

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-025-15 改 01
提出年月日	2023年6月14日

1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書に関する
補足説明資料

2023年6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-2-11-2-1-3「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

別紙1 地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙3 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析結果

別紙4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙5 地震応答解析モデルの選定プロセス

別紙6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

別紙7 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の影響について

別紙 1 地震応答解析における解析モデル及び手法

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 地震応答解析モデル及び手法	別紙 1-2

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル及び手法を示すものである。

2. 地震応答解析モデル及び手法

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル及び手法を表2-1に示す。また、地震応答解析モデルを図2-1に示す。

表 2-1 地震応答解析モデル及び手法

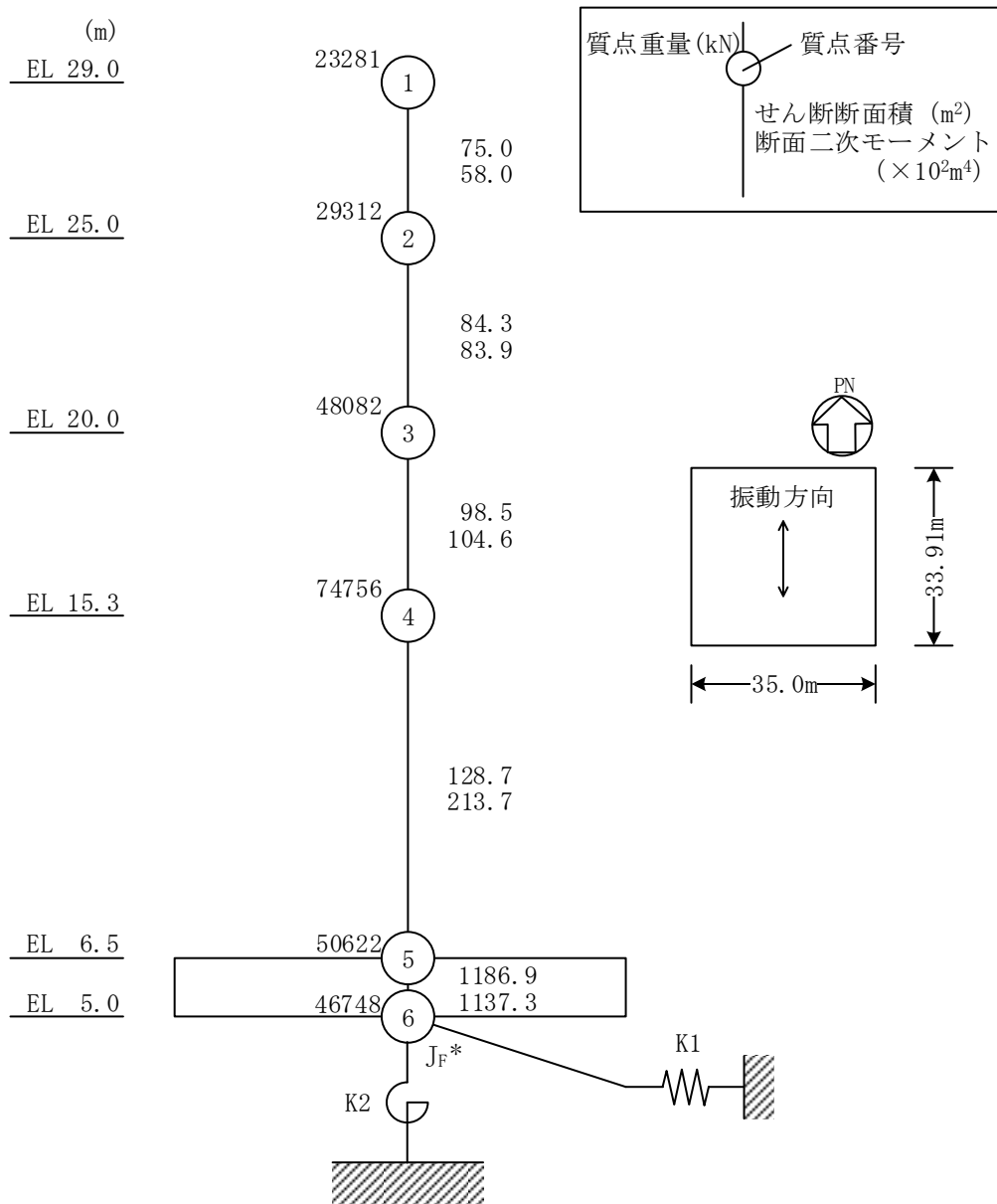
項目	内容	既工認*1	今回工認	備考
入力地震動の算定法		—	一次元波動論により算定	—
解析コード		—	N U P P 4	—
建物のモデル化	モデル	—	・ 水平：1軸多質点系モデル	—
	材料物性	—	RC規準に基づき設定 ・ コンクリートのヤング係数，ポアソン比 E = 2.20 × 10 ⁴ N/mm ² ν = 0.2	①
	剛性評価	—	耐震壁を考慮	—
	減衰定数	—	・ 水平方向：RC：5%	—
地盤のモデル化	底面ばね	—	振動アドミッタンス理論に基づく近似法 ・ 水平方向：水平及び回転ばねを考慮	②
	側面ばね	—	・ 水平方向：考慮せず	—
非線形特性	耐震壁	—	・ 水平方向：考慮	②，③
	底面ばね	—	・ 水平方向：考慮せず*2	

注記*1：既工認なし。

*2：基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が，付着力試験に基づき設定した値を超えないことを確認することで非線形特性を考慮しない。
(別紙 6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」を参照)

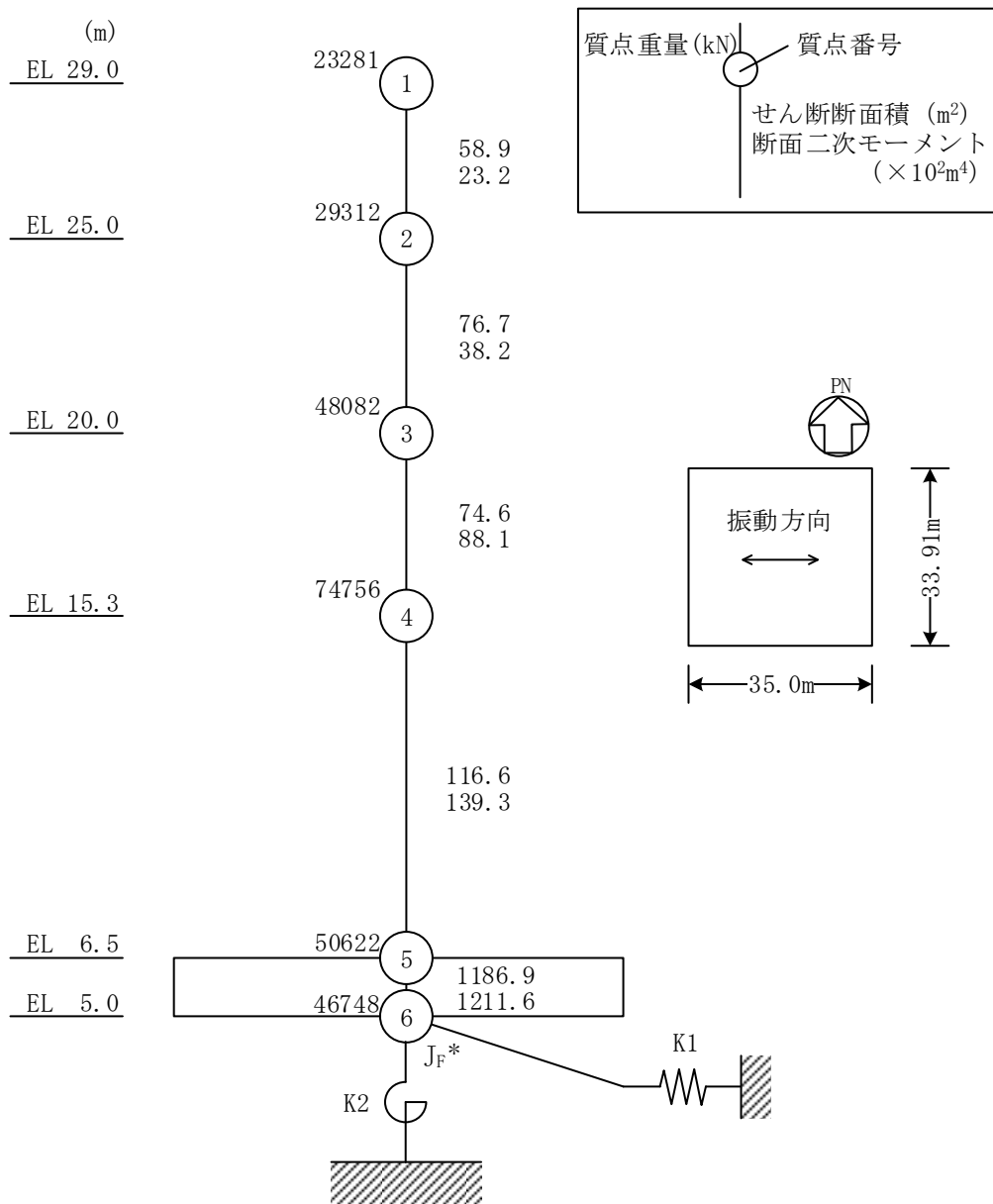
【具体的な反映事項】(表の備考欄に対応)

- ① コンクリートのヤング係数及びポアソン比は，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会，1999 改定)に基づく。
- ② 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)に基づく。
- ③ 耐震壁の非線形特性の設定については別紙 2「地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定」に示す。



注記* : 回転慣性重量 (28.31 × 10⁶ kN · m²)

図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW方向)

別紙 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン
曲線の設定

目 次

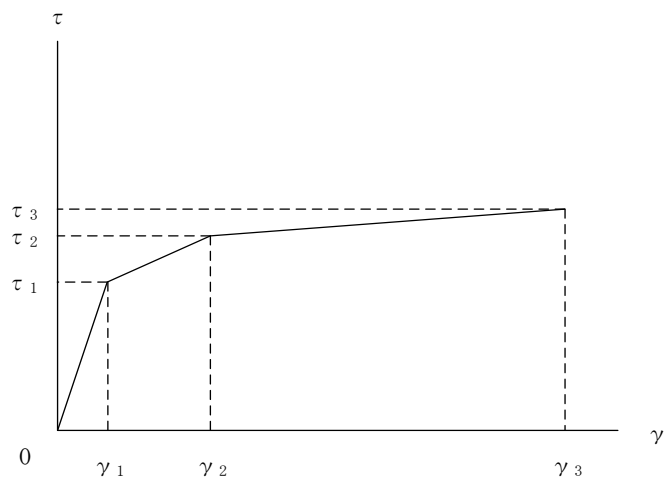
1. 概要	別紙 2-1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 2-2
2.1 第1折点の設定	別紙 2-3
2.2 第2折点の設定	別紙 2-3
2.3 終局点の設定	別紙 2-4
3. せん断スケルトン曲線の設定について	別紙 2-5
3.1 水平方向モデル	別紙 2-5
3.2 使用材料の物性値	別紙 2-8
3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値	別紙 2-9
4. まとめ	別紙 2-13

1. 概要

1号機廃棄物処理建物については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

2. 耐震壁の非線形特性の設定について

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



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

図2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

2.1 第1折点の設定

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

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

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

F_c : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm²)

σ_v : 縦軸応力度 (kgf/cm²) (圧縮を正とする。)

2.2 第2折点の設定

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

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3\gamma_1$$

2.3 終局点の設定

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

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F c}$ の場合

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

$\tau_s > 4.5\sqrt{F c}$ の場合

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

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

ここで、

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

ただし、 $M/(QD) > 1$ のとき $M/(QD) = 1$

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

$F c$: コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm²)

P_v, P_H : 縦, 横筋比 (実数)

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

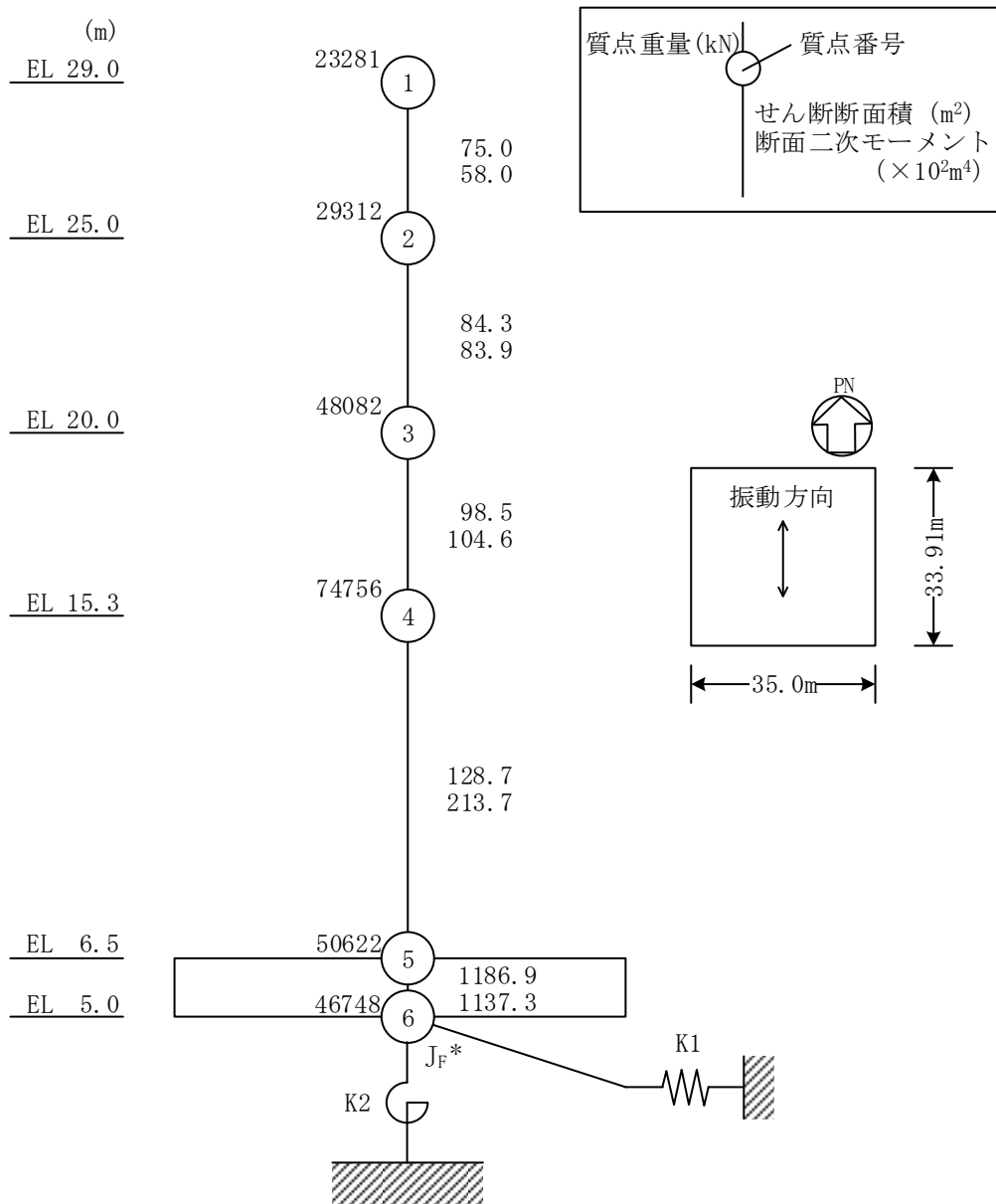
${}_s\sigma_y$: 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm²)

$M/(QD)$: シアスパン比

3. せん断スケルトン曲線の設定について

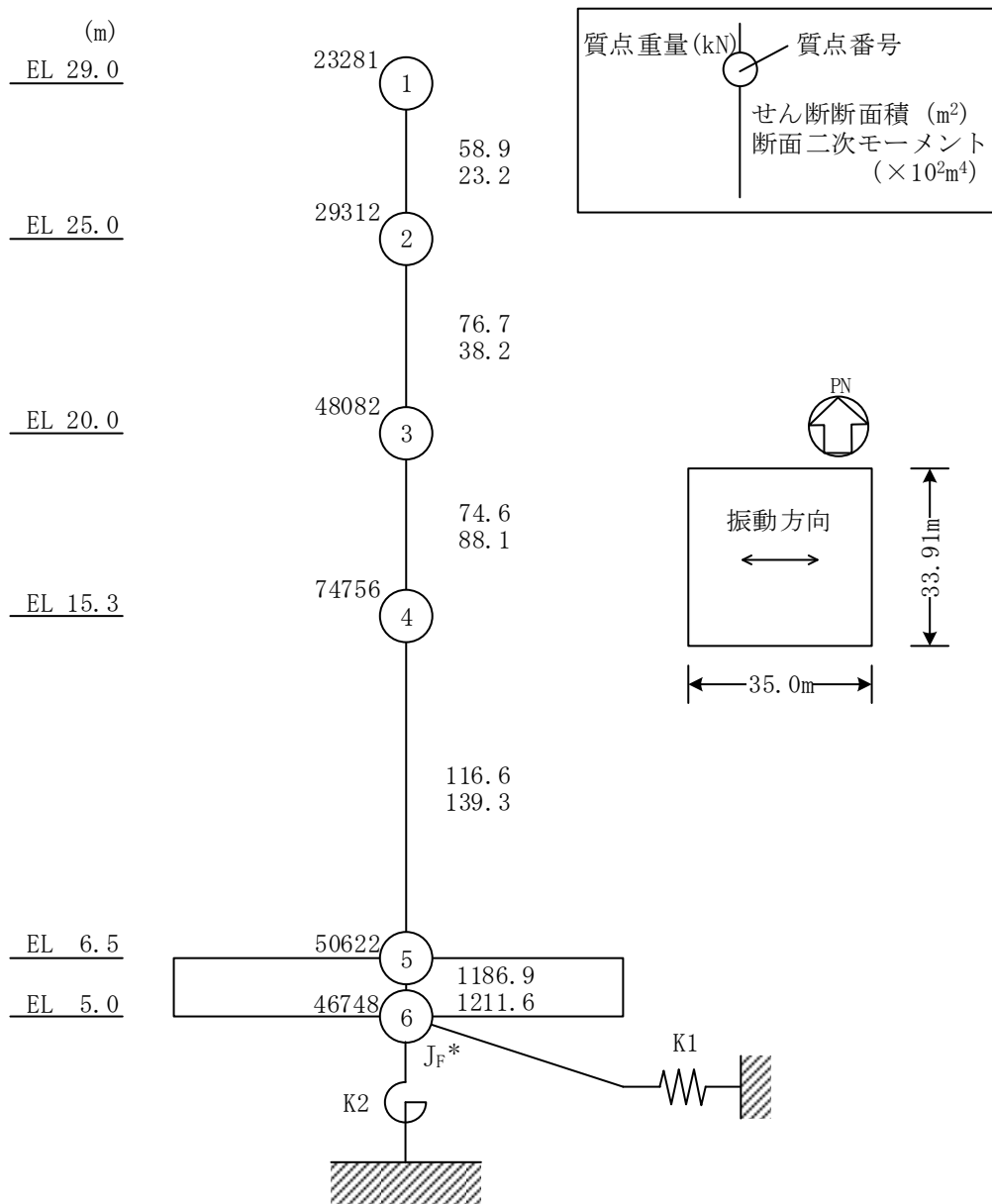
3.1 水平方向モデル

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 3-1 に示す。



注記* : 回転慣性重量(28.31×10⁶ kN・m²)

図 3-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 3-1 (2) 地震応答解析モデル (EW方向)

3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる 1 号機廃棄物処理建物の使用材料の物性値を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値（コンクリート）

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

表 3-2 使用材料の物性値（鉄筋）

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

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

3.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

(1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (NS方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	22.1	9.18	75.0	0.20	1.34	0.146
25.0~20.0	22.1	9.18	84.3	0.37	1.36	0.149
20.0~15.3	22.1	9.18	98.5	0.58	1.76	0.191
15.3~6.5	22.1	9.18	128.7	0.72	1.75	0.191

表3-4 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第1折点) (EW方向)

EL (m)	コンクリート 強度 F_c (N/mm^2)	せん断弾性 係数 G ($\times 10^3 N/mm^2$)	断面積 A_s (m^2)	縦軸応力度 σ_v (N/mm^2)	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	22.1	9.18	58.9	0.20	1.44	0.157
25.0~20.0	22.1	9.18	76.7	0.37	1.63	0.178
20.0~15.3	22.1	9.18	74.6	0.58	1.81	0.197
15.3~6.5	22.1	9.18	116.6	0.72	2.03	0.222

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第2折点の設定根拠を表3-5及び表3-6に示す。

表3-5 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (NS方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.81	0.508
25.0~20.0	1.84	0.533
20.0~15.3	2.37	0.563
15.3~6.5	2.36	0.581

表3-6 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 第2折点) (EW方向)

EL (m)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.94	0.506
25.0~20.0	2.21	0.533
20.0~15.3	2.44	0.563
15.3~6.5	2.75	0.581

(3) 終局点

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

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (NS 方向)

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	w4' (wC'-wE)	0.00301	0.00301	0.20	0.240	3.74	4.00
	w3 (wA-wE)	0.00355	0.00355		0.240		
	w2 (wA-wC)	0.00287	0.00287		0.240		
	w1 (wA-wE)	0.00398	0.00398		0.240		
25.0~20.0	w4' (wC-wE)	0.00314	0.00314	0.37	0.240	3.59	4.00
	w3 (wA-wE)	0.00338	0.00338		0.269		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.240		
	w1 (wA-wE)	0.00398	0.00398		0.346		
20.0~15.3	w5 (wA-wE)	0.00313	0.00313	0.58	0.350	4.24	4.00
	w4 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.240		
	w3 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.258		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.300		
	w1 (wA-wE)	0.00297	0.00297		0.462		
15.3~6.5	w5 (wA-wE)	0.00287	0.00287	0.72	0.521	3.77	4.00
	w4 (wA'-wE)	0.00297	0.00297		0.429		
	w3 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.355		
	w2 (wC-wE)	0.00287	0.00287		0.480		
	w1 (wA-wE)	0.00296	0.00296		0.629		

表 3-8 せん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係, 終局点) (EW方向)

EL (m)	通り名	縦筋比 P_V	横筋比 P_H	縦軸応力度 σ_V (N/mm ²)	シアスパン比 M/QD	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	$\#A(\#3-\#1)$	0.00398	0.00398	0.20	0.305	3.95	4.00
	$\#B(\#3-\#2)$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#2-\#1)$	0.00276	0.00276		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#E(\#4'-\#1)$	0.00300	0.00300		0.240		
25.0~20.0	$\#A(\#3-\#1)$	0.00314	0.00314	0.37	0.414	4.09	4.00
	$\#B(\#3-\#1)$	0.00311	0.00311		0.240		
	$\#C(\#4'-\#3)$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#2-\#1)$	0.00276	0.00276		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00302	0.00302		0.482		
20.0~15.3	$\#A(\#5-\#1)$	0.00398	0.00398	0.58	0.443	4.36	4.00
	$\#B(\#5-\#4)$	0.00423	0.00423		0.240		
	$\#B(\#3-\#2)$	0.00423	0.00423		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#2'-\#1)$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#C'(\#3-\#2)$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#2'-\#1)$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00338	0.00338		0.507		
15.3~6.5	$\#A(\#5-\#1)$	0.00287	0.00287	0.72	0.759	4.36	4.00
	$\#B(\#5-\#4')$	0.00284	0.00284		0.240		
	$\#B(\#4'-\#1')$	0.00398	0.00398		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.263		
	$\#C(\#3-\#1')$	0.00305	0.00305		0.240		
	$\#C'(\#3-\#1')$	0.00287	0.00287		0.240		
	$\#C(\#5-\#4)$	0.00287	0.00287		0.266		
	$\#E(\#5-\#1)$	0.00287	0.00287		0.721		

4. まとめ

1号機廃棄物処理建物におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表4-1及び表4-2に示す。

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

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.34	1.81	3.74	0.146	0.508	4.00
25.0~20.0	1.36	1.84	3.59	0.149	0.533	4.00
20.0~15.3	1.76	2.37	4.24	0.191	0.563	4.00
15.3~6.5	1.75	2.36	3.77	0.191	0.581	4.00

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

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.44	1.94	3.95	0.157	0.506	4.00
25.0~20.0	1.63	2.21	4.09	0.178	0.533	4.00
20.0~15.3	1.81	2.44	4.36	0.197	0.563	4.00
15.3~6.5	2.03	2.75	4.36	0.222	0.581	4.00

別紙 3 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 3-1
2. 固有値解析結果	別紙 3-2
3. 地震応答解析結果	別紙 3-5

1. 概要

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

2. 固有値解析結果

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

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

固有値解析には, 解析コード「NUPP4」を用いる。

表 2-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.107	9.31	1.454	建物—地盤連成 1 次
2	0.040	24.77	-0.662	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.116	8.60	1.476	建物—地盤連成 1 次
2	0.044	22.75	-0.687	

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

3. 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による基本ケースの最大応答値を図 3-1～図 3-8 及び表 3-1～表 3-10 に示す。また、接地率を表 3-11 に示す。

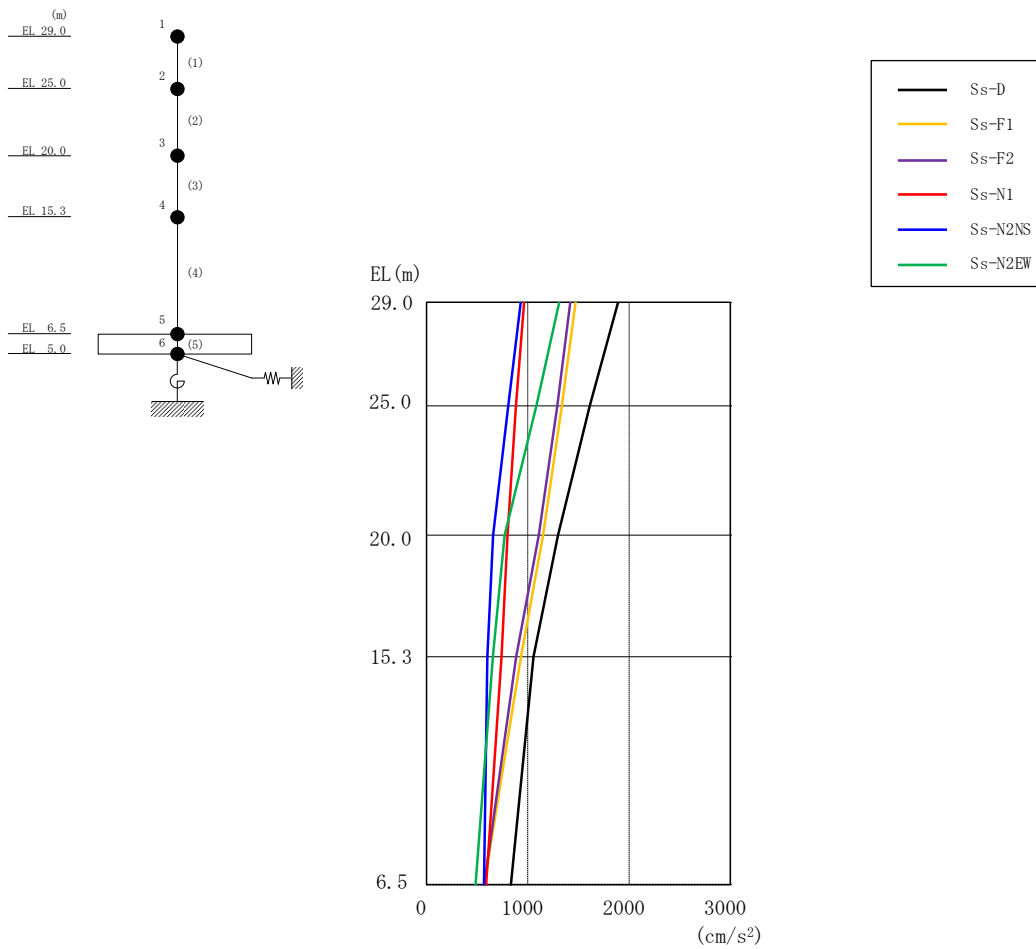


図 3-1 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1892	1471	1419	963	930	1310	1892
25.0	2	1611	1336	1290	883	808	1084	1611
20.0	3	1299	1151	1109	800	658	772	1299
15.3	4	1057	934	886	741	602	655	1057
6.5	5	832	571	571	589	567	485	832

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

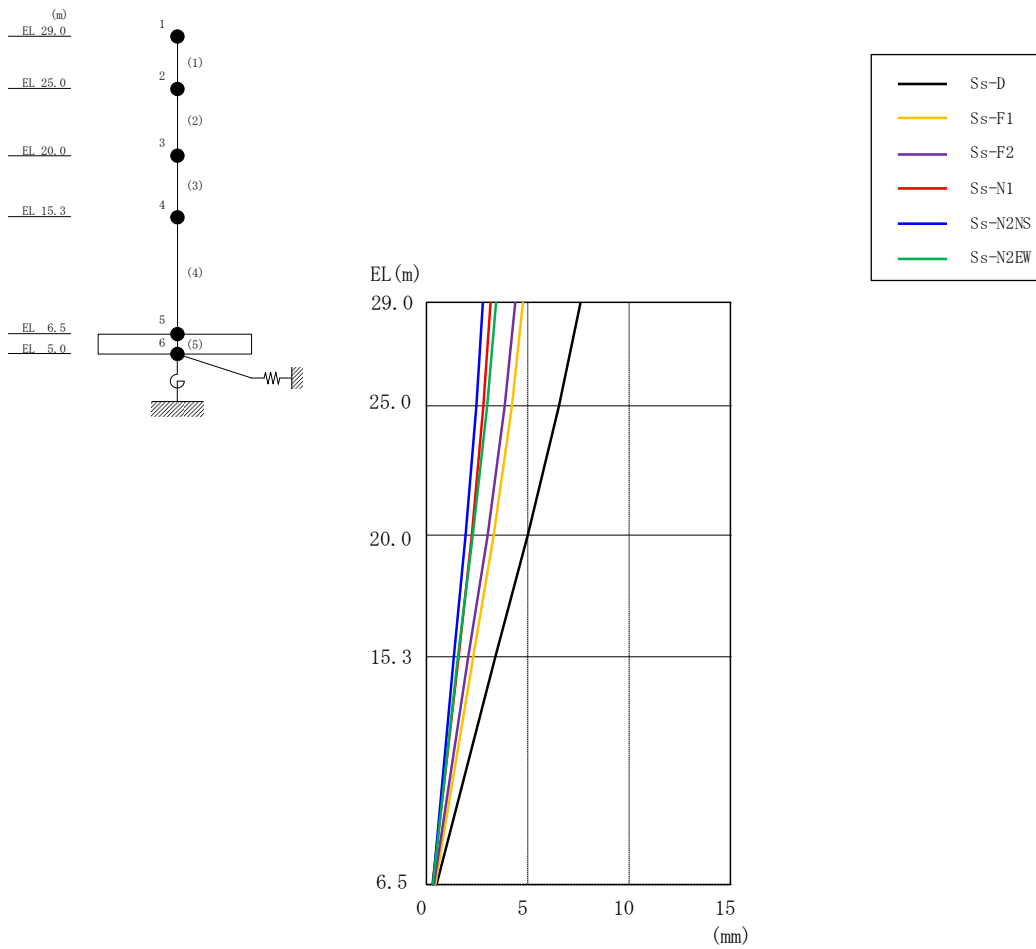


図 3-2 最大応答変位 (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	7.61	4.77	4.39	3.16	2.78	3.43	7.61
25.0	2	6.54	4.21	3.87	2.81	2.46	3.00	6.54
20.0	3	5.00	3.32	3.02	2.24	1.93	2.29	5.00
15.3	4	3.39	2.31	2.06	1.59	1.35	1.55	3.39
6.5	5	0.49	0.44	0.37	0.29	0.32	0.32	0.49

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

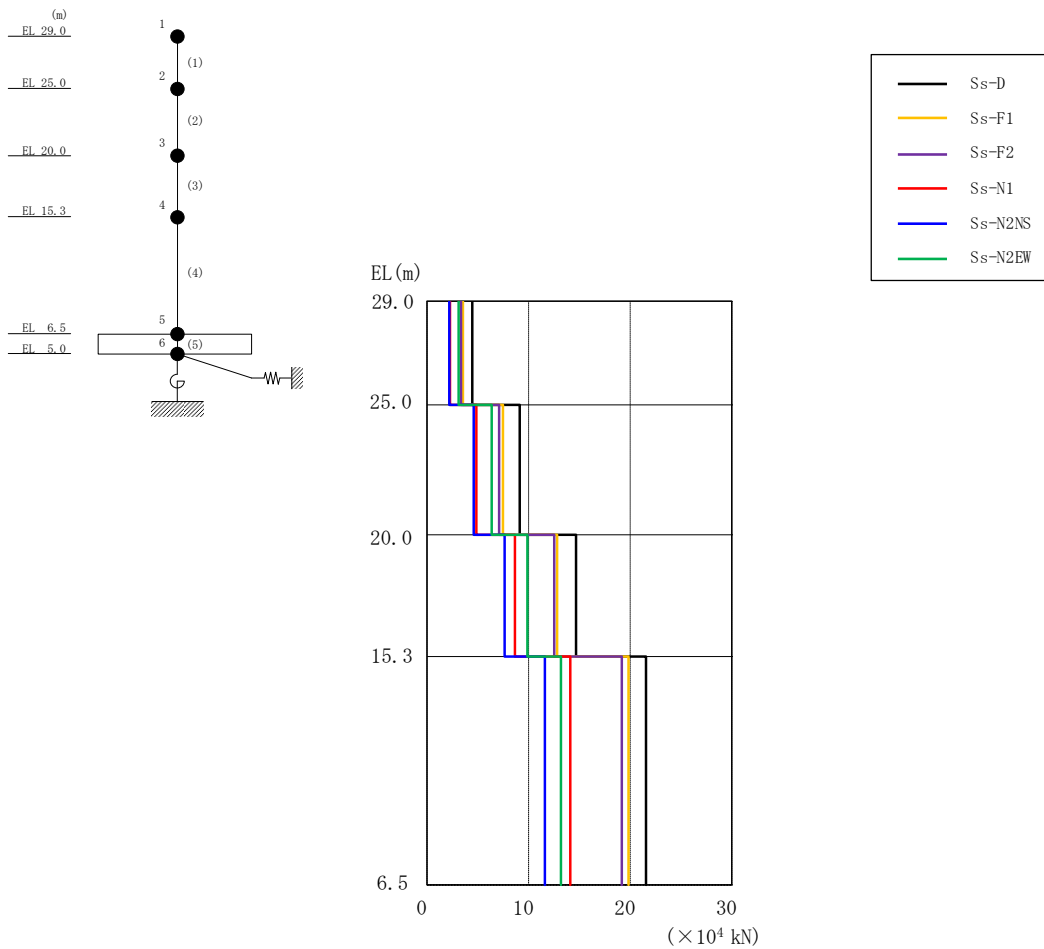


図 3-3 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
29.0~25.0	1	4.45	3.53	3.35	2.26	2.19	3.12	4.45
25.0~20.0	2	9.13	7.48	7.11	4.87	4.60	6.36	9.13
20.0~15.3	3	14.7	12.8	12.5	8.66	7.65	9.89	14.7
15.3~6.5	4	21.6	19.8	19.2	14.1	11.6	13.2	21.6

