

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-025-17 改 03
提出年月日	2023年4月17日

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

2023年4月

中国電力株式会社

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（増設部）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

## 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 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> 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」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。

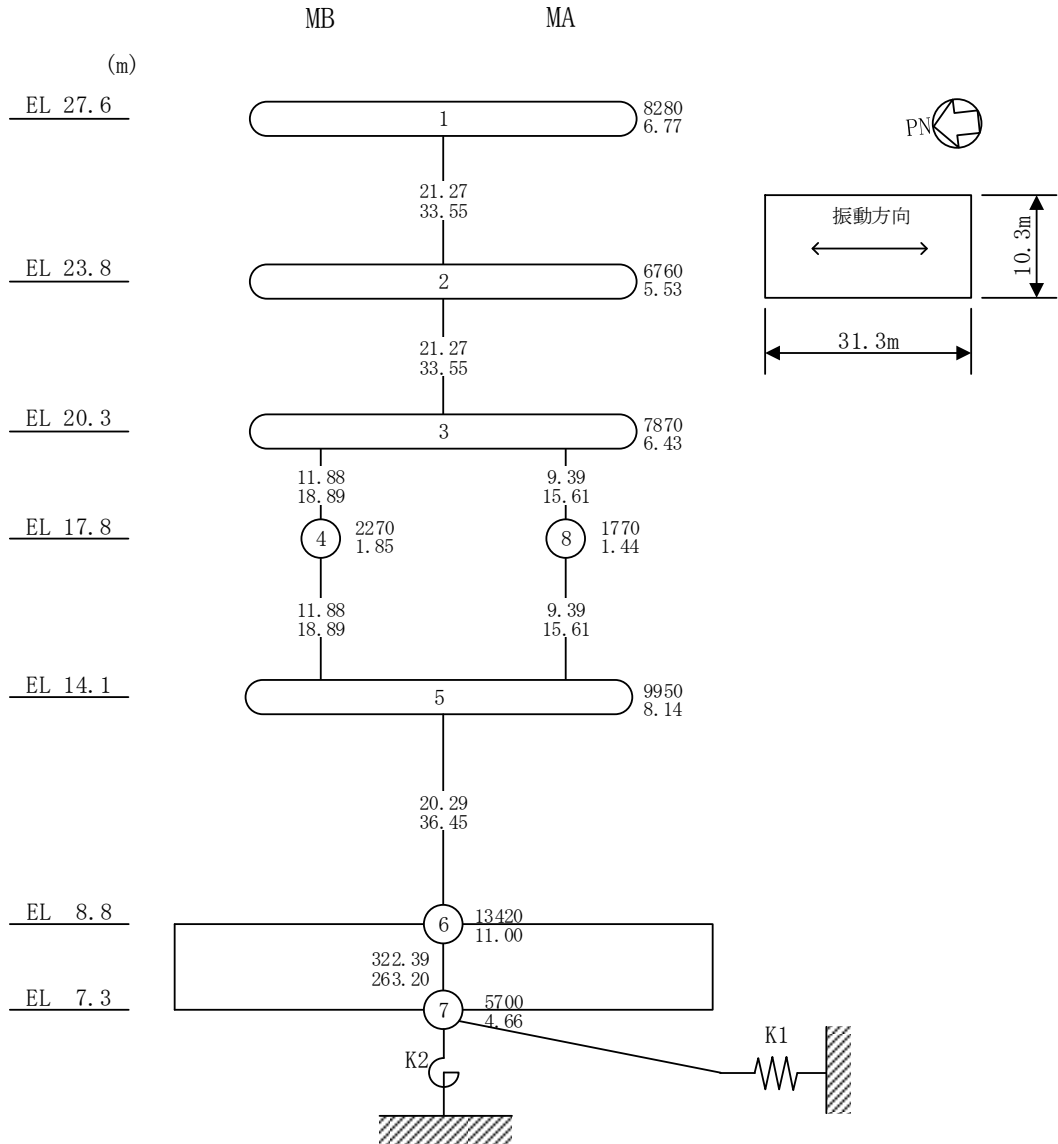
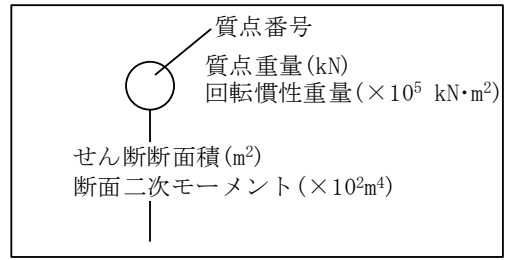


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



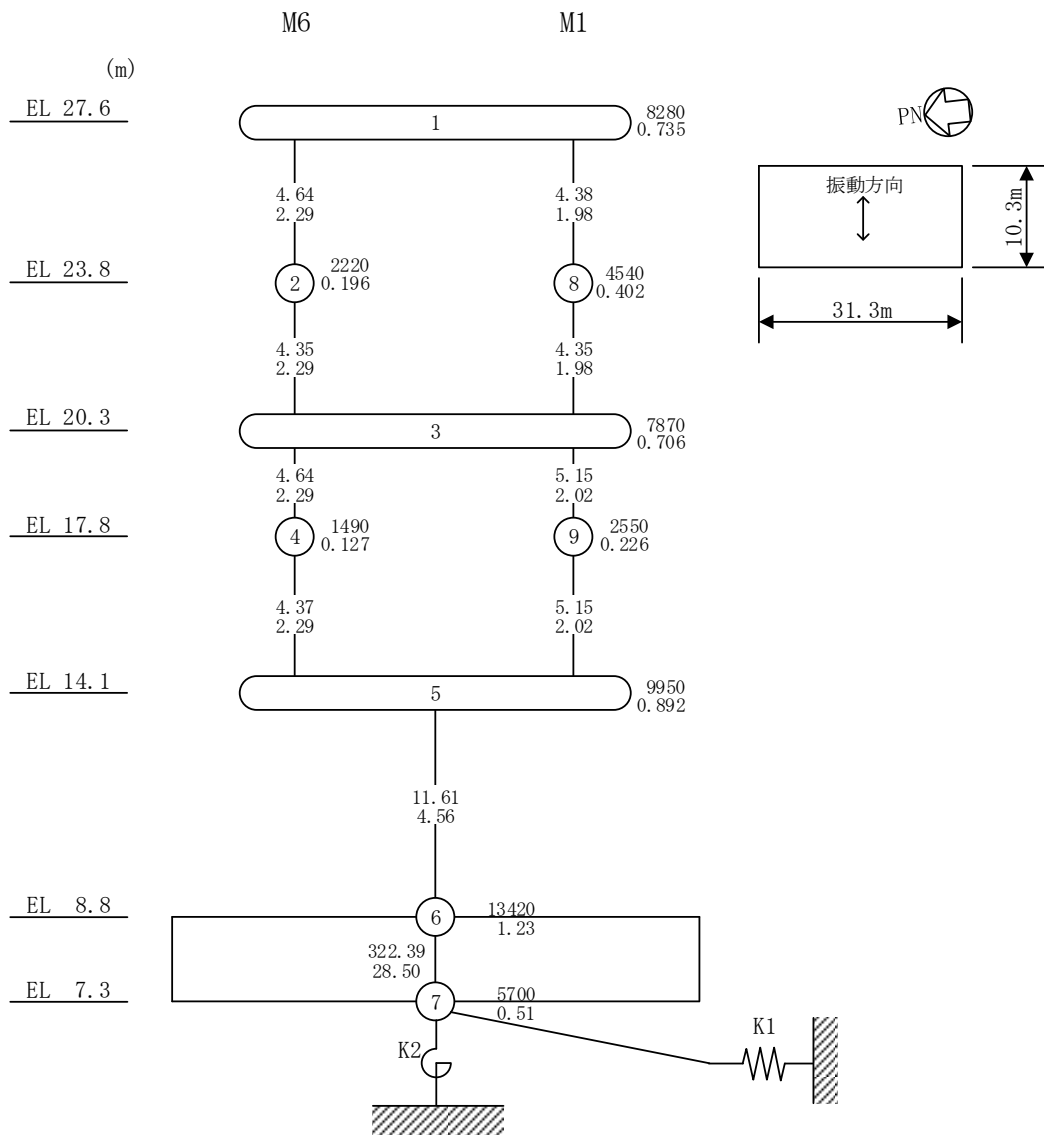
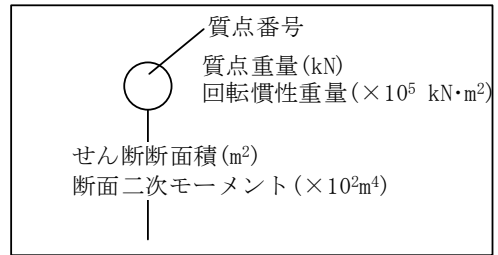


図 2-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

## 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。

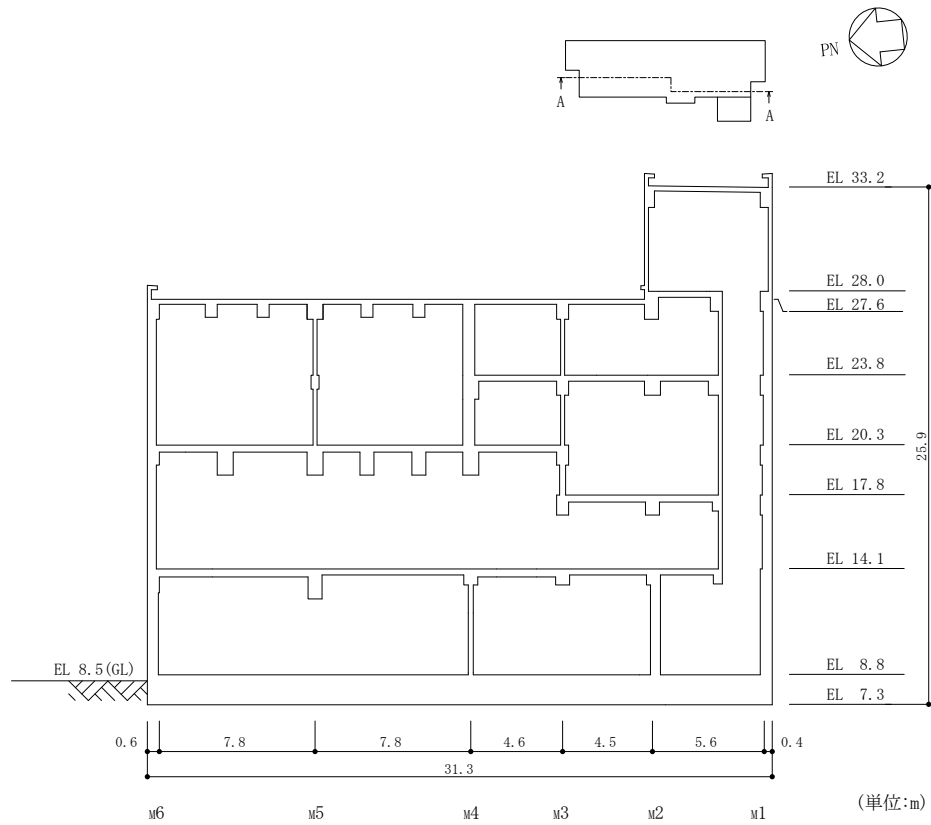


図 2-2(1) サイトバンカ建物（増築部）の概略断面図（A-A断面，NS方向）

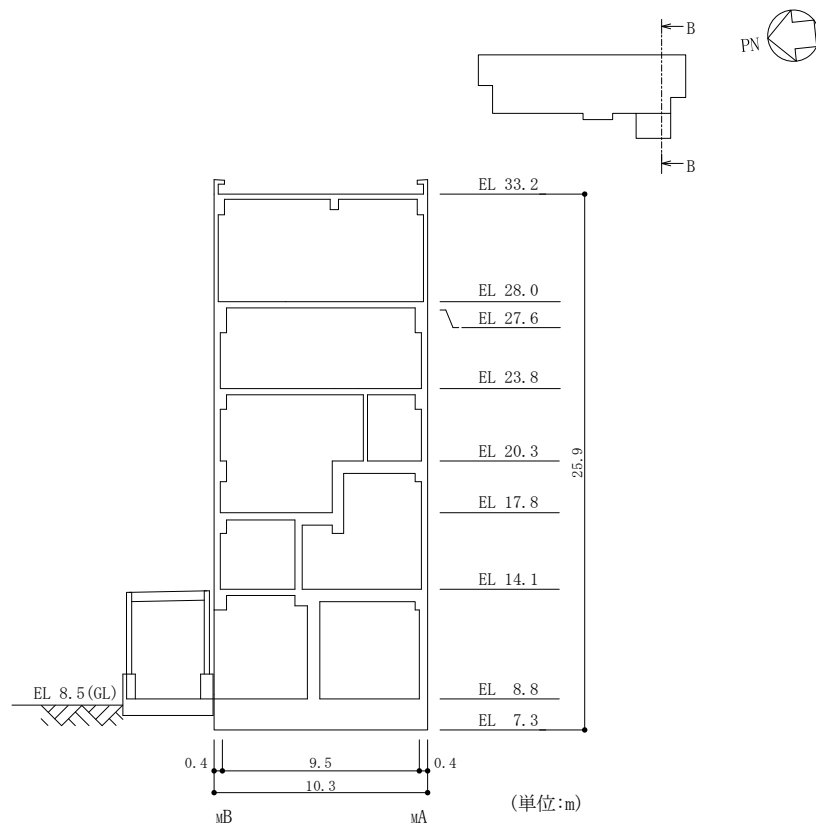


図 2-2(2) サイトバンカ建物（増築部）の概略断面図（B-B断面，EW方向）

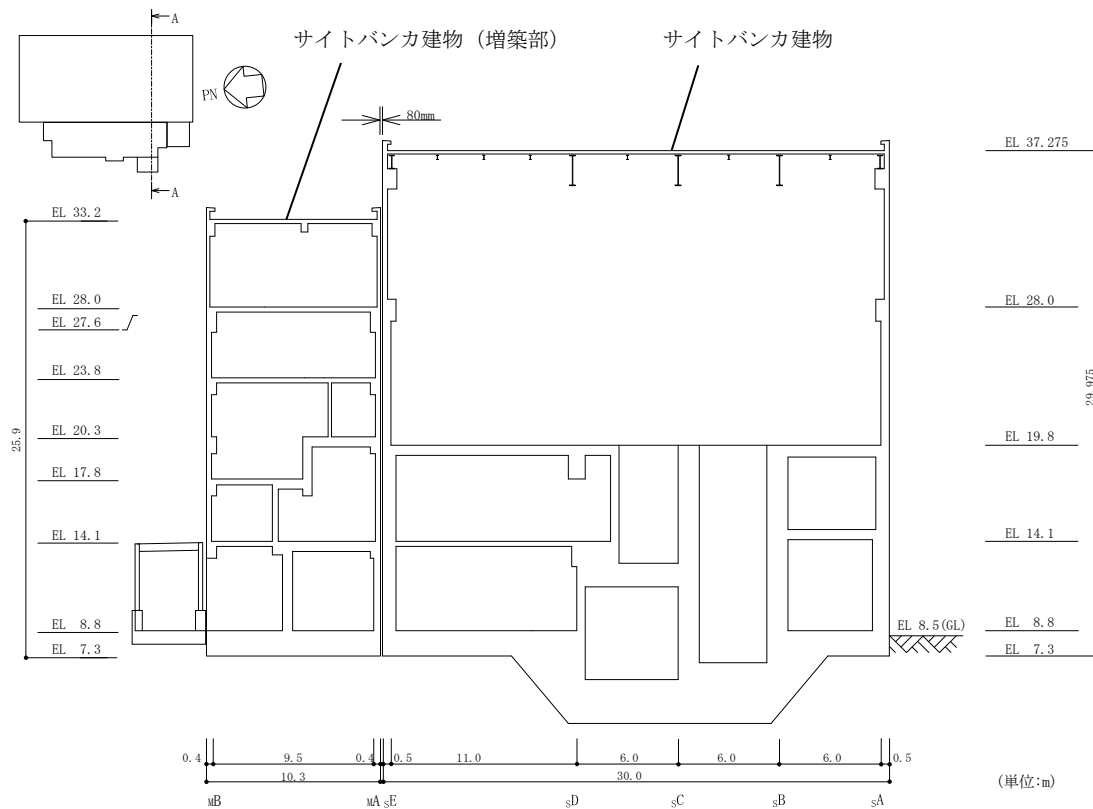


図 2-3 サイトバンカ建物とサイトバンカ建物 (増築部) のクリアランス (EW方向)

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

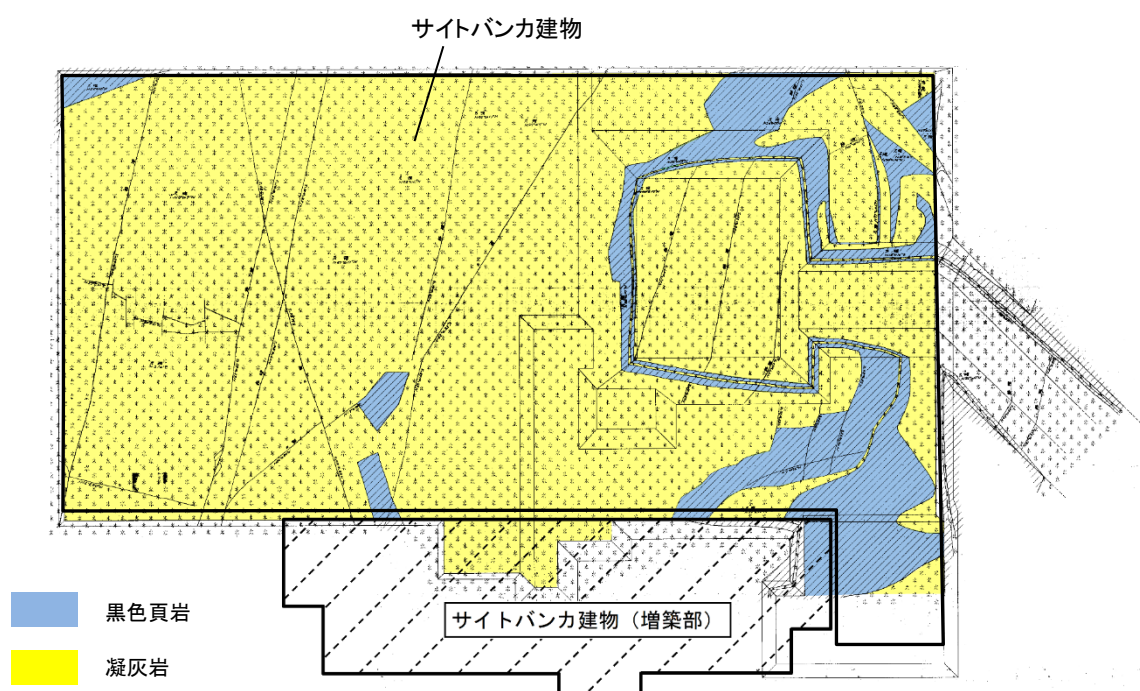
本資料は、サイトバンカ建物（増築部）の地震応答解析モデルに考慮する付着力の設定について説明するものである。

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。

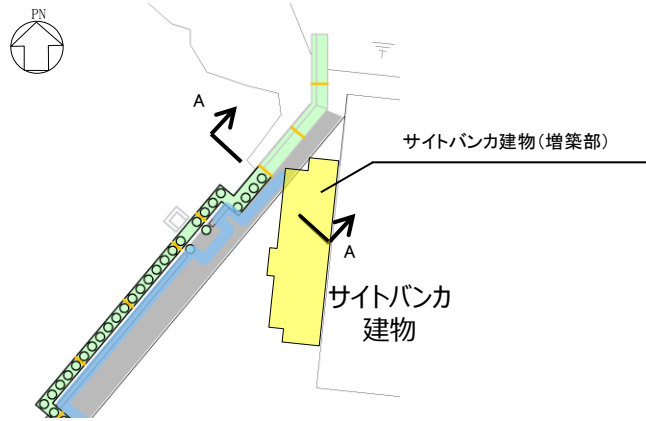
以上から、サイトバンカ建物（増築部）の支持地盤はCH級の凝灰岩が支配的であると判断した。



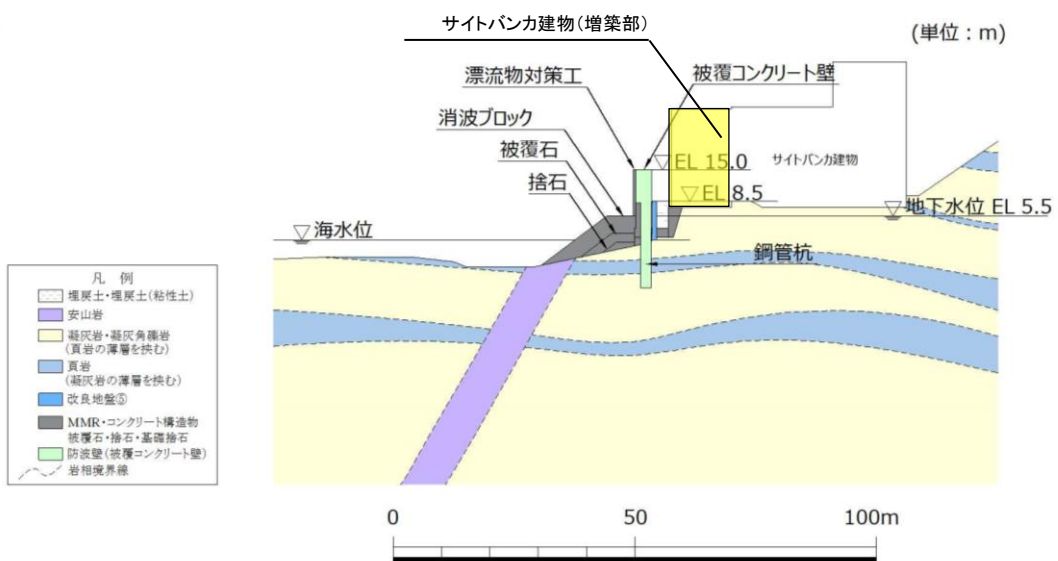
水平地質断面図

図 2-1(1) サイトバンカ建物（増築部）周辺の地質断面図

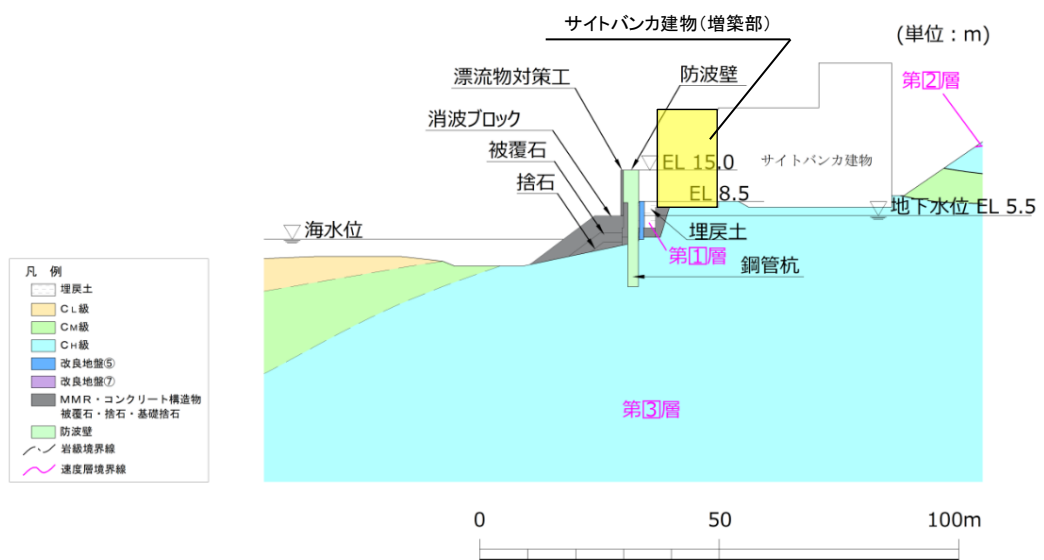




KEY PLAN



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

補足説明資料「NS2-補-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 $0.81\text{N/mm}^2$ に2倍の安全率を考慮した $0.40\text{N/mm}^2$ 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 $-1\sigma$ である $0.68\text{N/mm}^2$ を付着力として採用する。

なお、採用した付着力 $0.68\text{N/mm}^2$ 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 $1.15\text{N/mm}^2$ 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 $0.97\text{N/mm}^2$ に対して十分保守的であることを確認している。

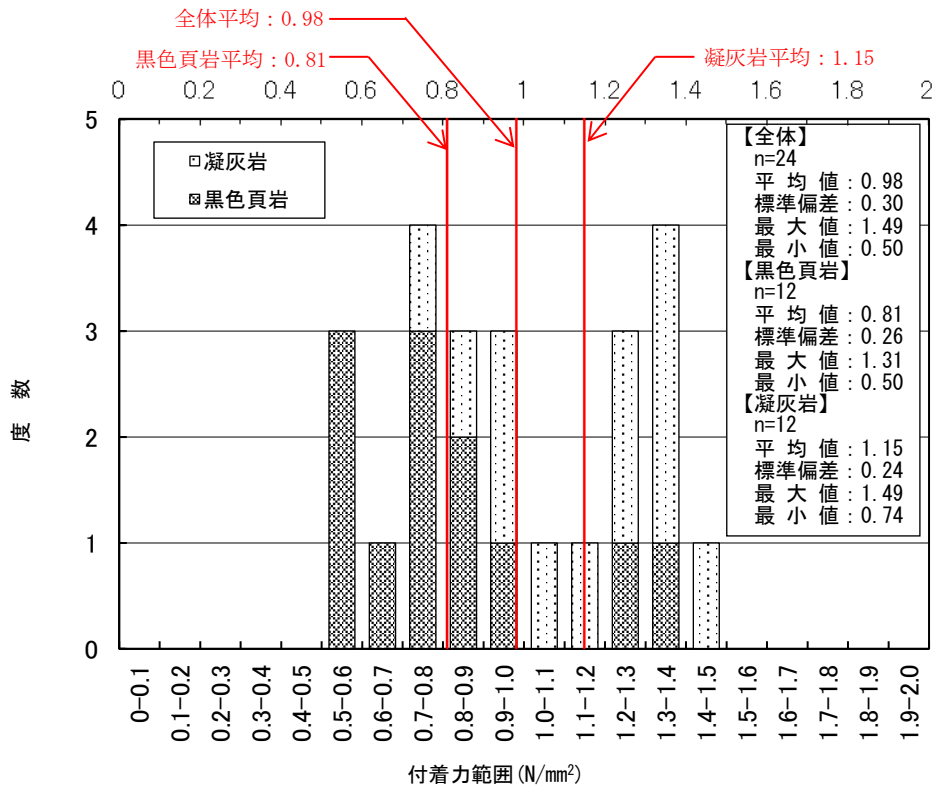


図 3-1 付着力試験結果 (3号エリア) [黑色頁岩, 凝灰岩]

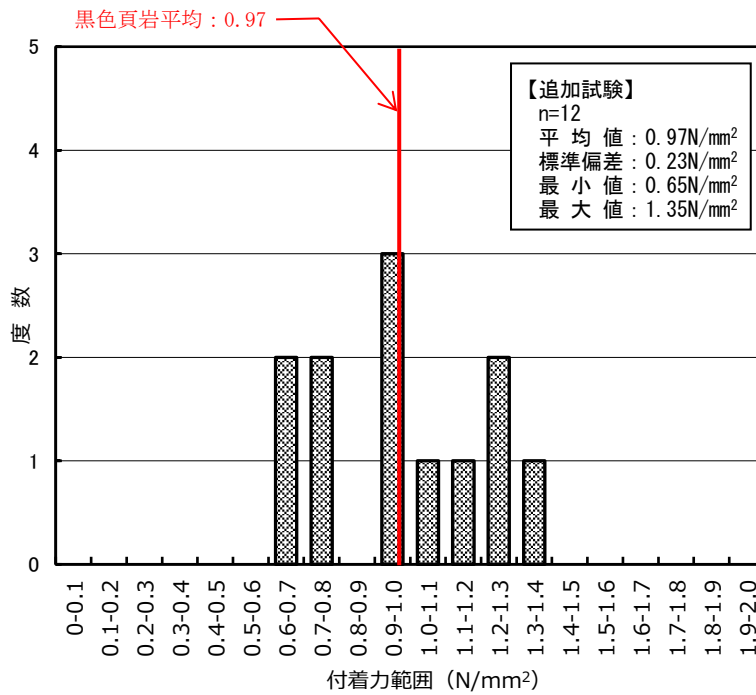


図 3-2 追加試験結果 (2号エリア) [黑色頁岩]

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

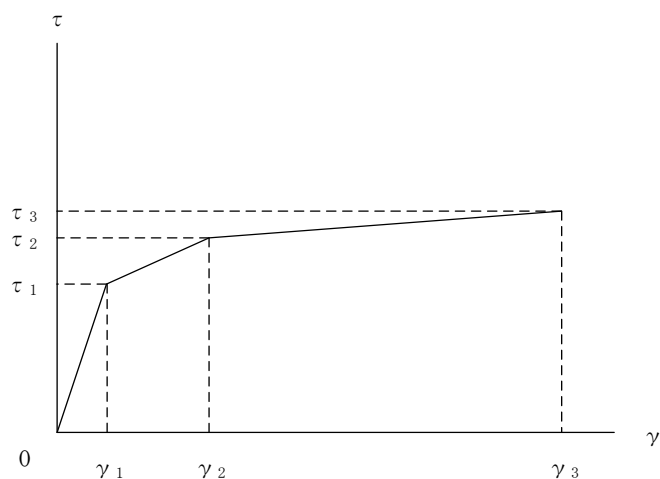
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-15

## 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（ $\tau - \gamma$ 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。



- $\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第2折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第2折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

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/cm<sup>2</sup>)

$G$  : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_v$  : 縦軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (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/cm<sup>2</sup>)

$P_V, P_H$  : 縦, 横筋比 (実数)

$\sigma_V, \sigma_H$  : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

${}_s\sigma_y$  : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$M/(QD)$  : 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。

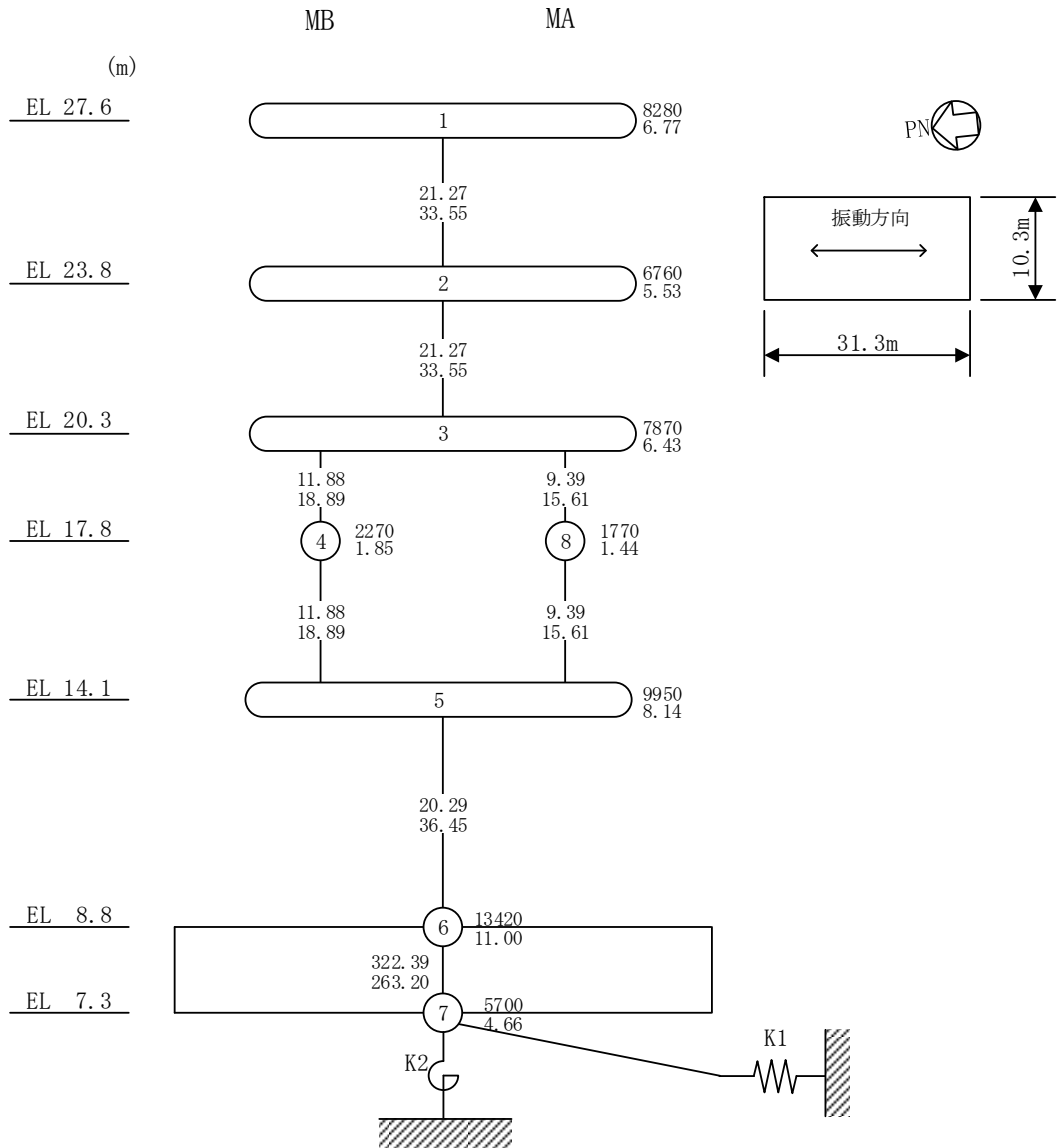
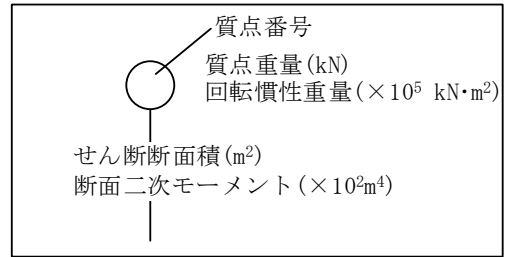


図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

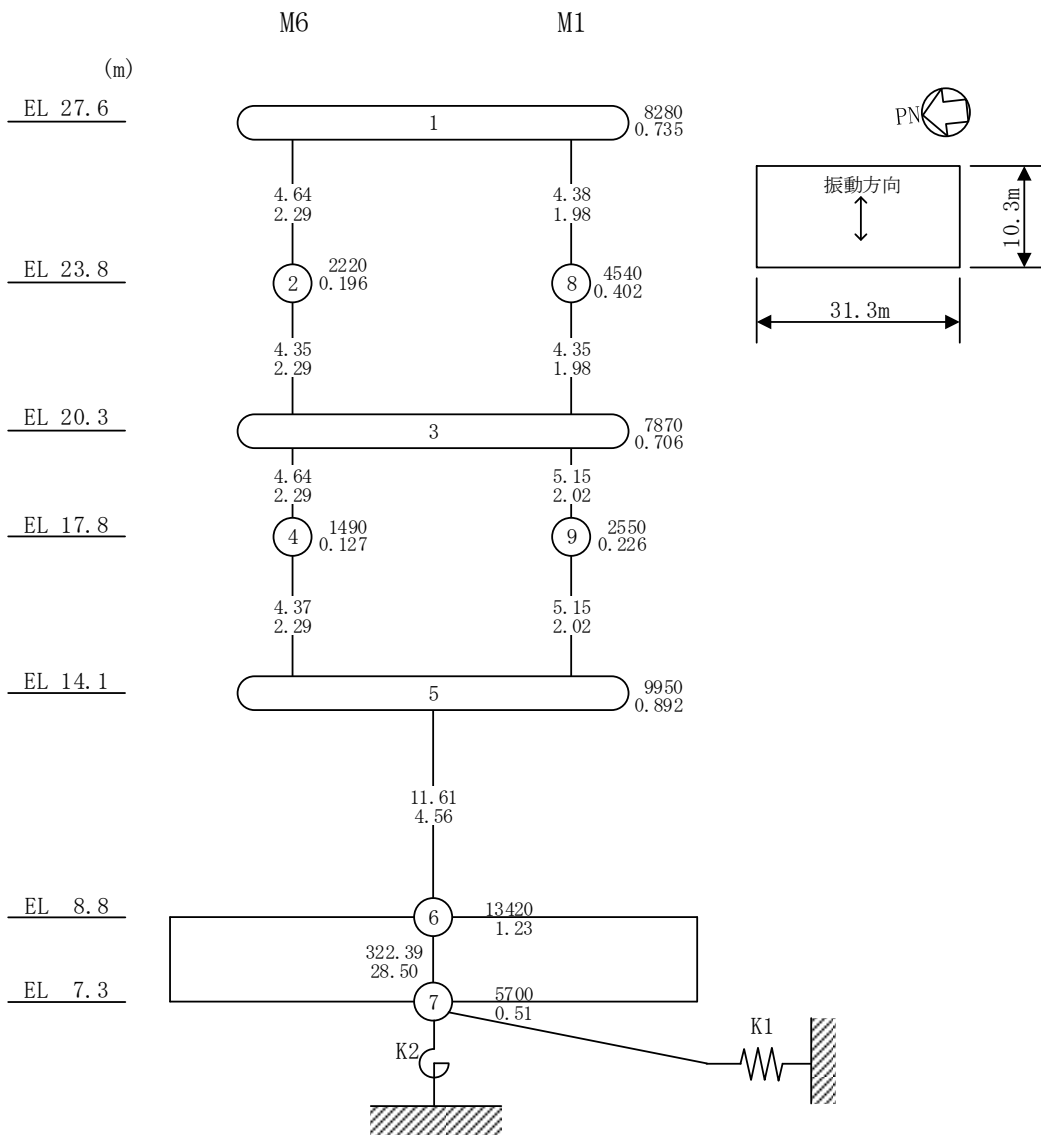
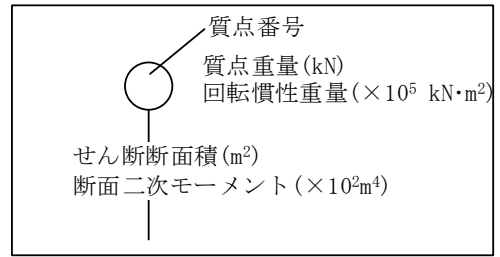


図 3-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

### 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 <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
コンクリート： Fc=23.5(N/mm <sup>2</sup> ) (Fc=240(kgf/cm <sup>2</sup> ))	2.25×10 <sup>4</sup>	9.38×10 <sup>3</sup>	5

表 3-2 使用材料の物性値（鉄筋）

使用材料	降伏応力度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
27.6~23.8	2.26	0.536
23.8~20.3	2.39	0.567

MB

EL (m)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
20.3~17.8	2.51	0.595
17.8~14.1	2.59	0.615

MA

EL (m)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
20.3~17.8	2.52	0.598
17.8~14.1	2.60	0.617

MA-MB

EL (m)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
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。 $\sigma_H$ 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)

MA-MB

EL (m)	通り名	縦筋比 $P_V$	横筋比 $P_H$	縦軸応力度 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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 $\sigma_V$ (N/mm <sup>2</sup> )	シアスパン比 M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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

サイトバンク建物（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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
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	

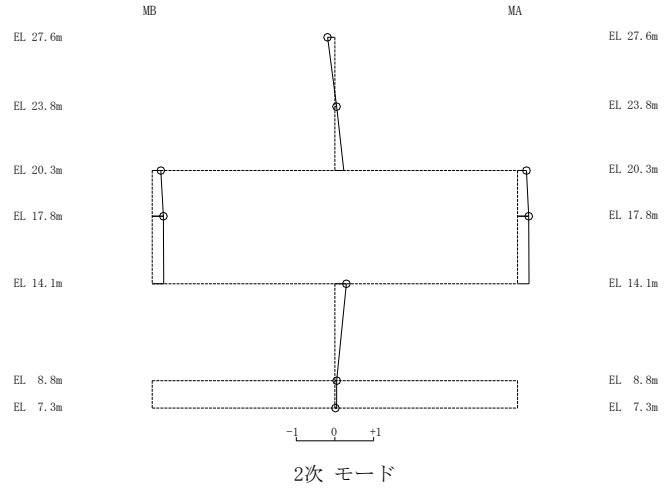
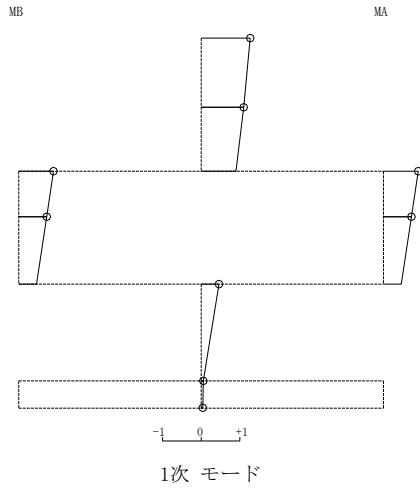
(b) E W 方向

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

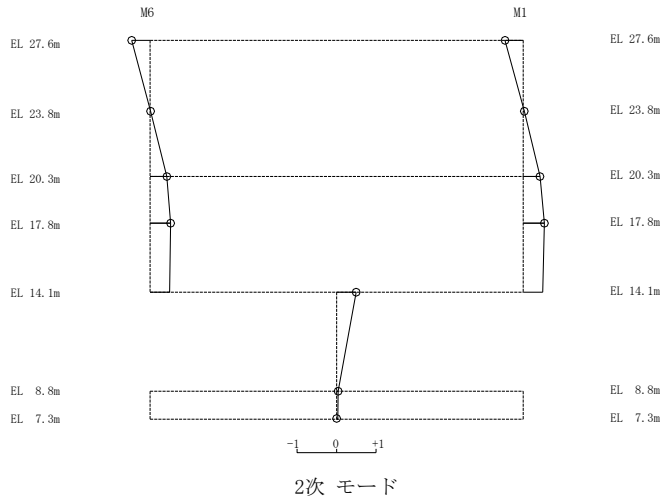
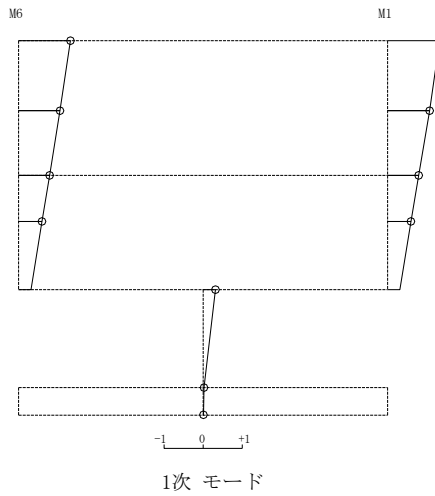
固有周期 0.041 s  
固有振動数 24.40 Hz  
刺激係数 0.297



(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。

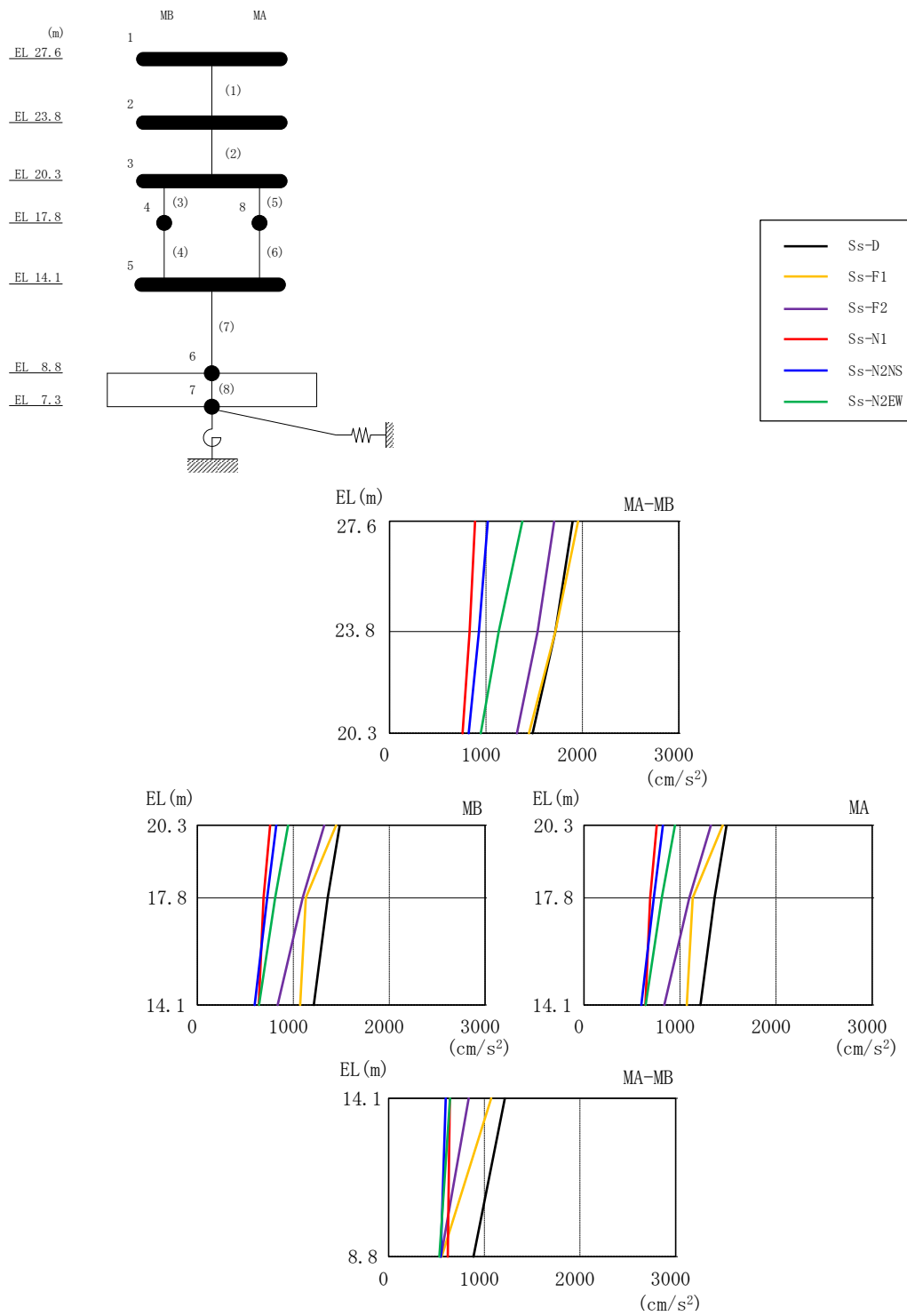
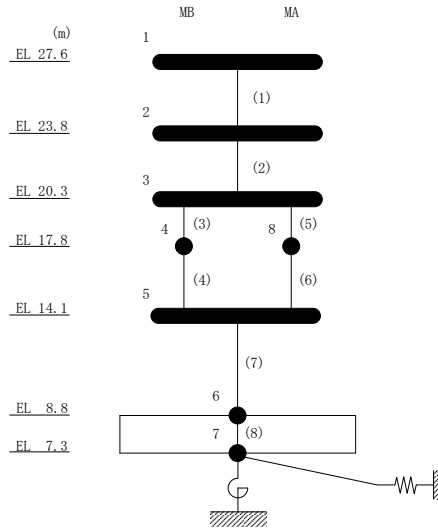


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ , N S 方向）

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 ( $\text{cm/s}^2$ )						
			$S_s$ -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。



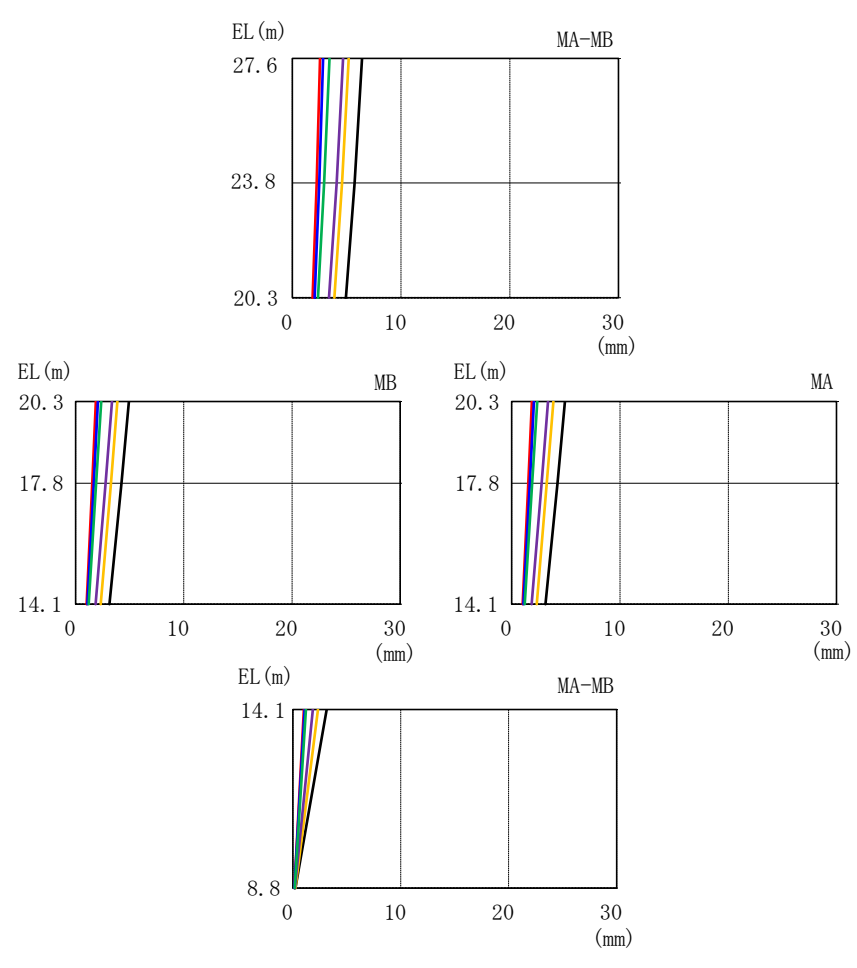
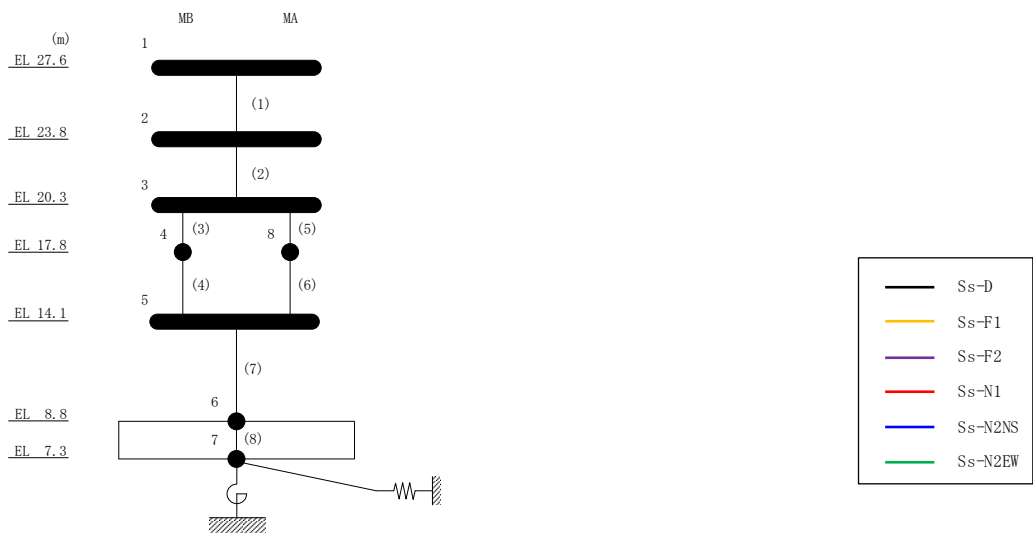
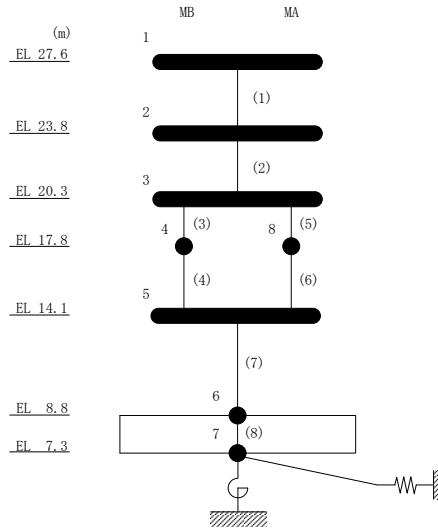


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

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)						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 $\sim$  $S_s$ -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





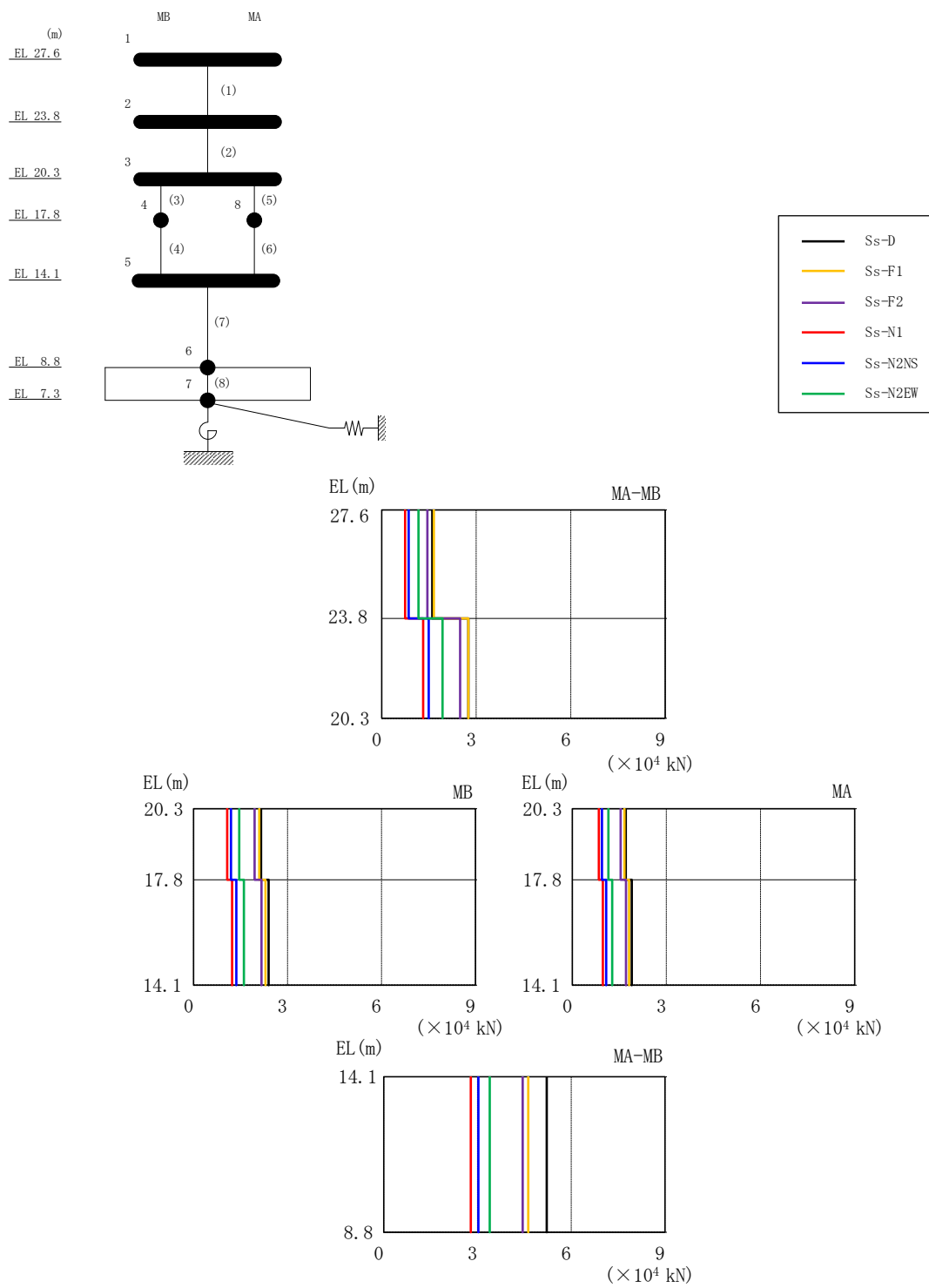
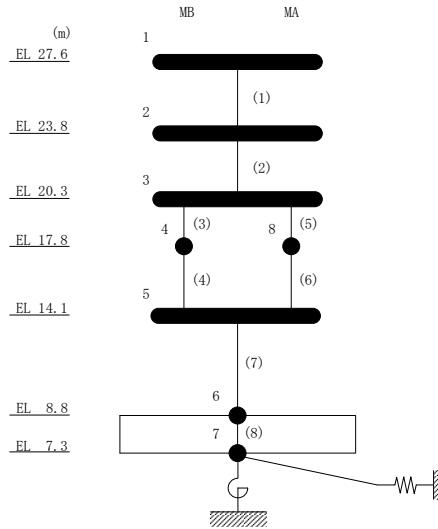


図 3-3 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

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。



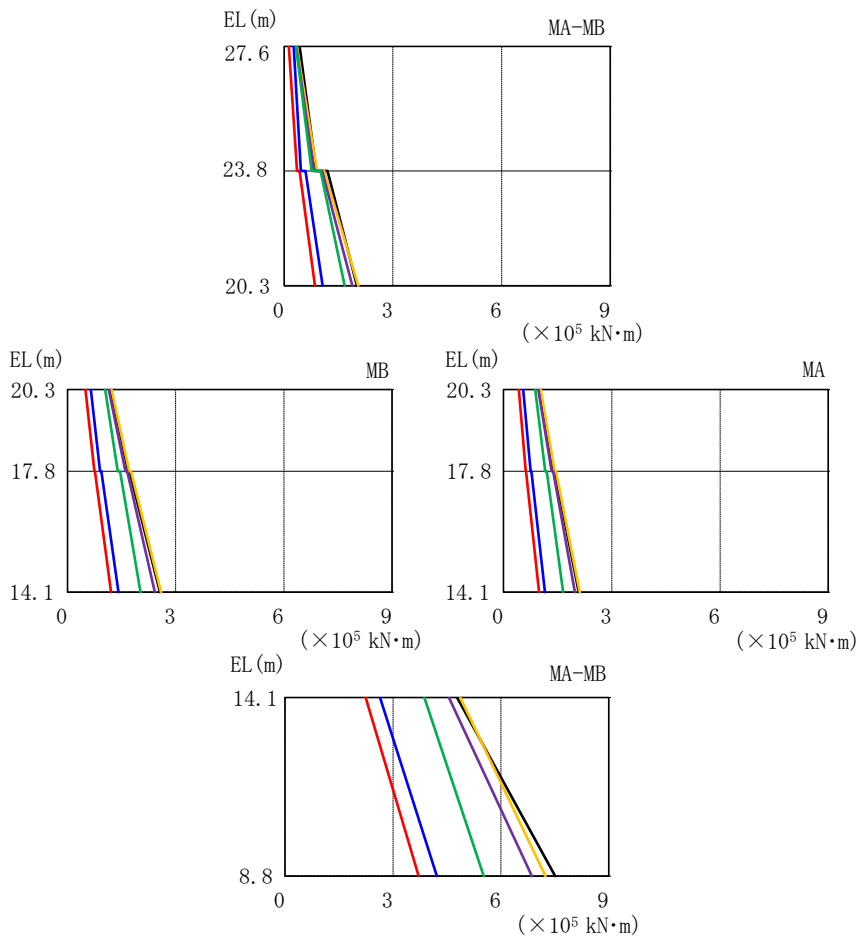
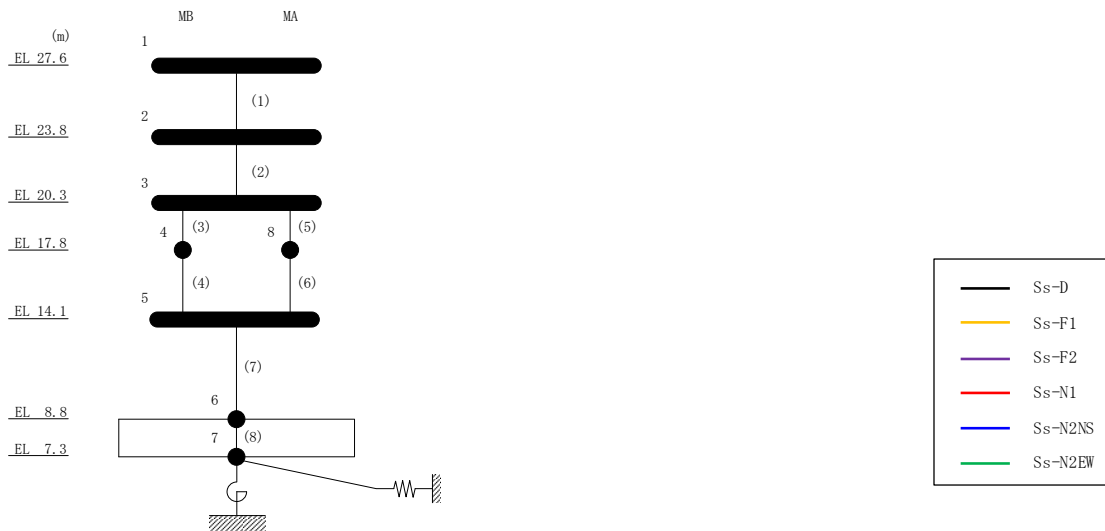


図 3-4 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

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。

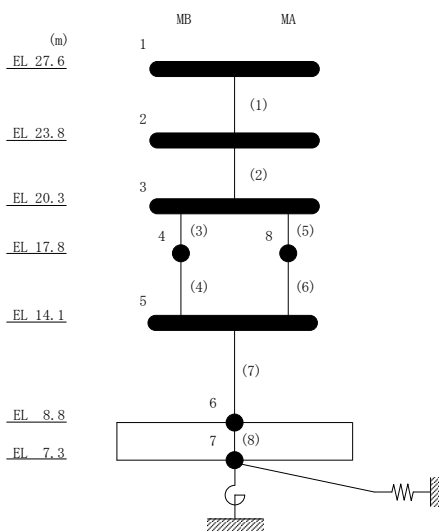
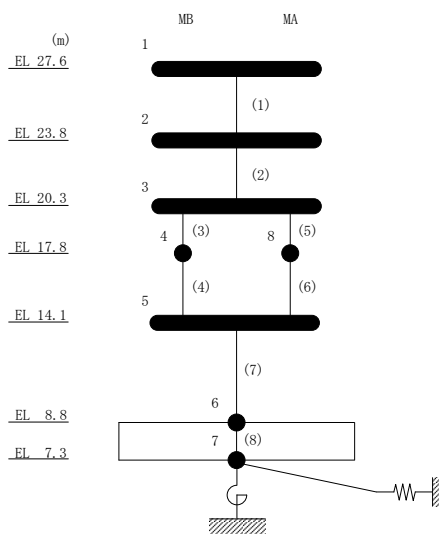


