

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0610-10_改8

補足-610-10 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」及び添付書類「VI-2-2-22 緊急用電気品建屋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 1-1 緊急用電気品建屋の地震応答解析における今回工認の解析モデル及び手法

別紙 1-1-1 SRモデルを適用することの妥当性について

別紙 1-1-2 地震応答解析における地上鉄骨部のモデル化の妥当性について

別紙 1-1-3 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について

別紙 1-1-4 緊急用電気品建屋の構造詳細

別紙 1-2 緊急用電気品建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

別紙 1-3 緊急用電気品建屋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

別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 1-4 建屋減衰を 3%とした場合の影響検討

別紙 1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討

別紙 1-6 影響検討ケースによる機器・配管系の耐震性への影響

別紙 2-1 応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 2-2 地震荷重の入力方法

別紙 2-3 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 1-1 緊急用電気品建屋の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 1-1-1
2. 地震応答解析モデルについて…………… 別紙 1-1-2

## 1. 概要

本資料は、緊急用電気品建屋の地震応答解析における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について

緊急用電気品建屋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 緊急用電気品建屋の地震応答解析モデル及び手法

項目	内容	今回工認	備考
入力地震動の算定法	水平	周辺地盤による効果を考慮（E + F 入力）及び基礎上端及び下端位置での地盤応答を入力。また、建屋基礎底面レベルにおける補正水平力（切欠き力）を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮。	(1)
	鉛直	解放基盤位置及び本建屋設置位置の地盤を一次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により本建屋設置位置地盤の建屋基礎底面レベルでの地盤の応答を評価して入力地震動とする。	—
解析コード		N U P P 4	—
建屋のモデル化	モデル	水平：多軸床剛多質点系モデル 鉛直：1 軸多質点系モデル	—
	材料物性	RC 規準及び S 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 $E = 2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$ ・鋼材のヤング係数，ポアソン比 $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.3$	(2)
	剛性評価	耐震壁及び鉄骨フレームを考慮	
	減衰定数	・ RC：5% ・ 鋼材：2%	—
地盤のモデル化	底面ばね	・ 水平方向：水平及び回転ばねを考慮 ・ 鉛直方向：鉛直ばねを考慮	—
	側面ばね	・ 水平方向：水平ばねを考慮 ・ 鉛直方向：考慮せず	
非線形特性	耐震壁	・ 水平方向：考慮 ・ 鉛直方向：考慮せず	(3)
	底面ばね	・ 水平方向：基礎浮上りによる幾何学的非線形性考慮 ・ 鉛直方向：考慮せず	

具体的な反映事項（表の備考欄に対応）

- (1) 解放基盤表面で定義される基準地震動を用いて、一次元線形解析により算定した位置での応答波を入力する。
- (2) 「日本建築学会 1999 年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」及び「日本建築学会 2005 年 鋼構造設計規準」に基づく。
- (3) 「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）」に基づく。詳細は別紙 1-2 に示す。

$E_c = 2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $E_s = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)  
 $G_c = 1.02 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $G_s = 7.90 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)

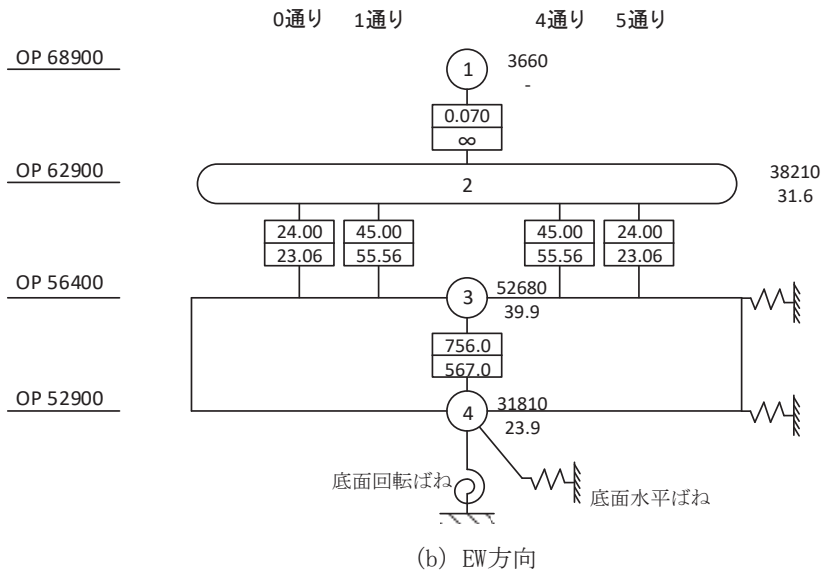
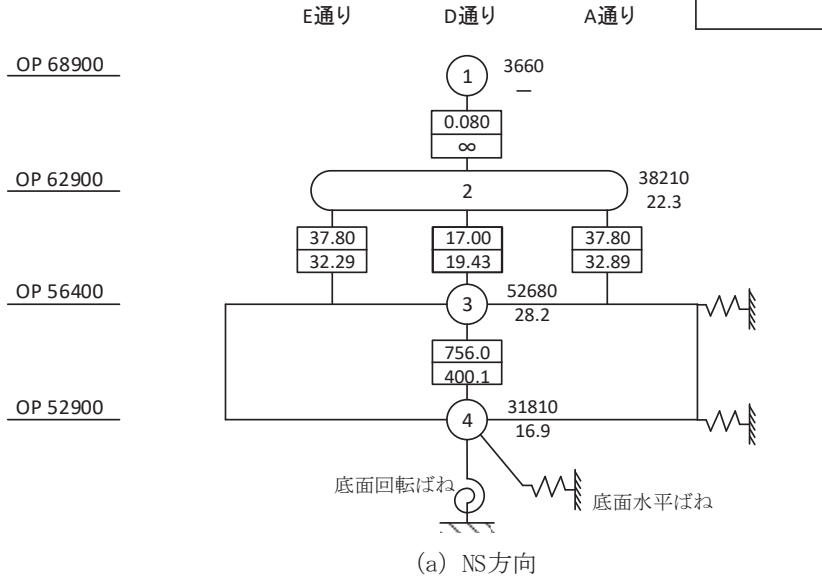
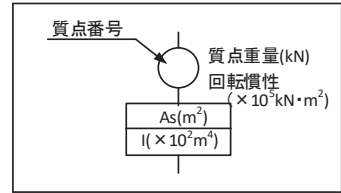


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (水平方向)



$E_c = 2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $E_s = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)

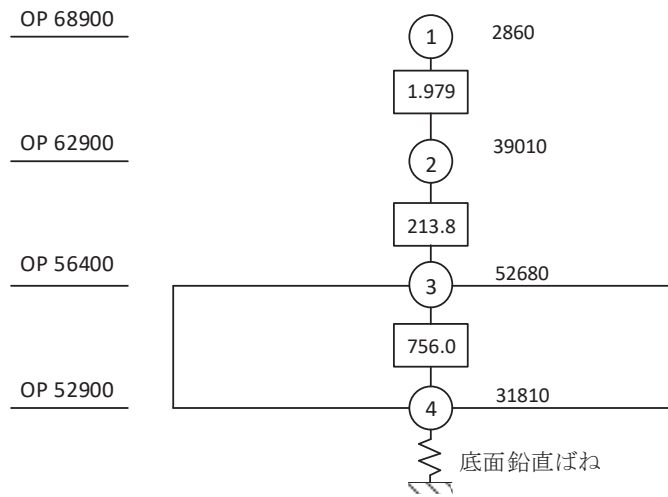
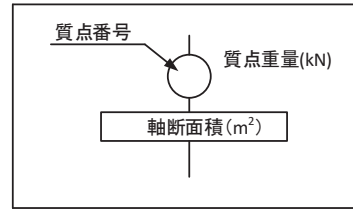


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (鉛直方向)

別紙 1-1-1 S Rモデルを適用することの妥当性について

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1-1-1-1
2. 解析方針.....	別紙 1-1-1-2
2.1 有効応力解析モデル.....	別紙 1-1-1-2
2.2 入力地震動.....	別紙 1-1-1-8
2.3 解析方法.....	別紙 1-1-1-8
2.4 解析条件.....	別紙 1-1-1-8
3. 解析結果.....	別紙 1-1-1-9

## 1. 概要

緊急用電気品建屋の地震応答解析は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」（以下「地震応答計算書」という。）に示すとおり、建屋を曲げ変形とせん断変形をする耐震壁部及びせん断変形をする鉄骨部からなる質点系モデルとし、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデル（以下「SRモデル」という。）としている。一方、緊急用電気品建屋の設計用地下水位は、補足説明資料「補足-600-1 地盤の支持性能について」に示すとおり、O.P. 62.3m（地表面）に設定している。

本資料では、地下水位を地表面とした場合の影響を考慮するために地盤の有効応力の変化を考慮した地震応答解析（以下「有効応力解析」という。）を行い、SRモデルによる地震応答解析結果と比較することで、緊急用電気品建屋にSRモデルを適用することの妥当性を確認するものである。

## 2. 解析方針

緊急用電気品建屋の有効応力解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

有効応力解析は、「2.1 有効応力解析モデル」において設定した有効応力解析モデルと「2.2 入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「2.3 解析方法」及び「2.4 解析条件」に基づき、「3. 解析結果」において建屋の各種応答値を算出する。

地下水位は地表面（O.P. 62.3m）に設定する。

### 2.1 有効応力解析モデル

有効応力解析モデルは、地盤との相互作用を考慮した2次元FEMモデルとする。建屋は曲げ変形とせん断変形をする耐震壁部及びせん断変形をする鉄骨部からなる質点系モデルとし、建屋部の諸元は地震応答計算書と同一とする。

有効応力解析に用いる解析用物性値を表 2-1 に、地震応答解析モデルを図 2-1 及び図 2-2 に示す。

解析領域の境界部においては、底面及び側面に半無限性を考慮するための粘性境界を設ける。

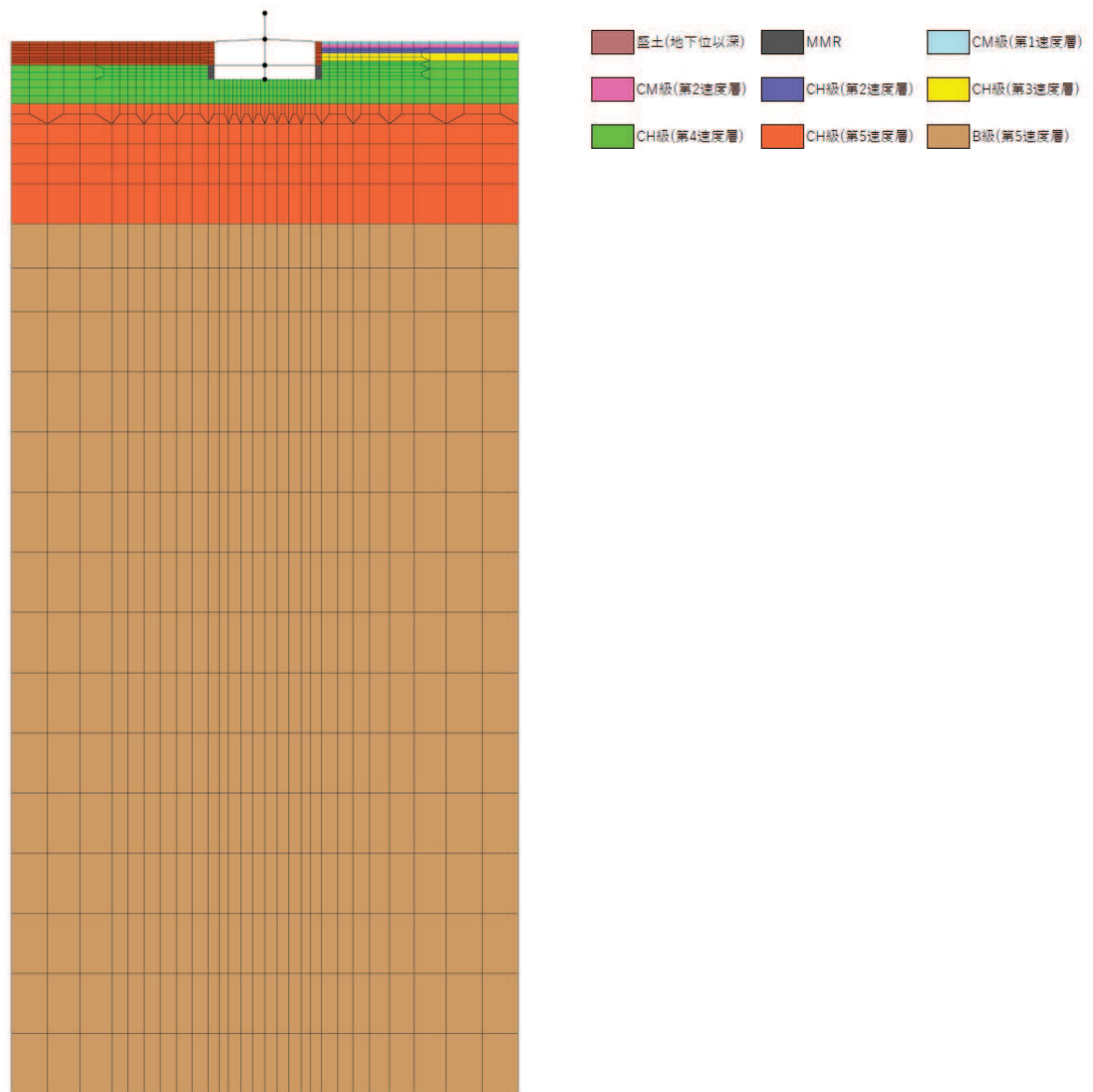
表 2-1 解析用物性値（有効応力解析）

(a) 原地盤（盛土）

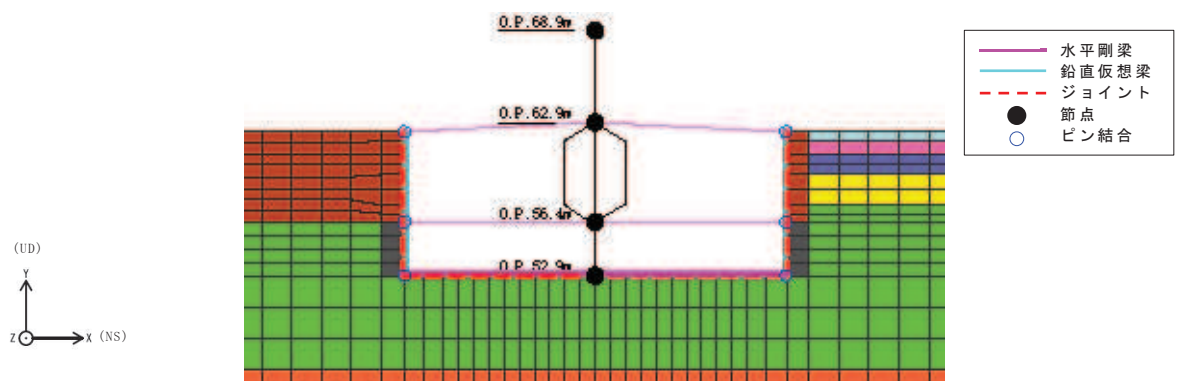
		盛土		
物理特性	密度	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	
	間隙率	n	0.363	
変形特性	動せん断弾性係数	G <sub>ma</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	7.429 × 10 <sup>4</sup>	
	基準平均有効拘束圧	$\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.00 × 10 <sup>3</sup>	
	ポアソン比	$\nu$	0.40	
	減衰定数の上限値	h <sub>max</sub>	0.183	
強度特性	粘着力 c'	(kN/m <sup>2</sup> )	0.0	
	内部摩擦角 $\phi'$	(°)	33.9	
	液状化パラメータ (FLIP)	w1		14.0
		p1		1.0
		p2		0.6
		c1		2.8
s1			0.005	

(b) 原地盤

物性値		地質区分	MMR	CM 級	CM 級	CH 級	CH 級	CH 級	CH 級	B 級
				(第 1 速度層)	(第 2 速度層)	(第 2 速度層)	(第 3 速度層)	(第 4 速度層)	(第 5 速度層)	(第 5 速度層)
物理特性	密度 $\rho_t$ (t/m <sup>3</sup> )		2.67	2.60	2.60	2.67	2.67	2.67	2.67	2.69
変形特性	動せん断弾性係数 G <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		12900	228	1340	1340	5280	12900	18800	18800
	動ポアソン比 $\nu_d$		0.34	0.48	0.45	0.45	0.41	0.34	0.33	0.33



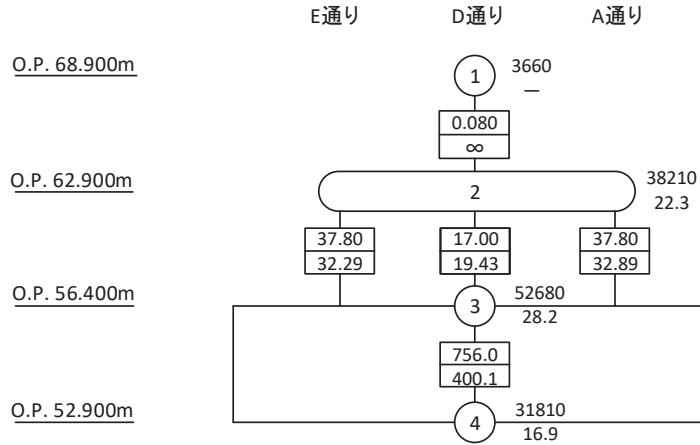
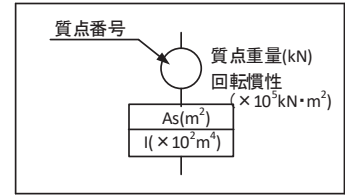
(a) 全体モデル



(b) 建屋周辺拡大図

図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向) (1/2)

$E_c = 2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)  
 $G_c = 1.02 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $7.90 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)

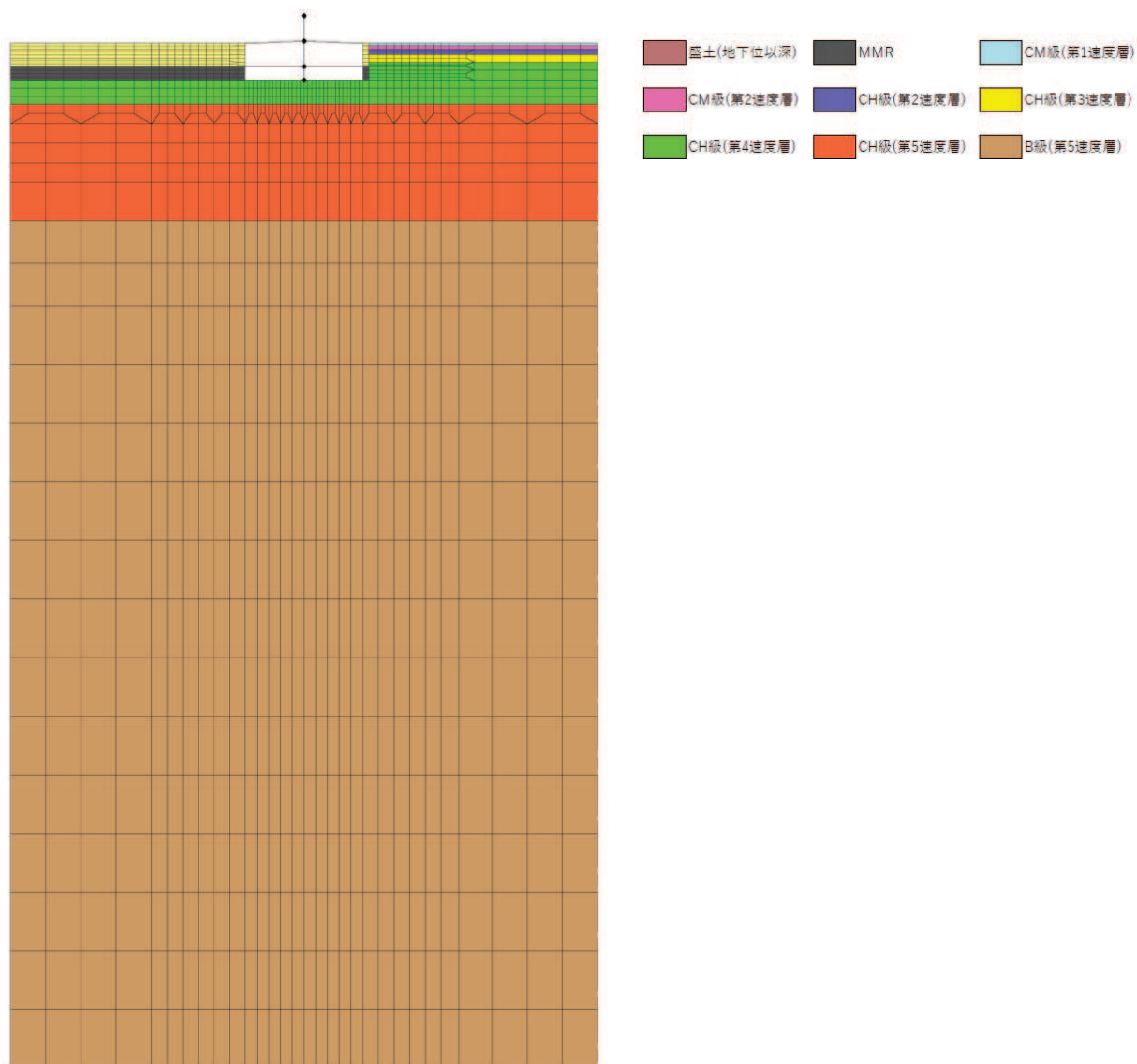


注：図中の値は建屋全幅の諸元を示すが，解析においては単位幅の値とする。

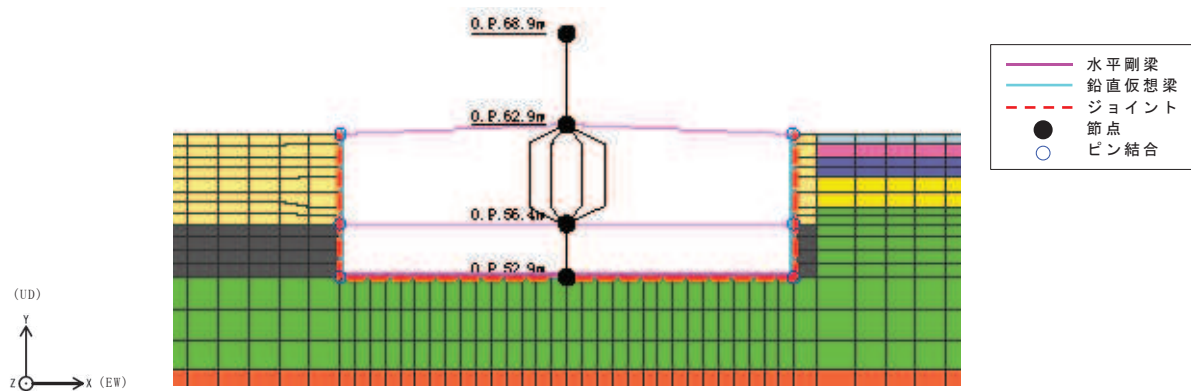
(c) 建屋部分詳細

図 2-1(2) 地震応答解析モデル (NS 方向) (2/2)



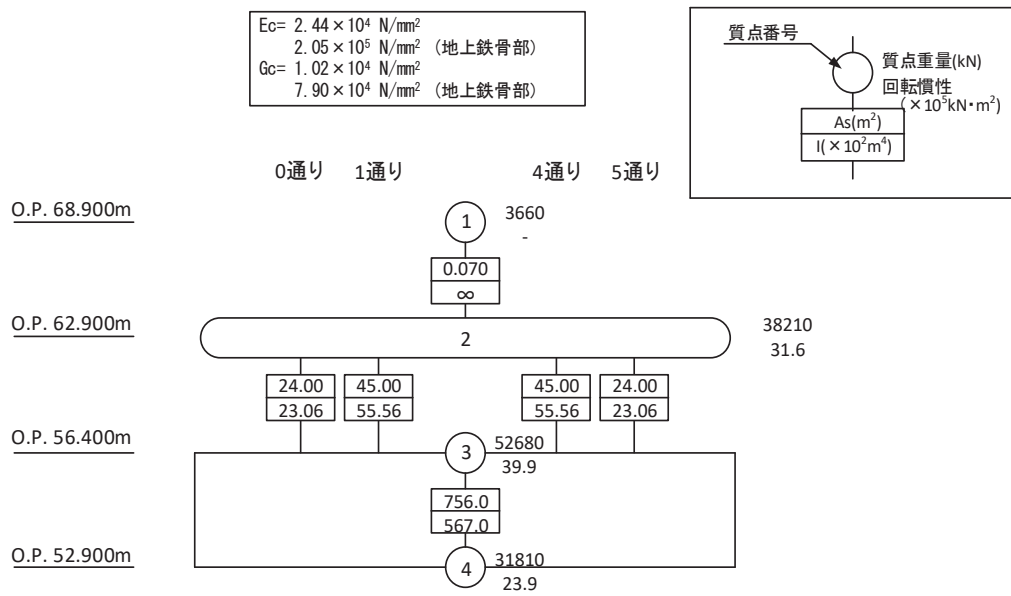


(a) 全体モデル



(b) 建屋周辺拡大図

図 2-2(1) 地震応答解析モデル (EW 方向) (1/2)



注：図中の値は建屋全幅の諸元を示すが，解析においては単位幅の値とする。

(c) 建屋部分詳細

図 2-2(2) 地震応答解析モデル (EW 方向) (2/2)

## 2.2 入力地震動

解析に用いる入力地震動は、地盤の有効応力を考慮した解析であることから、地盤のせん断ひずみが最も大きくなる地震動及びケースとして、基準地震動  $S_s - N1$ 、ケース2（地盤物性+ $\sigma$ ）の条件により評価した解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）の地盤応答波とする。有効応力解析は、解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）に入力地震動を水平方向（NS方向又はEW方向）に入力することで実施する。解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）の地盤応答波の算出は、地震応答計算書と同一の地盤モデル及び方法で実施する。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、地盤の有効応力を考慮した時刻歴応答解析により実施する。解析では、地盤の最大応答加速度、最大応答せん断ひずみ、最大過剰間隙水圧比の他に、建屋の応答加速度、応答変位、応答せん断力及び応答曲げモーメントを算出する。なお、本検討では最大過剰間隙水圧比が95%を超えた場合に液状化を生じているものと判断する。

有効応力解析には、解析コード「FLIP」を用いる。

## 2.4 解析条件

緊急用電気品建屋の質量及び剛性は、地震応答計算書と同一とする（単位幅あたりの等価な値として設定する）。

### 3. 解析結果

有効応力解析結果のうち、地盤の最大応答加速度、最大応答せん断ひずみ及び最大過剰間隙水圧比を図3-1～図3-6に示す。最大過剰間隙水圧比は、95%以下となっており、液状化は生じていないものと判断される。

有効応力解析結果のうち、緊急用電気品建屋の最大応答値を図3-7～図3-14に、加速度応答スペクトルを図3-15及び図3-16に、SRモデルによる地震応答解析結果（地震応答計算書のケース2（+ $\sigma$ 地盤ケース））と比較して示す。有効応力解析の最大応答値は、最大応答変位を除き、いずれもSRモデルによる地震応答解析結果の応答値を下回っており、また、加速度応答スペクトルは、全周期帯でSRモデルによる地震応答解析結果の応答値を下回っている。

以上のことから、緊急用電気品建屋にSRモデルを適用することの妥当性を確認した。

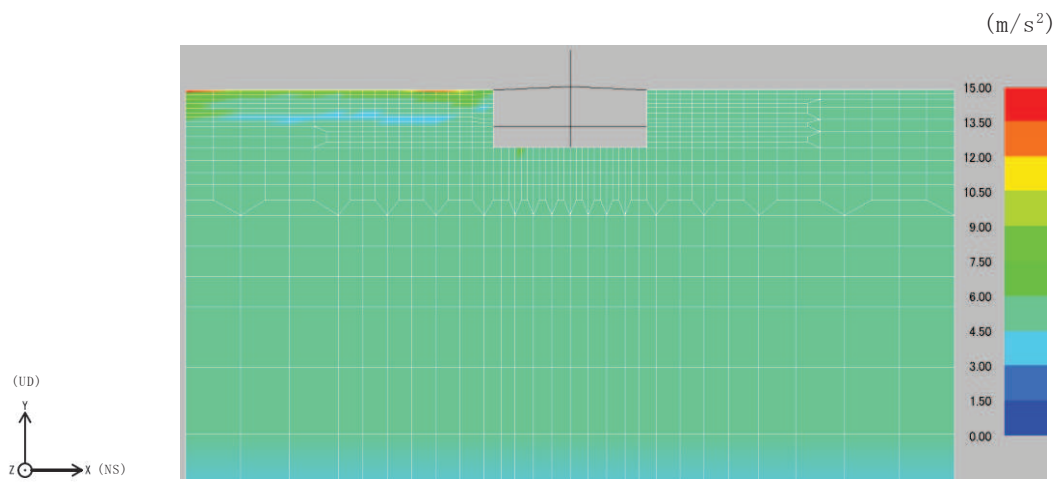


図 3-1 地盤の最大応答加速度 ( S s - N 1 , NS 方向)

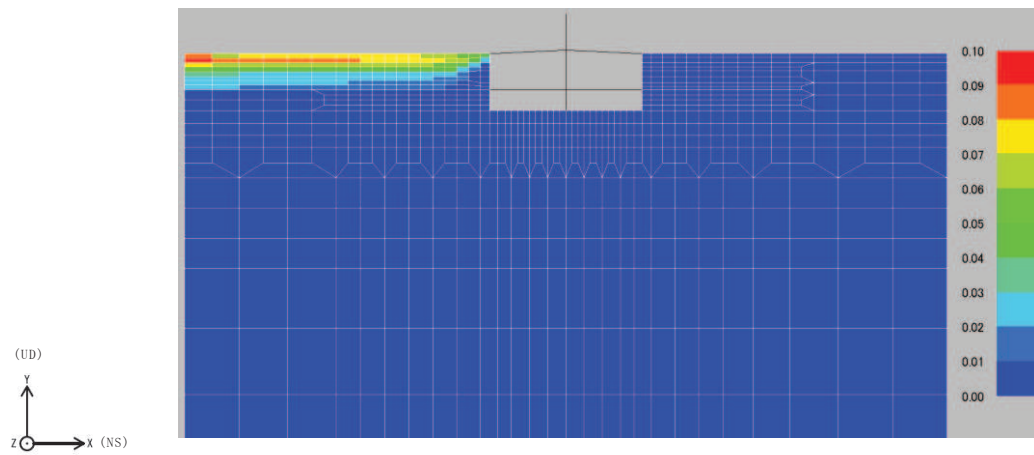


図 3-2 地盤の最大応答せん断ひずみ ( S s - N 1 , NS 方向)

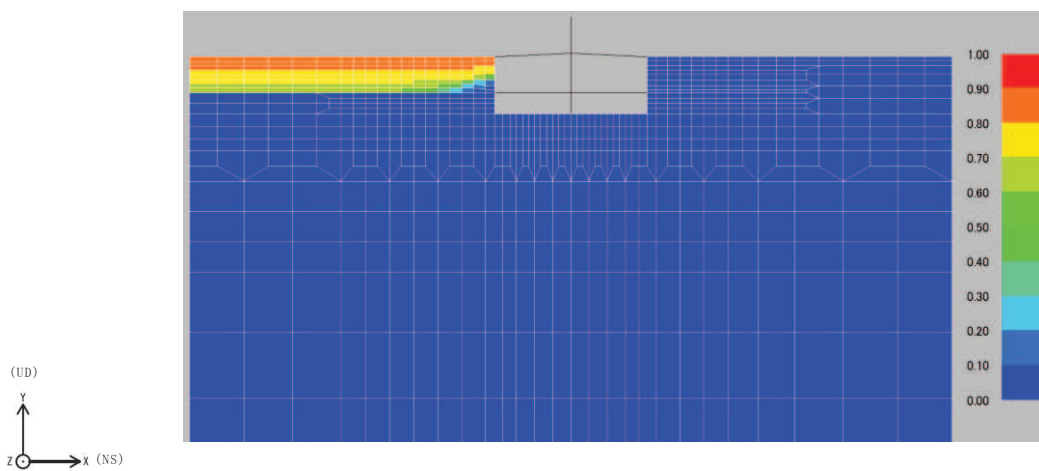


図 3-3 地盤の最大過剰間隙水圧比 ( S s - N 1 , NS 方向)

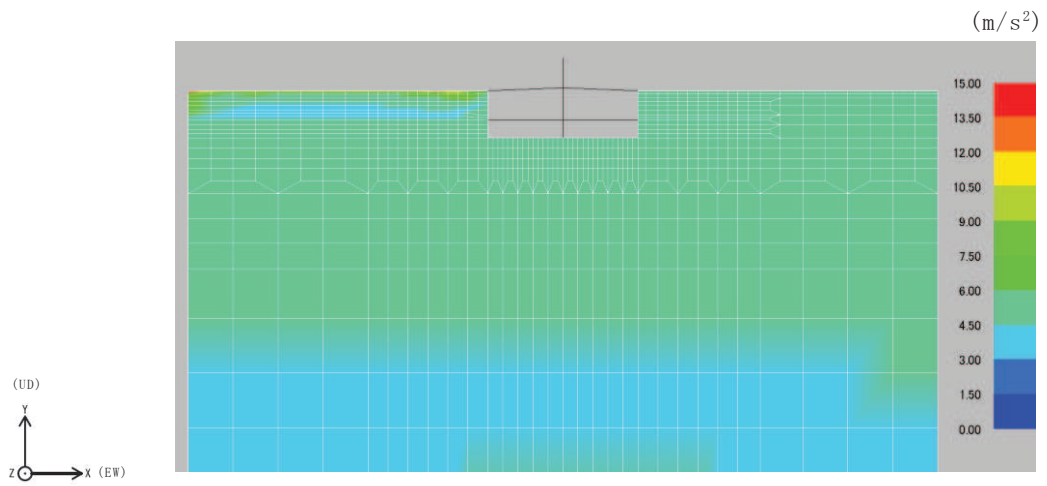


図 3-4 地盤の最大応答加速度 (S s - N 1, EW 方向)

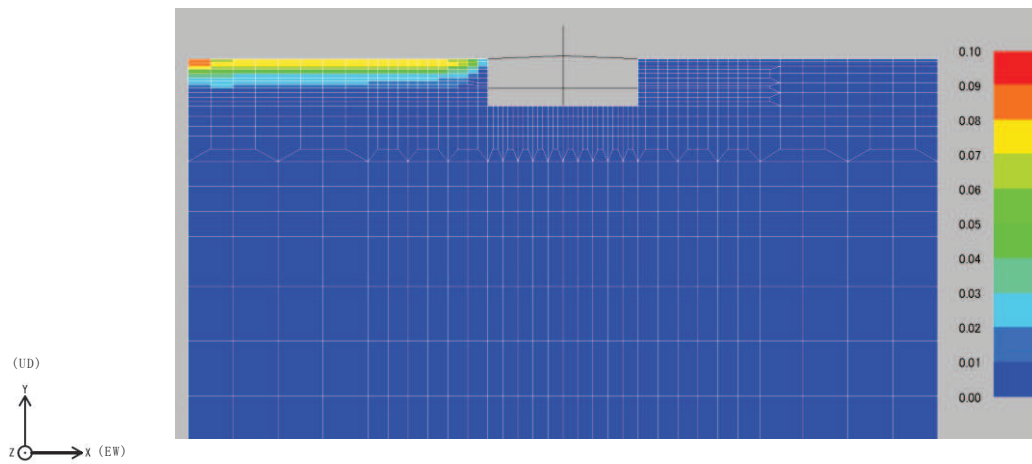


図 3-5 地盤の最大応答せん断ひずみ (S s - N 1, EW 方向)

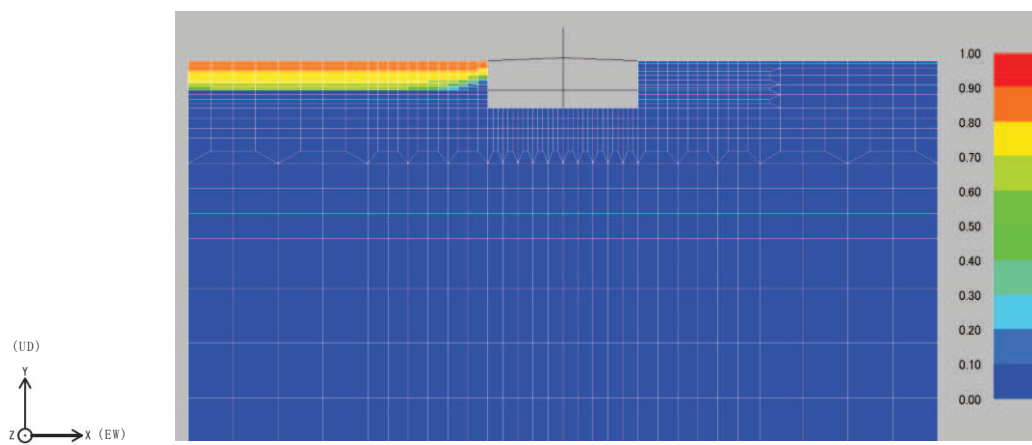
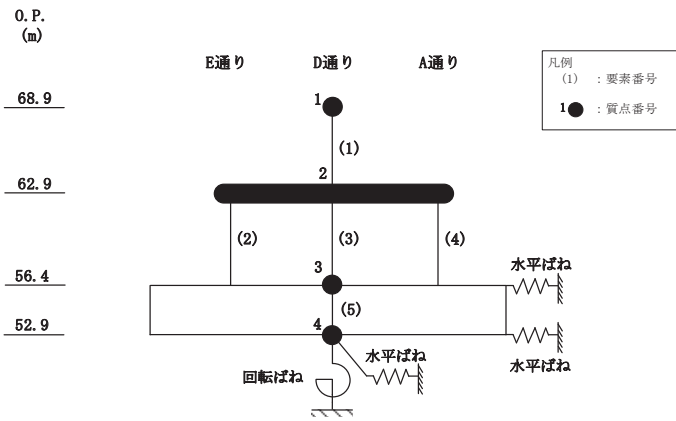


図 3-6 地盤の最大過剰間隙水圧比 (S s - N 1, EW 方向)



E 通り		D 通り		A 通り	
O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )	O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )	O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )
68.9	499	68.9	891	68.9	499
62.9	610	62.9	610	62.9	610
56.4	489	56.4	489	56.4	489
	579		579		579

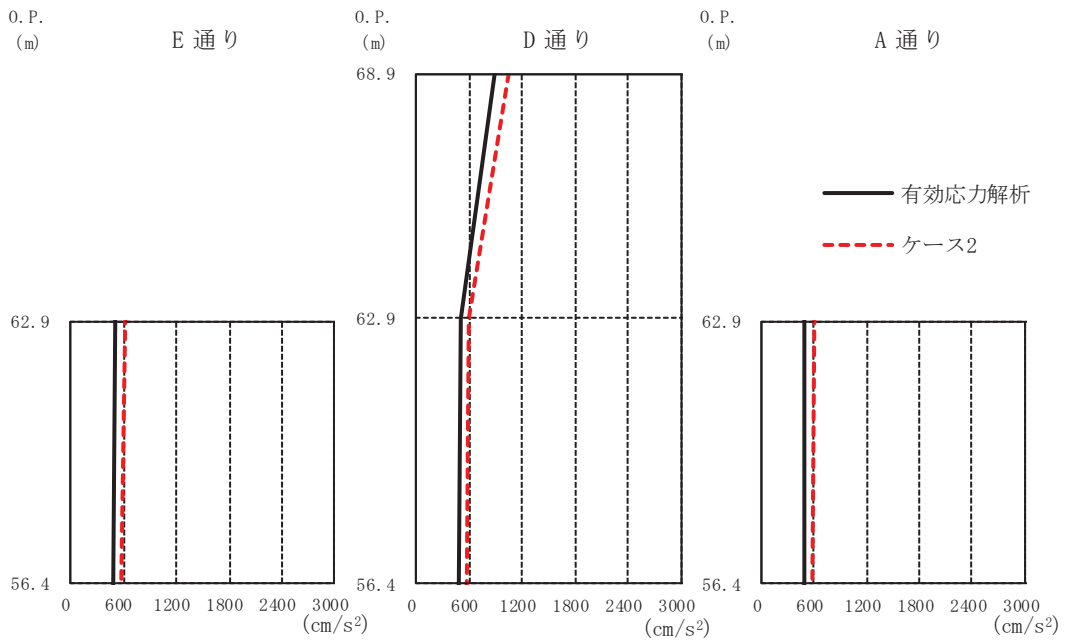
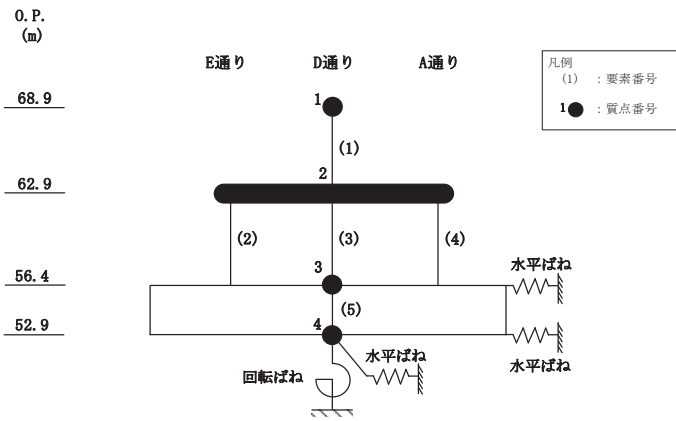


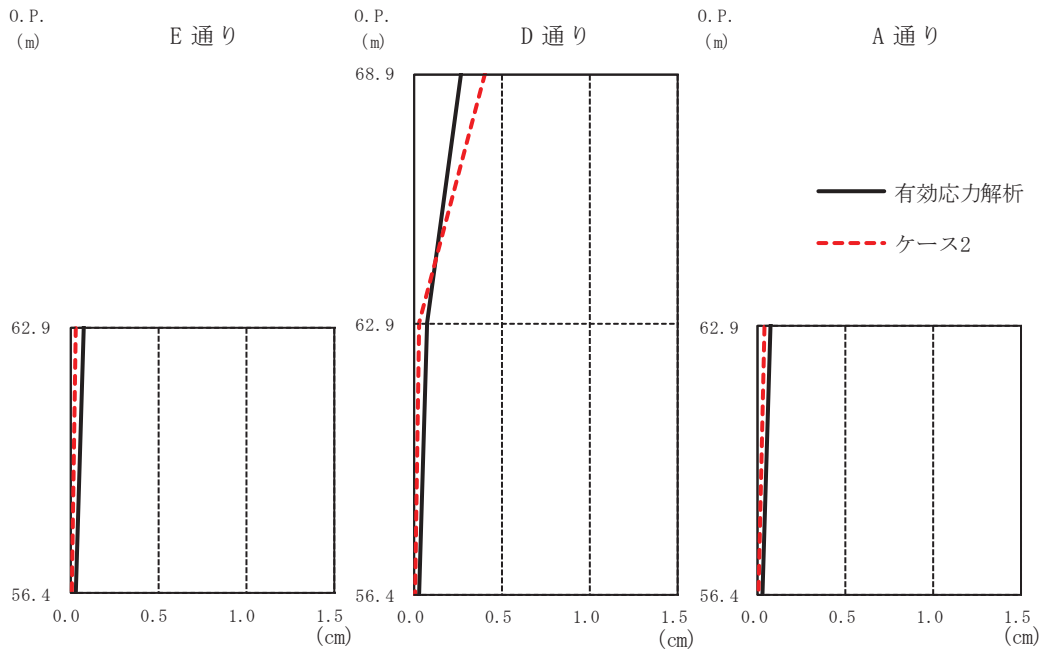
図 3-7 最大応答加速度 (S s - N 1, NS 方向)



O.P. (m)	有効応力解析	ケース2
62.9	0.07	0.02
56.4	0.03	0.00

O.P. (m)	有効応力解析	ケース2
68.9	0.26	0.40
62.9	0.07	0.02
56.4	0.03	0.00

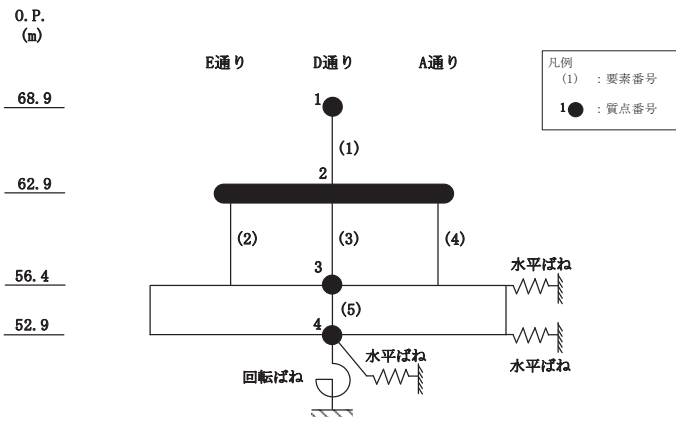
O.P. (m)	有効応力解析	ケース2
62.9	0.07	0.02
56.4	0.03	0.00



注：有効応力解析ではO.P. 52.9m（緊急用電気品建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-8 最大応答変位（S s - N 1, NS 方向）





O.P (m) E 通り ( $\times 10^3$ kN)

O.P (m)	有効応力解析	ケース2
62.9		
56.4	10.60	10.61

O.P (m) D 通り ( $\times 10^3$ kN)

O.P (m)	有効応力解析	ケース2
68.9		
62.9	3.29	3.96
56.4	4.79	4.79

O.P (m) A 通り ( $\times 10^3$ kN)

O.P (m)	有効応力解析	ケース2
62.9		
56.4	10.60	10.61

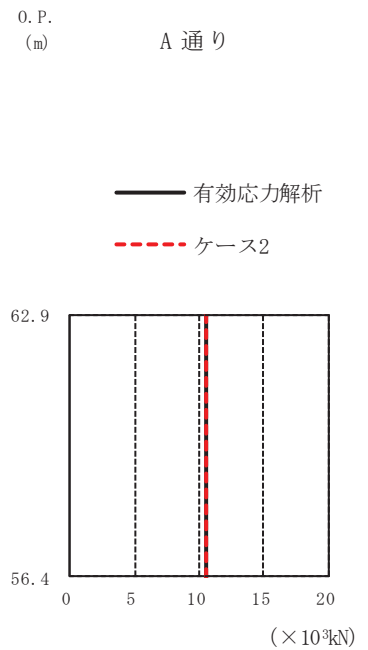
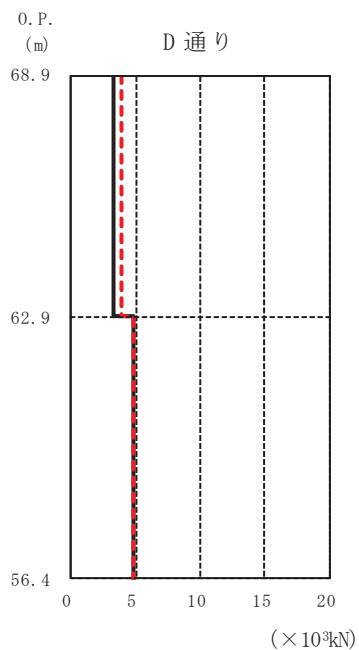
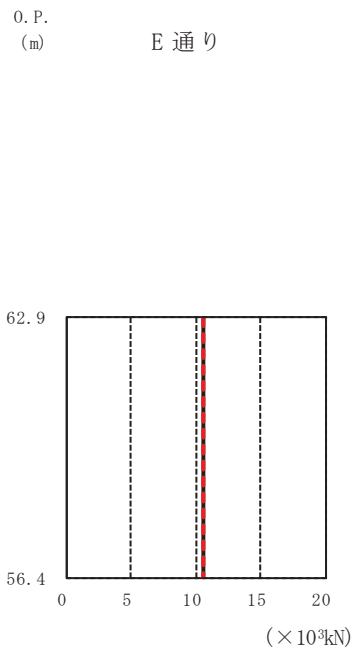
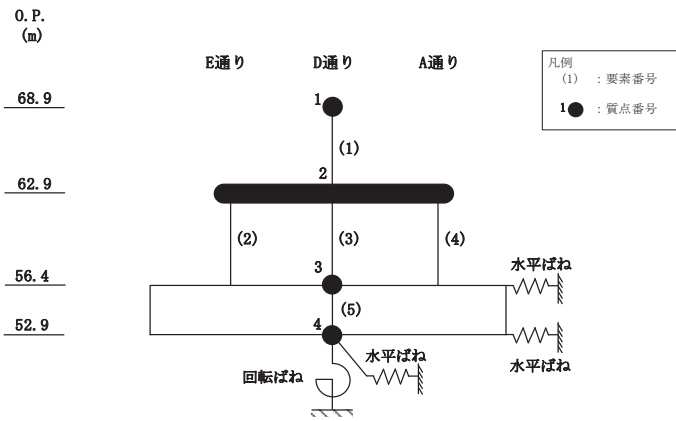


図 3-9 最大応答せん断力 (S s - N 1, NS 方向)



O.P. (m)	E 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		D 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		A 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	
	有効応力解析	ケース2	有効応力解析	ケース2	有効応力解析	ケース2
68.9			0.00	0.00		
62.9	0.52	0.71	1.97	2.37	0.59	0.78
56.4	7.40	7.45	3.94	3.98	7.48	7.53

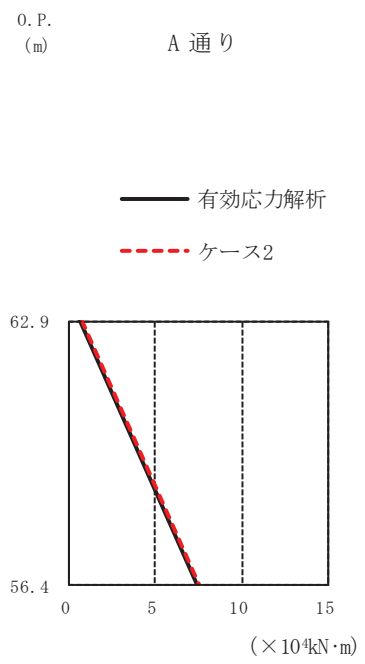
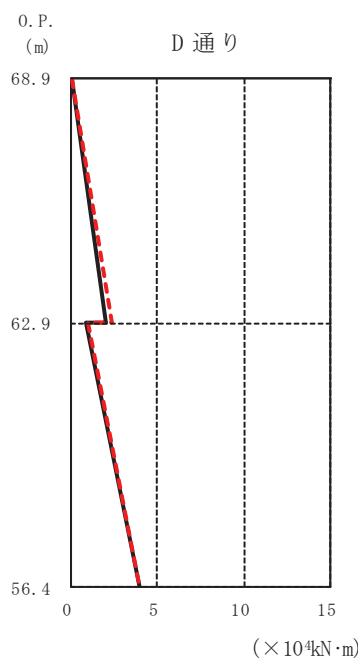
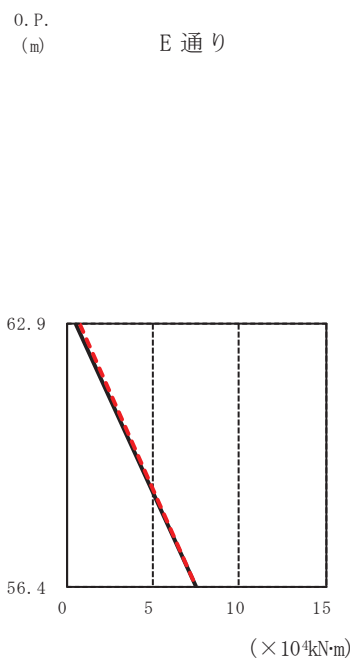
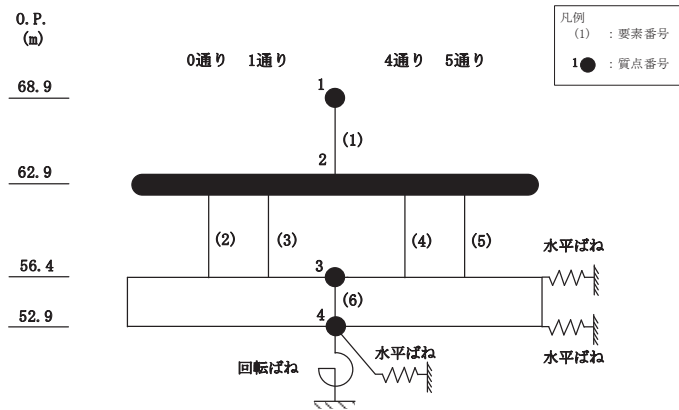


図 3-10 最大応答曲げモーメント (S s - N 1, NS 方向)



0 通り		1 通り		4 通り		5 通り	
O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )	O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )	O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )	O.P. (m)	有効応力解析 (cm/s <sup>2</sup> )
68.9	804	68.9	804	68.9	804	68.9	804
62.9	457	62.9	457	62.9	457	62.9	457
56.4	454	56.4	454	56.4	454	56.4	454
	ケース2		ケース2		ケース2		ケース2
	603		603		603		603
	576		576		576		576

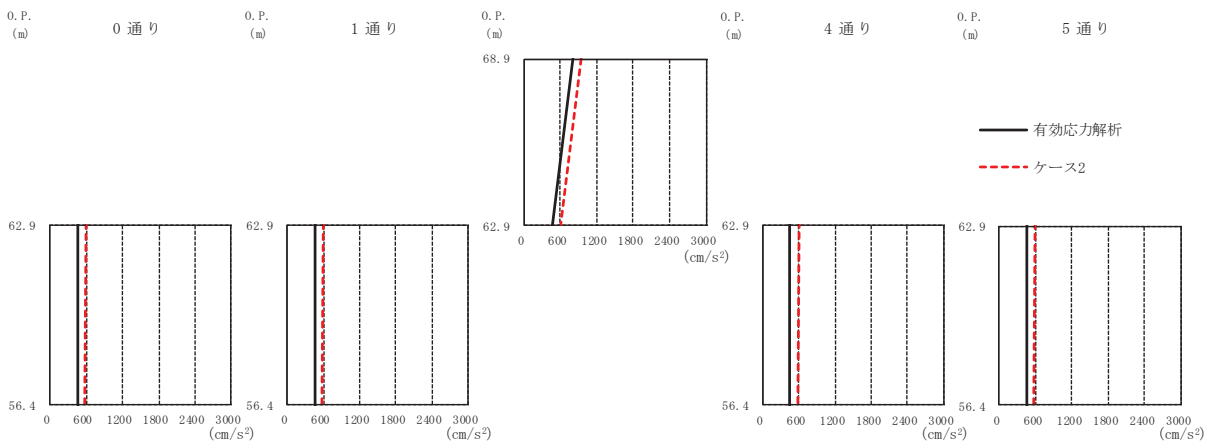
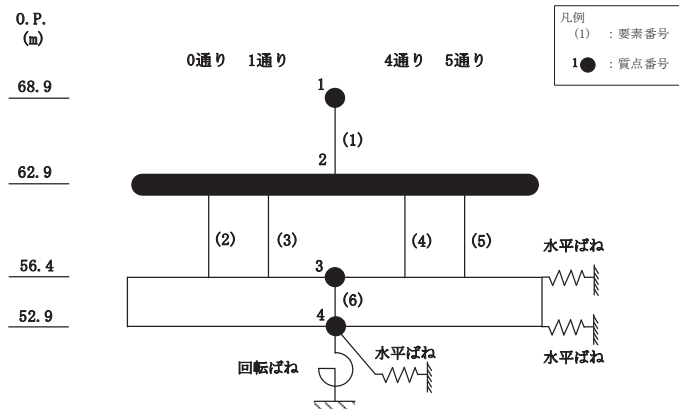
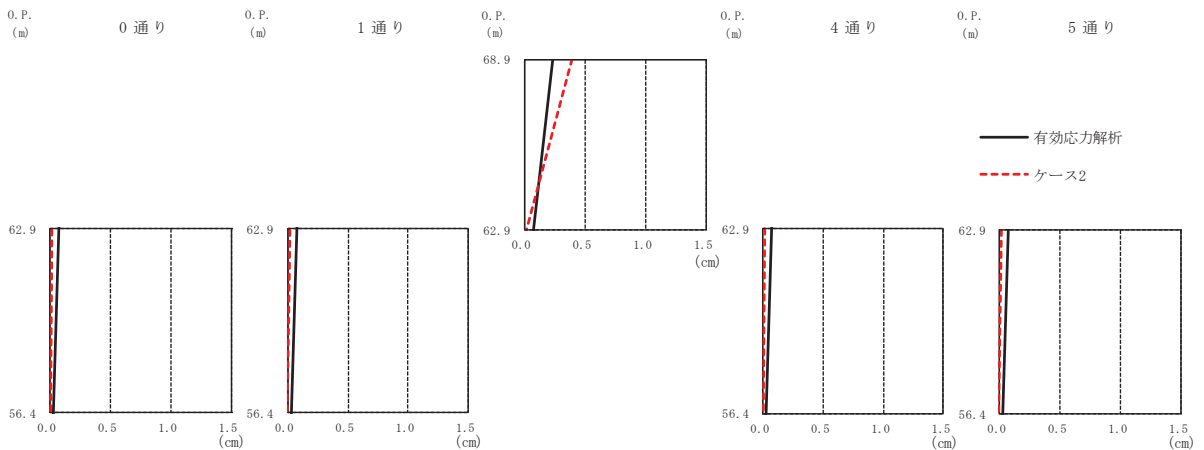


図 3-11 最大応答加速度 (S s - N 1, EW 方向)



0 通り			1 通り			4 通り			5 通り		
O.P. (m)	有効応力解析	ケース2	O.P. (m)	有効応力解析	ケース2	O.P. (m)	有効応力解析	ケース2	O.P. (m)	有効応力解析	ケース2
68.9			68.9	0.23	0.40	68.9	0.23	0.40	68.9	0.07	0.01
62.9	0.07	0.01	62.9	0.07	0.01	62.9	0.07	0.01	62.9	0.07	0.01
56.4	0.03	0.00	56.4	0.03	0.00	56.4	0.03	0.00	56.4	0.03	0.00



注：有効応力解析では0.P. 52.9m（緊急用電気品建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-12 最大応答変位（S s - N 1，EW 方向）

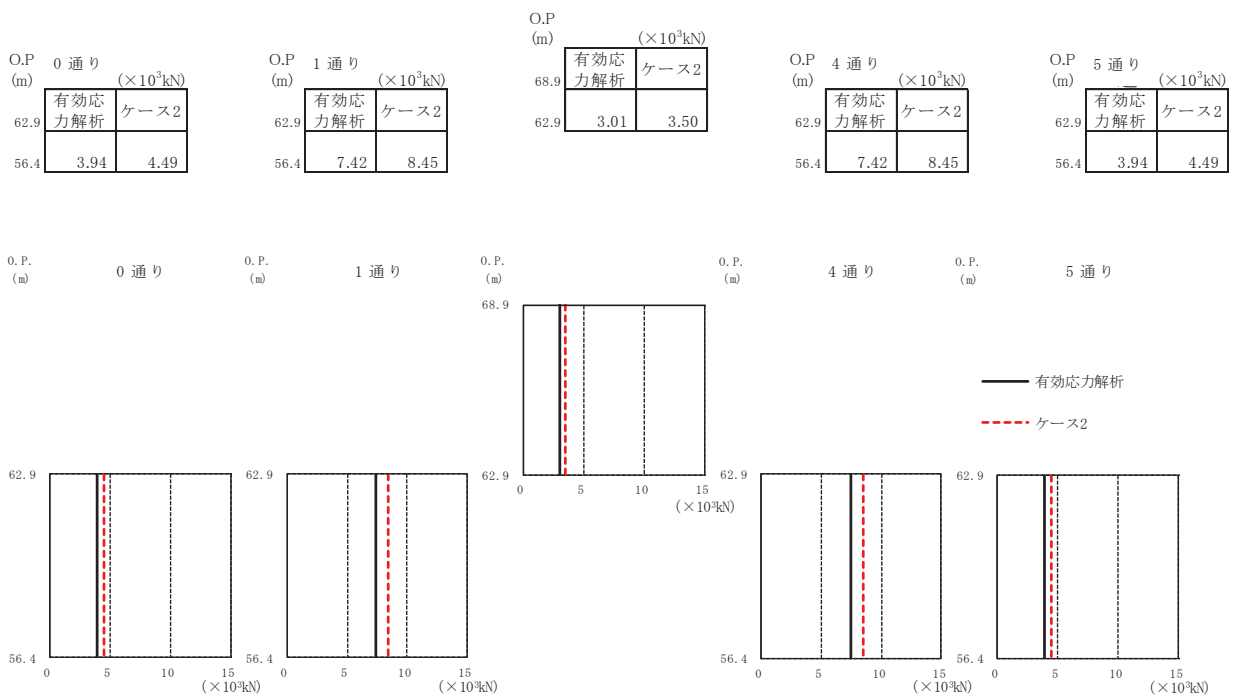
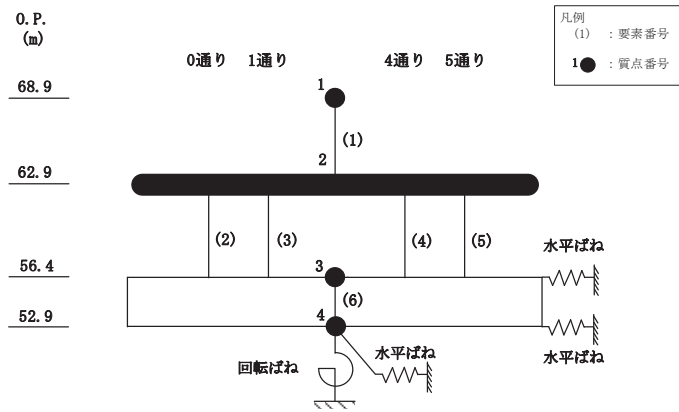


図 3-13 最大応答せん断力 (S s - N 1, EW 方向)

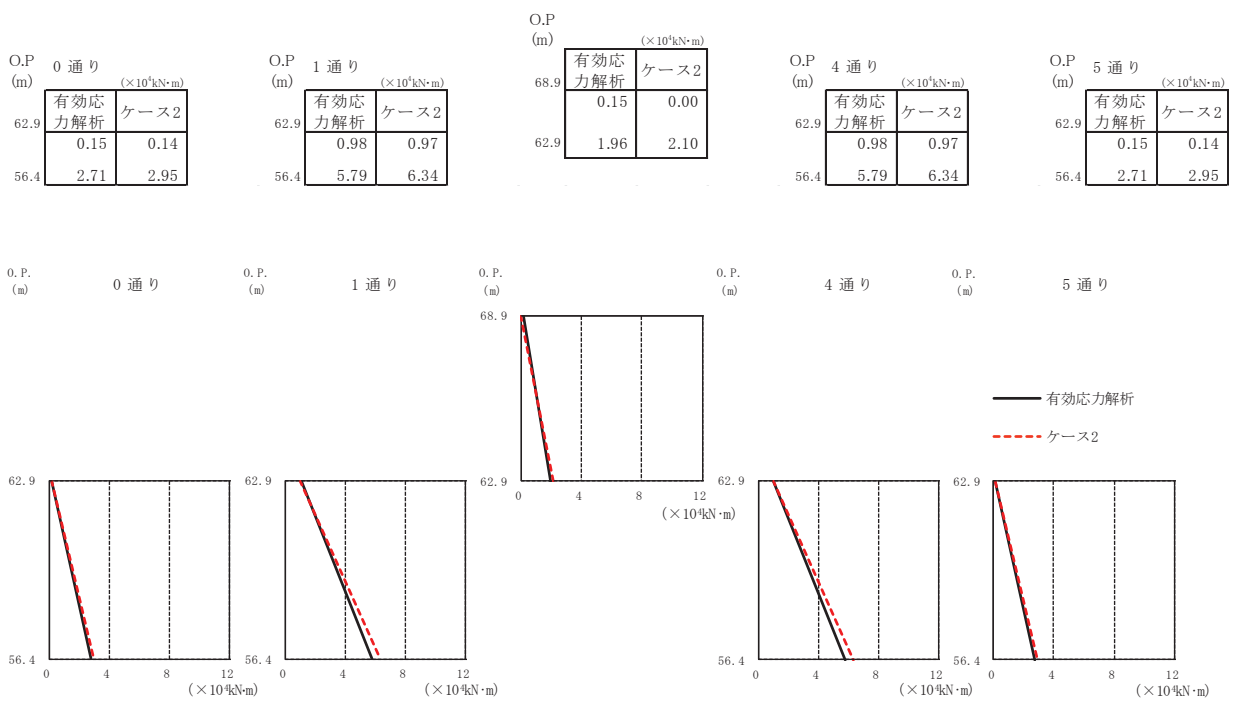
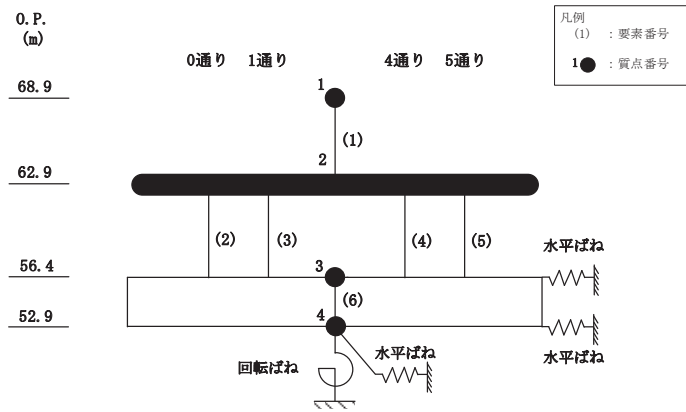


図 3-14 最大応答曲げモーメント (S s - N 1, EW 方向)

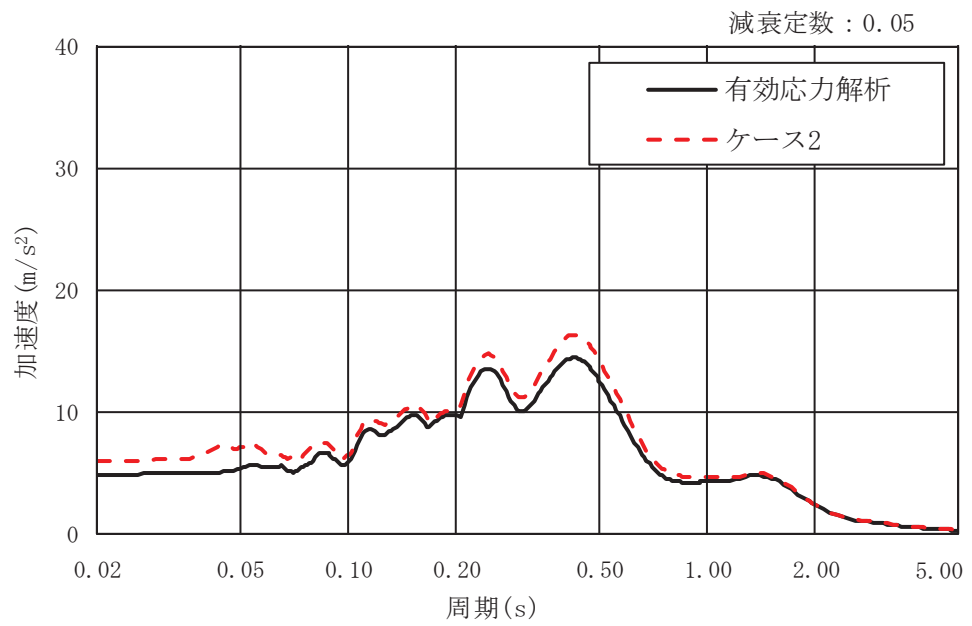
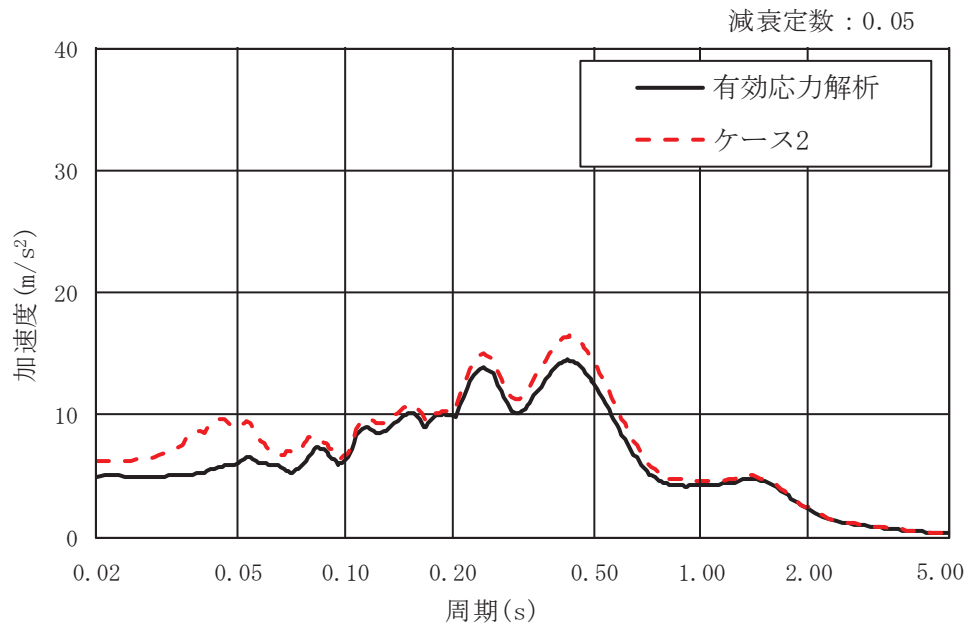


図 3-15 加速度応答スペクトル (S s - N 1, NS 方向)