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

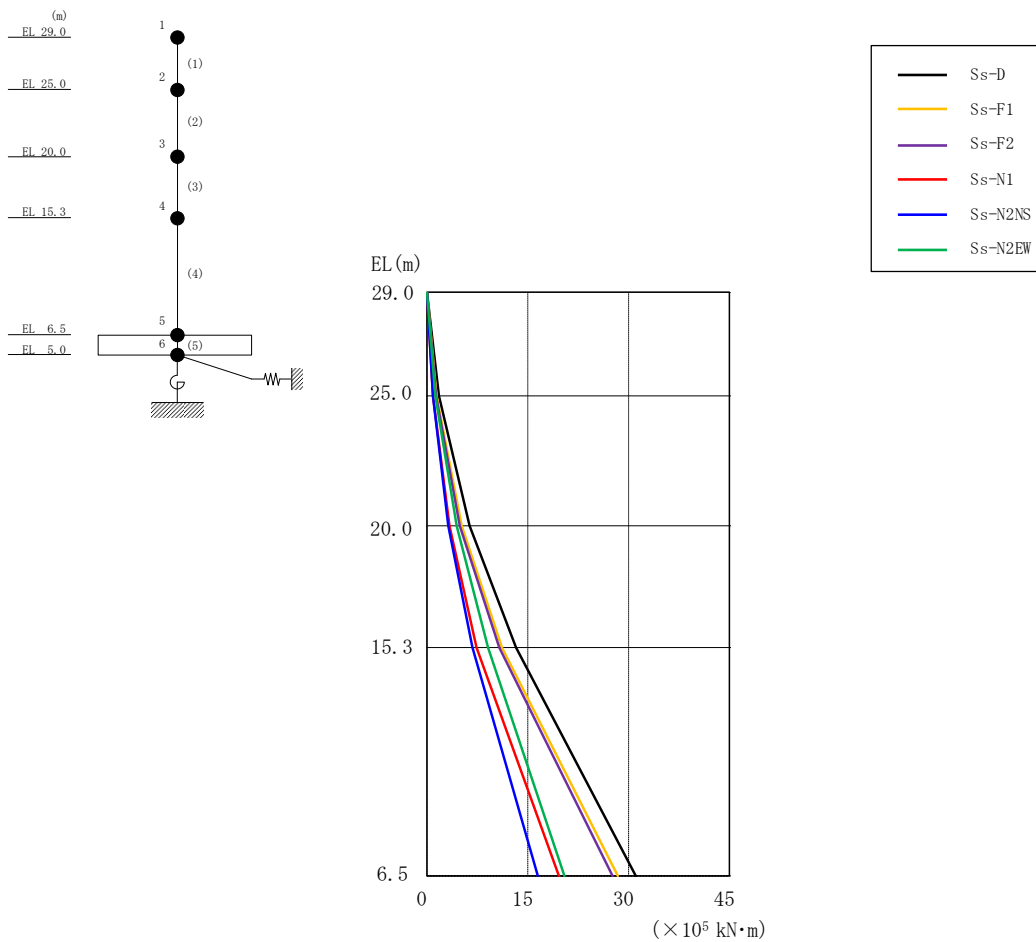


図 3-4 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，NS 方向）

表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

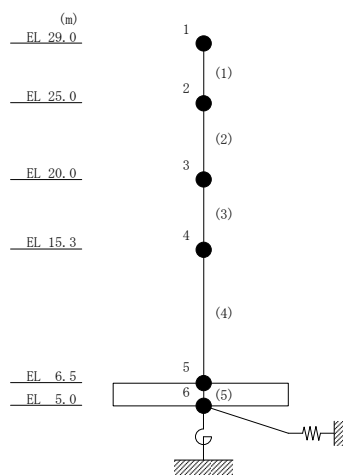
EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
25.0~20.0	2	1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
		6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
20.0~15.3	3	6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
		13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
15.3~6.5	4	13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
		31.1	28.4	27.6	19.6	16.5	20.4	31.1

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

表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.09	0.06	0.06	0.08	0.12
20.0~15.3	3	0.16	0.14	0.14	0.10	0.08	0.11	0.16
15.3~6.5	4	0.18	0.17	0.16	0.12	0.10	0.11	0.18

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



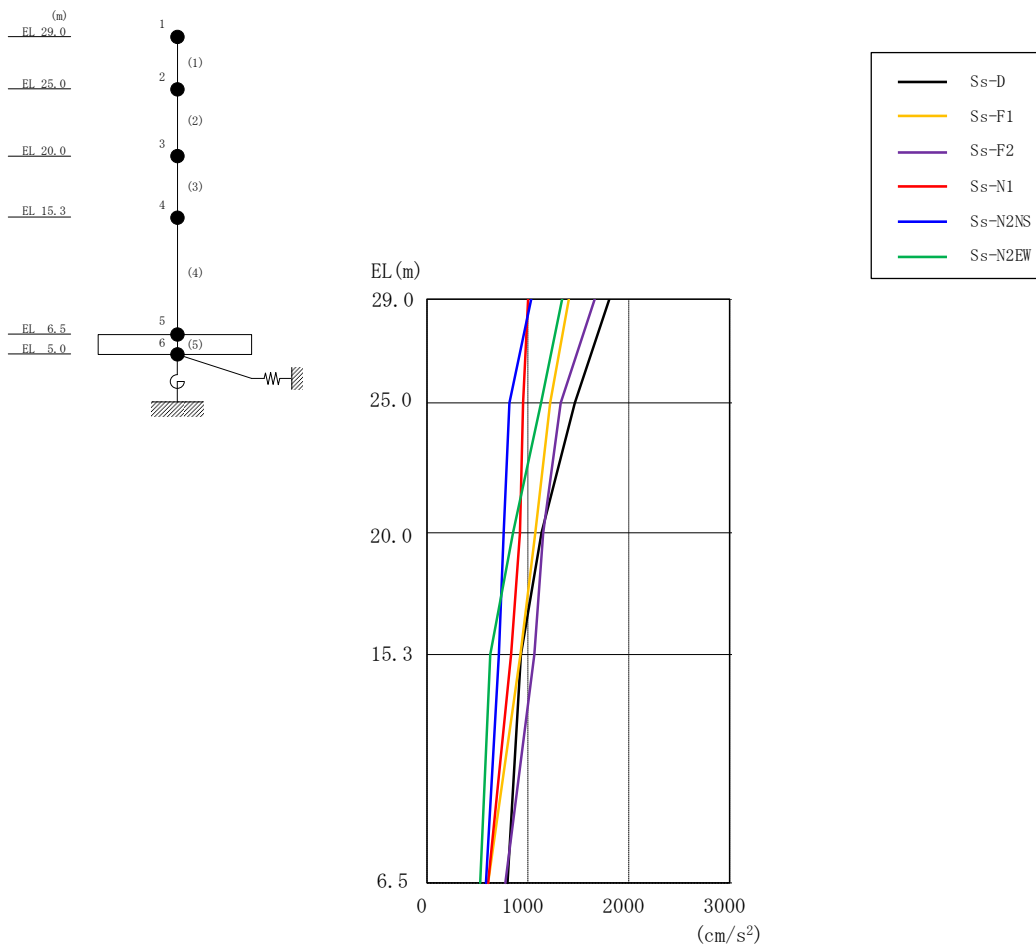


図 3-5 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，EW 方向）

表 3-6 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，EW 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1806	1407	1662	1001	1032	1339	1806
25.0	2	1466	1222	1325	952	816	1130	1466
20.0	3	1135	1074	1152	922	760	852	1152
15.3	4	932	926	1064	835	713	626	1064
6.5	5	798	606	776	606	583	526	798

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

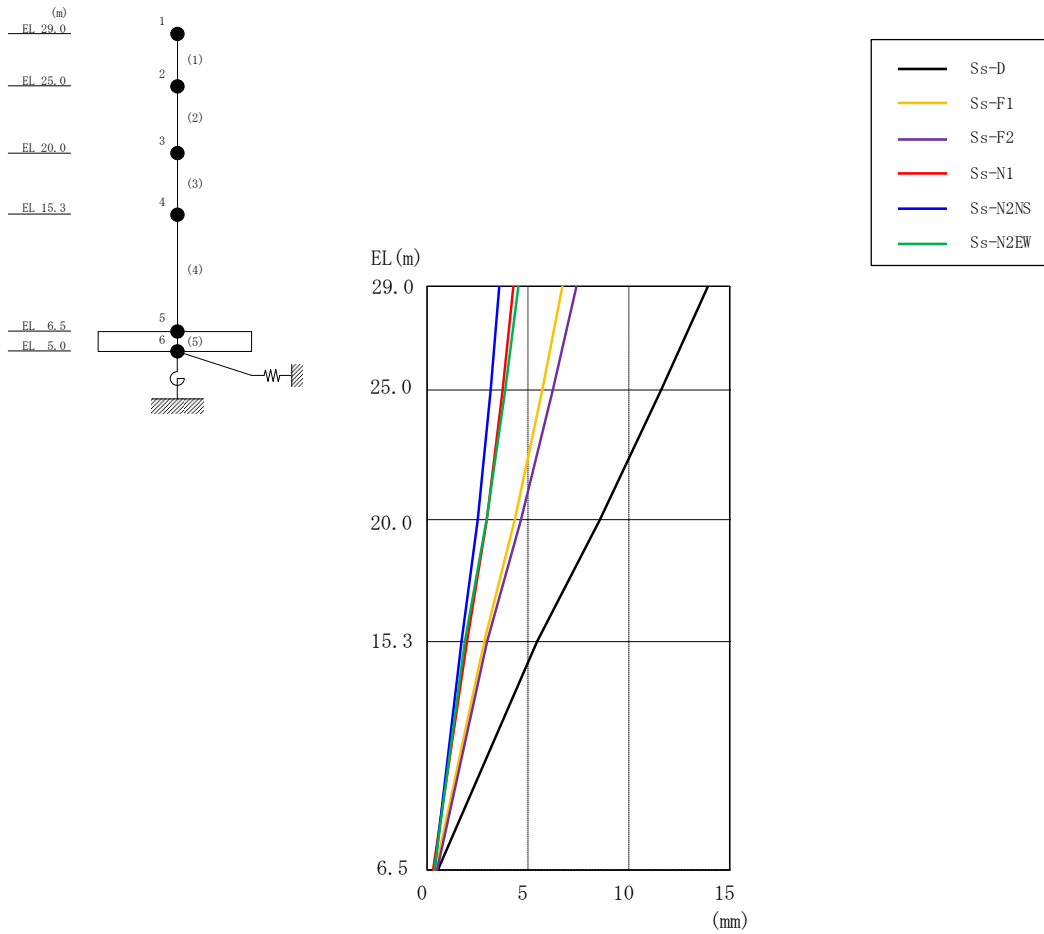


図 3-6 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW 方向)

表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	13.92	6.71	7.41	4.28	3.58	4.52	13.92
25.0	2	11.60	5.71	6.23	3.74	3.15	3.87	11.60
20.0	3	8.57	4.35	4.66	2.96	2.51	2.95	8.57
15.3	4	5.45	2.83	2.97	1.98	1.71	1.87	5.45
6.5	5	0.54	0.42	0.49	0.30	0.36	0.36	0.54

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

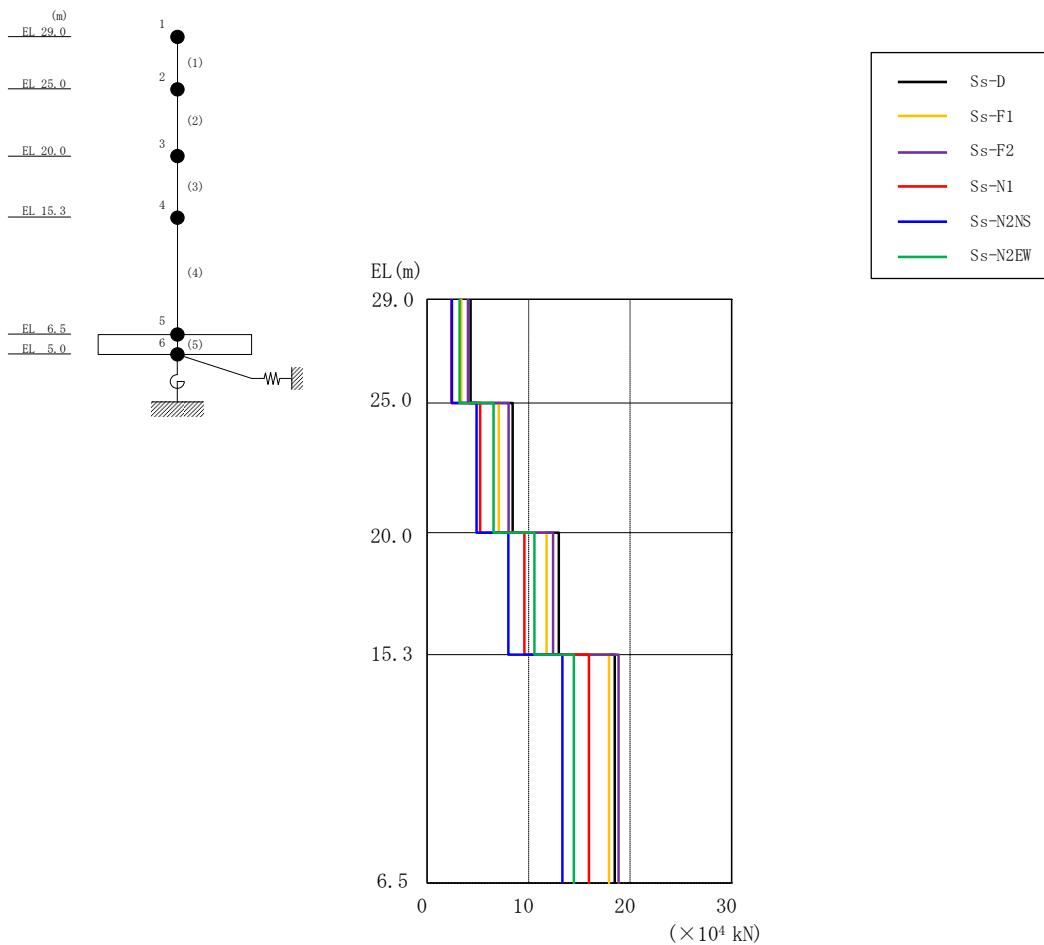


図 3-7 最大応答せん断力（基準地震動 S_s，EW 方向）

表 3-8 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S_s，EW 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)						最大値
		S _s -D	S _s -F1	S _s -F2	S _s -N1	S _s -N2NS	S _s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.28	3.37	4.02	2.40	2.44	3.19	4.28
25.0~20.0	2	8.43	7.06	8.03	5.22	4.86	6.53	8.43
20.0~15.3	3	13.0	11.8	12.4	9.57	8.00	10.6	13.0
15.3~6.5	4	18.5	17.9	18.9	15.9	13.3	14.5	18.9

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

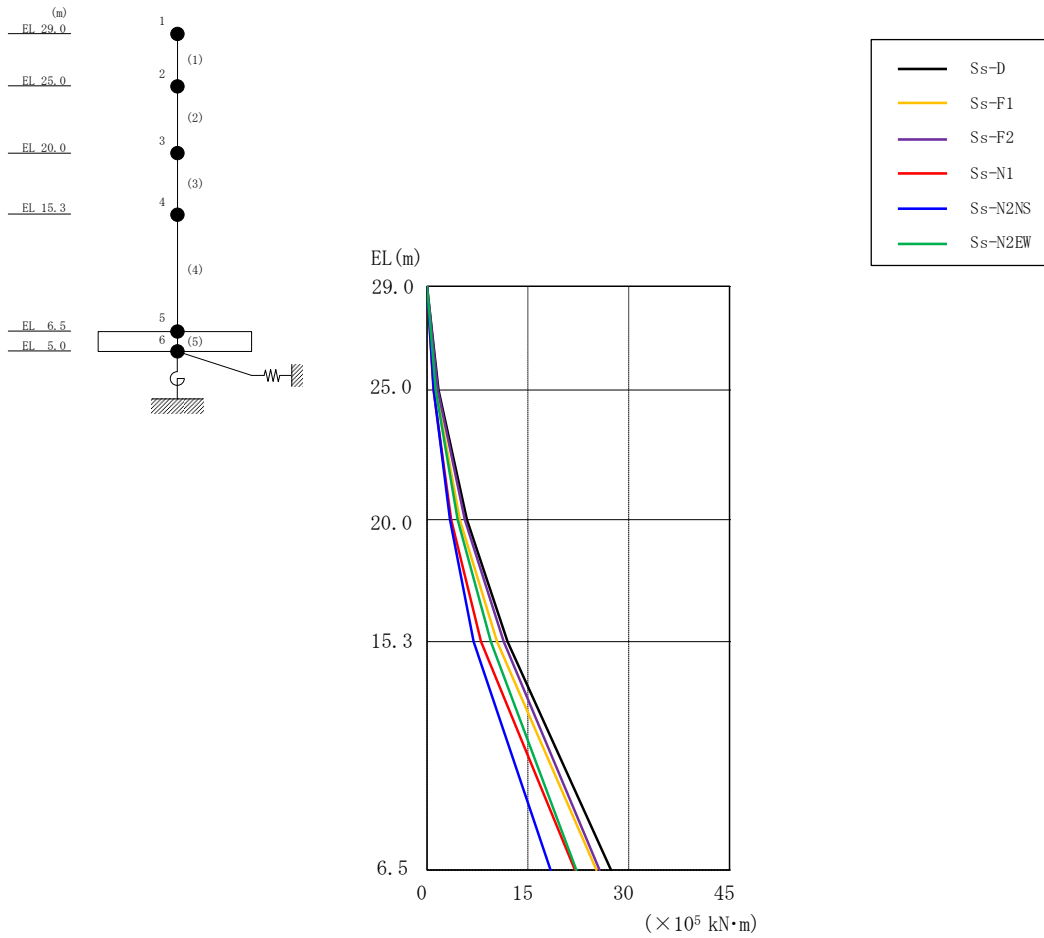


図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , EW方向)

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

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
25.0~20.0	2	1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
		5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
20.0~15.3	3	5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
		12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
15.3~6.5	4	12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
		27.4	25.2	25.7	22.0	18.4	22.2	27.4

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

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

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.08	0.06	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.11	0.07	0.07	0.09	0.12
20.0~15.3	3	0.19	0.17	0.18	0.14	0.12	0.15	0.19
15.3~6.5	4	0.17	0.17	0.18	0.15	0.12	0.13	0.18

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

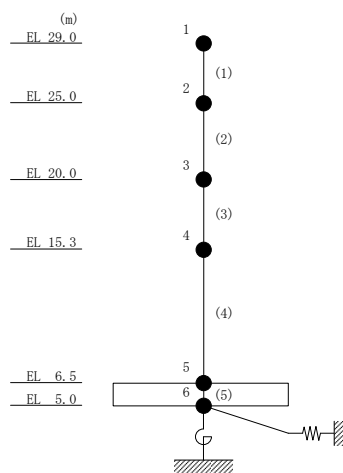


表 3-11 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F 1$	0.728	3.34	100
$S_s - F 2$	0.710	3.22	100
$S_s - N 1$	0.568	2.27	100
$S_s - N 2 NS$	0.515	1.91	100
$S_s - N 2 EW$	0.584	2.37	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F 1$	0.658	2.95	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100
$S_s - N 1$	0.597	2.54	100
$S_s - N 2 NS$	0.534	2.10	100
$S_s - N 2 EW$	0.604	2.59	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

別紙 4 地震応答解析における材料物性の不確かさに関する
検討

目 次

1. 概要	別紙 4-1
1.1 検討概要	別紙 4-1
1.2 検討方針	別紙 4-2
2. 材料物性の不確かさの分析	別紙 4-3
2.1 建物剛性の不確かさ	別紙 4-3
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 4-3
2.3 積雪荷重との組合せ	別紙 4-3
3. 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-4
3.1 不確かさを考慮した地震応答解析	別紙 4-4
3.2 材料物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.1 地盤物性の不確かさの設定	別紙 4-6
3.2.2 積雪荷重との組合せの設定	別紙 4-7
4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討	別紙 4-8
4.1 検討概要	別紙 4-8
4.2 不確かさの影響検討	別紙 4-13
4.2.1 地盤物性の変動による影響	別紙 4-13
4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響	別紙 4-16
4.3 まとめ	別紙 4-18

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

1. 概要

1.1 検討概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討について、「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、建物への入力地震動の特性が変動し、建物応答も変動すると考えられる。よって、1号機廃棄物処理建物の応答評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

2.3 積雪荷重との組合せ

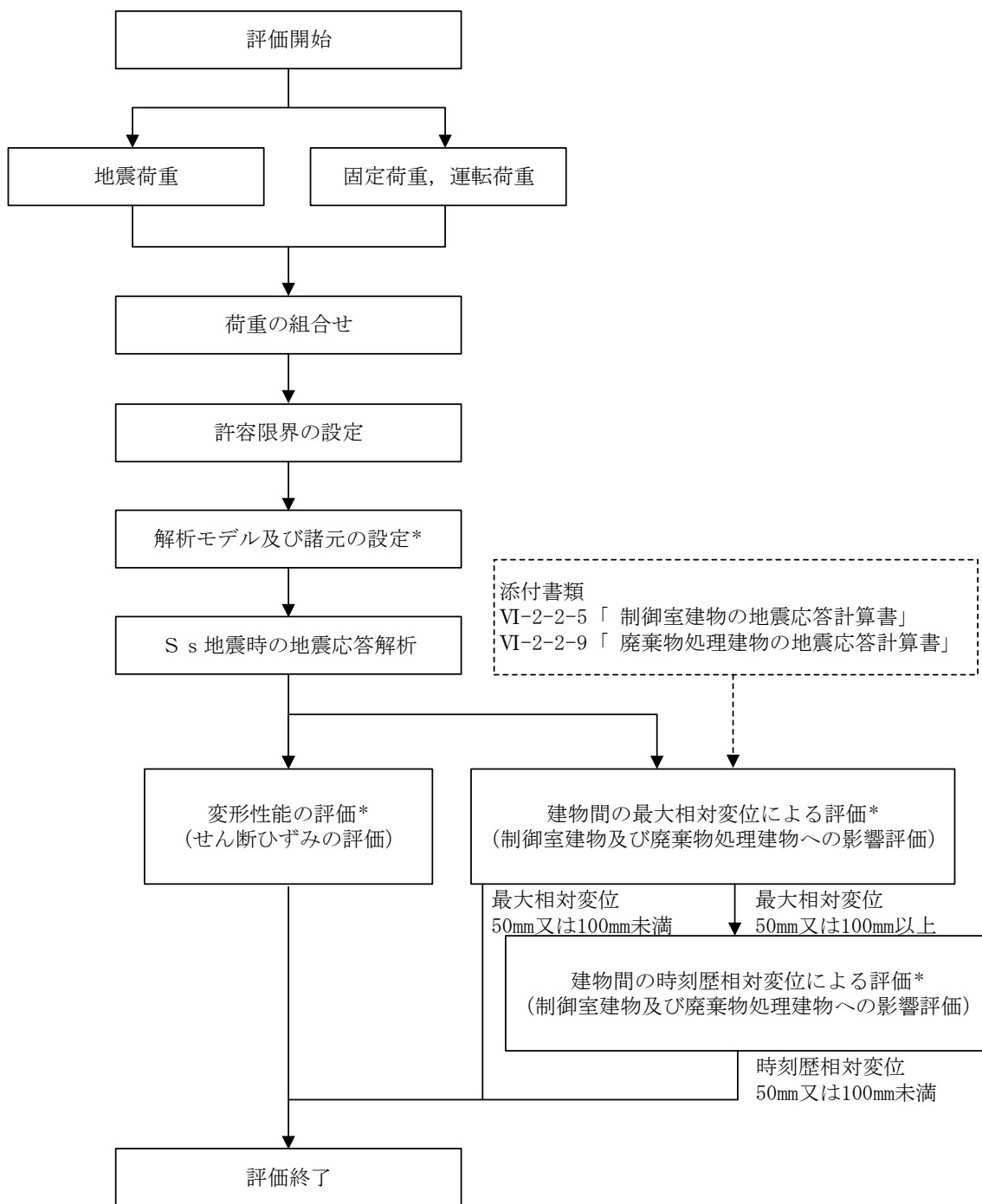
VI-2-1-9「機能維持の基本方針」において、積雪荷重については、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等、常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震荷重と組み合わせることとしており、1号機廃棄物処理建物を地震荷重と積雪荷重の組合せの検討対象としている。よって、1号機廃棄物処理建物の応答評価において、地震荷重と積雪荷重との組合せを考慮する。

3. 材料物性の不確かさの設定

3.1 不確かさを考慮した地震応答解析

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

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



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 波及的影響の評価フロー

3.2 材料物性の不確かさの設定

3.2.1 地盤物性の不確かさの設定

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

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

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

表3-1 地盤物性の不確かさを考慮したS波速度

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

3.2.2 積雪荷重との組合せの設定

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

4. 地震応答解析による材料物性の不確かさの影響検討

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

4.1 検討概要

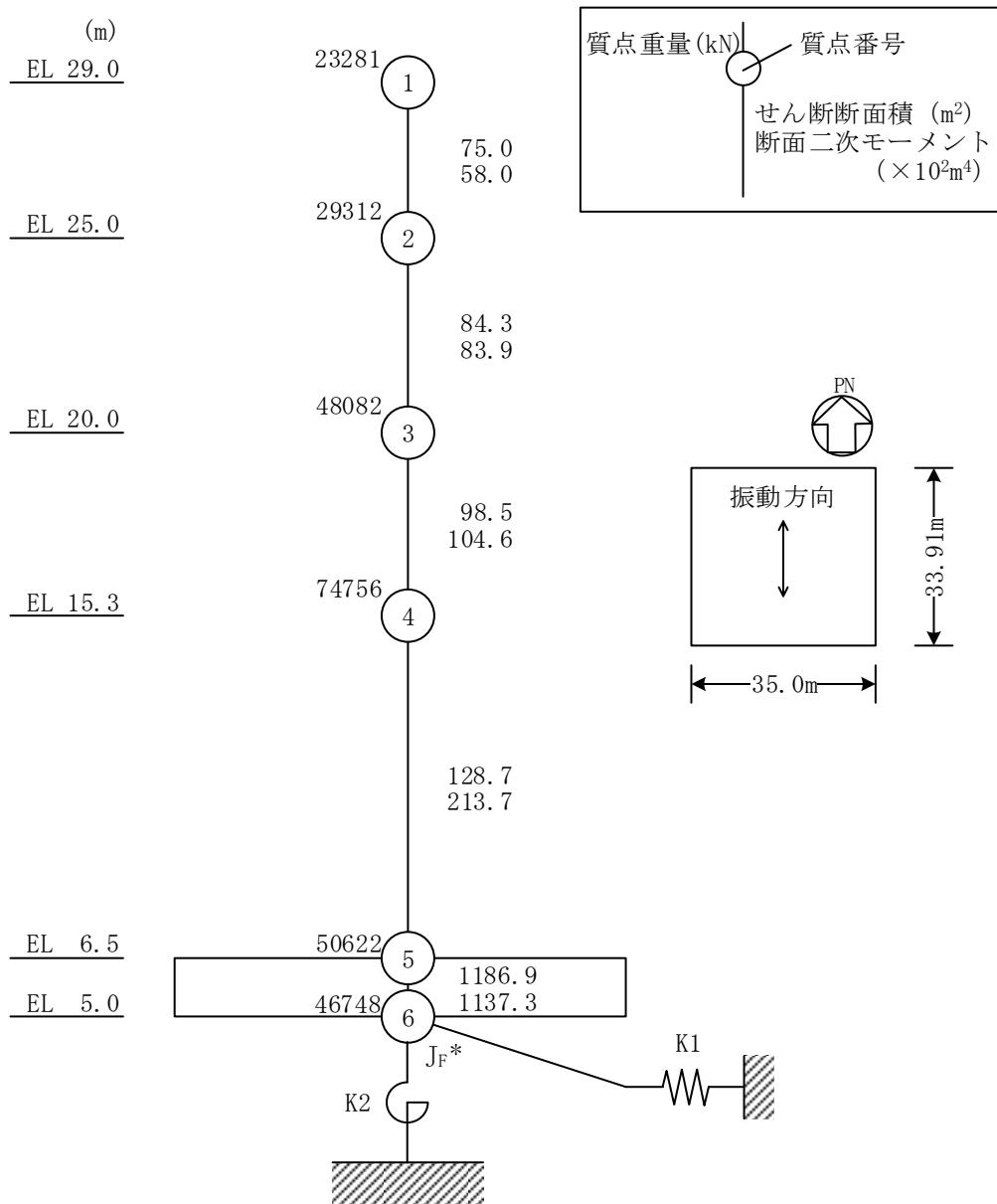
地盤物性（地盤のS波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建物応答への影響を確認する。また、積雪ケースによる建物応答への影響についても確認する。

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

表 4-1 検討ケース

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

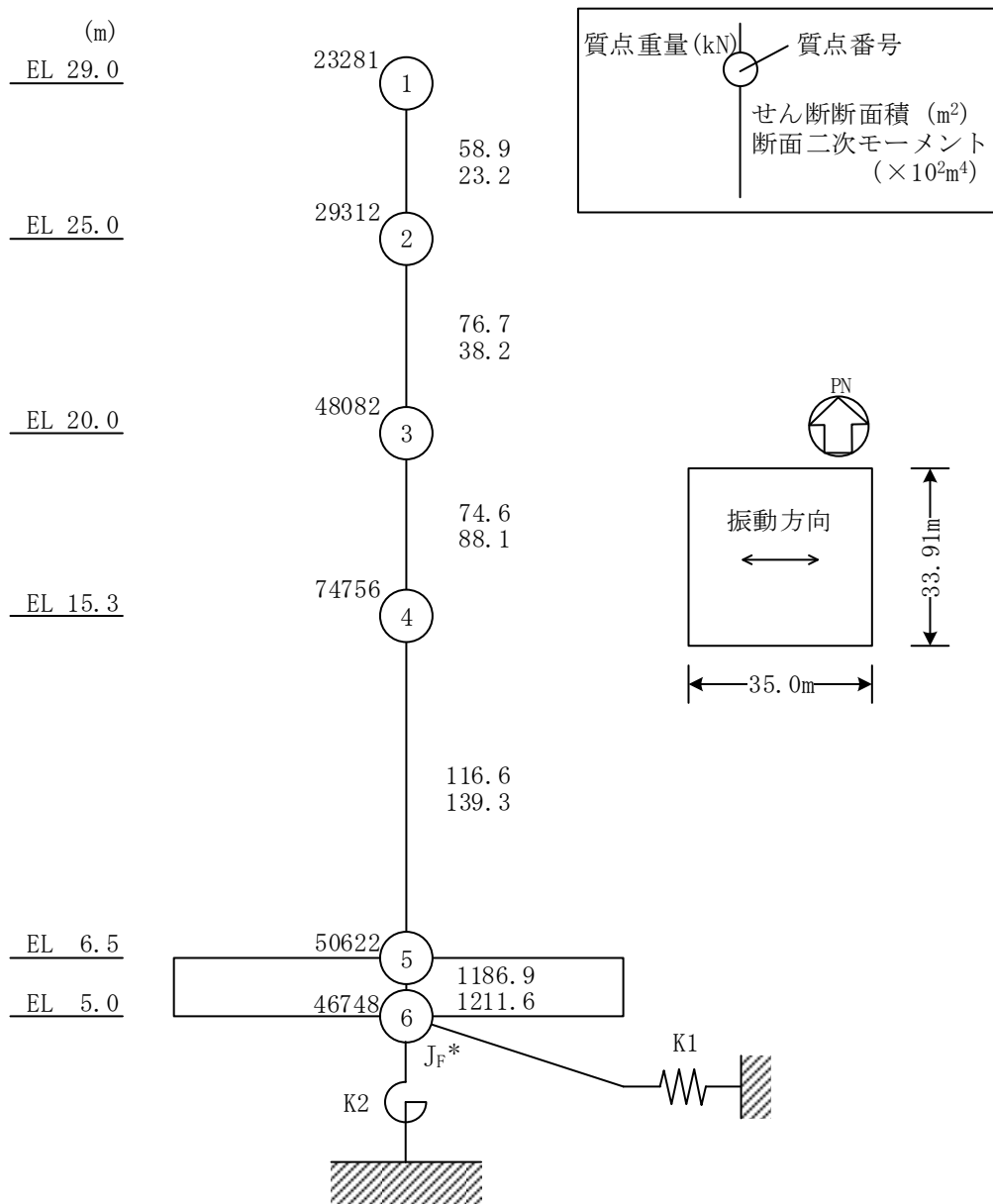
注記*：VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤のS波速度 V_s の不確かさを設定する。



注記* : 回転慣性重量 ($28.31 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-1(1) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)

