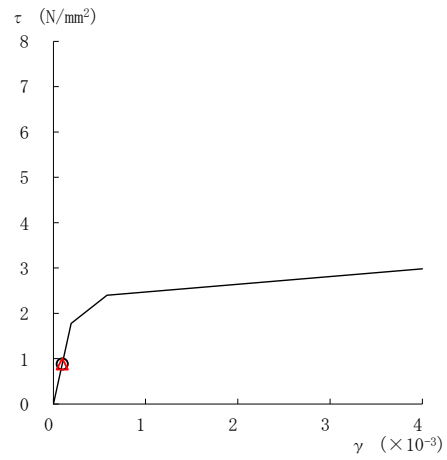
図 2-93(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

○ ケース 1

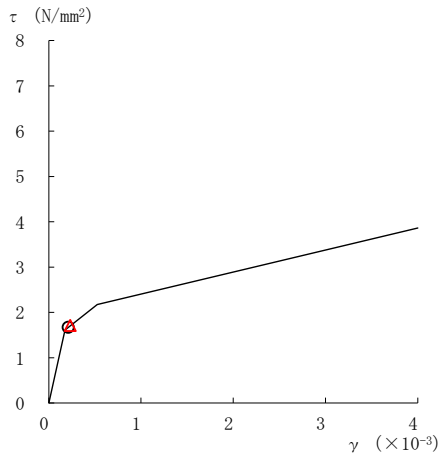
△ ケース 4



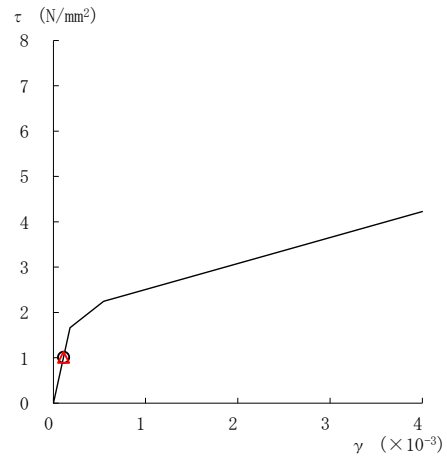
要素番号 (8)



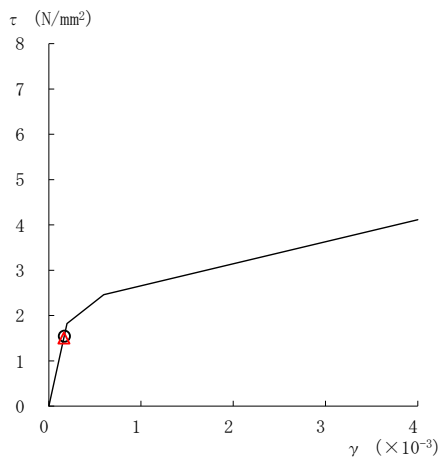
要素番号 (9)



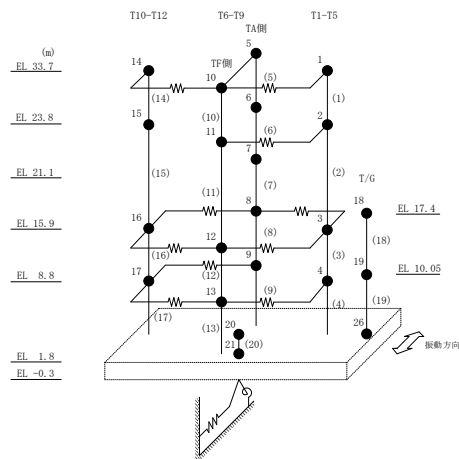
要素番号 (11)



要素番号 (12)



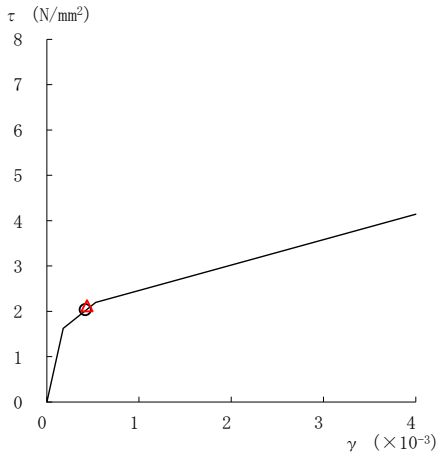
要素番号 (13)



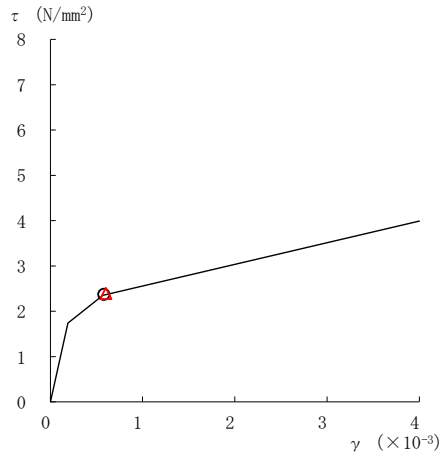
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-93(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

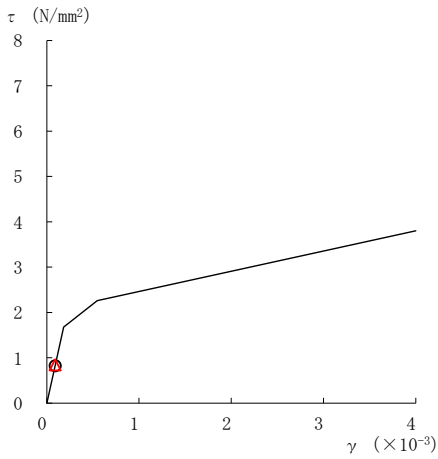
○ ケース 1 △ ケース 4



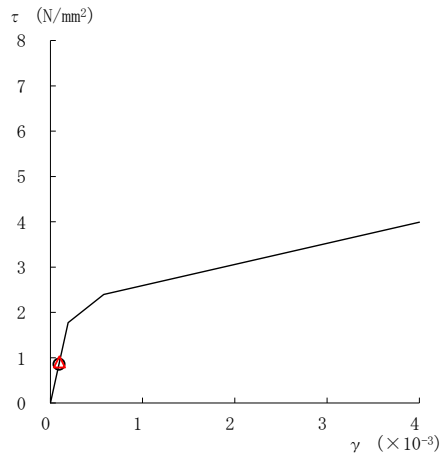
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

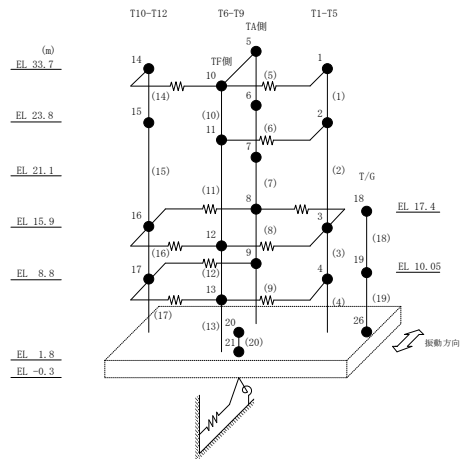
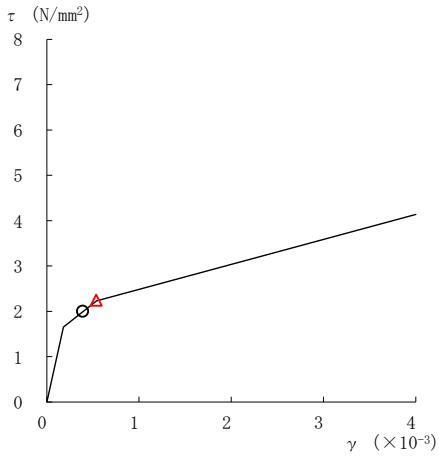
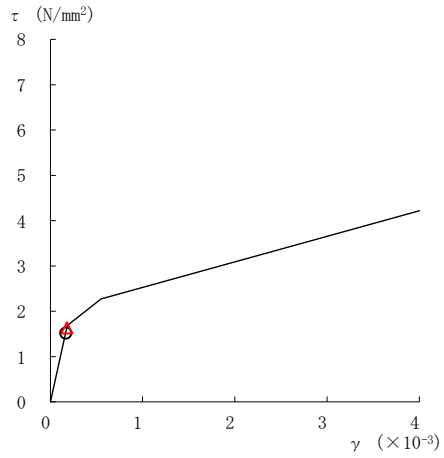


図 2-93(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

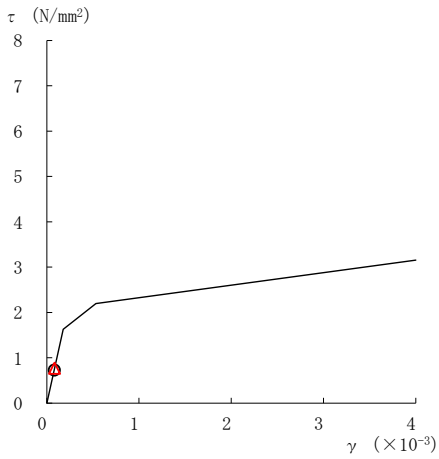
○ ケース 1 △ ケース 4



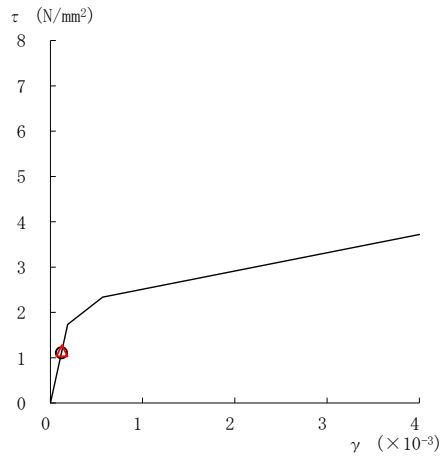
要素番号 (1)



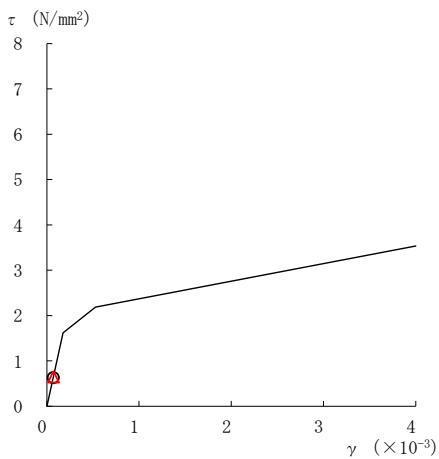
要素番号 (2)



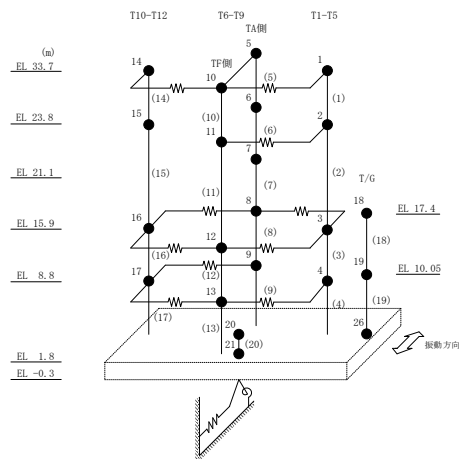
要素番号 (3)



要素番号 (4)



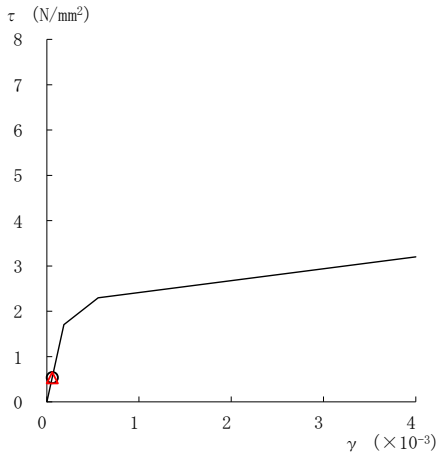
要素番号 (7)



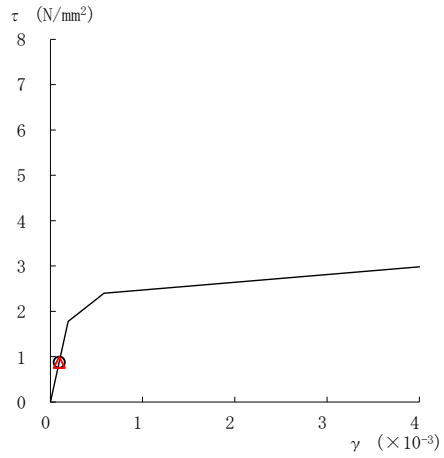
注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

図 2-94(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

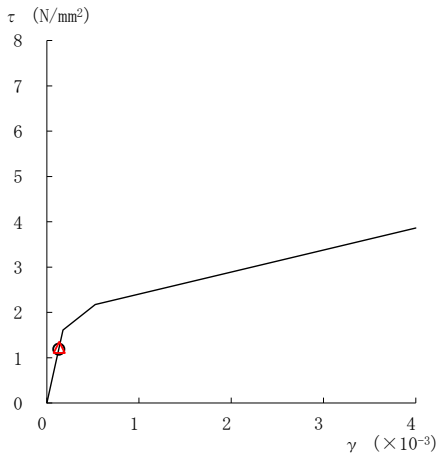
○ ケース 1 △ ケース 4



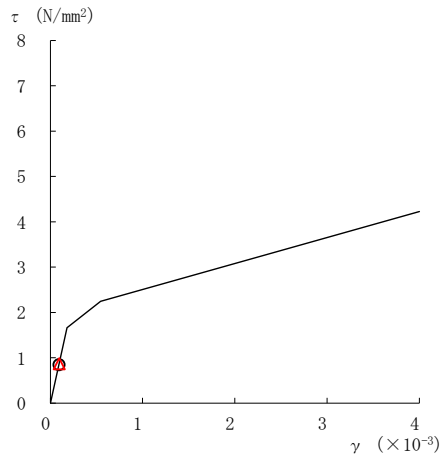
要素番号 (8)



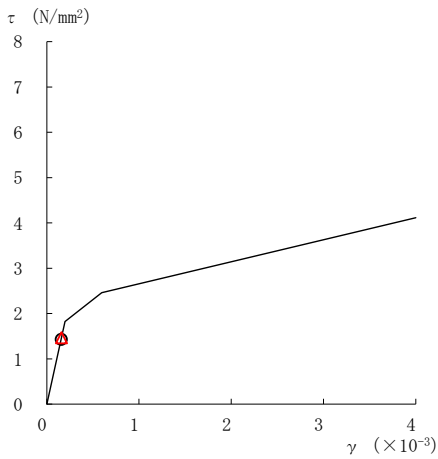
要素番号 (9)



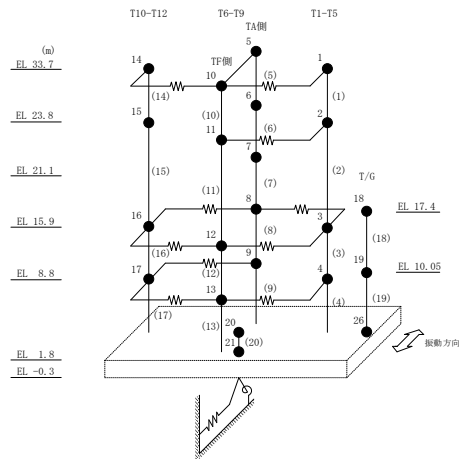
要素番号 (11)



要素番号 (12)



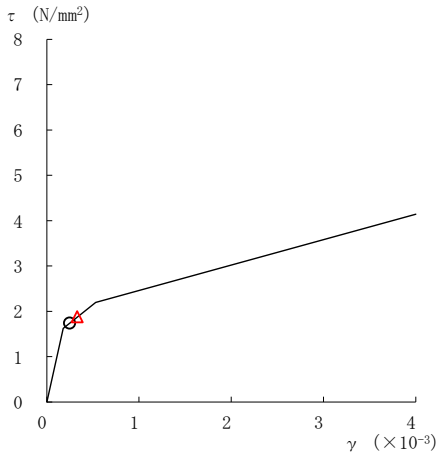
要素番号 (13)



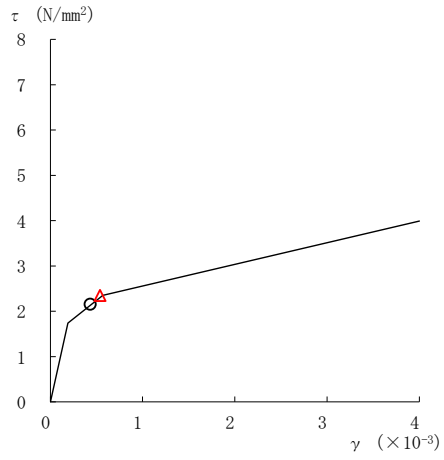
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-94(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

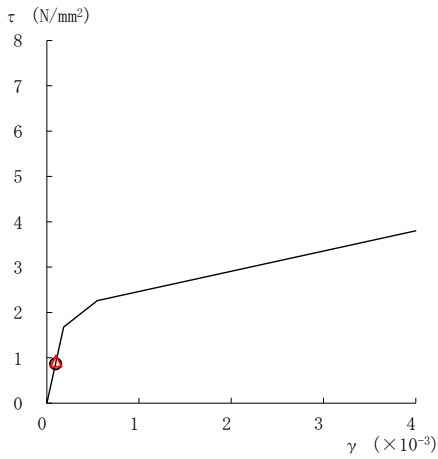
○ ケース 1 △ ケース 4



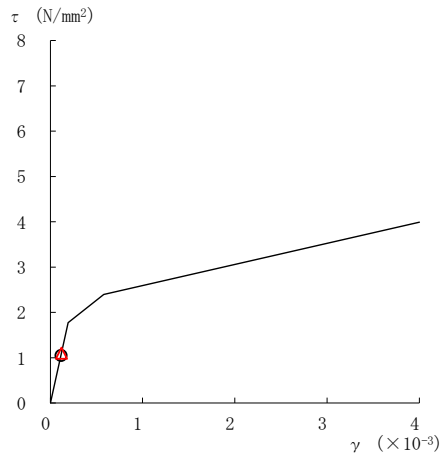
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

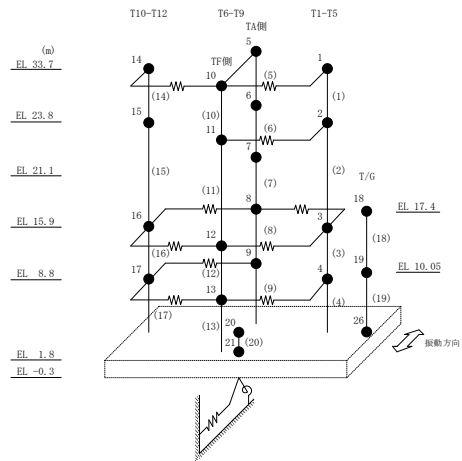
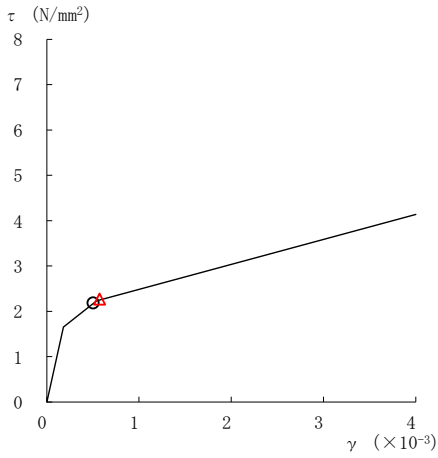
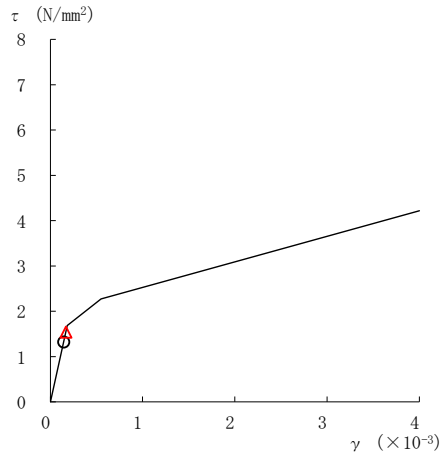


図 2-94(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

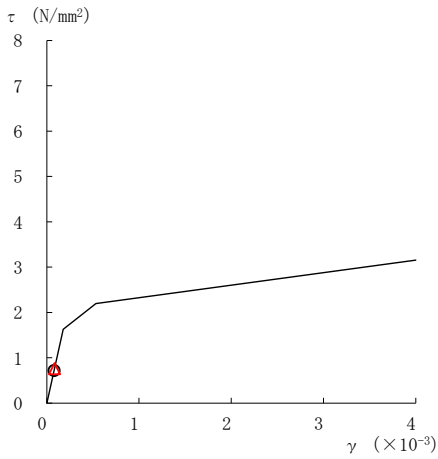
○ ケース 1 △ ケース 4



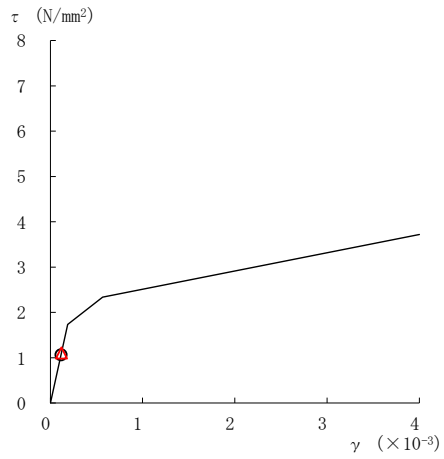
要素番号 (1)



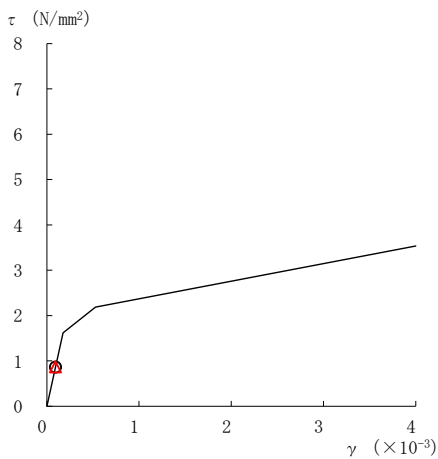
要素番号 (2)



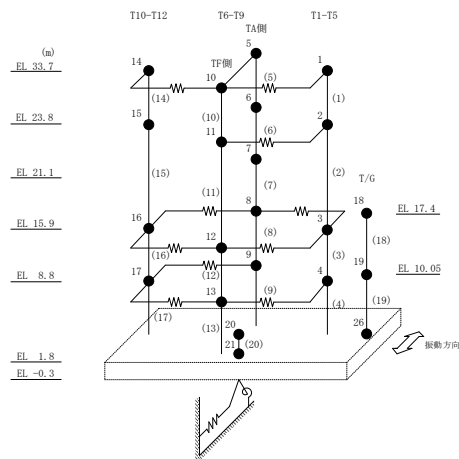
要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (7)

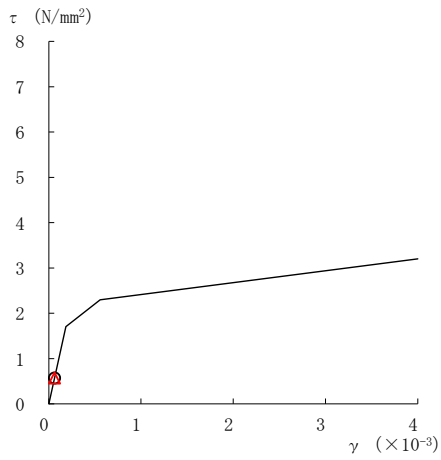


注：要素番号 5 及び 6 は線形部材。

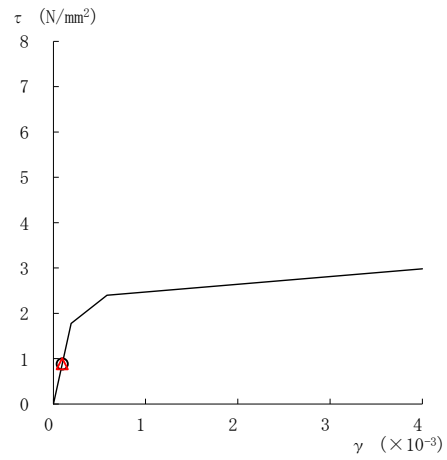
図 2-95(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

○ ケース 1

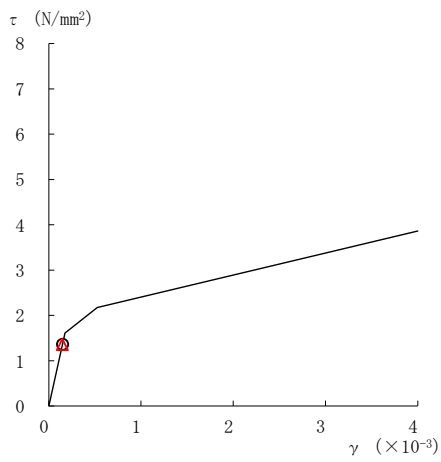
△ ケース 4



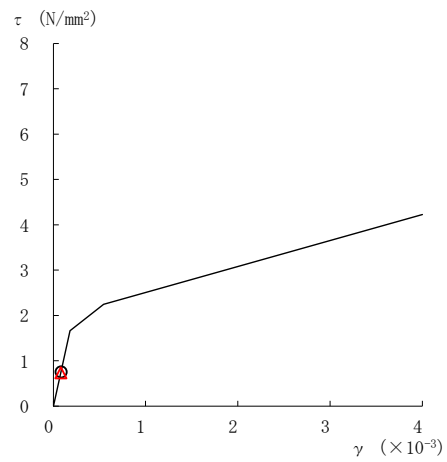
要素番号 (8)



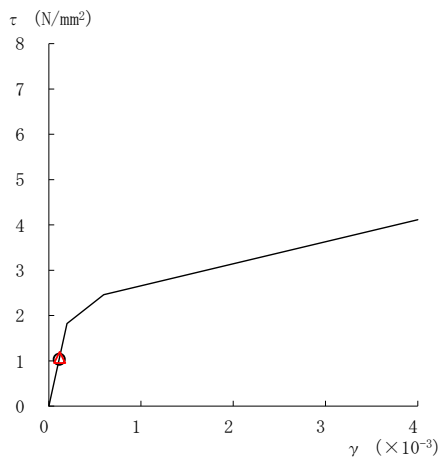
要素番号 (9)



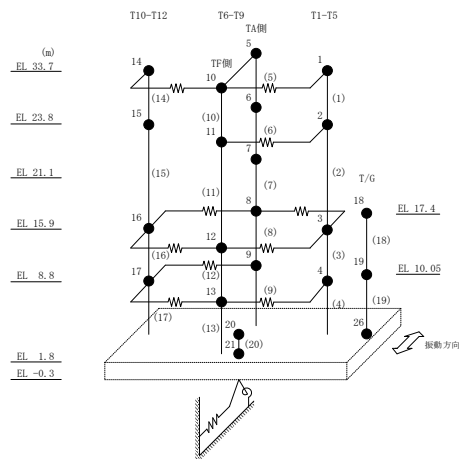
要素番号 (11)



要素番号 (12)



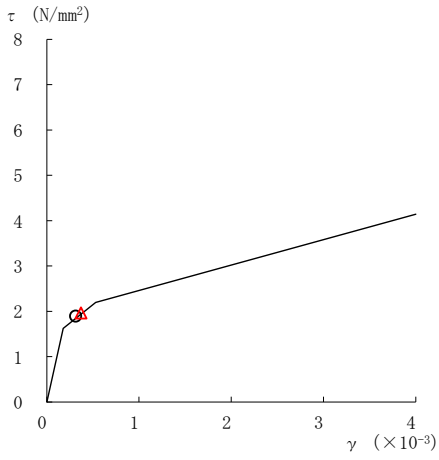
要素番号 (13)



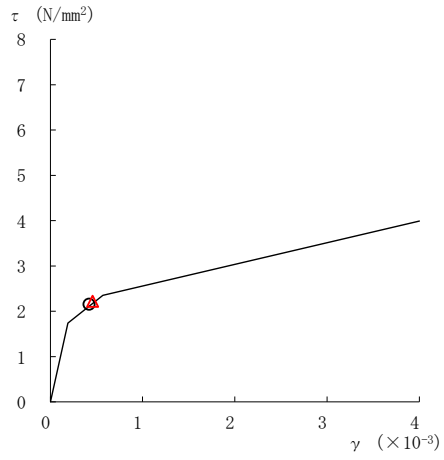
注：要素番号 10 は線形部材。

図 2-95(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

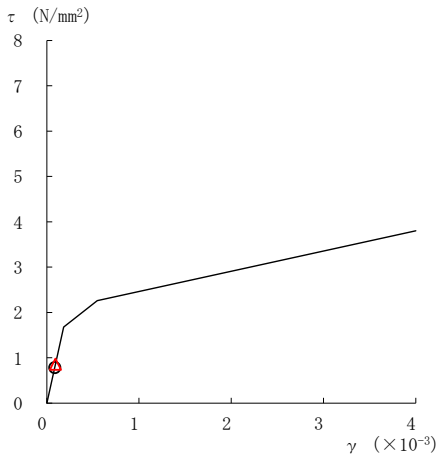
○ ケース 1 △ ケース 4



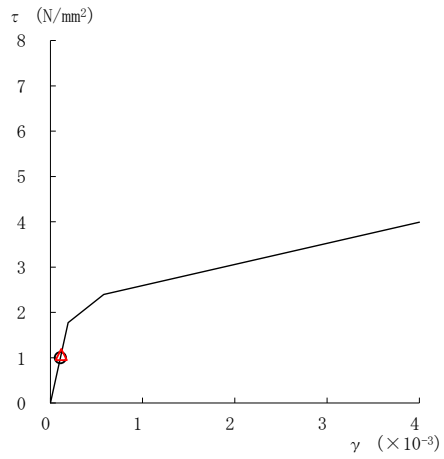
要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

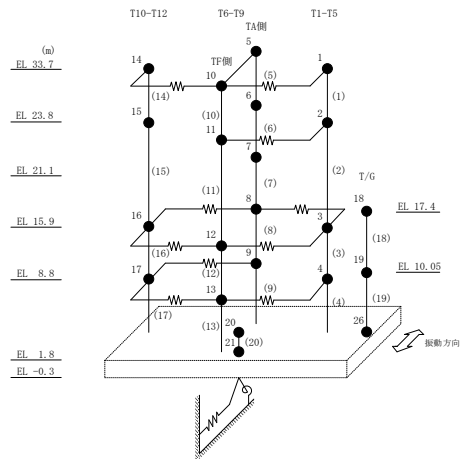
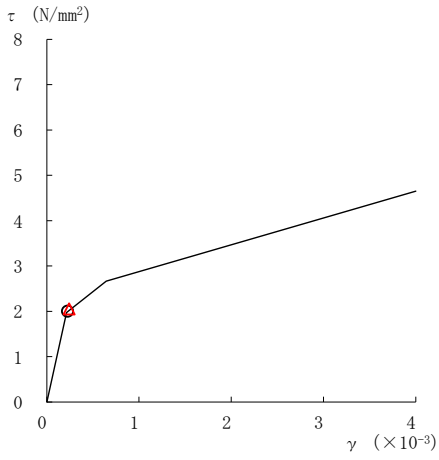
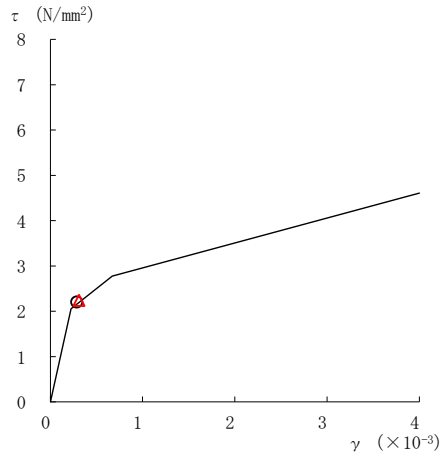


図 2-95(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

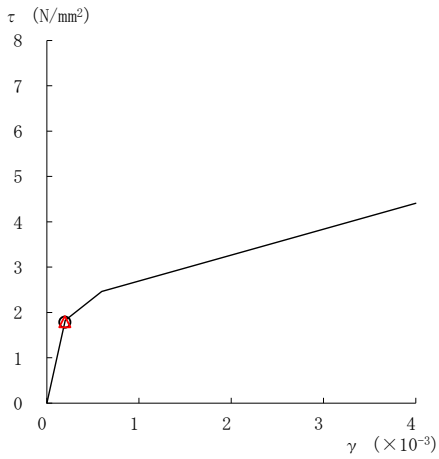
○ ケース 1 △ ケース 4



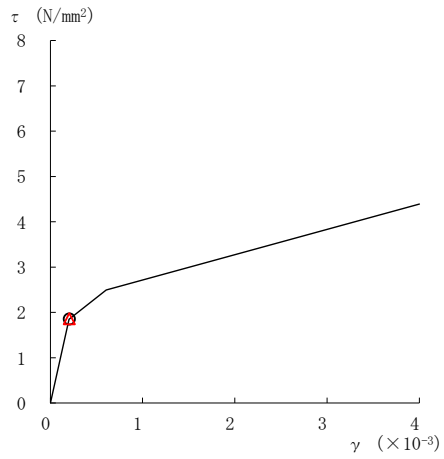
要素番号 (1)



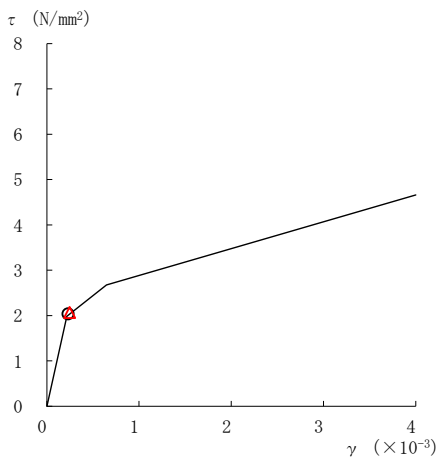
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

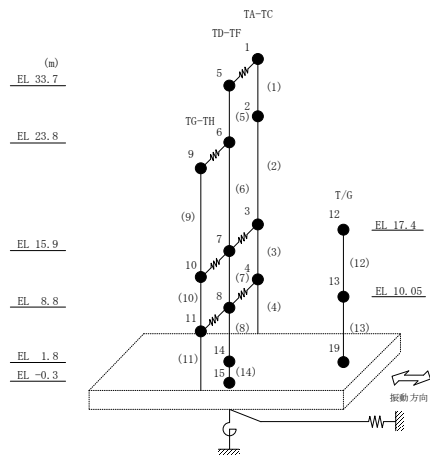
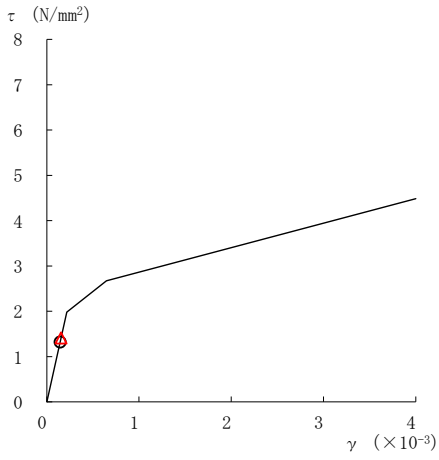
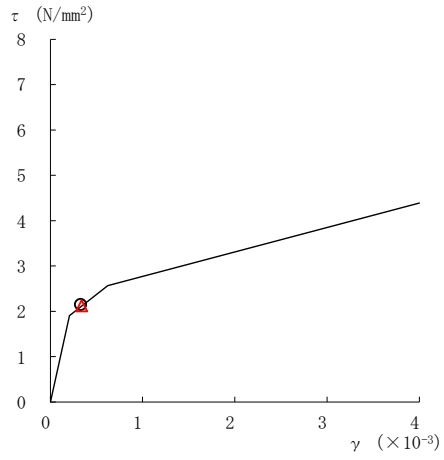


図 2-96(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

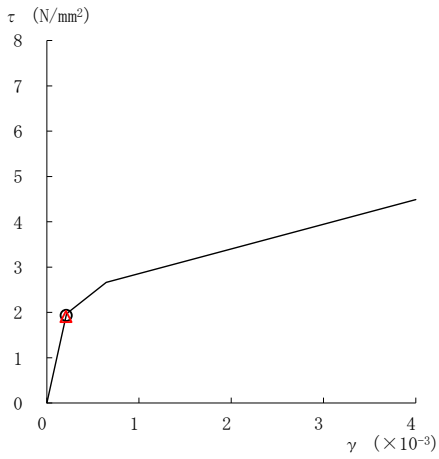
○ ケース 1 △ ケース 4



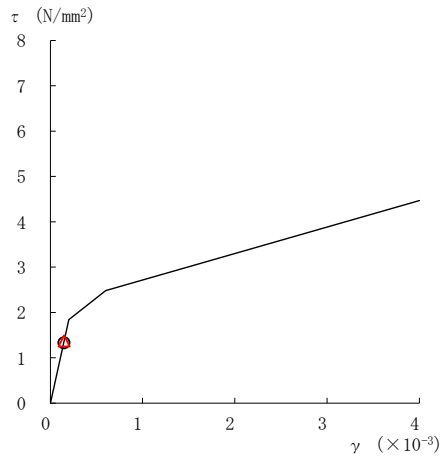
要素番号 (6)



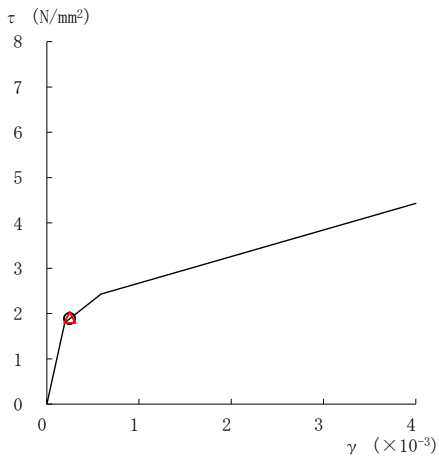
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

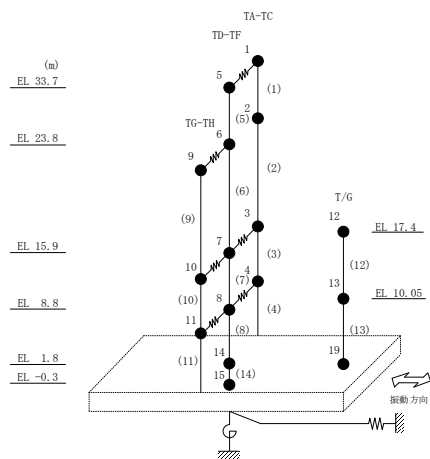
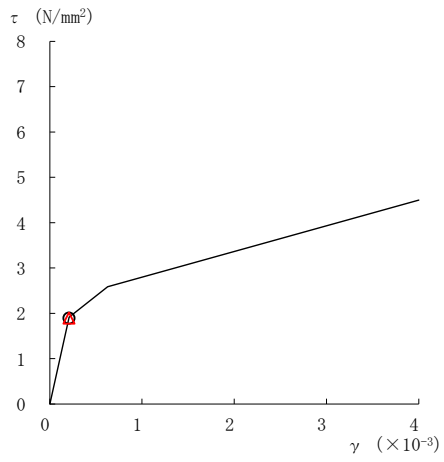


図 2-96(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)

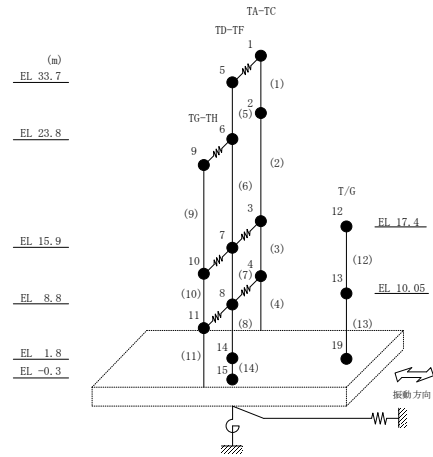
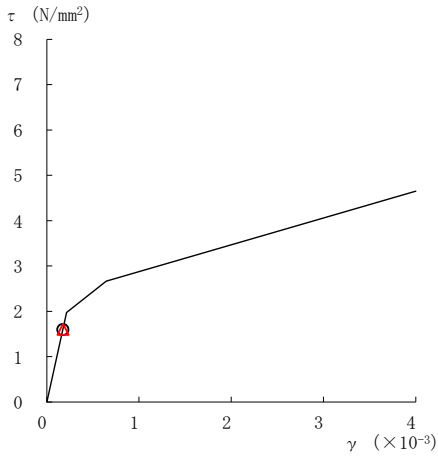
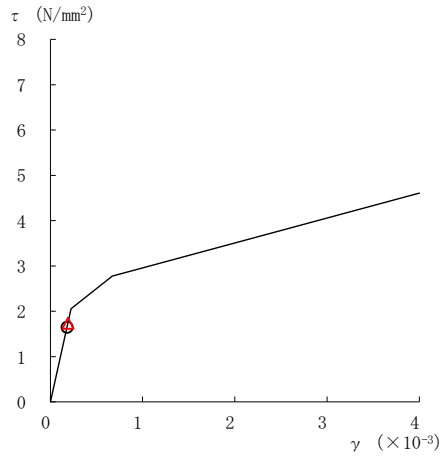


図 2-96(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

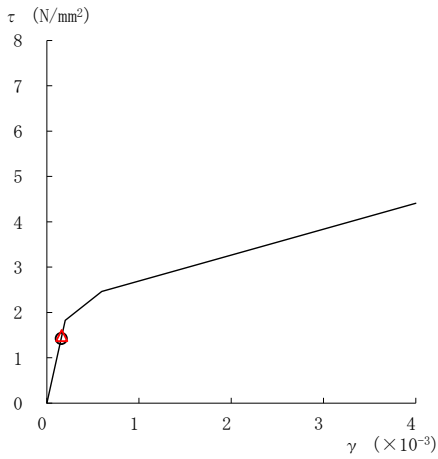
○ ケース 1 △ ケース 4



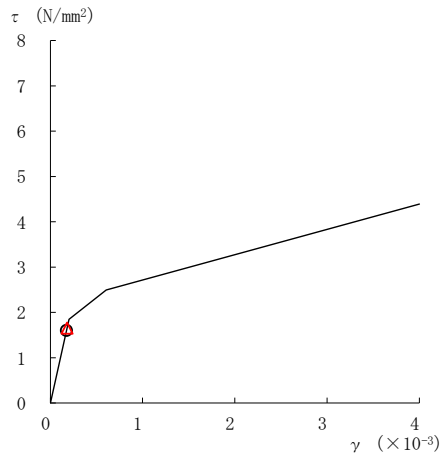
要素番号 (1)



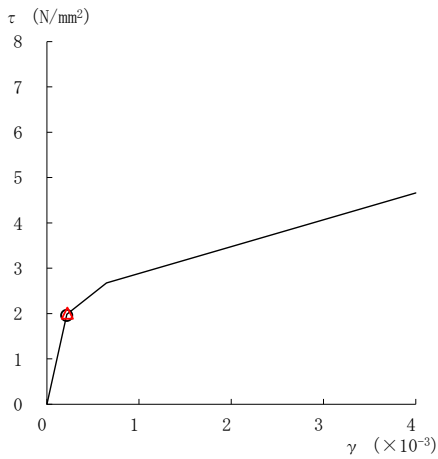
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

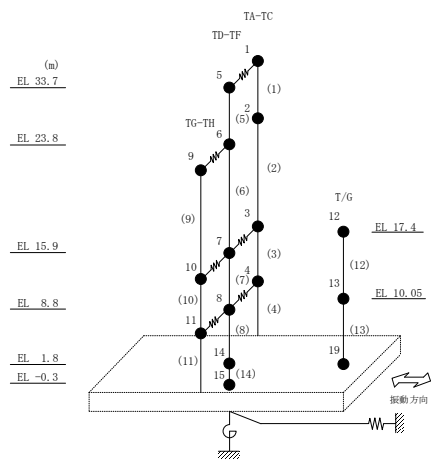
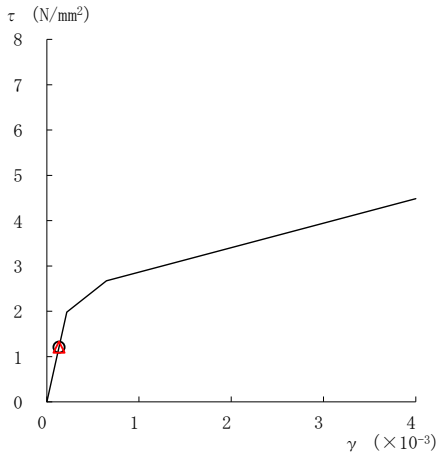
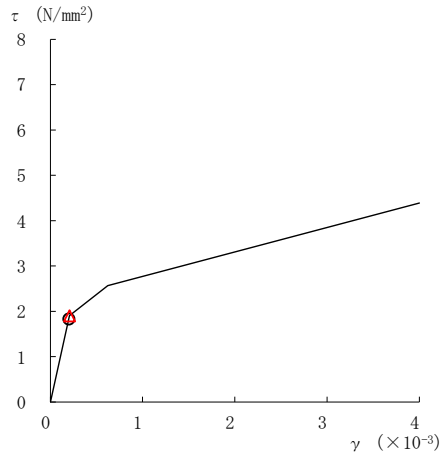


図 2-97(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

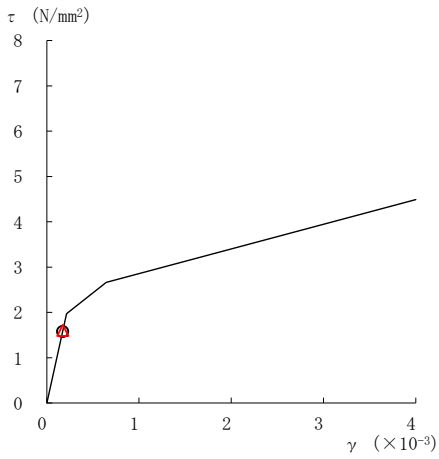
○ ケース 1 △ ケース 4



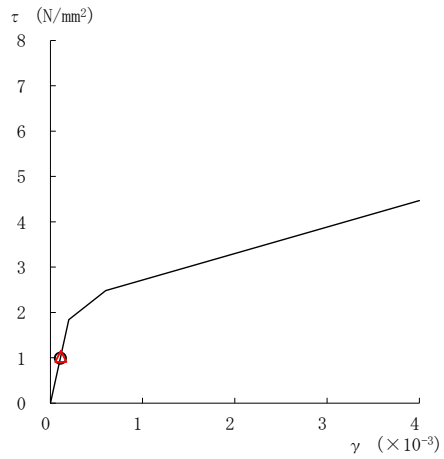
要素番号 (6)



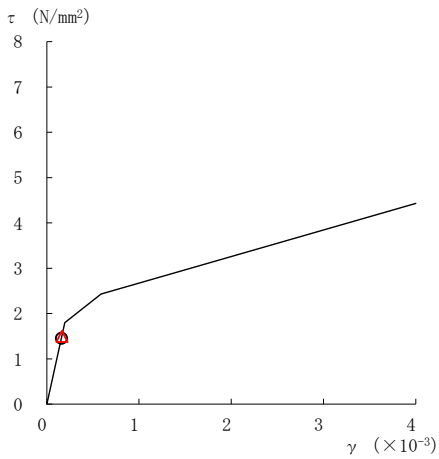
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

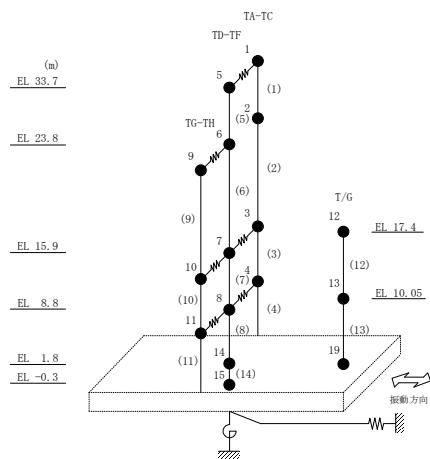
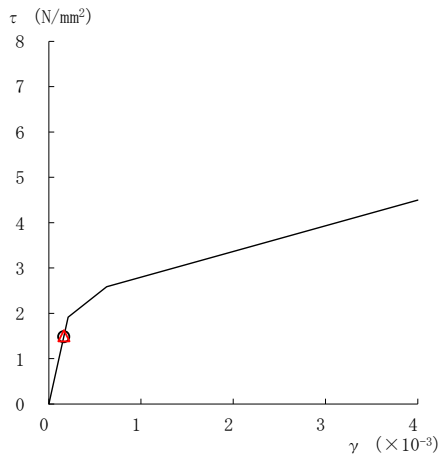


図 2-97(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)

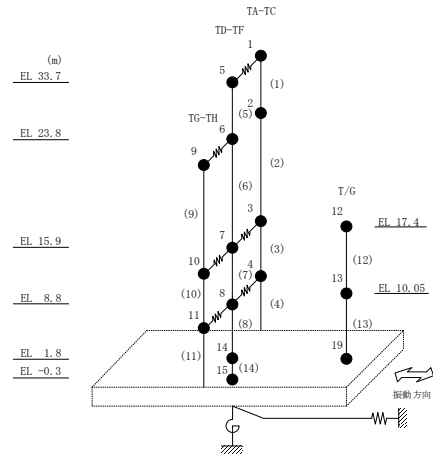
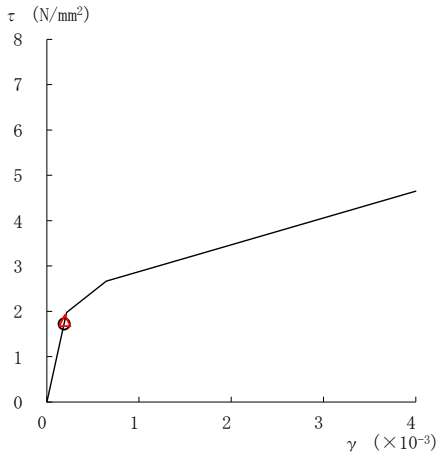
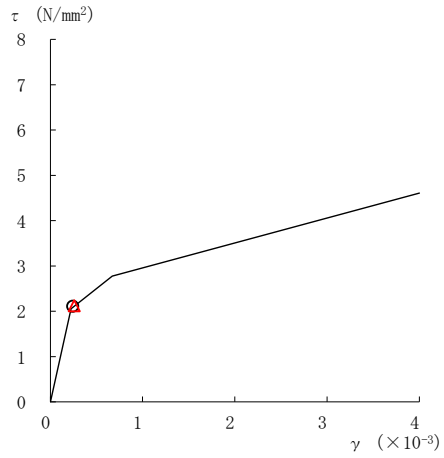


図 2-97(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

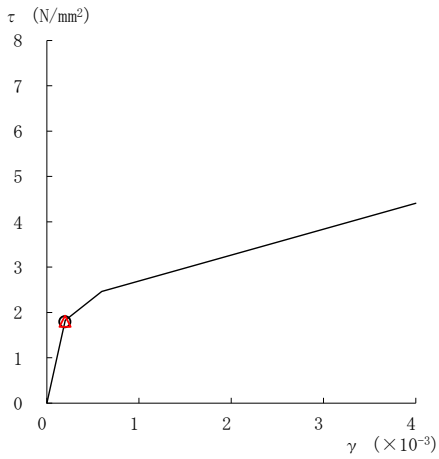
○ ケース 1 △ ケース 4



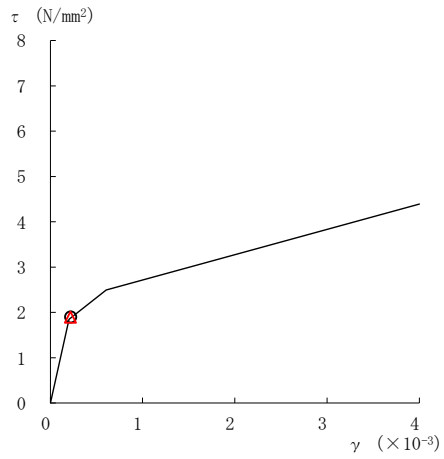
要素番号 (1)



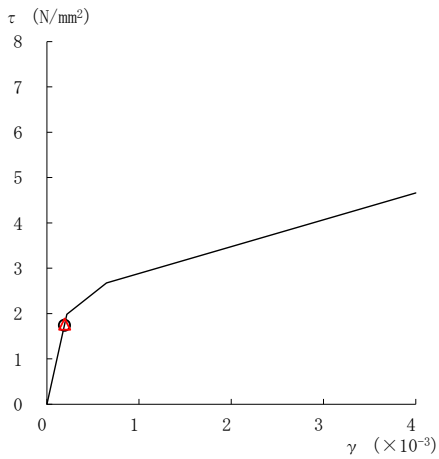
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

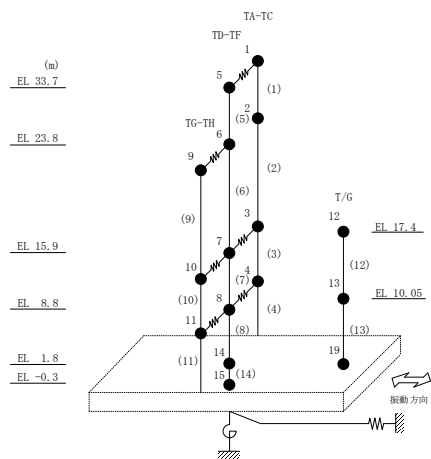
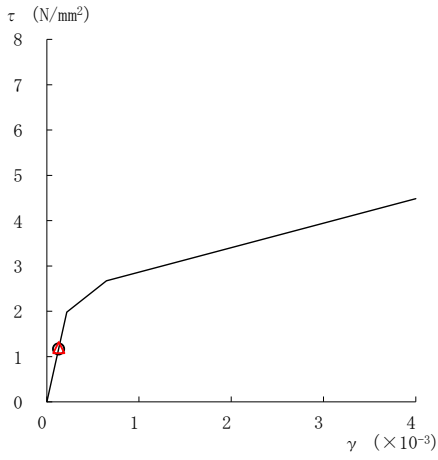
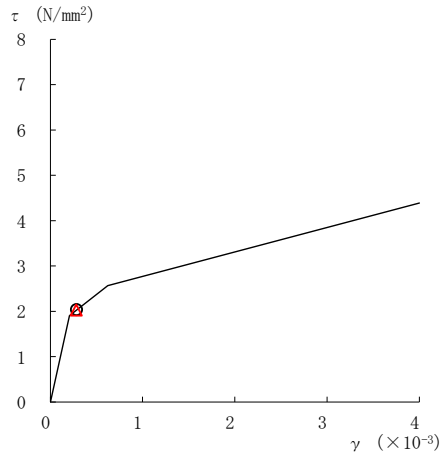


図 2-98(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

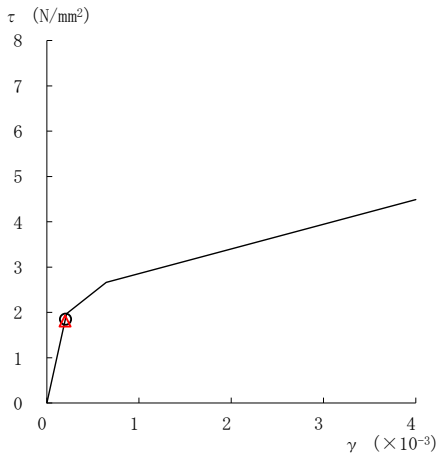
○ ケース 1 △ ケース 4



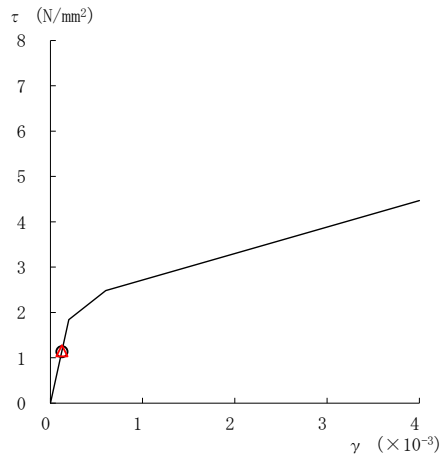
要素番号 (6)



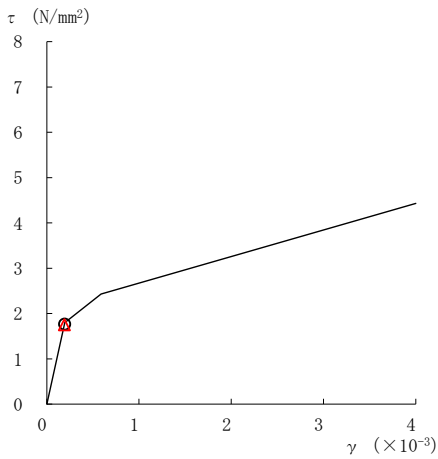
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

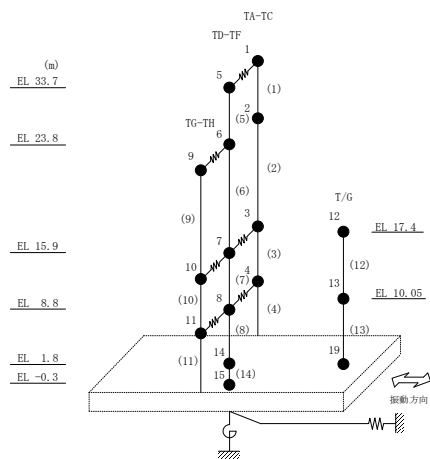
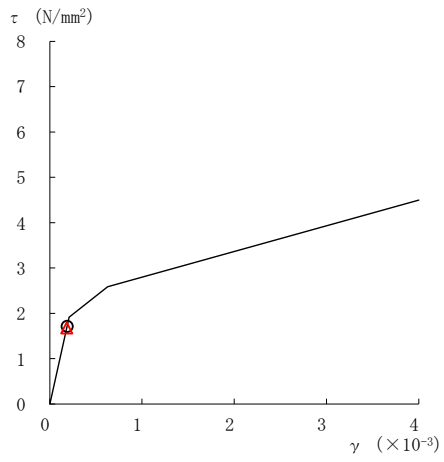


図 2-98(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)

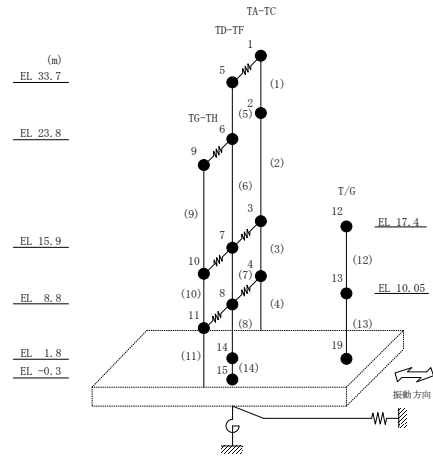
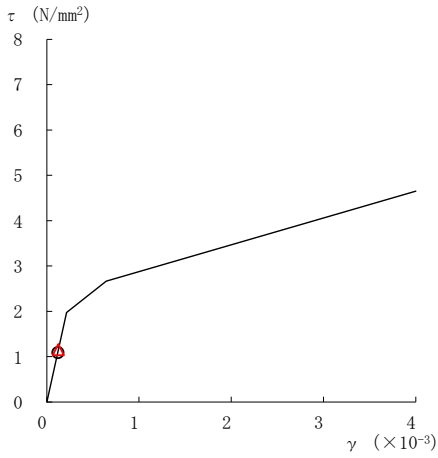
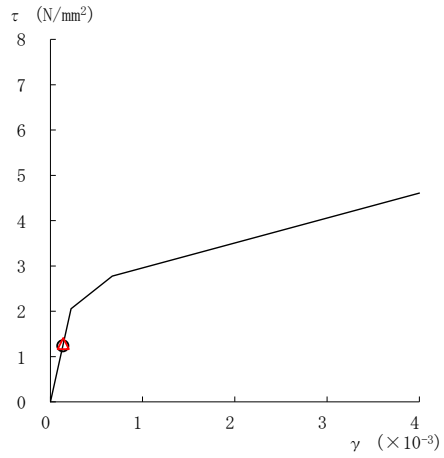


図 2-98(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

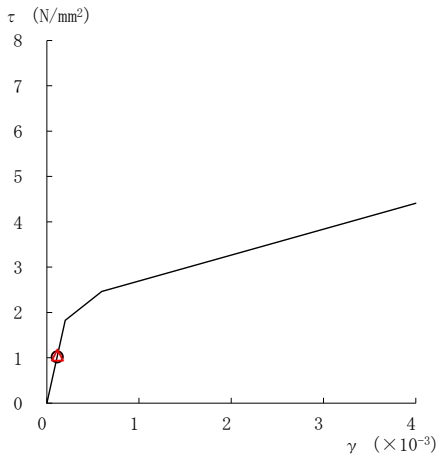
○ ケース 1 △ ケース 4



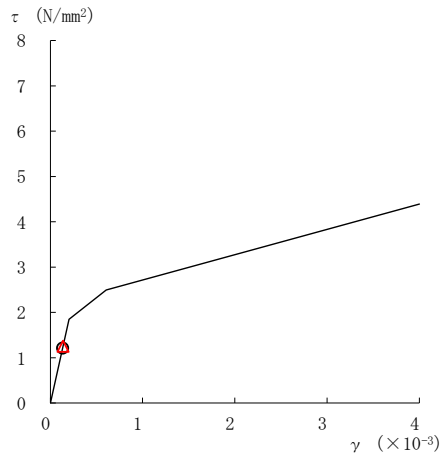
要素番号 (1)



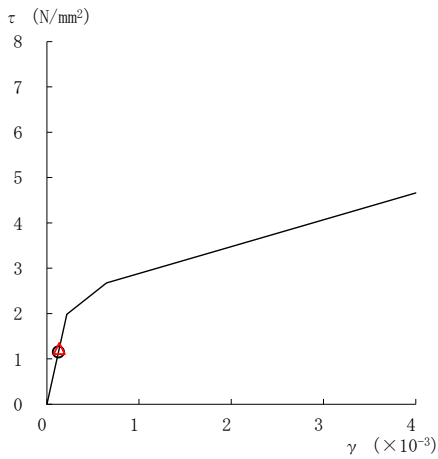
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

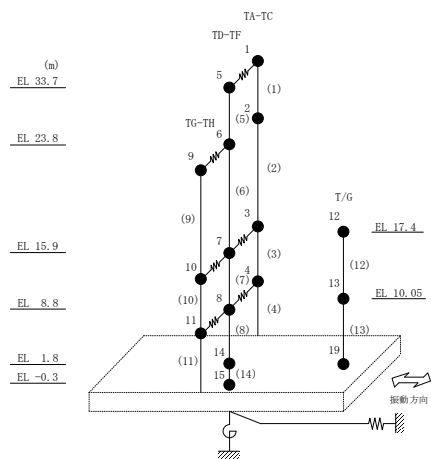
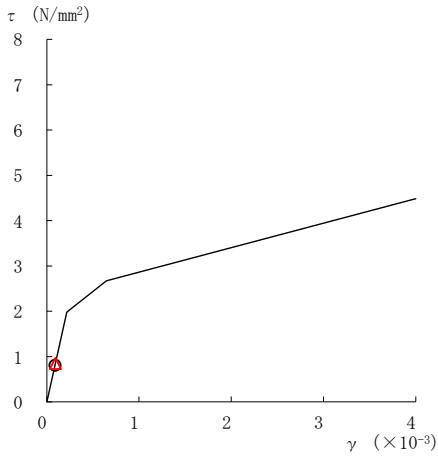
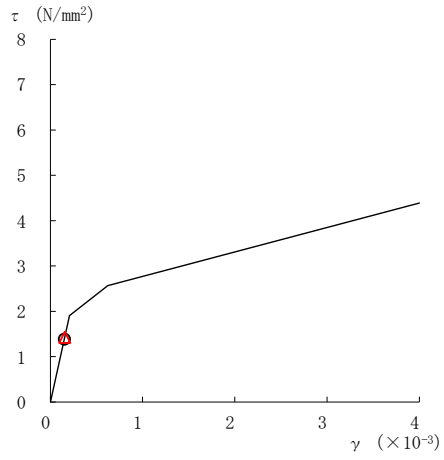


図 2-99(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

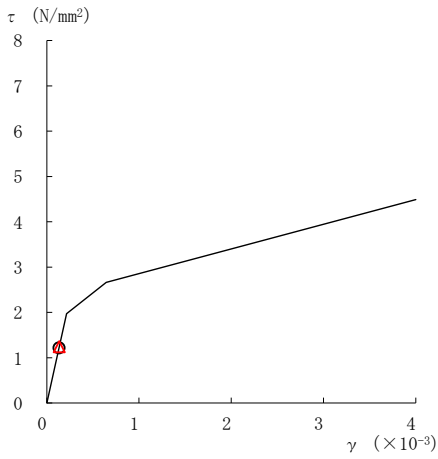
○ ケース 1 △ ケース 4



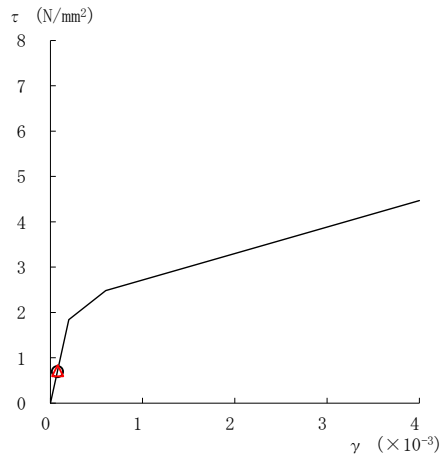
要素番号 (6)



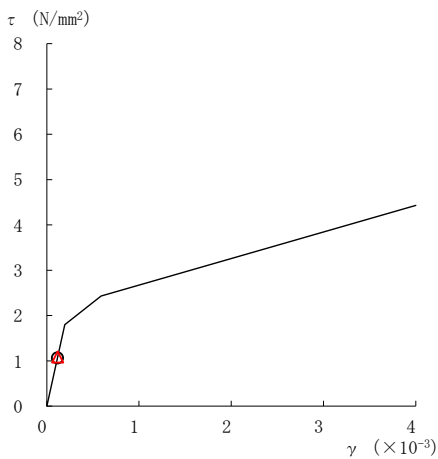
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

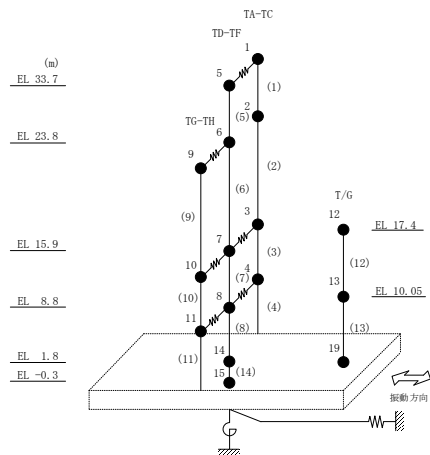
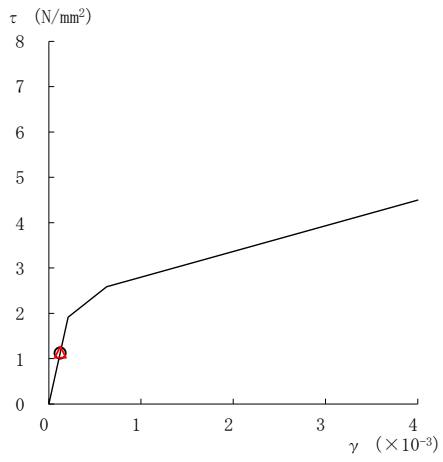


図 2-99(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)

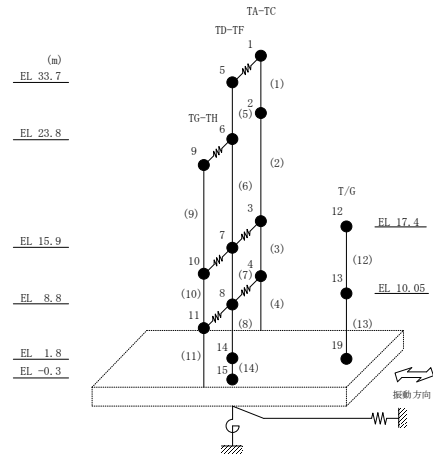
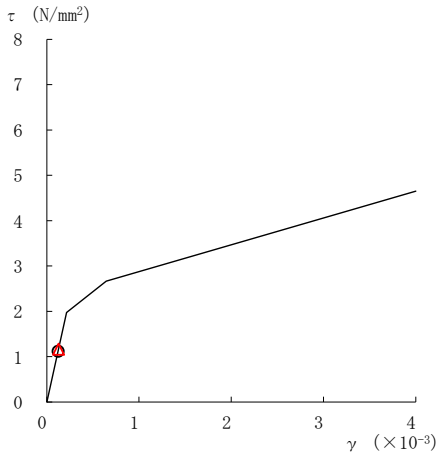
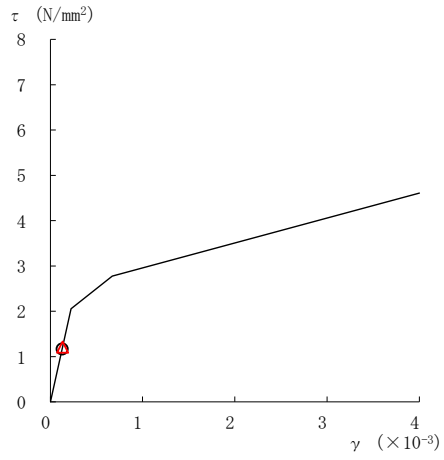


図 2-99(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

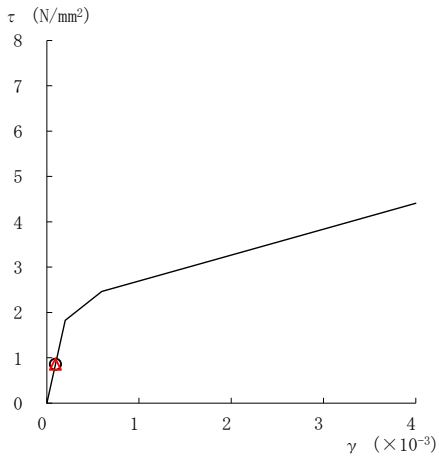
○ ケース 1 △ ケース 4



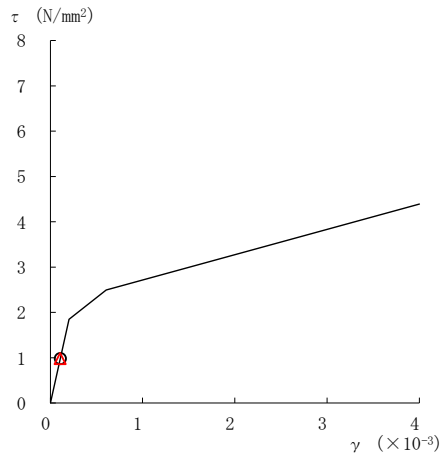
要素番号 (1)



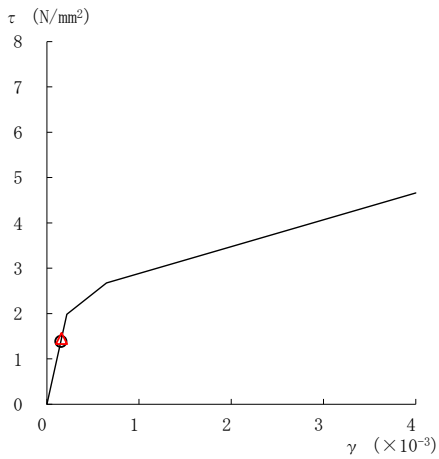
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

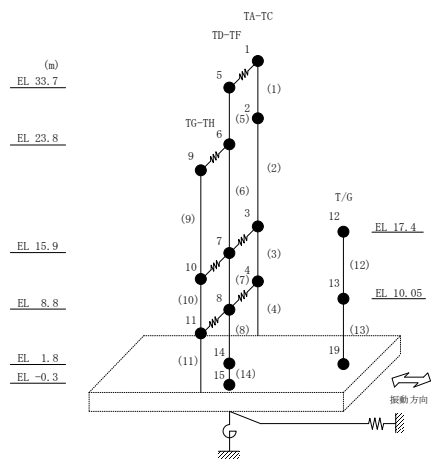
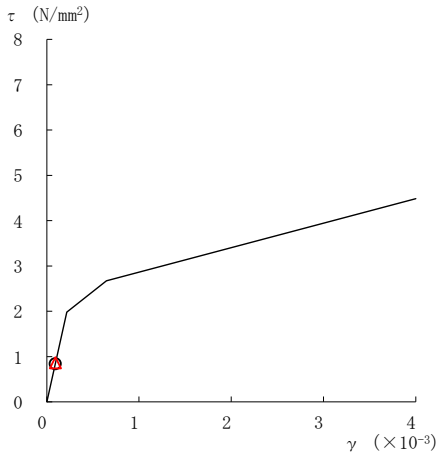
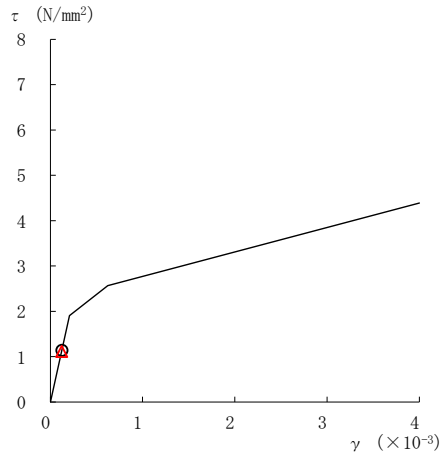


図 2-100(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

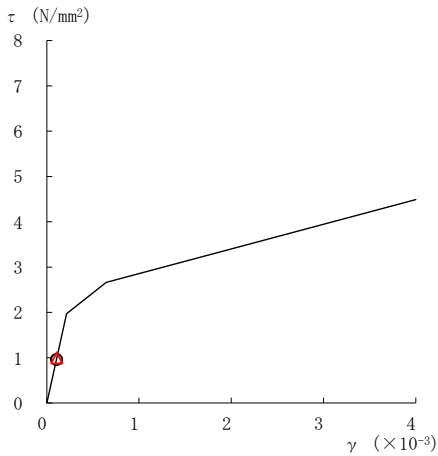
○ ケース 1 △ ケース 4



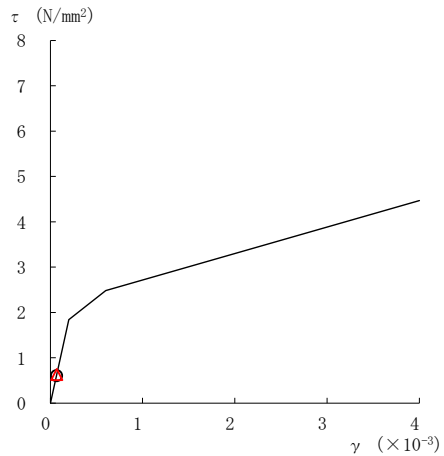
要素番号 (6)



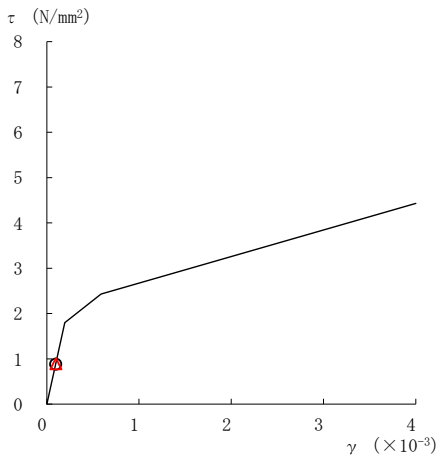
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

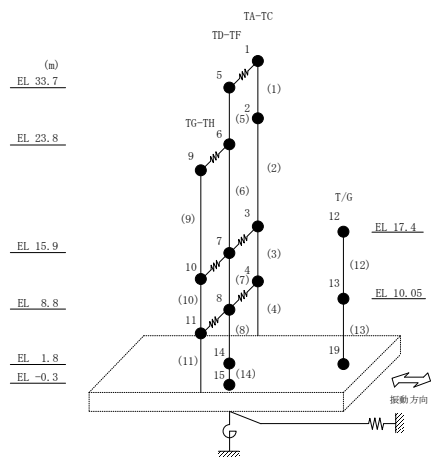
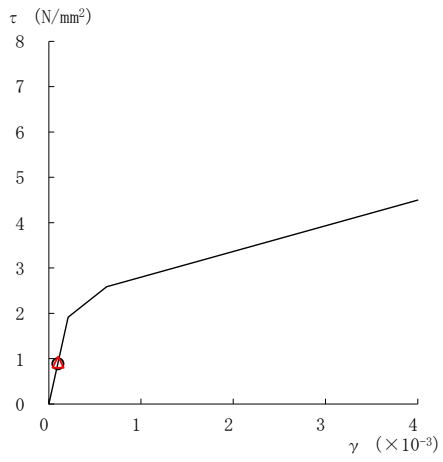


図 2-100 (2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (11)

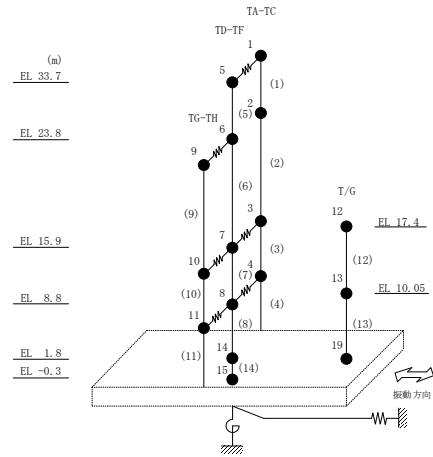


図 2-100(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, EW方向)

表 2-84 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.412	7.95	100
S_s-F1	0.339	5.11	100
S_s-F2	0.359	5.89	100
S_s-N1	0.383	6.88	100
S_s-N2NS	0.358	5.87	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.365	12.1	100
S_s-F1	0.322	8.88	100
S_s-F2	0.357	11.5	100
S_s-N1	0.303	7.53	100
S_s-N2NS	0.282	5.78	100

表 2-85 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 4)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.416	8.06	100
S_s-F1	0.337	5.00	100
S_s-F2	0.359	5.87	100
S_s-N1	0.391	7.13	100
S_s-N2NS	0.367	6.21	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.367	12.2	100
S_s-F1	0.328	9.28	100
S_s-F2	0.357	11.5	100
S_s-N1	0.306	7.74	100
S_s-N2NS	0.281	5.68	100

別紙 5 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

目 次

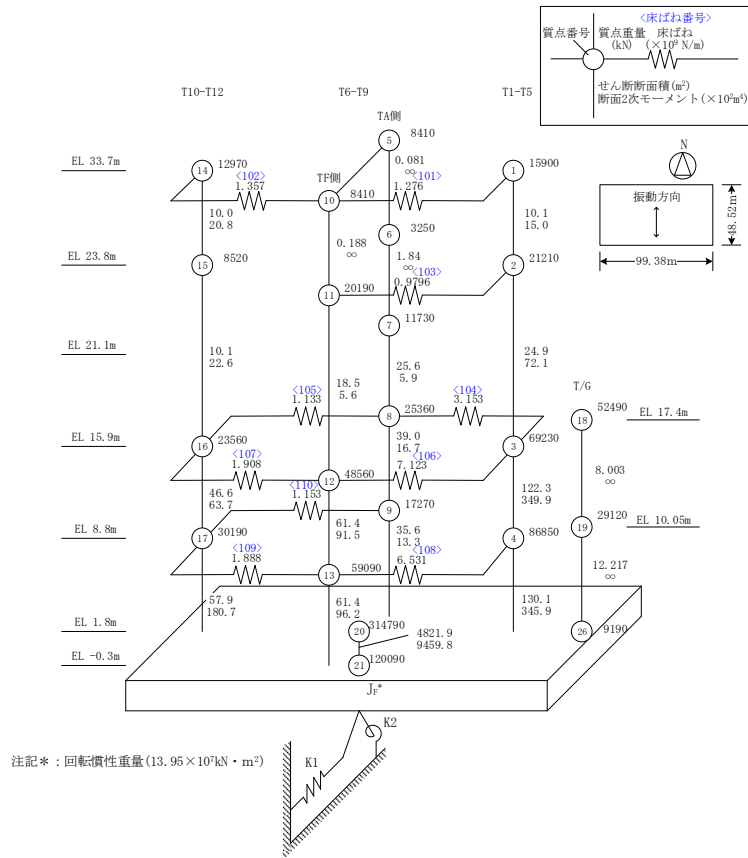
1. 概要	別紙 5-1
1.1 床ばねの諸元について	別紙 5-1
1.2 床ばねの応答解析	別紙 5-4
2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討	別紙 5-7
2.1 概要	別紙 5-7
2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル	別紙 5-7
2.3 非線形特性の設定	別紙 5-7
2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果	別紙 5-9

1. 概要

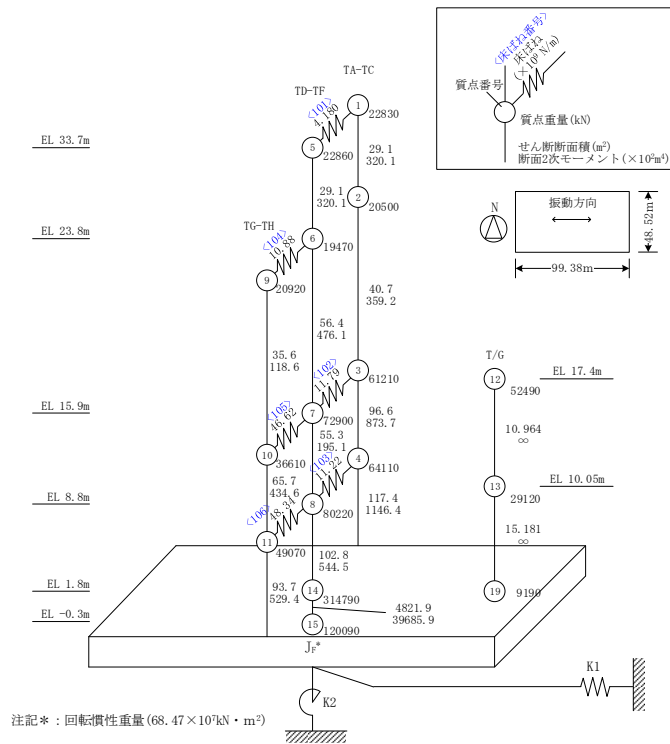
本資料は、1号機タービン建物の地震応答解析モデルの床ばねを線形でモデル化していることから、床ばねの諸元を確認し、その適用性について確認する。

1.1 床ばねの諸元について

1号機タービン建物の地震応答解析モデルを図1-1に示す。床ばねのせん断応力度－せん断ひずみ関係（ τ － γ 関係）は線形でモデル化しており、表1-1のとおり設定している。



(a) NS方向



(b) EW方向

図 1-1 地震応答解析モデル

表 1-1 床ばねのばね定数

(a) N S 方向

EL (m)	床ばね 部材番号	床ばね ($\times 10^6 \text{kN/m}$)
33.7	101	1.276
	102	1.357
23.8	103	0.9796
15.9	104	3.153
	105	1.133
	106	7.123
	107	1.908
8.8	108	6.531
	109	1.888
	110	1.153

(b) E W 方向

EL (m)	床ばね 部材番号	床ばね ($\times 10^6 \text{kN/m}$)
33.7	101	4.180
23.8	104	10.88
15.9	102	11.79
	105	46.62
8.8	103	11.22
	106	48.34

1.2 床ばねの応答解析

基準地震動 $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の基本ケースにおける床ばねの最大応答せん断ひずみを算出し、表 1-2 及び表 1-3 に示す。また、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」という。）に基づきせん断スケルトン曲線の第 1 折点を算出し、基準地震動 $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の基本ケースにおける最大応答せん断ひずみと比較を行った結果を表 1-4 及び表 1-5 に示す。

表 1-4 より、NS 方向の半数の床ばねにおいて、 $\gamma_1 (0.160 \times 10^{-3})$ を上回るせん断ひずみが生じていることを確認した。

また、表 1-5 より、EW 方向のすべての床ばねにおいて、最大応答せん断ひずみが $\gamma_1 (0.160 \times 10^{-3})$ より小さいことを確認した。

表 1-2 床ばねの最大応答せん断ひずみ (NS方向)

EL (m)	床ばね 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S s-D	S s-F1	S s-F2	S s-N1	S s-N2 NS	S s-N2 EW	
33.7	101	0.421	0.332	0.287	0.287	0.251	0.388	0.421
	102	0.298	0.290	0.293	0.245	0.202	0.293	0.298
23.8	103	0.241	0.154	0.144	0.048	0.077	0.094	0.241
15.9	104	0.250	0.152	0.157	0.106	0.136	0.158	0.250
	105	0.253	0.150	0.155	0.104	0.132	0.166	0.253
	106	0.047	0.039	0.033	0.018	0.033	0.033	0.047
	107	0.066	0.056	0.052	0.025	0.040	0.046	0.066
8.8	108	0.027	0.021	0.018	0.010	0.018	0.017	0.027
	109	0.043	0.031	0.026	0.014	0.021	0.023	0.043
	110	0.129	0.072	0.078	0.052	0.067	0.083	0.129

注：ハッチングは最大値を示す。

表 1-3 床ばねの最大応答せん断ひずみ (EW方向)

EL (m)	床ばね 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S s-D	S s-F1	S s-F2	S s-N1	S s-N2 NS	S s-N2 EW	
33.7	101	0.050	0.035	0.031	0.025	0.029	0.032	0.050
23.8	104	0.110	0.088	0.083	0.052	0.059	0.069	0.110
15.9	102	0.035	0.018	0.020	0.016	0.014	0.019	0.035
	105	0.062	0.040	0.057	0.032	0.029	0.033	0.062
8.8	103	0.007	0.005	0.009	0.004	0.005	0.006	0.009
	106	0.008	0.008	0.009	0.007	0.006	0.007	0.009

注：ハッチングは最大値を示す。

表 1-4 セン断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) との比較 (NS 方向)

EL (m)	床ばね番号	コンクリート設計基準強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	せん断断面積 A_s (m ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	Ss-D~ Ss-N2EW 基本ケースの 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
33.7	101	22.1	9.18	4.93	1.47	0.160	0.421
	102			4.95			0.298
23.8	103			3.79			0.241
15.9	104			12.19			0.250
	105			4.13			0.253
	106			27.53			0.047
	107			6.96			0.066
8.8	108			25.24			0.027
	109			6.89			0.043
	110			3.52			0.129

注：ハッチングは γ_1 を上回る値を示す。

表 1-5 セン断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) との比較 (EW 方向)

EL (m)	床ばね番号	コンクリート設計基準強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	せん断断面積 A_s (m ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	Ss-D~ Ss-N2EW 基本ケースの 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
33.7	101	22.1	9.18	14.55	1.47	0.160	0.050
23.8	104			16.59			0.110
15.9	102			41.08			0.035
	105			71.07			0.062
8.8	103			39.12			0.009
	106			73.68			0.009

2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討

2.1 概要

今回工認モデルにおける床ばねの設定の妥当性を確認する目的で、非線形性を考慮した床ばねを用いた地震応答解析を行い、その応答結果を確認する。

2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル

表 1-4 より、NS 方向の床ばねにおいて第 1 折点を超える最大応答せん断ひずみが生じていることを確認した。

VI-2-11-2-1-2 「1 号機タービン建物の耐震性についての計算書」から、波及的影響評価においては、基準地震動 S_s-D 、ケース 2 が耐震壁の最大応答せん断ひずみ及び最大相対変位による評価で最も厳しくなることから、非線形ばねを用いた地震応答解析での検討ケースは、基準地震動 S_s-D 、ケース 2 の NS 方向モデルに対して実施する。このとき、すべての床ばねを非線形ばねとする。

2.3 非線形特性の設定

鉄筋コンクリート造スラブの非線形特性は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」の鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断スケルトンの評価式を基に設定し、評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, NS 方向)

EL (m)	床ばね 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7	101	1.47	0.160	1.99	0.481	3.89	4.00
	102						
23.8	103					2.51	
15.9	104						
	105					2.48	
	106						
	107						
8.8	108						
	109					2.58	
	110						

2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果

今回工認モデル及び床ばねに非線形性を考慮した地震応答解析モデル（以下「床ばね非線形モデル」という。）の応答値の比較結果を示す。最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント，耐震壁の最大応答せん断ひずみ及び床ばねの最大応答せん断ひずみを図 2-1～図 2-4 及び表 2-2～表 2-7 に示す。また，1号機タービン建物と隣接する制御室建物との最大応答変位の絶対値和（最大相対変位）を表 2-8 に示す。

各応答成分の比較から，全体的に今回工認モデルが床ばね非線形モデルを概ね包絡していることを確認した。また，床ばねの最大応答せん断ひずみは， 0.79×10^{-3} （床ばね番号 101）（ 4.0×10^{-3} 以下）であり，耐震性に問題がないことを確認した。

1号機タービン建物の波及的影響評価の観点では，表 2-6 より，耐震壁のせん断ひずみは， 1.24×10^{-3} （要素番号 1）（ 4.0×10^{-3} 以下）であり，耐震性に問題がないことを確認した。また，表 2-8 より，制御室建物との最大応答変位の絶対値和（最大相対変位）は，EL 22.05m で 20.31mm であり，許容限界（建物間の離隔距離 50mm）を下回ることを確認した。

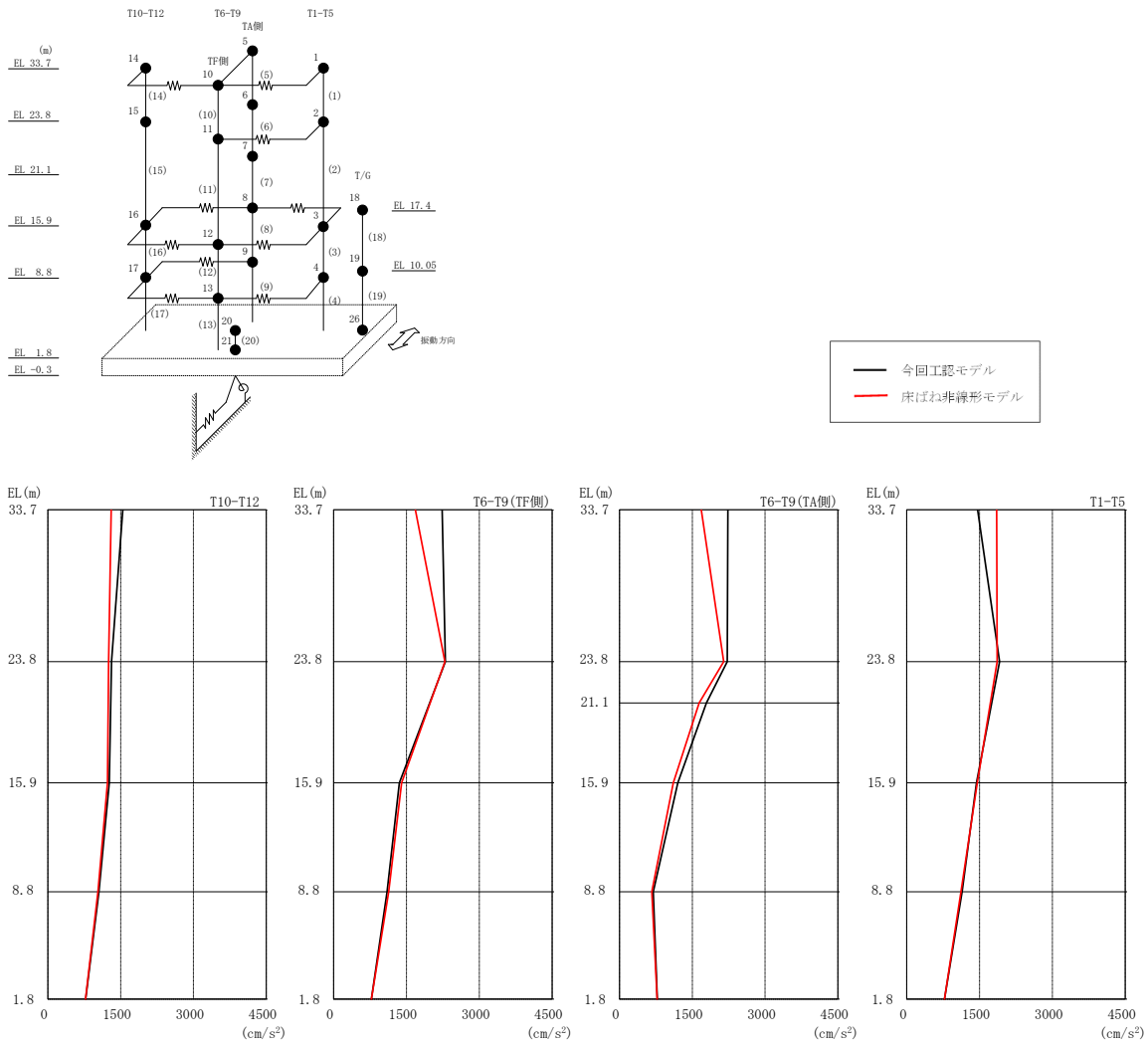
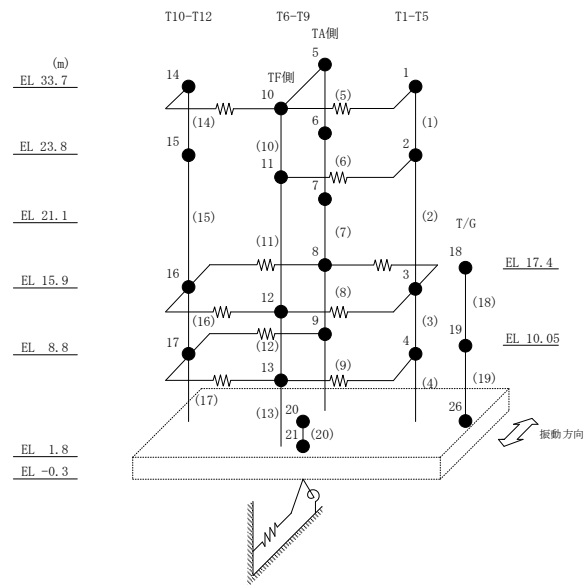


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s -D, NS 方向, ケース 2)

表 2-2 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - D, NS 方向, ケース 2）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
T1-T5	33.7	1	1460	1852
	23.8	2	1911	1862
	15.9	3	1437	1452
	8.8	4	1142	1116
T6-T9 (TA側)	33.7	5	2234	1684
	23.8	6	2221	2147
	21.1	7	1789	1641
	15.9	8	1203	1107
	8.8	9	697	667
T6-T9 (TF側)	33.7	10	2234	1684
	23.8	11	2303	2292
	15.9	12	1354	1400
	8.8	13	1099	1135
T10-T12	33.7	14	1544	1304
	23.8	15	1312	1252
	15.9	16	1266	1229
	8.8	17	1053	1032
	1.8	20	779	777

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



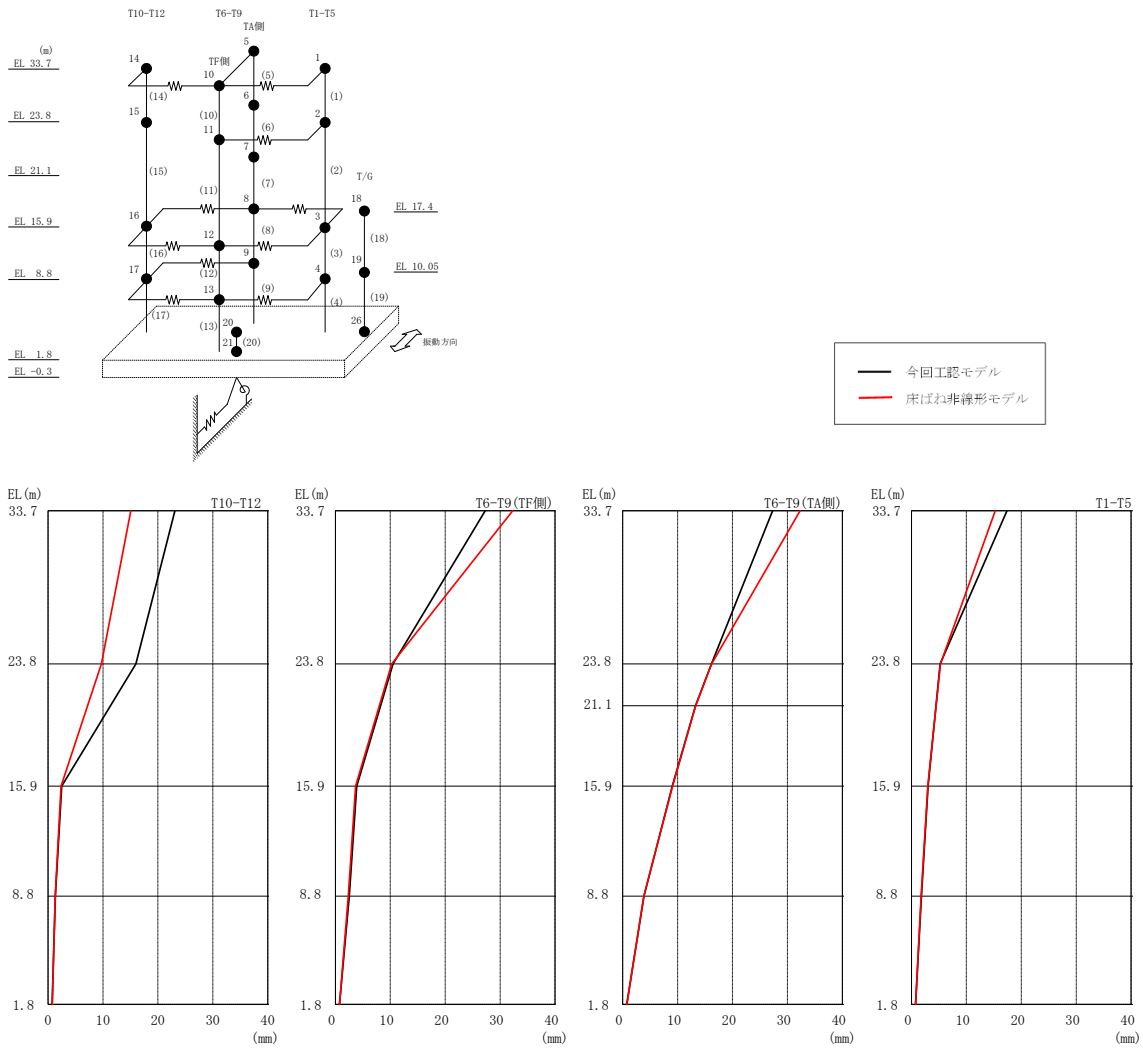
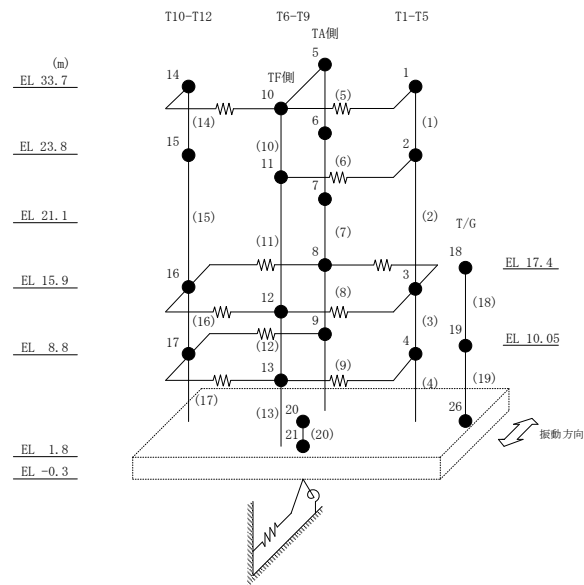


図 2-2 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向, ケース 2)

表 2-3 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向, ケース 2)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
T1-T5	33.7	1	17.40	15.26
	23.8	2	5.23	5.27
	15.9	3	3.02	2.97
	8.8	4	1.82	1.76
T6-T9 (TA側)	33.7	5	27.29	32.30
	23.8	6	16.18	16.20
	21.1	7	13.27	13.30
	15.9	8	9.02	9.10
	8.8	9	3.88	3.85
T6-T9 (TF側)	33.7	10	27.29	32.30
	23.8	11	10.49	10.27
	15.9	12	3.90	3.68
	8.8	13	2.52	2.34
T10-T12	33.7	14	23.10	15.06
	23.8	15	15.97	9.71
	15.9	16	2.49	2.38
	8.8	17	1.33	1.29
	1.8	20	0.74	0.76

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



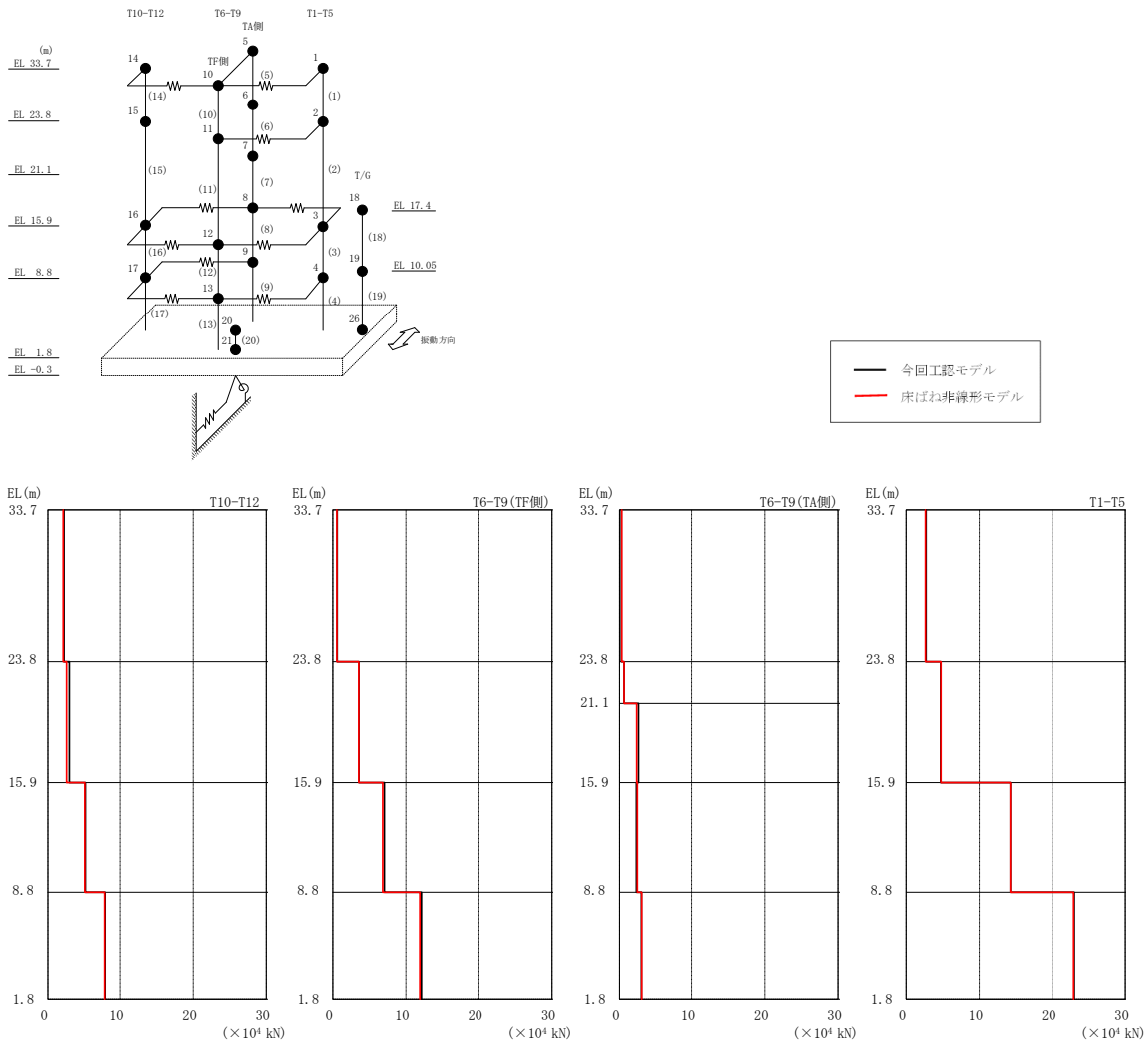
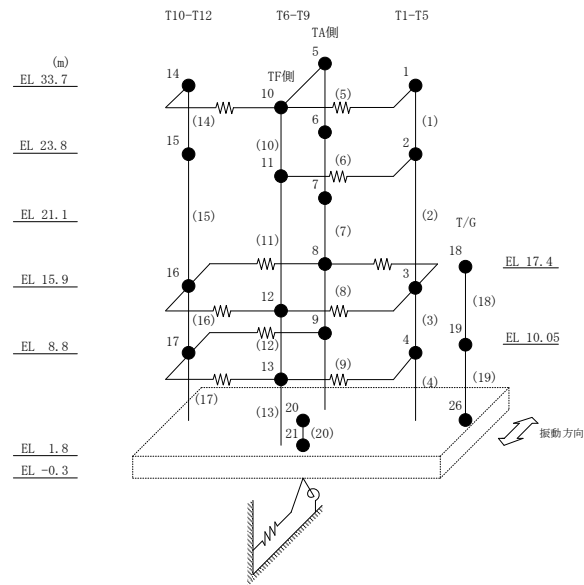


図 2-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S s-D, NS 方向, ケース 2)

表 2-4 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s -D, NS方向, ケース 2)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
T1-T5	33.7~23.8	1	2.73	2.65
	23.8~15.9	2	4.73	4.78
	15.9~8.8	3	14.3	14.3
	8.8~1.8	4	23.0	22.9
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.253	0.309
	23.8~21.1	6	0.626	0.631
	21.1~15.9	7	2.61	2.36
	15.9~8.8	8	2.32	2.44
	8.8~1.8	9	3.01	3.06
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.598	0.560
	23.8~15.9	11	3.57	3.54
	15.9~8.8	12	7.05	6.84
	8.8~1.8	13	12.1	11.9
T10-T12	33.7~23.8	14	2.20	2.09
	23.8~15.9	15	2.94	2.55
	15.9~8.8	16	5.13	5.04
	8.8~1.8	17	7.95	7.90

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



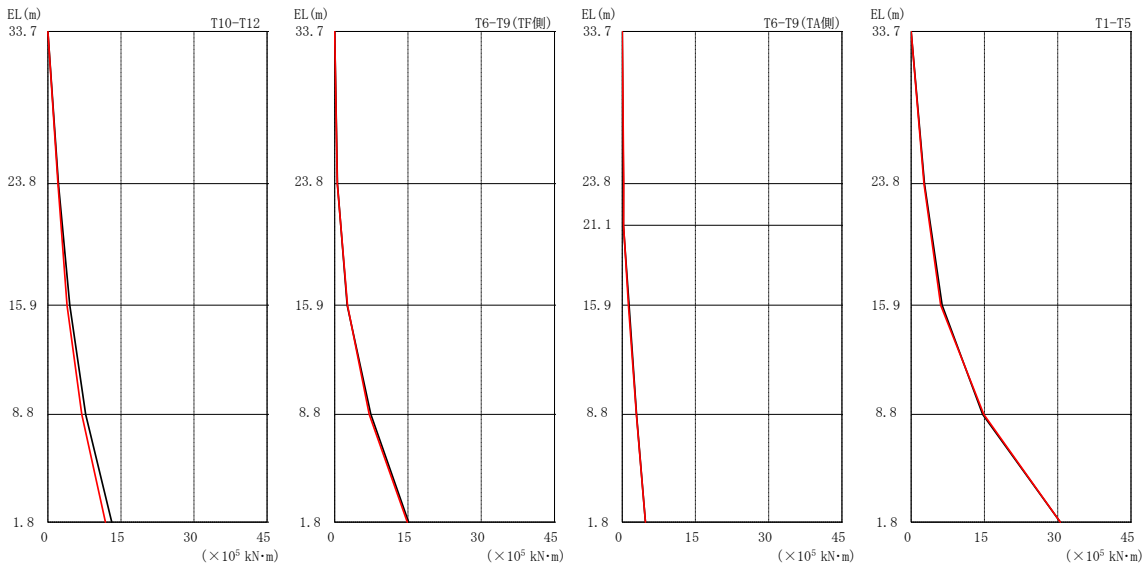
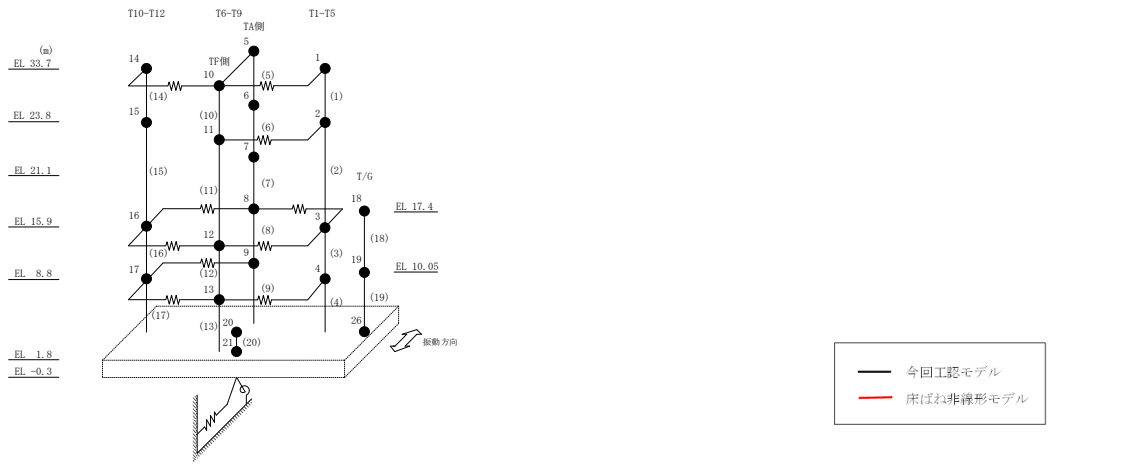


図 2-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s -D, NS 方向, ケース 2)

表 2-5 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, NS方向, ケース 2)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
T1-T5	33.7~23.8	1	0.00	0.00
			2.70	2.62
	23.8~15.9	2	2.70	2.62
			6.35	6.02
15.9~8.8	3	6.35	6.02	
		14.6	14.9	
8.8~1.8	4	14.6	14.9	
		30.5	30.5	
T6-T9 (TA側)	33.7~23.8	5	0.00	0.00
			0.250	0.305
	23.8~21.1	6	0.250	0.305
			0.239	0.275
	21.1~15.9	7	0.239	0.275
1.41			1.28	
15.9~8.8	8	1.41	1.28	
		2.92	2.91	
8.8~1.8	9	2.92	2.91	
		4.76	4.75	
T6-T9 (TF側)	33.7~23.8	10	0.00	0.00
			0.592	0.555
	23.8~15.9	11	0.592	0.555
			2.57	2.63
15.9~8.8	12	2.57	2.63	
		7.41	7.09	
8.8~1.8	13	7.41	7.09	
		15.1	14.9	
T10-T12	33.7~23.8	14	0.00	0.00
			2.18	2.06
	23.8~15.9	15	2.18	2.06
			4.48	3.94
15.9~8.8	16	4.48	3.94	
		7.75	6.94	
8.8~1.8	17	7.75	6.94	
		13.1	11.8	

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。

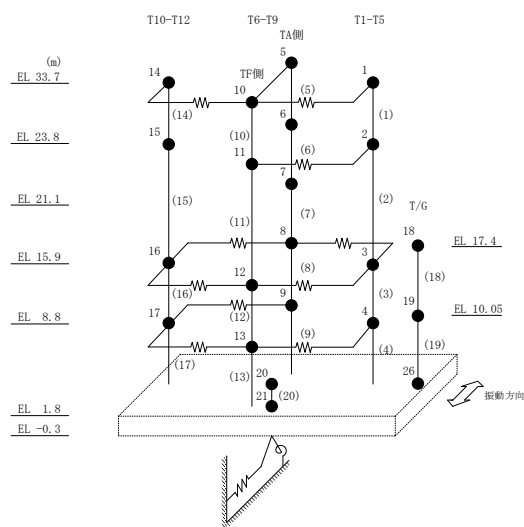


表 2-6 最大応答せん断ひずみ（耐震壁）（基準地震動 S s - D, NS 方向, ケース 2）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
T1-T5	33.7~23.8	1	1.39	1.24
	23.8~15.9	2	0.32	0.33
	15.9~8.8	3	0.13	0.13
	8.8~1.8	4	0.21	0.21
T6-T9 (TA側)	21.1~15.9	7	0.11	0.10
	15.9~8.8	8	0.06	0.07
	8.8~1.8	9	0.09	0.09
T6-T9 (TF側)	23.8~15.9	11	0.37	0.36
	15.9~8.8	12	0.13	0.12
	8.8~1.8	13	0.29	0.27
T10-T12	33.7~23.8	14	0.53	0.46
	23.8~15.9	15	1.73	0.93
	15.9~8.8	16	0.12	0.12
	8.8~1.8	17	0.15	0.15

注 1 : ハッチングは今回工認モデル, 床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。

注 2 : 要素番号 5, 6 及び 10 は線形部材。

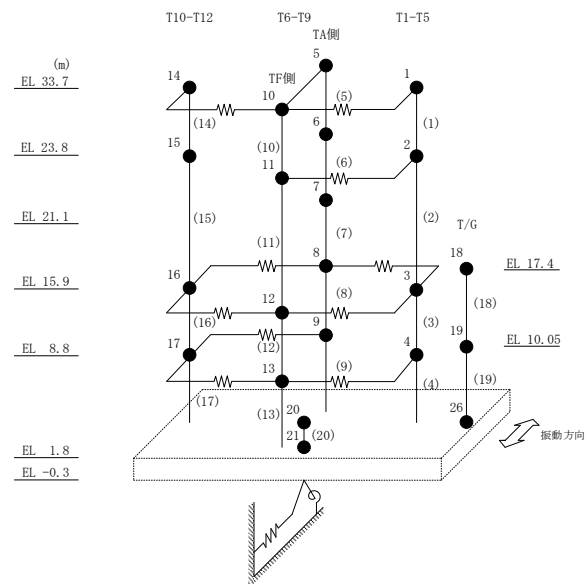


表 2-7 最大応答せん断ひずみ (床ばね) (基準地震動 $S_s - D$, NS方向, ケース 2, 床ばね非線形モデル)

部材番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
	床ばね非線形モデル
101	0.79
102	0.65
103	0.25
104	0.25
105	0.24
106	0.05
107	0.07
108	0.03
109	0.04
110	0.12

注：ハッチングは $\gamma 1$ を上回る値を示す。

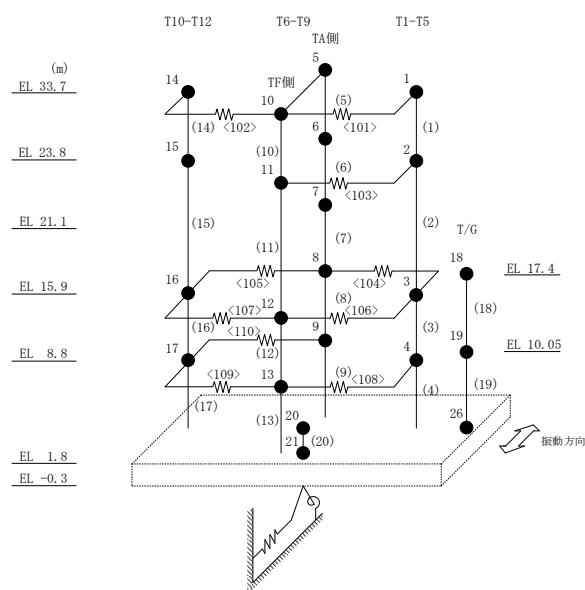


表 2-8 最大相対変位 (N S 方向, ケース 2, 絶対値和)
(単位 : mm)

1号機タービン 建物		制御室建物		床ばね 非線形 モデル	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)		
*	22.05	①	22.05	20.31	50

注記* : 制御室建物の質点① (EL 22.05m) の応答変位に加算する 1号機タービン建物の応答変位は, 1号機タービン建物の上下質点間 (EL 23.8m~EL 15.9m) で線形補間して算定。

別紙 6 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の
影響について

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況	別紙 6-1
3. 建物間の相対変位の計算結果	別紙 6-3
4. 発泡ポリスチレン板の影響	別紙 6-5

1. 概要

本資料は、1号機タービン建物と制御室建物間及びタービン建物間に設置された発泡ポリスチレン板の影響の検討結果について示すものである。

2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況

1号機タービン建物と制御室建物間に設置された発泡ポリスチレン板（厚さ 50 mm）の設置状況を図 2-1 に、1号機タービン建物とタービン建物間に配置された発泡ポリスチレン板（厚さ 100mm）の設置状況を図 2-2 に示す。

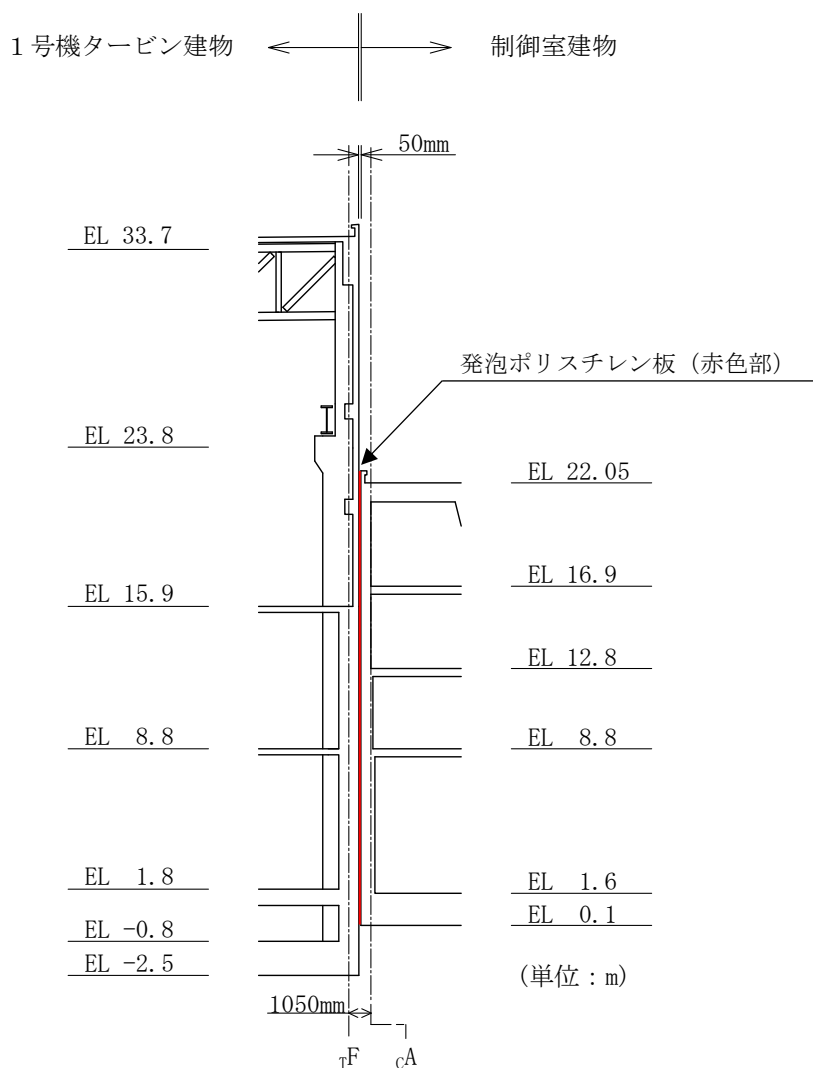


図 2-1 1号機タービン建物と制御室建物間の発泡ポリスチレン板（50mm）の設置状況

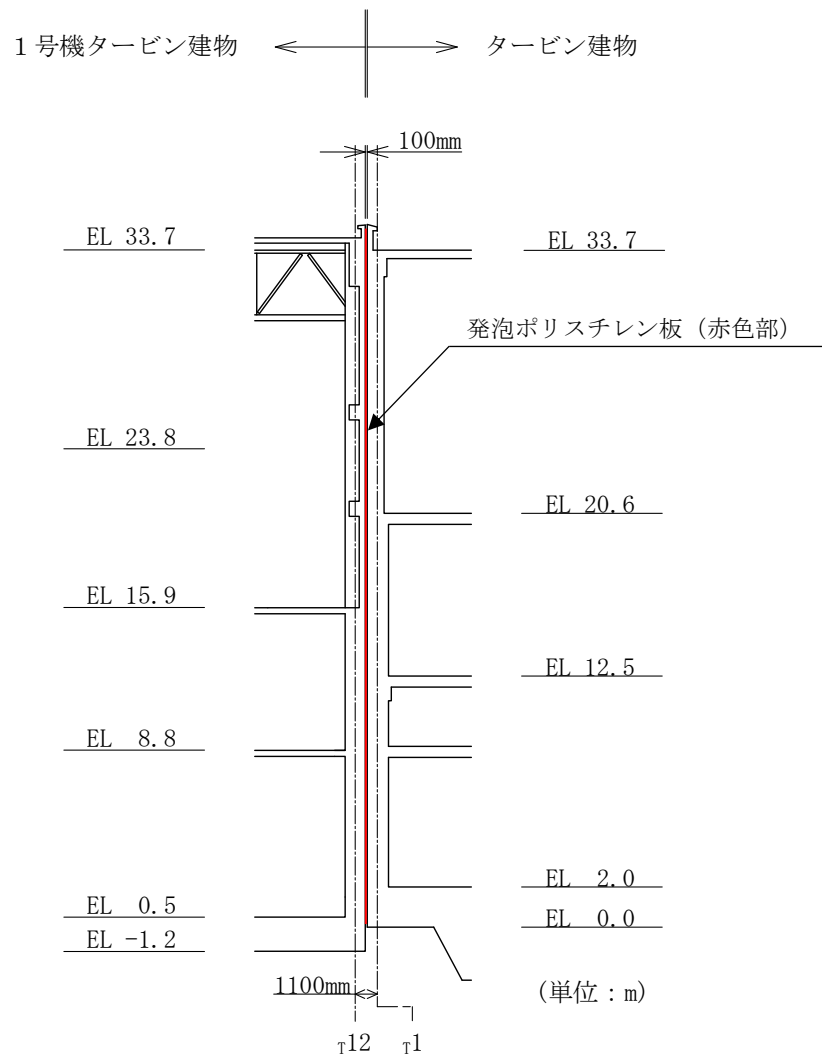


図 2-2 1号機タービン建物とタービン建物間の発泡ポリスチレン板 (100mm) の設置状況

3. 建物間の相対変位の計算結果

建物間の相対変位については、VI-2-11-2-1-2「1号機タービン建物の耐震性についての計算書」に、保守的な評価値として絶対値和に基づく最大相対変位を示している。絶対値和に基づく最大相対変位の最大値は、1号機タービン建物と制御室建物間で 24.48 mm (S s-D, ケース 2), 1号機タービン建物とタービン建物間で 23.90mm (S s-D, ケース 4) である。

1号機タービン建物と制御室建物及び1号機タービン建物とタービン建物の最大相対変位の算定結果(絶対値和)を表3-1及び表3-2に示す。

表 3-1 1号機タービン建物と制御室建物の最大相対変位
(NS方向, 絶対値和)

(単位: mm)

1号機タービン建物		制御室建物		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
*	22.05	①	22.05	23.41 (S s - D)	24.48 (S s - D)	21.15 (S s - D)	24.19 (S s - D)	50

注1: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動 S s - D, S s - F 1, S s - F 2, S s - N 1, S s - N 2 NS 及び S s - N 2 EW に対して実施。

注2: ハッチングは、ケース 1~ケース 4 の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*: 制御室建物の質点① (EL 22.05m) の応答変位に加算する1号機タービン建物の応答変位は、1号機タービン建物の上下質点間 (EL 23.8m~EL 15.9m) で線形補間して算定。

表 3-2 1号機タービン建物とタービン建物の最大相対変位
(EW方向, 絶対値和)

(単位: mm)

1号機タービン建物		タービン建物		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
①, ⑤	33.7	*	33.7	23.20 (S s - D)	22.51 (S s - D)	23.04 (S s - D)	23.90 (S s - D)	100

注1: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動 S s - D, S s - F 1, S s - F 2, S s - N 1, S s - N 2 NS 及び S s - N 2 EW に対して実施。

注2: ハッチングは、ケース 1~ケース 4 の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*: 1号機タービン建物の質点①及び⑤ (EL 33.7m) の応答変位に加算するタービン建物の応答変位は、タービン建物の上下質点間 (EL 41.6m~EL 30.55m) で線形補間して算定。

4. 発泡ポリスチレン板の影響

建物間の絶対値和に基づく最大相対変位は、1号機タービン建物と制御室建物間は EL 22.05m、1号機タービン建物とタービン建物間は EL 33.7m において最大で、1号機タービン建物と制御室建物間は 24.48 mm、1号機タービン建物とタービン建物間は 23.90mm である。

最大相対変位が最大となる位置では、発泡ポリスチレン板を最大 24mm 程度押し縮めるが、コンクリートの圧縮強度 (22.1N/mm²) に比べて、発泡ポリスチレン板の圧縮強さは 1/70～1/100 程度と小さいことから、1号機タービン建物が上位クラス施設である制御室建物及びタービン建物の構造躯体の安全性に影響を与えることはないと判断される。

なお、1号機タービン建物と制御室建物及び1号機タービン建物とタービン建物の間に設置した発泡ポリスチレン板の力学特性を明確に示す資料を確認できなかったため、ここでは、近接する建物間の壁施工にあたり型枠として用いることが多い同類の成型建築用断熱材 (発泡ポリスチレン板) についての圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率を表 4-1 に示す。

表 4-1 建築用断熱材の圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率

日本産業規格 (J I S)	日本産業規格 (J I S)	スタイロフォームEK-II	
JIS A 9521 建築用断熱材 発泡プラスチック断熱材 (ポリエチレンフォーム断熱材)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	
圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮弾性率* [N/mm ²]
0.02 以上	0.20 以上	0.30	15

注記* : スタイロフォームEK-IIの「圧縮応力-ひずみ曲線」より概算した値

別紙7 オペフロ上部外壁の面外加速度応答に対する検討

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 検討方針	別紙 7-2
2.1 評価対象部位	別紙 7-2
2.2 解析モデル及び諸元	別紙 7-4
2.3 検討用震度	別紙 7-4
2.4 応力評価方法	別紙 7-7
2.5 断面評価方法	別紙 7-8
3. 評価結果	別紙 7-10

1. 概要

1号機タービン建物の地震応答解析においてオペフロレベル（EL 15.9m）上部で局所的に大きな加速度応答が生じている。本資料は、オペフロレベル上部の外壁について、面外方向の加速度応答に対する検討を実施するものである。

2. 検討方針

2.1 評価対象部位

検討対象の外壁は、上位クラス施設であるタービン建物及び制御室建物に面するオペフロレベル上部の外壁とする。図 2-1 に検討対象のオペフロレベル上部の外壁を示す。なお、壁の厚さ及び配筋は全て同一であるため、各方向の評価においては、内法スパンが最も大きい部材を選定し評価する。図 2-2 にオペフロレベル上部の外壁のうち選定した部材を示す。

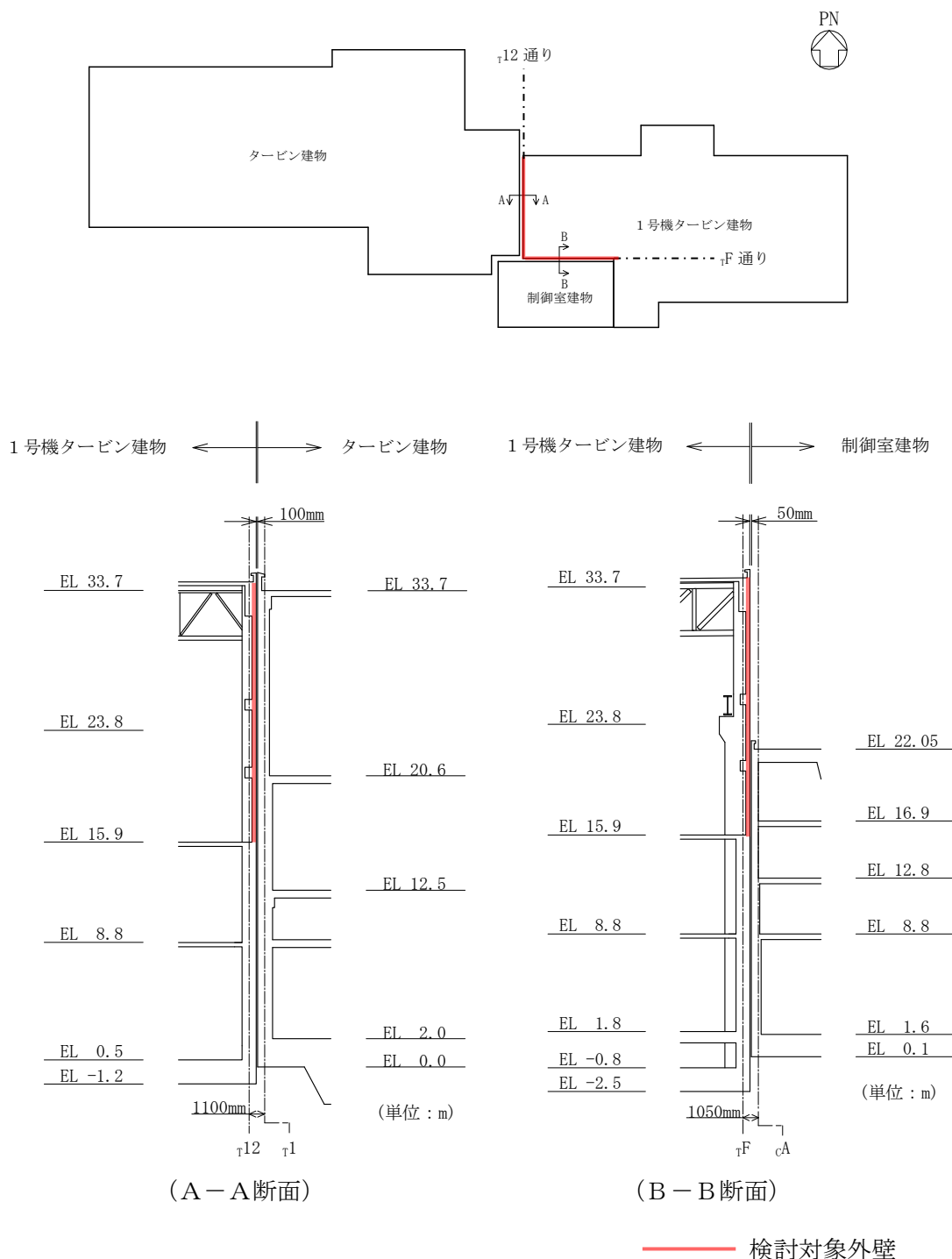


図 2-1 検討対象のオペフロレベル上部の外壁

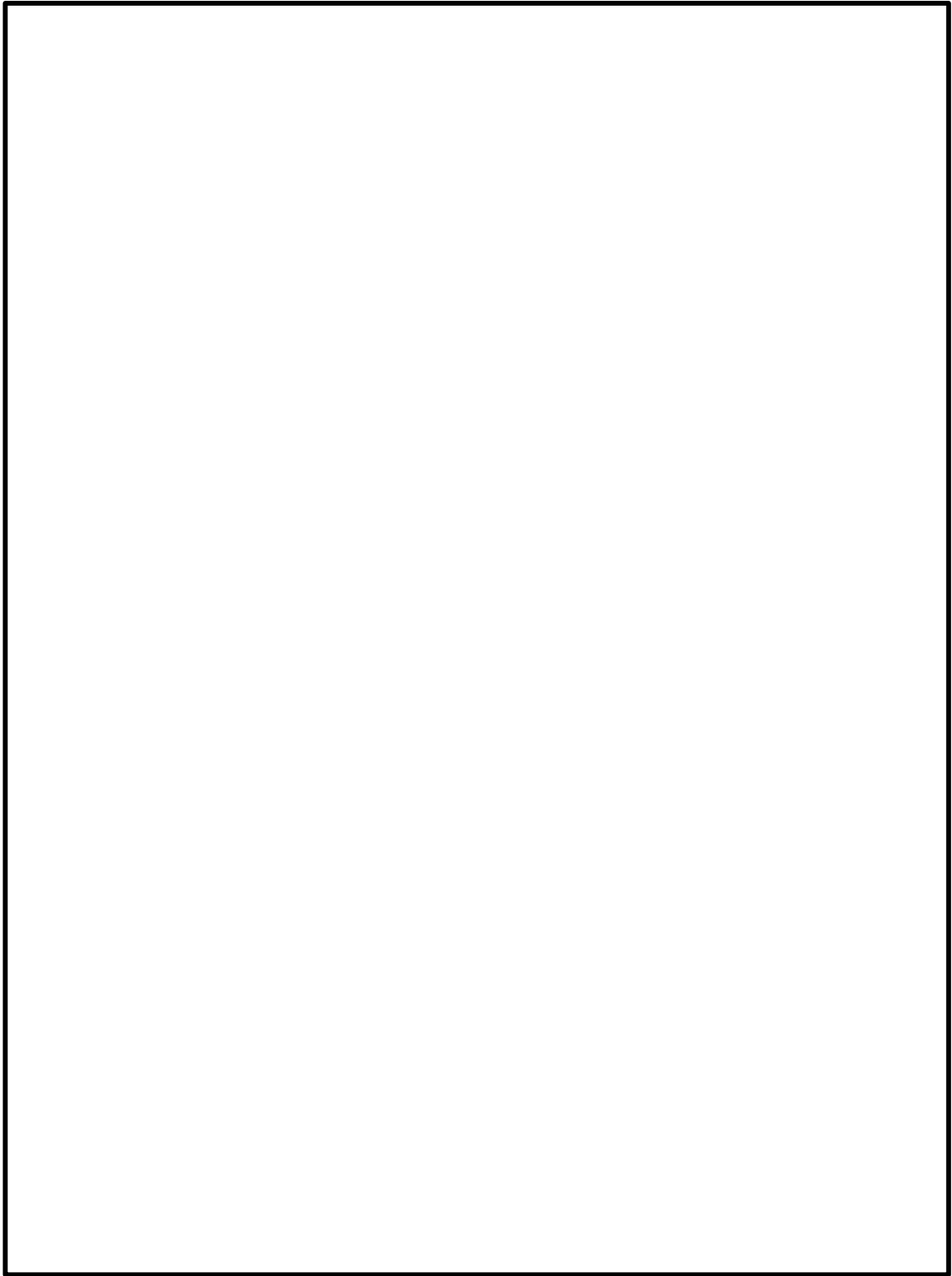


図 2-2 オペフロレベル上部の外壁のうち選定した部材

2.2 解析モデル及び諸元

解析モデルは、外壁の辺長比及び周囲の境界条件を考慮して、四辺固定版として評価する。使用材料の物性値を表 2-1 に示す。

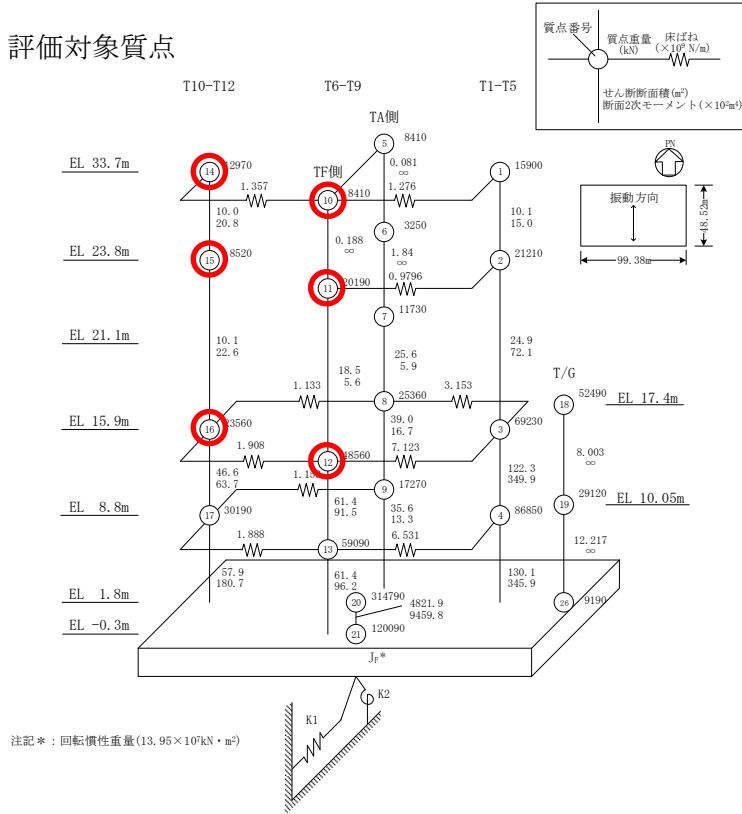
表 2-1 使用材料の物性値

コンクリートの 設計基準強度 F _c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
22.1	2.20×10 ⁴	0.2

2.3 検討用震度

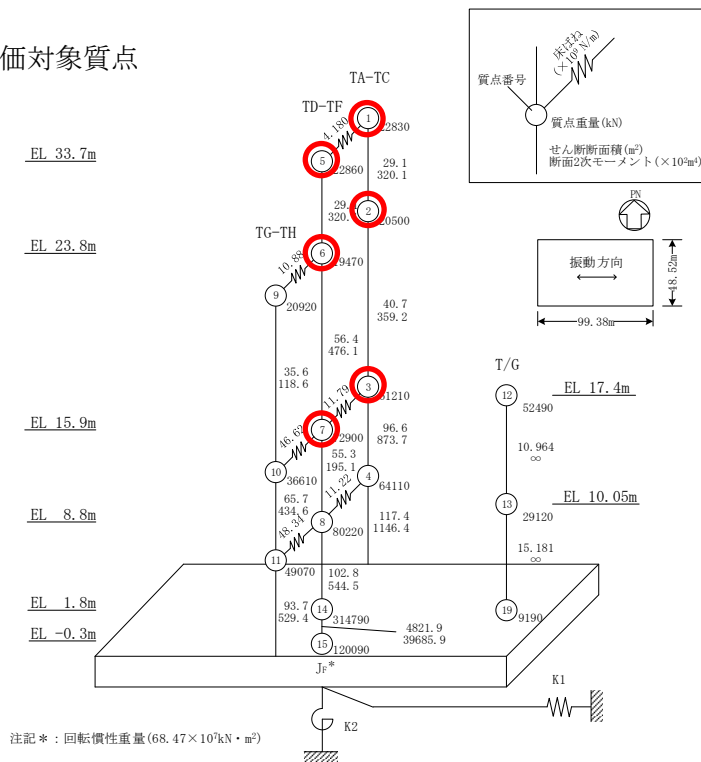
評価に用いる S_s 地震時の検討用震度は別紙 4-2 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」の地震応答解析結果における、評価対象の外壁を含む質点の面外方向の最大応答加速度により算定する。評価対象質点を図 2-3 に、最大応答加速度及び検討用震度を表 2-2 に示す。なお、評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

○ 評価対象質点



NS方向モデル (TF通り外壁評価用)

○ 評価対象質点



EW方向モデル (T12通り外壁評価用)

図 2-3 評価対象質点

表 2-2 最大応答加速度及び検討用震度

評価対象外壁	ケース	最大応答 加速度 (cm/s^2)	検討用震度
T_F 通り	S s - D, ケース 1, NS 方向	2328	2.37
T_{12} 通り	S s - D, ケース 1, EW 方向	2785	2.84

2.4 応力評価方法

評価に用いる四辺固定版の曲げモーメント及びせん断力は下式により求める。

- 短辺方向の端部曲げモーメント (M_{X1})

$$M_{X1} = -\frac{1}{12} \cdot w_X \cdot l_X^2$$

- 短辺方向の中央部曲げモーメント (M_{X2})

$$M_{X2} = \frac{1}{18} \cdot w_X \cdot l_X^2$$

- 短辺方向のせん断力 (Q_X)

$$Q_X = 0.52 \cdot w \cdot l_X$$

- 長辺方向の端部曲げモーメント (M_{Y1})

$$M_{Y1} = -\frac{1}{24} \cdot w \cdot l_X^2$$

- 長辺方向の中央部曲げモーメント (M_{Y2})

$$M_{Y2} = \frac{1}{36} \cdot w \cdot l_X^2$$

- 長辺方向のせん断力 (Q_Y)

$$Q_Y = 0.46 \cdot w \cdot l_X$$

ここで,

l_X : 短辺有効スパン (m)

l_Y : 長辺有効スパン (m)

w : 等分布荷重 (kN/m²)

$$w_X = \frac{l_Y^4}{l_X^4 + l_Y^4} \cdot w$$

2.5 断面評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる面外曲げモーメント及び面外せん断力が、次式を基に算定した許容曲げモーメント M_A 及び許容面外せん断力 Q_A を超えないことを確認する。コンクリートの短期許容応力度を表 2-3 に、鉄筋の短期許容応力度を表 2-4 に示す。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

- M_A : 許容曲げモーメント (N・mm)
- a_t : 引張鉄筋断面積 (mm²)
- f_t : 鉄筋の許容引張応力度で基準強度 F 値の 1.1 倍 (N/mm²)
- j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

- Q_A : 許容面外せん断力 (N)
- b : 断面の幅 (mm)
- j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)
- α : 許容せん断力の割り増し係数
(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

- M : 曲げモーメント (N・mm)
- Q : せん断力 (N)
- d : 断面の有効せい (mm)
- f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

表 2-3 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F _c	せん断
22.1	1.06

表 2-4 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び 圧縮
SD35 (SD345 相当)	345*

注記*：設計に用いる材料強度は「平12建告第2464号」に基づき、短期許容応力度を1.1倍して算定する。

3. 評価結果

断面の評価結果を表 3-1 に示す。オペフロ上部外壁に生じる面外曲げモーメント及び面外せん断力が、許容値を超えないことを確認した。

表 3-1 評価結果

検討外壁		T 1 2 通り	T F 通り
厚さ t (mm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>
有効せい d (mm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>
配筋 (鉄筋断面積)	縦筋	D13@200 (635 mm ² /m)	D13@200 (635 mm ² /m)
	横筋	D13@200 (635 mm ² /m)	D13@200 (635 mm ² /m)
面外曲げモーメント	方向	短辺方向	短辺方向
	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	29.3	40.3
	許容曲げモーメント M _A (kN・m/m)	52.7	52.7
	検定値	0.56	0.77
面外せん断力	方向	短辺方向	短辺方向
	発生せん断力 Q (kN/m)	61.6	51.5
	許容面外せん断力 Q _A (kN/m)	320.3	232.1
	検定値	0.20	0.23
判定		可	可

補足-025-15 1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-3「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙3 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析結果

別紙4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙5 地震応答解析モデルの選定プロセス

別紙6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

別紙7 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の影響について

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

1. 概要 別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法 別紙 1-2

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル及び手法を表2-1に示す。また、地震応答解析モデルを図2-1に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

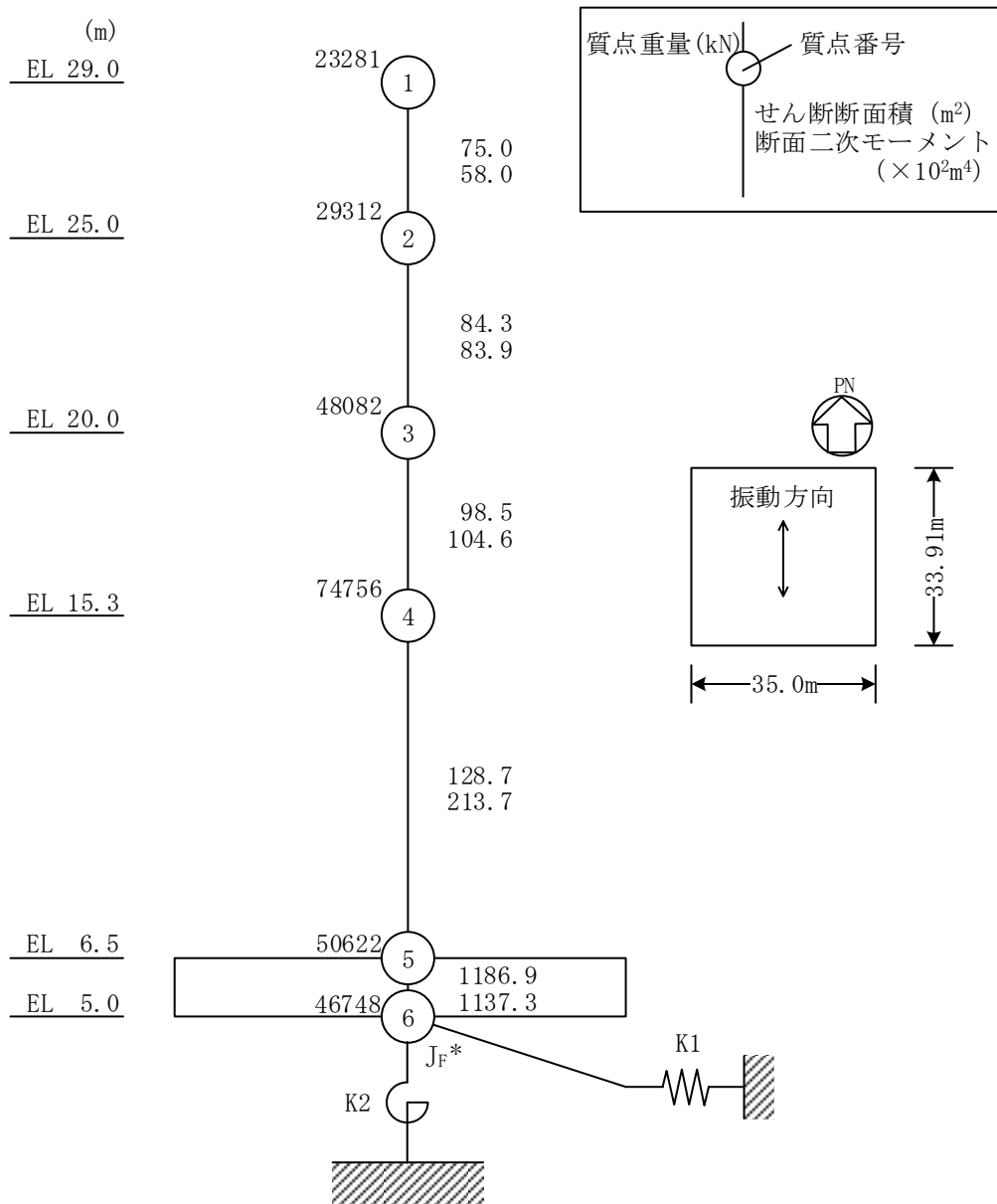
項目	内容	既工認*1	今回工認	備考
入力地震動の算定法		—	一次元波動論により算定	—
解析コード		—	NUPP4	—
建物のモデル化	モデル	—	・水平：1軸多質点系モデル	—
	材料物性	—	RC規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 $E = 2.20 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$	①
	剛性評価	—	耐震壁を考慮	—
	減衰定数	—	・水平方向：RC：5%	—
地盤のモデル化	底面ばね	—	振動アドミッタンス理論に基づく近似法 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	②
	側面ばね	—	・水平方向：考慮せず	—
非線形特性	耐震壁	—	・水平方向：考慮	②，③
	底面ばね	—	・水平方向：考慮せず*2	

注記*1：既工認なし。

*2：基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が，付着力試験に基づき設定した値を超えないことを確認することで非線形特性を考慮しない。
(別紙 6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」を参照)

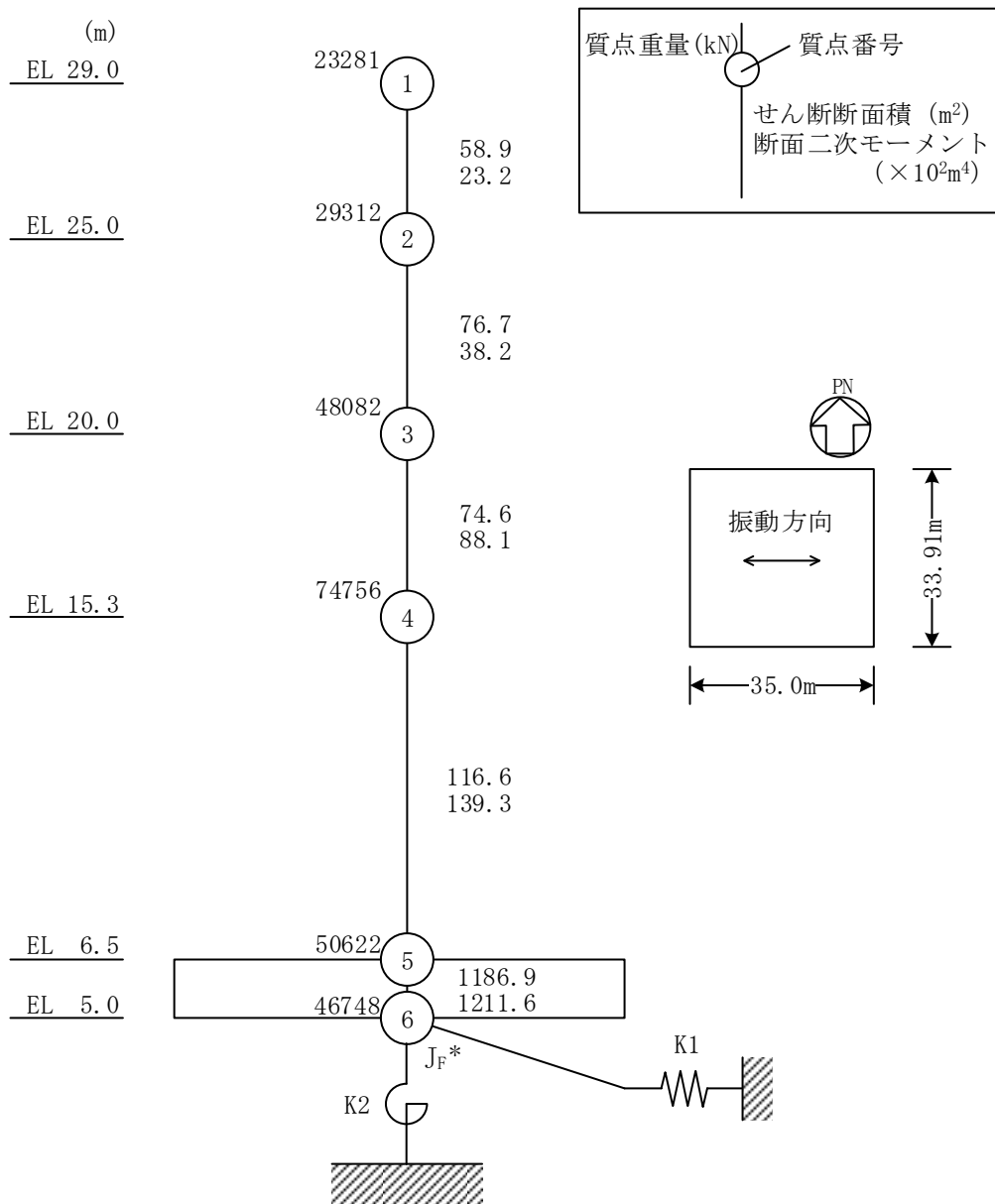
【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会，1999 改定)に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙 2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。



注記* : 回転慣性重量 (28.31 × 10⁶ kN · m²)

図 2-1(1) 地震応答解析モデル (N S 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

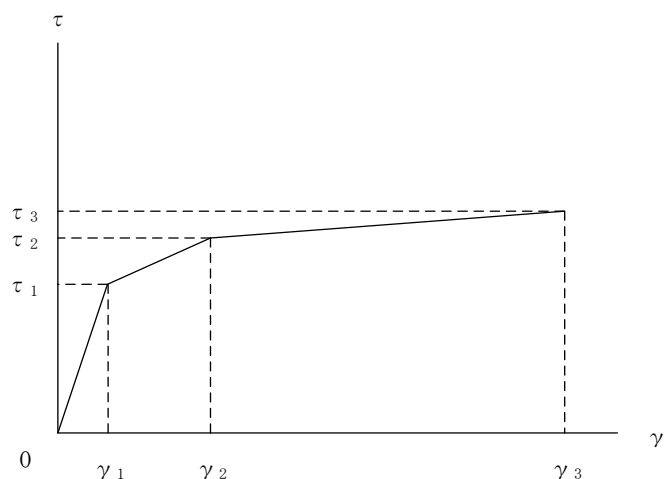
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-13

1. 概要

1号機廃棄物処理建物については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}} \right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD} \right) \sqrt{F c}$$

ただし、 $M/(QD) > 1$ のとき $M/(QD) = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot {}_s\sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

σ_v, σ_H : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

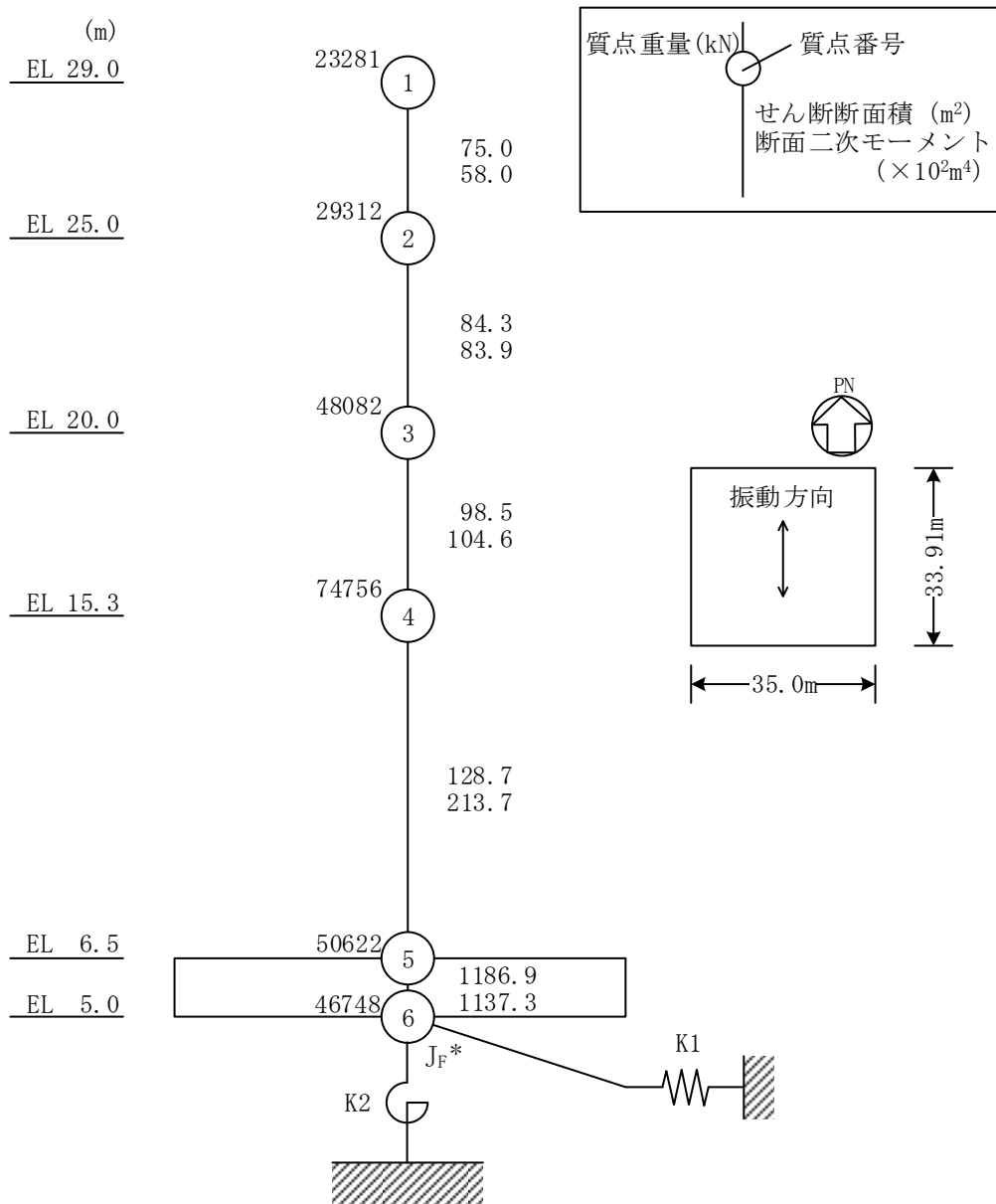
${}_s\sigma_y$: 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M/(QD)$: シアスパン比

3. せん断スケルトン曲線の設定について

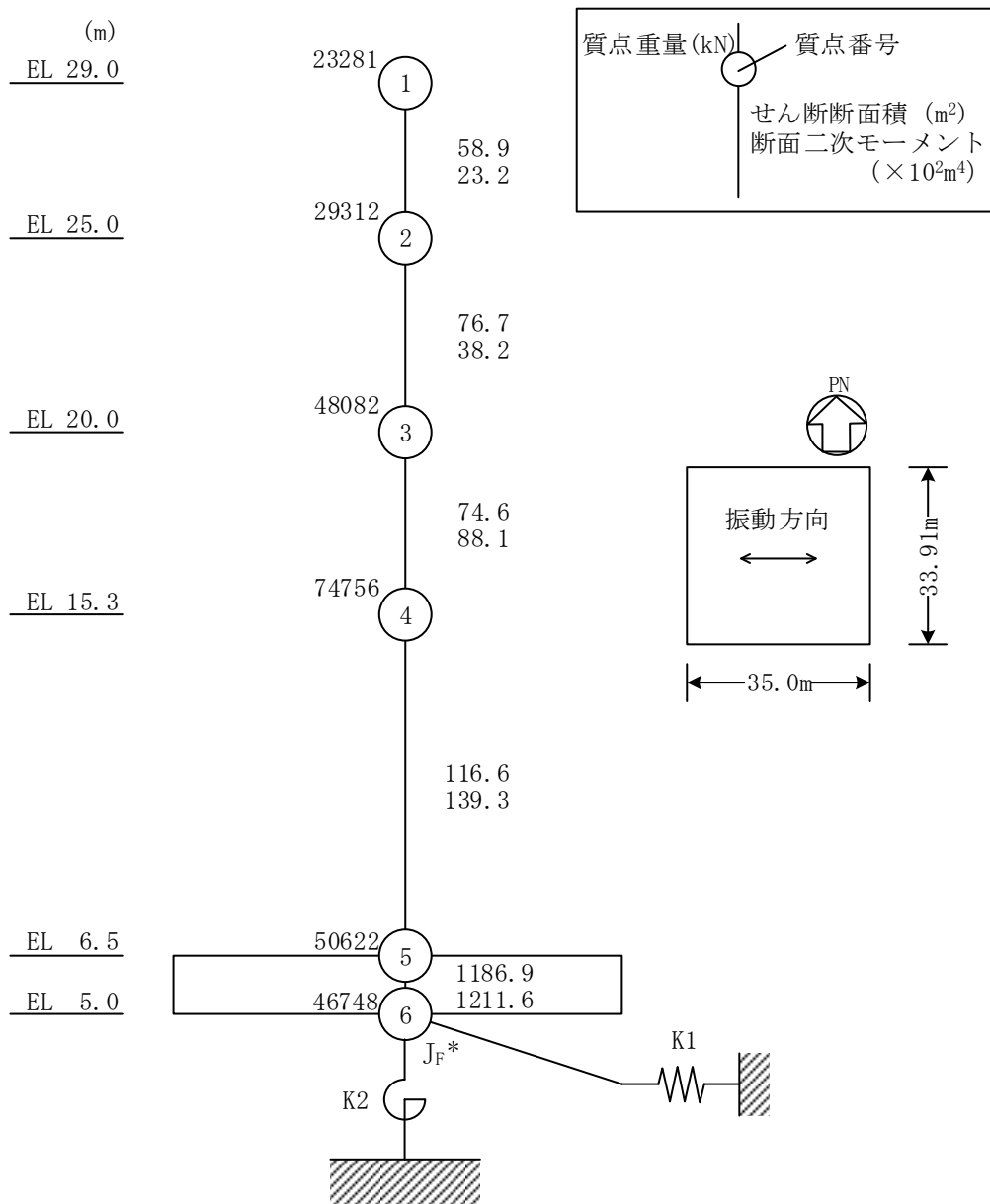
3.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に示す。



注記* : 回転慣性重量 ($28.31 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 (30.02 × 10⁶ kN · m²)

図 3-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる 1 号機廃棄物処理建物の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値（コンクリート）

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート： Fc=22.1 (N/mm ²) (Fc=225 (kgf/cm ²))	2.20×10 ⁴	9.18×10 ³	5

表 3-2 使用材料の物性値（鉄筋）

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋：SD35 (SD345 相当*)	345

注記*：建設当時の鉄筋の種類は SD35 であるが、現在の規格 (SD345) に読み替えた降伏応力度を示す。

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	22.1	9.18	75.0	0.20	1.34	0.146
25.0~20.0	22.1	9.18	84.3	0.37	1.36	0.149
20.0~15.3	22.1	9.18	98.5	0.58	1.76	0.191
15.3~6.5	22.1	9.18	128.7	0.72	1.75	0.191

表3-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (EW方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	22.1	9.18	58.9	0.20	1.44	0.157
25.0~20.0	22.1	9.18	76.7	0.37	1.63	0.178
20.0~15.3	22.1	9.18	74.6	0.58	1.81	0.197
15.3~6.5	22.1	9.18	116.6	0.72	2.03	0.222

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.81	0.508
25.0~20.0	1.84	0.533
20.0~15.3	2.37	0.563
15.3~6.5	2.36	0.581

表3-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (EW方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.94	0.506
25.0~20.0	2.21	0.533
20.0~15.3	2.44	0.563
15.3~6.5	2.75	0.581

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。 σ_H は安全側に 0.0 としている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (NS 方向)

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	w4' (wC'-wE)	0.00301	0.00301	0.20	0.240	3.74	4.00
	w3 (wA-wE)	0.00355	0.00355		0.240		
	w2 (wA-wC)	0.00287	0.00287		0.240		
	w1 (wA-wE)	0.00398	0.00398		0.240		
25.0~20.0	w4' (wC-wE)	0.00314	0.00314	0.37	0.240	3.59	4.00
	w3 (wA-wE)	0.00338	0.00338		0.269		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.240		
	w1 (wA-wE)	0.00398	0.00398		0.346		
20.0~15.3	w5 (wA-wE)	0.00313	0.00313	0.58	0.350	4.24	4.00
	w4 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.240		
	w3 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.258		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.300		
	w1 (wA-wE)	0.00297	0.00297		0.462		
15.3~6.5	w5 (wA-wE)	0.00287	0.00287	0.72	0.521	3.77	4.00
	w4 (wA'-wE)	0.00297	0.00297		0.429		
	w3 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.355		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.480		
	w1 (wA-wE)	0.00296	0.00296		0.629		

表 3-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	$\#A(\#3-\#1)$	0.00398	0.00398	0.20	0.305	3.95	4.00
	$\#B(\#3-\#2)$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#2-\#1)$	0.00276	0.00276		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#E(\#4'-\#1)$	0.00300	0.00300		0.240		
25.0~20.0	$\#A(\#3-\#1)$	0.00314	0.00314	0.37	0.414	4.09	4.00
	$\#B(\#3-\#1)$	0.00311	0.00311		0.240		
	$\#C(\#4'-\#3)$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#2-\#1)$	0.00276	0.00276		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00302	0.00302		0.482		
20.0~15.3	$\#A(\#5-\#1)$	0.00398	0.00398	0.58	0.443	4.36	4.00
	$\#B(\#5-\#4)$	0.00423	0.00423		0.240		
	$\#B(\#3-\#2)$	0.00423	0.00423		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#2'-\#1)$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#2'-\#1)$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00338	0.00338		0.507		
15.3~6.5	$\#A(\#5-\#1)$	0.00287	0.00287	0.72	0.759	4.36	4.00
	$\#B(\#5-\#4')$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#B(\#4'-\#1')$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.263		
	$\#C(\#3-\#1')$	0.00305	0.00305		0.240		
	$\#C'(\#3-\#1')$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.266		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00287	0.00287		0.721		

4. まとめ

1号機廃棄物処理建物におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表4-1及び表4-2に示す。

表4-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.34	1.81	3.74	0.146	0.508	4.00
25.0~20.0	1.36	1.84	3.59	0.149	0.533	4.00
20.0~15.3	1.76	2.37	4.24	0.191	0.563	4.00
15.3~6.5	1.75	2.36	3.77	0.191	0.581	4.00

表4-2 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.44	1.94	3.95	0.157	0.506	4.00
25.0~20.0	1.63	2.21	4.09	0.178	0.533	4.00
20.0~15.3	1.81	2.44	4.36	0.197	0.563	4.00
15.3~6.5	2.03	2.75	4.36	0.222	0.581	4.00

別紙 3 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-5

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動S_sに基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.107	9.31	1.454	建物—地盤連成 1 次
2	0.040	24.77	-0.662	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.116	8.60	1.476	建物—地盤連成 1 次
2	0.044	22.75	-0.687	

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

固有周期 0.107 s
固有振動数 9.31 Hz
刺激係数 1.454

固有周期 0.040 s
固有振動数 24.77 Hz
刺激係数 -0.662

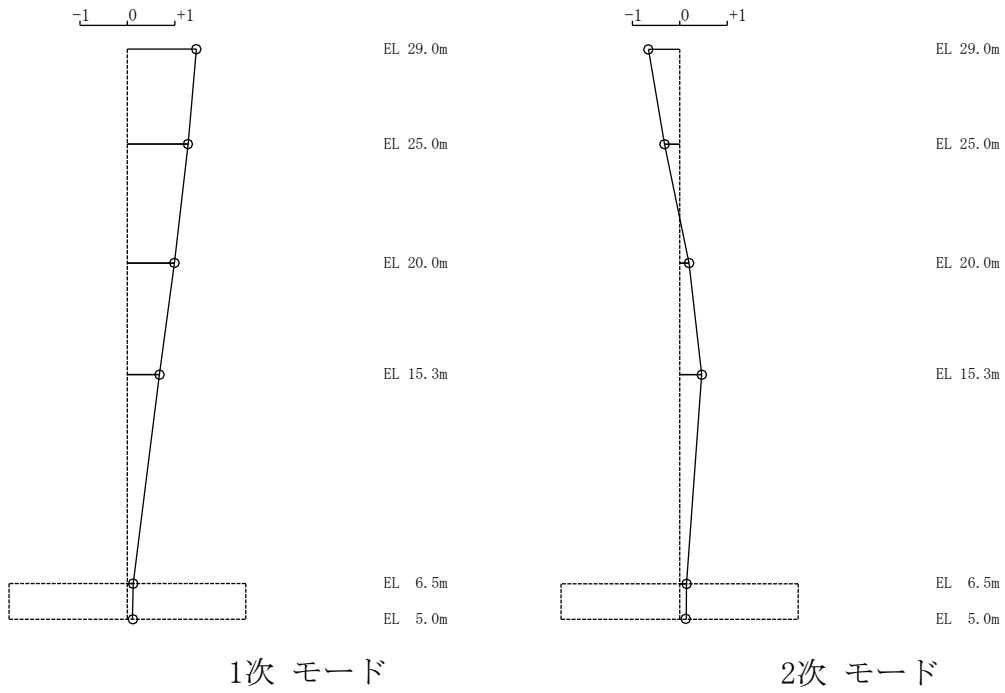


図 2-1 刺激関数図 (N S 方向)

固有周期 0.116 s
固有振動数 8.60 Hz
刺激係数 1.476

固有周期 0.044 s
固有振動数 22.75 Hz
刺激係数 -0.687

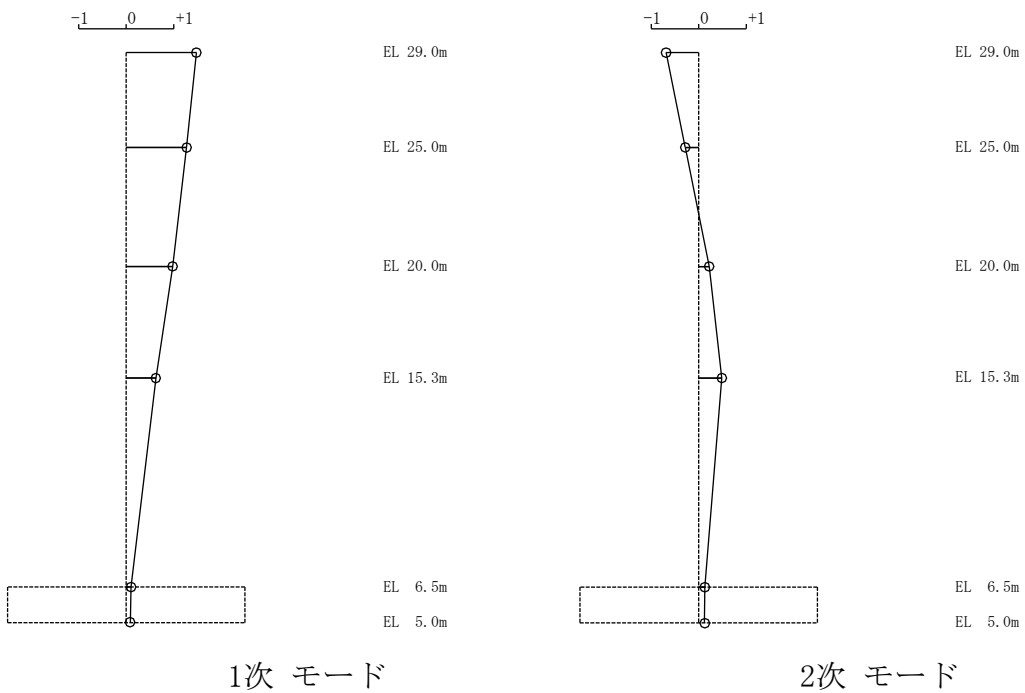


図 2-2 刺激関数図 (E W 方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。また、接地率を表 3-11 に示す。

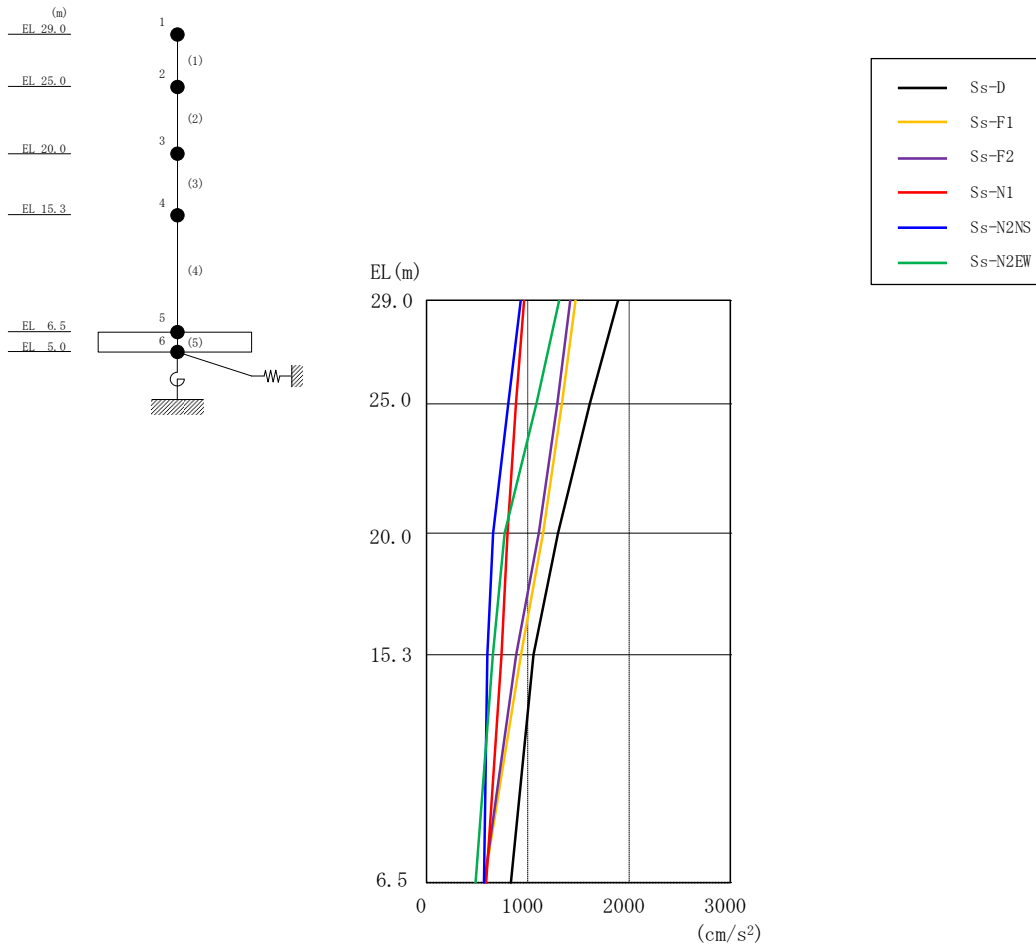


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1892	1471	1419	963	930	1310	1892
25.0	2	1611	1336	1290	883	808	1084	1611
20.0	3	1299	1151	1109	800	658	772	1299
15.3	4	1057	934	886	741	602	655	1057
6.5	5	832	571	571	589	567	485	832

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

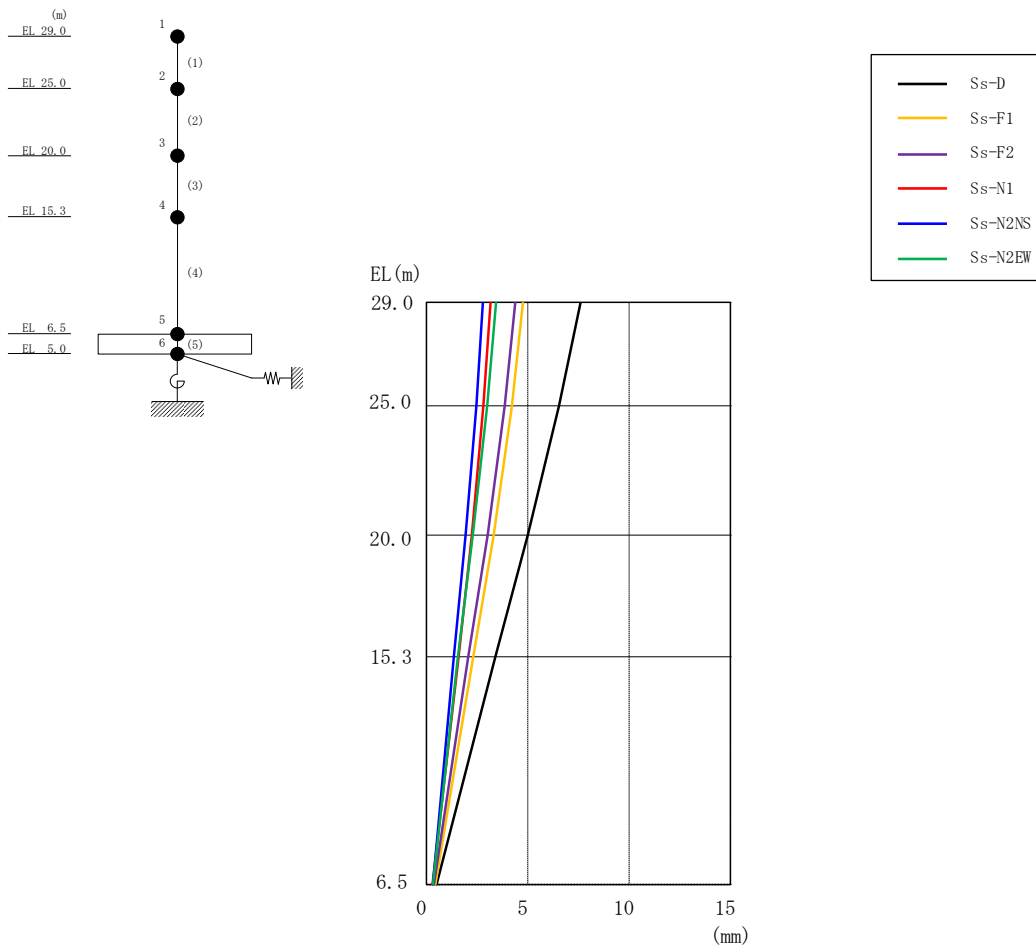


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	7.61	4.77	4.39	3.16	2.78	3.43	7.61
25.0	2	6.54	4.21	3.87	2.81	2.46	3.00	6.54
20.0	3	5.00	3.32	3.02	2.24	1.93	2.29	5.00
15.3	4	3.39	2.31	2.06	1.59	1.35	1.55	3.39
6.5	5	0.49	0.44	0.37	0.29	0.32	0.32	0.49

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

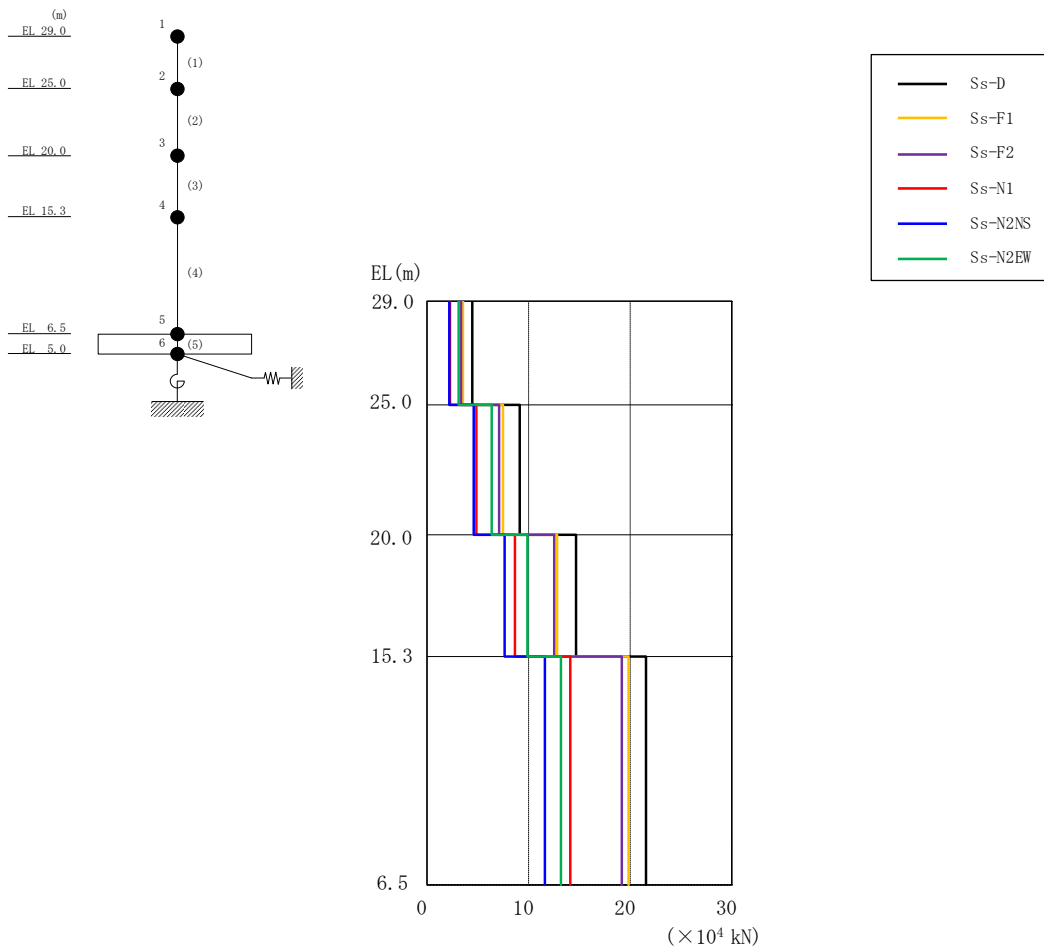


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
29.0~25.0	1	4.45	3.53	3.35	2.26	2.19	3.12	4.45
25.0~20.0	2	9.13	7.48	7.11	4.87	4.60	6.36	9.13
20.0~15.3	3	14.7	12.8	12.5	8.66	7.65	9.89	14.7
15.3~6.5	4	21.6	19.8	19.2	14.1	11.6	13.2	21.6

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

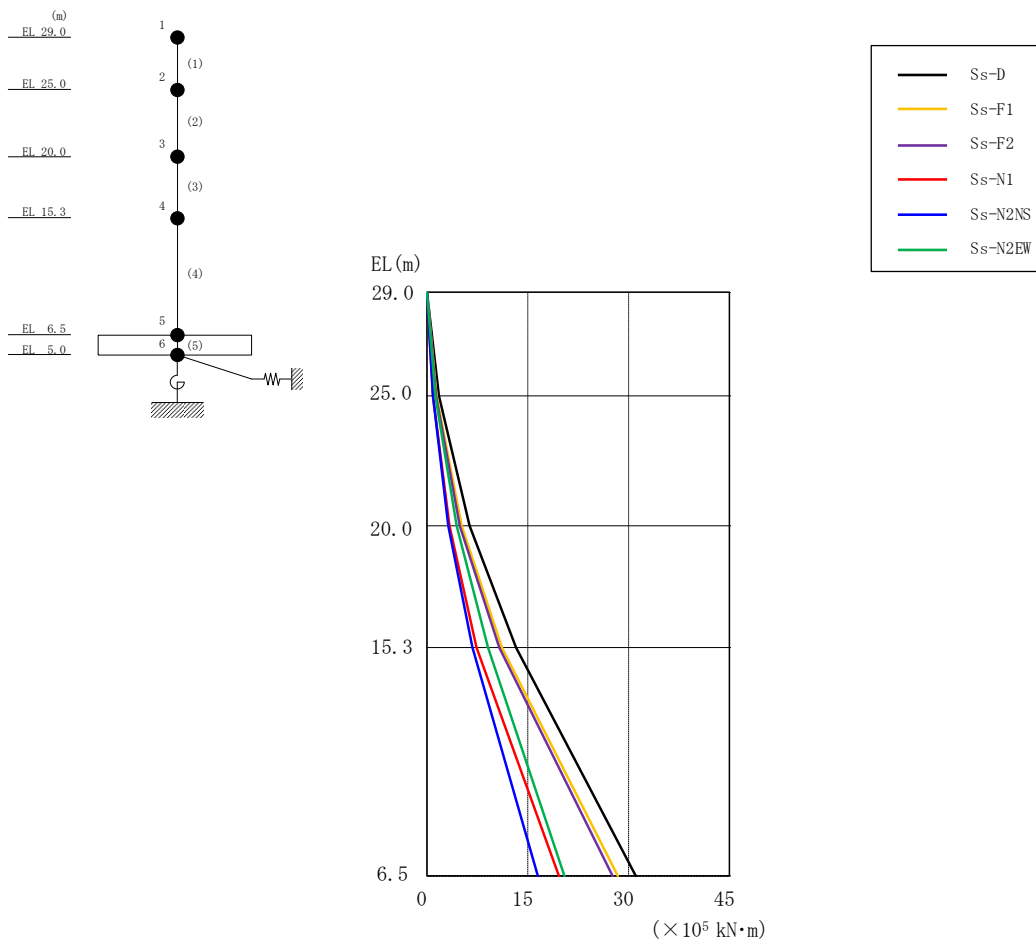


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

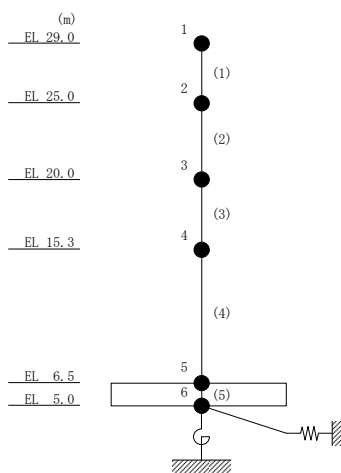
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
25.0~20.0	2	1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
		6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
20.0~15.3	3	6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
		13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
15.3~6.5	4	13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
		31.1	28.4	27.6	19.6	16.5	20.4	31.1

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.09	0.06	0.06	0.08	0.12
20.0~15.3	3	0.16	0.14	0.14	0.10	0.08	0.11	0.16
15.3~6.5	4	0.18	0.17	0.16	0.12	0.10	0.11	0.18

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



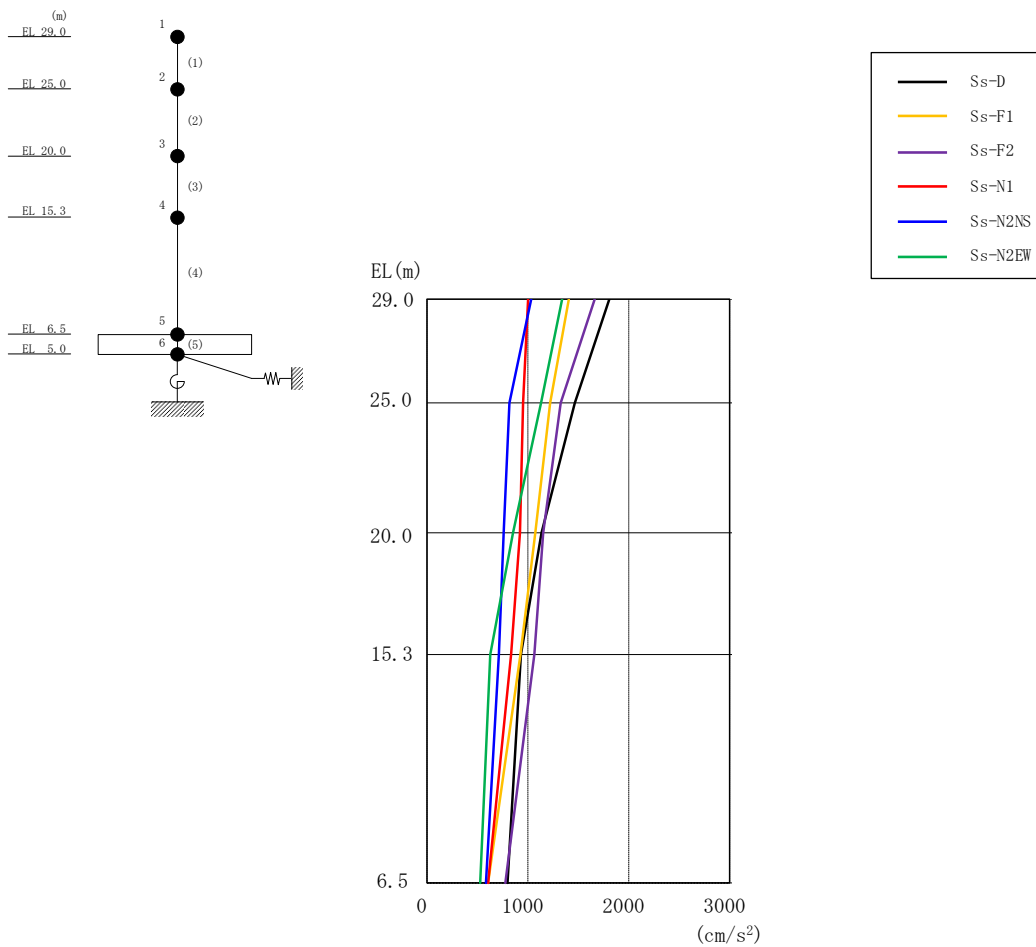


図 3-5 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，EW方向）

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1806	1407	1662	1001	1032	1339	1806
25.0	2	1466	1222	1325	952	816	1130	1466
20.0	3	1135	1074	1152	922	760	852	1152
15.3	4	932	926	1064	835	713	626	1064
6.5	5	798	606	776	606	583	526	798

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

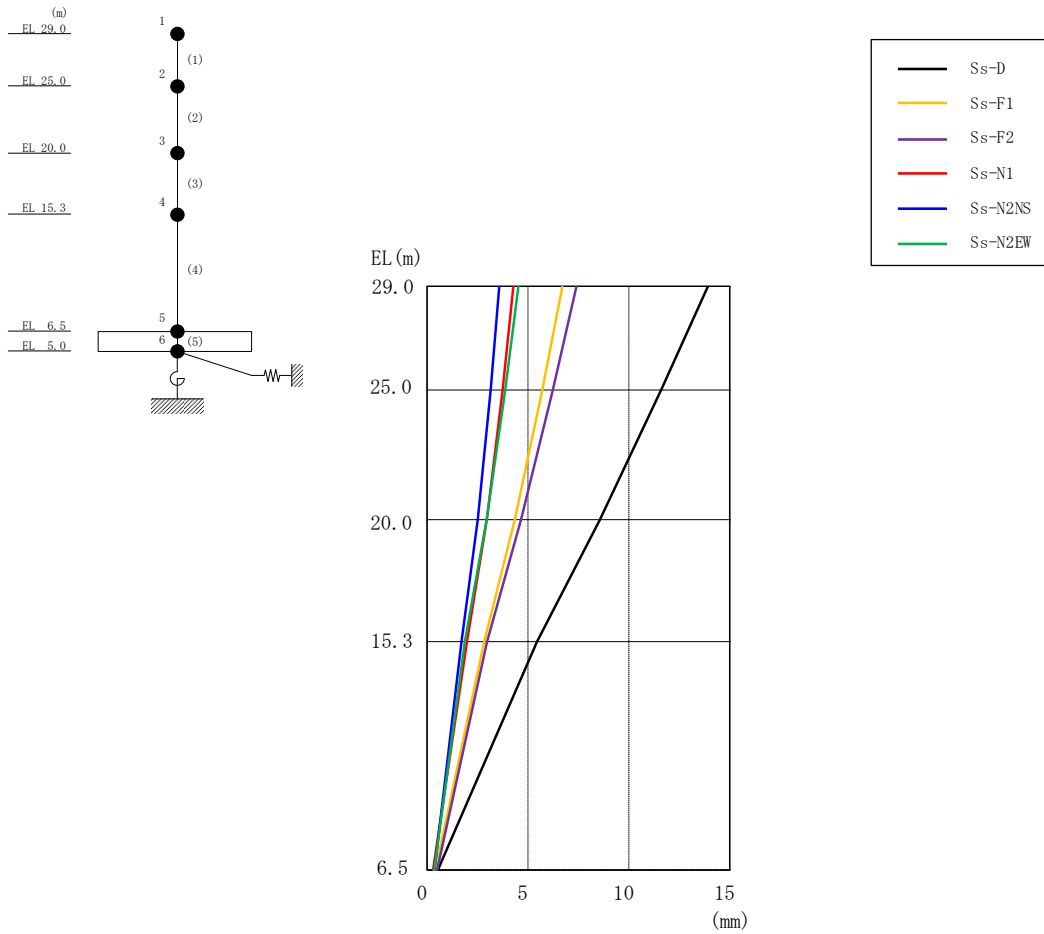


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	13.92	6.71	7.41	4.28	3.58	4.52	13.92
25.0	2	11.60	5.71	6.23	3.74	3.15	3.87	11.60
20.0	3	8.57	4.35	4.66	2.96	2.51	2.95	8.57
15.3	4	5.45	2.83	2.97	1.98	1.71	1.87	5.45
6.5	5	0.54	0.42	0.49	0.30	0.36	0.36	0.54

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

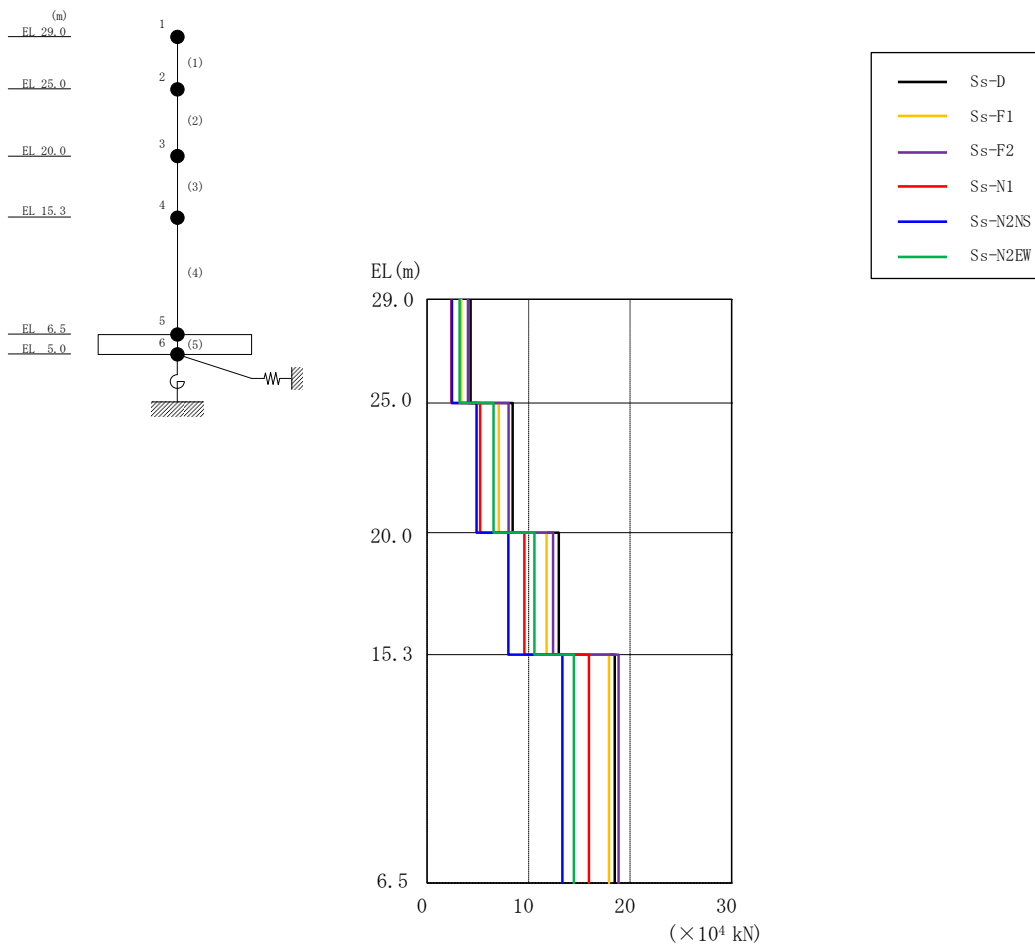


図 3-7 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，EW方向）

表 3-8 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.28	3.37	4.02	2.40	2.44	3.19	4.28
25.0~20.0	2	8.43	7.06	8.03	5.22	4.86	6.53	8.43
20.0~15.3	3	13.0	11.8	12.4	9.57	8.00	10.6	13.0
15.3~6.5	4	18.5	17.9	18.9	15.9	13.3	14.5	18.9

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

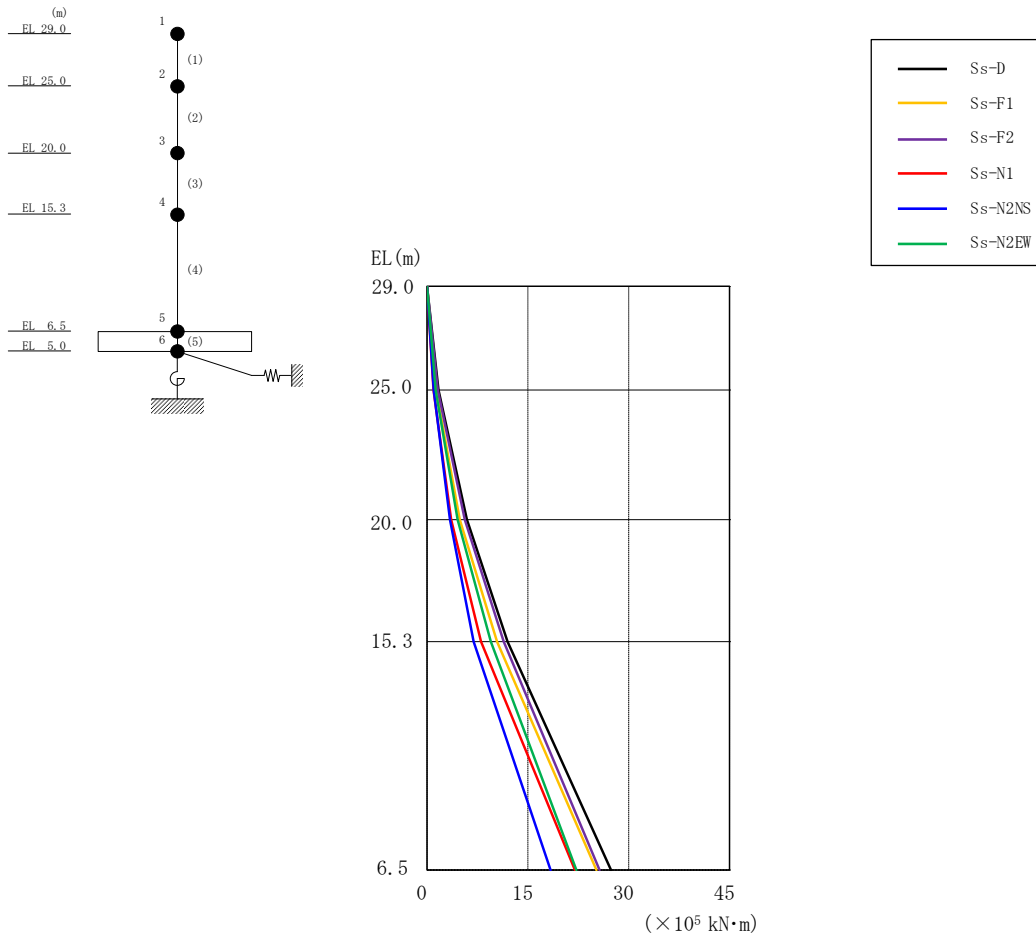


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW方向)

表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
25.0~20.0	2	1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
		5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
20.0~15.3	3	5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
		12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
15.3~6.5	4	12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
		27.4	25.2	25.7	22.0	18.4	22.2	27.4

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.08	0.06	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.11	0.07	0.07	0.09	0.12
20.0~15.3	3	0.19	0.17	0.18	0.14	0.12	0.15	0.19
15.3~6.5	4	0.17	0.17	0.18	0.15	0.12	0.13	0.18

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

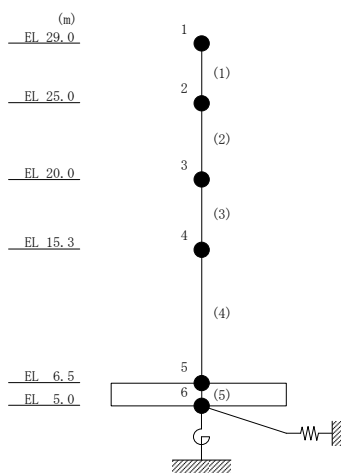


表 3-11 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F1$	0.728	3.34	100
$S_s - F2$	0.710	3.22	100
$S_s - N1$	0.568	2.27	100
$S_s - N2NS$	0.515	1.91	100
$S_s - N2EW$	0.584	2.37	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F1$	0.658	2.95	100
$S_s - F2$	0.673	3.06	100
$S_s - N1$	0.597	2.54	100
$S_s - N2NS$	0.534	2.10	100
$S_s - N2EW$	0.604	2.59	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.2 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-7
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-8
4.1 検討概要	別紙 4-8
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-13
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-13
4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-16
4.3 まとめ	別紙 4-18

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物への入力地震動の特性が変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、1号機廃棄物処理建物の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

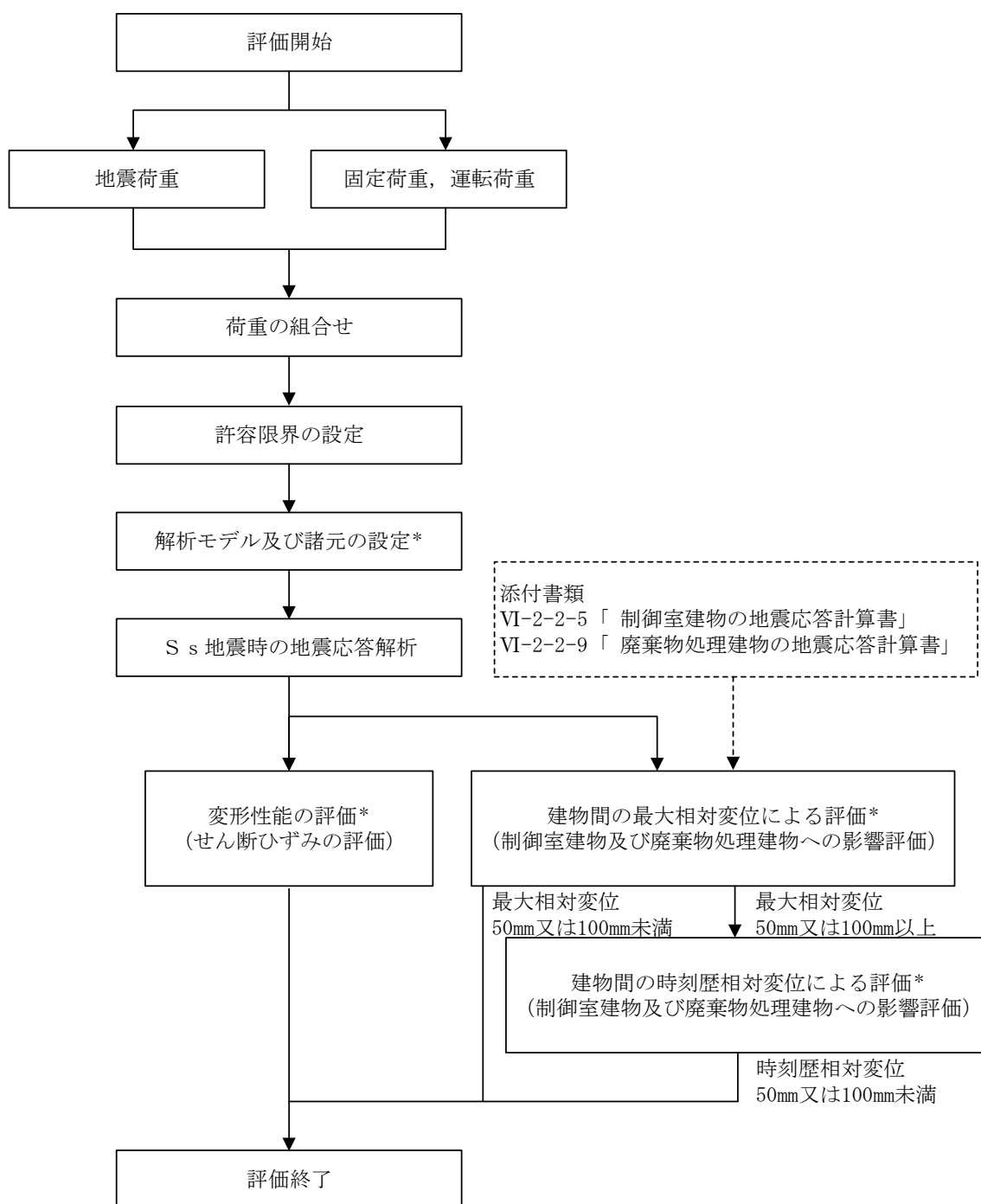
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、1号機廃棄物処理建物を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、1号機廃棄物処理建物の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づくS波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤のS波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期のS波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮したS波速度を表3-1に示す。

なお、波及的影響においては水平応答を評価するため、P波速度の不確かさの影響は考慮しない。

表 3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度

層番号	地盤のS波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
表層①-1	127	153	102
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

3.2.2 積雪荷重との組合せの設定

地震荷重と組み合わせる積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出する。

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

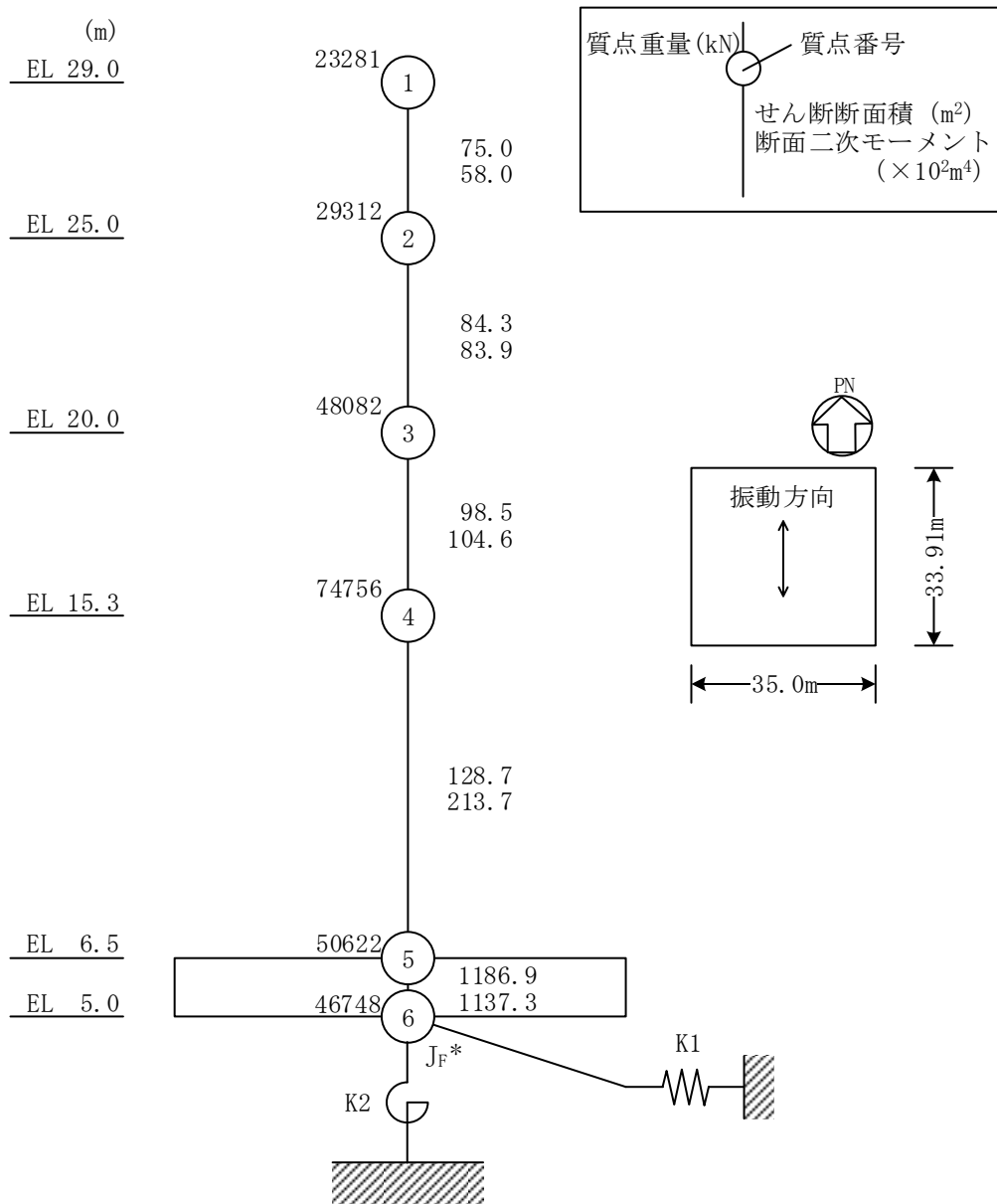
地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。また、積雪ケースによる建物応答への影響についても確認する。

検討ケースを表 4-1 に、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

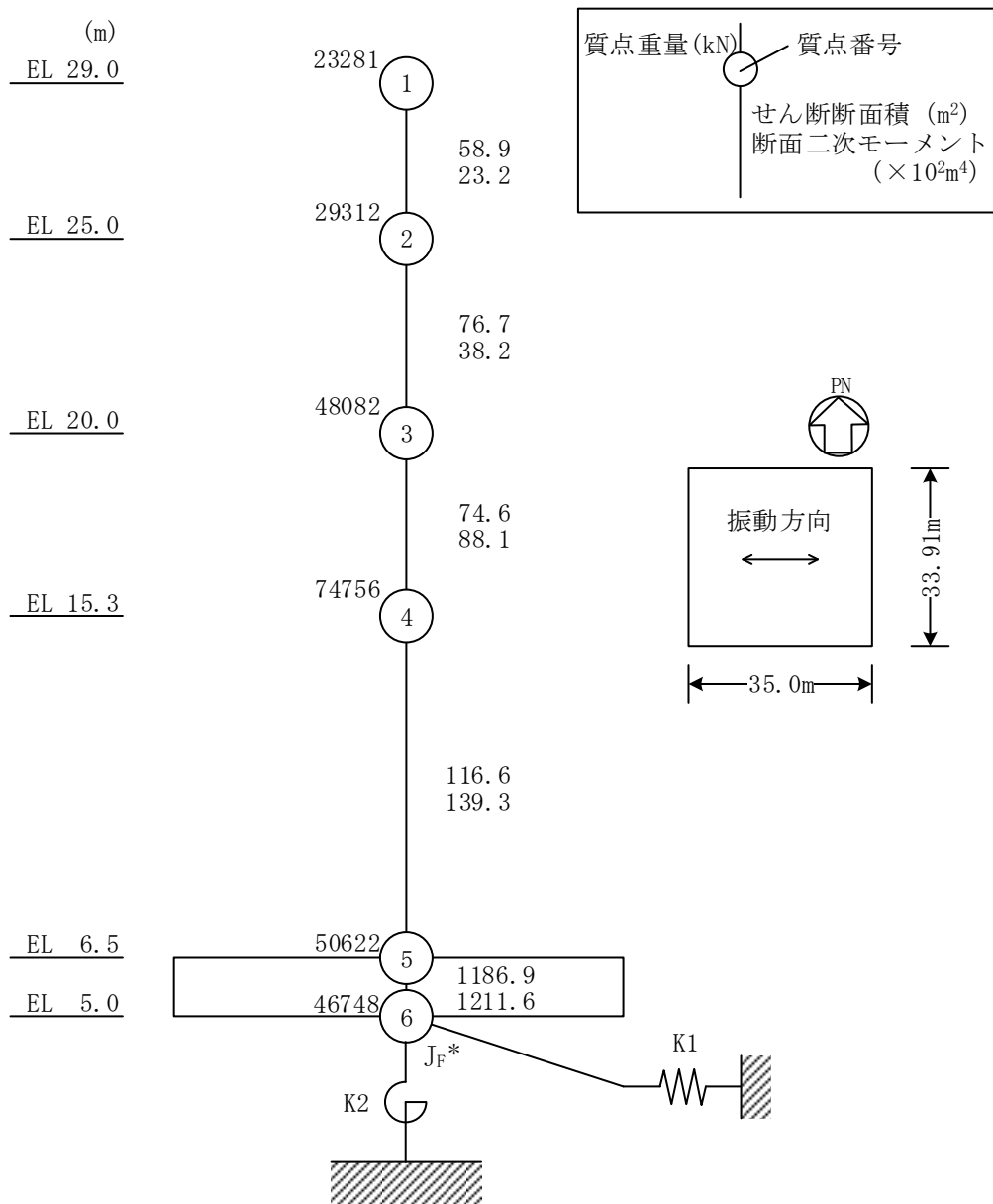
検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%) *	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%) *	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮

注記* : VI-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s の不確かさを設定する。



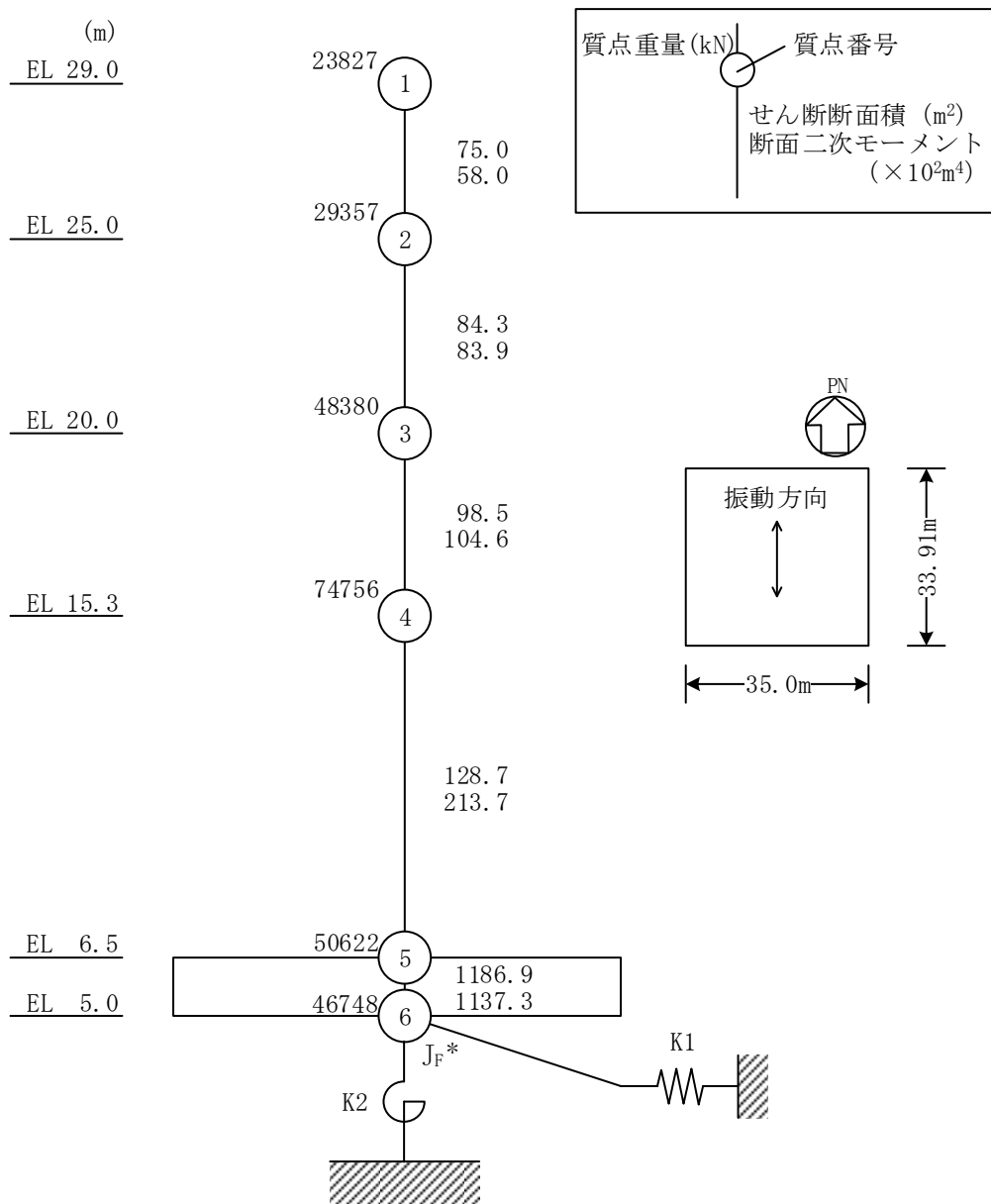
注記* : 回転慣性重量 ($28.31 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-1(1) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース1~ケース3)
(NS方向)



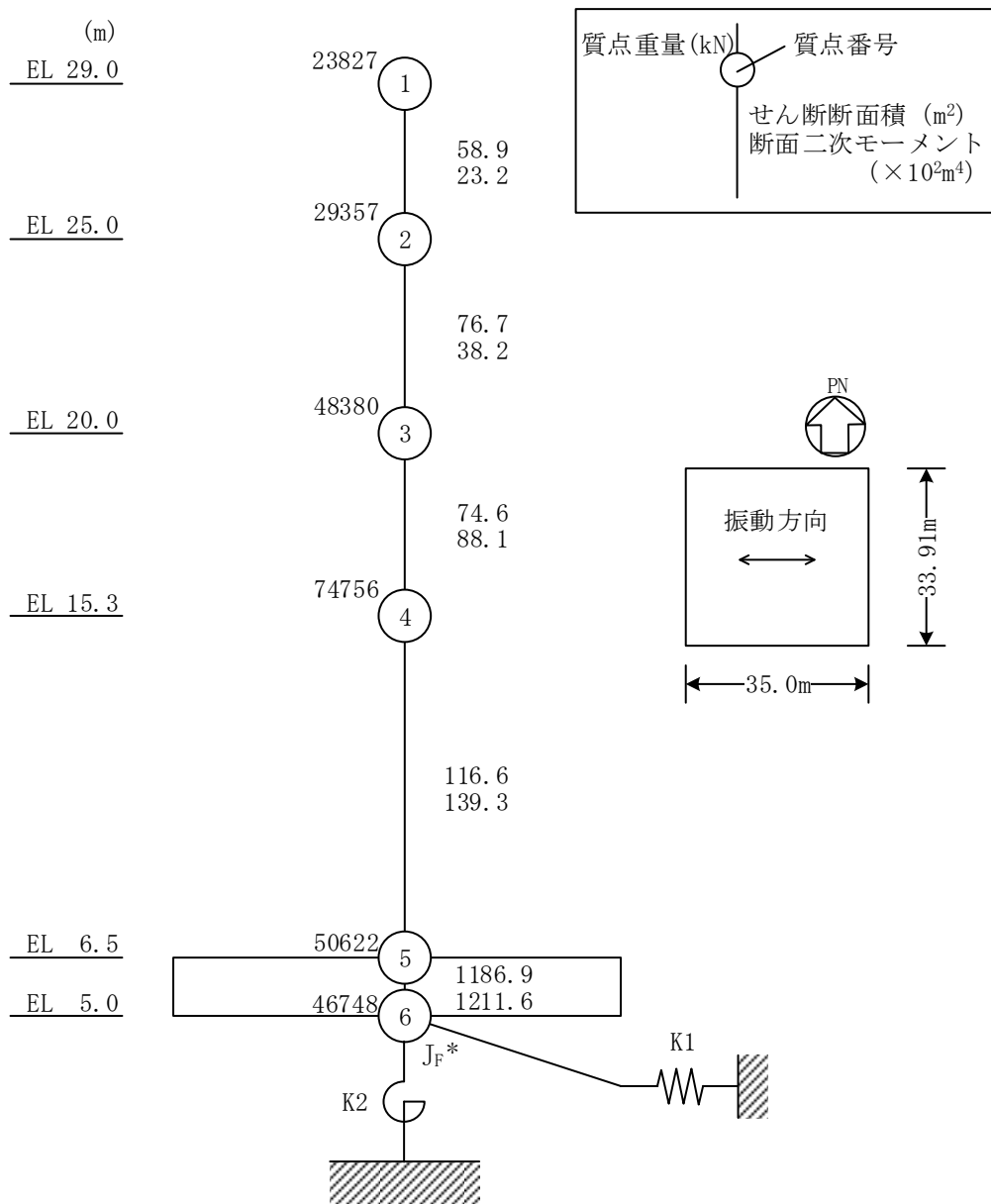
注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-1(2) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース1~ケース3)
(EW方向)



注記* : 回転慣性重量 (28.40 × 10⁶ kN · m²)

図 4-2(1) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース4)
(NS方向)



注記* : 回転慣性重量 ($30.11 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-2(2) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース 4)
(EW方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース 2 及びケース 3）と基本ケース（ケース 1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2、刺激関数図を図 4-3～図 4-6 に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、-2%～+2%程度である。

表 4-2 固有値解析結果の比較（ケース 1～ケース 3）

(a) N S 方向

(単位：Hz)

次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	9.31	9.48 (1.02)	9.10 (0.98)
2	24.77	25.05 (1.01)	24.34 (0.98)

(b) E W 方向

(単位：Hz)

次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	8.60	8.72 (1.01)	8.44 (0.98)
2	22.75	22.99 (1.01)	22.42 (0.99)

注：() 内は基本ケース（ケース 1）に対する比率

固有周期 0.106 s
固有振動数 9.48 Hz
刺激係数 1.450

固有周期 0.040 s
固有振動数 25.05 Hz
刺激係数 -0.633

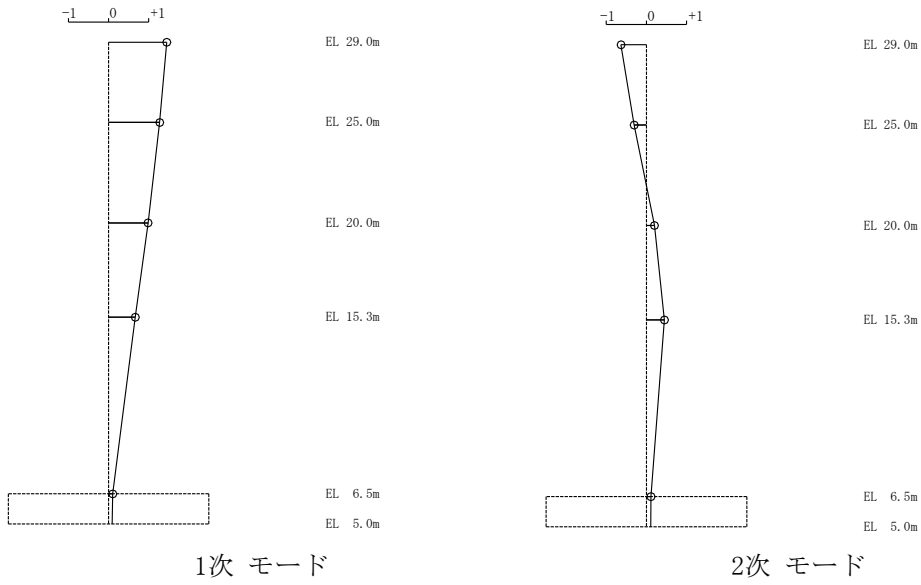


図 4-3 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向)

固有周期 0.115 s
固有振動数 8.72 Hz
刺激係数 1.472

固有周期 0.043 s
固有振動数 22.99 Hz
刺激係数 -0.663

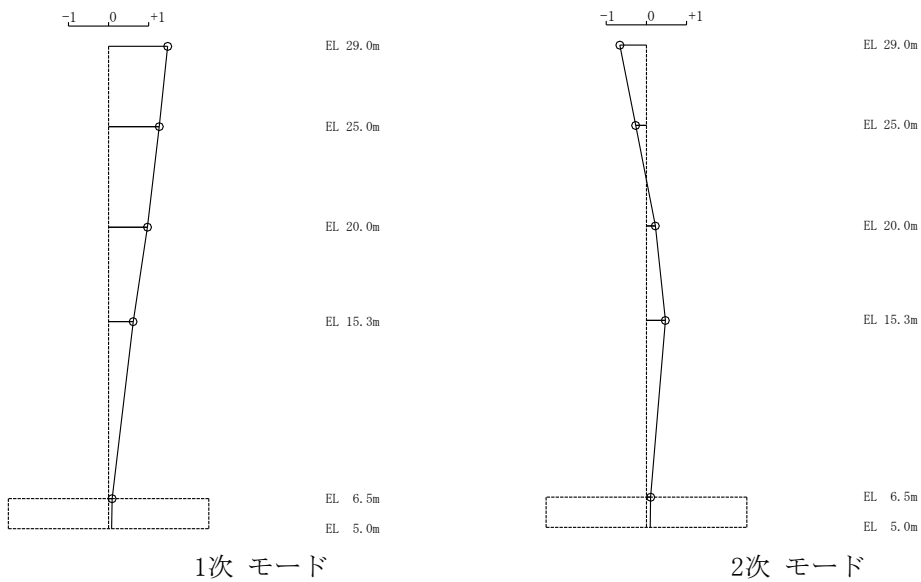


図 4-4 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向)

固有周期 0.110 s
固有振動数 9.10 Hz
刺激係数 1.457

固有周期 0.041 s
固有振動数 24.34 Hz
刺激係数 -0.695

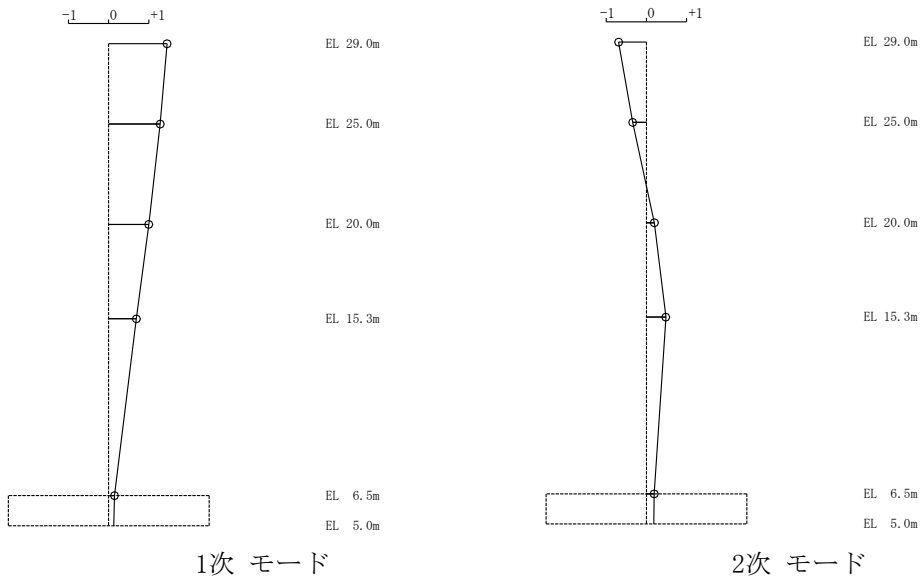


図4-5 刺激関数図(ケース3)(NS方向)

固有周期 0.119 s
固有振動数 8.44 Hz
刺激係数 1.479

固有周期 0.045 s
固有振動数 22.42 Hz
刺激係数 -0.717

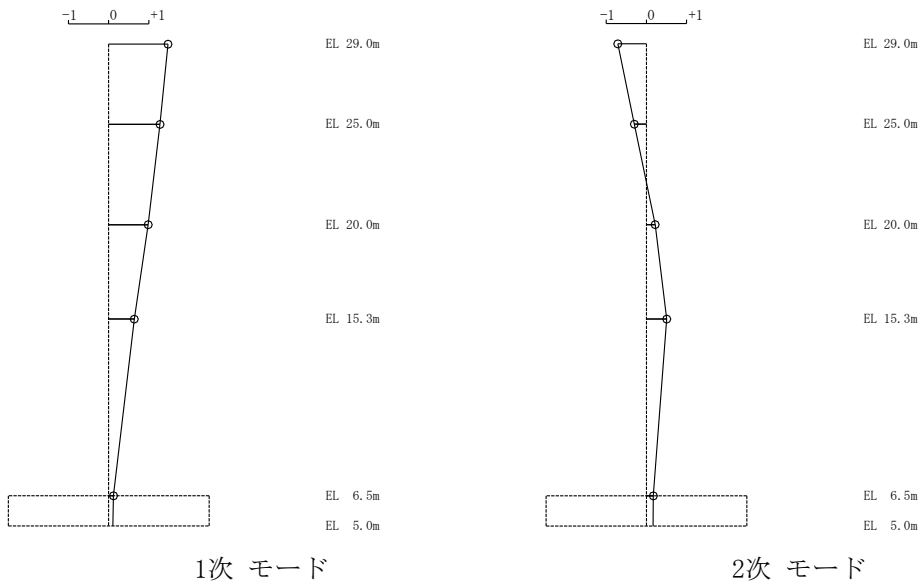


図4-6 刺激関数図(ケース3)(EW方向)

4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施し、積雪ケース（ケース4）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-3、刺激関数図を図4-7及び図4-8に示す。

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、1%未満である。

表4-3 固有値解析結果の比較（ケース1及びケース4）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	9.31	9.27 (1.00)
2	24.77	24.67 (1.00)

(b) EW方向

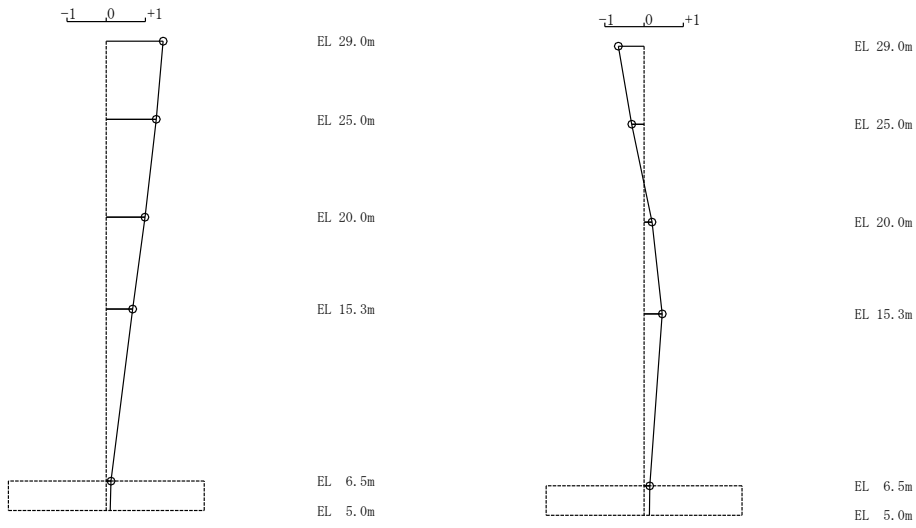
(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	8.60	8.56 (1.00)
2	22.75	22.66 (1.00)

注：() 内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.108 s
固有振動数 9.27 Hz
刺激係数 1.452

固有周期 0.041 s
固有振動数 24.67 Hz
刺激係数 -0.658



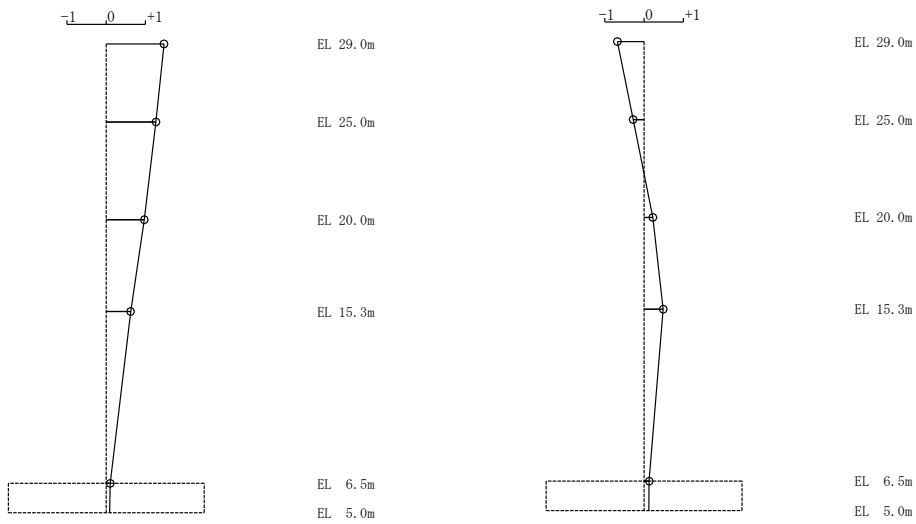
1次モード

2次モード

図4-7 刺激関数図 (ケース4) (NS方向)

固有周期 0.117 s
固有振動数 8.56 Hz
刺激係数 1.474

固有周期 0.044 s
固有振動数 22.66 Hz
刺激係数 -0.683



1次モード

2次モード

図4-8 刺激関数図 (ケース4) (EW方向)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性+ σ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや大きくなる傾向であり、最大で2%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性- σ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で2%小さくなった。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合、固有振動数に大きな変化はなく、1%未満となった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-14

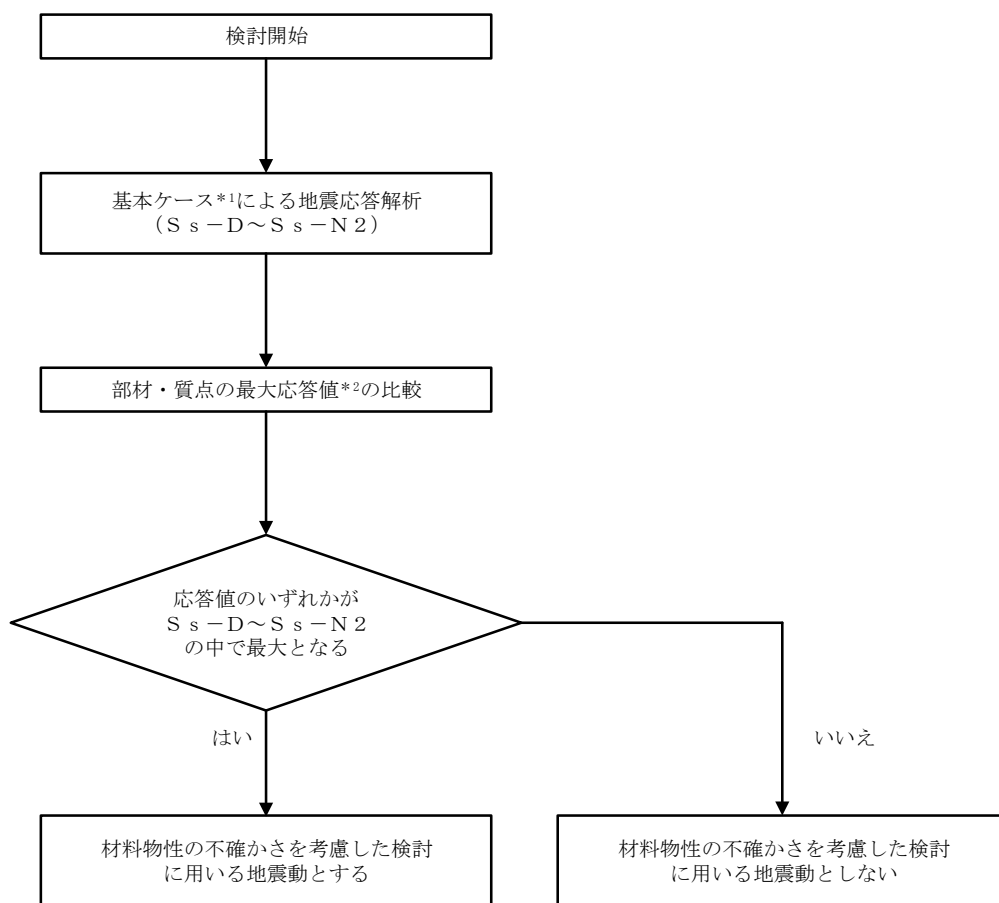
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

1号機廃棄物処理建物における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。1号機廃棄物処理建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1～表3-10に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 及び S_s-F2 については、応答値のいずれかが $S_s-D \sim S_s-N2$ の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1892	1471	1419	963	930	1310	1892
25.0	2	1611	1336	1290	883	808	1084	1611
20.0	3	1299	1151	1109	800	658	772	1299
15.3	4	1057	934	886	741	602	655	1057
6.5	5	832	571	571	589	567	485	832

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

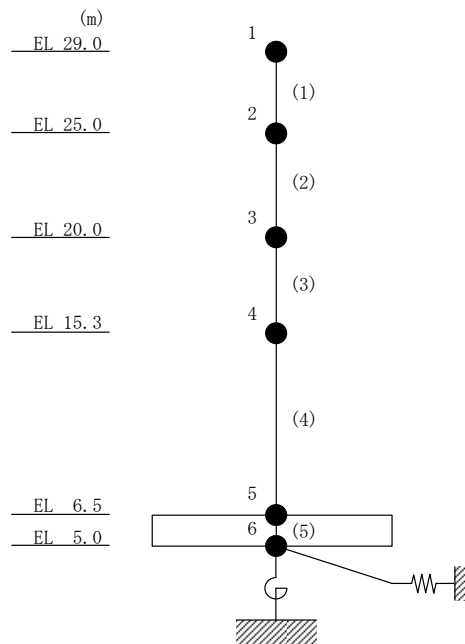


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	7.61	4.77	4.39	3.16	2.78	3.43	7.61
25.0	2	6.54	4.21	3.87	2.81	2.46	3.00	6.54
20.0	3	5.00	3.32	3.02	2.24	1.93	2.29	5.00
15.3	4	3.39	2.31	2.06	1.59	1.35	1.55	3.39
6.5	5	0.49	0.44	0.37	0.29	0.32	0.32	0.49

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

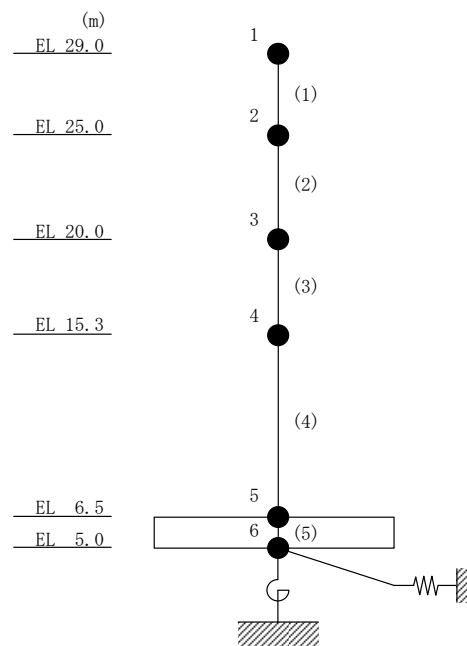


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.45	3.53	3.35	2.26	2.19	3.12	4.45
25.0~20.0	2	9.13	7.48	7.11	4.87	4.60	6.36	9.13
20.0~15.3	3	14.7	12.8	12.5	8.66	7.65	9.89	14.7
15.3~6.5	4	21.6	19.8	19.2	14.1	11.6	13.2	21.6

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

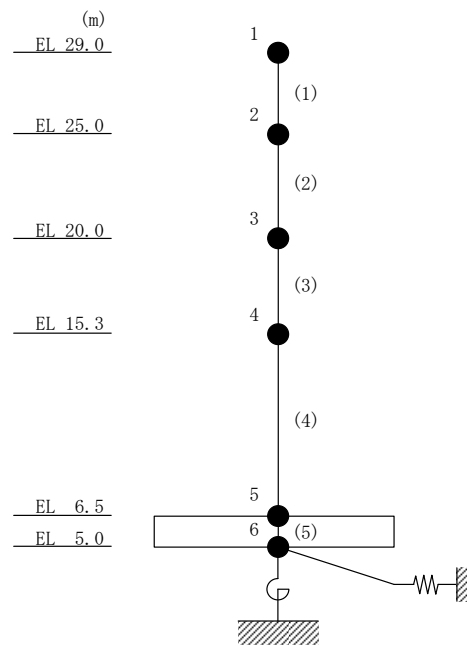


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
25.0~20.0	2	1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
		6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
20.0~15.3	3	6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
		13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
15.3~6.5	4	13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
		31.1	28.4	27.6	19.6	16.5	20.4	31.1

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

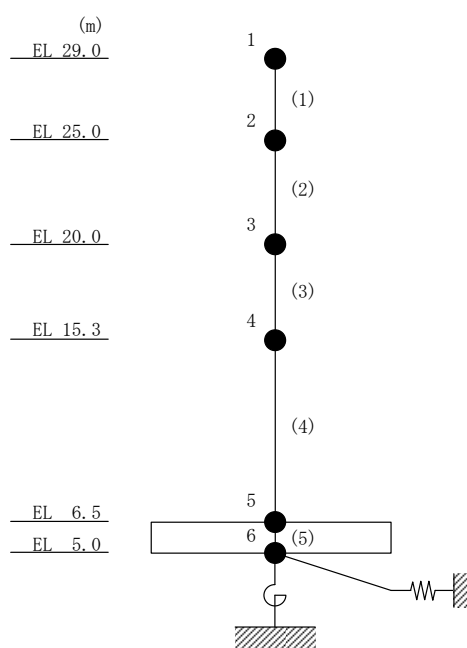


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.09	0.06	0.06	0.08	0.12
20.0~15.3	3	0.16	0.14	0.14	0.10	0.08	0.11	0.16
15.3~6.5	4	0.18	0.17	0.16	0.12	0.10	0.11	0.18

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

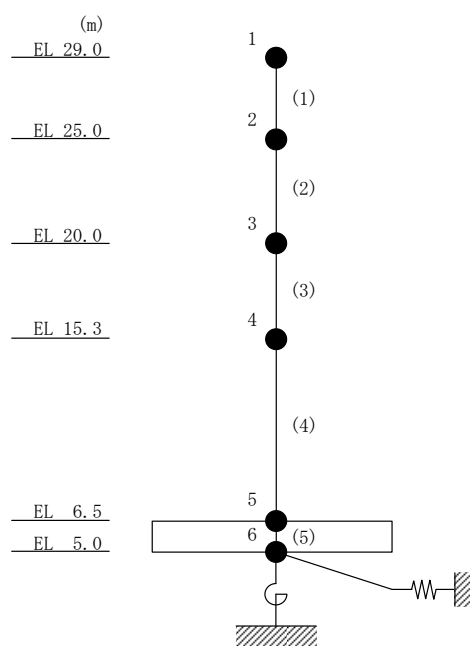


表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1806	1407	1662	1001	1032	1339	1806
25.0	2	1466	1222	1325	952	816	1130	1466
20.0	3	1135	1074	1152	922	760	852	1152
15.3	4	932	926	1064	835	713	626	1064
6.5	5	798	606	776	606	583	526	798

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

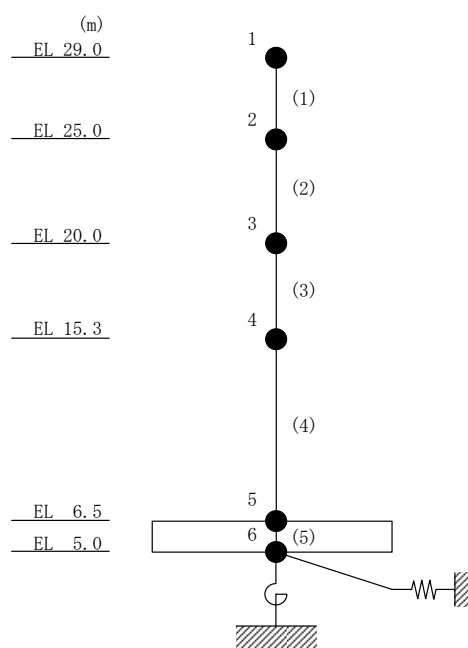


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	13.92	6.71	7.41	4.28	3.58	4.52	13.92
25.0	2	11.60	5.71	6.23	3.74	3.15	3.87	11.60
20.0	3	8.57	4.35	4.66	2.96	2.51	2.95	8.57
15.3	4	5.45	2.83	2.97	1.98	1.71	1.87	5.45
6.5	5	0.54	0.42	0.49	0.30	0.36	0.36	0.54

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

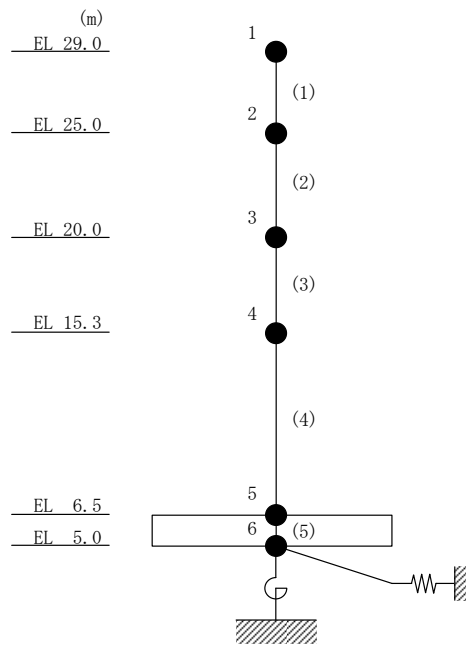


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.28	3.37	4.02	2.40	2.44	3.19	4.28
25.0~20.0	2	8.43	7.06	8.03	5.22	4.86	6.53	8.43
20.0~15.3	3	13.0	11.8	12.4	9.57	8.00	10.6	13.0
15.3~6.5	4	18.5	17.9	18.9	15.9	13.3	14.5	18.9

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

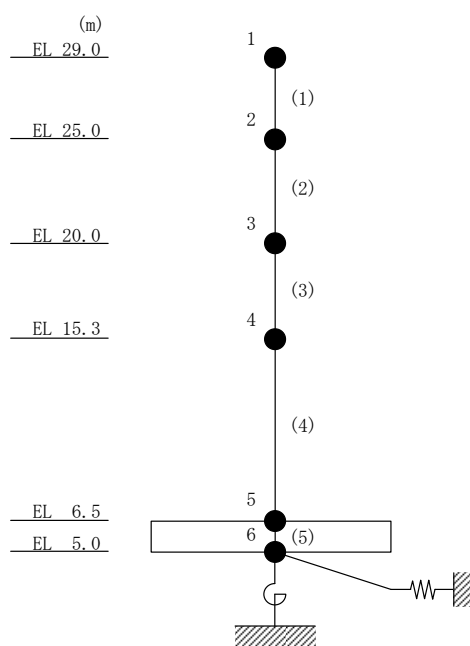


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
25.0~20.0	2	1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
		5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
20.0~15.3	3	5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
		12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
15.3~6.5	4	12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
		27.4	25.2	25.7	22.0	18.4	22.2	27.4

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

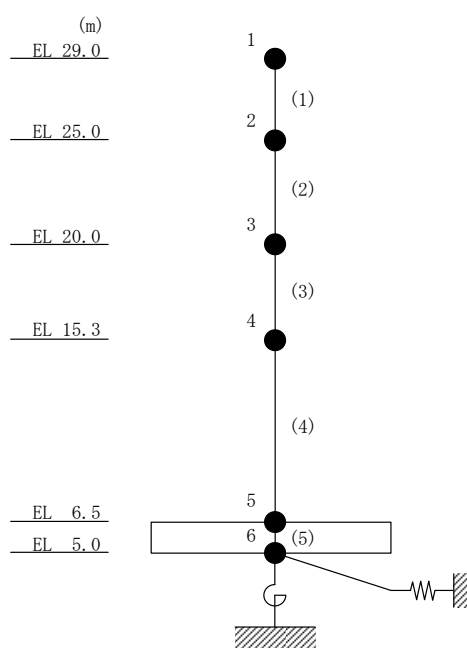
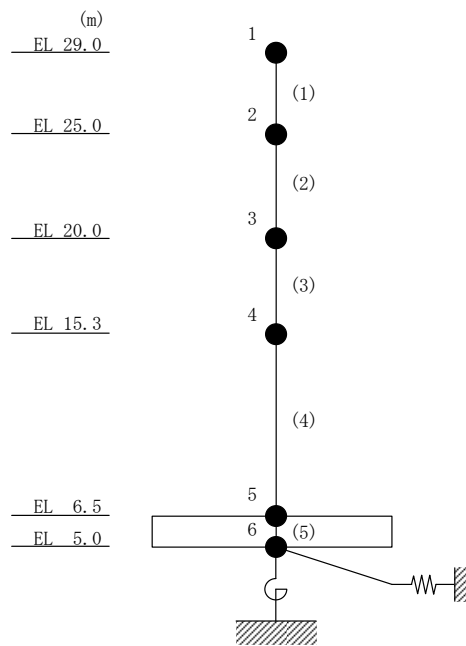


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.08	0.06	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.11	0.07	0.07	0.09	0.12
20.0~15.3	3	0.19	0.17	0.18	0.14	0.12	0.15	0.19
15.3~6.5	4	0.17	0.17	0.18	0.15	0.12	0.13	0.18

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-3 「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
1号機 廃棄物処理建物	基準地震動 S_s
	$S_s - D$, $S_s - F 2$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2
2.2 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-25

1. 概要

本資料は，1号機廃棄物処理建物の地震応答解析において，材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-20 及び表 2-1～表 2-19 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

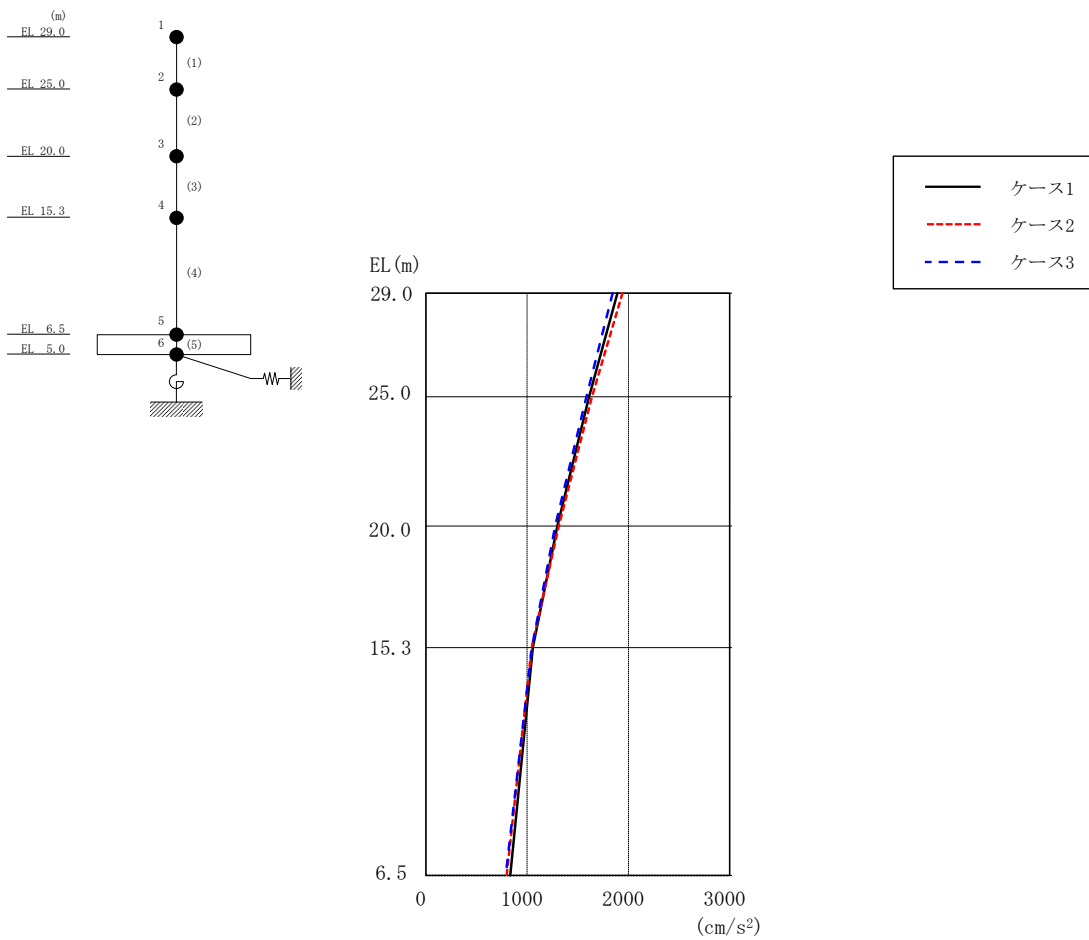


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1892	1940	1843
25.0	2	1611	1639	1586
20.0	3	1299	1312	1277
15.3	4	1057	1045	1047
6.5	5	832	797	787

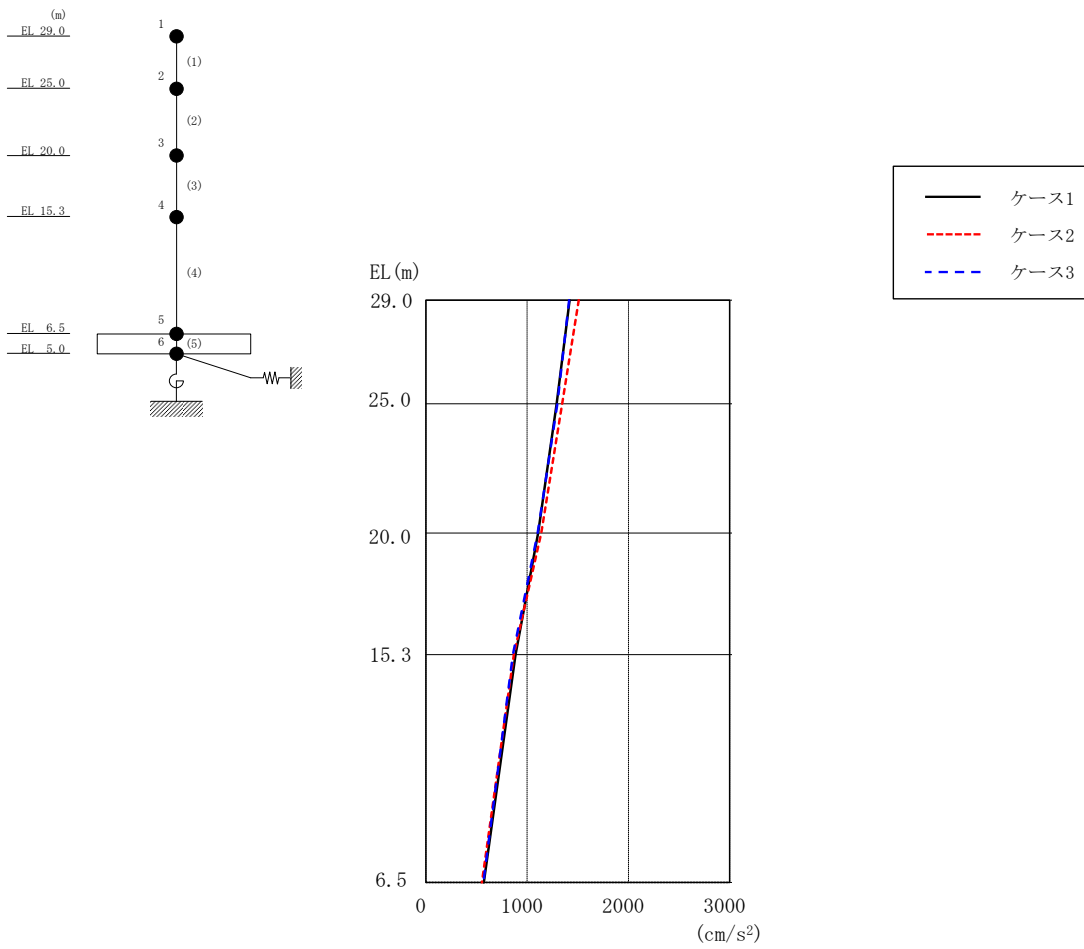


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1419	1510	1415
25.0	2	1290	1346	1298
20.0	3	1109	1138	1104
15.3	4	886	869	858
6.5	5	571	553	566

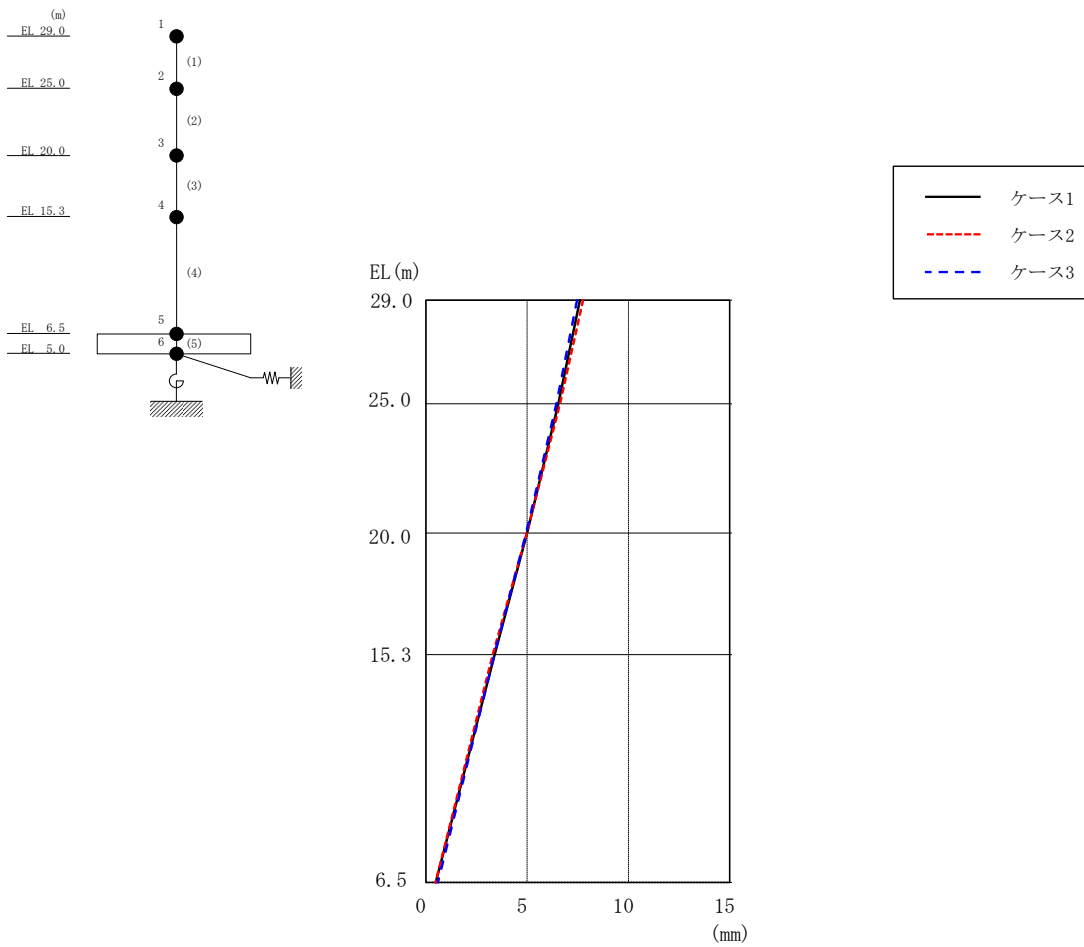


図 2-3 最大応答変位 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-3 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	7.61	7.76	7.47
25.0	2	6.54	6.62	6.44
20.0	3	5.00	4.98	4.95
15.3	4	3.39	3.30	3.38
6.5	5	0.49	0.47	0.60

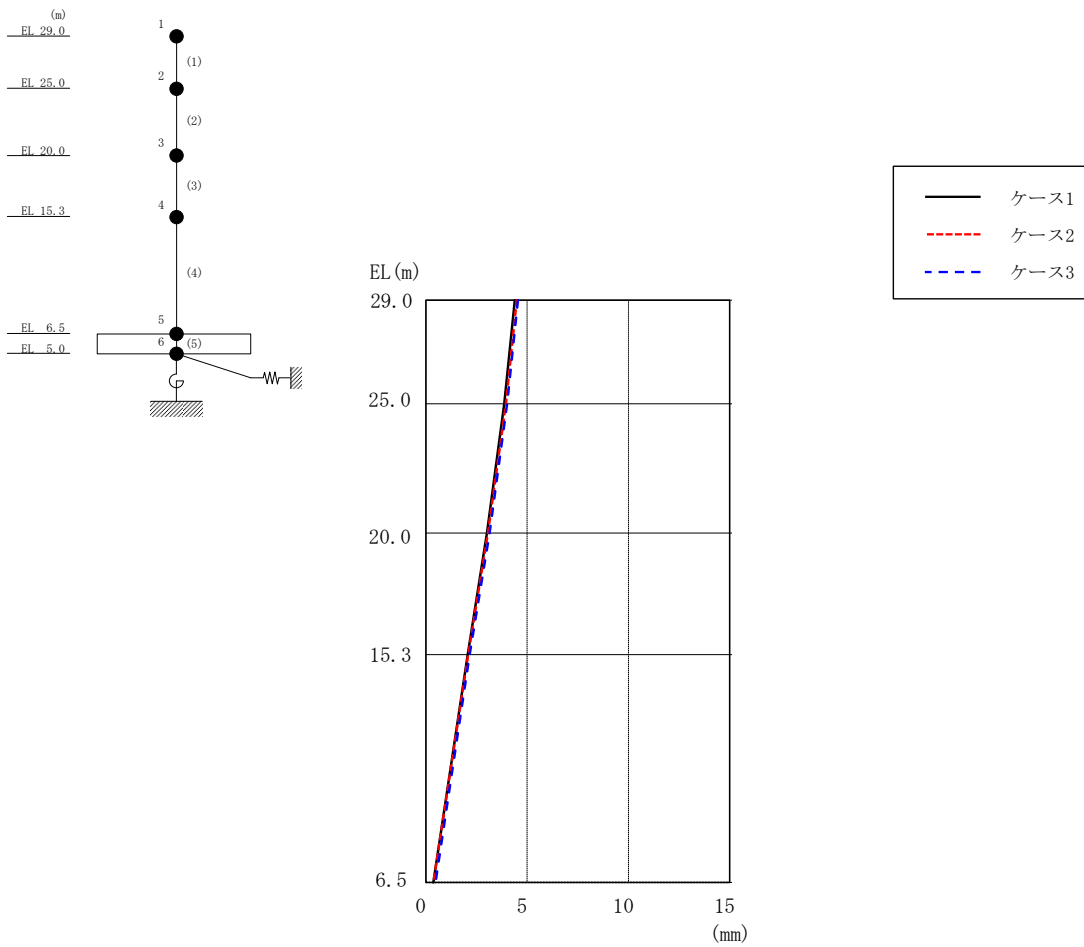


図 2-4 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F 2$, NS 方向)

表 2-4 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - F 2$, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	4.39	4.49	4.55
25.0	2	3.87	3.95	4.01
20.0	3	3.02	3.06	3.14
15.3	4	2.06	2.09	2.16
6.5	5	0.37	0.37	0.48

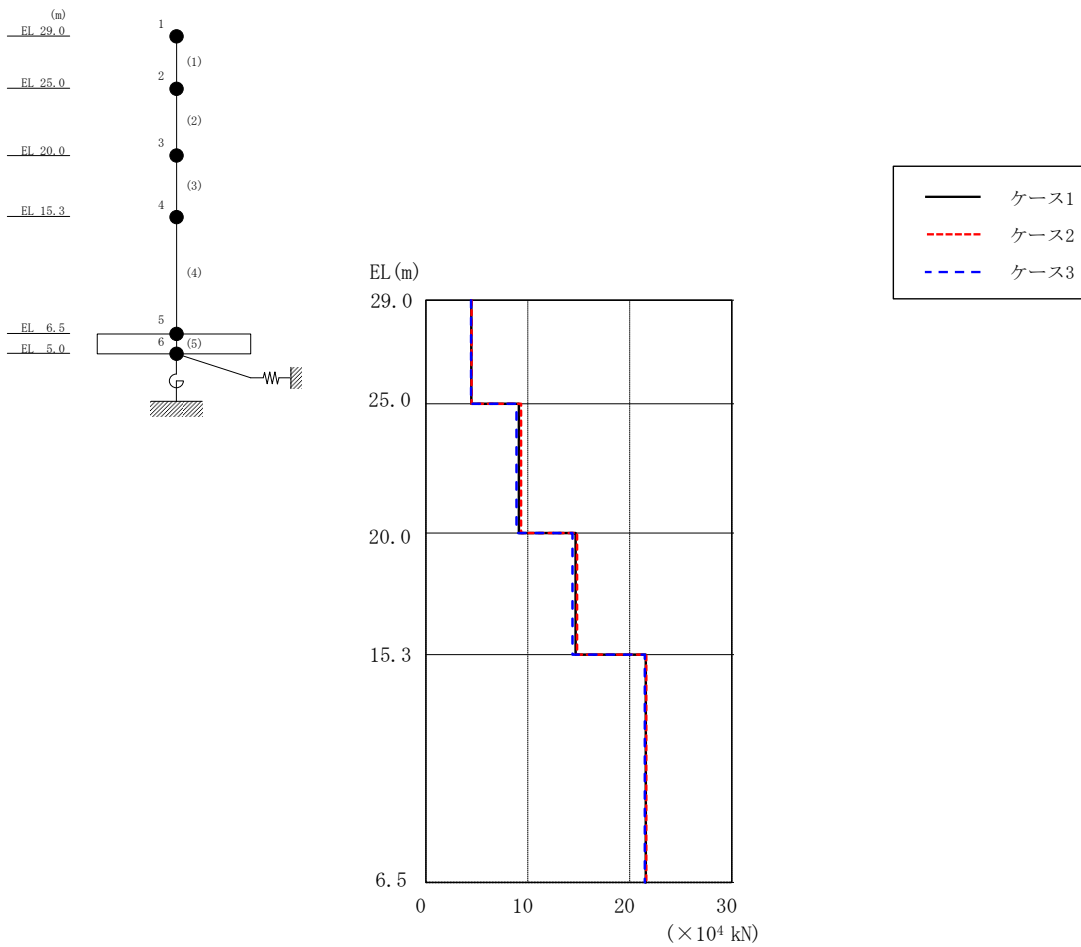


図 2-5 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

表 2-5 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.45	4.48	4.43
25.0~20.0	2	9.13	9.33	8.89
20.0~15.3	3	14.7	14.8	14.4
15.3~6.5	4	21.6	21.6	21.5

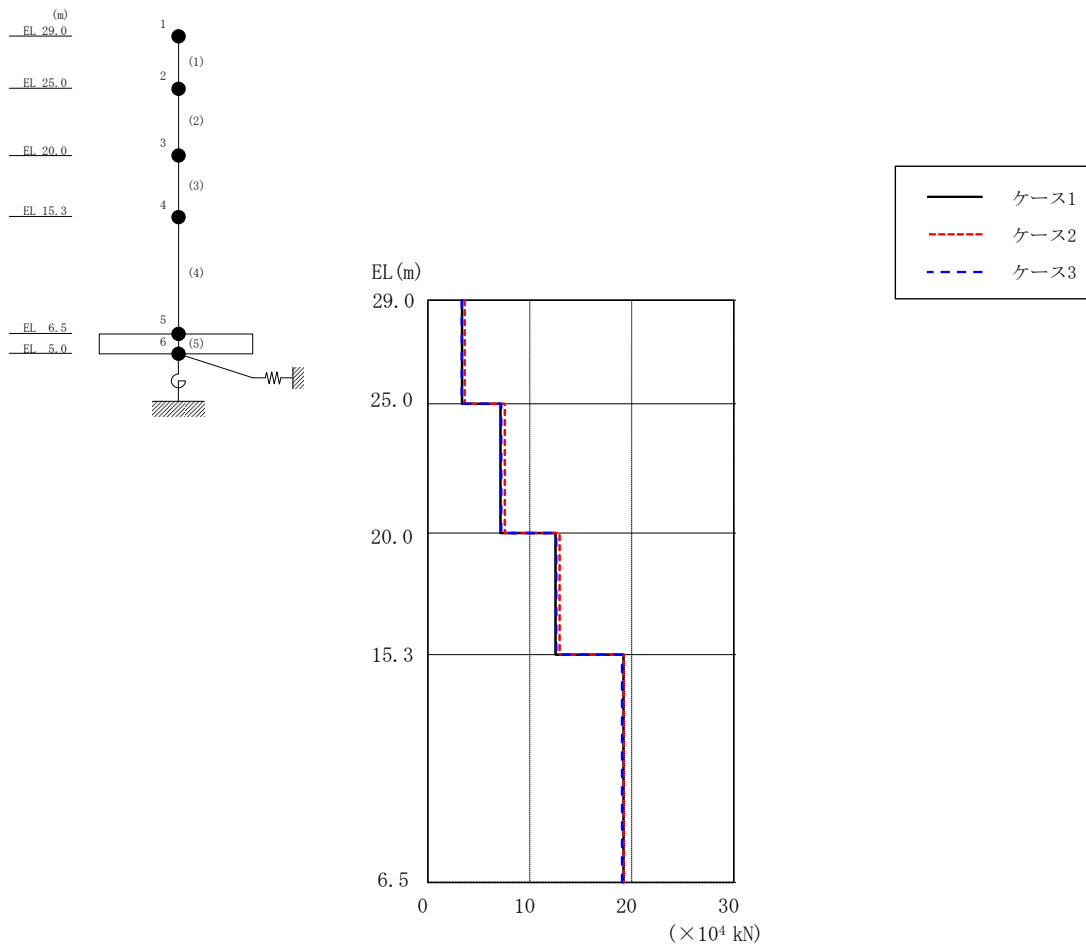


図 2-6 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-6 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	3.35	3.61	3.33
25.0~20.0	2	7.11	7.55	7.19
20.0~15.3	3	12.5	12.9	12.6
15.3~6.5	4	19.2	19.2	19.1

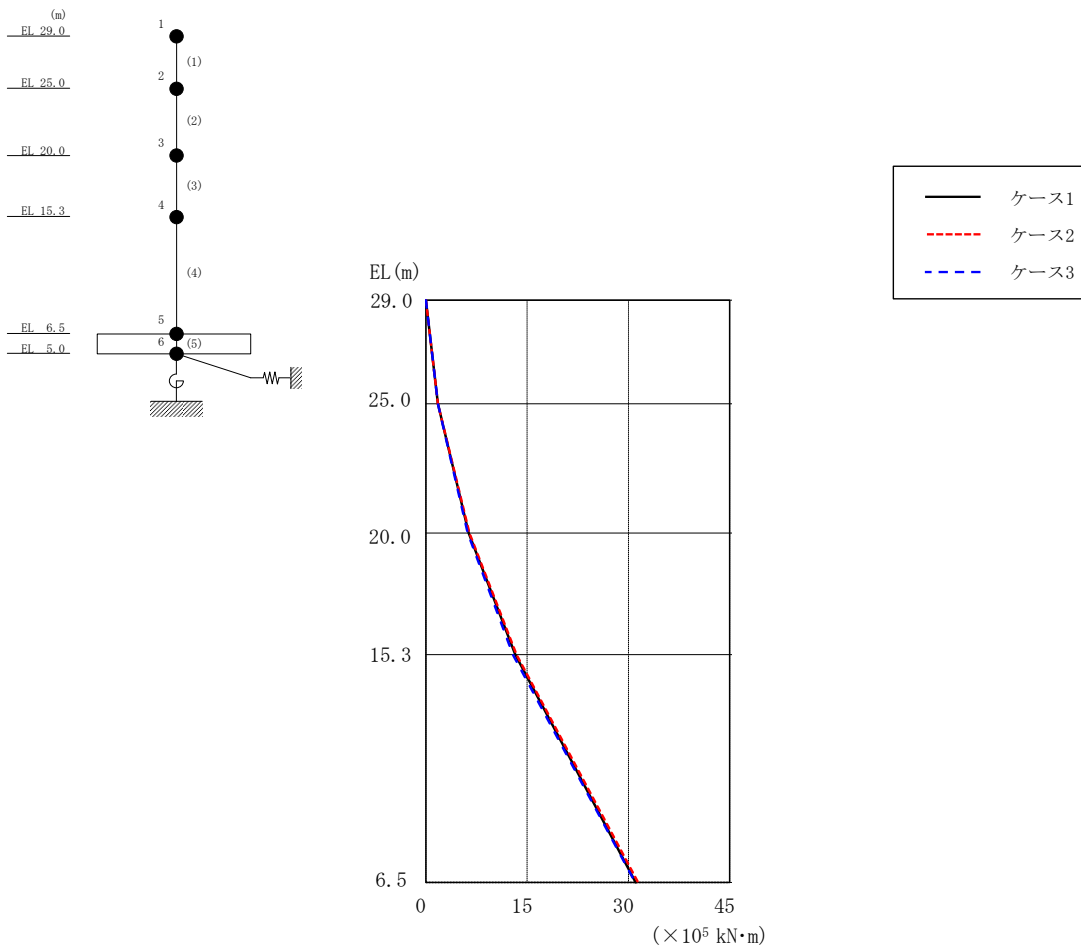


図 2-7 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-7 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.78	1.79	1.77
25.0~20.0	2	1.78	1.79	1.77
		6.34	6.45	6.20
20.0~15.3	3	6.34	6.45	6.20
		13.2	13.4	12.9
15.3~6.5	4	13.2	13.4	12.9
		31.1	31.4	31.0

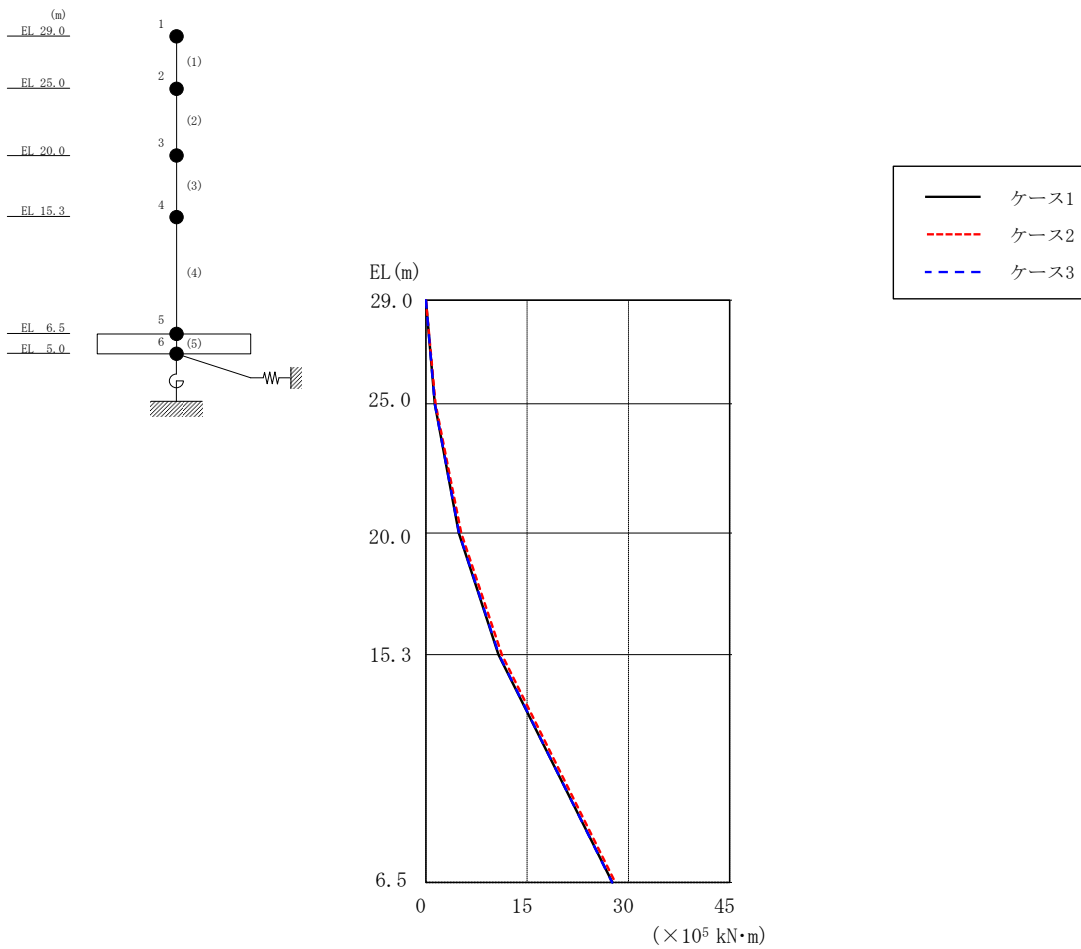


図 2-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F2, NS 方向)

表 2-8 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-F2, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.34	1.45	1.33
25.0~20.0	2	1.34	1.45	1.33
		4.87	5.22	4.93
20.0~15.3	3	4.87	5.22	4.93
		10.8	11.3	10.8
15.3~6.5	4	10.8	11.3	10.8
		27.6	28.0	27.6

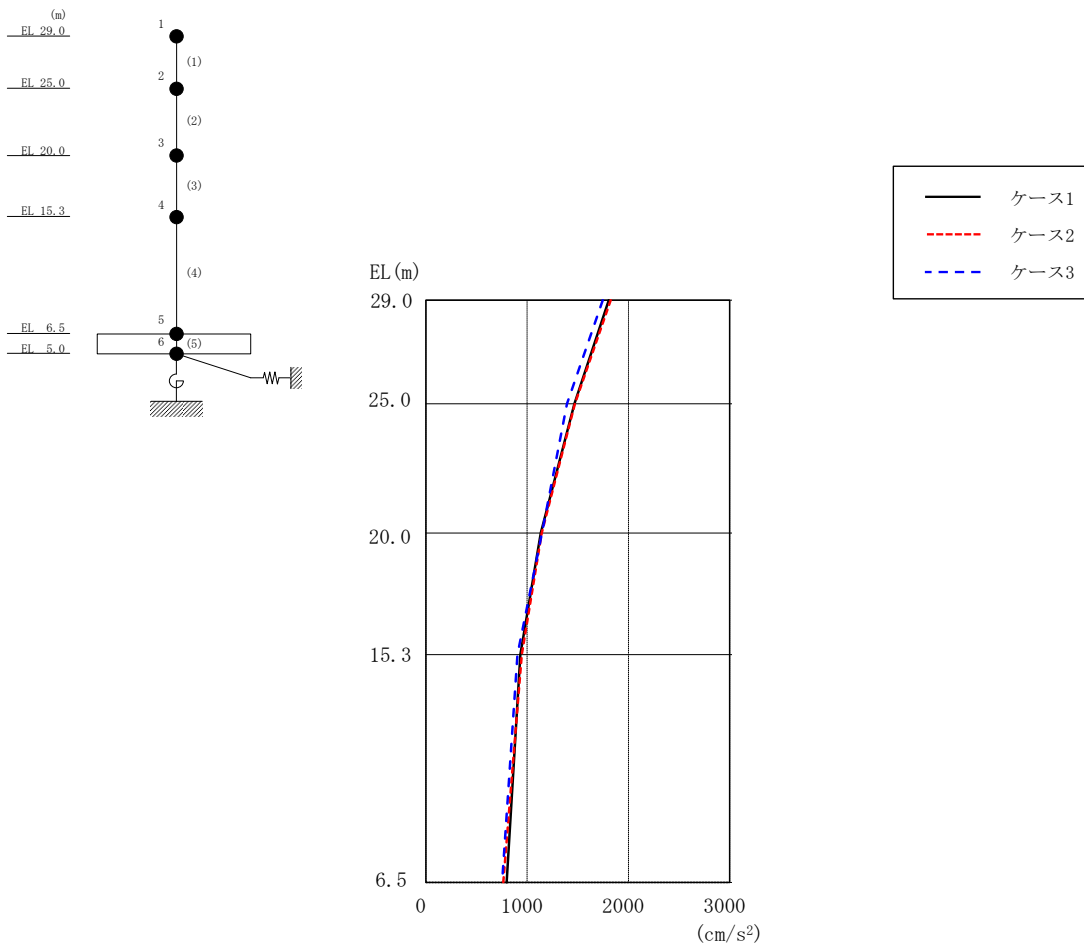


図 2-9 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

表 2-9 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1806	1825	1745
25.0	2	1466	1471	1393
20.0	3	1135	1143	1147
15.3	4	932	946	904
6.5	5	798	764	752

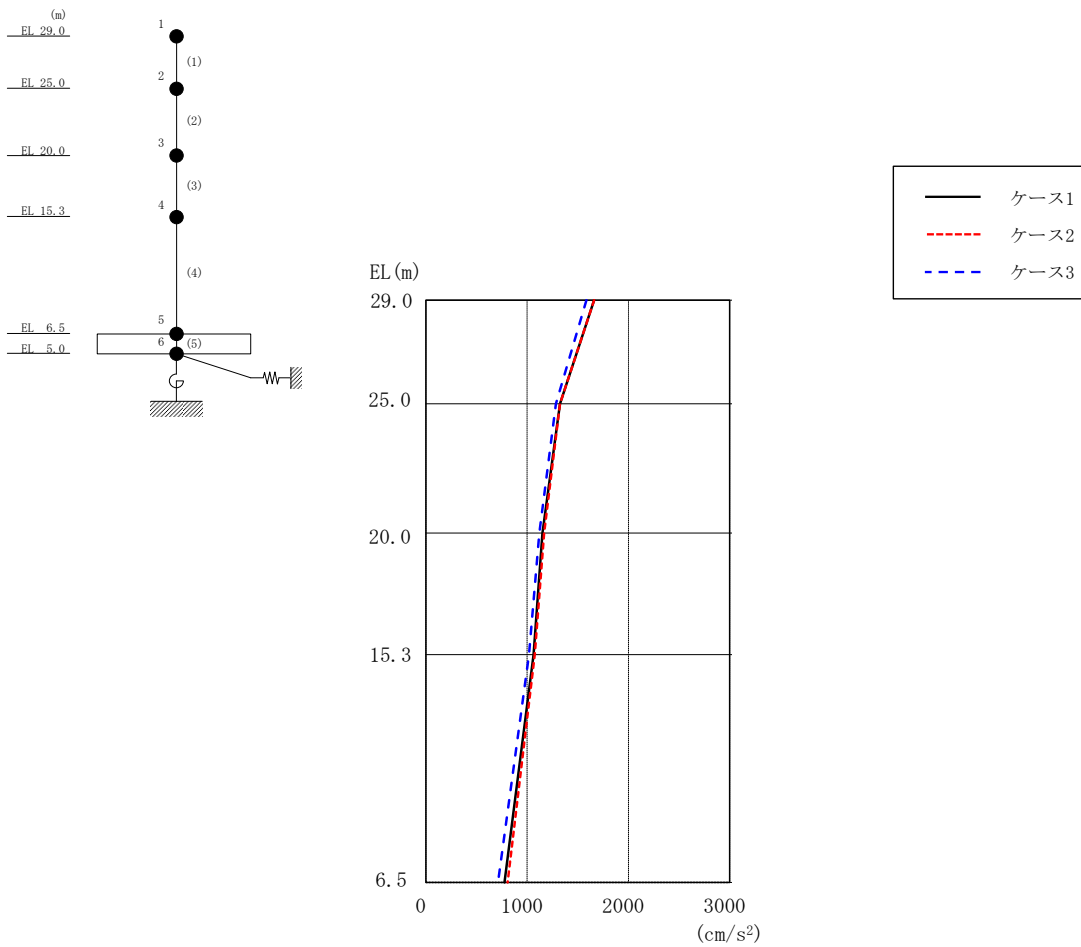


図 2-10 最大応答加速度（基準地震動 S_s-F 2，EW 方向）

表 2-10 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s-F 2，EW 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1662	1662	1585
25.0	2	1325	1324	1285
20.0	3	1152	1166	1120
15.3	4	1064	1075	1019
6.5	5	776	807	711