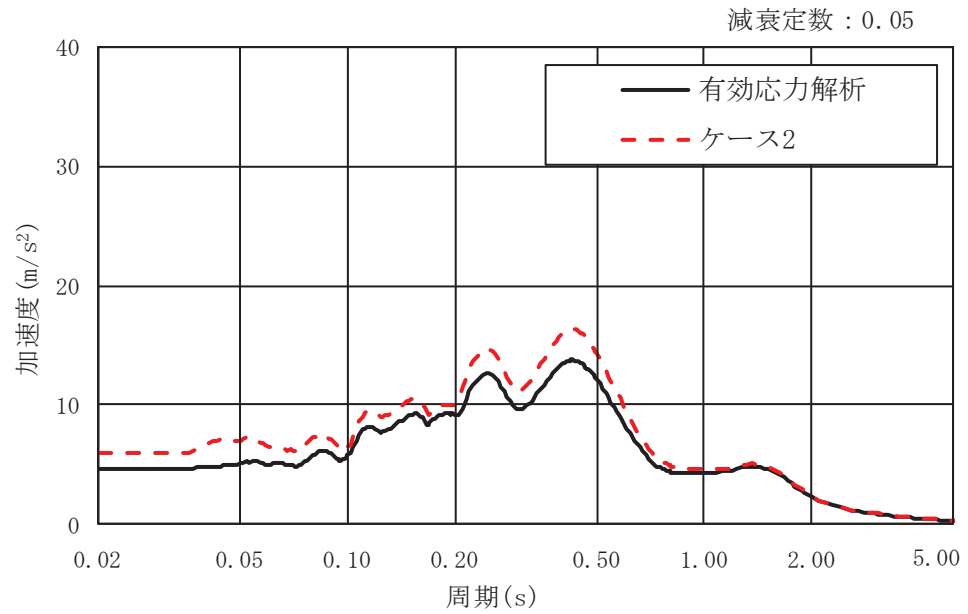
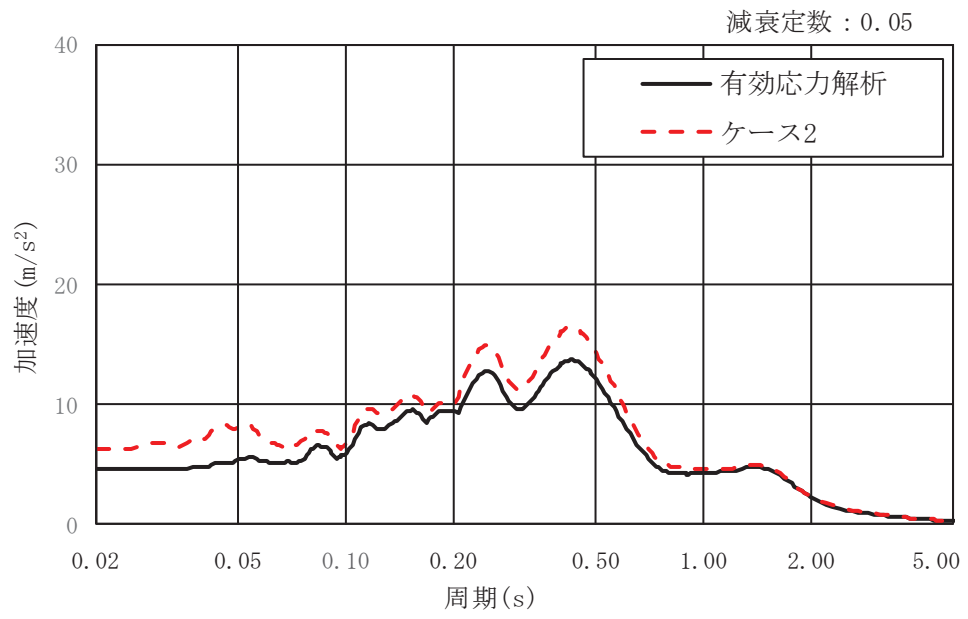


図 3-16 加速度応答スペクトル (S s - N 1, EW 方向)



別紙 1-1-2 地震応答解析における地上鉄骨部のモデル化の妥当性について

## 目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-1-2-1
2. 鉄骨フレームの弾性限界の算定について・・・・・・・・ 別紙 1-1-2-2
3. 弾性限界水平荷重の算定結果及び応答値との比較・・・・ 別紙 1-1-2-6

## 1. 概要

緊急用電気品建屋の地上部分は、鉄骨造のフレーム架構の構造物である。鉄骨部分は基準地震動  $S_s$  に対して短期許容応力度設計を行っていることから地震応答解析においても線形の等価せん断要素でモデル化している。

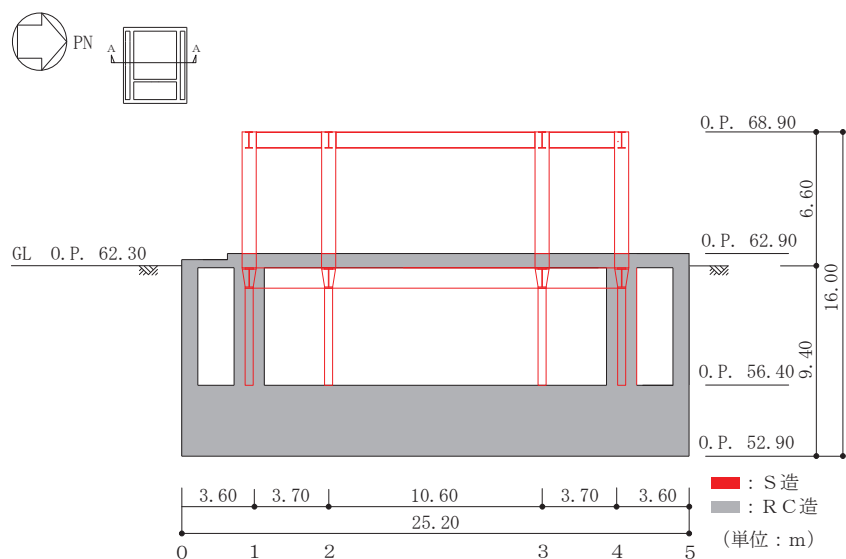
本資料は、鉄骨部分を線形部材としてモデル化することの妥当性について説明するものである。

## 2. 鉄骨フレームの弾性限界の算定について

鉄骨フレーム部の弾性限界となる水平力を算定するために、当該部分の柱及び梁の弾塑性特性を考慮に入れたフレームモデルを作成した上で静的漸増解析を行う。フレームの変形には、曲げ変形とせん断変形による水平変位が生じるが、地震応答解析では等価なせん断モデルとしており、層間変位と層せん断力の関係性を評価する。フレームの漸増解析には解析コード「fappase」を用いる。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

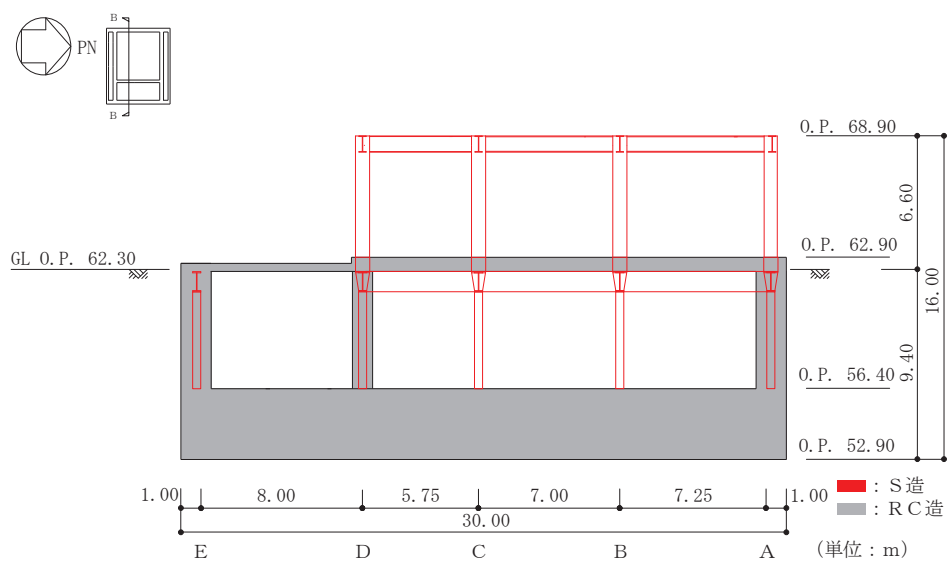
フレーム部の構造を図 2-1 に示す。静的漸増解析においては、地上部分の鉄骨柱及び鉄骨大ばりをモデル化する。境界条件は、評価するフレーム部分の脚部を固定とし、対象とする層に漸増する水平荷重を作用させる。静的漸増解析で得られる荷重(Q)－せん断変形角( $\gamma$ )関係より、最初にヒンジが発生する位置を鉄骨部分の弾性限界として評価する。

フレーム部の等価せん断スケルトンの設定フローを図 2-2 に示す。



(単位 : m)

図 2-1(1) フレーム部の構造概要 (A-A 断面, NS 方向)



(単位 : m)

図 2-1(2) フレーム部の構造概要 (B-B 断面, EW 方向)

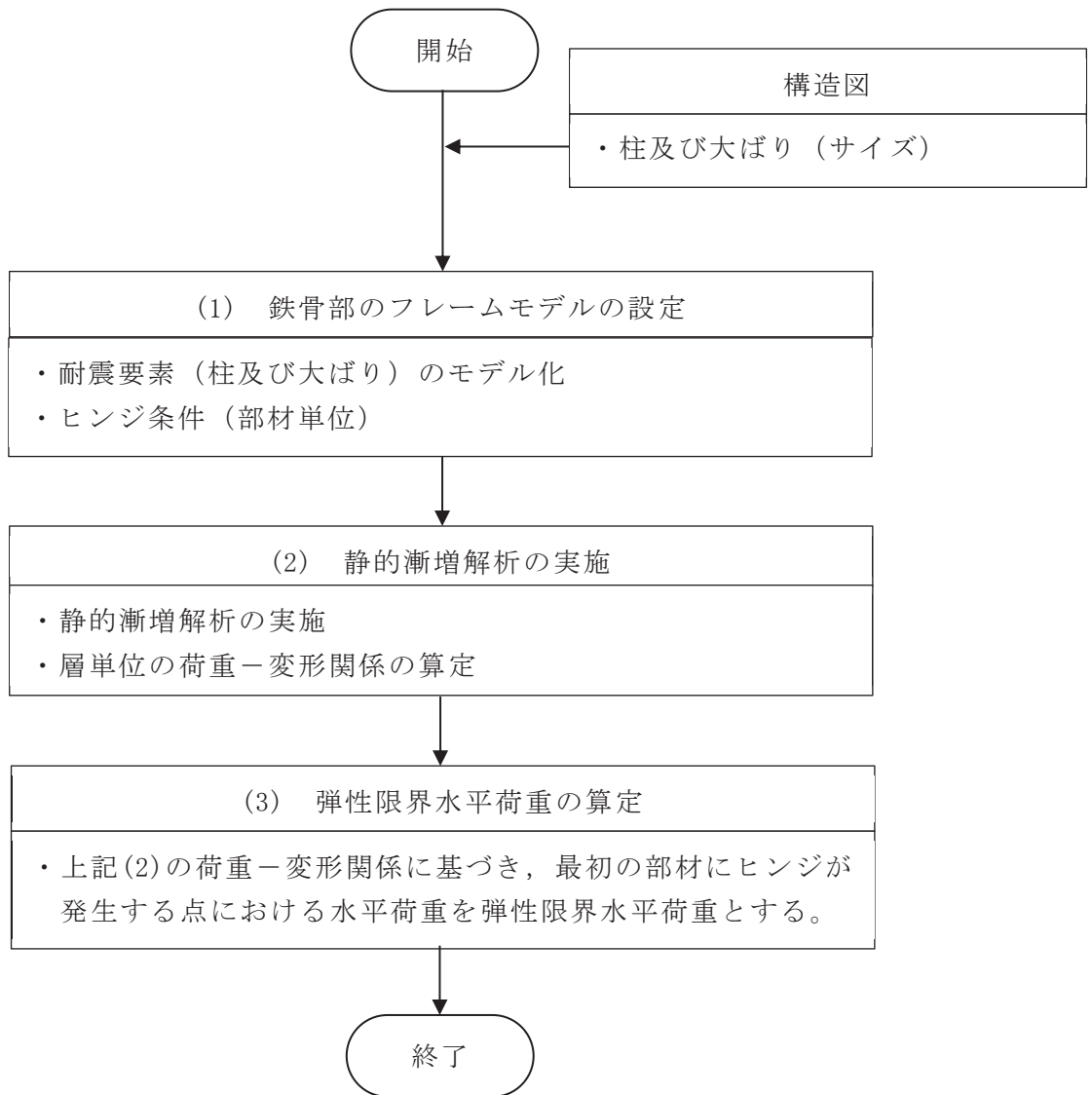


図 2-2 フレーム部の弾性限界となる水平荷重の設定フロー

(1) 建屋のフレームモデルの設定

フレーム部のモデルは地震応答解析の弾性剛性を評価する際に作成した各構面毎のフレームモデルをもとに、NS方向、EW方向それぞれについて耐震要素（柱及び大ばり）を部材単位でモデル化した全構面のフレームモデルを作成する。フレーム頂部（O.P. 68.500m）については、各フレームが水平ブレースで結合されているため剛床を仮定する。本検討では鉄骨部の弾性限界を算定するため、フレームモデルの柱及び大ばりに鉄骨の降伏耐力に基づいて材端の塑性ヒンジを設定する。鉄骨柱の柱脚部は固定とする。なお、本検討の目的を踏まえ、各部材の降伏耐力の算定においては鉄骨の規格降伏点強度（F値）を用い、1.1倍は考慮しない。フレーム部の構造詳細を「別紙 1-1-4 緊急用電気品建屋の構造詳細」に示す。

(2) 静的漸増解析の実施

上記のフレームモデルを用い、鉄骨大ばり中心位置（O.P. 68.500m）に水平荷重を作用させて静的漸増解析を実施し、層単位の荷重（Q）－変形（ $\gamma$ ）関係を求める。このとき、柱部材に生じる長期の曲げ応力は小さいことから考慮していない。

フレームの静的漸増解析の概要を図 2-3 に示す。

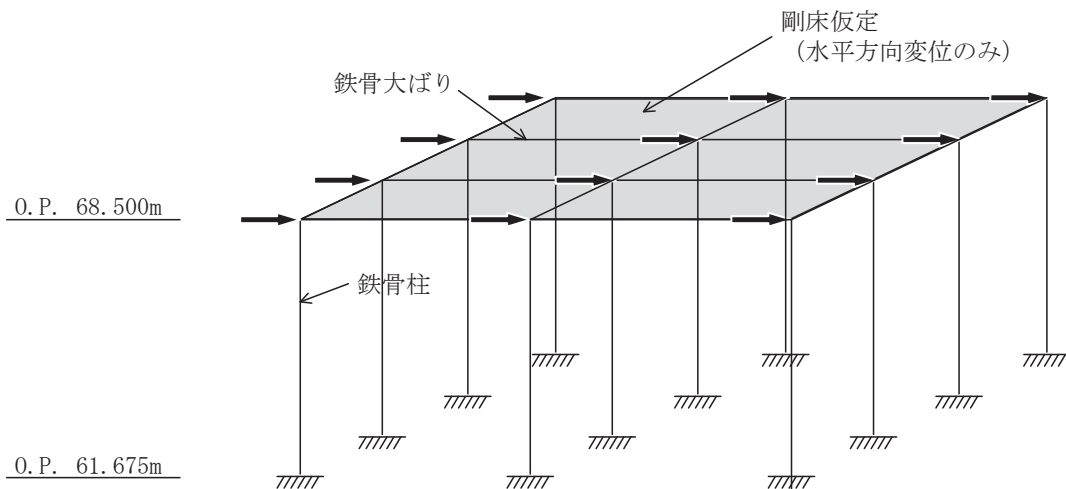


図 2-3 フレームの静的漸増解析の概要

(3) 弾性限界水平荷重の算定

上記の静的漸増解析を実施し、いずれかの部材にヒンジが発生したときの水平荷重を弾性限界水平荷重として算定する。

3. 弾性限界水平荷重の算定結果及び応答値との比較

緊急用電気品建屋の地上部について、弾性限界水平荷重の算定結果及びS s地震時の最大応答せん断力（ケース5，S s - D 2）との比較を表3-1及び図3-1に示す。S s地震時の最大応答せん断力は弾性限界水平荷重を大きく下回っており、緊急用電気品建屋の地震応答解析において地上部の鉄骨フレーム部分を線形要素としてモデル化することの妥当性を確認した。

表 3-1 弾性限界水平荷重と S s 地震時の最大応答せん断力との比較

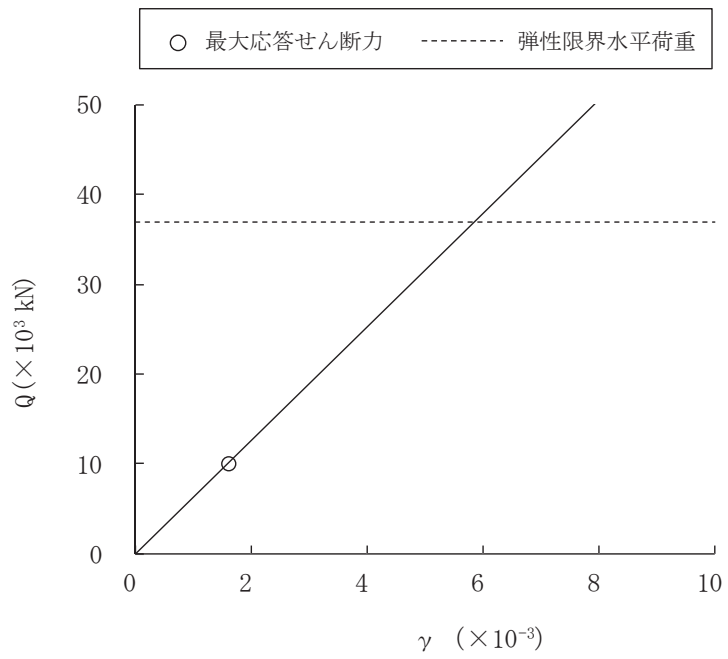
(a) NS 方向

階	O. P. (m)	①弾性限界 水平荷重 $Q_E (\times 10^3 \text{kN})$	②最大応答せん断力 (ケース 5, S s - D 2) $Q (\times 10^3 \text{kN})$	②/①
1F	68.90 ~ 62.90	36.96	10.10	0.28

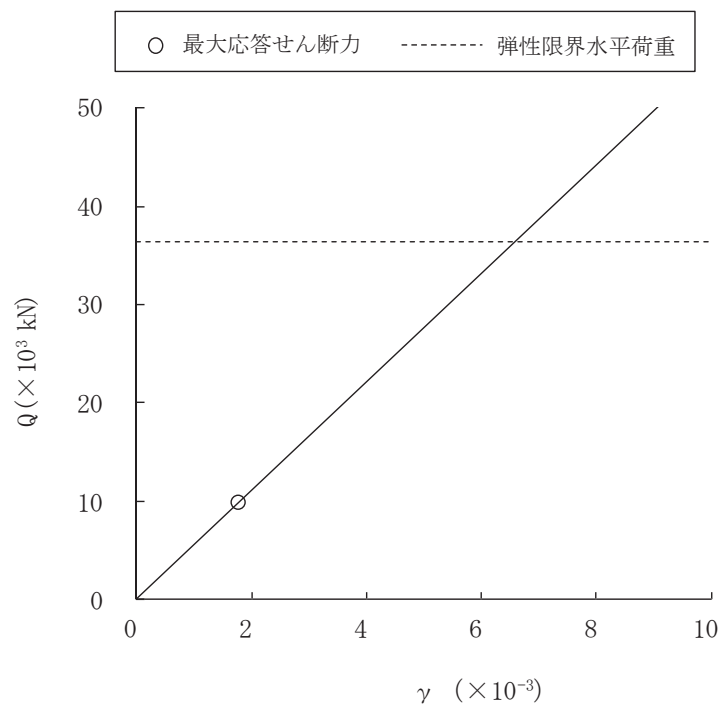
(b) EW 方向

階	O. P. (m)	①弾性限界 水平荷重 $Q_E (\times 10^3 \text{kN})$	②最大応答せん断力 (ケース 5, S s - D 2) $Q (\times 10^3 \text{kN})$	②/①
1F	68.90 ~ 62.90	36.44	9.80	0.27





(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 3-1 弾性限界水平荷重と S<sub>s</sub> 地震時の最大応答せん断力との比較

別紙 1-1-3 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について

## 目 次

1. 概要..... 別紙 1-1-3-1
2. 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル..... 別紙 1-1-3-2
3. 側面回転地盤ばねを考慮した場合の解析結果..... 別紙 1-1-3-5

## 1. 概要

添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」(以下「地震応答計算書」という。)では、基礎版側面の側面回転地盤ばねは考慮しない地震応答解析モデルを採用して地震応答解析を行っている。

一方、緊急用電気品建屋の基礎版の応力解析においては、添付書類「VI-2-2-22 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書」(以下「耐震計算書」という。)に示すとおり、基礎版をモデル化したシェル要素の建屋外周にあたる周囲部分に、基礎側面地盤の鉛直方向に対する拘束効果を考慮している。この鉛直方向の拘束効果は、基礎版側面をマンメイドロックで埋戻すことを考慮して設定しているばねであり、基礎版側面地盤の物性にに基づき Novak の手法により評価した回転ばねを等価な鉛直方向ばねに置換したものである。

本資料では、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、地震応答解析モデルに基礎版側面の側面回転地盤ばねを考慮した地震応答解析を行い、地震応答計算書に示す地震応答解析モデルに基づく最大応答値と比較することで、地震応答解析に基礎版側面の側面回転地盤ばねを考慮しないことが保守的な評価となることを確認する。

## 2. 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル

緊急用電気品建屋の地震応答解析結果のうち、基準地震動  $S_s - D 2$  のケース 5（建屋剛性 0.8 倍， $+\sigma$  地盤）が建屋の応答に最も支配的なケースとなることから、側面回転地盤ばねを設定した検討ケースは基準地震動  $S_s - D 2$  のケース 5 とし、NS 方向及び EW 方向モデルに対して実施する。

側面回転地盤ばねの算定に用いる解析用地盤物性値は補足説明資料「補足-610-10 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に示す  $+\sigma$  地盤物性値とする。また、側面回転地盤ばね以外の地震応答解析モデルの諸元は補足説明資料「補足-610-10 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に示すケース 5 と同一とする。

側面回転地盤ばねを含む地盤ばね定数と減衰係数の算定結果を表 2-1 に、地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

表 2-1 地盤ばね定数と減衰係数（水平方向）

(a) NS 方向

地盤ばね 成分	質点 番号	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
側面・水平	3	$9.264 \times 10^7$ (kN/m)	$1.565 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	3	$1.711 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$9.720 \times 10^7$ (kN·m·s/rad)
側面・水平	4	$9.264 \times 10^7$ (kN/m)	$1.565 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	4	$1.711 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$9.720 \times 10^7$ (kN·m·s/rad)
底面・水平	4	$1.127 \times 10^9$ (kN/m)	$4.022 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	4	$1.970 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$1.375 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

地盤ばね 成分	質点 番号	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
側面・水平	3	$9.264 \times 10^7$ (kN/m)	$1.553 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	3	$1.711 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$1.015 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
側面・水平	4	$9.264 \times 10^7$ (kN/m)	$1.553 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	4	$1.711 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$1.015 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
底面・水平	4	$1.112 \times 10^9$ (kN/m)	$3.927 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	4	$2.523 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$2.486 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)

$E_c = 1.95 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)  
 $G_c = 8.16 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)  
 $7.90 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  (地上鉄骨部)

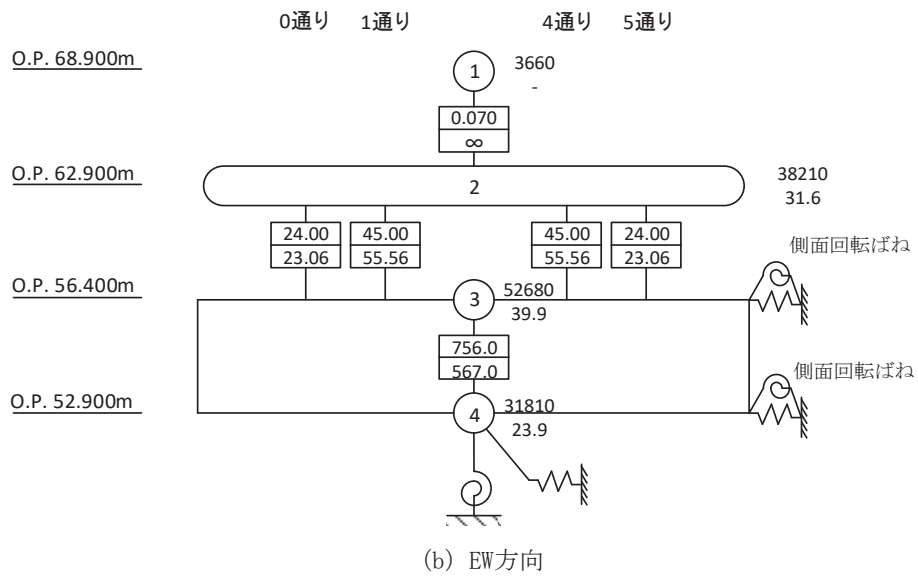
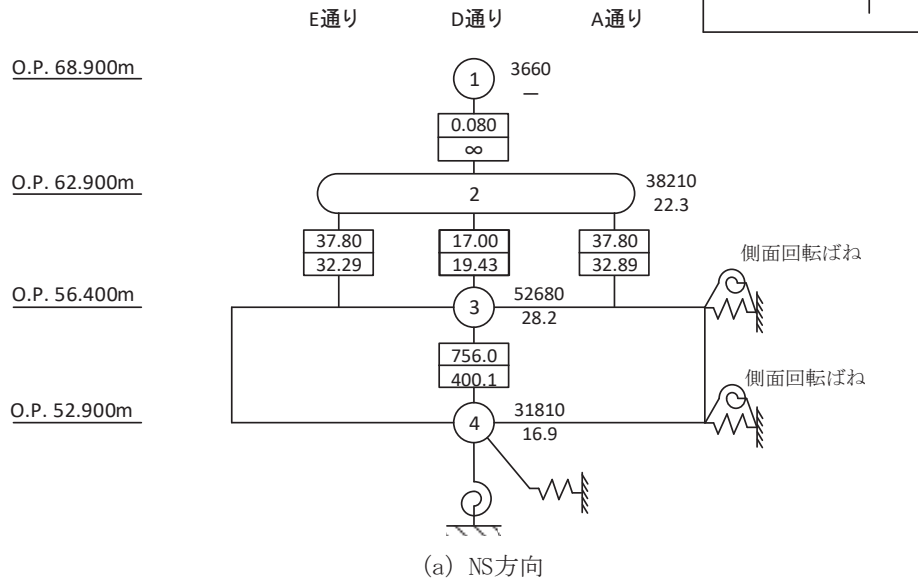
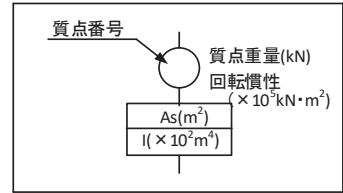


図 2-1 地震応答解析モデル

### 3. 側面回転地盤ばねを考慮した場合の解析結果

側面回転地盤ばね考慮モデルと今回工認の地震応答解析のケース 5,  $S_s - D_2$  の応答値の比較結果を示す。最大応答加速度, 最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図 3-1~図 3-6 に, B1F (O.P. 56.4m) と 1F (O.P. 62.9m) の床面における加速度応答スペクトルを図 3-7 及び図 3-8 に示す。

各応答成分の比較から, 今回工認モデルでの結果が側面回転地盤ばね考慮モデルの結果を包絡している。また, 床面における加速度応答スペクトルについても今回工認の値を下回っていることから, 地震応答解析において側面回転地盤ばねを考慮しない今回工認モデルは保守的であること, 機器・配管系の評価への影響が無いことを確認した。



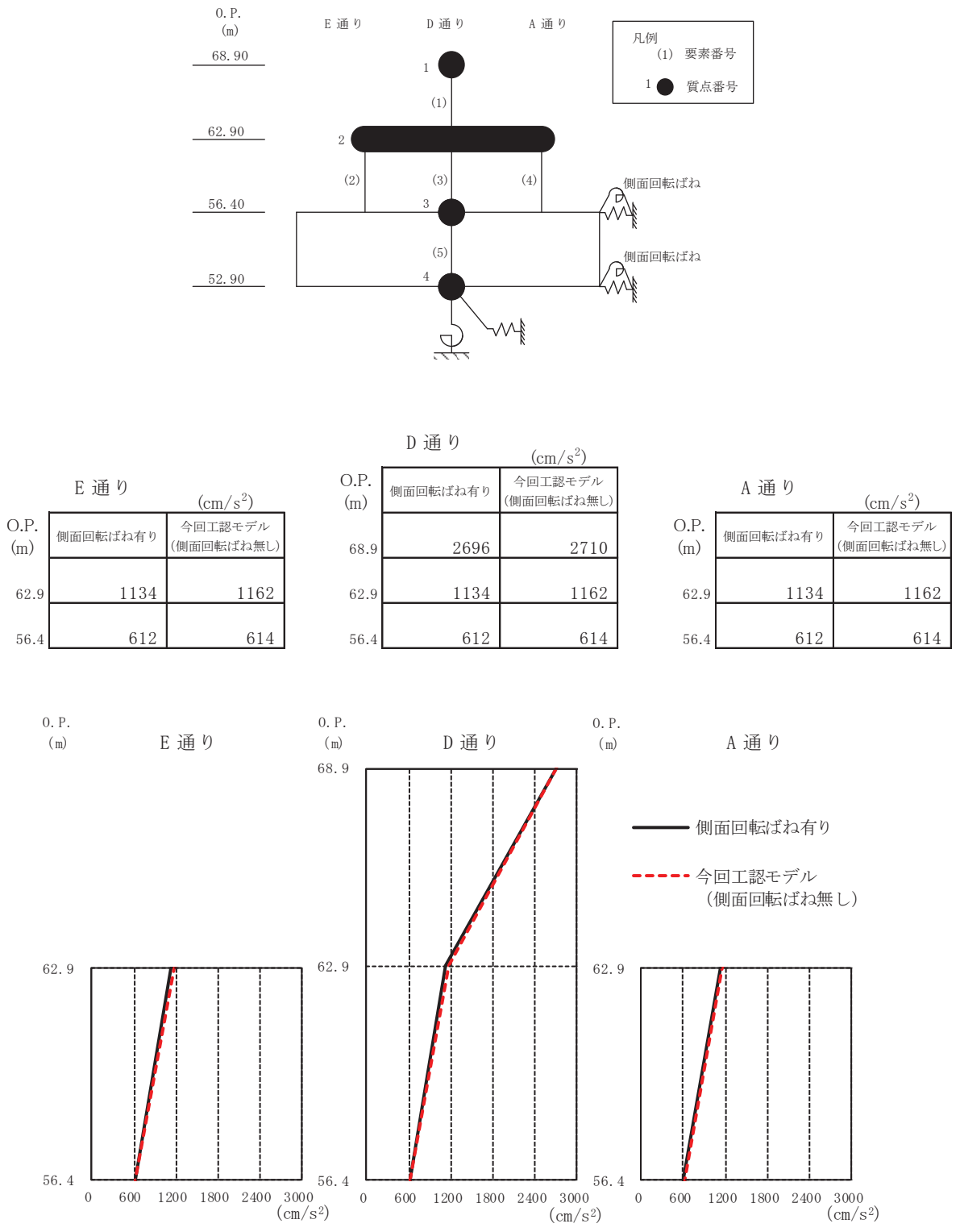
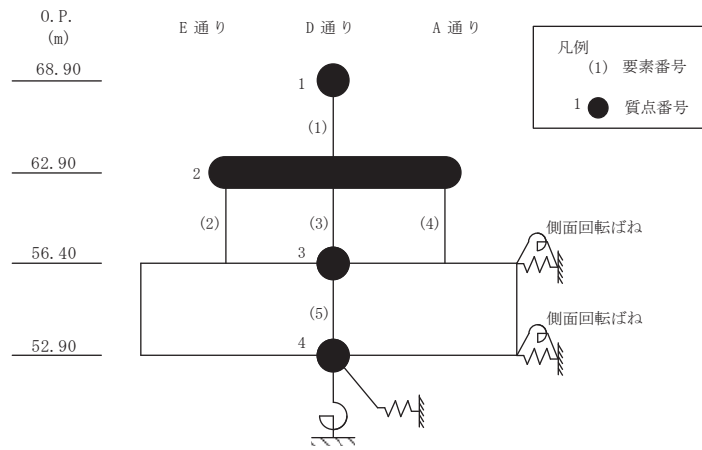


図 3-1 最大応答加速度 (S s - D 2, NS 方向)



O.P. (m)	E 通り		D 通り		A 通り	
	( $\times 10^3$ kN)		( $\times 10^3$ kN)		( $\times 10^3$ kN)	
68.9						
62.9	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
56.4	17.79	18.21	10.05	10.10	17.79	18.21
52.9			8.03	8.22		

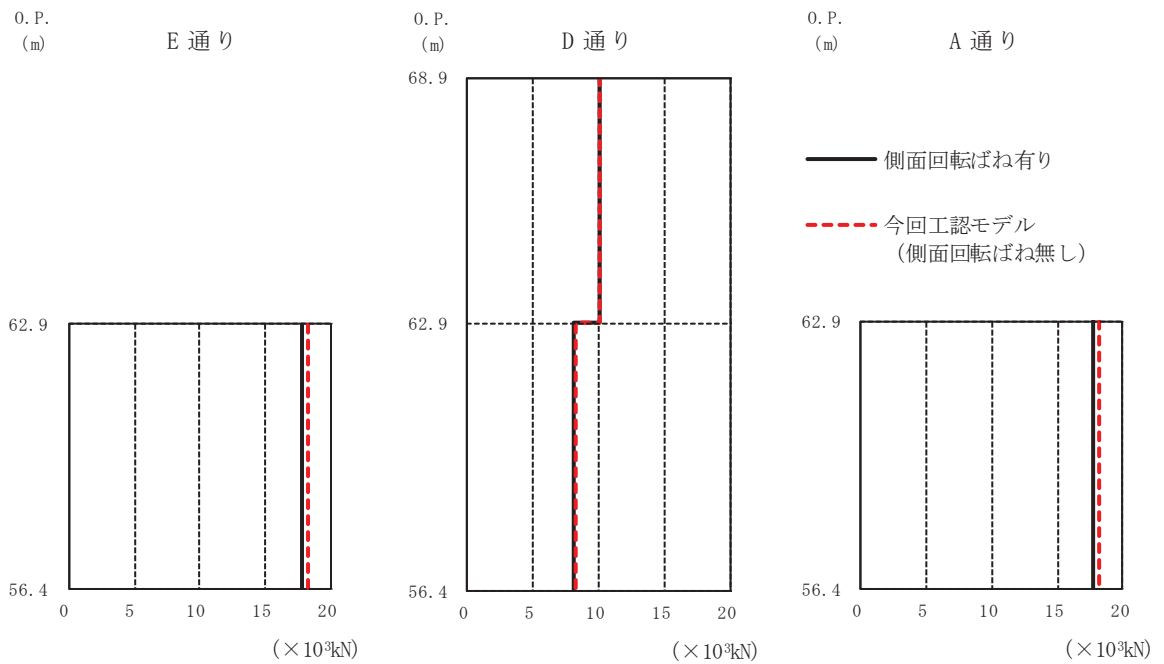
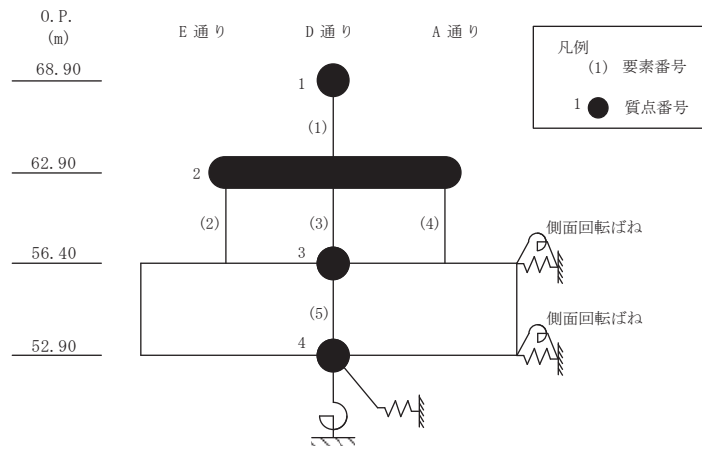


図 3-2 最大応答せん断力 (S s - D 2, NS 方向)



O.P. (m)	E 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		D 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		A 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
68.9			0.00	0.00		
62.9	2.47	2.54	6.03	6.06	2.56	2.62
56.4	13.76	14.26	7.41	7.70	13.91	14.42

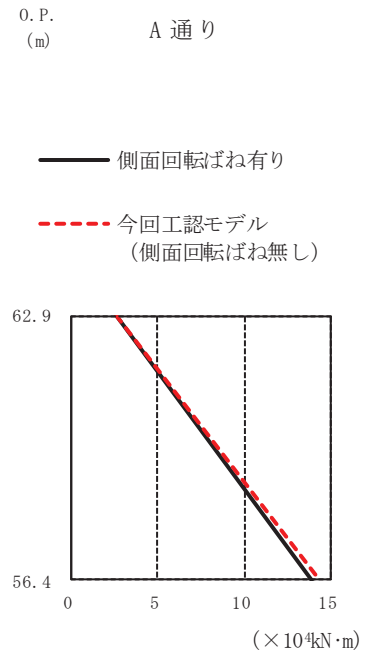
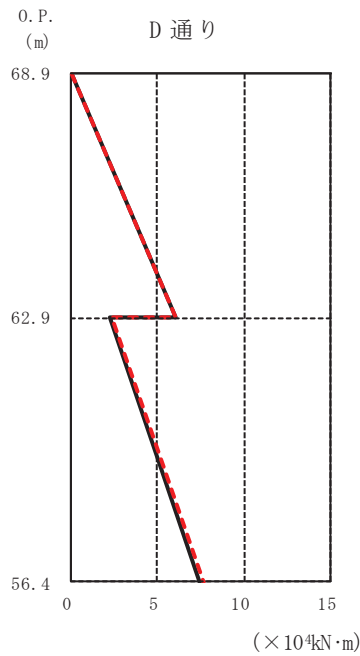
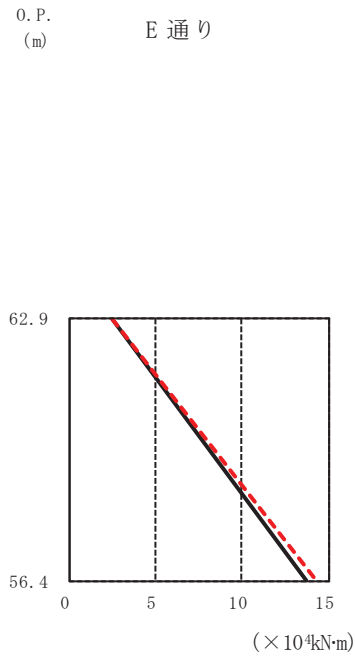
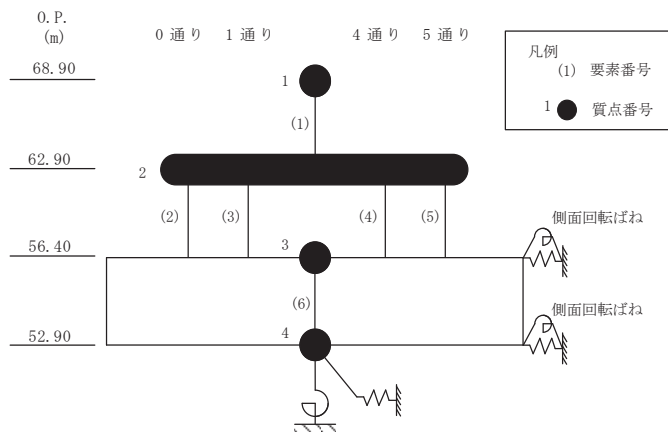


図 3-3 最大応答曲げモーメント (S s - D 2, NS 方向)



0 通り		1 通り		4 通り		5 通り					
(cm/s <sup>2</sup> )		(cm/s <sup>2</sup> )		(cm/s <sup>2</sup> )		(cm/s <sup>2</sup> )					
O.P. (m)	側面回転ばね有り	側面回転ばね有り	側面回転ばね有り	O.P. (m)	側面回転ばね有り	側面回転ばね有り	O.P. (m)	側面回転ばね有り	側面回転ばね有り	側面回転ばね無し	側面回転ばね無し
62.9	898	913	913	68.9	2618	2628	62.9	898	913	913	913
56.4	602	604	604	62.9	898	913	56.4	602	604	604	604

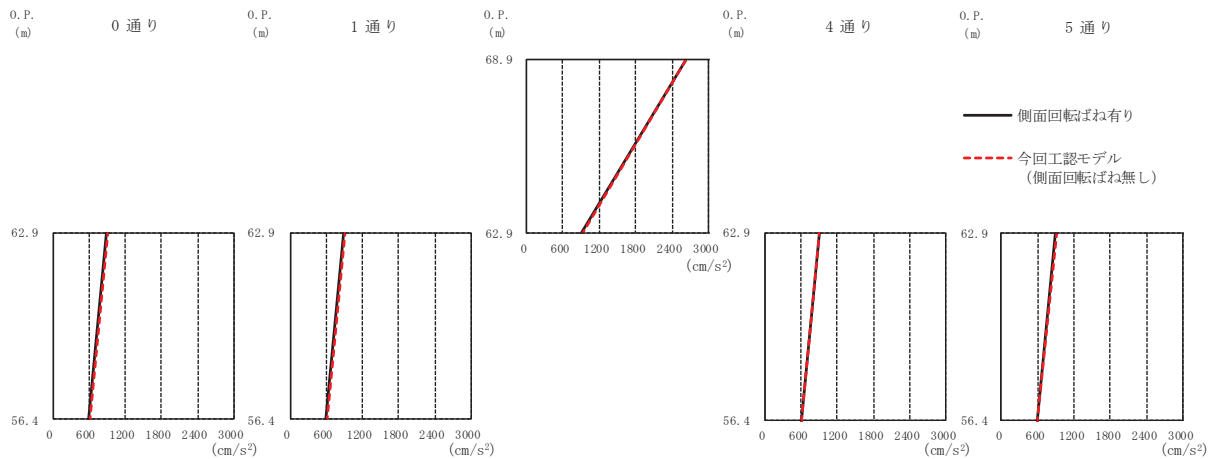


図 3-4 最大応答加速度 (S s - D 2, EW 方向)

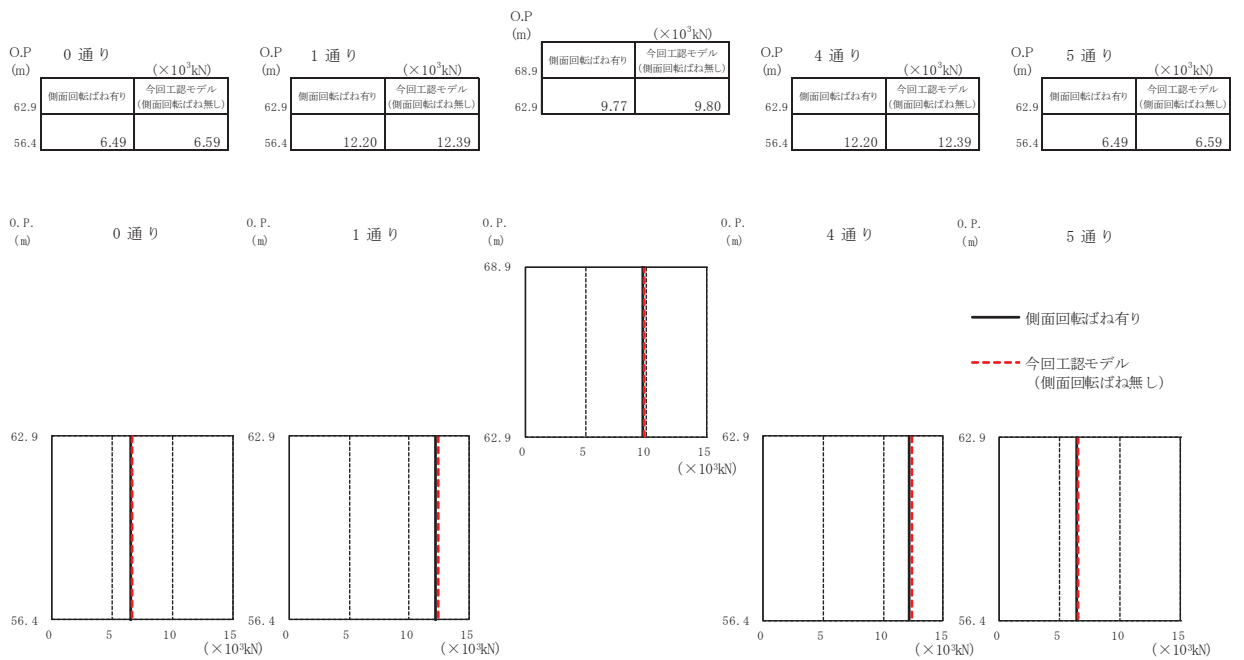
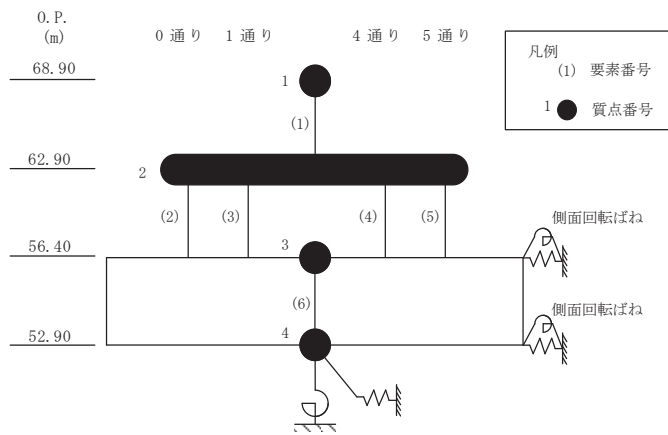
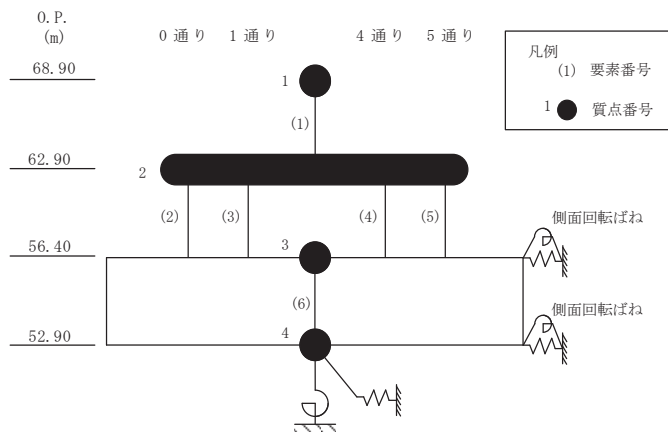


図 3-5 最大応答せん断力 (S s - D 2, EW 方向)



O.P. (m)	0 通り		1 通り		4 通り		5 通り	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
68.9					0.00	0.00		
62.9	0.88	0.95	2.59	2.71	2.59	2.71	0.88	0.95
56.4	4.56	4.69	9.87	10.18	9.87	10.18	4.56	4.69

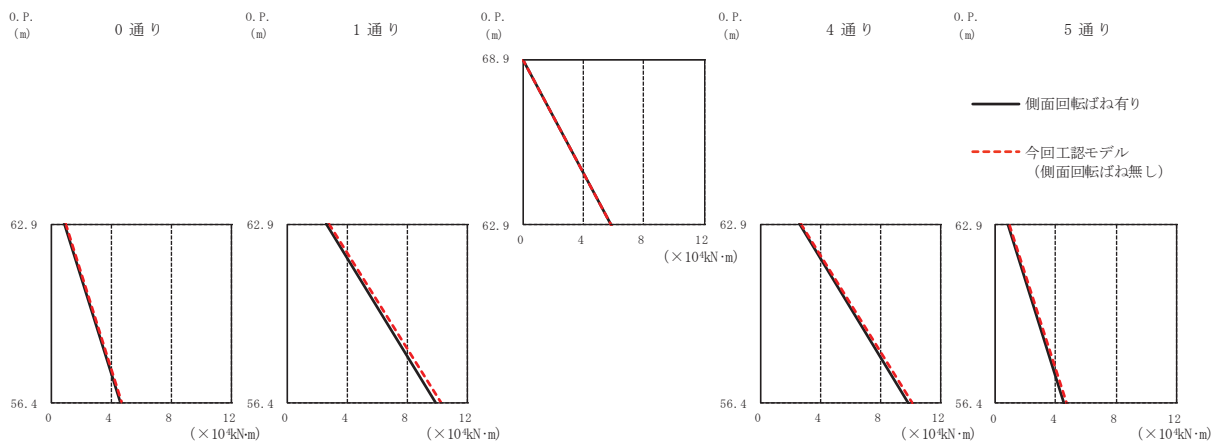


図 3-6 最大応答曲げモーメント (S s - D 2, EW 方向)

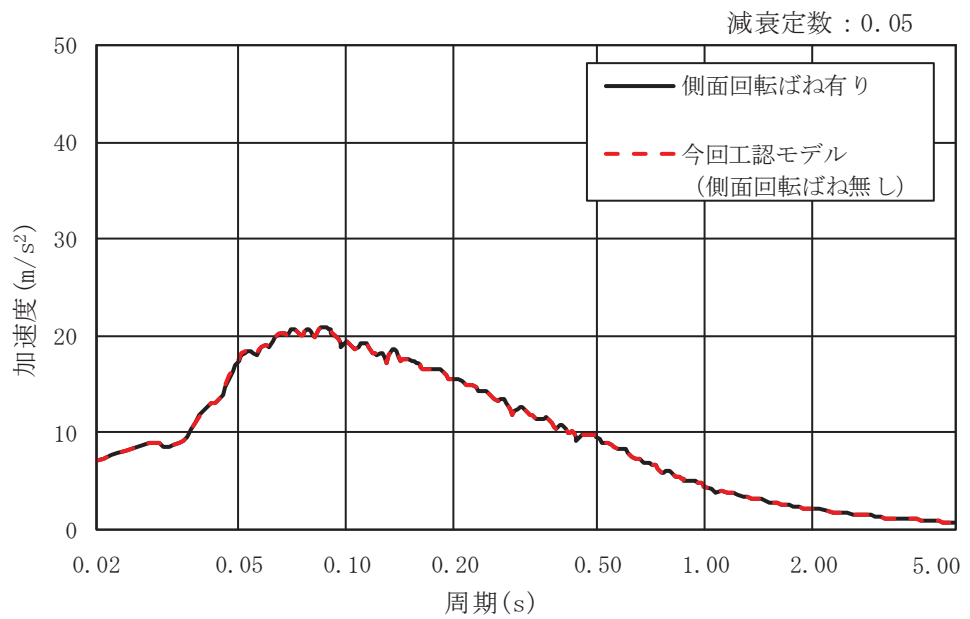
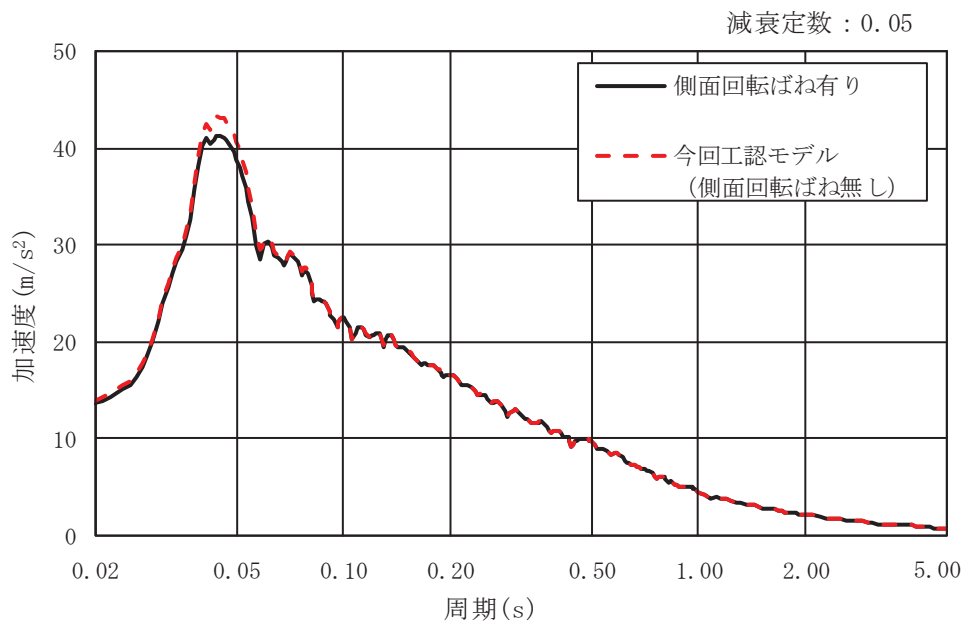


図 3-7 加速度応答スペクトル (S s - D 2, NS 方向)

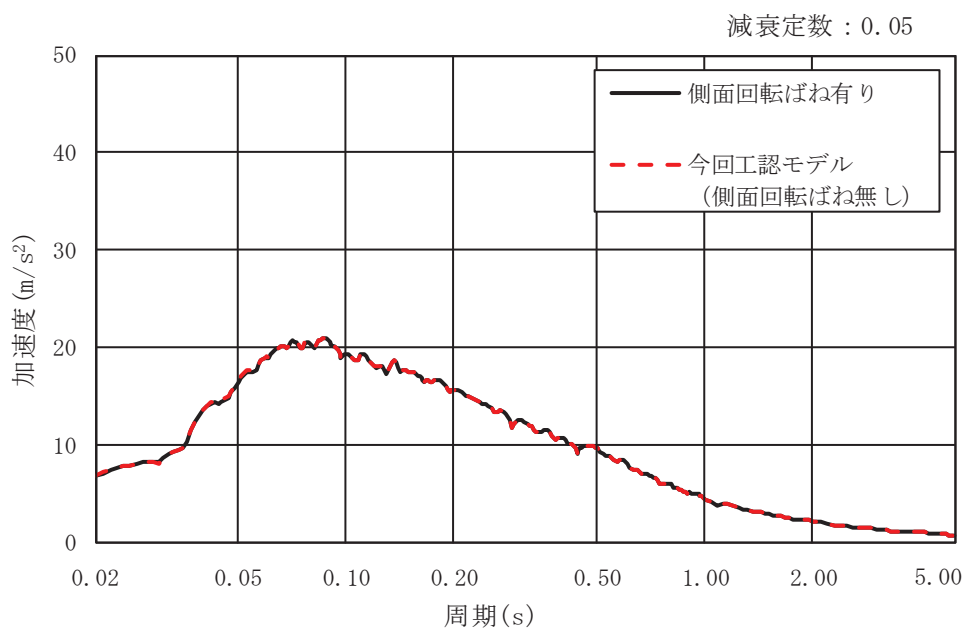
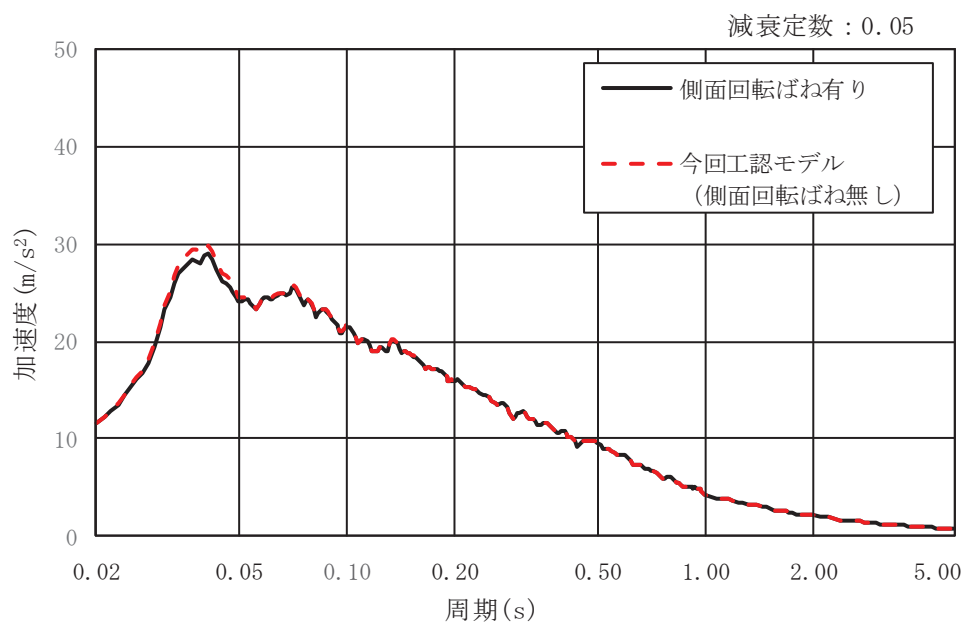


図 3-8 加速度応答スペクトル (S s - D 2, EW 方向)



別紙 1-1-4 緊急用電気品建屋の構造詳細

## 目 次

1. 緊急用電気品建屋の構造詳細…………… 別紙 1-1-4-1
2. 鉄骨フレーム部の剛性算定…………… 別紙 1-1-4-9

1. 緊急用電気品建屋の構造詳細

本資料は、緊急用電気品建屋の地下1階及び地上1階の構造詳細について、部材断面を説明するものである。緊急用電気品建屋の概略断面図を図1-1に、耐震壁及び鉄骨柱・鉄骨大ばりの配置概要図を図1-2に、鉄骨柱・鉄骨大ばりの配置概要図（見上げ図）を図1-3に、部材リストを図1-4～図1-7に示す。タービンミサイルの発生源であるガスタービン駆動補機を有するガスタービン発電機車の設置位置を図1-8に示す。また、ルーバパネル及び防護鉄板の詳細図を図1-9～図1-11に示す。

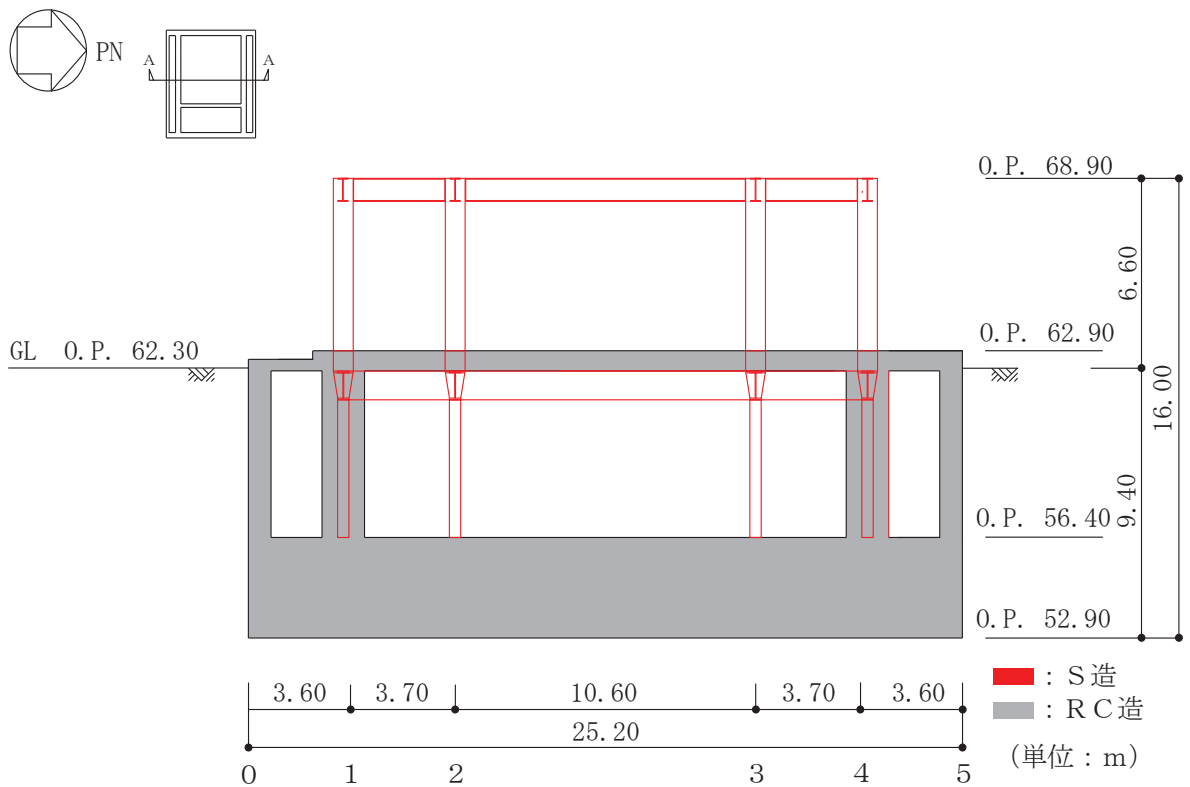


図 1-1 緊急用電気品建屋の概略断面図（C通り）

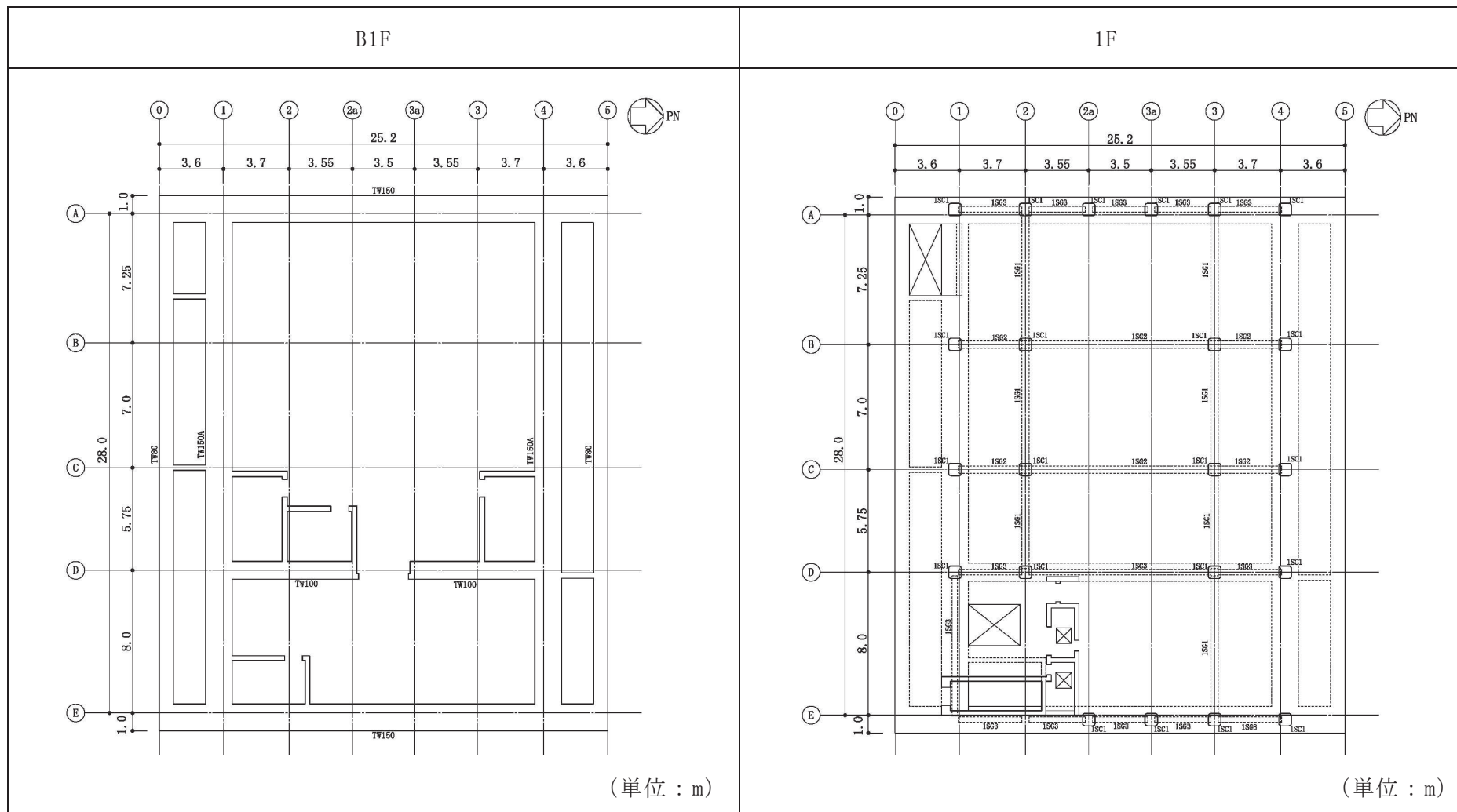


図 1-2 耐震壁及び鉄骨柱・鉄骨大ばりの配置概要図

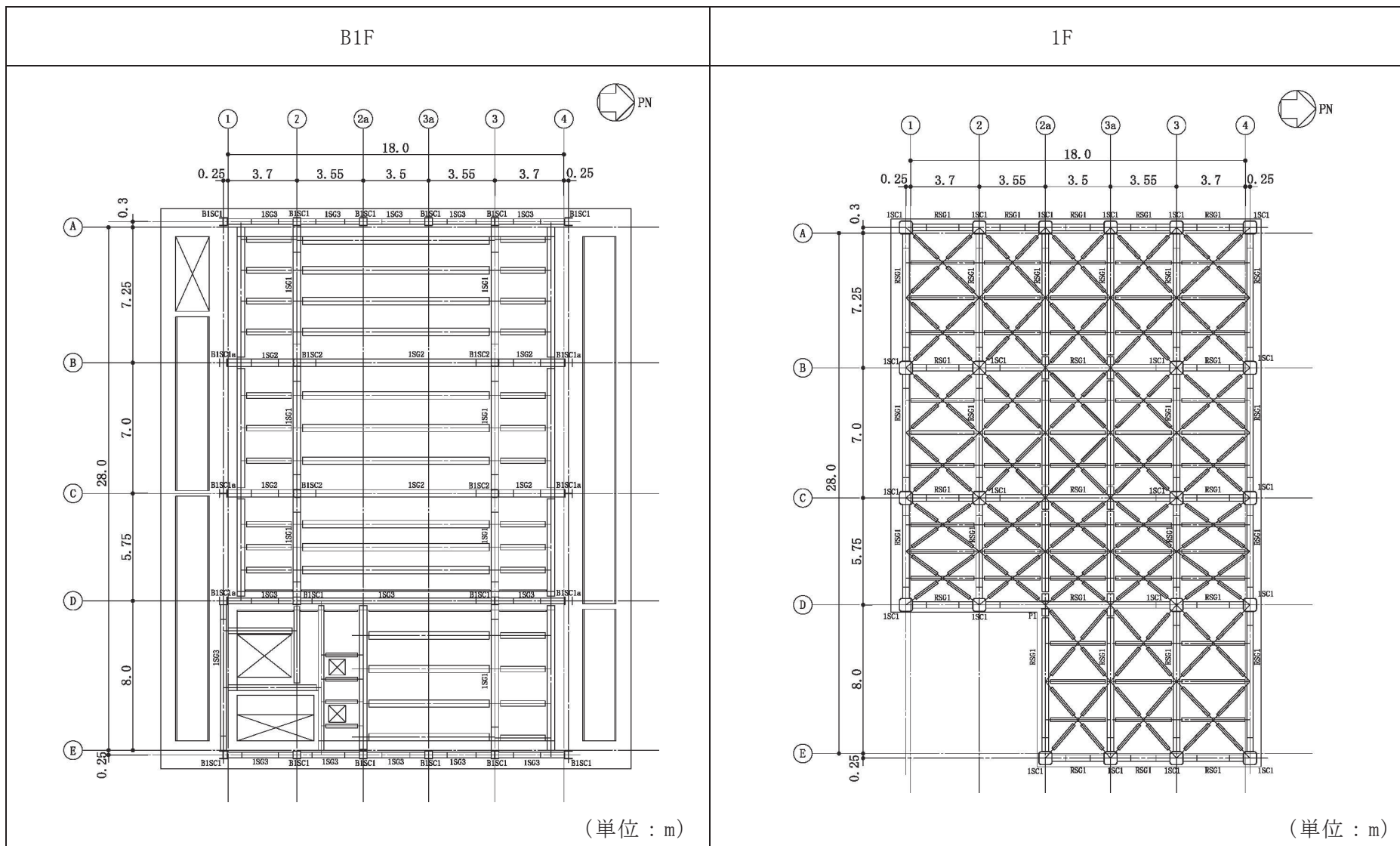



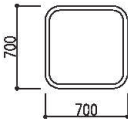
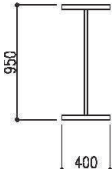
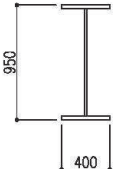
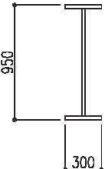
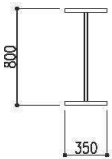


図 1-3 鉄骨柱・鉄骨大ばりの配置概要図 (見上げ図)

柱の断面	階	符号	BISC1	BISC1a	BISC2
	B 階	断面			
		主材	BH - 400 × 400 × 22 × 32	BH - 400 × 400 × 22 × 32	□ - 400 × 400 × 22
	階	符号	ISC1		
	I 階	断面			
		主材	□ - 700 × 700 × 36		

(単位 : mm)

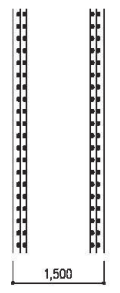
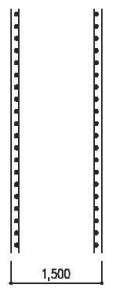
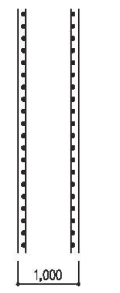
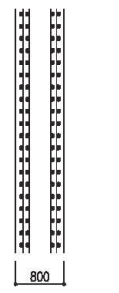
図 1-4 部材リスト (柱)

大ばりの断面	階	符号	ISG1	ISG2	ISG3
	I 階	断面			
		主材	BH - 950 × 400 × 25 × 36	BH - 950 × 400 × 22 × 32	BH - 950 × 300 × 28 × 32
	階	符号	RSG1		
	R 階	断面			
		主材	BH - 800 × 350 × 22 × 28		

(単位 : mm)

図 1-5 部材リスト (大ばり)



耐震壁の配筋	符号	TW150	TW150A	TW100	TW80
	断面				
タテ筋	4-D38@200	2-D38@200	2-D38@200	4-D38@200	
ヨコ筋	4-D38@200	2-D38@200	2-D38@200	4-D38@200	

(単位：mm)

図 1-7 部材リスト (耐震壁)