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS方向)

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。



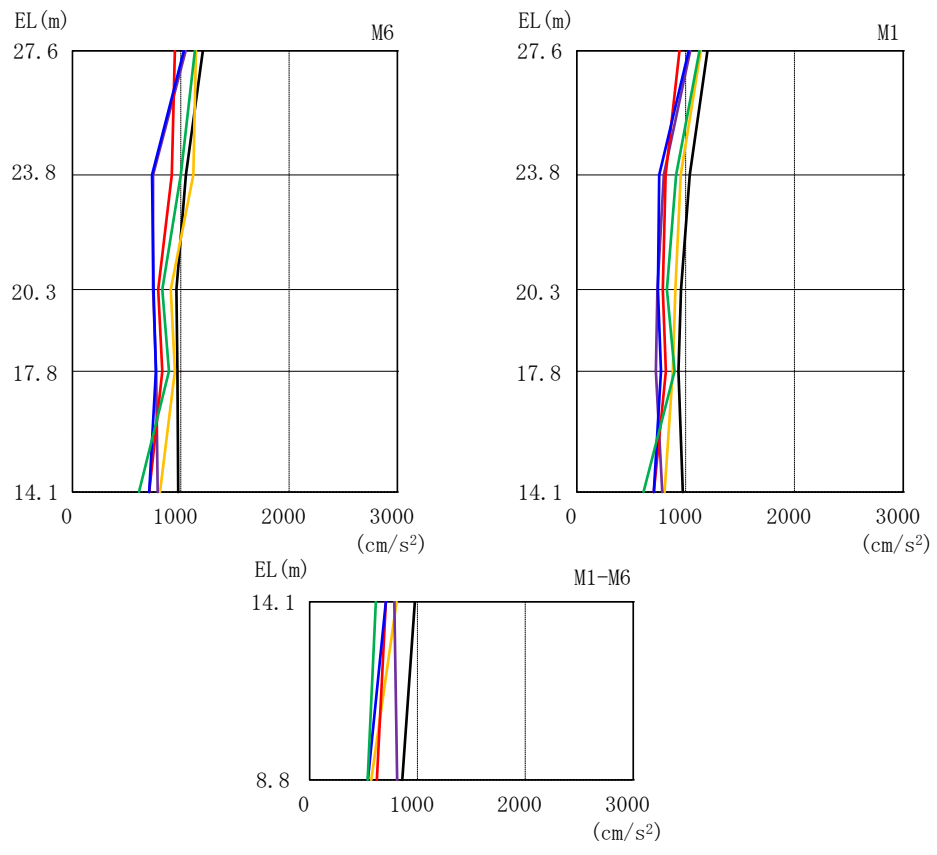
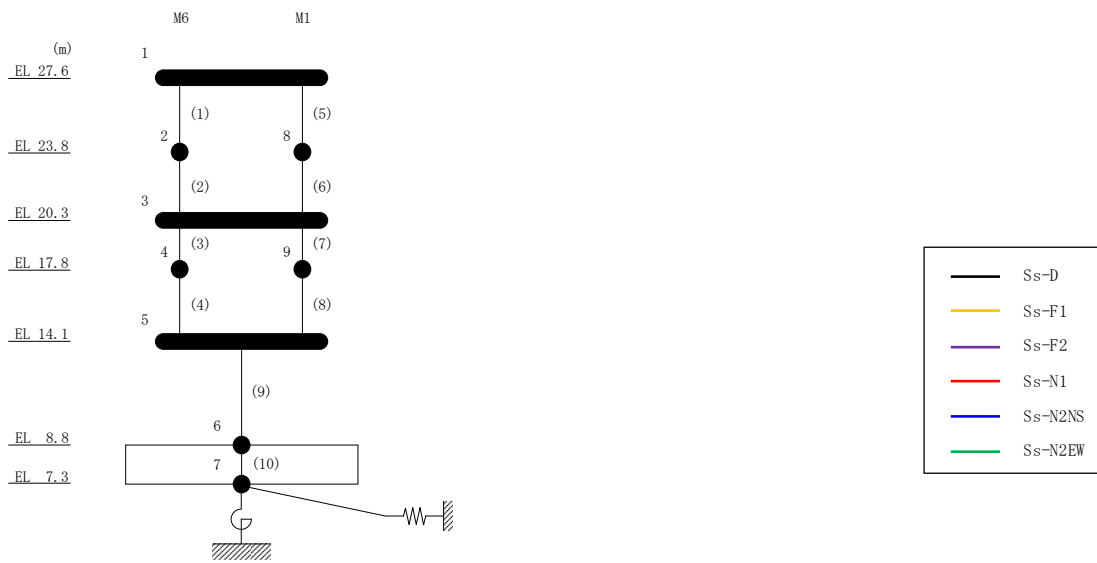
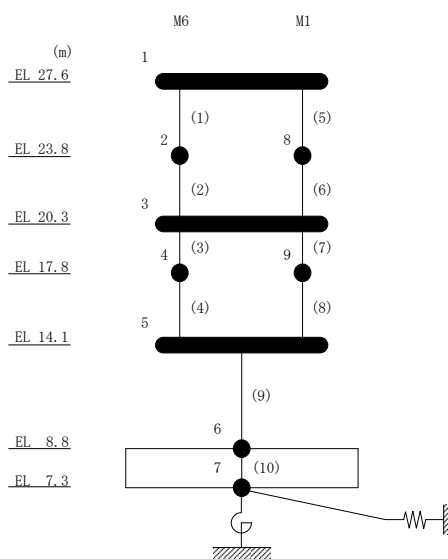


図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

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 ( $\text{cm/s}^2$ )						
			$S_s$ -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。



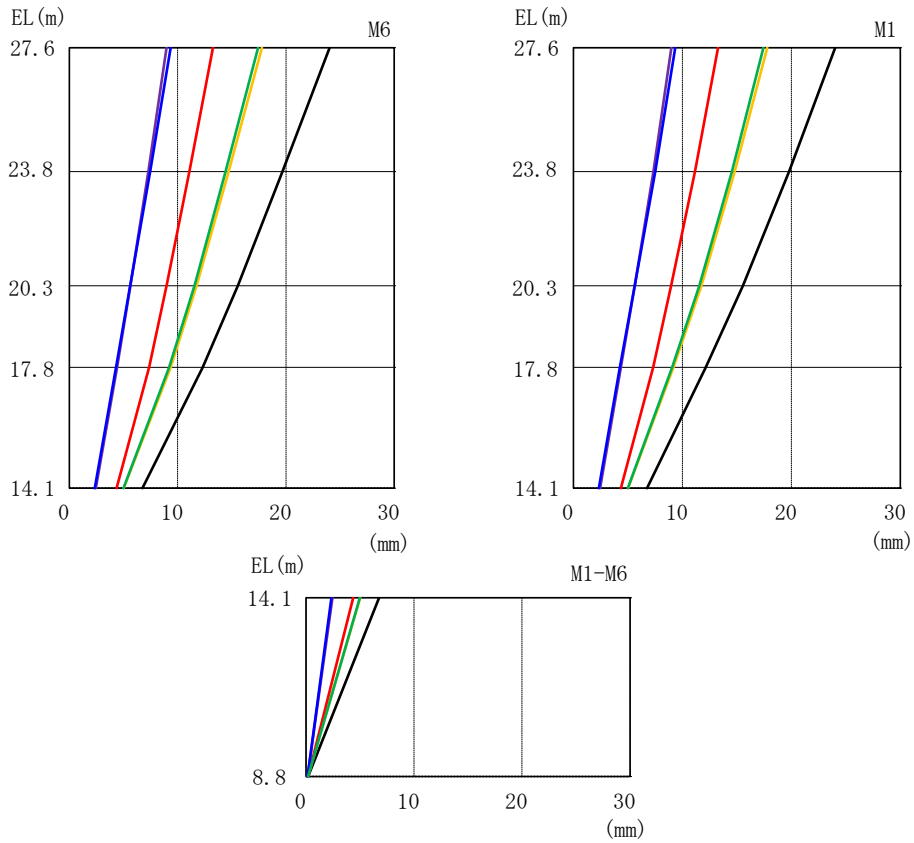
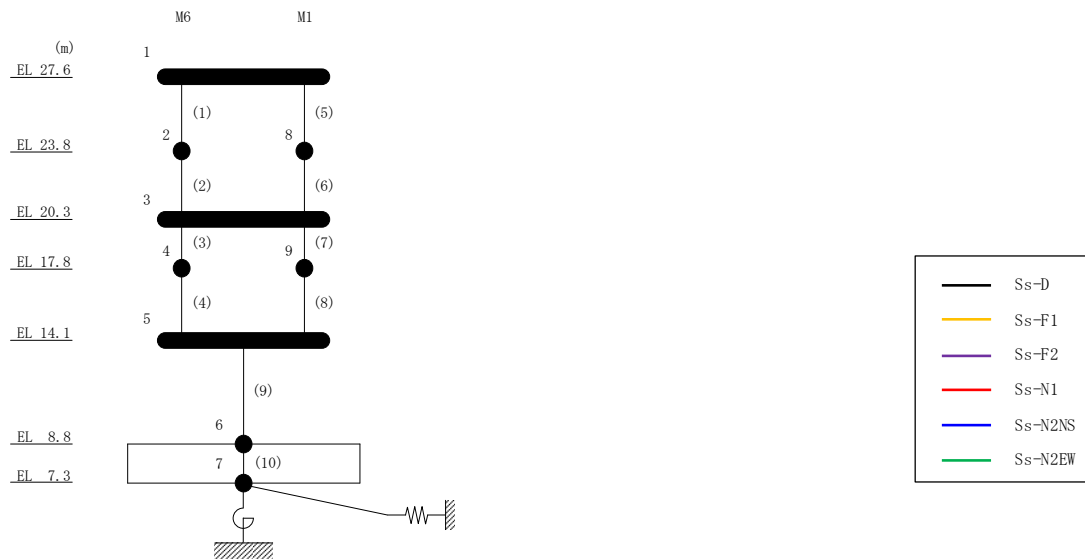


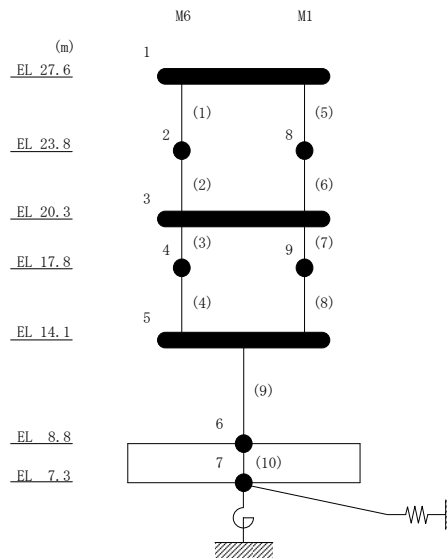
図 3-6 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)



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
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。



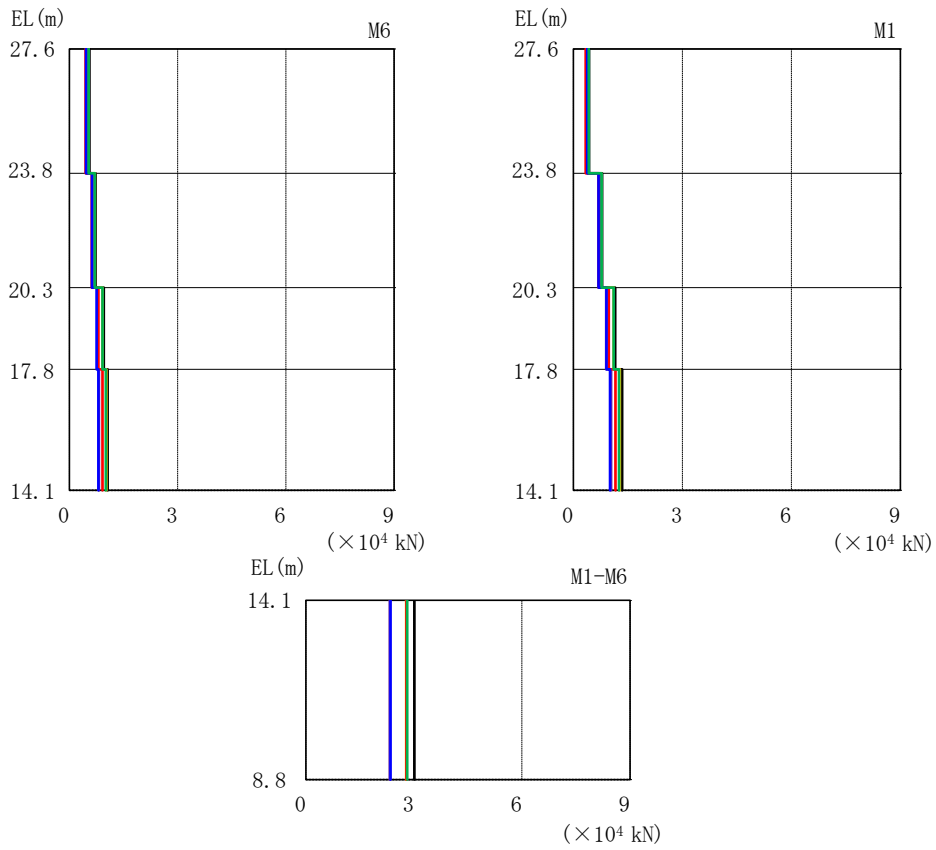
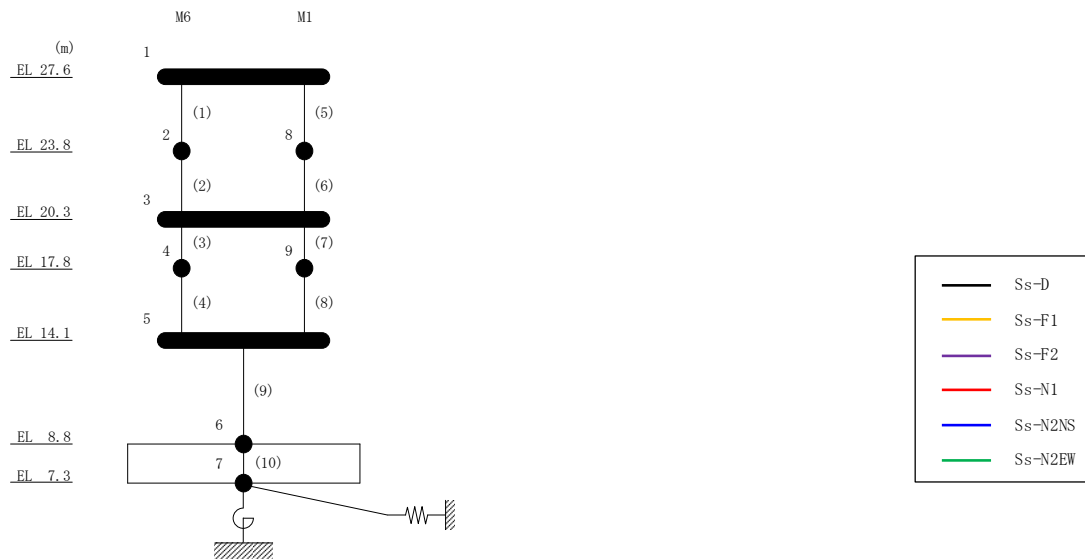
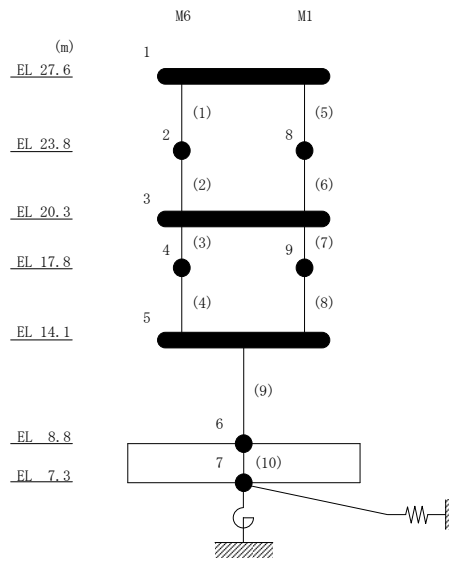


図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

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。



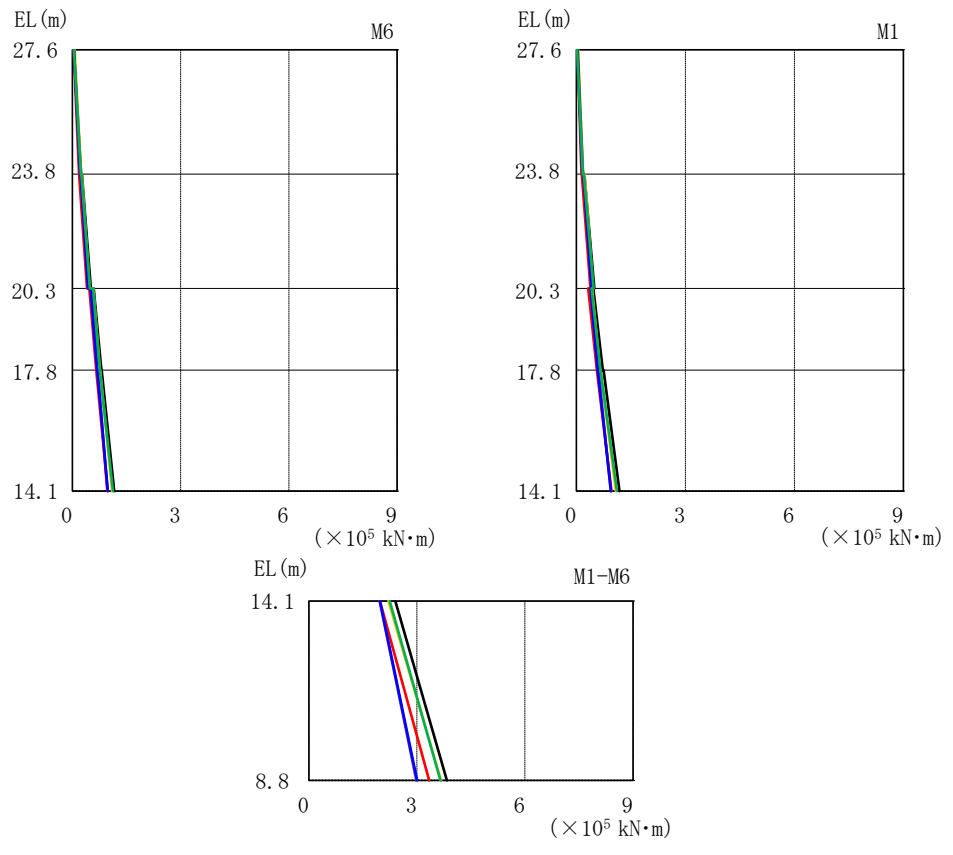
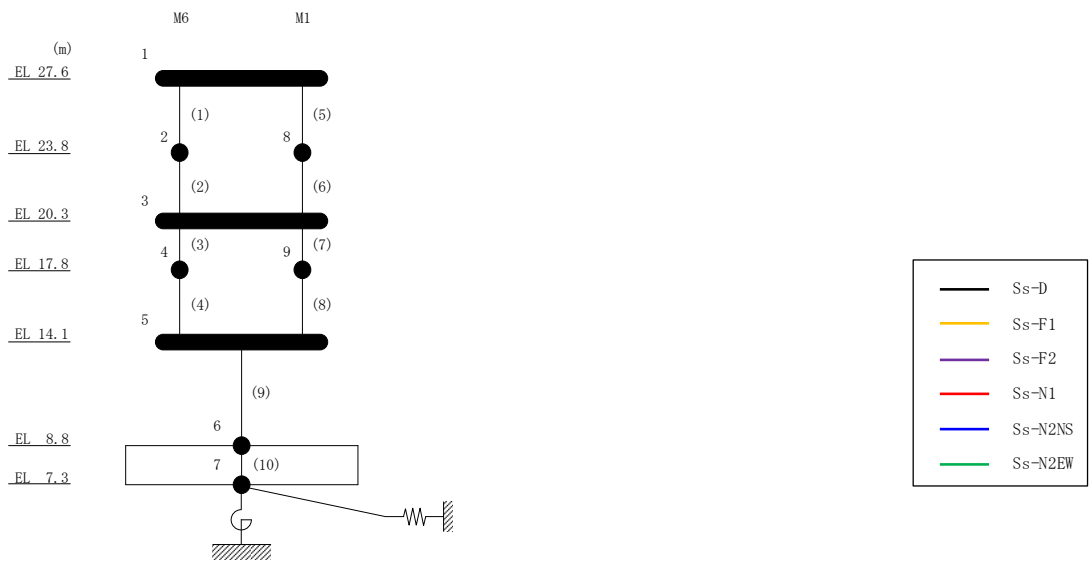


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

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 <sup>5</sup> 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。

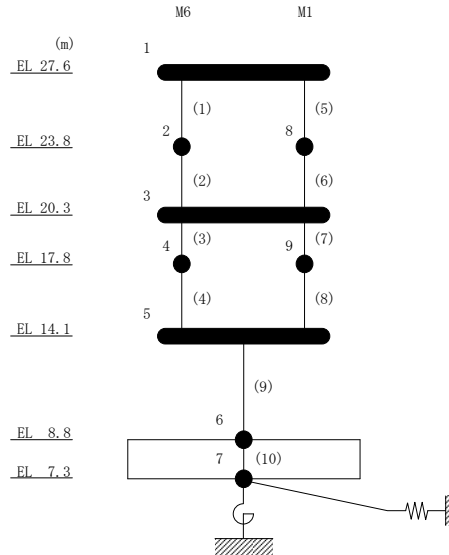


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
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。

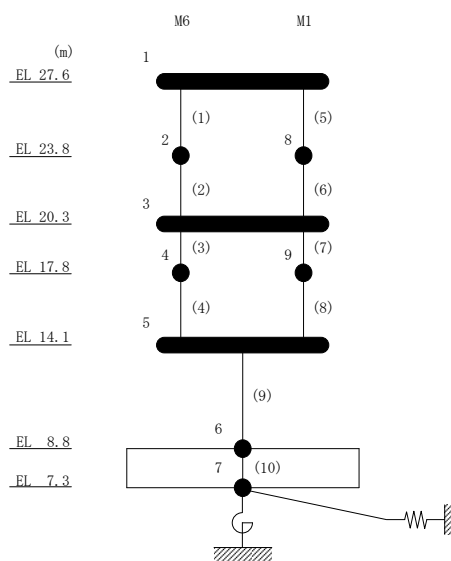


表 3-11 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S <sub>s</sub>	最大接地圧 (×10 <sup>3</sup> kN/m <sup>2</sup> )	最大転倒モーメント (×10 <sup>6</sup> kN・m)	最小接地率* (%)
S <sub>s</sub> -D	0.676	0.844	100
S <sub>s</sub> -F1	0.646	0.794	100
S <sub>s</sub> -F2	0.629	0.765	100
S <sub>s</sub> -N1	0.425	0.423	100
S <sub>s</sub> -N2NS	0.457	0.477	100
S <sub>s</sub> -N2EW	0.534	0.606	100

(b) EW方向

基準地震動 S <sub>s</sub>	最大接地圧 (×10 <sup>3</sup> kN/m <sup>2</sup> )	最大転倒モーメント (×10 <sup>6</sup> kN・m)	最小接地率* (%)
S <sub>s</sub> -D	0.958	0.434	100
S <sub>s</sub> -F1	0.918	0.412	100
S <sub>s</sub> -F2	0.784	0.338	100
S <sub>s</sub> -N1	0.869	0.385	100
S <sub>s</sub> -N2NS	0.780	0.336	100
S <sub>s</sub> -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/mm<sup>2</sup>)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、「NS2-補-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

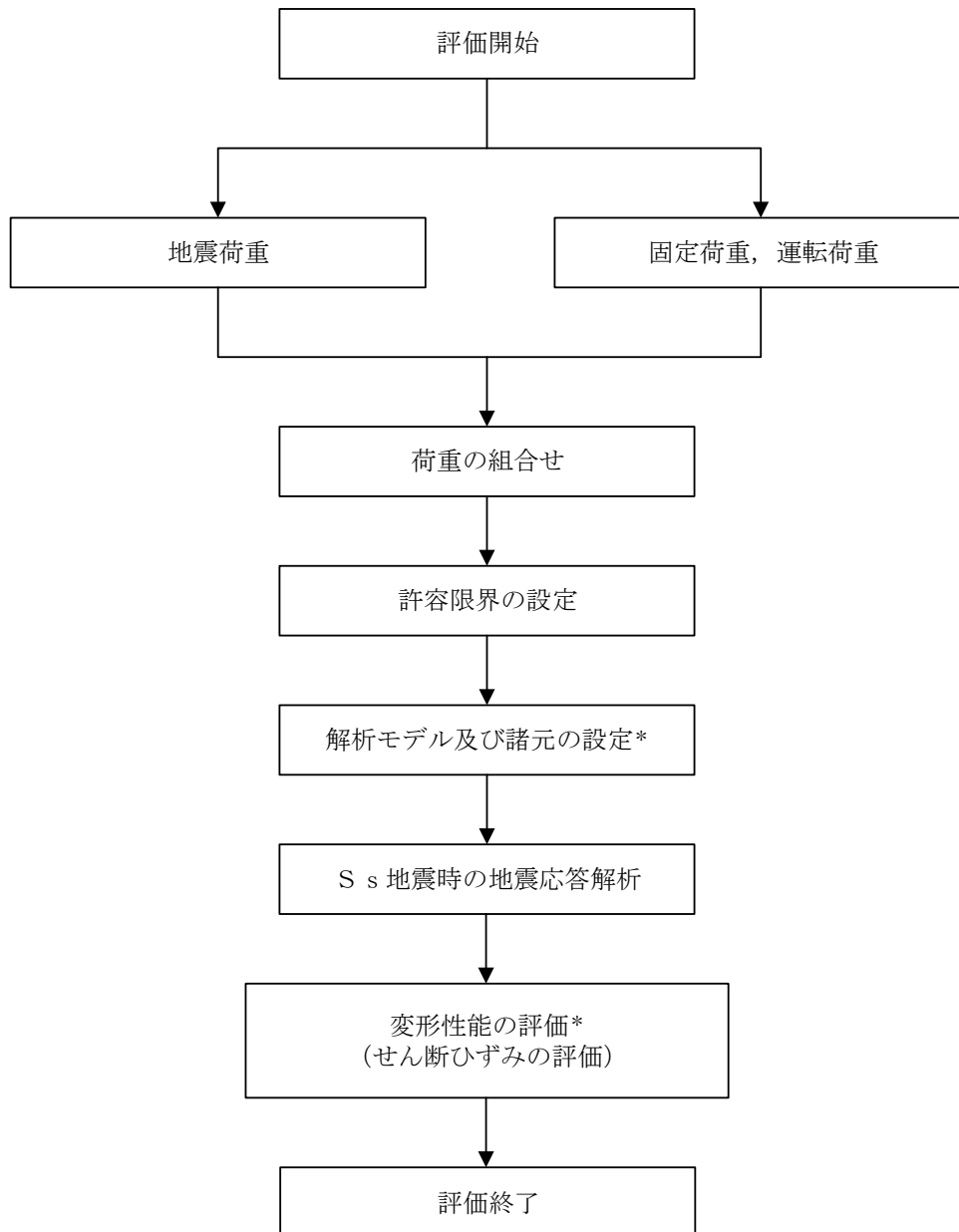
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、サイトバンカ建物（増築部）を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、サイトバンカ建物（増築部）の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

### 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	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 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 + $\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤 + $\sigma$ (+10%)	
ケース 3 (地盤物性 - $\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤 - $\sigma$ (-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



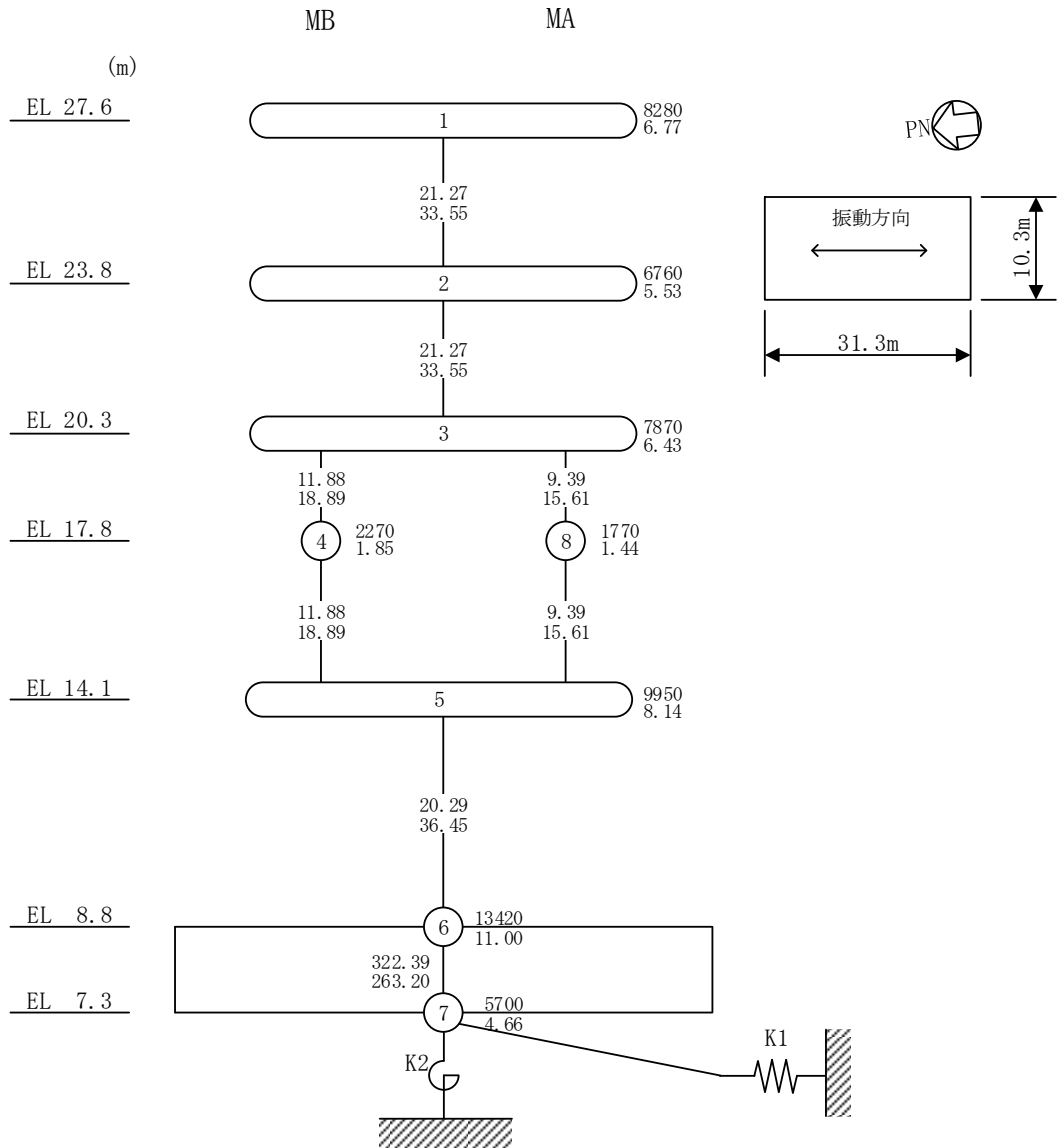
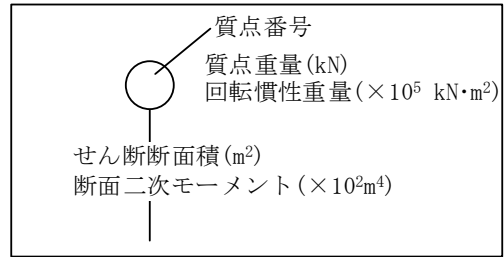


図 4-1(1) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)  
(N S 方向)

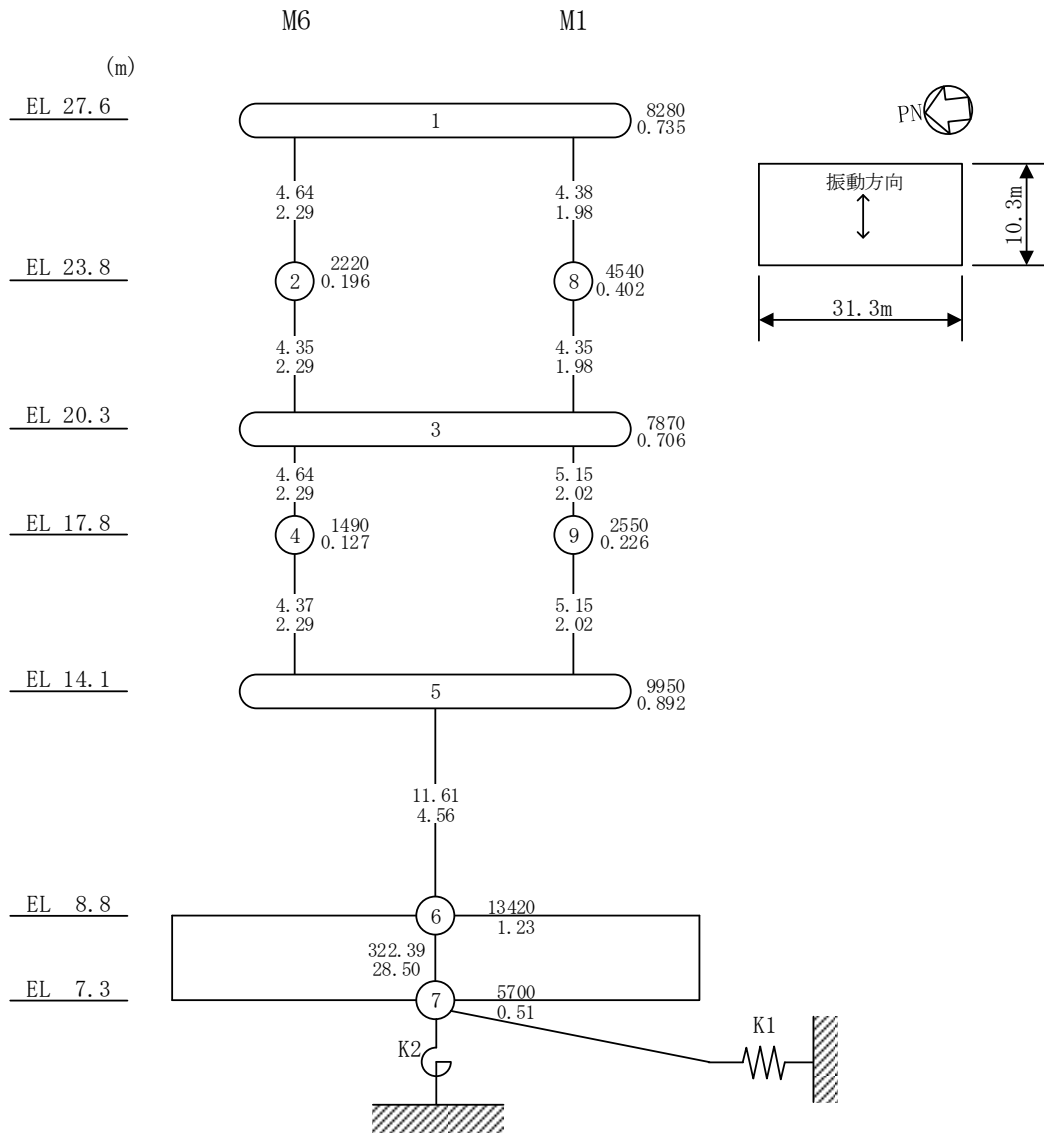
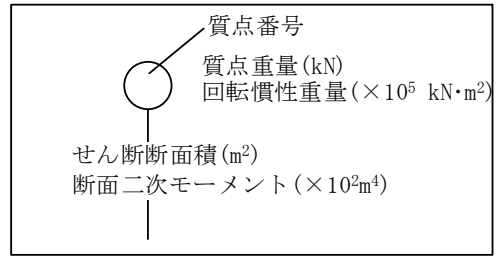


図 4-1(2) サイトバンク建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)  
(EW方向)

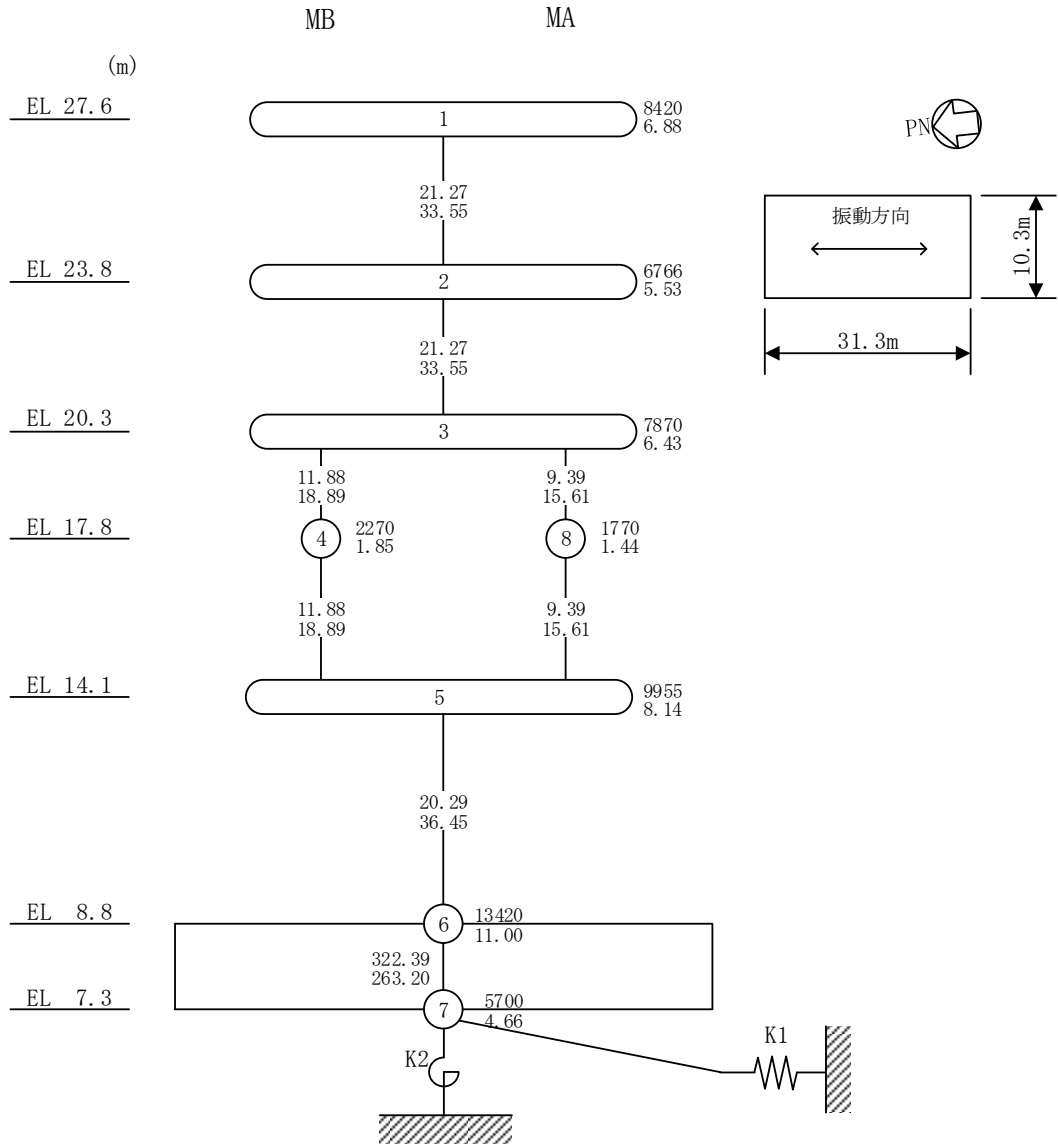
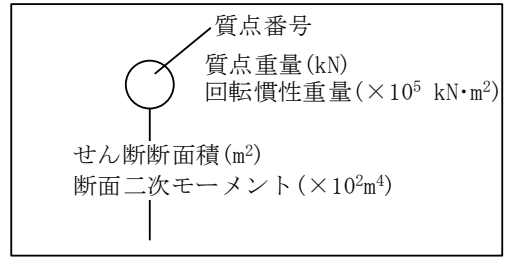


図 4-2(1) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 4)  
 (NS 方向)

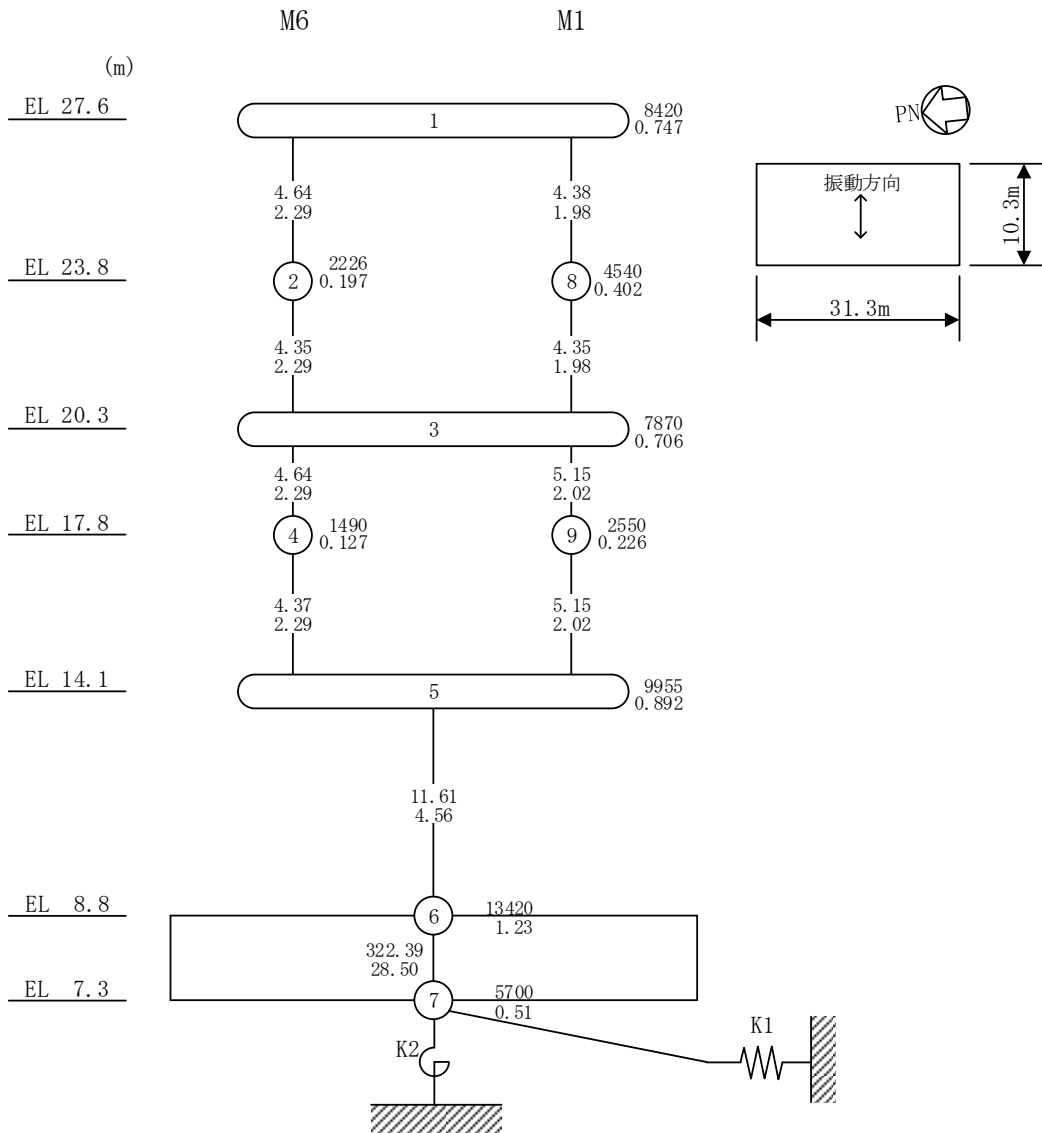
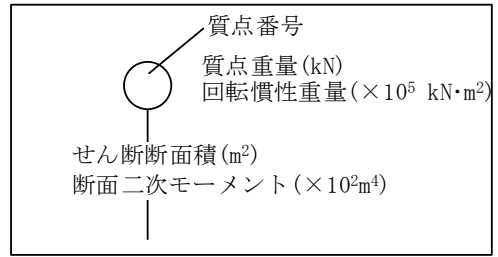


図 4-2(2) サイトバンカ建物 (増築部) の地震応答解析モデル (ケース 4)  
(EW方向)

## 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)

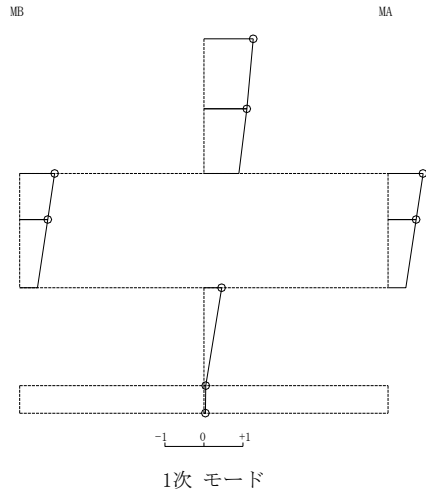
#### (b) EW方向

(単位：Hz)

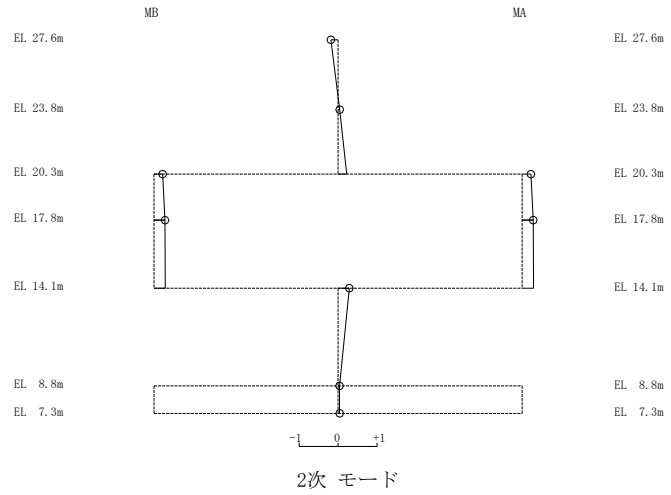
次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	5.68	5.73 (1.01)	5.62 (0.99)
2	18.72	18.77 (1.00)	18.64 (1.00)

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

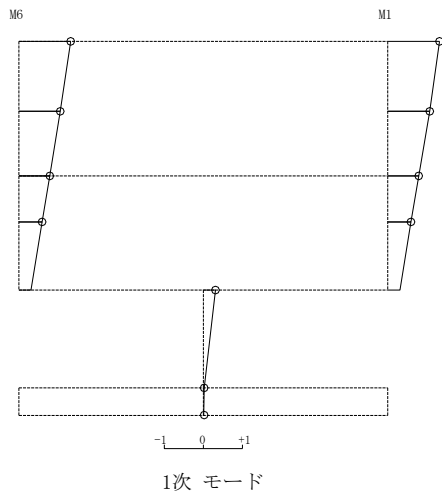


固有周期 0.041 s  
固有振動数 24.57 Hz  
刺激係数 0.289

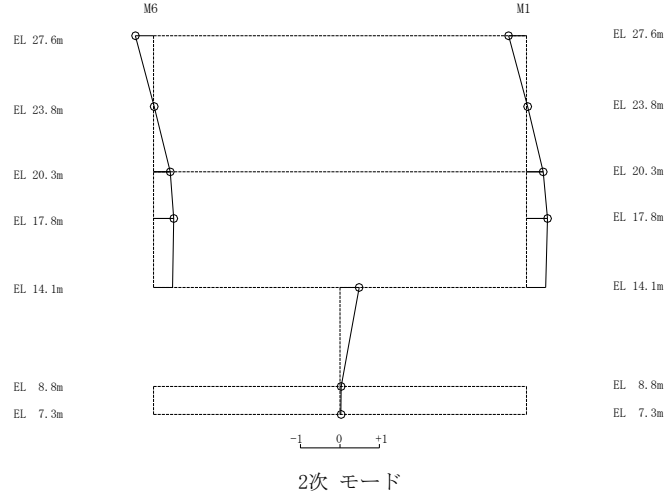


(NS方向)

固有周期 0.175 s  
固有振動数 5.73 Hz  
刺激係数 1.326



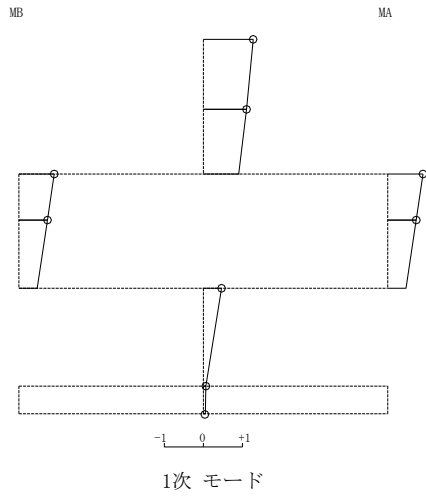
固有周期 0.053 s  
固有振動数 18.77 Hz  
刺激係数 0.535



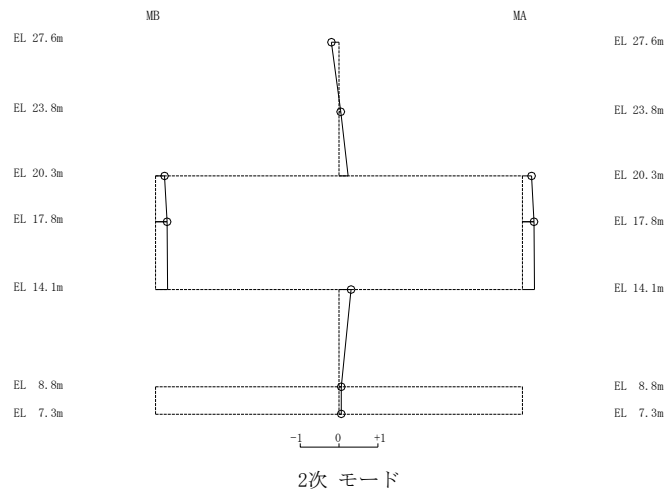
(EW方向)

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

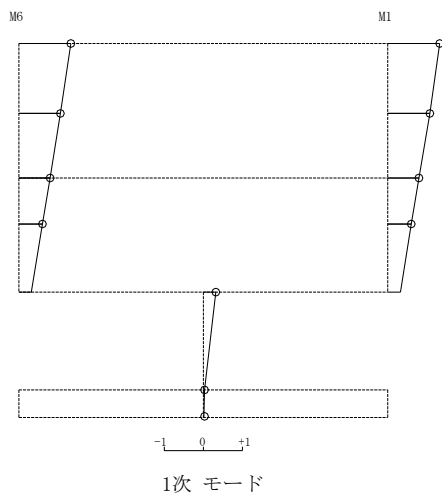


固有周期 0.041 s  
固有振動数 24.17 Hz  
刺激係数 0.309

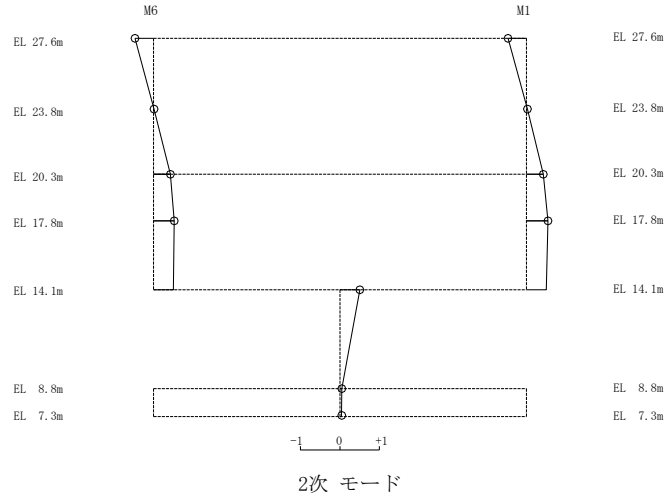


(NS方向)

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

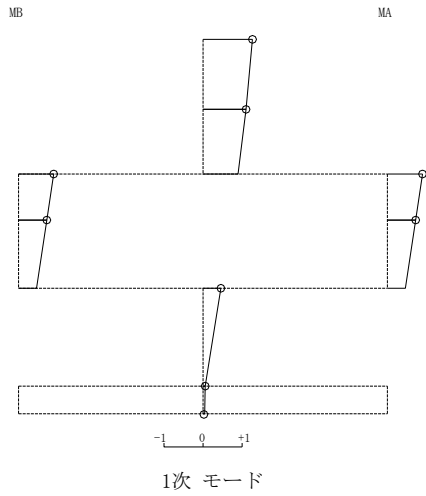
(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	5.68	5.66 (1.00)
2	18.72	18.67 (1.00)

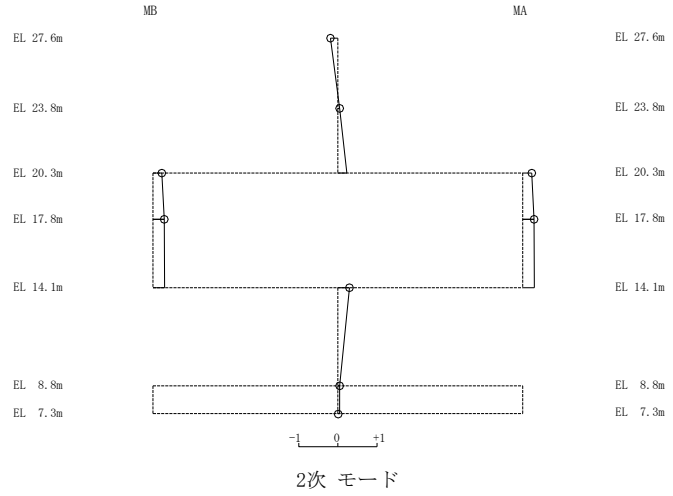
注：( ) 内は基本ケース（ケース1）に対する比率



固有周期 0.102 s  
固有振動数 9.81 Hz  
刺激係数 1.269

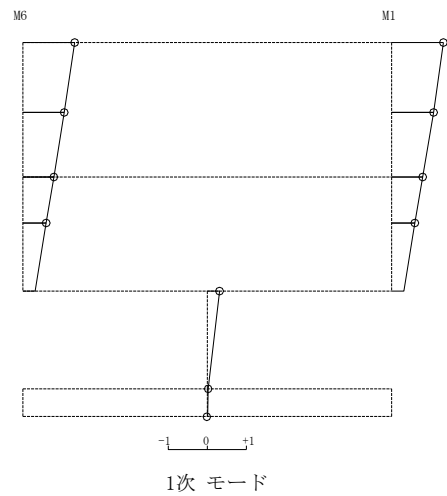


固有周期 0.041 s  
固有振動数 24.34 Hz  
刺激係数 0.297

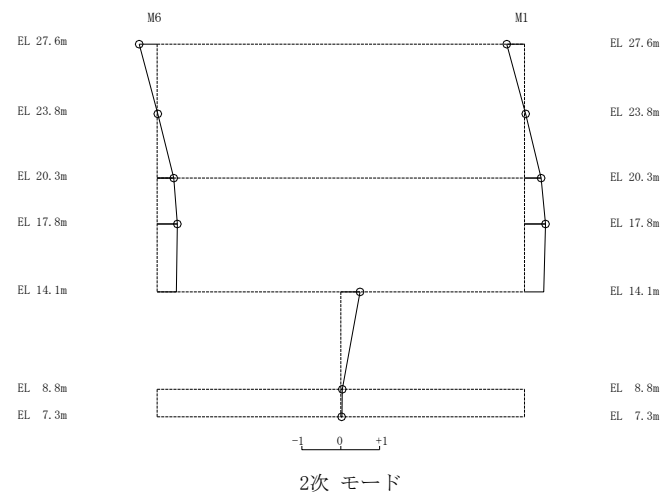


(NS方向)

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

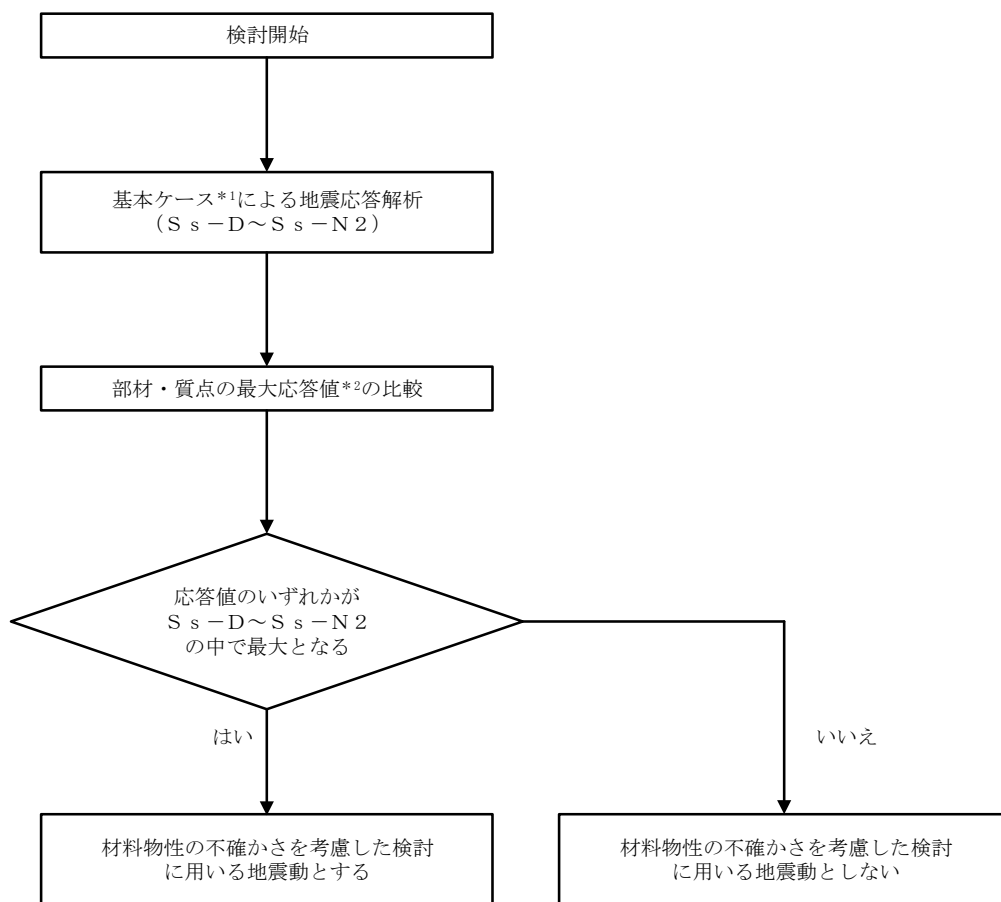
## 1. 概要

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 ( $\text{cm/s}^2$ )						
			$S_s$ -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。

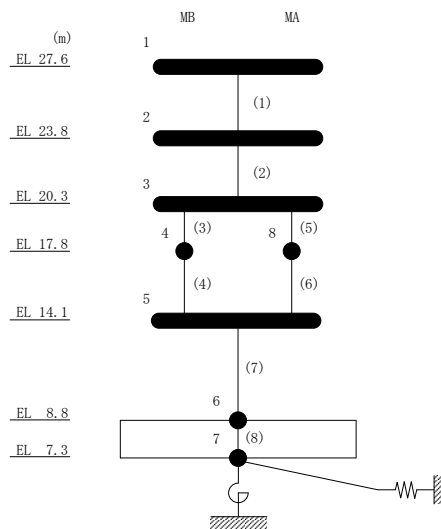




表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , N S 方向)

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。

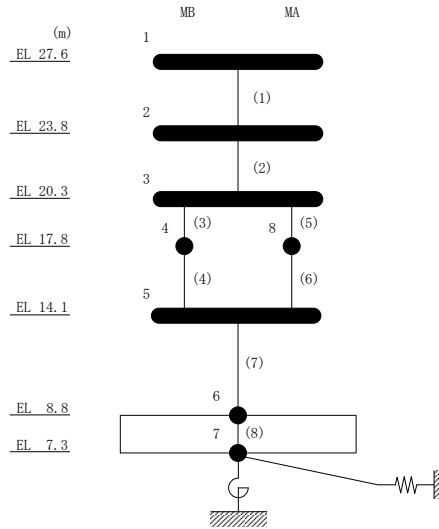


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)						
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	最大値
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<sub>s</sub>-D~S<sub>s</sub>-N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

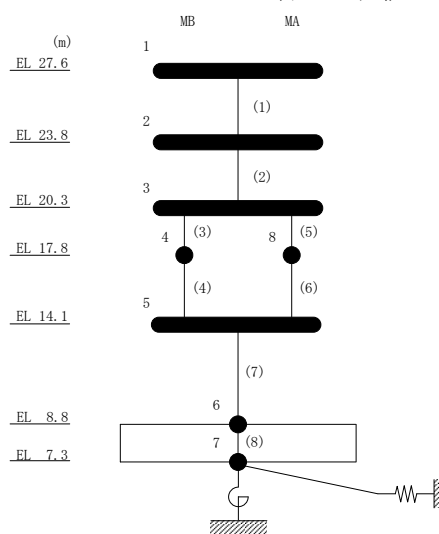


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS方向)

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。

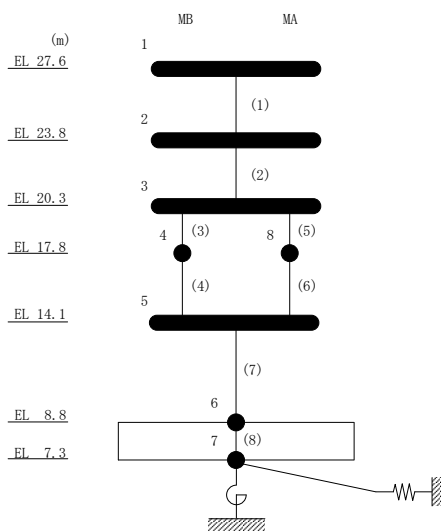


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

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。

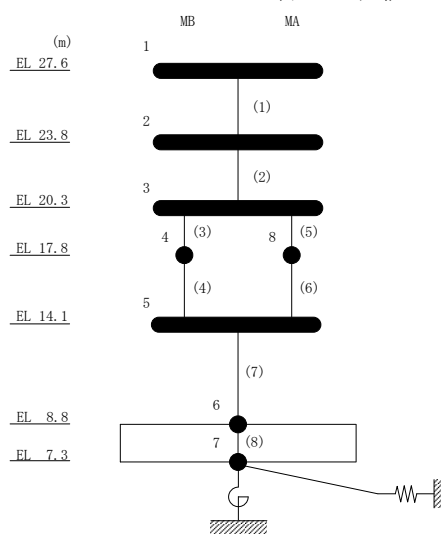


表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						
			$S_s$ -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。