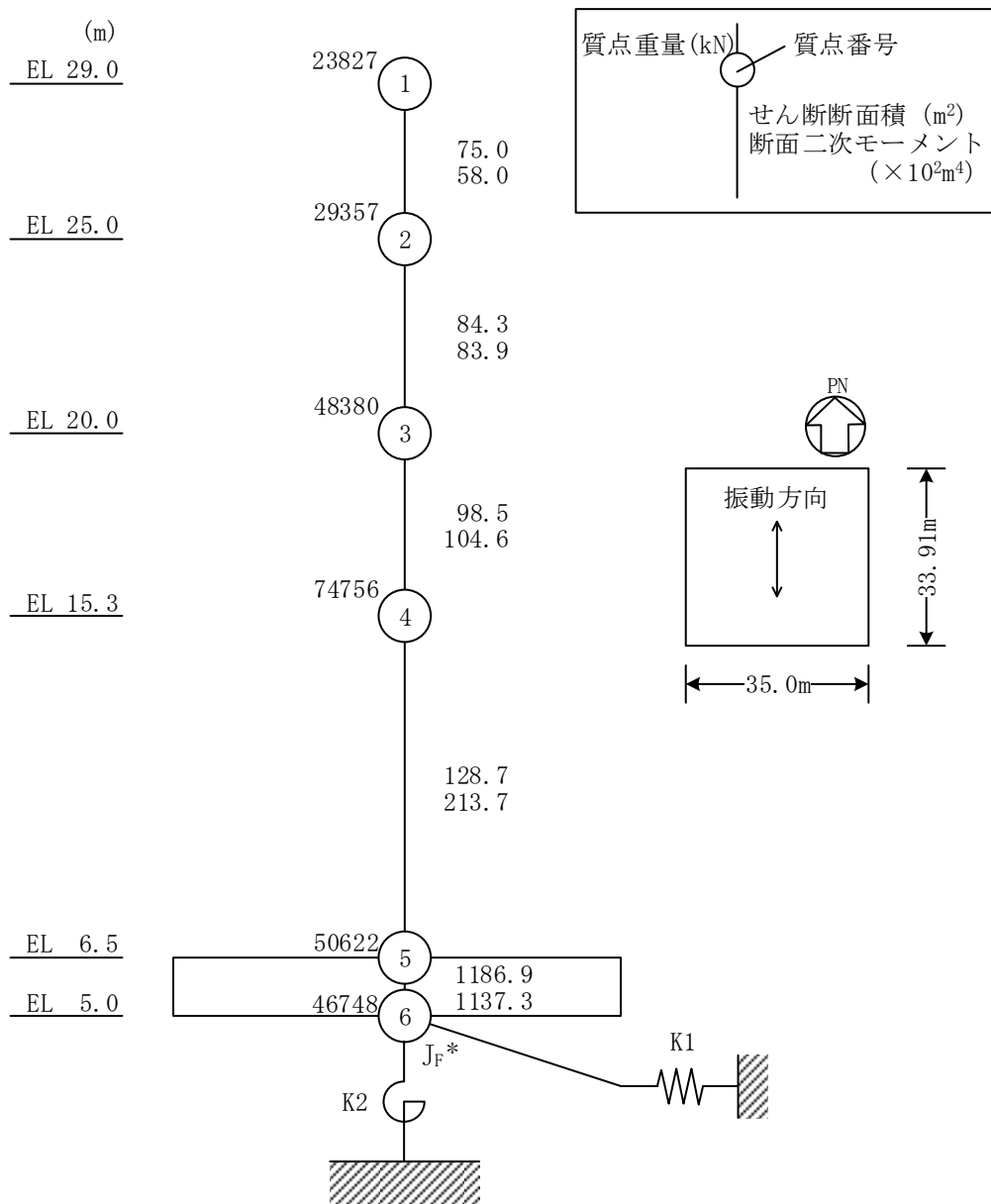
(NS方向)



注記* : 回転慣性重量(30.02×10⁶ kN・m²)

図 4-1(2) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース 1~ケース 3)

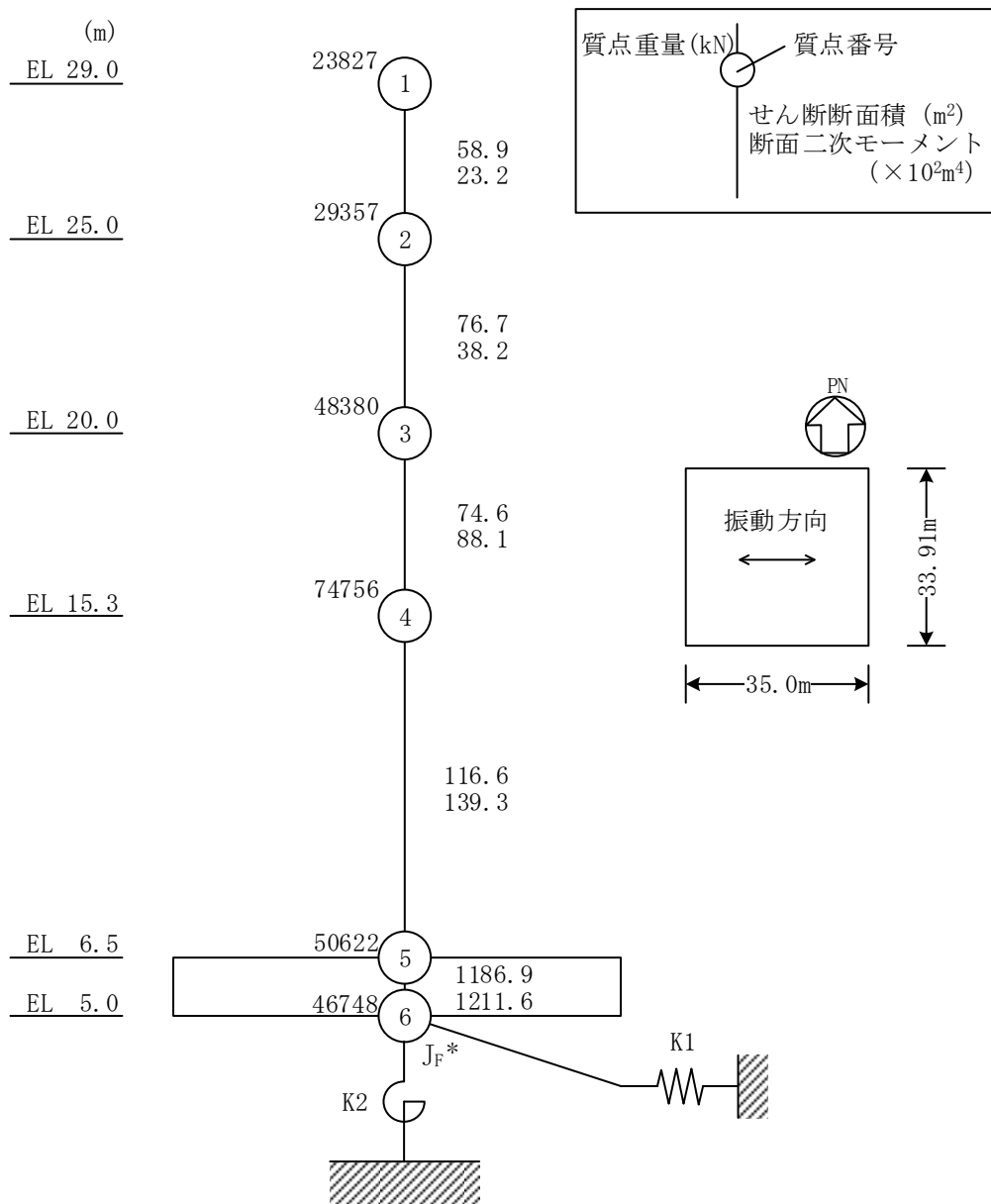
(EW方向)



注記* : 回転慣性重量 ($28.40 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 4-2(1) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース4)

(NS方向)



注記* : 回転慣性重量 (30.11 × 10⁶ kN · m²)

図 4-2(2) 1号機廃棄物処理建物の地震応答解析モデル (ケース 4)

(EW方向)

4.2 不確かさの影響検討

4.2.1 地盤物性の変動による影響

(1) 影響評価方針

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

(2) 固有値解析結果

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

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動幅は、-2%～+2%程度である。

表4-2 固有値解析結果の比較（ケース1～ケース3）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	9.31	9.48 (1.02)	9.10 (0.98)
2	24.77	25.05 (1.01)	24.34 (0.98)

(b) EW方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース2	ケース3
1	8.60	8.72 (1.01)	8.44 (0.98)
2	22.75	22.99 (1.01)	22.42 (0.99)

注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.106 s
固有振動数 9.48 Hz
刺激係数 1.450

固有周期 0.040 s
固有振動数 25.05 Hz
刺激係数 -0.633

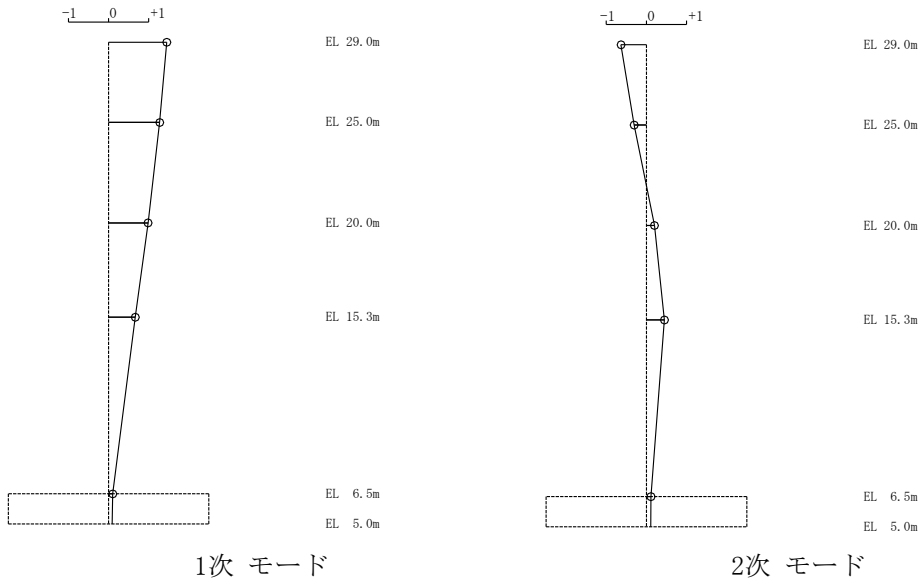


図 4-3 刺激関数図 (ケース 2) (NS方向)

固有周期 0.115 s
固有振動数 8.72 Hz
刺激係数 1.472

固有周期 0.043 s
固有振動数 22.99 Hz
刺激係数 -0.663

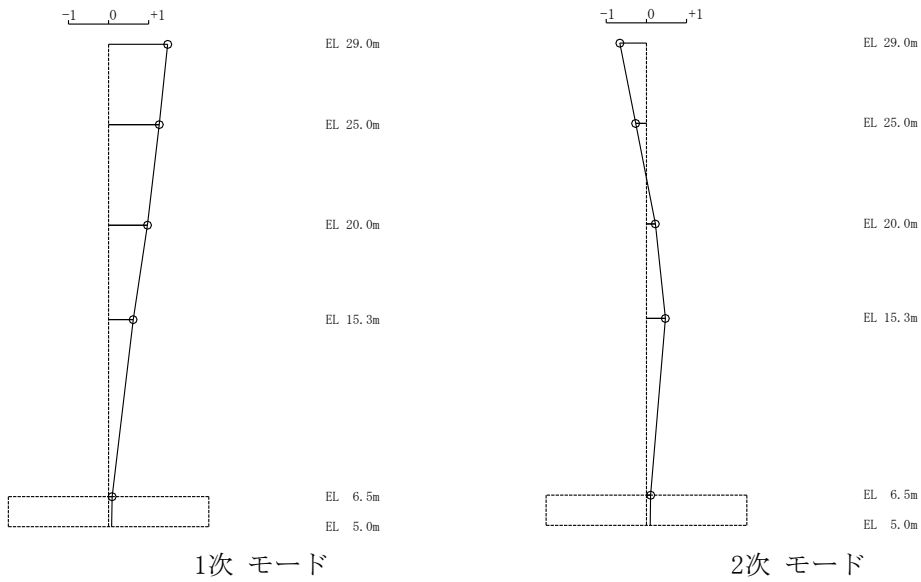


図 4-4 刺激関数図 (ケース 2) (EW方向)

固有周期 0.110 s
 固有振動数 9.10 Hz
 刺激係数 1.457

固有周期 0.041 s
 固有振動数 24.34 Hz
 刺激係数 -0.695

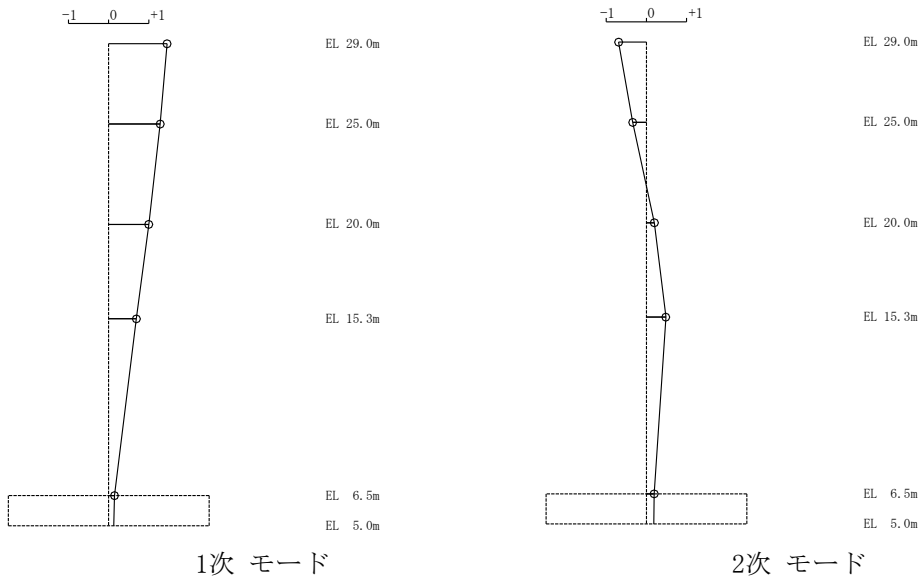


図4-5 刺激関数図(ケース3)(NS方向)

固有周期 0.119 s
 固有振動数 8.44 Hz
 刺激係数 1.479

固有周期 0.045 s
 固有振動数 22.42 Hz
 刺激係数 -0.717

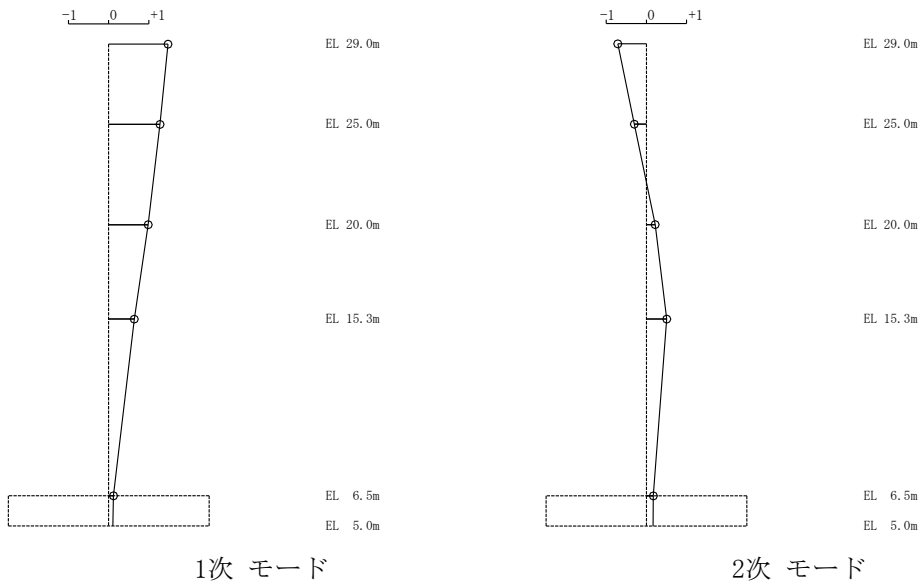


図4-6 刺激関数図(ケース3)(EW方向)

4.2.2 積雪荷重との組合せによる影響

(1) 影響評価方針

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

(2) 固有値解析結果

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

基本ケースに対する積雪荷重との組合せを考慮した解析モデルの固有振動数の変動幅は、1%未満である。

表4-3 固有値解析結果の比較（ケース1及びケース4）

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	9.31	9.27 (1.00)
2	24.77	24.67 (1.00)

(b) EW方向

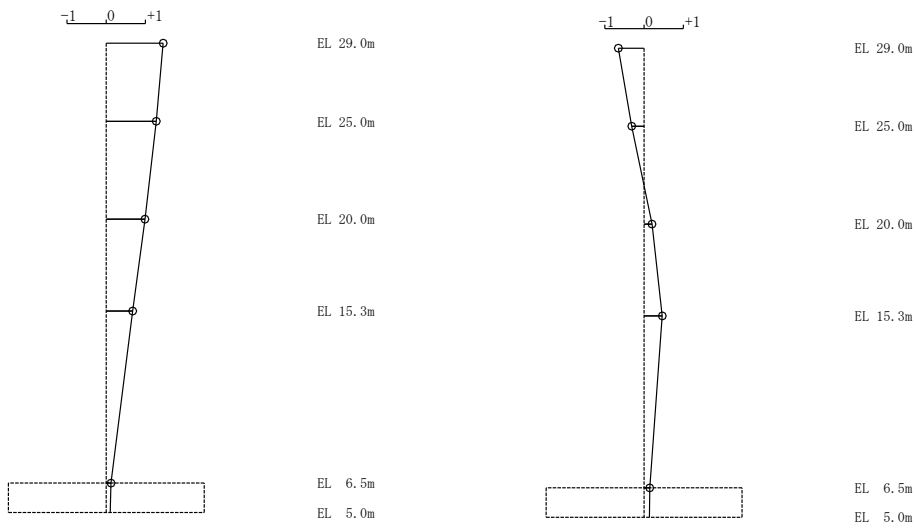
(単位：Hz)

次数	ケース1	ケース4
1	8.60	8.56 (1.00)
2	22.75	22.66 (1.00)

注：()内は基本ケース（ケース1）に対する比率

固有周期 0.108 s
固有振動数 9.27 Hz
刺激係数 1.452

固有周期 0.041 s
固有振動数 24.67 Hz
刺激係数 -0.658



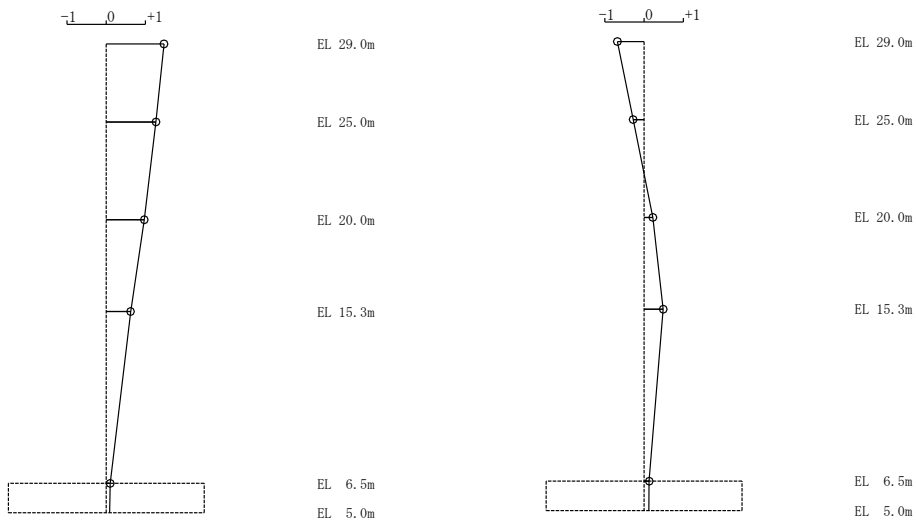
1次モード

2次モード

図4-7 刺激関数図 (ケース4) (NS方向)

固有周期 0.117 s
固有振動数 8.56 Hz
刺激係数 1.474

固有周期 0.044 s
固有振動数 22.66 Hz
刺激係数 -0.683



1次モード

2次モード

図4-8 刺激関数図 (ケース4) (EW方向)

4.3 まとめ

地盤物性の不確かさ及び積雪荷重との組合せを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・地盤物性の不確かさ

地盤物性が大きくなる側（地盤物性 $+\sigma$ ）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2%大きくなった。

地盤物性が小さくなる側（地盤物性 $-\sigma$ ）に変動した場合の固有振動数の変動は、やや小さくなる傾向であり、最大で2%小さくなった。

- ・積雪荷重との組合せ

積雪荷重を組み合わせた場合、固有振動数に大きな変化はなく、1%未満となった。

別紙 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる
地震動の選定について

目 次

1. 概要	別紙 4-1-1
2. 選定方法	別紙 4-1-1
3. 地震動の選定	別紙 4-1-3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	別紙 4-1-14

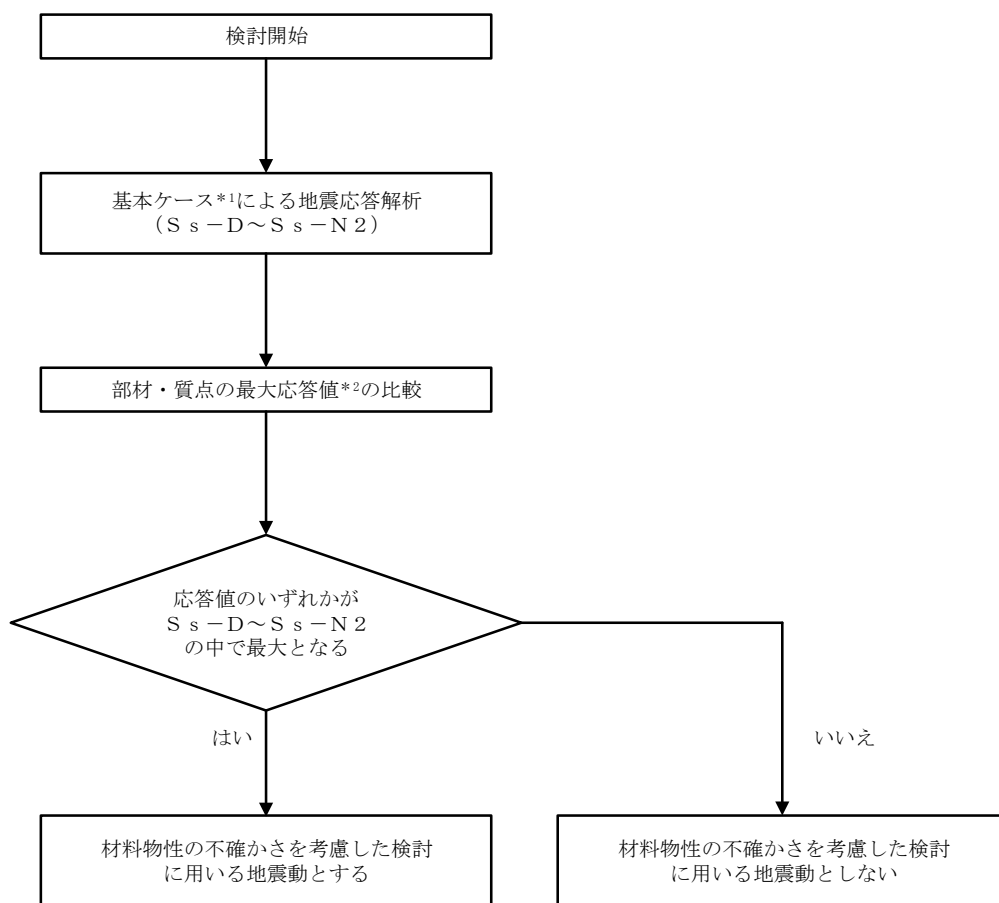
1. 概要

材料物性の不確かさの考慮に当たっては、基準地震動 S_s の基本ケースにおける建物応答を確認したうえで、建物応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

2. 選定方法

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤）による地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。
- ③応答値のいずれかが最大となる波を，材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。



注記*1：コンクリート強度：設計基準強度，地盤物性：標準地盤

*2：応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及びせん断ひずみとする。

図 2-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3. 地震動の選定

1号機廃棄物処理建物における基準地震動 S_s に対する地震動の選定を以下に示す。1号機廃棄物処理建物の基準地震動 S_s に対する最大応答値を表3-1～表3-10に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、 S_s-D 及び S_s-F2 については、応答値のいずれかが $S_s-D \sim S_s-N2$ の中で最大となることから、不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

表 3-1 最大応答加速度一覧（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1892	1471	1419	963	930	1310	1892
25.0	2	1611	1336	1290	883	808	1084	1611
20.0	3	1299	1151	1109	800	658	772	1299
15.3	4	1057	934	886	741	602	655	1057
6.5	5	832	571	571	589	567	485	832

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

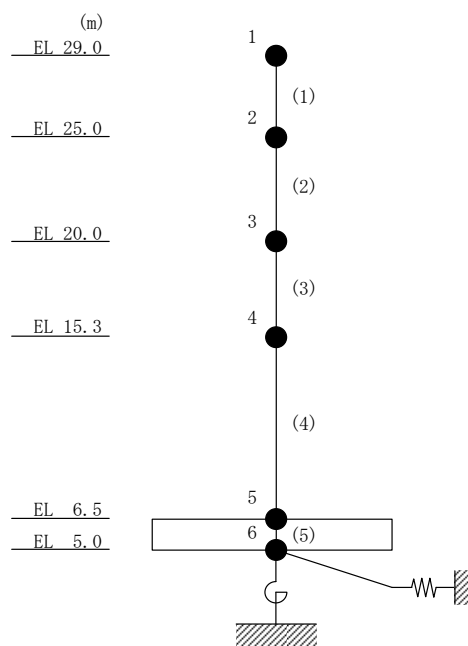


表 3-2 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	7.61	4.77	4.39	3.16	2.78	3.43	7.61
25.0	2	6.54	4.21	3.87	2.81	2.46	3.00	6.54
20.0	3	5.00	3.32	3.02	2.24	1.93	2.29	5.00
15.3	4	3.39	2.31	2.06	1.59	1.35	1.55	3.39
6.5	5	0.49	0.44	0.37	0.29	0.32	0.32	0.49

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

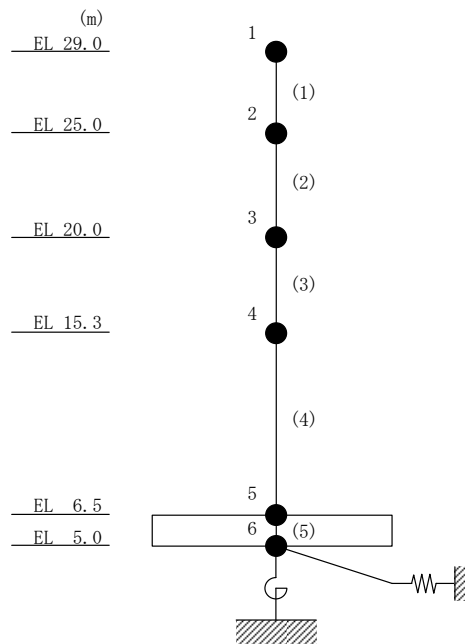


表 3-3 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.45	3.53	3.35	2.26	2.19	3.12	4.45
25.0~20.0	2	9.13	7.48	7.11	4.87	4.60	6.36	9.13
20.0~15.3	3	14.7	12.8	12.5	8.66	7.65	9.89	14.7
15.3~6.5	4	21.6	19.8	19.2	14.1	11.6	13.2	21.6

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

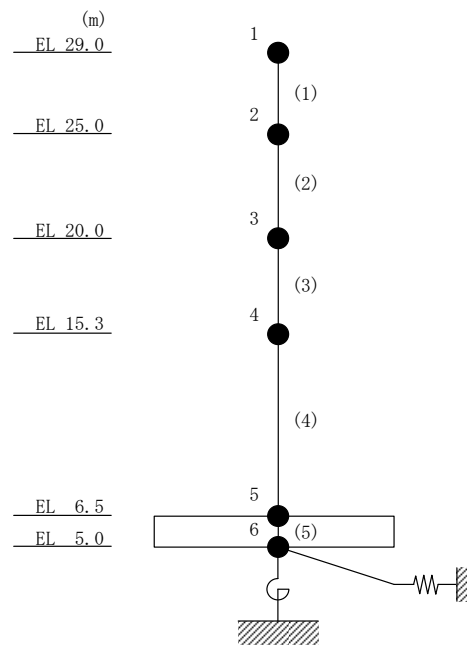


表 3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN \cdot m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
25.0~20.0	2	1.78	1.41	1.34	0.903	0.874	1.25	1.78
		6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
20.0~15.3	3	6.34	5.15	4.87	3.34	3.17	4.43	6.34
		13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
15.3~6.5	4	13.2	11.1	10.8	7.38	6.77	9.07	13.2
		31.1	28.4	27.6	19.6	16.5	20.4	31.1

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

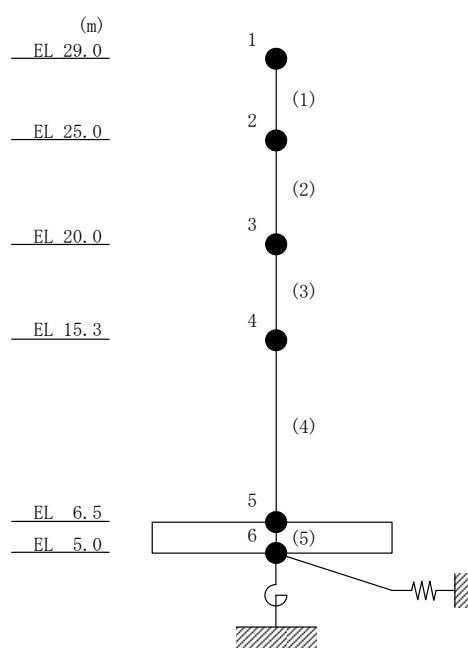


表 3-5 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.06	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.09	0.06	0.06	0.08	0.12
20.0~15.3	3	0.16	0.14	0.14	0.10	0.08	0.11	0.16
15.3~6.5	4	0.18	0.17	0.16	0.12	0.10	0.11	0.18

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

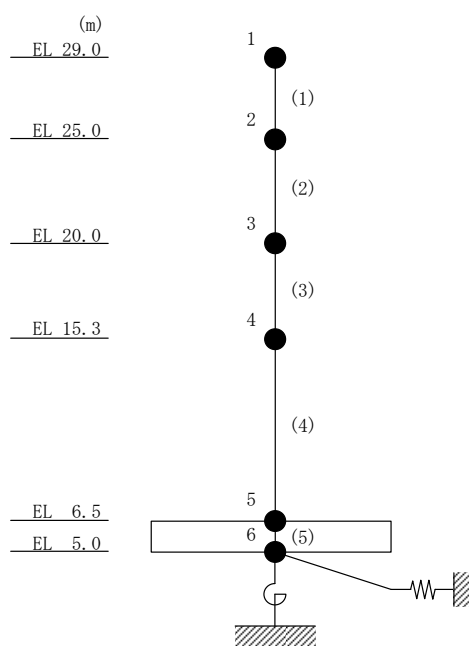


表 3-6 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0	1	1806	1407	1662	1001	1032	1339	1806
25.0	2	1466	1222	1325	952	816	1130	1466
20.0	3	1135	1074	1152	922	760	852	1152
15.3	4	932	926	1064	835	713	626	1064
6.5	5	798	606	776	606	583	526	798

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

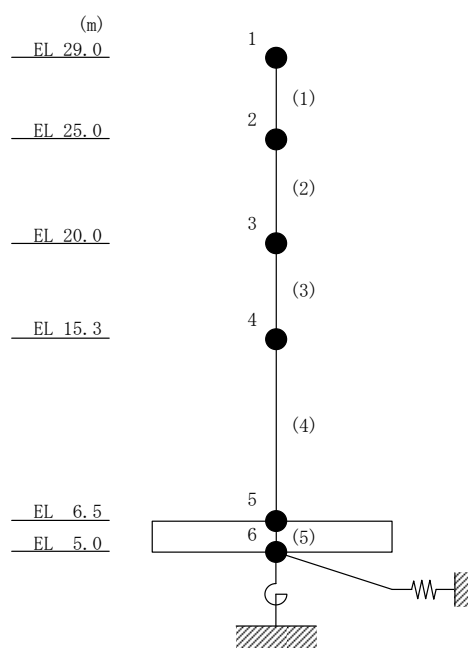


表 3-7 最大応答変位一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	最大値
29.0	1	13.92	6.71	7.41	4.28	3.58	4.52	13.92
25.0	2	11.60	5.71	6.23	3.74	3.15	3.87	11.60
20.0	3	8.57	4.35	4.66	2.96	2.51	2.95	8.57
15.3	4	5.45	2.83	2.97	1.98	1.71	1.87	5.45
6.5	5	0.54	0.42	0.49	0.30	0.36	0.36	0.54

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

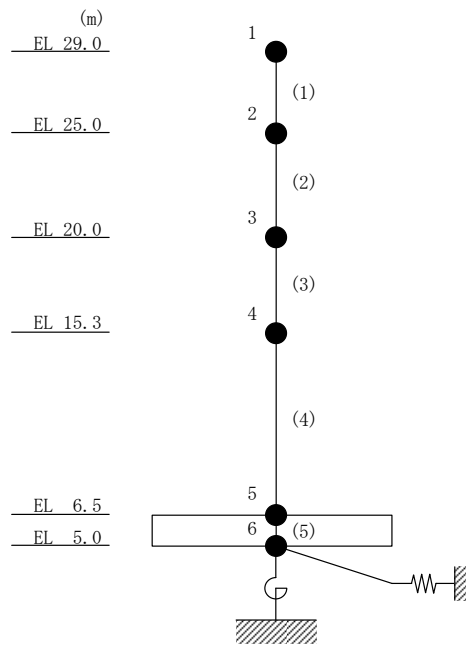


表 3-8 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	4.28	3.37	4.02	2.40	2.44	3.19	4.28
25.0~20.0	2	8.43	7.06	8.03	5.22	4.86	6.53	8.43
20.0~15.3	3	13.0	11.8	12.4	9.57	8.00	10.6	13.0
15.3~6.5	4	18.5	17.9	18.9	15.9	13.3	14.5	18.9

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

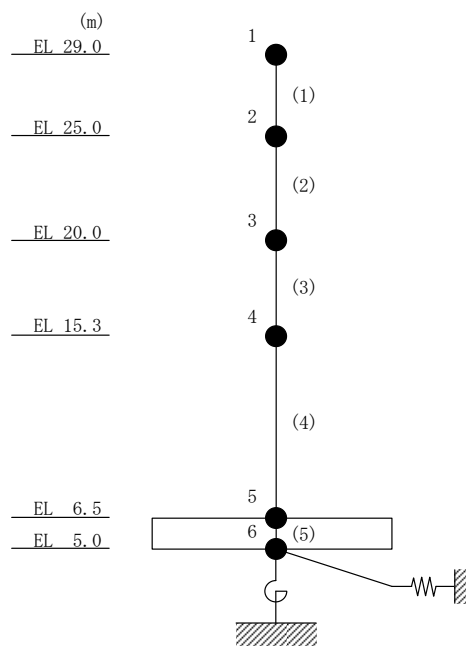


表 3-9 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
25.0~20.0	2	1.71	1.35	1.61	0.960	0.974	1.28	1.71
		5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
20.0~15.3	3	5.93	4.88	5.62	3.57	3.40	4.54	5.93
		12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
15.3~6.5	4	12.0	10.4	11.4	8.03	6.91	9.50	12.0
		27.4	25.2	25.7	22.0	18.4	22.2	27.4