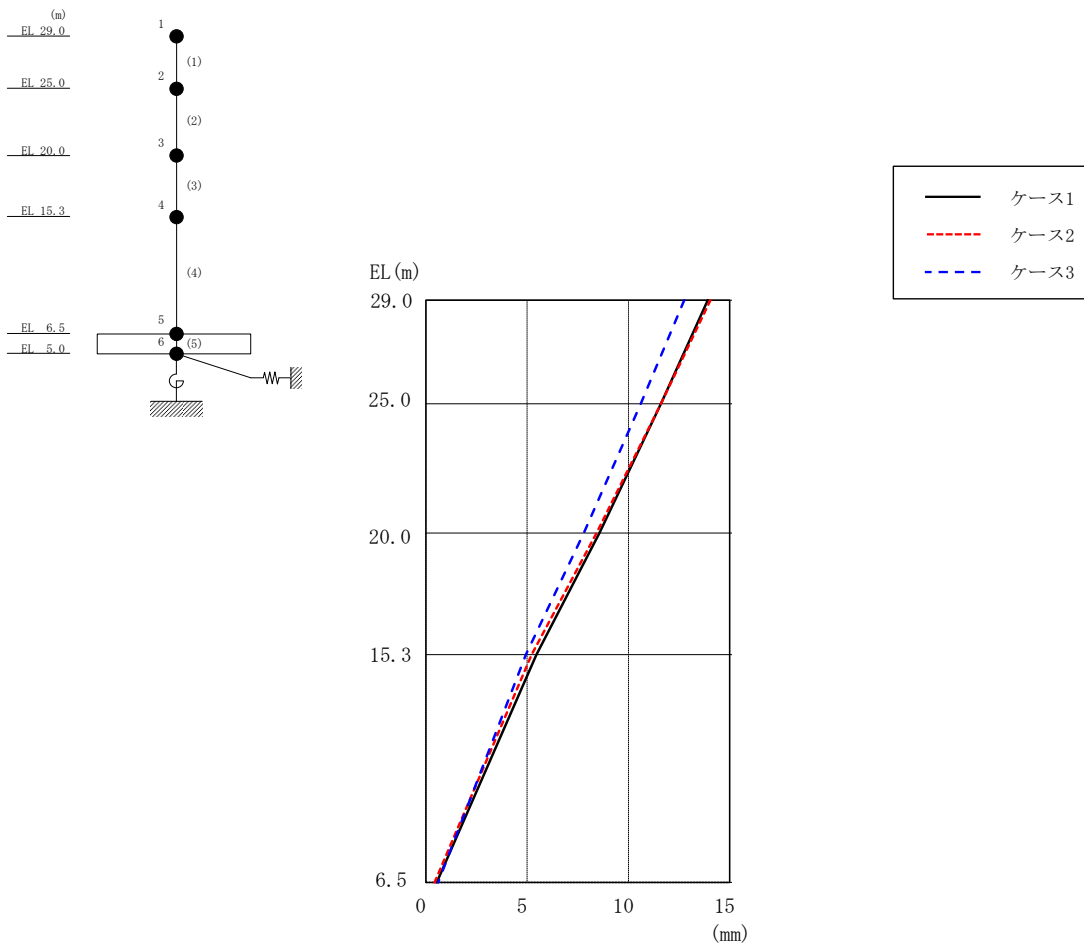


図 2-11 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-11 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	13.92	14.04	12.76
25.0	2	11.60	11.61	10.61
20.0	3	8.57	8.42	7.79
15.3	4	5.45	5.22	4.93
6.5	5	0.54	0.42	0.61

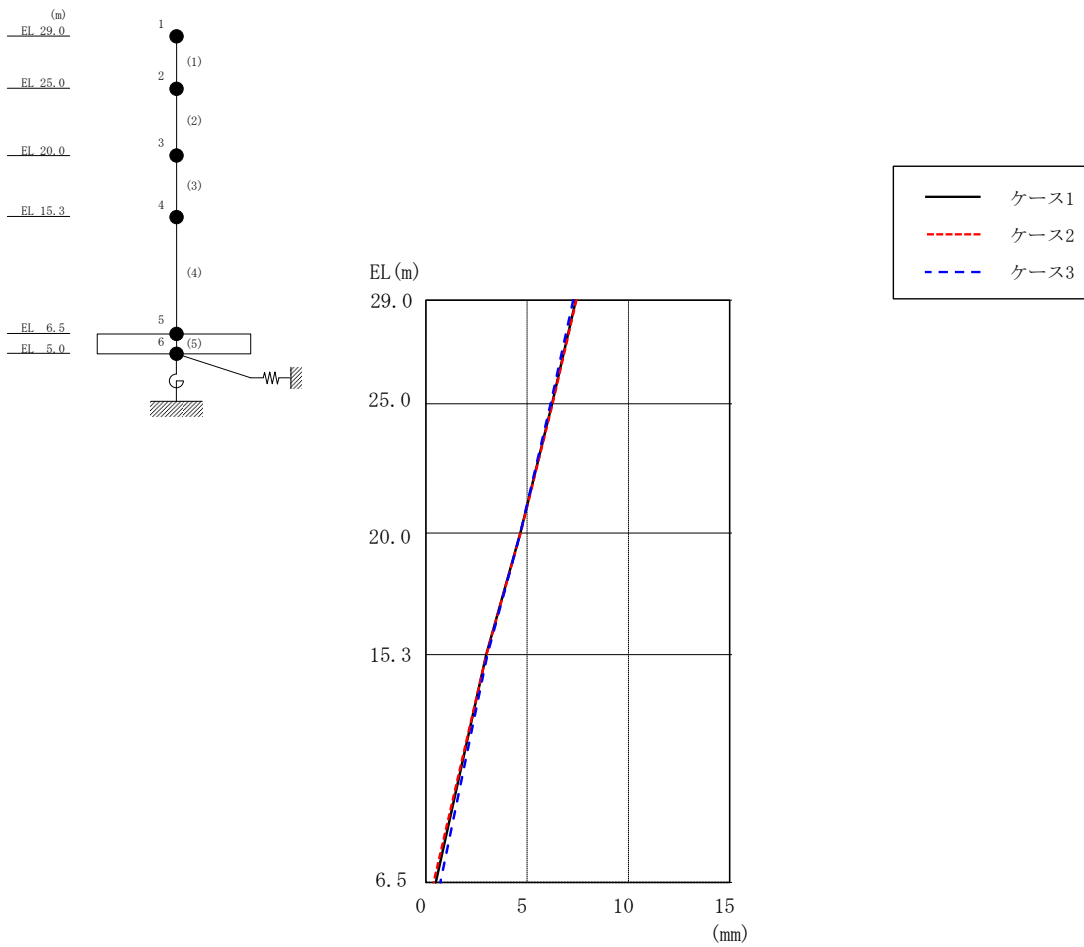


図 2-12 最大応答変位 (基準地震動 S_s - F 2, EW 方向)

表 2-12 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s - F 2, EW 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	7.41	7.42	7.27
25.0	2	6.23	6.25	6.16
20.0	3	4.66	4.67	4.66
15.3	4	2.97	2.99	3.04
6.5	5	0.49	0.38	0.72

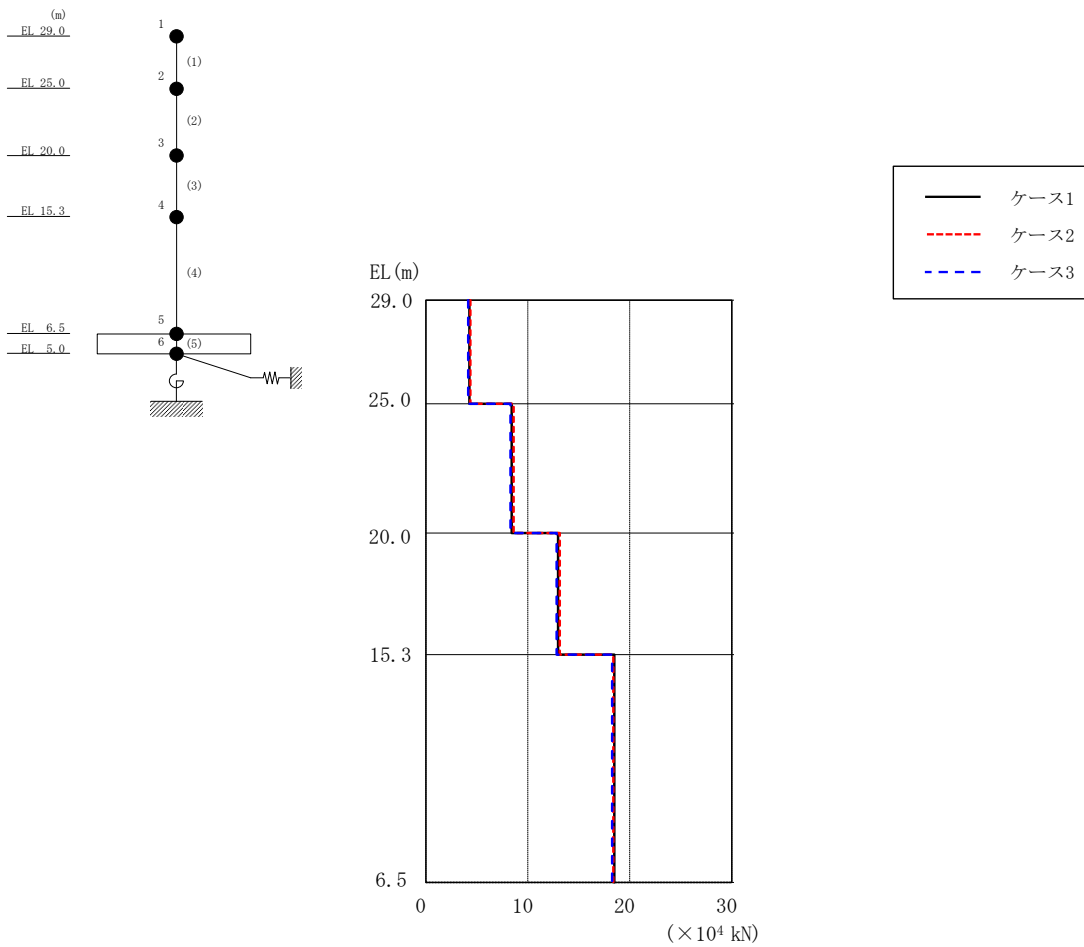


図 2-13 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

表 2-13 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.28	4.37	4.14
25.0~20.0	2	8.43	8.60	8.30
20.0~15.3	3	13.0	13.1	12.8
15.3~6.5	4	18.5	18.4	18.3

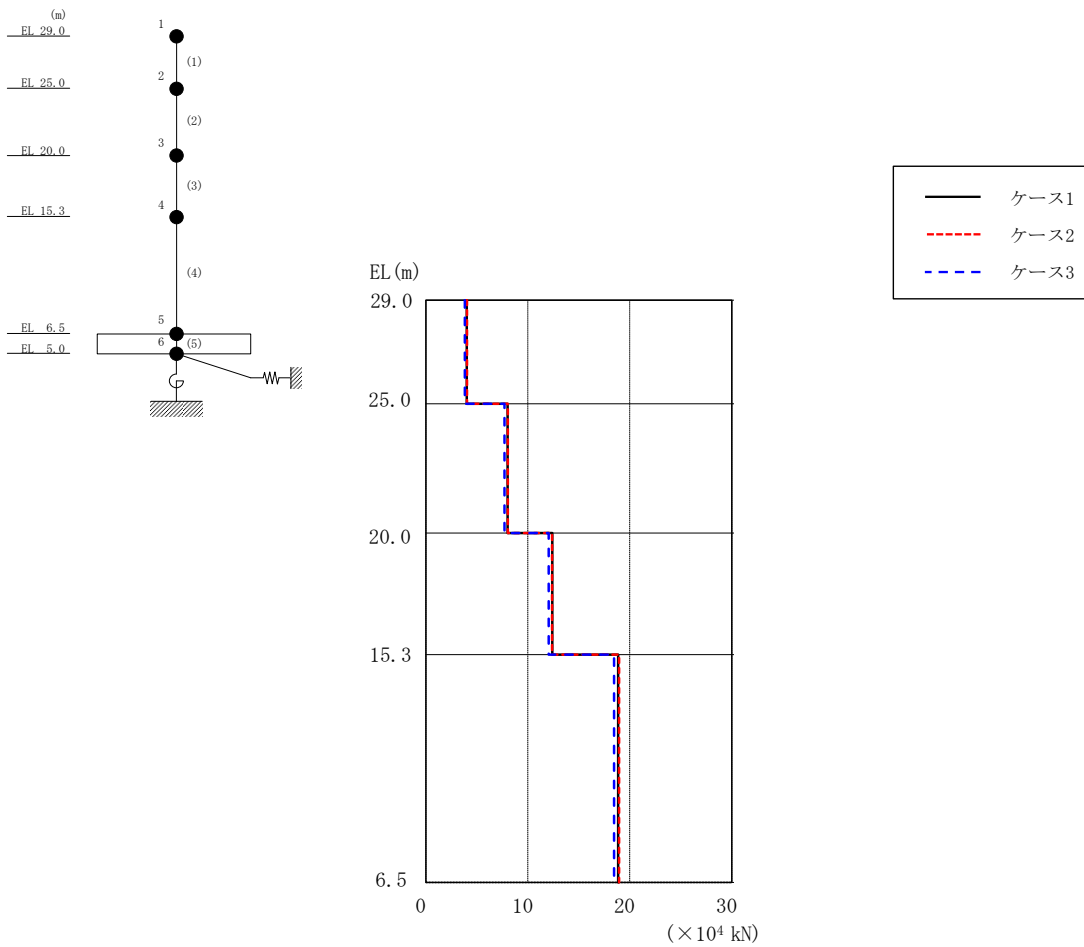


図 2-14 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-14 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.02	4.03	3.83
25.0~20.0	2	8.03	8.03	7.71
20.0~15.3	3	12.4	12.4	12.0
15.3~6.5	4	18.9	19.0	18.5

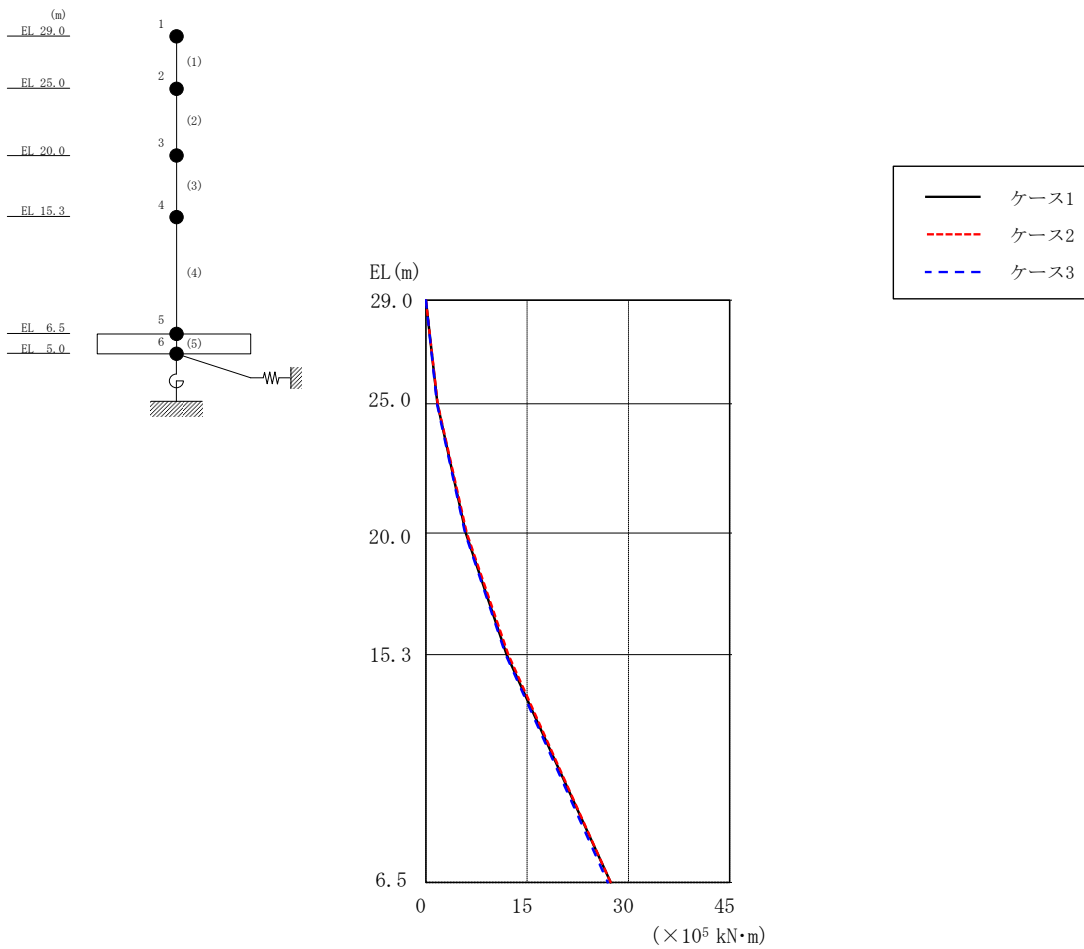


図 2-15 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - D, E W 方向)

表 2-15 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.71	1.75	1.66
25.0~20.0	2	1.71	1.75	1.66
		5.93	6.05	5.81
20.0~15.3	3	5.93	6.05	5.81
		12.0	12.2	11.8
15.3~6.5	4	12.0	12.2	11.8
		27.4	27.4	26.9

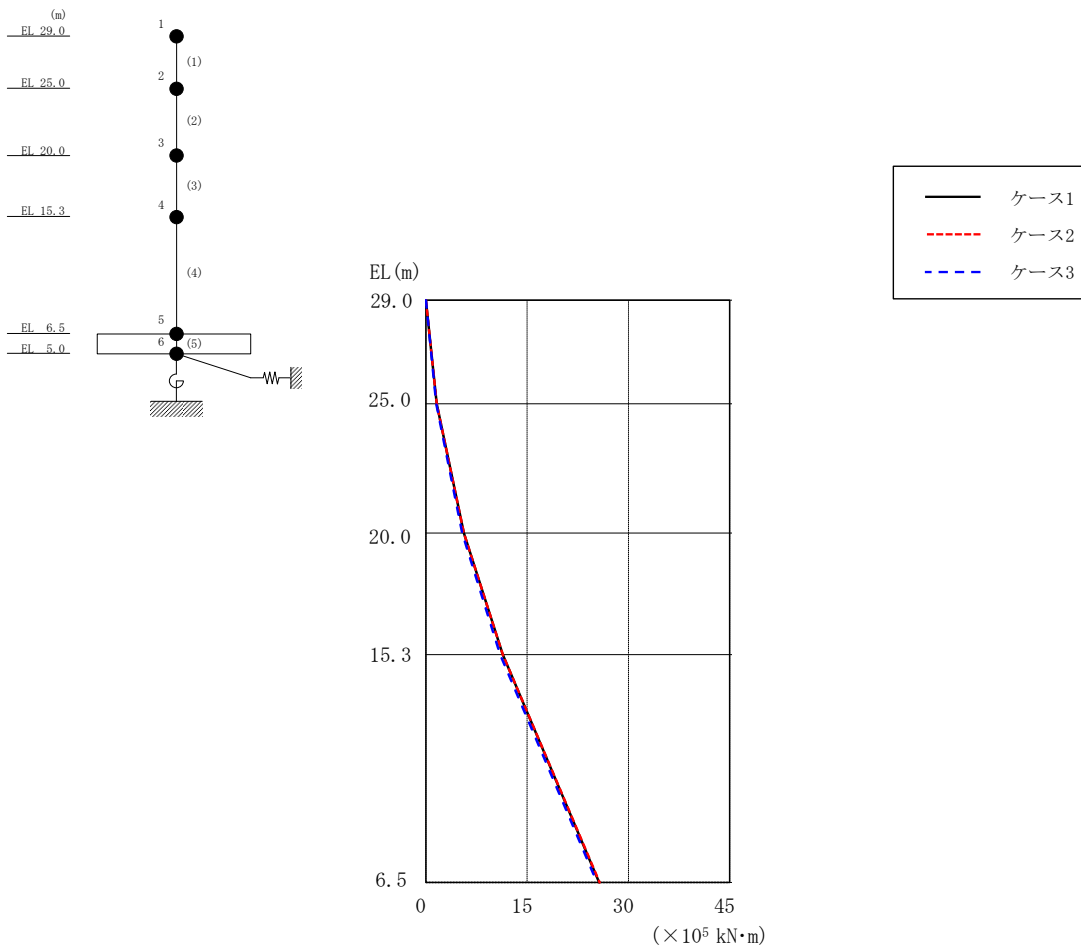
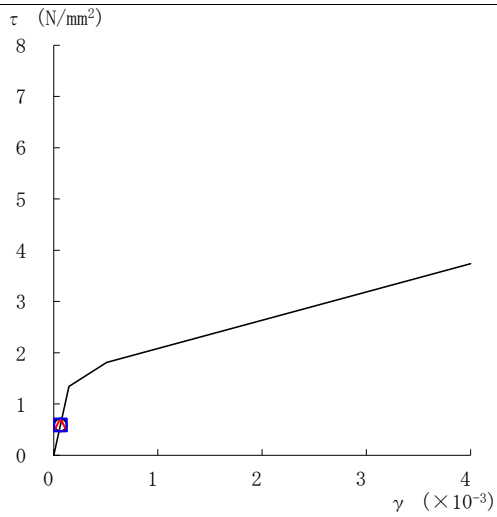


図 2-16 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

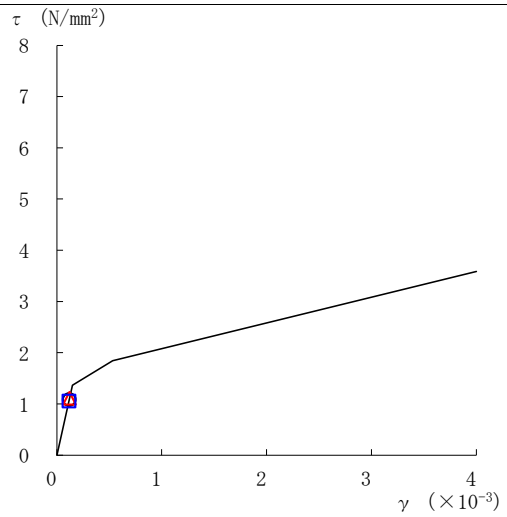
表 2-16 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.61	1.61	1.53
25.0~20.0	2	1.61	1.61	1.53
		5.62	5.62	5.38
20.0~15.3	3	5.62	5.62	5.38
		11.4	11.4	11.0
15.3~6.5	4	11.4	11.4	11.0
		25.7	25.7	25.3

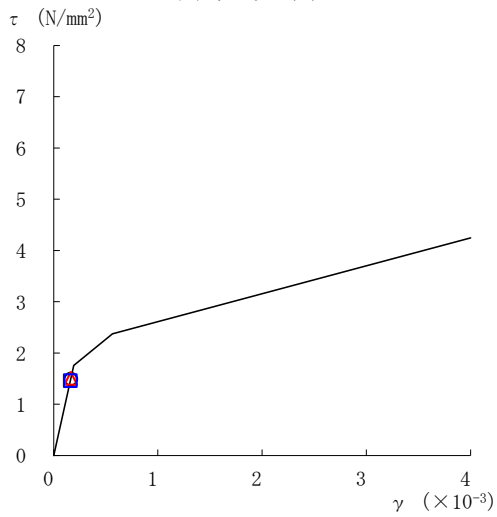
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



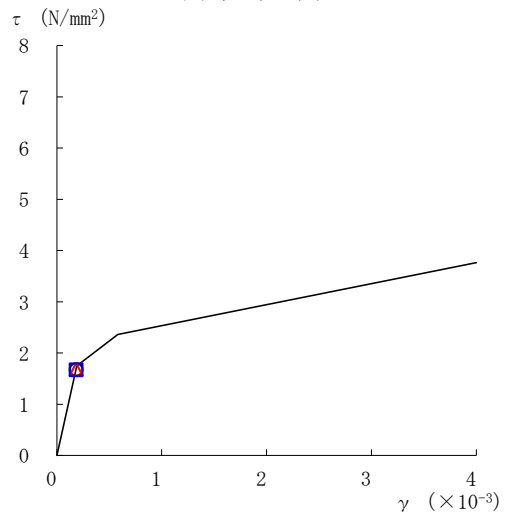
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

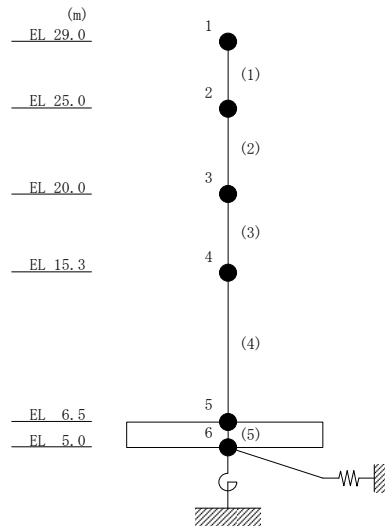
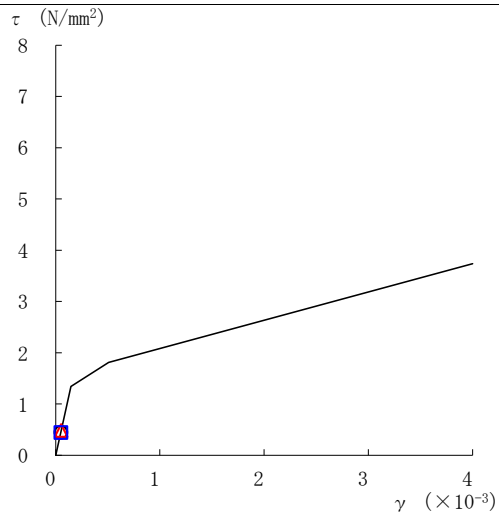
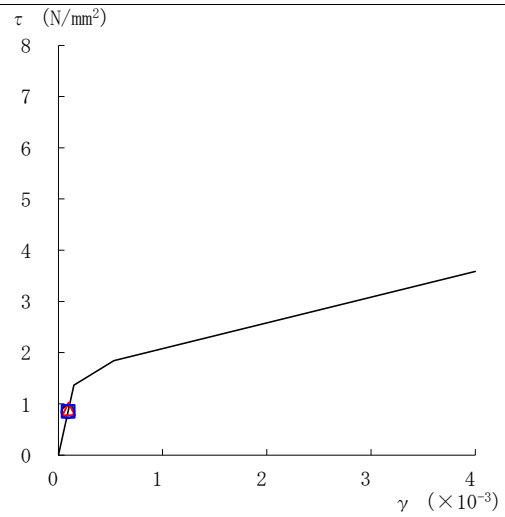


図 2-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

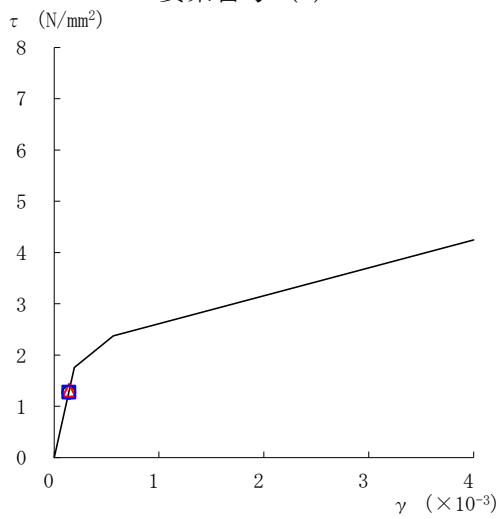
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



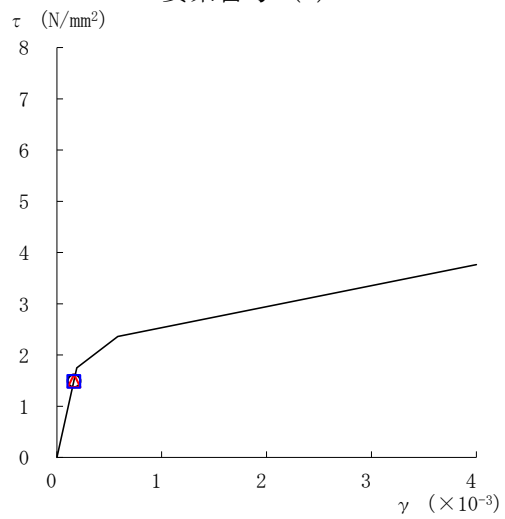
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

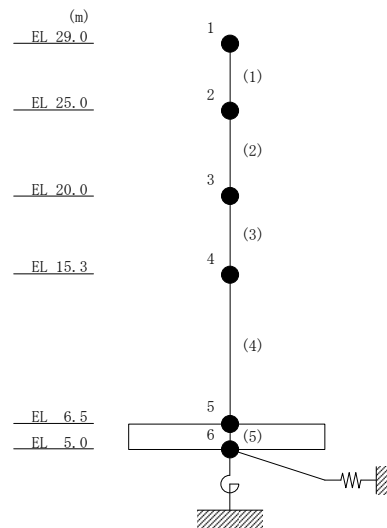
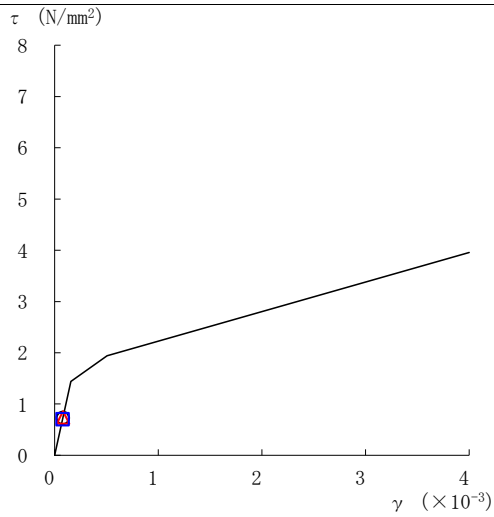
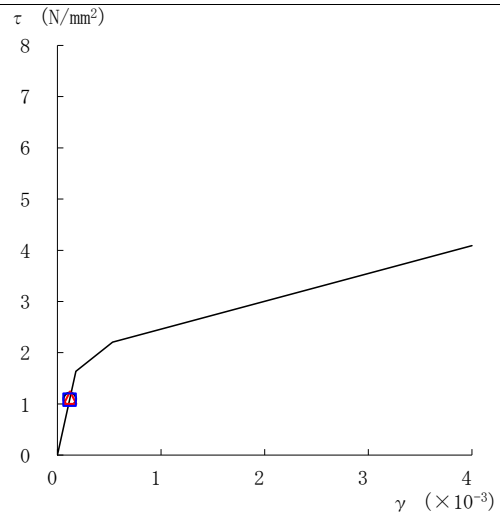


図 2-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

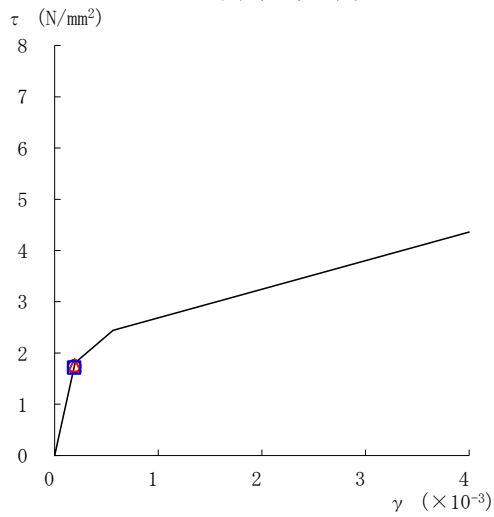
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



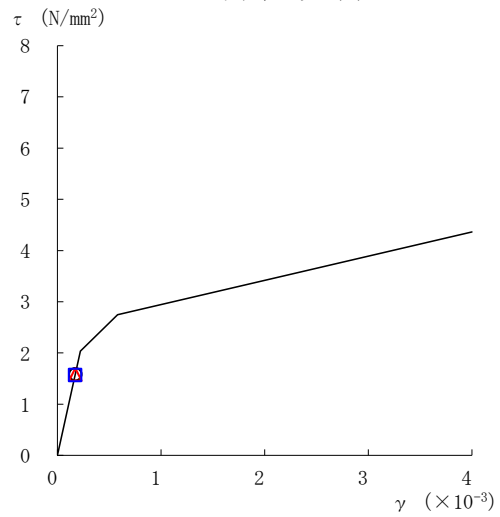
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

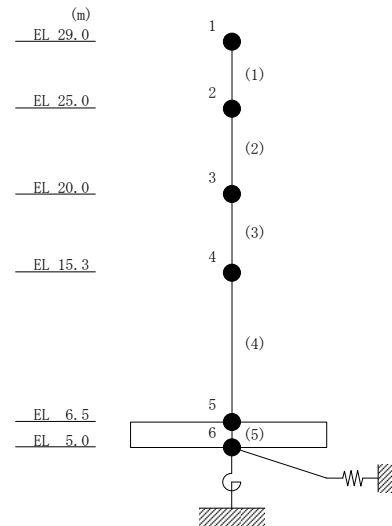
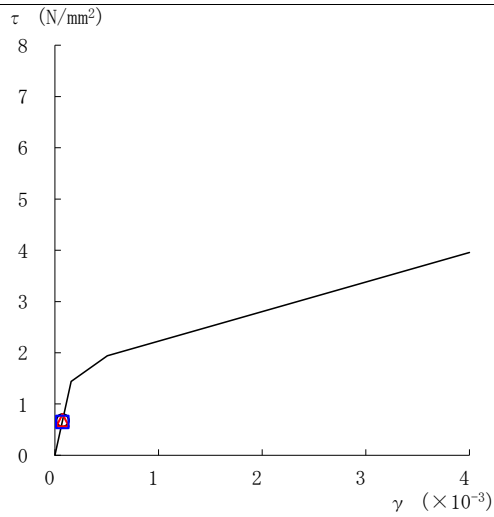
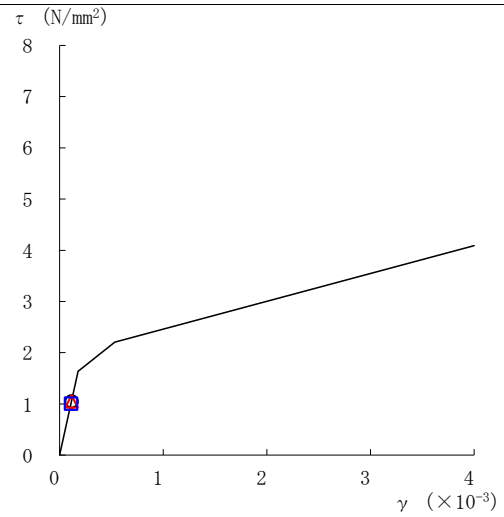


図 2-19 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

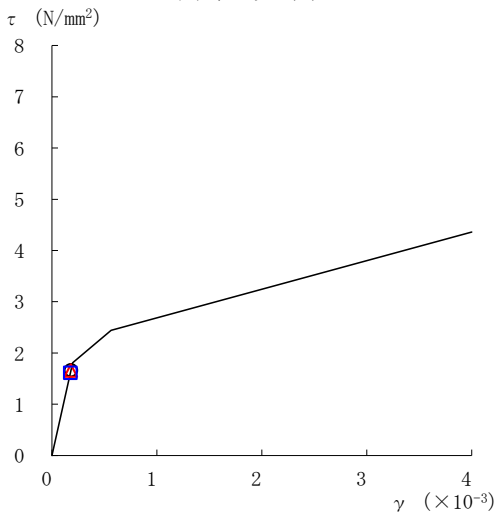
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



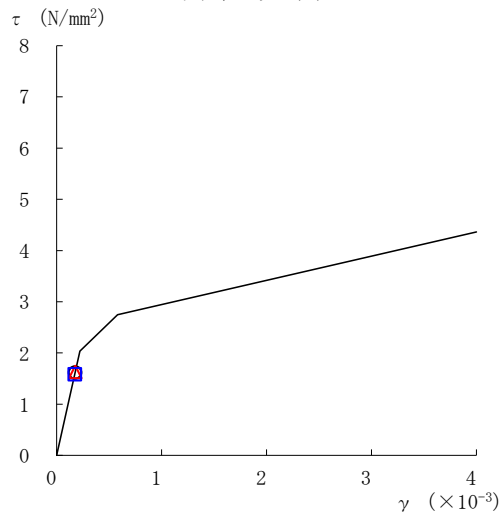
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

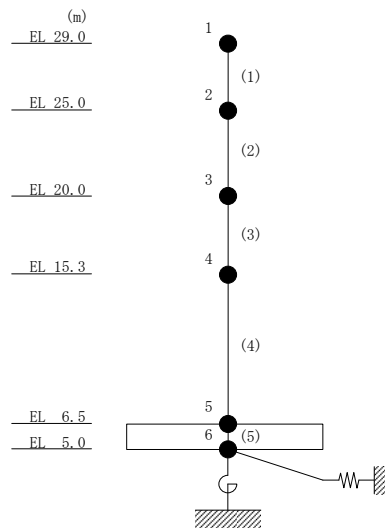


図 2-20 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-17 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F 2$	0.710	3.22	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-18 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.803	3.83	100
$S_s - F 2$	0.720	3.28	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.686	3.15	100
$S_s - F 2$	0.671	3.05	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-19 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.800	3.81	100
$S_s - F 2$	0.714	3.24	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.699	3.24	100
$S_s - F 2$	0.672	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

2.2 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-21～図 2-40 及び表 2-20～表 2-37 に示す。

以後、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 4 として示す。

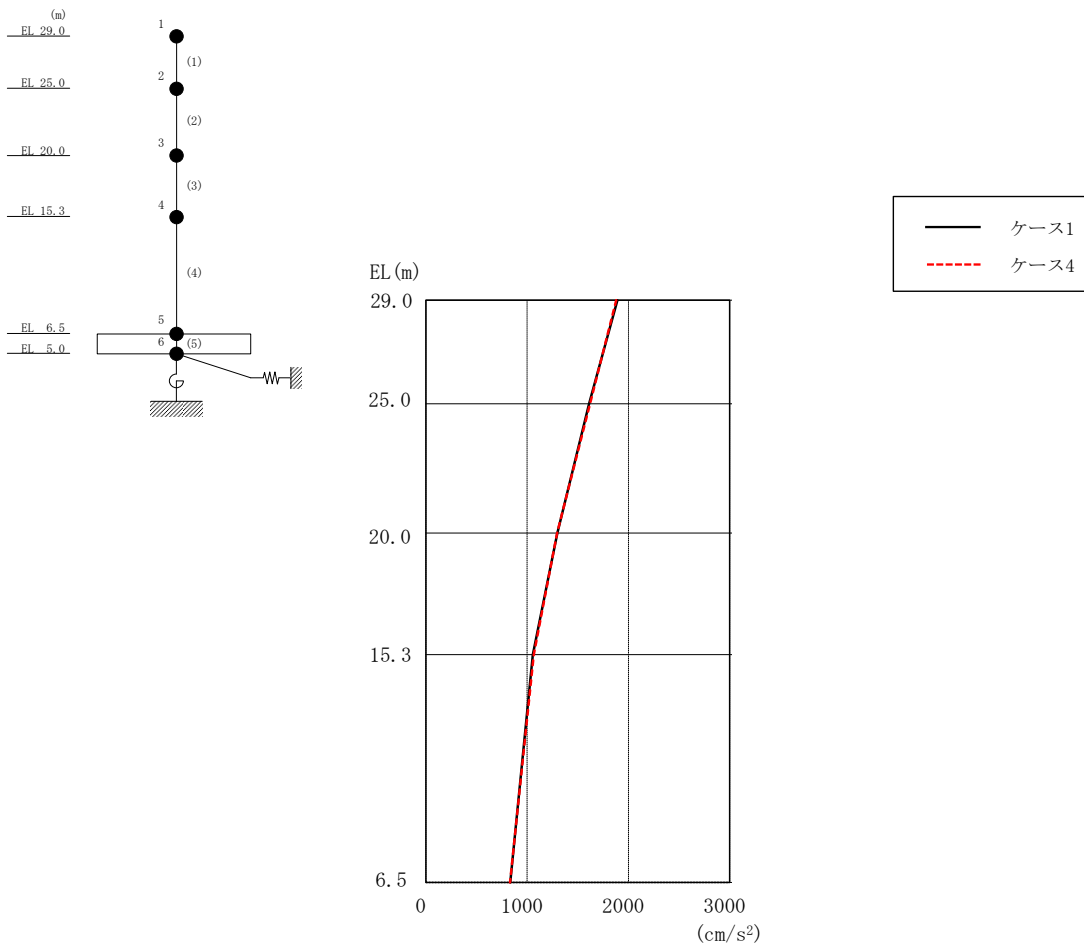


図 2-21 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-20 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1892	1878
25.0	2	1611	1621
20.0	3	1299	1297
15.3	4	1057	1065
6.5	5	832	831

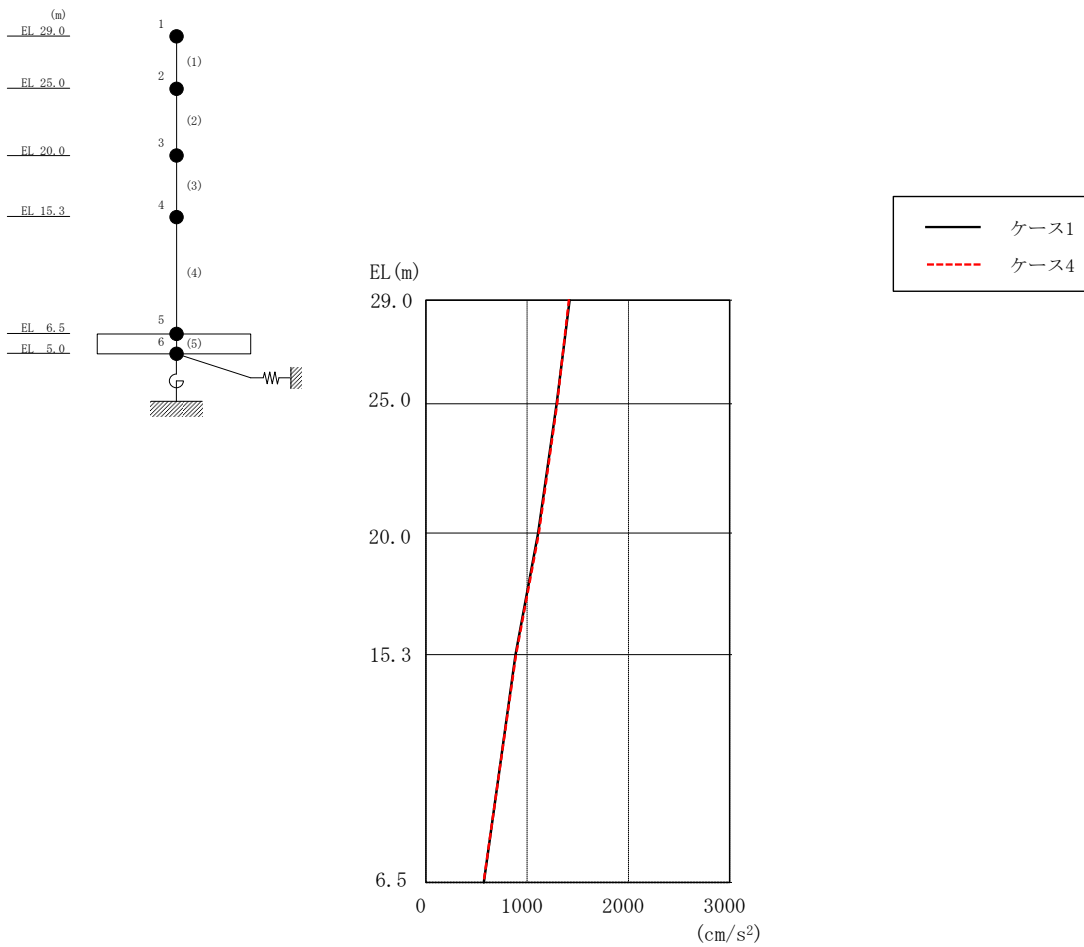


図 2-22 最大応答加速度（基準地震動 S s - F 2，NS 方向）

表 2-21 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1419	1412
25.0	2	1290	1296
20.0	3	1109	1116
15.3	4	886	889
6.5	5	571	571

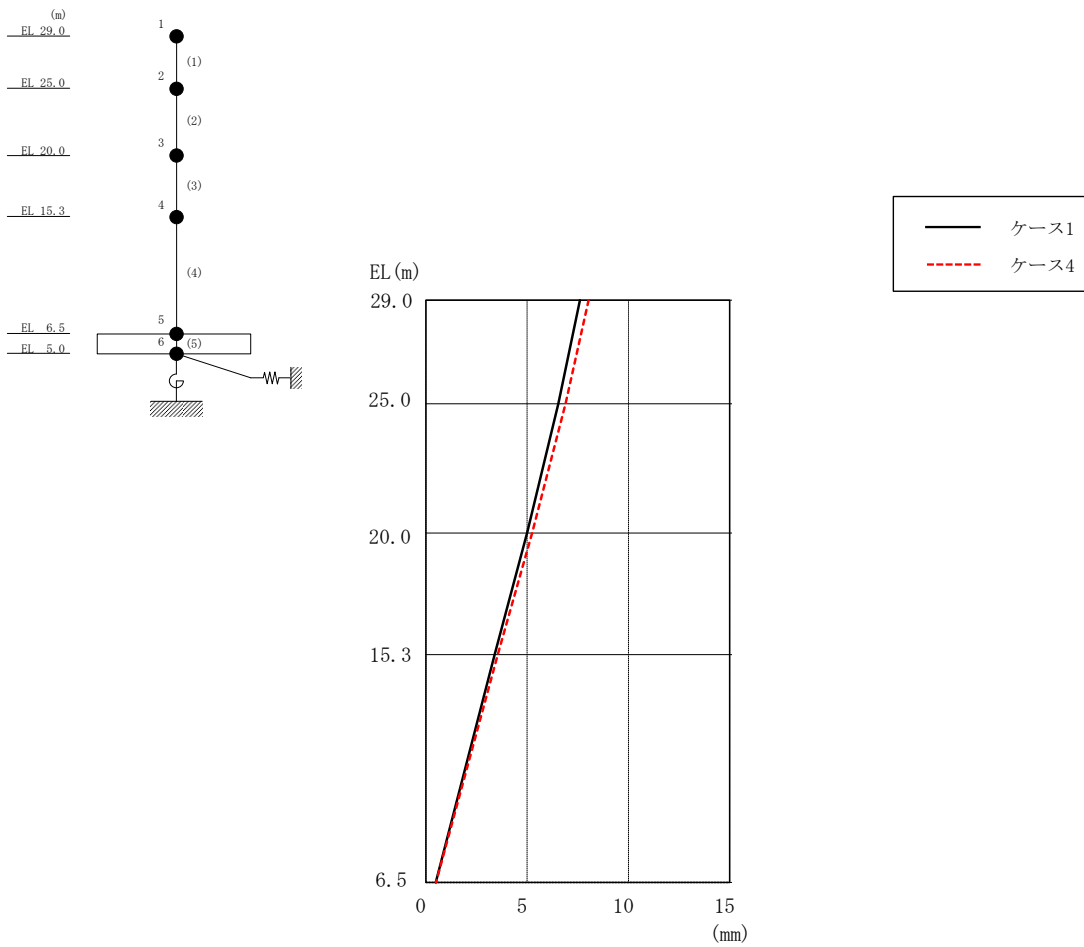


図 2-23 最大応答変位 (基準地震動 S s-D, N S 方向)

表 2-22 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s-D, N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	7.61	8.03
25.0	2	6.54	6.89
20.0	3	5.00	5.25
15.3	4	3.39	3.55
6.5	5	0.49	0.50

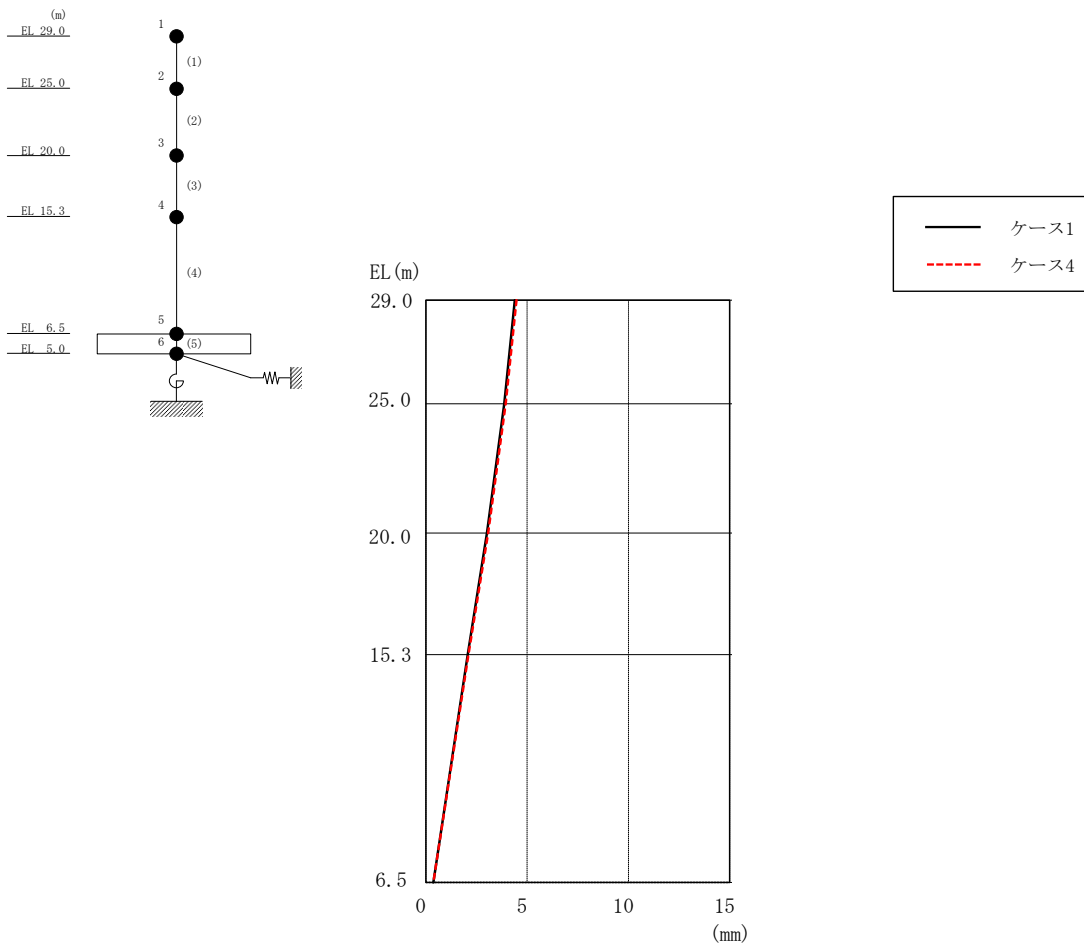


図 2-24 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-23 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	4.39	4.47
25.0	2	3.87	3.94
20.0	3	3.02	3.07
15.3	4	2.06	2.10
6.5	5	0.37	0.37

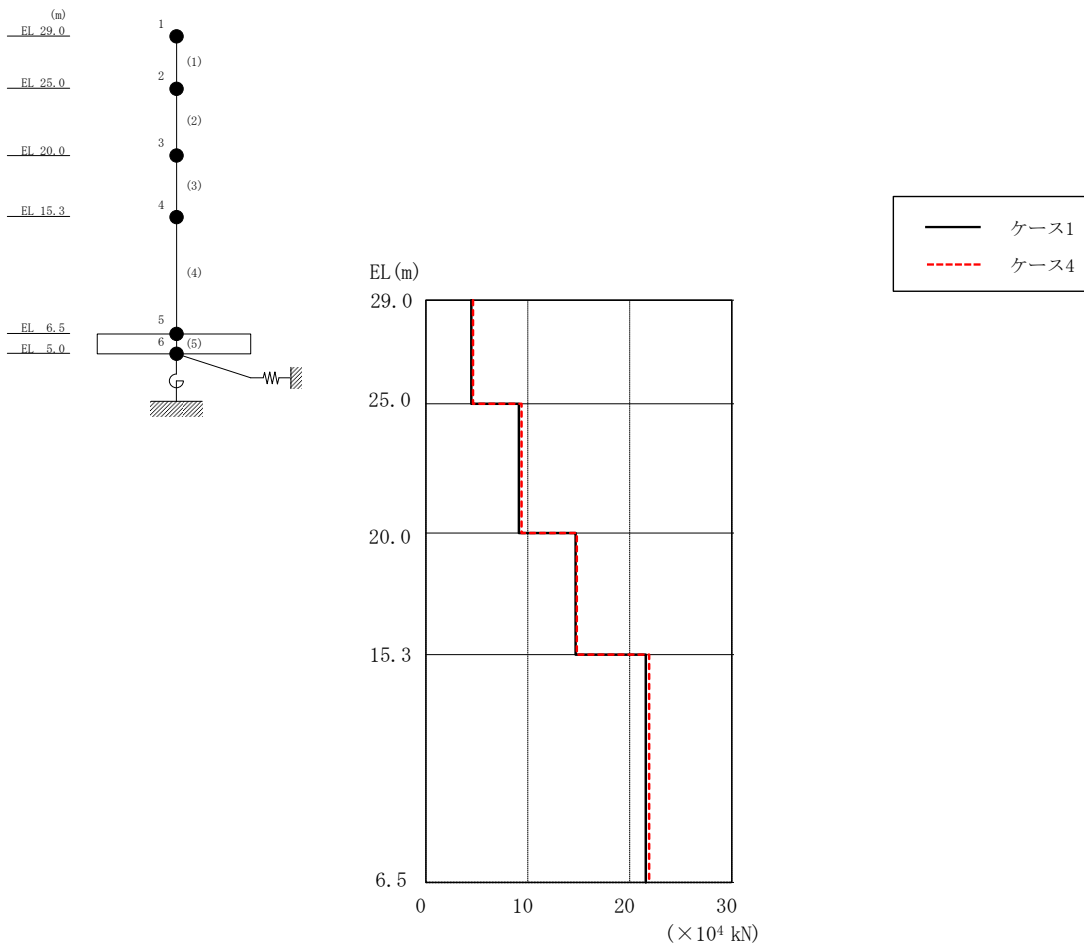


図 2-25 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-24 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.45	4.62
25.0~20.0	2	9.13	9.38
20.0~15.3	3	14.7	14.8
15.3~6.5	4	21.6	21.9

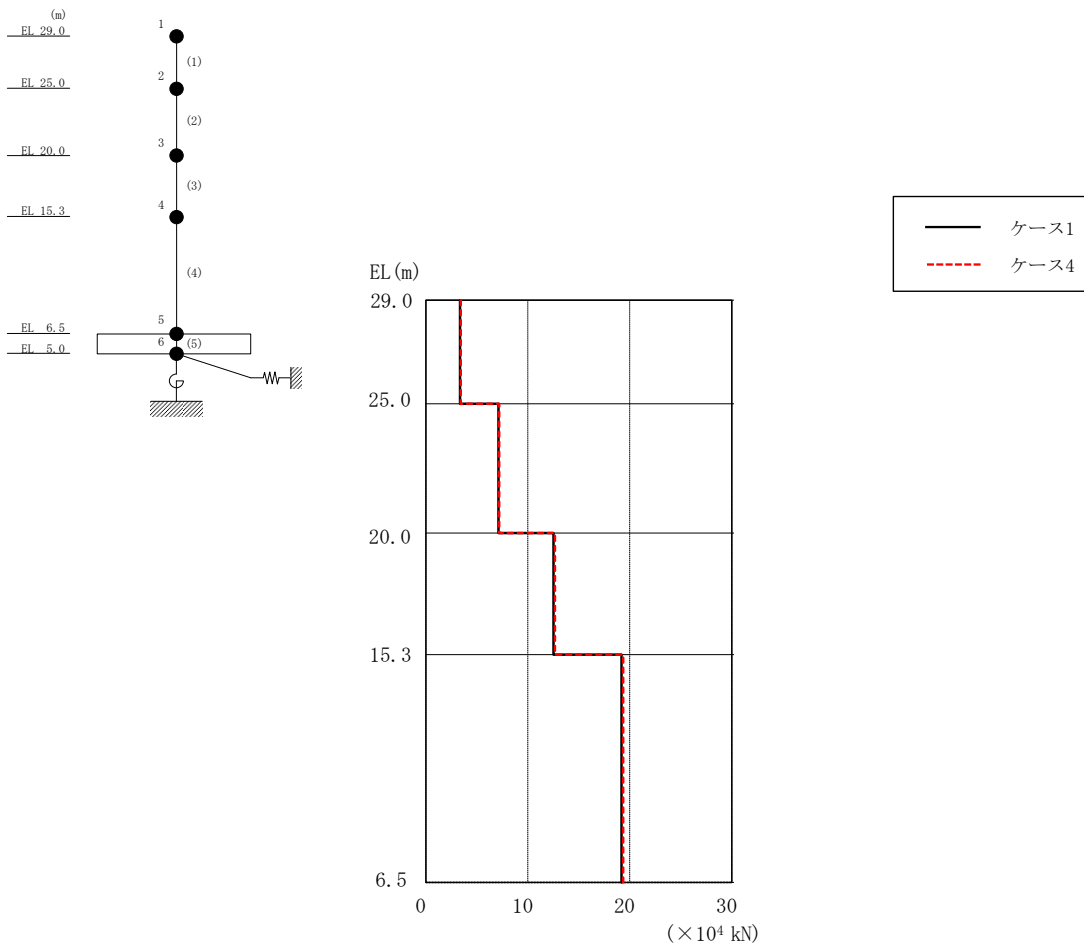


図 2-26 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-25 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	3.35	3.41
25.0~20.0	2	7.11	7.20
20.0~15.3	3	12.5	12.7
15.3~6.5	4	19.2	19.3

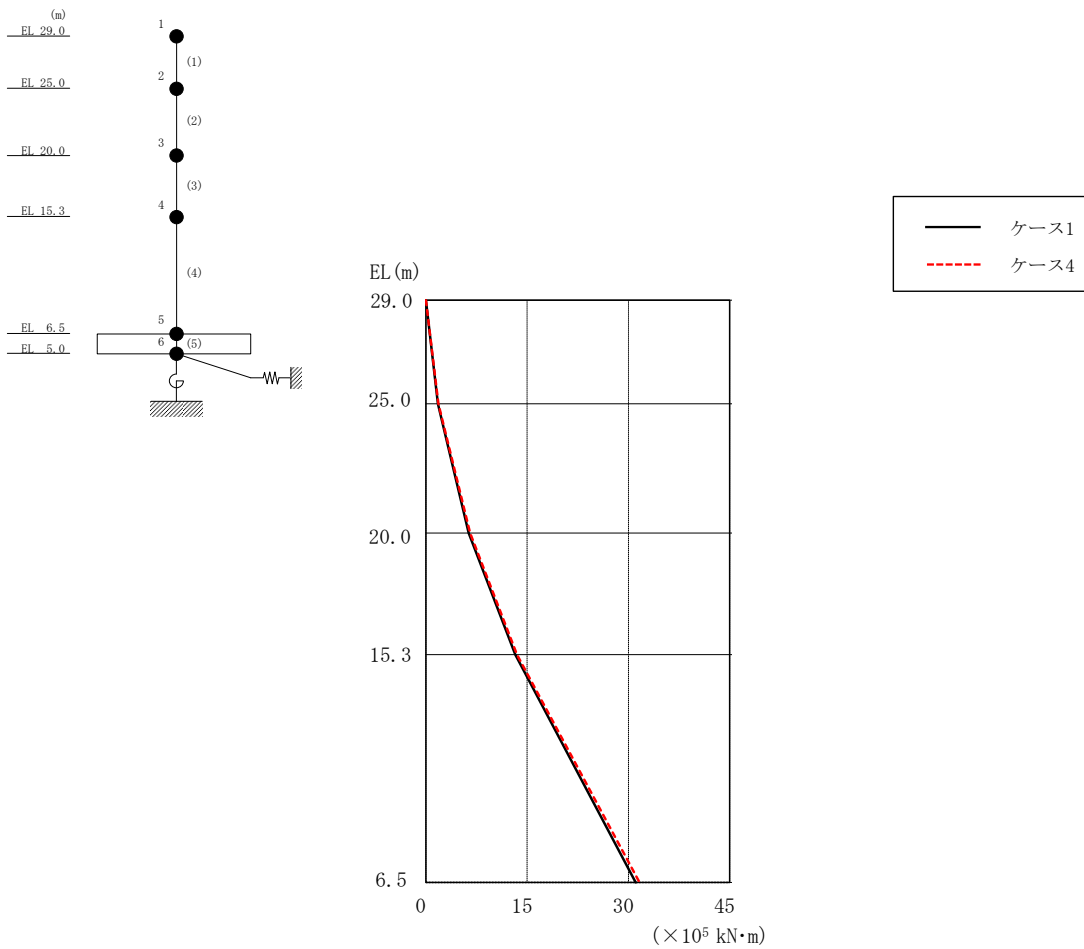


図 2-27 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s -D, NS 方向)

表 2-26 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.78	1.85
25.0~20.0	2	1.78	1.85
		6.34	6.54
20.0~15.3	3	6.34	6.54
		13.2	13.5
15.3~6.5	4	13.2	13.5
		31.1	31.6

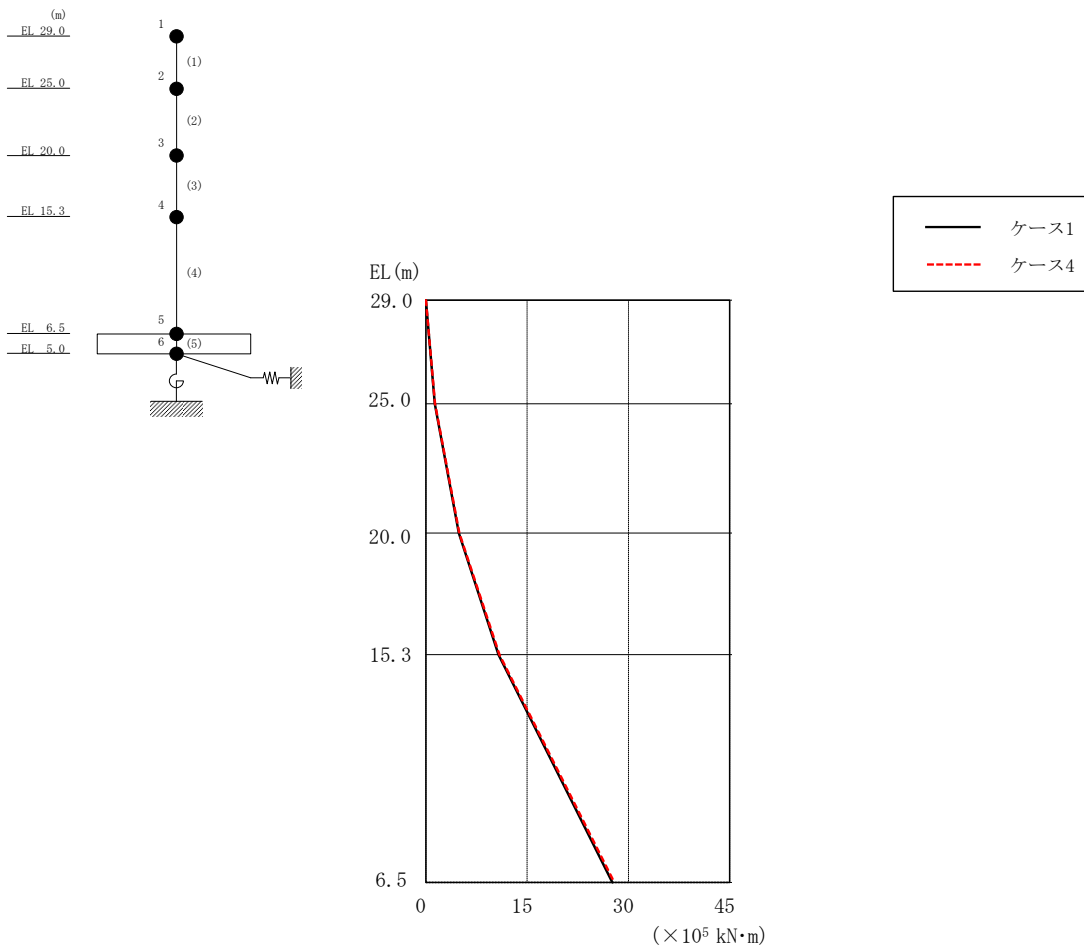


図 2-28 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-27 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.34	1.36
25.0~20.0	2	1.34	1.36
		4.87	4.96
20.0~15.3	3	4.87	4.96
		10.8	10.9
15.3~6.5	4	10.8	10.9
		27.6	27.9

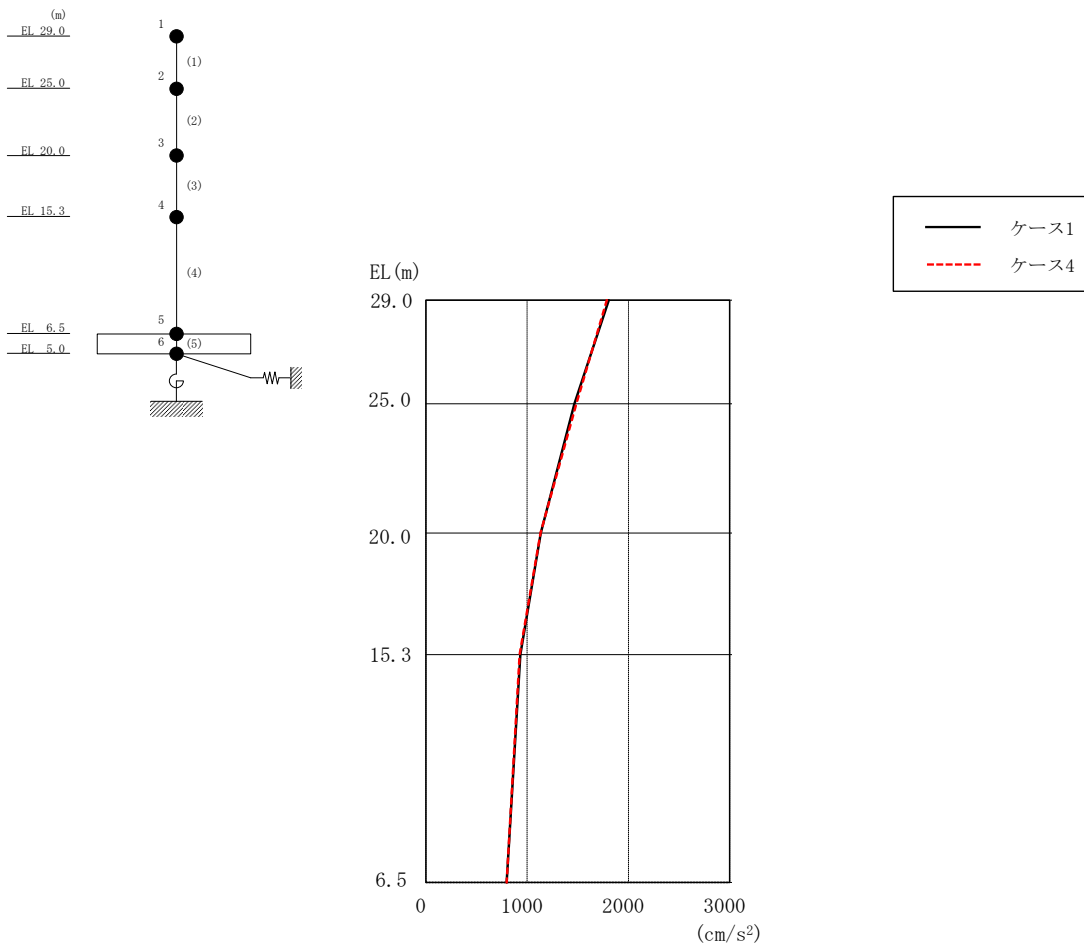


図 2-29 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-28 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1806	1788
25.0	2	1466	1485
20.0	3	1135	1132
15.3	4	932	925
6.5	5	798	796

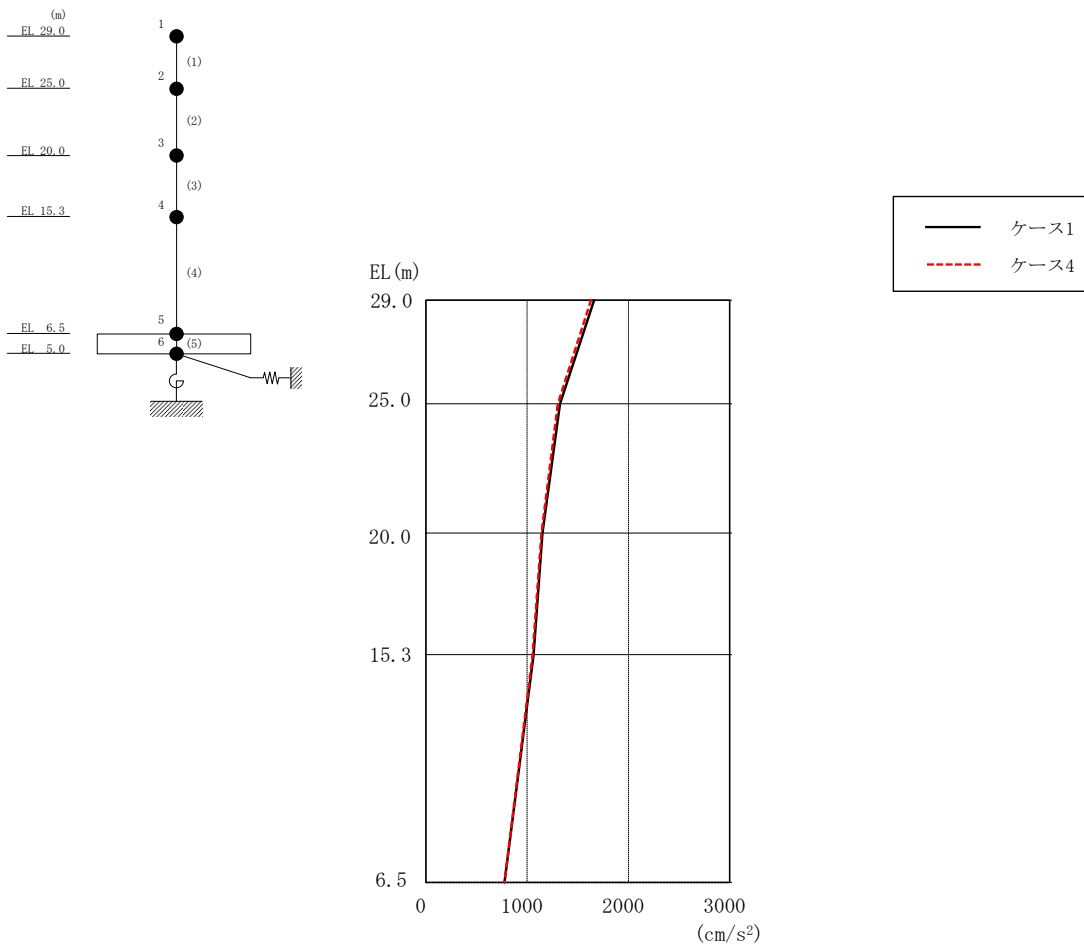


図 2-30 最大応答加速度（基準地震動 S s - F 2，EW 方向）

表 2-29 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2，EW 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1662	1629
25.0	2	1325	1303
20.0	3	1152	1141
15.3	4	1064	1054
6.5	5	776	776

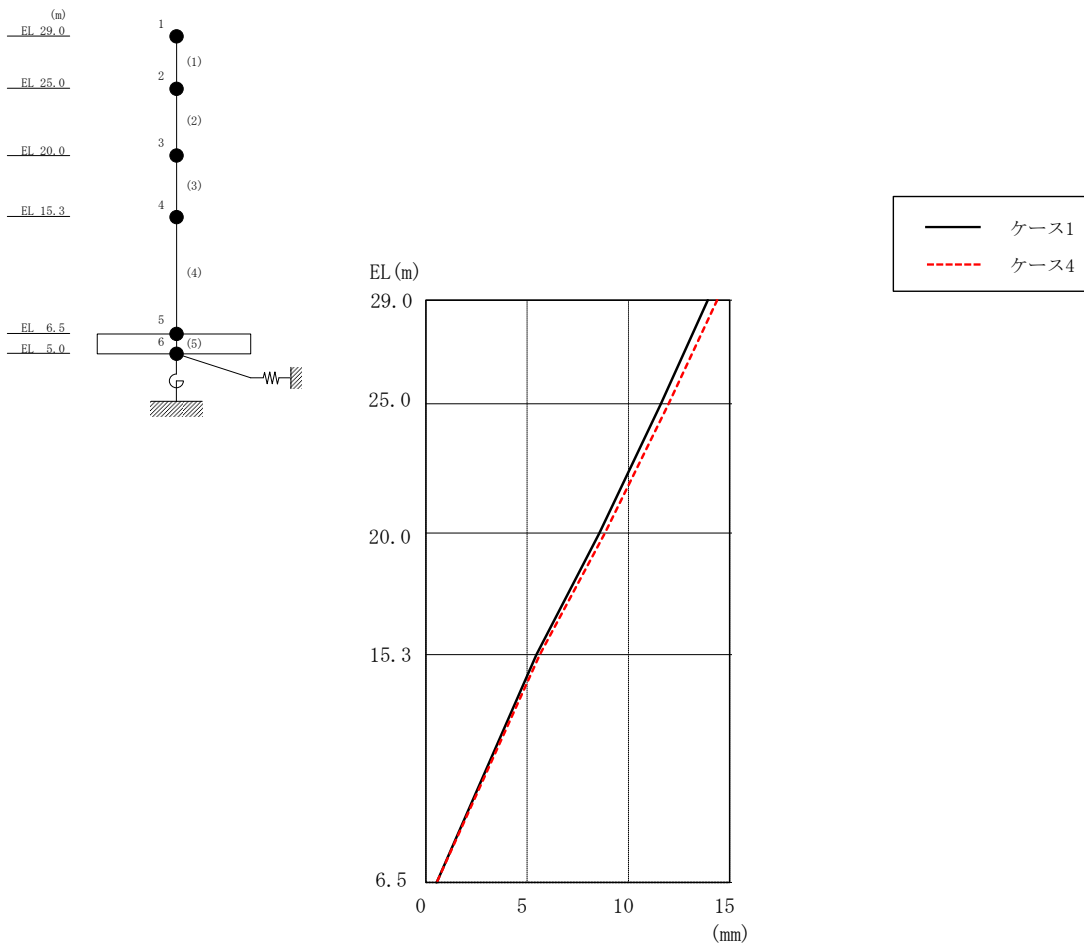


図 2-31 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-30 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	13.92	14.38
25.0	2	11.60	11.98
20.0	3	8.57	8.84
15.3	4	5.45	5.63
6.5	5	0.54	0.53

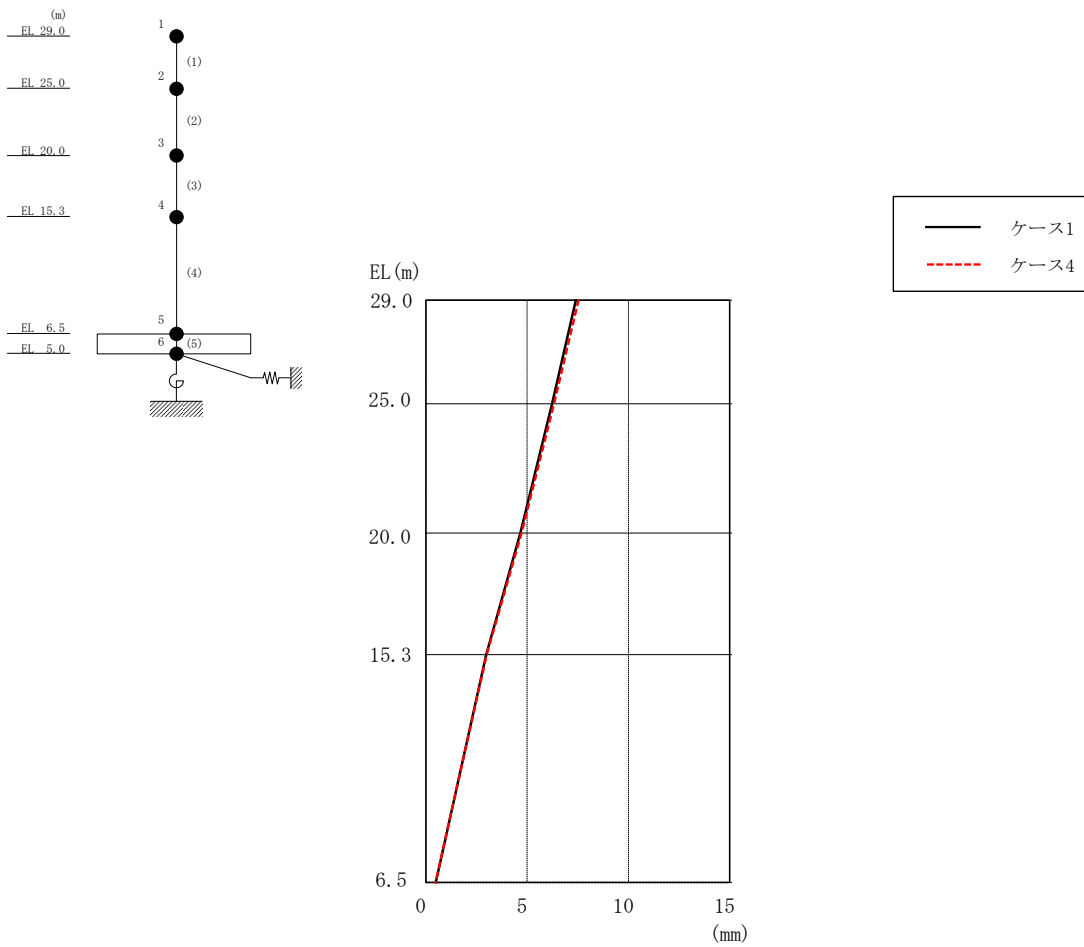


図 2-32 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-31 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	7.41	7.53
25.0	2	6.23	6.33
20.0	3	4.66	4.72
15.3	4	2.97	3.00
6.5	5	0.49	0.48

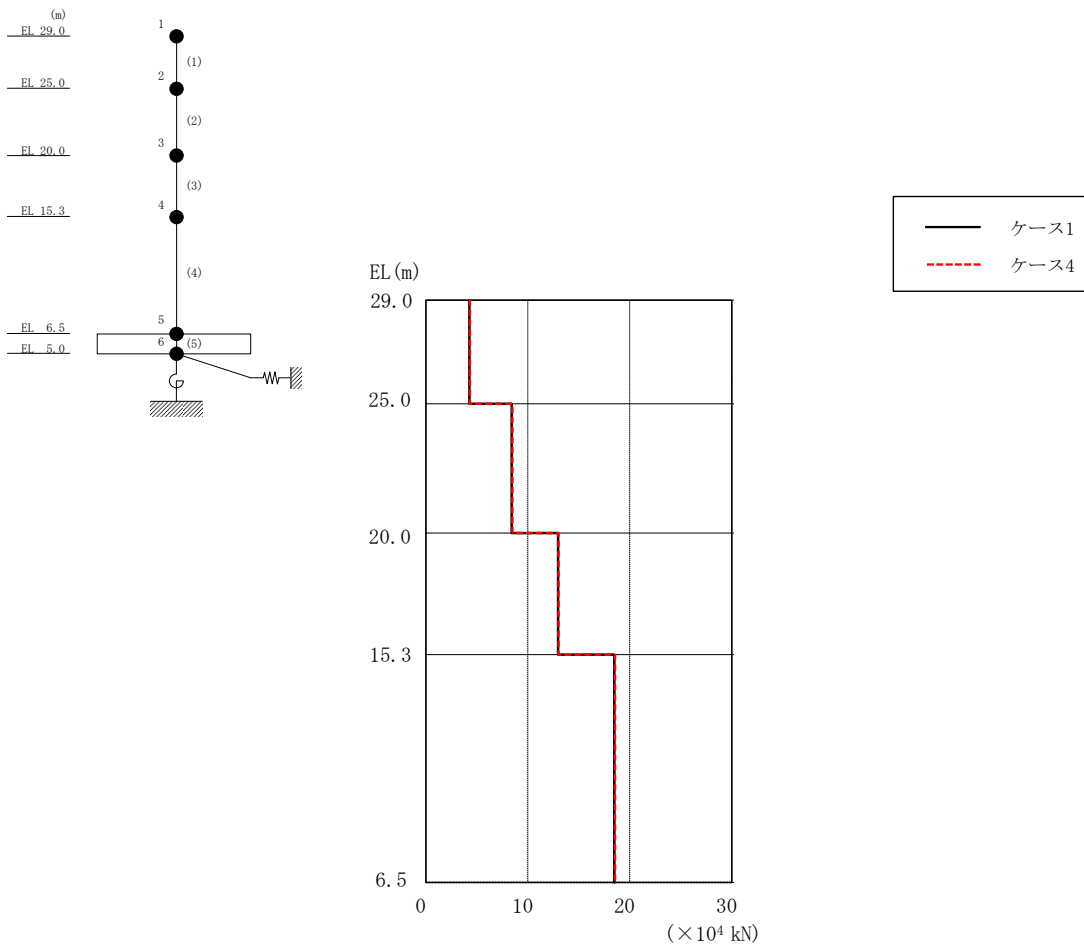


図 2-33 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, EW方向)

表 2-32 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.28	4.32
25.0~20.0	2	8.43	8.48
20.0~15.3	3	13.0	13.0
15.3~6.5	4	18.5	18.5

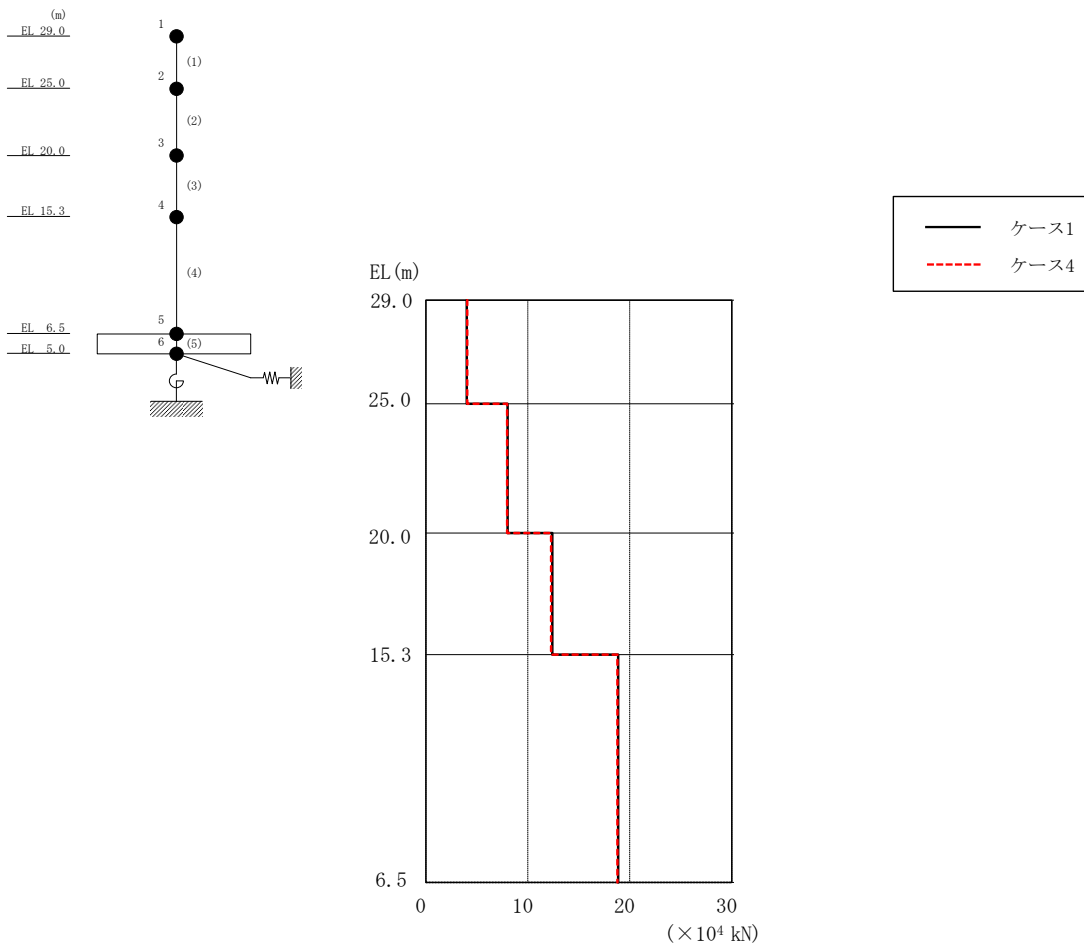


図 2-34 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

表 2-33 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.02	4.05
25.0~20.0	2	8.03	7.97
20.0~15.3	3	12.4	12.3
15.3~6.5	4	18.9	18.8

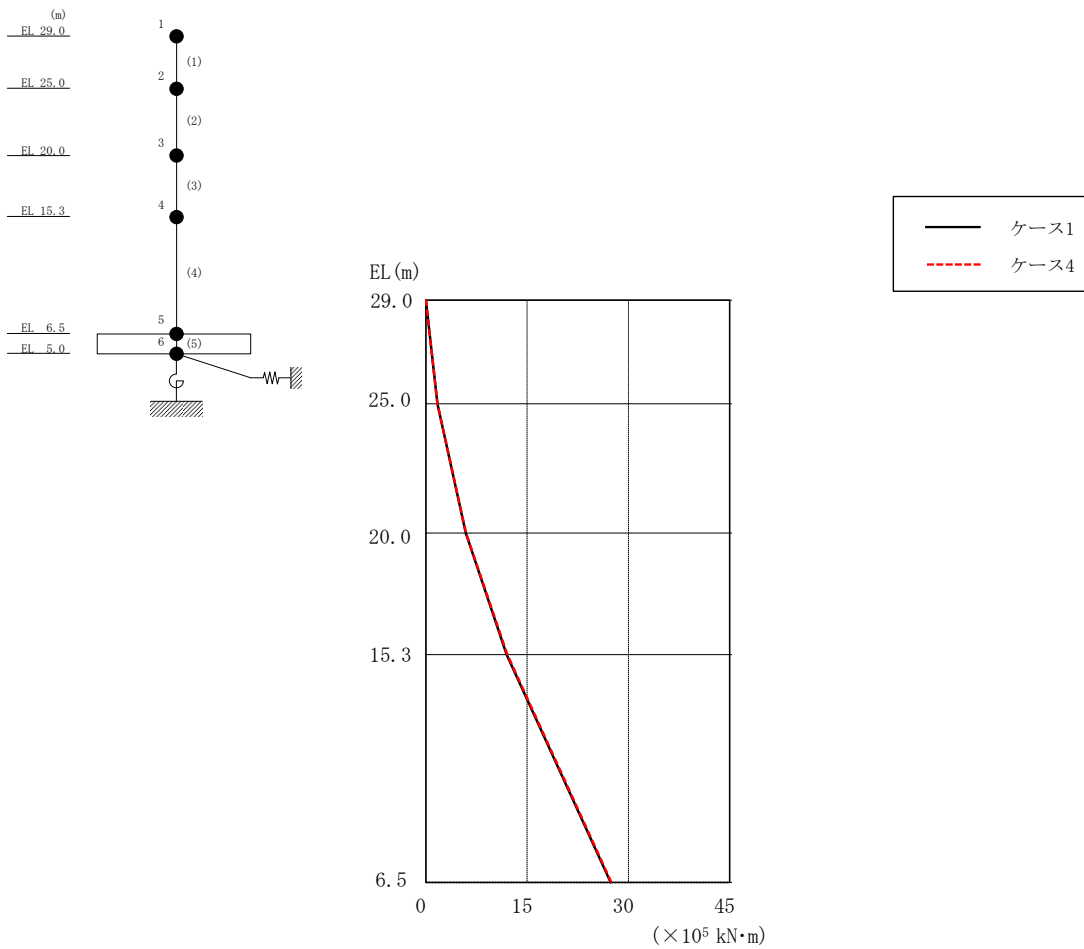


図 2-35 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-D, EW 方向)

表 2-34 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-D, EW 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.71	1.73
25.0~20.0	2	1.71	1.73
		5.93	5.96
20.0~15.3	3	5.93	5.96
		12.0	12.1
15.3~6.5	4	12.0	12.1
		27.4	27.5

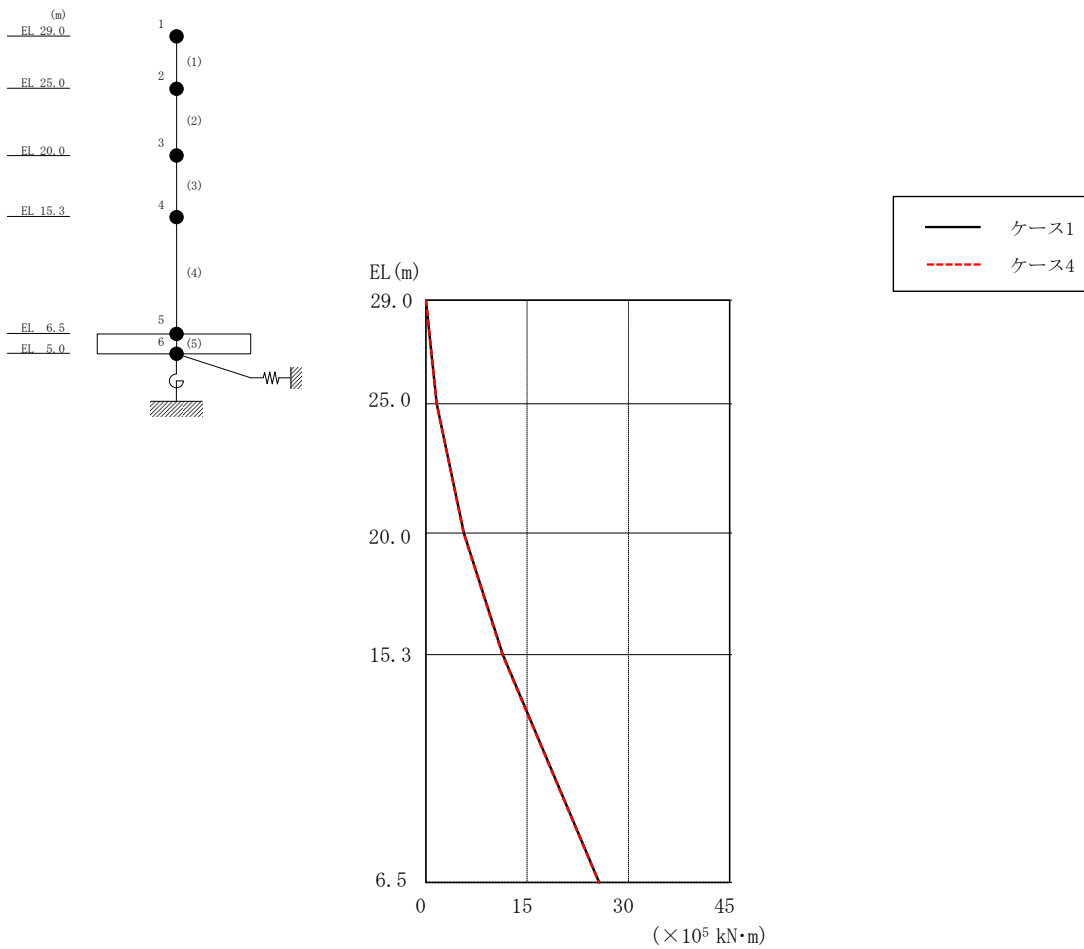


図 2-36 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

表 2-35 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.61	1.62
25.0~20.0	2	1.61	1.62
		5.62	5.60
20.0~15.3	3	5.62	5.60
		11.4	11.3
15.3~6.5	4	11.4	11.3
		25.7	25.6

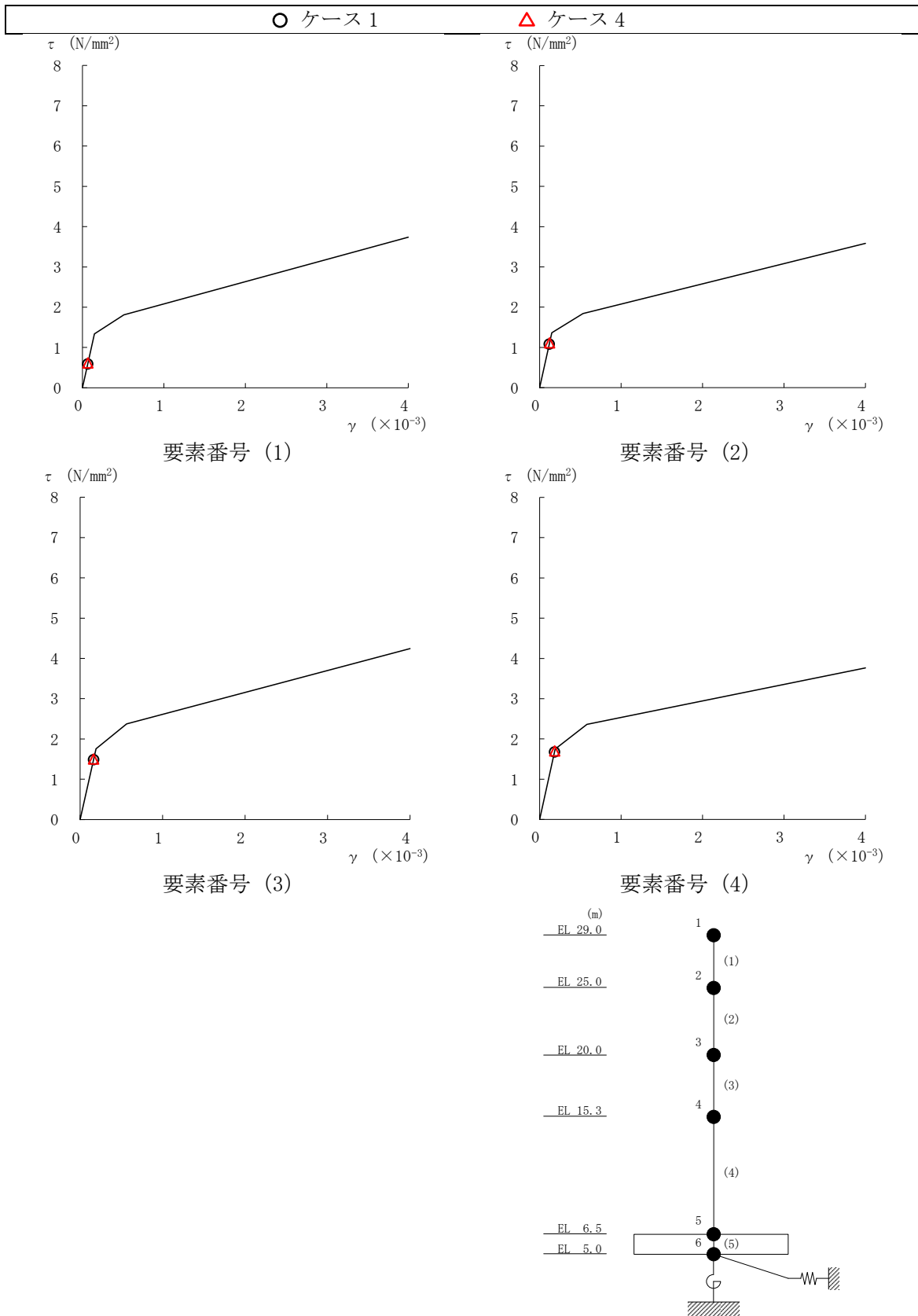
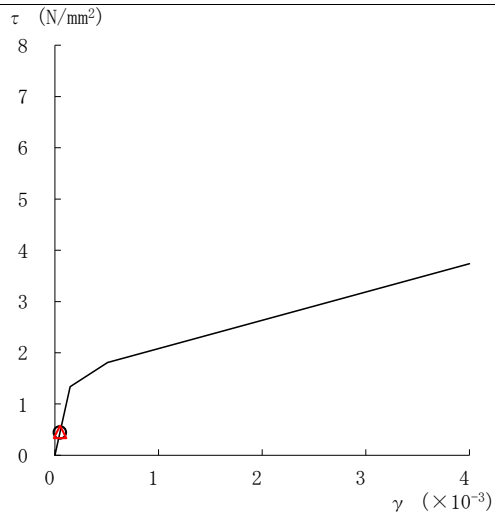
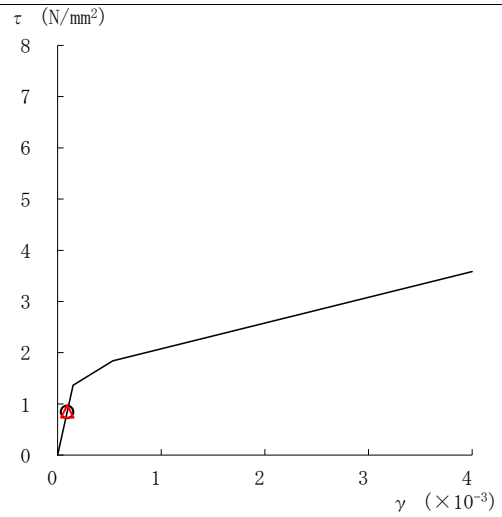


図 2-37 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

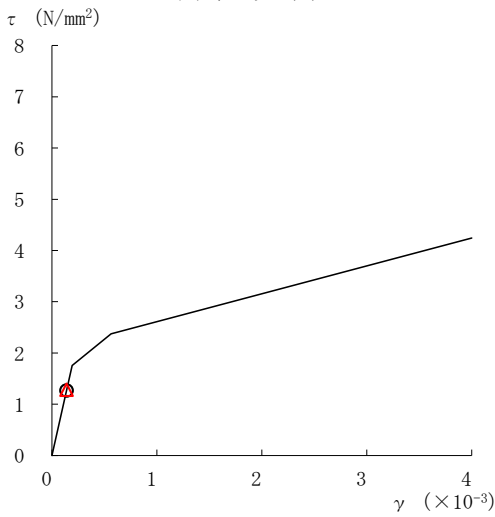
○ ケース 1 △ ケース 4



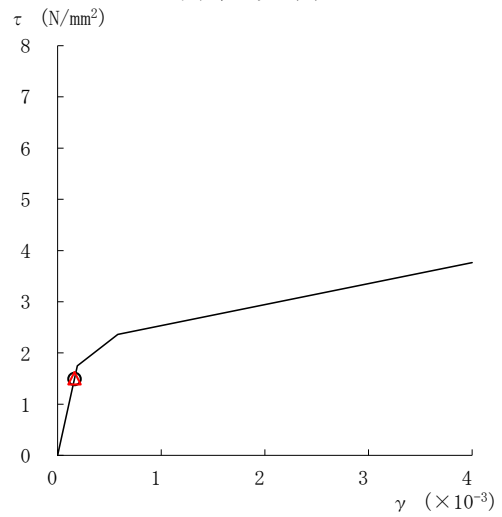
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

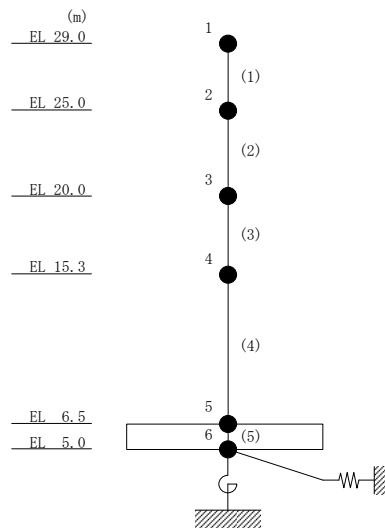
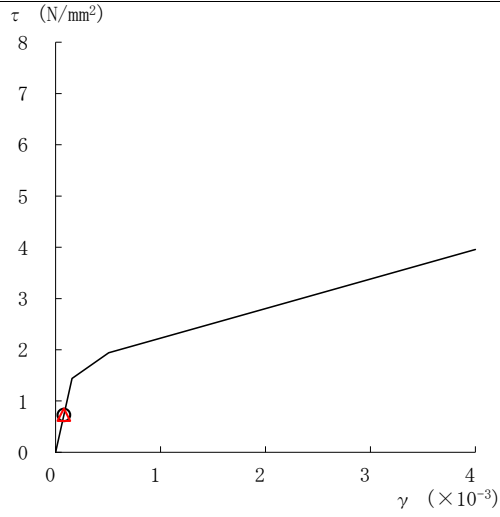
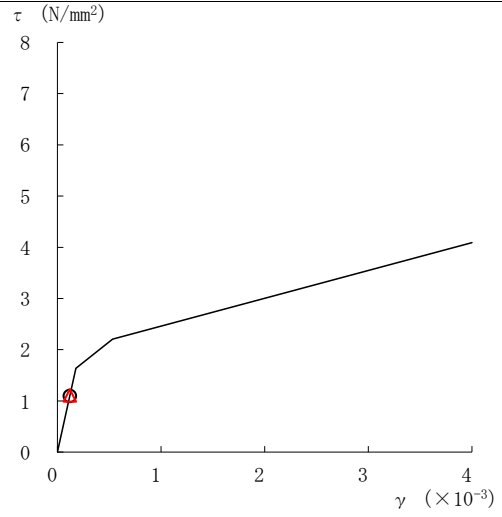


図 2-38 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

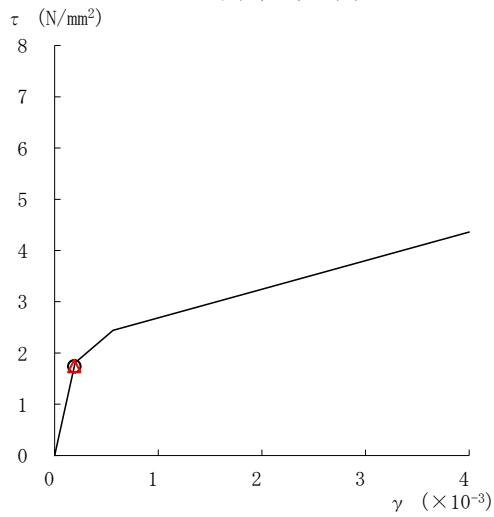
○ ケース 1 △ ケース 4



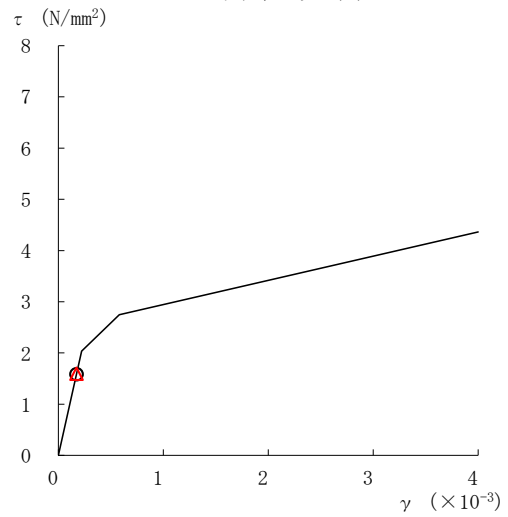
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

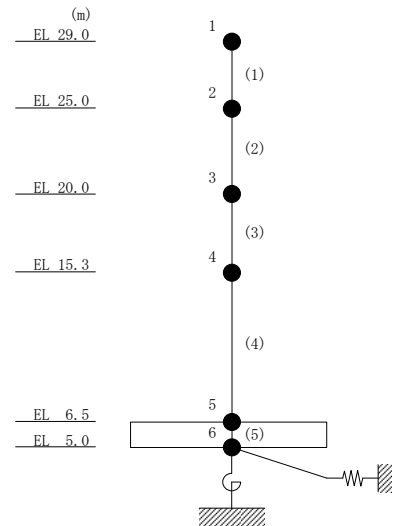


図 2-39 セン断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

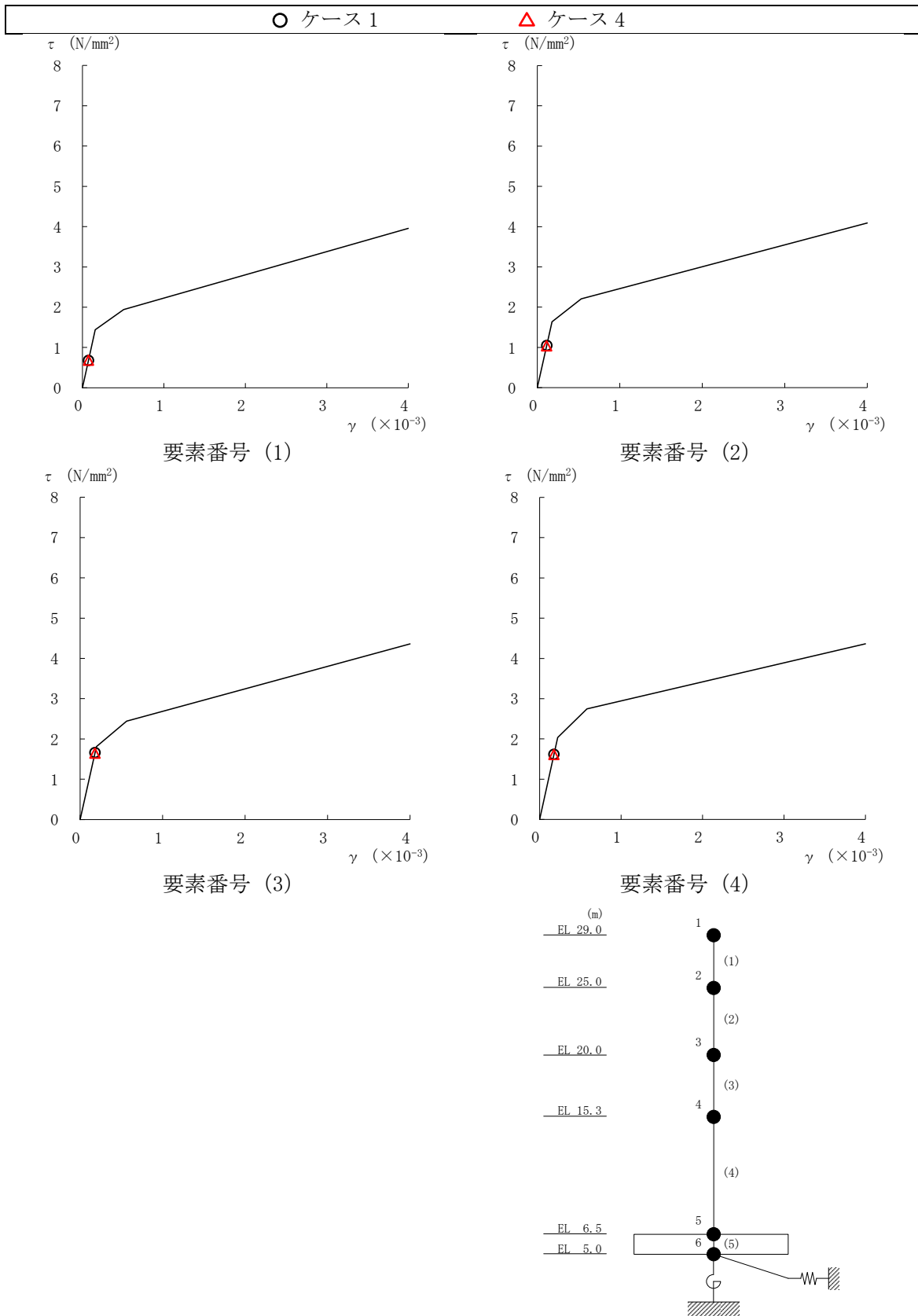


図 2-40 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-36 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F 2$	0.710	3.22	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-37 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 4)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.802	3.82	100
$S_s - F 2$	0.718	3.26	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.700	3.24	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

別紙 5 地震応答解析モデルの選定プロセス

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 地震応答解析モデルの選定プロセス	別紙 5-2
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定	別紙 5-4

1. 概要

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析は、基準地震動 S_s に対して浮上り線形SRモデル（付着力考慮）により評価を行っている。本資料では、地震応答解析モデルを選定したプロセスについて説明する。

2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

島根 2 号機の建物・構築物（波及的影響に係る施設を含む）の地震応答解析モデルは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 S_s に対して接地率を算定することを基本とし、「補足-023-10 建物の地震応答解析モデル（地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力）」に示す島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローに基づき選定している。島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローを図 2-1 に示す。

なお、地震動や方向による地震応答解析モデルの使い分けはせず同一モデルを用いる方針とする。

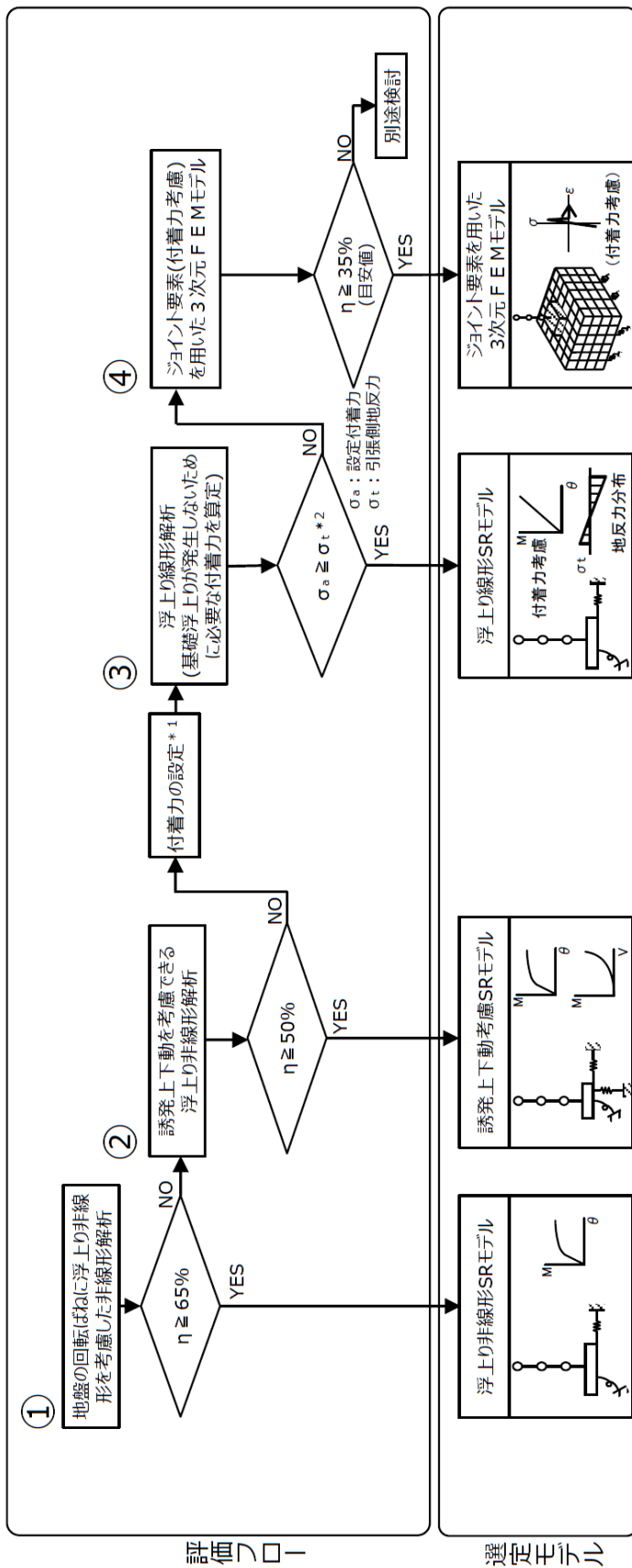


図 2-1 島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フロー

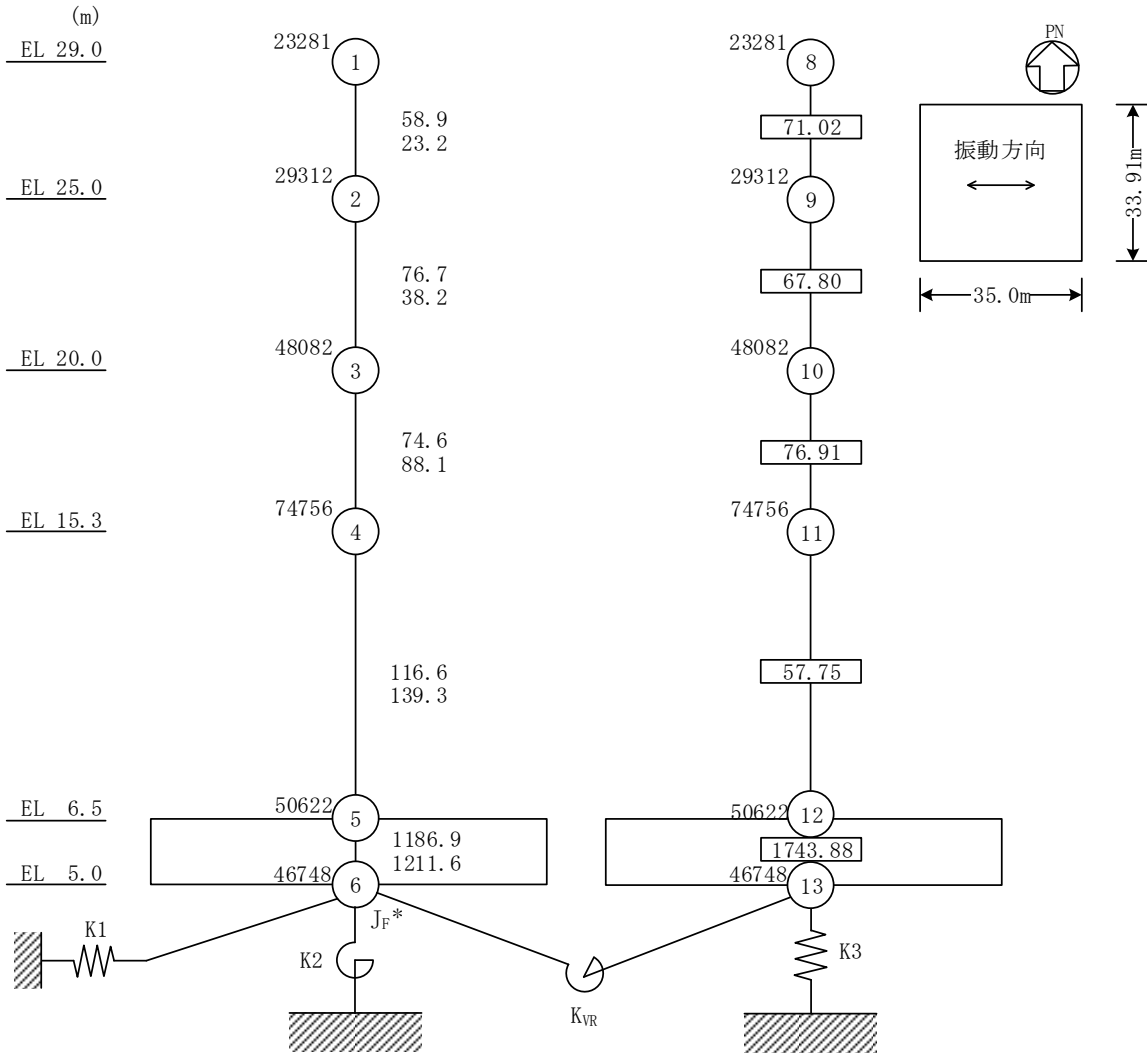
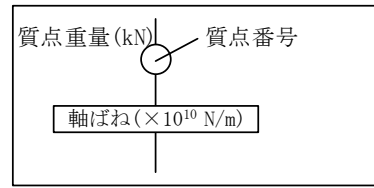
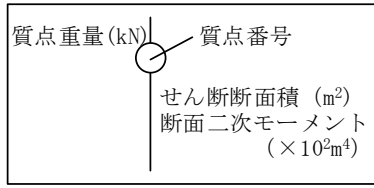
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定

1号機廃棄物処理建物の基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルについて、図2-1の評価フローに基づき、接地率が小さくなる傾向にある基準地震動 S_s-D で代表して検討した結果を表2-1に、検討に用いた地震応答解析モデルを図2-2に示す。①及び②のモデルによる解析結果が適用範囲を満足しないことから、③の浮上り線形SRモデル（付着力考慮）を採用する。

なお、③による検討結果は別紙6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」に示す。

表2-1 各地震応答解析モデルでの基準地震動 S_s に対する検討結果

方向	基準地震動 S_s-D	
	① 浮上り非線形SRモデル	② 誘発上下動考慮SRモデル
	接地率(%)	接地率(%)
NS	34.3	35.7
EW	44.8	46.1



注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

(②誘発上下動考慮S Rモデル EW方向)

注 : ①のモデルは基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルと同様

図 2-2 (2) 検討に用いた地震応答解析モデル

別紙 6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 検討方針	別紙 6-2
3. 必要付着力の算定	別紙 6-3
3.1 算定方法	別紙 6-3
3.2 算定結果	別紙 6-4

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物について、地震応答解析における建物基礎底面の付着力に関し説明するものである。

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析では、建物の基礎底面と地盤間の付着力を考慮し、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（(社)日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。）に示される浮上り線形地震応答解析を実施している。本資料では、基礎浮上りが発生しないために必要な付着力（以下「必要付着力」という。）が、付着力試験に基づき設定した値を超えないことを確認する。

2. 検討方針

基準地震動 S_s による地震応答解析結果の最大転倒モーメントと浮上り限界転倒モーメントより必要付着力を算定し、付着力試験に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないことを確認する。

3. 必要付着力の算定

3.1 算定方法

地震応答解析結果の最大転倒モーメントが浮上り限界転倒モーメントを上回るときに、基礎浮上りが発生する。

浮上り限界転倒モーメントは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」より以下の式で表される。

$$M_0 = \frac{W \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ここで、

M_0 : 浮上り限界転倒モーメント (kN・m)

W : 建物総重量 (kN)

L : 建物基礎幅 (m)

水平地震力による必要付着力は以下のとおりである。

$$M - M_0 = \frac{\sigma_{a t} \cdot A \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$\sigma_{a t} = (M - M_0) \cdot \frac{6}{A \cdot L} \text{ (kN/m}^2\text{)} = \frac{6 \cdot (M - M_0)}{1000 \cdot A \cdot L} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで、

M : 転倒モーメント (kN・m)*

$\sigma_{a t}$: 単位面積当たりの付着力 (kN/m²)

A : 基礎底面積 (m²)

注記* : 転倒モーメントは減衰力を含んだ反力とする。

3.2 算定結果

必要付着力の算定結果を表 3-1～表 3-4 に示す。

必要付着力の最大値は 0.343N/mm^2 (地盤物性を標準地盤+ σ としたケース, S_s-D, NS方向) であることから, 付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないことを確認した。

表 3-1 必要付着力
(基本ケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3\text{kN}$)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	M ₀ ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	σ_{at} (N/mm^2)
S _s -D	NS	272.80	34	1187	38.0	15.4	0.337
	EW		35	1187	32.1	15.9	0.234
S _s -F1	NS	272.80	34	1187	33.4	15.4	0.269
	EW		35	1187	29.6	15.9	0.198
S _s -F2	NS	272.80	34	1187	32.2	15.4	0.251
	EW		35	1187	30.7	15.9	0.214
S _s -N1	NS	272.80	34	1187	22.7	15.4	0.109
	EW		35	1187	25.4	15.9	0.138
S _s -N2NS	NS	272.80	34	1187	19.1	15.4	0.056
	EW		35	1187	21.0	15.9	0.074
S _s -N2EW	NS	272.80	34	1187	23.7	15.4	0.125
	EW		35	1187	25.9	15.9	0.145

表 3-2 必要付着力

(地盤物性を標準地盤+ σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	272.80	34	1187	38.4	15.4	0.343
	EW		35	1187	31.6	15.9	0.226
S _s -F2	NS	272.80	34	1187	32.9	15.4	0.261
	EW		35	1187	30.5	15.9	0.211

表 3-3 必要付着力

(地盤物性を標準地盤- σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	272.80	34	1187	38.3	15.4	0.341
	EW		35	1187	32.5	15.9	0.240
S _s -F2	NS	272.80	34	1187	32.5	15.4	0.255
	EW		35	1187	30.6	15.9	0.213

表 3-4 必要付着力

(積雪荷重との組合せを考慮したケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	273.69	34	1187	38.3	15.5	0.341
	EW		35	1187	32.5	16.0	0.239
S _s -F2	NS	273.69	34	1187	32.7	15.5	0.257
	EW		35	1187	30.6	16.0	0.212

別紙 7 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の
影響について

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況	別紙 7-1
3. 建物間の相対変位の計算結果	別紙 7-3
4. 発泡ポリスチレン板の影響	別紙 7-5

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間及び廃棄物処理建物間に設置された発泡ポリスチレン板の影響の検討結果について示すものである。

2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況

1号機廃棄物処理建物と制御室建物間に設置された発泡ポリスチレン板（厚さ50mm）の設置状況を図2-1に、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間に配置された発泡ポリスチレン板（厚さ100mm）の設置状況を図2-2に示す。

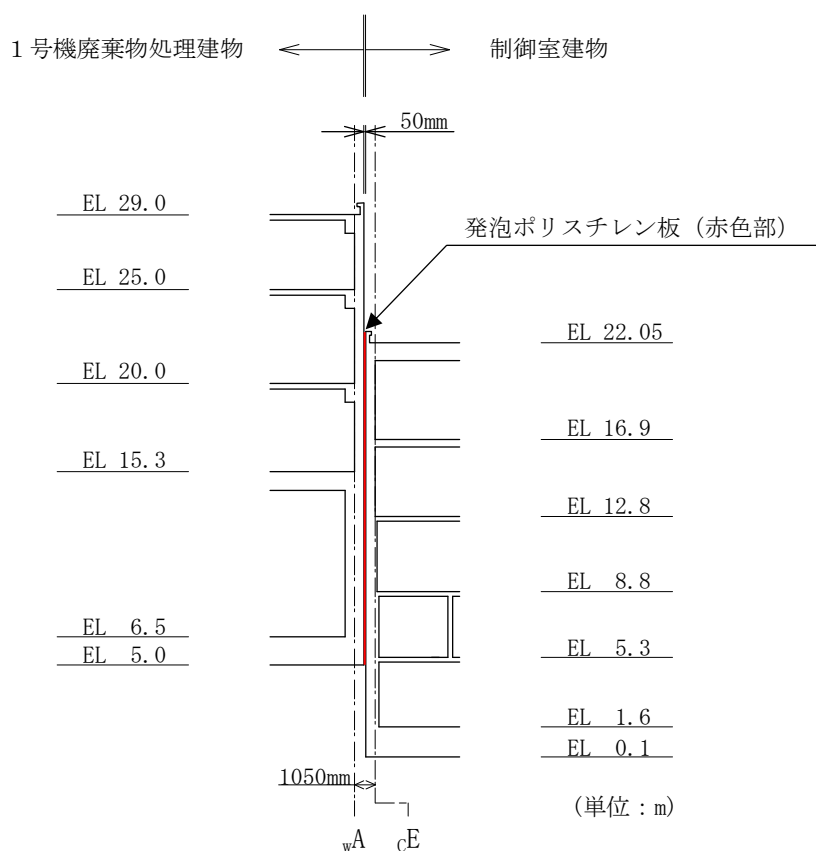


図2-1 1号機廃棄物処理建物と制御室建物間の発泡ポリスチレン板（50mm）の設置状況

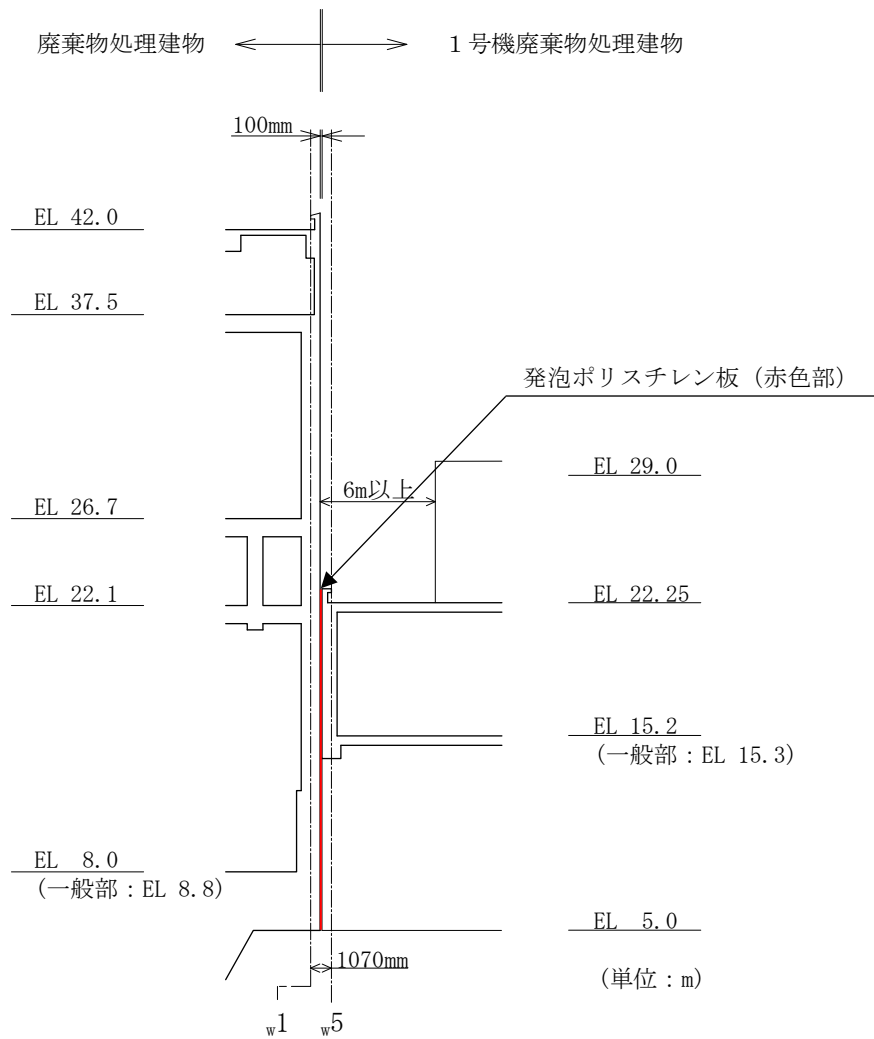


図 2-2 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間の発泡ポリスチレン板 (100mm) の設置状況

3. 建物間の相対変位の計算結果

建物間の相対変位については、VI-2-11-2-1-3「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」に、保守的な評価値として絶対値和に基づく最大相対変位を示している。絶対値和に基づく最大相対変位の最大値は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間で17.58mm（S s-D, ケース4）、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間で21.34mm（S s-D, ケース4）である。

1号機廃棄物処理建物と制御室建物及び1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位の算定結果（絶対値和）を表3-1及び表3-2に示す。

表3-1 1号機廃棄物処理建物と制御室建物の最大相対変位
（NS方向，絶対値和）

（単位：mm）

1号機廃棄物 処理建物		制御室建物		ケース1 (工認モデル)	ケース2	ケース3	ケース4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
*	22.05	①	22.05	16.99 (S s-D)	17.15 (S s-D)	15.97 (S s-D)	17.58 (S s-D)	50

注1：（ ）内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動S s-D, S s-F1, S s-F2, S s-N1, S s-N2NS及びS s-N2EWに対して実施。

注2：ハッチングは、ケース1～ケース4の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*：制御室建物の質点①（EL 22.05m）の応答変位に加算する1号機廃棄物処理建物の応答変位は、1号機廃棄物処理建物の上下質点間（EL 25.0m～EL 20.0m）で線形補間して算定。

表 3-2 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位
(EW方向, 絶対値和)

(単位: mm)

1号機廃棄物 処理建物		廃棄物 処理建物		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
*	22.25	*	22.25	21.02 (S _s -D)	21.16 (S _s -D)	19.86 (S _s -D)	21.34 (S _s -D)	100

注 1: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動 S_s-D, S_s-F1, S_s-F2, S_s-N1, S_s-N2NS 及び S_s-N2EW に対して実施。

注 2: ハッチングは、ケース 1~ケース 4 の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*: 1号機廃棄物処理建物の応答変位は上下質点間 (EL 25.0m~EL 20.0m) で線形補間して算定。また、廃棄物処理建物の応答変位は上下質点間 (EL 26.7m~EL 22.1m) で線形補間して算定。

4. 発泡ポリスチレン板の影響

建物間の絶対値和に基づく最大相対変位は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間は EL 22.05m、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間は EL 22.25m において最大で、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間は 17.58 mm、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間は 21.34mm である。

最大相対変位が最大となる位置では、発泡ポリスチレン板を最大 21mm 程度押し縮めるが、コンクリートの圧縮強度 (22.1N/mm²) に比べて、発泡ポリスチレン板の圧縮強さは 1/70～1/100 程度と小さいことから、1号機廃棄物処理建物が上位クラス施設である制御室建物及び廃棄物処理建物の構造躯体の安全性に影響を与えることはないと判断される。

なお、1号機廃棄物処理建物と制御室建物及び1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の間に設置した発泡ポリスチレン板の力学特性を明確に示す資料を確認できなかったため、ここでは、近接する建物間の壁施工にあたり型枠として用いることが多い同類の成型建築用断熱材 (発泡ポリスチレン板) についての圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率を表 4-1 に示す。

表 4-1 建築用断熱材の圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率

日本産業規格 (JIS)	日本産業規格 (JIS)	スタイロフォームEK-II	
JIS A 9521 建築用断熱材 発泡プラスチック断熱材 (ポリエチレンフォーム断熱材)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	
圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮弾性率* [N/mm ²]
0.02 以上	0.20 以上	0.30	15

注記* : スタイロフォームEK-IIの「圧縮応力-ひずみ曲線」より概算した値

補足-025-16 サイトバンカ建物の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-4「サイトバンカ建物の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙 3 サイトバンカ建物の地震応答解析結果

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 5 地震応答解析モデルの選定プロセス

別紙 6 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の
解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.1 SI 単位系への単位換算による変更	別紙 1-7
2.2 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較	別紙 1-7

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物の既工認時及び今回工認時の地震応答解析モデル及び手法の比較を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

サイトバンク建物の地震応答解析モデル及び手法の比較を表 2-1 に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、建設工認のものである。

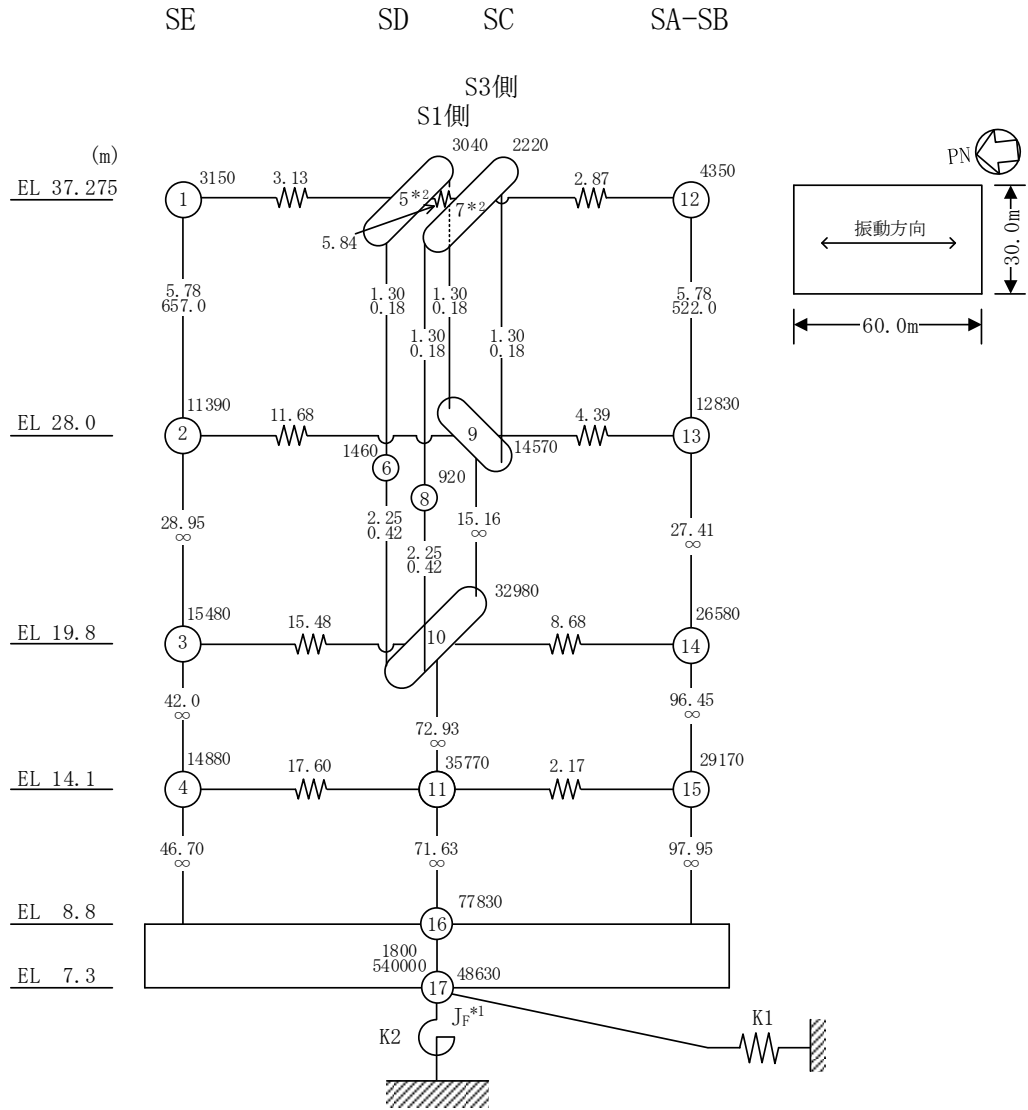
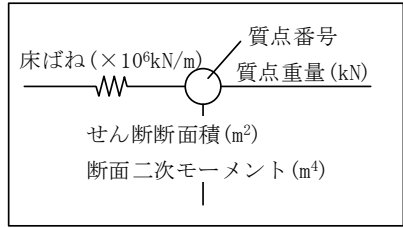
表 2-1 地震応答解析モデル及び手法の比較

項目	内容	既工認*	今回工認	備考
入力地震動の算定法		基礎下端に直接入力	同左	—
解析コード		NUPP II	NUPP 4	—
建物のモデル化	モデル	・水平：多軸床柔多質点系モデル	同左	—
	材料物性	検討時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 $E=2.06 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (SI換算) $\nu=0.167$	適用規準の見直しによる再設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 $E=2.25 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu=0.2$	①
	剛性評価	耐震壁を考慮	同左	—
	減衰定数	・水平方向：RC：5%	同左	—
地盤のモデル化	底面ばね	田治見矩形式に基づき設定 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	振動アドミタンス理論に基づく近似法 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	②
	側面ばね	・水平方向：考慮せず	同左	—
非線形特性	耐震壁	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮	②，③
	底面ばね	・水平方向：考慮せず	・水平方向：考慮	
誘発上下動		考慮せず	接地率65%を下回る場合，考慮する	④

注記*：島根原子力発電所第1号機『工事計画認可申請書 参考資料「S1地震動によるサイトбанка建物の機能維持についての検討書」(56資庁第11398号 昭和56年11月25日認可)』

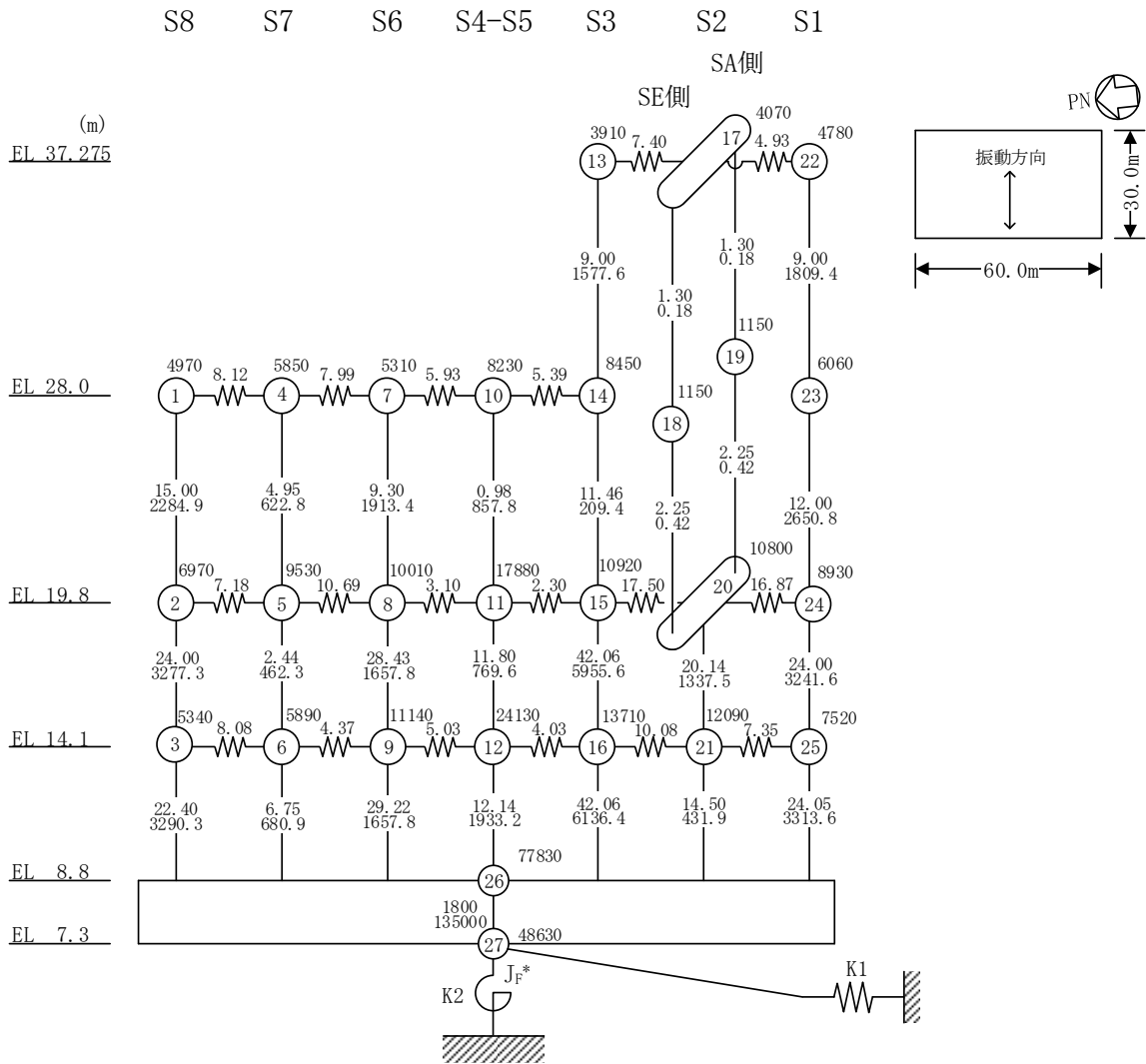
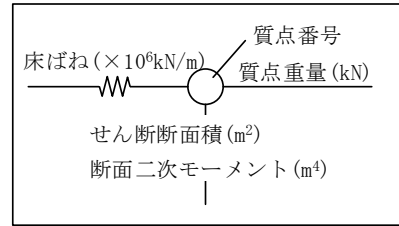
【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 1999 改定)に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙 2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。
- ④ 接地率 65%を下回る場合，誘発上下動考慮SRモデルにより評価を行う。地震応答解析モデルを選定したプロセスについては別紙 5「地震応答解析モデルの選定プロセス」に示す。



注記*1 : 回転慣性重量 ($97.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
*2 : せん断断面積 (0.83m^2), 断面二次モーメント (0.35m^4)

図 2-1 (1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($25.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

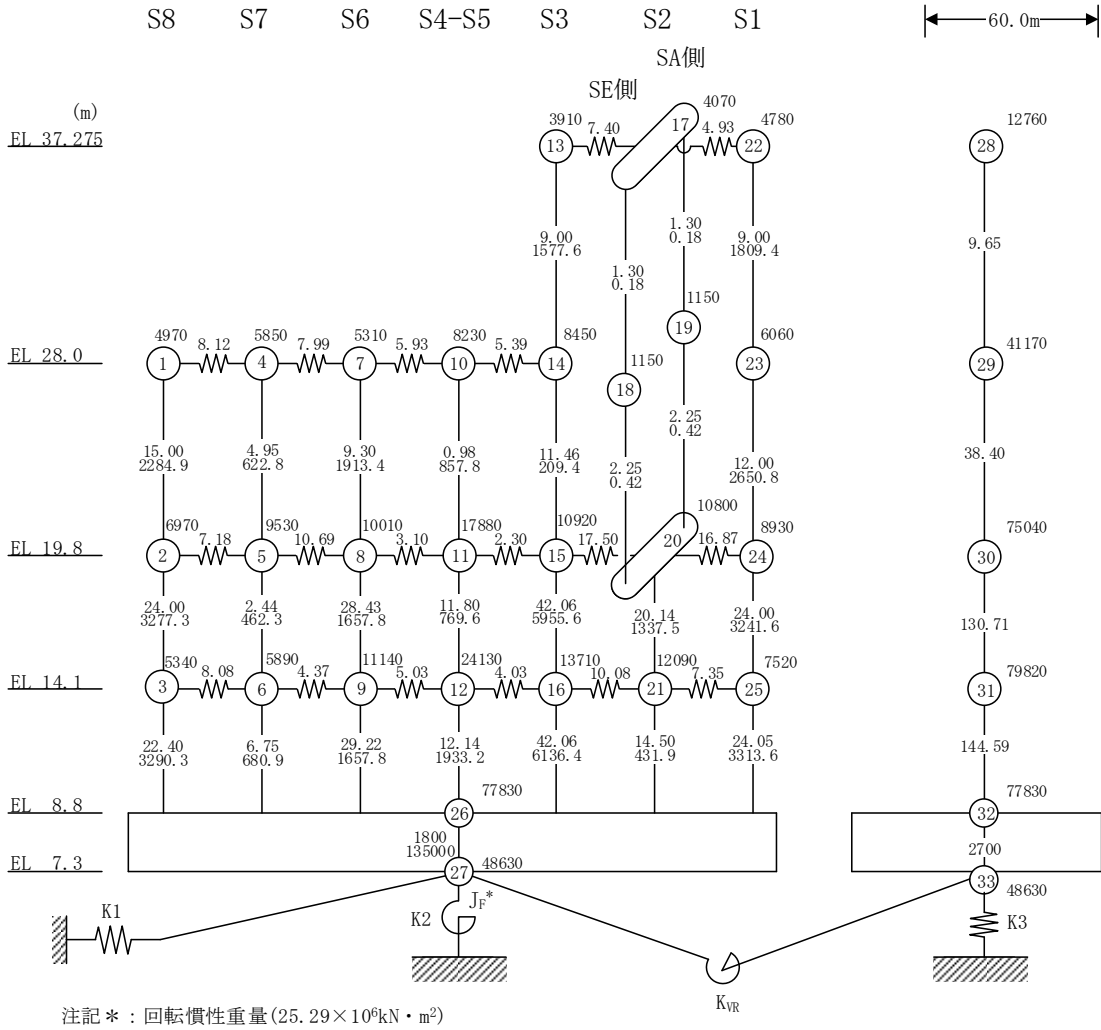
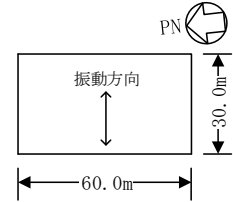
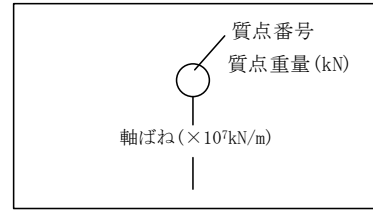
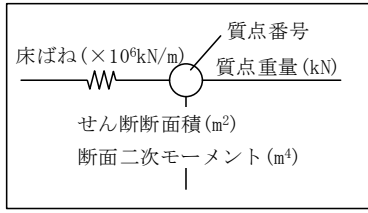


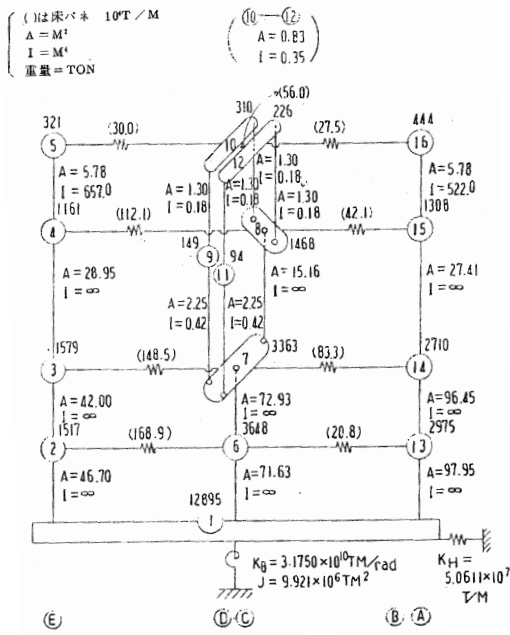
図 2-1 (3) 地震応答解析モデル (EW方向)
(誘発上下動を考慮する場合)

2.1 SI 単位系への単位換算による変更

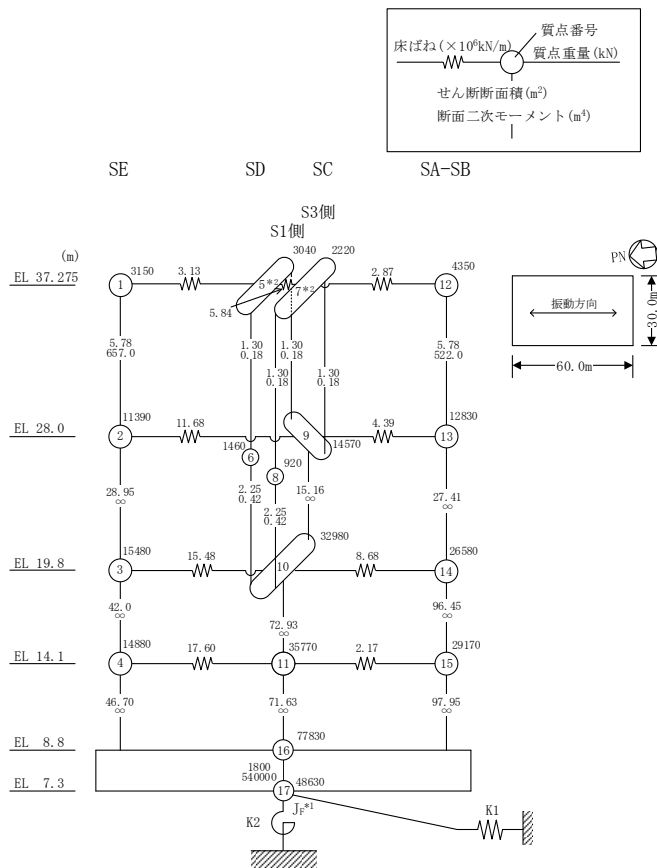
既工認モデルでは重力単位系による重量を用いていたが、今回工認モデルでは SI 単位系へ単位換算する。

2.2 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較

図 2-2 に既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較を示す。



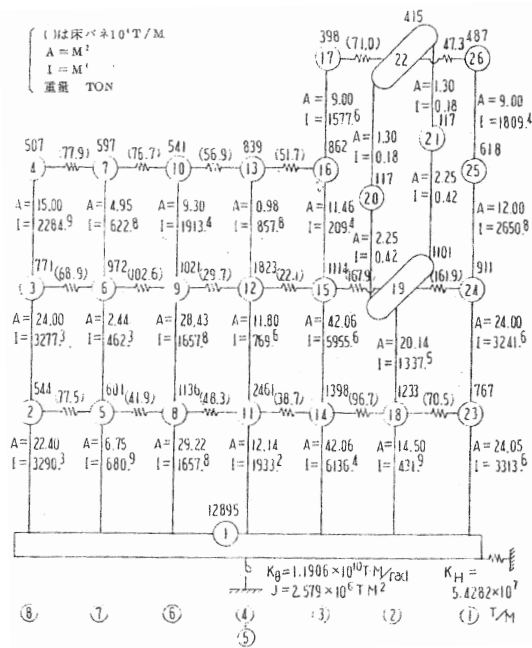
(a) 既工認モデル



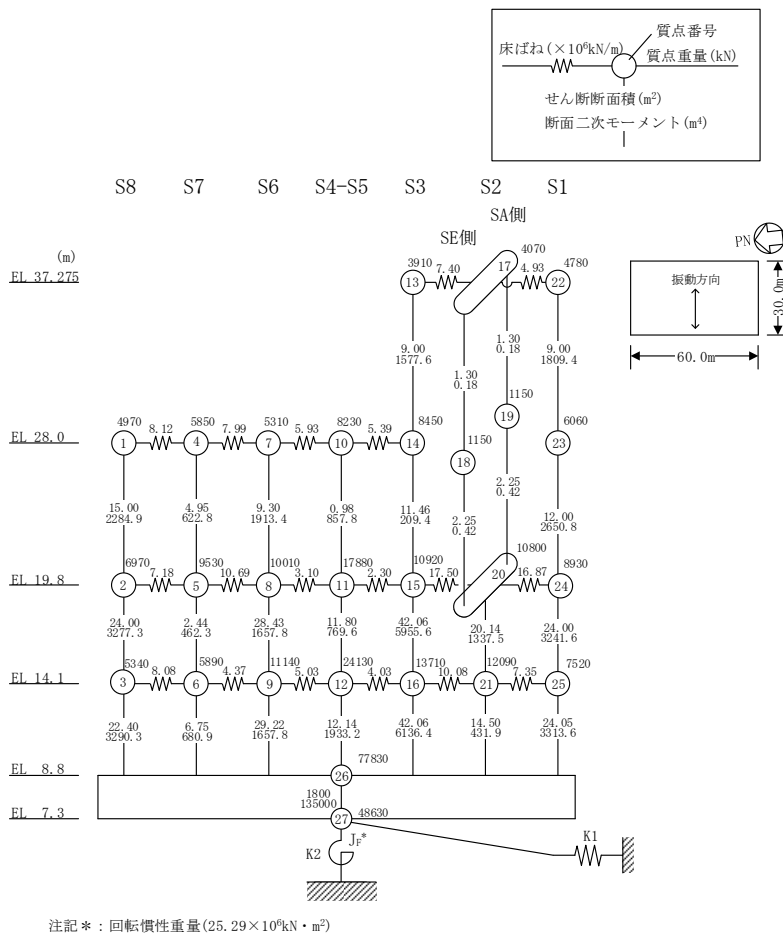
注記*1: 回転慣性重量 ($97.29 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)
 *2: せん断断面積 (0.83 m^2), 断面二次モーメント (0.35 m^4)

(b) 今回工認モデル

図 2-2(1) 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (NS方向)



(a) 既工認モデル



(b) 今回工認モデル

図 2-2(2) 既工認モデルと今回工認モデルの諸元の比較 (EW方向)

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

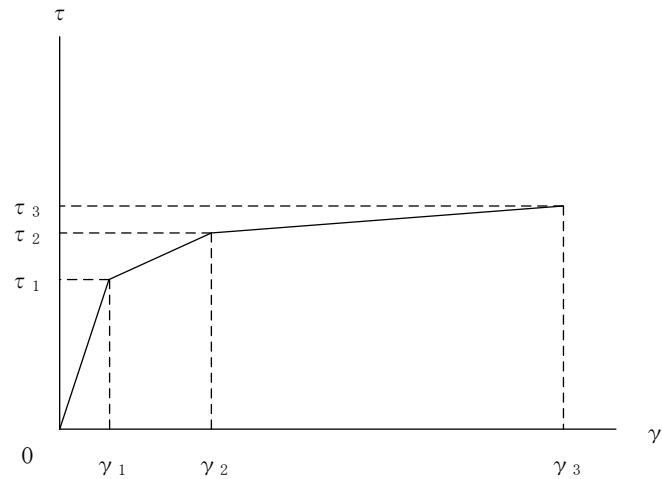
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-25

1. 概要

サイトバンカ建物については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

サイトバンカ建物は、フランジ壁を有しない内壁又は原子炉建物等に比べて壁厚が薄くフランジ壁の剛性を評価できない外壁を主体とした平面形状となっている。このようなサイトバンカ建物の構造的な特徴を踏まえ、RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、「保有水平耐力の計算方法（平成19年5月18日国交省告示594号第四）」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_3 = \frac{0.068 P_{te}^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{\sqrt{M/QD + 0.12}} + 0.85 \cdot \sqrt{\sigma_{wh} \cdot P_{wh}} + 0.1 \cdot \sigma_0$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

P_{wh} : せん断補強筋比 (実数)

σ_0 : 縦軸応力度 (N/mm²) (圧縮を正とする)

σ_{wh} : 鉄筋降伏応力度 (N/mm²)

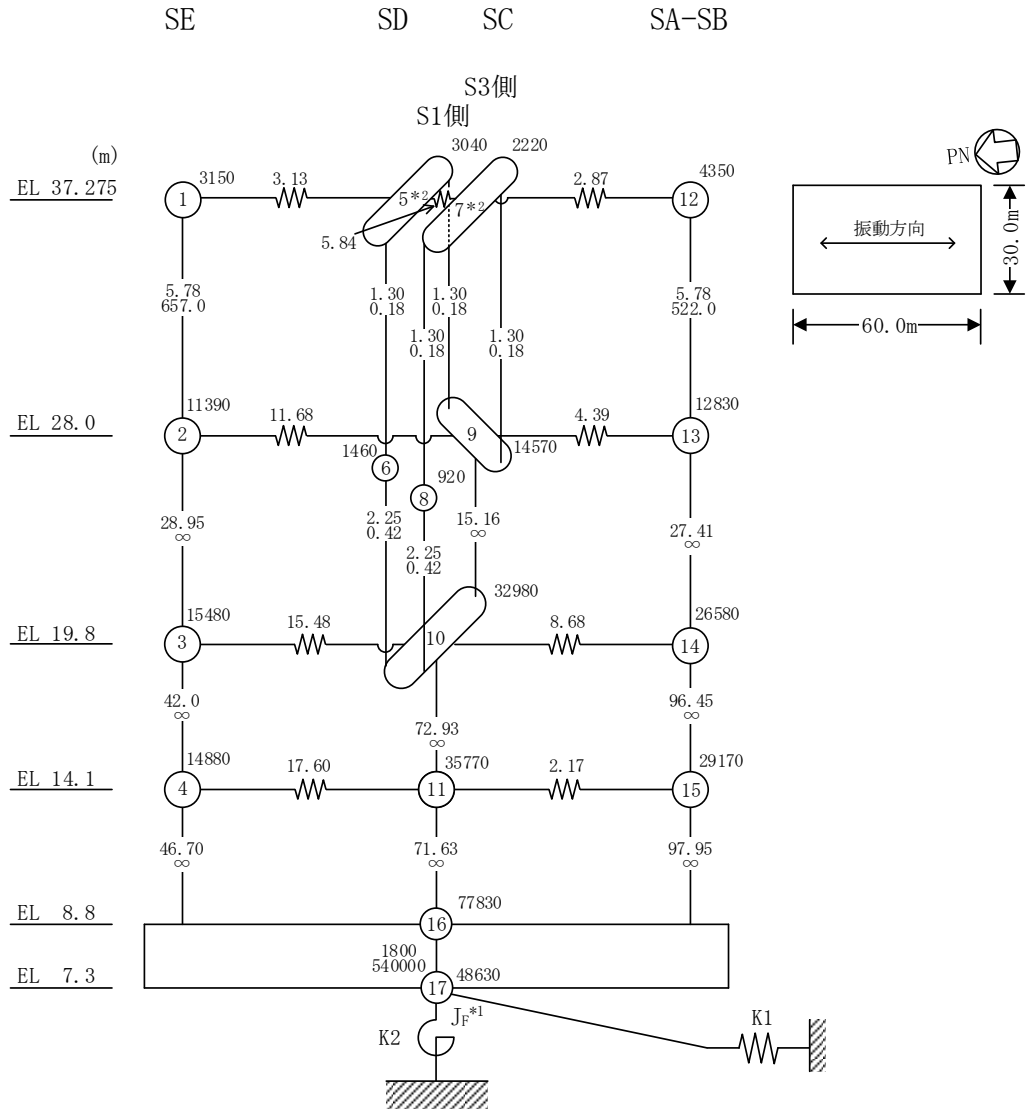
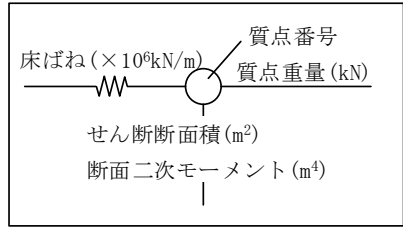
M/QD : シアスパン比

P_{te} : 等価引張鉄筋比 (%)

3. せん断スケルトン曲線の設定について

3.1 水平方向モデル

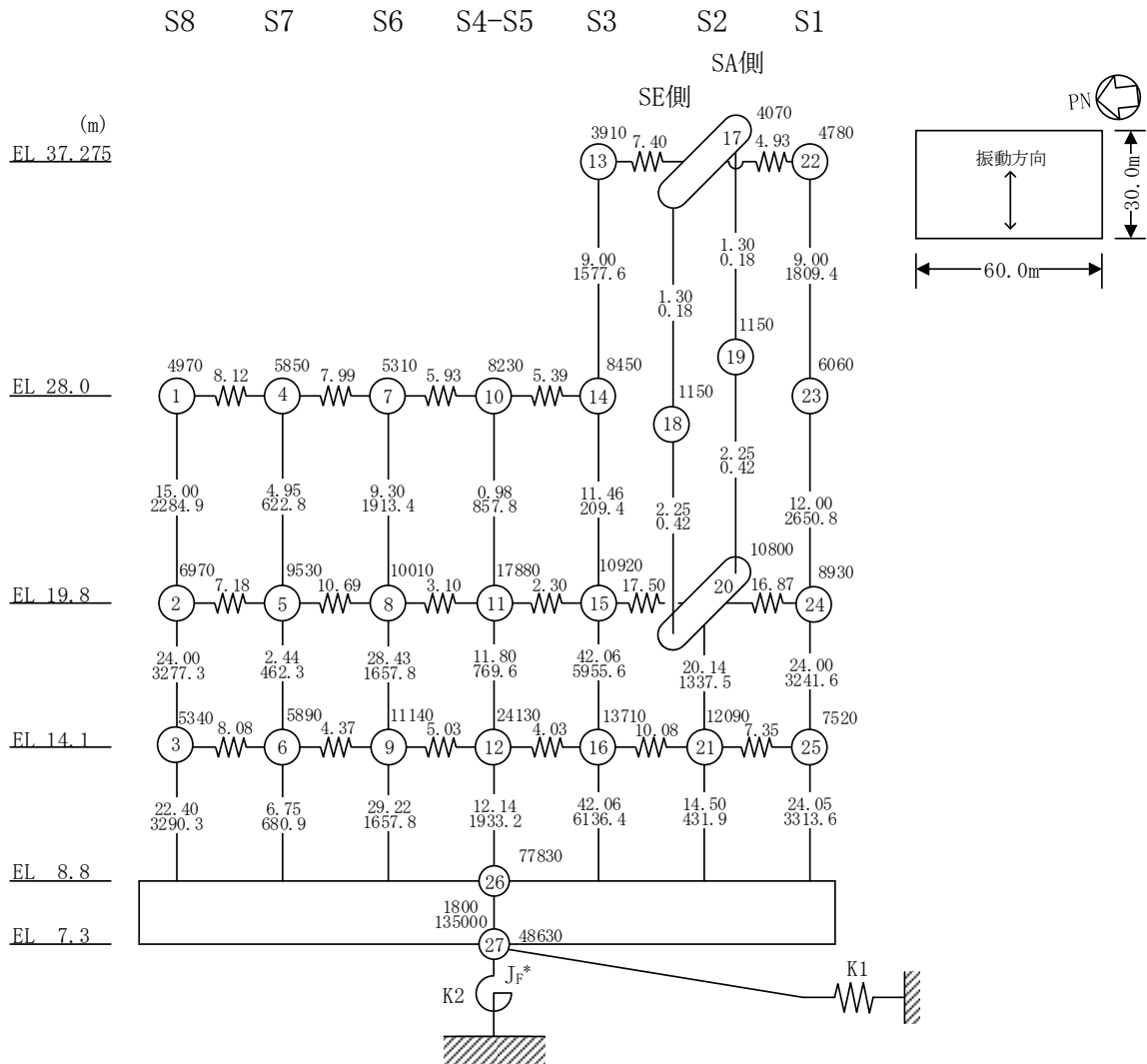
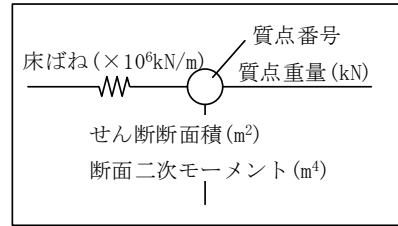
水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に示す。



注記*1 : 回転慣性重量($97.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2 : せん断面積 (0.83m^2), 断面二次モーメント (0.35m^4)

図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS方向)



注記* : 回転慣性重量 ($25.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 3-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いるサイトバンカ建物の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値 (コンクリート)

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート : Fc = 23.5 (N/mm ²) (Fc = 240 (kgf/cm ²))	2.25 × 10 ⁴	9.38 × 10 ³	5

表 3-2 使用材料の物性値 (鉄筋)

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋 : SD35 (SD345 相当*)	345

注記* : 建設当時の鉄筋の種類は SD35 であるが、現在の規格 (SD345) に読み替えた降伏応力度を示す。

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

SE

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SE	23.5	9.38	5.78	0.37	1.69	0.181
28.0~19.8				28.95	0.40	1.71	0.182
19.8~14.1				42.0	0.58	1.79	0.190
14.1~8.8				46.70	0.85	1.90	0.202

SD(S1側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S1側)	23.5	9.38	1.30	—*		
28.0~19.8				2.25	—*		

SC(S1側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC(S1側)	23.5	9.38	1.30	—*		
28.0~19.8				2.25	—*		

SD(S3側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S3側)	23.5	9.38	1.30	—*		

注記* : 線形部材

表 3-3(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (NS 方向)

SC (S3側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC (S3側)	23.5	9.38	1.30		—*	

SC-SD (S3側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	SC-SD (S3側)	23.5	9.38	15.16	0.55	1.72	0.184

SC-SD

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	SC	23.5	9.38	72.93	0.25	1.61	0.171
	SD				0.62		
14.1~8.8	SC			0.68	1.80	0.191	
	SD			1.00			

SA-SB

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SA	23.5	9.38	5.78	0.25	1.64	0.175
28.0~19.8	SA			27.41	0.32	1.65	0.176
19.8~14.1	SA			96.45	0.33	1.68	0.179
	SB				0.39		
14.1~8.8	SA			97.95	0.47	1.75	0.187
	SB				0.67		

注記* : 線形部材

表 3-4(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (E W 方向)

S8

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S8	23.5	9.38	15.00	0.30	1.66	0.177
19.8~14.1				24.00	0.49	1.75	0.186
14.1~8.8				22.40	0.76	1.86	0.198

S7

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S7	23.5	9.38	4.95	0.65	1.81	0.193
19.8~14.1				2.44	—*		
14.1~8.8				6.75	2.24	2.39	0.255

S6

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S6	23.5	9.38	9.30	0.45	1.73	0.184
19.8~14.1				28.43	0.38	1.67	0.178
14.1~8.8				29.22	0.62	1.72	0.183

S4-S5

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S4-S5	23.5	9.38	0.98	—*		
19.8~14.1				11.80	—*		
14.1~8.8				12.14	2.27	1.07	0.114

注記* : 線形部材

表 3-4(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (EW方向)

S3

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S3	23.5	9.38	9.00	0.35	1.69	0.180
28.0~19.8				11.46	0.55	1.52	0.162
19.8~14.1				42.06	0.54	1.77	0.189
14.1~8.8				42.06	0.80	1.88	0.200

S2 (SA側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2 (SA側)	23.5	9.38	1.30		—*	
28.0~19.8				2.25		—*	

S2 (SE側)

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2 (SE側)	23.5	9.38	1.30		—*	
28.0~19.8				2.25		—*	

S2

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	S2	23.5	9.38	20.14	0.49	1.52	0.162
14.1~8.8				14.50	1.02	1.96	0.209

注記* : 線形部材

表 3-4(3) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (EW方向)

S1

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S1	23.5	9.38	9.00	0.42	1.72	0.183
28.0~19.8				12.00	0.61	1.80	0.192
19.8~14.1				24.00	0.72	1.84	0.196
14.1~8.8				24.05	0.99	1.95	0.208

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

SE

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SE	2.29	0.542
28.0~19.8		2.31	0.546
19.8~14.1		2.41	0.571
14.1~8.8		2.56	0.607

SD(S1側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S1側)	—*	
28.0~19.8		—*	

SC(S1側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC(S1側)	—*	
28.0~19.8		—*	

SD(S3側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S3側)	—*	

注記* : 線形部材

表 3-5(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (NS 方向)

SC (S3側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC (S3側)	—*	

SC-SD (S3側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	SC-SD (S3側)	2.33	0.567

SC-SD

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	SC	2.17	0.566
	SD		
14.1~8.8	SC	2.42	0.617
	SD		

SA-SB

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SA	2.21	0.525
28.0~19.8	SA	2.23	0.535
19.8~14.1	SA	2.27	0.538
	SB		
14.1~8.8	SA	2.37	0.562
	SB		

注記* : 線形部材

表 3-6(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (E W 方向)

S8

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S8	2.25	0.532
19.8~14.1		2.36	0.559
14.1~8.8		2.51	0.594

S7

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S7	2.45	0.580
19.8~14.1		—*	
14.1~8.8		3.22	0.764

S6

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S6	2.34	0.553
19.8~14.1		2.25	0.543
14.1~8.8		2.32	0.576

S4-S5

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S4-S5	—*	
19.8~14.1		—*	
14.1~8.8		1.44	0.767

注記* : 線形部材

表 3-6(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (E W 方向)

S3

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S3	2.28	0.539
28.0~19.8		2.06	0.567
19.8~14.1		2.39	0.565
14.1~8.8		2.54	0.601

S2(SA側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2(SA側)	—*	
28.0~19.8		—*	

S2(SE側)

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2(SE側)	—*	
28.0~19.8		—*	

S2

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	S2	2.05	0.559
14.1~8.8		2.65	0.628

注記* : 線形部材

表 3-6(3) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (E W 方向)

S1

EL (m)	通り名	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S1	2.32	0.549
28.0~19.8		2.43	0.575
19.8~14.1		2.49	0.589
14.1~8.8		2.64	0.624

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (NS方向)

SE

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SE	0.00144	0.00662	0.37	0.455	3.74	4.00
28.0~19.8		0.00188	0.00522	0.40	0.400	3.87	
19.8~14.1		0.00014	0.00480	0.58	0.400	2.64	
14.1~8.8		0.00024	0.00529	0.85	0.400	2.92	

SD(S1側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S1側)	—*					
28.0~19.8		—*					

SC(S1側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC(S1側)	—*					
28.0~19.8		—*					

SD(S3側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SD(S3側)	—*					

注記* : 線形部材

表 3-7(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (NS方向)

SC(S3側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SC(S3側)	—*					

SC-SD(S3側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	SC-SD(S3側)	0.00202	0.00791	0.55	0.400	4.09	4.00

SC-SD

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	SC	0.00204	0.00430	0.25	0.937	2.91	4.00
	SD	0.00063	0.00485	0.62	0.400		
14.1~8.8	SC	0.00204	0.00430	0.68	0.911	2.67	
	SD	0.00017	0.00537	1.00	0.400		

SA-SB

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	SA	0.00114	0.00955	0.25	0.454	3.87	4.00
28.0~19.8	SA	0.00137	0.00774	0.32	0.400	3.88	
19.8~14.1	SA	0.00030	0.00473	0.33	0.400	3.04	
	SB	0.00128	0.00468	0.39	0.400		
14.1~8.8	SA	0.00030	0.00473	0.47	0.400	3.02	
	SB	0.00119	0.00471	0.67	0.481		

注記* : 線形部材

表 3-8(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

S8

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S8	0.00187	0.00550	0.30	0.400	3.89	4.00
19.8~14.1		0.00145	0.00478	0.49	0.400	3.68	
14.1~8.8		0.00161	0.00478	0.76	0.408	3.74	

S7

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S7	0.00265	0.00420	0.65	0.435	3.90	4.00
19.8~14.1		—*					
14.1~8.8		0.00227	0.00521	2.24	0.409	4.15	4.00

S6

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S6	0.00215	0.00767	0.45	0.400	4.21	4.00
19.8~14.1		0.00102	0.00460	0.38	0.400	3.38	
14.1~8.8		0.00102	0.00460	0.62	0.537	3.07	

S4-S5

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	S4-S5	—*					
19.8~14.1		—*					
14.1~8.8		0.00109	0.00743	2.27	0.400	1.77	4.00

注記* : 線形部材

表 3-8(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

S3

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S3	0.00242	0.00662	0.35	0.400	4.17	4.00
28.0~19.8		0.00065	0.00439	0.55	1.150	2.12	
19.8~14.1		0.00051	0.00448	0.54	0.400	3.11	
14.1~8.8		0.00057	0.00448	0.80	0.400	3.19	

S2 (SA側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2 (SA側)	—*					
28.0~19.8		—*					

S2 (SE側)

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S2 (SE側)	—*					
28.0~19.8		—*					

S2

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	S2	0.00087	0.00488	0.49	0.400	2.96	4.00
14.1~8.8		0.00100	0.00589	1.02	0.693	3.19	

注記* : 線形部材

表 3-8(3) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

S1

EL (m)	通り名	P_{te}	P_{wh}	縦軸応力度 σ_0 (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	S1	0.00254	0.00662	0.42	0.400	4.21	4.00
28.0~19.8		0.00184	0.00570	0.61	0.506	3.70	
19.8~14.1		0.00103	0.00480	0.72	0.586	3.19	
14.1~8.8		0.00134	0.00486	0.99	0.639	3.27	

4. まとめ

サイトバンカ建物におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

SE

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	1.69	2.29	3.74	0.181	0.542	4.00
28.0~19.8	1.71	2.31	3.87	0.182	0.546	4.00
19.8~14.1	1.79	2.41	2.64	0.190	0.571	4.00
14.1~8.8	1.90	2.56	2.92	0.202	0.607	4.00

SD(S1側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					
28.0~19.8	—*					

SC(S1側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					
28.0~19.8	—*					

SD(S3側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					

注記* : 線形部材

表 4-1(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

SC (S3側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					

SC-SD (S3側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	1.72	2.33	4.09	0.184	0.567	4.00

SC-SD

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	1.61	2.17	2.91	0.171	0.566	4.00
14.1~8.8	1.80	2.42	2.67	0.191	0.617	4.00

SA-SB

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	1.64	2.21	3.87	0.175	0.525	4.00
28.0~19.8	1.65	2.23	3.88	0.176	0.535	4.00
19.8~14.1	1.68	2.27	3.04	0.179	0.538	4.00
14.1~8.8	1.75	2.37	3.02	0.187	0.562	4.00

注記* : 線形部材

表 4-2(1) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

S8

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	1.66	2.25	3.89	0.177	0.532	4.00
19.8~14.1	1.75	2.36	3.68	0.186	0.559	4.00
14.1~8.8	1.86	2.51	3.74	0.198	0.594	4.00

S7

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	1.81	2.45	3.90	0.193	0.580	4.00
19.8~14.1	—*					
14.1~8.8	2.39	3.22	4.15	0.255	0.764	4.00

S6

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	1.73	2.34	4.21	0.184	0.553	4.00
19.8~14.1	1.67	2.25	3.38	0.178	0.543	4.00
14.1~8.8	1.72	2.32	3.07	0.183	0.576	4.00

S4-S5

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
28.0~19.8	—*					
19.8~14.1	—*					
14.1~8.8	1.07	1.44	1.77	0.114	0.767	4.00

注記* : 線形部材

表 4-2(2) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

S3

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	1.69	2.28	4.17	0.180	0.539	4.00
28.0~19.8	1.52	2.06	2.12	0.162	0.567	4.00
19.8~14.1	1.77	2.39	3.11	0.189	0.565	4.00
14.1~8.8	1.88	2.54	3.19	0.200	0.601	4.00

S2(SA側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					
28.0~19.8	—*					

S2(SE側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	—*					
28.0~19.8	—*					

S2

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
19.8~14.1	1.52	2.05	2.96	0.162	0.559	4.00
14.1~8.8	1.96	2.65	3.19	0.209	0.628	4.00

注記* : 線形部材

表 4-2(3) せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

S1

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275~28.0	1.72	2.32	4.21	0.183	0.549	4.00
28.0~19.8	1.80	2.43	3.70	0.192	0.575	4.00
19.8~14.1	1.84	2.49	3.19	0.196	0.589	4.00
14.1~8.8	1.95	2.64	3.27	0.208	0.624	4.00

別紙3 サイトバンカ建物の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-10

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

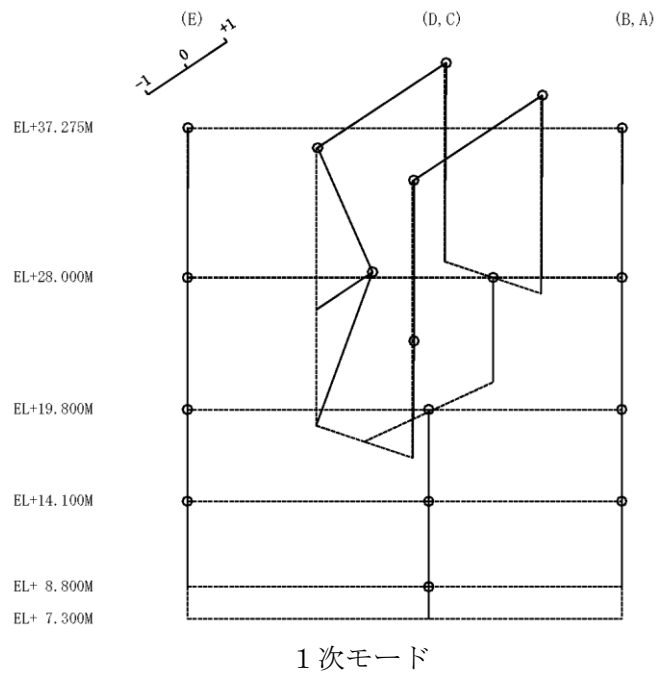
次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.188	5.32	1.437	
2	0.149	6.69	1.775	
3	0.096	10.41	2.900	建物—地盤連成 1 次
4	0.068	14.71	-2.291	
5	0.056	17.78	0.660	
6	0.043	23.24	-1.365	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.189	5.29	1.656	
2	0.123	8.15	2.331	建物—地盤連成 1 次
3	0.088	11.30	1.069	
4	0.072	13.89	0.383	
5	0.062	16.08	-0.733	
6	0.056	17.97	-0.614	

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

固有周期 0.188 s
 固有振動数 5.32 Hz
 刺激係数 1.437



固有周期 0.149 s
 固有振動数 6.69 Hz
 刺激係数 1.775

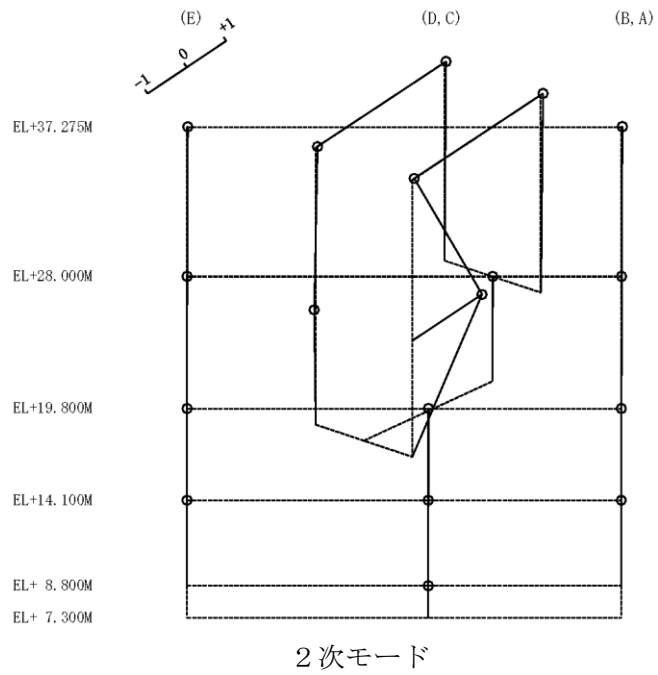
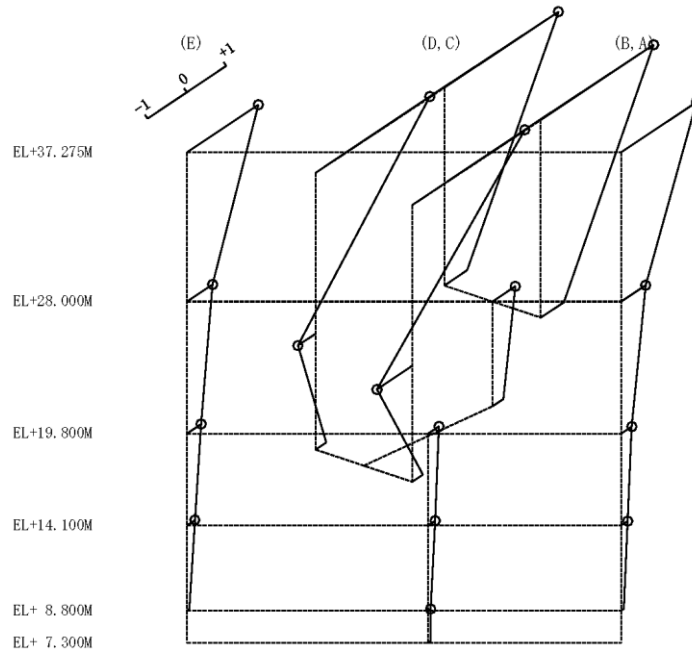


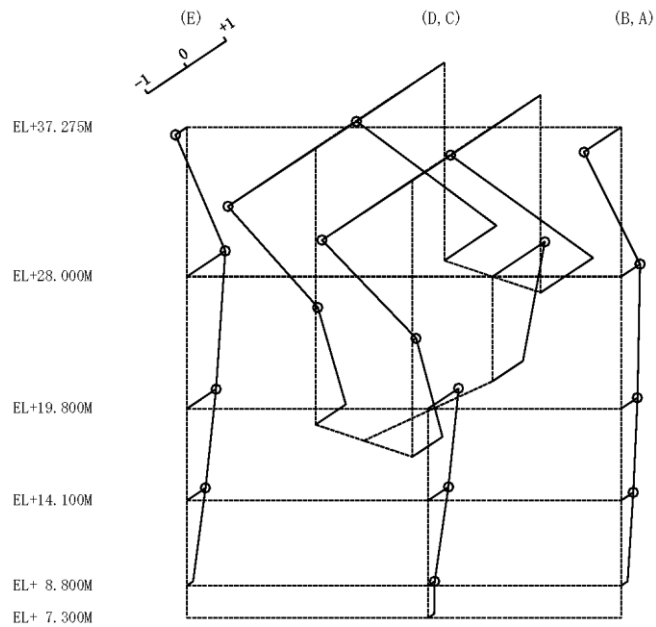
図 2-1(1) 刺激関数図 (N S 方向)

固有周期 0.096 s
 固有振動数 10.41 Hz
 刺激係数 2.900



3次モード

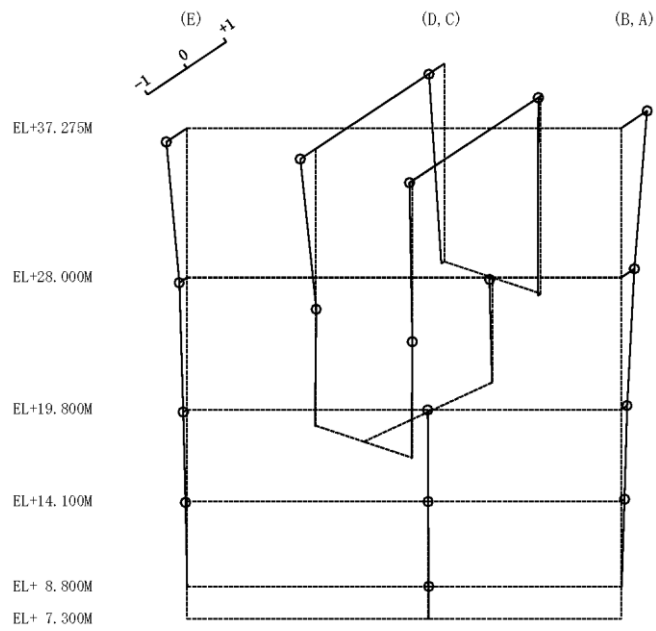
固有周期 0.068 s
 固有振動数 14.71 Hz
 刺激係数 -2.291



4次モード

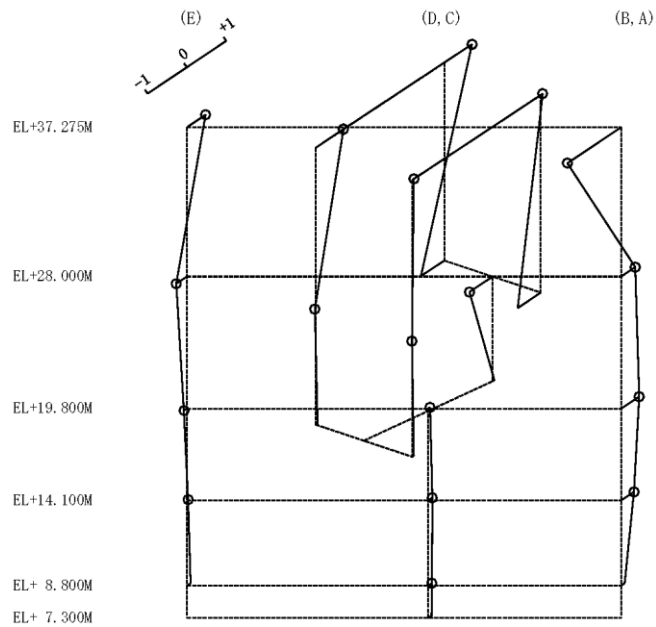
図 2-1(2) 刺激関数図 (NS方向)

固有周期 0.056 s
 固有振動数 17.78 Hz
 刺激係数 0.660



5次モード

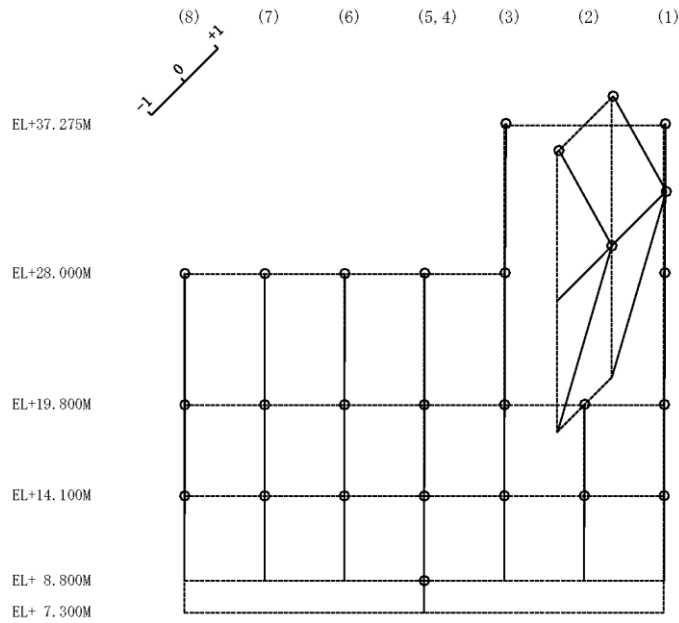
固有周期 0.043 s
 固有振動数 23.24 Hz
 刺激係数 -1.365



6次モード

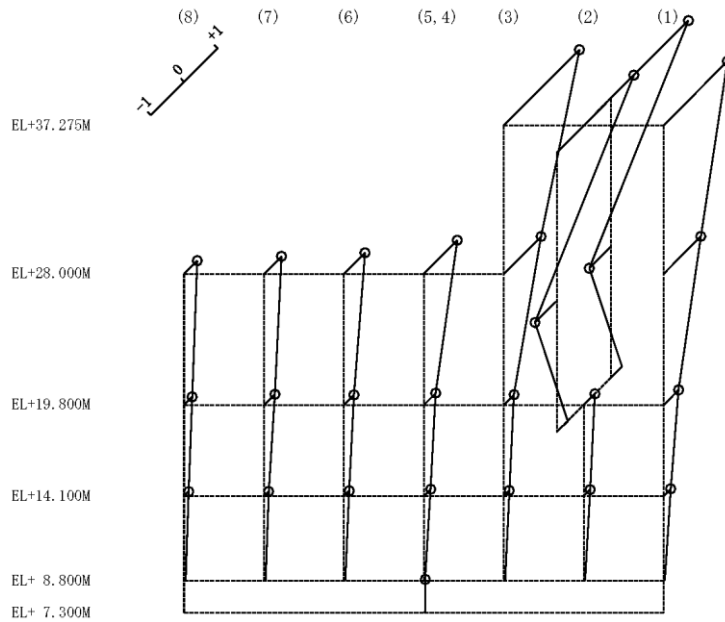
図 2-1(3) 刺激関数図 (NS方向)

固有周期 0.189 s
 固有振動数 5.29 Hz
 刺激係数 1.656



1次モード

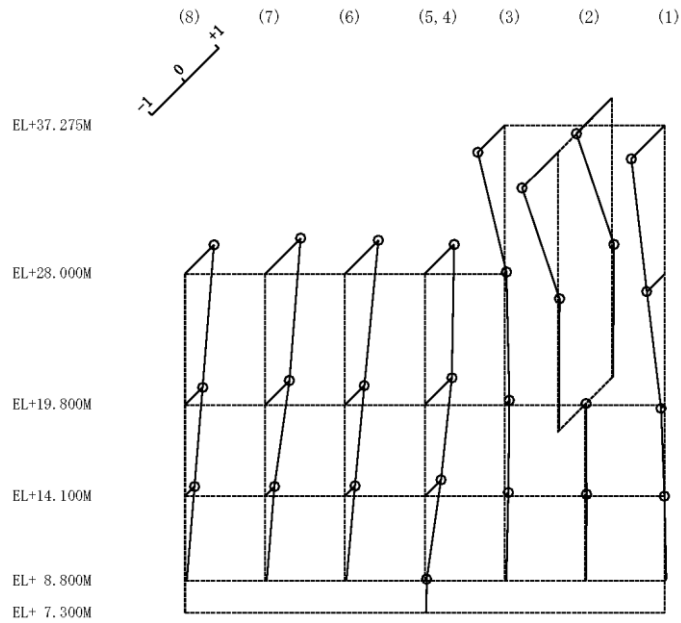
固有周期 0.123 s
 固有振動数 8.15 Hz
 刺激係数 2.331



2次モード

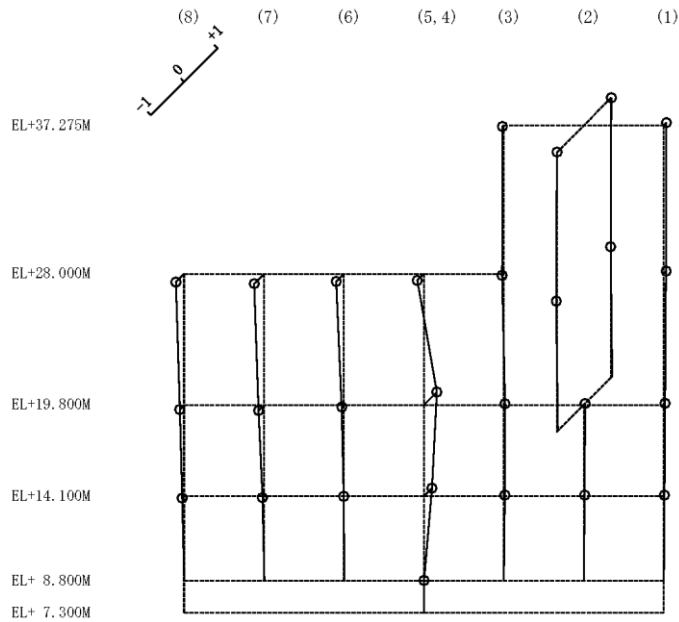
図 2-2(1) 刺激関数図 (E W方向)

固有周期 0.088 s
 固有振動数 11.30 Hz
 刺激係数 1.069



3次モード

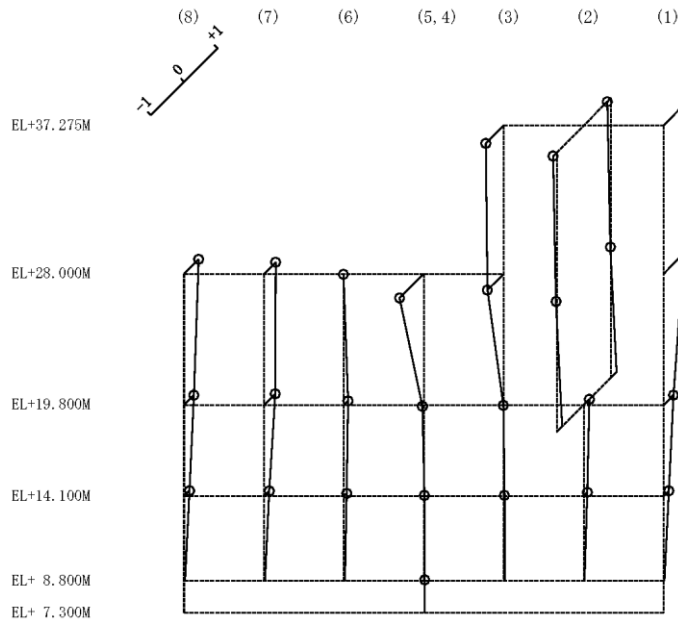
固有周期 0.072 s
 固有振動数 13.89 Hz
 刺激係数 0.383



4次モード

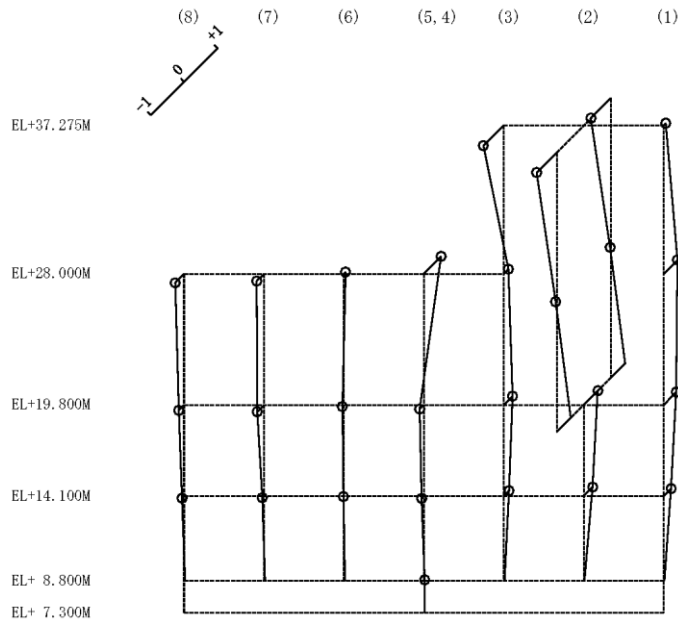
図 2-2(2) 刺激関数図 (E W方向)

固有周期 0.062 s
 固有振動数 16.08 Hz
 刺激係数 -0.733



5次モード

固有周期 0.056 s
 固有振動数 17.97 Hz
 刺激係数 -0.614



6次モード

図 2-2(3) 刺激関数図 (E W方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。また、接地率を表 3-11 に示す。

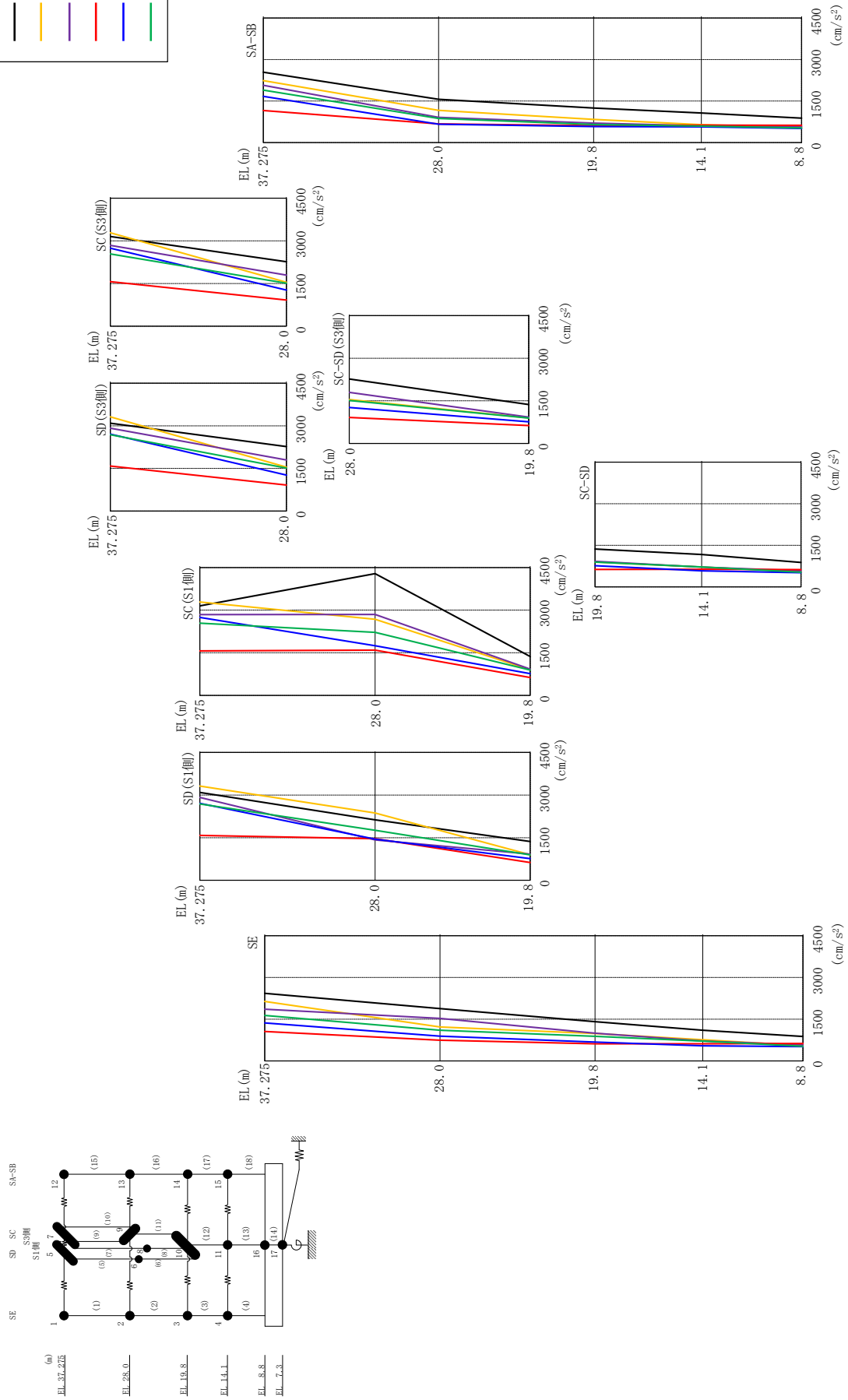
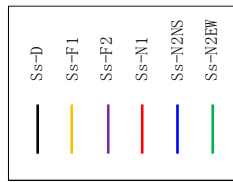
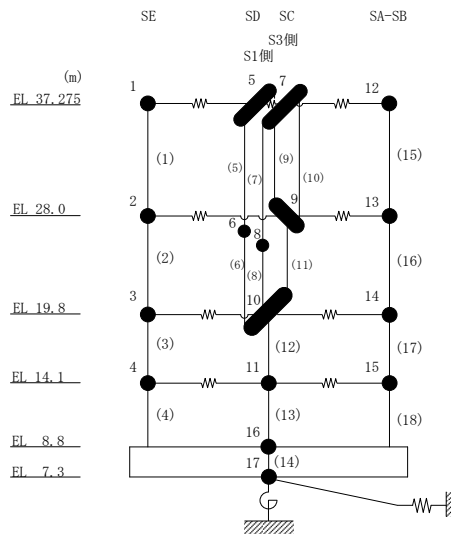


図 3-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s, N S 方向)

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
SE	37.275	1	2429	2138	1857	1061	1364	1636	2429
	28.0	2	1880	1222	1529	743	891	1103	1880
	19.8	3	1409	983	995	615	681	886	1409
	14.1	4	1104	759	717	618	546	710	1104
SD	37.275	5	3091	3314	2918	1582	2708	2683	3314
SD(S1側)	28.0	6	2126	2369	1423	1462	1446	1759	2369
SC	37.275	7	3152	3284	2841	1566	2742	2541	3284
SC(S1側)	28.0	8	4281	2678	2848	1594	1746	2221	4281
SC-SD(S3側)	28.0	9	2267	1545	1797	918	1267	1513	2267
SC-SD	19.8	10	1367	901	924	629	764	895	1367
	14.1	11	1170	716	714	635	579	721	1170
	8.8	16	881	551	580	625	514	528	881
SA-SB	37.275	12	2540	2238	2071	1160	1668	1898	2540
	28.0	13	1563	1167	909	672	665	871	1563
	19.8	14	1248	837	703	616	581	654	1248
	14.1	15	1071	645	610	631	567	594	1071

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



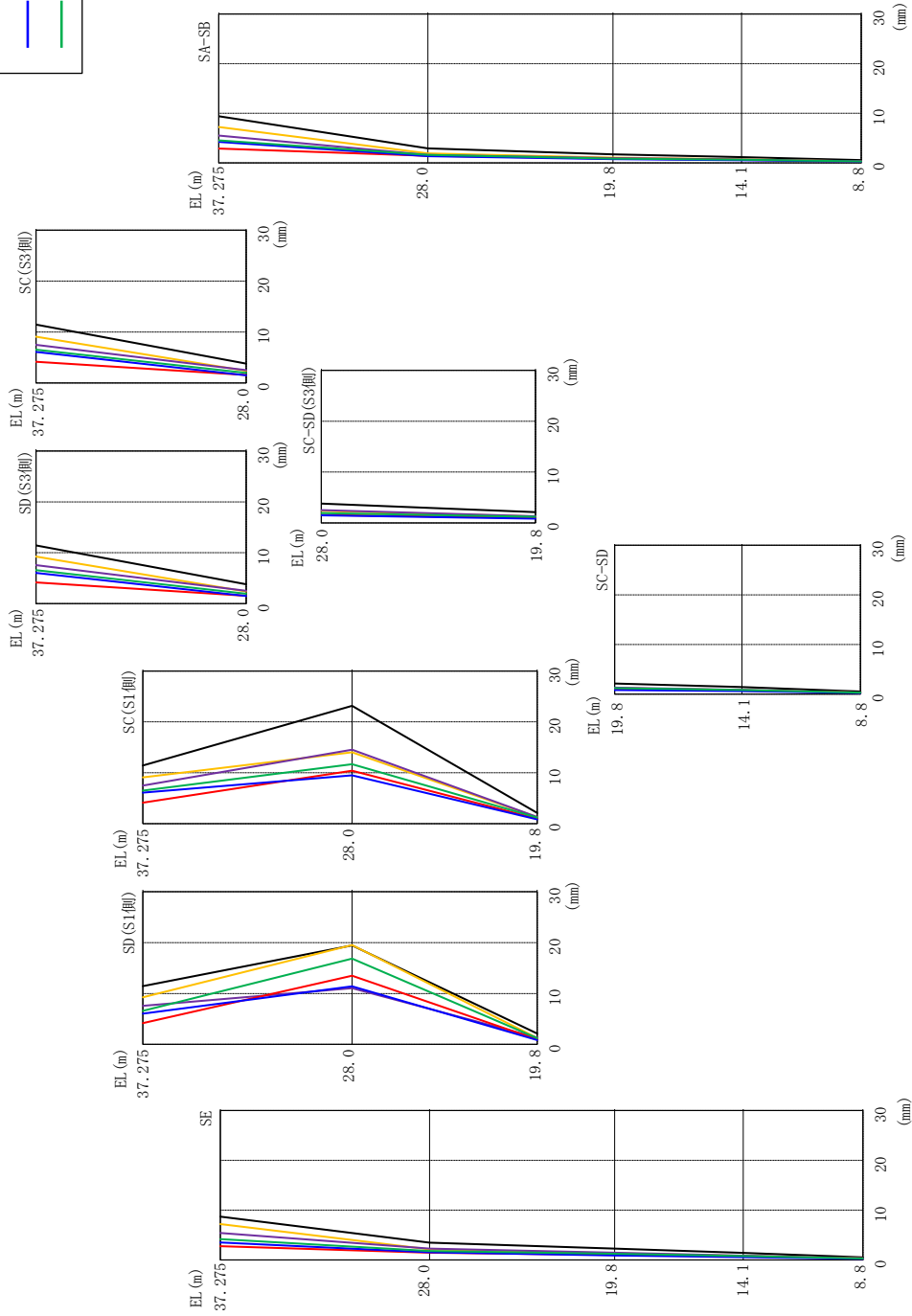
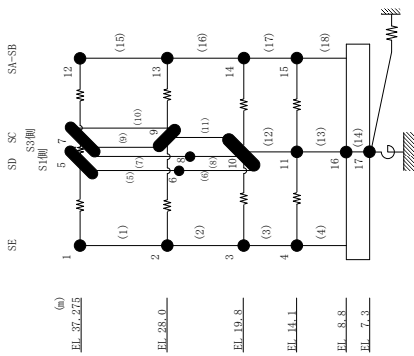
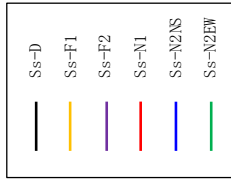
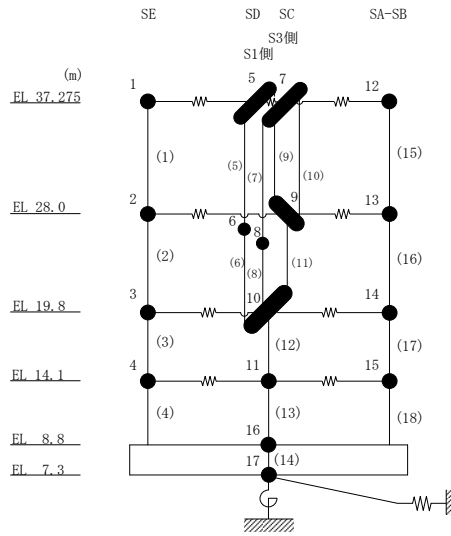


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S_s, NS 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
SE	37.275	1	8.68	7.21	5.40	2.78	3.50	4.17	8.68
	28.0	2	3.49	2.14	2.28	1.45	1.53	1.78	3.49
	19.8	3	2.30	1.36	1.46	1.00	0.91	1.23	2.30
	14.1	4	1.43	0.83	0.88	0.67	0.56	0.78	1.43
SD	37.275	5	11.43	9.26	7.56	4.17	6.04	6.57	11.43
SD(S1側)	28.0	6	19.46	19.50	11.04	13.48	11.41	16.83	19.50
SC	37.275	7	11.44	9.10	7.48	4.14	6.09	6.52	11.44
SC(S1側)	28.0	8	23.14	14.04	14.52	10.40	9.50	11.69	23.14
SC-SD(S3側)	28.0	9	3.80	2.37	2.52	1.56	1.50	1.94	3.80
SC-SD	19.8	10	2.13	1.27	1.32	0.97	0.85	1.20	2.13
	14.1	11	1.45	0.85	0.87	0.71	0.61	0.83	1.45
	8.8	16	0.53	0.30	0.33	0.30	0.24	0.30	0.53
SA-SB	37.275	12	9.41	7.22	5.49	2.87	4.21	4.52	9.41
	28.0	13	2.92	1.88	1.61	1.41	1.35	1.60	2.92
	19.8	14	1.70	1.05	0.95	0.84	0.72	0.85	1.70
	14.1	15	1.16	0.70	0.67	0.59	0.50	0.60	1.16

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



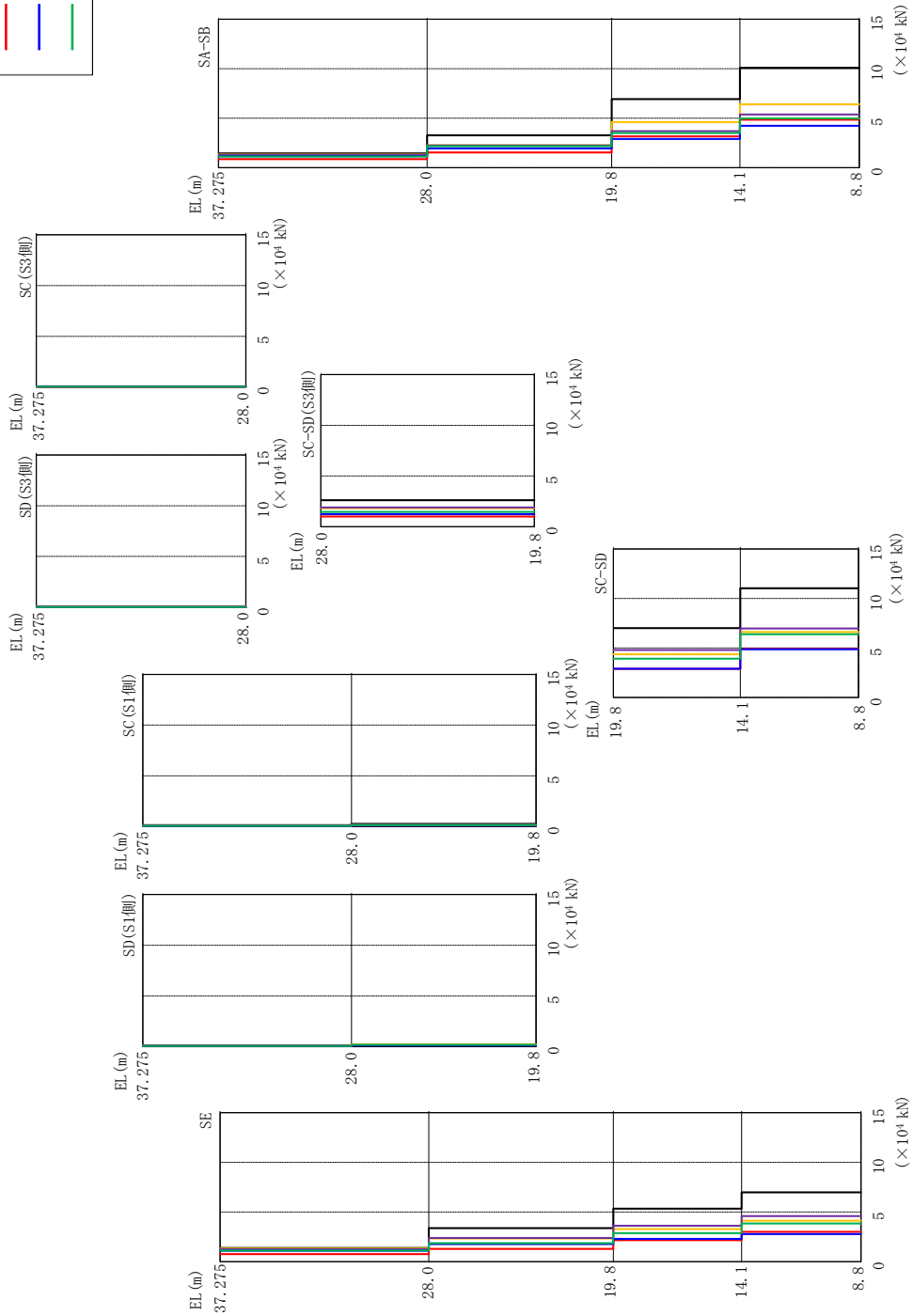
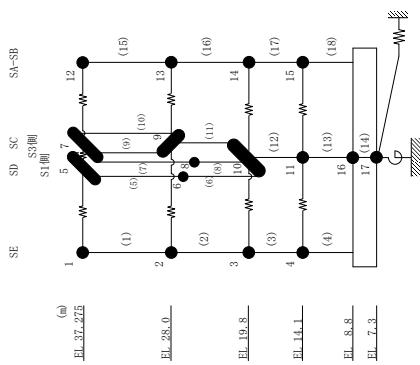
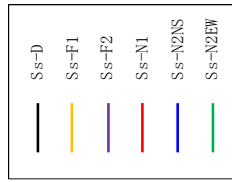
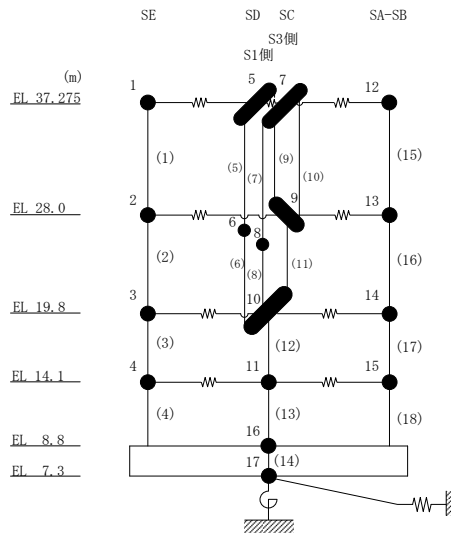


図 3-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向)

表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
SE	37.275~28.0	1	1.38	1.33	1.26	0.777	1.10	1.11	1.38
	28.0~19.8	2	3.39	2.33	2.39	1.29	1.77	1.87	3.39
	19.8~14.1	3	5.33	3.29	3.62	2.16	2.29	2.88	5.33
	14.1~8.8	4	6.98	4.12	4.60	3.00	2.79	3.85	6.98
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.112	0.123	0.0741	0.0706	0.0755	0.0822	0.123
	28.0~19.8	6	0.204	0.233	0.136	0.145	0.140	0.180	0.233
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.138	0.0865	0.0919	0.0477	0.0565	0.0705	0.138
	28.0~19.8	8	0.270	0.165	0.175	0.102	0.108	0.137	0.270
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0430	0.0389	0.0280	0.0139	0.0224	0.0224	0.0430
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0487	0.0402	0.0310	0.0129	0.0211	0.0231	0.0487
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	2.62	1.83	1.90	1.01	1.24	1.47	2.62
	19.8~14.1	12	7.01	4.37	4.79	2.89	2.91	3.92	7.01
SC-SD	14.1~8.8	13	11.0	6.61	6.96	4.93	4.87	6.39	11.0
	8.8~7.3	14	10.1	6.39	5.37	4.84	4.22	4.97	10.1
SA-SB	37.275~28.0	15	1.43	1.32	1.29	0.849	1.15	1.12	1.43
	28.0~19.8	16	3.27	2.26	2.25	1.53	1.94	2.18	3.27
	19.8~14.1	17	6.94	4.60	3.68	3.16	2.90	3.49	6.94
	14.1~8.8	18	10.1	6.39	5.37	4.84	4.22	4.97	10.1

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



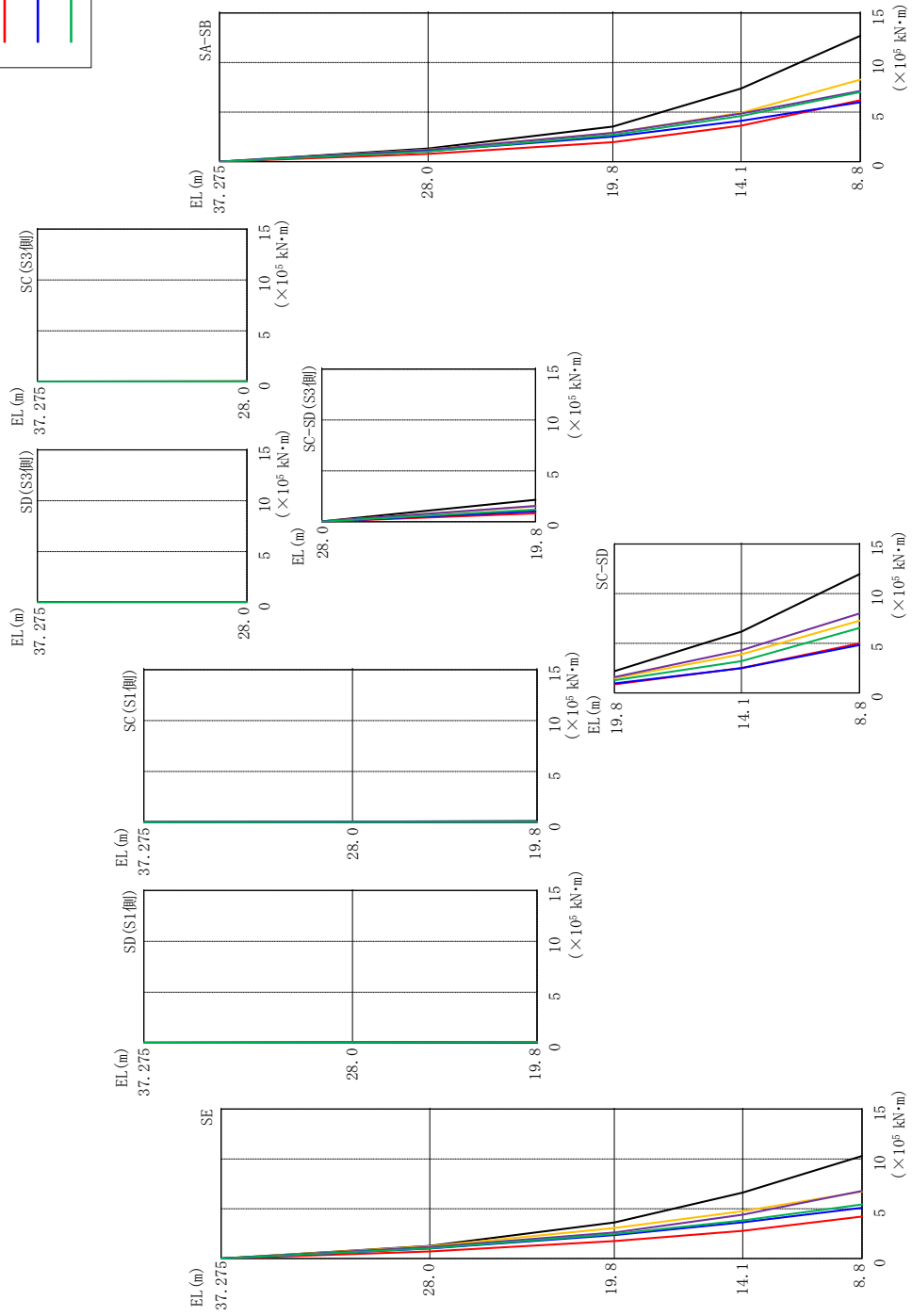
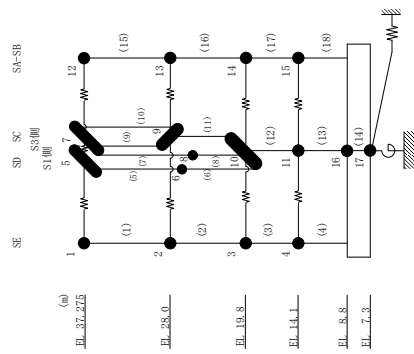
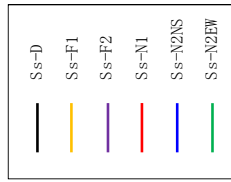


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, N S 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			1.28	1.23	1.17	0.720	1.02	1.03	1.28
	28.0~19.8	2	1.28	1.23	1.17	0.720	1.02	1.03	1.28
			3.61	3.06	2.62	1.76	2.36	2.46	3.61
19.8~14.1	3	3.61	3.06	2.62	1.76	2.36	2.46	3.61	
		6.62	4.77	4.40	2.78	3.65	3.84	6.62	
14.1~8.8	4	6.62	4.77	4.40	2.78	3.65	3.84	6.62	
		10.3	6.71	6.79	4.22	5.09	5.42	10.3	
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0366	0.0394	0.0240	0.0209	0.0242	0.0258	0.0394
			0.0676	0.0750	0.0448	0.0446	0.0458	0.0530	0.0750
28.0~19.8	6	0.0676	0.0750	0.0448	0.0446	0.0458	0.0530	0.0750	
		0.108	0.116	0.0671	0.0748	0.0691	0.0944	0.116	
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0452	0.0288	0.0289	0.0137	0.0180	0.0223	0.0452
			0.0841	0.0527	0.0563	0.0305	0.0344	0.0435	0.0841
28.0~19.8	8	0.0841	0.0527	0.0563	0.0305	0.0344	0.0435	0.0841	
		0.138	0.0830	0.0875	0.0531	0.0544	0.0687	0.138	
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0190	0.0181	0.0120	0.00604	0.0108	0.0105	0.0190
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0224	0.0173	0.0132	0.00596	0.00843	0.00968	0.0224
			0.0227	0.0201	0.0160	0.00602	0.0117	0.0118	0.0227
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0421	0.0376	0.0305	0.0127	0.0228	0.0226	0.0421
SC-SD	19.8~14.1	12	2.18	1.49	1.59	0.867	0.965	1.27	2.18
			6.17	3.89	4.31	2.51	2.48	3.19	6.17
14.1~8.8	13	6.17	3.89	4.31	2.51	2.48	3.19	6.17	
		12.0	7.28	8.00	4.99	4.83	6.55	12.0	
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			1.33	1.22	1.19	0.788	1.06	1.04	1.33
	28.0~19.8	16	1.33	1.22	1.19	0.788	1.06	1.04	1.33
			3.55	2.91	2.90	1.97	2.52	2.70	3.55
19.8~14.1	17	3.55	2.91	2.90	1.97	2.52	2.70	3.55	
		7.39	4.92	4.85	3.64	4.13	4.61	7.39	
14.1~8.8	18	7.39	4.92	4.85	3.64	4.13	4.61	7.39	
		12.7	8.28	7.15	6.20	6.00	7.02	12.7	

注：ハッチングは $S_s-D \sim S_s-N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

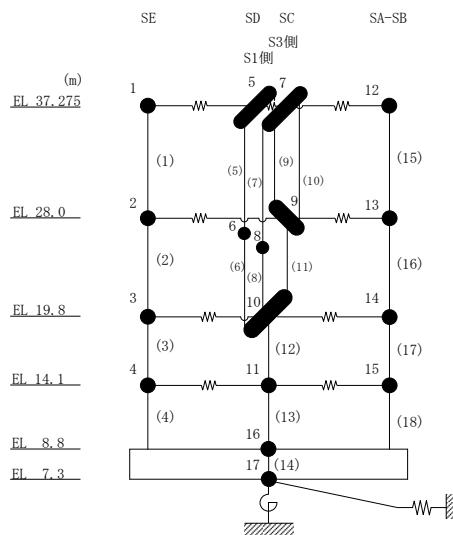
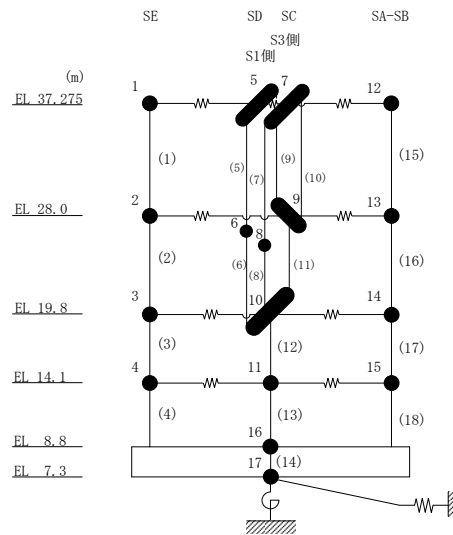


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
SE	37.275~28.0	1	0.73	0.55	0.43	0.14	0.27	0.32	0.73
	28.0~19.8	2	0.12	0.09	0.09	0.05	0.07	0.07	0.12
	19.8~14.1	3	0.14	0.08	0.09	0.05	0.06	0.07	0.14
	14.1~8.8	4	0.16	0.09	0.10	0.07	0.06	0.09	0.16
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.18	0.13	0.13	0.07	0.09	0.10	0.18
SC-SD	19.8~14.1	12	0.10	0.06	0.07	0.04	0.04	0.06	0.10
	14.1~8.8	13	0.16	0.10	0.10	0.07	0.07	0.10	0.16
SA-SB	37.275~28.0	15	0.77	0.65	0.46	0.16	0.33	0.36	0.77
	28.0~19.8	16	0.13	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.13
	19.8~14.1	17	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.08
	14.1~8.8	18	0.11	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.11

注 1 : ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注 2 : 要素番号 5~10 は線形部材。



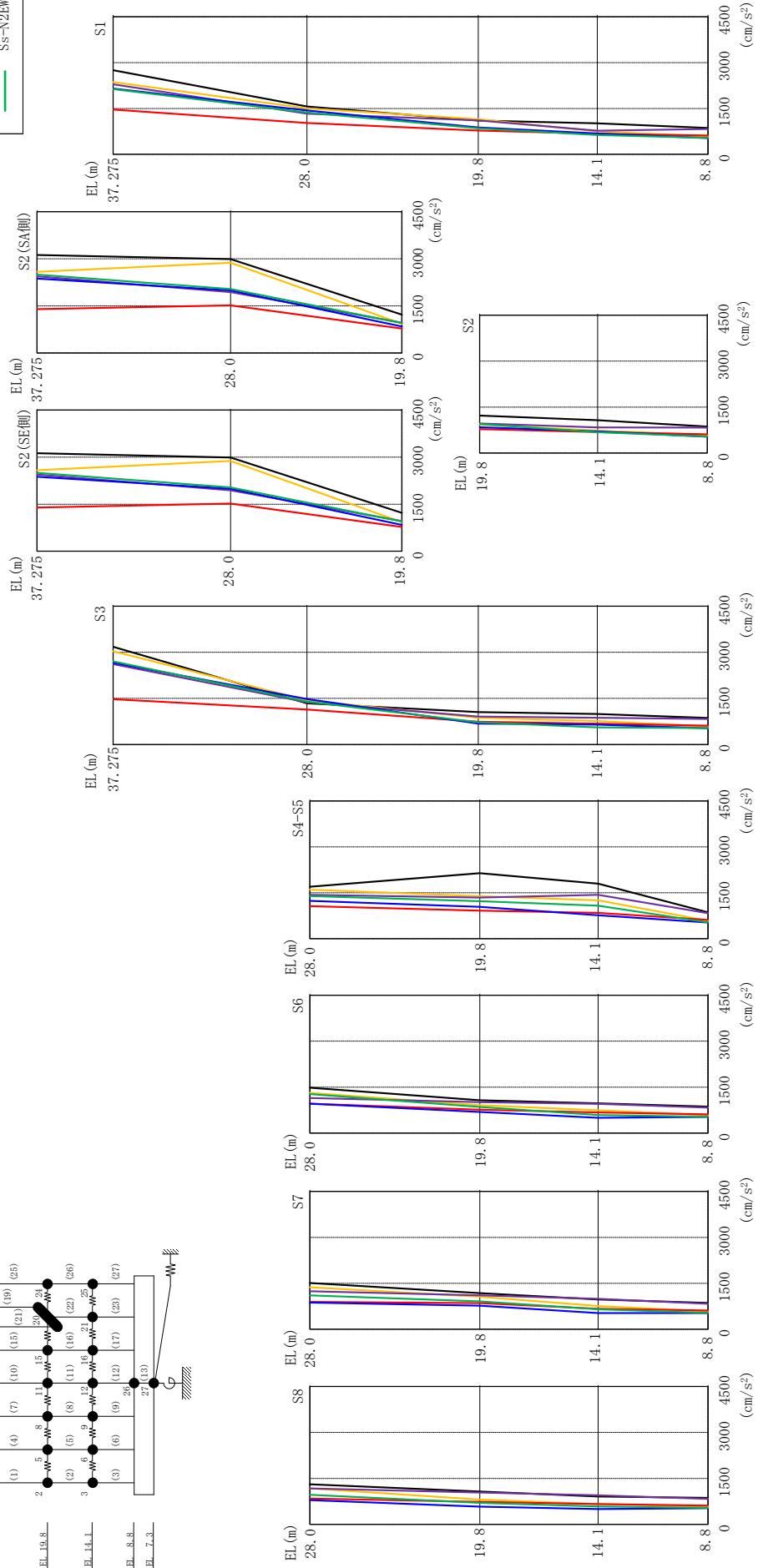
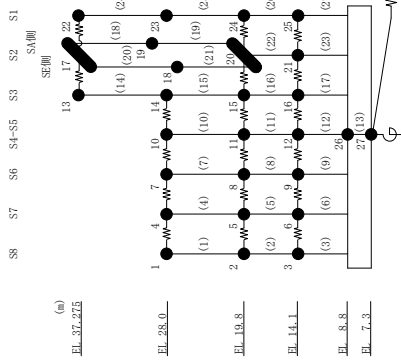
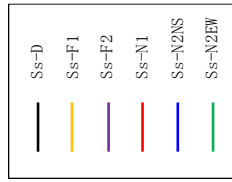
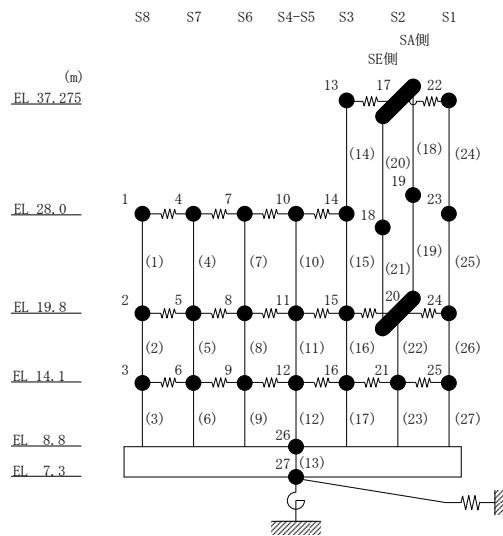


図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動 S s , E W 方向)

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s，EW方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
S8	28.0	1	1310	1173	1172	843	791	966	1310
	19.8	2	1071	810	1039	738	578	705	1071
	14.1	3	910	661	950	661	499	582	950
S7	28.0	4	1511	1373	1241	895	874	1108	1511
	19.8	5	1181	1063	1109	857	772	909	1181
	14.1	6	974	761	997	670	530	653	997
S6	28.0	7	1484	1317	1145	961	961	1274	1484
	19.8	8	1073	911	1009	767	690	853	1073
	14.1	9	971	746	955	675	499	588	971
S4-S5	28.0	10	1695	1601	1431	1060	1235	1391	1695
	19.8	11	2139	1388	1343	918	1041	1226	2139
	14.1	12	1796	1250	1431	846	762	1077	1796
	8.8	26	863	586	830	614	531	537	863
S3	37.275	13	3179	3037	2613	1473	2660	2707	3179
	28.0	14	1341	1443	1374	1136	1478	1399	1478
	19.8	15	1056	873	909	739	680	728	1056
	14.1	16	993	767	871	682	645	558	993
S2	37.275	17	3124	2582	2443	1394	2373	2499	3124
S2(SE側)	28.0	18	2988	2877	1939	1517	1992	2035	2988
S2(SA側)	28.0	19	2988	2877	1939	1517	1992	2035	2988
S2	19.8	20	1221	927	962	777	843	950	1221
	14.1	21	1069	727	834	686	705	678	1069
S1	37.275	22	2750	2361	2288	1463	2150	2132	2750
	28.0	23	1568	1502	1328	1024	1437	1368	1568
	19.8	24	1107	1150	1110	777	880	851	1150
	14.1	25	1016	748	770	674	685	631	1016

注：ハッチングは S_s-D～S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



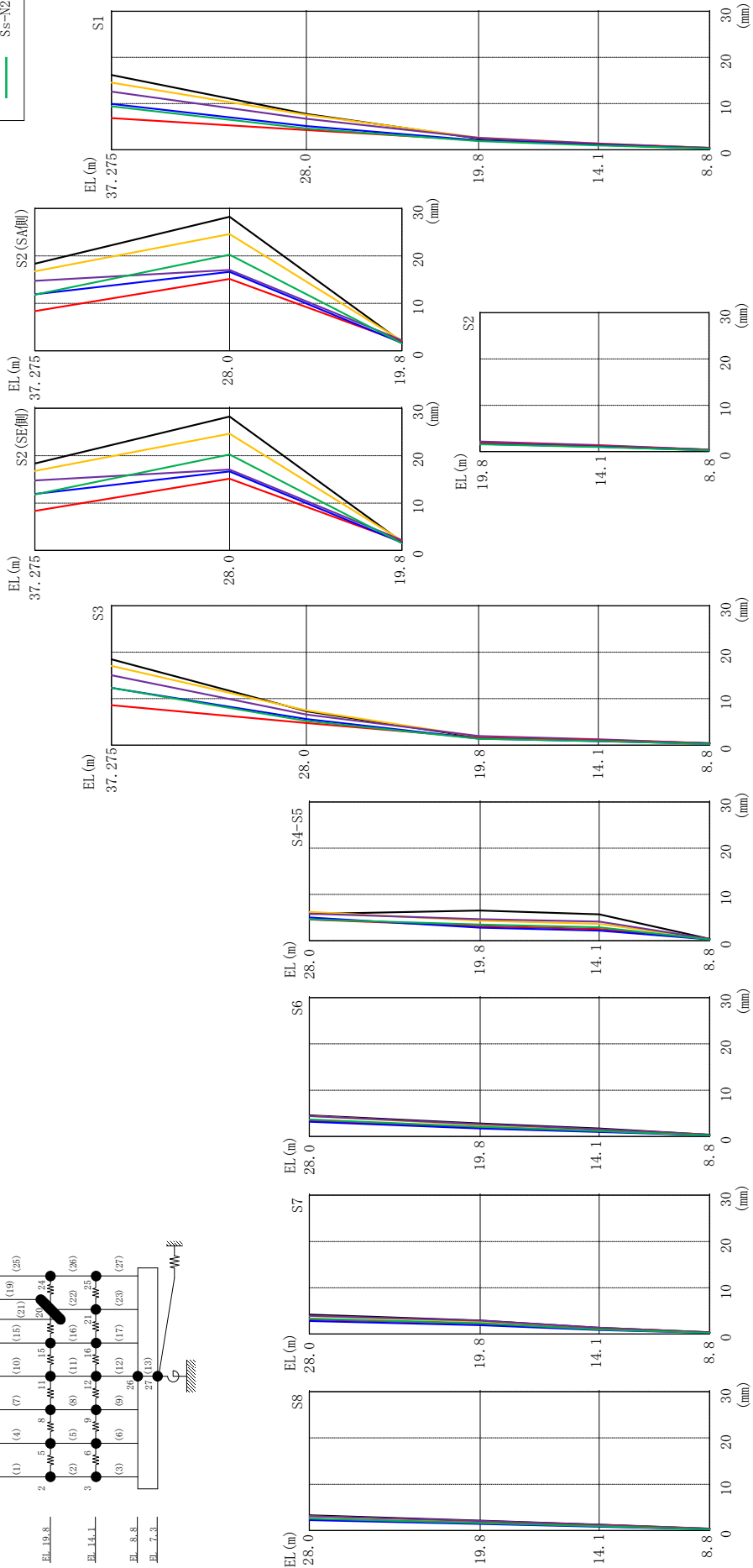
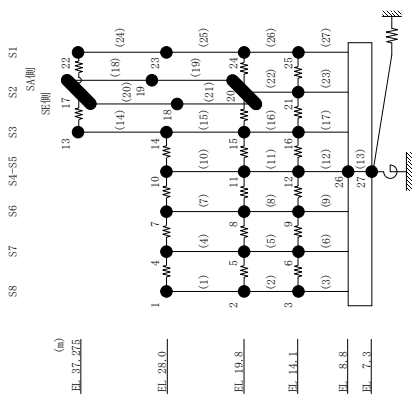
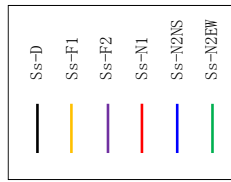
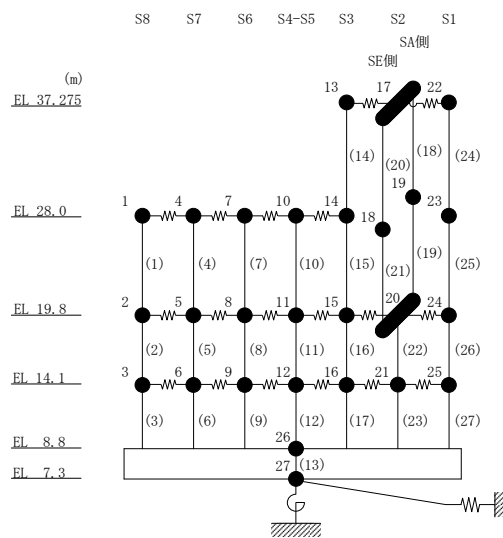


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	最大値
S8	28.0	1	3.31	3.05	3.10	2.52	2.24	2.57	3.31
	19.8	2	2.13	1.93	2.05	1.65	1.42	1.62	2.13
	14.1	3	1.27	1.13	1.23	1.00	0.84	0.92	1.27
S7	28.0	4	4.22	3.92	3.93	3.14	2.83	3.32	4.22
	19.8	5	2.91	2.68	2.89	2.24	1.93	2.32	2.91
	14.1	6	1.37	1.19	1.36	1.07	0.88	1.00	1.37
S6	28.0	7	4.57	4.43	4.43	3.45	3.20	3.66	4.57
	19.8	8	2.82	2.49	2.68	2.00	1.73	2.10	2.82
	14.1	9	1.72	1.44	1.59	1.18	0.98	1.18	1.72
S4-S5	28.0	10	5.78	6.22	5.84	4.58	5.01	4.60	6.22
	19.8	11	6.53	4.32	4.66	3.15	2.81	3.49	6.53
	14.1	12	5.70	3.64	4.12	2.50	2.16	2.90	5.70
	8.8	26	0.40	0.36	0.39	0.34	0.27	0.26	0.40
S3	37.275	13	18.47	17.06	15.05	8.59	12.32	12.32	18.47
	28.0	14	7.30	7.50	6.58	4.74	5.62	5.19	7.50
	19.8	15	1.62	1.83	1.95	1.61	1.41	1.36	1.95
	14.1	16	1.12	1.16	1.26	1.04	0.86	0.87	1.26
S2	37.275	17	18.37	16.76	14.76	8.34	11.90	11.82	18.37
S2(SE側)	28.0	18	28.25	24.62	17.06	15.15	16.66	20.26	28.25
S2(SA側)	28.0	19	28.25	24.62	17.06	15.15	16.66	20.26	28.25
S2	19.8	20	1.84	2.09	2.18	1.84	1.64	1.56	2.18
	14.1	21	1.24	1.31	1.37	1.17	1.03	0.95	1.37
S1	37.275	22	16.20	14.56	12.61	6.85	9.93	9.40	16.20
	28.0	23	7.77	7.56	6.72	4.27	5.13	4.61	7.77
	19.8	24	2.42	2.61	2.57	2.07	2.03	1.86	2.61
	14.1	25	1.22	1.38	1.35	1.15	1.07	0.93	1.38

注：ハッチングは S_s-D～S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



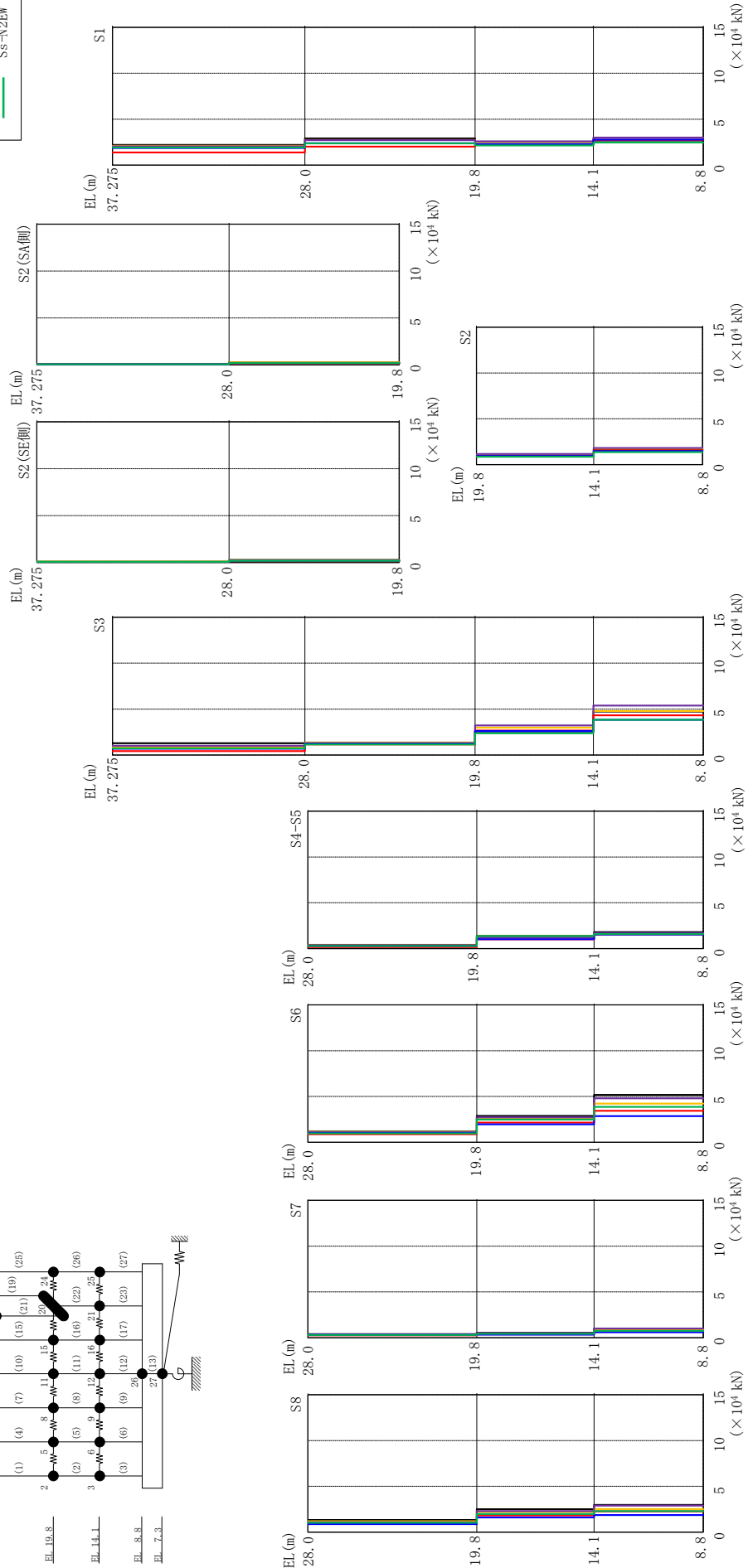
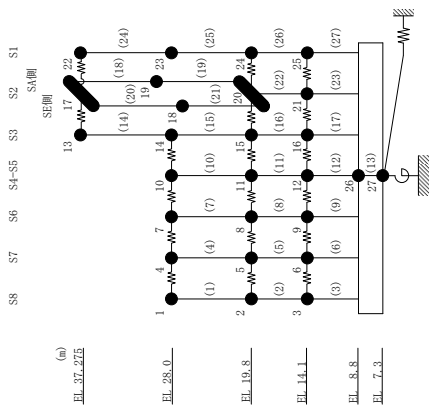
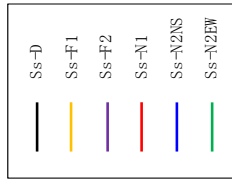
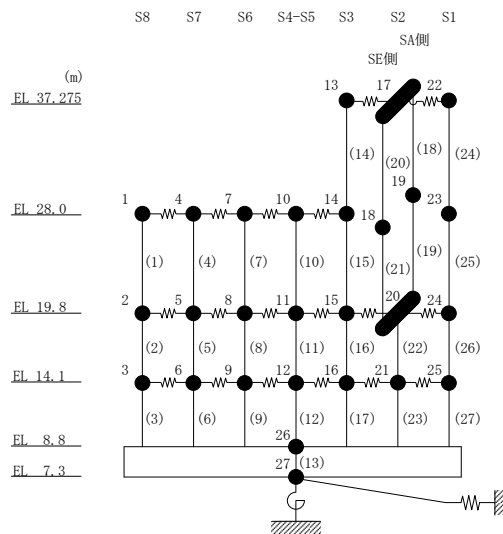


図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , EW 方向)

表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0~19.8	1	1.33	1.19	1.08	0.898	0.868	1.02	1.33
	19.8~14.1	2	2.51	2.21	2.30	1.84	1.61	1.98	2.51
	14.1~8.8	3	2.97	2.52	2.89	2.25	1.87	2.29	2.97
S7	28.0~19.8	4	0.394	0.363	0.360	0.256	0.324	0.295	0.394
	19.8~14.1	5	0.536	0.464	0.504	0.374	0.332	0.430	0.536
	14.1~8.8	6	0.992	0.837	1.01	0.749	0.601	0.754	1.01
S6	28.0~19.8	7	1.17	1.14	1.05	0.866	1.04	0.964	1.17
	19.8~14.1	8	2.88	2.59	2.72	2.15	1.96	2.47	2.88
	14.1~8.8	9	5.18	4.21	4.80	3.44	2.86	3.87	5.18
S4-S5	28.0~19.8	10	0.413	0.368	0.354	0.156	0.284	0.274	0.413
	19.8~14.1	11	1.38	1.34	1.23	1.01	1.02	1.35	1.38
	14.1~8.8	12	1.78	1.64	1.69	1.54	1.52	1.58	1.78
S3	37.275~28.0	14	1.29	0.907	1.00	0.432	0.700	0.732	1.29
	28.0~19.8	15	1.37	1.34	1.26	1.16	1.24	1.16	1.37
	19.8~14.1	16	2.56	2.98	3.23	2.67	2.60	2.37	3.23
	14.1~8.8	17	4.73	4.78	5.38	4.33	3.84	3.84	5.38
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0827	0.0810	0.0545	0.0407	0.0559	0.0590	0.0827
	28.0~19.8	19	0.270	0.257	0.174	0.137	0.179	0.183	0.270
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0827	0.0810	0.0545	0.0407	0.0559	0.0590	0.0827
	28.0~19.8	21	0.270	0.257	0.174	0.137	0.179	0.183	0.270
S2	19.8~14.1	22	1.05	1.11	1.15	0.893	0.929	0.852	1.15
	14.1~8.8	23	1.66	1.73	1.80	1.54	1.47	1.36	1.80
S1	37.275~28.0	24	2.20	2.11	2.06	1.39	1.86	1.93	2.20
	28.0~19.8	25	2.91	2.75	2.73	2.02	2.40	2.37	2.91
	19.8~14.1	26	2.29	2.51	2.60	2.23	2.29	2.15	2.60
	14.1~8.8	27	2.69	2.97	3.00	2.74	2.78	2.47	3.00

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



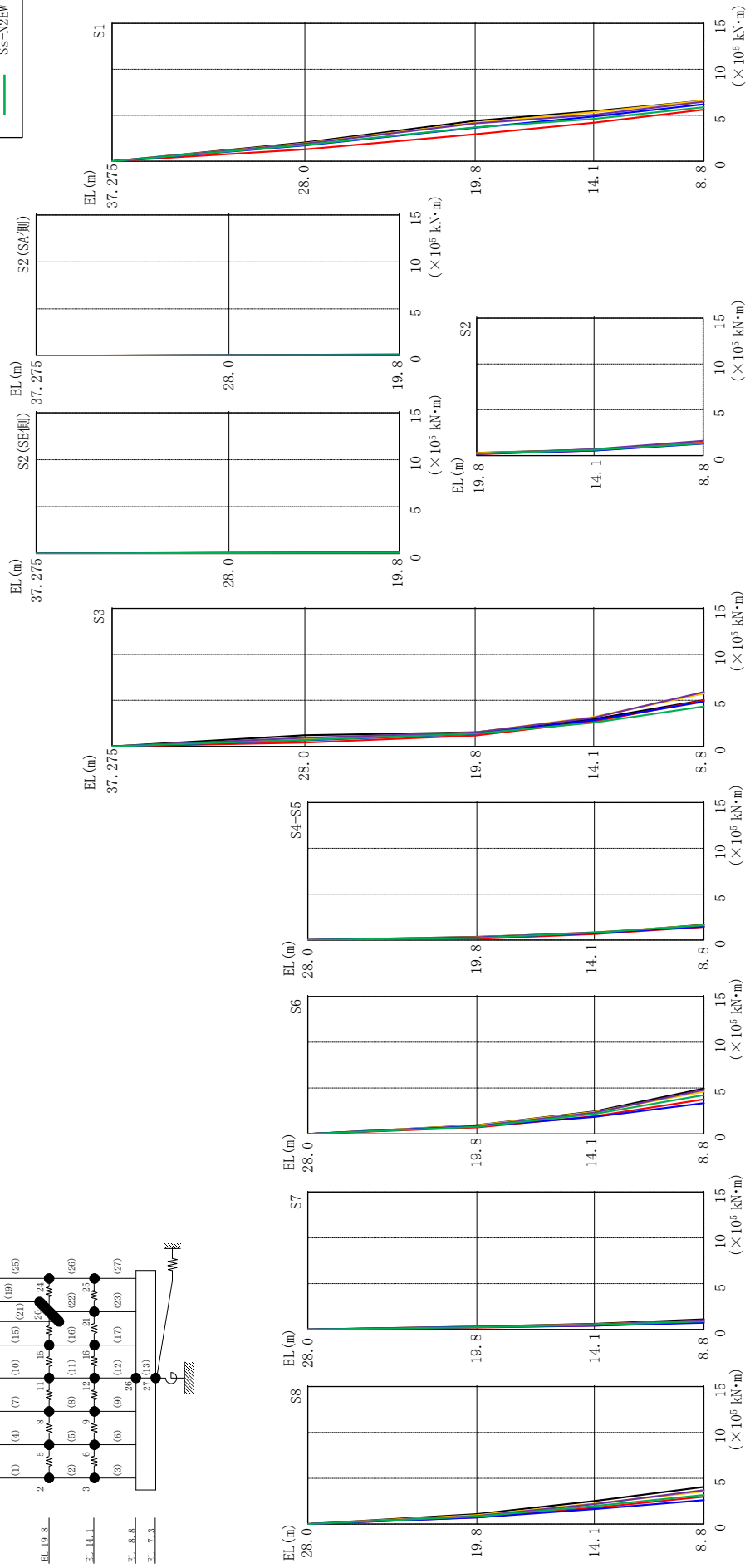
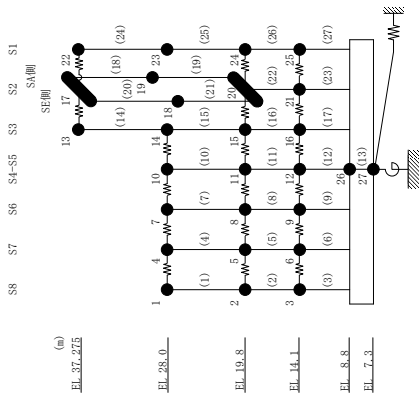
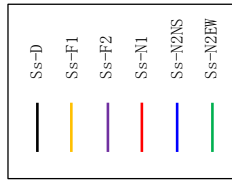


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , E W 方向)

表 3-9(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0~19.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			1.09	0.975	0.889	0.736	0.712	0.838	1.09
	19.8~14.1	2	1.09	0.975	0.889	0.736	0.712	0.838	1.09
S7	19.8~14.1	2	2.52	2.23	2.19	1.78	1.63	1.97	2.52
			2.52	2.23	2.19	1.78	1.63	1.97	2.52
	14.1~8.8	3	2.52	2.23	2.19	1.78	1.63	1.97	2.52
S6	14.1~8.8	3	4.05	3.57	3.70	2.98	2.61	3.18	4.05
			4.05	3.57	3.70	2.98	2.61	3.18	4.05
	28.0~19.8	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
S4-S5	28.0~19.8	4	0.323	0.298	0.295	0.210	0.266	0.242	0.323
			0.323	0.298	0.295	0.210	0.266	0.242	0.323
	19.8~14.1	5	0.625	0.557	0.529	0.421	0.414	0.487	0.625
S3	19.8~14.1	5	0.625	0.557	0.529	0.421	0.414	0.487	0.625
			1.11	0.977	1.02	0.818	0.726	0.886	1.11
	14.1~8.8	6	1.11	0.977	1.02	0.818	0.726	0.886	1.11
S2	28.0~19.8	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.962	0.936	0.864	0.711	0.849	0.791	0.962
	19.8~14.1	8	0.962	0.936	0.864	0.711	0.849	0.791	0.962
S1	19.8~14.1	8	2.45	2.39	2.32	1.94	1.85	2.18	2.45
			2.45	2.39	2.32	1.94	1.85	2.18	2.45
	14.1~8.8	9	2.45	2.39	2.32	1.94	1.85	2.18	2.45
S8	37.275~28.0	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.339	0.301	0.291	0.128	0.233	0.225	0.339
	28.0~19.8	15	0.339	0.301	0.291	0.128	0.233	0.225	0.339
S7	28.0~19.8	15	0.754	0.833	0.840	0.653	0.734	0.807	0.840
			0.754	0.833	0.840	0.653	0.734	0.807	0.840
	19.8~14.1	16	1.52	1.51	1.50	1.17	1.37	1.38	1.52
S6	19.8~14.1	16	2.96	3.20	3.12	2.69	2.83	2.57	3.20
			2.96	3.20	3.12	2.69	2.83	2.57	3.20
	14.1~8.8	17	2.96	3.20	3.12	2.69	2.83	2.57	3.20
S5	37.275~28.0	14	5.02	5.73	5.89	4.98	4.86	4.33	5.89
			5.02	5.73	5.89	4.98	4.86	4.33	5.89
	28.0~19.8	15	5.02	5.73	5.89	4.98	4.86	4.33	5.89

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

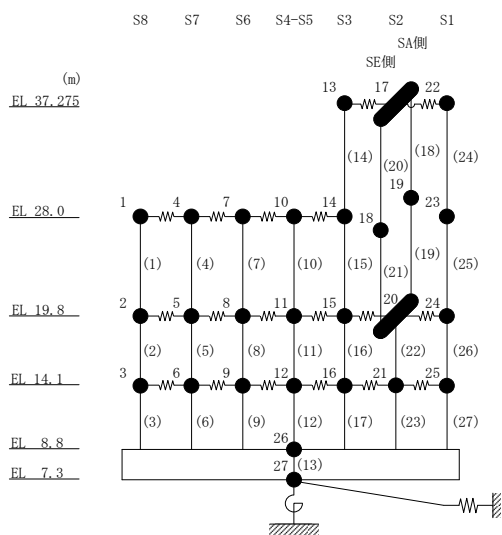


表 3-9(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0767	0.00 0.0751	0.00 0.0505	0.00 0.0377	0.00 0.0519	0.00 0.0548	— 0.0767
	28.0~19.8	19	0.0767 0.147	0.0751 0.135	0.0505 0.0922	0.0377 0.0748	0.0519 0.0946	0.0548 0.102	0.0767 0.147
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0767	0.00 0.0751	0.00 0.0505	0.00 0.0377	0.00 0.0519	0.00 0.0548	— 0.0767
	28.0~19.8	21	0.0767 0.147	0.0751 0.135	0.0505 0.0922	0.0377 0.0748	0.0519 0.0946	0.0548 0.102	0.0767 0.147
S2	19.8~14.1	22	0.293 0.655	0.271 0.594	0.184 0.692	0.150 0.561	0.189 0.550	0.203 0.614	0.293 0.692
	14.1~8.8	23	0.655 1.39	0.594 1.49	0.692 1.60	0.561 1.38	0.550 1.30	0.614 1.33	0.692 1.60
S1	37.275~28.0	24	0.00 2.04	0.00 1.95	0.00 1.91	0.00 1.29	0.00 1.73	0.00 1.79	— 2.04
	28.0~19.8	25	2.04 4.40	1.95 4.20	1.91 4.12	1.29 2.95	1.73 3.64	1.79 3.69	2.04 4.40
	19.8~14.1	26	4.40 5.45	4.20 5.33	4.12 5.06	2.95 4.19	3.64 4.87	3.69 4.61	4.40 5.45
	14.1~8.8	27	5.45 6.58	5.33 6.57	5.06 6.46	4.19 5.61	4.87 6.18	4.61 5.87	5.45 6.58

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

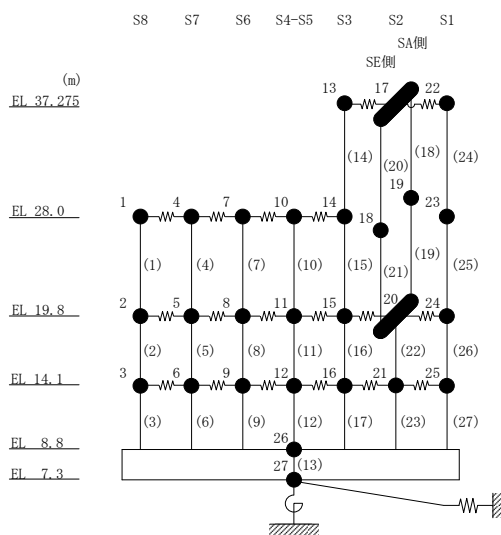


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0~19.8	1	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09
	19.8~14.1	2	0.11	0.10	0.10	0.08	0.07	0.09	0.11
	14.1~8.8	3	0.14	0.12	0.14	0.11	0.09	0.11	0.14
S7	28.0~19.8	4	0.08	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08
	14.1~8.8	6	0.16	0.13	0.16	0.12	0.09	0.12	0.16
S6	28.0~19.8	7	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.11	0.13
	19.8~14.1	8	0.11	0.10	0.10	0.08	0.07	0.09	0.11
	14.1~8.8	9	0.22	0.15	0.18	0.13	0.10	0.14	0.22
S4-S5	14.1~8.8	12	1.00	0.60	0.68	0.39	0.36	0.48	1.00
S3	37.275~28.0	14	0.15	0.11	0.12	0.05	0.08	0.09	0.15
	28.0~19.8	15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.13
	19.8~14.1	16	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08
	14.1~8.8	17	0.12	0.12	0.14	0.11	0.10	0.10	0.14
S2	19.8~14.1	22	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
	14.1~8.8	23	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10	0.13
S1	37.275~28.0	24	0.76	0.59	0.53	0.16	0.37	0.43	0.76
	28.0~19.8	25	0.57	0.49	0.48	0.18	0.28	0.28	0.57
	19.8~14.1	26	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12
	14.1~8.8	27	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13

注 1 : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注 2 : 要素番号 5, 10, 11 及び 18~21 は線形部材。

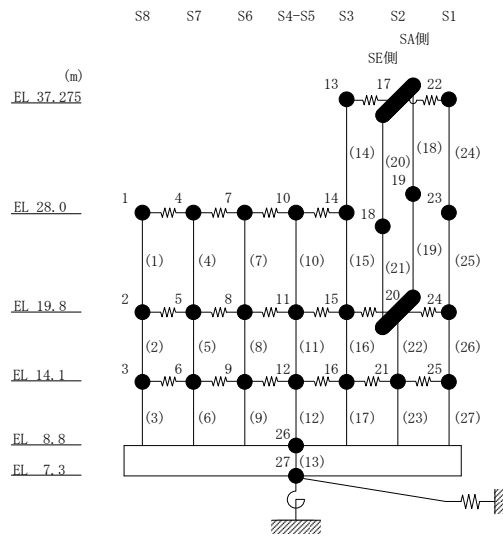


表 3-11 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.425	4.14	88.3
$S_s - F1$	0.336	2.64	100
$S_s - F2$	0.332	2.58	100
$S_s - N1$	0.284	1.75	100
$S_s - N2NS$	0.289	1.82	100
$S_s - N2EW$	0.308	2.15	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.479	2.42	77.8
$S_s - F1^*$	0.589	2.90	64.3
$S_s - F2^*$	0.590	2.91	64.4
$S_s - N1$	0.469	2.36	79.5
$S_s - N2NS$	0.452	2.26	82.6
$S_s - N2EW$	0.420	2.06	88.7

注記* : 誘発上下動考慮の結果を示す。

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-7
4.1 検討概要	別紙 4-7
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-11
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-11
4.3 まとめ	別紙 4-21

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、サイトバンカ建物の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度及びP波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度及びP波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度及びP波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度及びP波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物モデルに考慮した地盤ばねが変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、サイトバンカ建物の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

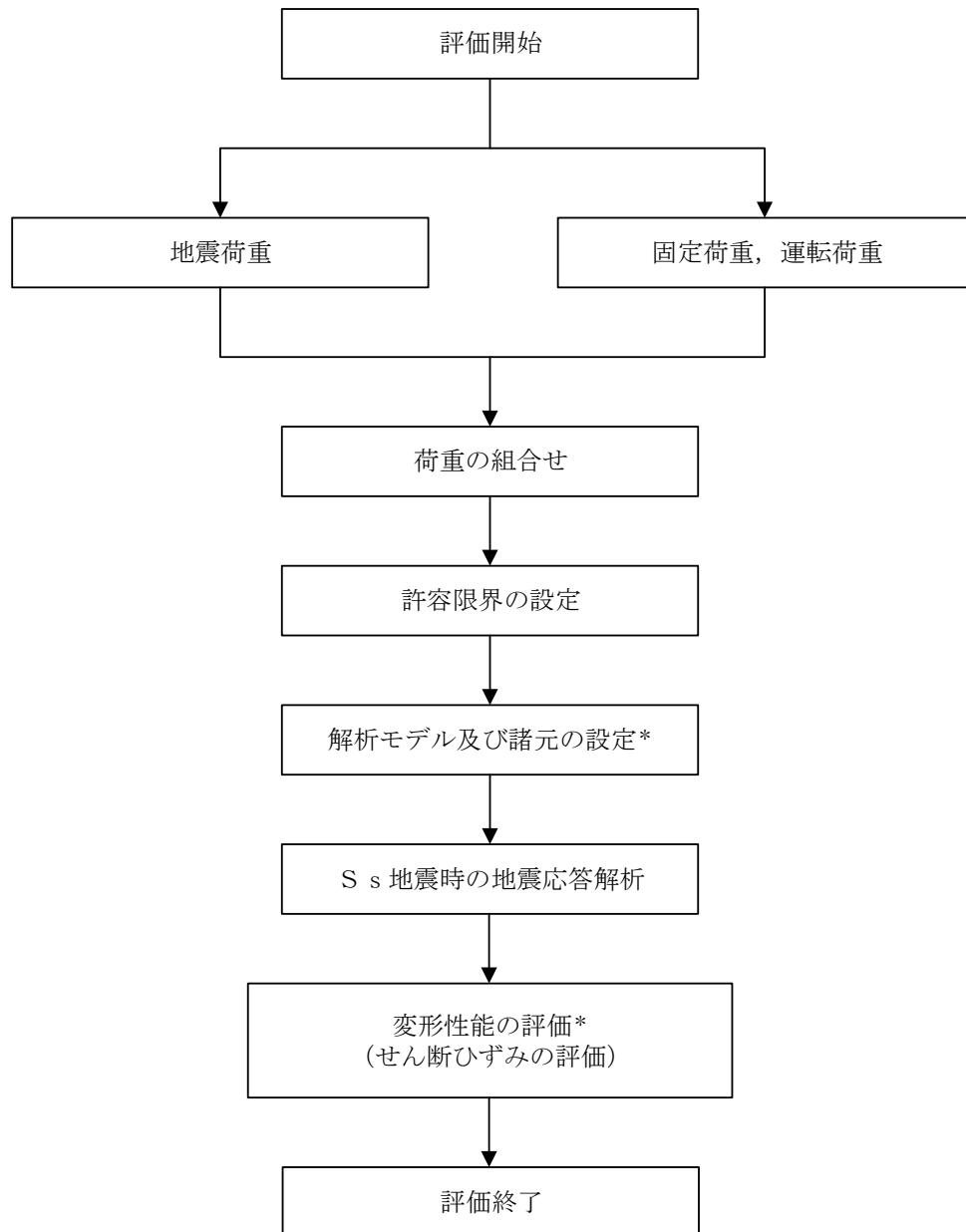
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、サイトバンカ建物を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。ただし、サイトバンカ建物においては、積雪荷重が地震時積載荷重に包絡されることから、地震荷重と積雪荷重の組合せは、地震荷重と地震時積載荷重との組合せにより考慮される。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づくS波速度及びP波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤のS波速度及びP波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期のS波速度及びP波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮したS波速度及びP波速度を表3-1に示す。

表3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度及びP波速度

(a) S波速度

支持地盤	地盤のS波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
	1600	1760	1440

(b) P波速度

支持地盤	地盤のP波速度 V_p (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
	3600	3960	3240

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

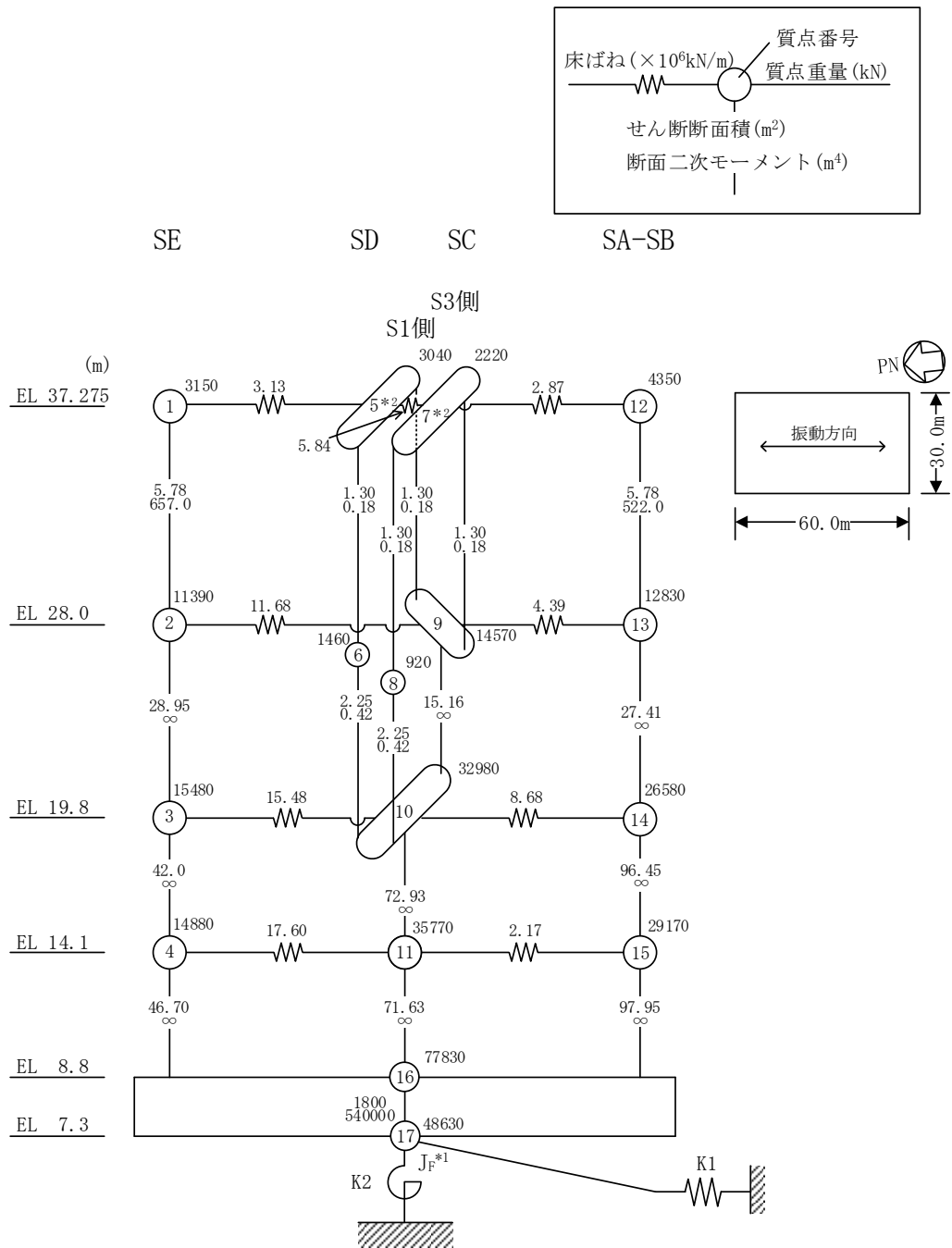
地盤物性（地盤のS波速度及びP波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。

検討ケースを表 4-1 に、サイトバンカ建物の地震応答解析モデルを図 4-1 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度及びP波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

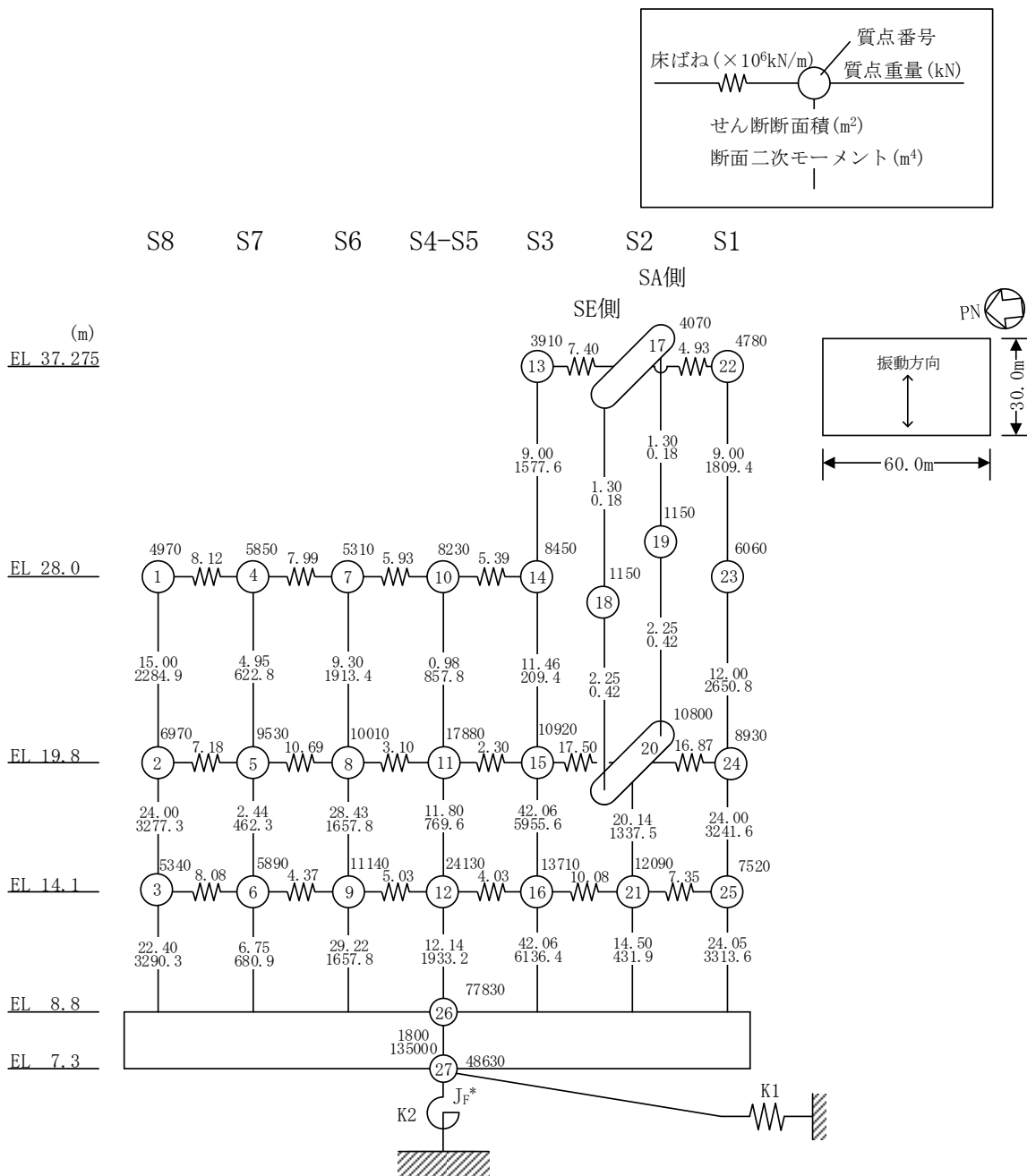
検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%) *	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%) *	

注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s 及びP波速度 V_p の不確かさを設定する。



注記*1 : 回転慣性重量 ($97.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
*2 : せん断面積 (0.83m^2), 断面二次モーメント (0.35m^4)

図 4-1(1) サイトバンカ建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3) (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($25.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-1(2) サイトバンカ建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3) (EW方向)

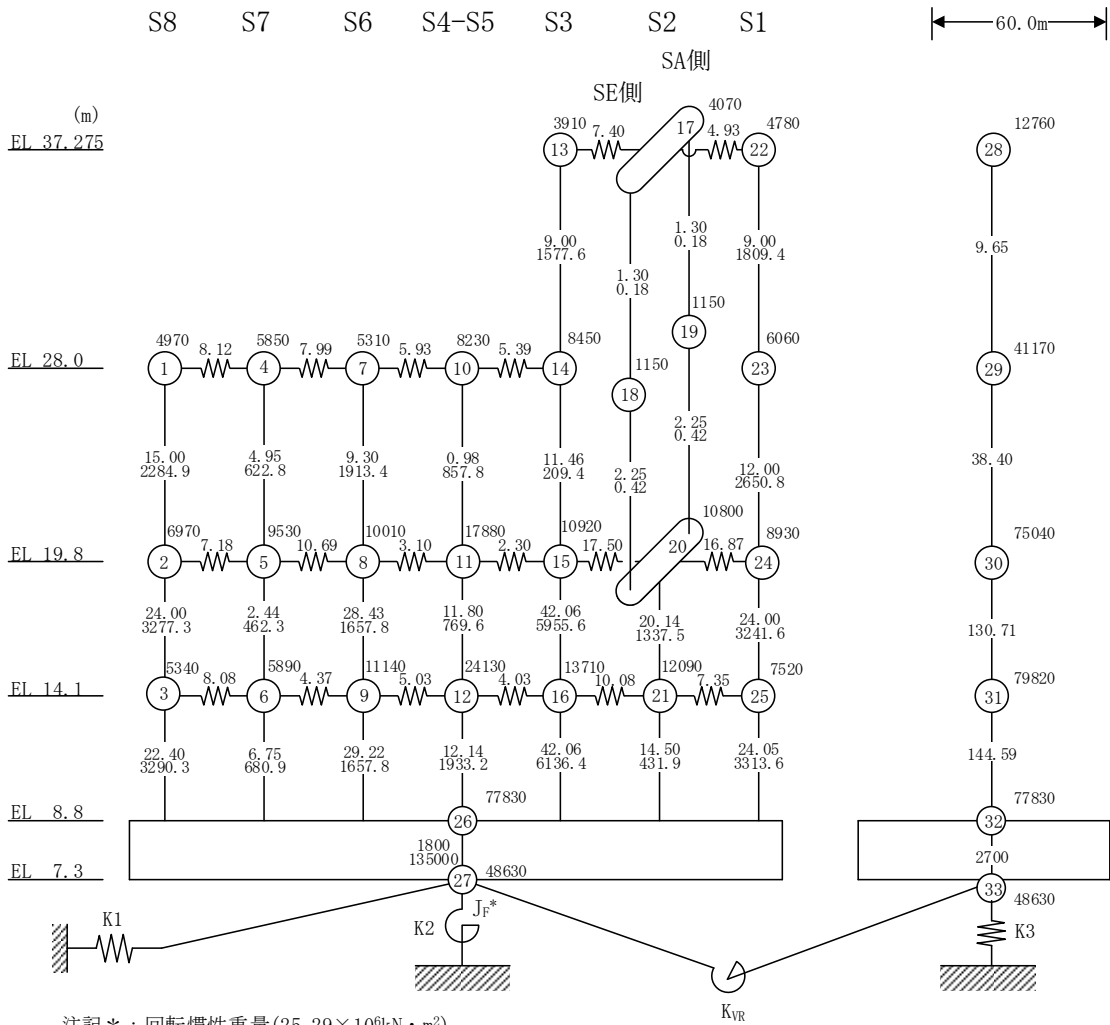
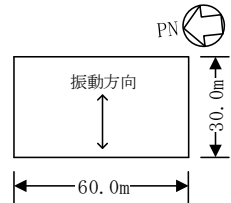
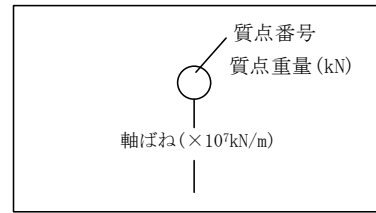
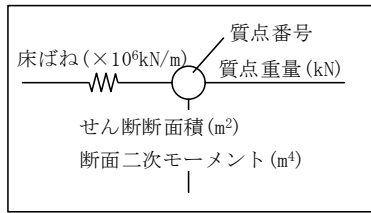


図 4-1 (3) サイトバンカ建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3) (EW方向)
 (誘発上下動を考慮する場合)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース 2 及びケース 3）と基本ケース（ケース 1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2、刺激関数図を図 4-2～図 4-5 に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、 -2% ～ $+1\%$ 程度である。

表 4-2 固有値解析結果の比較 (ケース 1~ケース 3)

(a) NS方向

(単位 : Hz)

次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	5.32	5.32 (1.00)	5.32 (1.00)
2	6.69	6.69 (1.00)	6.69 (1.00)
3	10.41	10.48 (1.01)	10.30 (0.99)
4	14.71	14.93 (1.01)	14.42 (0.98)
5	17.78	17.80 (1.00)	17.75 (1.00)
6	23.24	23.40 (1.01)	22.99 (0.99)

(b) EW方向

(単位 : Hz)

次数	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	5.29	5.29 (1.00)	5.29 (1.00)
2	8.15	8.21 (1.01)	8.07 (0.99)
3	11.30	11.36 (1.01)	11.22 (0.99)
4	13.89	13.90 (1.00)	13.88 (1.00)
5	16.08	16.12 (1.00)	16.02 (1.00)
6	17.97	18.01 (1.00)	17.91 (1.00)

注 : () 内は基本ケース (ケース 1) に対する比率

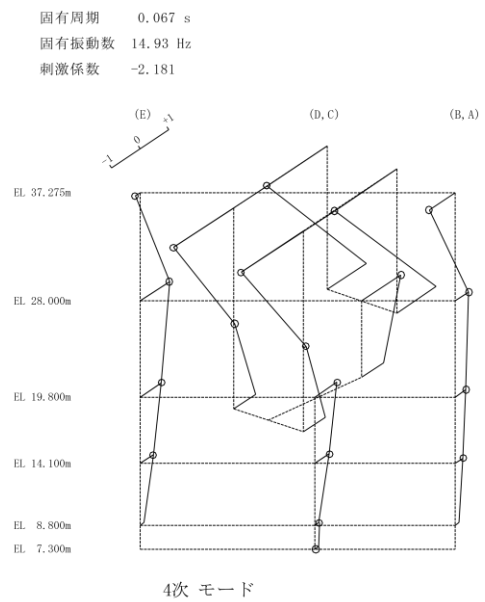
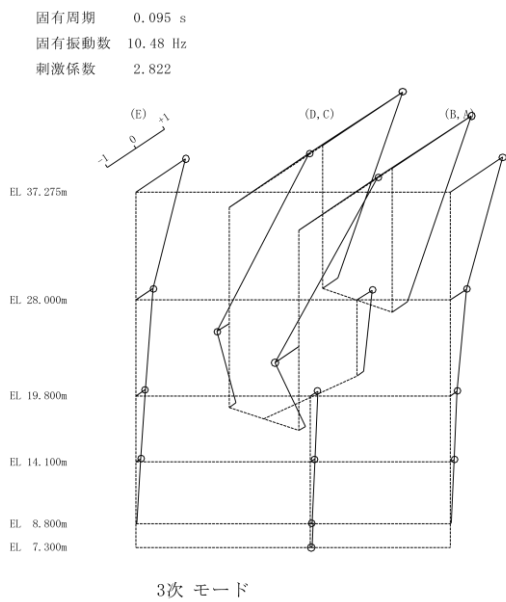
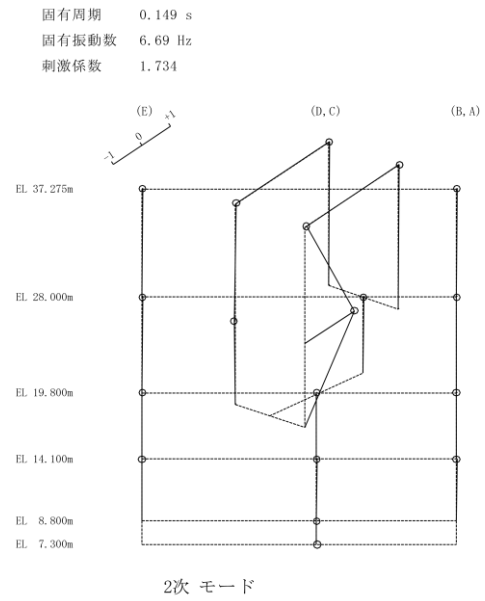
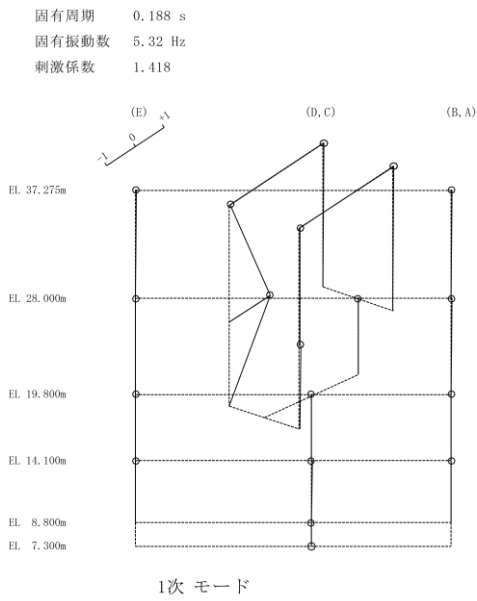


図 4-2(1) 刺激関数図 (ケース 2) (NS方向)

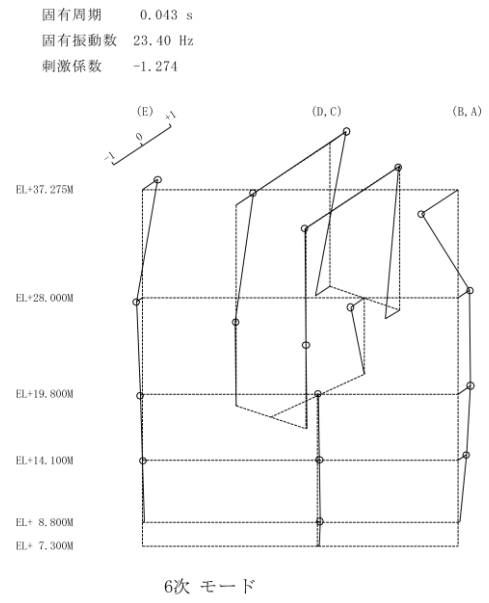
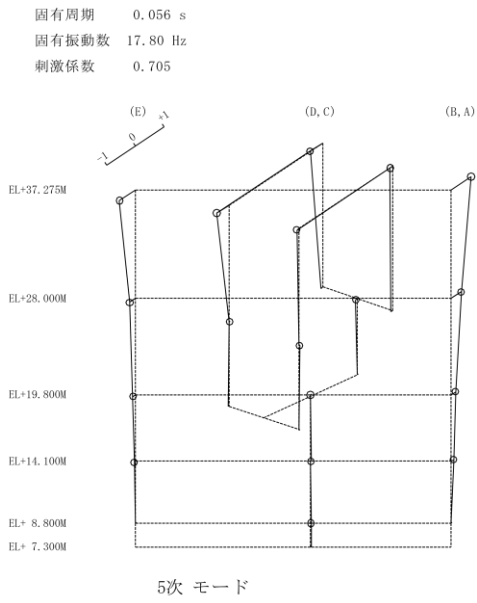


図 4-2(2) 刺激関数図 (ケース 2) (N S 方向)

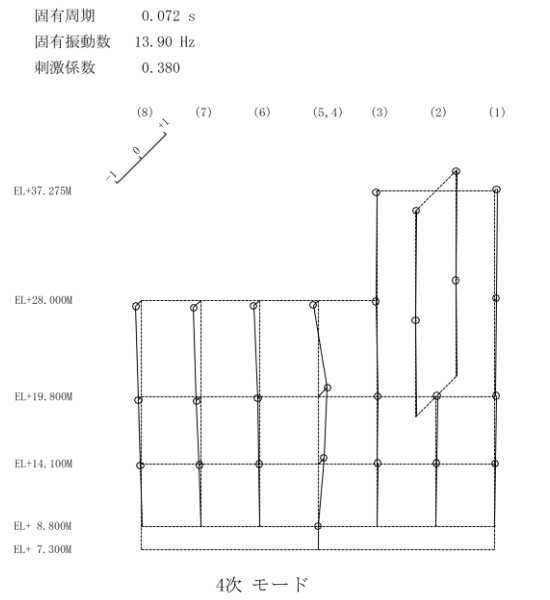
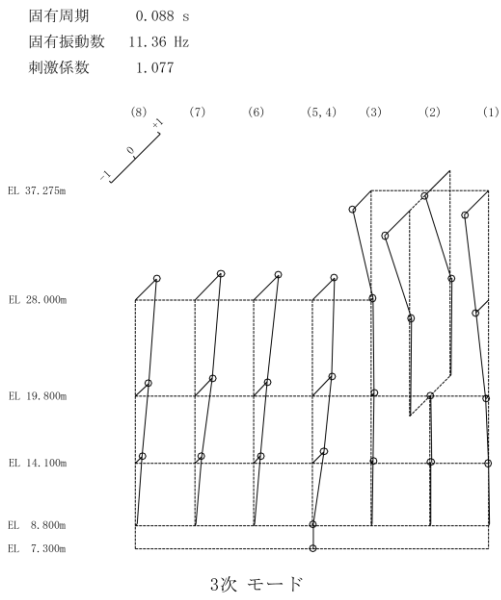
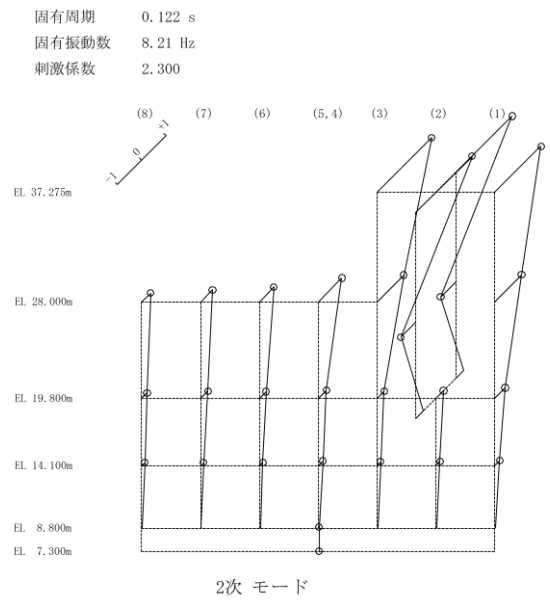
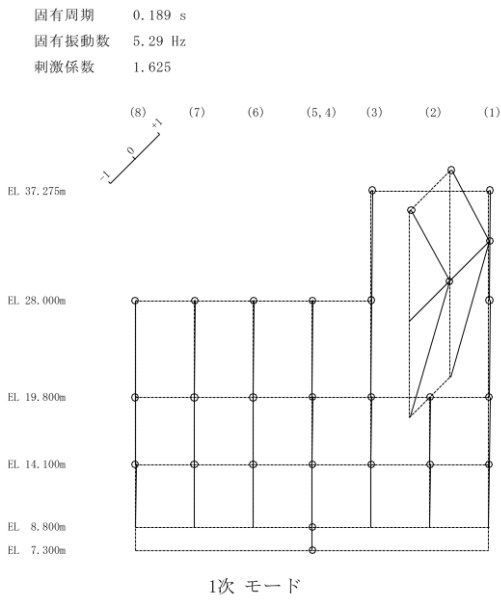