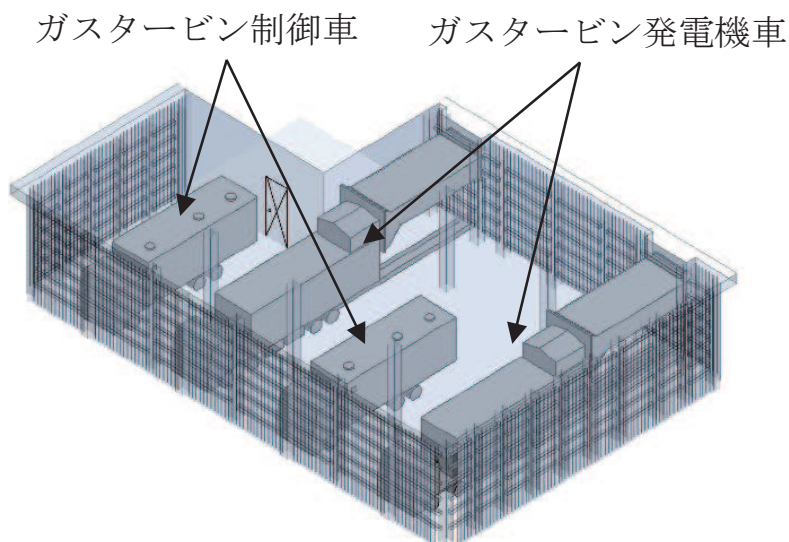


図 1-8 ガスタービン発電機車 (ガスタービン駆動補機) 設置位置

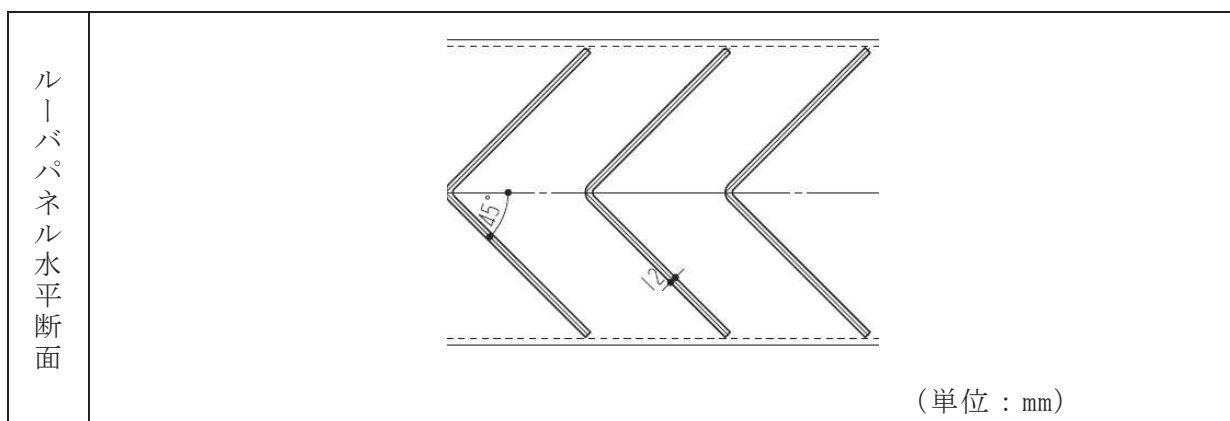


図 1-9 ルーバパネル詳細図 (ルーバパネル水平断面)



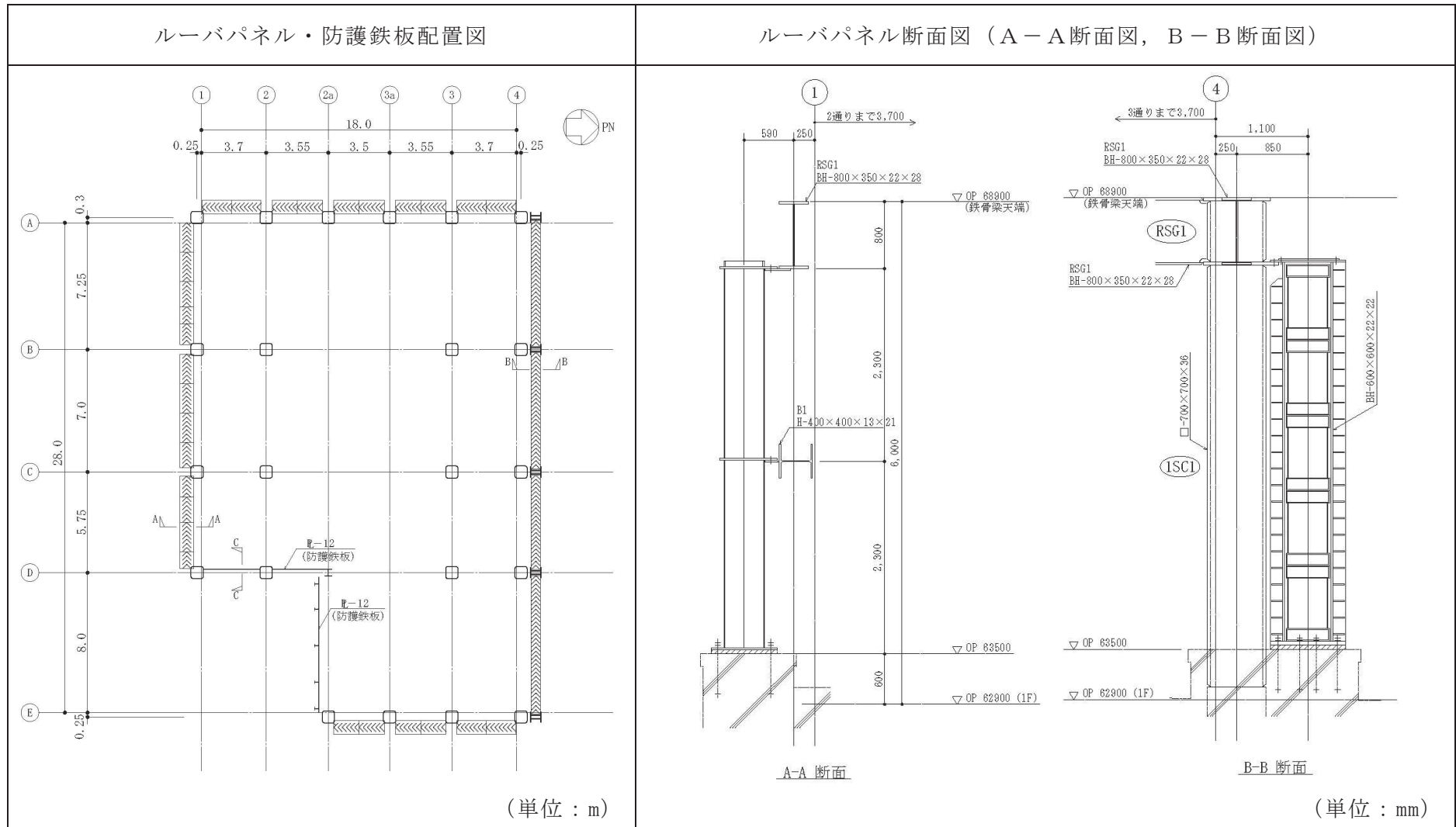


図 1-10 ルーバパネル詳細図（断面図）

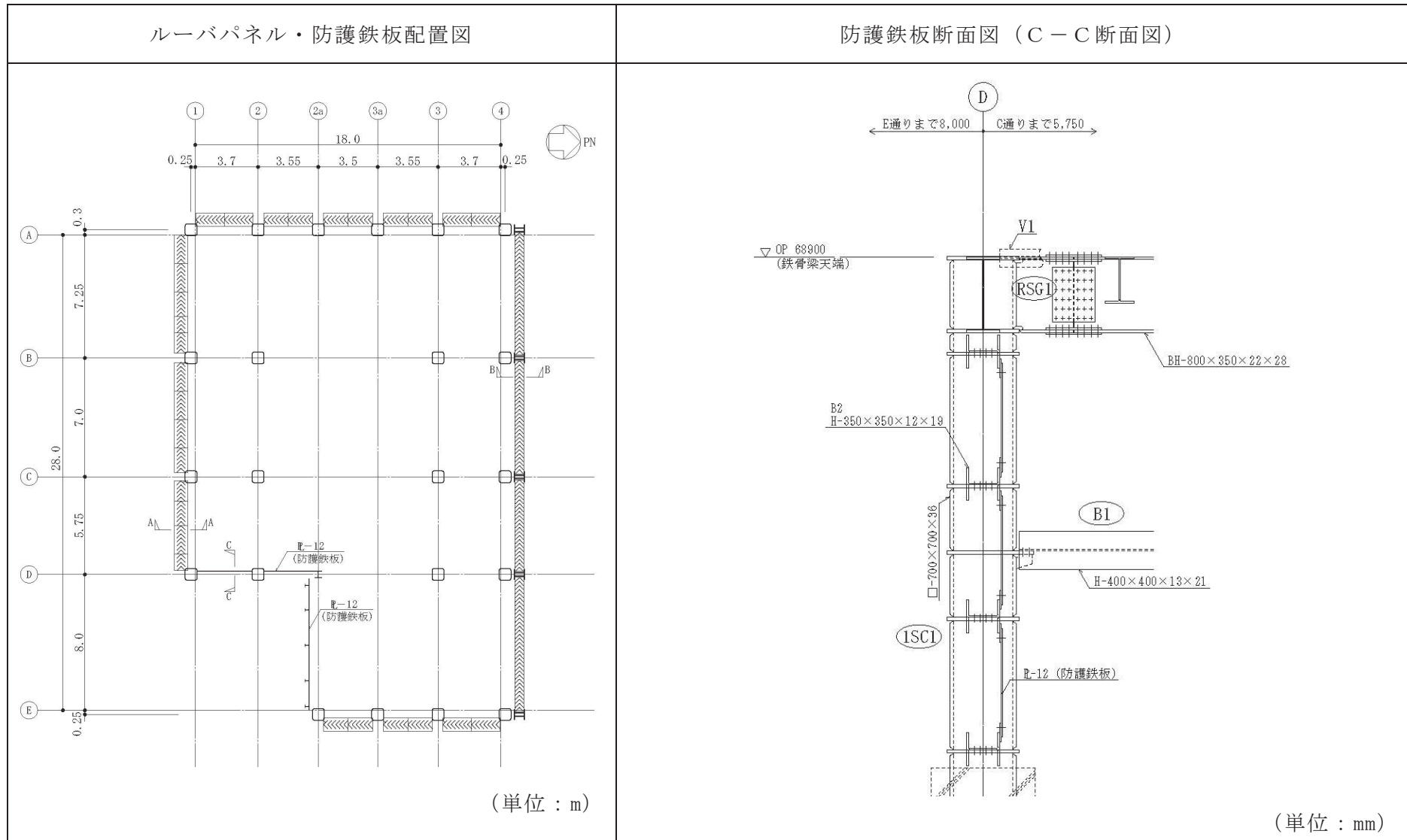


図 1-11 防護鉄板詳細図 (断面図)

## 2. 鉄骨フレーム部の剛性算定

緊急用電気品建屋の地上1階は鉄骨造の構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄骨造フレーム（以下「S造フレーム」という。）の剛性は等価なせん断剛性として考慮している。

S造フレームについては、当該部分の柱及びはりの弾性特性を考慮に入れたフレームモデルを作成した上で一方向載荷による静的解析を行い、与える水平力と得られる変形量に基づいた剛性を定める。フレームの変形には、曲げ変形とせん断変形による水平変位が生じるが、これを等価なせん断剛性として評価する。フレームの漸増解析には解析コード「KANSAS」を用いる。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

静的解析においては、構面ごとに柱及び大ばりをモデル化する。境界条件は、評価するS造フレーム部分の脚部を固定とする。なお、柱脚のレベルは、基本的に1Fのはり芯（O.P. 61.675m）とするが、地下1階の鉄筋コンクリート耐震壁に接続する柱はその剛性を考慮し、柱脚に1階基準床レベルまでの剛域を設定する。対象とする層に水平力(Q)を作用させた静的解析で得られる水平荷重(Q)－水平変位(δ)関係より、水平方向の剛性を等価なせん断剛性として評価する。地震応答解析においては、各構面の剛性を合算した値を用いる。

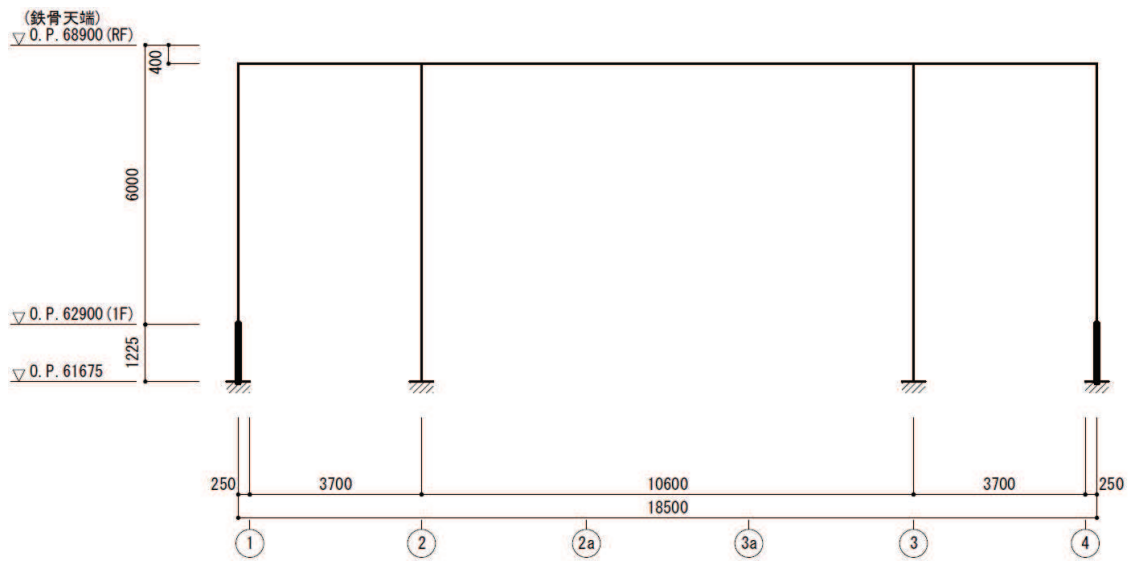
なお、緊急用電気品建屋は基準地震動 $S_s$ に対し弾性設計を行っており、地震応答解析において非線形特性は考慮せず線形要素として扱う。

$$A_s = Q \cdot H / G_s \cdot \delta$$

H : 質点系モデルの高さ

$G_s$  : 鋼材のせん断弾性係数 ( $0.79 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ )

図2-1にS造フレームの静的解析モデルの例（B，C通り）を示す。



太線は，下階耐震壁の剛性を考慮し剛域とした範囲を示す。

(単位：mm)

図 2-1 地上 1 階の S 造フレームの静的解析モデルの例 (B, C 通り)

別紙 1-2 緊急用電気品建屋の地震応答解析における耐震壁の  
スケルトンカーブの設定

## 目 次

1. 概要	別紙 1-2- 1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 1-2- 2
2.1 第 1 折点の設定	別紙 1-2- 3
2.2 第 2 折点の設定	別紙 1-2- 3
2.3 終局点の設定	別紙 1-2- 4
3. せん断力のスケルトンカーブの設定について	別紙 1-2- 5
3.1 水平方向モデル	別紙 1-2- 5
3.2 使用材料の物性値	別紙 1-2- 9
3.3 RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値	別紙 1-2-10
4. まとめ	別紙 1-2-14

## 1. 概要

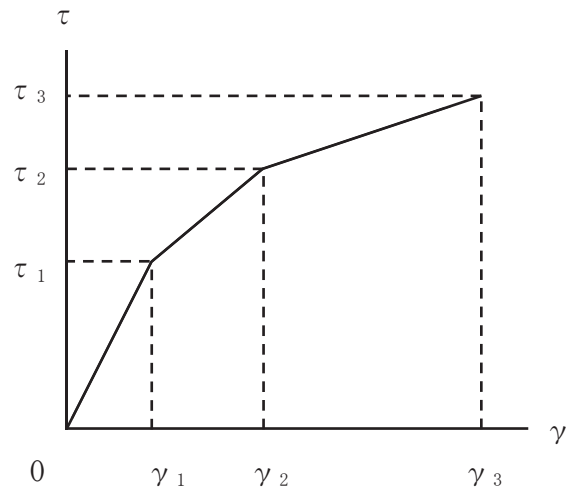
緊急用電気品建屋は、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの設定について説明するものである。

また、本資料は、以下の添付書類の補足説明をするものである。

- ・添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」

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）」（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カーブとする。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力のスケルトンカーブの第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力のスケルトンカーブの第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。

$$\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$$

### 2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点は、「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、

$$\tau_0 = \left( 3 - \frac{1.8 \cdot M}{Q \cdot D} \right) \sqrt{F_c}$$

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. せん断力のスケルトンカーブの設定について

#### 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，解析モデルの諸元を表 3-1 に示す。

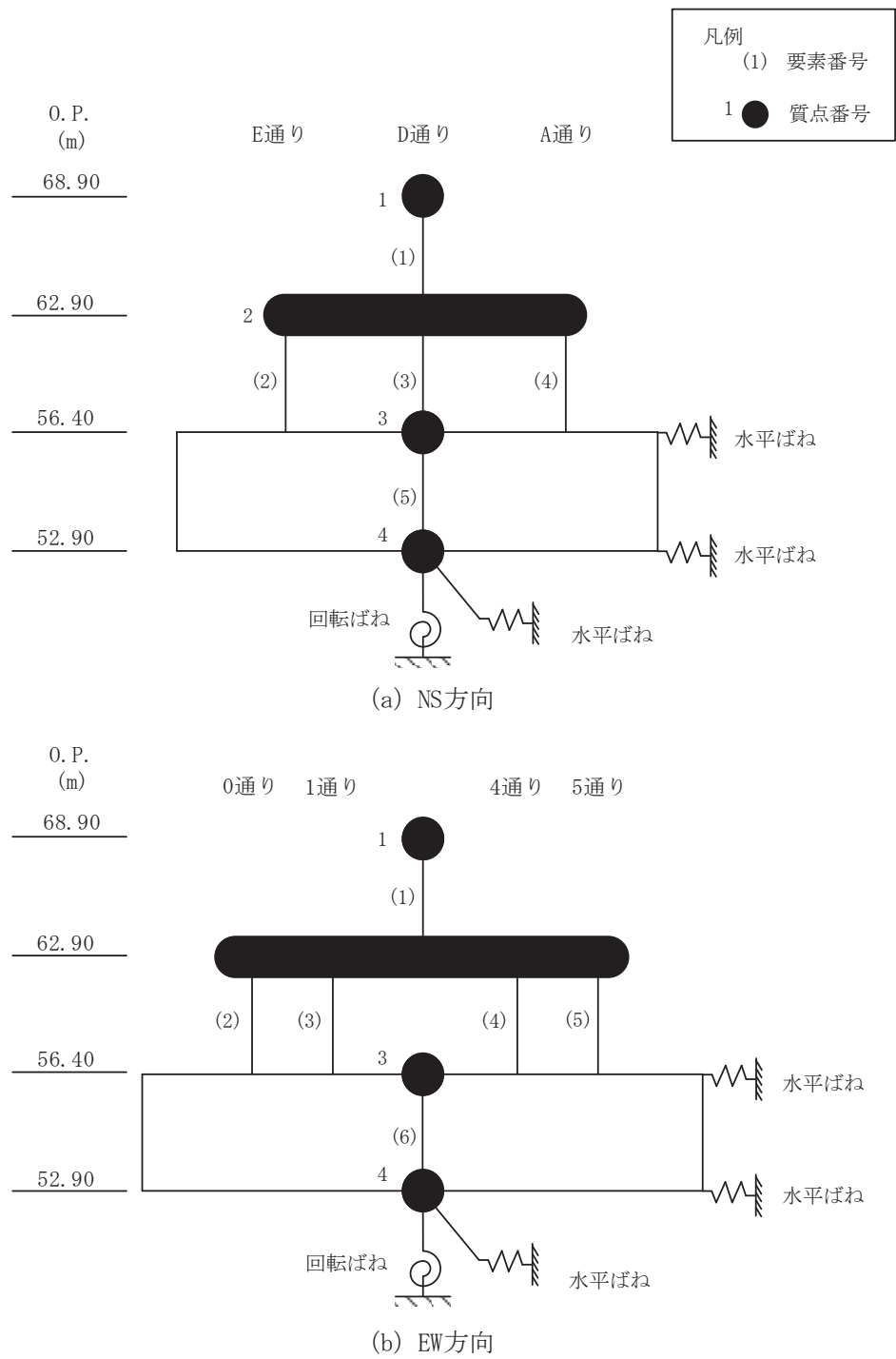


図 3-1 地震応答解析モデル (水平方向)

表 3-1(1) 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O. P. (m)	建屋		
	E通り	D通り	A通り
68.90	1		
	3660		
	—		
62.90	2		
	38210		
	22.3		
56.40	3		
	52680		
	28.2		
52.90	4		
	31810		
	16.9		

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

標高 O. P. (m)	建屋		
	E通り	D通り	A通り
68.90	(1)		
	0.08		
	$\infty$		
62.90	(2)	(3)	(4)
	37.80	17.00	37.80
	32.29	19.43	32.89
56.40	(5)		
	756.0		
	400.1		

要素番号
せん断断面積( $\text{m}^2$ )
断面2次モーメント( $\times 10^2 \text{m}^4$ )

表 3-1(2) 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O. P. (m)	建屋			
	0通り	1通り	4通り	5通り
68.90	1			
	3660			
	—			
62.90	2			
	38210			
	31.6			
56.40	3			
	52680			
	39.9			
52.90	4			
	31810			
	23.9			

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) セン断断面積・断面二次モーメント

標高 O. P. (m)	建屋			
	0通り	1通り	4通り	5通り
68.90	(1)			
	0.07			
	∞			
62.90	(2)	(3)	(4)	(5)
	24.00	45.00	45.00	24.00
56.40	(6)			
	756.0			
	567.0			

要素番号
せん断断面積( $\text{m}^2$ )
断面二次モーメント( $\times 10^2 \text{m}^4$ )

### 3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる緊急用電気品建屋の使用材料の物性値を表 3-2 及び表 3-3 に示す。

表 3-2 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 : F <sub>c</sub> = 30N/mm <sup>2</sup>	2.44 × 10 <sup>4</sup>	1.02 × 10 <sup>4</sup>	5

表 3-3 使用材料の物性値 (鉄筋)

使用材料	降伏応力度 σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
鉄筋 (耐震壁) : SD390	390

### 3.3 RC造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値

#### (1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点の設定根拠を表3-4に示す。

表3-4 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第1折点)

#### (a) NS方向

要素番号	通り	設計基準強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	断面積 $A_s$ ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	E	30	1.02	37.8	0.152	1.77	0.174
(3)	D	30	1.02	17.0	0.202	1.80	0.176
(4)	A	30	1.02	37.8	0.163	1.78	0.174

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量/断面積

#### (b) EW方向

要素番号	通り	設計基準強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	断面積 $A_s$ ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	0	30	1.02	24.0	0.102	1.75	0.171
(3)	1	30	1.02	45.0	0.142	1.77	0.173
(4)	4	30	1.02	45.0	0.149	1.77	0.174
(5)	5	30	1.02	24.0	0.107	1.75	0.172

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量/断面積



(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の設定根拠を表3-5に示す。

表3-5 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点)

(a) NS 方向

要素番号	通り	$\tau_2^{*1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2^{*2}$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	E	2.39	0.521
(3)	D	2.42	0.528
(4)	A	2.40	0.523

注記\*1:  $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

\*2:  $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(b) EW 方向

要素番号	通り	$\tau_2^{*1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2^{*2}$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	0	2.36	0.514
(3)	1	2.39	0.520
(4)	4	2.39	0.521
(5)	5	2.36	0.515

注記\*1:  $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

\*2:  $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(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、各層の終局せん断応力度を算出する。

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の設定根拠を表 3-6 に示す。また、緊急用電気品建屋の 0. P. 56. 4m~0. P. 62. 9m について、各耐震壁の配筋を示したものを図 3-2 に示す。

表 3-6 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点)

(a) NS 方向

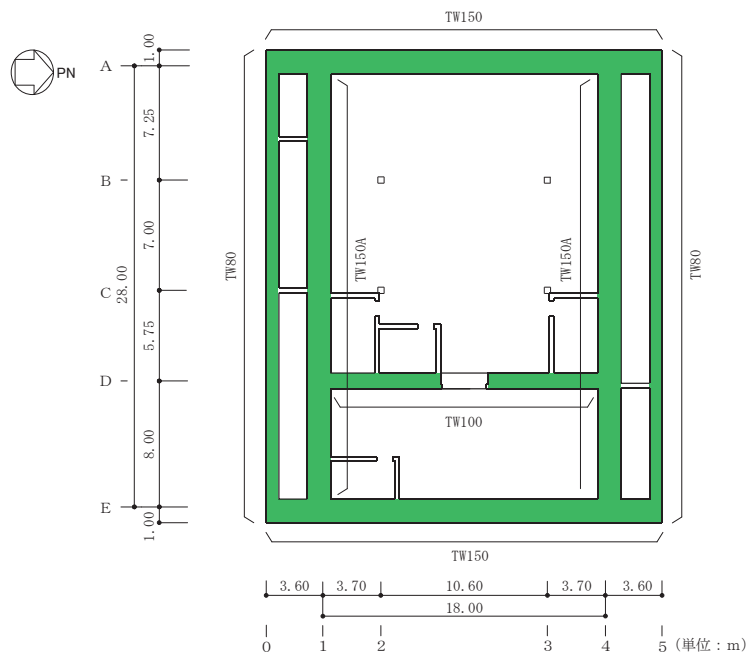
要素番号	通り	$P_v$ (%)	$P_H$ (%)	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	E	1.52	1.52	0.152	0.324	6.91	4.00
(3)	D	1.14	1.14	0.202	0.510	6.01	4.00
(4)	A	1.52	1.52	0.163	0.327	6.91	4.00

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積

(b) EW 方向

要素番号	通り	$P_v$ (%)	$P_H$ (%)	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	0	2.85	2.85	0.102	0.249	7.67	4.00
(3)	1	0.76	0.76	0.142	0.287	5.61	4.00
(4)	4	0.76	0.76	0.149	0.287	5.62	4.00
(5)	5	2.85	2.85	0.107	0.249	7.67	4.00

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積



地下1階伏図 (O.P. 56.40m)

記号*	縦筋	横筋
TW150	内： D38@200 (2段)	内： D38@200 (2段)
	外： D38@200 (2段)	外： D38@200 (2段)
TW150A	内： D38@200 (1段)	内： D38@200 (1段)
	外： D38@200 (1段)	外： D38@200 (1段)
TW100	内： D38@200 (1段)	内： D38@200 (1段)
	外： D38@200 (1段)	外： D38@200 (1段)
TW80	内： D38@200 (2段)	内： D38@200 (2段)
	外： D38@200 (2段)	外： D38@200 (2段)

注記\*：記号に含まれる数値は壁厚 (cm) を表す。(例：TW100 なら 100cm)

図 3-2 耐震壁の配筋図 (O.P. 56.40m~O.P. 62.90m)

#### 4. まとめ

緊急用電気品建屋におけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表 4-1 に示す。

表 4-1 緊急用電気品建屋のせん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

(a)NS 方向

要素 番号	通り	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	E	1.77	0.174	2.39	0.521	6.91	4.00
(3)	D	1.80	0.176	2.42	0.528	6.01	4.00
(4)	A	1.78	0.174	2.40	0.523	6.91	4.00

(b)EW 方向

要素 番号	通り	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(2)	0	1.75	0.171	2.36	0.514	7.67	4.00
(3)	1	1.77	0.173	2.39	0.520	5.61	4.00
(4)	4	1.77	0.174	2.39	0.521	5.62	4.00
(5)	5	1.75	0.172	2.36	0.515	7.67	4.00

別紙 1-3 緊急用電気品建屋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

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1-3- 1
1.1 検討概要.....	別紙 1-3- 1
1.2 検討方針.....	別紙 1-3- 2
2. 材料物性の不確かさの分析.....	別紙 1-3- 3
2.1 建屋剛性の不確かさ.....	別紙 1-3- 3
2.2 地盤物性の不確かさ.....	別紙 1-3- 4
3. 材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定.....	別紙 1-3- 5
3.1 設計用地震力の設定方法.....	別紙 1-3- 5
3.2 材料物性の不確かさの設定.....	別紙 1-3- 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 1-3- 9
4.1 検討概要.....	別紙 1-3- 9
4.2 不確かさの影響検討.....	別紙 1-3-12
4.3 まとめ.....	別紙 1-3-41
5. 機器・配管系評価への影響.....	別紙 1-3-42

別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

## 1. 概要

### 1.1 検討概要

本資料は、緊急用電気品建屋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屋剛性（コンクリート剛性）及び地盤物性（地盤のせん断波速度）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。また、検討結果を踏まえ建物・構築物の耐震性評価において、材料物性の不確かさを考慮して設定する設計用地震力を検討する。さらに、材料物性の不確かさの影響評価として、機器・配管系の評価への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、建屋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屋剛性は、コンクリートの設計基準強度に基づき設定しているが、今後の地震の発生により初期剛性が変動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、地盤物性は実測した地盤のせん断波速度を用いて算出していることから、地盤のせん断波速度の不確かさが建屋応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建屋剛性の不確かさ要因としてはコンクリート剛性を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のせん断波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建屋応答及び耐震安全性に及ぼす影響について考察を行い、耐震性評価における材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定について検討する。また、建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建屋応答並びに建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

注記\*：日本電気協会「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」，第 29 回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7，平成 20 年 1 月 18 日

## 2. 材料物性の不確かさの分析

### 2.1 建屋剛性の不確かさ

初期剛性の多少の違いが応答結果に与える影響は小さいが、一方で、既設建屋は過去の中小地震も含めた記録では時間経過に伴い剛性が低下する傾向の他に、更新地震によっても剛性が低下する傾向が認められていることから、初期剛性低下の影響を保守的に反映するモデルを不確かさケースとして採用している。緊急用電気品建屋は新設建屋であり地震の影響を受けていないこと、また評価基準値（耐震壁の最大応答せん断ひずみ： $2.0 \times 10^{-3}$ ）に対して十分な余裕を有しているため、耐震安全性は基本ケースの解析で確認可能と考えるが、念のため初期剛性の不確かさとして0.8倍を考慮することで設計における保守性を確保する。なお、0.8倍の設定にあたっては、以下①～④に示すとおり、今回工認における新設建屋（緊急用電気品建屋及び緊急時対策建屋）の構造的特徴と既設建屋（原子炉建屋）との類似性や、新設建屋の詳細設計及び基準地震動 $S_s$ に対する応答結果を踏まえて総合的に判断の上設定した。

- ① 新設建屋は岩盤に設置し、地下階を有する計画としている。主たる耐震要素はRC造耐震壁であり全方向に耐震壁が配置されたマッシュ構造となっており、類似既設建屋（原子炉建屋）の3.11地震時の剛性低下率はオペフロ下部でNS方向0.75倍、EW方向0.80倍
- ② 新設建屋のうち、緊急用電気品建屋の基準地震動 $S_s$ 入力時の剛性低下率は、NS方向、EW方向ともに1.0倍（剛性低下無）
- ③ 新設建屋のうち、緊急時対策建屋の基準地震動 $S_s$ 入力時の剛性低下率は、NS方向：0.82倍、EW方向：0.80倍
- ④ 新設建屋も既設建屋と同様のコンクリート材料を使用することから、補足-620-1に示す耐震実験[3]の結果を踏まえ、コンクリートの乾燥収縮の進展と地震の重畳による初期剛性低下の可能性を考慮

建屋剛性の不確かさを考慮することにより、部材の発生応力については、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、耐力については変動しない。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が低下することから、基本ケースよりも大きくなると考えられる。

よって、建屋の耐震性評価において、建屋剛性の不確かさを考慮する。ただし、既設建屋においては鉛直方向では水平方向に比べ建設時からの剛性低下は小さく、これまでの地震の経験において設計剛性を下回っていないこと、建屋シミュレーション解析では既工認モデルで記録を再現できたことから、基本ケースで既工認モデルの剛性を採用し、不確かさは考慮しないこととしており、緊急用電気品建屋においても同様とする。

## 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、地盤のせん断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、建屋への入力地震動の特性が変動し、建屋に考慮すべき設計用地震力も変動すると考えられる。

よって、緊急用電気品建屋の耐震性評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

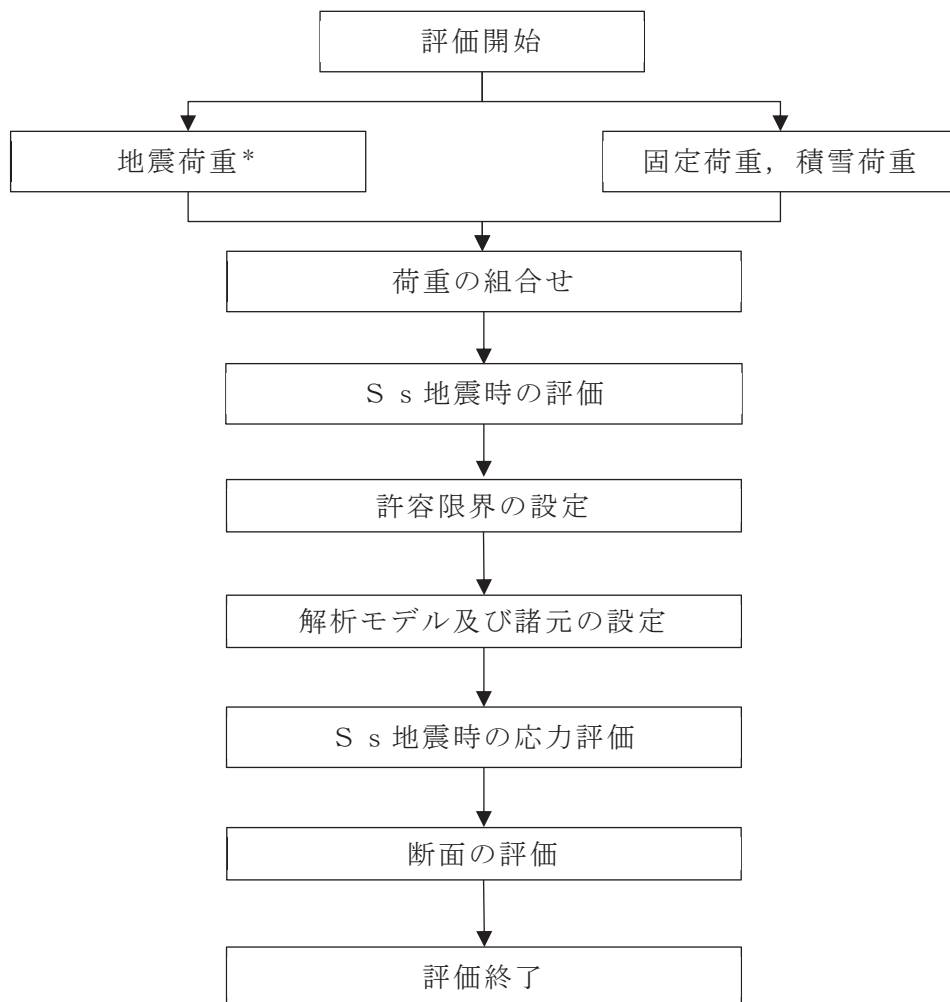
### 3. 材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定

#### 3.1 設計用地震力の設定方法

基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースの地震荷重を用いた解析を実施することで、材料物性の不確かさを設計用地震力として考慮する。不確かさを考慮したケースの質点系モデルによる地震応答解析は、基本ケースにおける建屋応答を確認したうえで、建屋応答への影響の大きい入力動に対して実施する（「別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを地震荷重として考慮した建屋の耐震性評価フローの例を図 3-1 に示す。

耐震性評価において、地震荷重は、質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値から算出し、解析モデルの各節点に配分することにより考慮している。質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値は、基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケース（以下「検討ケース」という。）ごとに異なるため、保守的な評価として、各質点において、検討ケースごとに得られた応答値のうち最大の応答値から算出される地震荷重を採用することとする。

材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を「別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記\*：建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮する

図 3-1 建屋耐震性評価フロー（応力解析による評価）

### 3.2 材料物性の不確かさの設定

材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの応答値の算出にあたり、建屋剛性および地盤のせん断波速度の不確かさを設定する。

建屋剛性の不確かさは、コンクリートの設計基準強度に基づいて設定した基本ケースの初期剛性に0.8倍を乗じて設定する。基本ケースの初期剛性を表3-1に、不確かさを考慮した初期剛性を表3-2に示す。なお、鉛直方向には建屋剛性の不確かさを考慮しない。

表 3-1 基本モデルの初期剛性

部位	方向	ヤング係数 E ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )	せん断弾性係数 G ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )
耐震壁・基礎版	NS	2.44	1.02
	EW		

表 3-2 剛性低下を考慮した初期剛性

部位	方向	ヤング係数 E ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )	せん断弾性係数 G ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )
耐震壁・基礎版	NS	1.95	0.816
	EW		

地盤物性の不確かさの影響検討においては、弾性波速度試験結果に基づく地盤のせん断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せん断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、初期せん断波速度に対して標準偏差に相当するばらつきを考慮する。地盤のせん断波速度の不確かさを表 3-3 に示す。

表 3-3 地盤のせん断波速度の不確かさ

	O.P. (m)	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
側面地盤	62.3	280	300	260
	61.7	680	720	640
	60.8	670	710	630
	59.5	1330	1410	1250
	57.5	2080	2200	1960
底面地盤	52.9	2080	2200	1960
	46.8	2510	2650	2370
	16.9	2500	2640	2360
	-200.0	2500	2640	2360

#### 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、建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮したモデルにより固有値解析を実施し、建屋の応答並びに耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

##### 4.1 検討概要

建屋剛性及び地盤物性（地盤のせん断波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建屋応答への影響を確認する。

検討ケースを表4-1に、緊急用電気品建屋の地震応答解析モデルを図4-1に示す。ここで、建屋剛性をコンクリートの設計基準強度に基づき評価した剛性、地盤のせん断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 検討ケース一覧

ケース名	建屋減衰	コンクリート剛性		地盤のせん断波速度
		初期剛性	終局耐力	
ケース 1 (基本ケース)	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		平均値
ケース 2 (地盤物性+ $\sigma$ )	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		+ $\sigma$ 相当
ケース 3 (地盤物性- $\sigma$ )	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		- $\sigma$ 相当
ケース 4 (建屋剛性考慮)	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	平均値
ケース 5 (建屋剛性考慮, 地盤物性+ $\sigma$ )	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	+ $\sigma$ 相当
ケース 6 (建屋剛性考慮, 地盤物性- $\sigma$ )	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	- $\sigma$ 相当



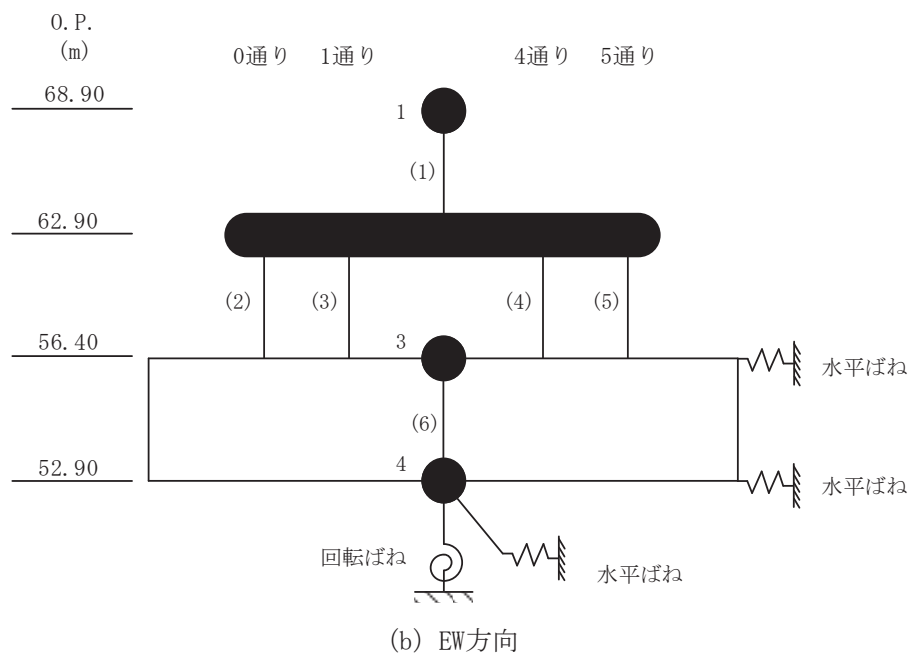
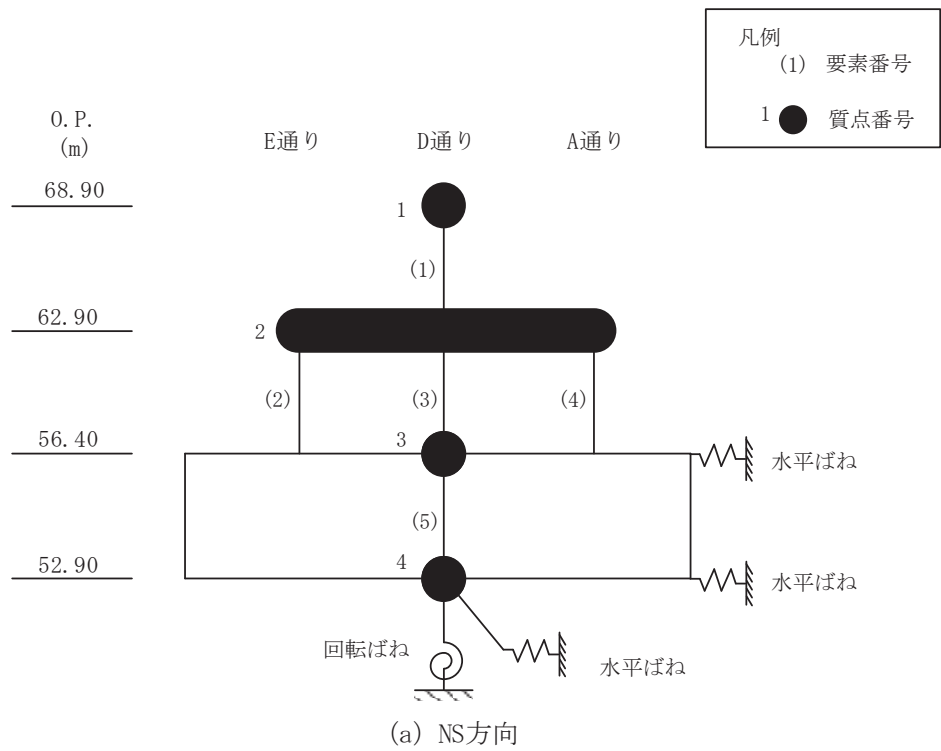


図 4-1(1) 地震応答解析モデル (水平方向)

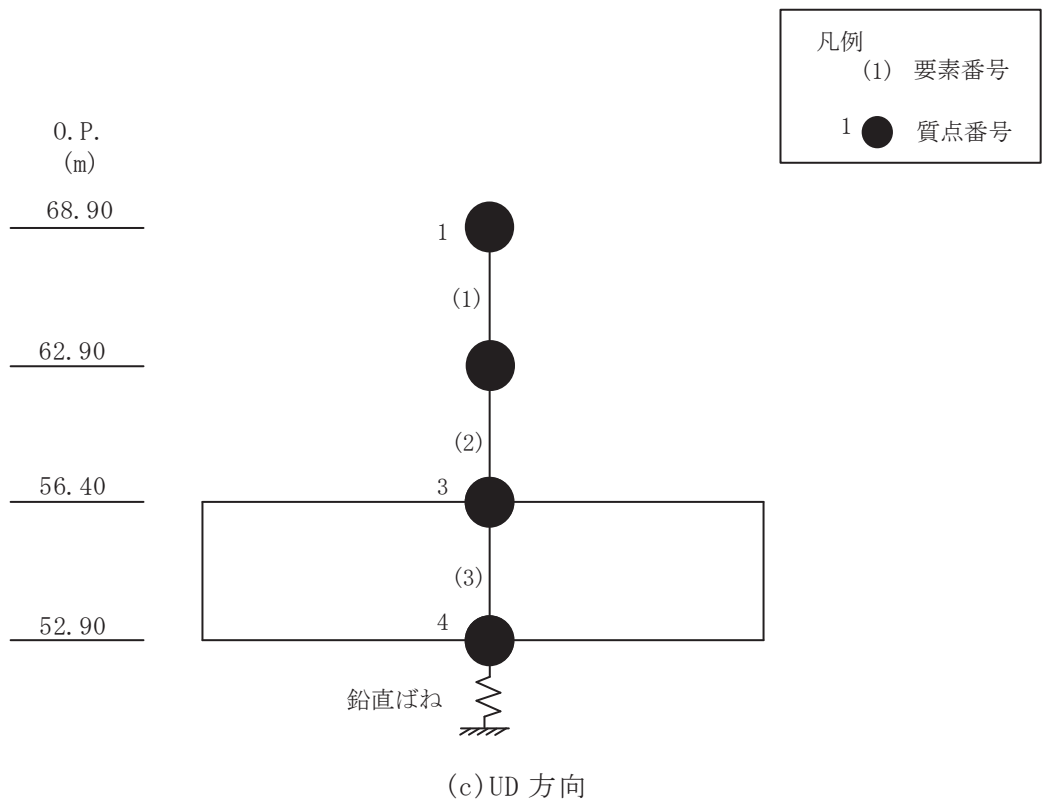


図 4-1(2) 地震応答解析モデル (鉛直方向)

## 4.2 不確かさの影響検討

### 4.2.1 建屋剛性変動による影響

#### (1) 影響評価方針

建屋剛性を変動させたケース（ケース 4）の固有値解析を実施し，基本ケースの結果と比較する。

#### (2) 固有値解析結果

建屋剛性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2，刺激関数図を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について，最大で低振動数側に 8%シフトした。

表 4-2 固有値解析結果の比較（単位：Hz）

(a) NS 方向

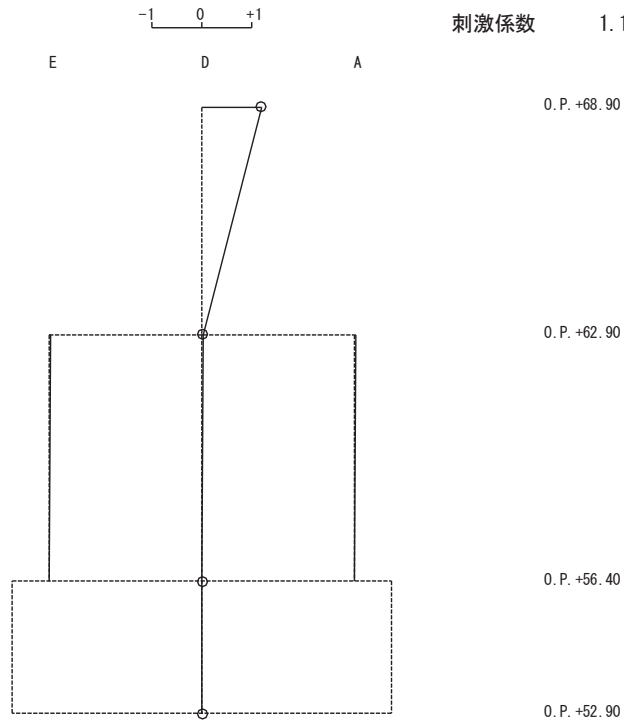
次数	NS 方向	
	ケース 1	ケース 4
1	8.39	8.38 (1.00)
2	25.52	23.39 (0.92)
3	52.90	48.53 (0.92)
4	60.37	57.79 (0.96)

(b) EW 方向

次数	EW 方向	
	ケース 1	ケース 4
1	7.87	7.87 (1.00)
2	29.30	27.10 (0.92)
3	55.41	51.66 (0.93)
4	64.84	61.20 (0.94)

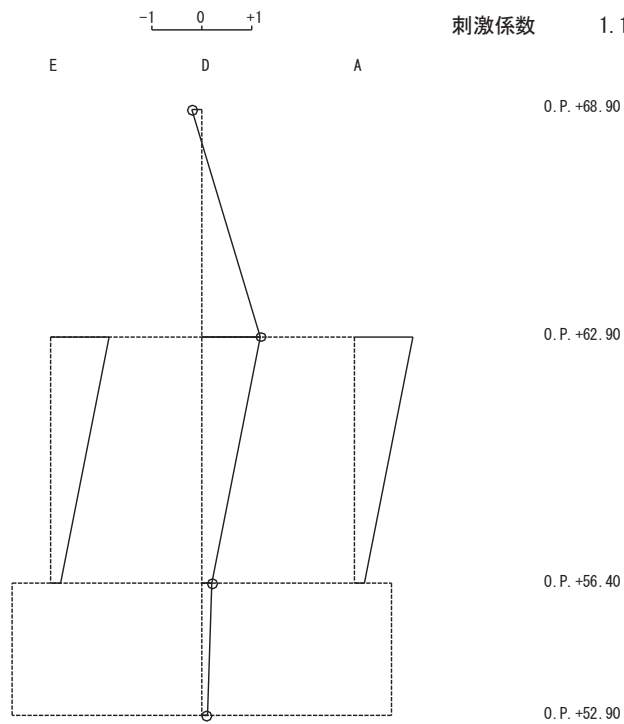
注：（ ）内は基本モデルに対する比率

固有周期 0.119 s  
 固有振動数 8.38 Hz  
 刺激係数 1.192



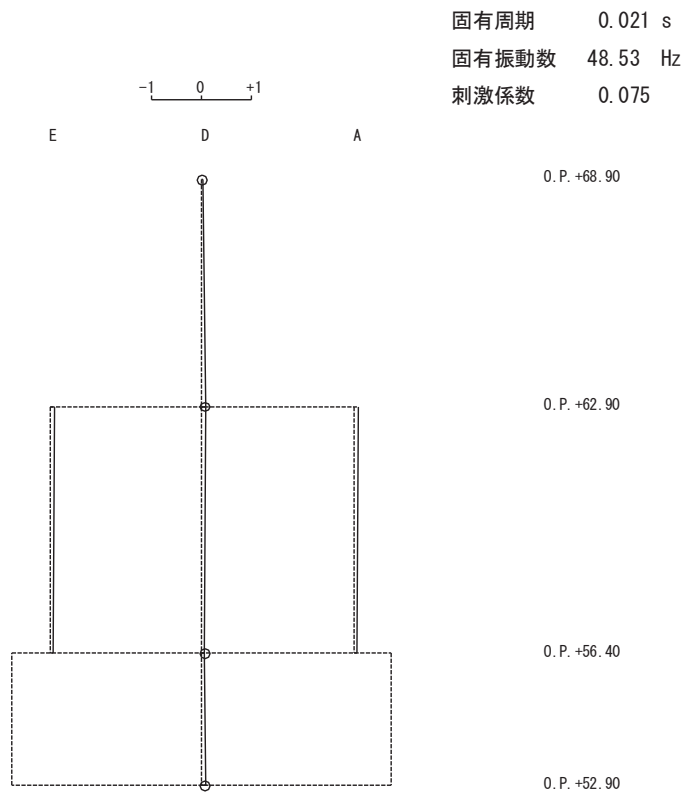
1 次

固有周期 0.043 s  
 固有振動数 23.39 Hz  
 刺激係数 1.174

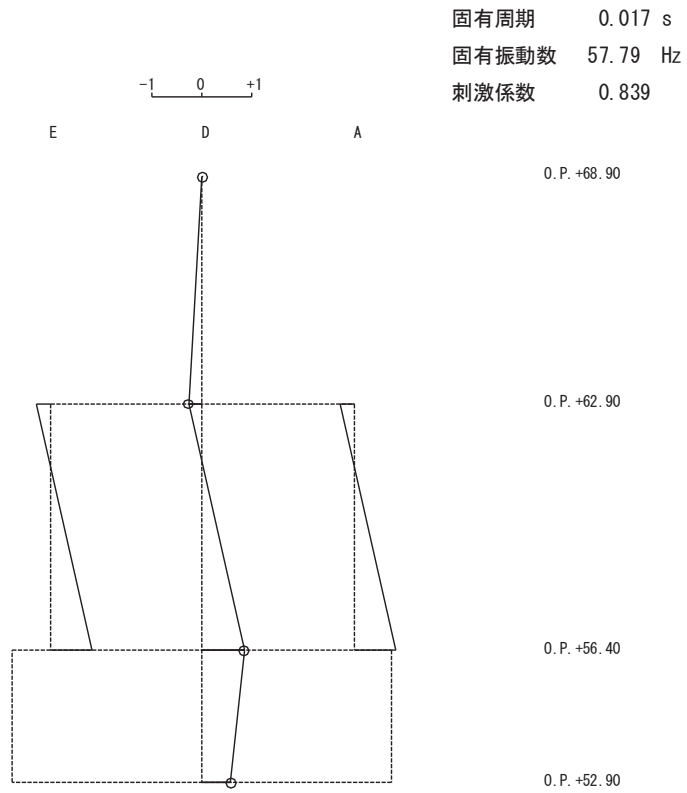


2 次

図 4-2(1) 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向 1 次及び 2 次)

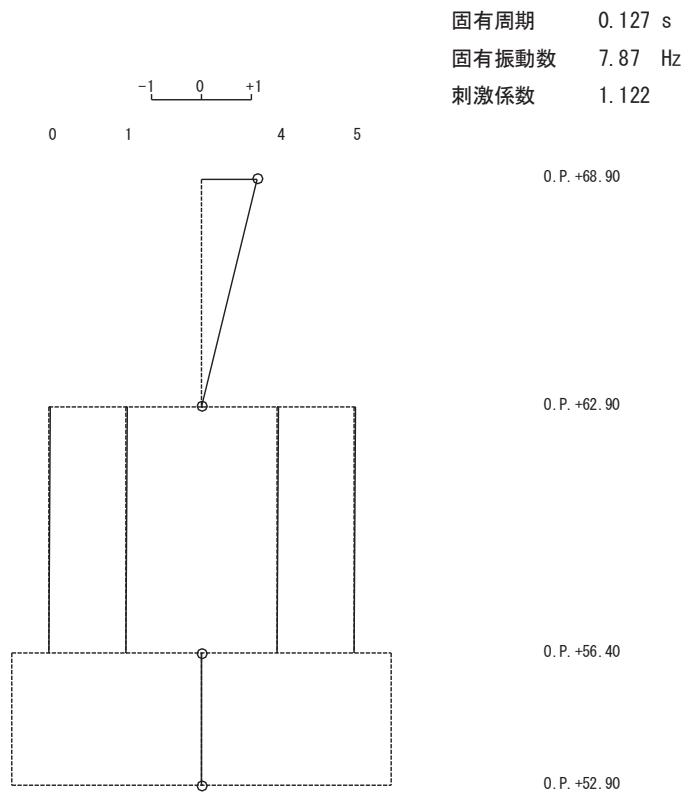


3 次

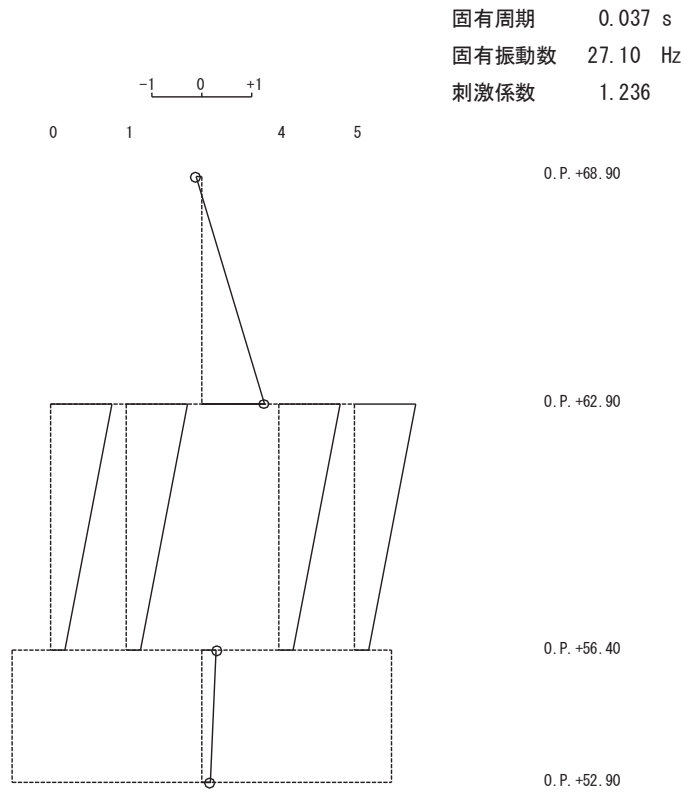


4 次

図 4-2(2) 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向 3 次及び 4 次)

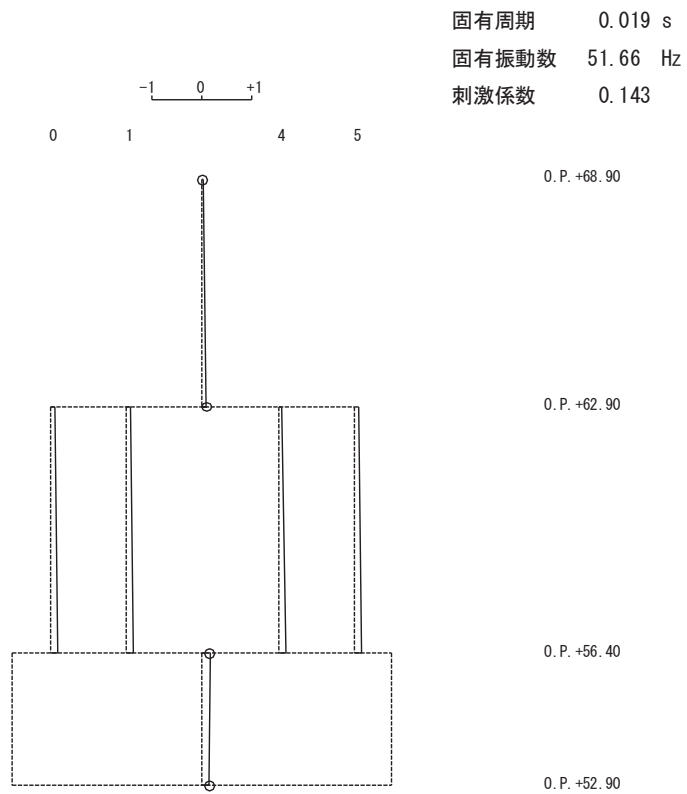


1 次

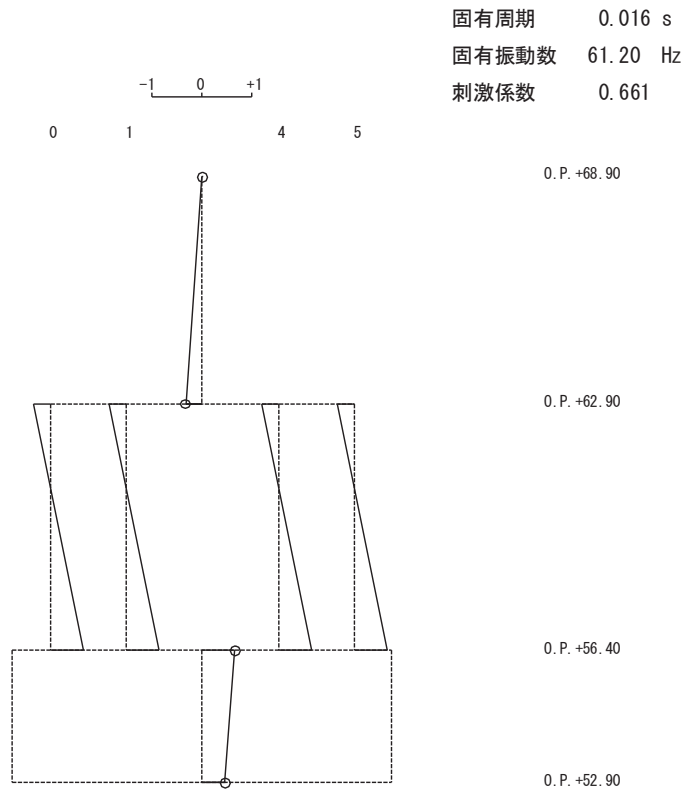


2 次

図 4-3(1) 刺激関数図 (ケース 4) (EW 方向 1 次及び 2 次)



3 次



4 次

図 4-3(2) 刺激関数図 (ケース 4) (EW 方向 3 次及び 4 次)



#### 4.2.2 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ケース(ケース2及びケース3)の固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケースと基本ケースを比較する。

##### (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4-3、刺激関数図を図4-4～図4-9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について、地盤の主要モードにあたる固有周期で変動が大きく最大で水平方向では3%程度、鉛直方向では4%程度であった。

表 4-3(1) 固有値解析結果の比較 (単位 : Hz)

(a) NS 方向

次数	NS 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	8.39	8.39 (1.00)	8.39 (1.00)
2	25.52	25.82 (1.01)	25.16 (0.99)
3	52.90	53.62 (1.01)	51.92 (0.98)
4	60.37	62.34 (1.03)	58.41 (0.97)

(b) EW 方向

次数	EW 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	7.87	7.88 (1.00)	7.87 (1.00)
2	29.30	29.79 (1.02)	28.72 (0.98)
3	55.41	56.62 (1.02)	53.91 (0.97)
4	64.84	66.48 (1.03)	63.22 (0.98)

注 : ( ) 内は基本モデルに対する比率

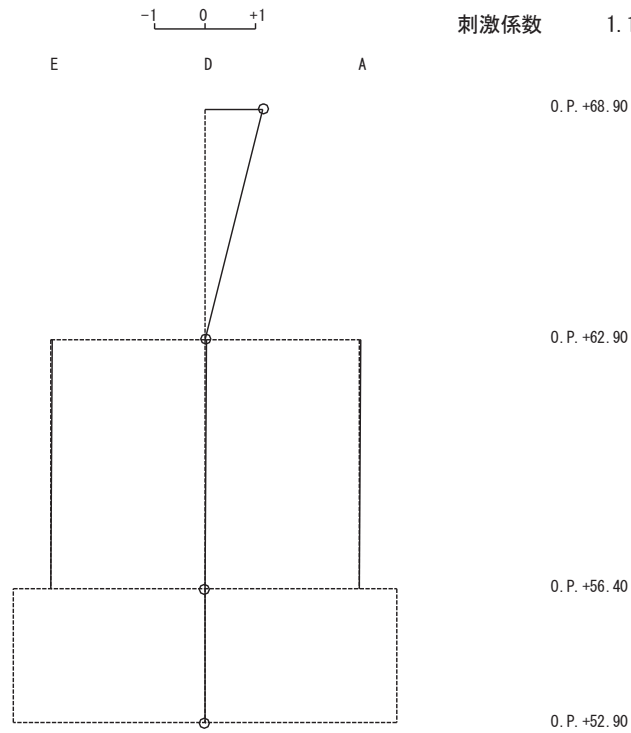
表 4-3(2) 固有値解析結果の比較 (単位: Hz)

(c) UD 方向

次数	UD 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	42.00	43.43 (1.03)	40.36 (0.96)
2	76.72	77.10 (1.00)	76.31 (0.99)
3	98.09	99.05 (1.01)	97.16 (0.99)
4	271.70	273.06 (1.01)	270.35 (1.00)

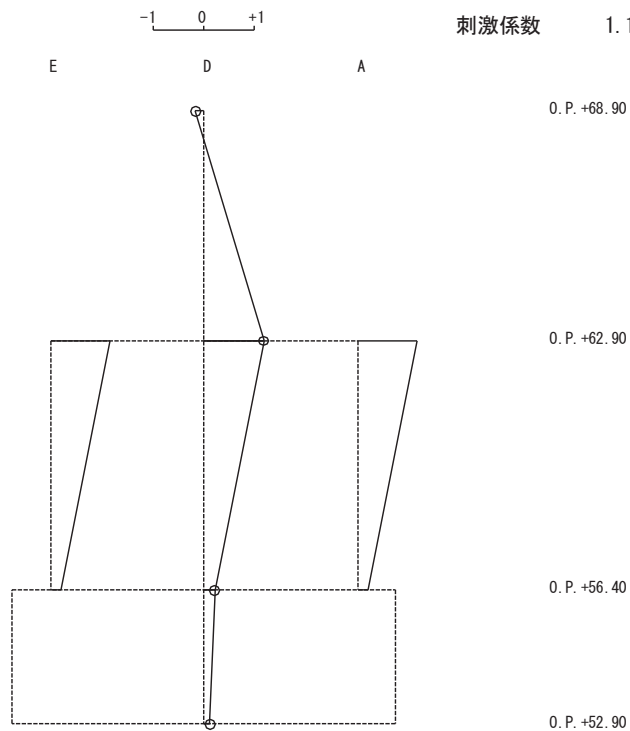
注: ( ) 内は基本モデルに対する比率

固有周期 0.119 s  
 固有振動数 8.39 Hz  
 刺激係数 1.155



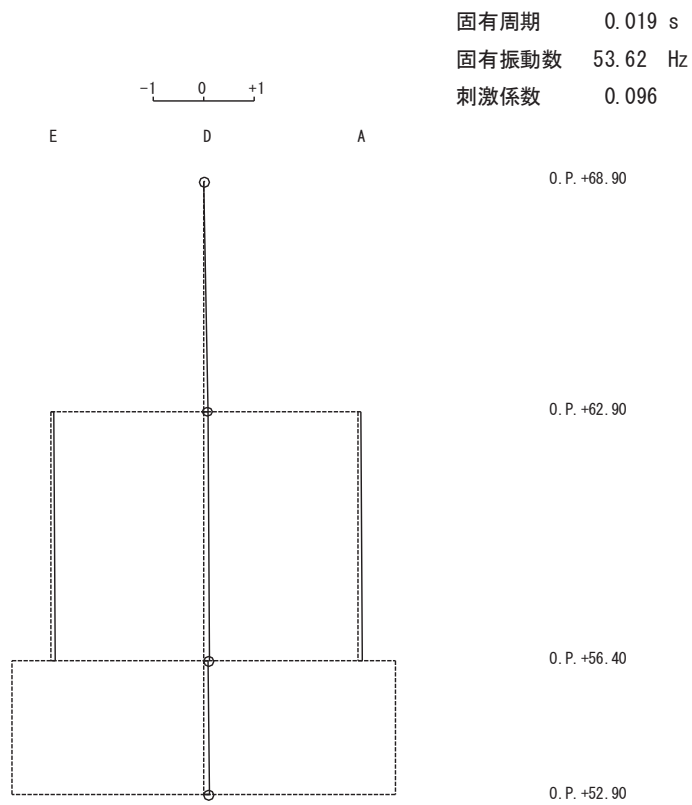
1 次

固有周期 0.039 s  
 固有振動数 25.82 Hz  
 刺激係数 1.192

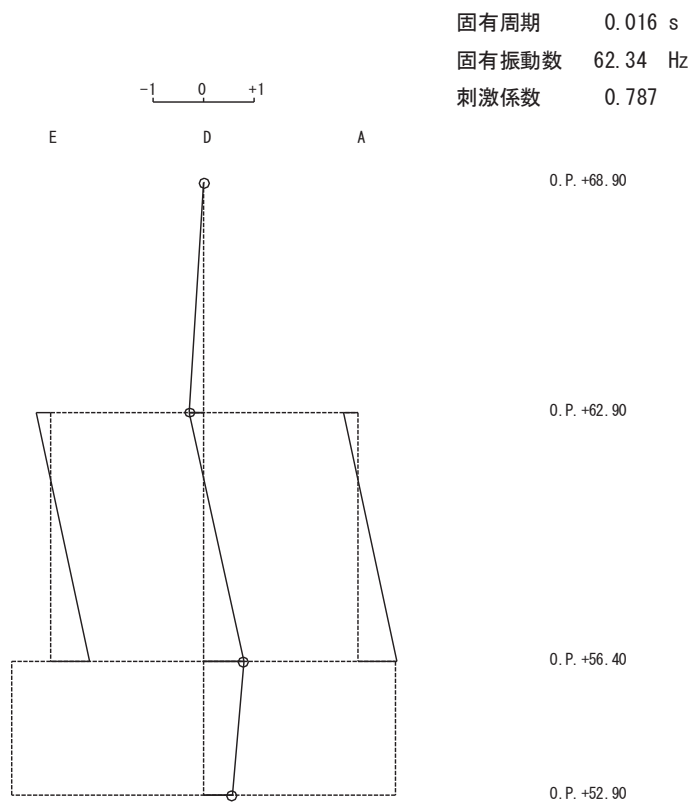


2 次

図 4-4(1) 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向 1 次及び 2 次)

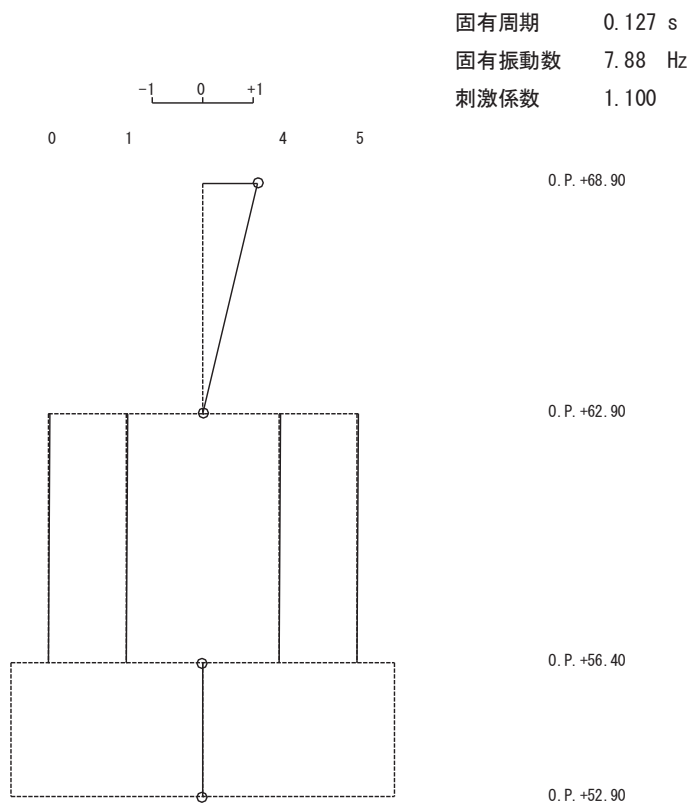


3 次

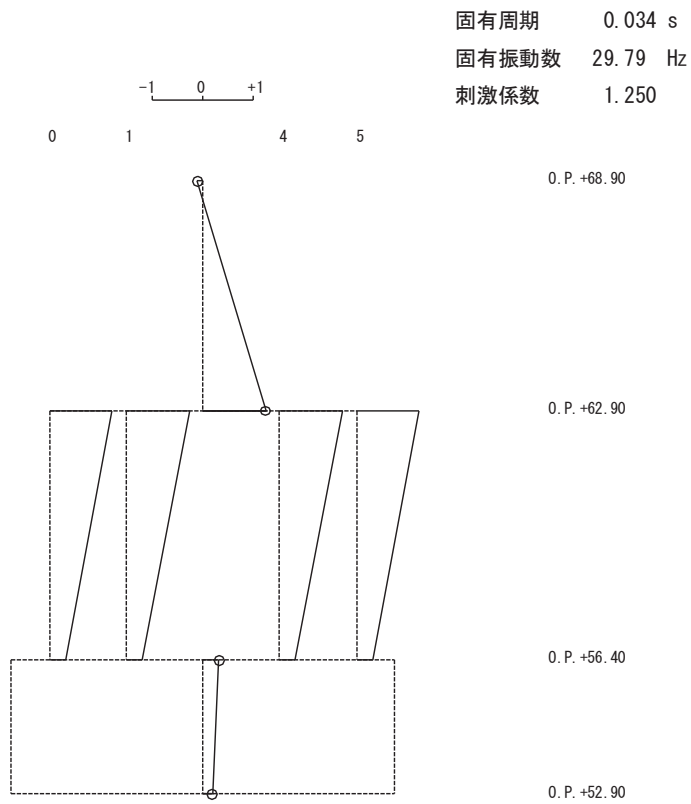


4 次

図 4-4(2) 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向 3 次~4 次)