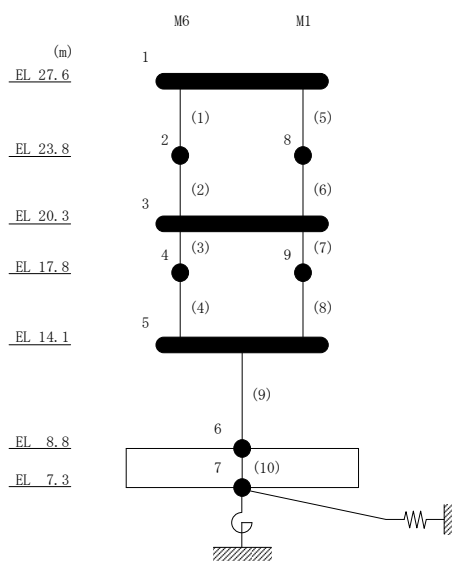


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

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。

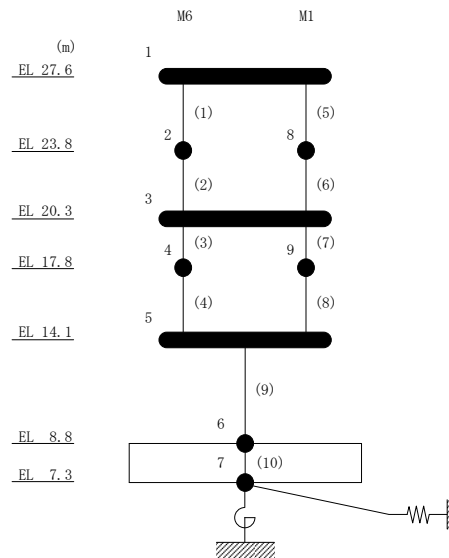


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

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。

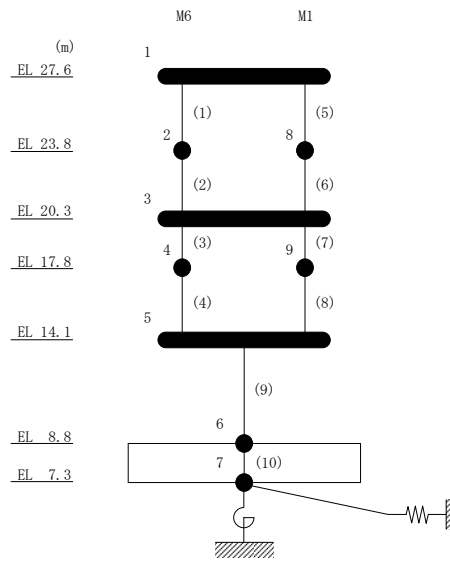


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s , E W方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> 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。

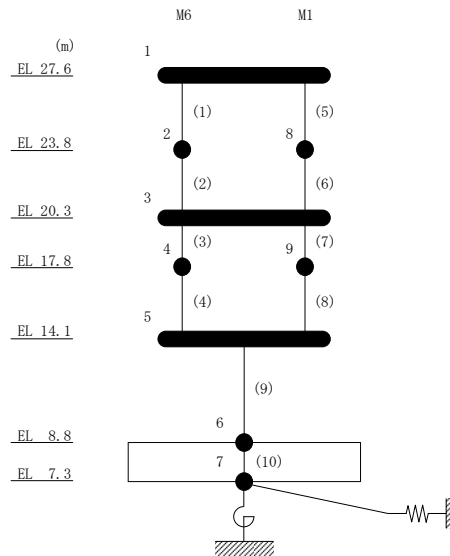
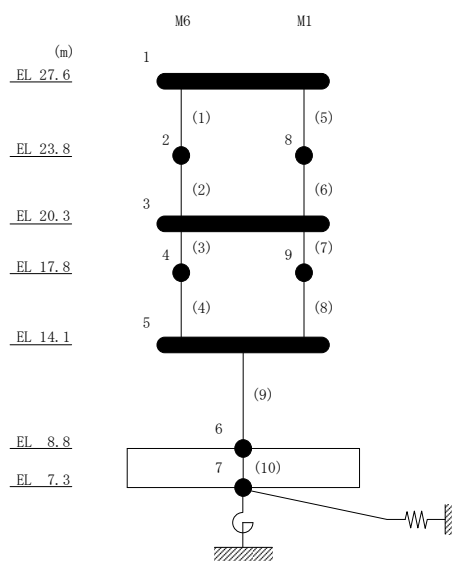




表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
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。

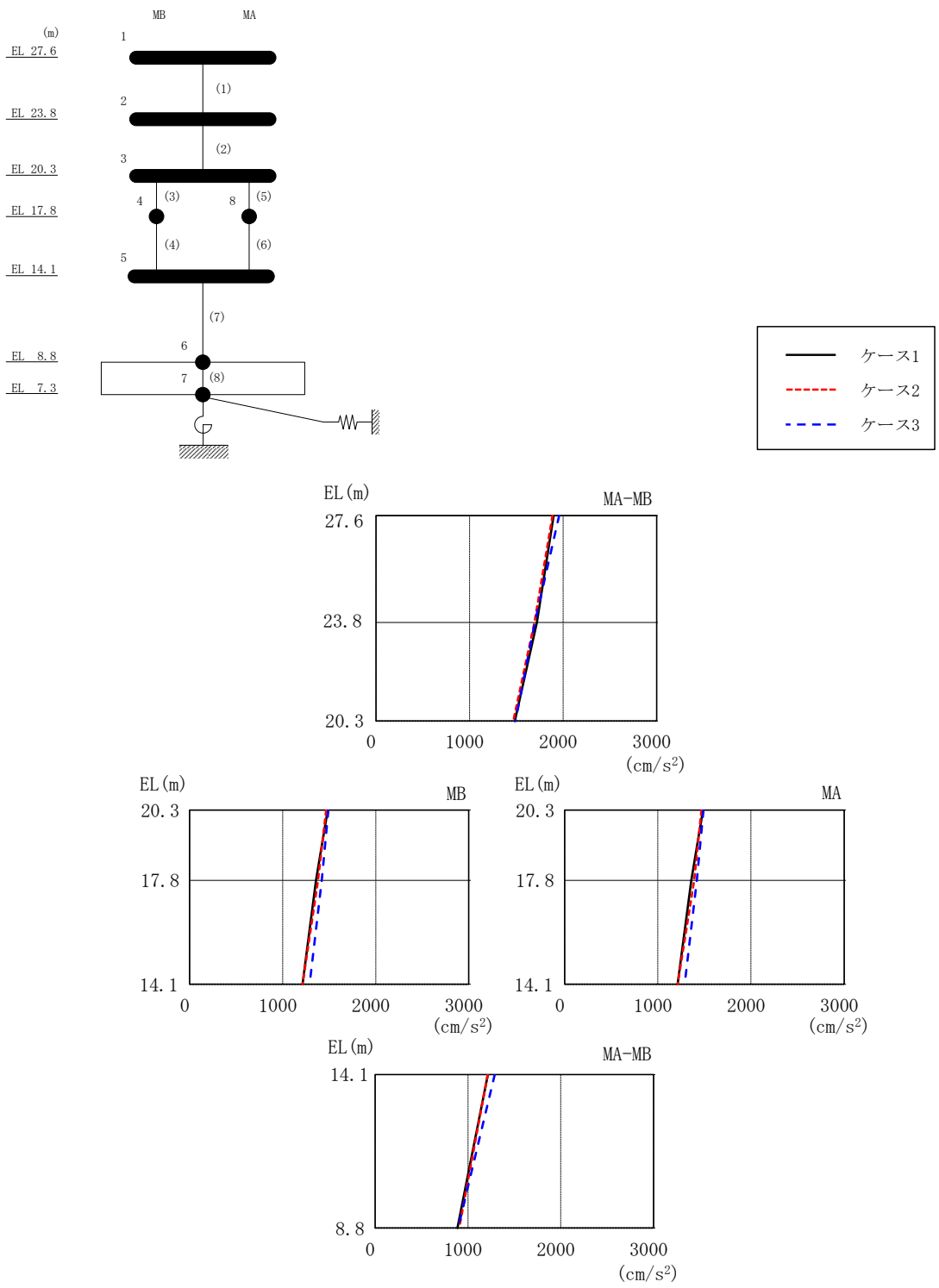
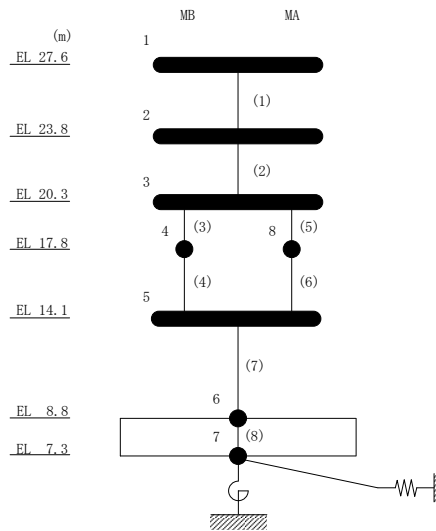


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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 ( $\text{cm/s}^2$ )		
			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





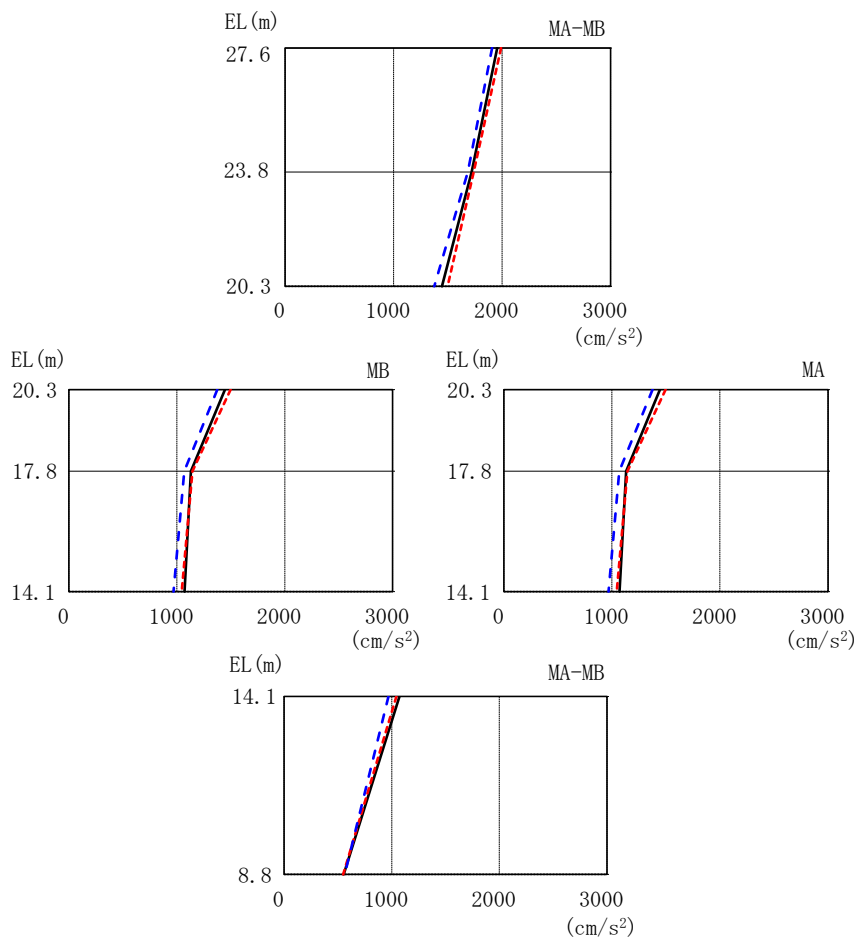
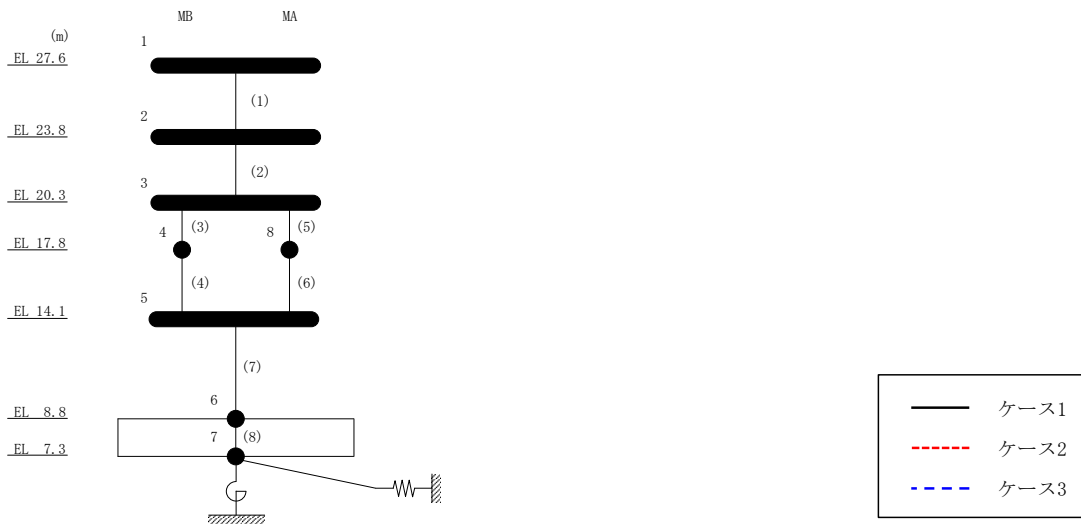
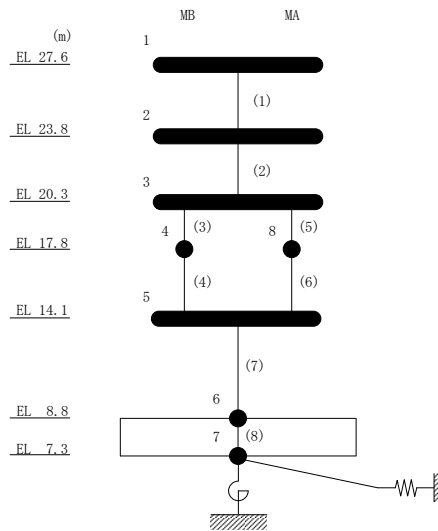


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub> - F 1, NS 方向)

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 <sup>2</sup> )		
			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



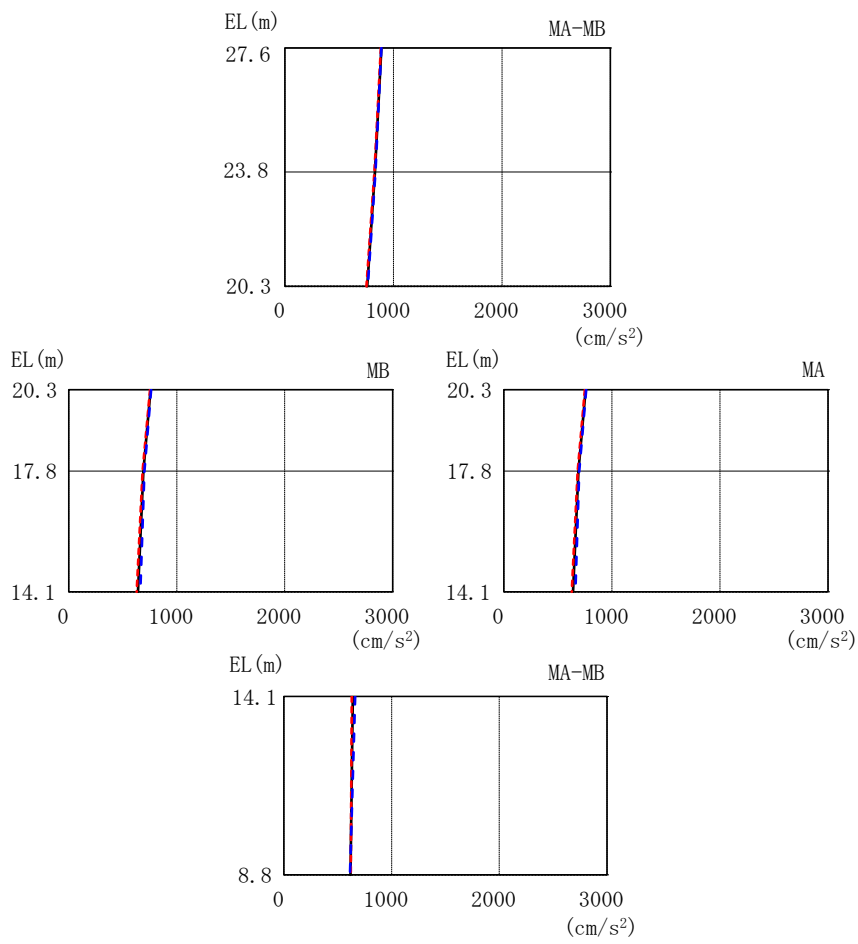
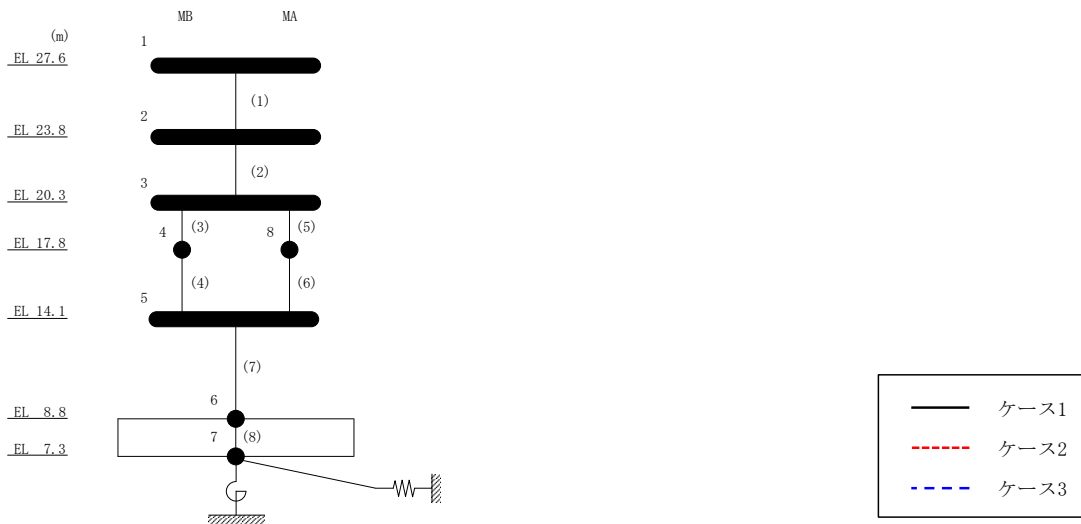
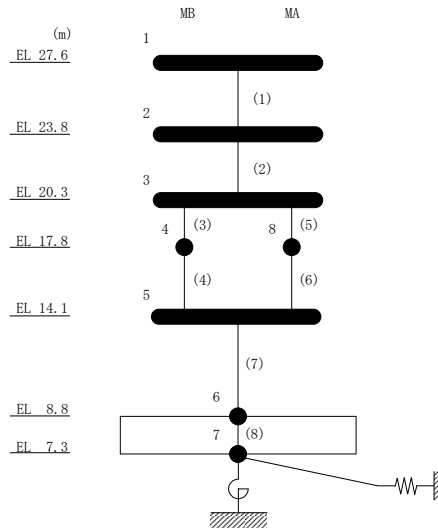


図 2-3 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N 1, NS 方向)

表 2-3 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 <sup>2</sup> )		
			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



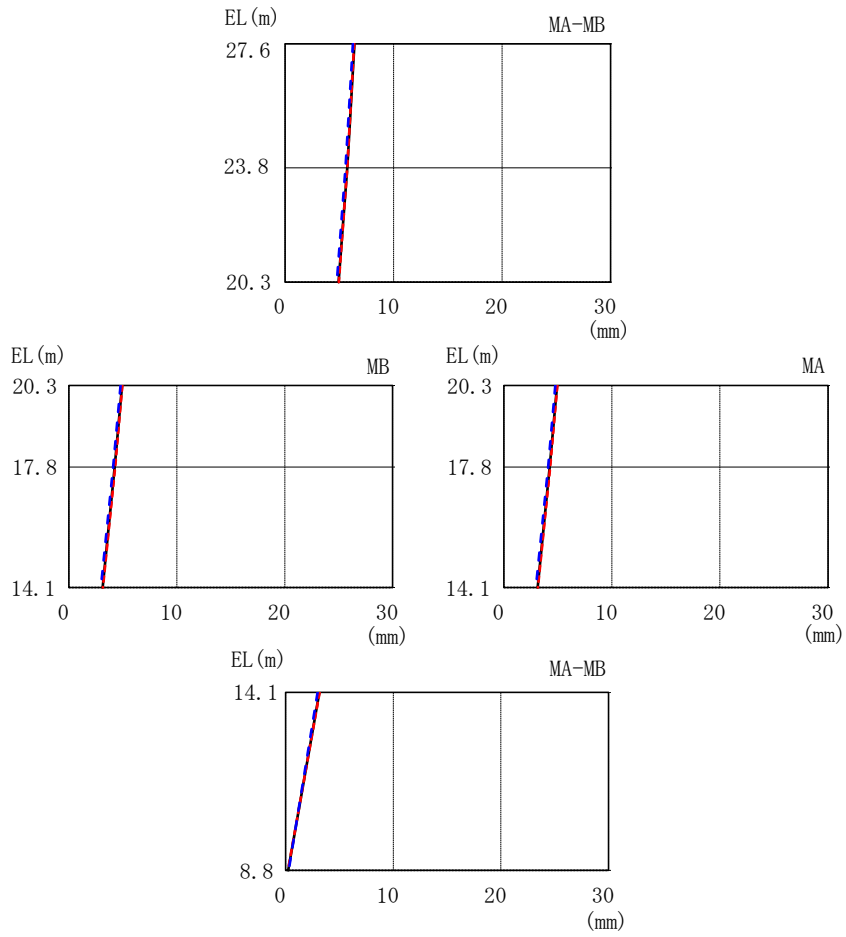
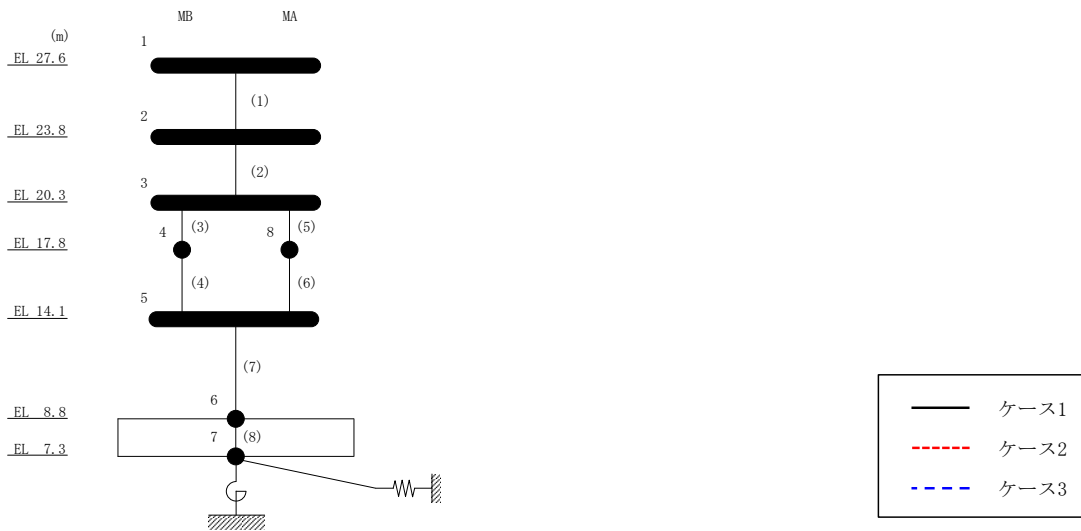
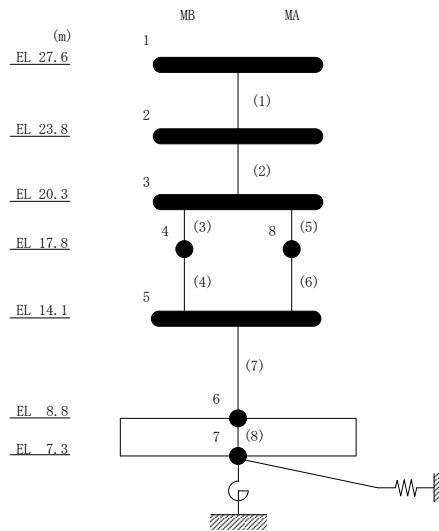


図 2-4 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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



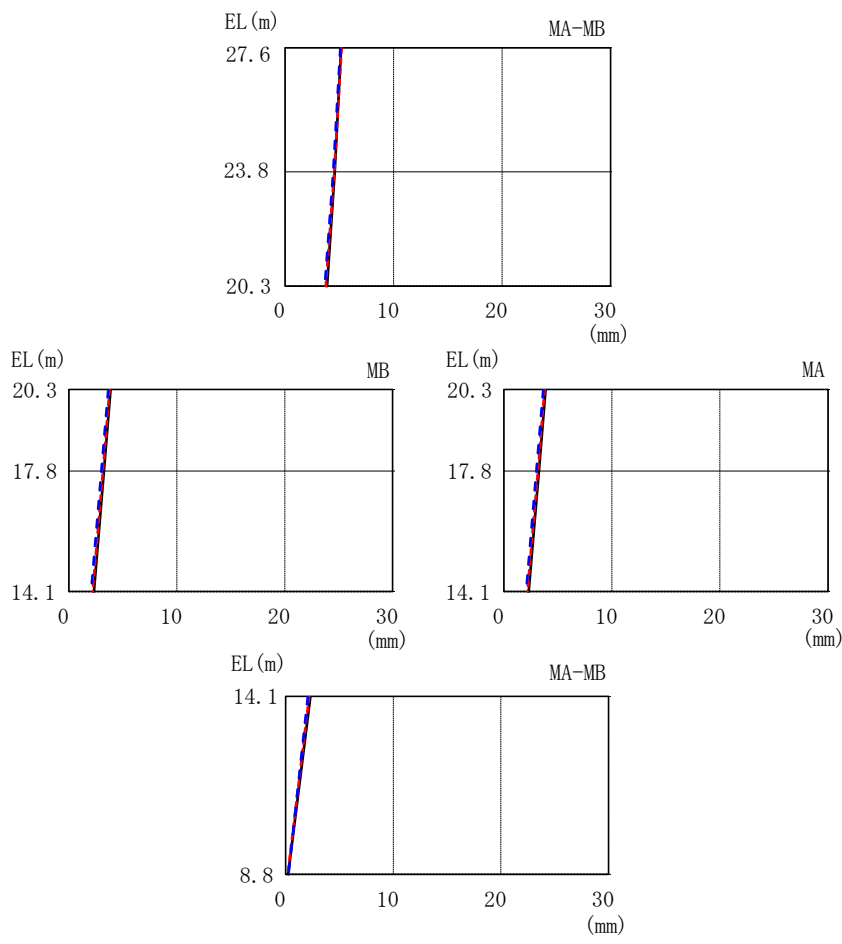
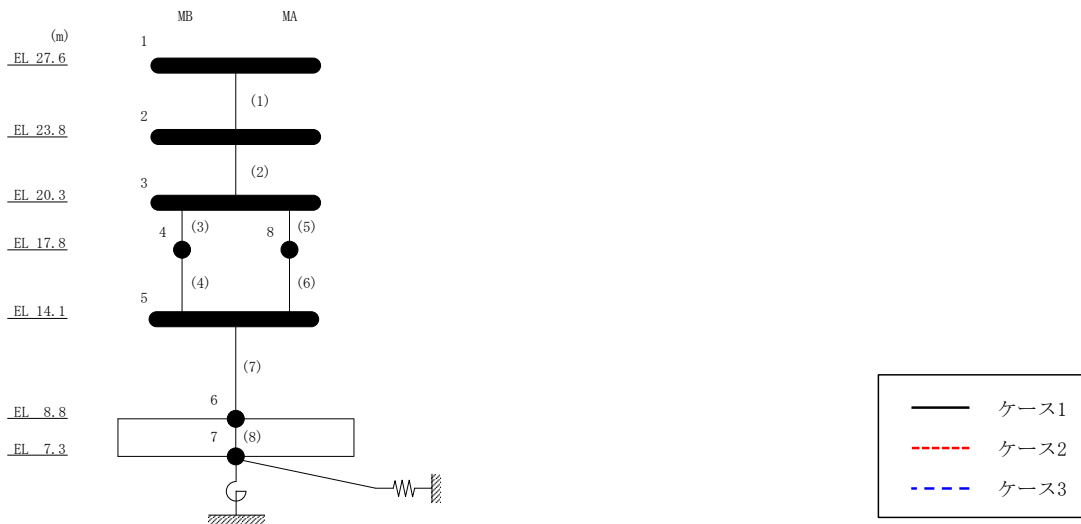
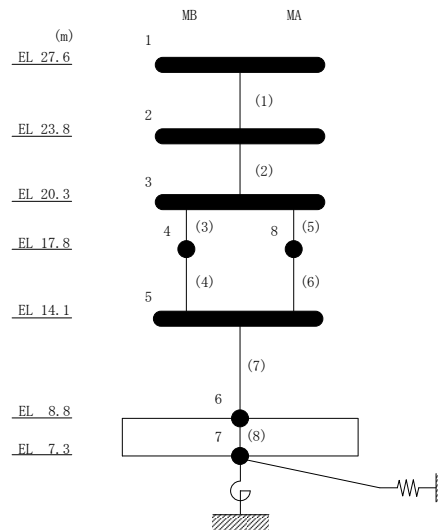


図 2-5 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, NS 方向)

表 2-5 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
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





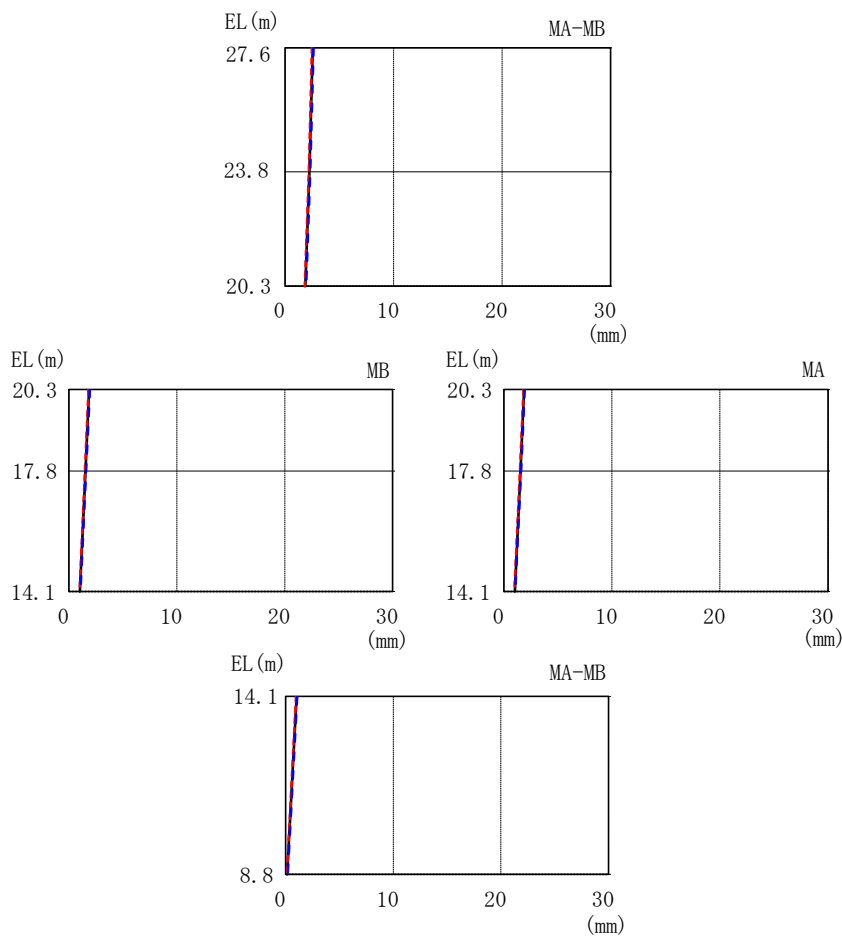
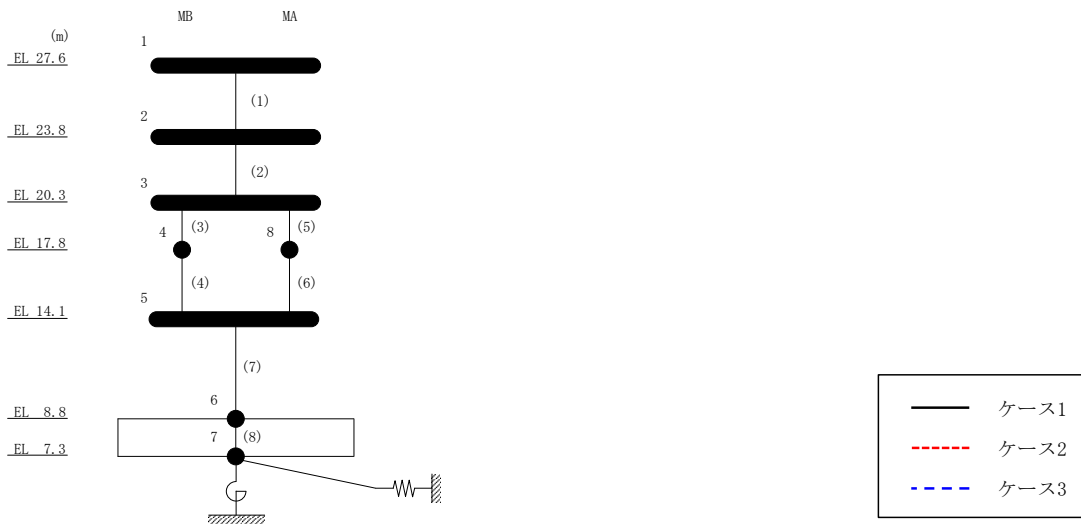
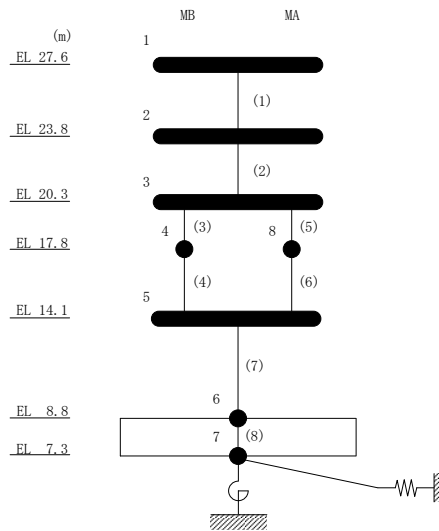


図 2-6 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - N1$ , NS 方向)

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



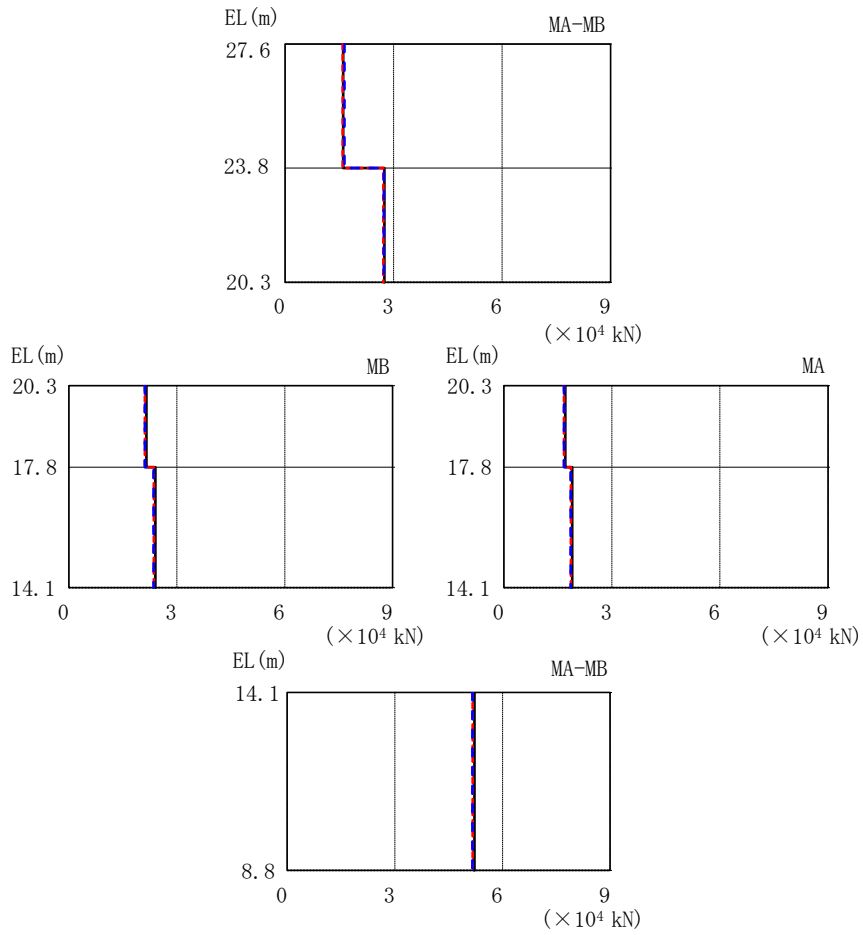
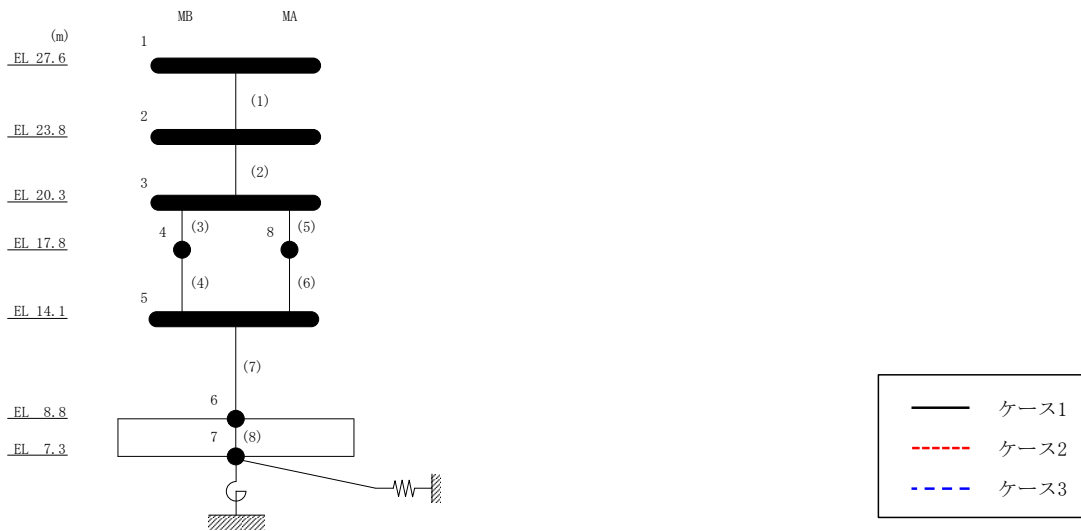
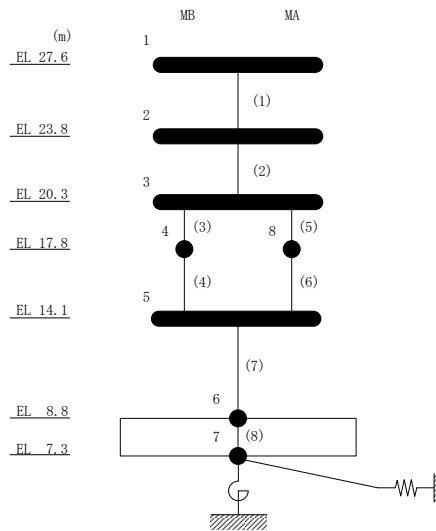


図 2-7 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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



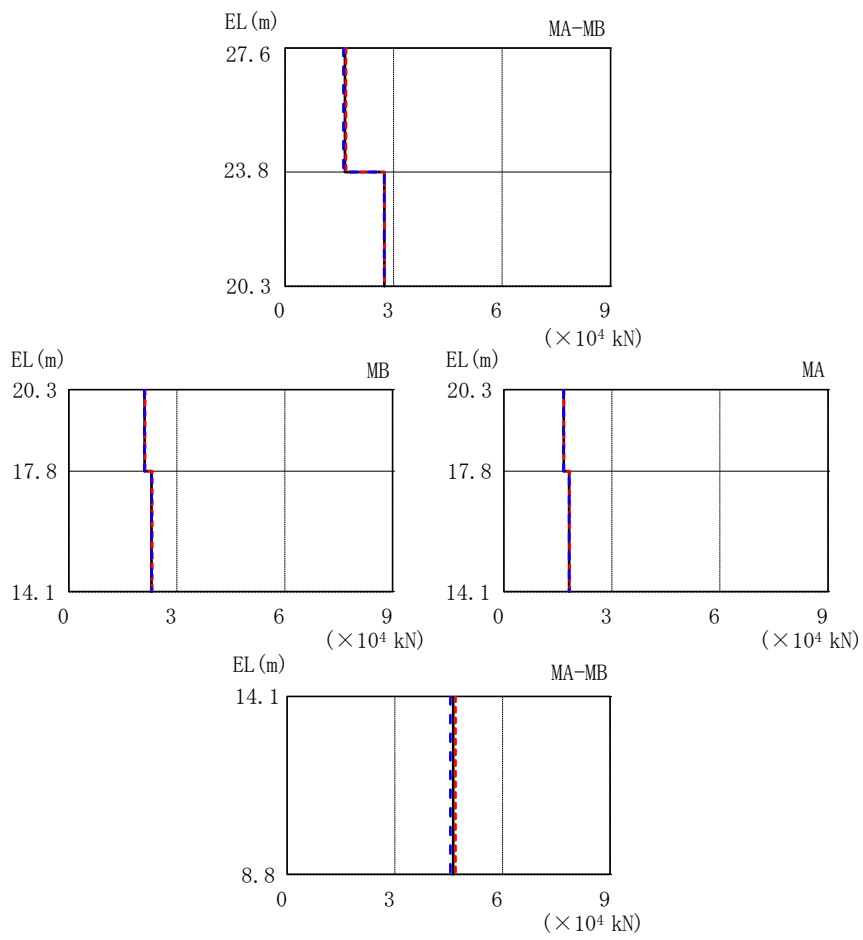
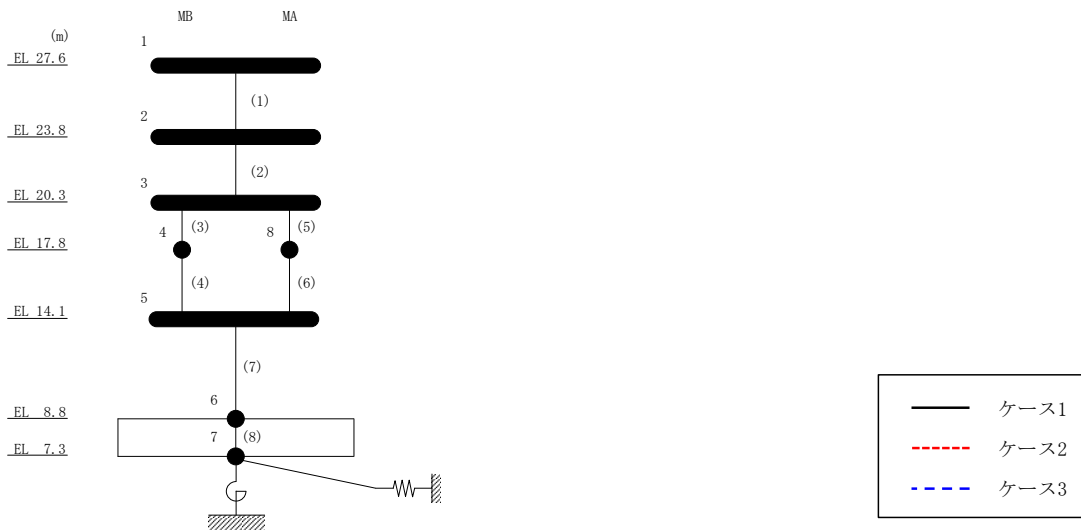
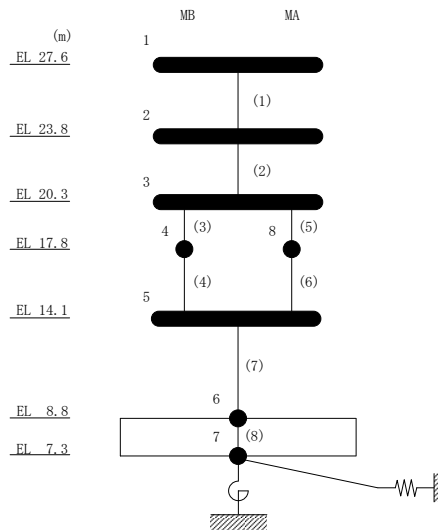


図 2-8 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

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



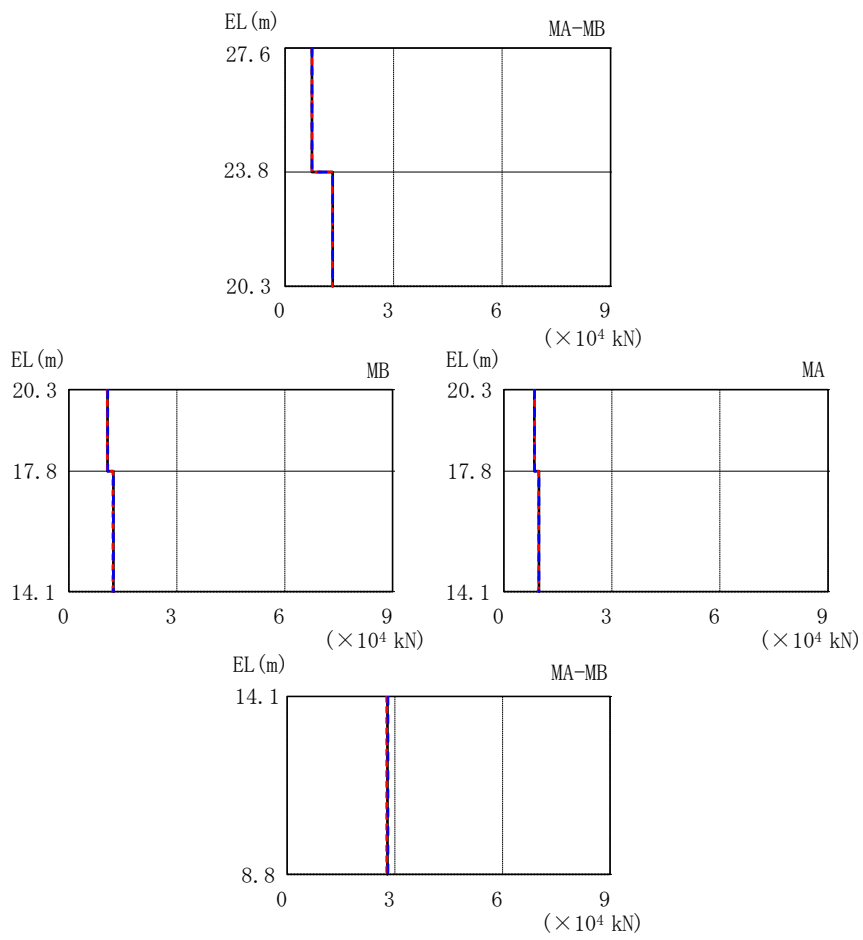
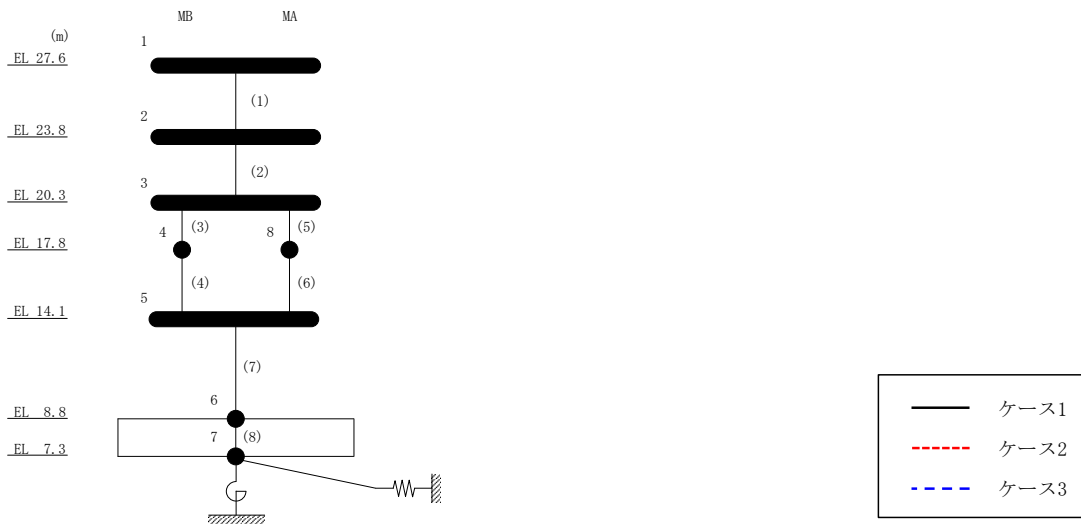
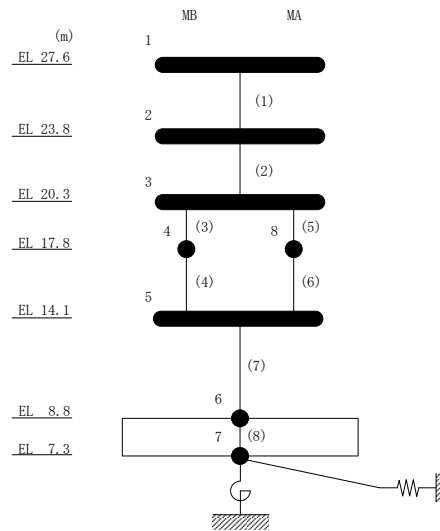


図 2-9 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - N1$ ,  $NS$  方向)

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





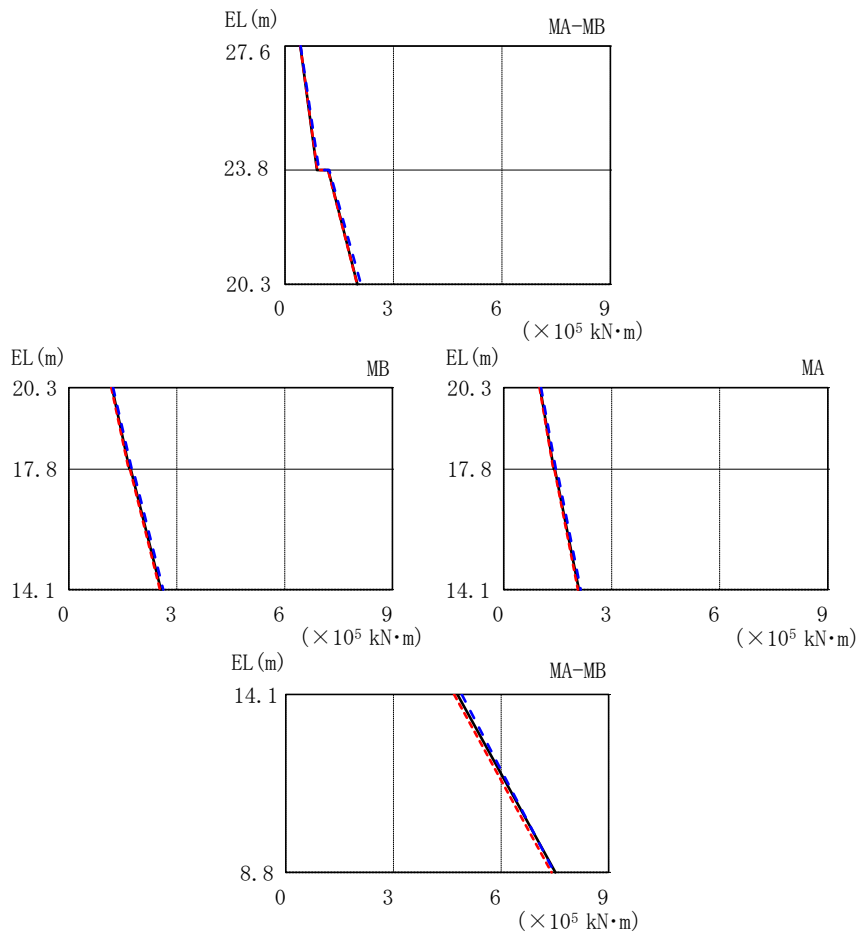
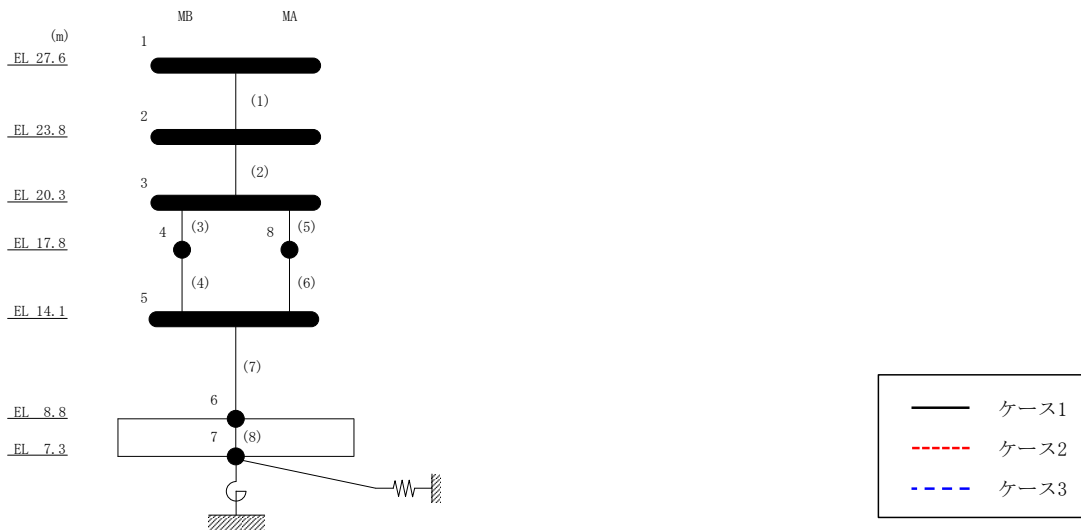
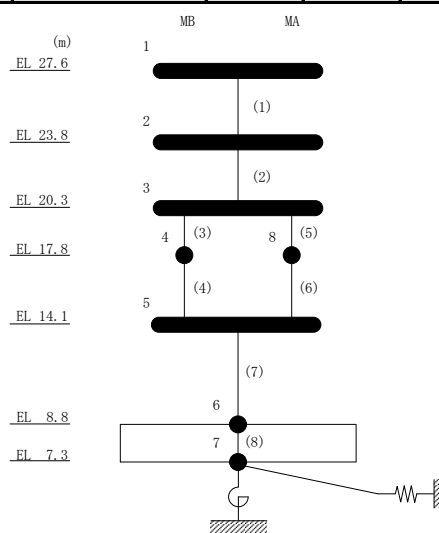


図 2-10 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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



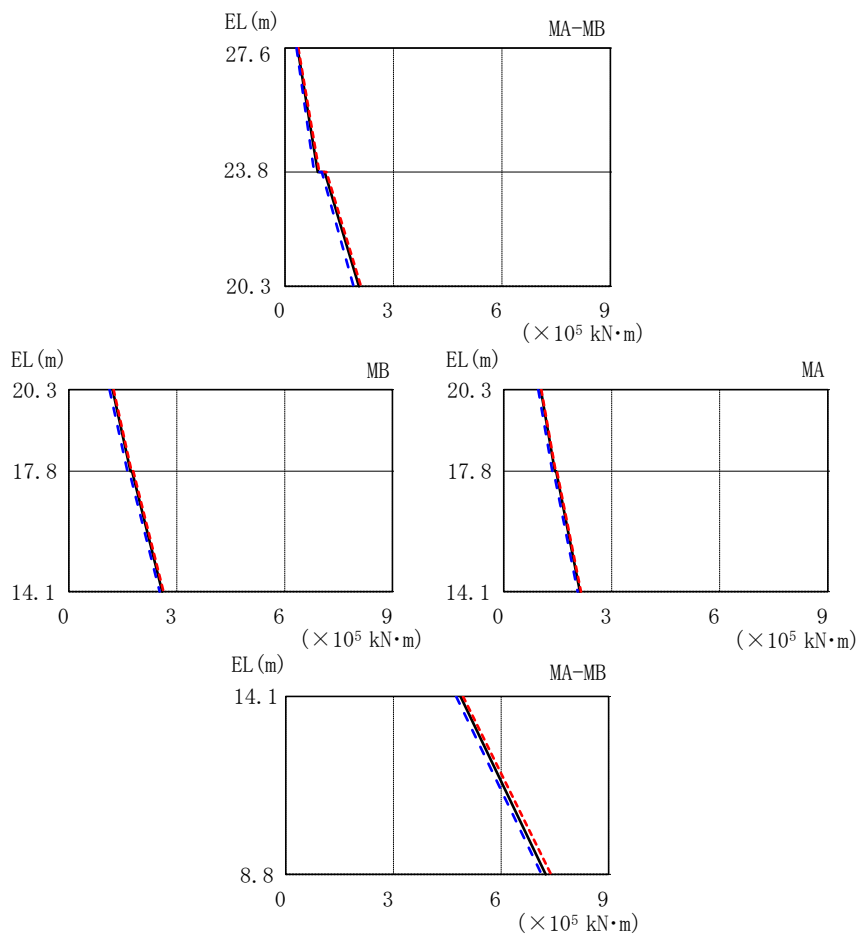
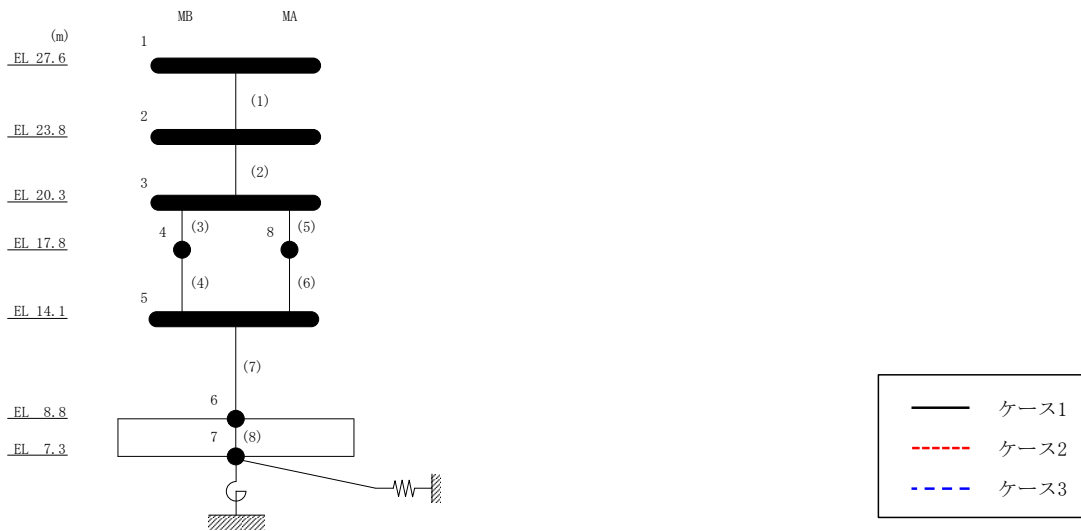
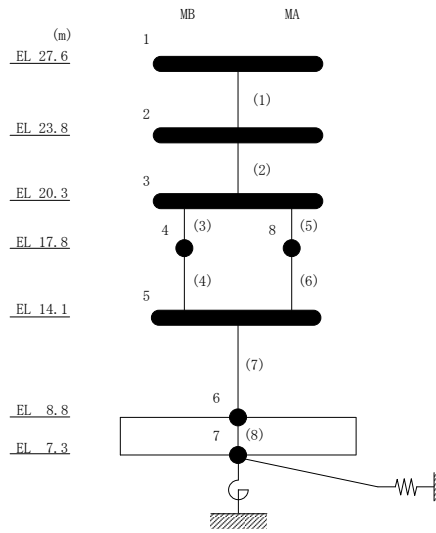


図 2-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

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



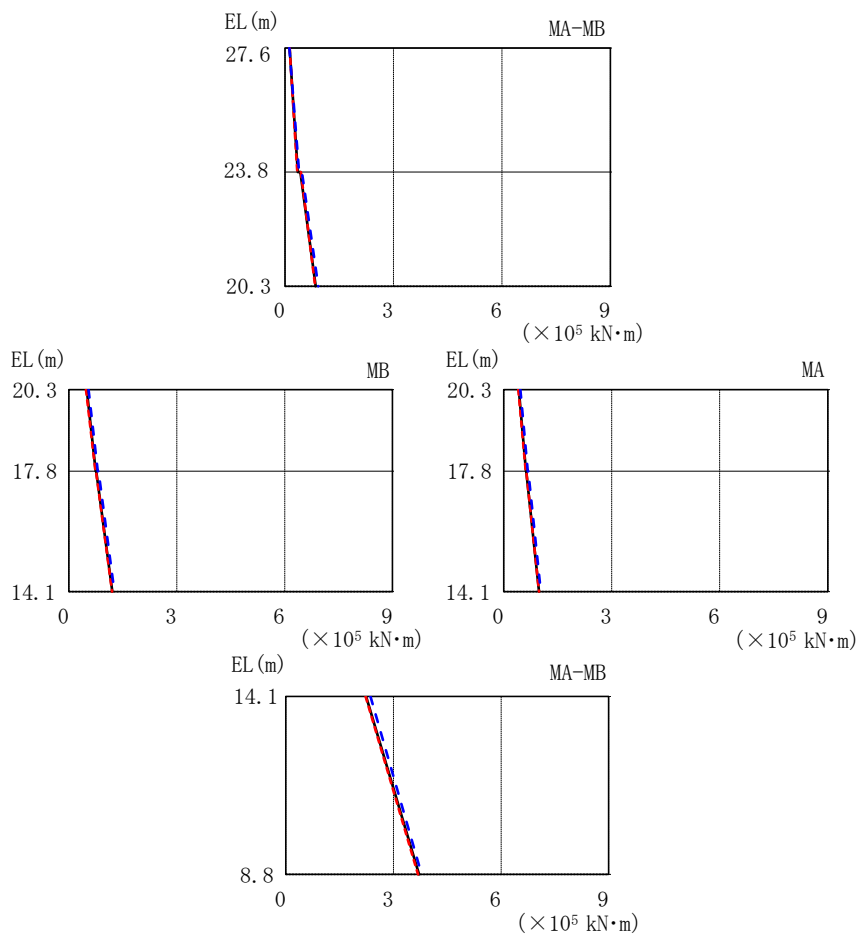
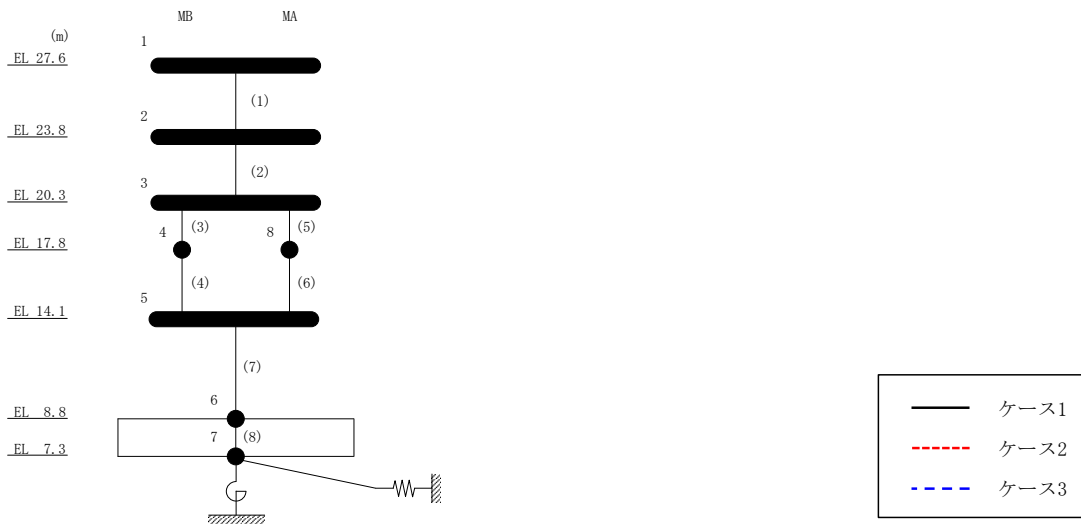
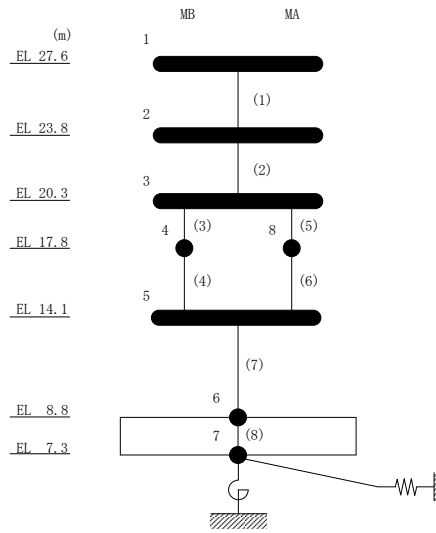