図 4-3(1) 刺激関数図 (ケース 2) (EW方向)

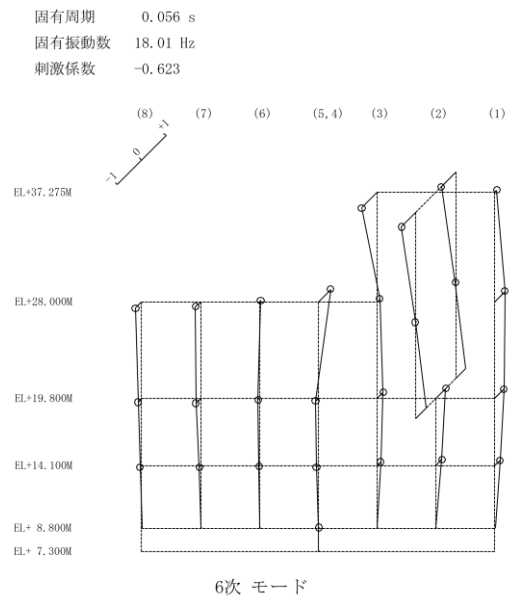
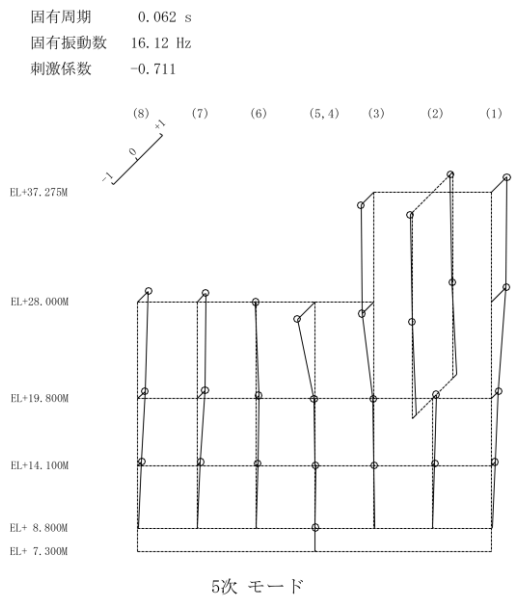
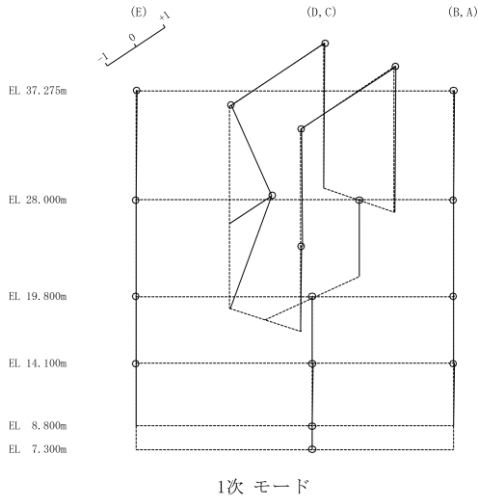
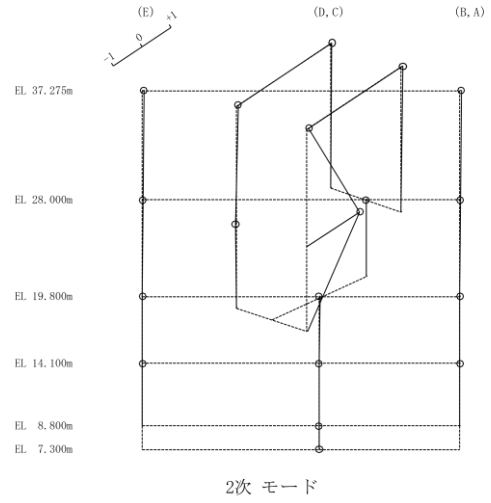


図 4-3 (2) 刺激関数図 (ケース 2) (EW方向)

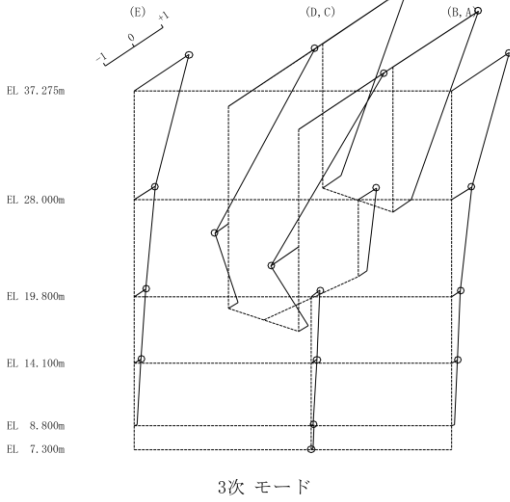
固有周期 0.188 s
固有振動数 5.32 Hz
刺激係数 1.464



固有周期 0.149 s
固有振動数 6.69 Hz
刺激係数 1.833



固有周期 0.097 s
固有振動数 10.30 Hz
刺激係数 2.991



固有周期 0.069 s
固有振動数 14.42 Hz
刺激係数 -2.416

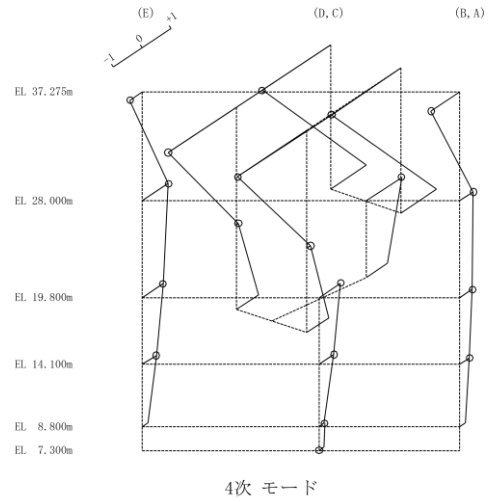


図 4-4(1) 刺激関数図 (ケース 3) (NS方向)

固有周期 0.056 s
 固有振動数 17.75 Hz
 刺激係数 0.607

固有周期 0.043 s
 固有振動数 22.99 Hz
 刺激係数 -1.401

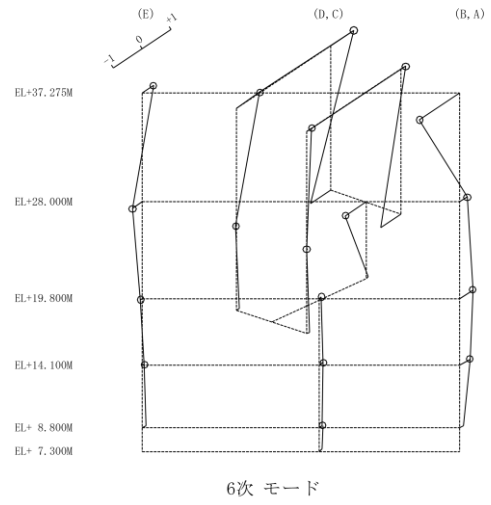
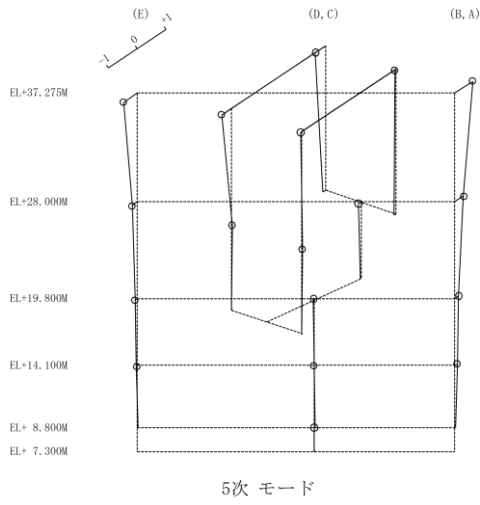


図 4-4(2) 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向)

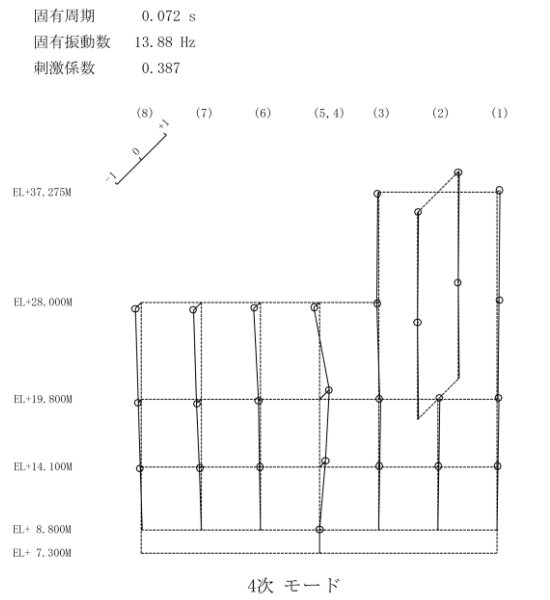
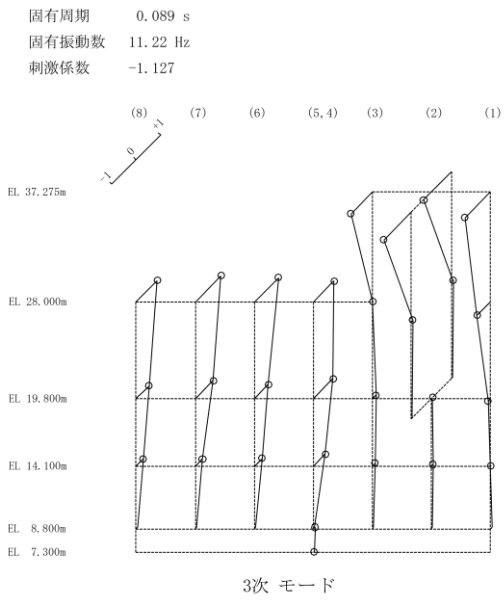
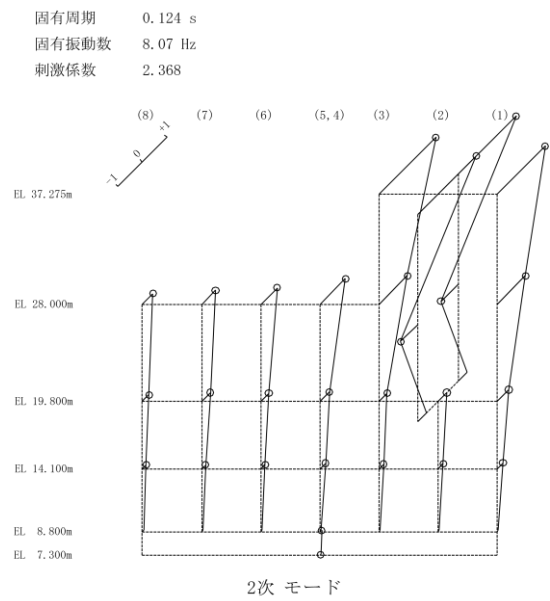
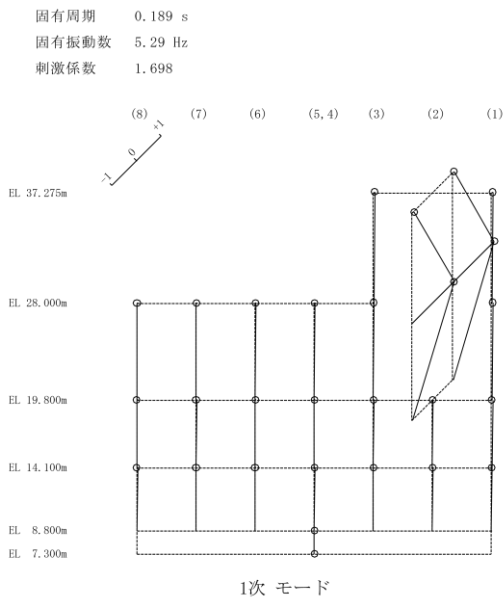


図 4-5(1) 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

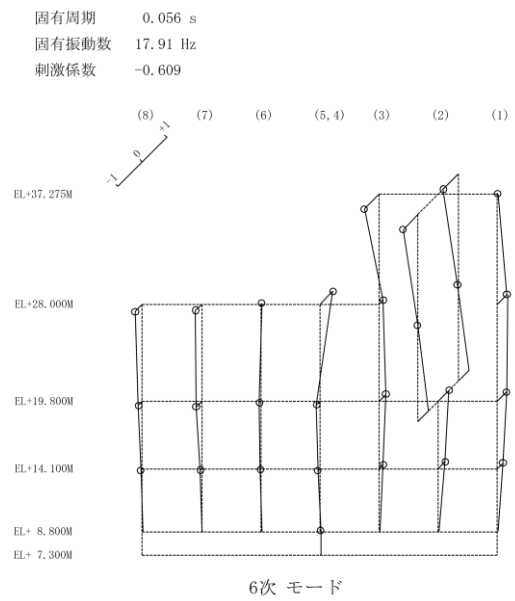
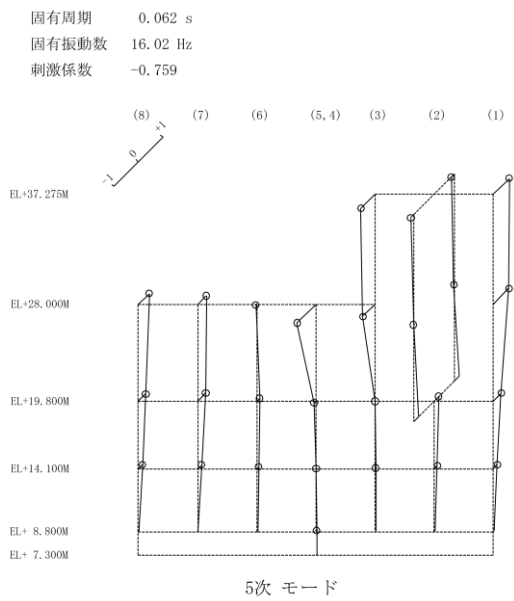


図 4-5 (2) 刺激関数図 (ケース 3) (EW方向)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさを考慮した固有値解析結果より，以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性+ σ ）に変動した場合の固有振動数の変動は，やや大きくなる傾向であり，最大で+1%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性- σ ）に変動した場合の固有振動数の変動は，やや小さくなる傾向であり，最大で-2%小さくなった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-15

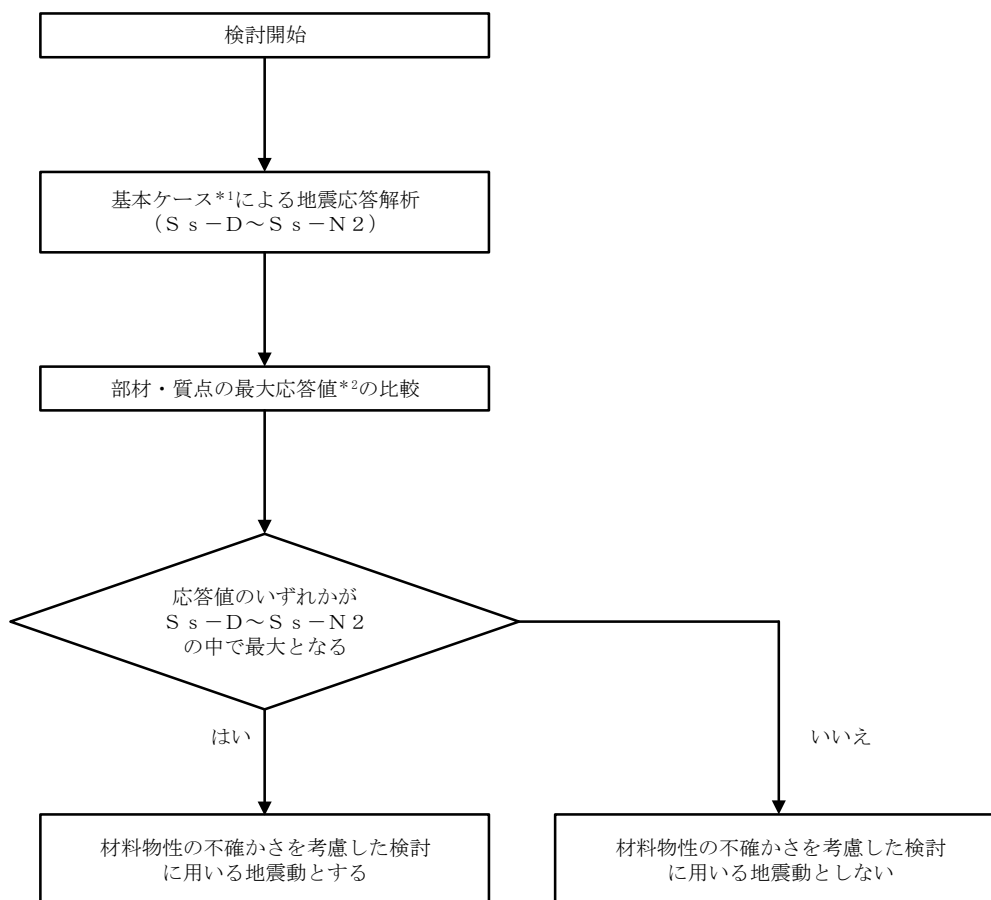
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

サイトバンカ建物における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。サイトバンカ建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1～表3-10に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 、 S_s-F1 、 S_s-F2 及び S_s-N2NS については、応答値のいずれかが S_s-D ～ S_s-N2 の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
SE	37.275	1	2429	2138	1857	1061	1364	1636	2429
	28.0	2	1880	1222	1529	743	891	1103	1880
	19.8	3	1409	983	995	615	681	886	1409
	14.1	4	1104	759	717	618	546	710	1104
SD	37.275	5	3091	3314	2918	1582	2708	2683	3314
SD(S1側)	28.0	6	2126	2369	1423	1462	1446	1759	2369
SC	37.275	7	3152	3284	2841	1566	2742	2541	3284
SC(S1側)	28.0	8	4281	2678	2848	1594	1746	2221	4281
SC-SD(S3側)	28.0	9	2267	1545	1797	918	1267	1513	2267
SC-SD	19.8	10	1367	901	924	629	764	895	1367
	14.1	11	1170	716	714	635	579	721	1170
	8.8	16	881	551	580	625	514	528	881
SA-SB	37.275	12	2540	2238	2071	1160	1668	1898	2540
	28.0	13	1563	1167	909	672	665	871	1563
	19.8	14	1248	837	703	616	581	654	1248
	14.1	15	1071	645	610	631	567	594	1071

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

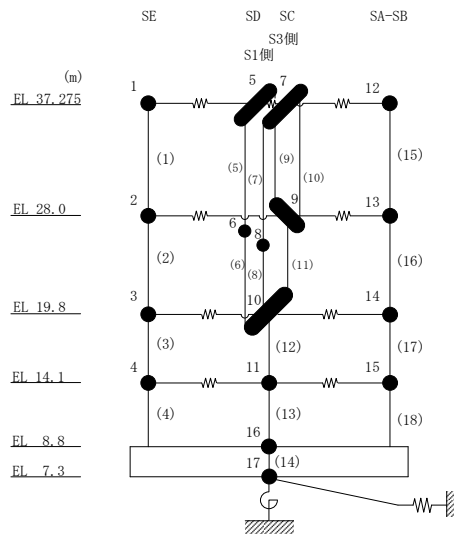


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
SE	37.275	1	8.68	7.21	5.40	2.78	3.50	4.17	8.68
	28.0	2	3.49	2.14	2.28	1.45	1.53	1.78	3.49
	19.8	3	2.30	1.36	1.46	1.00	0.91	1.23	2.30
	14.1	4	1.43	0.83	0.88	0.67	0.56	0.78	1.43
SD	37.275	5	11.43	9.26	7.56	4.17	6.04	6.57	11.43
SD(S1側)	28.0	6	19.46	19.50	11.04	13.48	11.41	16.83	19.50
SC	37.275	7	11.44	9.10	7.48	4.14	6.09	6.52	11.44
SC(S1側)	28.0	8	23.14	14.04	14.52	10.40	9.50	11.69	23.14
SC-SD(S3側)	28.0	9	3.80	2.37	2.52	1.56	1.50	1.94	3.80
SC-SD	19.8	10	2.13	1.27	1.32	0.97	0.85	1.20	2.13
	14.1	11	1.45	0.85	0.87	0.71	0.61	0.83	1.45
	8.8	16	0.53	0.30	0.33	0.30	0.24	0.30	0.53
SA-SB	37.275	12	9.41	7.22	5.49	2.87	4.21	4.52	9.41
	28.0	13	2.92	1.88	1.61	1.41	1.35	1.60	2.92
	19.8	14	1.70	1.05	0.95	0.84	0.72	0.85	1.70
	14.1	15	1.16	0.70	0.67	0.59	0.50	0.60	1.16

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

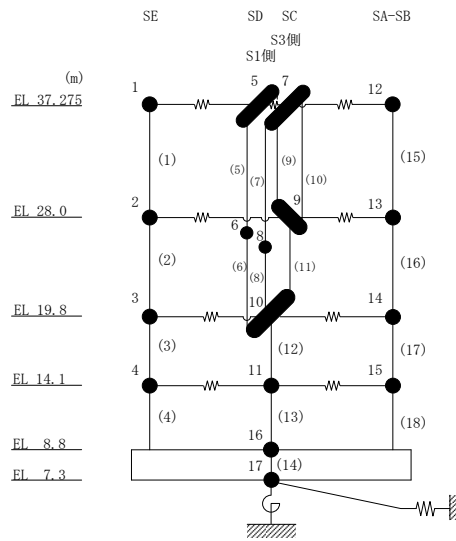


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
SE	37.275~28.0	1	1.38	1.33	1.26	0.777	1.10	1.11	1.38
	28.0~19.8	2	3.39	2.33	2.39	1.29	1.77	1.87	3.39
	19.8~14.1	3	5.33	3.29	3.62	2.16	2.29	2.88	5.33
	14.1~8.8	4	6.98	4.12	4.60	3.00	2.79	3.85	6.98
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.112	0.123	0.0741	0.0706	0.0755	0.0822	0.123
	28.0~19.8	6	0.204	0.233	0.136	0.145	0.140	0.180	0.233
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.138	0.0865	0.0919	0.0477	0.0565	0.0705	0.138
	28.0~19.8	8	0.270	0.165	0.175	0.102	0.108	0.137	0.270
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0430	0.0389	0.0280	0.0139	0.0224	0.0224	0.0430
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0487	0.0402	0.0310	0.0129	0.0211	0.0231	0.0487
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	2.62	1.83	1.90	1.01	1.24	1.47	2.62
SC-SD	19.8~14.1	12	7.01	4.37	4.79	2.89	2.91	3.92	7.01
	14.1~8.8	13	11.0	6.61	6.96	4.93	4.87	6.39	11.0
SA-SB	37.275~28.0	15	1.43	1.32	1.29	0.85	1.15	1.12	1.43
	28.0~19.8	16	3.27	2.26	2.25	1.53	1.94	2.18	3.27
	19.8~14.1	17	6.94	4.60	3.68	3.16	2.90	3.49	6.94
	14.1~8.8	18	10.1	6.39	5.37	4.84	4.22	4.97	10.1

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

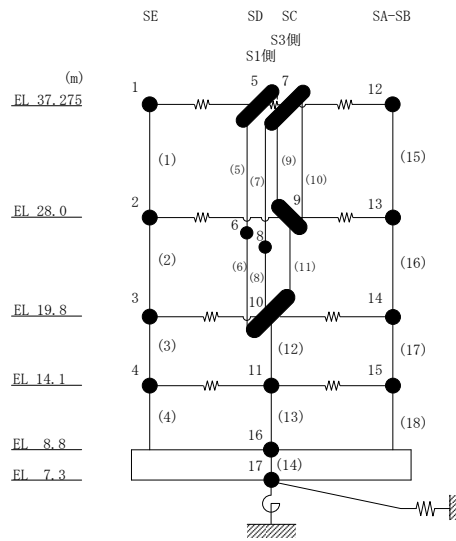


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)							最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW		
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			1.28	1.23	1.17	0.720	1.02	1.03	1.28	
	28.0~19.8	2	1.28	1.23	1.17	0.720	1.02	1.03	1.28	
			3.61	3.06	2.62	1.76	2.36	2.46	3.61	
19.8~14.1	3	3.61	3.06	2.62	1.76	2.36	2.46	3.61		
		6.62	4.77	4.40	2.78	3.65	3.84	6.62		
14.1~8.8	4	6.62	4.77	4.40	2.78	3.65	3.84	6.62		
		10.3	6.71	6.79	4.22	5.09	5.42	10.3		
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0366	0.0394	0.0240	0.0209	0.0242	0.0258	0.0394	
			0.0676	0.0750	0.0448	0.0446	0.0458	0.0530	0.0750	
28.0~19.8	6	0.0676	0.0750	0.0448	0.0446	0.0458	0.0530	0.0750		
		0.108	0.116	0.0671	0.0748	0.0691	0.0944	0.116		
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0452	0.0288	0.0289	0.0137	0.0180	0.0223	0.0452	
			0.0841	0.0527	0.0563	0.0305	0.0344	0.0435	0.0841	
28.0~19.8	8	0.0841	0.0527	0.0563	0.0305	0.0344	0.0435	0.0841		
		0.138	0.0830	0.0875	0.0531	0.0544	0.0687	0.138		
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0190	0.0181	0.0120	0.00604	0.0108	0.0105	0.0190	
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0224	0.0173	0.0132	0.00596	0.00843	0.00968	0.0224	
			0.0227	0.0201	0.0160	0.00602	0.0117	0.0118	0.0227	
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0421	0.0376	0.0305	0.0127	0.0228	0.0226	0.0421	
SC-SD	19.8~14.1	12	2.18	1.49	1.59	0.867	0.965	1.27	2.18	
			6.17	3.89	4.31	2.51	2.48	3.19	6.17	
14.1~8.8	13	6.17	3.89	4.31	2.51	2.48	3.19	6.17		
		12.0	7.28	8.00	4.99	4.83	6.55	12.0		
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			1.33	1.22	1.19	0.788	1.06	1.04	1.33	
	28.0~19.8	16	1.33	1.22	1.19	0.788	1.06	1.04	1.33	
			3.55	2.91	2.90	1.97	2.52	2.70	3.55	
19.8~14.1	17	3.55	2.91	2.90	1.97	2.52	2.70	3.55		
		7.39	4.92	4.85	3.64	4.13	4.61	7.39		
14.1~8.8	18	7.39	4.92	4.85	3.64	4.13	4.61	7.39		
		12.7	8.28	7.15	6.20	6.00	7.02	12.7		

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

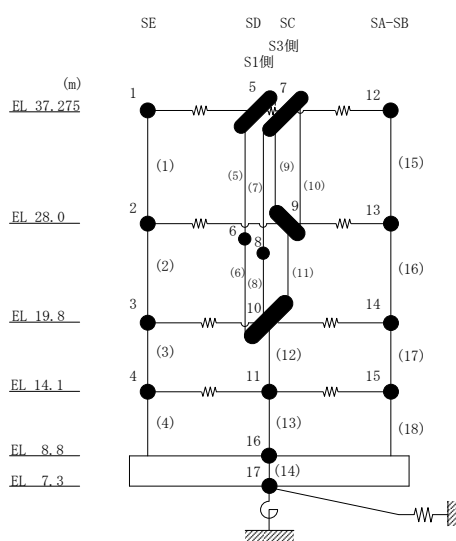


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
SE	37.275~28.0	1	0.73	0.55	0.43	0.14	0.27	0.32	0.73
	28.0~19.8	2	0.12	0.09	0.09	0.05	0.07	0.07	0.12
	19.8~14.1	3	0.14	0.08	0.09	0.05	0.06	0.07	0.14
	14.1~8.8	4	0.16	0.09	0.10	0.07	0.06	0.09	0.16
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.18	0.13	0.13	0.07	0.09	0.10	0.18
SC-SD	19.8~14.1	12	0.10	0.06	0.07	0.04	0.04	0.06	0.10
	14.1~8.8	13	0.16	0.10	0.10	0.07	0.07	0.10	0.16
SA-SB	37.275~28.0	15	0.77	0.65	0.46	0.16	0.33	0.36	0.77
	28.0~19.8	16	0.13	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.13
	19.8~14.1	17	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.08
	14.1~8.8	18	0.11	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.11

注1：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2：要素番号 5~10 は線形部材。

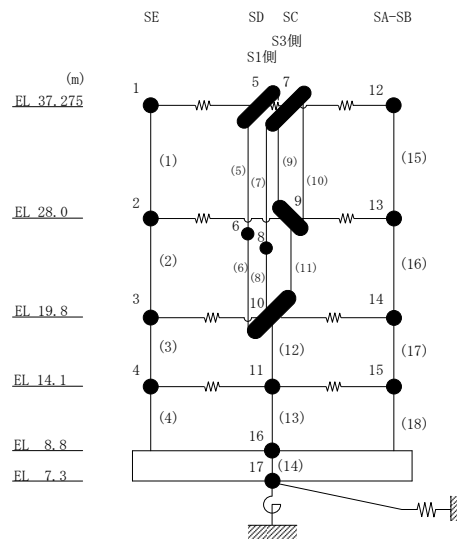


表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s , E W 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0	1	1310	1173	1172	843	791	966	1310
	19.8	2	1071	810	1039	738	578	705	1071
	14.1	3	910	661	950	661	499	582	950
S7	28.0	4	1511	1373	1241	895	874	1108	1511
	19.8	5	1181	1063	1109	857	772	909	1181
	14.1	6	974	761	997	670	530	653	997
S6	28.0	7	1484	1317	1145	961	961	1274	1484
	19.8	8	1073	911	1009	767	690	853	1073
	14.1	9	971	746	955	675	499	588	971
S4-S5	28.0	10	1695	1601	1431	1060	1235	1391	1695
	19.8	11	2139	1388	1343	918	1041	1226	2139
	14.1	12	1796	1250	1431	846	762	1077	1796
	8.8	26	863	586	830	614	531	537	863
S3	37.275	13	3179	3037	2613	1473	2660	2707	3179
	28.0	14	1341	1443	1374	1136	1478	1399	1478
	19.8	15	1056	873	909	739	680	728	1056
	14.1	16	993	767	871	682	645	558	993
S2	37.275	17	3124	2582	2443	1394	2373	2499	3124
S2(SE側)	28.0	18	2988	2877	1939	1517	1992	2035	2988
S2(SA側)	28.0	19	2988	2877	1939	1517	1992	2035	2988
S2	19.8	20	1221	927	962	777	843	950	1221
	14.1	21	1069	727	834	686	705	678	1069
S1	37.275	22	2750	2361	2288	1463	2150	2132	2750
	28.0	23	1568	1502	1328	1024	1437	1368	1568
	19.8	24	1107	1150	1110	777	880	851	1150
	14.1	25	1016	748	770	674	685	631	1016

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

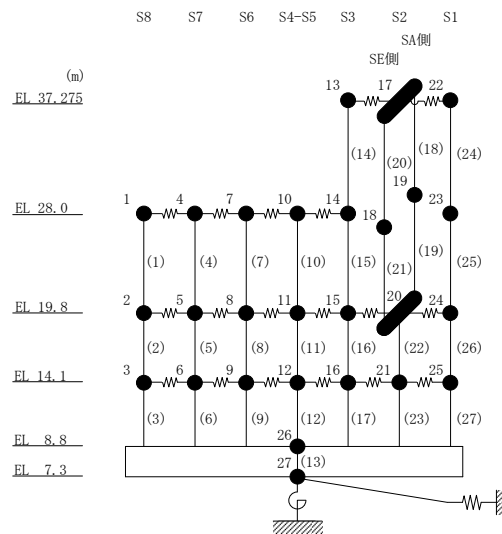


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s, E W方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
S8	28.0	1	3.31	3.05	3.10	2.52	2.24	2.57	3.31
	19.8	2	2.13	1.93	2.05	1.65	1.42	1.62	2.13
	14.1	3	1.27	1.13	1.23	1.00	0.84	0.92	1.27
S7	28.0	4	4.22	3.92	3.93	3.14	2.83	3.32	4.22
	19.8	5	2.91	2.68	2.89	2.24	1.93	2.32	2.91
	14.1	6	1.37	1.19	1.36	1.07	0.88	1.00	1.37
S6	28.0	7	4.57	4.43	4.43	3.45	3.20	3.66	4.57
	19.8	8	2.82	2.49	2.68	2.00	1.73	2.10	2.82
	14.1	9	1.72	1.44	1.59	1.18	0.98	1.18	1.72
S4-S5	28.0	10	5.78	6.22	5.84	4.58	5.01	4.60	6.22
	19.8	11	6.53	4.32	4.66	3.15	2.81	3.49	6.53
	14.1	12	5.70	3.64	4.12	2.50	2.16	2.90	5.70
	8.8	26	0.40	0.36	0.39	0.34	0.27	0.26	0.40
S3	37.275	13	18.47	17.06	15.05	8.59	12.32	12.32	18.47
	28.0	14	7.30	7.50	6.58	4.74	5.62	5.19	7.50
	19.8	15	1.62	1.83	1.95	1.61	1.41	1.36	1.95
	14.1	16	1.12	1.16	1.26	1.04	0.86	0.87	1.26
S2	37.275	17	18.37	16.76	14.76	8.34	11.90	11.82	18.37
S2(SE側)	28.0	18	28.25	24.62	17.06	15.15	16.66	20.26	28.25
S2(SA側)	28.0	19	28.25	24.62	17.06	15.15	16.66	20.26	28.25
S2	19.8	20	1.84	2.09	2.18	1.84	1.64	1.56	2.18
	14.1	21	1.24	1.31	1.37	1.17	1.03	0.95	1.37
S1	37.275	22	16.20	14.56	12.61	6.85	9.93	9.40	16.20
	28.0	23	7.77	7.56	6.72	4.27	5.13	4.61	7.77
	19.8	24	2.42	2.61	2.57	2.07	2.03	1.86	2.61
	14.1	25	1.22	1.38	1.35	1.15	1.07	0.93	1.38

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

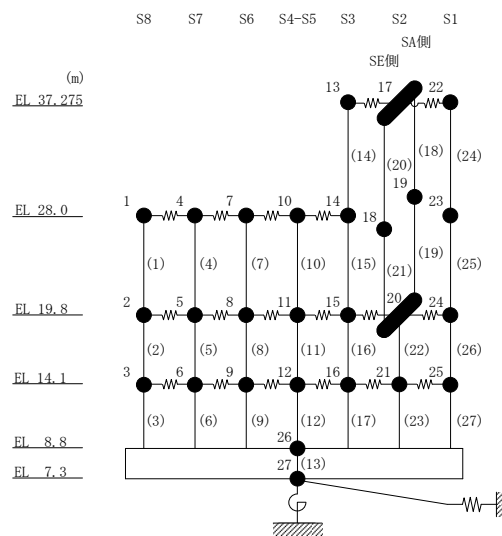


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0~19.8	1	1.33	1.19	1.08	0.898	0.87	1.02	1.33
	19.8~14.1	2	2.51	2.21	2.30	1.84	1.61	1.98	2.51
	14.1~8.8	3	2.97	2.52	2.89	2.25	1.87	2.29	2.97
S7	28.0~19.8	4	0.394	0.363	0.360	0.256	0.324	0.295	0.394
	19.8~14.1	5	0.536	0.464	0.504	0.374	0.332	0.430	0.536
	14.1~8.8	6	0.992	0.837	1.01	0.749	0.601	0.754	1.01
S6	28.0~19.8	7	1.17	1.14	1.05	0.866	1.04	0.964	1.17
	19.8~14.1	8	2.88	2.59	2.72	2.15	1.96	2.47	2.88
	14.1~8.8	9	5.18	4.21	4.80	3.44	2.86	3.87	5.18
S4-S5	28.0~19.8	10	0.413	0.368	0.354	0.156	0.284	0.274	0.413
	19.8~14.1	11	1.38	1.34	1.23	1.01	1.02	1.35	1.38
	14.1~8.8	12	1.78	1.64	1.69	1.54	1.52	1.58	1.78
S3	37.275~28.0	14	1.29	0.907	1.00	0.432	0.700	0.732	1.29
	28.0~19.8	15	1.37	1.34	1.26	1.16	1.24	1.16	1.37
	19.8~14.1	16	2.56	2.98	3.23	2.67	2.60	2.37	3.23
	14.1~8.8	17	4.73	4.78	5.38	4.33	3.84	3.84	5.38
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0827	0.0810	0.0545	0.0407	0.0559	0.0590	0.0827
	28.0~19.8	19	0.270	0.257	0.174	0.137	0.179	0.183	0.270
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0827	0.0810	0.0545	0.0407	0.0559	0.0590	0.0827
	28.0~19.8	21	0.270	0.257	0.174	0.137	0.179	0.183	0.270
S2	19.8~14.1	22	1.05	1.11	1.15	0.893	0.929	0.852	1.15
	14.1~8.8	23	1.66	1.73	1.80	1.54	1.47	1.36	1.80
S1	37.275~28.0	24	2.20	2.11	2.06	1.39	1.86	1.93	2.20
	28.0~19.8	25	2.91	2.75	2.73	2.02	2.40	2.37	2.91
	19.8~14.1	26	2.29	2.51	2.60	2.23	2.29	2.15	2.60
	14.1~8.8	27	2.69	2.97	3.00	2.74	2.78	2.47	3.00

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

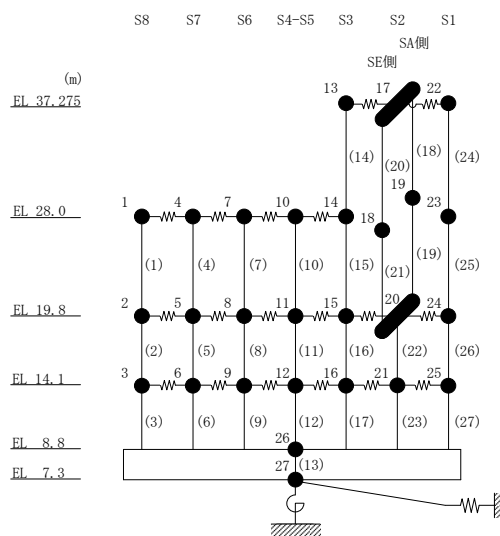


表 3-9(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)							最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW		
S8	28.0~19.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			1.09	0.975	0.889	0.736	0.712	0.838	1.09	
	19.8~14.1	2	1.09	0.975	0.889	0.736	0.712	0.838	1.09	
S7	28.0~19.8	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.323	0.298	0.295	0.210	0.266	0.242	0.323	
	19.8~14.1	5	0.323	0.298	0.295	0.210	0.266	0.242	0.323	
S6	28.0~19.8	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			0.962	0.936	0.864	0.711	0.849	0.791	0.962	
	19.8~14.1	8	0.962	0.936	0.864	0.711	0.849	0.791	0.962	
S4-S5	28.0~19.8	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
			0.339	0.301	0.291	0.128	0.233	0.225	0.339	
	19.8~14.1	11	0.339	0.301	0.291	0.128	0.233	0.225	0.339	
S3	28.0~19.8	15	1.20	0.841	0.929	0.401	0.649	0.679	1.20	
			1.52	1.51	1.50	1.17	1.37	1.38	1.52	
	14.1~8.8	17	3.20	3.12	3.12	2.69	2.83	2.57	3.20	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

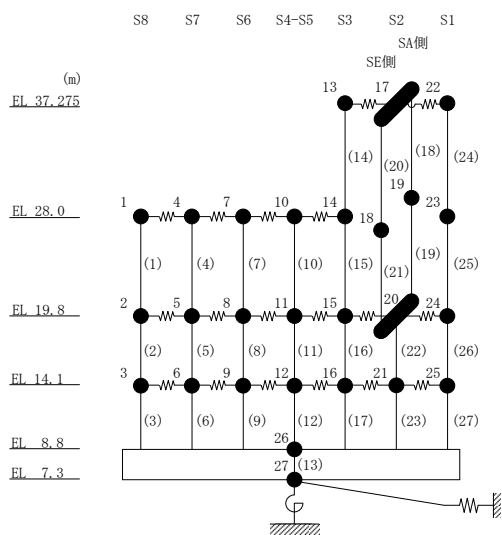


表 3-9(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S2 (SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0767	0.00 0.0751	0.00 0.0505	0.00 0.0377	0.00 0.0519	0.00 0.0548	— 0.0767
	28.0~19.8	19	0.0767 0.147	0.0751 0.135	0.0505 0.0922	0.0377 0.0748	0.0519 0.0946	0.0548 0.102	0.0767 0.147
S2 (SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0767	0.00 0.0751	0.00 0.0505	0.00 0.0377	0.00 0.0519	0.00 0.0548	— 0.0767
	28.0~19.8	21	0.0767 0.147	0.0751 0.135	0.0505 0.0922	0.0377 0.0748	0.0519 0.0946	0.0548 0.102	0.0767 0.147
S2	19.8~14.1	22	0.293 0.655	0.271 0.594	0.184 0.692	0.150 0.561	0.189 0.550	0.203 0.614	0.293 0.692
	14.1~8.8	23	0.655 1.39	0.594 1.49	0.692 1.60	0.561 1.38	0.550 1.30	0.614 1.33	0.692 1.60
S1	37.275~28.0	24	0.00 2.04	0.00 1.95	0.00 1.91	0.00 1.29	0.00 1.73	0.00 1.79	— 2.04
	28.0~19.8	25	2.04 4.40	1.95 4.20	1.91 4.12	1.29 2.95	1.73 3.64	1.79 3.69	2.04 4.40
	19.8~14.1	26	4.40 5.45	4.20 5.33	4.12 5.06	2.95 4.19	3.64 4.87	3.69 4.61	4.40 5.45
	14.1~8.8	27	5.45 6.58	5.33 6.57	5.06 6.46	4.19 5.61	4.87 6.18	4.61 5.87	5.45 6.58

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

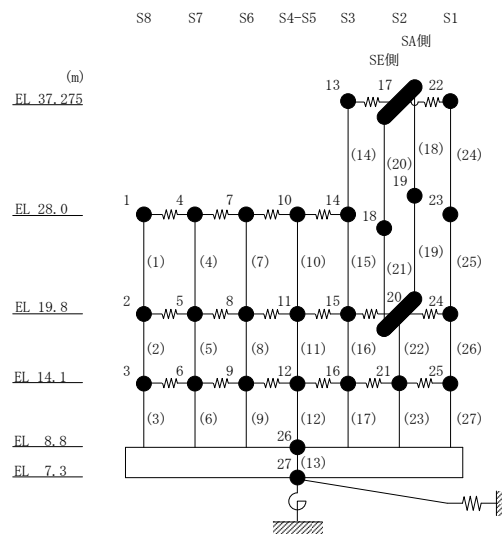
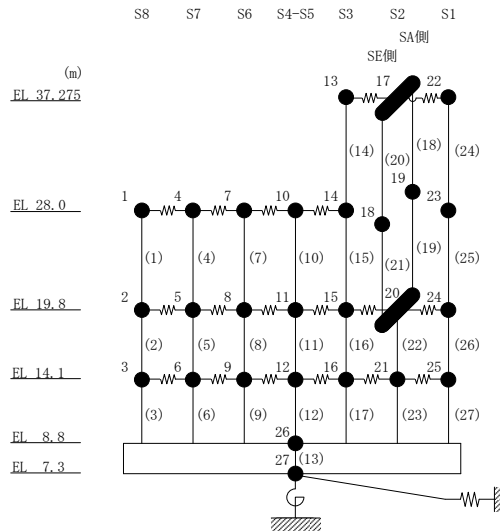


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
S8	28.0~19.8	1	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09
	19.8~14.1	2	0.11	0.10	0.10	0.08	0.07	0.09	0.11
	14.1~8.8	3	0.14	0.12	0.14	0.11	0.09	0.11	0.14
S7	28.0~19.8	4	0.08	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08
	14.1~8.8	6	0.16	0.13	0.16	0.12	0.09	0.12	0.16
S6	28.0~19.8	7	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.11	0.13
	19.8~14.1	8	0.11	0.10	0.10	0.08	0.07	0.09	0.11
	14.1~8.8	9	0.22	0.15	0.18	0.13	0.10	0.14	0.22
S4-S5	14.1~8.8	12	1.00	0.60	0.68	0.39	0.36	0.48	1.00
S3	37.275~28.0	14	0.15	0.11	0.12	0.05	0.08	0.09	0.15
	28.0~19.8	15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.13
	19.8~14.1	16	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08
	14.1~8.8	17	0.12	0.12	0.14	0.11	0.10	0.10	0.14
S2	19.8~14.1	22	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
	14.1~8.8	23	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10	0.13
S1	37.275~28.0	24	0.76	0.59	0.53	0.16	0.37	0.43	0.76
	28.0~19.8	25	0.57	0.49	0.48	0.18	0.28	0.28	0.57
	19.8~14.1	26	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12
	14.1~8.8	27	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13

注 1 : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注 2 : 要素番号 5, 10, 11 及び 18~21 は線形部材。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-4 「サイトバンカ建物の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
サイトバンカ 建物	基準地震動 S_s
	$S_s - D$, $S_s - F 1$, $S_s - F 2$, $S_s - N 2 N S$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-40 及び表 2-1～表 2-35 に示す。なお、EW方向の基準地震動 $S_s - F1$ 及び $S_s - F2$ については誘発上下動考慮SRモデルによる評価結果を示す。地震応答解析モデルを選定したプロセスについては別紙 5「地震応答解析モデルの選定プロセス」に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+ \sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $- \sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

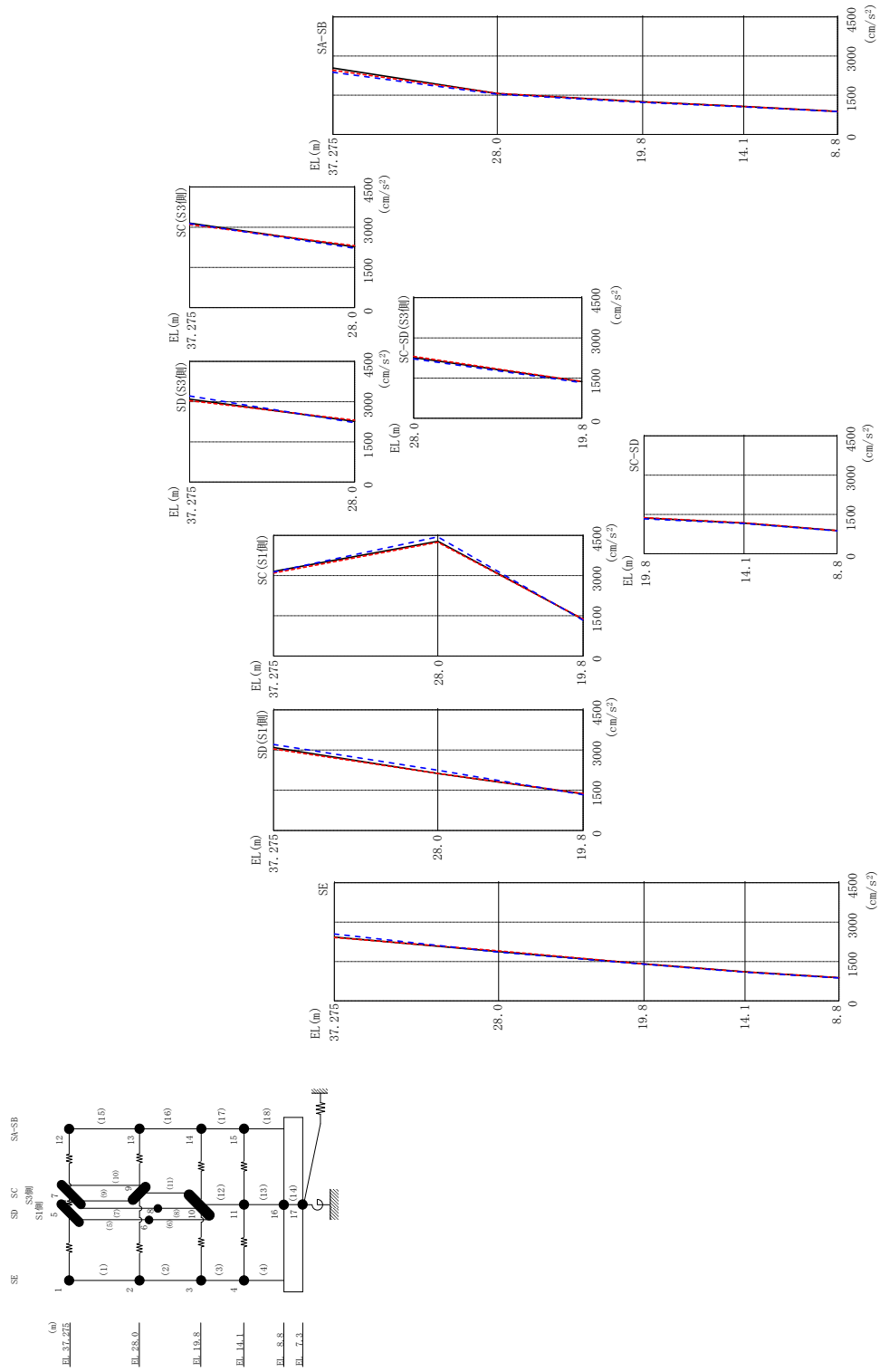
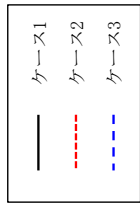
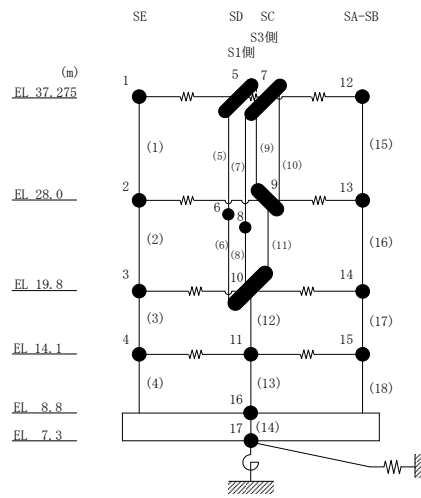


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - D, N S 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	2429	2413	2549
	28.0	2	1880	1903	1853
	19.8	3	1409	1411	1399
	14.1	4	1104	1109	1091
SD(S3側)	37.275	5	3091	3037	3210
SD(S1側)	28.0	6	2126	2124	2247
SC(S3側)	37.275	7	3152	3095	3132
SC(S1側)	28.0	8	4281	4243	4444
SC-SD(S3側)	28.0	9	2267	2307	2216
SC-SD	19.8	10	1367	1376	1331
	14.1	11	1170	1178	1150
	8.8	16	881	882	874
SA-SB	37.275	12	2540	2455	2379
	28.0	13	1563	1568	1538
	19.8	14	1248	1243	1222
	14.1	15	1071	1067	1053



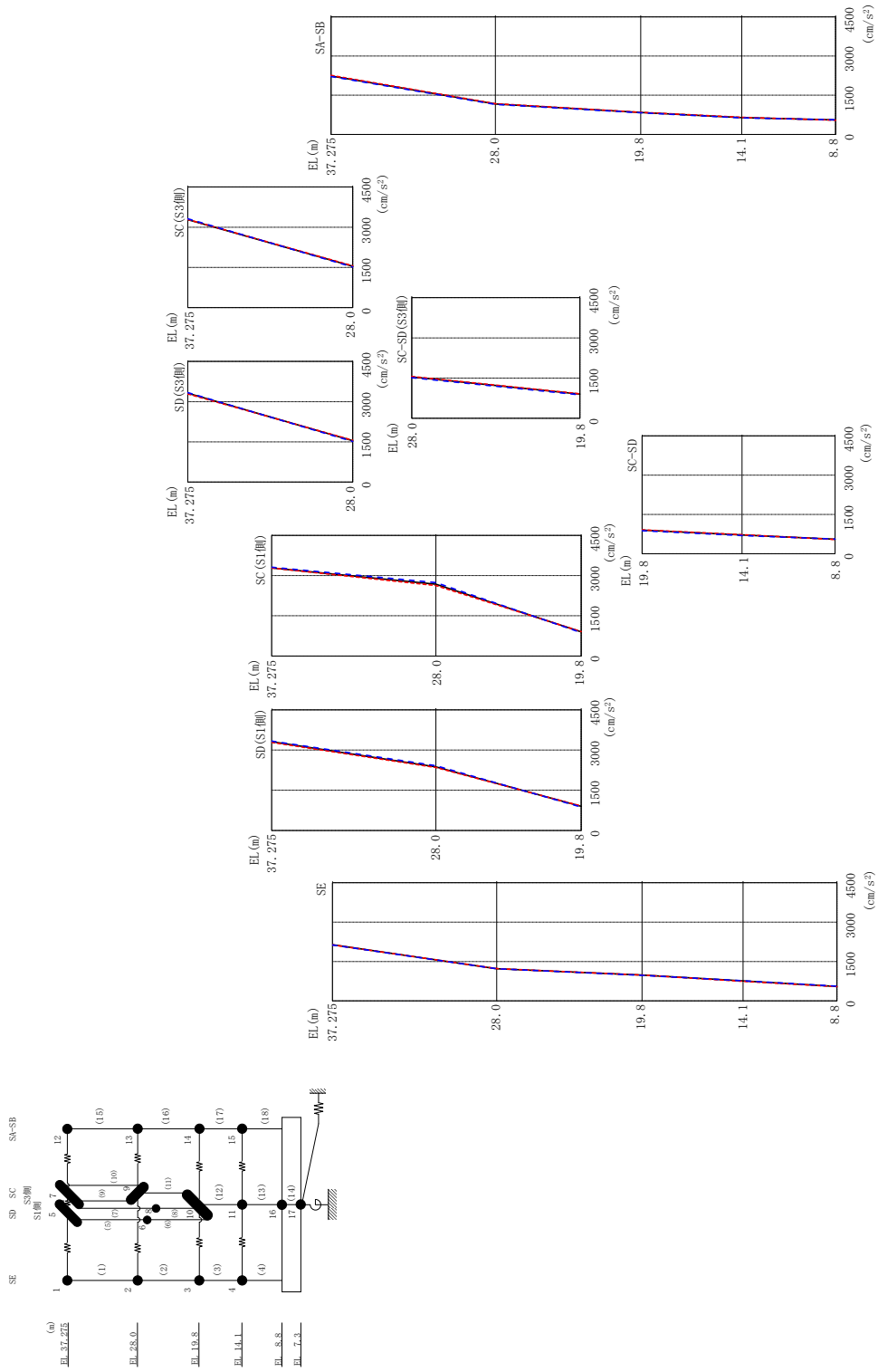
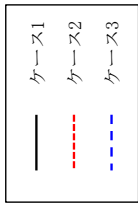
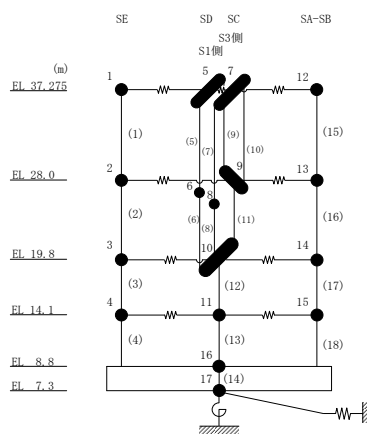


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	2138	2132	2128
	28.0	2	1222	1230	1225
	19.8	3	983	983	973
	14.1	4	759	747	766
SD(S3側)	37.275	5	3314	3286	3336
SD(S1側)	28.0	6	2369	2348	2414
SC(S3側)	37.275	7	3284	3287	3313
SC(S1側)	28.0	8	2678	2626	2738
SC-SD(S3側)	28.0	9	1545	1559	1518
SC-SD	19.8	10	901	913	875
	14.1	11	716	728	695
	8.8	16	551	544	558
SA-SB	37.275	12	2238	2257	2212
	28.0	13	1167	1175	1147
	19.8	14	837	843	826
	14.1	15	645	653	633



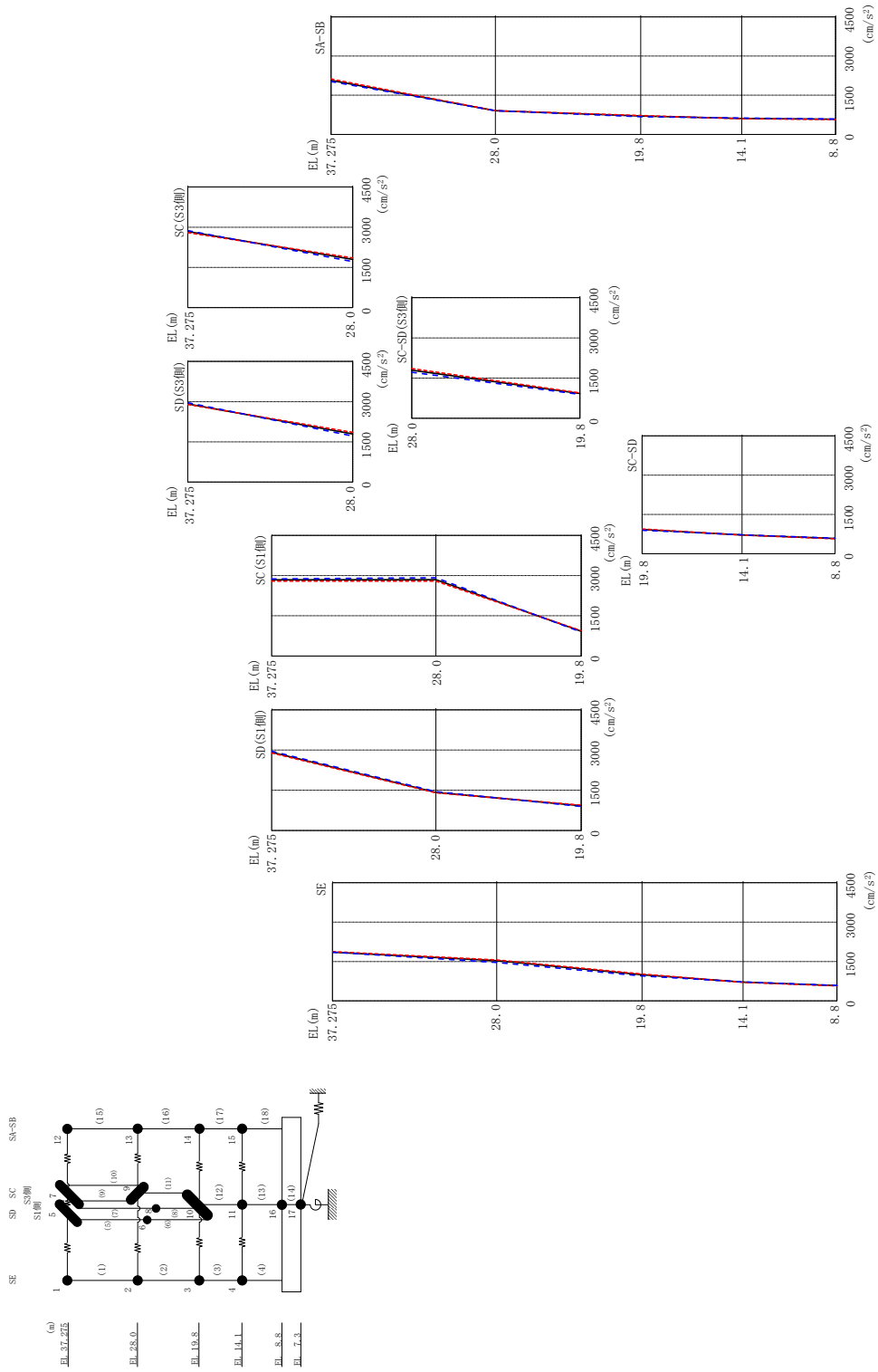
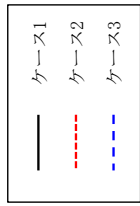
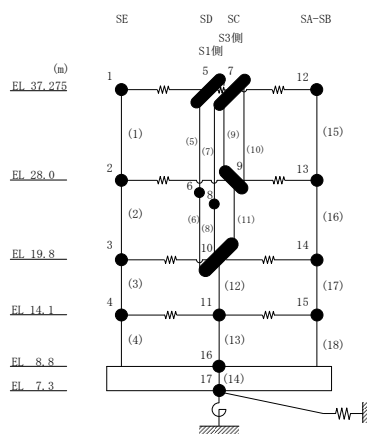


図 2-3 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

表 2-3 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	1857	1875	1853
	28.0	2	1529	1561	1466
	19.8	3	995	1026	950
	14.1	4	717	706	723
SD(S3側)	37.275	5	2918	2892	2957
SD(S1側)	28.0	6	1423	1403	1450
SC(S3側)	37.275	7	2841	2792	2873
SC(S1側)	28.0	8	2848	2793	2920
SC-SD(S3側)	28.0	9	1797	1856	1719
SC-SD	19.8	10	924	946	894
	14.1	11	714	712	718
	8.8	16	580	572	590
SA-SB	37.275	12	2071	2116	2022
	28.0	13	909	909	904
	19.8	14	703	719	678
	14.1	15	610	598	626



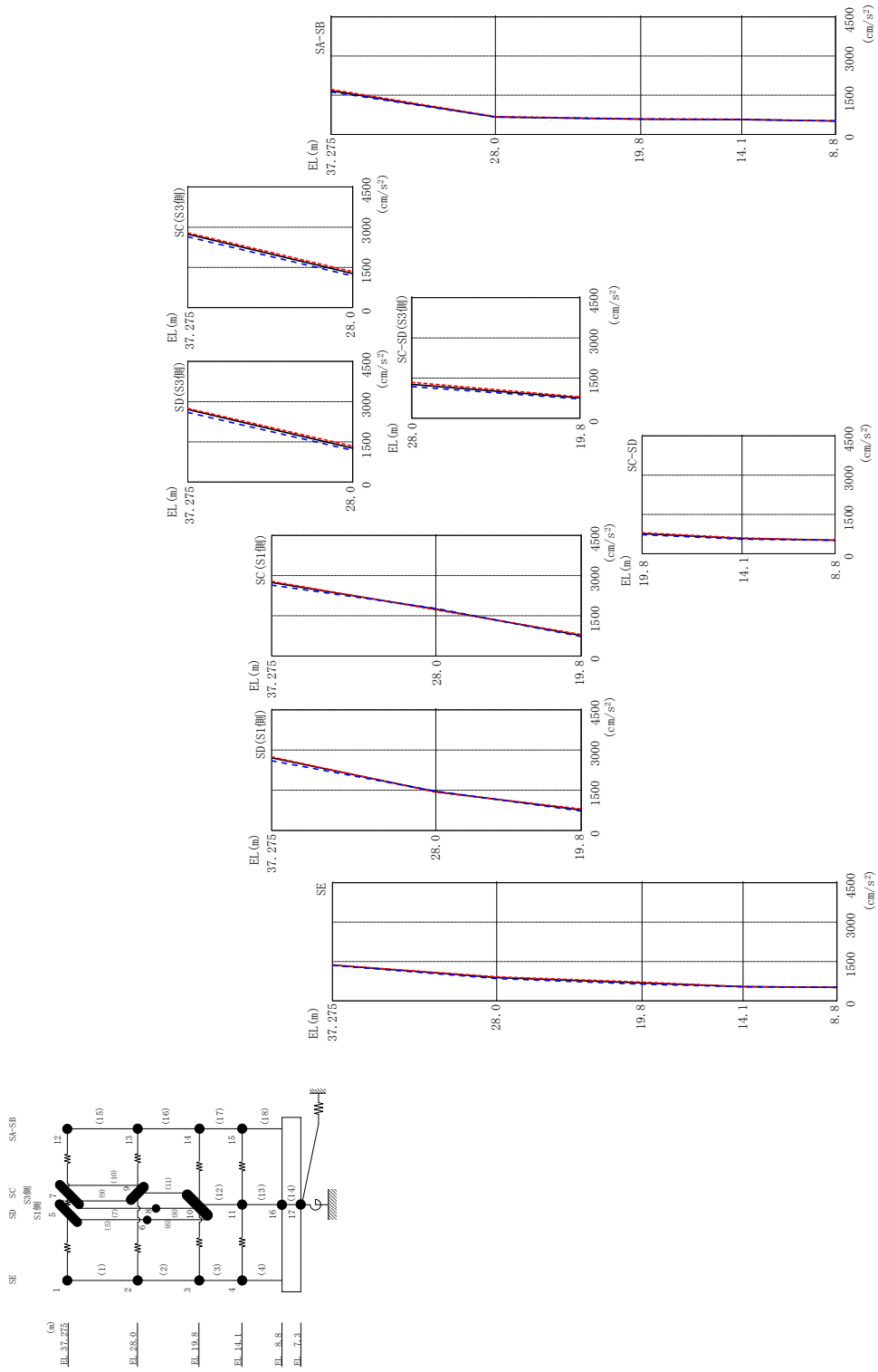
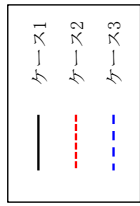
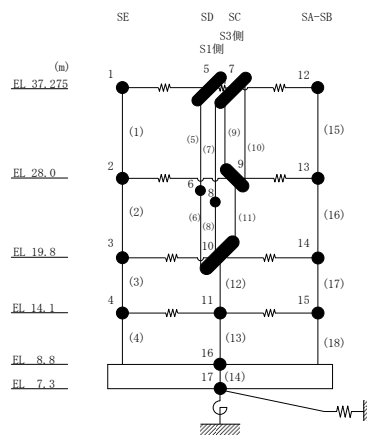


図 2-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 2 N S, N S 方向)

表 2-4 最大応答加速度一覧（基準地震動 $S_s - N2NS$ ，NS方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	1364	1370	1351
	28.0	2	891	916	851
	19.8	3	681	718	641
	14.1	4	546	545	540
SD(S3側)	37.275	5	2708	2746	2600
SD(S1側)	28.0	6	1446	1428	1464
SC(S3側)	37.275	7	2742	2788	2642
SC(S1側)	28.0	8	1746	1719	1775
SC-SD(S3側)	28.0	9	1267	1343	1185
SC-SD	19.8	10	764	801	724
	14.1	11	579	603	555
	8.8	16	514	516	513
SA-SB	37.275	12	1668	1723	1626
	28.0	13	665	685	666
	19.8	14	581	599	587
	14.1	15	567	580	568



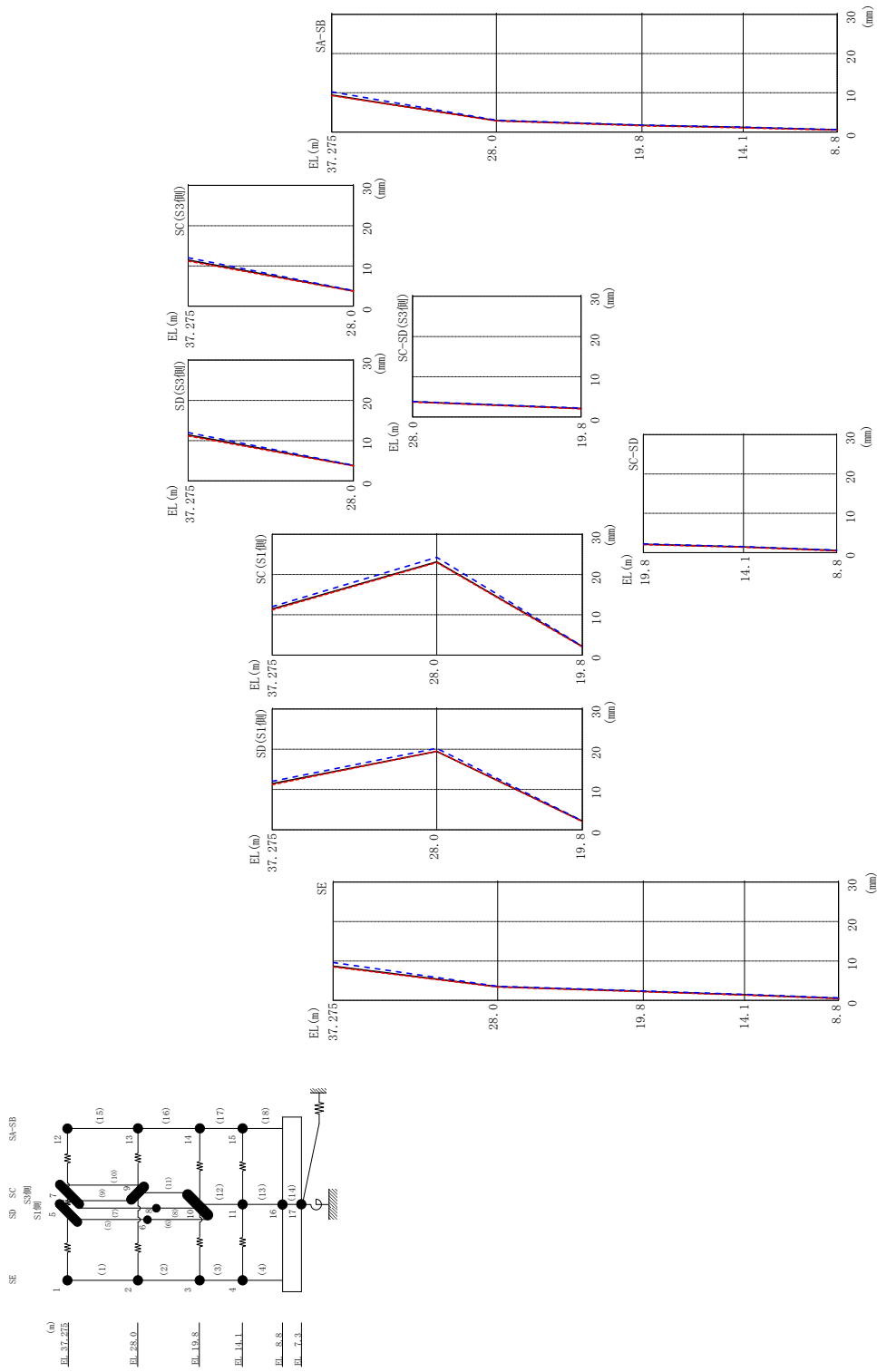
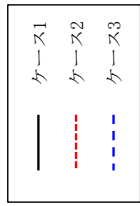
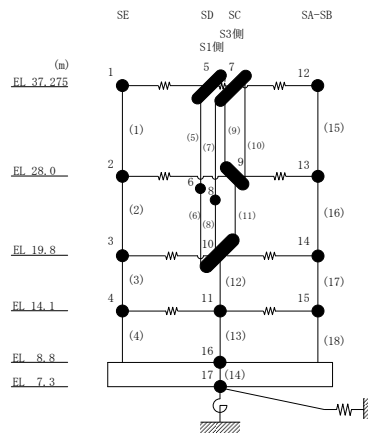


図 2-5 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-5 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, NS方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	8.68	8.49	9.62
	28.0	2	3.49	3.40	3.58
	19.8	3	2.30	2.21	2.39
	14.1	4	1.43	1.35	1.53
SD(S3側)	37.275	5	11.43	11.17	12.01
SD(S1側)	28.0	6	19.46	19.49	20.22
SC(S3側)	37.275	7	11.44	11.20	12.03
SC(S1側)	28.0	8	23.14	23.00	24.26
SC-SD(S3側)	28.0	9	3.80	3.72	3.86
SC-SD	19.8	10	2.13	2.05	2.22
	14.1	11	1.45	1.37	1.54
	8.8	16	0.53	0.45	0.63
SA-SB	37.275	12	9.41	9.30	10.25
	28.0	13	2.92	2.81	3.01
	19.8	14	1.70	1.61	1.79
	14.1	15	1.16	1.08	1.25



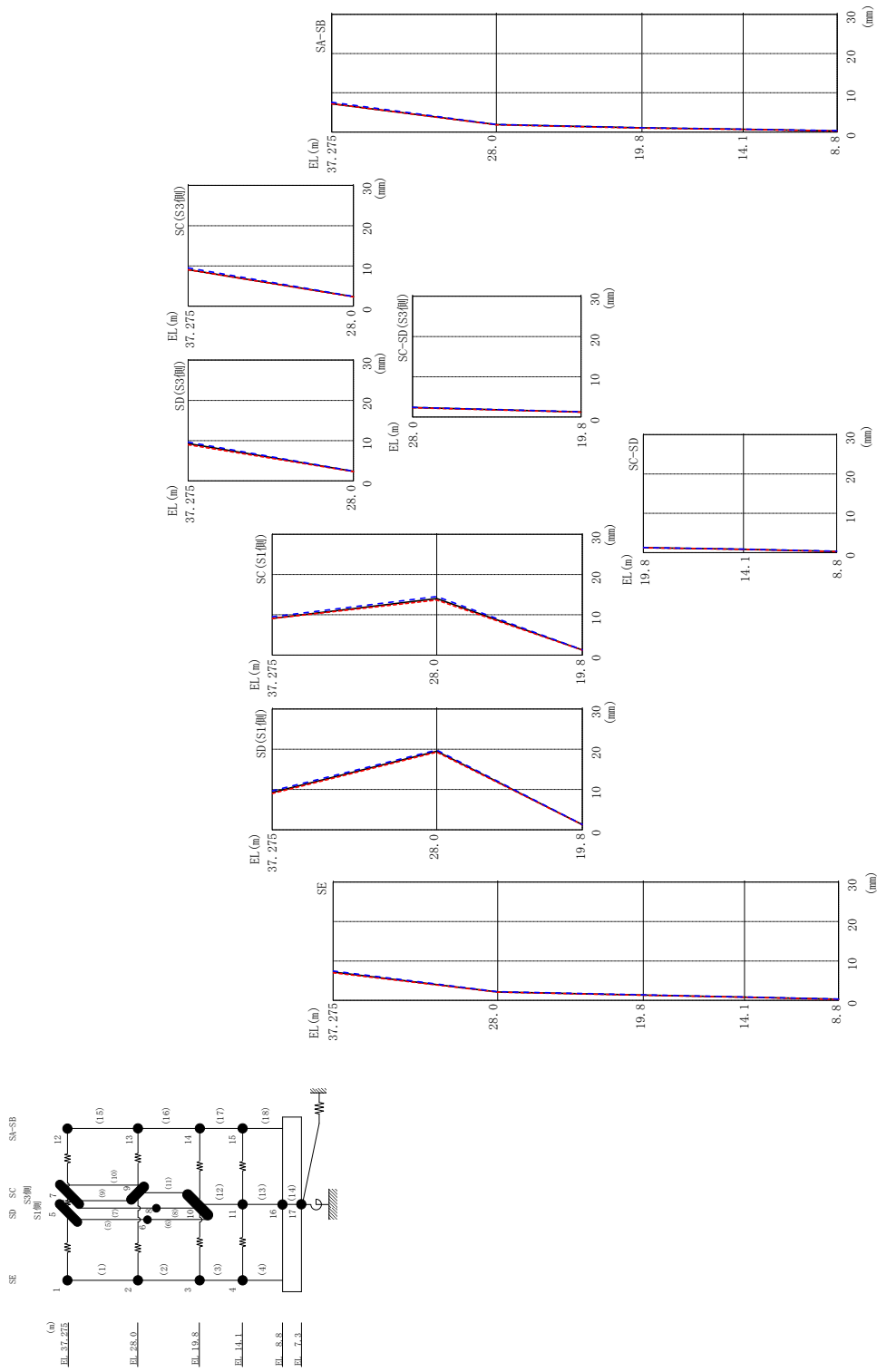
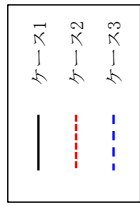
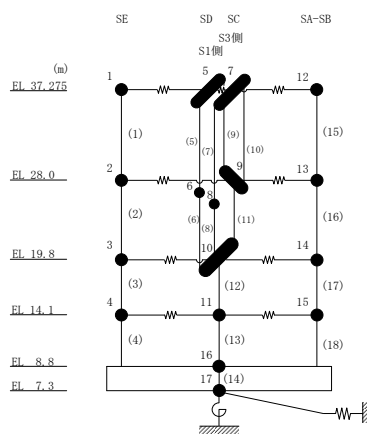


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

表 2-6 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	7.21	7.01	7.47
	28.0	2	2.14	2.08	2.21
	19.8	3	1.36	1.32	1.42
	14.1	4	0.83	0.78	0.88
SD(S3側)	37.275	5	9.26	8.99	9.64
SD(S1側)	28.0	6	19.50	19.28	19.79
SC(S3側)	37.275	7	9.10	9.06	9.51
SC(S1側)	28.0	8	14.04	13.64	14.52
SC-SD(S3側)	28.0	9	2.37	2.32	2.43
SC-SD	19.8	10	1.27	1.23	1.31
	14.1	11	0.85	0.81	0.89
	8.8	16	0.30	0.25	0.35
SA-SB	37.275	12	7.22	7.19	7.57
	28.0	13	1.88	1.82	1.94
	19.8	14	1.05	1.01	1.10
	14.1	15	0.70	0.65	0.75



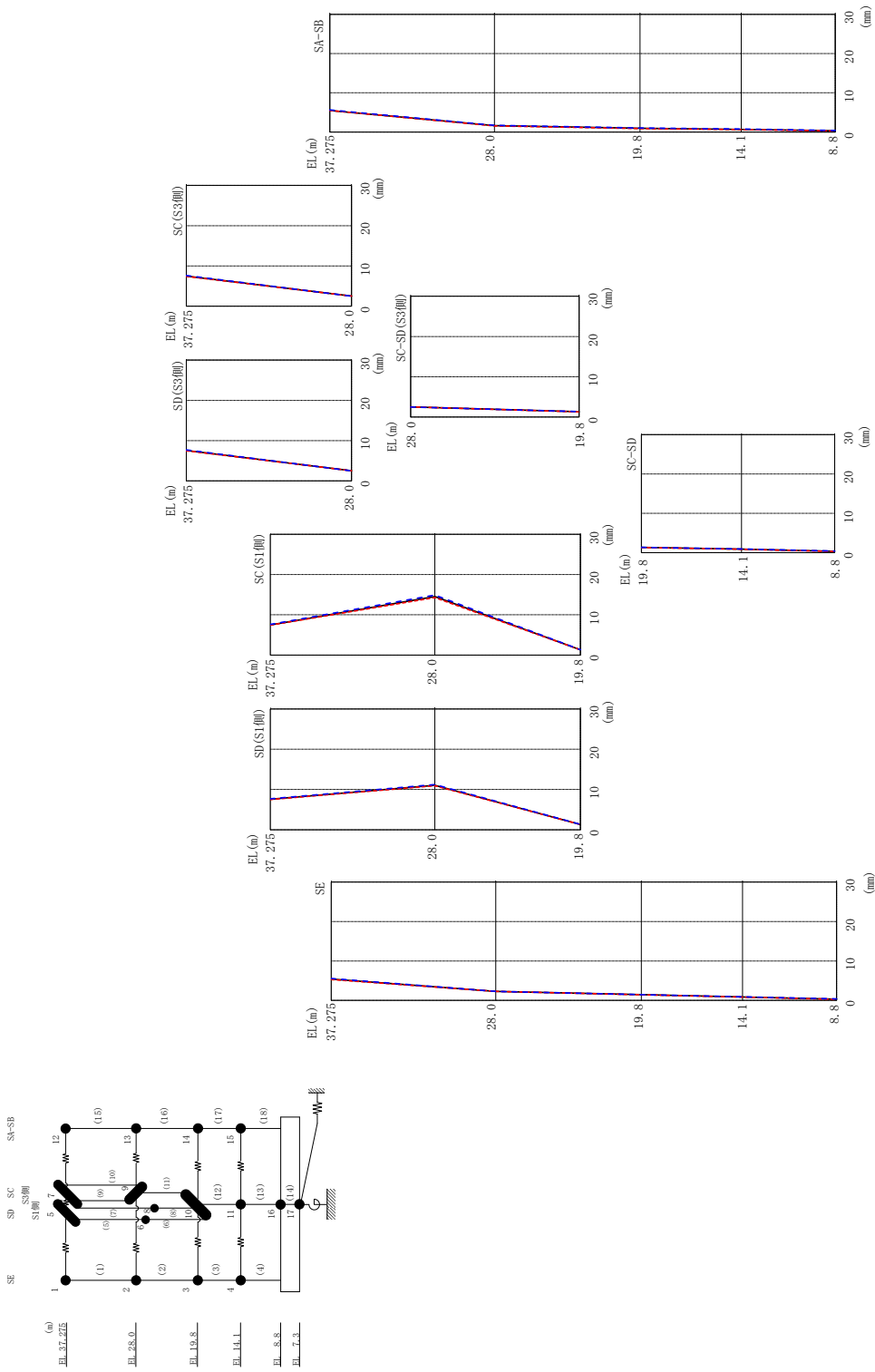
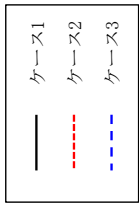
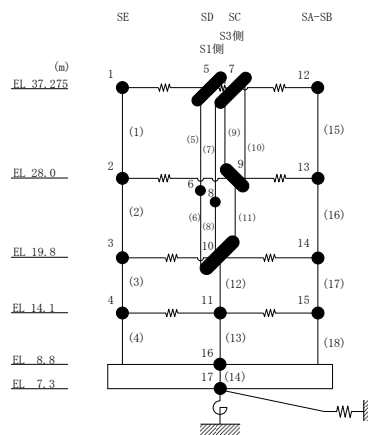


図 2-7 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

表 2-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	5.40	5.30	5.55
	28.0	2	2.28	2.28	2.28
	19.8	3	1.46	1.44	1.48
	14.1	4	0.88	0.85	0.92
SD(S3側)	37.275	5	7.56	7.48	7.69
SD(S1側)	28.0	6	11.04	10.93	11.21
SC(S3側)	37.275	7	7.48	7.41	7.62
SC(S1側)	28.0	8	14.52	14.26	14.89
SC-SD(S3側)	28.0	9	2.52	2.53	2.49
SC-SD	19.8	10	1.32	1.30	1.34
	14.1	11	0.87	0.84	0.91
	8.8	16	0.33	0.27	0.40
SA-SB	37.275	12	5.49	5.49	5.63
	28.0	13	1.61	1.55	1.71
	19.8	14	0.95	0.88	1.05
	14.1	15	0.67	0.61	0.76



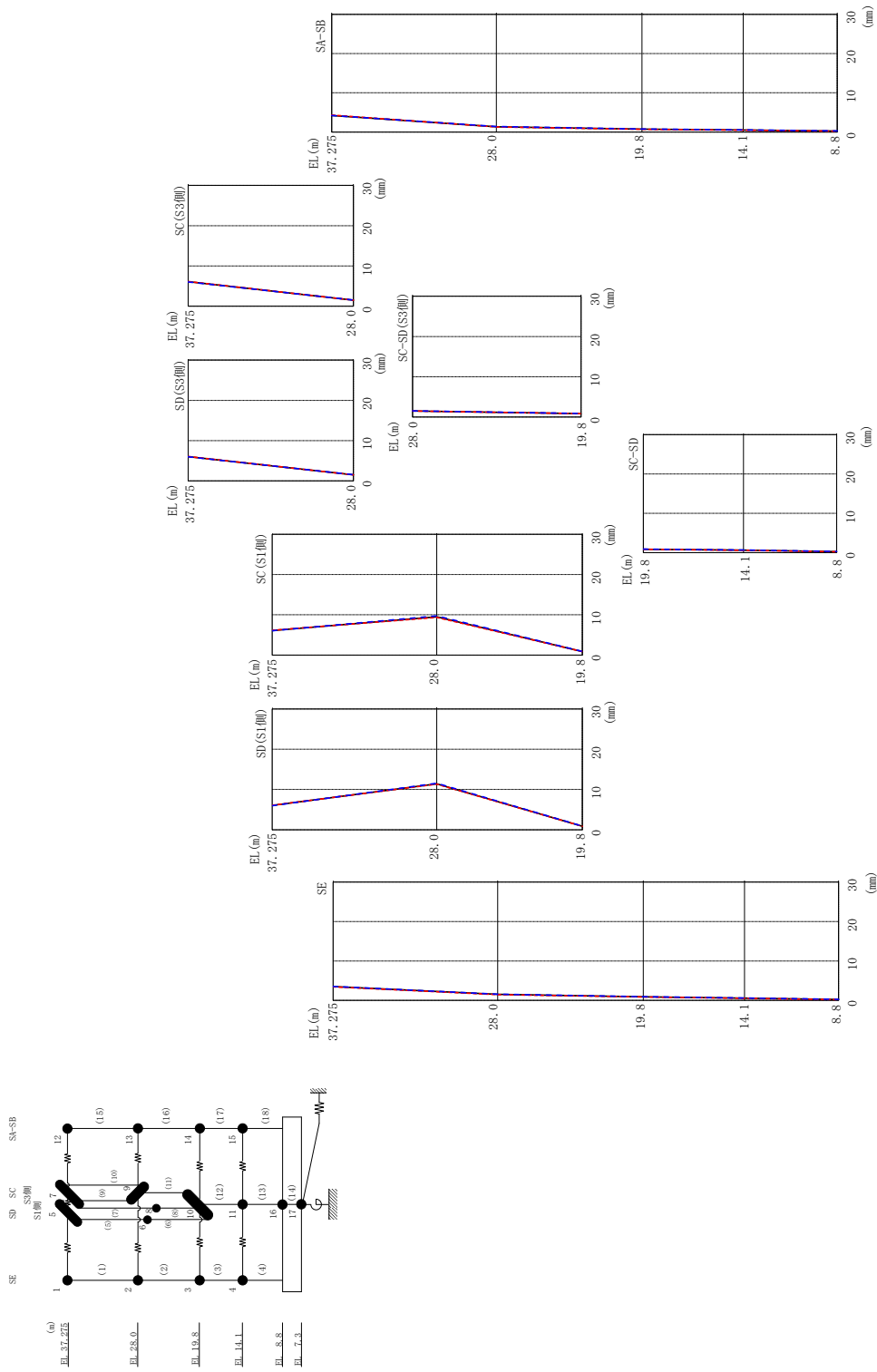
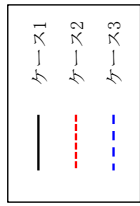
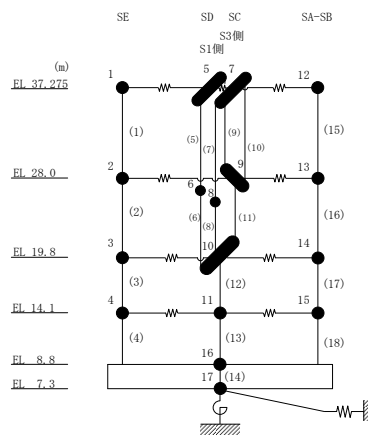


図 2-8 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 2 N S, N S 方向)

表 2-8 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275	1	3.50	3.44	3.56
	28.0	2	1.53	1.48	1.58
	19.8	3	0.91	0.87	0.96
	14.1	4	0.56	0.53	0.60
SD(S3側)	37.275	5	6.04	6.07	5.98
SD(S1側)	28.0	6	11.41	11.31	11.56
SC(S3側)	37.275	7	6.09	6.14	6.03
SC(S1側)	28.0	8	9.50	9.35	9.72
SC-SD(S3側)	28.0	9	1.50	1.50	1.54
SC-SD	19.8	10	0.85	0.86	0.90
	14.1	11	0.61	0.58	0.66
	8.8	16	0.24	0.20	0.29
SA-SB	37.275	12	4.21	4.31	4.21
	28.0	13	1.35	1.30	1.39
	19.8	14	0.72	0.68	0.77
	14.1	15	0.50	0.46	0.54



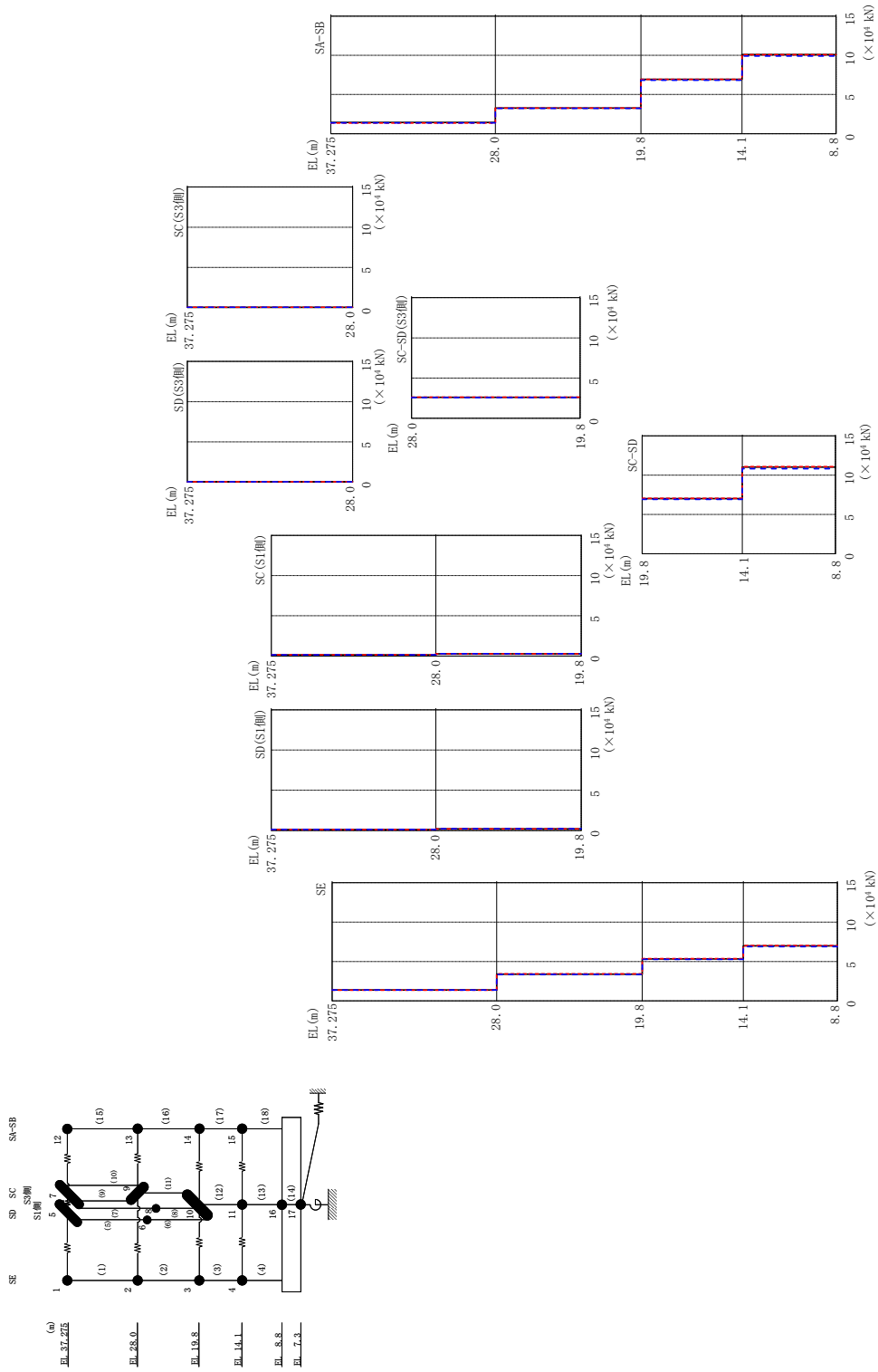
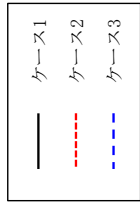
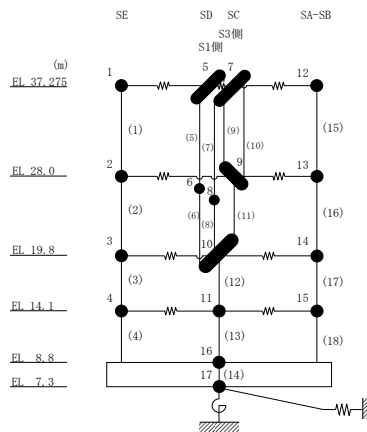


図 2-9 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-9 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	1.38	1.37	1.39
	28.0~19.8	2	3.39	3.43	3.35
	19.8~14.1	3	5.33	5.36	5.27
	14.1~8.8	4	6.98	7.01	6.89
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.112	0.112	0.120
	28.0~19.8	6	0.204	0.206	0.216
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.138	0.137	0.147
	28.0~19.8	8	0.270	0.267	0.281
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0430	0.0418	0.0442
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0487	0.0476	0.0482
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	2.62	2.62	2.57
SC-SD	19.8~14.1	12	7.01	7.04	6.92
	14.1~8.8	13	11.0	11.1	10.8
SA-SB	37.275~28.0	15	1.43	1.36	1.38
	28.0~19.8	16	3.27	3.27	3.23
	19.8~14.1	17	6.94	6.92	6.82
	14.1~8.8	18	10.1	10.1	9.90



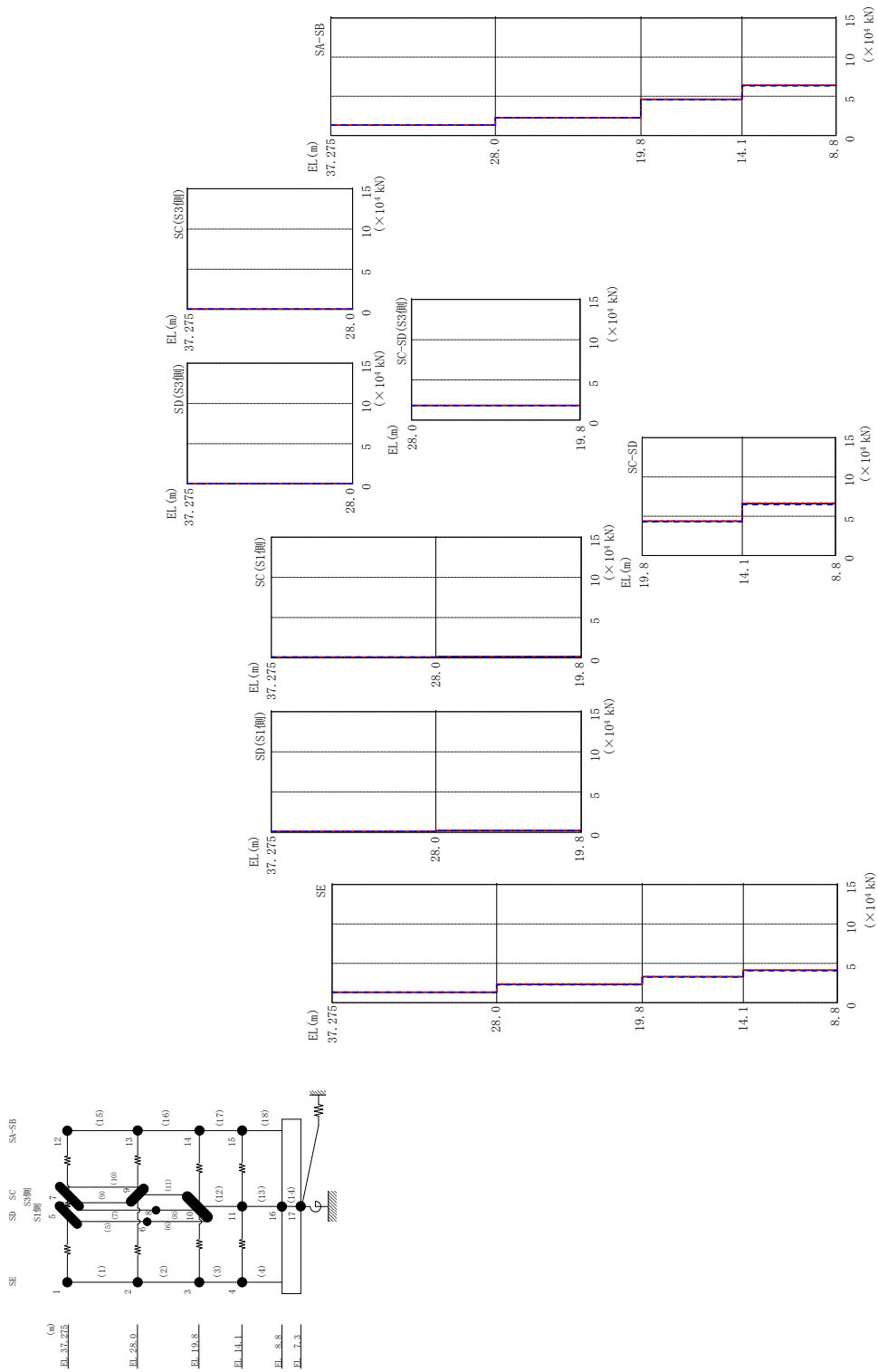
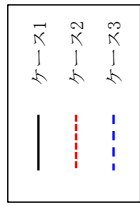
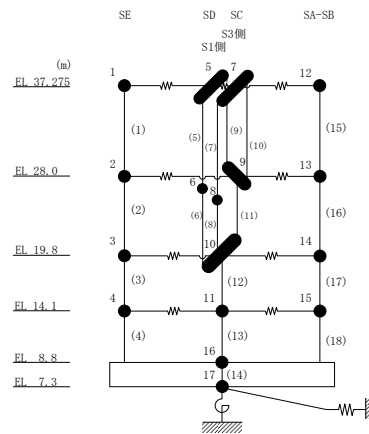


図 2-10 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

表 2-10 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	1.33	1.33	1.33
	28.0~19.8	2	2.33	2.39	2.27
	19.8~14.1	3	3.29	3.30	3.26
	14.1~8.8	4	4.12	4.14	4.06
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.123	0.122	0.126
	28.0~19.8	6	0.233	0.230	0.236
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0865	0.0856	0.0880
	28.0~19.8	8	0.165	0.162	0.169
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0389	0.0387	0.0392
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0402	0.0399	0.0405
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	1.83	1.83	1.81
SC-SD	19.8~14.1	12	4.37	4.40	4.29
	14.1~8.8	13	6.61	6.67	6.47
SA-SB	37.275~28.0	15	1.32	1.31	1.32
	28.0~19.8	16	2.26	2.26	2.26
	19.8~14.1	17	4.60	4.62	4.56
	14.1~8.8	18	6.39	6.42	6.32



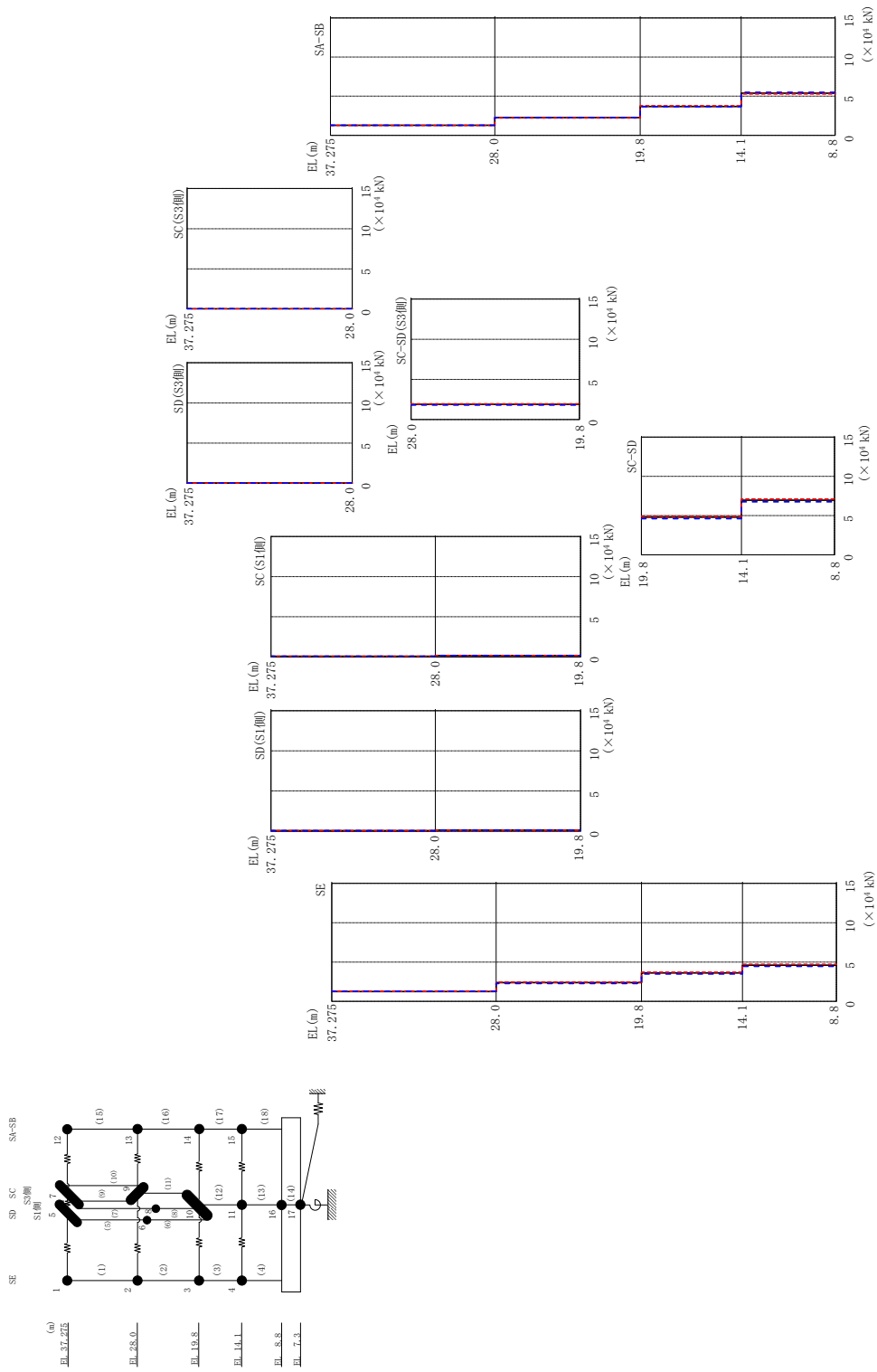
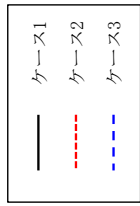
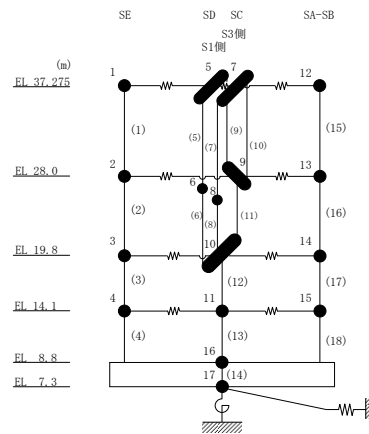


図 2-11 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

表 2-11 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	1.26	1.27	1.27
	28.0~19.8	2	2.39	2.45	2.28
	19.8~14.1	3	3.62	3.71	3.49
	14.1~8.8	4	4.60	4.71	4.46
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0741	0.0730	0.0756
	28.0~19.8	6	0.136	0.135	0.139
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0919	0.0900	0.0942
	28.0~19.8	8	0.175	0.172	0.180
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0280	0.0275	0.0288
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0310	0.0310	0.0315
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	1.90	1.96	1.82
SC-SD	19.8~14.1	12	4.79	4.91	4.61
	14.1~8.8	13	6.96	7.11	6.76
SA-SB	37.275~28.0	15	1.29	1.27	1.29
	28.0~19.8	16	2.25	2.23	2.25
	19.8~14.1	17	3.68	3.77	3.66
	14.1~8.8	18	5.37	5.29	5.50



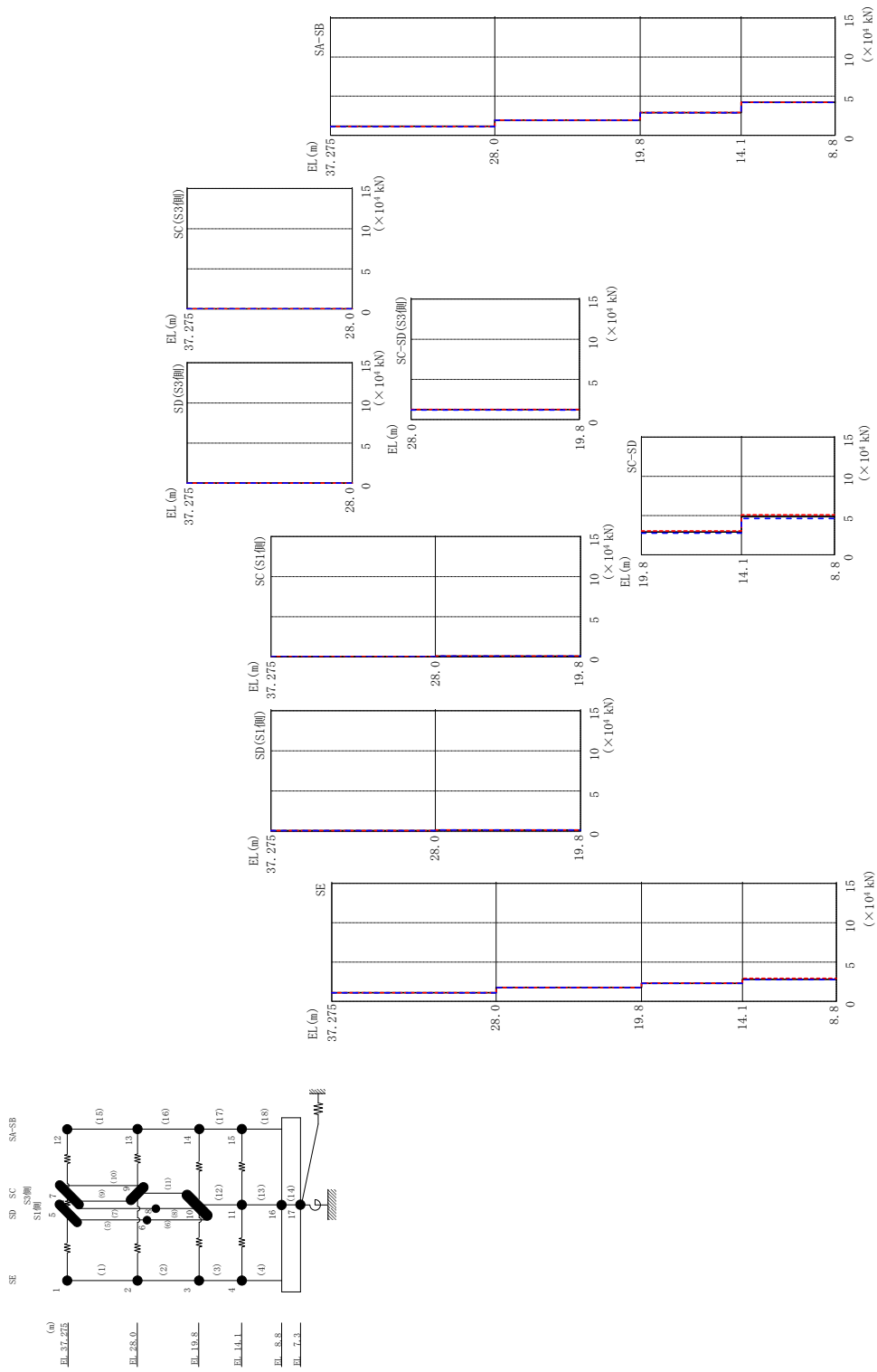
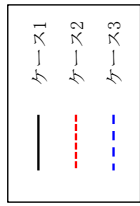
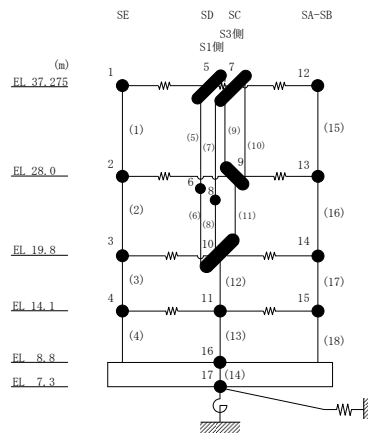


図 2-12 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 2 N S, N S 方向)

表 2-12 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - N2NS$, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	1.10	1.11	1.08
	28.0~19.8	2	1.77	1.76	1.76
	19.8~14.1	3	2.29	2.32	2.29
	14.1~8.8	4	2.79	2.92	2.77
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0755	0.0746	0.0764
	28.0~19.8	6	0.140	0.138	0.142
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0565	0.0557	0.0573
	28.0~19.8	8	0.108	0.106	0.109
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0224	0.0223	0.0225
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0211	0.0217	0.0204
SC-SD	19.8~14.1	12	2.91	3.04	2.76
	14.1~8.8	13	4.87	5.09	4.63
SA-SB	37.275~28.0	15	1.15	1.14	1.12
	28.0~19.8	16	1.94	1.94	1.92
	19.8~14.1	17	2.90	2.91	2.88
	14.1~8.8	18	4.22	4.23	4.20



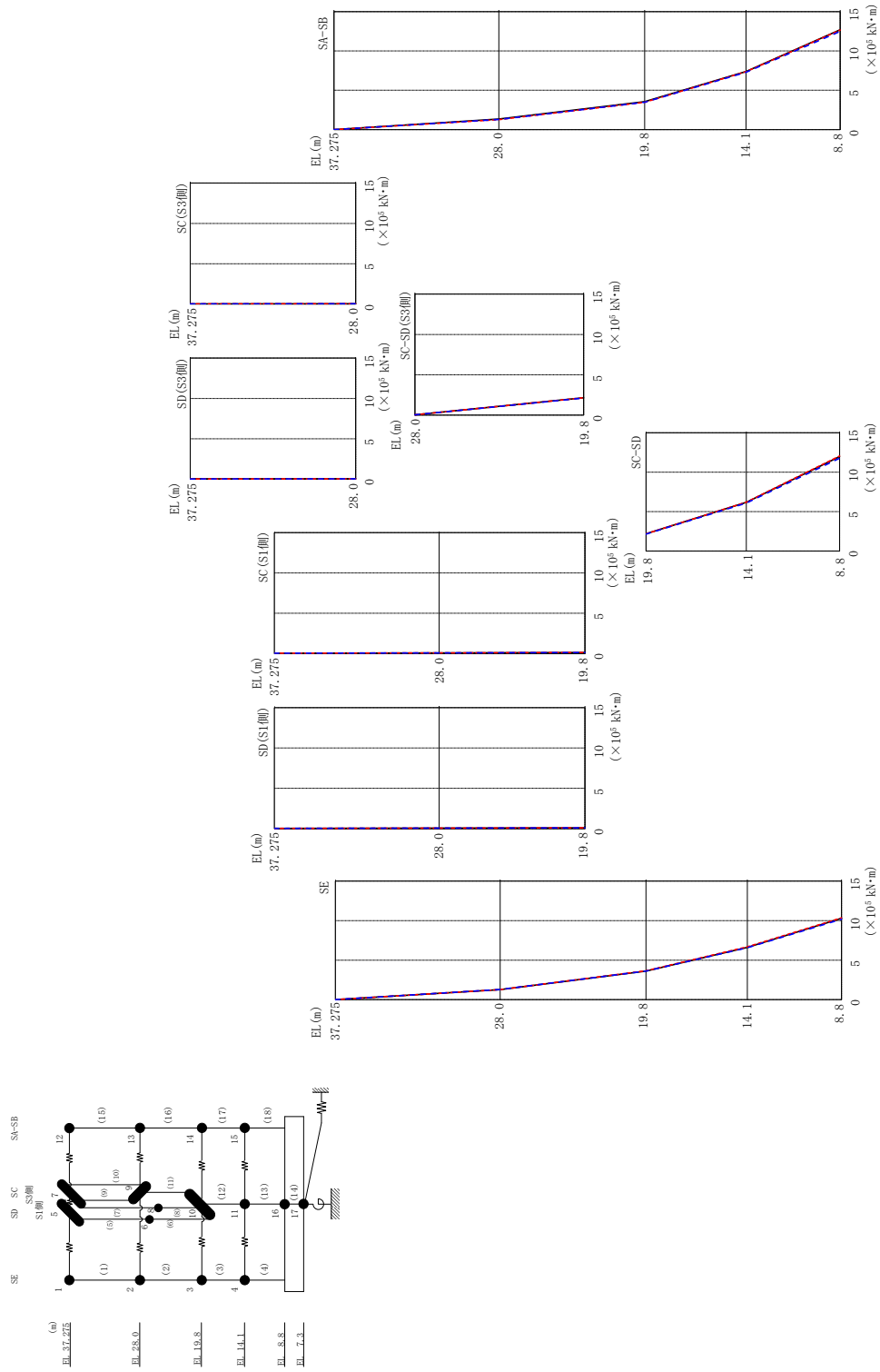
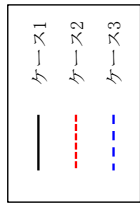
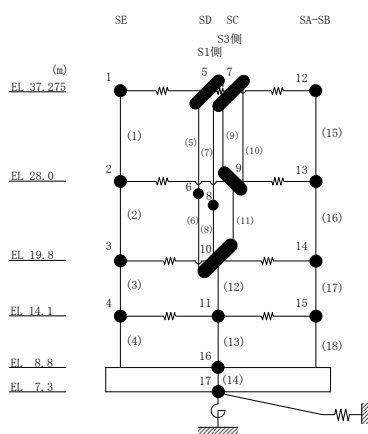


図 2-13 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-D, N S 方向)

表 2-13 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-D, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00
			1.28	1.27	1.29
	28.0~19.8	2	1.28	1.27	1.29
			3.61	3.66	3.61
19.8~14.1	3	3.61	3.66	3.61	
		6.62	6.68	6.57	
14.1~8.8	4	6.62	6.68	6.57	
		10.3	10.4	10.2	
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0366	0.0366	0.0393
			0.0676	0.0676	0.0718
28.0~19.8	6	0.0676	0.0676	0.0718	
		0.108	0.109	0.112	
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0452	0.0448	0.0476
			0.0841	0.0833	0.0886
28.0~19.8	8	0.0841	0.0833	0.0886	
		0.138	0.137	0.143	
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0190	0.0180	0.0198
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0224	0.0220	0.0225
			0.0227	0.0224	0.0237
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0421	0.0422	0.0441
			2.16	2.16	2.12
SC-SD	19.8~14.1	12	2.18	2.19	2.14
			6.17	6.20	6.08
14.1~8.8	13	6.17	6.20	6.08	
		12.0	12.0	11.8	
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00
			1.33	1.26	1.28
	28.0~19.8	16	1.33	1.26	1.28
			3.55	3.47	3.47
19.8~14.1	17	3.55	3.47	3.47	
		7.39	7.36	7.30	
14.1~8.8	18	7.39	7.36	7.30	
		12.7	12.7	12.5	



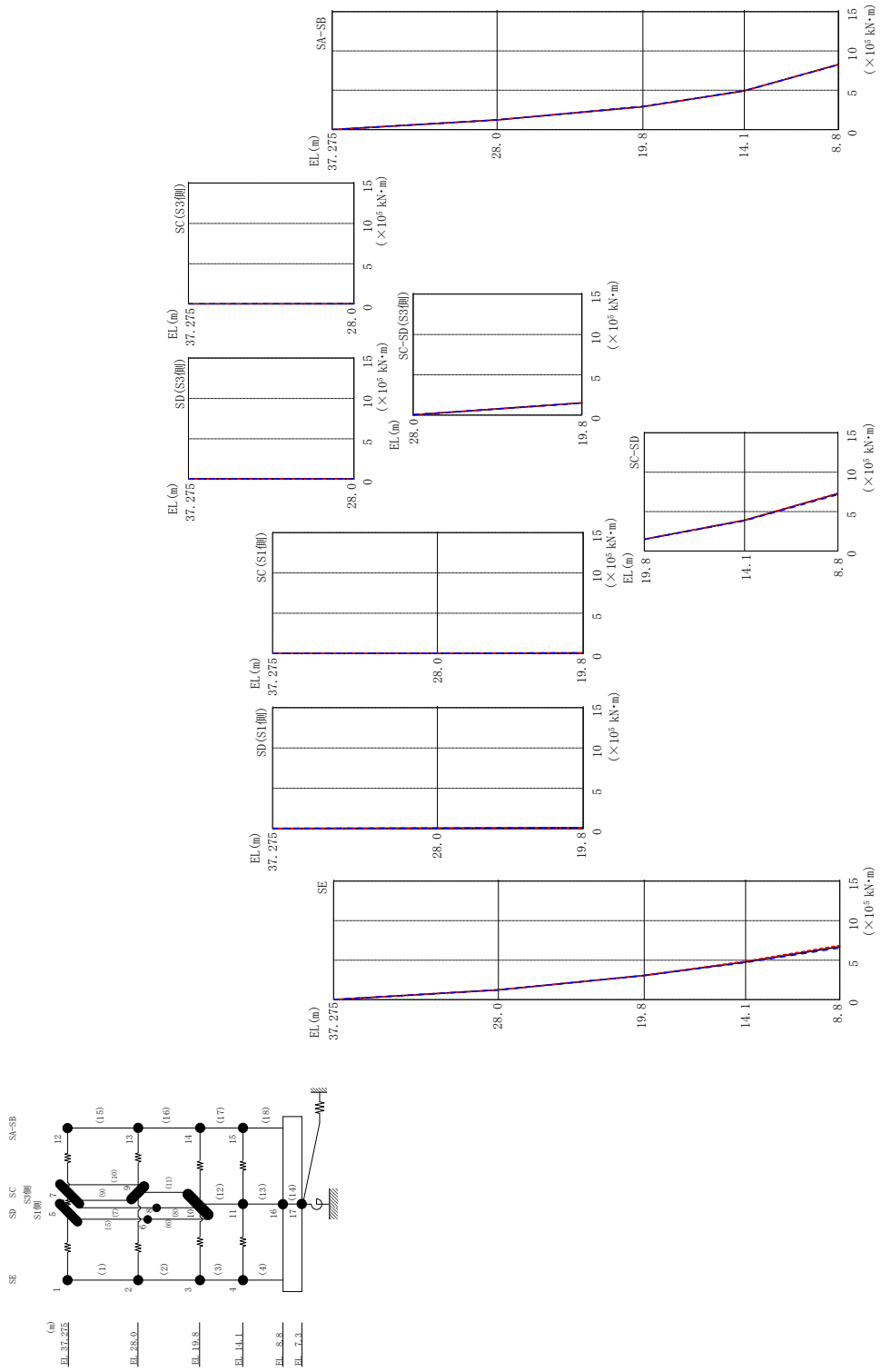
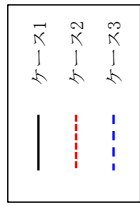
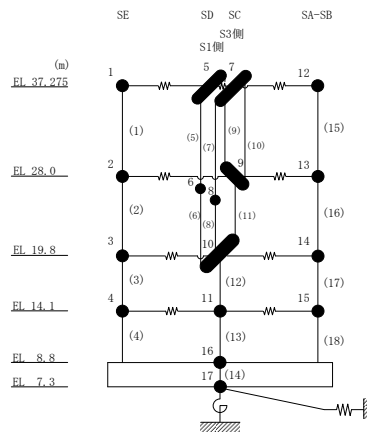


図2-14 最大応答曲げモーメント (基準地震動S s-F 1, NS方向)

表 2-14 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00
			1.23	1.23	1.24
	28.0~19.8	2	1.23	1.23	1.24
			3.06	3.08	3.05
19.8~14.1	3	3.06	3.08	3.05	
		4.77	4.86	4.69	
14.1~8.8	4	4.77	4.86	4.69	
		6.71	6.88	6.56	
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0394	0.0389	0.0406
			0.0750	0.0743	0.0760
28.0~19.8	6	0.0750	0.0743	0.0760	
		0.116	0.115	0.118	
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0288	0.0285	0.0292
			0.0527	0.0516	0.0539
28.0~19.8	8	0.0527	0.0516	0.0539	
		0.0830	0.0813	0.0850	
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0181	0.0180	0.0184
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0173	0.0172	0.0174
			0.0201	0.0199	0.0202
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0376	0.0374	0.0379
			1.51	1.52	1.50
SC-SD	19.8~14.1	12	1.49	1.49	1.47
			3.89	3.91	3.84
14.1~8.8	13	3.89	3.91	3.84	
		7.28	7.32	7.16	
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00
			1.22	1.22	1.22
	28.0~19.8	16	1.22	1.22	1.22
			2.91	2.88	2.95
19.8~14.1	17	2.91	2.88	2.95	
		4.92	4.90	4.92	
14.1~8.8	18	4.92	4.90	4.92	
		8.28	8.27	8.25	



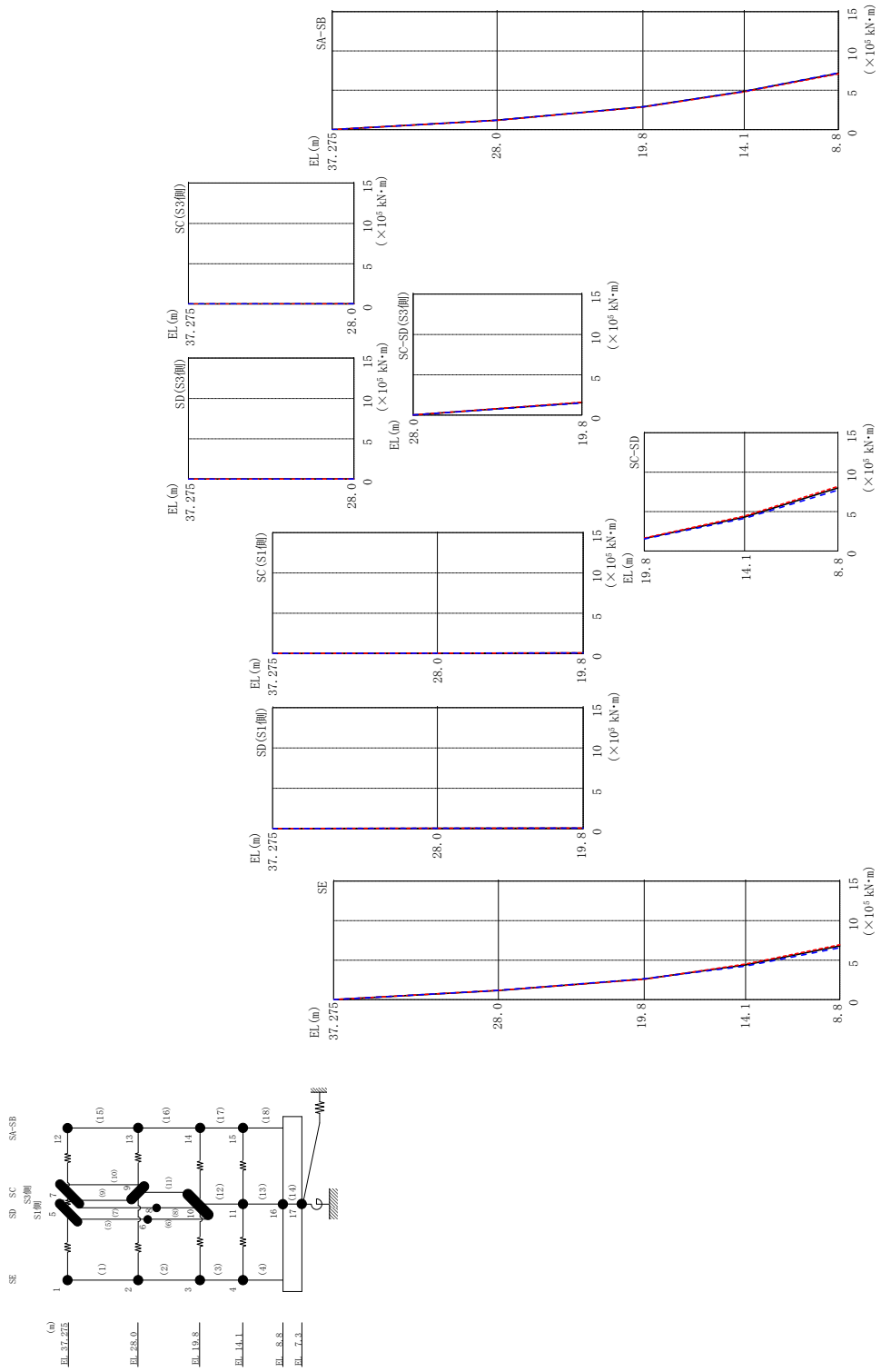
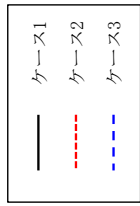
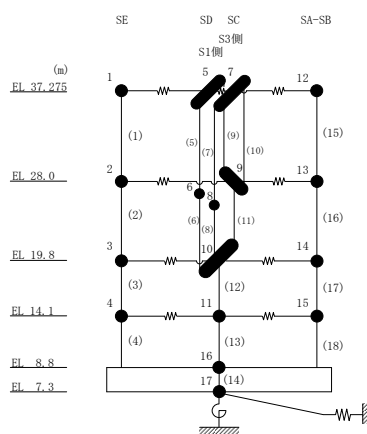


図2-15 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

表 2-15 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00
			1.17	1.18	1.18
	28.0~19.8	2	1.17	1.18	1.18
			2.62	2.58	2.65
19.8~14.1	3	2.62	2.58	2.65	
		4.40	4.50	4.24	
14.1~8.8	4	4.40	4.50	4.24	
		6.79	6.95	6.57	
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0240	0.0236	0.0244
			0.0448	0.0442	0.0457
28.0~19.8	6	0.0448	0.0442	0.0457	
		0.0671	0.0662	0.0684	
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0289	0.0284	0.0297
			0.0563	0.0552	0.0578
28.0~19.8	8	0.0563	0.0552	0.0578	
		0.0875	0.0858	0.0897	
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0120	0.0118	0.0123
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.0132	0.0131	0.0134
			0.0160	0.0161	0.0162
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0305	0.0305	0.0308
SC-SD	19.8~14.1	12	1.59	1.64	1.53
			4.31	4.43	4.15
14.1~8.8	13	4.31	4.43	4.15	
		8.00	8.20	7.73	
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00
			1.19	1.17	1.20
	28.0~19.8	16	1.19	1.17	1.20
			2.90	2.86	2.90
19.8~14.1	17	2.90	2.86	2.90	
		4.85	4.80	4.86	
14.1~8.8	18	4.85	4.80	4.86	
			7.15	7.09	7.22



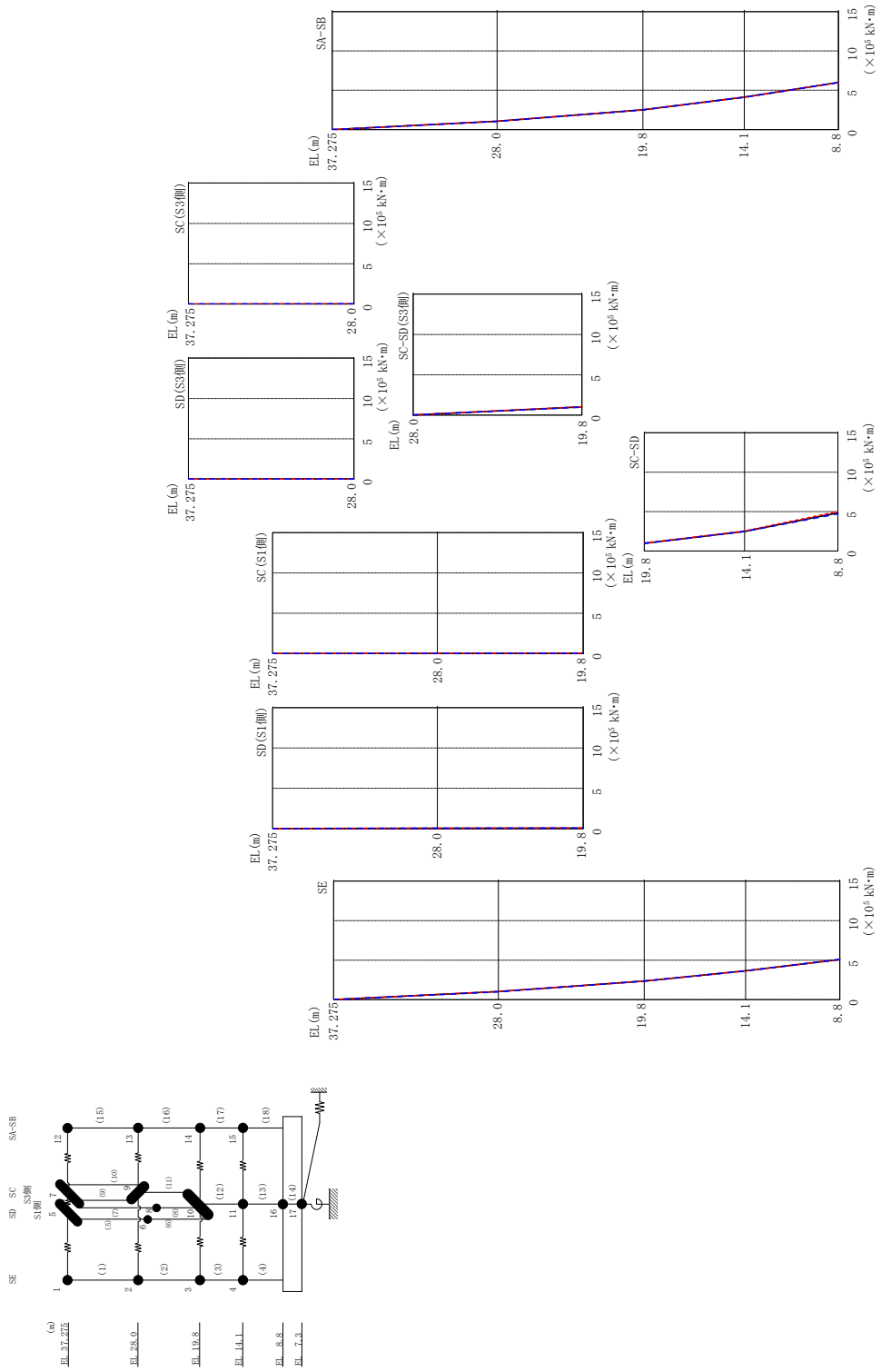
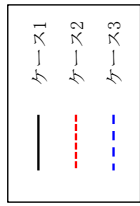
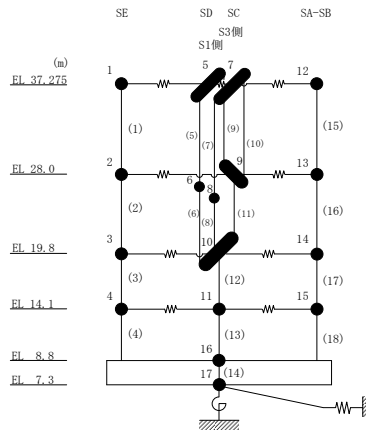


図 2-16 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S - N 2 N S, N S 方向)

表 2-16 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
SE	37.275~28.0	1	0.00	0.00	0.00
			1.02	1.03	1.00
	28.0~19.8	2	1.02	1.03	1.00
			2.36	2.35	2.34
19.8~14.1	3	2.36	2.35	2.34	
		3.65	3.63	3.63	
14.1~8.8	4	3.65	3.63	3.63	
		5.09	5.06	5.08	
SD(S1側)	37.275~28.0	5	0.0242	0.0240	0.0245
			0.0458	0.0452	0.0464
28.0~19.8	6	0.0458	0.0452	0.0464	
		0.0691	0.0682	0.0701	
SC(S1側)	37.275~28.0	7	0.0180	0.0177	0.0181
			0.0344	0.0339	0.0350
28.0~19.8	8	0.0344	0.0339	0.0350	
		0.0544	0.0537	0.0554	
SD(S3側)	37.275~28.0	9	0.0108	0.0107	0.0108
SC(S3側)	37.275~28.0	10	0.00843	0.00848	0.00858
			0.0117	0.0120	0.0113
SC-SD(S3側)	28.0~19.8	11	0.0228	0.0233	0.0220
			1.03	1.05	0.985
SC-SD	19.8~14.1	12	0.965	0.999	0.964
			2.48	2.54	2.48
14.1~8.8	13	2.48	2.54	2.48	
		4.83	5.00	4.71	
SA-SB	37.275~28.0	15	0.00	0.00	0.00
			1.06	1.06	1.04
	28.0~19.8	16	1.06	1.06	1.04
			2.52	2.50	2.49
19.8~14.1	17	2.52	2.50	2.49	
		4.13	4.10	4.10	
14.1~8.8	18	4.13	4.10	4.10	
		6.00	5.96	5.99	



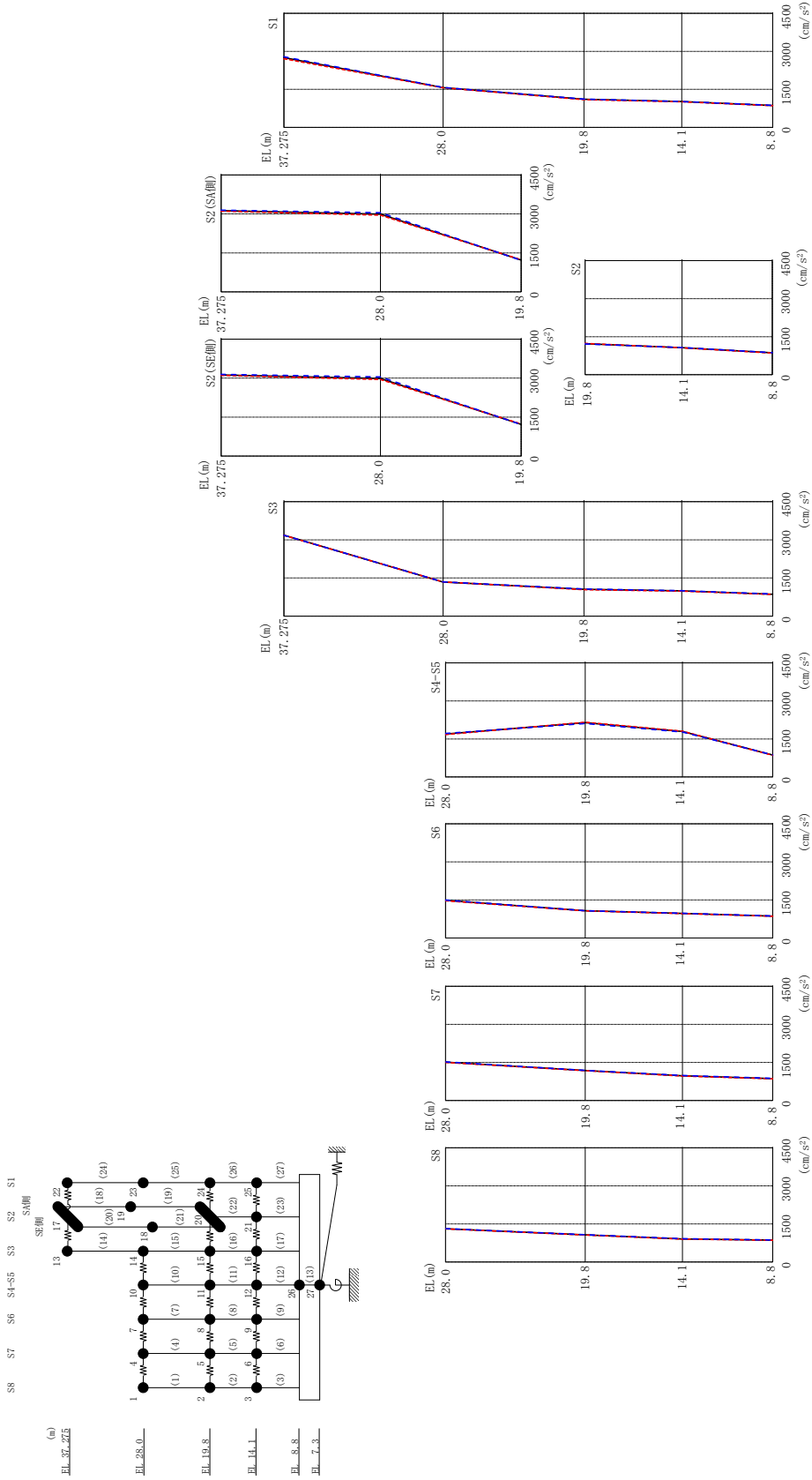
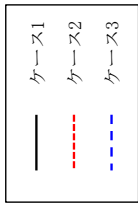
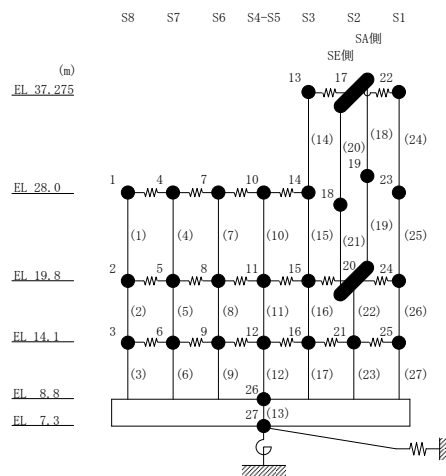


図2-17 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

表 2-17 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	1310	1305	1314
	19.8	2	1071	1062	1078
	14.1	3	910	900	919
S7	28.0	4	1511	1496	1523
	19.8	5	1181	1175	1182
	14.1	6	974	963	985
S6	28.0	7	1484	1469	1496
	19.8	8	1073	1071	1074
	14.1	9	971	964	976
S4-S5	28.0	10	1695	1672	1716
	19.8	11	2139	2158	2105
	14.1	12	1796	1808	1773
	8.8	26	863	856	869
S3	37.275	13	3179	3179	3175
	28.0	14	1341	1348	1346
	19.8	15	1056	1041	1065
	14.1	16	993	983	997
S2	37.275	17	3124	3106	3145
S2 (SE側)	28.0	18	2988	2949	3047
S2 (SA側)	28.0	19	2988	2949	3047
S2	19.8	20	1221	1236	1214
	14.1	21	1069	1060	1070
S1	37.275	22	2750	2706	2787
	28.0	23	1568	1561	1574
	19.8	24	1107	1090	1116
	14.1	25	1016	1006	1020



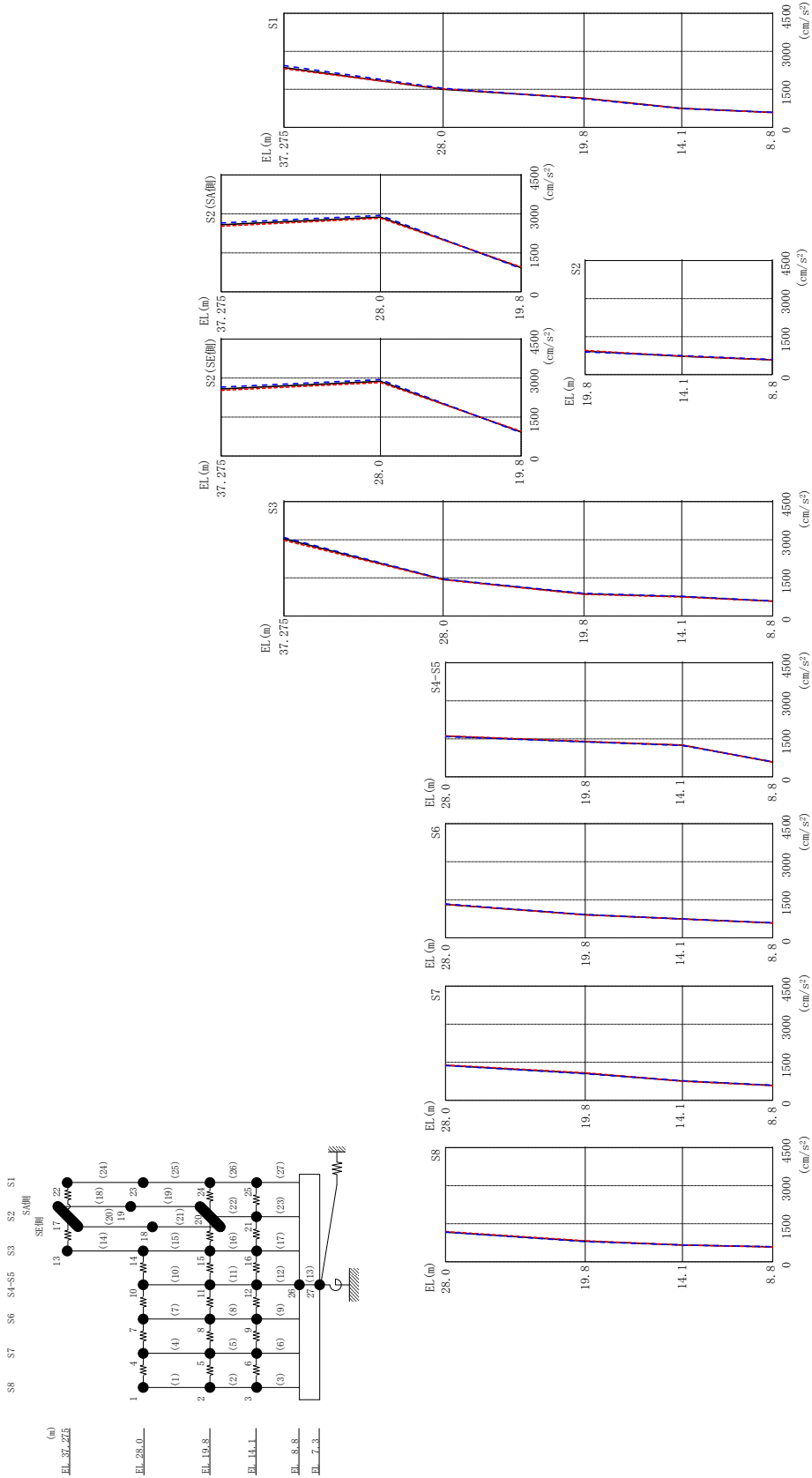
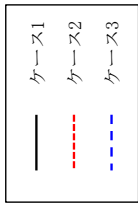
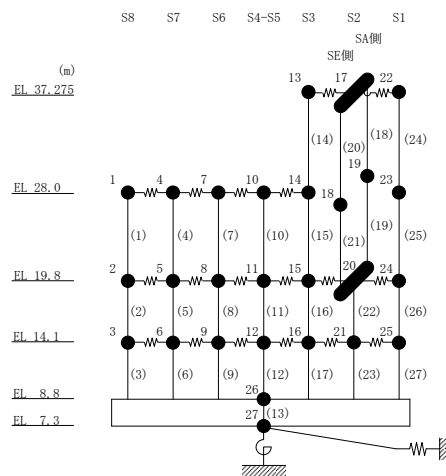


図 2-18 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

表 2-18 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 1, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	1173	1194	1172
	19.8	2	810	831	798
	14.1	3	661	660	661
S7	28.0	4	1373	1390	1372
	19.8	5	1063	1085	1044
	14.1	6	761	750	773
S6	28.0	7	1317	1319	1336
	19.8	8	911	903	918
	14.1	9	746	745	747
S4-S5	28.0	10	1601	1615	1589
	19.8	11	1388	1400	1382
	14.1	12	1250	1251	1233
	8.8	26	586	583	593
S3	37.275	13	3037	2973	3087
	28.0	14	1443	1428	1453
	19.8	15	873	854	892
	14.1	16	767	751	776
S2	37.275	17	2582	2526	2651
S2 (SE側)	28.0	18	2877	2830	2940
S2 (SA側)	28.0	19	2877	2830	2940
S2	19.8	20	927	954	895
	14.1	21	727	728	755
S1	37.275	22	2361	2316	2436
	28.0	23	1502	1520	1541
	19.8	24	1150	1146	1124
	14.1	25	748	745	736



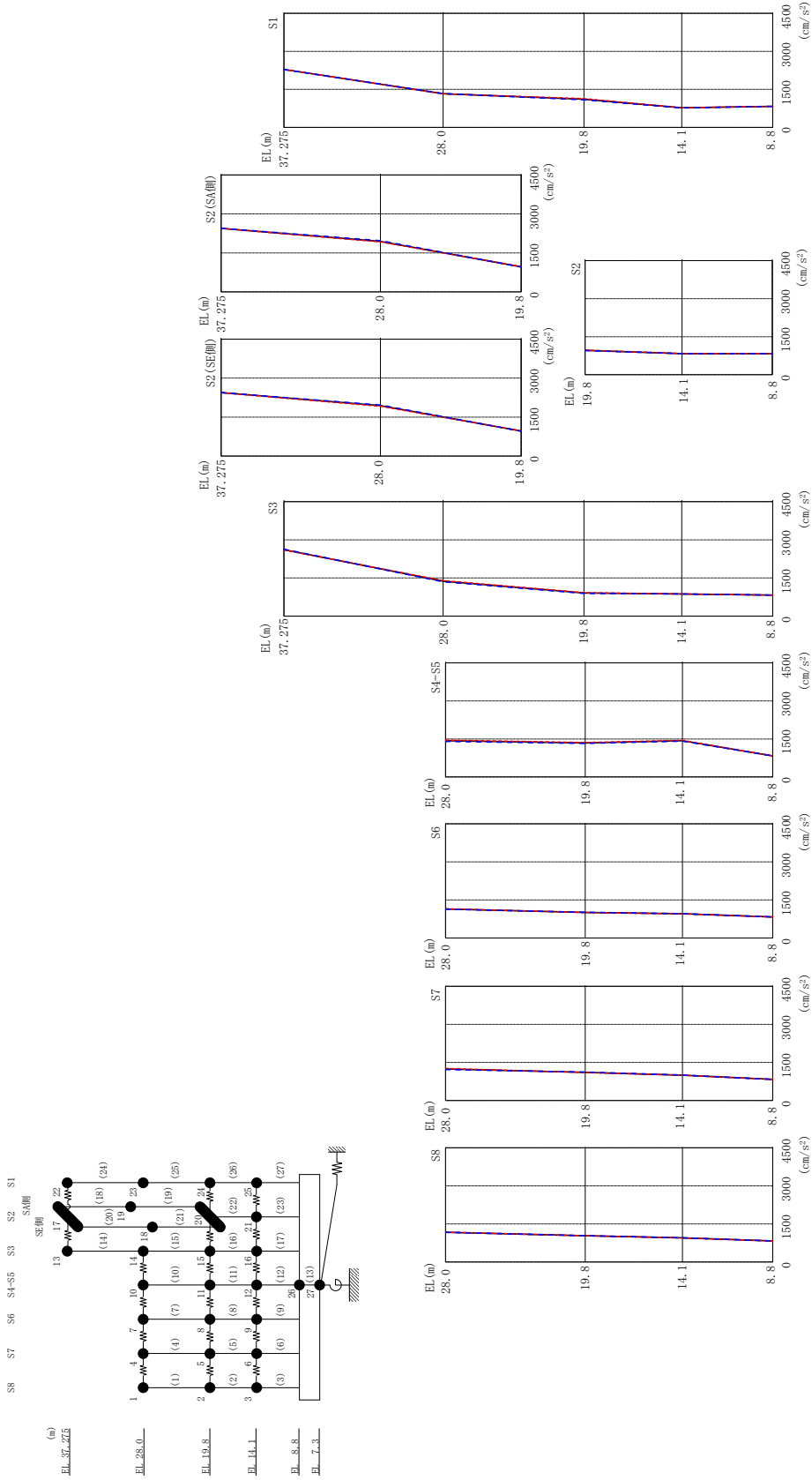
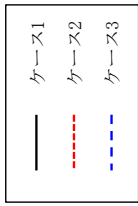
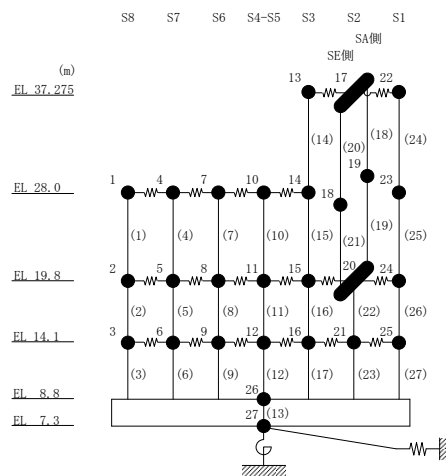


図2-19 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-19 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	1172	1177	1168
	19.8	2	1039	1038	1038
	14.1	3	950	948	952
S7	28.0	4	1241	1259	1221
	19.8	5	1109	1099	1120
	14.1	6	997	995	999
S6	28.0	7	1145	1153	1137
	19.8	8	1009	1003	1014
	14.1	9	955	954	954
S4-S5	28.0	10	1431	1451	1405
	19.8	11	1343	1357	1322
	14.1	12	1431	1440	1414
	8.8	26	830	829	829
S3	37.275	13	2613	2604	2630
	28.0	14	1374	1394	1351
	19.8	15	909	922	893
	14.1	16	871	869	871
S2	37.275	17	2443	2441	2447
S2 (SE側)	28.0	18	1939	1922	1965
S2 (SA側)	28.0	19	1939	1922	1965
S2	19.8	20	962	970	956
	14.1	21	834	836	832
S1	37.275	22	2288	2287	2281
	28.0	23	1328	1322	1332
	19.8	24	1110	1131	1086
	14.1	25	770	771	769



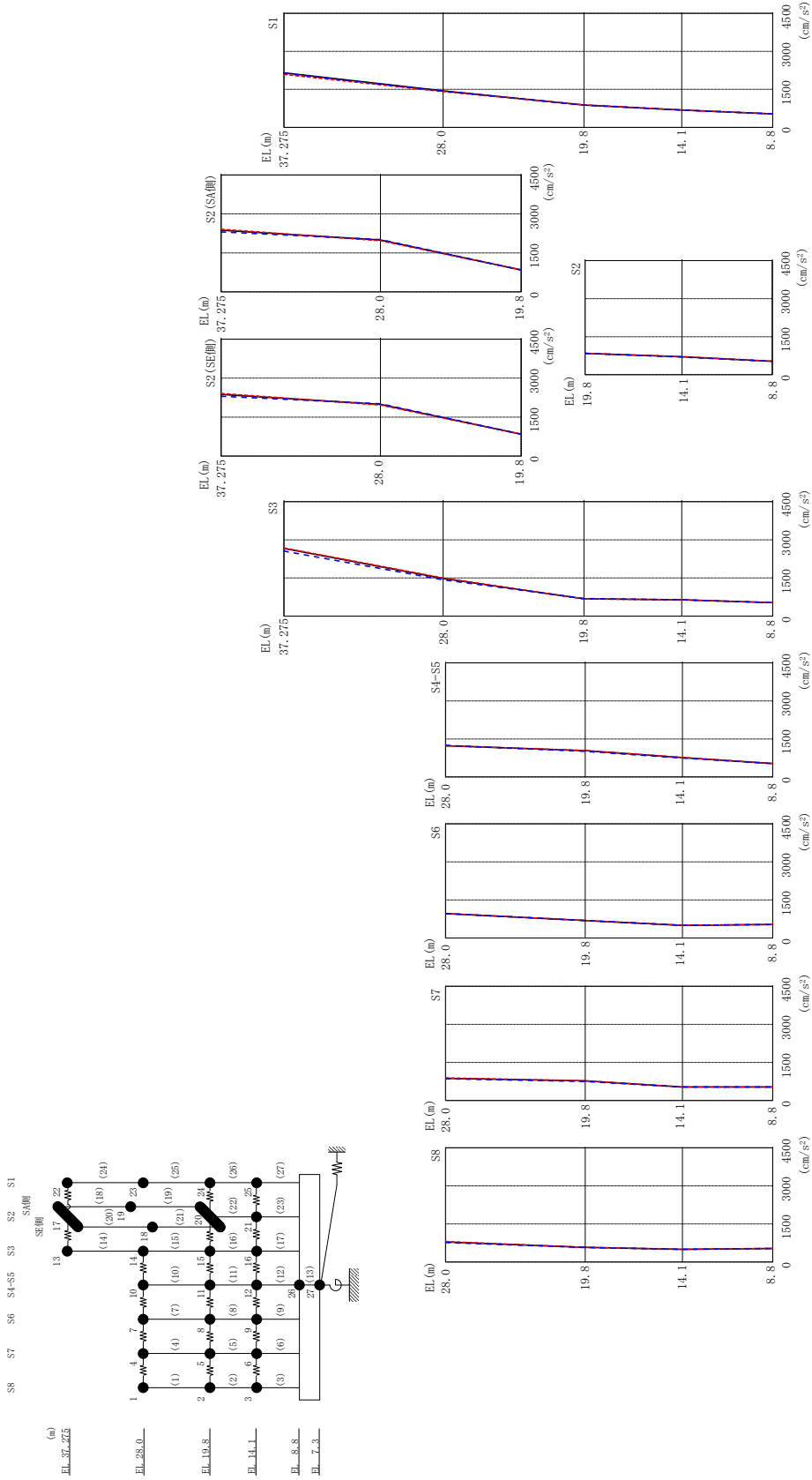
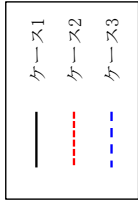
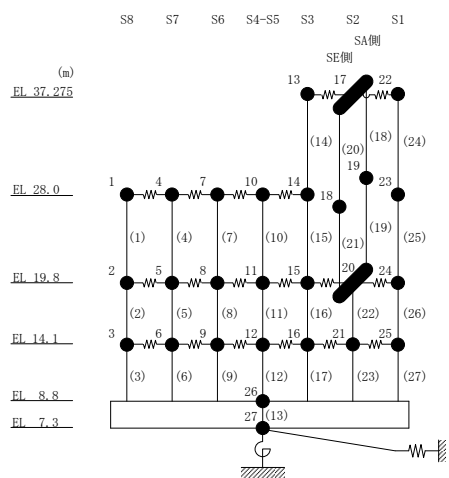


図 2-20 最大芯加速度 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-20 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s-N2NS, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	791	808	766
	19.8	2	578	577	571
	14.1	3	499	499	500
S7	28.0	4	874	889	853
	19.8	5	772	776	747
	14.1	6	530	528	531
S6	28.0	7	961	967	962
	19.8	8	690	687	690
	14.1	9	499	498	496
S4-S5	28.0	10	1235	1226	1248
	19.8	11	1041	1042	1012
	14.1	12	762	768	746
	8.8	26	531	533	530
S3	37.275	13	2660	2680	2556
	28.0	14	1478	1502	1427
	19.8	15	680	676	694
	14.1	16	645	645	644
S2	37.275	17	2373	2410	2305
S2(SE側)	28.0	18	1992	1966	2013
S2(SA側)	28.0	19	1992	1966	2013
S2	19.8	20	843	845	842
	14.1	21	705	711	698
S1	37.275	22	2150	2088	2135
	28.0	23	1437	1413	1426
	19.8	24	880	889	878
	14.1	25	685	690	683



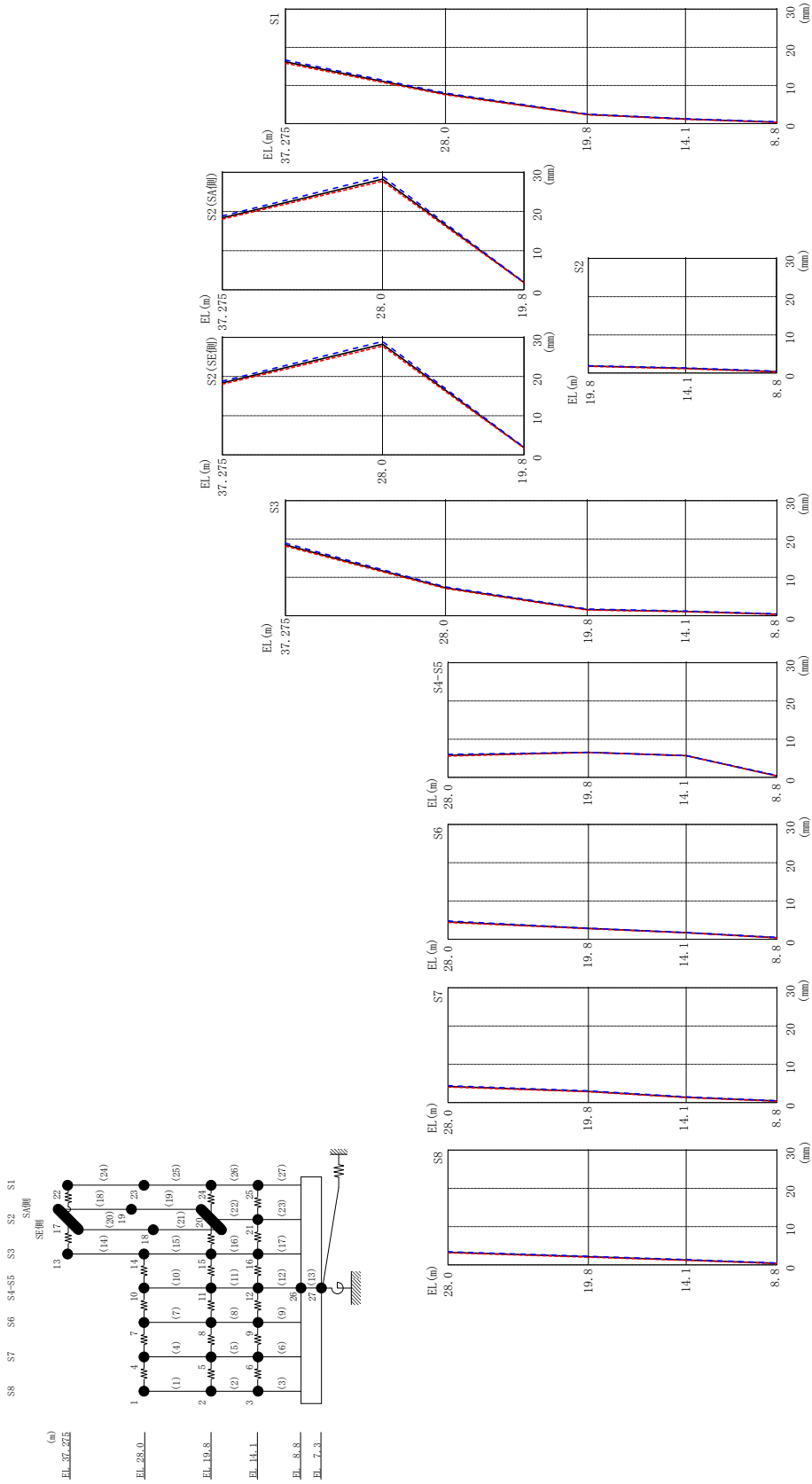
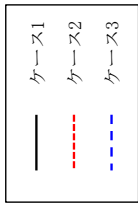
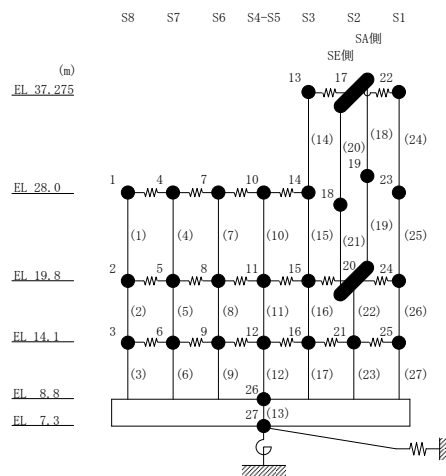


図 2-21 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-21 最大応答変位一覧（基準地震動 S s - D, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	3.31	3.18	3.45
	19.8	2	2.13	2.02	2.25
	14.1	3	1.27	1.19	1.38
S7	28.0	4	4.22	4.07	4.38
	19.8	5	2.91	2.82	3.04
	14.1	6	1.37	1.28	1.47
S6	28.0	7	4.57	4.40	4.76
	19.8	8	2.82	2.77	2.89
	14.1	9	1.72	1.68	1.76
S4-S5	28.0	10	5.78	5.58	6.03
	19.8	11	6.53	6.51	6.54
	14.1	12	5.70	5.69	5.69
	8.8	26	0.40	0.33	0.49
S3	37.275	13	18.47	18.15	18.89
	28.0	14	7.30	7.11	7.53
	19.8	15	1.62	1.51	1.75
	14.1	16	1.12	1.03	1.23
S2	37.275	17	18.37	18.03	18.82
S2(SE側)	28.0	18	28.25	27.74	28.96
S2(SA側)	28.0	19	28.25	27.74	28.96
S2	19.8	20	1.84	1.77	1.93
	14.1	21	1.24	1.14	1.35
S1	37.275	22	16.20	15.86	16.68
	28.0	23	7.77	7.59	8.01
	19.8	24	2.42	2.35	2.51
	14.1	25	1.22	1.17	1.29



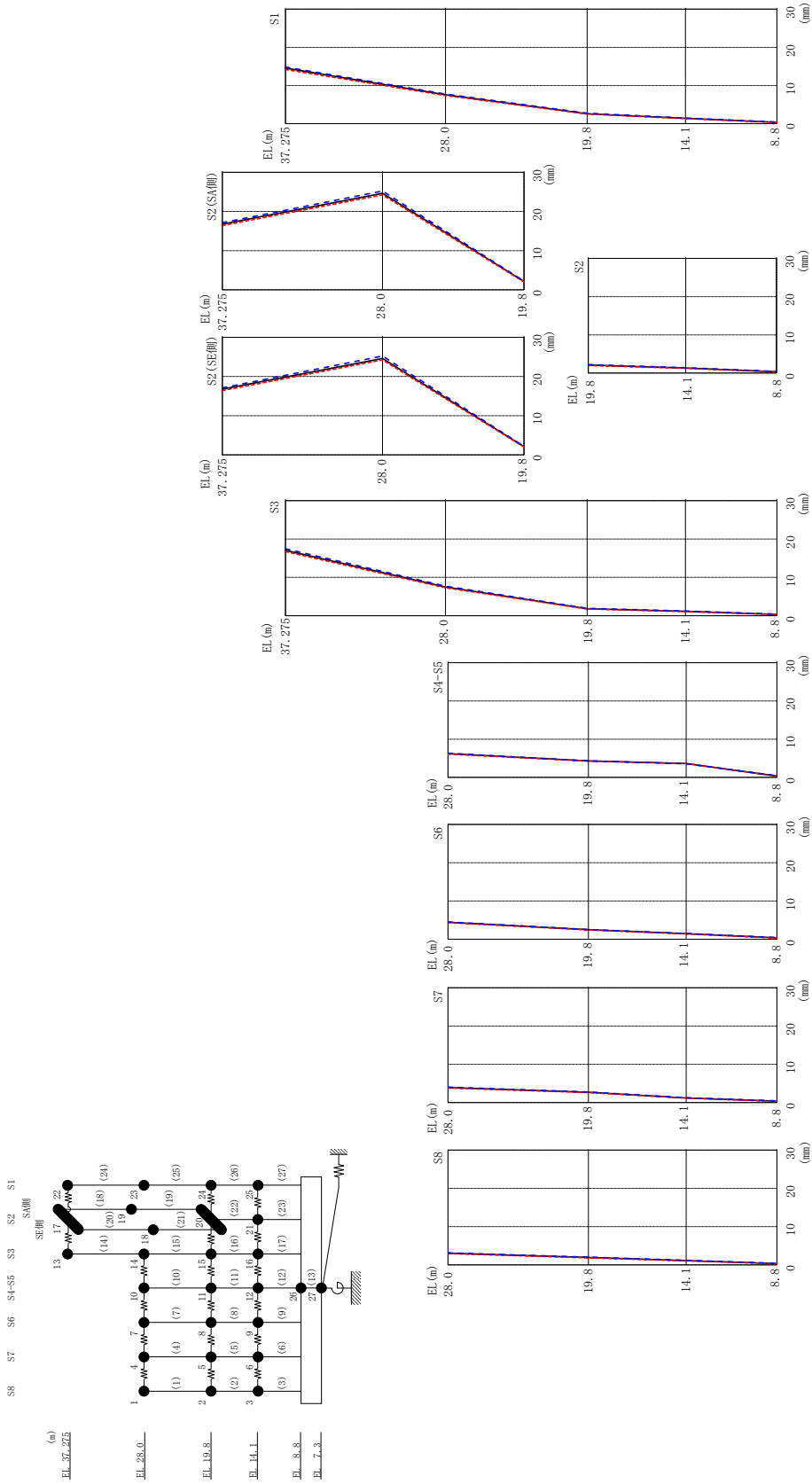
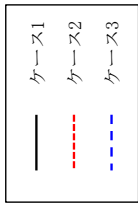
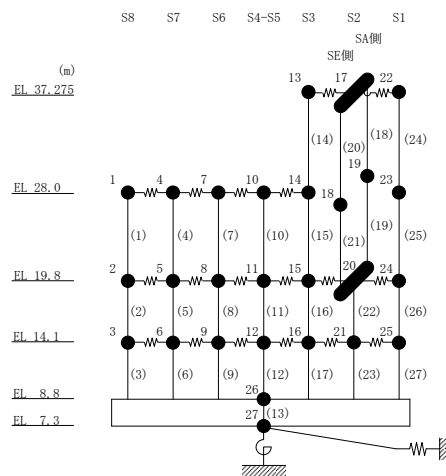


図 2-22 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

表 2-22 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	3.05	2.94	3.16
	19.8	2	1.93	1.85	2.02
	14.1	3	1.13	1.06	1.21
S7	28.0	4	3.92	3.81	4.01
	19.8	5	2.68	2.59	2.75
	14.1	6	1.19	1.13	1.26
S6	28.0	7	4.43	4.33	4.51
	19.8	8	2.49	2.41	2.55
	14.1	9	1.44	1.37	1.50
S4-S5	28.0	10	6.22	6.09	6.33
	19.8	11	4.32	4.27	4.29
	14.1	12	3.64	3.59	3.58
	8.8	26	0.36	0.30	0.43
S3	37.275	13	17.06	16.71	17.45
	28.0	14	7.50	7.31	7.71
	19.8	15	1.83	1.74	1.93
	14.1	16	1.16	1.09	1.24
S2	37.275	17	16.76	16.40	17.11
S2(SE側)	28.0	18	24.62	24.24	25.21
S2(SA側)	28.0	19	24.62	24.24	25.21
S2	19.8	20	2.09	2.01	2.21
	14.1	21	1.31	1.24	1.40
S1	37.275	22	14.56	14.20	14.83
	28.0	23	7.56	7.40	7.76
	19.8	24	2.61	2.52	2.75
	14.1	25	1.38	1.31	1.48



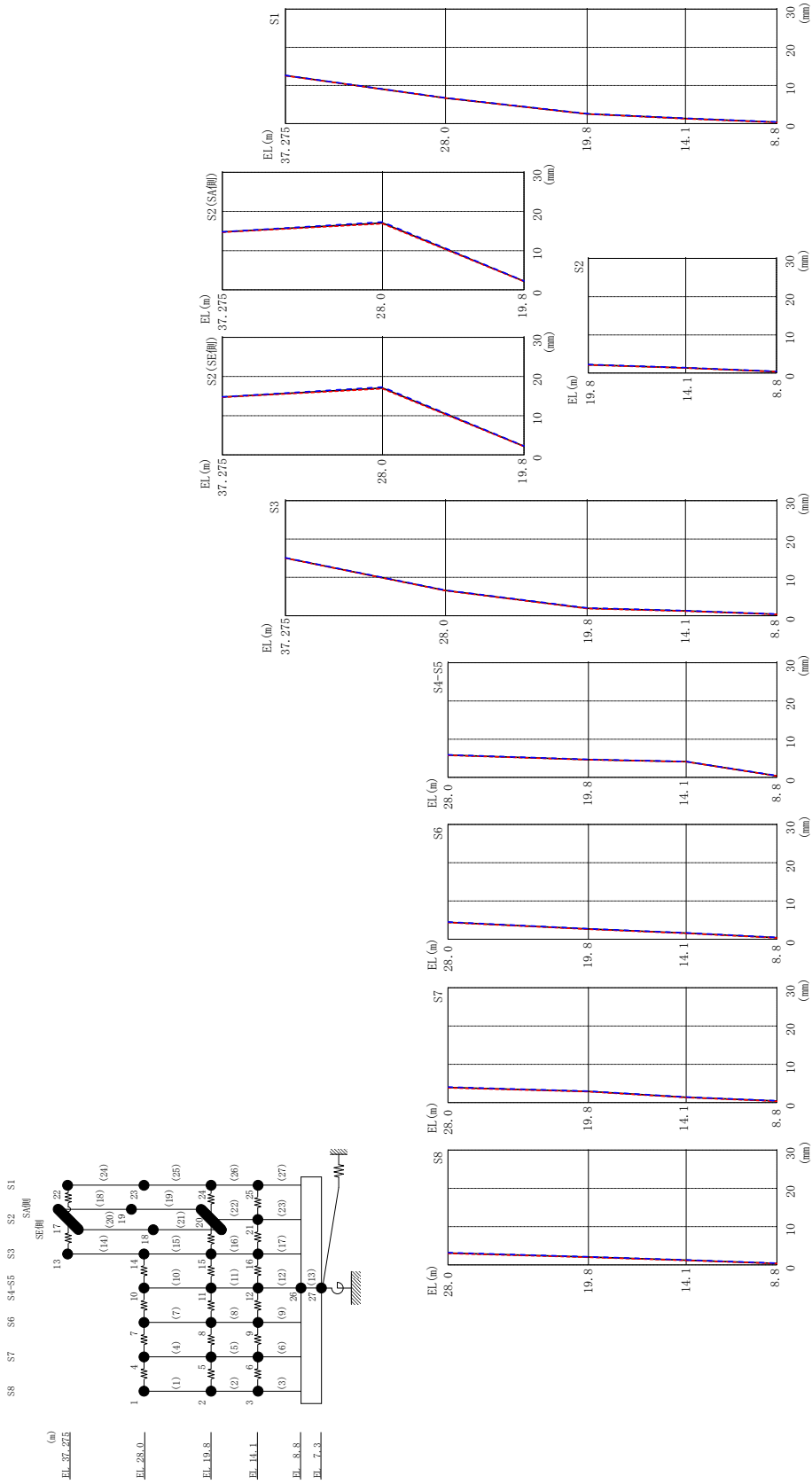
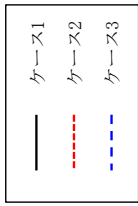
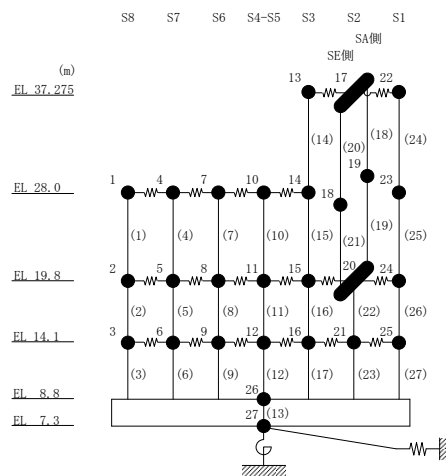


図 2-23 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

表 2-23 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	3.10	3.01	3.21
	19.8	2	2.05	1.97	2.14
	14.1	3	1.23	1.17	1.31
S7	28.0	4	3.93	3.84	4.05
	19.8	5	2.89	2.82	2.99
	14.1	6	1.36	1.30	1.44
S6	28.0	7	4.43	4.36	4.53
	19.8	8	2.68	2.61	2.76
	14.1	9	1.59	1.53	1.67
S4-S5	28.0	10	5.84	5.78	5.92
	19.8	11	4.66	4.61	4.71
	14.1	12	4.12	4.09	4.16
	8.8	26	0.39	0.33	0.47
S3	37.275	13	15.05	14.98	15.12
	28.0	14	6.58	6.52	6.66
	19.8	15	1.95	1.88	2.04
	14.1	16	1.26	1.19	1.34
S2	37.275	17	14.76	14.70	14.81
S2(SE側)	28.0	18	17.06	16.87	17.32
S2(SA側)	28.0	19	17.06	16.87	17.32
S2	19.8	20	2.18	2.12	2.27
	14.1	21	1.37	1.31	1.45
S1	37.275	22	12.61	12.55	12.65
	28.0	23	6.72	6.70	6.77
	19.8	24	2.57	2.51	2.65
	14.1	25	1.35	1.29	1.43



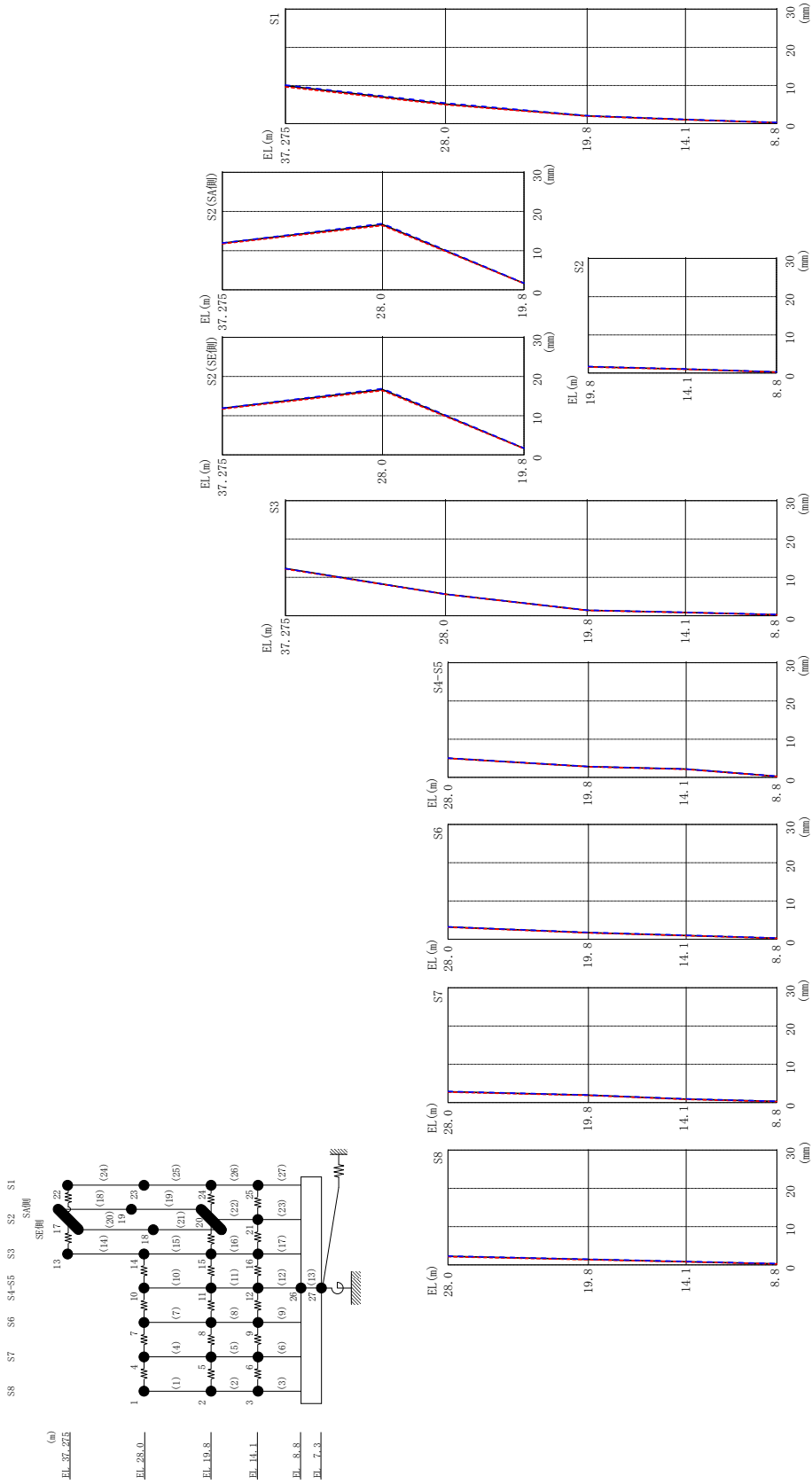
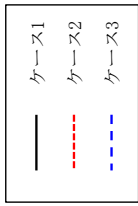
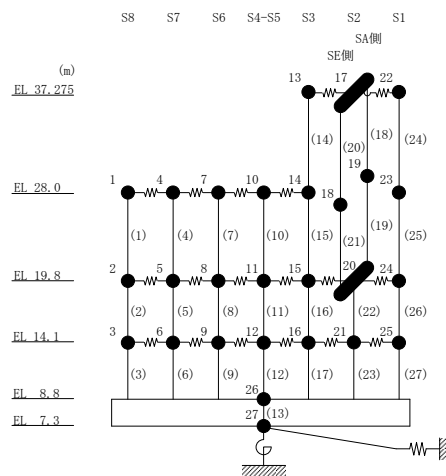


図 2-24 最大応答変位 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-24 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0	1	2.24	2.14	2.31
	19.8	2	1.42	1.35	1.48
	14.1	3	0.84	0.78	0.90
S7	28.0	4	2.83	2.73	2.89
	19.8	5	1.93	1.85	1.98
	14.1	6	0.88	0.83	0.94
S6	28.0	7	3.20	3.15	3.23
	19.8	8	1.73	1.65	1.79
	14.1	9	0.98	0.92	1.04
S4-S5	28.0	10	5.01	4.96	5.04
	19.8	11	2.81	2.76	2.83
	14.1	12	2.16	2.12	2.19
	8.8	26	0.27	0.23	0.33
S3	37.275	13	12.32	12.19	12.28
	28.0	14	5.62	5.59	5.62
	19.8	15	1.41	1.37	1.46
	14.1	16	0.86	0.82	0.90
S2	37.275	17	11.90	11.72	11.94
S2(SE側)	28.0	18	16.66	16.39	16.92
S2(SA側)	28.0	19	16.66	16.39	16.92
S2	19.8	20	1.64	1.59	1.72
	14.1	21	1.03	0.98	1.09
S1	37.275	22	9.93	9.62	10.12
	28.0	23	5.13	4.97	5.39
	19.8	24	2.03	1.98	2.10
	14.1	25	1.07	1.02	1.14



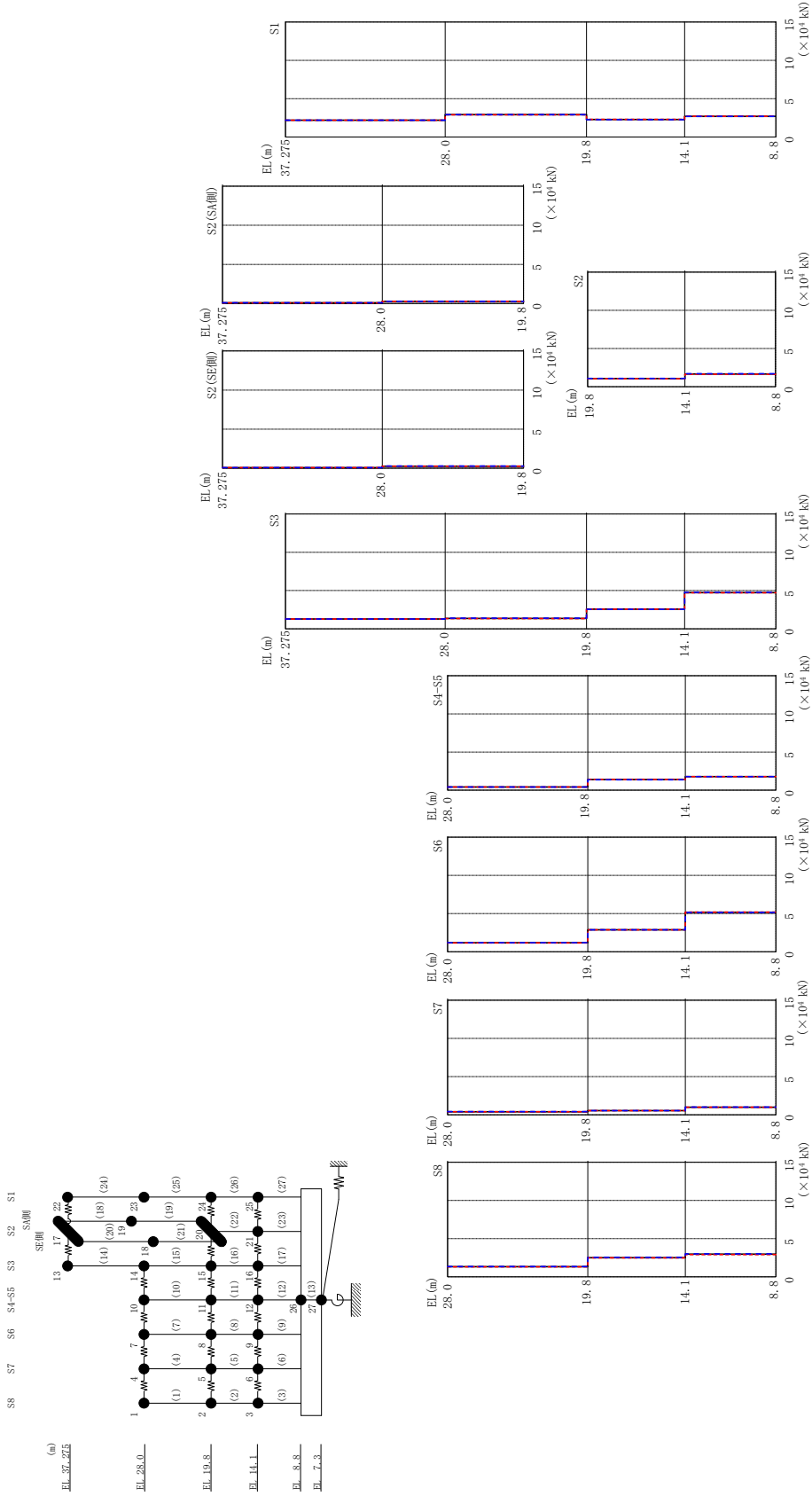
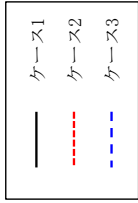
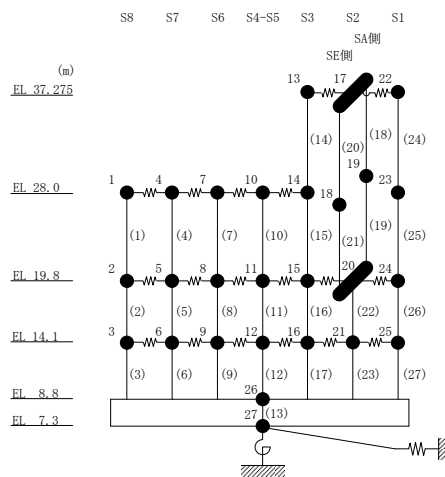


図 2-25 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, E W 方向)

表 2-25 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	1.33	1.32	1.34
	19.8~14.1	2	2.51	2.48	2.54
	14.1~8.8	3	2.97	2.92	3.01
S7	28.0~19.8	4	0.394	0.388	0.399
	19.8~14.1	5	0.536	0.536	0.540
	14.1~8.8	6	0.992	0.979	1.00
S6	28.0~19.8	7	1.17	1.16	1.19
	19.8~14.1	8	2.88	2.88	2.88
	14.1~8.8	9	5.18	5.19	5.14
S4-S5	28.0~19.8	10	0.413	0.410	0.414
	19.8~14.1	11	1.38	1.40	1.37
	14.1~8.8	12	1.78	1.78	1.78
S3	37.275~28.0	14	1.29	1.29	1.29
	28.0~19.8	15	1.37	1.34	1.39
	19.8~14.1	16	2.56	2.57	2.56
	14.1~8.8	17	4.73	4.72	4.77
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0827	0.0814	0.0843
	28.0~19.8	19	0.270	0.266	0.275
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0827	0.0814	0.0843
	28.0~19.8	21	0.270	0.266	0.275
S2	19.8~14.1	22	1.05	1.03	1.07
	14.1~8.8	23	1.66	1.62	1.69
S1	37.275~28.0	24	2.20	2.19	2.20
	28.0~19.8	25	2.91	2.89	2.92
	19.8~14.1	26	2.29	2.31	2.27
	14.1~8.8	27	2.69	2.71	2.69



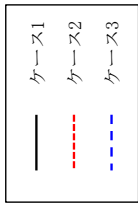
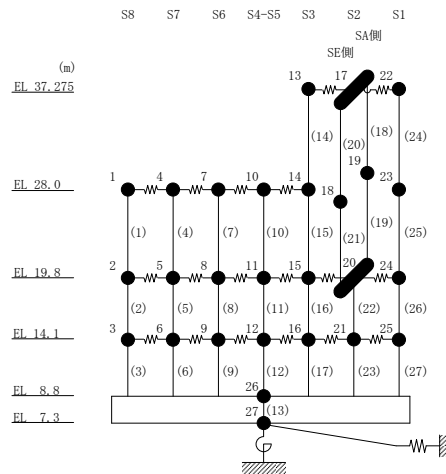


図 2-26 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

表 2-26 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	1.19	1.19	1.20
	19.8~14.1	2	2.21	2.21	2.22
	14.1~8.8	3	2.52	2.52	2.53
S7	28.0~19.8	4	0.363	0.364	0.365
	19.8~14.1	5	0.464	0.464	0.457
	14.1~8.8	6	0.837	0.838	0.830
S6	28.0~19.8	7	1.14	1.14	1.15
	19.8~14.1	8	2.59	2.61	2.58
	14.1~8.8	9	4.21	4.23	4.14
S4-S5	28.0~19.8	10	0.368	0.355	0.373
	19.8~14.1	11	1.34	1.35	1.37
	14.1~8.8	12	1.64	1.65	1.72
S3	37.275~28.0	14	0.907	0.901	0.898
	28.0~19.8	15	1.34	1.34	1.34
	19.8~14.1	16	2.98	2.99	2.94
	14.1~8.8	17	4.78	4.82	4.68
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0810	0.0797	0.0827
	28.0~19.8	19	0.257	0.252	0.262
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0810	0.0797	0.0827
	28.0~19.8	21	0.257	0.252	0.262
S2	19.8~14.1	22	1.11	1.11	1.11
	14.1~8.8	23	1.73	1.75	1.71
S1	37.275~28.0	24	2.11	2.10	2.13
	28.0~19.8	25	2.75	2.74	2.80
	19.8~14.1	26	2.51	2.51	2.50
	14.1~8.8	27	2.97	2.98	2.96



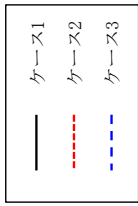
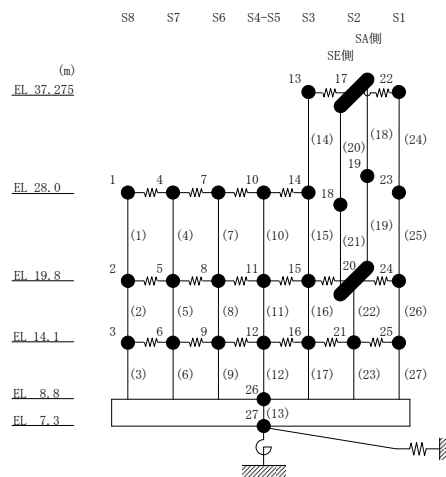


図 2-27 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

表 2-27 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	1.08	1.09	1.08
	19.8~14.1	2	2.30	2.30	2.29
	14.1~8.8	3	2.89	2.90	2.87
S7	28.0~19.8	4	0.360	0.361	0.357
	19.8~14.1	5	0.504	0.505	0.502
	14.1~8.8	6	1.01	1.01	1.00
S6	28.0~19.8	7	1.05	1.06	1.05
	19.8~14.1	8	2.72	2.72	2.71
	14.1~8.8	9	4.80	4.82	4.76
S4-S5	28.0~19.8	10	0.354	0.354	0.355
	19.8~14.1	11	1.23	1.24	1.23
	14.1~8.8	12	1.69	1.70	1.69
S3	37.275~28.0	14	1.00	1.00	0.993
	28.0~19.8	15	1.26	1.28	1.25
	19.8~14.1	16	3.23	3.26	3.19
	14.1~8.8	17	5.38	5.44	5.31
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0545	0.0539	0.0553
	28.0~19.8	19	0.174	0.172	0.176
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0545	0.0539	0.0553
	28.0~19.8	21	0.174	0.172	0.176
S2	19.8~14.1	22	1.15	1.17	1.13
	14.1~8.8	23	1.80	1.82	1.78
S1	37.275~28.0	24	2.06	2.05	2.06
	28.0~19.8	25	2.73	2.74	2.72
	19.8~14.1	26	2.60	2.61	2.57
	14.1~8.8	27	3.00	3.01	2.97



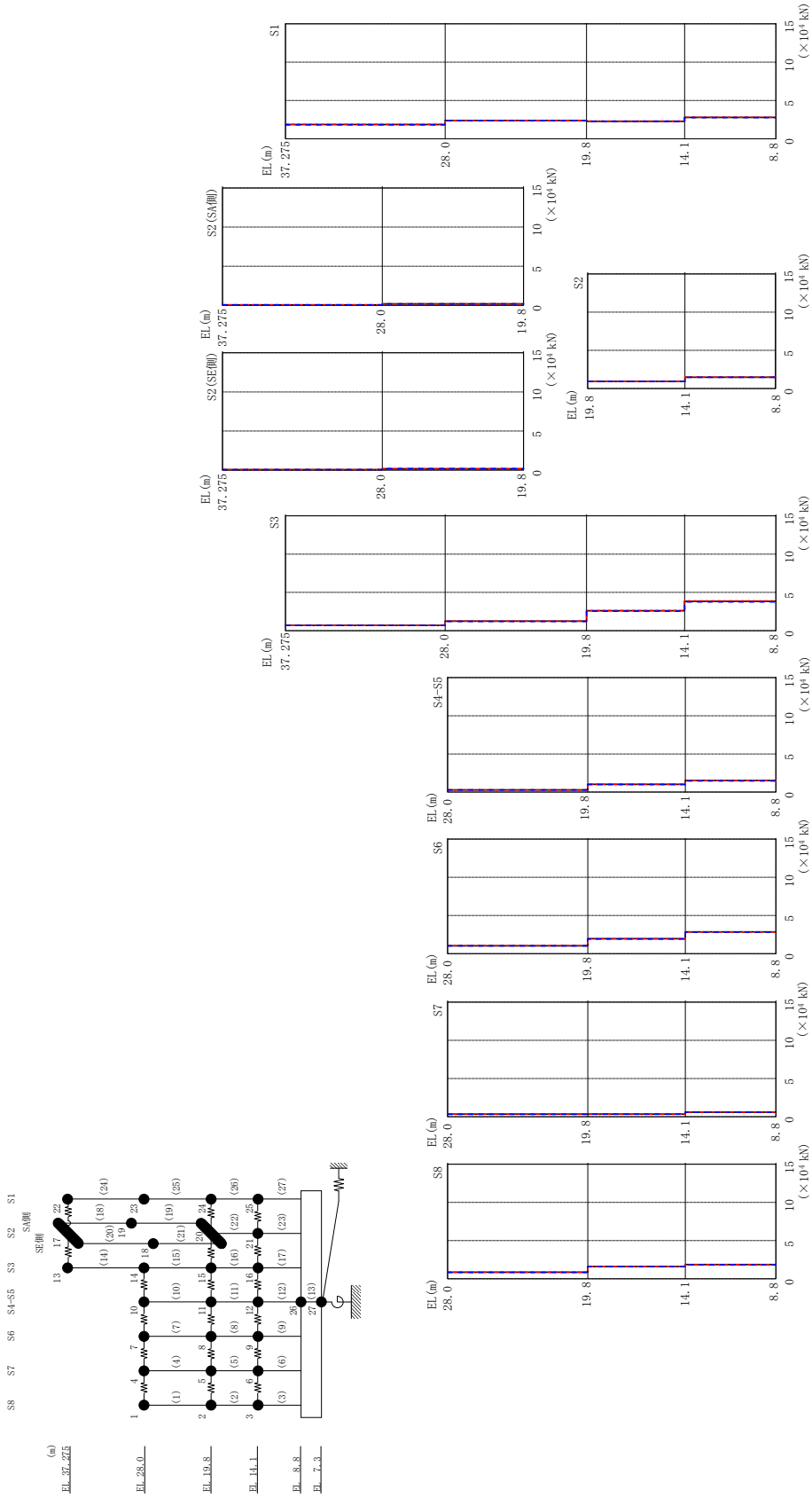
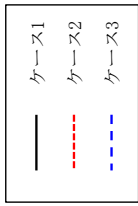
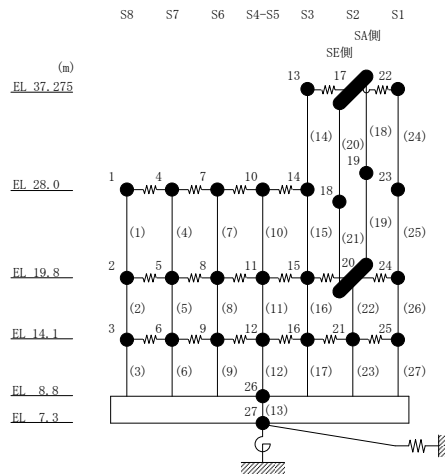


図 2-28 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

表 2-28 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	0.868	0.859	0.852
	19.8~14.1	2	1.61	1.60	1.58
	14.1~8.8	3	1.87	1.86	1.83
S7	28.0~19.8	4	0.324	0.324	0.319
	19.8~14.1	5	0.332	0.329	0.325
	14.1~8.8	6	0.601	0.598	0.591
S6	28.0~19.8	7	1.04	1.04	1.02
	19.8~14.1	8	1.96	1.95	1.93
	14.1~8.8	9	2.86	2.84	2.81
S4-S5	28.0~19.8	10	0.284	0.281	0.286
	19.8~14.1	11	1.02	1.01	0.989
	14.1~8.8	12	1.52	1.52	1.47
S3	37.275~28.0	14	0.700	0.697	0.693
	28.0~19.8	15	1.24	1.26	1.21
	19.8~14.1	16	2.60	2.63	2.54
	14.1~8.8	17	3.84	3.89	3.76
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0559	0.0551	0.0566
	28.0~19.8	19	0.179	0.176	0.181
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0559	0.0551	0.0566
	28.0~19.8	21	0.179	0.176	0.181
S2	19.8~14.1	22	0.929	0.931	0.915
	14.1~8.8	23	1.47	1.48	1.47
S1	37.275~28.0	24	1.86	1.87	1.82
	28.0~19.8	25	2.40	2.38	2.38
	19.8~14.1	26	2.29	2.31	2.29
	14.1~8.8	27	2.78	2.80	2.77



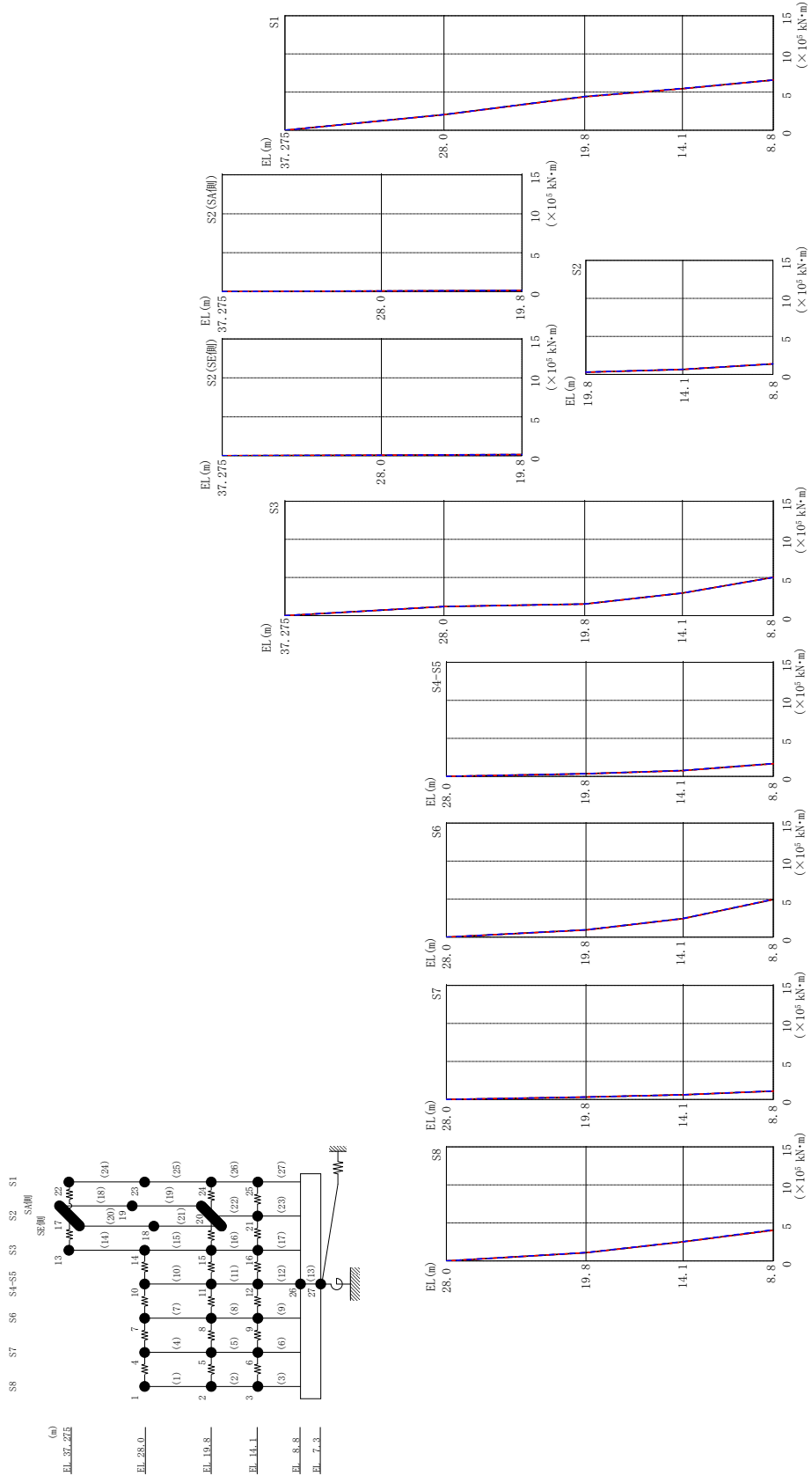
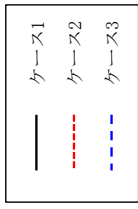


図 2-29 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s-D, E W 方向)

表 2-29(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	0.00 1.09	0.00 1.08	0.00 1.10
	19.8~14.1	2	1.09 2.52	1.08 2.49	1.10 2.54
	14.1~8.8	3	2.52 4.05	2.49 4.01	2.54 4.11
S7	28.0~19.8	4	0.00 0.323	0.00 0.318	0.00 0.327
	19.8~14.1	5	0.323 0.625	0.318 0.617	0.327 0.632
	14.1~8.8	6	0.625 1.11	0.617 1.10	0.632 1.13
S6	28.0~19.8	7	0.00 0.962	0.00 0.947	0.00 0.977
	19.8~14.1	8	0.962 2.45	0.947 2.43	0.977 2.47
	14.1~8.8	9	2.45 4.95	2.43 4.96	2.47 4.99
S4-S5	28.0~19.8	10	0.00 0.339	0.00 0.336	0.00 0.339
	19.8~14.1	11	0.339 0.754	0.336 0.741	0.339 0.770
	14.1~8.8	12	0.754 1.67	0.741 1.65	0.770 1.69
S3	37.275~28.0	14	0.00 1.20	0.00 1.20	0.00 1.20
	28.0~19.8	15	1.20 1.52	1.20 1.52	1.20 1.52
	19.8~14.1	16	1.52 2.96	1.52 2.97	1.52 2.96
	14.1~8.8	17	2.96 5.02	2.97 5.03	2.96 5.00

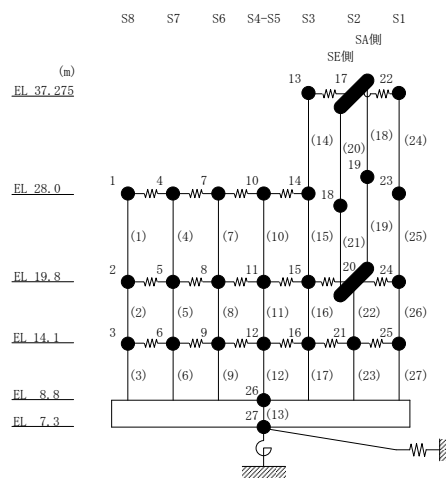
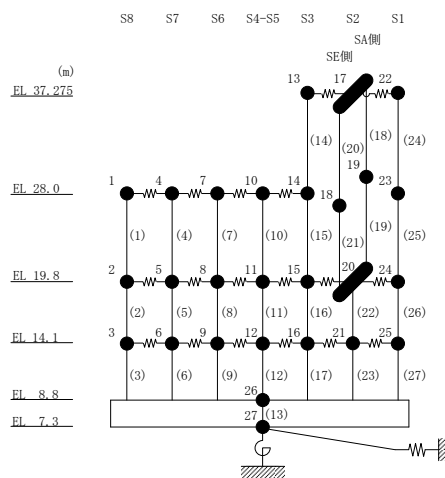


表 2-29(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S2 (SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0767	0.00 0.0755	0.00 0.0782
	28.0~19.8	19	0.0767 0.147	0.0755 0.144	0.0782 0.150
S2 (SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0767	0.00 0.0755	0.00 0.0782
	28.0~19.8	21	0.0767 0.147	0.0755 0.144	0.0782 0.150
S2	19.8~14.1	22	0.293 0.655	0.289 0.647	0.299 0.664
	14.1~8.8	23	0.655 1.39	0.647 1.40	0.664 1.38
S1	37.275~28.0	24	0.00 2.04	0.00 2.03	0.00 2.04
	28.0~19.8	25	2.04 4.40	2.03 4.37	2.04 4.42
	19.8~14.1	26	4.40 5.45	4.37 5.43	4.42 5.48
	14.1~8.8	27	5.45 6.58	5.43 6.58	5.48 6.59



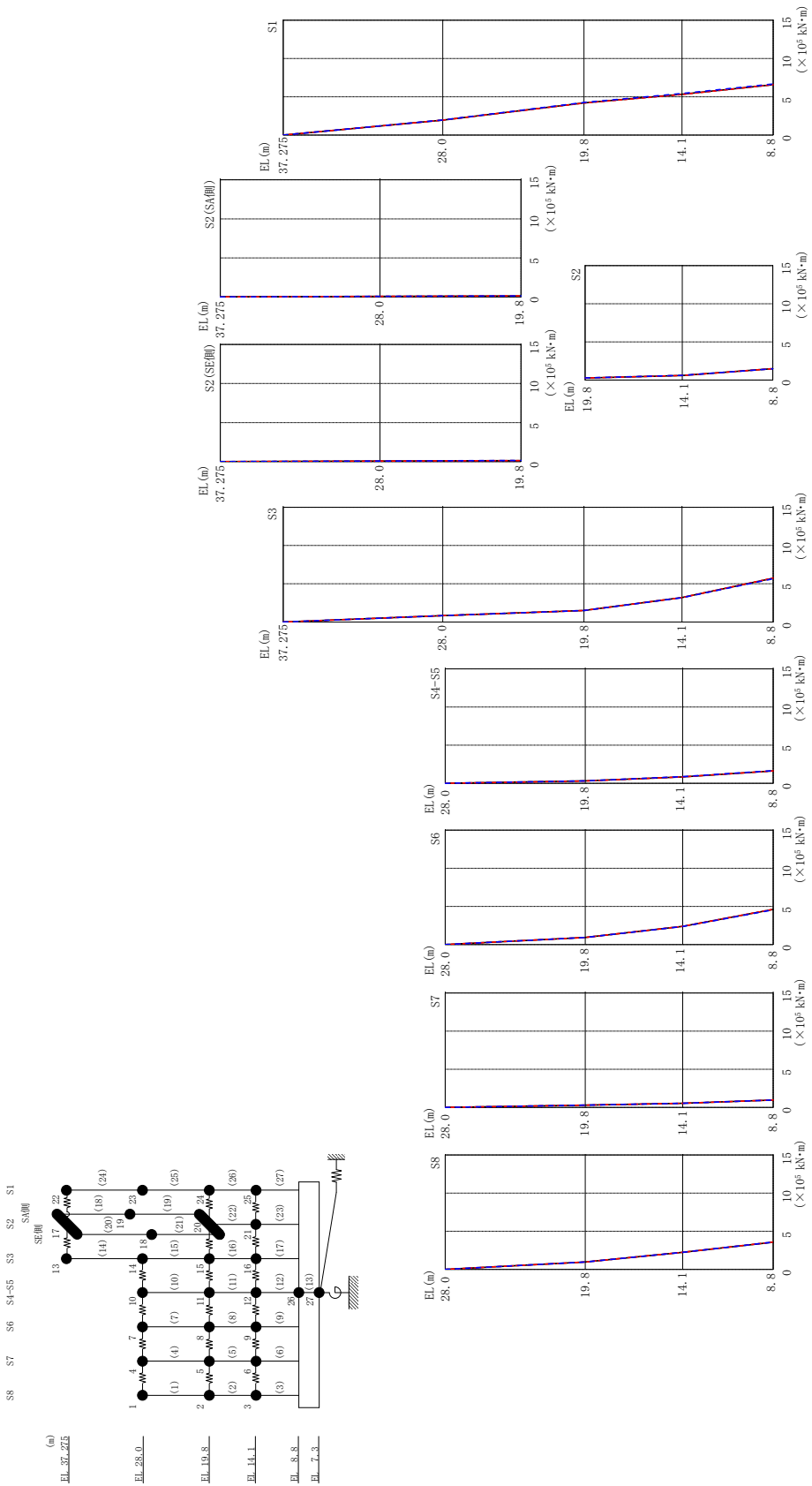
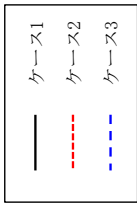


図 2-30 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 1, E W 方向)

表 2-30(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	0.00 0.975	0.00 0.979	0.00 0.980
	19.8~14.1	2	0.975 2.23	0.979 2.24	0.980 2.25
	14.1~8.8	3	2.23 3.57	2.24 3.58	2.25 3.59
S7	28.0~19.8	4	0.00 0.298	0.00 0.298	0.00 0.299
	19.8~14.1	5	0.298 0.557	0.298 0.558	0.299 0.557
	14.1~8.8	6	0.557 0.977	0.558 0.978	0.557 0.975
S6	28.0~19.8	7	0.00 0.936	0.00 0.936	0.00 0.941
	19.8~14.1	8	0.936 2.39	0.936 2.40	0.941 2.38
	14.1~8.8	9	2.39 4.61	2.40 4.63	2.38 4.56
S4-S5	28.0~19.8	10	0.00 0.301	0.00 0.291	0.00 0.306
	19.8~14.1	11	0.301 0.833	0.291 0.825	0.306 0.867
	14.1~8.8	12	0.833 1.61	0.825 1.62	0.867 1.65
S3	37.275~28.0	14	0.00 0.841	0.00 0.836	0.00 0.833
	28.0~19.8	15	0.841 1.51	0.836 1.51	0.833 1.52
	19.8~14.1	16	1.51 3.20	1.51 3.20	1.52 3.18
	14.1~8.8	17	3.20 5.73	3.20 5.75	3.18 5.66

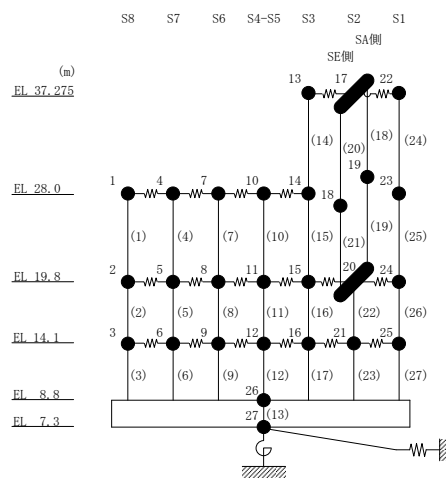
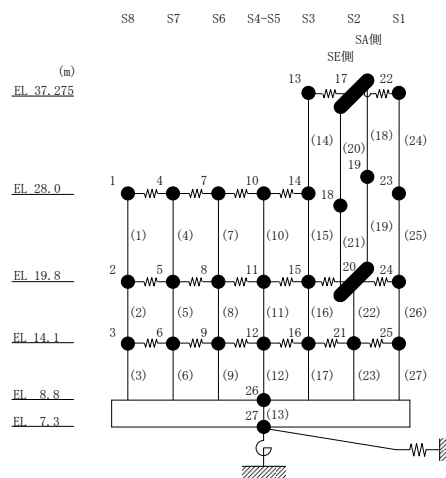


表 2-30(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S2 (SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0751	0.00 0.0739	0.00 0.0767
	28.0~19.8	19	0.0751 0.135	0.0739 0.133	0.0767 0.138
S2 (SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0751	0.00 0.0739	0.00 0.0767
	28.0~19.8	21	0.0751 0.135	0.0739 0.133	0.0767 0.138
S2	19.8~14.1	22	0.271 0.594	0.266 0.589	0.277 0.616
	14.1~8.8	23	0.594 1.49	0.589 1.49	0.616 1.48
S1	37.275~28.0	24	0.00 1.95	0.00 1.95	0.00 1.98
	28.0~19.8	25	1.95 4.20	1.95 4.19	1.98 4.27
	19.8~14.1	26	4.20 5.33	4.19 5.30	4.27 5.42
	14.1~8.8	27	5.33 6.57	5.30 6.58	5.42 6.67



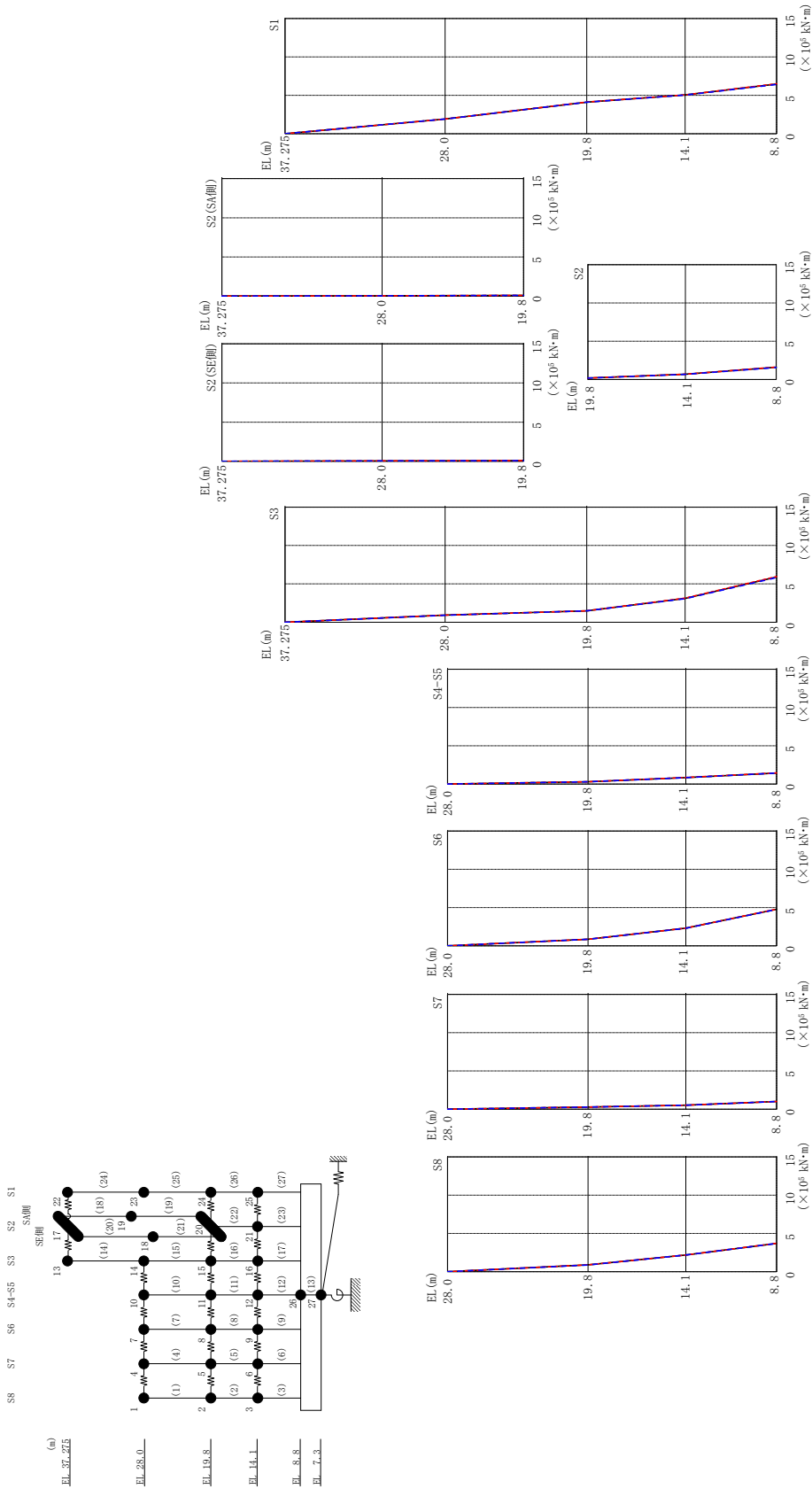
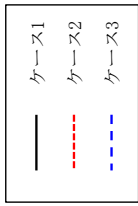


図 2-31 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, E W 方向)

表 2-31(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	0.00 0.889	0.00 0.890	0.00 0.885
	19.8~14.1	2	0.889 2.19	0.890 2.19	0.885 2.18
	14.1~8.8	3	2.19 3.70	2.19 3.72	2.18 3.69
S7	28.0~19.8	4	0.00 0.295	0.00 0.296	0.00 0.293
	19.8~14.1	5	0.295 0.529	0.296 0.531	0.293 0.526
	14.1~8.8	6	0.529 1.02	0.531 1.02	0.526 1.01
S6	28.0~19.8	7	0.00 0.864	0.00 0.867	0.00 0.859
	19.8~14.1	8	0.864 2.32	0.867 2.32	0.859 2.31
	14.1~8.8	9	2.32 4.79	2.32 4.81	2.31 4.76
S4-S5	28.0~19.8	10	0.00 0.291	0.00 0.290	0.00 0.291
	19.8~14.1	11	0.291 0.840	0.290 0.843	0.291 0.836
	14.1~8.8	12	0.840 1.44	0.843 1.44	0.836 1.44
S3	37.275~28.0	14	0.00 0.929	0.00 0.931	0.00 0.921
	28.0~19.8	15	0.929 1.50	0.931 1.50	0.921 1.50
	19.8~14.1	16	1.50 3.12	1.50 3.15	1.50 3.07
	14.1~8.8	17	3.12 5.89	3.15 5.96	3.07 5.82

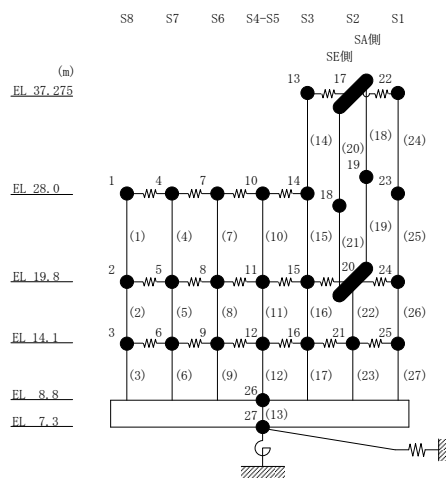
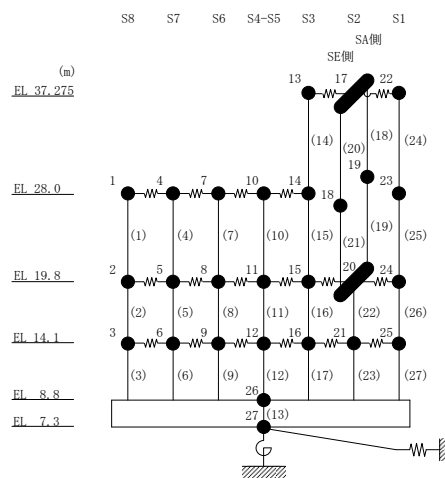


表 2-31(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S2 (SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0505	0.00 0.0500	0.00 0.0513
	28.0~19.8	19	0.0505 0.0922	0.0500 0.0914	0.0513 0.0934
S2 (SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0505	0.00 0.0500	0.00 0.0513
	28.0~19.8	21	0.0505 0.0922	0.0500 0.0914	0.0513 0.0934
S2	19.8~14.1	22	0.184 0.692	0.183 0.700	0.187 0.676
	14.1~8.8	23	0.692 1.60	0.700 1.62	0.676 1.58
S1	37.275~28.0	24	0.00 1.91	0.00 1.91	0.00 1.91
	28.0~19.8	25	1.91 4.12	1.91 4.12	1.91 4.11
	19.8~14.1	26	4.12 5.06	4.12 5.06	4.11 5.05
	14.1~8.8	27	5.06 6.46	5.06 6.50	5.05 6.42



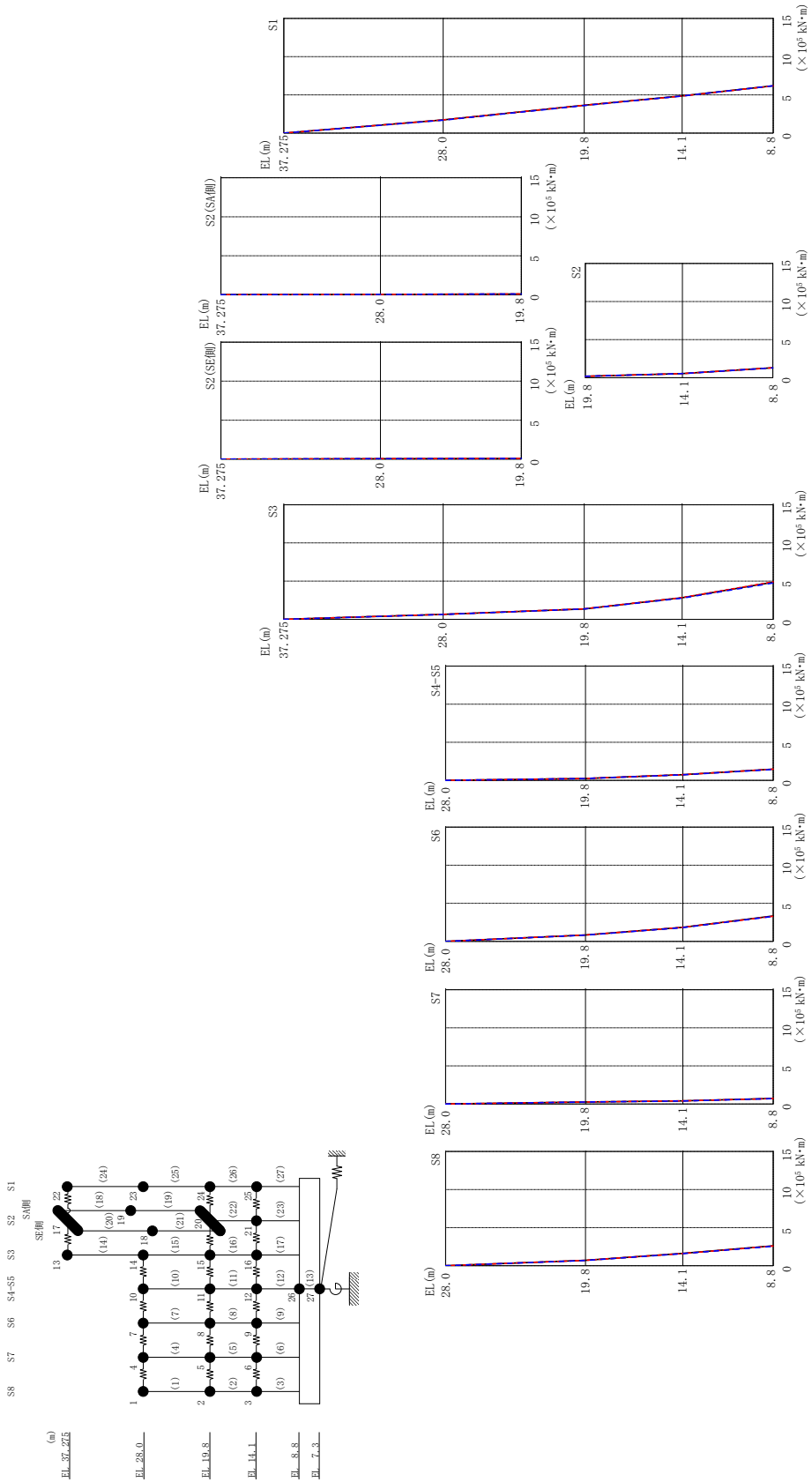
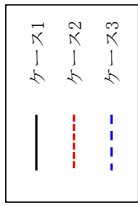


図 2-32 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S-N2NS, EW方向)

表 2-32(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S8	28.0~19.8	1	0.00 0.712	0.00 0.705	0.00 0.698
	19.8~14.1	2	0.712 1.63	0.705 1.61	0.698 1.60
	14.1~8.8	3	1.63 2.61	1.61 2.59	1.60 2.56
S7	28.0~19.8	4	0.00 0.266	0.00 0.266	0.00 0.262
	19.8~14.1	5	0.266 0.414	0.266 0.415	0.262 0.407
	14.1~8.8	6	0.414 0.726	0.415 0.720	0.407 0.713
S6	28.0~19.8	7	0.00 0.849	0.00 0.850	0.00 0.837
	19.8~14.1	8	0.849 1.85	0.850 1.86	0.837 1.81
	14.1~8.8	9	1.85 3.34	1.86 3.32	1.81 3.29
S4-S5	28.0~19.8	10	0.00 0.233	0.00 0.231	0.00 0.235
	19.8~14.1	11	0.233 0.734	0.231 0.736	0.235 0.725
	14.1~8.8	12	0.734 1.47	0.736 1.46	0.725 1.43
S3	37.275~28.0	14	0.00 0.649	0.00 0.647	0.00 0.642
	28.0~19.8	15	0.649 1.37	0.647 1.37	0.642 1.35
	19.8~14.1	16	1.37 2.83	1.37 2.86	1.35 2.78
	14.1~8.8	17	2.83 4.86	2.86 4.91	2.78 4.76

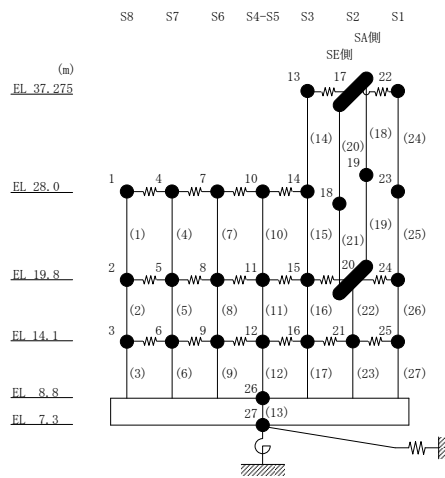
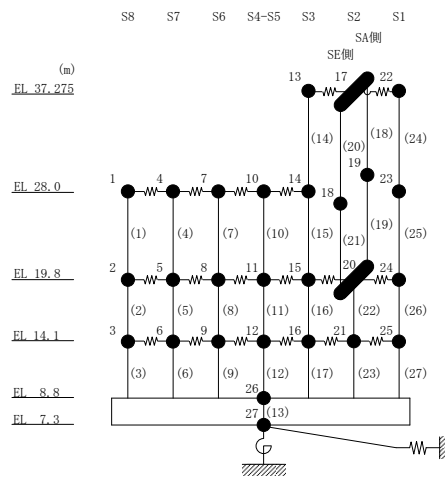
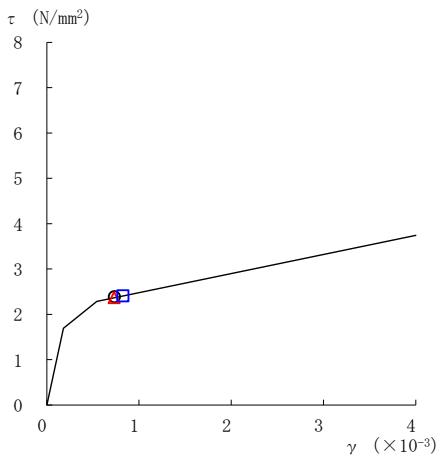


表 2-32(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

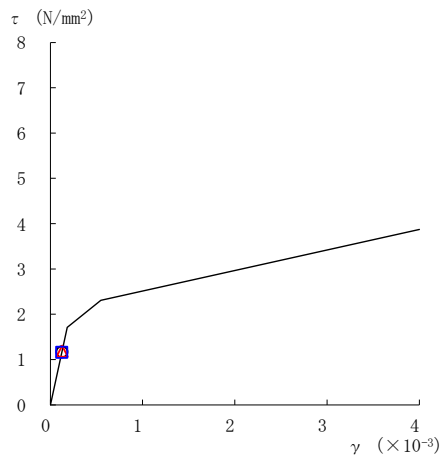
部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
S2 (SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0519	0.00 0.0511	0.00 0.0525
	28.0~19.8	19	0.0519 0.0946	0.0511 0.0933	0.0525 0.0958
S2 (SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0519	0.00 0.0511	0.00 0.0525
	28.0~19.8	21	0.0519 0.0946	0.0511 0.0933	0.0525 0.0958
S2	19.8~14.1	22	0.189 0.550	0.187 0.550	0.192 0.543
	14.1~8.8	23	0.550 1.30	0.550 1.30	0.543 1.30
S1	37.275~28.0	24	0.00 1.73	0.00 1.73	0.00 1.69
	28.0~19.8	25	1.73 3.64	1.73 3.64	1.69 3.61
	19.8~14.1	26	3.64 4.87	3.64 4.86	3.61 4.85
	14.1~8.8	27	4.87 6.18	4.86 6.17	4.85 6.19



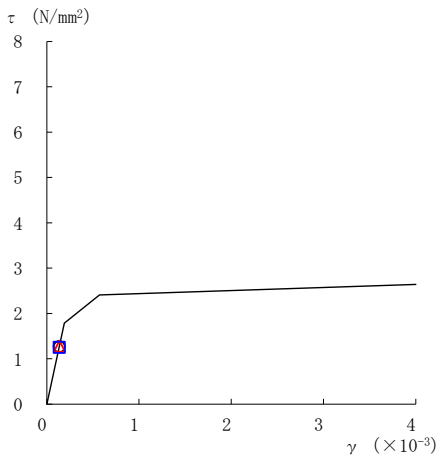
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



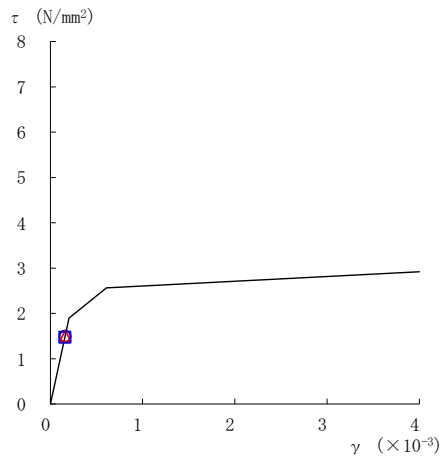
要素番号 (1)



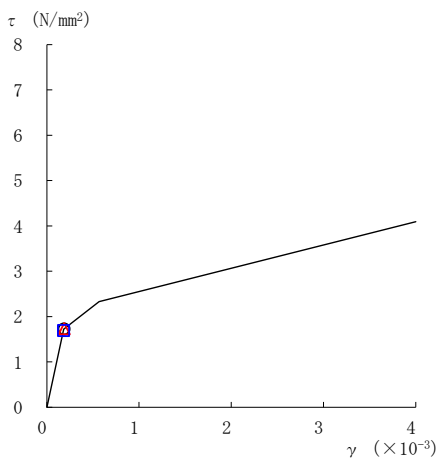
要素番号 (2)



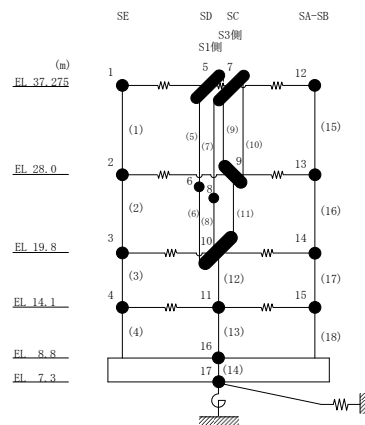
要素番号 (3)



要素番号 (4)



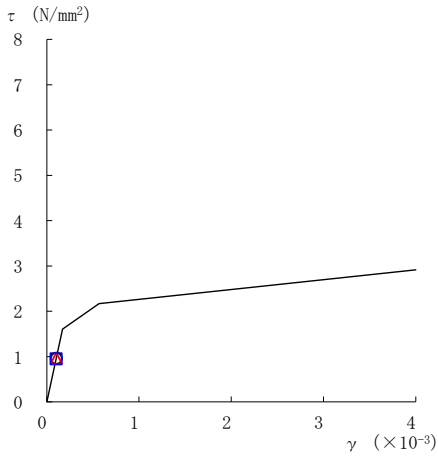
要素番号 (11)



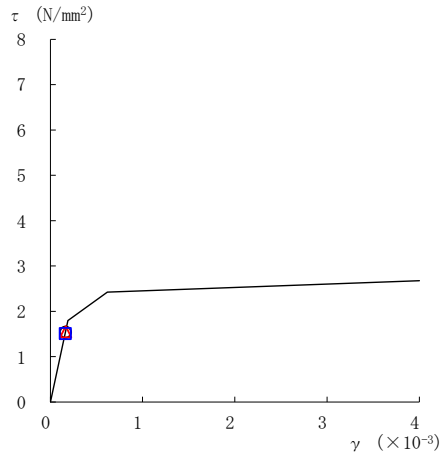
注：要素番号 5～10 は線形部材。

図 2-33(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, NS 方向)

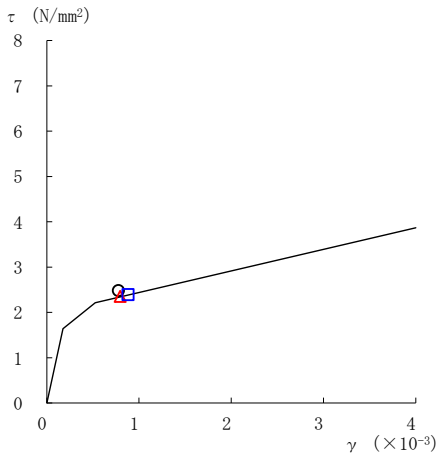
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



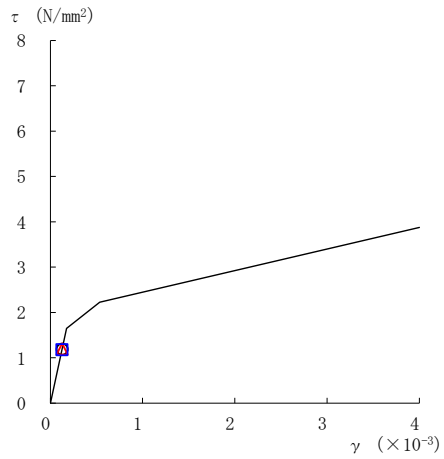
要素番号 (12)



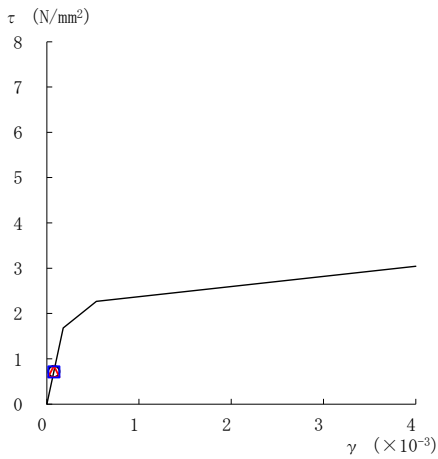
要素番号 (13)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

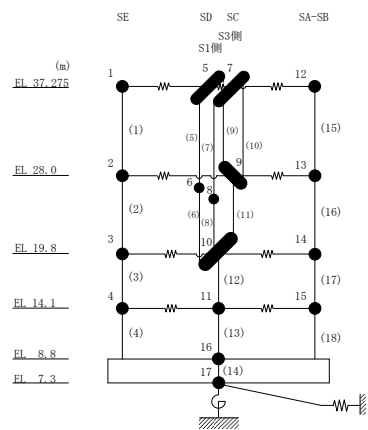
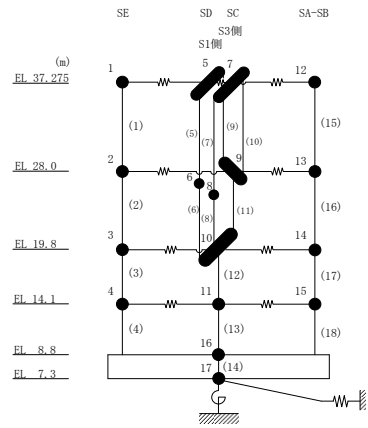
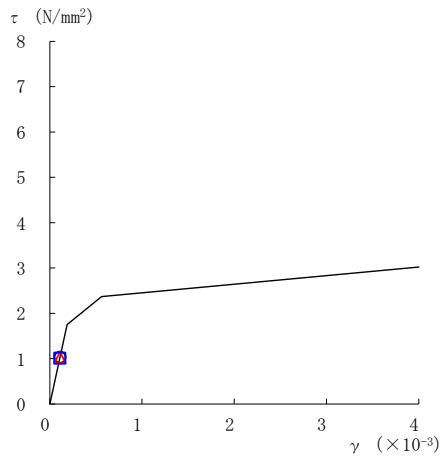


図 2-33(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, NS 方向)

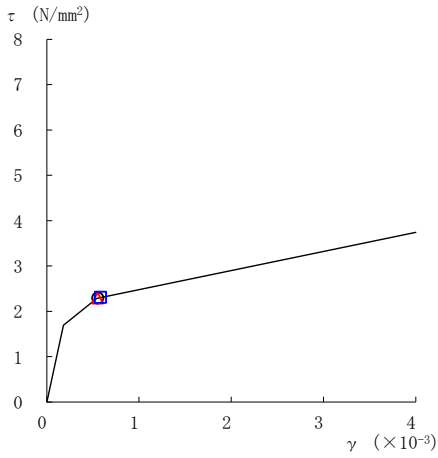
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



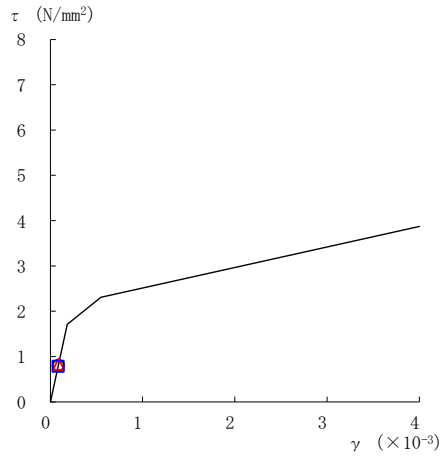
要素番号 (18)

図 2-33(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, N S 方向)

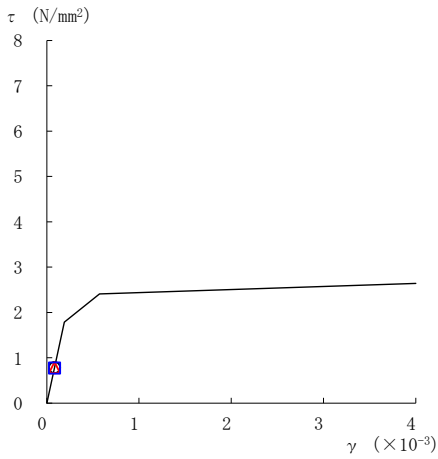
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



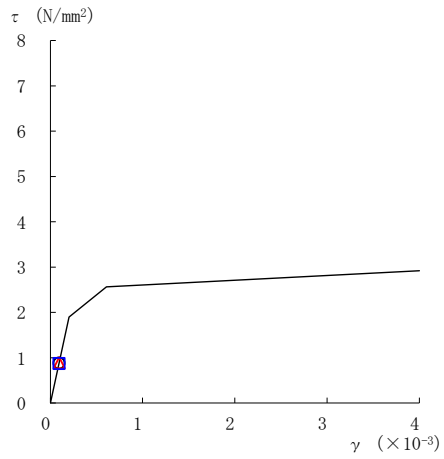
要素番号 (1)



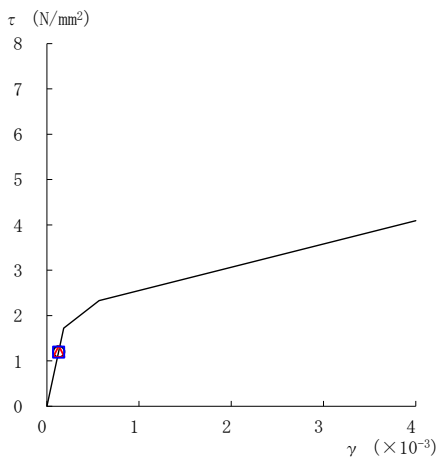
要素番号 (2)



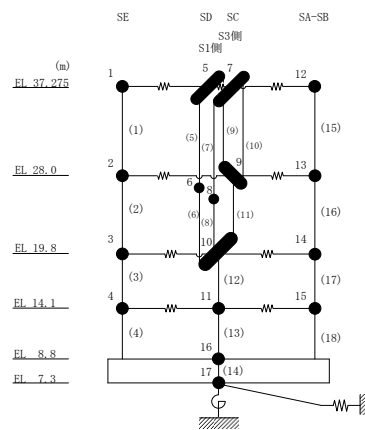
要素番号 (3)



要素番号 (4)



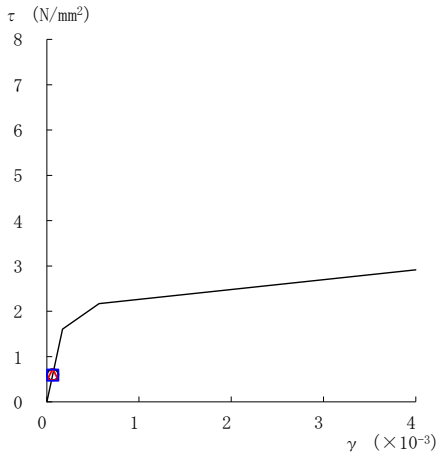
要素番号 (11)



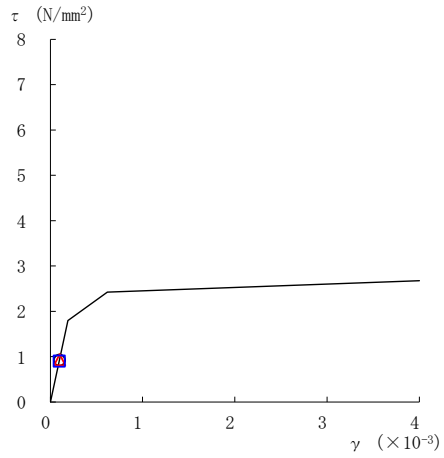
注：要素番号 5～10 は線形部材。

図 2-34(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

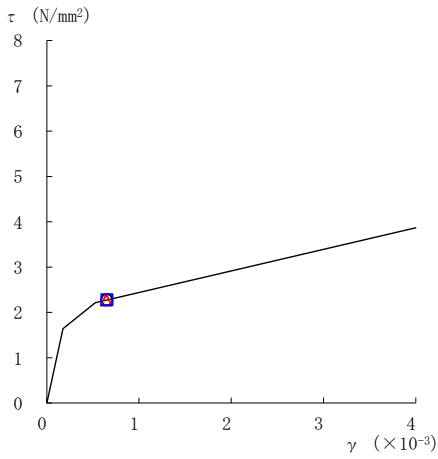
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



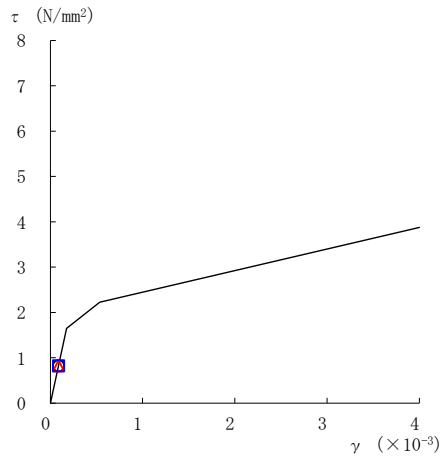
要素番号 (12)



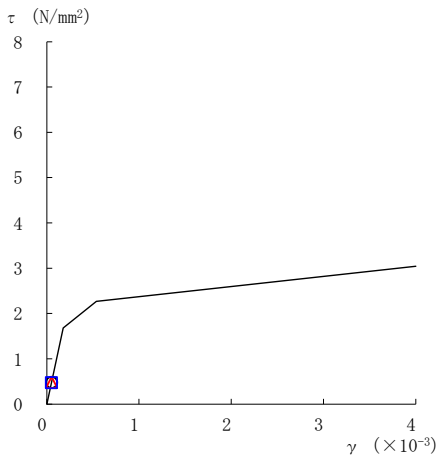
要素番号 (13)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

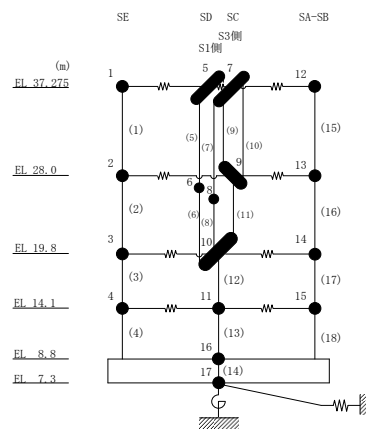
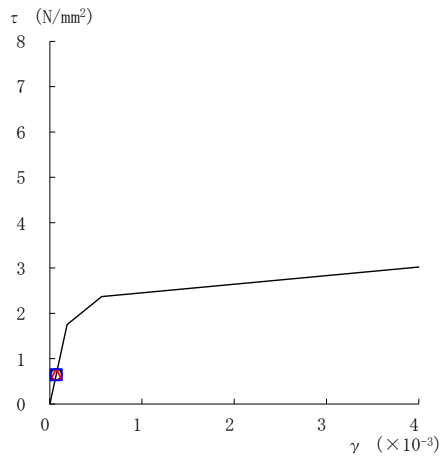


図 2-34(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (18)

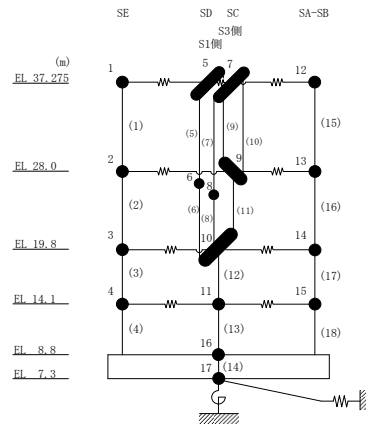
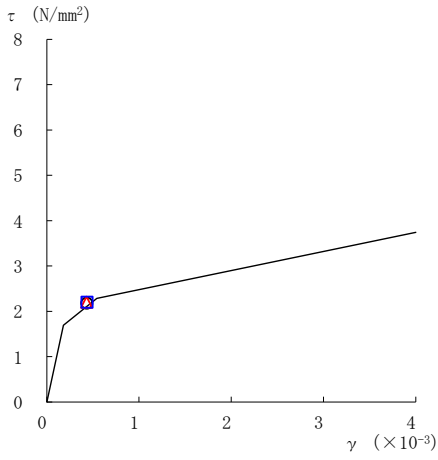
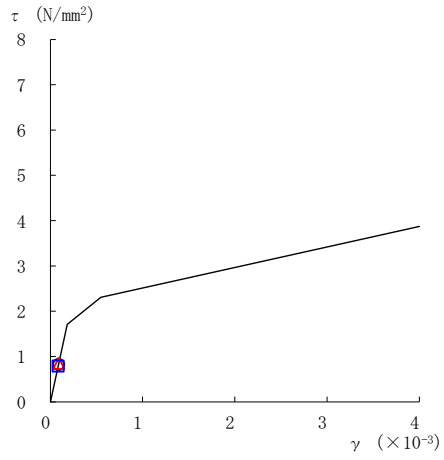


図 2-34(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

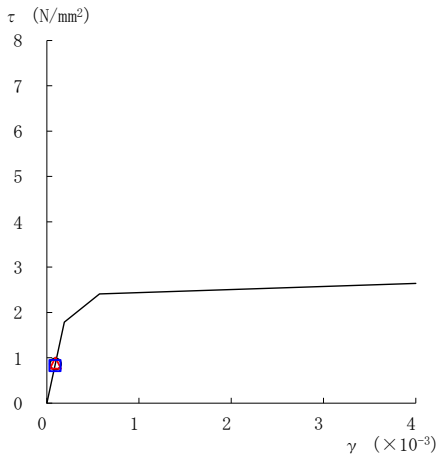
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



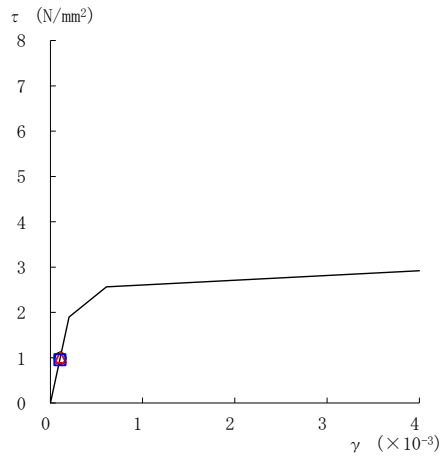
要素番号 (1)



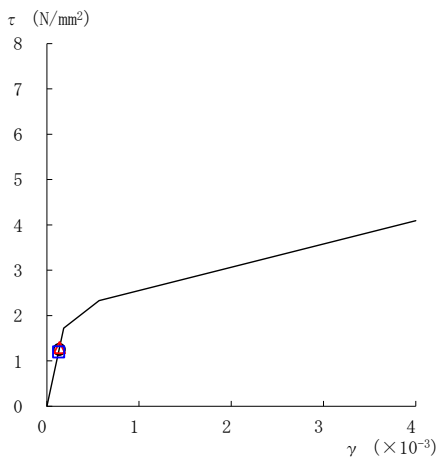
要素番号 (2)



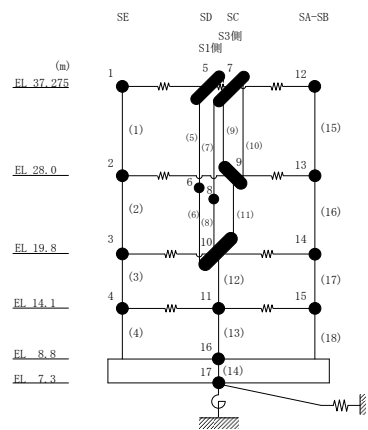
要素番号 (3)



要素番号 (4)



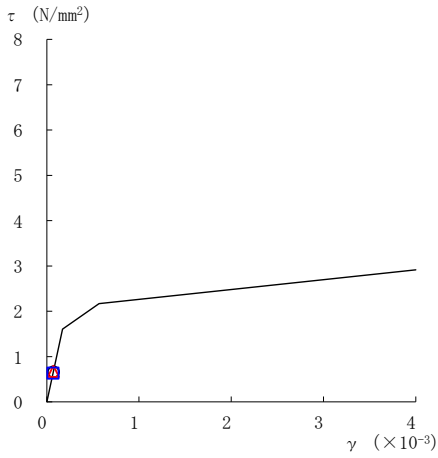
要素番号 (11)



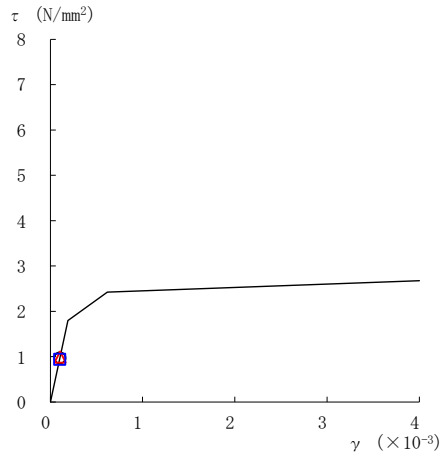
注：要素番号 5～10 は線形部材。

図 2-35(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

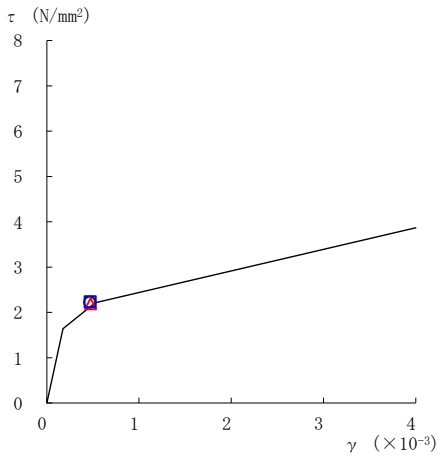
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



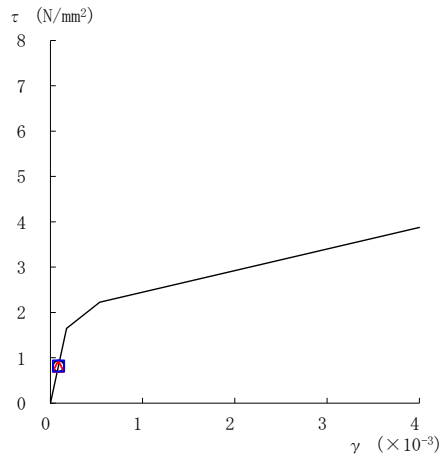
要素番号 (12)



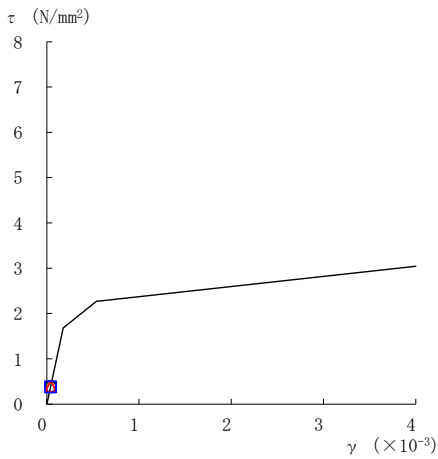
要素番号 (13)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

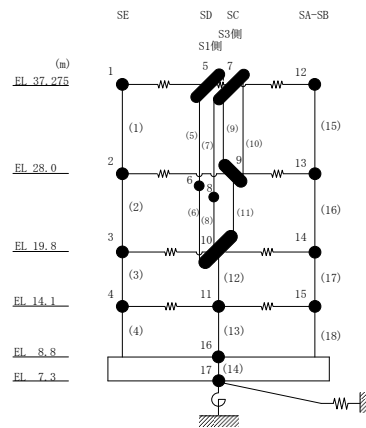
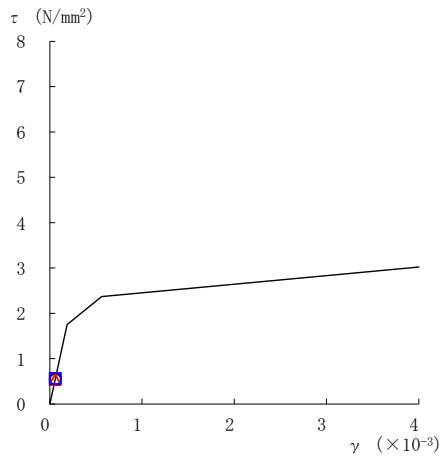


図 2-35(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (18)

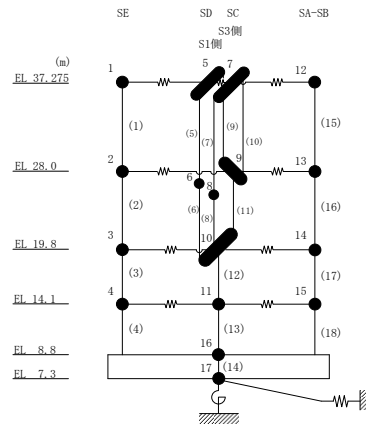
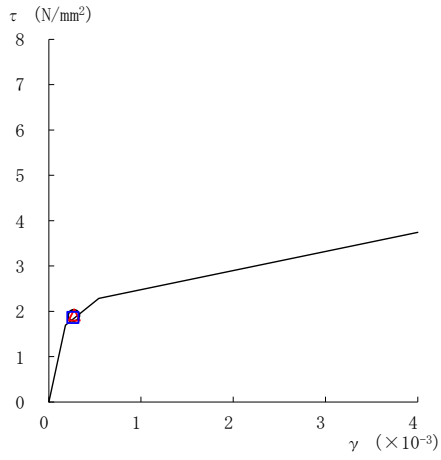
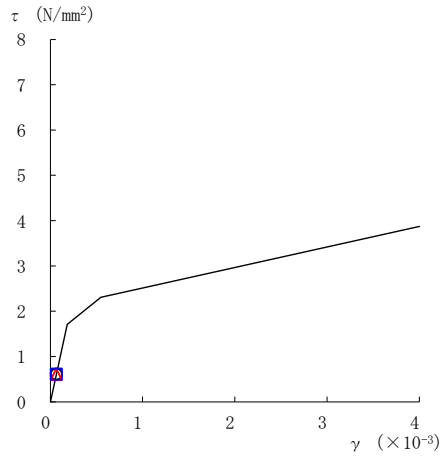


図 2-35(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

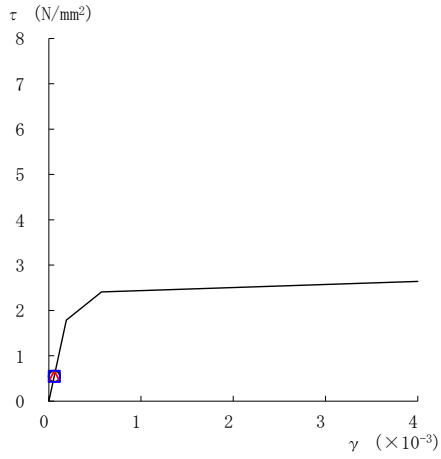
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



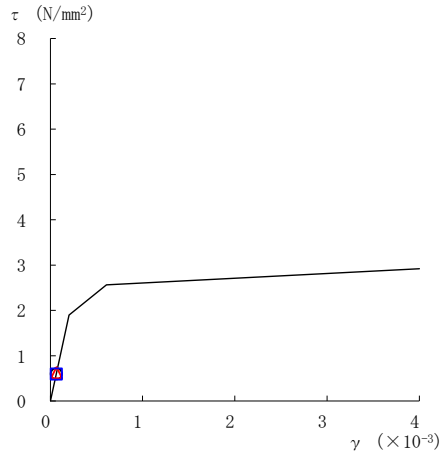
要素番号 (1)



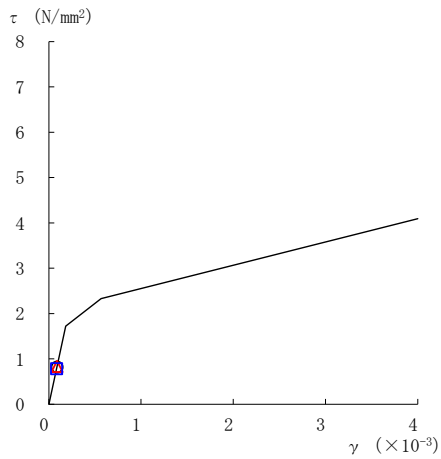
要素番号 (2)



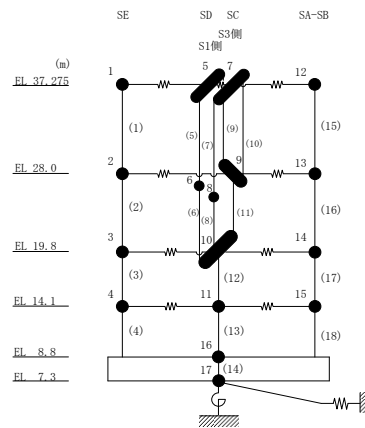
要素番号 (3)



要素番号 (4)



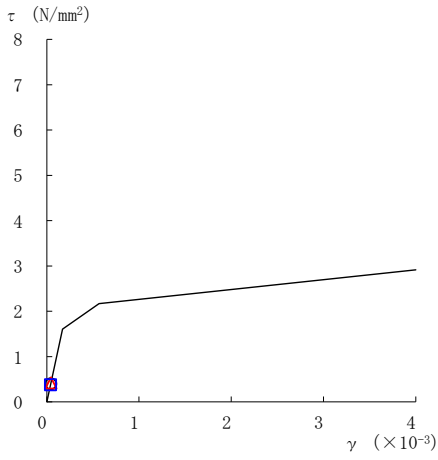
要素番号 (11)



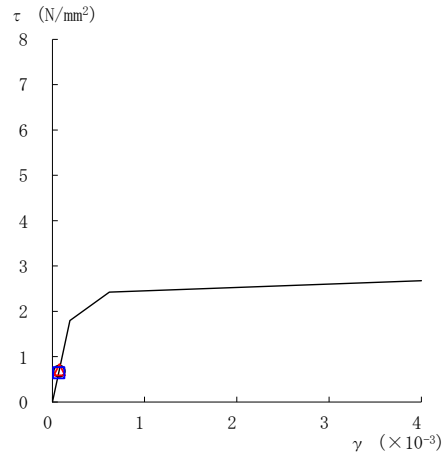
注：要素番号 5～10 は線形部材。

図 2-36(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

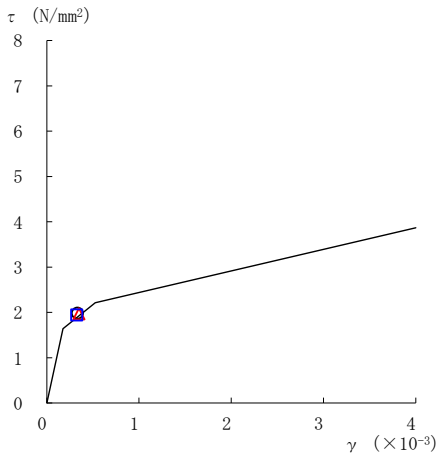
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



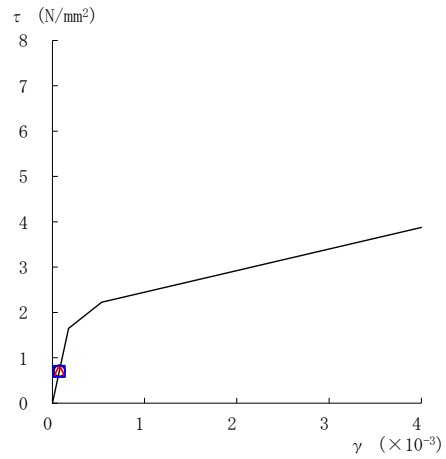
要素番号 (12)



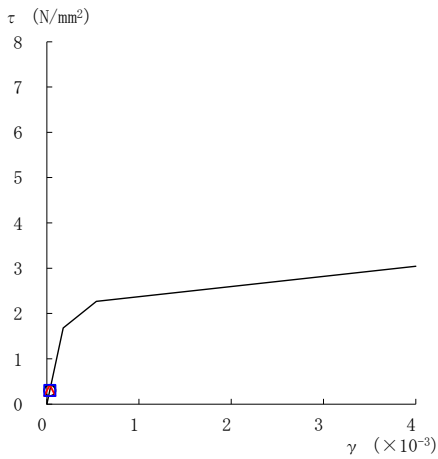
要素番号 (13)



要素番号 (15)



要素番号 (16)



要素番号 (17)

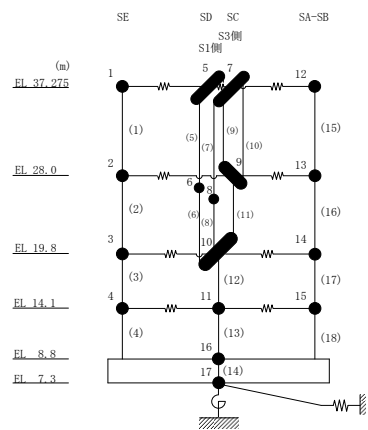
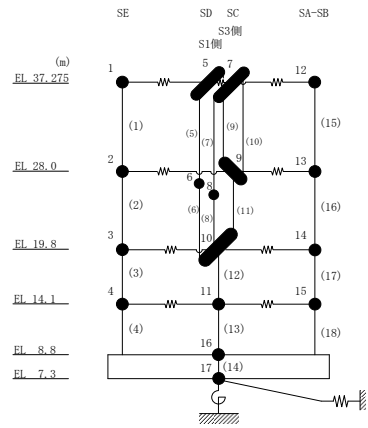
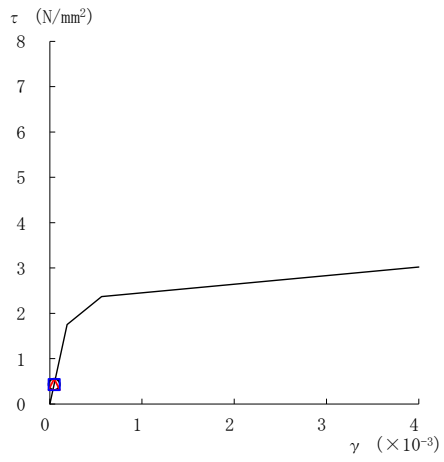


図 2-36(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, NS 方向)

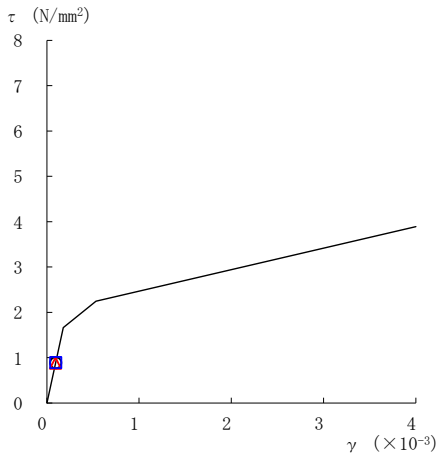
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



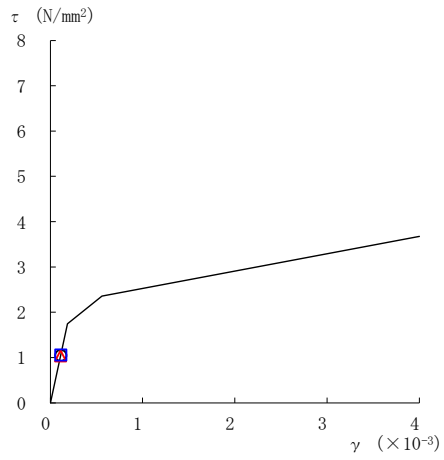
要素番号 (18)

図 2-36(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 $S_s - N2NS$, NS 方向)

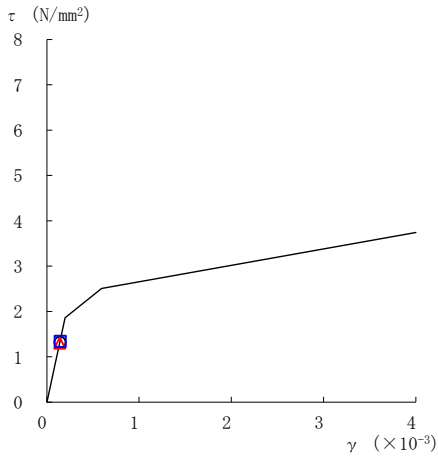
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



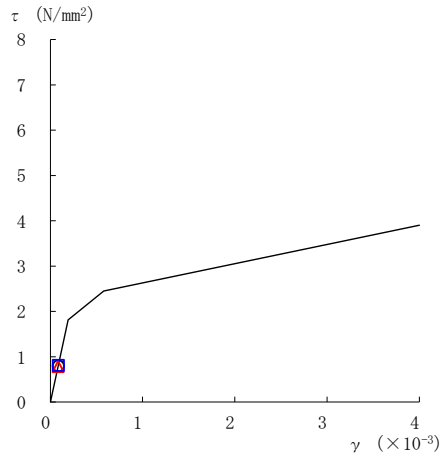
要素番号 (1)



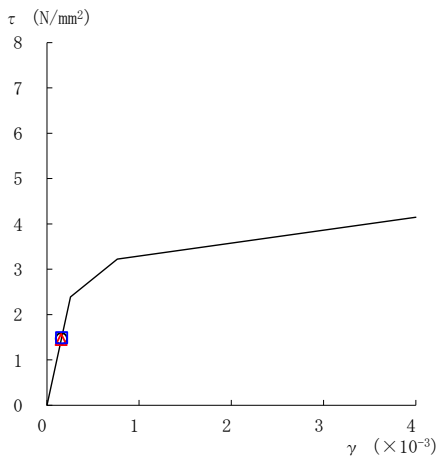
要素番号 (2)



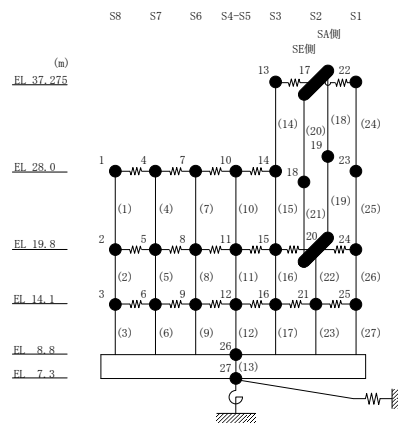
要素番号 (3)



要素番号 (4)



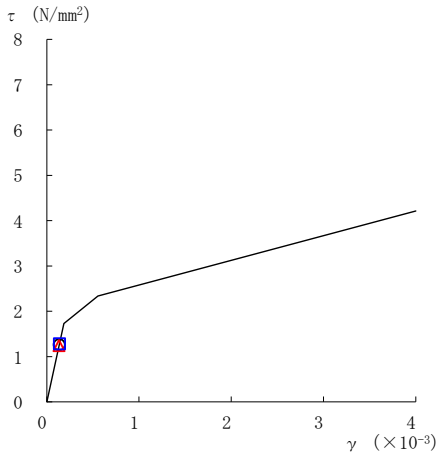
要素番号 (6)



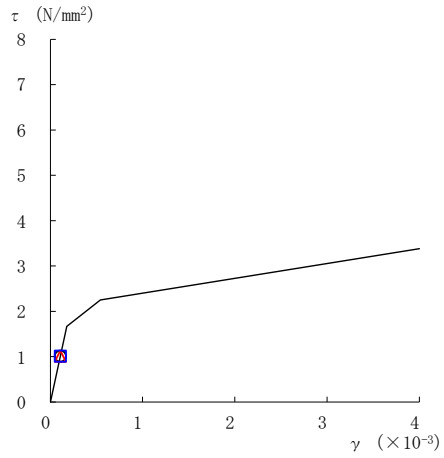
注：要素番号 5 は線形部材。

図 2-37(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

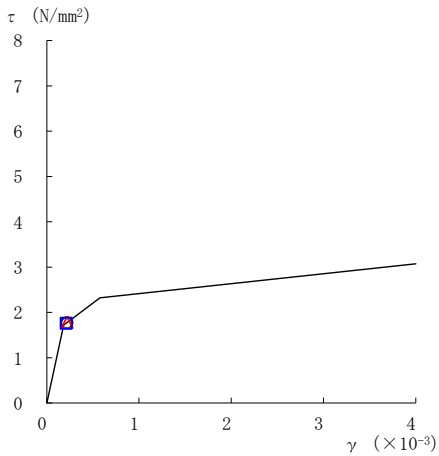
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



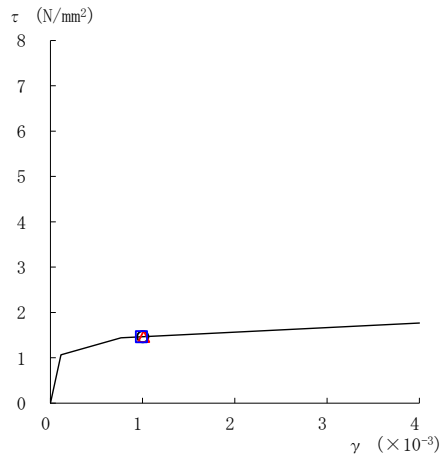
要素番号 (7)



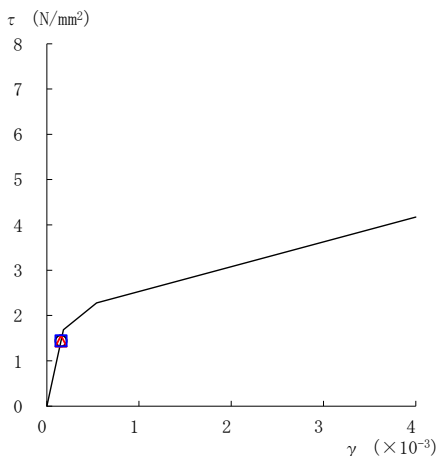
要素番号 (8)



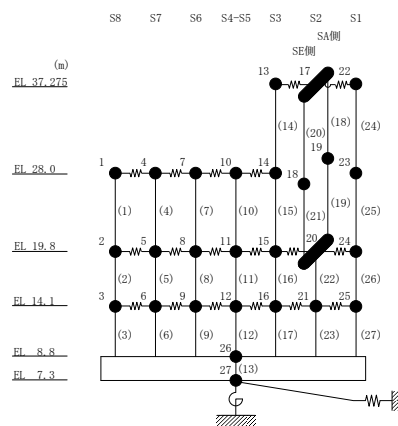
要素番号 (9)



要素番号 (12)



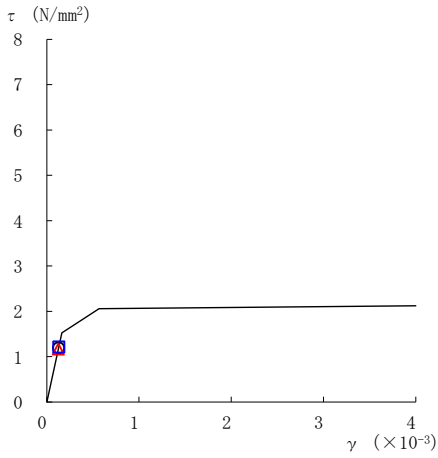
要素番号 (14)



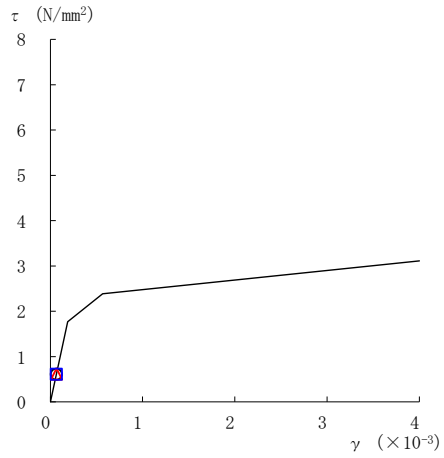
注：要素番号 10 及び 11 は線形部材。

図 2-37(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

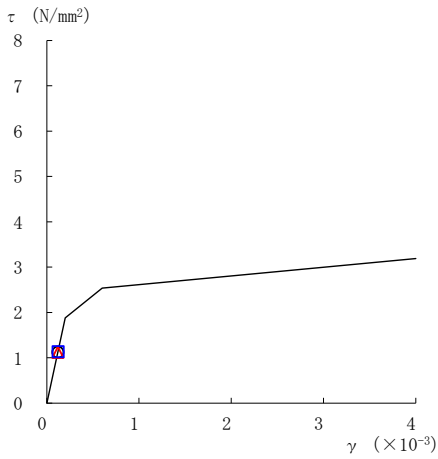
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



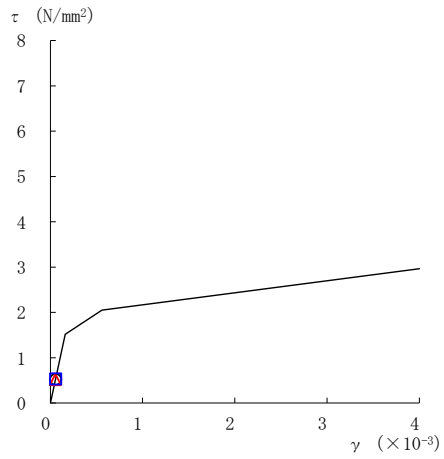
要素番号 (15)



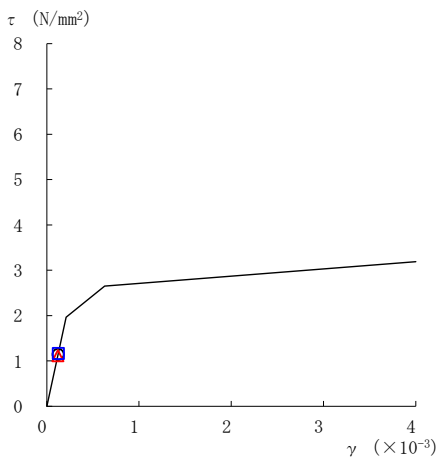
要素番号 (16)



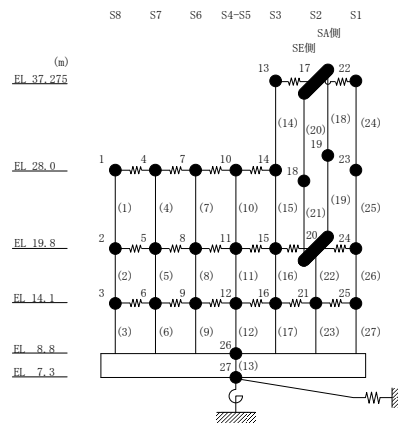
要素番号 (17)



要素番号 (22)



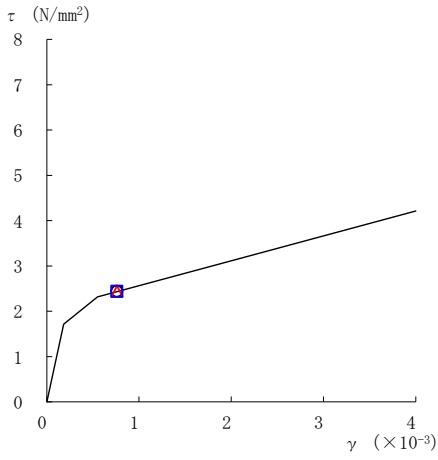
要素番号 (23)



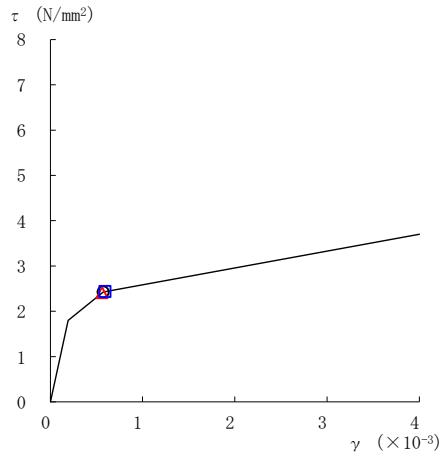
注：要素番号 18～21 は線形部材。

図 2-37(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW方向)

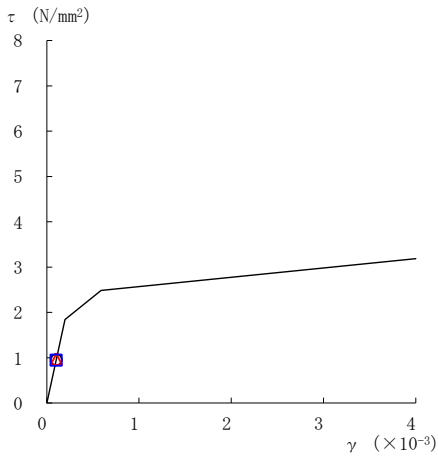
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



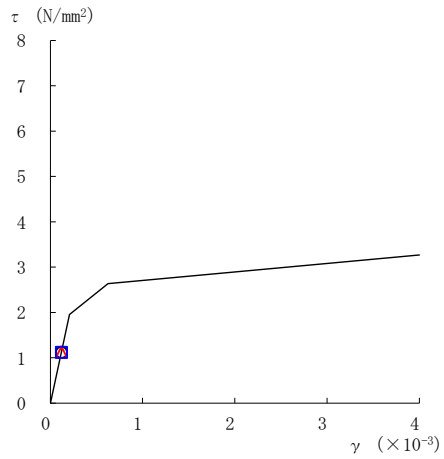
要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)



要素番号 (27)

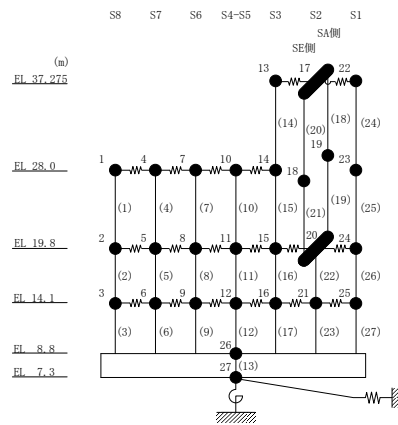
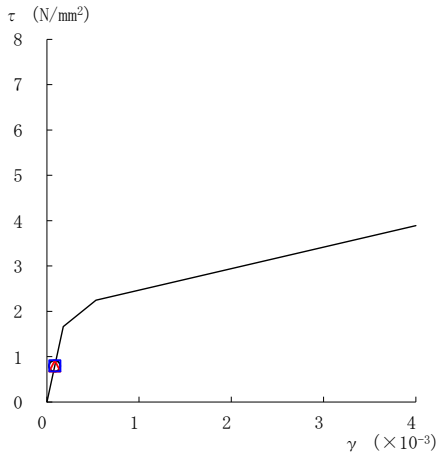
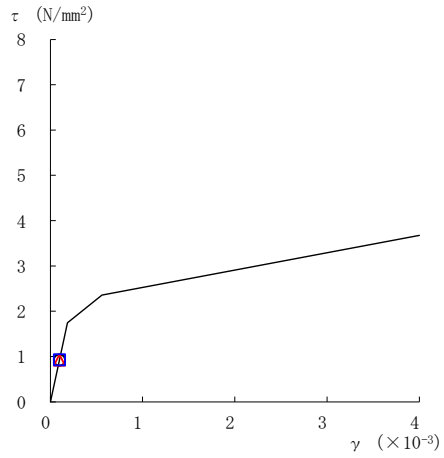


図 2-37(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, EW 方向)

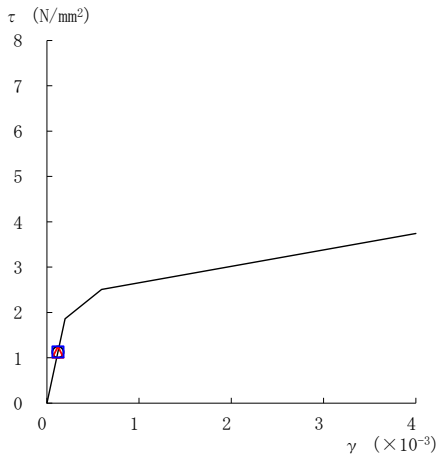
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



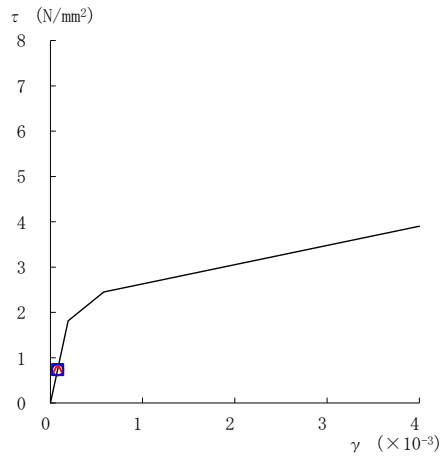
要素番号 (1)



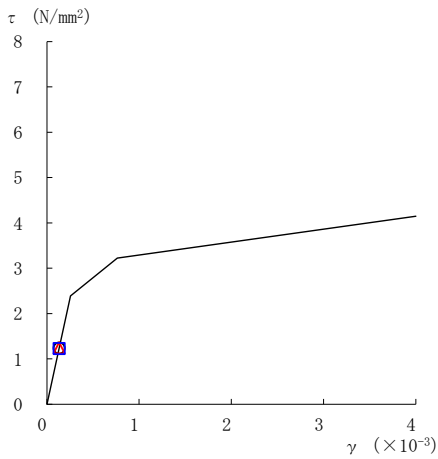
要素番号 (2)



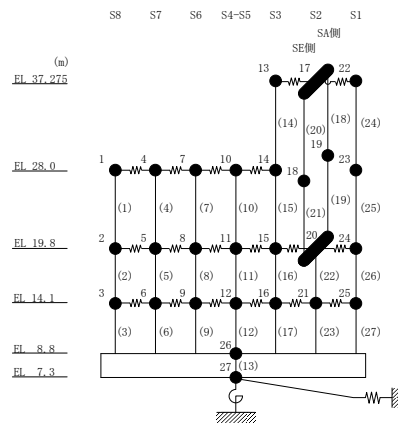
要素番号 (3)



要素番号 (4)



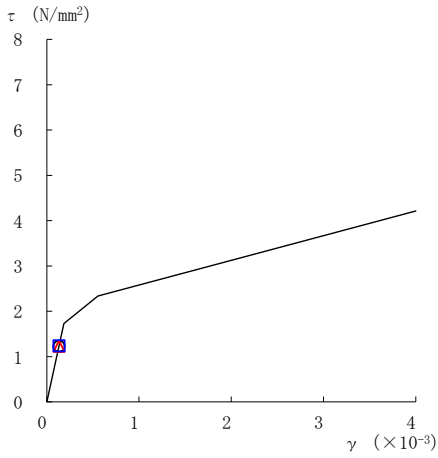
要素番号 (6)



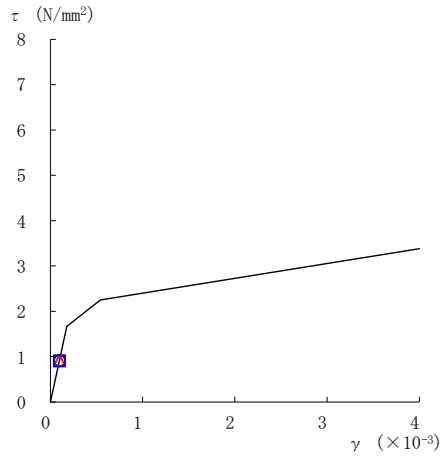
注：要素番号 5 は線形部材。

図 2-38(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

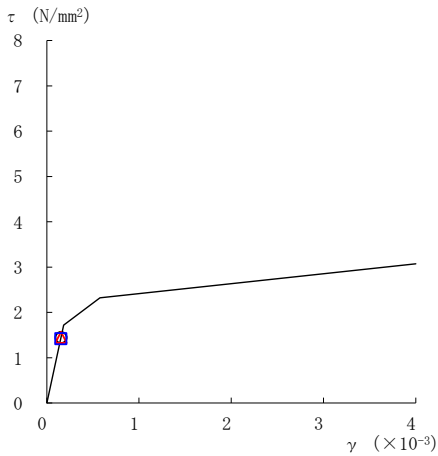
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