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

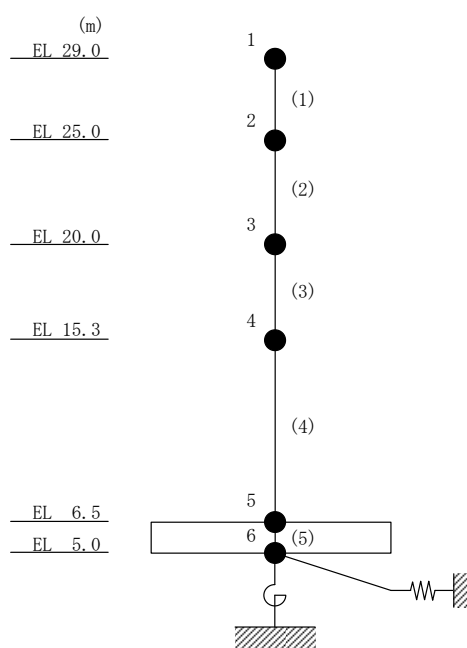
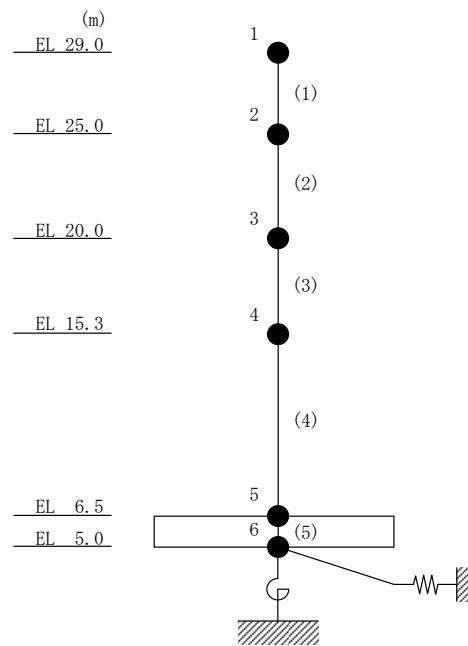


表 3-10 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)						最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -N2NS	S_s -N2EW	
29.0~25.0	1	0.08	0.06	0.07	0.04	0.05	0.06	0.08
25.0~20.0	2	0.12	0.10	0.11	0.07	0.07	0.09	0.12
20.0~15.3	3	0.19	0.17	0.18	0.14	0.12	0.15	0.19
15.3~6.5	4	0.17	0.17	0.18	0.15	0.12	0.13	0.18

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



4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建物応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・ VI-2-11-2-1-3 「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」

表 4-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建物名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
1号機 廃棄物処理建物	基準地震動 S_s
	$S_s - D$, $S_s - F 2$

別紙 4-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 4-2-1
2. 地震応答解析結果	別紙 4-2-2
2.1 地盤物性の不確かさ	別紙 4-2-2
2.2 積雪荷重との組合せ	別紙 4-2-25

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物の地震応答解析において、材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

2. 地震応答解析結果

2.1 地盤物性の不確かさ

地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-1～図 2-20 及び表 2-1～表 2-19 に示す。

以降、基本ケースをケース 1、地盤物性を標準地盤 $+\sigma$ としたケースをケース 2、地盤物性を標準地盤 $-\sigma$ としたケースをケース 3 として示す。

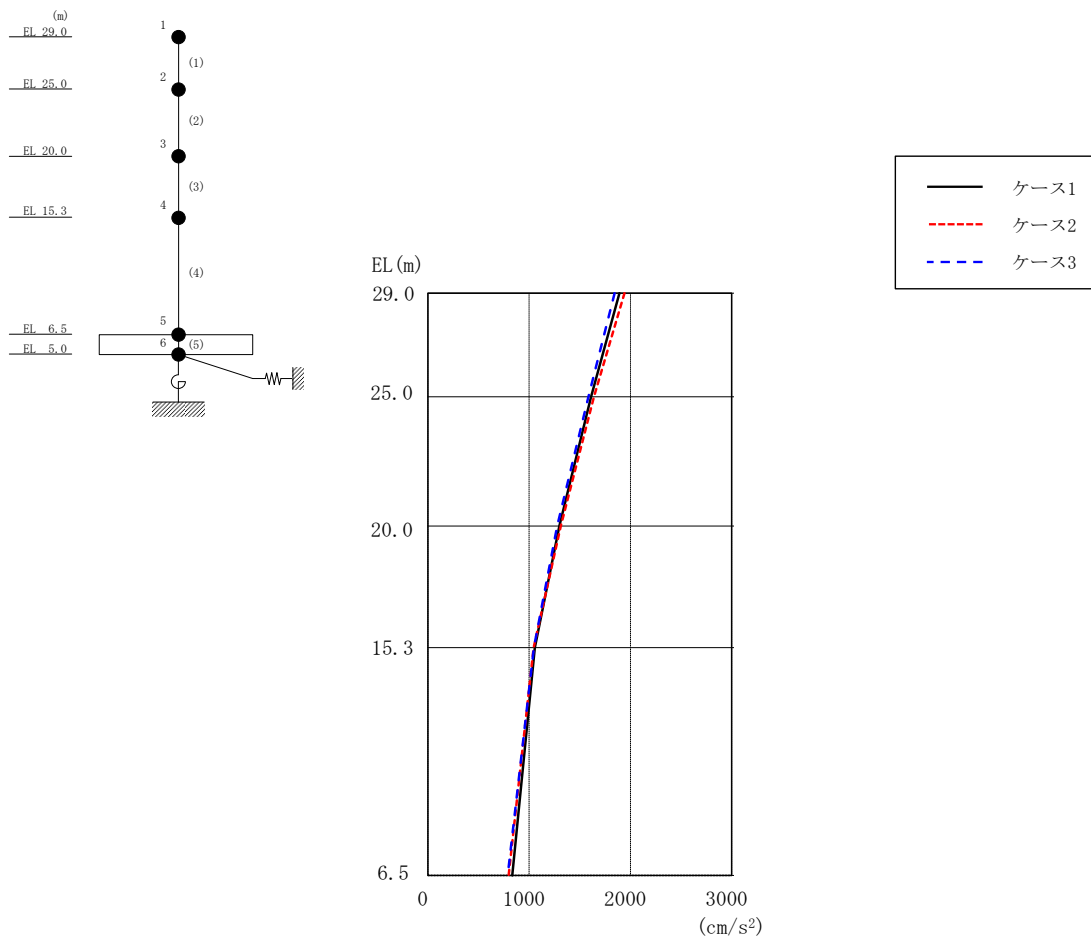


図 2-1 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

表 2-1 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1892	1940	1843
25.0	2	1611	1639	1586
20.0	3	1299	1312	1277
15.3	4	1057	1045	1047
6.5	5	832	797	787

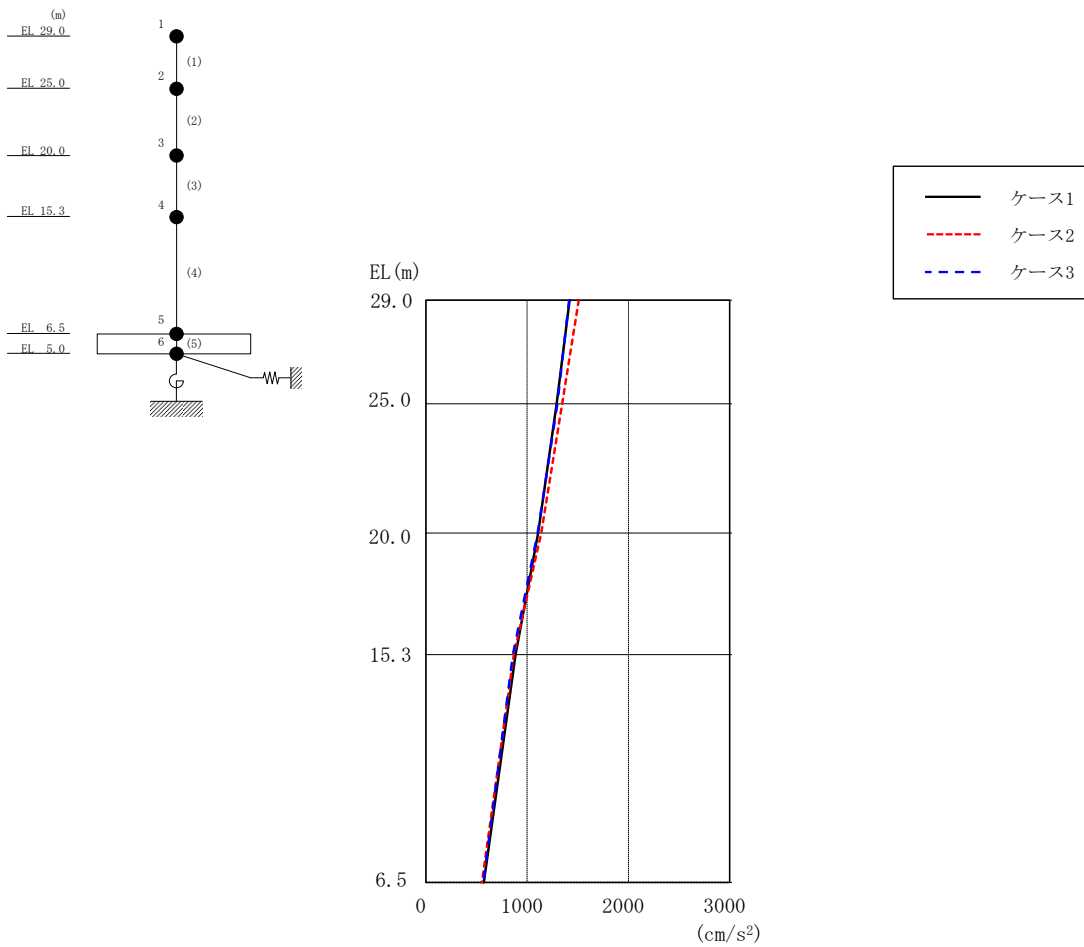


図 2-2 最大応答加速度 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

表 2-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - F 2, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1419	1510	1415
25.0	2	1290	1346	1298
20.0	3	1109	1138	1104
15.3	4	886	869	858
6.5	5	571	553	566

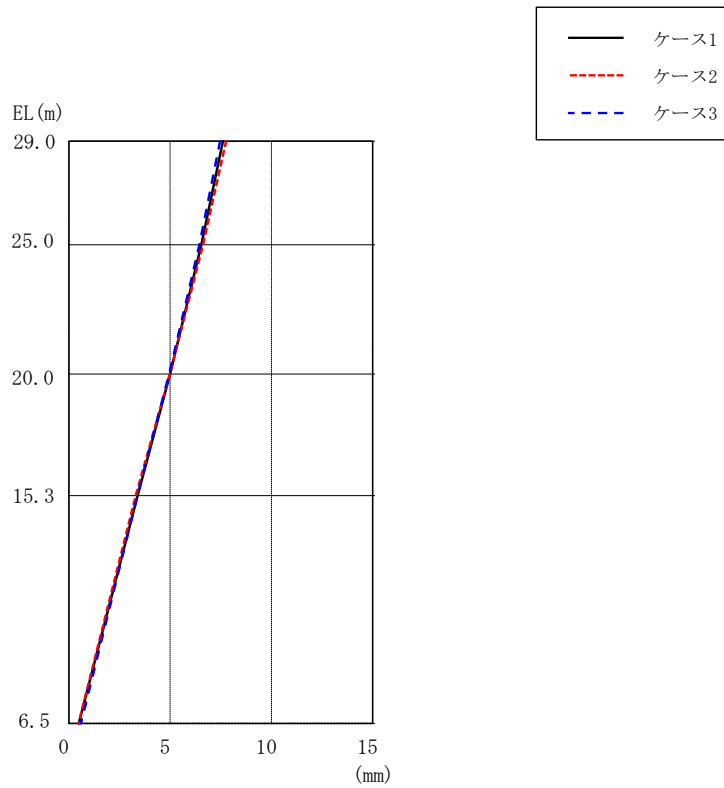
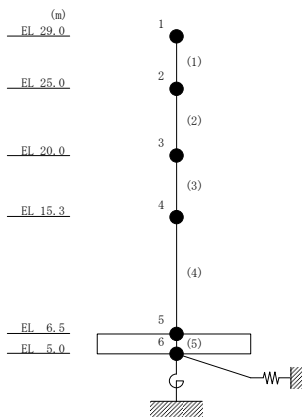


図 2-3 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D$, NS 方向)

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

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	7.61	7.76	7.47
25.0	2	6.54	6.62	6.44
20.0	3	5.00	4.98	4.95
15.3	4	3.39	3.30	3.38
6.5	5	0.49	0.47	0.60

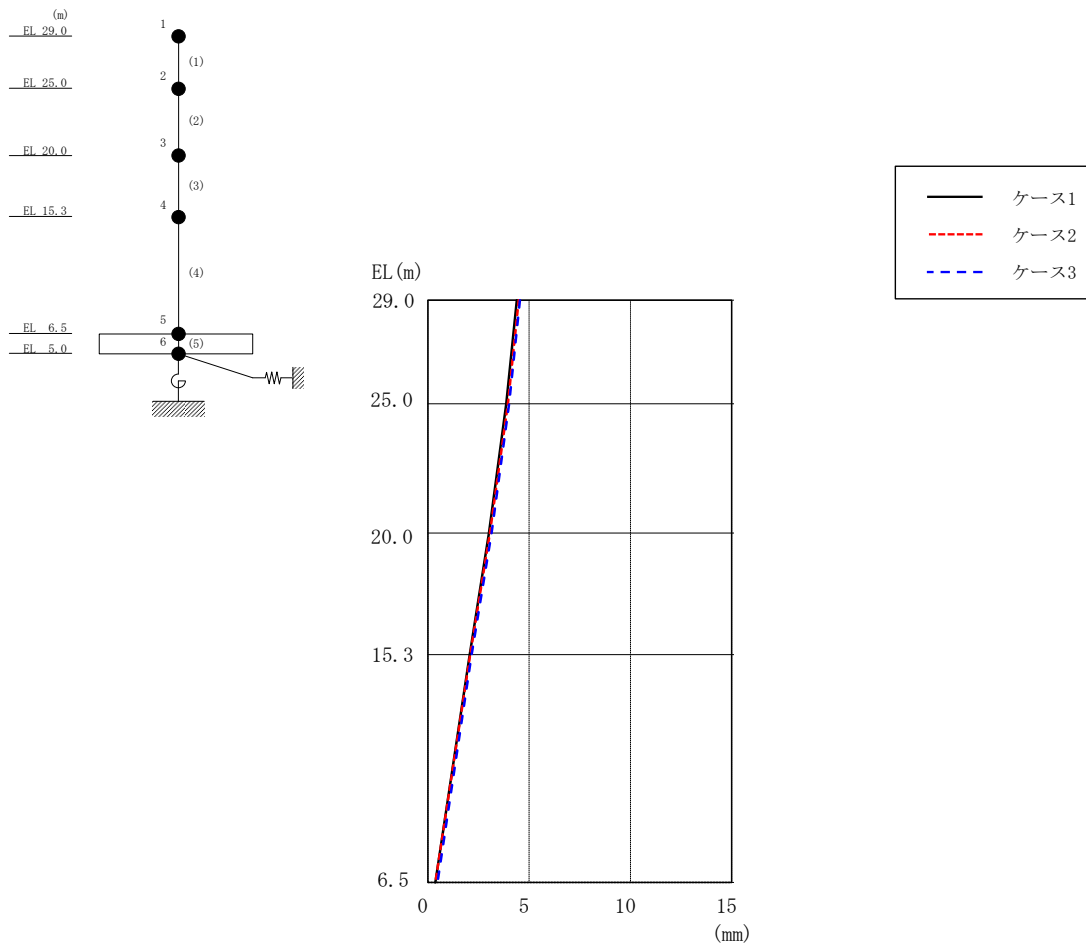


図 2-4 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - F 2$, NS 方向)

表 2-4 最大応答変位一覧 (基準地震動 $S_s - F 2$, NS 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	4.39	4.49	4.55
25.0	2	3.87	3.95	4.01
20.0	3	3.02	3.06	3.14
15.3	4	2.06	2.09	2.16
6.5	5	0.37	0.37	0.48

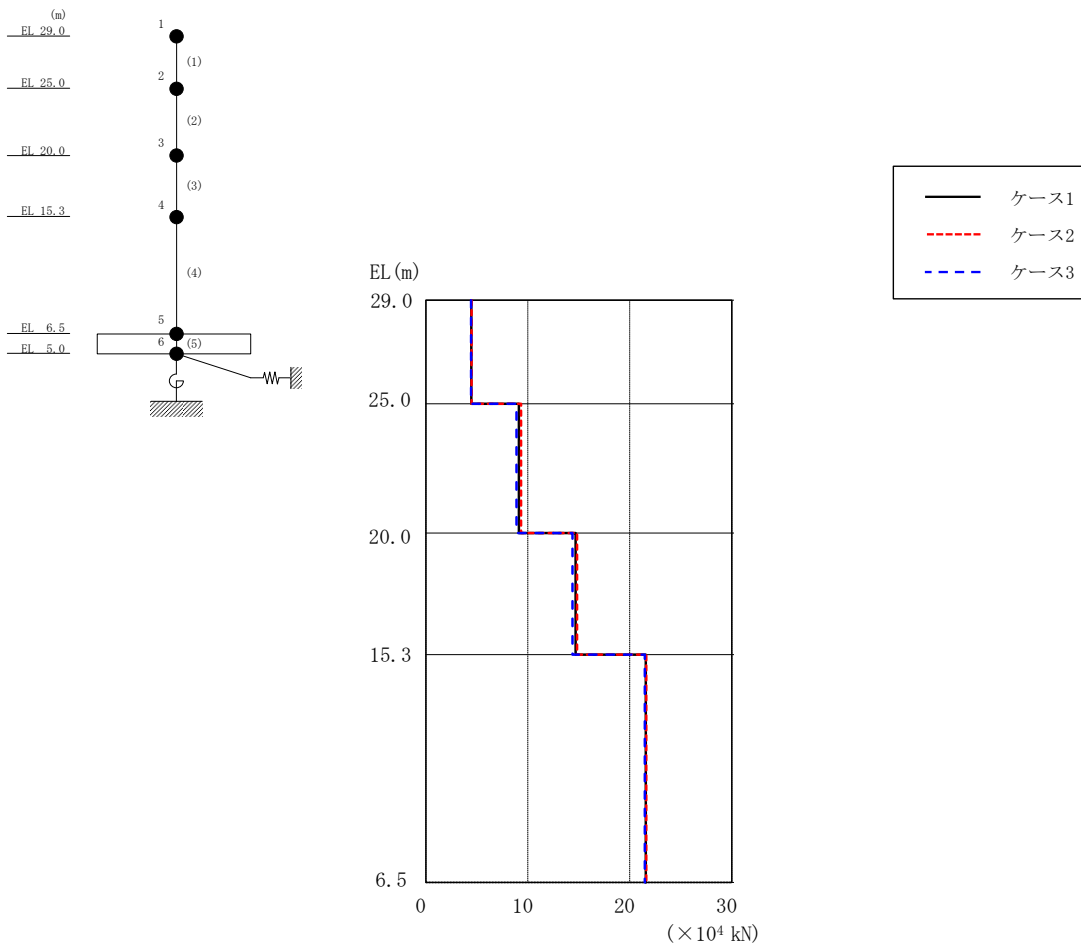


図 2-5 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-5 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (x10 ⁴ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.45	4.48	4.43
25.0~20.0	2	9.13	9.33	8.89
20.0~15.3	3	14.7	14.8	14.4
15.3~6.5	4	21.6	21.6	21.5

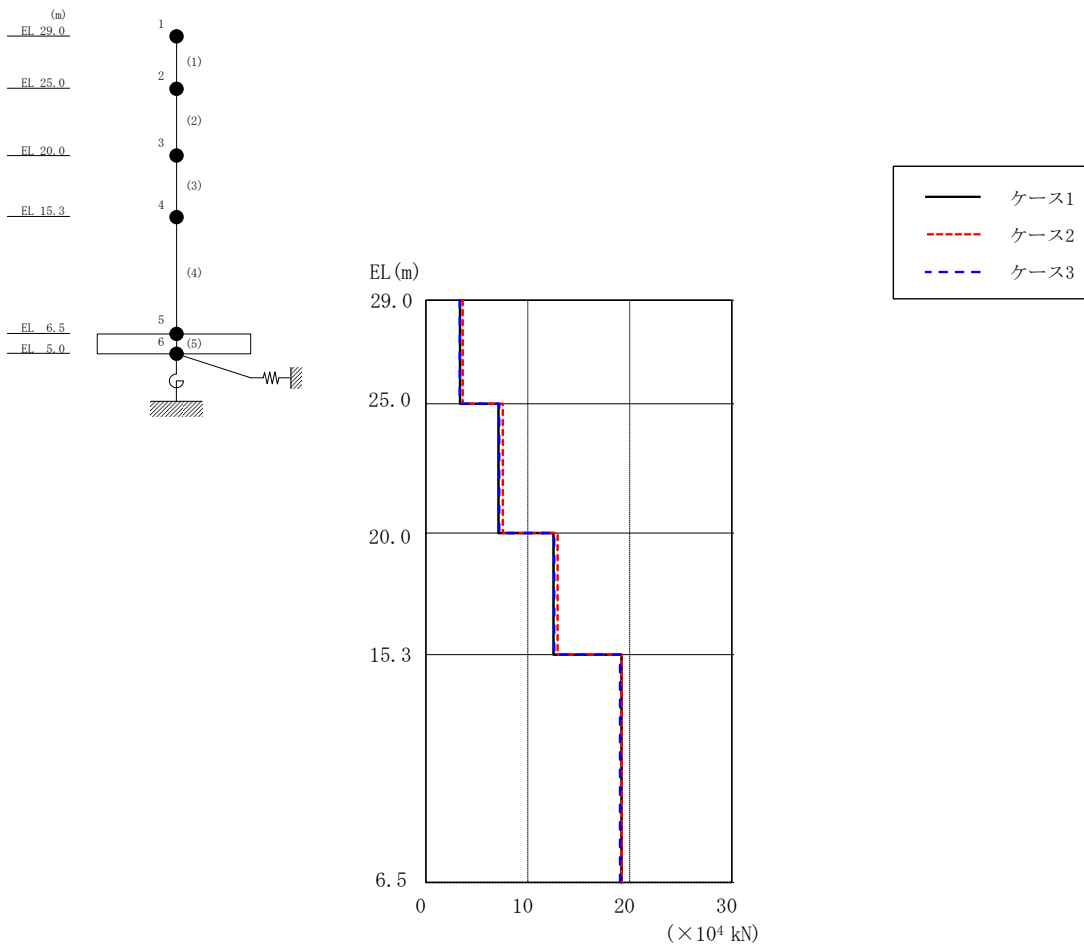


図 2-6 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-6 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	3.35	3.61	3.33
25.0~20.0	2	7.11	7.55	7.19
20.0~15.3	3	12.5	12.9	12.6
15.3~6.5	4	19.2	19.2	19.1

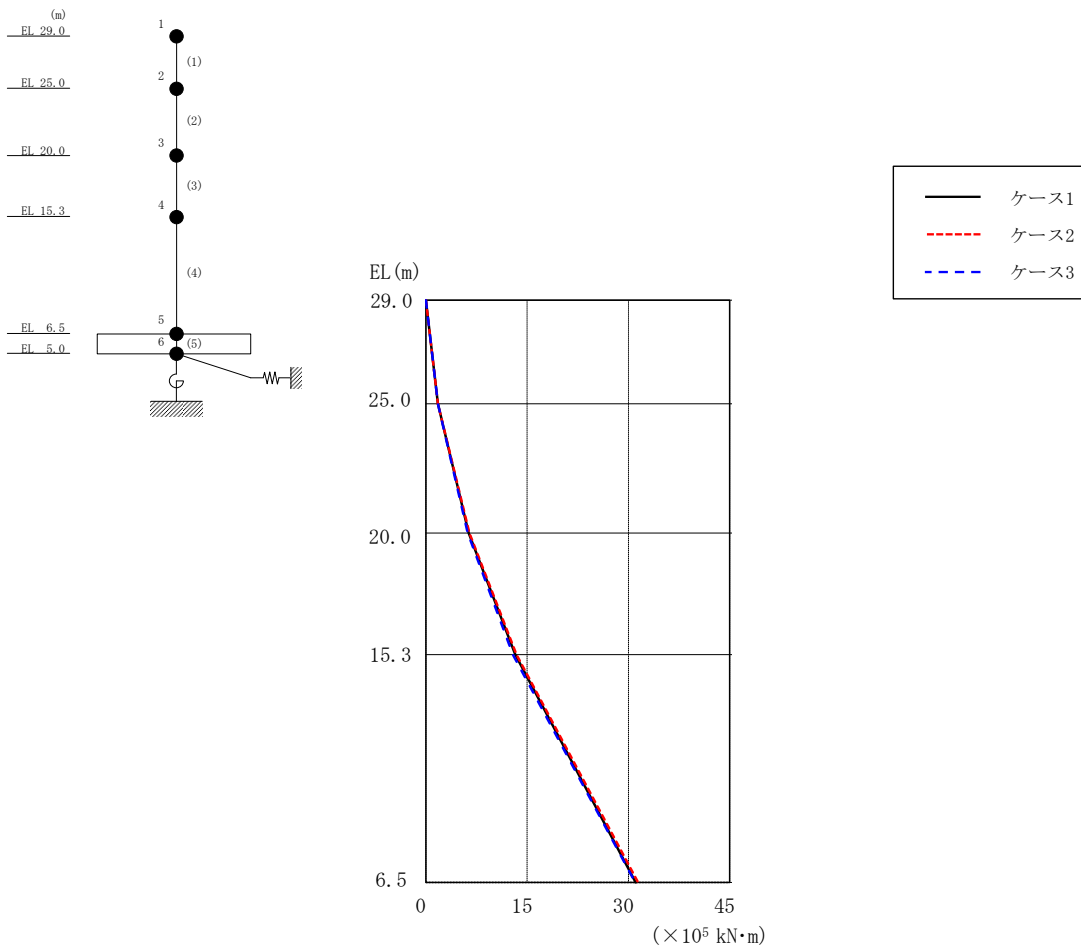


図 2-7 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-7 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.78	1.79	1.77
25.0~20.0	2	1.78	1.79	1.77
		6.34	6.45	6.20
20.0~15.3	3	6.34	6.45	6.20
		13.2	13.4	12.9
15.3~6.5	4	13.2	13.4	12.9
		31.1	31.4	31.0

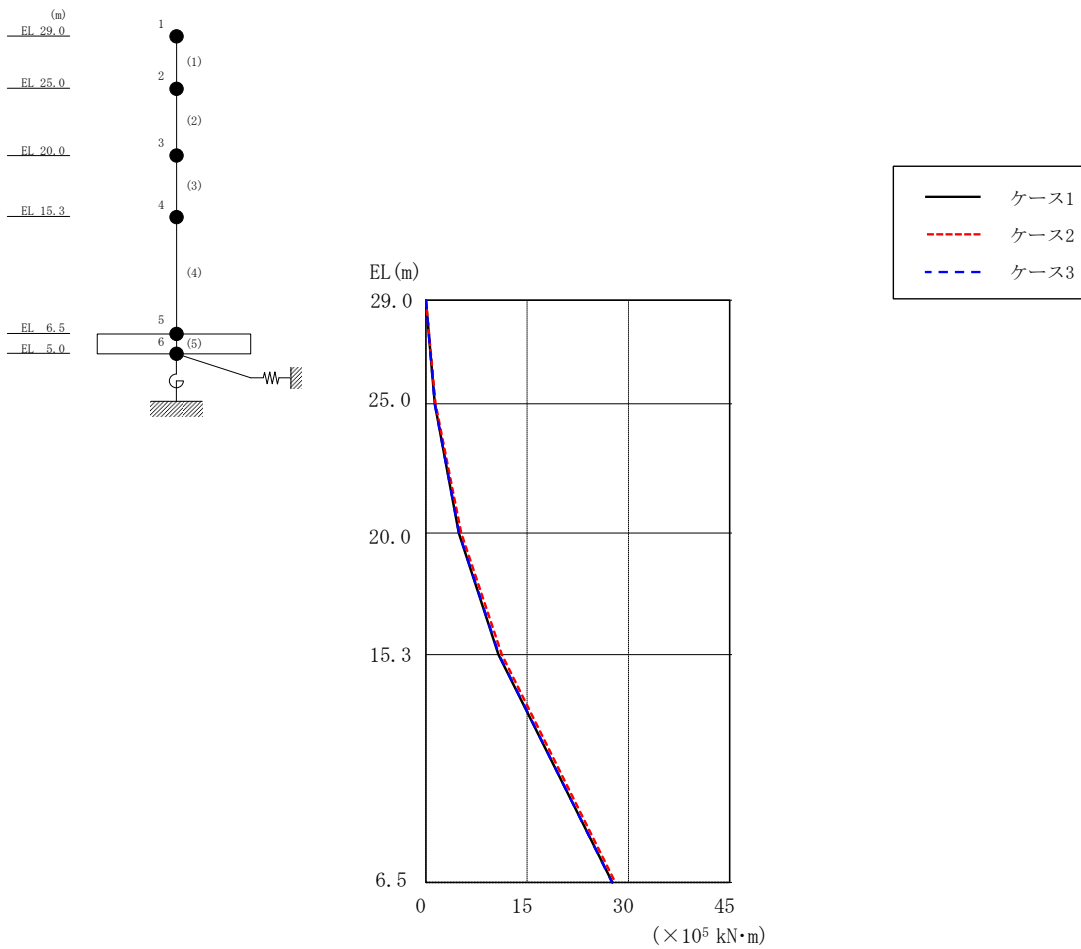


図 2-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F2, NS 方向)

表 2-8 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-F2, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.34	1.45	1.33
25.0~20.0	2	1.34	1.45	1.33
		4.87	5.22	4.93
20.0~15.3	3	4.87	5.22	4.93
		10.8	11.3	10.8
15.3~6.5	4	10.8	11.3	10.8
		27.6	28.0	27.6

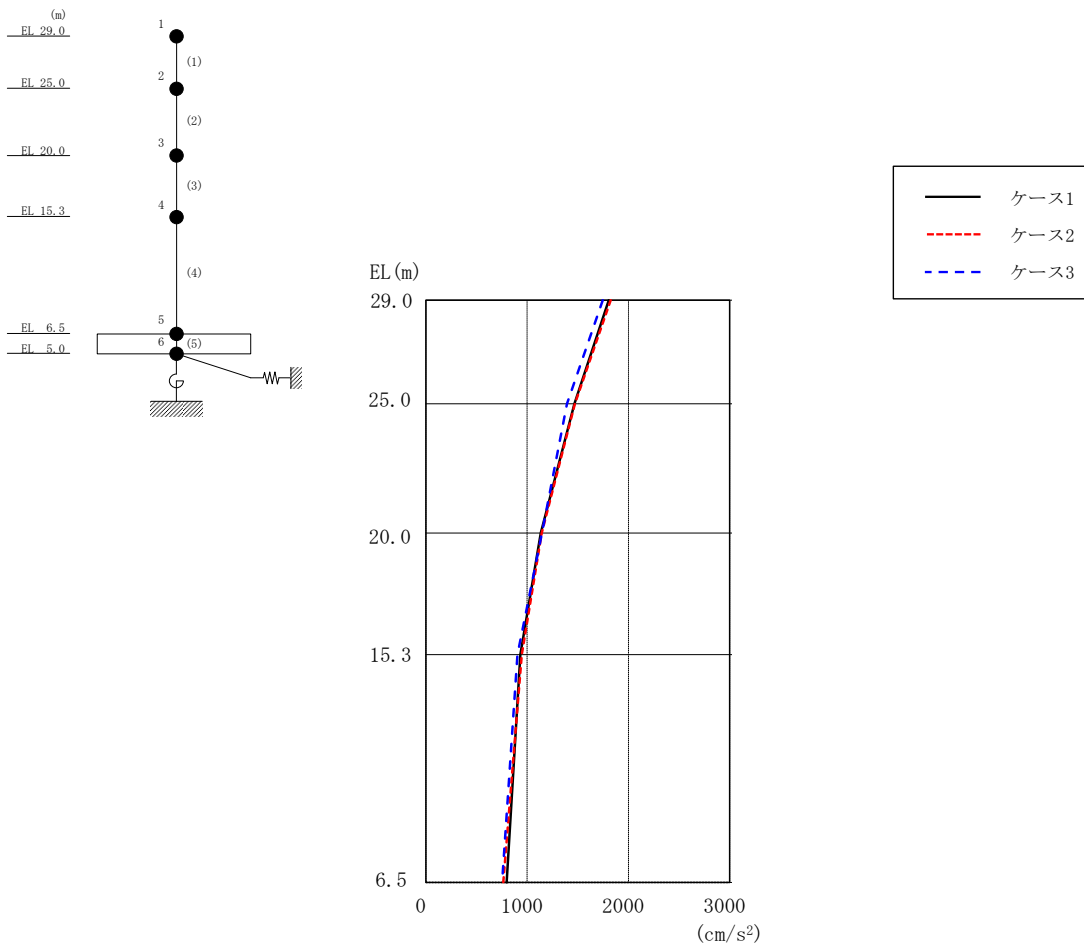


図 2-9 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW方向)

表 2-9 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1806	1825	1745
25.0	2	1466	1471	1393
20.0	3	1135	1143	1147
15.3	4	932	946	904
6.5	5	798	764	752

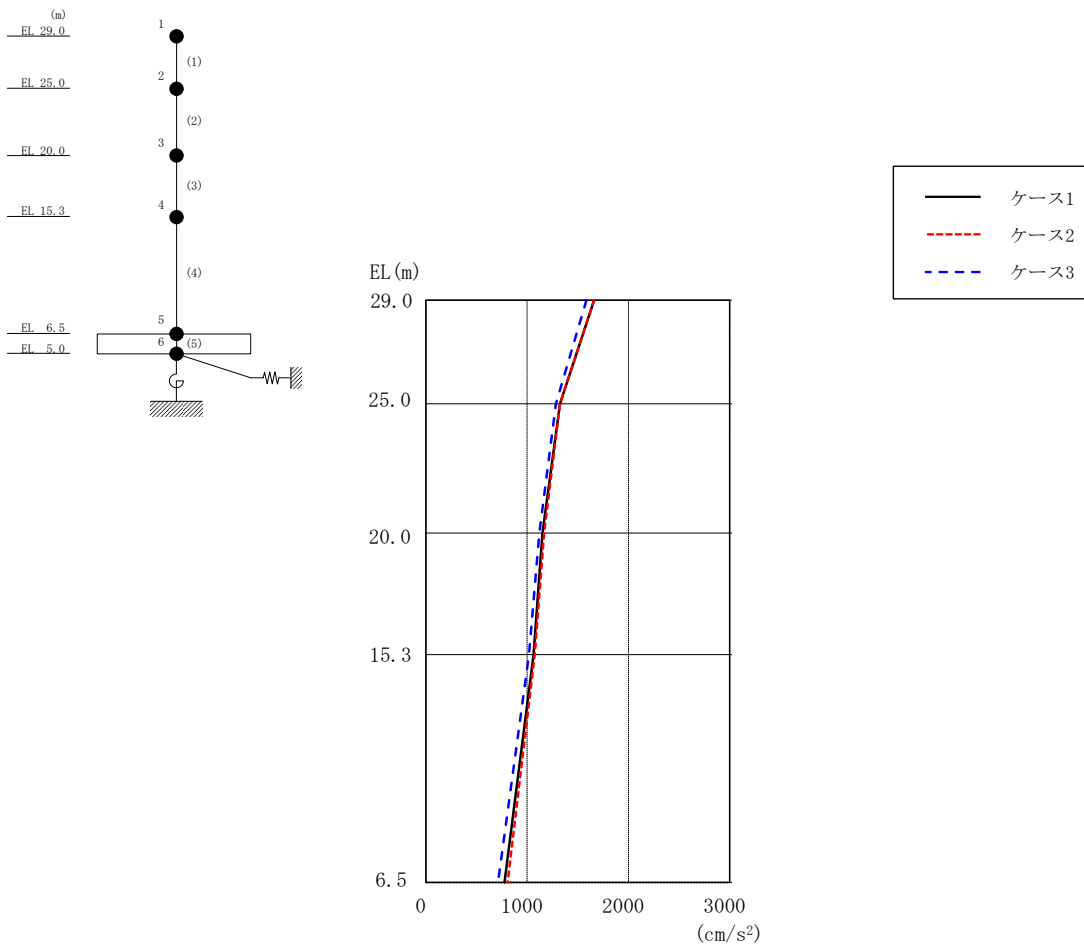


図 2-10 最大応答加速度（基準地震動 S s - F 2, EW 方向）

表 2-10 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2, EW 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	1662	1662	1585
25.0	2	1325	1324	1285
20.0	3	1152	1166	1120
15.3	4	1064	1075	1019
6.5	5	776	807	711