図 2-12 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - N1$ , NS 方向)

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



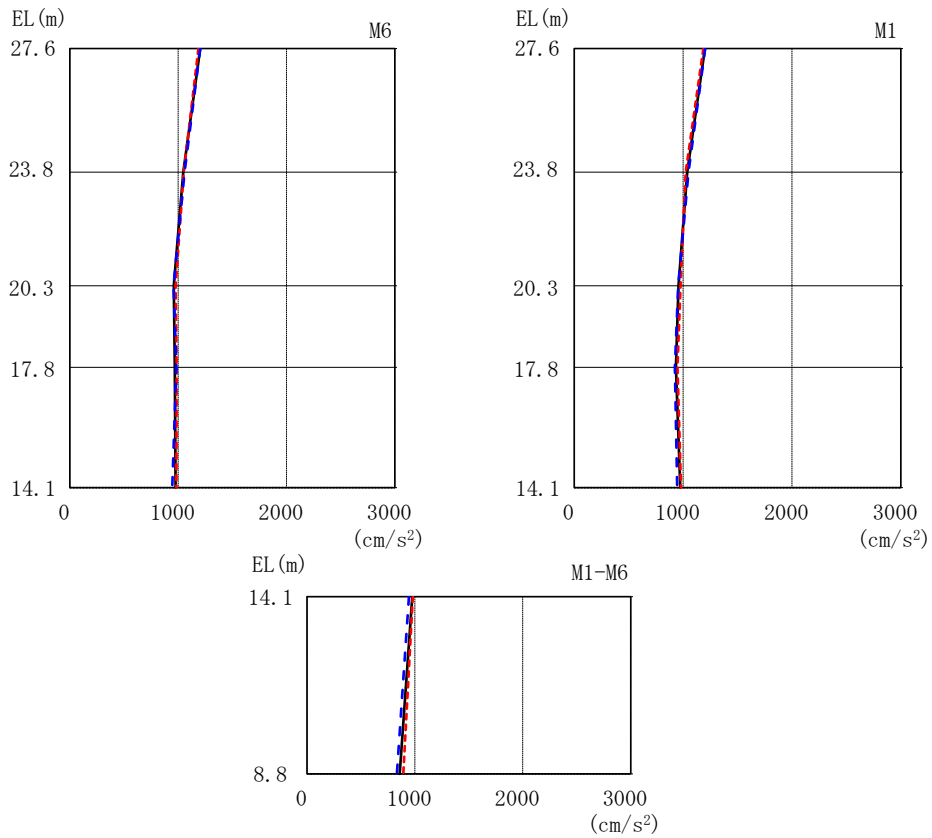
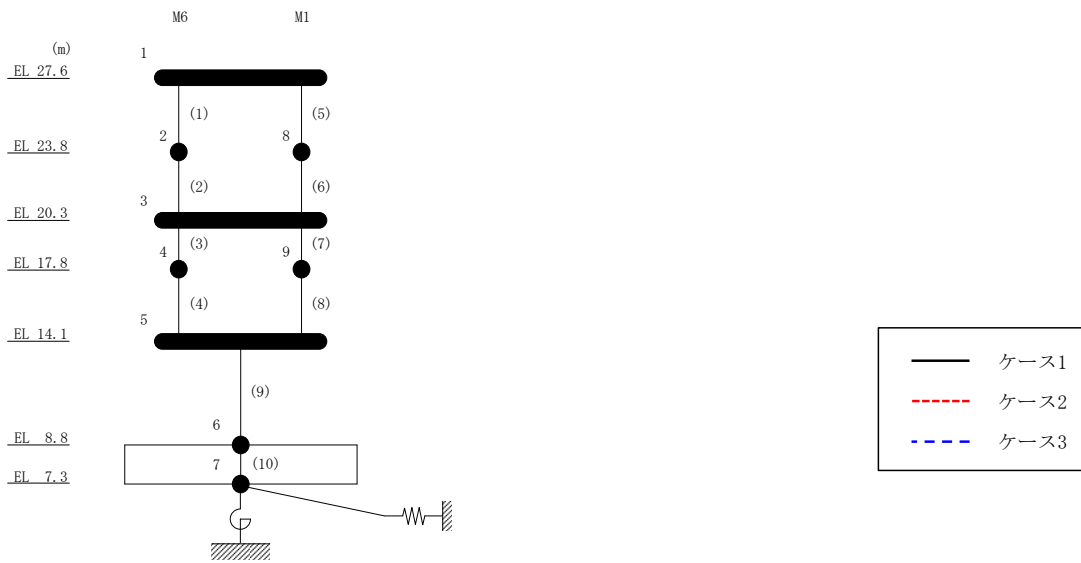
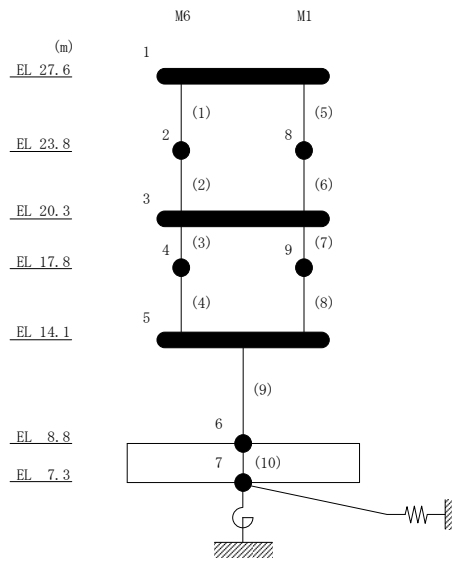


図 2-13 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

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 <sup>2</sup> )		
			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





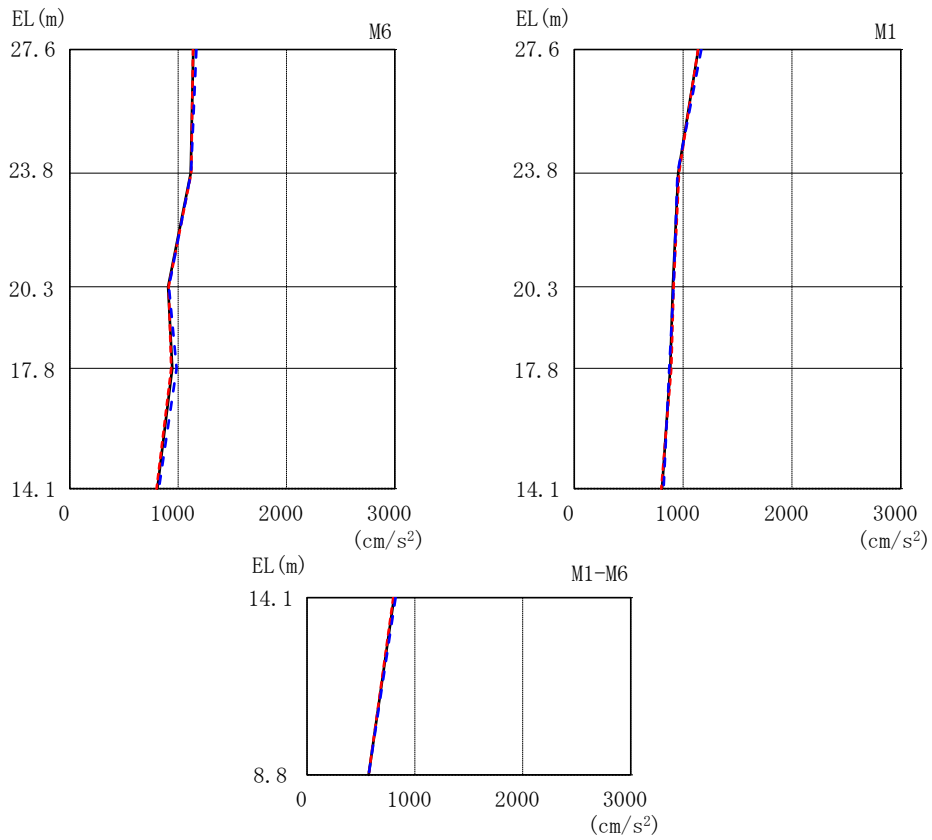
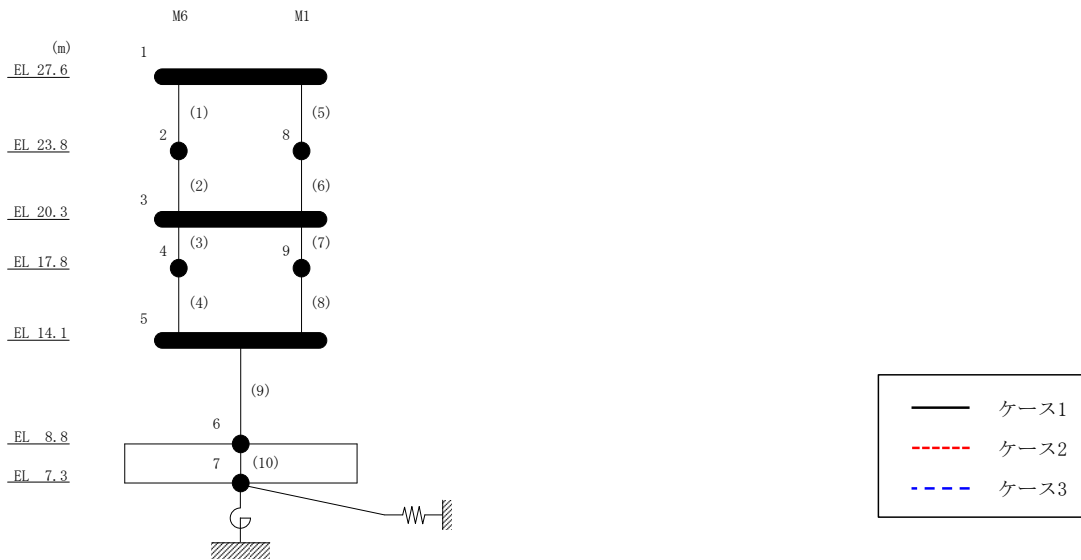
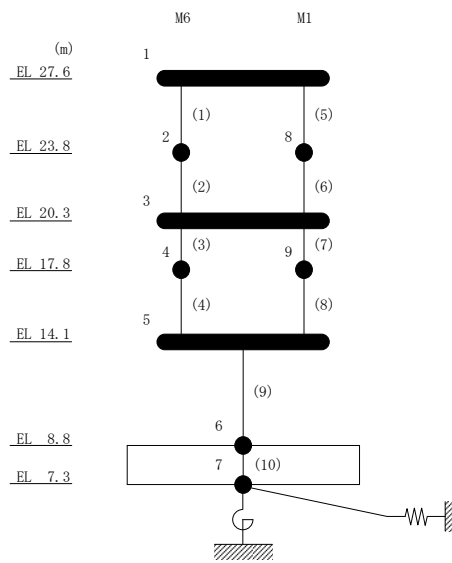


図 2-14 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)

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 <sup>2</sup> )		
			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



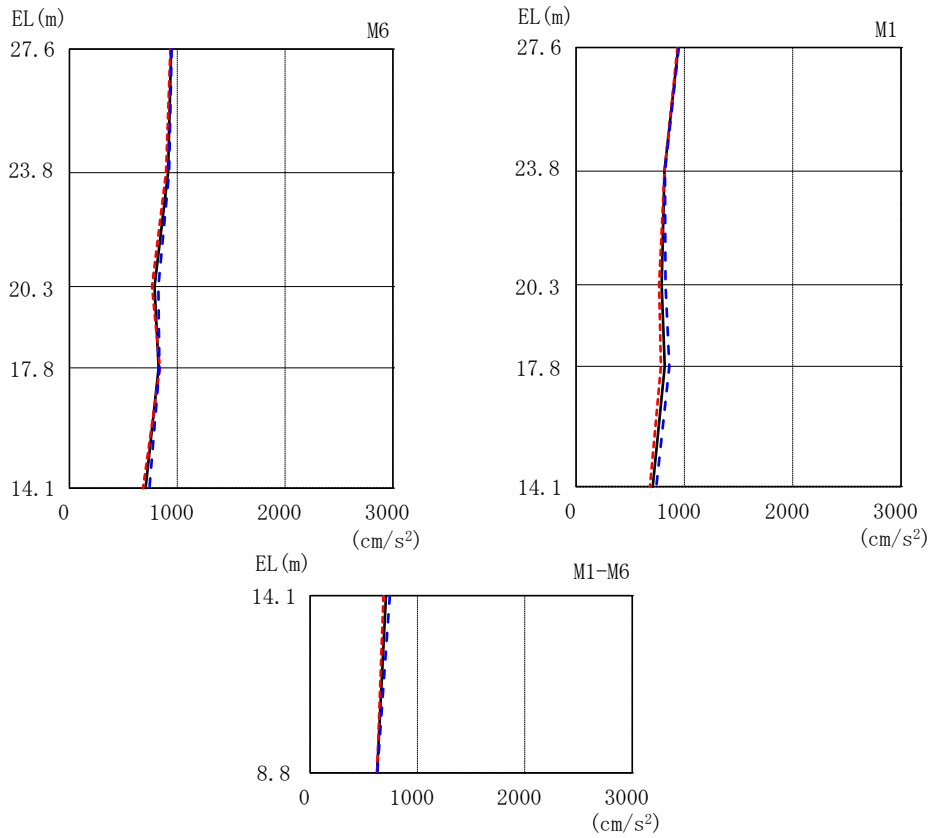
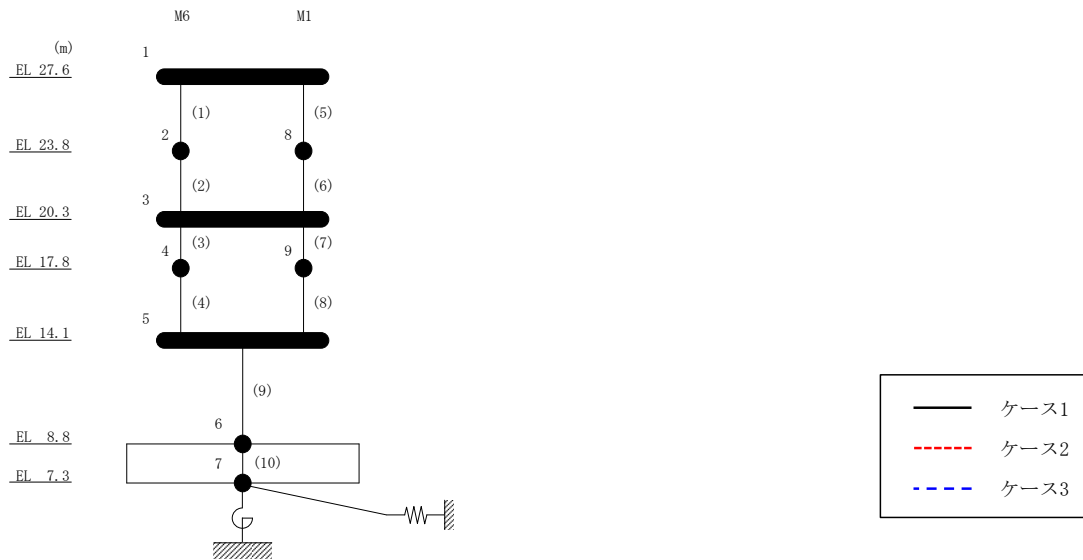
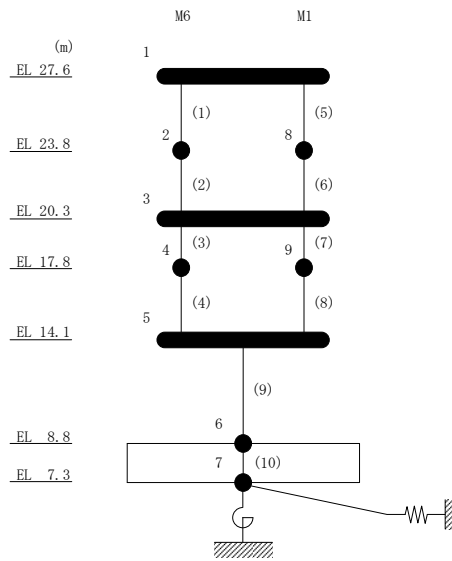


図 2-15 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)

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 <sup>2</sup> )		
			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



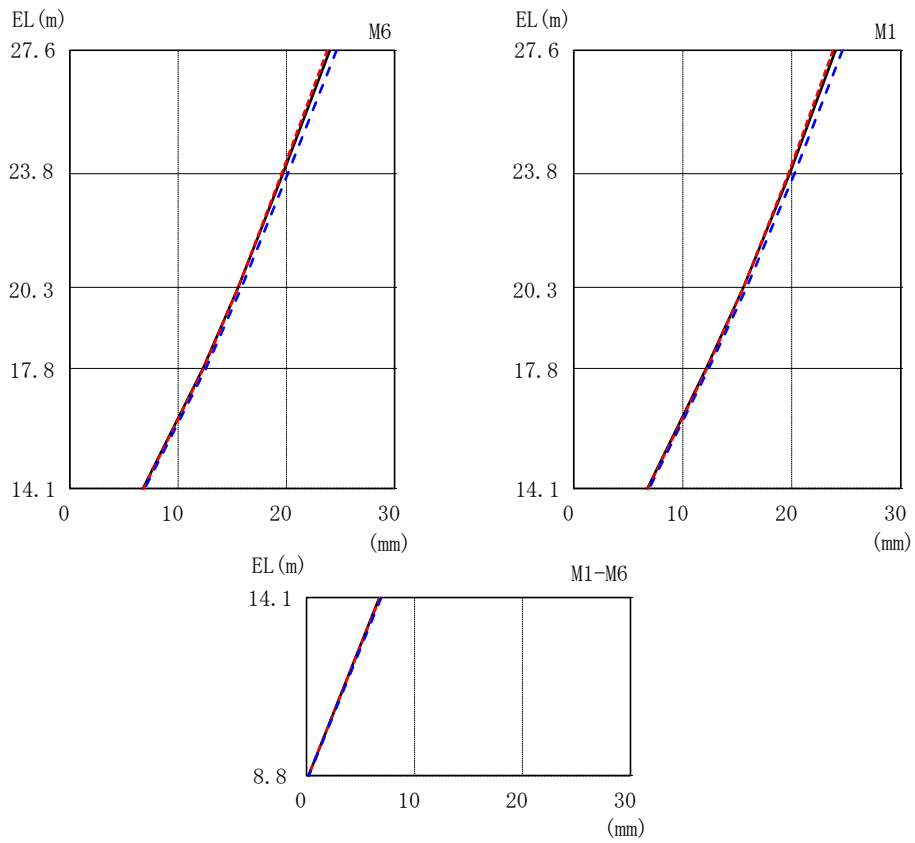
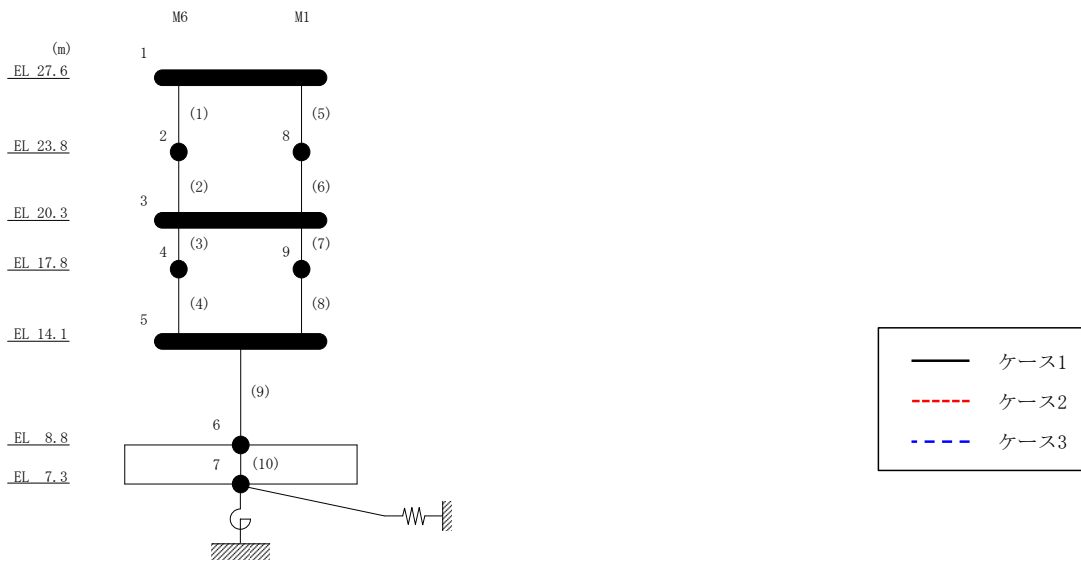
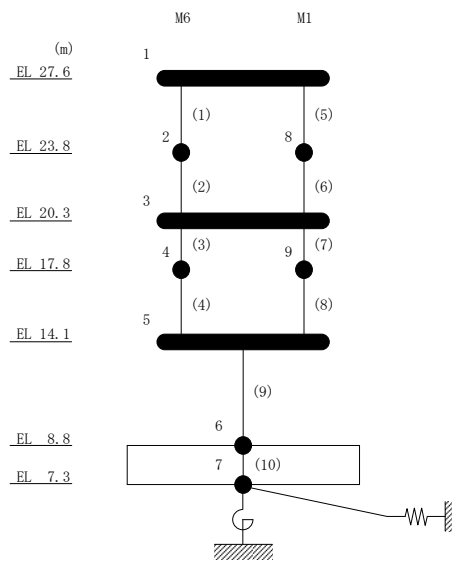


図 2-16 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D, EW 方向)

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



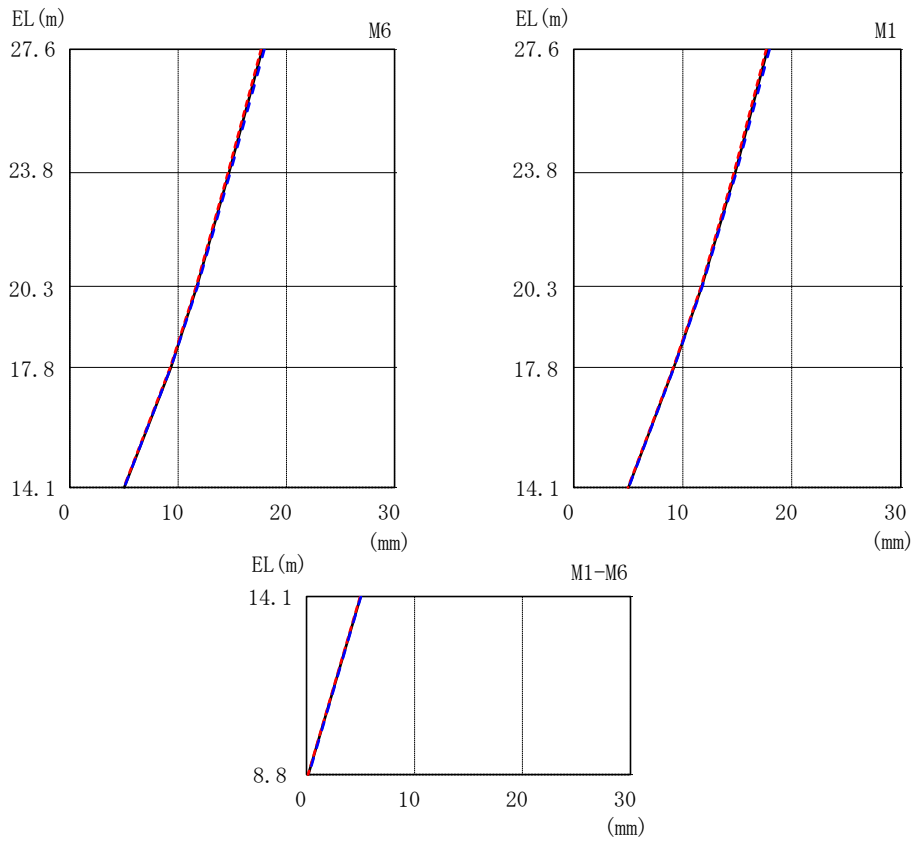
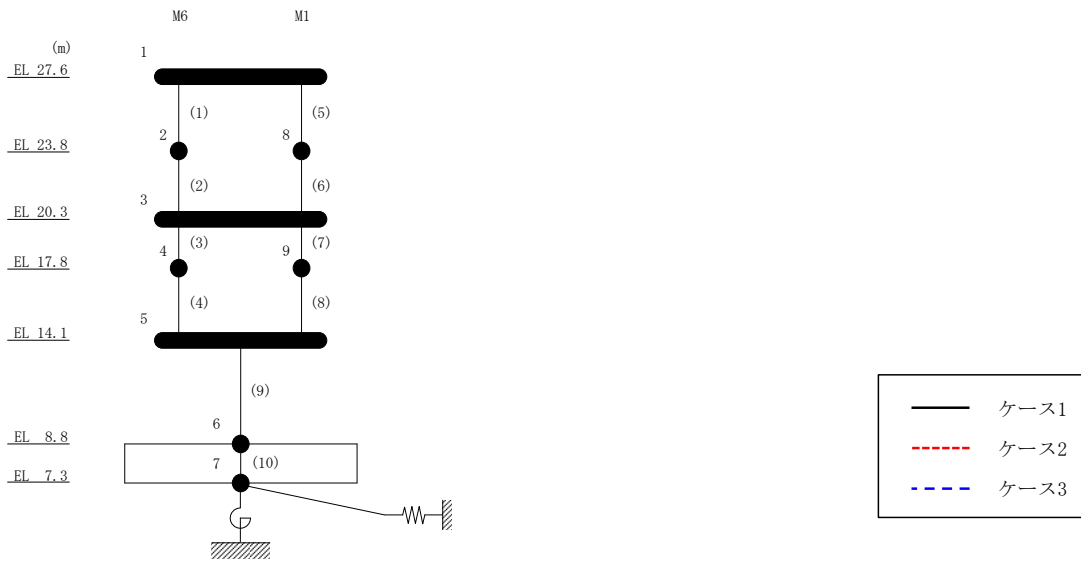
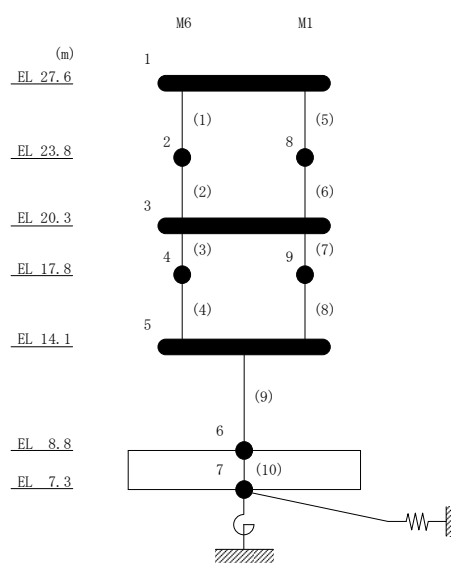


図 2-17 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - F 1$ , EW 方向)

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





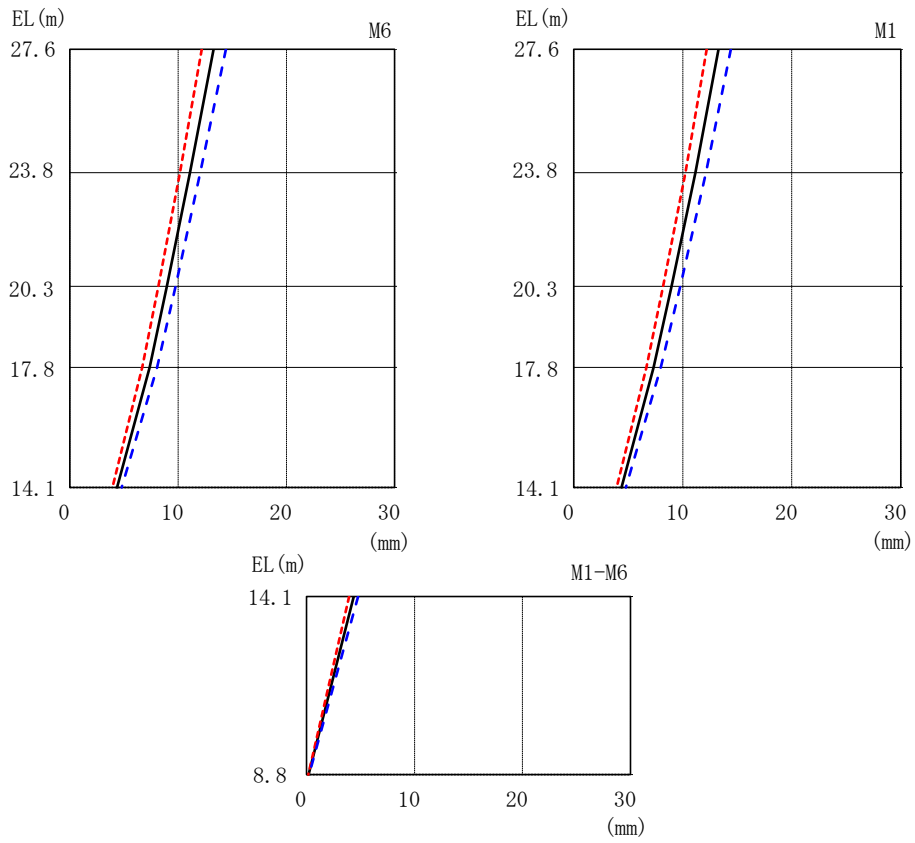
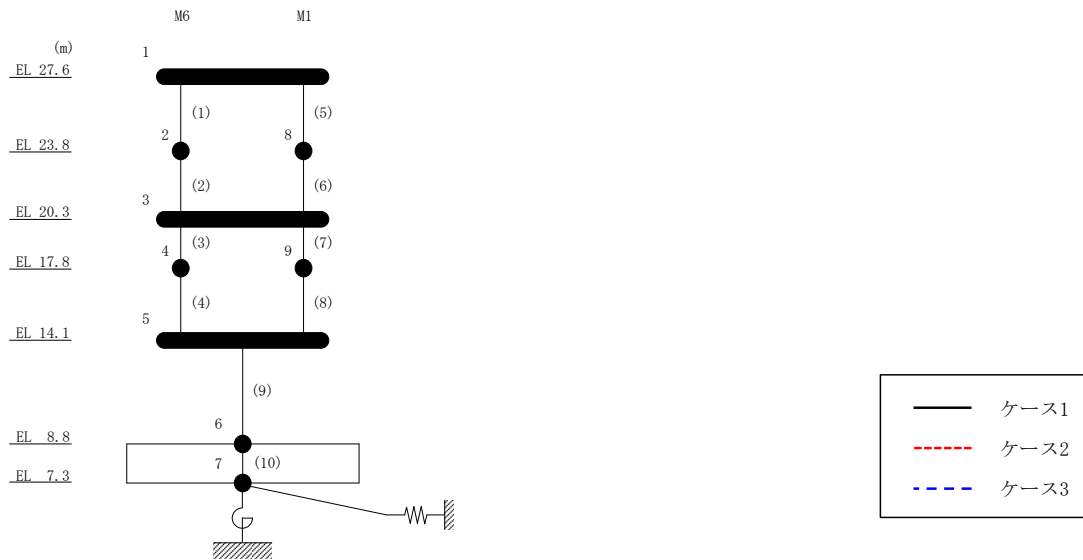
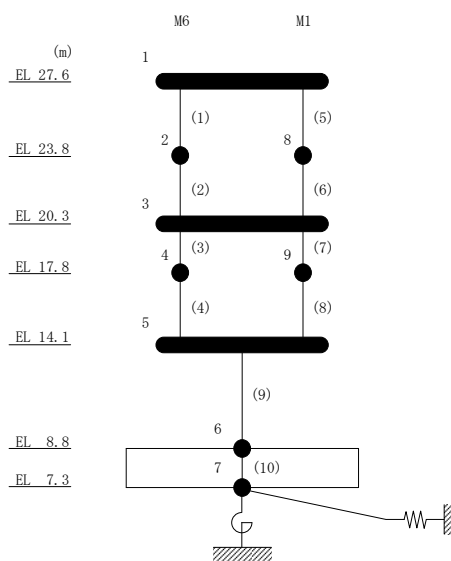


図 2-18 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - N 1$ , EW方向)

表 2-18 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - 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
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



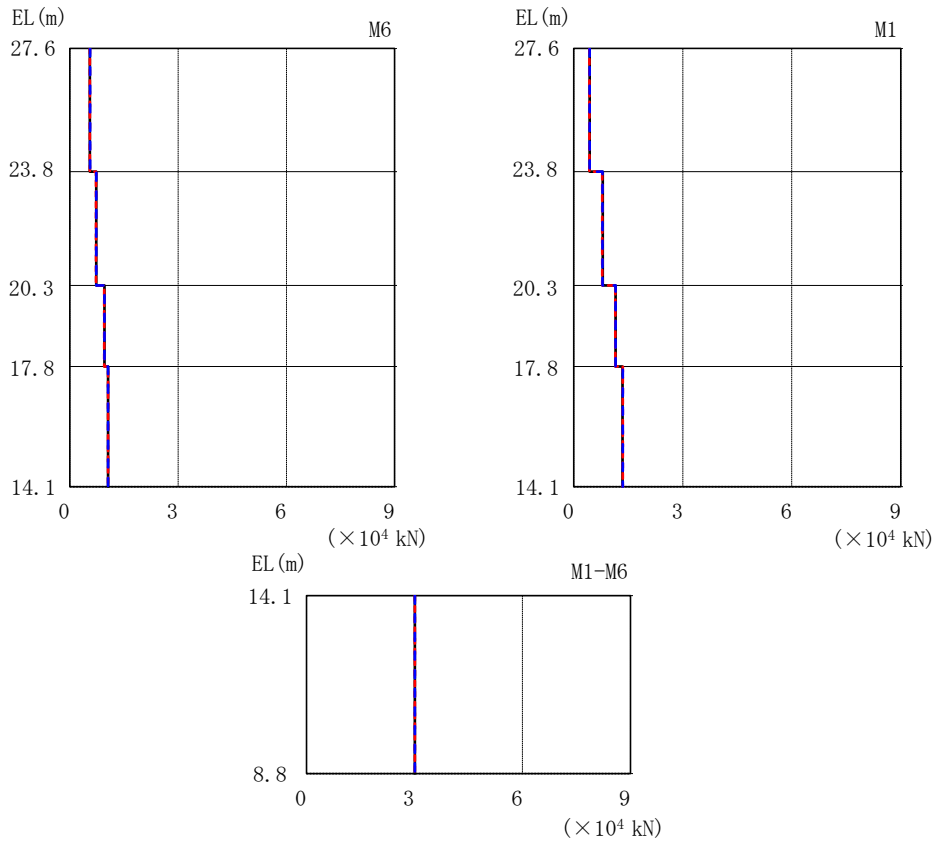
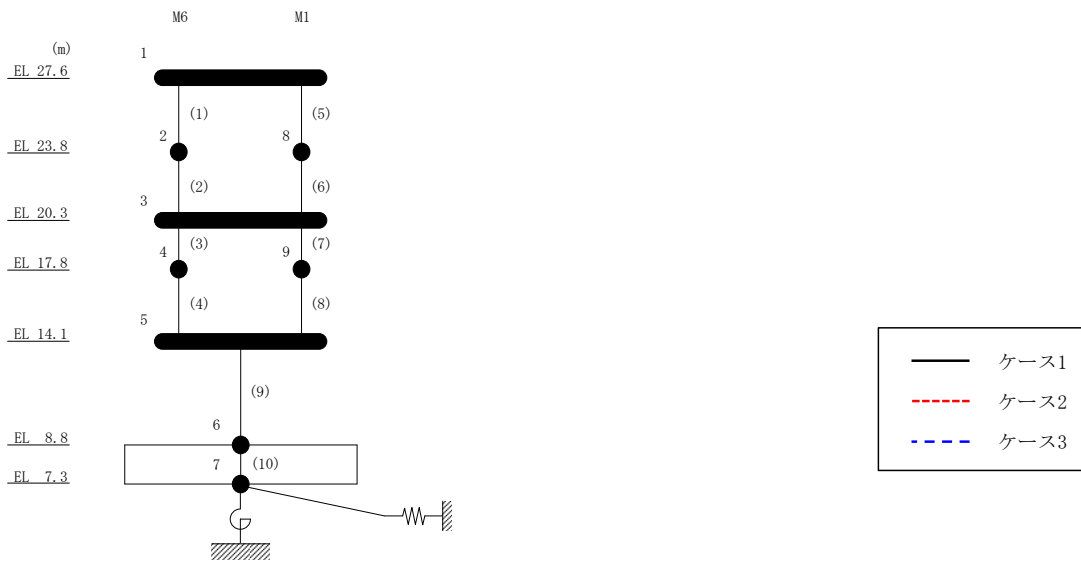
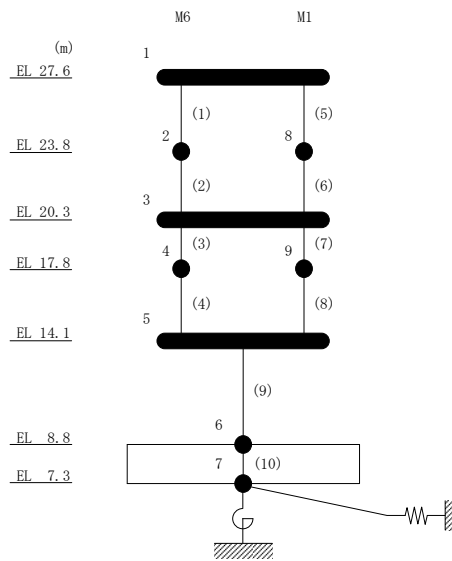


図 2-19 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - D$ , EW方向)

表 2-19 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>-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



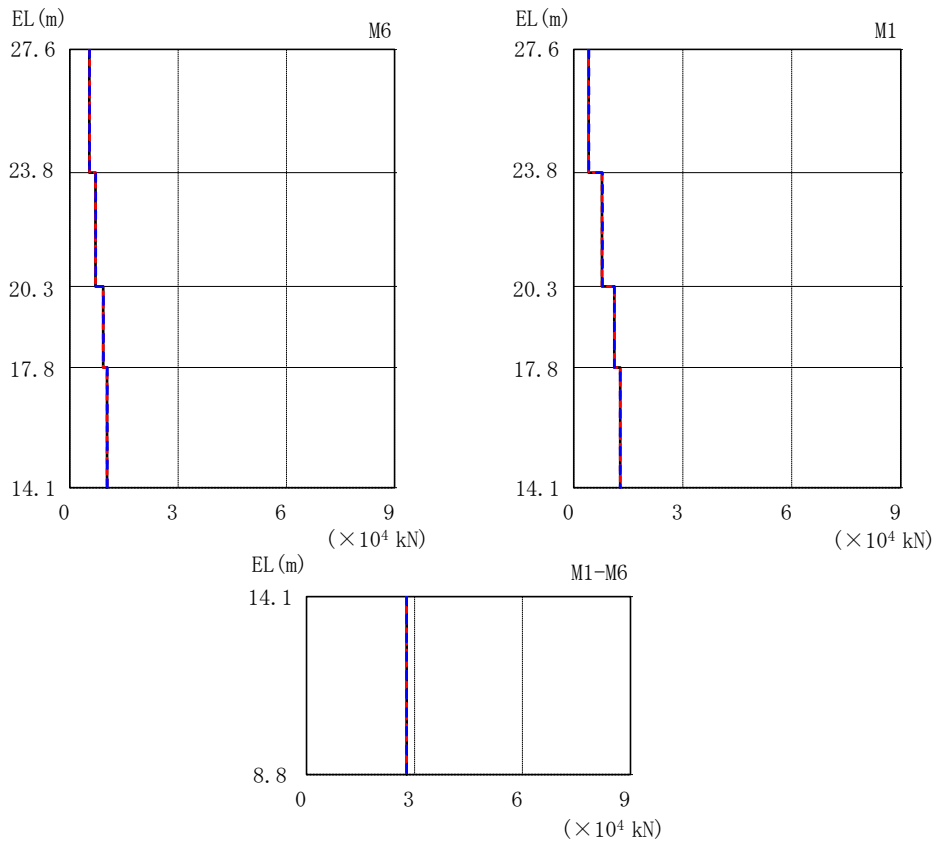
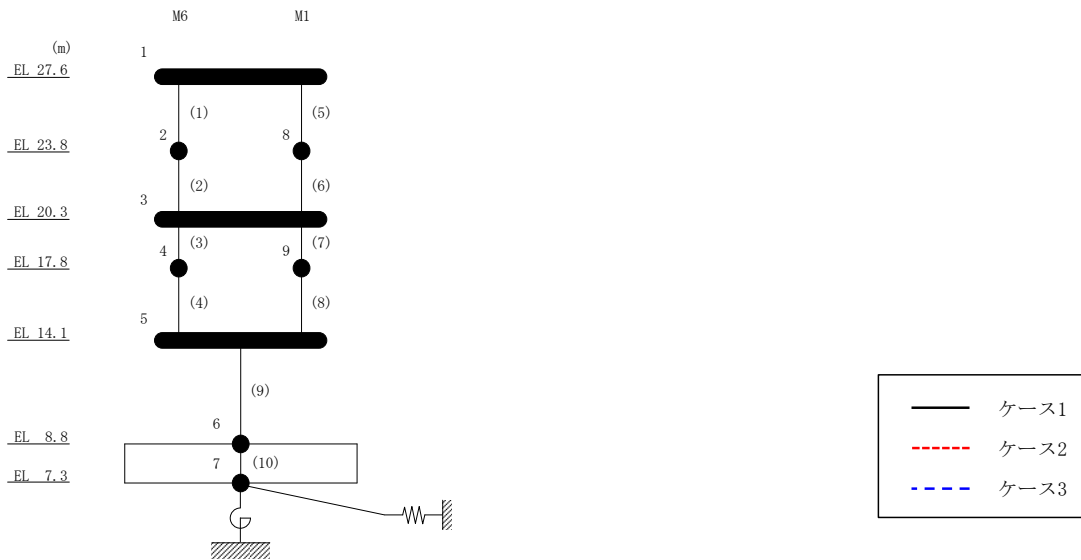
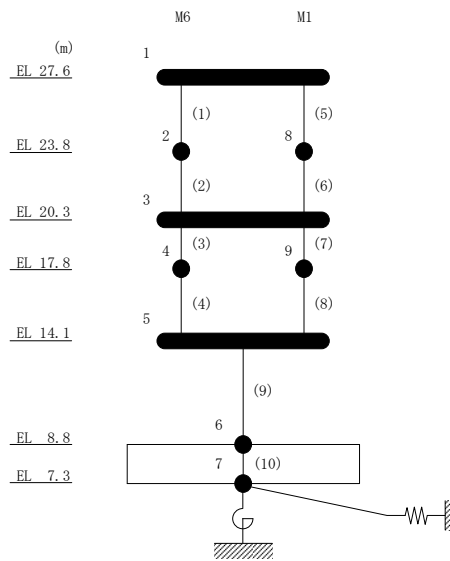


図 2-20 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F1, EW方向)

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



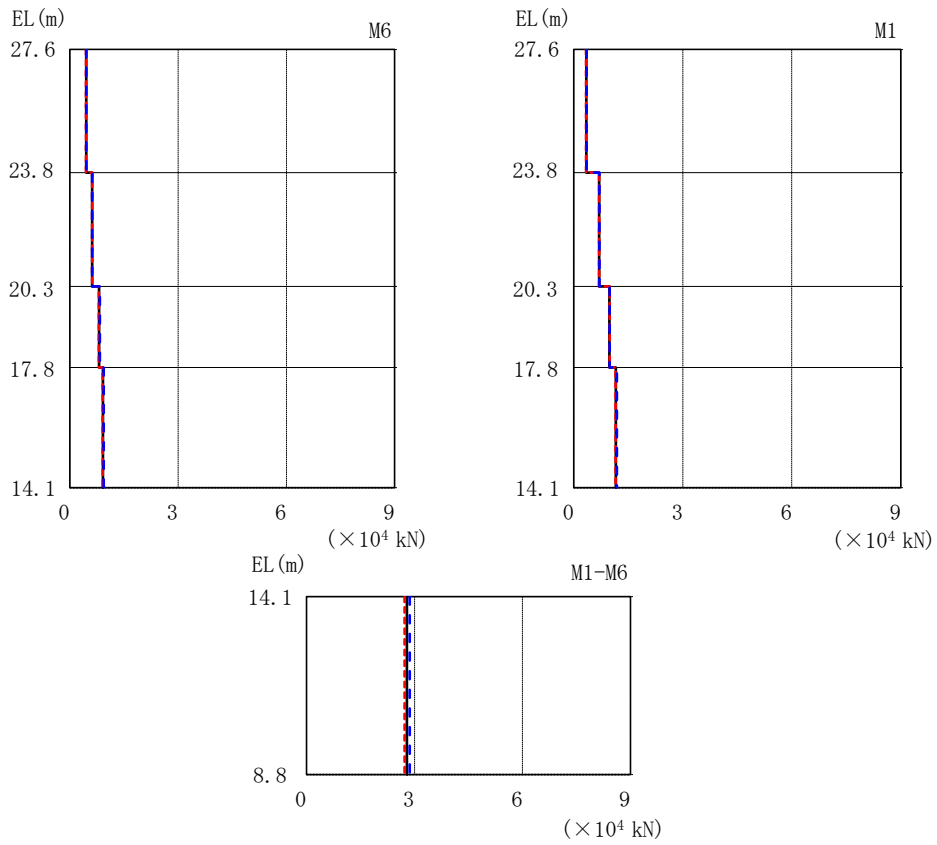
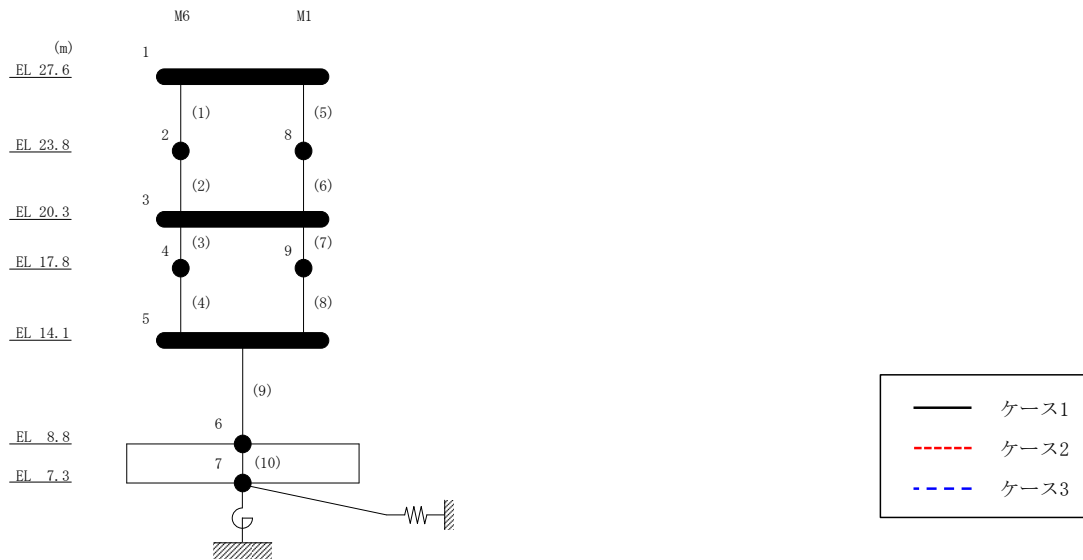
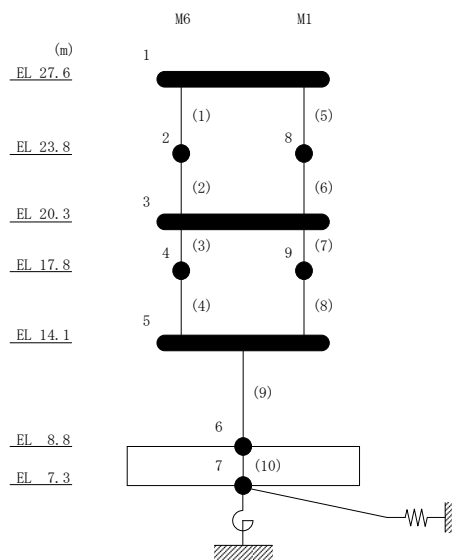


図 2-21 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - N1$ , EW方向)

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





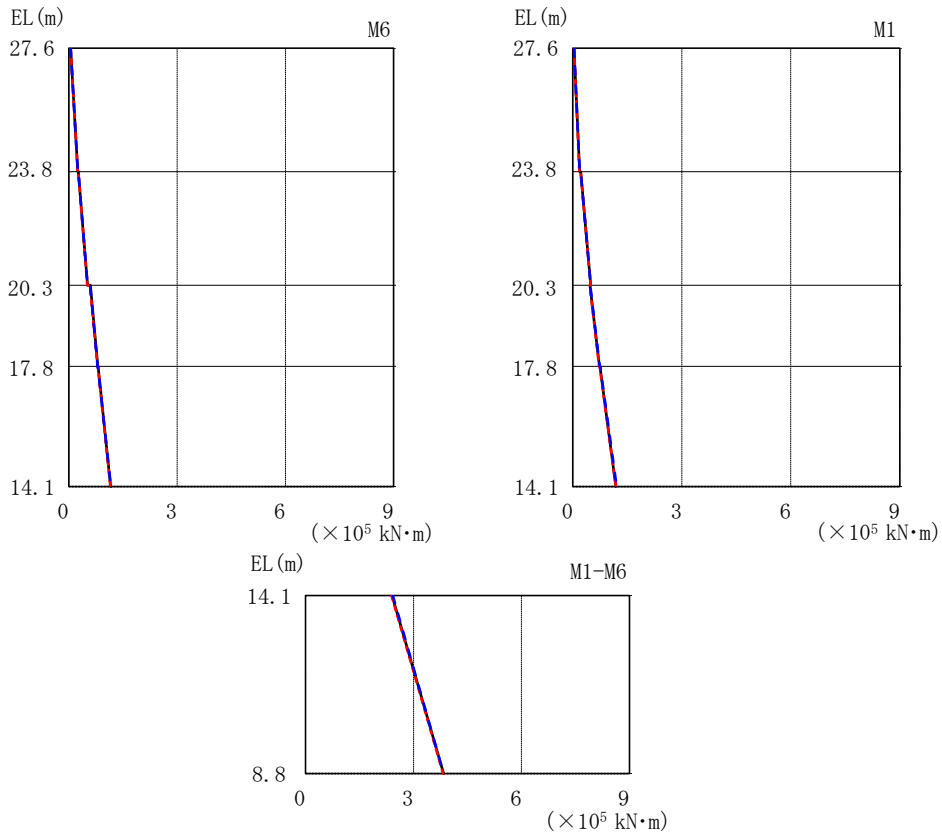
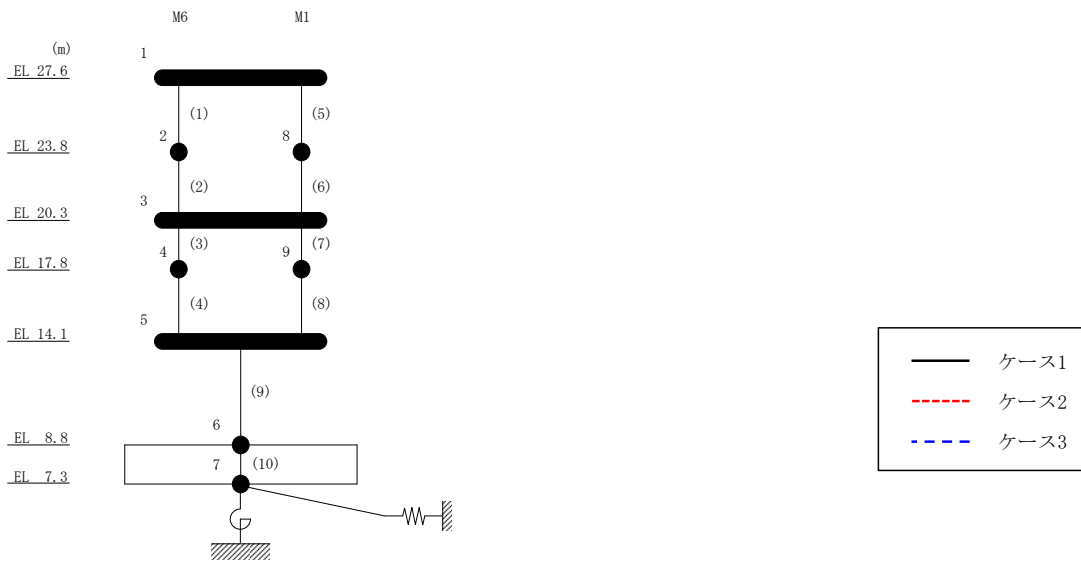
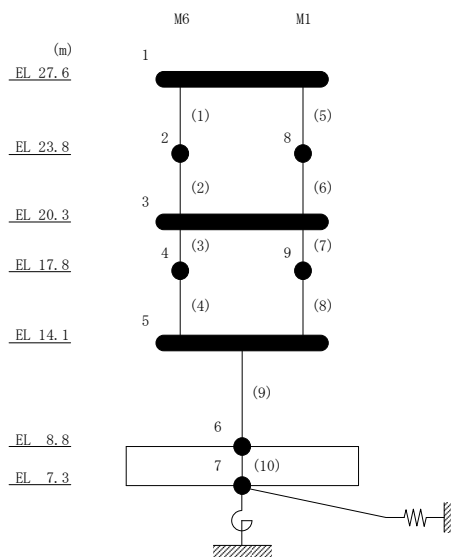


図 2-22 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - D$ , EW方向)

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·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.0464 0.248	0.0447 0.244	0.0511 0.247
	23.8~20.3	2	0.263 0.518	0.259 0.511	0.262 0.518
	20.3~17.8	3	0.594 0.803	0.585 0.795	0.587 0.797
	17.8~14.1	4	0.812 1.16	0.804 1.15	0.806 1.16
M1	27.6~23.8	5	0.0338 0.187	0.0343 0.184	0.0331 0.187
	23.8~20.3	6	0.219 0.495	0.215 0.489	0.218 0.494
	20.3~17.8	7	0.471 0.731	0.465 0.726	0.476 0.735
	17.8~14.1	8	0.748 1.19	0.741 1.18	0.751 1.21
M1-M6	14.1~8.8	9	2.40 3.83	2.39 3.82	2.43 3.84



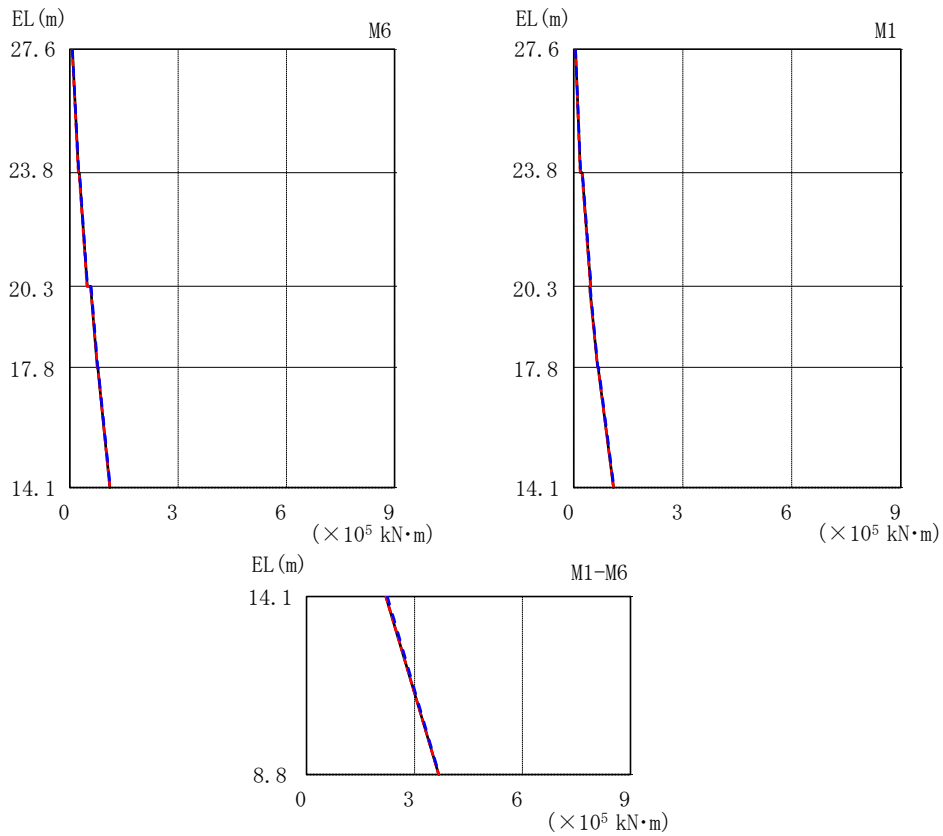
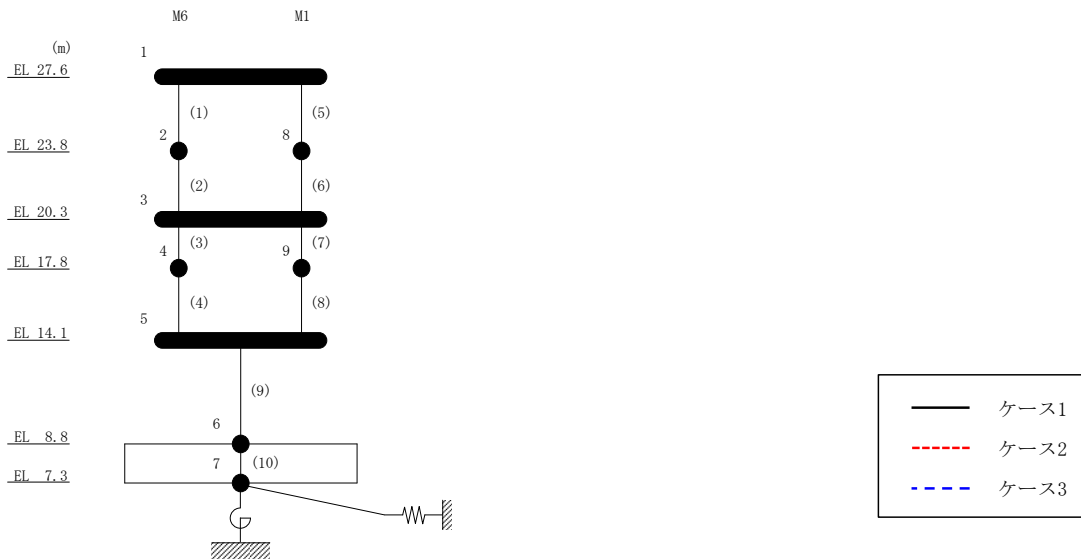
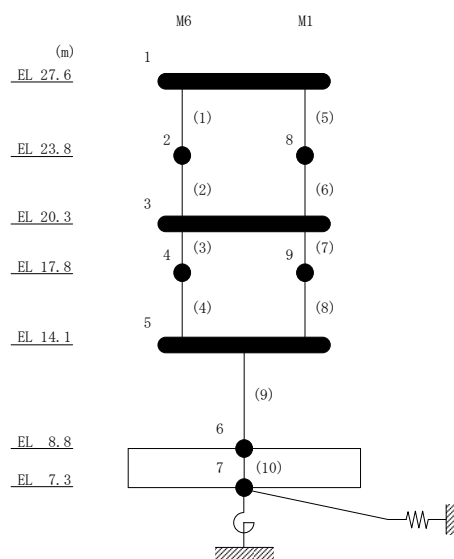


図 2-23 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)