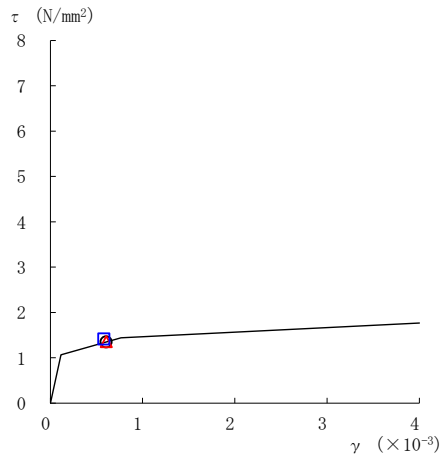
要素番号 (7)



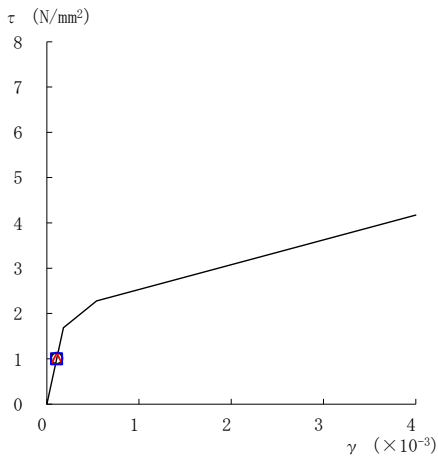
要素番号 (8)



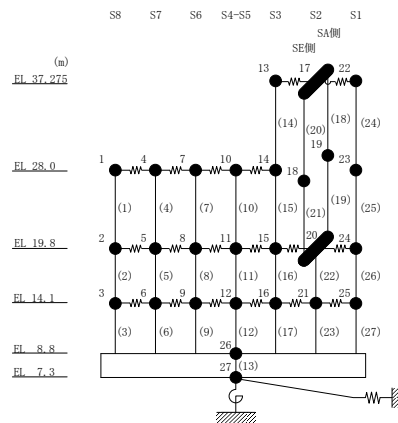
要素番号 (9)



要素番号 (12)



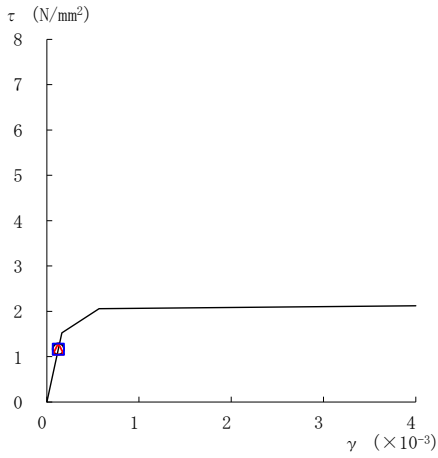
要素番号 (14)



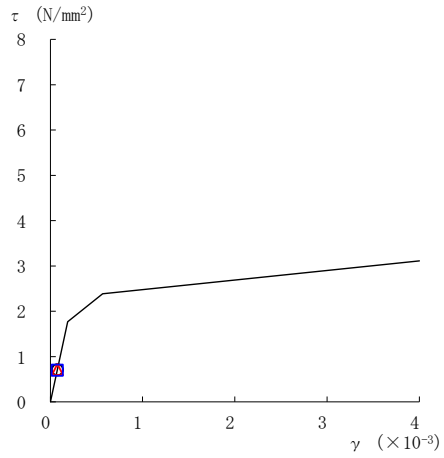
注：要素番号 10 及び 11 は線形部材。

図 2-38(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

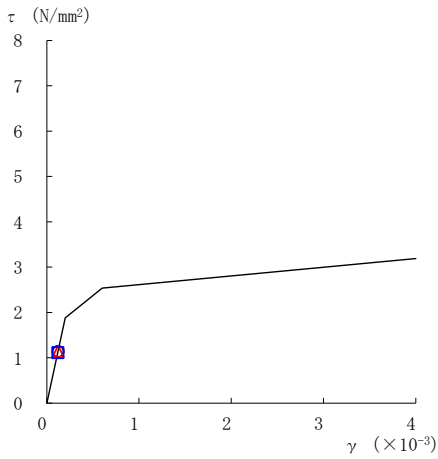
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



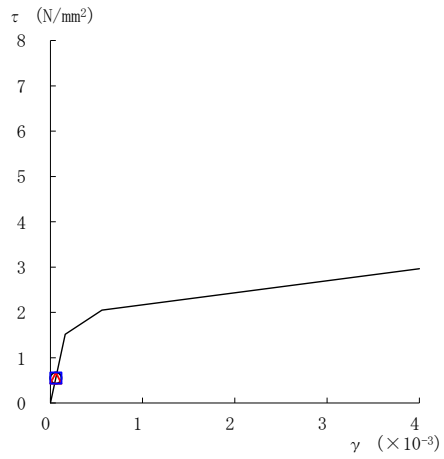
要素番号 (15)



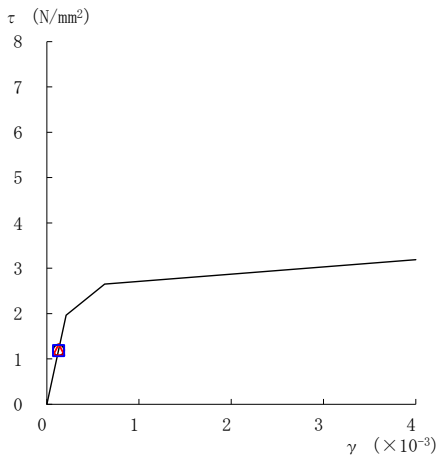
要素番号 (16)



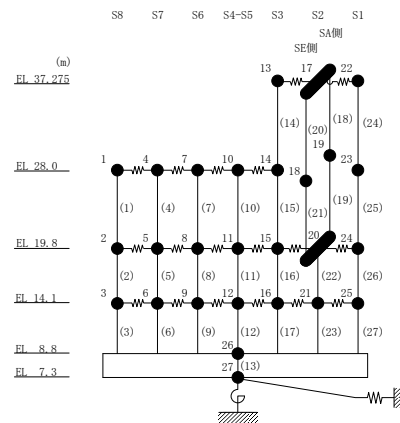
要素番号 (17)



要素番号 (22)



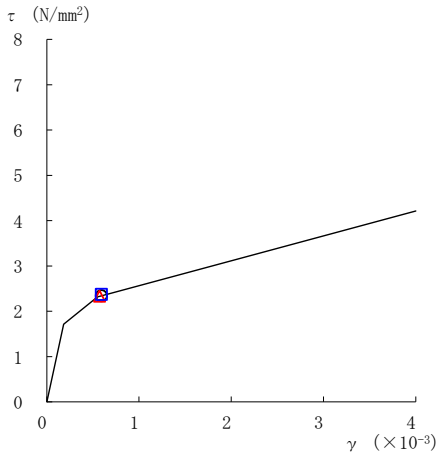
要素番号 (23)



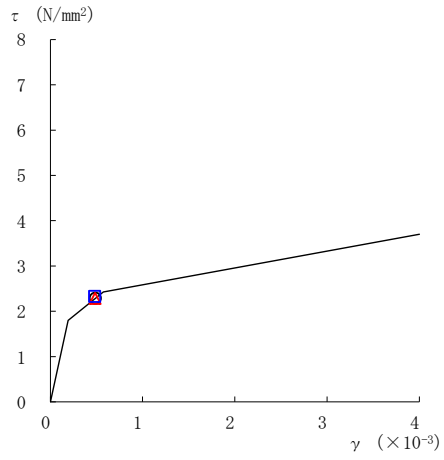
注：要素番号 18～21 は線形部材。

図 2-38(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

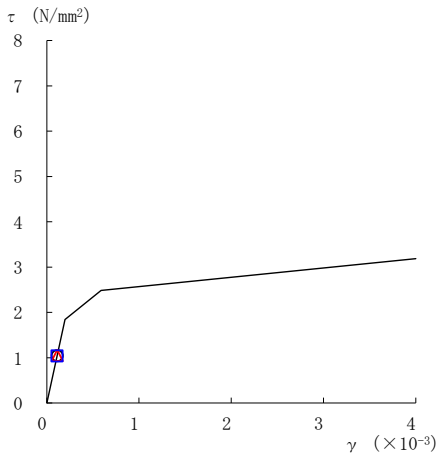
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



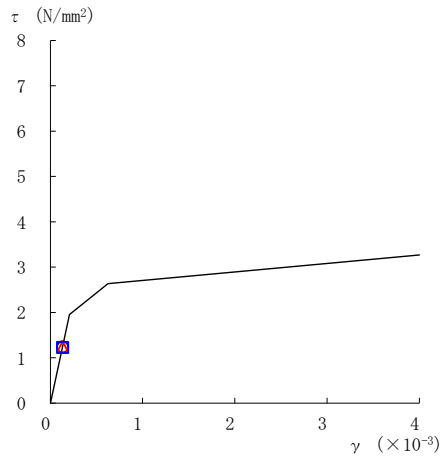
要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)



要素番号 (27)

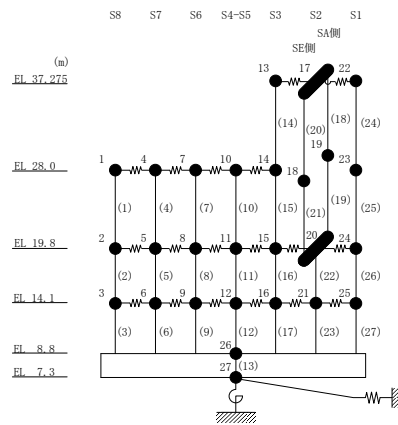
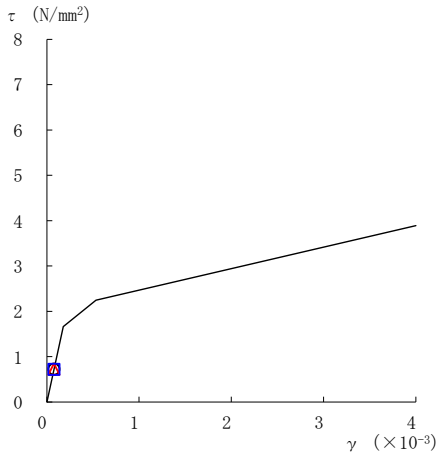
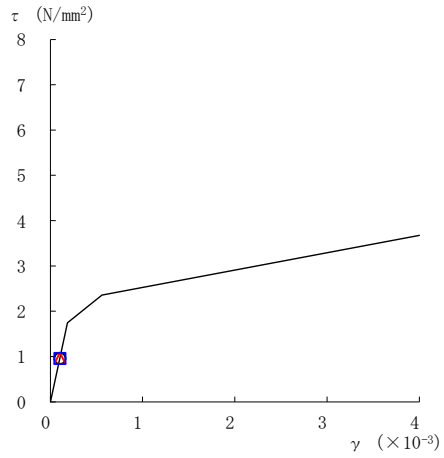


図 2-38(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

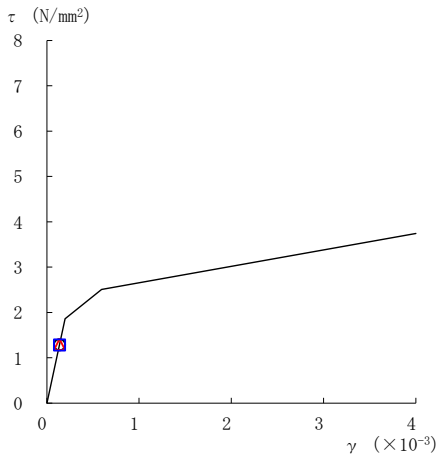
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



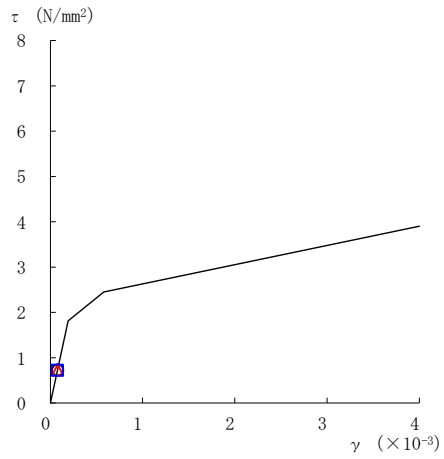
要素番号 (1)



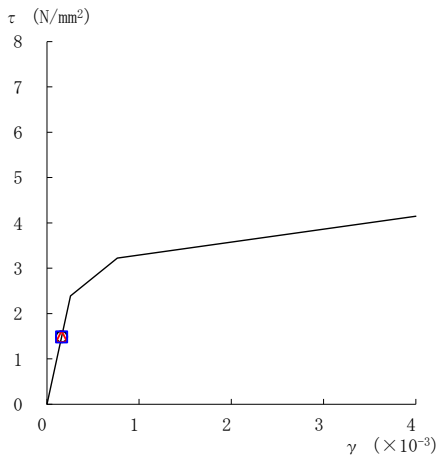
要素番号 (2)



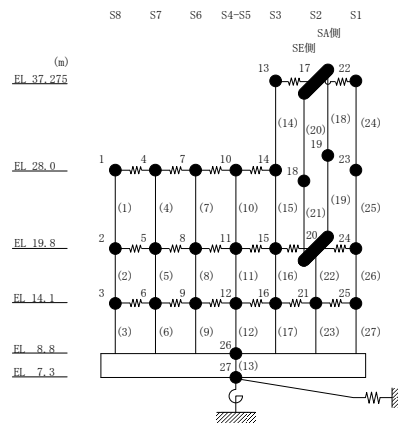
要素番号 (3)



要素番号 (4)



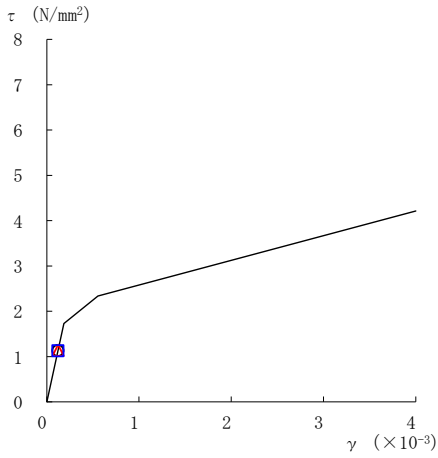
要素番号 (6)



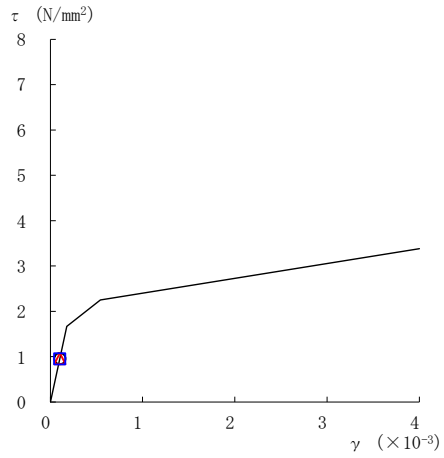
注：要素番号 5 は線形部材。

図 2-39(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

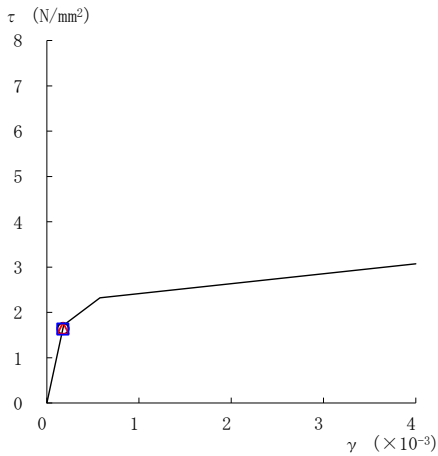
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



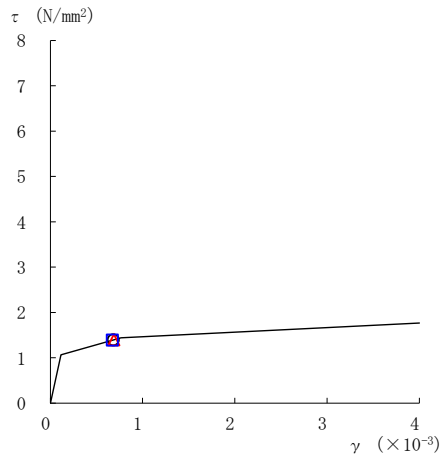
要素番号 (7)



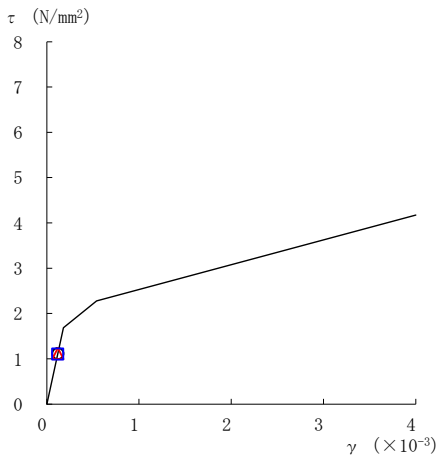
要素番号 (8)



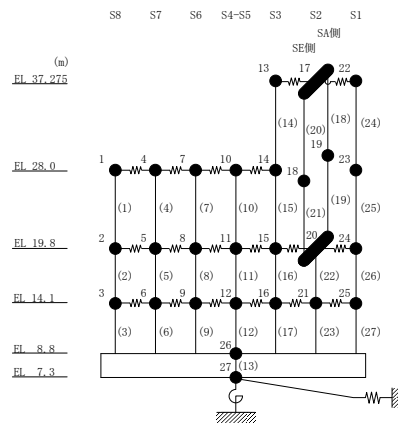
要素番号 (9)



要素番号 (12)



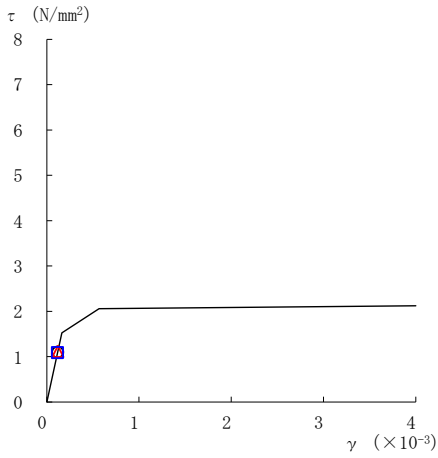
要素番号 (14)



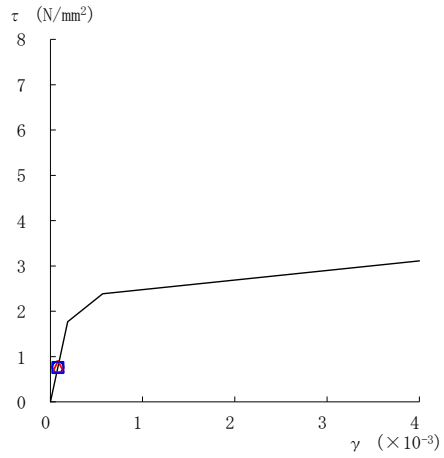
注：要素番号 10 及び 11 は線形部材。

図 2-39(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

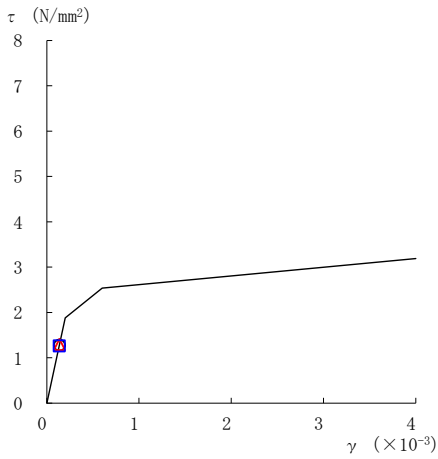
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



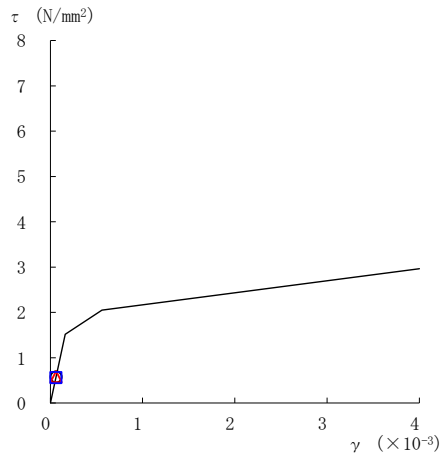
要素番号 (15)



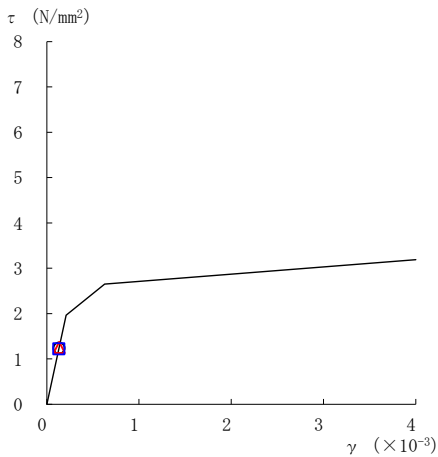
要素番号 (16)



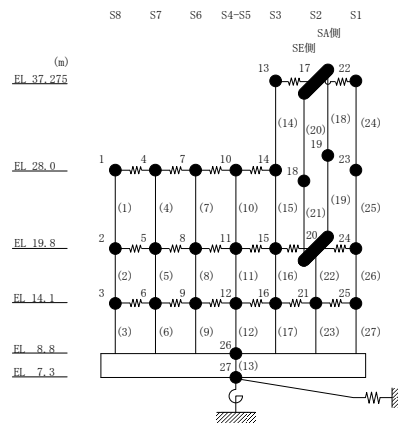
要素番号 (17)



要素番号 (22)



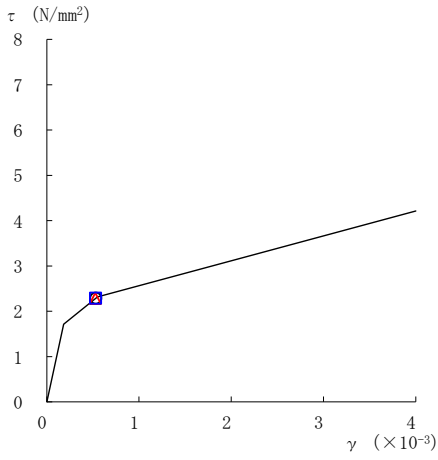
要素番号 (23)



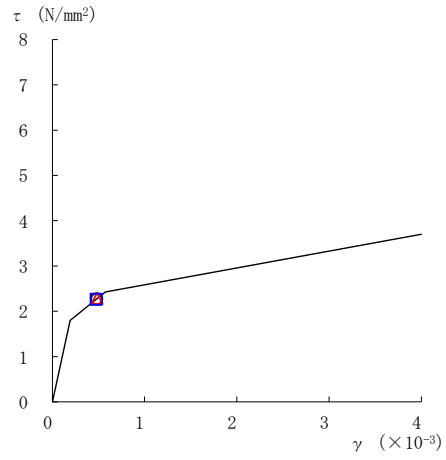
注：要素番号 18～21 は線形部材。

図 2-39(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

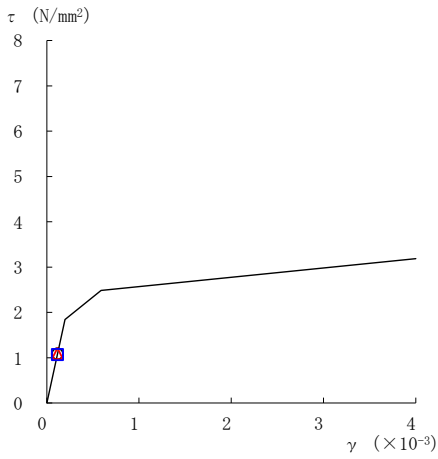
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



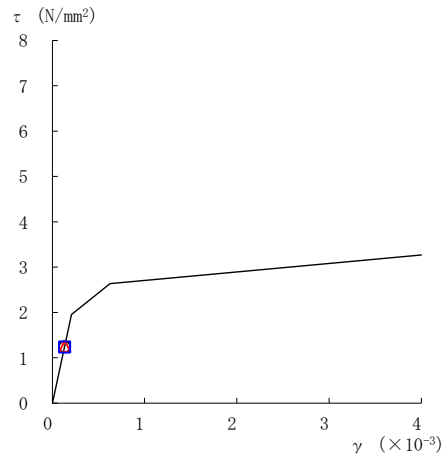
要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)



要素番号 (27)

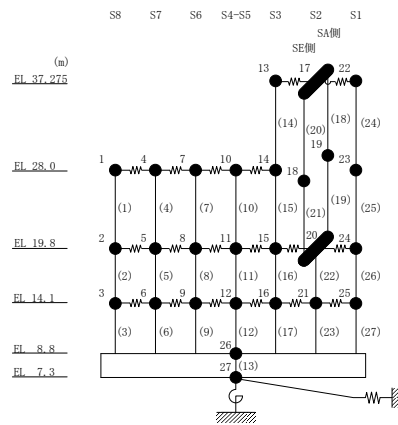
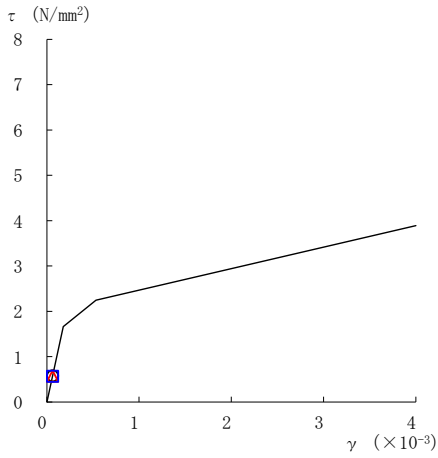
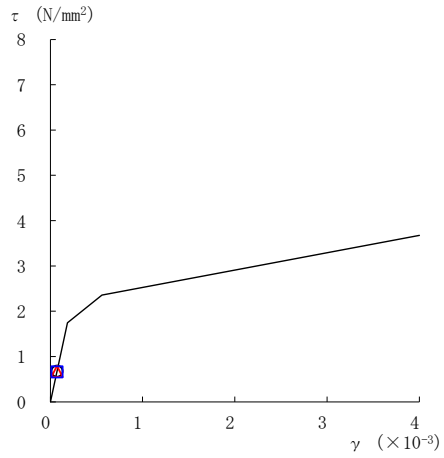


図 2-39(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - F 2, EW 方向)

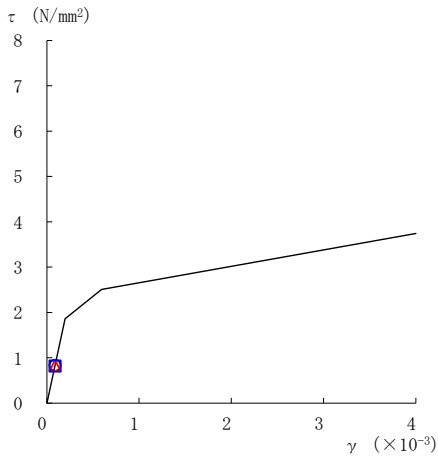
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



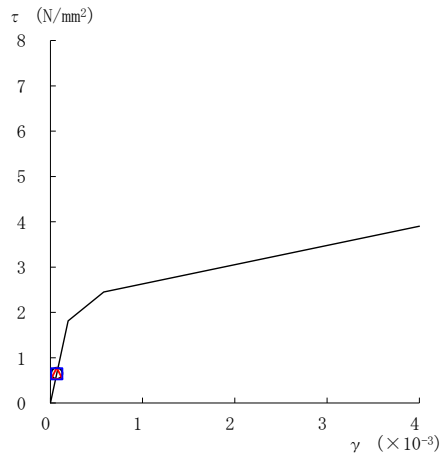
要素番号 (1)



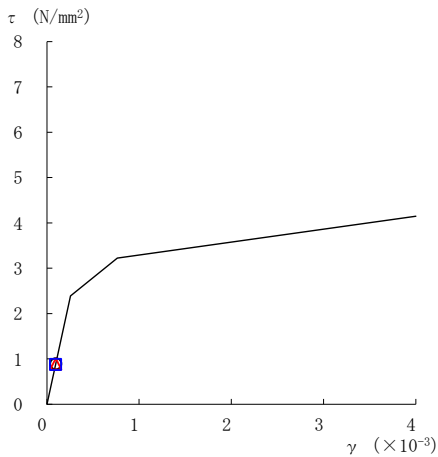
要素番号 (2)



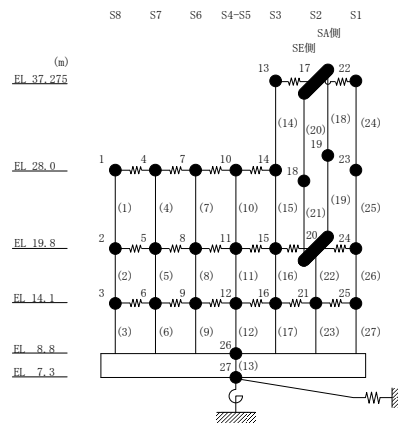
要素番号 (3)



要素番号 (4)



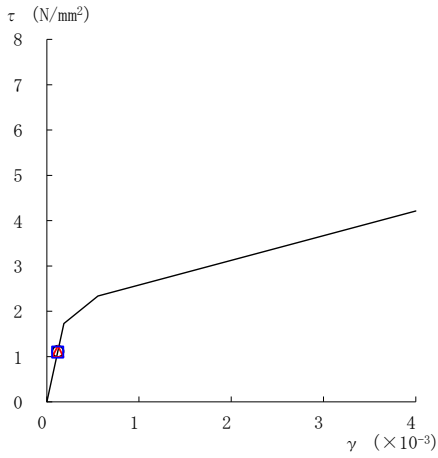
要素番号 (6)



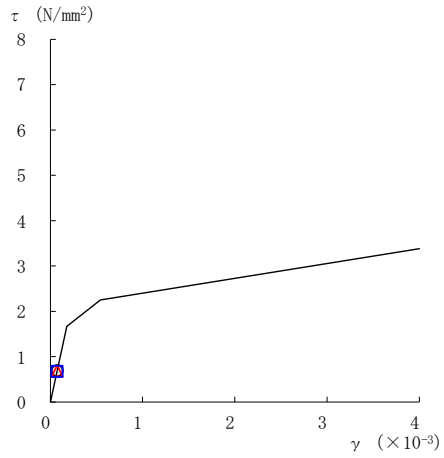
注：要素番号 5 は線形部材。

図 2-40(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

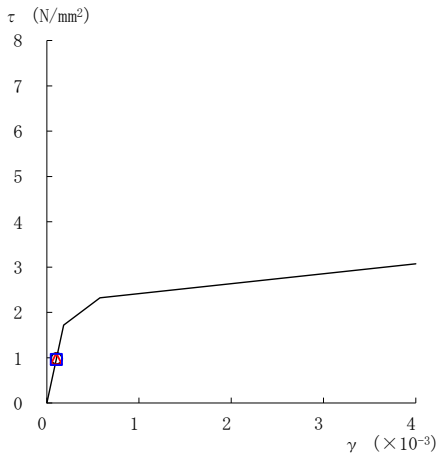
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



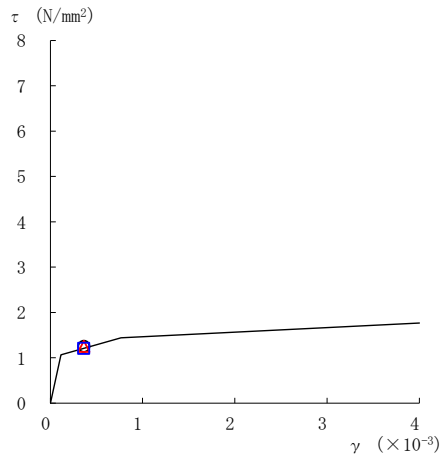
要素番号 (7)



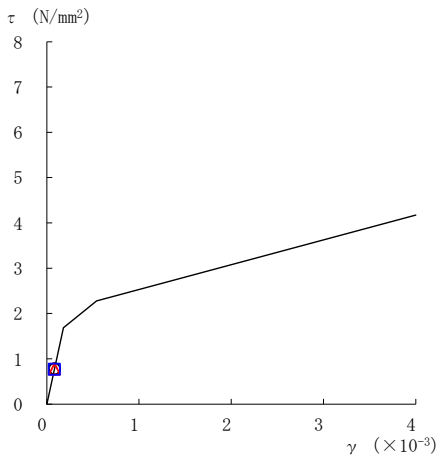
要素番号 (8)



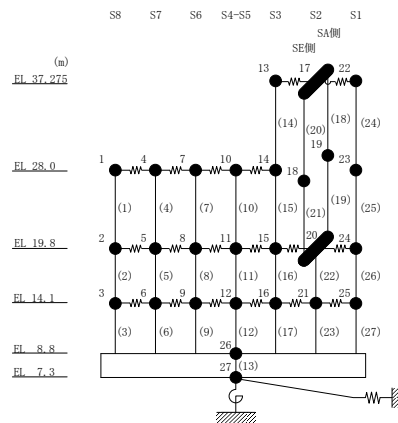
要素番号 (9)



要素番号 (12)



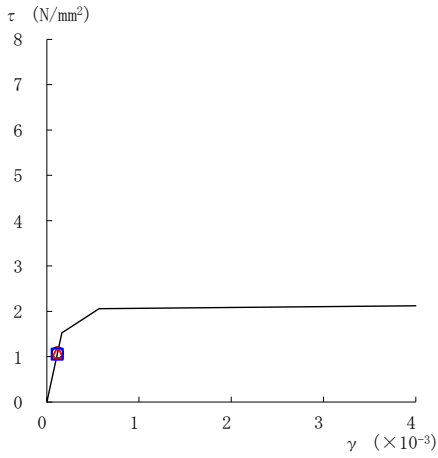
要素番号 (14)



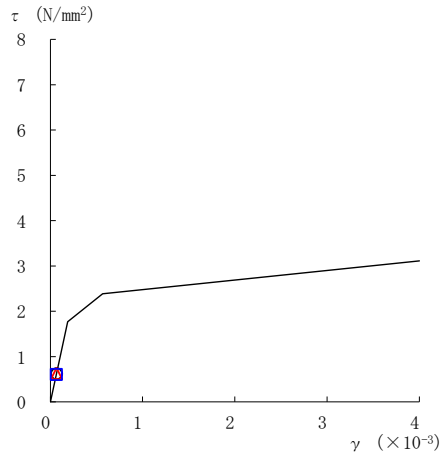
注：要素番号 10 及び 11 は線形部材。

図 2-40(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

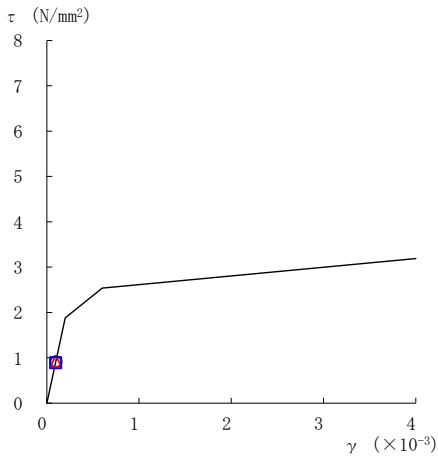
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



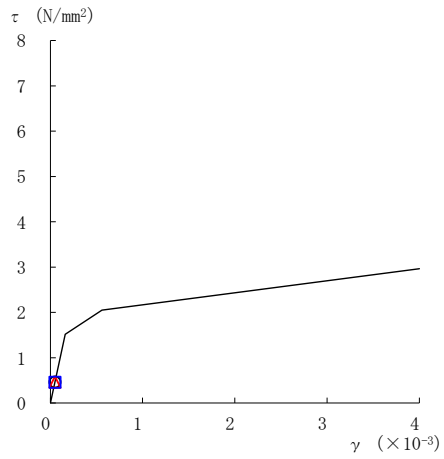
要素番号 (15)



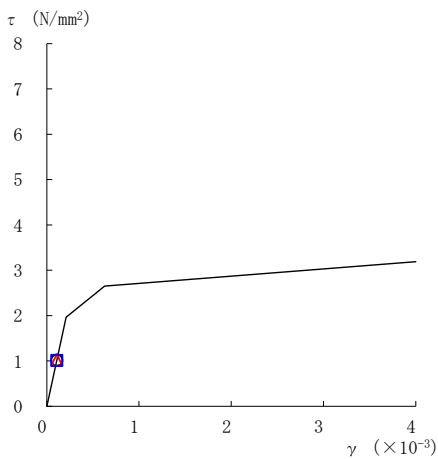
要素番号 (16)



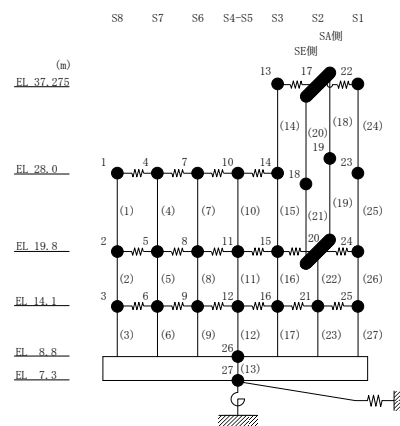
要素番号 (17)



要素番号 (22)



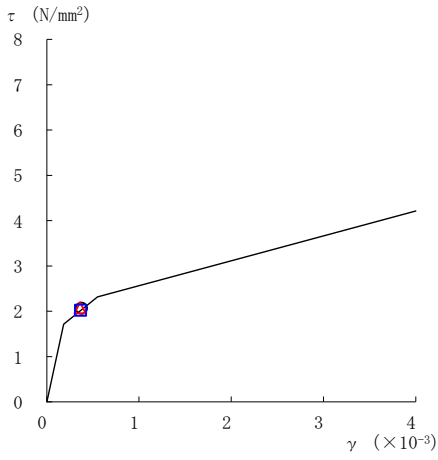
要素番号 (23)



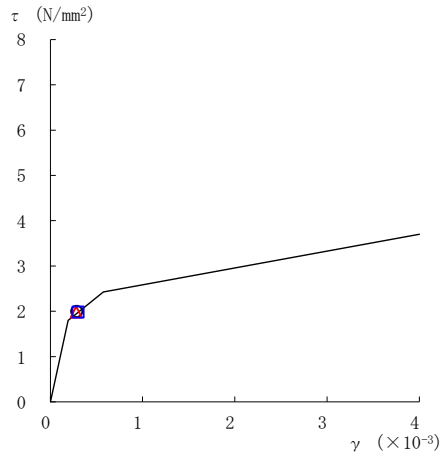
注：要素番号 18～21 は線形部材。

図 2-40(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - N 2 N S, E W 方向)

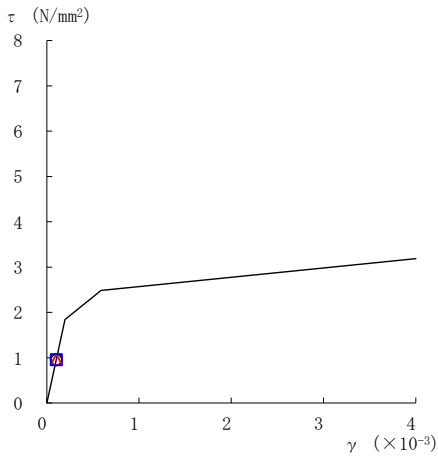
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



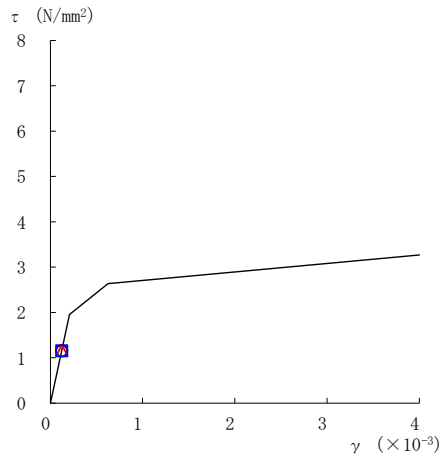
要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)



要素番号 (27)

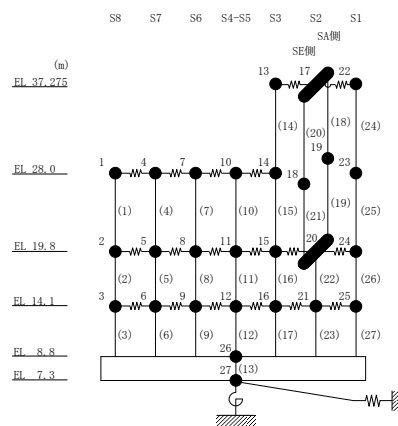


図 2-40(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s-N2NS, EW 方向)

表 2-33 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.425	4.14	88.3
S_s-F1	0.336	2.64	100
S_s-F2	0.332	2.58	100
S_s-N2NS	0.289	1.82	100

(b) EW 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.479	2.42	77.8
S_s-F1^*	0.589	2.90	64.3
S_s-F2^*	0.590	2.91	64.4
S_s-N2NS	0.452	2.26	82.6

注記* : 誘発上下動考慮の結果を示す。

表 2-34 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.425	4.16	88.0
S_s-F1	0.334	2.63	100
S_s-F2	0.333	2.61	100
S_s-N2NS	0.287	1.79	100

(b) EW 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.476	2.40	78.3
S_s-F1^*	0.586	2.89	64.4
S_s-F2^*	0.596	2.93	63.7
S_s-N2NS	0.454	2.28	82.1

注記* : 誘発上下動考慮の結果を示す。

表 2-35 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.424	4.11	88.7
S_s-F1	0.337	2.64	100
S_s-F2	0.330	2.53	100
S_s-N2NS	0.290	1.83	100

(b) EW 方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率 (%)
S_s-D	0.482	2.44	77.3
S_s-F1^*	0.591	2.91	64.3
S_s-F2^*	0.582	2.88	65.4
S_s-N2NS	0.450	2.25	83.0

注記* : 誘発上下動考慮による結果を示す。

別紙 5 地震応答解析モデルの選定プロセス

目 次

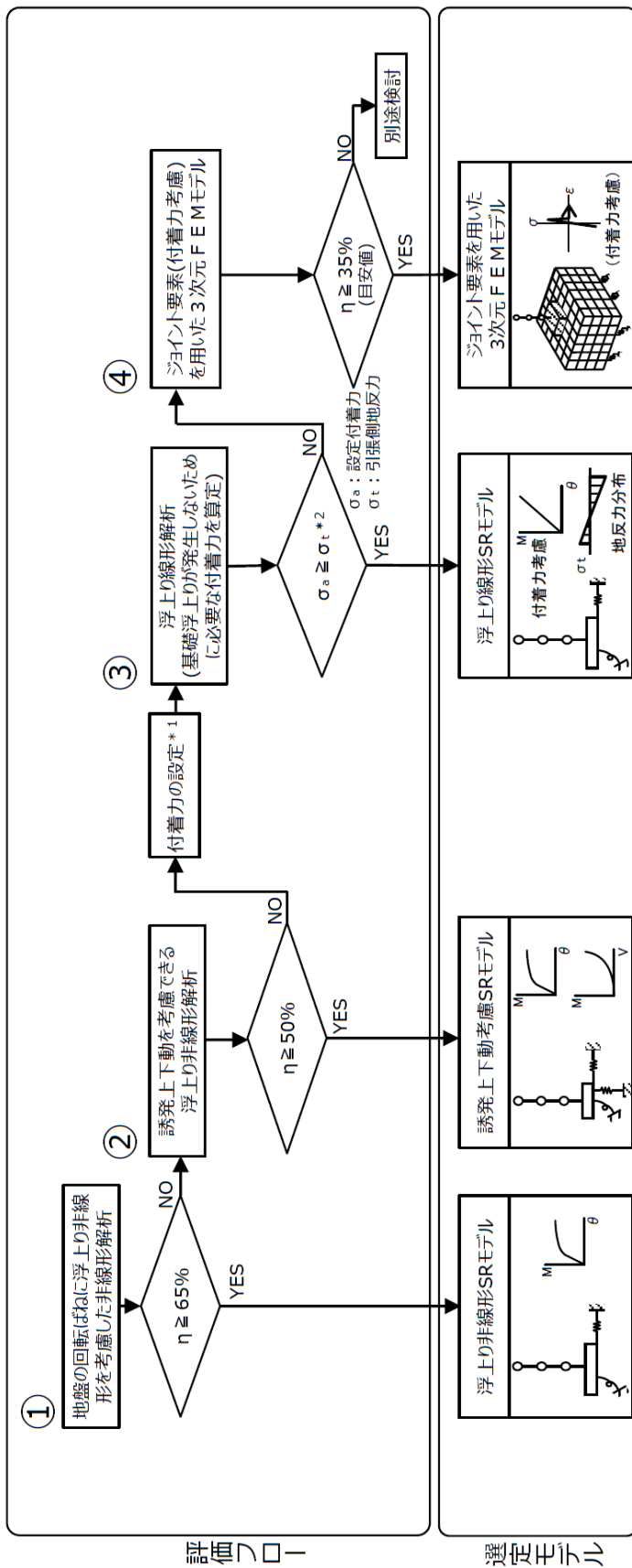
1. 概要	別紙 5-1
2. 地震応答解析モデルの選定プロセス	別紙 5-2
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定	別紙 5-4

1. 概要

サイトバンカ建物の地震応答解析は、基準地震動 S_s に対して、浮上り非線形 $S R$ モデルもしくは誘発上下動考慮 $S R$ モデルにより評価を行っている。本資料では、これらの地震応答解析モデルを選定したプロセスについて説明する。

2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

島根 2 号機の建物・構築物（波及的影響に係る施設を含む）の地震応答解析モデルは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 S_s に対して接地率を算定することを基本とし、「補足-023-10 建物の地震応答解析モデル（地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力）」に示す島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローに基づき選定している。島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローを図 2-1 に示す。



注記 * 1 : 設定付着力 $\sigma_s = 0.40N/mm^2$
 * 2 : 組合せ係数法により鉛直方向地震力を組み合わせた場合も考慮する。

図 2-1 島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フロー

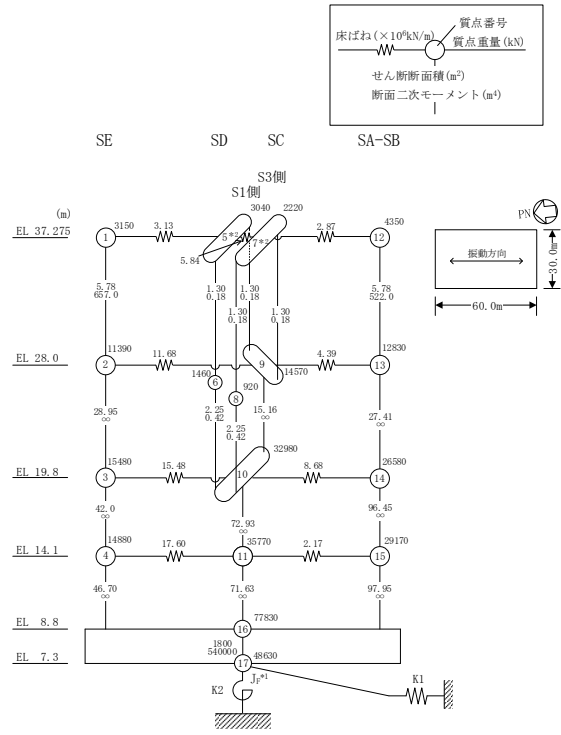
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定

サイトバンカ建物の基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルについて、図 2-1 の評価フローに基づき検討した結果を表 2-1 に、検討に用いた地震応答解析モデルを図 2-2 に示す。①のモデルによる解析の結果、接地率が 65%未滿となる $S_s - F1$ (EW方向) 及び $S_s - F2$ (EW方向) に対して、②誘発上下動考慮SRモデルを採用する。②による検討結果は別紙 4-2 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

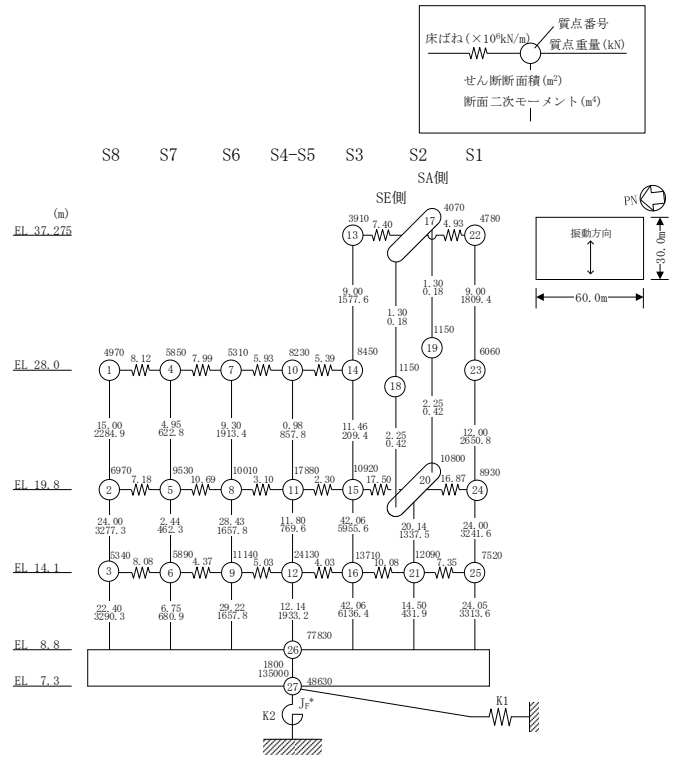
表 2-1 ①浮上り非線形SRモデルでの基準地震動 S_s に対する検討結果

検討ケース	方向	接地率 (%)					
		$S_s - D$	$S_s - F1$	$S_s - F2$	$S_s - N1$	$S_s - N2NS$	$S_s - N2EW$
ケース 1 (工認モデル)	NS	88.3	100	100	100	100	100
	EW	77.8	63.3	63.5	79.5	82.6	88.7
ケース 2 (地盤物性 + σ)	NS	88.0	100	100	—	100	—
	EW	78.3	63.4	62.7	—	82.1	—
ケース 3 (地盤物性 - σ)	NS	88.7	100	100	—	100	—
	EW	77.3	63.3	64.5	—	83.0	—

注：ハッチングは接地率が 65%を下回るケースを示す。



(a) NS方向



(b) EW方向

図2-2 ①の検討に用いた浮上り非線形SRモデル

別紙 6 床ばねの諸元及び非線形性を考慮した解析

目 次

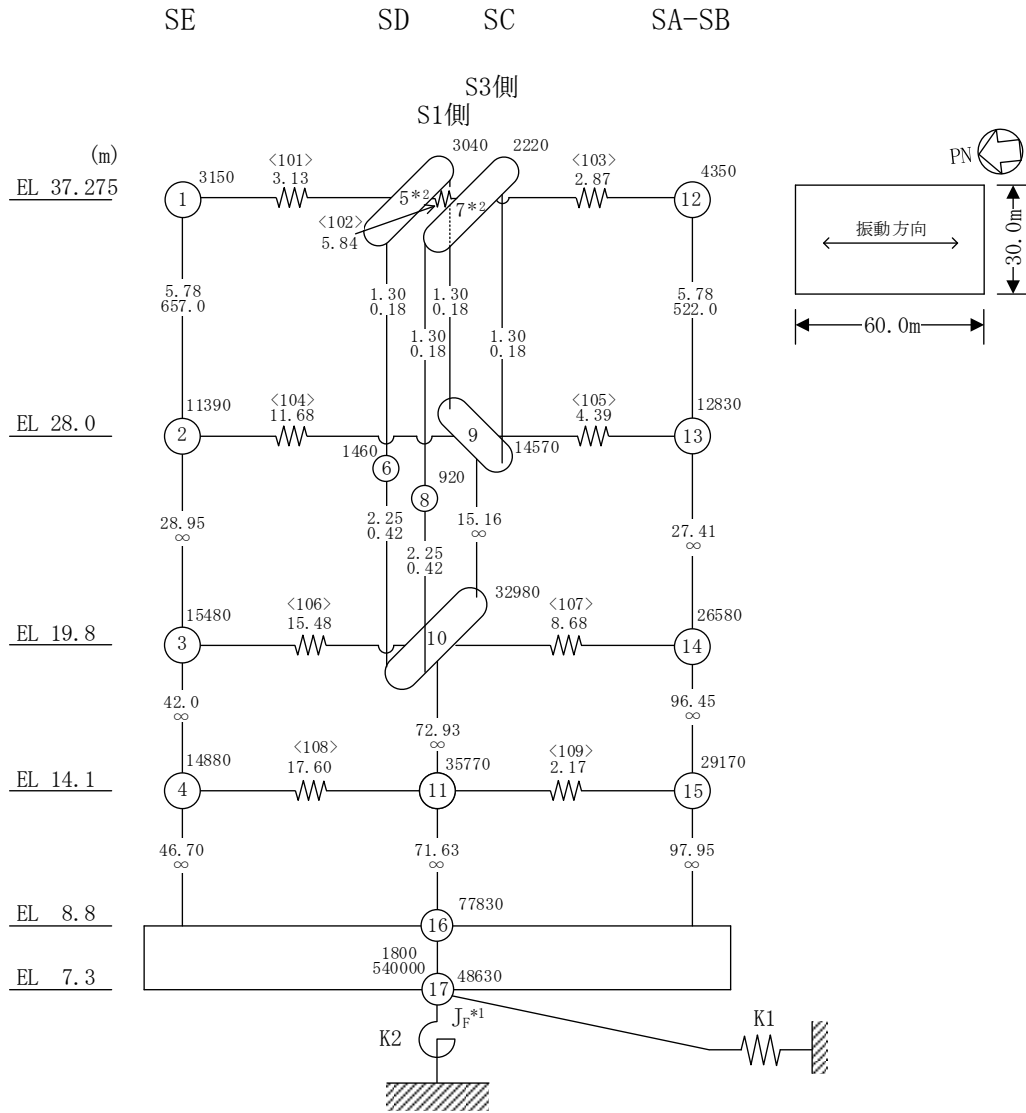
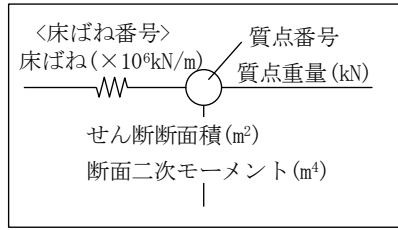
1. 概要	別紙 6-1
1.1 床ばねの諸元について	別紙 6-1
1.2 床ばねの応答解析	別紙 6-5
2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討	別紙 6-8
2.1 概要	別紙 6-8
2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル	別紙 6-8
2.3 非線形特性の設定	別紙 6-8
2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果	別紙 6-10

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物の地震応答解析モデルの床ばねを線形でモデル化していることから、床ばねの諸元を確認し、その適用性について確認する。

1.1 床ばねの諸元について

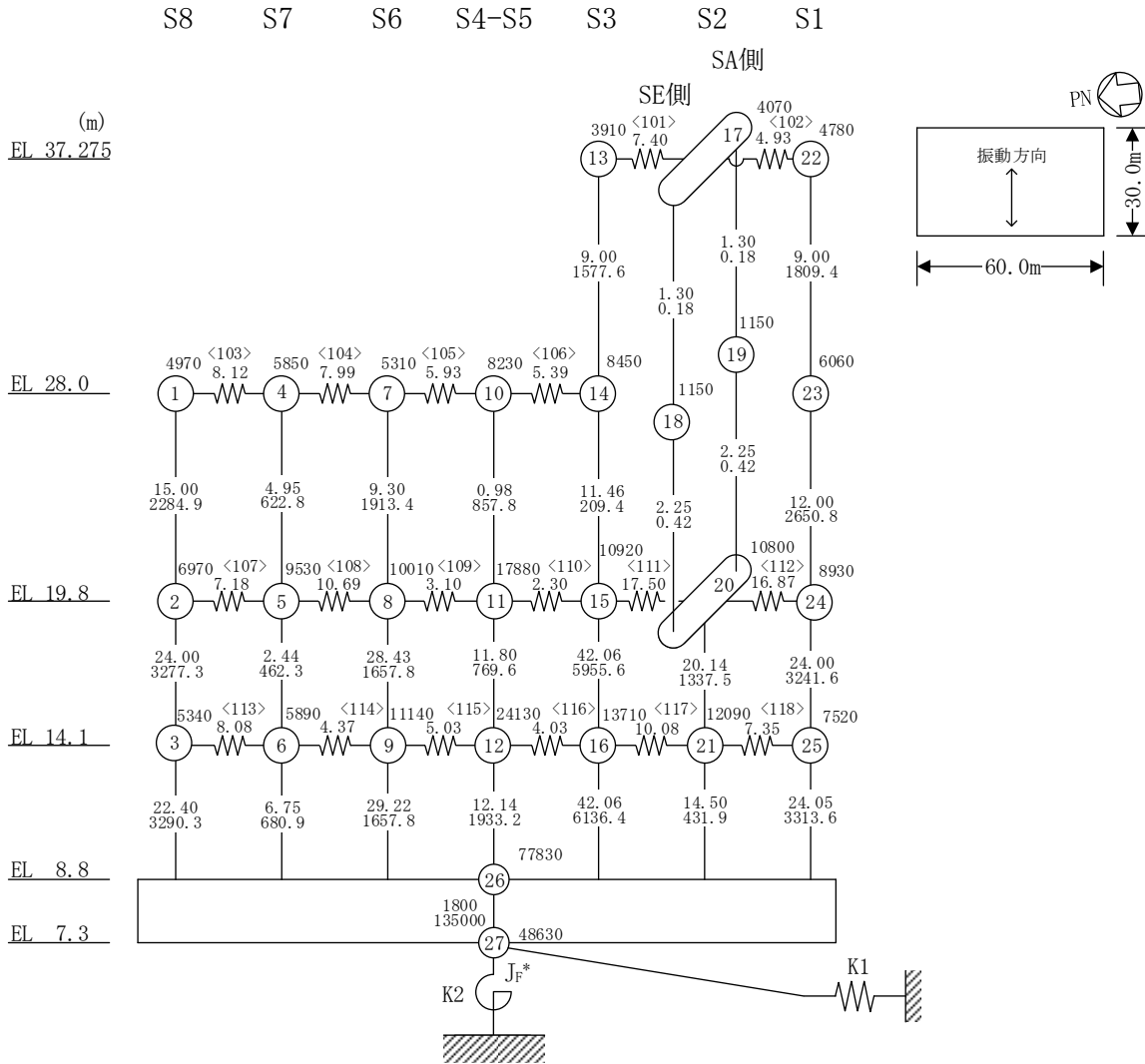
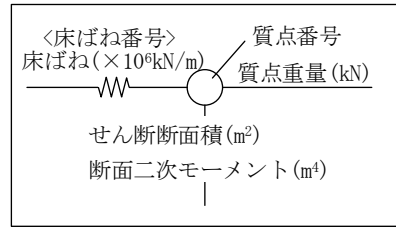
サイトバンカ建物の地震応答解析モデルを図 1-1 に示す。床ばねのせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は線形でモデル化しており、表 1-1 のとおり設定している。



注記*1 : 回転慣性重量 ($97.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2 : せん断断面積 (0.83m^2), 断面二次モーメント (0.35m^4)

図 1-1 (1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($25.29 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 1-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

表 1-1 床ばねのばね定数

(a) N S 方向

EL (m)	床ばね 部材番号	床ばね ($\times 10^6$ kN/m)
37.275	101	3.13
	102	5.84
	103	2.87
28.0	104	11.68
	105	4.39
19.8	106	15.48
	107	8.68
14.1	108	17.60
	109	2.17

(b) E W 方向

EL (m)	床ばね 部材番号	床ばね ($\times 10^6$ kN/m)
37.275	101	7.40
	102	4.93
28.0	103	8.12
	104	7.99
	105	5.93
	106	5.39
19.8	107	7.18
	108	10.69
	109	3.10
	110	2.30
	111	17.50
	112	16.87
14.1	113	8.08
	114	4.37
	115	5.03
	116	4.03
	117	10.08
	118	7.35

1.2 床ばねの応答解析

基準地震動 $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の基本ケースにおける床ばねの最大応答せん断ひずみを算出し、表 1-2 に示す。また、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「JEAG 4601-1991 追補版」という。）に基づきせん断スケルトン曲線の第 1 折点を算出し、基準地震動 $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の基本ケースにおける最大応答せん断ひずみと比較を行った結果を表 1-3 に示す。

表 1-3 より、NS 方向における EL 37.275m の一部の床ばね、EW 方向における EL 14.1m~EL 37.275m の一部の床ばねにおいて、 γ_1 (0.162×10^{-3}) を上回るせん断ひずみが生じていることを確認した。

表 1-2 床ばねの最大応答せん断ひずみ

(1) NS方向

EL (m)	床ばね 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
37.275	101	0.272	0.290	0.238	0.127	0.240	0.226	0.290
	102	0.056	0.068	0.053	0.021	0.046	0.060	0.068
	103	0.166	0.166	0.180	0.106	0.162	0.170	0.180
28.0	104	0.050	0.050	0.040	0.019	0.034	0.035	0.050
	105	0.067	0.045	0.053	0.024	0.040	0.046	0.067
19.8	106	0.021	0.021	0.019	0.010	0.014	0.017	0.021
	107	0.032	0.018	0.024	0.011	0.018	0.019	0.032
14.1	108	0.009	0.009	0.007	0.004	0.006	0.008	0.009
	109	0.020	0.012	0.016	0.008	0.013	0.013	0.020

注：ハッチングは最大値を示す。

(2) EW方向

EL (m)	床ばね 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2 NS	Ss-N2 EW	
37.275	101	0.188	0.113	0.075	0.063	0.090	0.097	0.188
	102	0.240	0.246	0.206	0.148	0.236	0.233	0.246
28.0	103	0.105	0.096	0.100	0.069	0.073	0.084	0.105
	104	0.086	0.074	0.071	0.041	0.065	0.065	0.086
	105	0.215	0.201	0.195	0.110	0.171	0.171	0.215
	106	0.328	0.212	0.202	0.087	0.167	0.154	0.328
19.8	107	0.101	0.083	0.097	0.066	0.064	0.078	0.101
	108	0.045	0.043	0.039	0.030	0.028	0.032	0.045
	109	0.341	0.191	0.183	0.118	0.124	0.153	0.341
	110	0.466	0.293	0.253	0.148	0.188	0.221	0.466
	111	0.080	0.076	0.065	0.041	0.070	0.072	0.080
14.1	112	0.083	0.064	0.063	0.027	0.048	0.053	0.083
	113	0.016	0.012	0.015	0.010	0.010	0.011	0.016
	114	0.056	0.030	0.032	0.014	0.017	0.021	0.056
	115	0.363	0.208	0.230	0.122	0.122	0.159	0.363
	116	0.436	0.256	0.268	0.136	0.153	0.196	0.436
	117	0.050	0.039	0.042	0.023	0.043	0.038	0.050
	118	0.029	0.023	0.026	0.009	0.021	0.021	0.029

注：ハッチングは最大値を示す。

表 1-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) との比較

(1) NS方向

EL (m)	床ばね番号	コンクリート設計基準強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	せん断断面積 A_s (m ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	Ss-D~ Ss-N2EW 基本ケースの 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
37.275	101	23.5	9.38	3.730	1.52	0.162	0.290
	102			3.730			0.068
	103			3.730			0.180
28.0	104			13.699			0.050
	105			8.410			0.067
19.8	106			18.152			0.021
	107			16.667			0.032
14.1	108			22.139			0.009
	109			3.819			0.020

注：ハッチングは γ_1 を上回る値を示す。

(2) EW方向

EL (m)	床ばね番号	コンクリート設計基準強度 F_c (N/mm ²)	せん断弾性係数 G ($\times 10^3$ N/mm ²)	せん断断面積 A_s (m ²)	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	Ss-D~ Ss-N2EW 基本ケースの 最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
37.275	101	23.5	9.38	5.880	1.52	0.162	0.188
	102			5.880			0.246
28.0	103			7.785			0.105
	104			8.100			0.086
	105			6.950			0.215
	106			6.719			0.328
19.8	107			6.891			0.101
	108			10.262			0.045
	109			3.630			0.341
	110			2.641			0.466
	111	11.660	0.080				
	112	19.784	0.083				
14.1	113	7.490	0.016				
	114	4.423	0.056				
	115	5.900	0.363				
	116	4.628	0.436				
	117	6.660	0.050				
	118	8.379	0.029				

注：ハッチングは γ_1 を上回る値を示す。

2. 床ばねを非線形ばねとした場合の検討

2.1 概要

今回工認モデルにおける床ばねの設定の妥当性を確認する目的で、非線形性を考慮した床ばねを用いた地震応答解析を行い、その応答結果を確認する。

2.2 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル

表 1-3 より、NS 方向及びEW 方向の一部の床ばねにおいて第 1 折点を超える最大応答せん断ひずみが生じていることを確認した。

VI-2-11-2-1-4「サイトバンカ建物の耐震性についての計算書」から、波及的影響評価においては、基準地震動 $S_s - D$ 、ケース 2 のEW 方向が耐震壁の最大応答せん断ひずみによる評価で最も厳しくなることから、非線形ばねを用いた地震応答解析での検討ケースは、基準地震動 $S_s - D$ 、ケース 2 のEW 方向モデルに対して実施する。このとき、すべての床ばねを非線形ばねとする。

2.3 非線形特性の設定

鉄筋コンクリート造スラブの非線形特性は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」の鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断スケルトンの評価式を基に設定し、評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, EW方向)

EL (m)	床ばね 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
37.275	101	1.52	0.162	2.05	0.486	2.89	4.00
	102						
28.0	103					2.89	
	104						
	105						
19.8	106					2.74	
	107						
	108						
	109						
	110						
14.1	111					2.82	
	112						
	113						
	114						
	115						
	116						
	117						
	118						

2.4 床ばねを非線形ばねとした場合の解析結果

今回工認モデル及び床ばねに非線形性を考慮した地震応答解析モデル（以下「床ばね非線形モデル」という。）の応答値の比較結果を示す。最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント，耐震壁の最大応答せん断ひずみ及び床ばねの最大応答せん断ひずみを図 2-1～図 2-4 及び表 2-2～表 2-7 に示す。

各応答成分の比較から，全体的に今回工認モデル及び床ばね非線形モデルが概ね同等であること確認した。また，床ばねの最大応答せん断ひずみは， 0.68×10^{-3} （床ばね番号 102）（ 4.0×10^{-3} 以下）であり，耐震性に問題がないことを確認した。

サイトバンカ建物の波及的影響評価の観点では，表 2-6 より，耐震壁のせん断ひずみは床ばね非線形モデルで 1.32×10^{-3} （要素番号 12）（ 4.0×10^{-3} 以下）であり，耐震性に問題がないことを確認した。

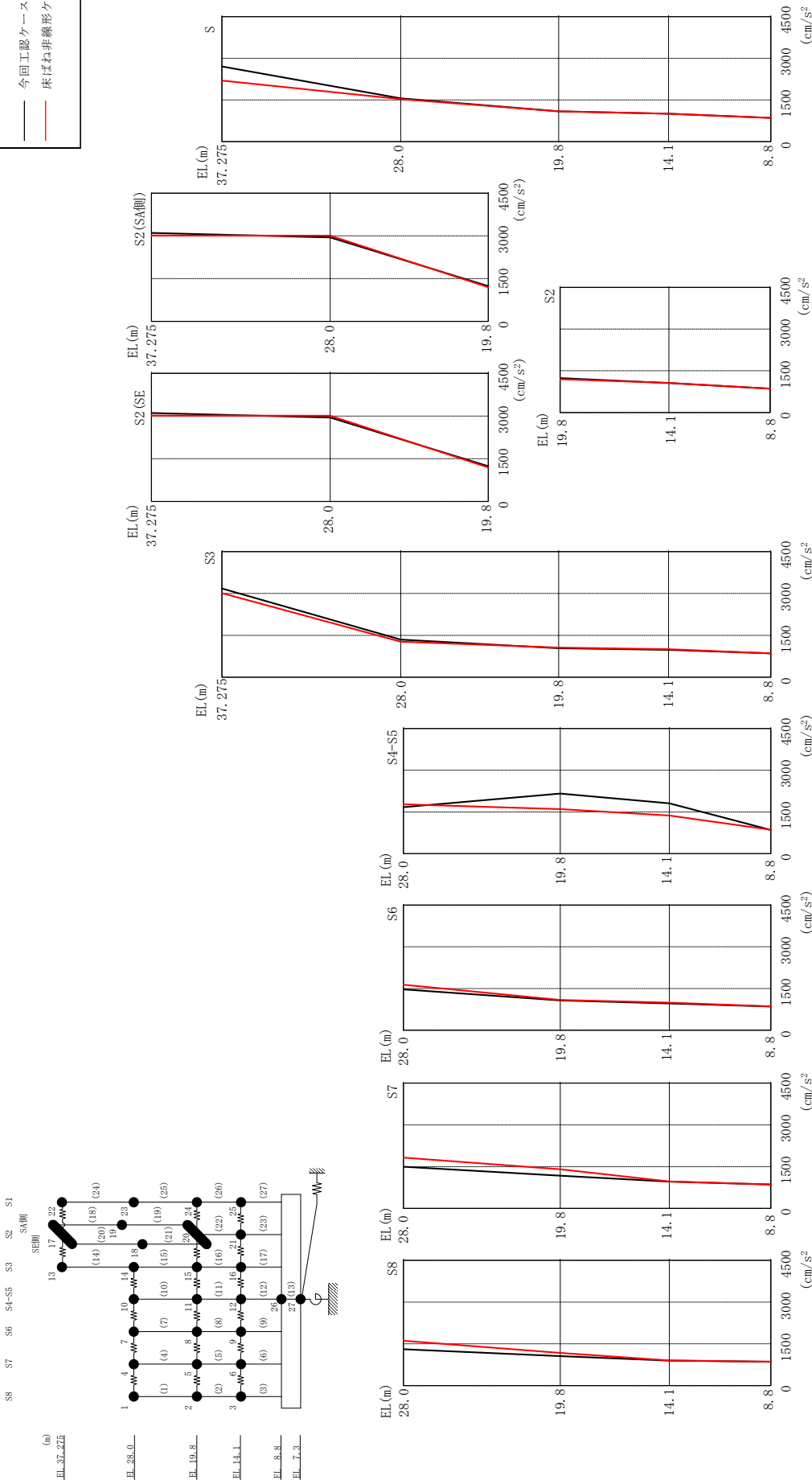
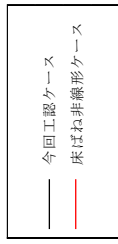
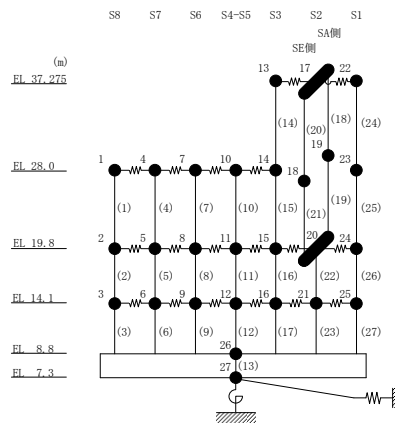


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, E W 方向, ケース 2)

表 2-2 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - D, E W 方向, ケース 2）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
S8	28.0	1	1305	1610
	19.8	2	1062	1177
	14.1	3	900	905
S7	28.0	4	1496	1826
	19.8	5	1175	1404
	14.1	6	963	968
S6	28.0	7	1469	1638
	19.8	8	1071	1087
	14.1	9	964	994
S4-S5	28.0	10	1672	1775
	19.8	11	2158	1601
	14.1	12	1808	1373
	8.8	26	856	857
S3	37.275	13	3179	3013
	28.0	14	1348	1271
	19.8	15	1041	1062
	14.1	16	983	1005
S2	37.275	17	3106	3014
S2 (SE側)	28.0	18	2949	3011
S2 (SA側)	28.0	19	2949	3011
S2	19.8	20	1236	1195
	14.1	21	1060	1067
S1	37.275	22	2706	2199
	28.0	23	1561	1533
	19.8	24	1090	1094
	14.1	25	1006	1007

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



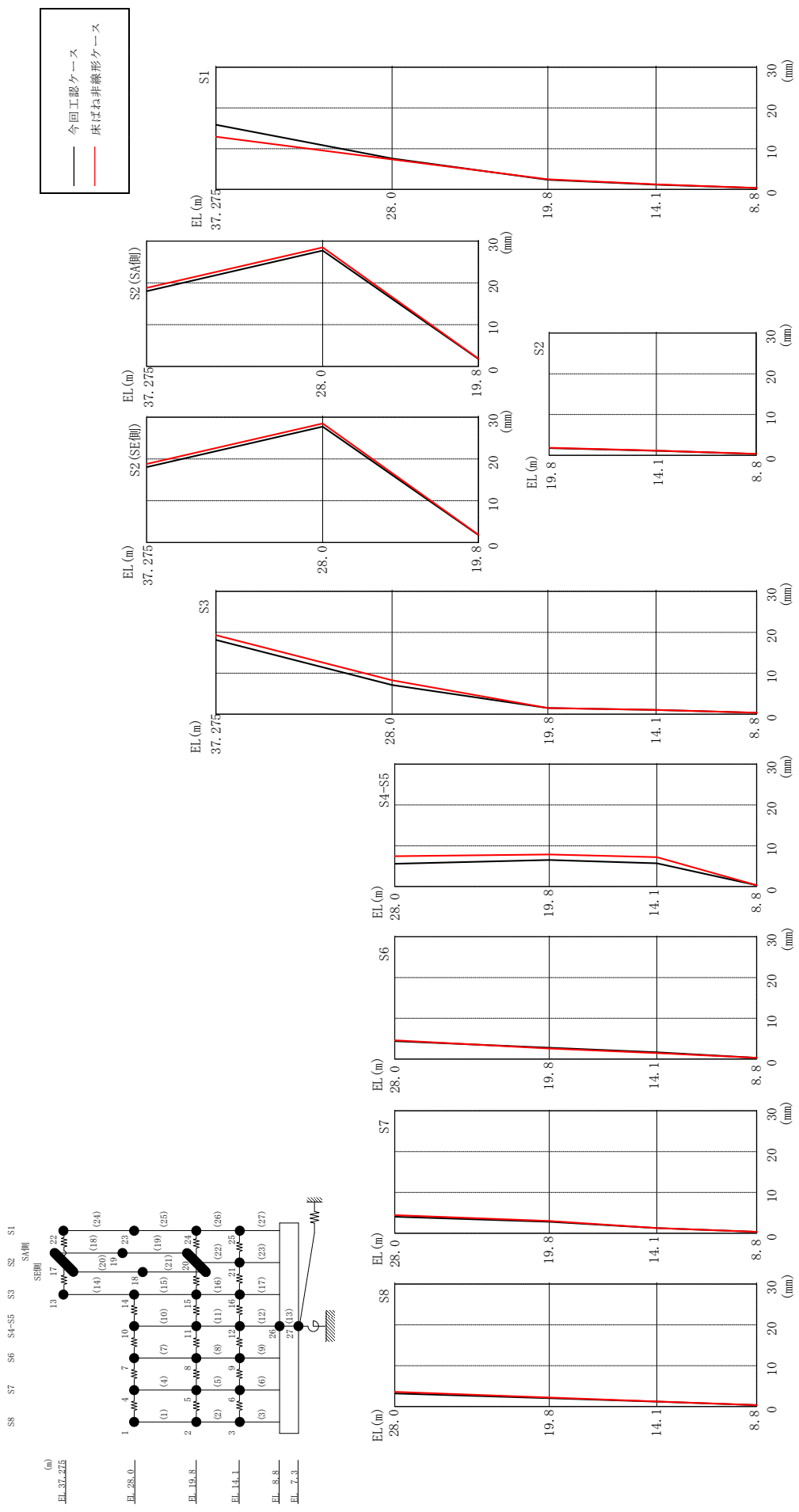
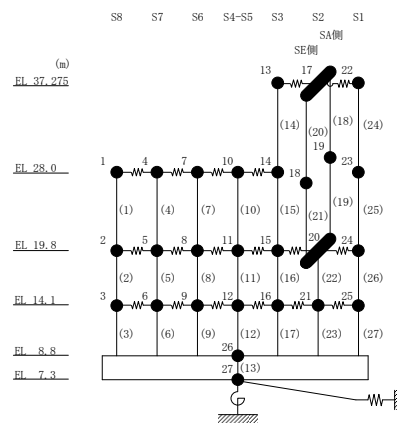


図 2-2 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, E W 方向, ケース 2)

表 2-3 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s-D, EW方向, ケース 2)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
S8	28.0	1	3.18	3.56
	19.8	2	2.02	2.19
	14.1	3	1.19	1.22
S7	28.0	4	4.07	4.46
	19.8	5	2.82	3.00
	14.1	6	1.28	1.29
S6	28.0	7	4.40	4.61
	19.8	8	2.77	2.61
	14.1	9	1.68	1.47
S4-S5	28.0	10	5.58	7.44
	19.8	11	6.51	7.86
	14.1	12	5.69	7.21
	8.8	26	0.33	0.33
S3	37.275	13	18.15	19.30
	28.0	14	7.11	8.27
	19.8	15	1.51	1.50
	14.1	16	1.03	1.03
S2	37.275	17	18.03	18.82
S2 (SE側)	28.0	18	27.74	28.51
S2 (SA側)	28.0	19	27.74	28.51
S2	19.8	20	1.77	1.85
	14.1	21	1.14	1.15
S1	37.275	22	15.86	12.93
	28.0	23	7.59	7.34
	19.8	24	2.35	2.46
	14.1	25	1.17	1.23

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



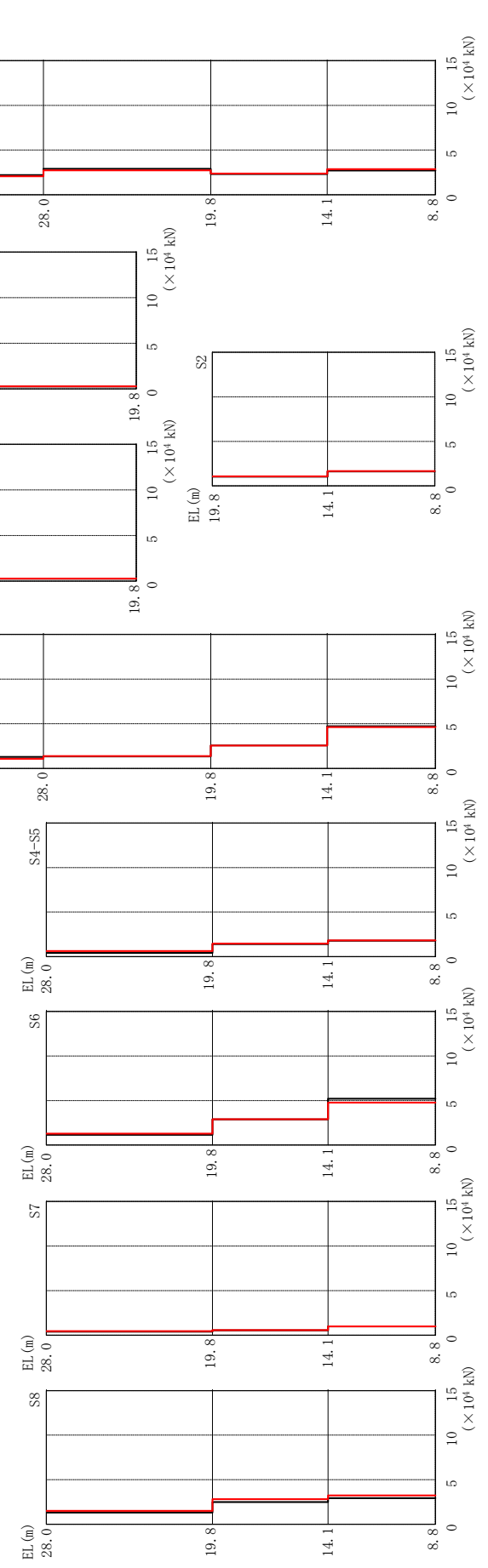
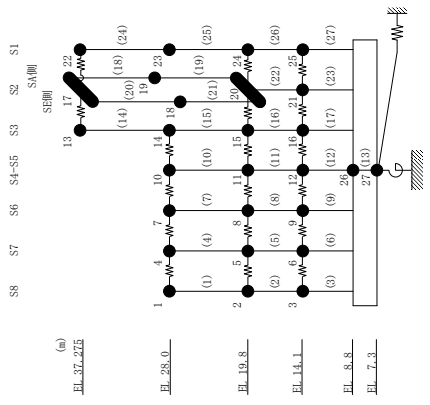
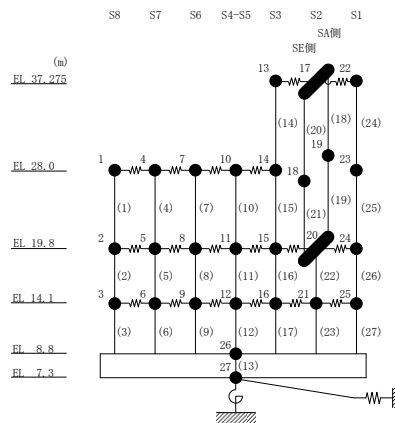


図 2-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, EW 方向, ケース 2)

表 2-4 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s -D, EW方向, ケース 2)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
S8	28.0~19.8	1	1.32	1.51
	19.8~14.1	2	2.48	2.81
	14.1~8.8	3	2.92	3.24
S7	28.0~19.8	4	0.388	0.459
	19.8~14.1	5	0.536	0.573
	14.1~8.8	6	0.979	0.987
S6	28.0~19.8	7	1.16	1.29
	19.8~14.1	8	2.88	2.90
	14.1~8.8	9	5.19	4.77
S4-S5	28.0~19.8	10	0.410	0.616
	19.8~14.1	11	1.40	1.47
	14.1~8.8	12	1.78	1.82
S3	37.275~28.0	14	1.29	1.07
	28.0~19.8	15	1.34	1.39
	19.8~14.1	16	2.57	2.56
	14.1~8.8	17	4.72	4.62
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.0814	0.0829
	28.0~19.8	19	0.266	0.272
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.0814	0.0829
	28.0~19.8	21	0.266	0.272
S2	19.8~14.1	22	1.03	1.08
	14.1~8.8	23	1.62	1.66
S1	37.275~28.0	24	2.19	2.06
	28.0~19.8	25	2.89	2.72
	19.8~14.1	26	2.31	2.37
	14.1~8.8	27	2.71	2.85

注：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。



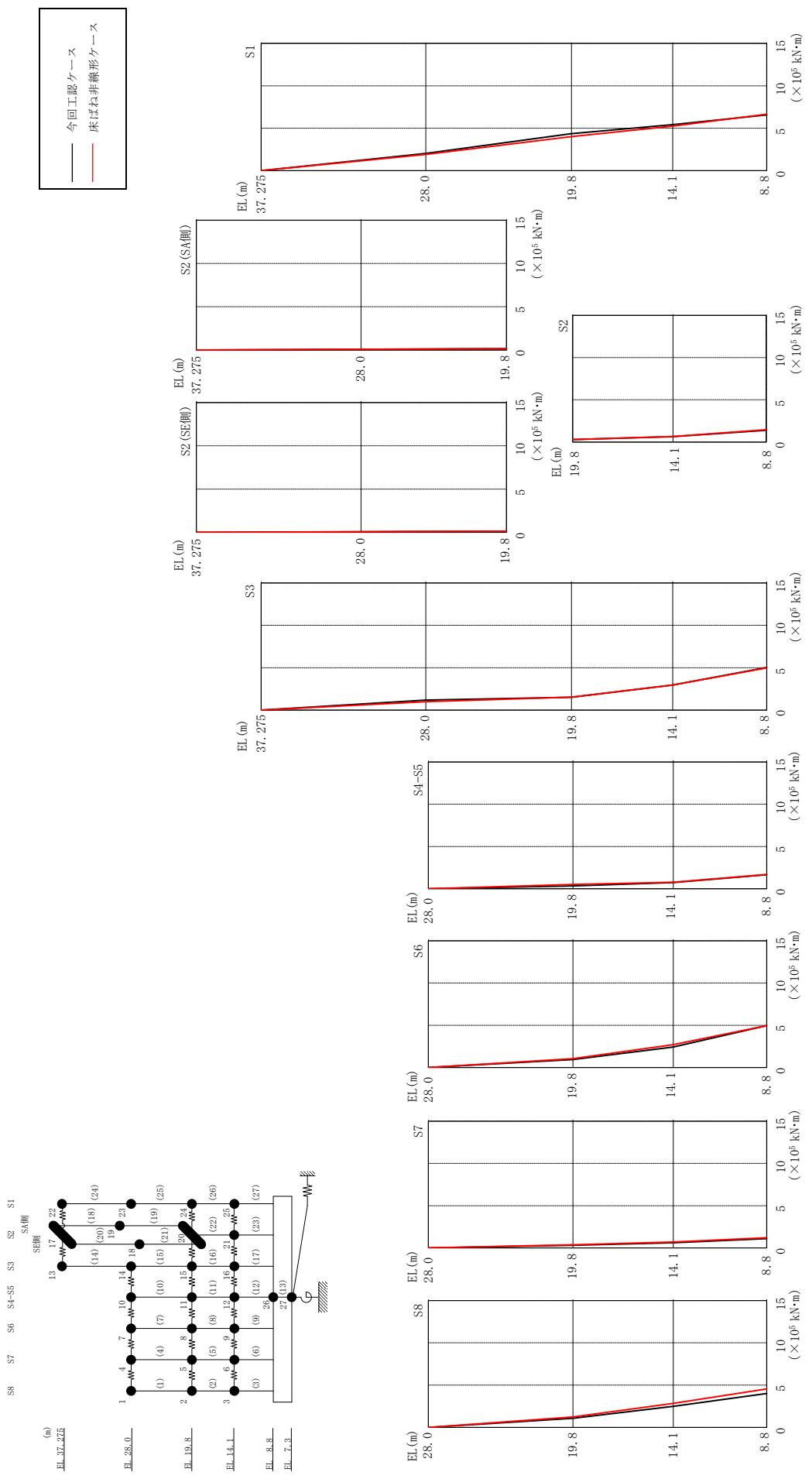


図2-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - D, EW方向, ケース 2)

表 2-5(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, EW方向, ケース 2)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
S8	28.0~19.8	1	0.00	0.00
			1.08	1.24
	19.8~14.1	2	1.08	1.24
			2.49	2.84
	14.1~8.8	3	2.49	2.84
			4.01	4.55
S7	28.0~19.8	4	0.00	0.00
			0.318	0.376
	19.8~14.1	5	0.318	0.376
			0.617	0.697
	14.1~8.8	6	0.617	0.697
			1.10	1.21
S6	28.0~19.8	7	0.00	0.00
			0.947	1.06
	19.8~14.1	8	0.947	1.06
			2.43	2.70
	14.1~8.8	9	2.43	2.70
			4.96	4.96
S4-S5	28.0~19.8	10	0.00	0.00
			0.336	0.505
	19.8~14.1	11	0.336	0.505
			0.741	0.764
	14.1~8.8	12	0.741	0.764
			1.65	1.70
S3	37.275~28.0	14	0.00	0.00
			1.20	0.997
	28.0~19.8	15	1.20	0.997
			1.52	1.54
	19.8~14.1	16	1.52	1.54
			2.97	2.96
14.1~8.8	17	2.97	2.96	
		5.03	4.99	

注: ハッチングは今回工認モデル, 床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。

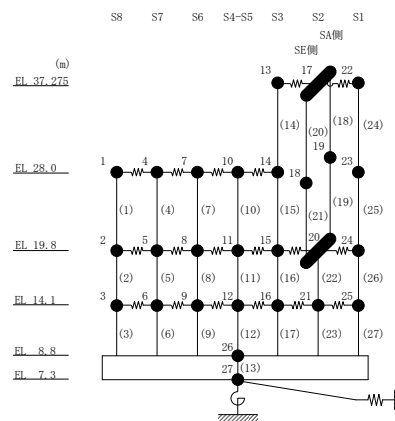


表 2-5(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s-D, EW方向, ケース 2)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)	
			今回工認モデル	床ばね非線形モデル
S2(SA側)	37.275~28.0	18	0.00 0.0755	0.00 0.0769
	28.0~19.8	19	0.0755 0.144	0.0769 0.148
S2(SE側)	37.275~28.0	20	0.00 0.0755	0.00 0.0769
	28.0~19.8	21	0.0755 0.144	0.0769 0.148
S2	19.8~14.1	22	0.289 0.647	0.296 0.665
	14.1~8.8	23	0.647 1.40	0.665 1.47
S1	37.275~28.0	24	0.00 2.03	0.00 1.91
	28.0~19.8	25	2.03 4.37	1.91 4.01
	19.8~14.1	26	4.37 5.43	4.01 5.25
	14.1~8.8	27	5.43 6.58	5.25 6.66

注: ハッチングは今回工認モデル, 床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。

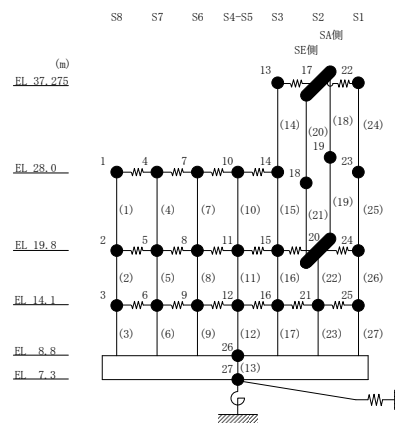


表 2-6 最大応答せん断ひずみ（耐震壁）（基準地震動 S s -D, EW方向, ケース 2）

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)	
			今回工認 モデル	床ばね非線形 モデル
S8	28.0~19.8	1	0.09	0.11
	19.8~14.1	2	0.11	0.12
	14.1~8.8	3	0.14	0.15
S7	28.0~19.8	4	0.08	0.10
	14.1~8.8	6	0.15	0.16
S6	28.0~19.8	7	0.13	0.15
	19.8~14.1	8	0.11	0.11
	14.1~8.8	9	0.22	0.17
S4-S5	14.1~8.8	12	1.01	1.32
S3	37.275~28.0	14	0.15	0.13
	28.0~19.8	15	0.12	0.13
	19.8~14.1	16	0.07	0.06
	14.1~8.8	17	0.12	0.12
S2	19.8~14.1	22	0.05	0.06
	14.1~8.8	23	0.12	0.12
S1	37.275~28.0	24	0.76	0.53
	28.0~19.8	25	0.56	0.47
	19.8~14.1	26	0.10	0.11
	14.1~8.8	27	0.12	0.13

注 1：ハッチングは今回工認モデル，床ばね非線形モデルの最大応答値のうち大きい値を表示。

注 2：要素番号 5, 10, 11 及び 18~21 は線形部材。

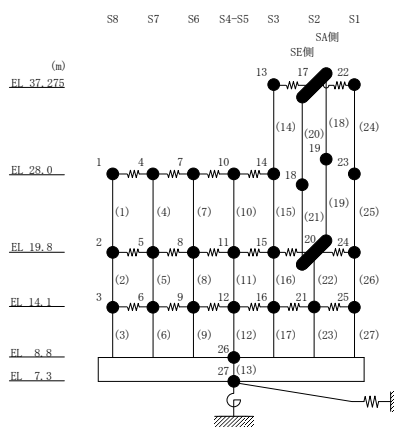
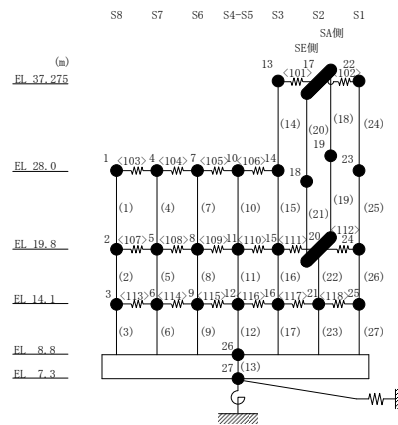


表 2-7 最大応答せん断ひずみ (床ばね)
 (基準地震動 S s - D, EW方向, ケース 2, 床ばね非線形モデル)

床ばね番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
	床ばね非線形モデル
101	0.09
102	0.68
103	0.10
104	0.09
105	0.32
106	0.32
107	0.10
108	0.07
109	0.56
110	0.65
111	0.07
112	0.07
113	0.02
114	0.03
115	0.57
116	0.62
117	0.04
118	0.03

注：ハッチングは γ_1 を上回る値を示す。



補足-025-17 サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての
計算書に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-5「サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙 1-1 サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙 3 サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析結果

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 5 サイトバンカ建物（増築部）の損傷及び転倒に関する検討

別紙 5-1 転倒に対する評価の適用性及び妥当性について

別紙 6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

別紙 7 地震応答解析モデルの選定プロセス

別紙 8 サイトバンカ建物（増築部）の曲げ変形等に対する検討

別紙 8-1 地震応答解析モデルの違いによる最大応答曲げモーメントへの影響

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

- 1. 概要 別紙 1-1
- 2. 地震応答解析モデル及び手法 別紙 1-2
 - 2.1 サイトバンカ建物（増築部）の構造について 別紙 1-6

別紙 1-1 サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また，地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

項目	内容	既工認*1	今回工認	備考
入力地震動の算定法		—	基礎下端に直接入力	—
解析コード		—	N U P P 4	—
建物のモデル化	モデル	—	・水平：多軸床剛多質点系モデル	—
	材料物性	—	RC規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 E = 2.25 × 10 ⁴ N/mm ² ν = 0.2	①
	剛性評価	—	耐震壁を考慮	—
	減衰定数	—	・水平方向：RC：5%	—
地盤のモデル化	底面ばね	—	振動アドミタンス理論に基づく近似法 ・水平方向：水平及び回転ばねを考慮	②
	側面ばね	—	・水平方向：考慮せず	—
非線形特性	耐震壁	—	・水平方向：考慮	②，③
	底面ばね	—	・水平方向：考慮せず*2	

注：既工認時は，地震応答解析を実施しておらず，静的地震力を考慮

注記*1：島根原子力発電所第1号機『工事計画認可申請書 IV添付書類 資料 2-2「建物の耐震性についての計算書」（平成11・04・12資第24号平成11年4月26日認可）』

*2：基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が，付着力試験に基づき設定した値（別紙1-1「サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について」を参照）を超えないことを確認することで非線形特性を考慮しない。（別紙6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」を参照）

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」（（社）日本建築学会，1999改定）に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」（（社）日本電気協会）に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。

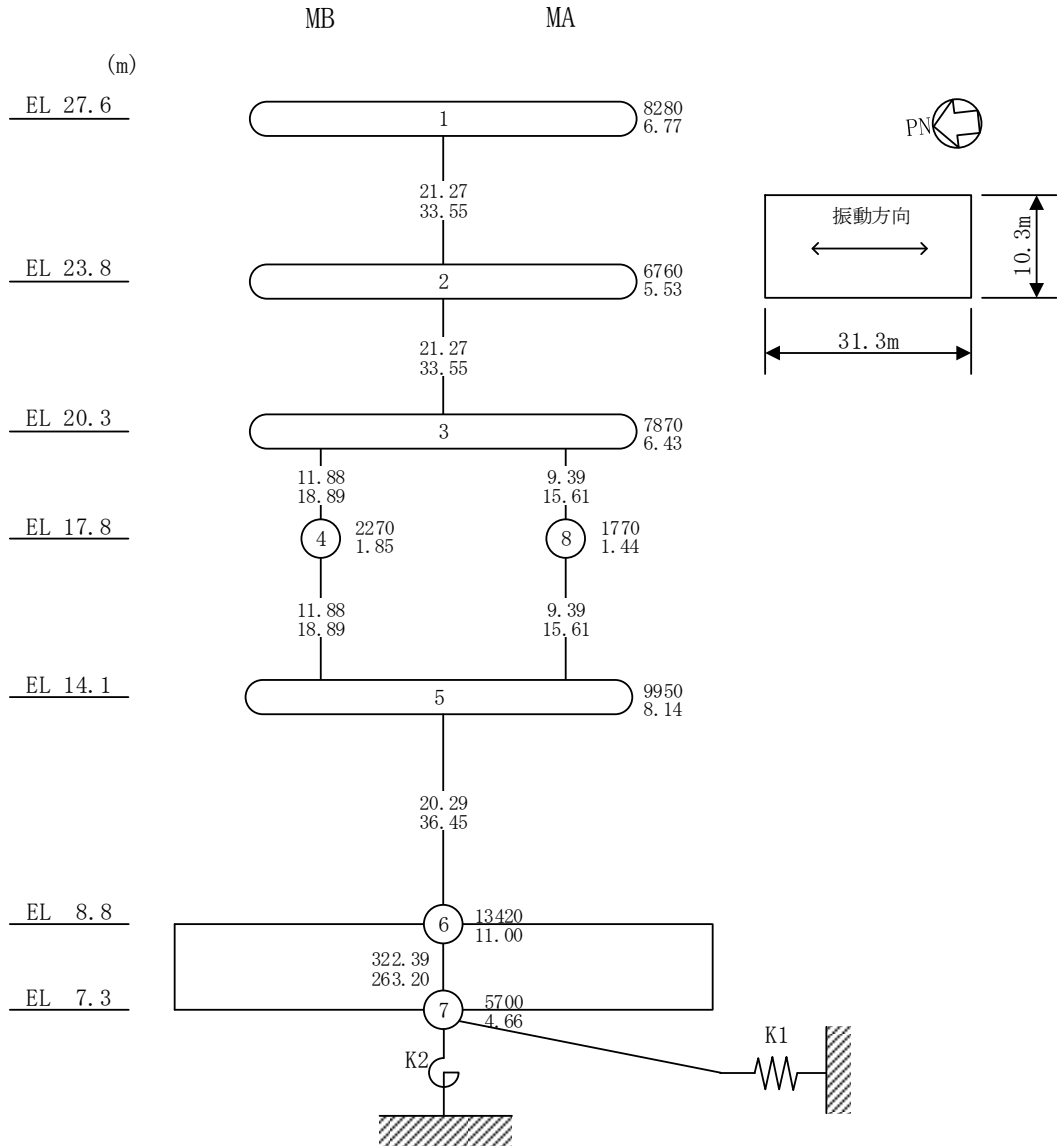
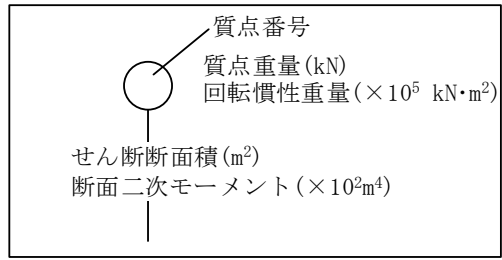


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

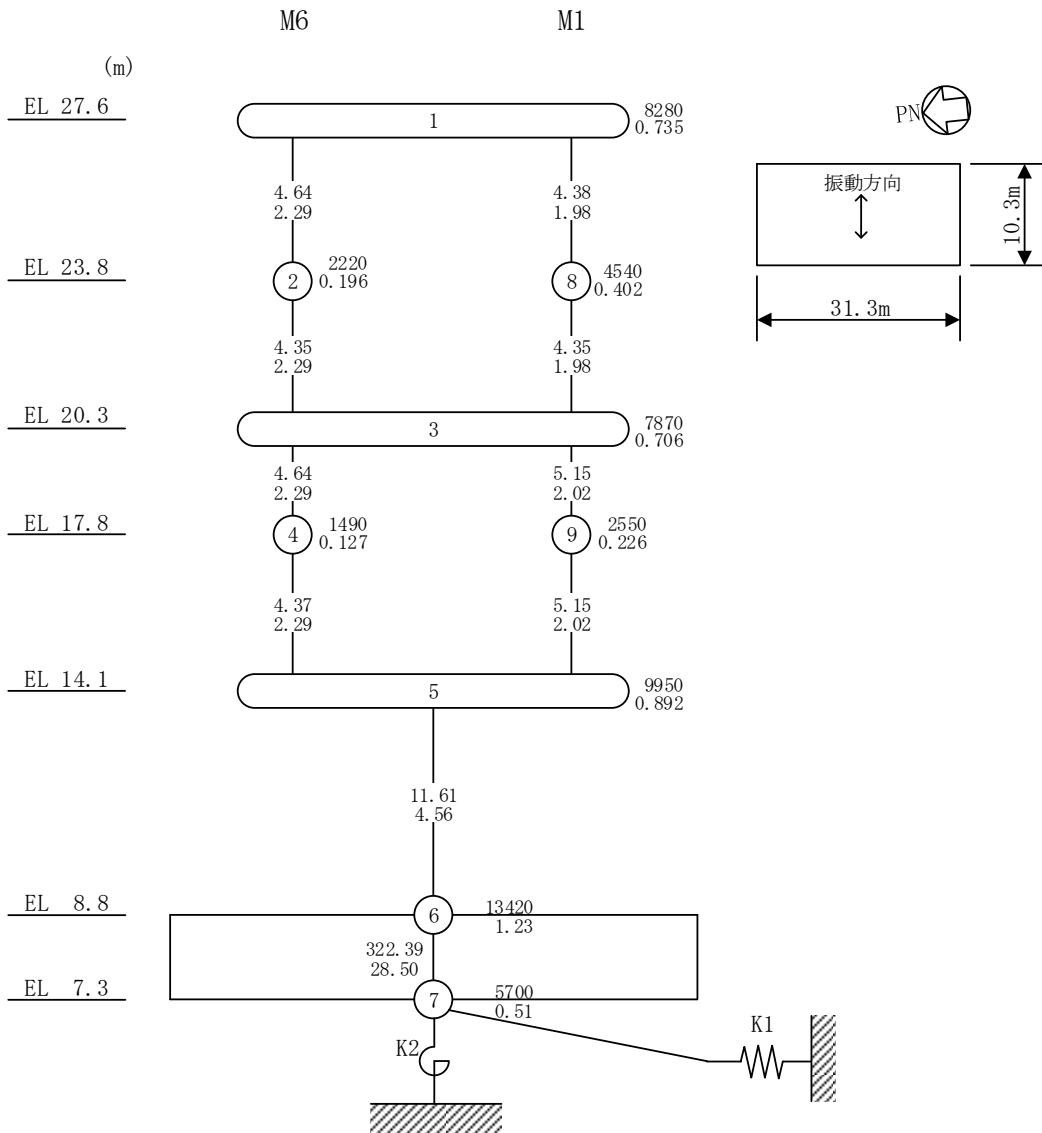
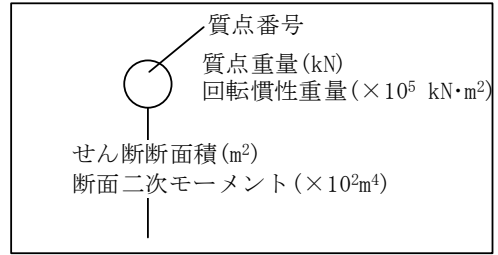


図 2-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

2.1 サイトバンカ建物（増築部）の構造について

サイトバンカ建物（増築部）の基礎は、厚さ 1.5m のべた基礎で、岩盤に直接設置している。サイトバンカ建物（増築部）の概略断面図を図 2-2 に、サイトバンカ建物とサイトバンカ建物（増築部）のクリアランスを図 2-3 に示す。

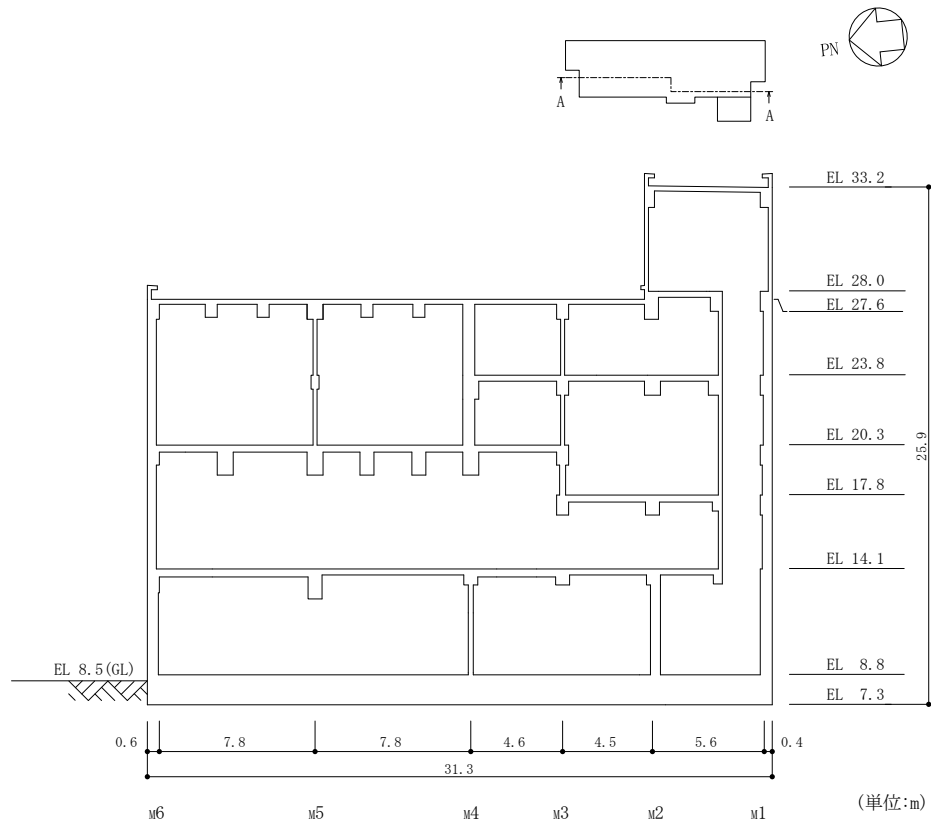


図 2-2(1) サイトバンカ建物（増築部）の概略断面図（A-A断面，NS方向）

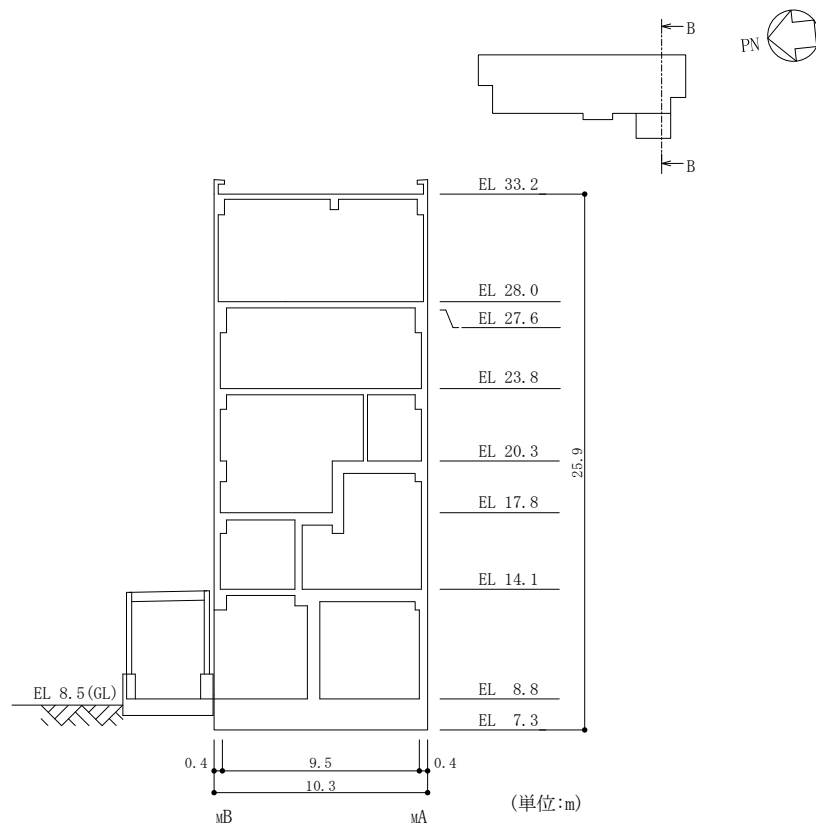


図 2-2(2) サイトバンカ建物（増築部）の概略断面図（B-B断面，EW方向）

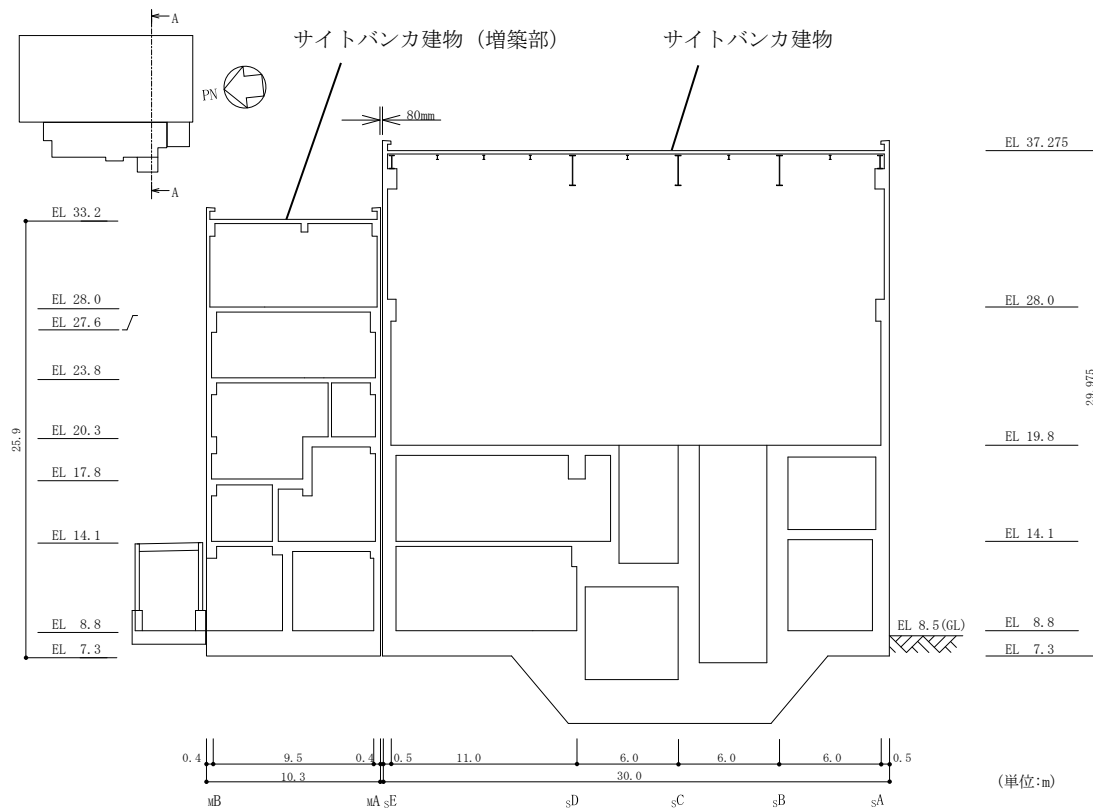


図 2-3 サイトバンカ建物とサイトバンカ建物 (増築部) のクリアランス (EW方向)

別紙 1-1 サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析
モデルに考慮する付着力の設定について

目 次

1. 概要 別紙 1-1-1
2. サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤について 別紙 1-1-2
3. サイトバンカ建物（増築部）の付着力の設定について 別紙 1-1-4

1. 概要

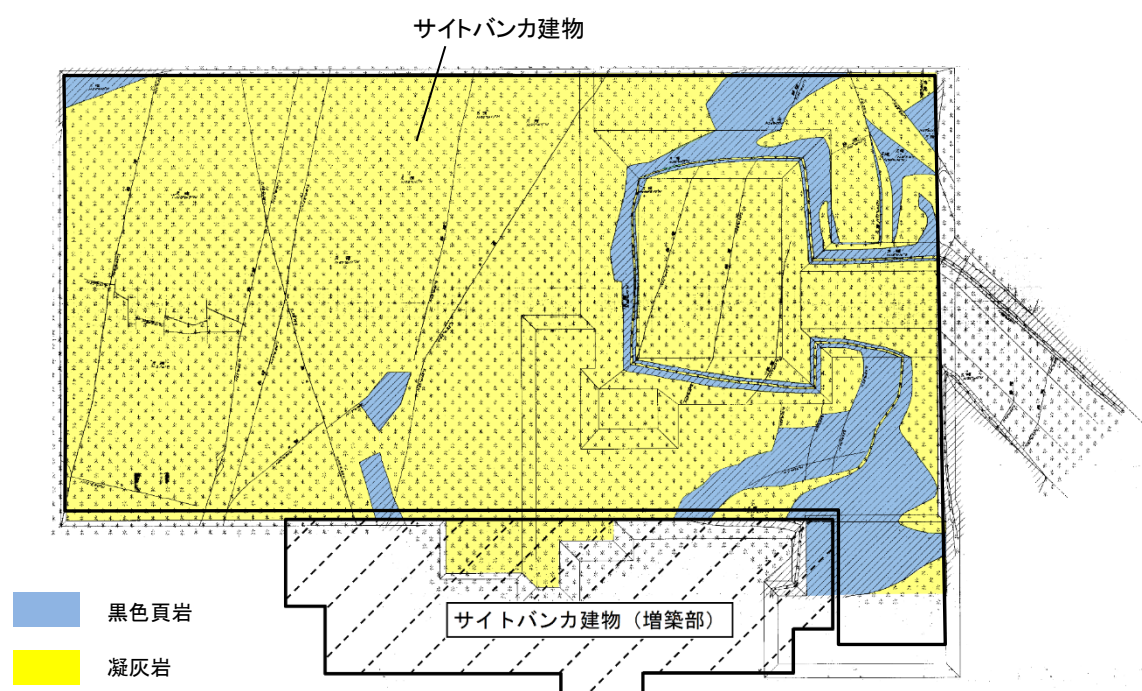
本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について説明するものである。

2. サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤について

サイトバンカ建物（増築部）周辺の地質断面図を図 2-1 に示す。サイトバンカ建物（増築部）に隣接するサイトバンカ建物の支持地盤の 9 割以上は凝灰岩となっていることから、地盤の連続性を踏まえると、サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤も凝灰岩が支配的であると考えられる。

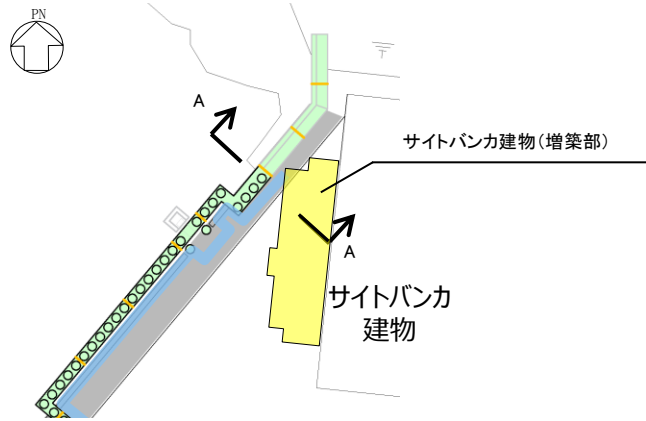
また、A-A 断面におけるサイトバンカ建物（増築部）の支持地盤は CH 級の凝灰岩となっている。

以上から、サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤は CH 級の凝灰岩が支配的であると判断した。

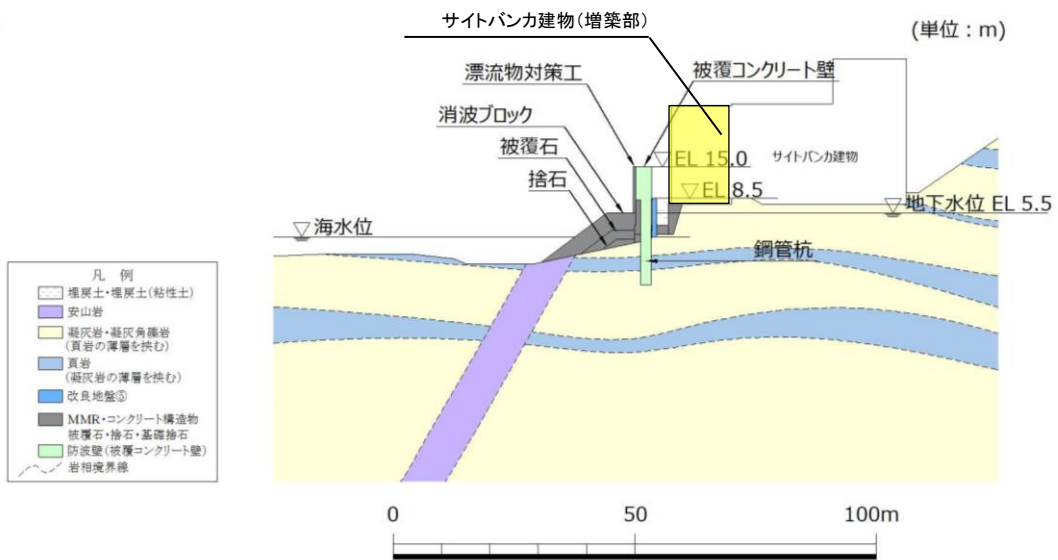


水平地質断面図

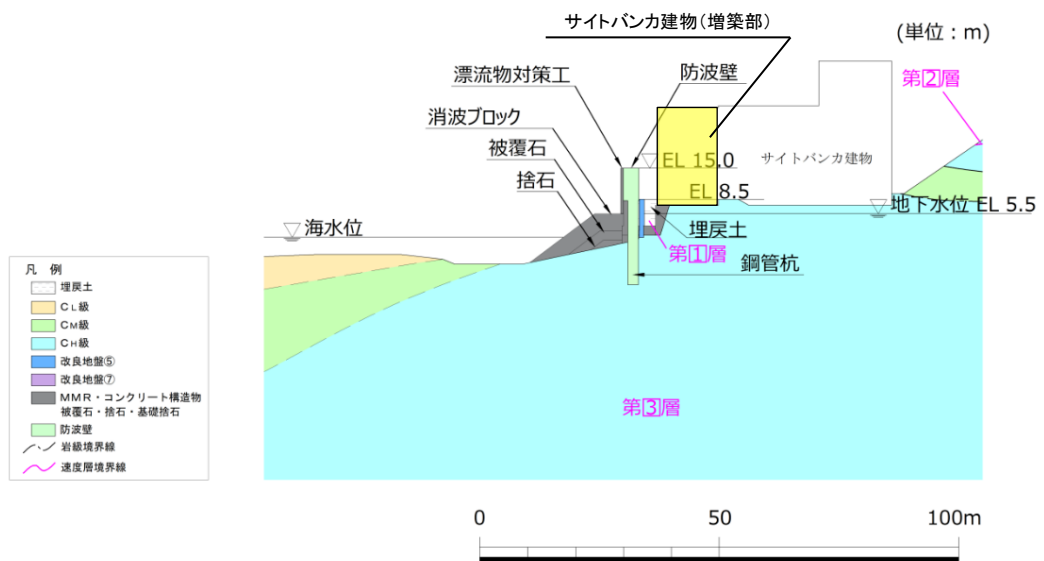
図 2-1(1) サイトバンカ建物（増築部）周辺の地質断面図



KEY PLAN



A-A 地質断面図 (岩相区分)



A-A 地質断面図 (岩級区分)

図 2-1(2) サイトバンカ建物 (増築部) 周辺の地質断面図

3. サイトバンカ建物（増築部）の付着力の設定について

(1) 島根原子力発電所における付着力の設定

「補足-023-10 建物の地震応答解析モデルについて（地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力）」に示すとおり、島根原子力発電所第2号機において、建物直下地盤は主に黒色頁岩、凝灰岩及びこれらの互層から構成されているが、実際の建物直下地盤における黒色頁岩と凝灰岩の構成割合を定量的に確認できないこと、建物毎でその構成割合が異なることを踏まえ、付着力の設定には、3号エリアで実施した付着力試験における岩盤全体の平均値ではなく、保守的に値の小さい黒色頁岩のみ建物直下地盤を構成するものと見なして黒色頁岩の平均値 0.81N/mm^2 に2倍の安全率を考慮した 0.40N/mm^2 を採用している。3号エリア及び2号エリアで実施した付着力試験結果を図3-1及び図3-2に示す。

(2) サイトバンカ建物（増築部）における付着力の設定

サイトバンカ建物（増築部）については、上位クラス設備を設置しない下位クラス施設であることを踏まえ、以下のとおり付着力を設定する。

サイトバンカ建物（増築部）は原子炉建物を含む本館建物の北東に位置し、支持地盤については「2. サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤について」に示すとおり、凝灰岩が支配的であることを確認していることから、3号エリアで実施した付着力試験結果から、保守的に岩盤全体の平均値の -1σ である 0.68N/mm^2 を付着力として採用する。

なお、採用した付着力 0.68N/mm^2 は、3号エリアで実施した付着力試験における凝灰岩の平均値 1.15N/mm^2 に対して十分保守的であることを確認している。また、2号エリアで実施した追加試験結果は3号エリアで実施した付着力試験結果と比較して同等以上の値となっており、サイトバンカ建物（増築部）に近い2号エリアで実施した追加試験における黒色頁岩の平均値 0.97N/mm^2 に対して十分保守的であることを確認している。

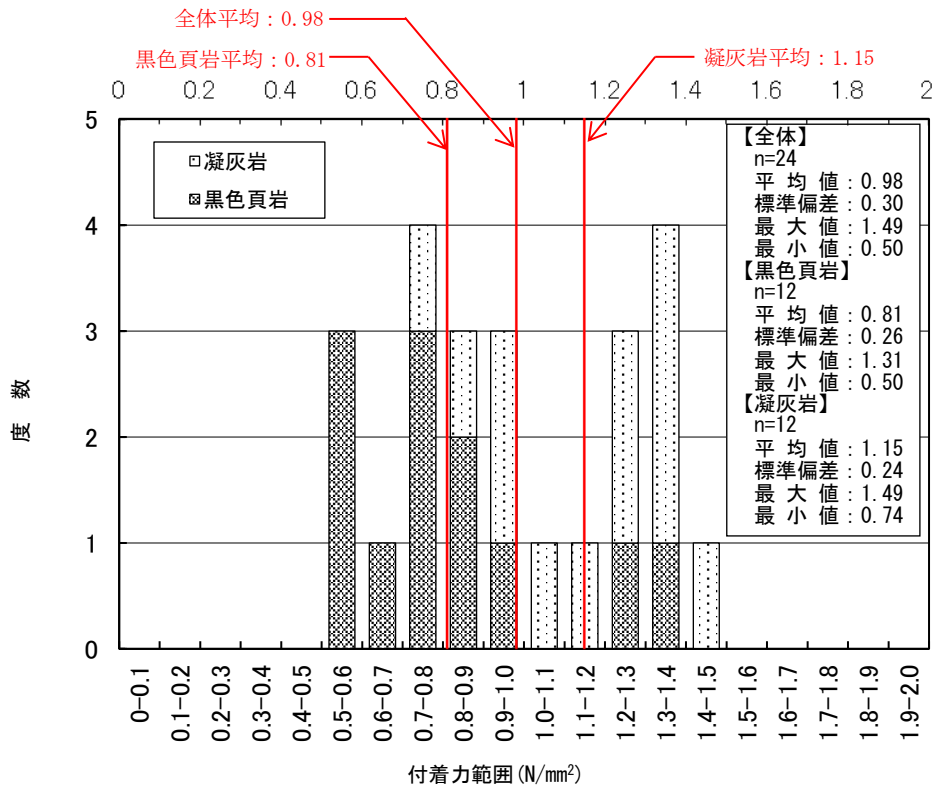


図 3-1 付着力試験結果 (3号エリア) [黒色頁岩, 凝灰岩]

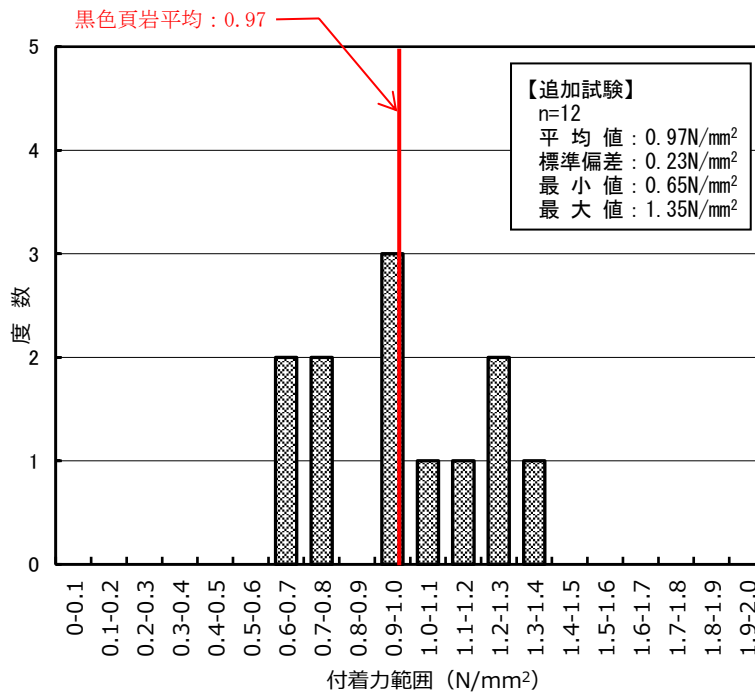


図 3-2 追加試験結果 (2号エリア) [黒色頁岩]

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

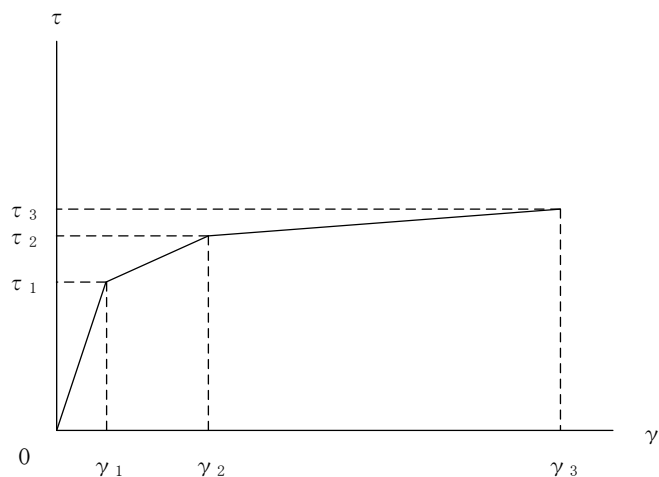
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-15

1. 概要

サイトバンカ建物（増築部）については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ τ － γ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}}\right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD}\right) \sqrt{F c}$$

ただし、 $M/(QD) > 1$ のとき $M/(QD) = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot {}_s\sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

σ_v, σ_H : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

${}_s\sigma_y$: 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M/(QD)$: シアスパン比

3. せん断スケルトン曲線の設定について

3.1 水平方向モデル

水平方向は、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に示す。

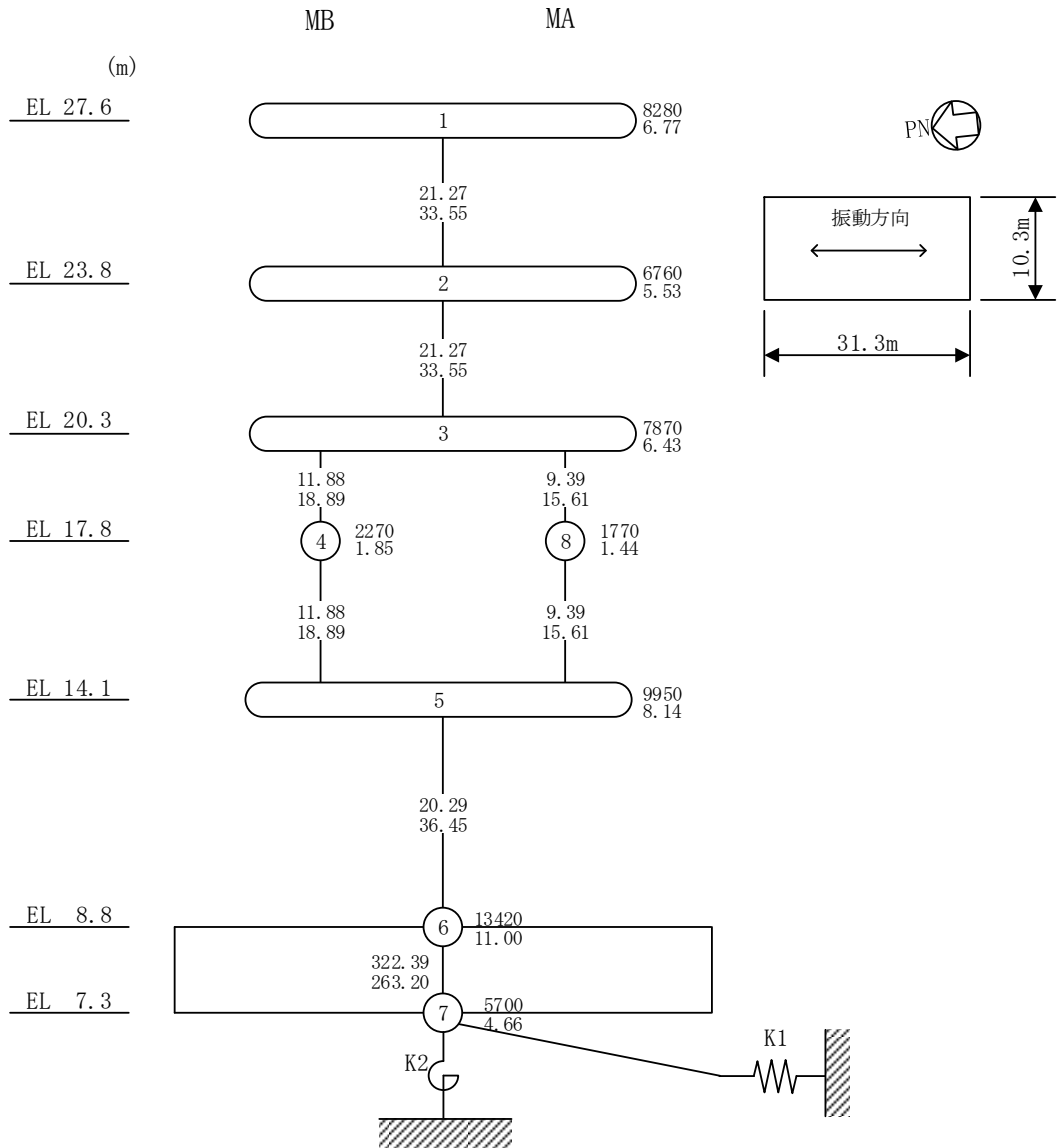
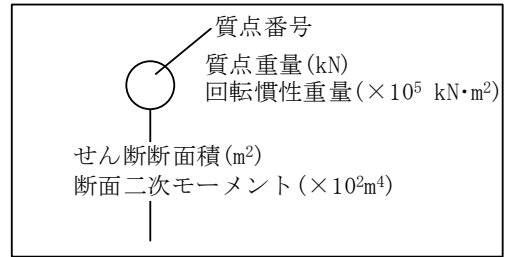


図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

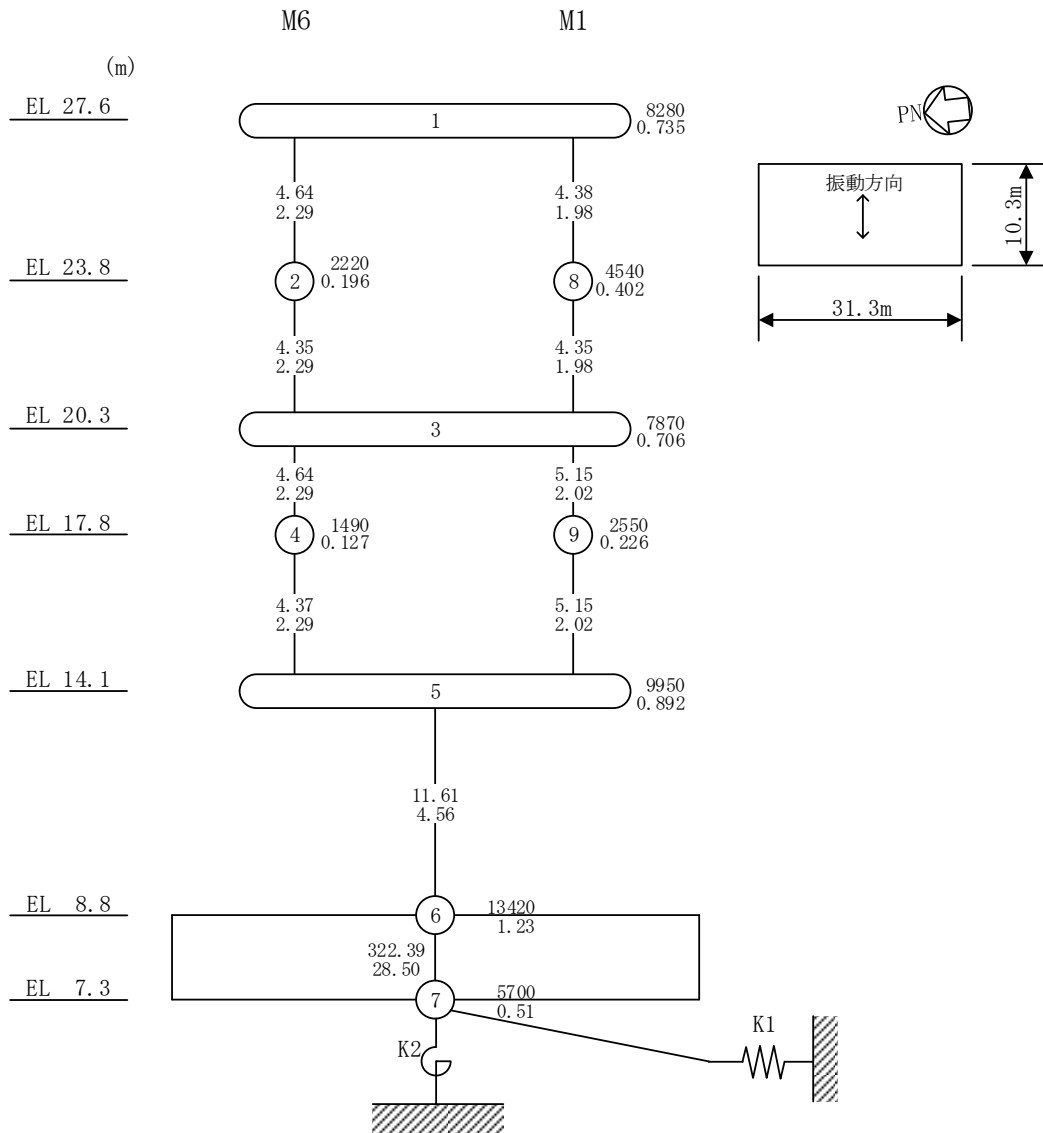
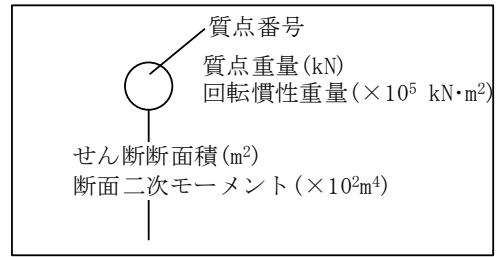


図 3-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いるサイトバンカ建物（増築部）の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値（コンクリート）

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート： Fc=23.5(N/mm ²) (Fc=240(kgf/cm ²))	2.25×10 ⁴	9.38×10 ³	5

表 3-2 使用材料の物性値（鉄筋）

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋： SD345	345

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

MA-MB

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	MA	23.5	9.38	21.27	0.35	1.68	0.179
	MB				0.38		
23.8~20.3	MA	23.5	9.38	21.27	0.57	1.77	0.189
	MB				0.60		

MB

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	MB	23.5	9.38	11.88	0.80	1.86	0.198
17.8~14.1	MB	23.5	9.38	11.88	0.96	1.92	0.205

MA

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	MA	23.5	9.38	9.39	0.82	1.87	0.199
17.8~14.1	MA	23.5	9.38	9.39	0.97	1.93	0.206

MA-MB

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	MA	23.5	9.38	20.29	1.19	2.03	0.216
	MB				1.12		

表 3-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 1 折点) (EW方向)

M6

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	M6	23.5	9.38	4.64	0.29	1.64	0.175
23.8~20.3	M6	23.5	9.38	4.35	0.44	1.64	0.175
20.3~17.8	M6	23.5	9.38	4.64	0.66	1.80	0.192
17.8~14.1	M6	23.5	9.38	4.37	0.79	1.78	0.189

M1

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	M1	23.5	9.38	4.38	0.45	1.64	0.174
23.8~20.3	M1	23.5	9.38	4.35	0.73	1.76	0.188
20.3~17.8	M1	23.5	9.38	5.15	0.87	1.89	0.201
17.8~14.1	M1	23.5	9.38	5.15	1.06	1.96	0.209

M1-M6

EL (m)	通り名	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	M1	23.5	9.38	11.61	1.18	1.91	0.204
	M6				0.94		

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

MA-MB

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	2.26	0.536
23.8~20.3	2.39	0.567

MB

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	2.51	0.595
17.8~14.1	2.59	0.615

MA

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	2.52	0.598
17.8~14.1	2.60	0.617

MA-MB

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	2.74	0.639

表 3-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第 2 折点) (EW方向)

M6

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	2.21	0.525
23.8~20.3	2.22	0.546
20.3~17.8	2.43	0.576
17.8~14.1	2.40	0.592

M1

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	2.21	0.546
23.8~20.3	2.38	0.586
20.3~17.8	2.55	0.604
17.8~14.1	2.65	0.628

M1-M6

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	2.58	0.629

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。 σ_H は安全側に 0.0 としている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (N S 方向)

MA-MB

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	MA	0.00547	0.00423	0.35	0.240	4.71	4.00
	MB	0.00558	0.00435	0.38	0.240		
23.8~20.3	MA	0.00547	0.00423	0.57	0.240	4.75	4.00
	MB	0.00558	0.00435	0.60	0.240		

MB

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	MB	0.00621	0.00435	0.80	0.251	4.83	4.00
17.8~14.1	MB	0.00621	0.00435	0.96	0.344	4.71	4.00

MA

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	MA	0.00627	0.00423	0.82	0.263	4.80	4.00
17.8~14.1	MA	0.00627	0.00423	0.97	0.358	4.66	4.00

MA-MB

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	MA	0.00688	0.00458	1.19	0.459	4.59	4.00
	MB	0.00574	0.00398	1.12	0.472		

表 3-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

M6

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	M6	0.00638	0.00442	0.29	0.455	4.32	4.00
23.8~20.3	M6	0.00638	0.00442	0.44	0.682	3.78	4.00
20.3~17.8	M6	0.00860	0.00638	0.66	0.842	4.23	4.00
17.8~14.1	M6	0.00860	0.00638	0.79	1.000	3.86	4.00

M1

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	M1	0.00638	0.00442	0.45	0.450	4.21	4.00
23.8~20.3	M1	0.00638	0.00442	0.73	0.591	4.07	4.00
20.3~17.8	M1	0.00774	0.00574	0.87	0.684	4.34	4.00
17.8~14.1	M1	0.00774	0.00574	1.06	0.986	3.94	4.00

M1-M6

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	M1	0.01070	0.00645	1.18	1.000	4.35	4.00
	M6	0.01167	0.00704	0.94	1.000		

4. まとめ

サイトバンカ建物（増築部）におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1 せん断スケルトン曲線（ $\tau - \gamma$ 関係）（NS 方向）

MA-MB

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	1.68	2.26	4.71	0.179	0.536	4.00
23.8~20.3	1.77	2.39	4.75	0.189	0.567	4.00

MB

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	1.86	2.51	4.83	0.198	0.595	4.00
17.8~14.1	1.92	2.59	4.71	0.205	0.615	4.00

MA

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
20.3~17.8	1.87	2.52	4.80	0.199	0.598	4.00
17.8~14.1	1.93	2.60	4.66	0.206	0.617	4.00

MA-MB

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	2.03	2.74	4.59	0.216	0.639	4.00

表 4-2 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

M6

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	1.64	2.21	4.32	0.175	0.525	4.00
23.8~20.3	1.64	2.22	3.78	0.175	0.546	4.00
20.3~17.8	1.80	2.43	4.23	0.192	0.576	4.00
17.8~14.1	1.78	2.40	3.86	0.189	0.592	4.00

M1

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
27.6~23.8	1.64	2.21	4.21	0.174	0.546	4.00
23.8~20.3	1.76	2.38	4.07	0.188	0.586	4.00
20.3~17.8	1.89	2.55	4.34	0.201	0.604	4.00
17.8~14.1	1.96	2.65	3.94	0.209	0.628	4.00

M1-M6

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
14.1~8.8	1.91	2.58	4.35	0.204	0.629	4.00

別紙3 サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-5

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.102	9.85	1.270	建物—地盤連成 1 次
2	0.041	24.40	0.297	

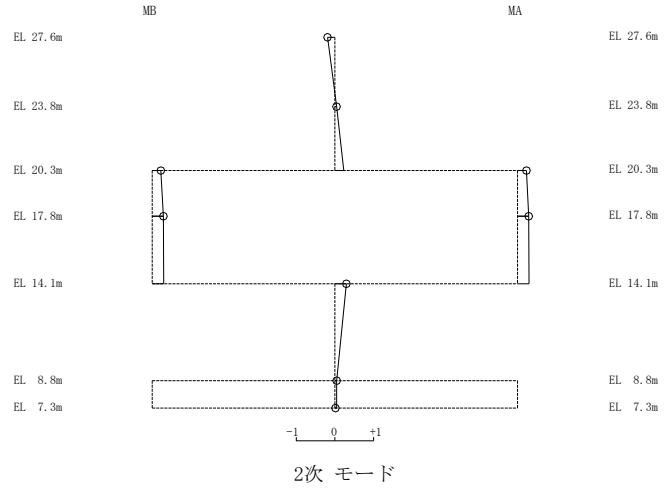
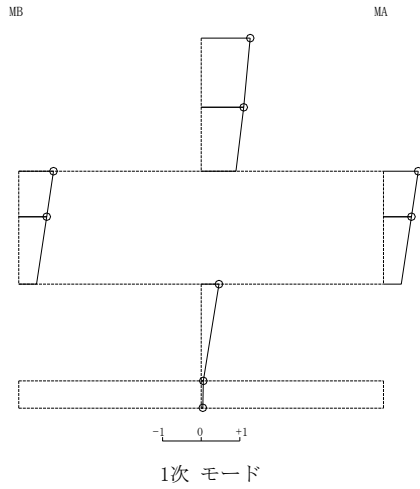
(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.176	5.68	1.328	建物—地盤連成 1 次
2	0.053	18.72	0.540	

注記*：モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

固有周期 0.102 s
固有振動数 9.85 Hz
刺激係数 1.270

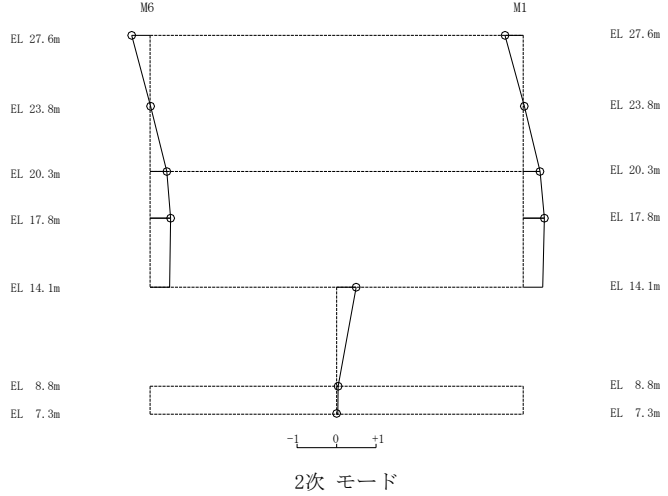
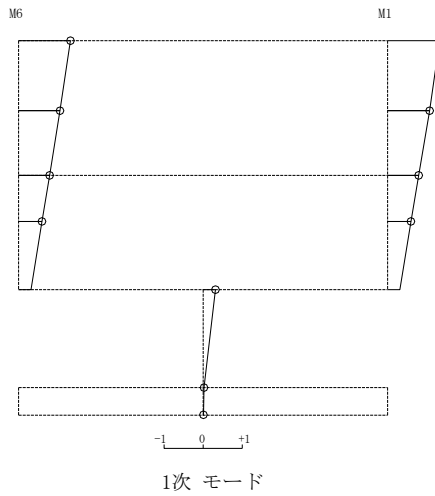
固有周期 0.041 s
固有振動数 24.40 Hz
刺激係数 0.297



(N S方向)

固有周期 0.176 s
固有振動数 5.68 Hz
刺激係数 1.328

固有周期 0.053 s
固有振動数 18.72 Hz
刺激係数 0.540



(E W方向)

図 2-1 刺激関数図

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。また、接地率を表 3-11 に示す。

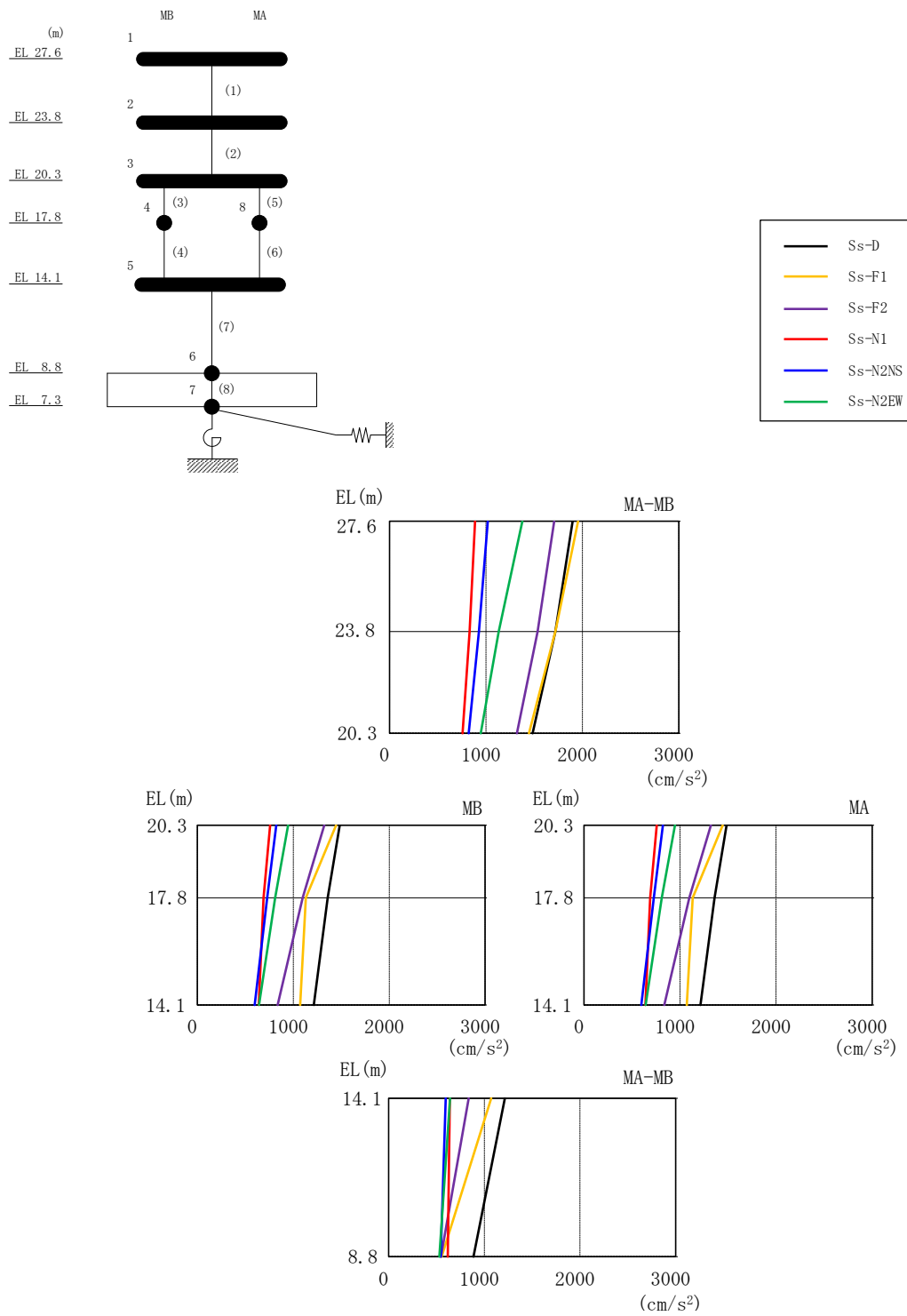
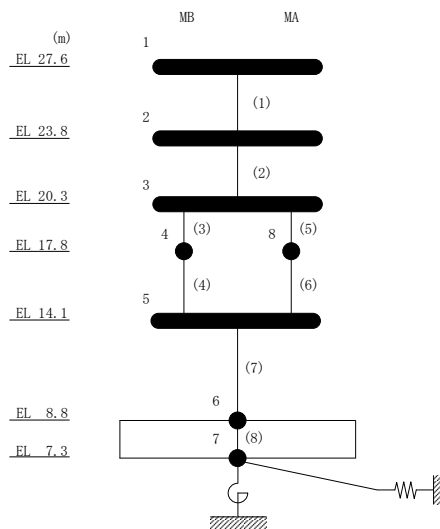


図 3-1 最大応答加速度 (基準地震動 S_s , N S 方向)

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
MA-MB	27.6	1	1900	1957	1707	889	1019	1377	1957
	23.8	2	1721	1721	1535	831	928	1133	1721
	20.3	3	1484	1446	1322	758	822	947	1484
MB	17.8	4	1358	1130	1098	691	729	811	1358
MA-MB	14.1	5	1214	1072	837	641	598	641	1214
	8.8	6	888	553	548	618	545	531	888
MA	17.8	8	1360	1133	1097	690	728	811	1360

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



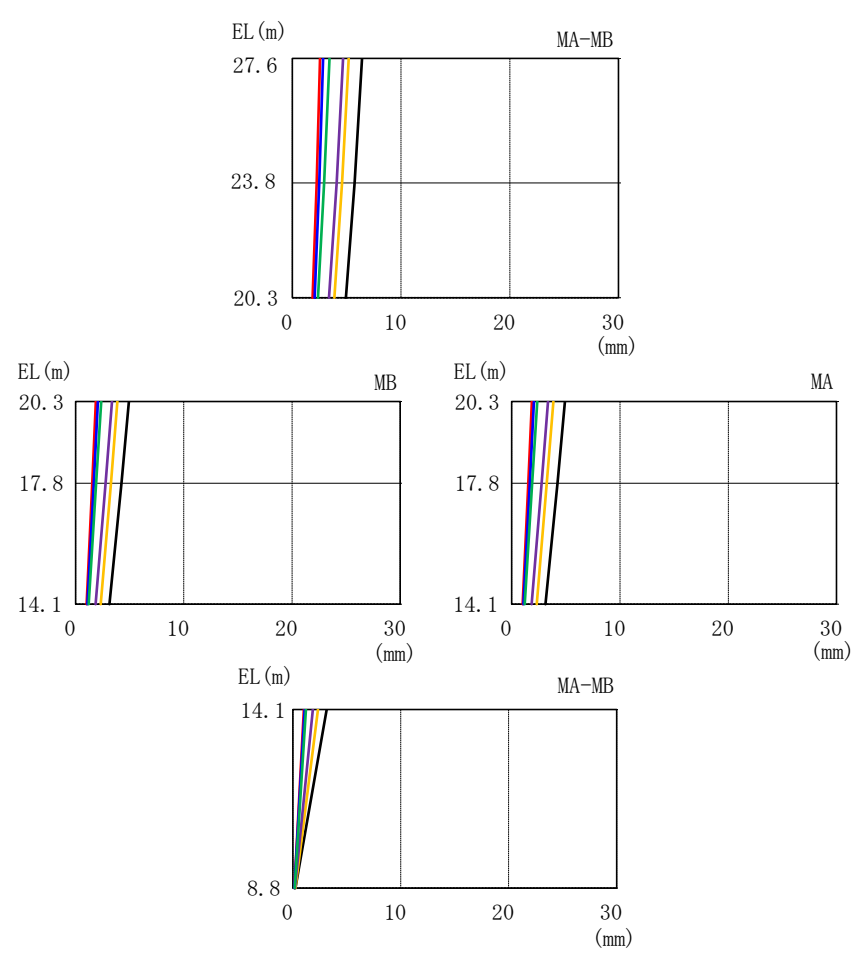
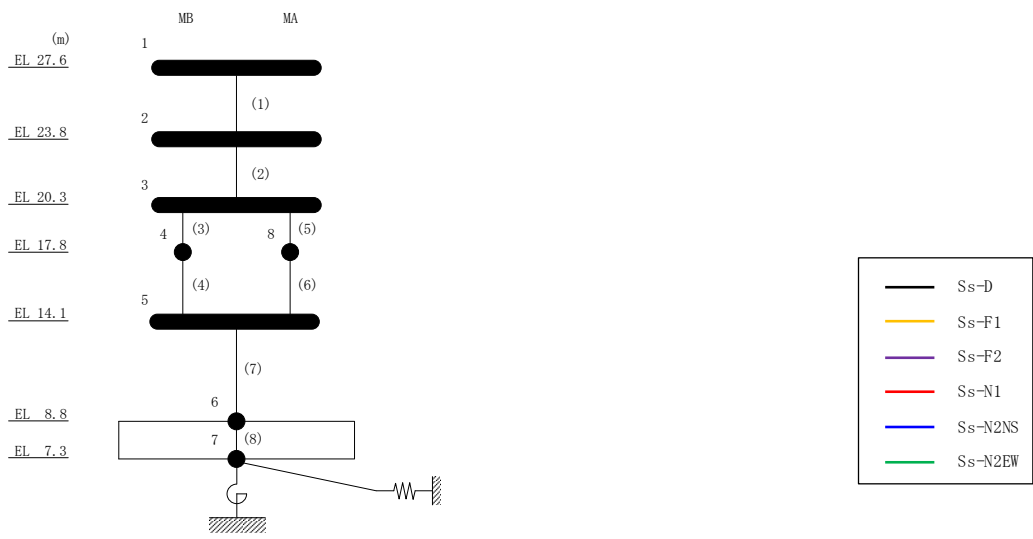
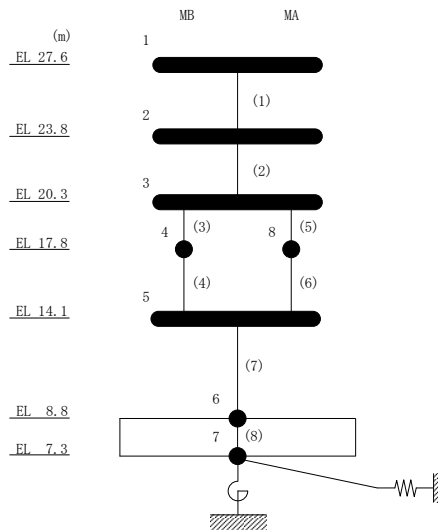


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6	1	6.41	5.18	4.66	2.55	2.83	3.41	6.41
	23.8	2	5.73	4.58	4.08	2.25	2.48	2.93	5.73
	20.3	3	4.93	3.87	3.37	1.87	2.06	2.37	4.93
MB	17.8	4	4.25	3.25	2.76	1.54	1.68	1.90	4.25
MA-MB	14.1	5	3.13	2.31	1.84	1.01	1.10	1.22	3.13
	8.8	6	0.24	0.22	0.20	0.14	0.15	0.15	0.24
MA	17.8	8	4.25	3.25	2.76	1.54	1.68	1.89	4.25

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



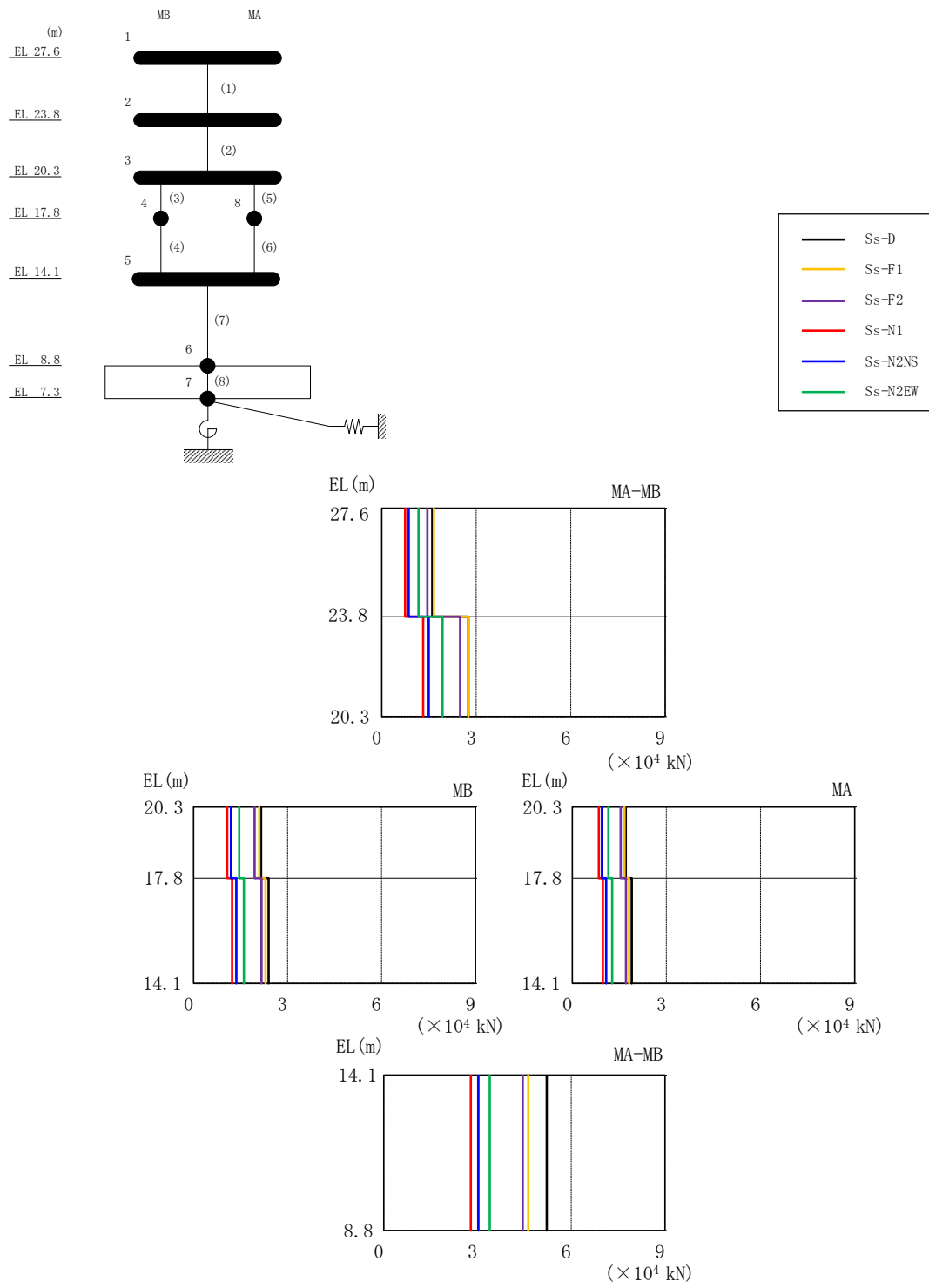
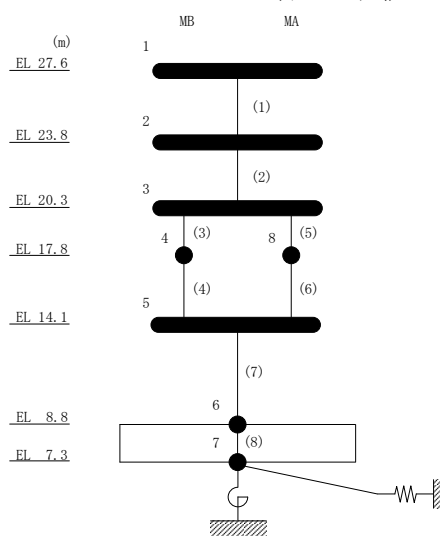


図 3-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s, NS 方向)

表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	1.61	1.66	1.45	0.746	0.854	1.17	1.66
	23.8~20.3	2	2.75	2.75	2.49	1.32	1.49	1.93	2.75
MB	20.3~17.8	3	2.15	2.10	1.95	1.07	1.20	1.46	2.15
	17.8~14.1	4	2.40	2.30	2.17	1.23	1.37	1.61	2.40
MA	20.3~17.8	5	1.71	1.66	1.54	0.850	0.949	1.15	1.71
	17.8~14.1	6	1.90	1.81	1.71	0.974	1.08	1.27	1.90
MA-MB	14.1~8.8	7	5.22	4.63	4.45	2.79	3.03	3.39	5.22

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



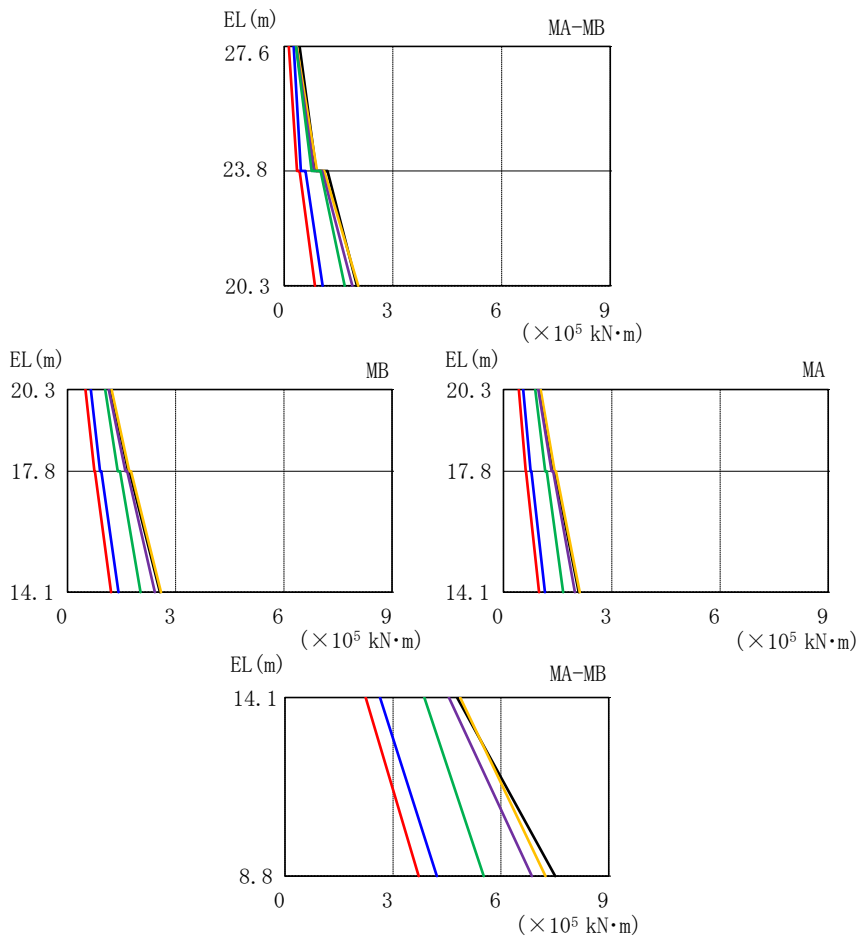
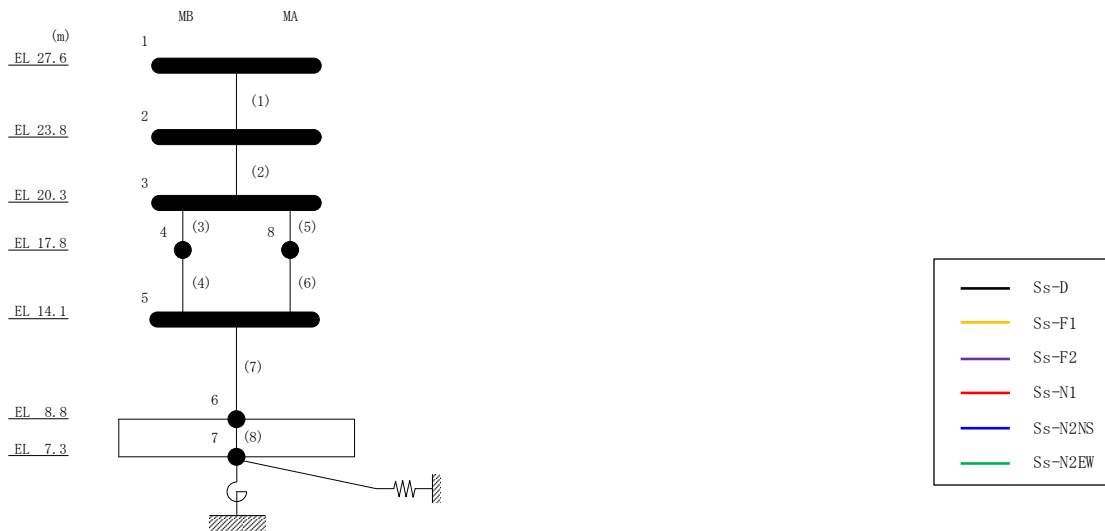


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	0.426	0.348	0.336	0.129	0.265	0.325	0.426
			0.887	0.908	0.825	0.357	0.462	0.759	0.908
MA-MB	23.8~20.3	2	1.20	1.10	1.05	0.430	0.591	1.01	1.20
			2.01	2.05	1.88	0.848	1.06	1.67	2.05
MB	20.3~17.8	3	1.20	1.22	1.14	0.498	0.644	1.04	1.22
			1.68	1.71	1.60	0.743	0.903	1.39	1.71
MB	17.8~14.1	4	1.72	1.76	1.66	0.757	0.936	1.45	1.76
			2.56	2.59	2.42	1.21	1.41	2.03	2.59
MA	20.3~17.8	5	1.01	1.03	0.968	0.423	0.545	0.878	1.03
			1.40	1.42	1.33	0.617	0.750	1.16	1.42
MA	17.8~14.1	6	1.42	1.46	1.37	0.628	0.775	1.20	1.46
			2.09	2.12	1.98	0.986	1.15	1.66	2.12
MA-MB	14.1~8.8	7	4.79	4.87	4.56	2.24	2.64	3.87	4.87
			7.51	7.24	6.86	3.71	4.22	5.52	7.51

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

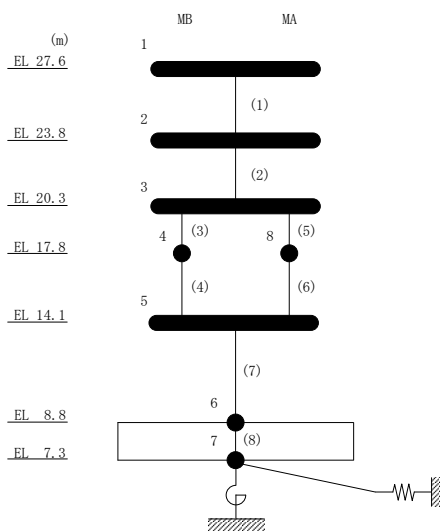
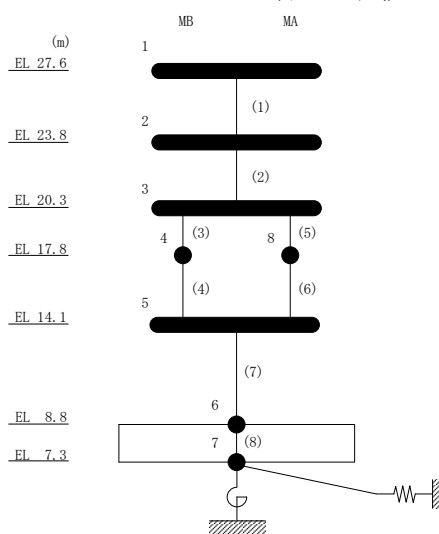


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.06	0.08
	23.8~20.3	2	0.14	0.14	0.12	0.07	0.07	0.10	0.14
MB	20.3~17.8	3	0.19	0.19	0.17	0.10	0.11	0.13	0.19
	17.8~14.1	4	0.23	0.21	0.19	0.11	0.12	0.14	0.23
MA	20.3~17.8	5	0.19	0.19	0.18	0.10	0.11	0.13	0.19
	17.8~14.1	6	0.23	0.21	0.19	0.11	0.12	0.14	0.23
MA-MB	14.1~8.8	7	0.50	0.36	0.28	0.15	0.16	0.18	0.50

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



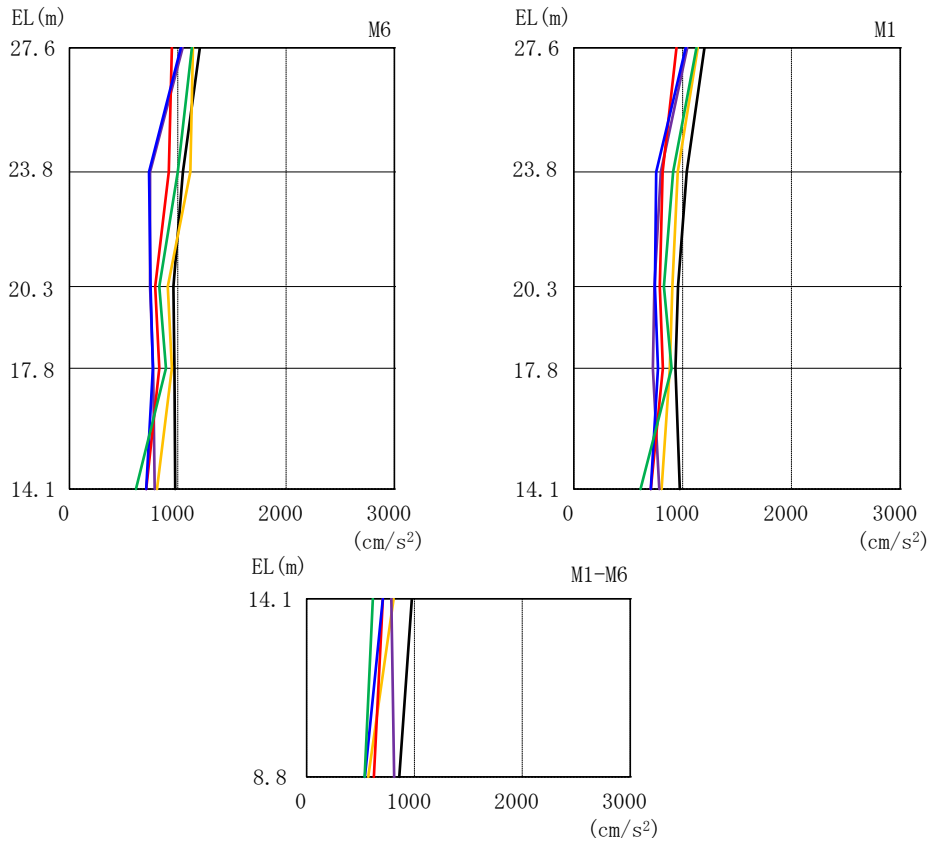
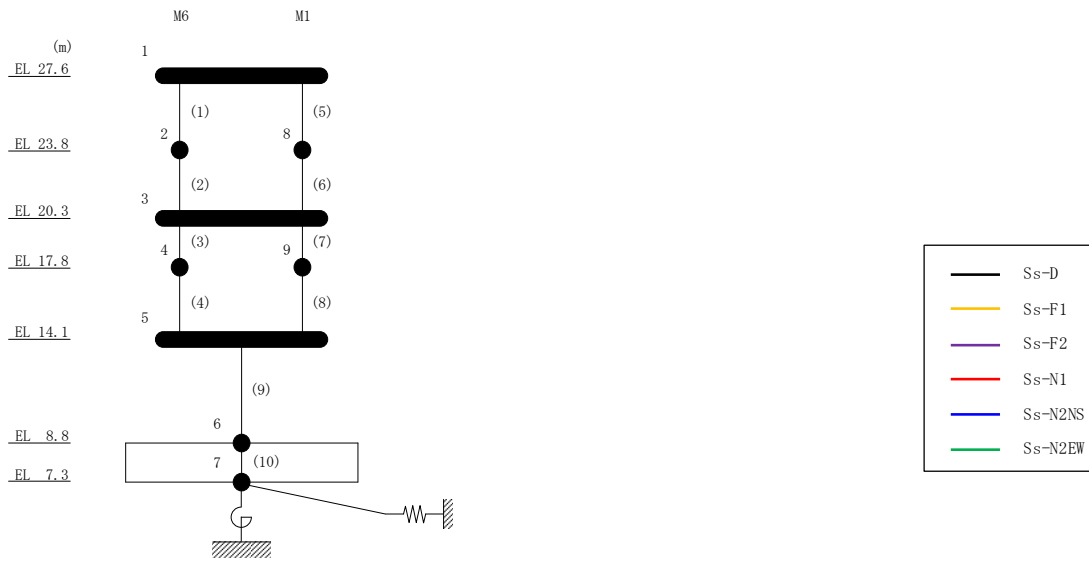
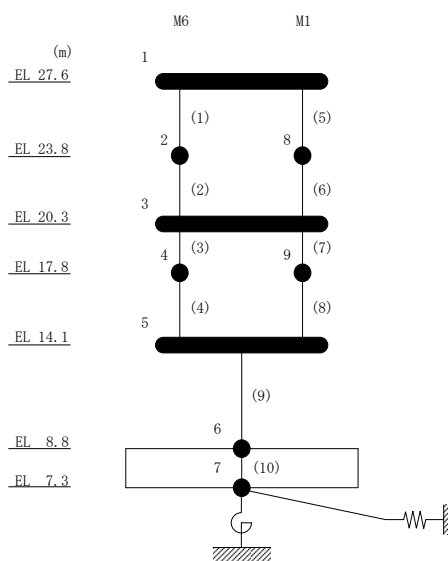


図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
M1-M6	27.6	1	1202	1139	1043	945	1028	1128	1202
M6	23.8	2	1046	1115	742	916	733	998	1115
M1-M6	20.3	3	959	907	742	791	747	829	959
M6	17.8	4	968	944	771	828	769	890	968
M1-M6	14.1	5	976	808	786	708	707	614	976
	8.8	6	860	571	812	624	540	538	860
M1	23.8	8	1038	956	800	817	758	913	1038
	17.8	9	934	883	727	819	774	899	934

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



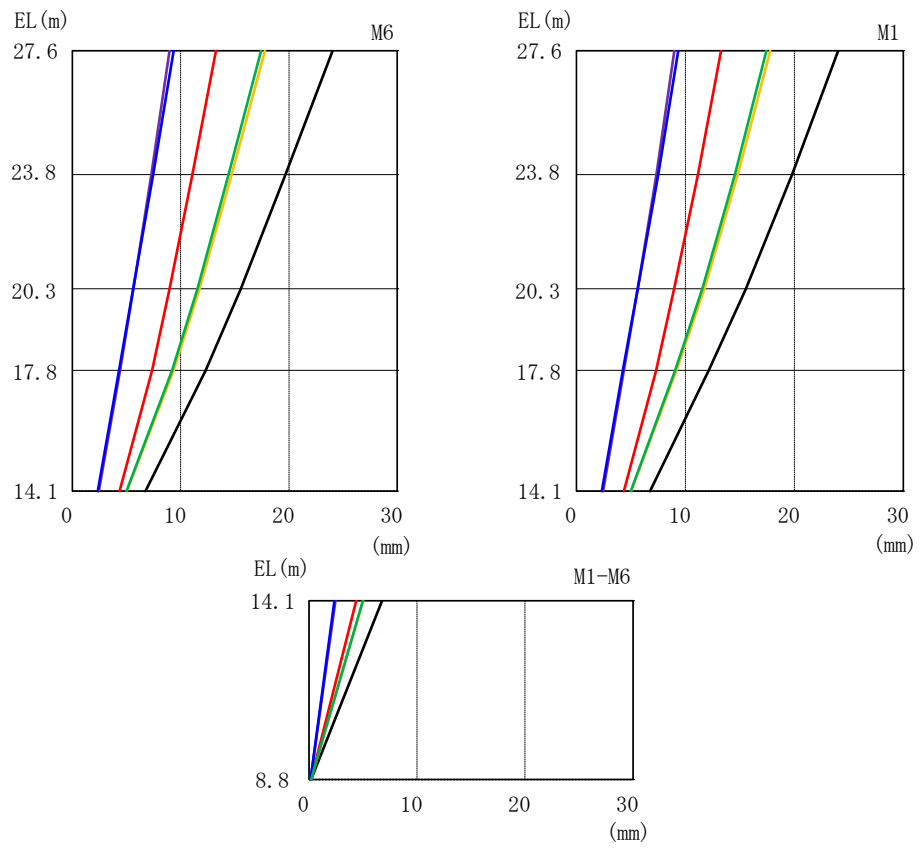
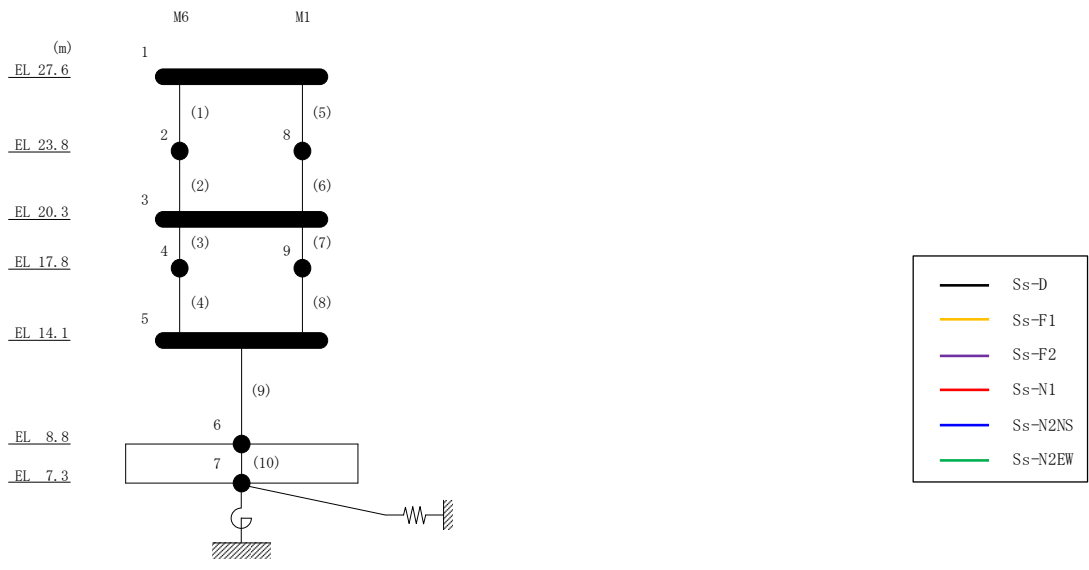
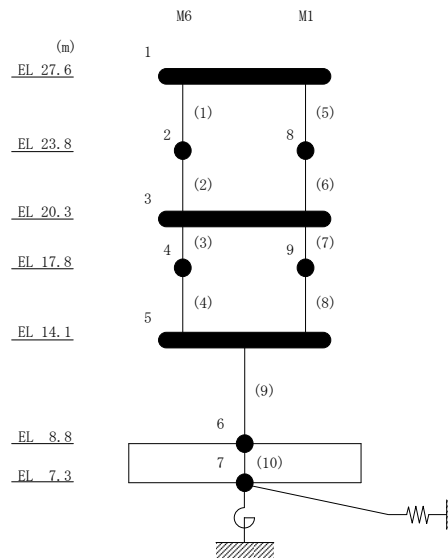


图 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
M1-M6	27.6	1	24.03	17.78	8.98	13.27	9.35	17.43	24.03
M6	23.8	2	19.68	14.70	7.29	11.09	7.46	14.43	19.68
M1-M6	20.3	3	15.55	11.74	5.63	8.96	5.62	11.55	15.55
M6	17.8	4	12.30	9.34	4.40	7.36	4.31	9.20	12.30
M1-M6	14.1	5	6.76	5.01	2.44	4.36	2.34	4.99	6.76
	8.8	6	0.18	0.17	0.15	0.19	0.15	0.18	0.19
M1	23.8	8	19.79	14.80	7.35	11.16	7.51	14.54	19.79
	17.8	9	12.15	9.19	4.37	7.32	4.26	9.06	12.15

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



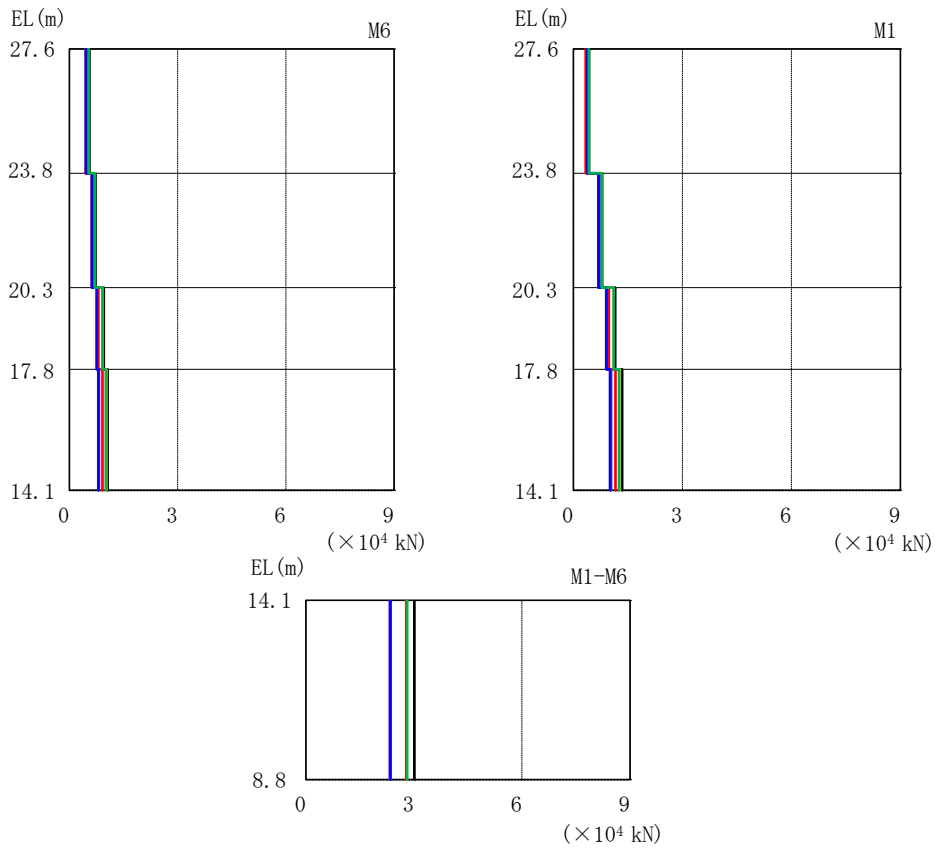
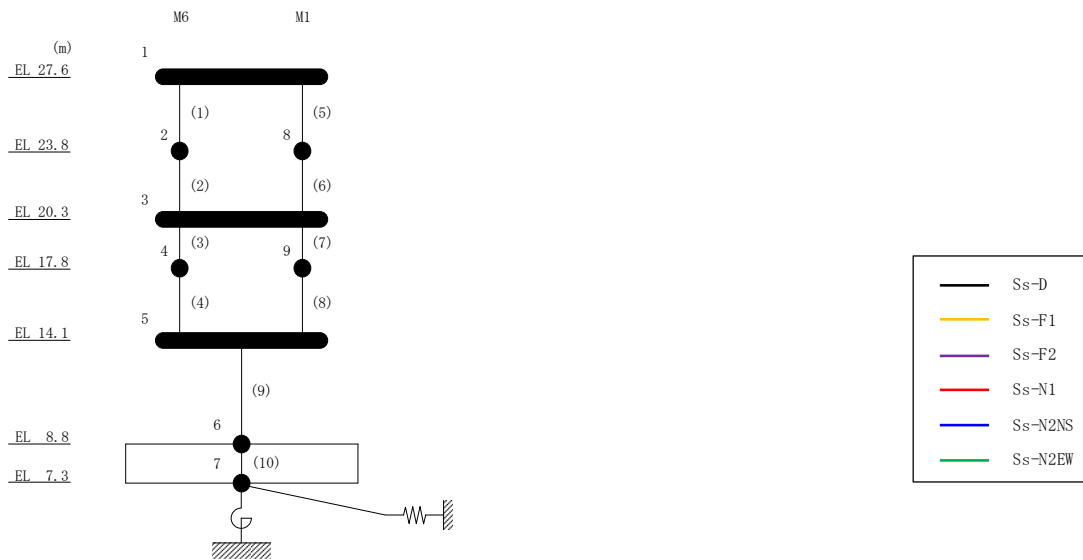
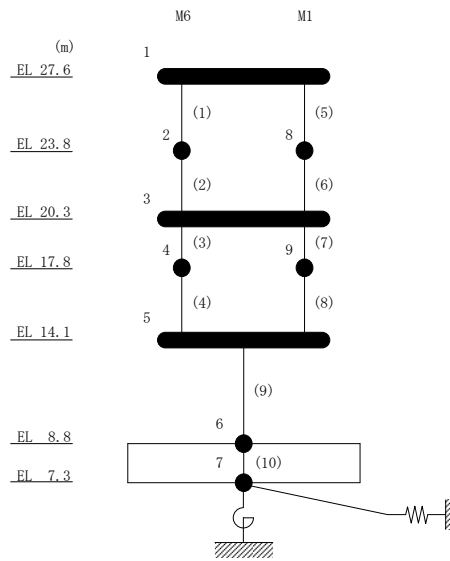


図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
M6	27.6~23.8	1	0.556	0.539	0.480	0.452	0.468	0.539	0.556
	23.8~20.3	2	0.728	0.708	0.639	0.619	0.626	0.707	0.728
	20.3~17.8	3	0.957	0.921	0.774	0.809	0.757	0.921	0.957
	17.8~14.1	4	1.06	1.03	0.821	0.918	0.803	1.01	1.06
M1	27.6~23.8	5	0.433	0.408	0.399	0.341	0.383	0.422	0.433
	23.8~20.3	6	0.792	0.774	0.724	0.697	0.695	0.775	0.792
	20.3~17.8	7	1.15	1.11	0.905	0.979	0.911	1.11	1.15
	17.8~14.1	8	1.34	1.28	1.04	1.16	1.01	1.26	1.34
M1-M6	14.1~8.8	9	3.01	2.78	2.33	2.79	2.34	2.81	3.01

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



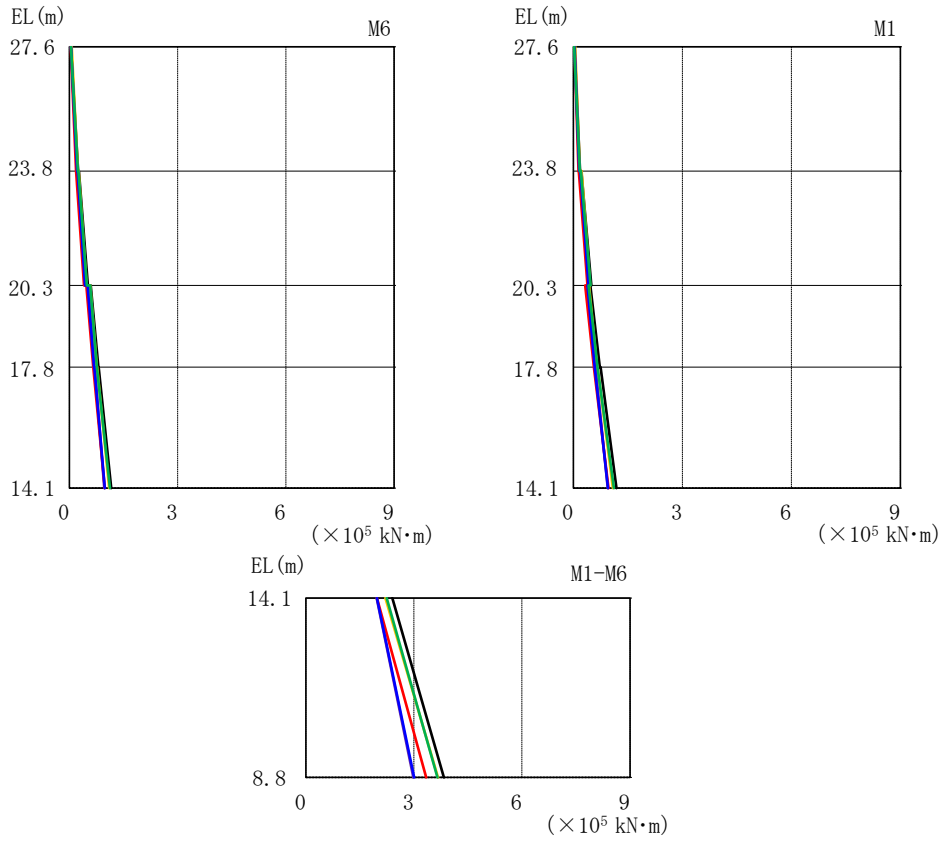
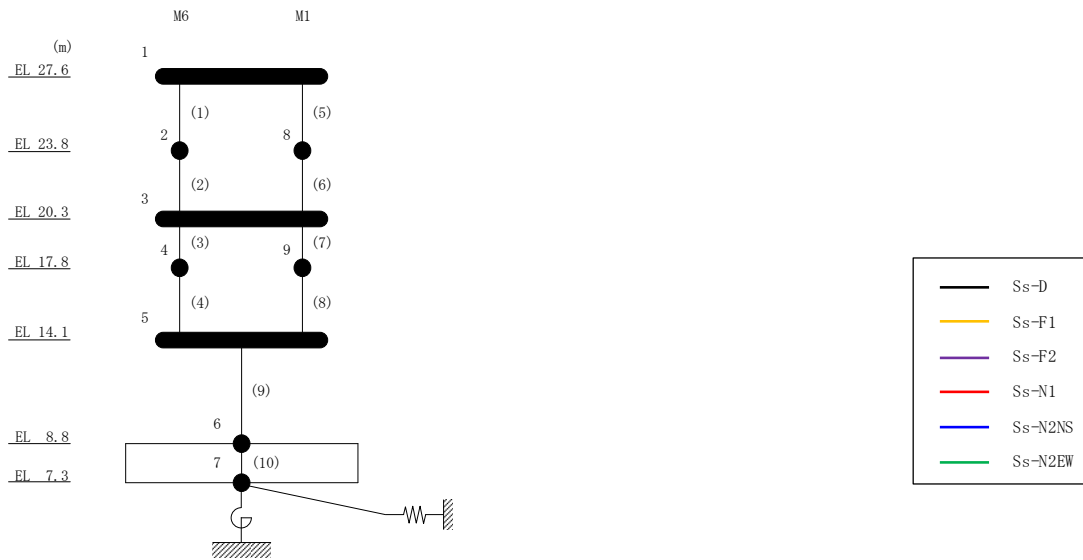


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
M6	27.6~23.8	1	0.0464	0.0671	0.0487	0.0398	0.0428	0.0429	0.0671
			0.248	0.238	0.223	0.184	0.214	0.239	0.248
	23.8~20.3	2	0.263	0.261	0.239	0.189	0.228	0.253	0.263
			0.518	0.479	0.450	0.406	0.436	0.487	0.518
20.3~17.8	3	0.594	0.578	0.528	0.471	0.508	0.576	0.594	
		0.803	0.763	0.694	0.665	0.687	0.761	0.803	
17.8~14.1	4	0.812	0.771	0.703	0.663	0.690	0.765	0.812	
		1.16	1.11	0.973	0.985	0.980	1.13	1.16	
M1	27.6~23.8	5	0.0338	0.0484	0.0336	0.0306	0.0294	0.0252	0.0484
			0.187	0.178	0.173	0.142	0.163	0.181	0.187
	23.8~20.3	6	0.219	0.227	0.204	0.152	0.193	0.209	0.227
			0.495	0.464	0.431	0.391	0.420	0.472	0.495
20.3~17.8	7	0.471	0.432	0.406	0.329	0.393	0.418	0.471	
		0.731	0.651	0.596	0.566	0.585	0.663	0.731	
17.8~14.1	8	0.748	0.667	0.612	0.565	0.591	0.666	0.748	
		1.19	1.09	0.947	0.970	0.955	1.12	1.19	
M1-M6	14.1~8.8	9	2.40	2.21	1.96	1.97	1.97	2.24	2.40
			3.83	3.67	2.98	3.34	3.00	3.66	3.83

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

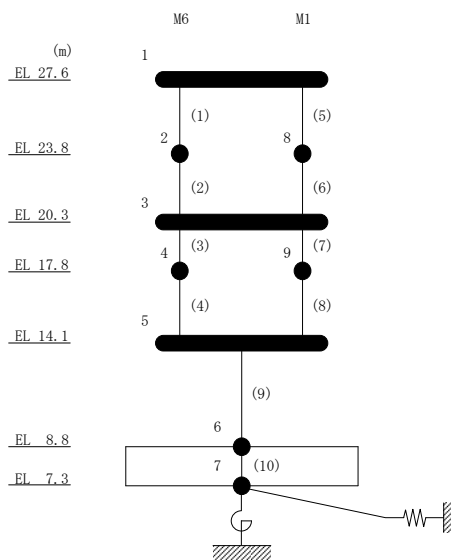


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
M6	27.6~23.8	1	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13
	23.8~20.3	2	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.17	0.19
	20.3~17.8	3	0.34	0.30	0.18	0.19	0.17	0.30	0.34
	17.8~14.1	4	0.59	0.56	0.25	0.40	0.22	0.54	0.59
M1	27.6~23.8	5	0.11	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10	0.11
	23.8~20.3	6	0.21	0.20	0.18	0.17	0.17	0.20	0.21
	20.3~17.8	7	0.39	0.36	0.19	0.21	0.19	0.37	0.39
	17.8~14.1	8	0.56	0.52	0.23	0.38	0.21	0.50	0.56
M1-M6	14.1~8.8	9	0.60	0.51	0.25	0.51	0.25	0.53	0.60

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

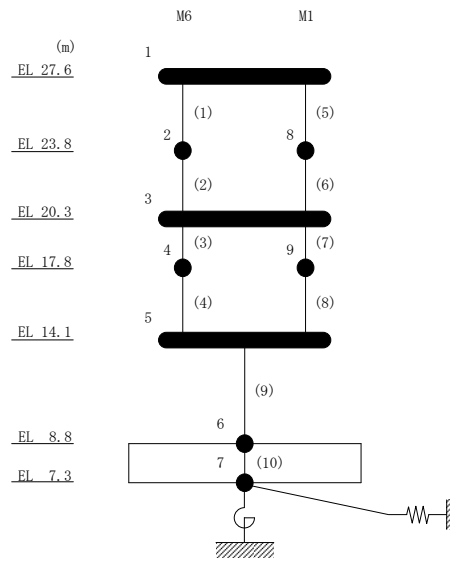


表 3-11 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率* (%)
S _s -D	0.676	0.844	100
S _s -F1	0.646	0.794	100
S _s -F2	0.629	0.765	100
S _s -N1	0.425	0.423	100
S _s -N2NS	0.457	0.477	100
S _s -N2EW	0.534	0.606	100

(b) EW方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率* (%)
S _s -D	0.958	0.434	100
S _s -F1	0.918	0.412	100
S _s -F2	0.784	0.338	100
S _s -N1	0.869	0.385	100
S _s -N2NS	0.780	0.336	100
S _s -N2EW	0.918	0.412	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値(0.68N/mm²)を超えないため接地率は100%となる。

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.2 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-6
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-7
4.1 検討概要	別紙 4-7
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-12
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-12
4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-15
4.3 まとめ	別紙 4-17

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物モデルに考慮した地盤ばねが変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、サイトバンカ建物（増築部）の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

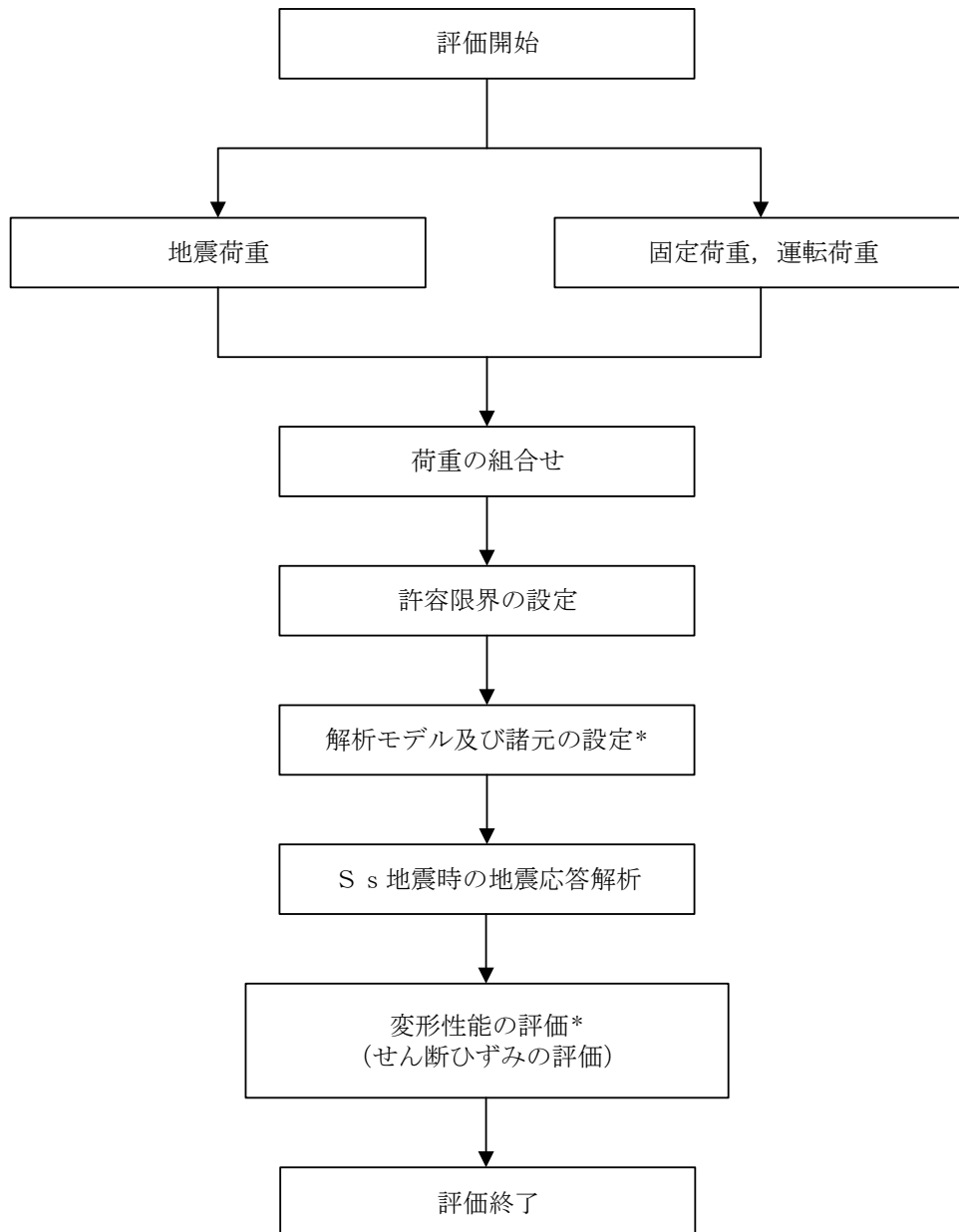
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、サイトバンカ建物（増築部）を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、サイトバンカ建物（増築部）の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づく S 波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤の S 波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期の S 波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮した S 波速度を表 3-1 に示す。

なお、波及的影響においては水平応答を評価するため、P 波速度の不確かさの影響は考慮しない。

表 3-1 地盤物性の不確かさを考慮した S 波速度

支持地盤	地盤の S 波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
	1600	1760	1440

3.2.2 積雪荷重との組合せの設定

地震荷重と組み合わせる積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出する。

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。また、積雪ケースによる建物応答への影響についても確認する。

検討ケースを表 4-1 に、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%) *	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%) *	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮

注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s の不確かさを設定する。

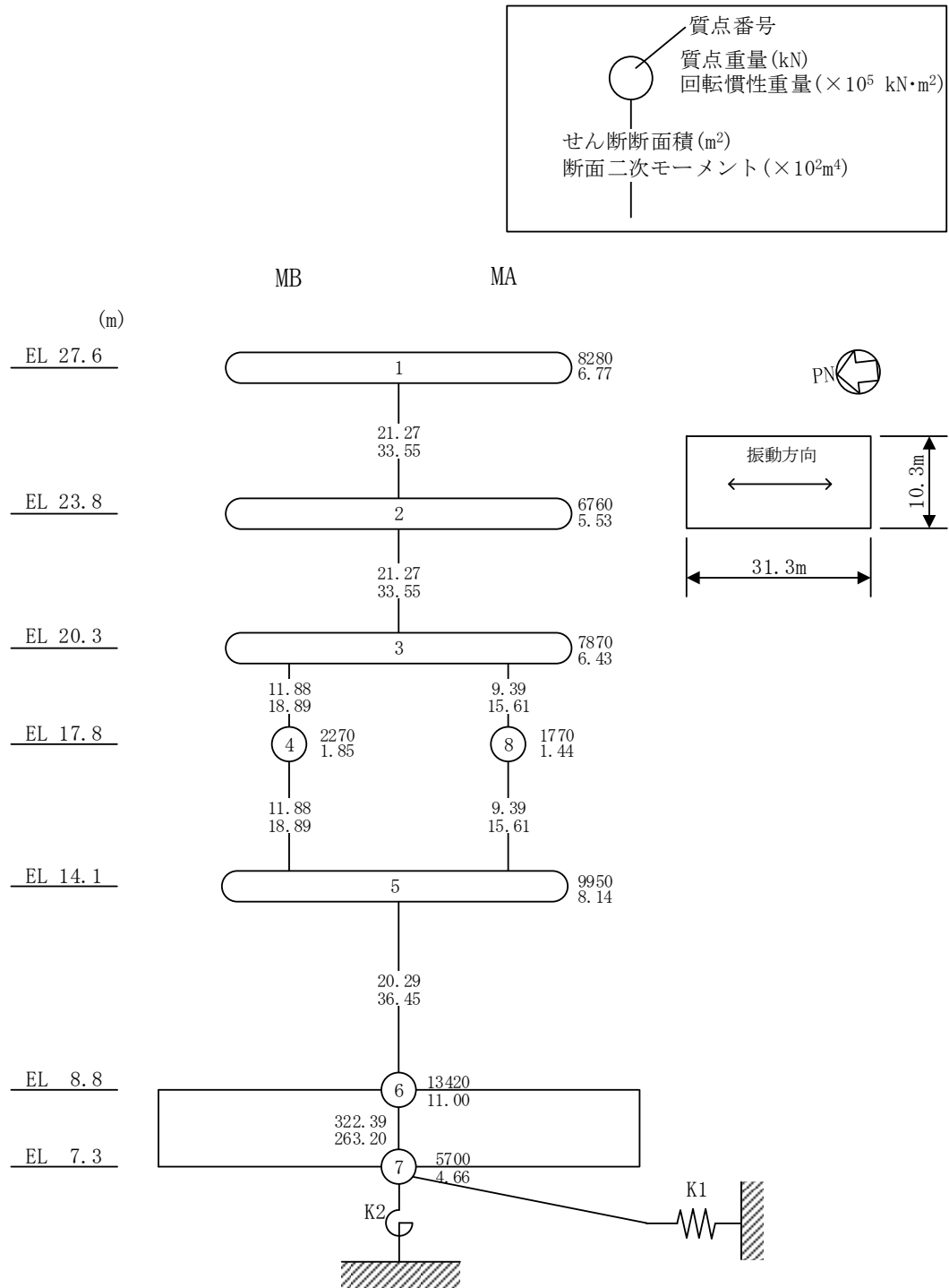


図 4-1(1) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)
(NS 方向)

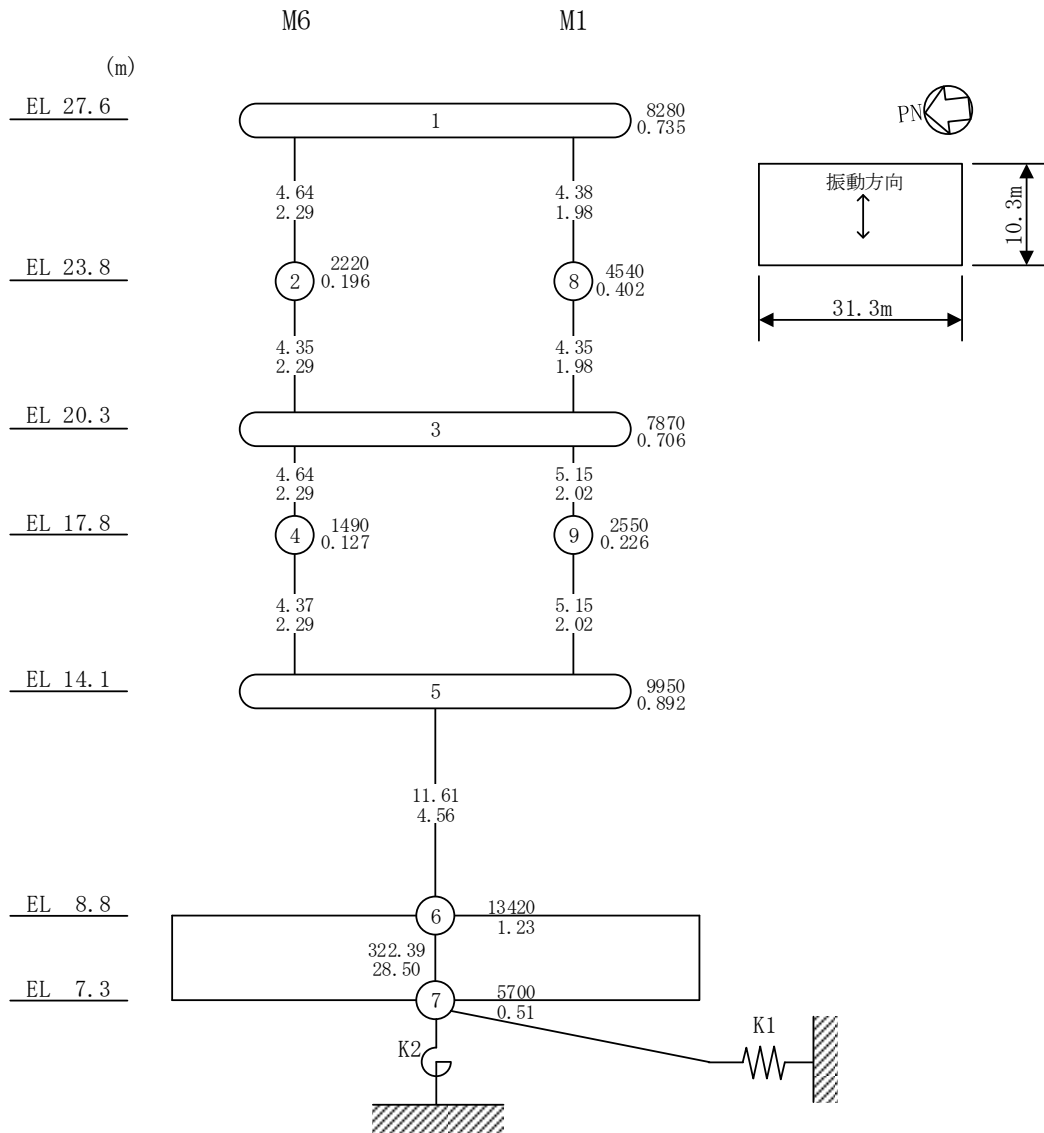
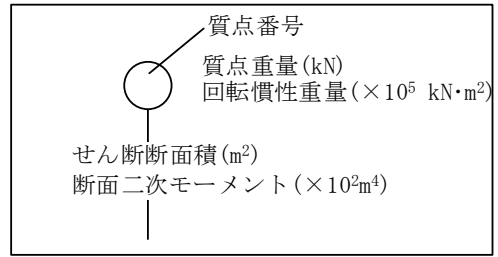


図 4-1(2) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)
(EW方向)

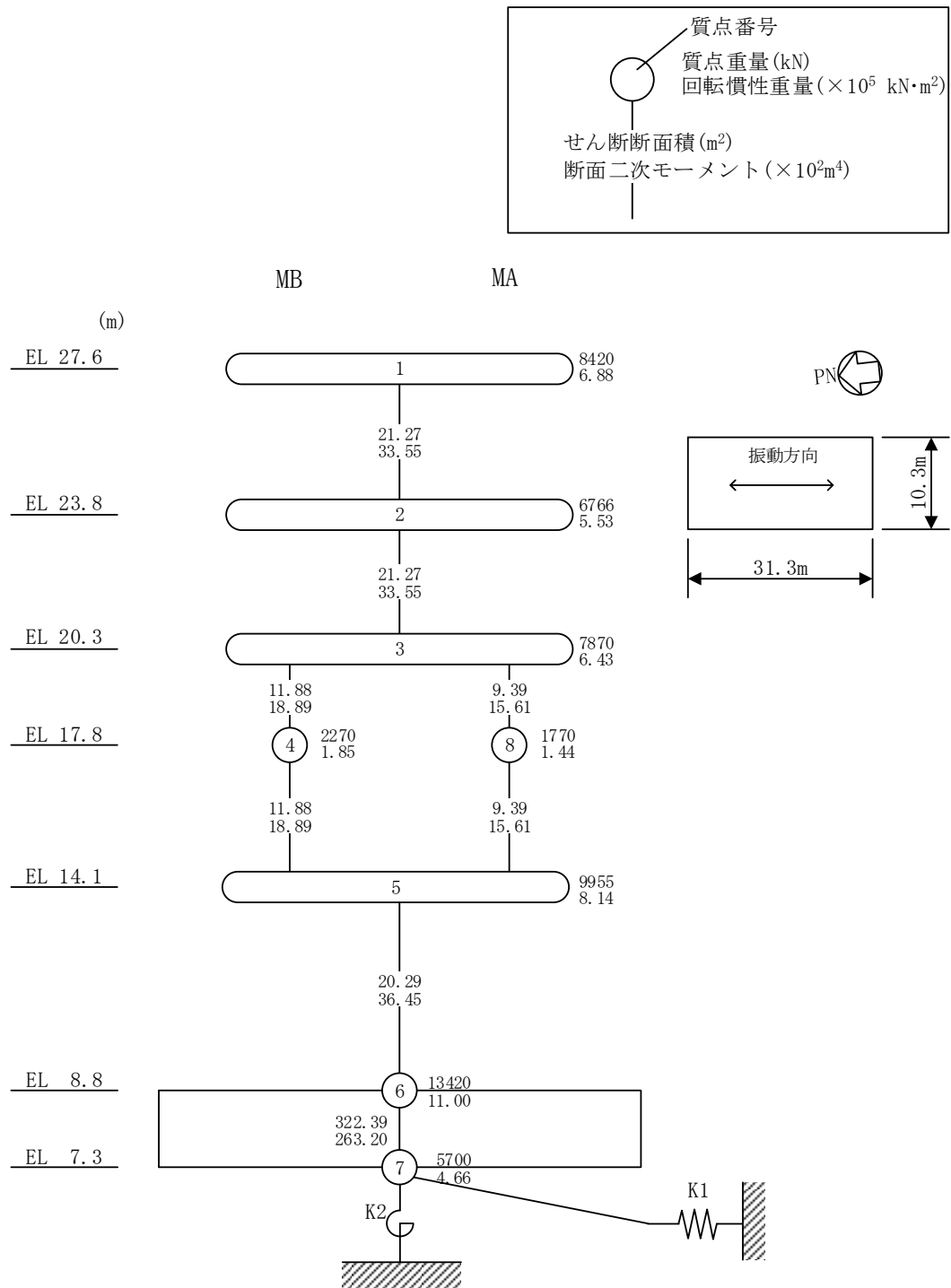


図 4-2(1) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 4)
(NS 方向)

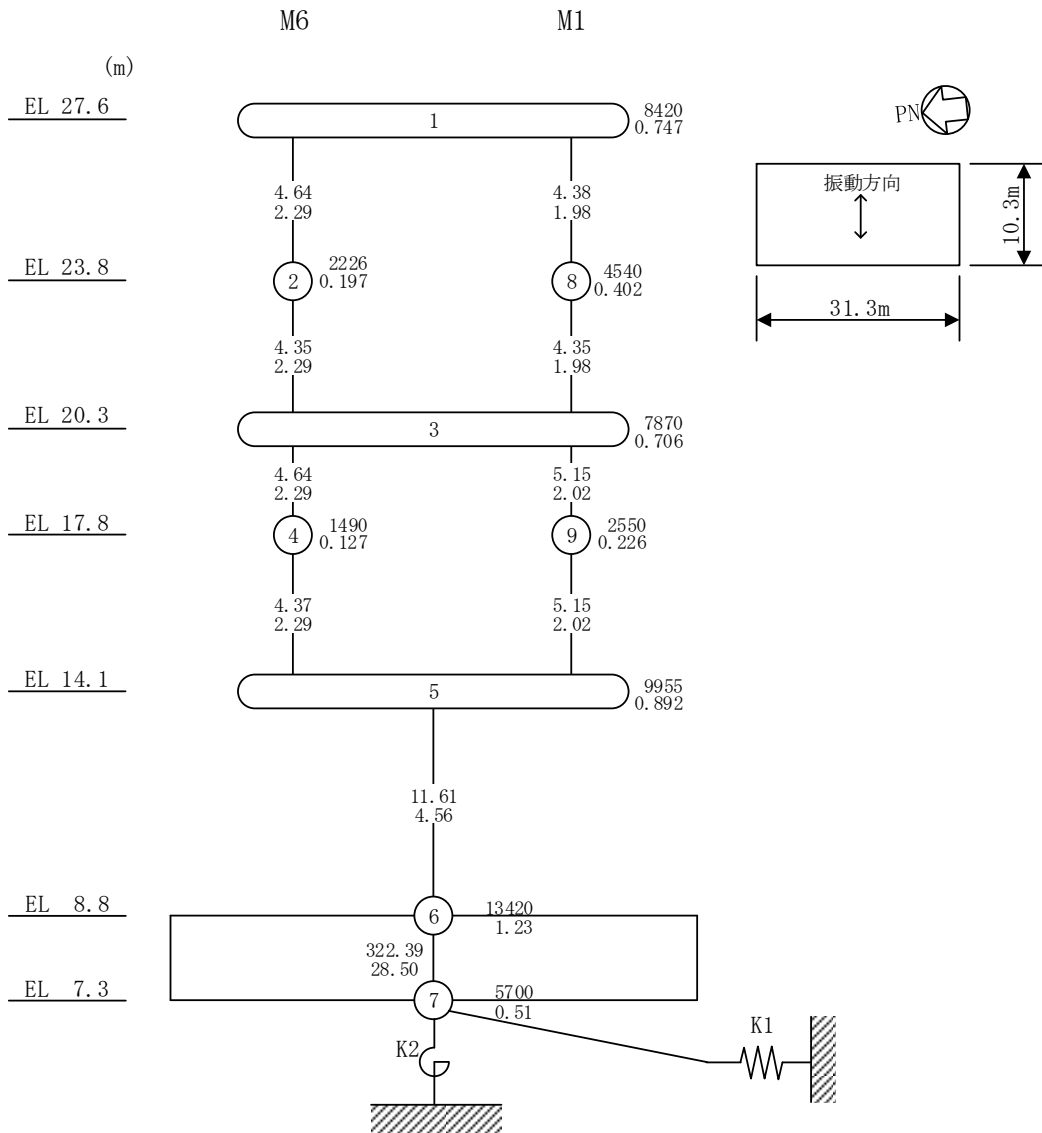
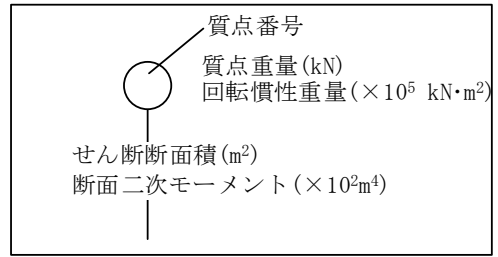


図 4-2(2) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 4)
(EW方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース2及びケース3）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-2、刺激関数図を図4-3及び図4-4に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、-1%～+1%程度である。

表4-2 固有値解析結果の比較（ケース1～ケース3）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	9.85	9.93 (1.01)	9.73 (0.99)
2	24.40	24.57 (1.01)	24.17 (0.99)

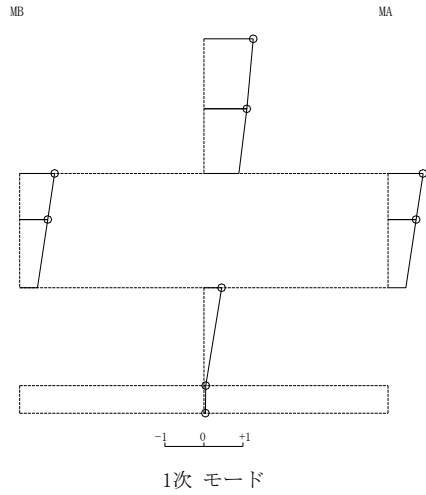
(b) EW方向

(単位：Hz)

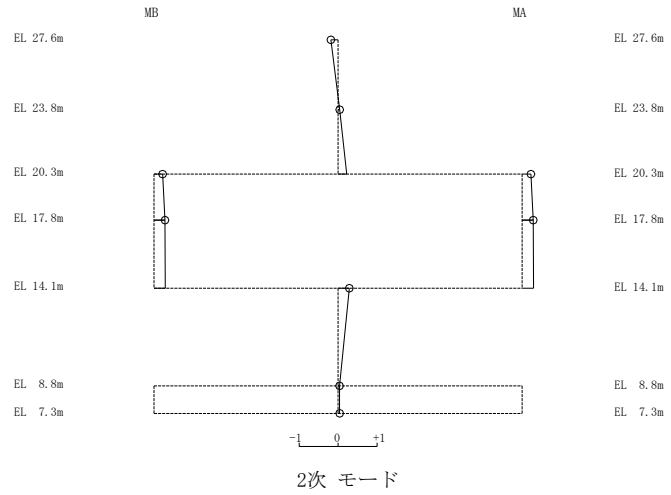
次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	5.68	5.73 (1.01)	5.62 (0.99)
2	18.72	18.77 (1.00)	18.64 (1.00)

注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.101 s
固有振動数 9.93 Hz
刺激係数 1.268

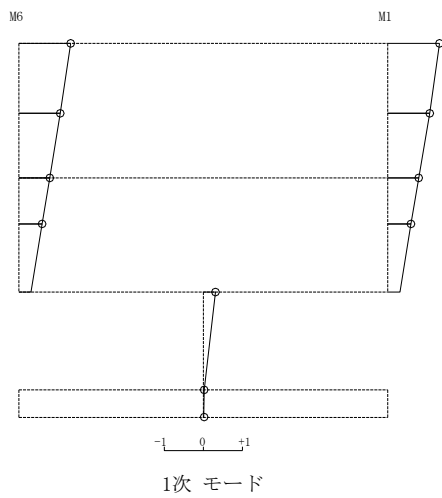


固有周期 0.041 s
固有振動数 24.57 Hz
刺激係数 0.289

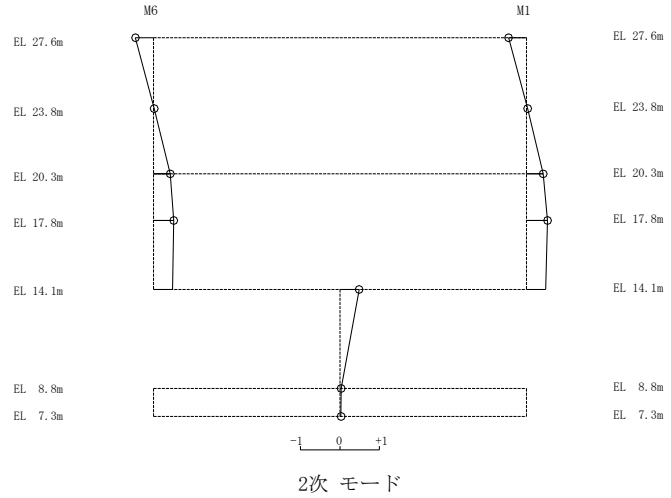


(NS方向)

固有周期 0.175 s
固有振動数 5.73 Hz
刺激係数 1.326



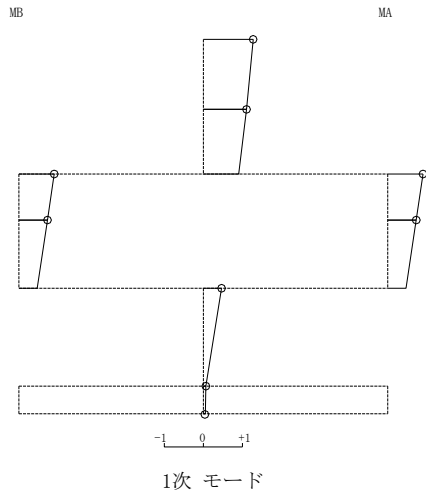
固有周期 0.053 s
固有振動数 18.77 Hz
刺激係数 0.535



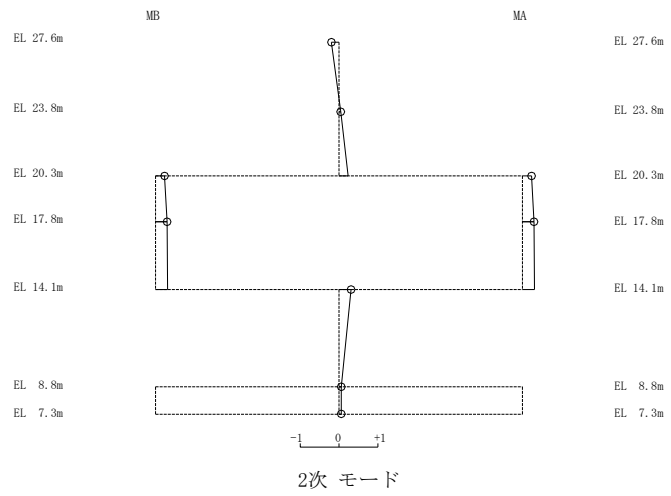
(EW方向)

図 4-3 刺激関数図 (ケース 2)

固有周期 0.103 s
固有振動数 9.73 Hz
刺激係数 1.274

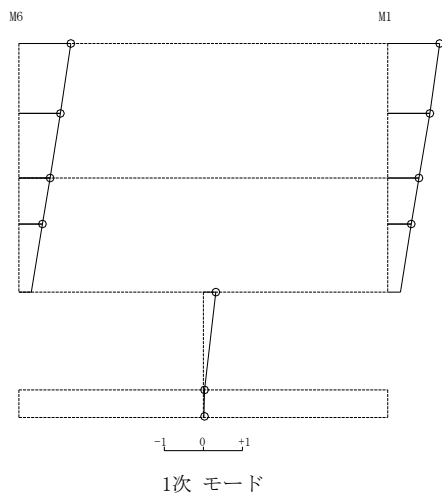


固有周期 0.041 s
固有振動数 24.17 Hz
刺激係数 0.309

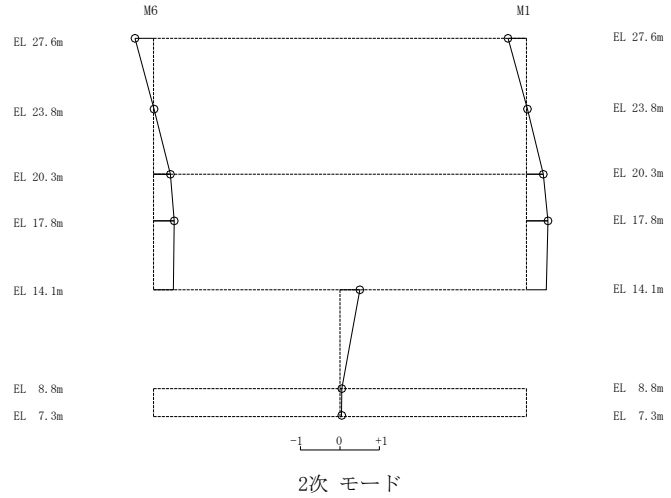


(NS方向)

固有周期 0.178 s
固有振動数 5.62 Hz
刺激係数 1.330



固有周期 0.054 s
固有振動数 18.64 Hz
刺激係数 0.547



(EW方向)

図 4-4 刺激関数図 (ケース 3)

4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施し、積雪ケース（ケース4）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-3、刺激関数図を図4-5に示す。

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、1%未満である。

表4-3 固有値解析結果の比較（ケース1及びケース4）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	9.85	9.81 (1.00)
2	24.40	24.34 (1.00)

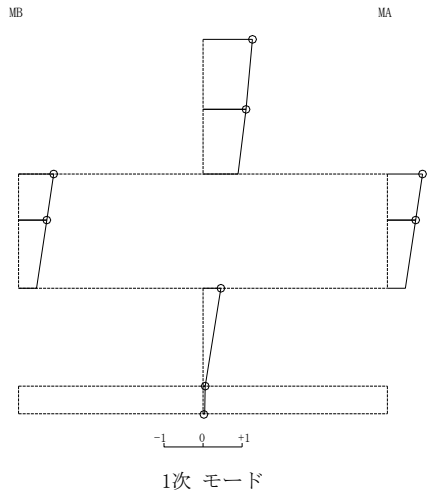
(b) EW方向

(単位：Hz)

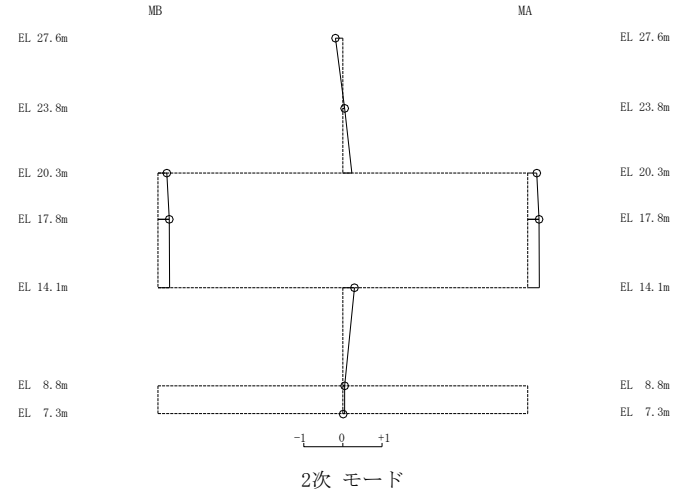
次数	ケース1	ケース4
1	5.68	5.66 (1.00)
2	18.72	18.67 (1.00)

注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.102 s
 固有振動数 9.81 Hz
 刺激係数 1.269

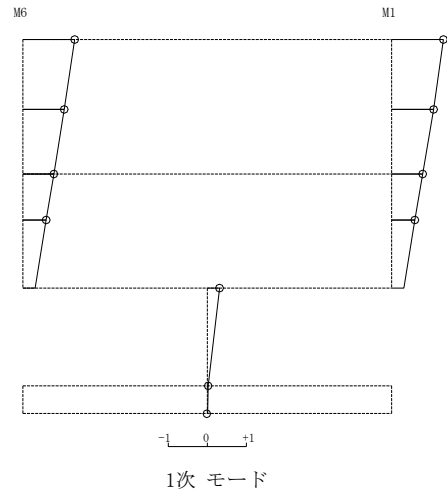


固有周期 0.041 s
 固有振動数 24.34 Hz
 刺激係数 0.297

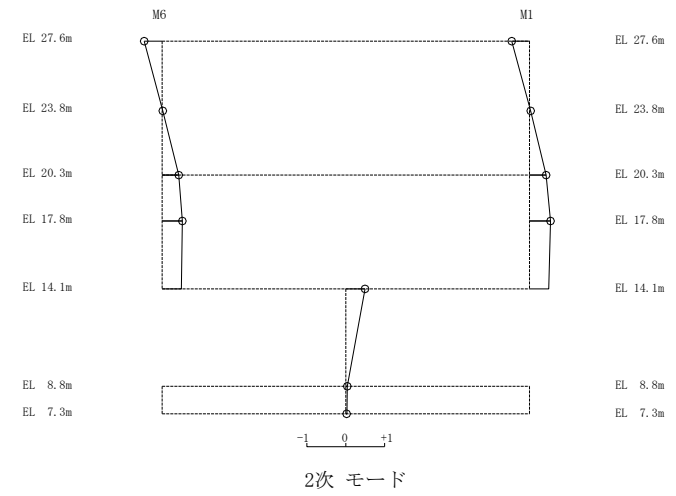


(NS方向)

固有周期 0.177 s
 固有振動数 5.66 Hz
 刺激係数 1.325



固有周期 0.054 s
 固有振動数 18.67 Hz
 刺激係数 0.542



(EW方向)

図 4-5 刺激関数図 (ケース 4)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性 $+\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや大きくなる傾向であり、最大で1%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性 $-\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で1%小さくなった。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合の固有振動数は、やや小さくなる傾向であるもののその変動は1%未満であった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-14

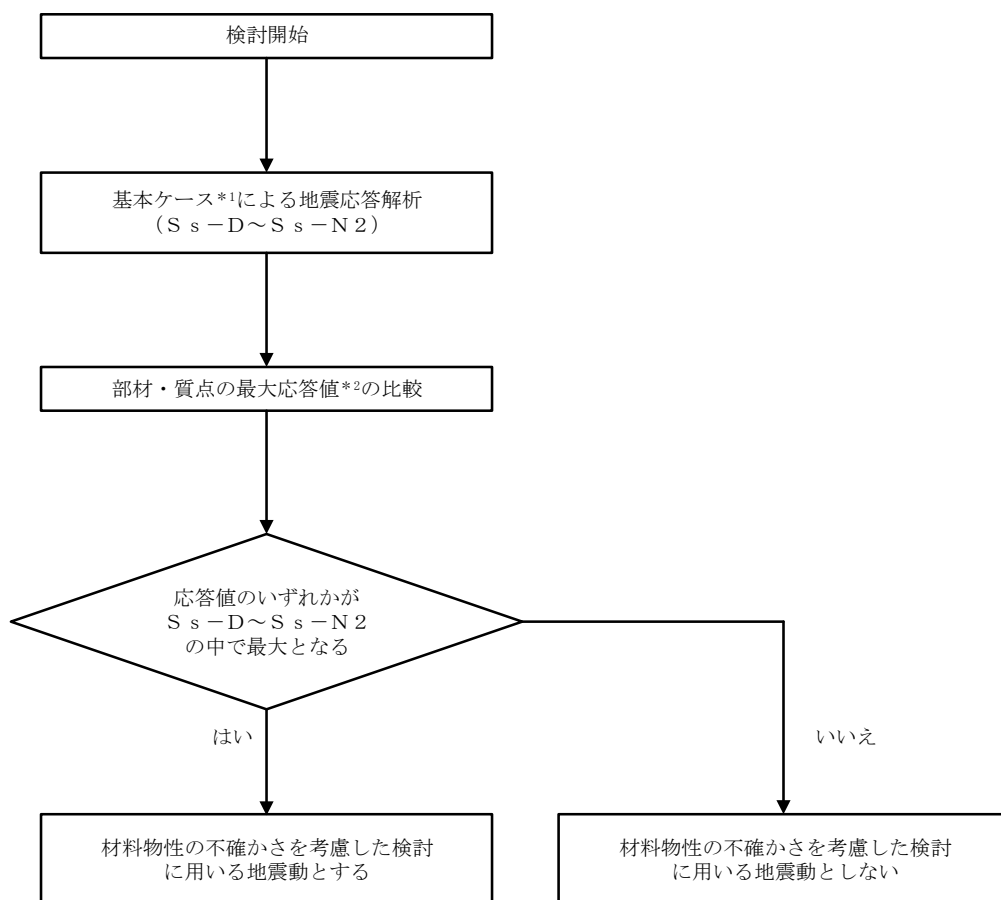
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図2-1に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

サイトバンカ建物（増築部）における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。サイトバンカ建物（増築部）の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表 3-1～表 3-10 に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 、 S_s-F1 及び S_s-N1 については、応答値のいずれかが $S_s-D \sim S_s-N2$ の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6	1	1900	1957	1707	889	1019	1377	1957
	23.8	2	1721	1721	1535	831	928	1133	1721
	20.3	3	1484	1446	1322	758	822	947	1484
MB	17.8	4	1358	1130	1098	691	729	811	1358
MA-MB	14.1	5	1214	1072	837	641	598	641	1214
	8.8	6	888	553	548	618	545	531	888
MA	17.8	8	1360	1133	1097	690	728	811	1360

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

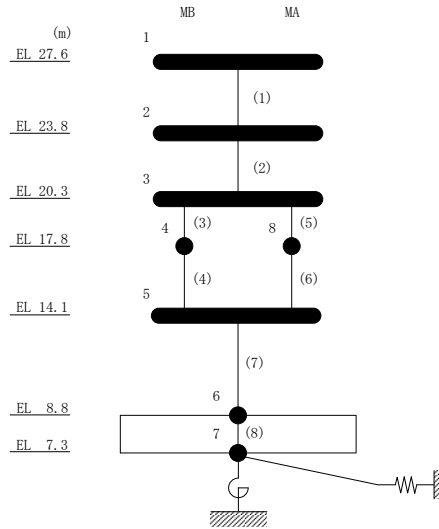


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6	1	6.41	5.18	4.66	2.55	2.83	3.41	6.41
	23.8	2	5.73	4.58	4.08	2.25	2.48	2.93	5.73
	20.3	3	4.93	3.87	3.37	1.87	2.06	2.37	4.93
MB	17.8	4	4.25	3.25	2.76	1.54	1.68	1.90	4.25
MA-MB	14.1	5	3.13	2.31	1.84	1.01	1.10	1.22	3.13
	8.8	6	0.24	0.22	0.20	0.14	0.15	0.15	0.24
MA	17.8	8	4.25	3.25	2.76	1.54	1.68	1.89	4.25

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

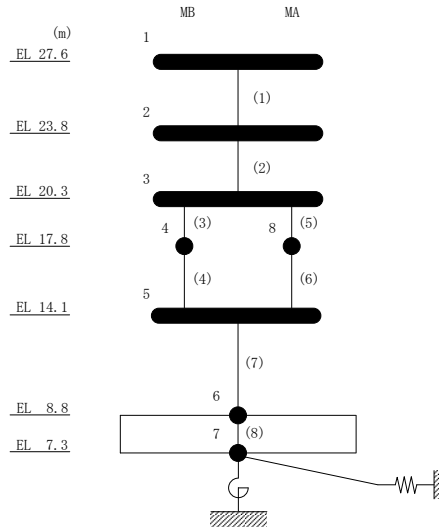


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
			S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	1.61	1.66	1.45	0.746	0.854	1.17	1.66
	23.8~20.3	2	2.75	2.75	2.49	1.32	1.49	1.93	2.75
MB	20.3~17.8	3	2.15	2.10	1.95	1.07	1.20	1.46	2.15
	17.8~14.1	4	2.40	2.30	2.17	1.23	1.37	1.61	2.40
MA	20.3~17.8	5	1.71	1.66	1.54	0.850	0.949	1.15	1.71
	17.8~14.1	6	1.90	1.81	1.71	0.974	1.08	1.27	1.90
MA-MB	14.1~8.8	7	5.22	4.63	4.45	2.79	3.03	3.39	5.22

注：ハッチングは S_s-D~S_s-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

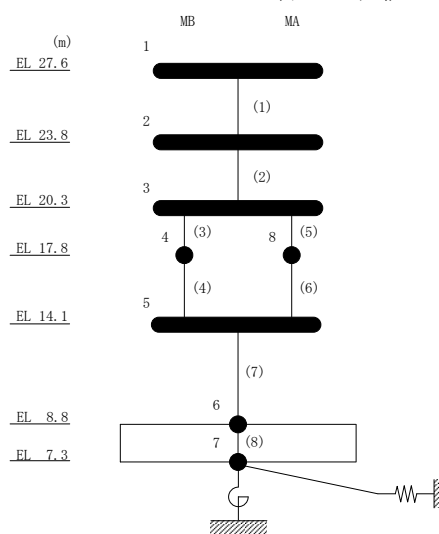


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN・m)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	0.426	0.348	0.336	0.129	0.265	0.325	0.426
			0.887	0.908	0.825	0.357	0.462	0.759	0.908
MA-MB	23.8~20.3	2	1.20	1.10	1.05	0.430	0.591	1.01	1.20
			2.01	2.05	1.88	0.848	1.06	1.67	2.05
MB	20.3~17.8	3	1.20	1.22	1.14	0.498	0.644	1.04	1.22
			1.68	1.71	1.60	0.743	0.903	1.39	1.71
MB	17.8~14.1	4	1.72	1.76	1.66	0.757	0.936	1.45	1.76
			2.56	2.59	2.42	1.21	1.41	2.03	2.59
MA	20.3~17.8	5	1.01	1.03	0.968	0.423	0.545	0.878	1.03
			1.40	1.42	1.33	0.617	0.750	1.16	1.42
MA	17.8~14.1	6	1.42	1.46	1.37	0.628	0.775	1.20	1.46
			2.09	2.12	1.98	0.986	1.15	1.66	2.12
MA-MB	14.1~8.8	7	4.79	4.87	4.56	2.24	2.64	3.87	4.87
			7.51	7.24	6.86	3.71	4.22	5.52	7.51

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

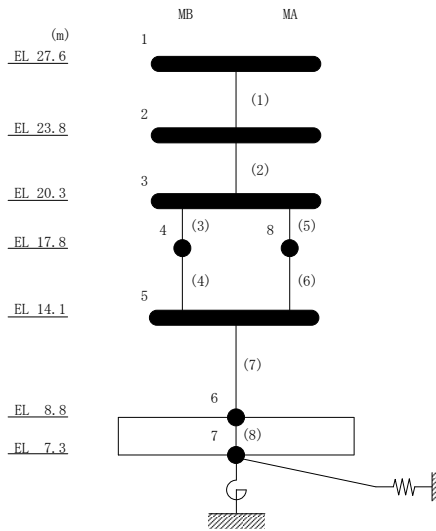


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
MA-MB	27.6~23.8	1	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.06	0.08
	23.8~20.3	2	0.14	0.14	0.12	0.07	0.07	0.10	0.14
MB	20.3~17.8	3	0.19	0.19	0.17	0.10	0.11	0.13	0.19
	17.8~14.1	4	0.23	0.21	0.19	0.11	0.12	0.14	0.23
MA	20.3~17.8	5	0.19	0.19	0.18	0.10	0.11	0.13	0.19
	17.8~14.1	6	0.23	0.21	0.19	0.11	0.12	0.14	0.23
MA-MB	14.1~8.8	7	0.50	0.36	0.28	0.15	0.16	0.18	0.50

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

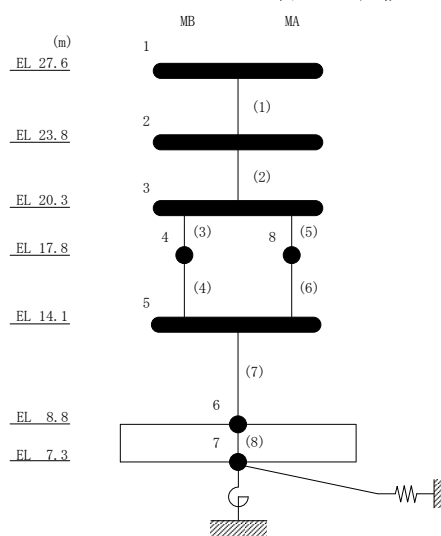


表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
M1-M6	27.6	1	1202	1139	1043	945	1028	1128	1202
M6	23.8	2	1046	1115	742	916	733	998	1115
M1-M6	20.3	3	959	907	742	791	747	829	959
M6	17.8	4	968	944	771	828	769	890	968
M1-M6	14.1	5	976	808	786	708	707	614	976
	8.8	6	860	571	812	624	540	538	860
M1	23.8	8	1038	956	800	817	758	913	1038
	17.8	9	934	883	727	819	774	899	934

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

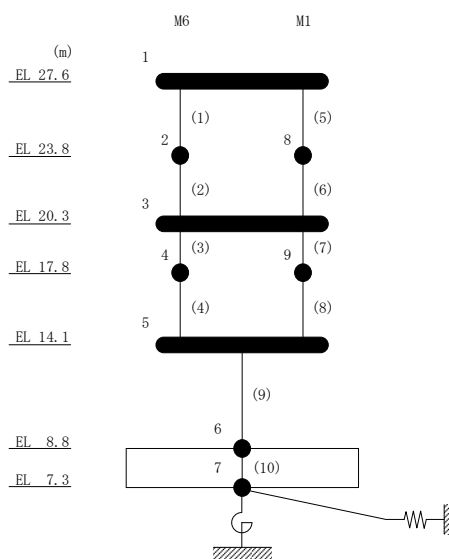


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
M1-M6	27.6	1	24.03	17.78	8.98	13.27	9.35	17.43	24.03
M6	23.8	2	19.68	14.70	7.29	11.09	7.46	14.43	19.68
M1-M6	20.3	3	15.55	11.74	5.63	8.96	5.62	11.55	15.55
M6	17.8	4	12.30	9.34	4.40	7.36	4.31	9.20	12.30
M1-M6	14.1	5	6.76	5.01	2.44	4.36	2.34	4.99	6.76
	8.8	6	0.18	0.17	0.15	0.19	0.15	0.18	0.19
M1	23.8	8	19.79	14.80	7.35	11.16	7.51	14.54	19.79
	17.8	9	12.15	9.19	4.37	7.32	4.26	9.06	12.15

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

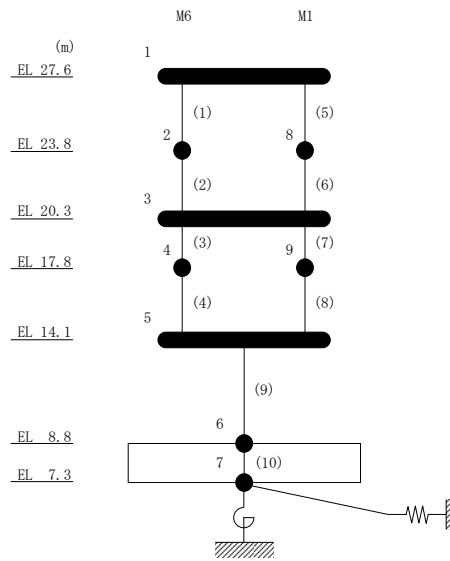


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
			S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
M6	27.6~23.8	1	0.556	0.539	0.480	0.452	0.468	0.539	0.556
	23.8~20.3	2	0.728	0.708	0.639	0.619	0.626	0.707	0.728
	20.3~17.8	3	0.957	0.921	0.774	0.809	0.757	0.921	0.957
	17.8~14.1	4	1.06	1.03	0.821	0.918	0.803	1.01	1.06
M1	27.6~23.8	5	0.433	0.408	0.399	0.341	0.383	0.422	0.433
	23.8~20.3	6	0.792	0.774	0.724	0.697	0.695	0.775	0.792
	20.3~17.8	7	1.15	1.11	0.905	0.979	0.911	1.11	1.15
	17.8~14.1	8	1.34	1.28	1.04	1.16	1.01	1.26	1.34
M1-M6	14.1~8.8	9	3.01	2.78	2.33	2.79	2.34	2.81	3.01

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

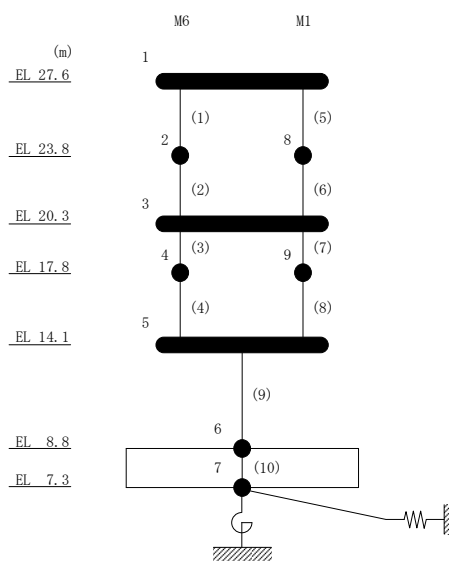


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
M6	27.6~23.8	1	0.0464	0.0671	0.0487	0.0398	0.0428	0.0429	0.0671
			0.248	0.238	0.223	0.184	0.214	0.239	0.248
	23.8~20.3	2	0.263	0.261	0.239	0.189	0.228	0.253	0.263
			0.518	0.479	0.450	0.406	0.436	0.487	0.518
20.3~17.8	3	0.594	0.578	0.528	0.471	0.508	0.576	0.594	
		0.803	0.763	0.694	0.665	0.687	0.761	0.803	
17.8~14.1	4	0.812	0.771	0.703	0.663	0.690	0.765	0.812	
		1.16	1.11	0.973	0.985	0.980	1.13	1.16	
M1	27.6~23.8	5	0.0338	0.0484	0.0336	0.0306	0.0294	0.0252	0.0484
			0.187	0.178	0.173	0.142	0.163	0.181	0.187
	23.8~20.3	6	0.219	0.227	0.204	0.152	0.193	0.209	0.227
			0.495	0.464	0.431	0.391	0.420	0.472	0.495
20.3~17.8	7	0.471	0.432	0.406	0.329	0.393	0.418	0.471	
		0.731	0.651	0.596	0.566	0.585	0.663	0.731	
17.8~14.1	8	0.748	0.667	0.612	0.565	0.591	0.666	0.748	
		1.19	1.09	0.947	0.970	0.955	1.12	1.19	
M1-M6	14.1~8.8	9	2.40	2.21	1.96	1.97	1.97	2.24	2.40
			3.83	3.67	2.98	3.34	3.00	3.66	3.83

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

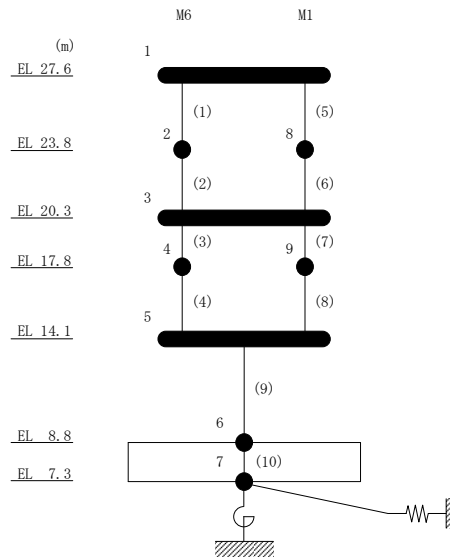
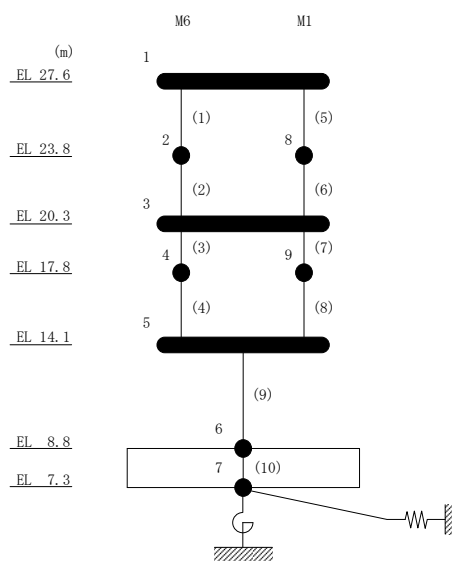


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
M6	27.6~23.8	1	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13
	23.8~20.3	2	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.17	0.19
	20.3~17.8	3	0.34	0.30	0.18	0.19	0.17	0.30	0.34
	17.8~14.1	4	0.59	0.56	0.25	0.40	0.22	0.54	0.59
M1	27.6~23.8	5	0.11	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10	0.11
	23.8~20.3	6	0.21	0.20	0.18	0.17	0.17	0.20	0.21
	20.3~17.8	7	0.39	0.36	0.19	0.21	0.19	0.37	0.39
	17.8~14.1	8	0.56	0.52	0.23	0.38	0.21	0.50	0.56
M1-M6	14.1~8.8	9	0.60	0.51	0.25	0.51	0.25	0.53	0.60

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-5 「サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
サイトバンカ 建物 (増築部)	基準地震動 S_s
	$S_s - D$, $S_s - F 1$, $S_s - N 1$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2
2.2 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-66

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-30 及び表 2-1～表 2-27 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

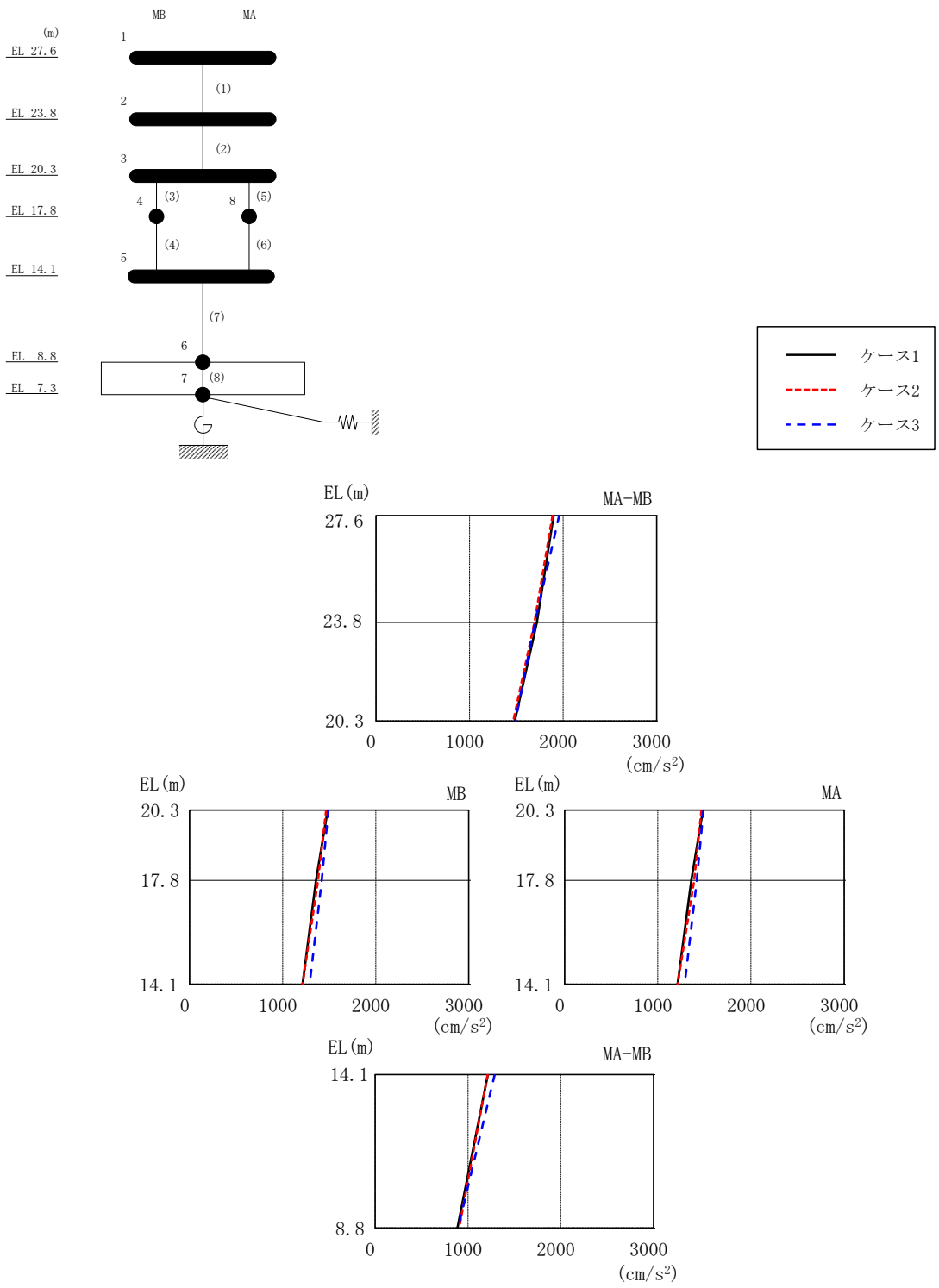
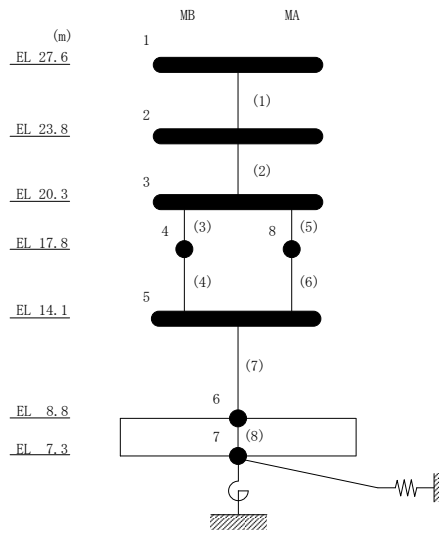


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-D, N S 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	1900	1888	1958
	23.8	2	1721	1695	1699
	20.3	3	1484	1468	1491
MB	17.8	4	1358	1379	1420
MA-MB	14.1	5	1214	1212	1288
	8.8	6	888	905	894
MA	17.8	8	1360	1390	1420



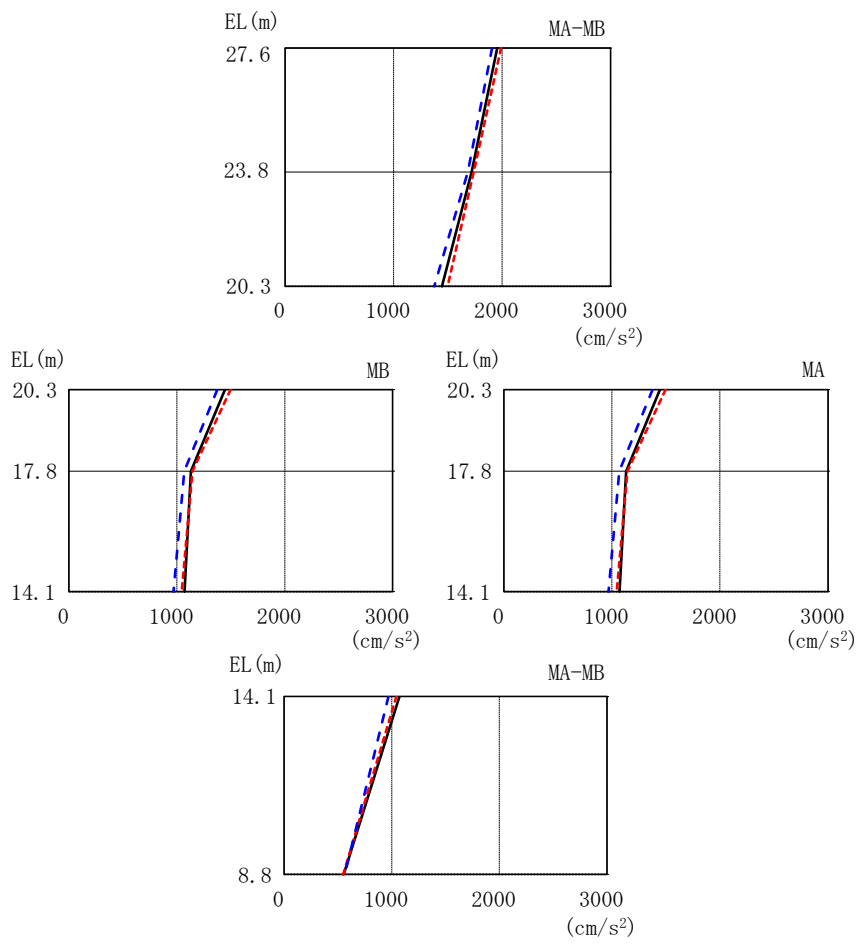
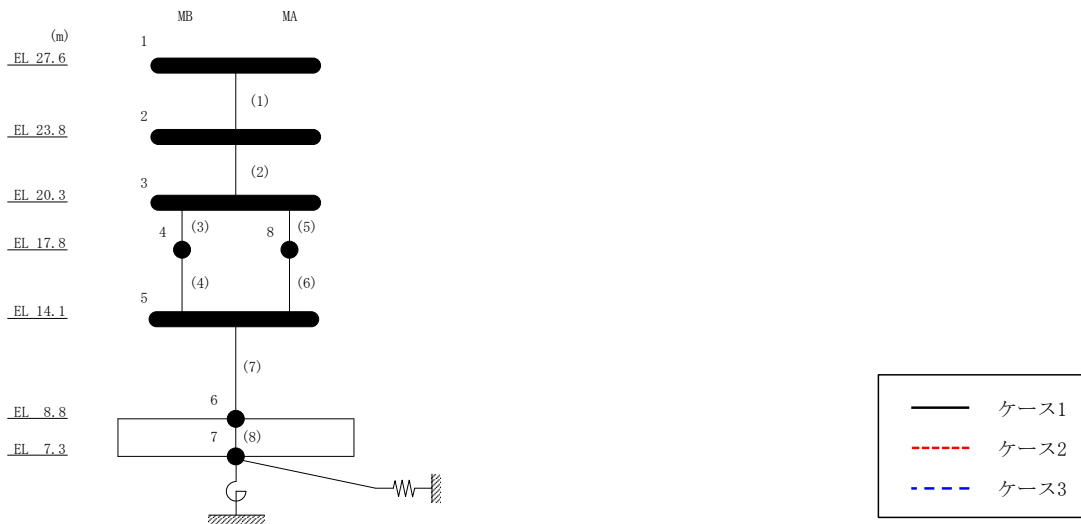
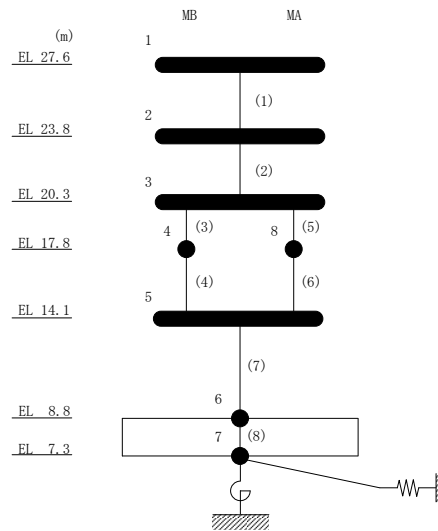


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - F 1$, NS 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	1957	1990	1909
	23.8	2	1721	1739	1685
	20.3	3	1446	1498	1376
MB	17.8	4	1130	1144	1068
MA-MB	14.1	5	1072	1045	970
	8.8	6	553	550	563
MA	17.8	8	1133	1144	1068



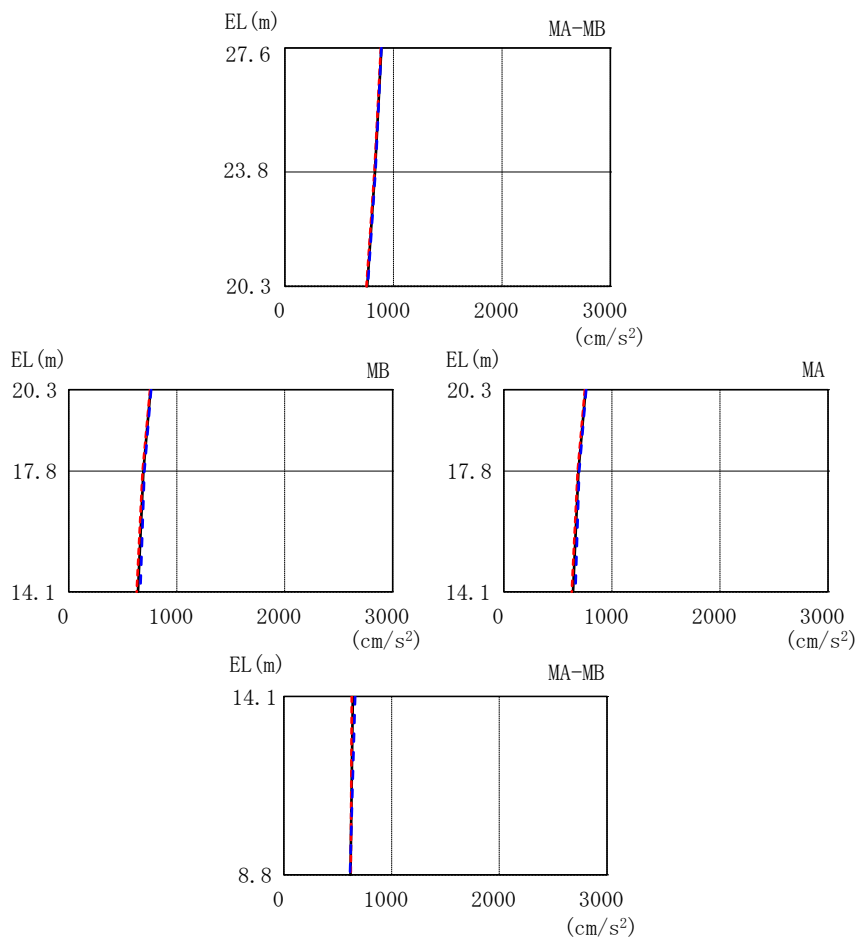
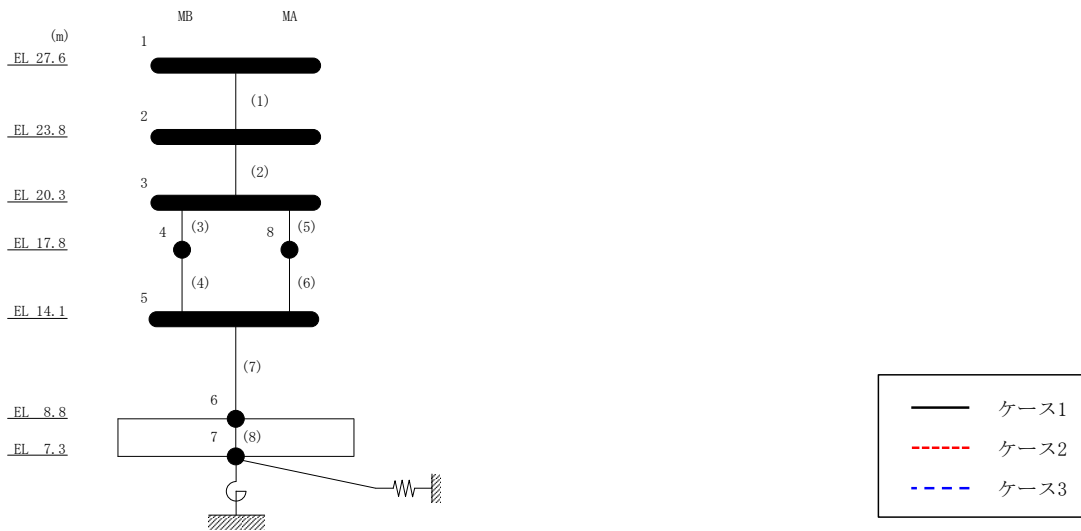
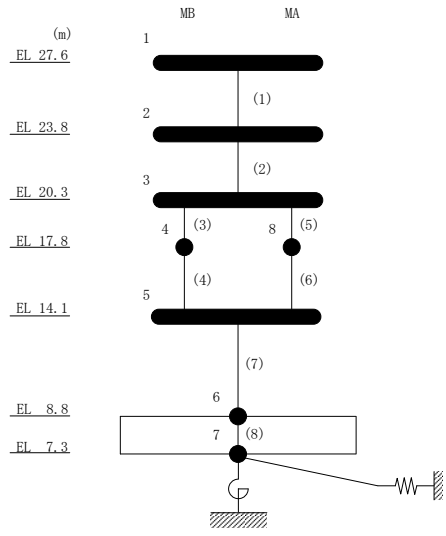


図 2-3 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N 1, NS 方向)

表 2-3 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	889	885	889
	23.8	2	831	825	834
	20.3	3	758	752	763
MB	17.8	4	691	684	699
MA-MB	14.1	5	641	629	662
	8.8	6	618	620	613
MA	17.8	8	690	684	699



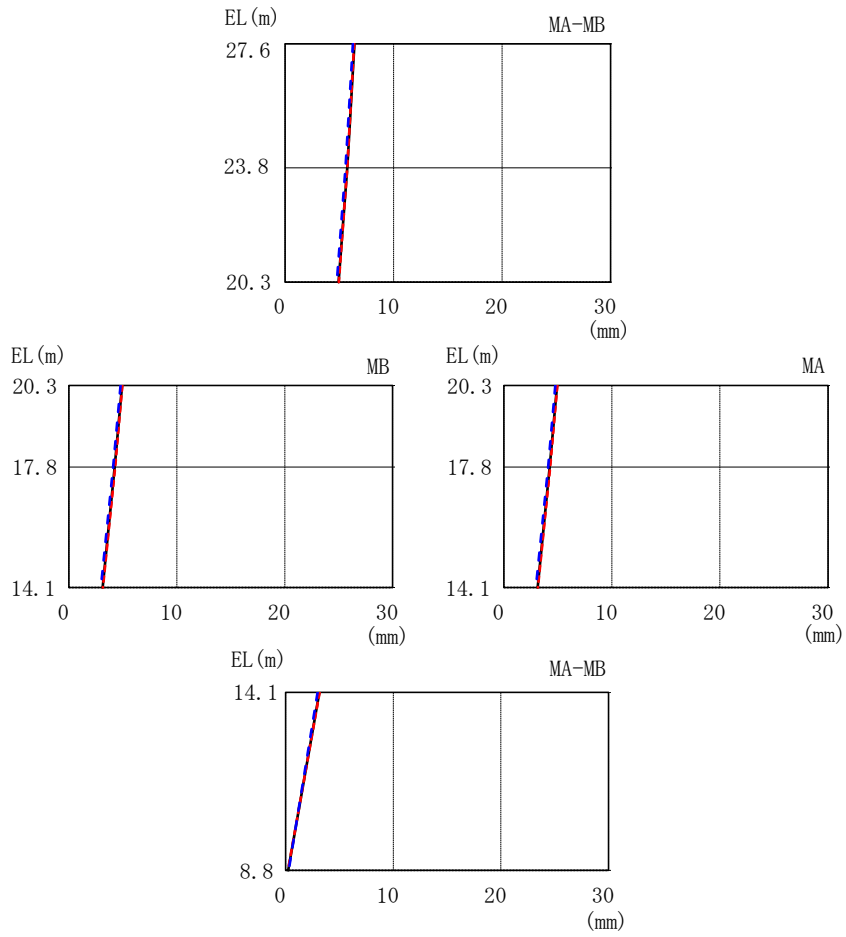
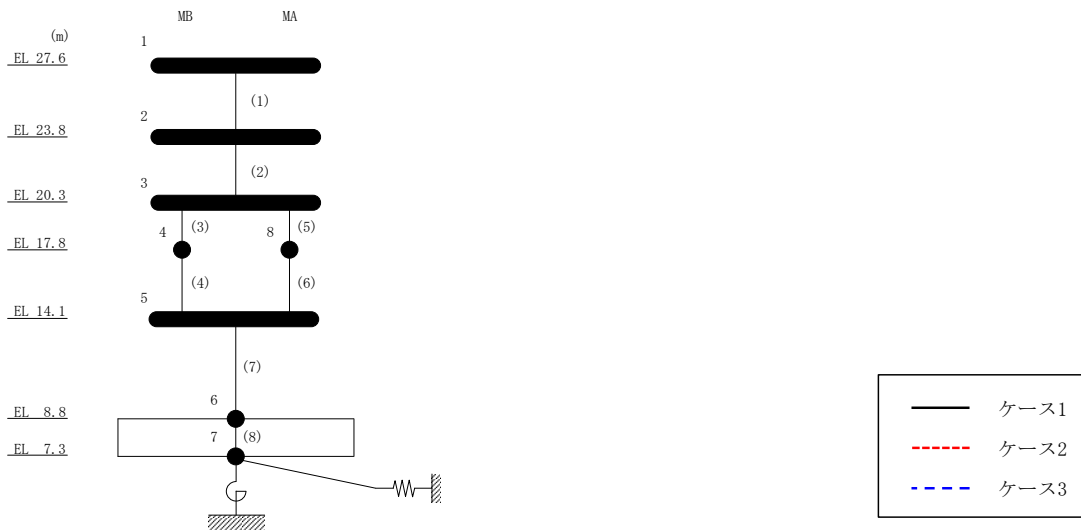
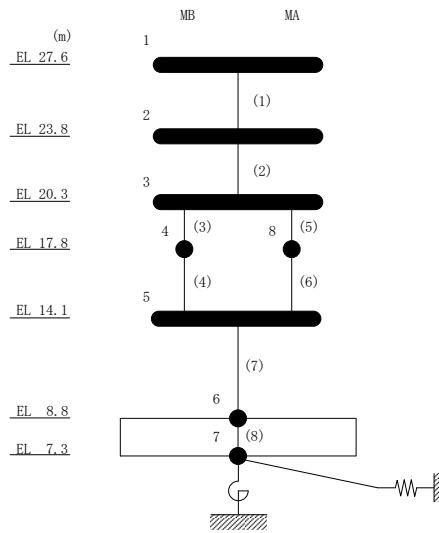


図 2-4 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-4 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	6.41	6.39	6.25
	23.8	2	5.73	5.73	5.57
	20.3	3	4.93	4.96	4.78
MB	17.8	4	4.25	4.30	4.10
MA-MB	14.1	5	3.13	3.16	2.96
	8.8	6	0.24	0.20	0.29
MA	17.8	8	4.25	4.30	4.10



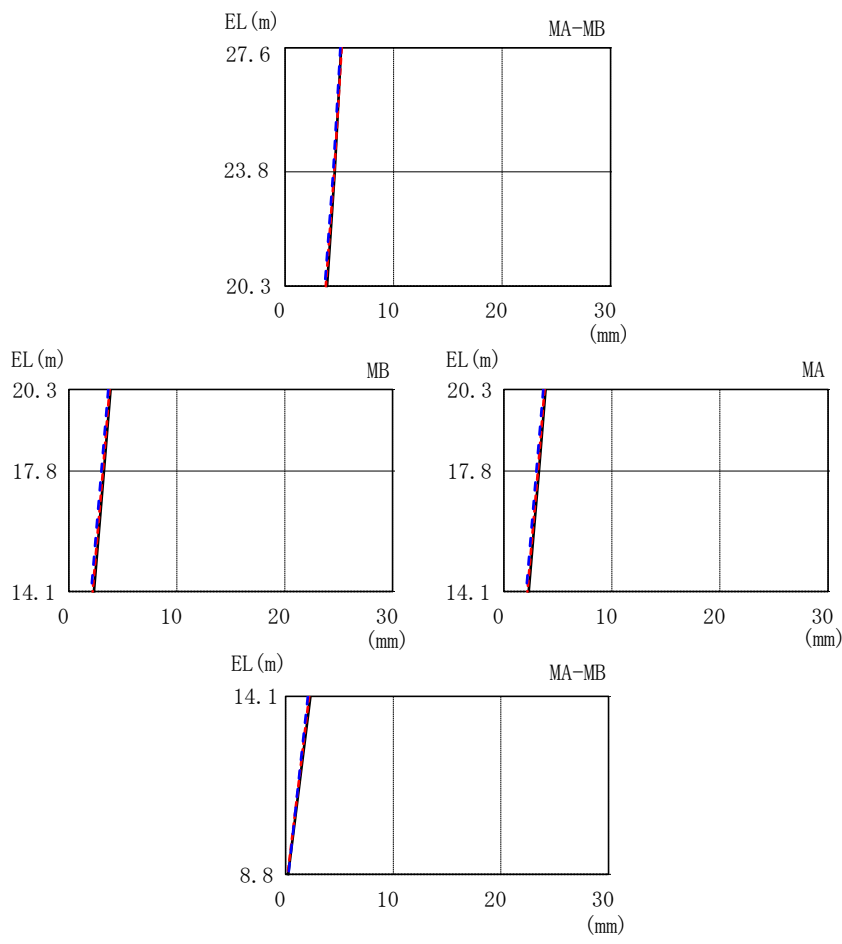
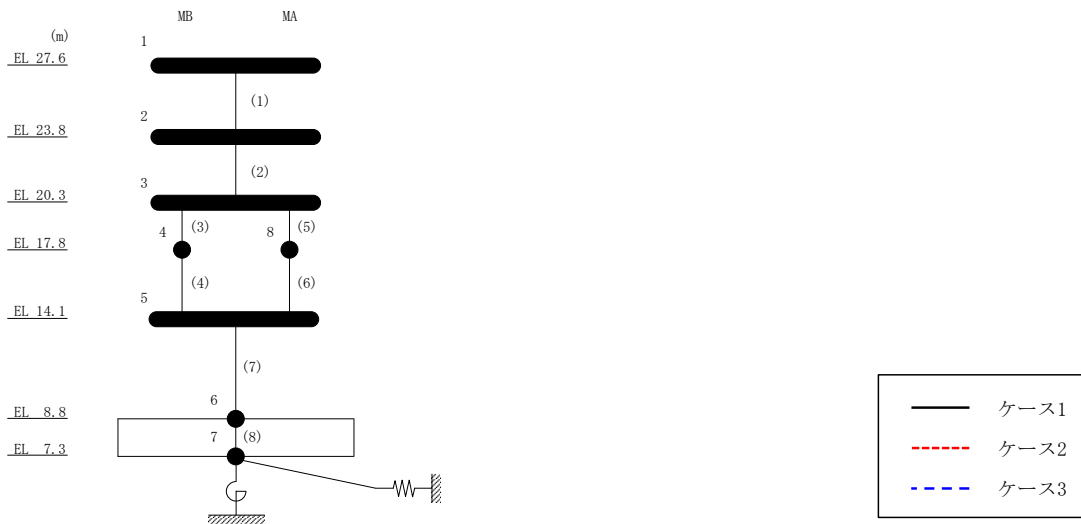
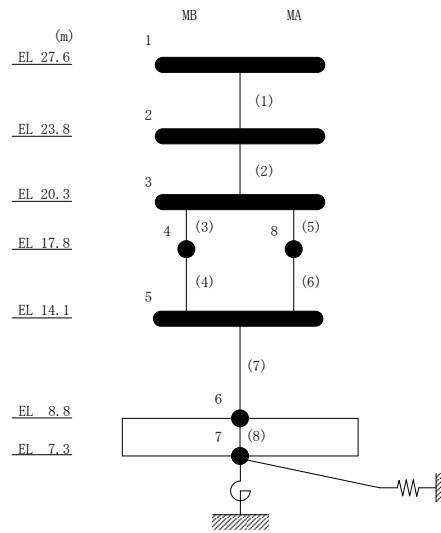


図 2-5 最大応答変位 (基準地震動 S_s-F 1, NS 方向)

表 2-5 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	5.18	5.21	5.10
	23.8	2	4.58	4.53	4.44
	20.3	3	3.87	3.76	3.65
MB	17.8	4	3.25	3.15	3.01
MA-MB	14.1	5	2.31	2.19	2.06
	8.8	6	0.22	0.19	0.26
MA	17.8	8	3.25	3.15	3.01



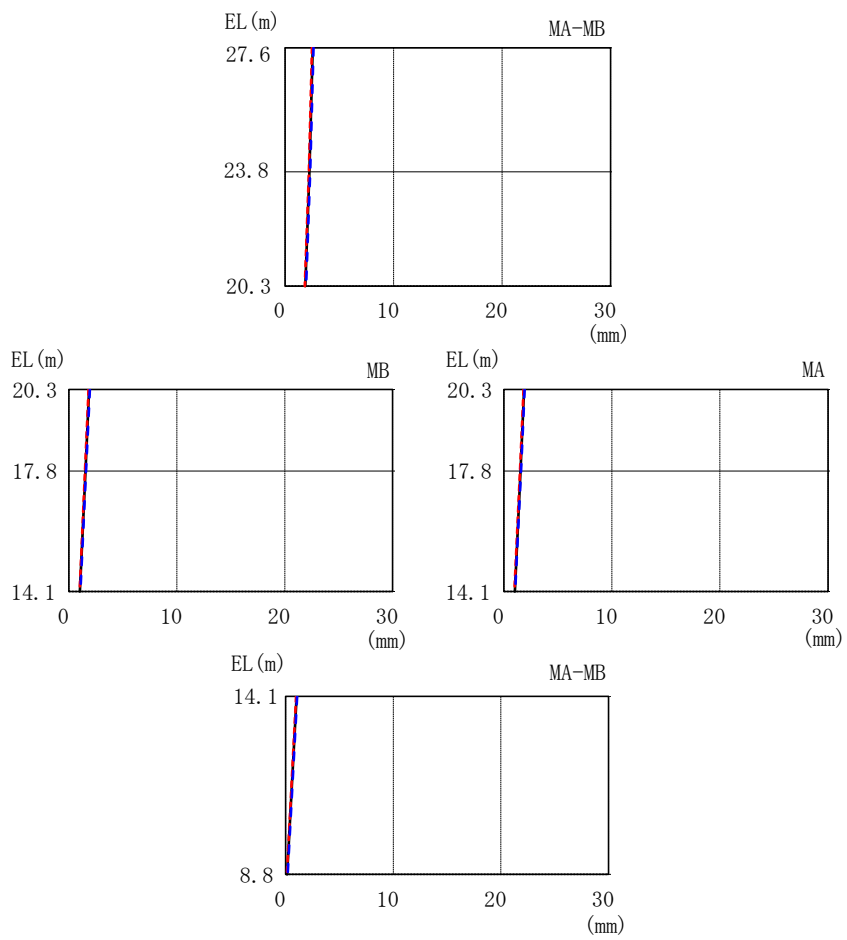
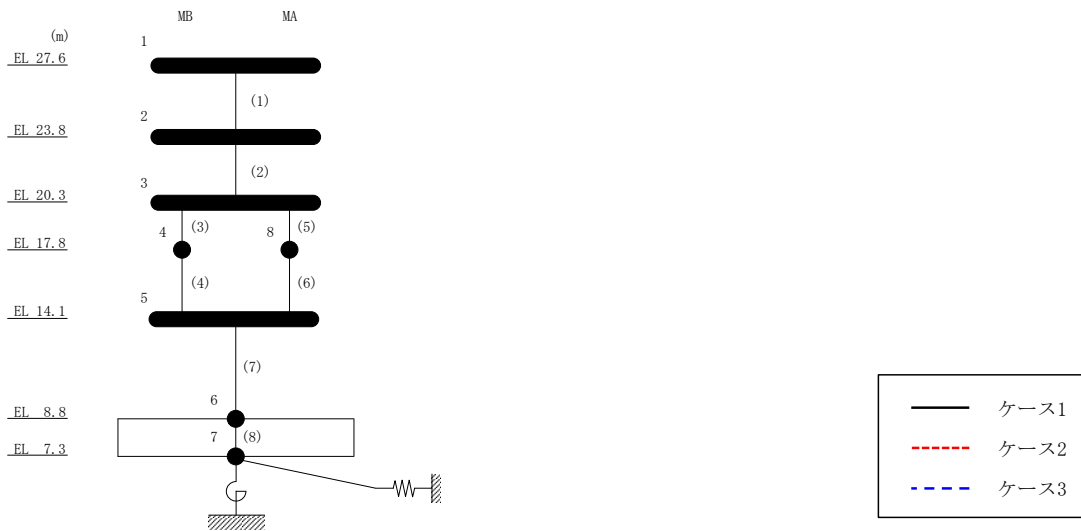
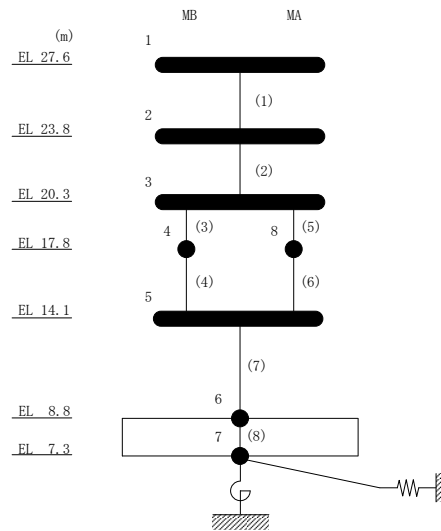


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-6 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6	1	2.55	2.49	2.62
	23.8	2	2.25	2.19	2.31
	20.3	3	1.87	1.83	1.93
MB	17.8	4	1.54	1.50	1.59
MA-MB	14.1	5	1.01	0.98	1.06
	8.8	6	0.14	0.12	0.18
MA	17.8	8	1.54	1.50	1.59



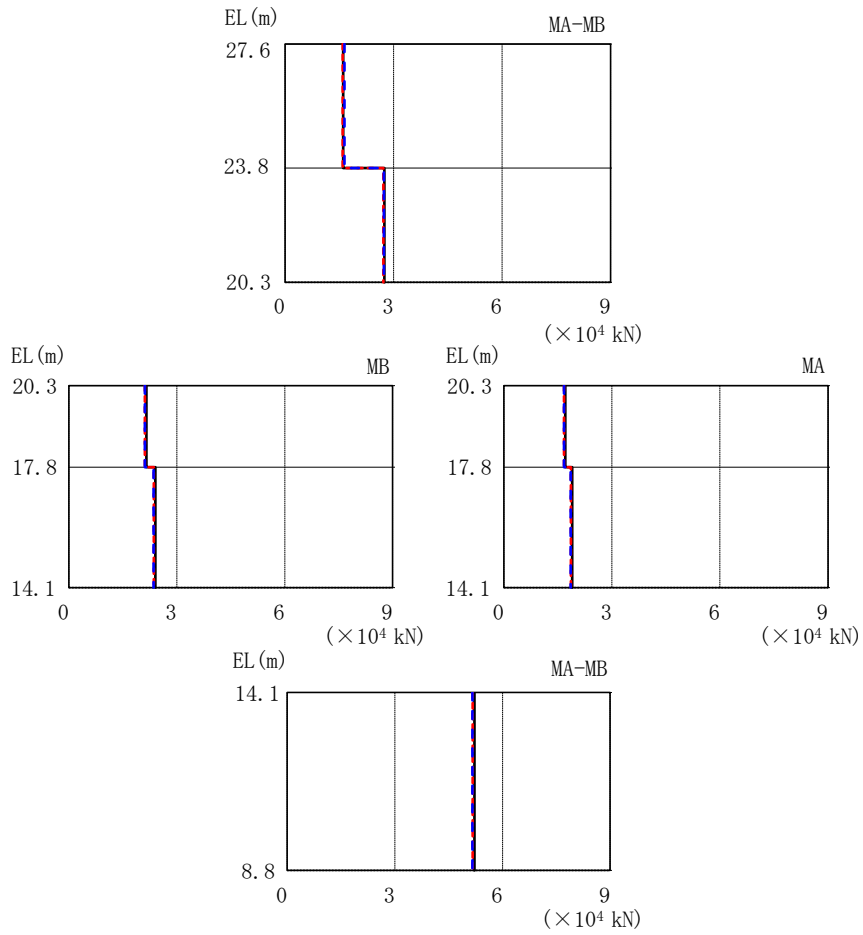
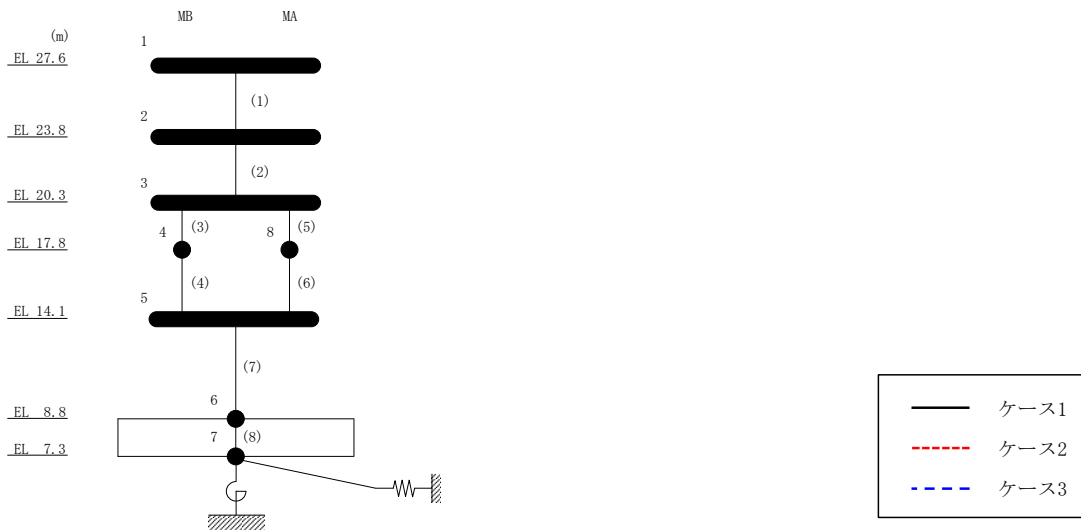
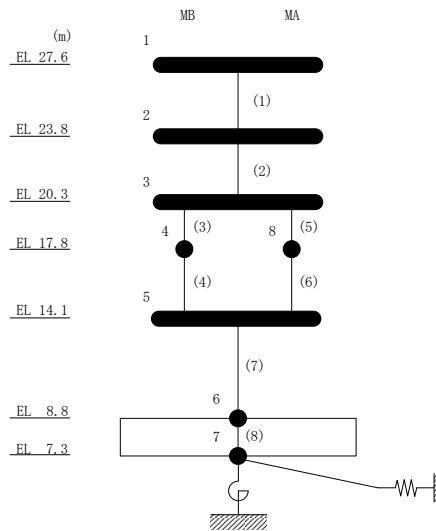