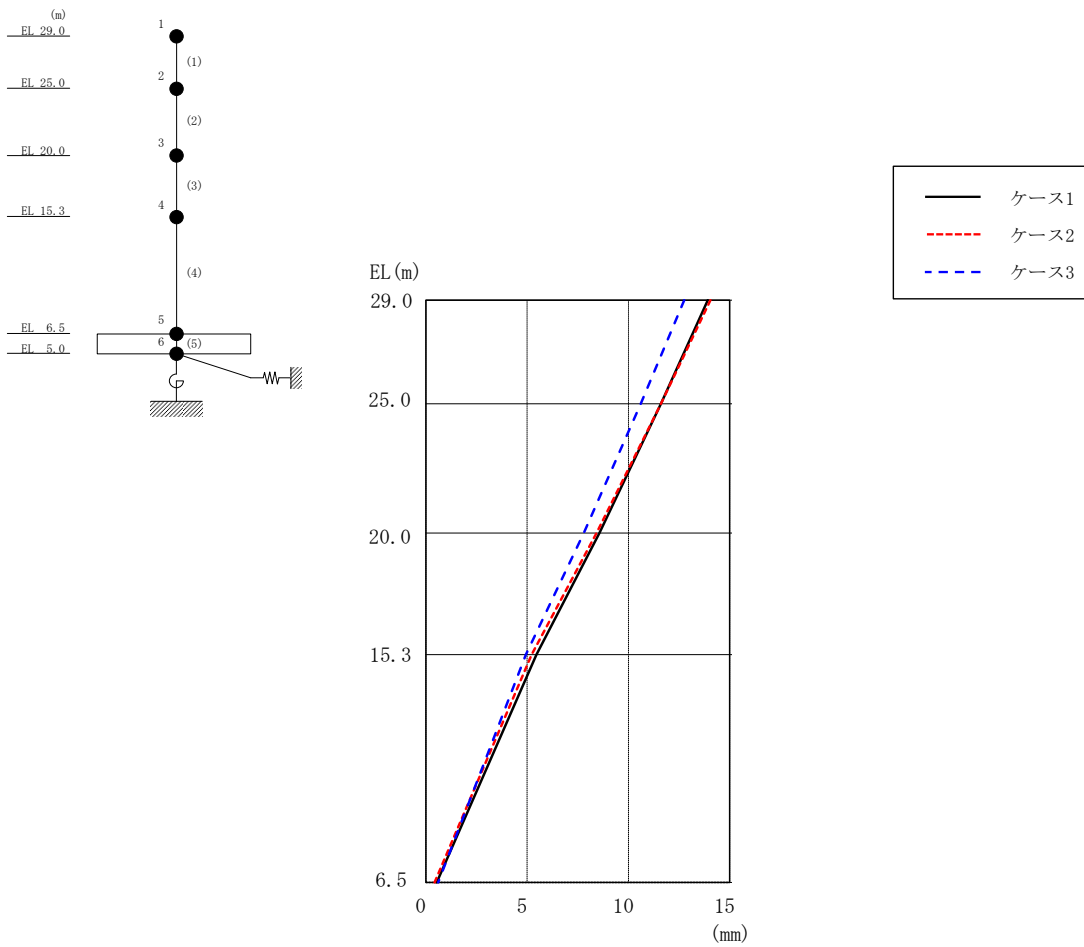


図 2-11 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW方向)

表 2-11 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	13.92	14.04	12.76
25.0	2	11.60	11.61	10.61
20.0	3	8.57	8.42	7.79
15.3	4	5.45	5.22	4.93
6.5	5	0.54	0.42	0.61

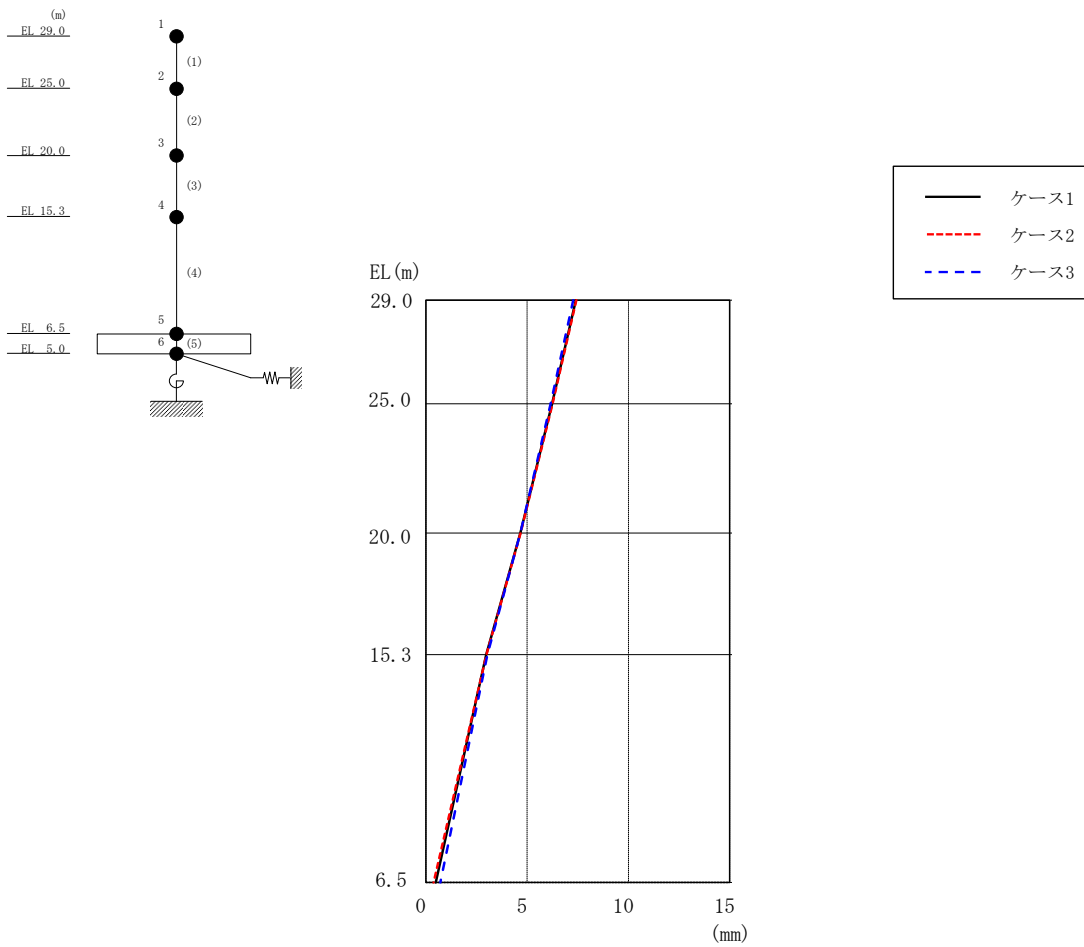


図 2-12 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-12 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0	1	7.41	7.42	7.27
25.0	2	6.23	6.25	6.16
20.0	3	4.66	4.67	4.66
15.3	4	2.97	2.99	3.04
6.5	5	0.49	0.38	0.72

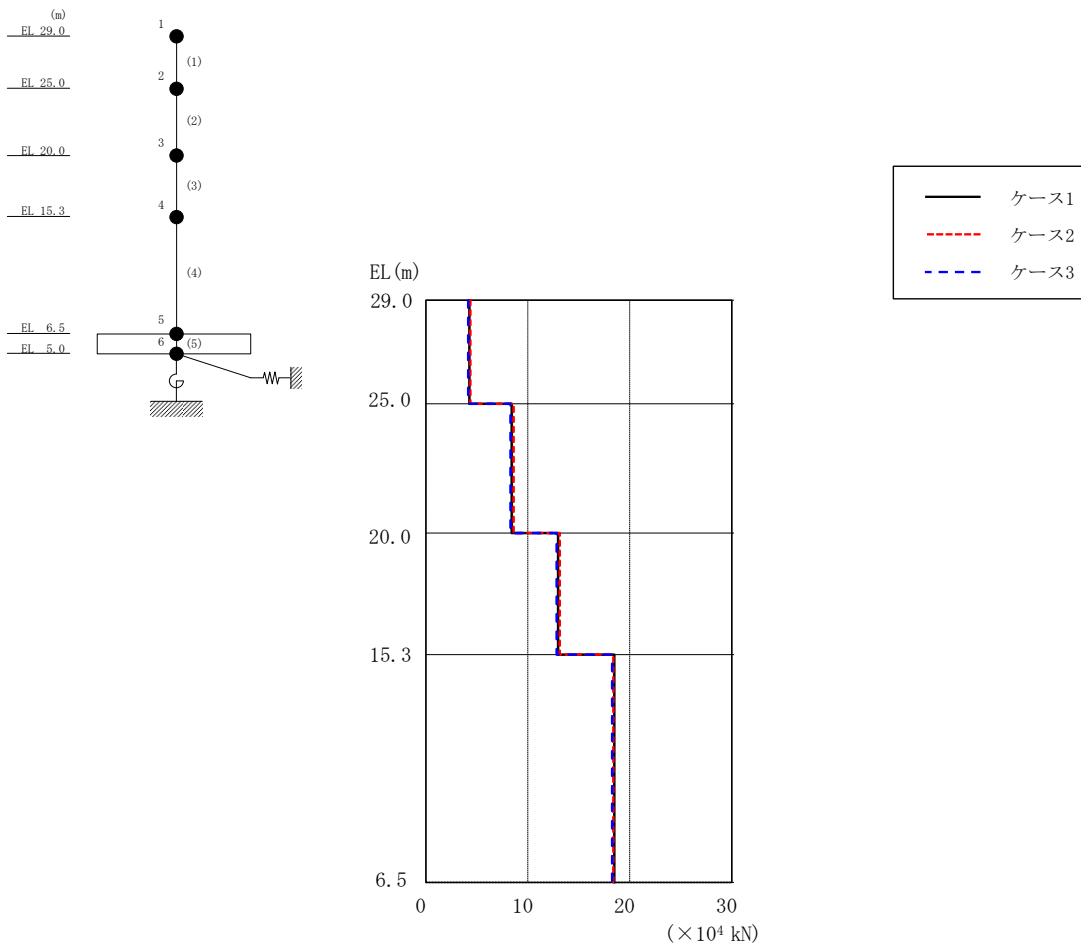


図 2-13 最大応答せん断力 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

表 2-13 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 $S_s - D$, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.28	4.37	4.14
25.0~20.0	2	8.43	8.60	8.30
20.0~15.3	3	13.0	13.1	12.8
15.3~6.5	4	18.5	18.4	18.3

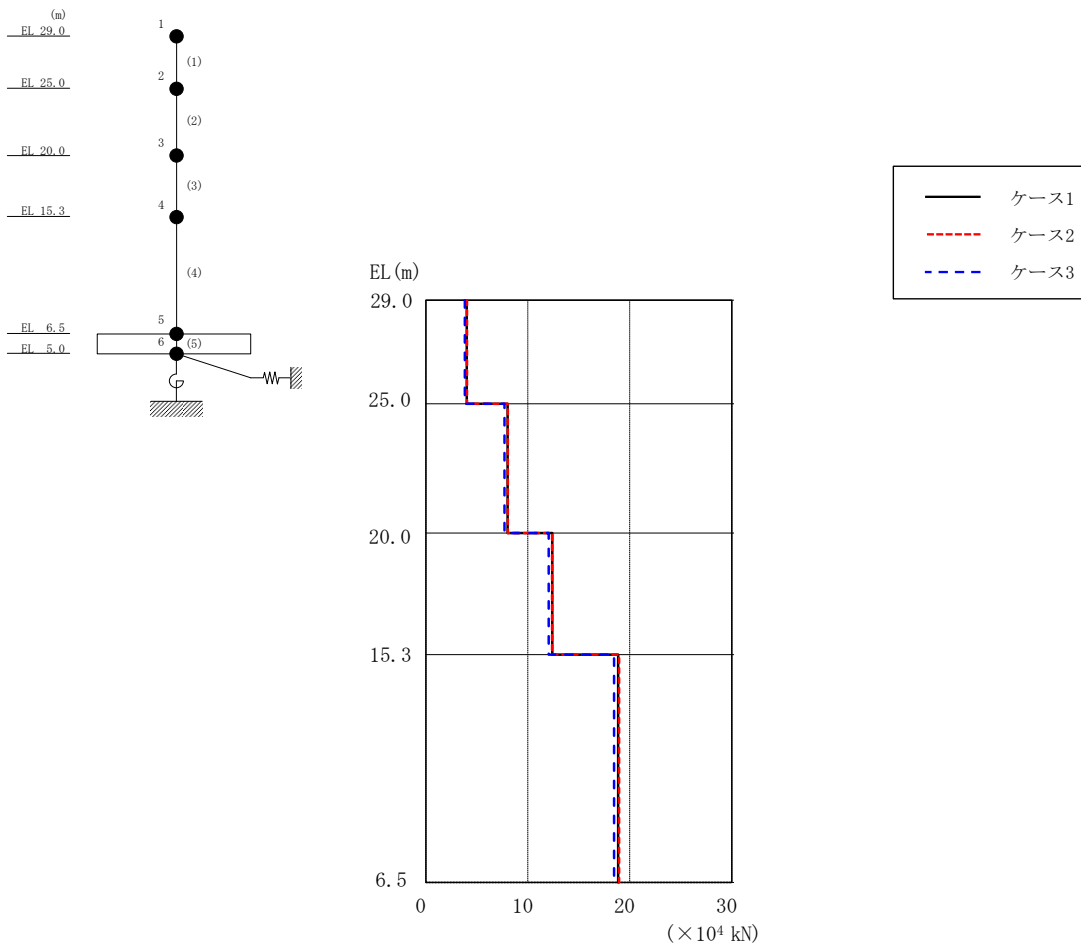


図 2-14 最大応答せん断力 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-14 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	4.02	4.03	3.83
25.0~20.0	2	8.03	8.03	7.71
20.0~15.3	3	12.4	12.4	12.0
15.3~6.5	4	18.9	19.0	18.5

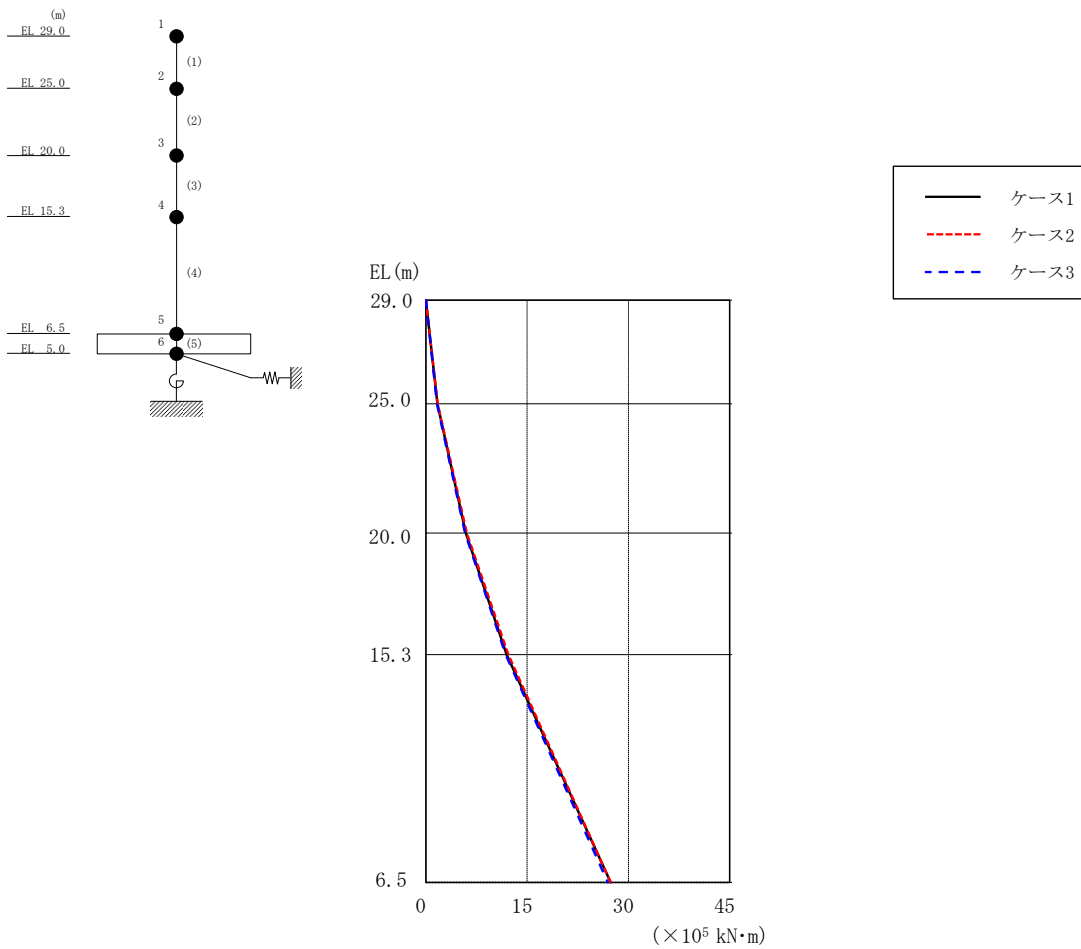


図 2-15 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-D, EW方向)

表 2-15 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.71	1.75	1.66
25.0~20.0	2	1.71	1.75	1.66
		5.93	6.05	5.81
20.0~15.3	3	5.93	6.05	5.81
		12.0	12.2	11.8
15.3~6.5	4	12.0	12.2	11.8
		27.4	27.4	26.9

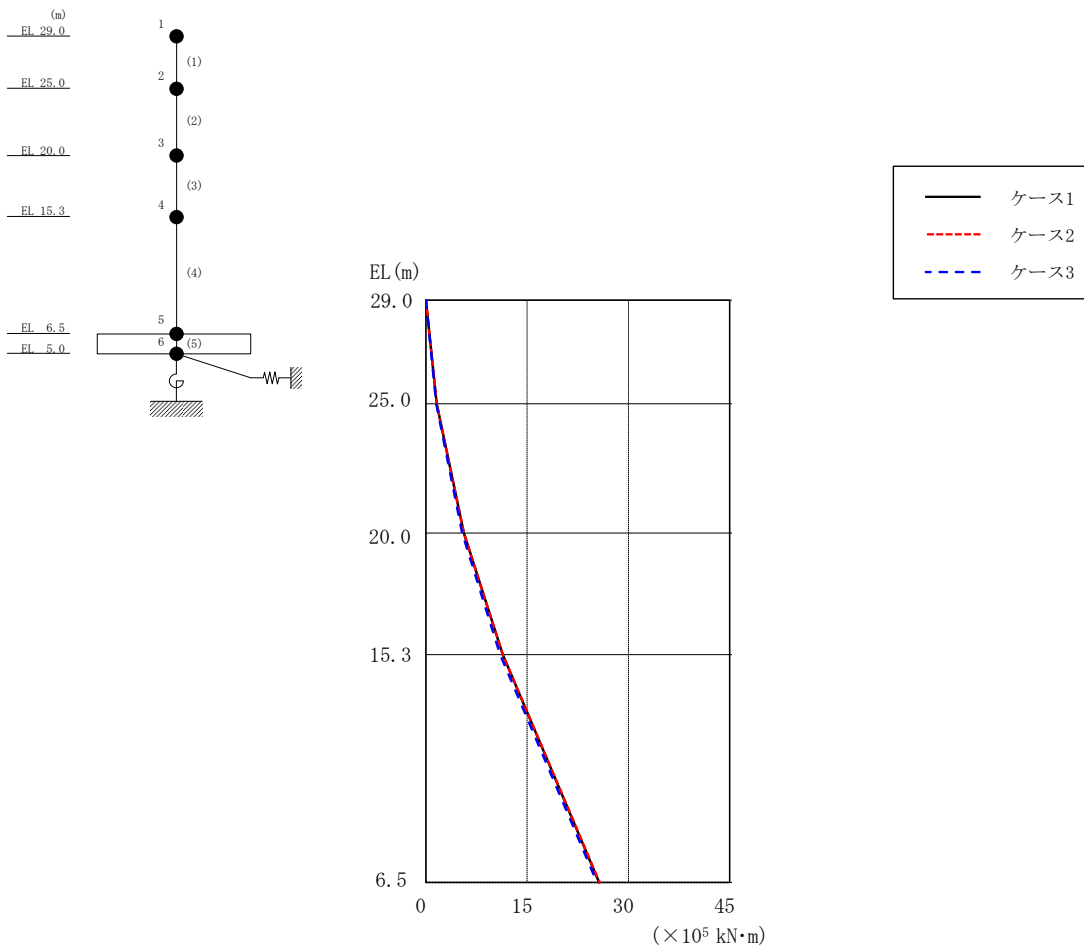
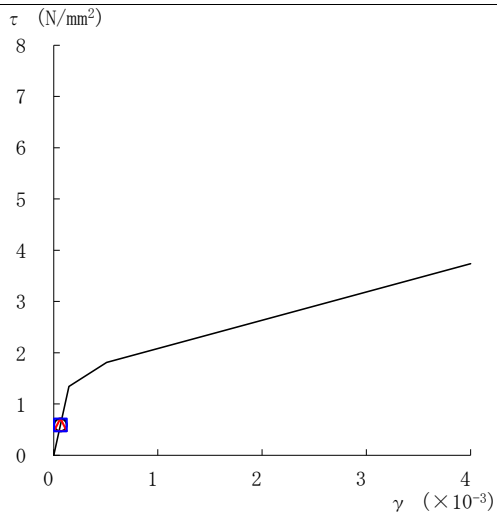


図 2-16 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

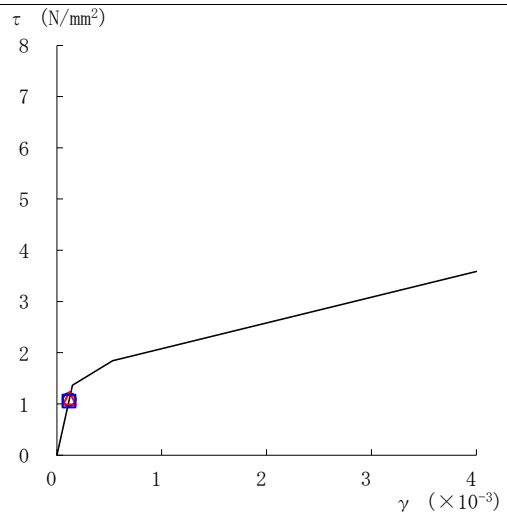
表 2-16 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)		
		ケース1	ケース2	ケース3
29.0~25.0	1	0.00	0.00	0.00
		1.61	1.61	1.53
25.0~20.0	2	1.61	1.61	1.53
		5.62	5.62	5.38
20.0~15.3	3	5.62	5.62	5.38
		11.4	11.4	11.0
15.3~6.5	4	11.4	11.4	11.0
		25.7	25.7	25.3

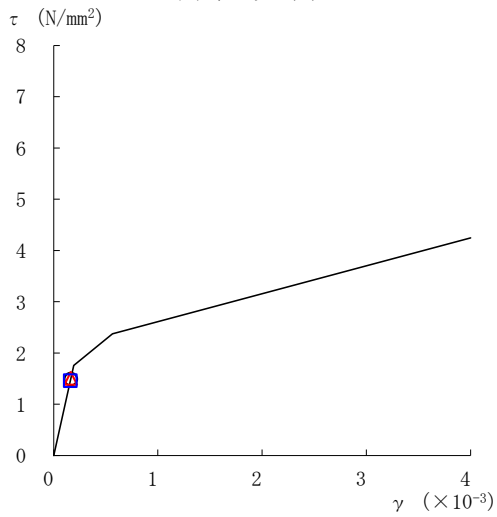
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



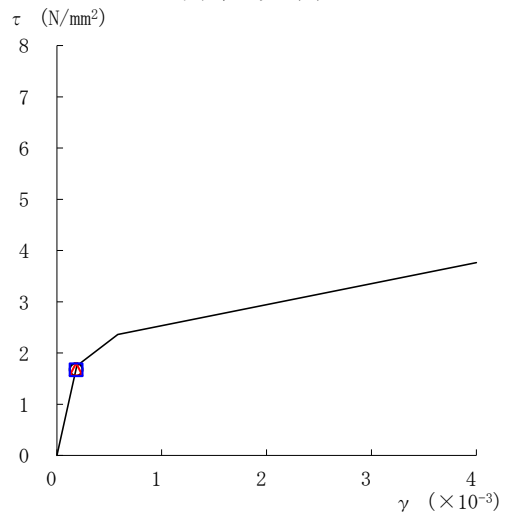
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

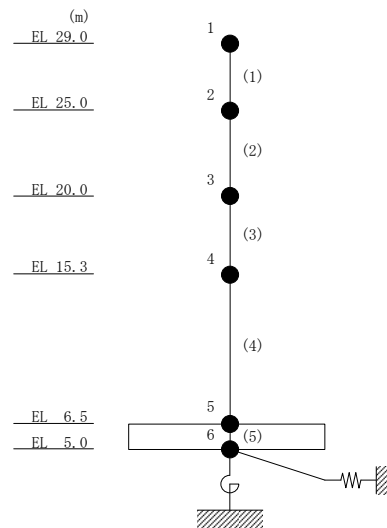
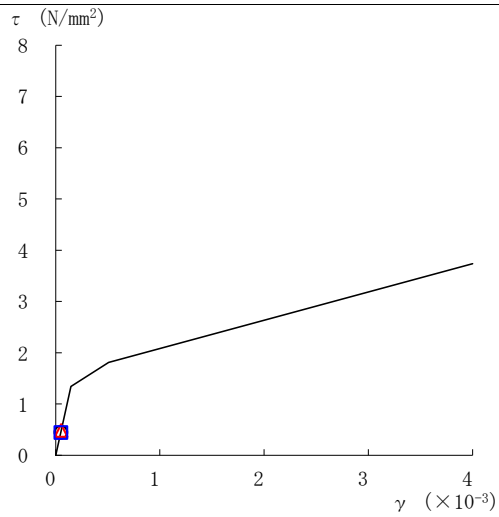
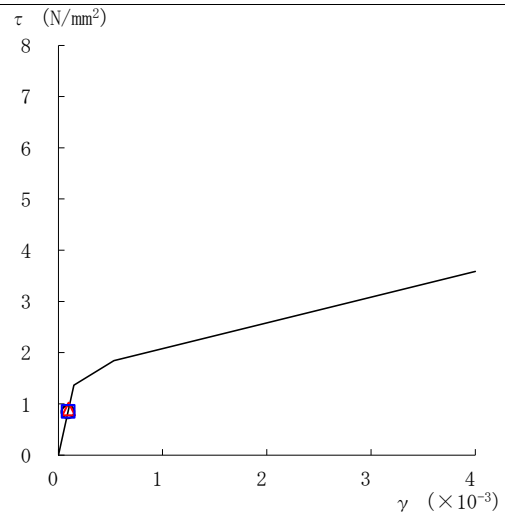


図 2-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - D, NS 方向)

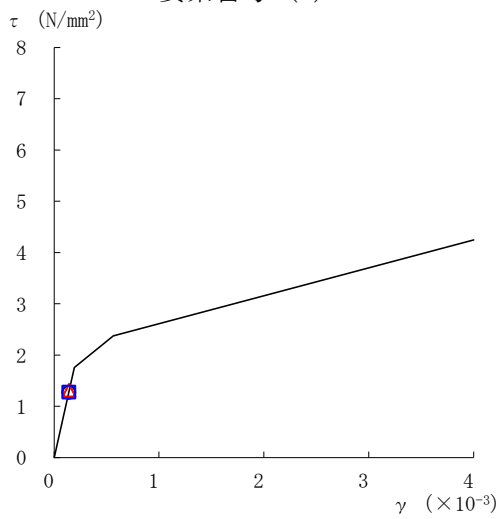
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



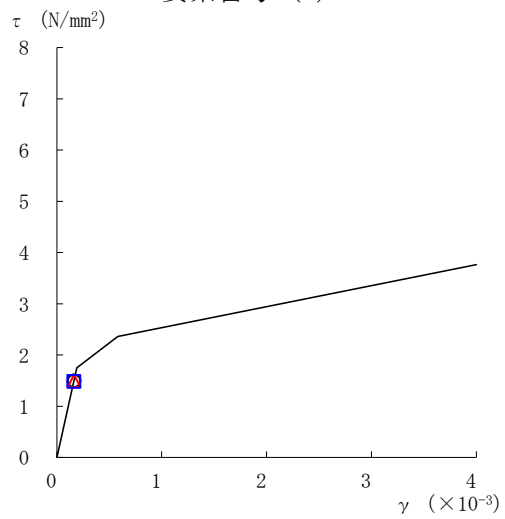
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

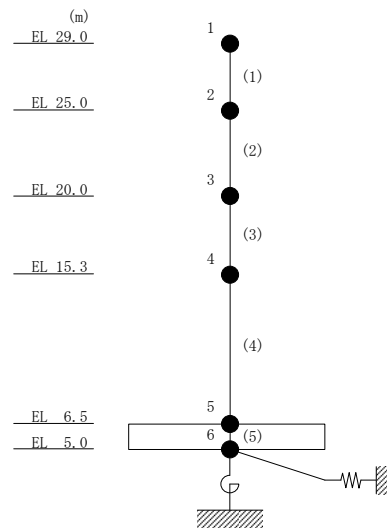
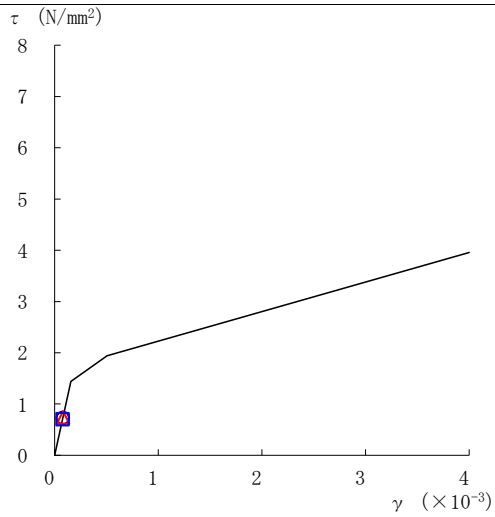
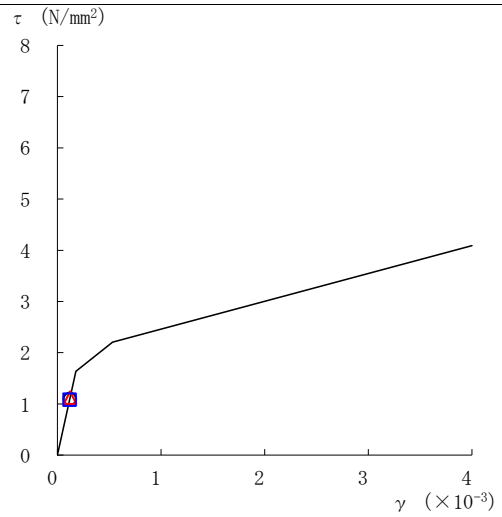


図 2-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

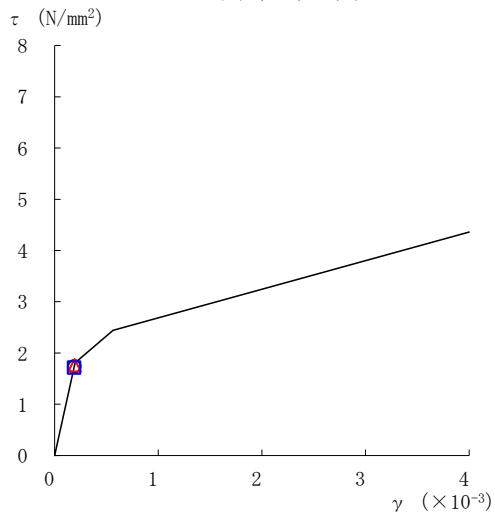
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



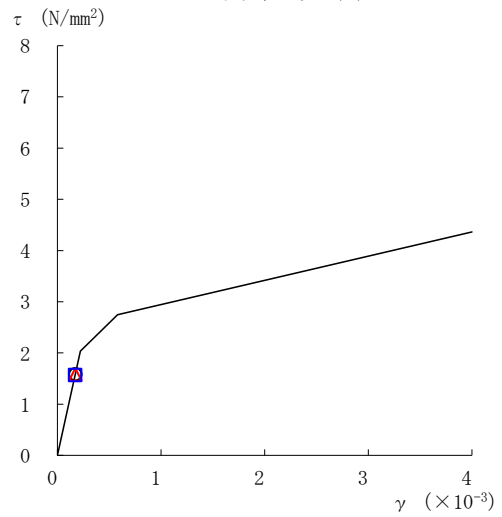
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