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



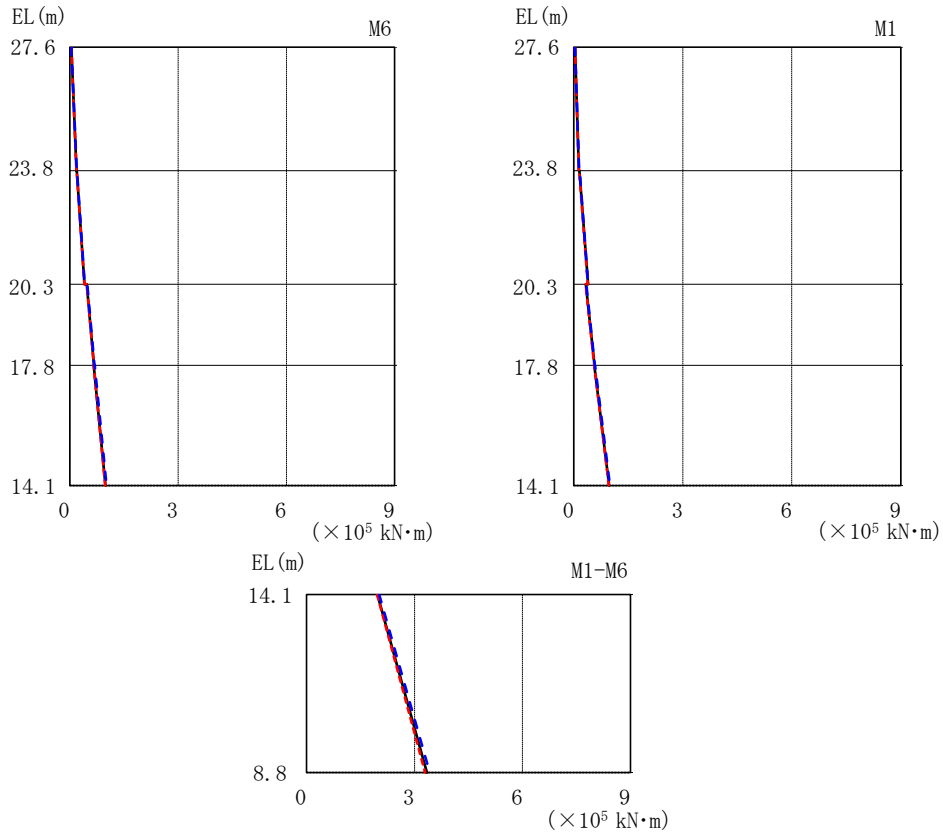
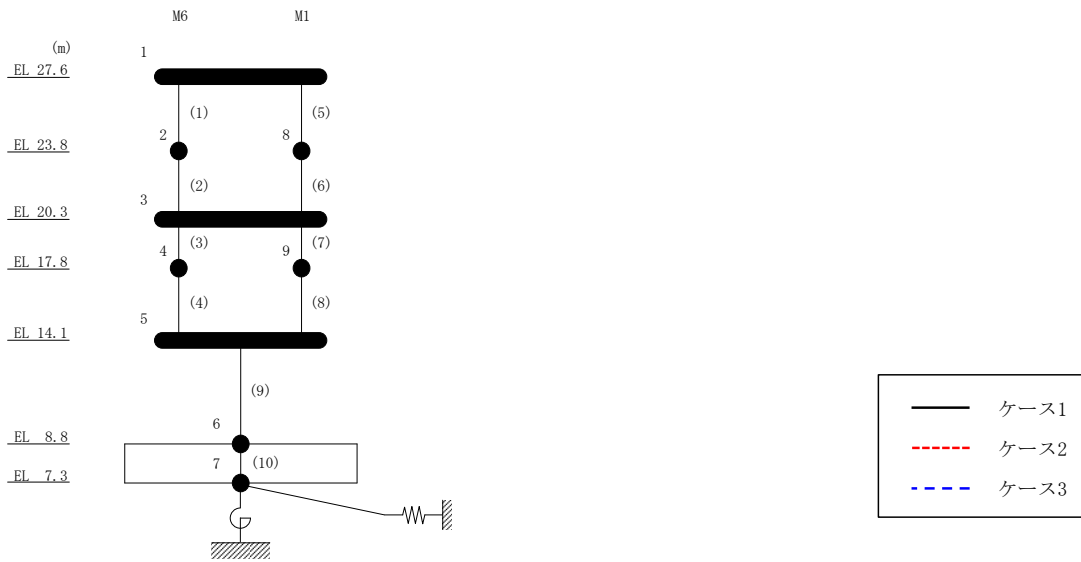
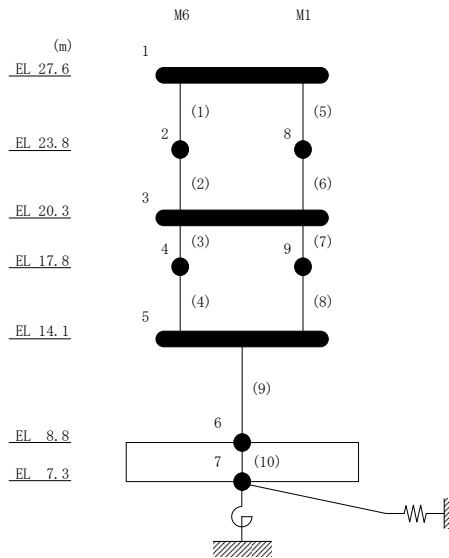


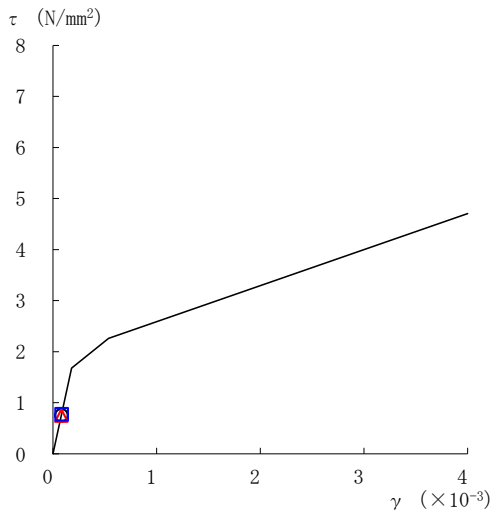
図 2-24 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - N1$ , EW方向)

表 2-24 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)

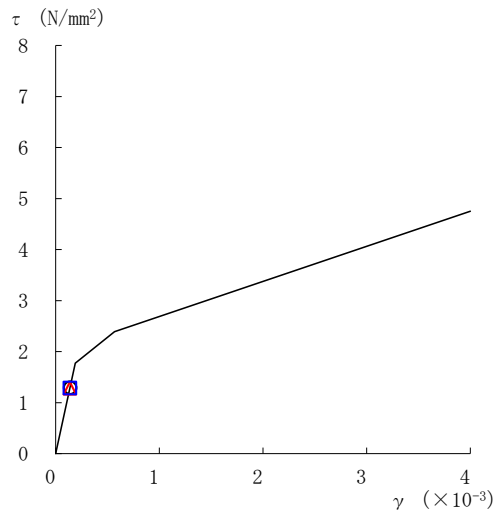
部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)		
			ケース1	ケース2	ケース3
M6	27.6~23.8	1	0.0398 0.184	0.0393 0.183	0.0390 0.187
	23.8~20.3	2	0.189 0.406	0.188 0.403	0.196 0.409
	20.3~17.8	3	0.471 0.665	0.470 0.664	0.483 0.682
	17.8~14.1	4	0.663 0.985	0.661 0.979	0.685 1.01
M1	27.6~23.8	5	0.0306 0.142	0.0312 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



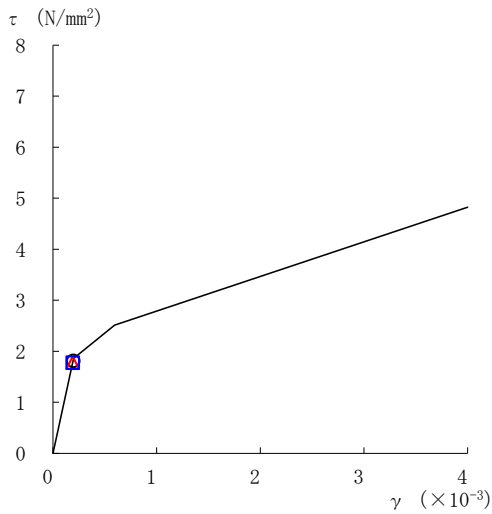
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



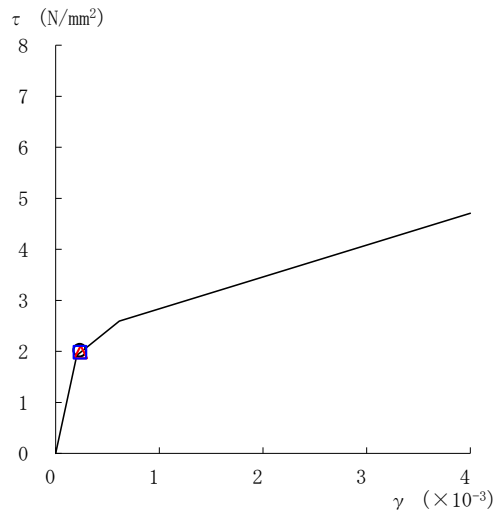
要素番号 (1)



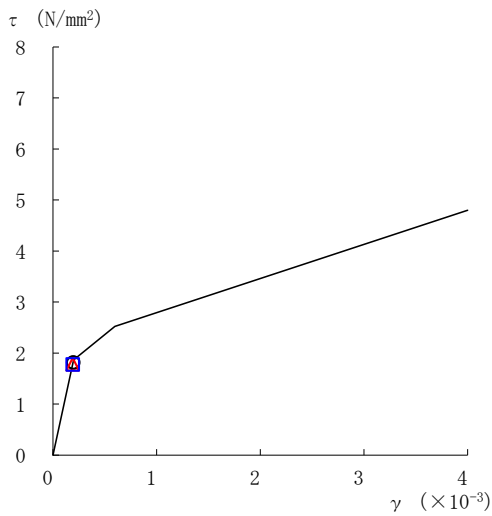
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

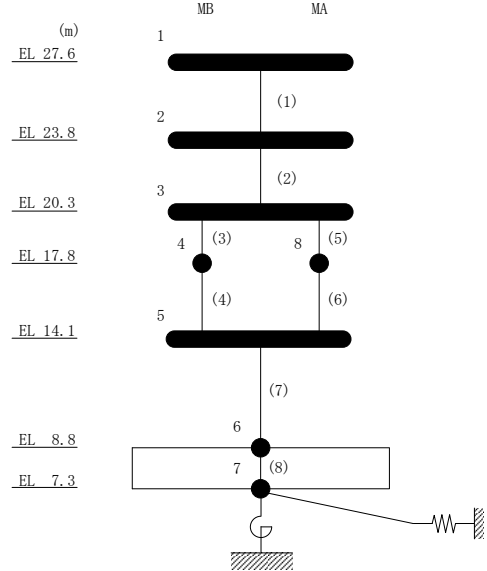
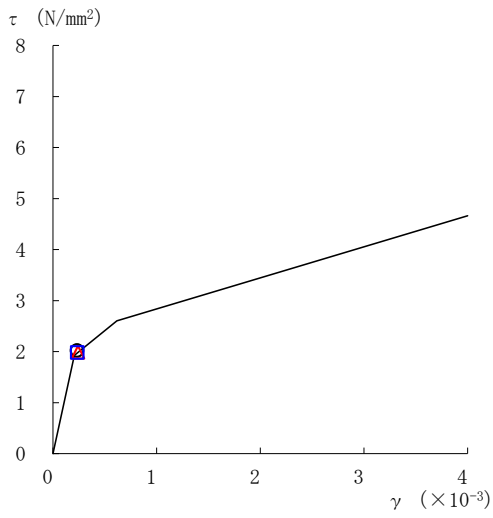
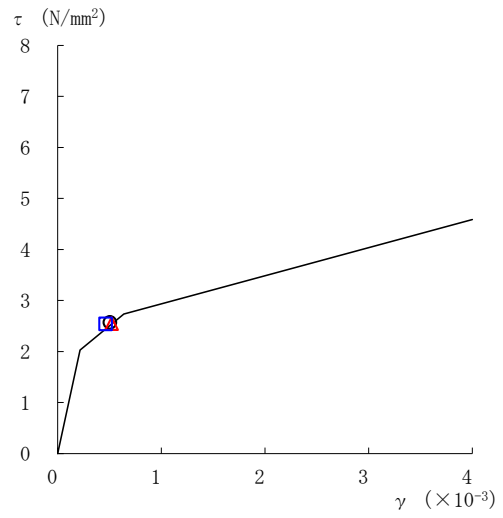


図 2-25(1)せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

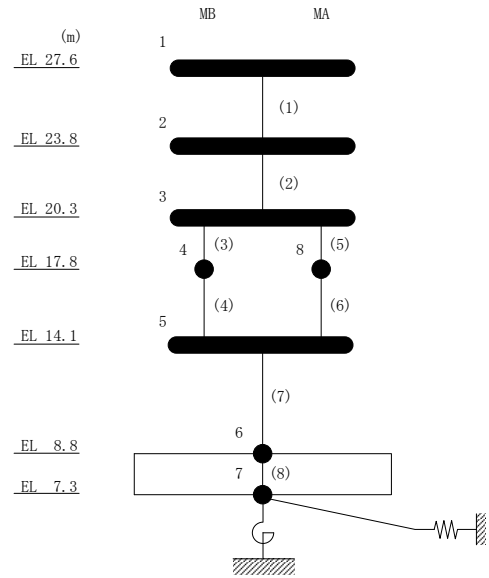
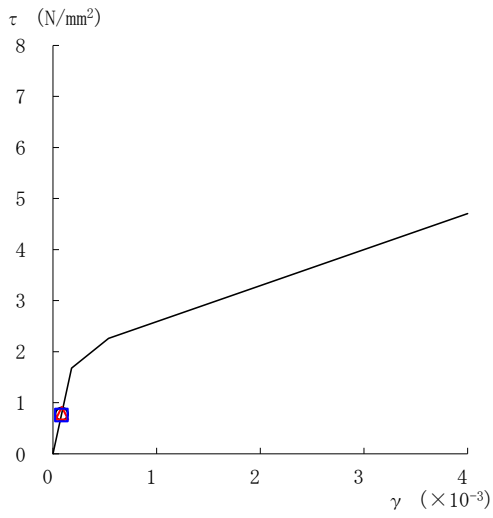


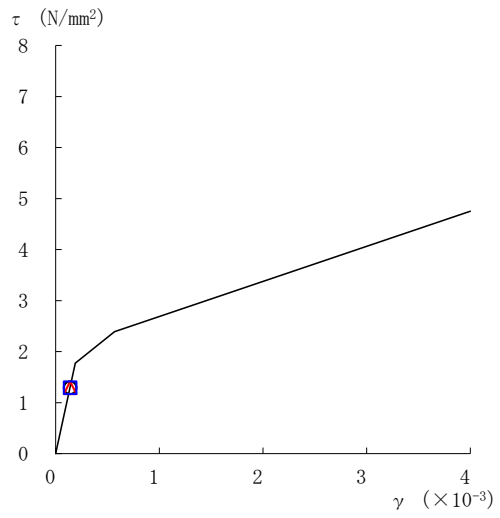
図 2-25(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D, NS 方向)



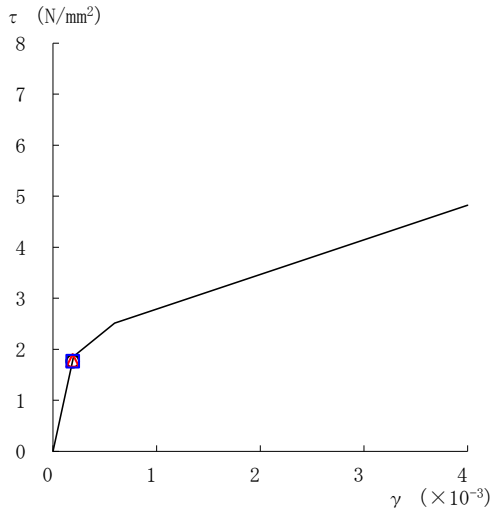
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



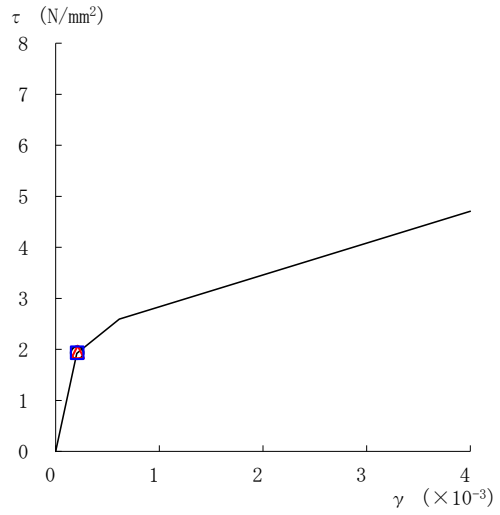
要素番号 (1)



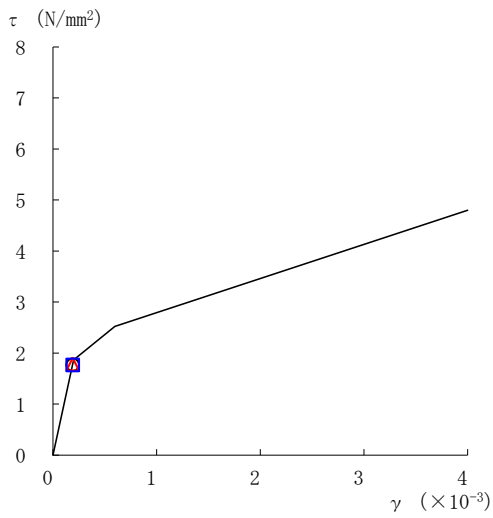
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

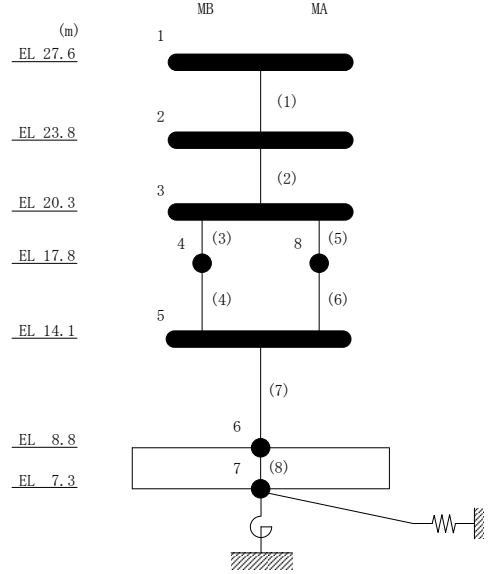
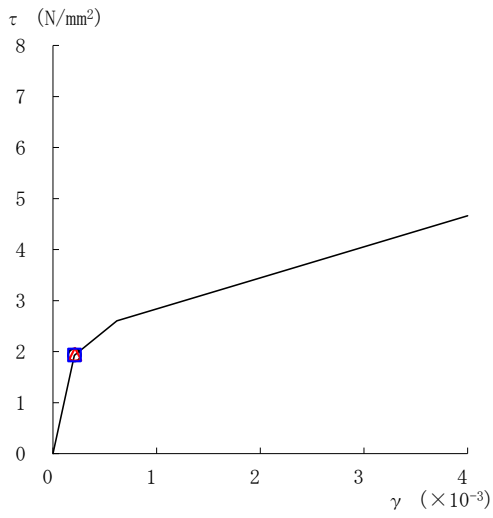
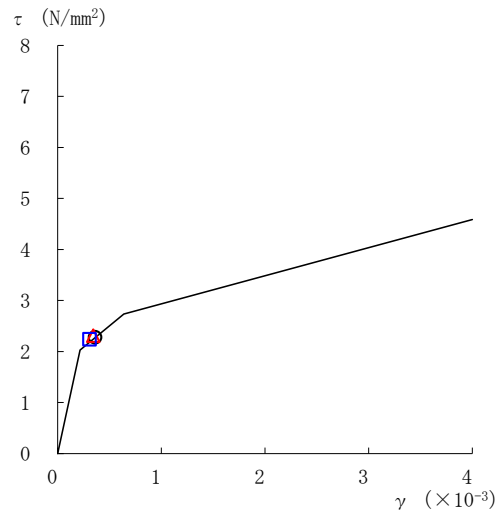


図 2-26(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

○ ケース 1      △ ケース 2      □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

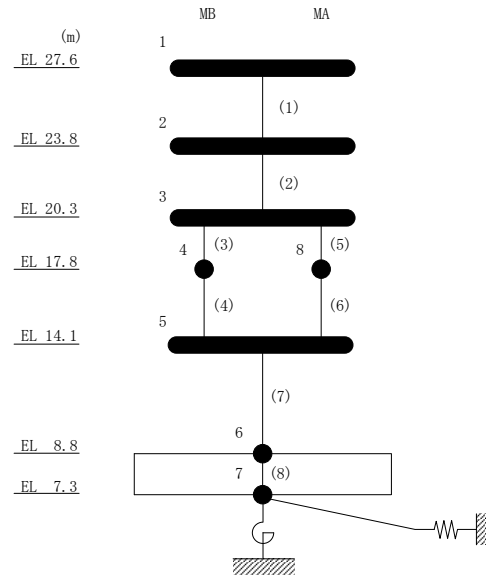
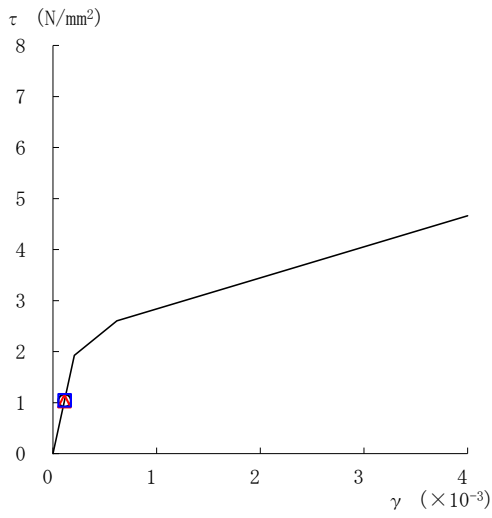


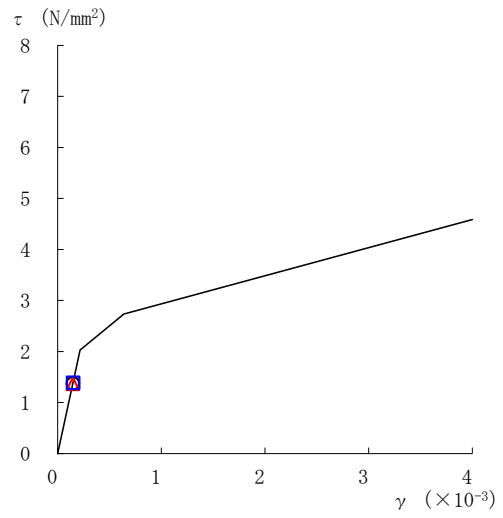
図 2-26(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)



○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



要素番号 (6)



要素番号 (7)

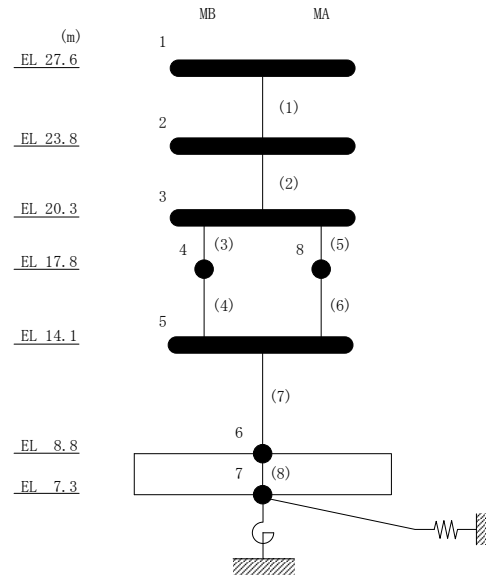
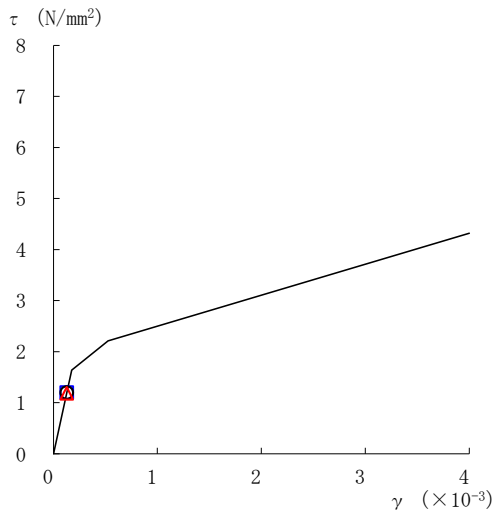
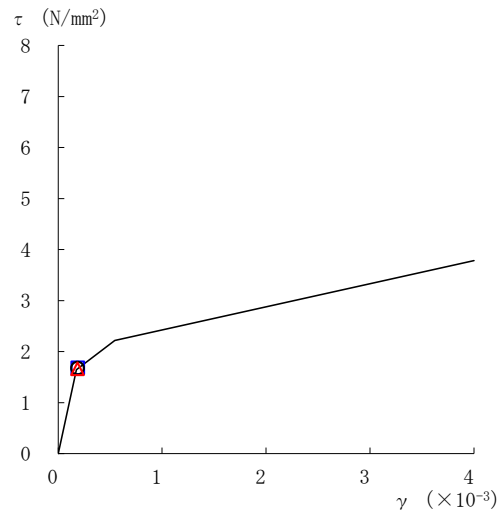


図 2-27(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - N1$ ,  $NS$  方向)

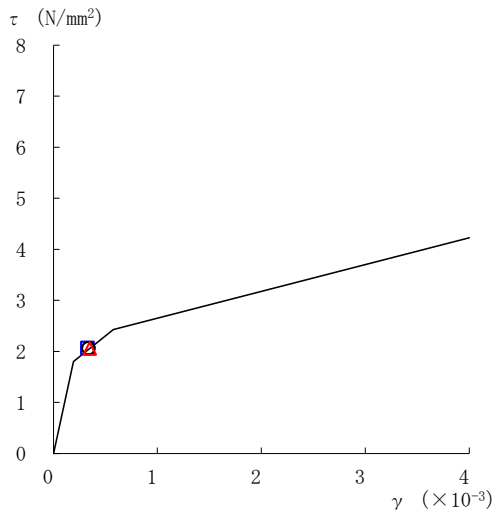
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



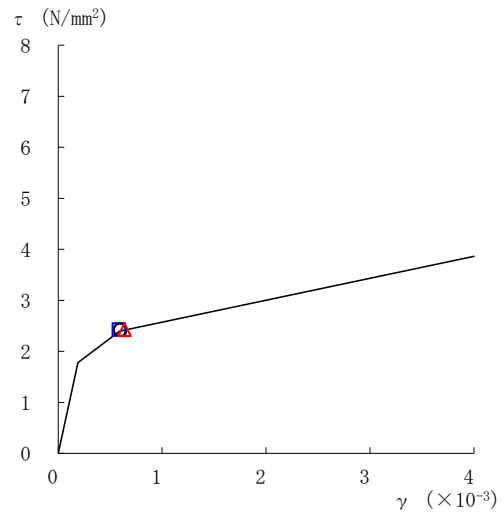
要素番号 (1)



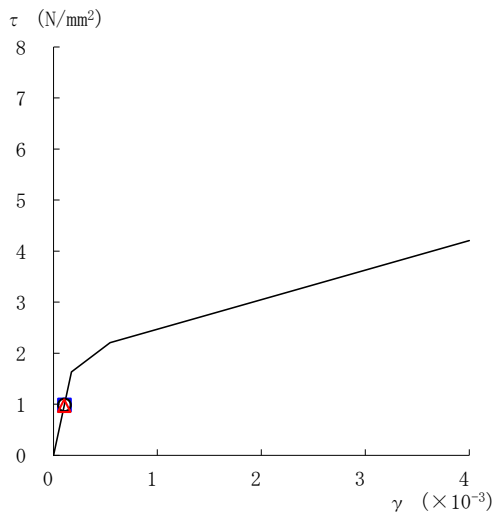
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

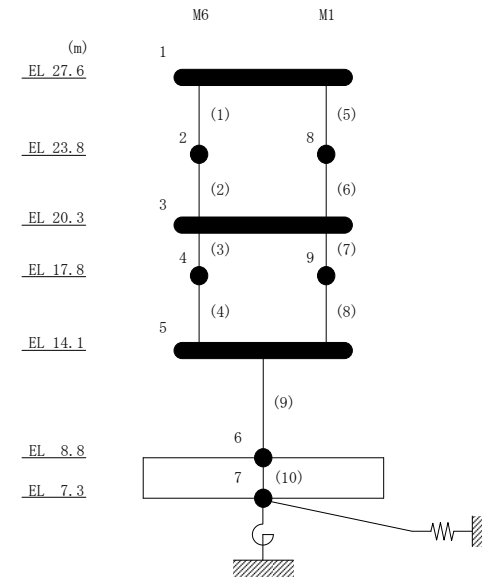
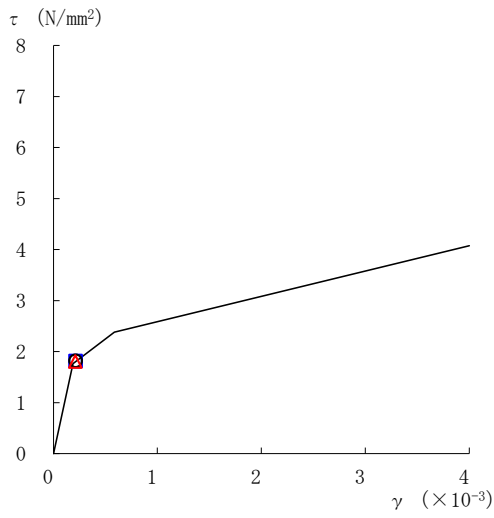
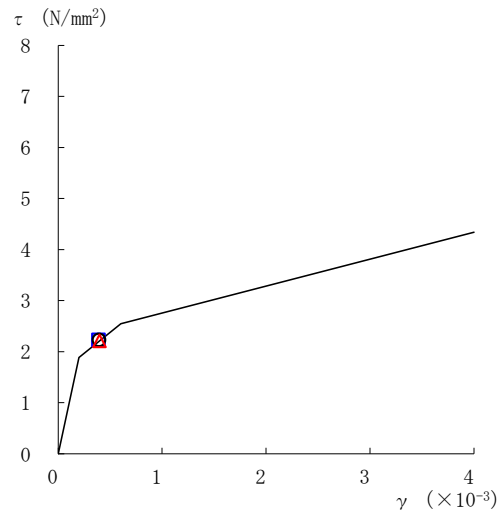


図 2-28(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

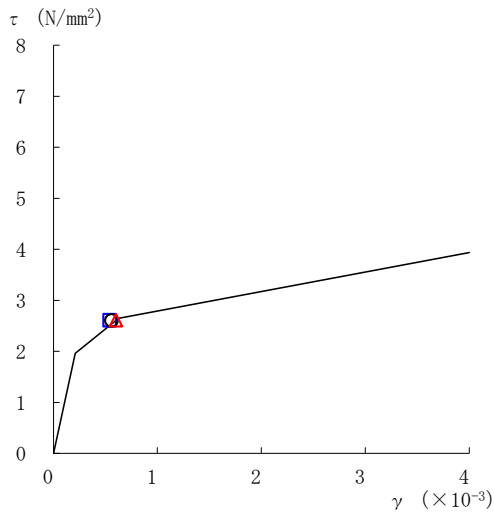
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



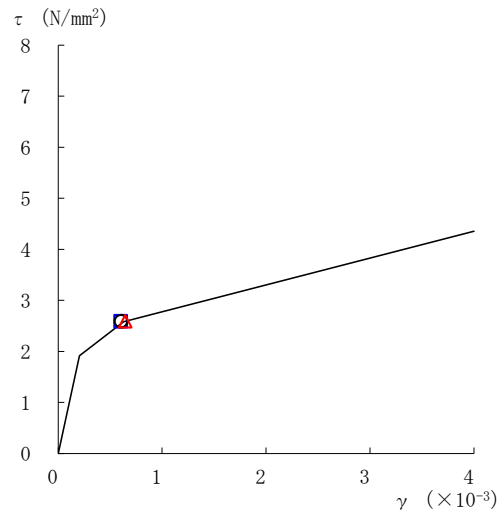
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

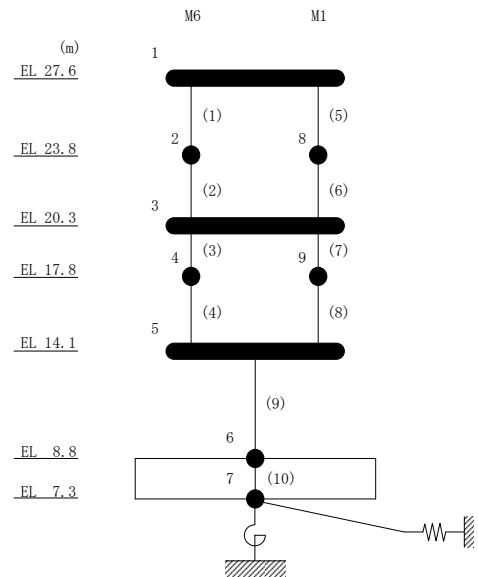
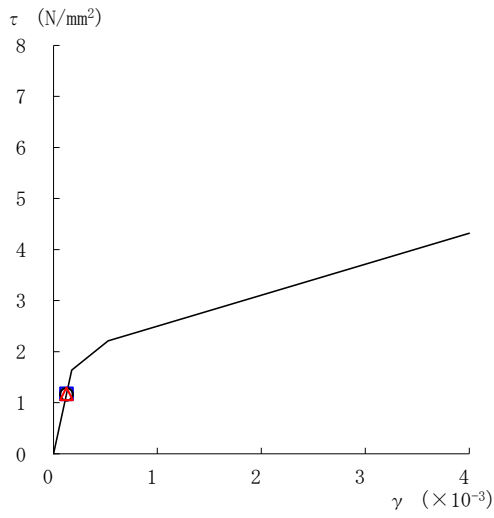
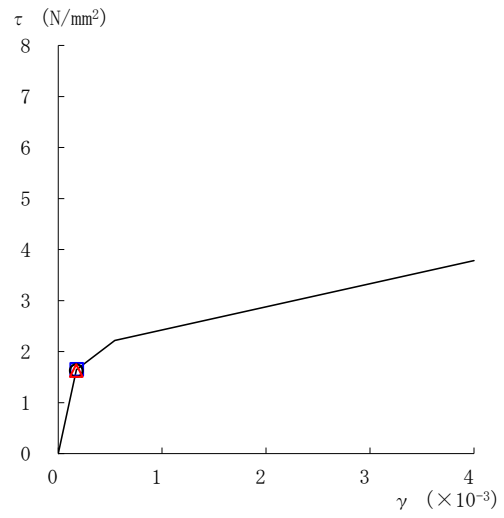


図 2-28(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s-D, EW 方向)

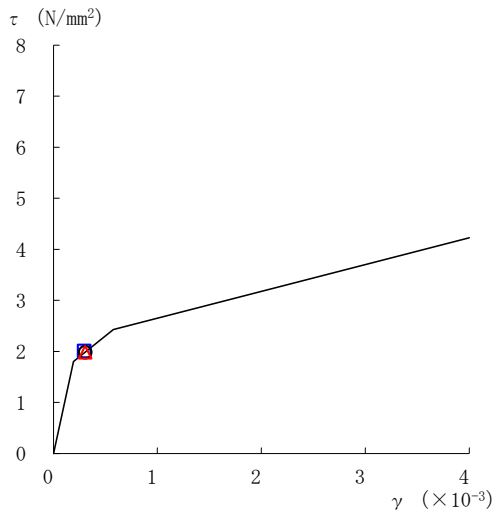
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



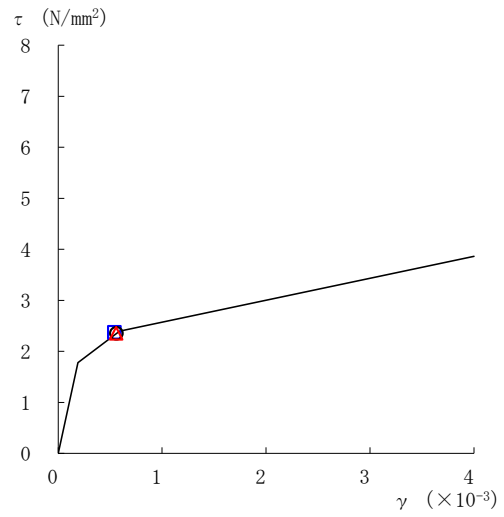
要素番号 (1)



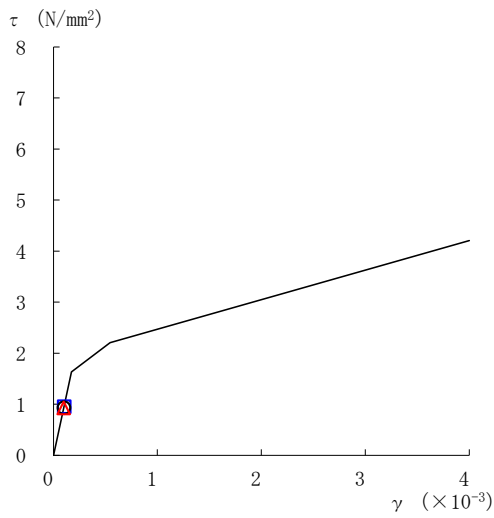
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

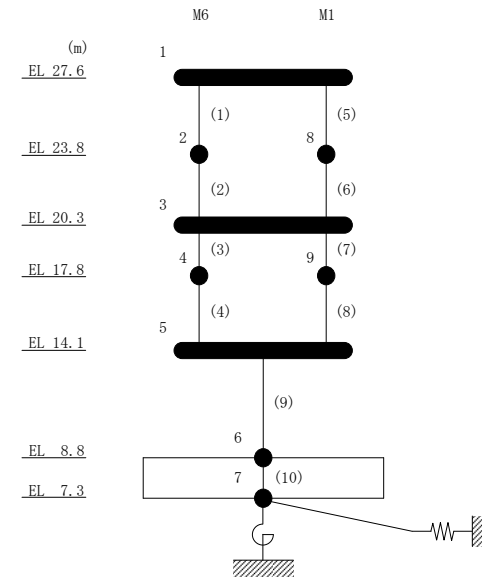
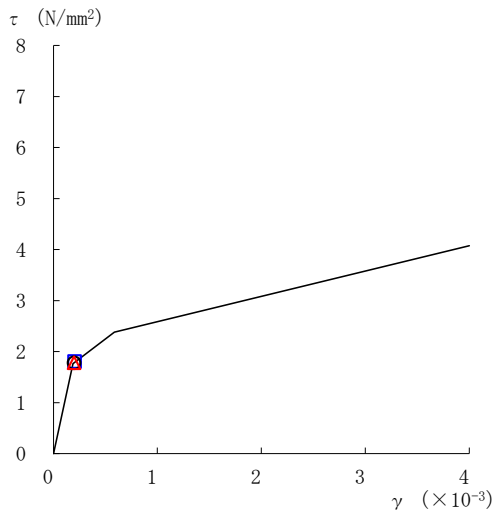
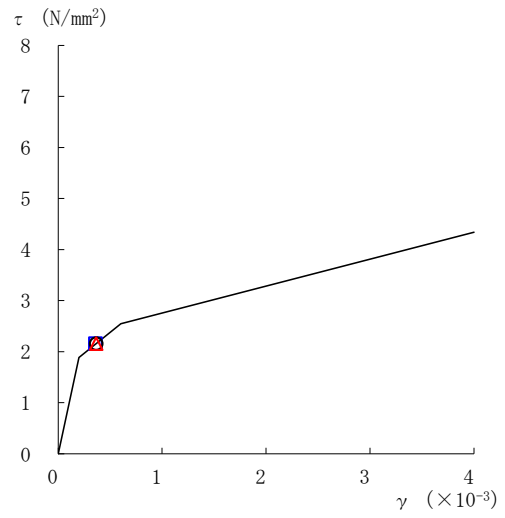


図 2-29(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)

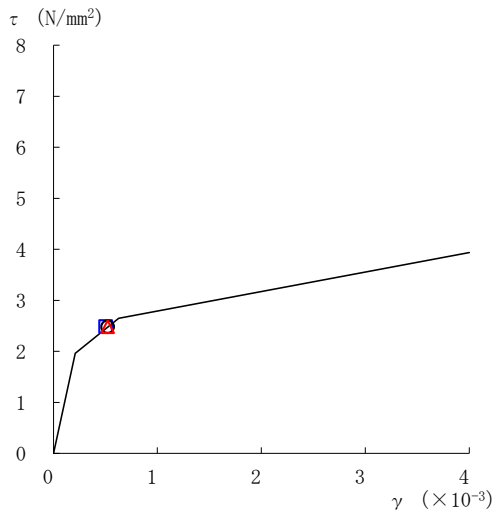
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



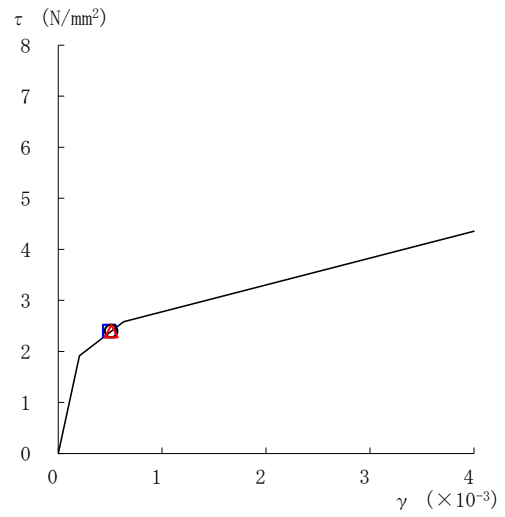
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

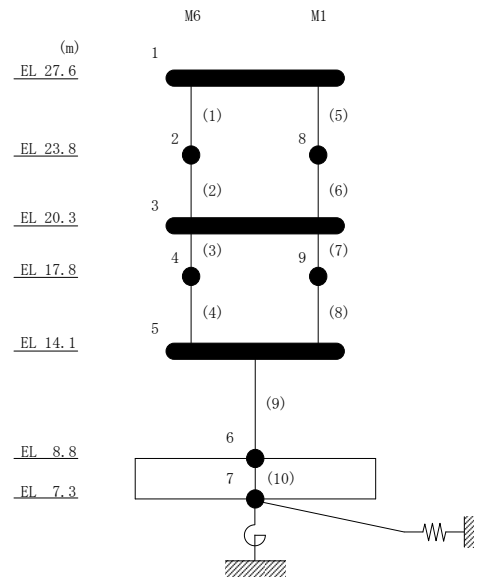
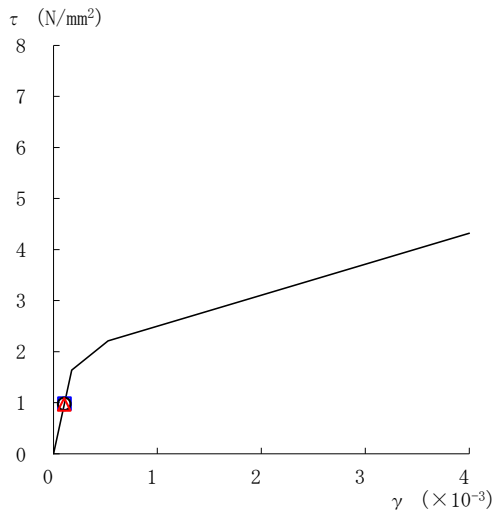


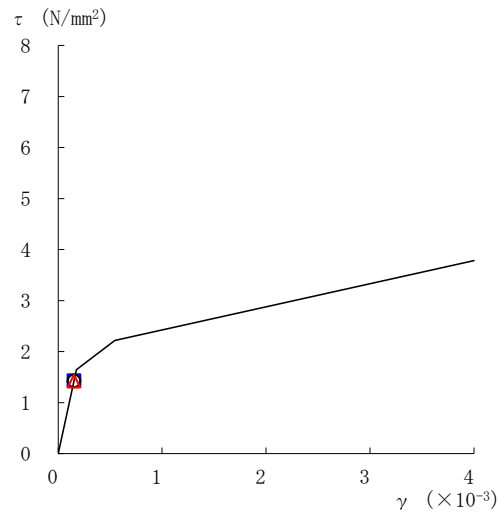
図 2-29(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)



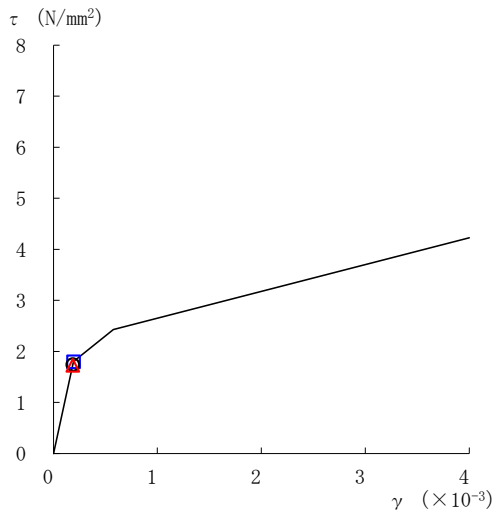
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



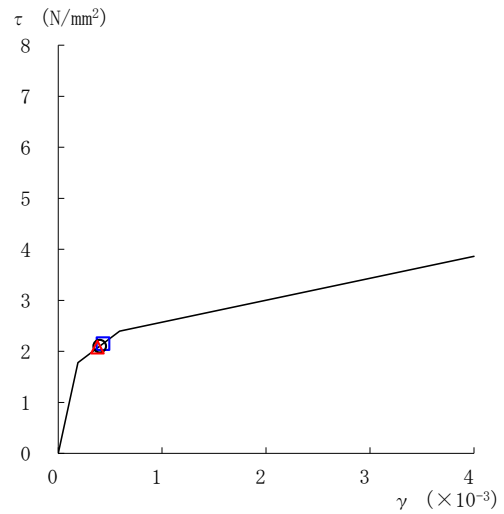
要素番号 (1)



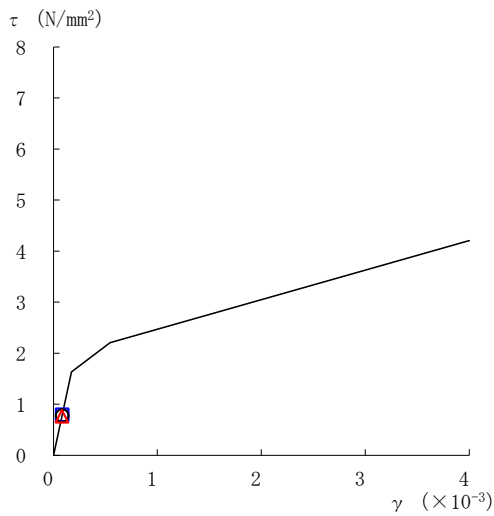
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

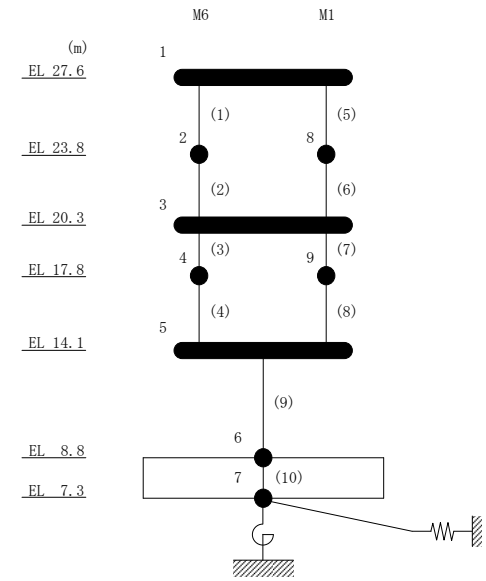
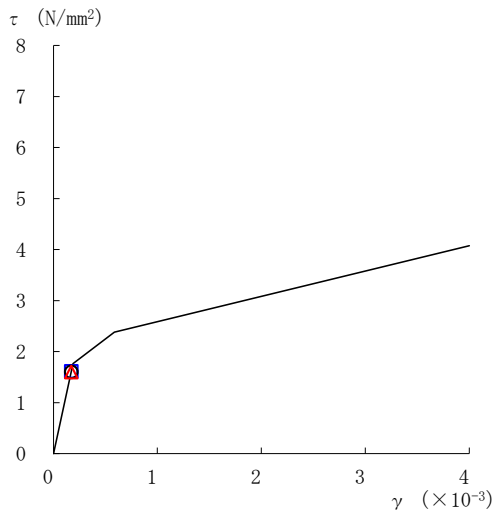
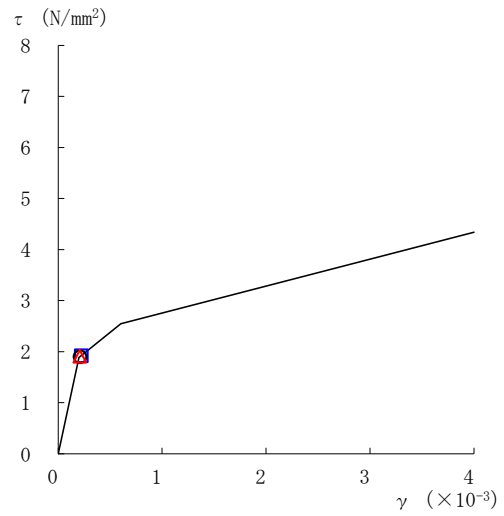


図 2-30(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)

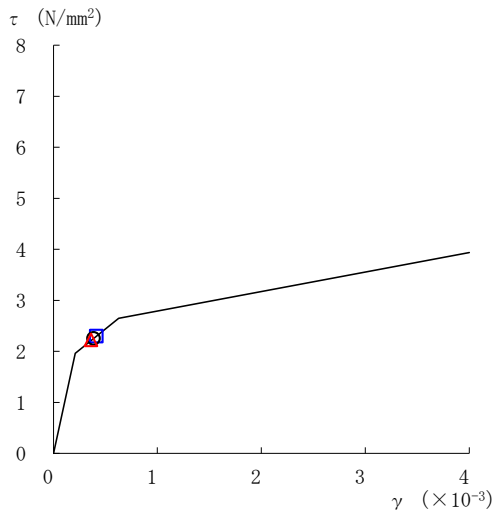
○ ケース 1                      △ ケース 2                      □ ケース 3



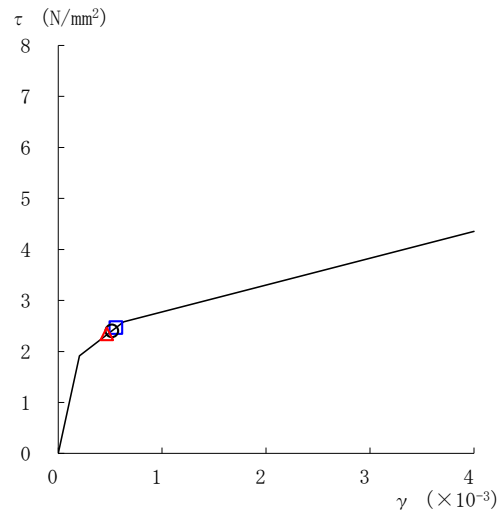
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

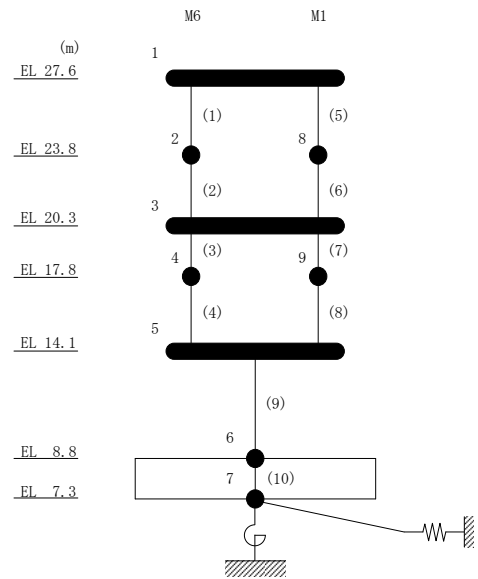


図 2-30(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)

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 ( $0.68 \text{N/mm}^2$ ) 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 ( $0.68 \text{N/mm}^2$ ) 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
$S_s - F1$	0.643	0.788	100
$S_s - N1$	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
$S_s - F1$	0.923	0.414	100
$S_s - N1$	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 ( $0.68 \text{N/mm}^2$ ) 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。

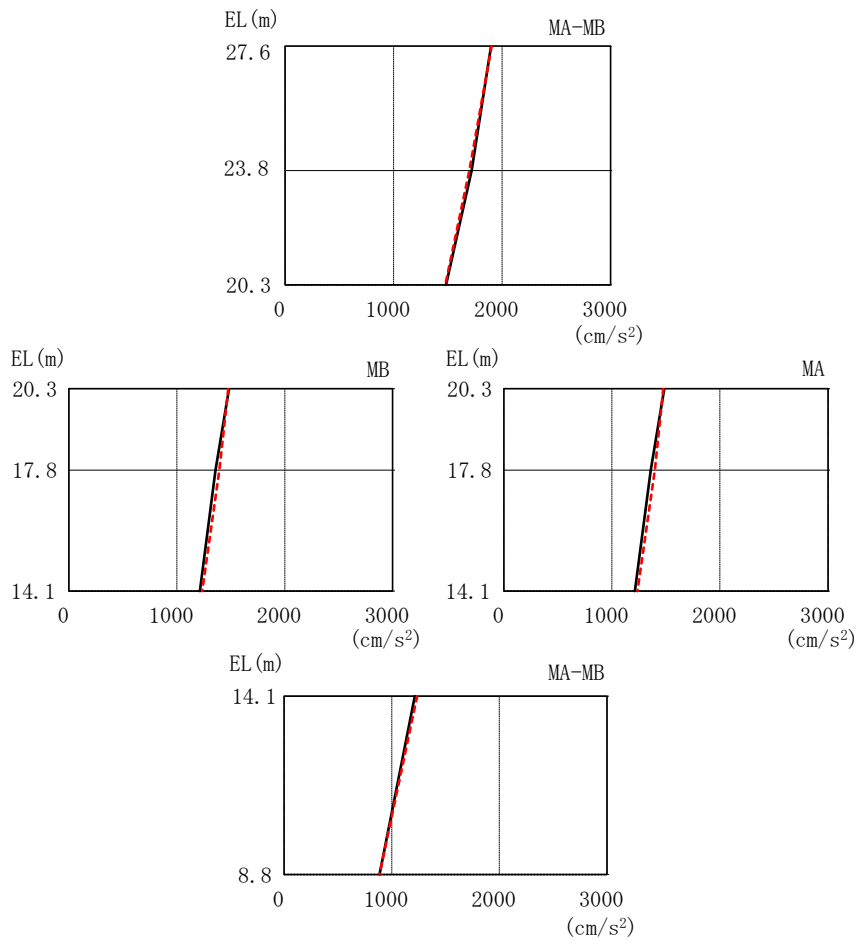
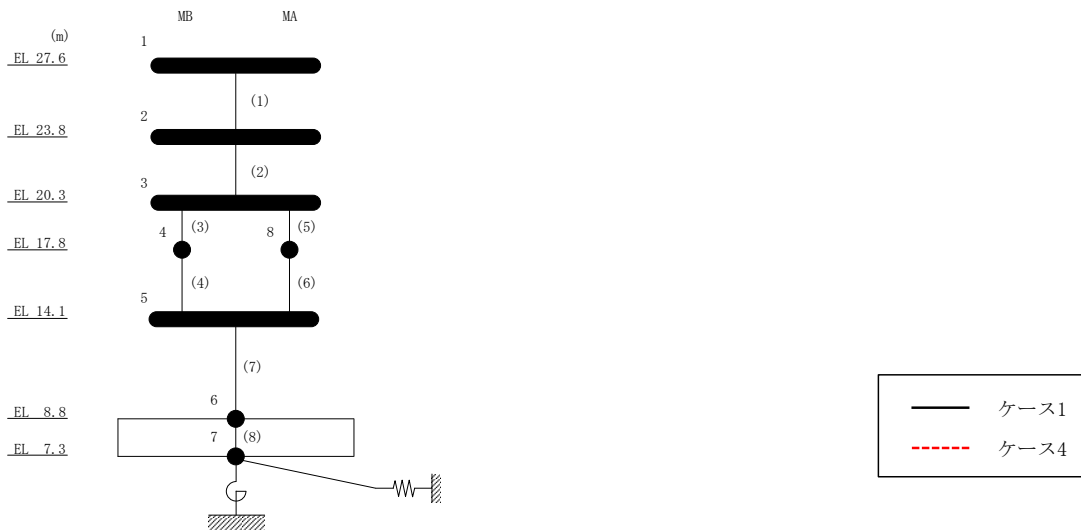
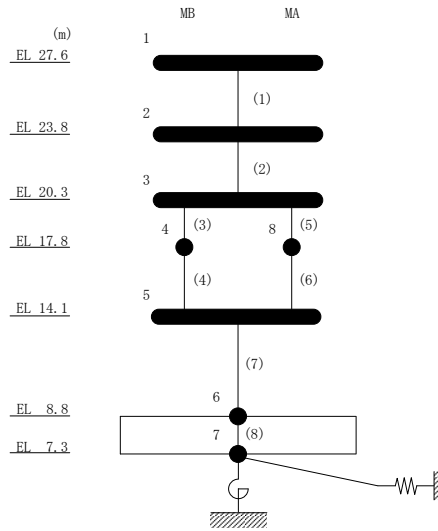


図 2-31 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

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 ( $\text{cm}/\text{s}^2$ )	
			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





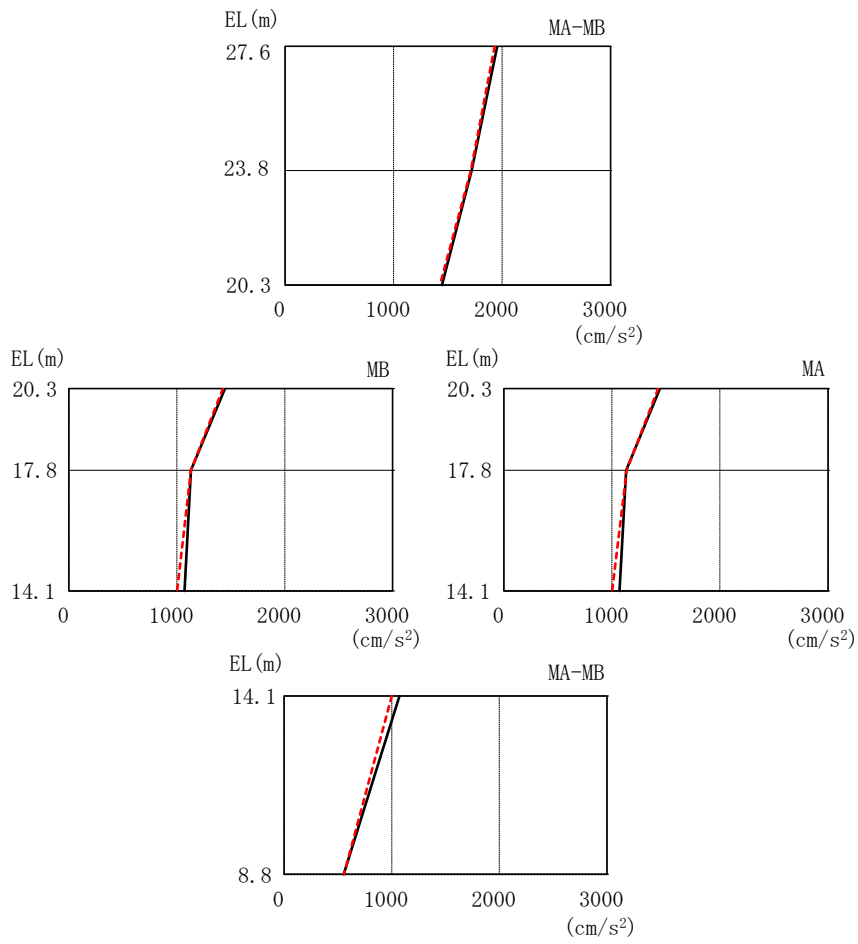
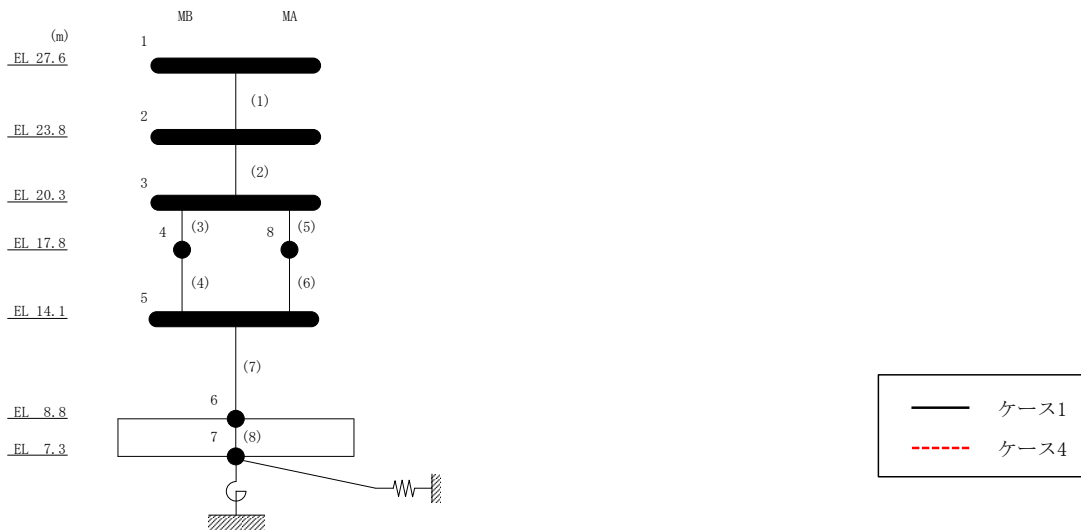
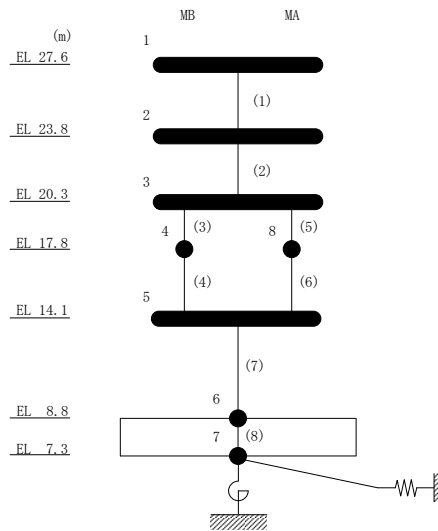


図 2-32 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

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 <sup>2</sup> )	
			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