図 2-7 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-7 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	1.61	1.59	1.64
	23.8~20.3	2	2.75	2.72	2.74
MB	20.3~17.8	3	2.15	2.11	2.11
	17.8~14.1	4	2.40	2.36	2.35
MA	20.3~17.8	5	1.71	1.67	1.67
	17.8~14.1	6	1.90	1.86	1.86
MA-MB	14.1~8.8	7	5.22	5.17	5.16



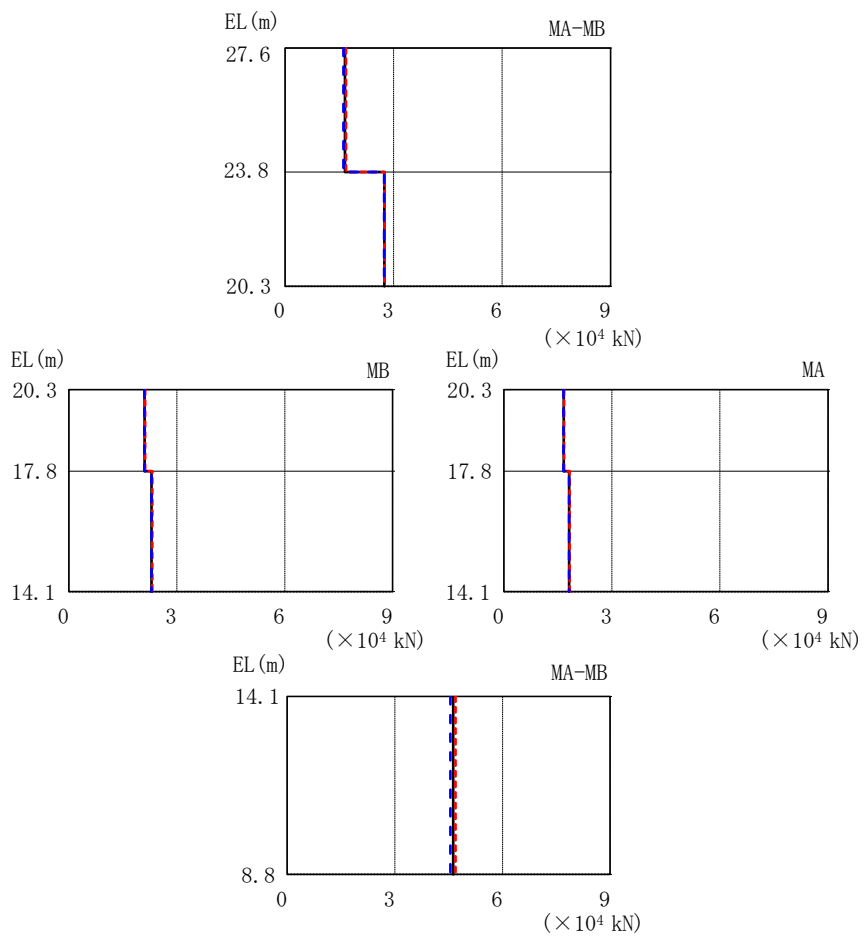
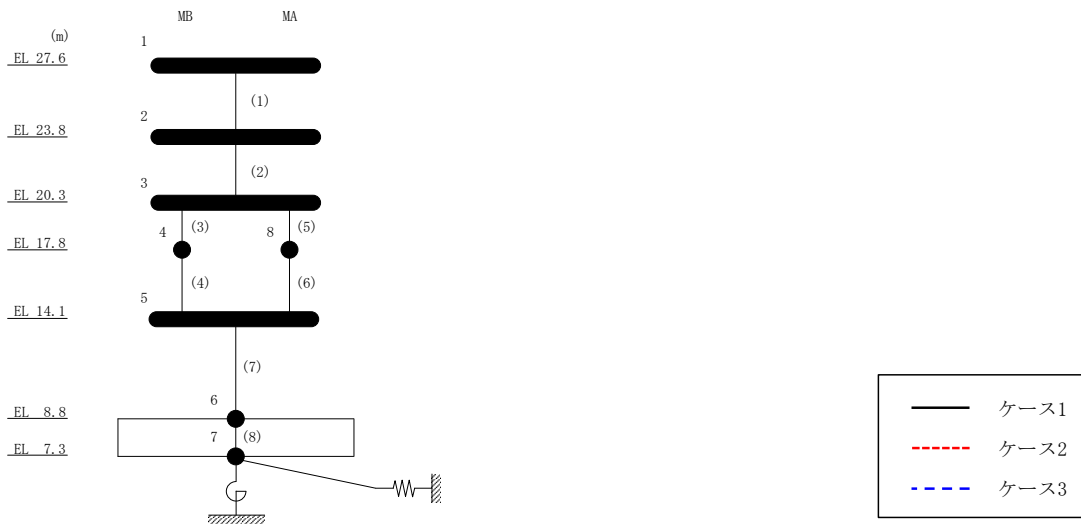
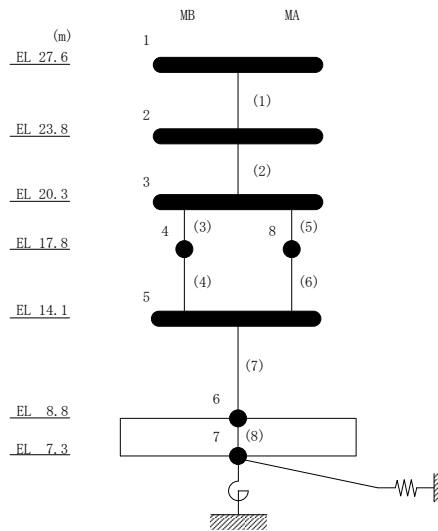


図 2-8 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	1.66	1.68	1.62
	23.8~20.3	2	2.75	2.75	2.74
MB	20.3~17.8	3	2.10	2.12	2.10
	17.8~14.1	4	2.30	2.31	2.29
MA	20.3~17.8	5	1.66	1.67	1.66
	17.8~14.1	6	1.81	1.83	1.81
MA-MB	14.1~8.8	7	4.63	4.69	4.55



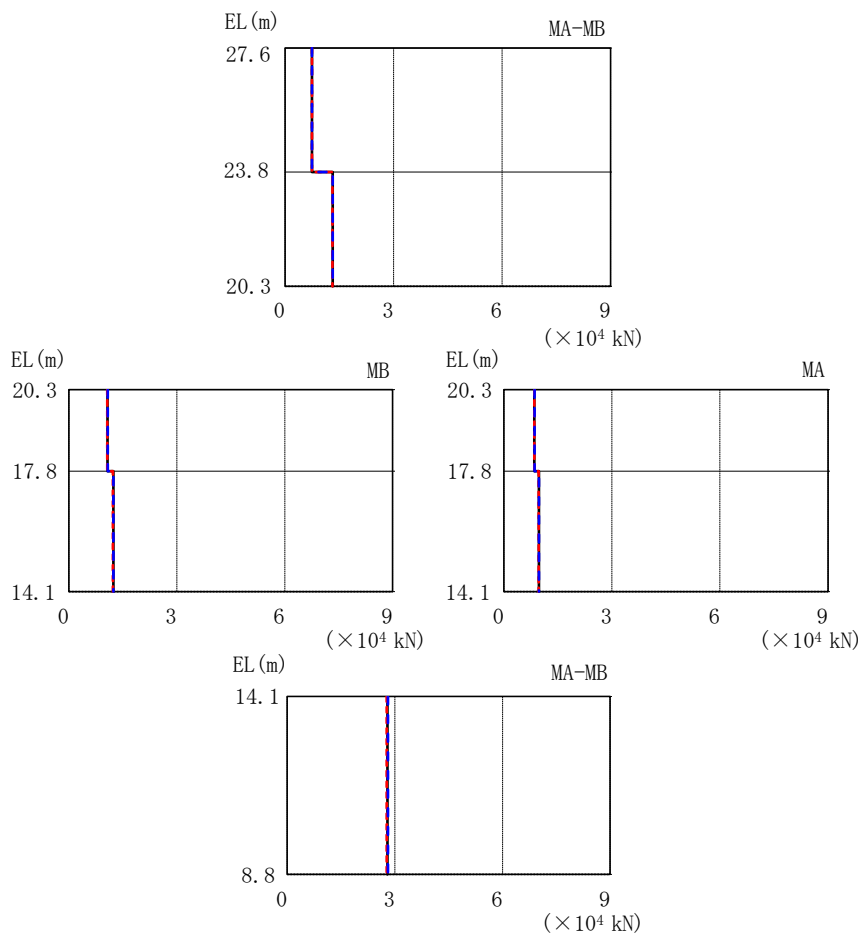
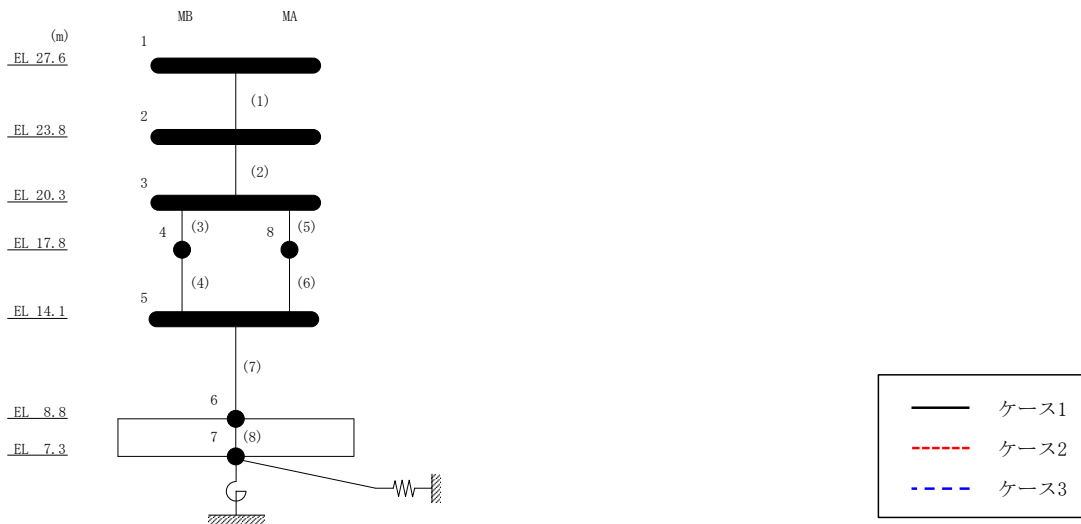
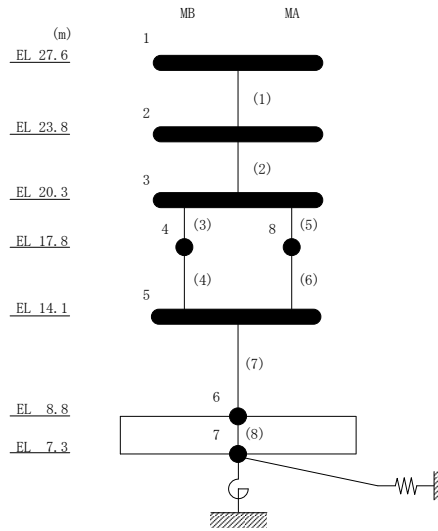


図 2-9 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-9 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	0.746	0.743	0.746
	23.8~20.3	2	1.32	1.31	1.32
MB	20.3~17.8	3	1.07	1.07	1.08
	17.8~14.1	4	1.23	1.22	1.24
MA	20.3~17.8	5	0.850	0.844	0.853
	17.8~14.1	6	0.974	0.967	0.978
MA-MB	14.1~8.8	7	2.79	2.77	2.81



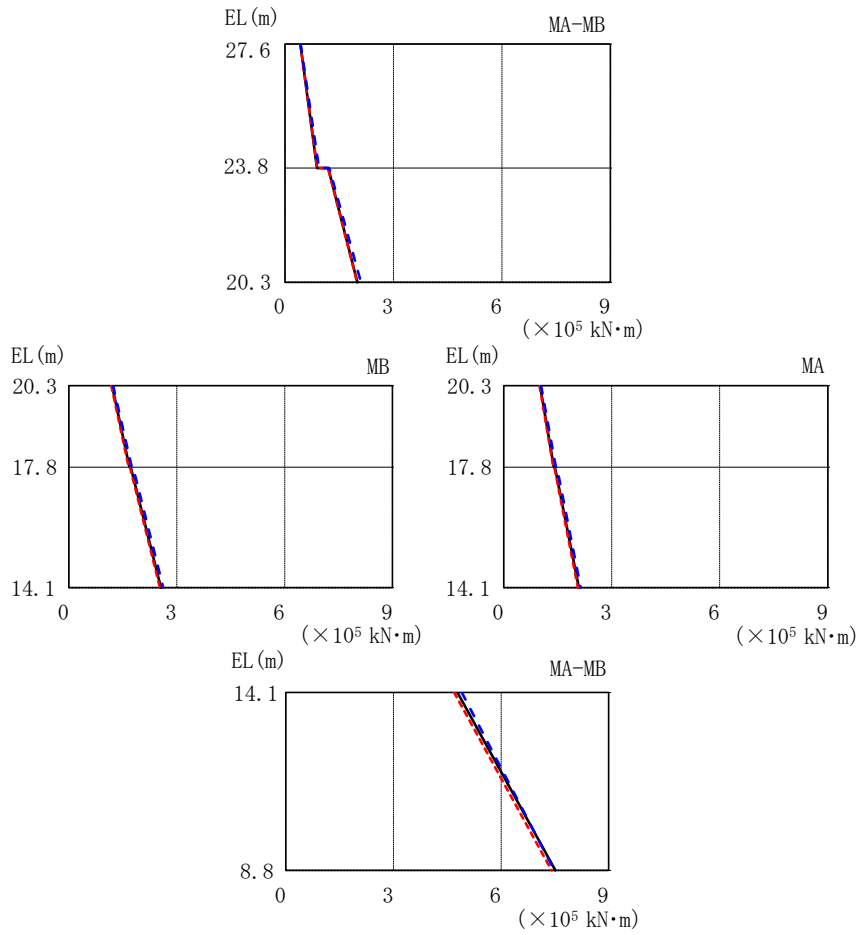
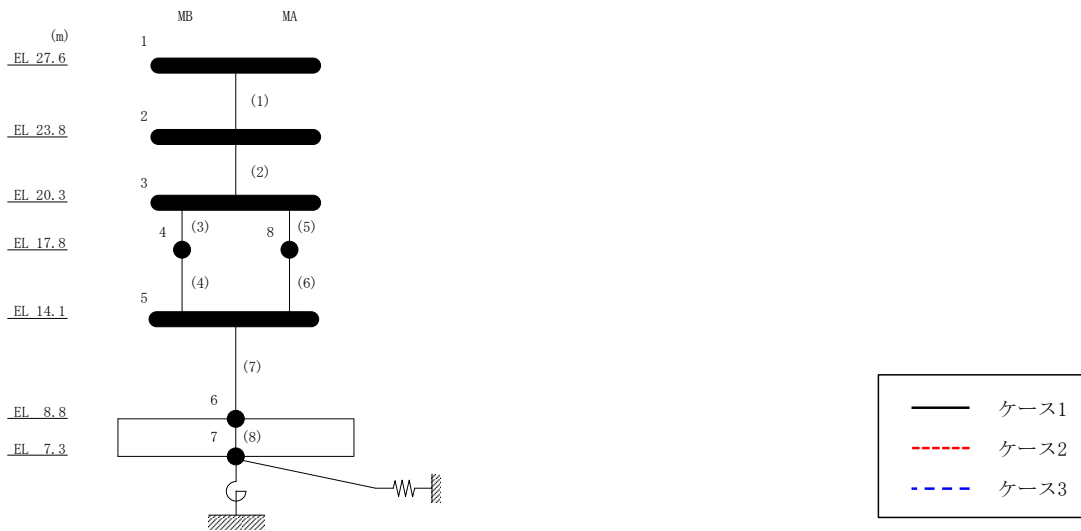
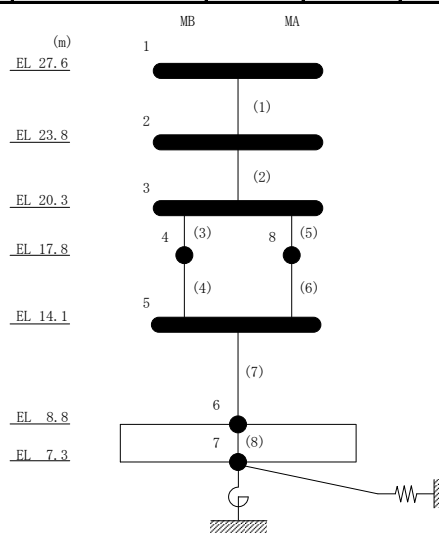


図 2-10 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-10 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	0.426 0.887	0.429 0.894	0.436 0.941
	23.8~20.3	2	1.20 2.01	1.19 2.00	1.23 2.10
MB	20.3~17.8	3	1.20 1.68	1.18 1.66	1.23 1.75
	17.8~14.1	4	1.72 2.56	1.70 2.53	1.78 2.62
MA	20.3~17.8	5	1.01 1.40	0.994 1.38	1.04 1.45
	17.8~14.1	6	1.42 2.09	1.41 2.06	1.48 2.14
MA-MB	14.1~8.8	7	4.79 7.51	4.69 7.41	4.91 7.48



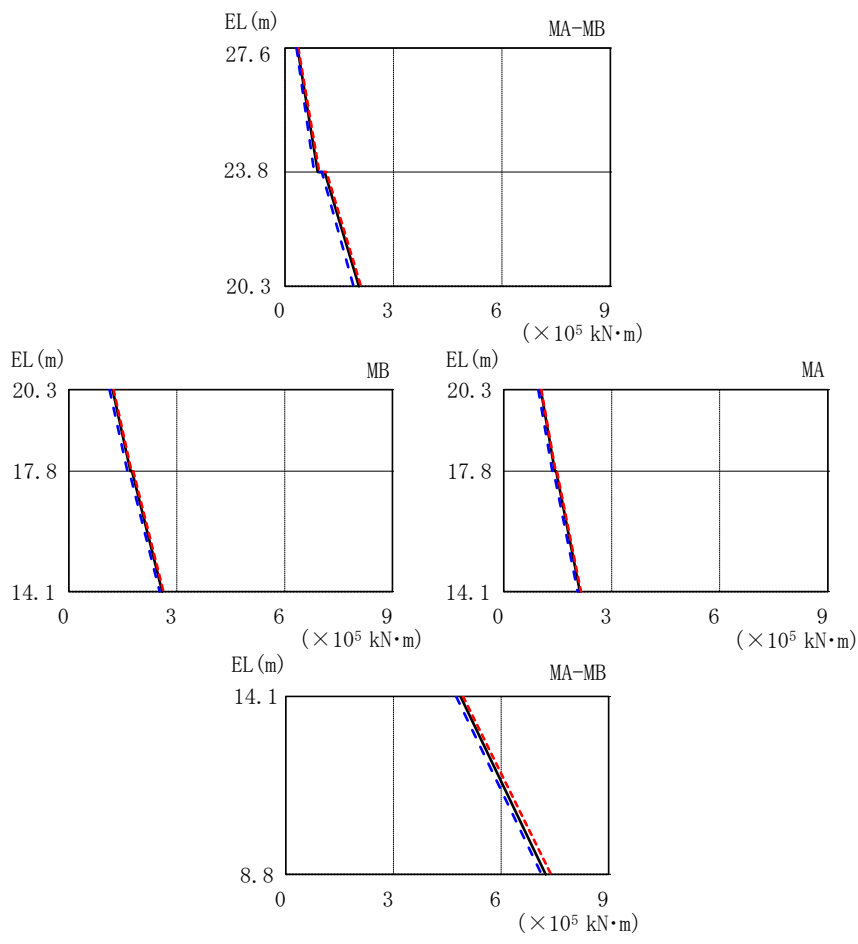
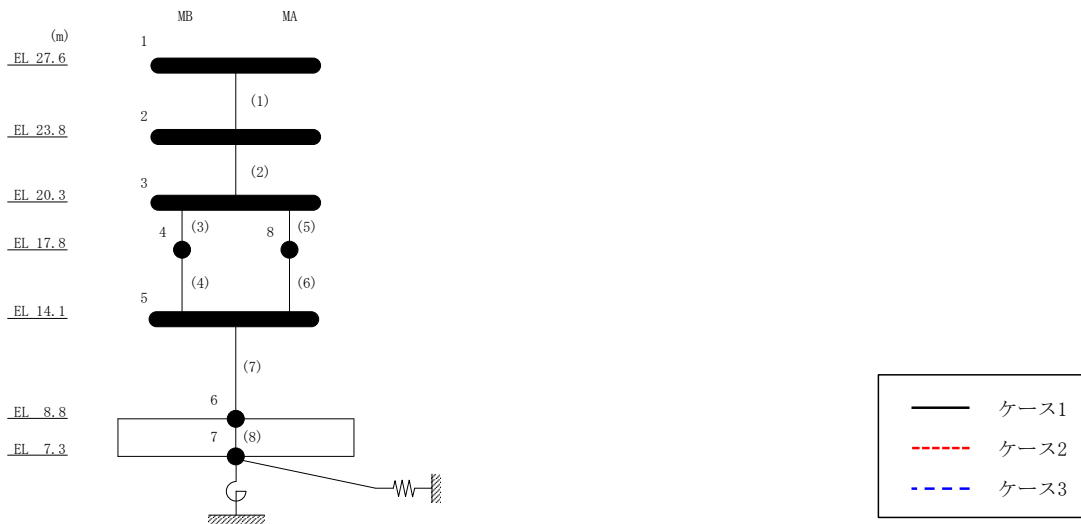
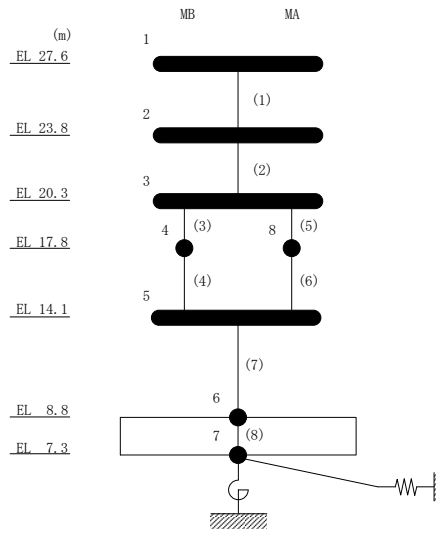


図 2-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-11 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	0.348 0.908	0.371 0.949	0.322 0.809
	23.8~20.3	2	1.10 2.05	1.15 2.11	1.02 1.90
MB	20.3~17.8	3	1.22 1.71	1.24 1.74	1.13 1.63
	17.8~14.1	4	1.76 2.59	1.79 2.63	1.68 2.52
MA	20.3~17.8	5	1.03 1.42	1.05 1.44	0.958 1.35
	17.8~14.1	6	1.46 2.12	1.48 2.15	1.39 2.06
MA-MB	14.1~8.8	7	4.87 7.24	4.94 7.39	4.75 7.13



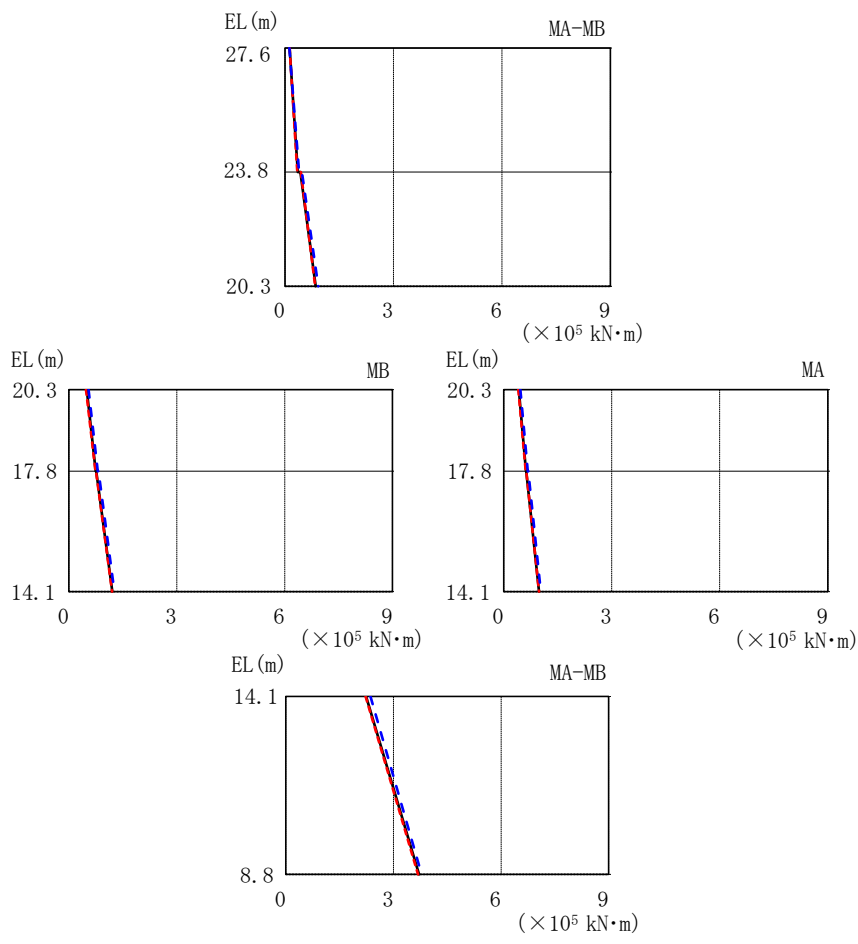
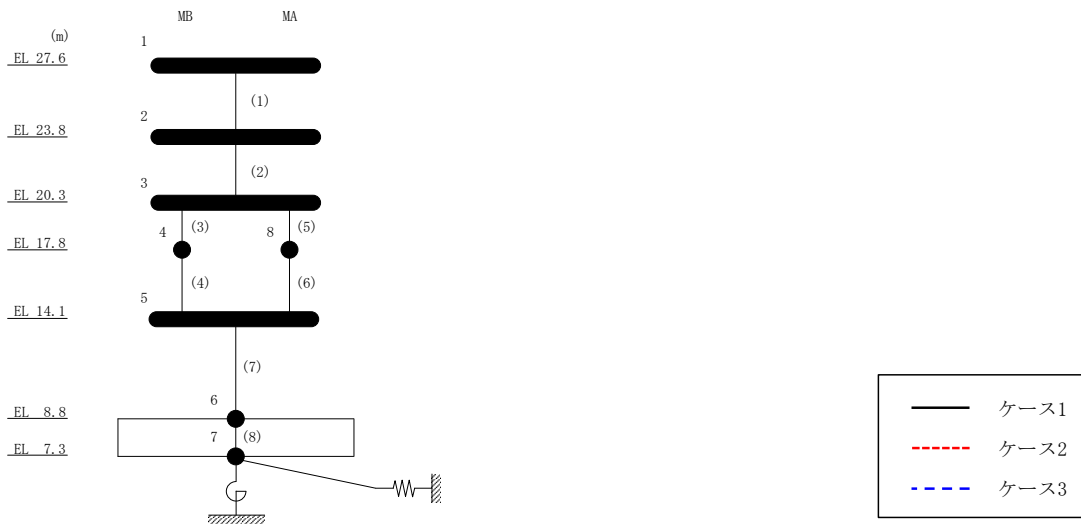
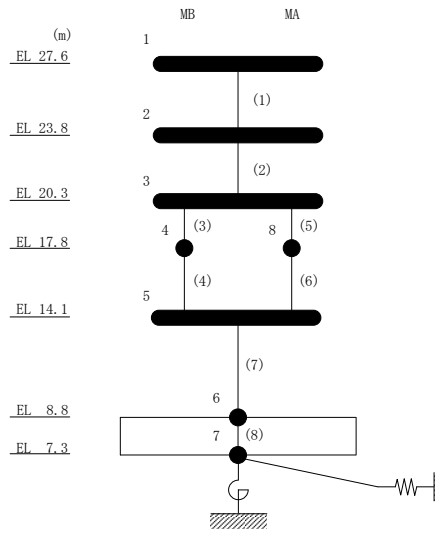


図 2-12 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-12 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
MA-MB	27.6~23.8	1	0.129 0.357	0.130 0.339	0.124 0.389
	23.8~20.3	2	0.430 0.848	0.439 0.835	0.471 0.923
MB	20.3~17.8	3	0.498 0.743	0.478 0.741	0.545 0.803
	17.8~14.1	4	0.757 1.21	0.753 1.20	0.824 1.26
MA	20.3~17.8	5	0.423 0.617	0.407 0.615	0.463 0.667
	17.8~14.1	6	0.628 0.986	0.625 0.981	0.684 1.03
MA-MB	14.1~8.8	7	2.24 3.71	2.22 3.69	2.36 3.79



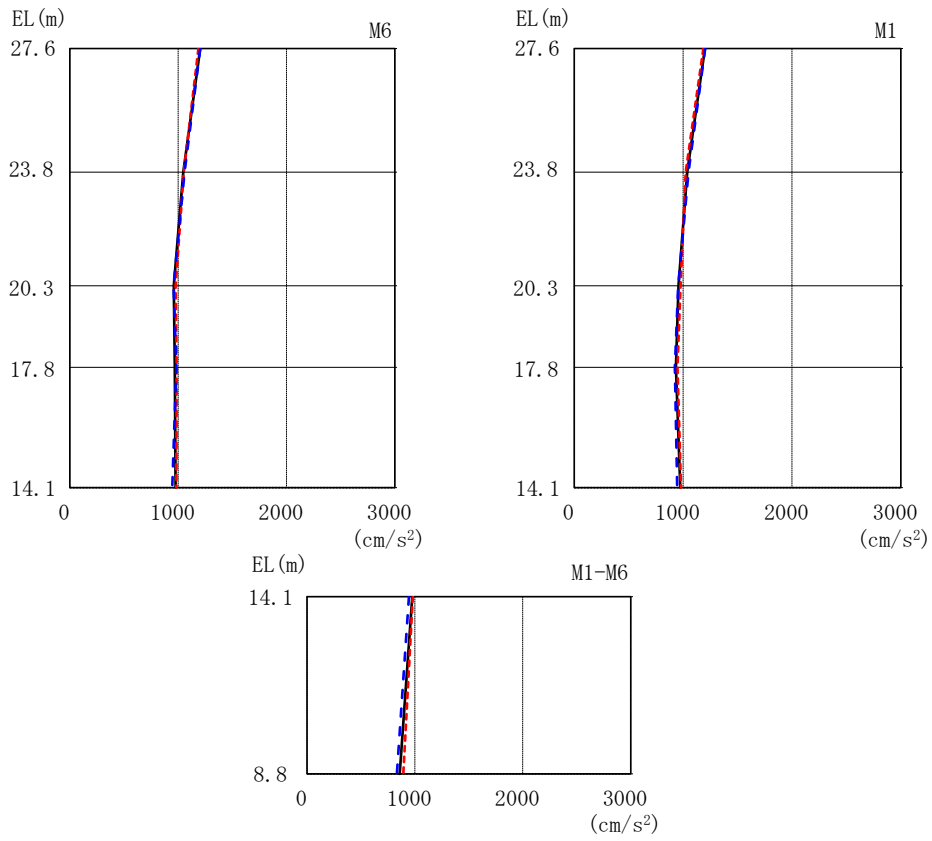
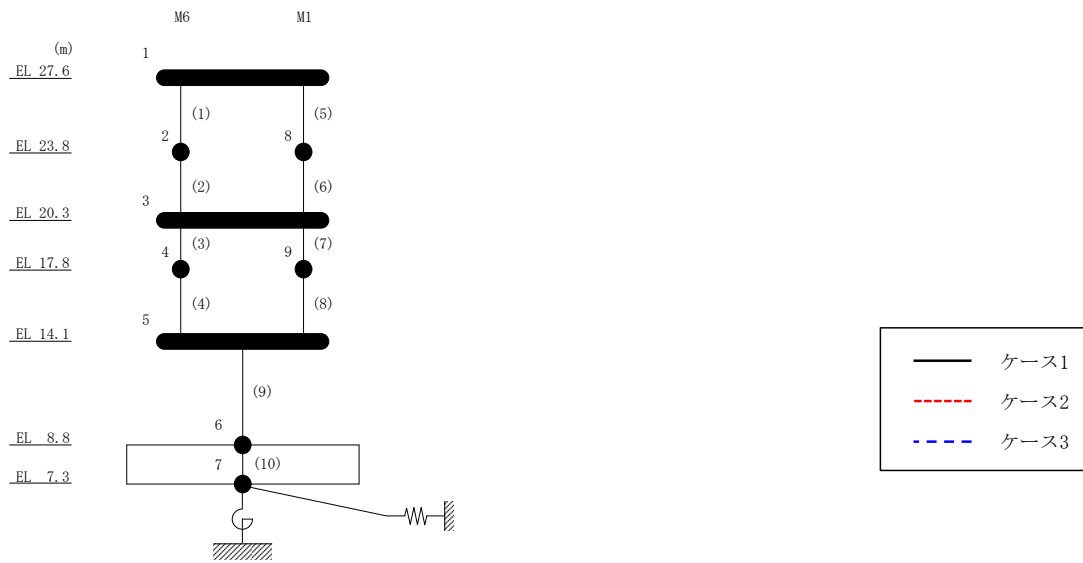
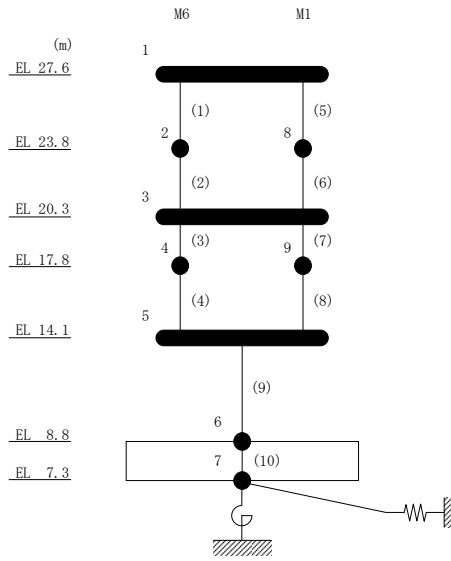


図 2-13 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-13 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	1202	1186	1202
M6	23.8	2	1046	1052	1057
M1-M6	20.3	3	959	976	957
M6	17.8	4	968	985	982
M1-M6	14.1	5	976	982	946
	8.8	6	860	892	833
M1	23.8	8	1038	1024	1050
	17.8	9	934	949	926



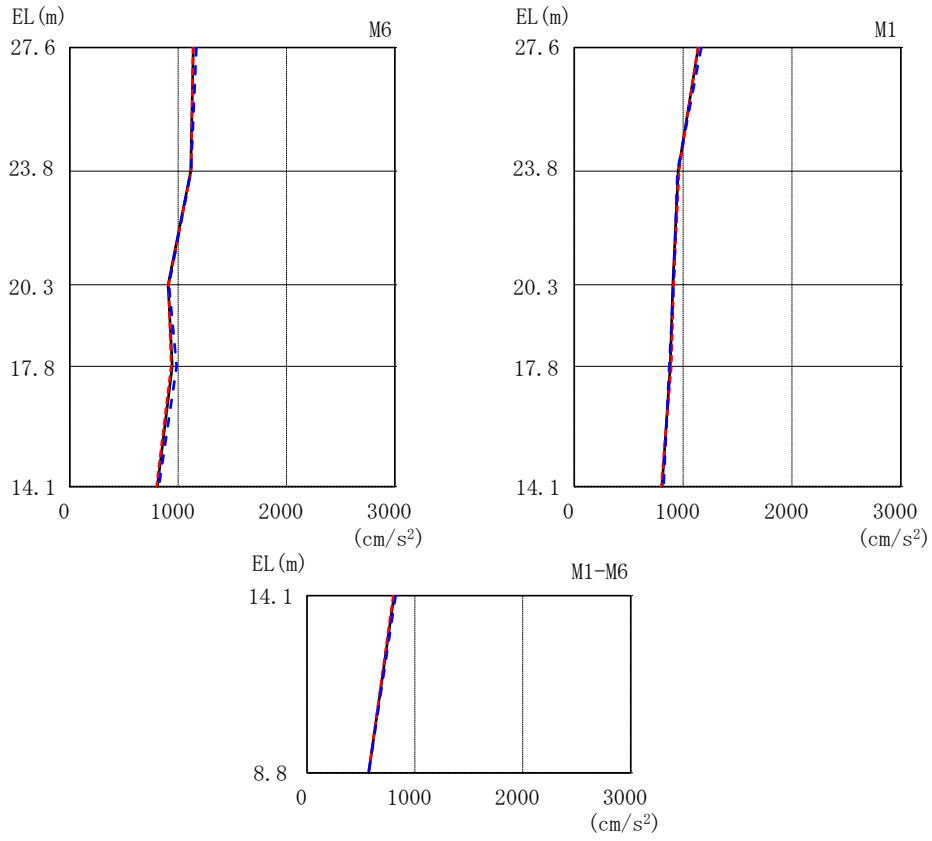
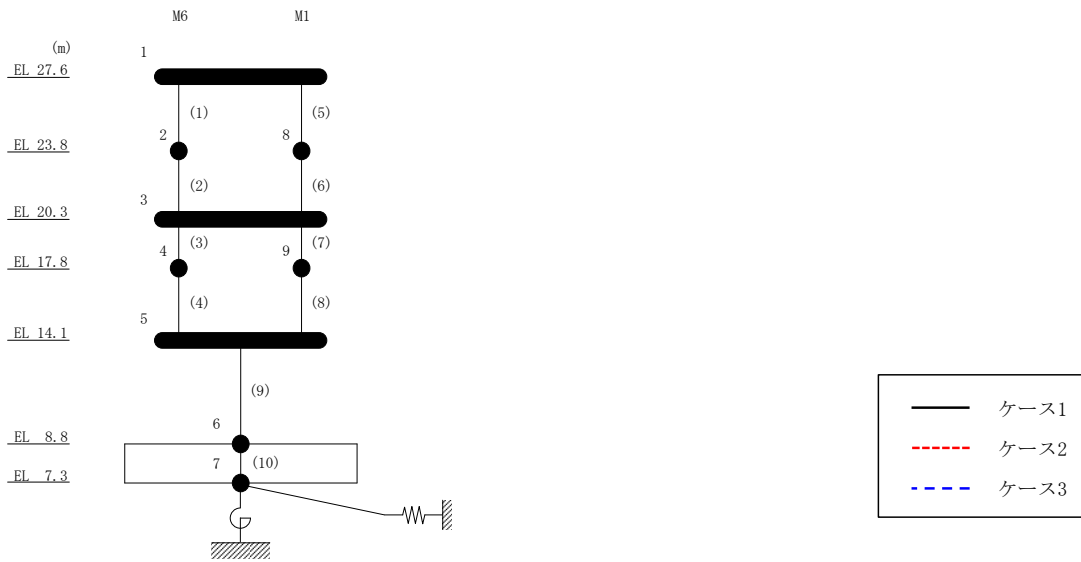
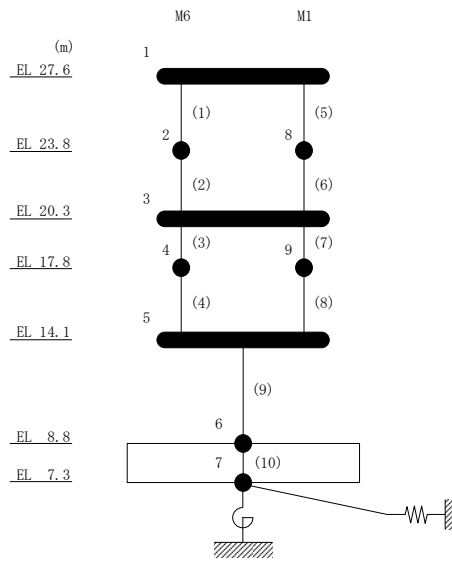


図 2-14 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

表 2-14 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 1, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	1139	1137	1167
M6	23.8	2	1115	1121	1117
M1-M6	20.3	3	907	912	914
M6	17.8	4	944	934	984
M1-M6	14.1	5	808	799	822
	8.8	6	571	572	572
M1	23.8	8	956	963	950
	17.8	9	883	893	874



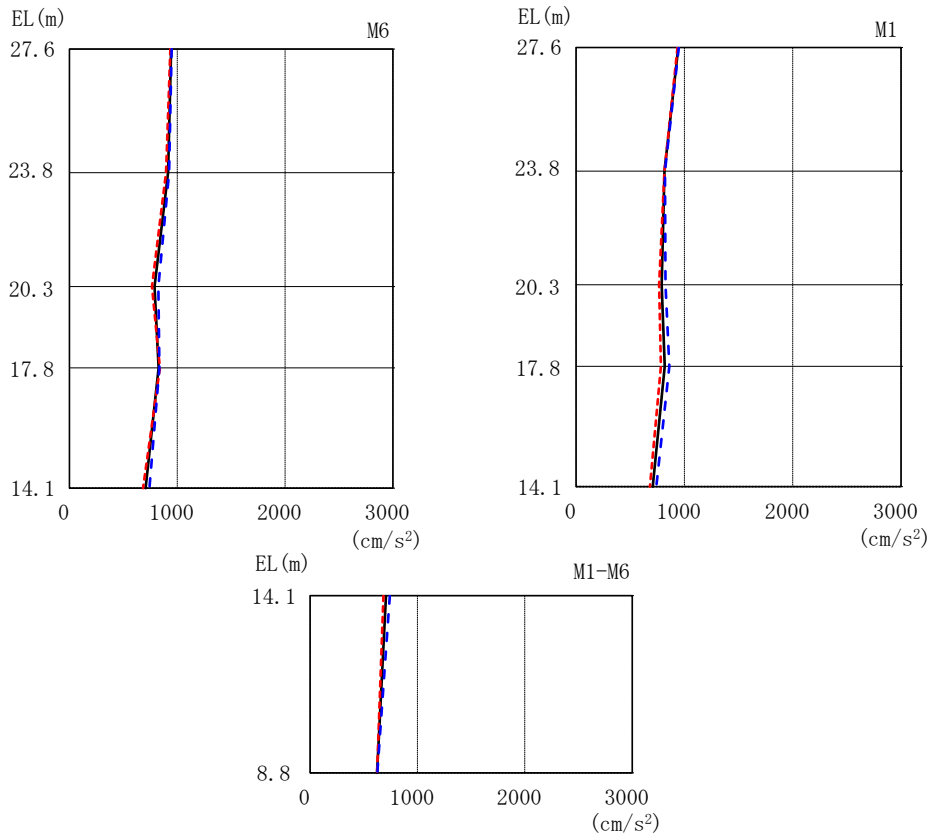
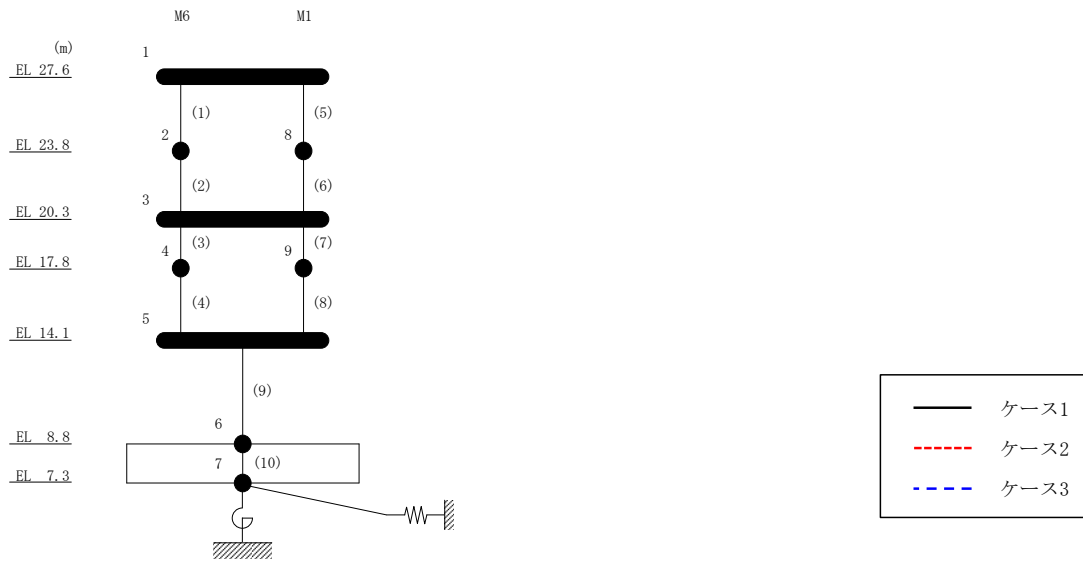
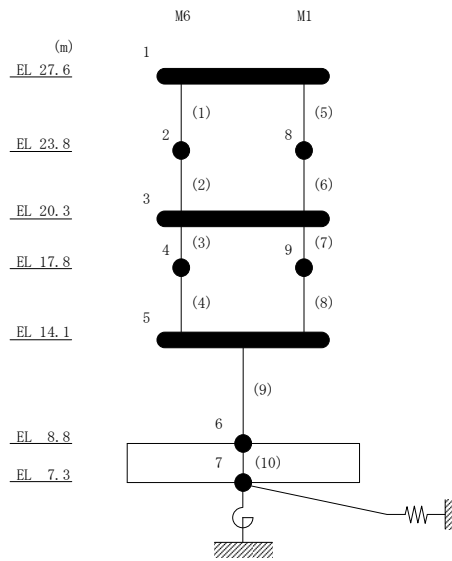


図 2-15 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

表 2-15 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - N 1, EW方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	945	936	949
M6	23.8	2	916	897	925
M1-M6	20.3	3	791	767	825
M6	17.8	4	828	838	836
M1-M6	14.1	5	708	683	742
	8.8	6	624	624	626
M1	23.8	8	817	817	821
	17.8	9	819	785	863



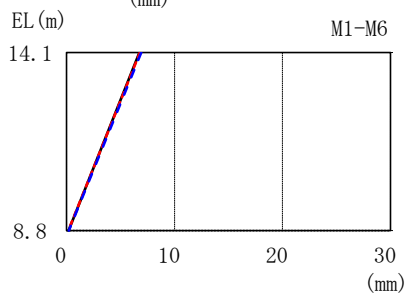
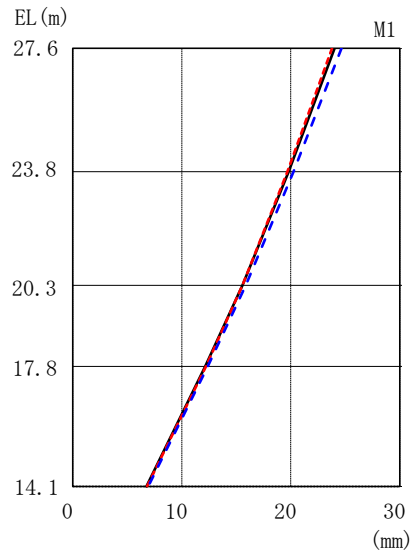
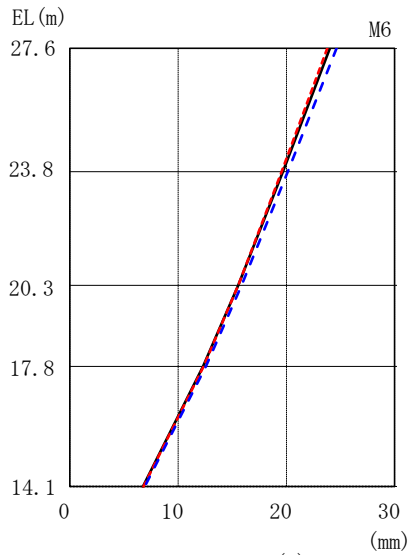
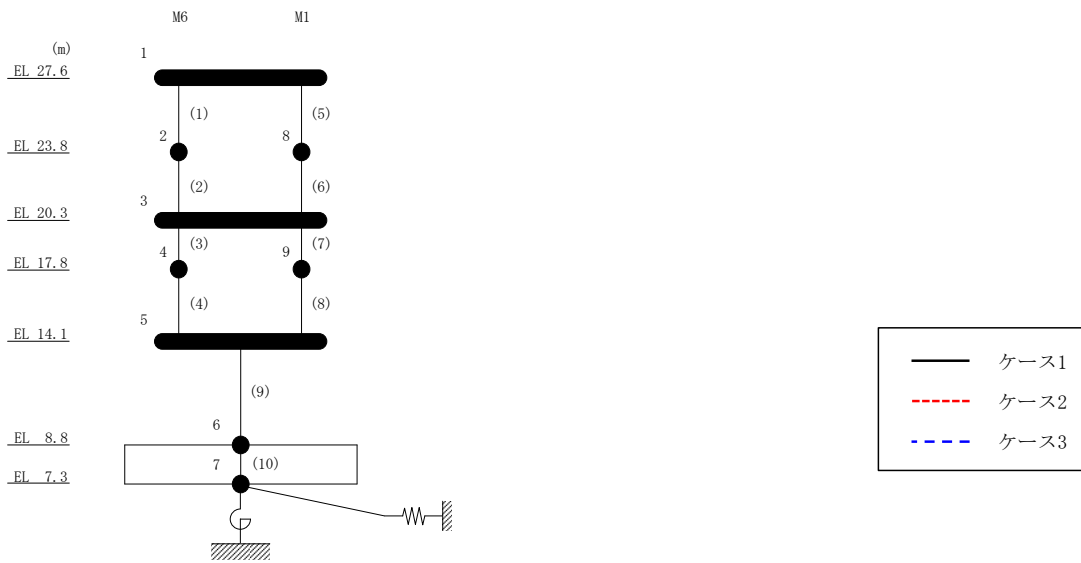
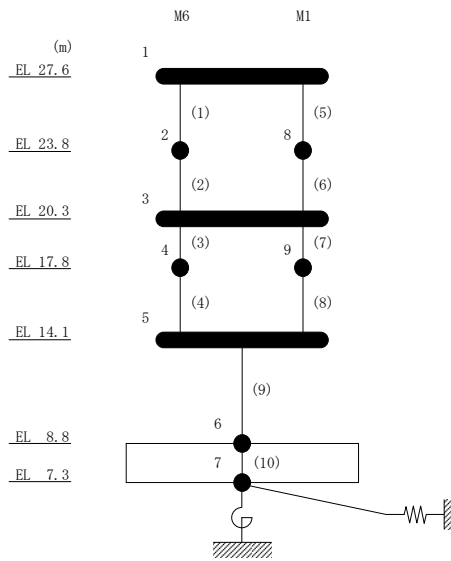


図 2-16 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-16 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	24.03	23.78	24.64
M6	23.8	2	19.68	19.56	20.13
M1-M6	20.3	3	15.55	15.55	15.86
M6	17.8	4	12.30	12.36	12.56
M1-M6	14.1	5	6.76	6.79	6.92
	8.8	6	0.18	0.16	0.22
M1	23.8	8	19.79	19.67	20.25
	17.8	9	12.15	12.21	12.37



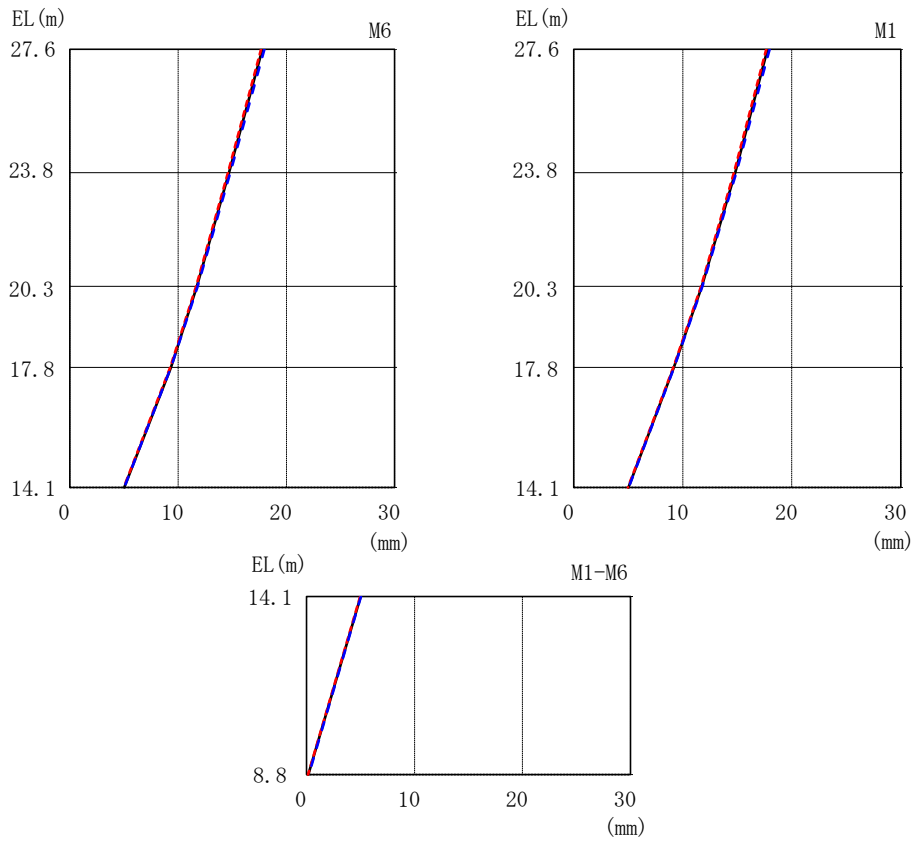
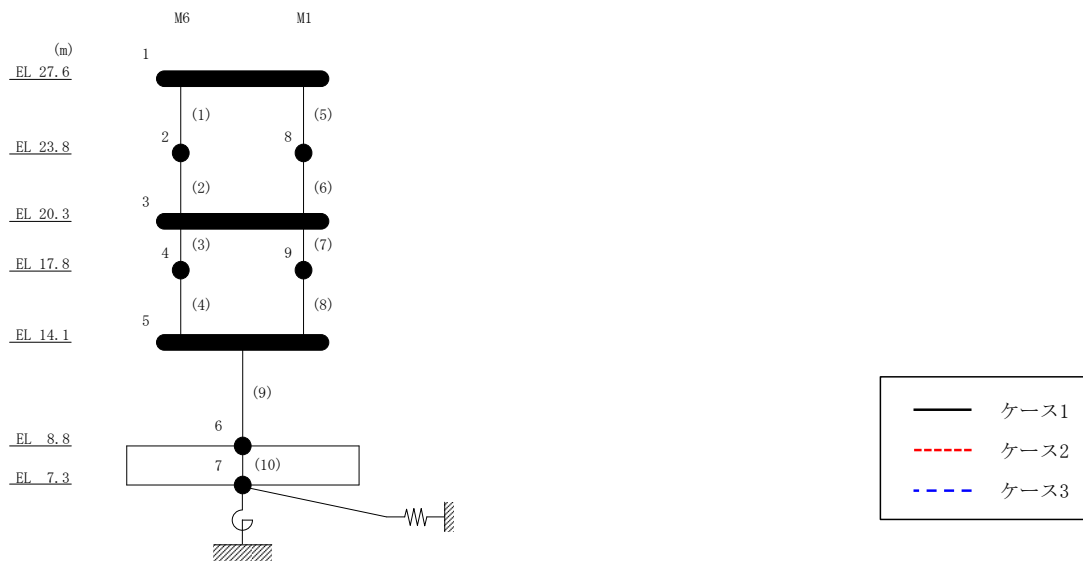
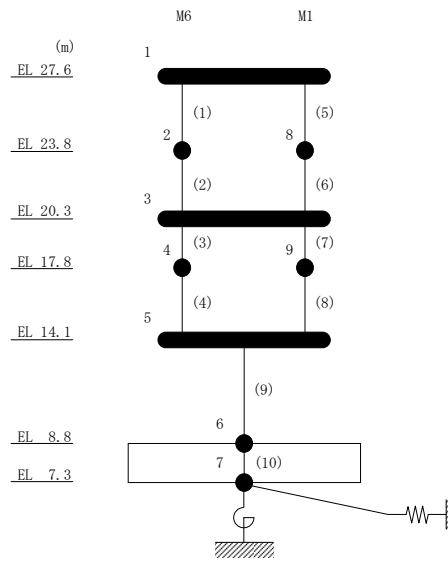


図 2-17 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F 1$, EW方向)

表 2-17 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	17.78	17.65	17.97
M6	23.8	2	14.70	14.60	14.82
M1-M6	20.3	3	11.74	11.67	11.79
M6	17.8	4	9.34	9.28	9.35
M1-M6	14.1	5	5.01	4.97	5.03
	8.8	6	0.17	0.14	0.20
M1	23.8	8	14.80	14.70	14.91
	17.8	9	9.19	9.12	9.19



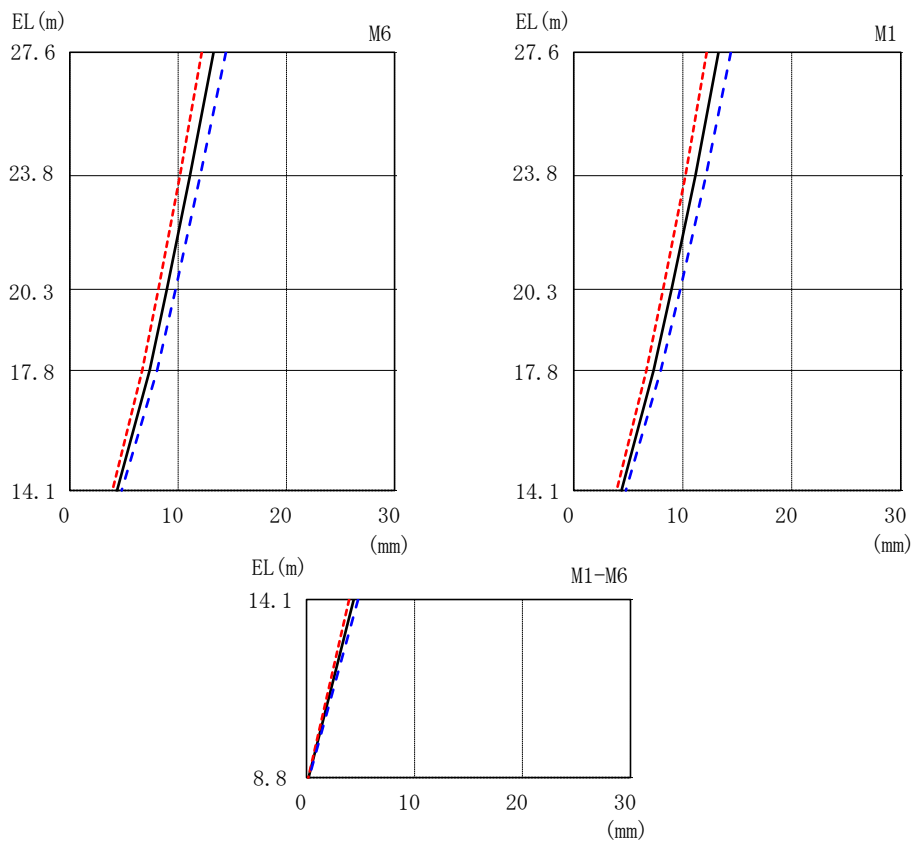
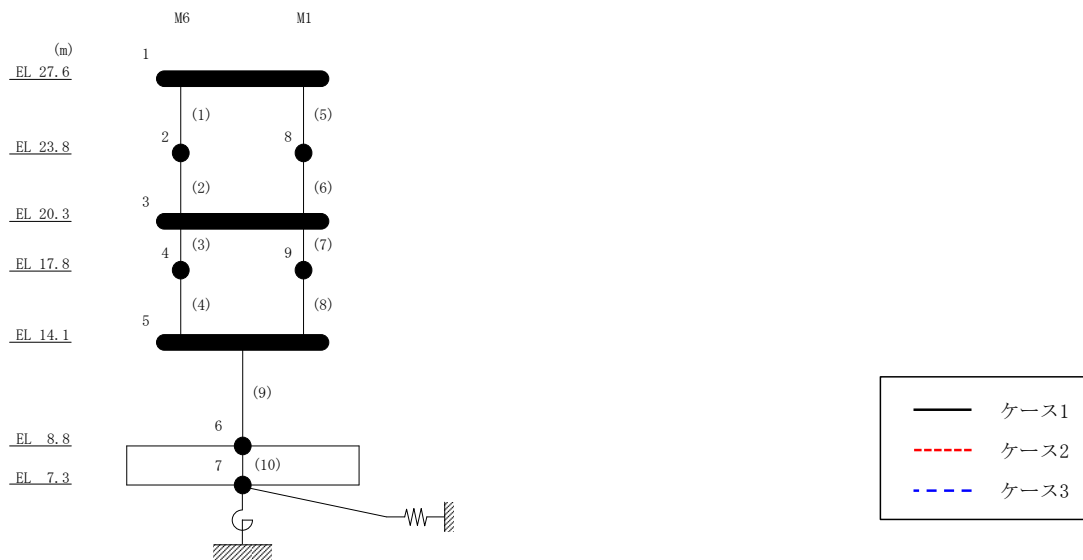
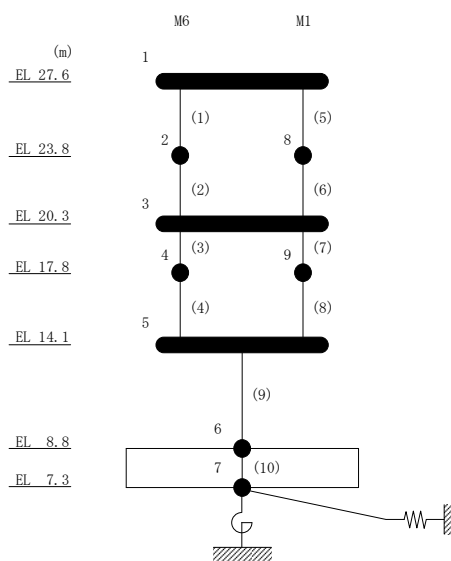


図 2-18 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N 1$, EW方向)

表 2-18 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M1-M6	27.6	1	13.27	12.19	14.41
M6	23.8	2	11.09	10.17	12.05
M1-M6	20.3	3	8.96	8.19	9.76
M6	17.8	4	7.36	6.69	8.05
M1-M6	14.1	5	4.36	3.94	4.77
	8.8	6	0.19	0.16	0.23
M1	23.8	8	11.16	10.24	12.12
	17.8	9	7.32	6.65	7.97



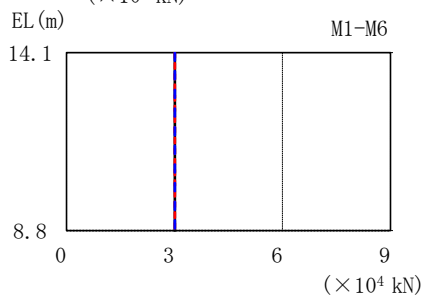
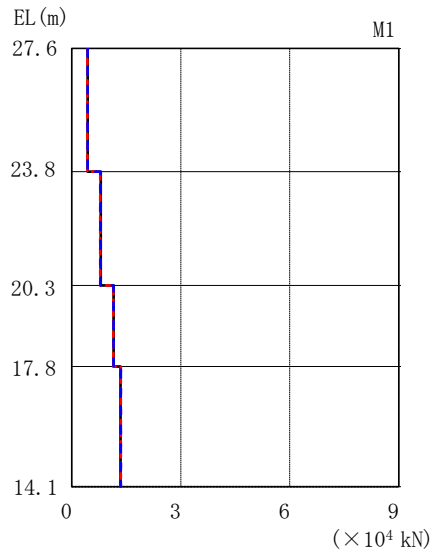
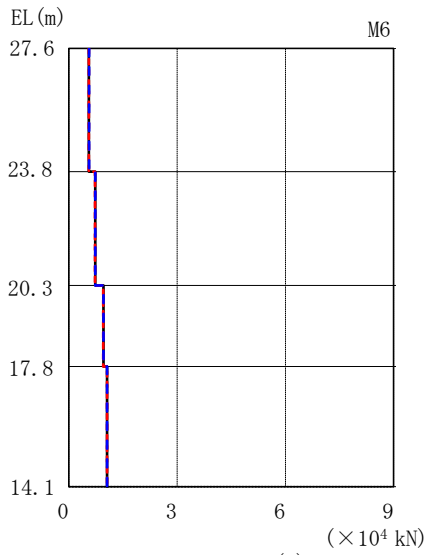
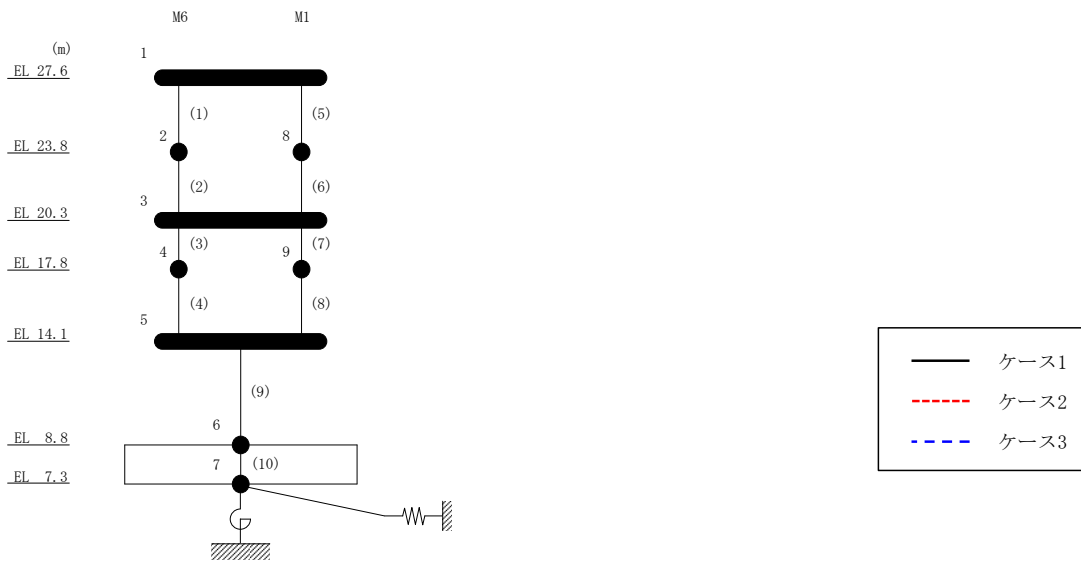
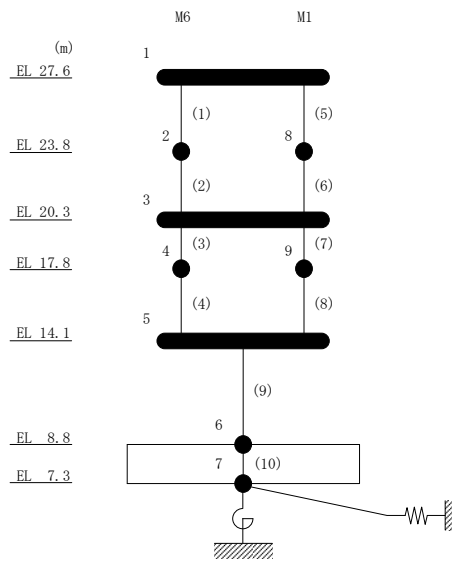


図 2-19 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-19 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.556	0.550	0.557
	23.8~20.3	2	0.728	0.723	0.732
	20.3~17.8	3	0.957	0.954	0.960
	17.8~14.1	4	1.06	1.06	1.06
M1	27.6~23.8	5	0.433	0.425	0.432
	23.8~20.3	6	0.792	0.784	0.789
	20.3~17.8	7	1.15	1.14	1.15
	17.8~14.1	8	1.34	1.34	1.34
M1-M6	14.1~8.8	9	3.01	3.01	3.01



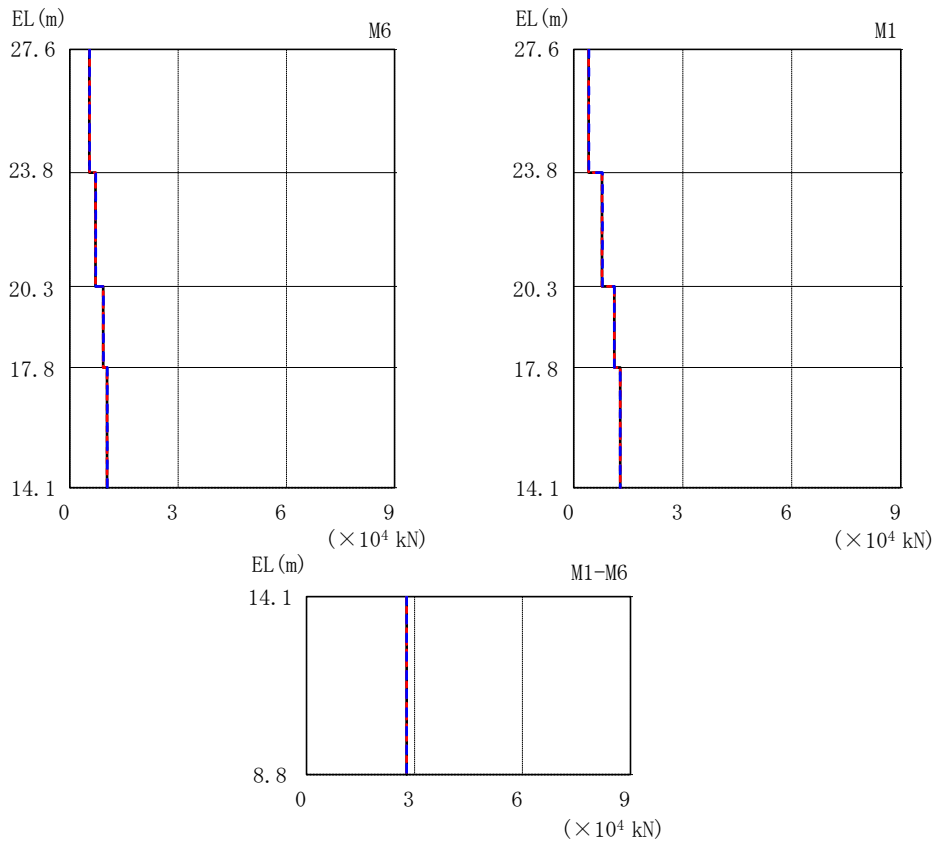
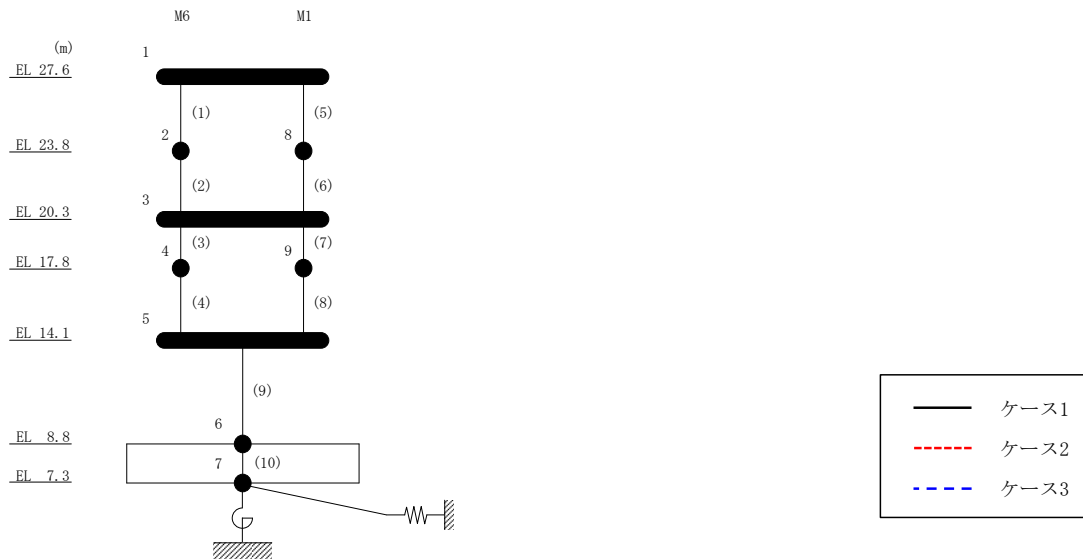
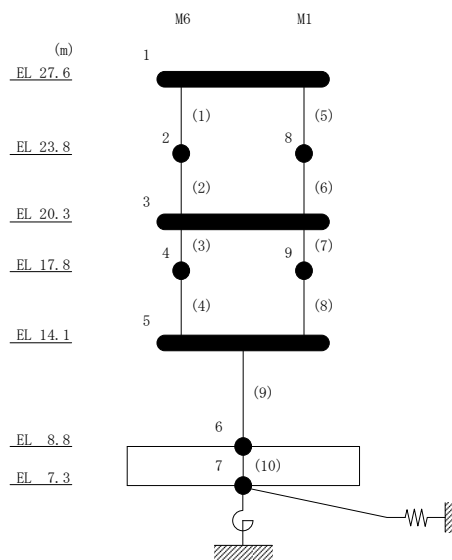


図 2-20 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - F1$, EW方向)

表 2-20 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.539	0.544	0.544
	23.8~20.3	2	0.708	0.707	0.719
	20.3~17.8	3	0.921	0.922	0.932
	17.8~14.1	4	1.03	1.03	1.04
M1	27.6~23.8	5	0.408	0.406	0.417
	23.8~20.3	6	0.774	0.774	0.785
	20.3~17.8	7	1.11	1.11	1.11
	17.8~14.1	8	1.28	1.28	1.28
M1-M6	14.1~8.8	9	2.78	2.78	2.78



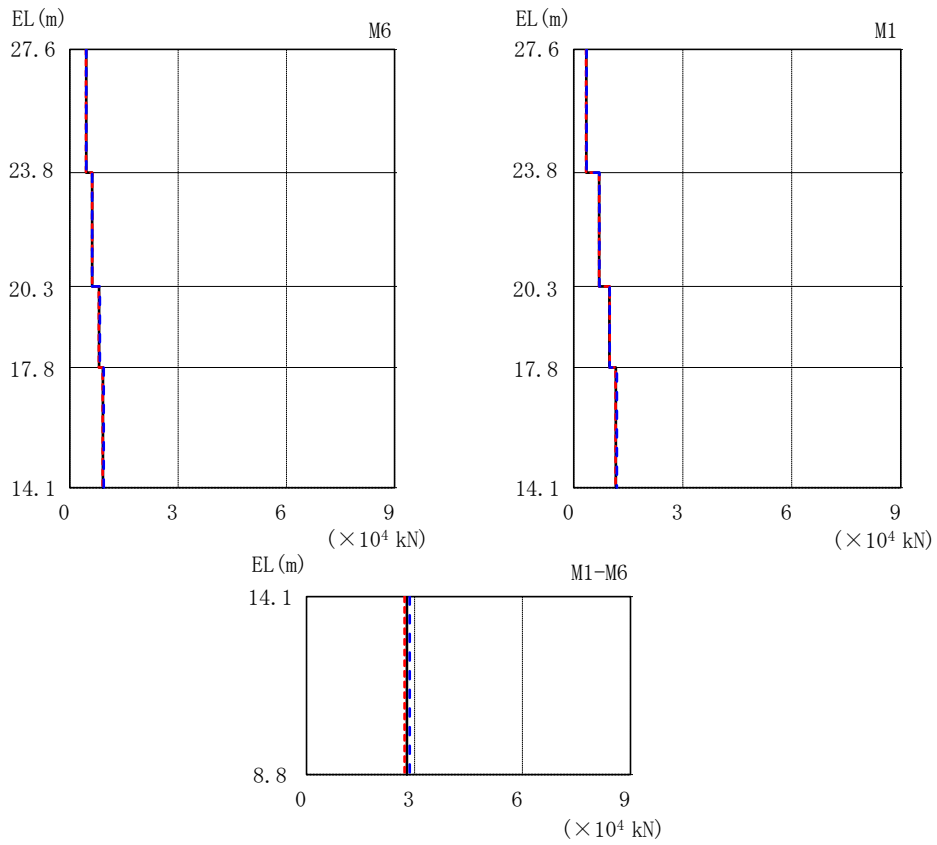
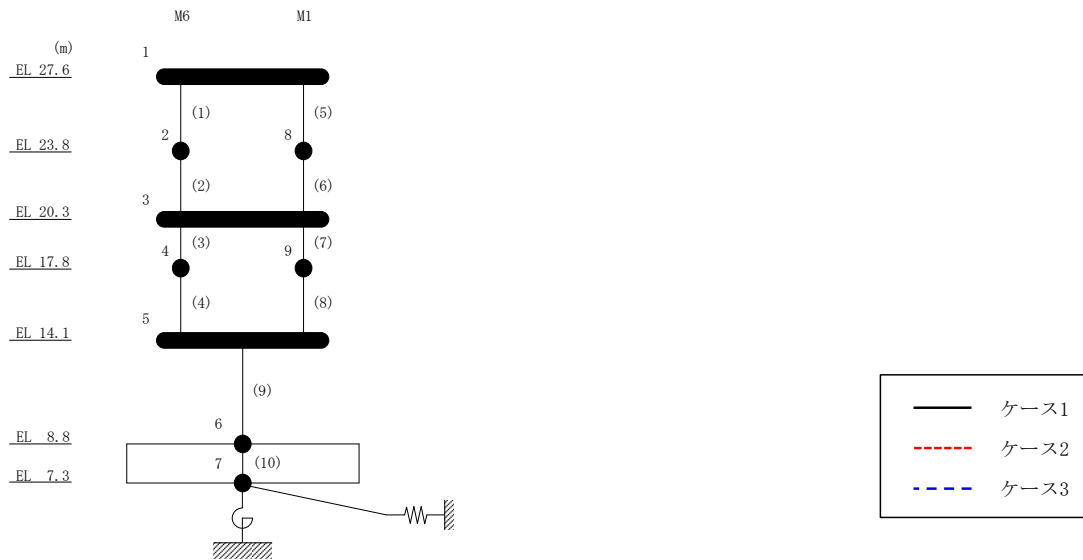
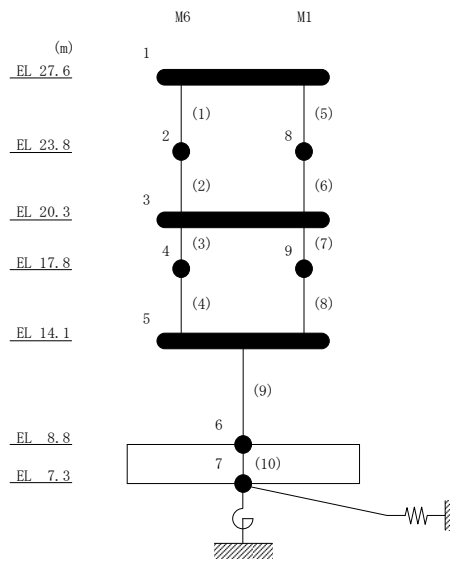


図 2-21 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

表 2-21 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.452	0.448	0.455
	23.8~20.3	2	0.619	0.616	0.621
	20.3~17.8	3	0.809	0.802	0.834
	17.8~14.1	4	0.918	0.909	0.940
M1	27.6~23.8	5	0.341	0.335	0.347
	23.8~20.3	6	0.697	0.695	0.701
	20.3~17.8	7	0.979	0.983	0.989
	17.8~14.1	8	1.16	1.15	1.18
M1-M6	14.1~8.8	9	2.79	2.72	2.86



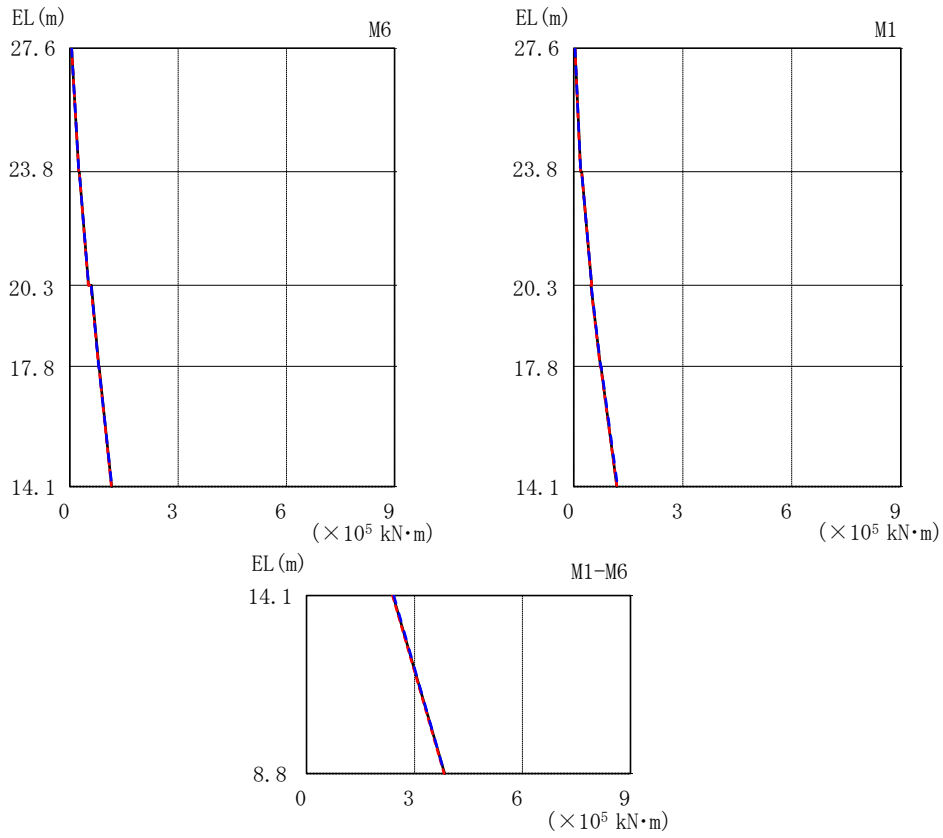
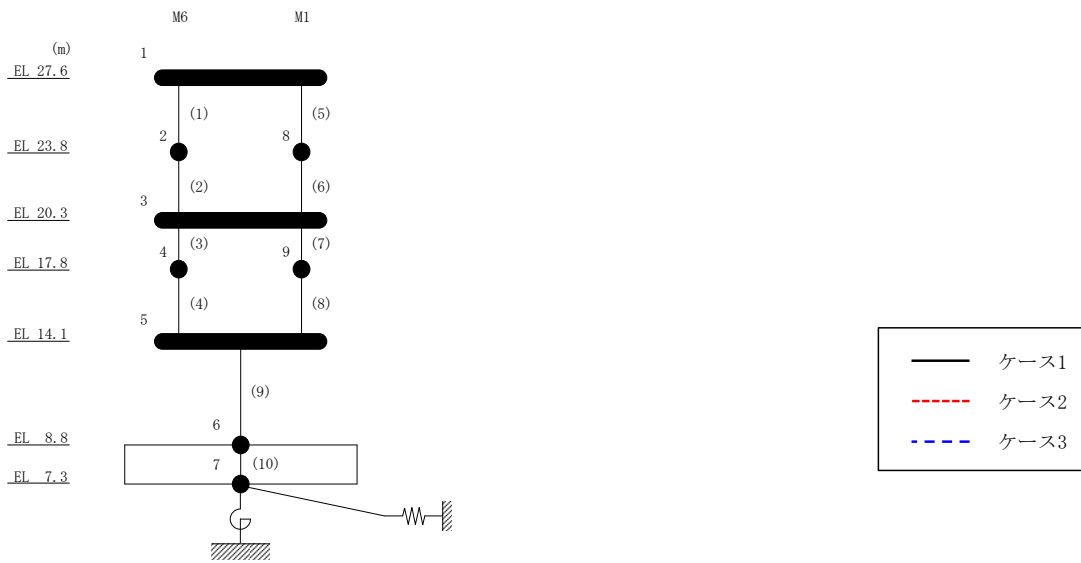
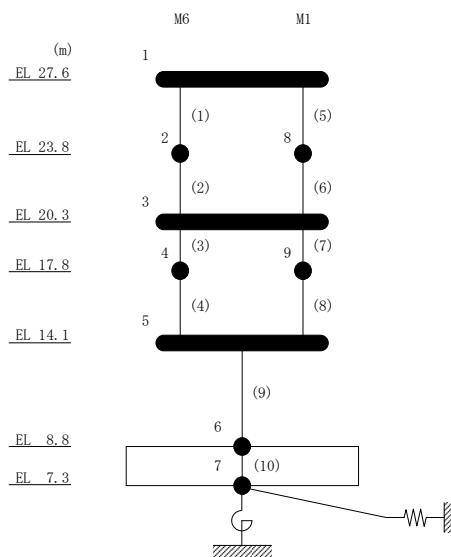


図 2-22 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-22 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.0464	0.0447	0.0511
			0.248	0.244	0.247
	23.8~20.3	2	0.263	0.259	0.262
			0.518	0.511	0.518
20.3~17.8	3	0.594	0.585	0.587	
		0.803	0.795	0.797	
17.8~14.1	4	0.812	0.804	0.806	
		1.16	1.15	1.16	
M1	27.6~23.8	5	0.0338	0.0343	0.0331
			0.187	0.184	0.187
	23.8~20.3	6	0.219	0.215	0.218
			0.495	0.489	0.494
20.3~17.8	7	0.471	0.465	0.476	
		0.731	0.726	0.735	
17.8~14.1	8	0.748	0.741	0.751	
		1.19	1.18	1.21	
M1-M6	14.1~8.8	9	2.40	2.39	2.43
			3.83	3.82	3.84



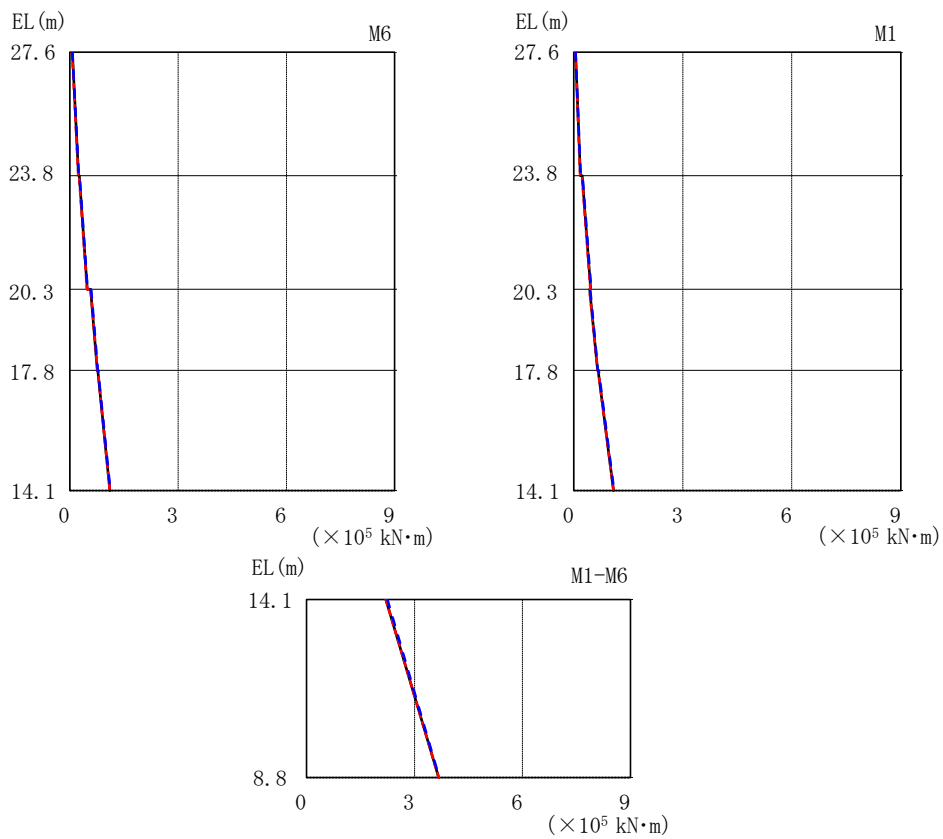
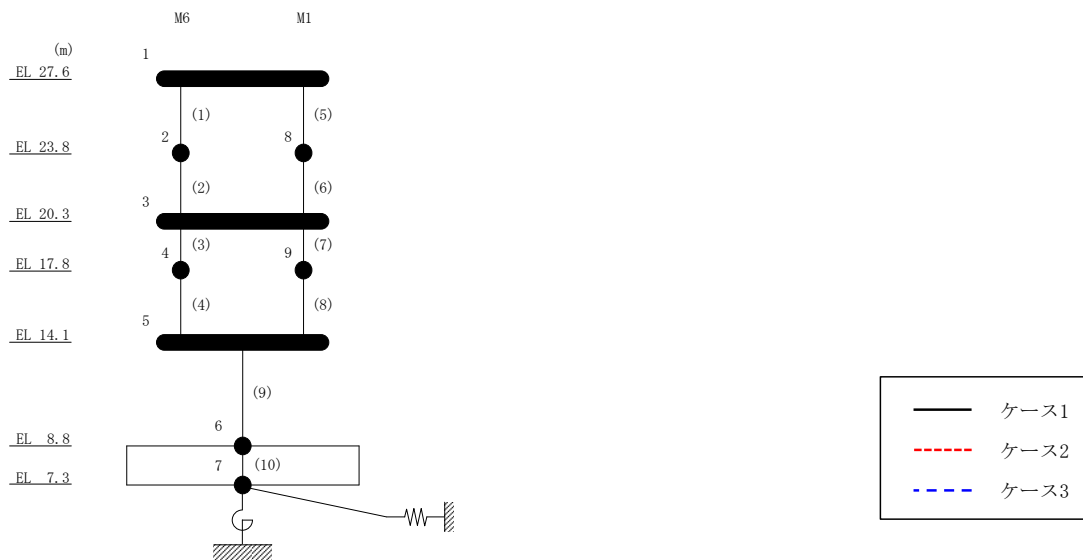
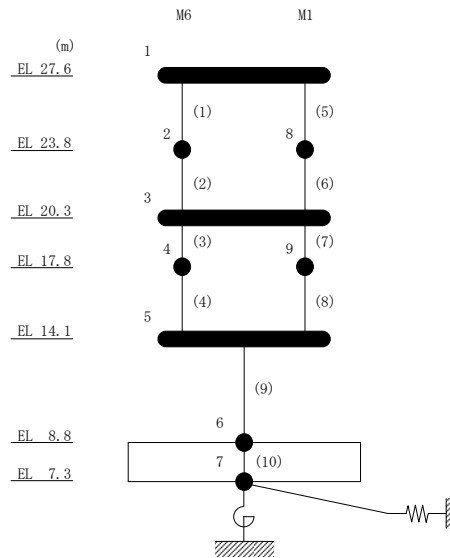


図 2-23 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

表 2-23 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.0671 0.238	0.0658 0.235	0.0677 0.246
	23.8~20.3	2	0.261 0.479	0.258 0.478	0.270 0.492
	20.3~17.8	3	0.578 0.763	0.573 0.765	0.592 0.771
	17.8~14.1	4	0.771 1.11	0.773 1.11	0.782 1.12
M1	27.6~23.8	5	0.0484 0.178	0.0495 0.175	0.0493 0.185
	23.8~20.3	6	0.227 0.464	0.224 0.460	0.235 0.477
	20.3~17.8	7	0.432 0.651	0.428 0.652	0.447 0.663
	17.8~14.1	8	0.667 1.09	0.666 1.09	0.680 1.11
M1-M6	14.1~8.8	9	2.21 3.67	2.20 3.67	2.24 3.68



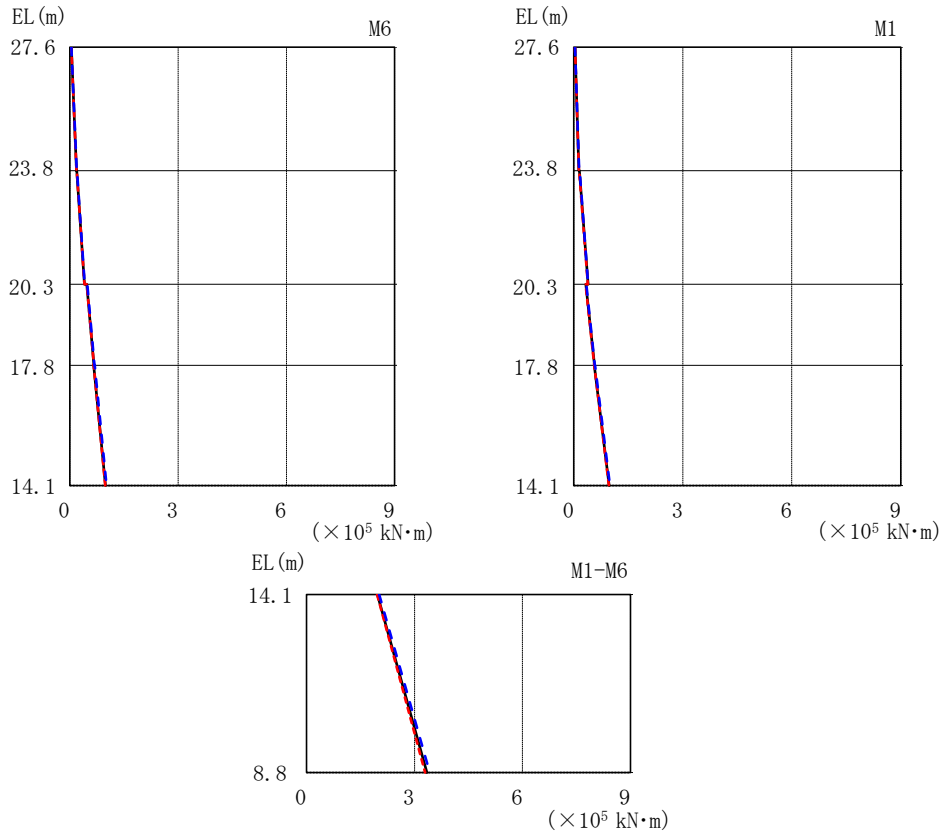
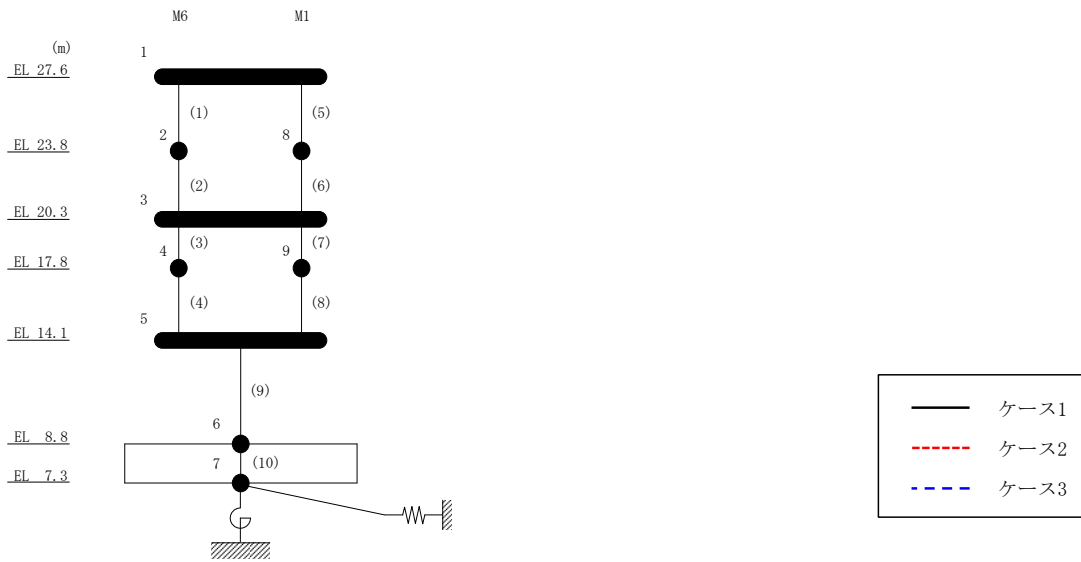
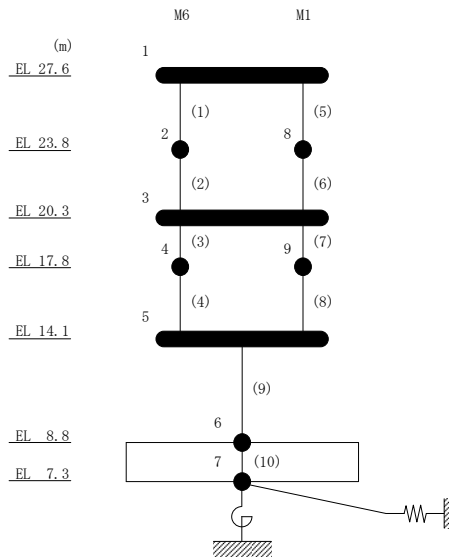


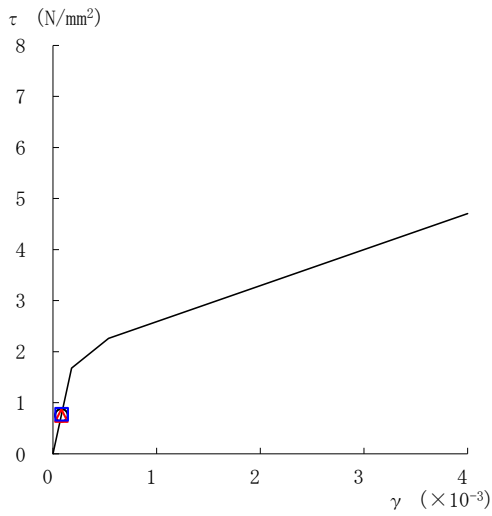
図 2-24 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N1$, EW方向)

表 2-24 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

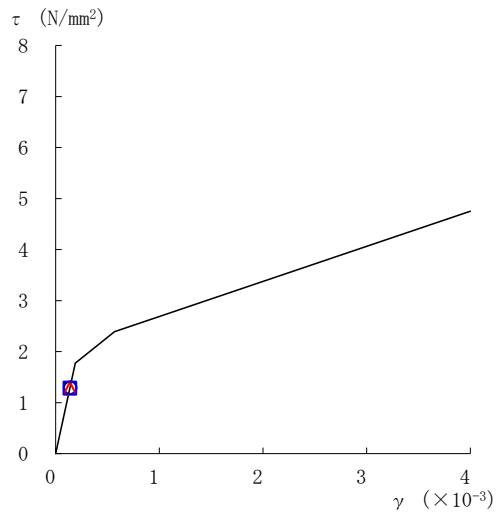
部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.0398 0.184	0.0393 0.183	0.0390 0.187
	23.8~20.3	2	0.189 0.406	0.188 0.403	0.196 0.409
	20.3~17.8	3	0.471 0.665	0.470 0.664	0.483 0.682
	17.8~14.1	4	0.663 0.985	0.661 0.979	0.685 1.01
M1	27.6~23.8	5	0.0306 0.142	0.0312 0.140	0.0314 0.143
	23.8~20.3	6	0.152 0.391	0.148 0.387	0.159 0.395
	20.3~17.8	7	0.329 0.566	0.322 0.565	0.343 0.580
	17.8~14.1	8	0.565 0.970	0.562 0.966	0.585 0.991
M1-M6	14.1~8.8	9	1.97 3.34	1.96 3.30	2.02 3.42



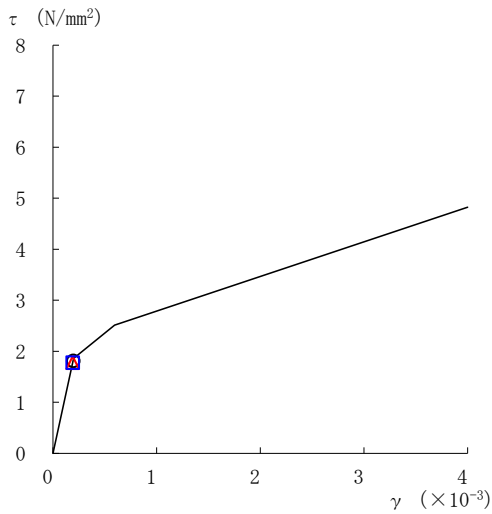
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



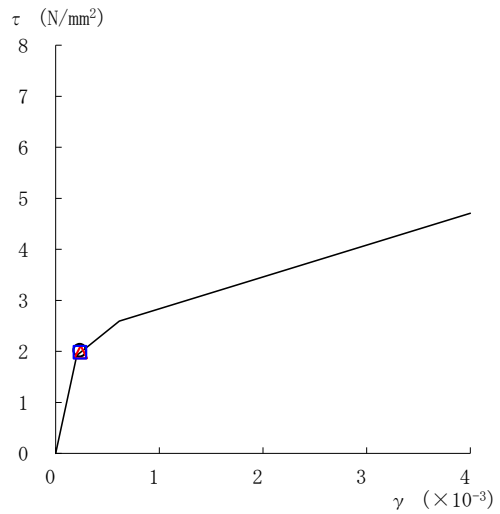
要素番号 (1)



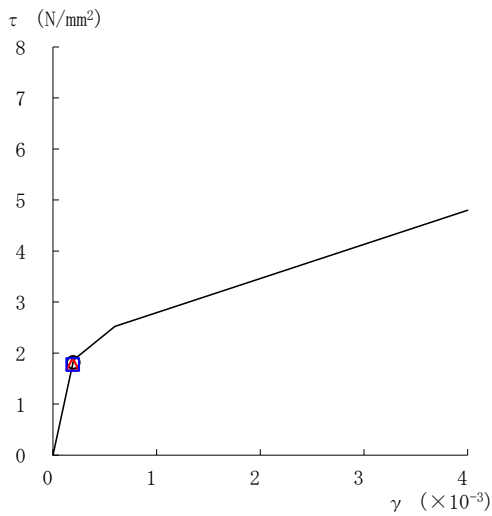
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

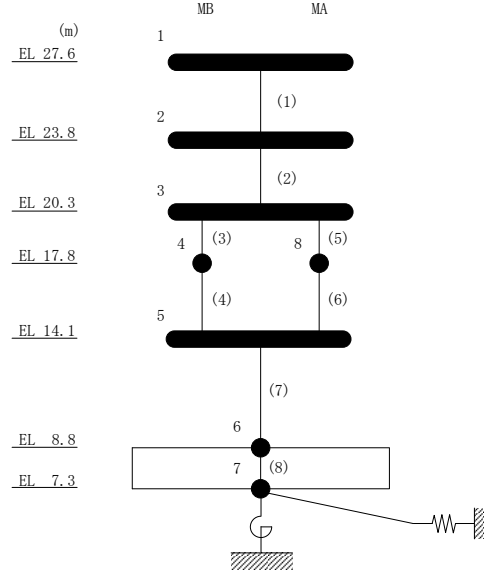
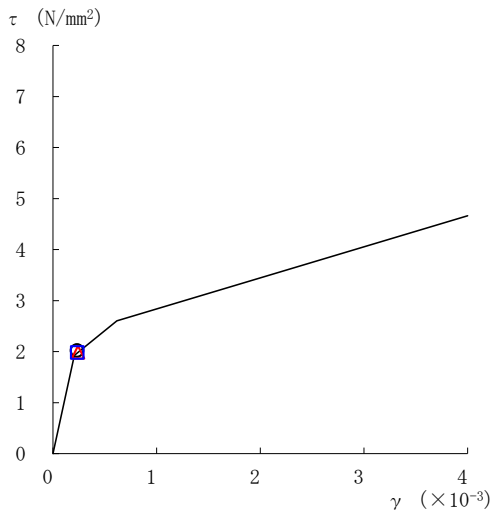
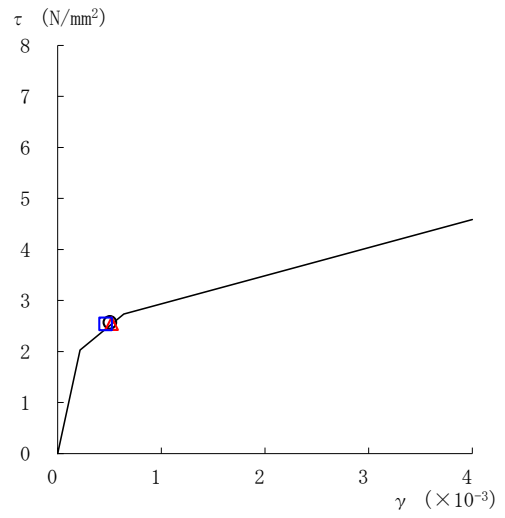


図 2-25(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

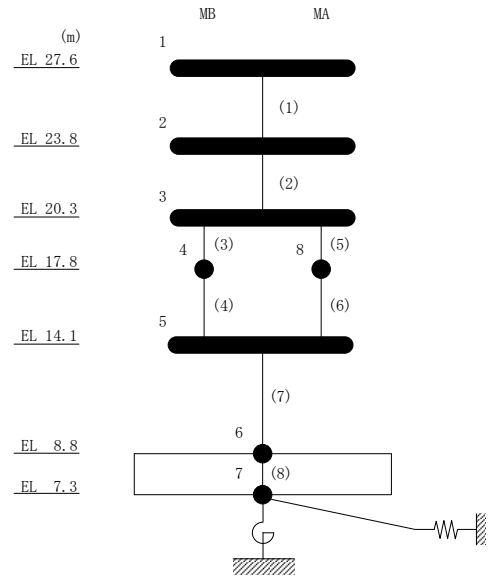
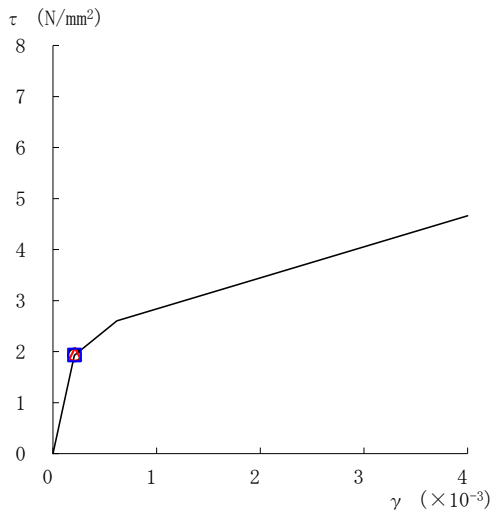
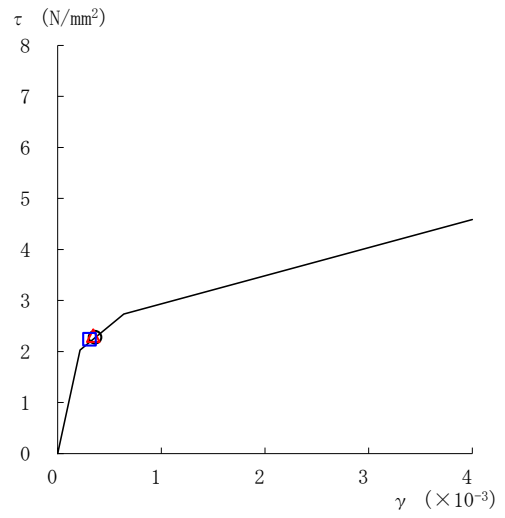


図 2-25(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

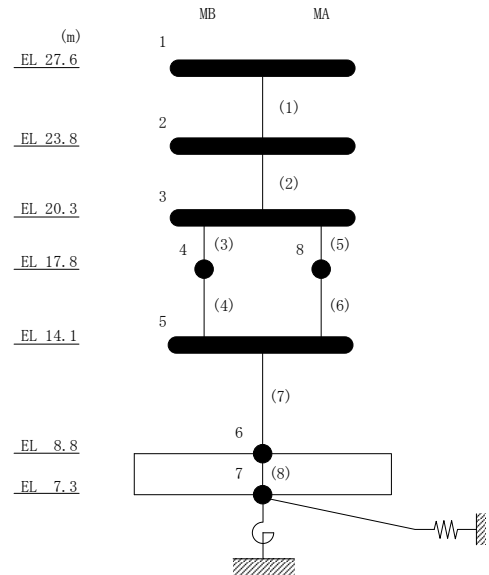
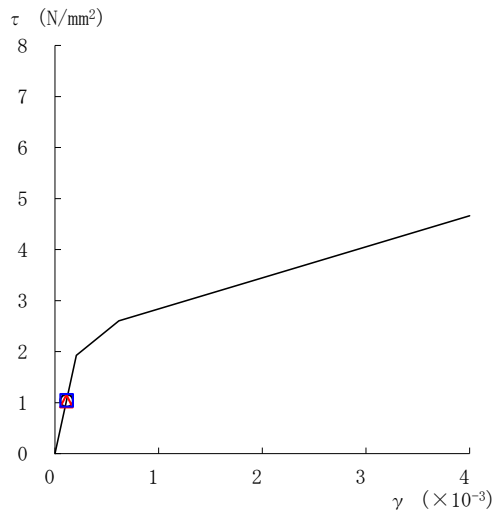
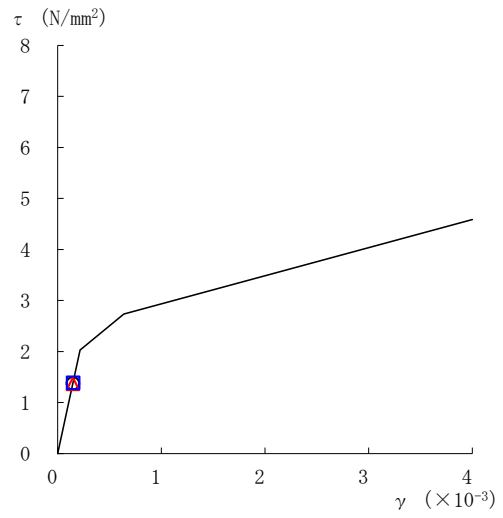


図 2-26(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

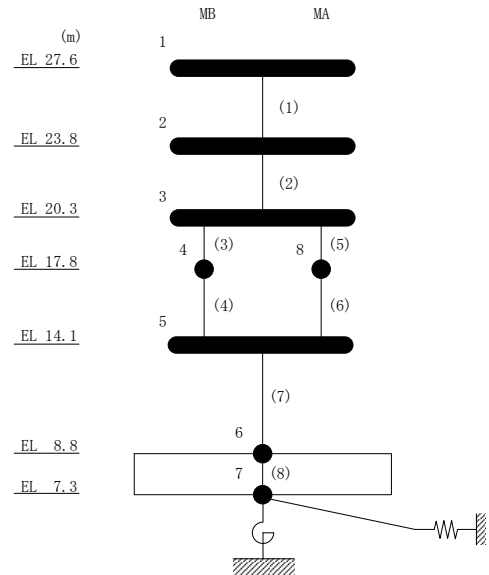
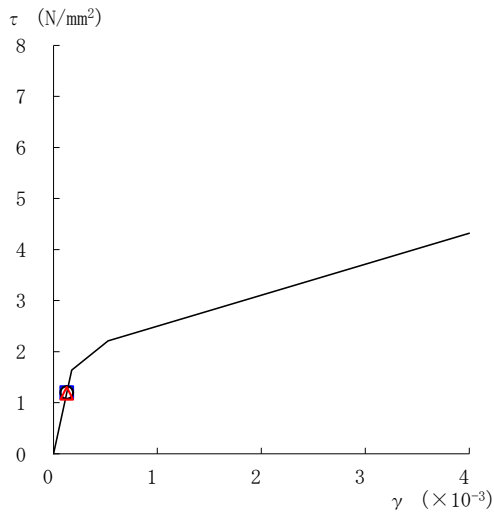
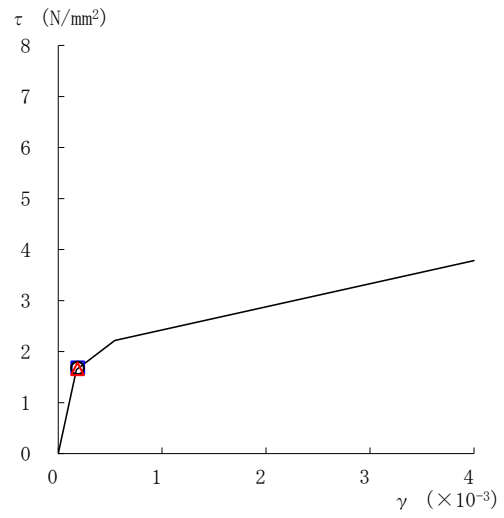


図 2-27(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, NS 方向)

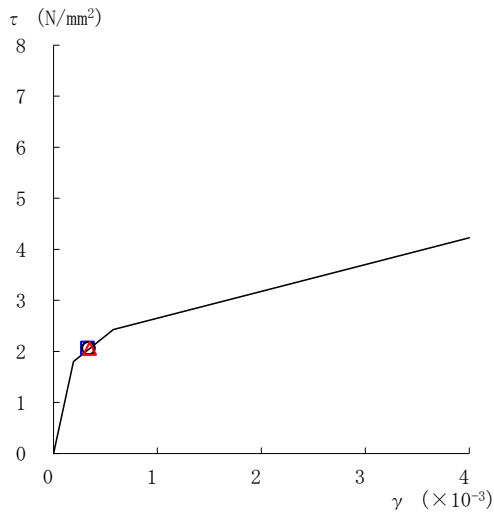
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



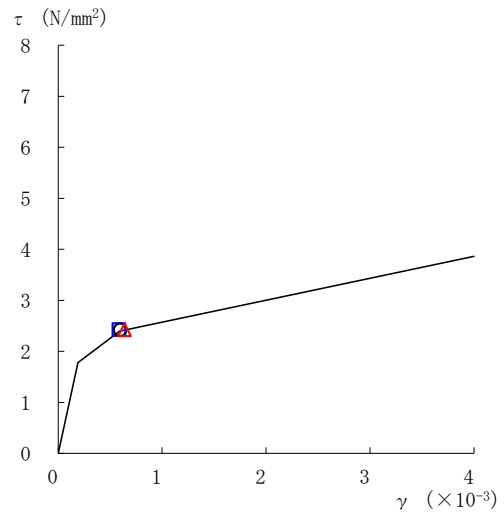
要素番号 (1)



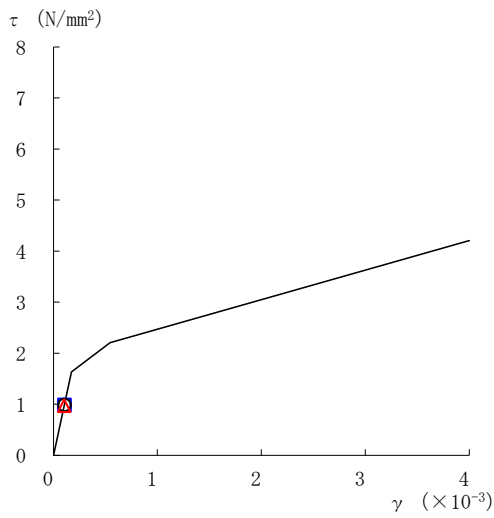
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

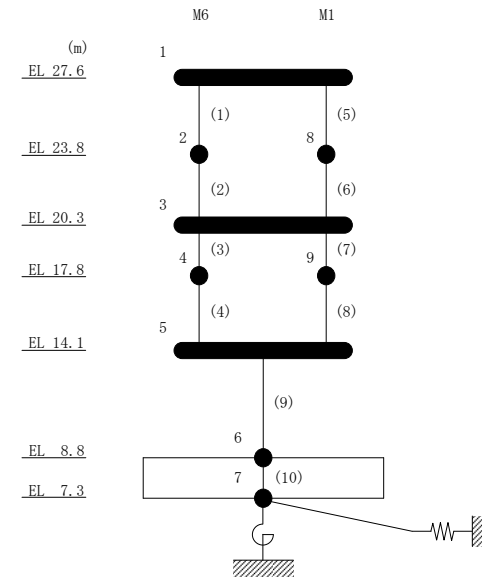
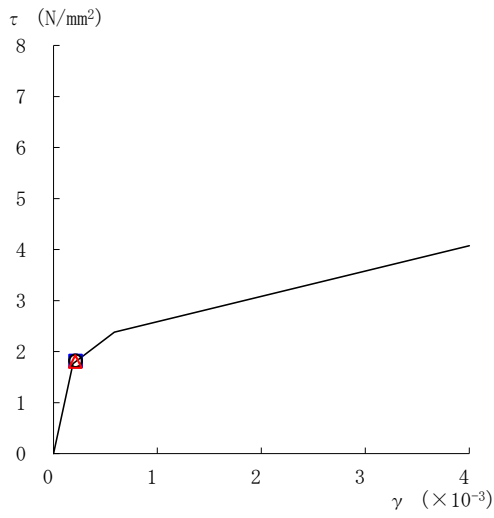
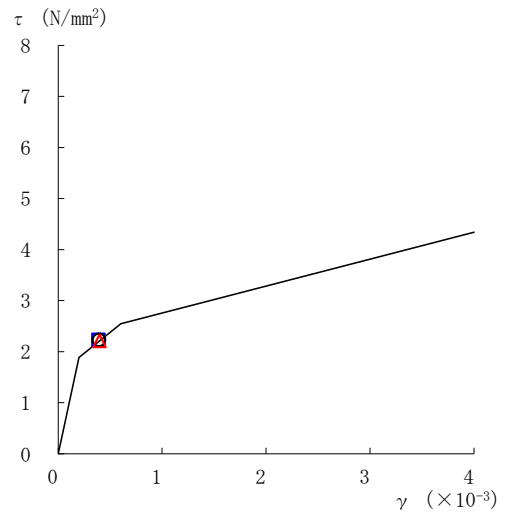


図 2-28(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-D, EW 方向)

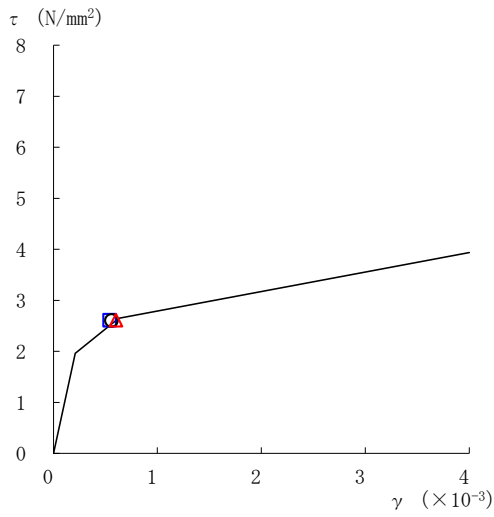
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



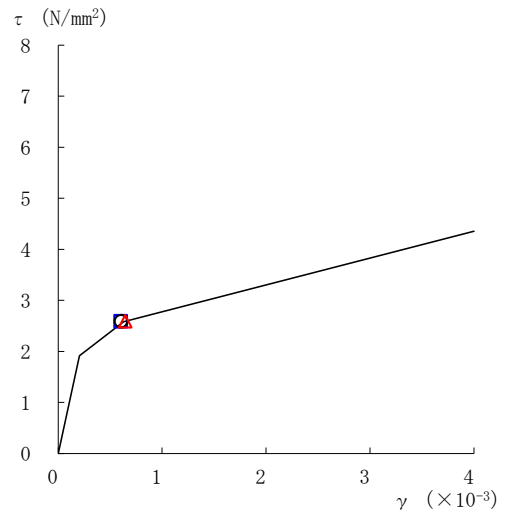
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

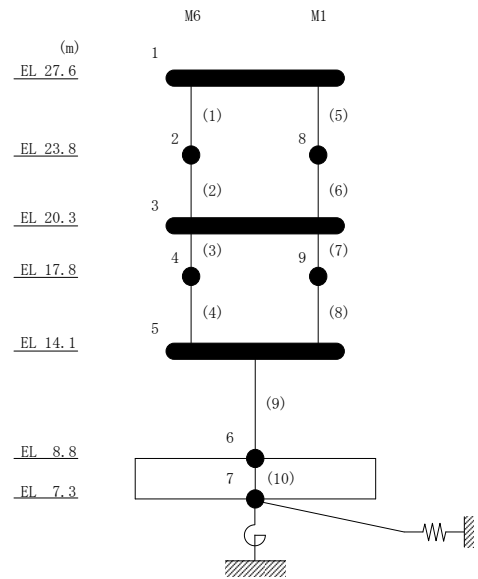
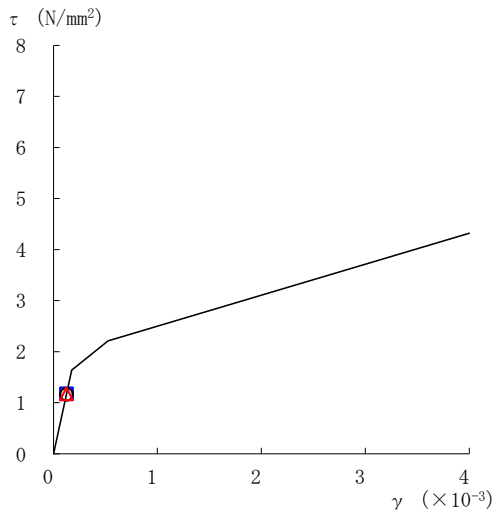
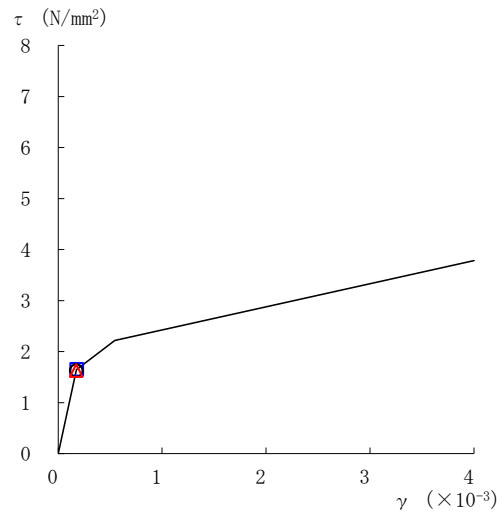


図 2-28(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s-D, EW 方向)

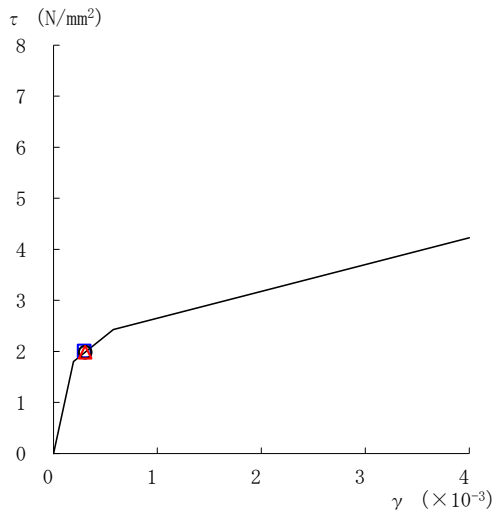
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



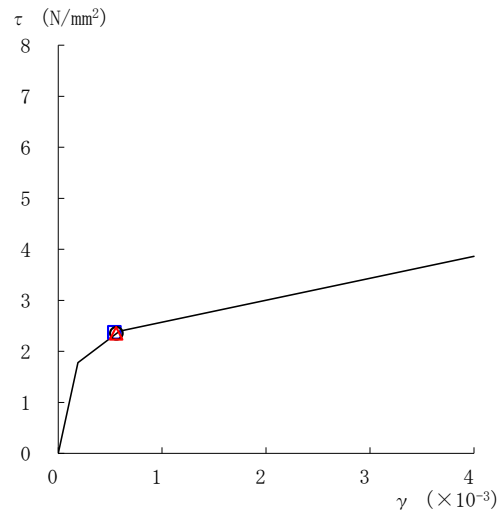
要素番号 (1)



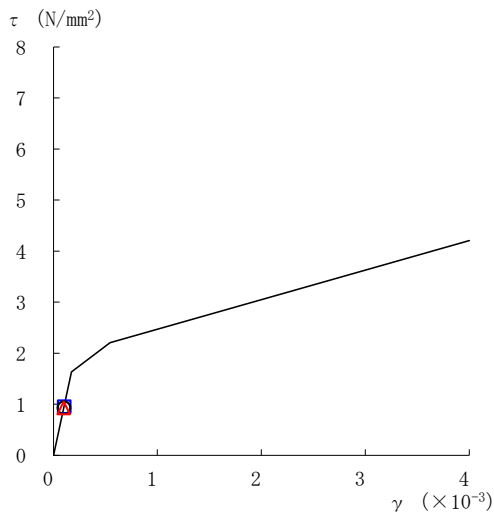
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

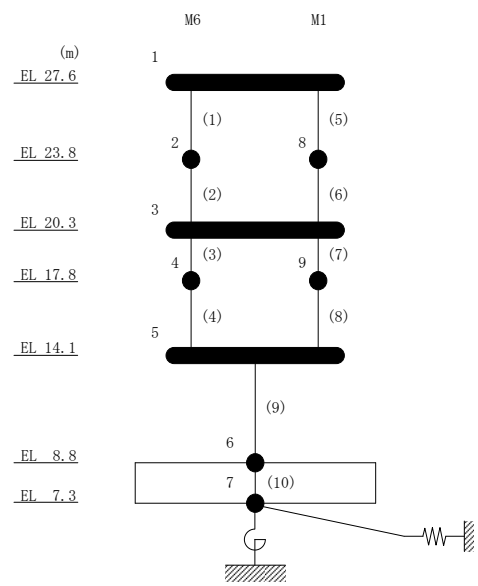
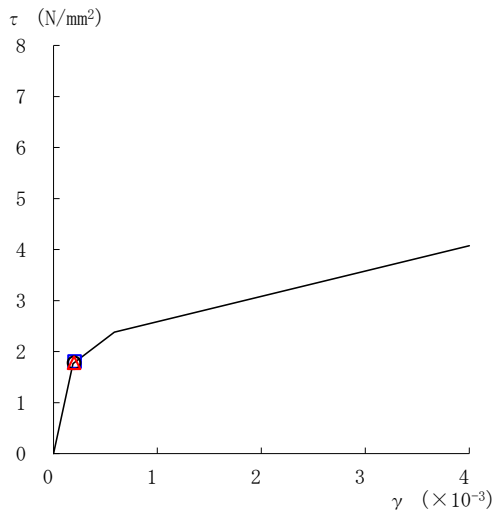
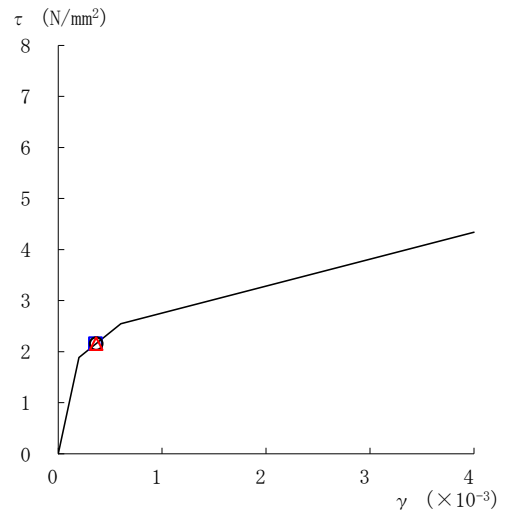


図 2-29(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

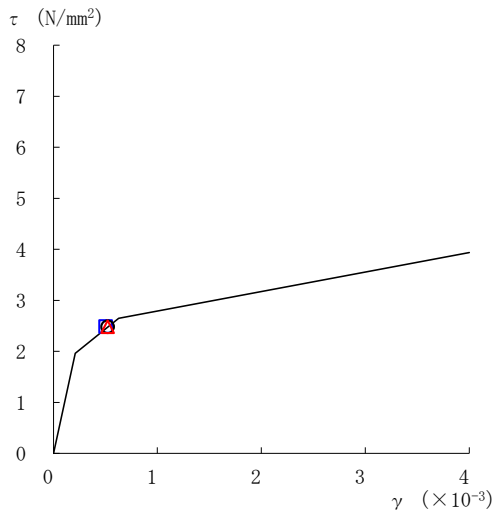
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



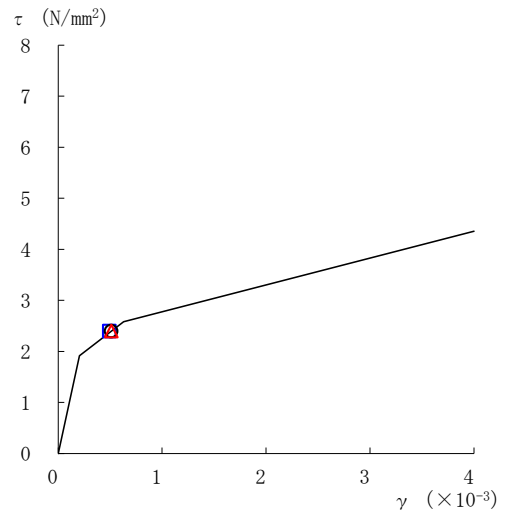
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

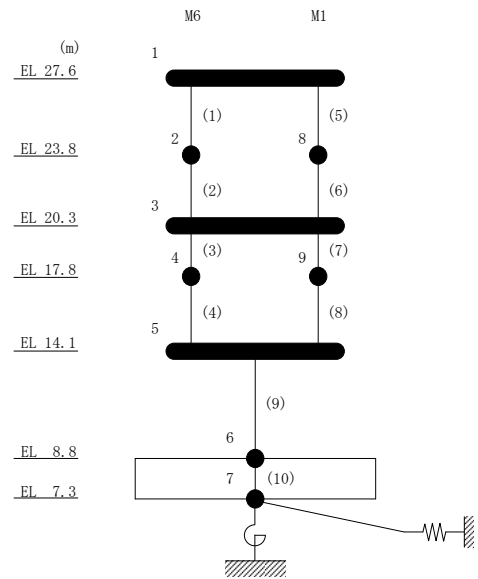
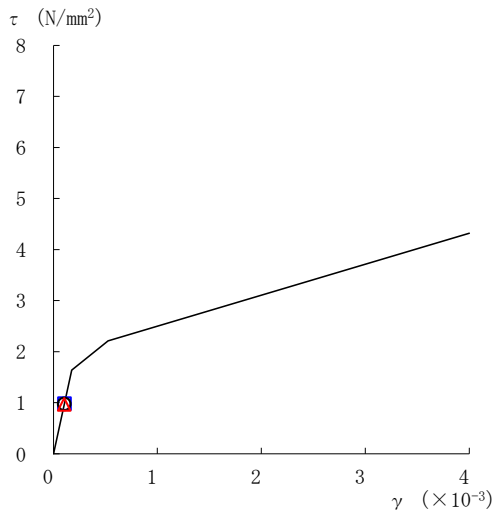
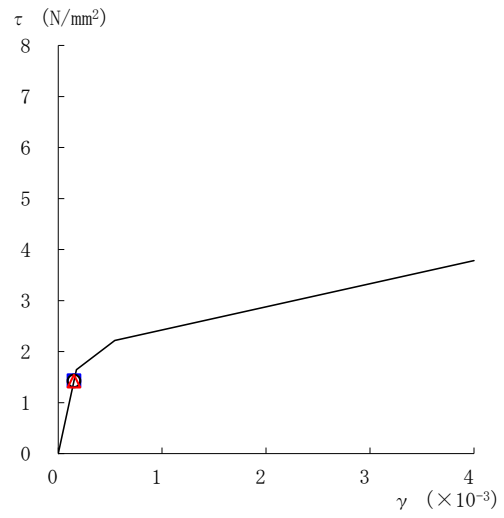


図 2-29(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

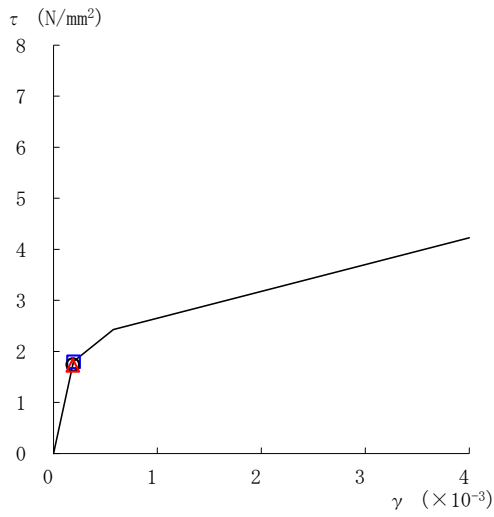
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



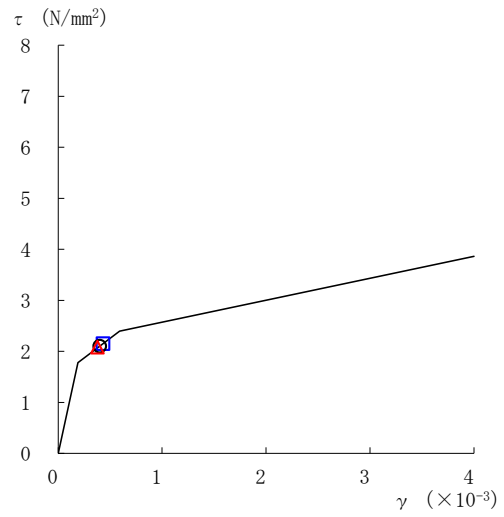
要素番号 (1)



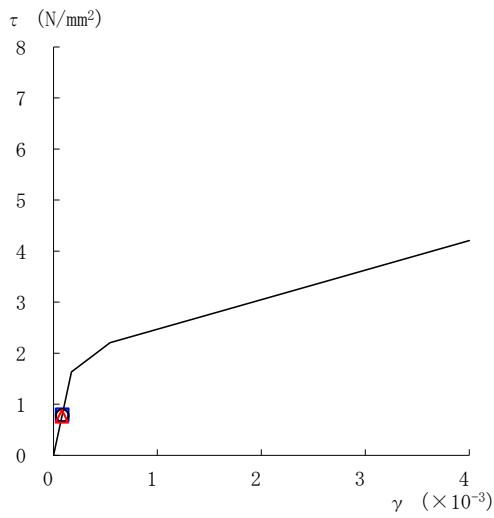
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

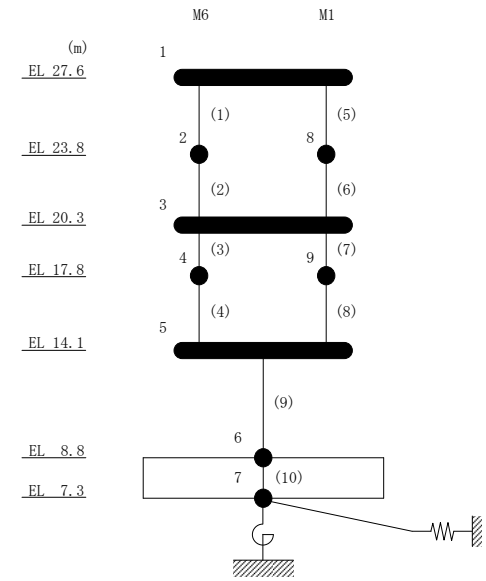
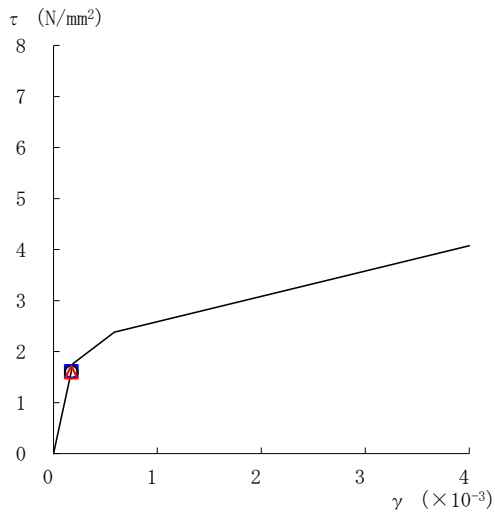
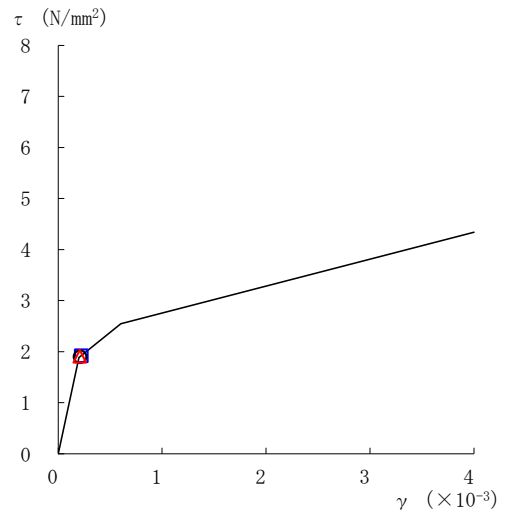


図 2-30(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

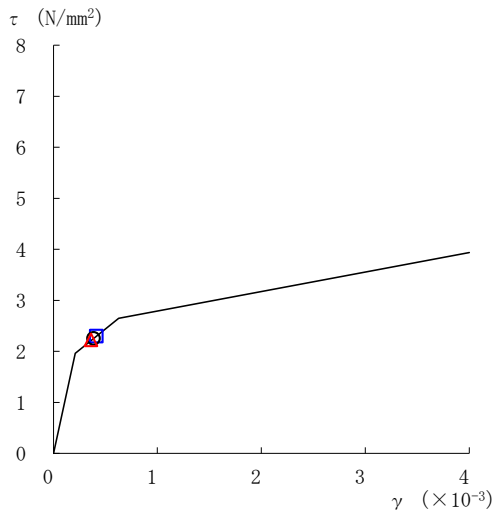
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



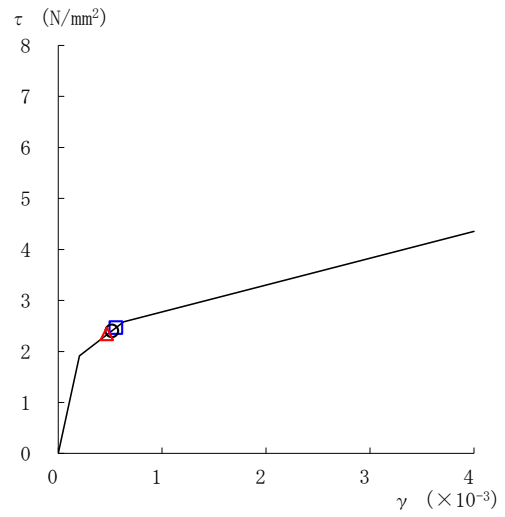
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

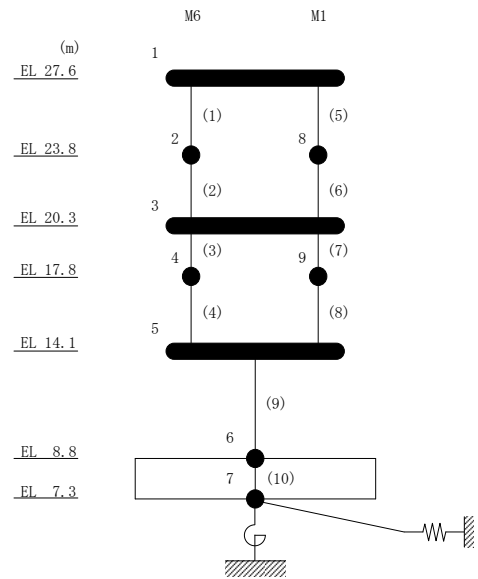


図 2-30(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

表 2-25 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.676	0.844	100
$S_s - F 1$	0.646	0.794	100
$S_s - N 1$	0.425	0.423	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.958	0.434	100
$S_s - F 1$	0.918	0.412	100
$S_s - N 1$	0.869	0.385	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.68N/mm^2) を超えないため接地率は 100%となる。

表 2-26 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.667	0.830	100
$S_s - F1$	0.660	0.818	100
$S_s - N1$	0.423	0.420	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.955	0.432	100
$S_s - F1$	0.917	0.412	100
$S_s - N1$	0.854	0.377	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.68N/mm^2) を超えないため接地率は 100%となる。

表 2-27 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.673	0.839	100
$S_s - F 1$	0.643	0.788	100
$S_s - N 1$	0.431	0.432	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.961	0.436	100
$S_s - F 1$	0.923	0.414	100
$S_s - N 1$	0.886	0.394	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.68N/mm^2) を超えないため接地率は 100%となる。

2.2 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-31～図 2-60 及び表 2-28～表 2-53 に示す。

以後、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 4 として示す。

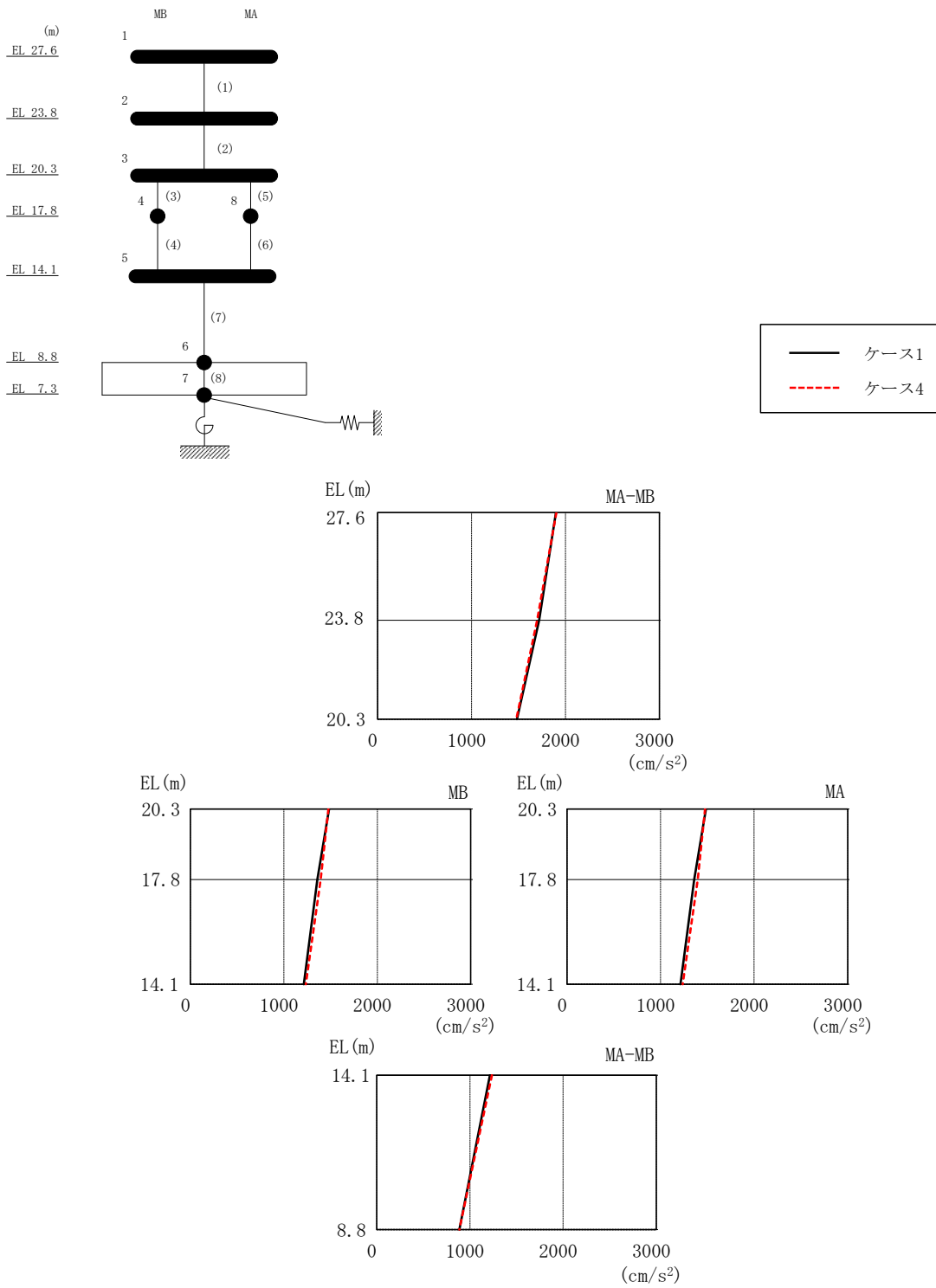
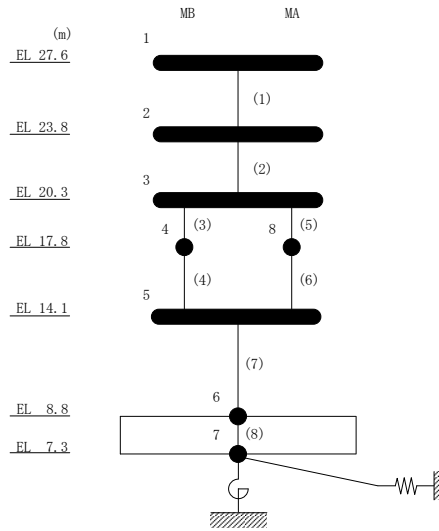


図 2-31 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-28 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	1900	1905
	23.8	2	1721	1699
	20.3	3	1484	1476
MB	17.8	4	1358	1394
MA-MB	14.1	5	1214	1236
	8.8	6	888	888
MA	17.8	8	1360	1398



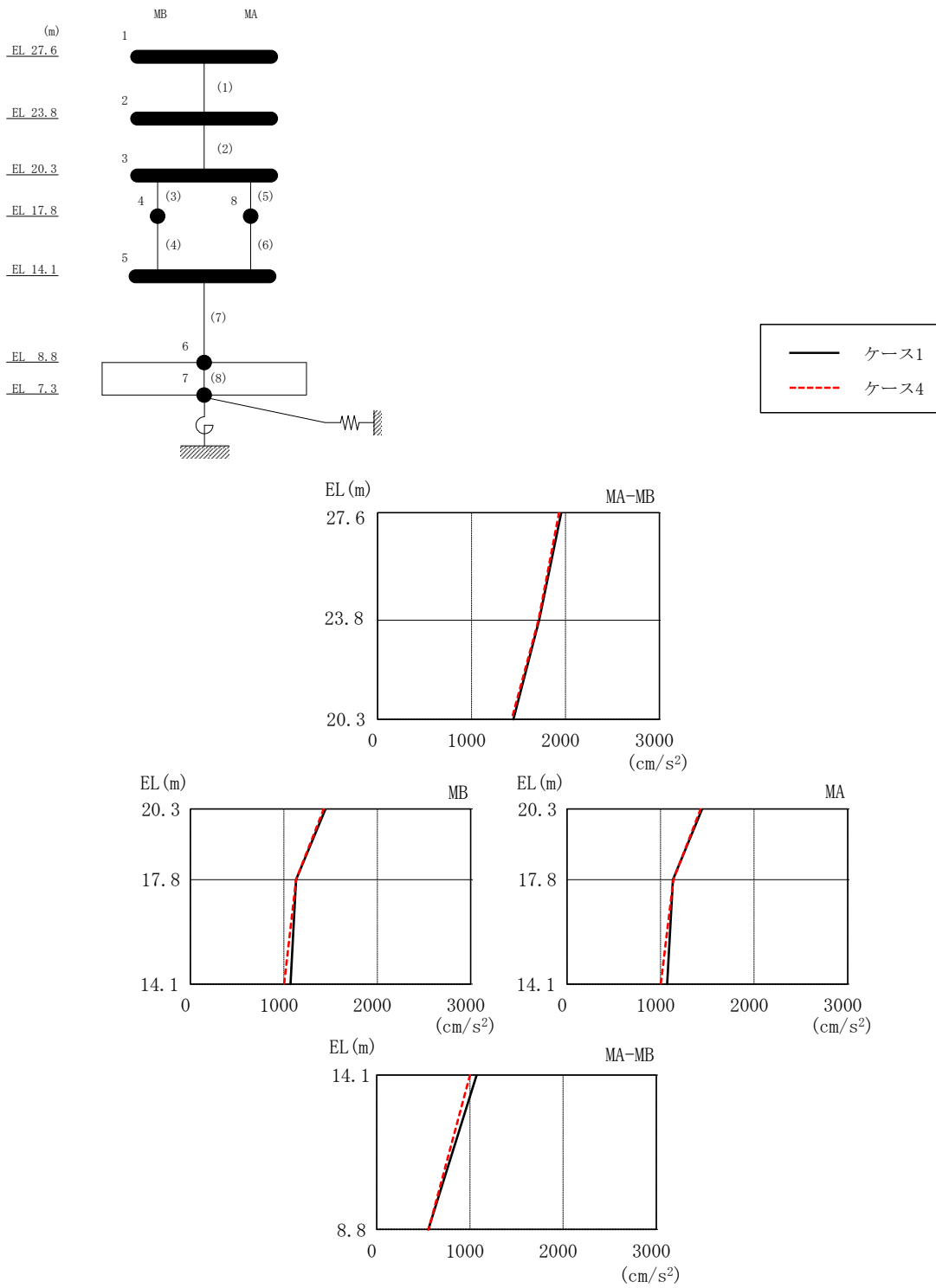
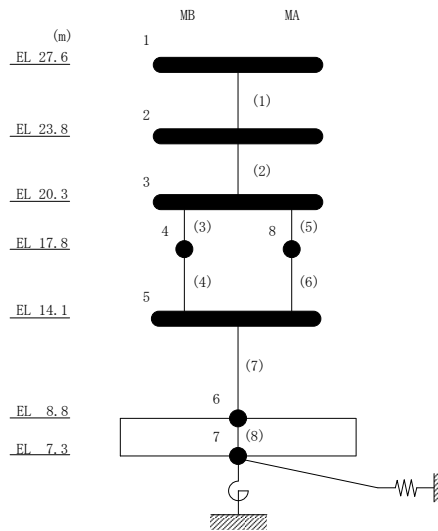


図 2-32 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-29 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	1957	1932
	23.8	2	1721	1712
	20.3	3	1446	1428
MB	17.8	4	1130	1132
MA-MB	14.1	5	1072	1002
	8.8	6	553	556
MA	17.8	8	1133	1137



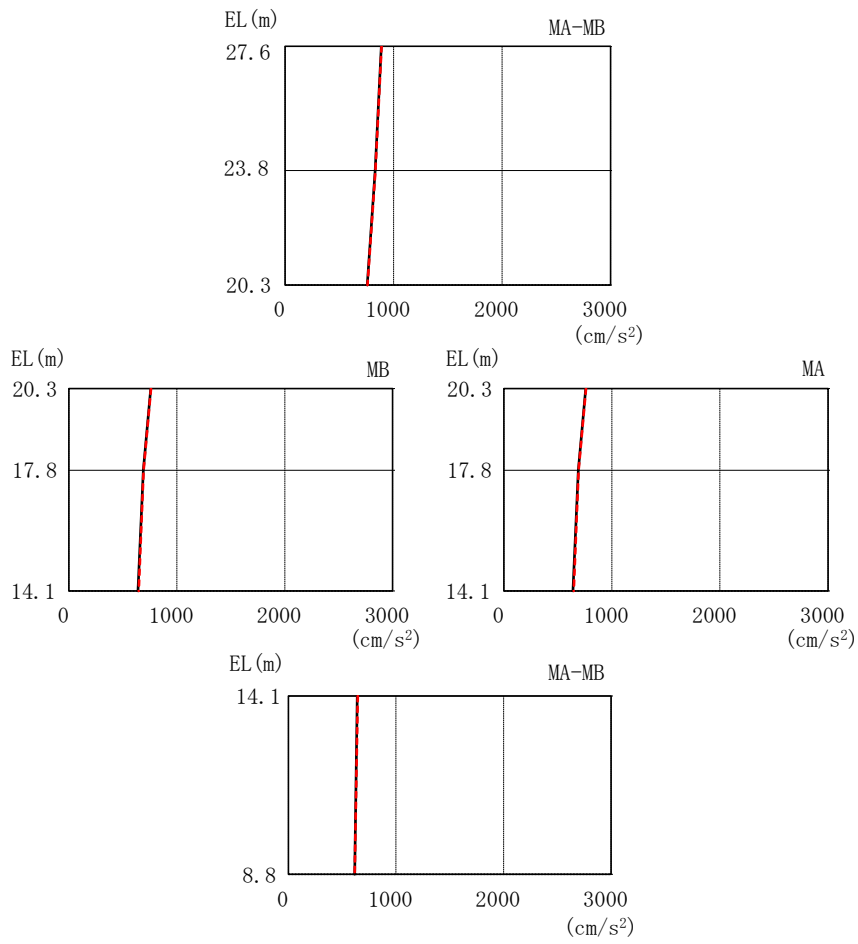
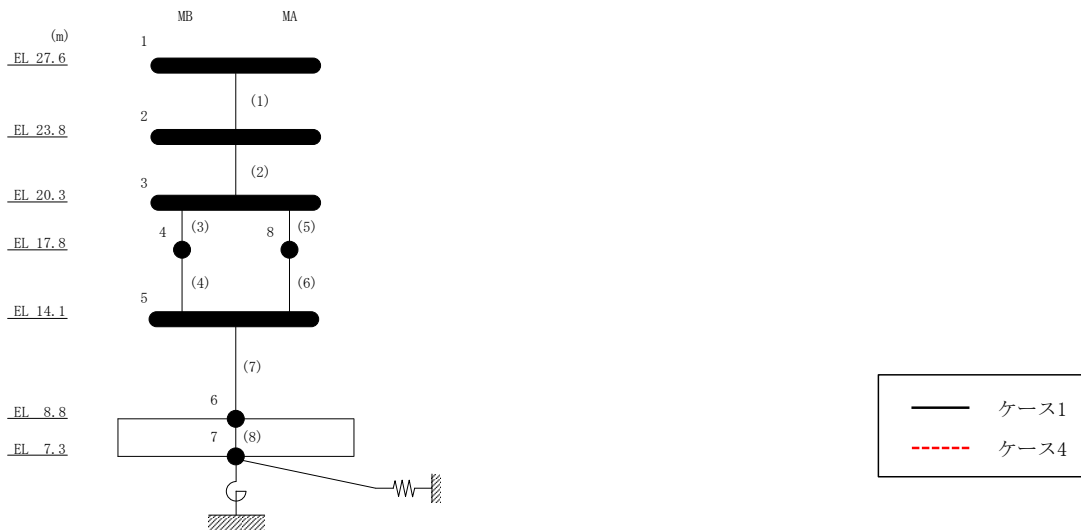


図 2-33 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-N1, NS 方向)

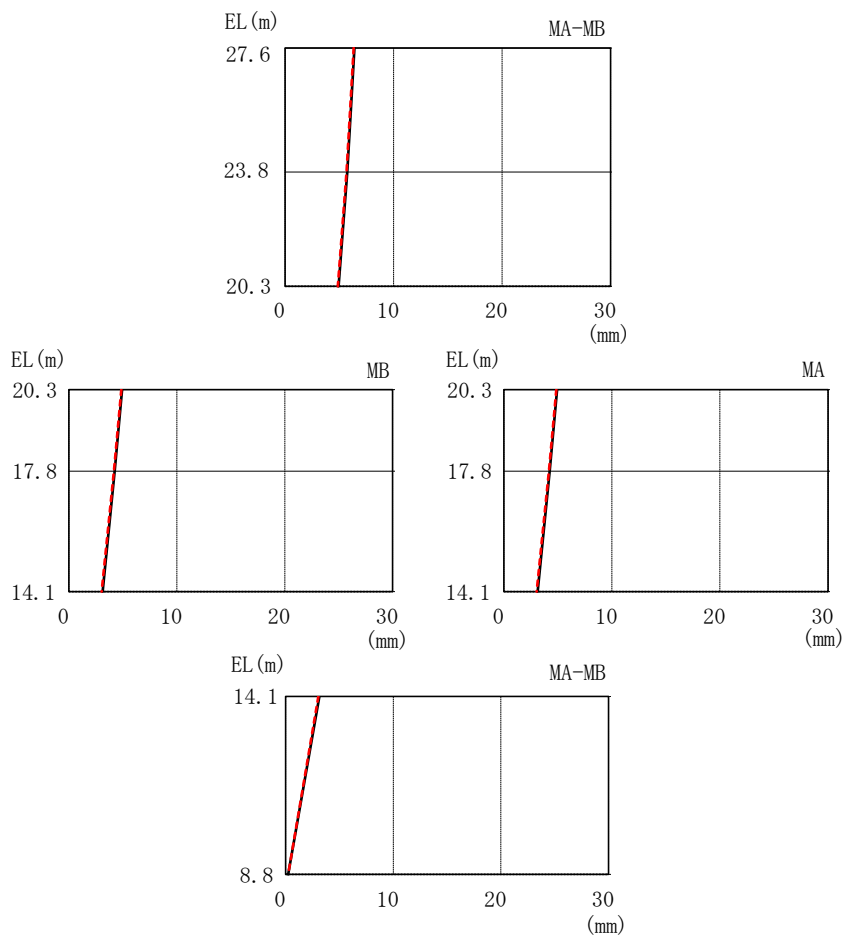
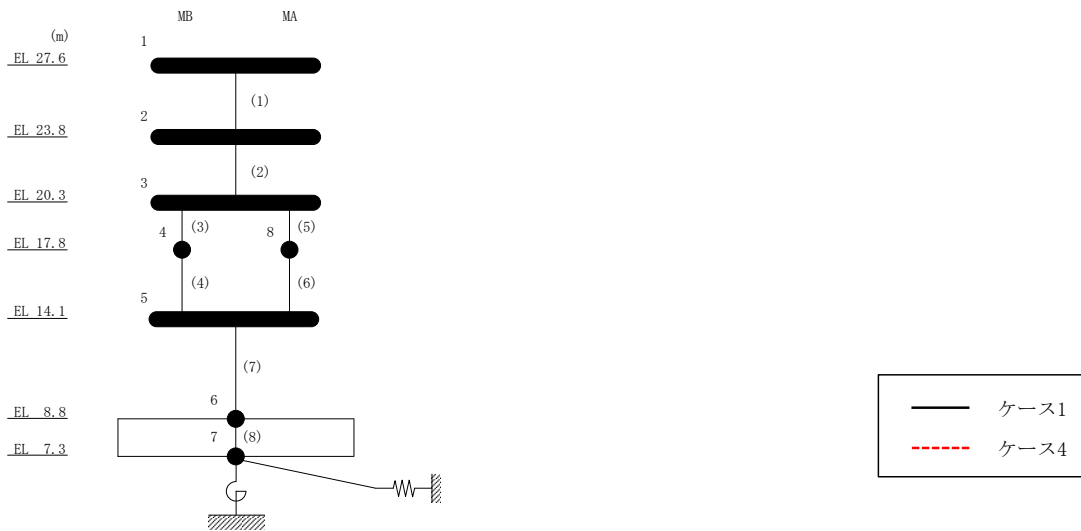
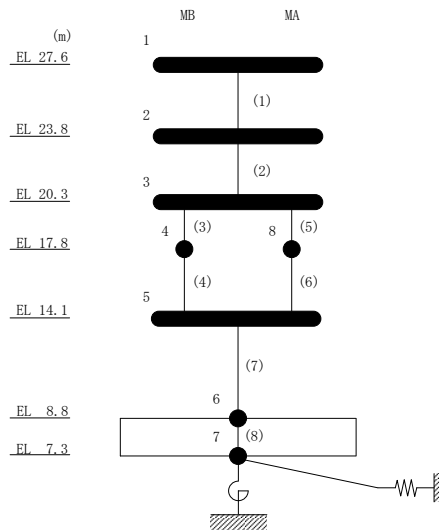


図 2-34 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-31 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	6.41	6.34
	23.8	2	5.73	5.66
	20.3	3	4.93	4.86
MB	17.8	4	4.25	4.18
MA-MB	14.1	5	3.13	3.03
	8.8	6	0.24	0.24
MA	17.8	8	4.25	4.18



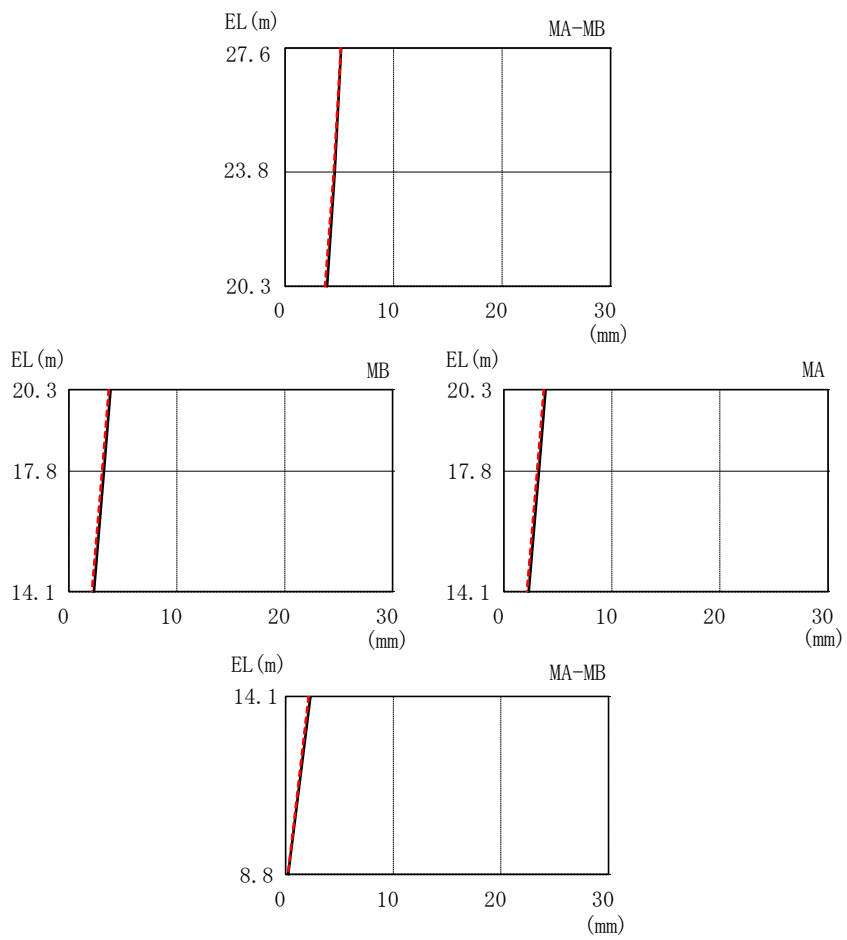
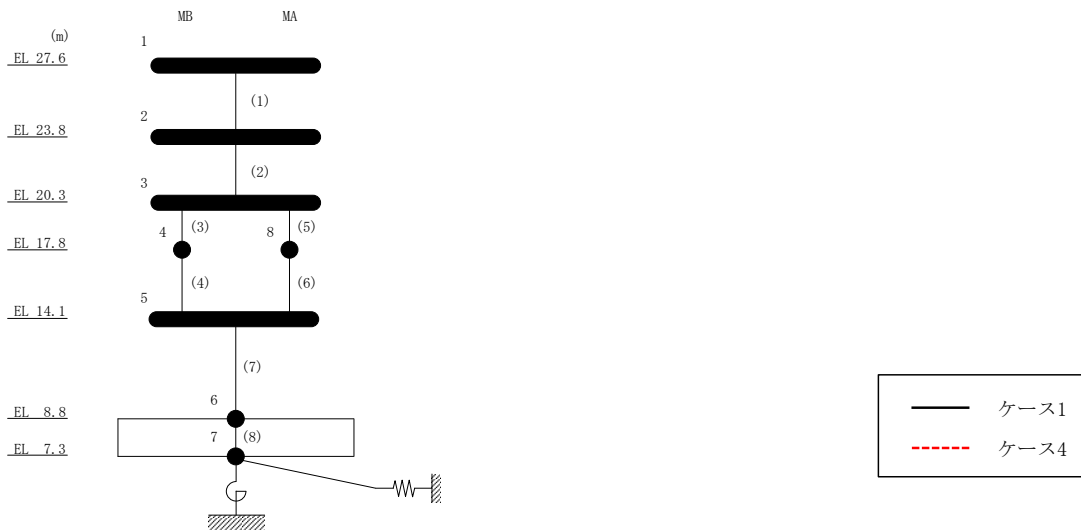
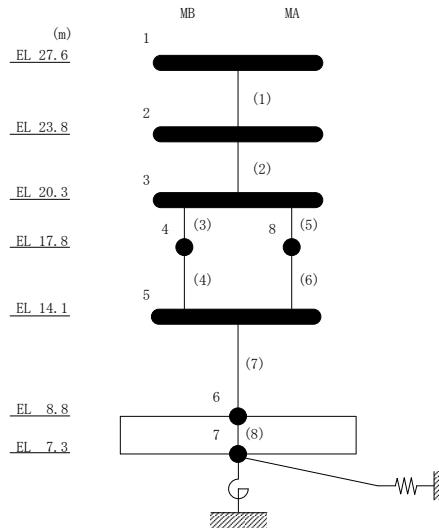


図 2-35 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-32 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	5.18	5.15
	23.8	2	4.58	4.48
	20.3	3	3.87	3.69
MB	17.8	4	3.25	3.08
MA-MB	14.1	5	2.31	2.14
	8.8	6	0.22	0.22
MA	17.8	8	3.25	3.08



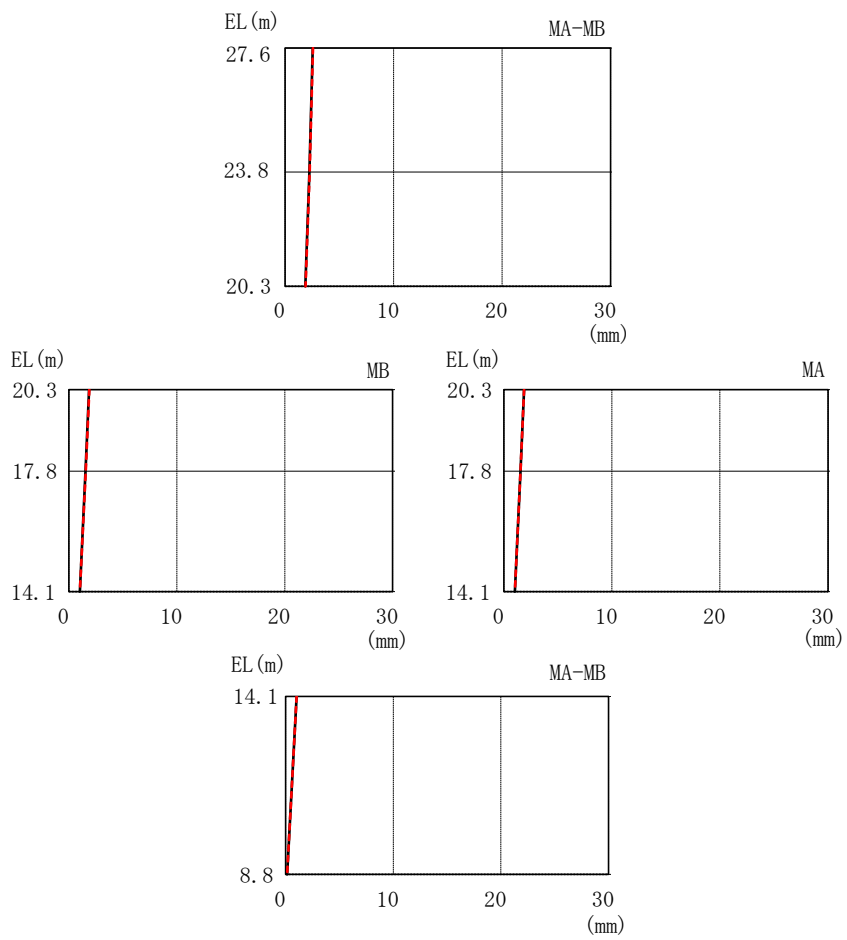
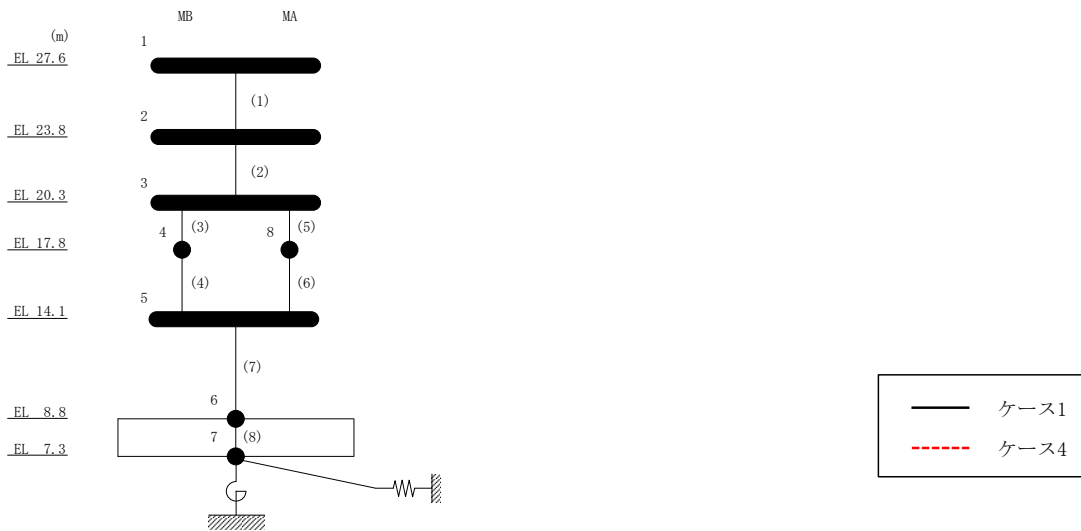
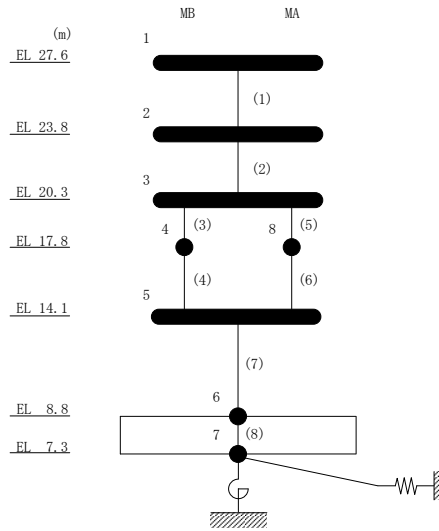


図 2-36 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-33 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	2.55	2.57
	23.8	2	2.25	2.26
	20.3	3	1.87	1.89
MB	17.8	4	1.54	1.55
MA-MB	14.1	5	1.01	1.02
	8.8	6	0.14	0.15
MA	17.8	8	1.54	1.55



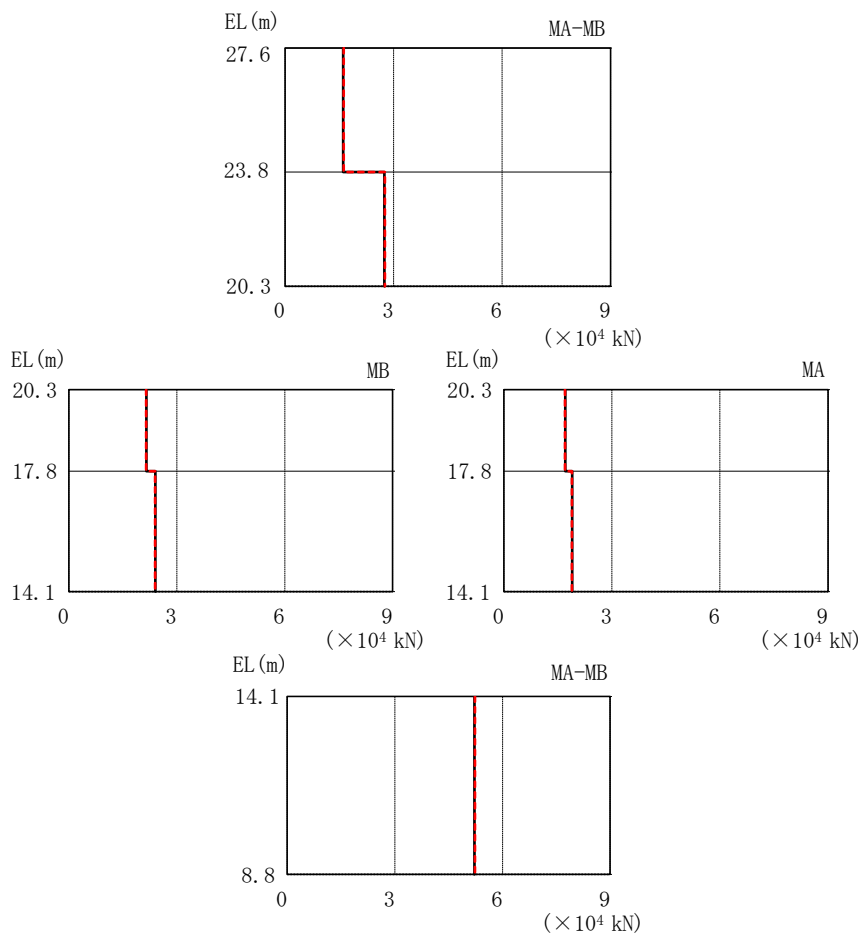
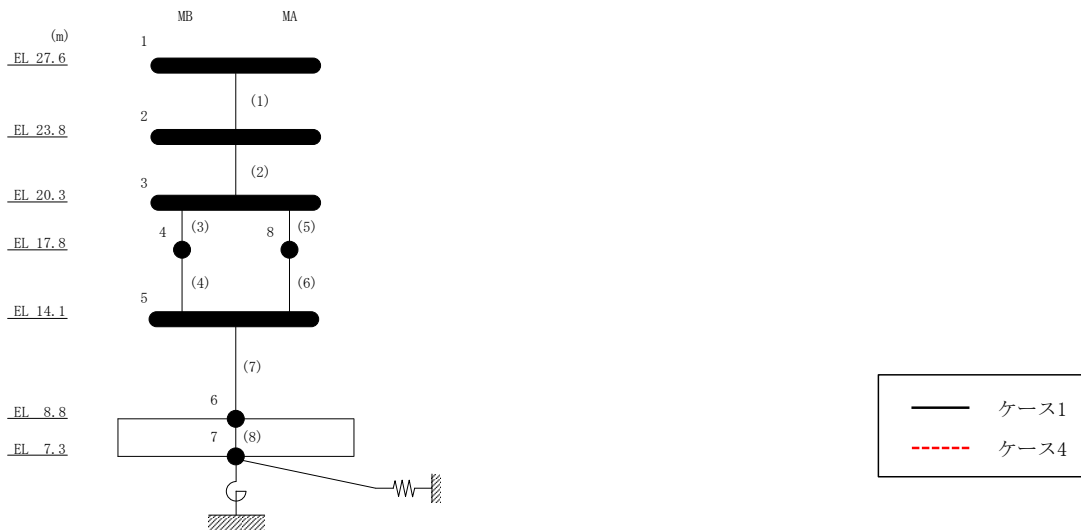
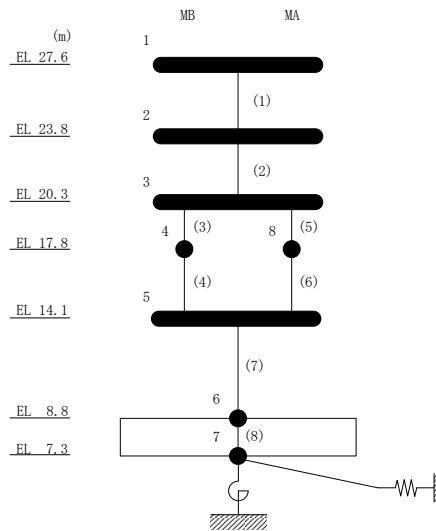


図 2-37 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-34 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, NS方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	1.61	1.62
	23.8~20.3	2	2.75	2.76
MB	20.3~17.8	3	2.15	2.15
	17.8~14.1	4	2.40	2.40
MA	20.3~17.8	5	1.71	1.70
	17.8~14.1	6	1.90	1.89
MA-MB	14.1~8.8	7	5.22	5.23



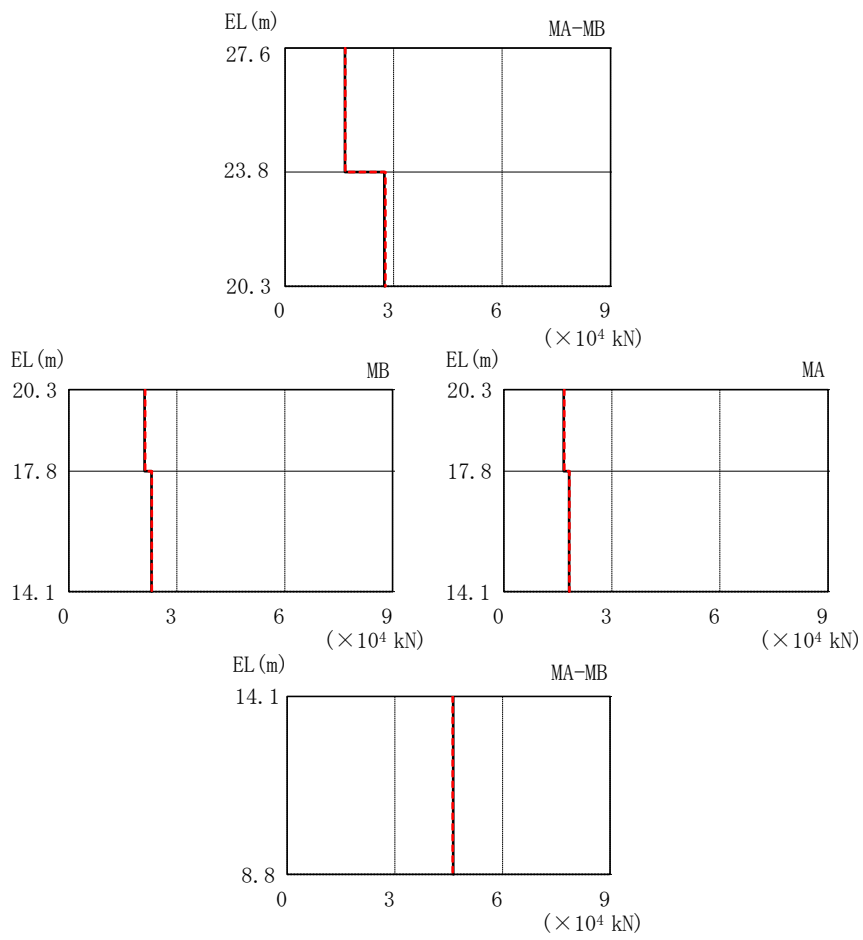
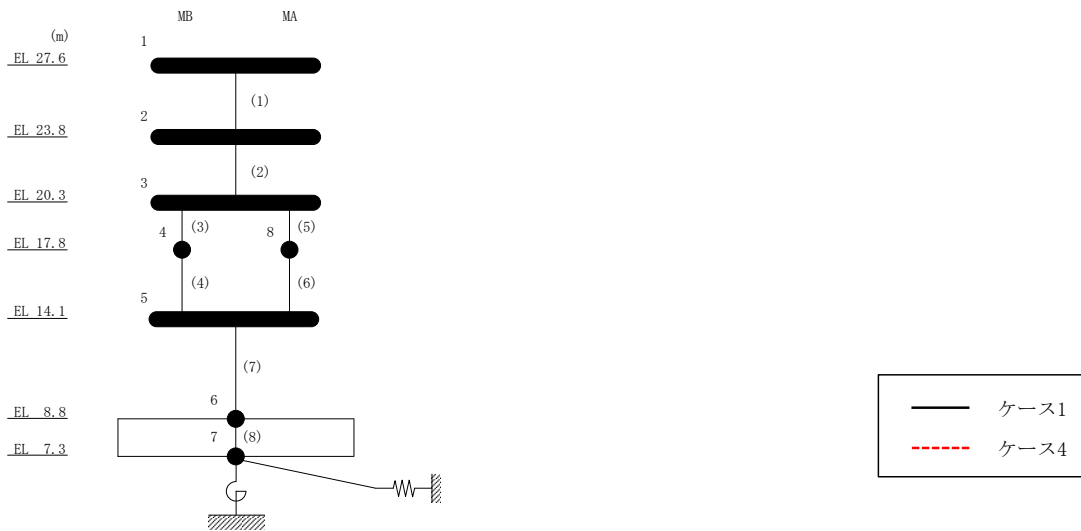
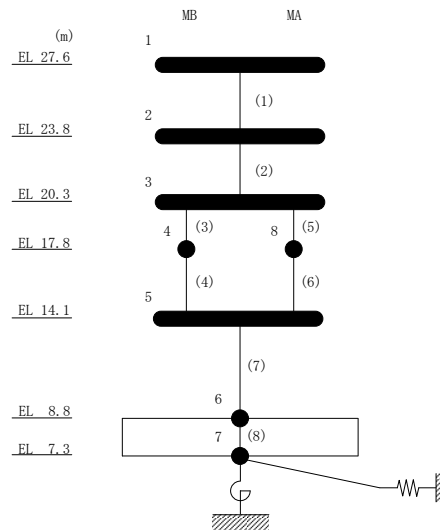


図 2-38 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-35 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	1.66	1.66
	23.8~20.3	2	2.75	2.78
MB	20.3~17.8	3	2.10	2.12
	17.8~14.1	4	2.30	2.30
MA	20.3~17.8	5	1.66	1.68
	17.8~14.1	6	1.81	1.82
MA-MB	14.1~8.8	7	4.63	4.61



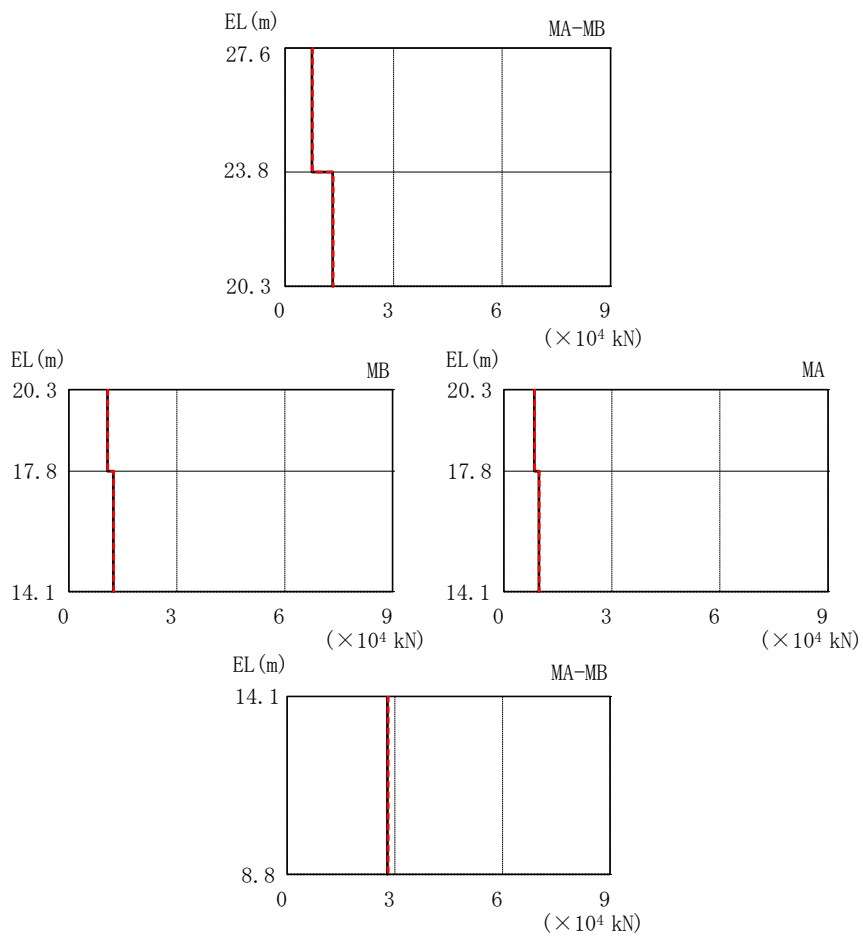
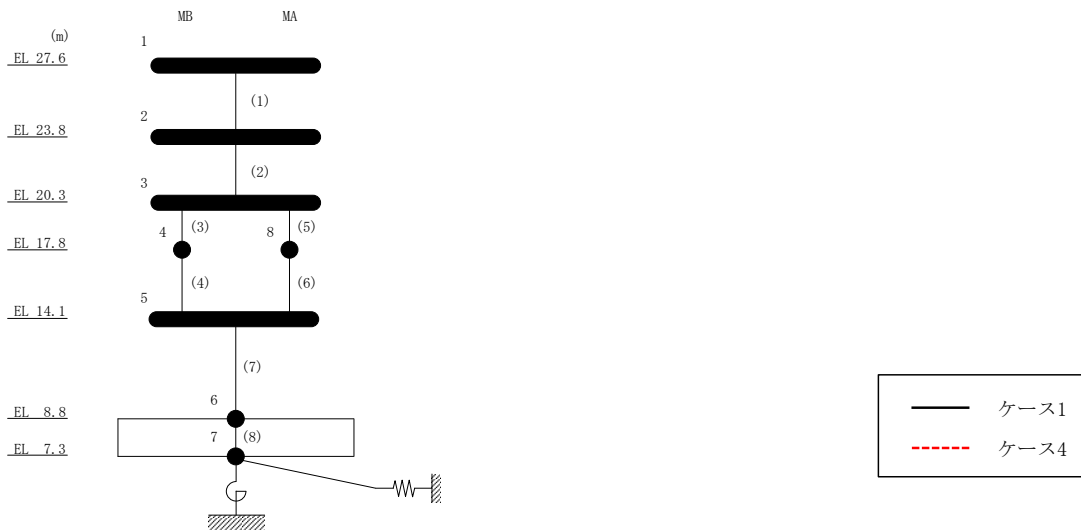
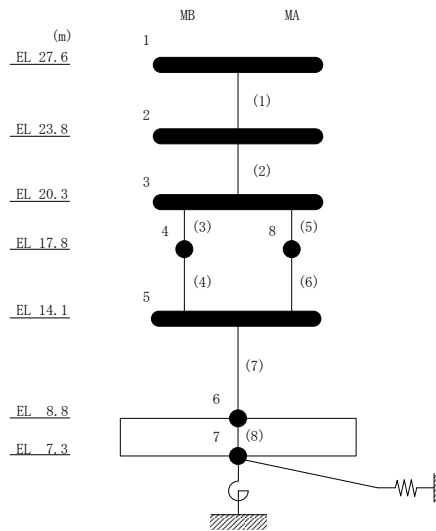


図 2-39 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-36 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	0.746	0.759
	23.8~20.3	2	1.32	1.33
MB	20.3~17.8	3	1.07	1.08
	17.8~14.1	4	1.23	1.24
MA	20.3~17.8	5	0.850	0.857
	17.8~14.1	6	0.974	0.981
MA-MB	14.1~8.8	7	2.79	2.81



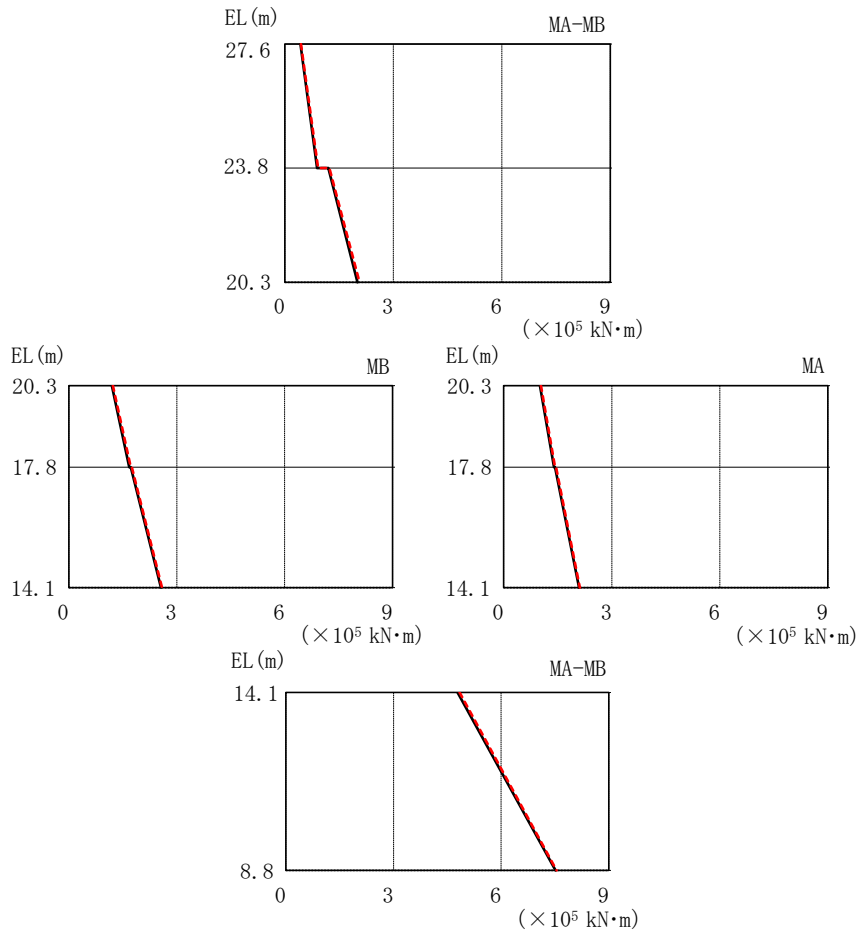
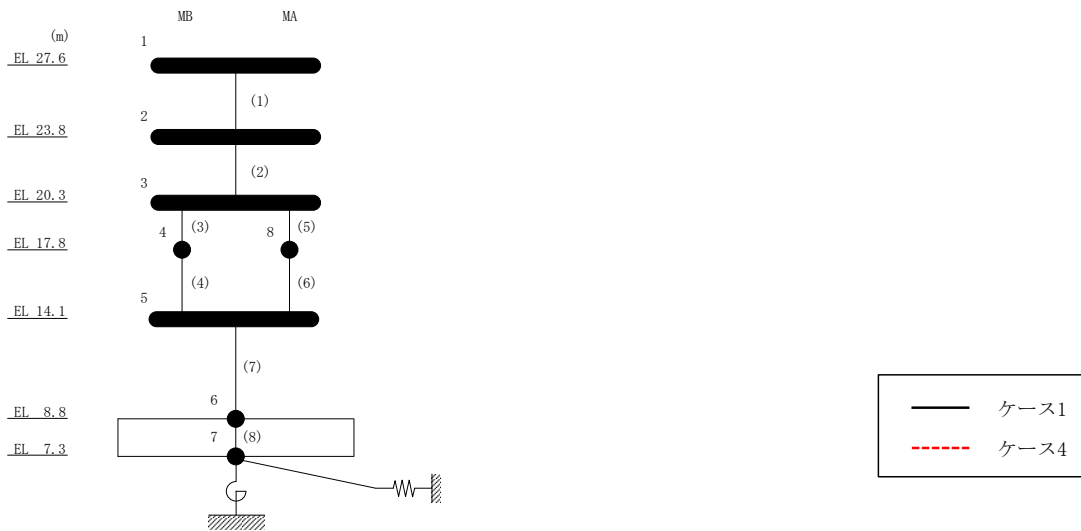
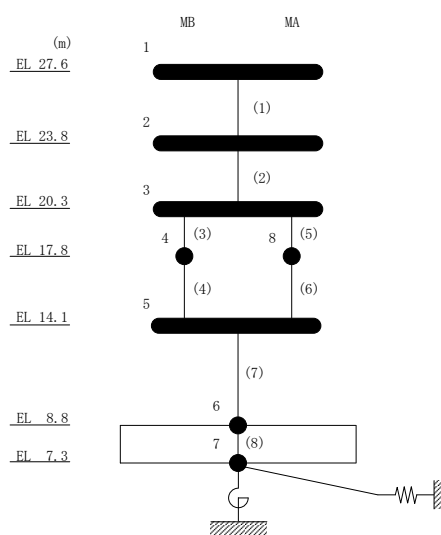


図 2-40 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-37 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	0.426 0.887	0.441 0.918
	23.8~20.3	2	1.20 2.01	1.23 2.06
MB	20.3~17.8	3	1.20 1.68	1.22 1.72
	17.8~14.1	4	1.72 2.56	1.75 2.59
MA	20.3~17.8	5	1.01 1.40	1.03 1.43
	17.8~14.1	6	1.42 2.09	1.45 2.12
MA-MB	14.1~8.8	7	4.79	4.84
			7.51	7.54



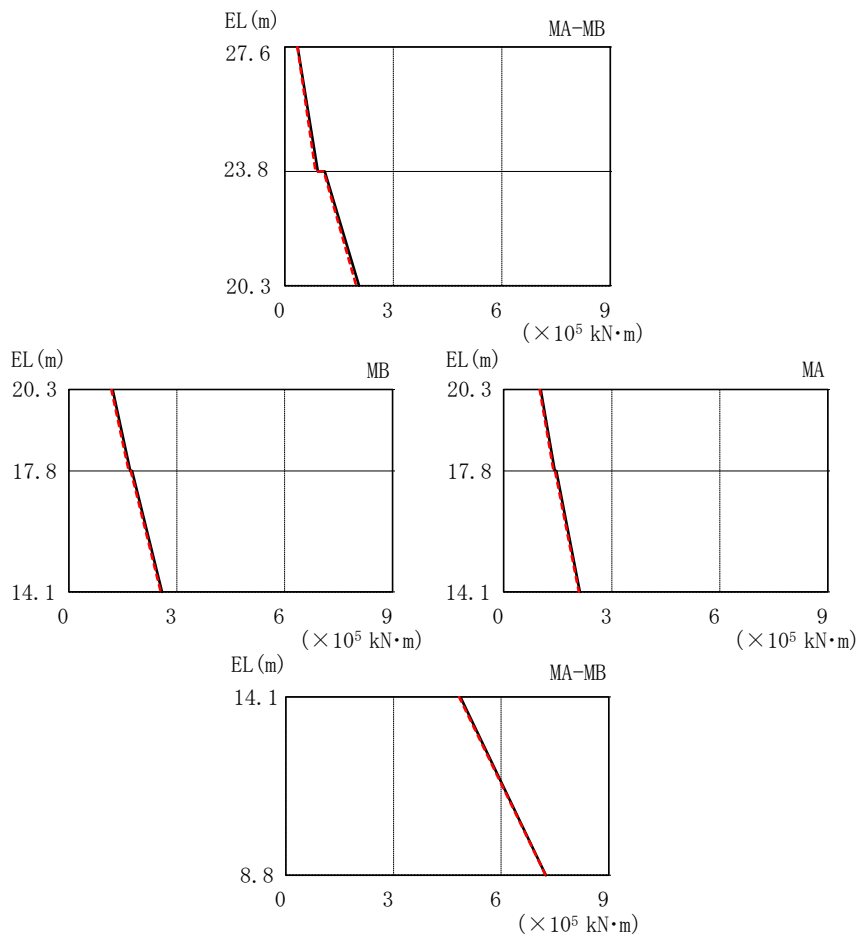
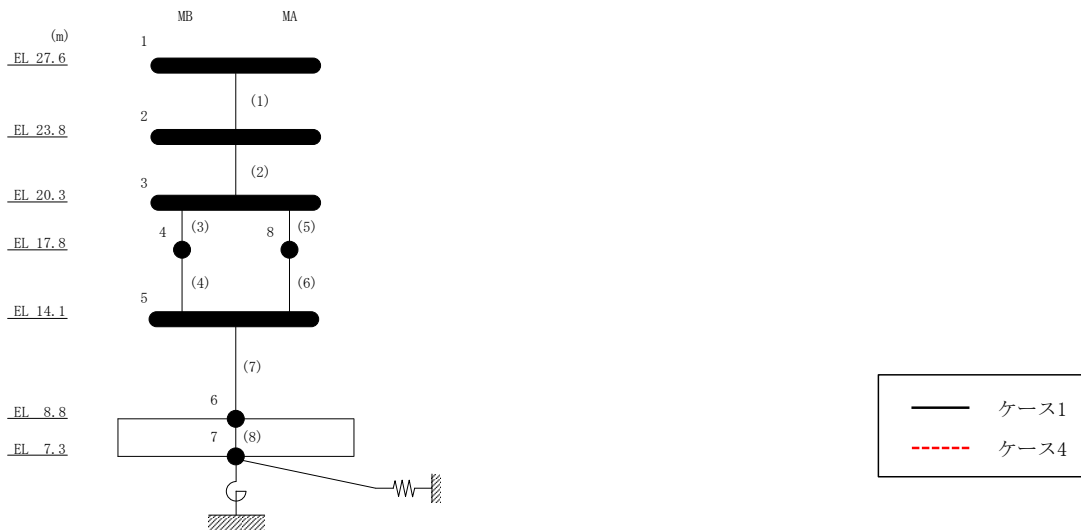
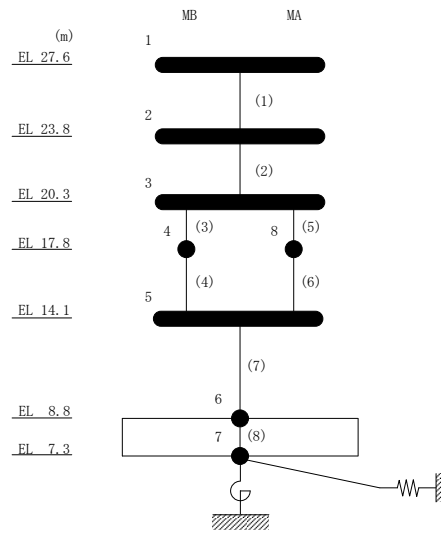


図 2-41 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F1$, NS 方向)

表 2-38 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	0.348 0.908	0.344 0.848
	23.8~20.3	2	1.10 2.05	1.07 1.97
MB	20.3~17.8	3	1.22 1.71	1.18 1.67
	17.8~14.1	4	1.76 2.59	1.72 2.56
MA	20.3~17.8	5	1.03 1.42	0.998 1.39
	17.8~14.1	6	1.46 2.12	1.43 2.09
MA-MB	14.1~8.8	7	4.87	4.83
			7.24	7.24



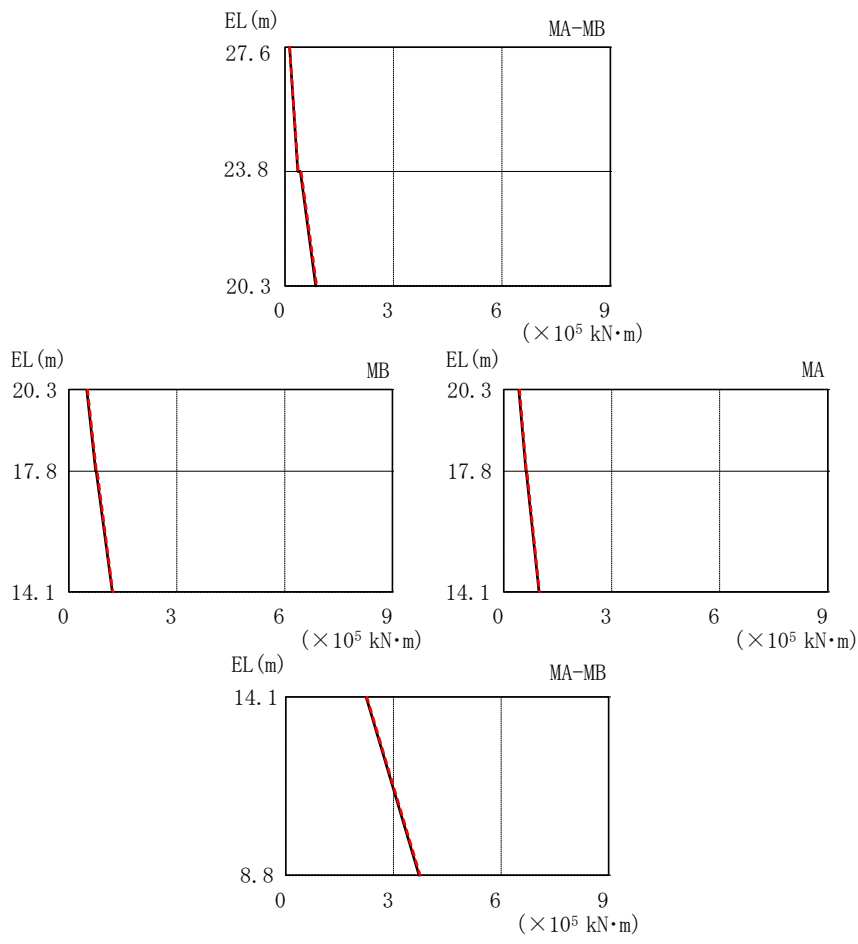
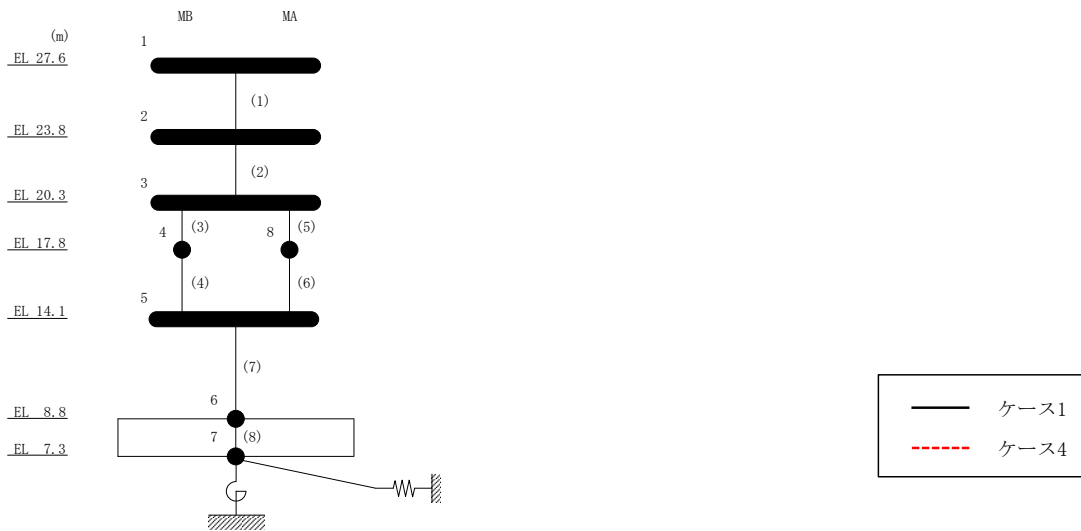
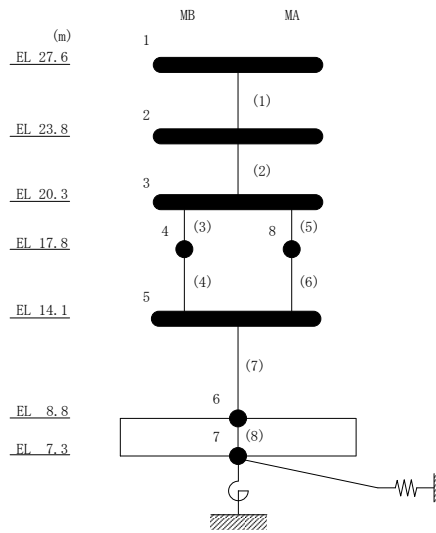


図 2-42 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - N1$, NS 方向)

表 2-39 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6~23.8	1	0.129 0.357	0.129 0.373
	23.8~20.3	2	0.430 0.848	0.448 0.882
MB	20.3~17.8	3	0.498 0.743	0.518 0.766
	17.8~14.1	4	0.757 1.21	0.785 1.22
MA	20.3~17.8	5	0.423 0.617	0.440 0.637
	17.8~14.1	6	0.628 0.986	0.651 0.995
MA-MB	14.1~8.8	7	2.24	2.26
			3.71	3.74



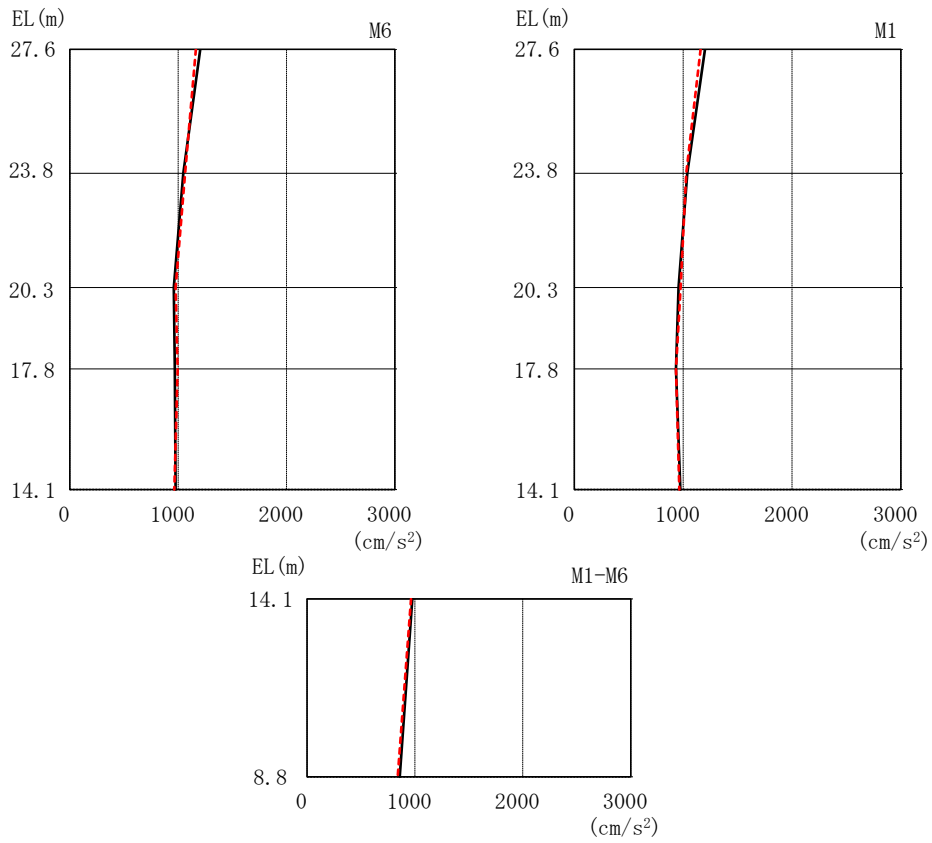
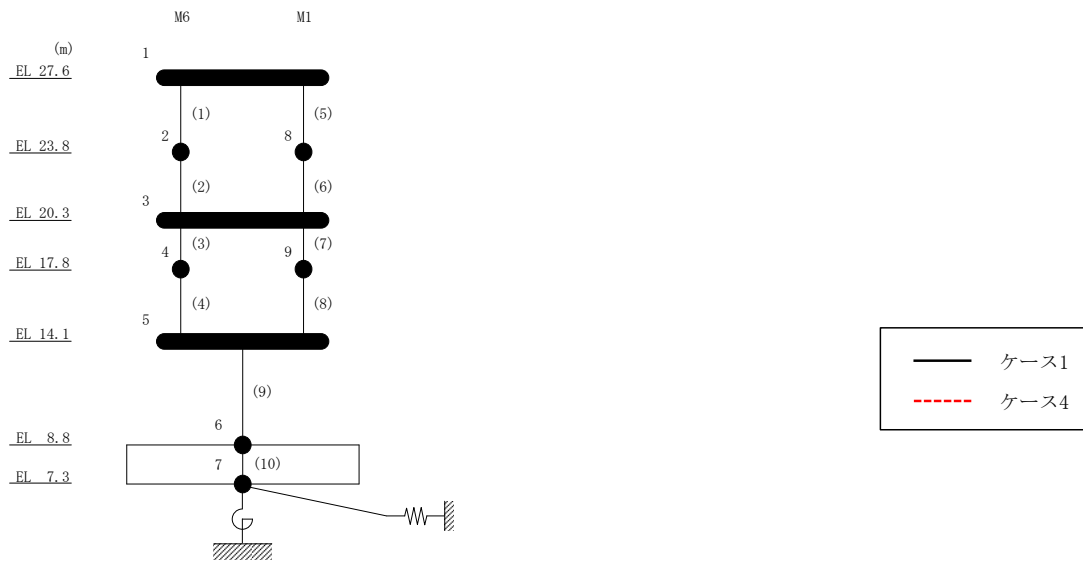
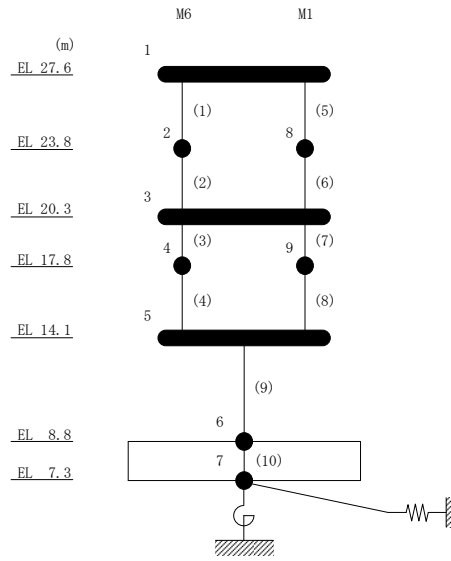


図 2-43 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-40 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	1202	1162
M6	23.8	2	1046	1064
M1-M6	20.3	3	959	976
M6	17.8	4	968	994
M1-M6	14.1	5	976	964
	8.8	6	860	840
M1	23.8	8	1038	1029
	17.8	9	934	934



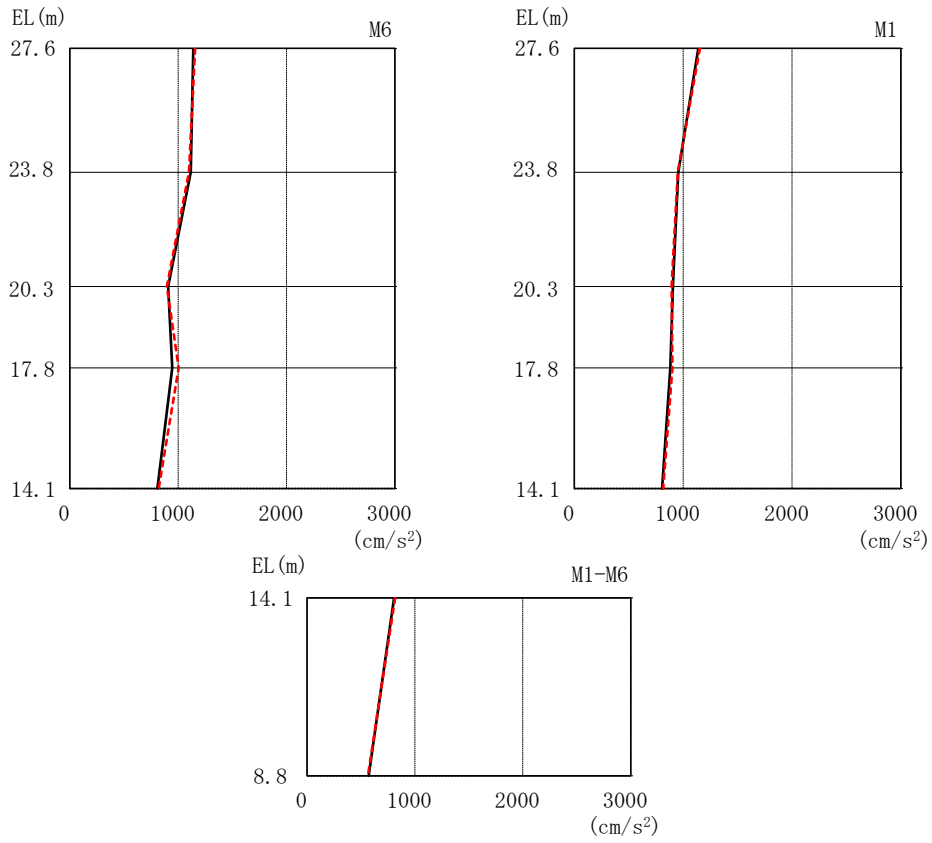
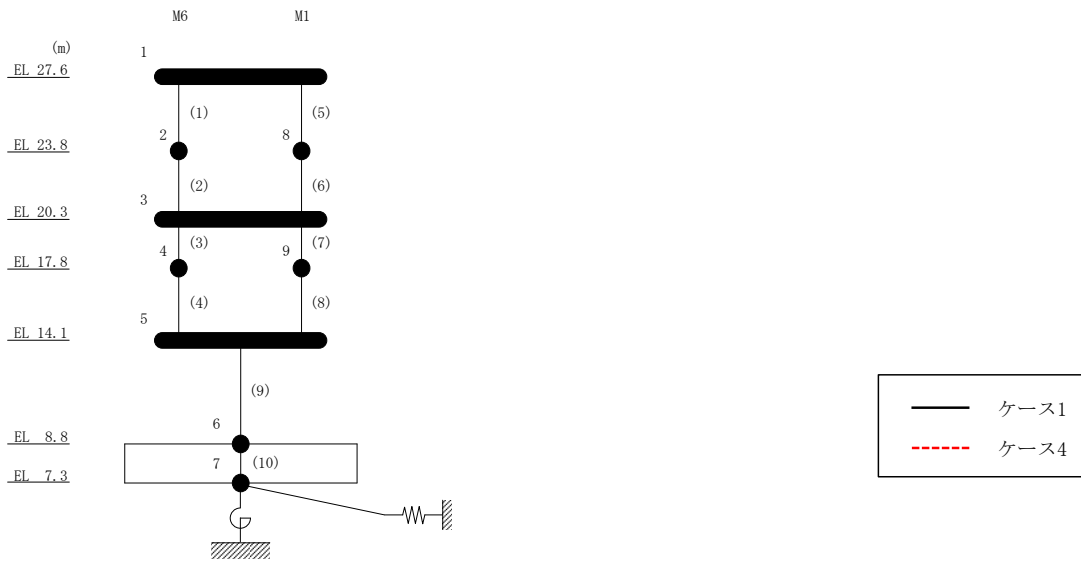
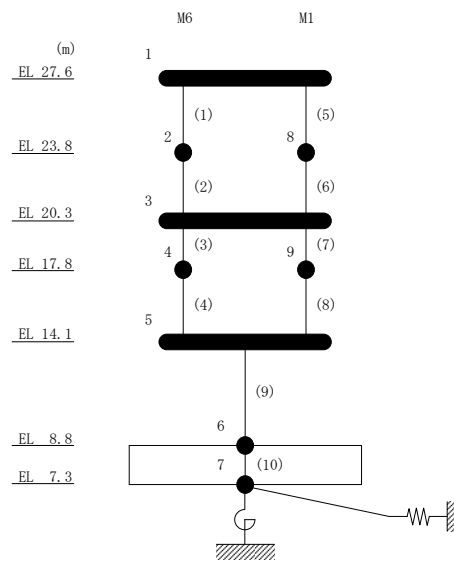


図 2-44 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

表 2-41 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	1139	1155
M6	23.8	2	1115	1100
M1-M6	20.3	3	907	894
M6	17.8	4	944	1004
M1-M6	14.1	5	808	818
	8.8	6	571	566
M1	23.8	8	956	950
	17.8	9	883	901



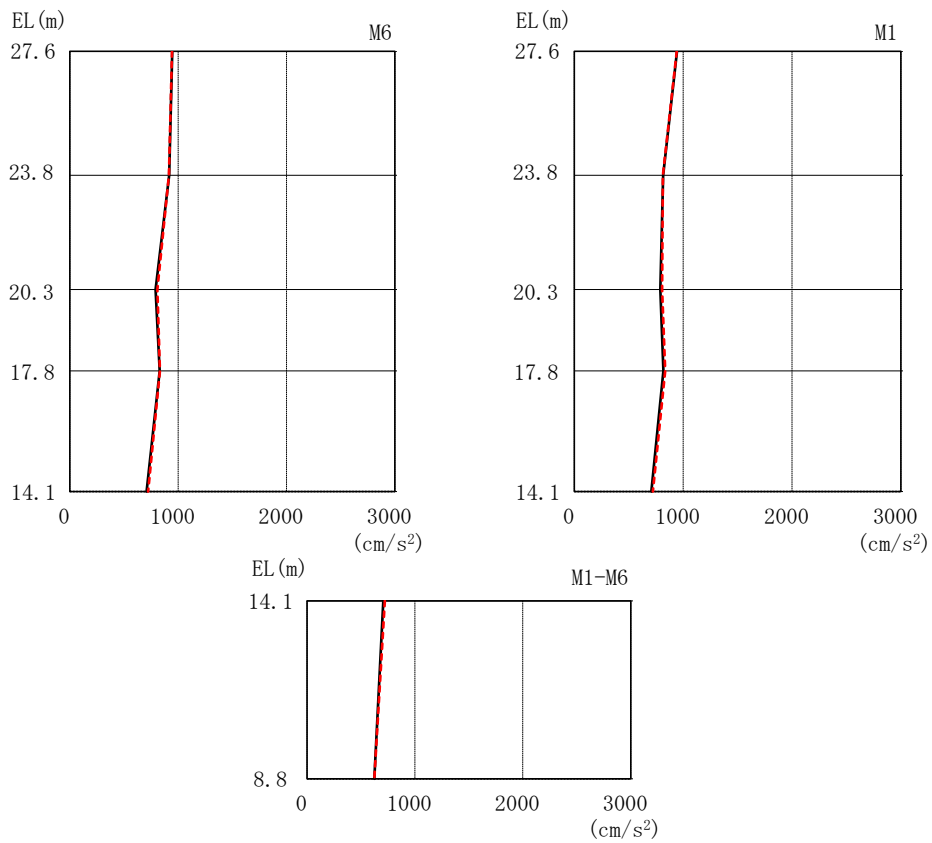
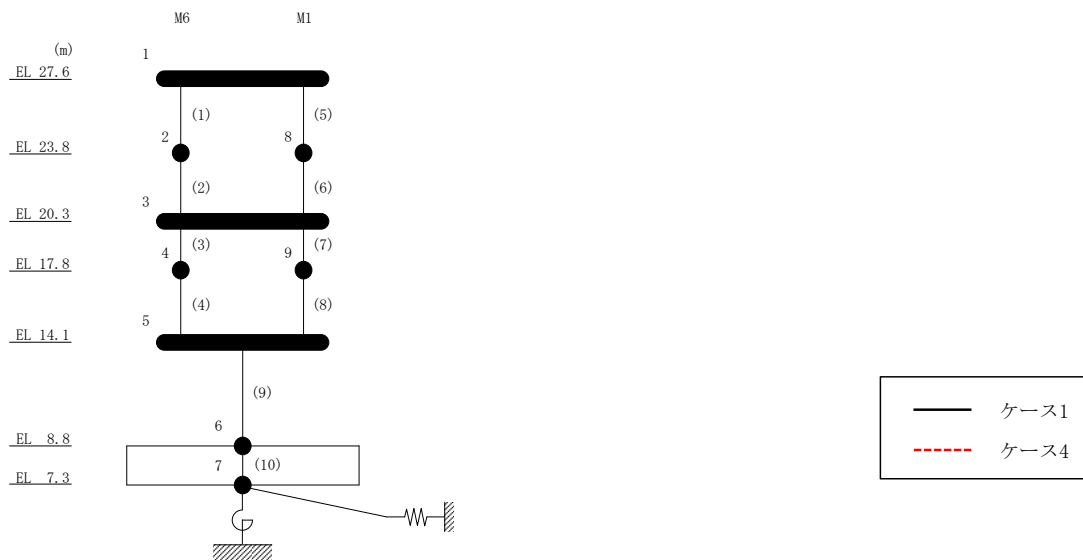
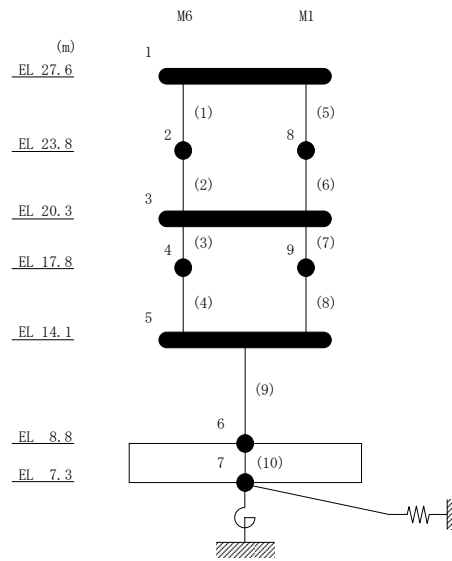


図 2-45 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-42 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	945	942
M6	23.8	2	916	915
M1-M6	20.3	3	791	808
M6	17.8	4	828	830
M1-M6	14.1	5	708	723
	8.8	6	624	624
M1	23.8	8	817	814
	17.8	9	819	836



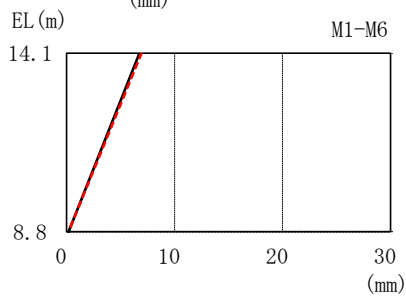
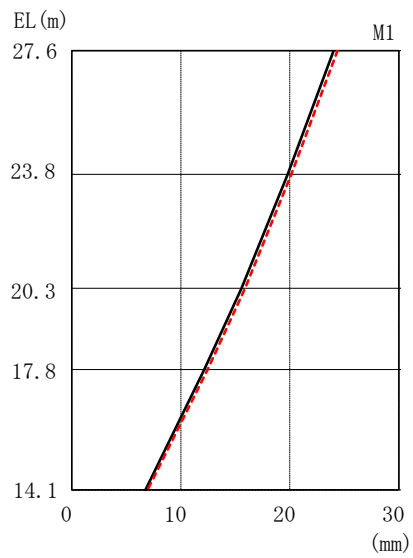
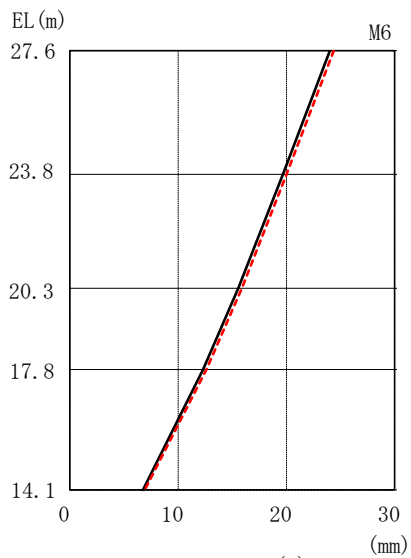
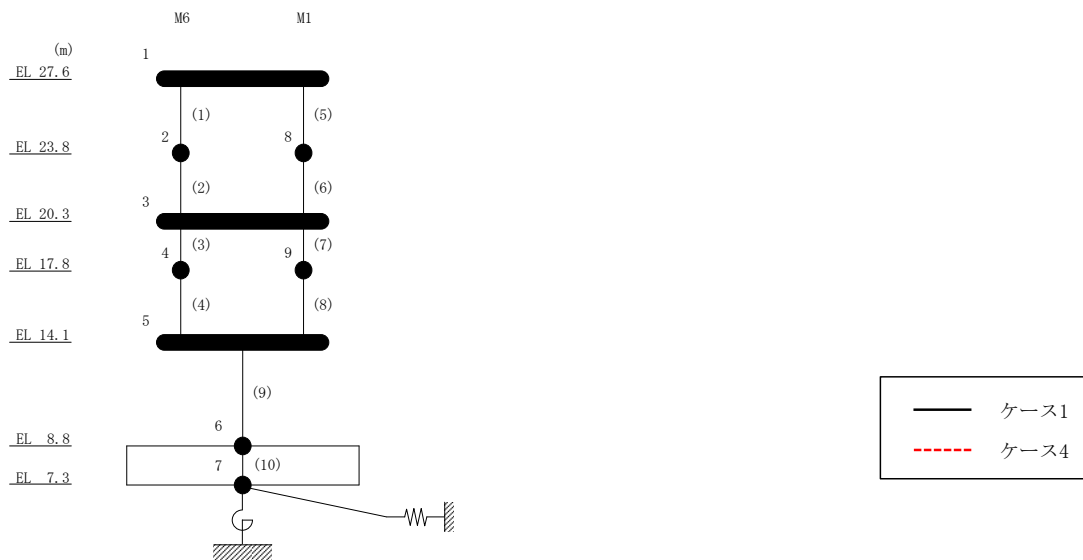
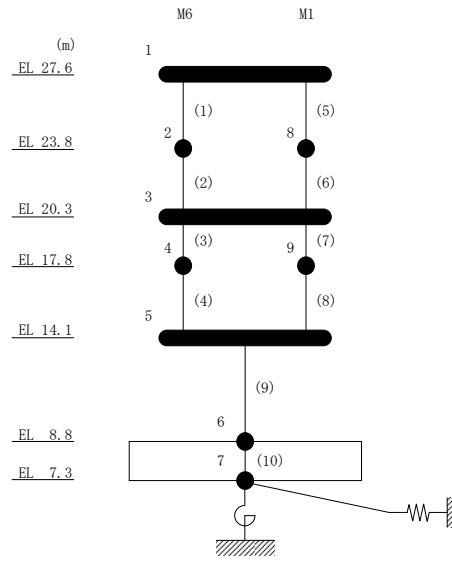


図 2-46 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-43 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	24.03	24.37
M6	23.8	2	19.68	20.02
M1-M6	20.3	3	15.55	15.89
M6	17.8	4	12.30	12.62
M1-M6	14.1	5	6.76	6.93
	8.8	6	0.18	0.18
M1	23.8	8	19.79	20.14
	17.8	9	12.15	12.45



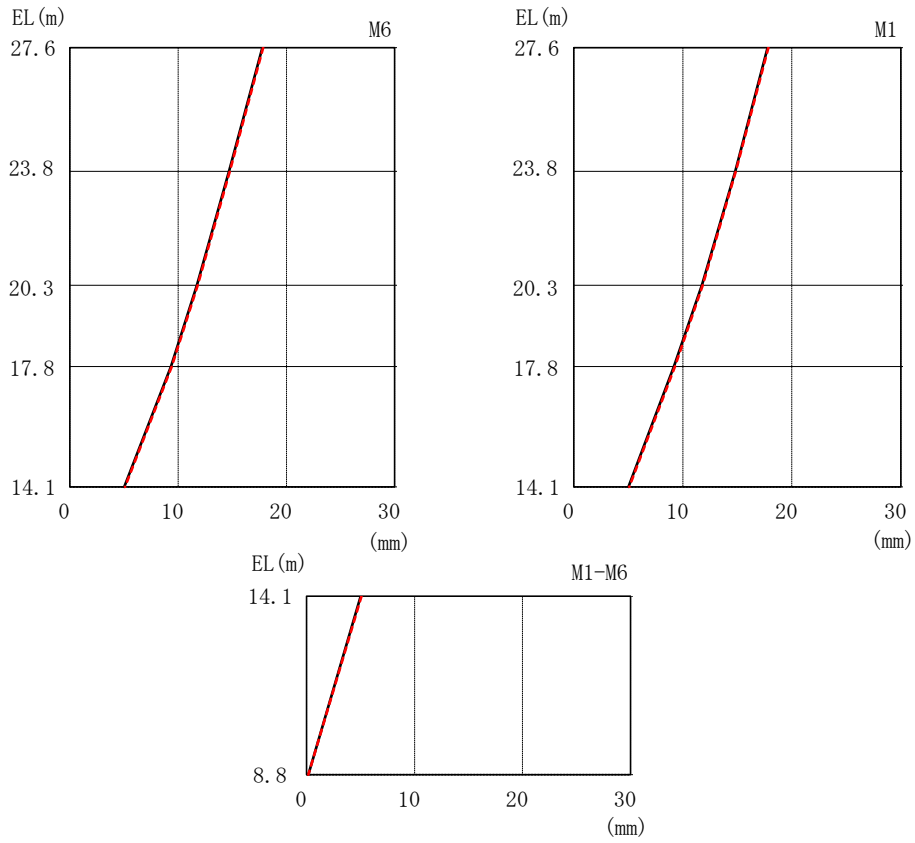
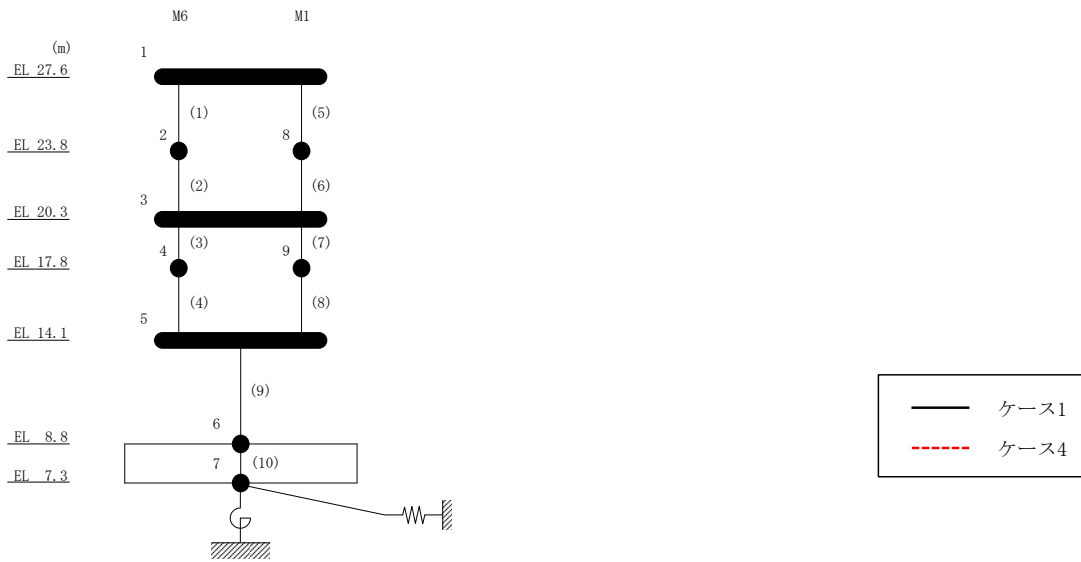
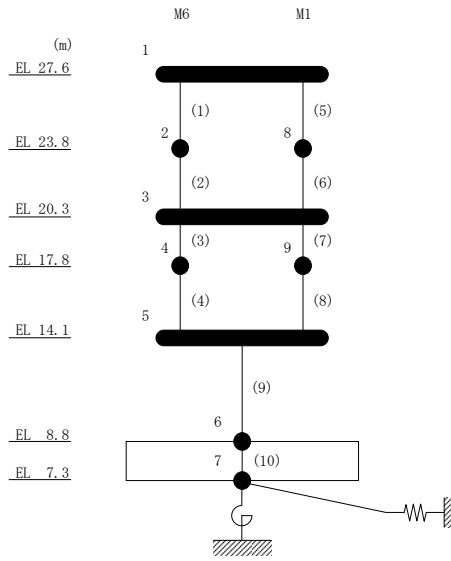


図 2-47 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F1$, EW 方向)

表 2-44 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	17.78	17.84
M6	23.8	2	14.70	14.77
M1-M6	20.3	3	11.74	11.81
M6	17.8	4	9.34	9.41
M1-M6	14.1	5	5.01	5.08
	8.8	6	0.17	0.17
M1	23.8	8	14.80	14.86
	17.8	9	9.19	9.28



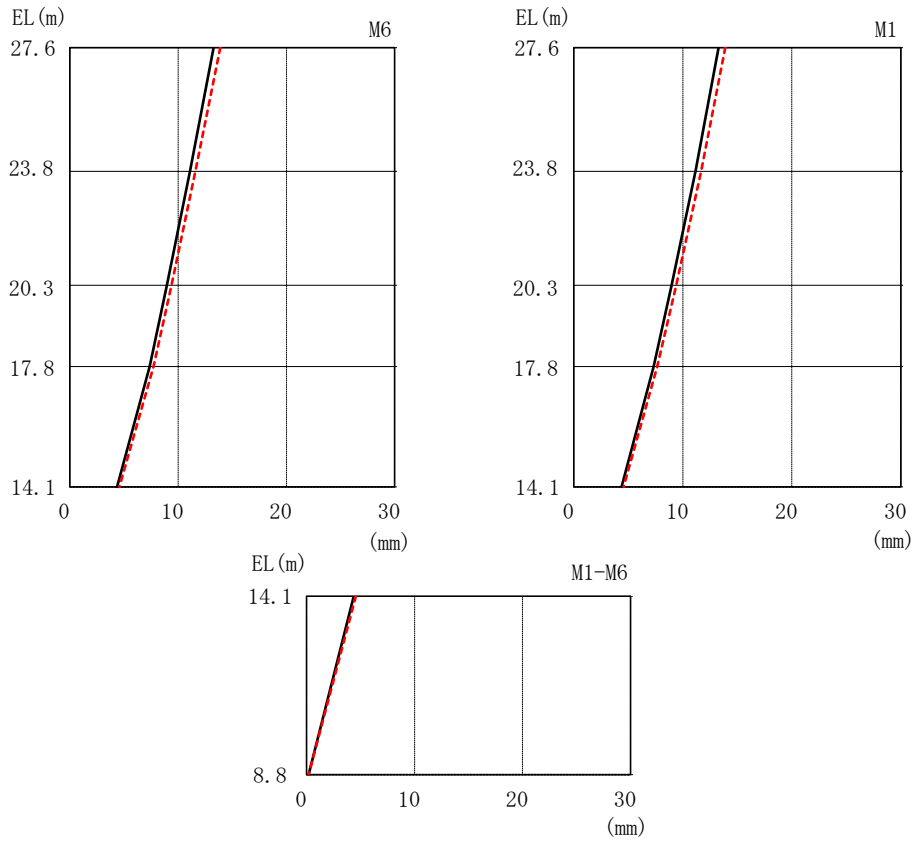
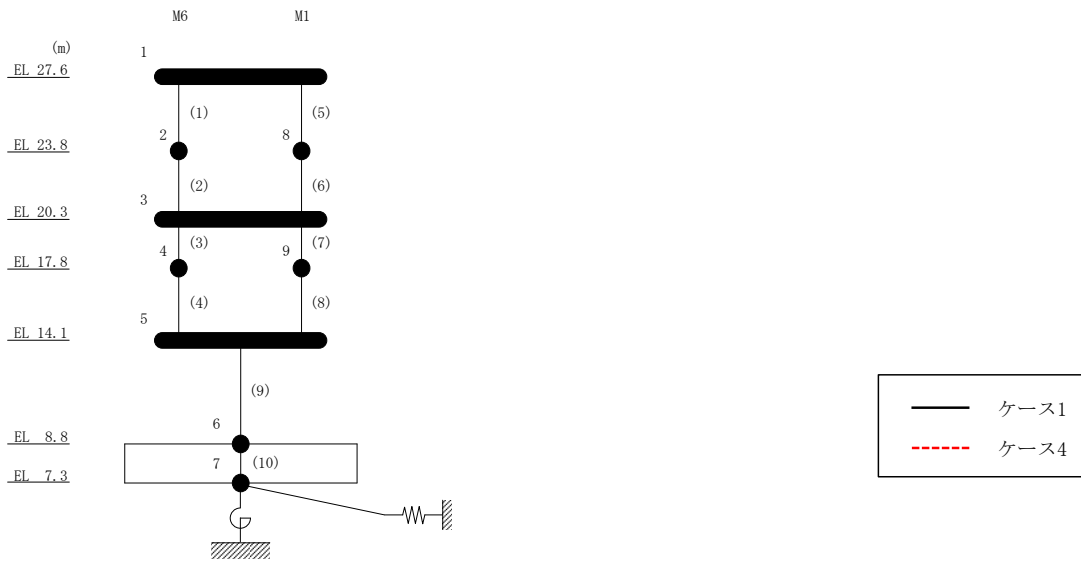
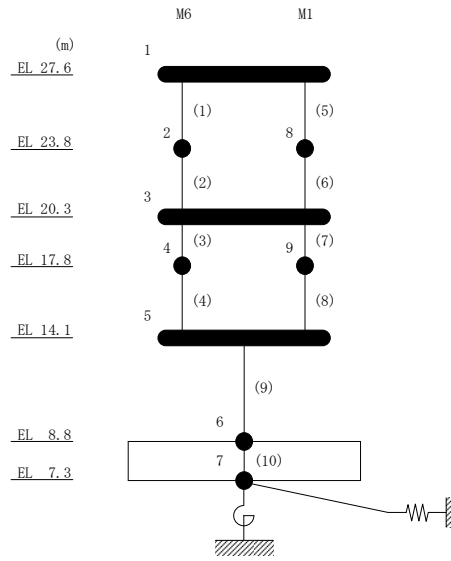


図 2-48 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - N1$, EW 方向)

表 2-45 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
			ケース1	ケース4
M1-M6	27.6	1	13.27	13.88
M6	23.8	2	11.09	11.60
M1-M6	20.3	3	8.96	9.38
M6	17.8	4	7.36	7.72
M1-M6	14.1	5	4.36	4.56
	8.8	6	0.19	0.19
M1	23.8	8	11.16	11.67
	17.8	9	7.32	7.65



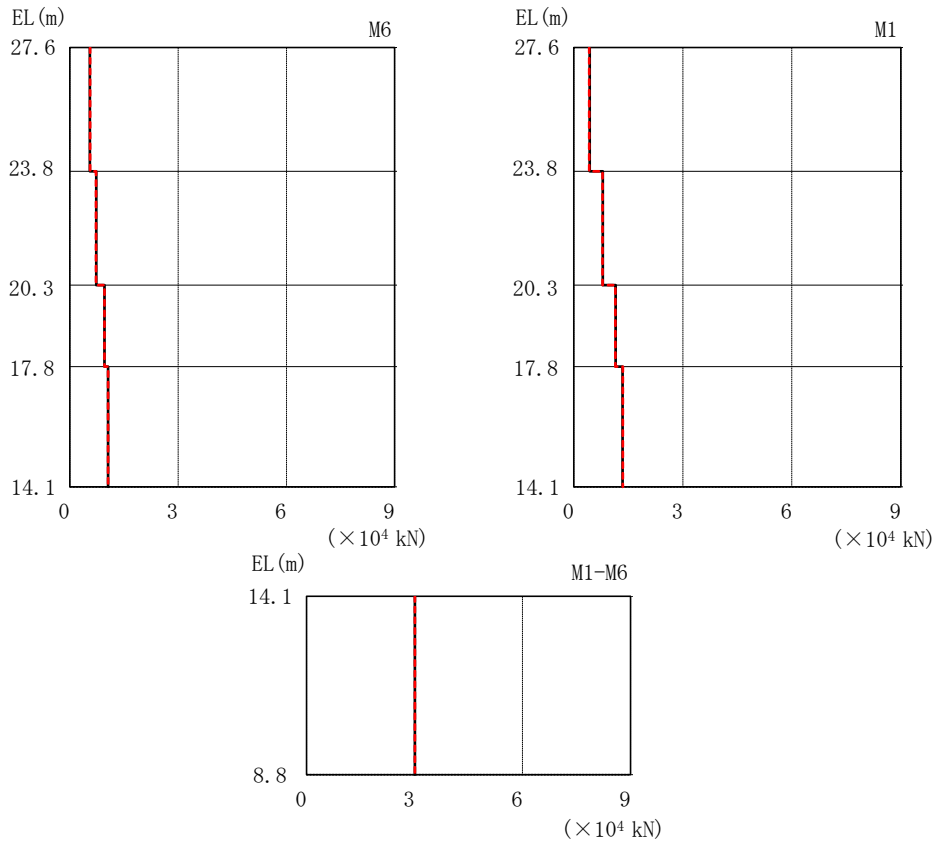
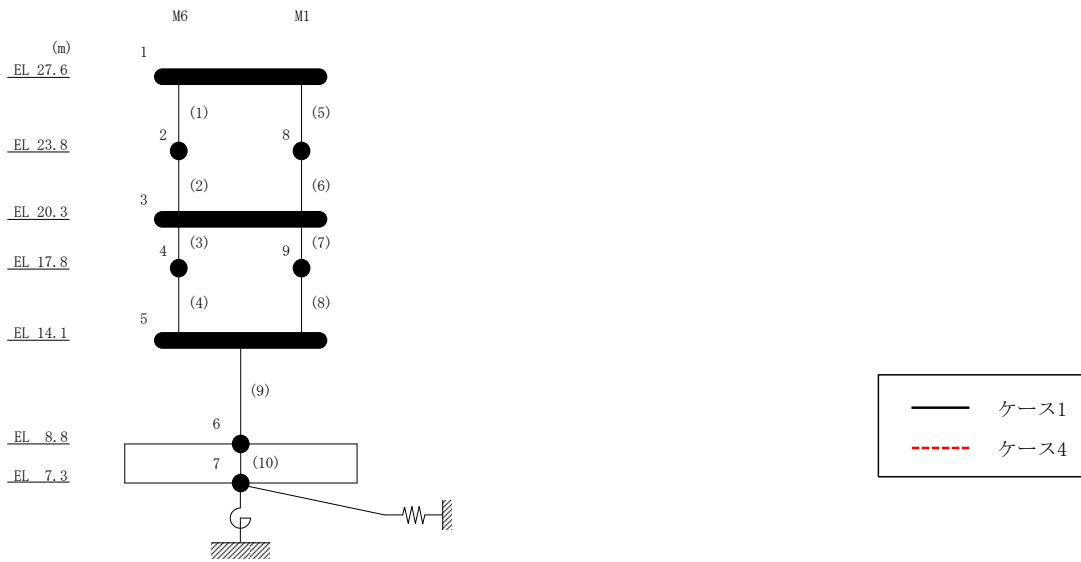
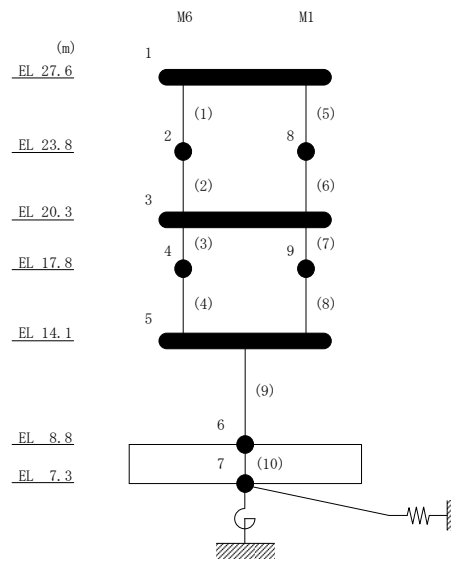


図 2-49 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-46 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.556	0.557
	23.8~20.3	2	0.728	0.725
	20.3~17.8	3	0.957	0.958
	17.8~14.1	4	1.06	1.06
M1	27.6~23.8	5	0.433	0.424
	23.8~20.3	6	0.792	0.787
	20.3~17.8	7	1.15	1.15
	17.8~14.1	8	1.34	1.34
M1-M6	14.1~8.8	9	3.01	3.01



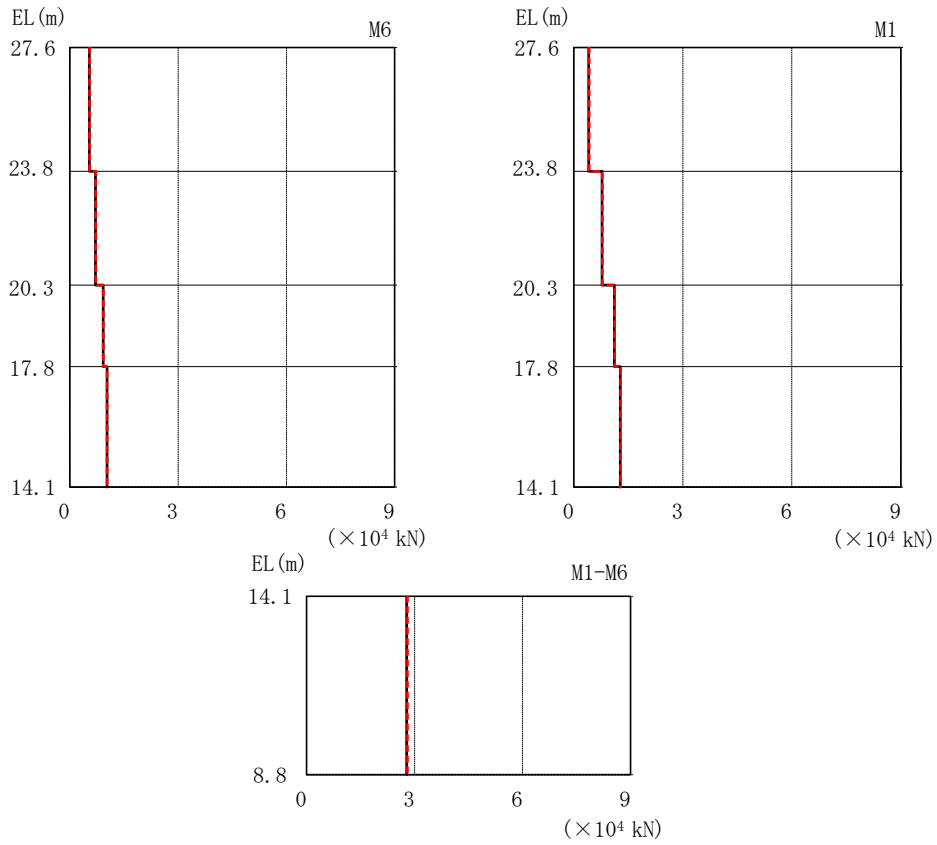
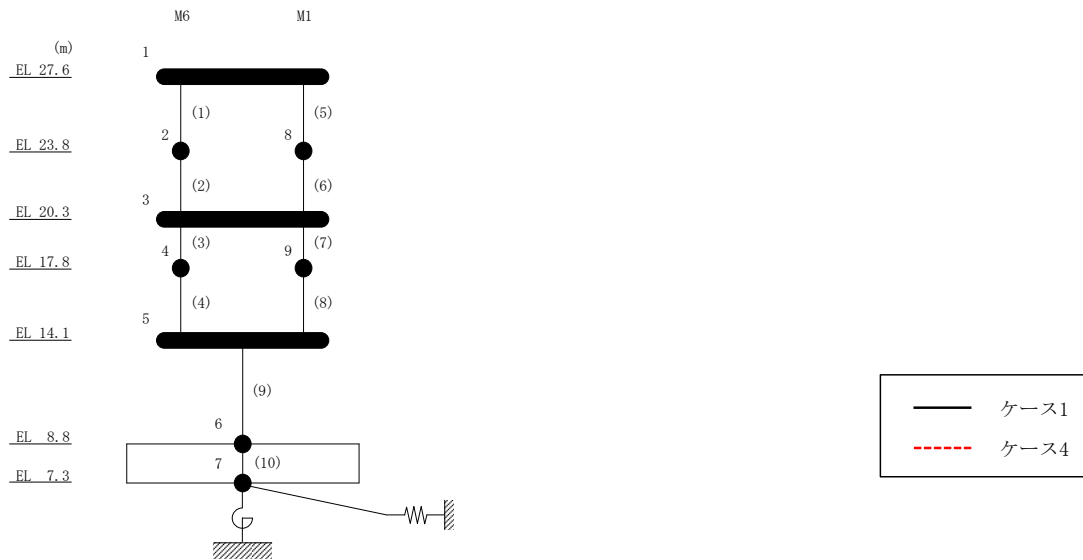
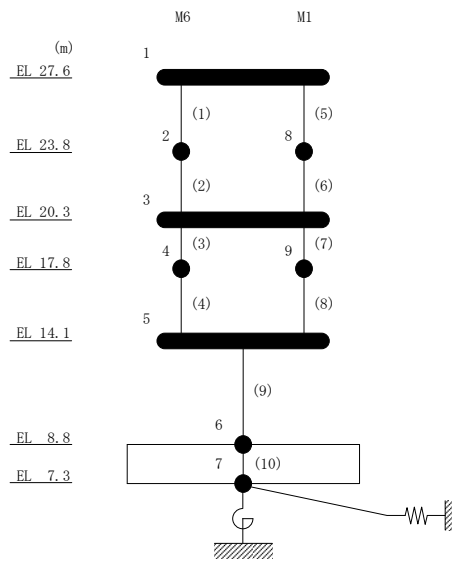


図 2-50 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - F_1$, EW方向)

表 2-47 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.539	0.546
	23.8~20.3	2	0.708	0.718
	20.3~17.8	3	0.921	0.925
	17.8~14.1	4	1.03	1.03
M1	27.6~23.8	5	0.408	0.422
	23.8~20.3	6	0.774	0.783
	20.3~17.8	7	1.11	1.12
	17.8~14.1	8	1.28	1.28
M1-M6	14.1~8.8	9	2.78	2.80



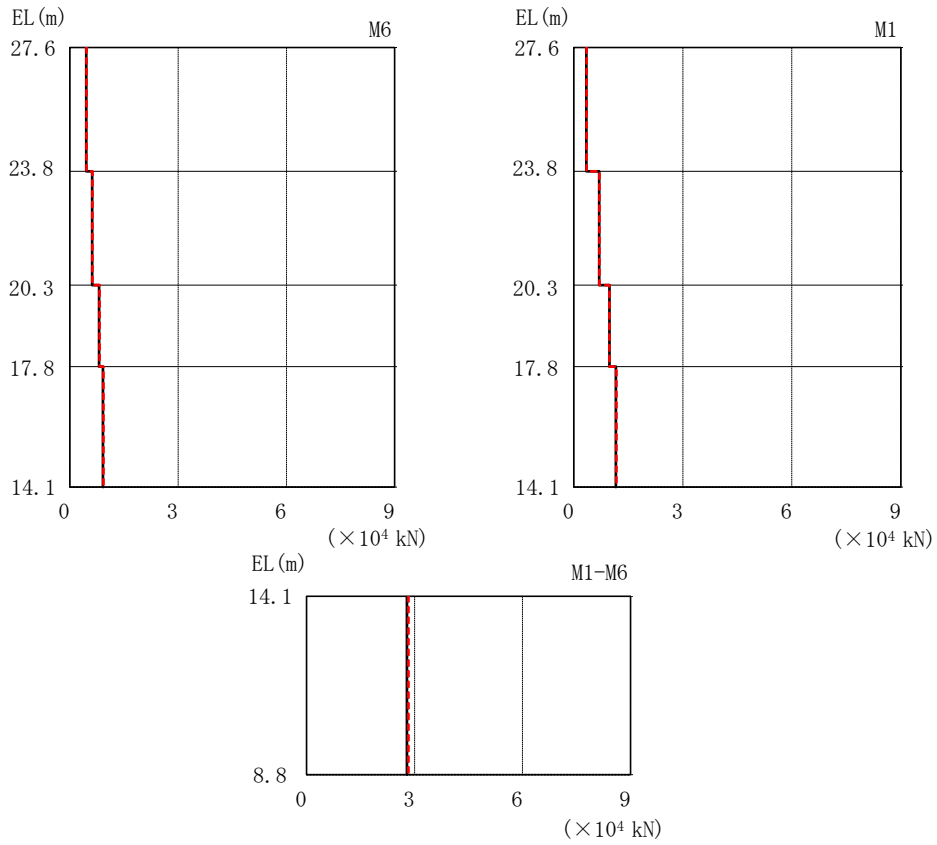
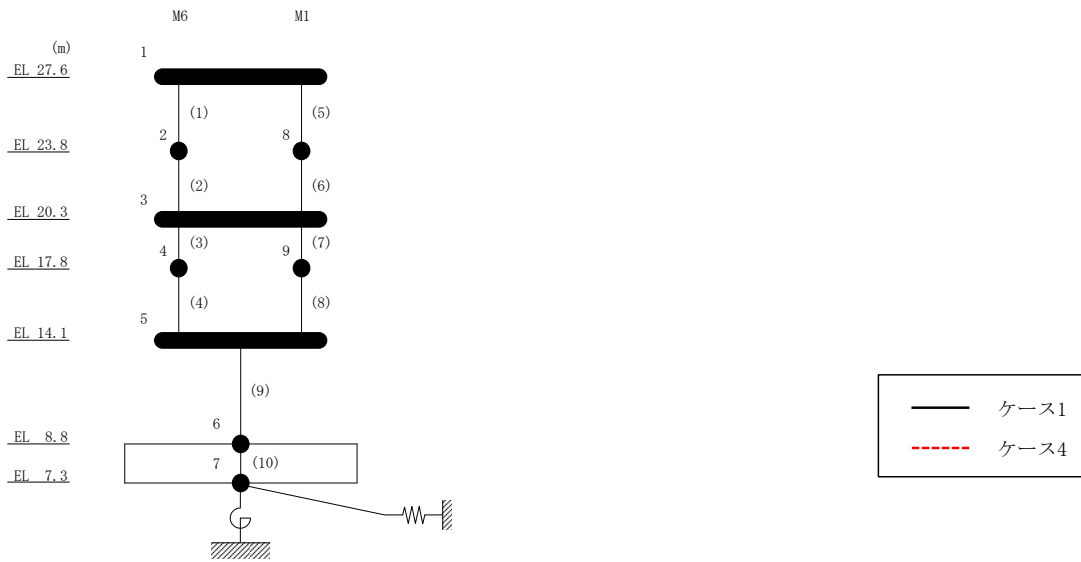
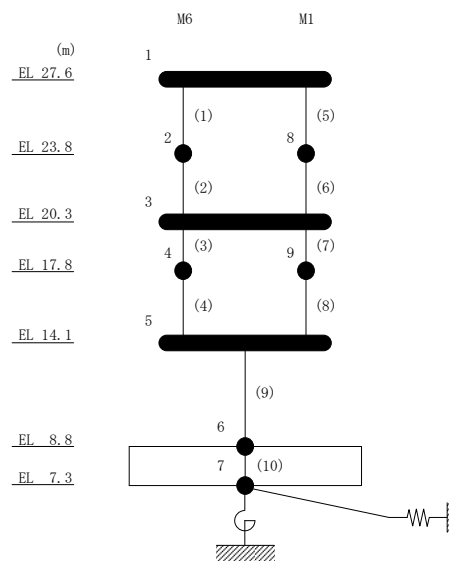


図 2-51 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-48 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.452	0.458
	23.8~20.3	2	0.619	0.623
	20.3~17.8	3	0.809	0.823
	17.8~14.1	4	0.918	0.930
M1	27.6~23.8	5	0.341	0.350
	23.8~20.3	6	0.697	0.701
	20.3~17.8	7	0.979	0.982
	17.8~14.1	8	1.16	1.17
M1-M6	14.1~8.8	9	2.79	2.83



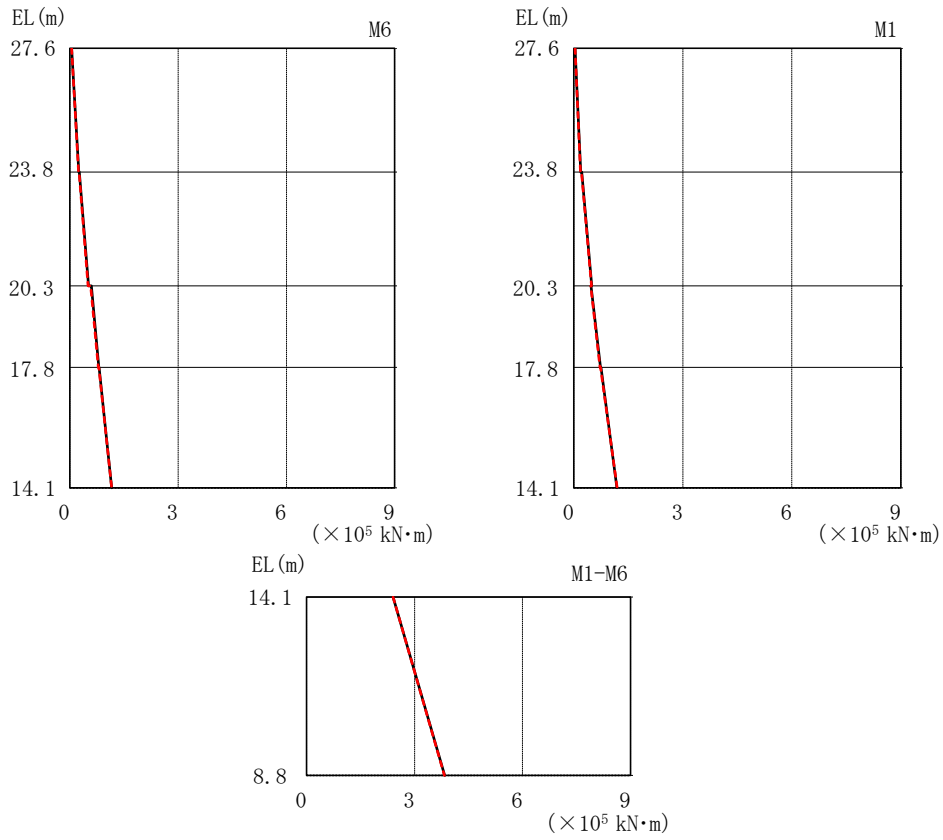
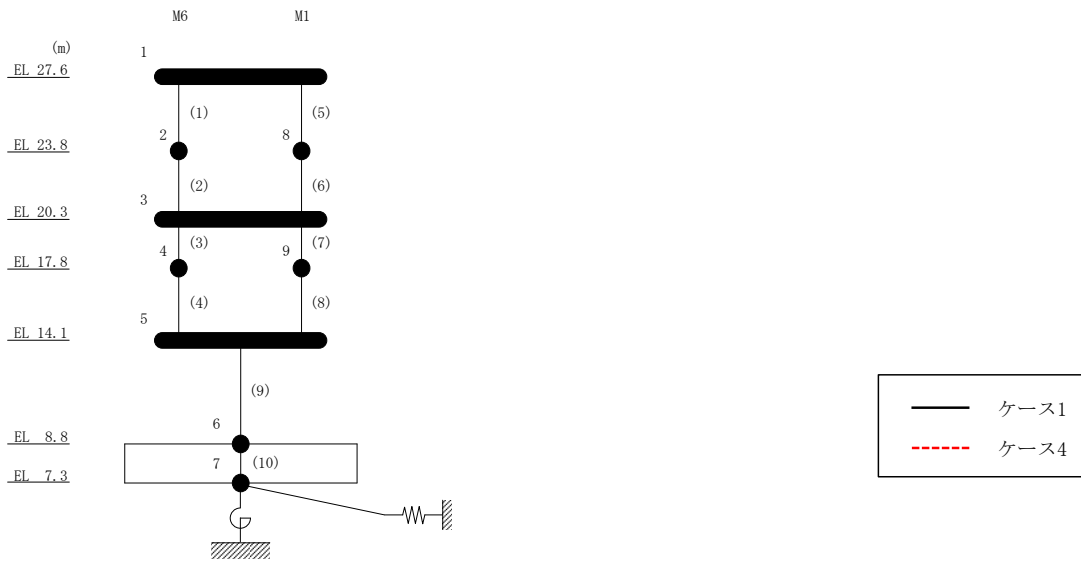
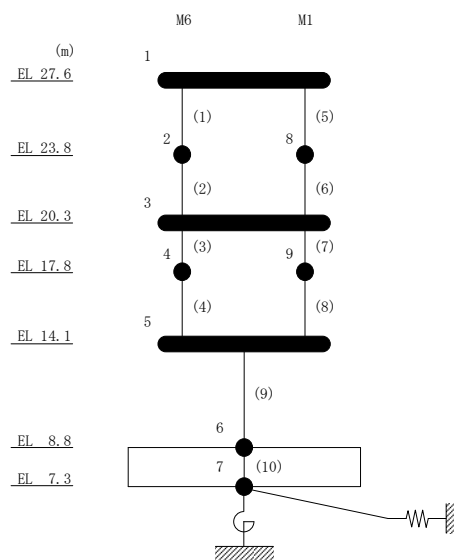


図 2-52 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

表 2-49 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.0464 0.248	0.0510 0.241
	23.8~20.3	2	0.263 0.518	0.254 0.507
	20.3~17.8	3	0.594 0.803	0.577 0.790
	17.8~14.1	4	0.812 1.16	0.801 1.16
M1	27.6~23.8	5	0.0338 0.187	0.0346 0.182
	23.8~20.3	6	0.219 0.495	0.211 0.484
	20.3~17.8	7	0.471 0.731	0.462 0.721
	17.8~14.1	8	0.748 1.19	0.735 1.19
M1-M6	14.1~8.8	9	2.40 3.83	2.40 3.83



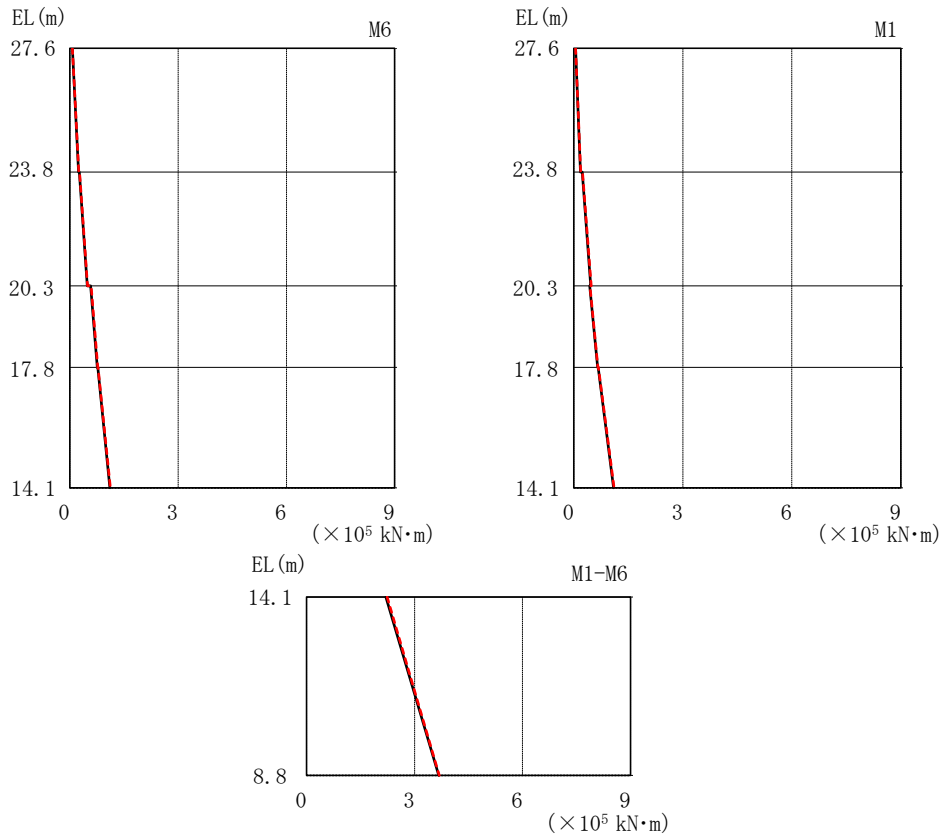
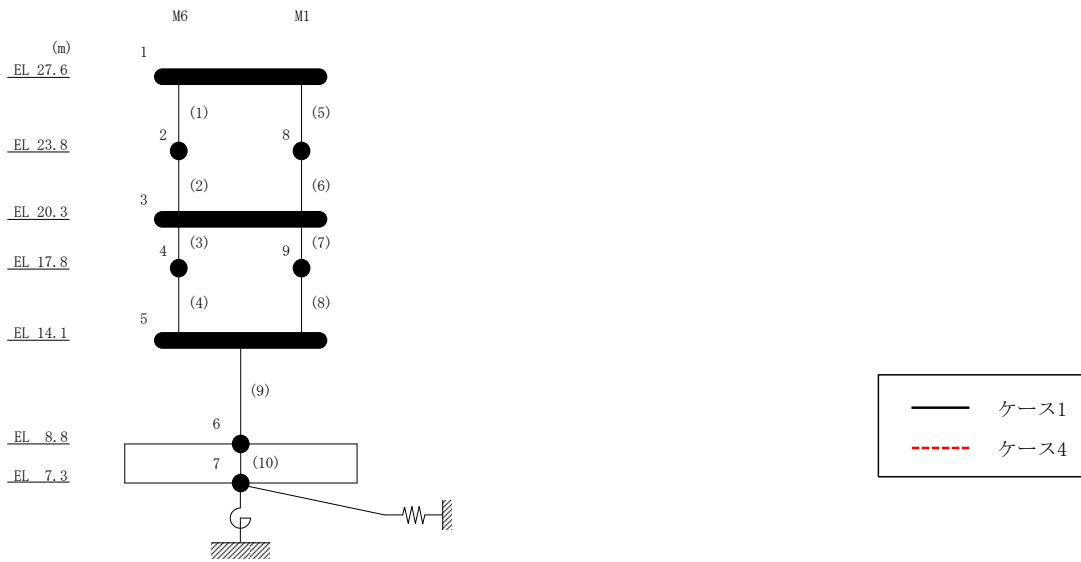
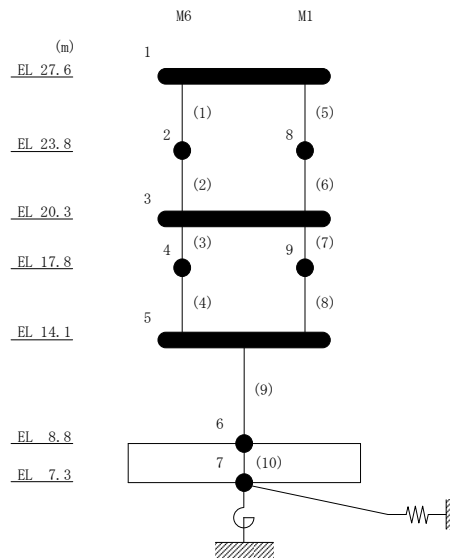


図 2-53 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

表 2-50 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.0671 0.238	0.0718 0.248
	23.8~20.3	2	0.261 0.479	0.272 0.492
	20.3~17.8	3	0.578 0.763	0.588 0.772
	17.8~14.1	4	0.771 1.11	0.780 1.12
M1	27.6~23.8	5	0.0484 0.178	0.0473 0.187
	23.8~20.3	6	0.227 0.464	0.236 0.476
	20.3~17.8	7	0.432 0.651	0.445 0.660
	17.8~14.1	8	0.667 1.09	0.675 1.11
M1-M6	14.1~8.8	9	2.21 3.67	2.24 3.69



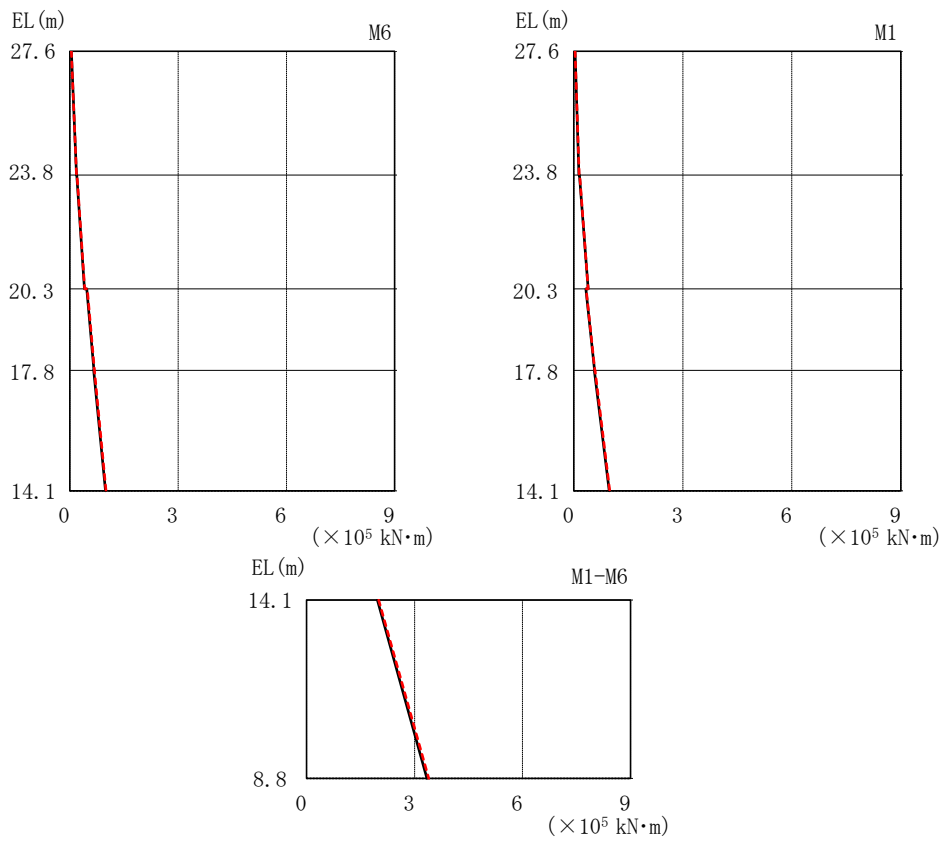
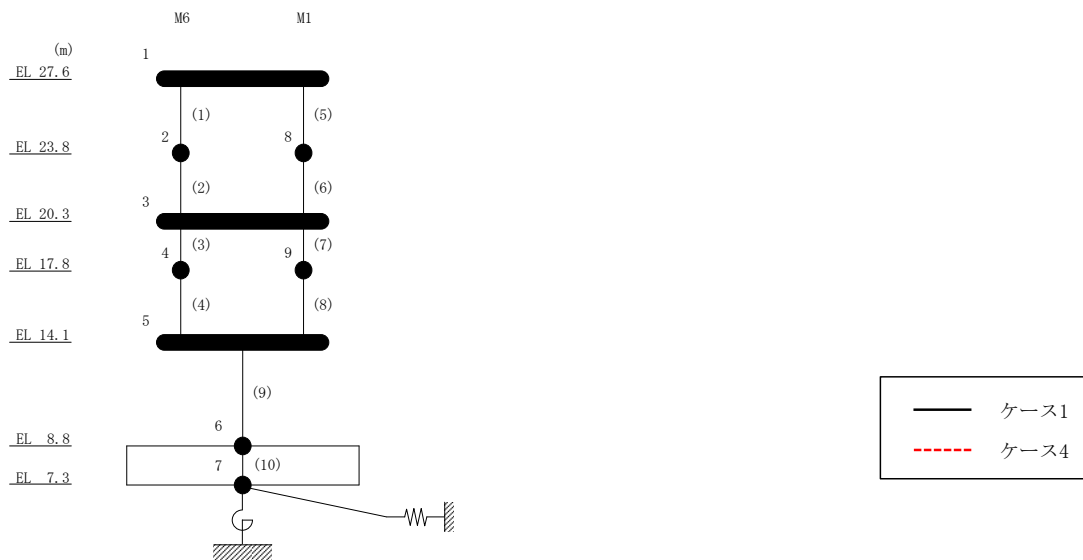
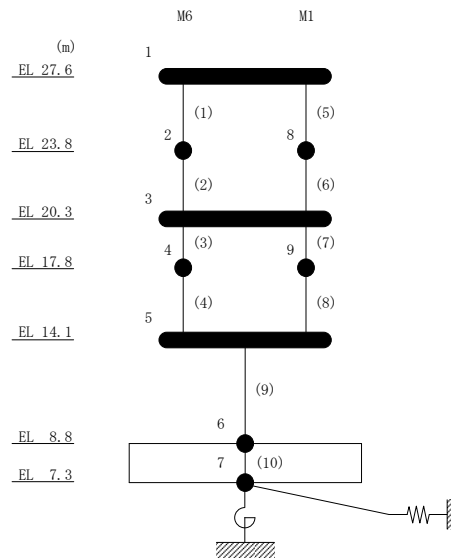


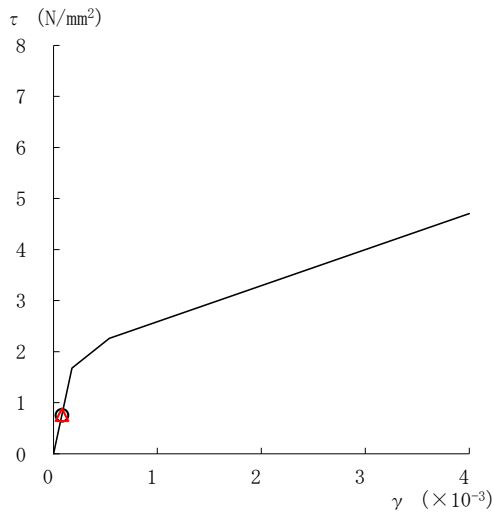
図 2-54 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-N 1, EW 方向)

表 2-51 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

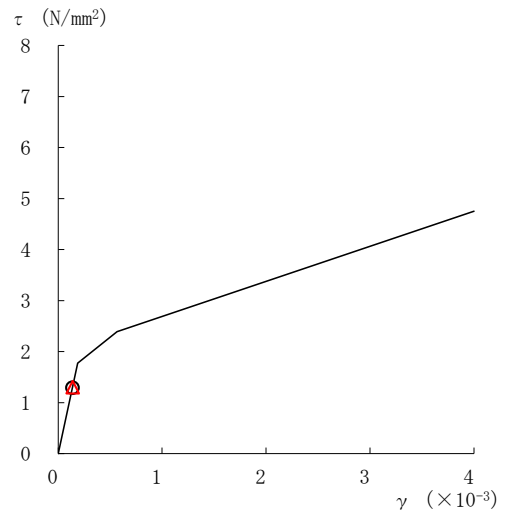
部位	EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
			ケース1	ケース4
M6	27.6~23.8	1	0.0398 0.184	0.0406 0.187
	23.8~20.3	2	0.189 0.406	0.195 0.409
	20.3~17.8	3	0.471 0.665	0.481 0.678
	17.8~14.1	4	0.663 0.985	0.680 1.00
M1	27.6~23.8	5	0.0306 0.142	0.0313 0.143
	23.8~20.3	6	0.152 0.391	0.157 0.394
	20.3~17.8	7	0.329 0.566	0.339 0.576
	17.8~14.1	8	0.565 0.970	0.581 0.984
M1-M6	14.1~8.8	9	1.97 3.34	2.00 3.39



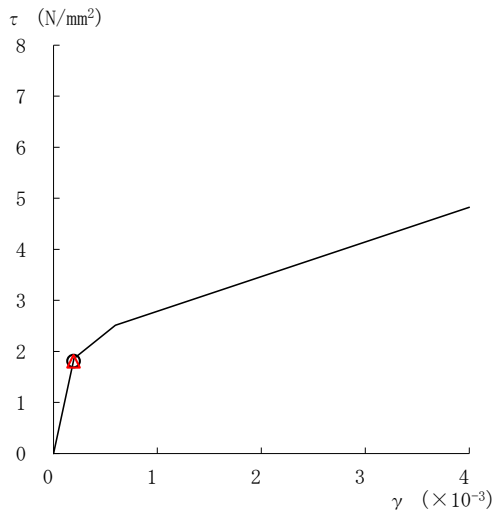
○ ケース 1 △ ケース 4



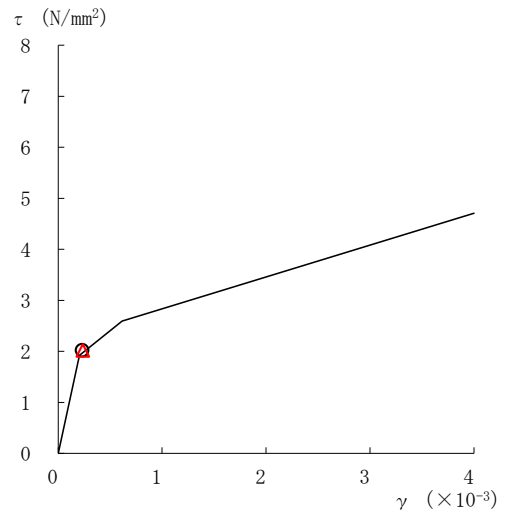
要素番号 (1)



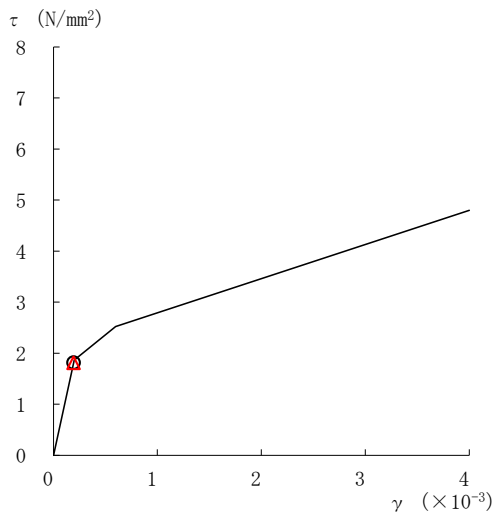
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

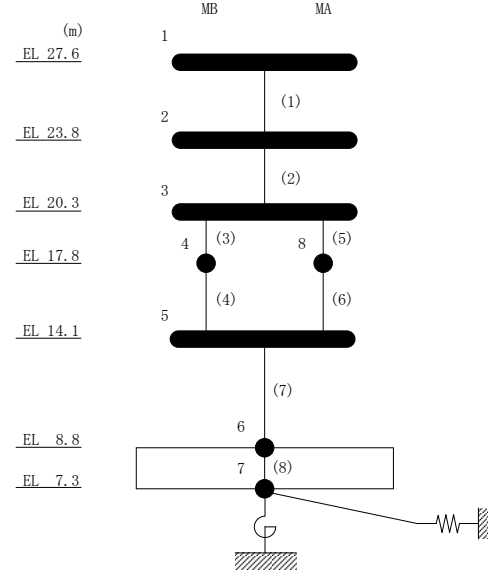
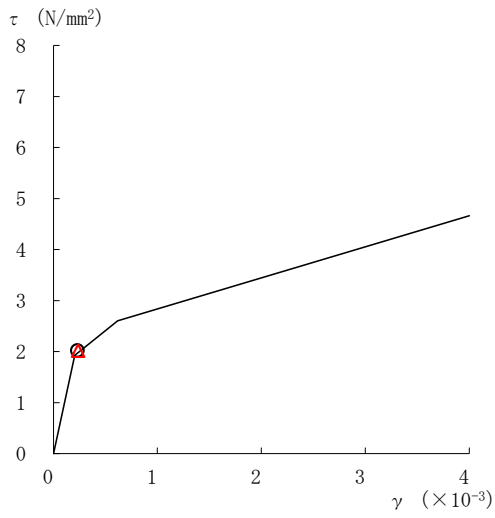
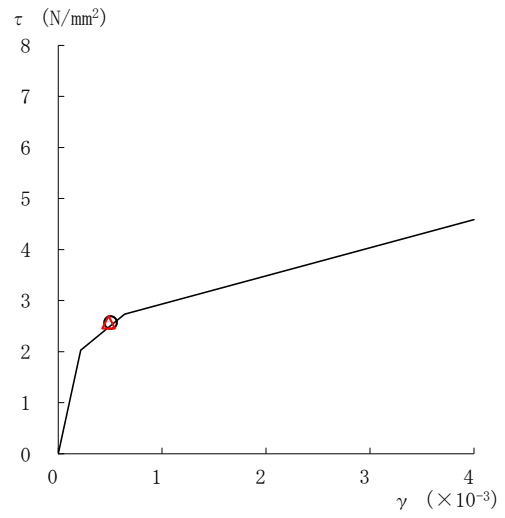


図 2-55(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s -D, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (6)



要素番号 (7)

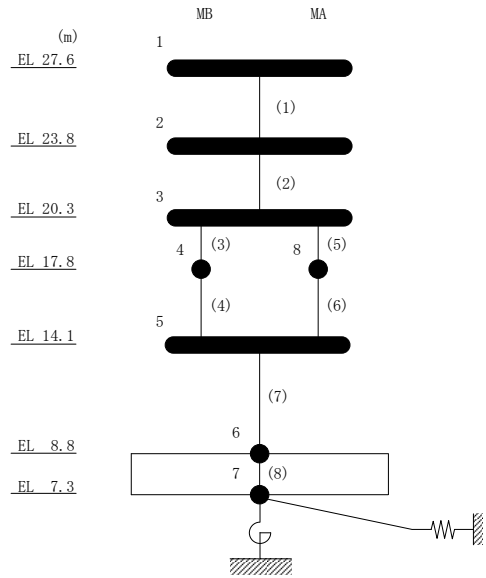
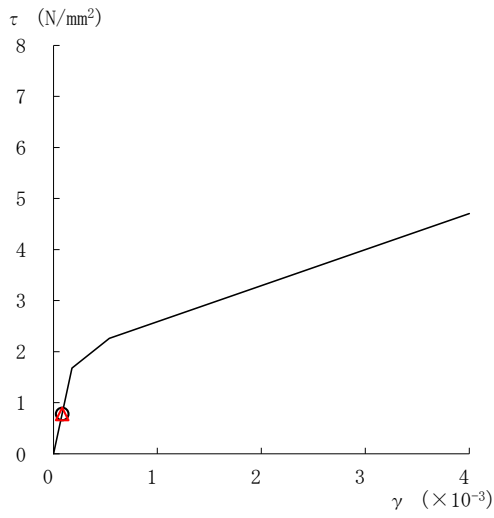
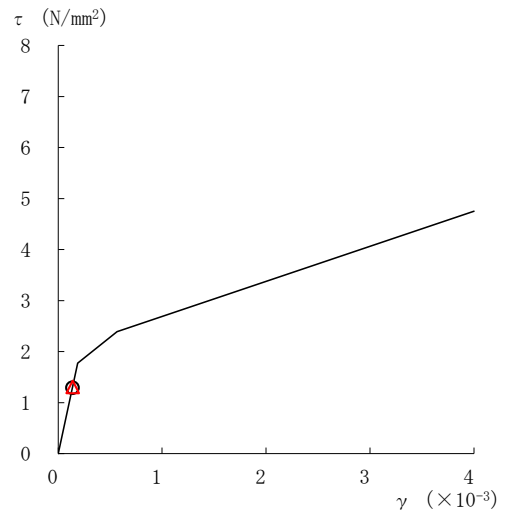