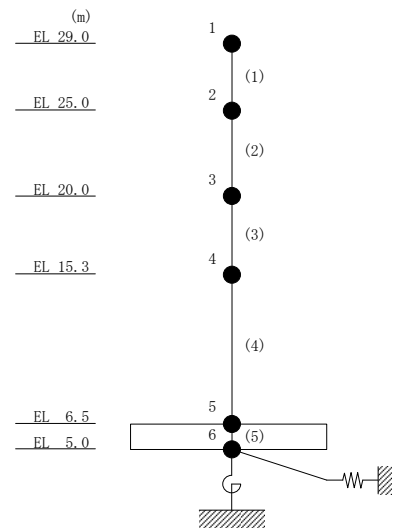
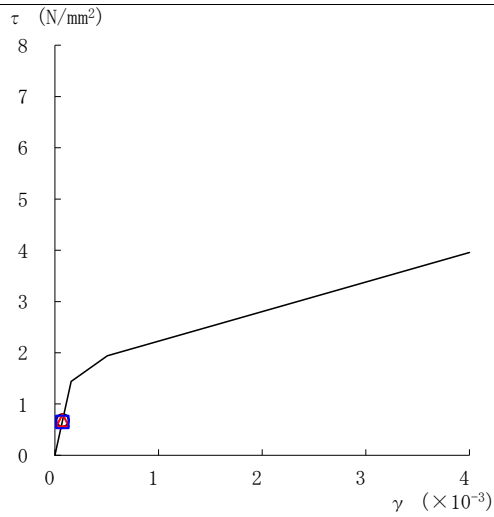
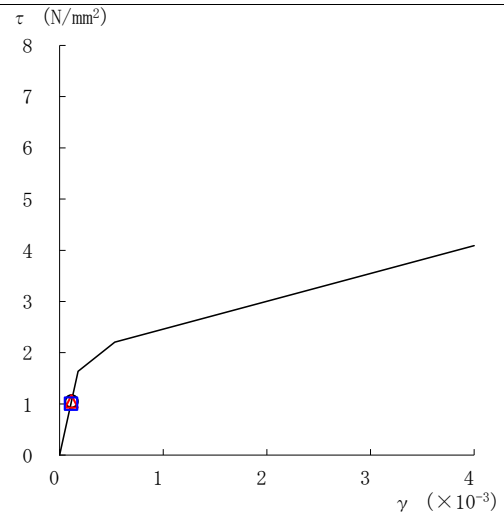


図 2-19 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

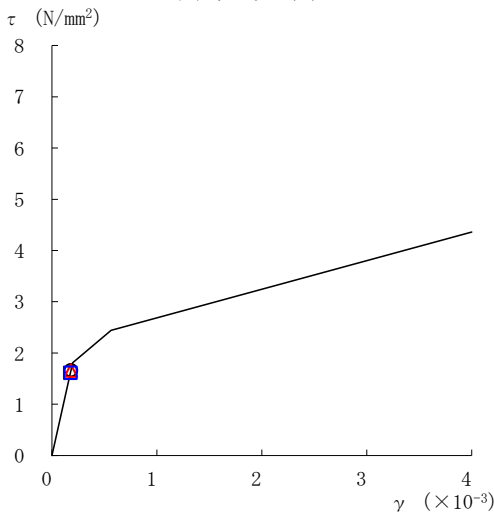
○ ケース 1 △ ケース 2 □ ケース 3



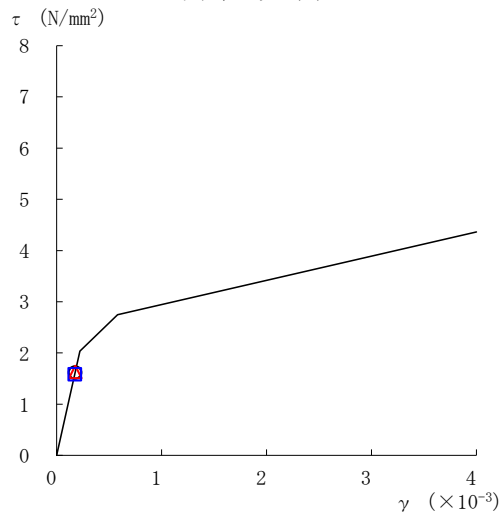
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

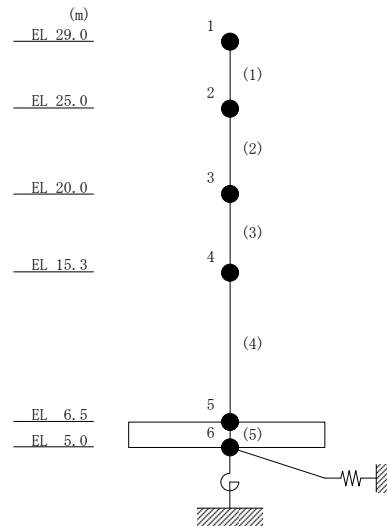


図 2-20 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-17 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F 2$	0.710	3.22	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-18 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 2)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.803	3.83	100
$S_s - F 2$	0.720	3.28	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.686	3.15	100
$S_s - F 2$	0.671	3.05	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-19 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 3)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.800	3.81	100
$S_s - F 2$	0.714	3.24	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.699	3.24	100
$S_s - F 2$	0.672	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が、島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

2.2 積雪荷重との組合せ

積雪荷重との組合せを考慮した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果を図 2-21～図 2-40 及び表 2-20～表 2-37 に示す。

以後、基本ケースをケース 1、積雪荷重との組合せを考慮したケースをケース 4 として示す。

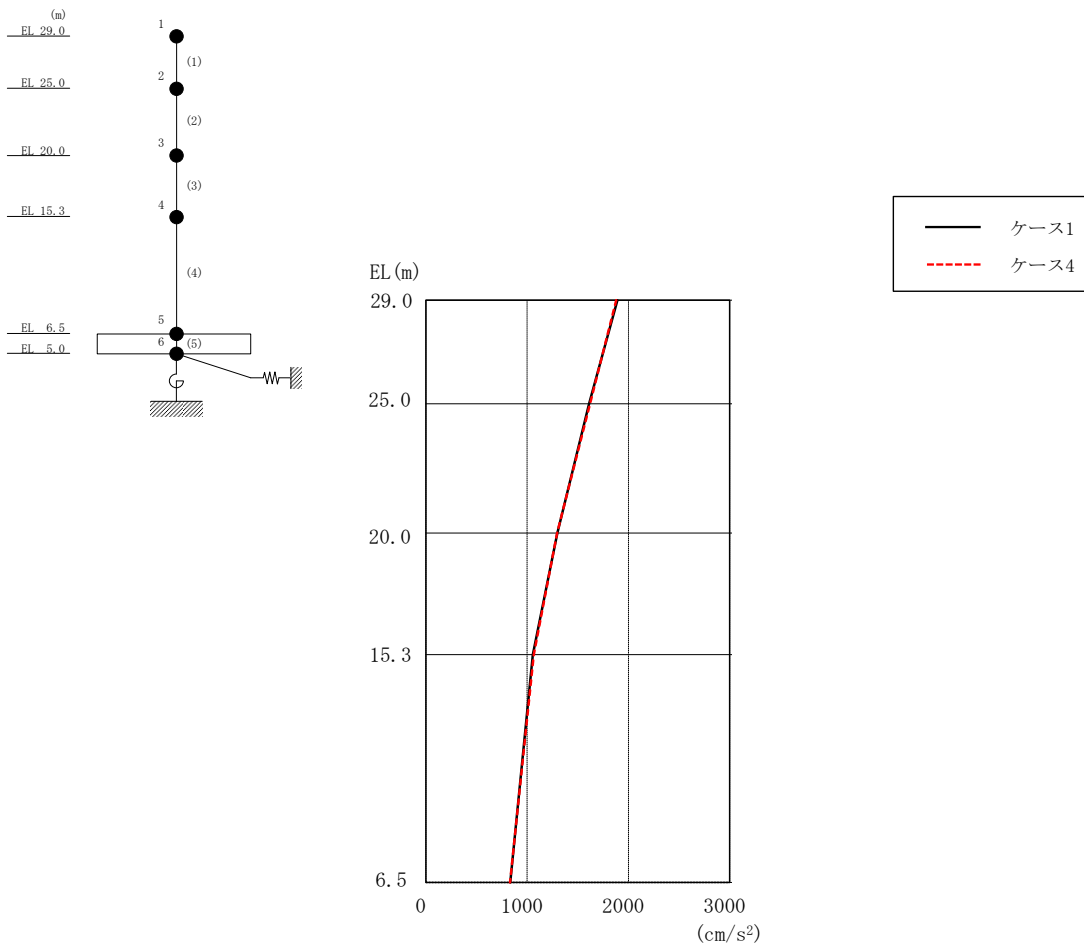


図 2-21 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

表 2-20 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1892	1878
25.0	2	1611	1621
20.0	3	1299	1297
15.3	4	1057	1065
6.5	5	832	831

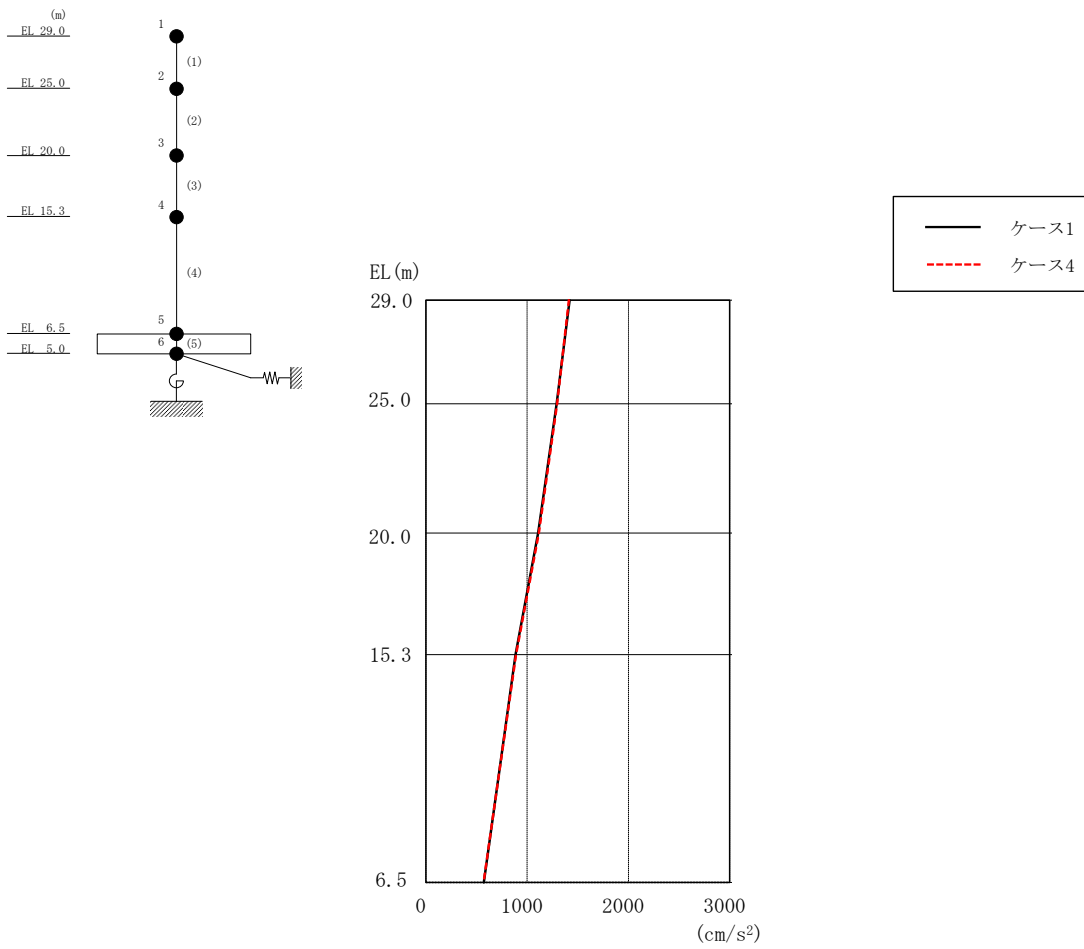


図 2-22 最大応答加速度（基準地震動 S s - F 2，NS 方向）

表 2-21 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1419	1412
25.0	2	1290	1296
20.0	3	1109	1116
15.3	4	886	889
6.5	5	571	571

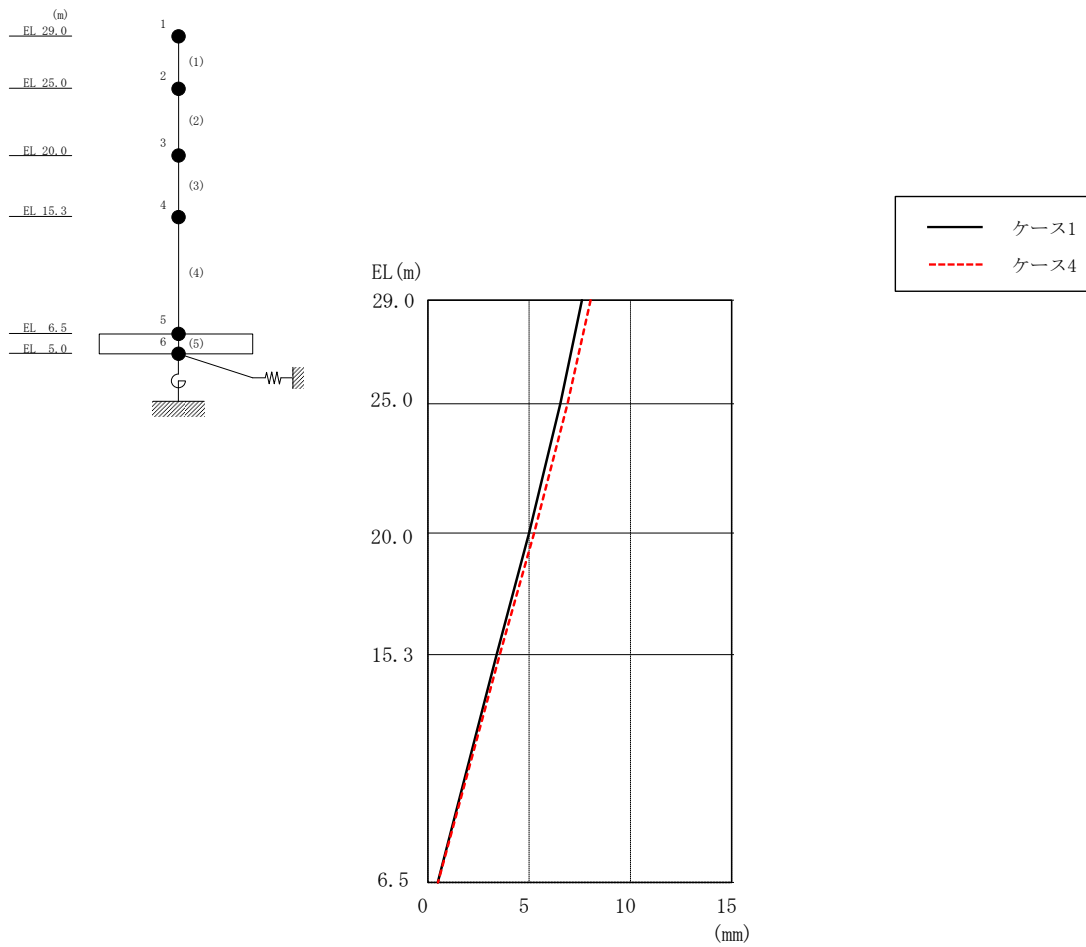


図 2-23 最大応答変位 (基準地震動 S s-D, N S 方向)

表 2-22 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s-D, N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	7.61	8.03
25.0	2	6.54	6.89
20.0	3	5.00	5.25
15.3	4	3.39	3.55
6.5	5	0.49	0.50

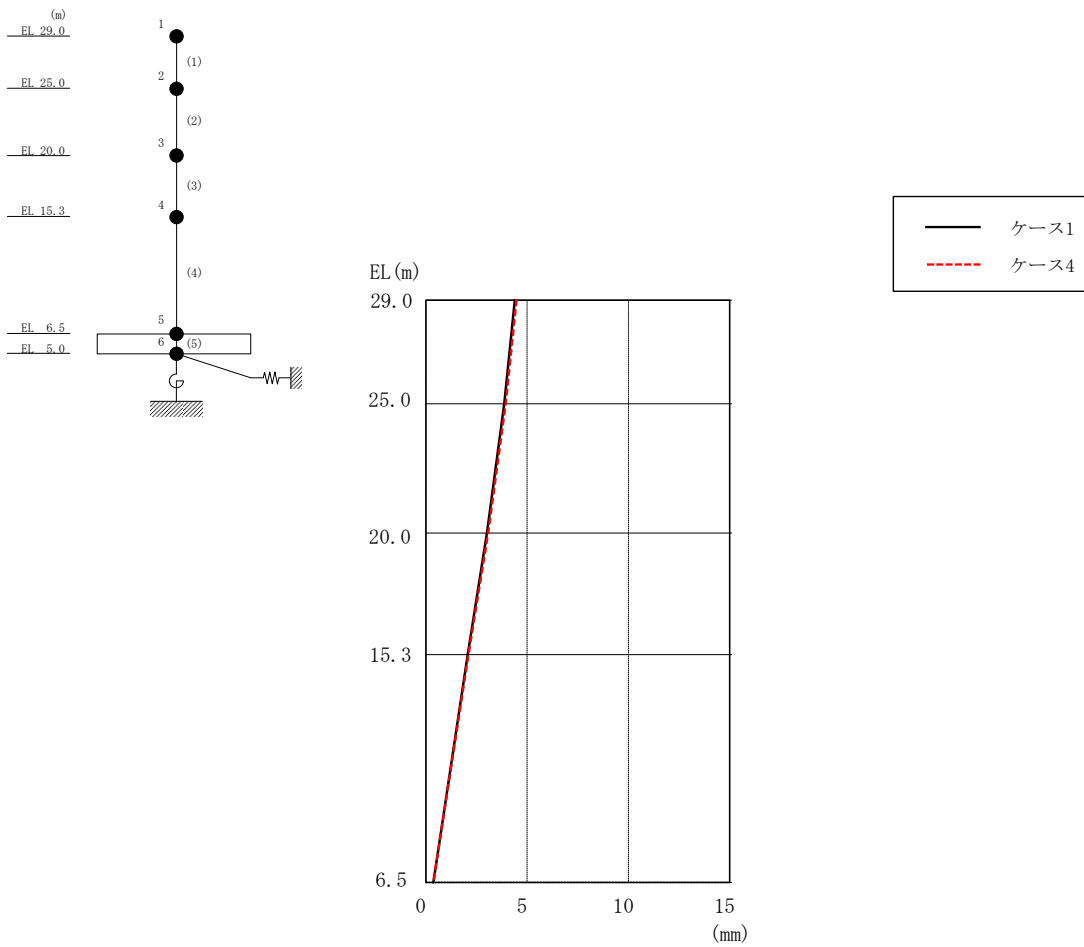


図 2-24 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

表 2-23 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	4.39	4.47
25.0	2	3.87	3.94
20.0	3	3.02	3.07
15.3	4	2.06	2.10
6.5	5	0.37	0.37

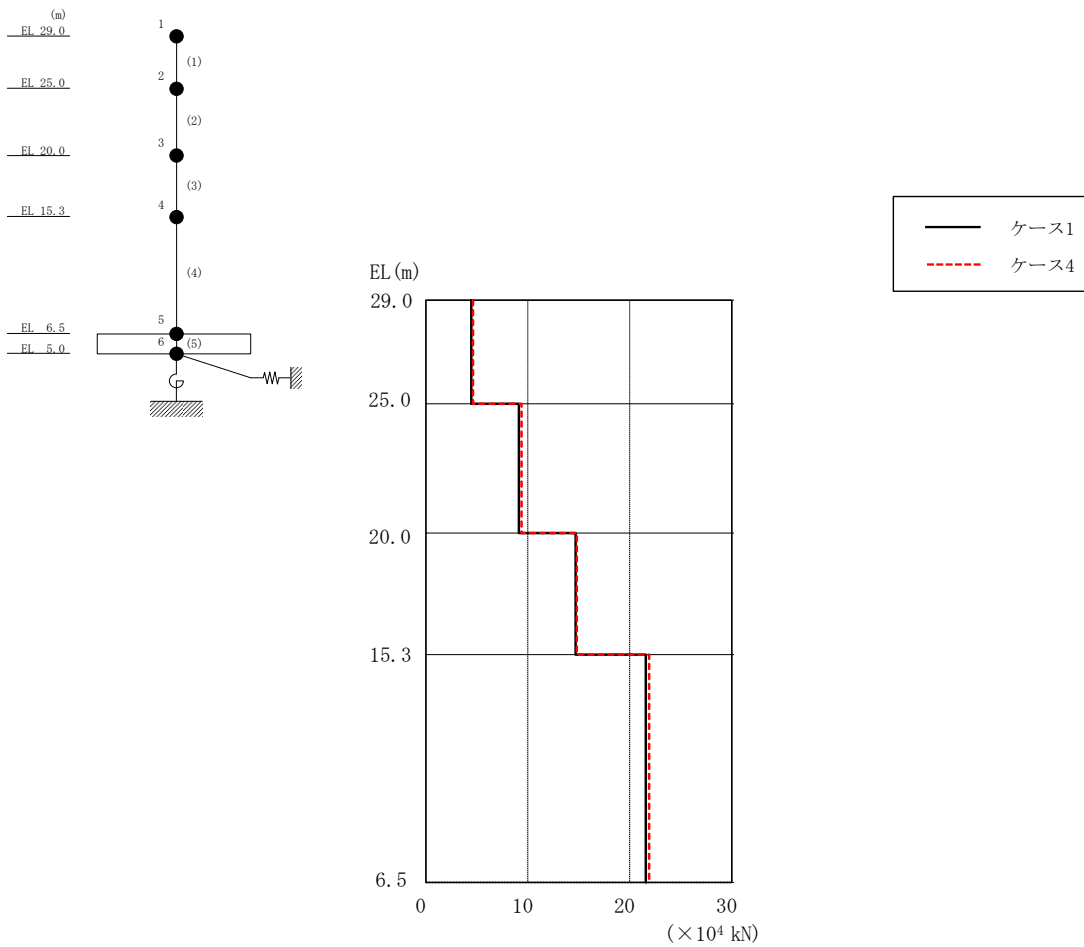


図 2-25 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

表 2-24 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.45	4.62
25.0~20.0	2	9.13	9.38
20.0~15.3	3	14.7	14.8
15.3~6.5	4	21.6	21.9

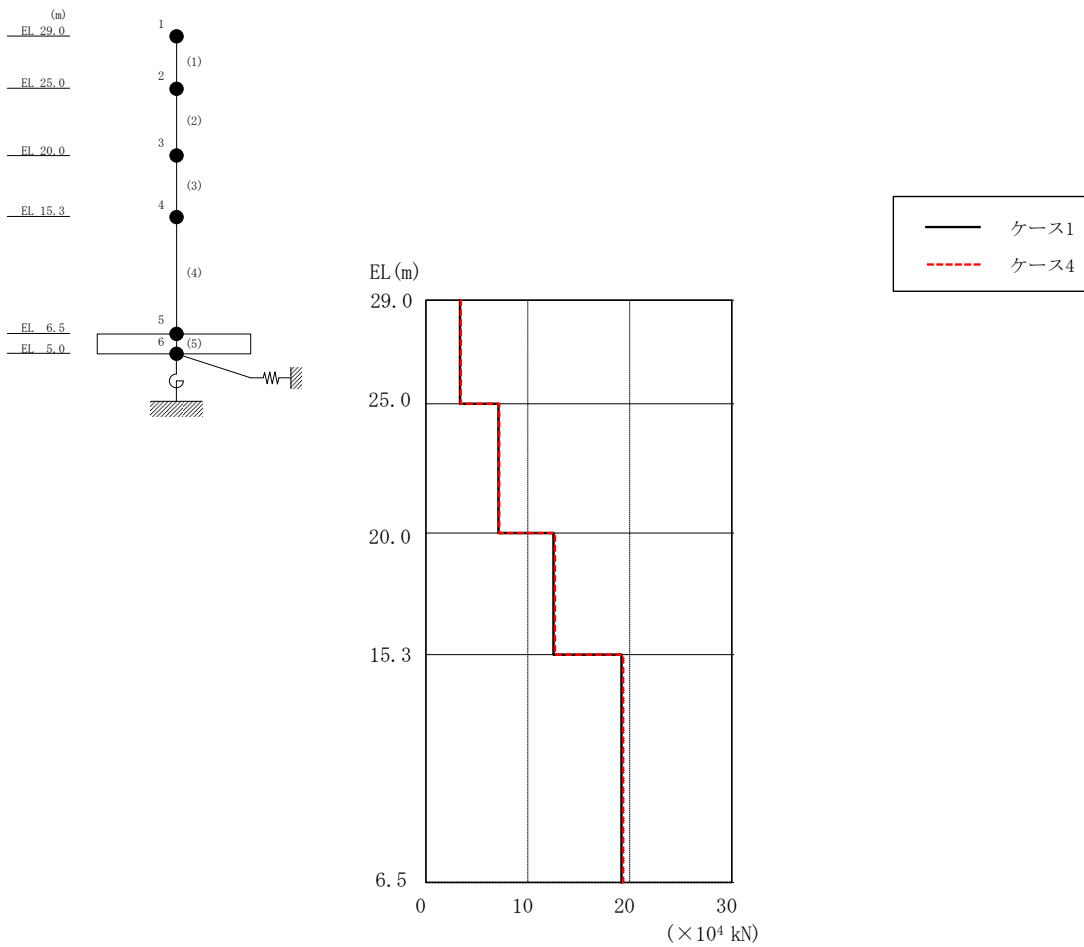


図 2-26 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-25 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	3.35	3.41
25.0~20.0	2	7.11	7.20
20.0~15.3	3	12.5	12.7
15.3~6.5	4	19.2	19.3

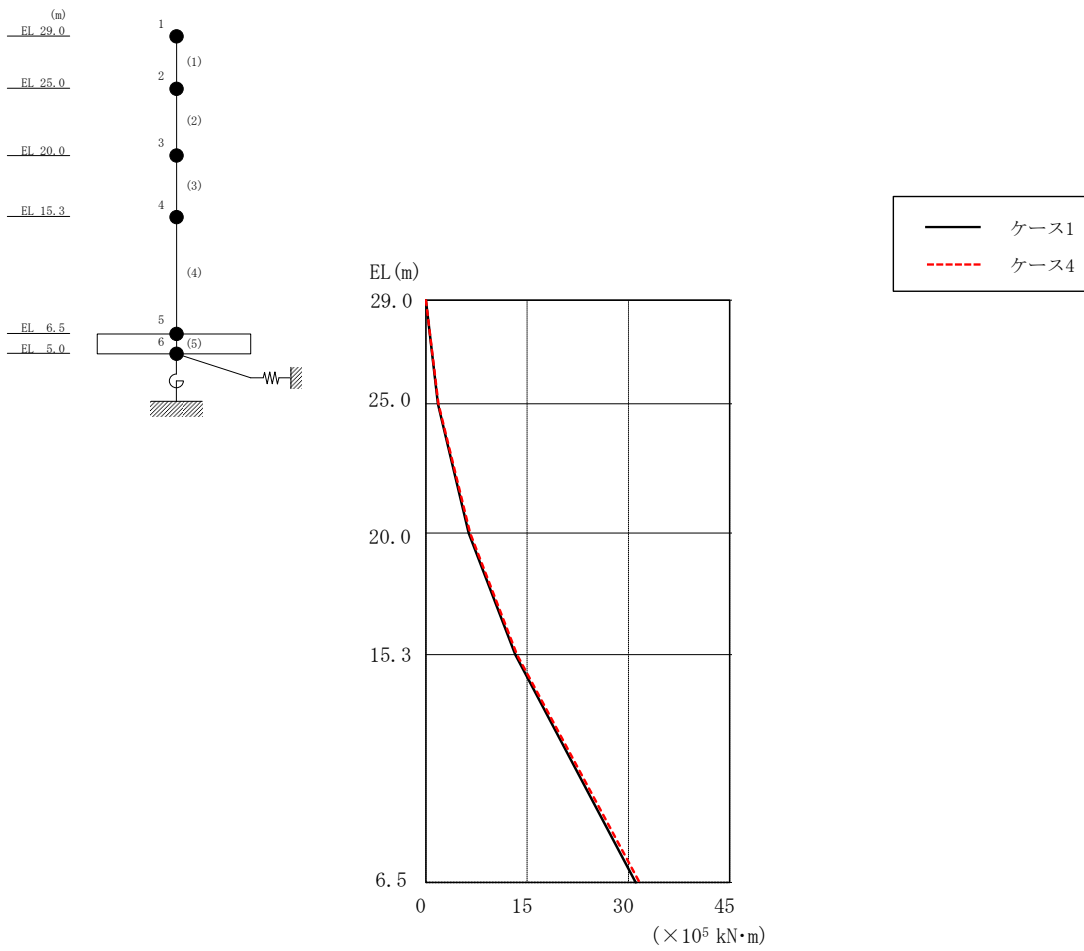


図 2-27 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s -D, NS 方向)

表 2-26 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.78	1.85
25.0~20.0	2	1.78	1.85
		6.34	6.54
20.0~15.3	3	6.34	6.54
		13.2	13.5
15.3~6.5	4	13.2	13.5
		31.1	31.6

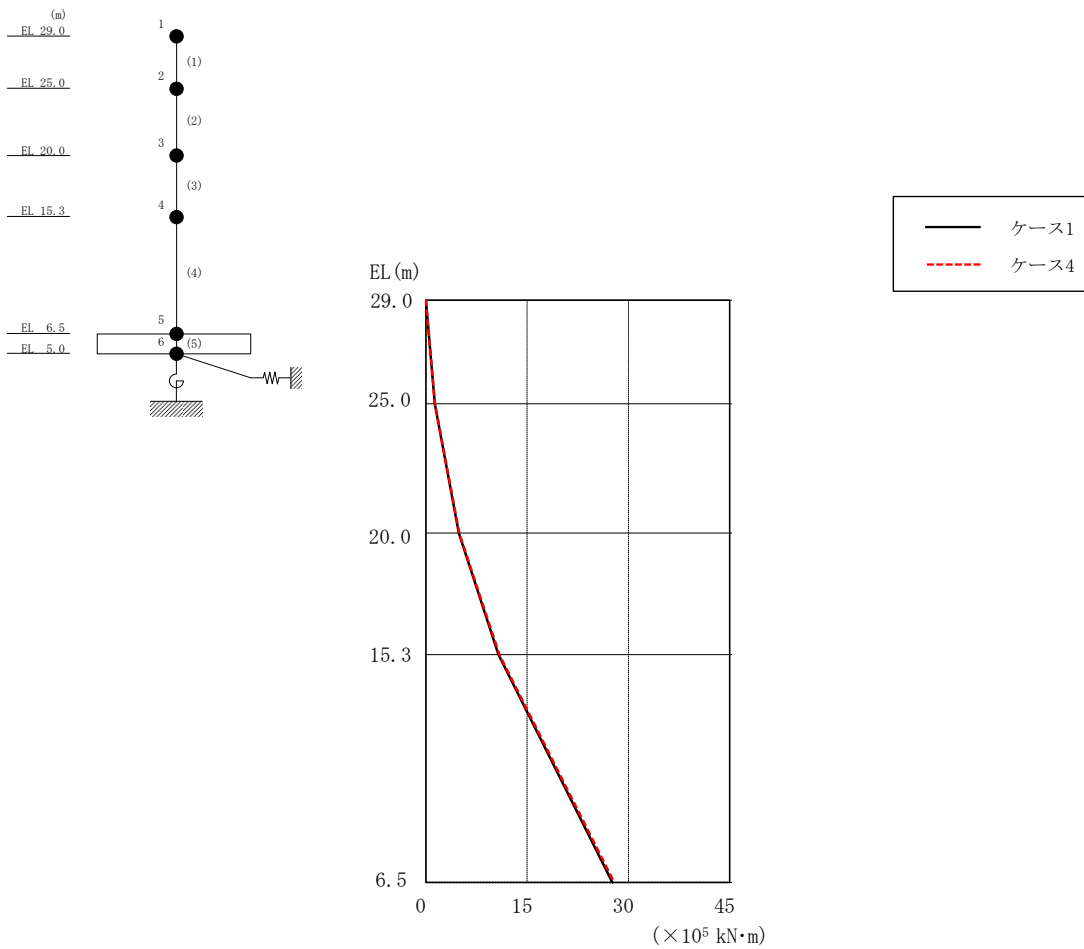


図 2-28 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

表 2-27 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答 曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.34	1.36
25.0~20.0	2	1.34	1.36
		4.87	4.96
20.0~15.3	3	4.87	4.96
		10.8	10.9
15.3~6.5	4	10.8	10.9
		27.6	27.9

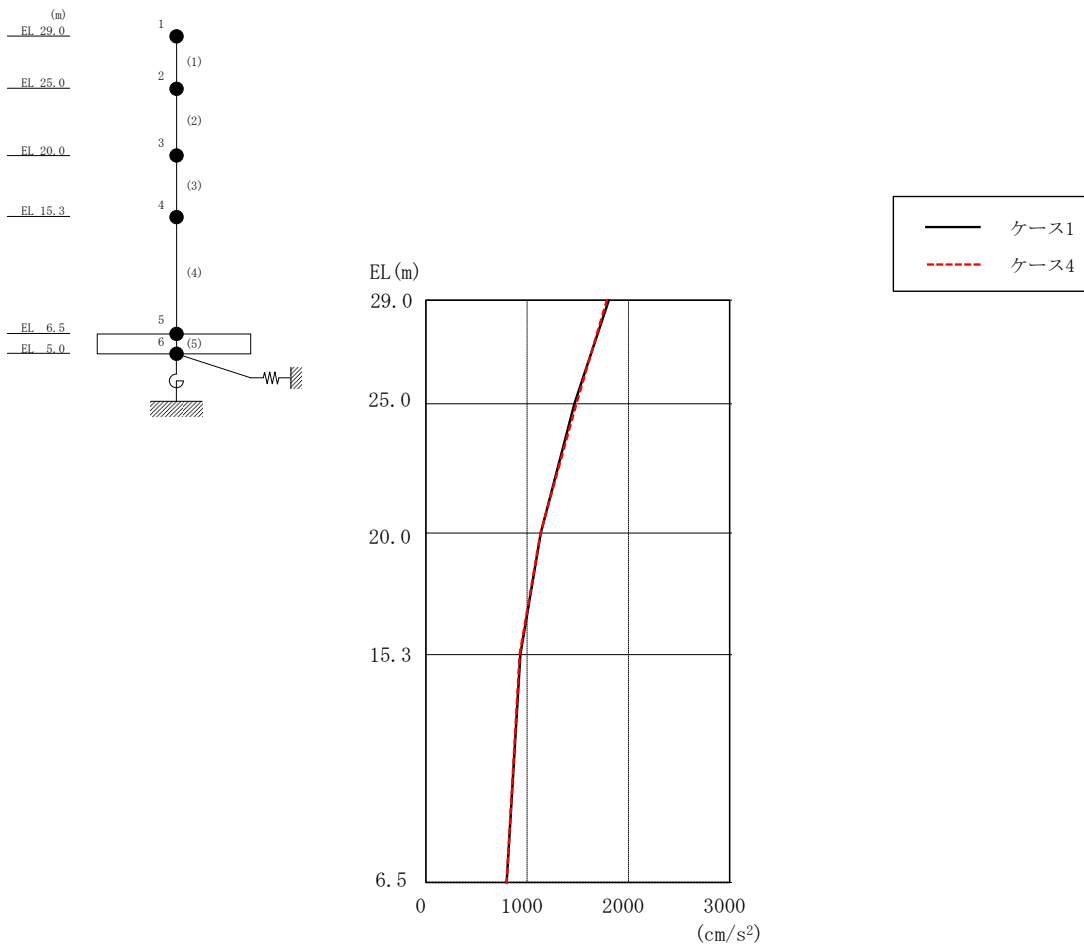


図 2-29 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-28 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1806	1788
25.0	2	1466	1485
20.0	3	1135	1132
15.3	4	932	925
6.5	5	798	796