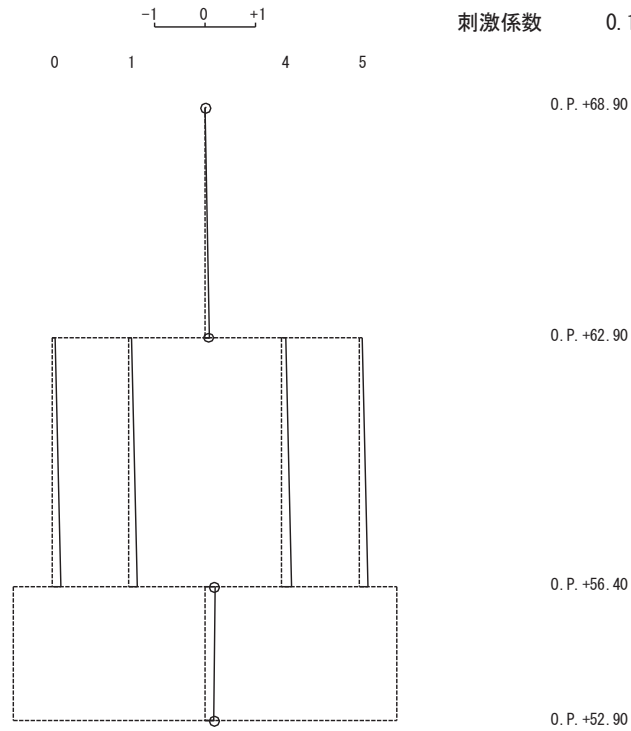
1 次



2 次

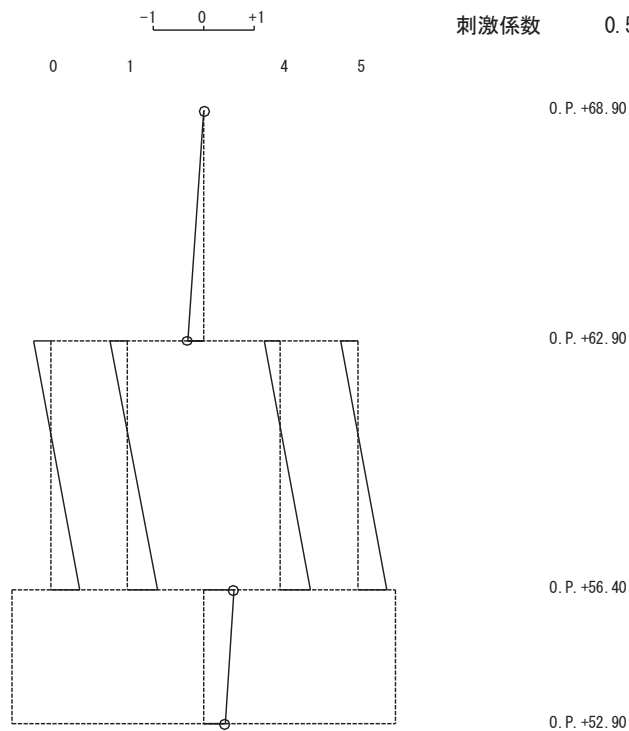
図 4-5(1) 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向 1 次及び 2 次)

固有周期 0.018 s  
 固有振動数 56.62 Hz  
 刺激係数 0.184



3 次

固有周期 0.015 s  
 固有振動数 66.48 Hz  
 刺激係数 0.589



4 次

図 4-5(2) 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向 3 次及び 4 次)

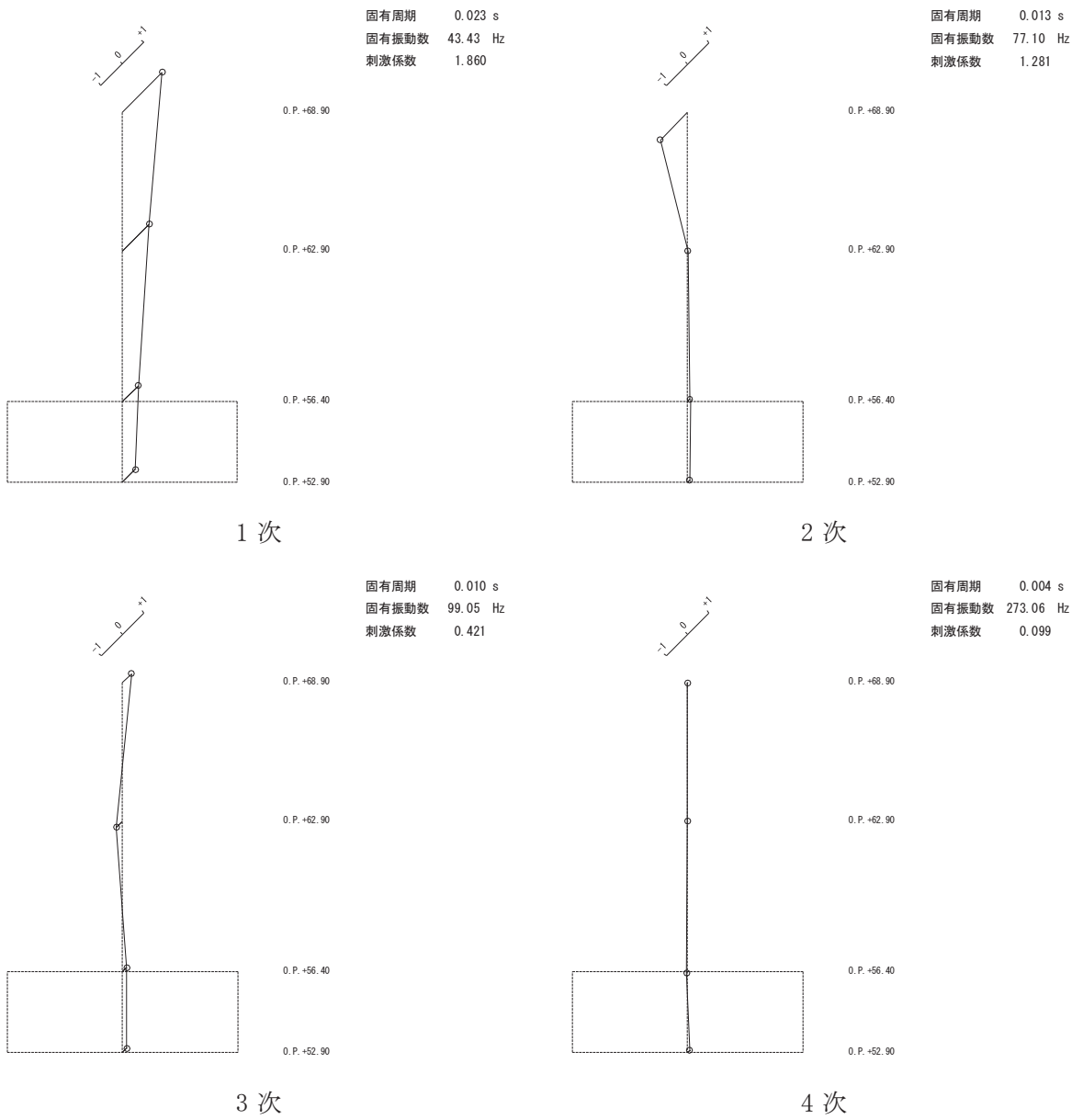
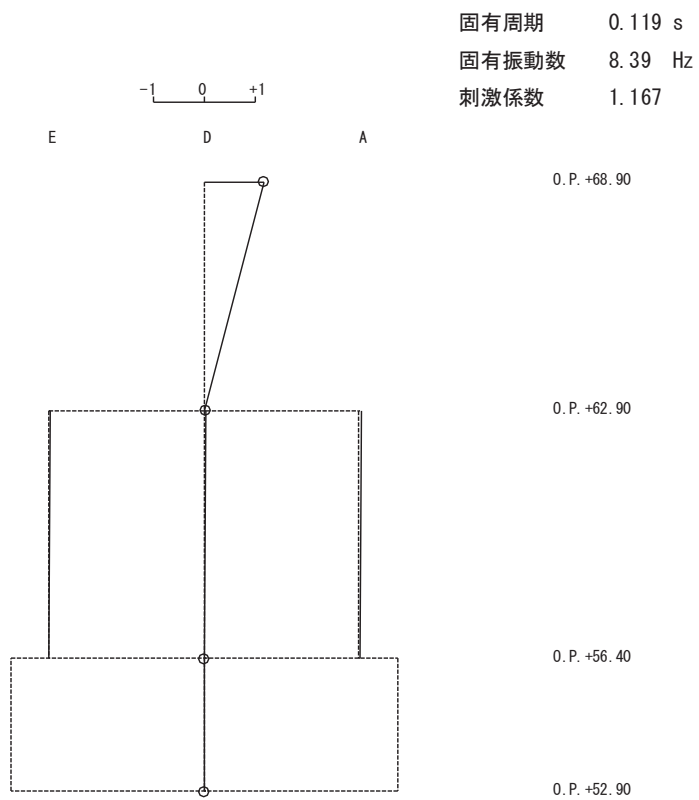
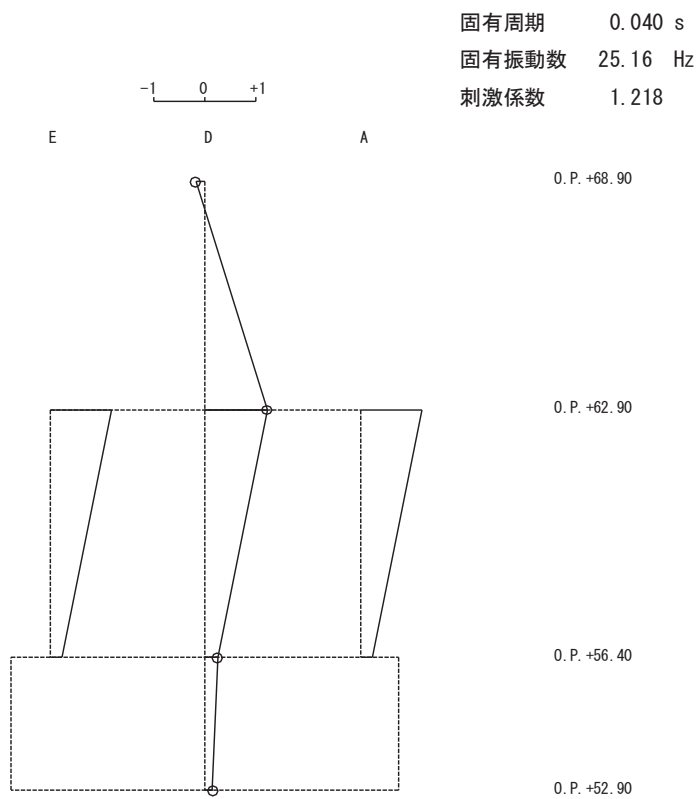


図 4-6 刺激関数図 (ケース 2) (UD 方向 1 次~4 次)



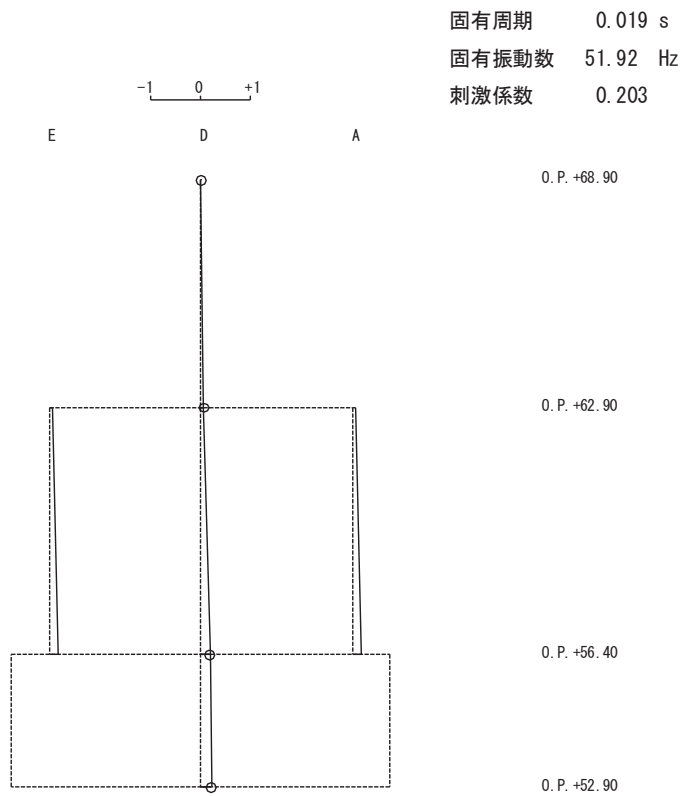


1 次

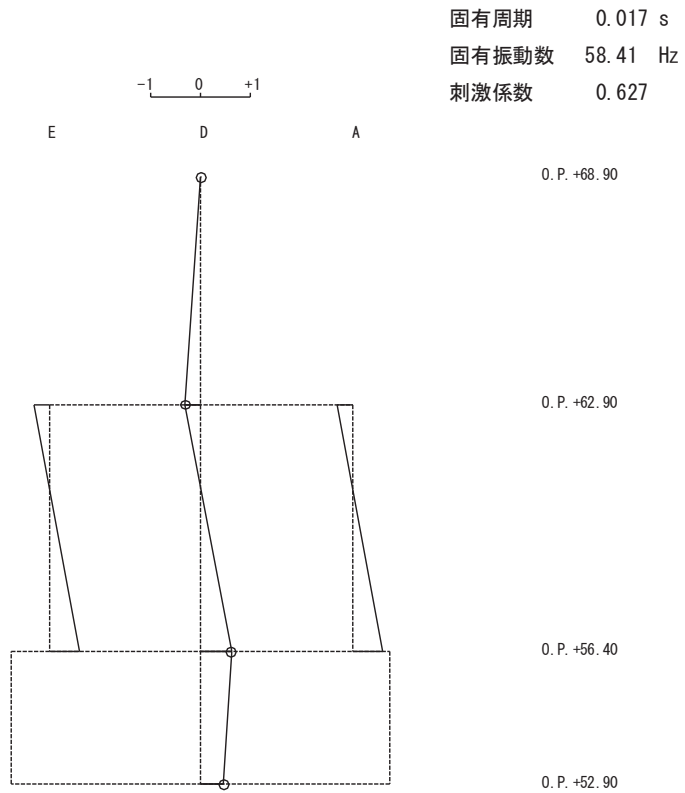


2 次

図 4-7(1) 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向 1 次及び 2 次)

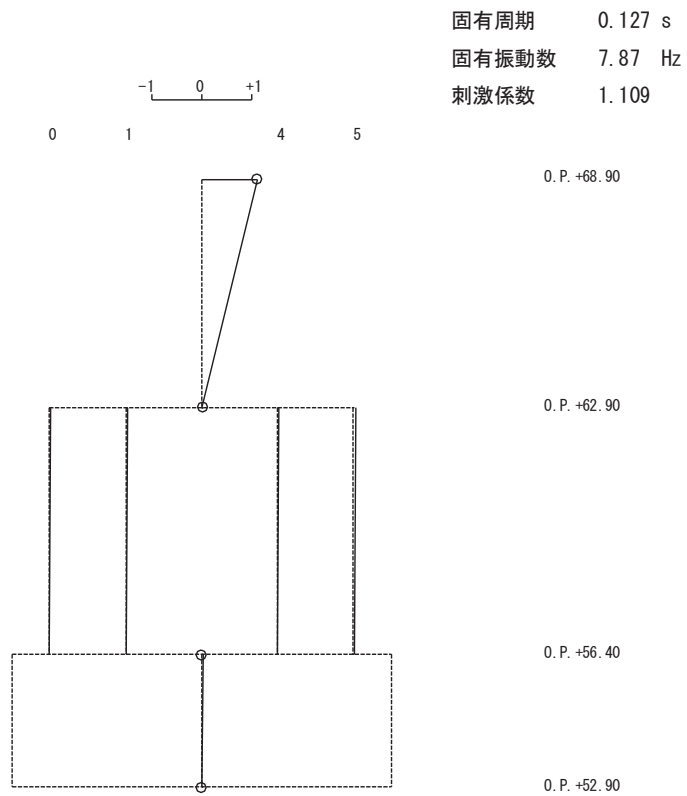


3 次

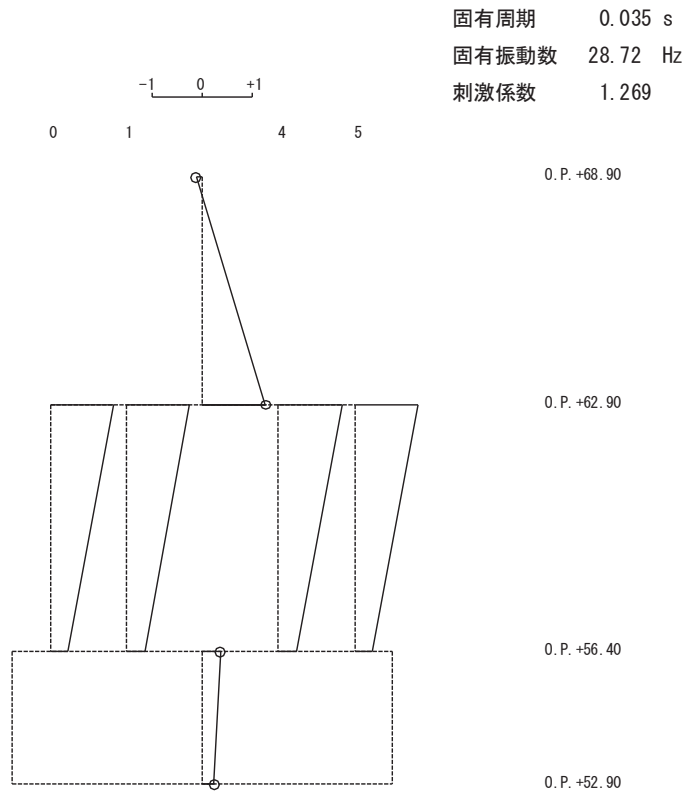


4 次

図 4-7(2) 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向 3 次及び 4 次)

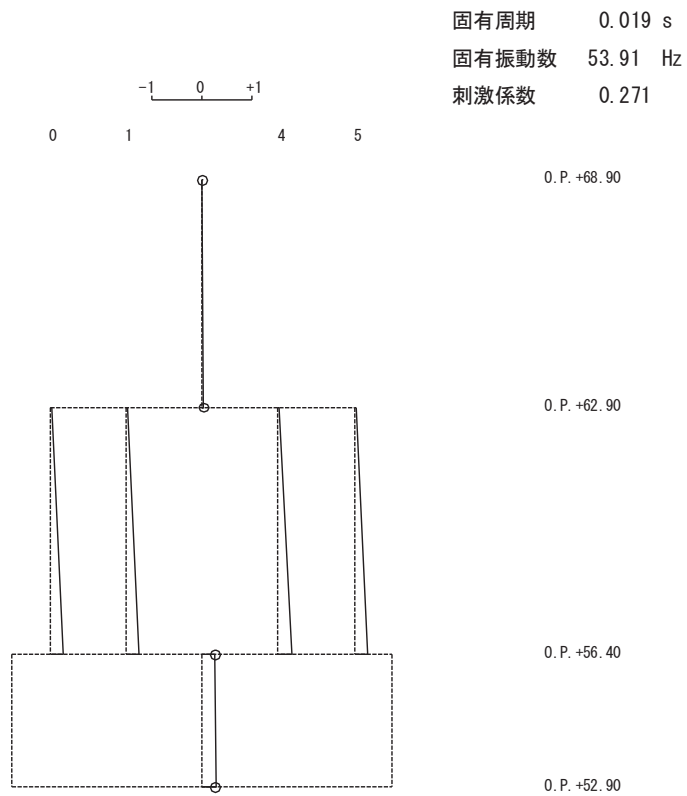


1 次

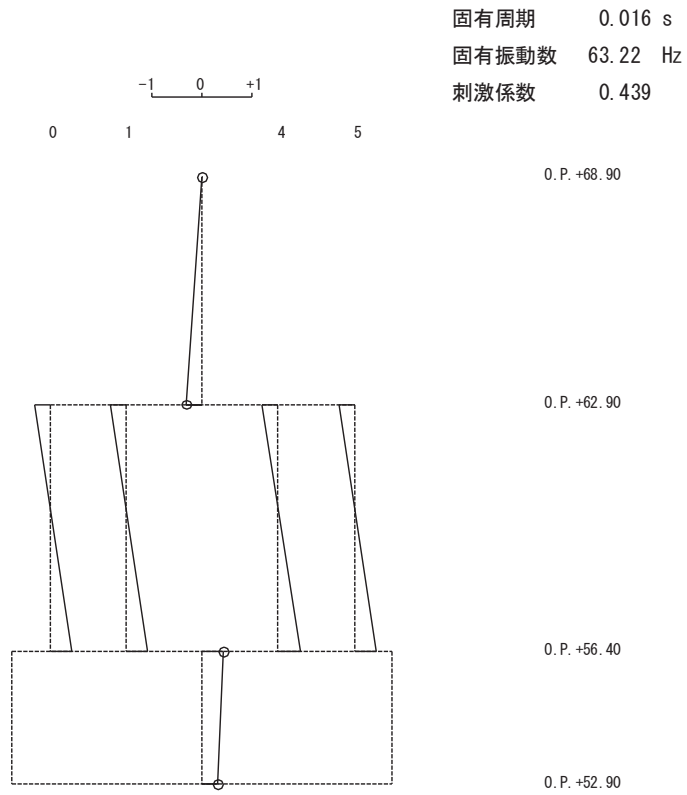


2 次

図 4-8(1) 刺激関数図 (ケース 3) (EW 方向 1 次及び 2 次)



3 次



4 次

図 4-8(2) 刺激関数図 (ケース 3) (EW 方向 3 次及び 4 次)

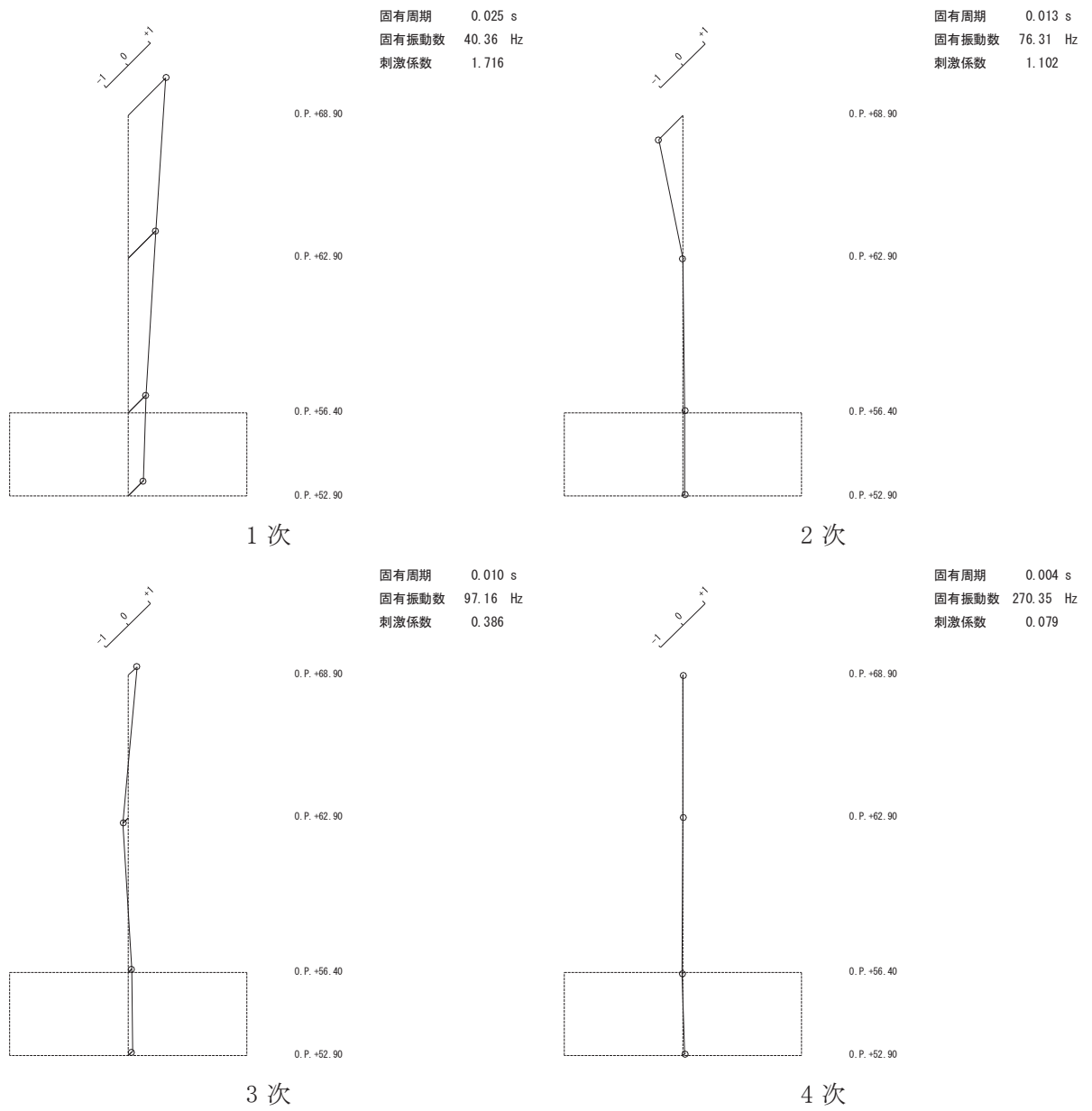


図 4-9 刺激関数図 (ケース 3) (UD 方向 1 次~4 次)

#### 4.2.3 建屋剛性及び地盤物性の変動による影響

##### (1) 影響評価方針

建屋剛性及び地盤物性を変動させたケース（ケース 5 及びケース 6）の固有値解析を実施し、建屋剛性及び地盤物性を変動させたケースと基本ケースを比較する。

##### (2) 固有値解析結果

建屋剛性及び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 4-4、刺激関数図を図 4-10～図 4-13 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性及び地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響が小さく、建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ のケースで最大 7%程度、建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$ のケースで最大 9%程度低振動数側にシフトした。

表 4-4 固有値解析結果の比較 (単位 : Hz)

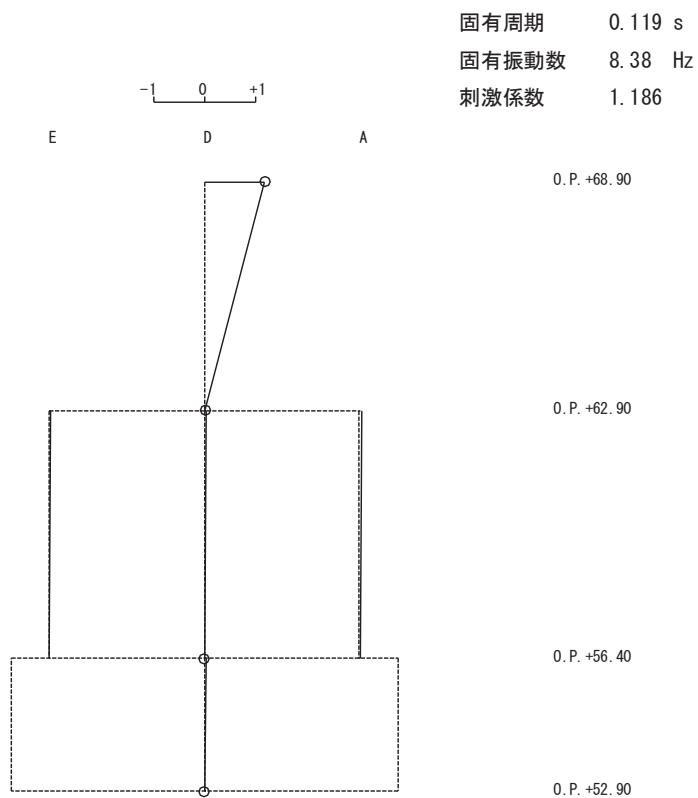
(a) NS 方向

次数	NS 方向		
	ケース 1	ケース 5	ケース 6
1	8.39	8.38 (1.00)	8.37 (1.00)
2	25.52	23.61 (0.93)	23.13 (0.91)
3	52.90	48.98 (0.93)	47.94 (0.91)
4	60.37	59.79 (0.99)	55.71 (0.92)

(b) EW 方向

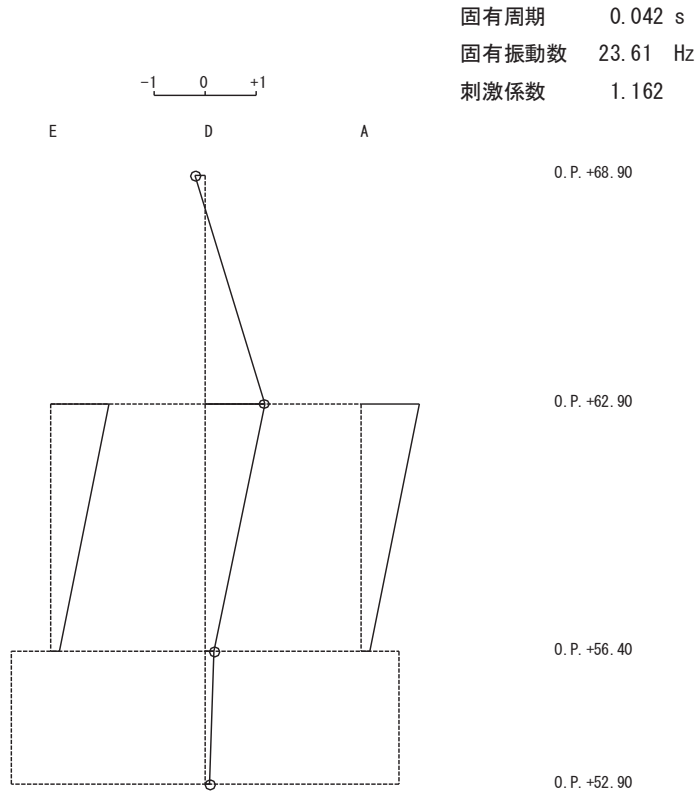
次数	EW 方向		
	ケース 1	ケース 5	ケース 6
1	7.87	7.87 (1.00)	7.87 (1.00)
2	29.30	27.46 (0.94)	26.66 (0.91)
3	55.41	52.48 (0.95)	50.61 (0.91)
4	64.84	62.96 (0.97)	59.42 (0.92)

注 : ( ) 内は基本モデルに対する比率



1 次

固有周期    0.119 s  
固有振動数    8.38 Hz  
刺激係数    1.186

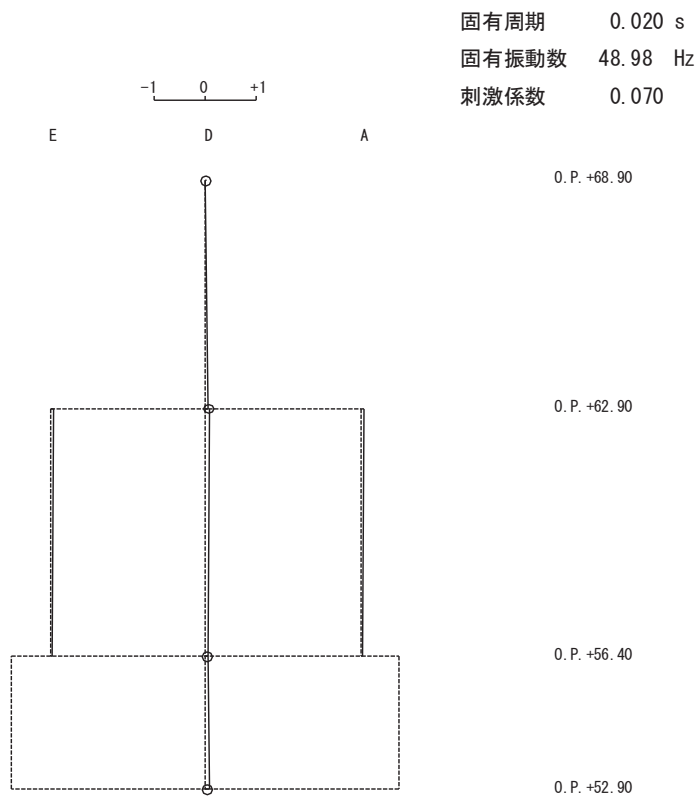


2 次

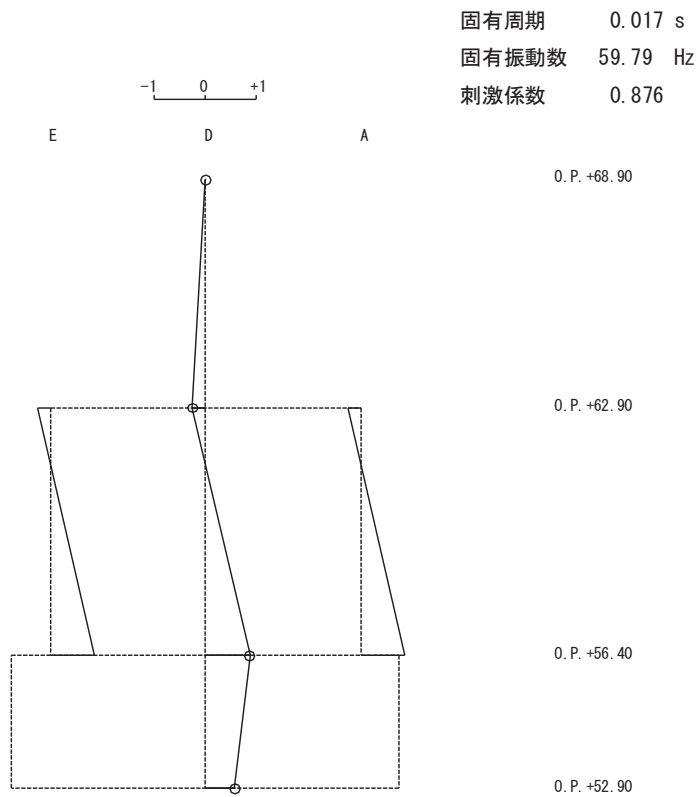
固有周期    0.042 s  
固有振動数    23.61 Hz  
刺激係数    1.162

図 4-10(1) 刺激関数図 (ケース 5) (NS 方向 1 次及び 2 次)



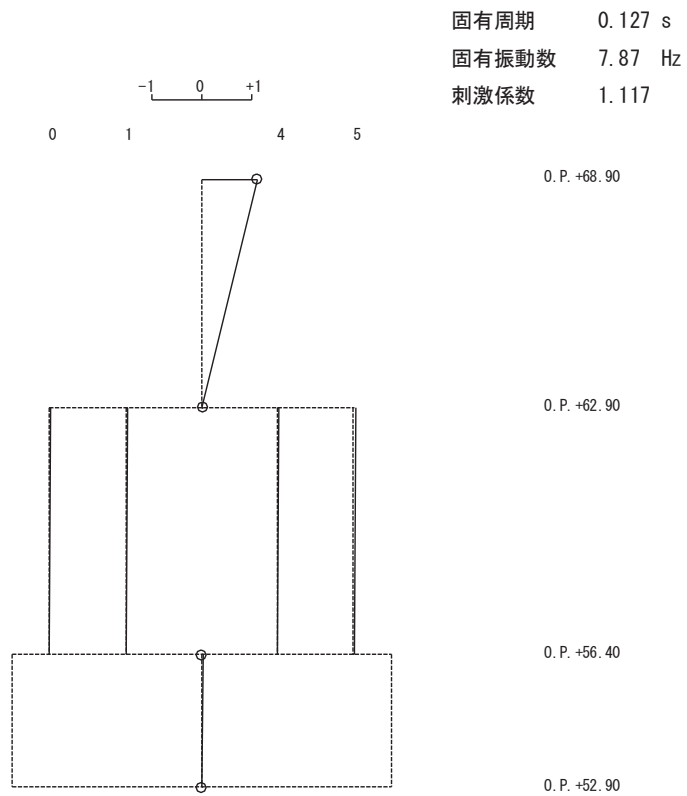


3 次

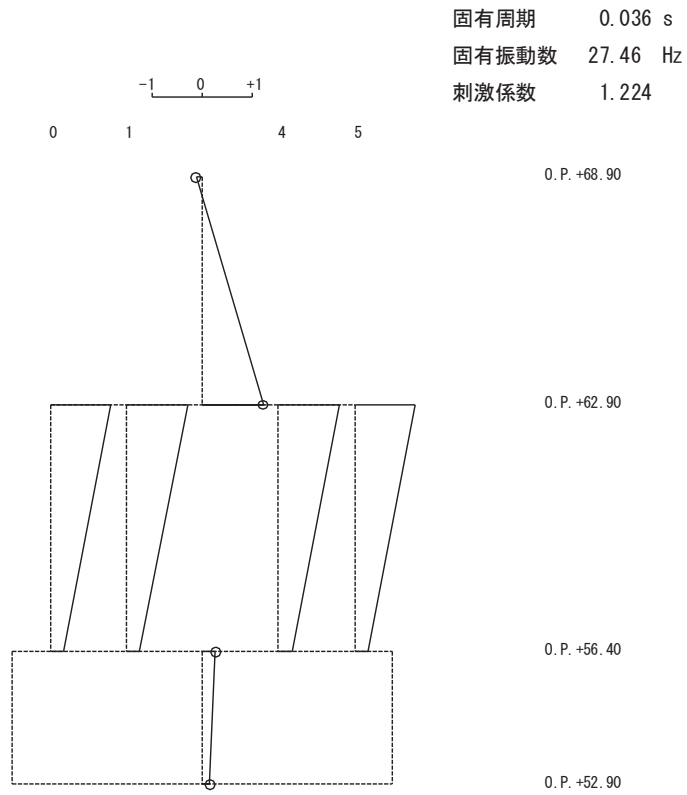


4 次

図 4-10(2) 刺激関数図 (ケース 5) (NS 方向 3 次及び 4 次)

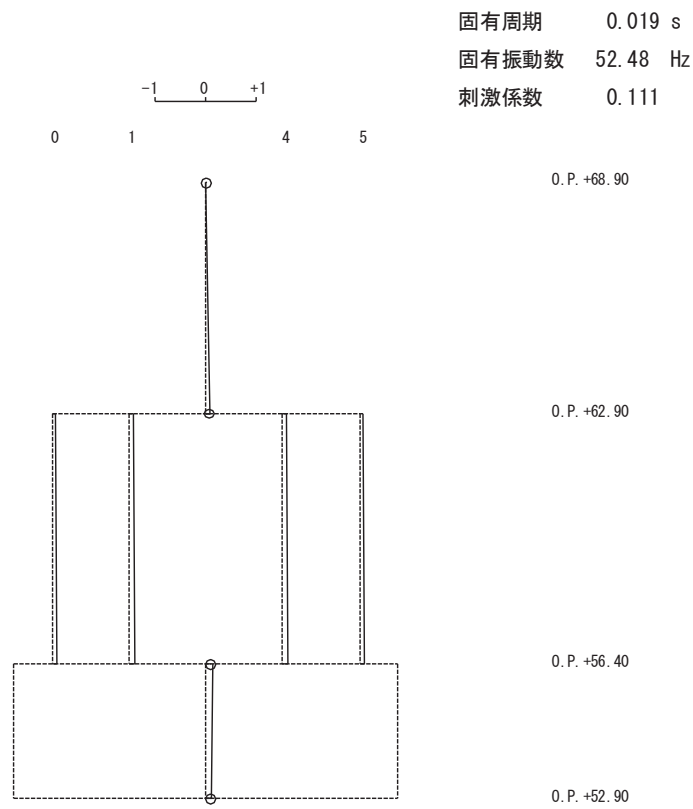


1 次

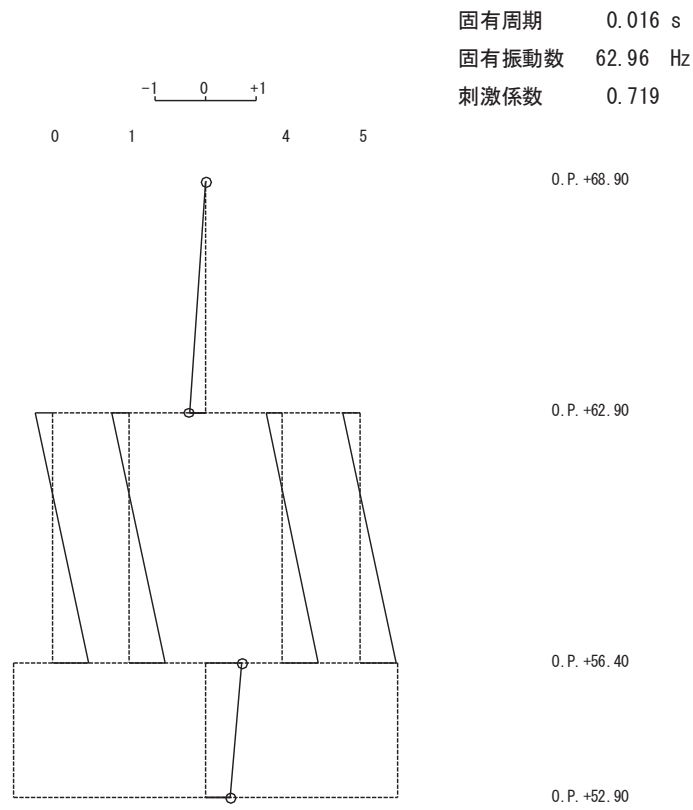


2 次

図 4-11(1) 刺激関数図 (ケース 5) (EW 方向 1 次及び 2 次)

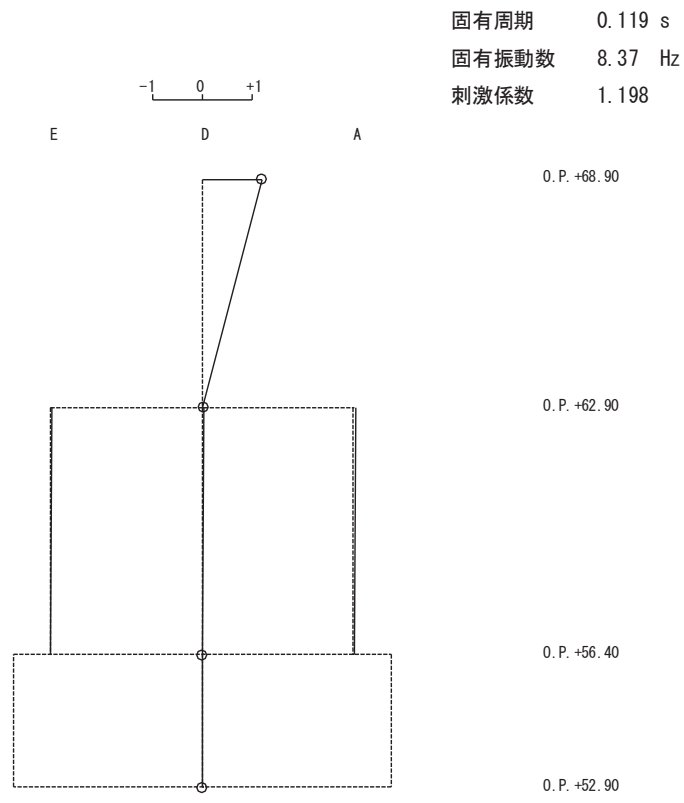


3 次

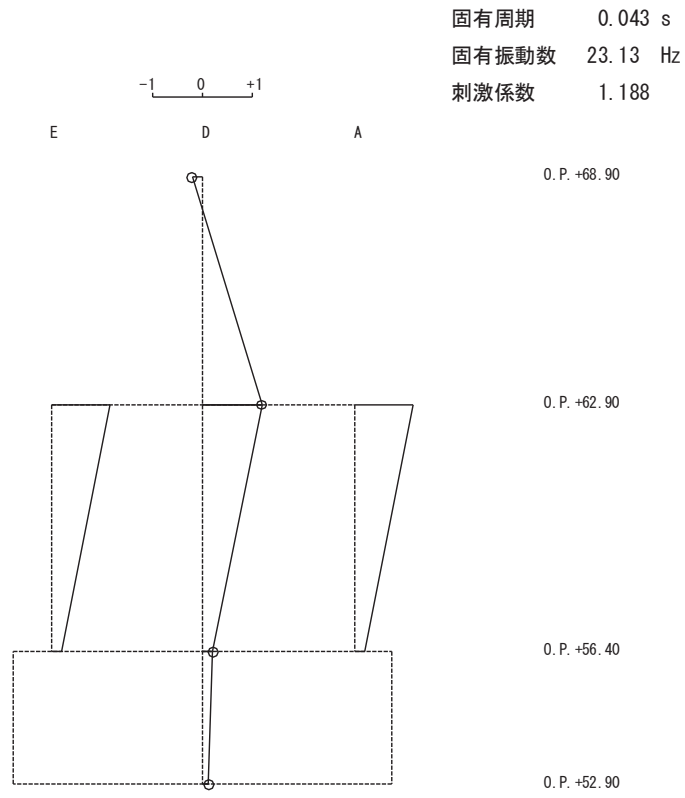


4 次

図 4-11(2) 刺激関数図 (ケース 5) (EW 方向 3 次及び 4 次)



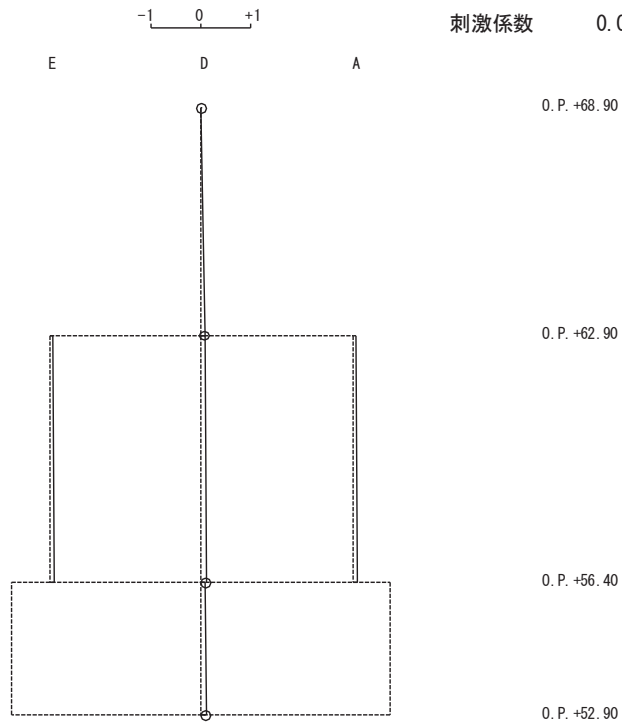
1 次



2 次

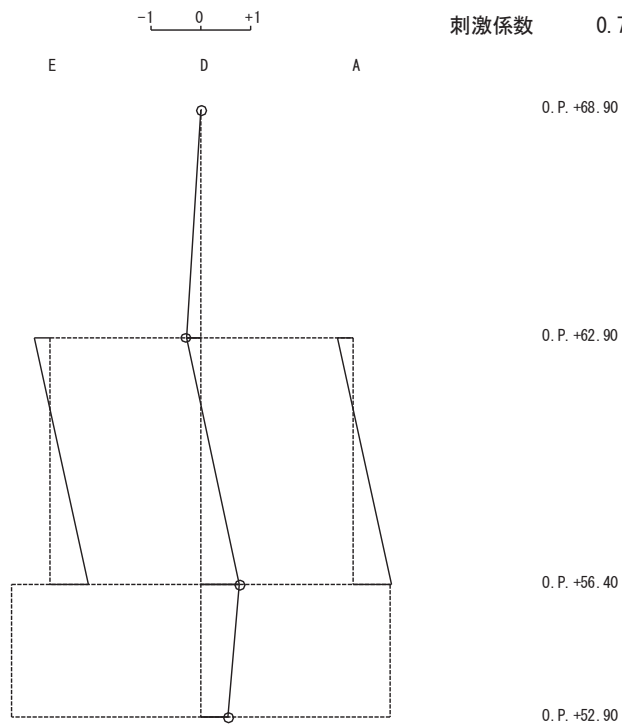
図 4-12(1) 刺激関数図 (ケース 6) (NS 方向 1 次及び 2 次)

固有周期 0.021 s  
 固有振動数 47.94 Hz  
 刺激係数 0.097



3 次

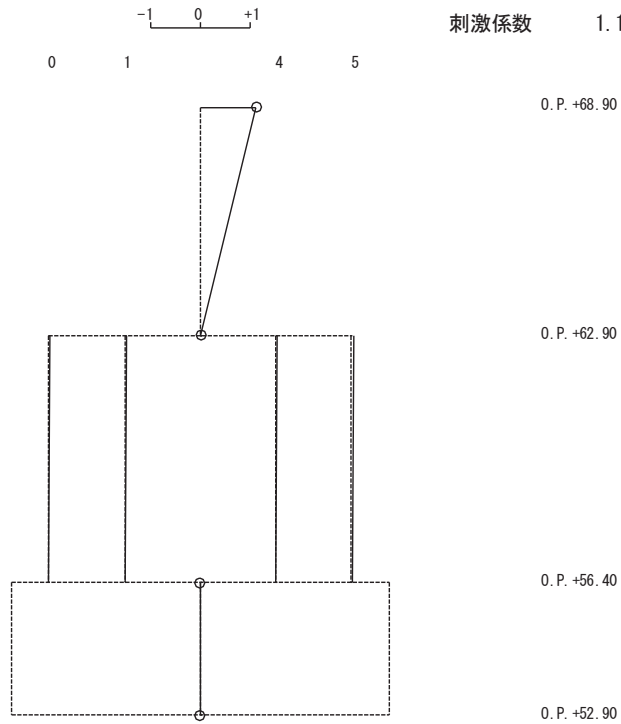
固有周期 0.018 s  
 固有振動数 55.71 Hz  
 刺激係数 0.786



4 次

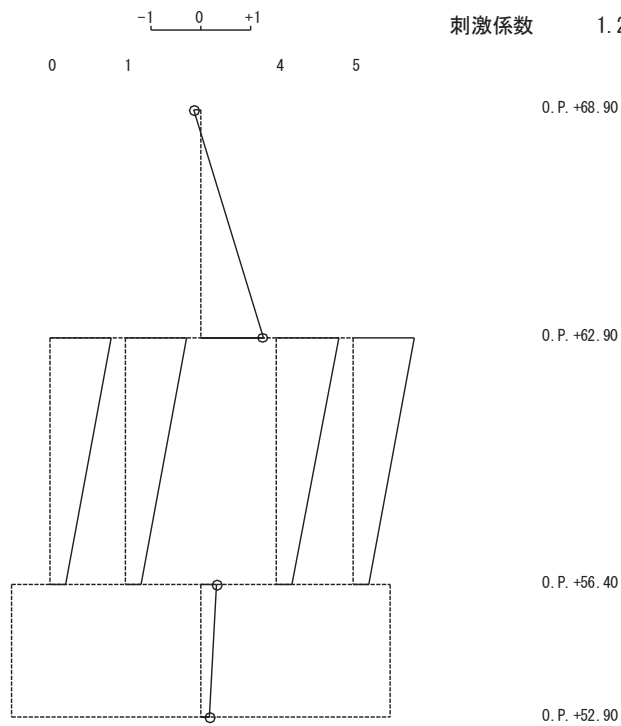
図 4-12(2) 刺激関数図 (ケース 6) (NS 方向 3 次及び 4 次)

固有周期 0.127 s  
 固有振動数 7.87 Hz  
 刺激係数 1.127



1次

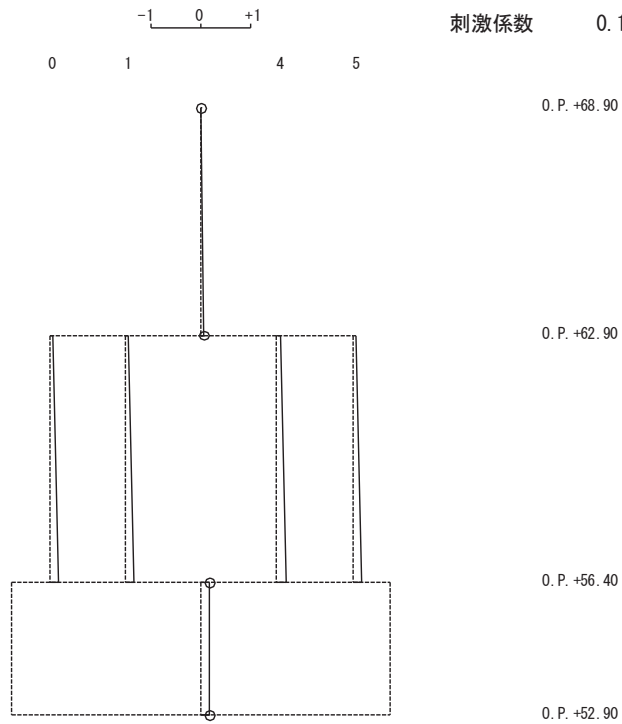
固有周期 0.038 s  
 固有振動数 26.66 Hz  
 刺激係数 1.248



2次

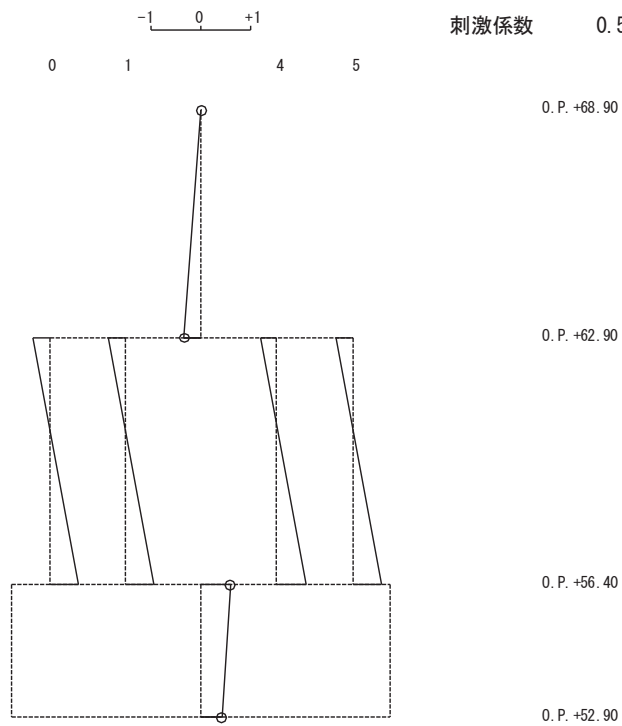
図 4-13(1) 刺激関数図 (ケース 6) (EW 方向 1 次及び 2 次)

固有周期 0.020 s  
 固有振動数 50.61 Hz  
 刺激係数 0.185



3 次

固有周期 0.017 s  
 固有振動数 59.42 Hz  
 刺激係数 0.587



4 次

図 4-13(2) 刺激関数図 (ケース 6) (EW 方向 3 次及び 4 次)

#### 4.3 まとめ

建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・ 建屋剛性の不確かさ

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、最大で低振動数側に 8%程度シフトした。

- ・ 地盤物性の不確かさ

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について、地盤の主要モードにあたる固有周期で変動が大きく最大で水平方向では 3%程度、鉛直方向では 4%程度である。

- ・ 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ

基本ケースに対する建屋剛性及び地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響が小さく、建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ のケースで最大 7%程度、建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$ のケースで最大 9%程度低振動数側にシフトした。



5. 機器・配管系評価への影響

材料物性の不確かさは、設計用床応答曲線等において、表 4-1 に示す全ての検討ケースの地震応答解析の結果を包絡させることにより考慮している。

別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動  
の選定について

## 目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 1
2. 選定方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 1
3. 地震動の選定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 8

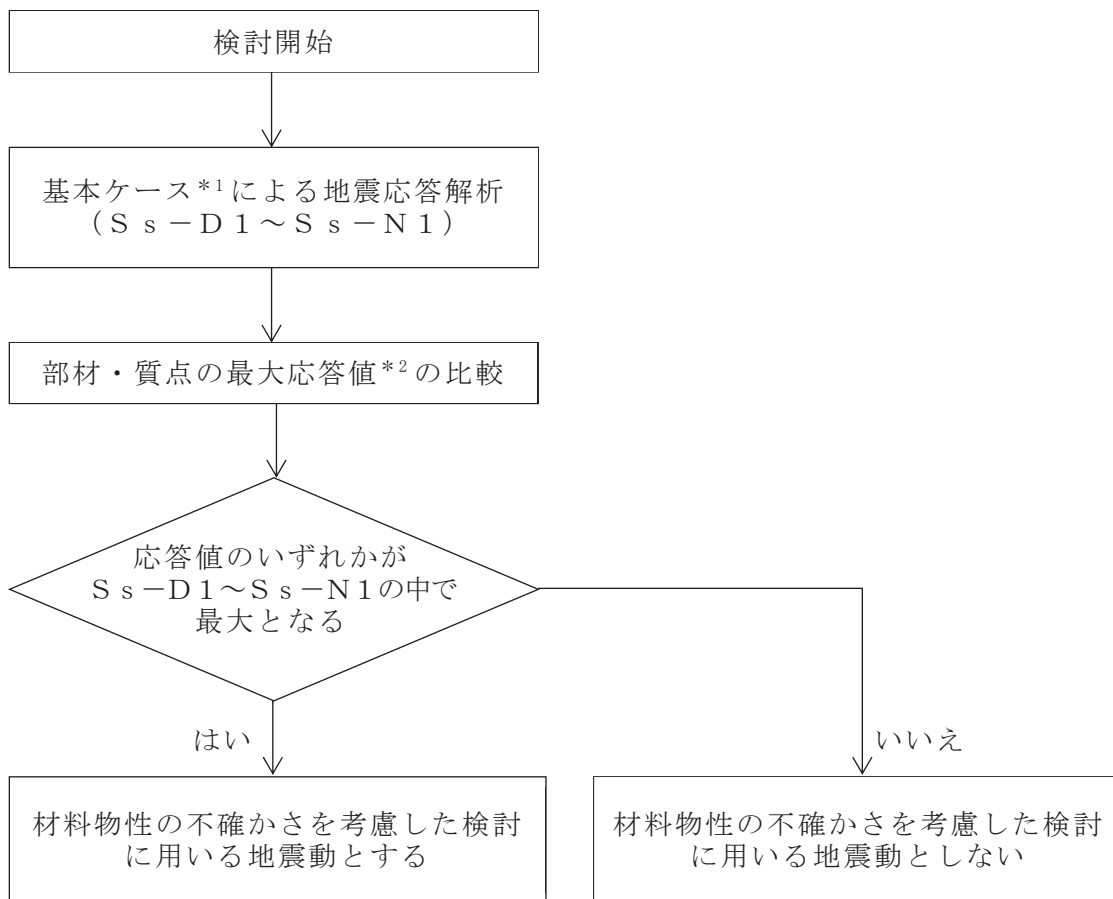
## 1. 概要

材料物性の不確かさの考慮にあたっては、地震動（基準地震動  $S_s$ ）ごとの基本ケースにおける建屋応答を確認した上で、建屋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、基準地震動  $S_s$  について、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及び軸力とする。
- ③ 応答値のいずれかが基準地震動  $S_s$  の中で最大となる波を、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：コンクリート剛性：設計基準強度に基づく剛性，  
地盤のせん断波速度：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軸力とする。

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法のフロー

### 3. 地震動の選定

緊急用電気品建屋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。緊急用電気品建屋の基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を表 3-1～表 3-11 に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、基準地震動  $S_s - D 2$ 、 $S_s - D 3$  及び  $S_s - F 3$  については、応答値のいずれかが  $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$  の中で最大となることから、不確かさ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<sub>s</sub>，NS 方向）

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
1	2190	2580	2235	1742	1834	2253	1047	2580
2	724	957	877	657	698	838	611	957
3	537	594	563	576	603	644	577	644

注：網掛け部分は最大値

表 3-2 最大応答変位一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS 方向）

質点 番号	最大応答変位 (cm)							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
1	0.79	0.93	0.81	0.64	0.66	0.82	0.39	0.93
2	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値

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）

要素 番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>3</sup> kN)							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
(1)	8.17	9.62	8.33	6.50	6.84	8.40	3.91	9.62
(2)	12.13	15.29	14.10	10.69	11.59	14.52	10.62	15.29
(3)	5.48	6.91	6.37	4.83	5.23	6.56	4.80	6.91
(4)	12.14	15.29	14.10	10.70	11.59	14.52	10.63	15.29

注：網掛け部分は最大値

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

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN・m)							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.90	5.77	5.00	3.90	4.10	5.04	2.34	5.77
(2)	1.96	2.49	2.46	1.59	1.68	2.36	0.71	2.49
	8.95	12.08	10.60	8.20	7.82	10.79	7.40	12.08
(3)	1.48	2.03	1.90	1.36	1.35	1.78	0.92	2.03
	4.82	6.52	5.71	4.42	4.15	5.79	3.95	6.52
(4)	2.01	2.57	2.56	1.64	1.74	2.44	0.78	2.57
	9.04	12.21	10.71	8.29	7.90	10.91	7.48	12.21

注 1：上段は要素の上端，下段は要素の下端のモーメントを示す。

注 2：網掛け部分は最大値

表 3-5 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
1	2184	2511	2269	1659	1532	1912	930	2511
2	602	806	718	601	641	709	602	806
3	522	590	572	564	602	638	575	638

注：網掛け部分は最大値

表 3-6 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

質点 番号	最大応答変位 (cm)							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
1	0.90	1.02	0.93	0.68	0.63	0.78	0.39	1.02
2	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値

表 3-7 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ kN)							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
(1)	8.15	9.36	8.46	6.19	5.71	7.13	3.47	9.36
(2)	4.41	5.89	4.61	4.48	4.65	5.61	4.48	5.89
(3)	8.29	11.08	8.67	8.42	8.75	10.55	8.44	11.08
(4)	8.29	11.08	8.67	8.42	8.75	10.55	8.44	11.08
(5)	4.41	5.89	4.61	4.48	4.65	5.61	4.48	5.89

注：網掛け部分は最大値



表 3-8 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )							最大値
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.89	5.62	5.08	3.71	3.43	4.28	2.08	5.62
(2)	0.67	0.91	0.72	0.54	0.58	0.70	0.14	0.91
	3.09	4.18	3.21	3.04	3.44	3.99	2.95	4.18
(3)	2.13	2.83	2.19	1.58	1.84	2.19	0.96	2.83
	6.74	9.06	7.04	6.56	7.50	8.66	6.33	9.06
(4)	2.13	2.83	2.19	1.58	1.84	2.19	0.96	2.83
	6.74	9.06	7.04	6.56	7.50	8.66	6.33	9.06
(5)	0.67	0.91	0.72	0.54	0.58	0.70	0.14	0.91
	3.09	4.18	3.21	3.04	3.44	3.99	2.95	4.18

注 1：上段は要素の上端，下段は要素の下端のモーメントを示す。

注 2：網掛け部分は最大値

表 3-9 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
1	542	801	680	422	464	531	334	801
2	443	631	531	397	405	471	316	631
3	402	546	548	366	382	422	308	548

注：網掛け部分は最大値

表 3-10 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

質点 番号	最大応答変位 (cm)							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

注：網掛け部分は最大値

表 3-11 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^3$ kN)							
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	最大値
(1)	1.58	2.33	1.97	1.23	1.35	1.55	0.97	2.33
(2)	19.07	27.29	22.89	16.94	17.43	20.08	13.50	27.29

注：網掛け部分は最大値

4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建屋及び地震動ごとの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屋応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」

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

建屋名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
	基準地震動 $S_s$
緊急用電気品建屋	$S_s - D 2$ , $S_s - D 3$ , $S_s - F 3$

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

## 目 次

1. 概要	別紙 1-3-2- 1
2. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果	別紙 1-3-2- 2
2.1 建屋剛性の不確かさ	別紙 1-3-2- 2
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 1-3-2- 33
2.3 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ	別紙 1-3-2- 73
3. まとめ	別紙 1-3-2-104

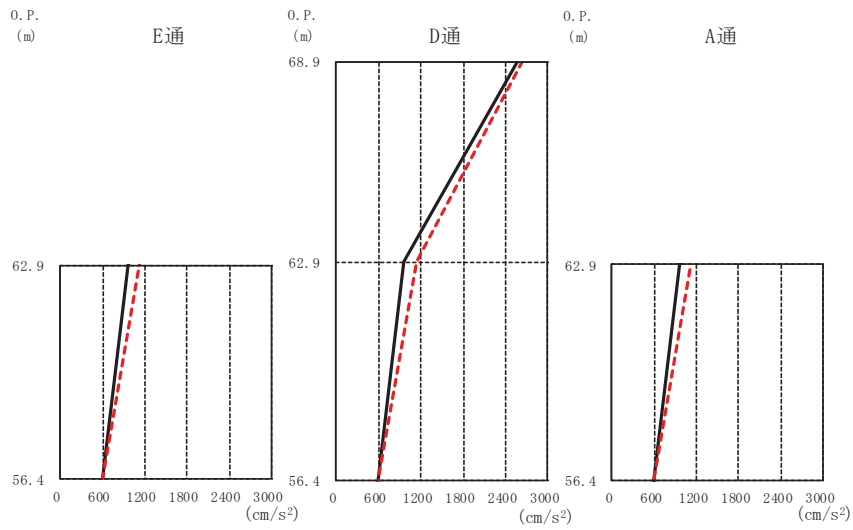
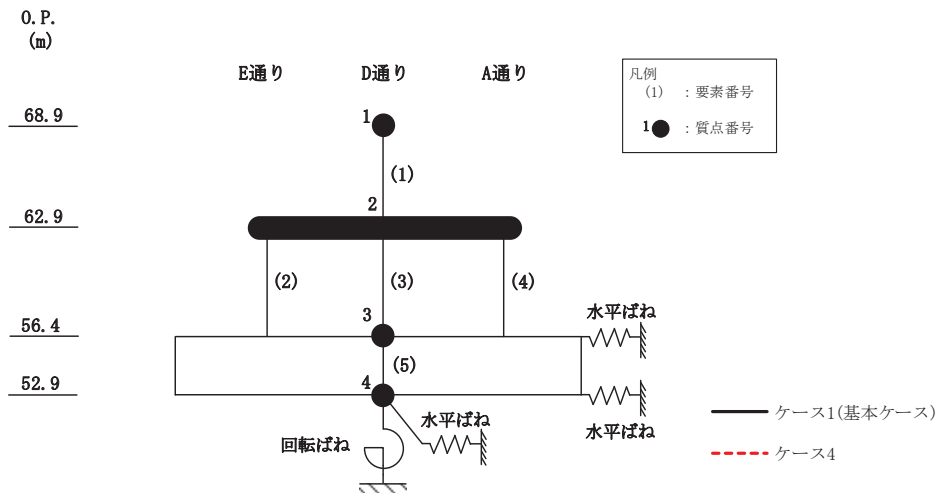
## 1. 概要

本資料は、緊急用電気品建屋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. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

### 2.1 建屋剛性の不確かさ

緊急用電気品建屋の建屋剛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の最大応答値の比較を図 2-1～図 2-14 に示す。



E通		(cm/s <sup>2</sup> )	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
62.9	957	1131	
56.4	594	595	

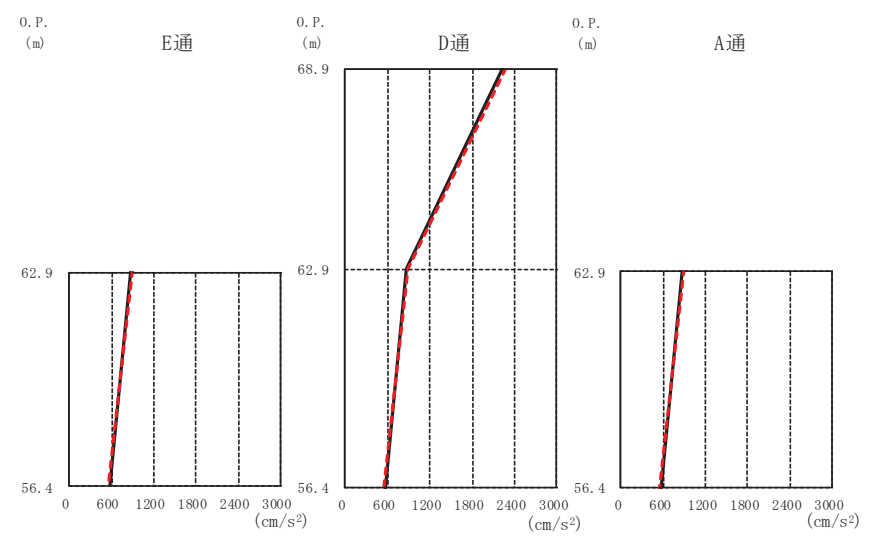
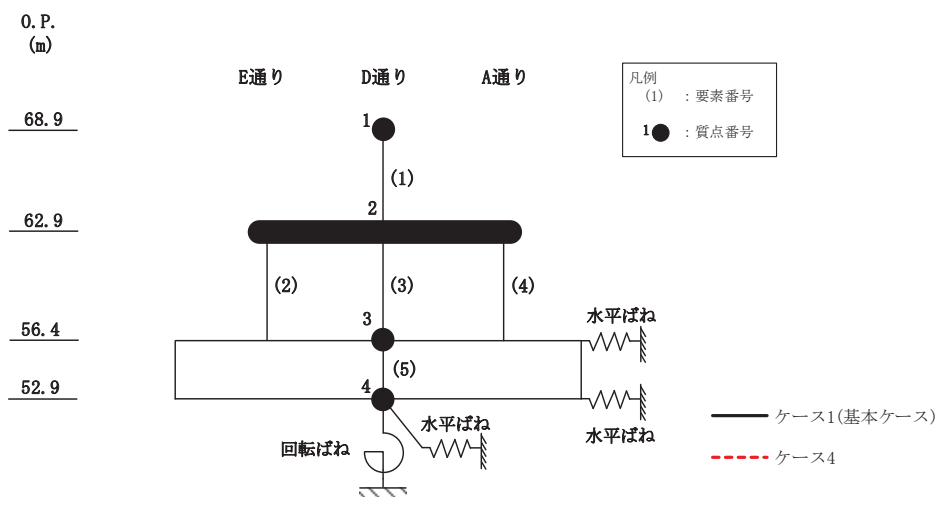
D通		(cm/s <sup>2</sup> )	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
68.9	2580	2652	
62.9	957	1131	
56.4	594	595	

A通		(cm/s <sup>2</sup> )	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
62.9	957	1131	
56.4	594	595	