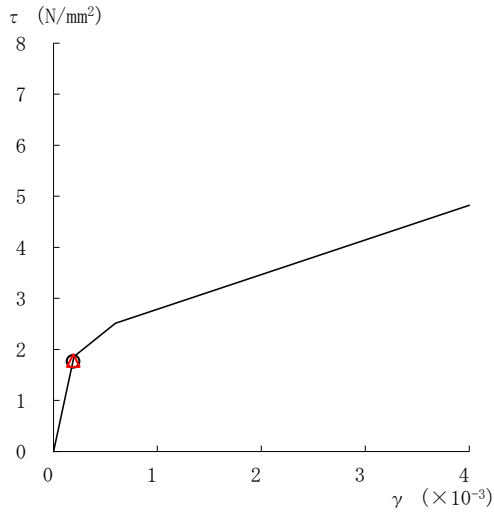
図 2-55(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)



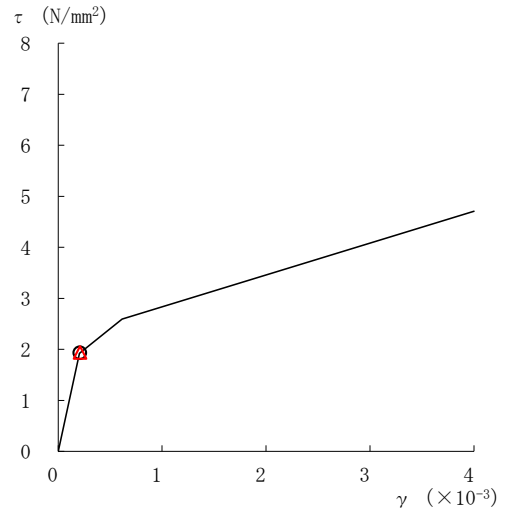
要素番号 (1)



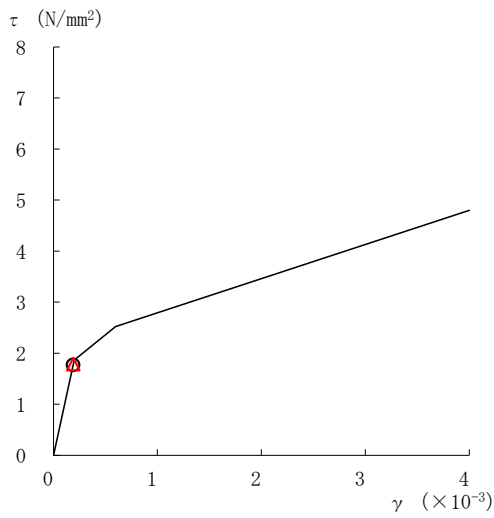
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

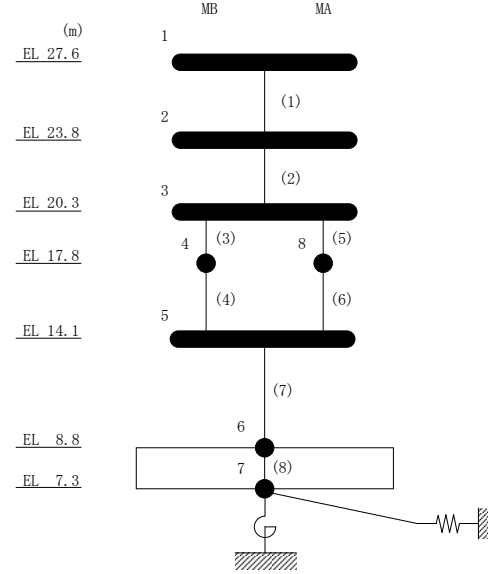
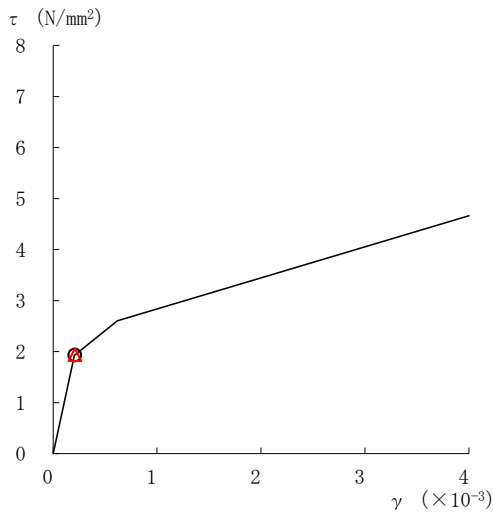
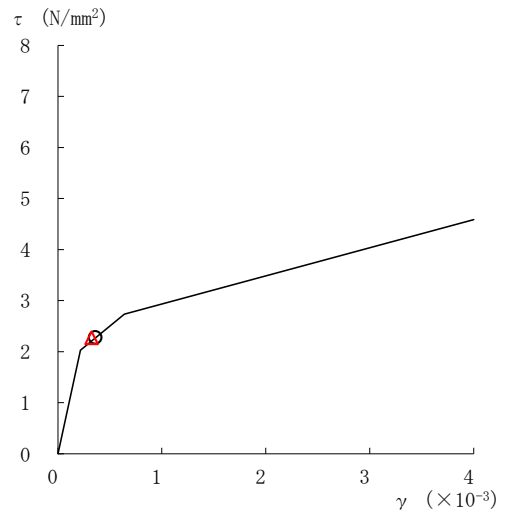


図 2-56(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (6)



要素番号 (7)

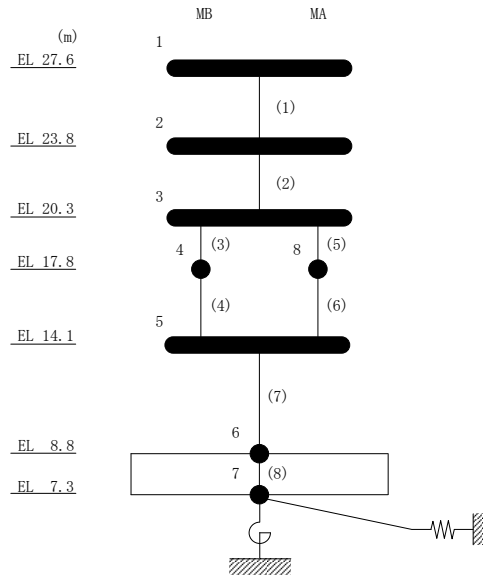
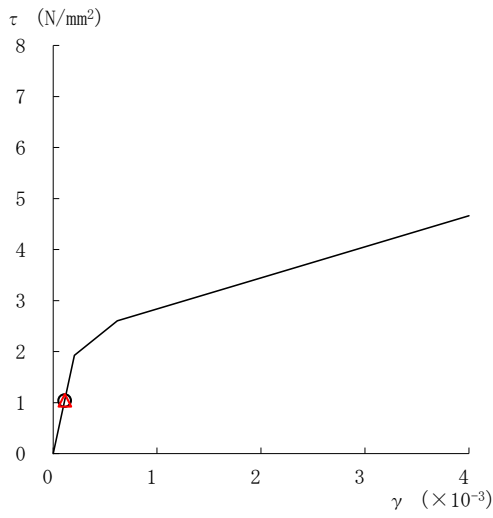
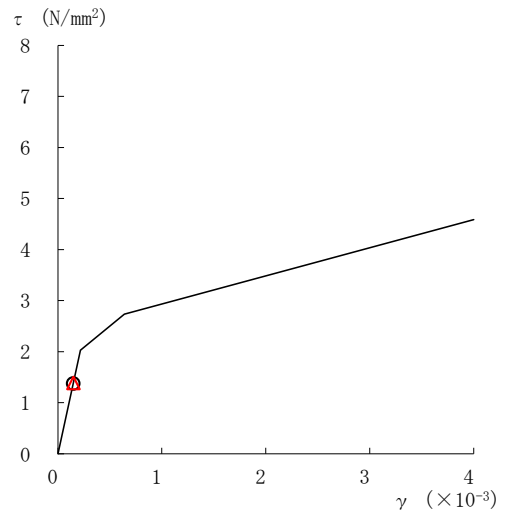


図 2-56(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, NS 方向)

○ ケース 1 △ ケース 4



要素番号 (6)



要素番号 (7)

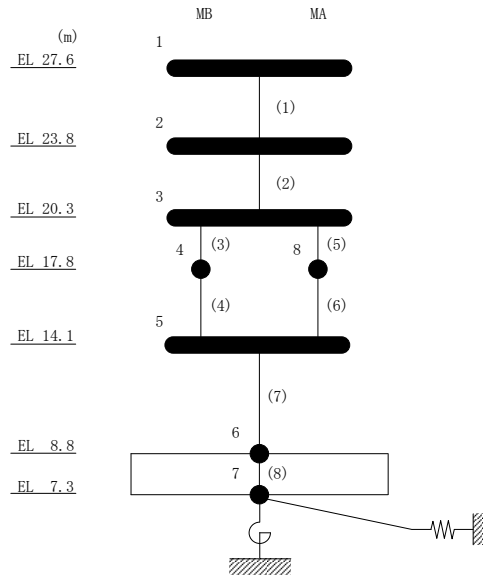
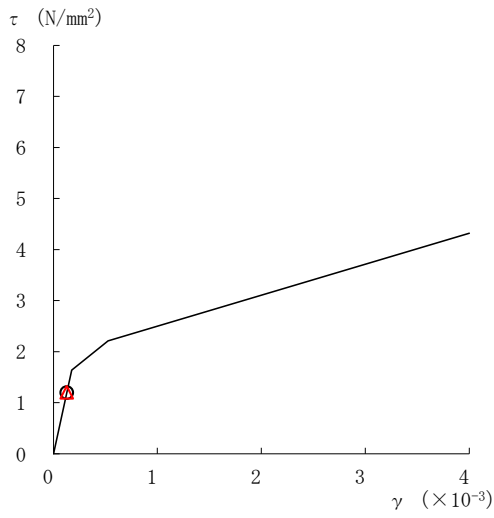
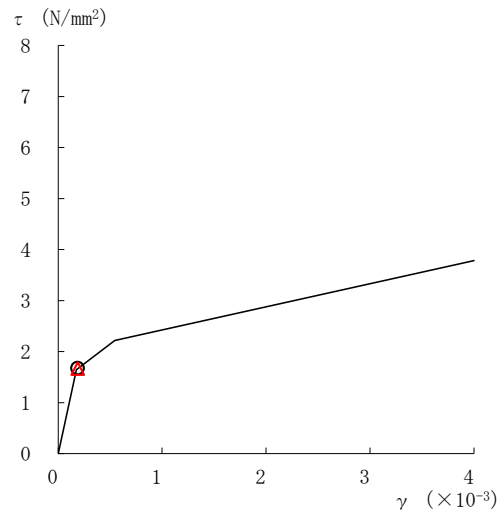


図 2-57(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, NS 方向)

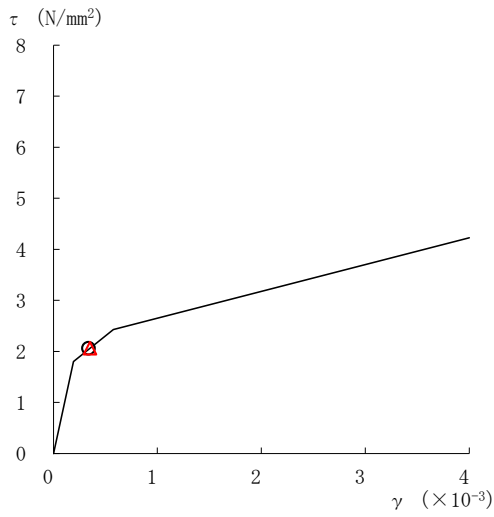
○ ケース 1 △ ケース 4



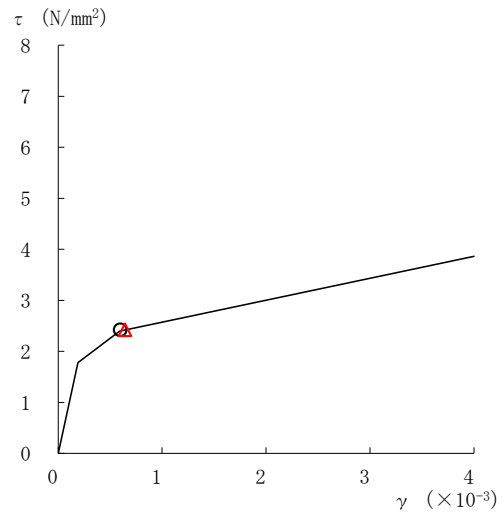
要素番号 (1)



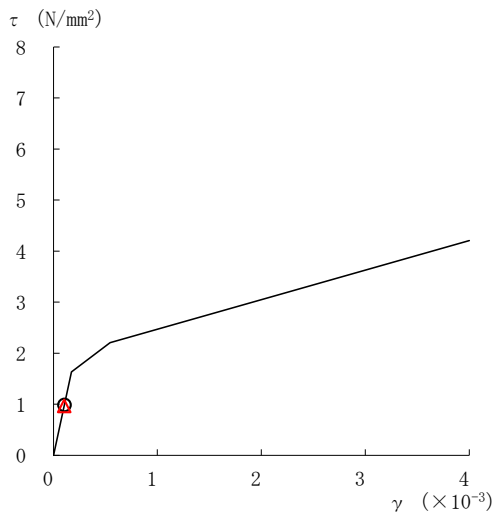
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

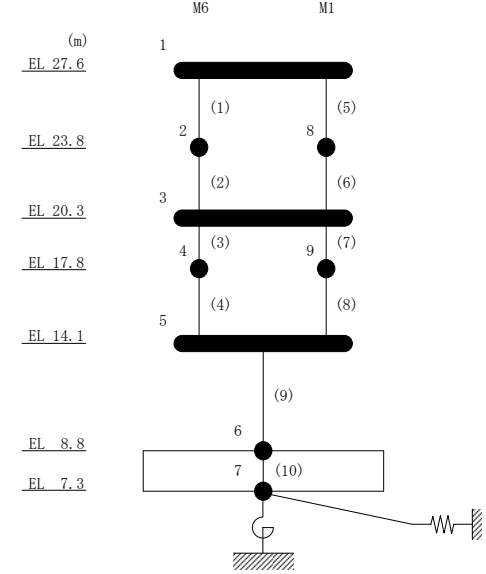
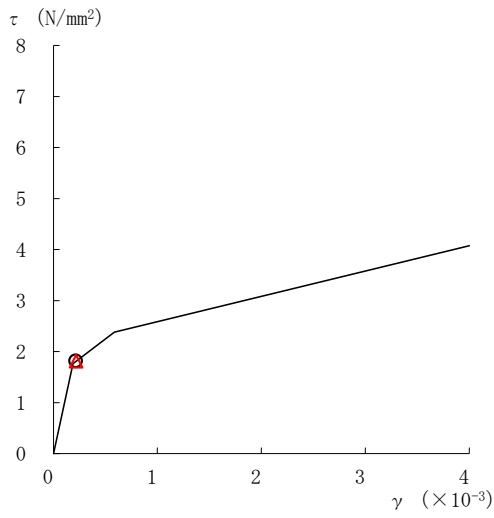
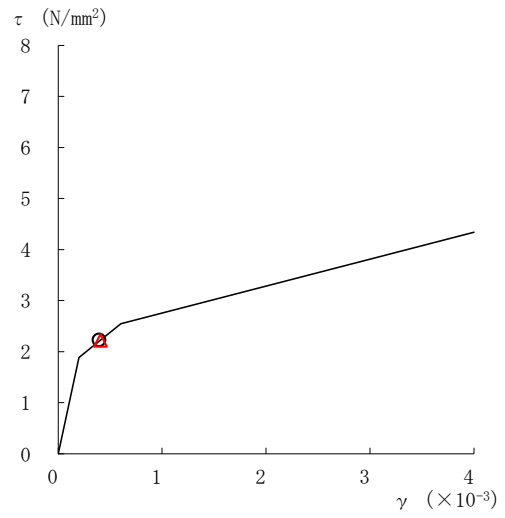


図 2-58(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

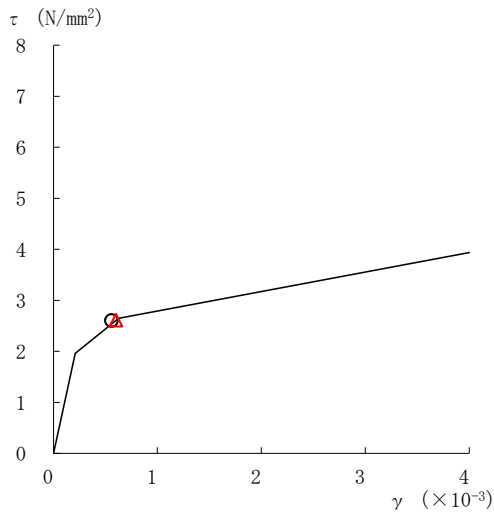
○ ケース 1 △ ケース 4



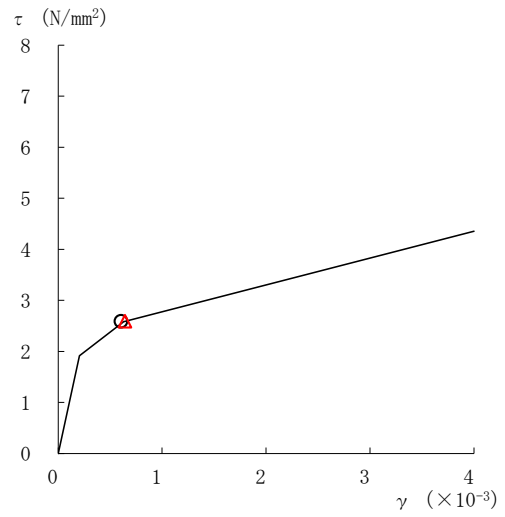
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

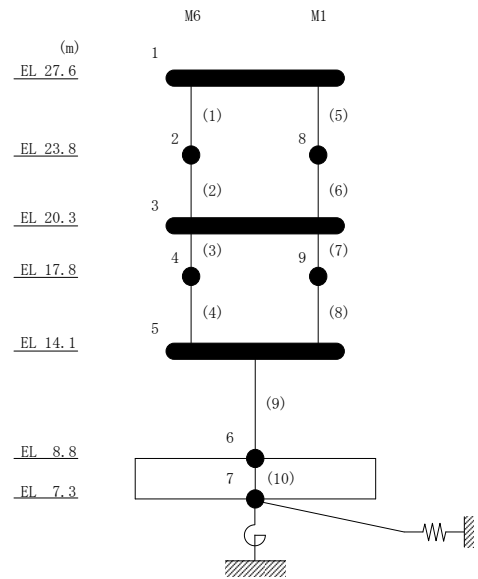
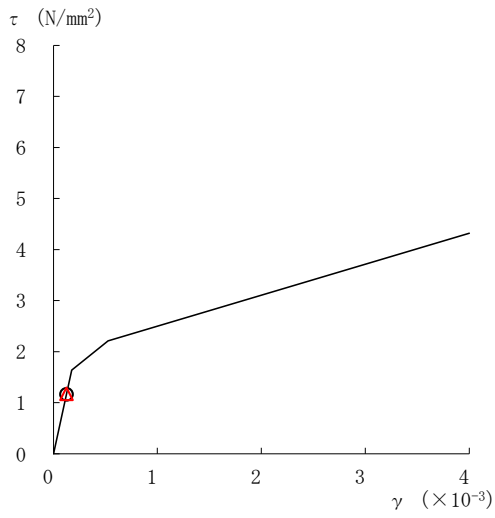
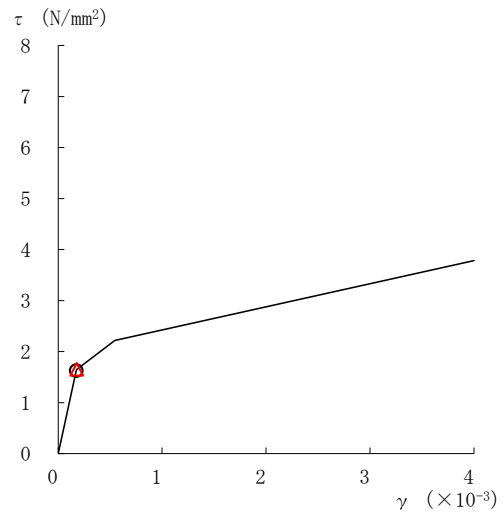


図 2-58(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s-D, EW 方向)

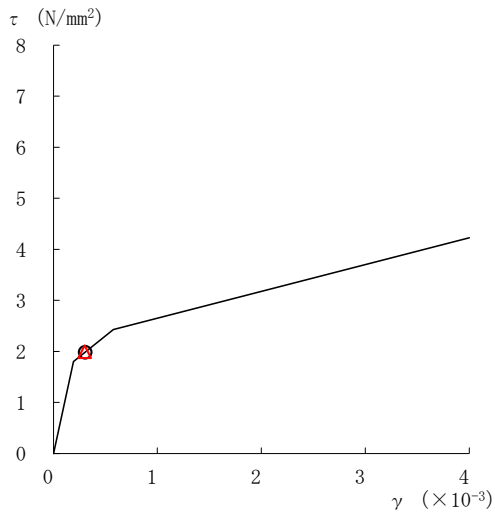
○ ケース 1 △ ケース 4



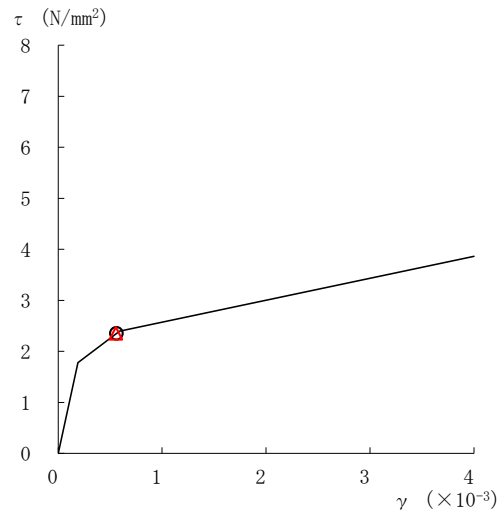
要素番号 (1)



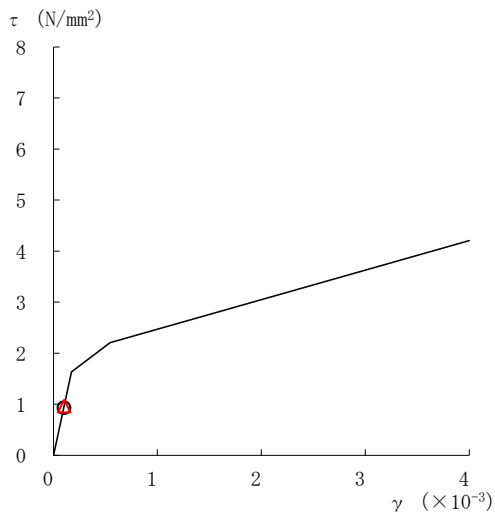
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

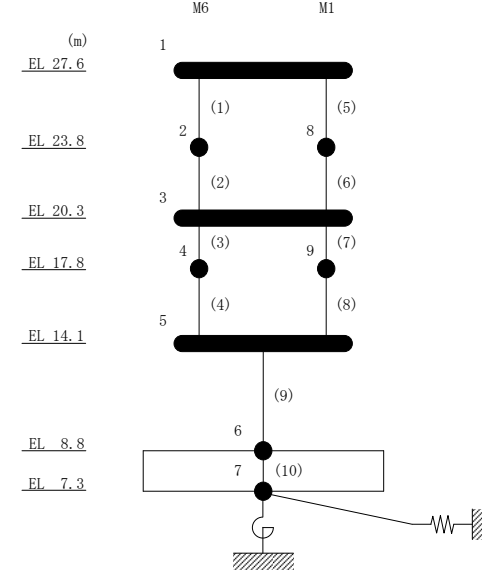
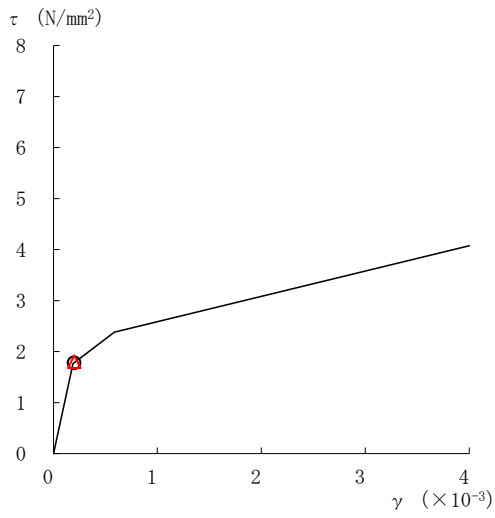
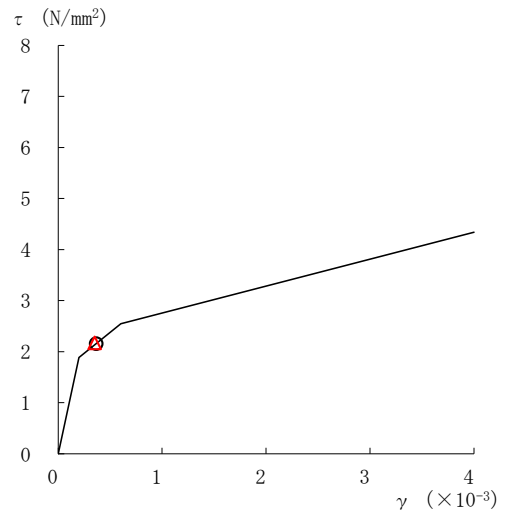


図 2-59(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, EW方向)

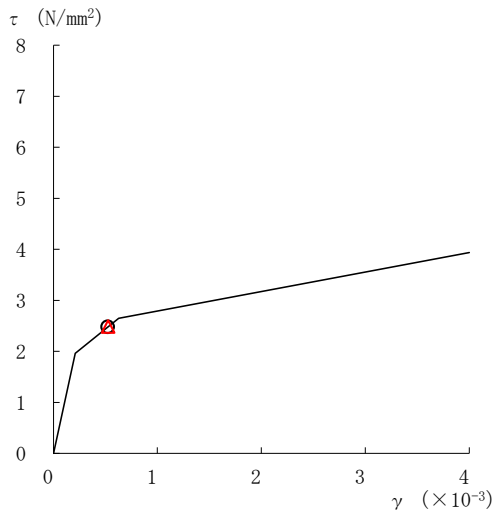
○ ケース 1 △ ケース 4



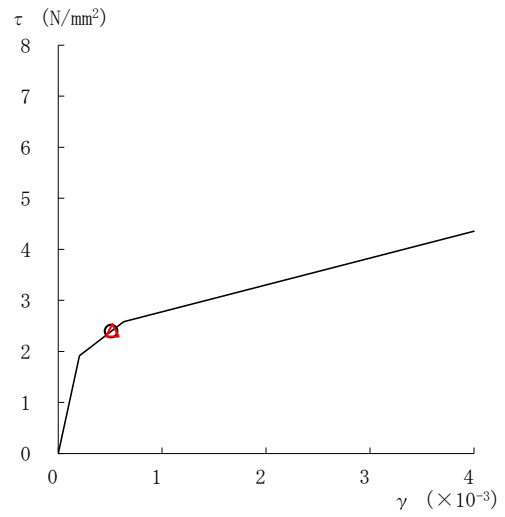
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

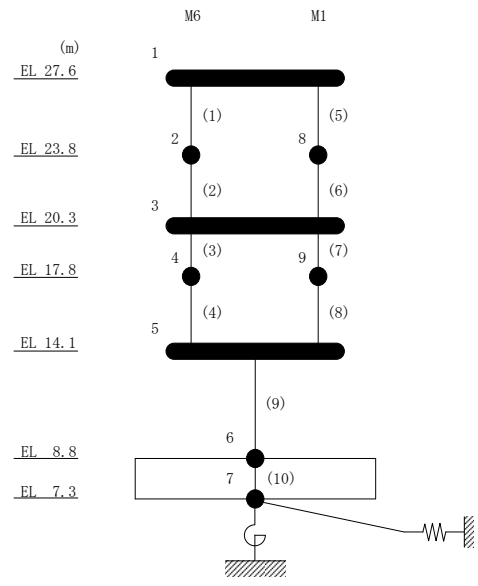
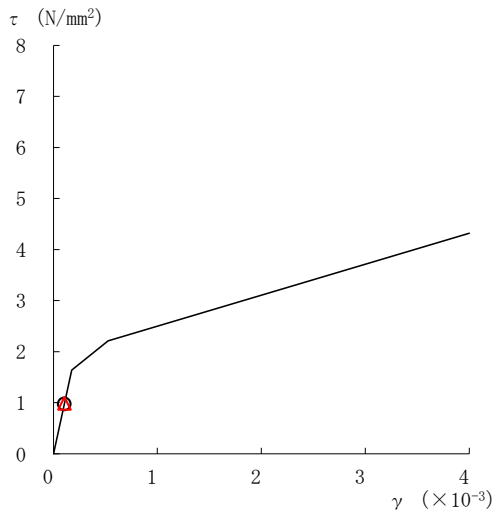
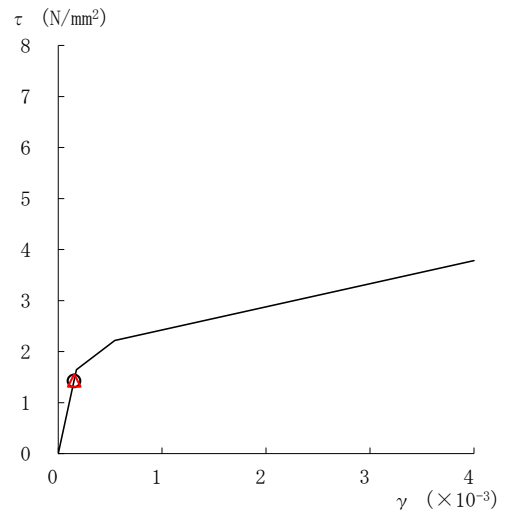


図 2-59(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 1, EW 方向)

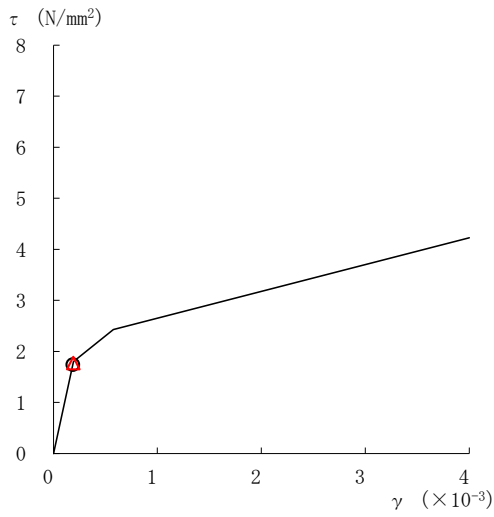
○ ケース 1 △ ケース 4



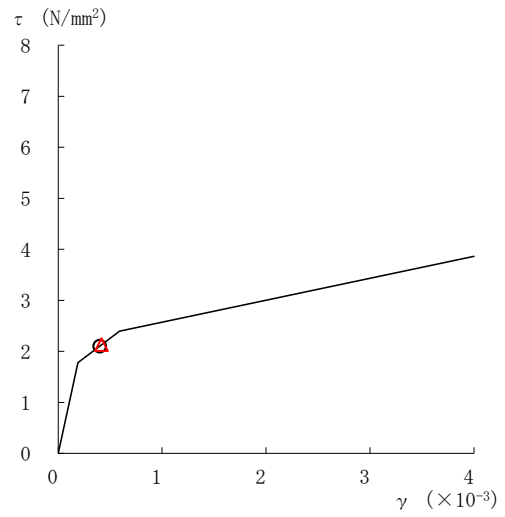
要素番号 (1)



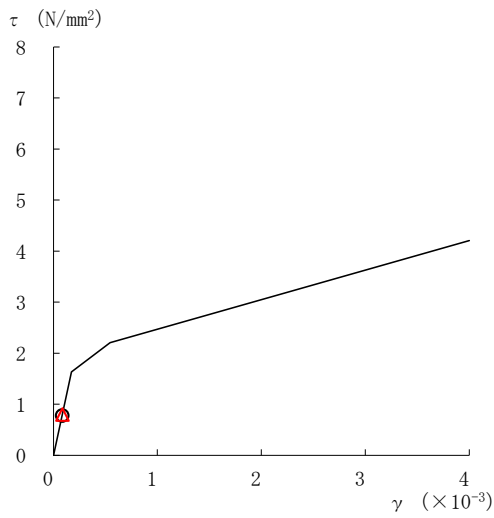
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

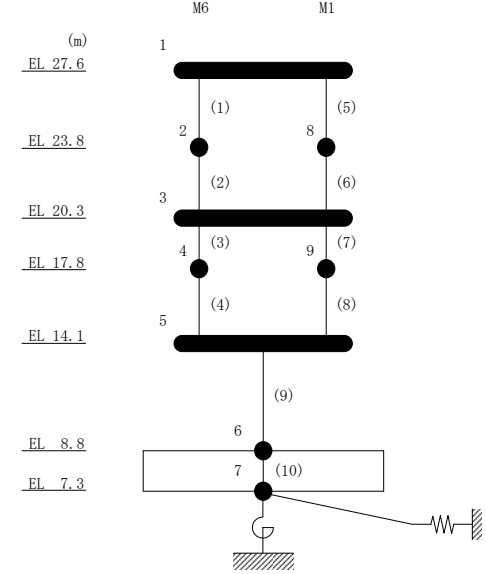
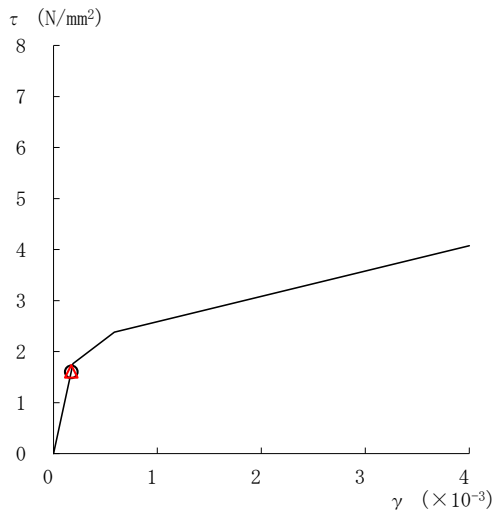
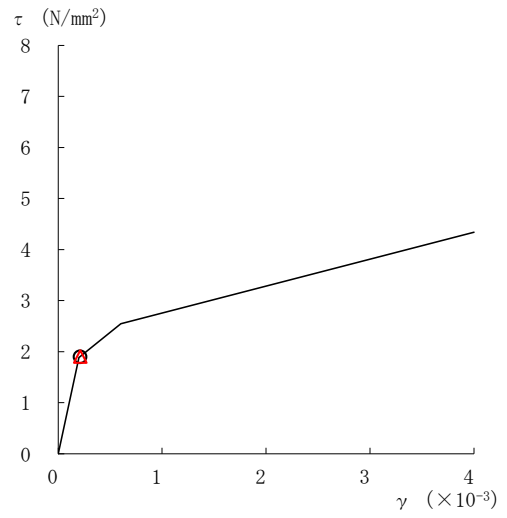


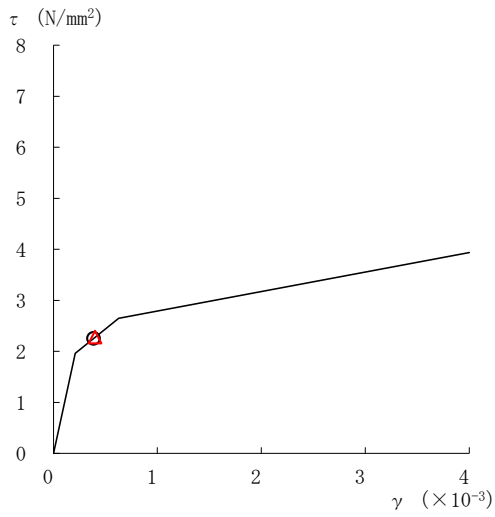
図 2-60(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)



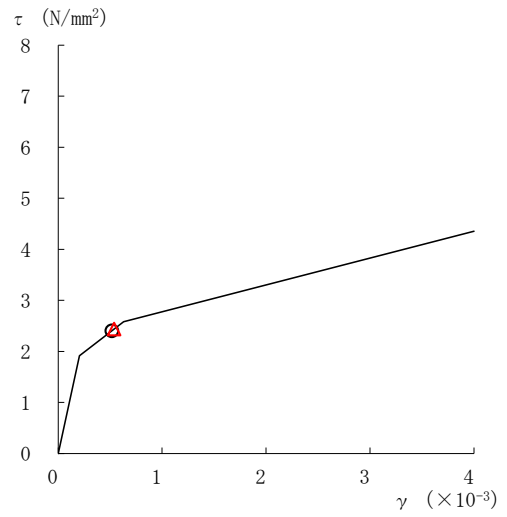
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

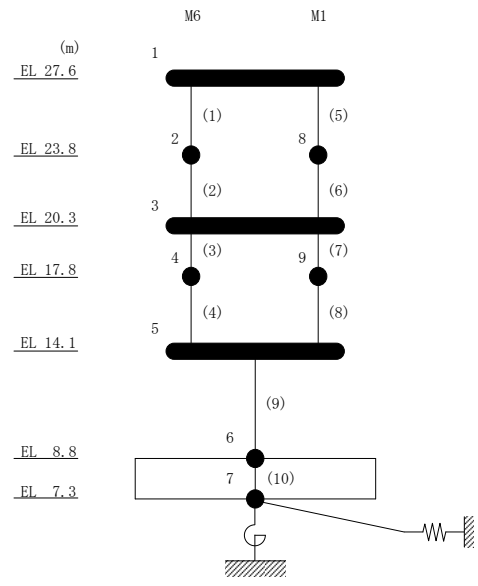


図 2-60(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-N1, EW方向)

表 2-52 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.676	0.844	100
$S_s - F 1$	0.646	0.794	100
$S_s - N 1$	0.425	0.423	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.958	0.434	100
$S_s - F 1$	0.918	0.412	100
$S_s - N 1$	0.869	0.385	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.68N/mm^2) を超えないため接地率は 100%となる。

表 2-53 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 4)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.678	0.847	100
$S_s - F 1$	0.647	0.795	100
$S_s - N 1$	0.428	0.427	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.956	0.433	100
$S_s - F 1$	0.921	0.413	100
$S_s - N 1$	0.879	0.390	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.68N/mm^2) を超えないため接地率は 100%となる。

別紙5 サイトバンカ建物（増築部）の損傷及び転倒に
関する検討

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 評価方針	別紙 5-2
2.1 損傷に対する評価	別紙 5-2
2.2 転倒に対する評価	別紙 5-2
3. 評価結果	別紙 5-4
3.1 損傷に対する評価結果	別紙 5-4
3.2 転倒に対する評価結果	別紙 5-4
4. まとめ	別紙 5-5

別紙 5-1 転倒に対する評価の適用性及び妥当性について

1. 概要

サイトバンカ建物（増築部）については雑个体廃棄物処理設備を収容する施設であり、上位クラス施設である防波壁に近接していることから、VI-2-11-2-1-5「サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての計算書」において、地震による構造物全体としての変形性能の評価（以下「損傷に対する評価」という。）により、防波壁に対する波及的影響を評価している。

本資料は、損傷に対する評価に加えて、サイトバンカ建物（増築部）が基準地震動 S_s に対して転倒しないことをエネルギー収支の観点から確認（以下「転倒に対する評価」という。）し、防波壁に波及的影響を及ぼさないことを参考として評価し、その結果を説明するものである。

図 1-1 にサイトバンカ建物（増築部）と防波壁の位置関係を示した建物配置図を示す。

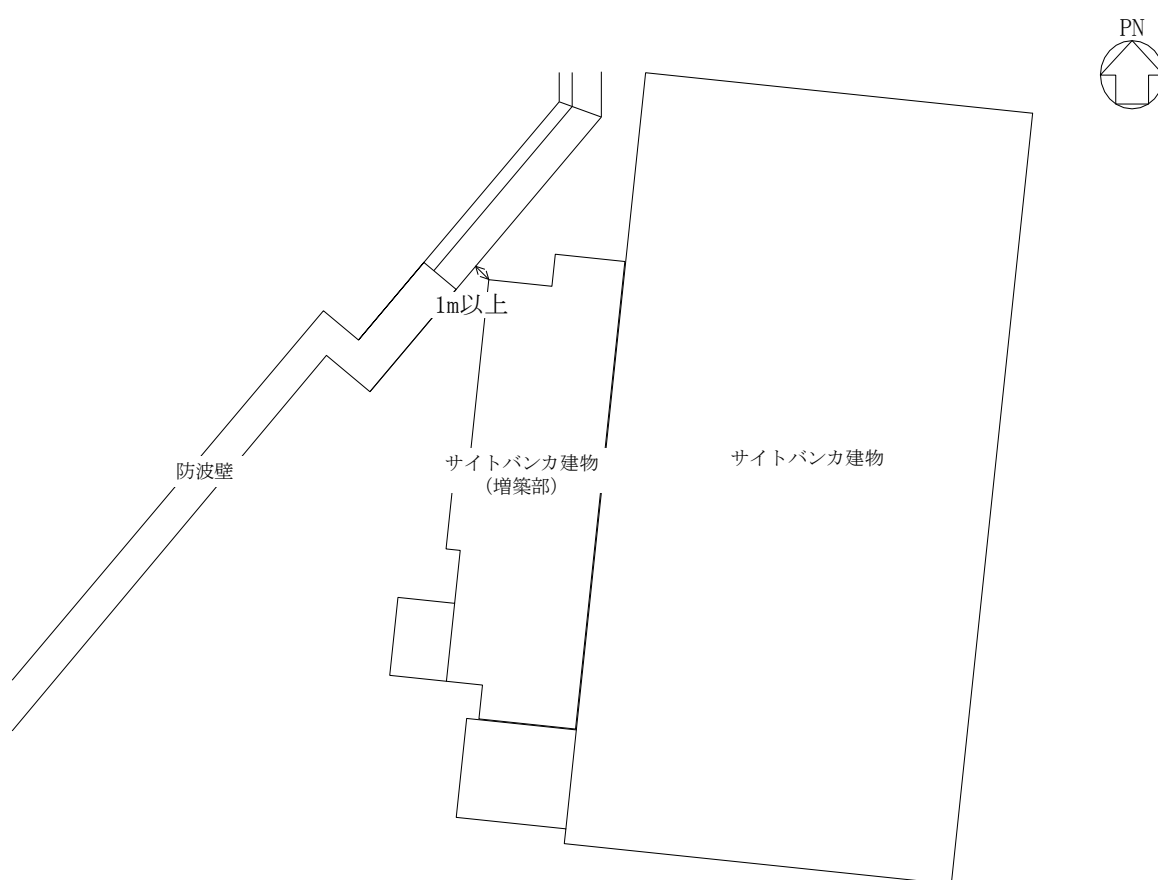


図 1-1 建物配置図

2. 評価方針

サイトバンカ建物（増築部）の波及的影響評価は、建物形状及び防波壁との位置関係を踏まえ、損傷及び転倒に対する評価を行う。また、上記評価においては、材料物性の不確かさを考慮する。

2.1 損傷に対する評価

地震応答解析により建物上部構造が損傷しないことを確認する。具体的には耐震壁の最大応答せん断ひずみが構造物全体としての構造強度の確認のための許容限界である 4.0×10^{-3} を超えないことを確認する。

2.2 転倒に対する評価

「ABWR Design Control Document/Tier2 1997.3 GE Nuclear Energy」及び「ESBWR Design Control Document/Tier2 2014.4 GE Hitachi Nuclear Energy」を参考に、地震時の応答に伴うエネルギー収支の観点から建物が転倒により防波壁に衝突しないことを確認する。具体的には図 2-1 に示す状態(i)及び状態(ii)を想定し、状態(i)の運動エネルギー < 状態(ii)の位置エネルギーとなることを確認する。なお、評価は短辺方向のEW方向に対して行う。

許容限界は、建物が転倒により防波壁に衝突しないことであり、転倒に対する評価にエネルギー収支を用いることが物理的に明快であること、また、1次モード（全質点が同一方向に動く）で変形を評価しており評価として保守的であることを踏まえ、本評価手法を採用することとする。なお、本手法の適用性及び妥当性については別紙 5-1「転倒に対する評価の適用性及び妥当性について」に示す。

- 状態(i)の運動エネルギー：建物直立時の初速として保守的に基準地震動 S_s の速度応答スペクトルの最大値を入力した運動エネルギー
- 状態(ii)の位置エネルギー：建物が防波壁に衝突する角度（ 17.4° ）に到達するのに必要な位置エネルギー（建物が防波壁に衝突する位置まで建物重心が上昇する）

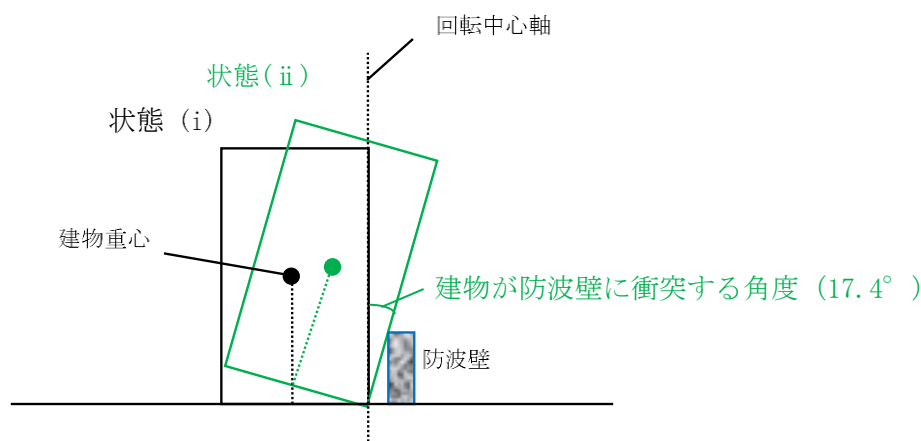


図 2-1 サイトバンカ建物（増築部）の転倒に対する評価の概念図

状態(i)及び状態(ii)のエネルギーは以下のとおり算定する。基準地震動S_sの速度応答スペクトルを図2-2に示す。

$$\text{状態(i)の運動エネルギー (J)} : \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\text{max}}^2$$

$$\text{状態(ii)の位置エネルギー (J)} : m \cdot g \cdot \Delta H$$

ここで、

m : 建物の質量 (kg)

V_{max} : 基準地震動S_sの速度応答スペクトルの最大値 (170 (cm/s))

g : 重力加速度 (m/s²)

ΔH : 防波壁に衝突する位置まで建物重心が上昇する高さ (1.124 (m))

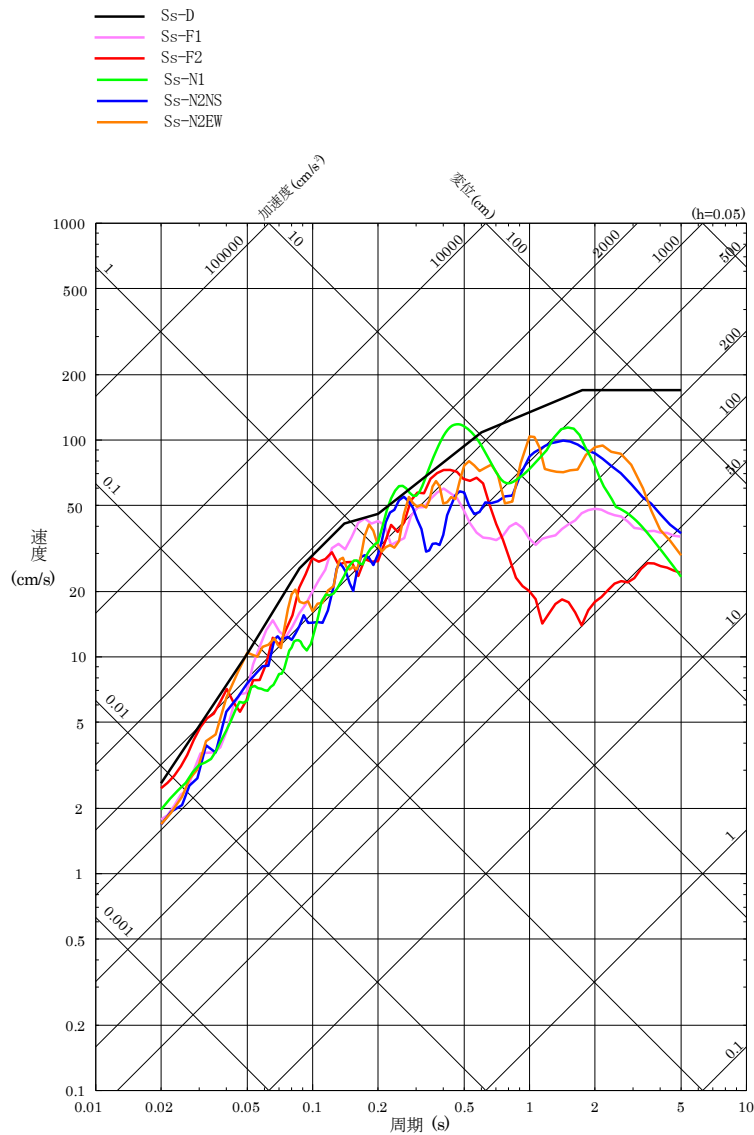


図2-2 基準地震動S_sの速度応答スペクトル (EW方向)

3. 評価結果

サイトバンカ建物（増築部）の損傷及び転倒に対する評価結果を示す。

3.1 損傷に対する評価結果

基準地震動 S_s に対する地震応答解析から算定した建物の最大応答せん断ひずみを表 3-1 に示す。建物の最大応答せん断ひずみが 4.0×10^{-3} 以下となることから、建物が損傷しないことを確認した。

表 3-1 建物の最大応答せん断ひずみ

(単位： $\times 10^{-3}$)

方向	最大応答 せん断ひずみ	許容限界
N S	0.52 ($S_s - D$, ケース 2)	4.0
E W	0.65 ($S_s - D$, ケース 2)	4.0

注：() 内は応答が最大となる地震動及びケースを示す。

3.2 転倒に対する評価結果

状態(i)及び状態(ii)におけるエネルギーの比較を表 3-2 に示す。地震時の応答に伴うエネルギー収支の観点から検討した結果、状態(i)における運動エネルギーが状態(ii)における位置エネルギーより小さくなることから、建物が転倒により防波壁に衝突しないことを確認した。

表 3-2 状態(i)及び状態(ii)におけるエネルギーの比較

(単位： $\times 10^7$ (J))

方向	状態(i)の 運動エネルギー	状態(ii)の 位置エネルギー
E W	0.825	6.30

4. まとめ

サイトバンカ建物（増築部）が基準地震動 S_s に対して損傷及び転倒しないことを確認し、防波壁に波及的影響を及ぼさないことを確認した。

別紙 5-1 転倒に対する評価の適用性及び妥当性について

目 次

1. 概要	別紙 5-1-1
2. エネルギー収支による転倒に対する評価の適用性及び妥当性について	別紙 5-1-2
2.1 支持地盤に対する適用性の確認	別紙 5-1-2
2.2 ロッキング応答に対する確認	別紙 5-1-3
2.3 浮上りに対する安全裕度の確認	別紙 5-1-5
3. 付着力を考慮した浮上り及び地盤の支持性能の確認について	別紙 5-1-6
3.1 付着力を考慮した浮上りの検討	別紙 5-1-6
3.2 地盤の支持性能の検討	別紙 5-1-6
4. まとめ	別紙 5-1-7

1. 概要

サイトバンカ建物（増築部）の転倒に対する評価については、「ABWR Design Control Document/Tier2 1997.3 GE Nuclear Energy」（以下「ABWR DCD」という。）及び「ESBWR Design Control Document/Tier2 2014.4 GE Hitachi Nuclear Energy」（以下「ESBWR DCD」という。）を参考に、地震時の応答に伴うエネルギー収支の観点から建物が転倒により防波壁に衝突しないことを確認している。

本資料は、参考として実施したエネルギー収支による転倒に対する評価の適用性及び妥当性、並びに付着力を考慮した浮上り及び地盤の支持性能について説明するものである。

2. エネルギー収支による転倒に対する評価の適用性及び妥当性について

「ABWR DCD」及び「ESBWR DCD」ではエネルギー収支による転倒に関して同じ評価手法が示されている。以下、サイトバンカ建物（増築部）の転倒に対する評価に本手法を適用することの適用性及び妥当性を示す。

2.1 支持地盤に対する適用性の確認

「ESBWR DCD」の標準設計における地盤条件を図 2-1 に示す。ここでは、中程度の硬さの地盤を $V_s = 800\text{m/s}$ 、硬岩地盤を $V_s = 1700\text{m/s}$ と設定して転倒に対する評価を検討している。

また、「ESBWR DCD」の North Anna Site における地盤条件を図 2-2 に示す。North Anna Site の RB/FB Complex において、せん断波速度 $V_s = 1297 \sim 1946\text{m/s}$ の範囲で適用されている。

サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤のせん断波速度は $V_s = 1600\text{m/s}$ であり、支持地盤の観点では、「ESBWR DCD」の適用範囲内であること及び適用実績もあることから、「ESBWR DCD」におけるエネルギー収支による転倒に対する評価の適用性を確認した。

**[Table 3A.3-1
Generic Site Properties for SSI Analysis]**

	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Hard</i>	<i>Fixed Base</i>
<i>Shear wave velocity (m/s)⁽¹⁾</i>	300	800	1700	>1700
<i>Mass density (kg/m³)</i>	2000	2200	2500	<i>Not Applicable</i>
<i>Poisson's ratio⁽²⁾</i>	0.478	0.40	0.35	<i>Not Applicable</i>
<i>Material damping (%)⁽¹⁾</i>	5	4	3	<i>Not Applicable</i>

SI to U.S. Customary units conversion (SI units are the controlling units and U.S. Customary units are for reference only): 25.4 mm = 1 in, 1 kg = 2.205 lbm

(1) The shear wave velocity and material damping specified above are used as strain compatible values.

(2) The maximum ground water table is 0.61 m (2 ft) below grade. The effect of ground water on SSI analysis is considered in the selected values for the Poisson's ratio, resulting in the P-wave velocity no less than the minimum P-wave velocity of water (1460 m/sec).

図 2-1 標準設計における地盤条件（「ESBWR DCD」より抜粋，一部加筆）

Table 3A.3-2
North Anna Site-specific Properties for SSI Analysis

	RB/FB Complex			Control Building		
	(BE)	(UB)	(LB)	(BE)	(UB)	(LB)
Low strain shear modulus (kg/m ²)	G 6.70E+08	1.5G 1.00E+09	G/1.5 4.47E+08	G 4.97E+08	1.5G 7.46E+08	G/1.5 3.31E+08
Shear wave velocity (m/s)	1589	1946	1297	1369	1677	1118
Mass density (kg/m ³)	2606	2606	2606	2606	2606	2606
Poisson's ratio	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Material damping (%)	2	2	2	2	2	2

SI to U.S. Customary units conversion (SI units are the controlling units and U.S. Customary units are for reference only): 25.4 mm = 1 in, 1 kg = 2.205 lbm

Note: The rock properties are provided for three conditions, G, 1.5G, & G/1.5, which are considered as best-estimate (BE), upper bound (UB) and lower bound (LB) cases.

図 2-2 North Anna Site における地盤条件（「ESBWR DCD」 Appendix より抜粋，一部加筆）

2.2 ロッキング応答に対する確認

「ABWR DCD」のエネルギー収支による転倒に対する評価方法を図 2-3 に示す。「ABWR DCD」では、転倒評価における建物についてはロッキング周期が長いことから、建物は剛体とみなして評価してよいとしている。

なお、表 2-1 にサイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルの固有値を示しており、ロッキング周期に比べて短周期において一次固有周期が卓越していることを確認している。

以上より、サイトバンカ建物を剛体とみなしてエネルギー収支による転倒に対する評価を行うことの妥当性を確認した。

表 2-1 サイトバンカ建物（増築部）の固有値（EW 方向）

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.176	5.68	1.328	建物—地盤連成 1 次
2	0.053	18.72	0.540	

3.7.2.14 Determination of Seismic Category I Structure Overturning Moments

Seismic loads are dynamic in nature. The method of calculating seismic loads with dynamic analysis and then treating them as static loads to evaluate the overturning of structures and foundation failures while treating the foundation materials as linear elastic is conservative. Overturning of the structure, assuming no soil slip failure occurs, can be caused only by the center of gravity of the structure moving far enough horizontally to cause instability.

Furthermore, when the combined effect of earthquake ground motion and structural response is strong enough, the structure undergoes a rocking motion pivoting about either edge of the base. When the amplitude of rocking motion becomes so large that the center of structural mass reaches a position right above either edge of the base, the structure becomes unstable and may tip over. The mechanism of the rocking motion is like an inverted pendulum and its natural period is long compared with the linear, elastic structural response. Thus, with regard to overturning, the structure is treated as a rigid body.

The maximum kinetic energy can be conservatively estimated to be:

$$E_s = \frac{1}{2} \sum_i m_i [(v_H)_i^2 + (v_V)_i^2] \quad (3.7-9)$$

where $(v_H)_i$ and $(v_V)_i$ are the maximum values of the total lateral velocity and total vertical velocity, respectively, of mass m_i .

Values for $(v_H)_i$ and $(v_V)_i$ are computed as follows:

$$(v_H)_i^2 = (v_x)_i^2 + (v_H)_g^2 \quad (3.7-10)$$

$$(v_V)_i^2 = (v_z)_i^2 + (v_V)_g^2 \quad (3.7-11)$$

where $(v_H)_g$ and $(v_V)_g$ are the peak horizontal and vertical ground velocity, respectively, and $(v_x)_i$ and $(v_z)_i$ are the maximum values of the relative lateral and vertical velocity of mass m_i .

Letting m_o be total mass of the structure and base mat, the energy required to overturn the structure is equal to

$$E_o = m_o gh + W_p - W_b \quad (3.7-12)$$

where h is the height to which the center of mass of the structure must be lifted to reach the overturning position, g is the gravity constant, and W_p and W_b are the energy components caused by the effect of embedment and buoyance, respectively. Because the structure may not be a symmetrical one, the value of h is computed with respect to the edge that is nearer to the center of mass. The structure is defined as stable against overturning when the ratio E_o to E_s is no less than 1.1 for the SSE in combination with other appropriate loads.

図2-3 エネルギー収支による転倒に対する評価方法（「ABWR DCD」より抜粋，一部加筆）

2.3 浮上りに対する安全裕度の確認

表 2-2 に示すとおり、建物重心の最大浮上り高さは 0.147m と小さく、防波壁衝突時の建物重心の浮上り高さに対する検定値は 0.14 と十分な安全裕度が確保されていることを確認した。また、運動エネルギーの算定に用いる速度は保守的に速度応答スペクトルの最大値としている。

なお、建物自体の健全性は、VI-2-11-2-1-5「サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての計算書」において、浮上り線形 SR モデルによる地震応答解析により、許容限界に対して十分な安全裕度を有していることを確認している。

表 2-2 重心の浮上り高さの比較

(単位：m)

方向	建物重心の最大浮上り高さ	防波壁衝突時の建物重心の浮上り高さ	検定値
EW	0.147	1.124	0.14

3. 付着力を考慮した浮上り及び地盤の支持性能の確認について

エネルギー収支による転倒に対する評価においては、建物が浮き上がり、地盤の接地面積が小さくなることを前提としている。

エネルギー収支による転倒に対する評価における参考として、ここでは、地盤の支持性能の確認を目的として、サイトバンカ建物（増築部）の基準地震動 S_s に対する地震応答解析において、付着力を考慮した場合の建物の浮上り及び地盤の支持性能に関する検討を行う。本検討は実機に近い状態での挙動を確認するため、付着力を考慮することとし、考慮する付着力は3号エリアで実施した付着力試験結果における岩盤全体の平均値の -1σ である 0.68N/mm^2 とした。なお、サイトバンカ建物（増築部）の接地地盤における岩種は凝灰岩（平均値 (1.15N/mm^2) ）が支配的であり、十分な保守性を考慮した設定となっている。

3.1 付着力を考慮した浮上りの検討

サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析結果において、転倒モーメントに対して基礎浮上りが発生しないために必要な付着力の算定結果を表3-1に示す。必要付着力の最大値は 0.614N/mm^2 （ S_s-D ，EW方向，ケース3）となり，設定付着力（岩盤全体の平均値の -1σ である 0.68N/mm^2 ）を下回ることから基礎浮上りが発生しないことを確認した。

なお，サイトバンカ建物（増築部）は基礎スラブ厚が 1.5m と比較的厚い構造となっており，基礎スラブの耐震性に与える影響が大きい基礎浮上りが発生しないことから，基礎スラブ及び建物の損傷は発生しないと判断出来る。

表3-1 必要付着力

検討ケース	σ_{at} (N/mm^2)
S_s-D ，ケース3	0.614

3.2 地盤の支持性能の検討

3.1において基礎浮上りが発生しないことを確認したことから， S_s 地震時の最大接地圧が，地盤の許容限界を超えないことを確認する。材料物性の不確かさを考慮した地震時の最大接地圧が $0.961 \times 10^3\text{kN/m}^2$ （ S_s-D ，EW方向，ケース3）であり，岩盤の極限支持力度（ $9.8 \times 10^3\text{kN/m}^2$ ）を超えないことから，地盤の支持性能に問題がないことを確認した。

S_s 地震時の最大接地圧を表3-2に示す。

表3-2 S_s 地震時の最大接地圧

検討ケース	EW方向
	S_s-D ，ケース3
転倒モーメント M ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	4.36
最大接地圧 ($\times 10^3\text{kN/m}^2$)	0.961

4. まとめ

転倒に対する評価では、「支持地盤に対する適用性の確認」及び「建物のロッキング応答に対する確認」を踏まえ、「ABWR Design Control Document/Tier2 1997.3 GE Nuclear Energy」及び「ESBWR Design Control Document/Tier2 2014.4 GE Hitachi Nuclear Energy」を参考に、エネルギー収支による転倒に対する評価により、上位クラス施設である防波壁に衝突しないことを確認した。

「浮上りに対する安全裕度の確認」において、エネルギー収支による転倒に対する評価における建物重心の最大浮上り高さは0.147mと小さく、検定値は0.14と十分な安全裕度が確保されていることを確認した。なお、本手法は建物の浮上りに伴うロッキング応答が卓越することを前提とした手法であることから、建物内に上位クラス設備を設置していない下位クラス施設による波及的影響の検討であることを踏まえて適用した。

また、エネルギー収支による転倒に対する評価における参考として、「付着力を考慮した浮上りの検討」及び「地盤の支持性能の検討」において、実機に近い条件として、付着力（岩盤全体の平均値－1 σ （0.68N/mm²））を考慮した検討を行い、基礎浮上りが発生しないこと及び最大接地圧が岩盤の極限支持力度を超えないことを確認し、上位クラス施設である防波壁に衝突しないことを確認した。

別紙 6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 検討方針	別紙 6-2
3. 必要付着力の算定	別紙 6-3
3.1 算定方法	別紙 6-3
3.2 算定結果	別紙 6-4
4. 鉛直地震力を考慮した場合の影響の確認	別紙 6-7

1. 概要

本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析における建物基礎底面の付着力について説明するものである。

サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析では、建物の基礎底面と地盤間の付着力を考慮し、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（(社)日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。）に示される浮上り線形地震応答解析を実施している。本資料では、基礎浮上りが発生しないために必要な付着力（以下「必要付着力」という。）が、付着力試験に基づき設定した値（別紙 1-1「サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について」を参照）を超えないことを確認する。

2. 検討方針

サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルは、別紙 7「地震応答解析モデルの選定プロセス」において、浮上り非線形 S R モデルによる解析結果が適用範囲を満足せず、EW 方向については接地率が 7.4% となることから、別途検討を行うこととし、浮上り線形 S R モデル（付着力考慮モデル）を採用する。

本検討では、浮上り線形 S R モデル（付着力考慮モデル）の適用性の確認として、基準地震動 S_s による地震応答解析結果の最大転倒モーメントと浮上り限界転倒モーメントより必要付着力を算定し、付着力試験に基づき設定した値（0.68N/mm²）を超えないことを確認する。

3. 必要付着力の算定

3.1 算定方法

地震応答解析結果の最大転倒モーメントが浮上り限界転倒モーメントを上回るときに、基礎浮上りが発生する。

浮上り限界転倒モーメントは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」より以下の式で表される。

$$M_0 = \frac{W \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ここで、

M_0 : 浮上り限界転倒モーメント (kN・m)

W : 建物総重量 (kN)

L : 建物基礎幅 (m)

水平地震力による必要付着力は以下のとおりである。

$$M - M_0 = \frac{\sigma_{a t} \cdot A \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$\sigma_{a t} = (M - M_0) \cdot \frac{6}{A \cdot L} \text{ (kN/m}^2\text{)} = \frac{6 \cdot (M - M_0)}{1000 \cdot A \cdot L} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで、

M : 転倒モーメント (kN・m)*

$\sigma_{a t}$: 単位面積当たりの付着力 (kN/m²)

A : 基礎底面積 (m²)

注記* : 転倒モーメントは減衰力を含んだ反力とする。

3.2 算定結果

必要付着力の算定結果を表 3-1～表 3-4 に示す。

必要付着力の最大値は 0.614N/mm^2 （地盤物性を標準地盤- σ としたケース， S_s-D ，EW方向）であることから，付着力試験の結果に基づき設定した値（ 0.68N/mm^2 ）を超えないことを確認した。

表 3-1 必要付着力
(基本ケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3\text{kN}$)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	M_0 ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	σ_{at} (N/mm^2)
S_s-D	NS	56.020	31.3	322.39	8.45	2.92	0.329
	EW		10.3	322.39	4.34	0.962	0.611
S_s-F1	NS	56.020	31.3	322.39	7.94	2.92	0.299
	EW		10.3	322.39	4.12	0.962	0.571
S_s-F2	NS	56.020	31.3	322.39	7.66	2.92	0.282
	EW		10.3	322.39	3.38	0.962	0.437
S_s-N1	NS	56.020	31.3	322.39	4.23	2.92	0.078
	EW		10.3	322.39	3.85	0.962	0.522
S_s-N2NS	NS	56.020	31.3	322.39	4.77	2.92	0.110
	EW		10.3	322.39	3.36	0.962	0.433
S_s-N2EW	NS	56.020	31.3	322.39	6.07	2.92	0.187
	EW		10.3	322.39	4.12	0.962	0.571

表 3-2 必要付着力
(地盤物性を標準地盤+ σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	56.020	31.3	322.39	8.30	2.92	0.320
	EW		10.3	322.39	4.32	0.962	0.607
S _s -F1	NS	56.020	31.3	322.39	8.18	2.92	0.313
	EW		10.3	322.39	4.12	0.962	0.570
S _s -N1	NS	56.020	31.3	322.39	4.20	2.92	0.076
	EW		10.3	322.39	3.77	0.962	0.507

表 3-3 必要付着力
(地盤物性を標準地盤- σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	56.020	31.3	322.39	8.40	2.92	0.326
	EW		10.3	322.39	4.36	0.962	0.614
S _s -F1	NS	56.020	31.3	322.39	7.89	2.92	0.296
	EW		10.3	322.39	4.14	0.962	0.576
S _s -N1	NS	56.020	31.3	322.39	4.32	2.92	0.084
	EW		10.3	322.39	3.94	0.962	0.539

表 3-4 必要付着力
(積雪荷重との組合せを考慮したケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3 \text{kN}$)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	M_0 ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	σ_{at} (N/mm^2)
S _s -D	NS	56.171	31.3	322.39	8.47	2.93	0.330
	EW		10.3	322.39	4.33	0.964	0.608
S _s -F1	NS	56.171	31.3	322.39	7.95	2.93	0.299
	EW		10.3	322.39	4.13	0.964	0.573
S _s -N1	NS	56.171	31.3	322.39	4.27	2.93	0.080
	EW		10.3	322.39	3.90	0.964	0.531

4. 鉛直地震力を考慮した場合の影響の確認

サイトバンカ建物（増築部）について、水平地震力に加え鉛直地震力を考慮した場合の必要付着力が、付着力試験に基づき設定した値（ 0.68N/mm^2 ）を超えないことを確認する。水平地震力による必要付着力が最大となる $S_s - D$ （EW方向）を対象とする。

なお、サイトバンカ建物（増築部）は波及的影響評価対象であり、鉛直方向に対する地震応答解析を実施していないことから、鉛直地震力については、地震応答解析における入力が直接入力であることを踏まえ、基準地震動 $S_s - D$ の鉛直方向の最大加速度（ 547gal ）を用いることとし、組合せ係数法により 0.4 倍して考慮する。

表 4-1 に必要付着力の最大値を示す。必要付着力の最大値は 0.653N/mm^2 であり、付着力試験に基づき設定した値（ 0.68N/mm^2 ）を超えないことを確認した。また、付着力試験における黒色頁岩の平均値である 0.81N/mm^2 及び凝灰岩の平均値である 1.15N/mm^2 に対して十分余裕があることを確認した。

表 4-1 必要付着力の最大値

基準地震動	方向	組合せ	必要付着力の最大値 σ_{at}^{*2} (N/mm^2)
$S_s - D$	EW	$1.0 \times$ 水平地震力 $+0.4 \times$ 鉛直地震力 ^{*1}	0.653 (ケース 3)

注記*1：鉛直地震力は基準地震動 S_s の最大加速度から算定する。

*2：材料物性の不確かさを考慮した値とする。

別紙 7 地震応答解析モデルの選定プロセス

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 地震応答解析モデルの選定プロセス	別紙 7-2
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定	別紙 7-4

1. 概要

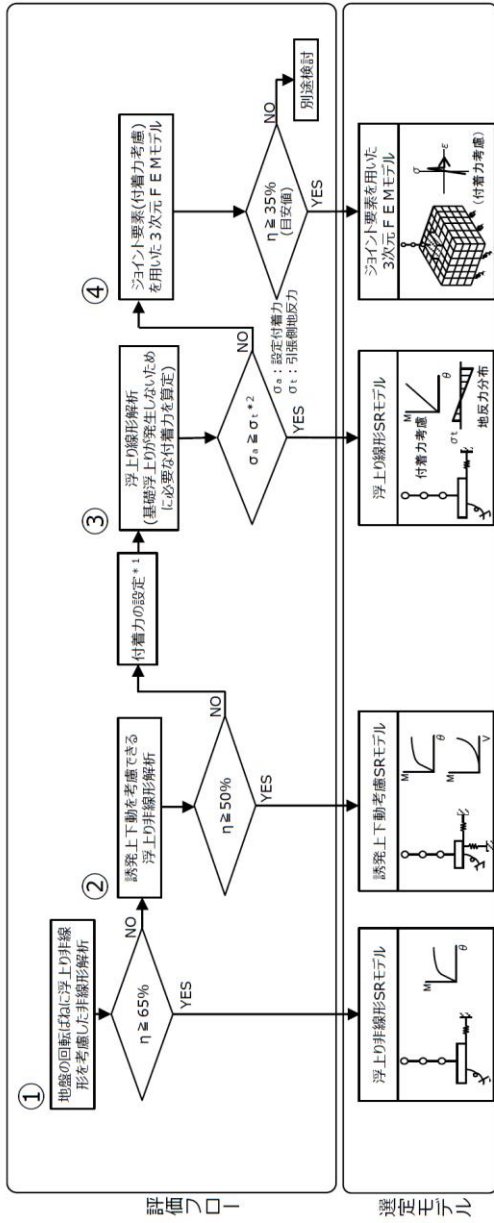
サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析は、基準地震動 S_s に対して浮上り線形 S R モデル（付着力考慮）により評価を行っている。本資料では、地震応答解析モデルを選定したプロセスについて説明する。

2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

島根 2 号機の建物・構築物（波及的影響に係る施設を含む）の地震応答解析モデルは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 S_s に対して接地率を算定することを基本とし、「補足-023-10 建物の地震応答解析モデル（地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力）」に示す島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローに基づき選定している。島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フローを図 2-1 に示す。

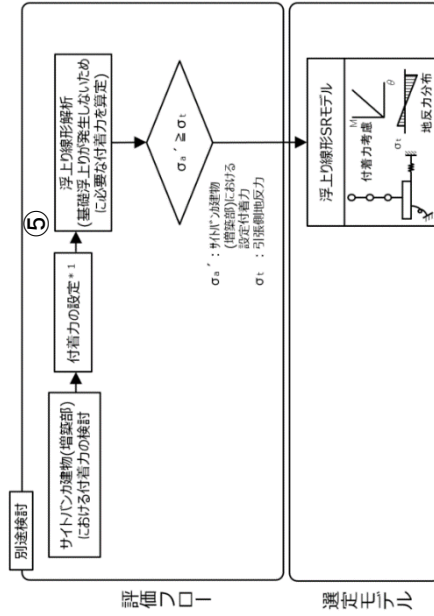
選定の結果、サイトバンカ建物（増築部）は別途検討に該当する地震応答解析モデルを選定している。サイトバンカ建物（増築部）の別途検討フローを図 2-2 に示す。

なお、地震動や方向による地震応答解析モデルの使い分けはせず同一モデルを用いる方針とする。



注記 * 1 : 設定付着力 $\sigma_a = 0.40N/mm^2$
 * 2 : 組合せ係数法により船面方向地震力を組み合わせた場合を考慮する。

図 2-1 島根 2 号機における各建築物の地震応答解析モデルの選定フロー



注記 * 1 : 設定付着力 $\sigma_a' = 0.68N/mm^2$ (付着力の設定は別紙 1-1 「サイトバンク建築物 (増築部) の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について」に示す。)

図 2-2 サイトバンク建築物 (増築部) の別途検討フロー

2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定

サイトバンカ建物（増築部）の基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルについて、図 2-1 のフローに基づき、接地率が小さくなる傾向にある基準地震動 $S_s - D$ で代表して検討した結果を表 2-1 に示す。図 2-1 に示す①のモデルによる解析結果が適用範囲を満足せず、EW方向については、接地率が 7.4%となり、②～④のモデルによる解析においても適用範囲を満足しないことが明らかであると判断し、図 2-1 の別途検討を行うこととした。別途検討においては、図 2-2 のフローに従い検討を行った結果、図 2-1 の③と同様な手法となる⑤の浮上り線形SRモデル（付着力考慮）を採用した。

なお、⑤による検討結果は別紙 6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」に示す。

表 2-1 ①のモデルでの基準地震動 S_s に対する検討結果

方向	基準地震動 $S_s - D$
	① 浮上り非線形 SRモデル
	接地率(%)
NS	23.9
EW	7.4

別紙8 サイトバンカ建物（増築部）の曲げ変形等に
対する検討

目次

1. 概要	別紙 8-1
2. 評価方針	別紙 8-2
3. 評価結果	別紙 8-3
3.1 曲げモーメント及び曲率の確認	別紙 8-3
3.2 層間変形角の確認	別紙 8-4

別紙 8-1 地震応答解析モデルの違いによる最大応答曲げモーメントへの影響

1. 概要

サイトバンカ建物（増築部）の耐震評価について、建物躯体形状から曲げによる耐震性への影響が大きいこと等が考えられることから、水平地震力に加え鉛直地震力を考慮した曲げ変形等に対する評価を実施する。

2. 評価方針

サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析における耐震壁のスケルトン曲線について、軸応力度 σ_v に鉛直地震力を考慮した地震応答解析を実施し、発生曲げモーメント及び曲率、並びに層間変形角に対する検討を実施する。評価は建物形状を踏まえ、短辺方向であるEW方向に対して実施することとし、工認モデルのケース1で最大の曲率が発生する基準地震動S_{s-D}を代表波として評価する。

なお、サイトバンカ建物（増築部）は波及的影響評価対象であり、鉛直方向に対する地震応答解析を実施していないことから、鉛直地震力については、地震応答解析における入力が直接入力であることを踏まえ、基準地震動S_{s-D}の鉛直方向の最大加速度（547gal）を用いることとし、組合せ係数法により0.4倍して考慮する。

3. 評価結果

3.1 曲げモーメント及び曲率の確認

図 3-1 に曲率が最大となる要素の曲げスケルトン曲線のプロット図を示す。鉛直地震力を考慮しても、終局点を超えないことを確認した。

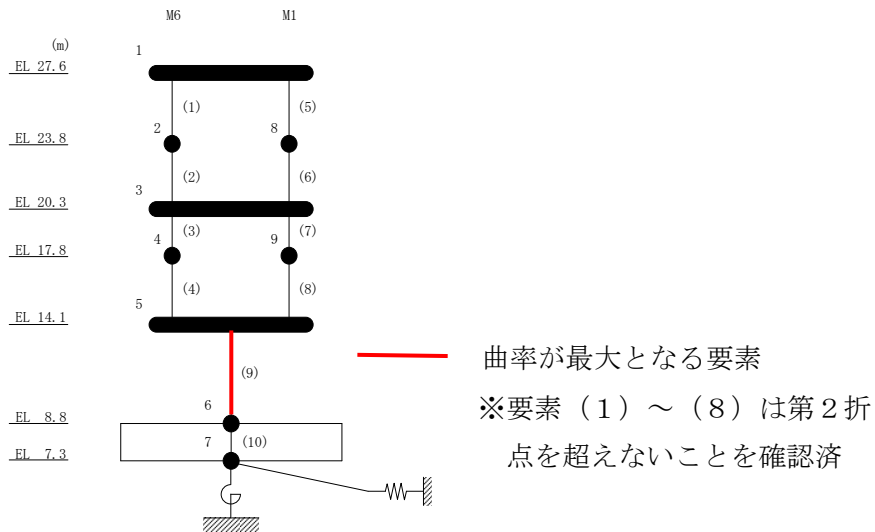
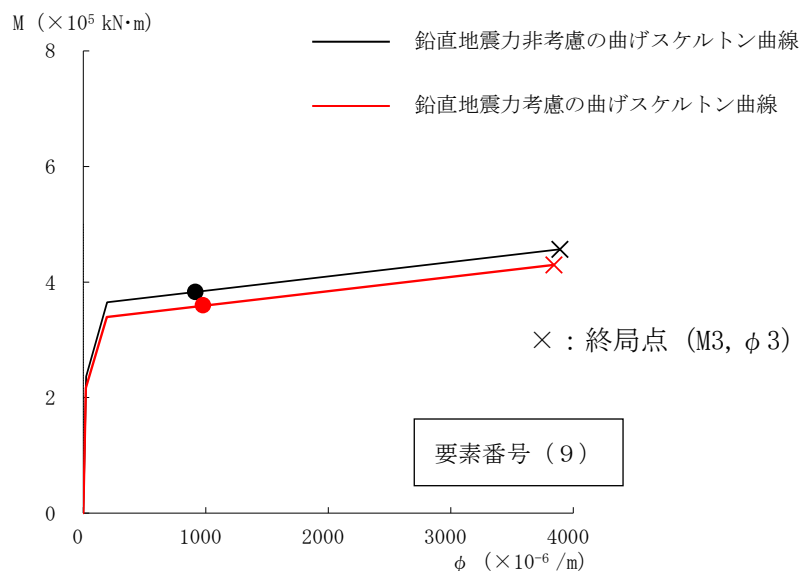


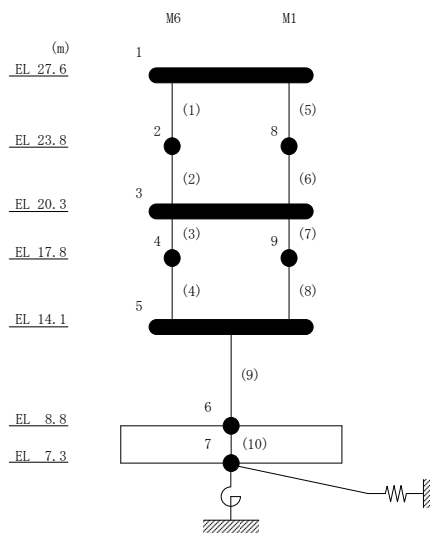
図 3-1 曲げスケルトン曲線のプロット図
(基準地震動 S s - D, ケース 1, EW 方向) (要素番号 9)

3.2 層間変形角の確認

表 3-1 に各要素の最大層間変形角を示す。鉛直地震力を考慮しても、層間変形角が「建築基準法施行令第 82 条の 2 (層間変形角)」により設定した許容限界である 1/120 を超えないことを確認した。

表 3-1 最大層間変形角一覧 (基準地震動 $S_s - D$, ケース 1, EW 方向)

部位	EL(m)	要素番号	最大層間変形角	許容値
M6	27.6~23.8	1	1/774	1/120
	23.8~20.3	2	1/748	1/120
	20.3~17.8	3	1/696	1/120
	17.8~14.1	4	1/627	1/120
M1	27.6~23.8	5	1/791	1/120
	23.8~20.3	6	1/731	1/120
	20.3~17.8	7	1/673	1/120
	17.8~14.1	8	1/641	1/120
M1-M6	14.1~8.8	9	1/800	1/120



別紙 8-1 地震応答解析モデルの違いによる最大応答曲げ
モーメントへの影響

目 次

1. 概要	別紙 8-1-1
2. 評価結果	別紙 8-1-2

1. 概要

サイトバンカ建物（増築部）の曲げによる耐震性に関して、今回工認モデルである浮上り線形SRモデル及び基礎固定モデルによる最大応答曲げモーメントの比較を行い、地震応答解析モデルの違いが最大応答曲げモーメントに与える影響を確認する。

2. 評価結果

今回工認モデルである浮上り線形SRモデル及び基礎固定モデルでの基準地震動S_s-D（ケース1，EW方向）に対する最大応答曲げモーメントの比較を図2-1に示す。地震応答解析結果は概ね同等であり，地震応答解析モデルの違いが曲げモーメントに与える影響は小さいことを確認した。

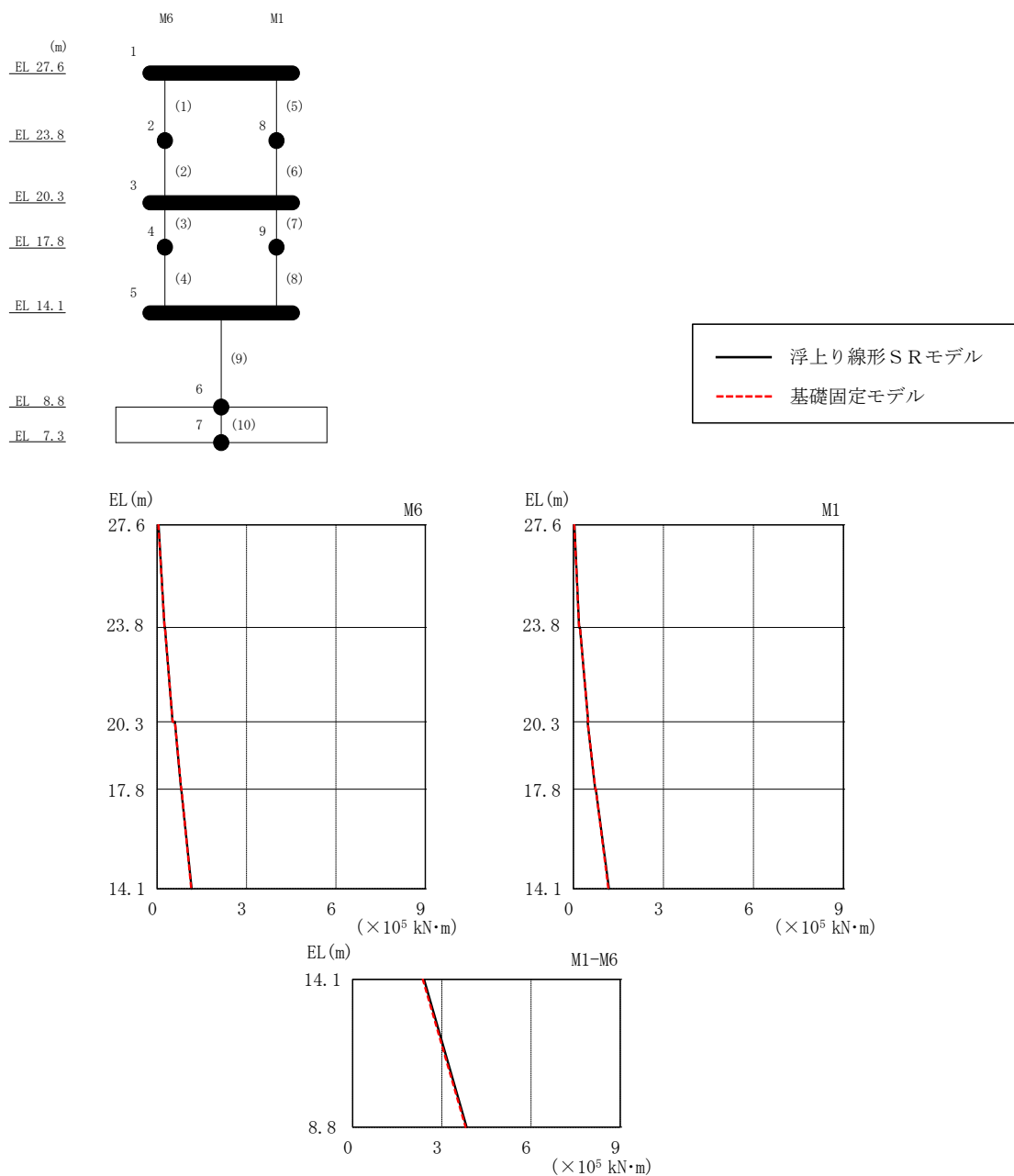


図2-1 最大応答曲げモーメントの比較（基準地震動S_s-D，ケース1，EW方向）

補足-025-18 排気筒モニタ室の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-1-6「排気筒モニタ室の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙 3 排気筒モニタ室の地震応答解析結果

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法	別紙 1-2

1. 概要

本資料は，排気筒モニタ室の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

排気筒モニタ室の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また、地震応答解析モデルを図 2-1 に、排気筒モニタ室の設置状況を図 2-2 に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

項目	内容	既工認 ^{*1}	今回工認	備考
入力地震動の算定法		—	VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」で算定した基準地震動 S_s による排気筒（筒身）の基礎上端位置の応答を入力	—
解析コード		—	NUPP4	—
建物のモデル化	モデル	—	・水平：1 質点系モデル ^{*2}	—
	材料物性	—	RC規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数，ポアソン比 $E = 2.15 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$	①
	剛性評価	—	耐震壁を考慮	—
	減衰定数	—	・水平方向：RC：5%	—
非線形特性	耐震壁	—	・水平方向：考慮	②，③

注記*1：既工認なし

*2：排気筒モニタ室は排気筒の基礎に設置されていることから 1 階床面（EL 8.8m）を固定とする。

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」（（社）日本建築学会，1999 改定）に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」（（社）日本電気協会）に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙 2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。

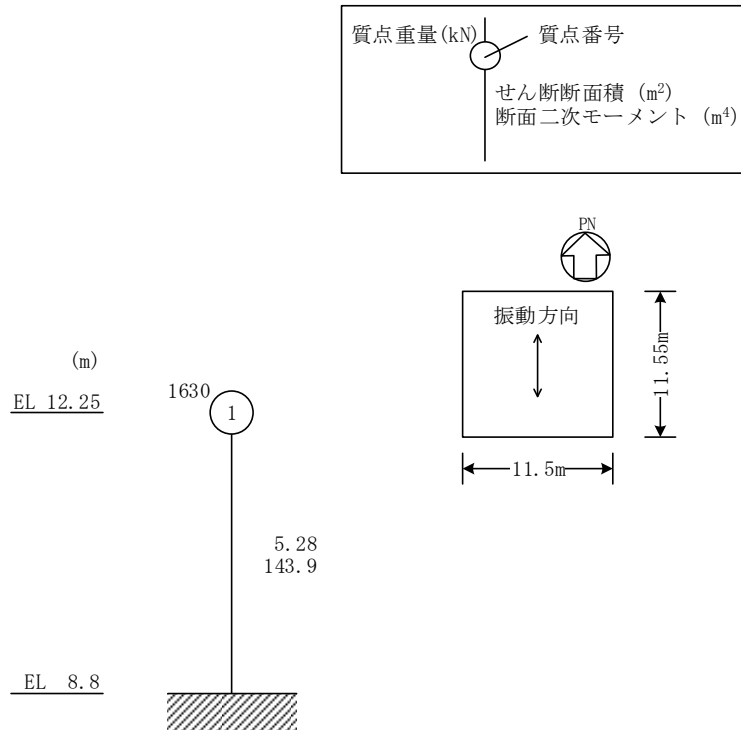


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS方向)

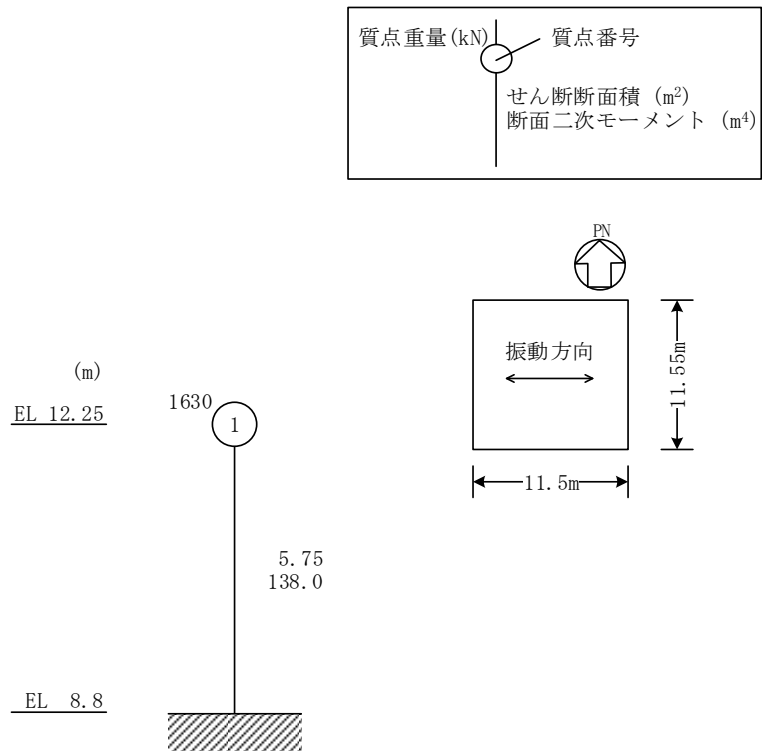


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

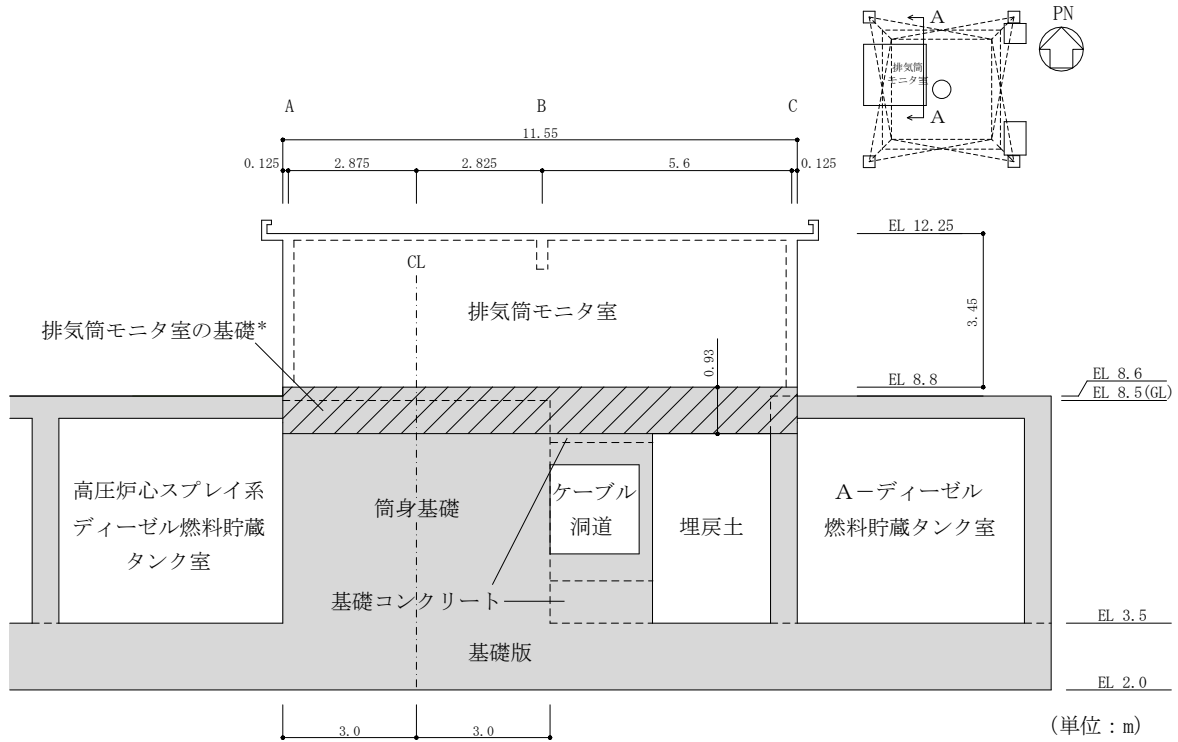


図 2-2(1) 排気筒モニタ室の設置状況 (A-A断面, NS方向)

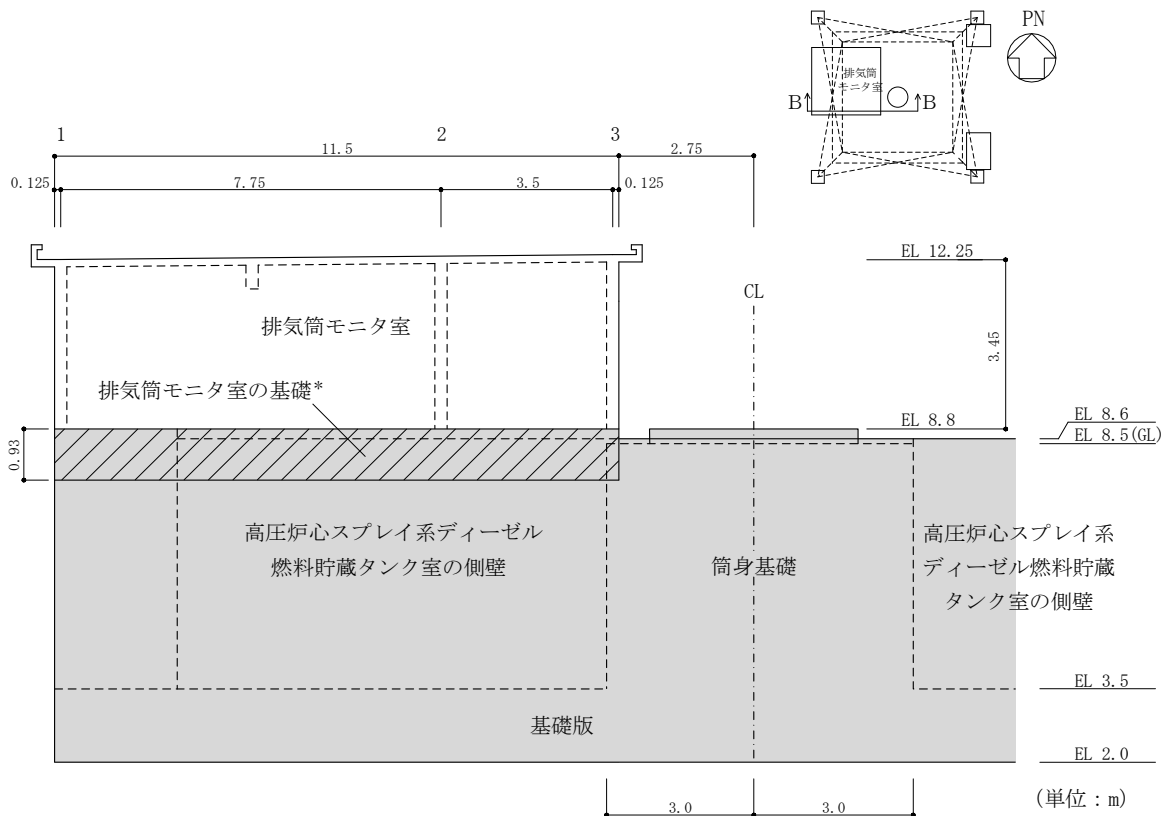


図 2-2(2) 排気筒モニタ室の設置状況 (B-B断面, EW方向)

注記* : 排気筒モニタ室の基礎は厚さ 0.93m の鉄筋コンクリート造のスラブであり, 筒身基礎及びディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁と一体構造であることから, 地震応答解析モデルについては基礎固定とする。

別紙2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

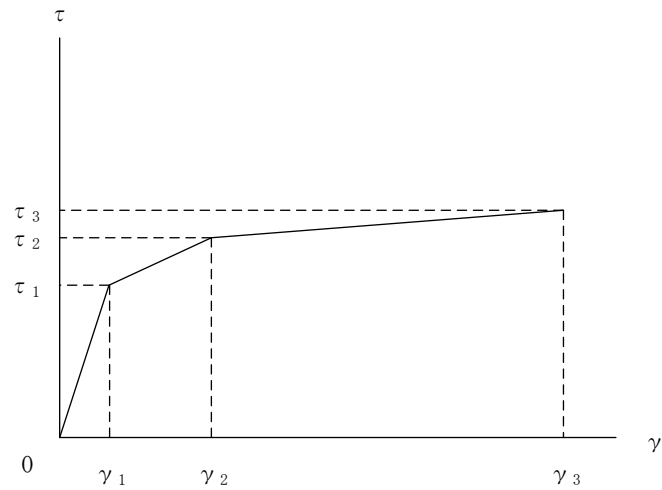
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-11

1. 概要

排気筒モニタ室については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC 造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図2-1に示す。



- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = \left(1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F c}} \right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left(3 - \frac{1.8M}{QD} \right) \sqrt{F c}$$

ただし、 $M/(QD) > 1$ のとき $M/(QD) = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot \sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

σ_v, σ_H : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

σ_y : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M/(QD)$: シアスパン比

3. せん断スケルトン曲線の設定について

3.1 水平方向モデル

水平方向は、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した1質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図3-1に示す。

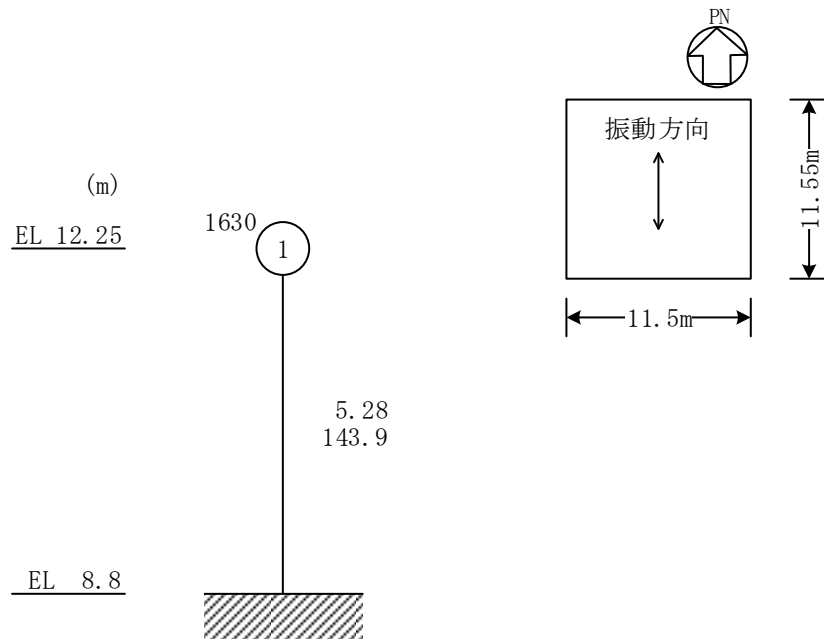
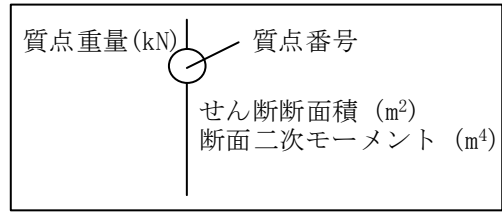


図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

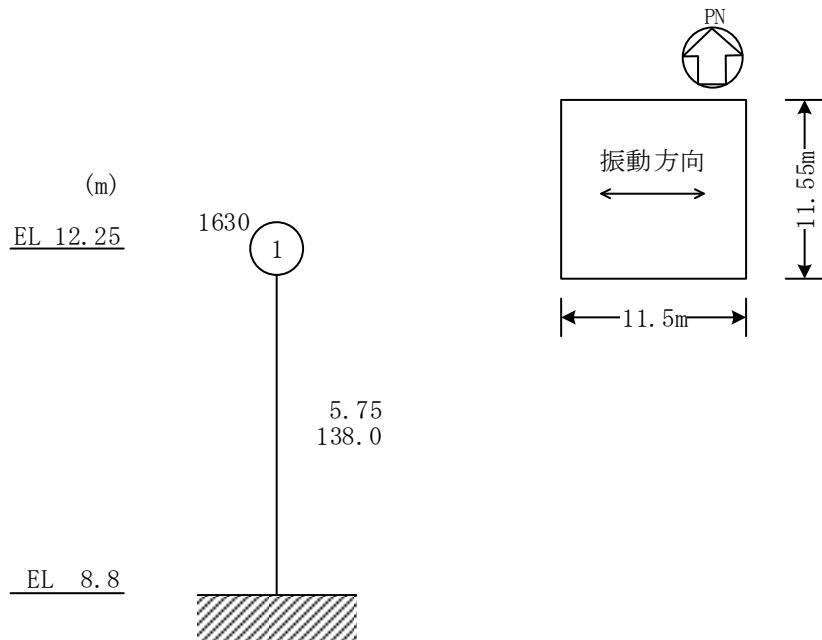
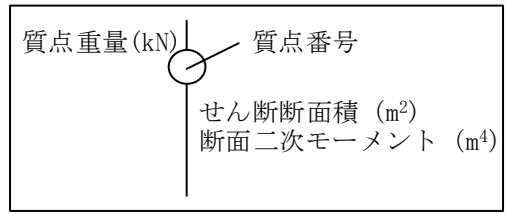


図 3-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる排気筒モニタ室の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値 (コンクリート)

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コンクリート : Fc=20.6(N/mm ²) (Fc=210(kgf/cm ²))	2.15×10 ⁴	8.98×10 ³	5

表 3-2 使用材料の物性値 (鉄筋)

使用材料	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)
鉄筋 : SD35 (SD345 相当*)	345

注記* : 建設当時の鉄筋の種類は SD35 であるが、現在の規格 (SD345) に読み替えた降伏応力度を示す。

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	20.6	8.98	5.28	0.15	1.48	0.165

表3-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (EW方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	20.6	8.98	5.75	0.15	1.48	0.165

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	2.00	0.495

表3-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (EW方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	2.00	0.495

(3) 終局点

RC 造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各要素の終局せん断応力度を算出する。 σ_H は安全側に 0.0 としている。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (NS 方向)

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	0.00508	0.00339	0.15	0.299	4.19	4.00

表 3-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW 方向)

EL (m)	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm^2)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	0.00508	0.00339	0.15	0.300	4.19	4.00

4. まとめ

排気筒モニタ室におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	1.48	2.00	4.19	0.165	0.495	4.00

表 4-2 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW 方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	1.48	2.00	4.19	0.165	0.495	4.00

別紙 3 排気筒モニタ室の地震応答解析結果

目次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-5

1. 概要

本資料は、排気筒モニタ室の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動S_sに基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

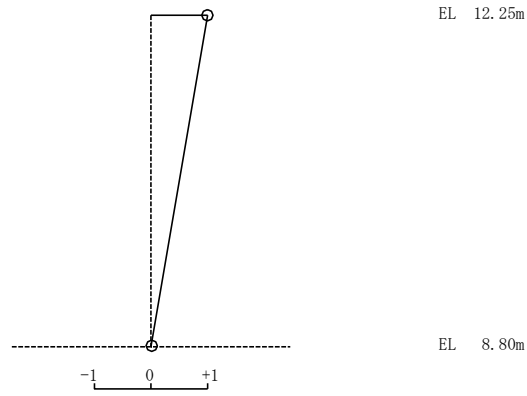
次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.023	44.43	1.000	建物 1 次

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.022	46.18	1.000	建物 1 次

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

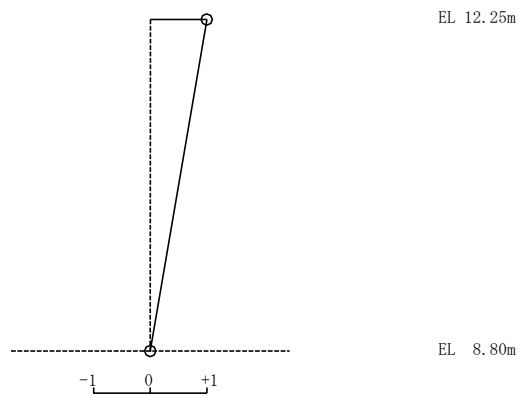
固有周期 0.023 s
固有振動数 44.43 Hz
刺激係数 1.000



1次 モード

図 2-1 刺激関数図 (NS 方向)

固有周期 0.022 s
固有振動数 46.18 Hz
刺激係数 1.000



1次 モード

図 2-2 刺激関数図 (EW 方向)

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。

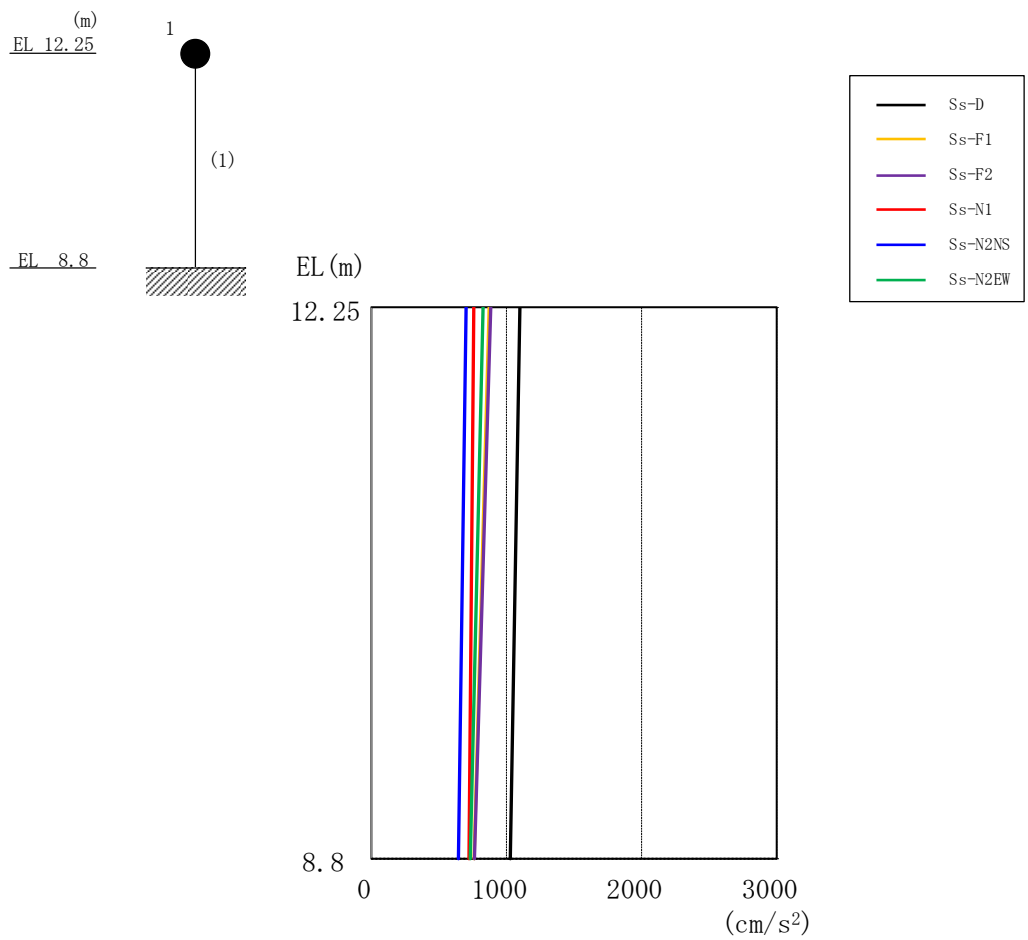


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
12.25	1	1099	871	885	758	702	828	1099

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

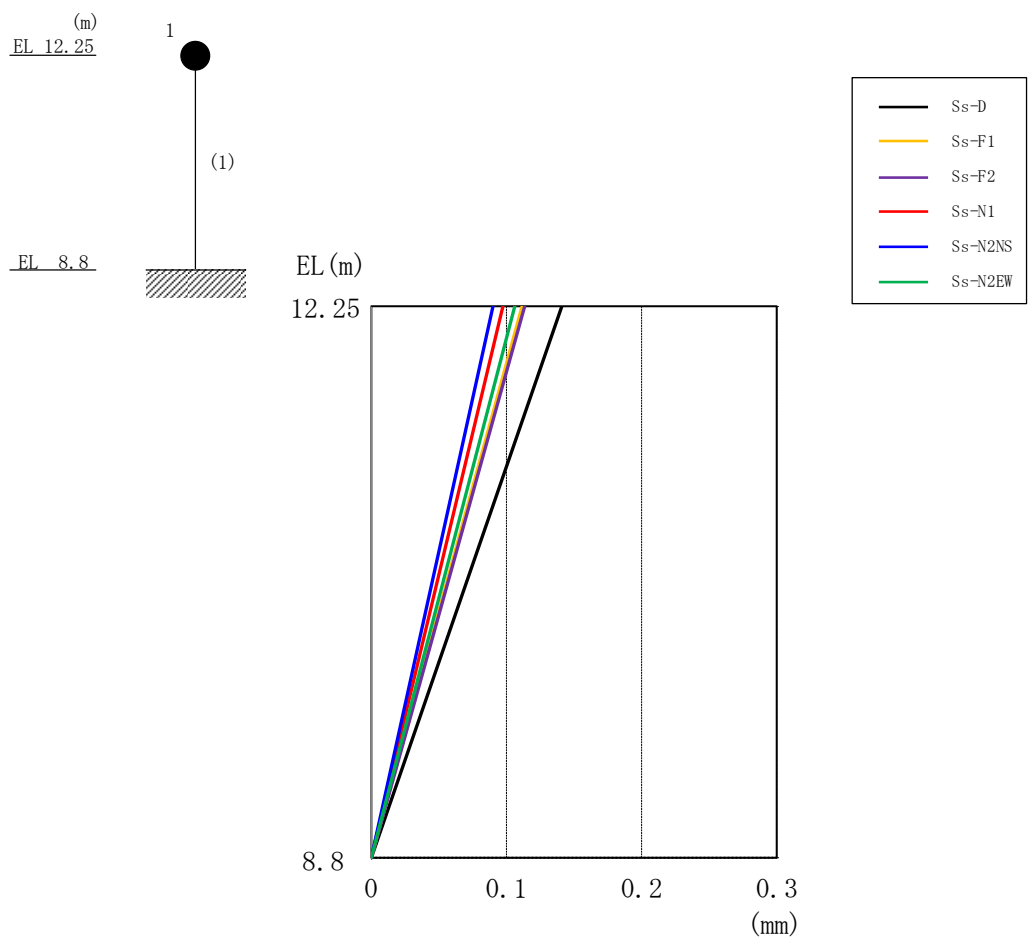


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
12.25	1	0.14	0.11	0.11	0.10	0.09	0.11	0.14

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

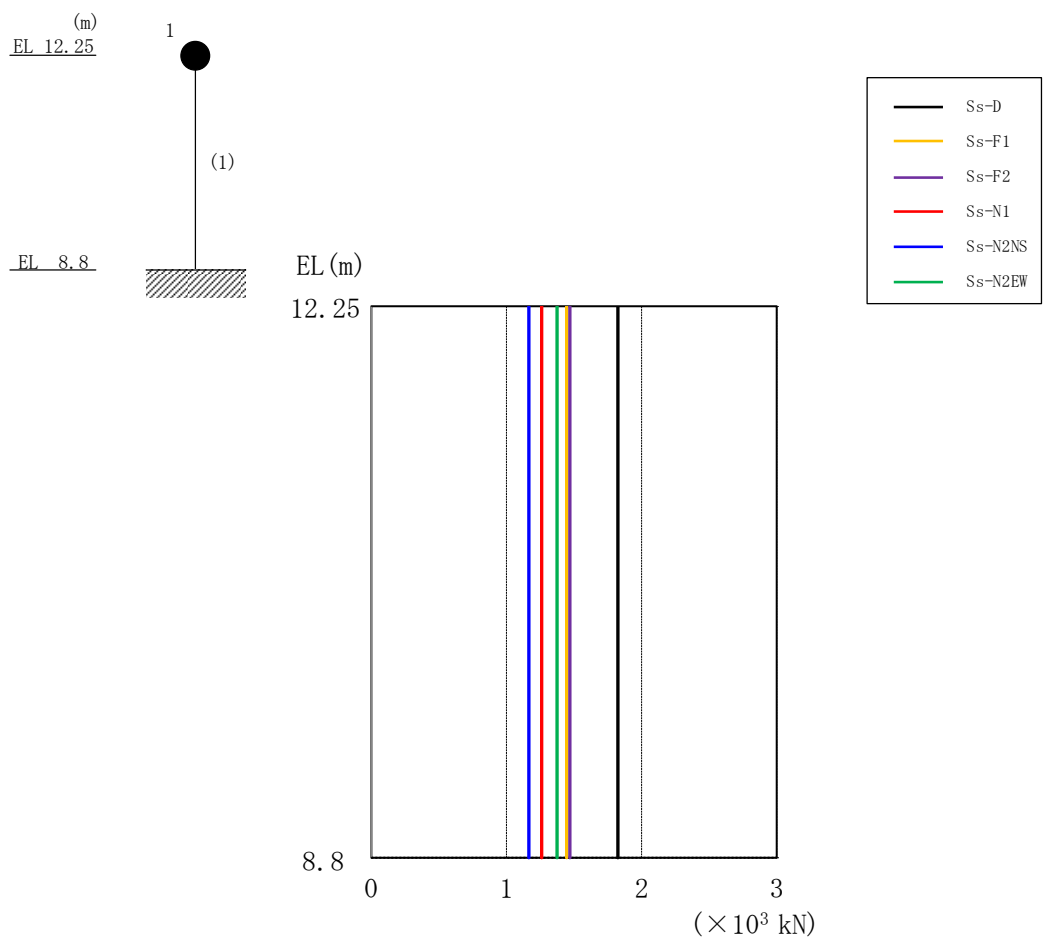


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
12.25~8.8	1	1.83	1.45	1.47	1.26	1.17	1.37	1.83

注：ハッチングは $S_s-D \sim S_s-N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

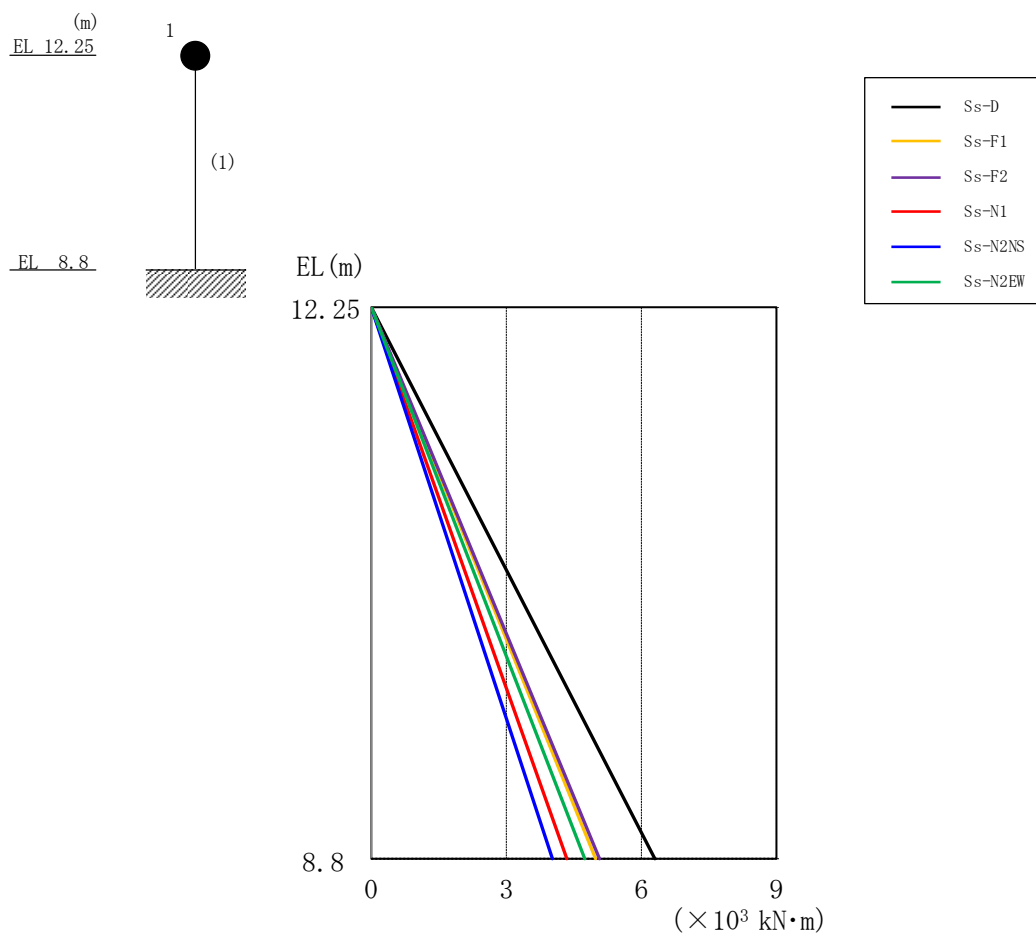


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

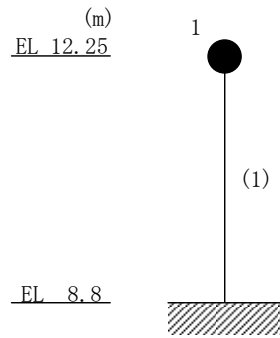
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25~8.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		6.30	4.99	5.07	4.35	4.02	4.74	6.30

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
12.25~8.8	1	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



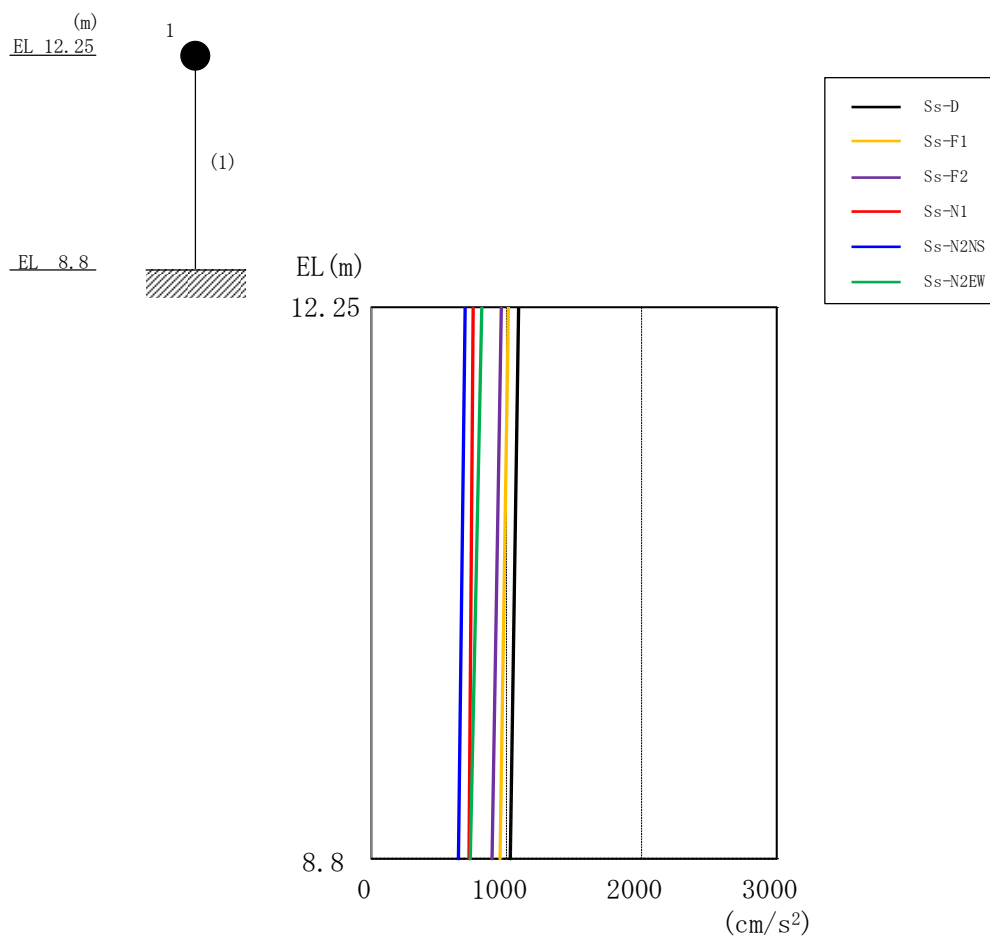


図 3-5 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，EW 方向）

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25	1	1090	1015	961	753	695	816	1090

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

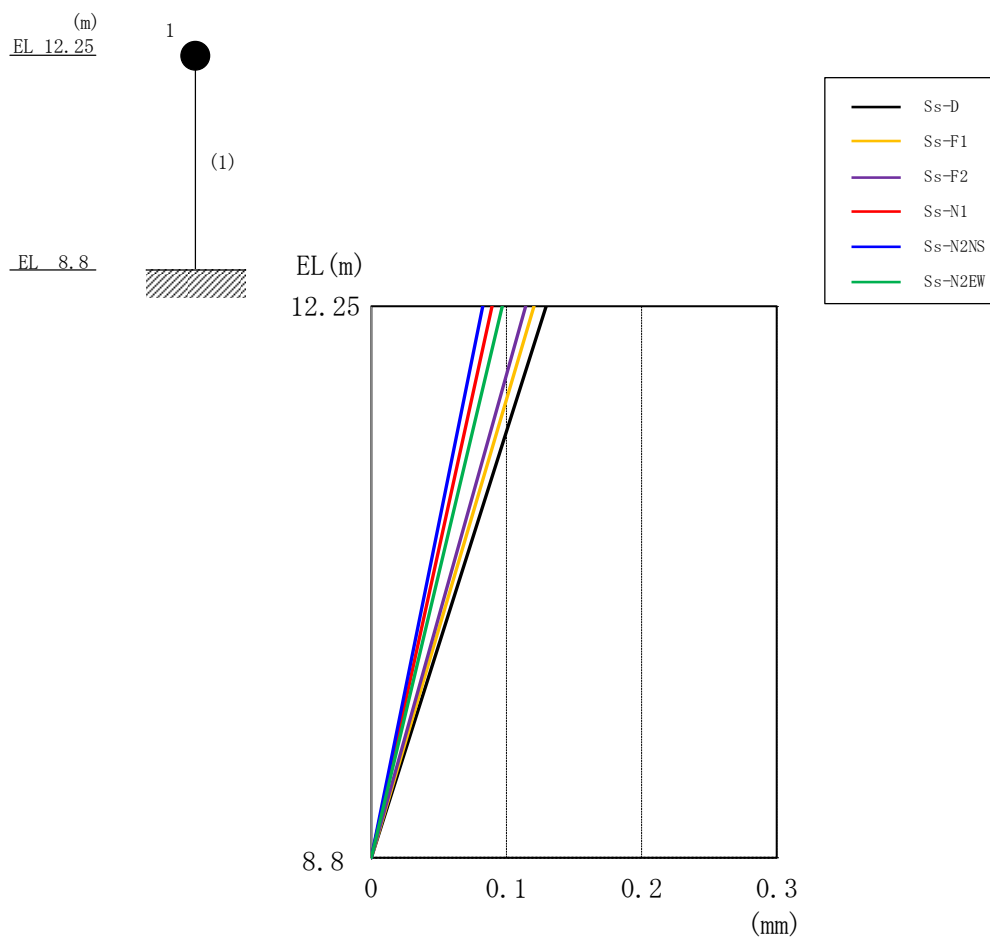


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25	1	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.10	0.13

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

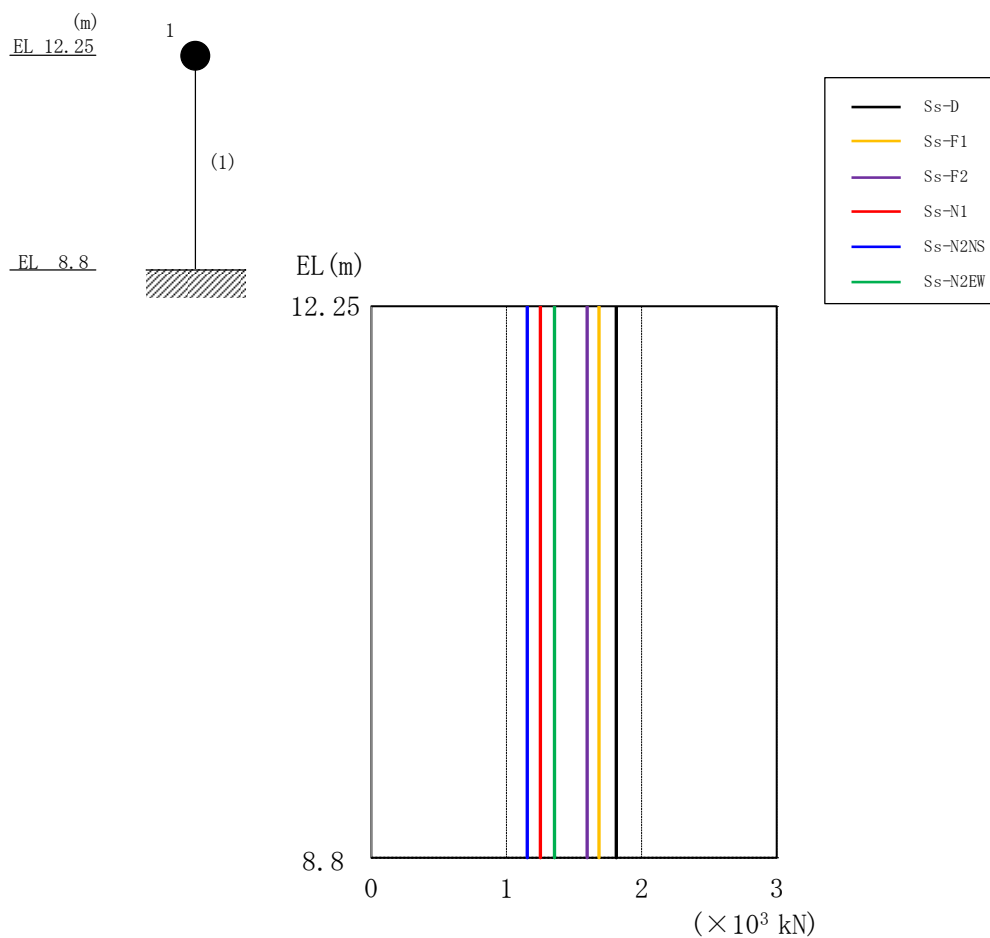


図 3-7 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，EW 方向）

表 3-8 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25~8.8	1	1.81	1.69	1.60	1.25	1.15	1.36	1.81

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

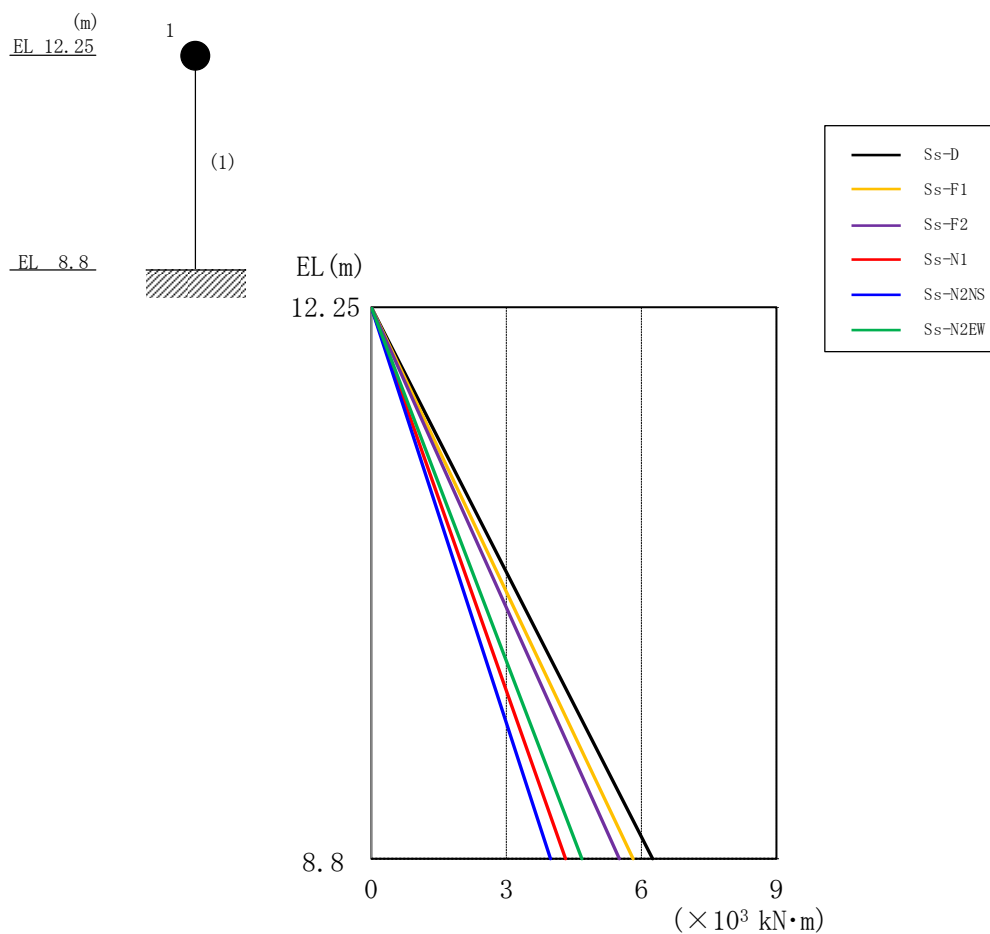


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)

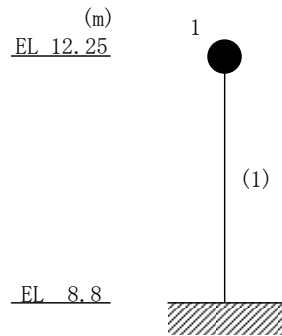
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25~8.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		6.25	5.82	5.51	4.32	3.98	4.68	6.25

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
12.25~8.8	1	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-6
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-7
4.1 検討概要	別紙 4-7
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-12
4.2.1 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-12
4.3 まとめ	別紙 4-14

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、排気筒モニタ室の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、本資料では積雪荷重との組合せを考慮したケース（以下「積雪ケース」という。）による影響についても検討する。

1.2 検討方針

建物・構築物の耐震性評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。また、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度の不確かさが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下「建物剛性」という。）の不確かさ要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建物・構築物の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。また、積雪荷重との組合せを考慮した場合についても考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（（社）日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 建物剛性の不確かさ

建物剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトン曲線の設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、建物・構築物の応答評価において、建物剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

排気筒モニタ室は、排気筒の基礎に設置されており1階床面（EL 8.8m）を固定とした地震応答解析モデルにより評価を実施するため地盤ばねの変動はなく、また、地盤物性のばらつきに伴う排気筒の基礎からの入力地震動による影響は小さい。よって、排気筒モニタ室の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮しない。

2.3 積雪荷重との組合せ

VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、排気筒モニタ室を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、排気筒モニタ室の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの質点系モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙 4-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図 3-1 に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 積雪荷重との組合せの設定

地震荷重と組み合わせる積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して算出する。

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、積雪荷重との組合せを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが建物の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

積雪荷重との組合せを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。

検討ケースを表 4-1 に、排気筒モニタ室の地震応答解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表 4-1 検討ケース

検討ケース	建物剛性	地盤物性	備考
	コンクリート強度		
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	—	基本ケース
ケース 2 (積雪)	設計基準強度	—	積雪荷重との 組合せを考慮

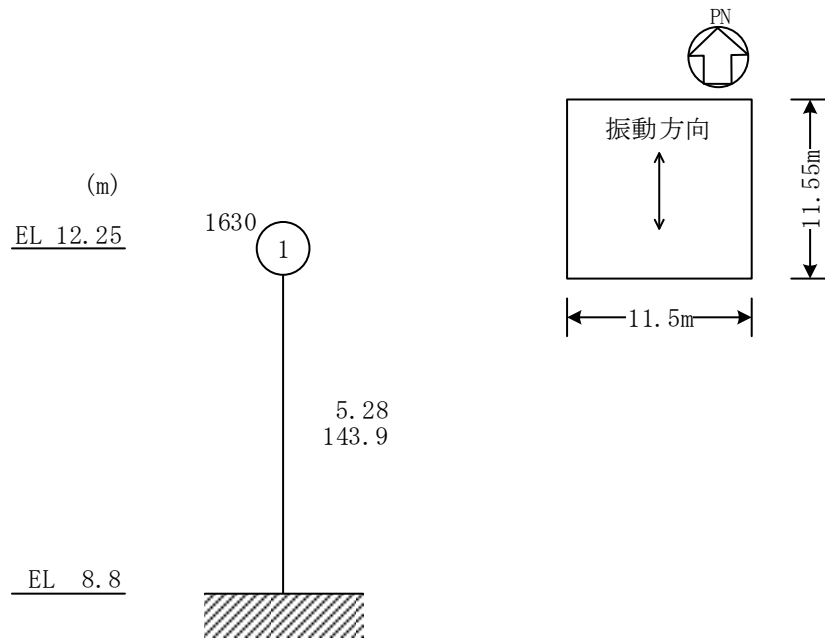
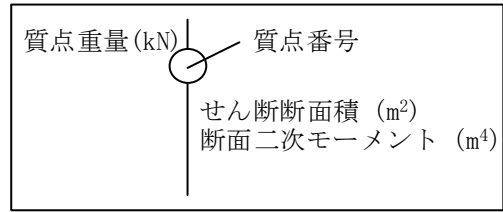


図 4-1(1) 排気筒モニタ室の地震応答解析モデル (ケース 1) (NS 方向)

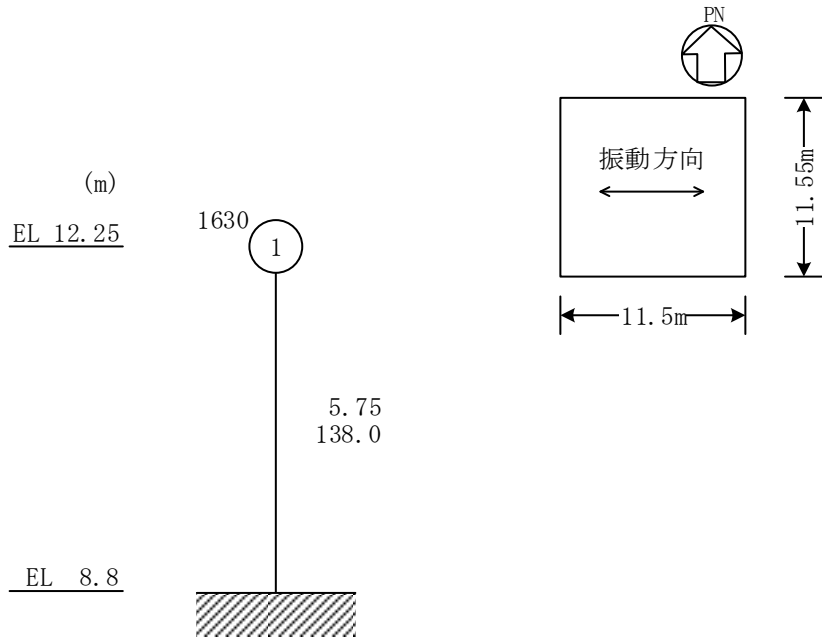
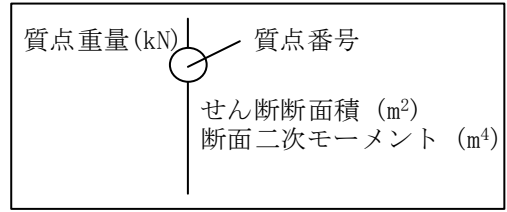


図 4-1(2) 排気筒モニタ室の地震応答解析モデル (ケース 1) (EW方向)

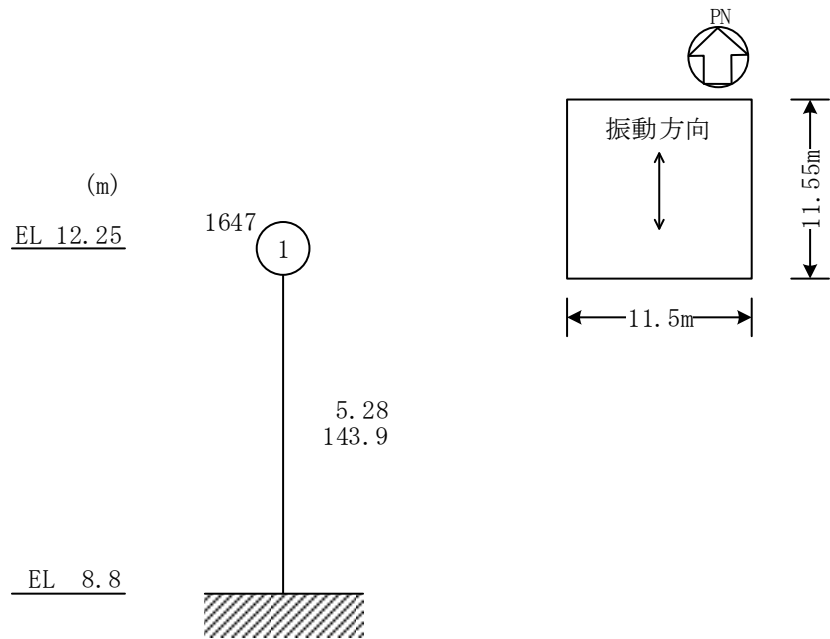
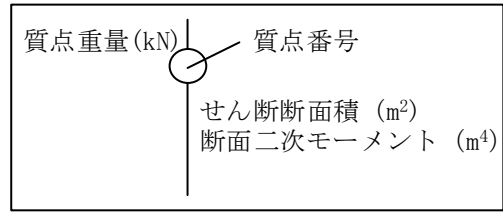


図 4-2(1) 排気筒モニタ室の地震応答解析モデル (ケース 2) (NS 方向)

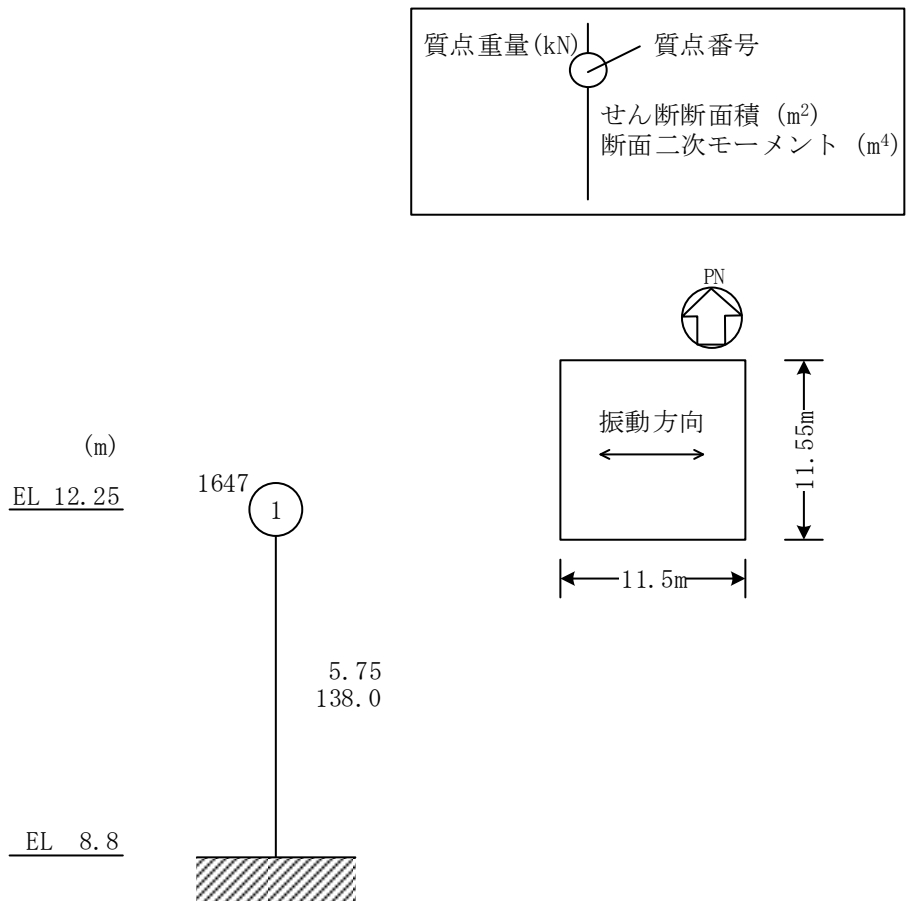


図 4-2(2) 排気筒モニタ室の地震応答解析モデル (ケース 2) (EW方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施し、積雪ケース（ケース 2）と基本ケース（ケース 1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙 4-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2、刺激関数図を図 4-3～図 4-4 に示す。

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、-1%程度である。

表 4-2 固有値解析結果の比較（ケース 1 及びケース 2）

(a) N S 方向

（単位：Hz）

次数	ケース 1	ケース 2
1	44.43	44.20 (0.99)

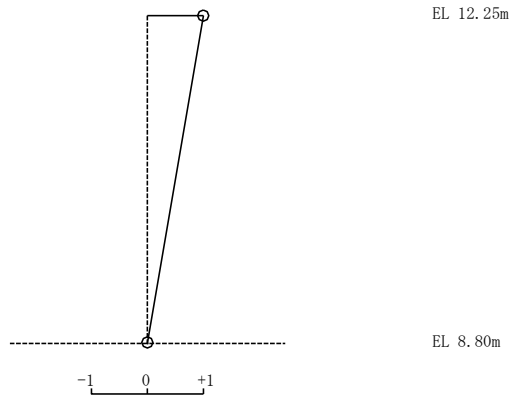
(b) E W 方向

（単位：Hz）

次数	ケース 1	ケース 2
1	46.18	45.94 (0.99)

注：（ ）内は基本ケース（ケース 1）に対する比率

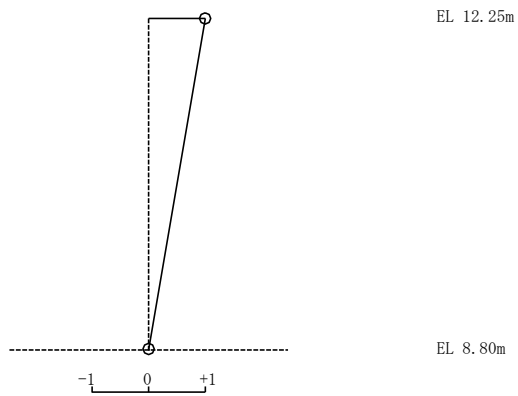
固有周期 0.023 s
 固有振動数 44.20 Hz
 刺激係数 1.000



1次 モード

図 4-3 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向)

固有周期 0.022 s
 固有振動数 45.94 Hz
 刺激係数 1.000



1次 モード

図 4-4 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向)

4.3 まとめ

積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合の固有振動数は、やや小さくなる傾向であり、1%小さくなった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-14

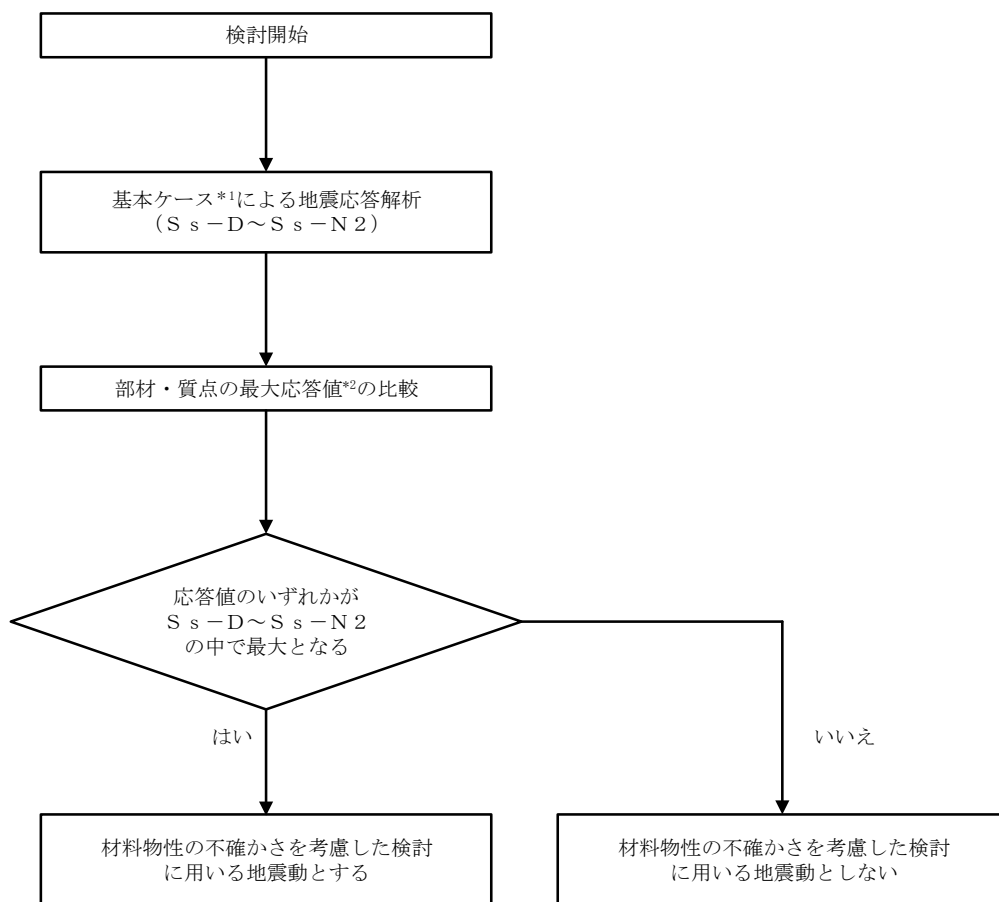
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s ごとの基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より、部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度

*2：応答値は、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

排気筒モニタ室における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。排気筒モニタ室建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表 3-1～表 3-10 に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 $S_s - D$ による応答値が、 $S_s - D \sim S_s - N2$ の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
12.25	1	1099	871	885	758	702	828	1099

注：ハッチングは $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

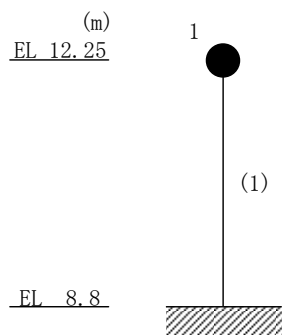


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , N S 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
12.25	1	0.14	0.11	0.11	0.10	0.09	0.11	0.14

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

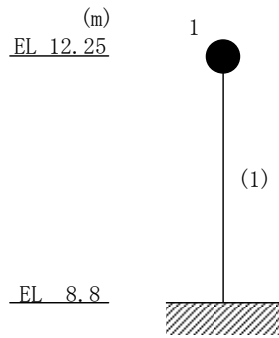


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
12.25~8.8	1	1.83	1.45	1.47	1.26	1.17	1.37	1.83

注：ハッチングは $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

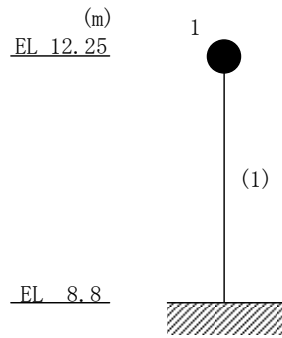


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25~8.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		6.30	4.99	5.07	4.35	4.02	4.74	6.30

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

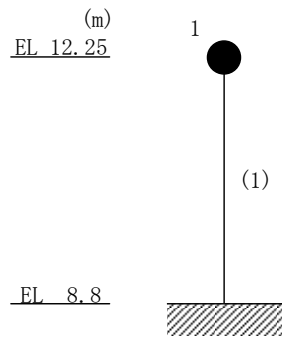


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
12.25~8.8	1	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

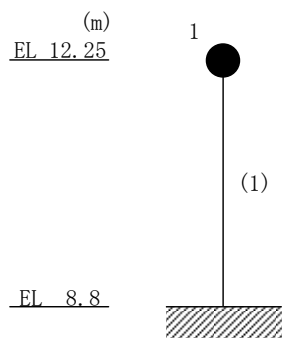


表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
12.25	1	1090	1015	961	753	695	816	1090

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

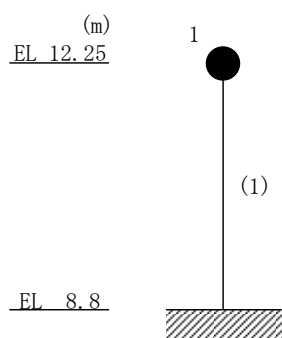


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
12.25	1	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.10	0.13

注：ハッチングは S_s -D \sim S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

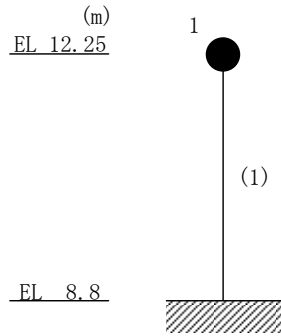


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
12.25~8.8	1	1.81	1.69	1.60	1.25	1.15	1.36	1.81

注：ハッチングは $S_s-D \sim S_s-N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

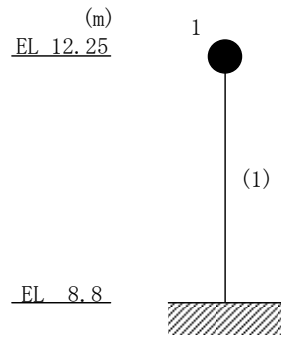


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN・m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
12.25~8.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		6.25	5.82	5.51	4.32	3.98	4.68	6.25

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

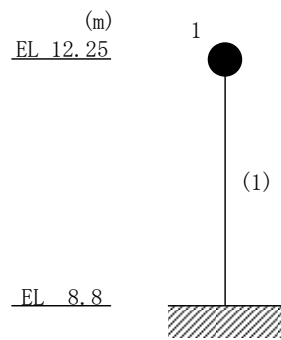
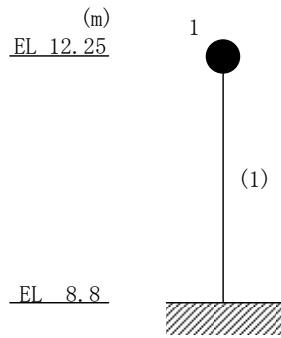


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
12.25~8.8	1	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04

注：ハッチングは $S_s - D \sim S_s - N2EW$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-6 「排気筒モニタ室の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
排気筒モニタ室	基準地震動 S_s
	$S_s - D$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-2

1. 概要

本資料は、排気筒モニタ室の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-10 及び表 2-1～表 2-8 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 2 として示す。

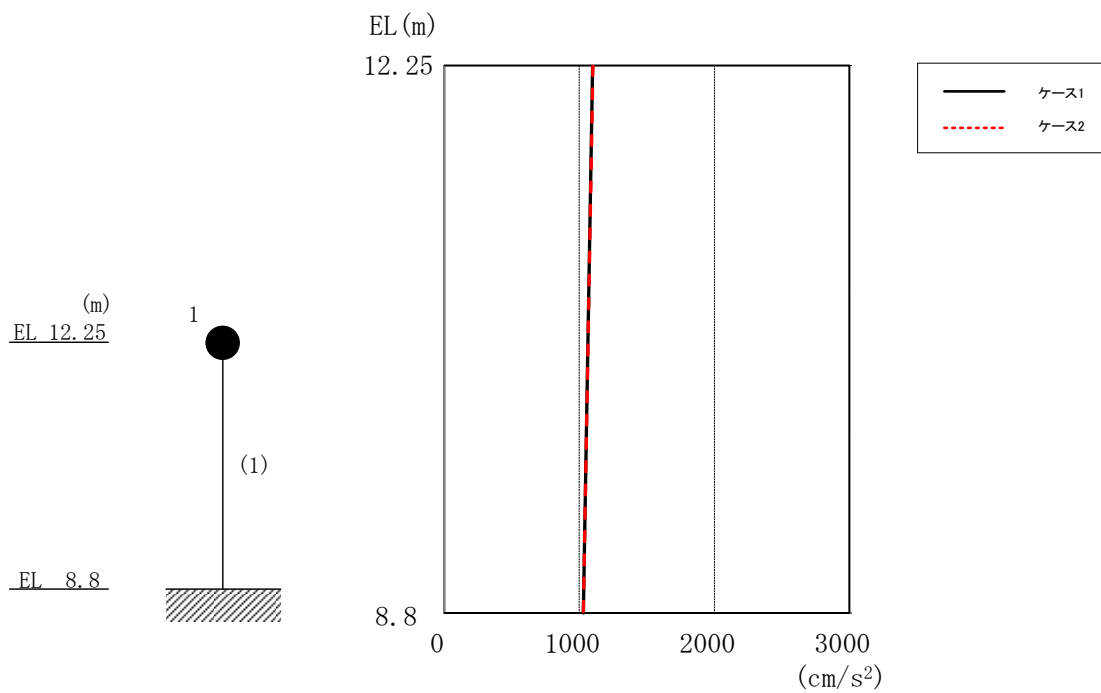


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s -D, N S 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
		ケース1	ケース2
12.25	1	1099	1100

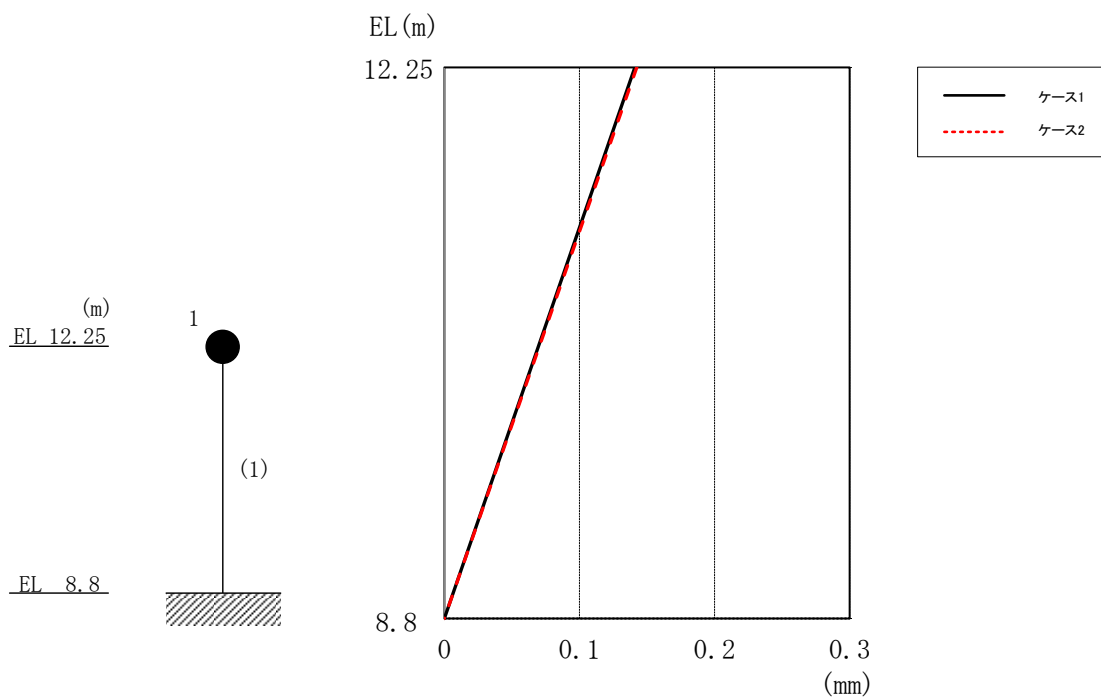


図 2-2 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

表 2-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース2
12.25	1	0.14	0.14

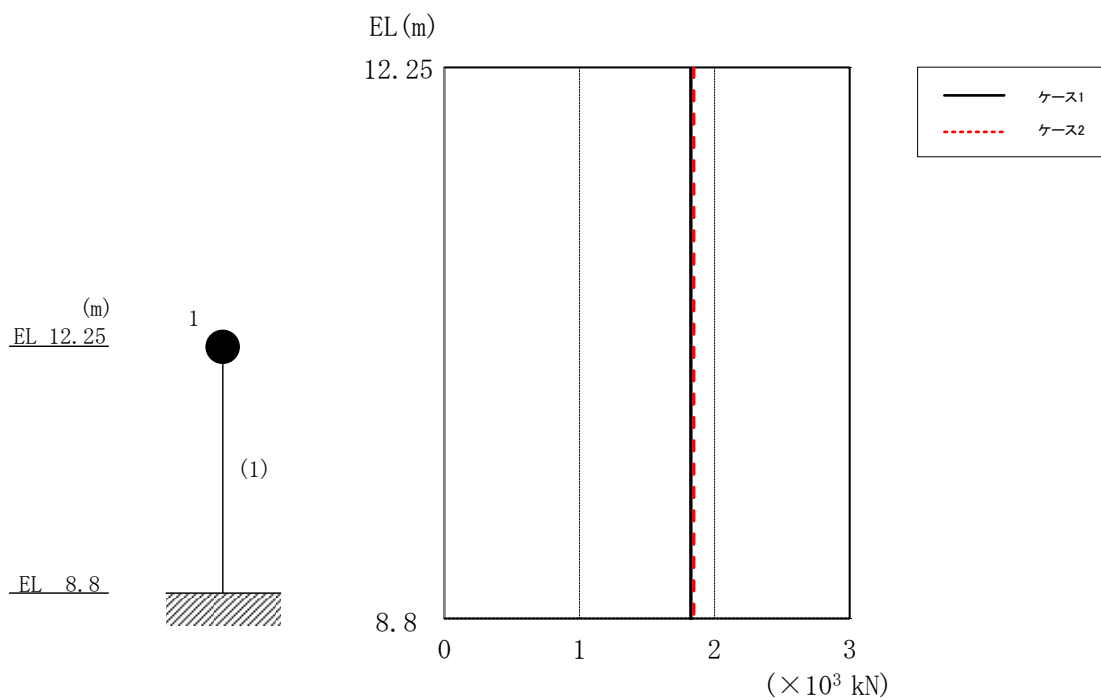


図 2-3 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)	
		ケース1	ケース2
12.25~8.8	1	1.83	1.85

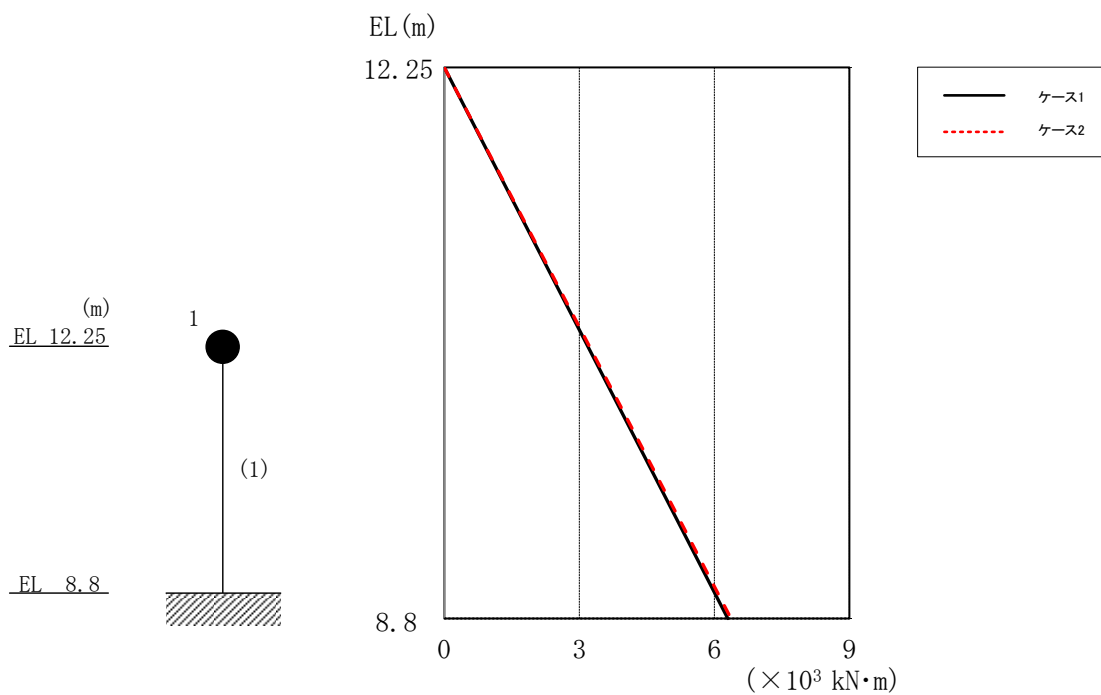


図 2-4 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S s - D, N S 方向）

表 2-4 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S s - D, N S 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^3 \text{ kN}\cdot\text{m}$)	
		ケース1	ケース2
12.25~8.8	1	0.00	0.00
		6.30	6.37

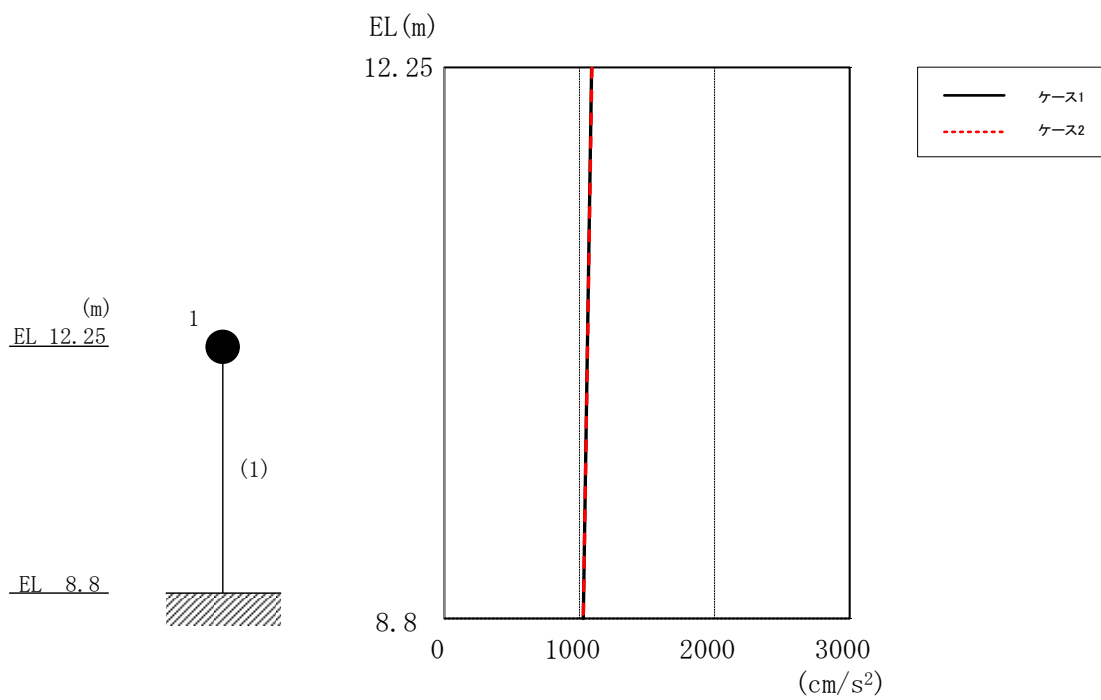


図 2-5 最大応答加速度 (基準地震動 S s -D, EW 方向)

表 2-5 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s -D, EW 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
		ケース1	ケース2
12.25	1	1090	1092

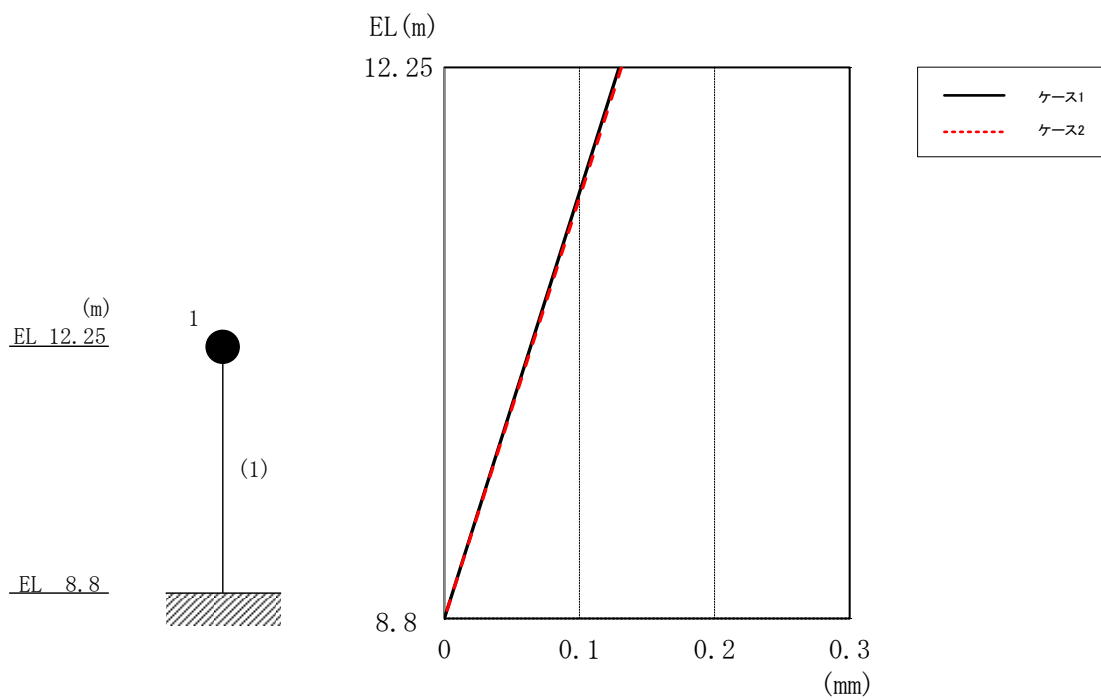


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-6 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース2
12.25	1	0.13	0.13

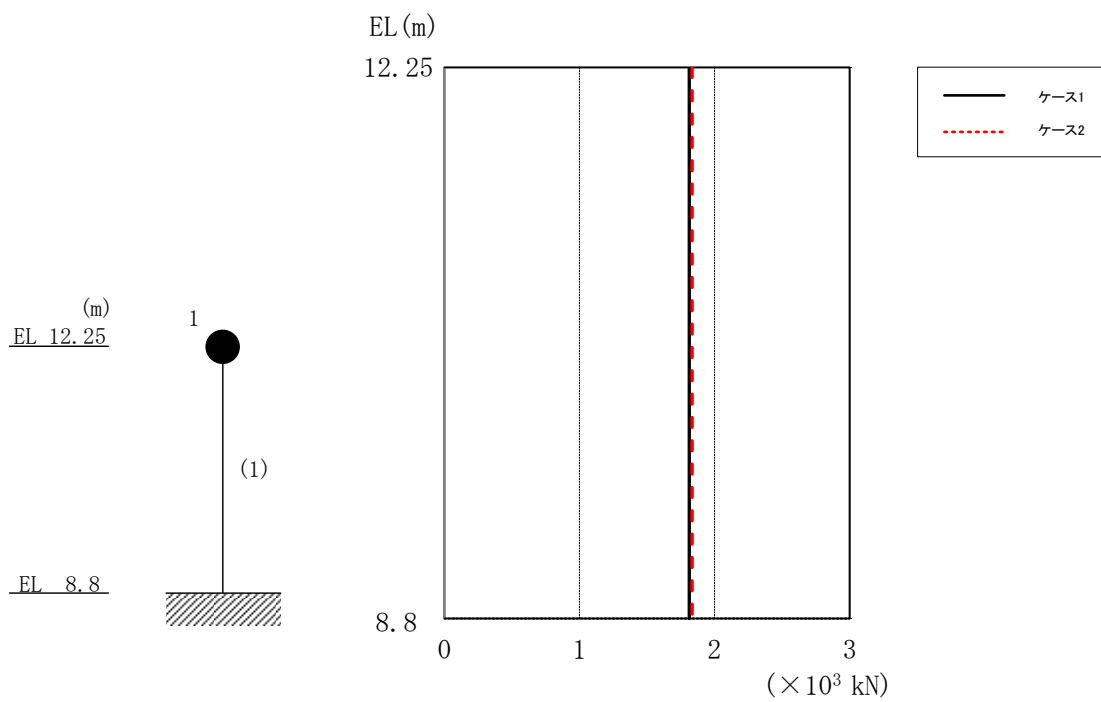


図 2-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-7 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)	
		ケース1	ケース2
12.25~8.8	1	1.81	1.83

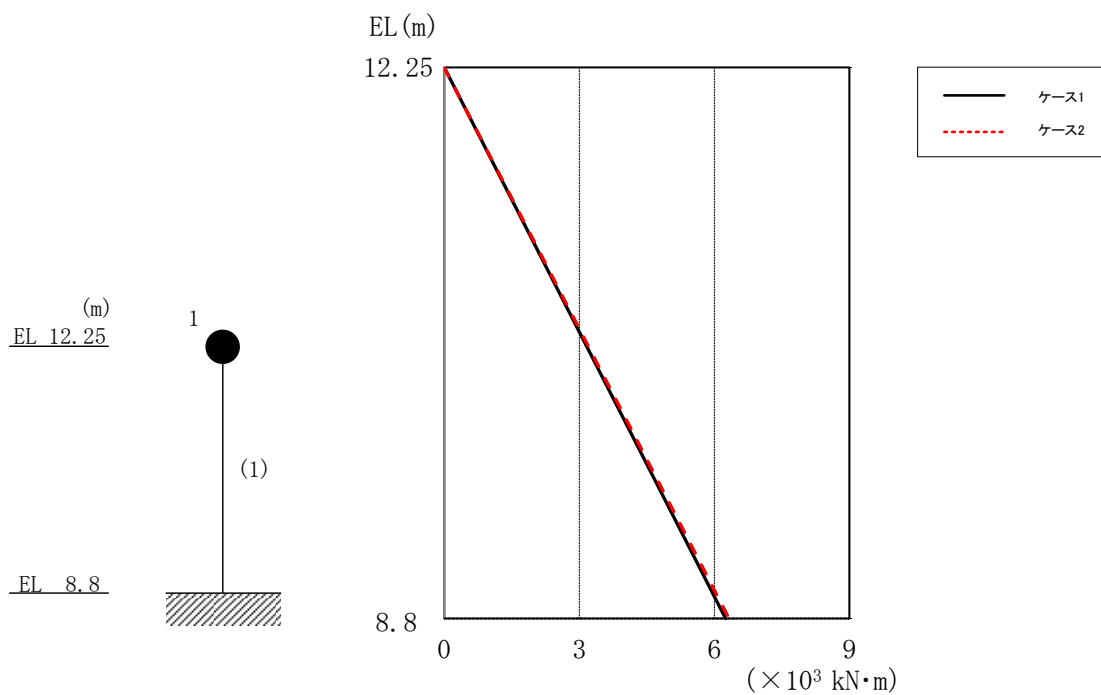
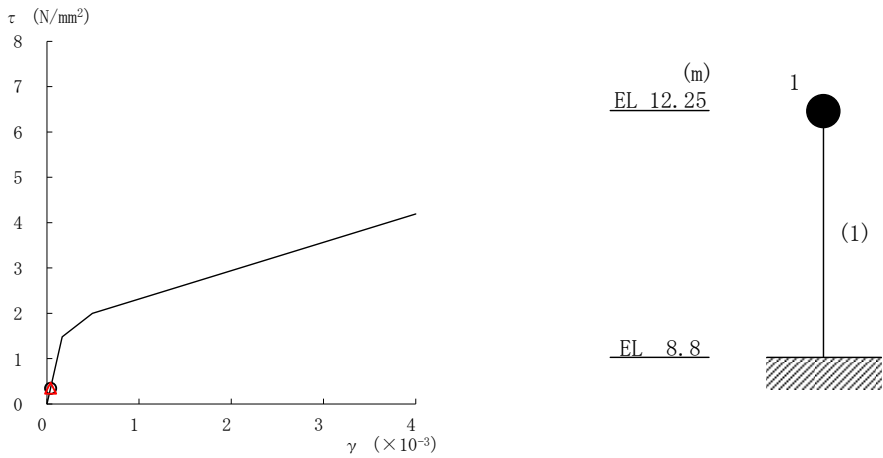


図 2-8 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S s - D, EW方向）

表 2-8 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S s - D, EW方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^3 \text{ kN}\cdot\text{m}$)	
		ケース1	ケース2
12.25~8.8	1	0.00	0.00
		6.25	6.32

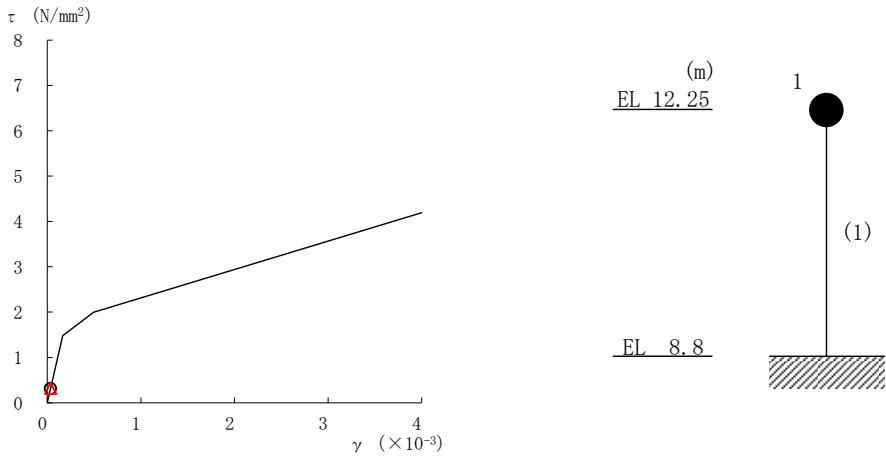
○ ケース 1 △ ケース 2



要素番号 (1)

図 2-9 せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, N S 方向)

○ ケース 1 △ ケース 2



要素番号 (1)

図 2-10 せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S s - D, E W 方向)

補足-025-19 1号機排気筒の耐震性についての計算書
に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-2「1号機排気筒の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙2 1号機排気筒の地震応答解析結果

別紙3 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の
解析モデル及び手法の比較

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法の比較	別紙 1-2
2.1 SI 単位系への単位換算による変更	別紙 1-5
2.2 既工認モデルと今回工認モデルの比較	別紙 1-5

1. 概要

本資料は、1号機排気筒の既工認時及び今回工認時の地震応答解析モデル及び手法の比較を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

1号機排気筒の地震応答解析モデル及び手法の比較を表2-1に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図2-1に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、建設工認時のものである。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法の比較

項目	内容	既工認 ^{*1}	今回工認	備考
入力地震動の算定法	水平	基礎下端に直接入力	一次元波動論により算定	—
	鉛直	— ^{*2}	一次元波動論により算定	—
解析コード		(工認図書に記載なし)	f a p p a s e	—
排気筒のモデル化	モデル	・水平：鉄塔部及び筒身部を一体とした1軸多質点系モデル ・鉛直：応答解析を実施せず	・立体架構モデル	①
	材料物性	(工認図書に記載なし)	検討時の規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数及びポアソン比 $E = 2.20 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$ ・鋼材のヤング係数及びポアソン比 $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.3$	②, ③
	要素分割	(工認図書に記載なし)	・はり要素 鉄塔部 (支柱材, 水平材), 筒身部及び基礎 ・トラス要素 斜材	—
	減衰定数	・水平方向：筒身部：2% 鉄塔部：2%	・筒身部：1% ・鉄塔部：2% ・RC (基礎)：5%	—
	減衰	(工認図書に記載なし)	・剛性比例型	—
	筒身支持点	EL 113.5m, EL 89.5m, EL 59.5m, EL 37.5m	同左	—
地盤のモデル化	底面ばね	・水平方向：考慮せず (基礎固定)	振動アドミッタンス理論に基づく近似法 ・水平ばね, 回転ばね及び鉛直ばねを考慮	④
	側面ばね	・水平方向：考慮せず	同左	—
非線形特性	底面ばね	・水平方向：考慮せず	同左	—

注記*1：島根原子力発電所第1号機『工事計画認可申請書第3回 III添付資料1の3「排気筒の耐震性についての計算書」(45公第4651号昭和45年7月8日認可)』

*2：既工認は、水平方向のみ地震応答解析を実施

【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① 既工認時は鉄塔部と筒身部を一体とした1軸多質点系モデルであったが、立体架構モデルに変更。
- ② コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 1999改定)に基づく。
- ③ 鋼材のヤング係数及びポアソン比は、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 2005改定)に基づく。
- ④ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。

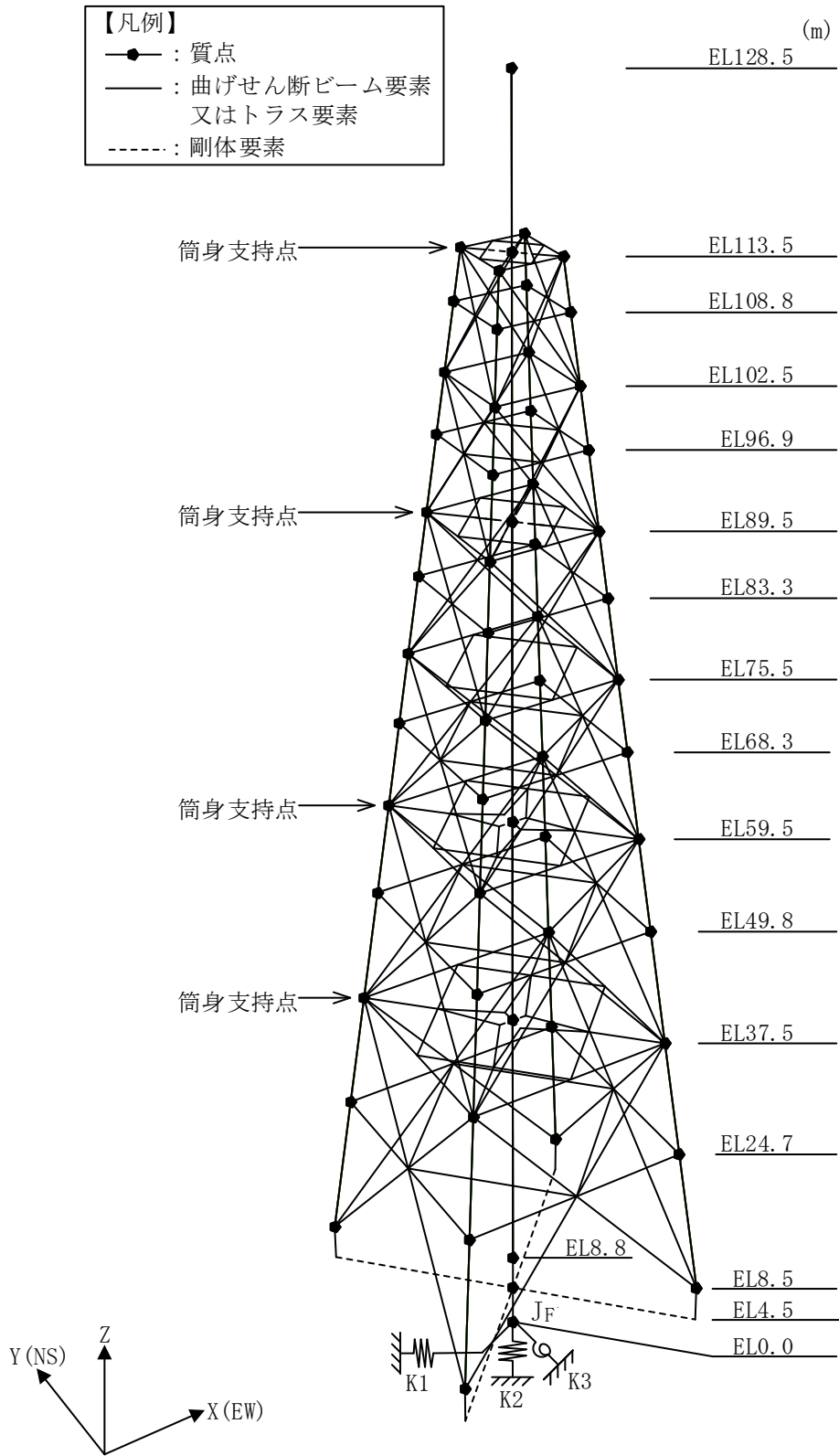


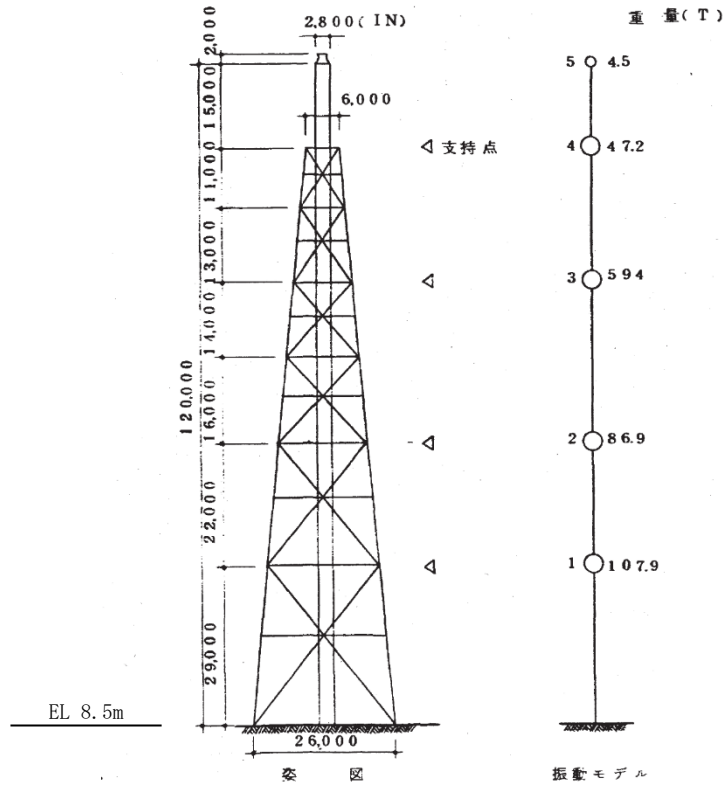
図 2-1 地震応答解析モデル

2.1 SI 単位系への単位換算による変更

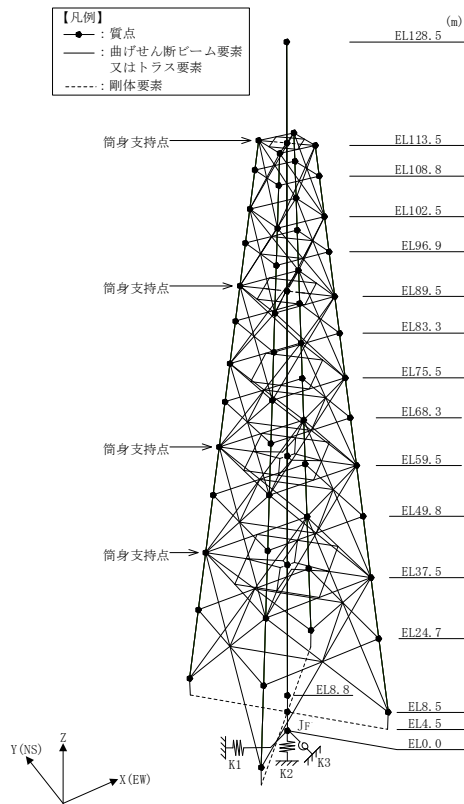
既工認モデルでは重力単位系による重量を用いていたが、今回工認モデルでは SI 単位系へ単位換算する。

2.2 既工認モデルと今回工認モデルの比較

既工認モデル及び今回工認の地震応答解析モデルの比較を図 2-2 に示す。



(a) 既工認モデル



(b) 今回工認モデル

図 2-2 地震応答解析モデルの比較

別紙 2 1号機排気筒の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 2-1
2. 固有値解析結果	別紙 2-2
3. 地震応答解析結果	別紙 2-4

1. 概要

本資料は、1号機排気筒の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動S_sに基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 に示す。刺激関数図を図 2-1 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「f a p p a s e」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*			備考
			X方向	Y方向	Z方向	
1	0.742	1.347	-0.708	1.710	0.000	水平Y方向 1次
2	0.742	1.347	-1.710	-0.708	0.000	水平X方向 1次
3	0.289	3.466	-0.739	1.784	0.000	水平Y方向 2次
4	0.289	3.466	-1.784	-0.739	0.000	水平X方向 2次

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

T_i : i 次の固有周期

β_{xi} : X方向の i 次の刺激係数

β_{yi} : Y方向の i 次の刺激係数

β_{zi} : Z方向の i 次の刺激係数

$T_1 = 0.742$

$\beta_{x1} = -0.708$

$\beta_{y1} = 1.710$

$\beta_{z1} = 0.000$

$T_2 = 0.742$

$\beta_{x2} = -1.710$

$\beta_{y2} = -0.708$

$\beta_{z2} = 0.000$

$T_1 = 0.289$

$\beta_{x3} = -0.739$

$\beta_{y3} = 1.784$

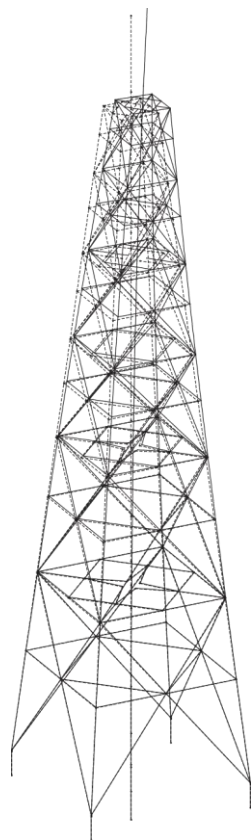
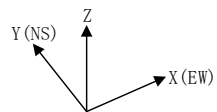
$\beta_{z3} = 0.000$

$T_1 = 0.289$

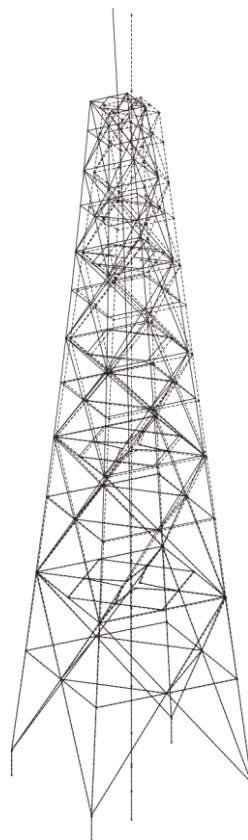
$\beta_{x4} = -1.784$

$\beta_{y4} = -0.739$

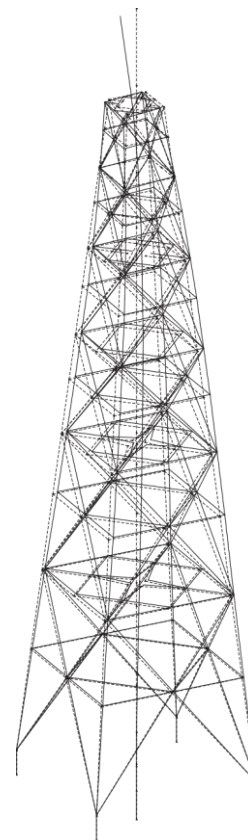
$\beta_{z4} = 0.000$



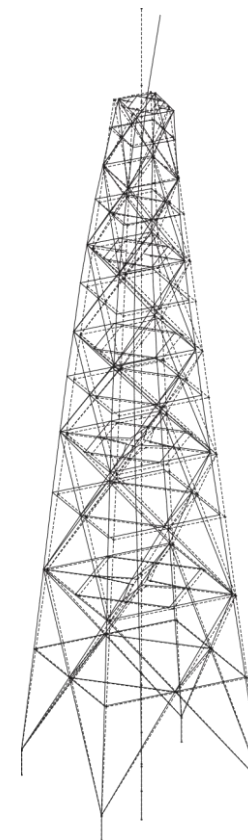
水平Y方向 1次



水平X方向 1次



水平Y方向 2次

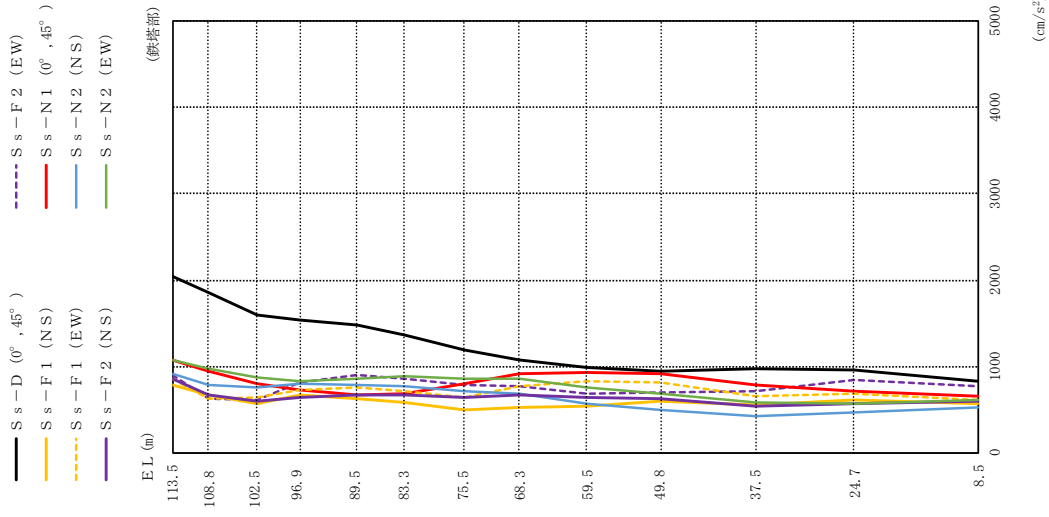


水平X方向 2次

図 2-1 刺激関数図

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1 及び図 3-2 に示す。また、鉄塔部及び筒身部の頂部変位による最大変形角を表 3-1 に示す。



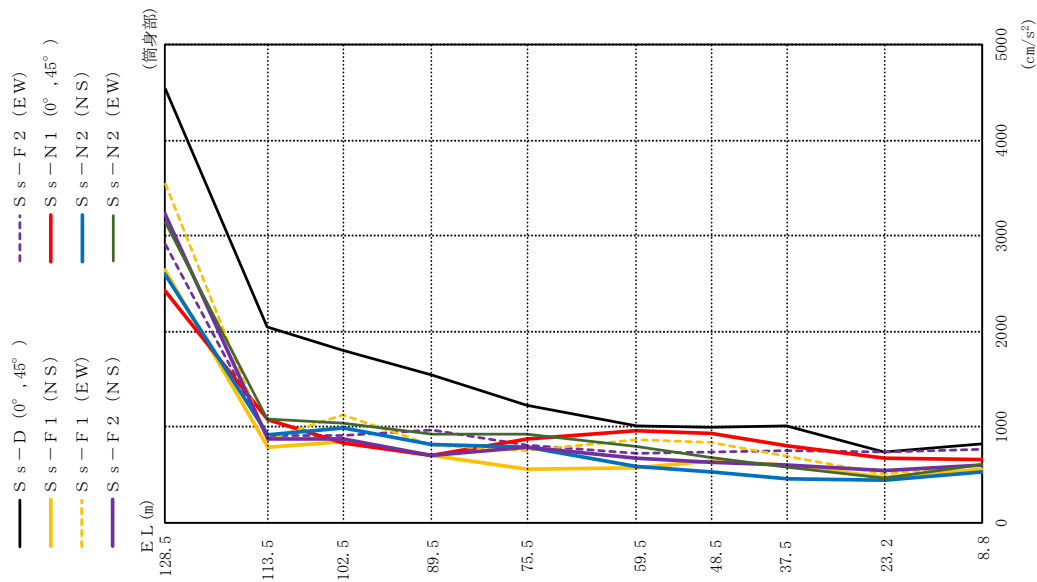
(単位: cm/s²)

鉄塔部

Ss-D	Ss-F1		Ss-F2		Ss-N1		Ss-N2*		最大値
	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW	
0°									
2051	786	862	863	907		1068	912	1078	2051
1853	676	629	669	625		947	792	978	1853
1601	568	646	592	609		798	756	869	1601
1537	668	724	641	815		721	801	822	1537
1482	630	751	668	895		673	789	853	1482
1359	583	715	664	852		685	768	888	1359
1189	494	640	645	786		804	718	860	1189
1081	528	772	671	771		915	688	858	1081
985	536	823	645	680		929	573	754	985
947	598	808	629	700		920	500	678	947
968	550	655	536	716		785	427	582	968
956	609	682	575	845		710	469	566	956
824	562	612	596	771		660	523	609	824

注: ハッチングは Ss-D ~ Ss-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注記*: 1号機排気筒は対称構造物であるため、Ss-N2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 3-1(1) 最大応答加速度 (基準地震動 Ss, 水平方向)



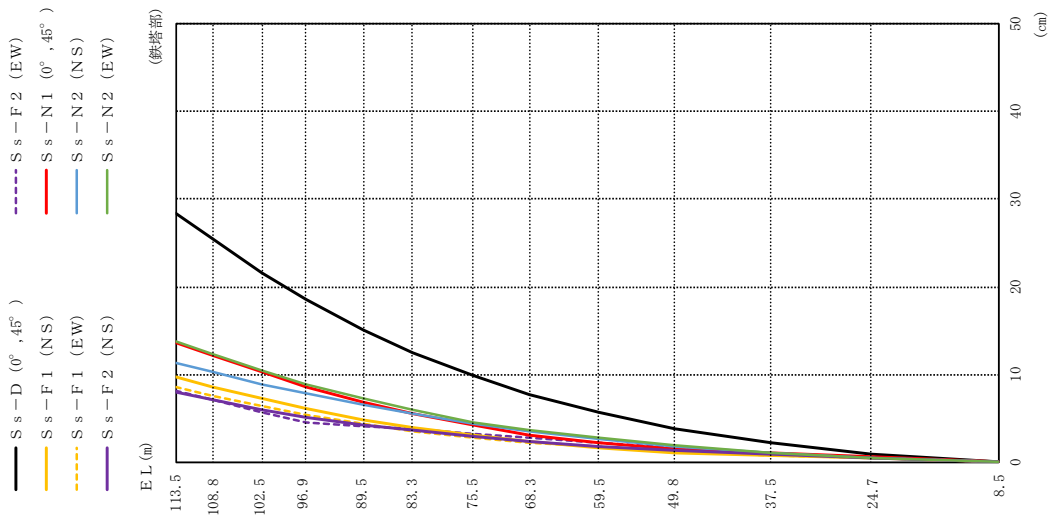
筒身部

(単位: cm/s²)

Ss-D	Ss-F1		Ss-F2		Ss-N1		Ss-N2*		最大値
	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW	
0° 4535	2646	3540	3242	2917	2423		2600	3142	4535
2055	788	865	873	916	1070		916	1078	2055
1808	846	1131	869	905	836		994	1046	1808
1550	699	807	705	969	697		816	920	1550
1232	564	749	787	811	878		783	923	1232
1011	566	868	671	724	957		589	792	1011
1004	640	836	637	744	928		532	681	1004
1012	605	691	602	760	809		451	576	1012
745	474	515	540	736	675		440	463	745
826	564	614	598	772	660		523	611	826

注：ハッチングはSs-D～Ss-N2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注記*：1号機排気筒は対称構造物であるため、Ss-N2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図3-1(2) 最大応答加速度 (基準地震動Ss, 水平方向)



(単位：cm)

鉄塔部												最大値
S s - D		S s - F 1		S s - F 2		S s - N 1		S s - N 2*		NS	EW	
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW			
28.34	9.71	8.51	8.15	7.96	8.15	13.68		11.37	13.76			28.34
25.44	8.63	7.57	7.09	7.08	7.09	12.19		10.30	12.34			25.44
21.67	7.24	6.36	5.71	5.96	5.71	10.25		8.92	10.49			21.67
18.50	6.08	5.36	4.57	5.08	4.57	8.62		7.78	8.92			18.50
15.15	4.88	4.32	4.14	4.25	4.14	6.89		6.53	7.25			15.15
12.49	3.95	3.51	3.76	3.61	3.76	5.53		5.50	5.91			12.49
9.87	3.05	2.76	3.20	2.94	3.20	4.21		4.41	4.59			9.87
7.71	2.31	2.20	2.75	2.38	2.75	3.11		3.50	3.63			7.71
5.74	1.68	1.70	2.19	1.82	2.19	2.26		2.63	2.77			5.74
3.77	1.12	1.23	1.60	1.38	1.60	1.48		1.75	1.86			3.77
2.20	0.71	0.81	0.93	0.87	0.93	0.98		0.99	1.11			2.20
0.84	0.41	0.47	0.47	0.46	0.47	0.67		0.42	0.48			0.84
0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02			0.03

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注記*：1号機排気筒は対称構造物であるため、S s - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 3-2(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, 水平方向)

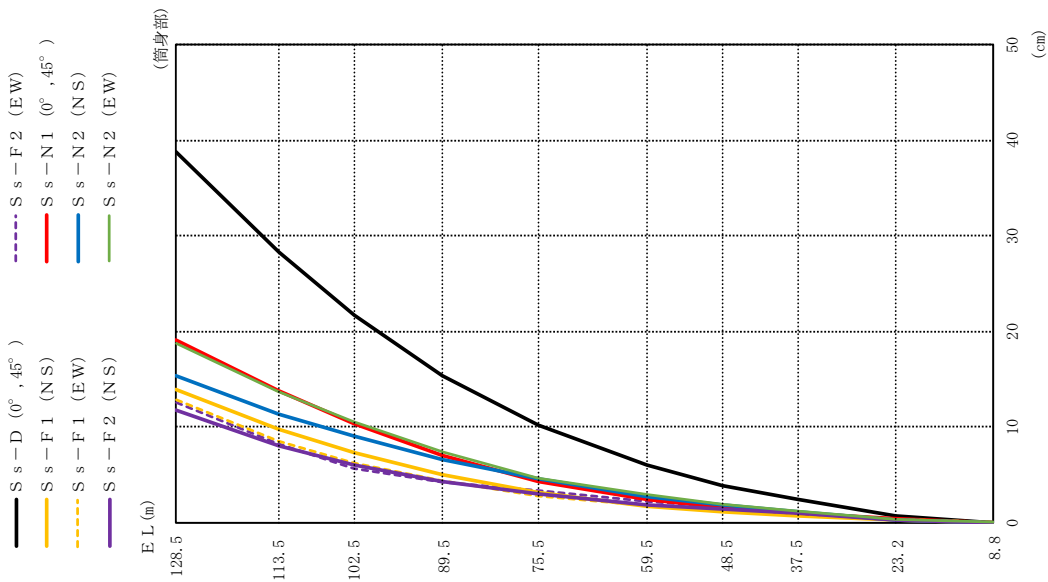


図 3-2(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, 水平方向)

(単位: cm)

筒身部										最大値
S s-D		S s-F1		S s-F2		S s-N1		S s-N2*		
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW	
38.85	38.85	13.89	12.79	11.74	12.53	19.08		15.40	18.73	
28.40	28.40	9.74	8.54	7.98	8.18	13.72		11.39	13.79	28.40
21.77	21.77	7.25	6.29	6.00	5.65	10.29		9.02	10.59	21.77
15.43	15.43	4.98	4.39	4.31	4.24	7.03		6.66	7.39	15.43
10.13	10.13	3.13	2.83	3.05	3.34	4.31		4.55	4.71	10.13
5.97	5.97	1.74	1.77	1.90	2.27	2.35		2.74	2.87	5.97
3.89	3.89	1.15	1.24	1.40	1.60	1.54		1.80	1.92	3.89
2.37	2.37	0.76	0.86	0.94	1.00	1.04		1.07	1.17	2.37
0.72	0.72	0.25	0.30	0.31	0.31	0.38		0.31	0.36	0.72
0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02	0.03

注: ハッチングは S s-D ~ S s-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注記*: 1号機排気筒は対称構造物であるため, S s-N2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

表 3-1 最大変形角一覧（基準地震動 S_s ）

部位	最大変形角					最大値
	$S_s - D$	$S_s - F 1$	$S_s - F 2$	$S_s - N 1$	$S_s - N 2$	
鉄塔部*1	1/370	1/812	1/921	1/767	1/588	1/370
筒身部*2	1/308	1/634	1/697	1/627	1/493	1/308

注 1：ハッチングは $S_s - D \sim S_s - N 2$ の最大応答値のうち最も大きい値を表示

注 2： $S_s - F 1$ 、 $S_s - F 2$ 及び $S_s - N 2$ の最大変形角は、NS 方向及び EW 方向の水平応答変位を SRS した変位を用いて算定

注記*1：鉄塔部の最大変形角は、鉄塔頂部（EL 113.5m）の水平応答変位より算定

*2：筒身部の最大変形角は、筒身頂部（EL 128.5m）の水平応答変位より算定

別紙 3 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 3-1
1.1 検討概要	別紙 3-1
1.2 検討方針	別紙 3-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 3-3
2.1 基礎部の剛性の不確かさ	別紙 3-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 3-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 3-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 3-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 3-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 3-6
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 3-7
4.1 検討概要	別紙 3-7
4.2 不確かさの影響検討	別紙 3-9
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 3-9
4.3 まとめ	別紙 3-12

別紙 3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、1号機排気筒の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「補足-023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす1号機排気筒の基礎部の剛性（コンクリート強度）及び地盤物性（地盤のS波速度及びP波速度）の不確かさについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。なお、積雪荷重との組合せについては、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき考慮しない。

1.2 検討方針

1号機排気筒の耐震性評価に用いる動的地震力は、1号機排気筒の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、基礎部の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている。*

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、1号機排気筒と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は地盤調査結果の平均値を基に算出していることから、地盤のS波速度及びP波速度の不確かさが1号機排気筒の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、基礎部の剛性の不確かさ要因としてはコンクリート強度を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のS波速度及びP波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが1号機排気筒の地震応答に及ぼす影響について考察を行う。

注記*：第29回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（(社)日本電気協会（平成20年1月18日））

2. 材料物性の不確かさの分析

2.1 基礎部の剛性の不確かさ

基礎部の剛性の不確かさについては、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加により、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性の不確かさを考慮することにより、不確かさを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位については、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

よって、1号機排気筒の応答評価において、基礎部の剛性の不確かさを考慮しない。

2.2 地盤物性の不確かさ

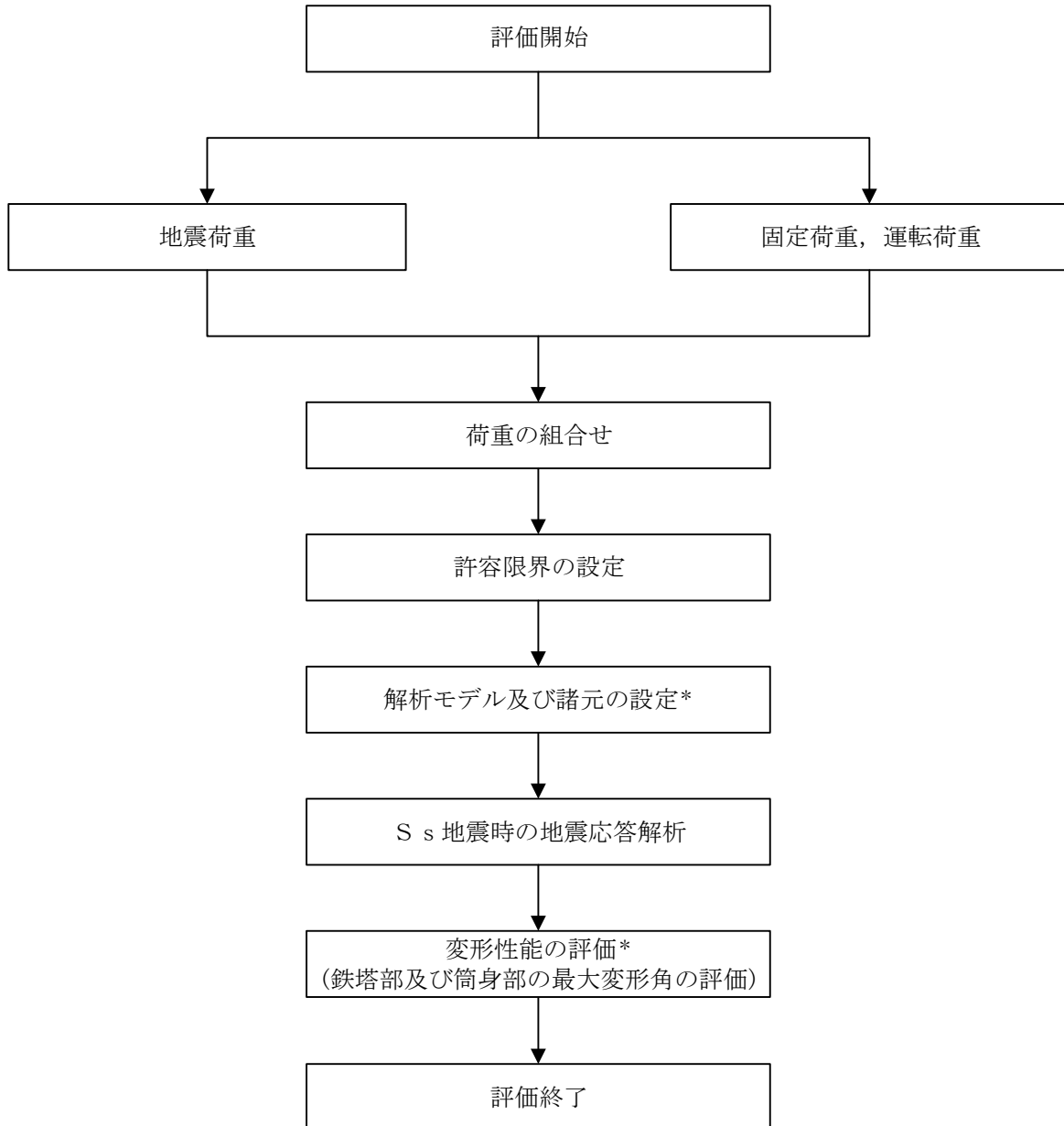
地盤物性の不確かさについては、地盤のS波速度及びP波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、1号機排気筒への入力地震動の特性が変動し、1号機排気筒の応答も変動すると考えられる。よって、1号機排気筒の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

不確かさを考慮したケースの立体架構モデルの応答値の算出に当たっては、基本ケースにおける1号機排気筒の応答を確認したうえで、1号機排気筒の応答への影響の大きい波に対して実施する（別紙3-1「材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを考慮した波及的影響の評価フローの例を図3-1に示す。

なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙3-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

地盤物性の不確かさ影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づくS波速度及びP波速度の不確かさを考慮する。

基本ケースでは、地盤調査結果の平均値を基に設定した地盤のS波速度及びP波速度により地盤物性を設定している。地盤物性の不確かさ検討に当たっては、初期のS波速度及びP波速度に対して、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。地盤物性の不確かさを考慮したS波速度及びP波速度を表3-1に示す。

表3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度及びP波速度

(a) S波速度

層番号	地盤のS波速度 V_s (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
表層①-1	127	153	102
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号	地盤のP波速度 V_p (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
表層①-1	422	506	338
岩盤③	3600	3960	3240
岩盤④	4000	4400	3600
岩盤⑤	4050	4455	3645
岩盤⑥	4950	5445	4455

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

本章では、地盤物性の不確かさを考慮したモデルによる地震応答解析を実施し、材料物性の不確かさが1号機排気筒の応答に及ぼす影響について確認する。

4.1 検討概要

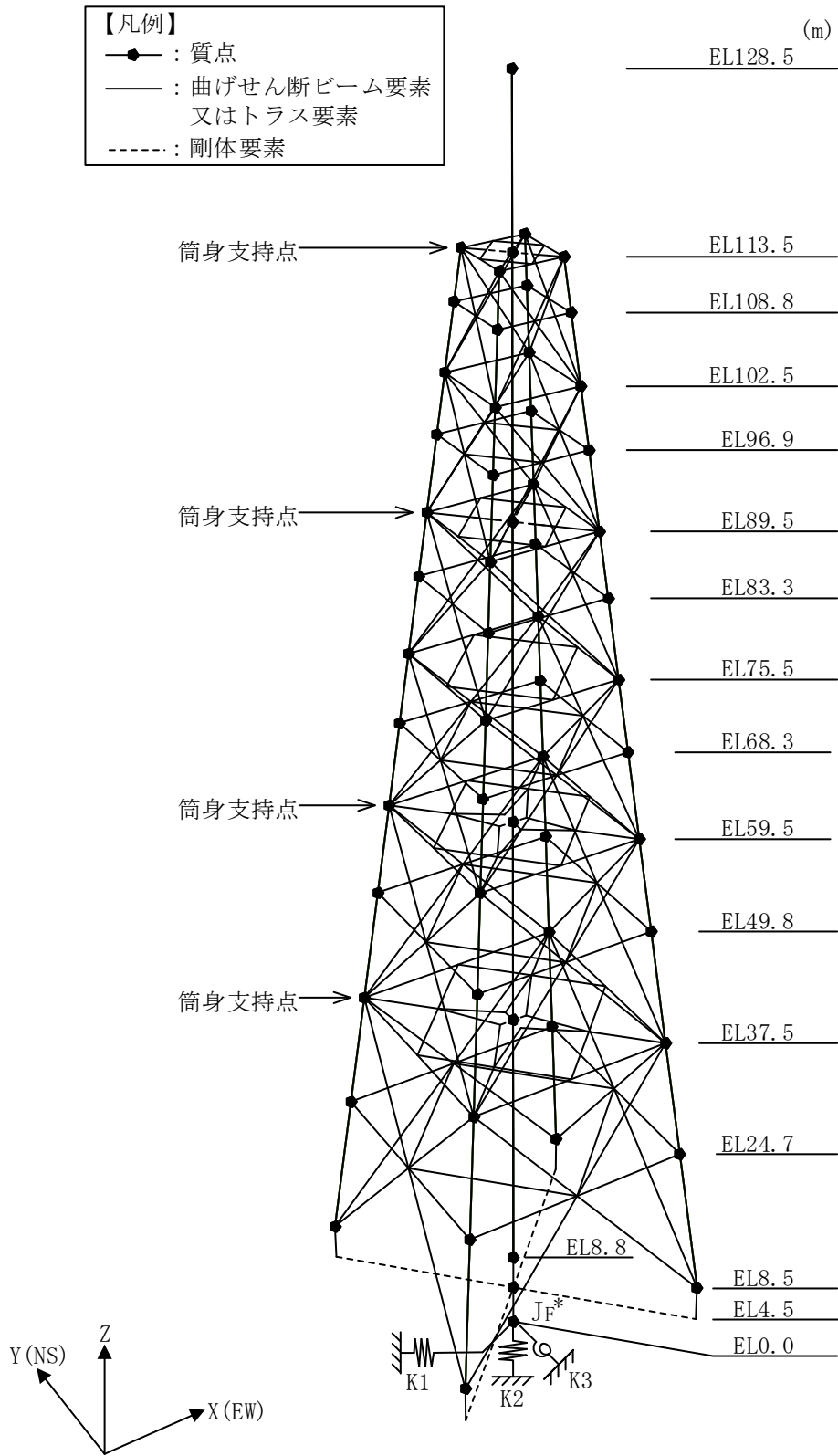
地盤物性（地盤のS波速度及びP波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、1号機排気筒の応答への影響を確認する。

検討ケースを表4-1に、1号機排気筒の地震応答解析モデルを図4-1に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、地盤のS波速度及びP波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表4-1 検討ケース

検討ケース	コンクリート強度	地盤物性	備考
ケース1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース2 (地盤物性+ σ)	設計基準強度	標準地盤+ σ (+10%, +20%)*	
ケース3 (地盤物性- σ)	設計基準強度	標準地盤- σ (-10%, -20%)*	

注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s 及びP波速度 V_p の不確かさを設定する。



注記* : 回転慣性重量 ($9.976 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-1 1号機排気筒の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケース（ケース2及びケース3）と基本ケース（ケース1）の比較を実施する。なお、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果は別紙3-2「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。

(2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4-2、刺激関数図を図4-2及び図4-3に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、1%未満である。

表4-2 固有値解析結果の比較（ケース1～ケース3）

(a) X方向

次数	固有振動数 f (Hz)			備考
	ケース1	ケース2	ケース3	
2	1.347	1.347 (1.00)	1.347 (1.00)	水平X方向1次
4	3.466	3.466 (1.00)	3.465 (1.00)	水平X方向2次

(b) Y方向

次数	固有振動数 f (Hz)			備考
	ケース1	ケース2	ケース3	
1	1.347	1.347 (1.00)	1.347 (1.00)	水平Y方向1次
3	3.466	3.466 (1.00)	3.465 (1.00)	水平Y方向2次

注：（ ）内は基本ケース（ケース1）に対する比率

T_i : i 次の固有周期 $T_1 = 0.742$
 β_{xi} : X方向の i 次の刺激係数 $\beta_{x1} = 0.708$
 β_{yi} : Y方向の i 次の刺激係数 $\beta_{y1} = -1.709$
 β_{zi} : Z方向の i 次の刺激係数 $\beta_{z1} = 0.000$

$T_2 = 0.742$
 $\beta_{x2} = -1.709$
 $\beta_{y2} = -0.708$
 $\beta_{z2} = 0.000$

$T_1 = 0.289$
 $\beta_{x3} = -0.737$
 $\beta_{y3} = 1.778$
 $\beta_{z3} = 0.000$

$T_4 = 0.289$
 $\beta_{x4} = -1.778$
 $\beta_{y4} = -0.737$
 $\beta_{z4} = 0.000$

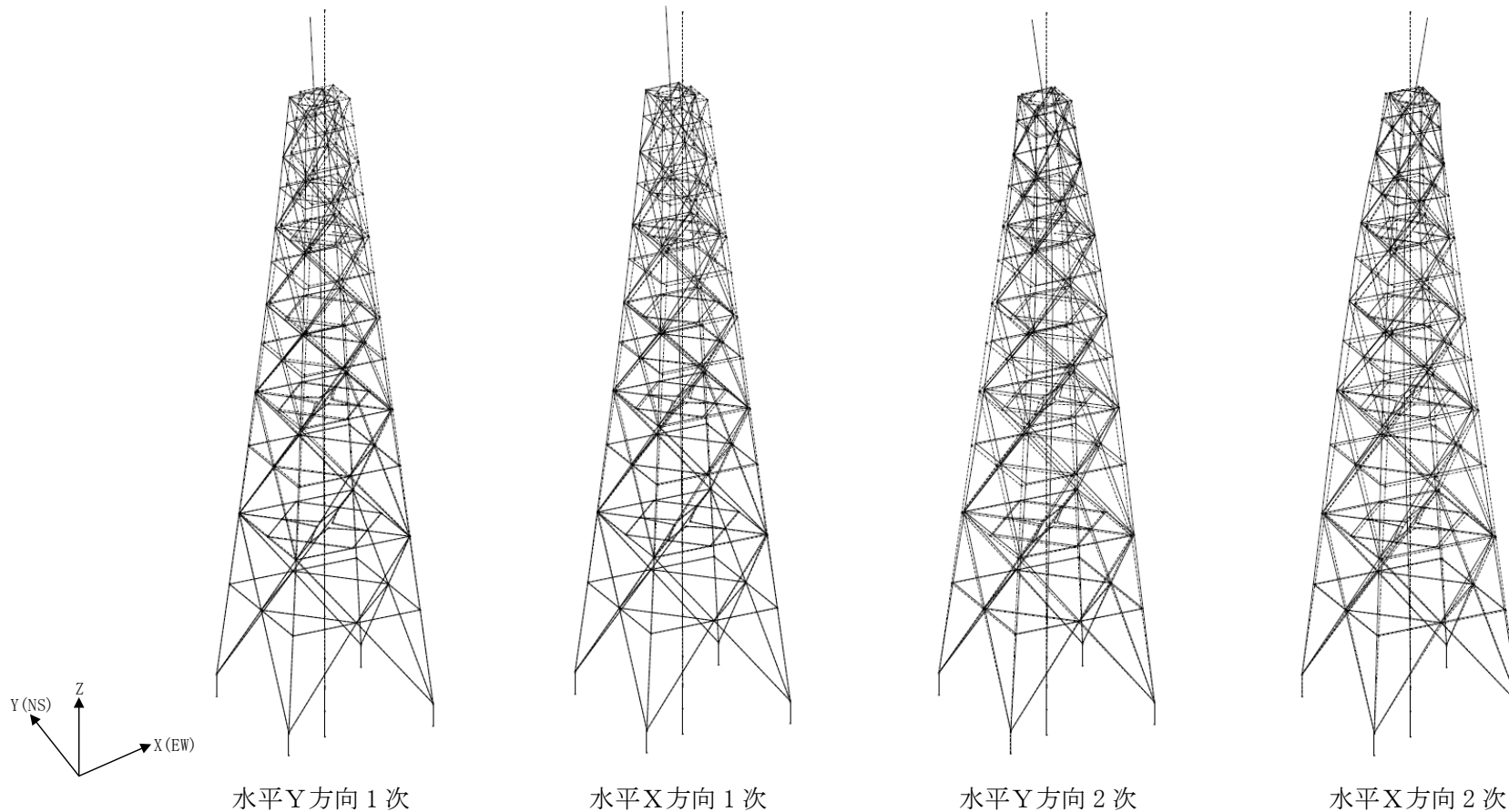


図 4-2 刺激関数図 (ケース 2)

T_i : i 次の固有周期 $T_1 = 0.743$
 β_{xi} : X方向の i 次の刺激係数 $\beta_{x1} = -0.709$
 β_{yi} : Y方向の i 次の刺激係数 $\beta_{y1} = 1.712$
 β_{zi} : Z方向の i 次の刺激係数 $\beta_{z1} = 0.000$

$T_2 = 0.743$
 $\beta_{x2} = -1.712$
 $\beta_{y2} = -0.709$
 $\beta_{z2} = 0.000$

$T_1 = 0.289$
 $\beta_{x3} = -0.743$
 $\beta_{y3} = 1.793$
 $\beta_{z3} = 0.000$

$T_1 = 0.289$
 $\beta_{x4} = -1.793$
 $\beta_{y4} = -0.743$
 $\beta_{z4} = 0.000$

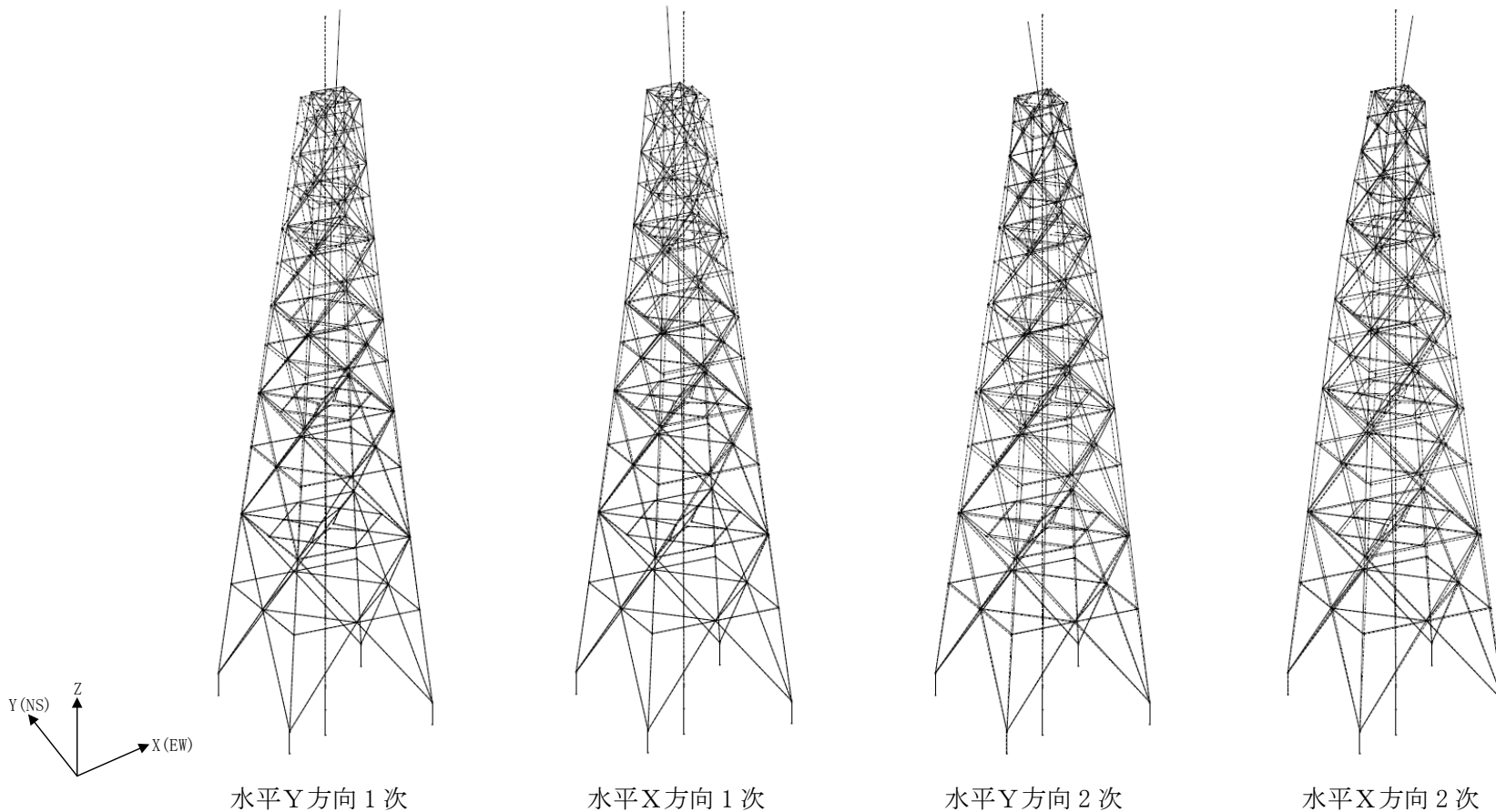


図 4-3 刺激関数図 (ケース 3)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさを考慮した固有値解析結果より，以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性+ σ ）及び小さくなる側（地盤物性- σ ）に変動した場合とも，固有振動数に大きな変化はなく，変動幅は1%未満となった。

別紙 3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 3-1-1
2. 選定方法	別紙 3-1-1
3. 地震動の選定	別紙 3-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 3-1-6

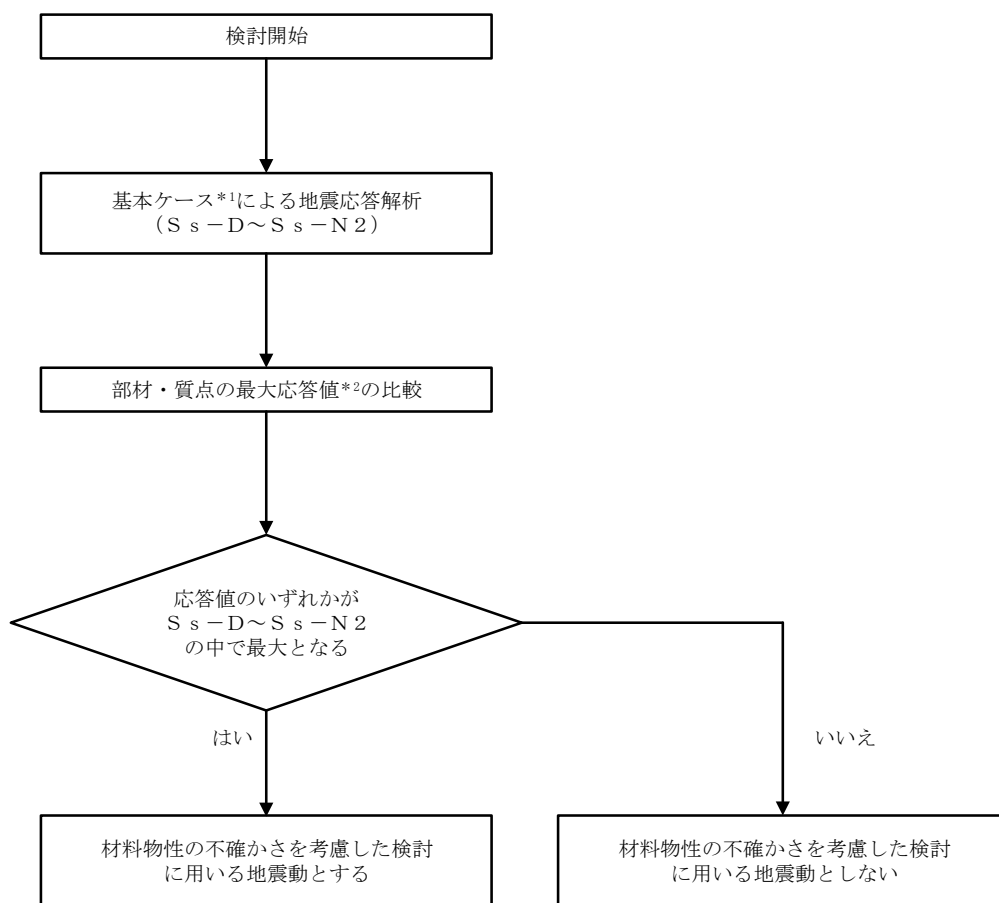
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける 1号機排気筒の応答を確認したうえで、1号機排気筒の応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度及び変位とする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度及び変位とする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

1号機排気筒における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。1号機排気筒の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1及び表3-2に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D については、応答値のいずれかが $S_s-D \sim S_s-N2$ の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s，水平方向）

(単位：cm/s²)

E L (m)	鉄塔部										最大値
	S s-D		S s-F 1		S s-F 2		S s-N 1		S s-N 2*		
	0°	45°	N S	E W	N S	E W	0°	45°	N S	E W	
113.5	2051		786	862	863	907		1068	912	1078	2051
108.8	1853		676	629	669	625		947	792	978	1853
102.5	1601		568	646	592	609		798	756	869	1601
96.9	1537		668	724	641	815		721	801	822	1537
89.5	1482		630	751	668	895		673	789	853	1482
83.3	1359		583	715	664	852		685	768	888	1359
75.5	1189		494	640	645	786		804	718	860	1189
68.3	1081		528	772	671	771		915	688	858	1081
59.5	985		536	823	645	680		929	573	754	985
49.8	947		598	808	629	700		920	500	678	947
37.5	968		550	655	536	716		785	427	582	968
24.7	956		609	682	575	845		710	469	566	956
8.5	824		562	612	596	771		660	523	609	824

(単位：cm/s²)

E L (m)	筒身部										最大値
	S s-D		S s-F 1		S s-F 2		S s-N 1		S s-N 2*		
	0°	45°	N S	E W	N S	E W	0°	45°	N S	E W	
128.5	4535		2646	3540	3242	2917		2423	2600	3142	4535
113.5	2055		788	865	873	916		1070	916	1078	2055
102.5	1808		846	1131	869	905		836	994	1046	1808
89.5	1550		699	807	705	969		697	816	920	1550
75.5	1232		564	749	787	811		878	783	923	1232
59.5	1011		566	868	671	724		957	589	792	1011
48.5	1004		640	836	637	744		928	532	681	1004
37.5	1012		605	691	602	760		809	451	576	1012
23.2	745		474	515	540	736		675	440	463	745
8.8	826		564	614	598	772		660	523	611	826

注：ハッチングは S s-D ~ S s-N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記*：1号機排気筒は対称構造物であるため、S s-N 2 の N S 成分及び E W 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

表 3-2 最大応答変位一覧（基準地震動 S s，水平方向）

(単位：cm)

E L (m)	鉄塔部										最大値
	S s-D		S s-F 1		S s-F 2		S s-N 1		S s-N 2*		
	0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW	
113.5	28.34		9.71	8.51	7.96	8.15	13.68		11.37	13.76	28.34
108.8	25.44		8.63	7.57	7.08	7.09	12.19		10.30	12.34	25.44
102.5	21.67		7.24	6.36	5.96	5.71	10.25		8.92	10.49	21.67
96.9	18.50		6.08	5.36	5.08	4.57	8.62		7.78	8.92	18.50
89.5	15.15		4.88	4.32	4.25	4.14	6.89		6.53	7.25	15.15
83.3	12.49		3.95	3.51	3.61	3.76	5.53		5.50	5.91	12.49
75.5	9.87		3.05	2.76	2.94	3.20	4.21		4.41	4.59	9.87
68.3	7.71		2.31	2.20	2.38	2.75	3.11		3.50	3.63	7.71
59.5	5.74		1.68	1.70	1.82	2.19	2.26		2.63	2.77	5.74
49.8	3.77		1.12	1.23	1.38	1.60	1.48		1.75	1.86	3.77
37.5	2.20		0.71	0.81	0.87	0.93	0.98		0.99	1.11	2.20
24.7	0.84		0.41	0.47	0.46	0.47	0.67		0.42	0.48	0.84
8.5	0.03		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02	0.03

(単位：cm)

E L (m)	筒身部										最大値
	S s-D		S s-F 1		S s-F 2		S s-N 1		S s-N 2*		
	0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS	EW	
128.5	38.85		13.89	12.79	11.74	12.53	19.08		15.40	18.73	38.85
113.5	28.40		9.74	8.54	7.98	8.18	13.72		11.39	13.79	28.40
102.5	21.77		7.25	6.29	6.00	5.65	10.29		9.02	10.59	21.77
89.5	15.43		4.98	4.39	4.31	4.24	7.03		6.66	7.39	15.43
75.5	10.13		3.13	2.83	3.05	3.34	4.31		4.55	4.71	10.13
59.5	5.97		1.74	1.77	1.90	2.27	2.35		2.74	2.87	5.97
48.5	3.89		1.15	1.24	1.40	1.60	1.54		1.80	1.92	3.89
37.5	2.37		0.76	0.86	0.94	1.00	1.04		1.07	1.17	2.37
23.2	0.72		0.25	0.30	0.31	0.31	0.38		0.31	0.36	0.72
8.8	0.03		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.02	0.03

注：ハッチングは S s-D ~ S s-N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記*：1号機排気筒は対称構造物であるため、S s-N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける 1 号機排気筒の応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-2 「1 号機排気筒の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

構築物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
1 号機排気筒	基準地震動 S_s
	$S_s - D$

別紙 3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 3-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 3-2-2

1. 概要

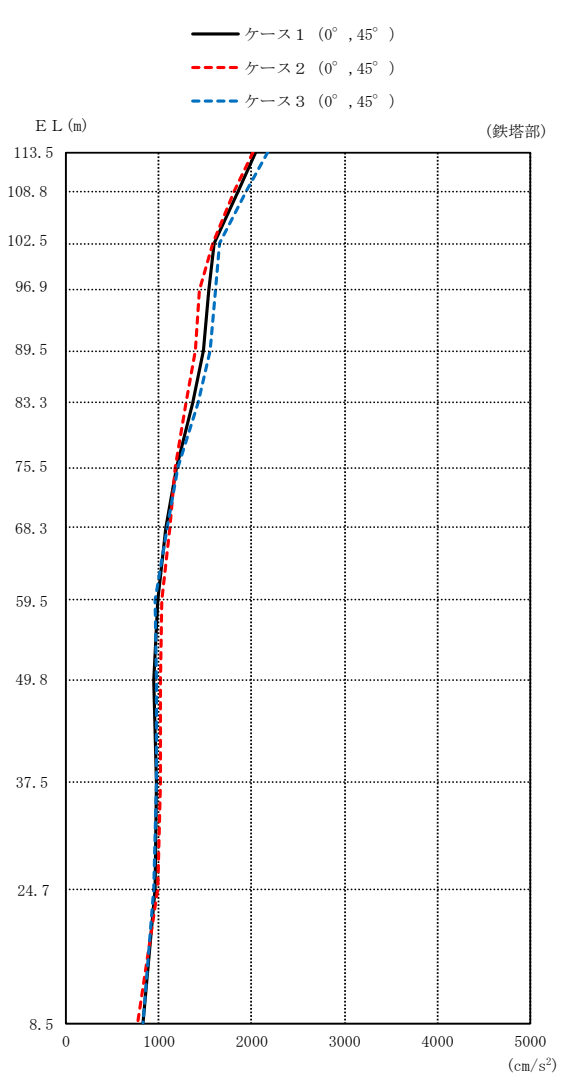
本資料は、1号機排気筒の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1 及び図 2-2 並びに表 2-1 に示す。

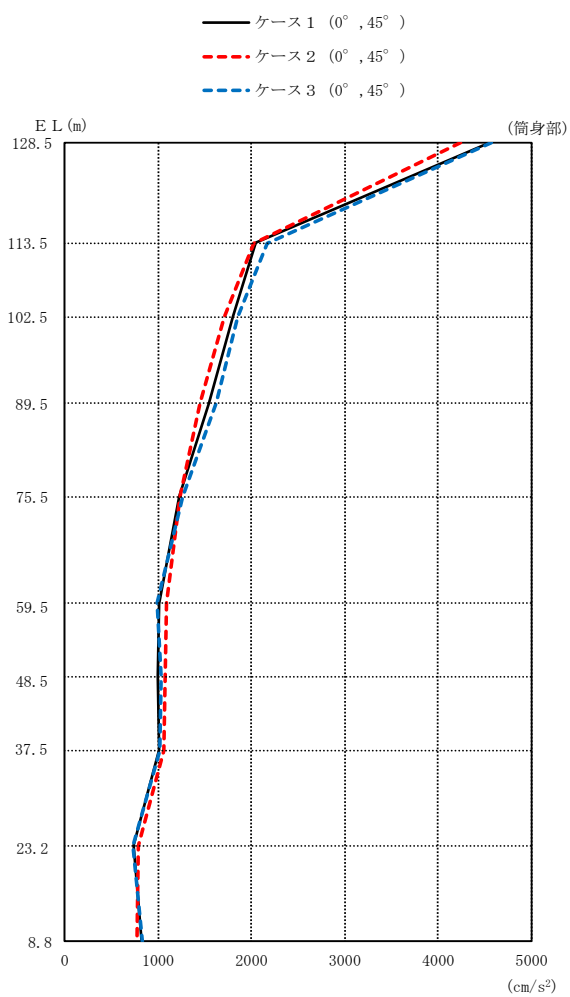
以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。



(単位: cm/s^2)

鉄塔部					
ケース 1		ケース 2		ケース 3	
0°	45°	0°	45°	0°	45°
	2051		2018		2172
	1853		1818		1944
	1601		1574		1653
	1537		1440		1603
	1482		1388		1548
	1359		1296		1416
	1189		1178		1207
	1081		1117		1083
	985		1034		957
	947		1018		973
	968		1015		971
	956		992		942
	824		769		835

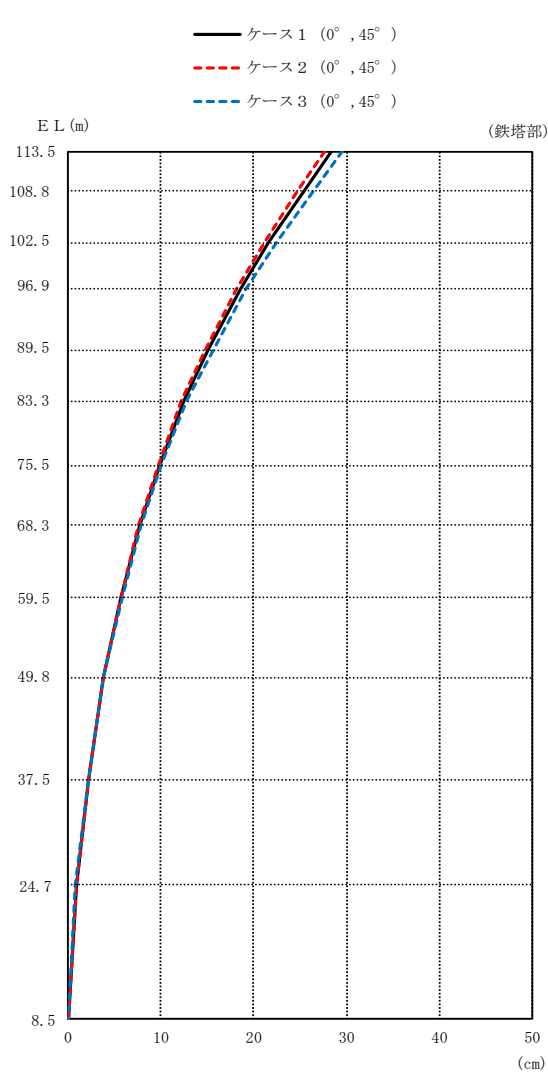
図 2-1(1) 最大応答加速度 (基準地震動 $S_s - D$, 水平方向)



(単位 : cm/s²)

筒身部					
ケース 1		ケース 2		ケース 3	
0°	45°	0°	45°	0°	45°
4535		4241		4569	
2055		2022		2176	
1808		1704		1860	
1550		1447		1621	
1232		1236		1271	
1011		1086		993	
1004		1079		1030	
1012		1064		1020	
745		782		726	
826		770		836	

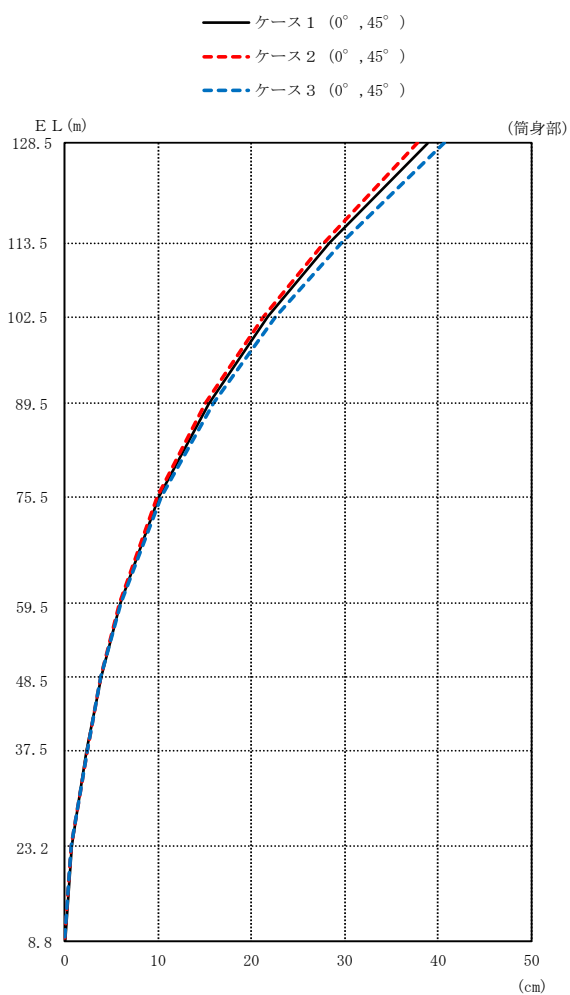
図 2-1(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, 水平方向)



(単位: cm)

鉄塔部					
ケース1		ケース2		ケース3	
0°	45°	0°	45°	0°	45°
28.34		27.63		29.54	
25.44		24.80		26.47	
21.67		21.14		22.47	
18.50		18.07		19.12	
15.15		14.83		15.60	
12.49		12.25		12.81	
9.87		9.71		10.08	
7.71		7.61		7.83	
5.74		5.69		5.81	
3.77		3.80		3.81	
2.20		2.23		2.20	
0.84		0.88		0.83	
0.03		0.03		0.03	

図 2-2(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, 水平方向)



(単位 : cm)

筒身部					
ケース 1		ケース 2		ケース 3	
0°	45°	0°	45°	0°	45°
38.85		37.89		40.77	
28.40		27.69		29.61	
21.77		21.25		22.56	
15.43		15.10		15.88	
10.13		9.97		10.34	
5.97		5.92		6.04	
3.89		3.91		3.93	
2.37		2.40		2.38	
0.72		0.75		0.72	
0.03		0.02		0.03	

図 2-2(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, 水平方向)

表 2-1 最大変形角

部位	S s - D		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
鉄塔部*1	1/370	1/380	1/355
筒身部*2	1/308	1/315	1/293

注記*1：鉄塔部の最大変形角は、鉄塔頂部（EL 113.5m）の水平応答変位より算定。

*2：筒身部の最大変形角は、筒身頂部（EL 128.5m）の水平応答変位より算定。

補足-025-20 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の
耐震性についての計算書に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-6-1「ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙2 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の地震応答解析結果

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法	別紙 1-2

1. 概要

本資料は、ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また、地震応答解析モデルを図 2-1 及び図 2-2 に、ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の設置状況を図 2-3 に、アンカーボルトの固定状況を図 2-4 及び図 2-5 に、2次元フレームモデルによる剛性評価方法を図 2-6 に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

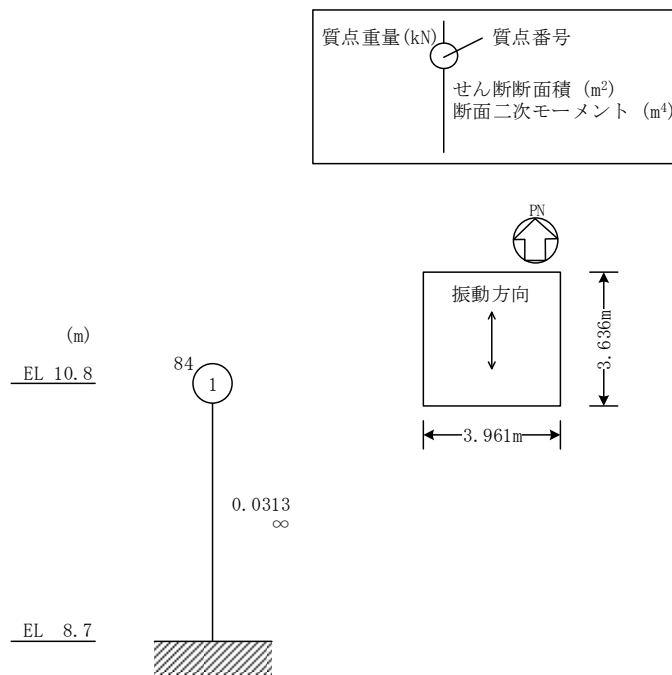
項目	内容	今回工認	備考
入力地震動の算定法		VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」で算定した基準地震動 S_s による排気筒（鉄塔）の基礎上端位置の応答を入力	—
解析コード		NUPP4	—
建物のモデル化	モデル	・水平：1質点系モデル ^{*1}	—
	材料物性	S規準に基づき設定 ・鉄骨のヤング係数，ポアソン比 $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.3$	①
	剛性評価	鉄骨架構を考慮 ^{*2}	—
	減衰定数	・水平方向：S：2%	—
非線形特性	鉄骨架構	・水平方向：考慮せず ^a	—

注記*1：ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備は排気筒の基礎に設置されていることから建物柱脚レベル（EL 8.7m）を固定とする。

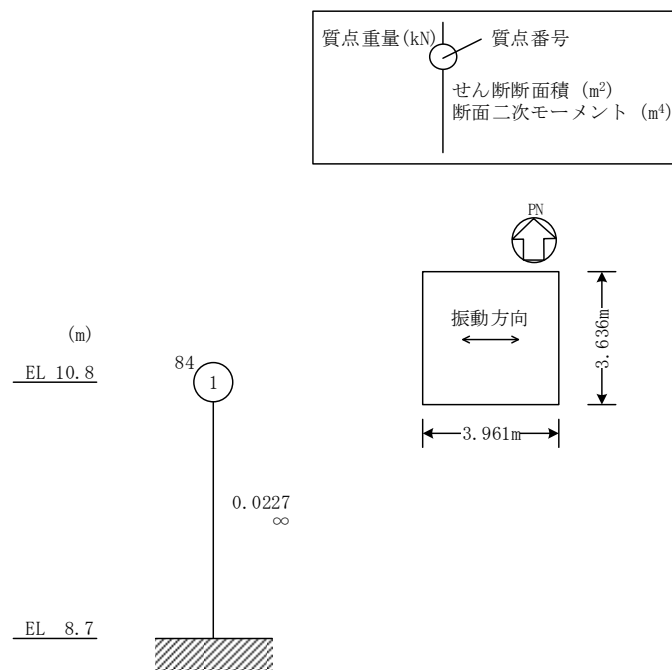
*2：剛性評価については，図 2-6 に示すとおり，各構面の 2 次元フレームモデルに水平力（単位荷重）を与え，荷重－変形関係から算出する。

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

- ① 鉄骨のヤング係数及びポアソン比は，「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－」（（社）日本建築学会，2005 改定）に基づく。

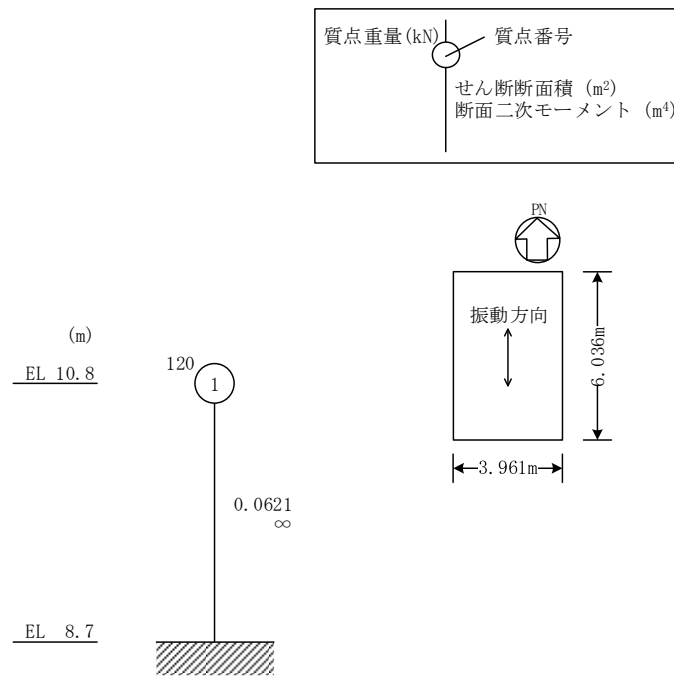


(a) N S 方向

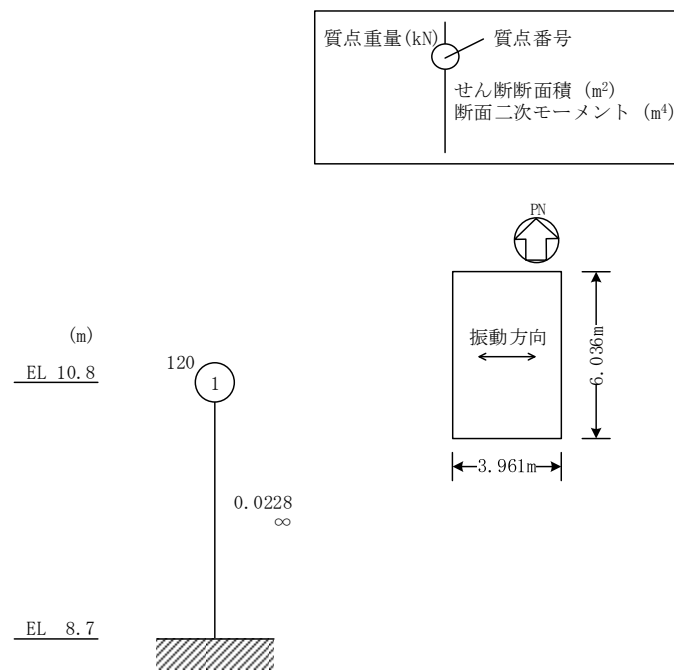


(b) E W 方向

図 2-1 地震応答解析モデル
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)



(a) NS方向



(b) EW方向

図 2-2 地震応答解析モデル
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側)

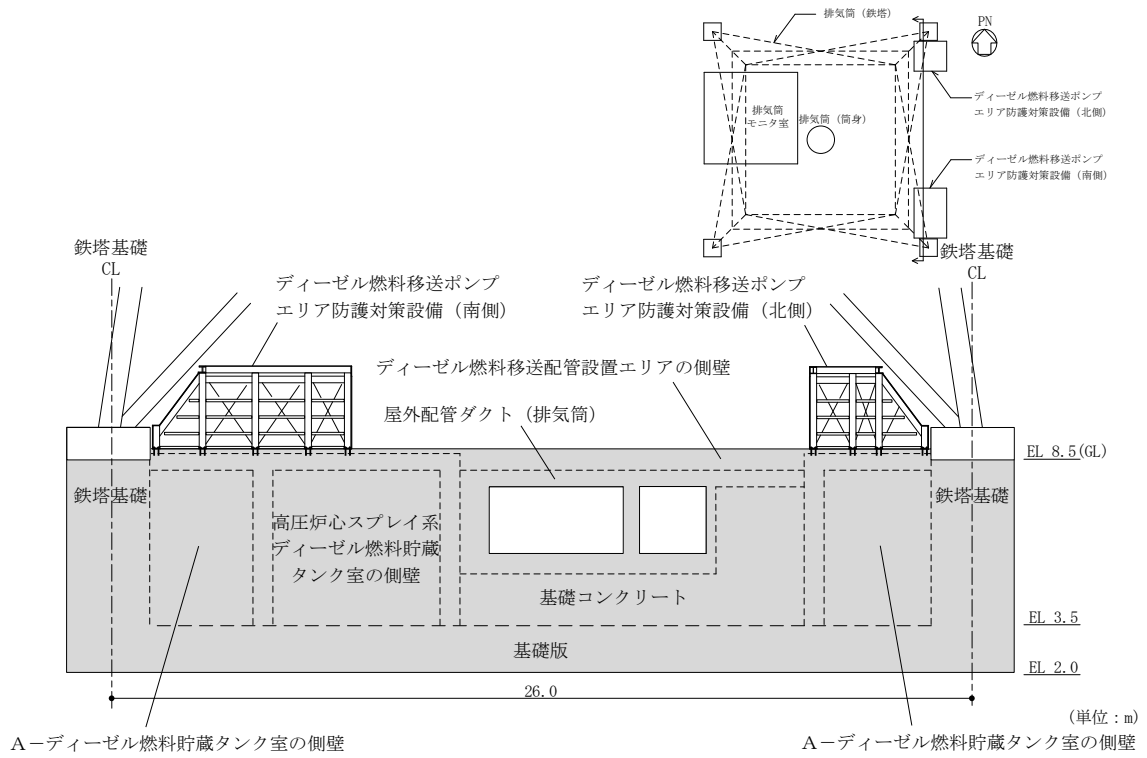


図 2-3 ディーゼル燃料移送ポンプエアリア防護対策設備の設置状況 (N S 方向)

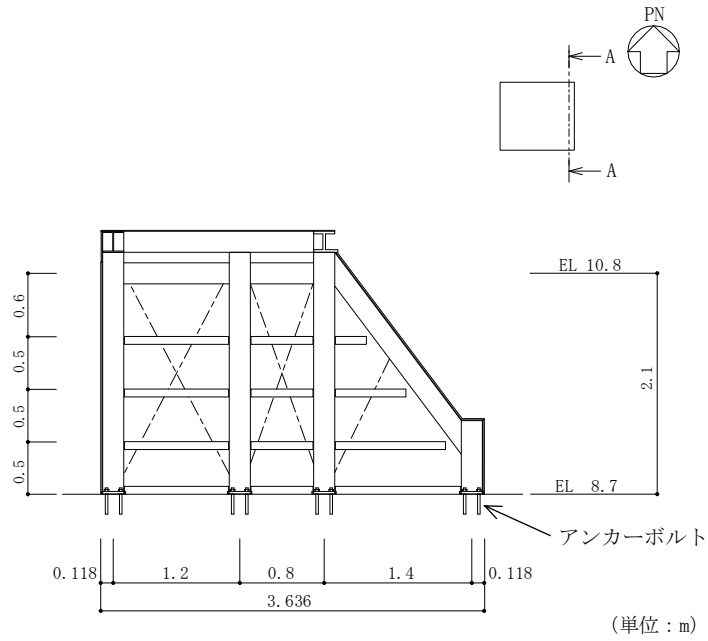


図 2-4(1) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）のアンカーボルト固定状況（A-A断面，NS方向）

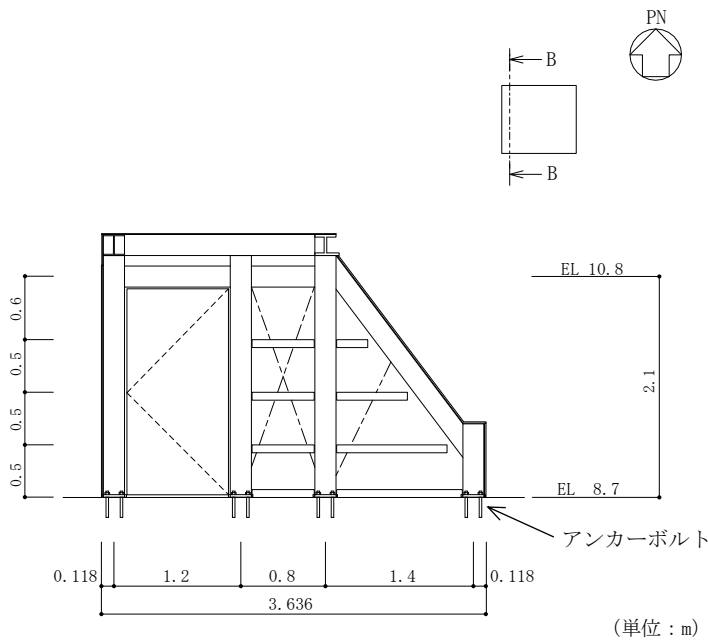


図 2-4(2) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）のアンカーボルト固定状況（B-B断面，NS方向）

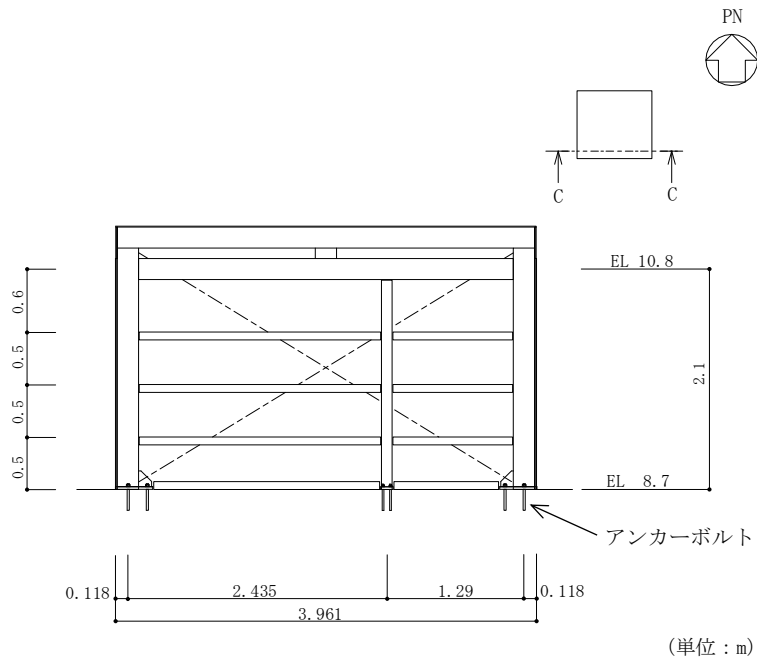


図 2-4(3) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）のアンカーボルト固定状況（C-C断面，EW方向）

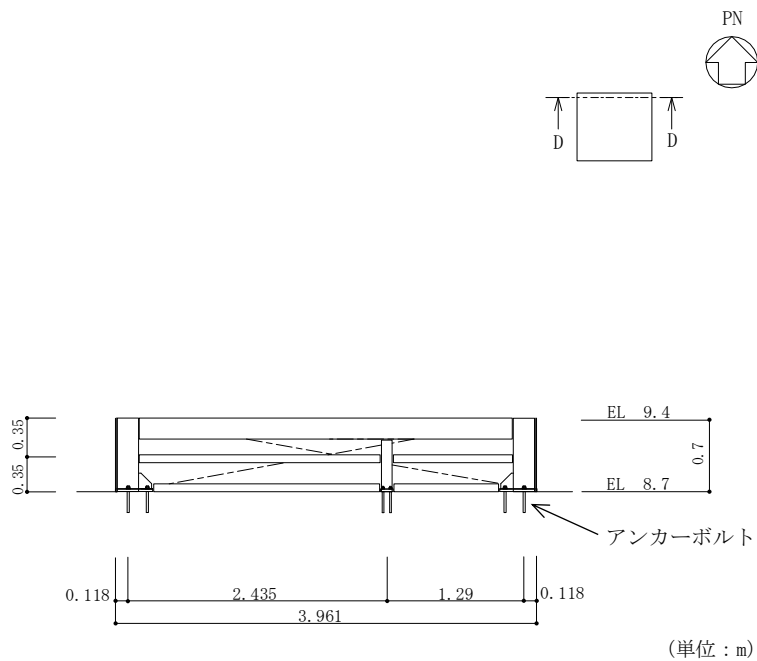


図 2-4(4) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）のアンカーボルト固定状況（D-D断面，EW方向）

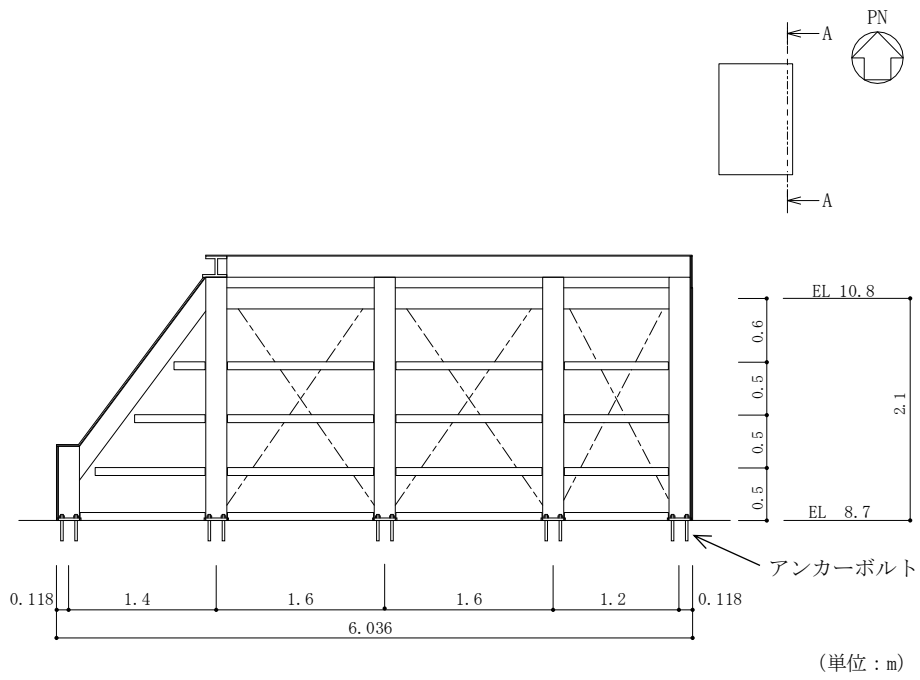


図 2-5(1) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の
アンカーボルト固定状況 (A-A断面, NS方向)

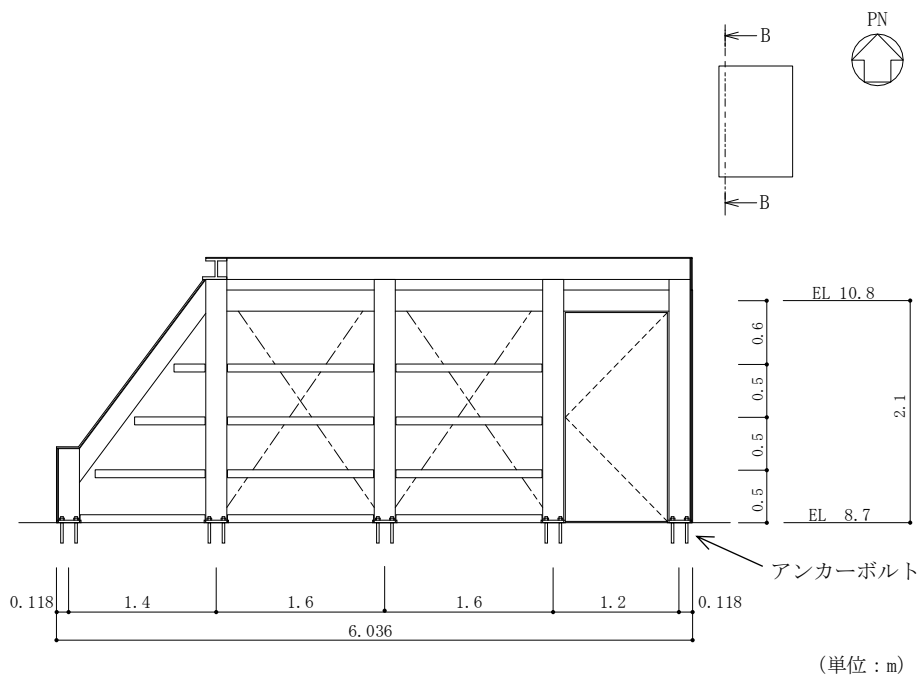


図 2-5(2) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の
アンカーボルト固定状況 (B-B断面, NS方向)

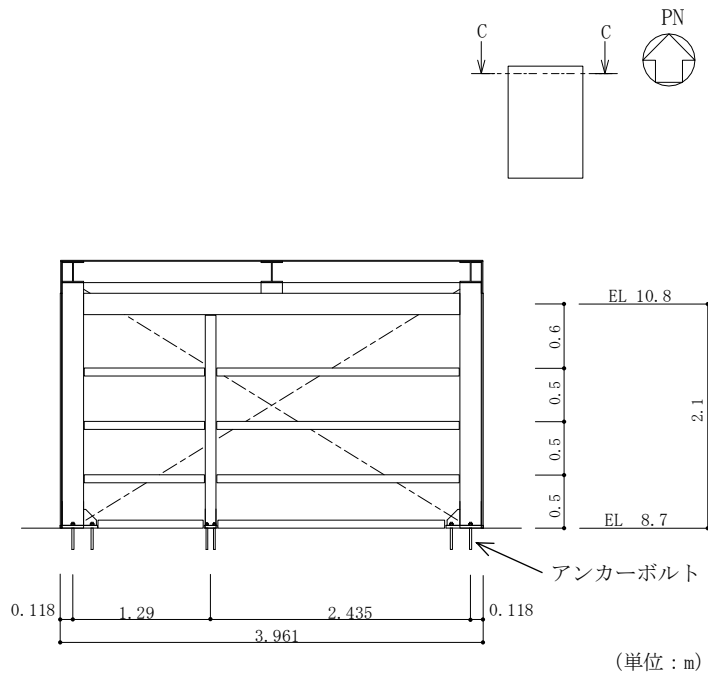


図 2-5(3) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の
アンカーボルト固定状況 (C-C断面, EW方向)

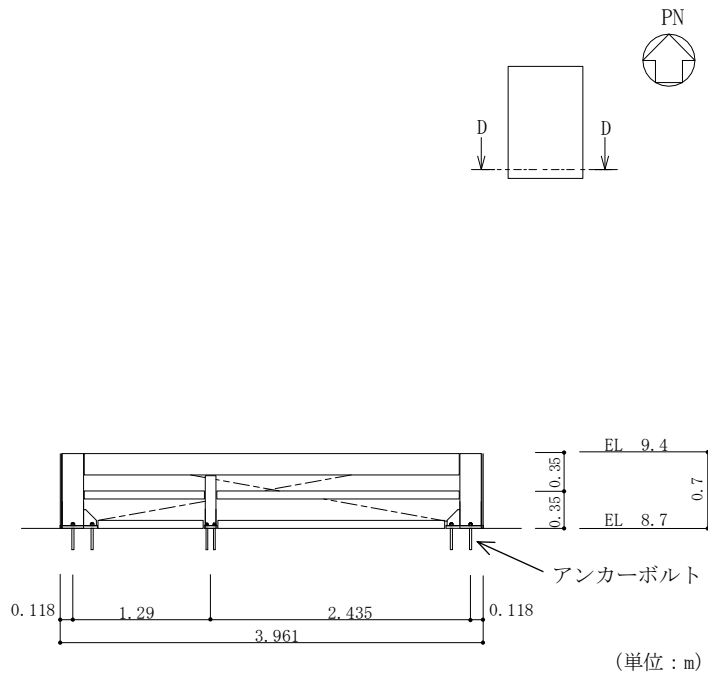
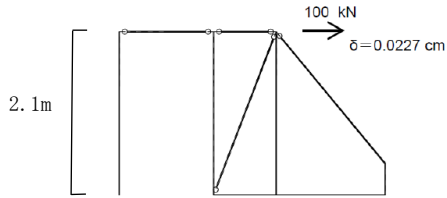
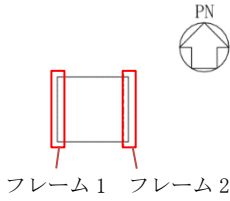
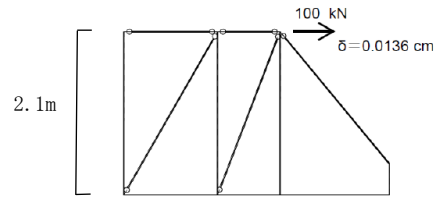


図 2-5(4) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の
アンカーボルト固定状況 (D-D断面, EW方向)



フレーム 1



フレーム 2

単位荷重 $P = 100 \text{ (kN)}$

変形 $\delta_1 = 0.0227 \text{ (cm)}$

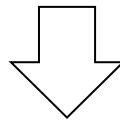
ばね定数 $k_1 = 100 / 0.0227$
 $= 4.405 \times 10^5 \text{ (kN/m)}$

単位荷重 $P = 100 \text{ (kN)}$

変形 $\delta_2 = 0.0136 \text{ (cm)}$

ばね定数 $k_2 = 100 / 0.0136$
 $= 7.353 \times 10^5 \text{ (kN/m)}$

2次元フレームモデルに単位荷重を加え、各フレームの荷重-変形関係からばね定数 k_1 及び k_2 (kN/m) を算定



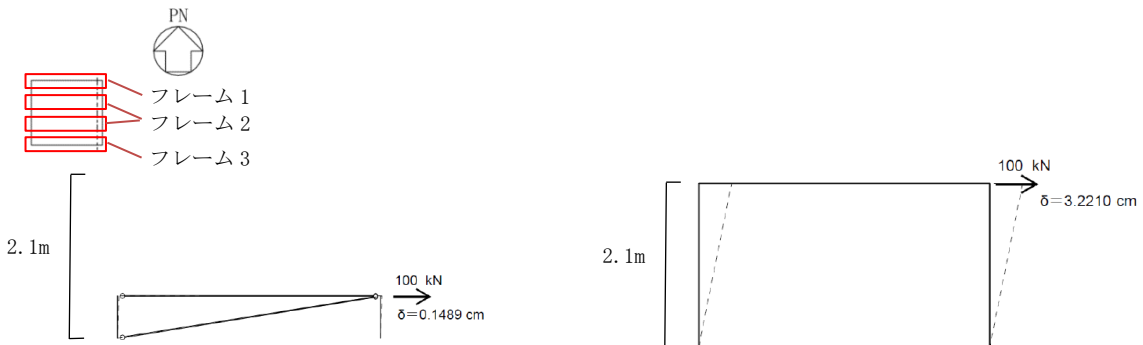
注：モデルのブレースは保守的に引張側のみ考慮

$$\begin{aligned} \text{せん断断面積 } A_s &= h \times (k_1 + k_2) / G \\ &= 2.1 \times (4.405 \times 10^5 + 7.353 \times 10^5) / 7.90 \times 10^7 \\ &= 0.0313 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ばね定数 k_1 及び k_2 (kN/m)、建物高さ h (m)、せん断弾性係数 G (kN/m²) から等価なせん断断面積 A_s (m²) を算定

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）（NS方向）

図 2-6(1) 2次元フレームモデルによる剛性評価方法

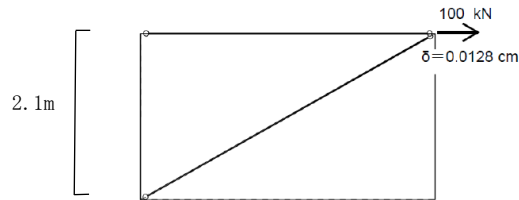


フレーム 1

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_1 = 0.1489$ (cm)
 ばね定数 $k_1 = 100 / 0.1489$
 $= 6.716 \times 10^4$ (kN/m)

フレーム 2

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_2 = 3.2210$ (cm)
 ばね定数 $k_2 = 100 / 3.2210$
 $= 3.105 \times 10^3$ (kN/m)



フレーム 3

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_3 = 0.0128$ (cm)
 ばね定数 $k_3 = 100 / 0.0128$
 $= 7.813 \times 10^5$ (kN/m)

2次元フレームモデルに単位荷重を加え、各フレームの荷重-変形関係からばね定数 k_1 , k_2 , k_3 (kN/m) を算定



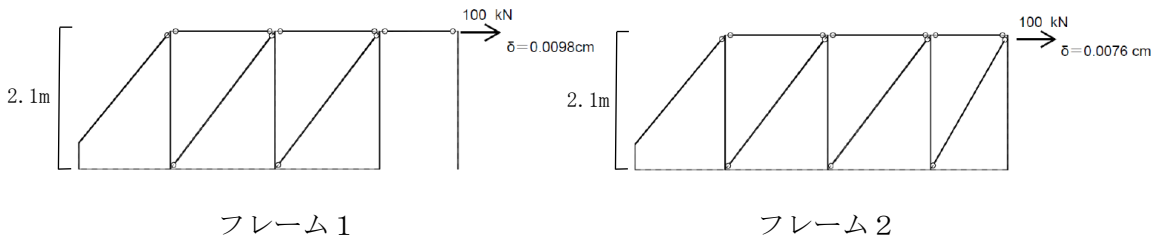
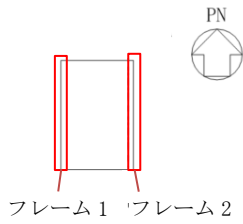
注：モデルのブレースは保守的に引張側のみ考慮

$$\begin{aligned} \text{せん断断面積 } A_s &= h \times (k_1 + 2k_2 + k_3) / G \\ &= 2.1 \times (6.716 \times 10^4 + 3.105 \times 10^3 \times 2 + 7.813 \times 10^5) / 7.90 \times 10^7 \\ &= 0.0227 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ばね定数 k_1 , k_2 , k_3 (kN/m), 建物高さ h (m), せん断弾性係数 G (kN/m²) から等価なせん断断面積 A_s (m²) を算定

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）（EW方向）

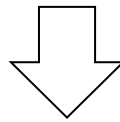
図 2-6(2) 2次元フレームモデルによる剛性評価方法



単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_1 = 0.0098$ (cm)
 ばね定数 $k_1 = 100 / 0.0098$
 $= 1.020 \times 10^6$ (kN/m)

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_2 = 0.0076$ (cm)
 ばね定数 $k_2 = 100 / 0.0076$
 $= 1.316 \times 10^6$ (kN/m)

2次元フレームモデルに単位荷重を加え、各フレームの荷重-変形関係からばね定数 k_1 及び k_2 (kN/m) を算定



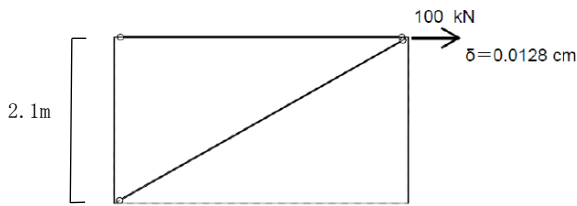
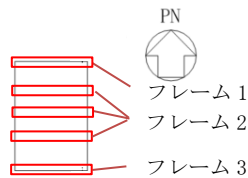
注：モデルのブレースは保守的に引張側のみ考慮

$$\begin{aligned} \text{せん断断面積 } A_s &= h \times (k_1 + k_2) / G \\ &= 2.1 \times (1.020 \times 10^6 + 1.316 \times 10^6) / 7.90 \times 10^7 \\ &= 0.0621 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ばね定数 k_1 及び k_2 (kN/m)、建物高さ h (m)、せん断弾性係数 G (kN/m²) から等価なせん断断面積 A_s (m²) を算定

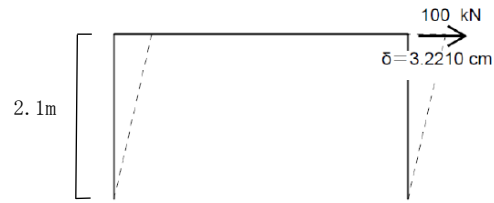
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）（NS方向）

図2-6(3) 2次元フレームモデルによる剛性評価方法



フレーム 1

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_1 = 0.0128$ (cm)
 ばね定数 $k_1 = 100 / 0.0128$
 $= 7.813 \times 10^5$ (kN/m)



フレーム 2

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_2 = 3.2210$ (cm)
 ばね定数 $k_2 = 100 / 3.2210$
 $= 3.105 \times 10^3$ (kN/m)



フレーム 3

単位荷重 $P = 100$ (kN)
 変形 $\delta_3 = 0.1489$ (cm)
 ばね定数 $k_3 = 100 / 0.1489$
 $= 6.716 \times 10^4$ (kN/m)

2次元フレームモデルに単位荷重を加え、各フレームの荷重-変形関係からばね定数 k_1 , k_2 , k_3 (kN/m) を算定



注：モデルのブレースは保守的に引張側のみ考慮

$$\begin{aligned} \text{せん断断面積 } A_s &= h \times (k_1 + 3k_2 + k_3) / G \\ &= 2.1 \times (7.813 \times 10^5 + 3.105 \times 10^3 \times 3 + 6.716 \times 10^4) / 7.90 \times 10^7 \\ &= 0.0228 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ばね定数 k_1 , k_2 , k_3 (kN/m), 建物高さ h (m), せん断弾性係数 G (kN/m²) から等価なせん断断面積 A_s (m²) を算定

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) (EW方向)

図 2-6(4) 2次元フレームモデルによる剛性評価方法

別紙 2 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備
の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 2-1
2. 固有値解析結果	別紙 2-2
3. 地震応答解析結果	別紙 2-5

1. 概要

本資料は、ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の波及的影響評価を行っているNS方向及びEW方向について、基準地震動 S_s に基づく基本ケースの地震応答解析結果を示すものである。

なお、地震応答解析に用いる材料定数は材料物性の不確かさの変動幅を適切に考慮することとしているが、ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備は、排気筒の基礎に設置されていること及び積雪荷重は積載荷重に包絡されていることから材料物性の不確かさによる影響については検討しない。

2. 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果(固有周期, 固有振動数及び刺激係数)を表 2-1 及び表 2-2 に示す。刺激関数図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

なお, 刺激係数は, モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.017	59.01	1.000	建物 1 次

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.020	50.25	1.000	建物 1 次

注記*：モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

表 2-2 固有値解析結果
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.014	69.54	1.000	建物 1 次

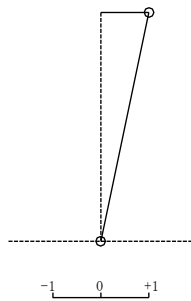
(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.024	42.14	1.000	建物 1 次

注記*：モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

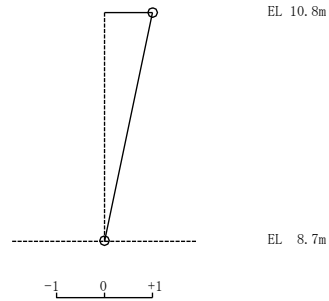
固有周期 0.017 s
固有振動数 59.01 Hz
刺激係数 1.000

固有周期 0.020 s
固有振動数 50.25 Hz
刺激係数 1.000



1次 モード

(a) N S 方向



1次 モード

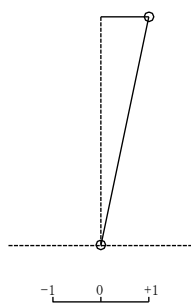
(b) E W 方向

図 2-1 刺激関数図

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

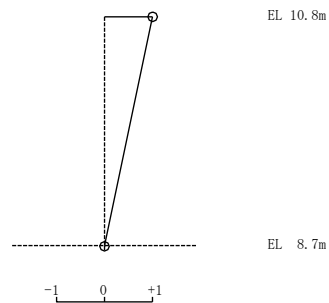
固有周期 0.014 s
固有振動数 69.54 Hz
刺激係数 1.000

固有周期 0.024 s
固有振動数 42.14 Hz
刺激係数 1.000



1次 モード

(a) N S 方向



1次 モード

(b) E W 方向

図 2-2 刺激関数図

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による最大応答値を図 3-1～図 3-16 及び表 3-1～表 3-20 に示す。

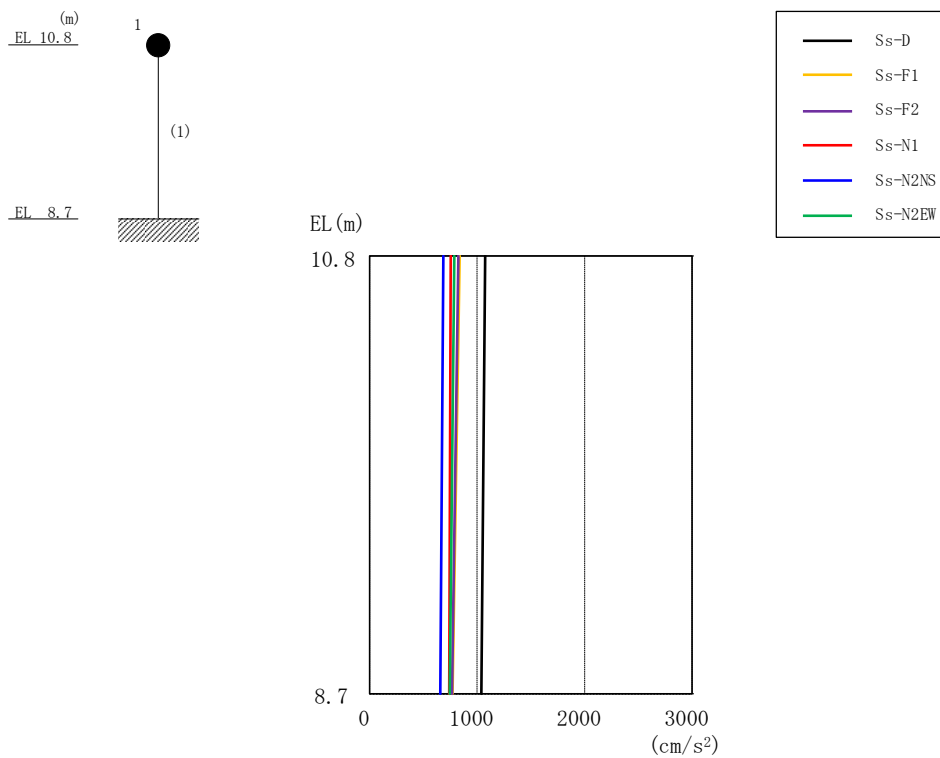


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8	1	1075	837	826	755	687	789	1075

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

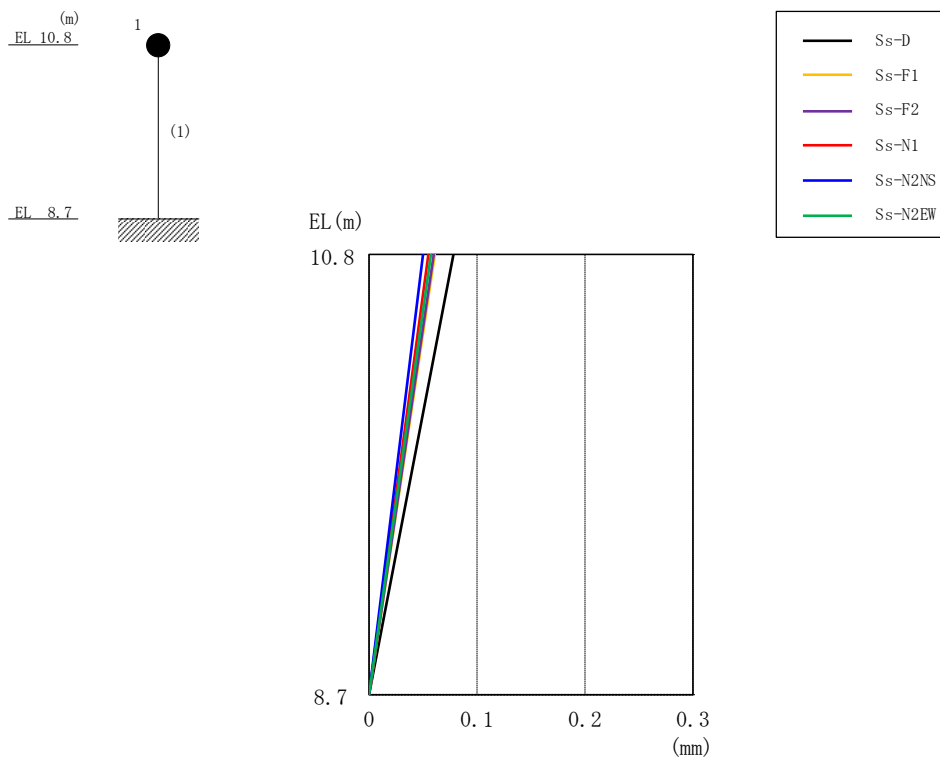


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S_s , NS 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8	1	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.08