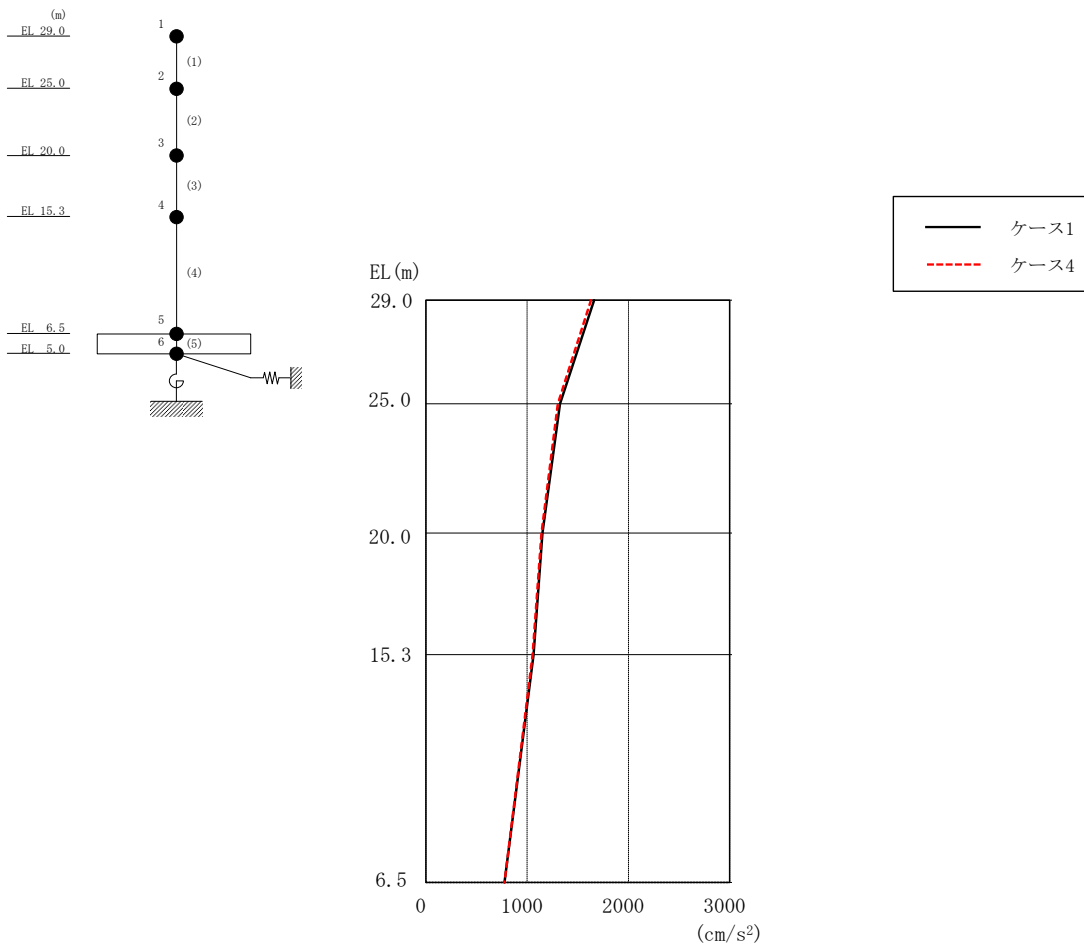


図 2-30 最大応答加速度（基準地震動 S s - F 2，EW 方向）

表 2-29 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s - F 2，EW 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	1662	1629
25.0	2	1325	1303
20.0	3	1152	1141
15.3	4	1064	1054
6.5	5	776	776

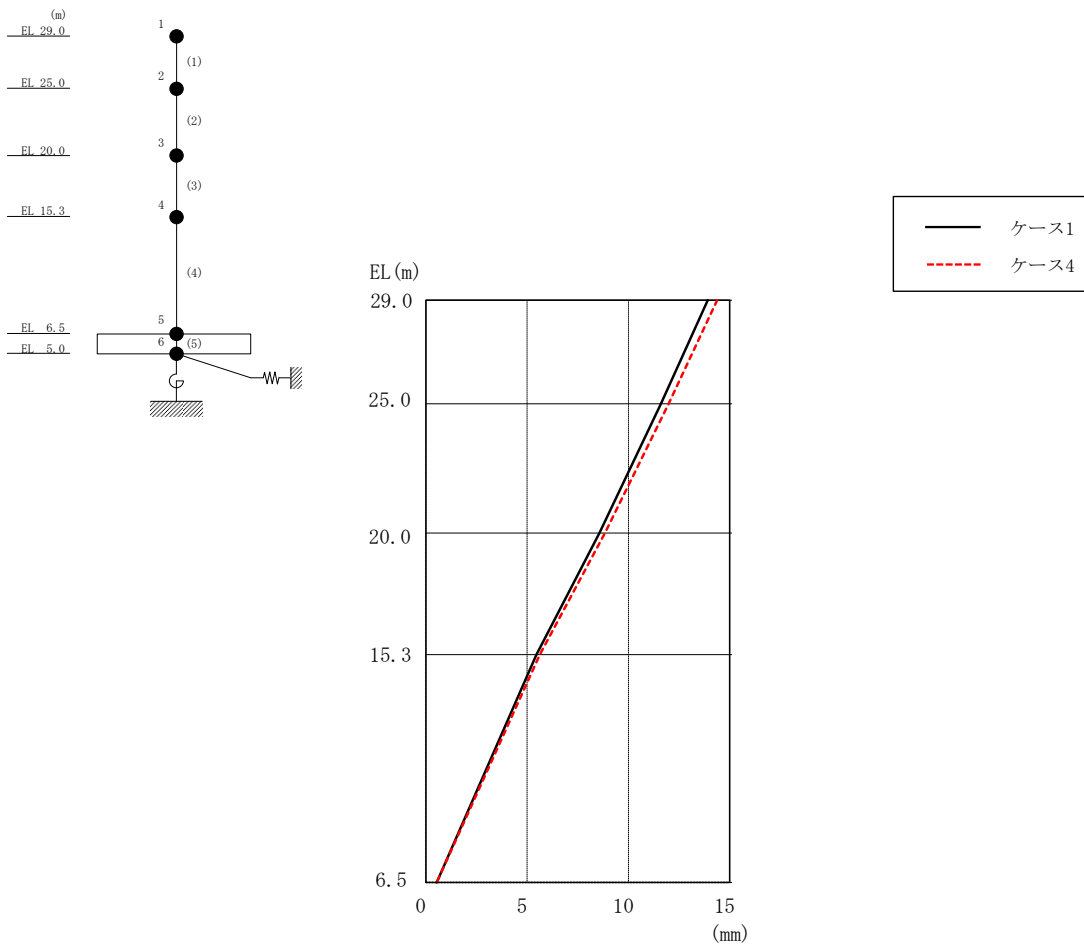


図 2-31 最大応答変位 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

表 2-30 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - D, EW 方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	13.92	14.38
25.0	2	11.60	11.98
20.0	3	8.57	8.84
15.3	4	5.45	5.63
6.5	5	0.54	0.53

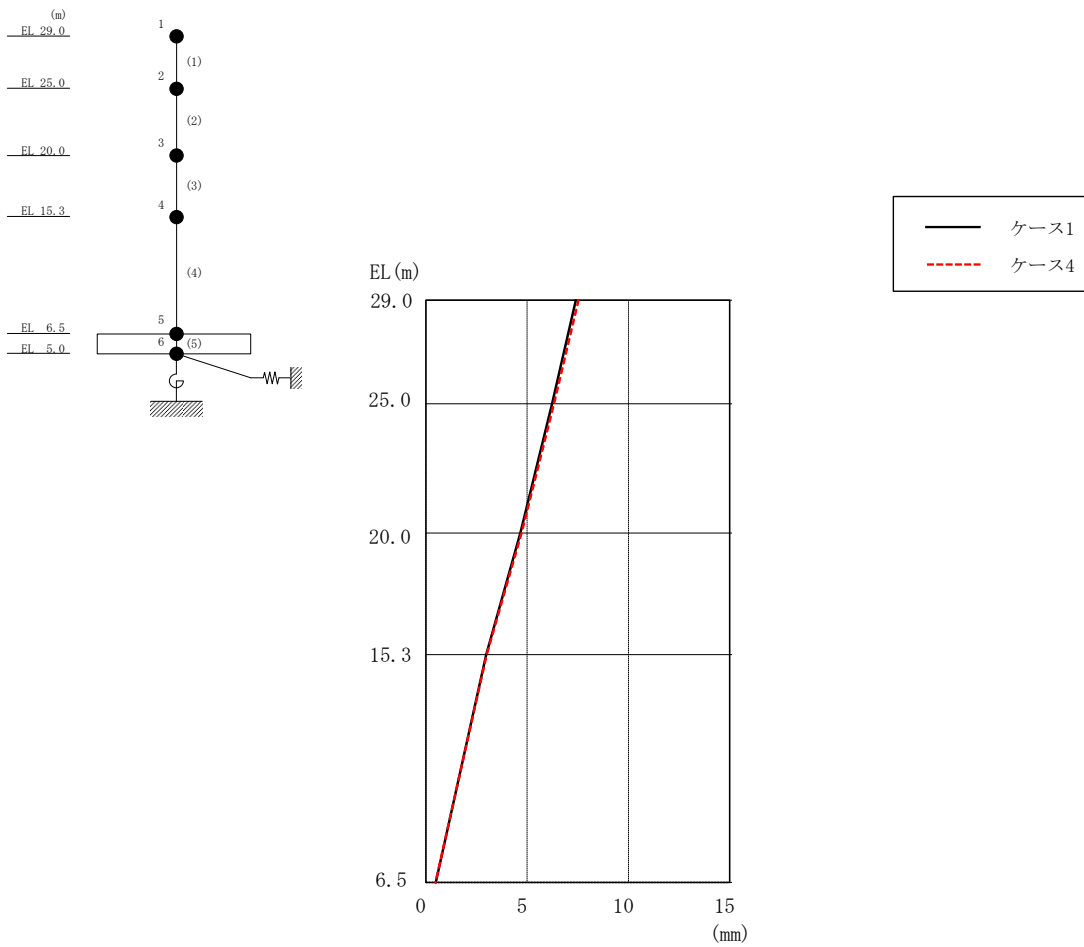


図 2-32 最大応答変位 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-31 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		ケース1	ケース4
29.0	1	7.41	7.53
25.0	2	6.23	6.33
20.0	3	4.66	4.72
15.3	4	2.97	3.00
6.5	5	0.49	0.48

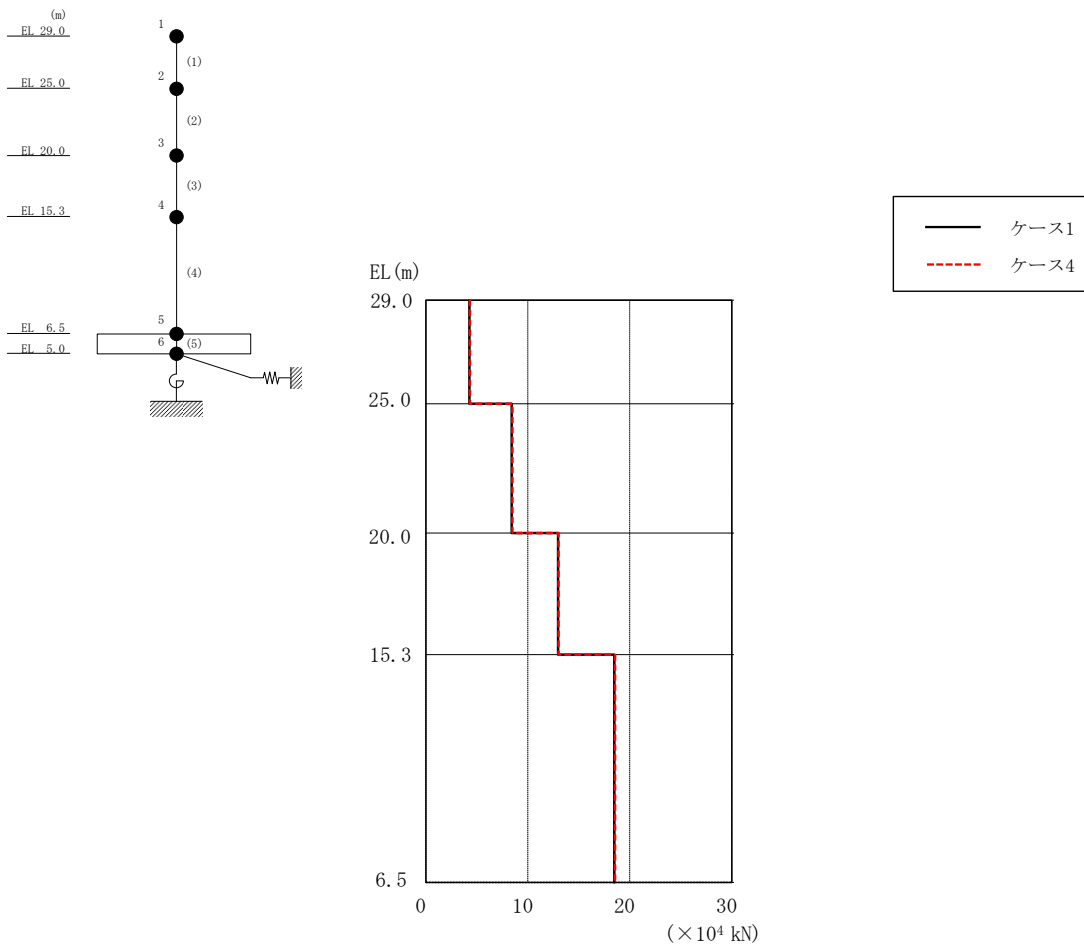


図 2-33 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

表 2-32 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-D, EW方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.28	4.32
25.0~20.0	2	8.43	8.48
20.0~15.3	3	13.0	13.0
15.3~6.5	4	18.5	18.5

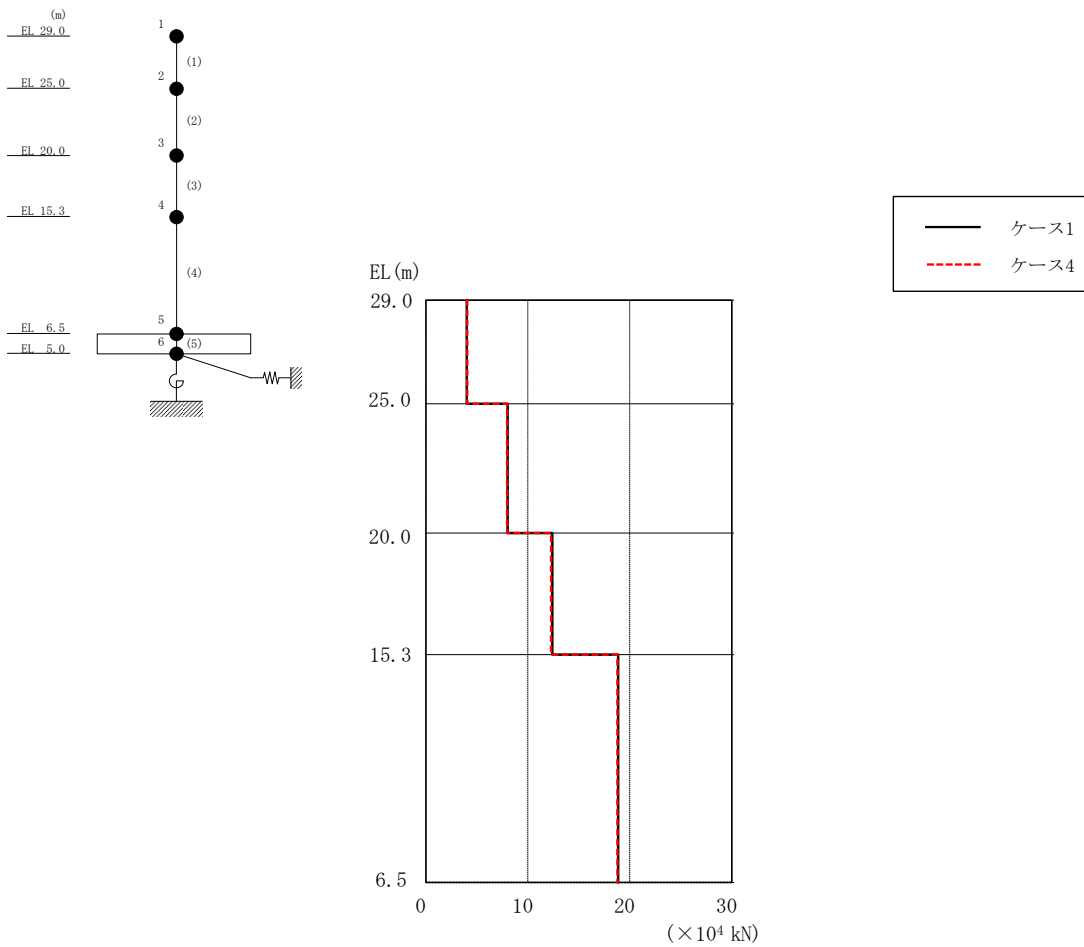


図 2-34 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

表 2-33 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S_s-F 2, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁴ kN)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	4.02	4.05
25.0~20.0	2	8.03	7.97
20.0~15.3	3	12.4	12.3
15.3~6.5	4	18.9	18.8

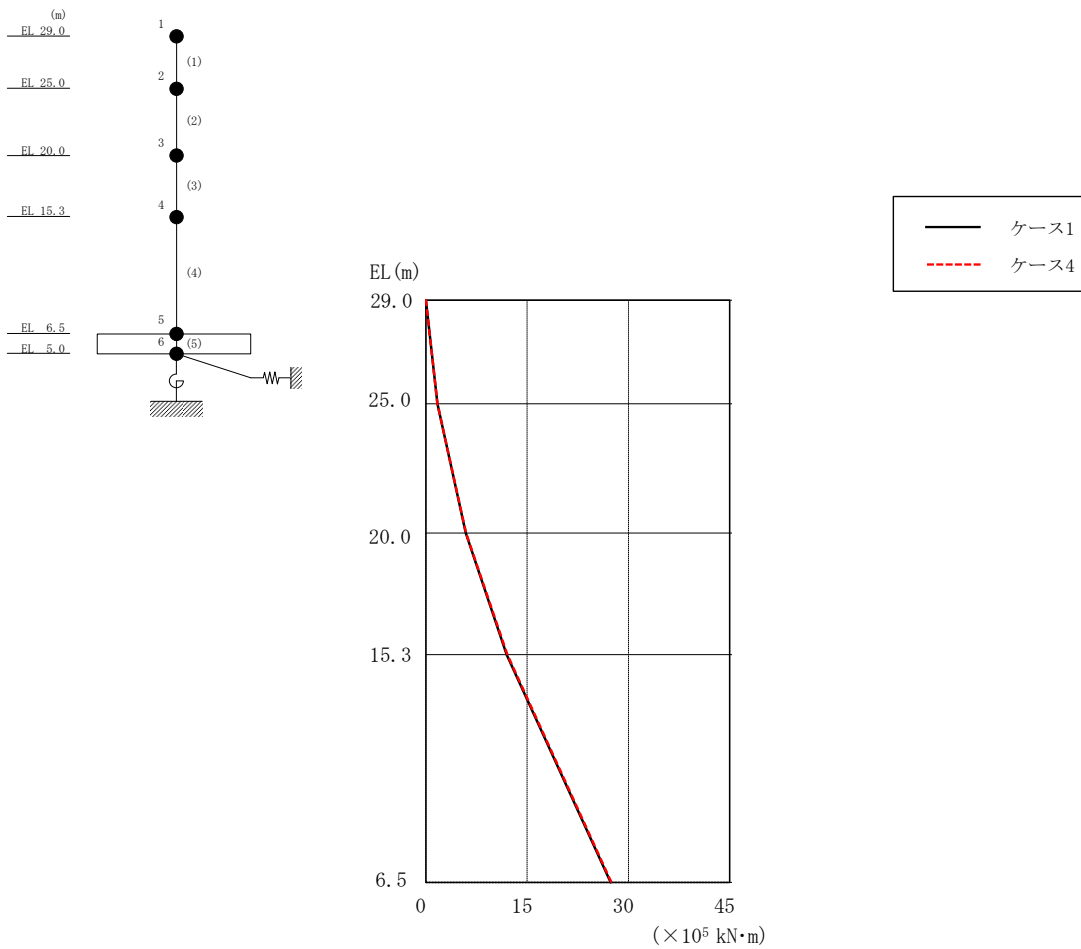


図 2-35 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s -D, EW方向)

表 2-34 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S s -D, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.71	1.73
25.0~20.0	2	1.71	1.73
		5.93	5.96
20.0~15.3	3	5.93	5.96
		12.0	12.1
15.3~6.5	4	12.0	12.1
		27.4	27.5

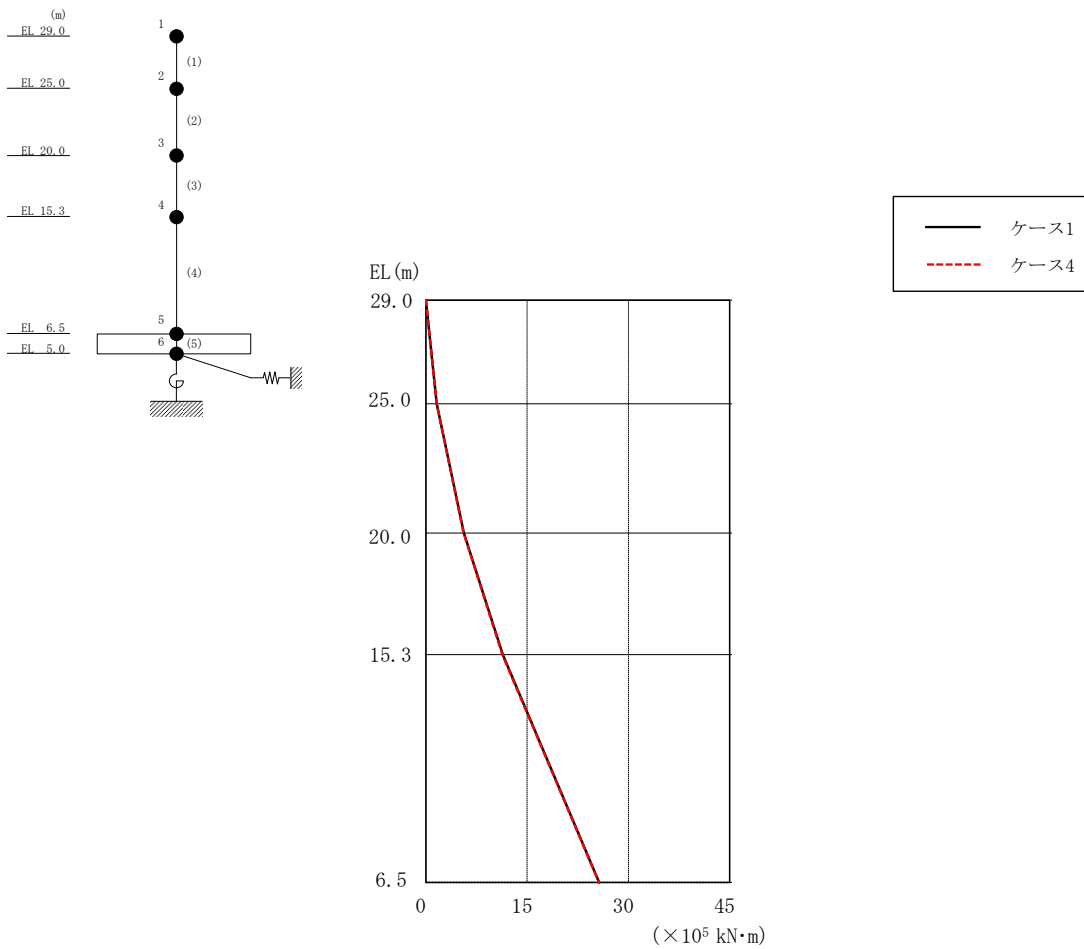
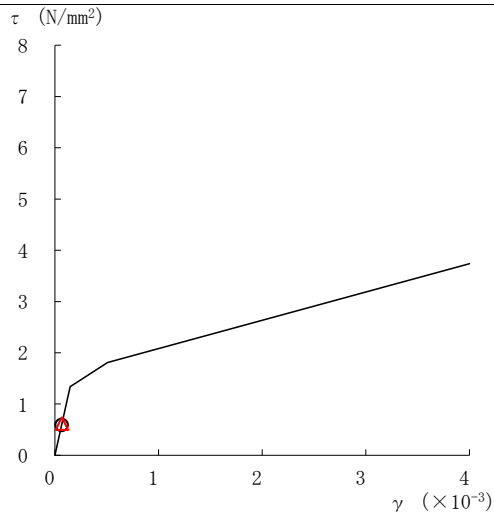


図 2-36 最大応答曲げモーメント (基準地震動 $S_s - F 2$, EW方向)

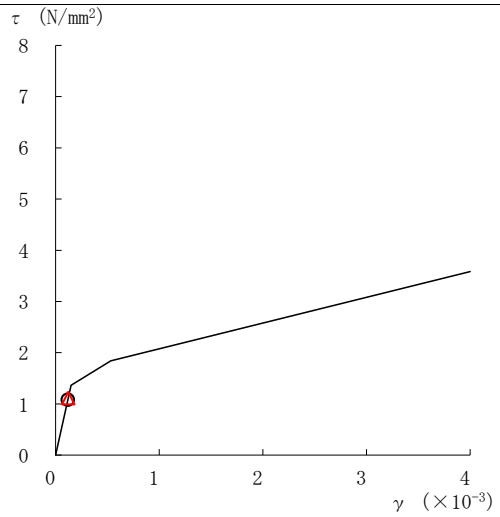
表 2-35 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 $S_s - F 2$, EW方向)

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$)	
		ケース1	ケース4
29.0~25.0	1	0.00	0.00
		1.61	1.62
25.0~20.0	2	1.61	1.62
		5.62	5.60
20.0~15.3	3	5.62	5.60
		11.4	11.3
15.3~6.5	4	11.4	11.3
		25.7	25.6

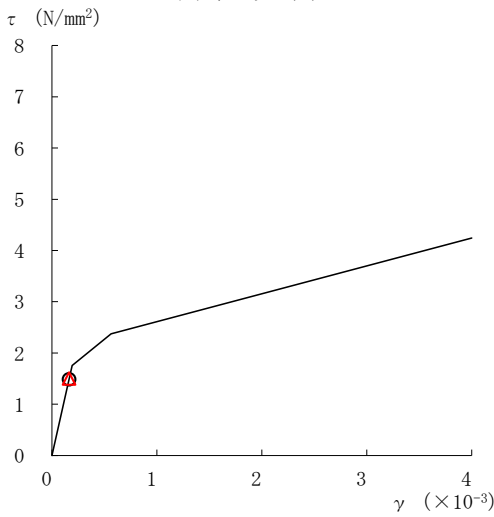
○ ケース 1 △ ケース 4



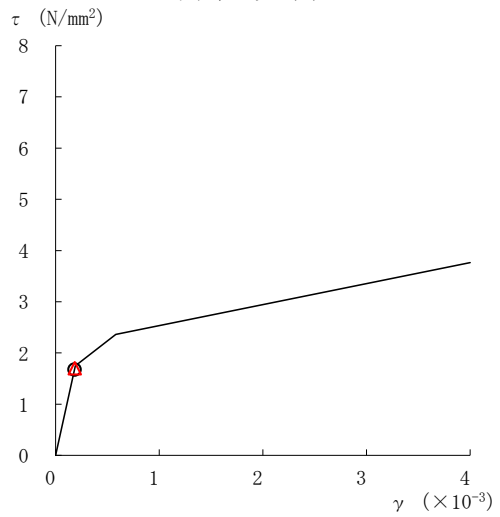
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

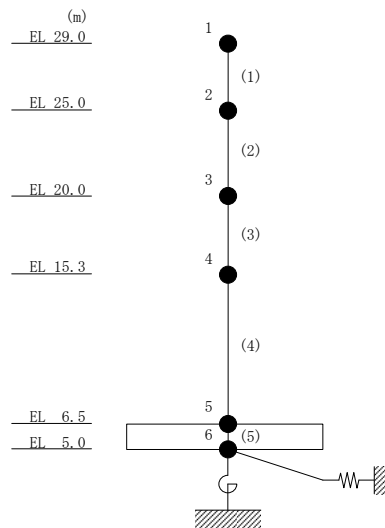
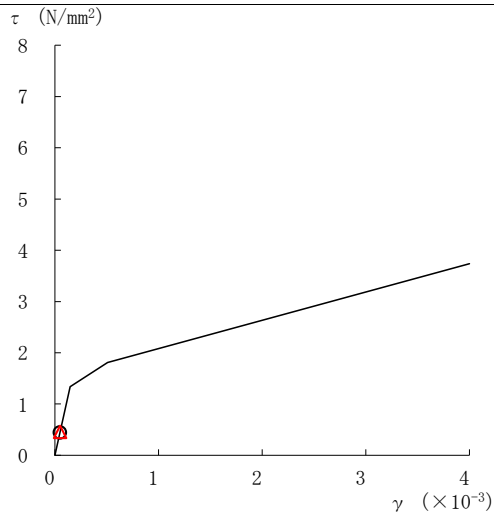
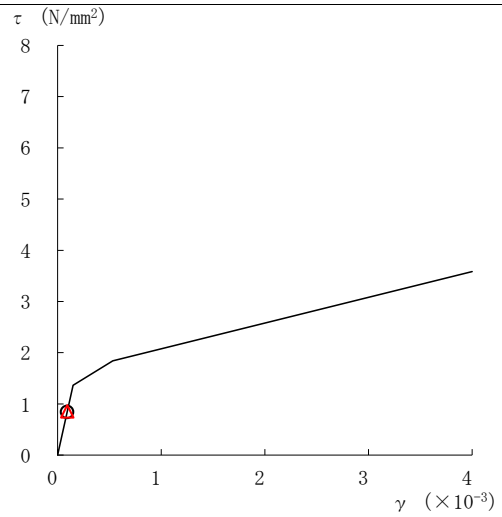


図 2-37 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-D, NS 方向)

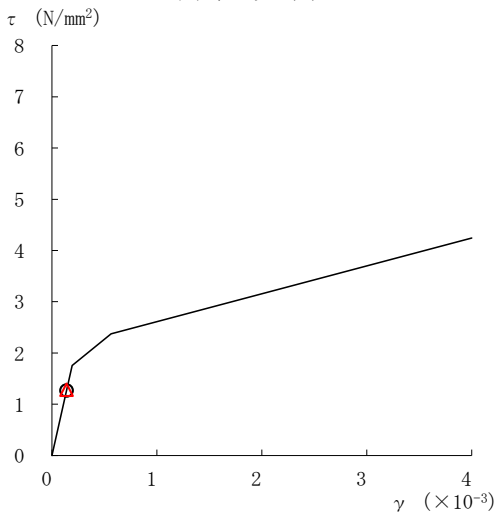
○ ケース 1 △ ケース 4



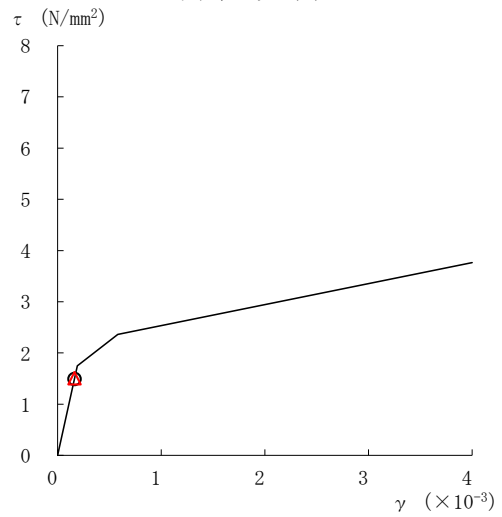
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

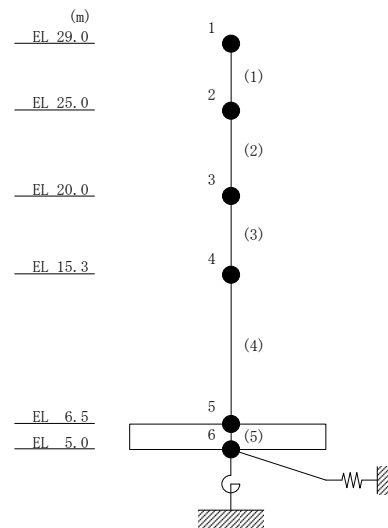
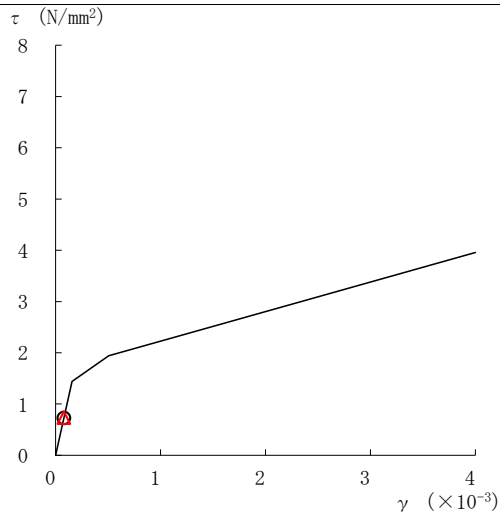
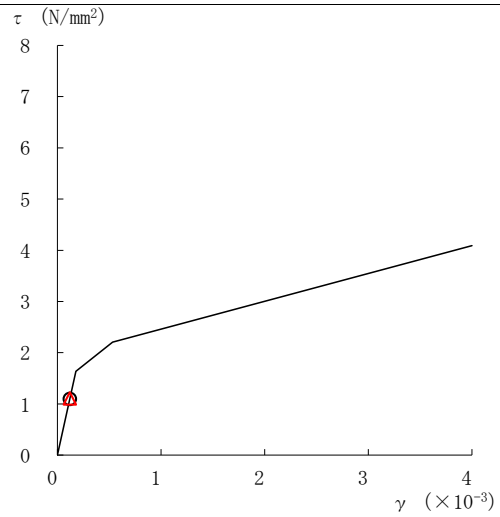