(a) S<sub>s</sub> - D 2

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

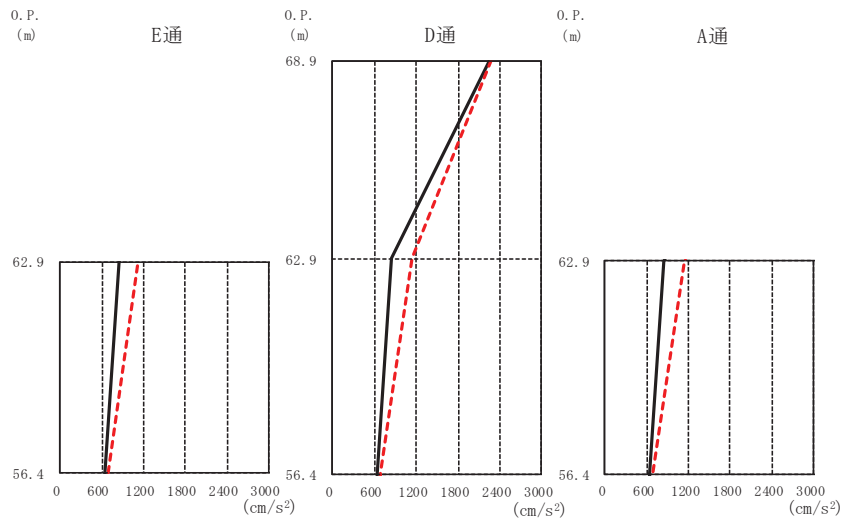
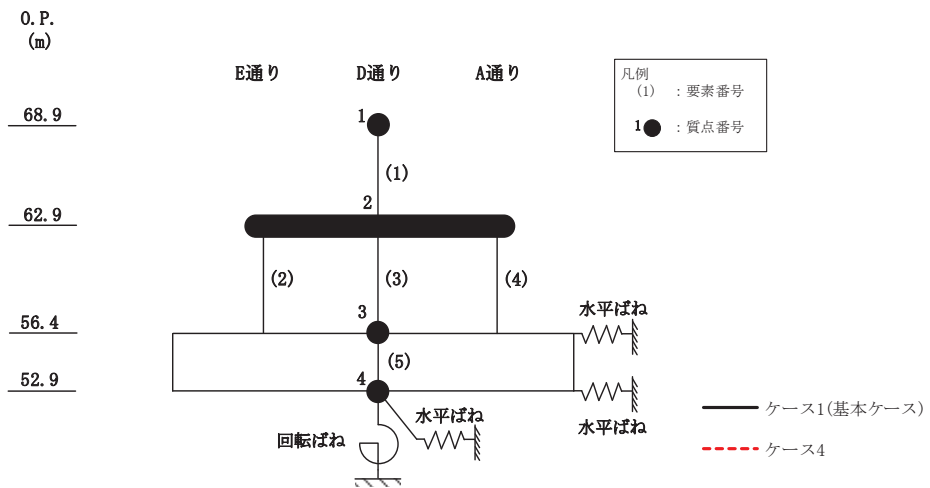




E通		D通		A通		
(cm/s <sup>2</sup> )		(cm/s <sup>2</sup> )		(cm/s <sup>2</sup> )		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
68.9		2235	2281	68.9		
62.9	877	877	887	62.9	877	887
56.4	563	563	553	56.4	563	553

(b) S<sub>s</sub> - D 3

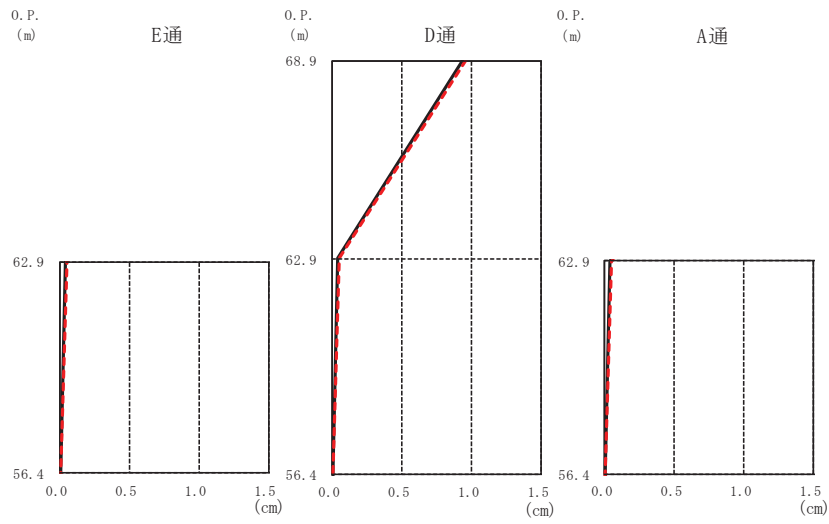
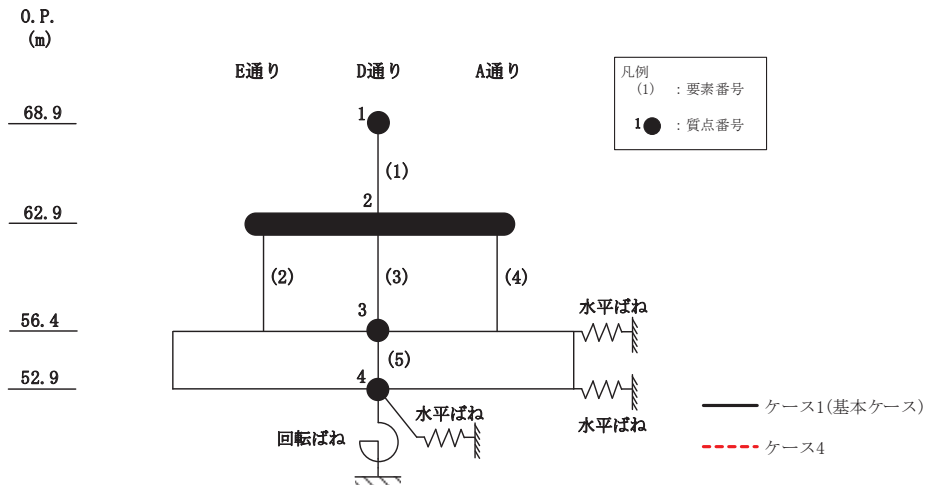
図 2-1(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)



E通 (cm/s <sup>2</sup> )		D通 (cm/s <sup>2</sup> )		A通 (cm/s <sup>2</sup> )		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
68.9	838	2253	2278	68.9	838	1131
62.9	644	838	1131	62.9	644	838
56.4	683	644	683	56.4	644	683

(c) S<sub>s</sub> - F 3

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



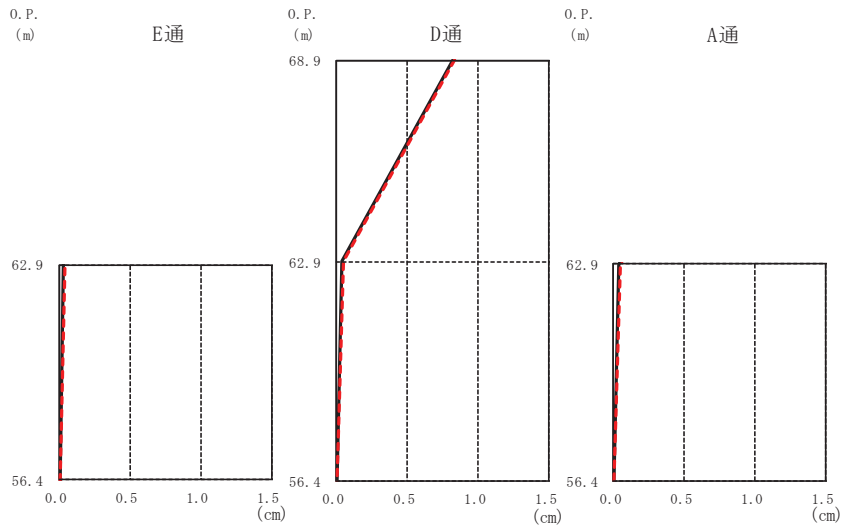
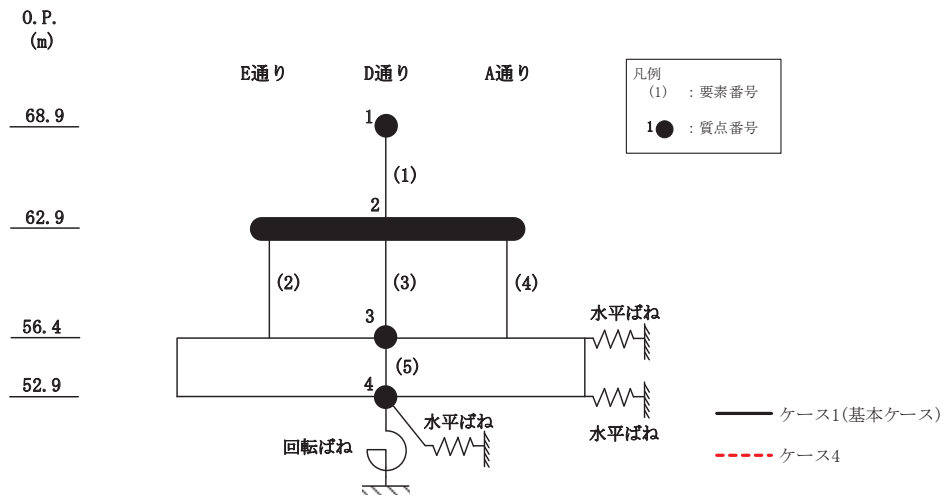
E通		(cm)	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
62.9	0.03	0.05	
56.4	0.00	0.01	

D通		(cm)	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
68.9	0.93	0.96	
62.9	0.03	0.05	
56.4	0.00	0.01	

A通		(cm)	
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	
62.9	0.03	0.05	
56.4	0.00	0.01	

(a)  $S_s - D_2$

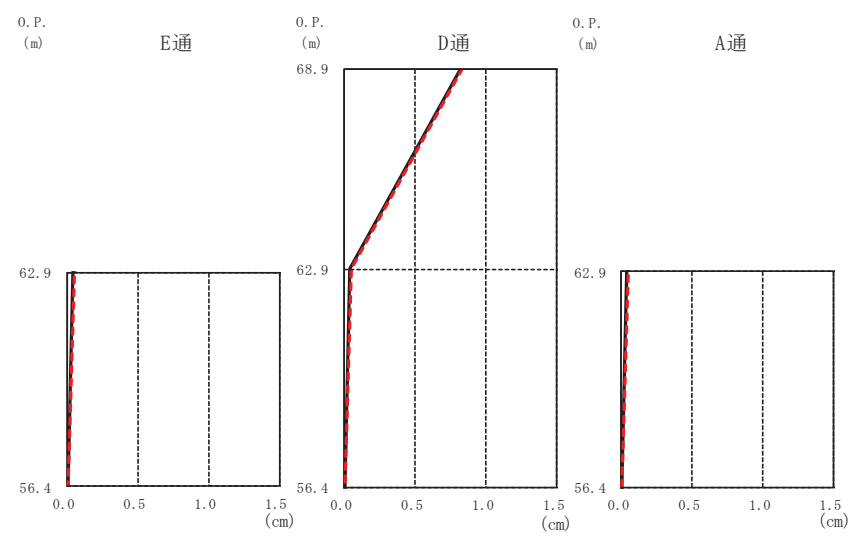
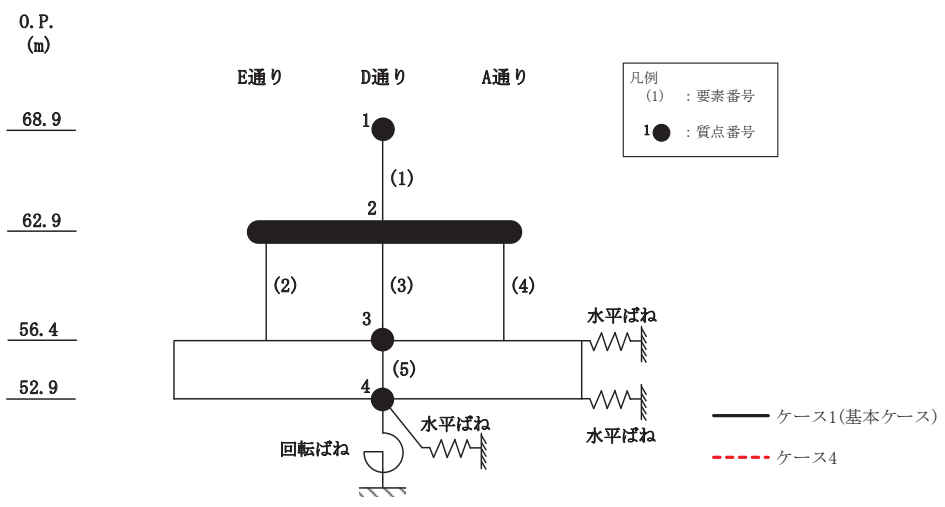
図 2-2(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/3)



E通 (cm)		D通 (cm)		A通 (cm)		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
68.9	0.03	0.81	0.83	68.9	0.03	0.04
62.9	0.03	0.03	0.04	62.9	0.03	0.04
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00

(b)  $S_s - D3$

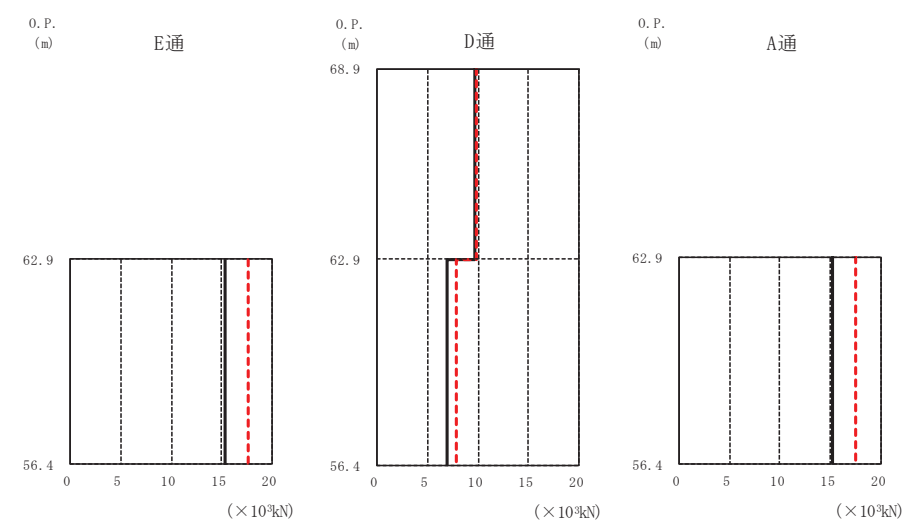
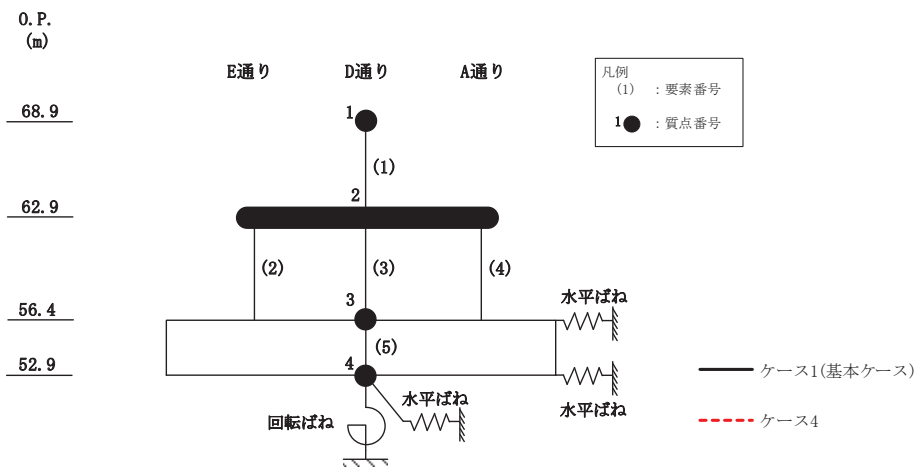
図 2-2(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/3)



E通 (cm)			D通 (cm)			A通 (cm)		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
68.9	0.03	0.05	68.9	0.82	0.83	68.9	0.03	0.05
62.9	0.03	0.05	62.9	0.03	0.05	62.9	0.03	0.05
56.4	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00

(c) S<sub>s</sub> - F 3

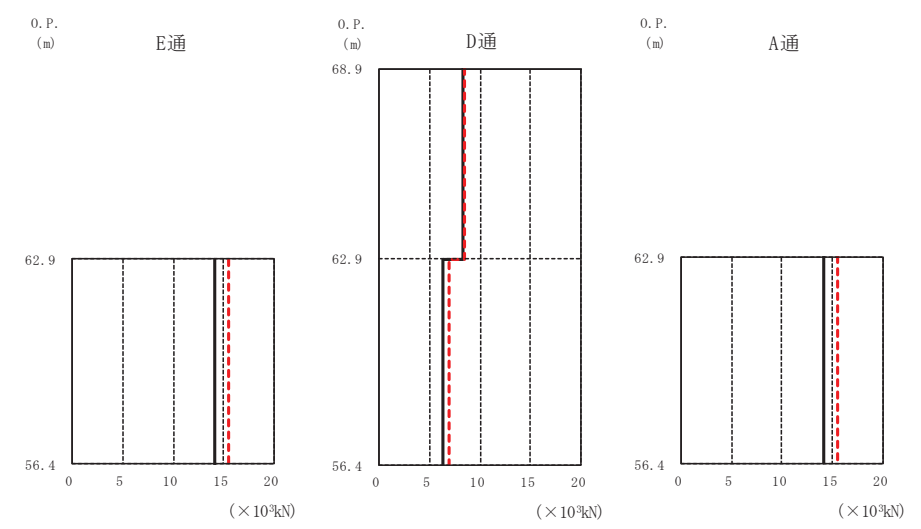
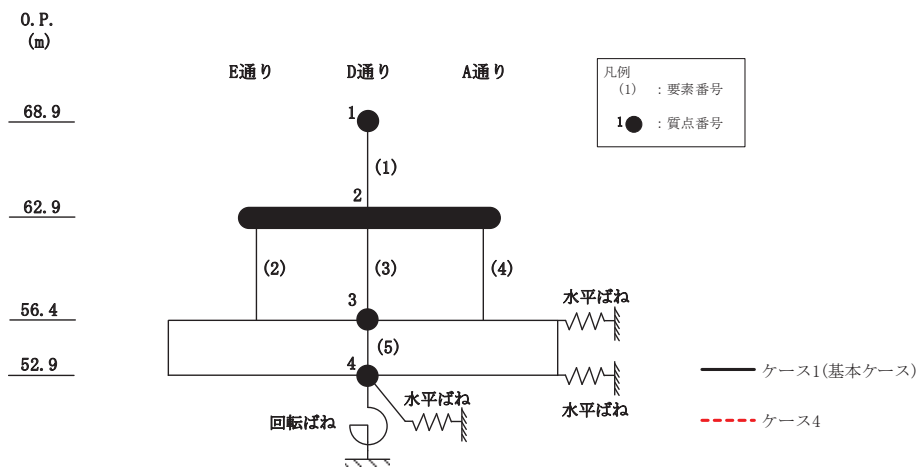
図 2-2(3) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



O.P. (m) E通 ( $\times 10^3$ kN)		O.P. (m) D通 ( $\times 10^3$ kN)		O.P. (m) A通 ( $\times 10^3$ kN)	
ケース1 (基本ケース)	ケース4	ケース1 (基本ケース)	ケース4	ケース1 (基本ケース)	ケース4
68.9		68.9		68.9	
62.9		62.9	9.62 / 9.88	62.9	
56.4	15.29 / 17.56	56.4	6.91 / 7.93	56.4	15.29 / 17.57

(a) S s - D 2

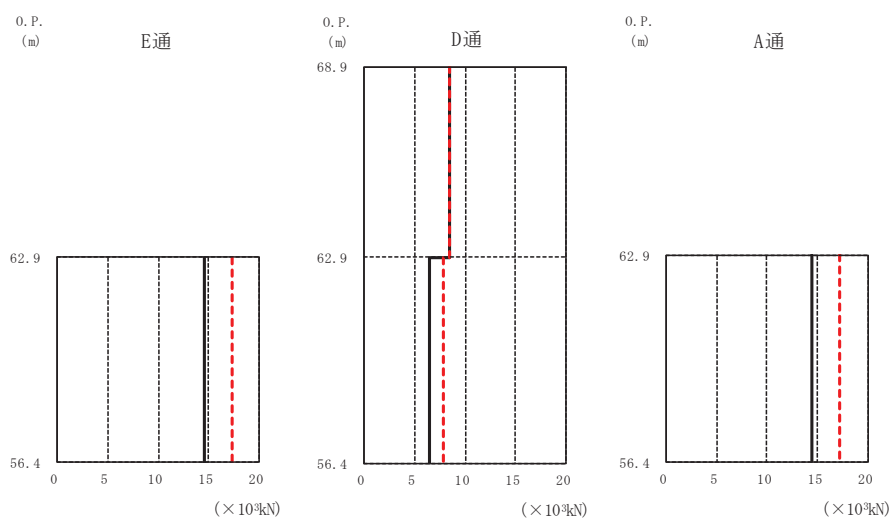
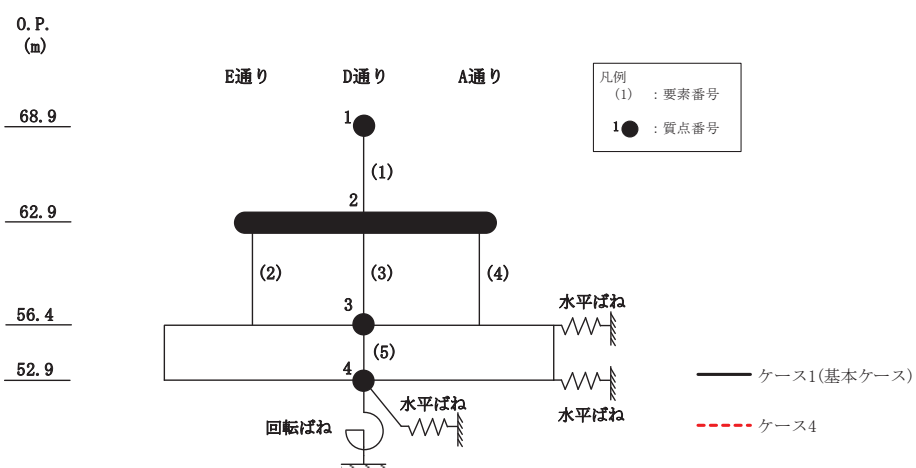
図 2-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m) E通 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		O.P. (m) D通 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		O.P. (m) A通 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
ケース1 (基本ケース)	ケース4	ケース1 (基本ケース)	ケース4	ケース1 (基本ケース)	ケース4
62.9	15.50	62.9	8.50	62.9	15.51
56.4	14.10	56.4	6.37	56.4	14.10

(b) S s - D 3

図 2-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m) E通 ( $\times 10^3$ kN)

ケース1 (基本ケース)	ケース4
62.9	62.9
56.4	56.4

O.P. (m) D通 ( $\times 10^3$ kN)

ケース1 (基本ケース)	ケース4
62.9	8.40
56.4	6.56

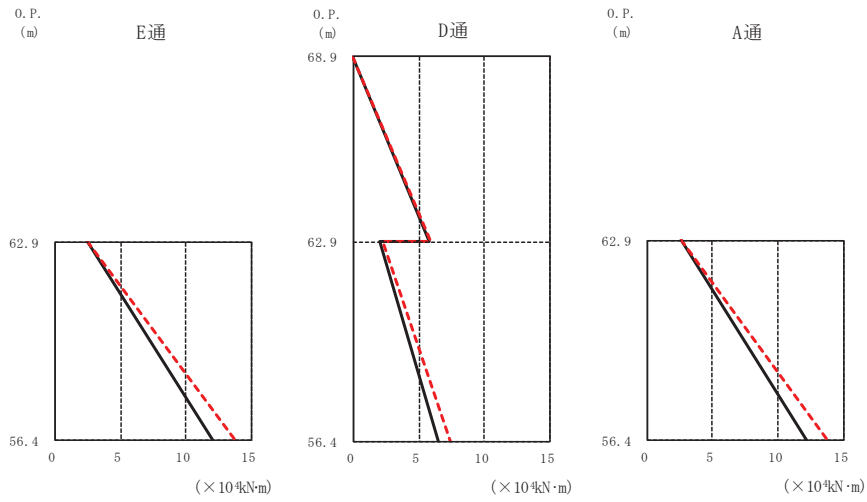
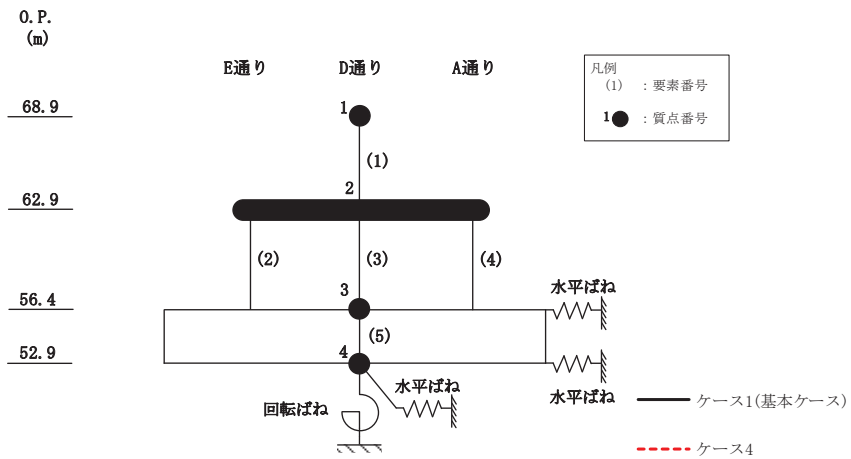
O.P. (m) A通 ( $\times 10^3$ kN)

ケース1 (基本ケース)	ケース4
62.9	62.9
56.4	17.26

(c) S s - F 3

図 2-3(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)





O.P. (m) E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.49	2.49
12.08	13.75

O.P. (m) D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

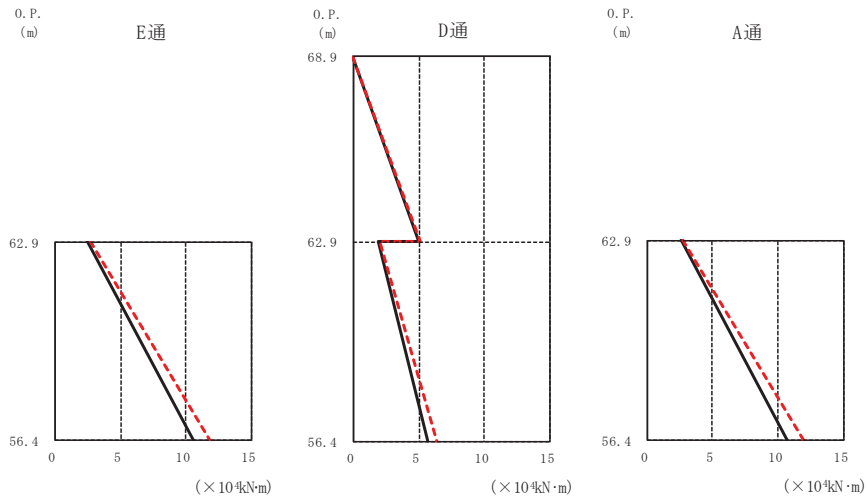
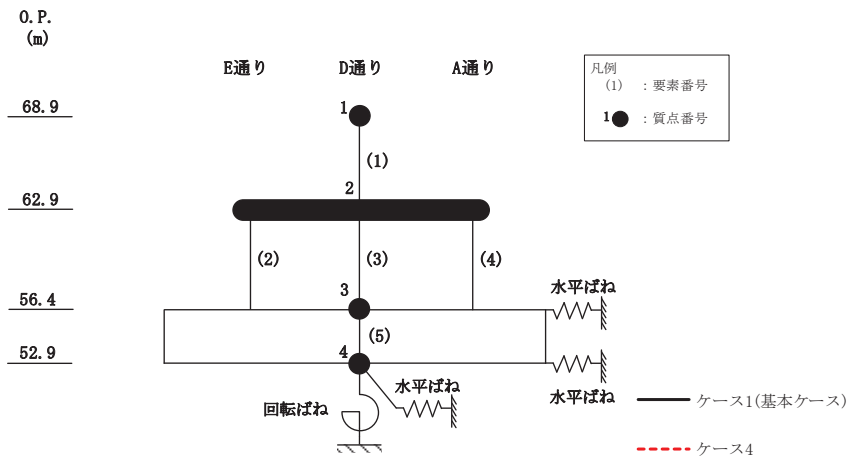
ケース1 (基本ケース)	ケース4
0.00	0.00
5.77	5.93
2.03	2.29
6.52	7.42

O.P. (m) A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.57	2.57
12.21	13.90

(a) S s - D 2

図 2-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m)

E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.46	2.65
10.60	11.88

O.P. (m)

D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
0.00	0.00
5.00	5.10
1.90	2.06
5.71	6.39

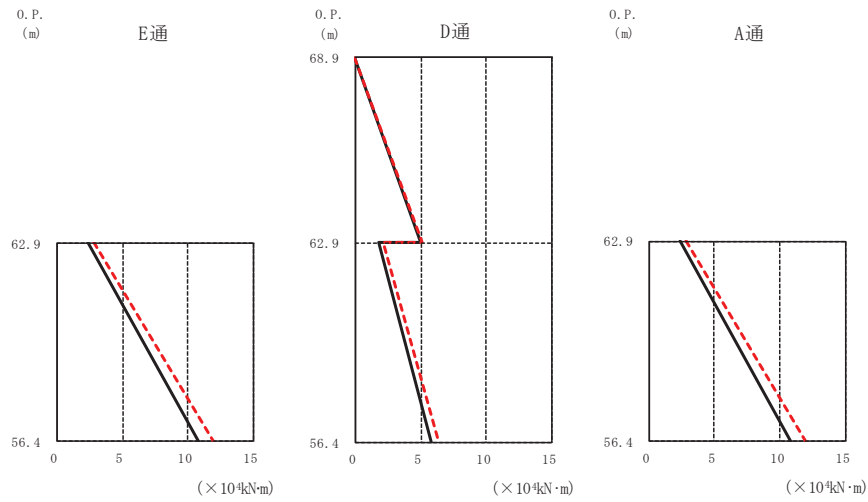
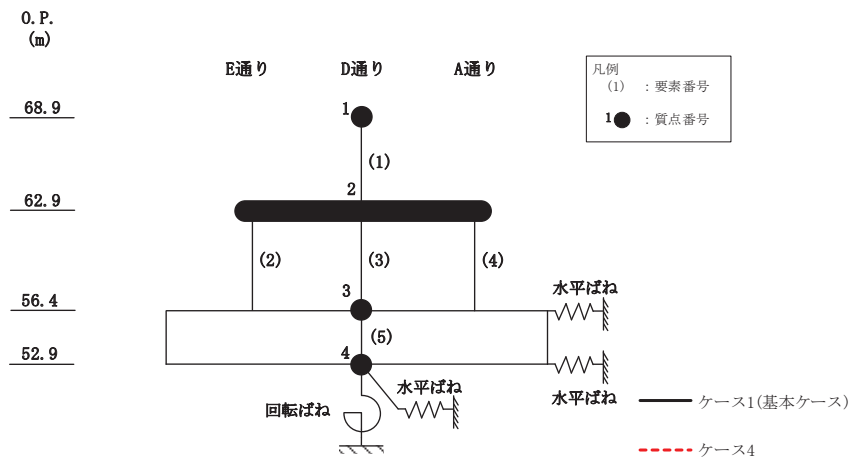
O.P. (m)

A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.56	2.75
10.71	12.00

(b) S s - D 3

図 2-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m) E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.36	2.76
10.79	11.91

O.P. (m) D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

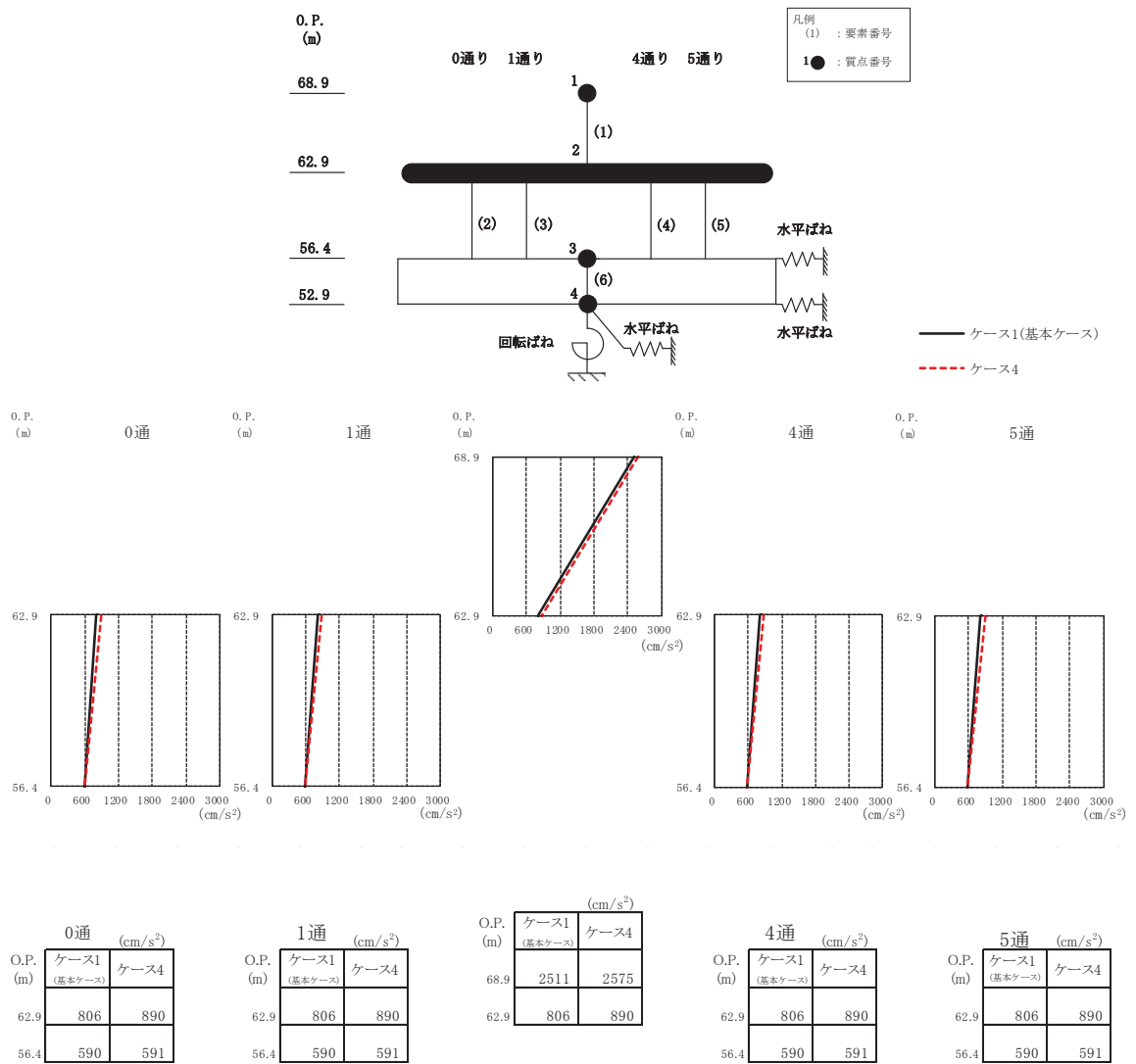
ケース1 (基本ケース)	ケース4
0.00	0.00
5.04	5.09
1.78	2.14
5.79	6.38

O.P. (m) A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

ケース1 (基本ケース)	ケース4
2.44	2.87
10.91	12.03

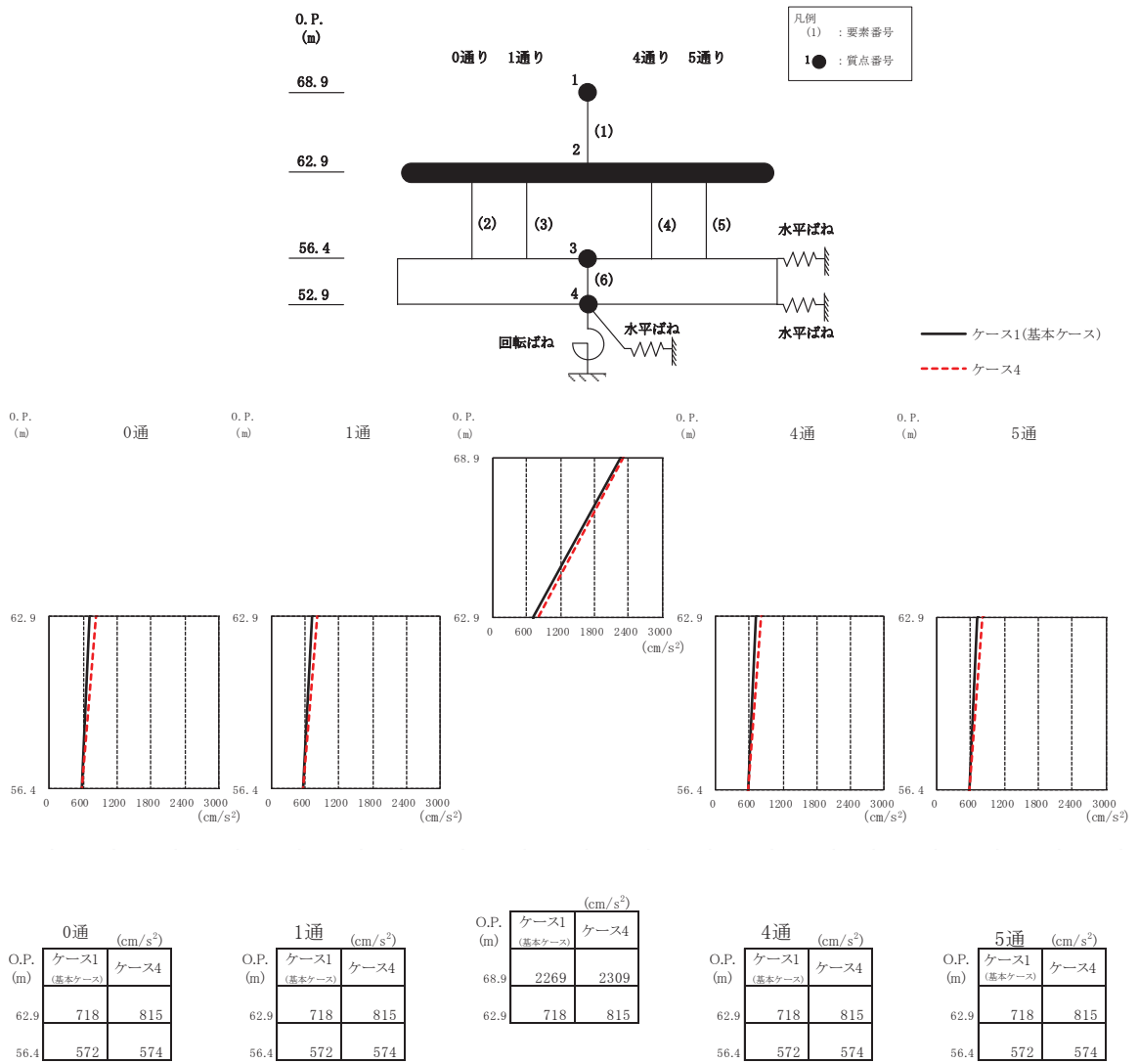
(c) S s - F 3

図 2-4(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



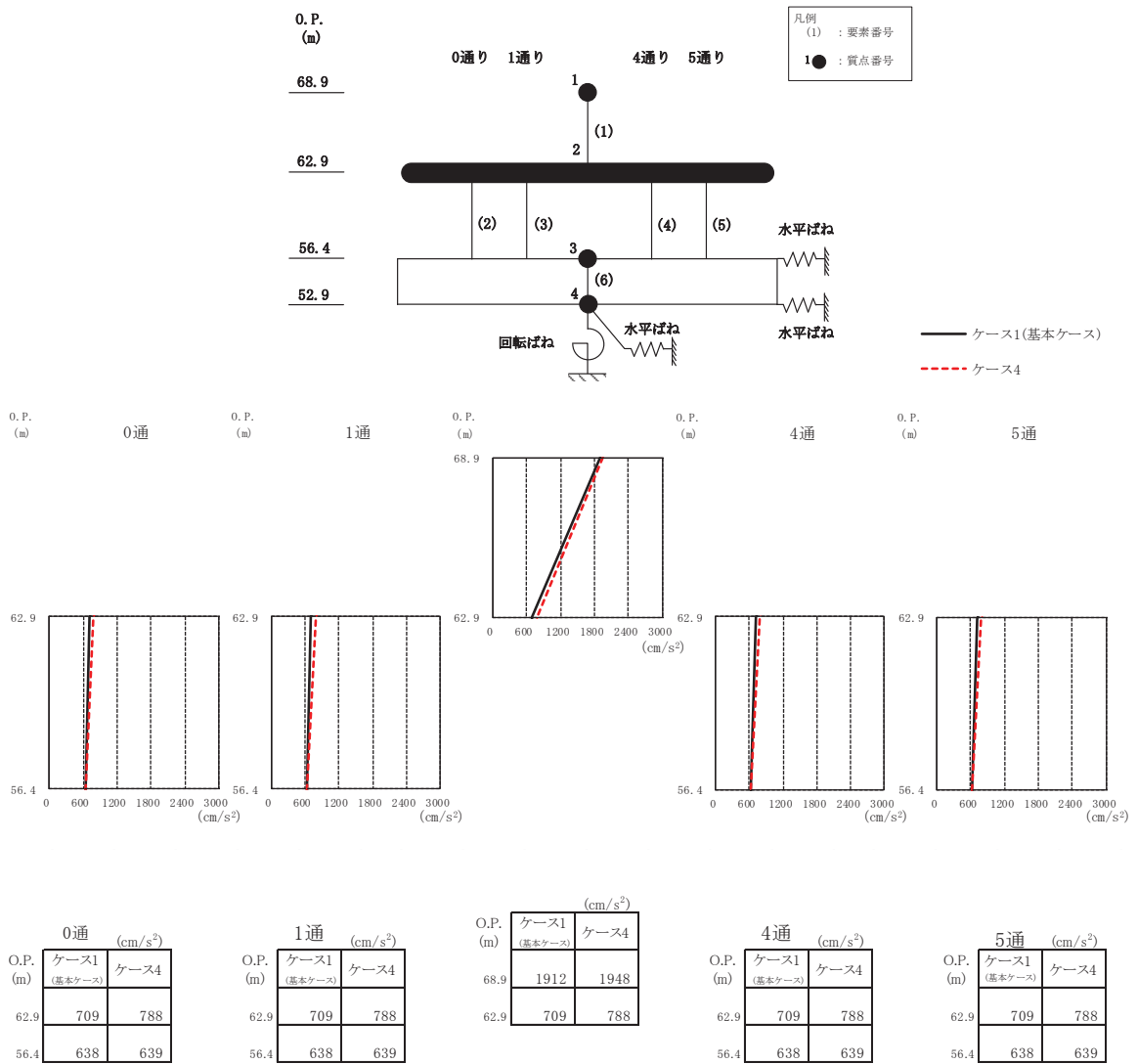
(a) S s - D 2

図 2-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



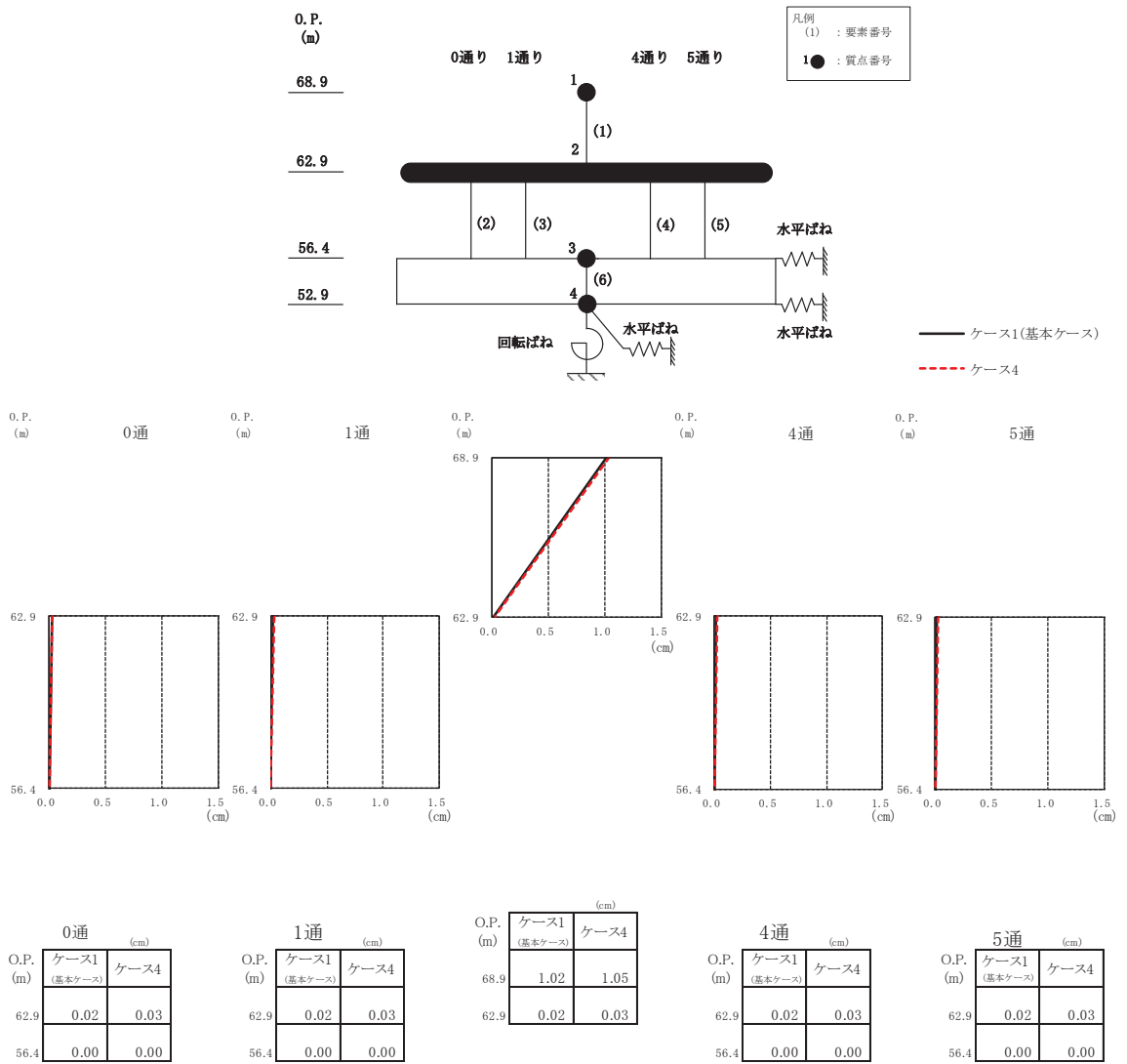
(b) S<sub>s</sub>-D3

図2-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)



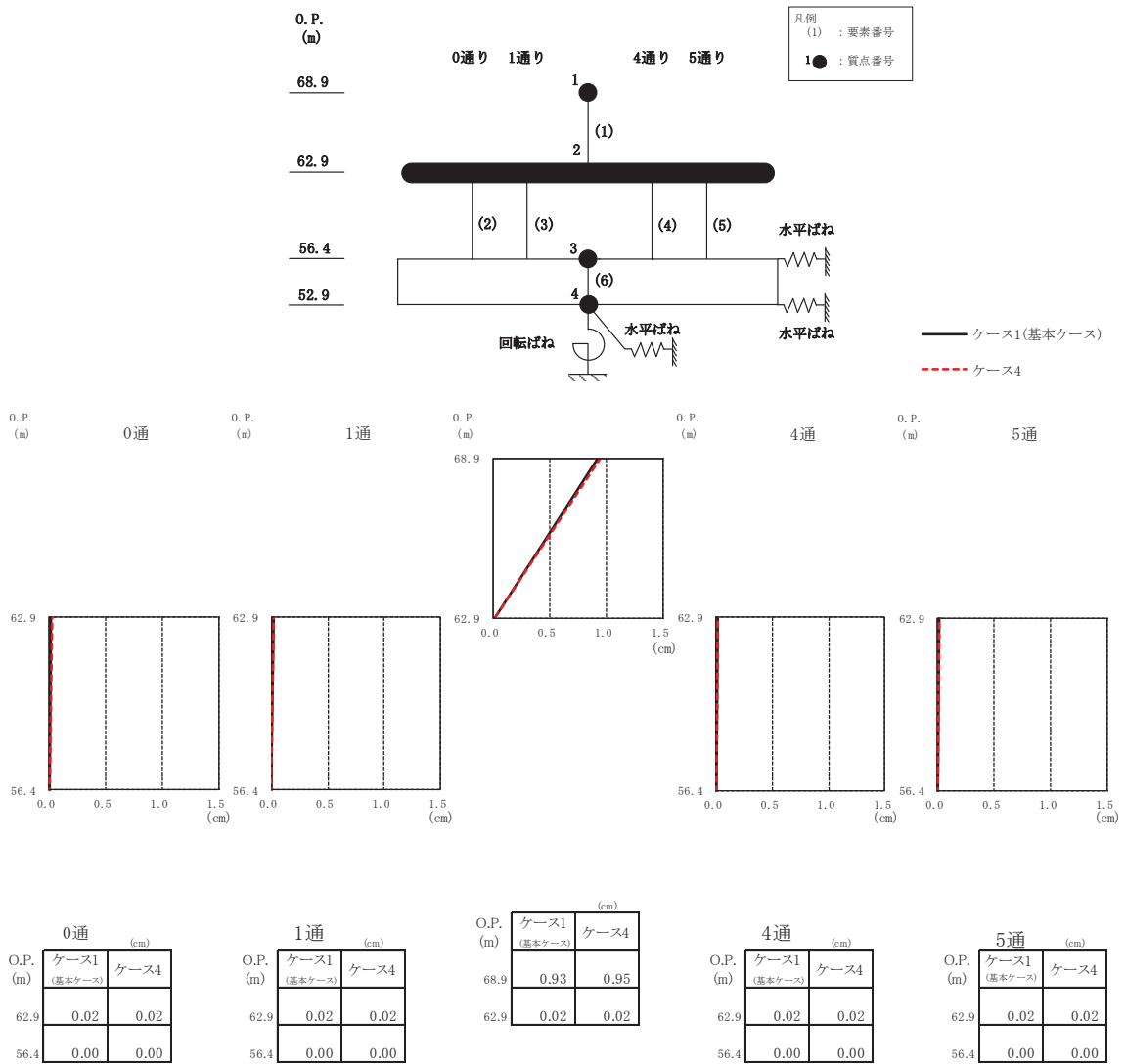
(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-5(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)



(a) S s - D 2

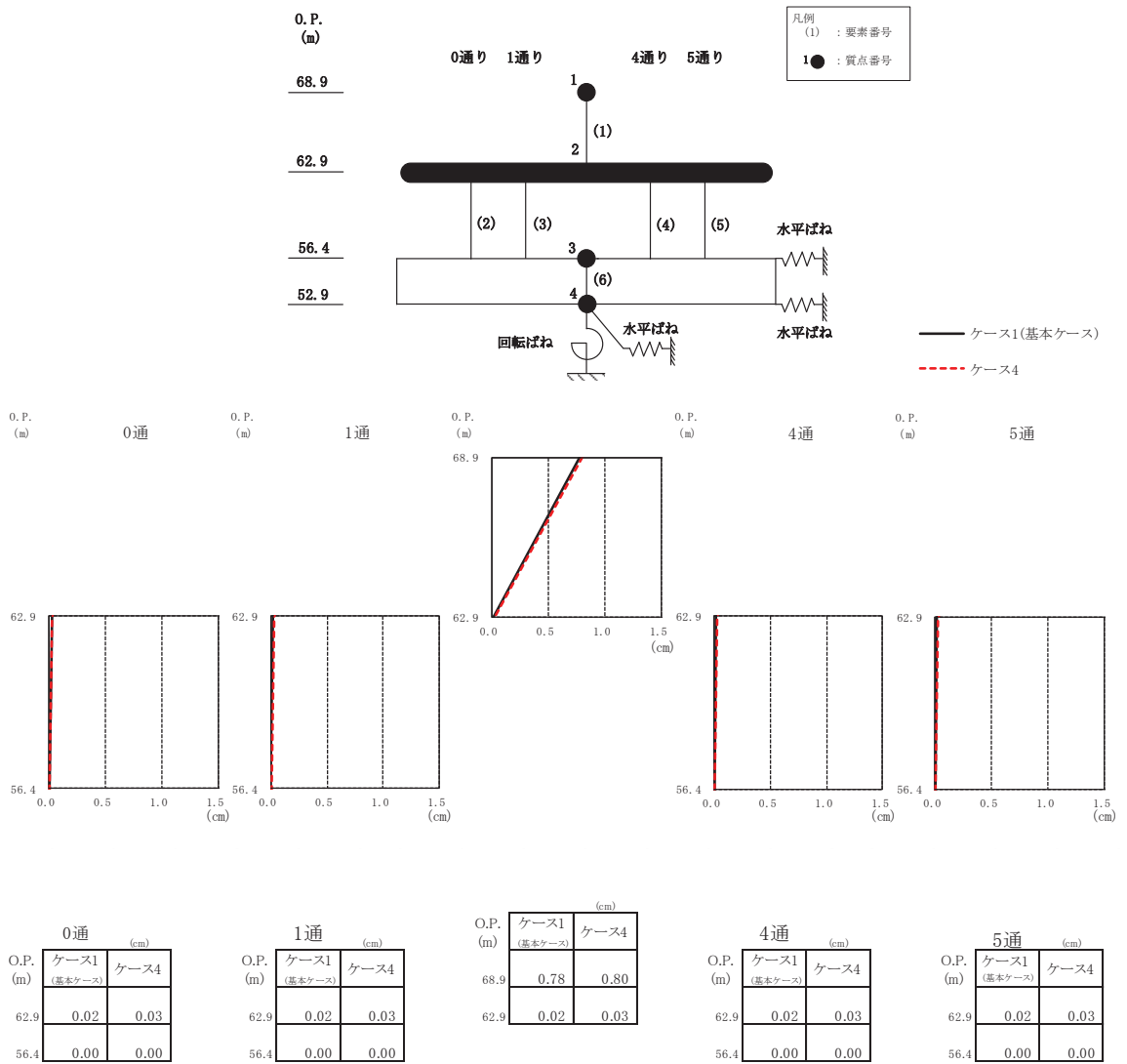
図 2-6(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S s - D 3

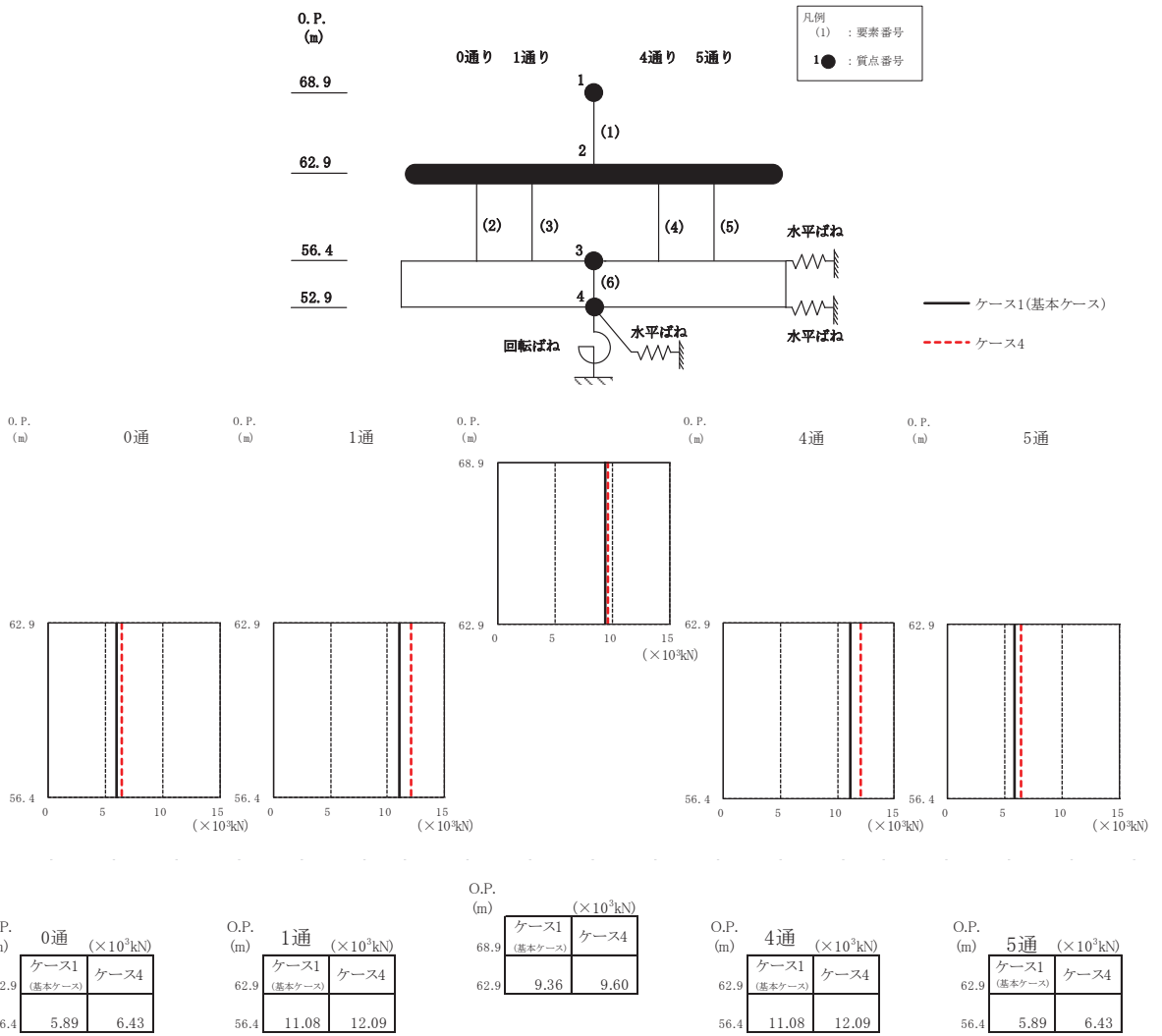
図 2-6(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)





(c) S s - F 3

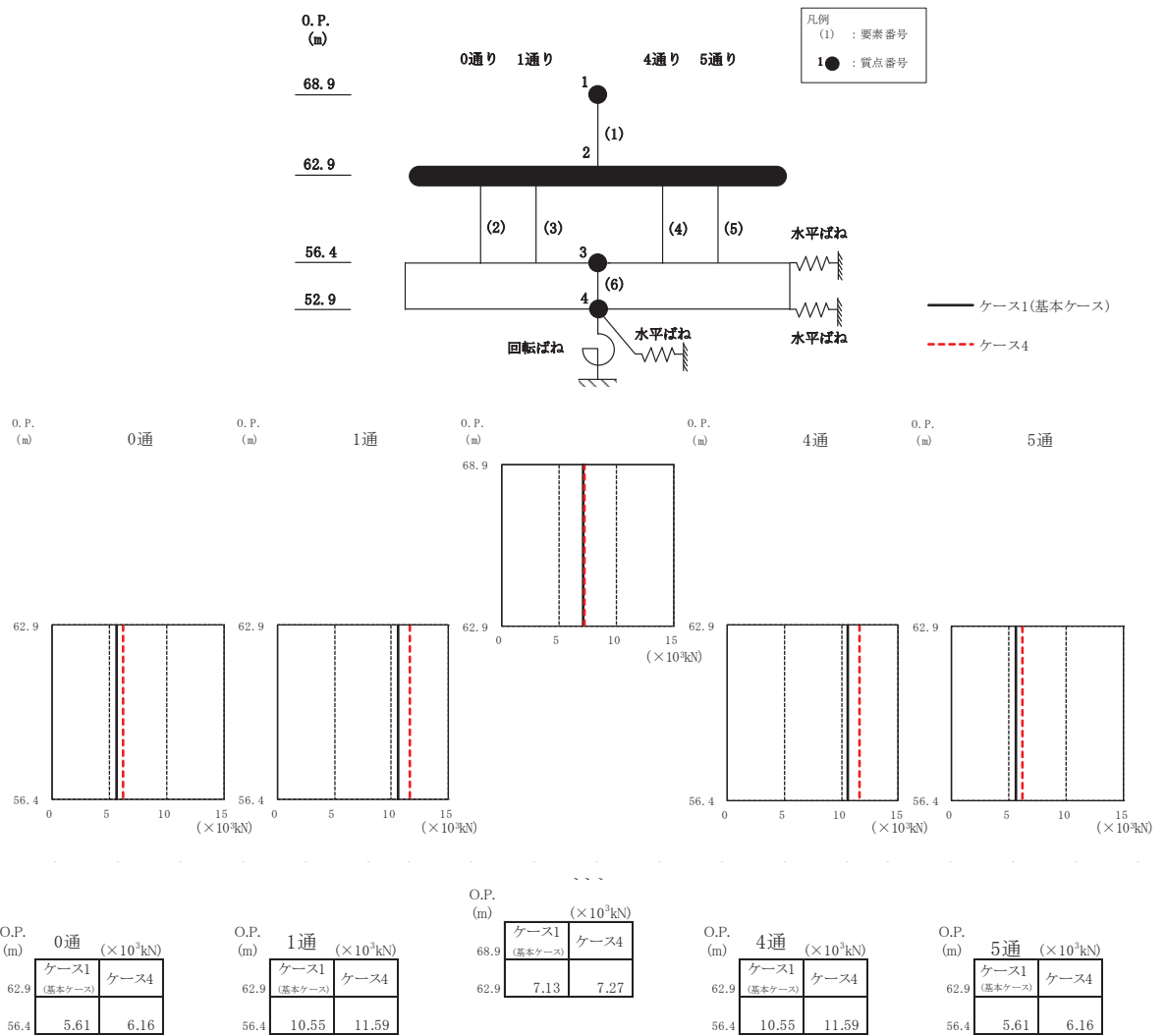
図 2-6(3) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)



(a) S<sub>s</sub>-D2

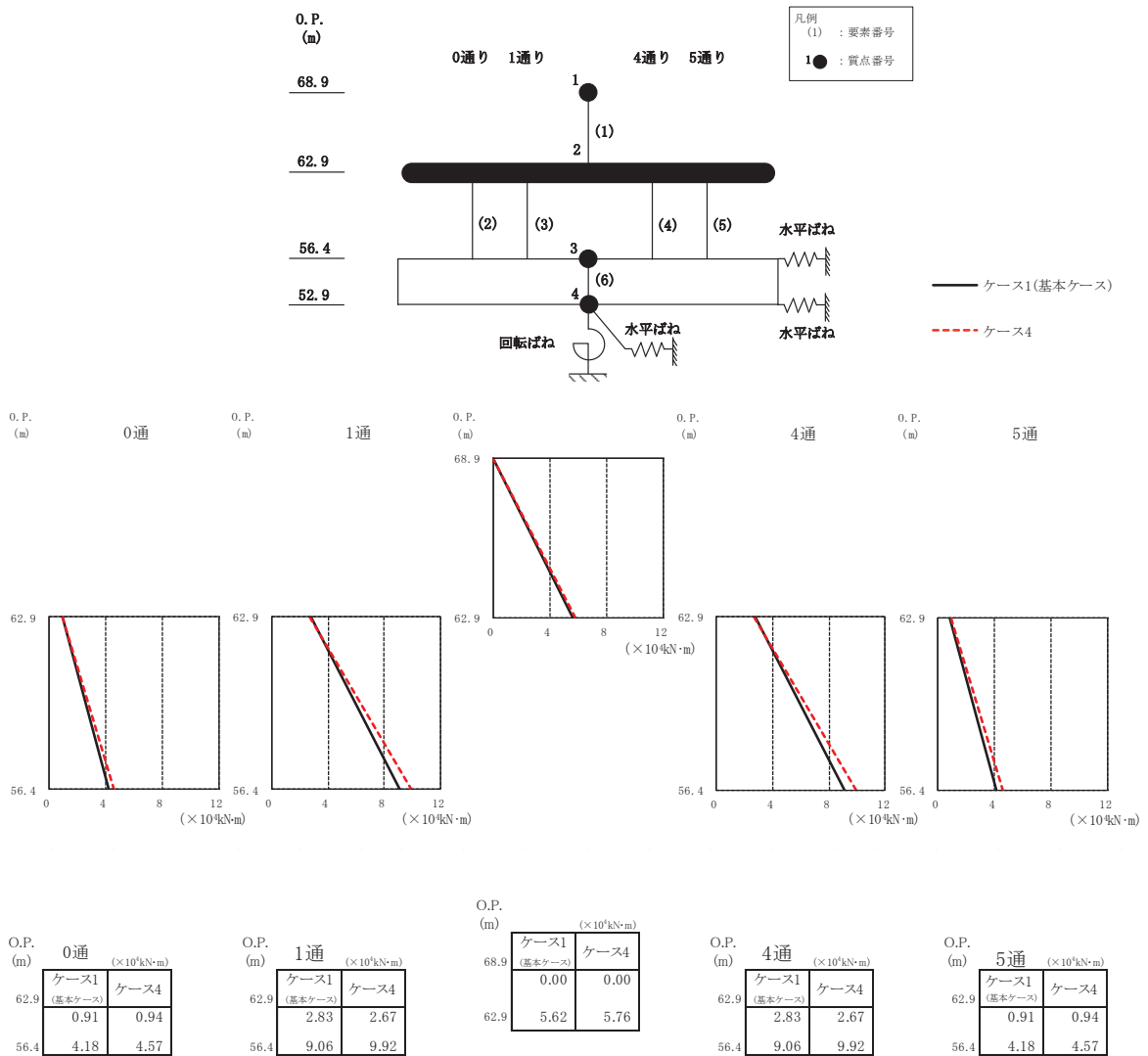
図2-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (1/3)





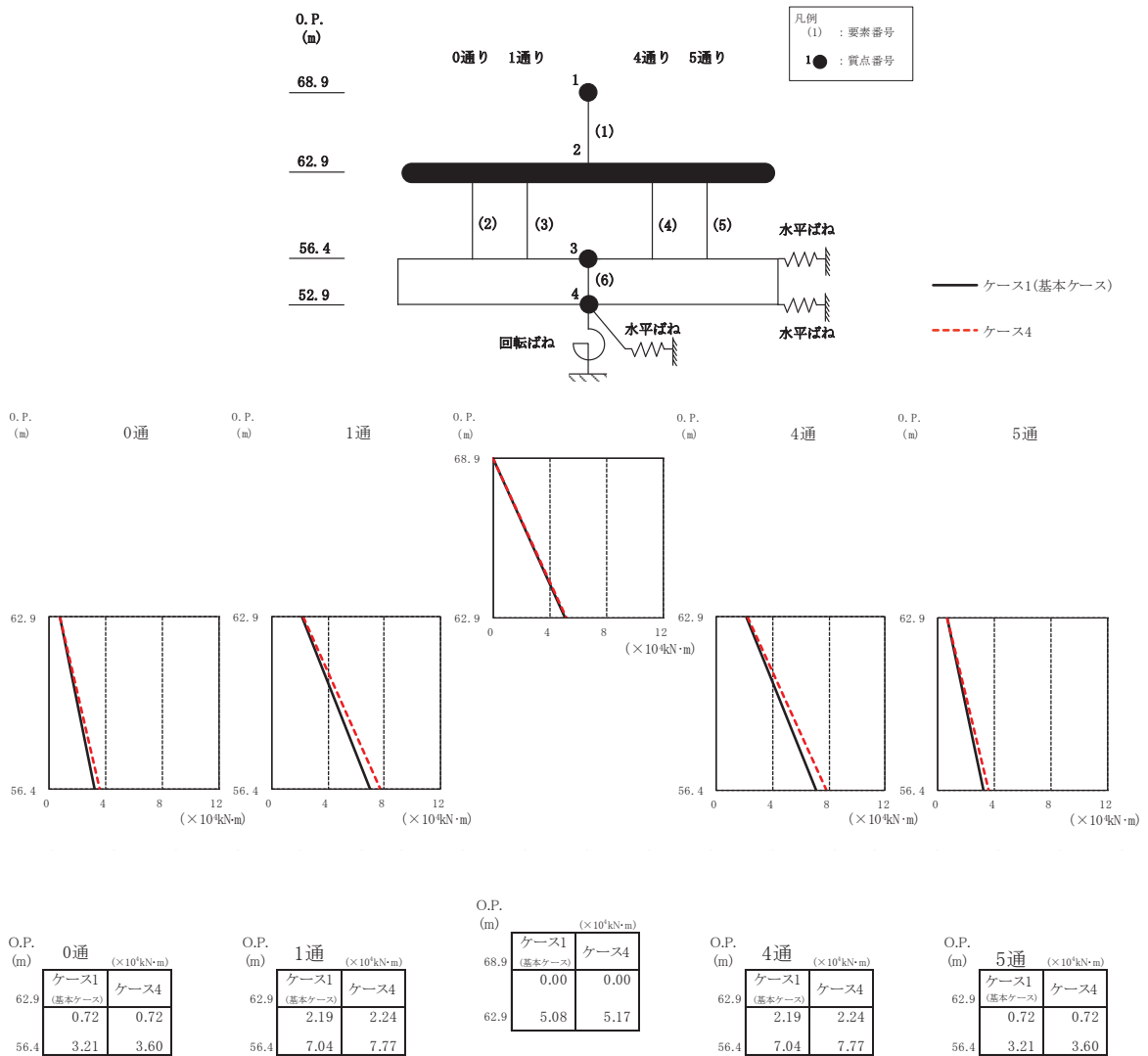
(c) S s - F 3

図 2-7(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)