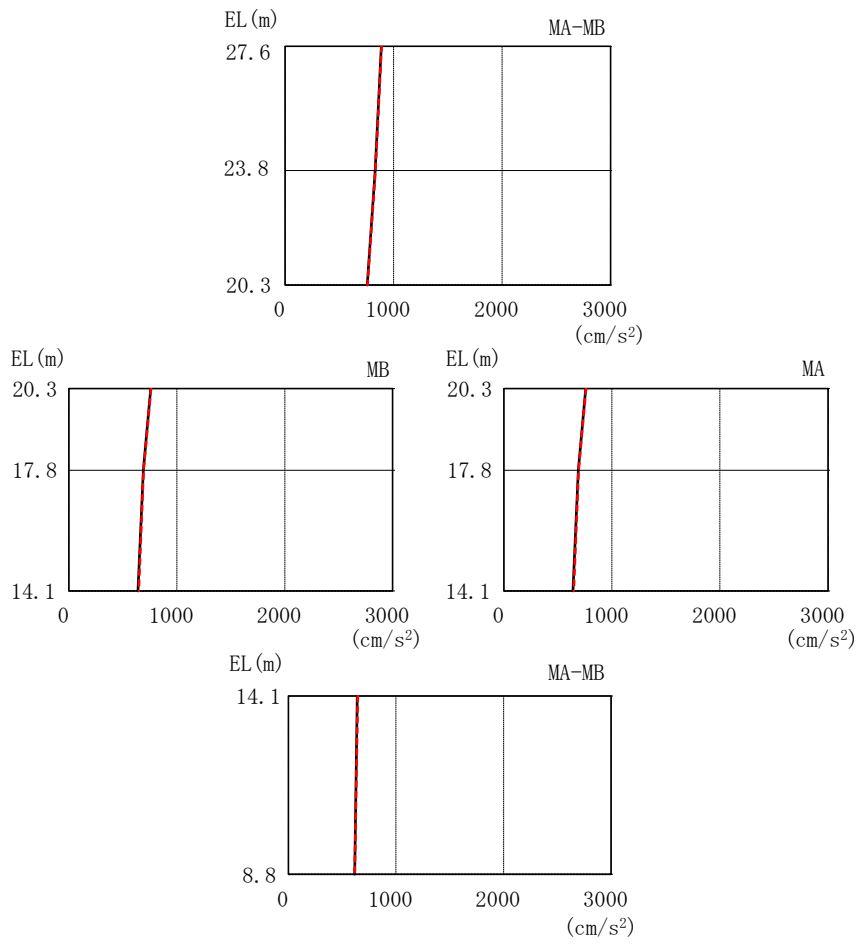
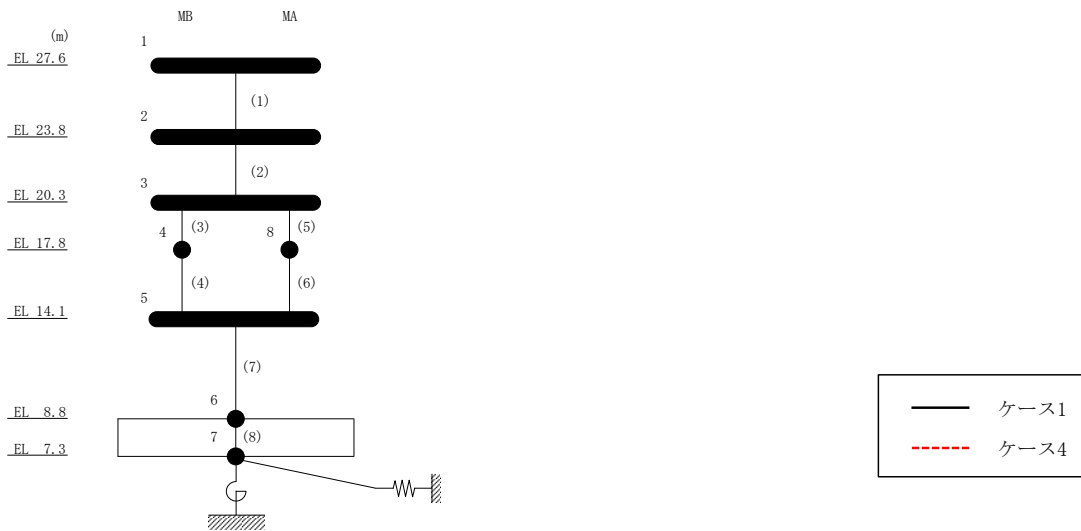
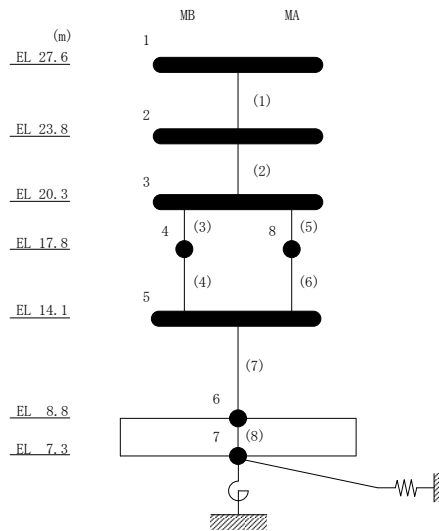


図 2-33 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, NS 方向)

表 2-30 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 ( $\text{cm}/\text{s}^2$ )	
			ケース1	ケース4
MA-MB	27.6	1	889	889
	23.8	2	831	832
	20.3	3	758	760
MB	17.8	4	691	692
MA-MB	14.1	5	641	646
	8.8	6	618	617
MA	17.8	8	690	692



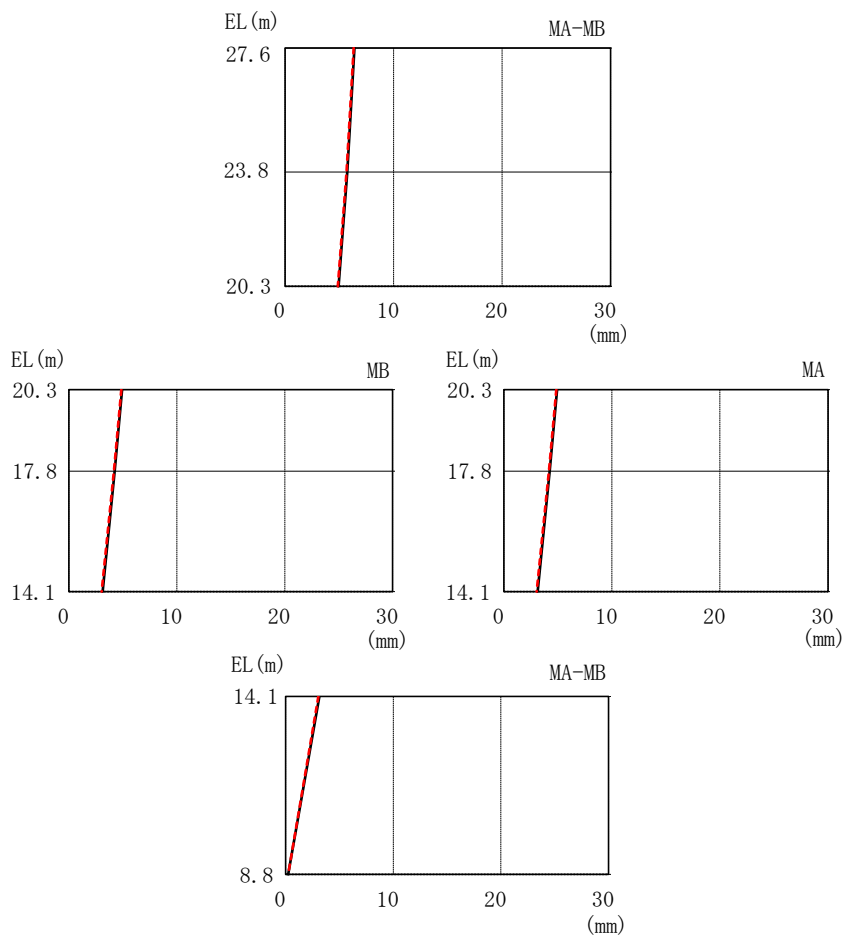
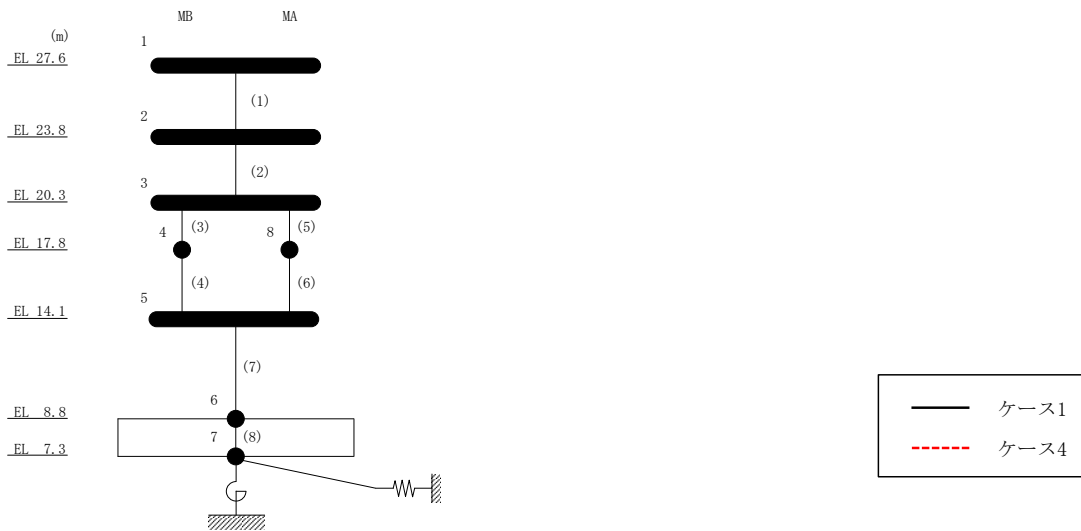
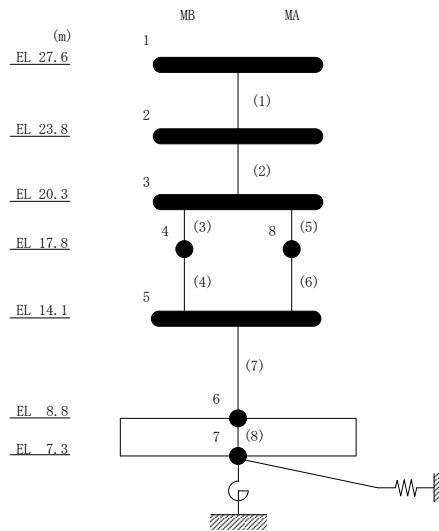


図 2-34 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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



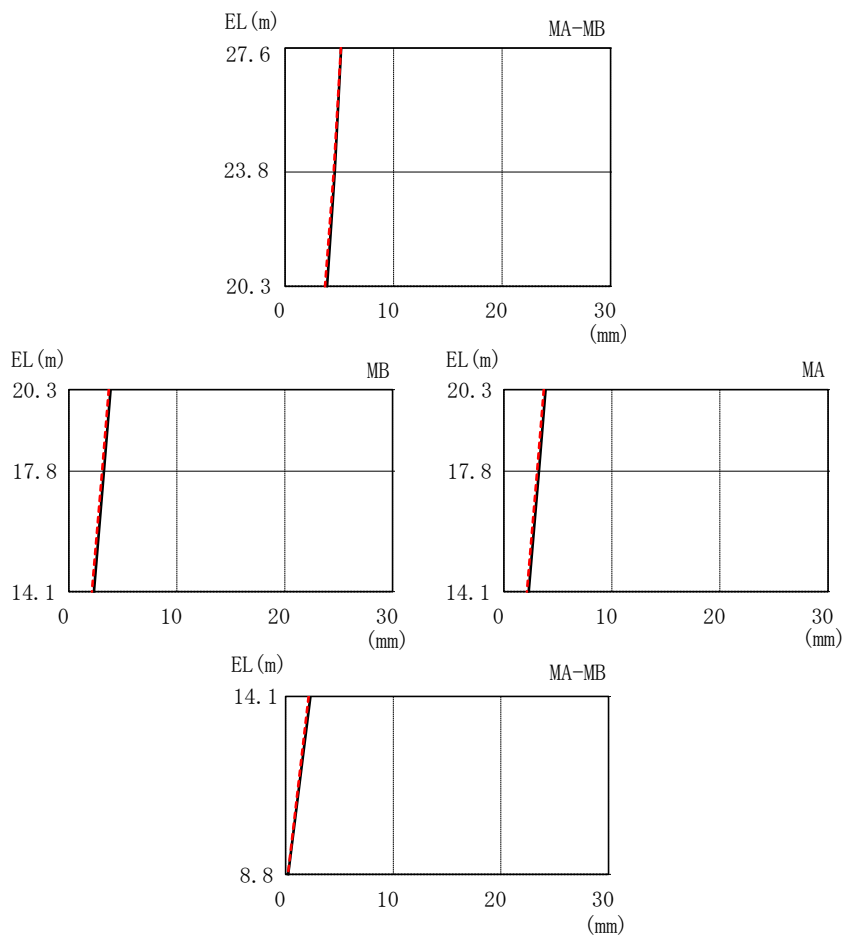
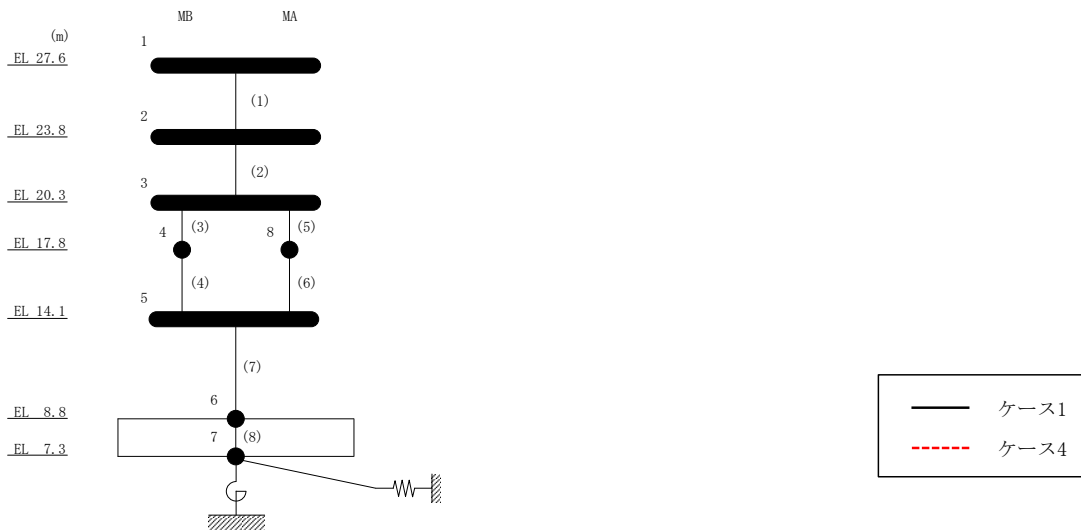
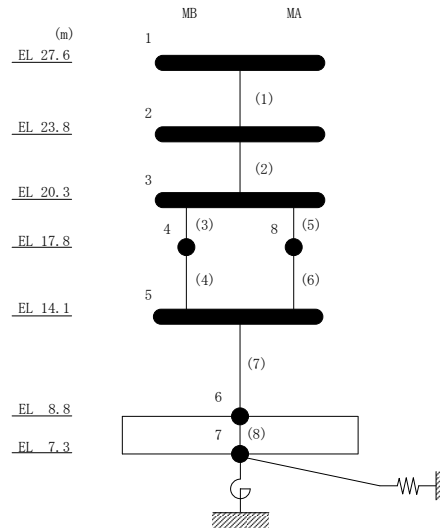


図 2-35 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

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





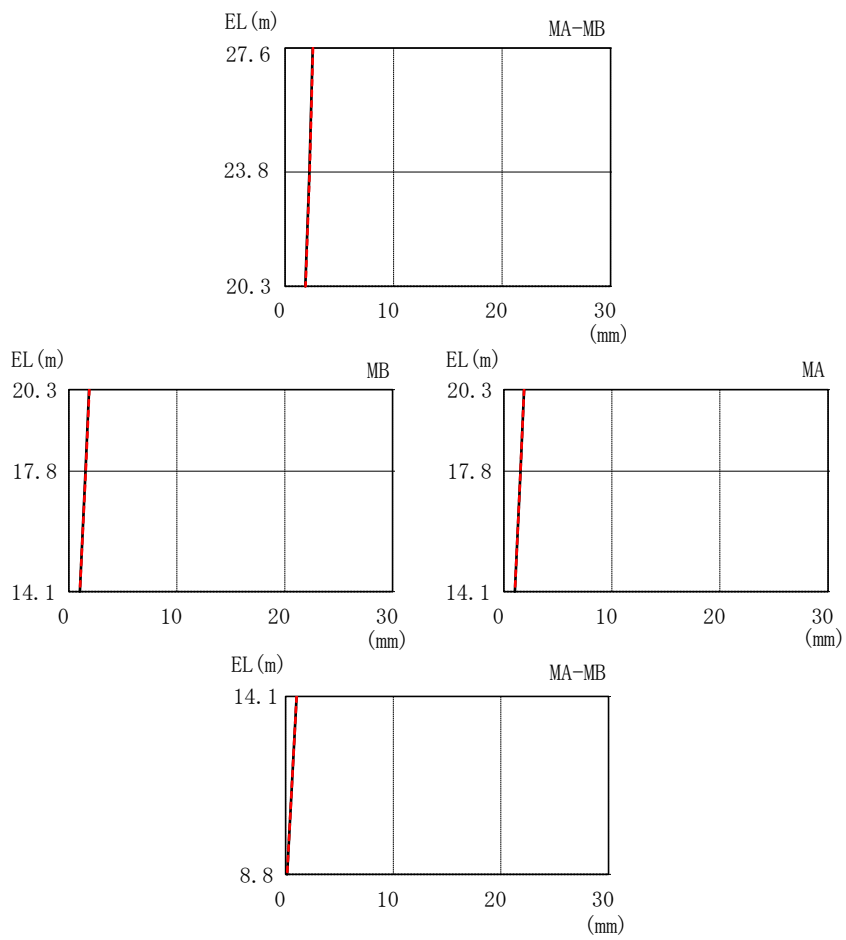
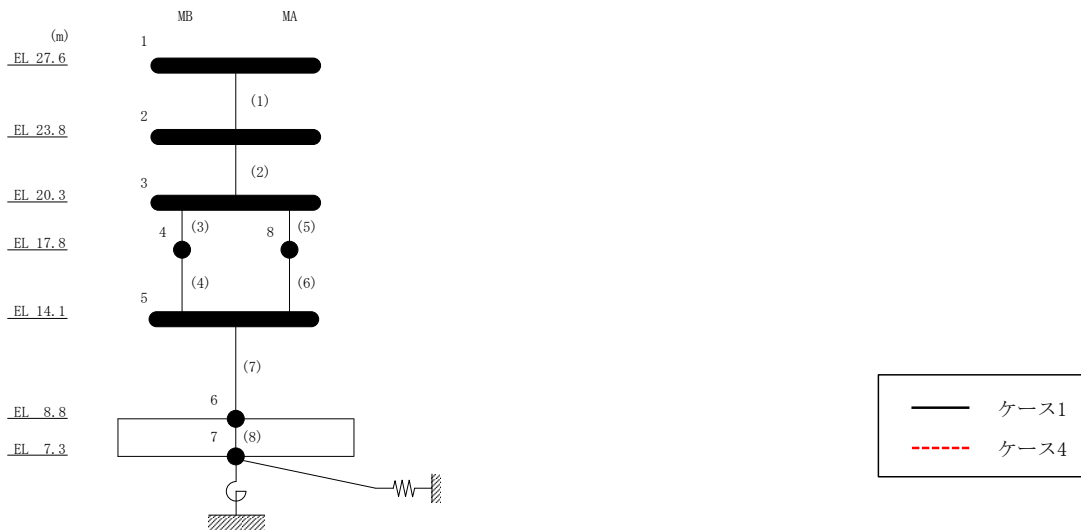
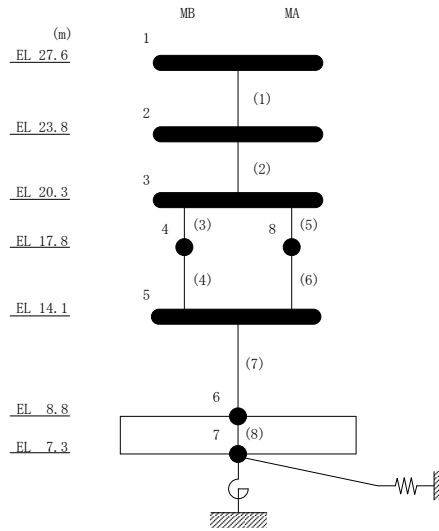


図 2-36 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - N1$ , NS 方向)

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



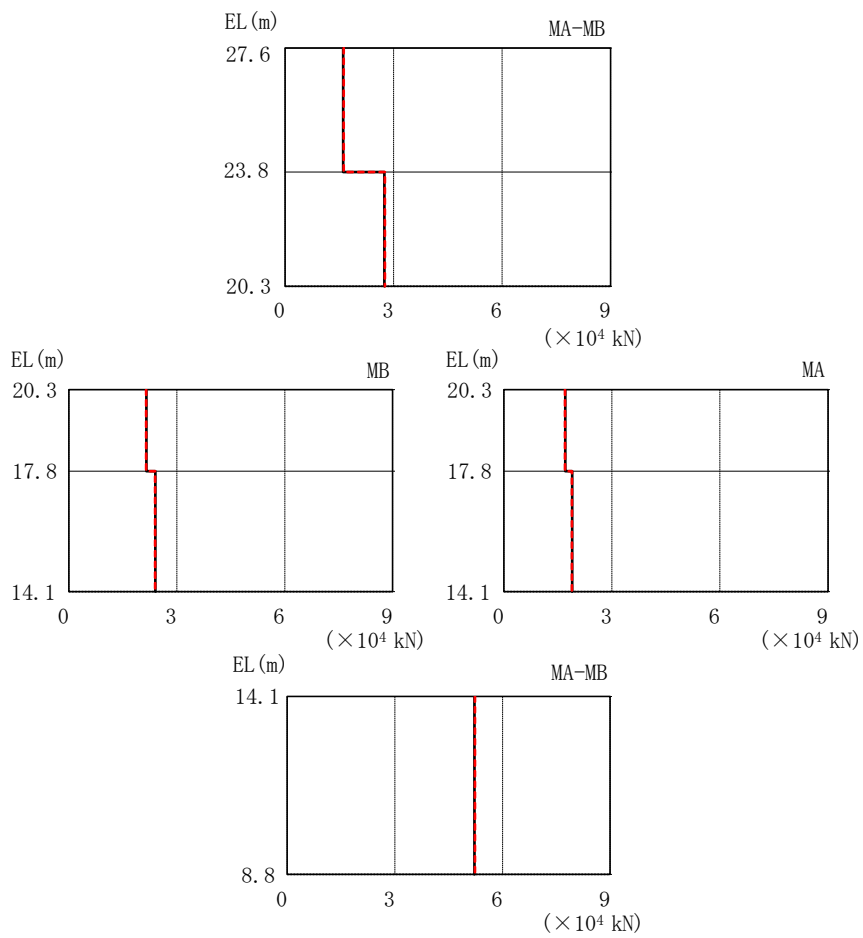
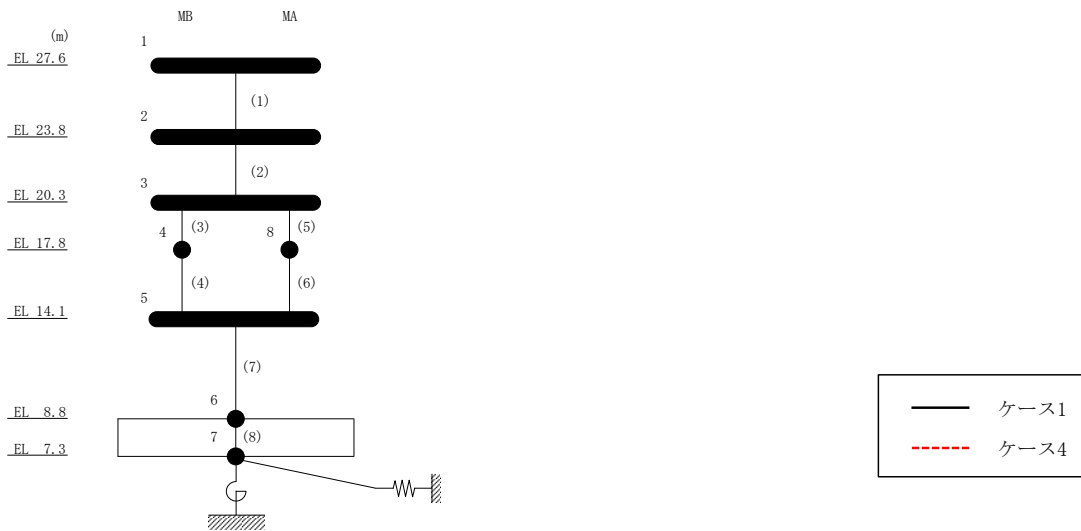
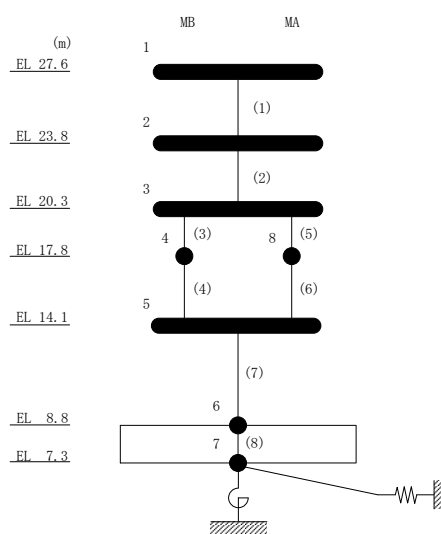


図 2-37 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

表 2-34 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>-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



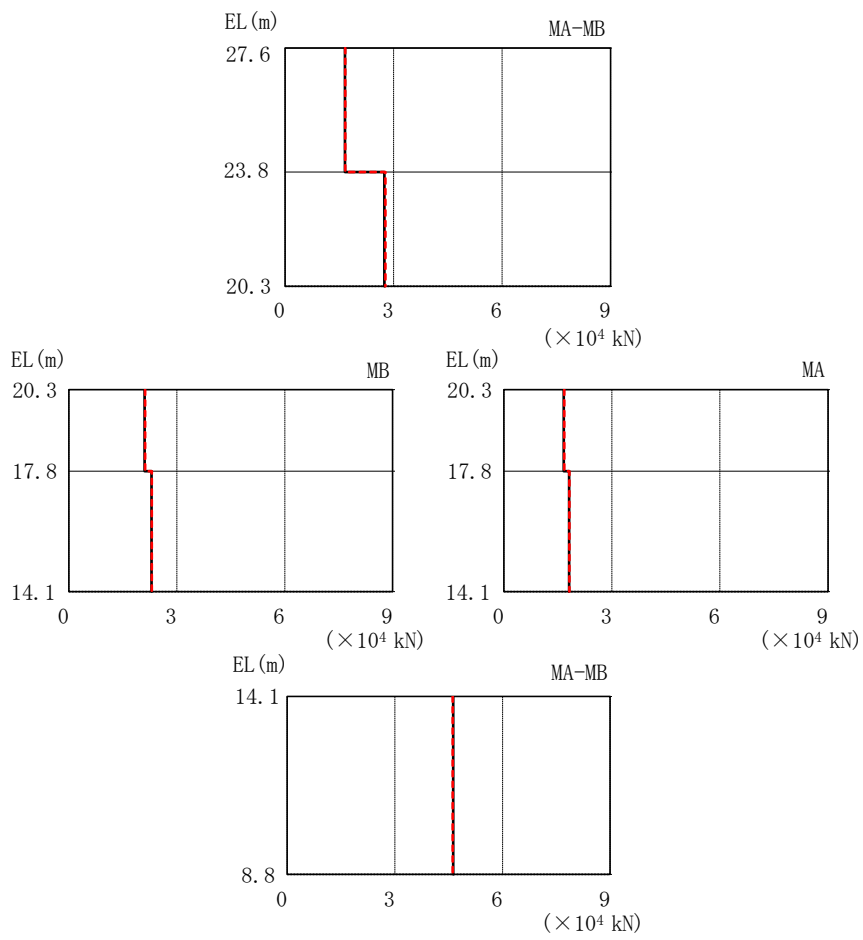
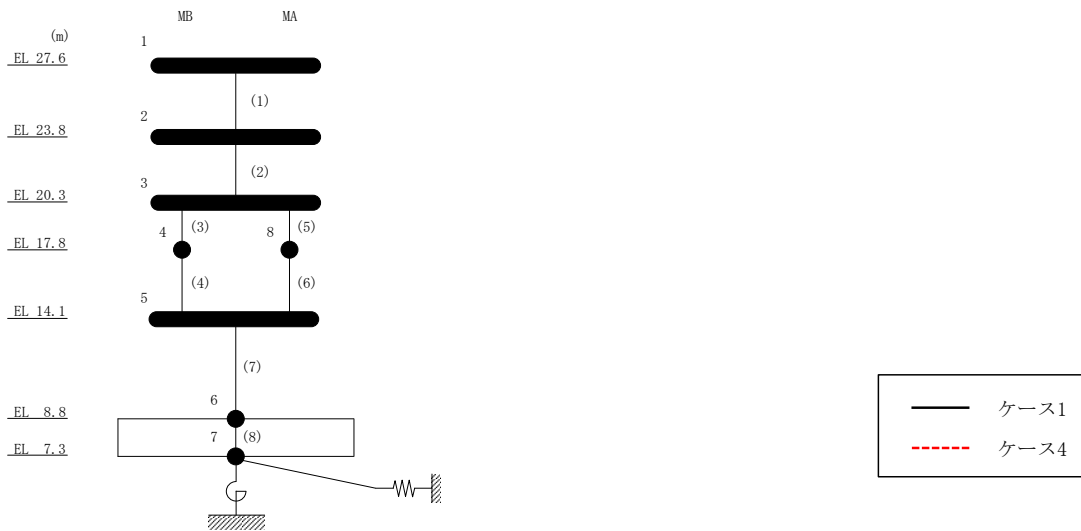
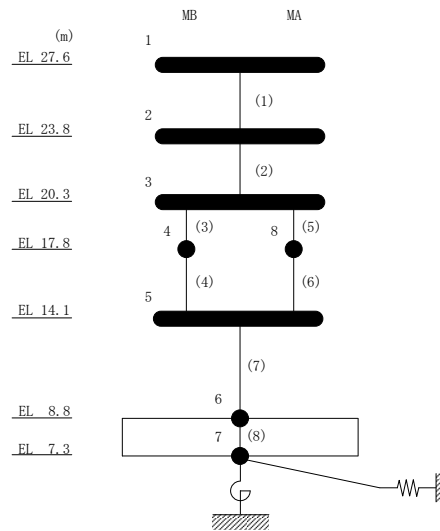


図 2-38 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - F1$ , NS 方向)

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



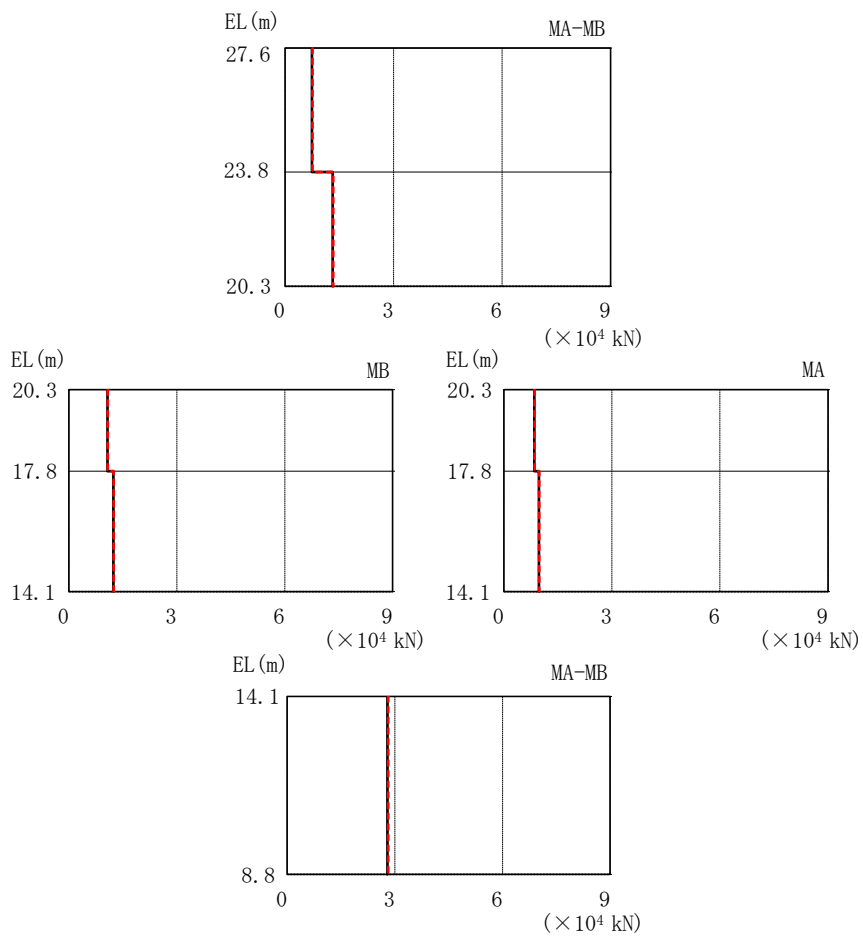
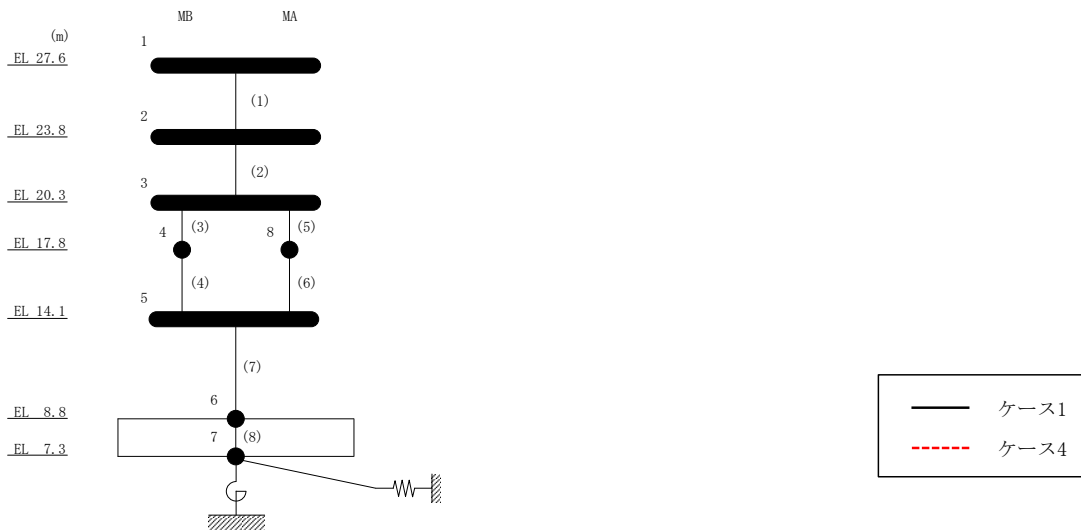
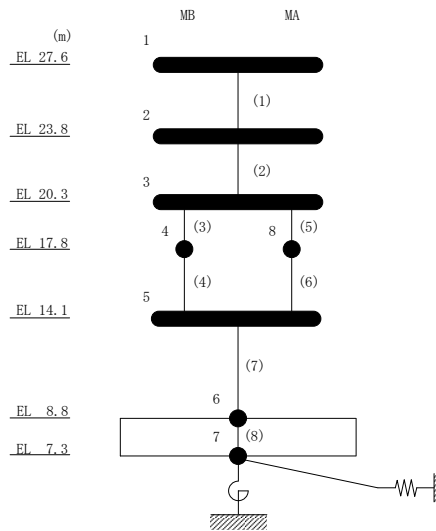


図 2-39 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - N1$ ,  $NS$  方向)

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





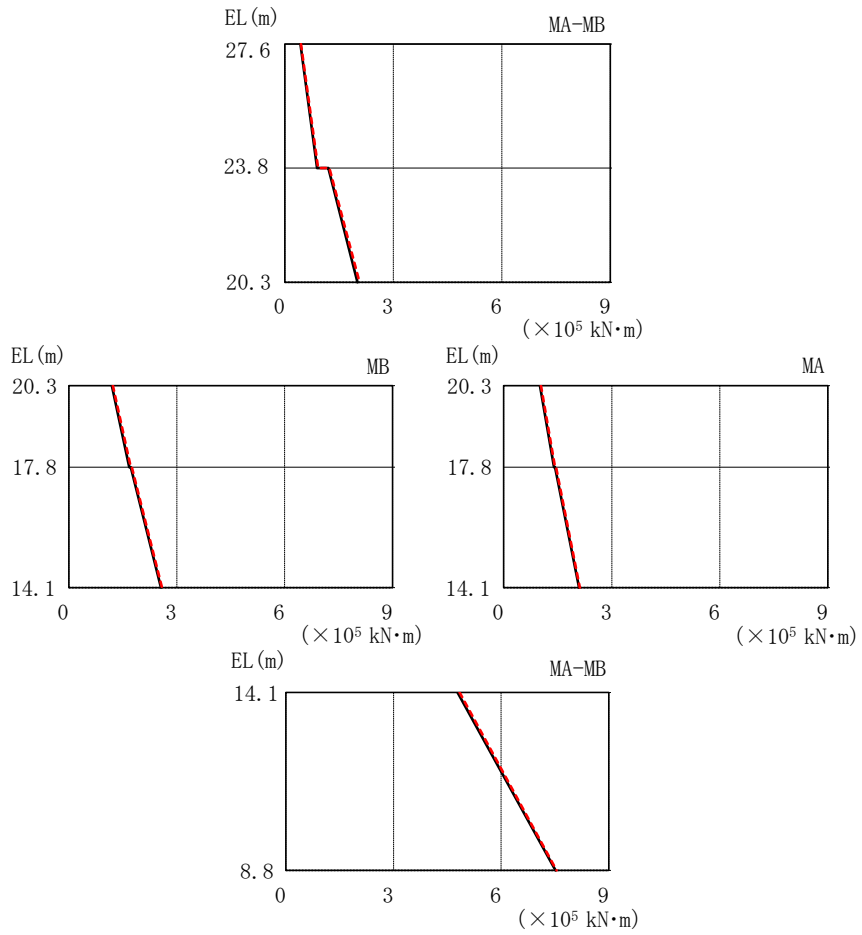
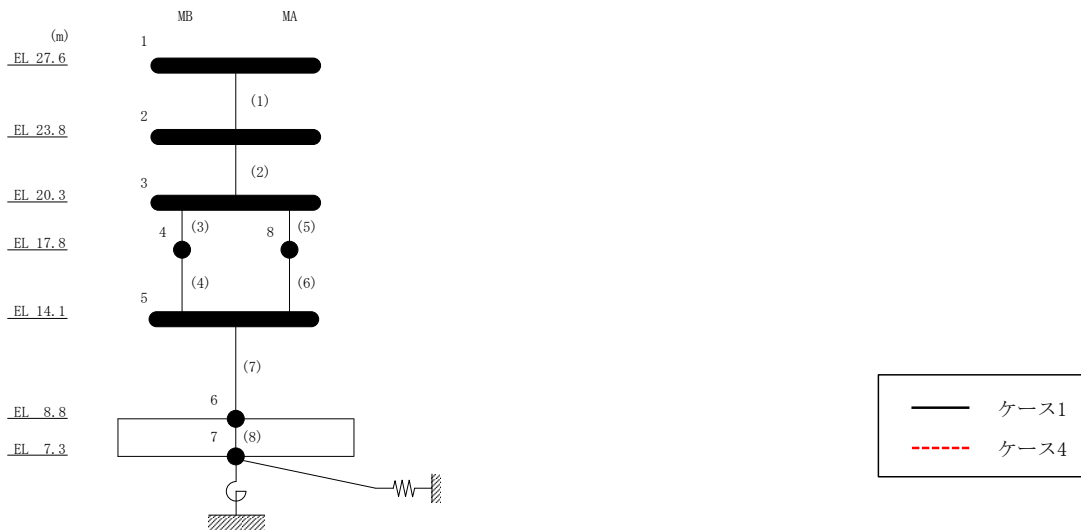
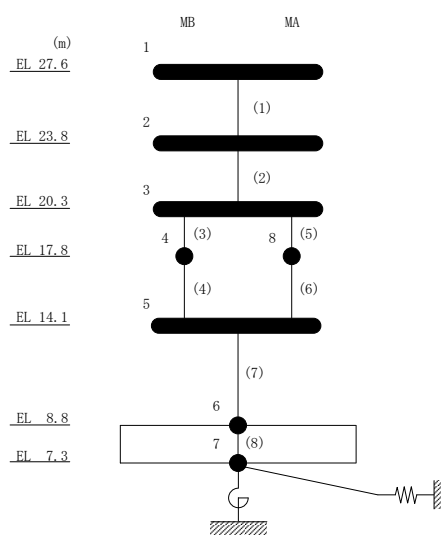


図 2-40 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)

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 7.51	4.84 7.54



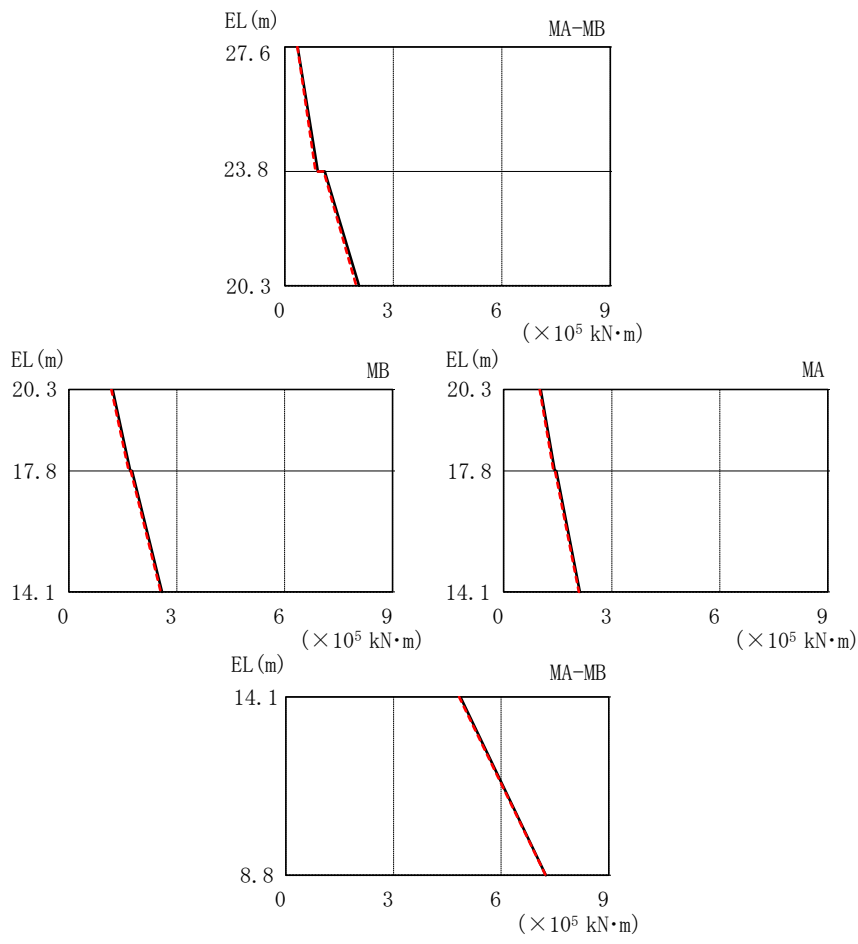
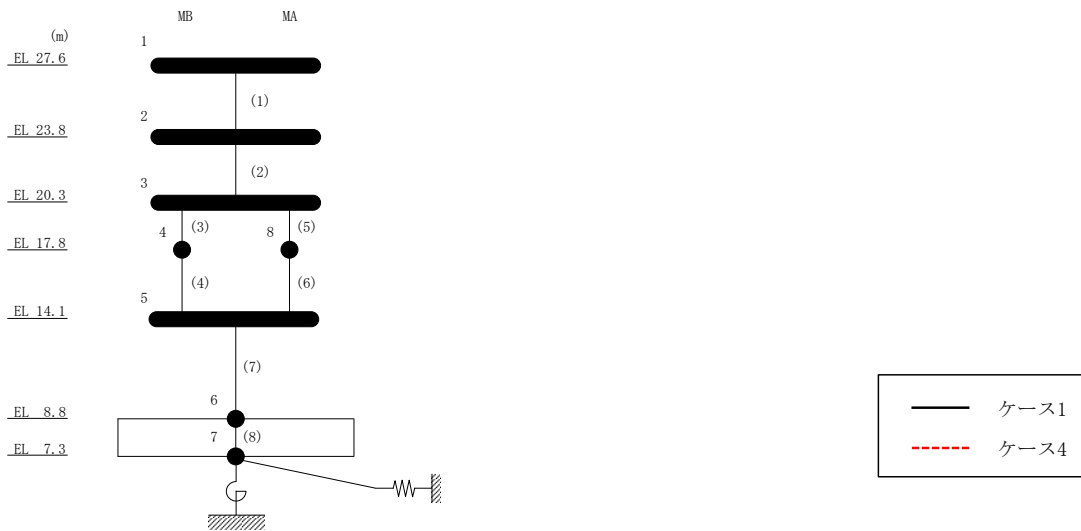
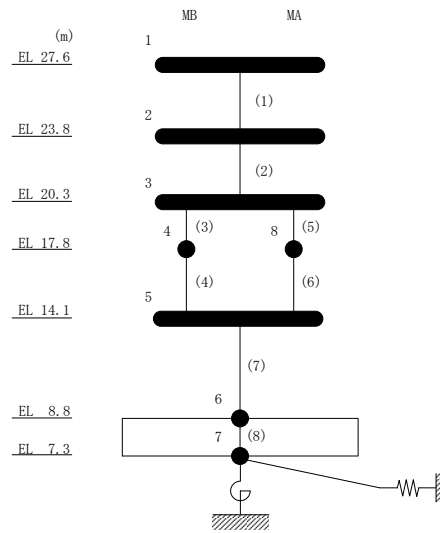


図 2-41 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - F 1$ , NS 方向)

表 2-38 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



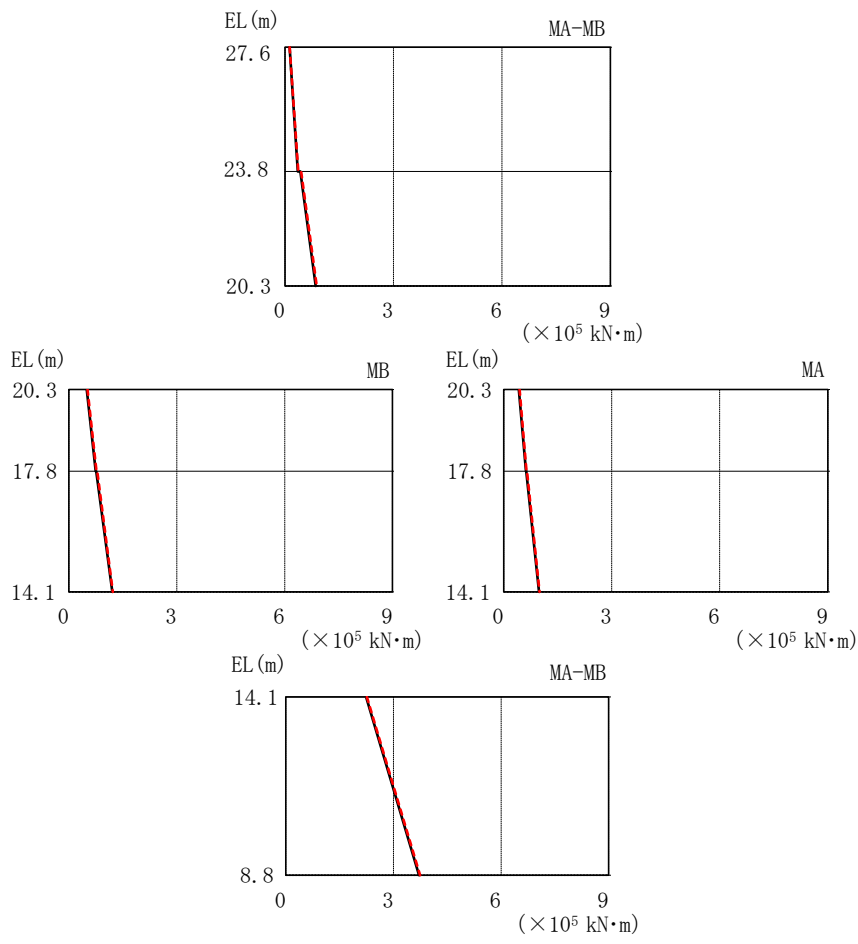
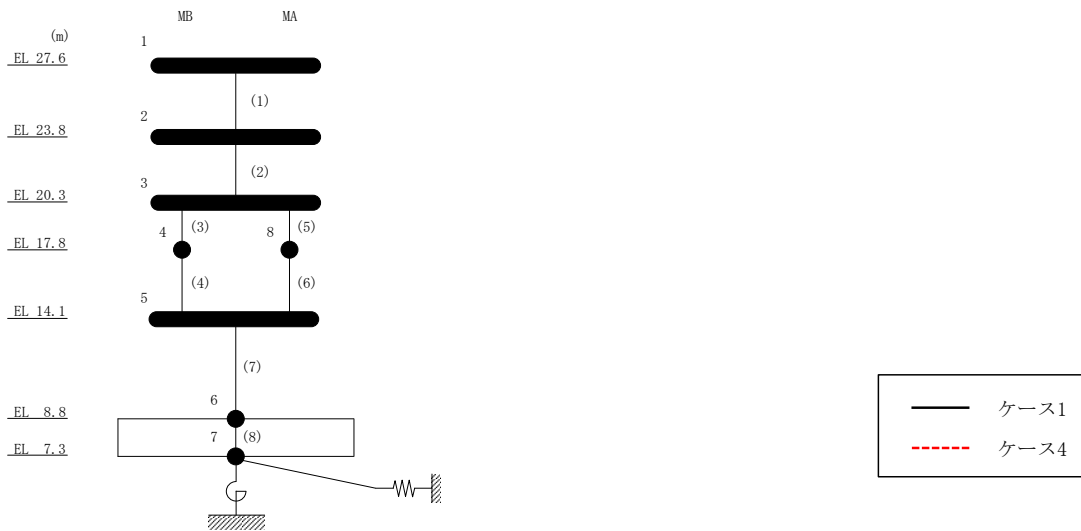
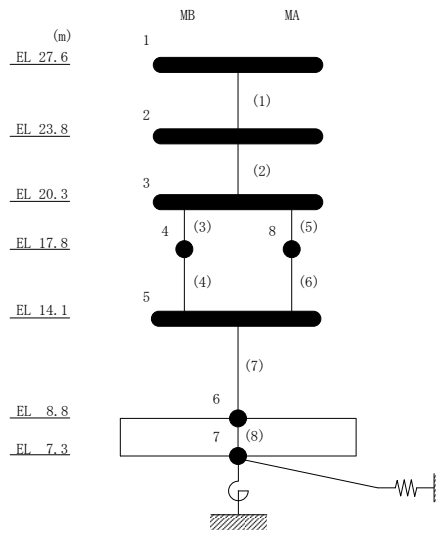


図 2-42 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - N1$ , NS 方向)

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



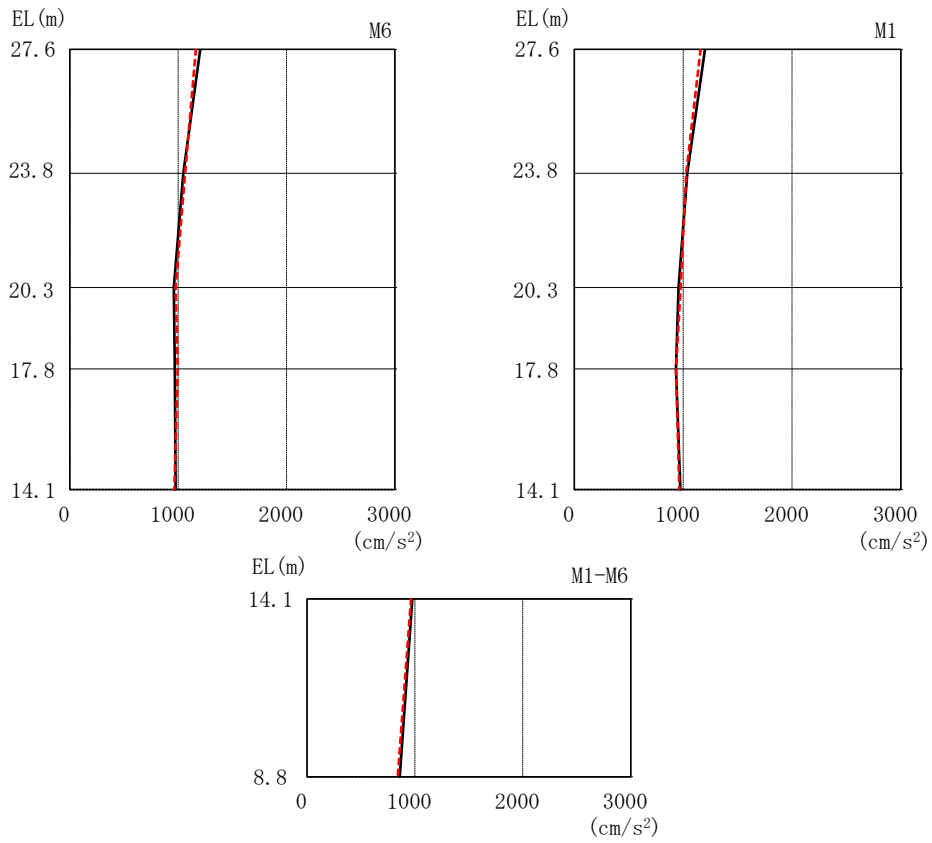
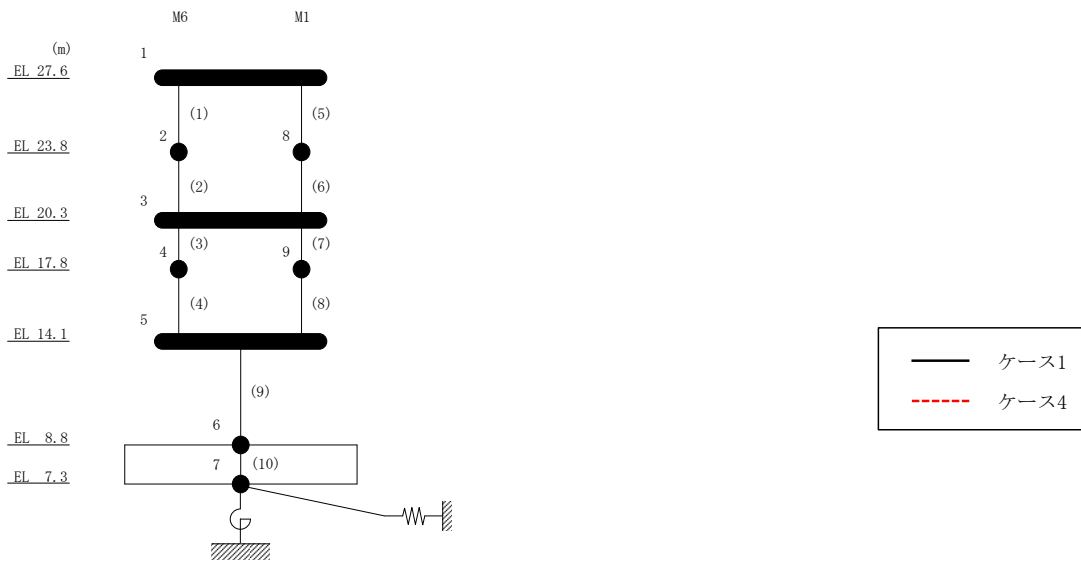
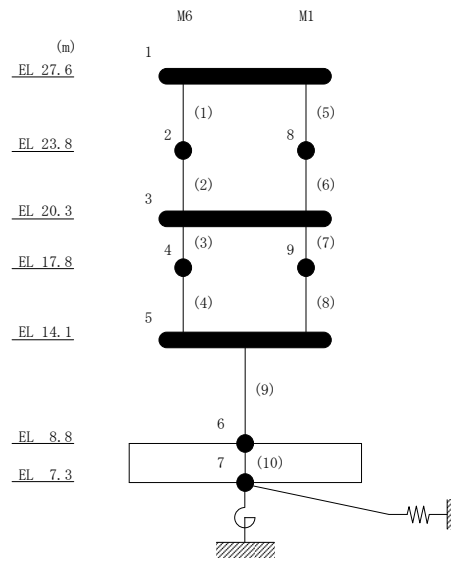


図 2-43 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

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 <sup>2</sup> )	
			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





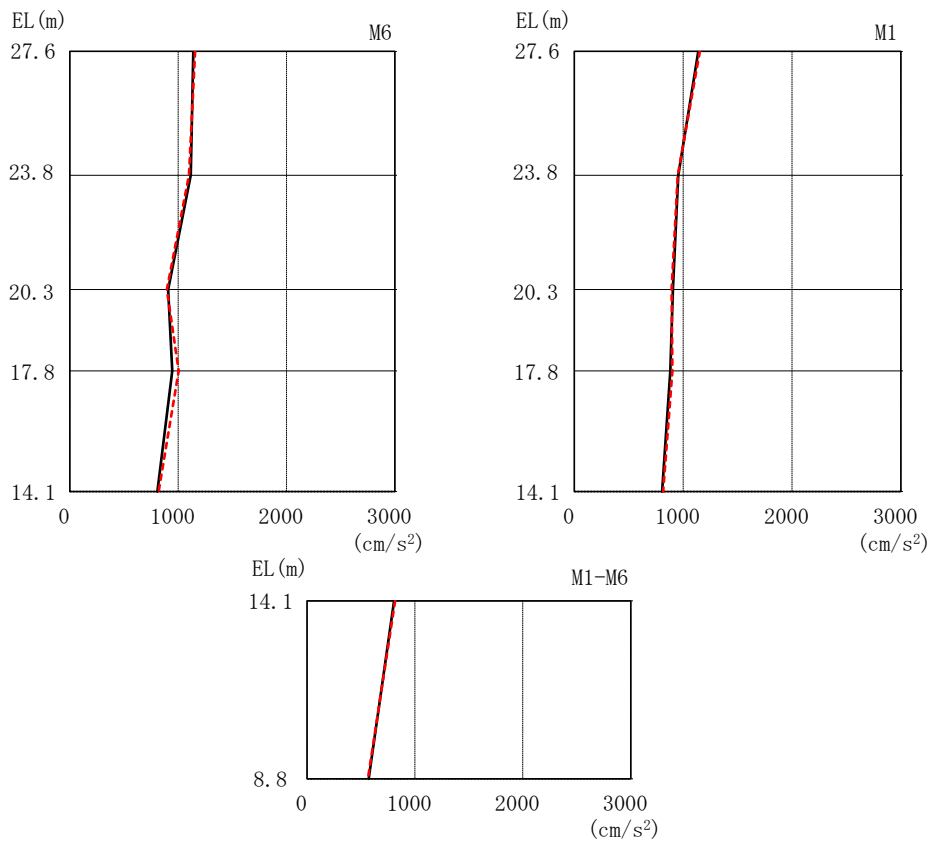
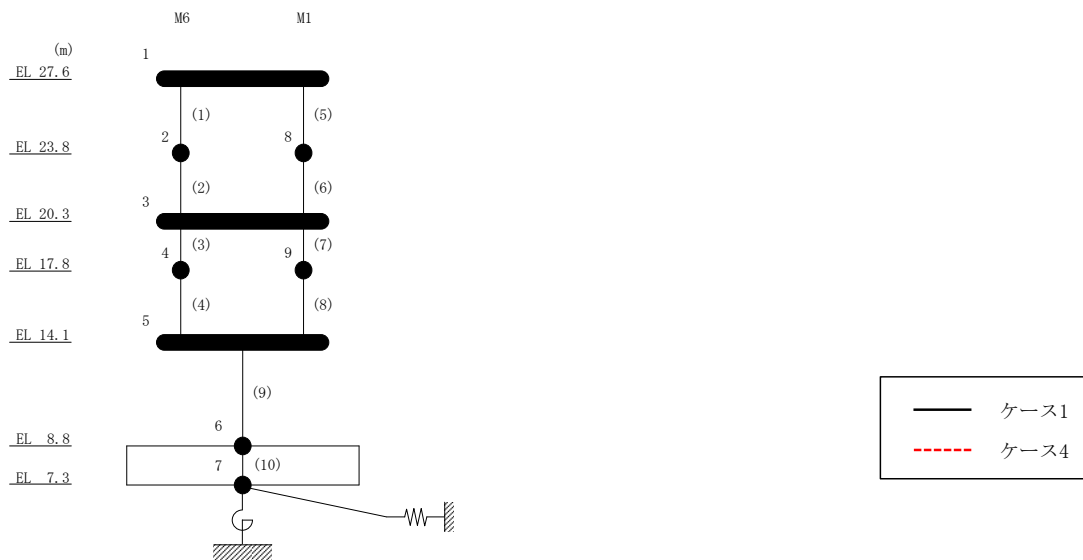
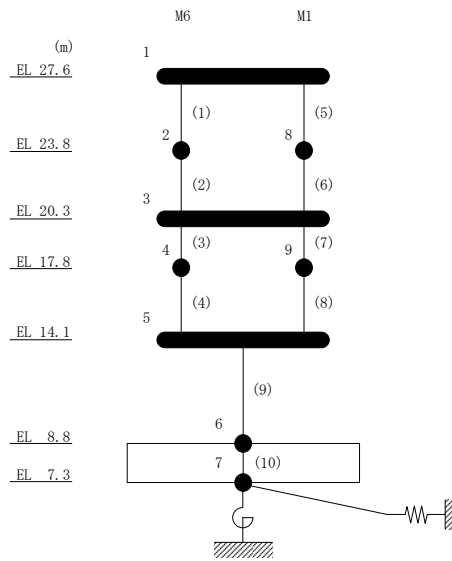


図 2-44 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)

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 <sup>2</sup> )	
			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