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

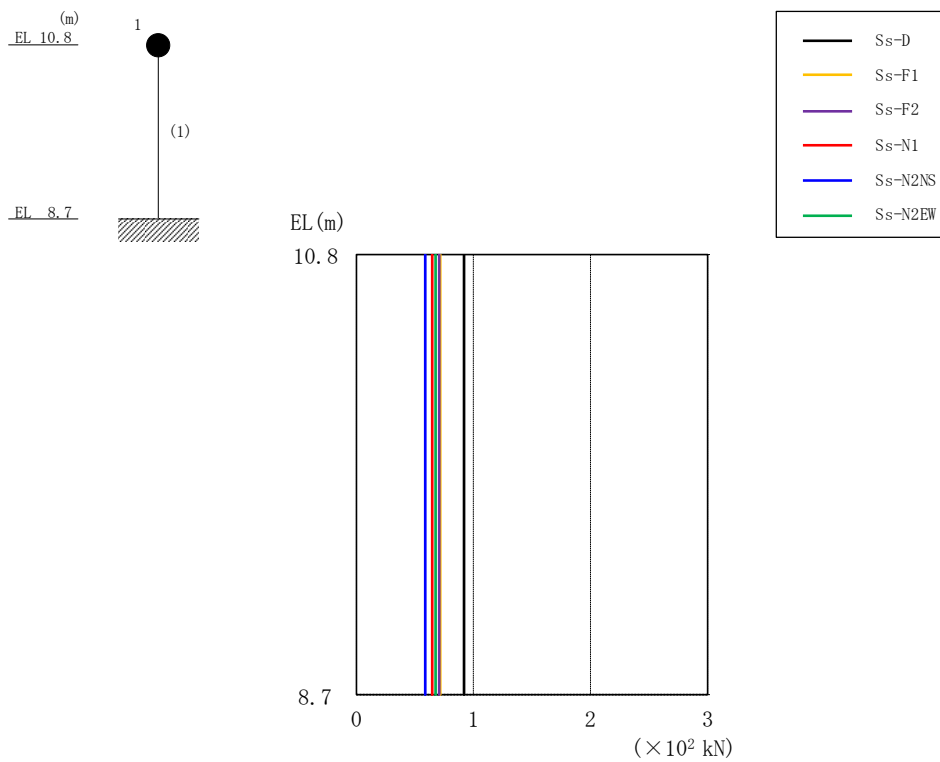


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	0.920	0.717	0.707	0.647	0.588	0.676	0.920

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

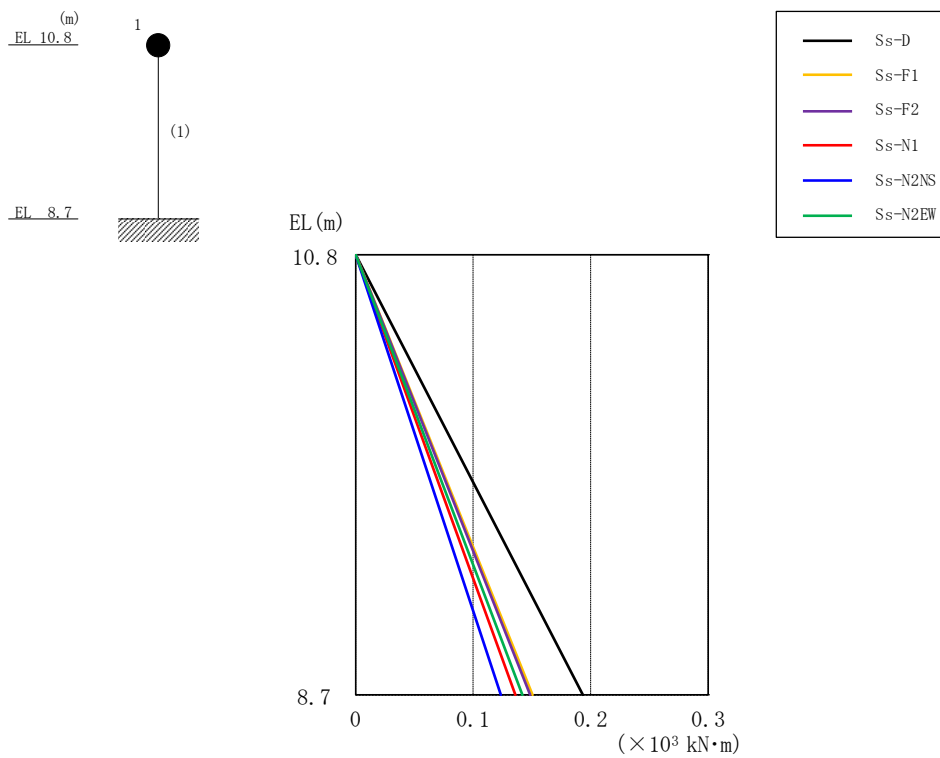


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , NS 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		0.193	0.151	0.148	0.136	0.124	0.142	0.193

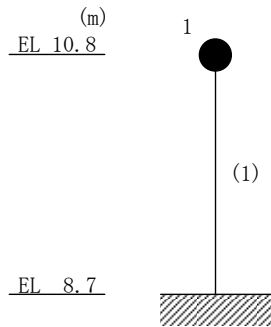
注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-5 最大層間変形角一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
10.8~8.7	1	1/26863	1/34488	1/34977	1/38222	1/42021	1/36584	1/26863

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



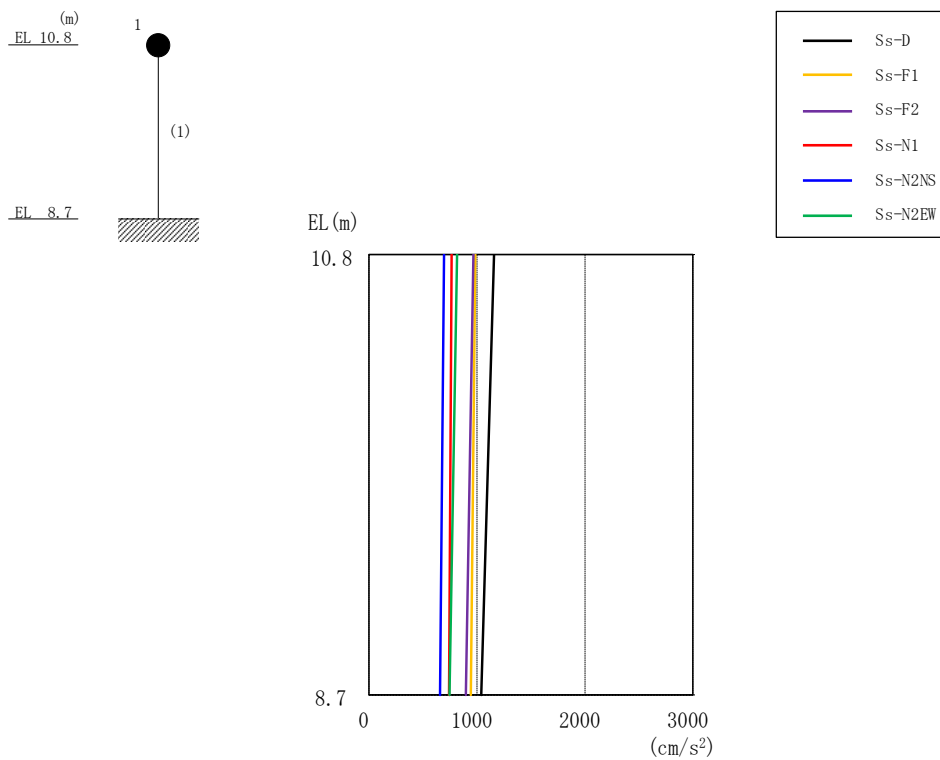


図 3-5 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8	1	1159	984	966	766	694	816	1159

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

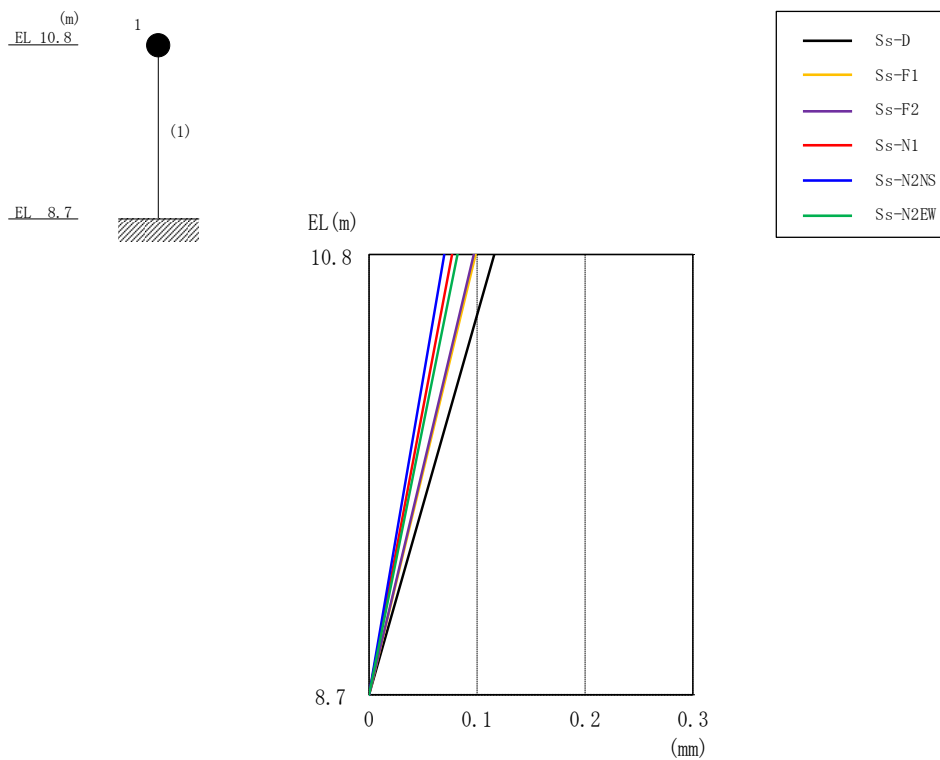


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8	1	0.12	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08	0.12

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

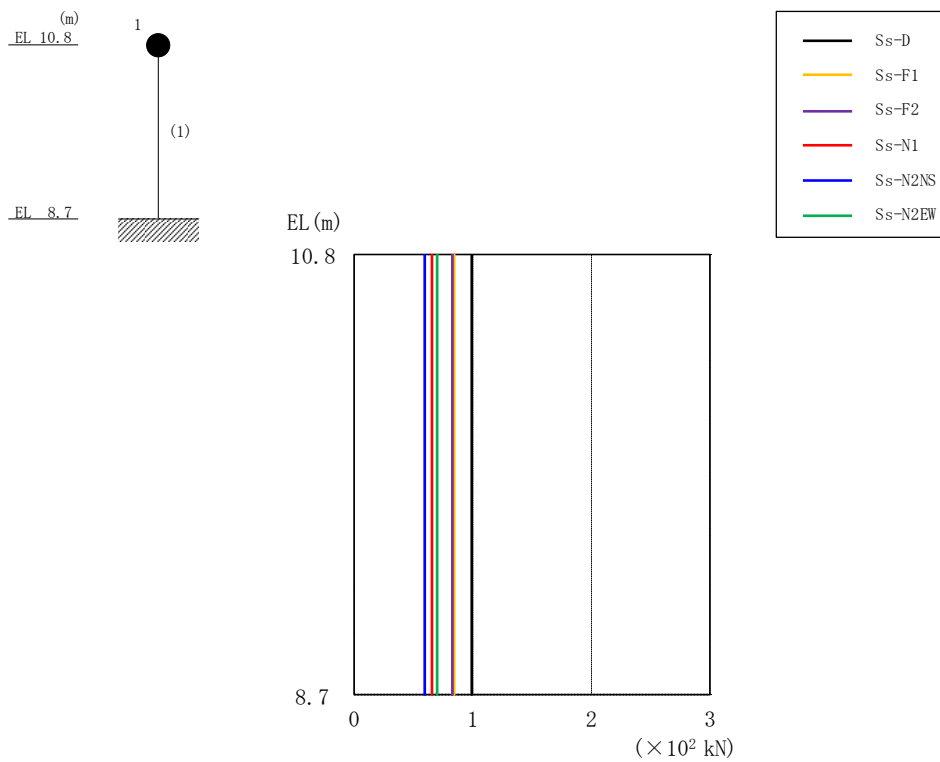


図 3-7 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，EW 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

表 3-8 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	0.991	0.843	0.827	0.656	0.595	0.699	0.991

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

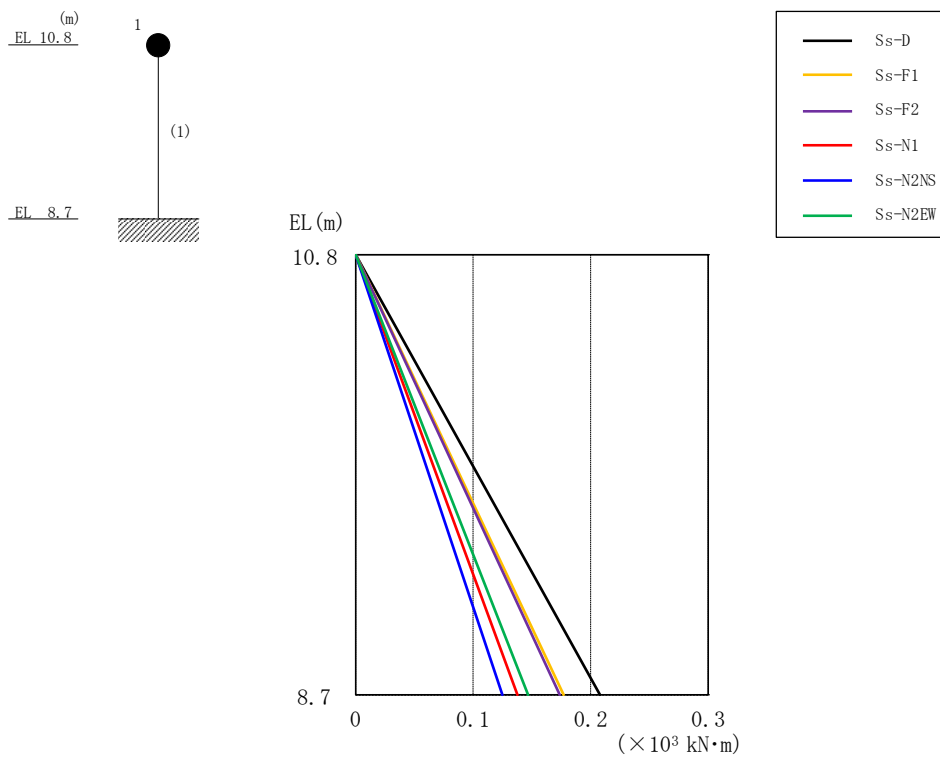


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		0.208	0.177	0.174	0.138	0.125	0.147	0.208

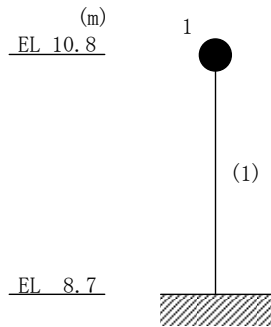
注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-10 最大層間変形角一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（北側）

EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
10.8~8.7	1	1/18102	1/21276	1/21677	1/27338	1/30158	1/25646	1/18102

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



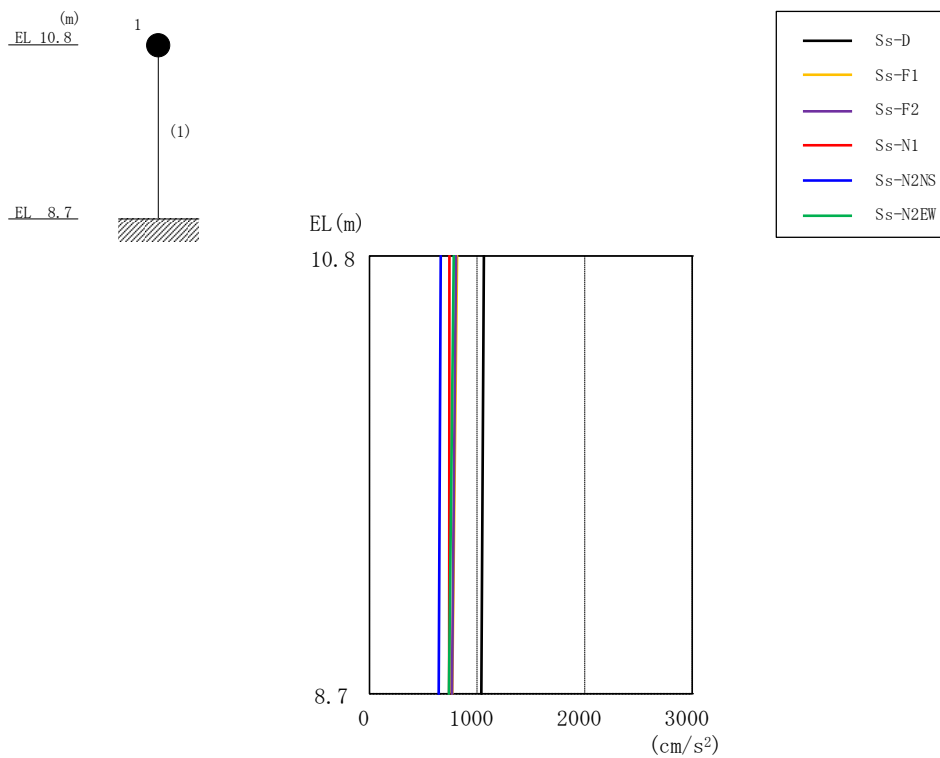


図 3-9 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-11 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8	1	1064	814	806	743	662	784	1064

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

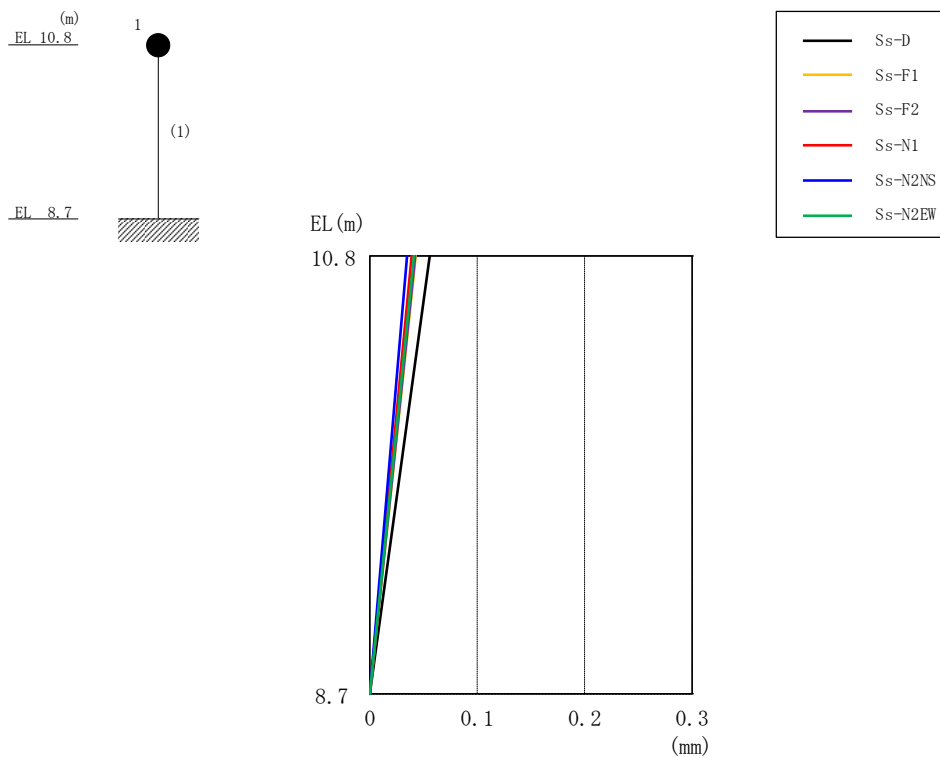


図 3-10 最大応答変位（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-12 最大応答変位一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8	1	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.06

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

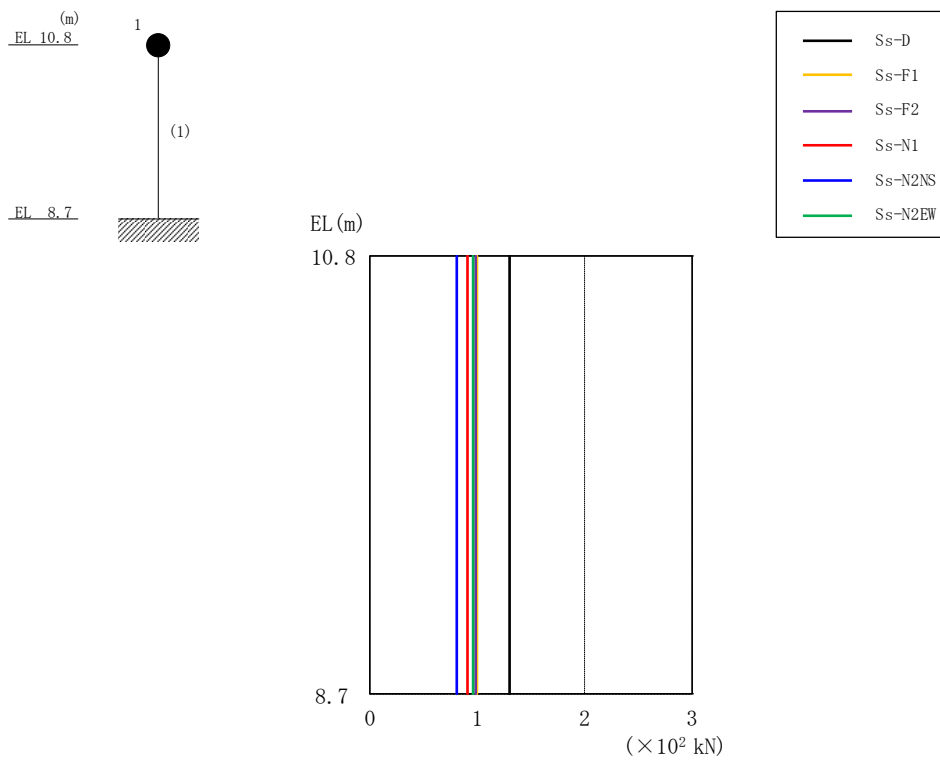


図 3-11 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-13 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	1.30	0.996	0.985	0.909	0.810	0.960	1.30

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

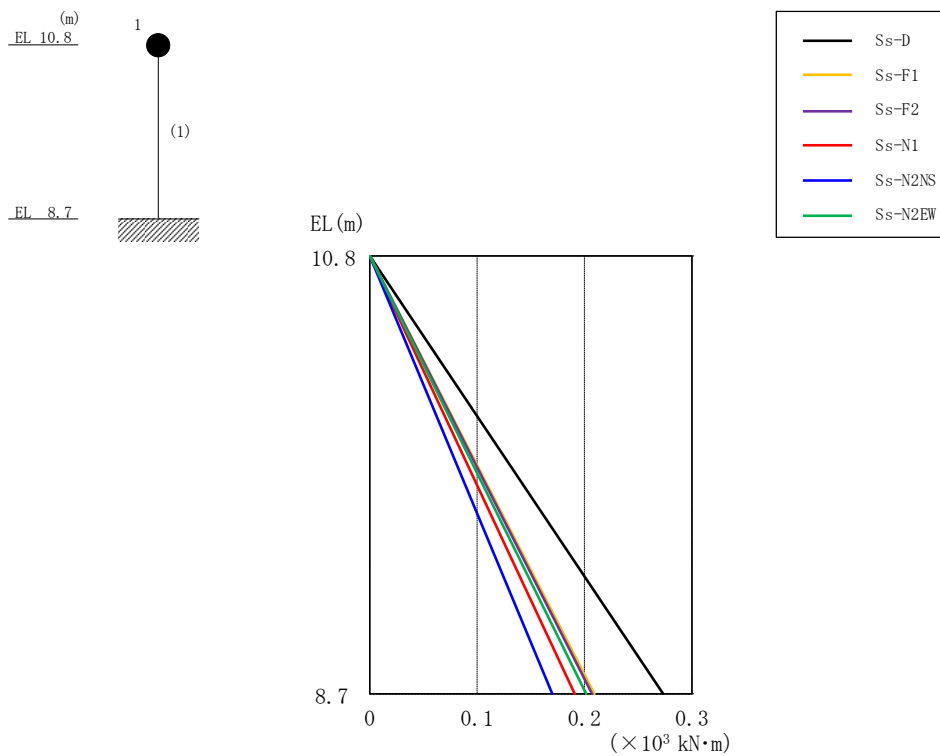


図 3-12 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-14 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）
ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8~8.7	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		0.273	0.209	0.207	0.191	0.170	0.202	0.273

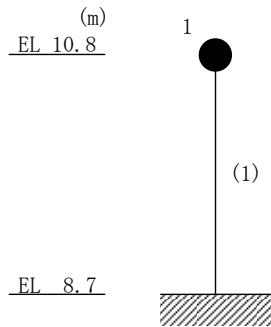
注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-15 最大層間変形角一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側)

EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
10.8~8.7	1	1/37686	1/49279	1/49788	1/53952	1/60575	1/51106	1/37686

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



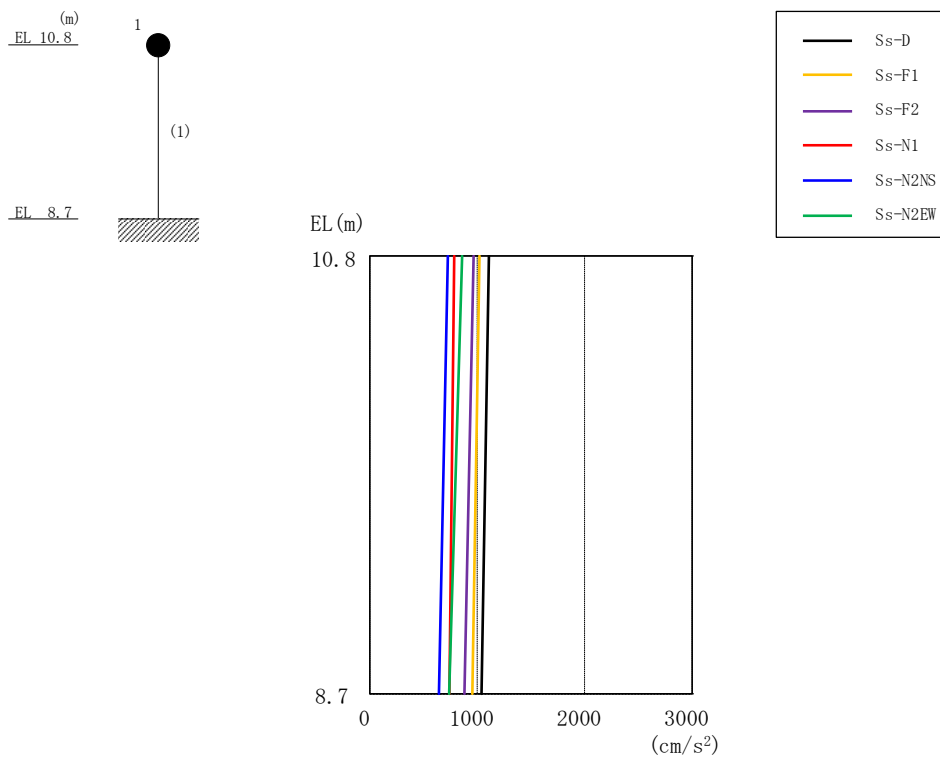


図 3-13 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-16 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8	1	1109	1020	966	786	726	859	1109

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

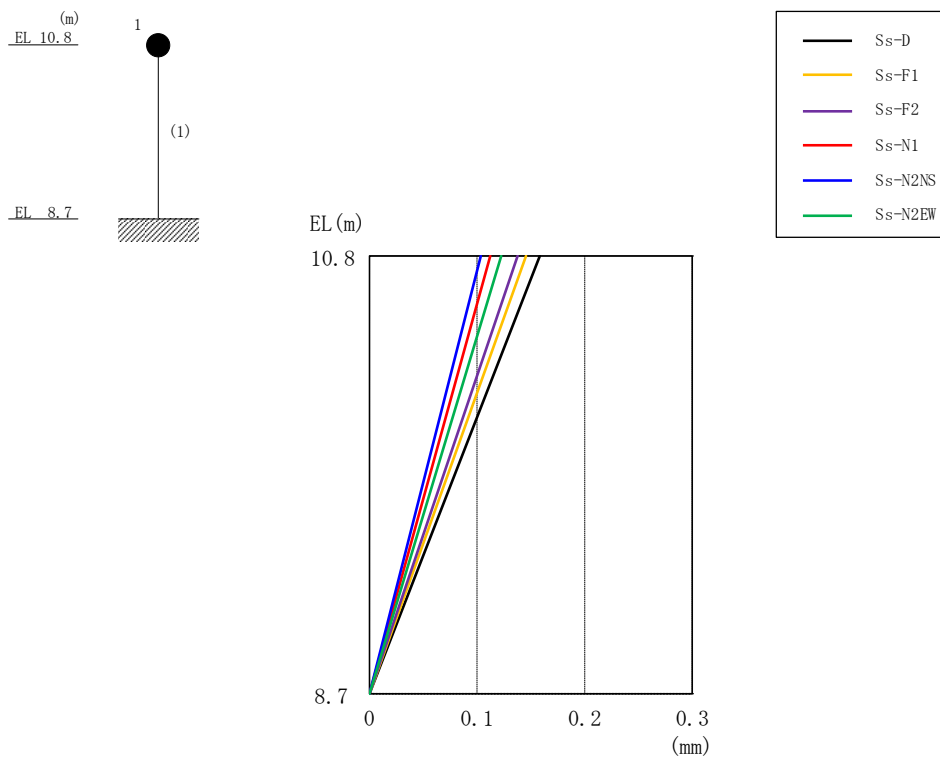


図 3-14 最大応答変位（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-17 最大応答変位一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8	1	0.16	0.15	0.14	0.11	0.10	0.12	0.16

注：ハッチングは S_s -D～ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

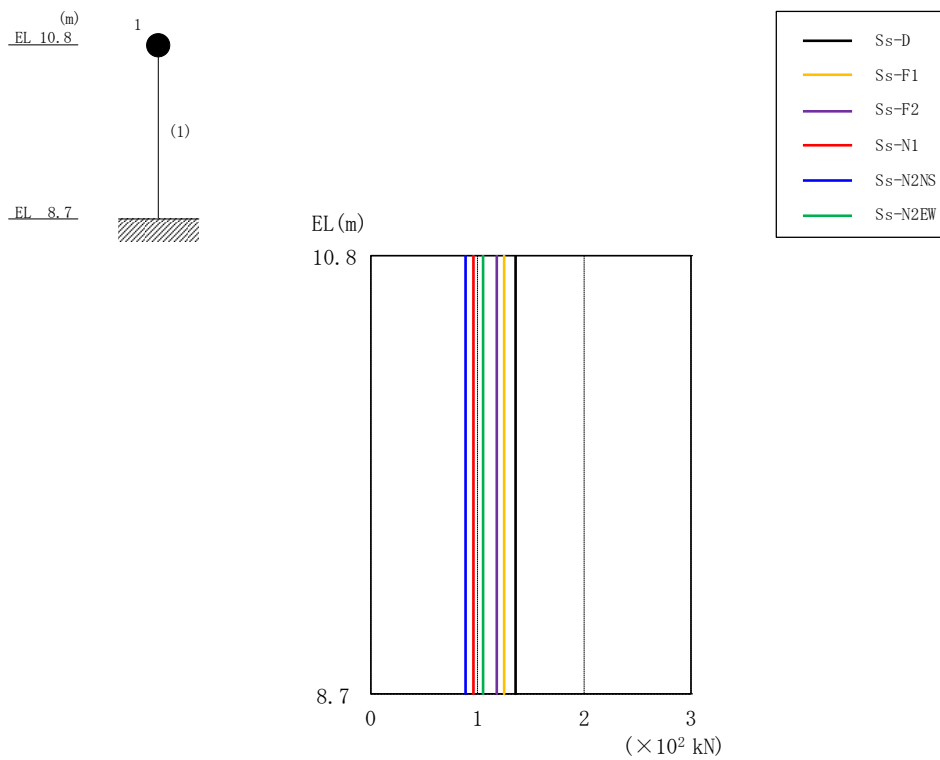


図 3-15 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側)

表 3-18 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
10.8~8.7	1	1.36	1.25	1.18	0.962	0.888	1.05	1.36

注：ハッチングは S_s -D ~ S_s -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

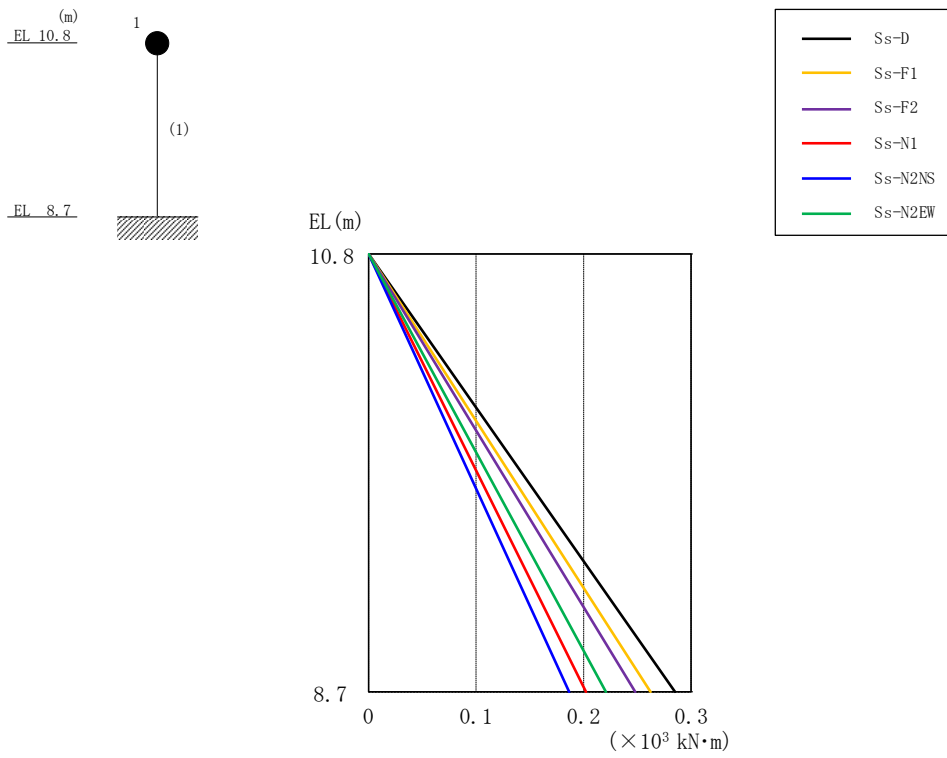


図 3-16 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，EW方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

表 3-19 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）
 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^3$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
10.8~8.7	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		0.285	0.262	0.248	0.202	0.186	0.221	0.285

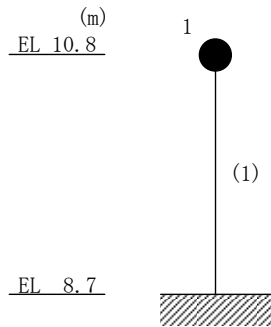
注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 3-20 最大層間変形角一覧（基準地震動 S_s ，EW方向）

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備（南側）

EL (m)	要素 番号	最大層間変形角						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
10.8~8.7	1	1/13270	1/14429	1/15251	1/18719	1/20289	1/17141	1/13270

注：ハッチングは S_s -D~ S_s -N2EWの最大応答値のうち最も大きい値を表示。



補足-025-21 原子炉ウェルシールドプラグの耐震性についての
計算書に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

VI-2-11-2-9「原子炉ウェルシールドプラグの耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 支持部で想定される破壊形式に対する検討

別紙2 浮上りに対する検討

別紙 1 支持部で想定される破壊形式に対する検討

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 支持部で想定される破壊形式に対する検討方針	別紙 1-2
3. 支持部で想定される破壊形式に対する検討結果	別紙 1-3

1. 概要

VI-2-11-2-9「原子炉ウェルシールドプラグの耐震性についての計算書」（以下「原子炉ウェルシールドプラグの耐震計算書」という。）では、原子炉ウェルシールドプラグの支持部（以下「支持部」という。）について、圧縮力に対する耐震評価を実施しており、せん断力に対する耐震評価は原子炉ウェルシールドプラグ本体（以下「シールドプラグ本体」という。）に対してのみ実施している。本資料は、支持部で想定される破壊形式に対する検討を行うものである。

2. 支持部で想定される破壊形式に対する検討方針

支持部で想定される破壊形式を示したうえで各破壊形式に対する検討を行う。その結果、原子炉ウェルシールドプラグの耐震計算書における支持部の耐震評価が適切であることを確認する。

3. 支持部で想定される破壊形式に対する検討結果

図 3-1 に支持部で想定される破壊形式を示す。図 3-1 に示すように、支持部では斜め方向及び鉛直方向の滑りせん断破壊が考えられるため、それぞれについて検討した。

(1) 斜め方向の滑りせん断破壊

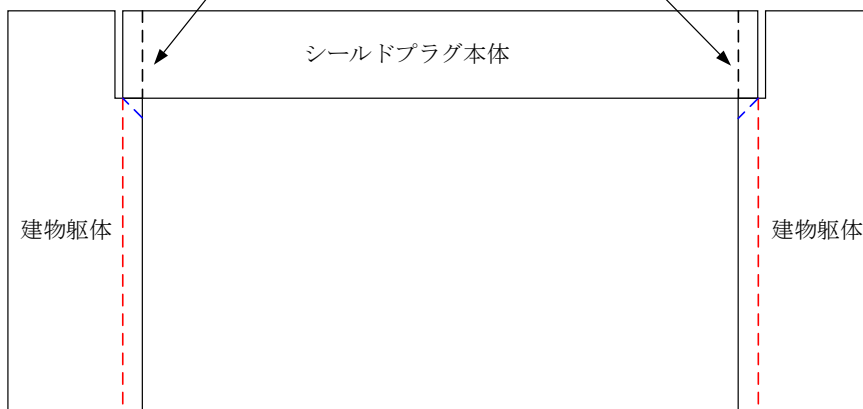
シールドプラグ本体が水平移動しないことを踏まえると、斜め方向の滑りせん断破壊が発生した場合においても、原子炉建物の躯体（以下「建物躯体」という。）に新たに支持点を生じ、落下に至らないため影響はないと考えられる。

(2) 鉛直方向の滑りせん断破壊

鉛直方向の滑りせん断破壊については、建物躯体のせん断力に対する検討を実施することとなる。ここで、建物躯体の断面寸法はシールドプラグ本体の断面寸法より大きいため、建物躯体より先行してシールドプラグ本体の鉛直方向の滑りせん断破壊が生じると考えられる。シールドプラグ本体のせん断力に対する耐震評価は原子炉ウェルシールドプラグの耐震計算書にて実施しており、その健全性が確認されていることを踏まえると、建物躯体の健全性は担保されていると言える。

以上より、支持部について、圧縮力に対する耐震評価を実施することが適切であることを確認した。

シールドプラグ本体のせん断力に対する検討は、
原子炉ウェルシールドプラグの耐震計算書にて実施済



- - - : 斜め方向の滑りせん断破壊面
- - - : 鉛直方向の滑りせん断破壊面

図 3-1 支持部で想定される破壊形式

別紙2 浮上りに対する検討

目 次

1. 概要	別紙 2-1
2. 評価方針	別紙 2-2
2.1 浮上りに対する評価方針	別紙 2-2
2.2 衝突時の荷重に対する評価方針	別紙 2-4
2.2.1 シールドプラグ本体の曲げモーメントに対する評価	別紙 2-7
2.2.2 シールドプラグ本体のせん断力に対する評価	別紙 2-7
2.2.3 支持部の圧縮力に対する評価	別紙 2-8
3. 評価結果	別紙 2-9
3.1 浮上り量に対する評価結果	別紙 2-9
3.2 衝撃力に対する評価結果	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-9

1. 概要

VI-2-11-2-9「原子炉ウェルシールドプラグの耐震性についての計算書」では、原子炉ウェルシールドプラグ本体（以下「シールドプラグ本体」という。）について、地震荷重が鉛直方向下向きに作用した際のシールドプラグ本体及び原子炉建物躯体の支持部（以下「支持部」という。）の耐震評価を実施している。本資料は、鉛直加速度が1Gを超えることにより発生するシールドプラグ本体の浮上りの影響確認を実施するものである。

2. 評価方針

シールドプラグ本体の設置レベル (EL 42.8m) における地震応答 (最大応答加速度, 最大応答速度及び最大応答変位) を用いて, 鉛直加速度が 1G を超えることにより発生する浮上り量を算出し, 浮上りが発生しても嵌め込み深さを超えずにシールドプラグ本体の設置状況に影響がないことを確認する。また, 浮上りによる衝突時の荷重の影響についても検討する。

2.1 浮上りに対する評価方針

シールドプラグ本体の浮上り量及び建物躯体の最大鉛直変位からシールドプラグ本体と建物躯体との最大離間距離 (絶対値) を算定し, 許容値 (嵌め込み深さ) を下回ることを確認する。

シールドプラグ本体は, 建物躯体の上側最大変位時に建物躯体の最大応答速度で浮き上がり始めると保守的に設定し, シールドプラグ本体の最大浮上り量は, 浮上りを始める位置から最高到達点までの距離とする。また, 建物躯体の最大鉛直変位は, シールドプラグ本体の設置レベル (EL 42.8m) における基準地震動 S_s に対する最大応答鉛直変位とする。

シールドプラグ本体の最高到達点と建物躯体の下側最大変位時の状態との距離を最大離間距離とし, 以下のとおり算定する。最大離間距離 H の概念図を図 2-1 に示す。

$$H = h_1 + h_2 + h_2$$

ここで,

h_1 : シールドプラグ本体の最大浮上り量 (m)

$$h_1 = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

v : 建物躯体の最大応答速度* (m/s)

g : 重力加速度 (m/s²)

h_2 : 建物躯体の最大応答鉛直変位* (m)

注記* : 「補足-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち別紙 3-3 「材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示すシールドプラグ本体の設置レベル (EL 42.8m) における基準地震動 S_s に対する不確かさを考慮した最大応答速度及び最大応答変位

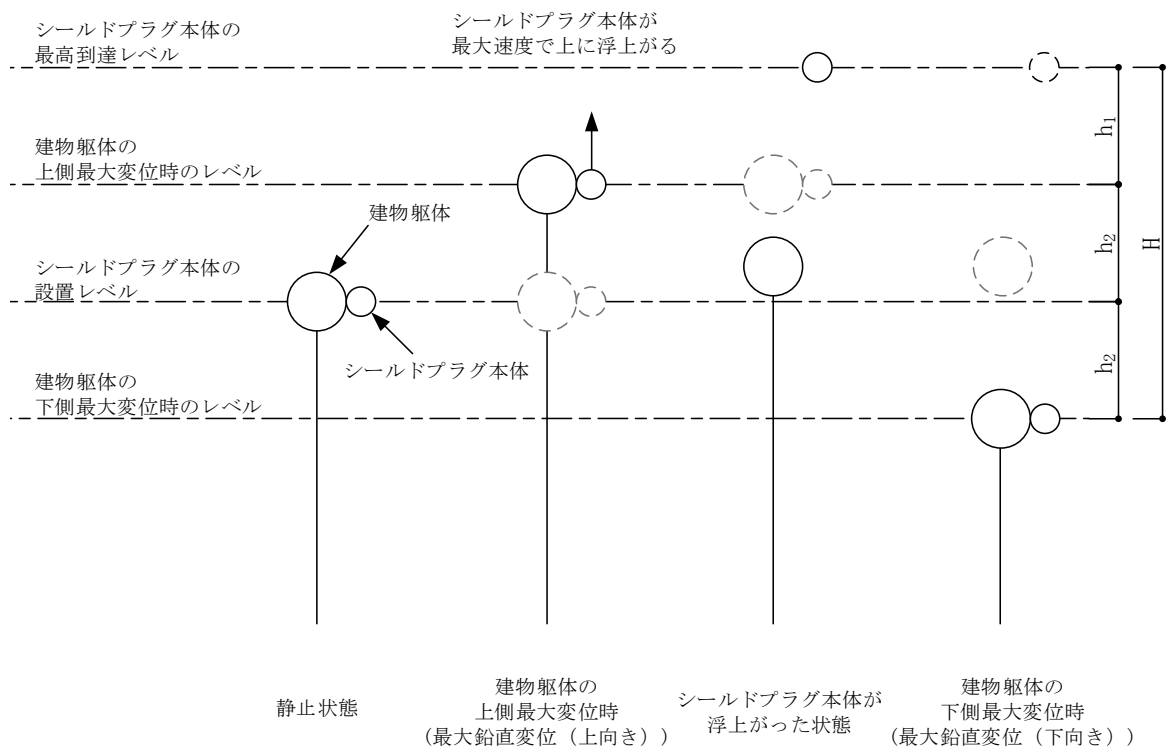


図 2-1 最大離間距離Hの概念図

2.2 衝突時の荷重に対する評価方針

シールドプラグ本体が浮き上がった後、落下し建物躯体と衝突する時の衝撃力に対して、シールドプラグ本体及び支持部が健全であることを確認する。建物躯体とシールドプラグ本体の衝突の概念図を図2-2に示す。

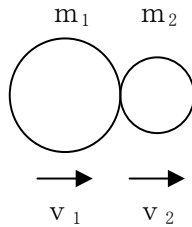


図2-2 建物躯体とシールドプラグ本体の衝突の概念図

衝撃力は力積及び接触時間により算定する。シールドプラグ本体及び建物躯体が衝突する時の力積 P は、以下の式により算定する。

$$P = \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot (1+e) \cdot (v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}$$

ここで、

- m_1 : 建物躯体の質量 (kg)
- m_2 : シールドプラグ本体の質量 (kg)
- v_1 : 建物躯体の衝突時の速度 (m/s)
- v_2 : シールドプラグ本体の衝突時の速度 (m/s)
- e : 反発係数

シールドプラグ本体の質量 m_2 に対する建物躯体の質量 m_1 は十分大きく、また、完全弾性衝突を想定すると $e=1$ となることから、上式は以下ようになる。

$$P = 2 \cdot m_2 \cdot (v_1 - v_2)$$

ここで、

- m_2 : シールドプラグ本体の質量 (kg)
- v_1 : 建物躯体の衝突時の速度 (m/s)
- v_2 : シールドプラグの本体衝突時の速度 (m/s)

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

- g : 重力加速度 (m/s^2)
- H : 最大離間距離 (m)

建物躯体及びシールドプラグ本体が衝突して離れるまでの接触時間 Δt を、シールドプラグ本体を両端ピン支持の単純はりとしたときの単純はりが半振幅する時間とすると、固有周期の 1/2 倍となる。シールドプラグ本体の断面図を図 2-3 に、接触時間の概念図を図 2-4 に示す。

両端ピン支持の単純はりの 1 次固有振動数 f は、以下の式により算定する。

$$f = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{\rho \cdot A}}$$

ここで、

- L : 支持スパン (m)
- E : コンクリートのヤング係数 (N/m²)
- I : シールドプラグ本体の断面二次モーメント (m⁴)
- ρ : シールドプラグ本体の単位体積重量 (kg/m³)
- A : シールドプラグ本体の断面積 (m²)

上記の 1 次固有振動数 f を用いて、以下の式により接触時間 Δt を算定する。

$$\Delta t = \frac{1}{2 \cdot f}$$

ここで、

- f : 1 次固有振動数 (Hz)

衝撃力 F は、以下の式により算定する。

$$F = \frac{P}{\Delta t}$$

ここで、

- P : 力積 (N・s)
- Δt : 建物躯体及びシールドプラグ本体の接触時間 (s)

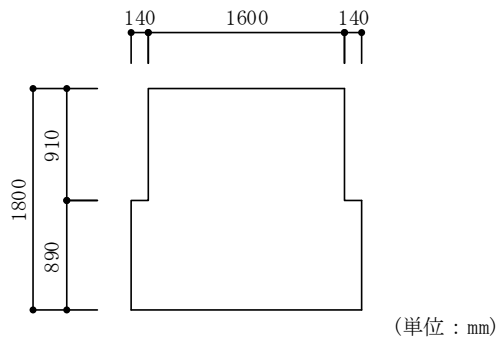


図 2-3 シールドプラグ本体の断面図

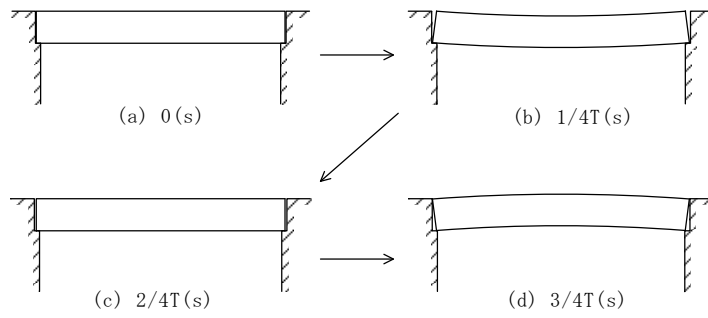


図 2-4 接触時間の概念図

2.2.1 シールドプラグ本体の曲げモーメントに対する評価

シールドプラグ本体の衝撃力による曲げモーメントMが、シールドプラグ本体の短期許容曲げモーメントを下回ることを確認する。シールドプラグ本体に生じる曲げモーメントは、以下の式により算定する。

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8}$$

ここで、

w : 衝撃力による評価用荷重 (kN/m)

$$w = \frac{F}{L}$$

L : 支持スパン (m)

F : 衝撃力 (kN)

2.2.2 シールドプラグ本体のせん断力に対する評価

シールドプラグ本体の衝撃力によるせん断力Qが、シールドプラグ本体の短期許容せん断力を下回ることを確認する。シールドプラグ本体に生じるせん断力は以下の式により算定する。

$$Q = \frac{w \cdot L}{2}$$

ここで、

w : 衝撃力による評価用荷重 (kN/m)

$$w = \frac{F}{L}$$

L : 支持スパン (m)

F : 衝撃力 (kN)

2.2.3 支持部の圧縮力に対する評価

シールドプラグ本体の衝撃力により、支持部に作用するシールドプラグ本体からの圧縮力Nが短期許容圧縮力を下回ることを確認する。支持部に作用する圧縮力は、以下の式により算定する。

$$N = \frac{w \cdot L}{2}$$

ここで、

w : 衝撃力による評価用荷重 (kN/m)

$$w = \frac{F}{L}$$

L : 支持スパン (m)

F : 衝撃力 (kN)

3. 評価結果

3.1 浮上り量に対する評価結果

浮上り量に対する評価結果を表 3-1 に示す。シールドプラグ本体及び建物躯体の最大離間距離が評価基準値（嵌め込み深さ）を下回ることを確認した。

表 3-1 浮上り量に対する評価結果

部位	最大離間距離 (mm)	評価基準値 (mm) (嵌め込み深さ)
シールド プラグ本体	9.28	1800

3.2 衝撃力に対する評価結果

衝撃力に対する評価結果を表 3-2 に示す。各部の評価用応力は評価基準値（短期許容応力度）を満足していることを確認した。

表 3-2 衝撃力に対する評価結果

部位	応力	評価用応力	評価基準値
シールド プラグ本体	曲げモーメント (kN・m)	4177	4180
	せん断力 (kN)	1443	2040
支持部	圧縮力 (kN)	1443	5279

4. まとめ

鉛直加速度が 1G を超えることにより発生するシールドプラグ本体の浮上りの影響確認の結果、浮上り量は嵌め込み深さを下回っていること、衝撃力に対するシールドプラグ本体及び支持部の耐震性は確保されていることから、上位クラス施設である原子炉格納容器に対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

補足-025-22 建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用

目 次

1. 概要	1
1.1 検討概要	1
1.2 評価対象部位及び検討方針	2
1.2.1 地盤（必要付着力，接地圧）及び基礎スラブ	4
1.2.2 上部構造物	12
1.2.3 組合せ係数法による評価値及び時刻歴和による評価値	14
2. 検討内容及び検討結果	21
2.1 必要付着力の検討	21
2.1.1 検討内容	21
2.1.2 検討結果	23
2.2 接地圧及び基礎スラブの検討	25
2.2.1 検討内容	25
2.2.2 検討結果	27
2.3 上部構造物の検討	29
2.3.1 検討内容	29
2.3.2 検討結果	31

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、島根原子力発電所第2号機の建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性について説明するものである。

建物・構築物の耐震評価として行う水平及び鉛直方向の荷重の組合せを考慮した評価において、水平及び鉛直方向のそれぞれの最大値をもとに組合せ係数法を適用した評価値（以下「組合せ係数法による評価値」という。）と水平及び鉛直方向の地震応答の時刻歴を時々刻々組み合わせて算定した時刻歴の最大値を基にした評価値（以下「時刻歴和による評価値」という。）の比較を行うことで、組合せ係数法の適用性を確認する。

また、本資料は、以下の添付書類の補足説明をするものである。

- ・ VI-2-2-5 「制御室建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-6 「制御室建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-2-8 「タービン建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-2-9 「廃棄物処理建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-12 「緊急時対策所の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-2-15 「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-2-17 「ガスタービン発電機建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-4-2-1 「燃料プール（キャスク置場を含む）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-8-4-3 「中央制御室遮蔽（1，2号機共用）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-9-3-1 「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-9-3-4 「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」

1.2 評価対象部位及び検討方針

建物・構築物の耐震評価に考慮する荷重の組合せにおいては、以下に示す組合せ係数法を適用し、水平及び鉛直方向の地震力が同時に不利な方向に作用するものとして評価を実施している。

①：1.0×水平地震力による荷重+0.4×鉛直地震力による荷重

②：0.4×水平地震力による荷重+1.0×鉛直地震力による荷重

耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位を表 1-1 に示す。評価対象部位のうち、地盤については地震応答解析に基づいて接地圧及び基礎浮上りが発生しないために必要な付着力（以下「必要付着力」という。）の評価を、その他の部位については応力解析に基づいて断面の評価を実施している。

建物・構築物の耐震評価における組合せ係数法の適用性を検討するにあたっては、まず、組合せ係数法による評価値が、時刻歴和による評価値と同等又は保守的であることを確認する。その結果、同等又は保守的といえない場合は、時刻歴和による評価値に基づいた評価が及ぼす各部への影響を検討し、許容限界以内であることを確認することにより、組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認する。

組合せ係数法を用いて評価している部位は、地盤、基礎スラブ及び上部構造物に分類される。以下に、分類された評価部位に対する代表建物の選定方法及び具体的な検討方針を示す。

表 1-1 耐震評価に組合せ係数法を用いている建物・構築物及び評価対象部位

建物・構築物	評価対象部位	評価方法	地震動
原子炉建物	原子炉建物原子炉棟 (二次格納施設)	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 S _d
	燃料プール (キャスク置場を含む)	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s 弾性設計用地震動 S _d
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s
制御室建物	中央制御室遮蔽	応力解析による評価 (断面の評価)	弾性設計用地震動 S _d
	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s
		地震応答解析による評価 (必要付着力の評価)	基準地震動 S _s 弾性設計用地震動 S _d
タービン建物	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s
廃棄物処理建物	地盤	地震応答解析による評価 (必要付着力の評価)	弾性設計用地震動 S _d
緊急時対策所	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s
排気筒	基礎	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	応力解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s
ガスタービン 発電機建物	基礎スラブ	応力解析による評価 (断面の評価)	基準地震動 S _s
	地盤	地震応答解析による評価 (接地圧の評価)	基準地震動 S _s

1.2.1 地盤（必要付着力，接地圧）及び基礎スラブ

(1) 必要付着力

建物・構築物の地震応答解析において浮上り線形地震応答解析モデル(付着力考慮)を採用している建物については，必要付着力が付着力試験に基づき設定した値(0.40N/mm²) (以下「設定付着力」という。)を超えないことを確認している。必要付着力の評価において組合せ係数法を採用していることから，必要付着力に対する組合せ係数法の検討を行う。

検討対象建物は，地震応答解析において建物基礎底面の付着力を考慮して浮上り線形解析を実施している制御室建物(基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dに対する評価)及び廃棄物処理建物(弾性設計用地震動S_dに対する評価)であるが，これらの建物から建物の重要度及び内包する施設の重要度を踏まえて代表建物を選定する。

また，建物の構造特性は水平方向と鉛直方向で異なり，水平応答と鉛直応答は異なる固有周期で振動している。水平地震力と鉛直地震力を各々の解析で算定し，それらの同時性を考慮することを鑑みれば，両者の固有周期が近いほど必要付着力への相互の影響が大きくなると考えられる。したがって，代表建物の選定においては水平と鉛直の固有周期の比についても考慮する。

付着力を考慮して浮上り線形解析を実施する建物の重要度，内包する施設の重要度及び基本ケースにおける水平と鉛直の固有周期の比を整理して表1-2に示す。表1-2より，建物の重要度及び内包する施設の重要度が高く，水平と鉛直の固有周期の比が最も小さい制御室建物を代表建物として選定する。

表 1-2 付着力を考慮して浮上り線形解析を実施する建物の重要度，内包する施設の重要度及び水平と鉛直の固有周期の比

建物名	建物の重要度*1, 2	内包する施設の重要度*1, 2	固有周期（基本ケース）				備考
			方向	水平 1 次 (秒)	鉛直 1 次 (秒)	固有周期の比 (水平／鉛直)	
制御室建物	S	S	NS	0.140	0.052	2.23	
	常設耐震／防止 常設／緩和	常設耐震／防止 常設／緩和	EW	0.116			
廃棄物処理建物	B	S	NS	0.205*3	0.084*3	2.27	
	常設耐震／防止 常設／緩和	常設耐震／防止 常設／緩和	EW	0.191*3			

注記*1：上段は設計基準対象施設，下段は重大事故等対処施設を示す。

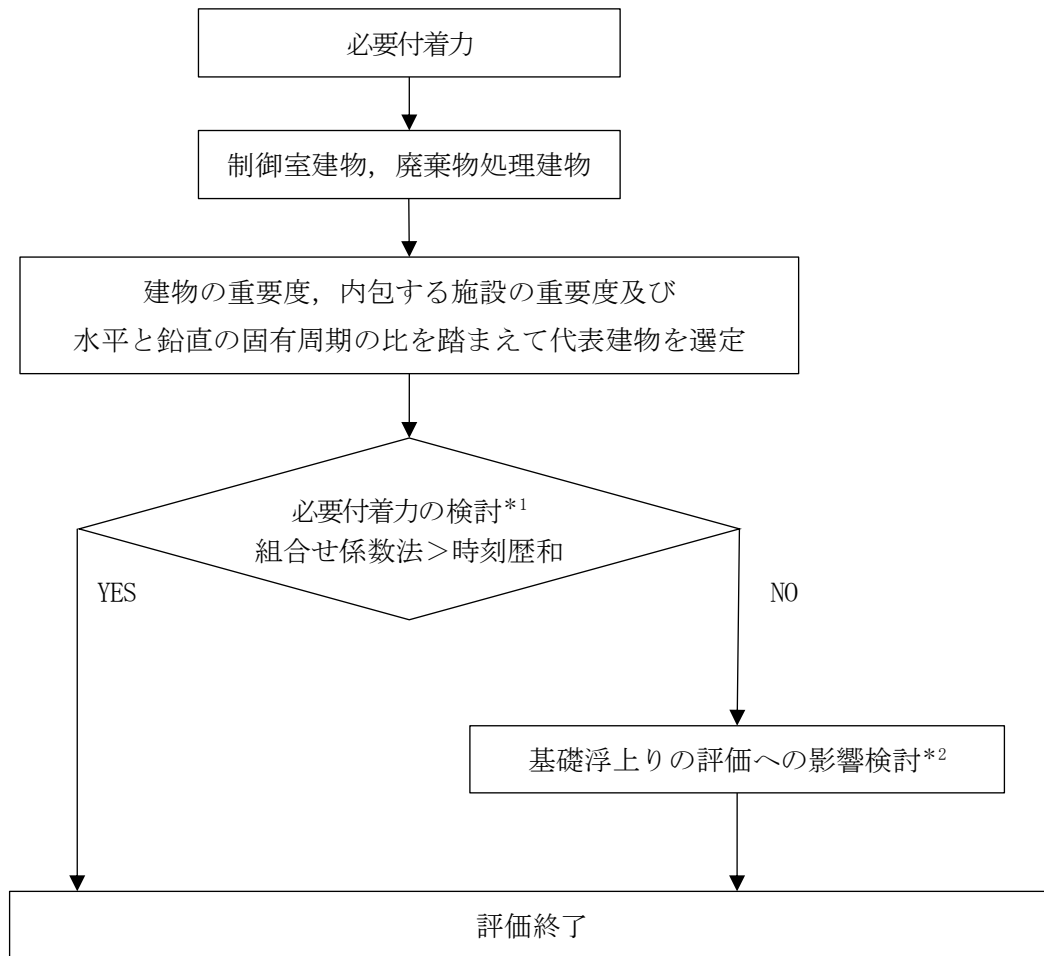
*2：重大事故等対処施設の分類

- ・常設耐震／防止：常設耐震重要重大事故防止設備
- ・常設／緩和：常設重大事故緩和設備

*3：弾性設計用地震動 S d に対する評価に用いるモデルの固有周期を示す。

検討は、基準地震動 S_s に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動 ($S_s - D$)、断層モデルに基づく地震動 ($S_s - F1$, $S_s - F2$) 及び震源を特定せず策定する地震動 ($S_s - N1$, $S_s - N2$) に対して実施する。検討においては、まず組合せ係数法による必要付着力が、時刻歴和による必要付着力と同等又は保守的であることを確認する。同等又は保守的と言えない場合は、時刻歴和による必要付着力が基礎浮上りの評価へ及ぼす影響検討を行う。

必要付着力の検討フローを図 1-1 に示す。



注記*1：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）による検討

*2：材料物性の不確かさを考慮した検討

図 1-1 必要付着力の検討フロー

(2) 接地圧及び基礎スラブ

建物・構築物の地震応答解析に基づく接地圧の評価において、組合せ係数法を採用している。一方、基礎スラブについては応力解析における荷重組合せにおいて、組合せ係数法を採用しているが、接地圧は地盤から基礎スラブへの地震荷重となることから、基礎スラブの検討においても接地圧に対する組合せ係数法の検討を行う。

検討対象の建物・構築物は、原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物、緊急時対策所、排気筒及びガスタービン発電機建物であるが、これらの建物・構築物から建物・構築物の重要度及び内包する施設の重要度を踏まえて代表建物・構築物を選定する。

また、建物・構築物の構造特性は水平方向と鉛直方向で異なり、水平応答と鉛直応答は異なる固有周期で振動している。水平地震力と鉛直地震力を各々の解析で算定し、それらの同時性を考慮することを鑑みれば、両者の固有周期が近いほど接地圧への相互の影響が大きくなると考えられる。なお、解析上の接地率が小さくなる場合に、基礎浮上り非線形の影響が大きくなることから、組合せ係数法の適用性に影響することが考えられる。以上より、代表建物・構築物の選定においては水平と鉛直の固有周期の比及び接地率についても考慮する。

接地圧及び基礎スラブの評価を実施する建物・構築物の重要度、内包する施設の重要度、水平と鉛直の固有周期の比及び基準地震動 $S_s - D$ に対する基本ケースの接地率を整理して表 1-3 に示す。表 1-3 より、建物・構築物の重要度及び内包する施設の重要度が高く、接地率が最も小さい原子炉建物を代表建物として選定する。

表 1-3(1) 接地圧及び基礎スラブの評価を実施する建物・構築物の重要度，内包する施設の重要度，水平と鉛直の固有周期の比及び接地率

建物・構築物名	建物・構築物の重要度*1, 2	内包する施設の重要度*1, 2	固有周期（基本ケース）			接地率*3 (%)	備考
			方向	水平 1 次 (秒)	鉛直 1 次 (秒)		
原子炉建物	S	S	N S	0.220	0.105	1.93	
	常設耐震/防止 常設/緩和	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (D B 拡張)		0.203			
制御室建物	S	S	N S	0.140	0.052	2.23	
	常設耐震/防止 常設/緩和	常設耐震/防止 常設/緩和		0.116			
タービン建物	B	S	N S	0.206	0.077	2.04	
	—	常設/緩和 常設/防止 (D B 拡張)		0.157			

注：下線部は，固有周期の比又は接地率が最小となる数値を示す。

注記*1：上段は設計基準対象施設，下段は重大事故等対処施設を示す。

*2：重大事故等対処施設の種類

・常設耐震/防止：常設耐震重要重大事故防止設備

・常設/緩和：常設重大事故緩和設備 ・常設/防止（D B 拡張）：常設重大事故防止設備（設計基準拡張）

*3：基準地震動 S_s-D に対する基本ケースの接地率を示す。

*4：基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が，島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値（0.40N/mm²）を超えないため接地率は 100%となる。

表 1-3(2) 接地圧及び基礎スラブの評価を実施する建物・構築物の重要度，内包する施設の重要度，水平と鉛直の固有周期の比及び接地率

建物名・構築物	建物・構築物の重要度*1, 2	内包する施設の重要度*1, 2	固有周期（基本ケース）			接地率*3 (%)	備考
			方向	水平 1 次 (秒)	鉛直 1 次 (秒)		
廃棄物処理建物	B	S	N S	0.205*4	0.084*4	2.27	98.8
	常設耐震/防止 常設/緩和	常設耐震/防止 常設/緩和		0.191*4			93.9
緊急時対策所	C	—	N S	0.061	0.041	<u>1.49</u>	86.3
	—	常設耐震/防止 常設/緩和		0.063			70.5
排気筒	C	S	N S	1.106	0.113	9.79	100
	—	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (D B 拡張)		1.106			100
ガスタービン 発電機建物	—	—	N S	0.080	0.046	1.74	85.5
	—	常設耐震/防止 常設/緩和		0.082			83.0

注：下線部は，固有周期の比又は接地率が最小となる数値を示す。

注記*1：上段は設計基準対象施設，下段は重大事故等対処施設を示す。

*2：重大事故等対処施設の分類

・常設耐震/防止：常設耐震重要重大事故防止設備

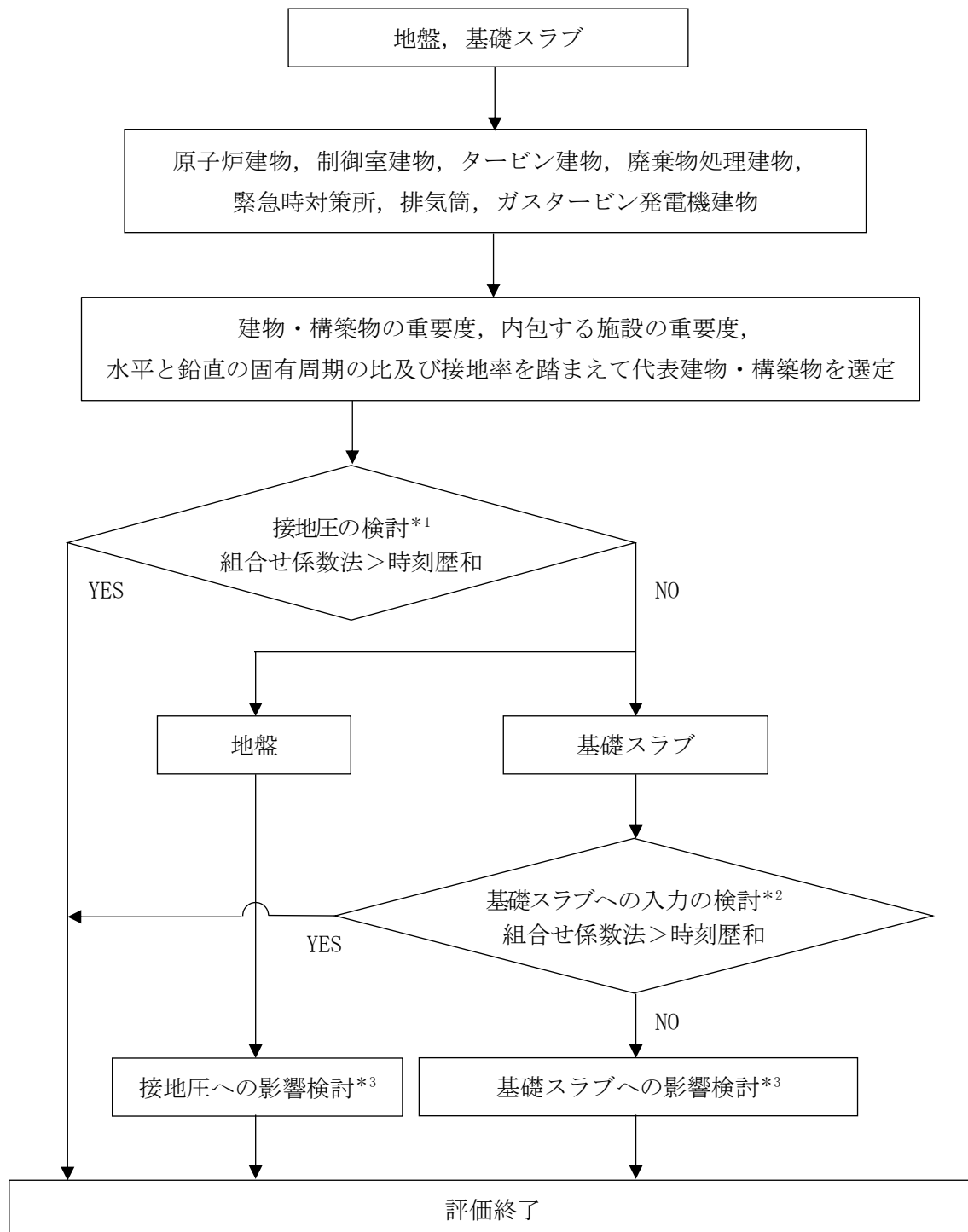
・常設/緩和：常設重大事故緩和設備 ・常設/防止（D B 拡張）：常設重大事故防止設備（設計基準拡張）

*3：基準地震動 S s - D に対する基本ケースの接地率を示す。

*4：弾性設計用地震動 S d に対する評価に用いるモデルの固有周期を示す。

検討は、基準地震動 S_s に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動 ($S_s - D$)、断層モデルに基づく地震動 ($S_s - F 1$, $S_s - F 2$) 及び震源を特定せず策定する地震動 ($S_s - N 1$, $S_s - N 2$) に対して実施する。検討においては、まず組合せ係数法による最大接地圧が、時刻歴和による最大接地圧と同等又は保守的であることを確認する。同等又は保守的といえない場合は、時刻歴和による最大接地圧が地盤及び基礎スラブの評価へ及ぼす影響検討を行う。

地盤及び基礎スラブの検討フローを図 1-2 に示す。



注記*1：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）による検討

*2：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）の地震荷重を包絡した検討

*3：材料物性の不確かさを考慮した検討

図1-2 地盤及び基礎スラブの検討フロー

1.2.2 上部構造物

対象となる上部構造物のうち、水平地震力の影響を受けやすい、アスペクト比の大きい原子炉建物燃料プールを代表として検討する。評価対象部位のアスペクト比を表1-4に示す。

なお、水平動による応力と鉛直動による応力の組合せを考慮するのは、表1-5に示すように水平加振方向の壁の軸応力であることから、水平応答による曲げモーメントにより生じる鉛直軸応力度 σ_H と鉛直応答による軸断応力度 σ_Z の組合せを検討する。

検討は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動(S_s-D , S_d-D , S_d-1)、断層モデルに基づく地震動(S_s-F1 , S_s-F2 , S_d-F1 , S_d-F2)及び震源を特定せず策定する地震動(S_s-N1 , S_s-N2 , S_d-N1 , S_d-N2)に対して実施する。検討においては、まず組合せ係数法による最大軸応力度が、時刻歴和による最大軸応力度と同等又は保守的であることを確認する。同等又は保守的と言えない場合は、時刻歴和による最大軸応力度が上部構造物へ及ぼす影響検討を行う。

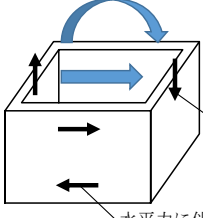
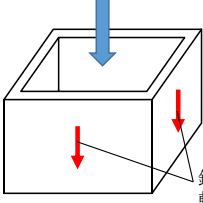
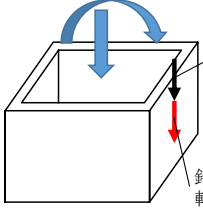
上部構造物の検討フローを図1-3に示す。

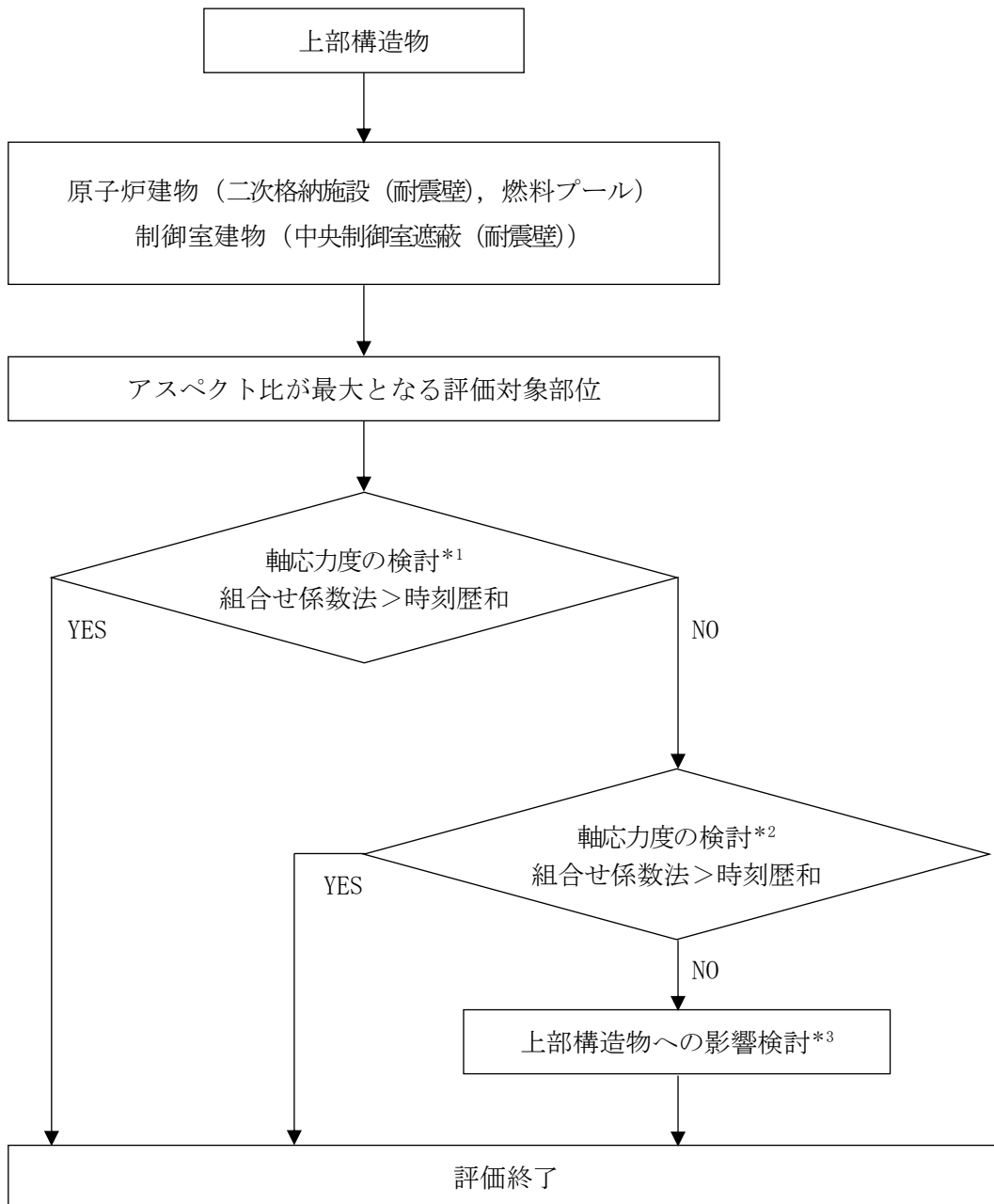
表1-4 評価対象部位のアスペクト比

評価対象部位	高さH (m)	幅W (m)	アスペクト比 H/W
原子炉建物 ・二次格納施設(耐震壁)	6.70	53.30	0.13
原子炉建物 ・燃料プール	13.00	18.00	<u>0.72</u>
制御室建物 ・中央制御室遮蔽(耐震壁)	5.15	22.00	0.23

注：下線はアスペクト比が最大となる数値を示す。

表1-5 上部構造物の組合せ応力

荷重と応力の関係		考慮すべき組合せ応力
水平動による応力	鉛直動による応力	
 <p>水平応答による曲げモーメントより生じる鉛直軸応力度σ_H</p> <p>水平力に伴う面内せん断応力度τ</p>	 <p>鉛直応答による軸断応力度σ_Z</p>	 <p>水平応答による曲げモーメントより生じる鉛直軸応力度σ_H</p> <p>鉛直応答による軸断応力度σ_Z</p>



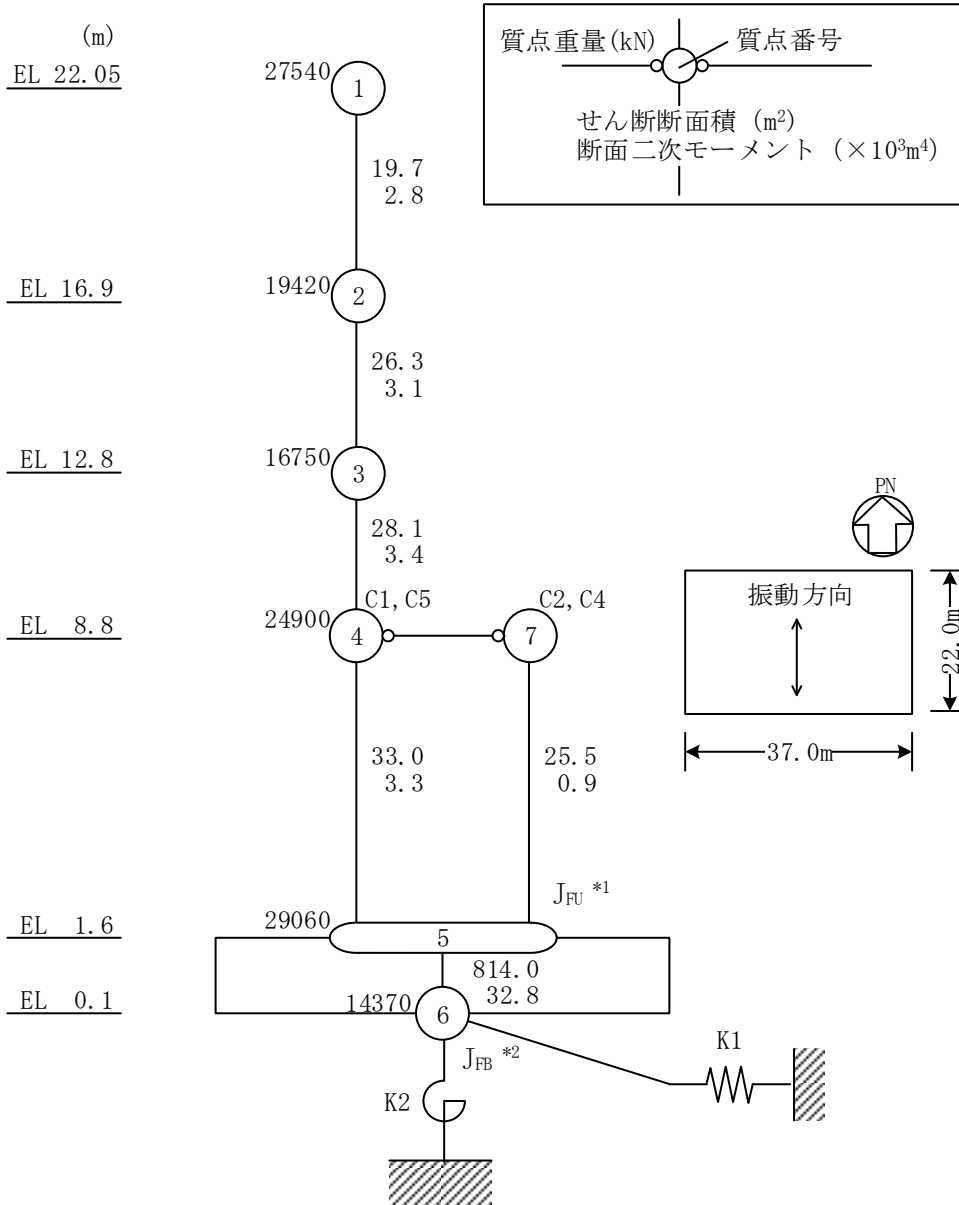
- 注記*1：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）による検討
- *2：基本ケース（応答スペクトルに基づく地震動，断層モデルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動）の地震荷重を包絡した検討
- *3：材料物性の不確かさを考慮した検討

図 1-3 上部構造物の検討フロー

1.2.3 組合せ係数法による評価値及び時刻歴和による評価値

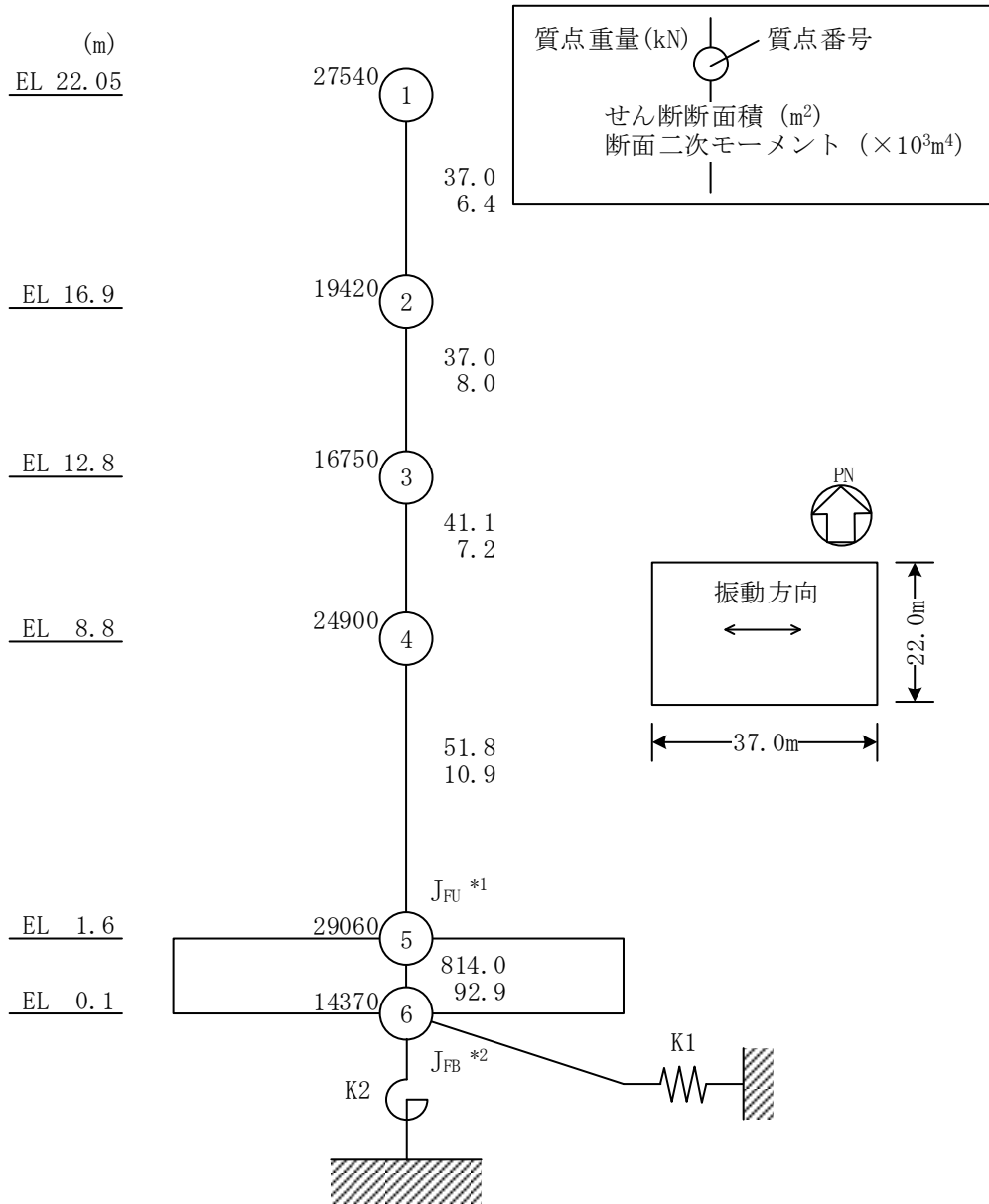
組合せ係数法による評価値と、時刻歴和による評価値の比較は、VI-2-2-5「制御室建物の地震応答計算書」に示す基本ケースの結果及びVI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す基本ケースの結果に基づくものとする。

制御室建物及び原子炉建物の地震応答解析モデルを図1-4及び図1-5に示す。



注記*1：回転慣性重量（基礎スラブ上端）（ $47.46 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ）
 *2：回転慣性重量（基礎スラブ下端）（ $5.79 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ）

図 1-4(1) 制御室建物の地震応答解析モデル（N S 方向）



注記*1: 回転慣性重量 (基礎スラブ上端) ($13.42 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2: 回転慣性重量 (基礎スラブ下端) ($1.64 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 1-4(2) 制御室建物の地震応答解析モデル (EW方向)

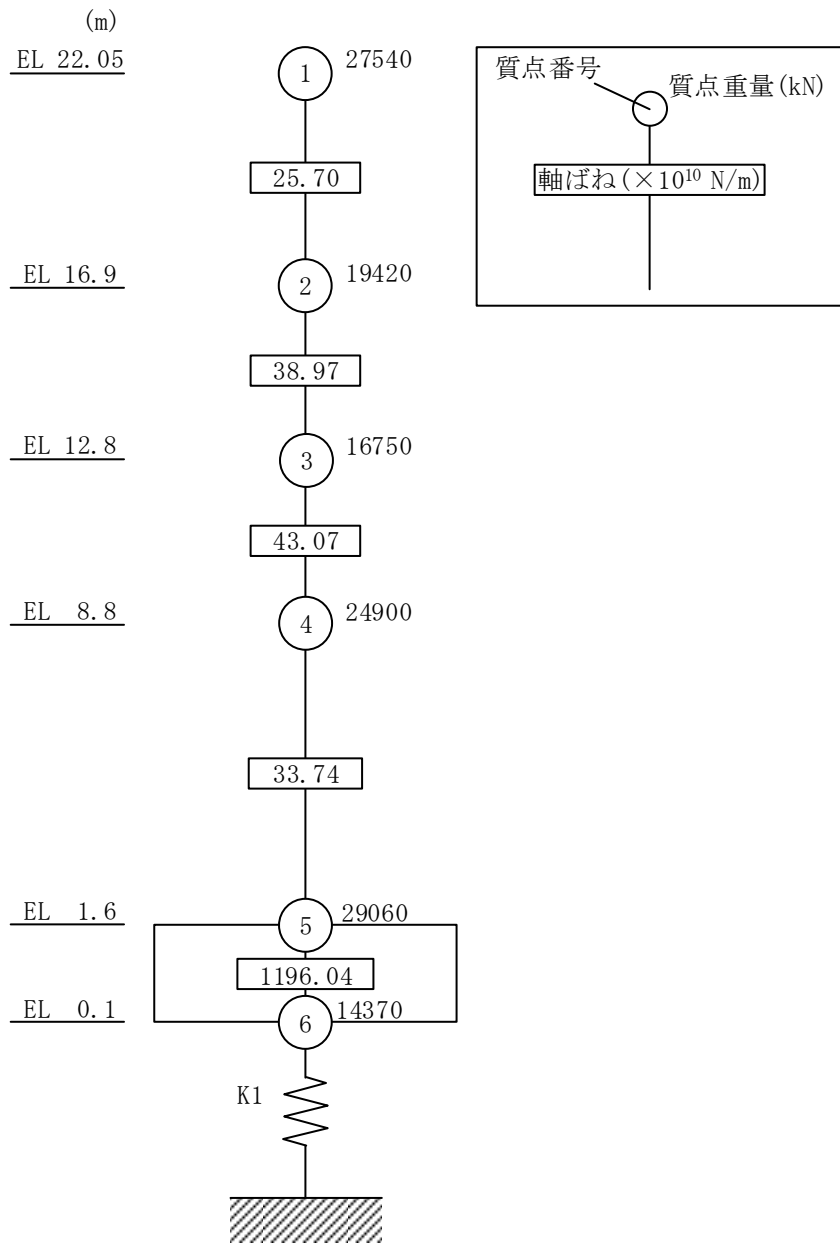
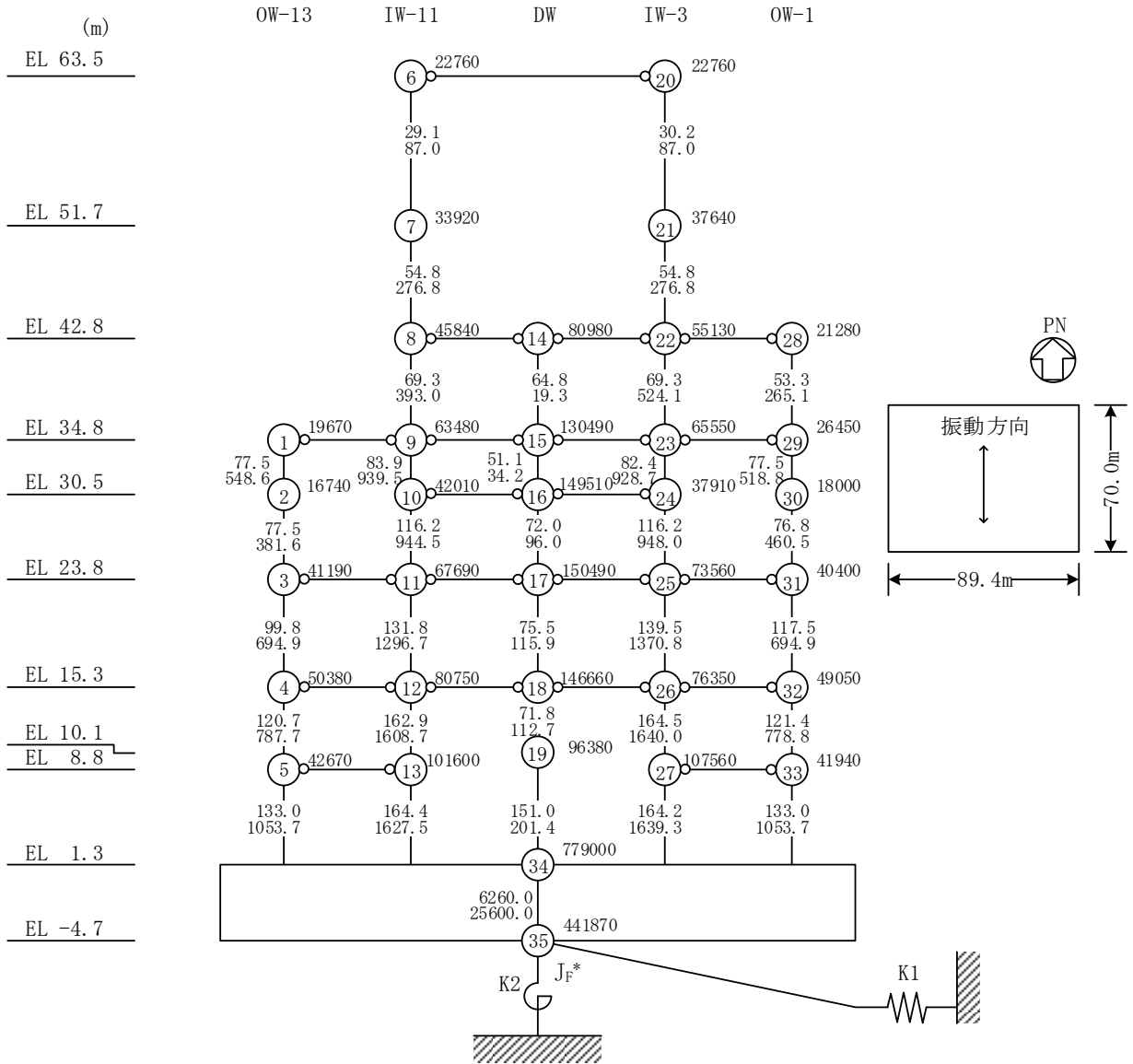
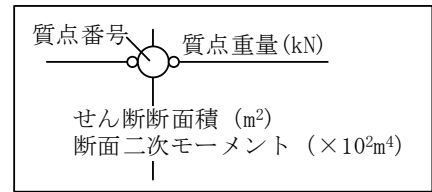
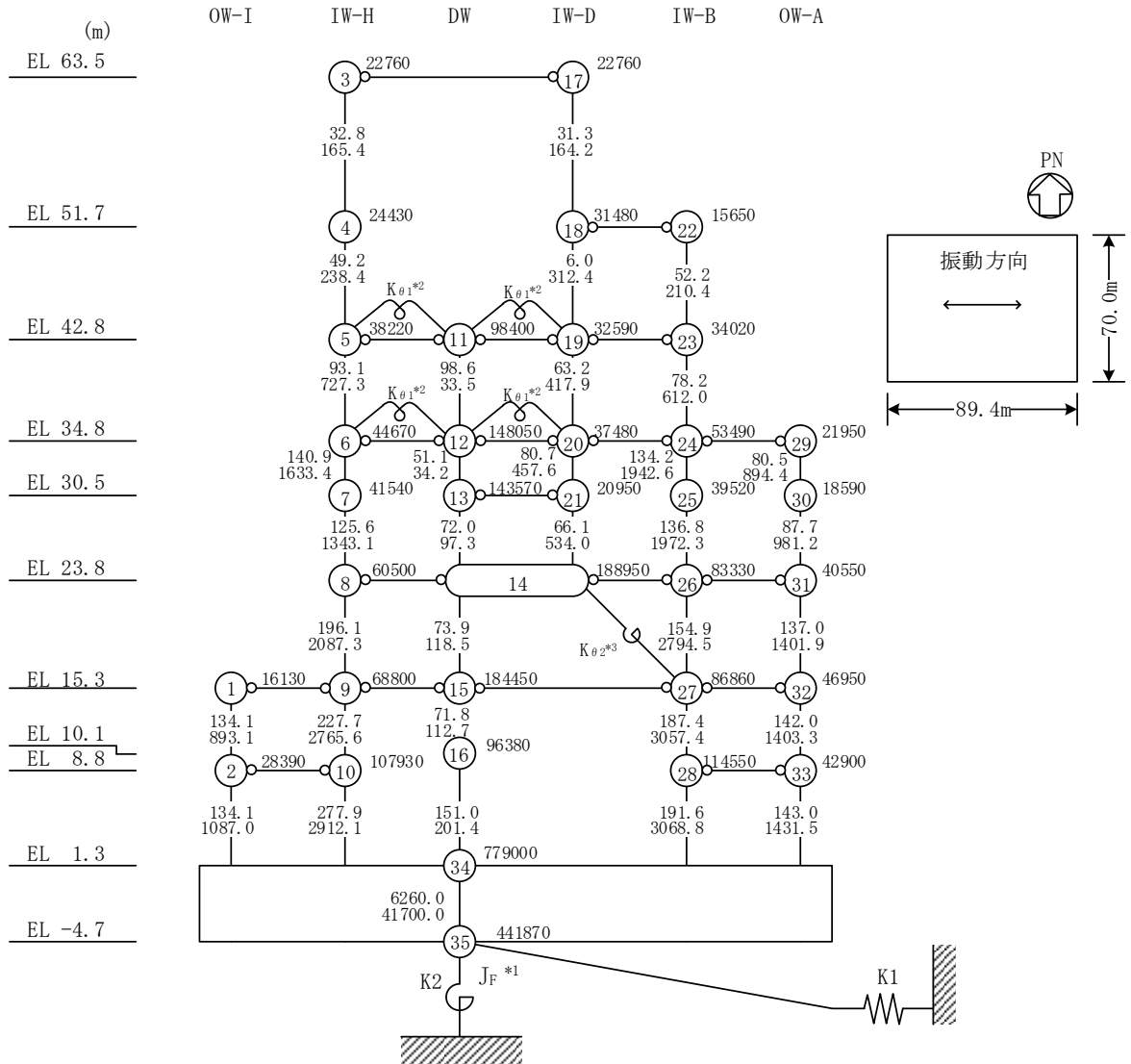
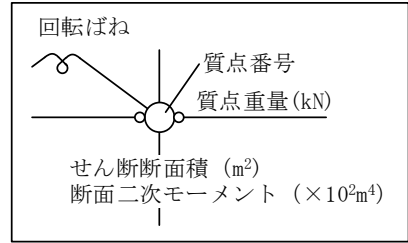


図 1-4(3) 制御室建物の地震応答解析モデル (鉛直方向)



注記* : 回転慣性重量($12.25 \times 10^8 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 1-5(1) 原子炉建物の地震応答解析モデル (N S 方向)

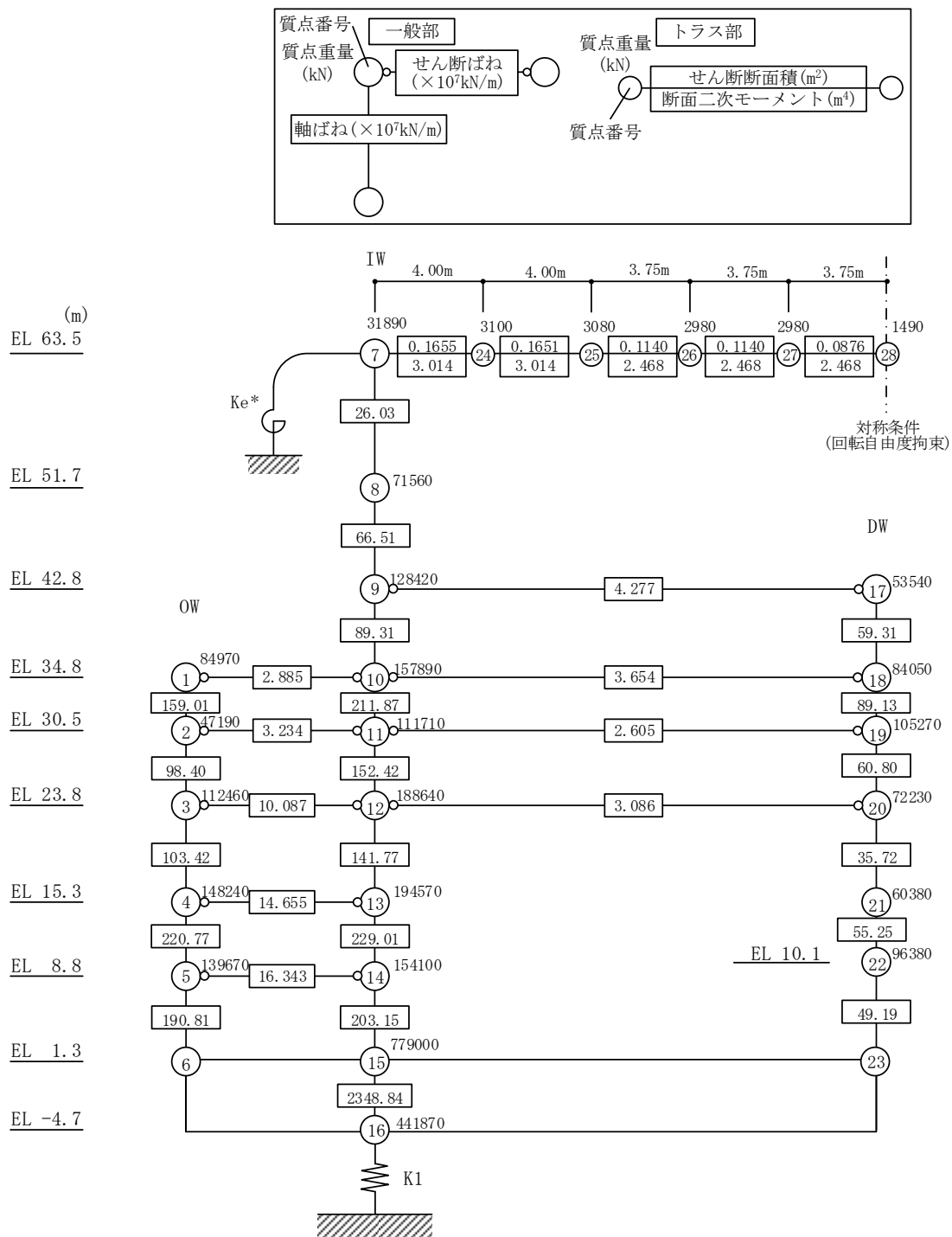


注記*1：回転慣性重量 ($20.88 \times 10^3 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2：燃料プール壁の回転ばね ($2.195 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

*3：内部ボックス壁の軸抵抗を考慮した回転ばね ($135.2 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 1-5(2) 原子炉建物の地震応答解析モデル (EW方向)



注記* : 屋根トラス端部回転拘束ばね ($12.36 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$)

図 1-5(3) 原子炉建物の地震応答解析モデル (鉛直方向)

2. 検討内容及び検討結果

2.1 必要付着力の検討

2.1.1 検討内容

VI-2-2-5「制御室建物の地震応答計算書」に基づき、組合せ係数法による必要付着力は、水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力に0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力、又は水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメントに0.4（組合せ係数）を乗じた転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力から算定している。

制御室建物の基準地震動 S_s による地震応答解析結果のうち、組合せ係数法による基本ケースの必要付着力の算定結果を表2-1に示す。表2-1より、必要付着力を踏まえて、応答スペクトルに基づく地震動としては基準地震動 S_s-D 、断層モデルに基づく地震動としては基準地震動 S_s-F1 、震源を特定せず策定する地震動としては基準地震動 S_s-N2EW の計3波に対して組合せ係数法の適用性の確認を実施する。

これに対して、時刻歴和による必要付着力は、水平方向の地震応答解析による時刻歴転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による時刻歴応答軸力から時刻毎に算定した必要付着力の最大値とする。

図2-1に制御室建物の必要付着力の検討フローを示す。

表2-1 制御室建物の組合せ係数法による必要付着力（基準地震動 S_s ，基本ケース）

基準地震動 S_s	必要付着力 (N/mm^2)		備考
	NS方向	EW方向	
S_s-D	0.363	0.300	応答スペクトルに基づく地震動
S_s-F1	0.328	0.230	断層モデルに基づく地震動
S_s-F2	0.286	0.228	断層モデルに基づく地震動
S_s-N1	0.258	0.127	震源を特定せず策定する地震動
S_s-N2NS	0.278	0.107	震源を特定せず策定する地震動
S_s-N2EW	0.282	0.205	震源を特定せず策定する地震動

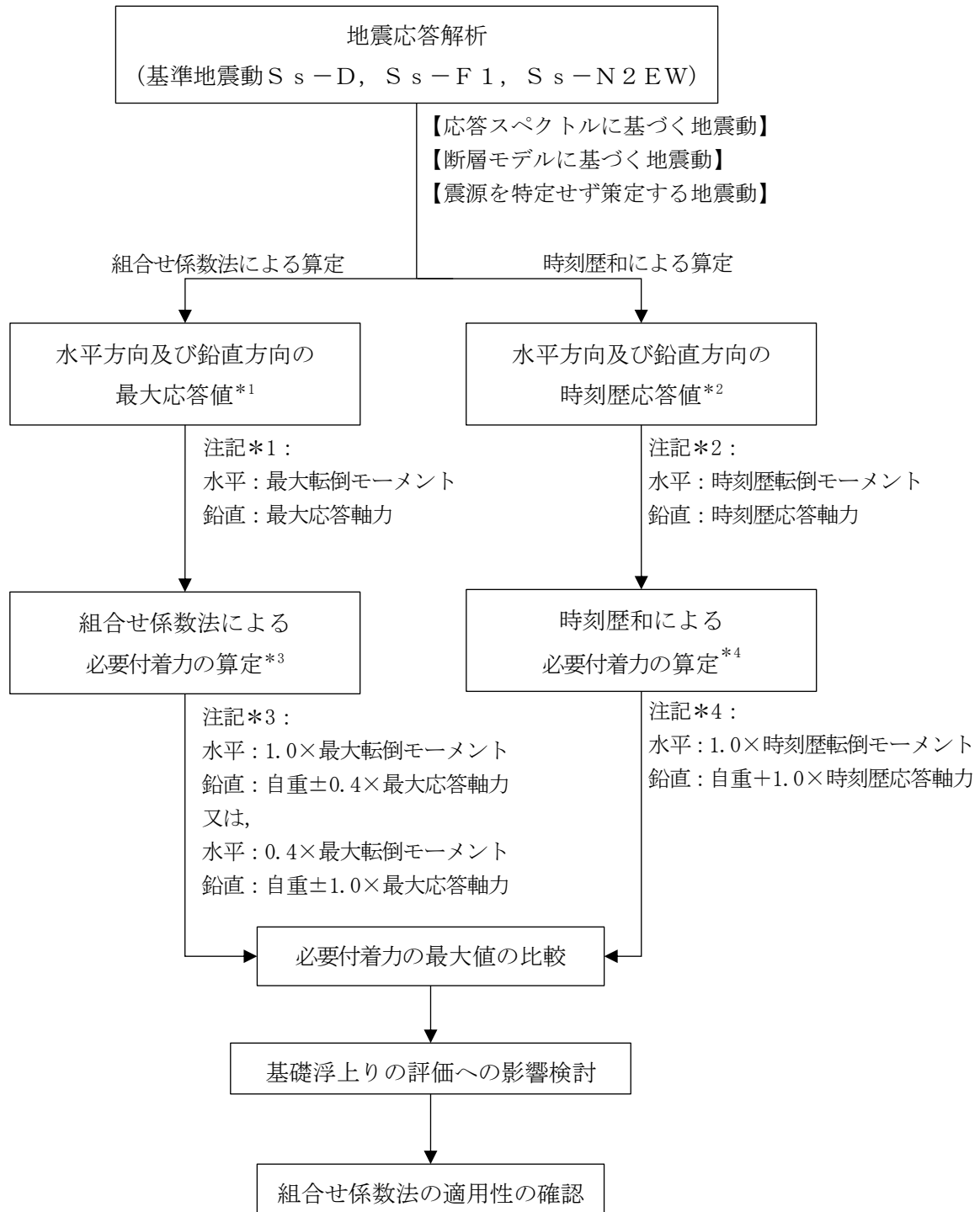


図 2-1 制御室建物の必要付着力の検討フロー

2.1.2 検討結果

組合せ係数法による必要付着力 (①), 時刻歴和による必要付着力 (②) 及び両者の比 (①/②) を表 2-2 に示す。

必要付着力の比が 1.0 を下回るケースがあることから, 基礎浮上りの評価への影響検討を行う。

基礎浮上りの評価への影響検討結果を表 2-3 に示す。上記の必要付着力の比 (①/②) から算定した割増し係数を考慮した場合でも, 設定付着力を超えないことを確認した。

以上のことから, 必要付着力の評価において組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

表 2-2 制御室建物の必要付着力の比較 (基準地震動 S_s , 基本ケース)

(a) NS方向

	①組合せ係数法による 必要付着力 (N/mm^2)	②時刻歴和による 必要付着力 (N/mm^2)	必要付着力の比 (①/②)
$S_s - D$	0.363*	0.348	1.04
$S_s - F1$	0.328*	0.307	1.07
$S_s - N2EW$	0.282*	0.243	1.16

(b) EW方向

	①組合せ係数法による 必要付着力 (N/mm^2)	②時刻歴和による 必要付着力 (N/mm^2)	必要付着力の比 (①/②)
$S_s - D$	0.300*	0.264	1.14
$S_s - F1$	0.230*	0.182	1.26
$S_s - N2EW$	0.205*	0.207	0.99

注記* : 水平方向に $1.0 \times$ 最大転倒モーメント, 鉛直方向に $0.4 \times$ 最大応答軸力を考慮した
ケース

表 2-3 制御室建物の基礎浮上りの評価への影響検討結果 (EW方向)

①必要付着力の比の最小値 (組合せ係数法による必要付着力 /時刻歴和による必要付着力)	0.99
②割増し係数 (1/①)	1.01
③材料物性の不確かさを考慮した 必要付着力 (N/mm^2)	0.209
影響検討結果 (=② \times ③) (N/mm^2)	0.212
設定付着力 (N/mm^2)	0.40
判定	可

2.2 接地圧及び基礎スラブの検討

2.2.1 検討内容

VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき、組合せ係数法による最大接地圧は、水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力に0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力、又は水平方向の地震応答解析による最大転倒モーメントに0.4（組合せ係数）を乗じた転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力から算定している。

原子炉建物の基準地震動 S_s による地震応答解析結果のうち、組合せ係数法による基本ケースの最大接地圧の評価結果を表2-4に示す。表2-4より、NS方向又はEW方向の最大接地圧が最大となる地震動を選定することとし、応答スペクトルに基づく地震動としては基準地震動 $S_s - D$ 、断層モデルに基づく地震動としては基準地震動 $S_s - F1$ 、震源を特定せず策定する地震動としては基準地震動 $S_s - N1$ の計3波に対して組合せ係数法の適用性の確認を実施する。

これに対して、時刻歴和による最大接地圧は、水平方向の地震応答解析による時刻歴転倒モーメント及び鉛直方向の地震応答解析による時刻歴応答軸力から時刻毎に算定した接地圧の最大値とする。

接地圧及び基礎スラブの検討フローを図2-2に示す。

表2-4 原子炉建物の組合せ係数法による最大接地圧
(基準地震動 S_s , 基本ケース)

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)		備考
	NS方向	EW方向	
$S_s - D$	2.01	1.38	応答スペクトルに基づく地震動
$S_s - F1$	1.19	1.33	断層モデルに基づく地震動
$S_s - F2$	1.25	1.14	断層モデルに基づく地震動
$S_s - N1$	1.69	1.25	震源を特定せず策定する地震動
$S_s - N2NS$	1.49	1.19	震源を特定せず策定する地震動
$S_s - N2EW$	1.36	1.26	震源を特定せず策定する地震動

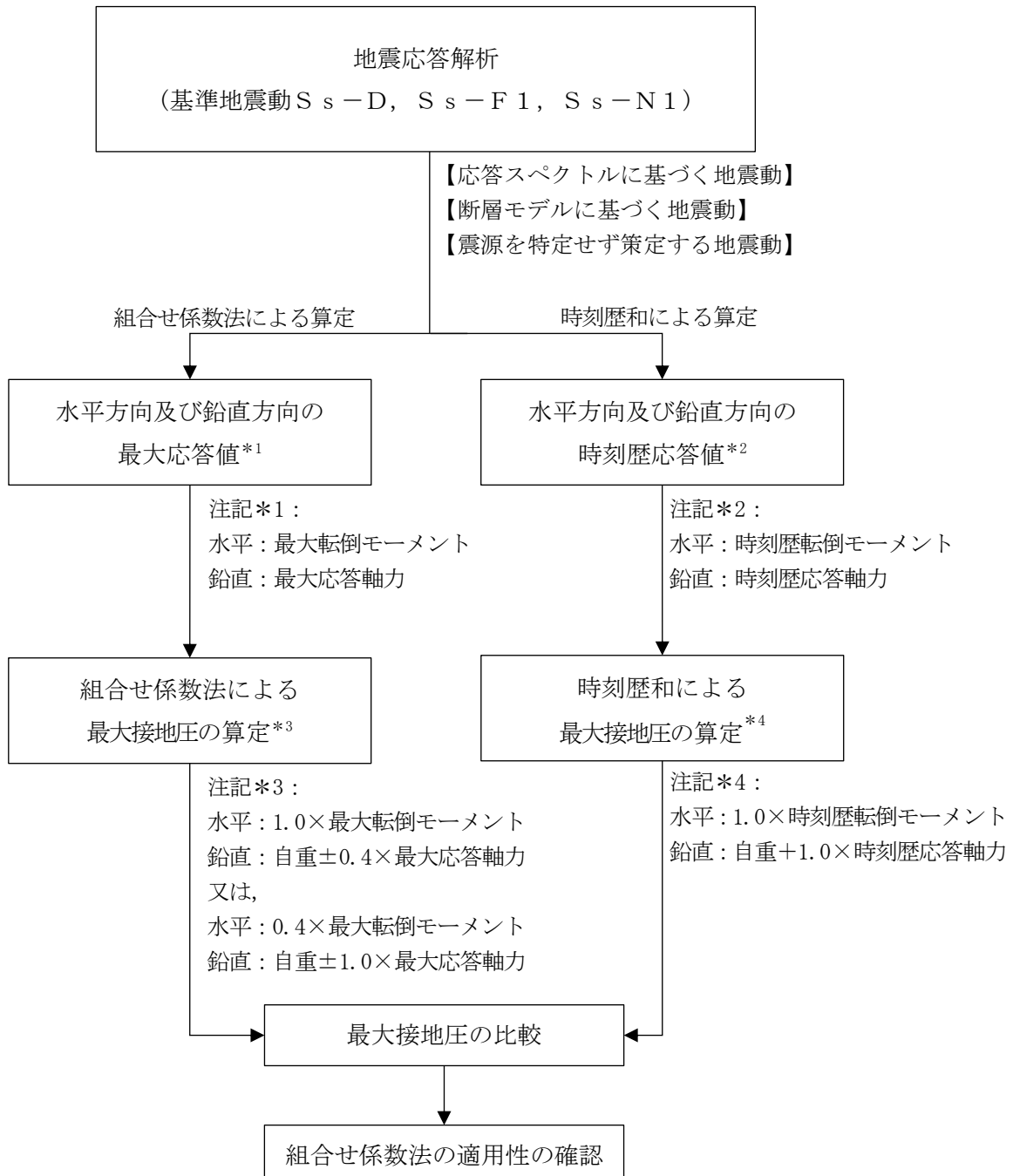


図 2-2 接地圧及び基礎スラブの検討フロー

2.2.2 検討結果

組合せ係数法による最大接地圧 (①)、時刻歴和による最大接地圧 (②) 及び両者の比 (①/②) を表 2-5 に示す。

最大接地圧の比が 1.0 を下回るケースがあることから、接地圧への影響検討及び基礎スラブへの入力の見直しを行う。

接地圧への影響検討は、材料物性の不確かさを考慮した最大接地圧に上記の最大接地圧の比 (①/②) から算定した割増し係数を考慮した接地圧と極限支持力度を比較することで影響検討を行う。接地圧への影響検討結果を表 2-6 及び表 2-7 に示す。上記の最大接地圧の比 (①/②) から算定した割増し係数を考慮した場合でも、極限支持力度を超えないことを確認した。

基礎スラブへの入力の見直しは、原子炉建物の基礎スラブの評価においては包絡した地震荷重を用いて評価を実施していることから、最大接地圧の包絡値と時刻歴和による最大接地圧を比較することで基礎スラブへの入力の見直しを行う。基礎スラブへの入力の見直し結果を表 2-8 に示す。組合せ係数法による最大接地圧の包絡値 (③) と時刻歴和による最大接地圧の比 (③/②) が 1.0 を上回ることを確認した。

以上のことから、最大接地圧の評価において組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

表 2-5 最大接地圧の比較 (基準地震動 S_s , 基本ケース)

(a) NS方向

	①組合せ係数法による 最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	②時刻歴和による 最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大接地圧の比 (①/②)
$S_s - D$	2.01*	1.83	1.10
$S_s - F1$	1.19*	1.23	0.97
$S_s - N1$	1.69*	1.90	0.89

(b) EW方向

	①組合せ係数法による 最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	②時刻歴和による 最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大接地圧の比 (①/②)
$S_s - D$	1.38*	1.30	1.06
$S_s - F1$	1.33*	1.29	1.03
$S_s - N1$	1.25*	1.18	1.06

注記* : 水平方向に $1.0 \times$ 最大転倒モーメント, 鉛直方向に自重 $\pm 0.4 \times$ 最大応答軸力を考慮したケース

表 2-6 原子炉建物の最大接地圧の評価への影響検討結果 (S_s-F1, NS方向)

①最大接地圧の比 (組合せ係数法による最大接地圧 /時刻歴和による最大接地圧)	0.97
②割増し係数 (1/①)	1.03
③材料物性の不確かさを考慮した 最大接地圧	1.20
影響検討結果 (=②×③) (×10 ³ kN/m ²)	1.24
極限支持力度 (×10 ³ kN/m ²)	9.80
判定	可

表 2-7 原子炉建物の最大接地圧の評価への影響検討結果 (S_s-N1, NS方向)

①最大接地圧の比 (組合せ係数法による最大接地圧 /時刻歴和による最大接地圧)	0.89
②割増し係数 (1/①)	1.12
③材料物性の不確かさを考慮した 最大接地圧	1.72
影響検討結果 (=②×③) (×10 ³ kN/m ²)	1.93
極限支持力度 (×10 ³ kN/m ²)	9.80
判定	可

表 2-8 原子炉建物の基礎スラブへの入力の見直し結果
(基準地震動 S_s, NS方向, 基本ケース)

	組合せ係数法による 最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)	②時刻歴和による 最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)	最大接地圧の比 (③/②)
	③包絡		
S _s -D	2.01*	1.83	1.10
S _s -F1		1.23	1.63
S _s -N1		1.90	1.06

注記* : 水平方向に 1.0×最大転倒モーメント, 鉛直方向に自重±0.4×最大応答軸力を考慮したケース

2.3 上部構造物の検討

2.3.1 検討内容

VI-2-4-2-1「燃料プール（キャスク置場を含む）の耐震性についての計算書」に示す燃料プールの地震時の応力解析による評価に合わせて、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して実施することとし、応答スペクトルに基づく地震動としては基準地震動 $S_s - D$ 並びに弾性設計用地震動 $S_d - D$ 及び $S_d - 1$ 、断層モデルに基づく地震動としては基準地震動 $S_s - F 1$ 及び $S_s - F 2$ 並びに弾性設計用地震動 $S_d - F 1$ 及び $S_d - F 2$ 、震源を特定せず策定する地震動としては基準地震動 $S_s - N 1$ 、 $S_s - N 2 NS$ 及び $S_s - N 2 EW$ 並びに弾性設計用地震動 $S_d - N 1$ 、 $S_d - N 2 NS$ 及び $S_d - N 2 EW$ の計 13 波に対して組合せ係数法の適用性確認を実施する。

組合せ係数法による最大軸応力度は、水平方向の地震応答解析による最大応答曲げモーメントにより生じる軸応力度及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸力に 0.4（組合せ係数）を乗じた軸応力度、又は水平方向の地震応答解析による最大応答曲げモーメントにより生じる軸応力度に 0.4（組合せ係数）を乗じた鉛直力及び鉛直方向の地震応答解析による最大応答軸応力度から算定している。

これに対して、時刻歴和による最大軸応力度は、水平方向の地震応答解析による時刻歴応答曲げモーメントより算定した時刻歴軸応力度と鉛直方向の地震応答解析による時刻歴軸応力度の和を時刻毎に算定し、その最大値とする。

上部構造物の検討フローを図 2-3 に示す。

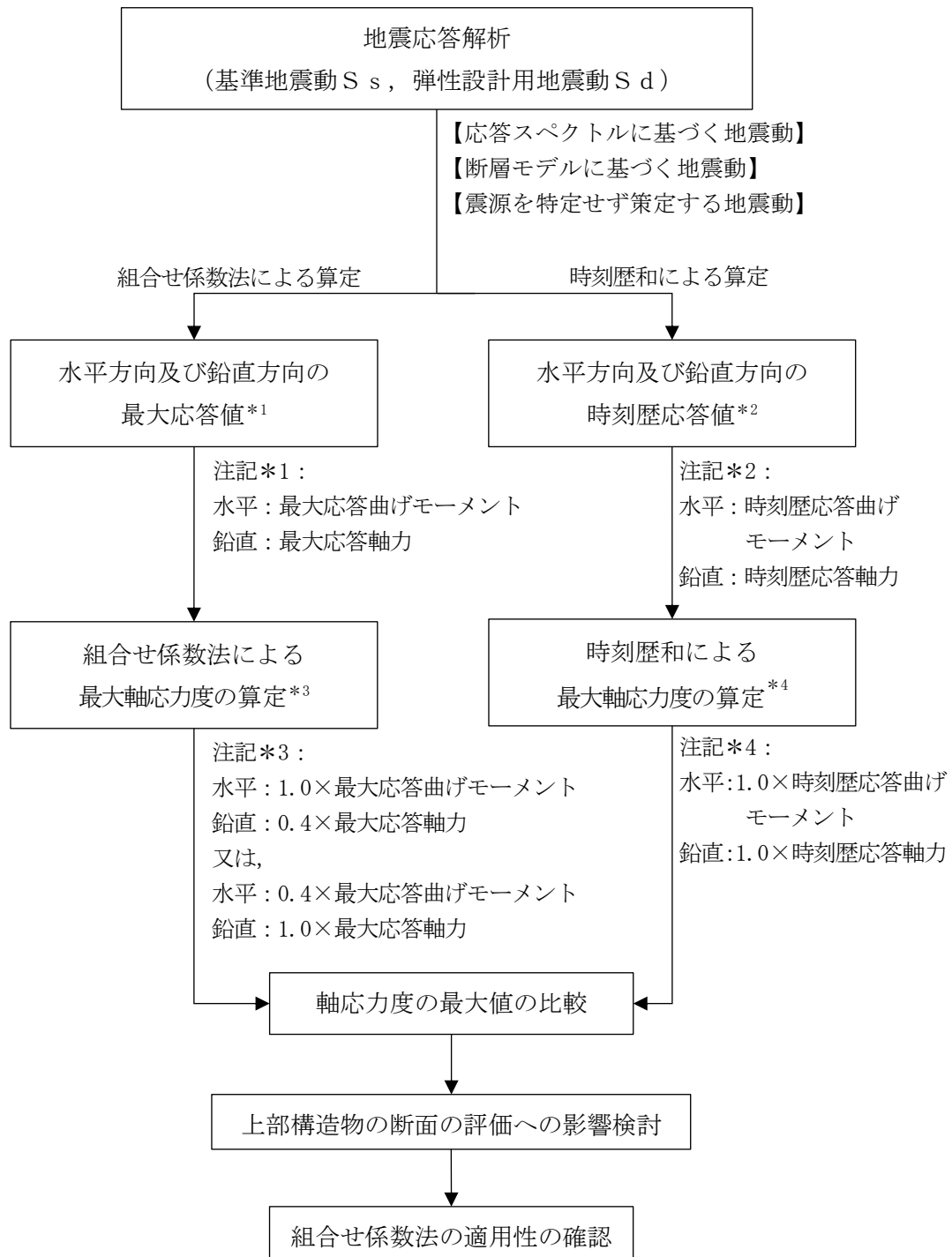


図 2-3 上部構造物の検討フロー

2.3.2 検討結果

燃料プールの評価として、地震波ごとに組合せ係数法による最大軸応力度 (①)、時刻歴和による最大軸応力度 (②) 及び最大軸応力度の比 (①/②) を評価した結果を表 2-9 及び表 2-10 に示す。最大軸応力度の比 (①/②) が 1.0 を下回るケースがあることから、それらのケースについて、基準地震動 $S_s-D \sim S_s-N2EW$ 及び弾性設計用地震動 $S_d-D \sim S_d-1$ をそれぞれ包絡し組合せ係数法を適用して算出した最大軸応力度 (③) 及び最大軸応力度の比 (③/②) を表 2-11 及び表 2-12 に示す。検討の結果、最大軸応力度の比 (③/②) が 1.0 以上となっていることを確認した。

以上のことから、軸応力度の評価において組合せ係数法を適用しても安全上支障がないことを確認した。

表 2-9 最大軸応力度の比較 (基準地震動 S_s , 基本ケース)

	①組合せ係数法による 最大軸応力度* (N/mm^2)	②時刻歴による 最大軸応力度 (N/mm^2)	最大軸応力度の比 (①/②)
$S_s - D$	2.69	2.62	1.03
$S_s - F 1$	2.40	2.45	0.98
$S_s - F 2$	2.66	2.64	1.01
$S_s - N 1$	1.32	1.32	1.00
$S_s - N 2 NS$	1.51	1.51	1.00
$S_s - N 2 EW$	1.45	1.36	1.07

注記* : 以下のうち大きい方の結果

水平方向に $1.0 \times$ 最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に $0.4 \times$ 最大応答軸力

水平方向に $0.4 \times$ 最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に $1.0 \times$ 最大応答軸力

表 2-10 最大軸応力度の比較 (弾性設計用地震動 S_d , 基本ケース)

	①組合せ係数法による 最大軸応力度* (N/mm^2)	②時刻歴による 最大軸応力度 (N/mm^2)	最大軸応力度の比 (①/②)
$S_d - D$	1.02	0.987	1.03
$S_d - F 1$	1.08	1.10	0.98
$S_d - F 2$	1.07	1.07	1.00
$S_d - N 1$	0.795	0.794	1.00
$S_d - N 1 NS$	0.762	0.754	1.01
$S_d - N 1 EW$	0.712	0.670	1.06
$S_d - 1$	1.39	1.39	1.00

注記* : 以下のうち大きい方の結果

水平方向に $1.0 \times$ 最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に $0.4 \times$ 最大応答軸力

水平方向に $0.4 \times$ 最大応答曲げモーメント, 鉛直方向に $1.0 \times$ 最大応答軸力

表 2-11 最大軸応力度の比較（基準地震動 S_s ，基本ケース）

	組合せ係数法による 最大軸応力度* (N/mm^2)	②時刻歴による 最大軸応力度 (N/mm^2)	最大軸応力度の比 (③/②)
	③包絡		
$S_s - D$	2.69	2.62	1.03
$S_s - F 1$		2.45	1.10
$S_s - F 2$		2.64	1.02
$S_s - N 1$		1.32	2.04
$S_s - N 2 NS$		1.51	1.78
$S_s - N 2 EW$		1.36	1.98

注記*：水平方向に $1.0 \times$ 最大応答曲げモーメント ($S_s - D$)，鉛直方向に $0.4 \times$ 最大応答軸力 ($S_s - D$) を考慮したケース

表 2-12 最大軸応力度の比較（弾性設計用地震動 S_d ，基本ケース）

	組合せ係数法による 最大軸応力度* (N/mm^2)	②時刻歴による 最大軸応力度 (N/mm^2)	最大軸応力度の比 (③/②)
	③包絡		
$S_d - D$	1.39	0.987	1.41
$S_d - F 1$		1.10	1.26
$S_d - F 2$		1.07	1.30
$S_d - N 1$		0.794	1.75
$S_d - N 1 NS$		0.754	1.84
$S_d - N 1 EW$		0.670	2.07
$S_d - 1$		1.39	1.002

注記*：水平方向に $1.0 \times$ 最大応答曲げモーメント ($S_d - 1$)，鉛直方向に $0.4 \times$ 最大応答軸力 ($S_d - 1$) を考慮したケース

補足-025-23 地震荷重と積雪荷重の組合せについて

目 次

1. 概要	1
2. 積雪荷重の設定	2

1. 概要

VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしている。

本資料は、建物・構築物の耐震評価において地震荷重と組み合わせる積雪荷重の設定について説明するものである。

また、本資料は、以下の添付書類の補足説明をするものである。

- ・ VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-5 「制御室建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-7 「タービン建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-9 「廃棄物処理建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-11 「緊急時対策所の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-16 「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-39 「屋外配管ダクト（排気筒）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-8-4-3 「中央制御室遮蔽（1，2号機共用）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-8-4-5 「緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-9-3-1 「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-1 「1号機原子炉建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-2 「1号機タービン建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-3 「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-4 「サイトバンカ建物の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-5 「サイトバンカ建物（増築部）の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-1-6 「排気筒モニタ室の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-6-1 「ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-11-2-15 「ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震性についての計算書」

2. 積雪荷重の設定

建物・構築物の耐震評価において考慮する積雪荷重は、VI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位の月最深積雪100cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した35.0cmに対して、積雪量1cmごとに20N/m²として算定する。

算定した積雪荷重から、各建物・構築物の地震時に考慮している屋根面の地震時積載荷重（以下「地震時積載荷重」という。）を超過する荷重を、地震荷重と組み合わせる積雪荷重（以下「組合せ用積雪荷重」という。）として考慮する。なお、算定した積雪荷重が地震時積載荷重に包絡される場合は、地震荷重と積雪荷重の組合せは、地震荷重と地震時積載荷重との組合せにより考慮される。

各建物・構築物の組合せ用積雪荷重の算定結果を表2-1に示す。

表2-1 各建物・構築物の組合せ用積雪荷重の算定結果

施設名称	①積雪荷重 (kN/m ²)	②地震時積載荷重 (kN/m ²)	組合せ用積雪荷重 (①-②) (kN/m ²)
原子炉建物* ¹	0.70	0.29	0.41
制御室建物* ²	0.70	0.00	0.70
タービン建物	0.70	0.29	0.41
廃棄物処理建物	0.70	0.29	0.41
緊急時対策所* ³	0.70	0.30	0.40
ガスタービン発電機建物	0.70	0.30	0.40
屋外配管ダクト（排気筒）	0.70	0.00	0.70
1号機原子炉建物	0.70	0.00	0.70
1号機タービン建物	0.70	0.00	0.70
1号機廃棄物処理建物	0.70	0.00	0.70
サイトバンカ建物	0.70	1.32~2.35	0.00* ⁴
サイトバンカ建物（増築部）	0.70	0.29	0.41
排気筒モニタ室	0.70	0.59	0.11
ディーゼル燃料移送ポンプ エリア防護対策設備	0.70	0.70	0.00* ⁴
ディーゼル燃料貯蔵タンク室	0.70	0.00	0.70

注記*1：原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）を含む。

*2：中央制御室遮蔽（1，2号機共用）を含む。

*3：緊急時対策所遮蔽を含む。

*4：積雪荷重が地震時積載荷重に包絡されており、地震荷重と積雪荷重の組合せは、地震荷重と地震時積載荷重との組合せにより考慮されるため、組合せ用積雪荷重は設定しない。

補足-025-24 地震荷重と風荷重の組合せについて

目 次

1. 概要	1
2. 地震荷重と風荷重の比較	2
2.1 速度圧の算定	2
2.2 荷重の比較	16
2.2.1 原子炉建物	16
2.2.2 制御室建物	25
2.2.3 タービン建物	30
2.2.4 廃棄物処理建物	52
2.2.5 緊急時対策所	57
2.2.6 ガスタービン発電機建物	61
3. まとめ	66

1. 概要

VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、風荷重については、鉄筋コンクリート構造物などの自重が大きい施設を除いて、地震力と組み合わせることとしている。本資料は、地震応答解析を実施する原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物、緊急時対策所及びガスタービン発電機建物について、鉄筋コンクリート構造物に対する地震荷重と風荷重との比較を行い、風荷重の影響が軽微であることを確認することで、自重が大きい鉄筋コンクリート構造物については風荷重と地震荷重との組合せを考慮する必要がないことを説明するものである。

なお、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・ VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-5 「制御室建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-7 「タービン建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-9 「廃棄物処理建物の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-11 「緊急時対策所の地震応答計算書」
- ・ VI-2-2-16 「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」

2. 地震荷重と風荷重の比較

2.1 速度圧の算定

原子炉建物，制御室建物，タービン建物，廃棄物処理建物，緊急時対策所及びガスタービン発電機建物の風荷重の評価条件である速度圧を表 2-1 に示す。また，原子炉建物，制御室建物，タービン建物，廃棄物処理建物，緊急時対策所及びガスタービン発電機建物の概略平面図及び概略断面図を図 2-1 から図 2-12 に示す。

表 2-1 速度圧

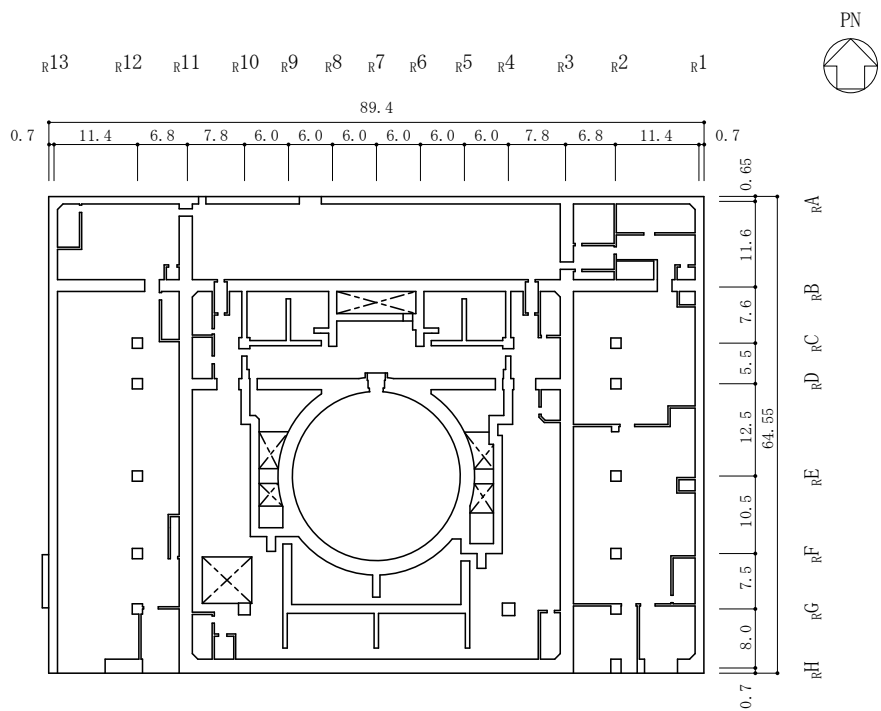
施設名称	基準風速 V_D (m/s)	全高 H (m)	Z_G (m)	α	ガスト 影響係数 G	設計用 速度圧 q (N/m^2)
原子炉建物	30	50.035	350	0.15	2.0	1742.0
制御室建物		7.800			2.2	1097.3
タービン建物		34.460			2.037	1586.5
廃棄物処理建物		32.117			2.053	1564.4
緊急時対策所		7.470			2.2	1083.2
ガスタービン 発電機建物		15.150			2.166	1316.5

注：島根原子力発電所敷地状況より，地表面粗度区分はⅡとする。

H：GLを基準として設定する。

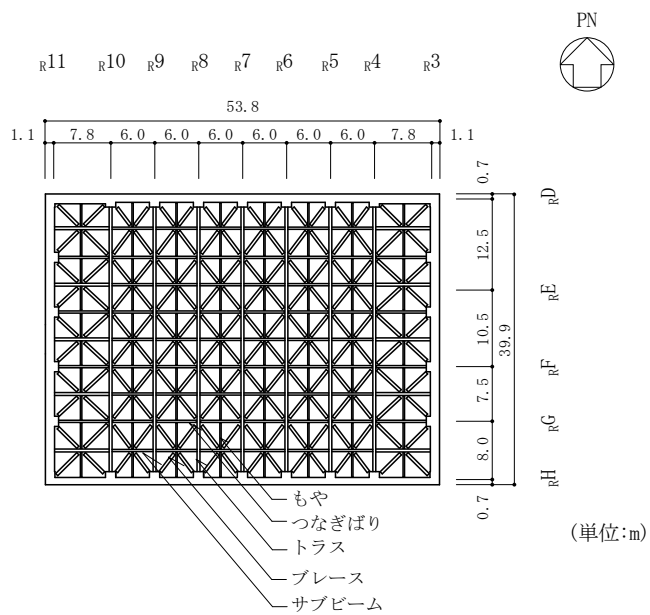
制御室建物のGLについては，EL 15.0を基準とする。

Z_G ， α ：地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値



(単位:m)

図 2-1(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)



(単位:m)

図 2-1(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 63.5m)

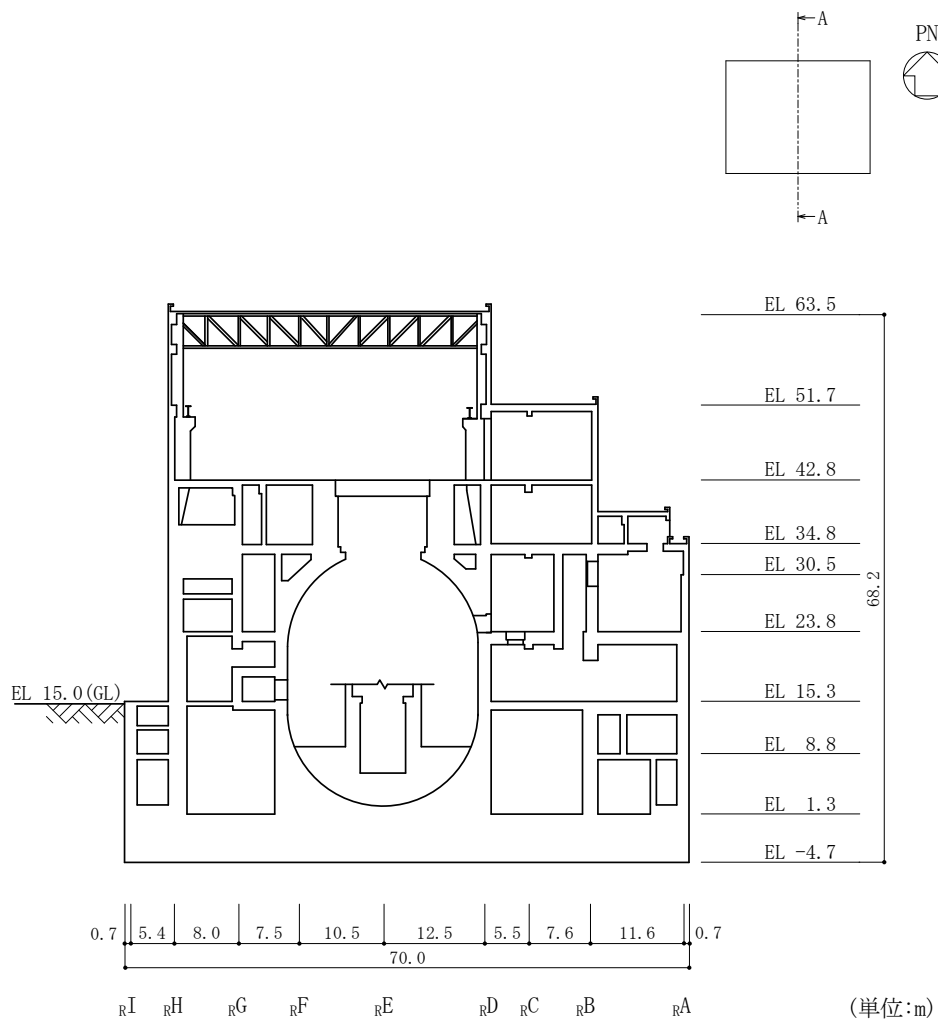


図 2-2(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

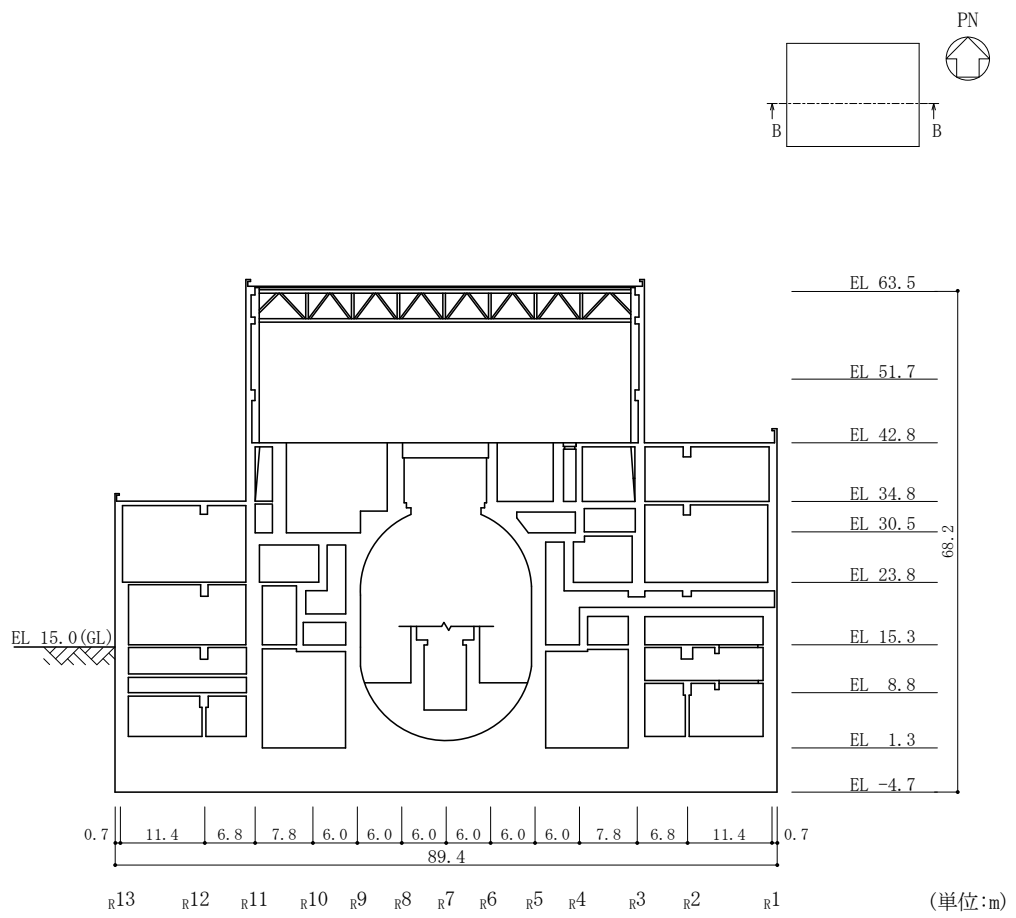


図 2-2(2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

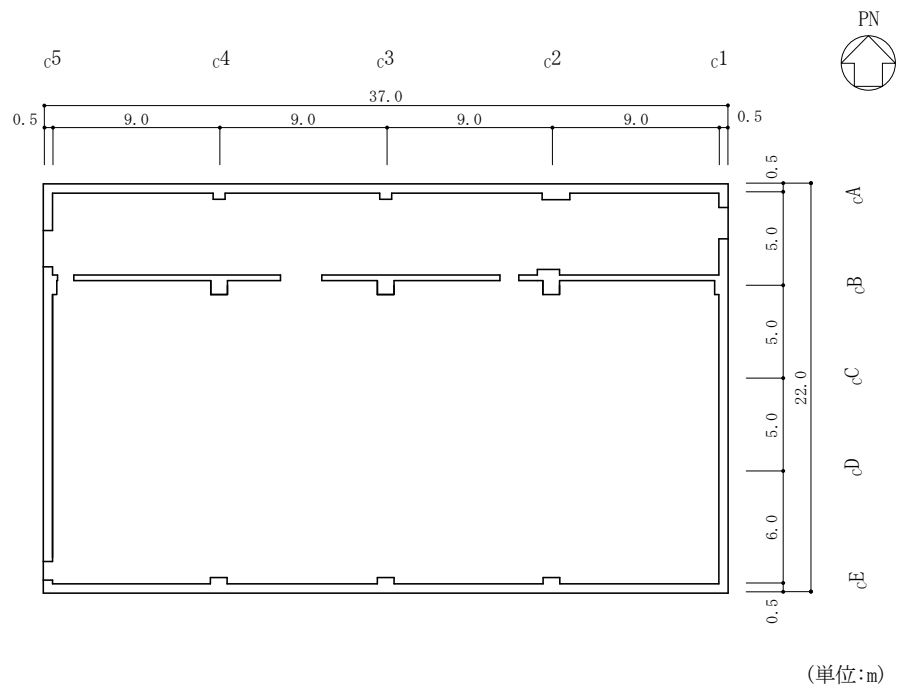


図 2-3 制御室建物の概略平面図 (EL 16.9m)

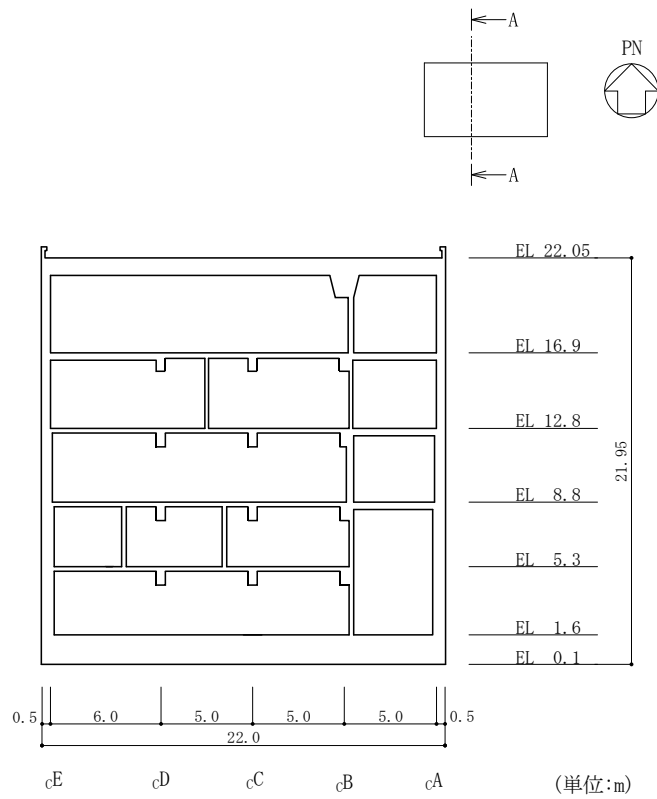


図 2-4(1) 制御室建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

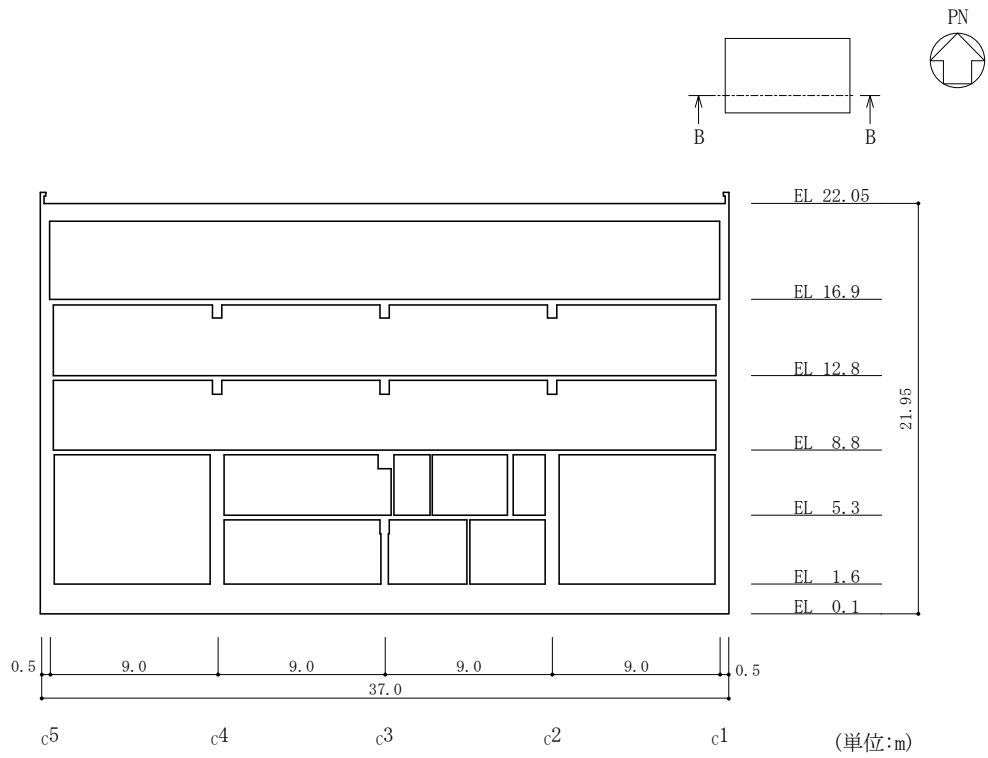


図 2-4(2) 制御室建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

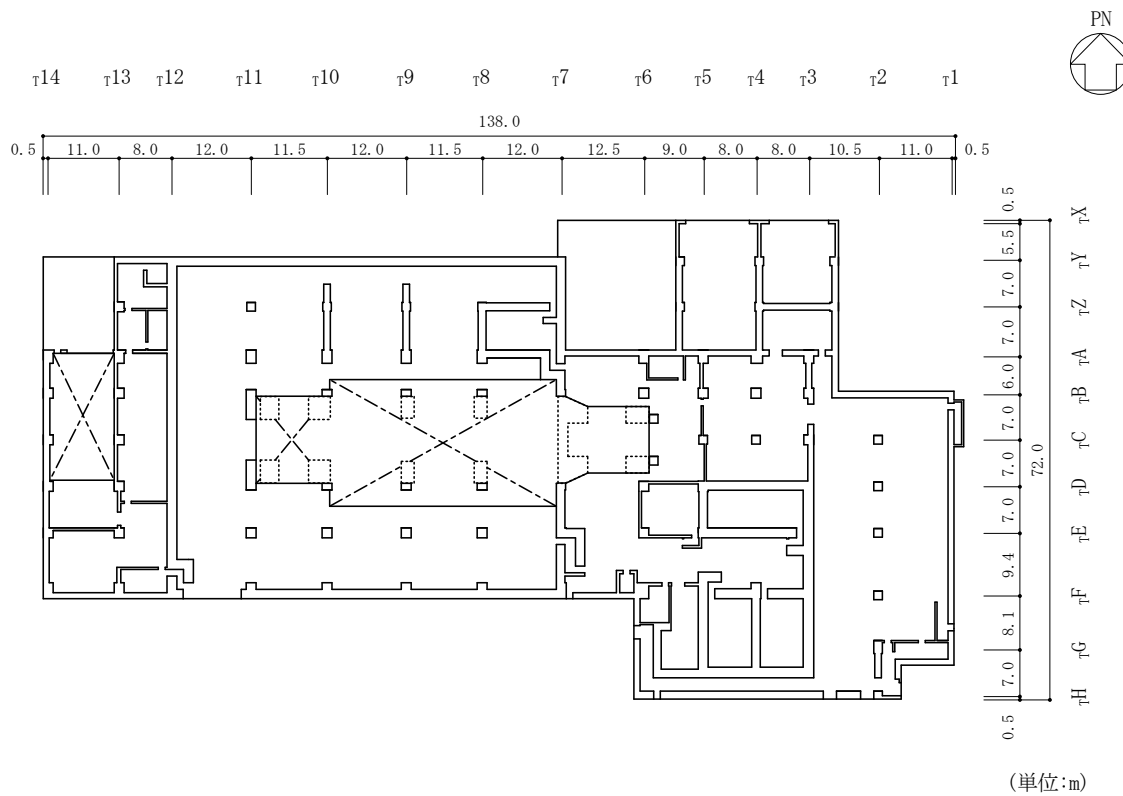


図 2-5(1) タービン建物の概略平面図 (EL 12.5m)

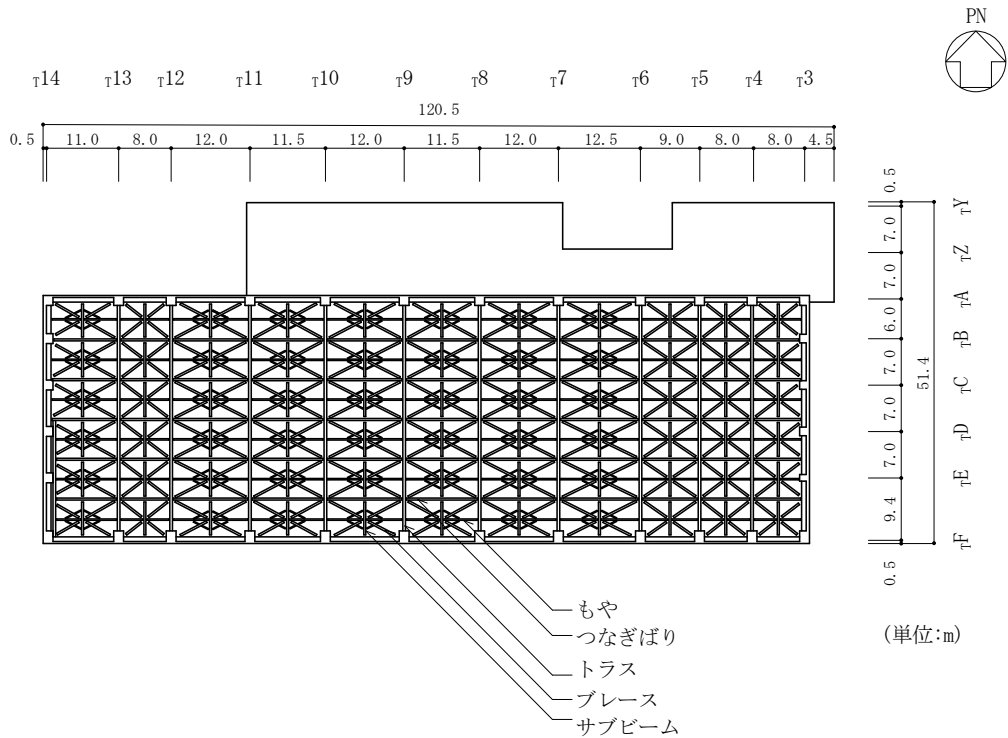


図 2-5(2) タービン建物の概略平面図 (EL 41.6m)

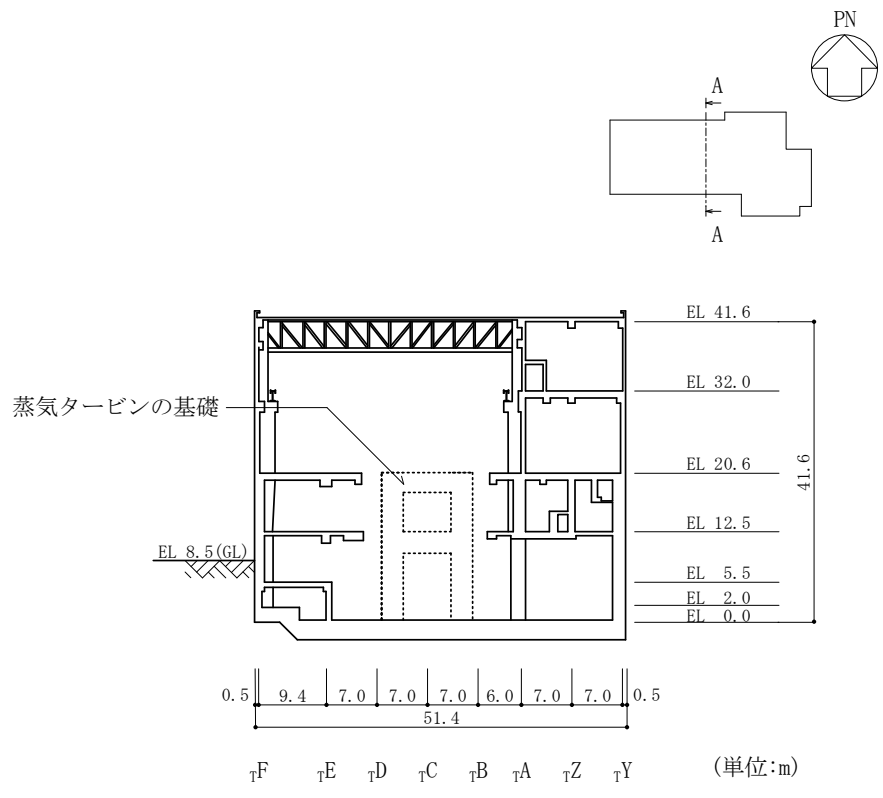


図 2-6(1) タービン建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

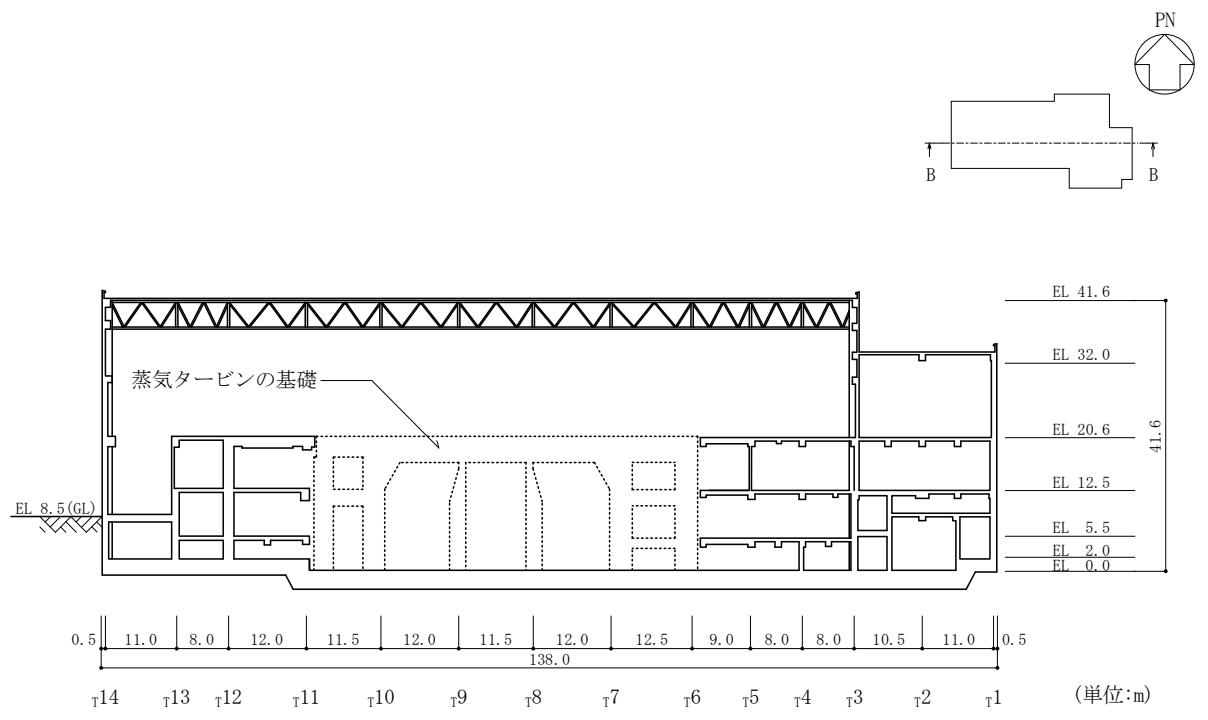


図 2-6(2) タービン建物の概略断面図 (B-B 断面面, EW 方向)

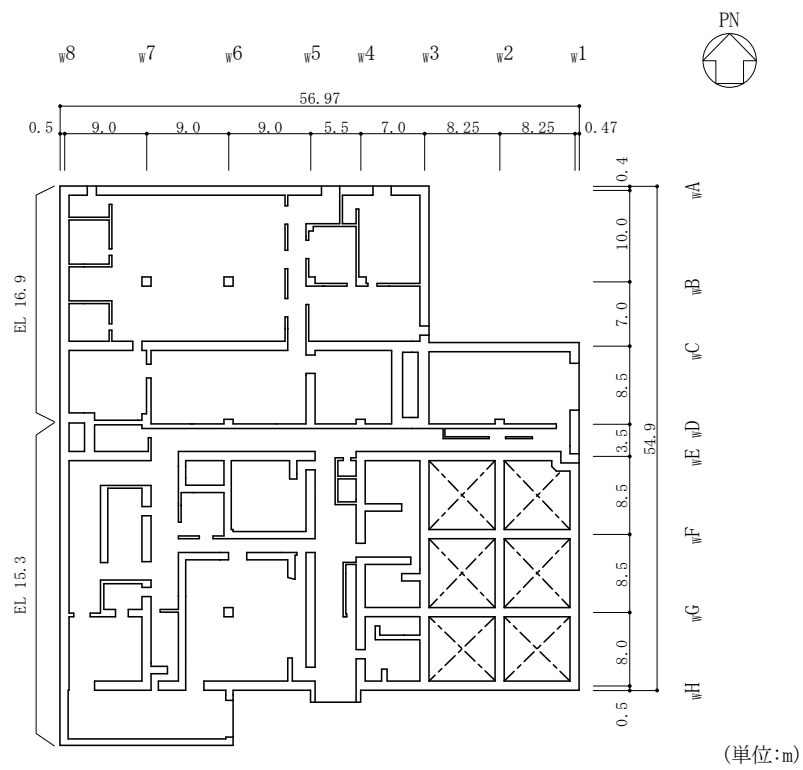


図 2-7 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 15.3m, EL 16.9m)

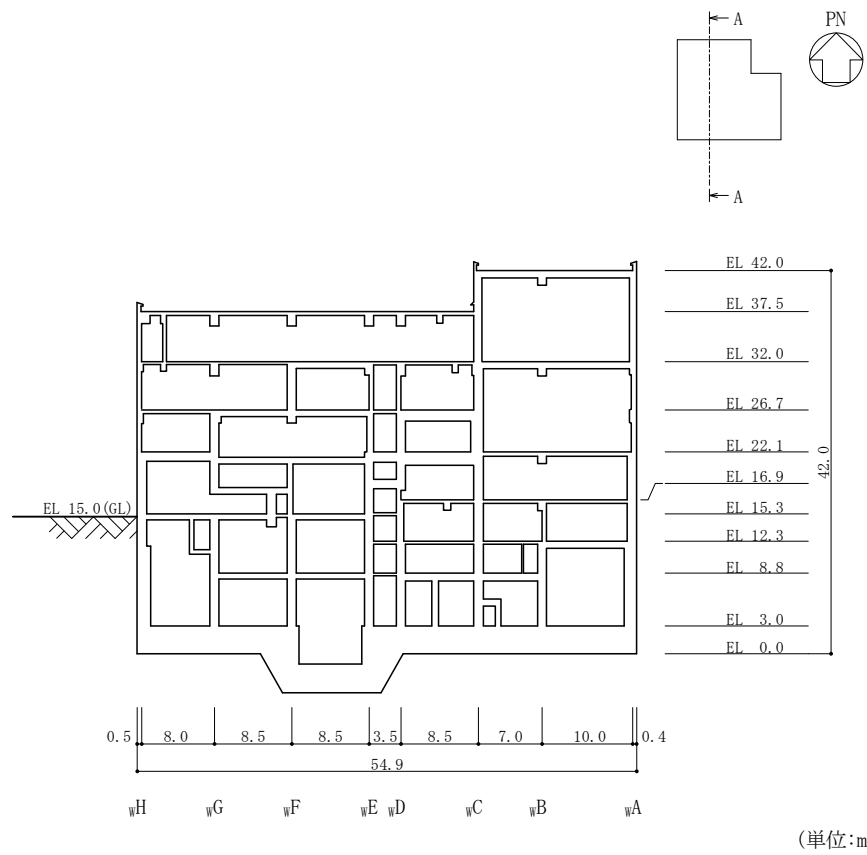


図 2-8(1) 廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A断面, N S 方向)

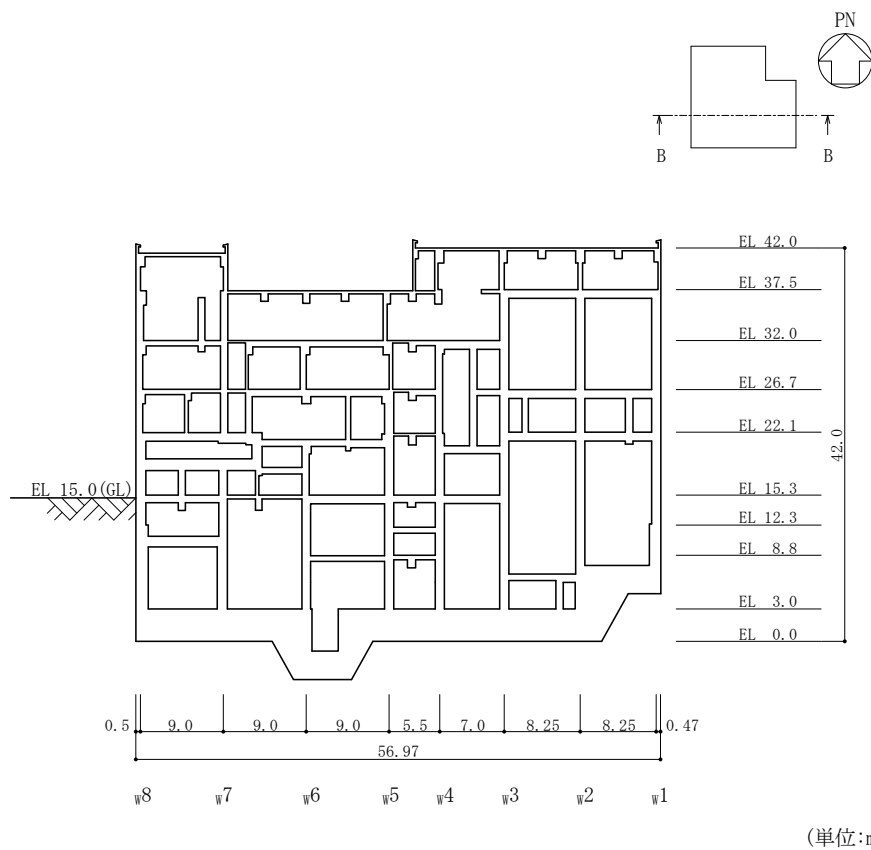
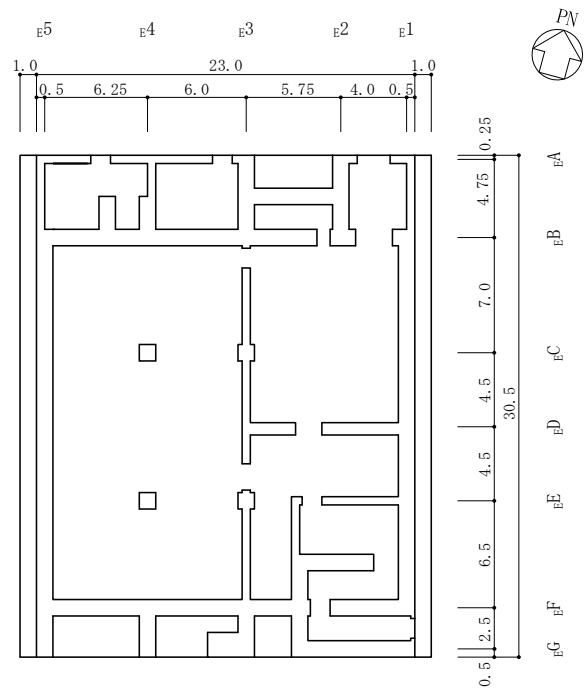


図 2-8(2) 廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B断面, E W 方向)



(単位:m)

図 2-9 緊急時対策所の概略平面図 (EL 50.25m)

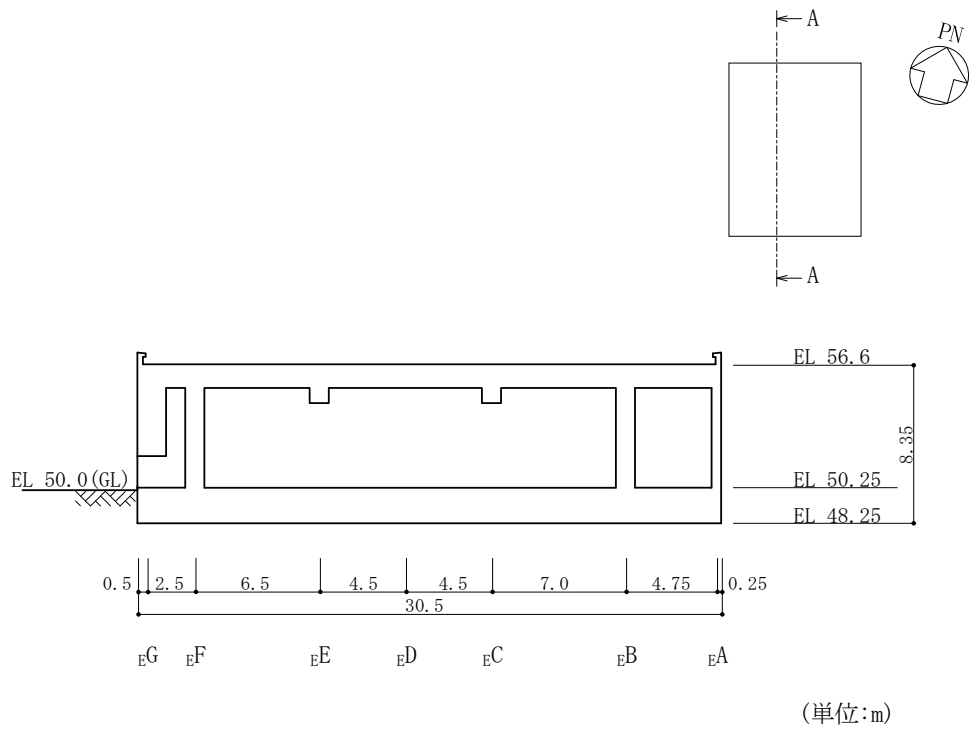


図 2-10(1) 緊急時対策所の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

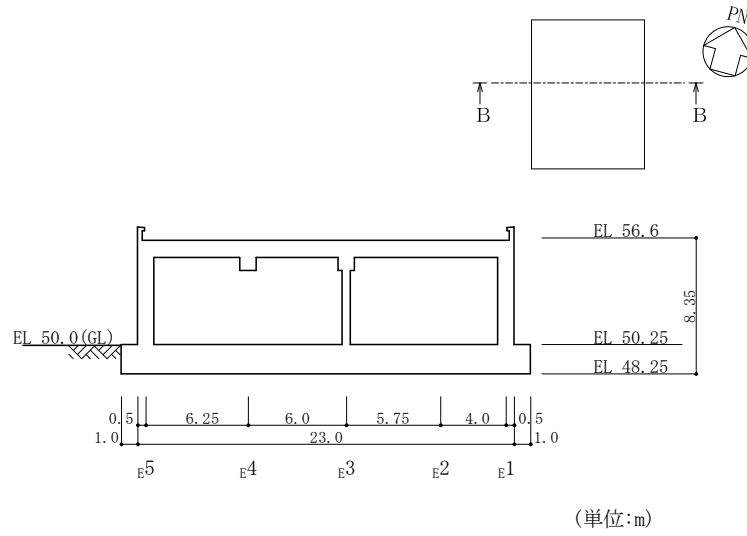
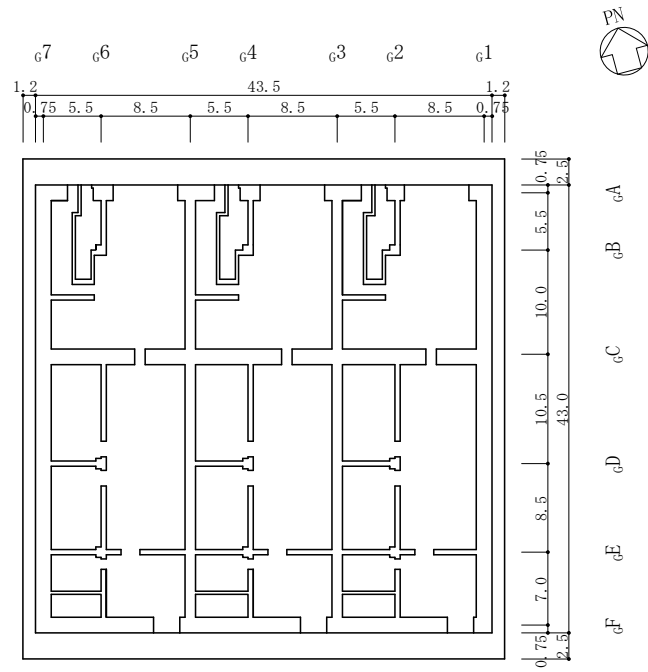


図 2-10(2) 緊急時対策所の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)



(単位:m)

図 2-11 ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 47.5m)

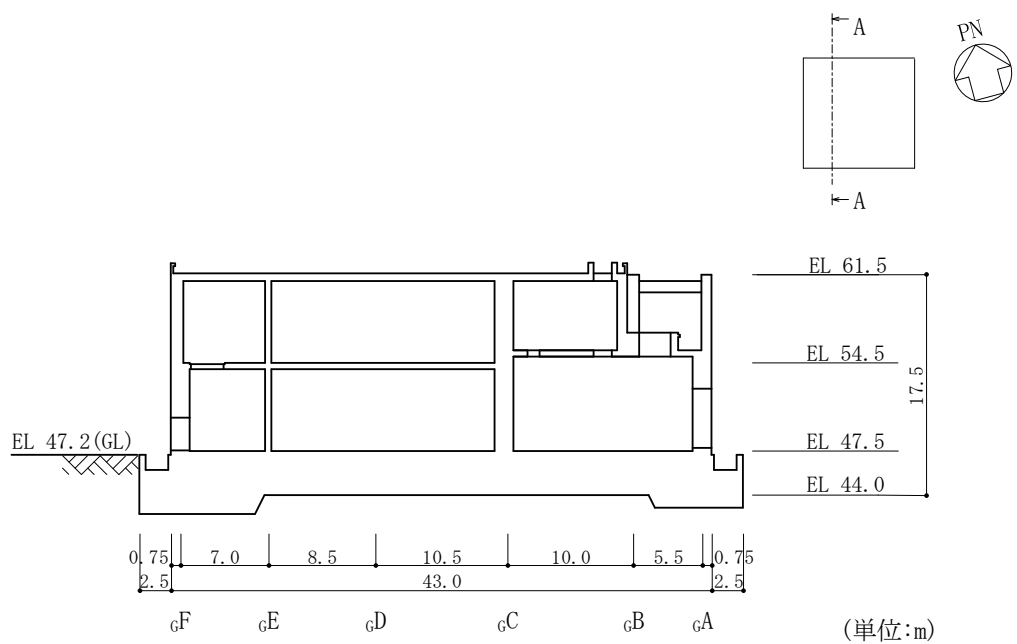


図 2-12(1) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

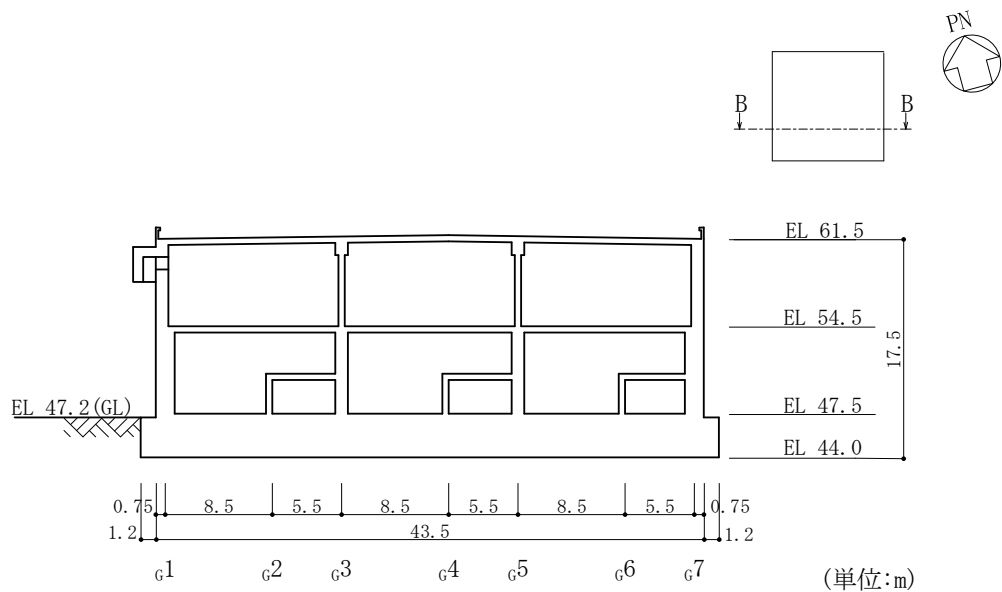


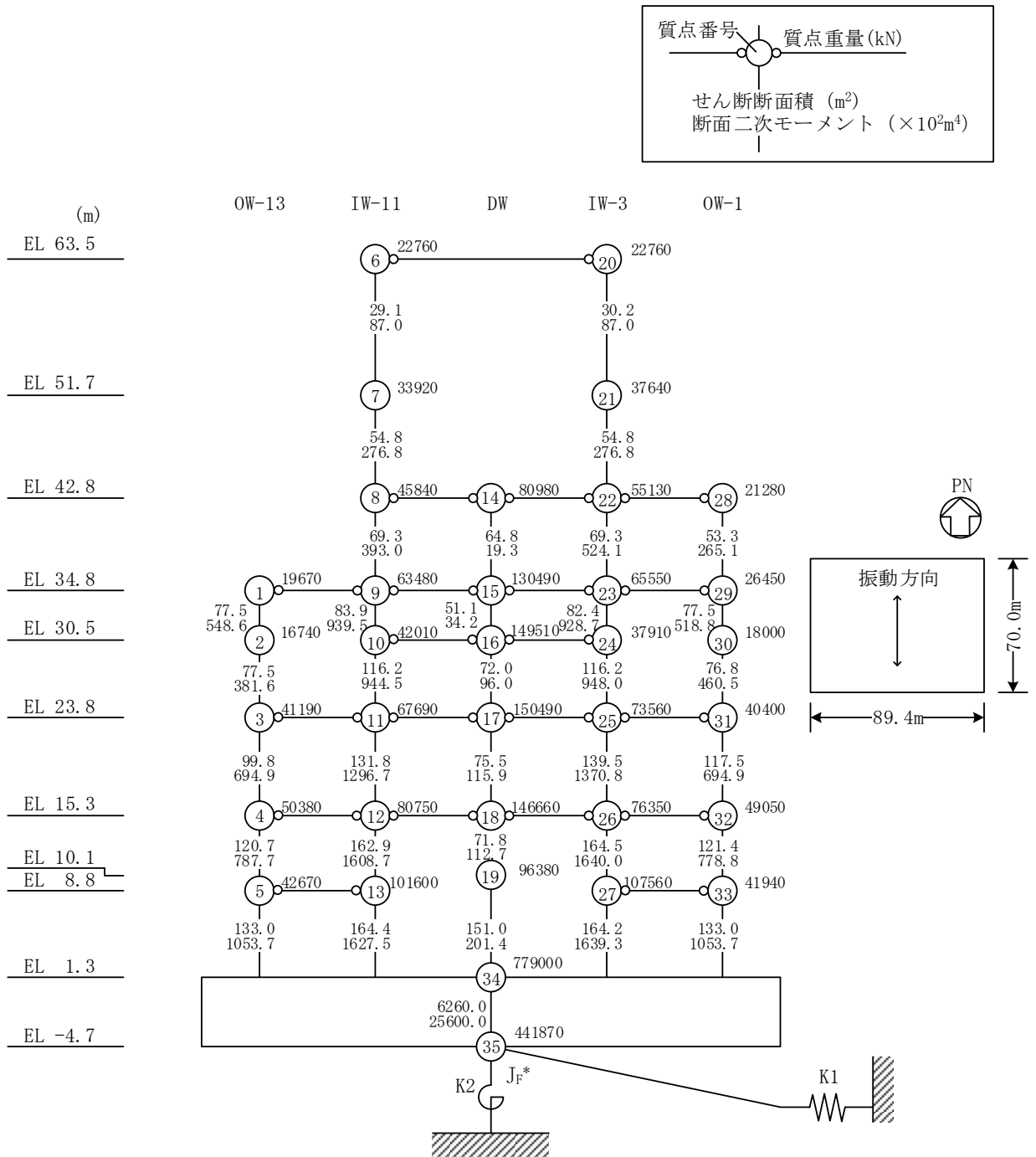
図 2-12(2) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.2 荷重の比較

風荷重による層せん断力について，表 2-1 に示す速度圧に基づき算出する。ここで，風荷重による層せん断力は，風荷重により発生する建物の地震応答解析モデルにおける部材の層せん断力である。また，地震荷重による層せん断力は，基準地震動 S_s に対する地震応答解析より得られた最大応答せん断力である。

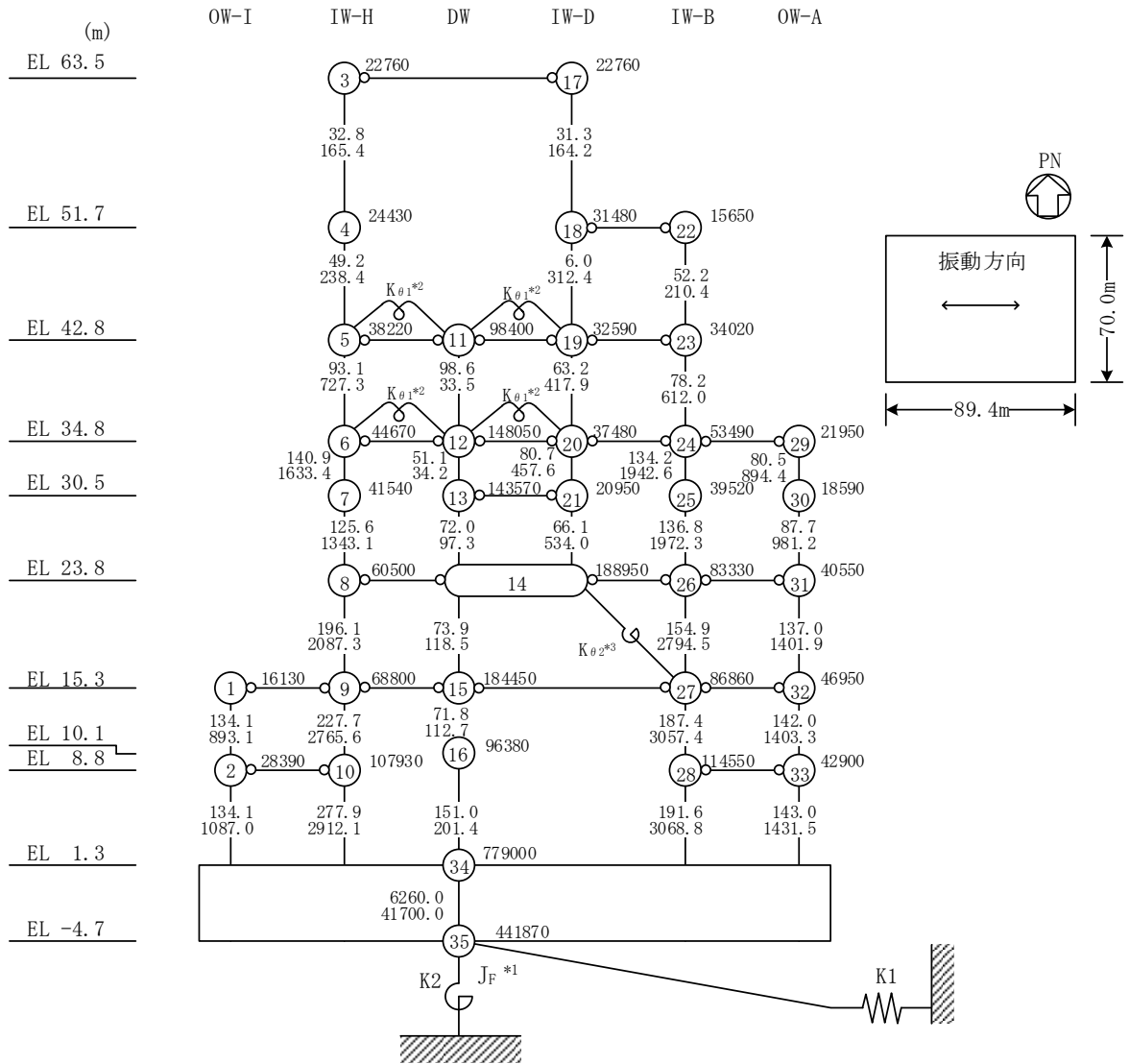
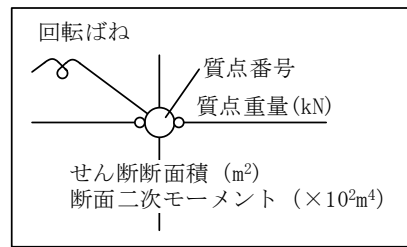
2.2.1 原子炉建物

原子炉建物の地震応答解析モデルを図 2-13 に示す。また，原子炉建物の風荷重を表 2-2 に，風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-3 に示す。



注記* : 回転慣性重量(12.25×10⁸kN・m²)

図 2-13(1) 原子炉建物の地震応答解析モデル (N S 方向)



注記*1：回転慣性重量 ($20.88 \times 10^8 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2：燃料プール壁の回転ばね ($2.195 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

*3：内部ボックス壁の軸抵抗を考慮した回転ばね ($135.2 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 2-13(2) 原子炉建物の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-2(1) 原子炉建物の風荷重 (NS方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
65.035~57.60	0.800	0.4	400	400	1742.0	836.2
57.60~47.25	0.729	0.4	278.4 (IW-11)	278.4 (IW-11)	1742.0	547.5 (IW-11)
			278.4 (IW-3)	278.4 (IW-3)		547.5 (IW-3)
47.25~38.80	0.670	0.4	610.0	610.0	1742.0	1137.0
38.80~32.65	0.606	0.4	514.3	514.3	1742.0	901.3
32.65~27.15	0.563	0.4	53.9 (OW-13)	53.9 (OW-13)	1742.0	90.4 (OW-13)
			383.9 (IW-3~ IW-11)	383.9 (IW-3~ IW-11)		644.0 (IW-3~ IW-11)
			53.9 (OW-1)	53.9 (OW-1)		90.4 (OW-1)
27.15~19.55	0.475	0.4	679.4	679.4	1742.0	1035.6
19.55~15.00	0.401	0.4	406.8	406.8	1742.0	567.6

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-2(2) 原子炉建物の風荷重 (E W方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
65.035~57.60	0.800	0.4	296.7	296.7	1742.0	620.2
57.60~47.25	0.729	0.4	206.5 (IW-H)	206.5 (IW-H)	1742.0	406.1 (IW-H)
			282.1 (IW-B~ IW-D)	282.1 (IW-B~ IW-D)		554.8 (IW-B~ IW-D)
47.25~38.80	0.670	0.4	477.2	477.2	1742.0	889.5
38.80~32.65	0.606	0.4	391.4	391.4	1742.0	685.9
32.65~27.15	0.563	0.4	109.7 (IW-H)	109.7 (IW-H)	1742.0	184.0 (IW-H)
			141.9 (IW-D~ DW)	141.9 (IW-D~ DW)		238.0 (IW-D~ DW)
			67.9 (IW-B)	67.9 (IW-B)		113.9 (IW-B)
			35.5 (OW-A)	35.5 (OW-A)		59.6 (OW-A)
27.15~19.55	0.475	0.4	490.8	490.8	1742.0	748.1
19.55~15.00	0.401	0.4	295.6	295.6	1742.0	412.5

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-3(1) 原子炉建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部位	部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
OW-13	1	0.891	140	157
	2	0.982	154	156
	3	1.130	204	180
	4	1.205	261	216
	5	1.257	314	249
IW-11	6	0.408	55.6	136
	7	0.955	109	114
	8	0.960	140	145
	9	1.006	170	168
	10	1.266	248	195
	11	1.439	294	204
	12	1.587	386	243
	13	1.535	423	275
DW	14	0.363	69.7	192
	15	0.269	72.5	269
	16	0.375	105	280
	17	0.475	154	324
	18	0.830	228	274
	19	0.830	304	366

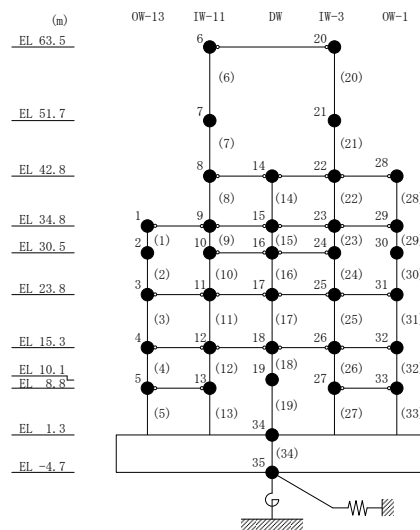


表 2-3(2) 原子炉建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部位	部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
IW-3	20	0.429	54.8	127
	21	0.976	115	117
	22	0.972	141	145
	23	0.988	176	178
	24	1.268	248	195
	25	1.523	313	205
	26	1.600	384	240
	27	1.532	423	276
OW-1	28	0.773	104	134
	29	0.814	143	175
	30	0.905	157	173
	31	1.264	246	194
	32	1.176	265	225
	33	1.244	319	256

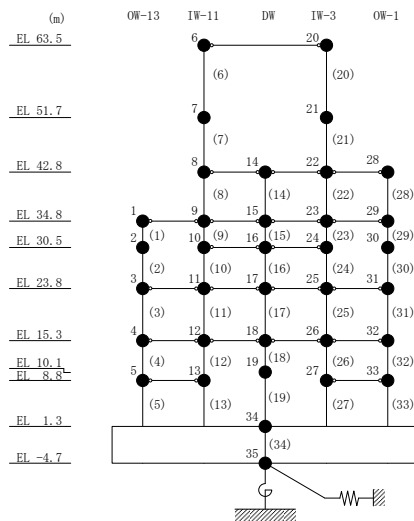


表 2-3(3) 原子炉建物の層せん断力の比較 (E W方向)

部位	部材番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
OW-I	1	0.931	249	267
	2	0.793	236	297
IW-H	3	0.313	65.1	207
	4	0.719	105	146
	5	0.801	162	202
	6	0.875	239	273
	7	1.059	280	264
	8	1.633	471	288
	9	1.455	492	338
	10	1.593	573	359
DW	11	0.457	81.4	178
	12	0.141	31.0	219
	13	0.335	154	459
	14	0.387	186	480
	15	0.516	179	346
	16	0.516	231	447

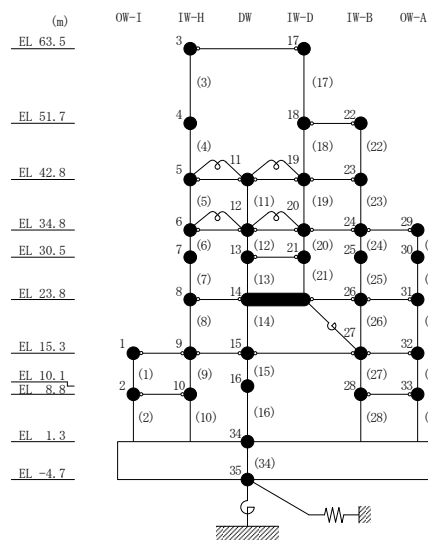
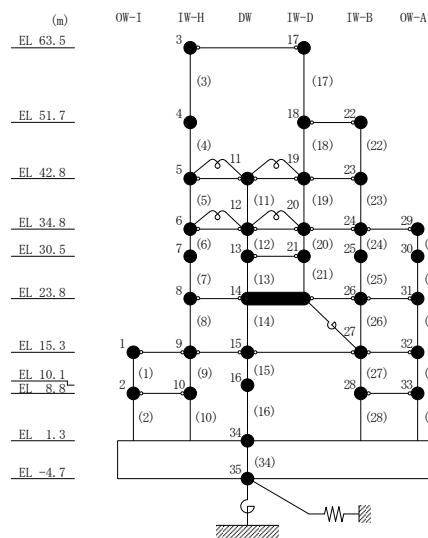


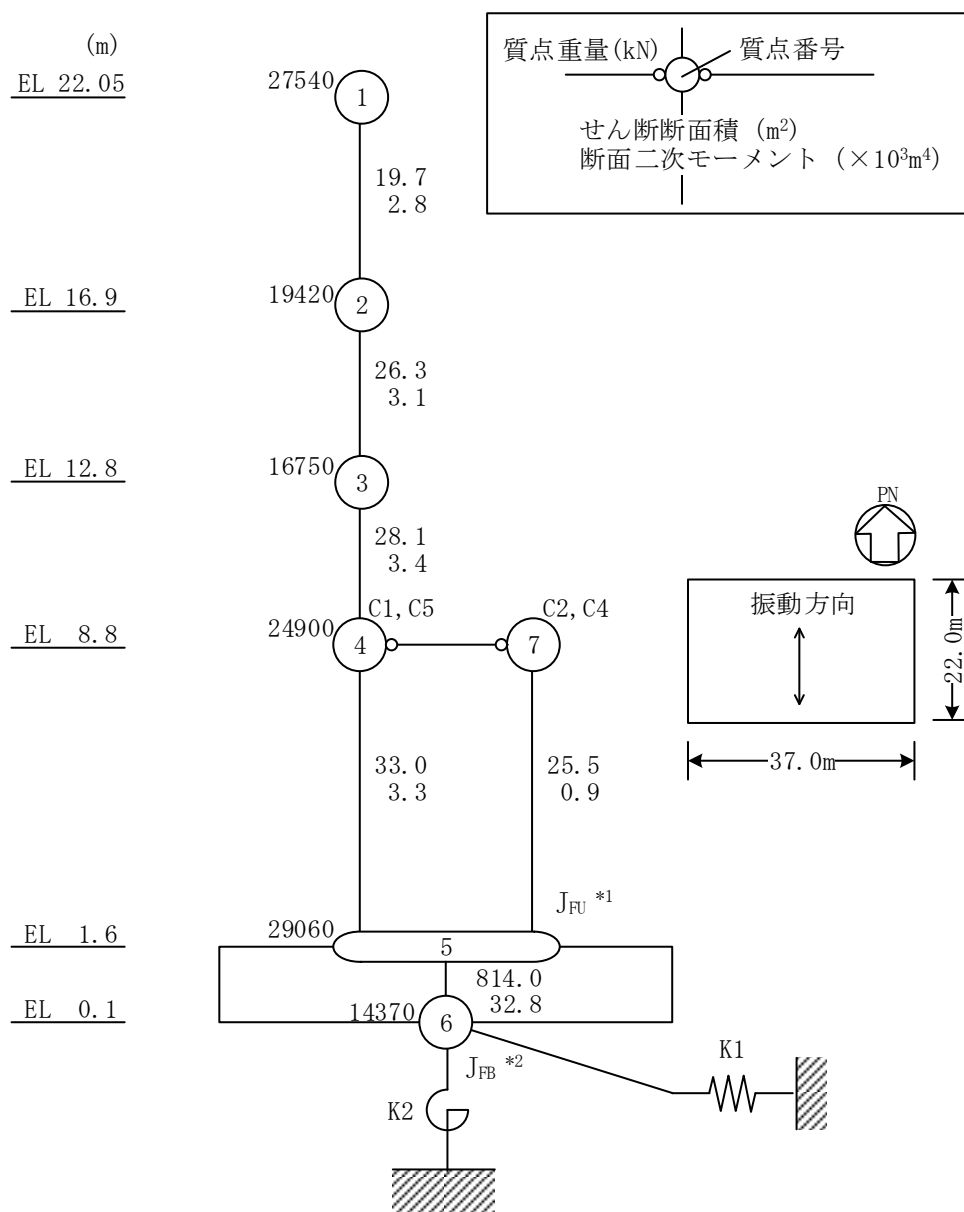
表 2-3(4) 原子炉建物の層せん断力の比較 (E-W方向)

部位	部材番号	風荷重による層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
IW-D	17	0.307	58.1	189
	18	0.082	24.4	297
	19	0.494	99.6	201
	20	0.465	130	279
	21	0.509	158	310
IW-B	22	0.780	114	146
	23	0.718	139	193
	24	1.010	251	248
	25	1.124	290	258
	26	1.305	372	285
	27	1.137	377	331
	28	1.150	426	370
OW-A	29	0.666	151	226
	30	0.725	171	235
	31	1.176	310	263
	32	0.875	269	307
	33	0.861	302	350



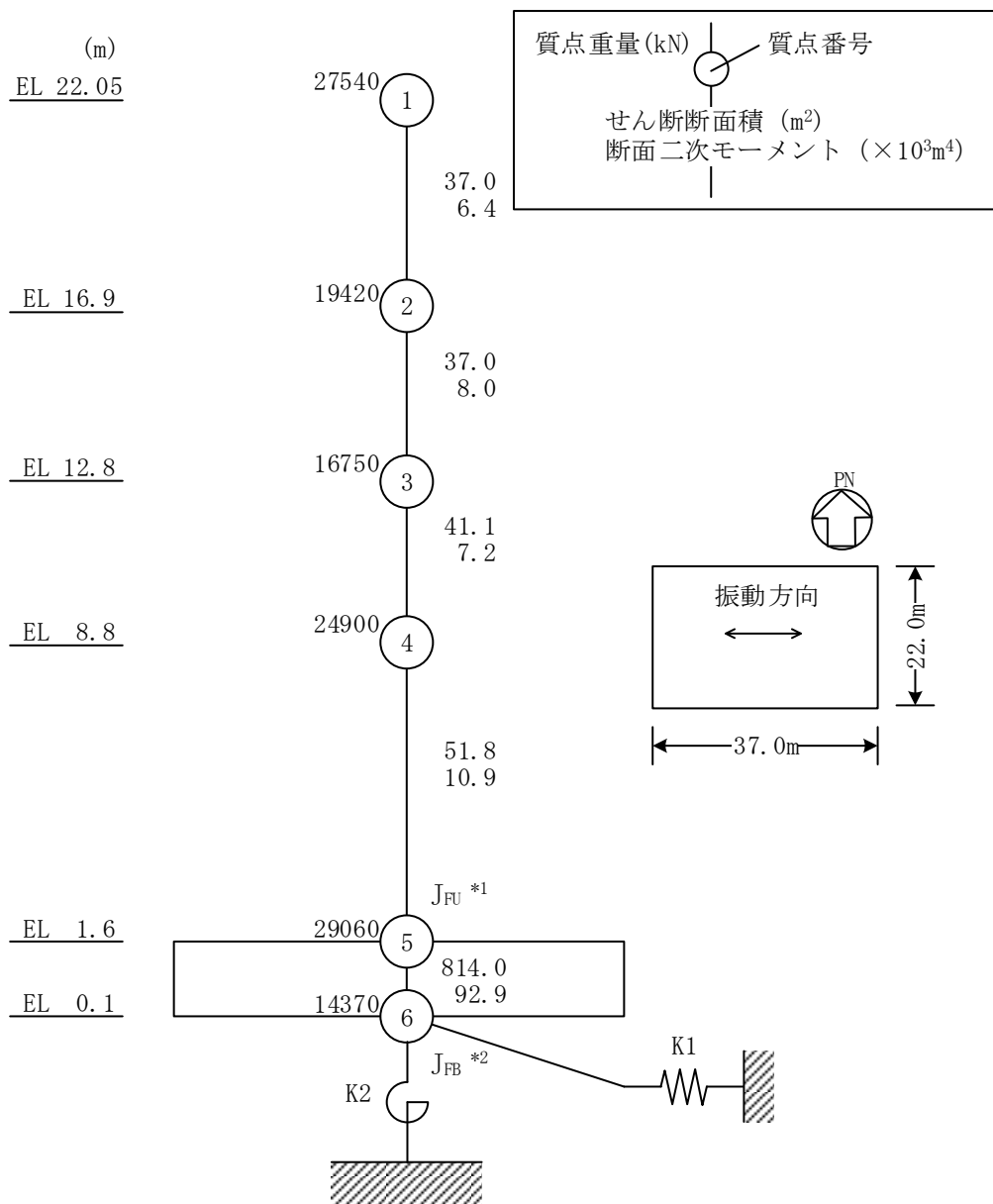
2.2.2 制御室建物

制御室建物の地震応答解析モデルを図 2-14 に示す。また、制御室建物の風荷重を表 2-4 に、風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-5 に示す。



注記*1：回転慣性重量（基礎スラブ上端）($47.46 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
 *2：回転慣性重量（基礎スラブ下端）($5.79 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-14(1) 制御室建物の地震応答解析モデル (NS 方向)



注記*1: 回転慣性重量 (基礎スラブ上端) ($13.42 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)
*2: 回転慣性重量 (基礎スラブ下端) ($1.64 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-14(2) 制御室建物の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-4(1) 制御室建物の風荷重 (N S 方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C*		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
22.80~19.475	0.800	0.4	123.0	123.0	1097.3	162.0
19.475~15.00	0.700	0.4	165.6	165.6	1097.3	199.9

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-4(2) 制御室建物の風荷重 (E W 方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C*		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
22.80~19.475	0.800	0.4	73.2	73.2	1097.3	96.4
19.475~15.00	0.700	0.4	98.5	98.5	1097.3	118.9

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-5(1) 制御室建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.162	38.0	234
2	0.362	58.0	160
3	0.362	70.4	194
4	0.192	41.6	216
5	0.169	45.7	270

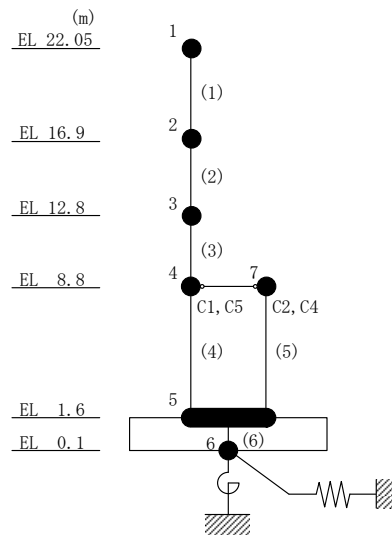
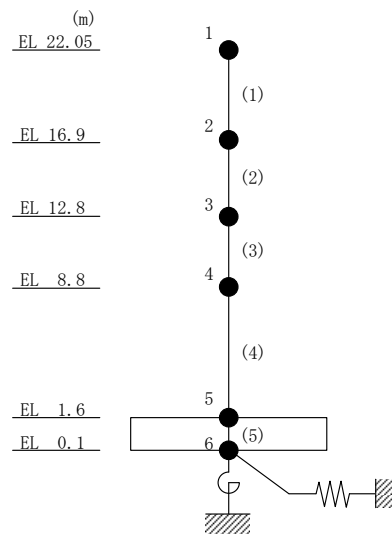


表 2-5(2) 制御室建物の層せん断力の比較 (EW方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.096	54.2	564
2	0.215	80.5	374
3	0.215	100	465
4	0.215	120	558



2.2.3 タービン建物

タービン建物の地震応答解析モデルを図 2-15 に示す。また，タービン建物の風荷重を表 2-6 に，風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-7 に示す。

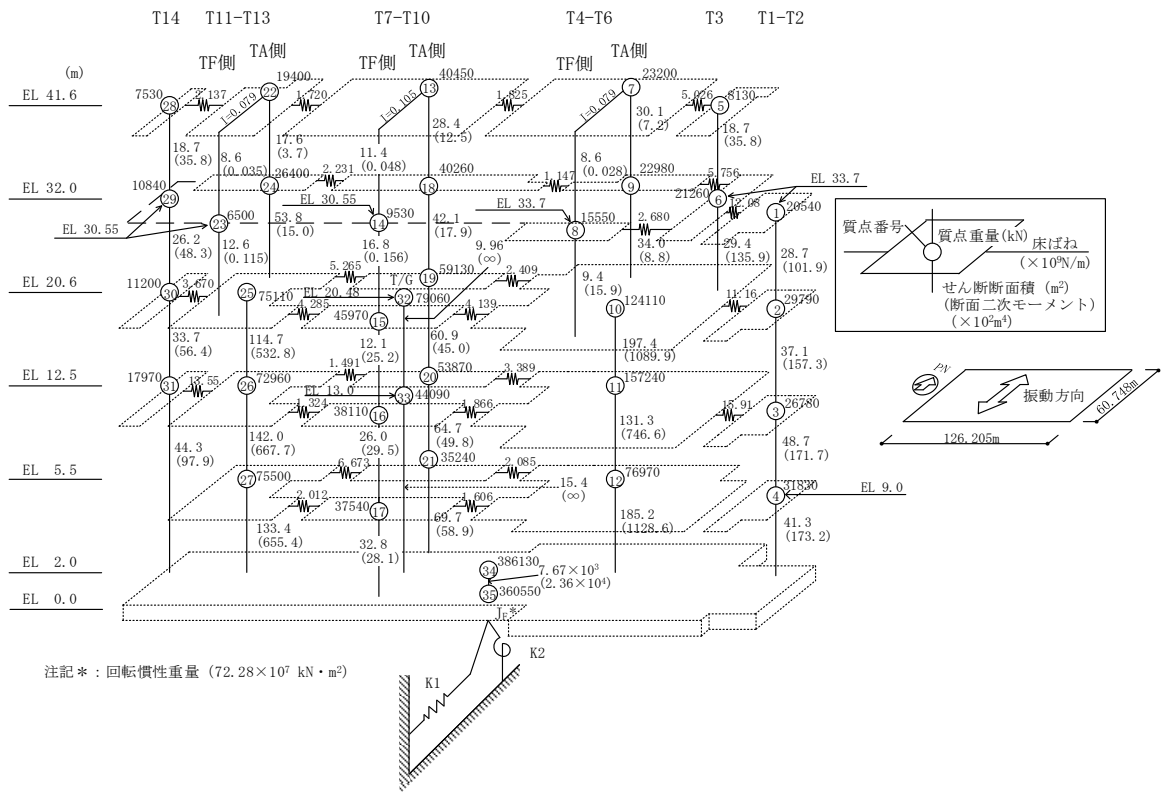


図 2-15(1) タービン建物の地震応答解析モデル (NS方向)

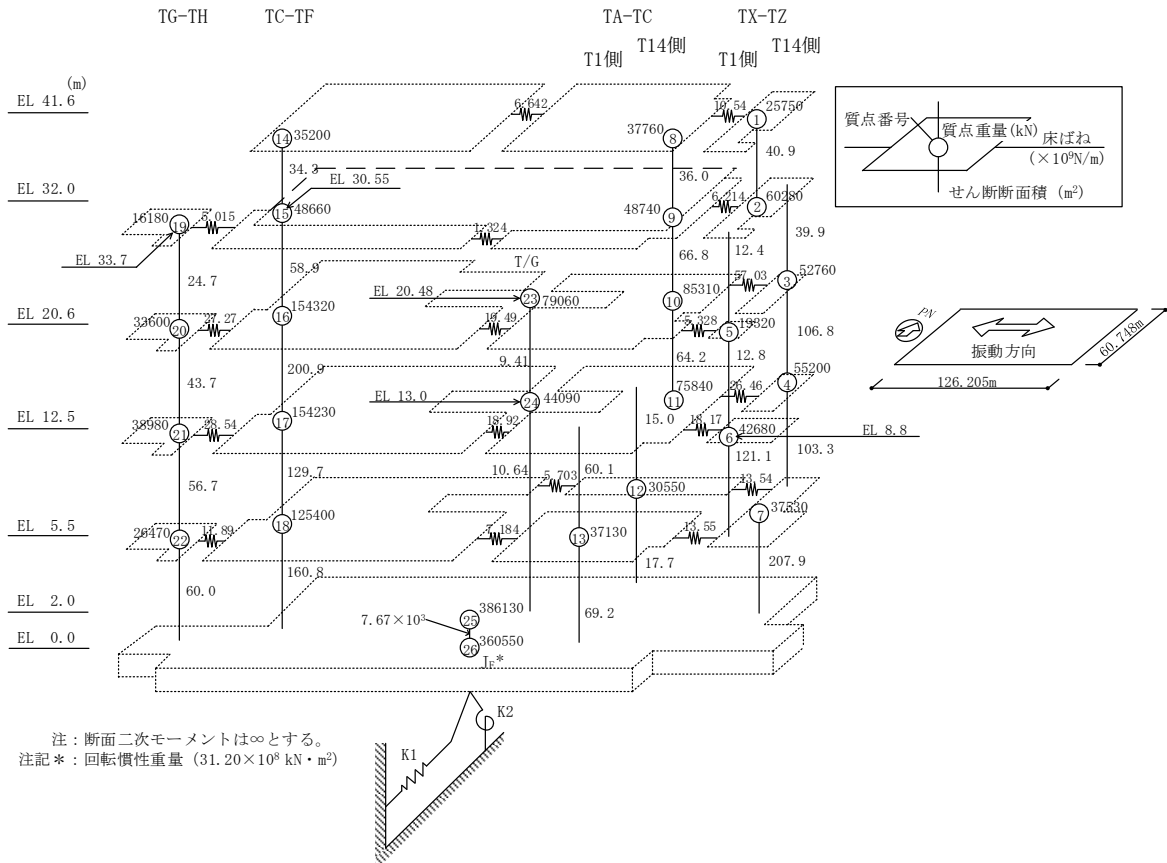


図 2-15(2) タービン建物の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-6(1) タービン建物の風荷重 (NS 方向 (N→S))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側 (風上)	南側 (風下)		北側 (風上)	南側 (風下)
42.96~36.80	0.800	0.400	33.2 (T3)	45.1 (T3)	1586.5	42.1 (T3)	28.6 (T3)
			164.8 (T4-T6 (TA 側))	144.7 (T4-T6 (TF 側))		209.2 (T4-T6 (TA 側))	91.8 (T4-T6 (TF 側))
			309.5 (T7-T10 (TA 側))	327.0 (T7-T10 (TF 側))		392.8 (T7-T10 (TA 側))	207.5 (T7-T10 (TF 側))
			192.5 (T11-T13 (TA 側))	215.2 (T11-T13 (TF 側))		244.3 (T11-T13 (TA 側))	136.6 (T11-T13 (TF 側))
			41.3 (T14)	41.3 (T14)		52.4 (T14)	26.2 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(2) タービン建物の風荷重 (NS方向 (N→S))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重(kN)	
	風上*	風下	北側(風上)	南側(風下)		北側(風上)	南側(風下)
36.80~26.30	0.714	0.400	118.0 (T1-T2)	134.0 (T1-T2)	1586.5	133.7 (T1-T2)	85.0 (T1-T2)
			87.6 (T3)	95.3 (T3)		99.2 (T3)	60.5 (T3)
			296.6 (T4-T6 (TA側))	286.1 (T4-T6 (TF側))		336.0 (T4-T6 (TA側))	181.6 (T4-T6 (TF側))
			512.0 (T7-T10 (TA側))	498.8 (T7-T10 (TF側))		580.0 (T7-T10 (TA側))	316.5 (T7-T10 (TF側))
			328.1 (T11-T13 (TA側))	328.1 (T11-T13 (TF側))		371.7 (T11-T13 (TA側))	208.2 (T11-T13 (TF側))
			63.0 (T14)	63.0 (T14)		71.4 (T14)	40.0 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(3) タービン建物の風荷重 (NS方向 (N→S))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側(風上)	南側 (風下)		北側(風上)	南側 (風下)
26.30~16.55	0.585	0.400	156.4 (T1-T2)	177.6 (T1-T2)	1586.5	145.2 (T1-T2)	112.7 (T1-T2)
			371.9 (T3-T6)	386.9 (T3-T6)		345.2 (T3-T6)	245.5 (T3-T6)
			474.3 (T7-T10 (TA側))	428.7 (T7-T10 (TF側))		440.2 (T7-T10 (TA側))	272.1 (T7-T10 (TF側))
			304.7 (T11-T13)	282.0 (T11-T13)		282.8 (T11-T13)	179.0 (T11-T13)
			54.2 (T14)	54.2 (T14)		50.3 (T14)	34.4 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(4) タービン建物の風荷重 (NS方向 (N→S))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重(kN)	
	風上*	風下	北側(風上)	南側(風下)		北側(風上)	南側(風下)
16.55~9.00	0.448	0.400	85.6 (T1-T2)	97.2 (T1-T2)	1586.5	60.8 (T1-T2)	61.7 (T1-T2)
			269.9 (T3-T6)	275.6 (T3-T6)		191.8 (T3-T6)	174.9 (T3-T6)
			379.4 (T7-T10 (TA側))	358.6 (T7-T10 (TF側))		269.7 (T7-T10 (TA側))	227.6 (T7-T10 (TF側))
			235.9 (T11-T13)	235.9 (T11-T13)		167.7 (T11-T13)	149.7 (T11-T13)
			48.3 (T14)	48.3 (T14)		34.3 (T14)	30.7 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(5) タービン建物の風荷重 (NS方向 (N→S))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側(風上)	南側(風下)		北側(風上)	南側(風下)
9.00~8.50	0.448	0.400	33.2 (T1-T2)	37.7 (T1-T2)	1586.5	23.6 (T1-T2)	23.9 (T1-T2)
			17.9 (T3-T6)	18.3 (T3-T6)		12.7 (T3-T6)	11.6 (T3-T6)
			25.1 (T7-T10 (TA側))	23.8 (T7-T10 (TF側))		17.8 (T7-T10 (TA側))	15.1 (T7-T10 (TF側))
			15.6 (T11-T13)	15.6 (T11-T13)		11.1 (T11-T13)	9.9 (T11-T13)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(6) タービン建物の風荷重 (NS方向 (S→N))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側(風下)	南側(風上)		北側(風下)	南側(風上)
42.96~36.80	0.800	0.400	33.2 (T3)	45.1 (T3)	1586.5	21.1 (T3)	57.2 (T3)
			164.8 (T4-T6 (TA側))	144.7 (T4-T6 (TF側))		104.6 (T4-T6 (TA側))	183.7 (T4-T6 (TF側))
			309.5 (T7-T10 (TA側))	327.0 (T7-T10 (TF側))		196.4 (T7-T10 (TA側))	415.0 (T7-T10 (TF側))
			192.5 (T11-T13 (TA側))	215.2 (T11-T13 (TF側))		122.2 (T11-T13 (TA側))	273.1 (T11-T13 (TF側))
			41.3 (T14)	41.3 (T14)		26.2 (T14)	52.4 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(7) タービン建物の風荷重 (NS方向 (S→N))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重(kN)	
	風上*	風下	北側(風下)	南側(風上)		北側(風下)	南側(風上)
36.80~26.30	0.714	0.400	118.0 (T1-T2)	134.0 (T1-T2)	1586.5	74.9 (T1-T2)	151.8 (T1-T2)
			87.6 (T3)	95.3 (T3)		55.6 (T3)	108.0 (T3)
			296.6 (T4-T6 (TA側))	286.1 (T4-T6 (TF側))		188.2 (T4-T6 (TA側))	324.1 (T4-T6 (TF側))
			512.0 (T7-T10 (TA側))	498.8 (T7-T10 (TF側))		324.9 (T7-T10 (TA側))	565.0 (T7-T10 (TF側))
			328.1 (T11-T13 (TA側))	328.1 (T11-T13 (TF側))		208.2 (T11-T13 (TA側))	371.7 (T11-T13 (TF側))
			63.0 (T14)	63.0 (T14)		40.0 (T14)	71.4 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(8) タービン建物の風荷重 (NS方向 (S→N))

高さ(EL) (m)	風力係数C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重(kN)	
	風上*	風下	北側(風下)	南側(風上)		北側(風下)	南側(風上)
26.30~16.55	0.585	0.400	156.4 (T1-T2)	177.6 (T1-T2)	1586.5	99.3 (T1-T2)	164.8 (T1-T2)
			371.9 (T3-T6)	386.9 (T3-T6)		236.0 (T3-T6)	359.1 (T3-T6)
			474.3 (T7-T10 (TA側))	428.7 (T7-T10 (TF側))		301.0 (T7-T10 (TA側))	397.9 (T7-T10 (TF側))
			304.7 (T11-T13)	282.0 (T11-T13)		193.4 (T11-T13)	261.7 (T11-T13)
			54.2 (T14)	54.2 (T14)		34.4 (T14)	50.3 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(9) タービン建物の風荷重 (NS方向 (S→N))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側(風下)	南側 (風上)		北側(風下)	南側 (風上)
16.55~9.00	0.448	0.400	85.6 (T1-T2)	97.2 (T1-T2)	1586.5	54.3 (T1-T2)	69.1 (T1-T2)
			269.9 (T3-T6)	275.6 (T3-T6)		171.3 (T3-T6)	195.9 (T3-T6)
			379.4 (T7-T10 (TA側))	358.6 (T7-T10 (TF側))		240.8 (T7-T10 (TA側))	254.9 (T7-T10 (TF側))
			235.9 (T11-T13)	235.9 (T11-T13)		149.7 (T11-T13)	167.7 (T11-T13)
			48.3 (T14)	48.3 (T14)		30.7 (T14)	34.3 (T14)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(10) タービン建物の風荷重 (NS方向 (S→N))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	北側 (風下)	南側 (風上)		北側 (風下)	南側 (風上)
9.00~8.50	0.448	0.400	33.2 (T1-T2)	37.7 (T1-T2)	1586.5	21.1 (T1-T2)	26.8 (T1-T2)
			17.9 (T3-T6)	18.3 (T3-T6)		11.4 (T3-T6)	13.0 (T3-T6)
			25.1 (T7-T10 (TA側))	23.8 (T7-T10 (TF側))		15.9 (T7-T10 (TA側))	16.9 (T7-T10 (TF側))
			15.6 (T11-T13)	15.6 (T11-T13)		9.9 (T11-T13)	11.1 (T11-T13)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(11) タービン建物の風荷重 (EW方向 (E→W))

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	東側(風上)	西側(風下)		東側(風上)	西側(風下)
42.96~36.80	0.800	0.400	67.8 (TX-TZ)	67.8 (TX-TZ)	1586.5	86.1 (TX-TZ)	43.0 (TX-TZ)
			101.6 (TA-TC)	101.6 (TA-TC)		129.0 (TA-TC)	64.5 (TA-TC)
			164.6 (TC-TF)	164.6 (TC-TF)		208.9 (TC-TF)	104.5 (TC-TF)
36.80~26.30	0.714	0.400	115.5 (TX-TZ)	115.5 (TX-TZ)	1586.5	130.8 (TX-TZ)	73.3 (TX-TZ)
			173.3 (TA-TC)	173.3 (TA-TC)		196.3 (TA-TC)	110.0 (TA-TC)
			284.9 (TC-TF)	284.9 (TC-TF)		322.7 (TC-TF)	180.8 (TC-TF)
			92.4 (TG-TH)	92.4 (TG-TH)		104.7 (TG-TH)	58.6 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(12) タービン建物の風荷重 (EW方向 (E→W))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	東側 (風上)	西側 (風下)		東側 (風上)	西側 (風下)
26.30~16.55	0.585	0.400	160.1 (TX-TZ (T1側))	129.5 (TX-TZ (T14側))	1586.5	148.6 (TX-TZ (T1側))	82.2 (TX-TZ (T14側))
			160.9 (TA-TC)	160.9 (TA-TC)		149.3 (TA-TC)	102.1 (TA-TC)
			247.7 (TC-TF)	247.7 (TC-TF)		229.9 (TC-TF)	157.2 (TC-TF)
			122.4 (TG-TH)	122.4 (TG-TH)		113.6 (TG-TH)	77.7 (TG-TH)
16.55~9.00	0.448	0.400	102.3 (TX-TZ (T1側))	124.6 (TX-TZ (T14側))	1586.5	72.7 (TX-TZ (T1側))	79.1 (TX-TZ (T14側))
			124.6 (TA-TC)	124.6 (TA-TC)		88.6 (TA-TC)	79.1 (TA-TC)
			207.2 (TC-TF)	207.2 (TC-TF)		147.3 (TC-TF)	131.5 (TC-TF)
			87.2 (TG-TH)	87.2 (TG-TH)		62.0 (TG-TH)	55.3 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(13) タービン建物の風荷重 (EW方向 (E→W))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	東側 (風上)	西側 (風下)		東側 (風上)	西側 (風下)
9.00~8.50	0.448	0.400	— (TX-TZ)	8.3 (TX-TZ)	1586.5	— (TX-TZ)	5.3 (TX-TZ)
			8.3 (TA-TC (T1 側))	8.3 (TA-TC (T14 側))		5.9 (TA-TC (T1 側))	5.3 (TA-TC (T14 側))
			13.7 (TC-TF)	13.7 (TC-TF)		9.7 (TC-TF)	8.7 (TC-TF)
			5.8 (TG-TH)	5.8 (TG-TH)		4.1 (TG-TH)	3.7 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(14) タービン建物の風荷重 (EW方向 (W→E))

高さ(EL) (m)	風力係数C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重(kN)	
	風上*	風下	東側(風下)	西側(風上)		東側(風下)	西側(風上)
42.96~36.80	0.800	0.400	67.8 (TX-TZ)	67.8 (TX-TZ)	1586.5	43.0 (TX-TZ)	86.1 (TX-TZ)
			101.6 (TA-TC)	101.6 (TA-TC)		64.5 (TA-TC)	129.0 (TA-TC)
			164.6 (TC-TF)	164.6 (TC-TF)		104.5 (TC-TF)	208.9 (TC-TF)
36.8~26.30	0.714	0.400	115.5 (TX-TZ)	115.5 (TX-TZ)	1586.5	73.3 (TX-TZ)	130.8 (TX-TZ)
			173.3 (TA-TC)	173.3 (TA-TC)		110.0 (TA-TC)	196.3 (TA-TC)
			284.9 (TC-TF)	284.9 (TC-TF)		180.8 (TC-TF)	322.7 (TC-TF)
			92.4 (TG-TH)	92.4 (TG-TH)		58.6 (TG-TH)	104.7 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(15) タービン建物の風荷重 (EW方向 (W→E))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	東側 (風下)	西側 (風上)		東側 (風下)	西側 (風上)
26.30~16.55	0.585	0.400	160.1 (TX-TZ (T1 側))	129.5 (TX-TZ (T14 側))	1586.5	101.6 (TX-TZ (T1 側))	120.2 (TX-TZ (T14 側))
			160.9 (TA-TC)	160.9 (TA-TC)		102.1 (TA-TC)	149.3 (TA-TC)
			247.7 (TC-TF)	247.7 (TC-TF)		157.2 (TC-TF)	229.9 (TC-TF)
			122.4 (TG-TH)	122.4 (TG-TH)		77.7 (TG-TH)	113.6 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-6(16) タービン建物の風荷重 (EW方向 (W→E))

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A ₁ (m ²)		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)	
	風上*	風下	東側 (風下)	西側 (風上)		東側 (風下)	西側 (風上)
16.55~9.00	0.448	0.400	102.3 (TX-TZ (T1 側))	124.6 (TX-TZ (T14 側))	1586.5	64.9 (TX-TZ (T1 側))	88.6 (TX-TZ (T14 側))
			124.6 (TA-TC)	124.6 (TA-TC)		79.1 (TA-TC)	88.6 (TA-TC)
			207.2 (TC-TF)	207.2 (TC-TF)		131.5 (TC-TF)	147.3 (TC-TF)
			87.2 (TG-TH)	87.2 (TG-TH)		55.3 (TG-TH)	62.0 (TG-TH)
9.00~8.50	0.448	0.400	— (TX-TZ)	8.3 (TX-TZ)	1586.5	— (TX-TZ)	5.9 (TX-TZ)
			8.3 (TA-TC (T1 側))	8.3 (TA-TC (T14 側))		5.3 (TA-TC (T1 側))	5.9 (TA-TC (T14 側))
			13.7 (TC-TF)	13.7 (TC-TF)		8.7 (TC-TF)	9.7 (TC-TF)
			5.8 (TG-TH)	5.8 (TG-TH)		3.7 (TG-TH)	4.1 (TG-TH)

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-7(1) タービン建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部位	部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
T1-T2	1	0.292	43.7	149
	2	0.526	62.6	119
	3	0.665	79.1	118
	4	0.713	103	144
T3	5	0.280	46.5	166
	6	0.481	62.1	129
T4-T6 (TA側)	7	0.252	25.4	100
	8	0.556	36.6	65
T4-T6 (TF側)	9	0.038	9.45	248
	10	0.282	22.0	78
T3-T6	11	2.101	227	108
	12	2.502	339	135
	13	2.533	399	157
T7-T10 (TA側)	14	0.496	57.0	114
	15	0.743	67.1	90
	16	0.923	80.3	86
	17	1.136	126	110
	18	1.141	142	124

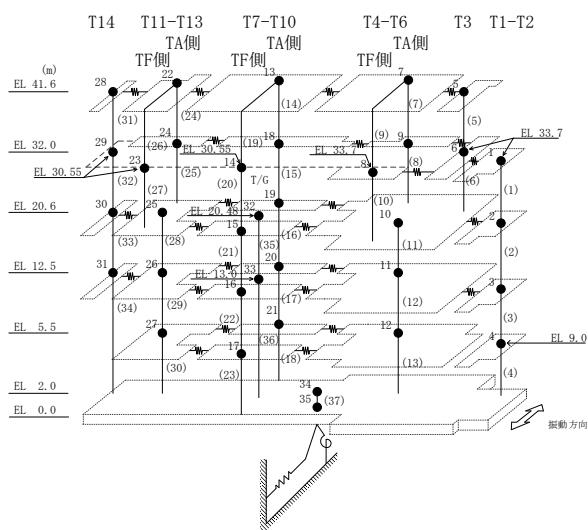


表 2-7(2) タービン建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部位	部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
T7-T10 (TF側)	19	0.147	13.5	91
	20	0.418	30.5	72
	21	0.424	27.7	65
	22	0.632	55.9	88
	23	0.640	80.1	125
T11-T13 (TA側)	24	0.448	25.6	57
	25	0.913	73.7	80
T11-T13 (TF側)	26	0.094	4.21	44
	27	0.278	14.1	50
T11-T13	28	1.817	183	100
	29	2.132	238	111
	30	2.159	275	127
T14	31	0.215	36.2	168
	32	0.326	46.8	143
	33	0.418	46.1	110
	34	0.519	57.0	109

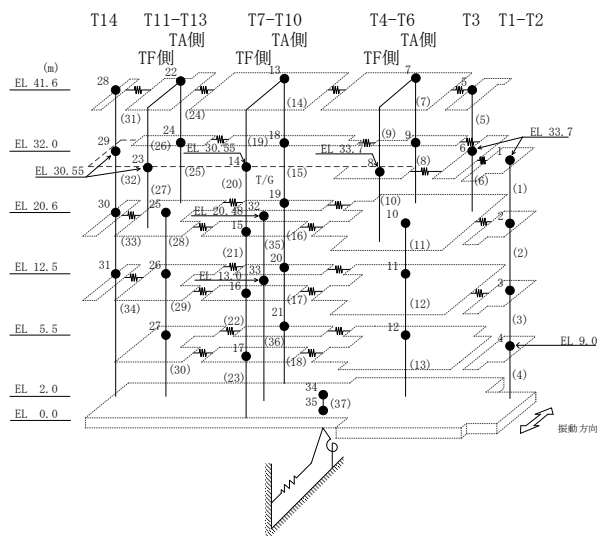


表 2-7(3) タービン建物の層せん断力の比較 (EW方向)

部位	部材番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
TX-TZ	1	0.170	49.9	293
TX-TZ (T14側)	2	0.349	115	329
	3	0.651	226	347
	4	0.773	256	331
TX-TZ (T1側)	5	0.055	28.5	518
	6	0.169	35.3	208
	7	0.348	118	339
TX-TZ	8	1.126	397	352
TA-TC	9	0.203	77.5	381
	10	0.501	171	341
	11	0.556	165	296
TA-TC (T14側)	12	0.125	41.5	332
	13	0.125	48.6	388

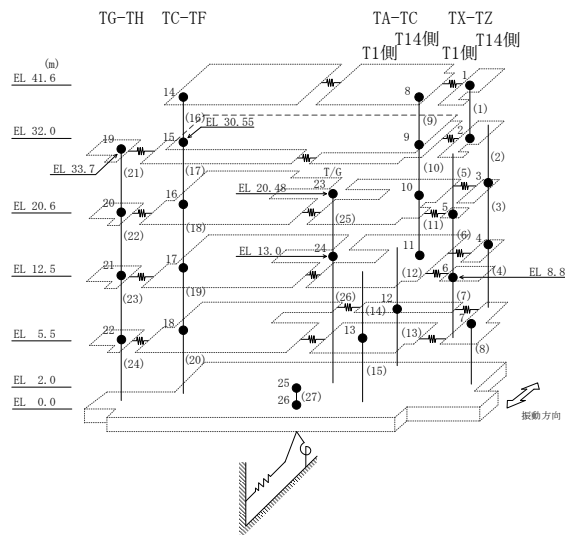
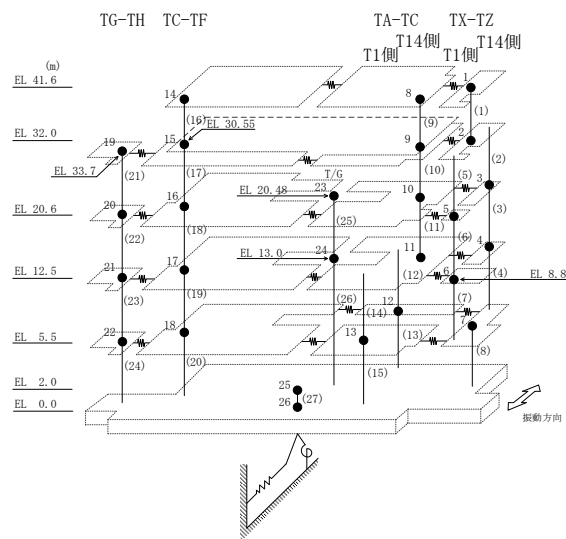


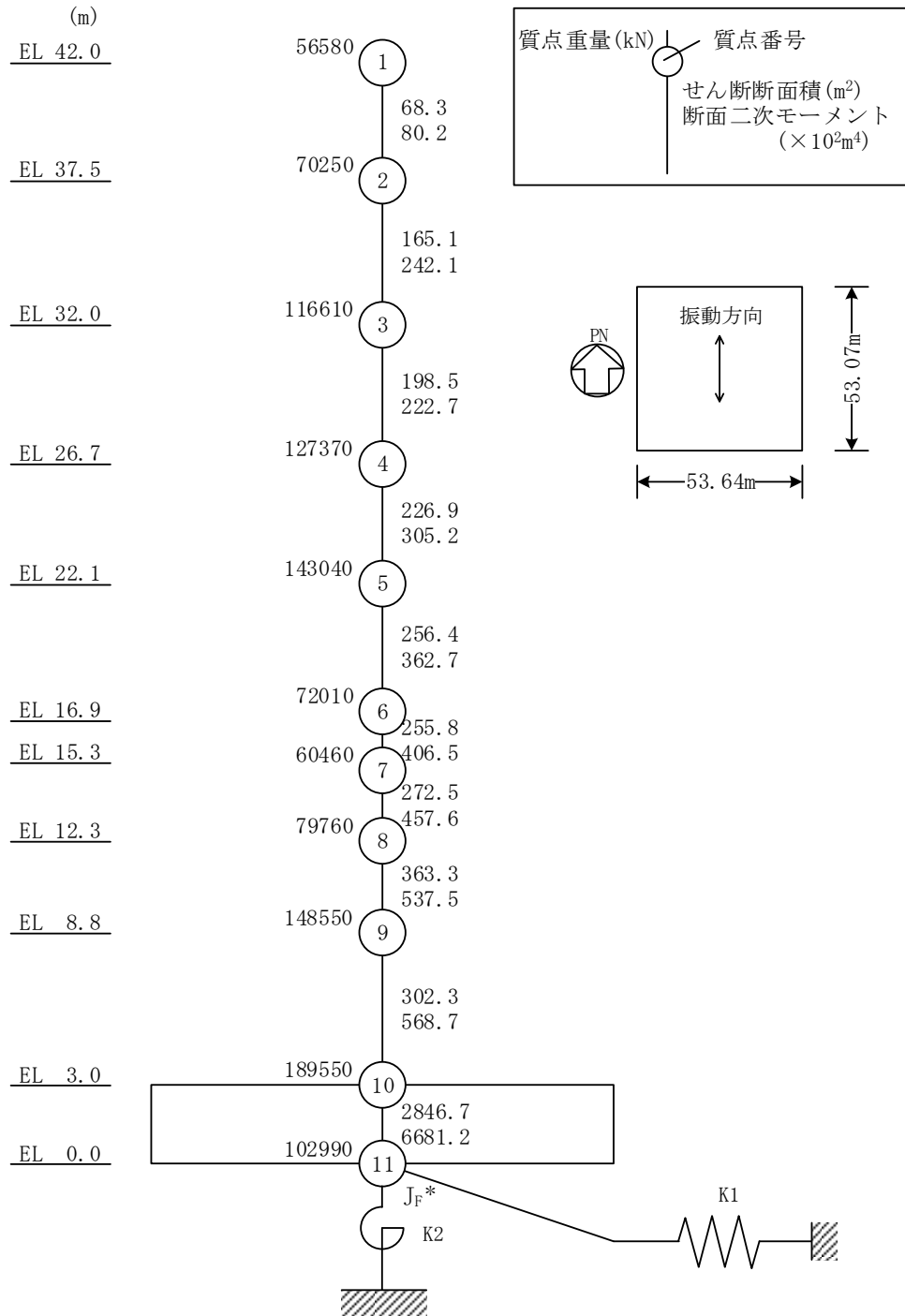
表 2-7(4) タービン建物の層せん断力の比較 (E-W方向)

部位	部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
TA-TC (T1側)	14	0.497	144	289
	15	0.497	157	315
TC-TF	16	0.264	86.2	326
	17	0.749	139	185
	18	1.160	295	254
	19	1.362	341	250
	20	1.374	404	294
TG-TH	21	0.177	36.6	206
	22	0.350	77.4	221
	23	0.503	137	272
	24	0.511	146	285



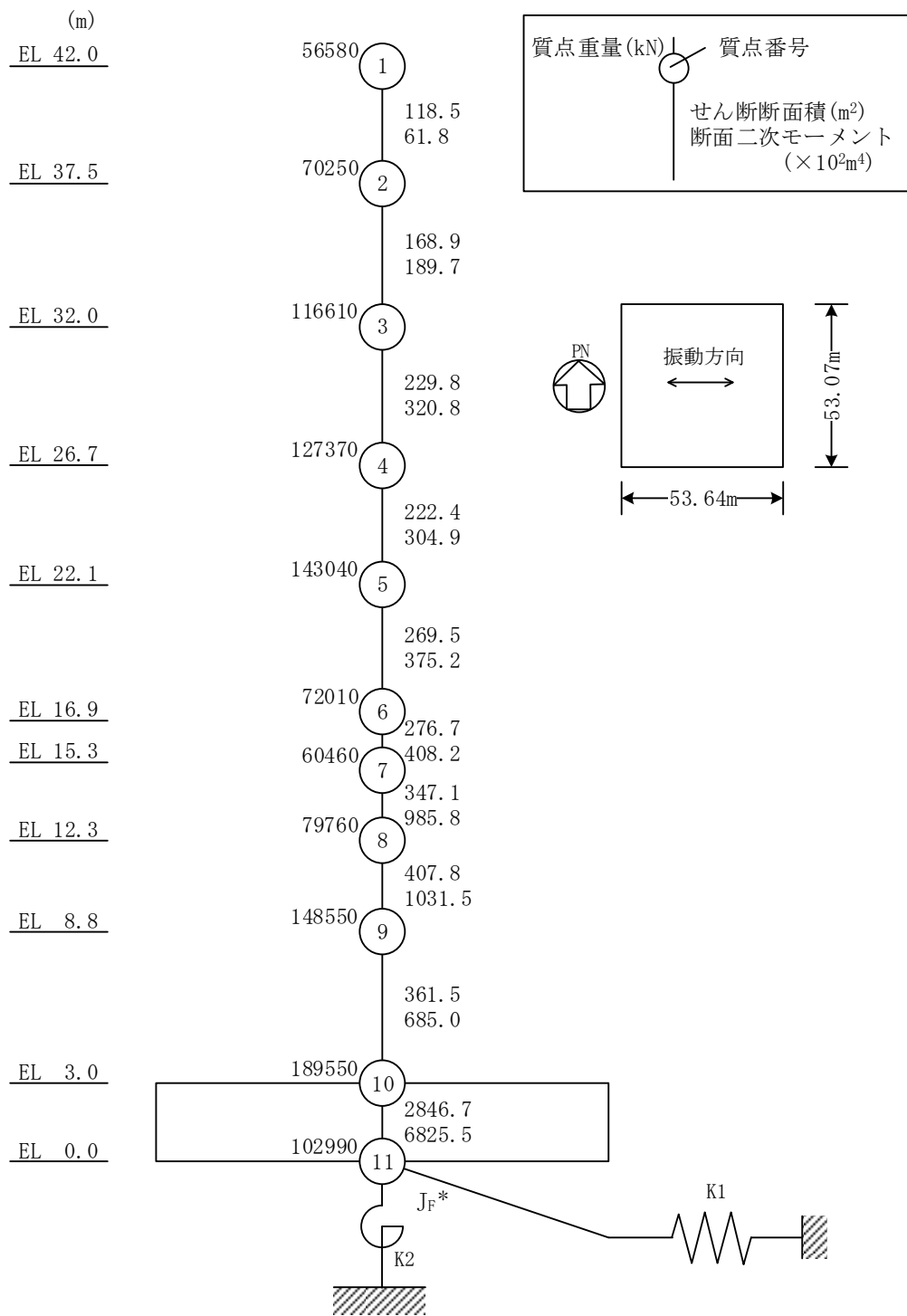
2.2.4 廃棄物処理建物

廃棄物処理建物の地震応答解析モデルを図 2-16 に示す。また、廃棄物処理建物の風荷重を表 2-8 に、風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-9 に示す。



注記* : 回転慣性重量($29.35 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-16(1) 廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 (31.61 × 10⁷ kN · m²)

図 2-16(2) 廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-8(1) 廃棄物処理建物の風荷重 (N S 方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 $A_1(m^2)$		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
47.177~39.75	0.800	0.4	260.8	260.8	1564.4	489.6
39.75~34.75	0.719	0.4	284.9	284.9	1564.4	498.7
34.75~29.35	0.661	0.4	307.6	307.6	1564.4	510.6
29.35~24.40	0.591	0.4	282.0	282.0	1564.4	437.2
24.40~19.50	0.509	0.4	279.2	279.2	1564.4	397.0
19.50~16.10	0.458	0.4	193.7	193.7	1564.4	260.0
16.10~15.00	0.458	0.4	62.7	62.7	1564.4	84.2

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-8(2) 廃棄物処理建物の風荷重 (E W 方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 $A_1(m^2)$		速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下	風上	風下		
47.177~39.75	0.800	0.4	231.3	231.3	1564.4	434.2
39.75~34.75	0.719	0.4	274.5	274.5	1564.4	480.5
34.75~29.35	0.661	0.4	296.5	296.5	1564.4	492.1
29.35~24.40	0.591	0.4	271.8	271.8	1564.4	421.4
24.40~19.50	0.509	0.4	288.4	288.4	1564.4	410.1
19.50~16.10	0.458	0.4	207.1	207.1	1564.4	278.0
16.10~15.00	0.458	0.4	67.0	67.0	1564.4	89.9

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-9(1) 廃棄物処理建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.490	103	210
2	0.988	197	199
3	1.499	312	208
4	1.936	416	214
5	2.333	527	225
6	2.593	577	222
7	2.677	624	233
8	2.677	674	251
9	2.677	757	282

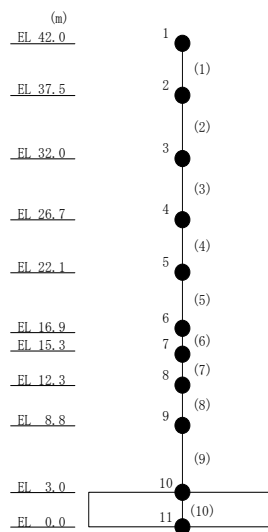
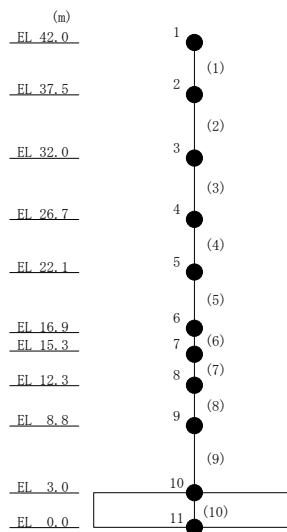


表 2-9(2) 廃棄物処理建物の層せん断力の比較 (E W方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.434	98.7	227
2	0.915	190	207
3	1.407	316	224
4	1.828	432	236
5	2.238	568	253
6	2.516	626	248
7	2.606	671	257
8	2.606	724	277
9	2.606	817	313



2.2.5 緊急時対策所

緊急時対策所の地震応答解析モデルを図 2-17 に示す。また，緊急時対策所の風荷重を表 2-10 に，風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-11 に示す。

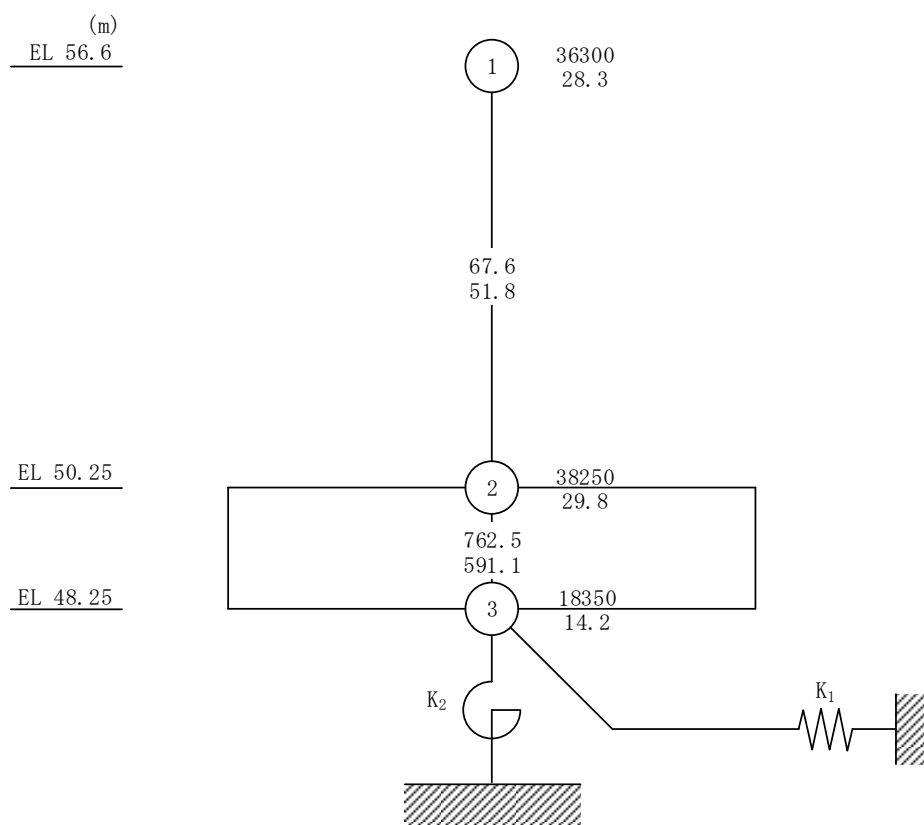
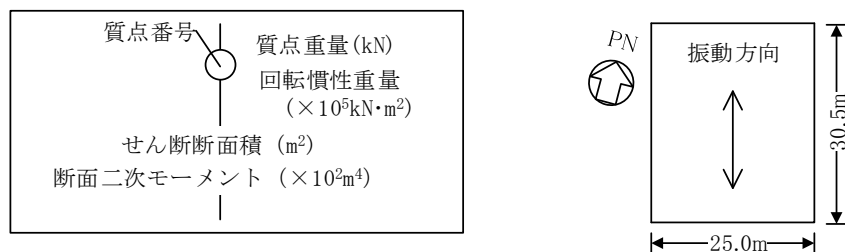


図 2-17(1) 緊急時対策所の地震応答解析モデル (NS 方向)

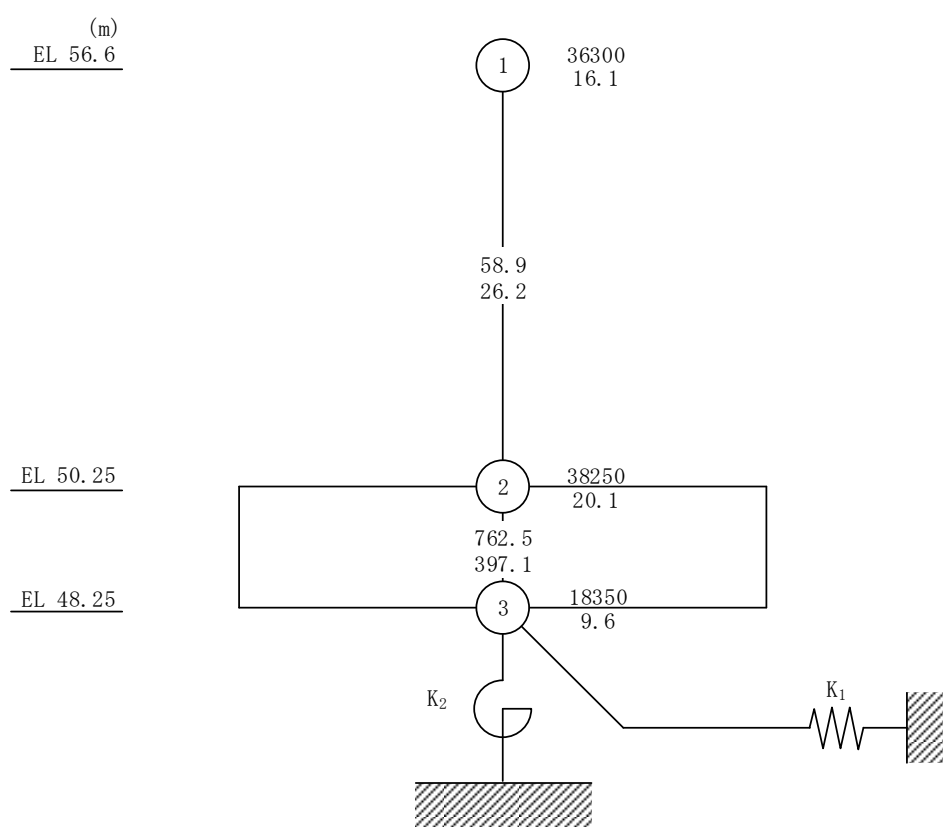
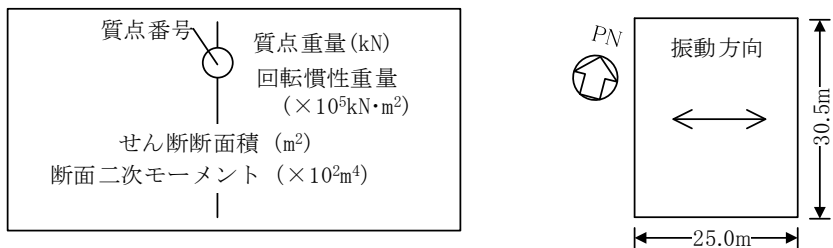


図 2-17(2) 緊急時対策所の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-10(1) 緊急時対策所の風荷重 (N S 方向)

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m ²)	速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下			
57.47~53.425	0.800	0.4	93.0	1083.2	120.9
53.425~50.00	0.710	0.4	78.8	1083.2	94.7

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-10(2) 緊急時対策所の風荷重 (E W 方向)

高さ (EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m ²)	速度圧 q (N/m ²)	風荷重 (kN)
	風上*	風下			
57.47~53.425	0.800	0.4	123.4	1083.2	160.4
53.425~50.00	0.710	0.4	104.5	1083.2	125.6

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-11(1) 緊急時対策所の層せん断力の比較 (NS方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.121	55.1	455

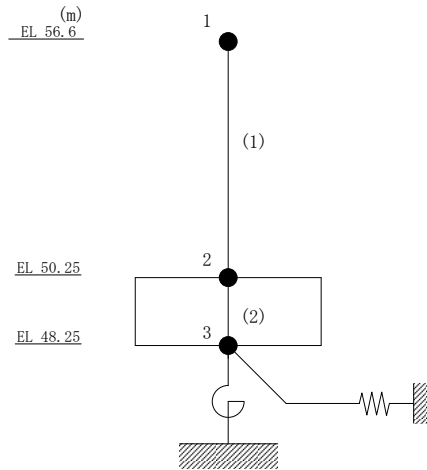
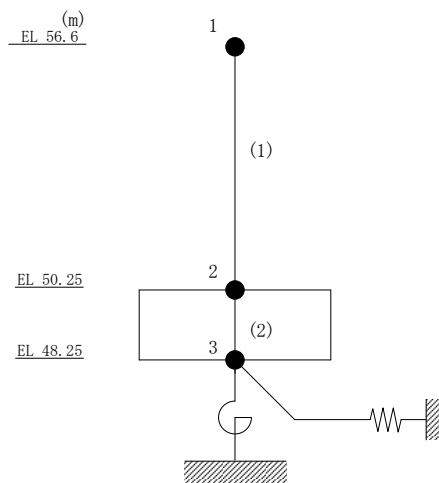


表 2-11(2) 緊急時対策所の層せん断力の比較 (EW方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.160	58.2	363



2.2.6 ガスタービン発電機建物

ガスタービン発電機建物の地震応答解析モデルを図 2-18 に示す。また、ガスタービン発電機建物の風荷重を表 2-12 に、風荷重による層せん断力と地震荷重による層せん断力の比較を表 2-13 に示す。

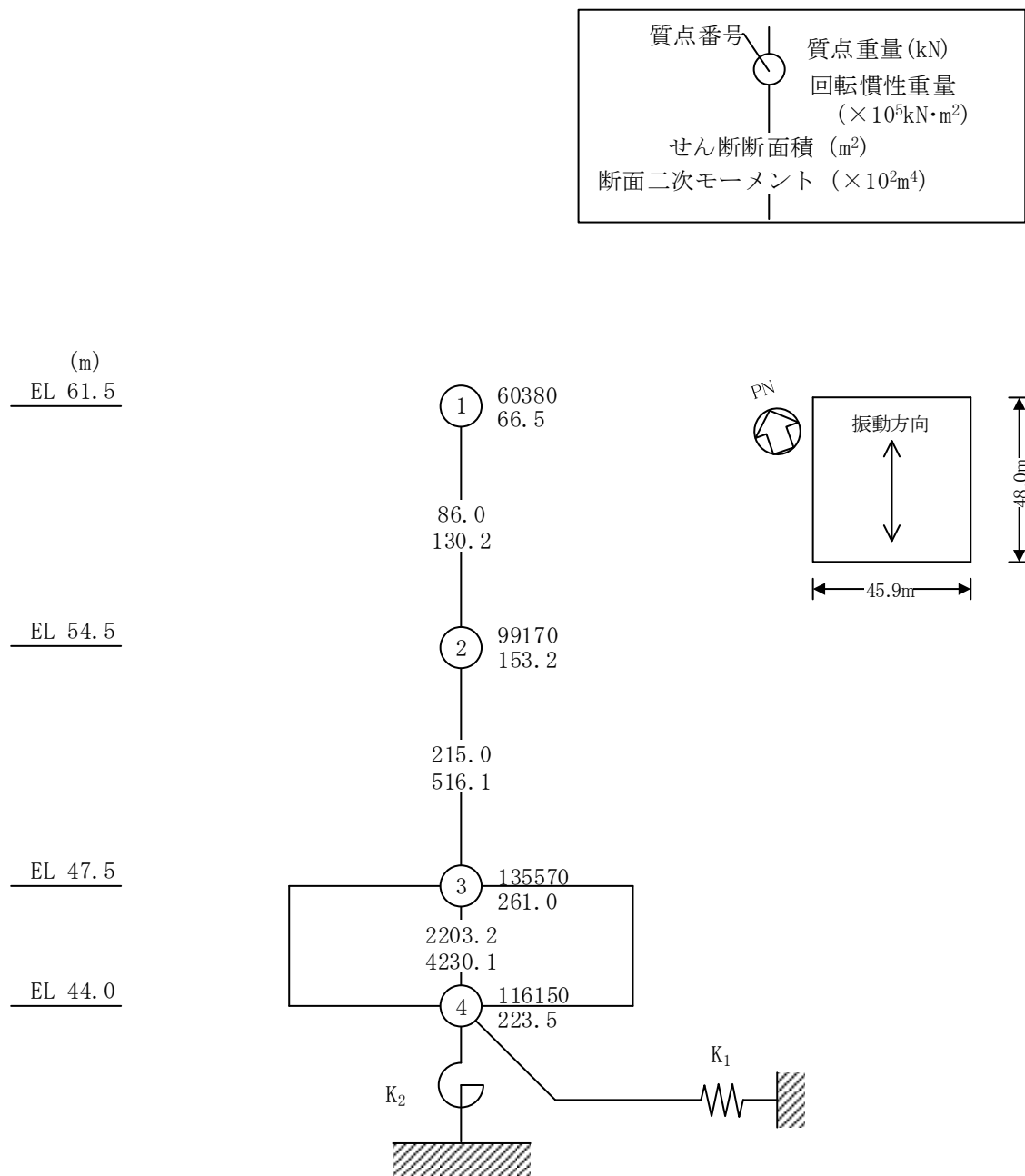


図 2-18(1) ガスタービン発電機建物の地震応答解析モデル (NS 方向)

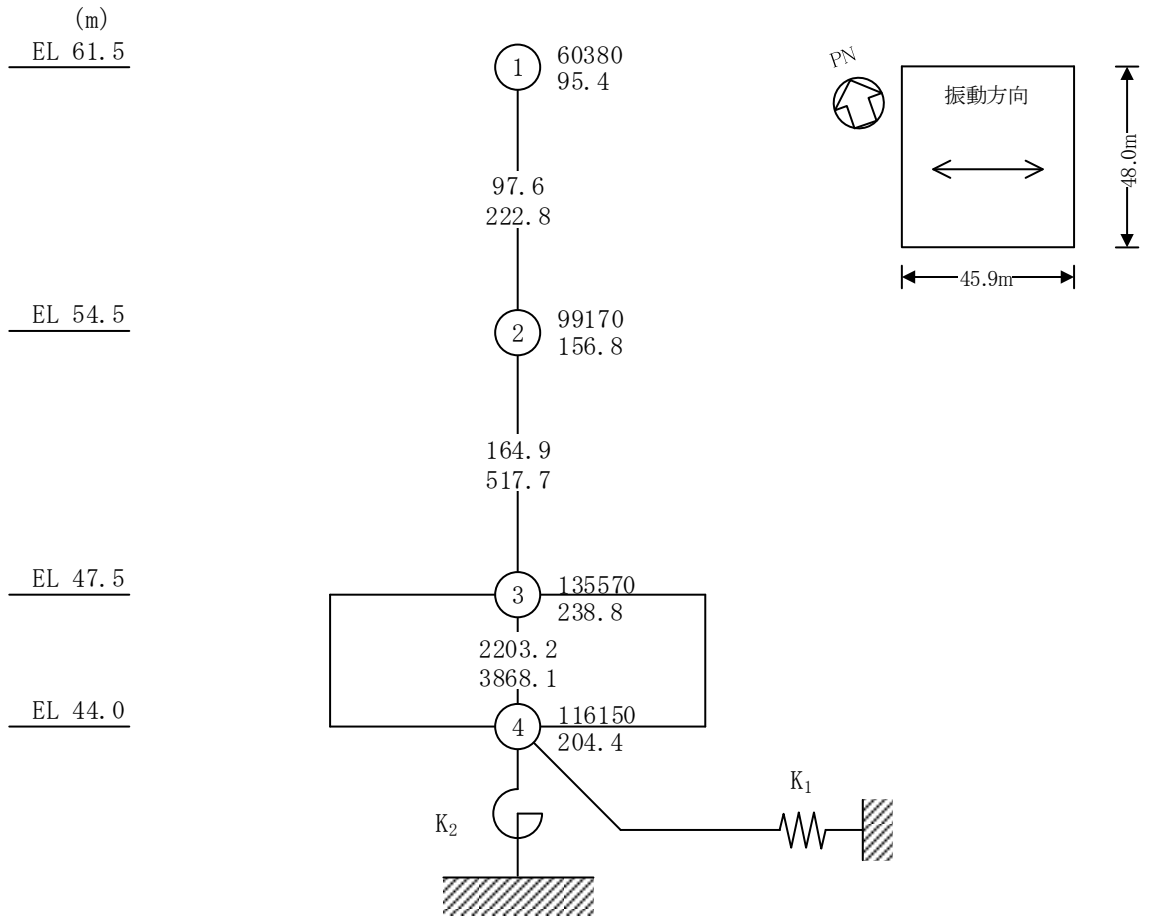
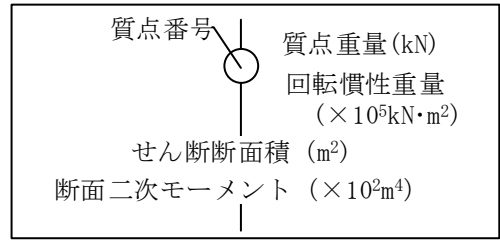


図 2-18(2) ガスタービン発電機建物の地震応答解析モデル (EW方向)

表 2-12(1) ガスタービン発電機建物の風荷重 (NS方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m^2)	速度圧 q (N/m^2)	風荷重 (kN)
	風上*	風下			
62.35~58.00	0.800	0.4	189.2	1316.5	298.9
58.00~51.00	0.642	0.4	304.5	1316.5	417.7
51.00~47.20	0.574	0.4	165.3	1316.5	212.0

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-12(2) ガスタービン発電機建物の風荷重 (EW方向)

高さ(EL) (m)	風力係数 C		受圧面積 A_1 (m^2)	速度圧 q (N/m^2)	風荷重 (kN)
	風上*	風下			
62.35~58.00	0.800	0.4	169.8	1316.5	268.3
58.00~51.00	0.642	0.4	295.7	1316.5	405.6
51.00~47.20	0.574	0.4	163.4	1316.5	209.5

注記* : C (風上) は基準階での値を示す。

表 2-13(1) ガスタービン発電機建物の層せん断力の比較 (N S 方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3 \text{kN}$)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3 \text{kN}$)	層せん断力比 ②/①
1	0.299	122	408
2	0.717	248	345

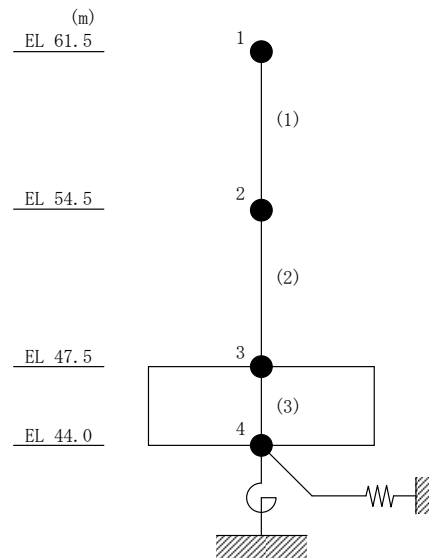
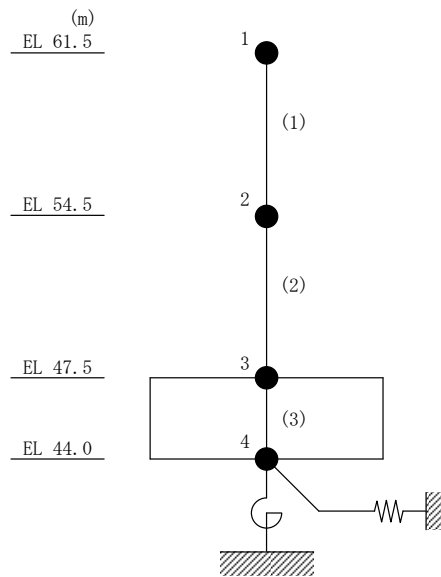


表 2-13(2) ガスタービン発電機建物の層せん断力の比較 (E-W方向)

部材 番号	風荷重による 層せん断力① ($\times 10^3$ kN)	地震荷重による 層せん断力② ($\times 10^3$ kN)	層せん断力比 ②/①
1	0.268	124	462
2	0.674	247	366



3. まとめ

本資料では、地震応答解析を実施する原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物、緊急時対策所及びガスタービン発電機建物について、鉄筋コンクリート部に対する地震荷重と風荷重を比較した結果、風荷重の影響が軽微であることから、自重が大きいコンクリート構造物については風荷重と地震荷重との組合せを考慮する必要はないことを確認した。

補足-025-25 建物開口部竜巻防護対策設備の耐震性に
ついての計算書に関する補足説明資料

目 次

1. 概要.....	1
2. 検討概要.....	1
3. 構造概要.....	2
4. 検討方針.....	3
5. 評価用地震力.....	3
6. 荷重及び荷重の組合せ.....	5
7. 許容限界.....	6
8. 評価方法.....	7
9. 断面の評価結果.....	13

1. 概要

本補足説明資料は、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」にて設定している耐震評価方針に基づき耐震評価を実施し、VI-2-11-2-6-2「建物開口部竜巻防護対策設備の耐震性についての計算書」に評価結果をとりまとめている建物開口部竜巻防護対策設備のうち竜巻防護鋼板対策設備の耐震評価について補足するものである。

2. 検討概要

竜巻防護鋼板対策設備は、アンカーボルトを介して原子炉建物の西面の耐震壁で支持する構造となっている。

本資料では、竜巻防護鋼板対策設備を支持する原子炉建物の耐震壁（以下「支持壁」という。）について、S_s地震時の竜巻防護鋼板対策設備の慣性力により生じる面外反力及び支持壁の面外慣性力に対して十分な構造強度を有していることを確認する。

3. 構造概要

竜巻防護鋼板対策設備の構造概要を図3-1に示す。

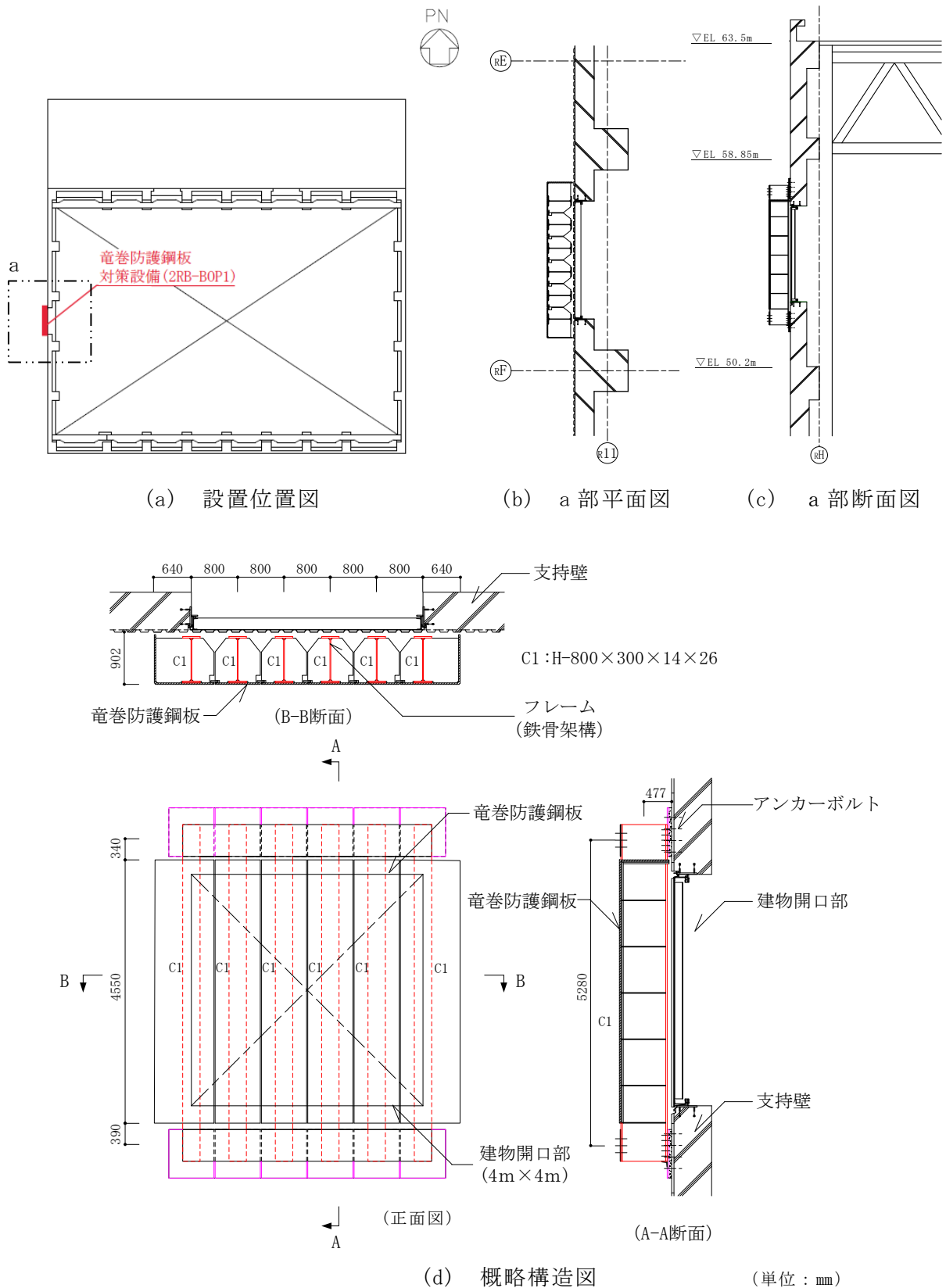


図3-1 竜巻防護鋼板対策設備の構造概要

4. 検討方針

支持壁の評価は、FEMモデルを用いた弾性応力解析により行う。

S_s地震時の竜巻防護鋼板対策設備の面外反力及び支持壁の面外慣性力の組合せにより発生する応力が「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005年制定）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

5. 評価用地震力

(1) 竜巻防護鋼板対策設備の面外反力

竜巻防護鋼板対策設備の面外反力は、VI-2-11-2-6-2「建物開口部竜巻防護対策設備の耐震性についての計算書」で設定した設計震度を評価用震度として設定する。

竜巻防護鋼板対策設備の評価用震度を表5-1に示す。

表5-1 竜巻防護鋼板対策設備の評価用震度

据付場所 及び 床面高さ (m)	基準地震動 S _s		
	水平方向		鉛直方向 Z方向 (UD方向) 設計震度
	X方向 (NS(面内)方向) 設計震度	Y方向 (EW(面外)方向) 設計震度	
原子炉建物 EL 51.9 (EL 51.7* ¹)	C _{HX} = 4.43* ²	C _{HY} = 9.54* ²	C _V = 2.66* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）又はこれを上回る設計震度

(2) 支持壁の面外慣性力

支持壁の面外慣性力は，VI-2-12「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」で行った建物 3 次元モデルを用いた地震応答解析による S s 地震時の E W（面外）方向最大応答加速度に基づき算定する。

支持壁の評価用震度を図 5-1 に示す。建物 3 次元モデルの節点の最大応答加速度を節点間で線形補間することにより評価用震度コンター図（刻み震度 0.1）を作成し，支持壁解析モデルの各節点近傍の等高線のうち大きい震度を採用する。

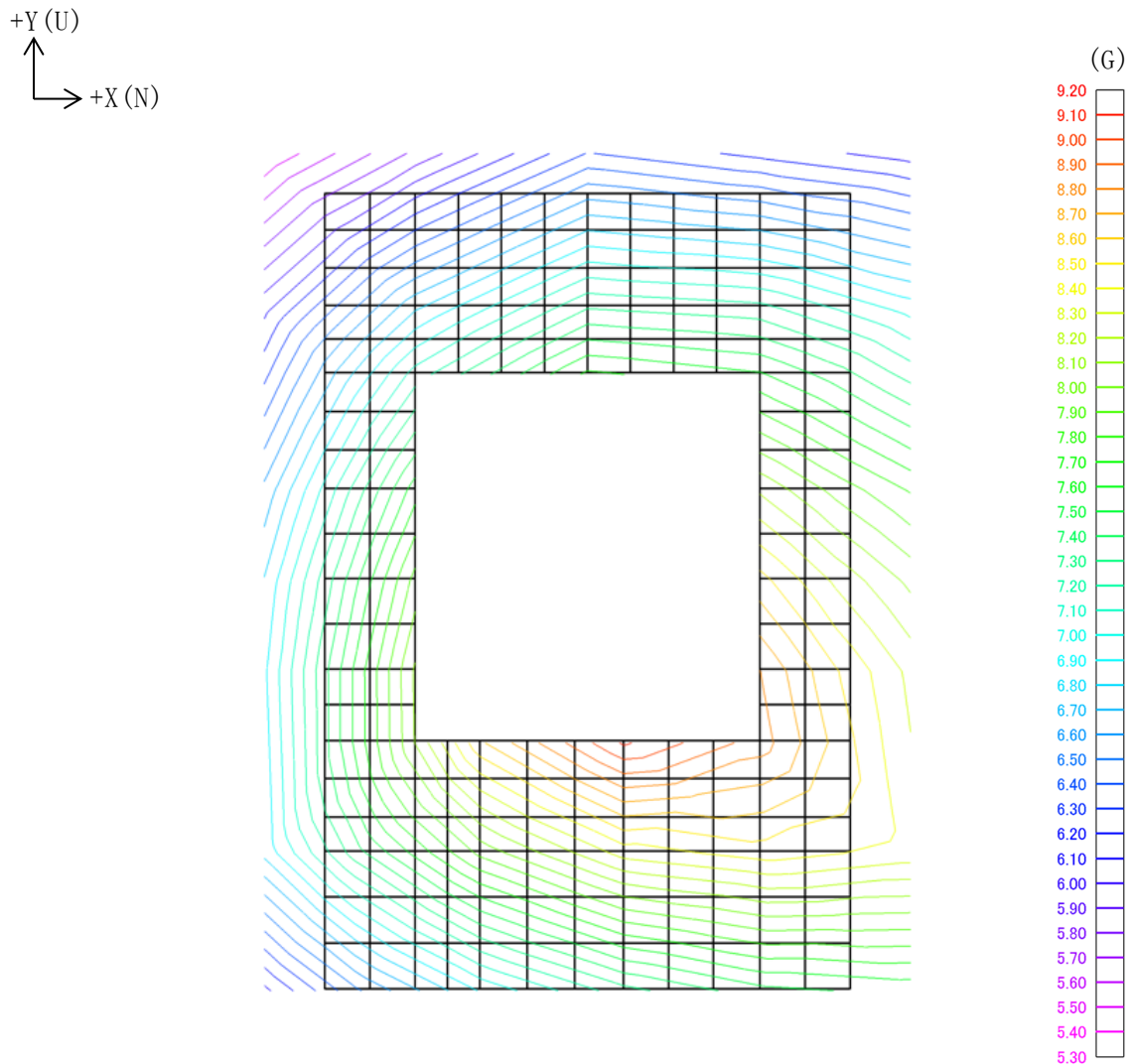


図 5-1 支持壁の評価用震度コンター図

6. 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重

a. 地震荷重

(a) 支持壁の面外慣性力 (S_s)

支持壁の面外慣性力は、「5. 評価用地震力」で設定した評価用震度を用いて算定する。

(b) 竜巻防護鋼板対策設備の面外反力 (U_s)

竜巻防護鋼板対策設備の面外反力は、水平方向 (EW(面外)方向) の評価用震度を用いて算定する面外反力及び鉛直方向 (UD方向) の評価用震度を用いて算定する面外反力とし、支持点となるアンカーボルト位置に考慮する。

(2) 荷重の組合せ

支持壁の評価に用いる荷重の組合せを表 6-1 に示す。

表 6-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震時	$S_s + U_s$

S_s : 支持壁の面外慣性力

U_s : 竜巻防護鋼板対策設備の面外反力

7. 許容限界

(1) コンクリート

「RC-N規準」に基づき算定した短期許容応力度を表7-1に示す。

表7-1 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F _c	圧縮	せん断
23.5	15.6	1.08

(2) 鉄筋

「RC-N規準」に基づく許容応力度を表7-2に示す。

表7-2 鉄筋の許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び 圧縮	せん断
SD35 (SD345相当)	345*	345

注記*：材料強度は許容応力度（引張及び圧縮）を1.1倍して算定する。

8. 評価方法

(1) 解析モデル及び諸元

応力解析は、FEMモデルを用いた弾性応力解析とする。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

解析モデルの概念図を図8-1に、評価対象部位を図8-2に、解析モデル図を図8-3に示す。

解析モデルに使用するFEM要素はシェル要素とし、境界条件は柱及びはりを固定とする。

使用材料の物性値を表8-1に示す。

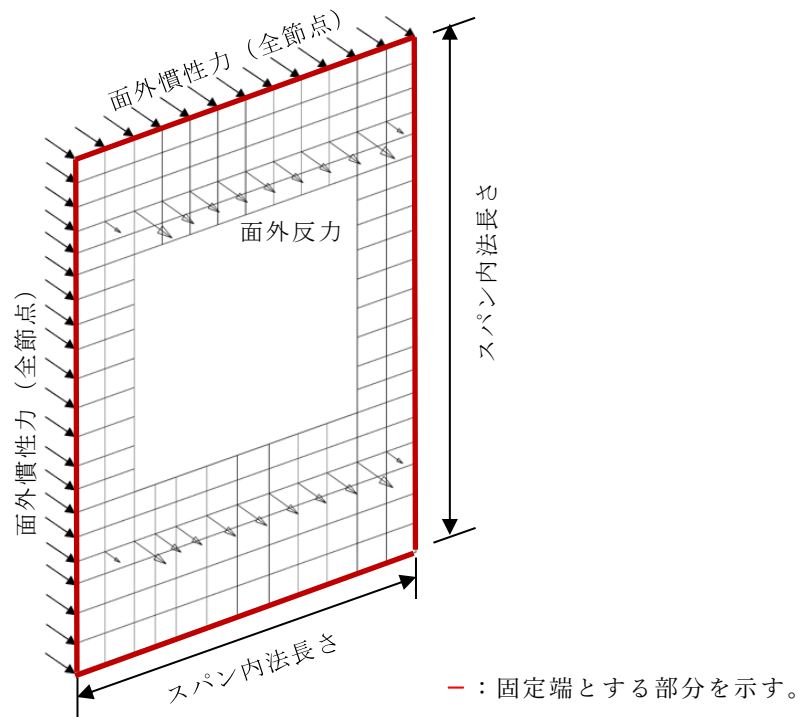


図8-1 解析モデルの概念図

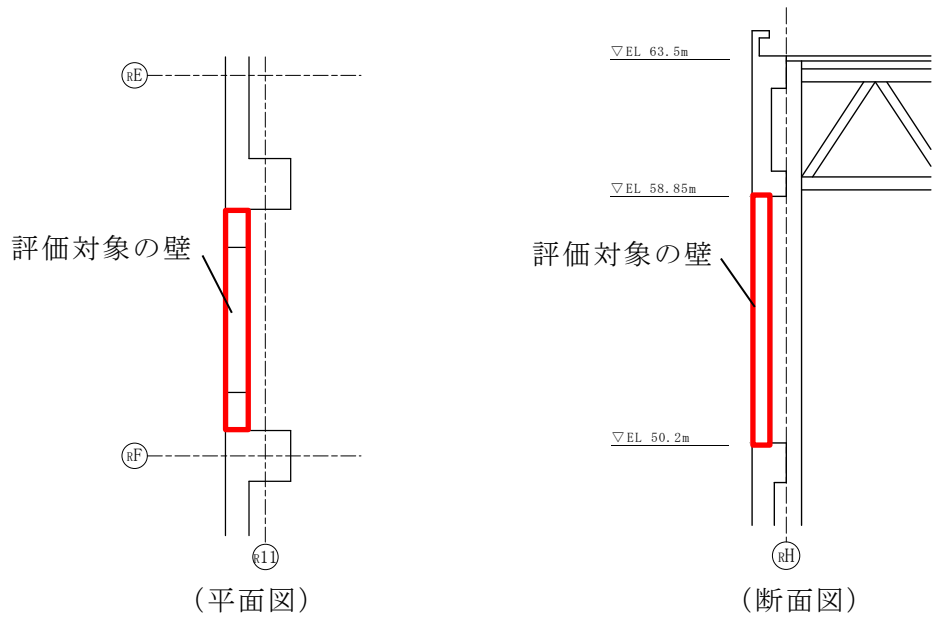


図 8-2 評価対象部位

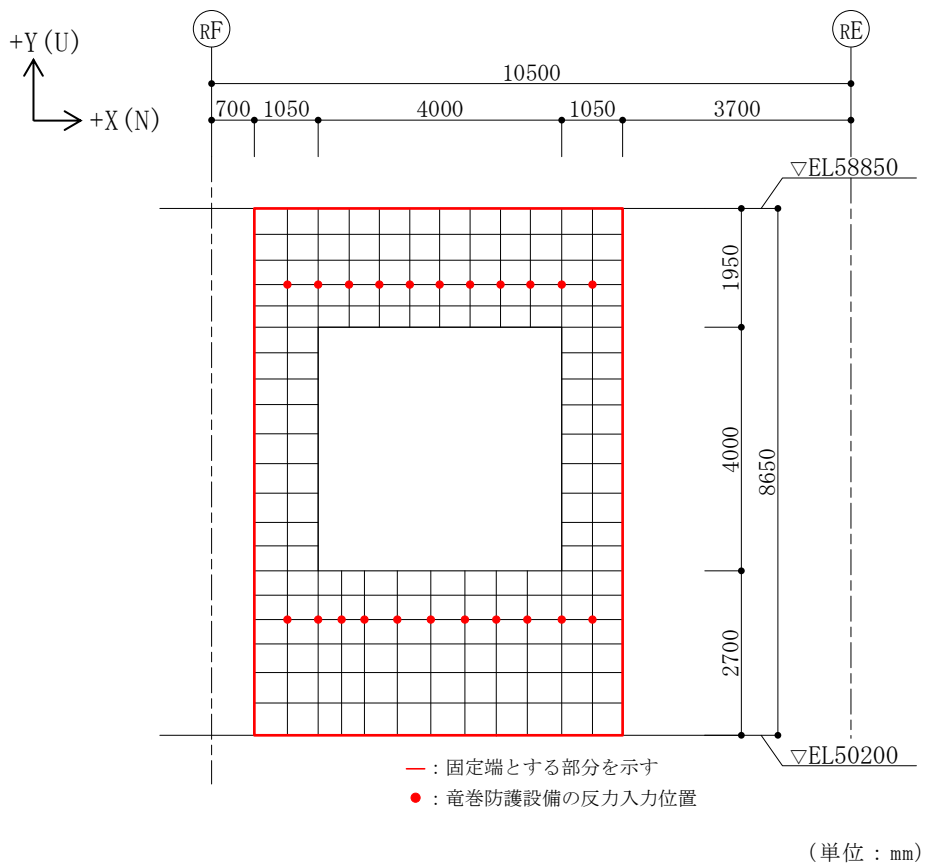


図 8-3 解析モデル図

表 8-1 使用材料の物性値

コンクリートの 設計基準強度 F_c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
23.5	2.25×10^4	0.2

(2) 荷重ケース

S_s 地震時の応力は、次の荷重を組み合わせて求める。

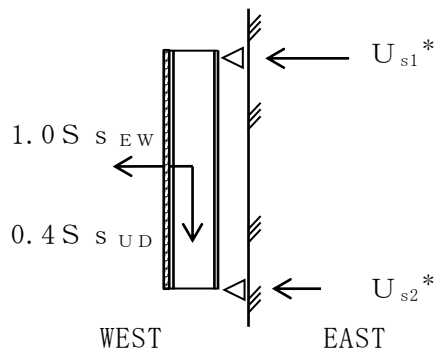
- S_s : 支持壁の面外慣性力
- $S_{s_{EW}}$: E → W 方向地震時 竜巻防護鋼板対策設備に作用する面外反力
- $S_{s_{WE}}$: W → E 方向地震時 竜巻防護鋼板対策設備に作用する面外反力
- $S_{s_{UD}}$: U → D 方向地震時 竜巻防護鋼板対策設備に作用する面外反力
- $S_{s_{DU}}$: D → U 方向地震時 竜巻防護鋼板対策設備に作用する面外反力

(3) 荷重の組合せケース

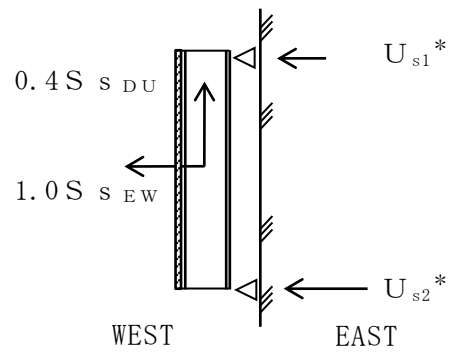
支持壁評価における荷重の組合せケースを表 8-2 に、荷重の組合せの概念図を図 8-4 に示す。

表 8-2 支持壁評価における荷重の組合せケース

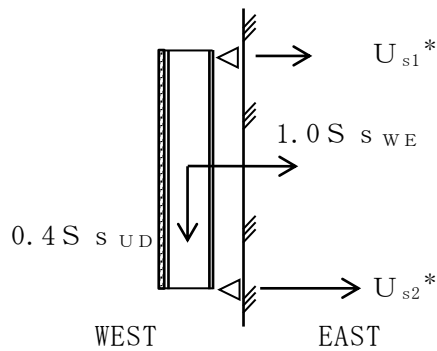
外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S_s 地震時	1-1	$S_s + 1.0 S_{sEW} + 0.4 S_{sUD}$
	1-2	$S_s + 1.0 S_{sEW} + 0.4 S_{sDU}$
	2-1	$S_s + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	2-2	$S_s + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sDU}$



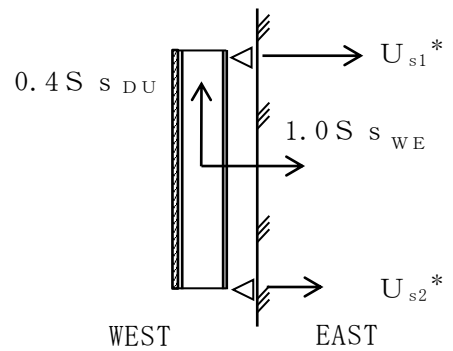
(a) ケース 1-1



(b) ケース 1-2



(c) ケース 2-1



(d) ケース 2-2

注記* : 竜巻防護鋼板対策設備の面外反力

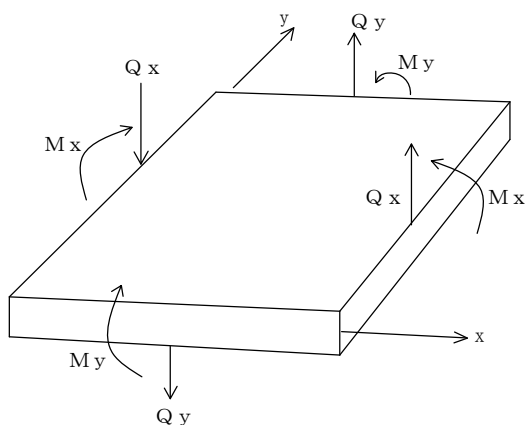
図 8-4 荷重の組合せの概念図

(4) 断面の評価方法

支持壁の断面の評価は以下の方法で行う。

曲げモーメント及び面外せん断力を算定し、各許容限界を超えないことを確認する。

断面力成分を図 8-5 に示す。



M_x , M_y : 曲げモーメント
 Q_x , Q_y : せん断力
(矢印の方向を正とする。)

図 8-5 断面力成分

a. 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる曲げモーメントが次式をもとに計算した許容曲げモーメントを超えないことを確認する。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

M_A : 許容曲げモーメント (N・mm)

a_t : 引張鉄筋断面積 (mm²)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度で、表 7-2 に示す値* (N/mm²)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

注記* : 「平 12 建告第 2464 号」に基づく鉄筋の材料強度 (F 値の 1.1 倍) による。

b. 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる面外せん断力が、次式をもとに計算した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M/(Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)



f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 7-1 に示す値 (N/mm²)