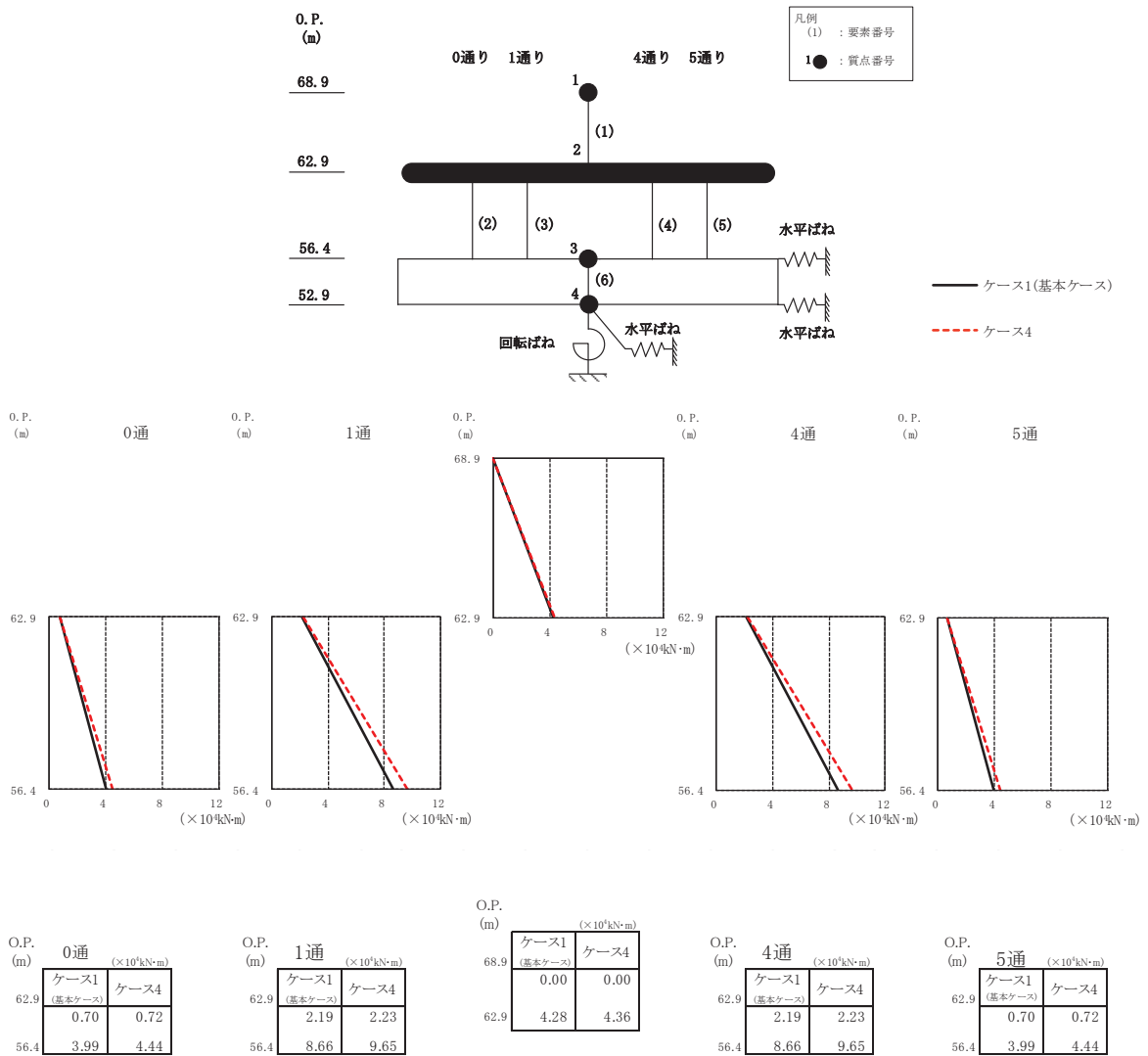
(a) S s - D 2

図 2-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S s - D 3

図 2-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



(c) S s - F 3

図 2-8(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)

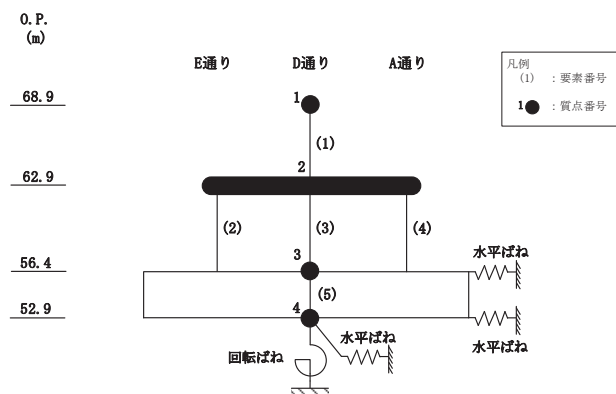
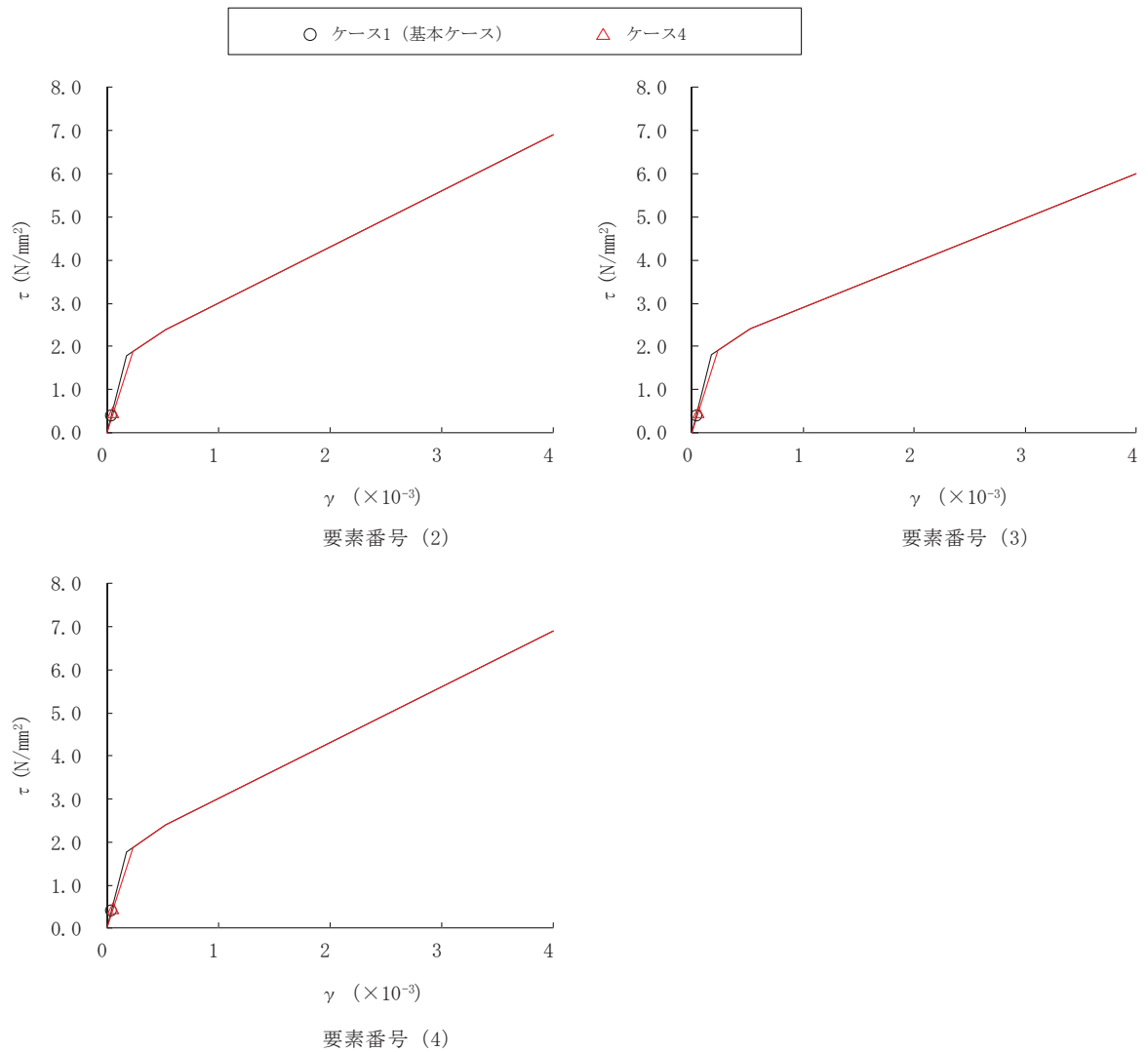


図 2-9 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)



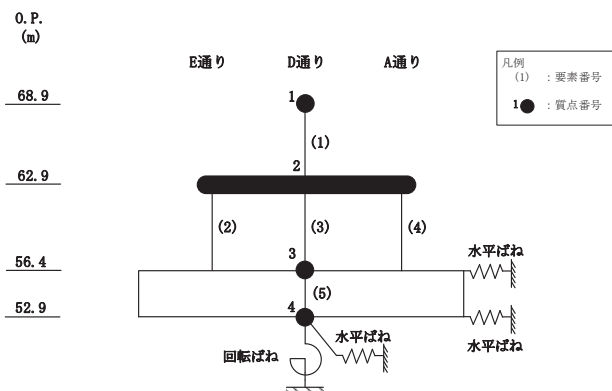
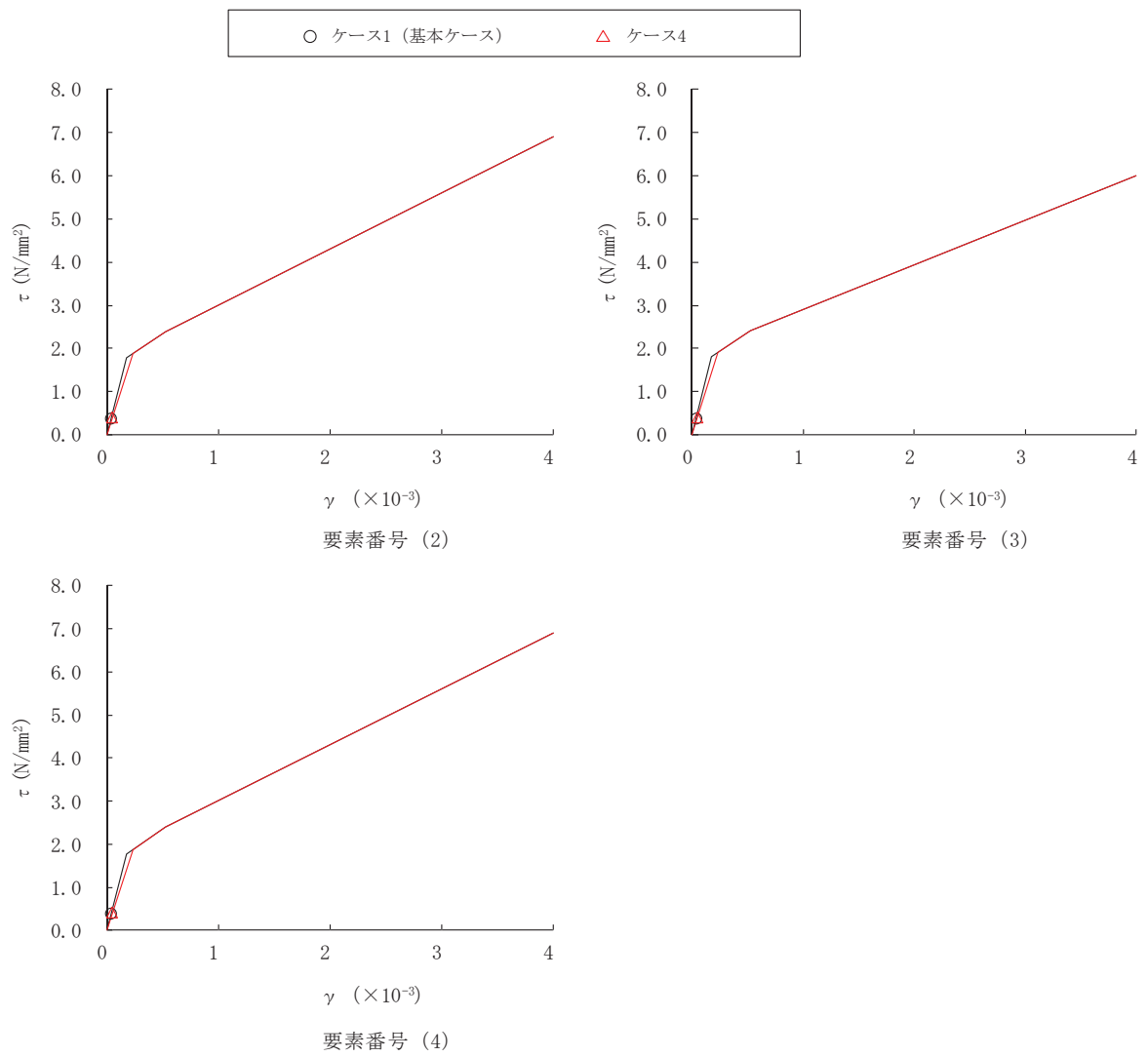


図 2-10 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, NS 方向)

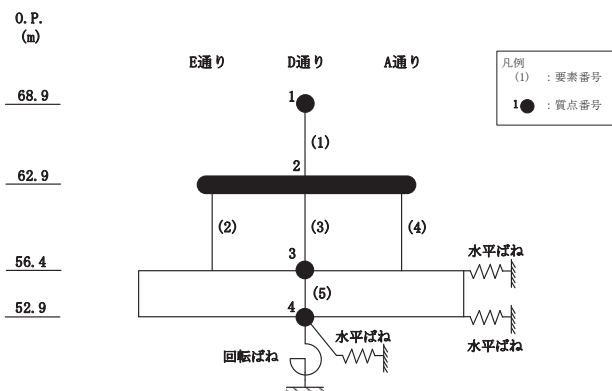
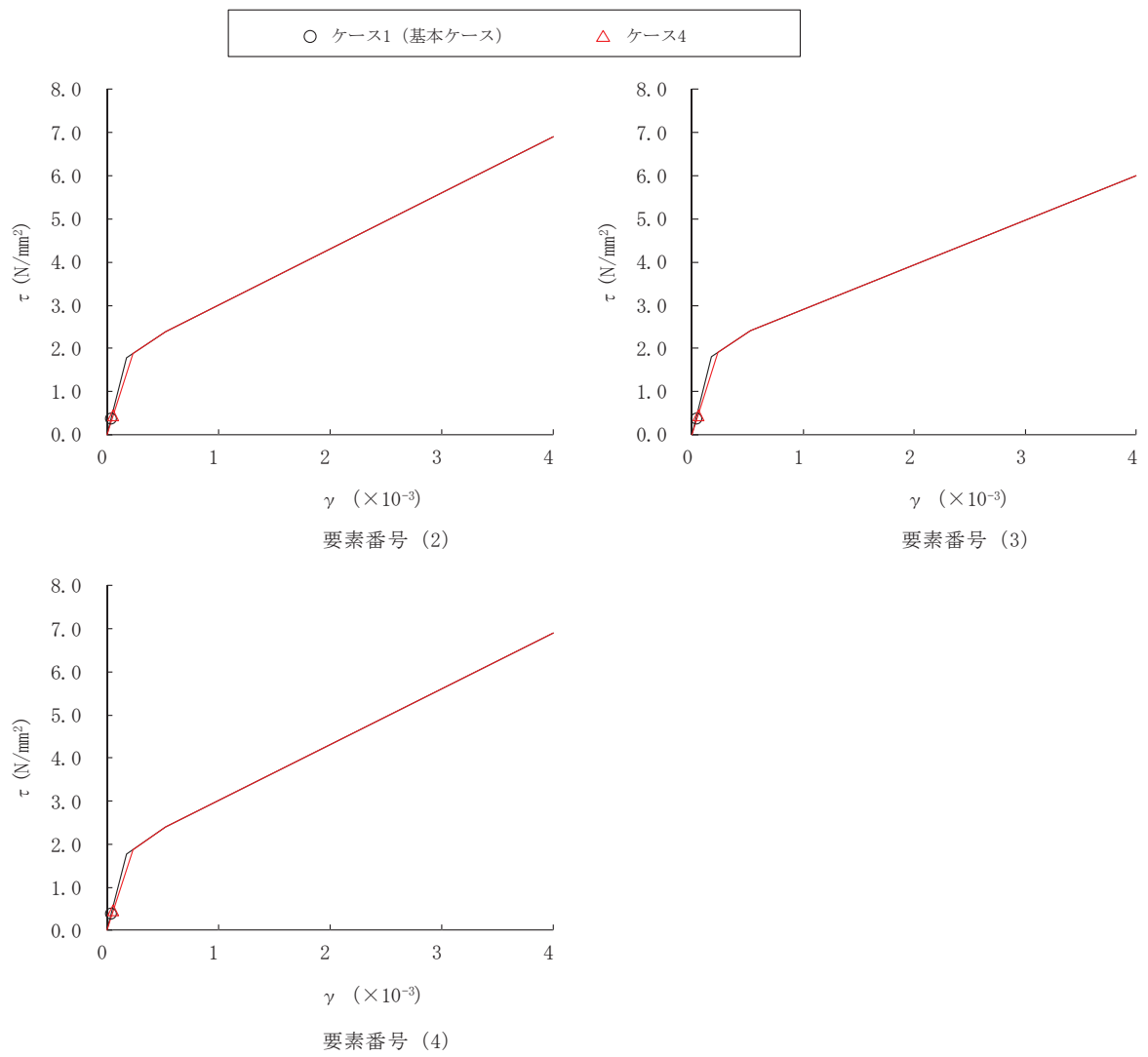


図2-11 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

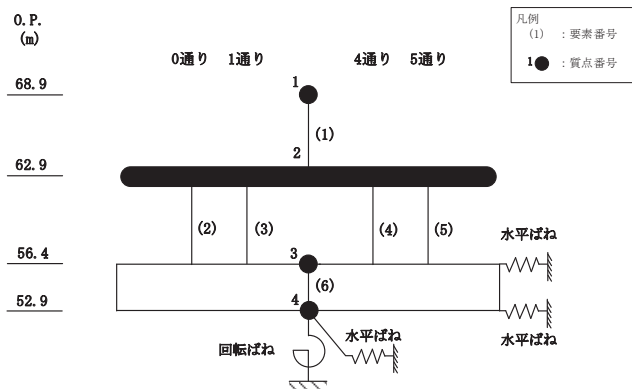
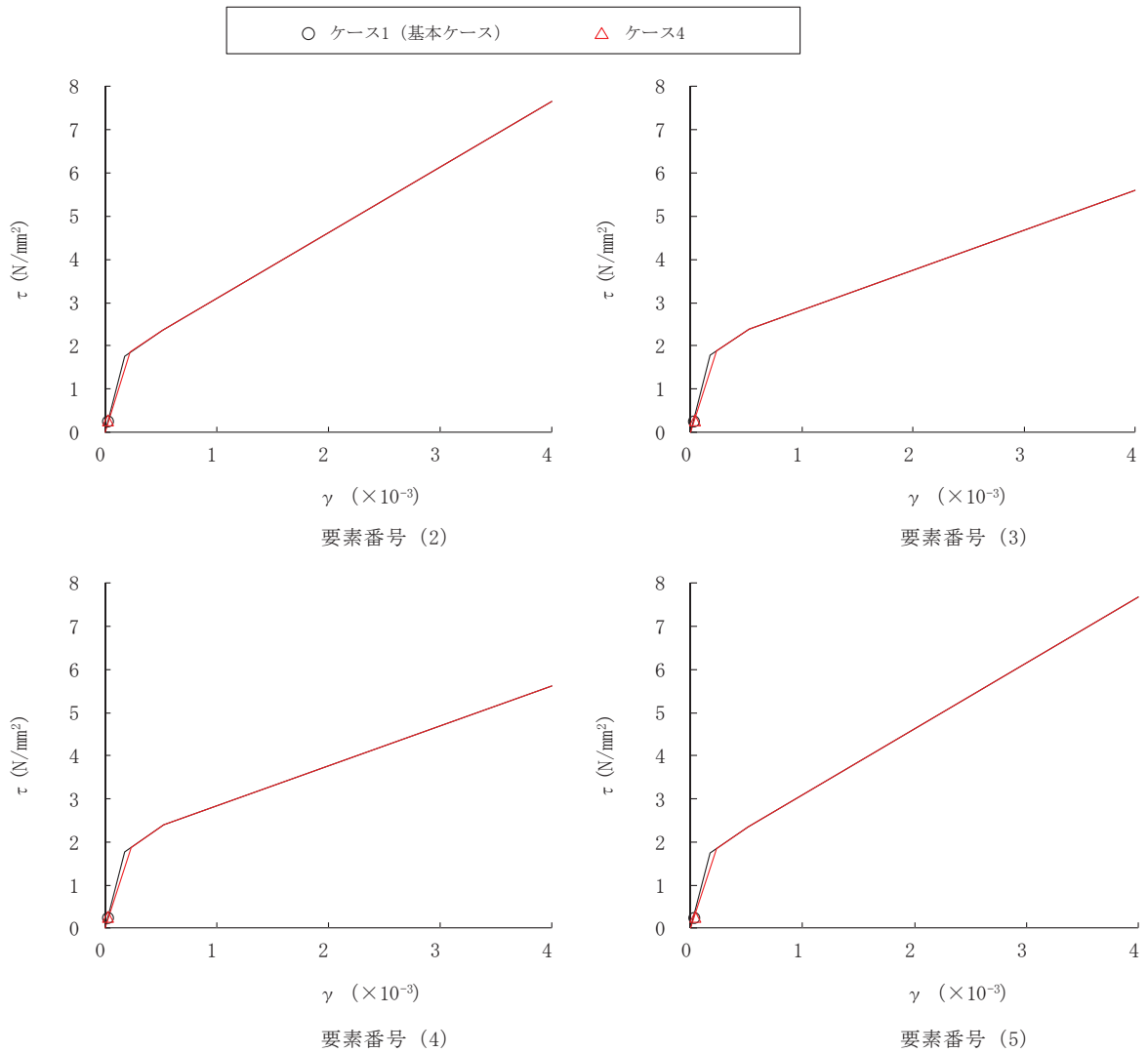


図 2-12 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

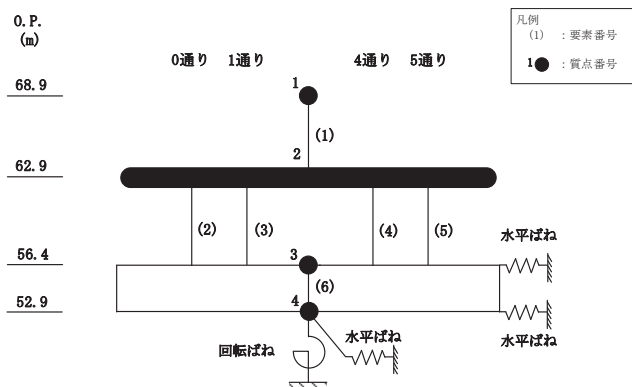
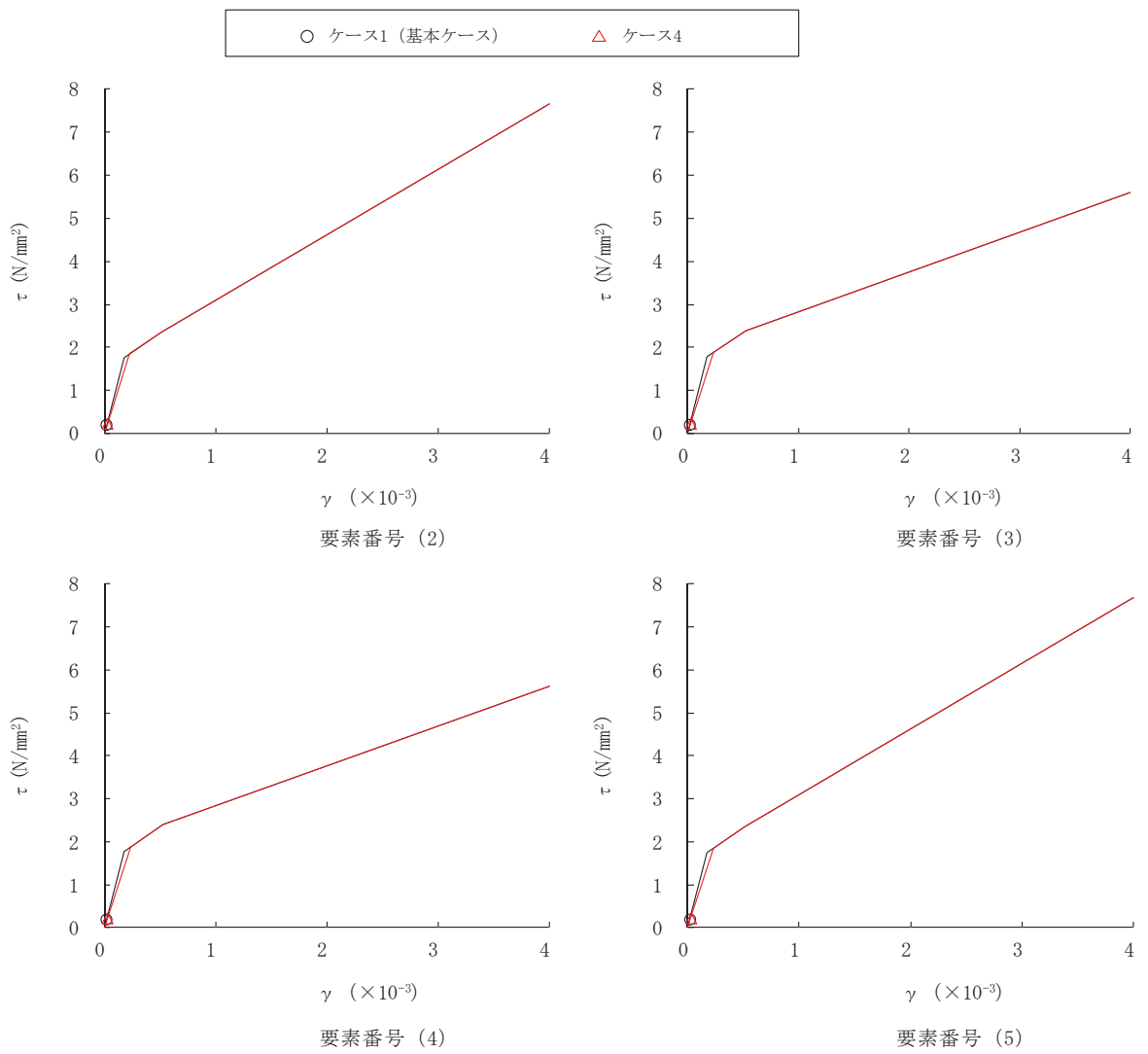


図 2-13 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, EW 方向)

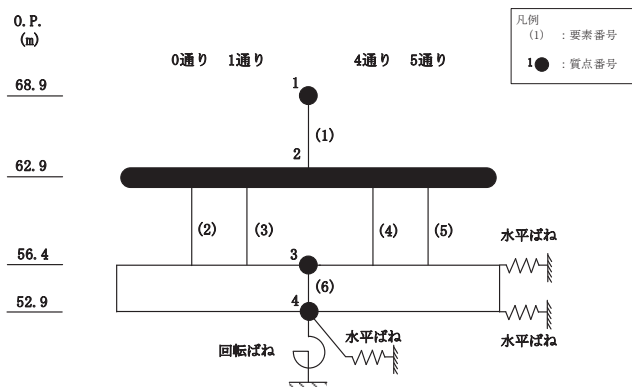
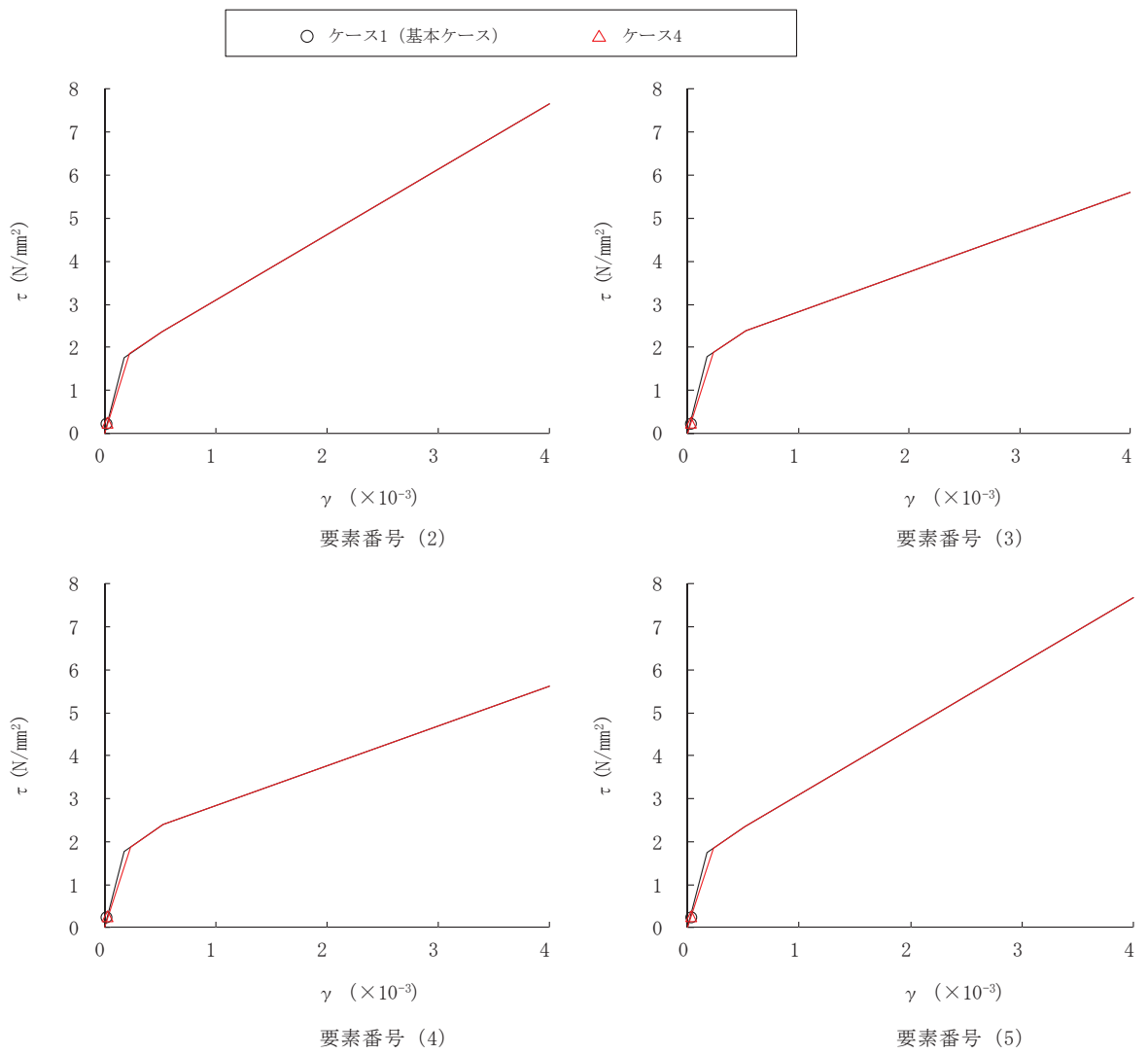
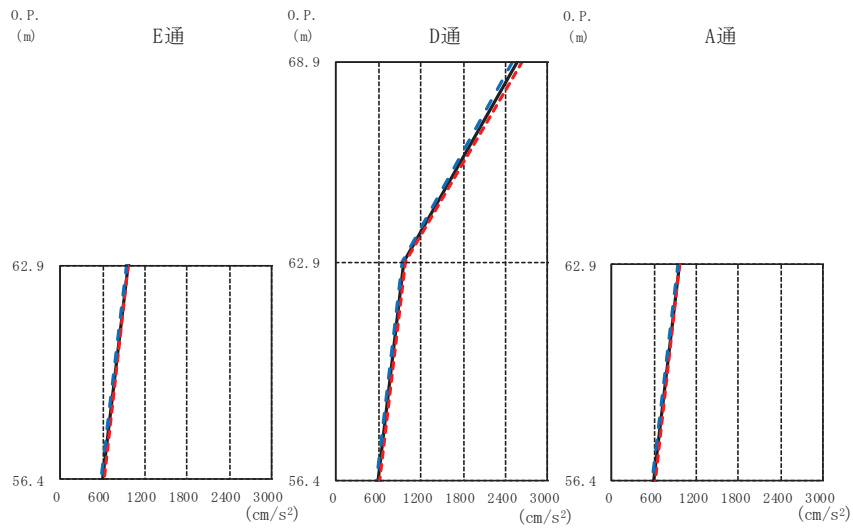
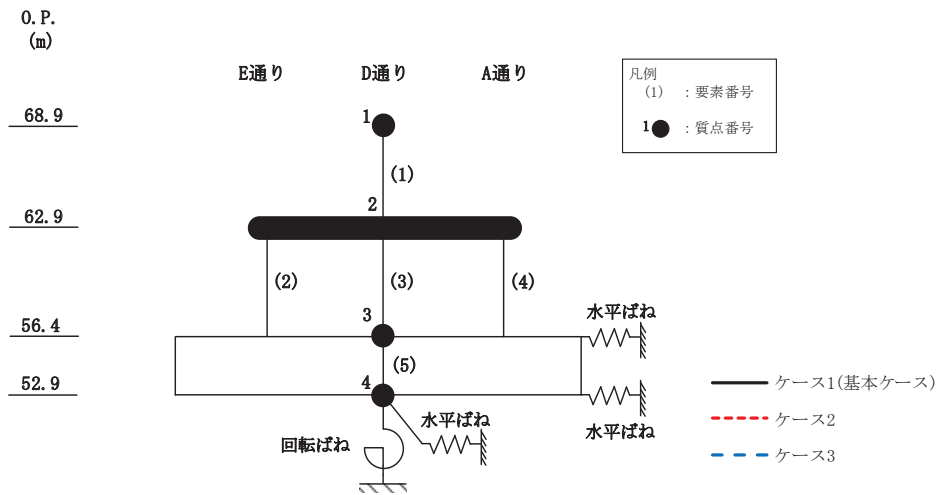


図2-14 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

## 2.2 地盤物性の不確かさ

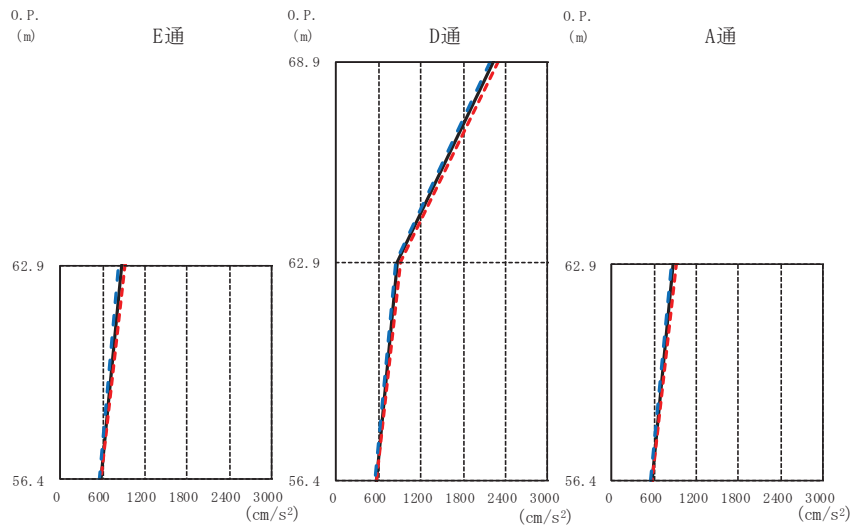
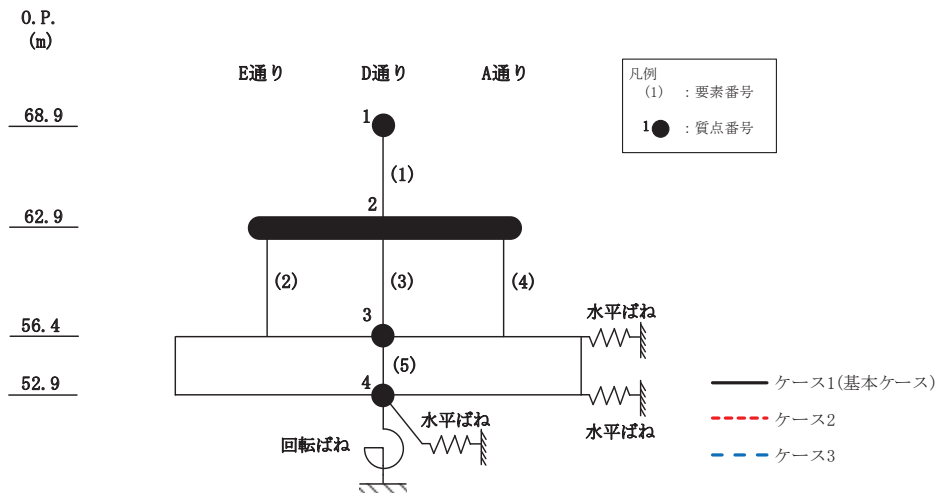
地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果を図 2-15～図 2-31 に示す。



E通				D通 (cm/s <sup>2</sup> )			A通		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				2580	2640	2512			
62.9	957	971	936	957	971	936	957	971	936
56.4	594	611	577	594	611	577	594	611	577

(a) S s - D 2

図 2-15(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)

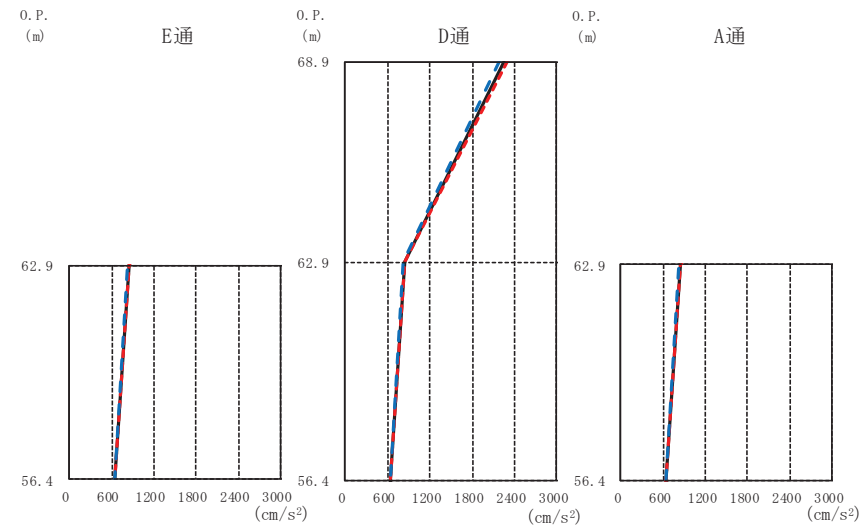
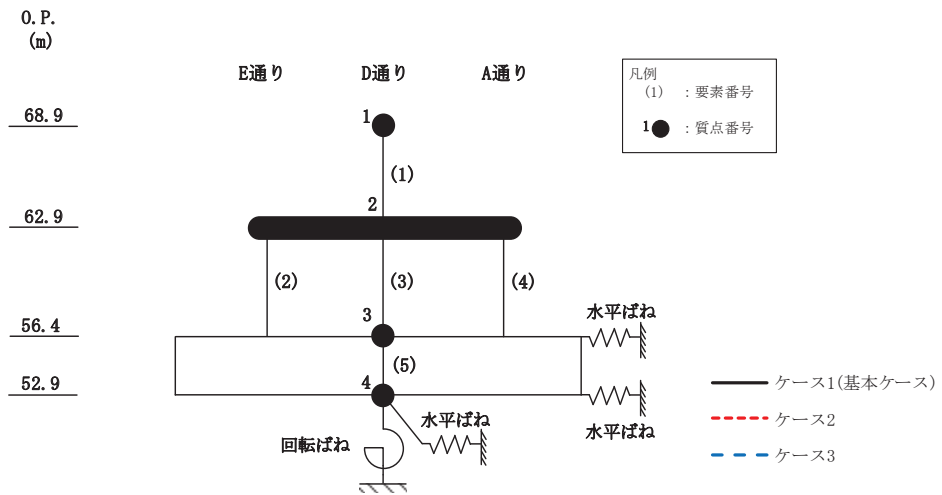


E通				D通			A通				
				(cm/s <sup>2</sup> )							
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				68.9	2235	2288	2180	68.9			
62.9	877	913	836	62.9	877	913	836	62.9	877	913	836
56.4	563	575	549	56.4	563	575	549	56.4	563	575	549

(b) S s - D 3

図 2-15(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)

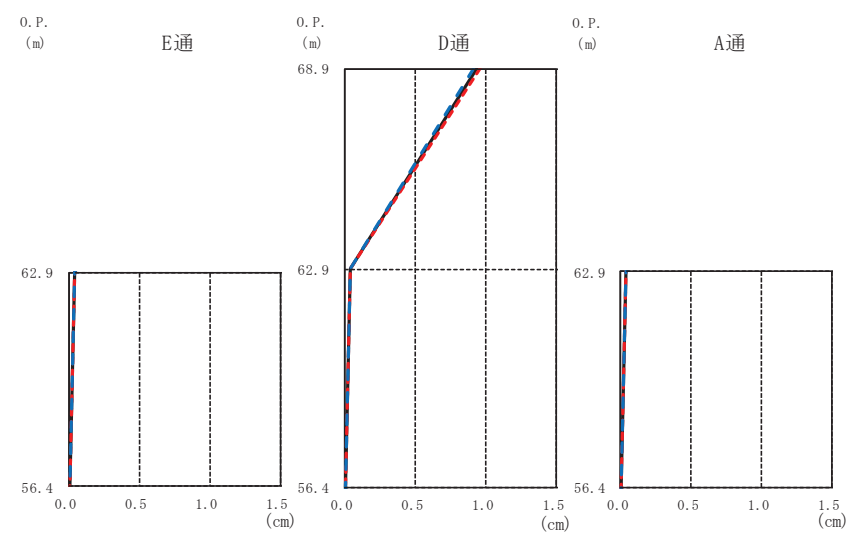
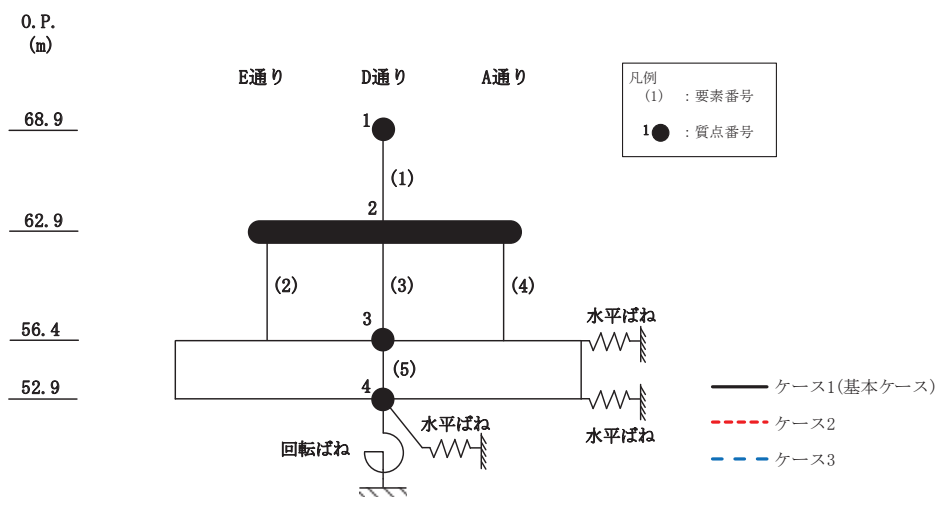




E通				D通 (cm/s <sup>2</sup> )			A通		
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				2253	2307	2191			
62.9	838	852	817	838	852	817	838	852	817
56.4	644	645	645	644	645	645	644	645	645

(c) S s - F 3

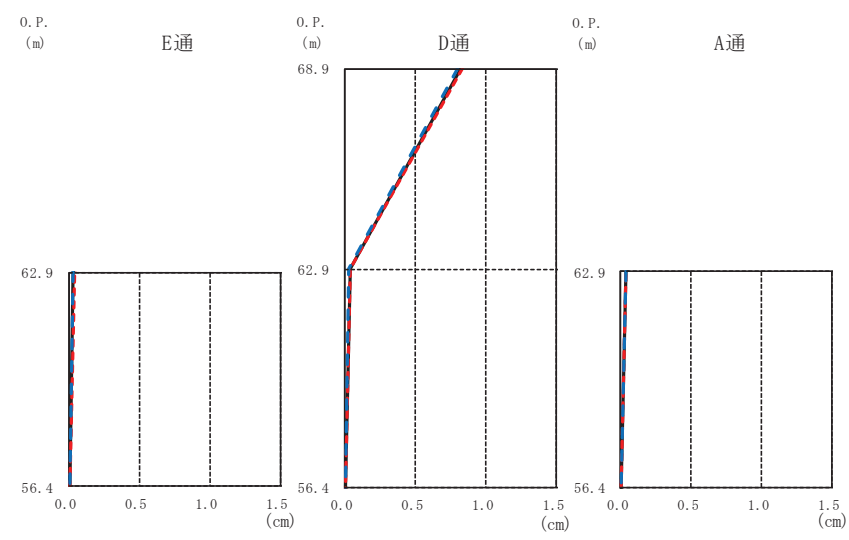
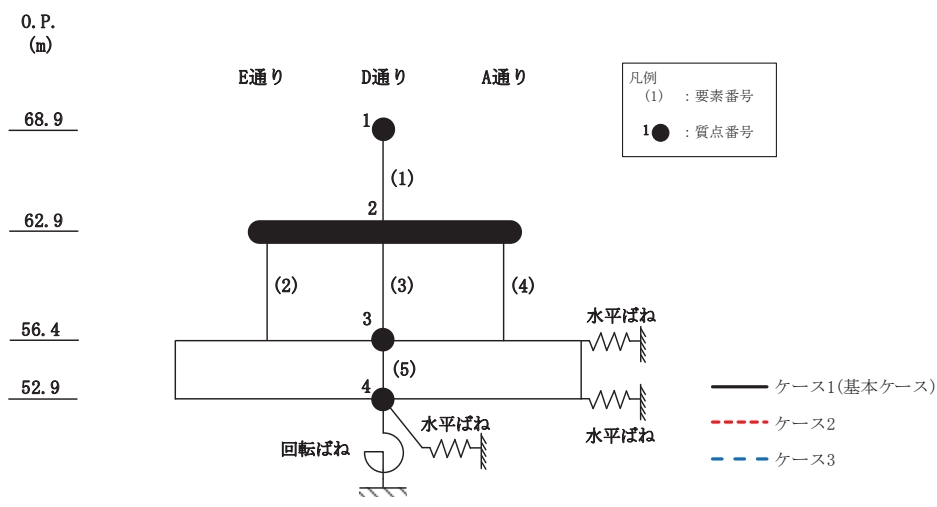
図 2-15(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



E通 (cm)				D通 (cm)			A通 (cm)				
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				68.9	0.93	0.95	0.91	68.9			
62.9	0.03	0.04	0.03	62.9	0.03	0.04	0.03	62.9	0.03	0.04	0.03
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(a) S s - D 2

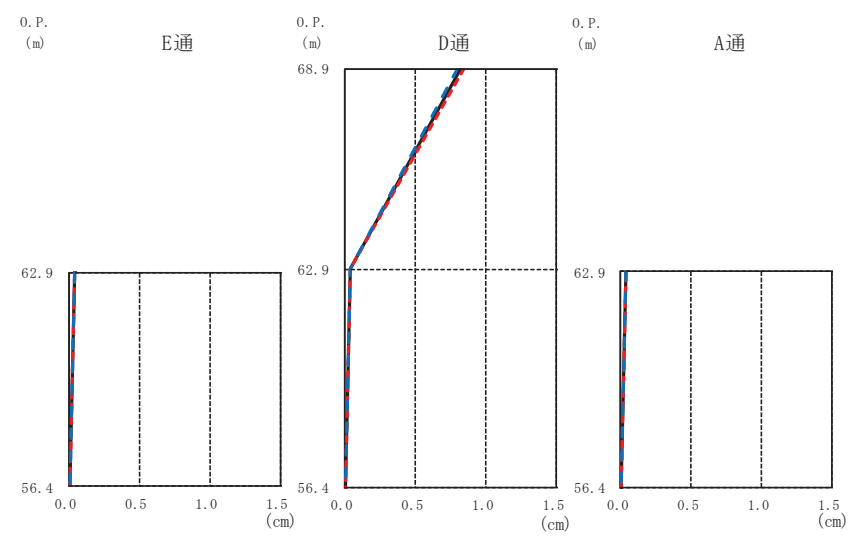
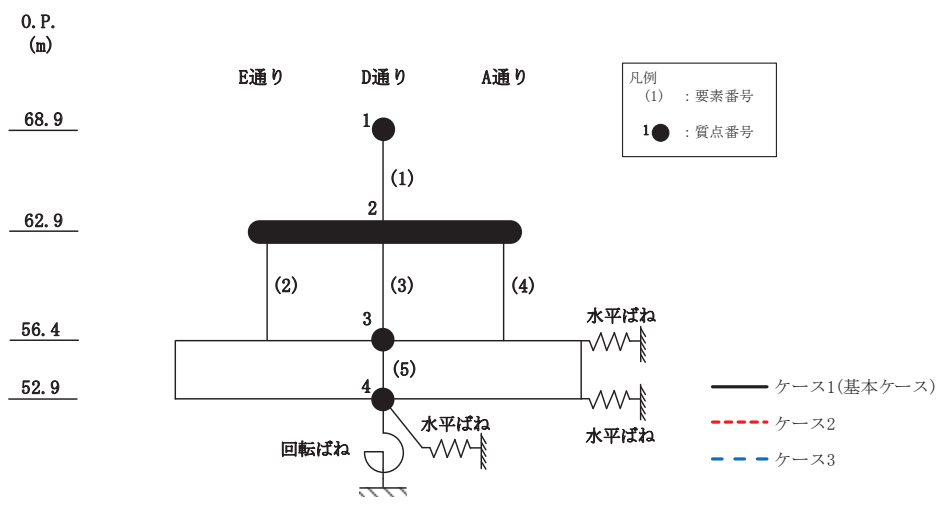
図 2-16(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



E通 (cm)				D通 (cm)			A通 (cm)				
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				68.9	0.81	0.83	0.79	68.9			
62.9	0.03	0.03	0.03	62.9	0.03	0.03	0.03	62.9	0.03	0.03	0.03
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(b) S s - D 3

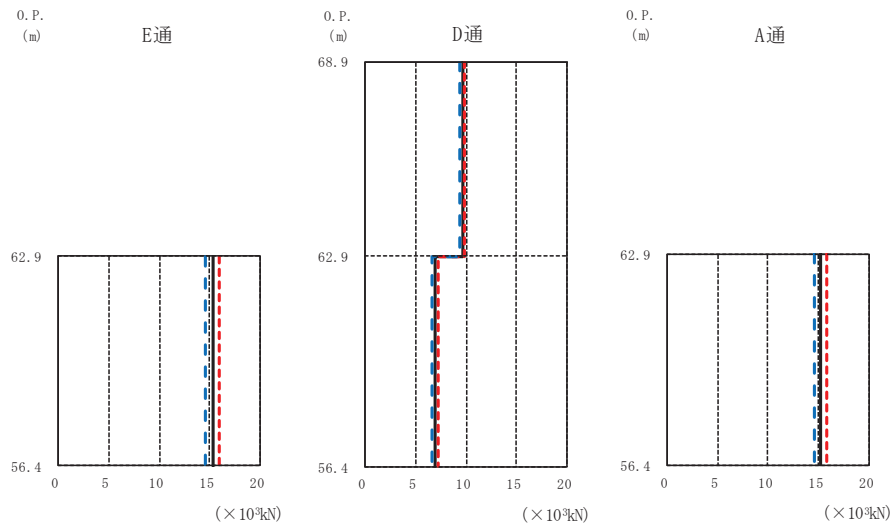
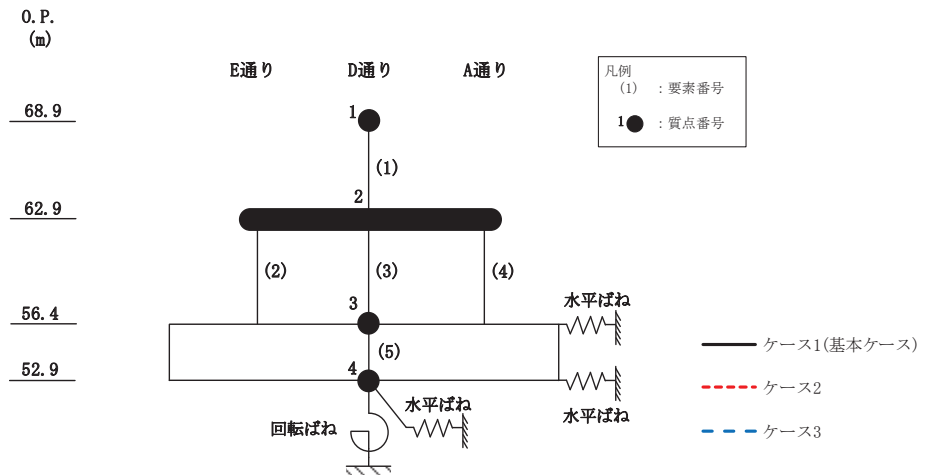
図 2-16(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



E通 (cm)				D通 (cm)			A通 (cm)				
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9				68.9	0.82	0.84	0.80	68.9			
62.9	0.03	0.03	0.03	62.9	0.03	0.03	0.03	62.9	0.03	0.03	0.03
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(c) S s - F 3

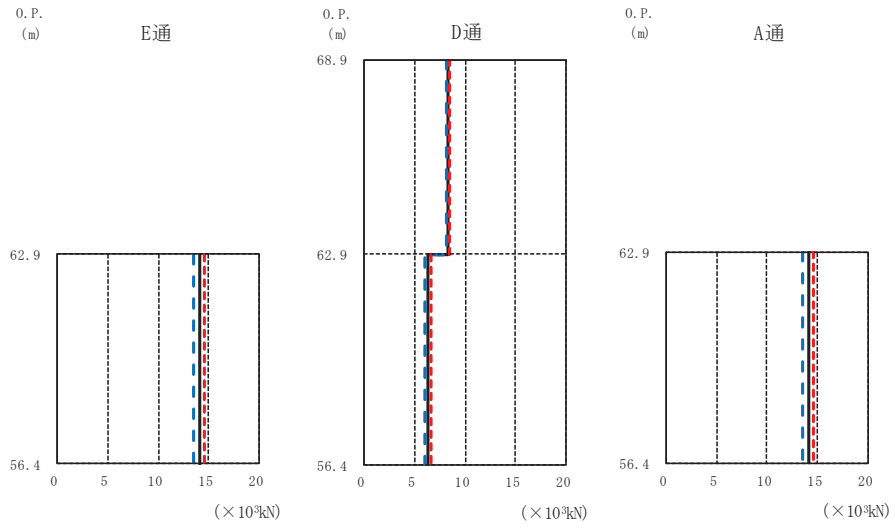
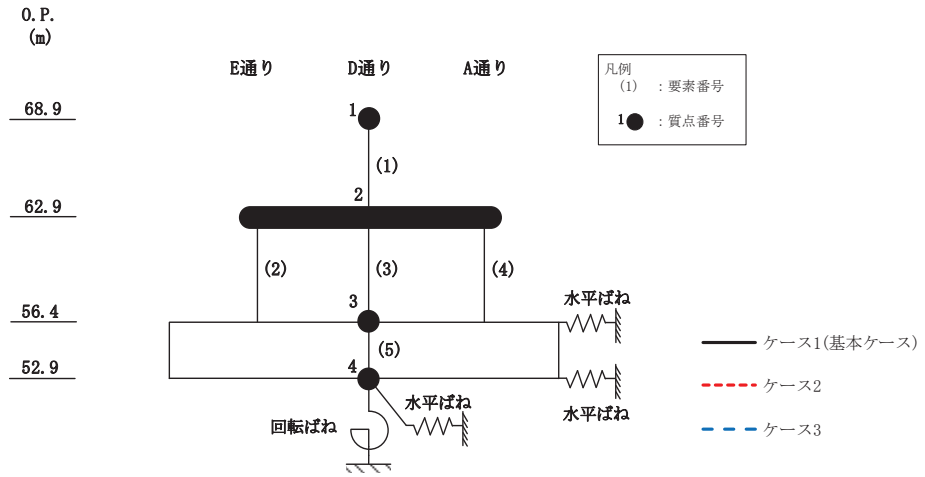
図 2-16(3) 最大応答変位 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



O.P. (m)		E通			D通			A通		
		( $\times 10^3$ kN)			( $\times 10^3$ kN)			( $\times 10^3$ kN)		
		ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9	62.9				9.62	9.84	9.37			
62.9	56.4	15.29	15.89	14.56	6.91	7.18	6.57	15.29	15.89	14.56

(a) S s - D 2

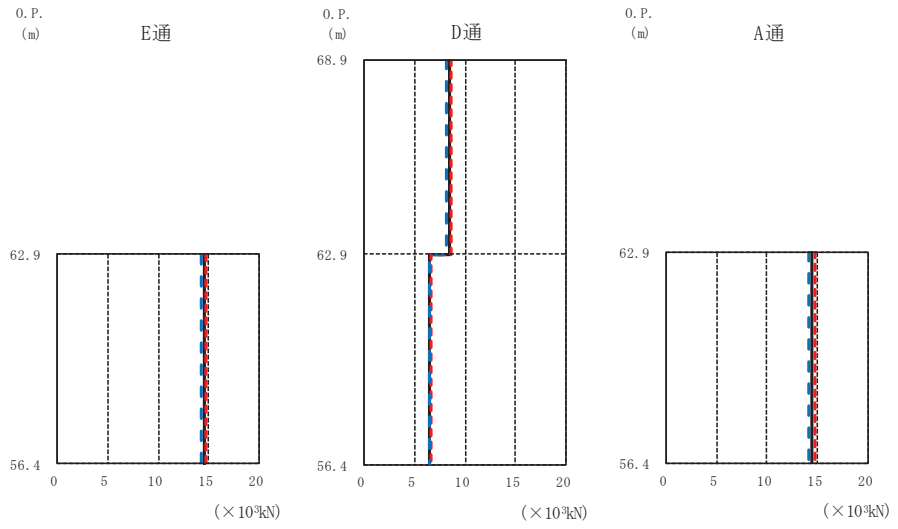
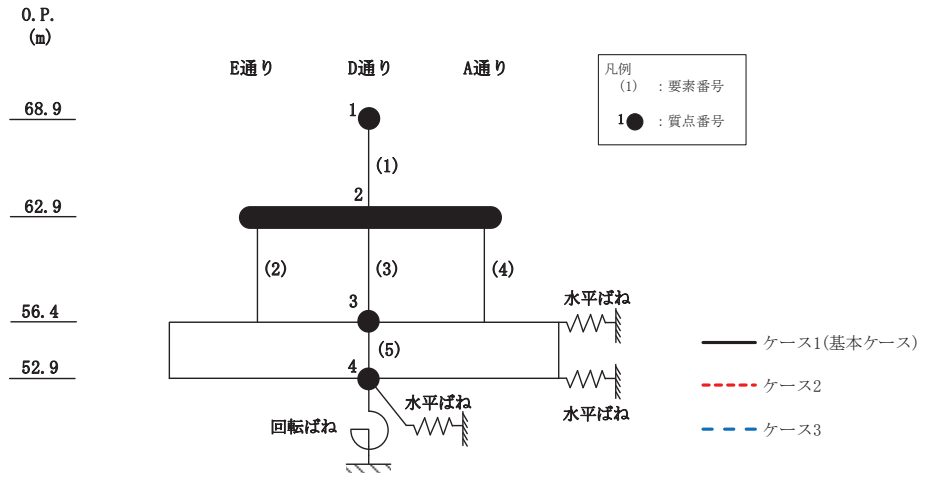
図 2-17(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



E通		D通			A通			
O.P. (m)	( $\times 10^3 \text{kN}$ )		( $\times 10^3 \text{kN}$ )			( $\times 10^3 \text{kN}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9			8.33	8.53	8.13			
62.9								
56.4	14.10	14.64	6.37	6.61	6.09	14.10	14.65	13.50

(b) S s - D 3

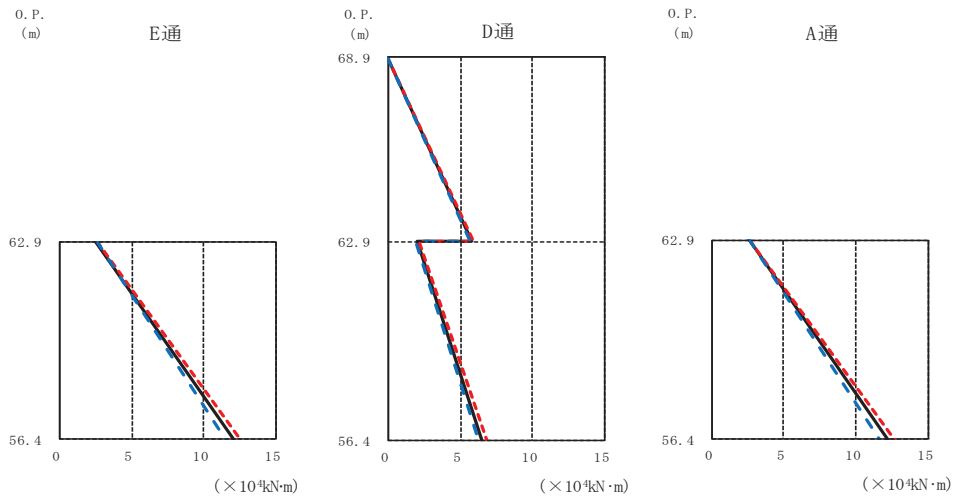
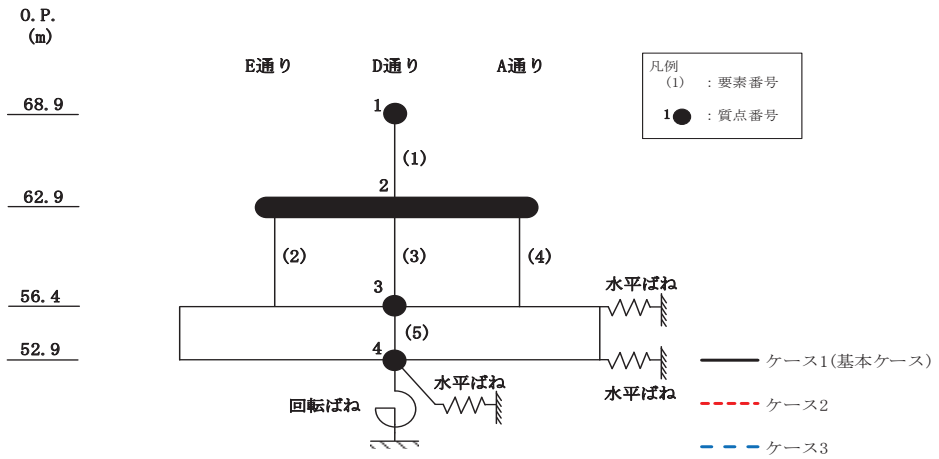
図 2-17(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m)	E通			D通			A通		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9									
62.9				8.40	8.60	8.17			
56.4	14.52	14.79	14.21	6.56	6.68	6.42	14.52	14.79	14.22

(c) S s - F 3

図 2-17(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)

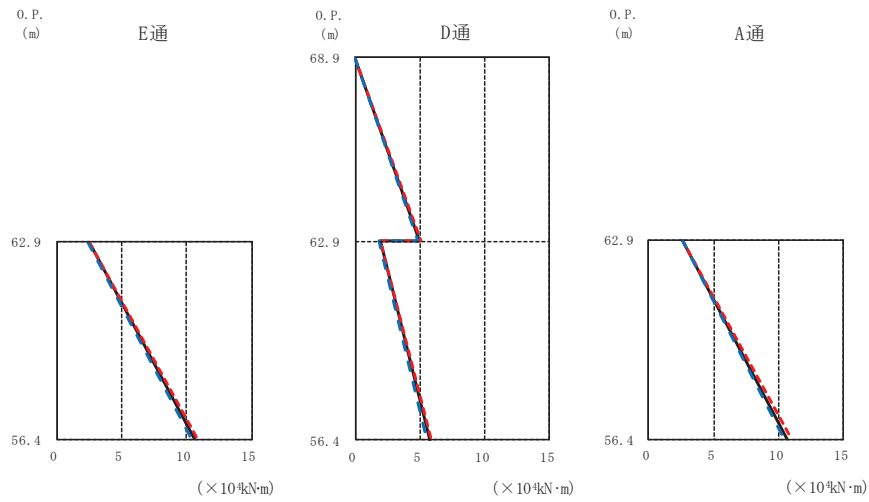
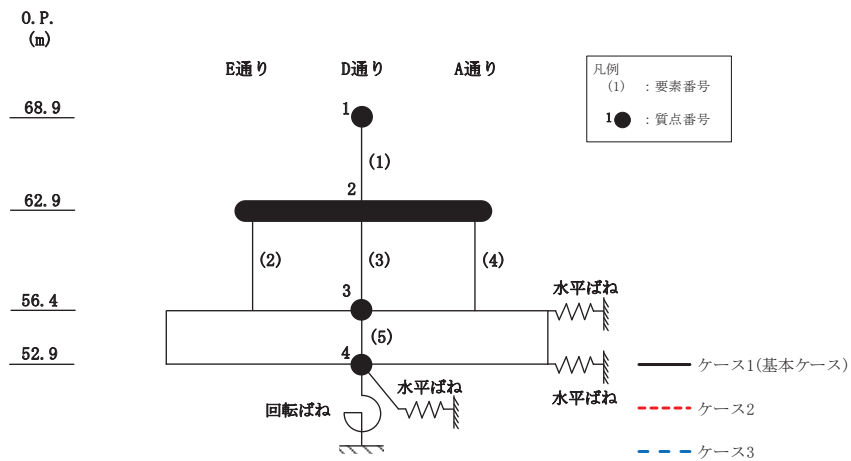


O.P. (m)		E通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			D通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			A通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
68.9	62.9	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
68.9	68.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.9	62.9	2.49	2.50	2.51	5.77	5.91	5.62	2.57	2.59	2.59
56.4	56.4	12.08	12.53	11.50	6.52	6.76	6.21	12.21	12.67	11.63

(a) S s - D 2

図 2-18(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)

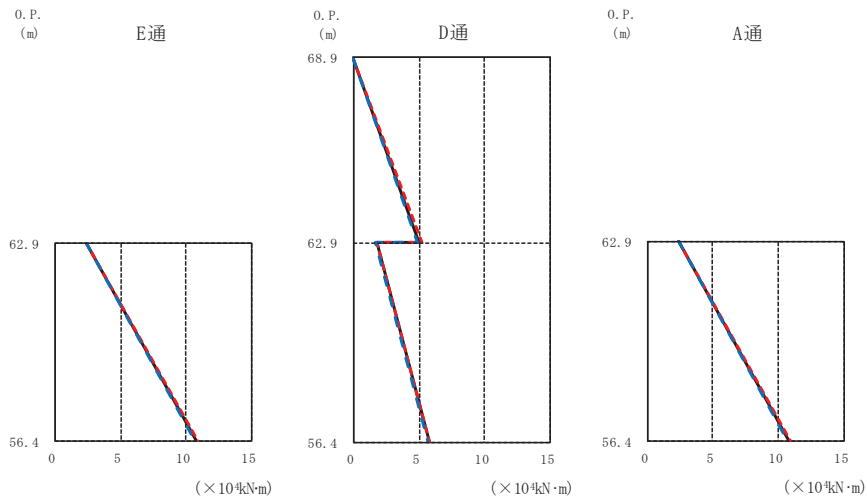
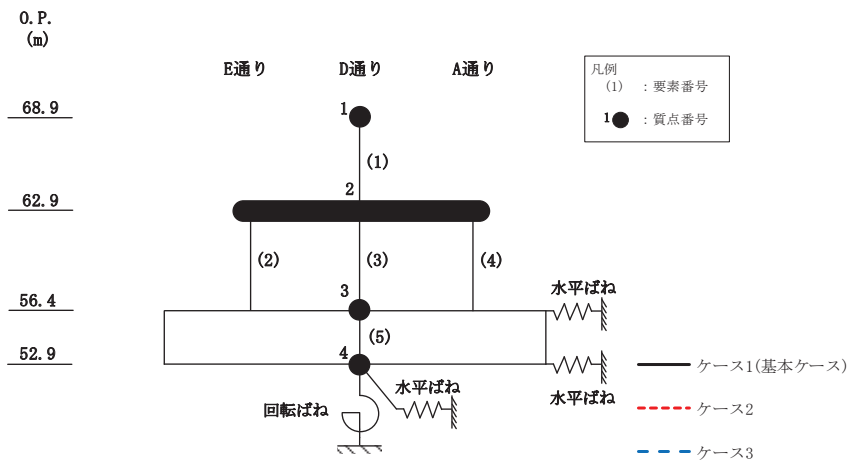




O.P. (m)		E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		
ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3		
68.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
62.9	2.46	2.46	2.43	5.00	5.12	4.88	2.56	2.56	2.53	
56.4	10.60	10.83	10.31	1.90	1.90	1.86	10.71	10.95	10.42	
				5.71	5.84	5.56				

(b) S s - D 3

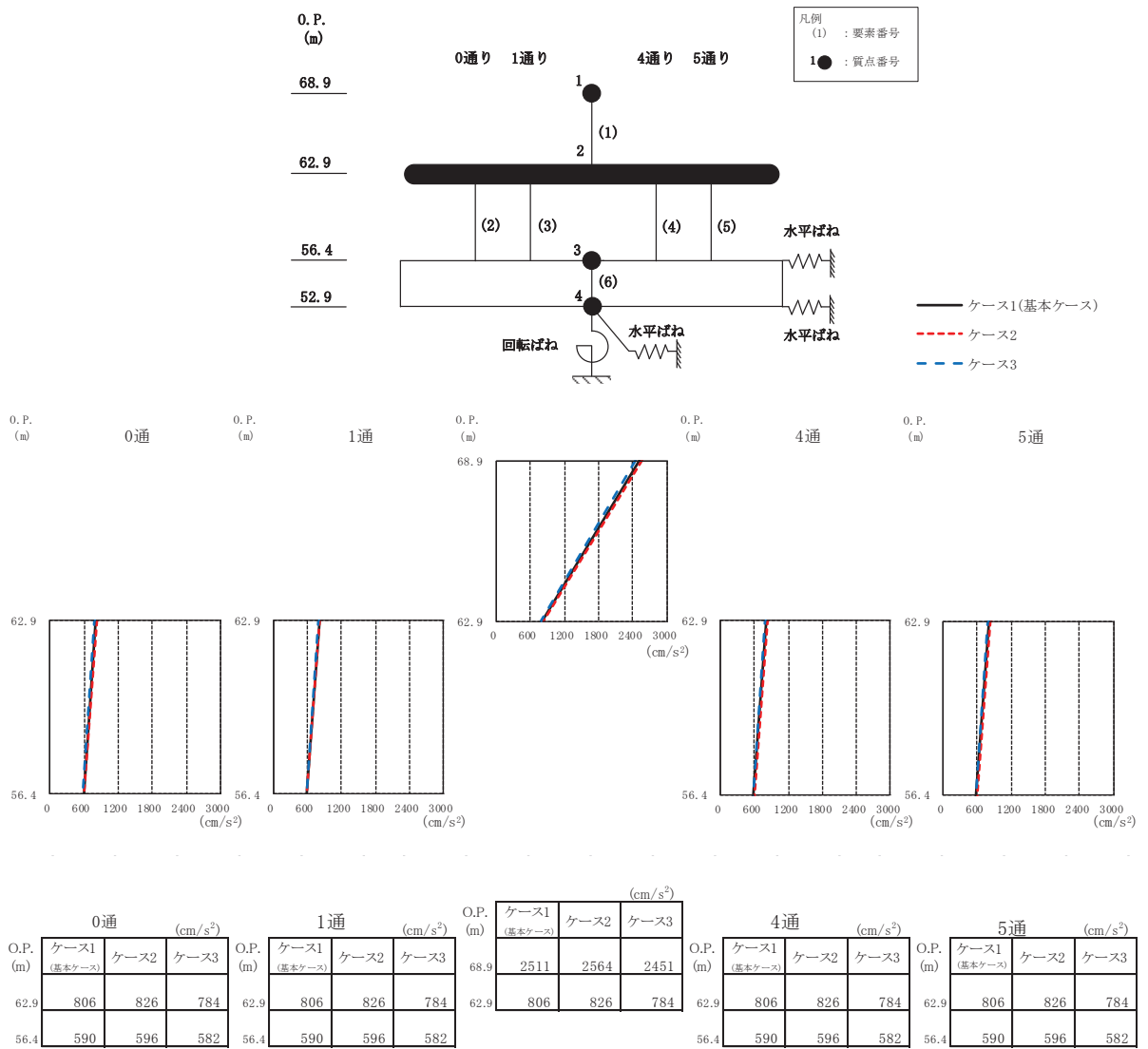
図 2-18(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )				D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		
ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3		ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
2.36	2.34	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.43	2.39
10.79	10.90	10.65	5.04	1.78	1.83	1.71	10.91	11.02	10.76
			5.79	5.84	5.71				