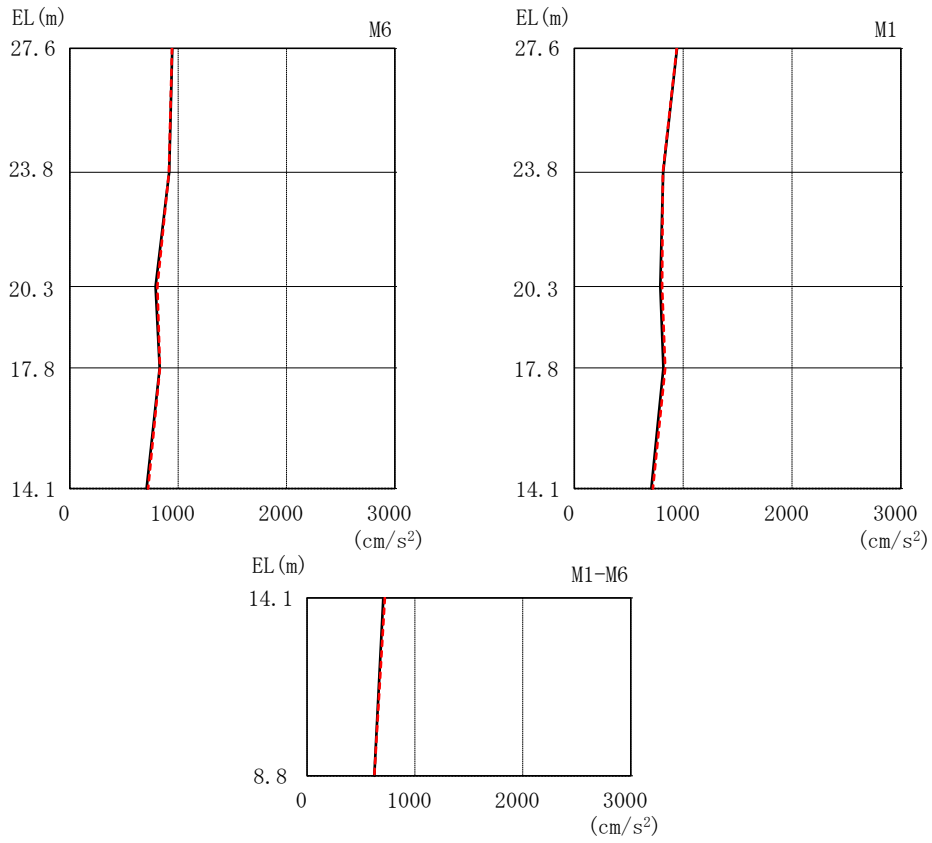
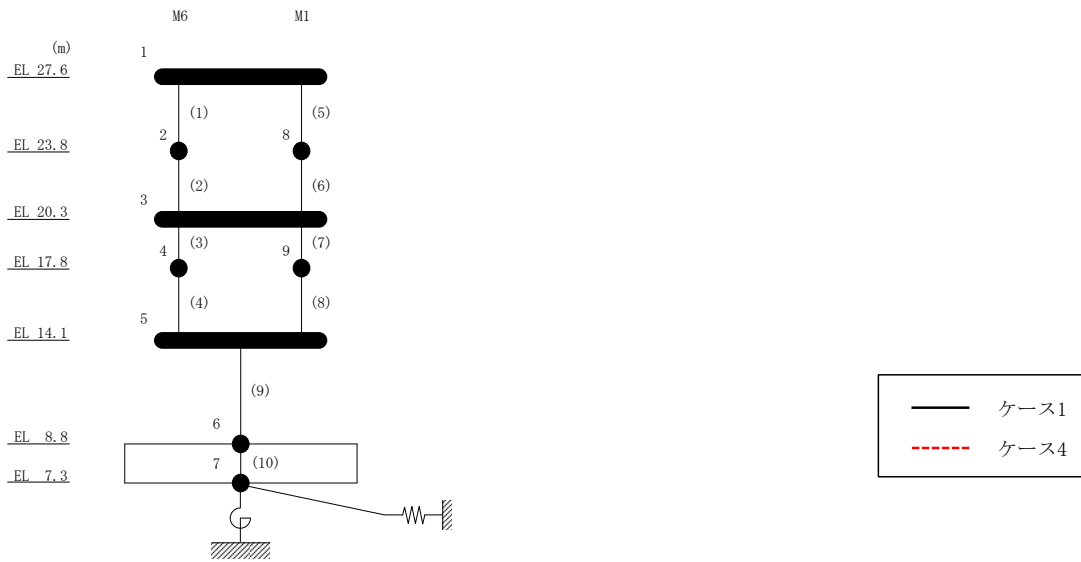
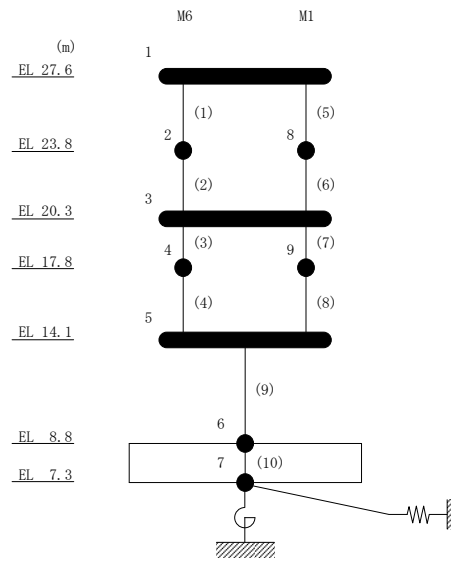


図 2-45 最大応答加速度 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

表 2-42 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
			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



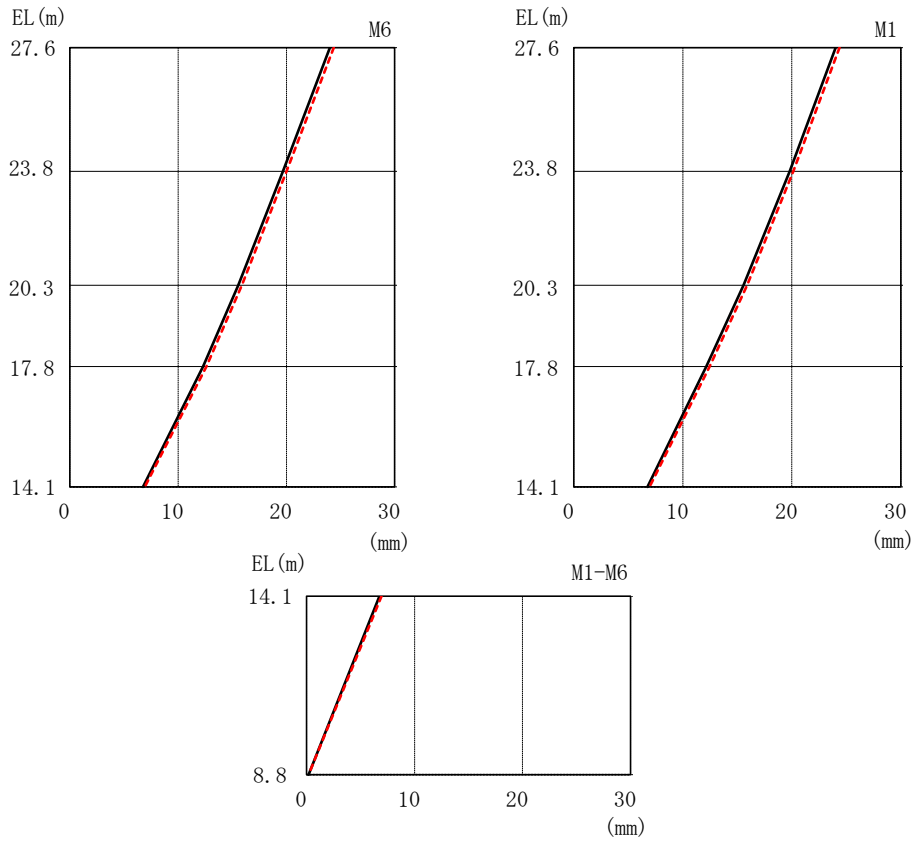
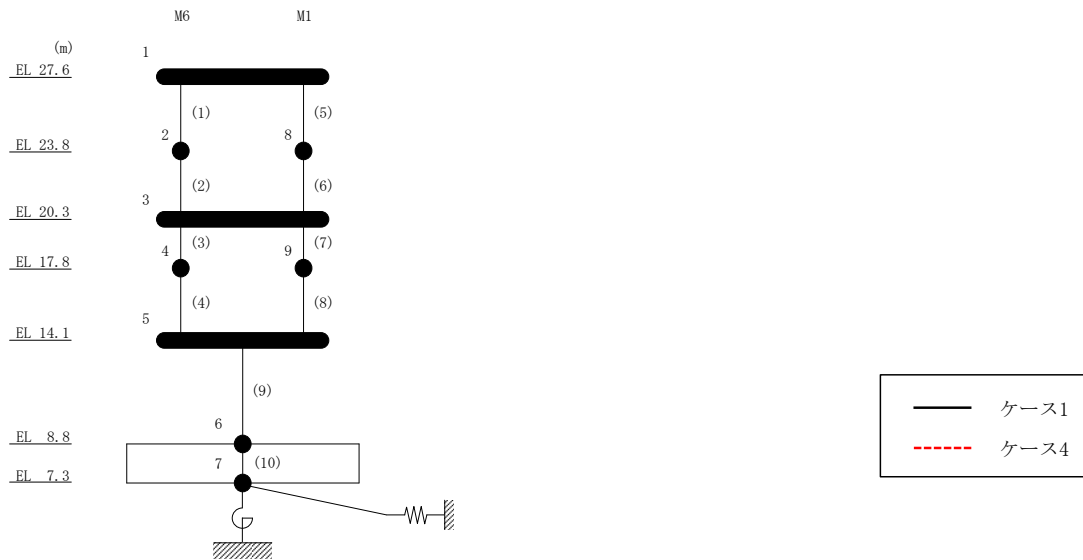
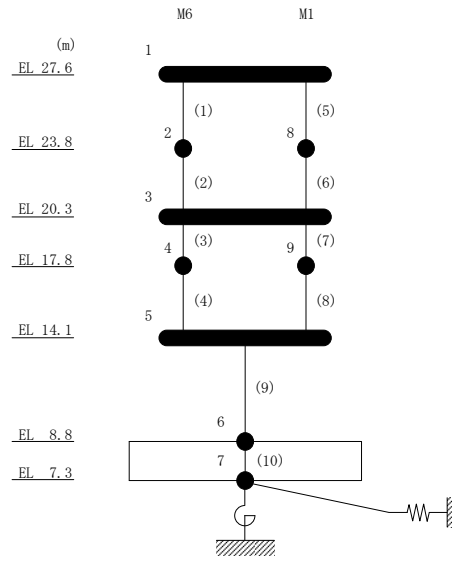


図 2-46 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - D$ , EW 方向)

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



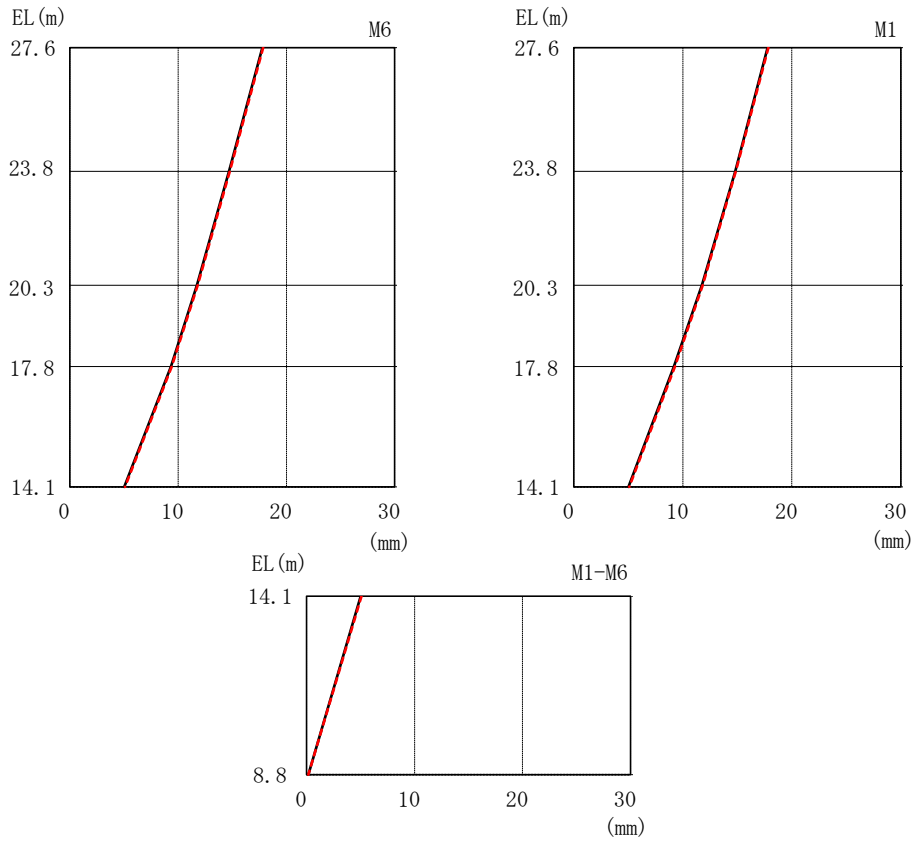
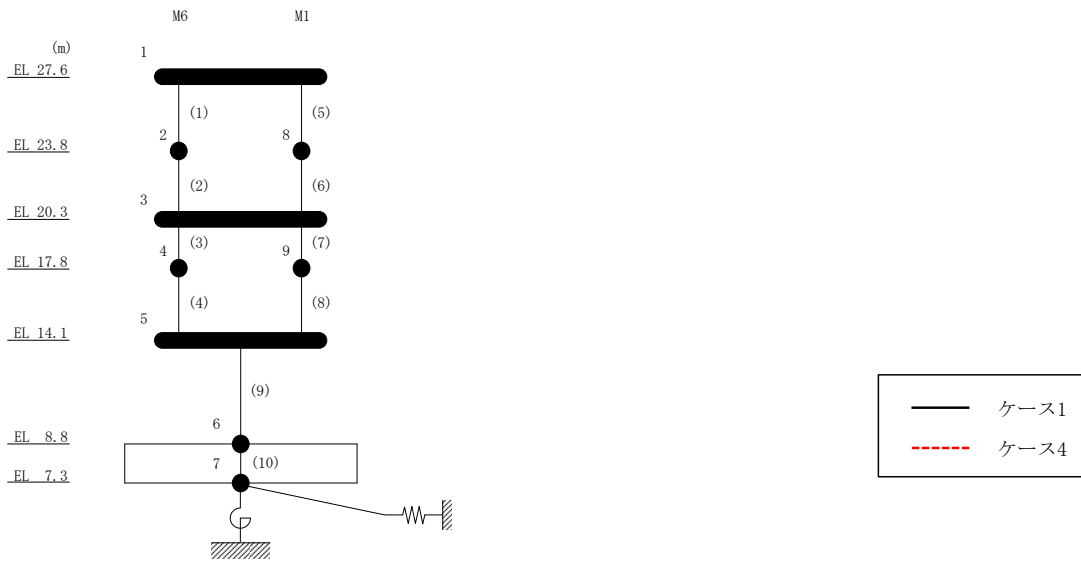
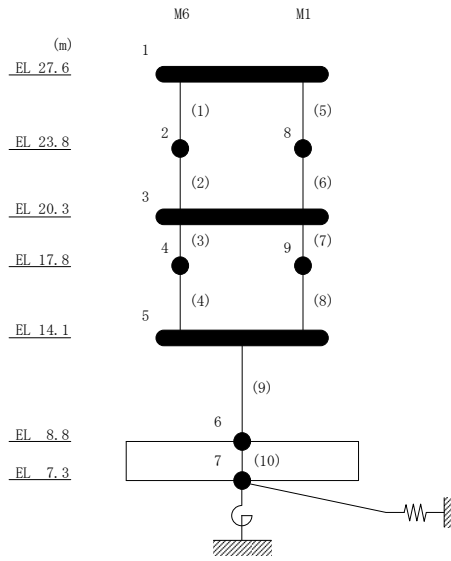


図 2-47 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - F1$ , EW 方向)

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





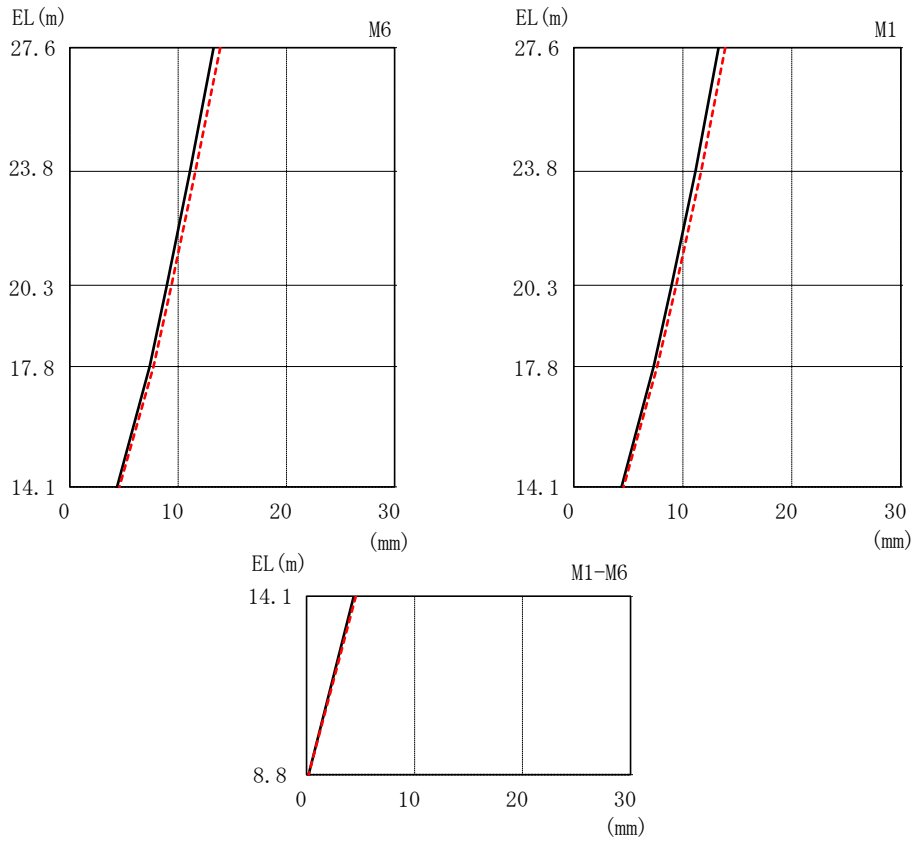
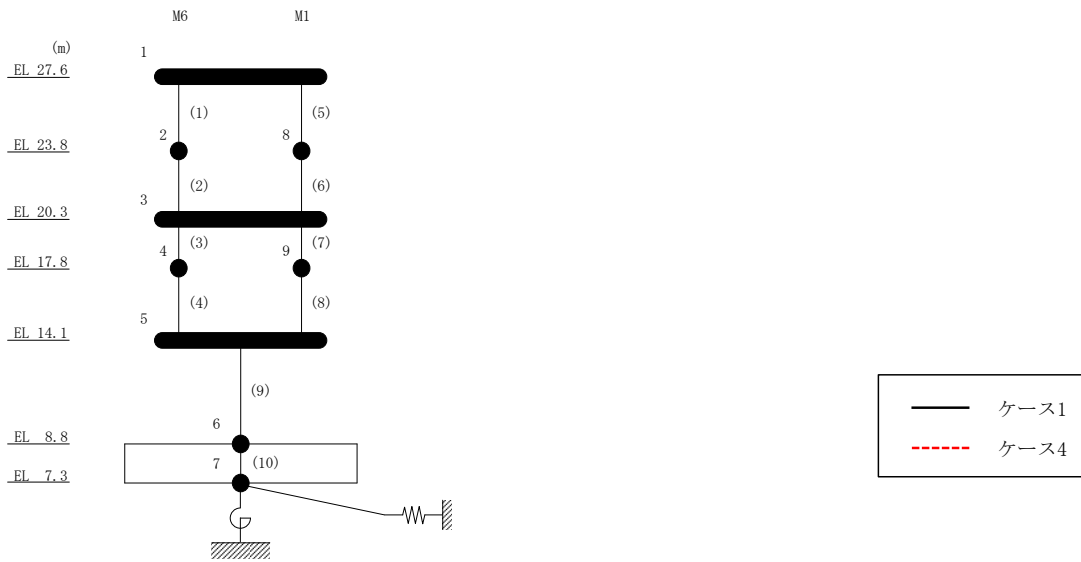
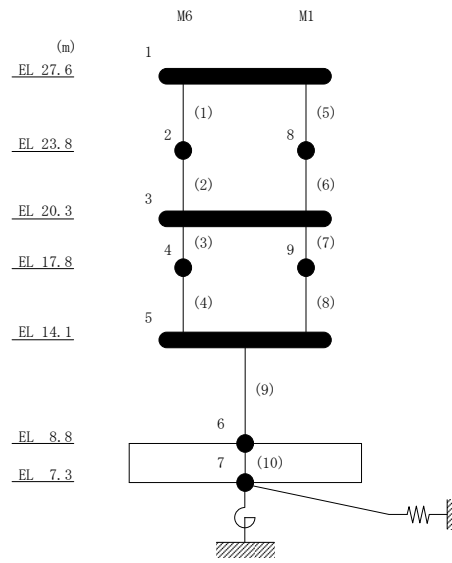


図 2-48 最大応答変位 (基準地震動  $S_s - N1$ , EW 方向)

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



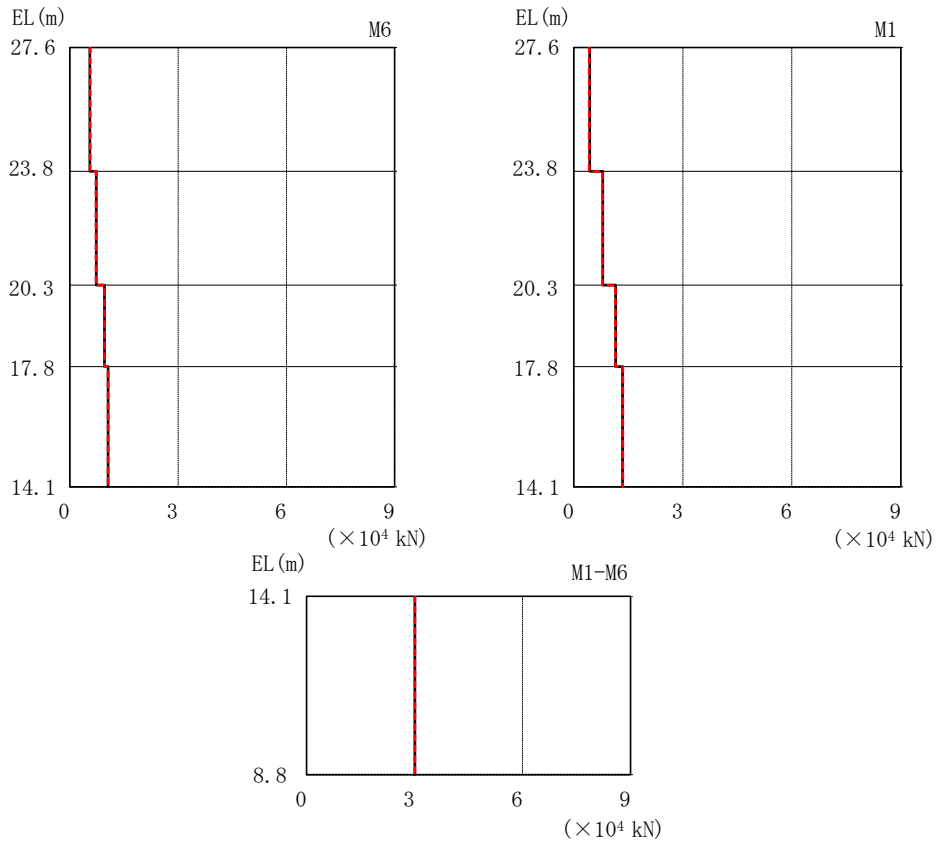
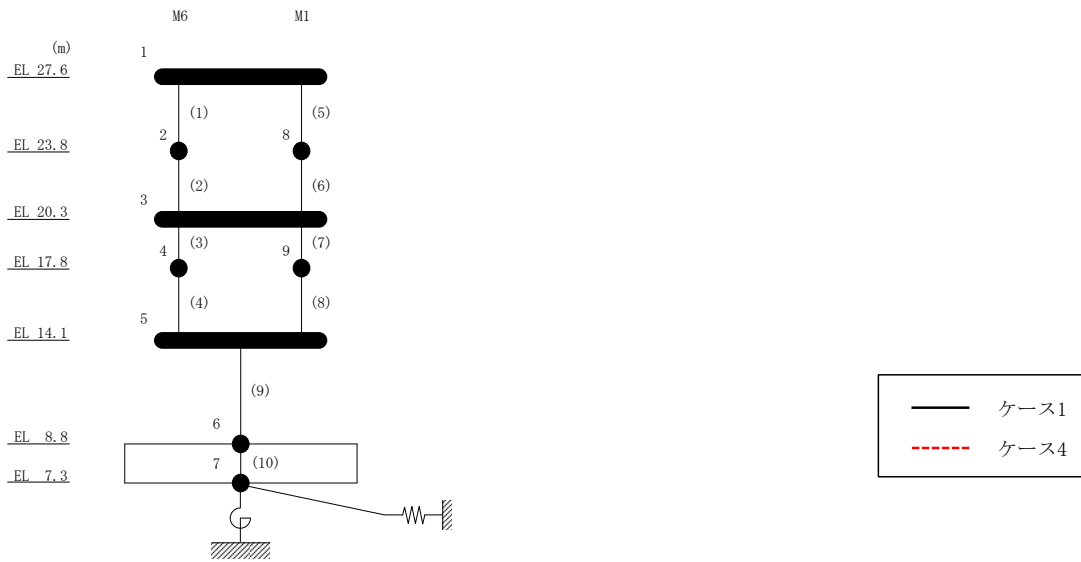
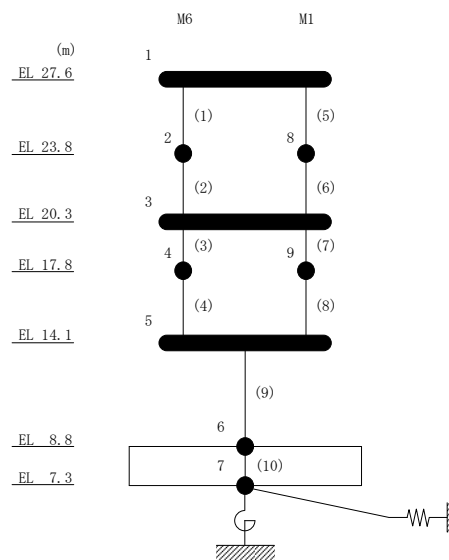


図 2-49 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s - D$ , EW 方向)

表 2-46 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>-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



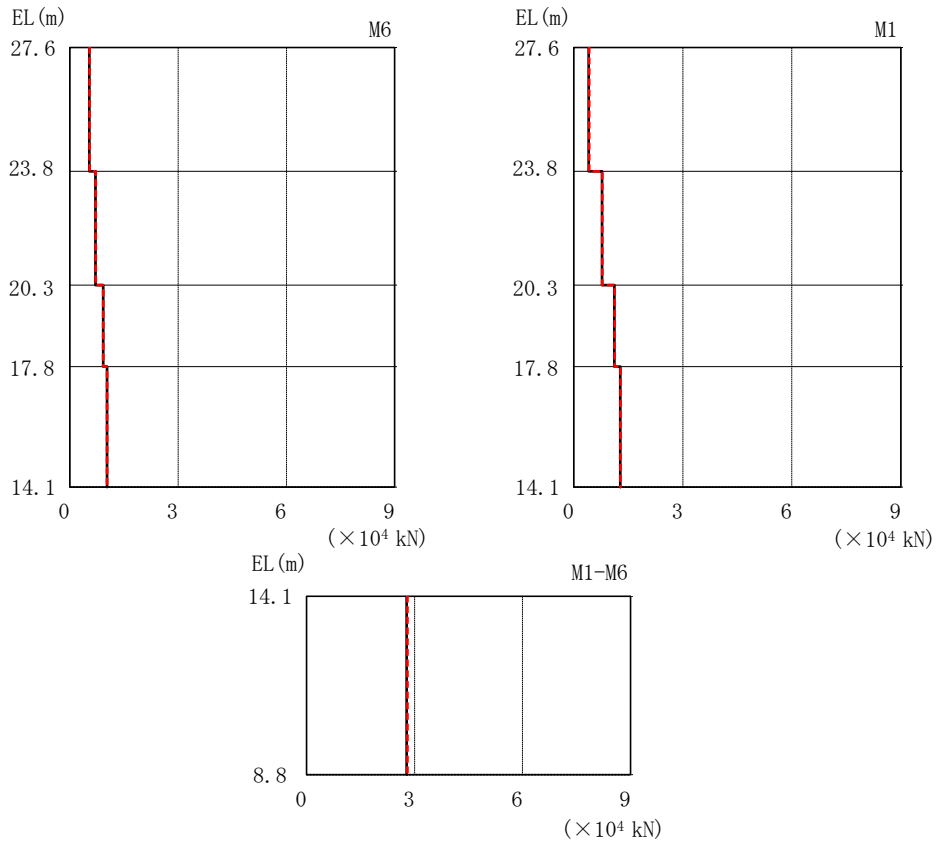
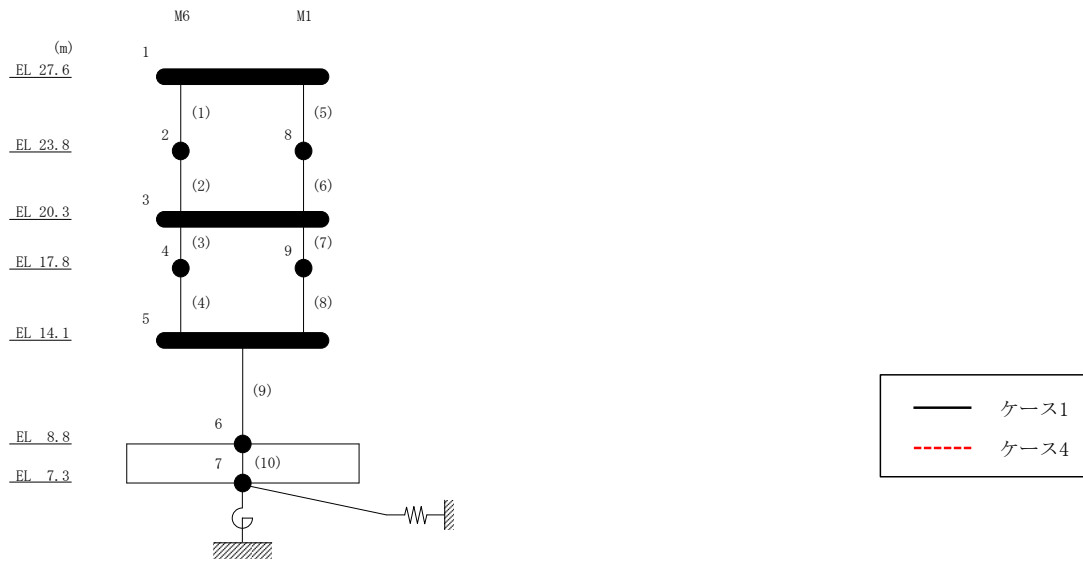
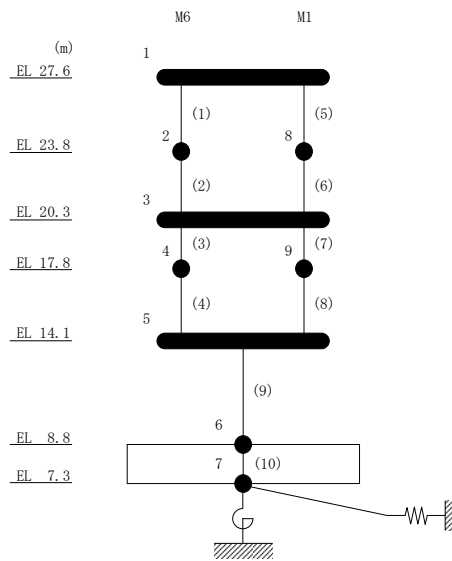


図 2-50 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 1, EW 方向)

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



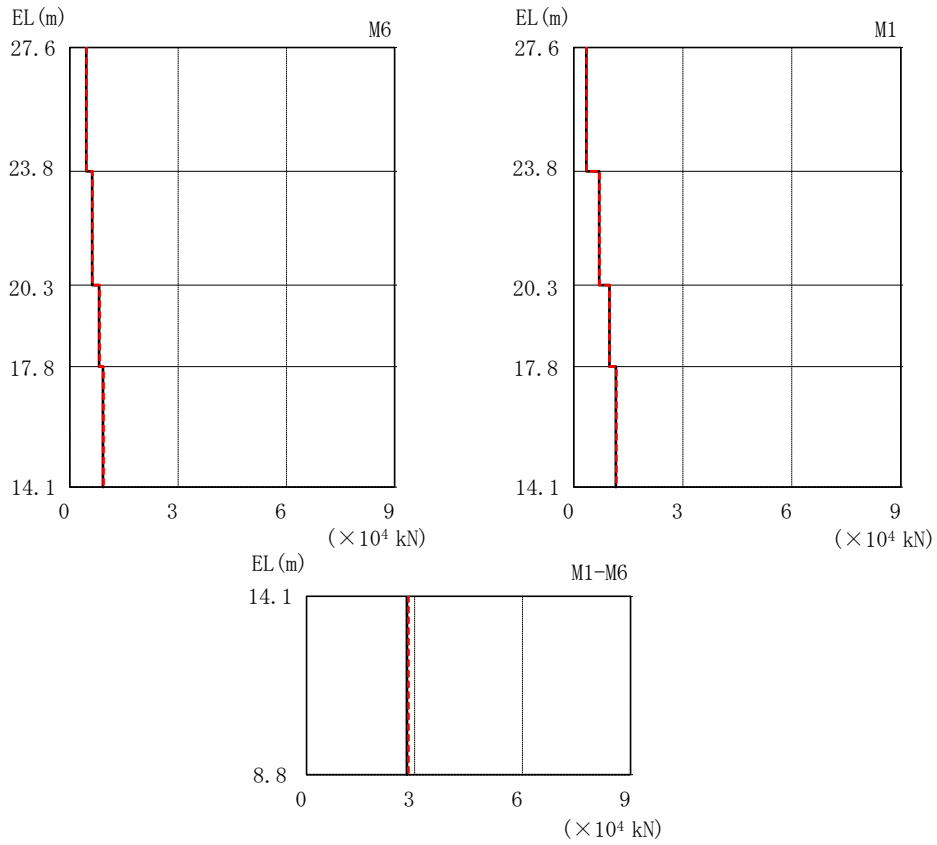
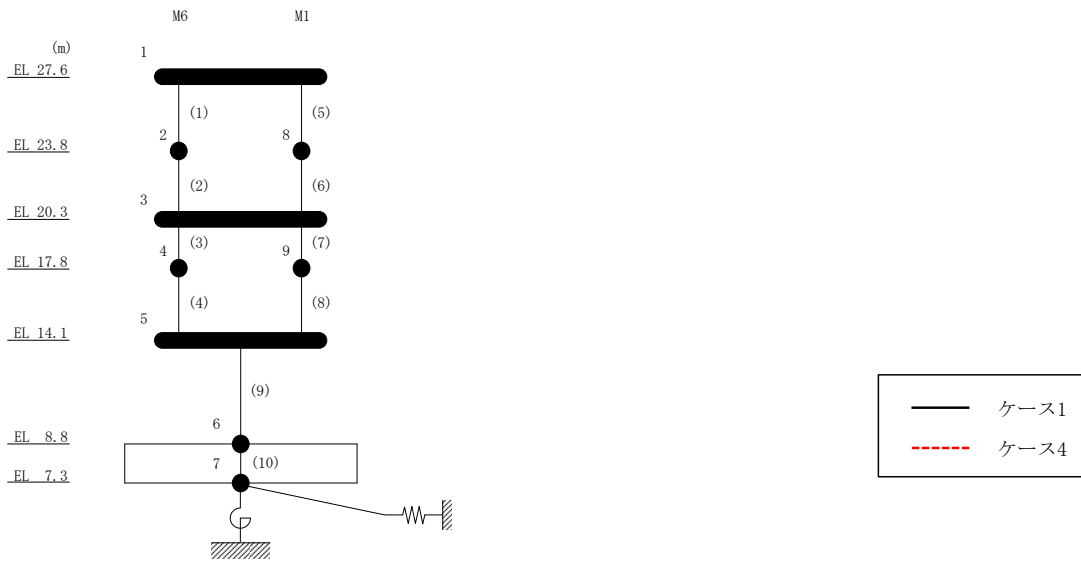
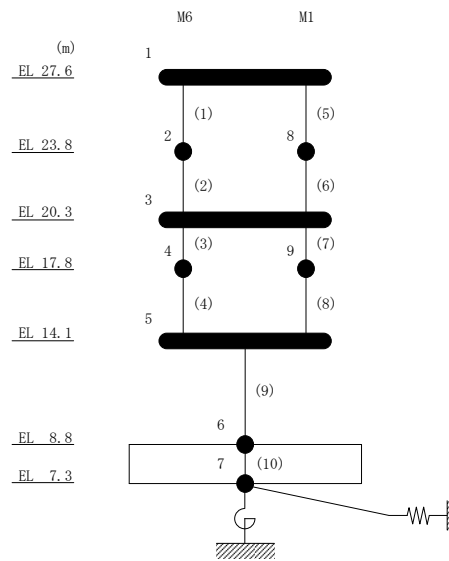


図 2-51 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

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





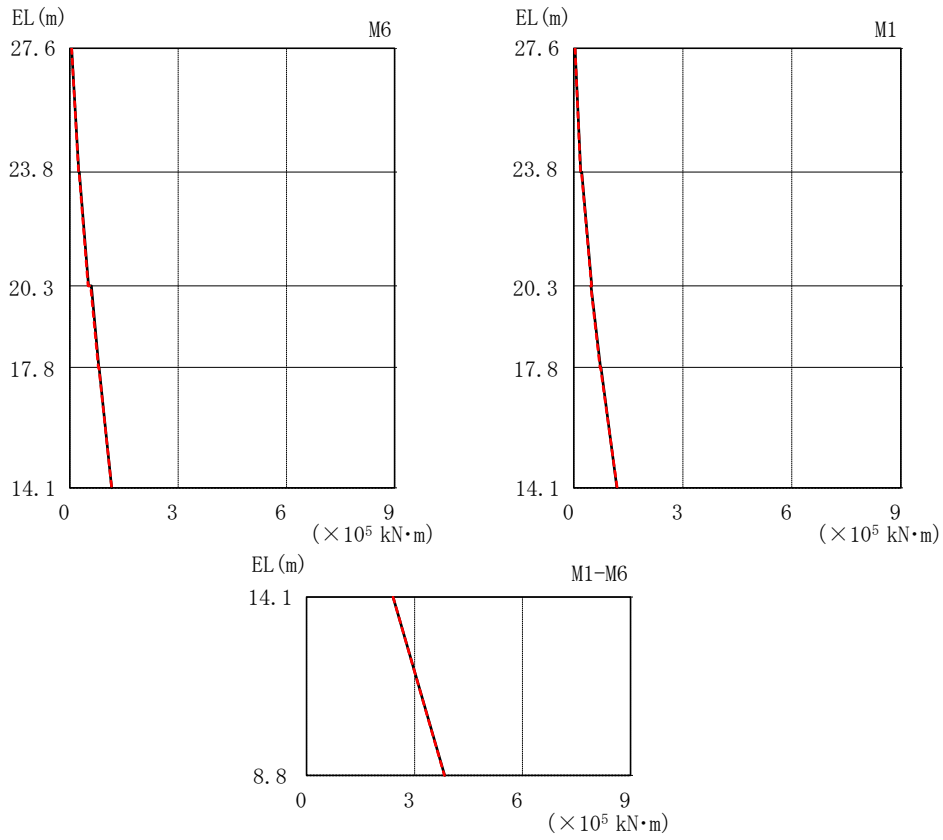
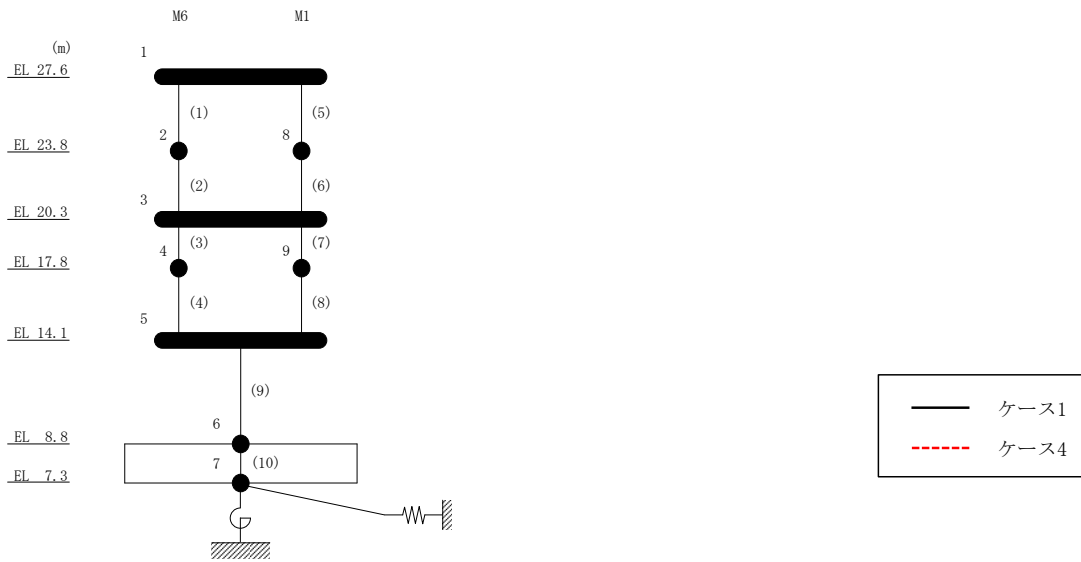
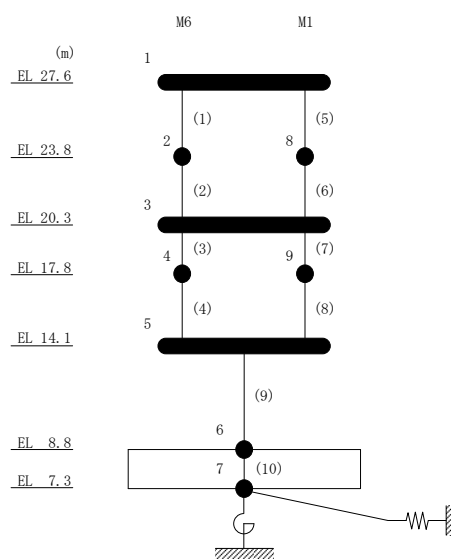


図 2-52 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - D$ , EW 方向)

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



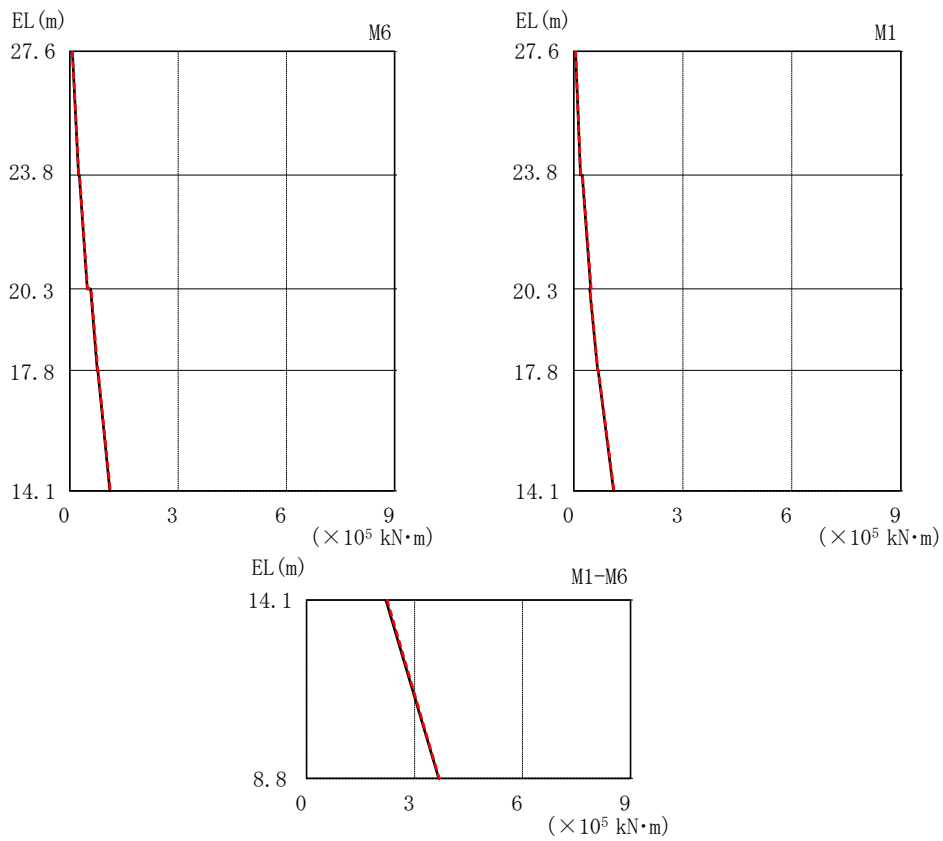
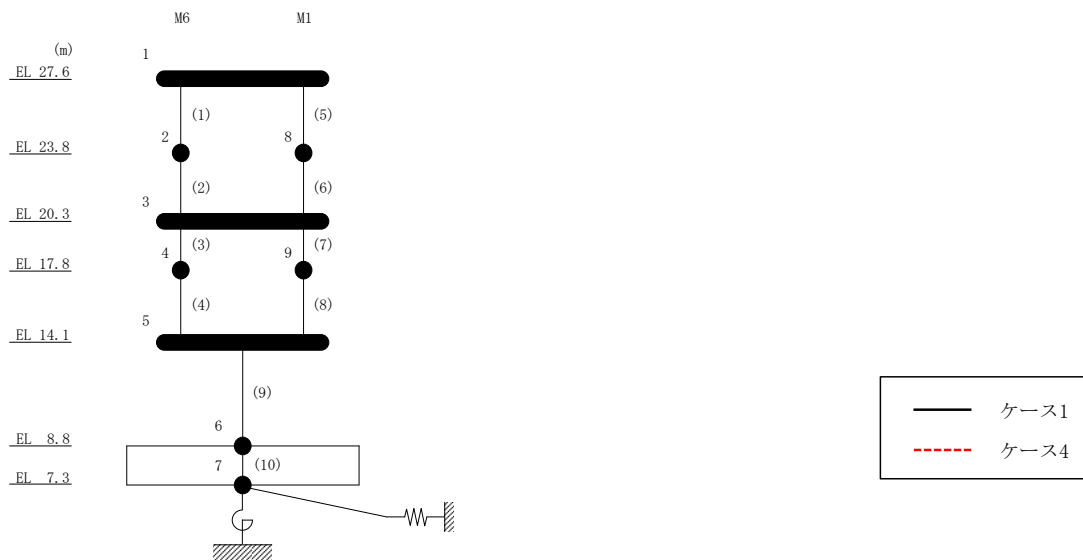
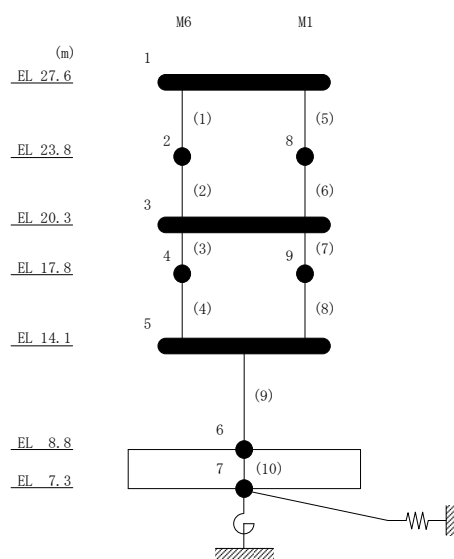


図 2-53 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - F 1$ , EW 方向)

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



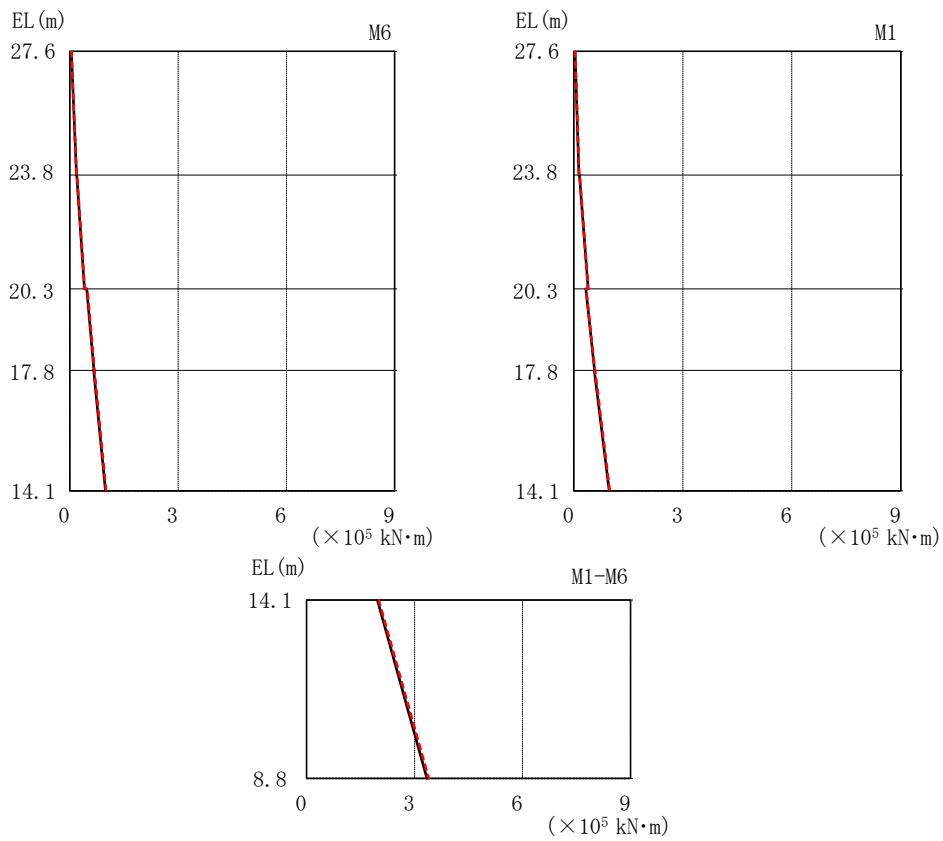
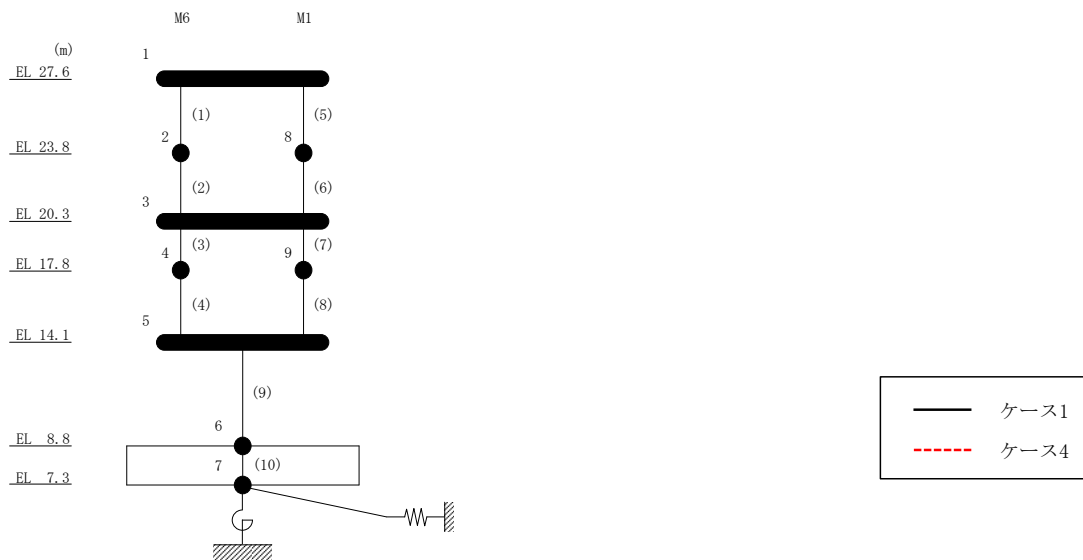
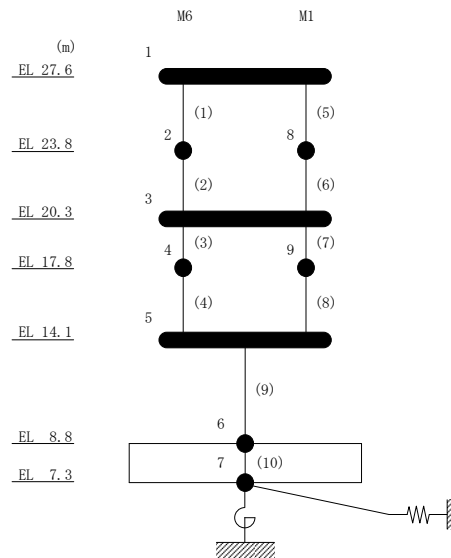
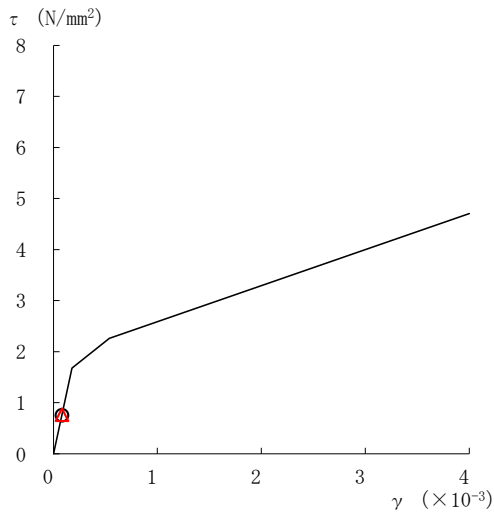


図 2-54 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s - N1$ , EW方向)

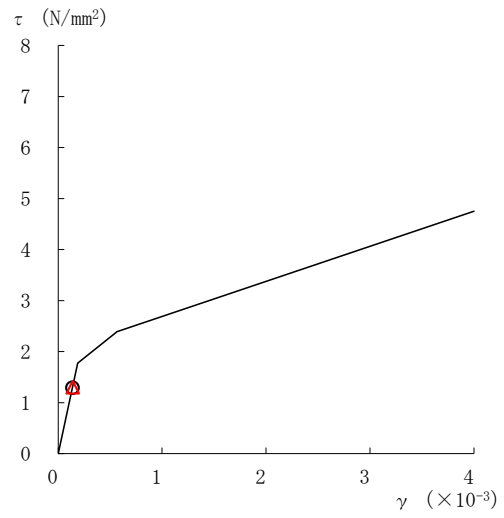
表 2-51 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - N 1, EW方向)

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

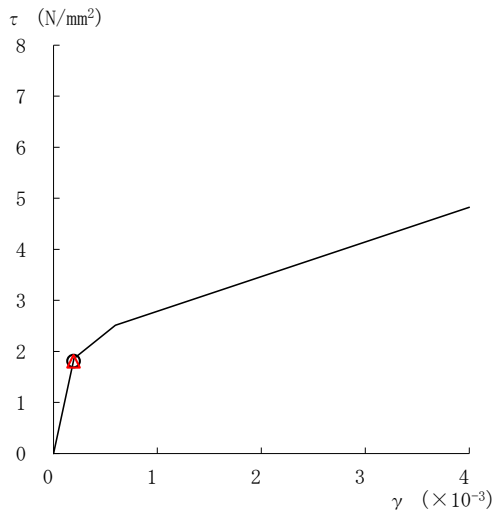




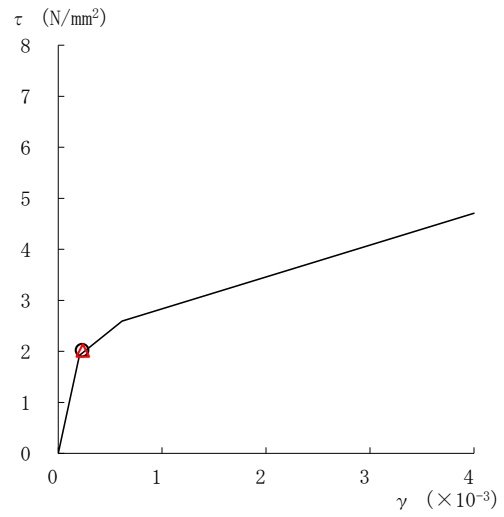
要素番号 (1)



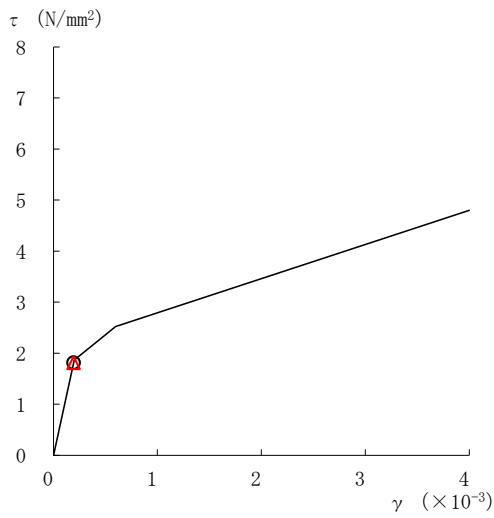
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

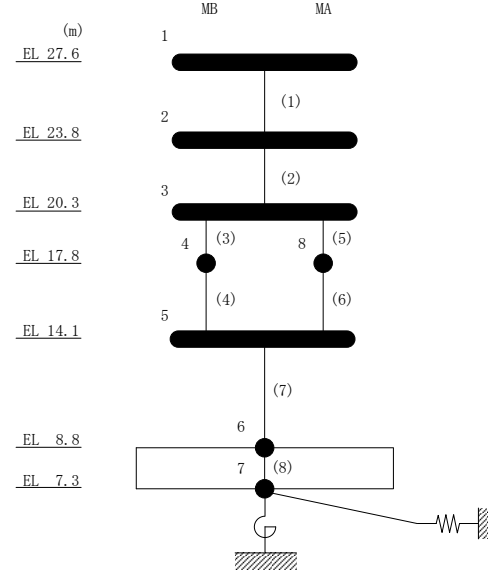
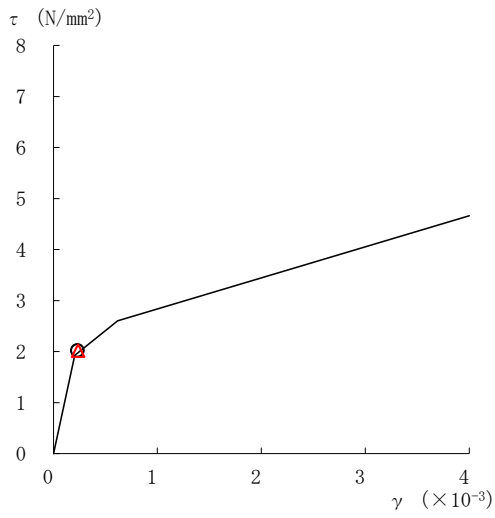
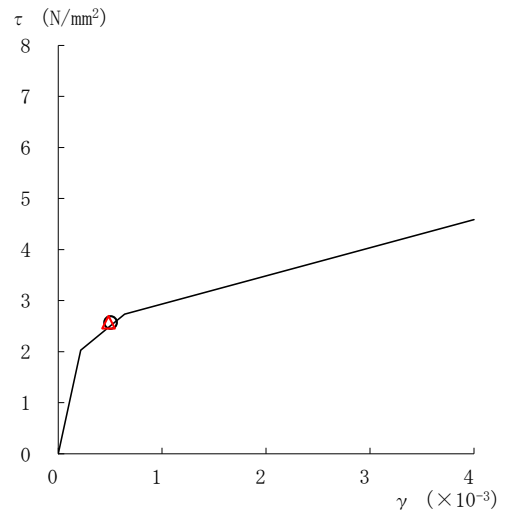


図 2-55(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D, NS 方向)

○ ケース 1                      △ ケース 4



要素番号 (6)



要素番号 (7)

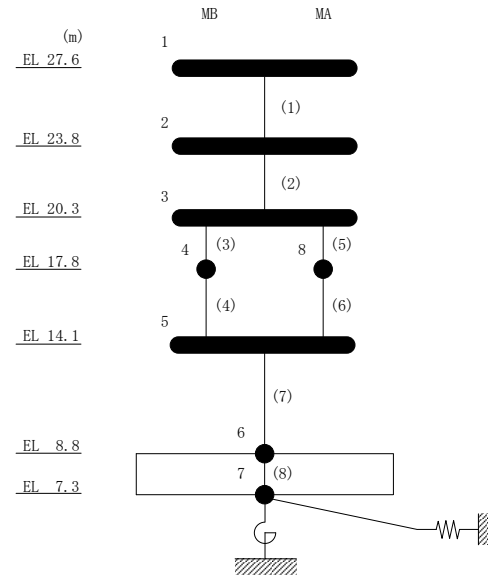
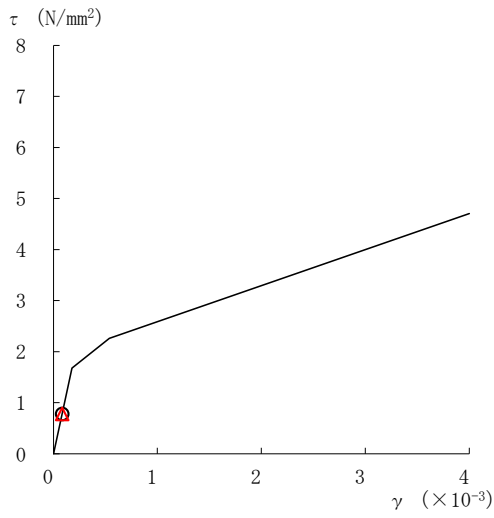


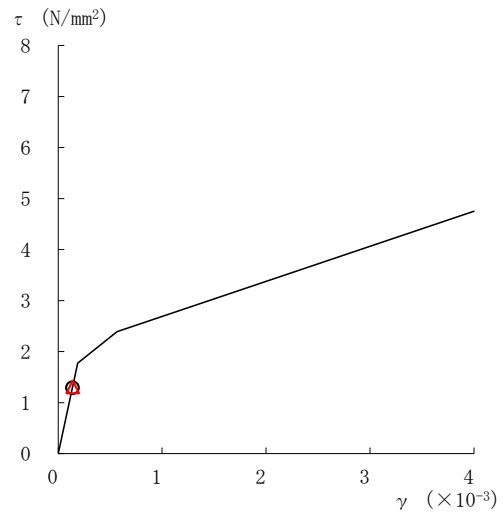
図 2-55(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - D$ , NS 方向)



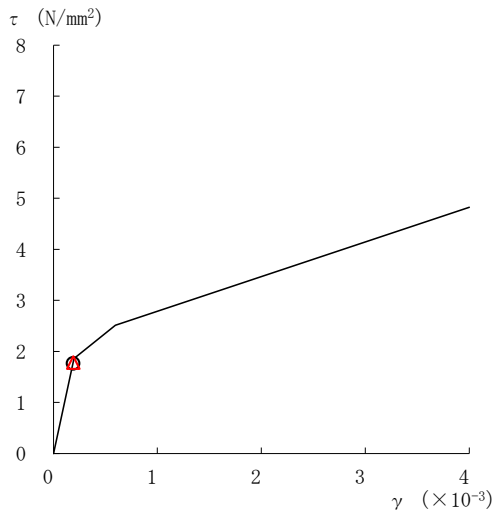
○ ケース 1                      △ ケース 4



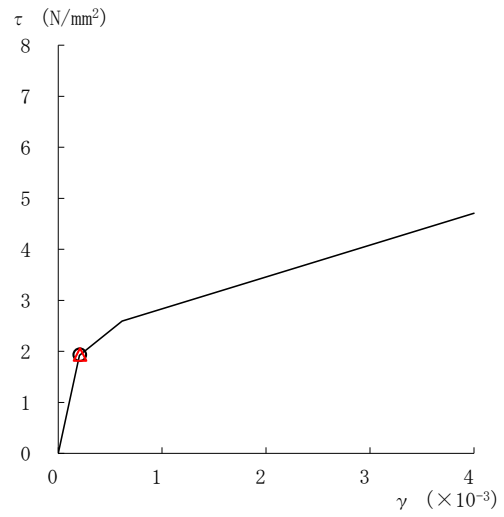
要素番号 (1)