図 2-38 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s-F 2, NS 方向)

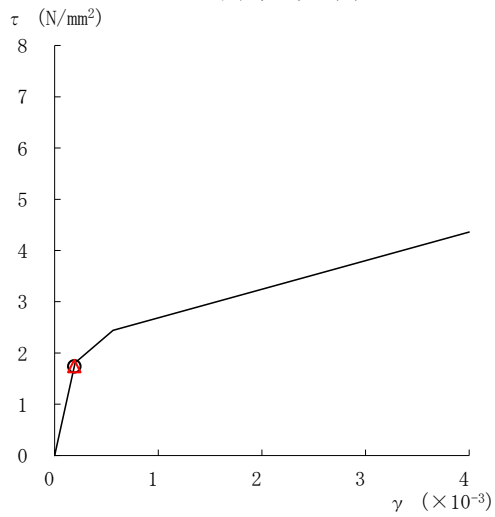
○ ケース 1 △ ケース 4



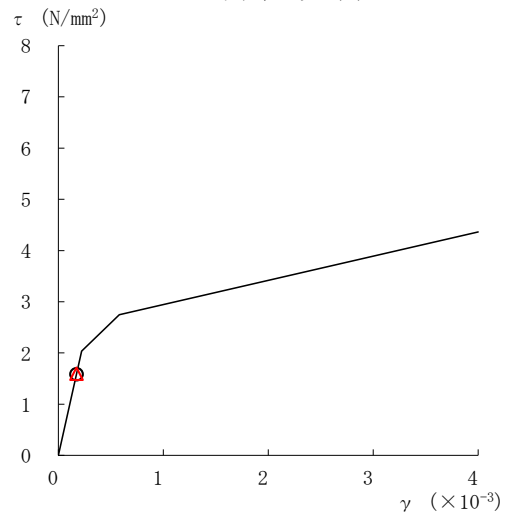
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

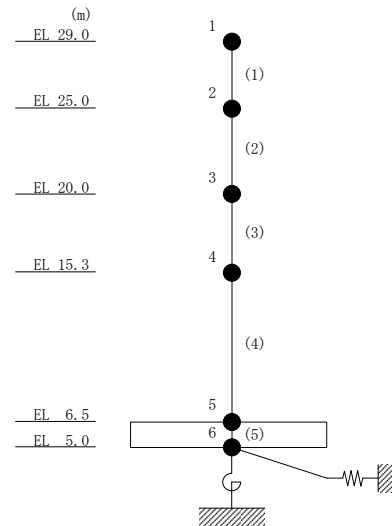
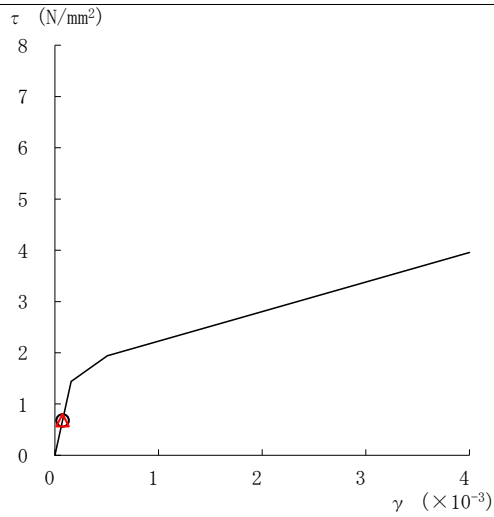
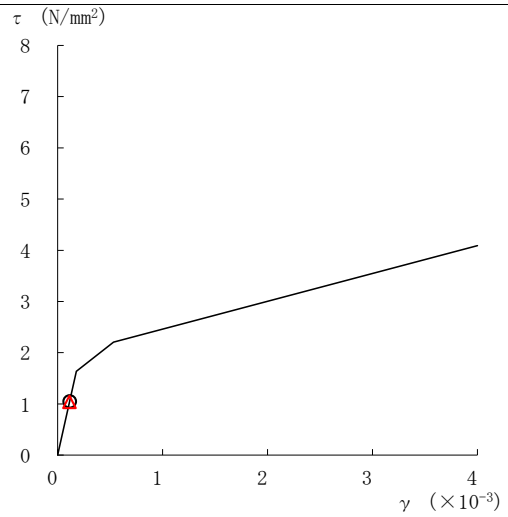


図 2-39 セン断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 $S_s - D$, EW 方向)

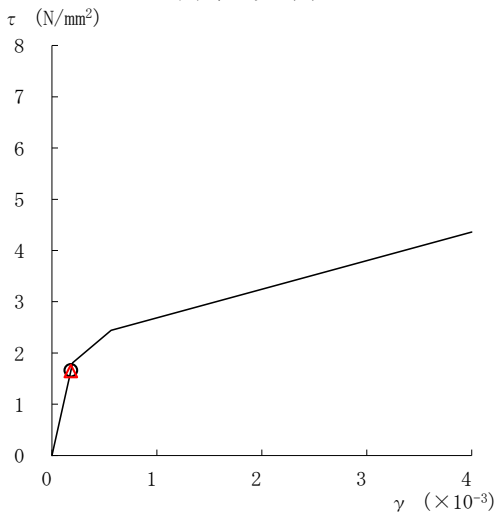
○ ケース 1 △ ケース 4



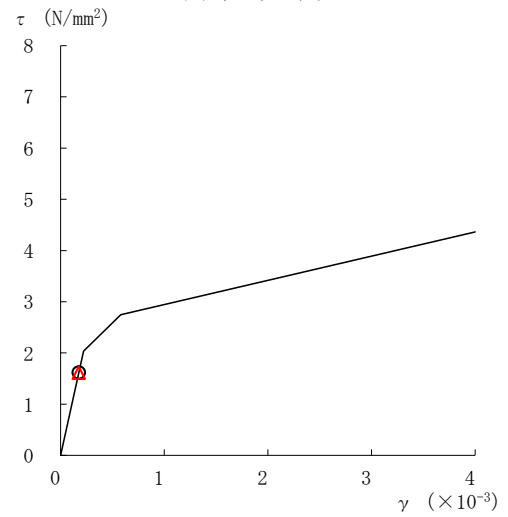
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

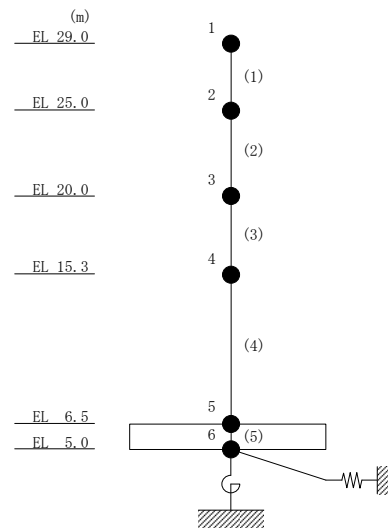


図 2-40 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s - F 2, EW方向)

表 2-36 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 1)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.797	3.79	100
$S_s - F 2$	0.710	3.22	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.694	3.20	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

表 2-37 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率 (ケース 4)

(a) NS方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.802	3.82	100
$S_s - F 2$	0.718	3.26	100

(b) EW方向

基準地震動 S_s	最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.700	3.24	100
$S_s - F 2$	0.673	3.06	100

注記* : 基礎浮上りが発生しないために必要な付着力が, 島根原子力発電所における付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないため接地率は100%となる。

別紙 5 地震応答解析モデルの選定プロセス

目 次

1. 概要	別紙 5-1
2. 地震応答解析モデルの選定プロセス	別紙 5-2
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定	別紙 5-4

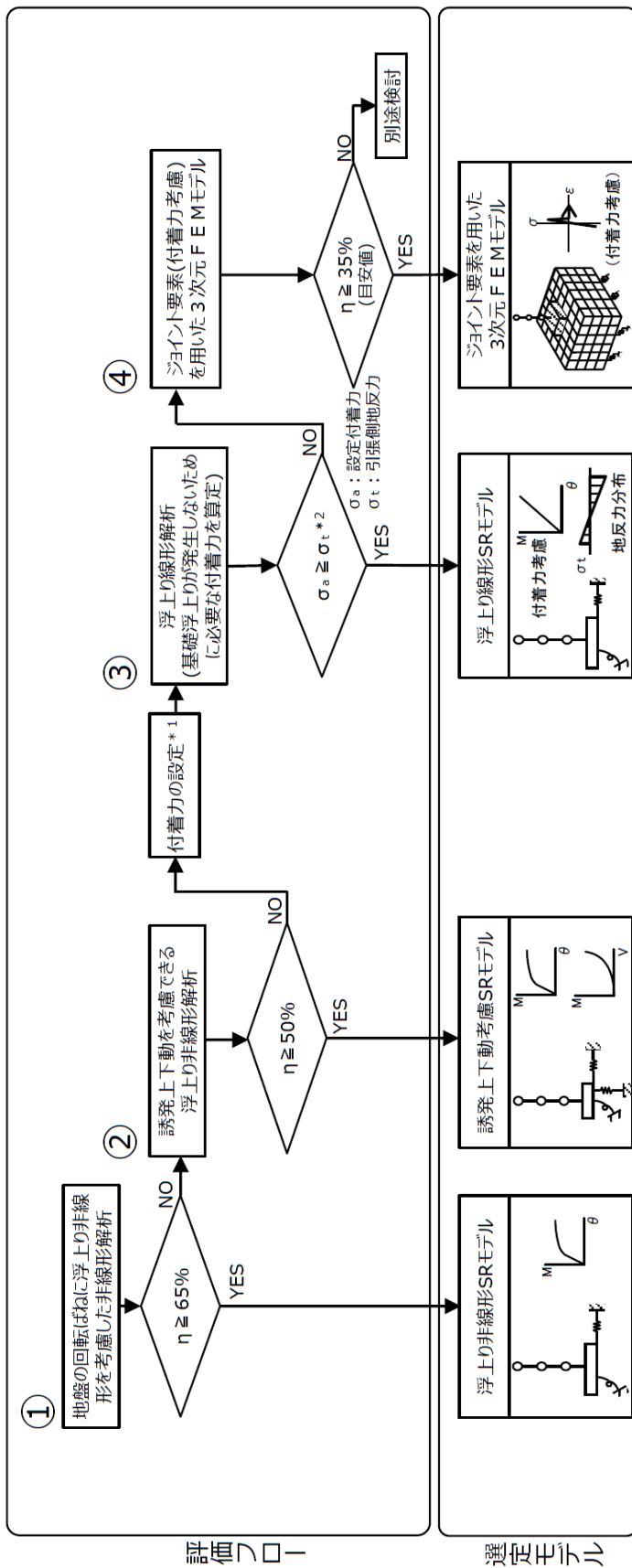
1. 概要

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析は、基準地震動 S_s に対して浮上り線形SRモデル（付着力考慮）により評価を行っている。本資料では、地震応答解析モデルを選定したプロセスについて説明する。

2. 地震応答解析モデルの選定プロセス

島根2号機の建物・構築物（波及的影響に係る施設を含む）の地震応答解析モデルは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 S_s に対して接地率を算定することを基本とし、「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。

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 $\sigma_s = 0.40N/mm^2$
 * 2 : 組合せ係数法により鉛直方向地震力を組み合わせた場合も考慮する。

図 2-1 島根 2 号機における各建物の地震応答解析モデルの選定フロー

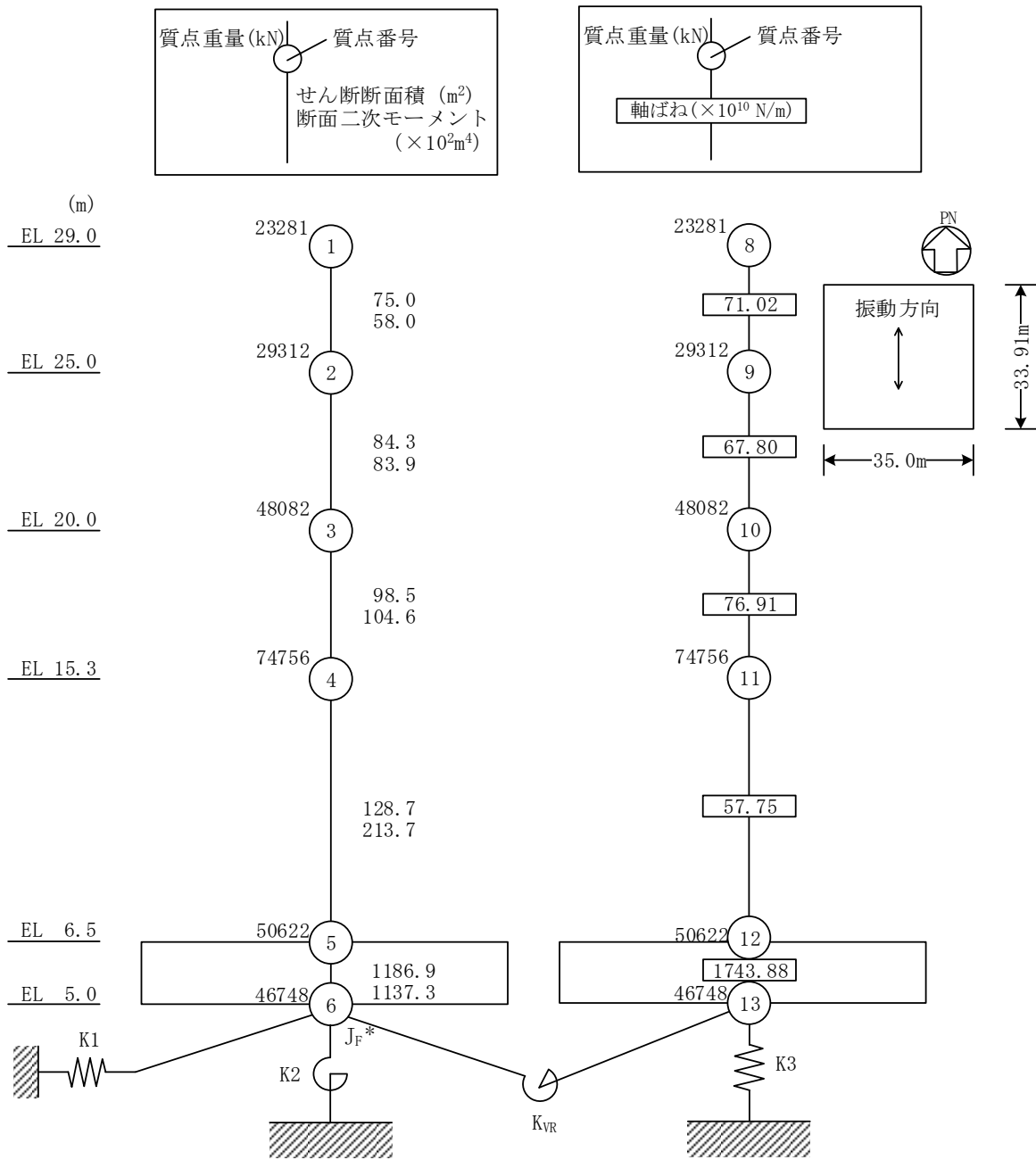
2.1 基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルの選定

1号機廃棄物処理建物の基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルについて、図 2-1 の評価フローに基づき、接地率が小さくなる傾向にある基準地震動 S_s-D で代表して検討した結果を表 2-1 に、検討に用いた地震応答解析モデルを図 2-2 に示す。①及び②のモデルによる解析結果が適用範囲を満足しないことから、③の浮上り線形 SR モデル（付着力考慮）を採用する。

なお、③による検討結果は別紙 6「地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討」に示す。

表 2-1 各地震応答解析モデルでの基準地震動 S_s に対する検討結果

方向	基準地震動 S_s-D	
	① 浮上り非線形 SR モデル	② 誘発上下動考慮 SR モデル
	接地率 (%)	接地率 (%)
NS	34.3	35.7
EW	44.8	46.1

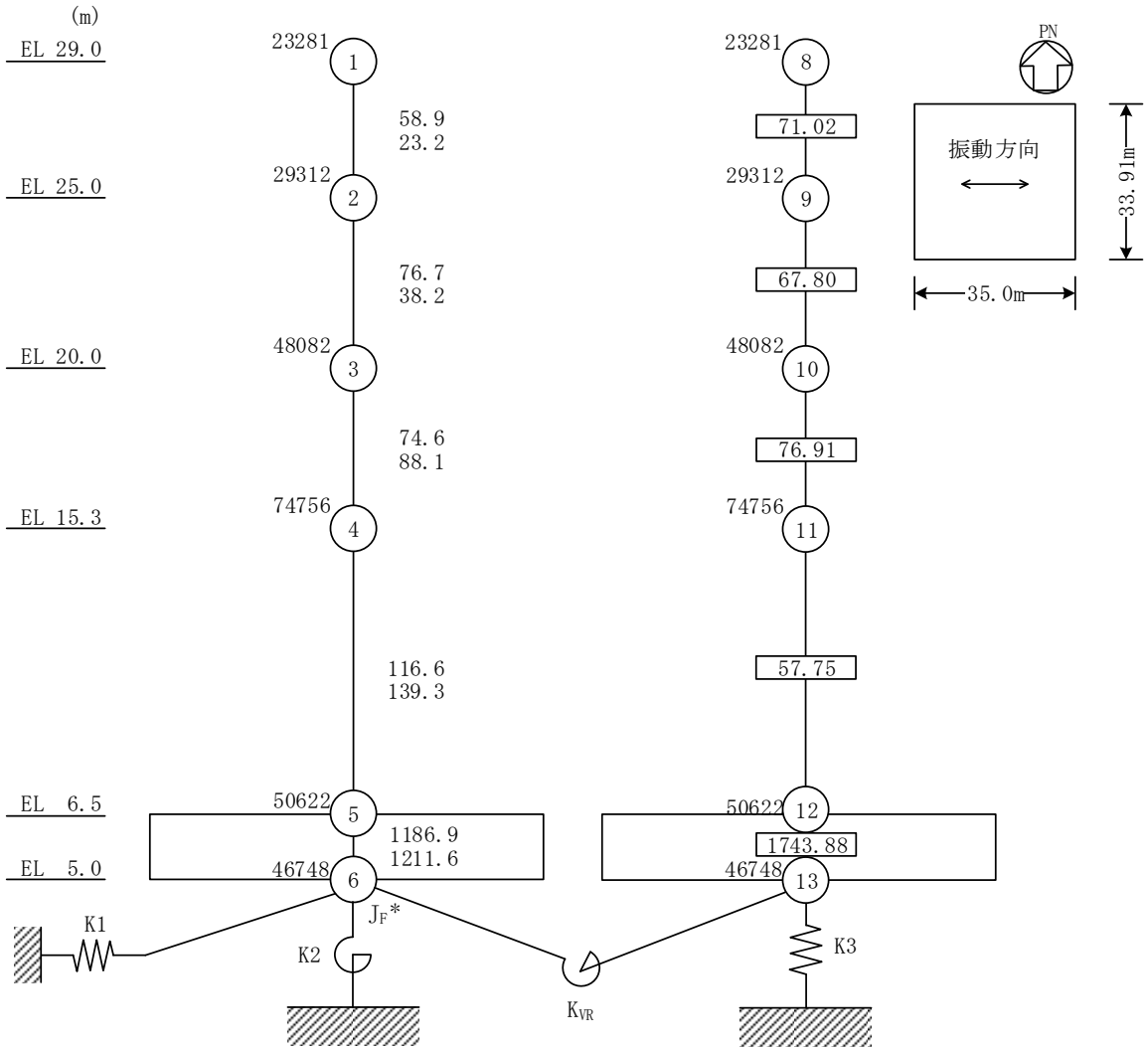
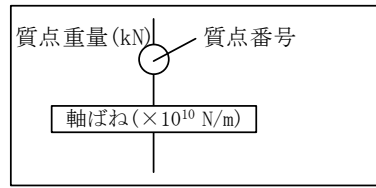
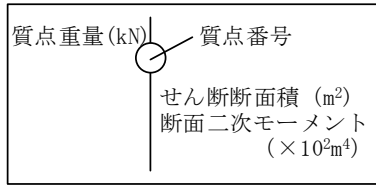


注記* : 回転慣性重量 (28.31 × 10⁶ kN · m²)

(②誘発上下動考慮SRモデル NS方向)

注 : ①のモデルは基準地震動S_sの評価に用いる地震応答解析モデルと同様

図 2-2 (1) 検討に用いた地震応答解析モデル



注記* : 回転慣性重量 (30.02 × 10⁶ kN · m²)

(②誘発上下動考慮S Rモデル EW方向)

注 : ①のモデルは基準地震動 S_s の評価に用いる地震応答解析モデルと同様

図 2-2 (2) 検討に用いた地震応答解析モデル

別紙 6 地震応答解析における建物基礎底面の付着力の検討

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 検討方針	別紙 6-2
3. 必要付着力の算定	別紙 6-3
3.1 算定方法	別紙 6-3
3.2 算定結果	別紙 6-4

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物について、地震応答解析における建物基礎底面の付着力に関し説明するものである。

1号機廃棄物処理建物の地震応答解析では、建物の基礎底面と地盤間の付着力を考慮し、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（(社)日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。）に示される浮上り線形地震応答解析を実施している。本資料では、基礎浮上りが発生しないために必要な付着力（以下「必要付着力」という。）が、付着力試験に基づき設定した値を超えないことを確認する。

2. 検討方針

基準地震動 S_s による地震応答解析結果の最大転倒モーメントと浮上り限界転倒モーメントより必要付着力を算定し、付着力試験に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないことを確認する。

3. 必要付着力の算定

3.1 算定方法

地震応答解析結果の最大転倒モーメントが浮上り限界転倒モーメントを上回るときに、基礎浮上りが発生する。

浮上り限界転倒モーメントは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」より以下の式で表される。

$$M_0 = \frac{W \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ここで、

M_0 : 浮上り限界転倒モーメント (kN・m)

W : 建物総重量 (kN)

L : 建物基礎幅 (m)

水平地震力による必要付着力は以下のとおりである。

$$M - M_0 = \frac{\sigma_{a t} \cdot A \cdot L}{6} \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$\sigma_{a t} = (M - M_0) \cdot \frac{6}{A \cdot L} \text{ (kN/m}^2\text{)} = \frac{6 \cdot (M - M_0)}{1000 \cdot A \cdot L} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで、

M : 転倒モーメント (kN・m)*

$\sigma_{a t}$: 単位面積当たりの付着力 (kN/m²)

A : 基礎底面積 (m²)

注記* : 転倒モーメントは減衰力を含んだ反力とする。

3.2 算定結果

必要付着力の算定結果を表 3-1～表 3-4 に示す。

必要付着力の最大値は 0.343N/mm^2 (地盤物性を標準地盤+ σ としたケース, S s-D, NS方向) であることから, 付着力試験の結果に基づき設定した値 (0.40N/mm^2) を超えないことを確認した。

表 3-1 必要付着力
(基本ケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3\text{kN}$)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	M_0 ($\times 10^5\text{kN}\cdot\text{m}$)	σ_{at} (N/mm^2)
S s-D	NS	272.80	34	1187	38.0	15.4	0.337
	EW		35	1187	32.1	15.9	0.234
S s-F 1	NS	272.80	34	1187	33.4	15.4	0.269
	EW		35	1187	29.6	15.9	0.198
S s-F 2	NS	272.80	34	1187	32.2	15.4	0.251
	EW		35	1187	30.7	15.9	0.214
S s-N 1	NS	272.80	34	1187	22.7	15.4	0.109
	EW		35	1187	25.4	15.9	0.138
S s-N 2 NS	NS	272.80	34	1187	19.1	15.4	0.056
	EW		35	1187	21.0	15.9	0.074
S s-N 2 EW	NS	272.80	34	1187	23.7	15.4	0.125
	EW		35	1187	25.9	15.9	0.145

表 3-2 必要付着力

(地盤物性を標準地盤+ σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	272.80	34	1187	38.4	15.4	0.343
	EW		35	1187	31.6	15.9	0.226
S _s -F 2	NS	272.80	34	1187	32.9	15.4	0.261
	EW		35	1187	30.5	15.9	0.211

表 3-3 必要付着力

(地盤物性を標準地盤- σ としたケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	272.80	34	1187	38.3	15.4	0.341
	EW		35	1187	32.5	15.9	0.240
S _s -F 2	NS	272.80	34	1187	32.5	15.4	0.255
	EW		35	1187	30.6	15.9	0.213

表 3-4 必要付着力

(積雪荷重との組合せを考慮したケース)

基準地震動	方向	W ($\times 10^3$ kN)	L (m)	A (m^2)	M ($\times 10^5$ kN \cdot m)	M ₀ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	σ_{at} (N/mm ²)
S _s -D	NS	273.69	34	1187	38.3	15.5	0.341
	EW		35	1187	32.5	16.0	0.239
S _s -F 2	NS	273.69	34	1187	32.7	15.5	0.257
	EW		35	1187	30.6	16.0	0.212

別紙 7 建物間に配置された発泡ポリスチレン板の
影響について

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況	別紙 7-1
3. 建物間の相対変位の計算結果	別紙 7-3
4. 発泡ポリスチレン板の影響	別紙 7-5

1. 概要

本資料は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間及び廃棄物処理建物間に設置された発泡ポリスチレン板の影響の検討結果について示すものである。

2. 建物間の発泡ポリスチレン板の設置状況

1号機廃棄物処理建物と制御室建物間に設置された発泡ポリスチレン板（厚さ50mm）の設置状況を図2-1に、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間に配置された発泡ポリスチレン板（厚さ100mm）の設置状況を図2-2に示す。

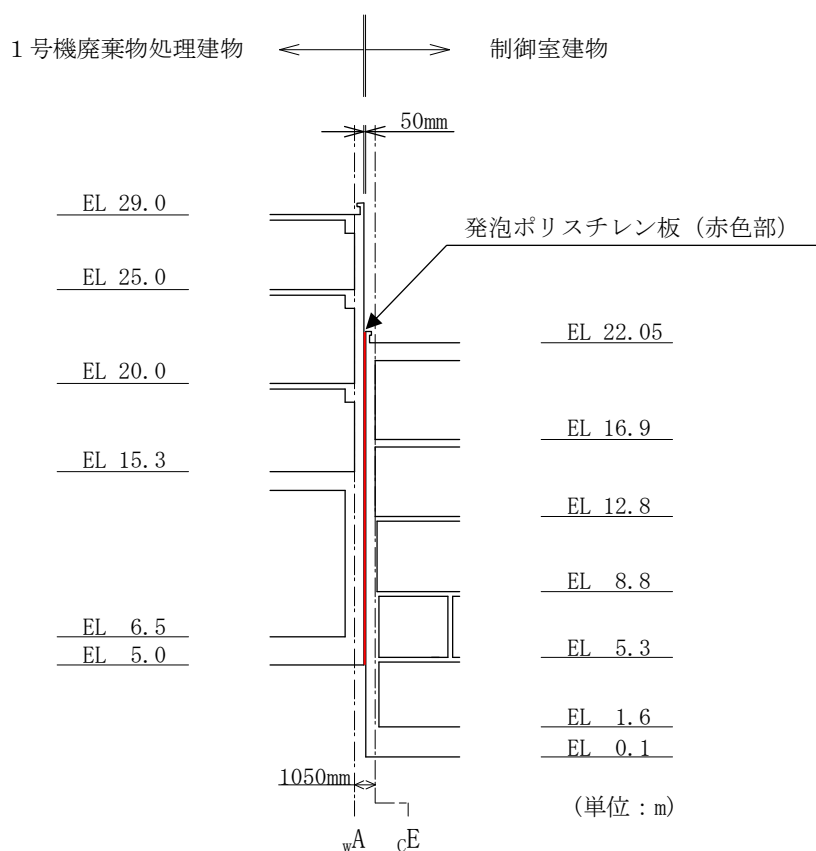


図2-1 1号機廃棄物処理建物と制御室建物間の発泡ポリスチレン板（50mm）の設置状況

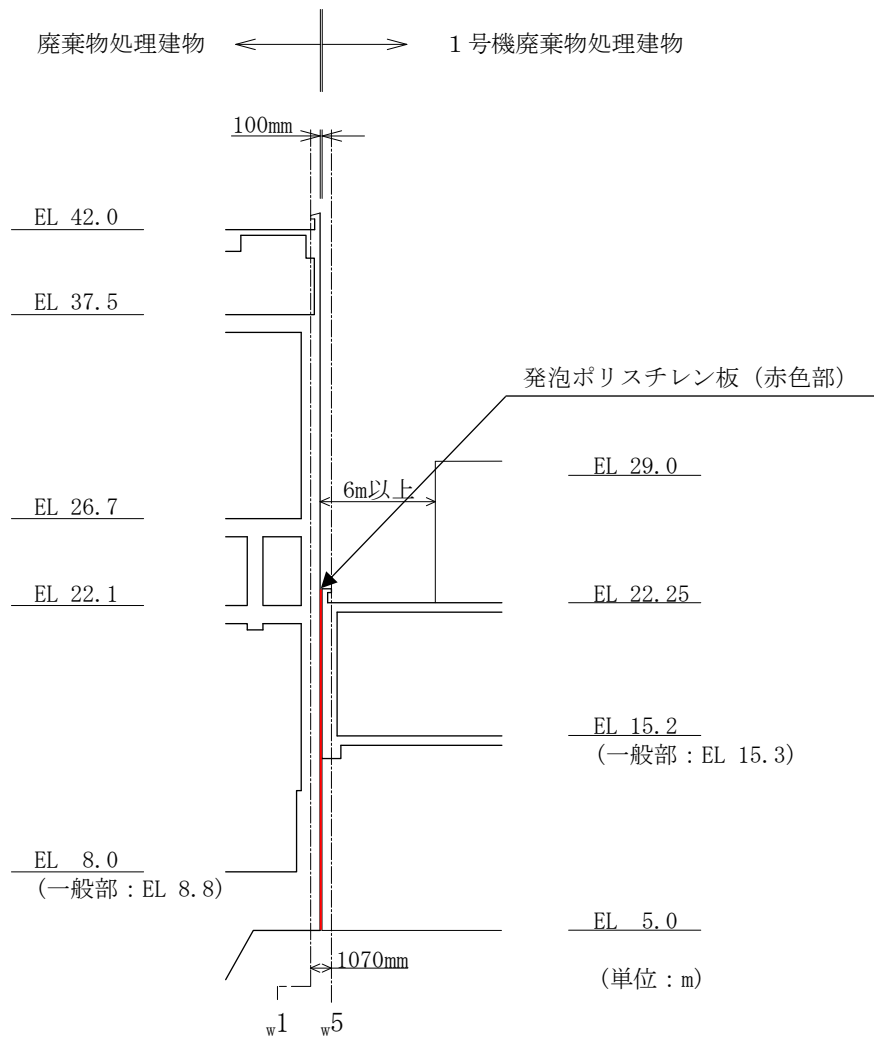


図 2-2 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間の発泡ポリスチレン板 (100mm) の設置状況

3. 建物間の相対変位の計算結果

建物間の相対変位については、VI-2-11-2-1-3「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」に、保守的な評価値として絶対値和に基づく最大相対変位を示している。絶対値和に基づく最大相対変位の最大値は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間で17.58mm（S s-D, ケース4）、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間で21.34mm（S s-D, ケース4）である。

1号機廃棄物処理建物と制御室建物及び1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位の算定結果（絶対値和）を表3-1及び表3-2に示す。

表3-1 1号機廃棄物処理建物と制御室建物の最大相対変位
(NS方向, 絶対値和)

(単位: mm)

1号機廃棄物 処理建物		制御室建物		ケース1 (工認モデル)	ケース2	ケース3	ケース4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
*	22.05	①	22.05	16.99 (S s-D)	17.15 (S s-D)	15.97 (S s-D)	17.58 (S s-D)	50

注1: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動S s-D, S s-F1, S s-F2, S s-N1, S s-N2NS及びS s-N2EWに対して実施。

注2: ハッチングは、ケース1~ケース4の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*: 制御室建物の質点①(EL 22.05m)の応答変位に加算する1号機廃棄物処理建物の応答変位は、1号機廃棄物処理建物の上下質点間(EL 25.0m~EL 20.0m)で線形補間して算定。

表 3-2 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位
(EW方向, 絶対値和)

(単位: mm)

1号機廃棄物 処理建物		廃棄物 処理建物		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	許容 限界
質点 番号	EL (m)	質点 番号	EL (m)					
*	22.25	*	22.25	21.02 (S _s -D)	21.16 (S _s -D)	19.86 (S _s -D)	21.34 (S _s -D)	100

注 1: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基準地震動 S_s-D, S_s-F1, S_s-F2, S_s-N1, S_s-N2NS 及び S_s-N2EW に対して実施。

注 2: ハッチングは、ケース 1~ケース 4 の最大相対変位のうち最も大きい値を示す。

注記*: 1号機廃棄物処理建物の応答変位は上下質点間 (EL 25.0m~EL 20.0m) で線形補間して算定。また、廃棄物処理建物の応答変位は上下質点間 (EL 26.7m~EL 22.1m) で線形補間して算定。

4. 発泡ポリスチレン板の影響

建物間の絶対値和に基づく最大相対変位は、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間は EL 22.05m、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間は EL 22.25m において最大で、1号機廃棄物処理建物と制御室建物間は 17.58 mm、1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物間は 21.34mm である。

最大相対変位が最大となる位置では、発泡ポリスチレン板を最大 21mm 程度押し縮めるが、コンクリートの圧縮強度 (22.1N/mm²) に比べて、発泡ポリスチレン板の圧縮強さは 1/70～1/100 程度と小さいことから、1号機廃棄物処理建物が上位クラス施設である制御室建物及び廃棄物処理建物の構造躯体の安全性に影響を与えることはないと判断される。

なお、1号機廃棄物処理建物と制御室建物及び1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の間に設置した発泡ポリスチレン板の力学特性を明確に示す資料を確認できなかったため、ここでは、近接する建物間の壁施工にあたり型枠として用いることが多い同類の成型建築用断熱材 (発泡ポリスチレン板) についての圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率を表 4-1 に示す。

表 4-1 建築用断熱材の圧縮強さの規格及び代表的な製品の圧縮強さと圧縮弾性率

日本産業規格 (JIS)	日本産業規格 (JIS)	スタイロフォームEK-II	
JIS A 9521 建築用断熱材 発泡プラスチック断熱材 (ポリエチレンフォーム断熱材)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	JIS A 9511 発泡プラスチック保温材 押出法ポリスチレンフォーム保温材 (3種b)	
圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮弾性率* [N/mm ²]
0.02 以上	0.20 以上	0.30	15

注記* : スタイロフォームEK-IIの「圧縮応力-ひずみ曲線」より概算した値