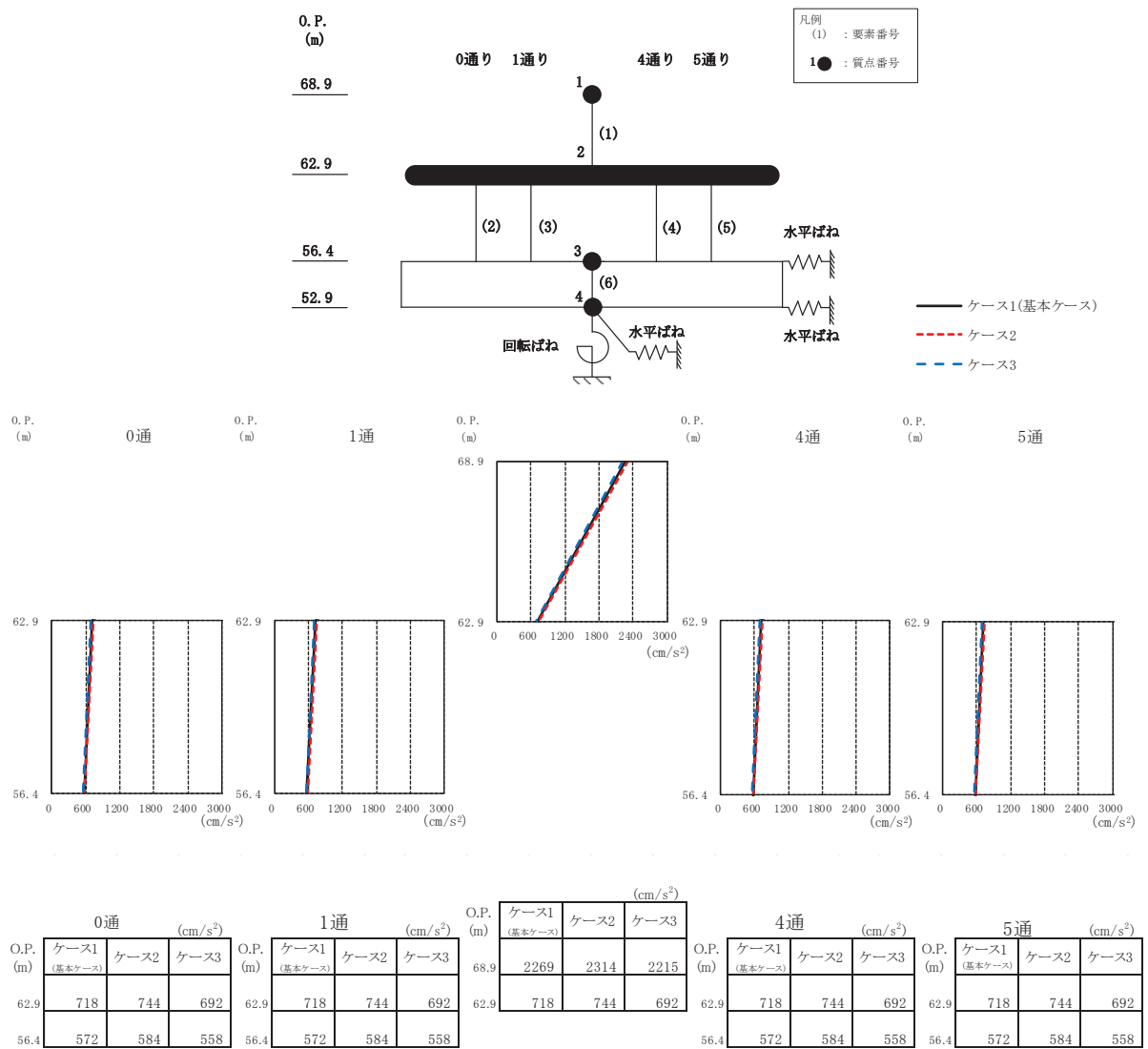
(c) S s - F 3

図 2-18(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



(a) S s - D 2

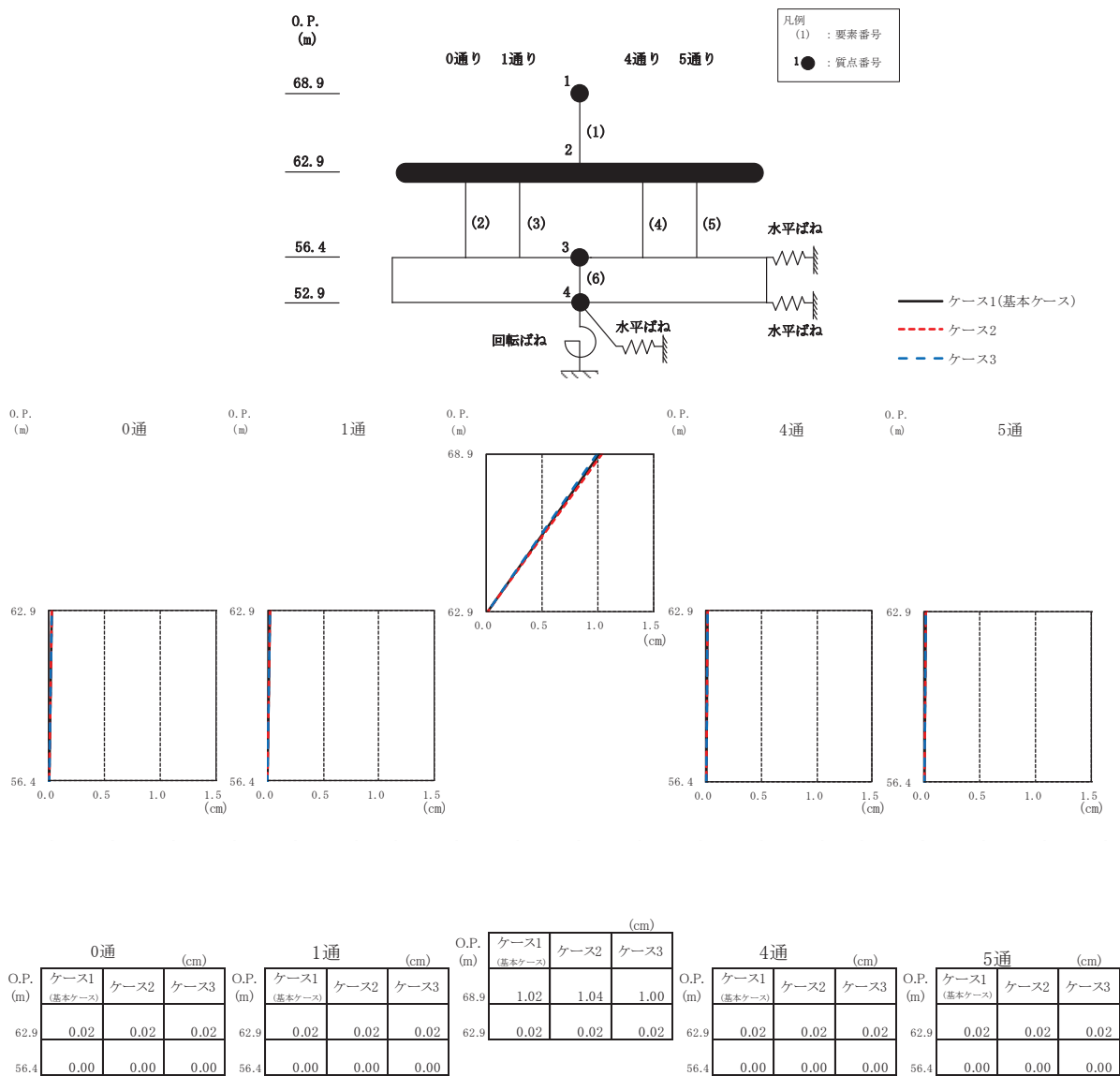
図 2-19(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S s - D 3

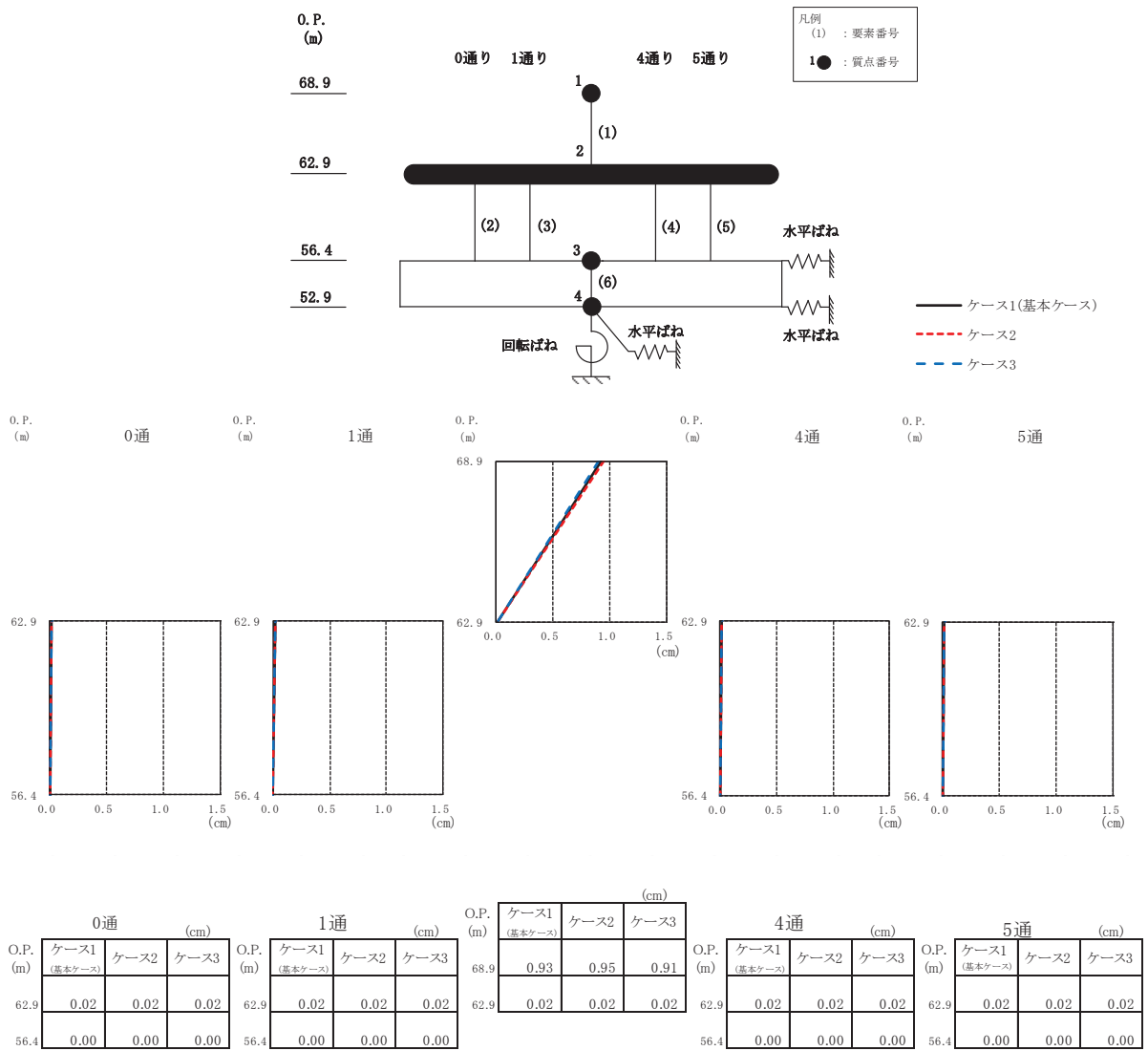
図 2-19(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)





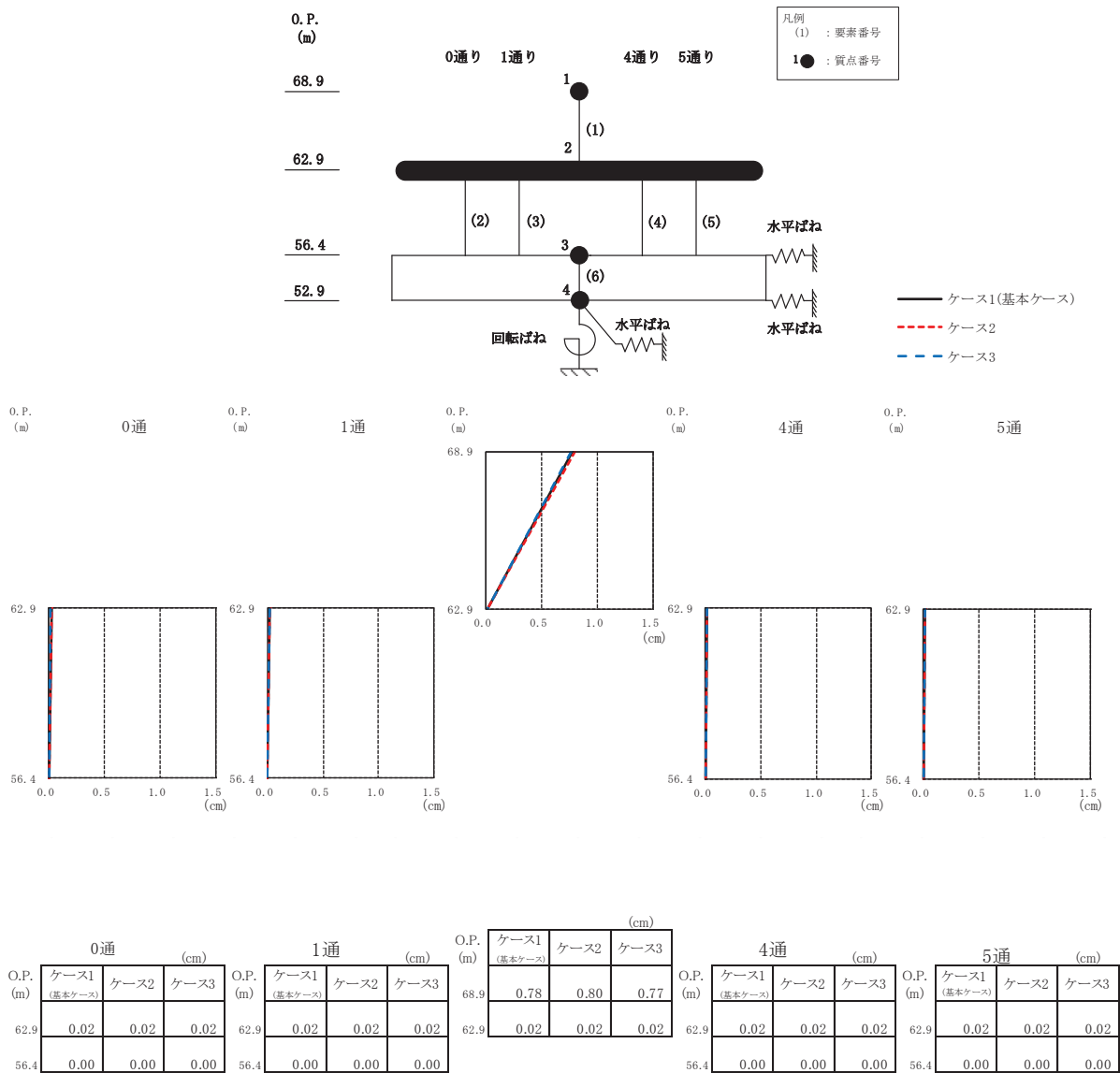
(a) S s - D 2

図 2-20(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S s - D 3

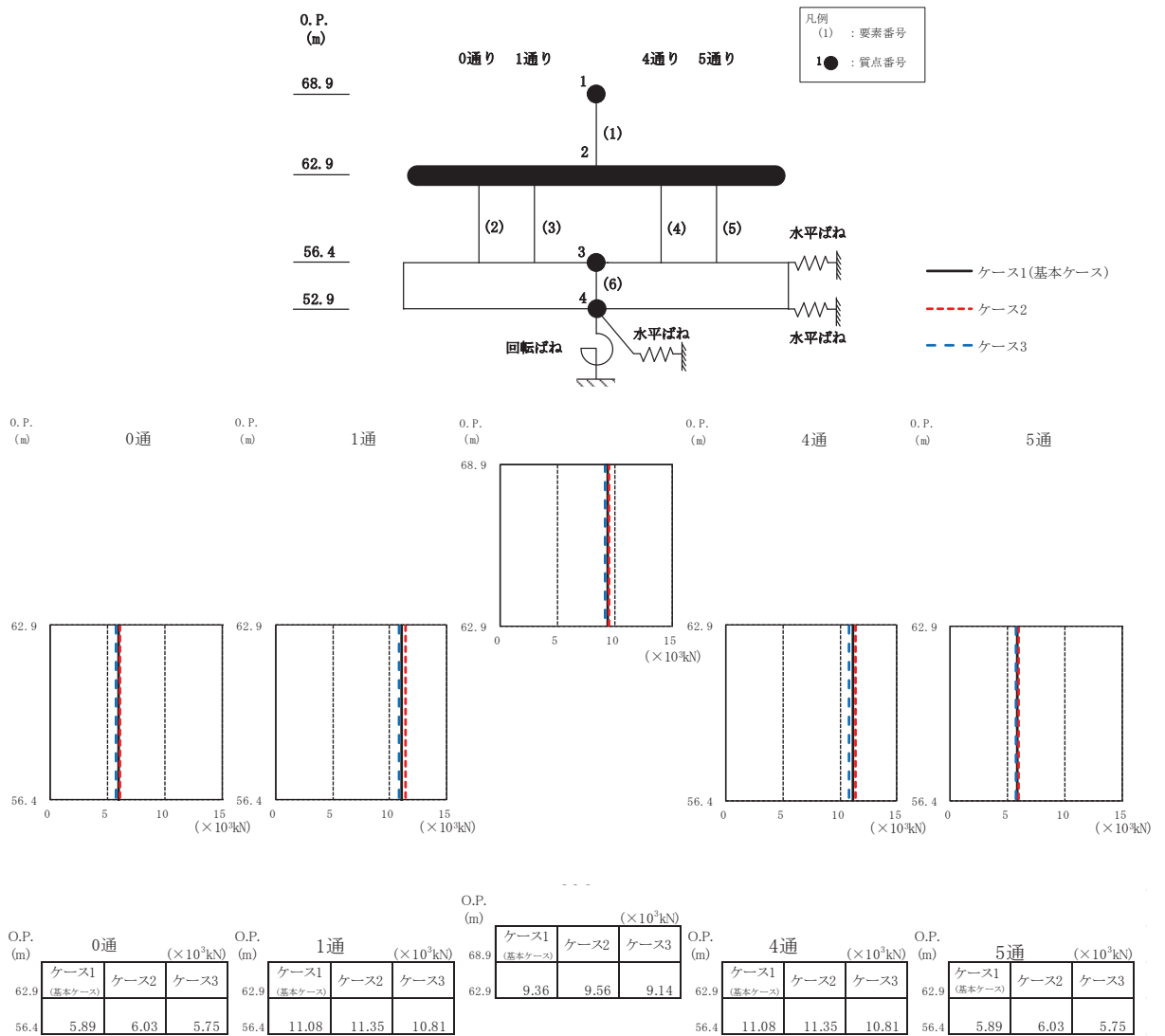
図 2-20(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



(c) S s - F 3

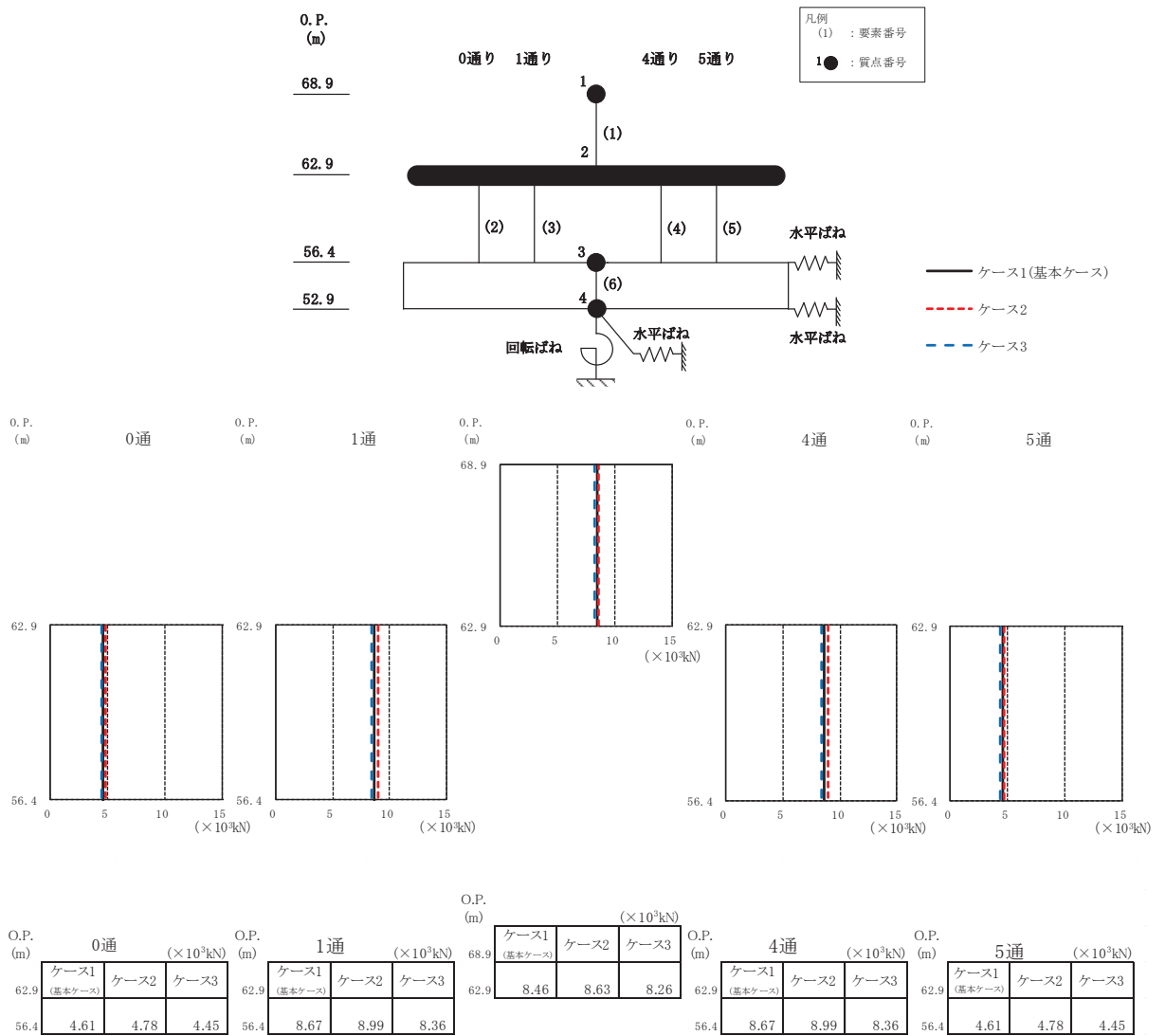
図 2-20(3) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)





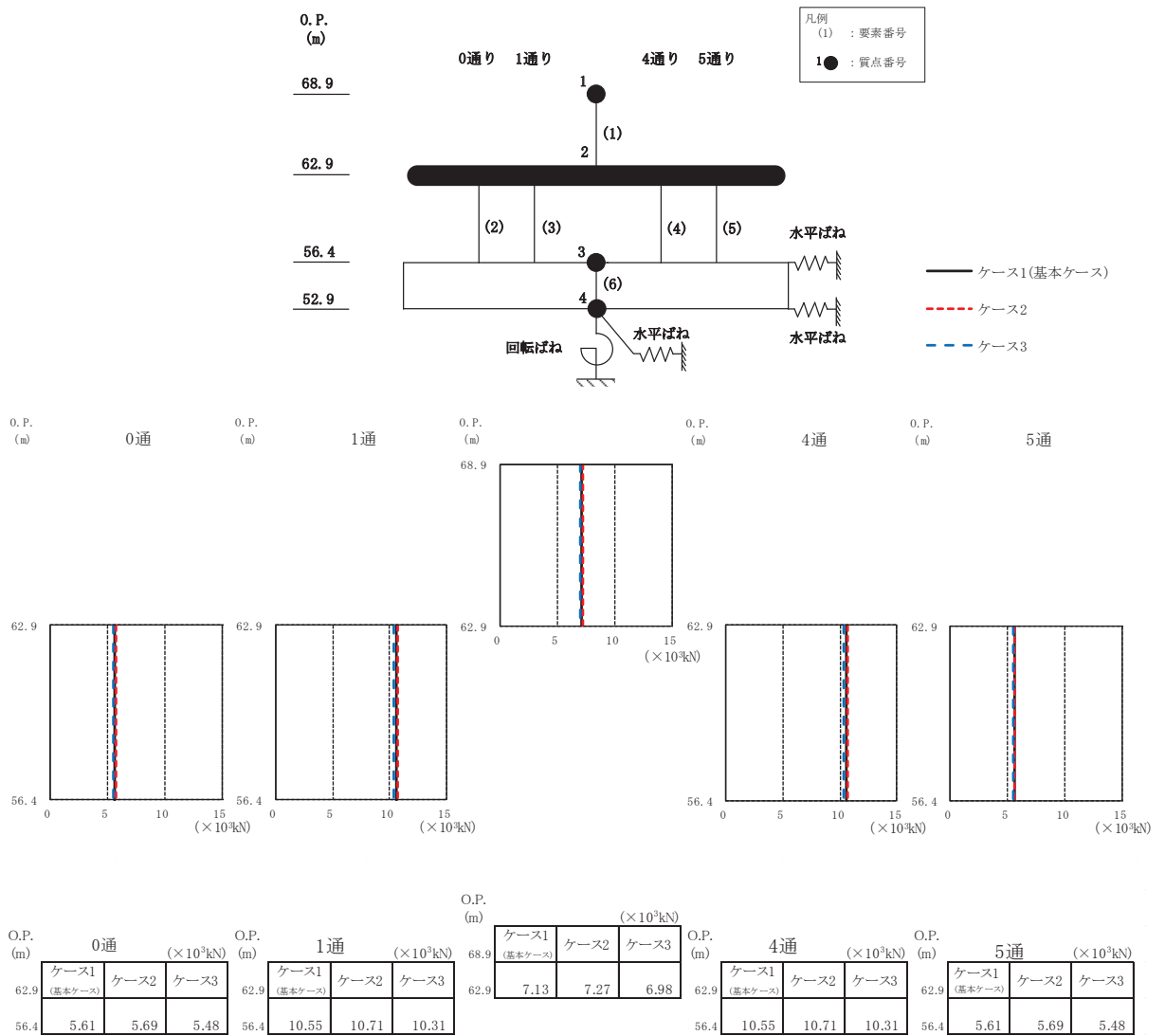
(a) S s - D 2

図 2-21(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



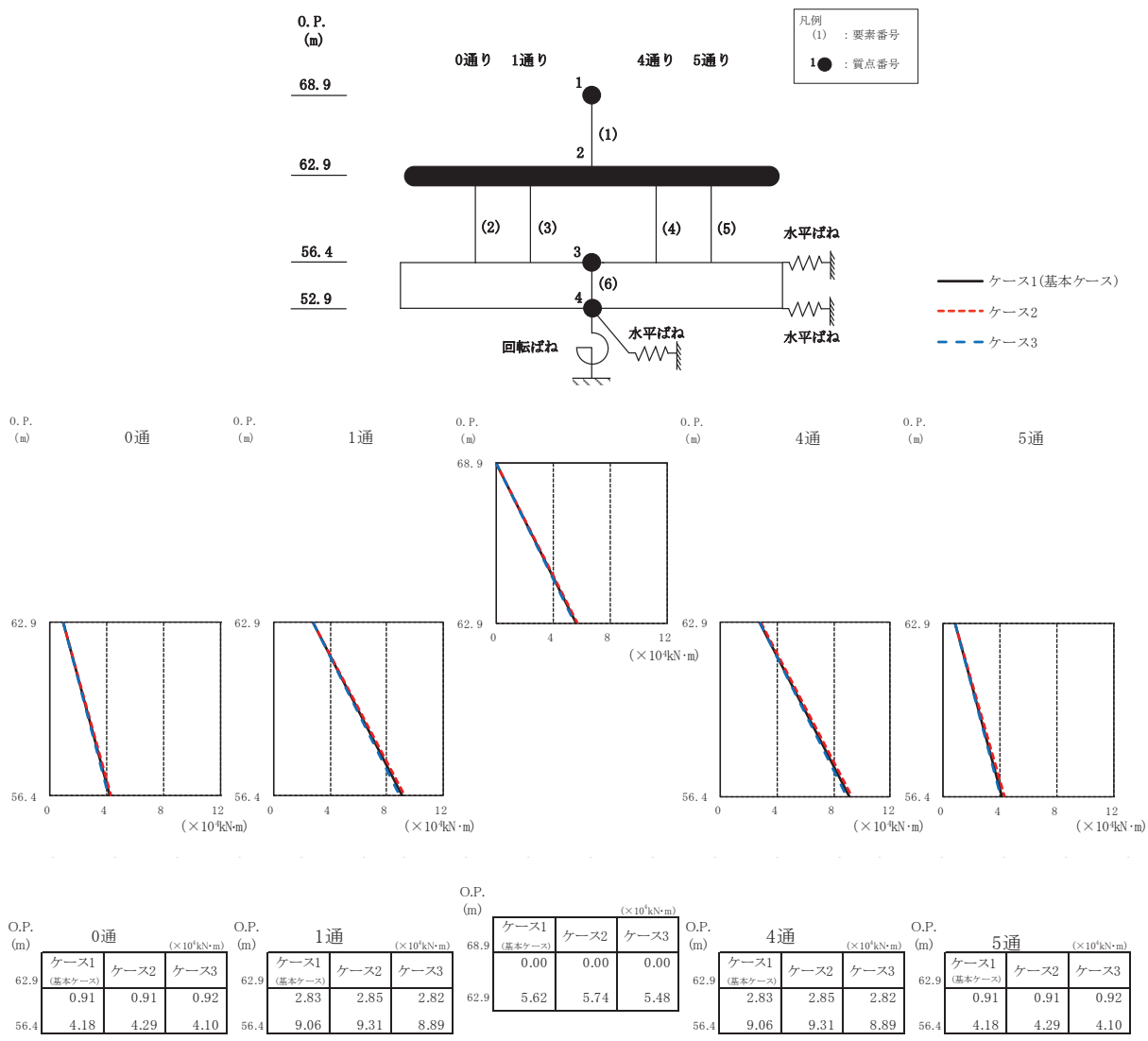
(b) S s - D 3

図 2-21 (2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



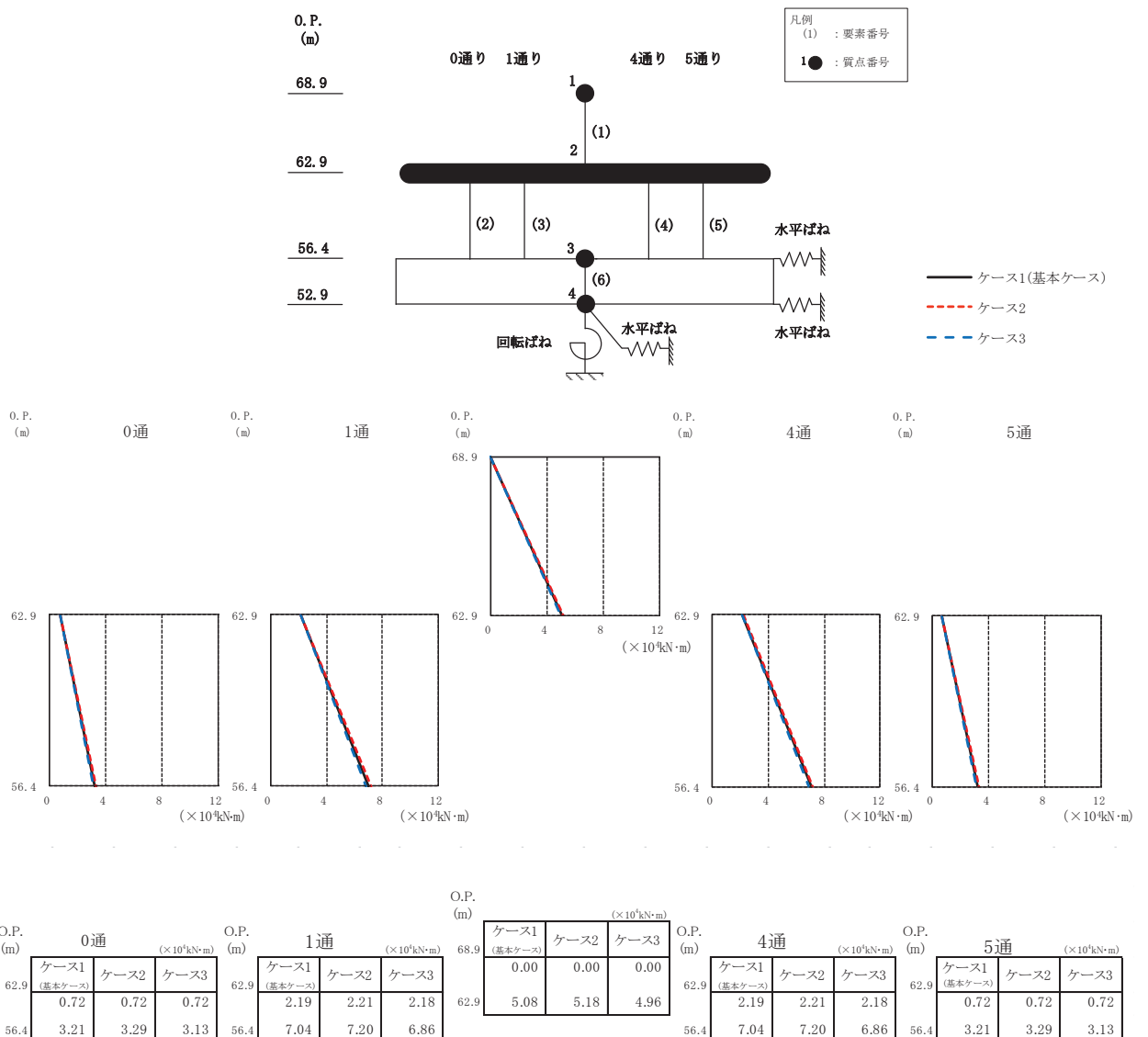
(c) S s - F 3

図 2-21 (3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)



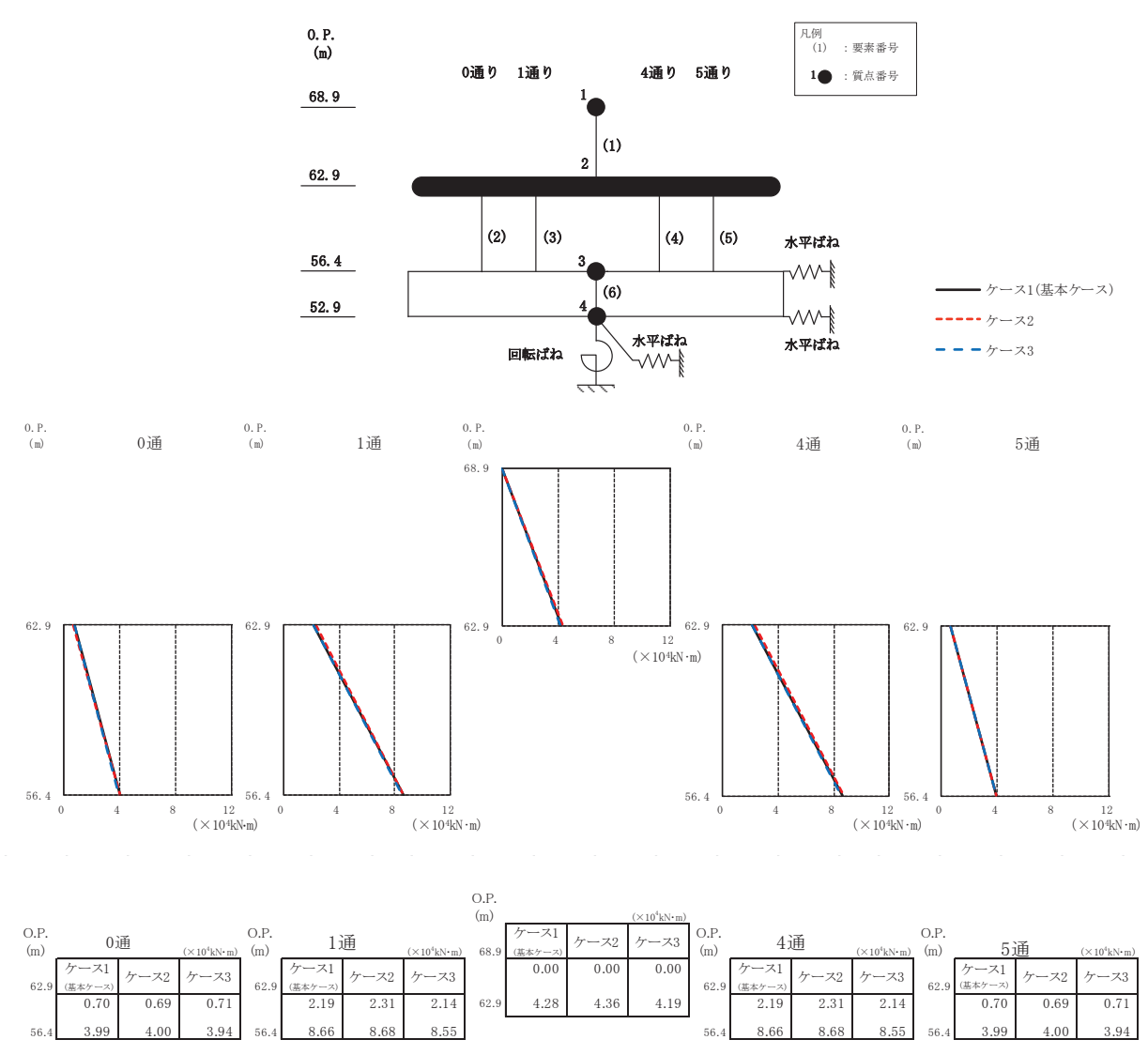
(a) S s - D 2

図 2-22 (1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



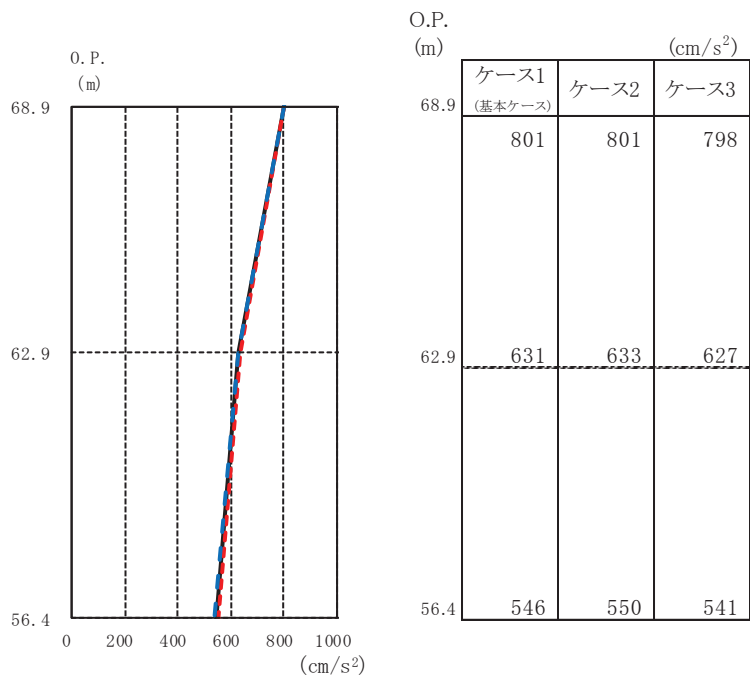
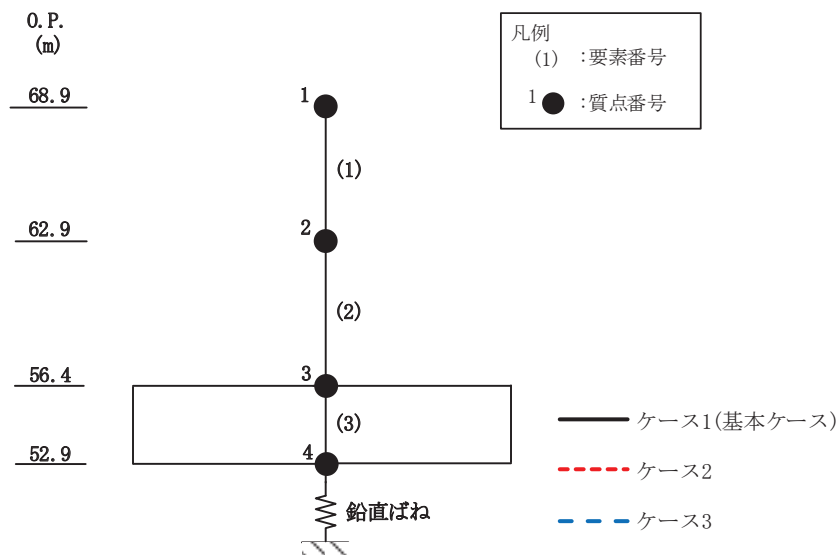
(b) S s - D 3

図 2-22 (2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



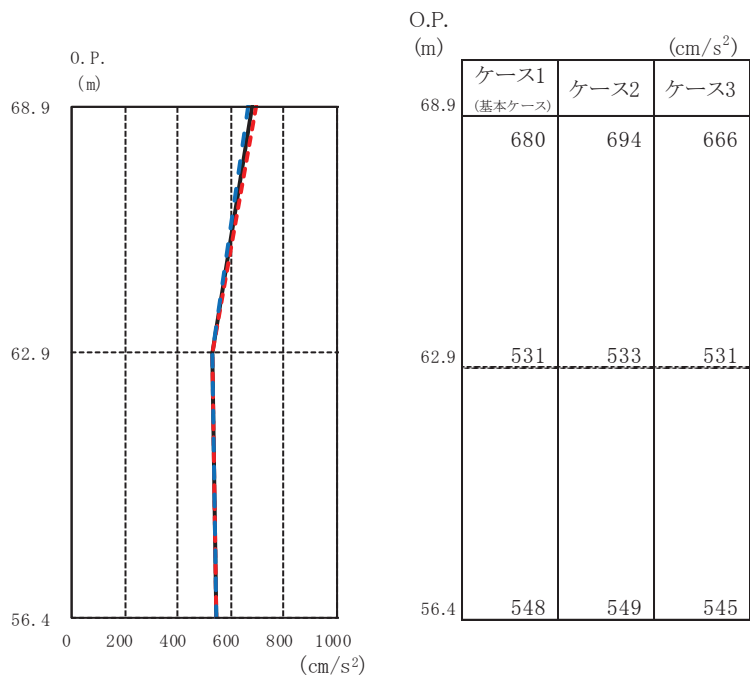
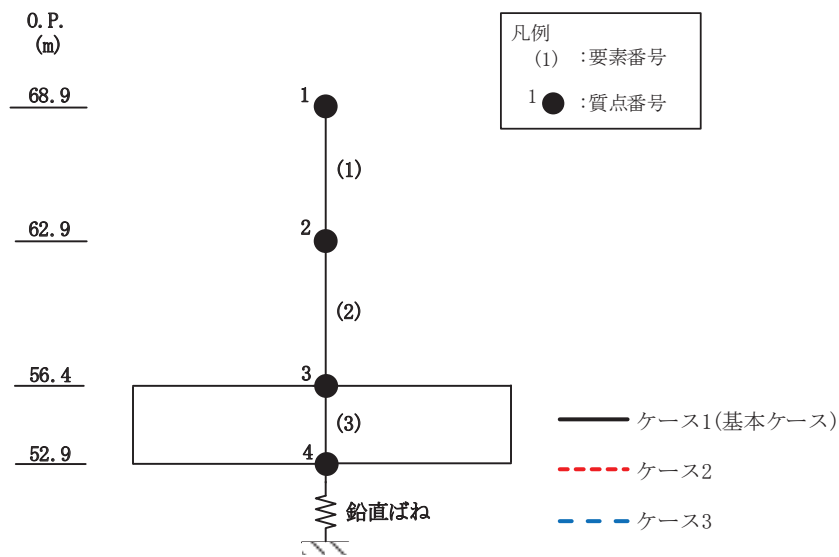
(c) S s - F 3

図 2-22 (3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)



(a)  $S_s - D_2$

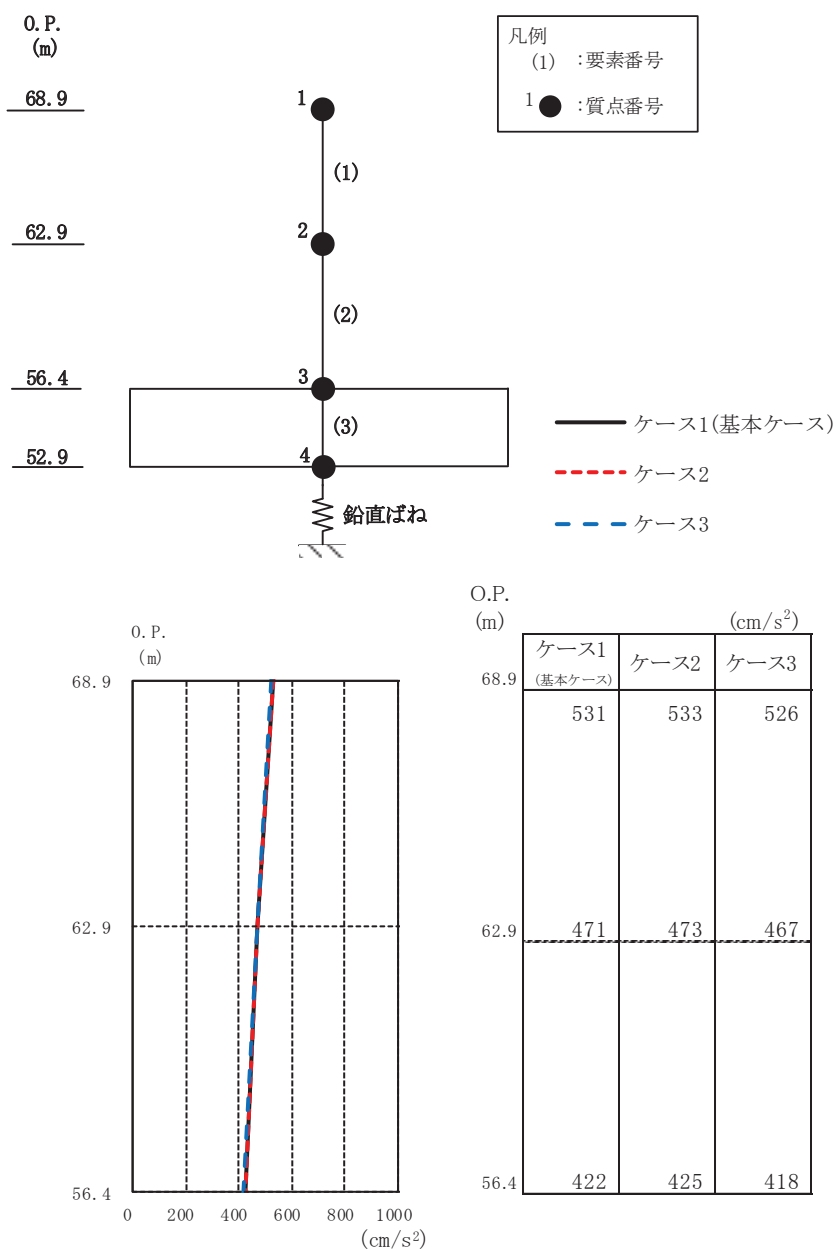
図 2-23(1) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub> - D 3

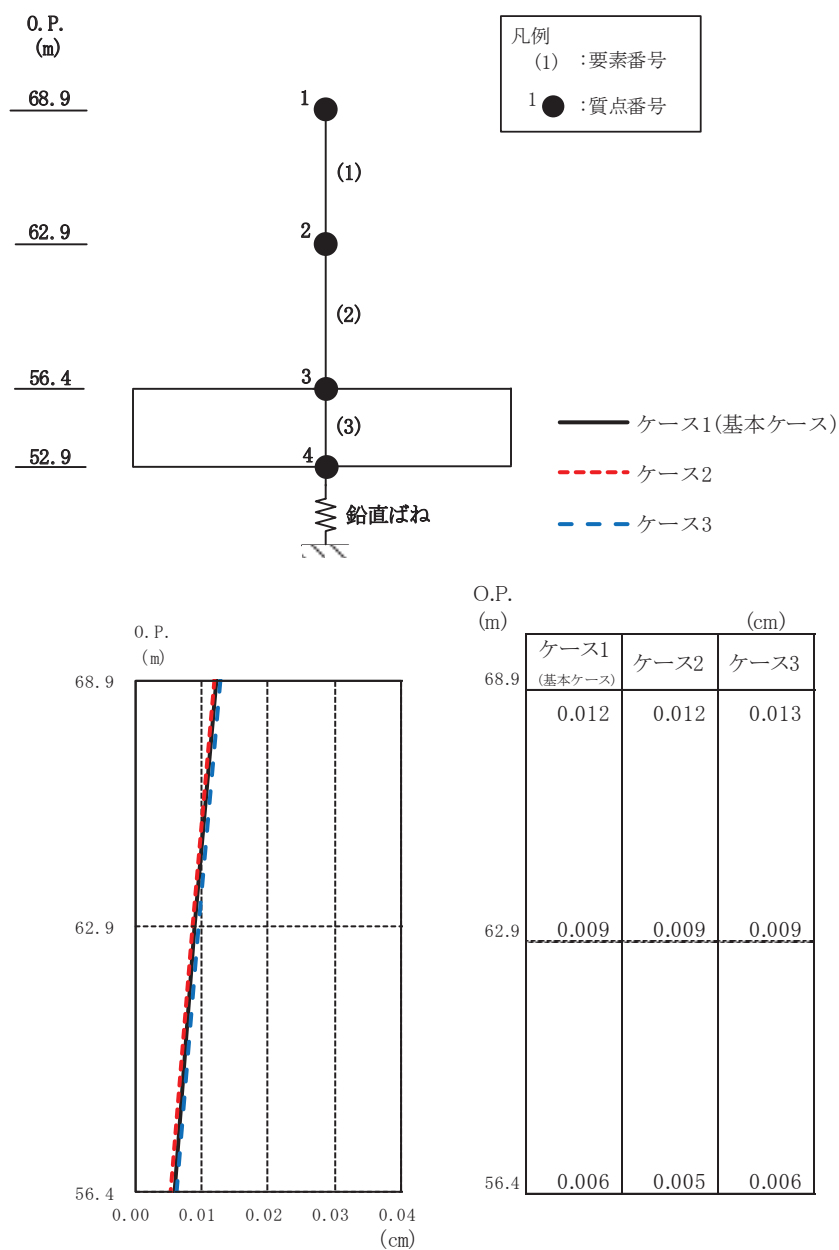
図 2-23(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)





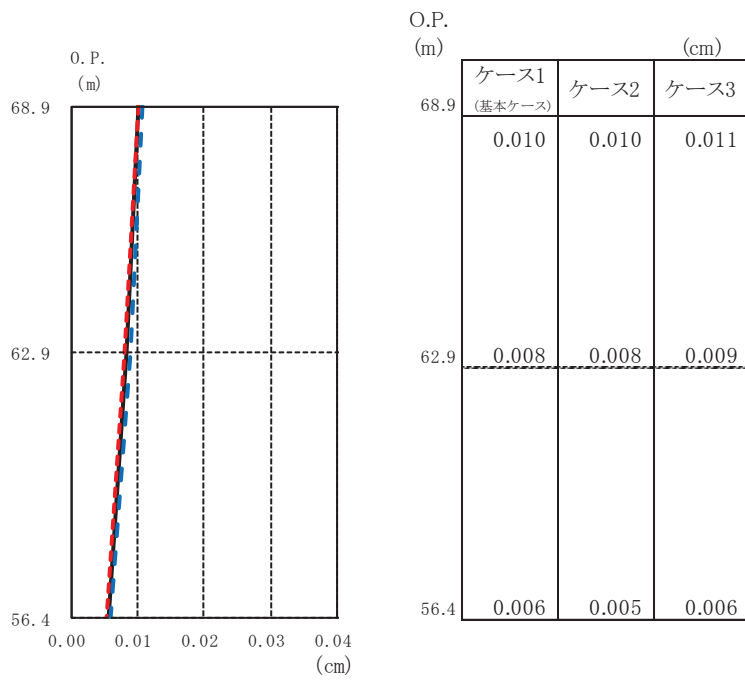
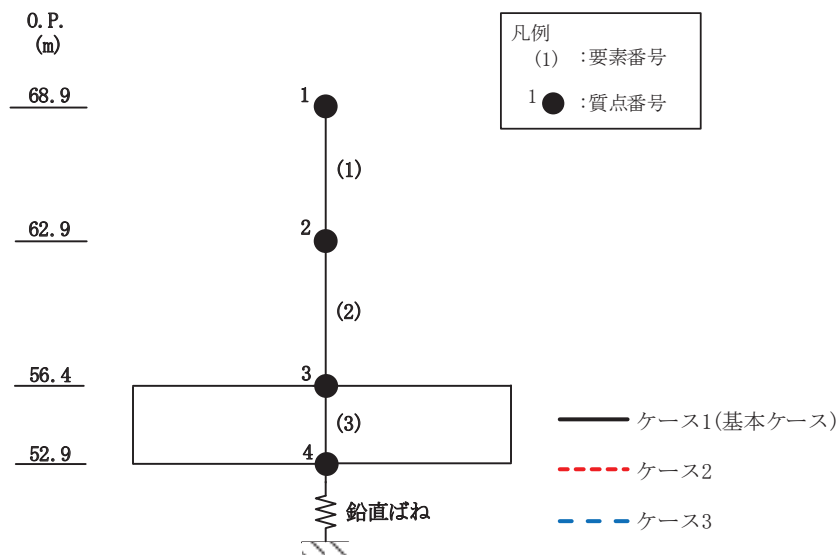
(c)  $S_s - F_3$

図 2-23 (3) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



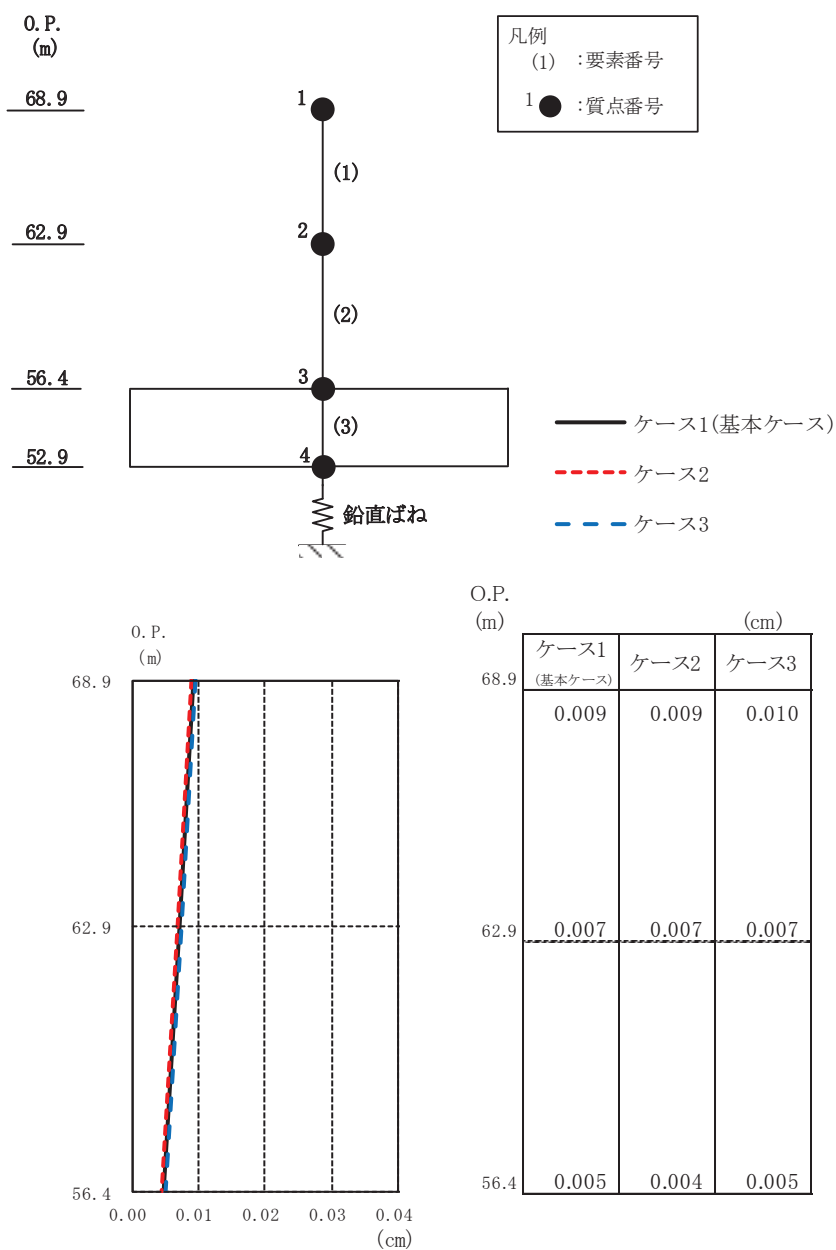
(a)  $S_s - D_2$

図 2-24(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)



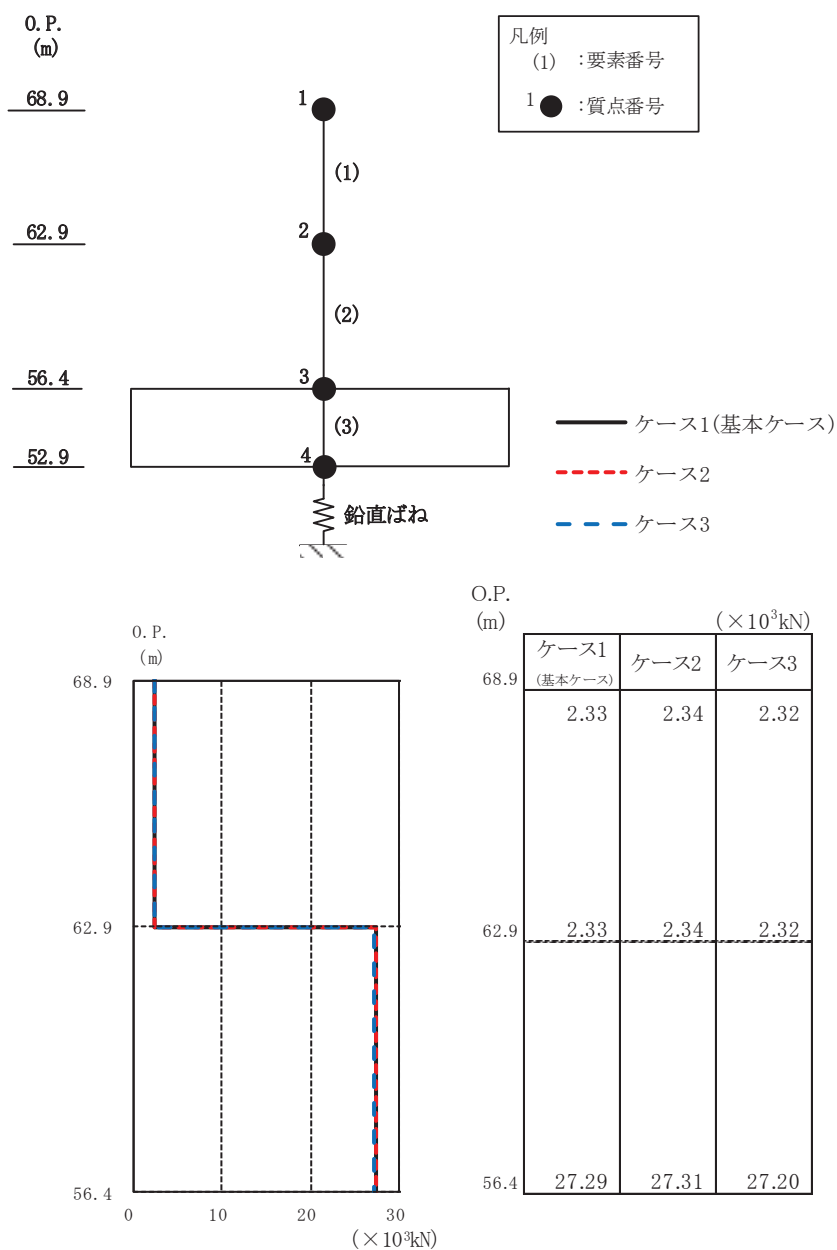
(b)  $S_s - D_3$

図 2-24(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/3)



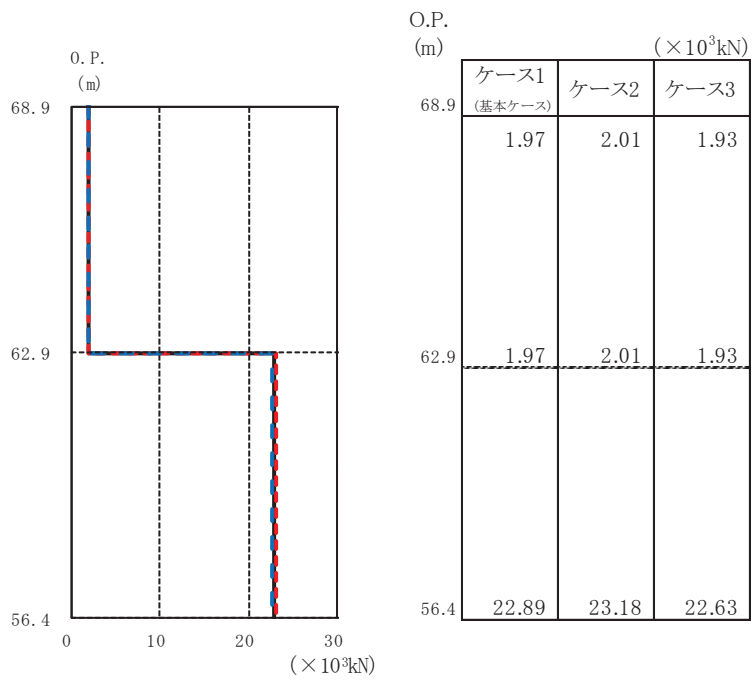
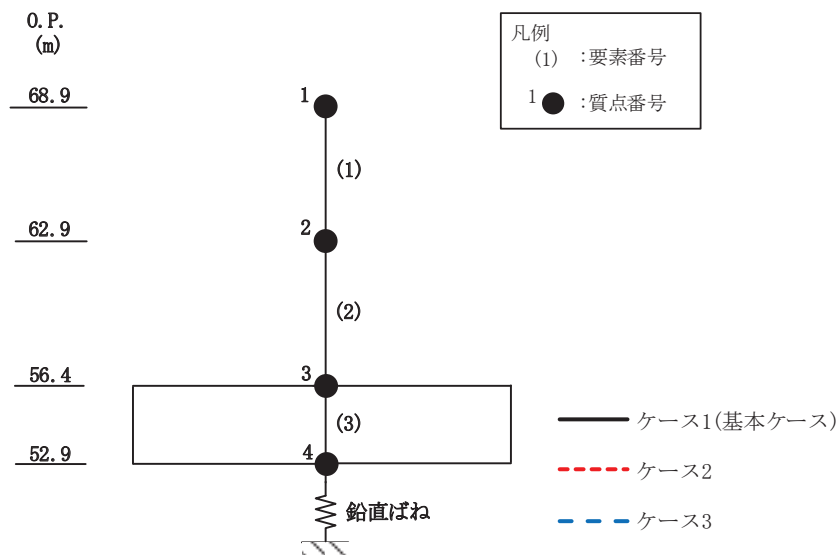
(c)  $S_s - F 3$

図 2-24(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



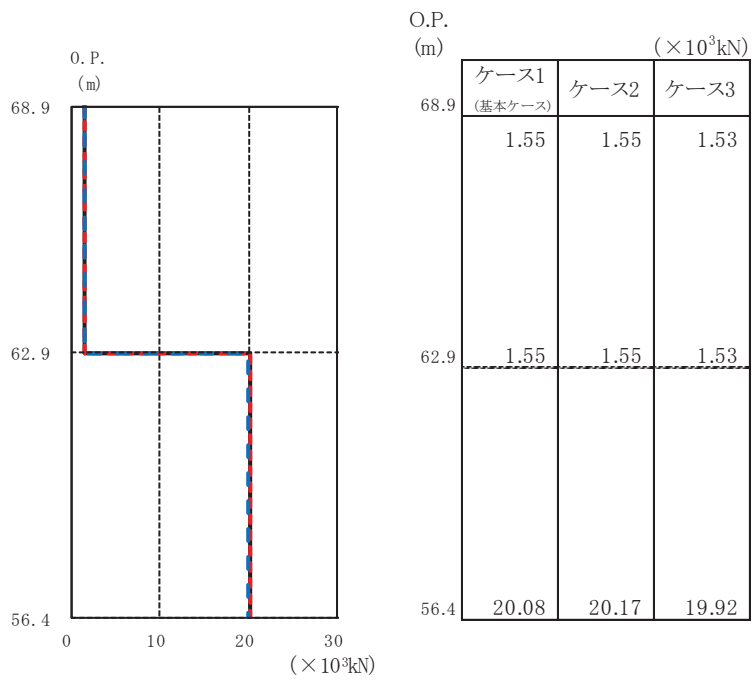
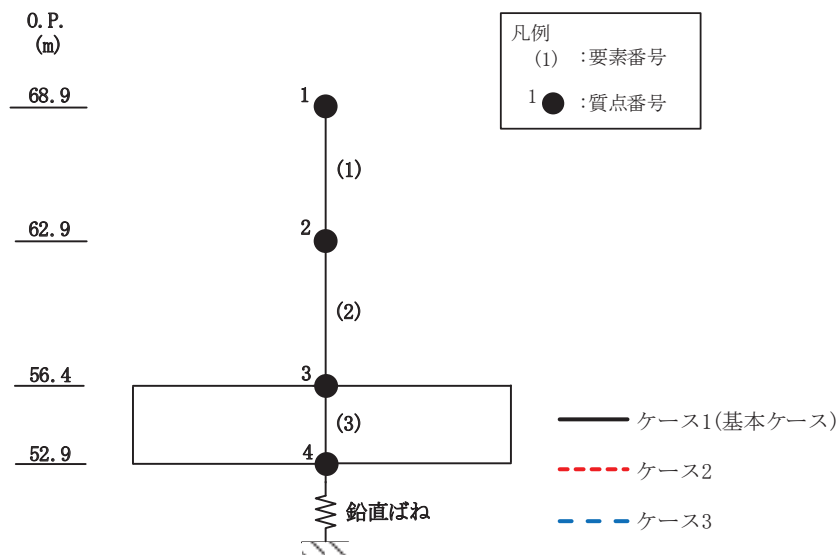
(a)  $S_s - D 2$

図 2-25(1) 最大応答軸力 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub> - D 3

図 2-25(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)



(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-25(3) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (3/3)

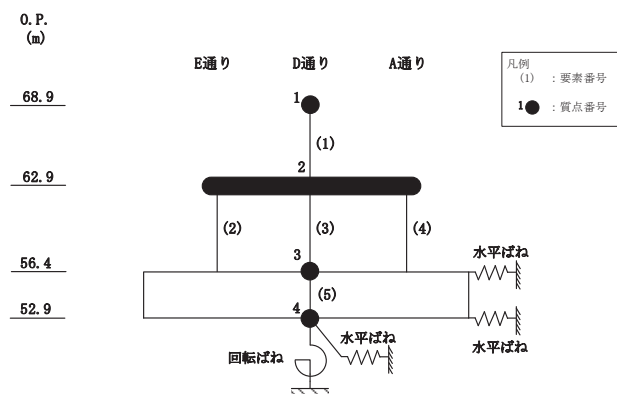
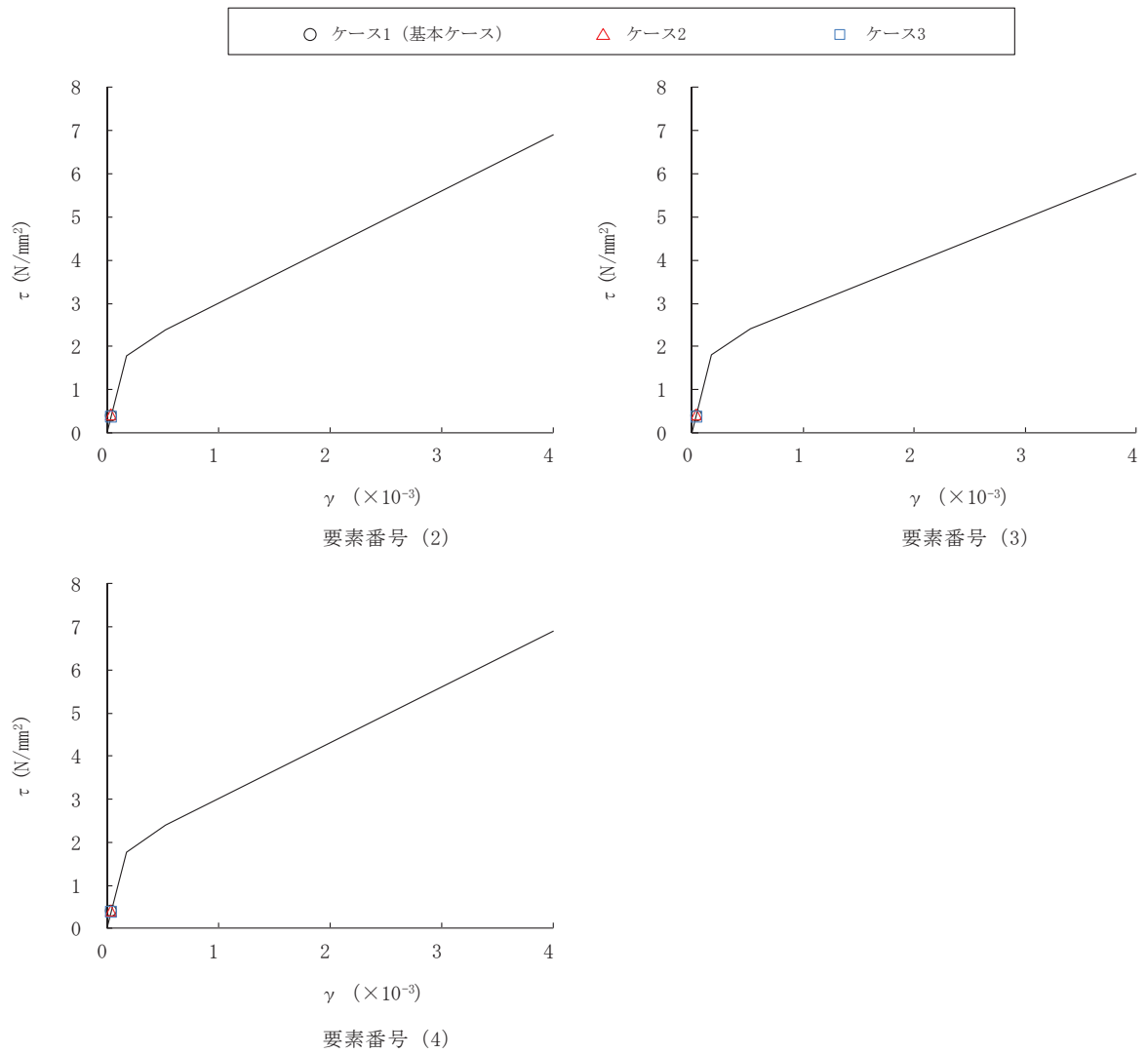