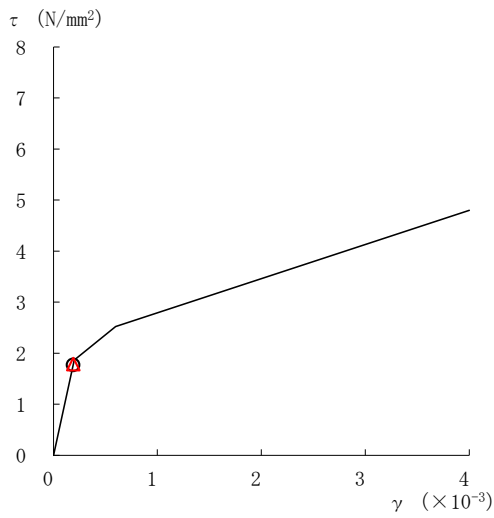
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

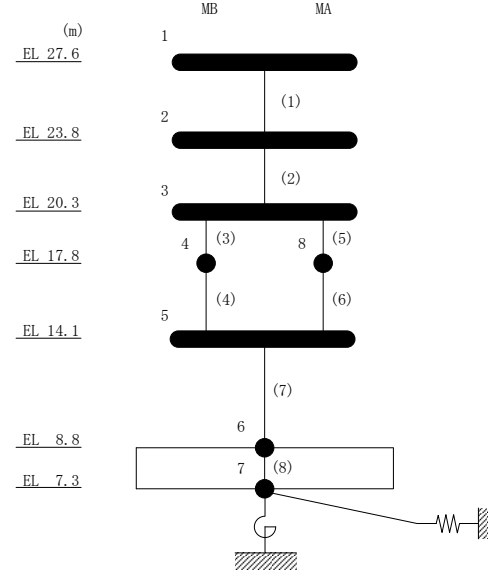
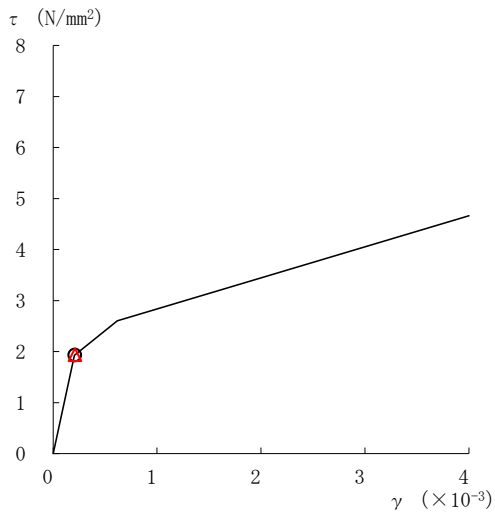
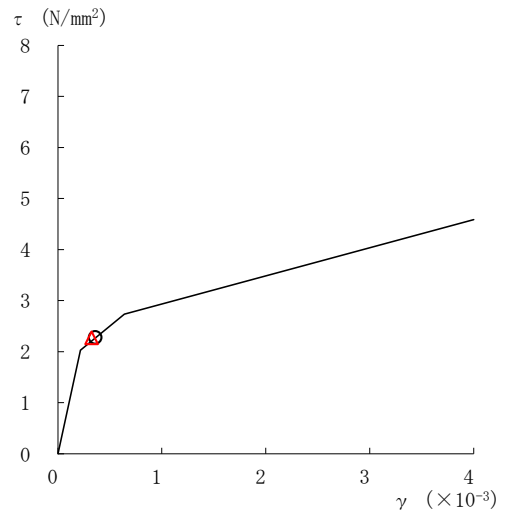


図 2-56(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, NS 方向)

○ ケース 1                      △ ケース 4



要素番号 (6)



要素番号 (7)

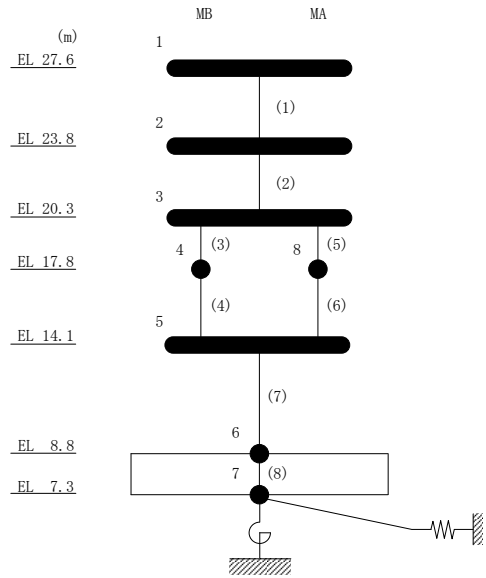
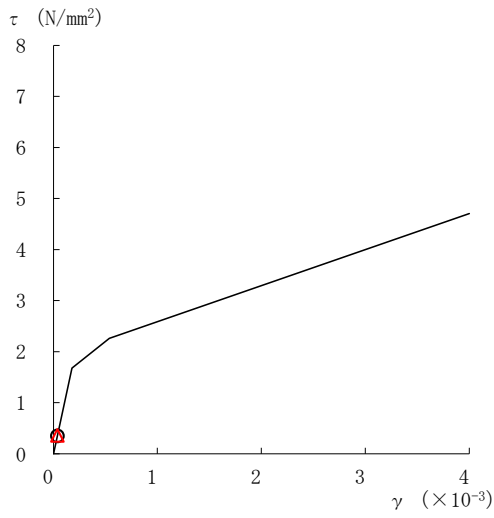
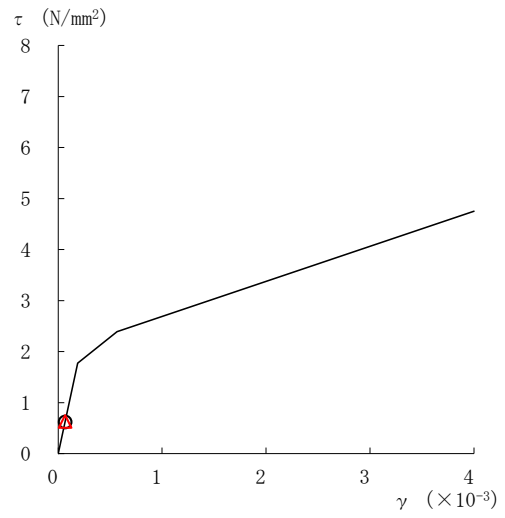


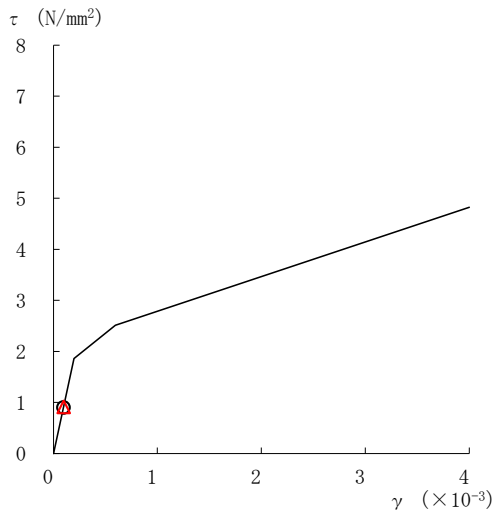
図 2-56(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, NS 方向)



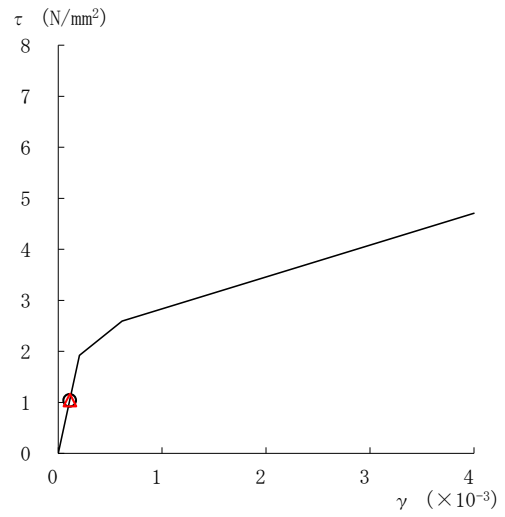
要素番号 (1)



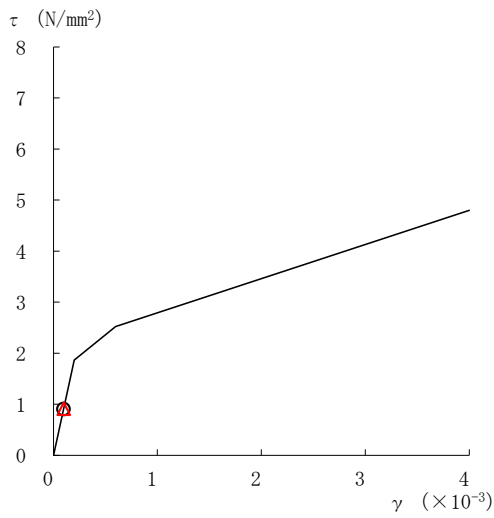
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

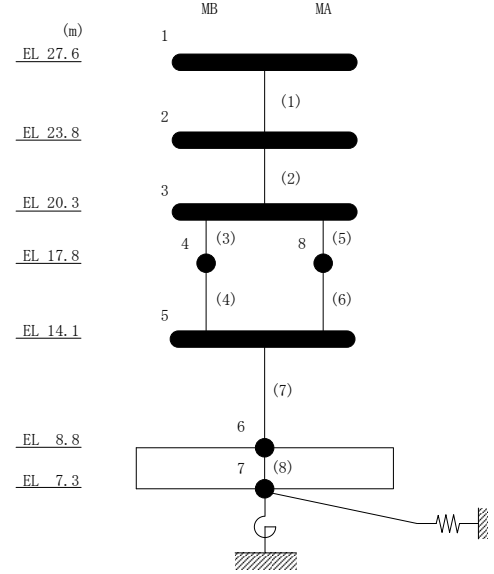
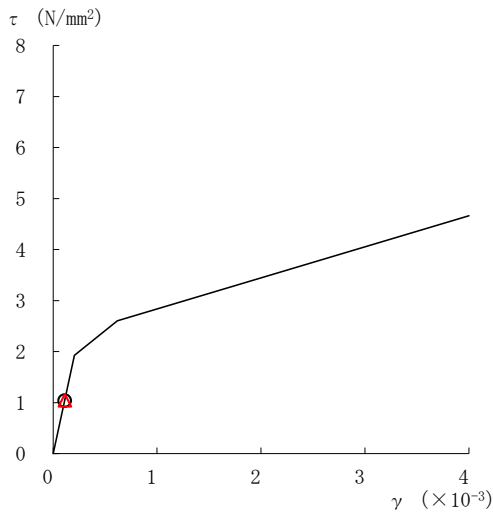
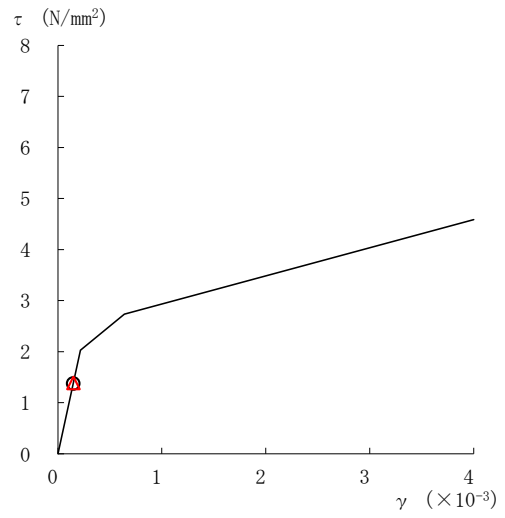


図 2-57(1)せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動  $S_s - N1$ , NS 方向)



要素番号 (6)



要素番号 (7)

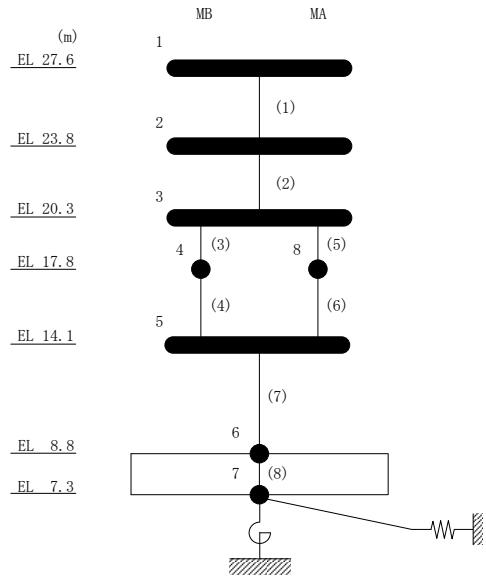
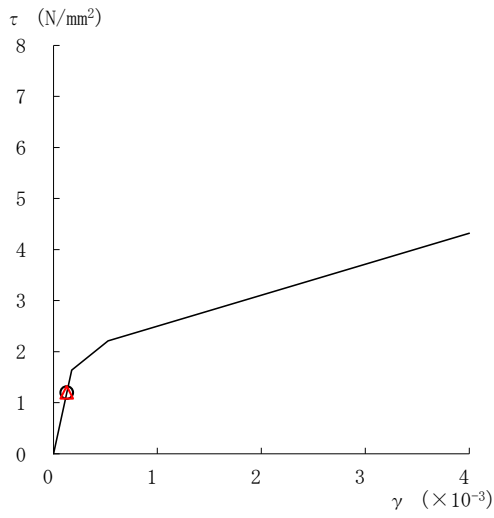
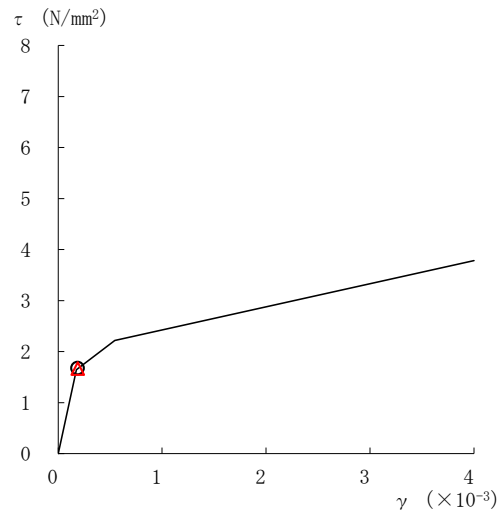


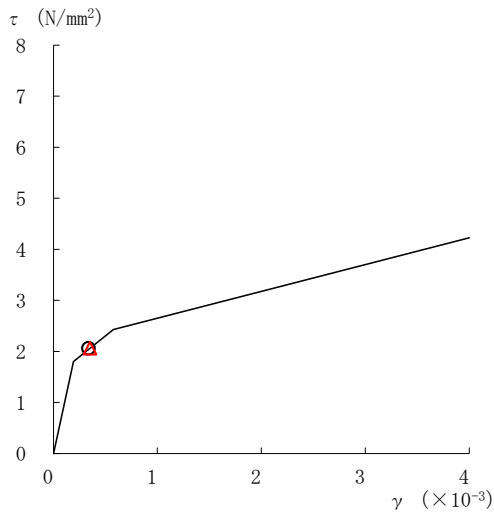
図 2-57(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, NS 方向)



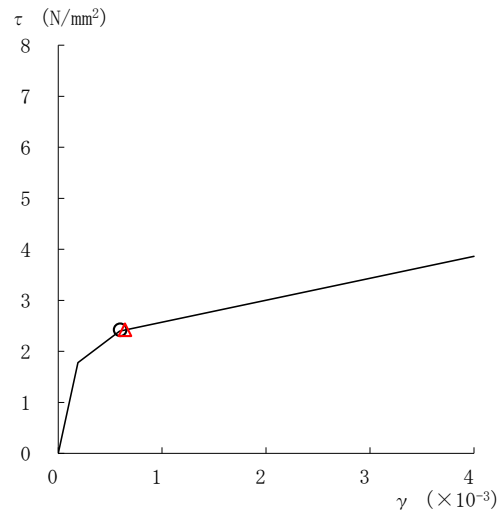
要素番号 (1)



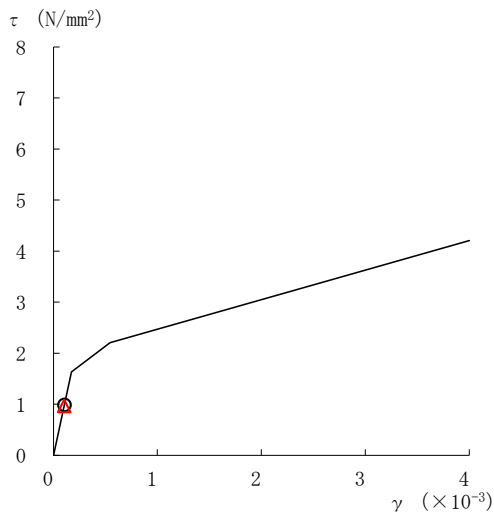
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

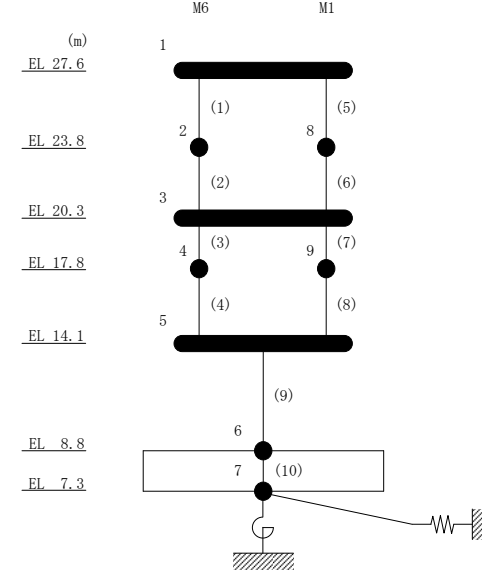
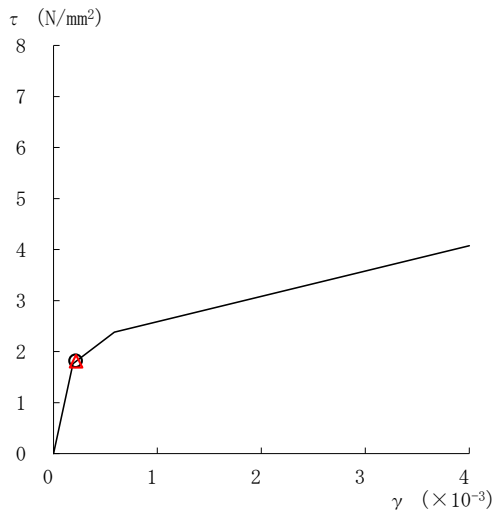
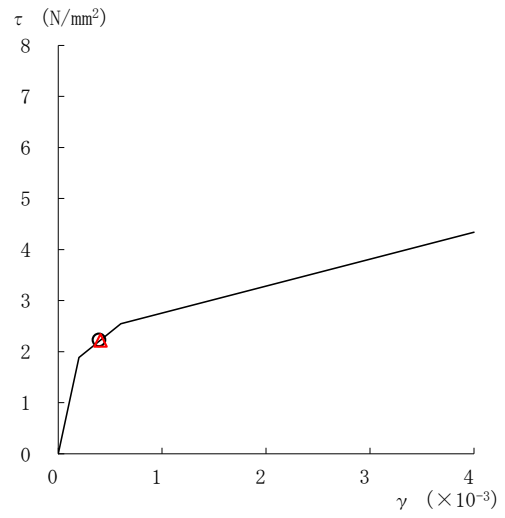


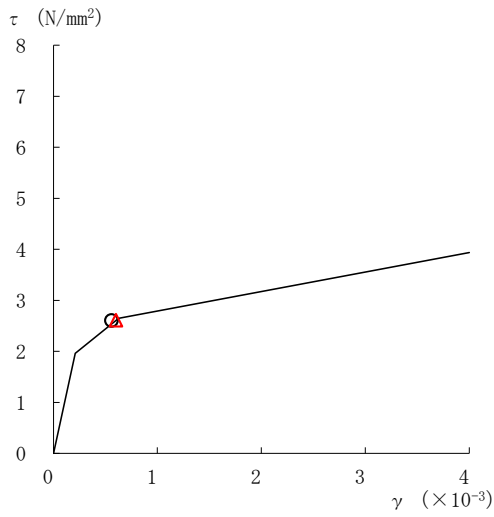
図 2-58(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - D, EW 方向)



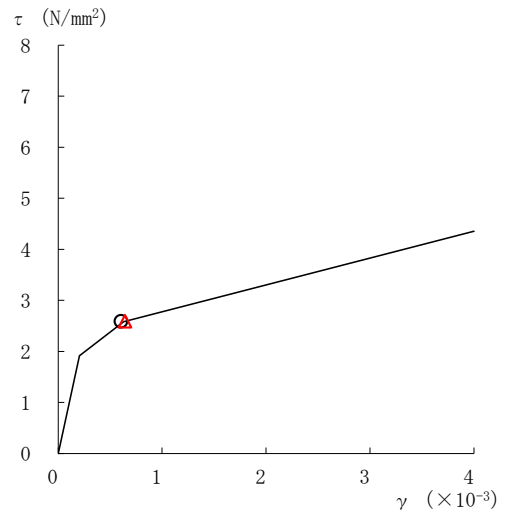
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

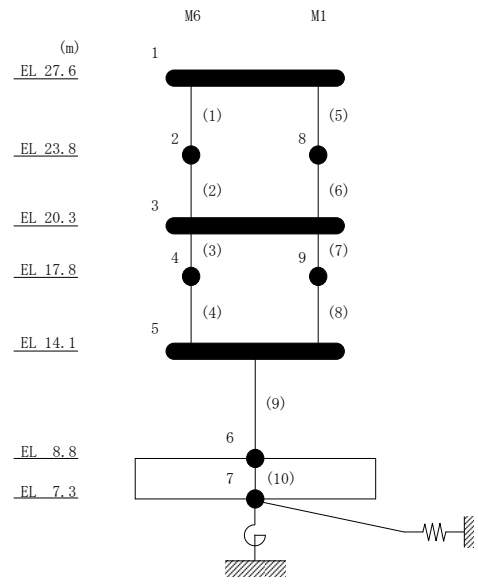
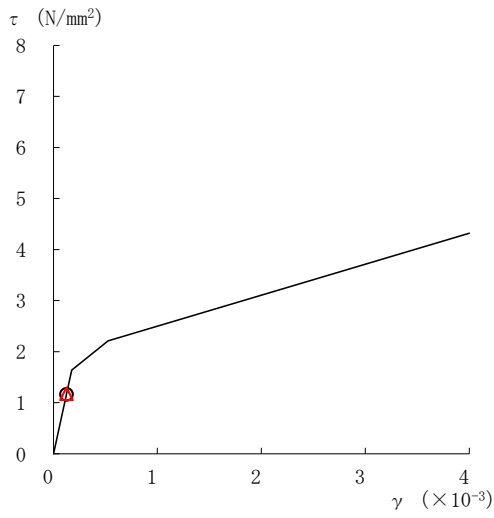
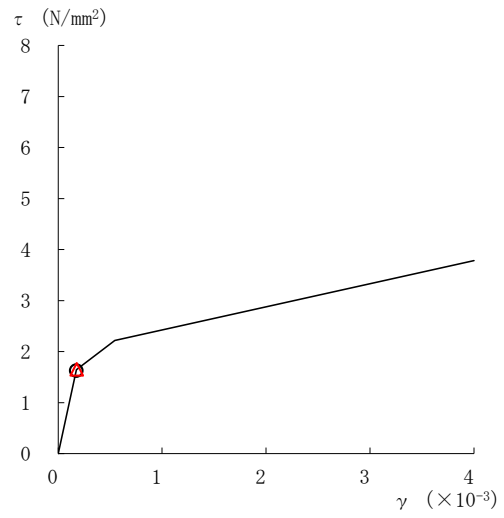


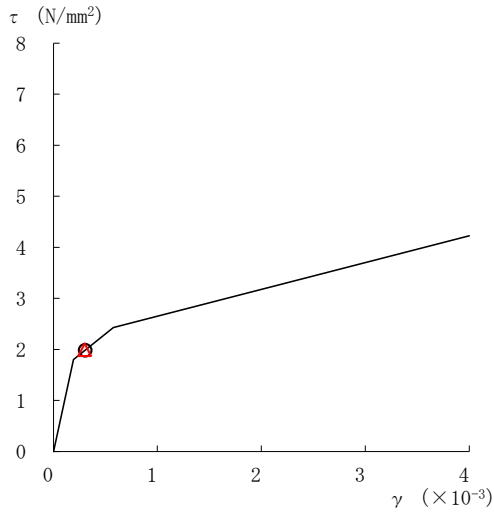
図 2-58(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s-D, EW 方向)



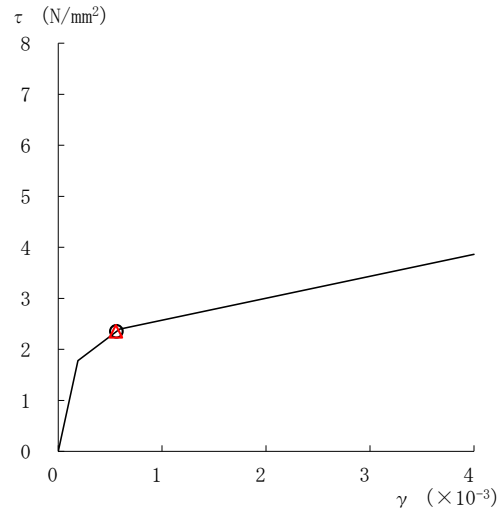
要素番号 (1)



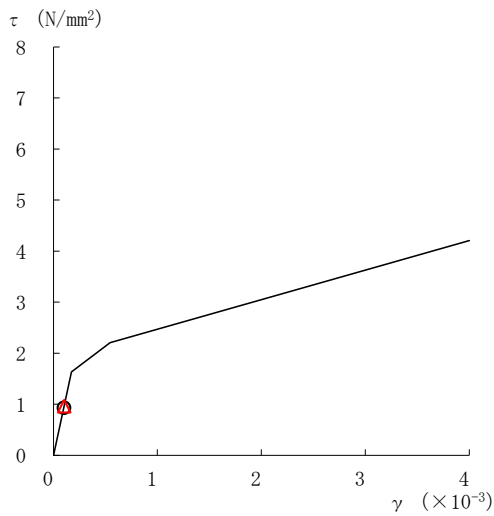
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

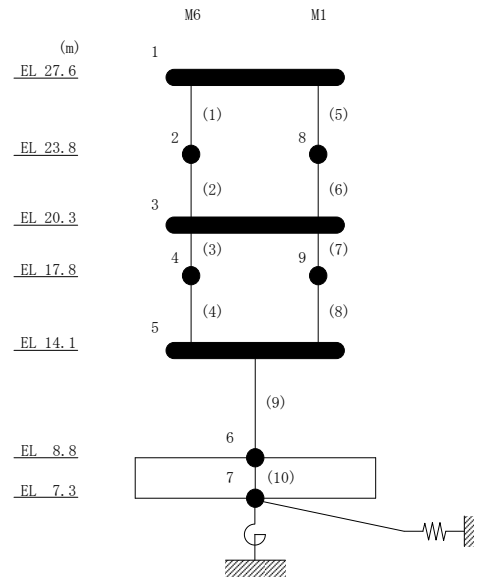
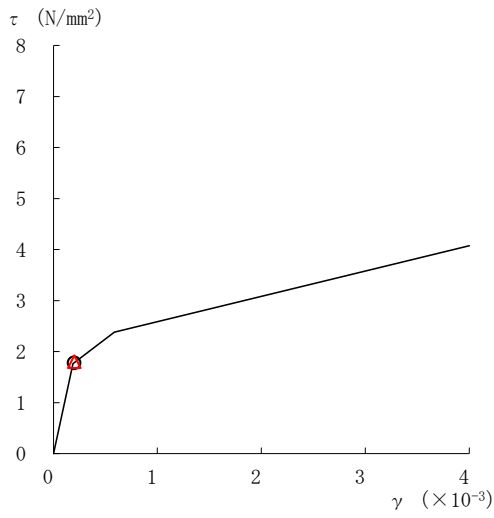
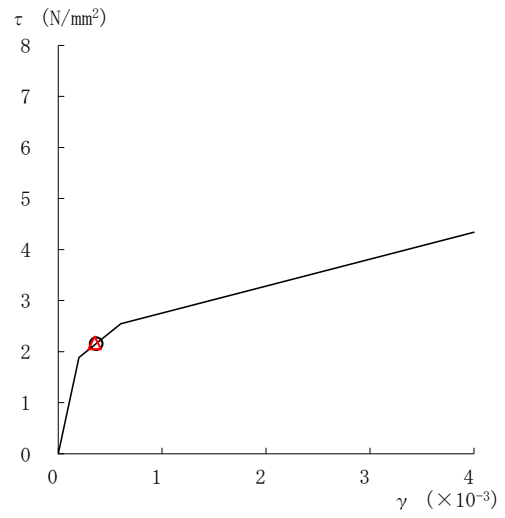


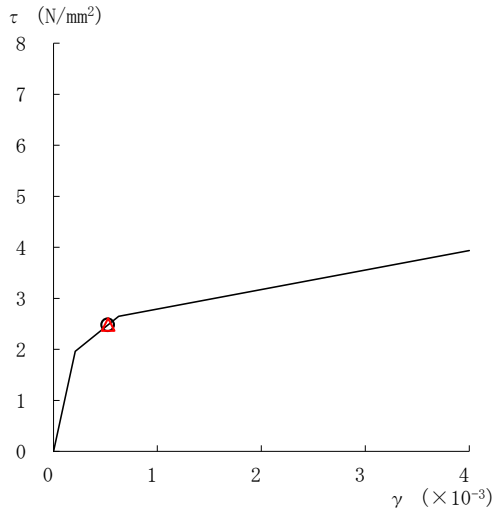
図 2-59(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)



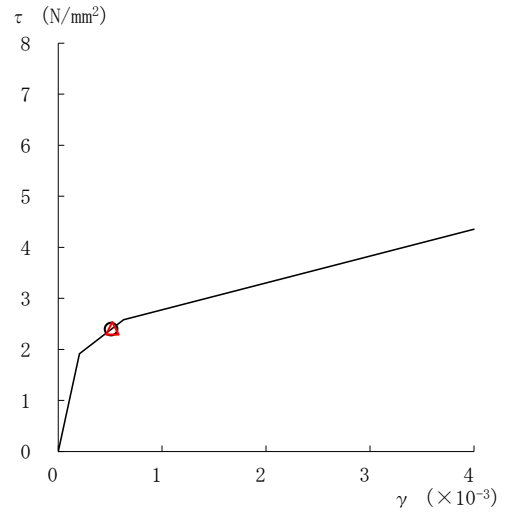
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

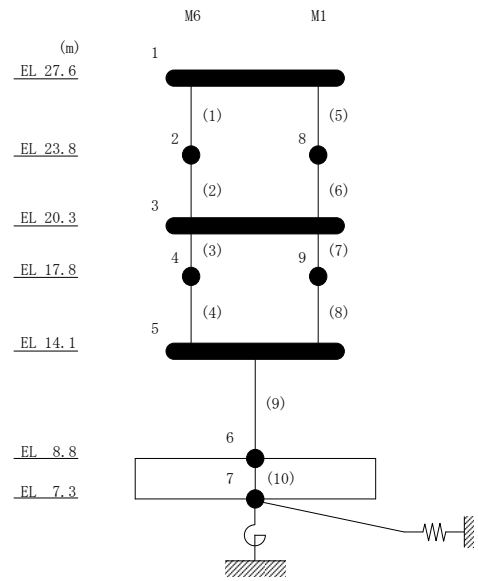
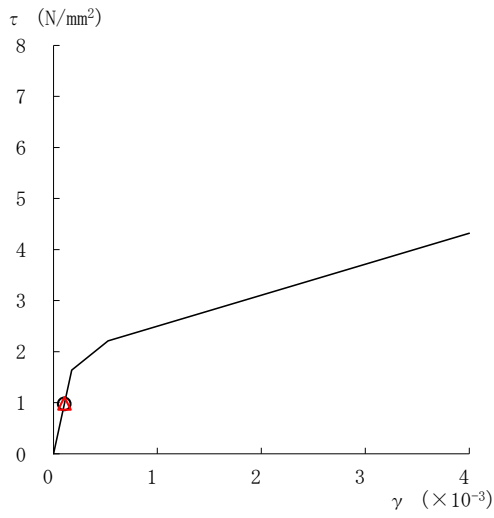
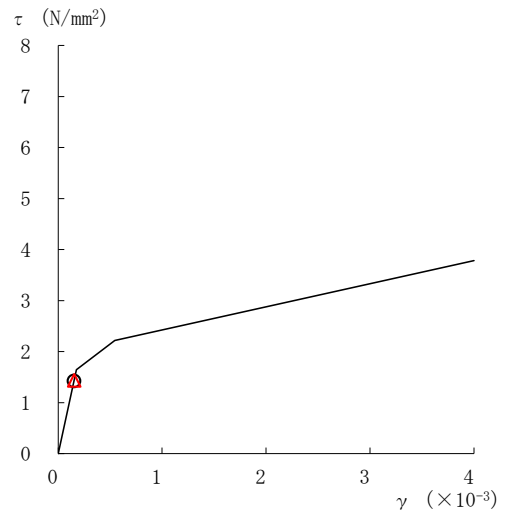


図 2-59(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-F 1, EW 方向)

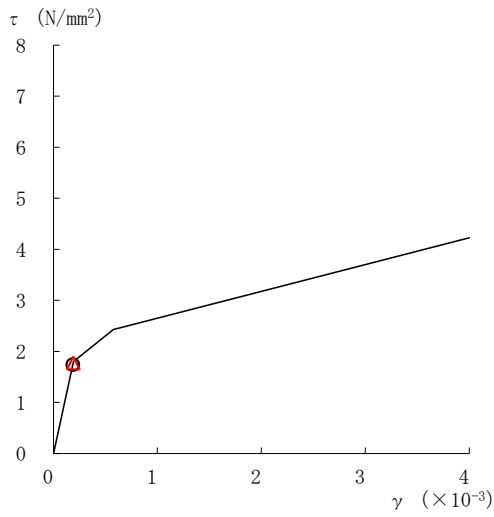




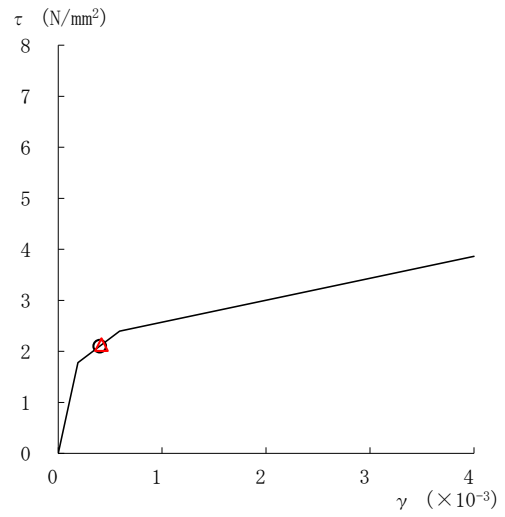
要素番号 (1)



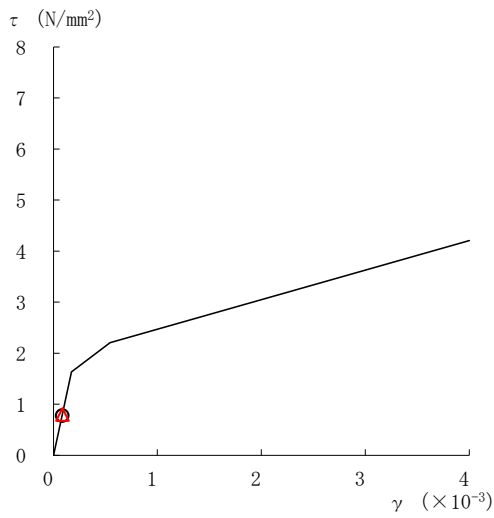
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

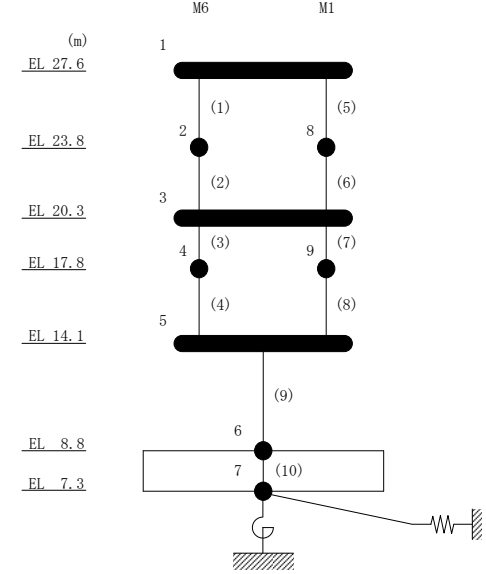
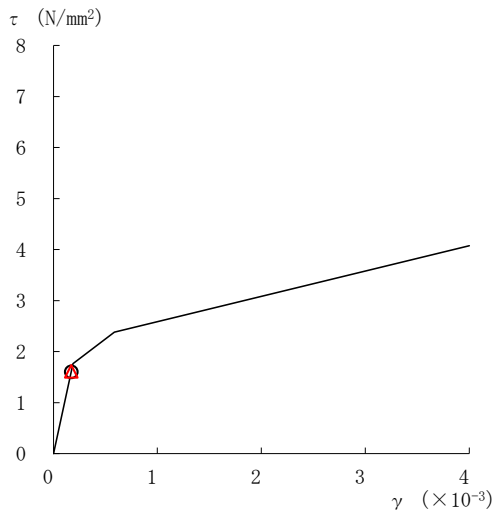
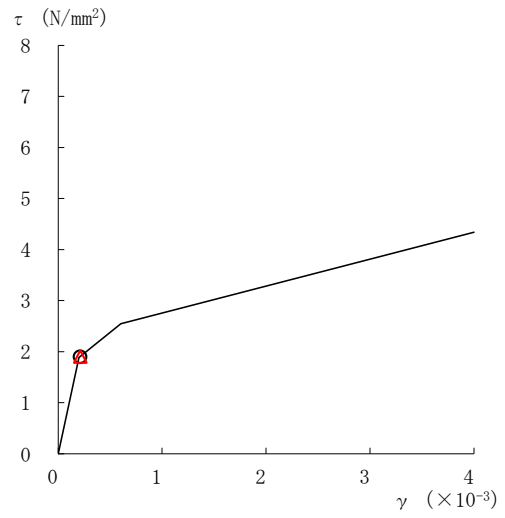


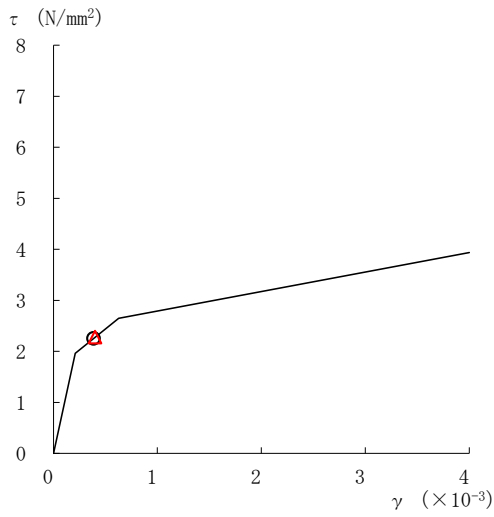
図 2-60(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>-N1, EW方向)



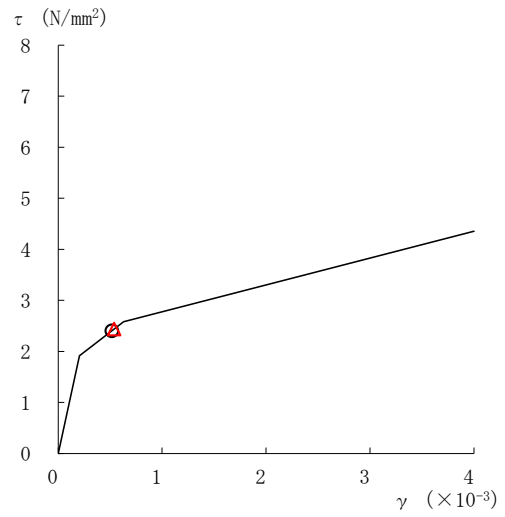
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

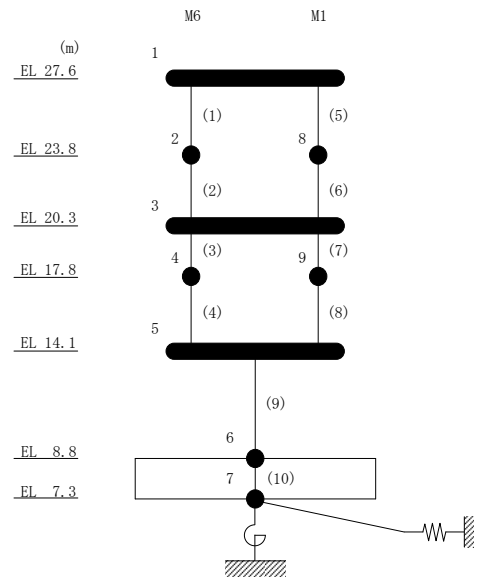


図 2-60(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - N 1, EW 方向)

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 ( $0.68 \text{N/mm}^2$ ) 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
$S_s - F1$	0.647	0.795	100
$S_s - N1$	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
$S_s - F1$	0.921	0.413	100
$S_s - N1$	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 ( $0.68 \text{N/mm}^2$ ) 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）については雑個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。

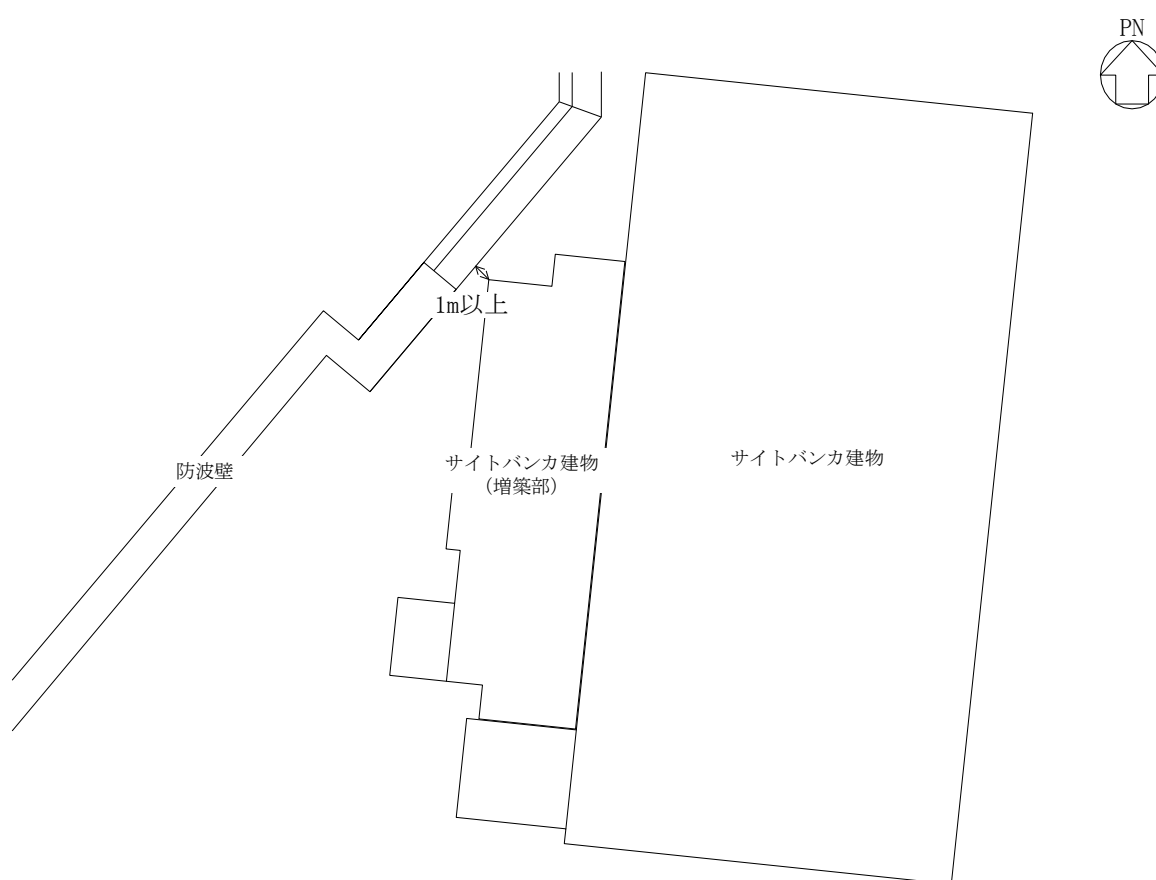


図1-1 建物配置図

## 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  $4.0 \times 10^{-3}$  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（ $17.4^\circ$ ）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）

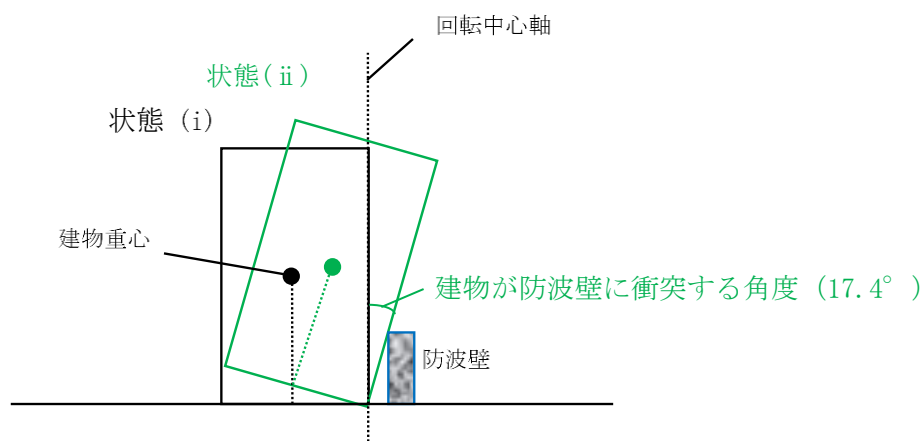


図 2-1 サイトバンカ建物（増築部）の転倒に対する評価の概念図



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<sub>s</sub>の速度応答スペクトルを図2-2に示す。

$$\text{状態(i)の運動エネルギー (J)} : \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\max}^2$$

$$\text{状態(ii)の位置エネルギー (J)} : m \cdot g \cdot \Delta H$$

ここで,

m : 建物の質量 (kg)

V<sub>max</sub> : 基準地震動S<sub>s</sub>の速度応答スペクトルの最大値 (170 (cm/s))

g : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

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))

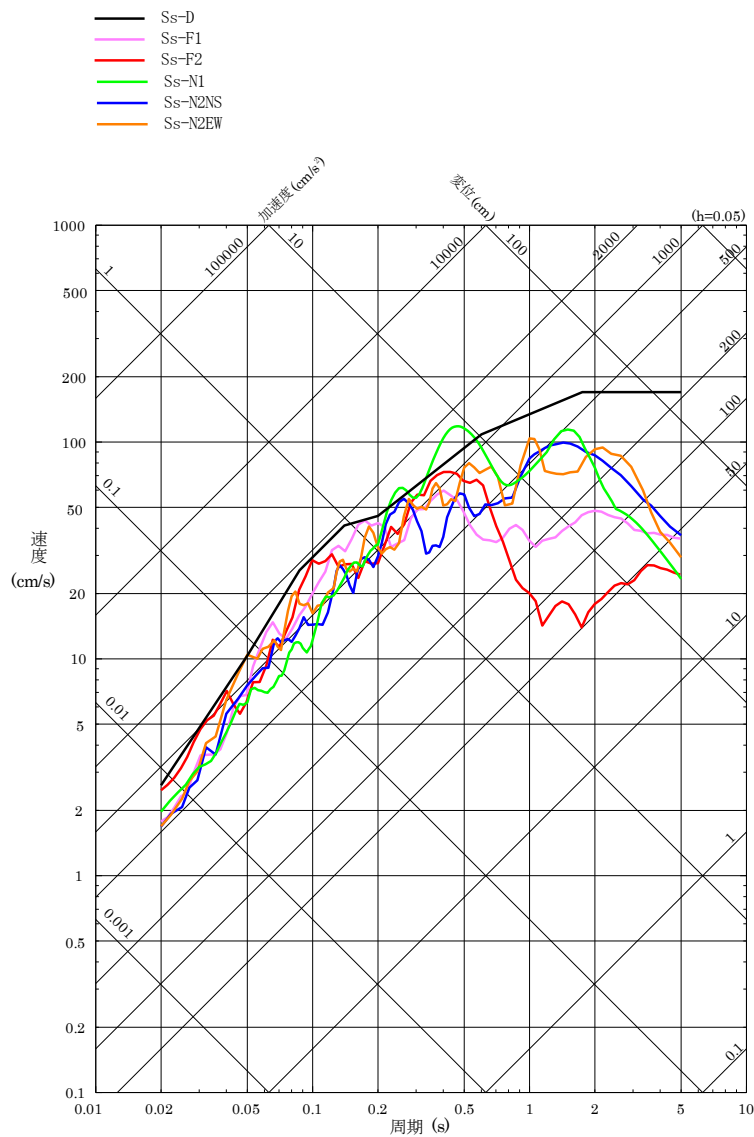


図2-2 基準地震動S<sub>s</sub>の速度応答スペクトル (EW方向)

### 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  $4.0 \times 10^{-3}$  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
NS	0.52 ( $S_s - D$ , ケース 2)	4.0
EW	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
EW	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)<sup>(1)</sup></i>	300	800	1700	>1700
<i>Mass density (kg/m<sup>3</sup>)</i>	2000	2200	2500	<i>Not Applicable</i>
<i>Poisson's ratio<sup>(2)</sup></i>	0.478	0.40	0.35	<i>Not Applicable</i>
<i>Material damping (%)<sup>(1)</sup></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 <sup>2</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 $-1\sigma$ である  $0.68\text{N/mm}^2$  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  $1.15\text{N/mm}^2$ ）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  $0.614\text{N/mm}^2$  ( $S_s-D$ , EW方向, ケース3) となり、設定付着力（岩盤全体の平均値の $-1\sigma$ である  $0.68\text{N/mm}^2$ ）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	$\sigma_{at}$ ( $\text{N/mm}^2$ )
$S_s-D$ , 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 $\sigma$ （0.68N/mm<sup>2</sup>））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<sub>s</sub>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  $(0.68\text{N/mm}^2)$  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/m<sup>2</sup>)

$A$  : 基礎底面積 (m<sup>2</sup>)

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  $0.614\text{N/mm}^2$ （地盤物性を標準地盤- $\sigma$ 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（ $0.68\text{N/mm}^2$ ）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 ( $\text{m}^2$ )	M ( $\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$ )	$M_0$ ( $\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$ )	$\sigma_{at}$ ( $\text{N/mm}^2$ )
$S_s-D$	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+ $\sigma$ 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 <sub>0</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\sigma_{at}$ (N/mm <sup>2</sup> )
S <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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- $\sigma$ 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 <sub>0</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\sigma_{at}$ (N/mm <sup>2</sup> )
S <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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 ( $\text{m}^2$ )	M ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$M_0$ ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	$\sigma_{at}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
S <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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 <sub>s</sub> -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（ $0.68\text{N/mm}^2$ ）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（ $547\text{gal}$ ）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  $0.653\text{N/mm}^2$  であり、付着力試験に基づき設定した値（ $0.68\text{N/mm}^2$ ）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  $0.81\text{N/mm}^2$  及び凝灰岩の平均値である  $1.15\text{N/mm}^2$  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 $\sigma_{at}^{*2}$ ( $\text{N/mm}^2$ )
$S_s - D$	EW	$1.0 \times$ 水平地震力 $+0.4 \times$ 鉛直地震力 <sup>*1</sup>	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。

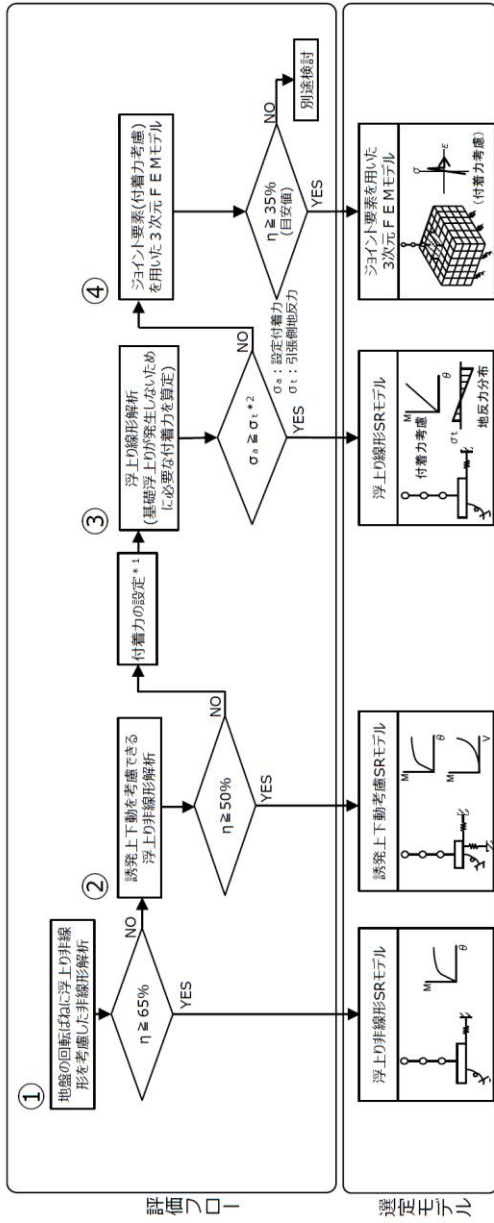


## 2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

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、「NS2-補-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。

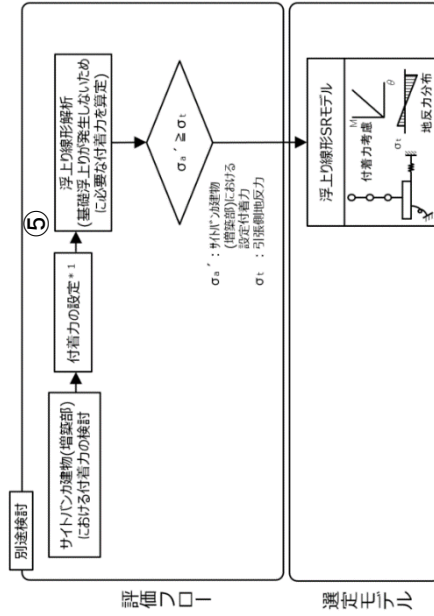
選定の結果、サイトバンカ建物（増築部）は別途検討に該当する地震応答解析モデルを選定している。サイトバンカ建物（増築部）の別途検討フローを図 2-2 に示す。

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  $\sigma_0 = 0.40N/mm^2$   
 \* 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  $\sigma_0' = 0.05N/mm^2$  (付着力の設定は別紙 1-1「サイトバンク建物 (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」に示す。)

図 2-2 サイトバンク建物 (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 S R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 S R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

## 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 $\sigma_v$ 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<sub>s-D</sub>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<sub>s-D</sub>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。

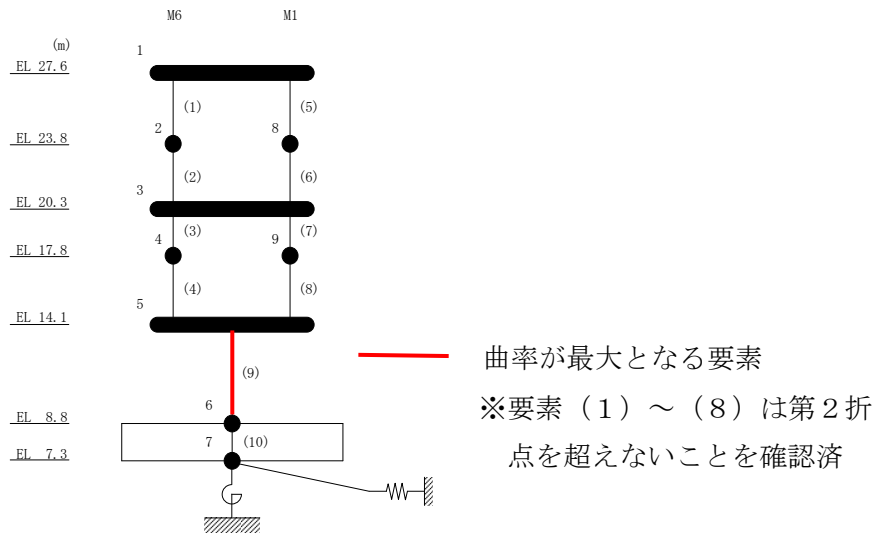
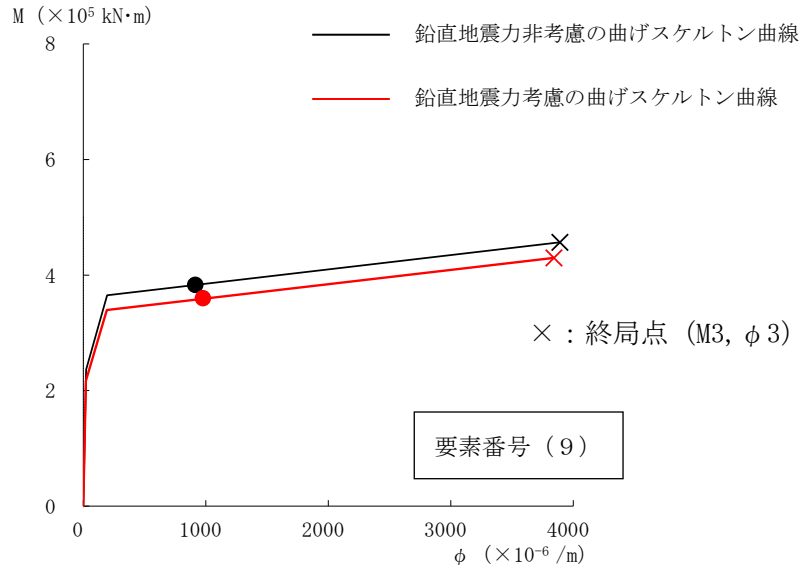


図 3-1 曲げスケルトン曲線のプロット図  
(基準地震動  $S_s - D$ , ケース 1, EW 方向) (要素番号 9)

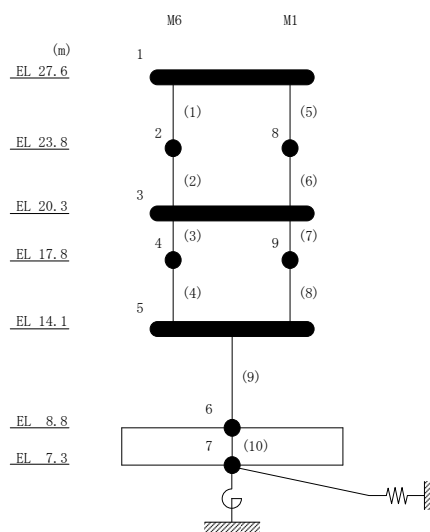


### 3.2 層間変形角の確認

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。

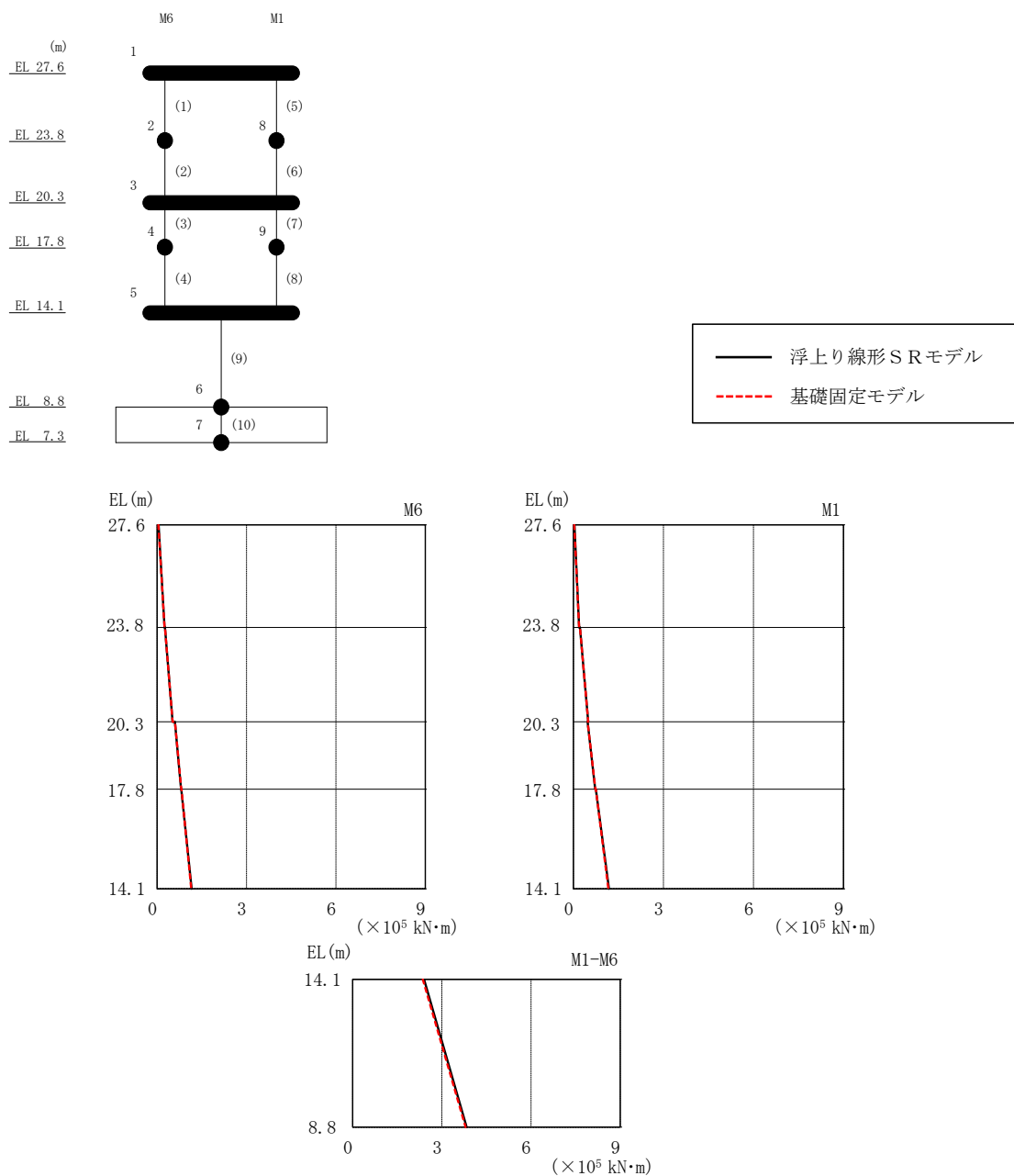


図 2-1 最大応答曲げモーメントの比較 (基準地震動 S s - D, ケース 1, EW方向)