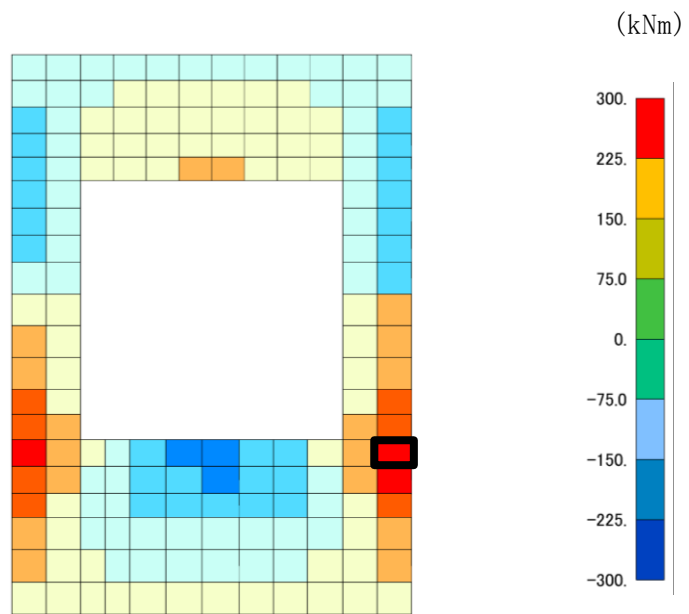
9. 断面の評価結果

評価結果については、支持壁について曲げモーメント及び面外せん断力に対する検討において、検定値が最大となる要素をそれぞれ選定する。

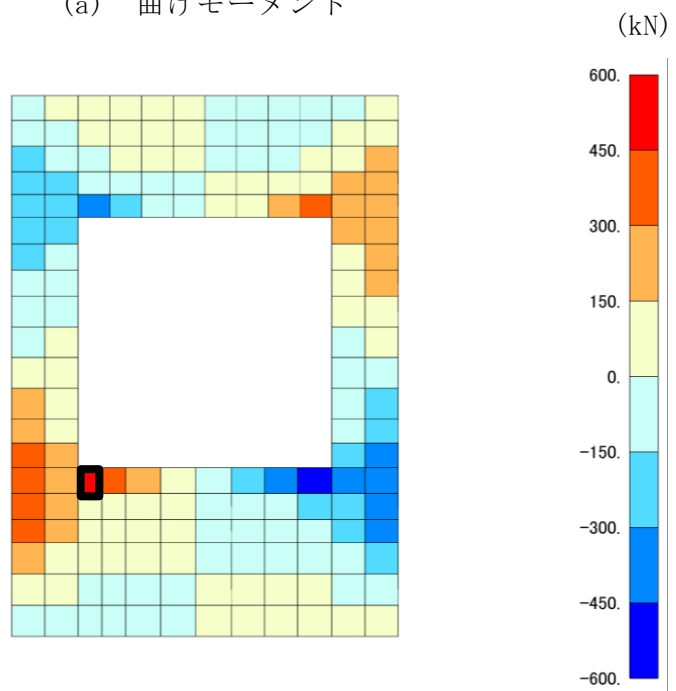
支持壁の断面の評価結果を表 9-1 に、検定値が最大となる要素を図 9-1 に示す。発生する曲げモーメント及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認した。

表 9-1 支持壁の断面の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)		 × 1000
有効せい d (mm)		
配筋	縦筋 (鉄筋断面積)	D29@200 (3210mm ² /m)
	横筋 (鉄筋断面積)	D25@200 (2535mm ² /m)
曲げモーメント	方向	X 方向
	発生曲げモーメント M (kN・m/m) (解析ケース)	231.9 (2-1)
	許容限界 (kN・m/m)	462.3
	検定値 (発生曲げモーメント/許容限界)	0.51
面外せん断力	方向	X 方向
	発生せん断力 Q (kN/m) (解析ケース)	560.3 (2-1)
	許容限界 (kN/m)	1039.5
	検定値 (発生せん断力/許容限界)	0.54
判定		可



(a) 曲げモーメント



(b) せん断力

図 9-1 検定比の最大要素

補足-025-26 屋外配管ダクト（排気筒）の耐震性についての
計算書及びディーゼル燃料貯蔵タンク室の
耐震性についての計算書に関する補足説明資料

目 次

1. 概要	1
2. 屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価	2
2.1 評価条件	2
2.1.1 適用規格	2
2.1.2 構造概要	3
2.1.3 評価対象断面の方向	9
2.1.4 評価対象断面の選定	10
2.1.5 使用材料及び材料の物性値	10
2.1.6 地盤物性値	11
2.1.7 評価構造物諸元	12
2.1.8 地下水位	13
2.1.9 耐震評価フロー	14
2.2 地震応答解析	15
2.2.1 地震応答解析手法	15
2.2.2 地震応答解析モデルの設定	18
2.2.3 減衰定数	31
2.2.4 荷重及び荷重の組合せ	37
2.2.5 地震応答解析の解析ケース	40
2.3 評価内容	43
2.3.1 入力地震動の設定	43
2.3.2 許容限界の設定	56
2.4 評価結果	66
2.4.1 地震応答解析結果	66
2.4.2 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果	72
2.4.3 せん断破壊に対する評価結果	73
2.4.4 基礎コンクリートに対する評価結果	79
3. ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震評価	83
3.1 評価条件	83
3.1.1 構造概要	83
3.1.2 評価対象断面の選定	89
3.1.3 評価構造物諸元	90
3.1.4 機器・配管荷重	91

3.2	評価結果	93
3.2.1	地震応答解析結果	93
3.2.2	曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果	99
3.2.3	せん断破壊に対する評価結果	100
4.	まとめ	103

参考資料1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）の耐震性について

参考資料2 せん断破壊に対する照査への線形被害則適用について

1. 概要

屋外配管ダクト（排気筒）は、表 1-1 に示す S クラス施設の間接支持構造物であり、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していることを確認する。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室については、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に基づき、表 1-2 に示す上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

これらの排気筒の基礎周辺の建物・構築物等の位置関係、構造及び要求機能等の詳細については、「補足-025-12 排気筒の基礎の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「別紙 8 排気筒の基礎に設置される構造物の評価について」に示す。

なお、屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室は建物・構築物に分類されるが、地中に埋設された鉄筋コンクリート構造物であるため、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に準拠した評価を実施する。

表 1-1 S クラス施設一覧

屋外配管ダクト（排気筒）が間接支持する S クラス施設の一覧
非常用ガス処理系配管
A-ディーゼル燃料移送ポンプ電線管
高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料移送ポンプ電線管
非常用ディーゼル発電設備 A-燃料配管
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料配管

表 1-2 上位クラス施設一覧

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	ディーゼル燃料貯蔵タンク室
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料貯蔵タンク	
非常用ディーゼル発電設備 A-燃料配管	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料配管	
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	
屋外配管ダクト（排気筒）	

2. 屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価

2.1 評価条件

2.1.1 適用規格

屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価にあたっては、「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（（社）土木学会，2002年制定）」（以下「コンクリート標準示方書2002」という。），「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（（社）日本電気協会）」（以下「JEAG 4601-1987」という。）を適用するが，鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系及びせん断破壊の許容限界の一部については，「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005年）」（以下「土木学会マニュアル2005」という。）を適用する。

表2-1に適用する規格，基準類を示す。

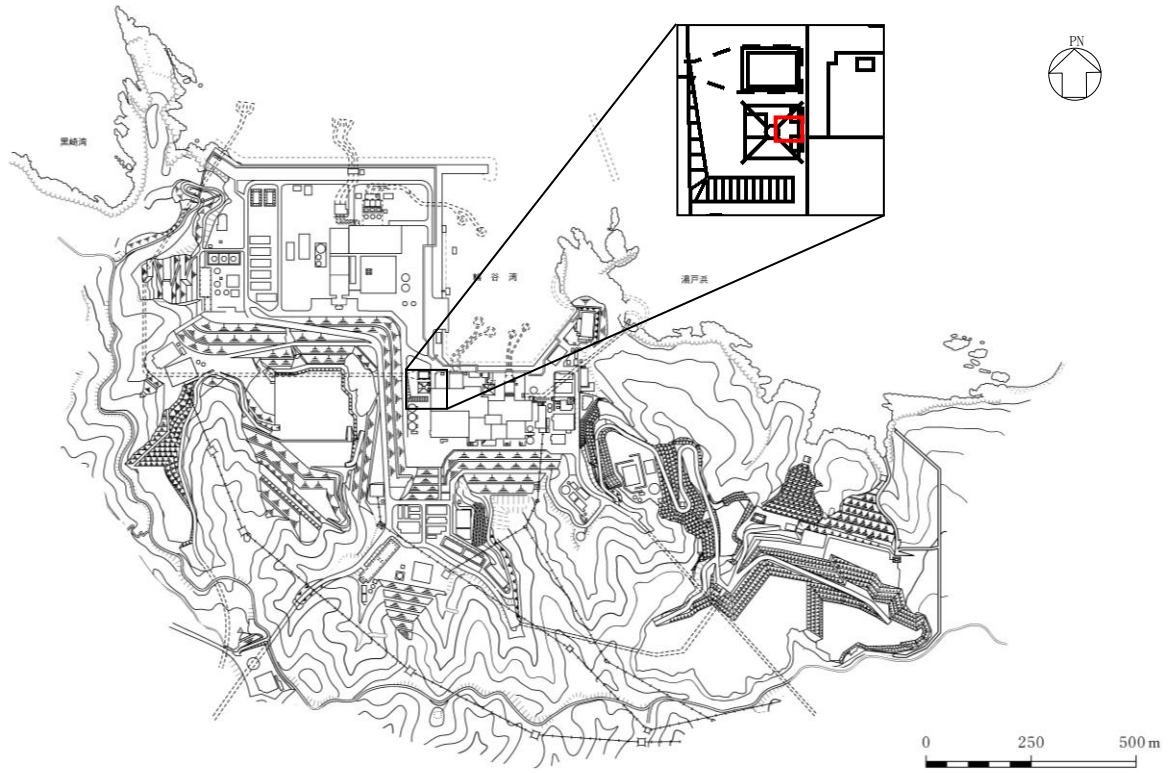
表2-1 適用する規格，基準類

項目	適用する規格，基準類	備考
使用材料及び材料定数	コンクリート標準示方書2002	鉄筋コンクリートの材料諸元 (γ , E , ν)
荷重及び荷重の組合せ	コンクリート標準示方書2002	永久荷重，偶発荷重等の適切な組合せを検討
許容限界	土木学会マニュアル2005	曲げ・軸力系の破壊に対する照査は，発生ひずみが限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）以下であることを確認 せん断破壊に対する照査は，発生せん断力がせん断耐力を下回ることを確認
地震応答解析	JEAG 4601-1987	有限要素法による2次元モデルを用いた時刻歴非線形解析
	土木学会マニュアル2005	構造物の要素分割等

2.1.2 構造概要

屋外配管ダクト（排気筒）の位置図を図 2-1 に，平面図を図 2-2 に，周辺状況平面図を図 2-3 に，断面図を図 2-4 に，概略配筋図を図 2-5 に，安全対策工事に伴う掘削範囲図を図 2-6 に，評価対象断面位置図を図 2-7 に示す。

屋外配管ダクト（排気筒）は S クラス施設（非常用ガス処理系配管等）を間接支持する鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，基礎コンクリートを介して，同じく S クラス施設の間接支持構造物である排気筒の基礎に支持される。



□ : 屋外配管ダクト (排気筒)

図 2-1 屋外配管ダクト (排気筒) 位置図

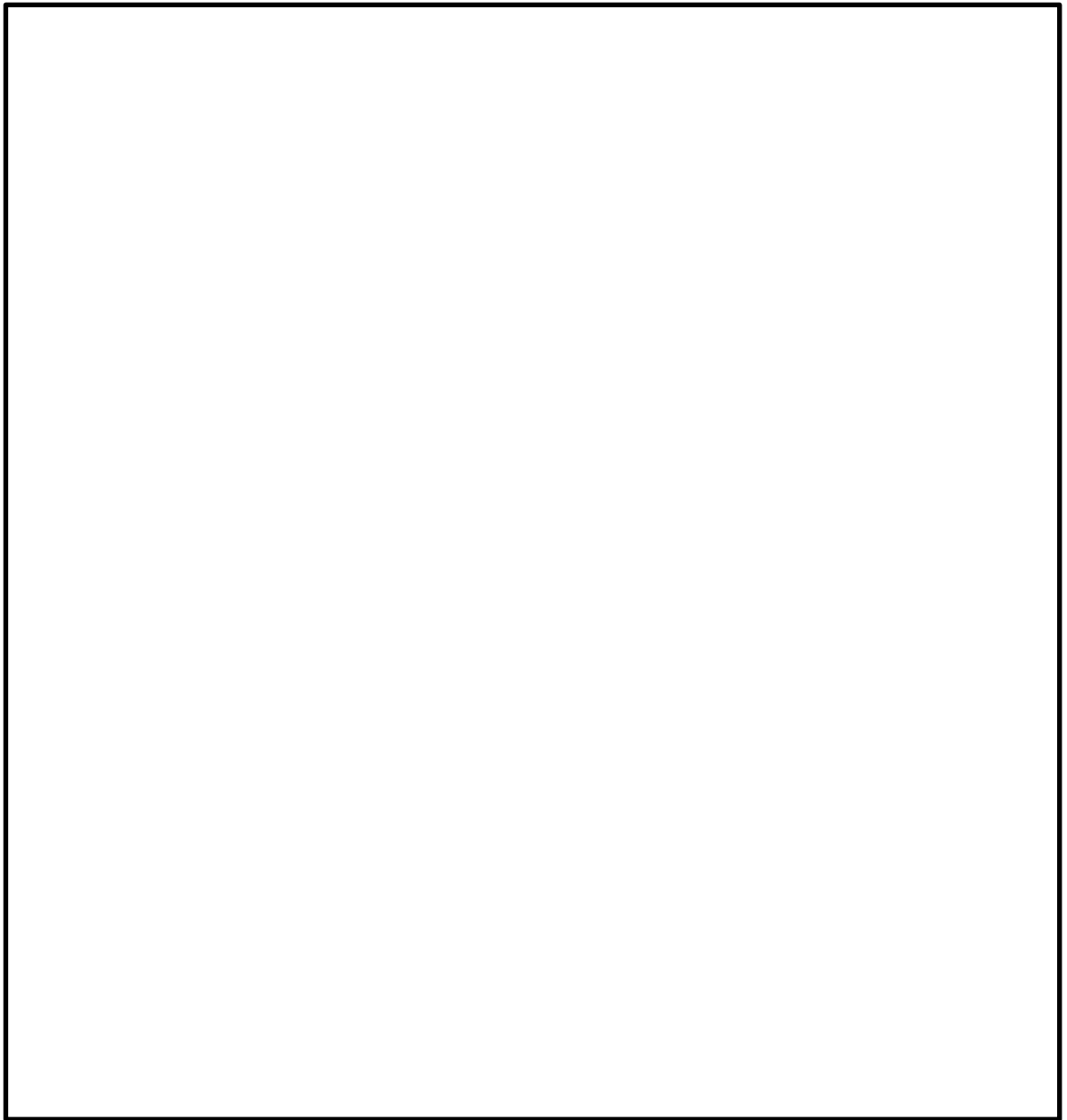


図 2-2 屋外配管ダクト（排気筒） 平面図

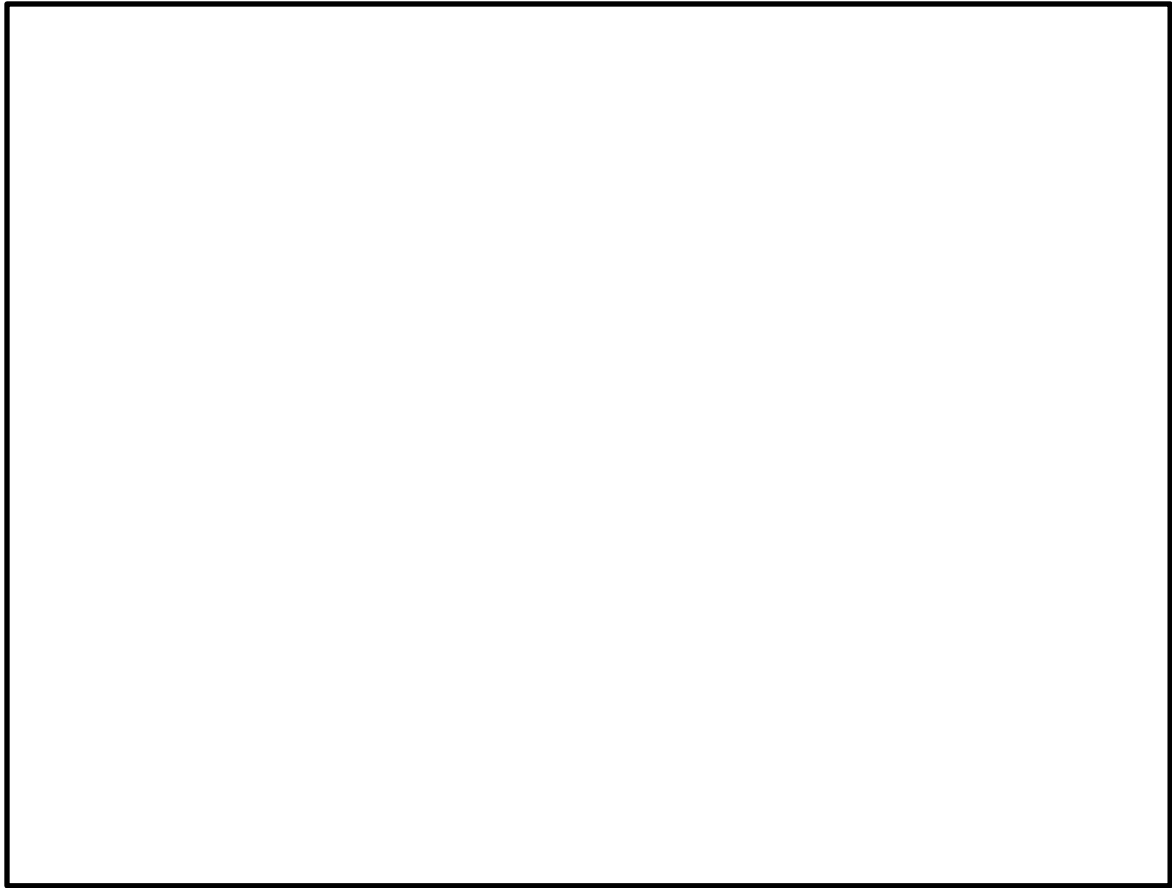


図 2-3 屋外配管ダクト（排気筒） 周辺状況平面図

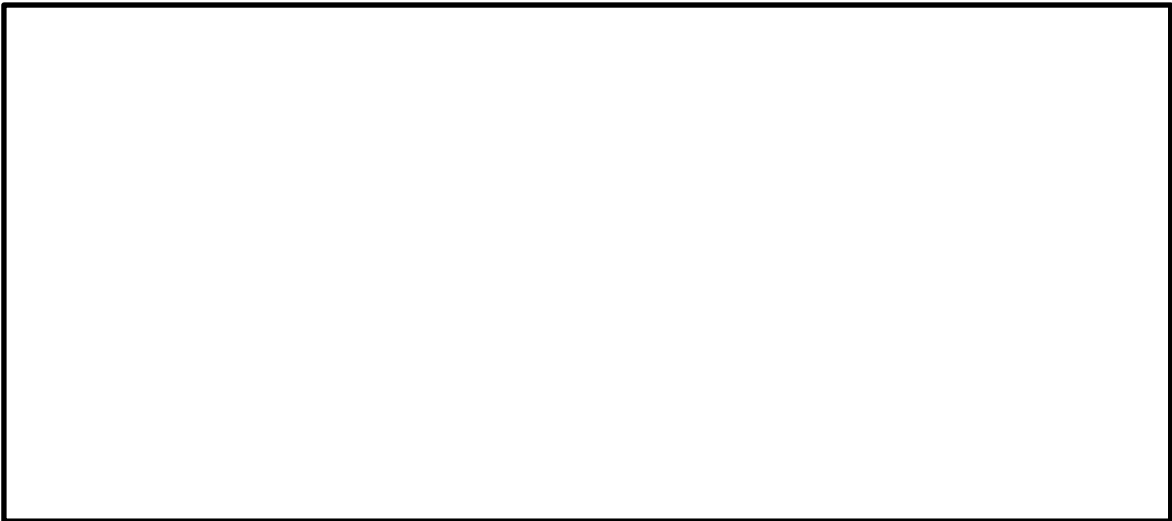
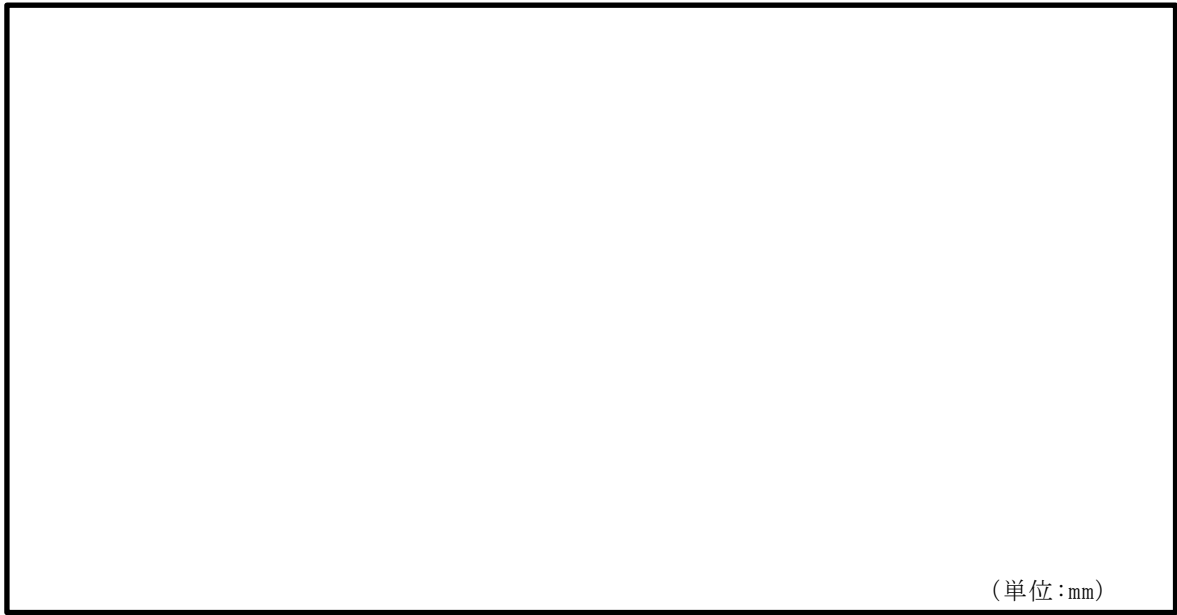


図 2-4 屋外配管ダクト（排気筒） 断面図（A-A断面）



(単位:mm)

図 2-5 屋外配管ダクト (排気筒) 概略配筋図 (A-A断面)

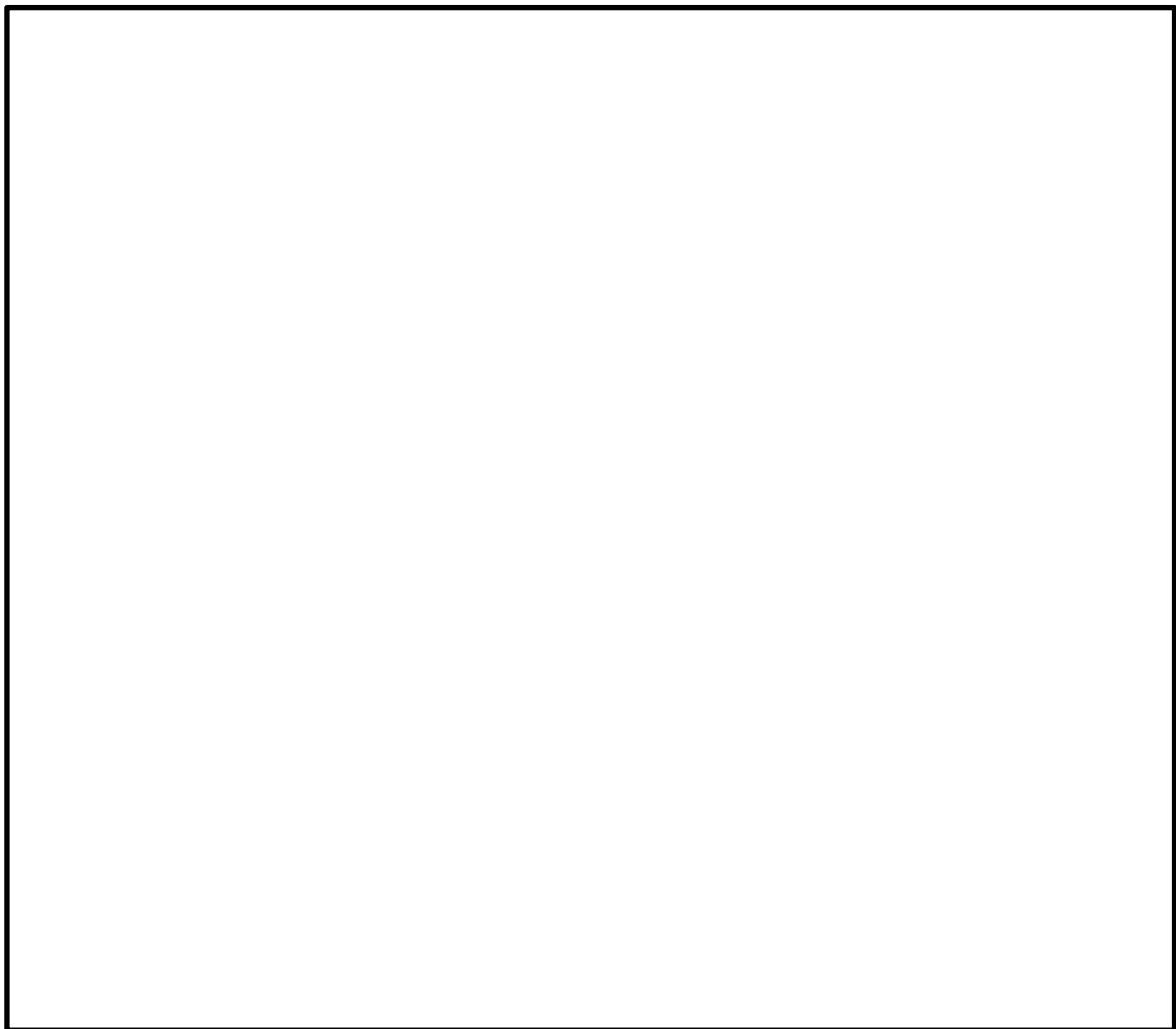
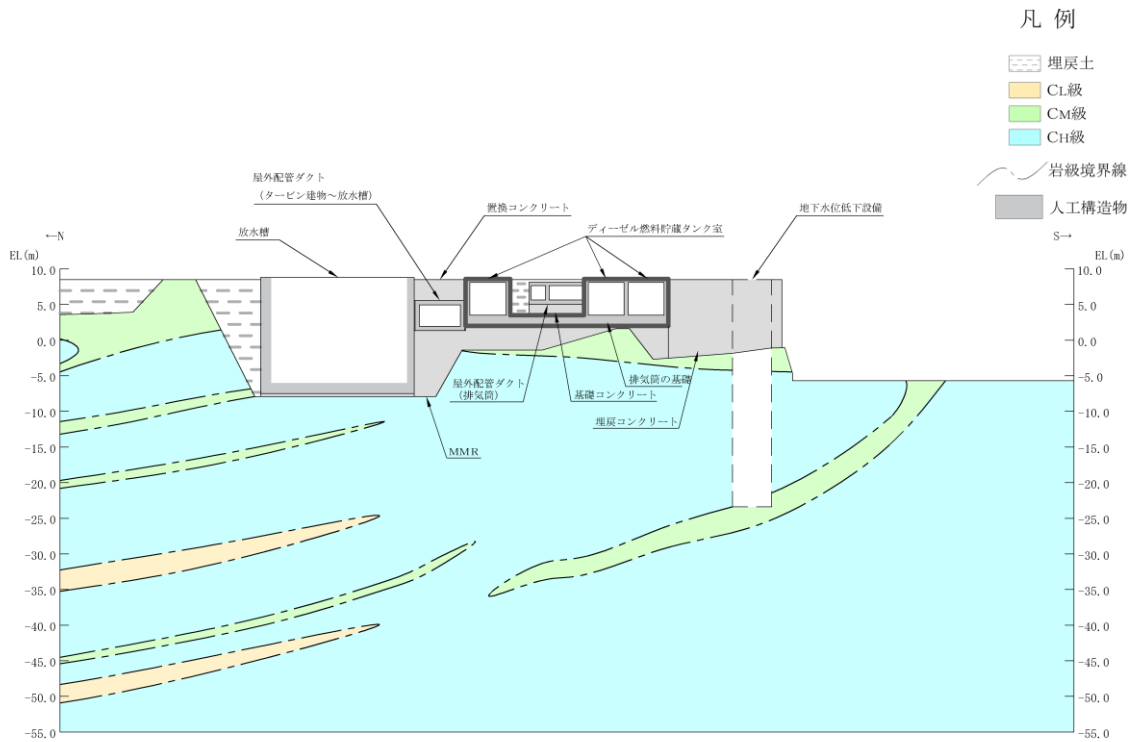
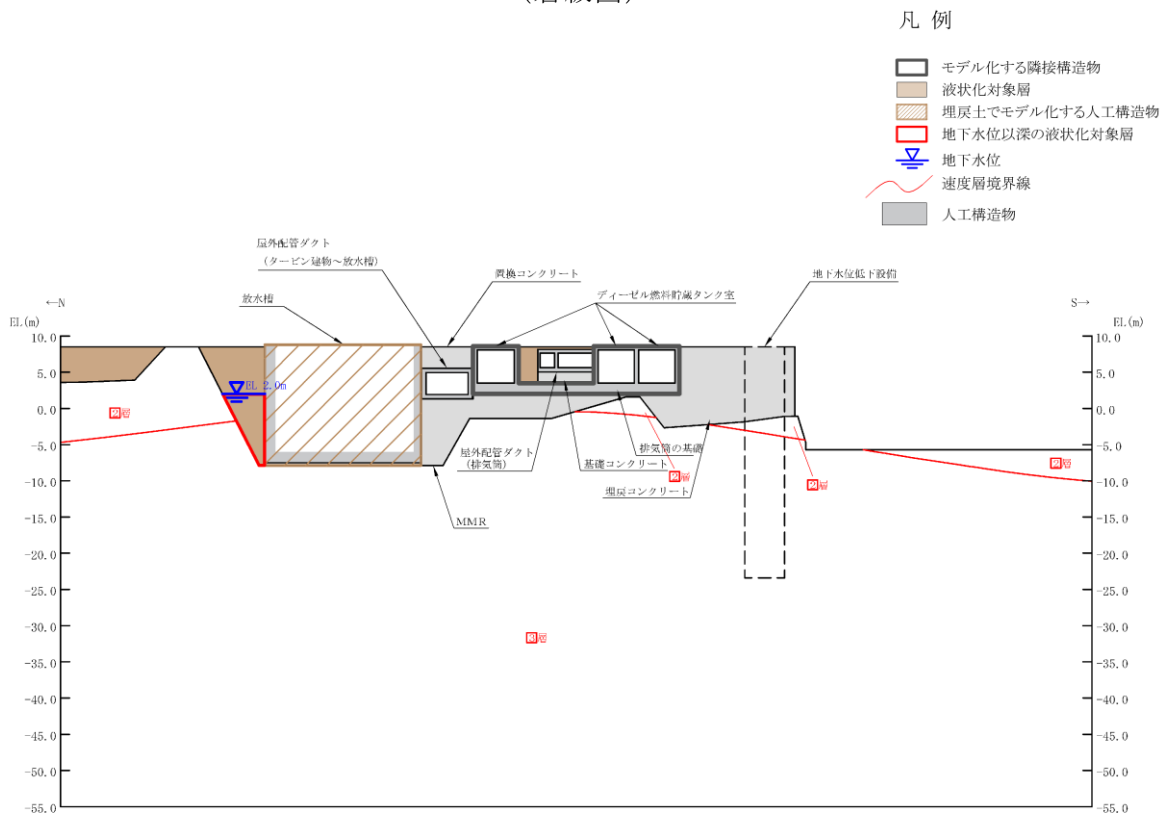


図 2-6 安全対策工事に伴う掘削範囲図



(岩級図)



(速度層図)

図 2-7 屋外配管ダクト (排気筒) 評価対象断面図 (A-A 断面位置)

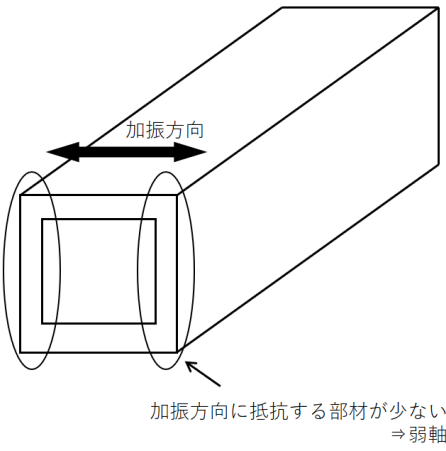
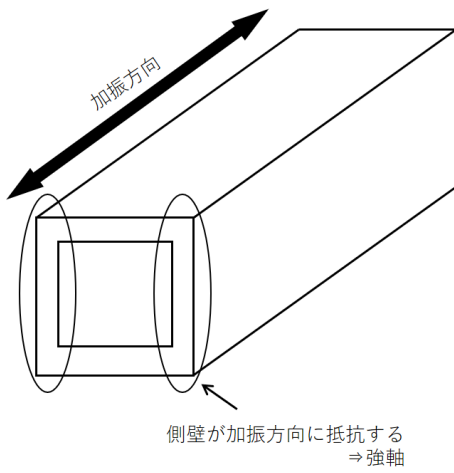
2.1.3 評価対象断面の方向

評価対象断面の方向の選定に係る考え方を表2-2に示す。

管軸方向（延長方向）に加振した場合は、加振方向に直交する方向の構造物の長さに対する加振方向と平行に設置される壁の厚さの割合が大きくなり、側壁が耐震要素として機能する。管軸直交方向（横断方向）は、耐震要素として機能する面部材が少ない。

なお、同一ダクト内での部材厚や配筋についてはおおむね同一であり、屋外配管ダクト（排気筒）の横断方向断面を評価対象断面として選定する。

表2-2 屋外配管ダクト（排気筒）の評価対象断面の方向の選定

	管軸直交方向（横断方向）	管軸方向（延長方向）
屋外配管ダクト（排気筒）	 <p>加振方向に抵抗する部材が少ない => 弱軸</p>	 <p>側壁が加振方向に抵抗する => 強軸</p>
	管軸直交方向は、加振方向に平行な壁部材がなく、弱軸方向にあたる。	管軸方向は、加振方向に平行な部材全体を耐震設計上見込むことができ、強軸方向にあたる。
	弱軸方向を評価対象断面とする。	

2.1.4 評価対象断面の選定

評価対象構造物である屋外配管ダクト（排気筒）の弱軸方向断面として、内空幅の広い区間であるA-A断面を選定する。

2.1.5 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表2-3に、材料の物性値を表2-4に示す。

表2-3 使用材料

材料		仕様
構造物 (鉄筋コンクリート)	構造部材	設計基準強度 20.6N/mm ²
	鉄筋	SD345
MMR		設計基準強度 15.6N/mm ²
基礎コンクリート		
埋戻コンクリート		設計基準強度 18.0N/mm ²
置換コンクリート		設計基準強度 24.0N/mm ²

表2-4 材料の物性値

材料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
構造物 (鉄筋コンクリート)	2.33×10 ⁴	24.0* ¹	0.2
MMR	2.08×10 ⁴	22.6* ²	
基礎コンクリート			
埋戻コンクリート			
置換コンクリート			

注記*1：鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

*2：無筋コンクリートの単位体積重量を示す。

2.1.6 地盤物性値

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表2-5及び表2-6に示す。

表2-5 地盤の解析用物性値（岩盤）

層番号	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^5$ kN/m ²)	減衰定数 h (%)
②層	900	2100	23.0	0.388	19.0	3
③層	1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
④層*	1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
⑤層*	2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
⑥層*	2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記*：入力地震動の算定においてのみ用いる解析用物性値

表2-6 地盤の解析用物性値（埋戻土）

		解析用物性値
		埋戻土
物理特性	密度 ρ_s (g/cm ³)	2.11
強度特性	初期せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	0.22
	内部摩擦角 ϕ (°)	22
動的変形特性	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)	$G_0 = 749 \sigma^{0.66}$ (N/mm ²) $G/G_0 = 1/(1 + \gamma/0.00027)$
	動ポアソン比 ν_d	0.45*
減衰特性	減衰定数 h	$h = 0.0958 \times (1 - G/G_0)^{0.85}$

注記*：常時応力解析においては、土木学会マニュアル2005に基づき、静止土圧 ($K_0 = \nu / (1 - \nu) = 0.5$) を作用させるため、 $\nu = 0.333$ とする。

2.1.7 評価構造物諸元

屋外配管ダクト（排気筒）の諸元を表 2-7 に評価部位を図 2-8 に示す。

表 2-7 評価部位とその仕様(A-A断面)

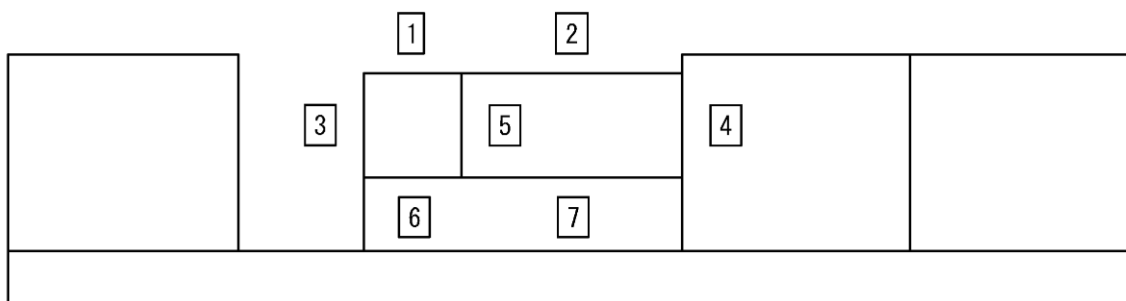
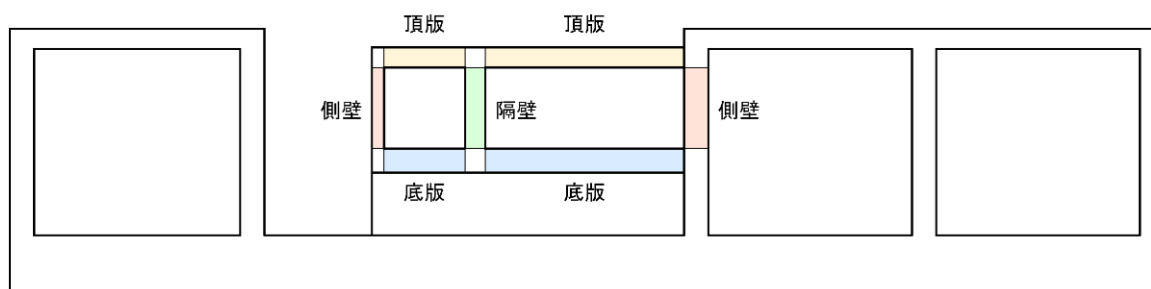


図 2-8 評価部位位置図

2.1.8 地下水位

設計地下水位は屋外配管ダクト（排気筒）が設置される排気筒の基礎の設計地下水位とし，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定する。設計地下水位を表 2-8 に示す。

表 2-8 設計地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
屋外配管ダクト（排気筒） （排気筒の基礎の設計地下水位を使用）	A-A断面	2.0

2.1.9 耐震評価フロー

屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価フローを図 2-9 に示す。

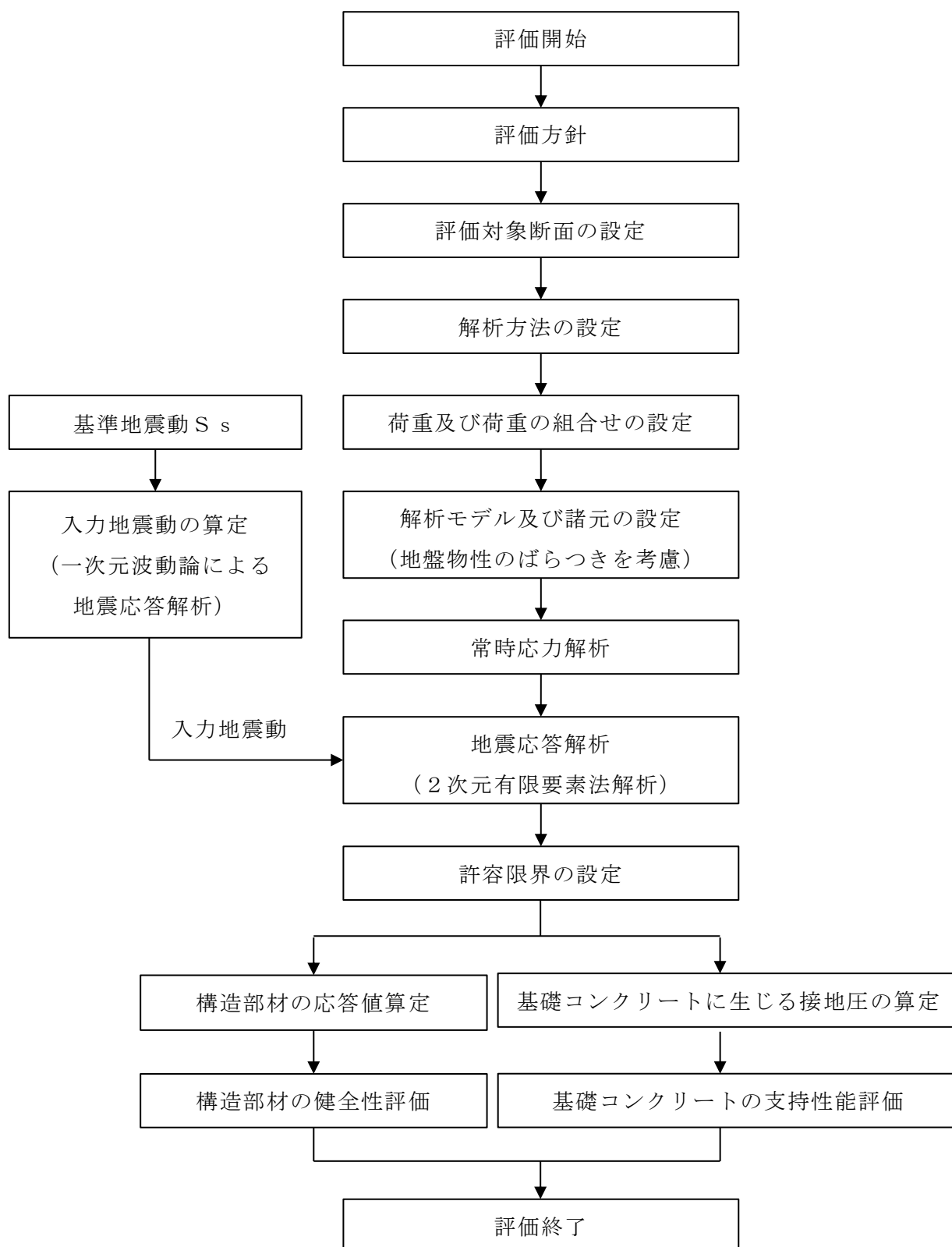


図 2-9 屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価フロー

2.2 地震応答解析

2.2.1 地震応答解析手法

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととし、解析手法については、図2-10に示す解析手法の選定フローに基づき選定する。

屋外配管ダクト（排気筒）周辺の地下水位が屋外配管ダクト（排気筒）下端より低いことから、解析手法は「①全応力解析」とする。

構造部材については、ファイバーモデルで考慮する。また、地盤については、平面ひずみ要素でモデル化することとし、岩盤は線形でモデル化する。埋戻土については、地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようマルチスプリングモデルを用いることとし、ばね特性は双曲線モデル(修正 GHE モデル)を用いて非線形性を考慮する。なお、無筋コンクリートについては線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図2-11に示す。

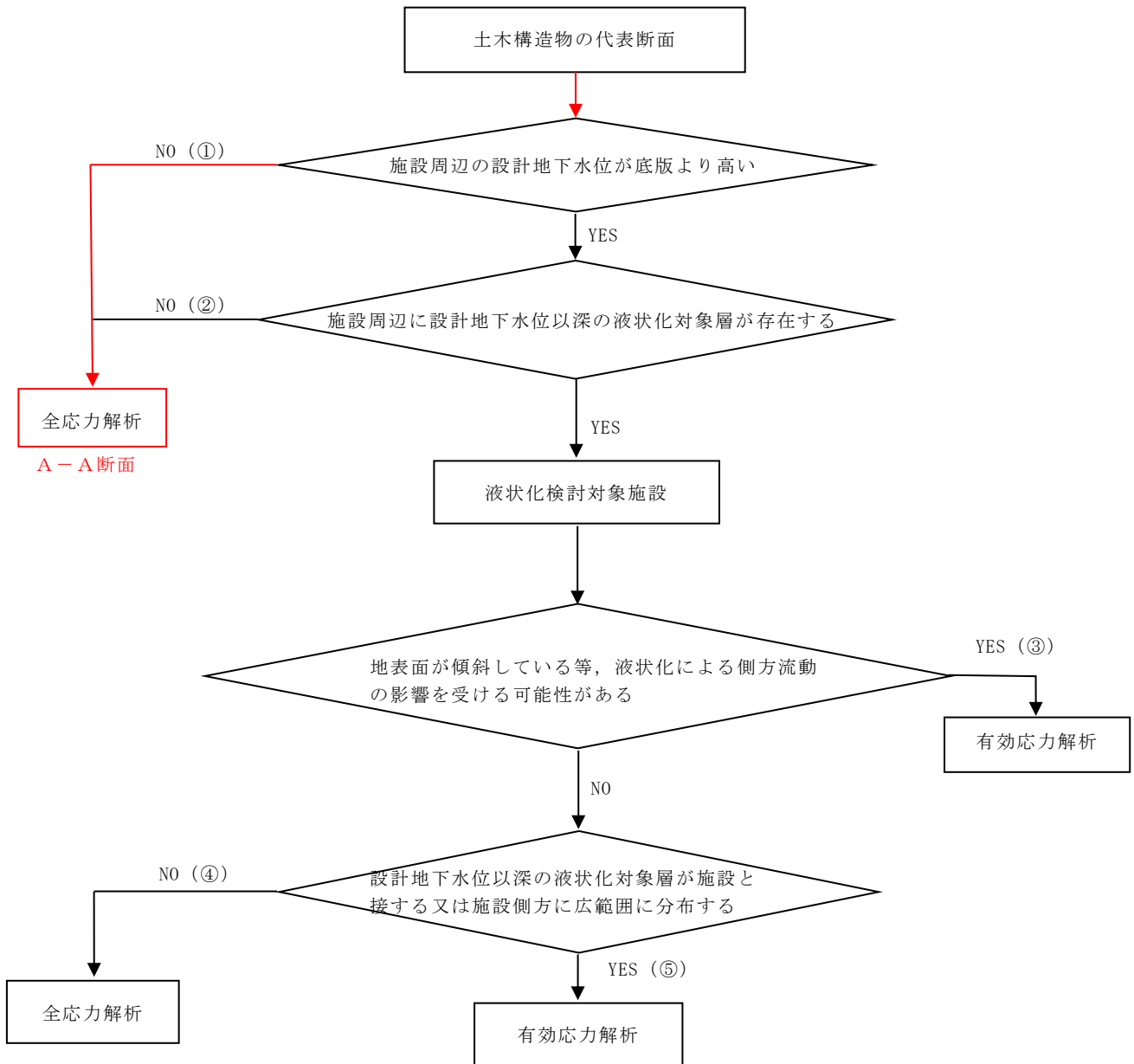


図 2-10 解析手法の選定フロー

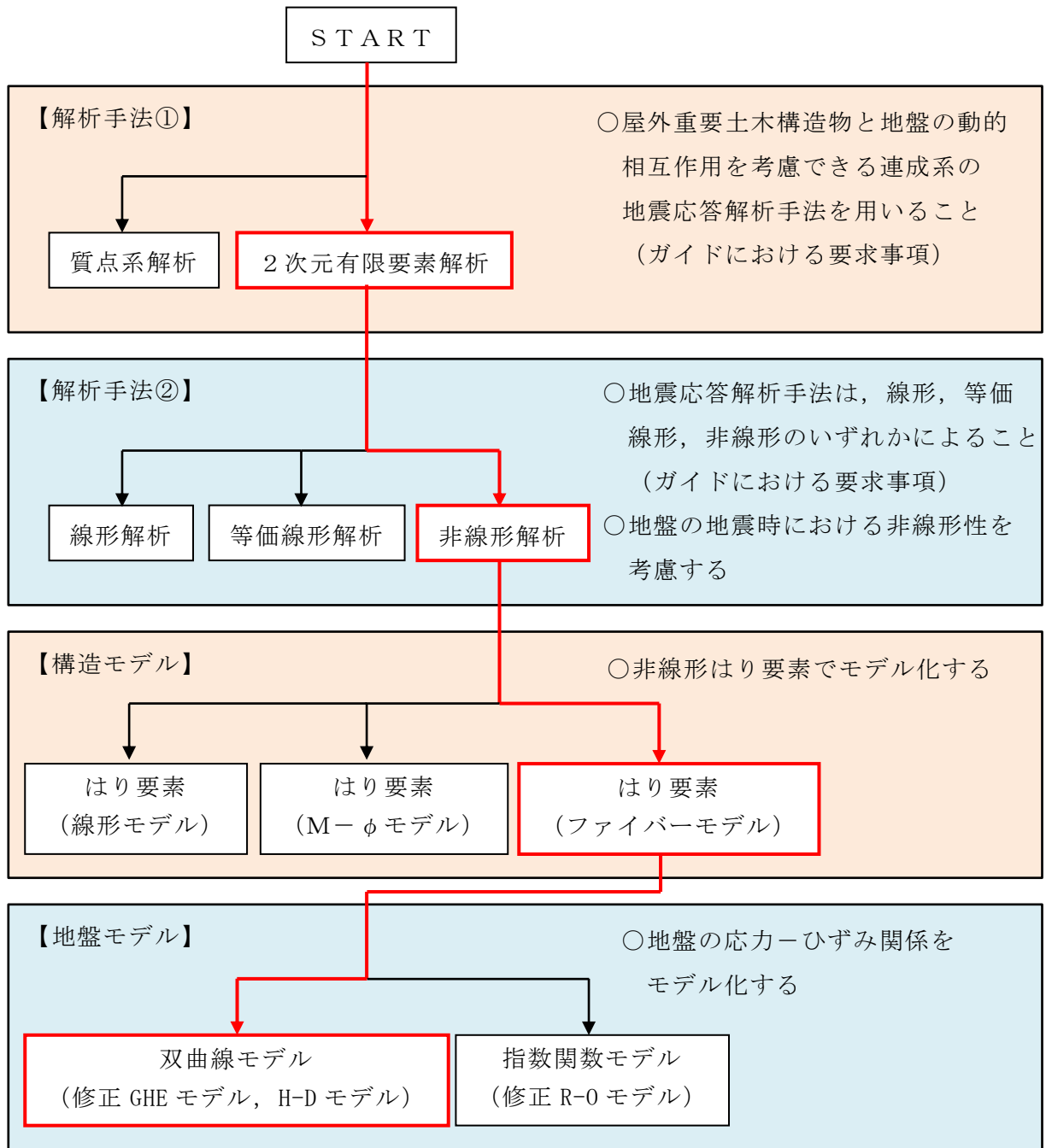


図 2-11 地震応答解析手法の選定フロー

2.2.2 地震応答解析モデルの設定

(1) 解析モデル領域

地震応答解析モデルは，境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう，十分広い領域とする。J E A G 4 6 0 1 -1987 を参考に，図 2-12 に示すとおりモデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上，モデル高さを構造物基礎幅の 1.5 倍～2 倍以上とする。

屋外配管ダクト（排気筒）の解析モデル領域については，屋外配管ダクト（排気筒）を基礎コンクリートを介して支持する排気筒の基礎幅を踏まえて設定する。

なお，解析モデルの境界条件は，側面及び底面ともに粘性境界とする。

地盤の要素分割については，波動をなめらかに表現するために，対象とする波長の 5 分の 1 程度を考慮し，要素高さを 1m 程度まで細分割して設定する。

構造物の要素分割については，土木学会マニュアル 2005 に従い，要素長さを部材の断面厚さ又は有効高さの 2.0 倍以下とし，1.0 倍程度まで細分して設定する。

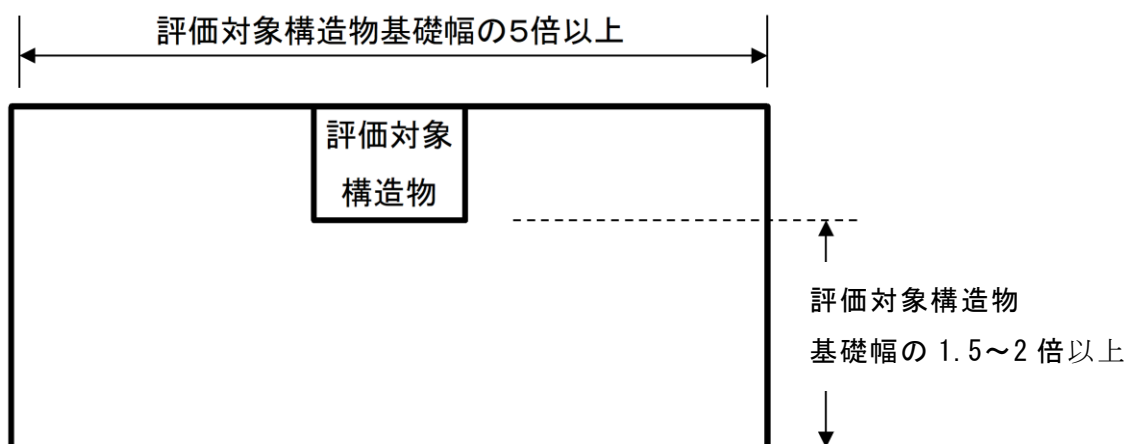


図 2-12 モデル化範囲の考え方

(2) 境界条件

a. 固有値解析時

固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とし、側方境界はフリーとする。境界条件の概念図を図 2-13 に示す。

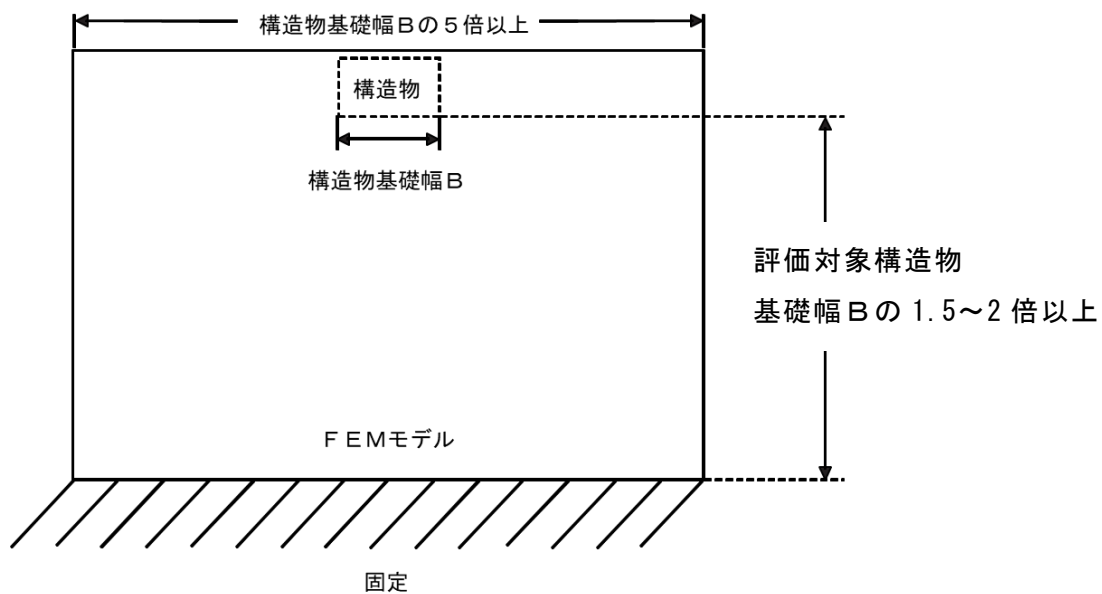


図 2-13 固有値解析における境界条件の概念図

b. 常時応力解析時

常時応力解析は、地盤や構造物の自重等の静的な荷重を載荷することによる常時応力を算定するために行う。そこで、常時応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。境界条件の概念図を図 2-14 に示す。

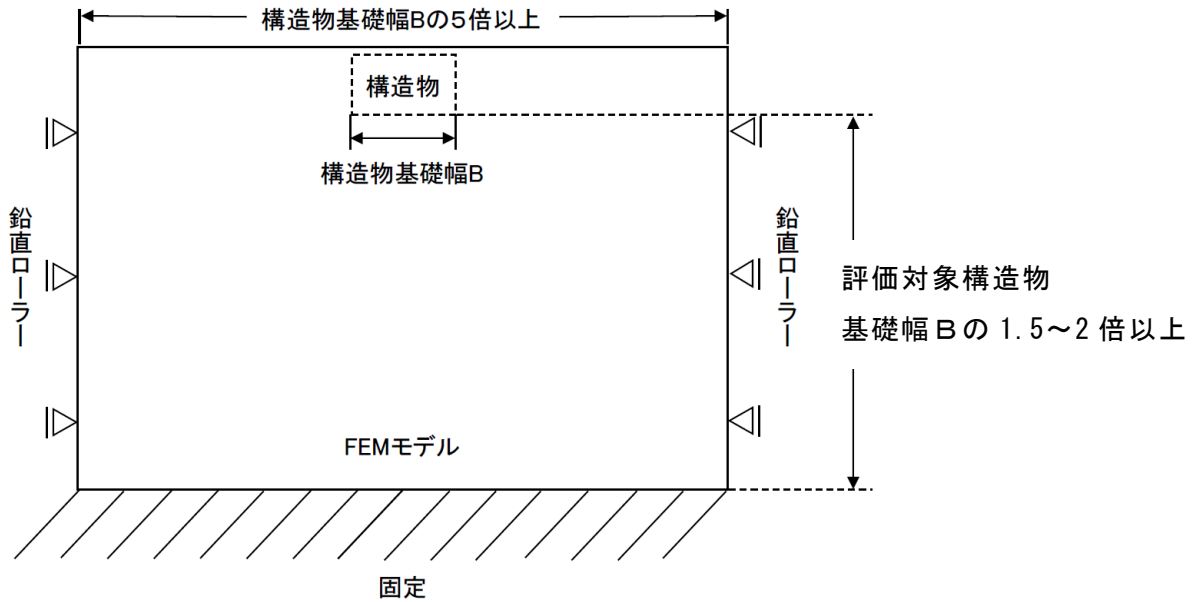


図 2-14 常時応力解析における境界条件の概念図

c. 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するため、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不整形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。境界条件の概念図を図 2-15 に示す。

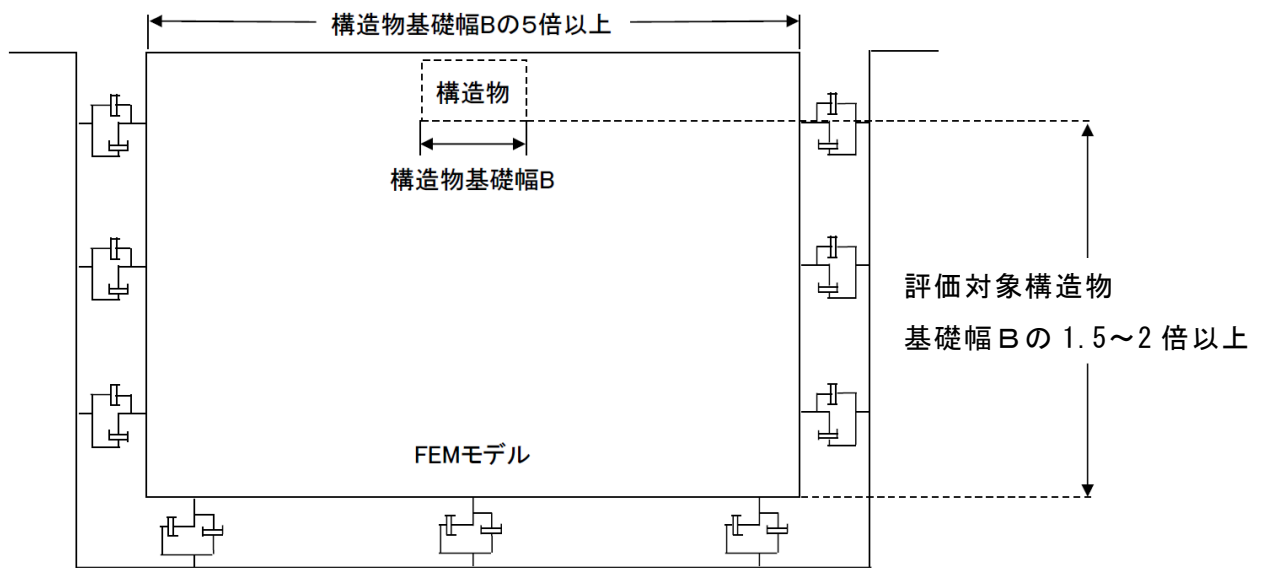


図 2-15 地震応答解析における境界条件の概念図

(3) 構造物のモデル化

鉄筋コンクリート部材は非線形はり要素でモデル化する。機器・配管荷重は解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

(4) 隣接構造物のモデル化

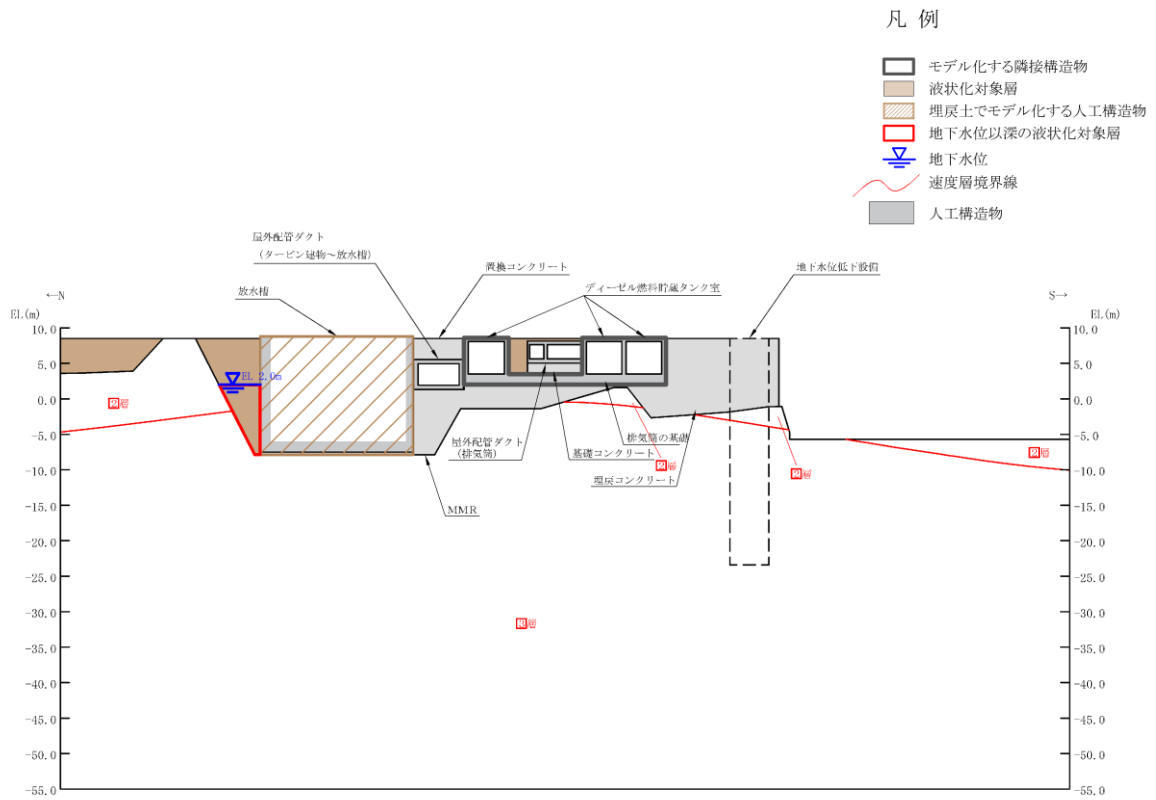
A-A断面の解析モデル範囲において隣接構造物となるディーゼル燃料貯蔵タンク室は非線形はり要素でモデル化する。排気筒の基礎については、VI-2-2-15「排気筒の基礎の耐震性についての計算書」において、短期許容応力度による評価を実施していることから、線形はり要素でモデル化する。なお、排気筒の基礎は部材厚の中心位置でモデル化する。

また、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）は非線形はり要素、放水槽は保守的に埋戻土とし、埋戻土は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。なお、基準地震動 S_s に対してに対して十分な構造強度を有している地下水位低下設備は、評価対象構造物に対して奥行き幅が限定的であるため、モデル化しない。

(5) 地盤及び無筋コンクリートのモデル化

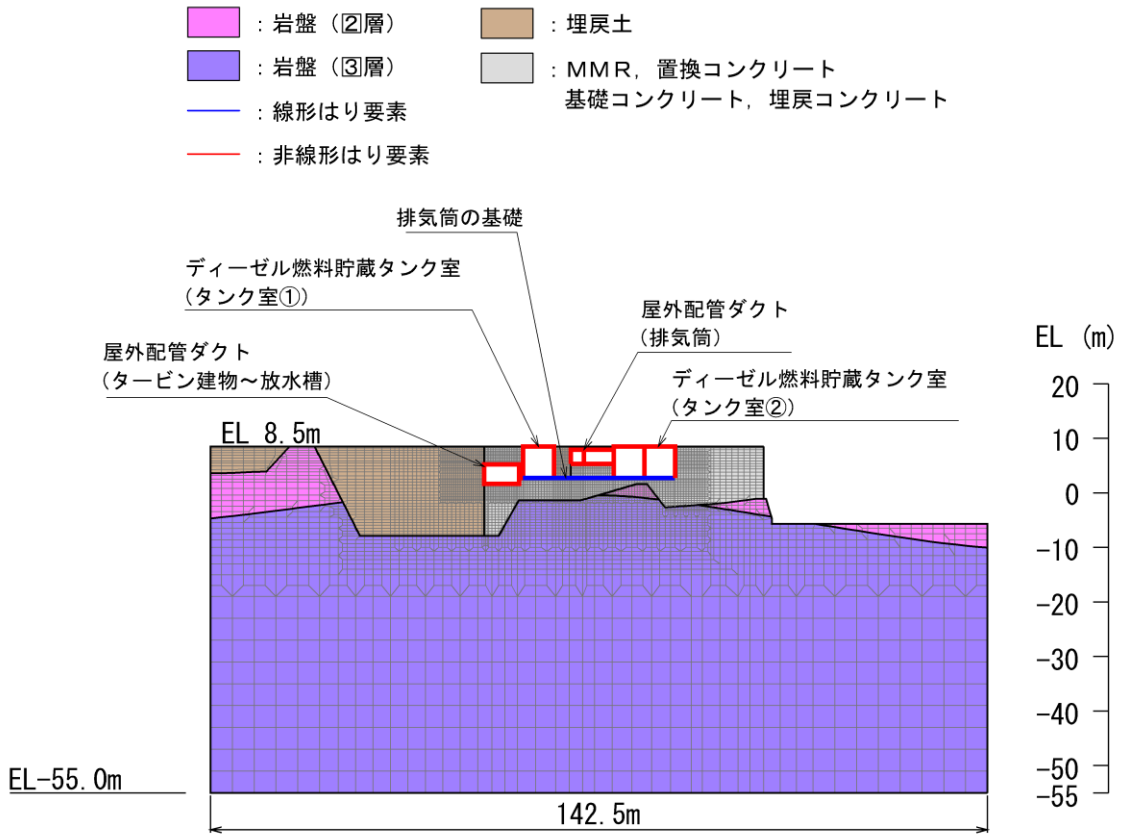
岩盤、置換コンクリート、基礎コンクリート、埋戻コンクリート及びMMRは線形の平面ひずみ要素でモデル化する。埋戻土は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤のモデル化に用いる地質断面図を図 2-16 に示す。

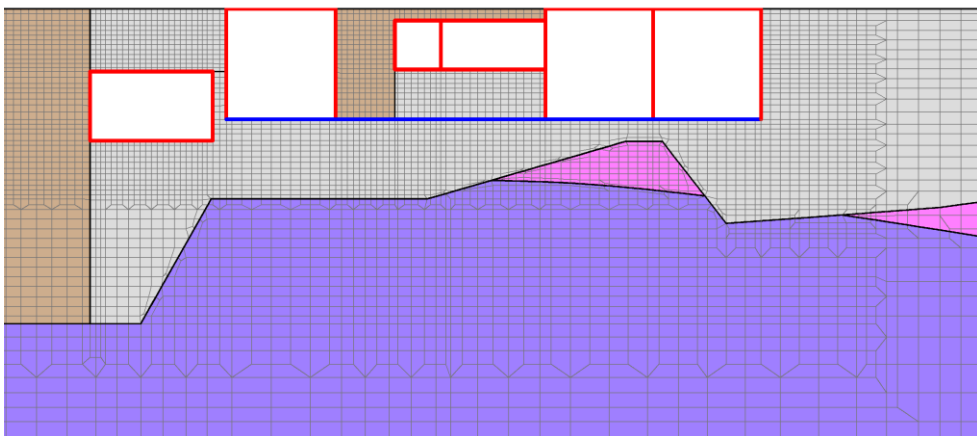


(6) 地震応答解析モデル

評価対象地質断面図を踏まえて設定した地震応答解析モデル図を図 2-17 に示す。



(全体図)



(拡大図)

図 2-17 地震応答解析モデル図 (A-A 断面)

(7) ジョイント要素の設定

地盤と構造物との接合面にジョイント要素を設けることにより、地震時の地盤と構造物の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

ジョイント要素は、地盤と構造物の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。せん断方向については、地盤と構造物の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。

せん断強度 τ_f は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ は周辺地盤の c 、 ϕ とし、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき表 2-9 のとおりとする。また、要素間の粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ は表 2-10 のとおり設定する。

屋外配管ダクト（排気筒）を支持する排気筒の基礎の直下には C_M 級～ C_H 級の岩盤が分布するが、せん断強度の設定においては一律 C_M 級岩盤の粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ を用いる。

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi$$

ここに、 τ_f : せん断強度

c : 粘着力 (= 初期せん断強度 τ_0)

ϕ : 内部摩擦角

表 2-9 周辺地盤との境界に用いる強度特性

地盤		粘着力 c (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
岩盤 (C_M 級)		1.23	52
置換コンクリート	24.0N/mm ²	4.77	40
MMR	15.6N/mm ²	3.10	40
基礎コンクリート			
埋戻コンクリート	18.0N/mm ²	3.58	40

表 2-10 要素間の粘着力と内部摩擦角

接合条件		粘着力 c (N/mm^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)
材料 1	材料 2		
構造物	無筋コンクリート *1,2	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	埋戻土	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
無筋コンクリート *1	無筋コンクリート *1	設計基準強度が 小さい材料の c	設計基準強度 が小さい材料 の ϕ
	埋戻土	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	岩盤	— *3	— *3

注記*1: MMR, 置換コンクリート, 基礎コンクリート及び埋戻コンクリートの総称

*2: 置換コンクリート ($f'_{c,k} = 24.0 N/mm^2$) については, 構造物よりも設計基準強度が大きいため, 構造物の c , ϕ を用いる。

*3: 表面を露出させて打継処理が可能である箇所については, ジョイント要素を設定しない。

ジョイント要素のばね定数は, 土木学会マニュアル 2005 を参考に, 数値計算上, 不安定な挙動を起こさない程度に周囲材料の剛性よりも十分に大きな値を設定する。表 2-11 にジョイント要素のばね定数を示す。

また, ジョイント要素の力学特性を図 2-18 に, ジョイント要素の配置を図 2-19 に示す。

表 2-11 ジョイント要素のばね定数

圧縮剛性 k_n (kN/m^3)	せん断剛性 k_s (kN/m^3)
1.0×10^7	1.0×10^7

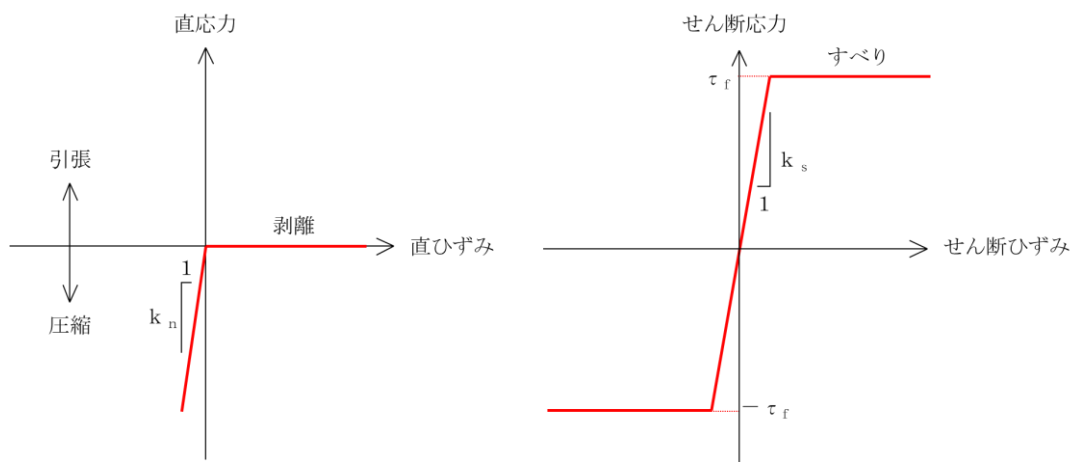
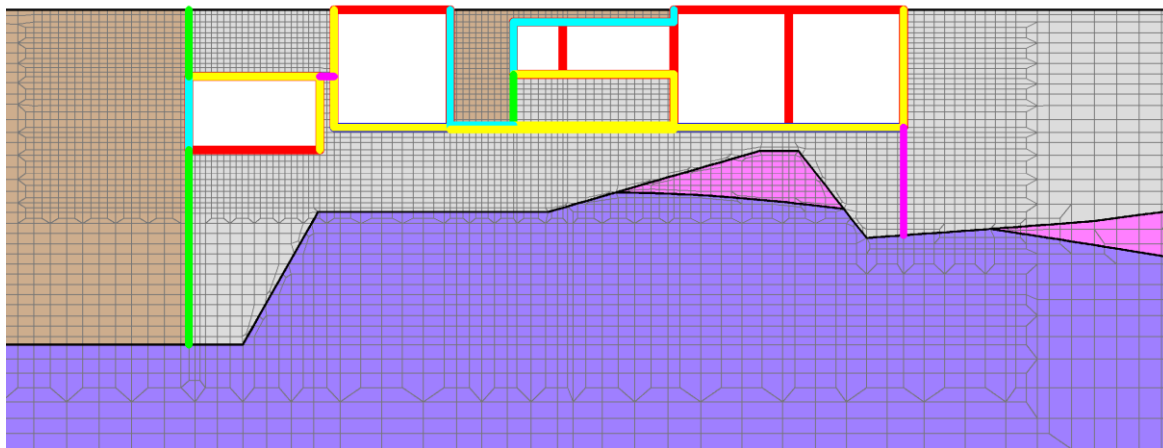
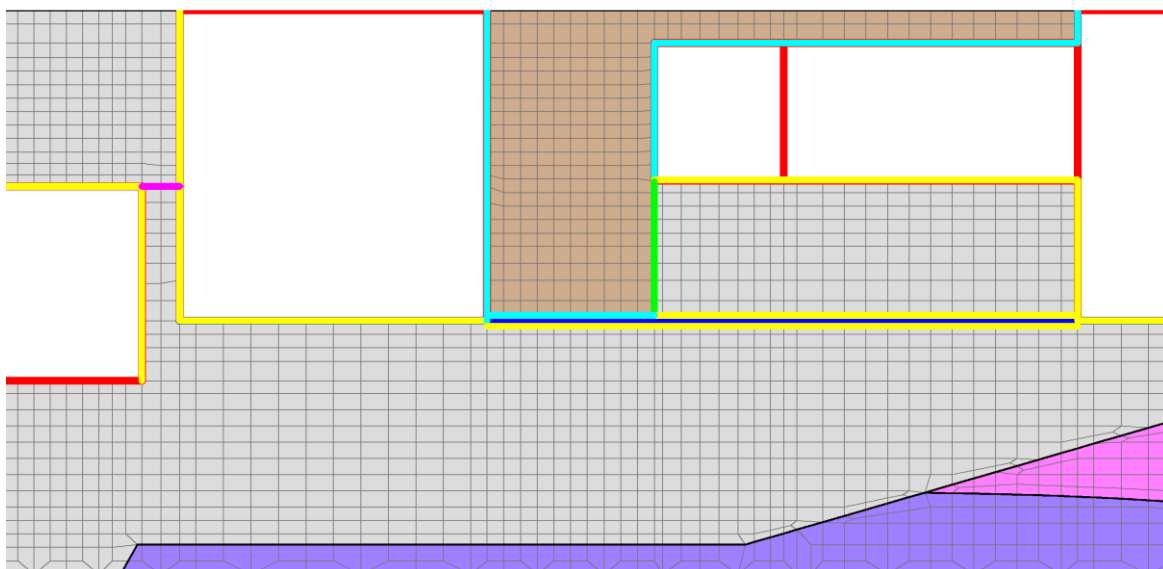


図 2-18 ジョイント要素の力学特性

- : 岩盤 (2層)
- : 岩盤 (3層)
- : 埋戻土
- : MMR, 置換コンクリート
基礎コンクリート, 埋戻コンクリート
- : 線形はり要素
- : 非線形はり要素
- : ジョイント要素 (構造物-埋戻土)
- : ジョイント要素 (構造物-無筋コンクリート)
- : ジョイント要素 (無筋コンクリート-無筋コンクリート)
- : ジョイント要素 (無筋コンクリート-埋戻土)
- : ジョイント要素 (無筋コンクリート-構造物)



(拡大図 1)



(拡大図 2)

図 2-19 ジョイント要素の配置 (A-A断面)

(8) 材料特性の設定

全応力解析における鉄筋コンクリート部材は、ファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する。ファイバーモデルは図 2-20 に示すように、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形特性を考慮する材料非線形モデルであり、図 2-21 に示すコンクリートの応力-ひずみ関係を考慮する。

また、図 2-22 に鉄筋の応力-ひずみ関係を示す。

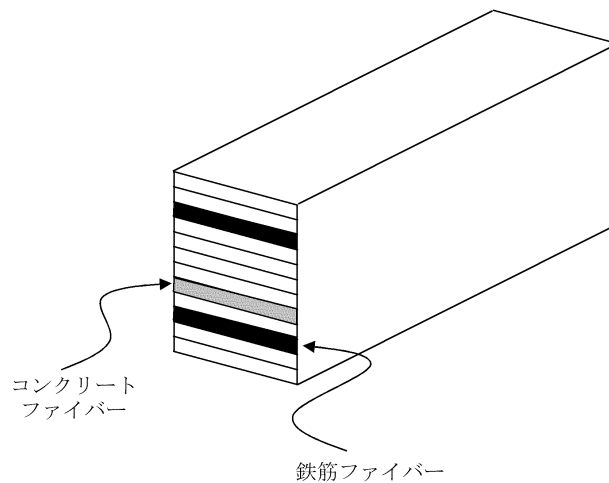
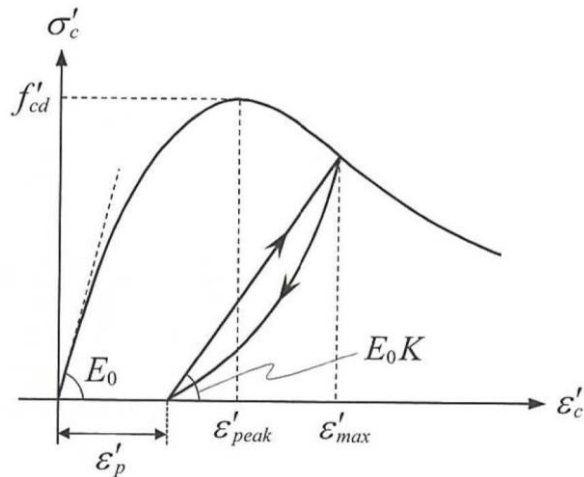
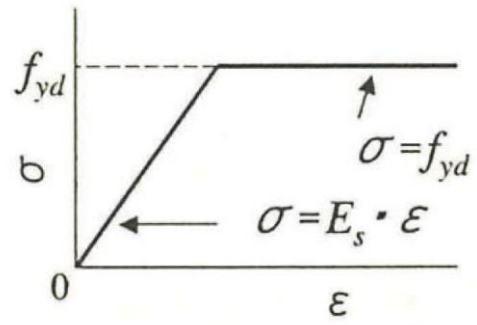


図 2-20 ファイバーモデルの概念図



(「コンクリート標準示方書[設計編](土木学会, 2017年制定)」より引用)

図 2-21 構造部材の非線形特性 (コンクリートの応力-ひずみ関係)



(「コンクリート標準示方書 2002」より引用)

図 2-22 構造部材の非線形特性 (鉄筋の応力-ひずみ関係)

2.2.3 減衰定数

減衰定数は、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」の「9. 地震応答解析における減衰定数」に基づき、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

固有値解析にて求められる解析モデル全体の固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。Rayleigh 減衰の設定フローを図 2-23 に示す。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

[C] : 減衰係数マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

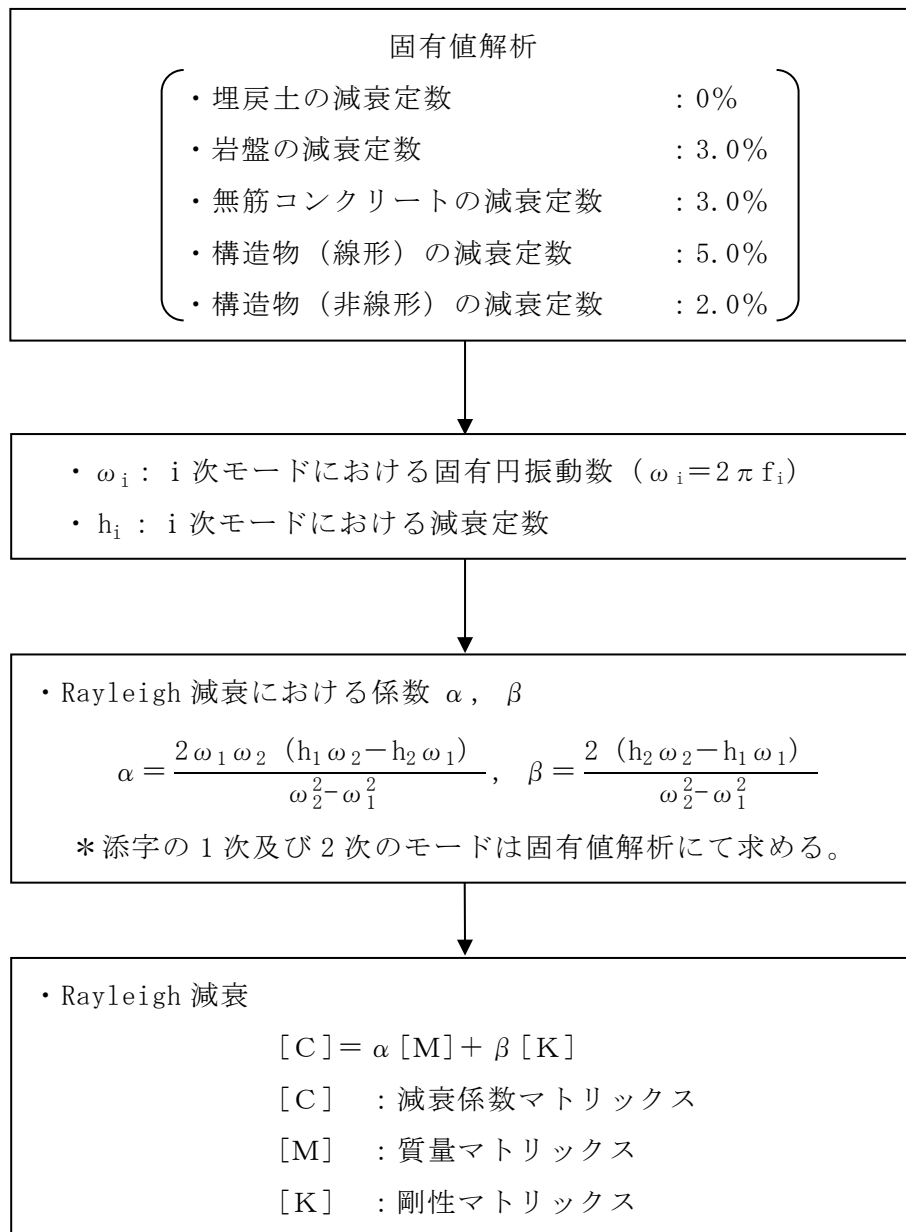


図 2-23 Rayleigh 減衰の設定フロー

全応力解析における Rayleigh 減衰の係数 α , β は、低次のモードの変形が支配的となる地中埋設構造物に対して、その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮して、固有値解析結果より得られる卓越するモードの減衰と Rayleigh 減衰が一致するように設定する。なお、卓越するモードは全体系の固有値解析における刺激係数及びモード図にて決定するが、係数 α , β が負値となる場合は当該モードを選定しない。

$$h_i = \alpha / 2 \omega_i + \beta \omega_i / 2$$

h_i : 固有値解析により求められた i 次モードの減衰定数

ω_i : 固有値解析により求められた i 次モードの固有円振動数

固有値解析結果の一覧を表 2-12 に、固有値解析におけるモード図を図 2-24 に、係数 α , β を表 2-13 に、固有値解析結果に基づき設定した Rayleigh 減衰を図 2-25 に示す。

表 2-12 固有値解析結果 (A-A 断面)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		T_x	T_y	β_x	β_y	
1	5.612	63	0	3.084	0.207	1次として採用
2	8.311	16	3	-2.616	0.992	
3	8.666	1	2	-0.329	-1.423	
4	10.745	0	14	0.811	5.810	
5	10.950	0	4	-0.499	1.921	
6	11.280	1	4	0.929	-1.849	
7	12.105	1	1	-0.607	-0.696	
8	12.799	0	0	1.050	1.019	2次として採用
9	13.182	0	7	0.120	2.953	
10	13.768	2	0	-1.241	-0.430	

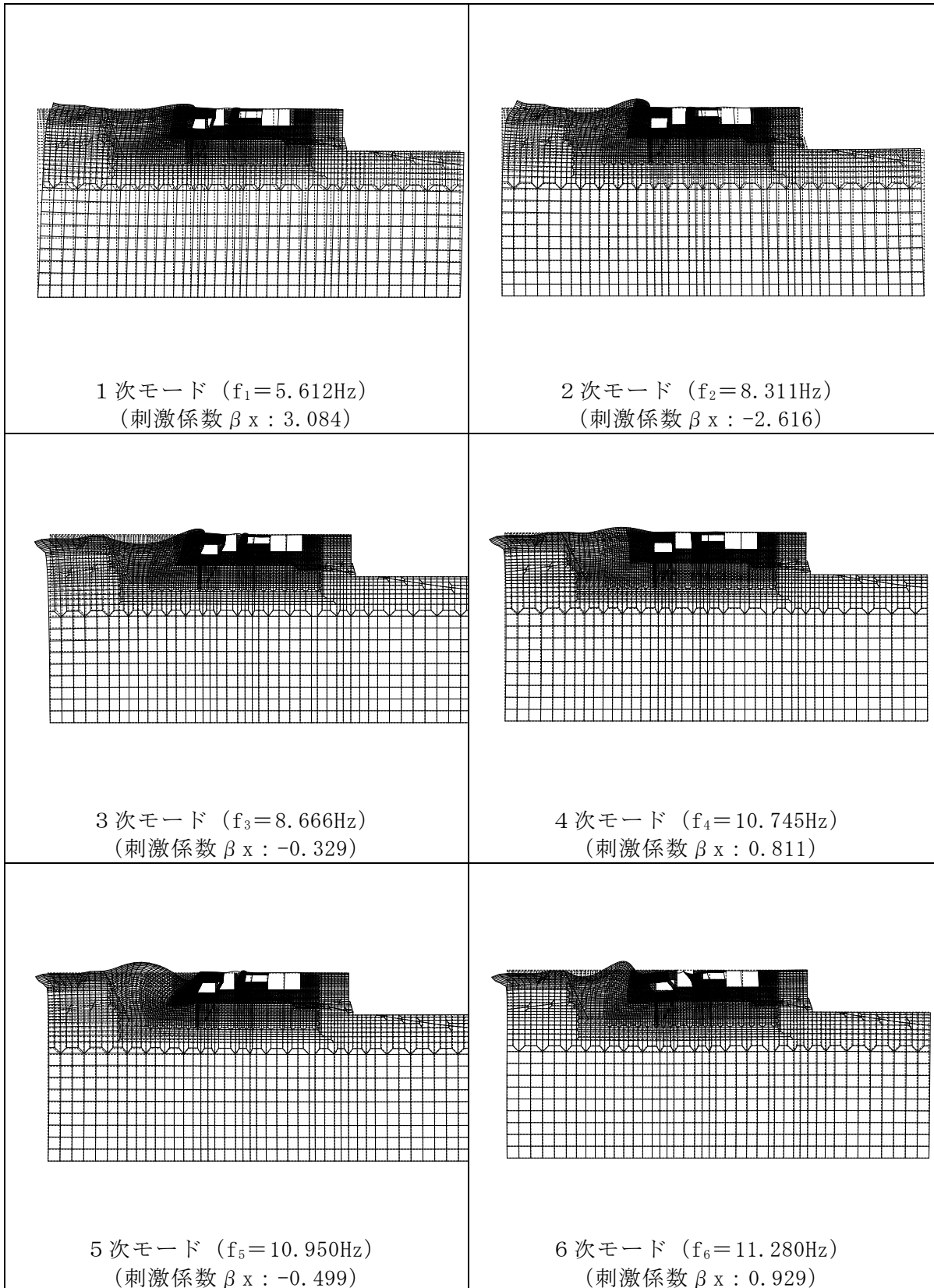


図 2-24(1) 固有値解析結果 (モード図) (A-A 断面)

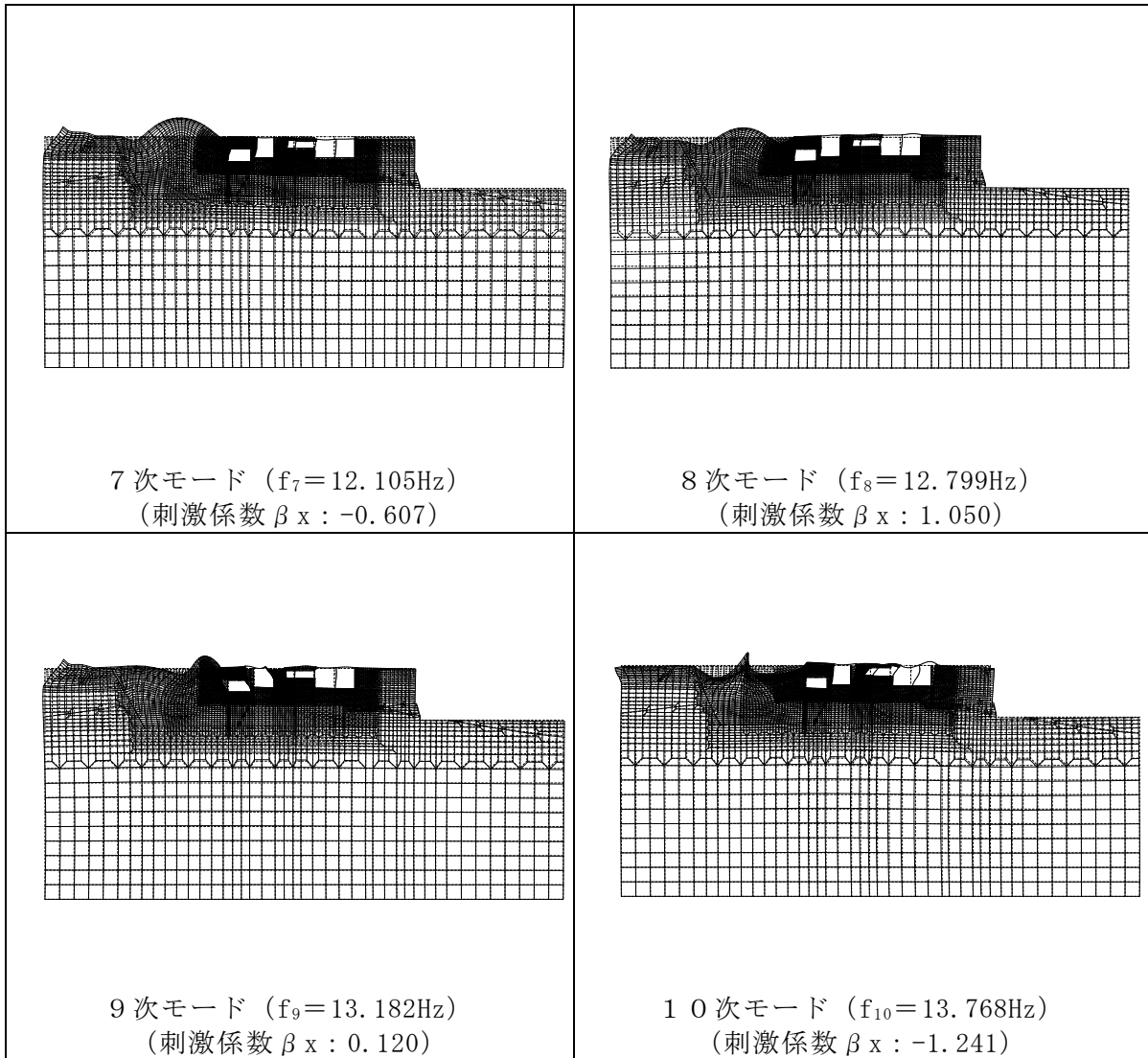


図 2-24(2) 固有値解析結果 (モード図) (A-A断面)

表 2-13 Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A 断面	1.595	2.241×10^{-4}

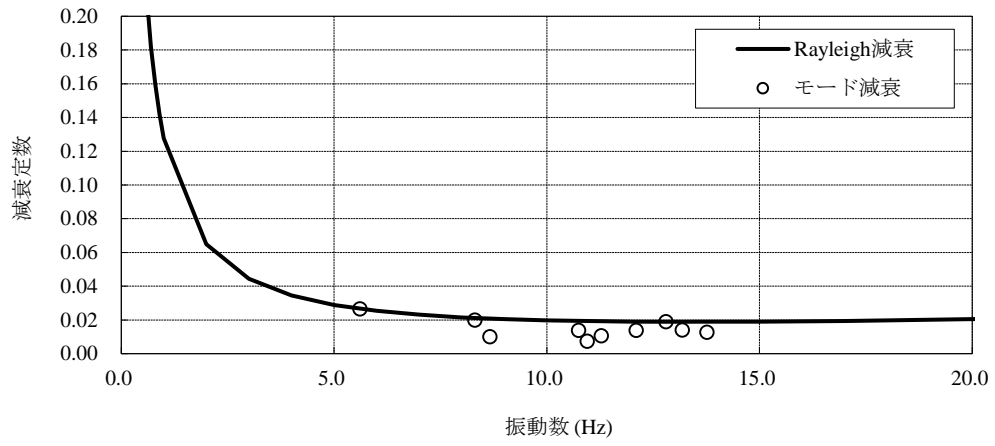


図 2-25 設定した Rayleigh 減衰 (A-A 断面)

2.2.4 荷重及び荷重の組合せ

耐震評価にて考慮する荷重は、通常運転時の荷重（永久荷重）及び地震荷重を抽出し、それぞれを組み合わせで設定する。地震荷重には、地震時土圧（乾燥砂を含む）、機器・配管系及び排気筒モニタ室からの反力による荷重が含まれるものとする。

地震時に屋外配管ダクト（排気筒）に作用する機器・配管系からの反力については、機器・配管系を解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

荷重の組合せを表 2-14 に示す。

表 2-14 荷重の組合せ

種別	荷重		算定方法の概要
永久荷重 (常時荷重)	固定 荷重	躯体自重	○ 設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。
		機器・配管荷重	○ 機器・配管系及び排気筒モニタ室の重量に基づいて設定する。
	積載 荷重	静止土圧	○ 常時応力解析により設定する。乾燥砂からの土圧については、荷重として考慮する。
		外水圧	○ 地下水位に応じた静水圧として考慮する。 地下水の密度を考慮する。
		積雪荷重	○ 地表面及び構造物頂版に考慮する。
		土被り荷重	○ 常時応力解析により設定する。
	永久上載荷重	— 排気筒モニタ室は機器・配管荷重として考慮するため、永久上載荷重としては考慮しない。	
偶発荷重 (地震荷重)	水平地震動	○	基準地震動 S_s による水平・鉛直同時加振を考慮する。
	鉛直地震動	○	

(1) 機器・配管荷重

解析モデルに考慮する機器・配管系の荷重図を図 2-26 に示す。機器・配管荷重は、常時・地震時ともに付加質量としてモデル化する。

機器・配管荷重設定の詳細については、「3.1.4 機器・配管荷重」にて示す。

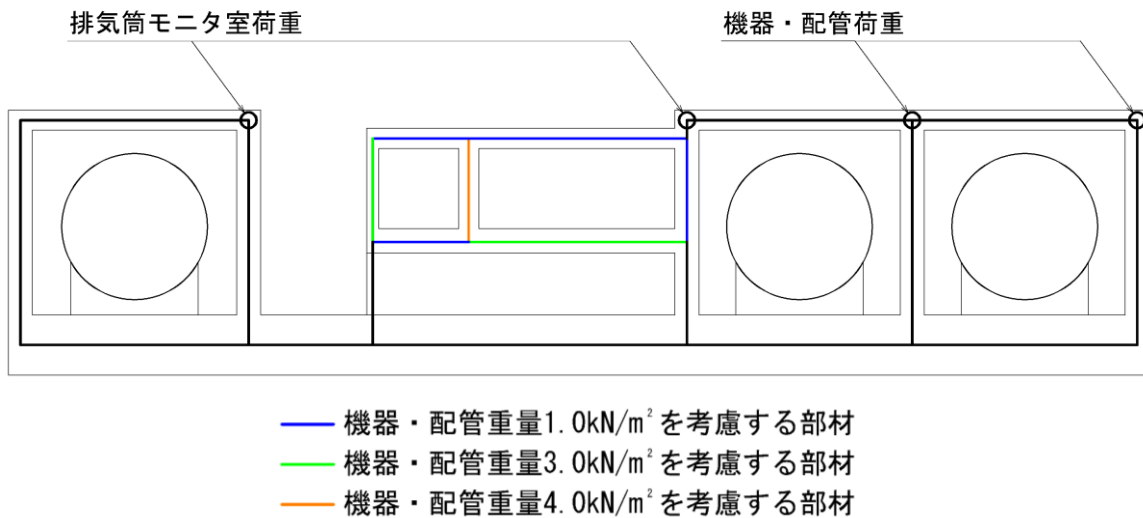


図 2-26 解析用機器・配管荷重図

(2) 外水圧

外水圧は、地下水位に応じた静水圧を設定する。地下水位については、「2.1.8 地下水位」のとおりとし、地下水の密度として 1.00g/cm^3 を考慮する

(3) 積雪荷重

積雪荷重は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等における損傷の防止に関する基本方針」に基づき、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し 35.0cm とする。積雪荷重については、「松江市建築基準法施行細則（平成17年3月31日，松江市規則第234号）」により、積雪量 1cm ごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 乾燥砂による荷重

ディーゼル燃料貯蔵タンク室内には乾燥砂を充填していることから、乾燥砂による荷重を考慮する。乾燥砂による荷重は、常時は側壁及び底版（排気筒の基礎）に静止土圧として、地震時は乾燥砂と接する全部材に付加質量として与える。乾燥砂による荷重の作用イメージを図 2-27 に示す。なお、乾燥砂の密度は 8.8kN/m^3 である。

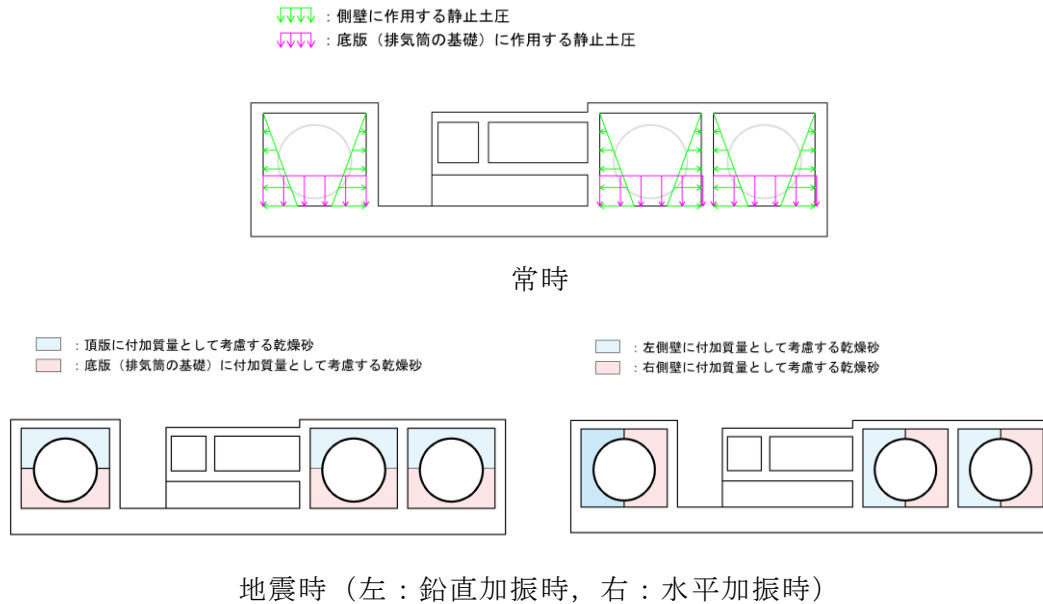


図 2-27 乾燥砂による荷重の作用イメージ図

(5) 排気筒上部工からの荷重

排気筒上部工からの荷重は、筒身基礎及び鉄塔基礎を介して基礎版に伝達されるため、屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室は荷重を負担しない設計としている。

また、排気筒の基礎の地震応答解析モデルからも、筒身基礎及び鉄塔基礎の最大応答変位が 1.0mm 未満であること、排気筒の 1 次固有周期（約 1.0s ）が本解析モデルの 1 次固有周期（約 0.18s ）と異なることを確認しているため、排気筒上部工からの荷重の影響は軽微であると判断し、考慮しない。

2.2.5 地震応答解析の解析ケース

(1) 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース

屋外配管ダクト（排気筒）は、周囲に埋戻土が分布し、主たる荷重は埋戻土の土圧となることから、埋戻土の初期せん断弾性係数のばらつきを考慮する。

ばらつきを考慮する物性値は地盤のせん断変形を定義するせん断弾性係数とし、平均値を基本ケース（表 2-15 に示すケース①）とした場合に加えて、平均値 $\pm 1.0 \times$ 標準偏差（ σ ）のケース（表 2-15 に示すケース②及び③）について確認を行う。

地盤のばらつきの設定方法の詳細は、「補足-023-01 地盤の支持性能について」に示す。

表 2-15 解析ケース

解析ケース	解析手法	地盤物性	
		埋戻土 (G_o : 初期せん断 弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断 弾性係数)
ケース① (基本ケース)	全応力解析	平均値	平均値
ケース②	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	全応力解析	平均値 - 1 σ	平均値

(2) 耐震評価における解析ケースの組合せ

耐震評価においては、基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し、基本ケース（ケース①）を実施する。基本ケースにおいて、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊の照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いて、表2-16に示す解析ケース（ケース②及び③）を実施する。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合、照査値が最も厳しくなる地震動を用いて、解析ケース②及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表2-16に示す。また、追加解析ケースを実施する地震動の選定フローを図2-28に示す。

表2-16 耐震評価における解析ケース

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本 ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ)を考慮し た解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ)を考慮し た解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動 (位相)	$S_s - D$	++*	○	基準地震動 S_s （6波）に位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し、ケース①（基本ケース）を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊の各照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して、最も厳しい（許容限界に対する裕度が最も小さい）地震動を用いてケース②及び③を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。	
		-+*	○		
		+ - *	○		
		--*	○		
	$S_s - F 1$	++*	○		
	$S_s - F 2$	++*	○		
	$S_s - N 1$	++*	○		
		-+*	○		
	$S_s - N 2$ (NS)	++*	○		
		-+*	○		
$S_s - N 2$ (EW)	++*	○			
	-+*	○			

注記*：地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

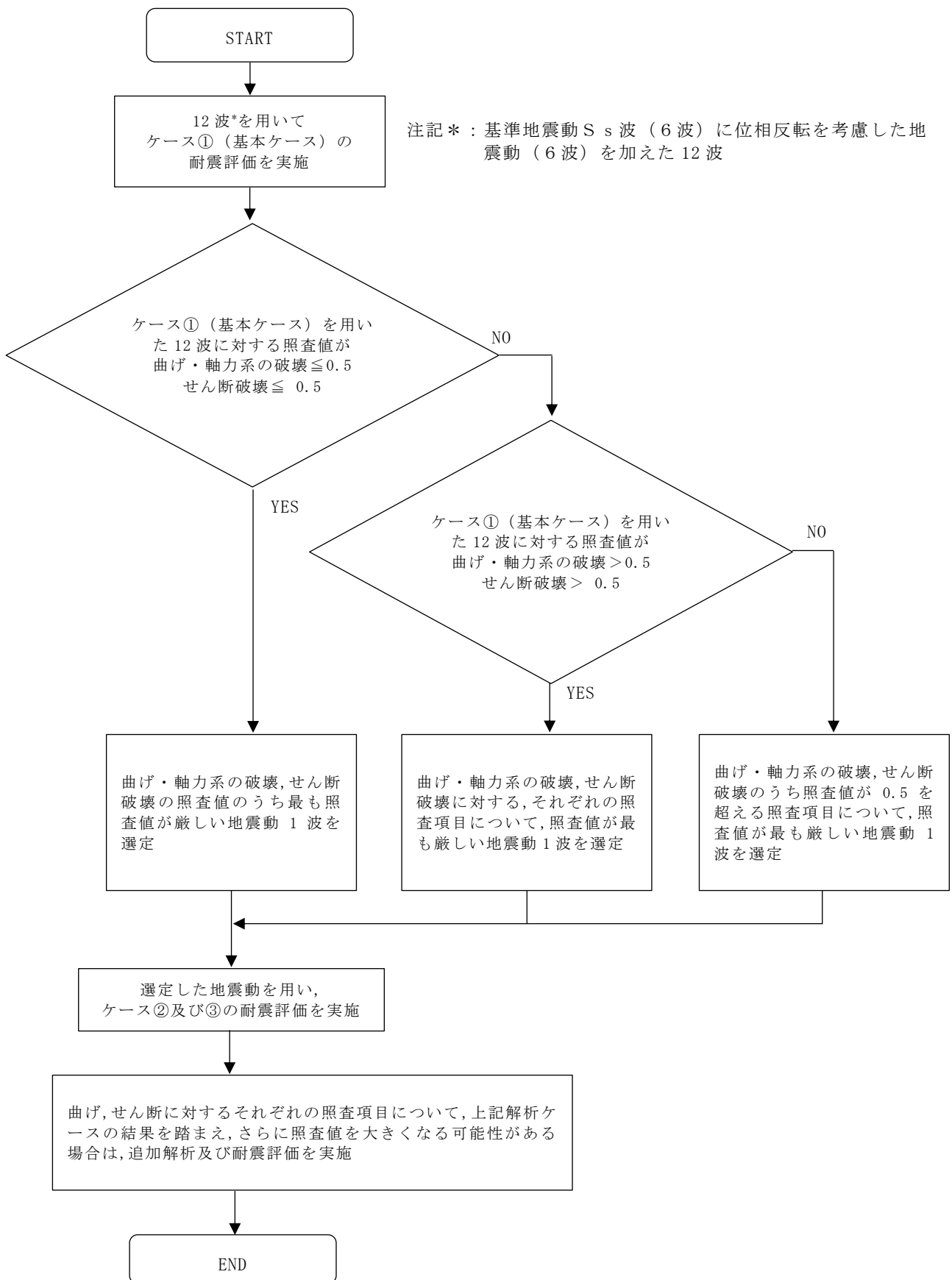


図 2-28 追加解析を実施する地震動の選定フロー

2.3. 評価内容

2.3.1 入力地震動の設定

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 2-29 に入力地震動算定の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」及び「microSHAKE/3D」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。図 2-30～図 2-41 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

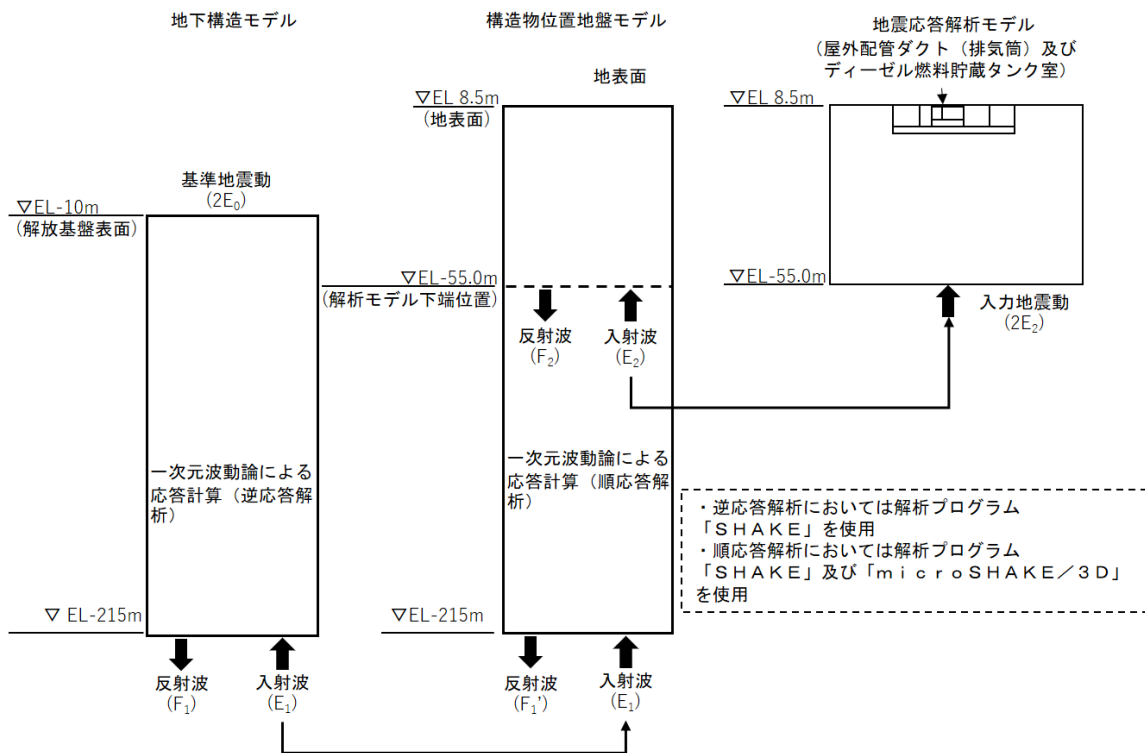
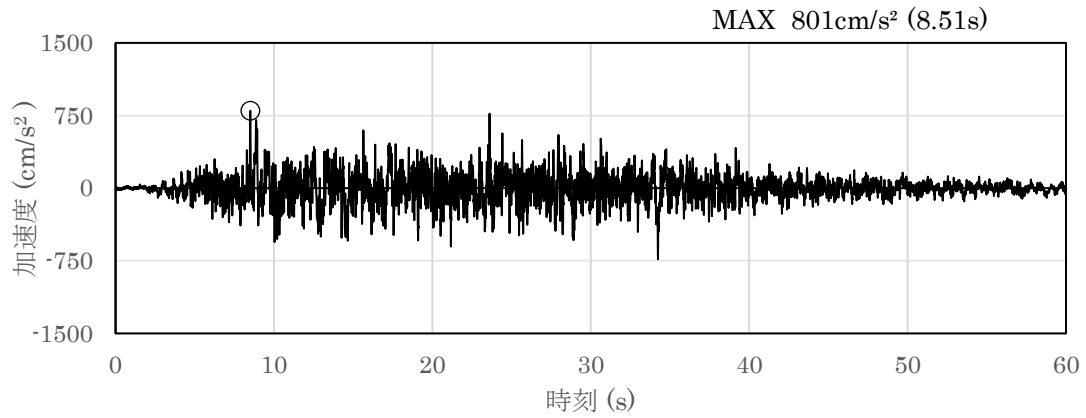
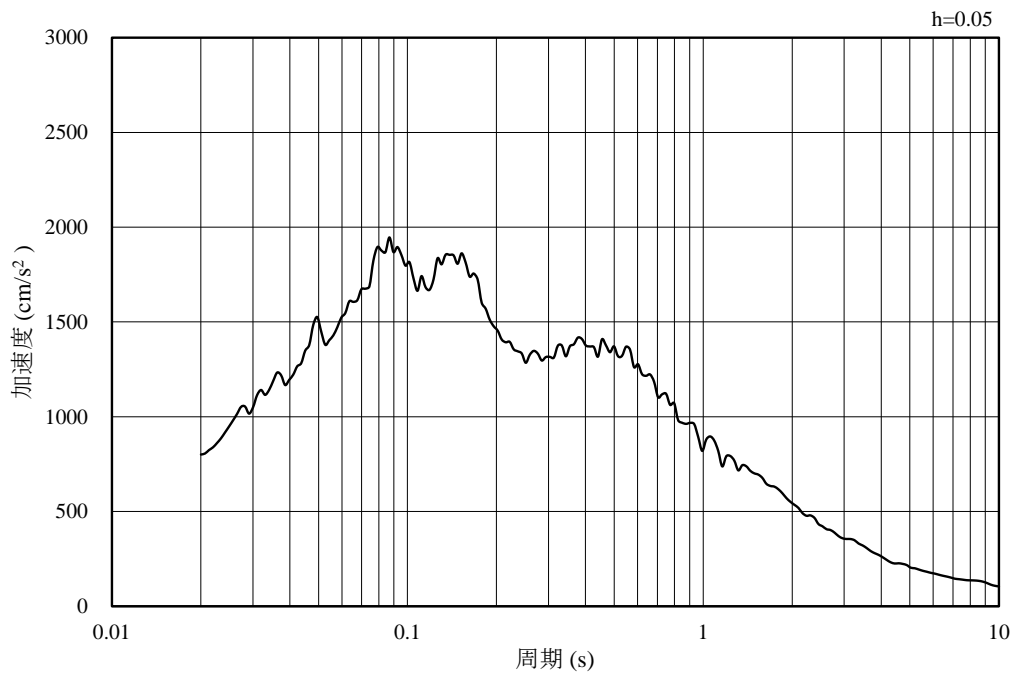


図 2-29 入力地震動算定の概念図

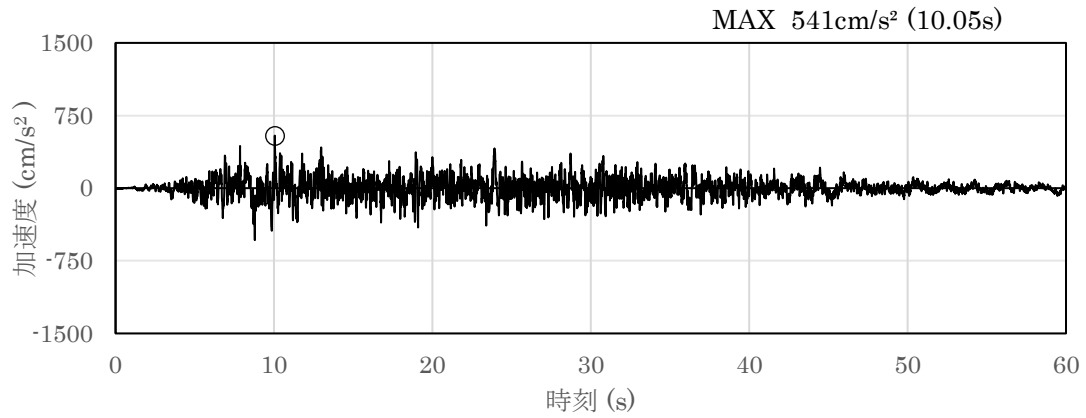


(a) 加速度時刻歴波形

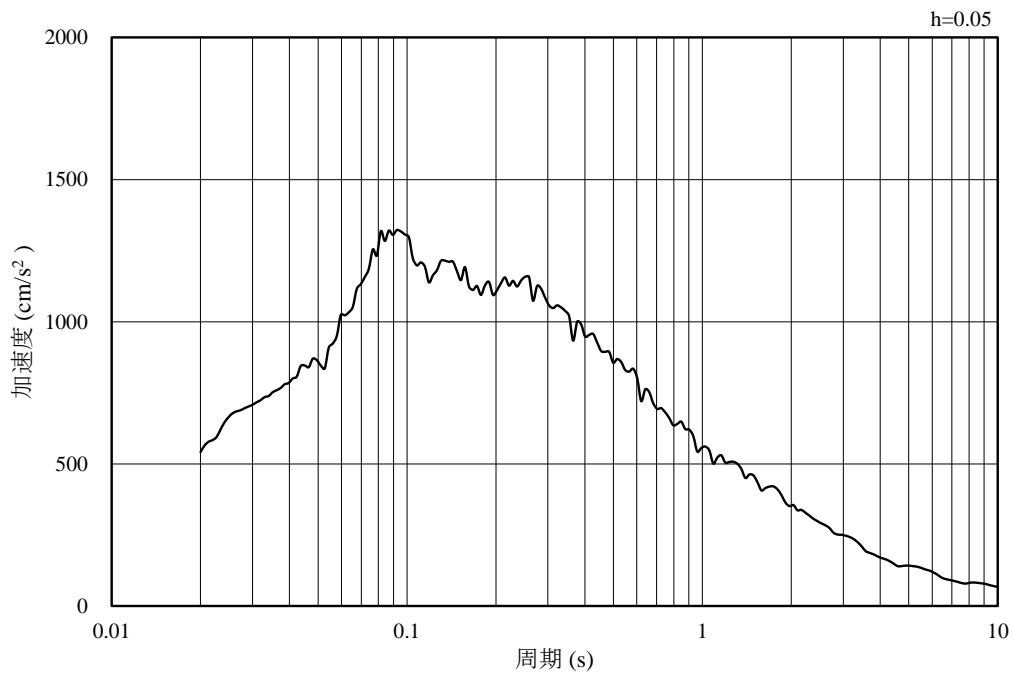


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S_s-D)

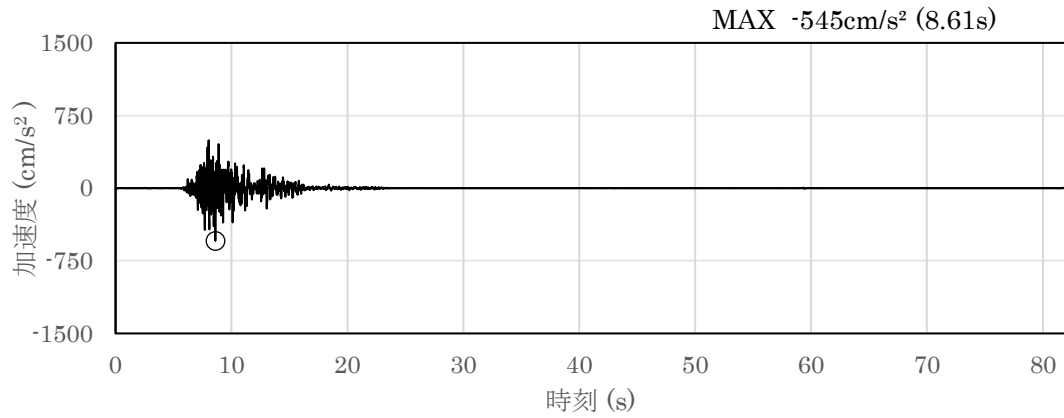


(a) 加速度時刻歴波形

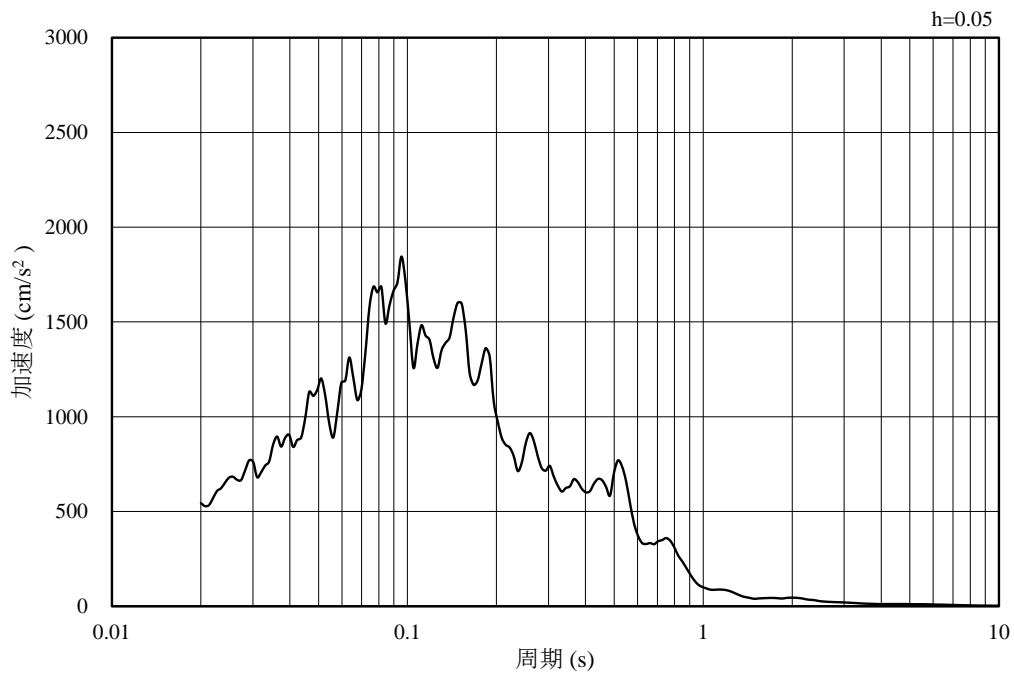


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D)

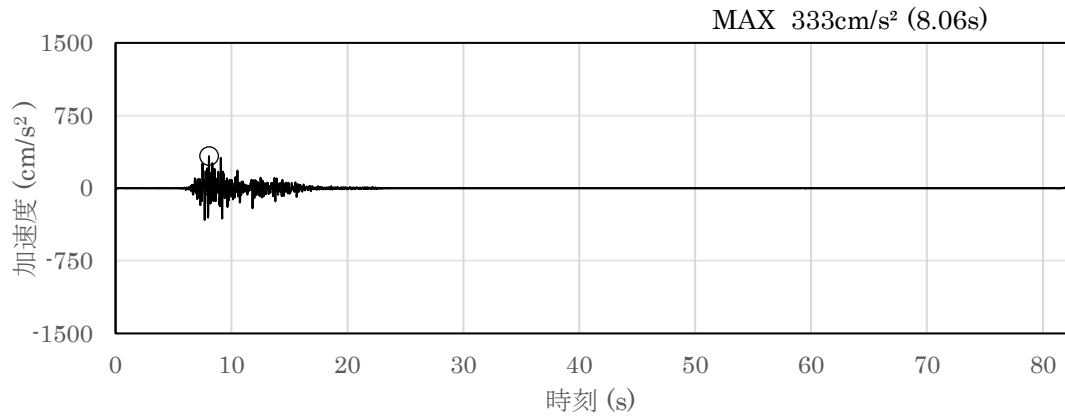


(a) 加速度時刻歴波形

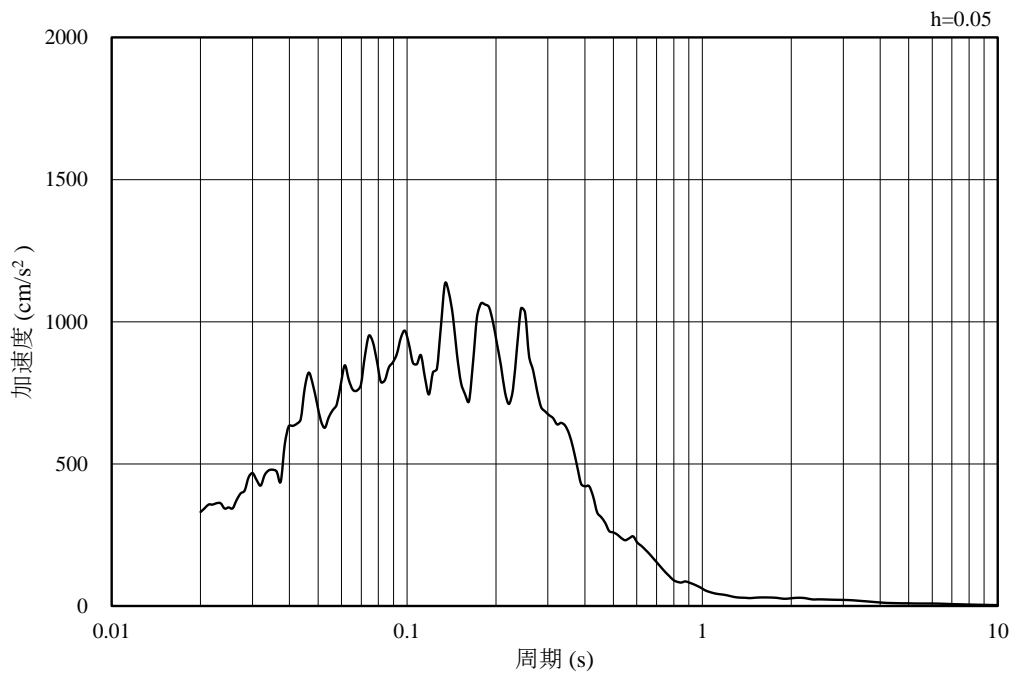


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 1 (N S))

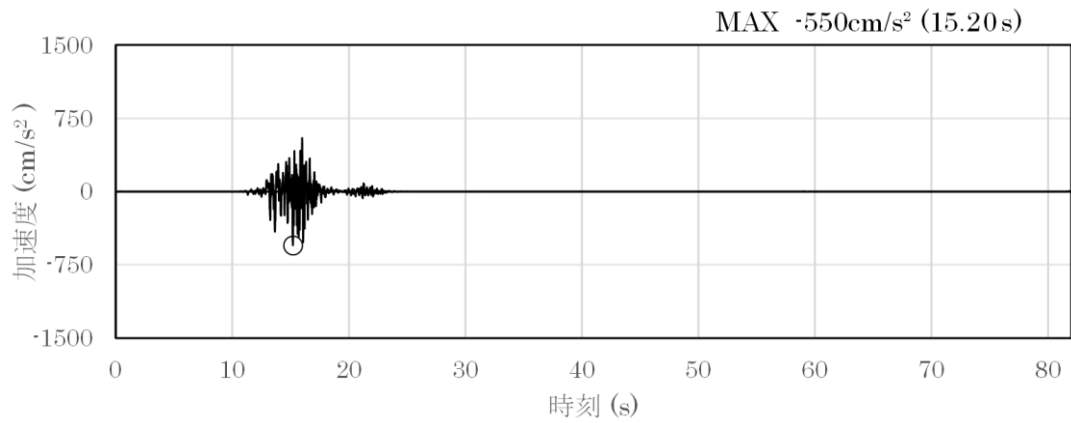


(a) 加速度時刻歴波形

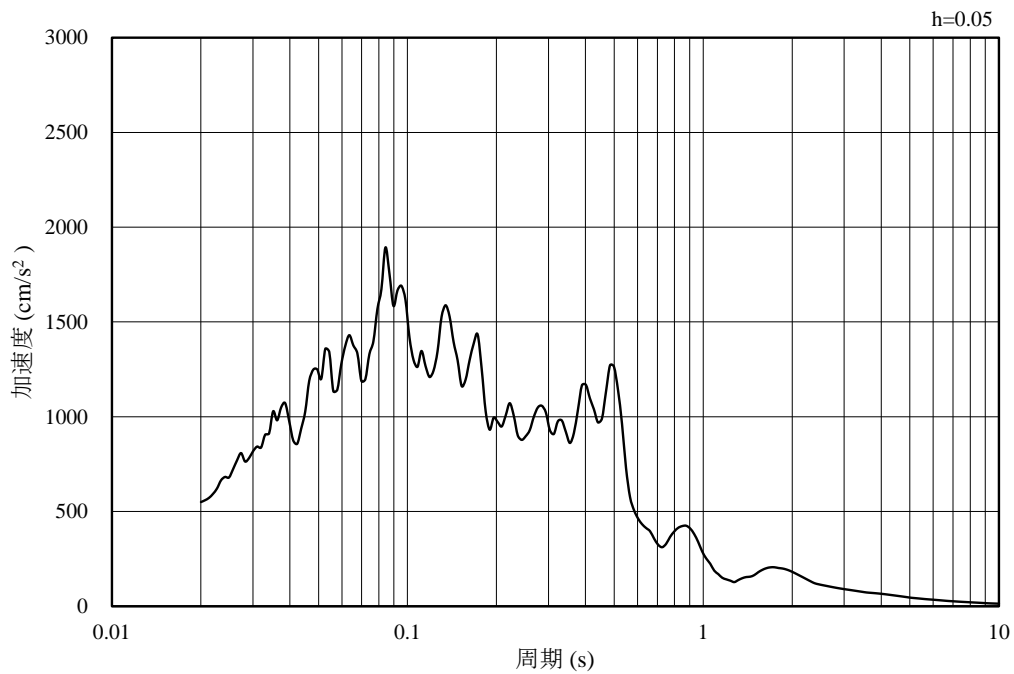


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1 (N S))

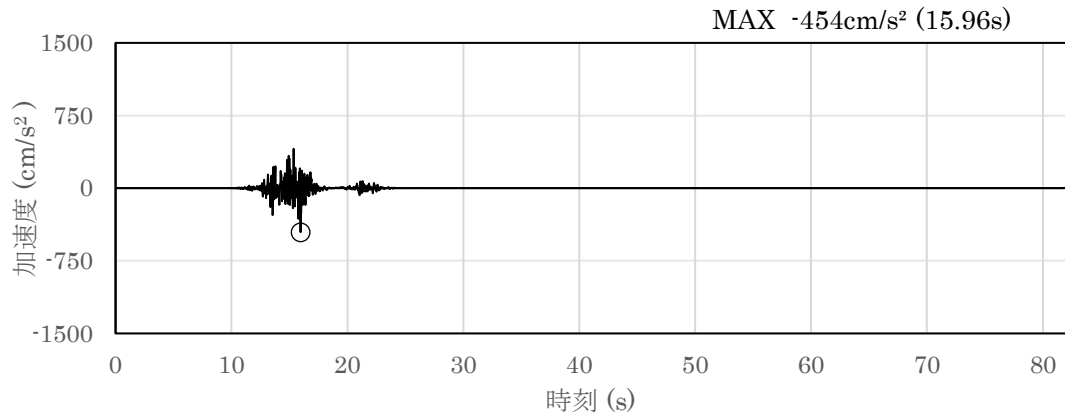


(a) 加速度時刻歴波形

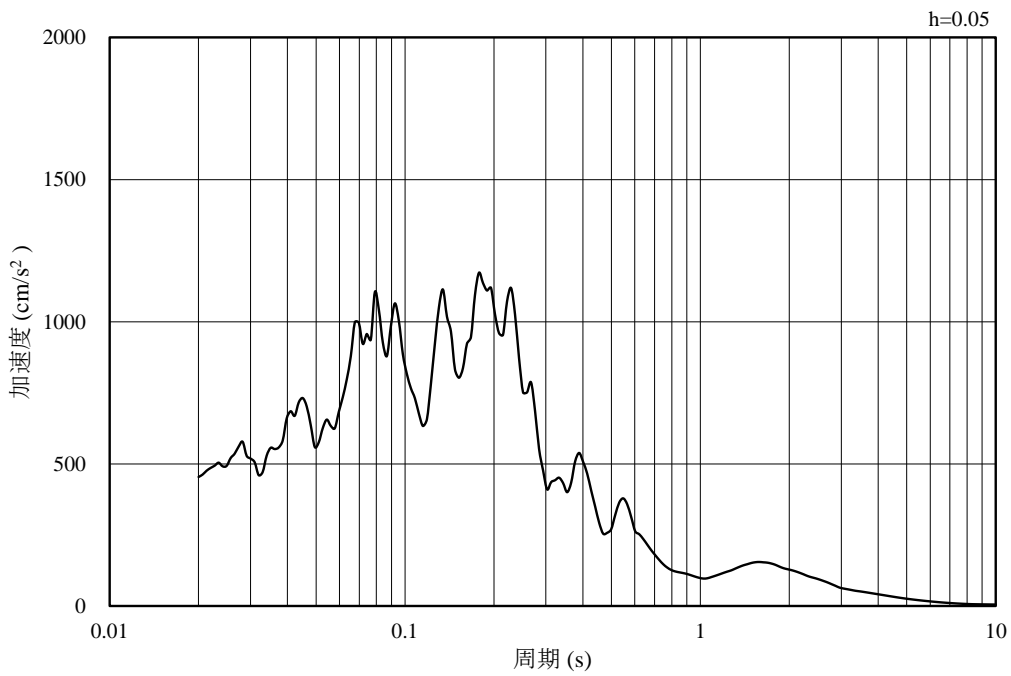


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - F 2 (N S))

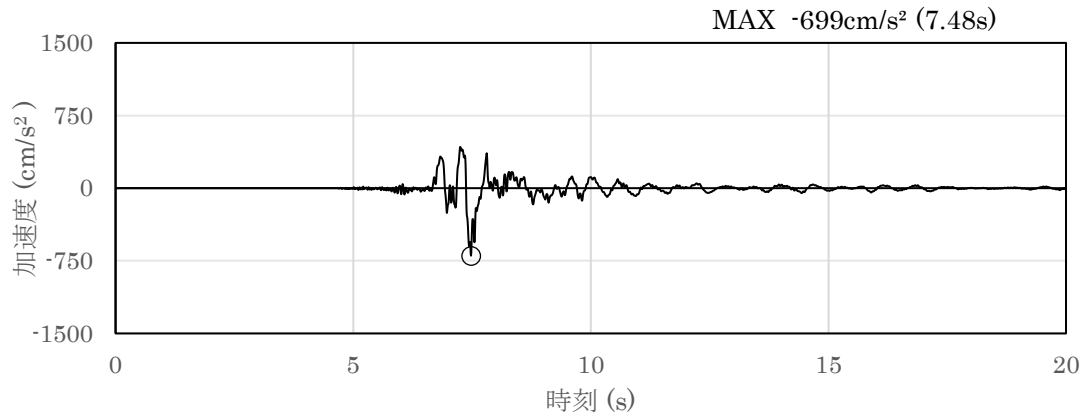


(a) 加速度時刻歴波形

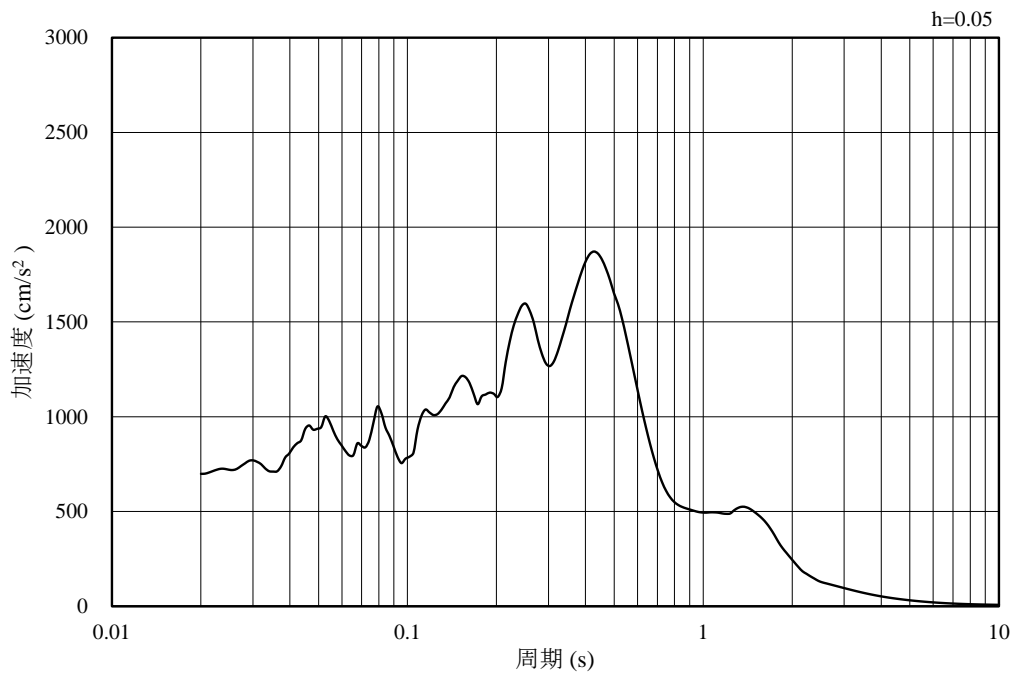


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分 : S_s-F₂ (NS))

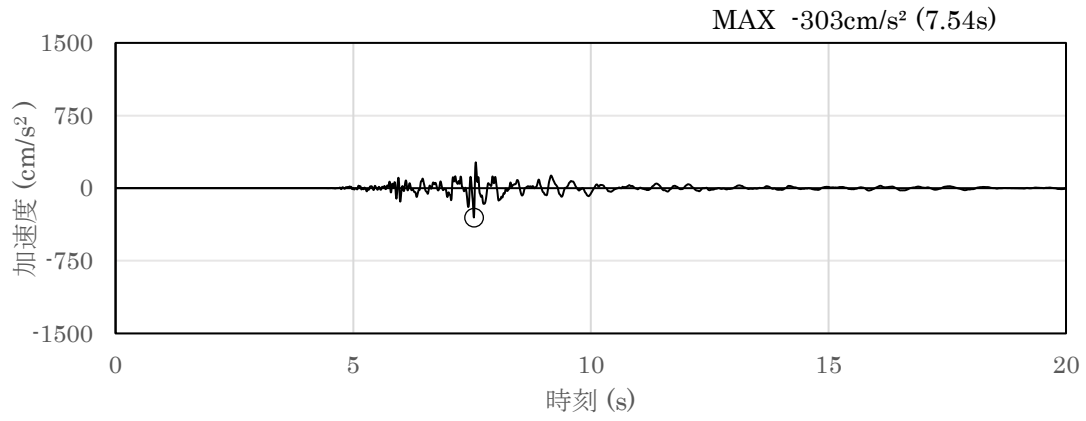


(a) 加速度時刻歴波形

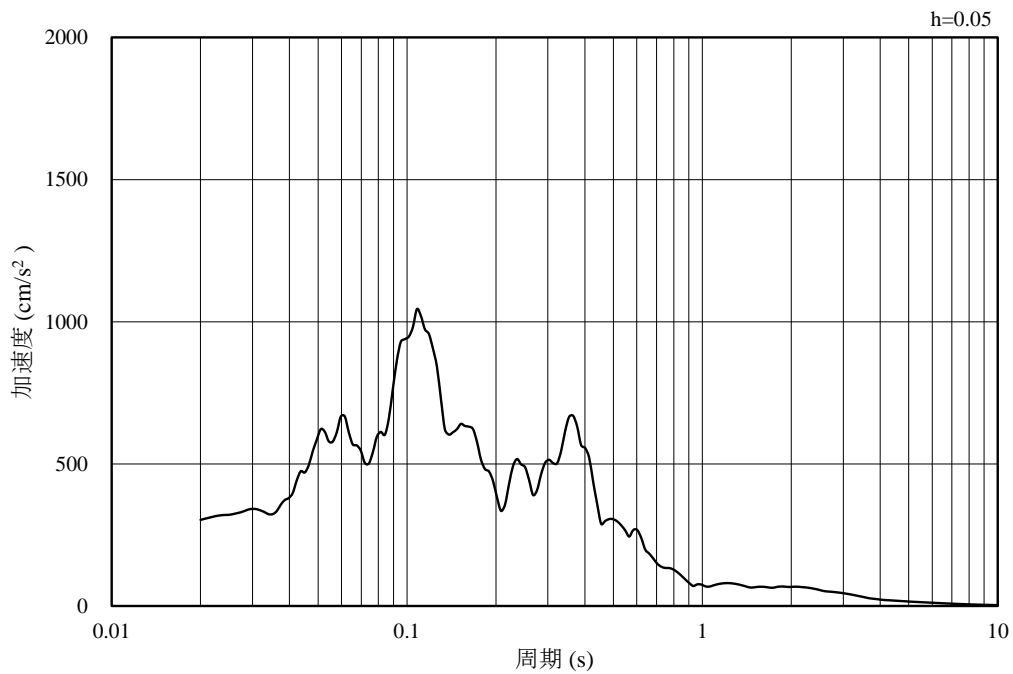


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1)

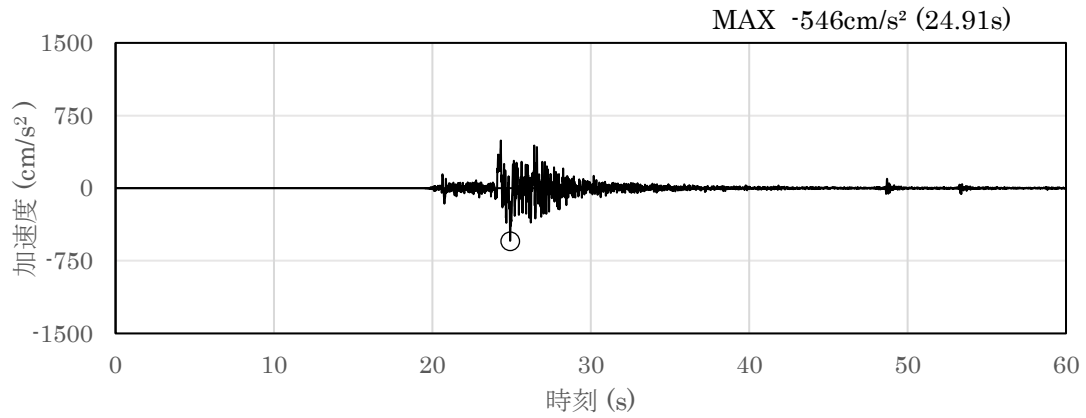


(a) 加速度時刻歴波形

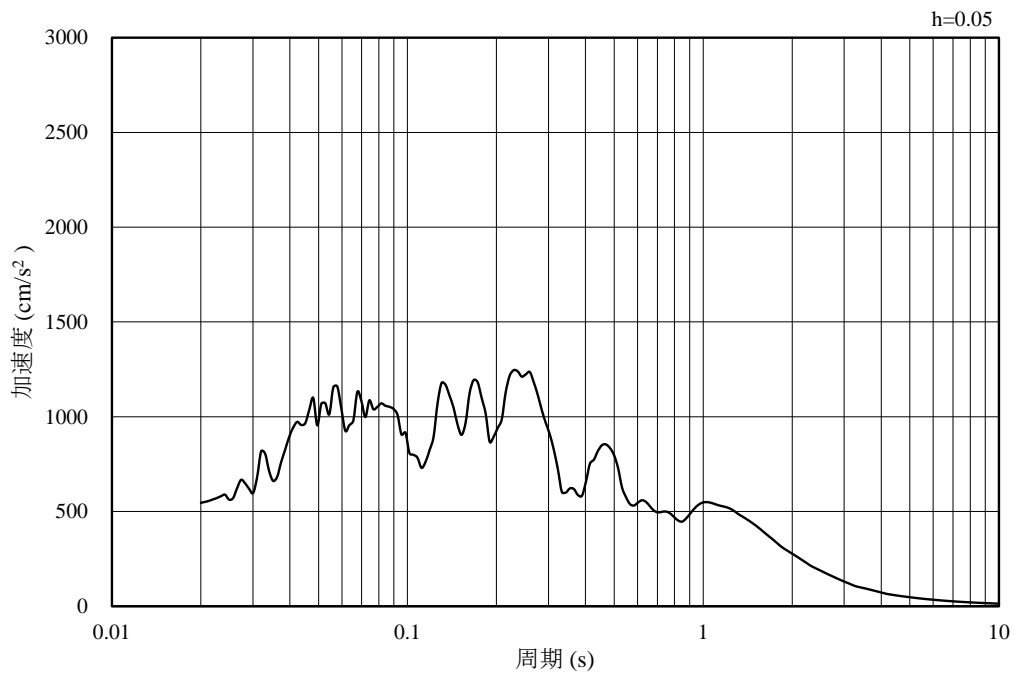


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S_s-N1)

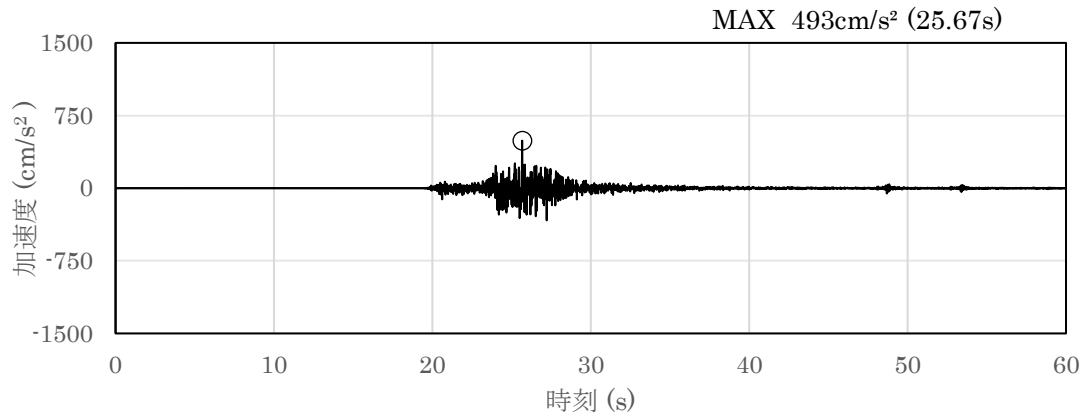


(a) 加速度時刻歴波形

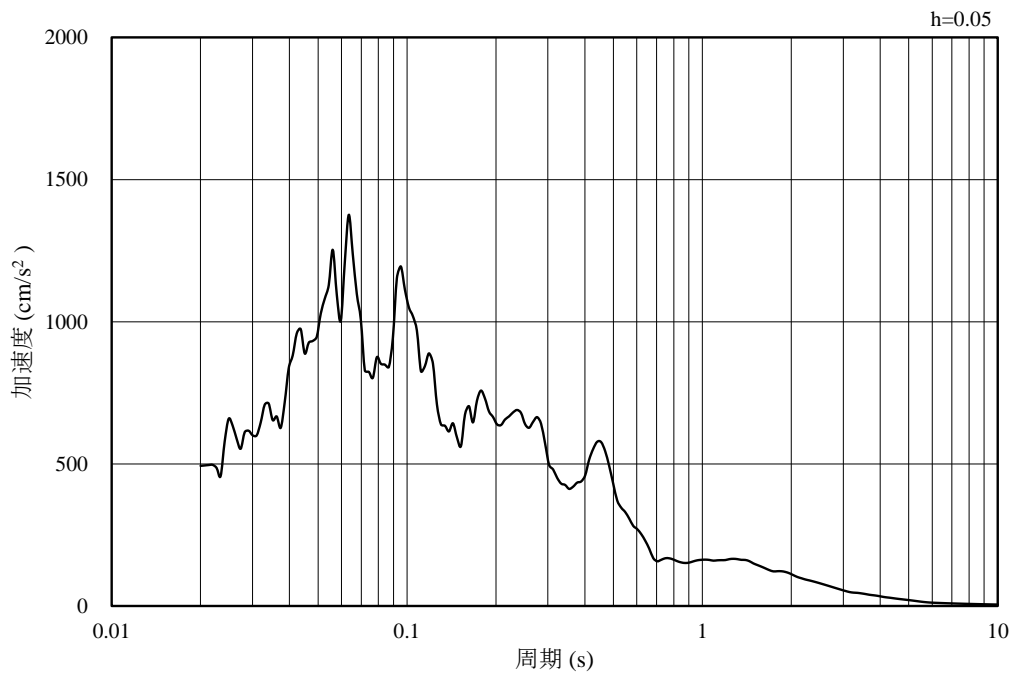


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 2 (N S))

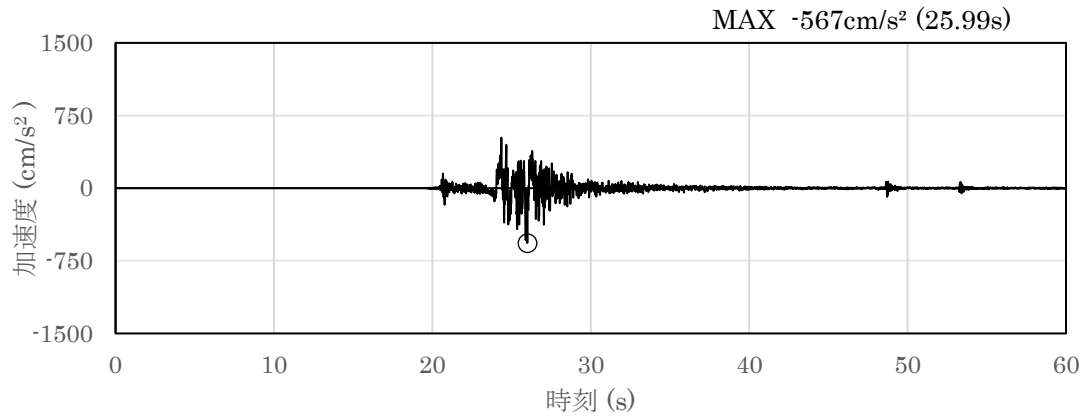


(a) 加速度時刻歴波形

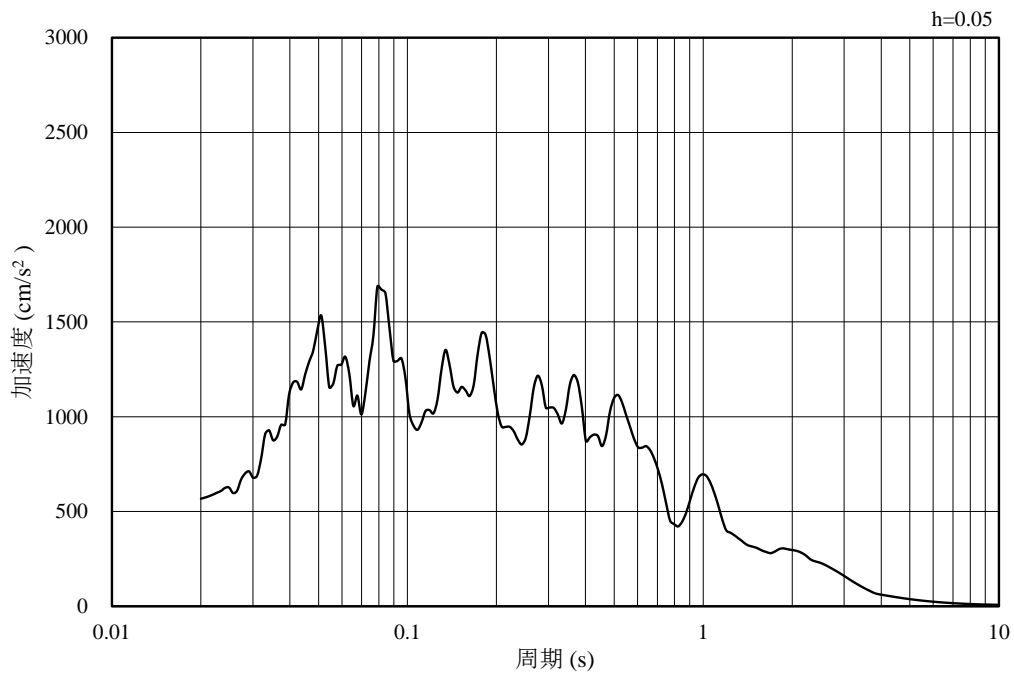


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分 : S_s - N₂ (NS))

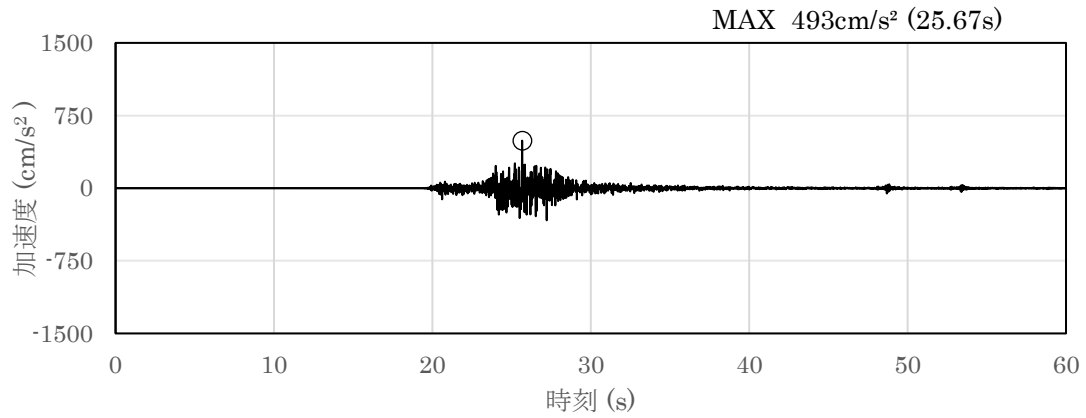


(a) 加速度時刻歴波形

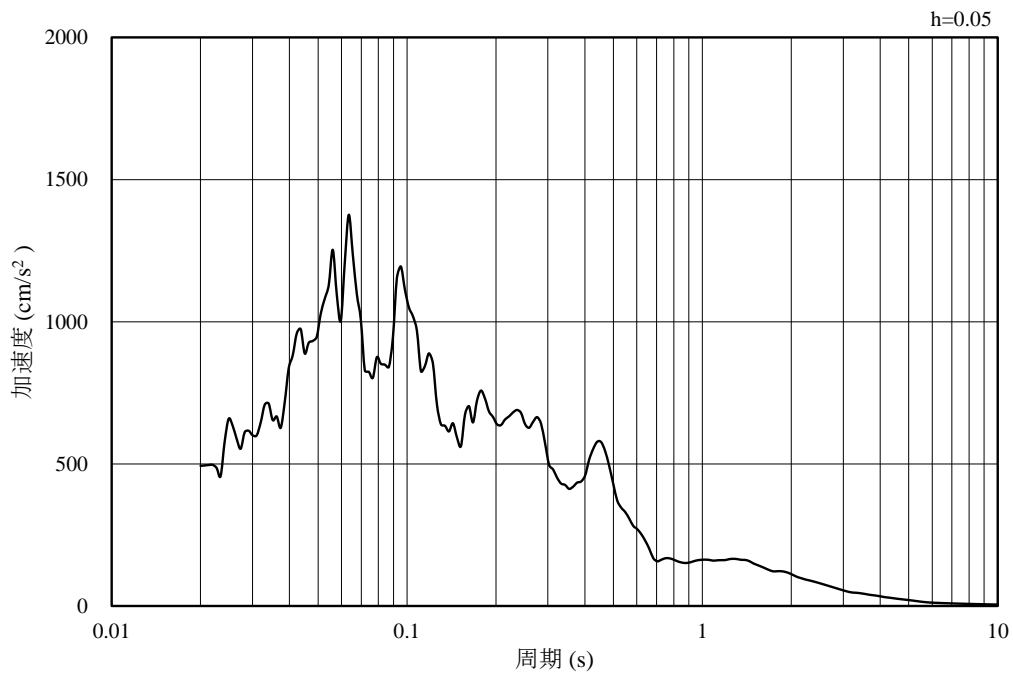


(b) 加速度応答スペクトル

図 2-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 2 (E W))



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 2-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W))

2.3.2 許容限界の設定

屋外配管ダクト（排気筒）の耐震安全性評価は、各構造物の要求機能と要求機能に応じた許容限界を設定し照査を行う。

耐震安全性評価は、限界状態設計法を用いることとし、限界状態設計法については以下に詳述する。

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアル 2005 に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%）とする。

土木学会マニュアル 2005 では、曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態は、コンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされている。圧縮縁コンクリートひずみが 1.0% の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されており、この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性が確保できるとして設定されたものである。

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表 2-17 に示す。

表 2-17 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

確認項目	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ) *

注記* : $\gamma_i \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_R} < 1.0$

ここで、

γ_i : 構造物係数 ($\gamma_i = 1.0$)

ε_R : 限界ひずみ (圧縮縁コンクリートひずみ 10000 μ)

ε_d : 照査用ひずみ ($\varepsilon_d = \gamma_a \cdot \varepsilon$)

γ_a : 構造解析係数 ($\gamma_a = 1.2$)

ε : 圧縮縁の発生ひずみ

(2) せん断の破壊に対する許容限界

構造部材のせん断破壊に対する許容限界は、棒部材式で求まるせん断耐力とする。

棒部材式

$$V_{y d} = V_{c d} + V_{s d}$$

ここで、 $V_{y d}$: せん断耐力

$V_{c d}$: コンクリートが分担するせん断耐力

$V_{s d}$: せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{c d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{v c d} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{b c}$$

$$f_{v c d} = 0.20 \sqrt[3]{f'_{c d}} \quad \text{ただし, } f_{v c d} > 0.72 (\text{N/mm}^2) \quad \text{となる場合は}$$

$$f_{v c d} = 0.72 (\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d [\text{m}]) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \quad \text{となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \quad \text{となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + 2M_o / M_{ud} \quad (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし, } \beta_n > 2.0 \quad \text{となる場合は } \beta_n = 2.0$$
$$= 1 + 4M_o / M_{ud} \quad (N'_d < 0)$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{ただし, } \beta_a < 1.0 \quad \text{となる場合は } \beta_a = 1.0$$

ここで、

$f'_{c d}$: コンクリート圧縮強度の設計用値(N/mm²)で設計基準強度 $f'_{c k}$ を材料係数 $\gamma_{m c}$ 除したもの

p_v : 引張鉄筋比 $p_v = A_s / (b_w \cdot d)$

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

d : 部材の有効高さ

N'_d : 設計軸圧縮力

M_d : 設計曲げモーメント

M_o : M_d に対する引張縁において、軸力方向によって発生する応力を打ち消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント) $M_o = N'_d \cdot D / 6$

M_{ud} : 軸方向力を考慮しない純曲げ耐力

- D : 断面高さ
 a / d : せん断スパン比
 γ_{bc} : 部材係数

$$V_{sd} = \left\{ A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \right\} z / \gamma_{bs}$$

ここで、

- A_w : 区間 s におけるせん断補強鉄筋の総断面積
 f_{wyd} : せん断補強鉄筋の降伏強度を γ_{mc} で除したもので、 400N/mm^2 以下とする。ただし、コンクリート圧縮強度の特性値 f'_{ck} が 60N/mm^2 以上のときは 800N/mm^2 以下とする。
 α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度
 s : せん断補強鉄筋の配置間隔
 z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で $d/1.15$ とする。
 γ_{bs} : 部材係数

また、土木学会マニュアル 2005 におけるせん断耐力式による評価においては、表 2-18 に示すとおり、複数の安全係数が見込まれていることから、せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施することが可能である。

表 2-18 せん断耐力式による評価において考慮している安全係数

安全係数			せん断照査		内容
			応答値算定	限界値算定	
材料係数	コンクリート	γ_{mc}	1.0	1.3	コンクリートの特性値を低減
	鉄筋	γ_{ms}	1.0	1.0	—
部材係数*	コンクリート	γ_{bc}	—	1.3	せん断耐力（コンクリート負担分）を低減
	鉄筋	γ_{bs}	—	1.1	せん断耐力（鉄筋負担分）を低減
構造解析係数		γ_a	1.05	—	応答値（断面力）の割り増し

注記*：土木学会マニュアル 2005 では、部材係数 $\gamma_b = \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b2}$ とされている。

$$\gamma_{b1} = \begin{cases} 1.3 & (\text{コンクリート}) \\ 1.1 & (\text{鉄筋}) \end{cases}$$

$$\gamma_{b2} = \begin{cases} 1.0 & (R \leq 0.01) \\ \frac{100R + 2}{3} & (0.01 < R \leq 0.025) \\ 1.5 & (R > 0.025) \end{cases}$$

ここで、R：層間変形角

γ_{b2} は層間変形角の値によらず、部材が降伏していない状態であれば、

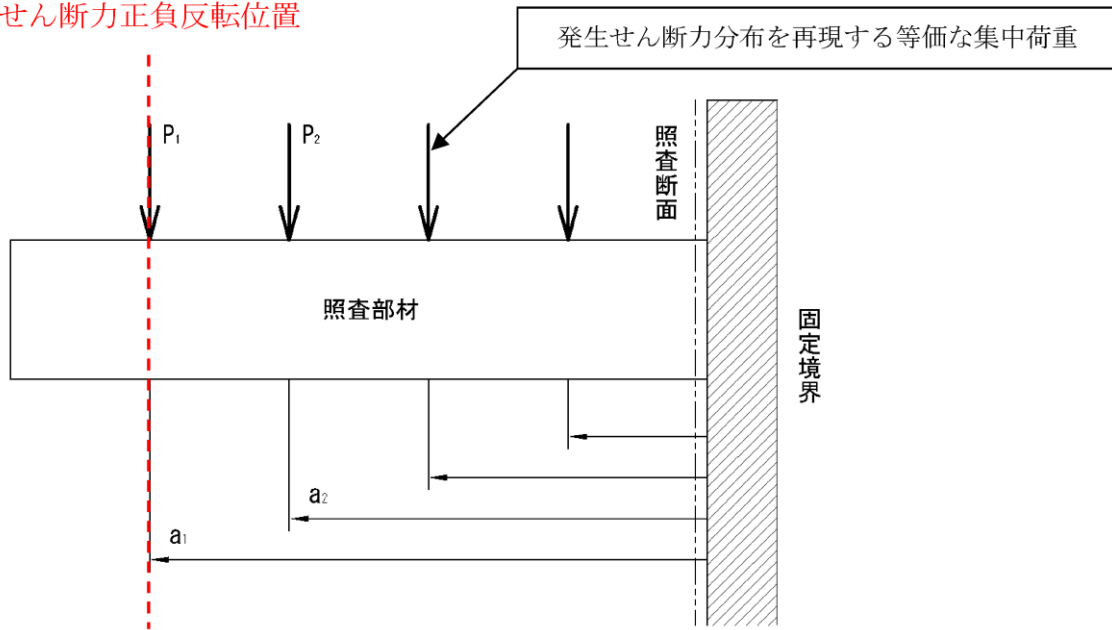
$\gamma_{b2} = 1.0$ としてよいとされている。

(3) 線形被害則による照査方法

「(2) せん断の破壊に対する許容限界」に示したせん断耐力式による照査において照査用せん断力がせん断耐力を上回る場合、分布荷重下にある部材のせん断耐力照査を合理的に行う手法として、土木学会マニュアル 2005 に基づき、線形被害則による照査を行う。照査手順を以下に記載し、線形被害則による照査方法を図 2-42 に示す。

- ①ある照査対象時刻の地震応答解析結果より、着目する部材の発生せん断力が正負反転する節点までを照査対象範囲として設定し、発生せん断力分布を再現する等価な集中荷重を算定する。
- ②各集中荷重の作用位置に基づいて、せん断スパンを設定し、せん断スパン比から算定式を選定する。
- ③照査断面を設定し、各集中荷重に対する照査断面のせん断耐力を算定する。
- ④各集中荷重とせん断耐力の比（＝被害度）の総和をとり、構造物係数 γ_i を乗じた値が評価基準値 1.0 以下になることを確認する。

せん断力正負反転位置



$$\gamma_i \cdot \left(\frac{P_1 \cdot \gamma_a}{V_1} + \frac{P_2 \cdot \gamma_a}{V_2} + \dots \right) \leq 1.0$$

γ_i : 構造物係数

γ_a : 構造解析係数

V_1 : 照査断面における P_1 に対するせん断耐力

V_2 : 照査断面における P_2 に対するせん断耐力

⋮

V_n : 照査断面における P_n に対するせん断耐力

図 2-42 線形被害則による照査方法

- a. 発生せん断力分布を再現する等価な集中荷重及びせん断スパンの算定
地震応答解析より得られた、分布荷重下にある部材に発生するせん断力分布を再現する等価な集中荷重の算定方法を図 2-43 に、土木学会マニュアル 2005 におけるせん断スパン比の取り方を図 2-44 に示す。

等価な集中荷重は、隣り合う要素に発生するせん断力の差であり、当該要素間の節点位置に作用させる。また、せん断スパンは、各集中荷重の作用位置と支承前面間の距離とする。なお、土木学会マニュアル 2005 では、せん断スパン比にハンチを考慮することができるが、ハンチは考慮しないものとする。

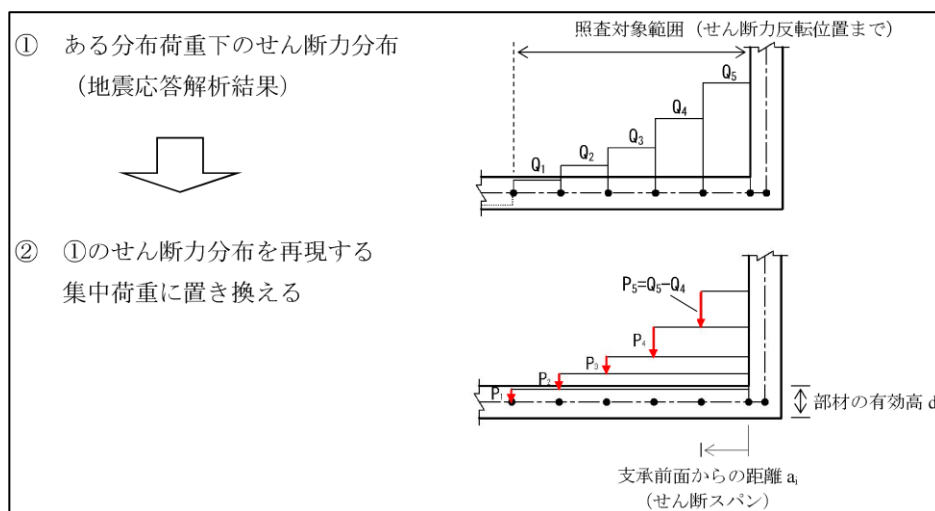


図 2-43 集中荷重の算定方法

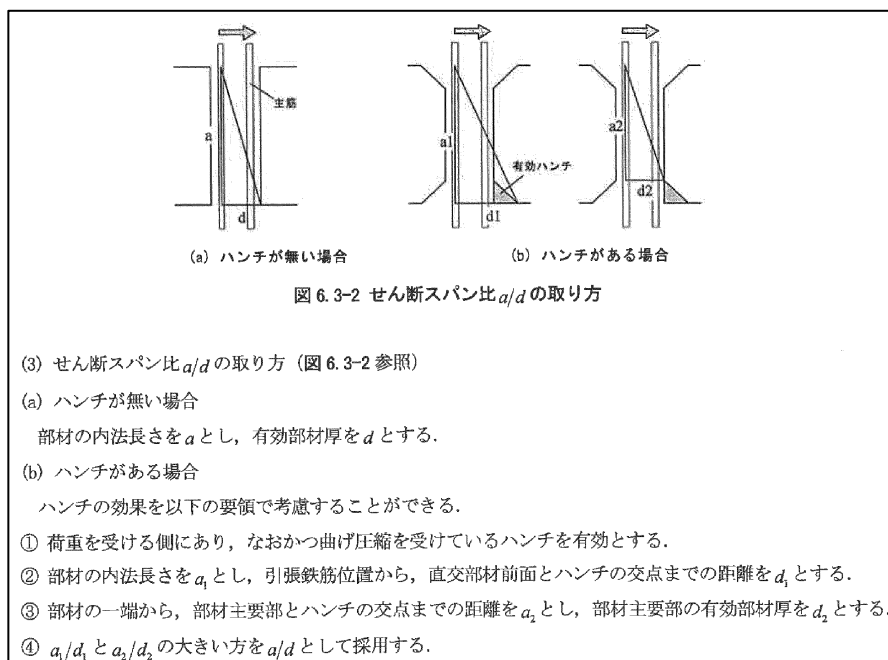


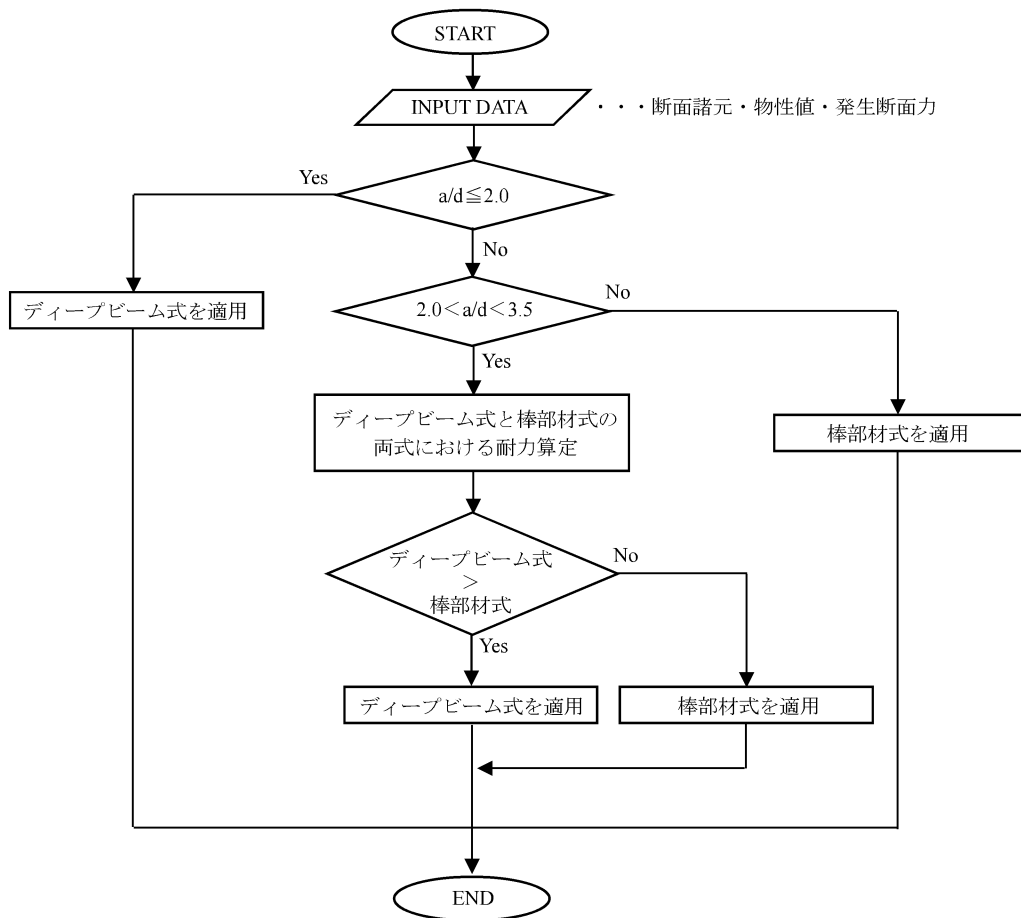
図 2-44 せん断スパン比の取り方

b. 照査断面の設定

照査断面は、せん断耐力式による照査値が最大となる断面とする。また、照査断面よりも支点寄りにある作用点の影響は考慮しない。

c. 各集中荷重に対するせん断耐力の算定

棒部材式及びディープビーム式の適用フローを図 2-45 に、棒部材式とディープビーム式の適用区分を図 2-46 に、ディープビーム式の概要を図 2-47 に示す。



せん断スパン比 (a/d) の一般的な判定目安 (土木学会マニュアル 2005 より)

0 < a/d ≤ 2.0 ディープビーム式によるせん断耐力を採用

2.0 < a/d ≤ 3.5 ディープビーム式又は棒部材式によるせん断耐力の大きい方を採用 (遷移領域)

3.5 ≤ a/d 棒部材式によるせん断耐力を採用

図 2-45 棒部材式及びディープビーム式の適用フロー

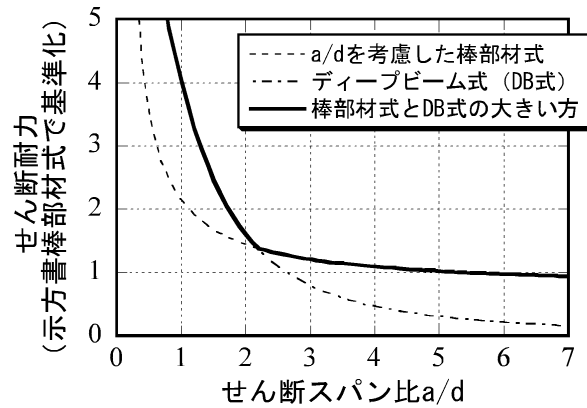


図 2-46 棒部材式とディープビーム式の適用区分

b. ディープビーム式

$$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd} \quad (6.3-6)$$

ここに、 V_{cdd} : コンクリートが分担するせん断耐力

V_{sdd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc} \quad (6.3-7)$$

$$f_{dd} = 0.19 \sqrt{f'_{cd}}$$

$$\beta_d = \sqrt[3]{1/d} \quad (d[\text{m}]) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_a = \frac{5}{1 + (a/d)^2}$$

γ_{bc} : 部材係数 (表 6.1-1 参照, コンクリート寄与分用の値)

$$V_{sdd} = \phi \cdot V_{sd} \quad (6.3-8)$$

$$\phi = -0.17 + 0.3a/d + 0.33/p_{wb} \quad \text{ただし, } 0 \leq \phi \leq 1$$

V_{sd} : (6.3-5)式による

p_{wb} : せん断補強鉄筋比[%]

図 2-47 ディープビーム式の概要

(4) 基礎コンクリート

a. 接地圧に対する許容限界

基礎コンクリートに発生する接地圧に対する許容限界は、「コンクリート標準示方書 2002」に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

基礎コンクリートの支持性能に対する許容限界を表 2-19 に示す。

表 2-19 基礎コンクリートの支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	$f'_{c k} = 15.6$	$f'_a = 15.6$

b. 健全性に対する許容限界

基礎コンクリートの健全性に対する許容限界は、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に基づき、表 2-20 に示すせん断強度及び引張強度とする。

表 2-20 基礎コンクリートのせん断強度及び引張強度

	評価項目	算定式	許容限界
基礎コンクリート $f'_{c k} = 15.6$ (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	$1/5 f'_{c k}$	3.12
	引張強度 (N/mm ²)	$0.23 f'_{c k}^{2/3}$	1.43

2.4 評価結果

2.4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「ひずみの時刻歴波形」，断面力に対し照査を行っている項目のうち最も厳しい照査値に対する「断面力分布」，曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査で最大照査値を示すケースにおける地盤の「最大せん断ひずみ分布」を記載する。

(1) 解析ケースと照査値

耐震評価における解析ケースについては、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「10. 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定」に基づき設定する。

耐震評価においては，基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し，ケース①を実施する。基本ケースにおいて，曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して，最も厳しい地震動を用いて，解析ケース②及び③を実施する。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合，照査値が最も厳しくなる地震動を用いて，解析ケース②及び③を実施する。

解析ケース②及び③を実施する地震動について，表2-21に示す。

上記実施ケースの結果を踏まえ，照査値に十分な裕度を有することから，追加解析を実施しない。

表 2-21 解析ケース②及び③を実施する地震動

断面	解析ケース②及び③を実施する地震動	備考
A-A断面	$S_s - D (+)$	せん断破壊から選定

(2) ひずみの時刻歴波形

曲げ・軸力系の破壊に対する照査において、最も厳しい照査値となる解析ケースの照査時刻の時刻歴波形を図 2-48 に示す。

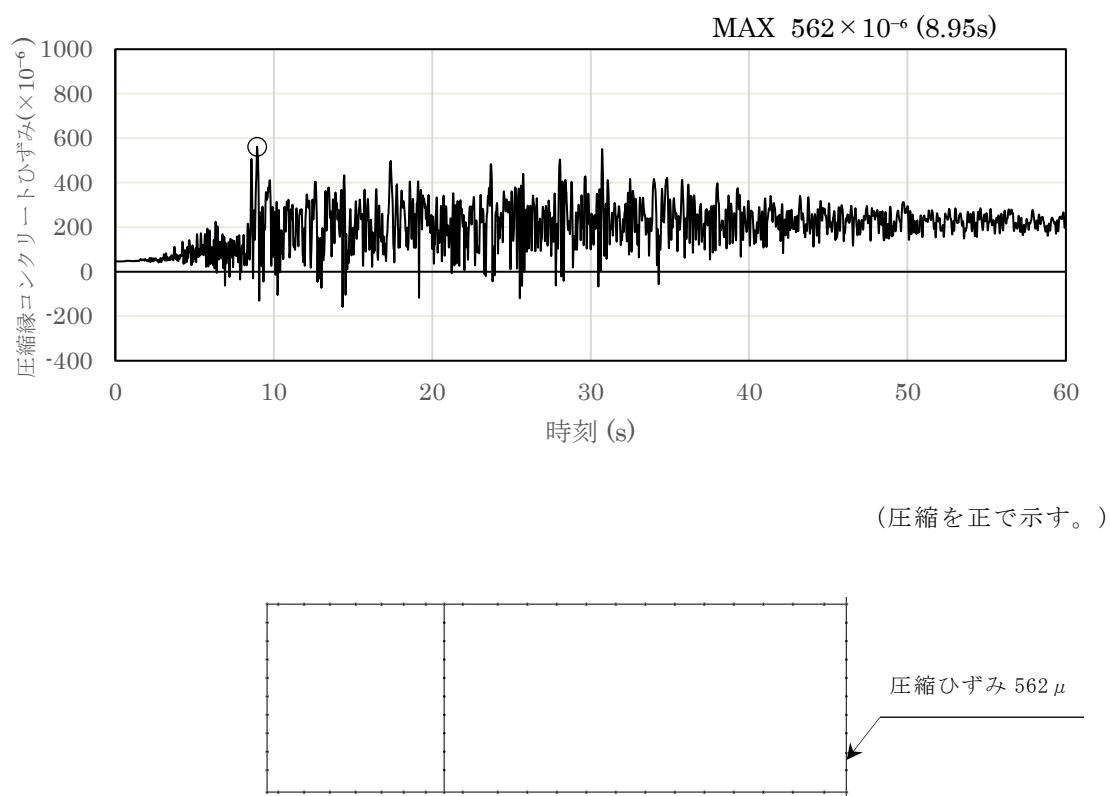


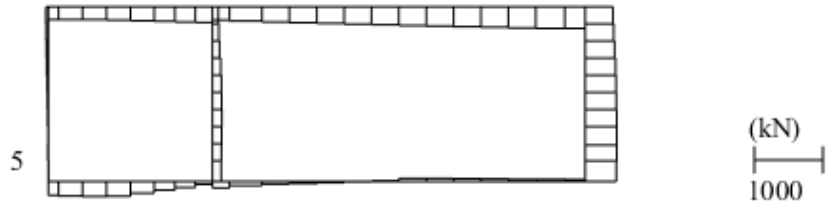
図 2-48 曲げ・軸力系の破壊に対する照査が最も厳しくなるケースの時刻歴波形
(A-A断面, 解析ケース②, S s - D (+ -))

(3) 断面力分布（せん断破壊に対する照査）

せん断破壊に対する照査において、最も厳しい照査値となる解析ケースの照査時刻における断面力分布図（曲げモーメント，軸力，せん断力）を図 2-49 に示す。



数值：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数值：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)



数值：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 2-49 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース①, $S_s - N_1$ (++))

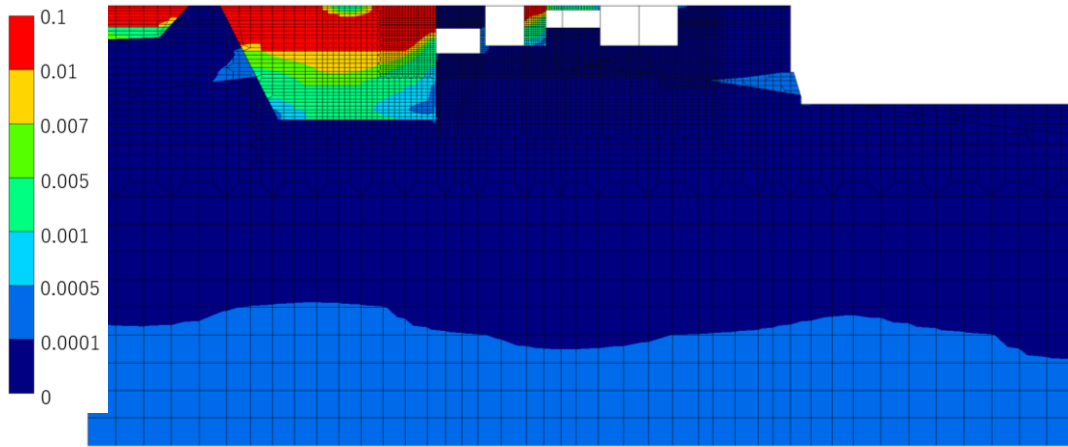
(4) 最大せん断ひずみ分布

曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査で最大照査値を示すケースについて、発生した最大せん断ひずみを確認する。

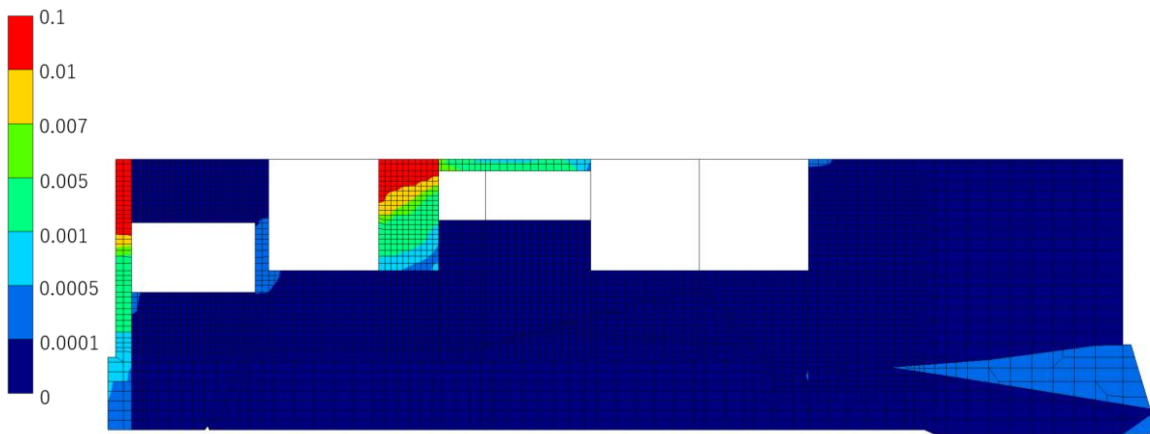
最大照査値を示す解析ケースの一覧を表 2-22 に、最大せん断ひずみ分布図を図 2-50 に示す。

表 2-22 最大照査値を示すケースの一覧

対象断面	対象ケース	照査項目
A-A断面	解析ケース① S s - N 1 (++)	せん断照査



(全体図)



(拡大図)

図 2-50 最大せん断ひずみ分布図 (A-A 断面, 解析ケース①, $S_s - N1(++)$)

2.4.2 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果

曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果を表2-23に示す。照査値は、ひずみを許容限界で除した値として時々刻々求め、全時刻において最大となる照査値を記載する。

表2-23のとおり、コンクリートの照査用ひずみが全ケースにおいて、許容限界（10000 μ ）を下回ることを確認した。

表2-23 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果
(構造強度を有することの確認：全応力解析)

解析 ケース	地震動		照査用ひずみ ϵ_d^*	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
①	S _s -D	++	635 μ	10000 μ	0.07
		-+	556 μ	10000 μ	0.06
		+ -	632 μ	10000 μ	0.07
		--	536 μ	10000 μ	0.06
	S _s -F1	++	387 μ	10000 μ	0.04
	S _s -F2	++	419 μ	10000 μ	0.05
	S _s -N1	++	452 μ	10000 μ	0.05
		-+	621 μ	10000 μ	0.07
	S _s -N2 (NS)	++	381 μ	10000 μ	0.04
		-+	431 μ	10000 μ	0.05
	S _s -N2 (EW)	++	358 μ	10000 μ	0.04
		-+	440 μ	10000 μ	0.05
②	S _s -D	+ -	675 μ	10000 μ	0.07
③	S _s -D	+ -	603 μ	10000 μ	0.07

注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.2)$

2.4.3 せん断破壊に対する評価結果

せん断破壊に対する評価結果を表 2-24 に示す。照査値は、せん断力を許容限界で除した値として時々刻々求め、全時刻において最大となる照査値を記載する。

同表より、全部材で照査値が 1.0 を下回ることを確認した。

表 2-24(1) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹		照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$	
				せん断力 V_d * ² (kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)		
①	S s - D	++	頂版	2	138	166	0.84
			側壁	4	271 [-]* ³	218 [-]* ³	1.25 [0.14]* ³
			隔壁	5	181 [-]* ³	145 [-]* ³	1.25 [0.10]* ³
			底版	7	381 [-]* ³	185 [-]* ³	2.06 [0.57]* ³
		-+	頂版	2	138	167	0.83
			側壁	4	200	225	0.90
			隔壁	5	164 [-]* ³	142 [-]* ³	1.16 [0.08]* ³
			底版	7	334 [-]* ³	179 [-]* ³	1.87 [0.50]* ³
		+-	頂版	2	130	161	0.81
			側壁	4	254 [-]* ³	230 [-]* ³	1.11 [0.12]* ³
			隔壁	5	192 [-]* ³	150 [-]* ³	1.29 [0.09]* ³
			底版	7	392 [-]* ³	182 [-]* ³	2.16 [0.58]* ³
		--	頂版	2	130	164	0.80
			側壁	3	138 [-]* ³	137 [-]* ³	1.01 [0.68]* ³
			隔壁	5	166 [-]* ³	146 [-]* ³	1.14 [0.07]* ³
			底版	7	383 [-]* ³	180 [-]* ³	2.13 [0.54]* ³

表 2-24(2) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$
					せん断力 V_d *2(kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)	
①	S s - F 1	++	頂版	2	117	167	0.70
			側壁	4	157	223	0.71
			隔壁	5	132	142	0.93
			底版	7	186 [-]*3	174 [-]*3	1.08 [0.32]*3
	S s - F 2	++	頂版	2	129	166	0.78
			側壁	4	203	222	0.92
			隔壁	5	152 [-]*3	151 [-]*3	1.01 [0.07]*3
			底版	7	194 [-]*3	173 [-]*3	1.13 [0.33]*3
	S s - N 1	++	頂版	2	106	164	0.65
			側壁	3	142 [-]*3	135 [-]*3	1.06 [0.71]*3
			隔壁	5	163 [-]*3	147 [-]*3	1.11 [0.08]*3
			底版	7	217 [-]*3	182 [-]*3	1.20 [0.39]*3
		-+	頂版	2	140	169	0.83
			側壁	4	265 [-]*3	218 [-]*3	1.22 [0.13]*3
			隔壁	5	189 [-]*3	147 [-]*3	1.29 [0.12]*3
			底版	7	311 [-]*3	196 [-]*3	1.60 [0.61]*3

表 2-24(3) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動	評価位置*1	照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$	
			せん断力 V_d *2 (kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)		
①	S s - N 2 (N S)	++	頂版 ②	118	160	0.74
			側壁 ③	89	137	0.65
			隔壁 ⑤	123	146	0.85
			底版 ⑦	172 [-]*3	172 [-]*3	1.01 [0.26]*3
		-+	頂版 ②	120	159	0.76
			側壁 ④	166	219	0.76
			隔壁 ⑤	159 [-]*3	148 [-]*3	1.08 [0.08]*3
			底版 ⑦	202 [-]*3	186 [-]*3	1.09 [0.37]*3
	S s - N 2 (E W)	++	頂版 ②	113	163	0.70
			側壁 ③	112	137	0.82
			隔壁 ⑤	131	149	0.89
			底版 ⑦	154	171	0.90
		-+	頂版 ②	151	171	0.89
			側壁 ④	146	210	0.70
			隔壁 ⑤	147	147	0.995*4
			底版 ⑦	220 [-]*3	174 [-]*3	1.27 [0.36]*3

表 2-24(4) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$
					せん断力 V_d *2 (kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)	
②	S s - D	+ -	頂版	2	139	161	0.87
			側壁	4	272 [-]*3	232 [-]*3	1.18 [0.12]*3
			隔壁	5	191 [-]*3	151 [-]*3	1.27 [0.08]*3
			底版	7	412 [-]*3	200 [-]*3	2.07 [0.64]*3
③	S s - D	+ -	頂版	2	131	166	0.79
			側壁	4	240 [-]*3	230 [-]*3	1.05 [0.12]*3
			隔壁	5	193 [-]*3	150 [-]*3	1.29 [0.09]*3
			底版	7	356 [-]*3	182 [-]*3	1.96 [0.54]*3

注記*1：評価位置は図 2-51 に示す。

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$

*3：線形被害則による照査結果であり，詳細については参考資料 2 に示す。

*4：小数点以下第 4 位を切り上げ

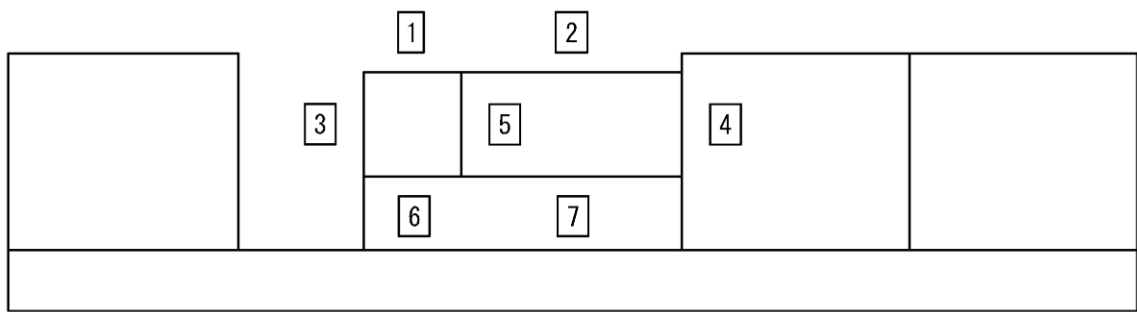
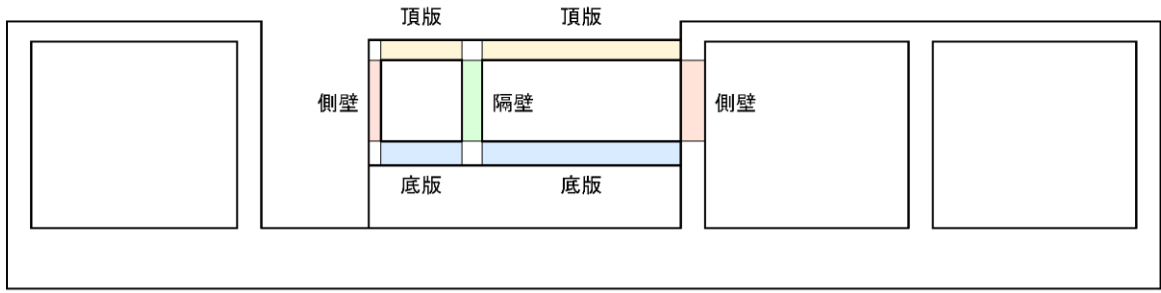


图 2-51 評価位置図 (A-A 断面)

2.4.4 基礎コンクリートに対する評価結果

(1) 支持性能評価

基礎コンクリートの支持性能に対する評価結果を表 2-25 に示す。また、最大接地圧分布図を図 2-52 に示す。

同表より、基礎コンクリートに発生する接地圧が支圧強度を下回ることを確認した。

表 2-25 基礎コンクリートの支持性能に対する評価結果

解析 ケース	地震動		最大接地圧 R_d (N/mm ²)	支圧強度 f'_a (N/mm ²)	照査値 R_d / f'_a
①	$S_s - D$	++	1.50	15.6	0.10
		-+	1.23	15.6	0.08
		+-	1.41	15.6	0.10
		--	1.23	15.6	0.08
	$S_s - F 1$	++	0.96	15.6	0.07
	$S_s - F 2$	++	1.02	15.6	0.07
	$S_s - N 1$	++	1.14	15.6	0.08
		-+	1.57	15.6	0.11
	$S_s - N 2$ (NS)	++	0.91	15.6	0.06
		-+	1.02	15.6	0.07
	$S_s - N 2$ (EW)	++	0.86	15.6	0.06
		-+	1.02	15.6	0.07
②	$S_s - D$	+-	1.45	15.6	0.10
③	$S_s - D$	+-	1.39	15.6	0.09

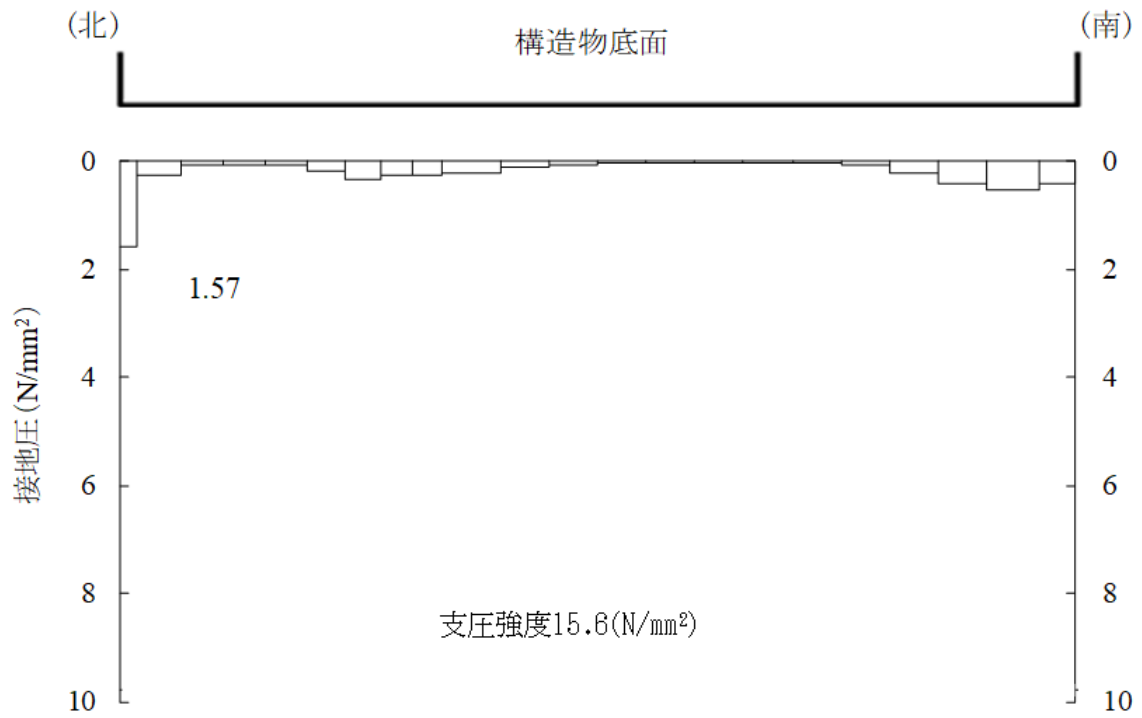


図 2-52 基礎コンクリートの最大接地圧分布図
 (解析ケース①, S s - N 1 (- +))

(2) 健全性評価

基礎コンクリートのせん断破壊に対する局所安全係数を表 2-26 に，引張破壊に対する局所安全係数を表 2-27 に示す。

局所安全係数は，全時刻において最小となる局所安全係数を記載する。

$$f_s = R / S$$

ここに， f_s ：局所安全係数

R：せん断強度又は引張強度

S：発生せん断応力又は発生引張応力

表 2-26 及び表 2-27 より，すべての局所安全係数が 1.0 を上回ることから，基礎コンクリートが健全であることを確認した。

表 2-26 基礎コンクリートのせん断破壊に対する局所安全係数

解析 ケース	地震動		せん断応力 S (N/mm ²)	せん断強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s
①	S _s -D	++	1.03	3.12	3.03
		-+	0.79	3.12	3.94
		+ -	0.93	3.12	3.34
		--	0.81	3.12	3.85
	S _s -F 1	++	0.62	3.12	5.07
	S _s -F 2	++	0.63	3.12	4.96
	S _s -N 1	++	0.77	3.12	4.03
		-+	1.07	3.12	2.92
	S _s -N 2 (NS)	++	0.55	3.12	5.65
		-+	0.67	3.12	4.65
	S _s -N 2 (EW)	++	0.65	3.12	4.77
		-+	0.66	3.12	4.75
②	S _s -D	+ -	0.98	3.12	3.19
③	S _s -D	+ -	0.92	3.12	3.40

表 2-27 基礎コンクリートの引張破壊に対する局所安全係数

解析 ケース	地震動		引張応力 S (N/mm ²)	引張強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s
①	S _s -D	++	1.33	1.43	1.07
		-+	1.16	1.43	1.23
		+ -	1.11	1.43	1.28
		--	1.17	1.43	1.22
	S _s -F 1	++	0.87	1.43	1.63
	S _s -F 2	++	1.01	1.43	1.41
	S _s -N 1	++	1.29	1.43	1.11
		-+	1.32	1.43	1.08
	S _s -N 2 (NS)	++	0.72	1.43	1.97
		-+	0.85	1.43	1.67
	S _s -N 2 (EW)	++	0.99	1.43	1.43
		-+	0.80	1.43	1.78
②	S _s -D	+ -	1.18	1.43	1.20
③	S _s -D	+ -	1.08	1.43	1.33

3. ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震評価

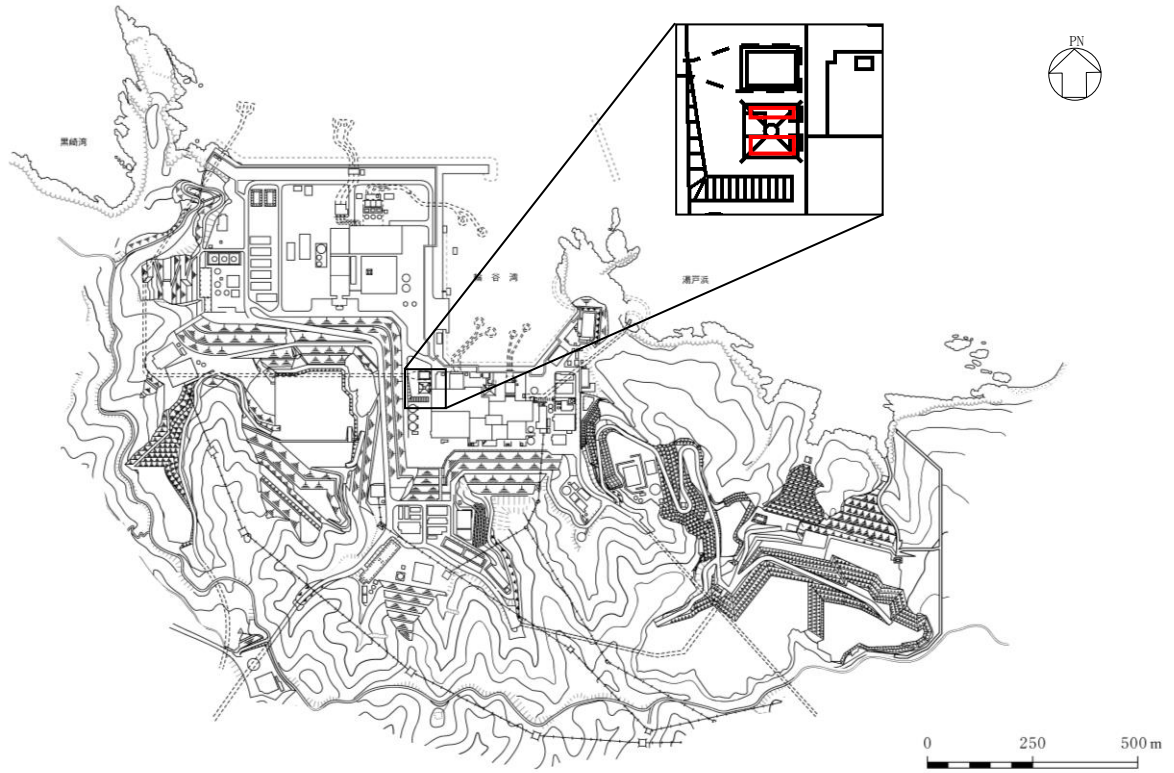
3.1 評価条件

ディーゼル燃料貯蔵タンク室については、「2. 屋外配管ダクト（排気筒）の耐震評価」で実施した地震応答解析において構造物（非線形はり要素）としてモデル化していることから、その応答値を用いた耐震評価を実施する。以降、ディーゼル燃料貯蔵タンク室特有の項目について詳述する。

3.1.1 構造概要

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の位置図を図 3-1 に、平面図を図 3-2 に、周辺状況平面図を図 3-3 に、断面図を図 3-4～図 3-6 に、概略配筋図を図 3-7 に、評価対象断面位置図を図 3-8 に示す。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室は、非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料貯蔵タンク（北側）を内包するタンク室（以下「タンク室①」という）及び2連構造で非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料貯蔵タンク（南側）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料貯蔵タンクを内包するタンク室（以下「タンク室②」という）から構成される鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、底版はSクラス施設の間接支持構造物である排気筒の基礎である。また、タンク室②の一部は、Sクラス施設の間接支持構造物である屋外配管ダクト（排気筒）の側壁と部材を共有している。



□ : ディーゼル燃料貯蔵タンク室

図 3-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 位置図

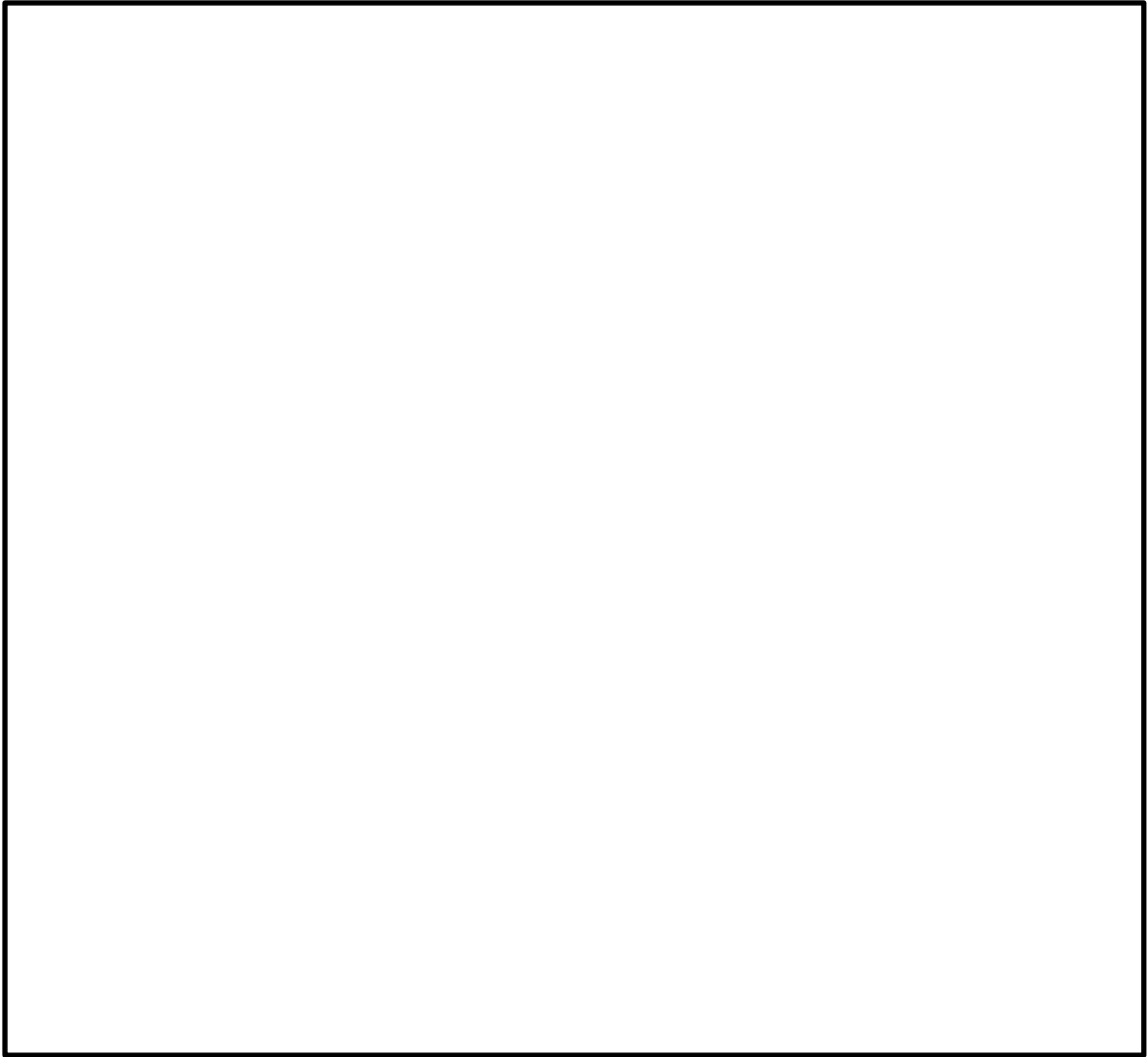


図 3-2 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 平面図

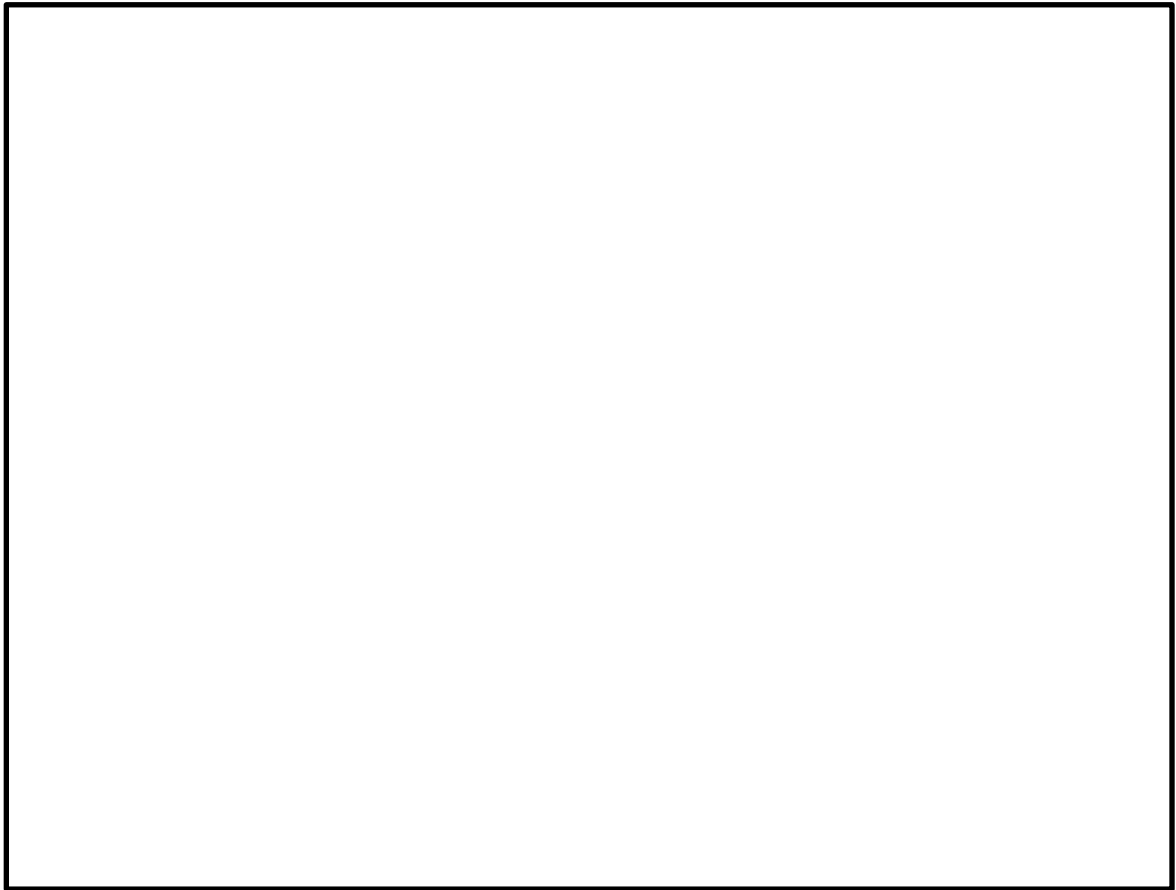


図 3-3 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 周辺状況平面図

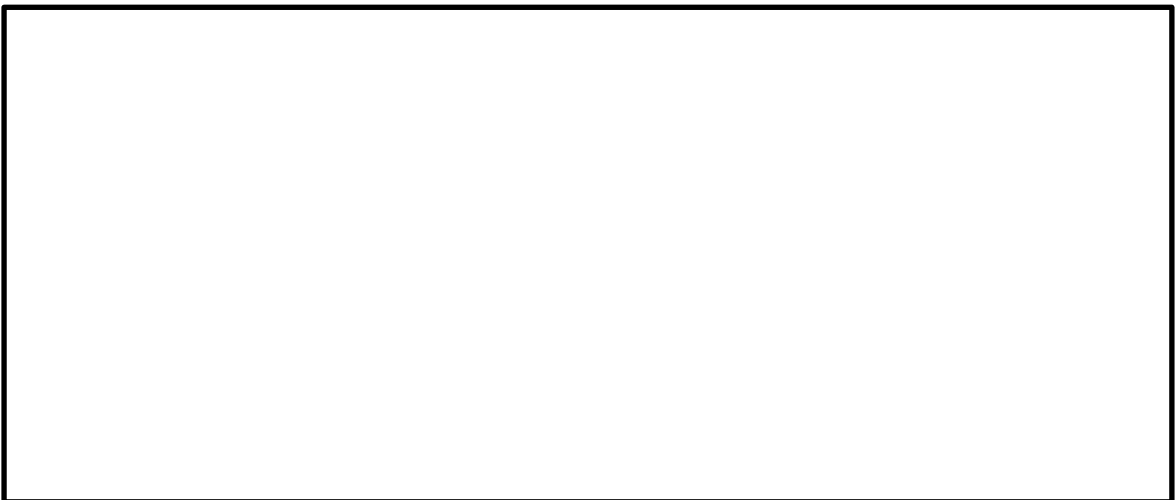


図 3-4 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 断面図 (A-A断面)

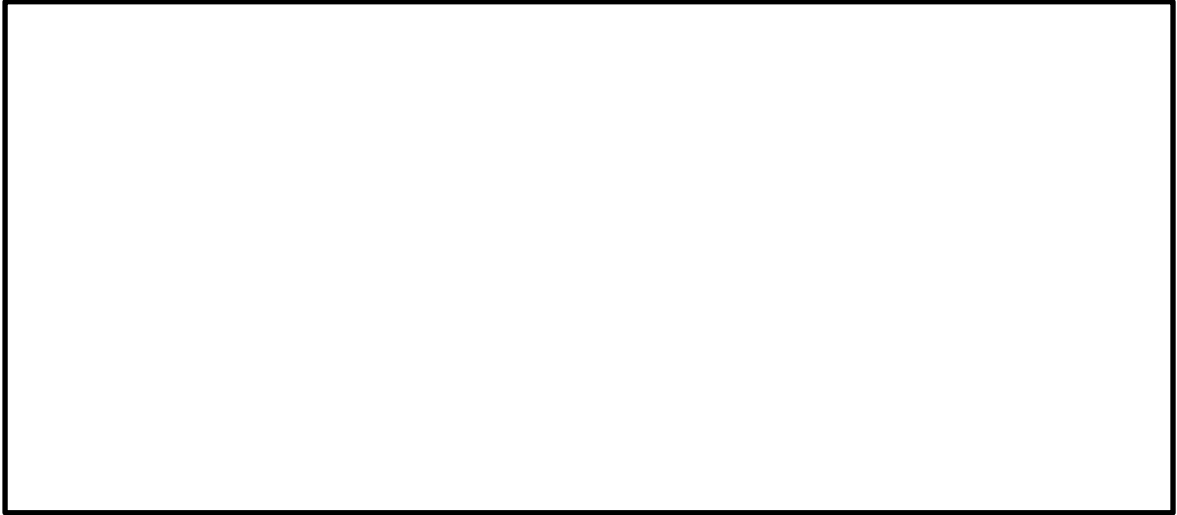


図 3-5 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 断面図 (B-B 断面)

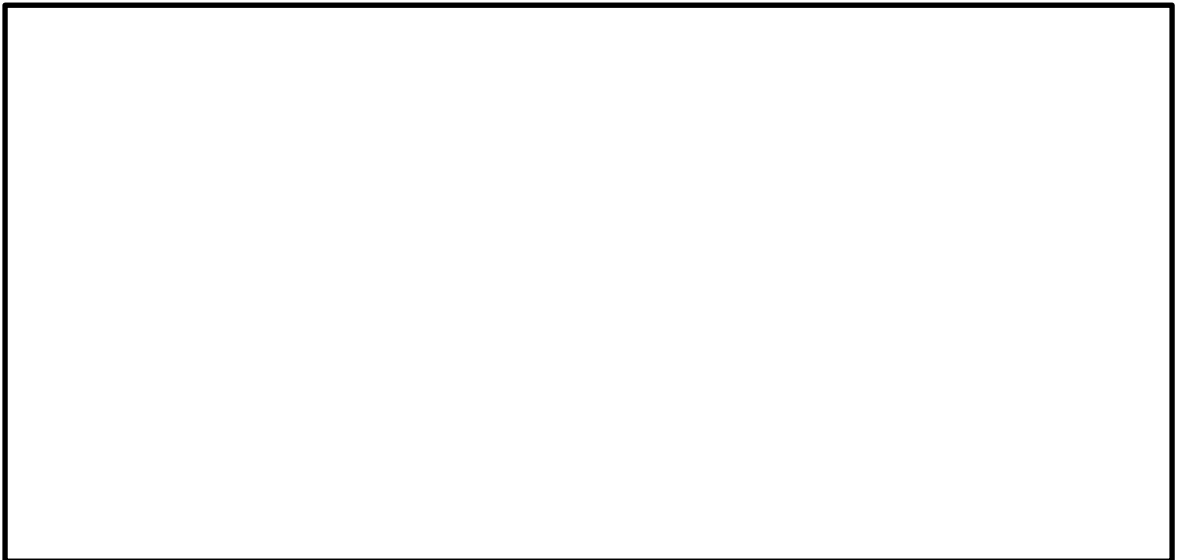
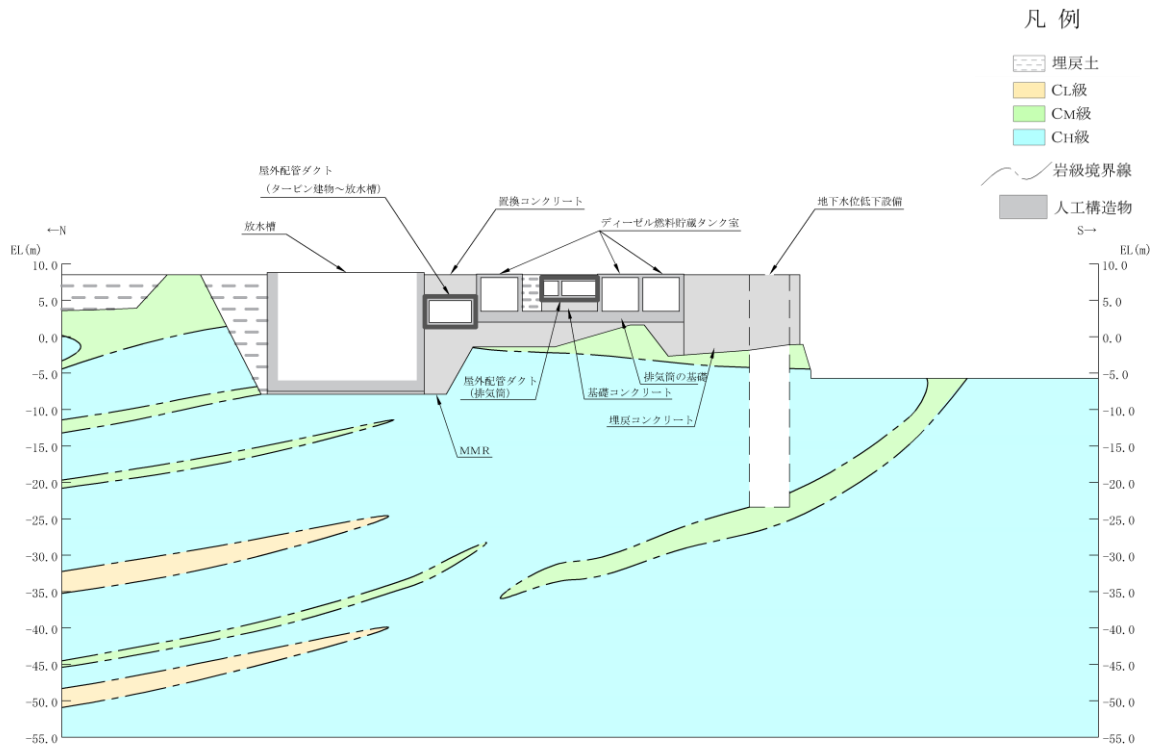


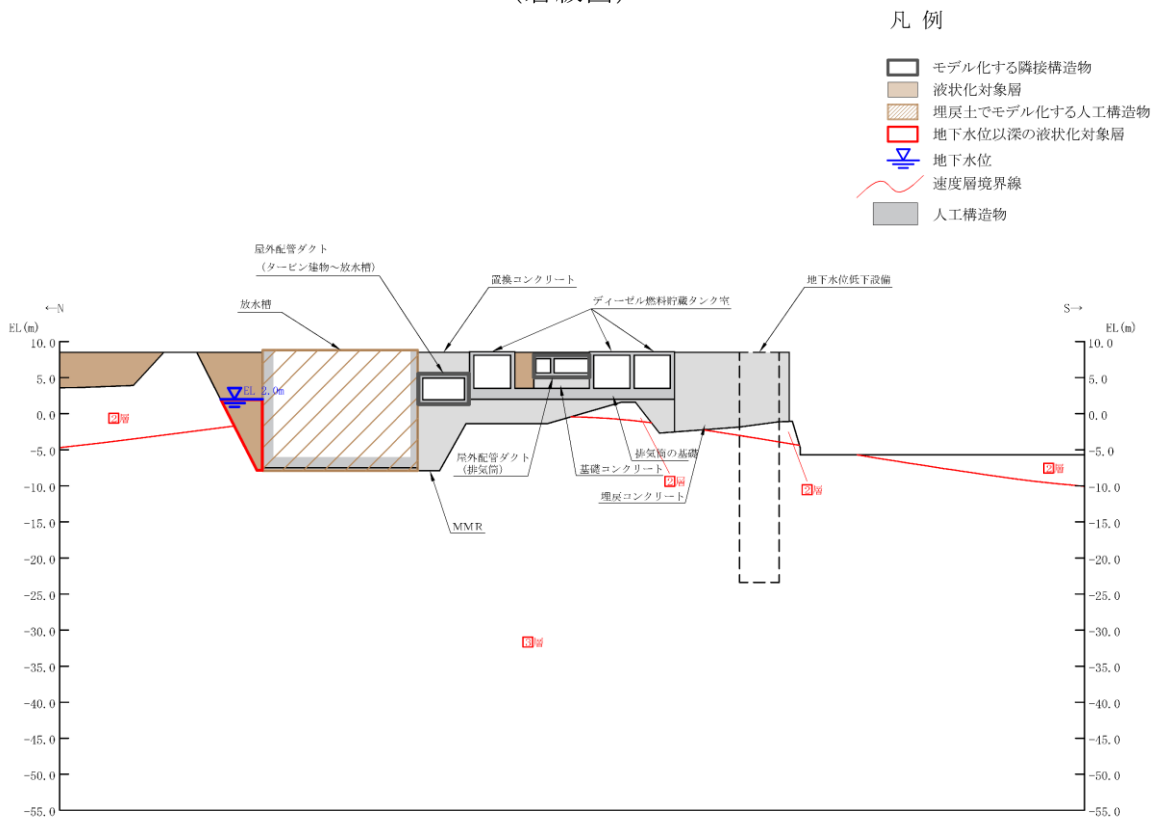
図 3-6 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 断面図 (C-C 断面)



図 3-7 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 概略配筋図 (A-A 断面)



(岩級図)



(速度層図)

図 3-8 ディーゼル燃料貯蔵タンク室 評価対象断面図 (A-A 断面位置)

3.1.2 評価対象断面の選定

評価対象構造物であるディーゼル燃料貯蔵タンク室の弱軸方向断面として、屋外配管ダクト（排気筒）を含めて評価できるA-A断面を選定する。

C-C断面については表3-1に示すとおり、A-A断面の評価に包絡されると考えられるため、選定しない。

また、強軸方向についても、図3-3に示すとおり、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の西側に埋戻土が分布することから、B-B断面を用いて土圧を考慮した評価を実施する。評価結果については、「参考資料1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）の耐震性について」に示す。

表3-1 弱軸方向断面の評価対象断面選定の考え方

前提	<p>以下の観点から、タンク室②と比較してタンク室①の評価が厳しくなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンク室の構造寸法及び配筋は同じであるが、タンク室①はタンク室②に比べて1基当たりの内空が大きい。 ・タンク室①は側方に構造物又は置換コンクリートを介して埋戻土（埋戻土としてモデル化する放水槽を含む）が広範囲に分布するが、タンク室②は側方に剛性の大きい埋戻コンクリートが幅広く分布する。 ・全ての評価対象構造物は排気筒の基礎の上に設置されているため、断面ごとの応答特性に大きな差はない。
A-A断面とC-C断面の比較	<p>C-C断面については、排気筒モニタ室（スラブ厚 930mm）がディーゼル燃料貯蔵タンク室の頂版の一部と一体化しており、タンク室①とタンク室②の変形が拘束されることで、タンク室それぞれが独立して挙動するよりも変形量が小さくなる。よって、C-C断面はA-A断面と比較してタンク室①の地震時の変形量が小さくなる。</p>
A-A断面の設計上の配慮	<p>A-A断面では排気筒モニタ室及び一部の機器・配管系を支持しないが、保守的にこれらの荷重も考慮する。</p>

3.1.3 評価構造物諸元

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の諸元を表 3-2 に、評価部位を図 3-9 に示す。

表 3-2 評価部位とその仕様(B-B断面)

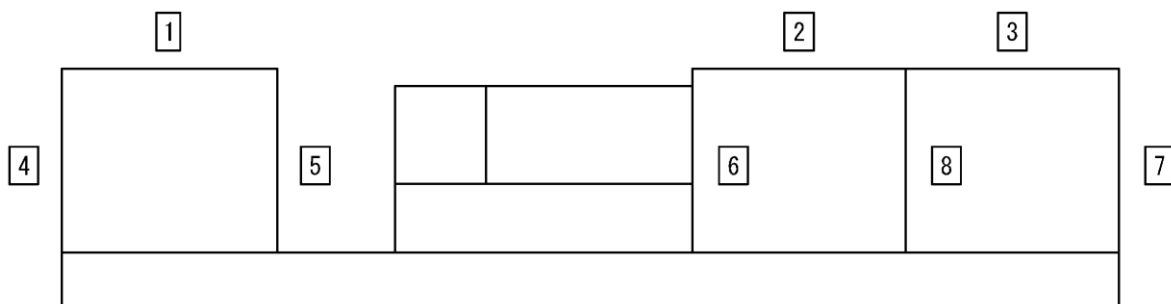
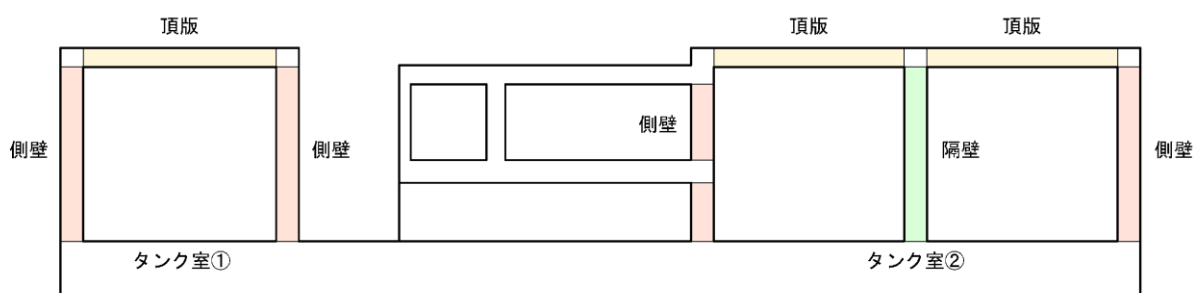


図 3-9 評価部位 位置図

3.1.4 機器・配管荷重

解析モデルに考慮する機器・配管系の荷重図を図3-10に示す。ディーゼル燃料貯蔵タンク室は、頂版部で排気筒モニタ室又は機器・配管系を支持しているため、その影響を付加質量としてモデル化することで考慮する。排気筒モニタ室及び機器・配管系の位置図を図3-11に示す。

評価対象断面であるA-A断面において、排気筒モニタ室及び機器・配管系の一部は支持されていないが、排気筒の基礎上の構造物を網羅的に評価する観点から、これらの荷重についても保守的に考慮する。

なお、タンクの重量については排気筒の基礎のみが負担しており、排気筒の基礎上の構造物の評価に与える影響が軽微であるため考慮しない。

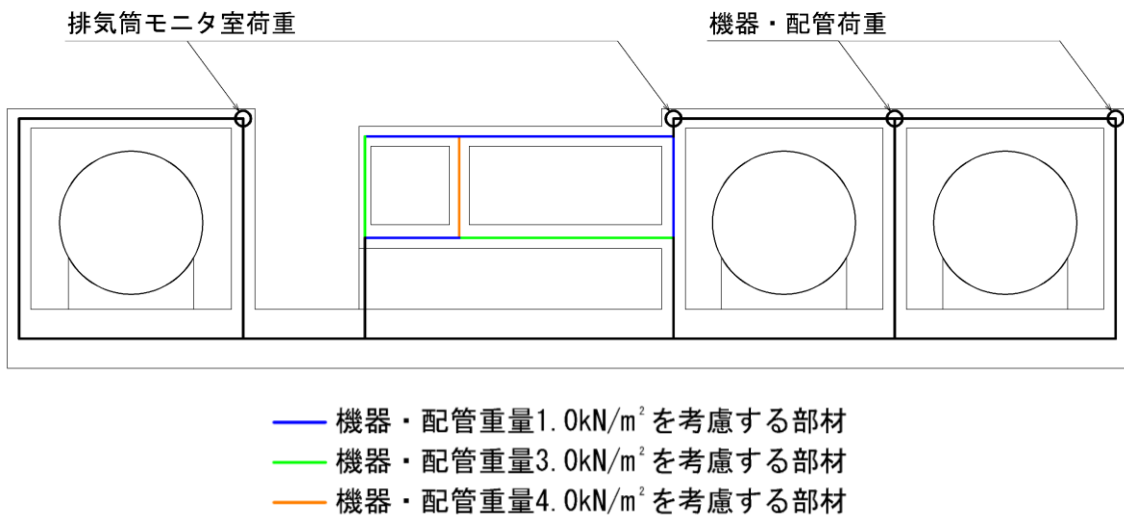


図3-10 解析用機器・配管荷重図

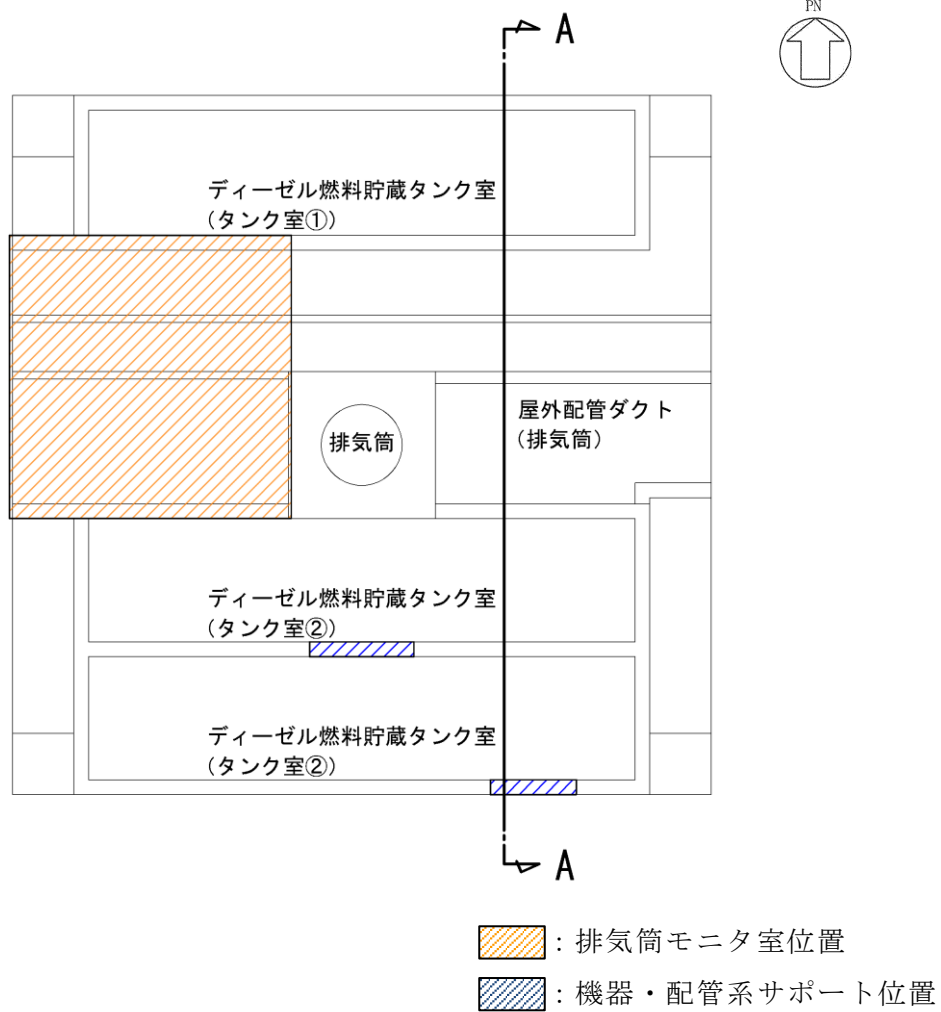


図 3-11 排気筒モニタ室及び機器・配管系サポート 位置図

3.2 評価結果

3.2.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「ひずみの時刻歴波形」，断面力に対し照査を行っている項目のうち最も厳しい照査値に対する「断面力分布」，曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査で最大照査値を示すケースの地盤の「最大せん断ひずみ分布」を記載する。

(1) 解析ケースと照査値

耐震評価における解析ケースについては、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「10. 屋外重要土木構造物等の耐震評価における追加解析ケースの選定」に基づき設定する。

耐震評価においては，基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し，ケース①を実施する。基本ケースにおいて，曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して，最も厳しい地震動を用いて，解析ケース②及び③を実施する。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合，照査値が最も厳しくなる地震動を用いて，解析ケース②及び③を実施する。

解析ケース②及び③を実施する地震動について，表3-3に示す。

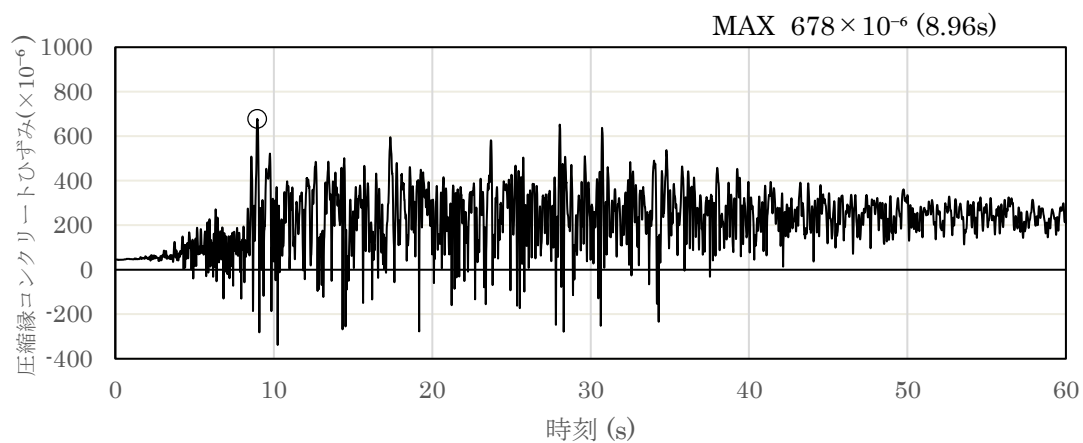
上記実施ケースの結果を踏まえ，照査値に十分な裕度を有することから，追加解析を実施しない。

表3-3 解析ケース②及び③を実施する地震動

断面	解析ケース②及び③を実施する地震動	備考
A-A断面	$S_s - D$ （++）	せん断破壊から選定

(2) ひずみの時刻歴波形

曲げ・軸力系の破壊に対する照査において、最も厳しい照査値となる解析ケースの照査時刻の時刻歴波形を図 3-12 に示す。



(圧縮を正で示す。)

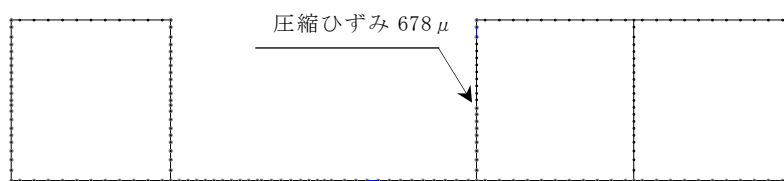
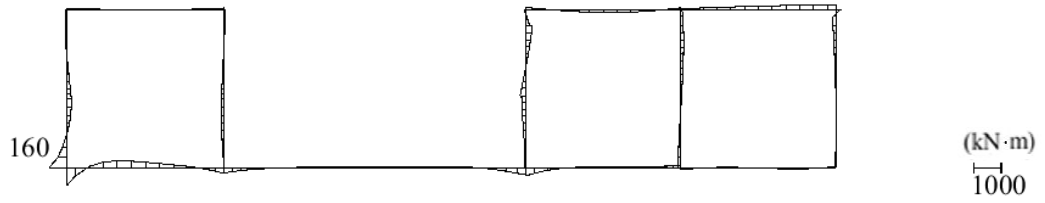


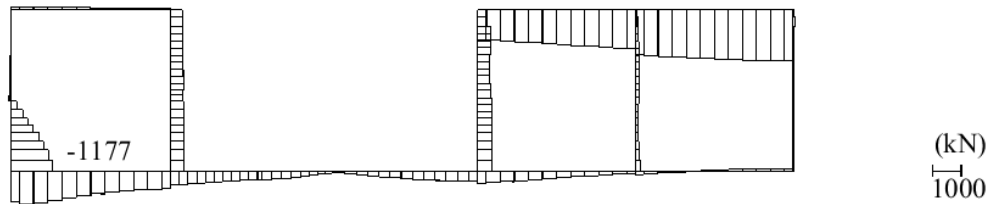
図 3-12 曲げ・軸力系の破壊に対する照査が最も厳しくなるケースの時刻歴波形
(A-A断面, 解析ケース②, S s - D (++))

(3) 断面力分布（せん断破壊に対する照査）

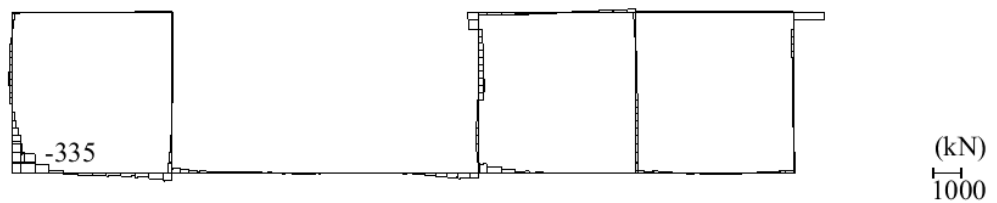
せん断破壊に対する照査において、最も厳しい照査値となる解析ケースの照査時刻における断面力分布図（曲げモーメント，軸力，せん断力）を図 3-13 に示す。



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)



数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-13 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース①, S_s-D(—))

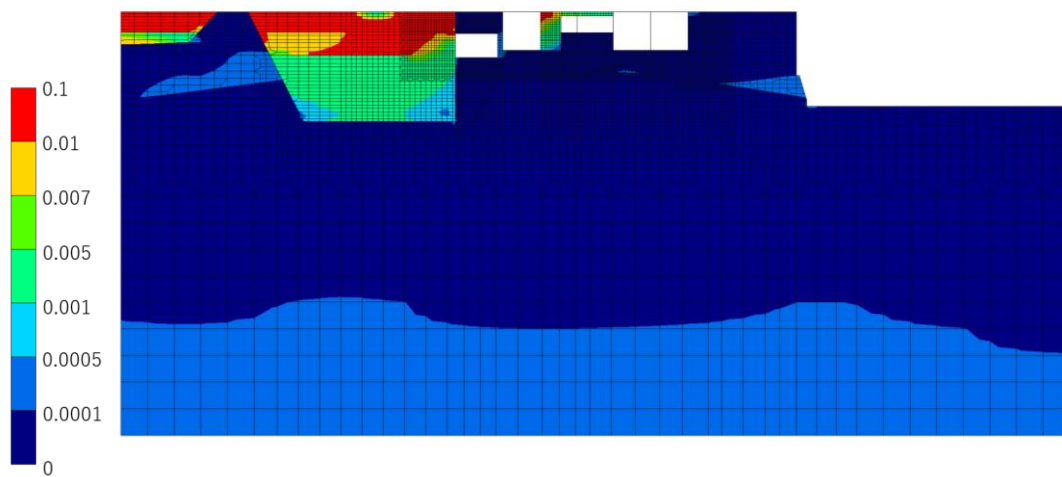
(4) 最大せん断ひずみ分布

曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査で最大照査値を示すケースについて、発生した最大せん断ひずみを確認する。

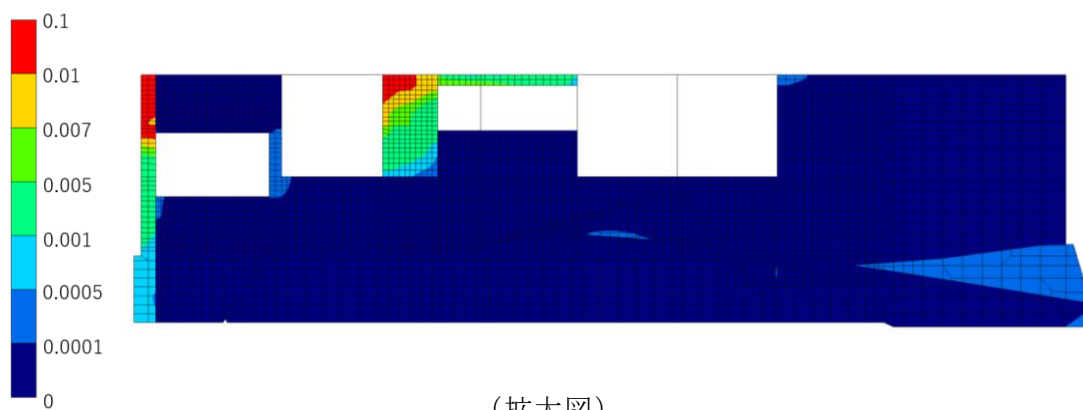
最大照査値を示す解析ケースの一覧を表 3-4 に、最大せん断ひずみ分布図を図 3-14 に示す。

表 3-4 最大照査値を示すケースの一覧

対象断面	対象ケース	照査項目
A-A断面	解析ケース① S s - D (--)	せん断照査



(全体図)



(拡大図)

図 3-14 最大せん断ひずみ分布図
(A-A断面, 解析ケース①, $S_s - D$ (—))

3.2.2 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果

曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果を表3-5に示す。照査値は、ひずみを許容限界で除した値として時々刻々求め、全時刻において最大となる照査値を記載する。

表3-5のとおり、コンクリートの照査用ひずみが全ケースにおいて、許容限界（ 10000μ ）を下回ることを確認した。

表3-5 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果
(構造強度を有することの確認：全応力解析)

解析 ケース	地震動		照査用ひずみ ϵ_d^*	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
①	S _s -D	++	759 μ	10000 μ	0.08
		-+	652 μ	10000 μ	0.07
		+ -	751 μ	10000 μ	0.08
		--	628 μ	10000 μ	0.07
	S _s -F1	++	450 μ	10000 μ	0.05
	S _s -F2	++	484 μ	10000 μ	0.05
	S _s -N1	++	536 μ	10000 μ	0.06
		-+	740 μ	10000 μ	0.08
	S _s -N2 (NS)	++	449 μ	10000 μ	0.05
		-+	504 μ	10000 μ	0.06
	S _s -N2 (EW)	++	415 μ	10000 μ	0.05
		-+	511 μ	10000 μ	0.06
②	S _s -D	++	814 μ	10000 μ	0.09
③	S _s -D	++	722 μ	10000 μ	0.08

注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.2)$

3.2.3 せん断破壊に対する評価結果

せん断破壊に対する評価結果を表 3-6 に示す。照査値は、せん断力を許容限界で除した値として時々刻々求め、全時刻において最大となる照査値を記載する。

同表より、全部材で照査値が 1.0 を下回ることを確認した。

表 3-6(1) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹		照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$	
				せん断力 V_d^{*2} (kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)		
①	S _s -D	++	頂版	2	160	180	0.90
			側壁	7	338 [-]* ³	204 [-]* ³	1.66 [0.74]* ³
			隔壁	8	140	189	0.75
		-+	頂版	3	114	147	0.78
			側壁	7	254 [-]* ³	200 [-]* ³	1.27 [0.46]* ³
			隔壁	8	140	195	0.72
		+-	頂版	3	108	133	0.81
			側壁	7	323 [-]* ³	200 [-]* ³	1.63 [0.72]* ³
			隔壁	8	136	189	0.72
		--	頂版	3	104	131	0.80
			側壁	4	352 [-]* ³	295 [-]* ³	1.20 [0.80]* ³
			隔壁	8	157	200	0.79

表 3-6(2) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動		評価位置* ¹		照査用	せん断	照査値 $V_d/V_{y d}$
					せん断力 V_d * ² (kN)	耐力 $V_{y d}$ (kN)	
①	S s - F 1	++	頂版	1	100	158	0.64
			側壁	7	185	195	0.96
			隔壁	8	105	194	0.55
	S s - F 2	++	頂版	3	101	131	0.78
			側壁	7	242 [-]* ³	197 [-]* ³	1.23 [0.38]* ³
			隔壁	8	116	193	0.60
	S s - N 1	++	頂版	1	129	162	0.80
			側壁	7	288 [-]* ³	197 [-]* ³	1.47 [0.59]* ³
			隔壁	8	149	203	0.74
		-+	頂版	2	125	165	0.76
			側壁	6	265 [-]* ³	218 [-]* ³	1.22 [0.13]* ³
			隔壁	8	125	198	0.64
	S s - N 2 (NS)	++	頂版	2	104	157	0.66
			側壁	7	208 [-]* ³	199 [-]* ³	1.05 [0.43]* ³
			隔壁	8	117	203	0.58
		-+	頂版	2	110	162	0.69
			側壁	7	185	200	0.93
			隔壁	8	115	212	0.55
	S s - N 2 (EW)	++	頂版	3	121	166	0.73
			側壁	4	246	255	0.97
			隔壁	8	103	213	0.49
-+		頂版	3	122	144	0.85	
		側壁	7	218 [-]* ³	200 [-]* ³	1.09 [0.39]* ³	
		隔壁	8	115	203	0.57	

表 3-6(3) せん断破壊に対する評価結果

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	せん断	照査値 V_d/V_{yd}
					せん断力 V_d *2 (kN)	耐力 V_{yd} (kN)	
②	S s - D	++	頂版	2	178	183	0.98
			側壁	7	320 [-]*3	204 [-]*3	1.57 [0.75]*3
			隔壁	8	154	193	0.81
③	S s - D	++	頂版	2	156	180	0.87
			側壁	7	346 [-]*3	203 [-]*3	1.71 [0.72]*3
			隔壁	8	120	184	0.66

注記*1：評価位置は図 3-15 に示す。

*2：照査用せん断力 V_d = 発生せん断力 V × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3：線形被害則による照査結果であり，詳細については参考資料 2 に示す。

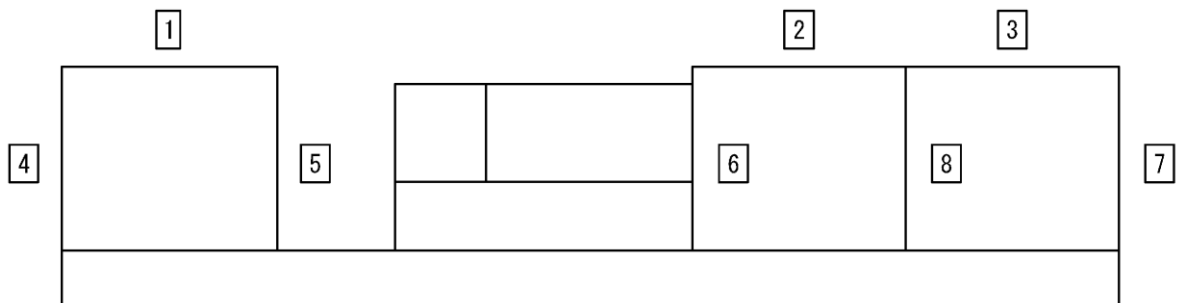
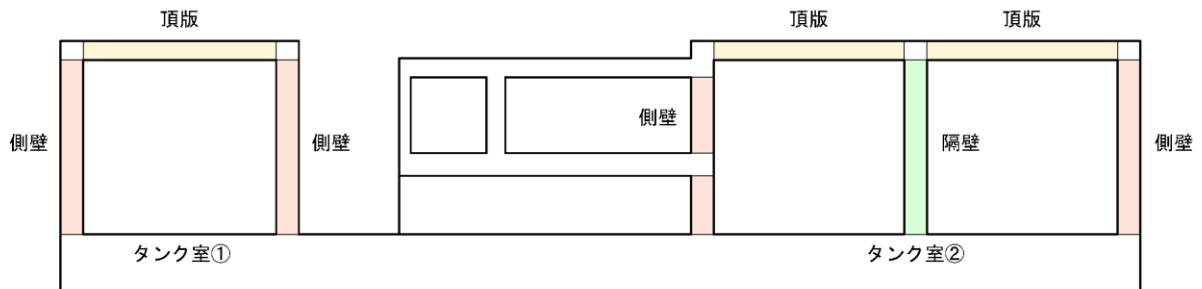


図 3-15 評価位置図 (A-A断面)

4. まとめ

屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室については，基準地震動 S_s による耐震評価として，曲げ・軸力系の破壊，せん断破壊に対する評価を実施した。

評価の結果，ひずみ及びせん断力が要求性能に応じた許容限界を下回ることを確認した。

以上から，屋外配管ダクト（排気筒）が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していること及びディーゼル燃料貯蔵タンク室が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

参考資料1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）の耐震性について

1. 概要

VI-2-11-2-15「ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震性についての計算書」では、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の弱軸断面についてモデル化し、各タンク室の頂版、側壁及び隔壁の断面評価を実施している。

本検討では、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の強軸方向の側壁のうち土圧を受ける西側の側壁について、耐震性を検討する。

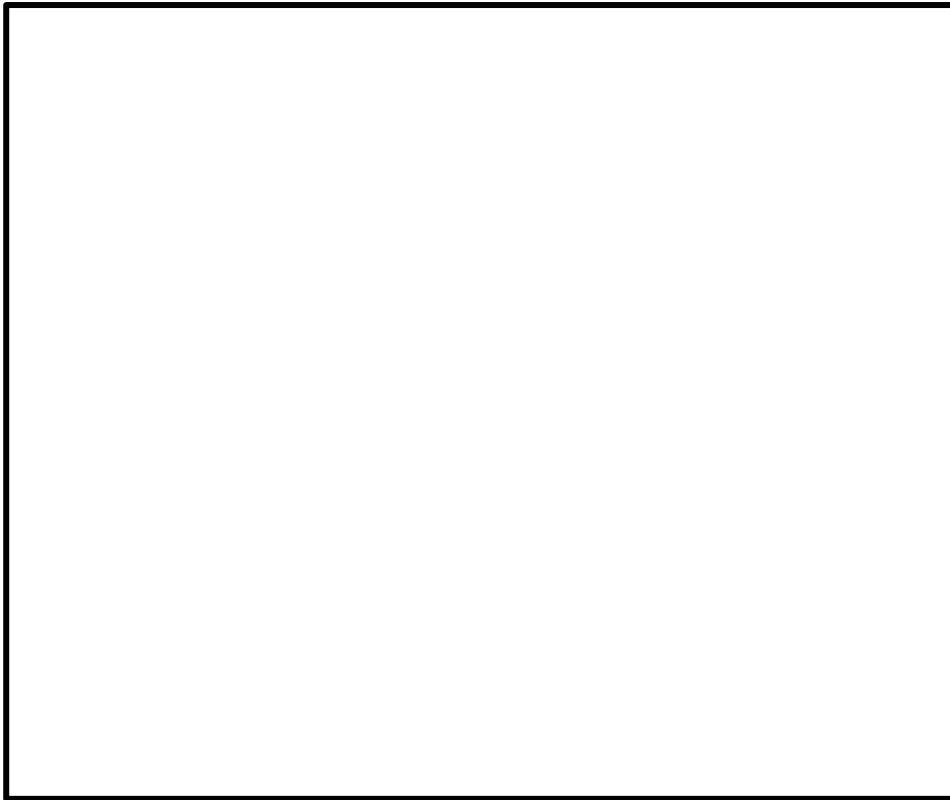
2. 検討方針

2.1 評価対象部位

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略平面図を図2-1に、概略断面図を図2-2に示す。

図2-1に示すとおり、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の西側に埋戻土があることから、土圧を考慮し、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）として、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）を対象に断面評価を行う。

なお、ディーゼル燃料貯蔵タンク室西側の側壁は壁の厚さ及び配筋が同一であるため、内法スパンが最も大きい部材を選定して断面評価を行う。図2-1に示すとおり、A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室（北側及び南側）は排気筒の鉄塔基礎と一体となっており、土圧の作用する面積が小さくなるため、高圧炉心スプレイ系ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁を評価部材として選定する。




 選定した部材

図 2-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略平面図

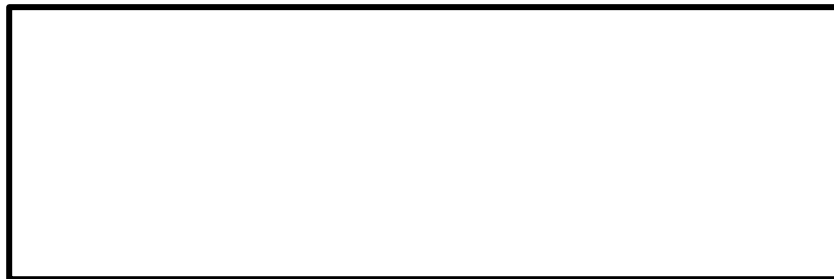


図 2-2(1) ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略断面図
(A-A断面, N S方向)




 選定した部材

図 2-2(2) ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略断面図
(B-B断面, E W方向)

2.2 荷重

(1) 固定荷重

固定荷重はディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）の自重を考慮する。

(2) 地震荷重

S s 地震時に対する評価では、ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）に作用する面外荷重として、水平方向（E W方向）の加速度による慣性力を考慮する。地震時における慣性力は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」から得られる排気筒の基礎版上端レベル（EL 3.5m）、鉄塔基礎上端レベル（EL 8.5m）及び筒身基礎上端レベル（EL 8.8m）におけるS s地震時の最大応答加速度の包絡値から算定した震度を用いて算定する。なお、震度は材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を用いて算定する。応力解析で考慮するS s地震時におけるE W方向の最大応答加速度及び震度を表2-1に示す。

表 2-1 最大応答加速度及び震度

方向	位置	最大応答加速度 (cm/s^2)	震度	検討用震度
水平方向 (E W方向)	筒身基礎上端 (EL 8.8m)	1186	1.21	1.22
	鉄塔基礎上端 (EL 8.5m)	1189	1.22	
	基礎版上端 (EL 3.5m)	1118	1.15	

(3) 地震時土圧荷重

埋戻土による地震時土圧荷重は、地震時土圧により地中部の側壁に作用する荷重として、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」に基づき算出し、常時土圧に地震時増分土圧を加えて算定した地震時土圧を設定する。

なお、地震時増分土圧の算定に用いる地盤の最大加速度は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」における地表面（EL 8.5m）の最大加速度を用いる。

地震時土圧荷重を表 2-2 に、地震時土圧による荷重分布を図 2-3 に示す。

表 2-2 地震時土圧荷重

EL (m)	地震時土圧荷重 (kN/m ²)
8.5~3.5	$136.1 + 0.5 \cdot \gamma \cdot h$

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

h : 地表面からの深さ (m)

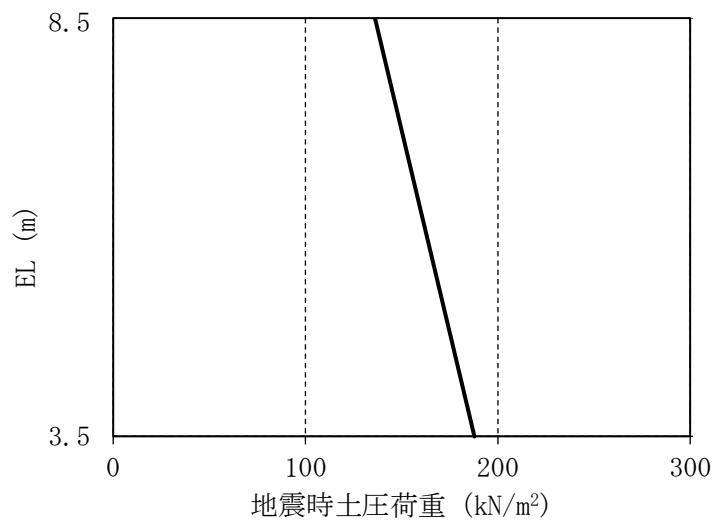


図 2-3 地震時土圧による荷重分布

2.3 許容限界

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）の許容限界は「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（(社) 土木学会，2002 年制定）」に基づく短期許容応力度とする。コンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を表 2-3 及び表 2-4 に示す。

表 2-3 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F_c	圧縮	せん断
20.6	11.8	0.63

表 2-4 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別*	短期許容引張応力度
SD35 (SD345相当)	294

注記*：建設当時の鋼材の種類を，現在の規格に読み替えた許容応力度を示す。

2.4 解析モデル及び荷重条件

(1) 解析モデル

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた静的応力解析とする。解析モデルを図2-4に示す。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

(2) 境界条件

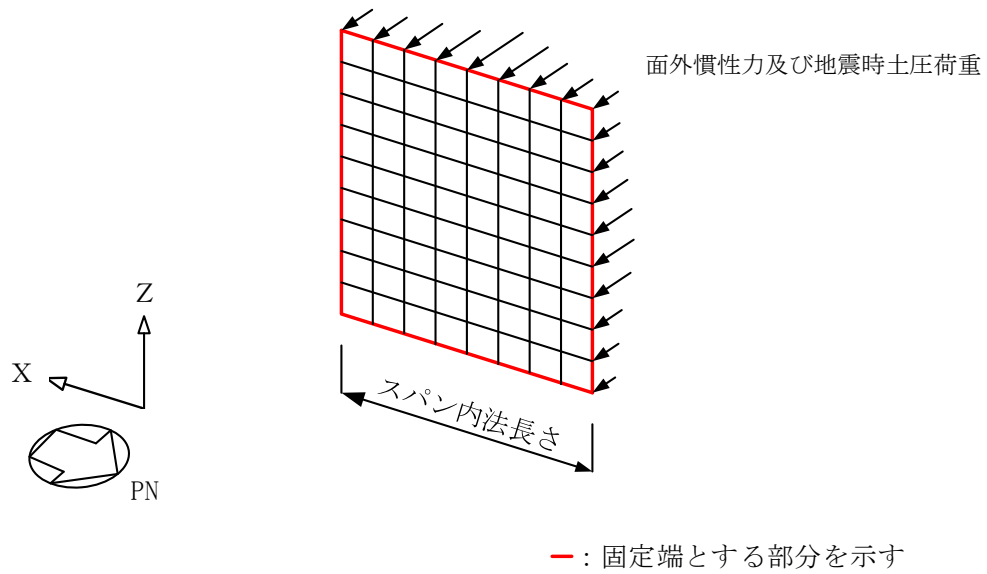
排気筒の基礎版並びにディーゼル燃料貯蔵タンク室の側壁（西側）に直交する側壁及び頂版を境界条件として、四辺固定版に置き換える。

(3) 解析諸元

解析諸元のうち使用材料の物性値については、VI-2-11-2-15「ディーゼル燃料貯蔵タンク室の耐震性についての計算書」と同一の物性値を用いる。

(4) 荷重条件

荷重は、面外方向に作用する地震荷重及び地震時土圧荷重を考慮する。地震荷重（慣性力）はモデル上の各節点における支配面積に応じた節点荷重として入力し、地震時土圧荷重は荷重分布に応じた分布荷重として入力する。



(a) 解析モデル概要図

EL 8.1

71	72	73	74	75	76	77	78
61	62	63	64	65	66	67	68
51	52	53	54	55	56	57	58
41	42	43	44	45	46	47	48
31	32	33	34	35	36	37	38
21	22	23	24	25	26	27	28
11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8

EL 3.5



(単位 : m)

(b) 要素分割図*

注記* : 要素分割図中の番号は要素番号を示す。

図 2-4 解析モデル

2.5 評価方法

(1) 応力解析方法

a. 荷重ケース

S_s地震時の応力は、次の荷重を組み合わせて求める。

G : 固定荷重

S_{SWE} : W→E方向 S_s地震荷重（地震時土圧荷重を含む）

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表2-5に示す。

表2-5 荷重の組合せケース

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + S _{SWE}

c. 応力算出方法

図2-4に示す解析モデルを用いた静的応力解析により、評価対象部位に発生するS_s地震時の断面力（曲げモーメント、軸力及びせん断力）を求める。

(2) 断面の評価方法

断面の評価は、静的応力解析より求めた評価対象部位の曲げモーメント及び軸力並びに面外せん断力に対して鉄筋コンクリート断面の照査を行う。

曲げモーメント及び軸力については、矩形断面の鉄筋コンクリート断面に対する検討を行い、コンクリートの曲げ圧縮応力度及び鉄筋の引張応力度が各々の短期許容応力度以下であることを確認する。

面外せん断力に対しては、矩形断面のせん断応力度が短期許容せん断応力度以下であることを確認する。

3. 評価結果

断面の評価結果を表 3-1～表 3-3 に示す。

S s 地震荷重によって、評価対象部位に発生する曲げモーメント及び軸力に対してコンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を超えないこと、並びに評価対象部位に発生する面外せん断力に対してコンクリートの短期許容せん断応力度を超えないことを確認した。

表 3-1 コンクリートの曲げモーメント及び軸力に対する評価結果

要素 番号	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ'_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
	曲げモーメント (kN・m)	軸力*1 (kN)			
5	116	61.2	4.20	11.8	0.36 【0.31】*2

注記*1：圧縮を正とする。

*2：参考として、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー（(社)日本建築学会，1999 改定）」に基づき、コンクリートの短期許容圧縮応力度 13.6 N/mm² を許容値とした場合の照査値を括弧内【 】に示す。

表 3-2 鉄筋の曲げモーメント及び軸力に対する評価結果

要素 番号	発生断面力		曲げ引張 応力度 σ'_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ'_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ'_s / σ'_{sa}
	曲げモーメント (kN・m)	軸力*1 (kN)			
75	113	4.39	234	294	0.80 【0.68】*2

注記*1：圧縮を正とする。

*2：参考として、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー（(社)日本建築学会，1999 改定）」に基づき、鉄筋の短期許容引張応力度 345 N/mm² を許容値とした場合の照査値を括弧内【 】に示す。

表 3-3 面外せん断力に対する評価結果

要素 番号	発生せん断力 (kN)	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}
5	283	0.625	0.63	0.993 【0.62】*

注記*：参考として、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー（(社)日本建築学会，1999 改定）」に基づき、コンクリートの短期許容せん断応力度 1.02 N/mm² を許容値とした場合の照査値を括弧内【 】に示す。

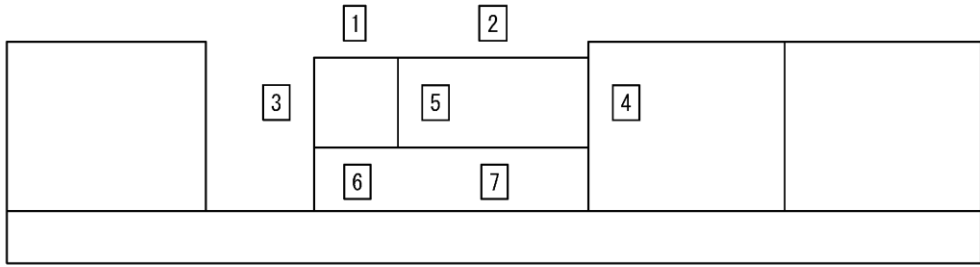
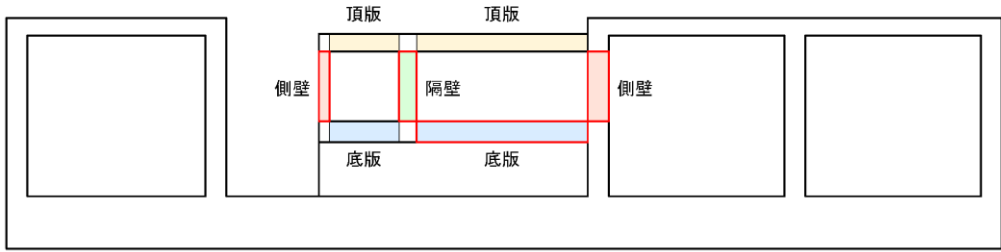
参考資料2 せん断破壊に対する照査への線形被害則適用について

1. はじめに

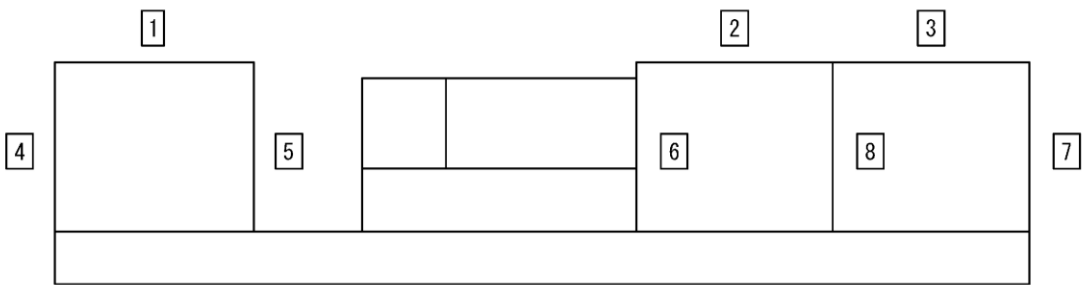
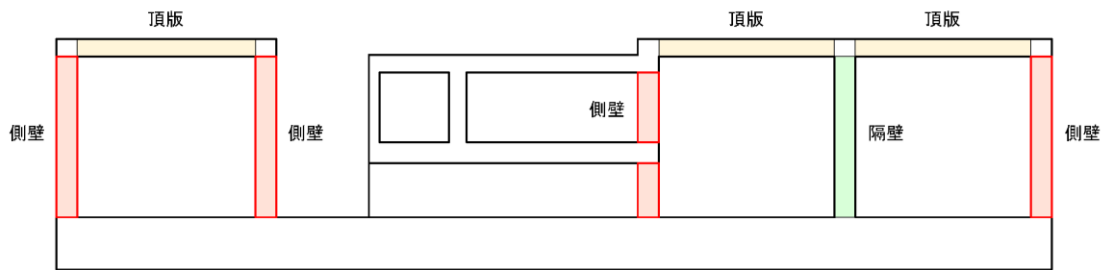
屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室のせん断破壊に対する照査については、照査用せん断力がせん断耐力を下回ることを確認することとしている。せん断照査の結果、照査用せん断力がせん断耐力を超える部材については、線形被害則を適用し、再照査を実施したことから、線形被害則適用による照査結果について示す。

2. 許容限界を超える部材

基準地震動 S_s に対する耐震評価の結果、せん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える要素が存在することが確認された。当該部材の位置を図 2-1 に、当該位置におけるの最大照査値の一覧を表 2-1 及び表 2-2 に示す。



(屋外配管ダクト(排気筒))



(ディーゼル燃料貯蔵タンク室)

: せん断耐力式による照査において、照査値が 1.0 を超える要素が存在する部材

図 2-1 せん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える要素が存在する部材

表 2-1 照査用せん断力が許容限界を超える部材の最大照査値一覧
(屋外配管ダクト (排気筒))

部位		側壁	隔壁	底版
断面高さ (mm)		300	500	600
使用鉄筋	外側	D25@200	D16@200	D16@200
	内側	D25@200	D16@200	D16@200
せん断補強筋		—	—	—
かぶり厚 (mm)		55	50	50
解析ケース		解析ケース①	解析ケース①	解析ケース②
地震動		S s - N 1 (++)	S s - N 1 (-+)	S s - D (+-)
照査用せん断力* (kN)		142	189	412
せん断耐力 (kN)		135	147	200
照査値		1.06	1.29	2.07
要求性能		構造強度	構造強度	構造強度

注記* : 照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 2-2 照査用せん断力が許容限界を超える部材の最大照査値一覧
(ディーゼル燃料貯蔵タンク室)

部位		側壁
断面高さ (mm)		600
使用鉄筋	外側	D22@150
	内側	D22@150
せん断補強筋		—
かぶり厚 (mm)		80
解析ケース		解析ケース①
地震動		S s - D (--)
照査用せん断力* (kN)		352
せん断耐力 (kN)		295
照査値		1.20
要求性能		構造強度

注記* : 照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

3. 線形被害則によるせん断破壊に対する照査

3.1 線形被害則の概要

屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室のせん断破壊に対する照査は、土木学会マニュアル 2005 に準拠し実施している。せん断破壊に対する照査について、土木学会マニュアル 2005 では、以下の 3 つの選択肢のいずれかを用いて評価すると記載がある。

- ① せん断耐力評価式
- ② 分布荷重を受ける部材のせん断耐力評価法
（等価せん断スパン比を用いた方法又は線形被害則を用いた方法）
- ③ 材料非線形解析を用いる方法

①→②→③の順でより合理的な結果が得られるため、本評価では「①せん断耐力評価式」を基本とし、許容限界を満足しないと判定される部材だけを取り出し、「②分布荷重を受ける部材のせん断耐力評価法」のうち「線形被害則」を用いた方法により再照査を行うこととする。

線形被害則による評価方法を図 3-1 に示す。線形被害則による評価においては、地震応答解析から得られた断面力分布を用いる。

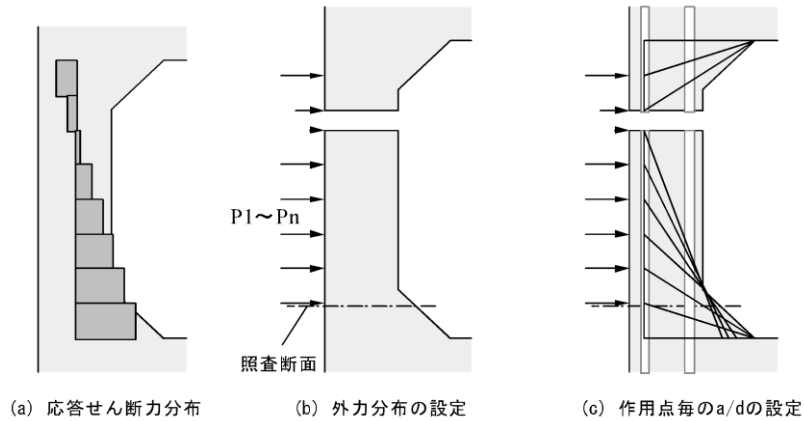


図 6.3-5 線形被害則を用いたせん断耐力評価法

(2) 線形被害則を用いた方法

このせん断耐力評価法では、応答解析の結果得られた断面力分布を基に耐力を算定する (図 6.3-5 参照)。

a. 部材の分割

応答せん断力分布を見て、部材中にせん断力の反転する点がある場合は、その点で領域分割する。照査は双方の領域に対して行う。

b. 荷重分布の設定

応答せん断力分布から、それと同じ状況を再現できる荷重分布を求める。部材非線形解析で応答を求めると、節点位置で階段状にせん断力に変化する。この変化分を着目節点位置に作用する荷重とすればよい。a. の操作による分割点における変化分は両側の領域に配分する。

c. 照査断面の設定

照査断面は、せん断応力度 (応答せん断力を断面積で除した値) が最大となる断面とする。

d. 線形被害則の適用

個々の作用 p_j (応答値側の安全係数を含む) に対するせん断耐力 V_j (限界値側の安全係数を含む) を評価し、作用力とせん断耐力の比の総和に構造物係数を乗じた値が 1.0 以内であることを確認を行う。

$$\gamma_i \cdot \sum_j \frac{P_j}{V_j} \leq 1.0 \quad (6.3-9)$$

せん断耐力は、6.3.2 項(2)で記したせん断耐力の基本式により求める。各作用に対して、作用点-支承前面間の距離を a 、有効部材厚を d として a/d を設定することを基本とする。ただし、6.3.2 項(3)と同じ要領でハンチを考慮することができる。照査断面よりも支点よりにある作用点の影響は考慮しなくてよい。なお、線形被害則を用いたこの手法は、部材外面からの作用を想定しているのに対し、断面力の中には作用点が部材外面でない慣性力の成分も含まれている。しかし、これらの部材においては土圧が支配的であると考え、すべて外面から作用しているものとして扱う。

図 3-1 線形被害則を用いたせん断耐力評価法

(土木学会マニュアル 2005 から抜粋)

3.2 線形被害則によるせん断破壊に対する照査方法

「2. 許容限界を超える部材」で示した部材について、線形被害則を適用する。

当該部材におけるせん断耐力は、土木学会マニュアル 2005 に基づき、せん断耐力の基本式（棒部材式又はディープビーム式）により算出し、せん断スパン比によって、棒部材式とディープビーム式のどちらのせん断耐力を使用するか決定する。せん断耐力の基本式を図 3-2 及び図 3-3 に示す。

個々の作用 P_j （応答側の安全係数を含む）に対するせん断耐力 V_j （限界値側の安全係数を含む）を評価し、作用力とせん断耐力の比の総和に構造解析係数 γ_a を乗じた値が 1.0 以内であることを確認を行う。

(2) 棒部材式とディープビーム式

せん断耐力は、棒部材式(6.3-3)とディープビーム式(6.3-6)の大きい方として算出する。これを以降では「せん断耐力の基本式」と称する。

a. 棒部材式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd} \quad (6.3-3)$$

ここに、 V_{cd} : コンクリートが分担するせん断耐力

V_{sd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc} \quad (6.3-4)$$

$$f_{vcd} = 0.20 \sqrt[3]{f_{cd}} \quad \text{ただし, } f_{vcd} > 0.72 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ となる場合は } f_{vcd} = 0.72 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d \text{ [m]}) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + M_0 / M_d \quad (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし, } \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は } \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 2M_0 / M_d \quad (N'_d < 0) \quad \text{ただし, } \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{ただし, } \beta_a < 1.0 \text{ となる場合は } \beta_a = 1.0$$

($a/d = 5.6$ で $\beta_a = 1.0$ となって示方書棒部材式に一致)

$p_v = A_s / (b_w \cdot d)$: 引張鉄筋比

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

N'_d : 設計軸圧縮力

M_d : 設計曲げモーメント

$M_0 = N'_d \cdot D / 6$: M_d に対する引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント)

D : 断面高さ

a : 後述の(3)で定めるスパン

γ_{bc} : 部材係数 (表 6.1-1 参照, コンクリート寄与分用の値)

$$V_{sd} = \{ A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \} z / \gamma_{bs} \quad (6.3-5)$$

図 3-2(1) せん断耐力の基本式 (棒部材式とディープビーム式)

(土木学会マニュアル 2005 より抜粋)

A_w : 区間 s におけるせん断補強鉄筋の総断面積
 f_{wyd} : せん断補強鉄筋の降伏強度で、 400N/mm^2 以下とする。ただし、コンクリート圧縮強度の特性が 60N/mm^2 以上のときは、 800N/mm^2 以下としてよい。(特性値を材料係数で除したもの)
 α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度
 s : せん断補強鉄筋の配置間隔
 z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で、一般に $d/1.15$ としてよい。
 γ_{bs} : 部材係数 (表 6.1-1 参照, せん断補強筋寄与分用の値)

b. デイープビーム式

$$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd} \quad (6.3-6)$$

ここに、 V_{cdd} : コンクリートが分担するせん断耐力

V_{sdd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc} \quad (6.3-7)$$

$$f_{dd} = 0.19 \sqrt{f_{cd}}$$

$$\beta_d = \sqrt[3]{1/d} \quad (d[\text{m}]) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_a = \frac{5}{1+(a/d)^2}$$

γ_{bc} : 部材係数 (表 6.1-1 参照, コンクリート寄与分用の値)

$$V_{sdd} = \phi \cdot V_{sd} \quad (6.3-8)$$

$$\phi = -0.17 + 0.3a/d + 0.33/p_{wb} \quad \text{ただし, } 0 \leq \phi \leq 1$$

V_{sd} : (6.3-5)式による

p_{wb} : せん断補強鉄筋比[%]

図 3-2(2) せん断耐力の基本式 (棒部材式とデイープビーム式)
(土木学会マニュアル 2005 より抜粋)

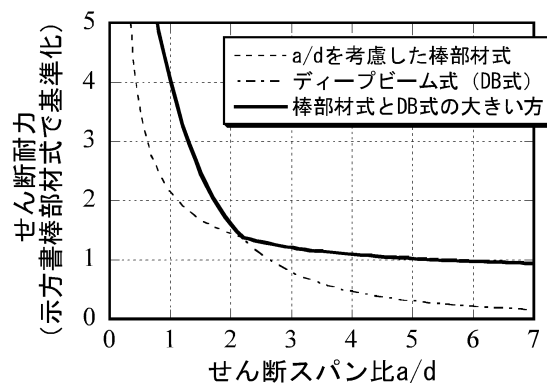


図 3-3 せん断耐力の基本式 (棒部材式とデイープビーム式の適用区分)
(土木学会マニュアル 2005 より抜粋)

4. 線形被害則による照査結果

図 4-1～図 4-4 に、各部材におけるせん断力分布図を示し、表 4-1～表 4-4 にせん断力分布及び照査結果を示す。

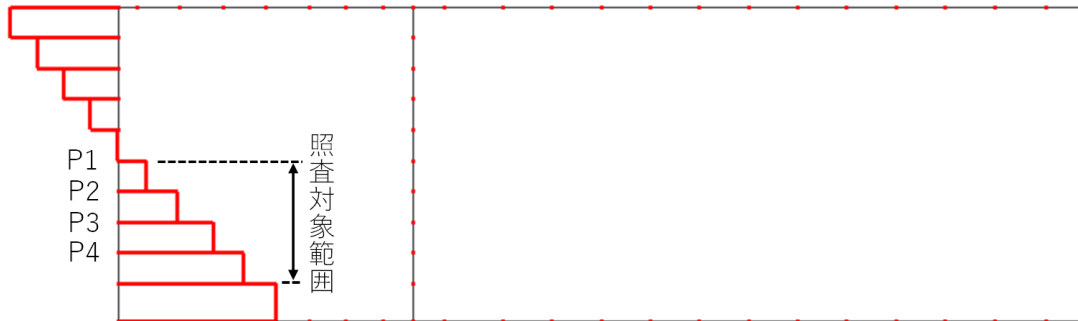


図 4-1 せん断力分布図（屋外配管ダクト（排気筒），側壁）

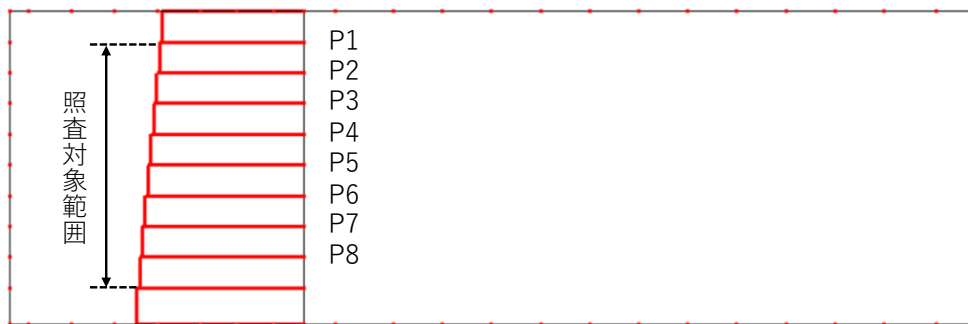


図 4-2 せん断力分布図（屋外配管ダクト（排気筒），隔壁）

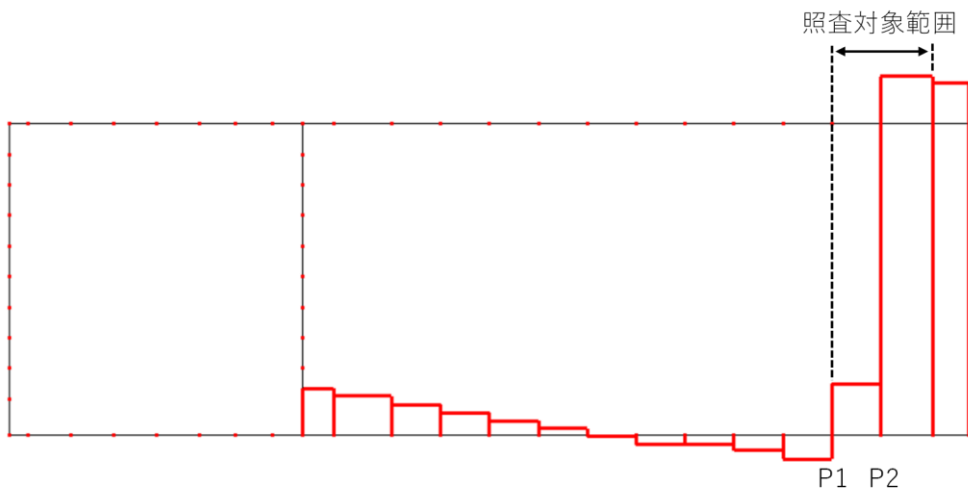


図 4-3 せん断力分布図（屋外配管ダクト（排気筒），底版）

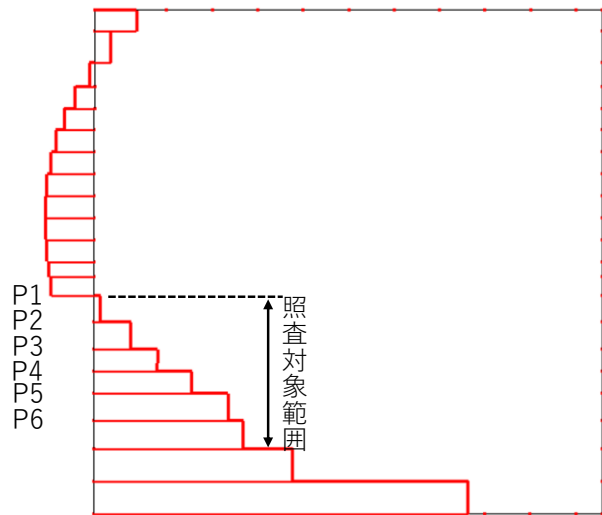


図 4-4 セン断力分布図（ディーゼル燃料貯蔵タンク室，側壁）

表 4-1 セン断力分布及び照査荷重（屋外配管ダクト（排気筒），側壁）

荷重番号	荷重 P (kN)	せん断 スパン比 a / d	照査荷重 P _d (kN)	設計用 せん断耐力 V _{y d} (kN)	照査値 P _d / V _{y d}
P 1	30.18	4.08	31.69	148	0.22
P 2	33.78	3.06	35.47	164	0.22
P 3	38.73	2.04	40.67	198	0.21
P 4	32.87	1.02	34.51	502	0.07
				合計	0.71

表 4-2 セン断力分布及び照査荷重（屋外配管ダクト（排気筒），隔壁）

荷重番号	荷重 P (kN)	せん断 スパン比 a / d	照査荷重 P _d (kN)	設計用 せん断耐力 V _{y d} (kN)	照査値 P _d / V _{y d}
P 1	2.78	4.44	2.92	157	0.02
P 2	3.02	3.89	3.17	163	0.02
P 3	3.12	3.33	3.27	172	0.02
P 4	3.15	2.78	3.31	184	0.02
P 5	3.14	2.22	3.30	203	0.02
P 6	3.15	1.67	3.31	256	0.02
P 7	3.13	1.11	3.29	432	0.01
P 8	3.10	0.56	3.26	738	0.01
				合計	0.12

表 4-3 (屋外配管ダクト (排気筒), 底版)

荷重番号	荷重 P (kN)	せん断 スパン比 a / d	照査荷重 P _d (kN)	設計用 せん断耐力 V _{y d} (kN)	照査値 P _d /V _{y d}
P 1	56.41	1.50	59.23	365	0.17
P 2	336.21	0.77	353.02	743	0.48
				合計	0.64

表 4-4 せん断力分布及び照査荷重 (ディーゼル燃料貯蔵タンク室, 側壁)

荷重番号	荷重 P (kN)	せん断 スパン比 a / d	照査荷重 P _d (kN)	設計用 せん断耐力 V _{y d} (kN)	照査値 P _d /V _{y d}
P 1	13.40	3.35	14.07	344	0.05
P 2	69.09	2.77	72.54	370	0.20
P 3	59.66	2.16	62.64	412	0.16
P 4	76.83	1.68	80.67	368	0.22
P 5	81.70	1.20	85.79	577	0.15
P 6	34.42	0.60	36.14	1035	0.04
				合計	0.80

5. まとめ

屋外配管ダクト（排気筒）及びディーゼル燃料貯蔵タンク室において、一部部材において照査用せん断力がせん断耐力を超えることから、線形被害則によるせん断耐力評価を実施し、照査用せん断力がせん断耐力を満足することを確認した。