図 2-26 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)



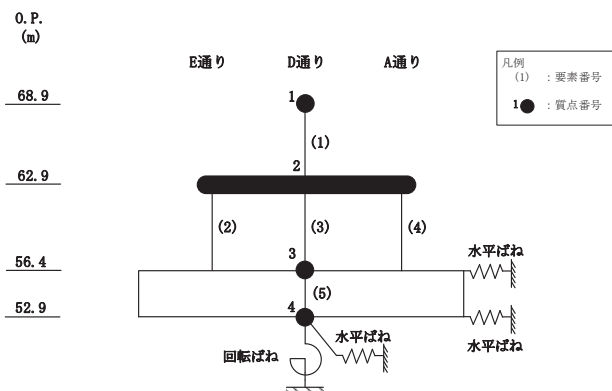
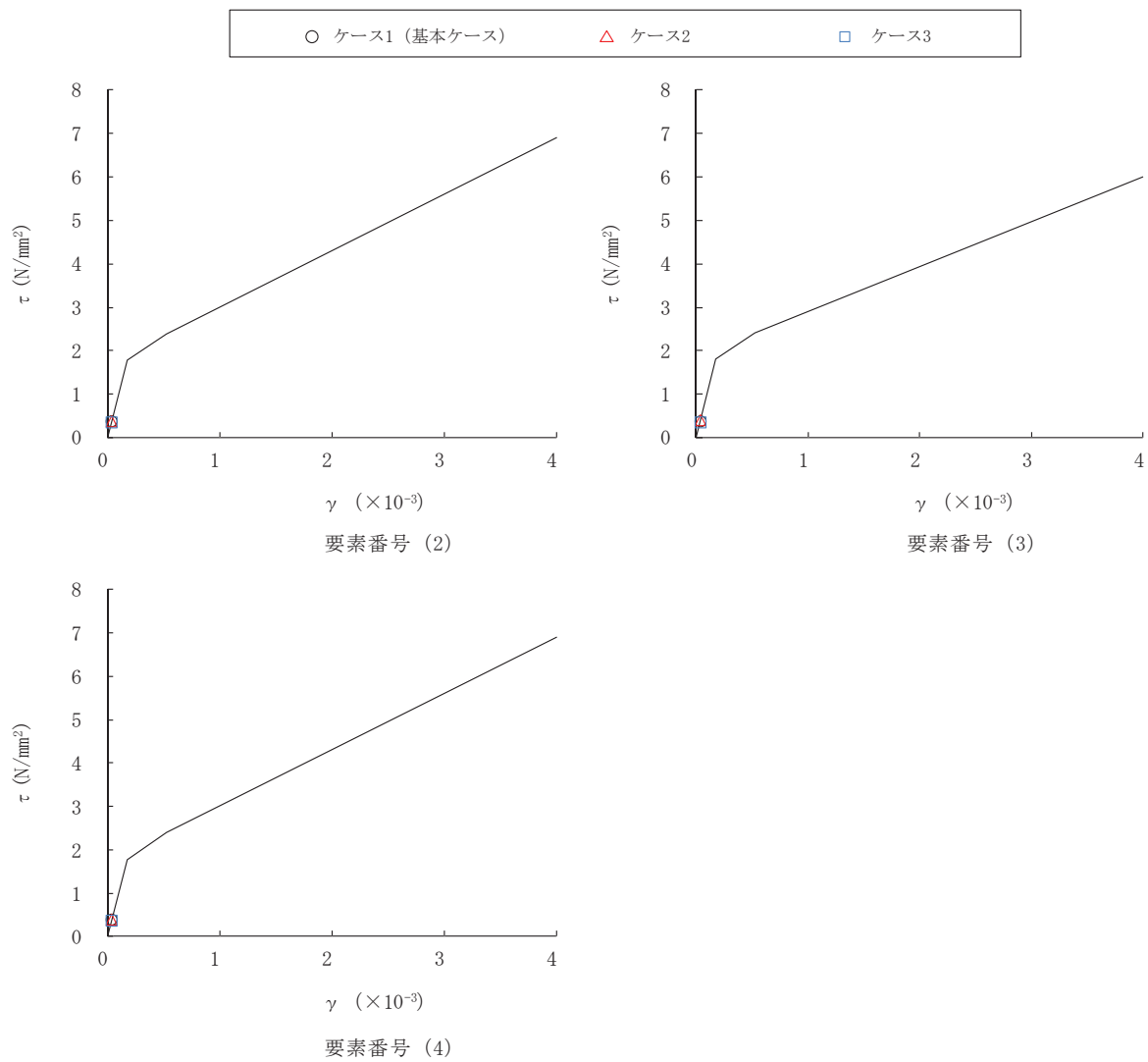


図 2-27 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, NS 方向)

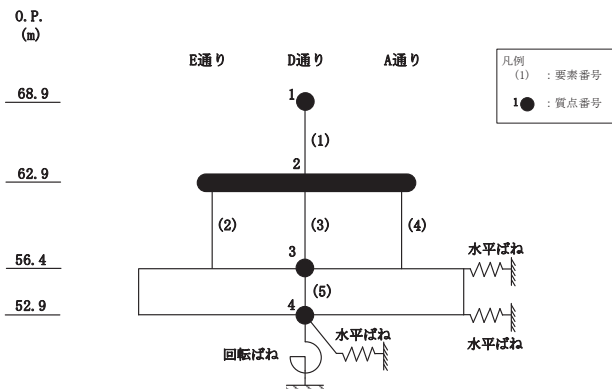
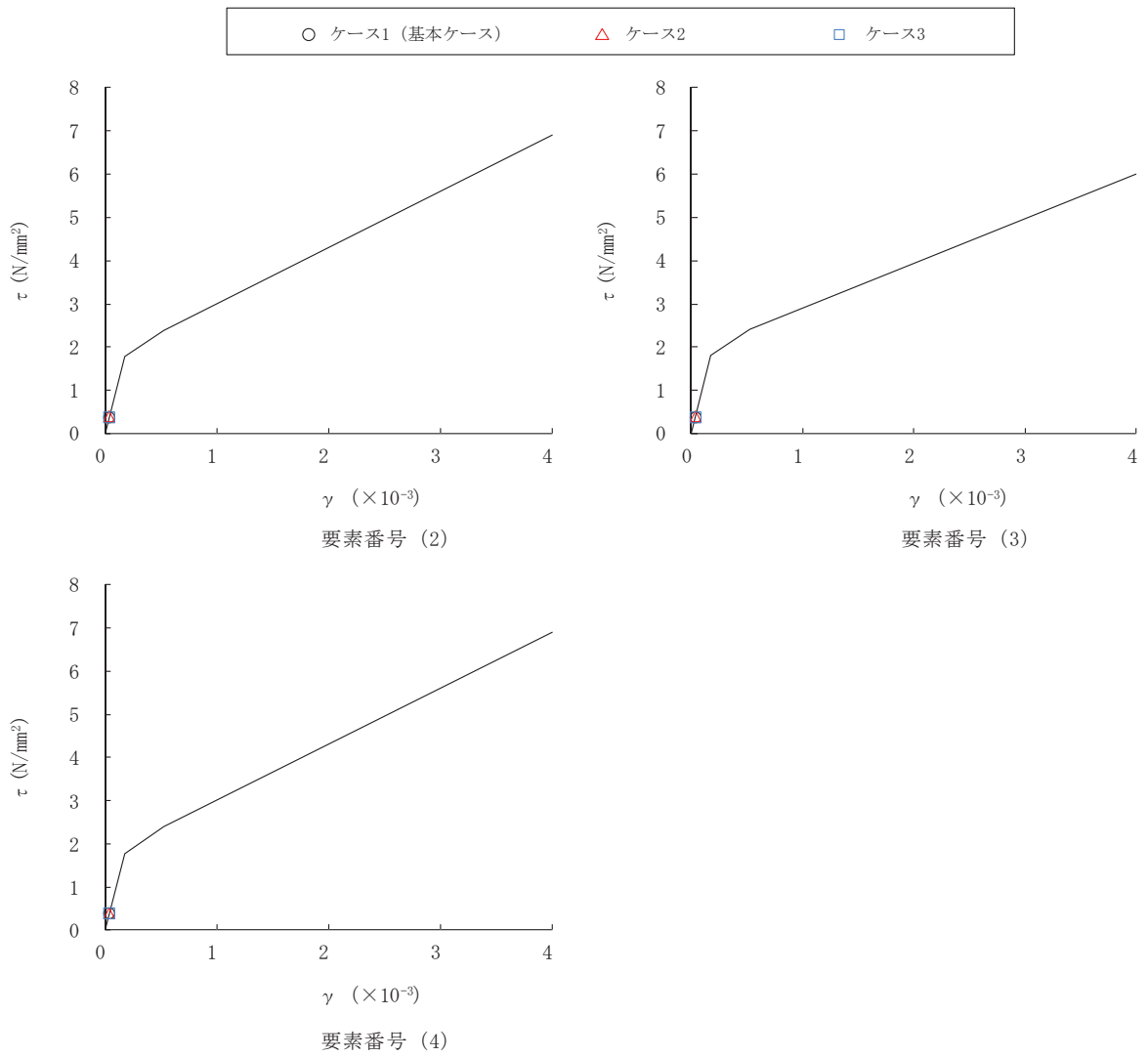


図 2-28 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

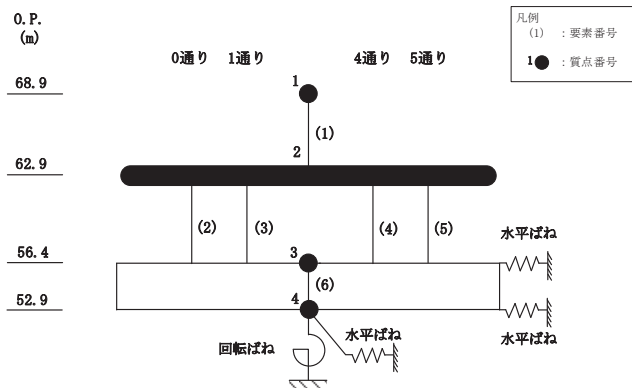
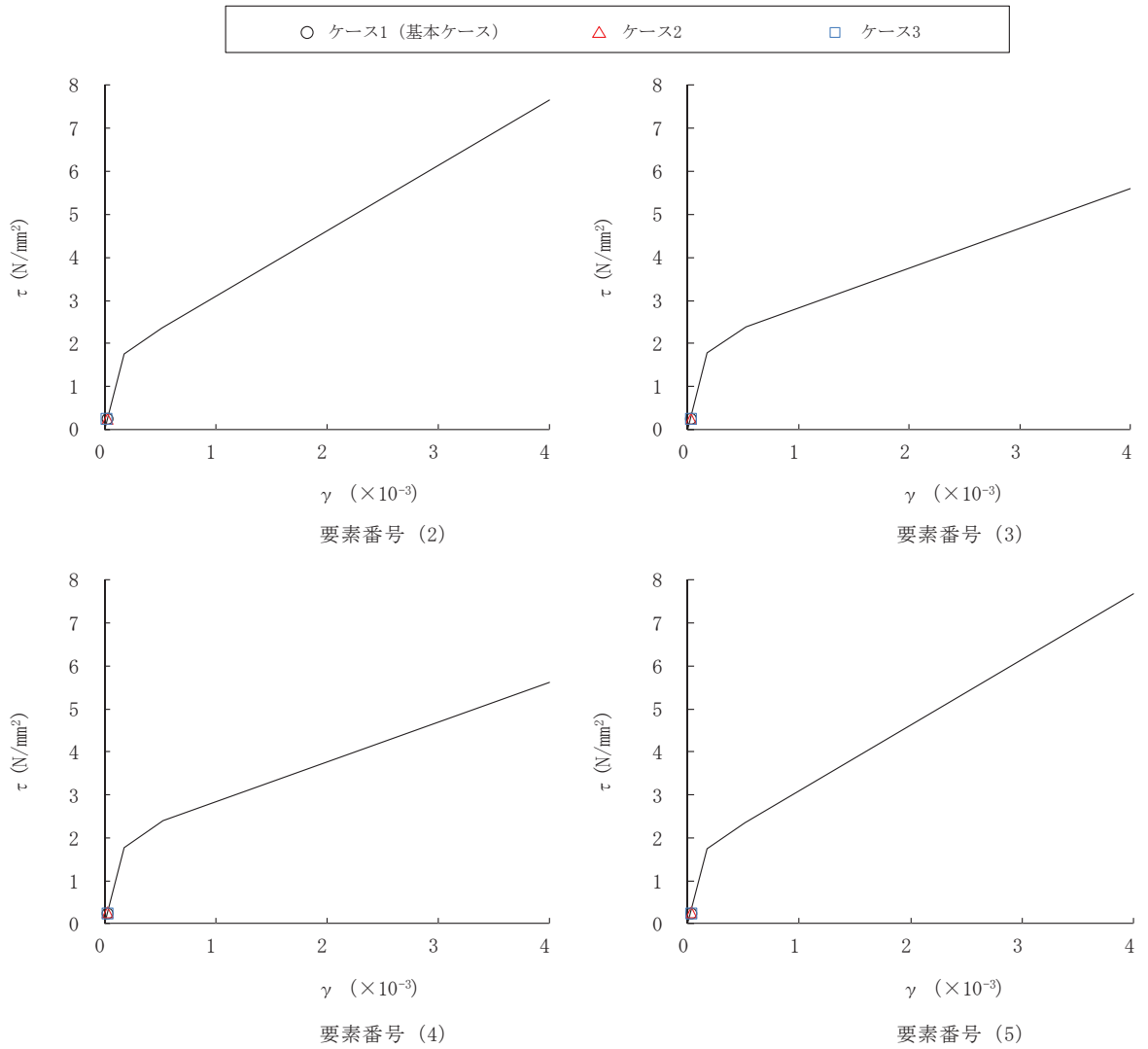


図 2-29 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

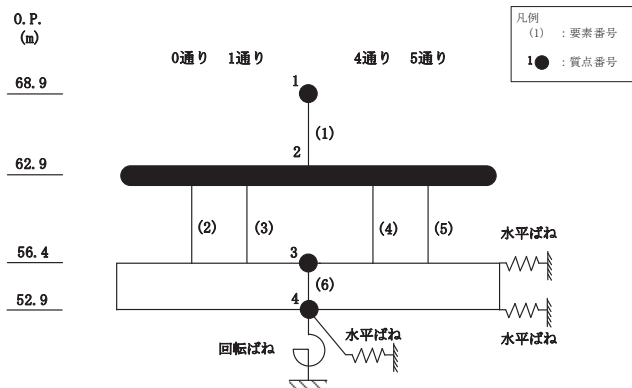
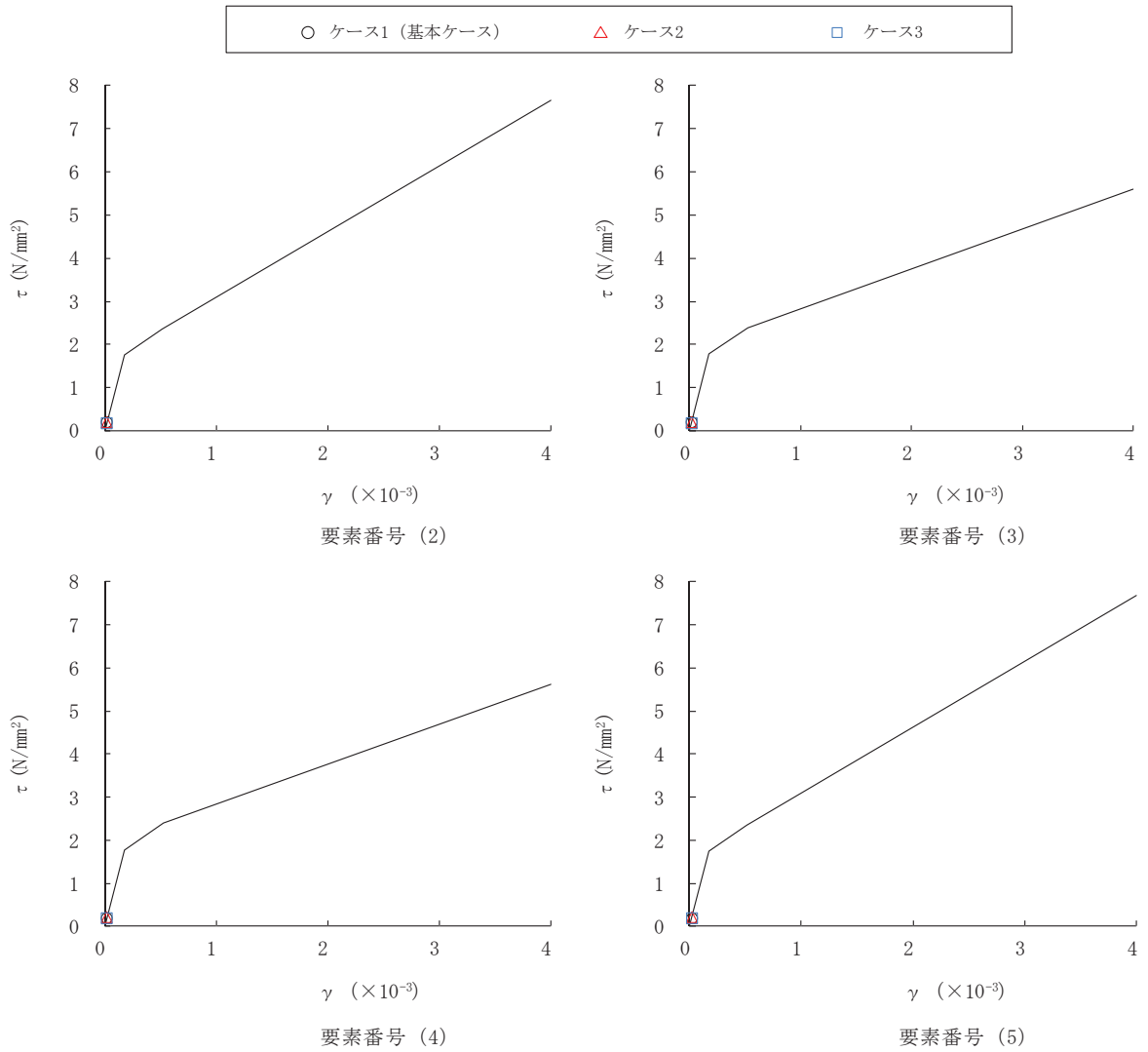


図 2-30 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, EW 方向)

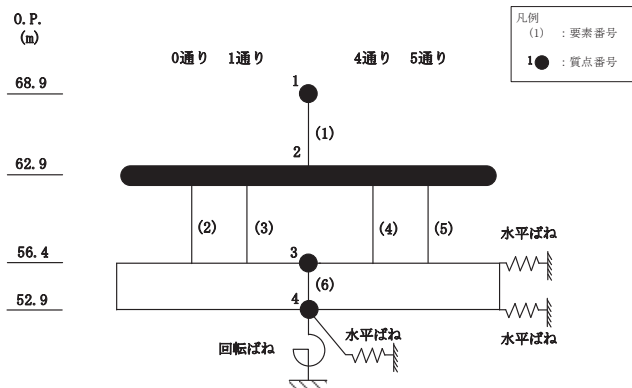
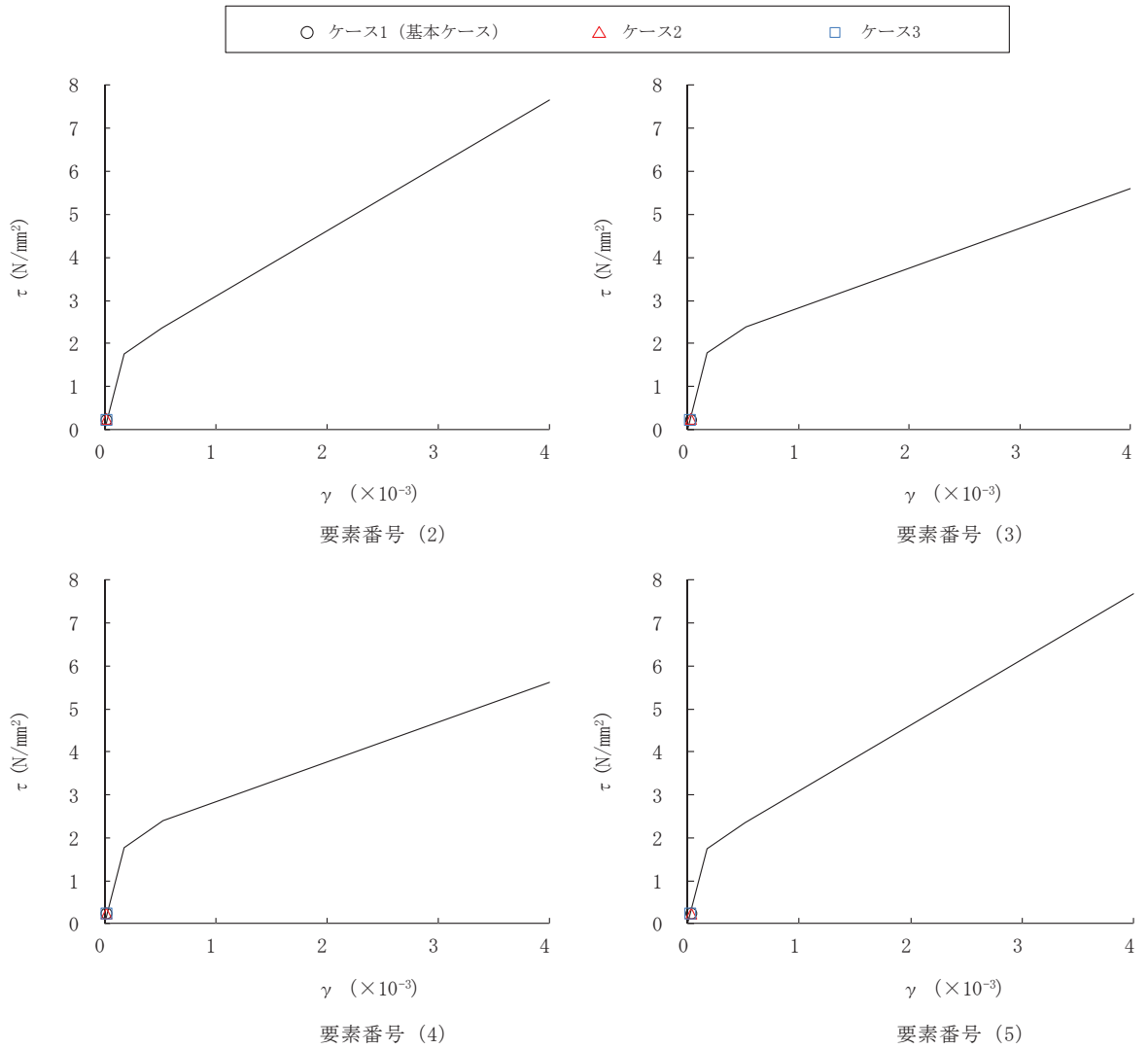
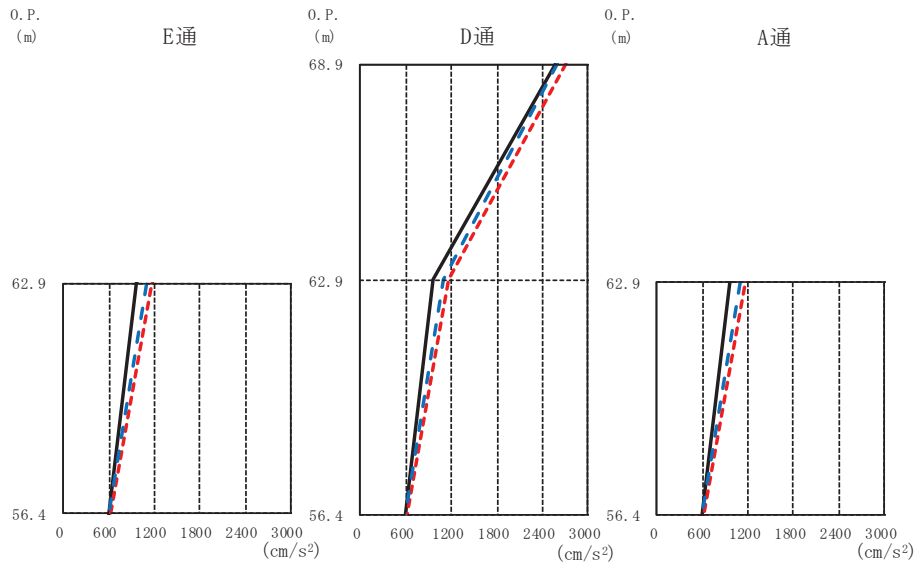
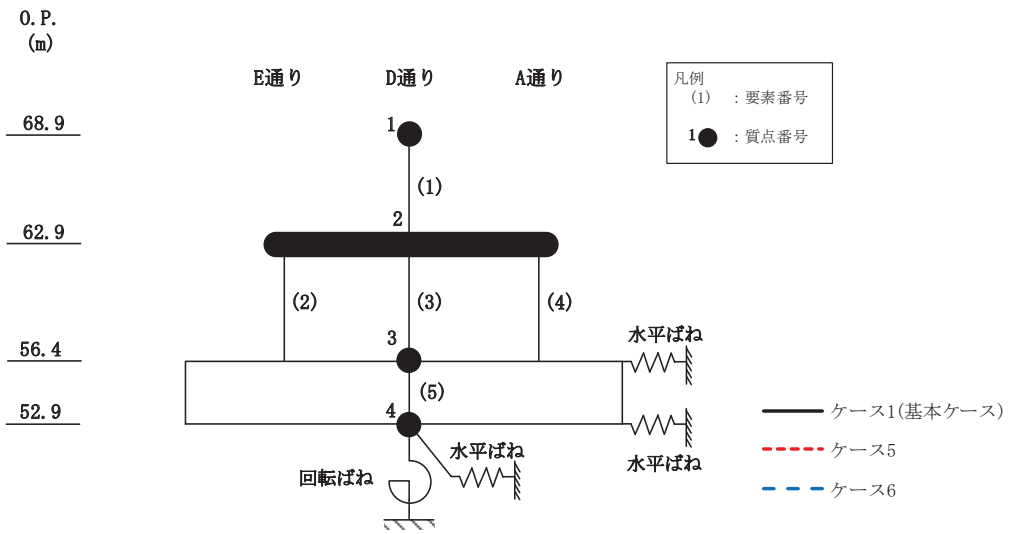


図 2-31 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

### 2.3 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ

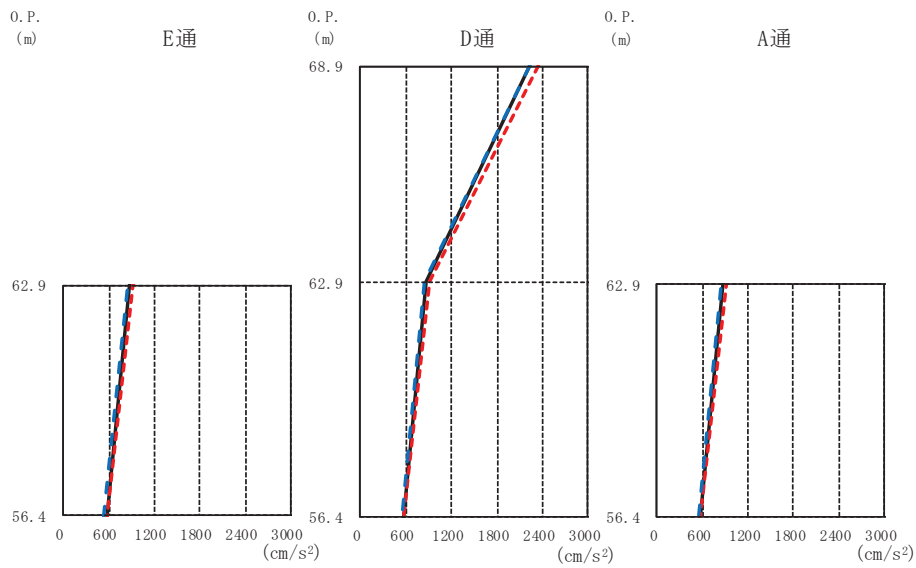
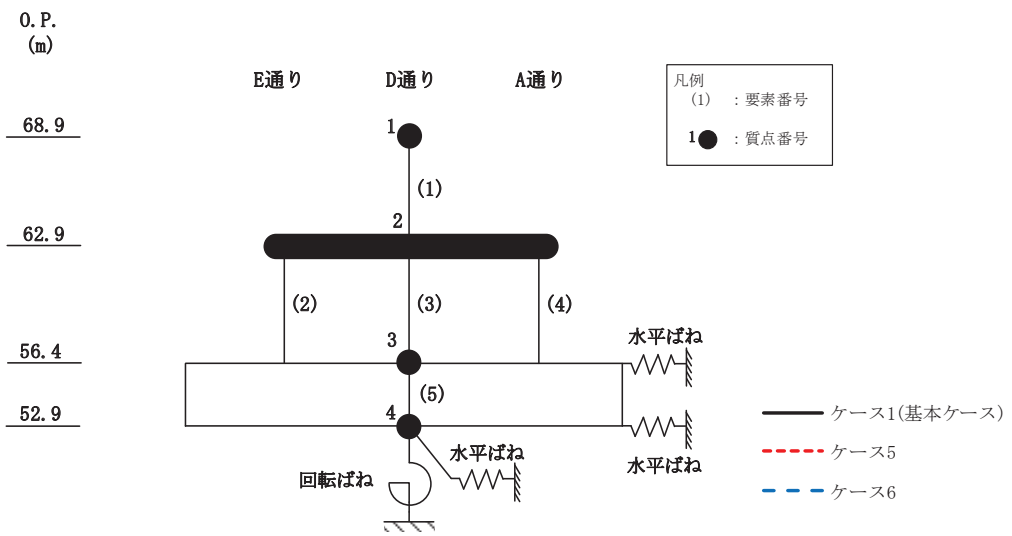
建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮した基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果を図 2-32～図 2-45 に示す。



		E通			D通			A通			
		(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	2580	2710	2585	68.9			
62.9	957	1162	1094	62.9	957	1162	1094	62.9	957	1162	1094
56.4	594	614	592	56.4	594	614	592	56.4	594	614	592

(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 2-32(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (1/3)

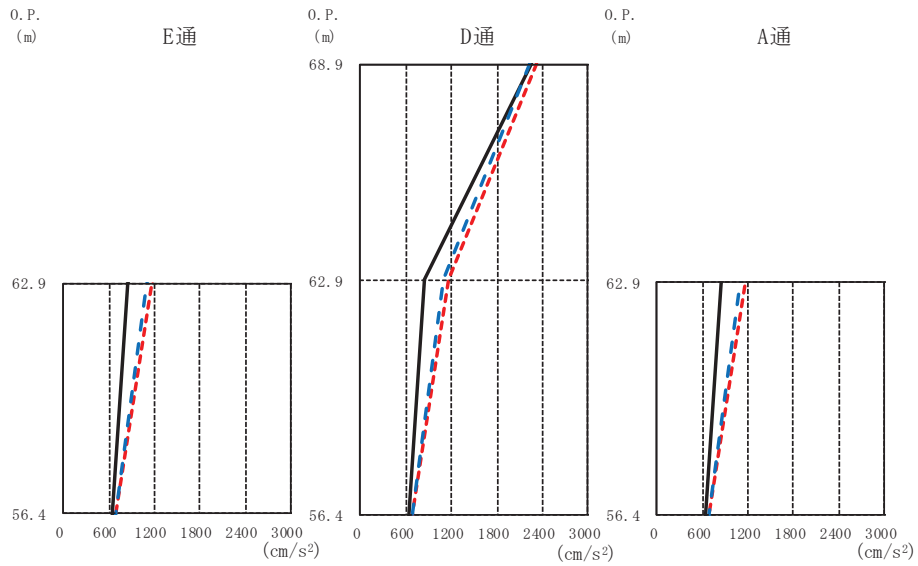
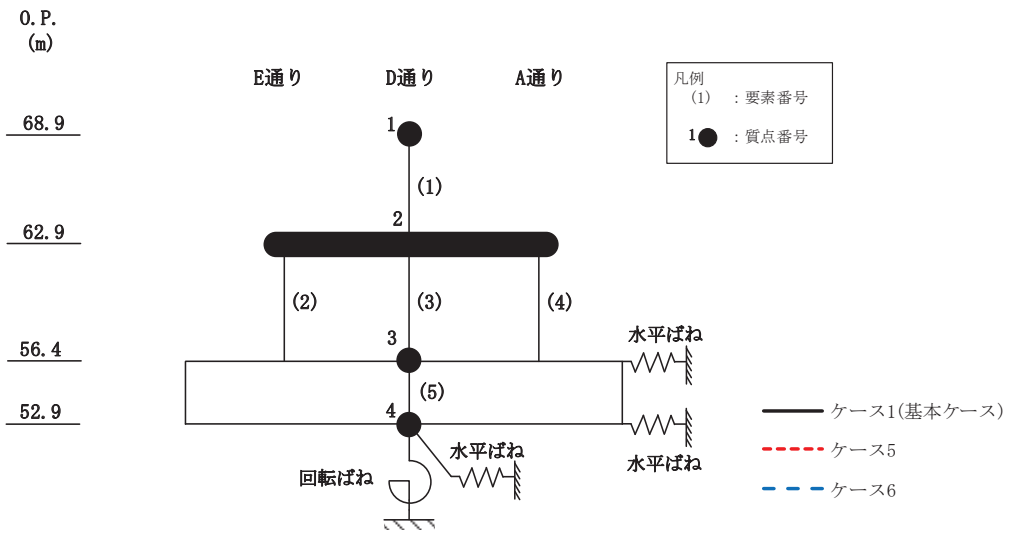


		E通			D通			A通			
		(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	2235	2336	2220	68.9			
62.9	877	922	848	62.9	877	922	848	62.9	877	922	848
56.4	563	565	538	56.4	563	565	538	56.4	563	565	538

(b) S<sub>s</sub> - D 3

図 2-32(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)

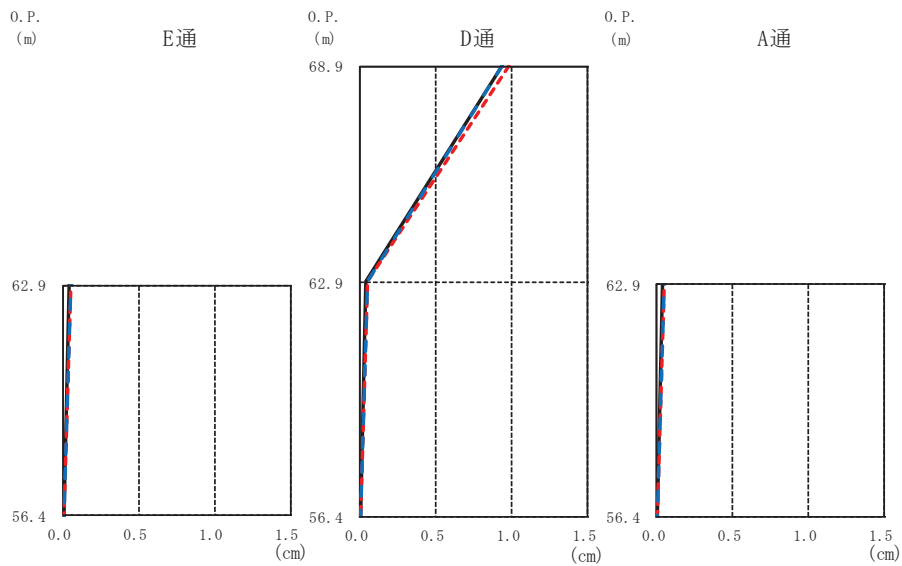
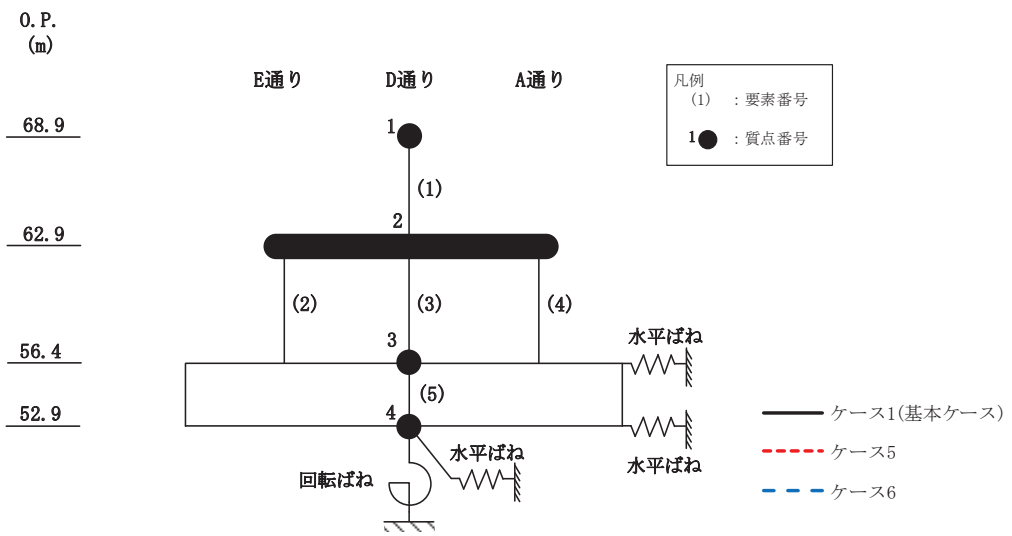




E通				D通			A通				
				(cm/s <sup>2</sup> )							
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	2253	2331	2221	68.9			
62.9	838	1159	1092	62.9	838	1159	1092	62.9	838	1159	1092
56.4	644	686	682	56.4	644	686	682	56.4	644	686	682

(c) S<sub>s</sub> - F 3

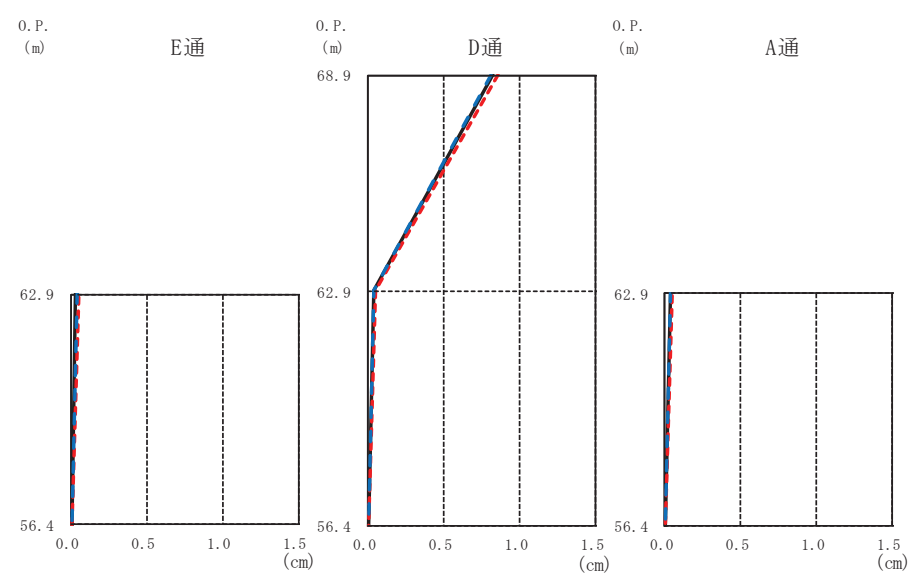
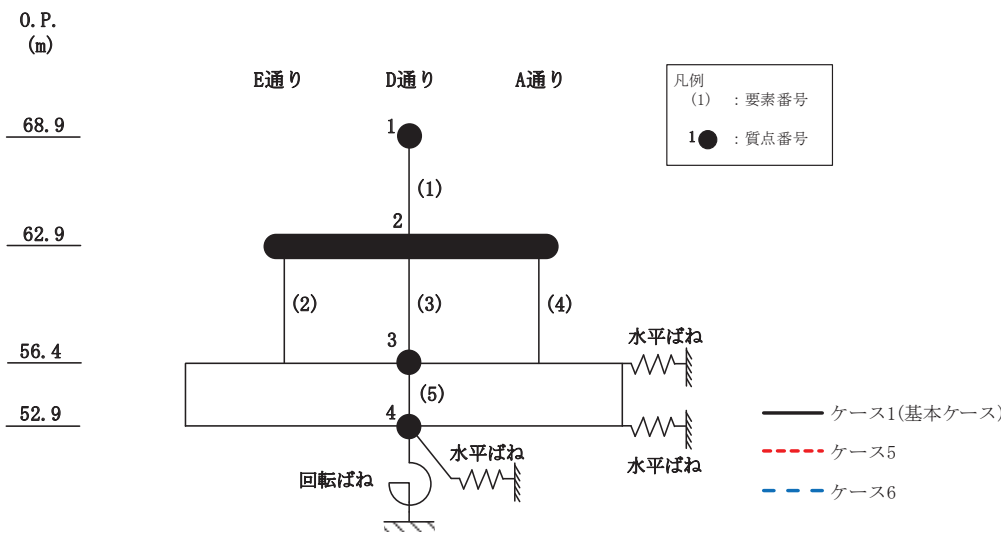
図 2-32(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



E通				D通			A通				
				(cm)							
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	0.93	0.98	0.94	68.9			
62.9	0.03	0.05	0.05	62.9	0.03	0.05	0.05	62.9	0.03	0.05	0.05
56.4	0.00	0.01	0.01	56.4	0.00	0.01	0.01	56.4	0.00	0.01	0.01

(a)  $S_s - D2$

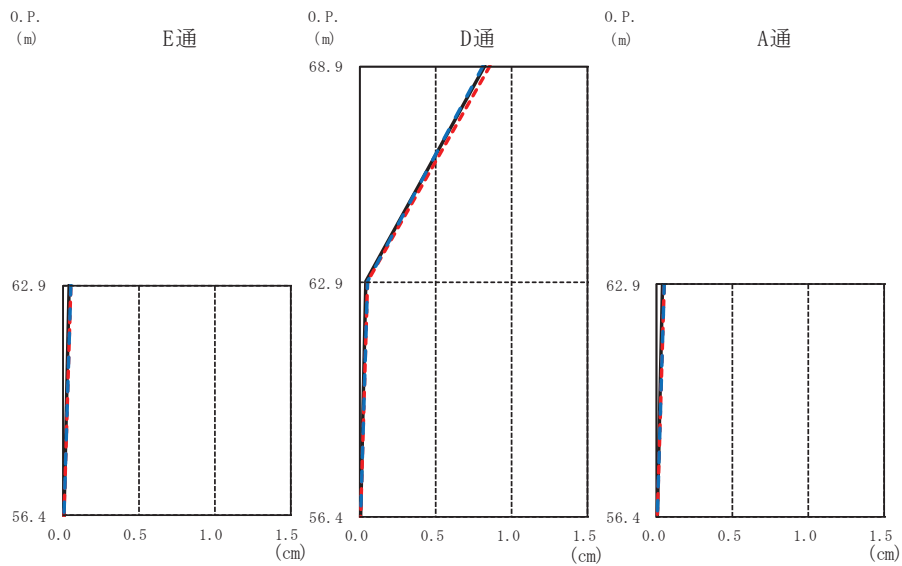
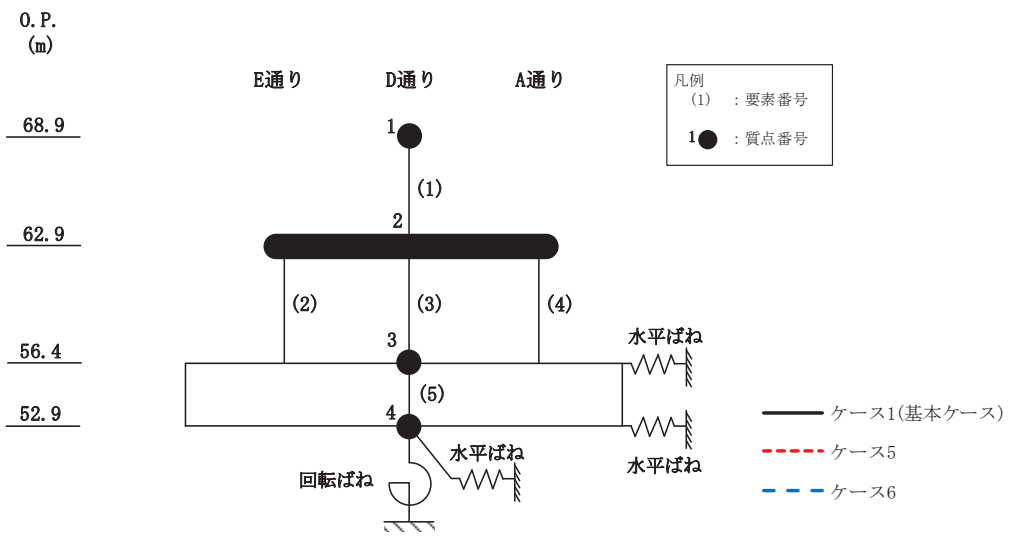
図2-33(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS方向) (1/3)



E通				D通			A通				
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	0.81	0.85	0.81	68.9			
62.9	0.03	0.04	0.04	62.9	0.03	0.04	0.04	62.9	0.03	0.04	0.04
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(b) S<sub>s</sub> - D 3

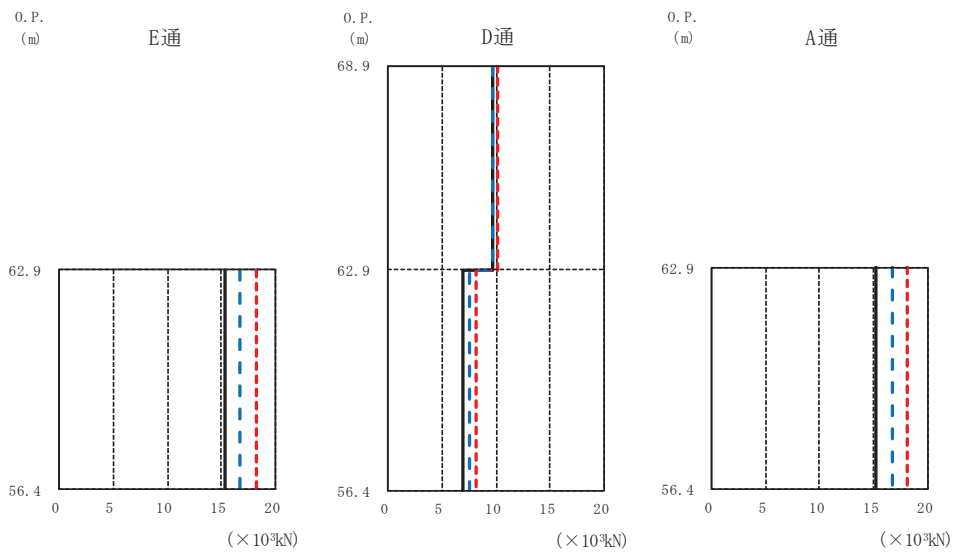
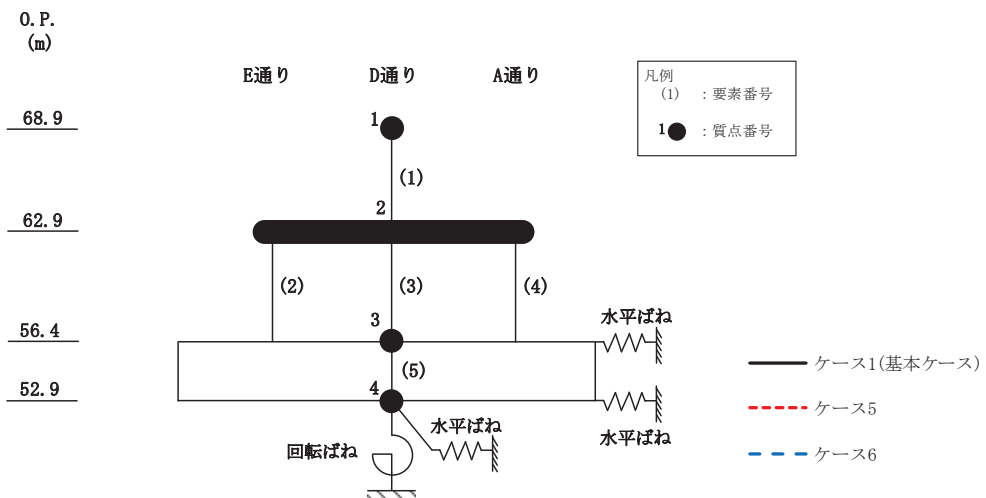
図 2-33(2) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)



E通				D通			A通				
				(cm)							
O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	O.P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9				68.9	0.82	0.85	0.81	68.9			
62.9	0.03	0.05	0.04	62.9	0.03	0.05	0.04	62.9	0.03	0.05	0.04
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(c)  $S_s - F_3$

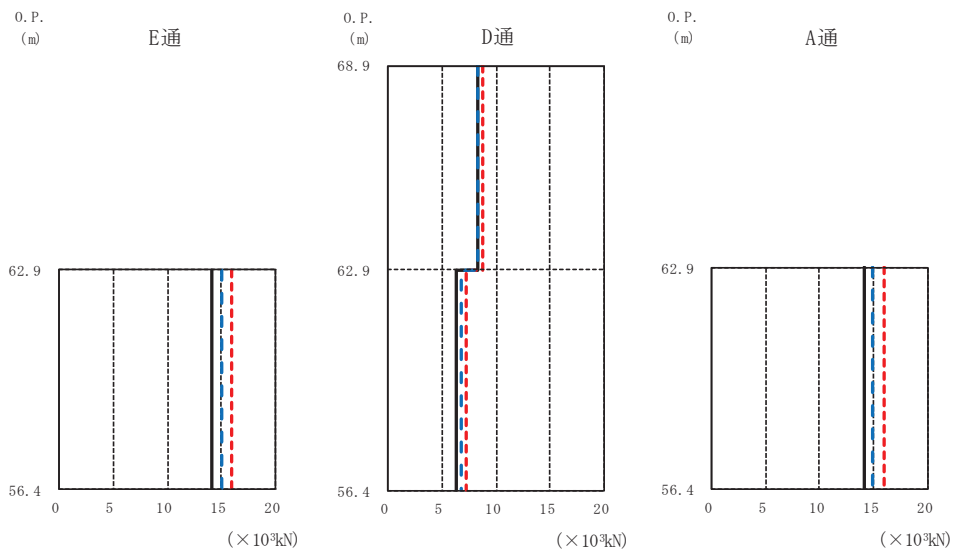
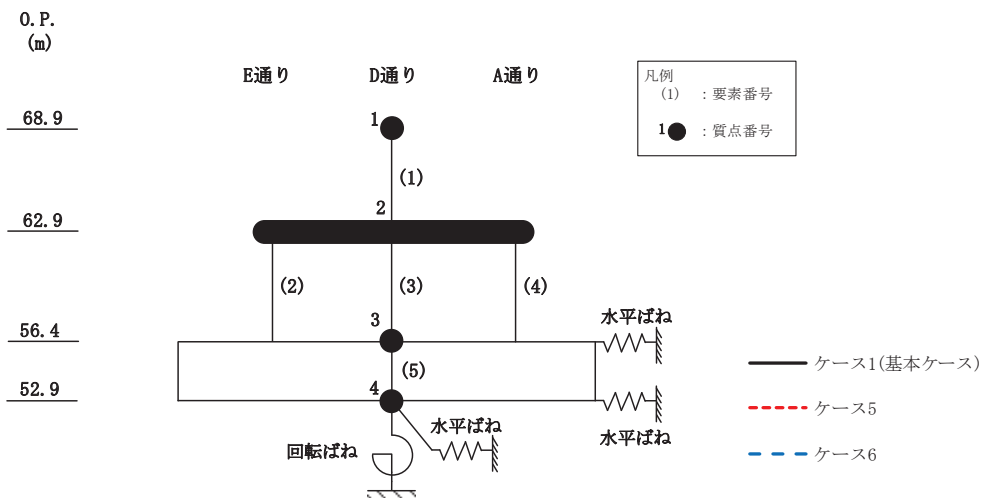
図2-33(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS方向) (3/3)



E通			D通			A通		
O.P. (m)			O.P. (m)			O.P. (m)		
ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
			68.9	9.62	10.10	9.64		
			62.9	9.62	10.10	9.64		
			56.4	15.29	18.21	16.76		

(a) S s - D 2

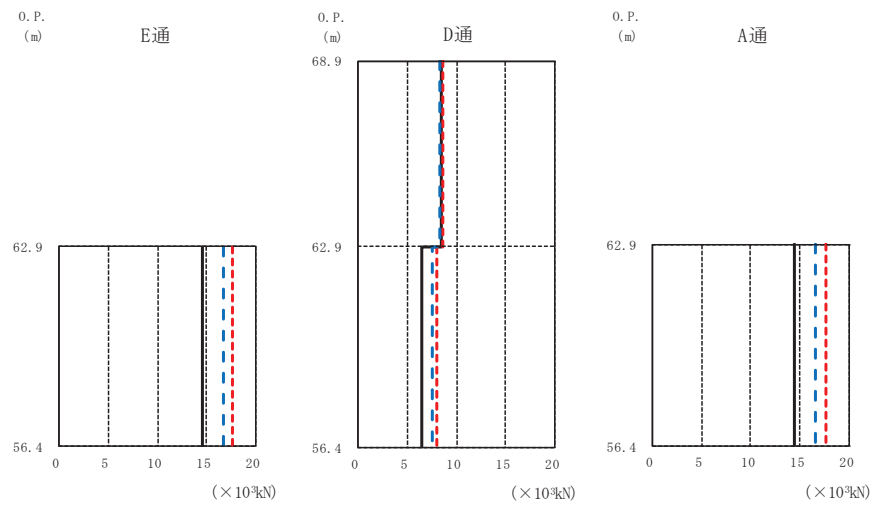
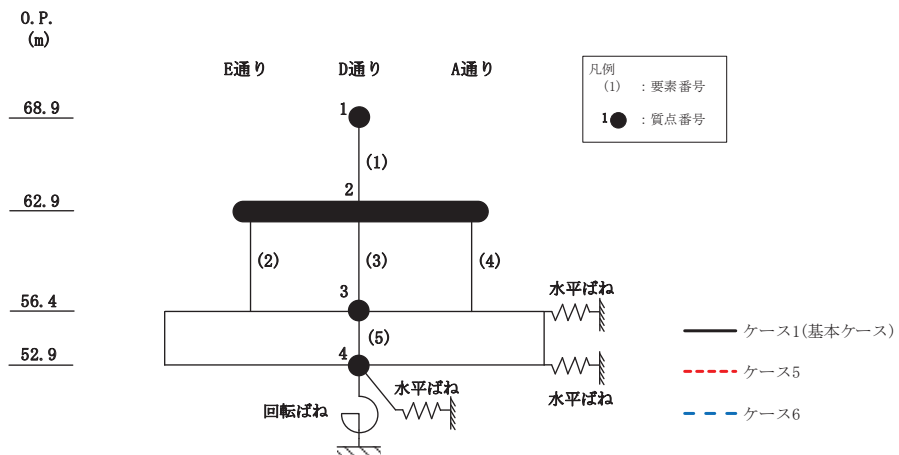
図 2-34(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m)	E通			D通			A通		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9									
62.9				8.33	8.70	8.28			
56.4	14.10	15.95	14.96	6.37	7.20	6.76	14.10	15.96	14.96

(b) S s - D 3

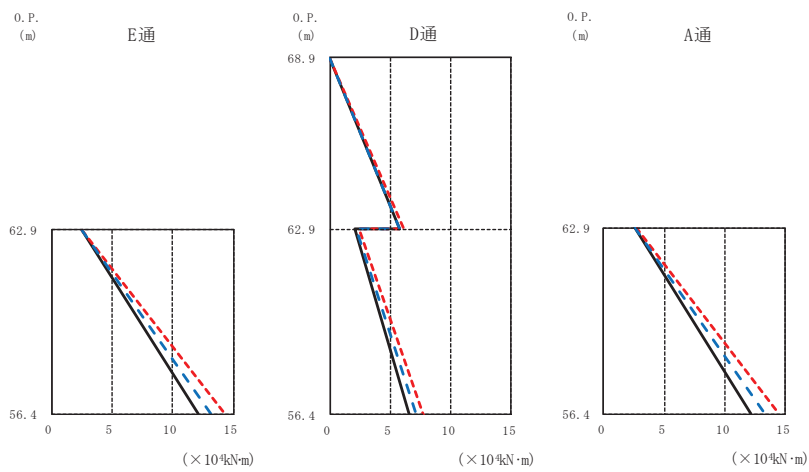
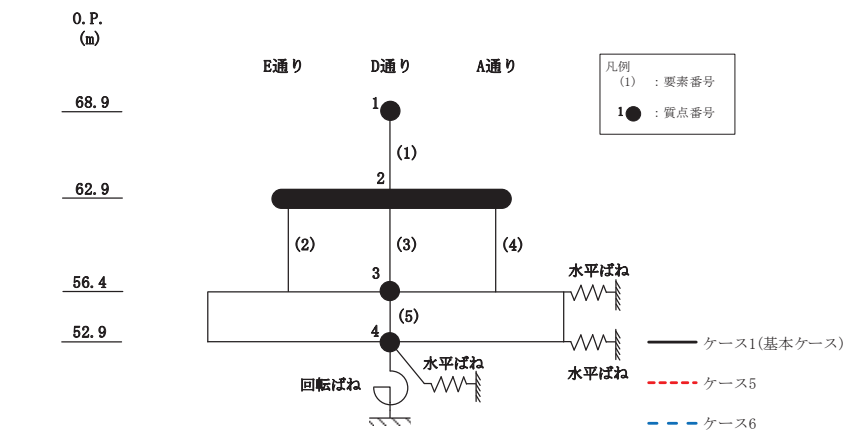
図 2-34(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m)		E通 (×10 <sup>3</sup> kN)			D通 (×10 <sup>3</sup> kN)			O.P. (m)			A通 (×10 <sup>3</sup> kN)		
		ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6				ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
68.9	62.9				8.40	8.69	8.27						
62.9	56.4	14.52	17.68	16.69	6.56	7.98	7.54				14.52	17.68	16.69

(c) S s - F 3

図 2-34(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)

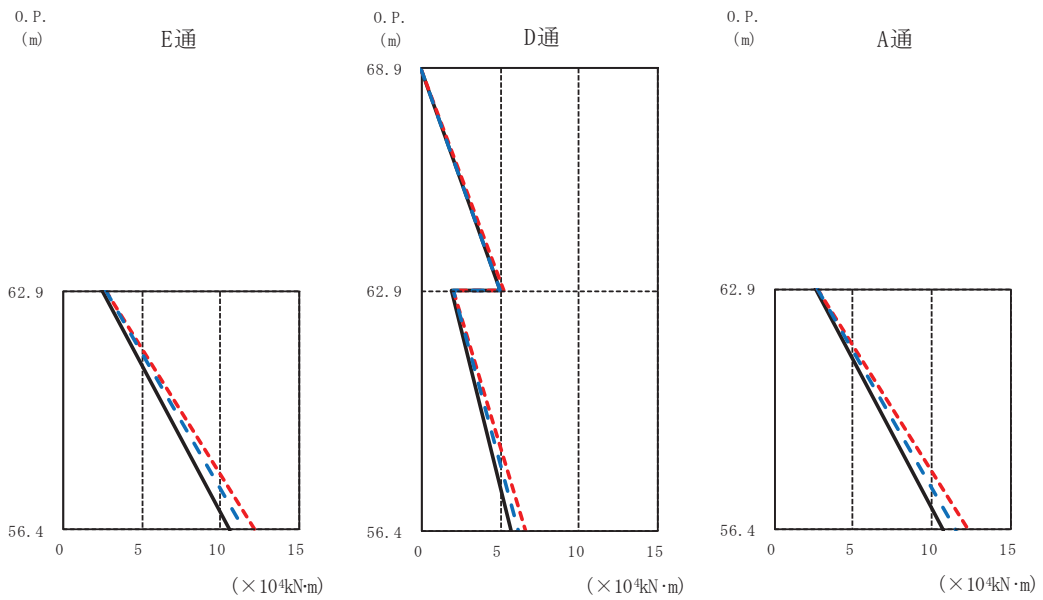
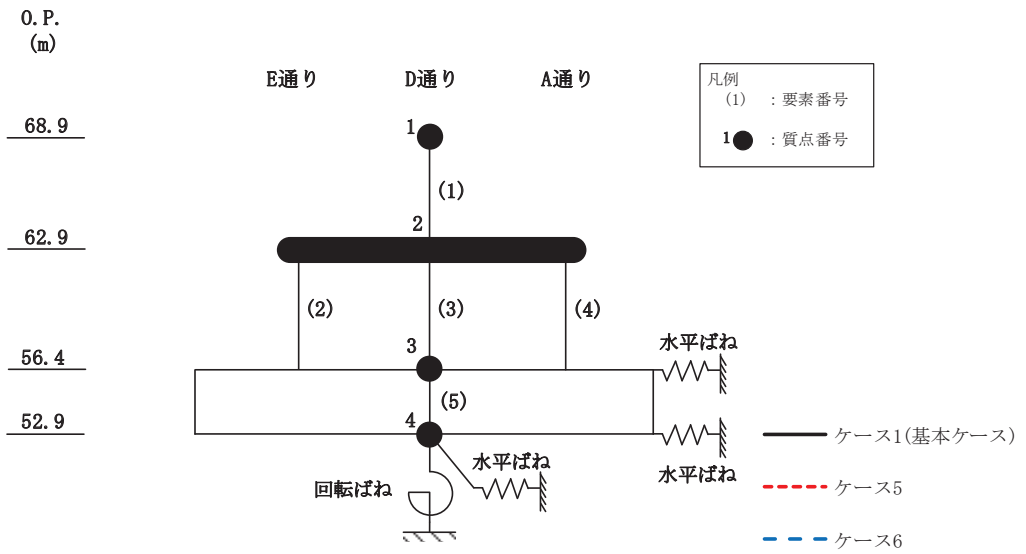


E通				D通				A通			
O.P. (m)				O.P. (m)				O.P. (m)			
E通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)				D通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)				A通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			
ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6		ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6		ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	
2.49	2.54	2.47	68.9	0.00	0.00	0.00	68.9	2.57	2.62	2.58	68.9
12.08	14.26	13.14	62.9	5.77	6.06	5.78	62.9	12.21	14.42	13.29	62.9
			56.4	2.03	2.36	2.20	56.4				56.4
				6.52	7.70	7.09					

(a) S s - D 2

図 2-35(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)

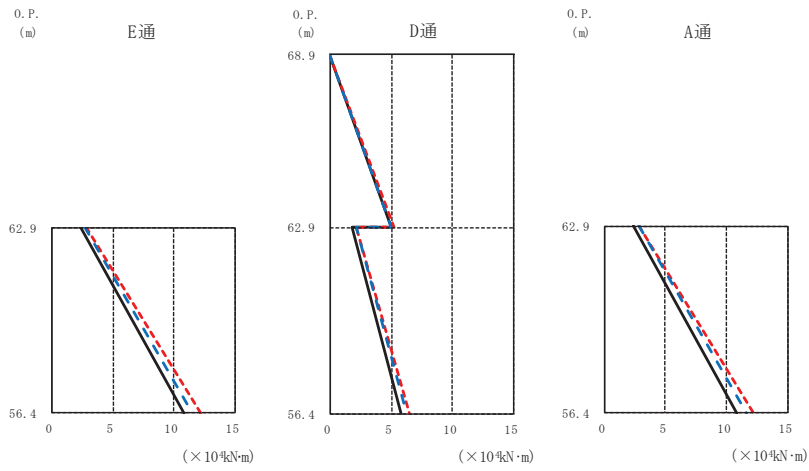
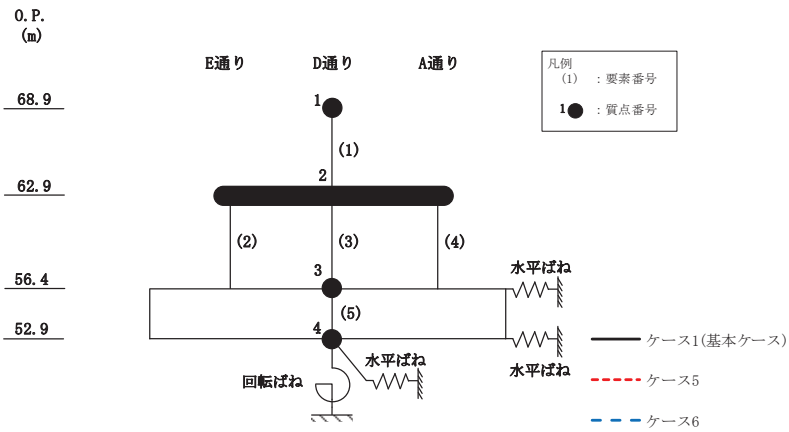




O.P. (m)		E通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			D通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			A通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6		
62.9	2.46	2.63	2.46	5.00	5.22	4.97	2.56	2.74	2.73	
56.4	10.60	12.21	11.49	5.71	6.57	6.18	10.71	12.35	11.61	

(b) S s - D 3

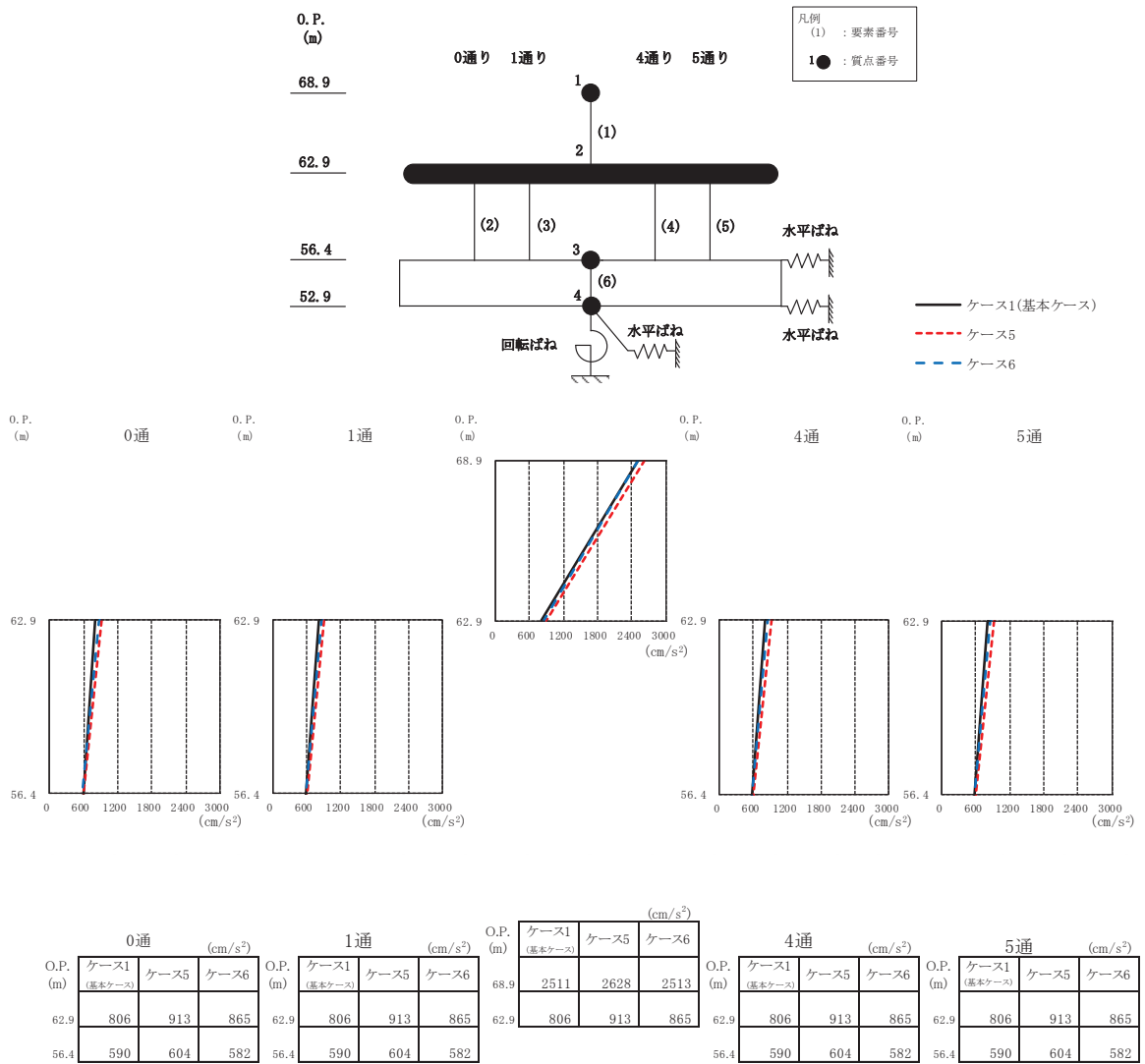
図 2-35(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m)		E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		
		ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
62.9	68.9	2.36	2.75	2.70	0.00	0.00	0.00	2.44	2.86	2.81
56.4	62.9	10.79	12.17	11.56	5.04	5.21	4.96	10.91	12.30	11.68
	56.4				1.78	2.15	2.09			
	52.9				5.79	6.52	6.20			

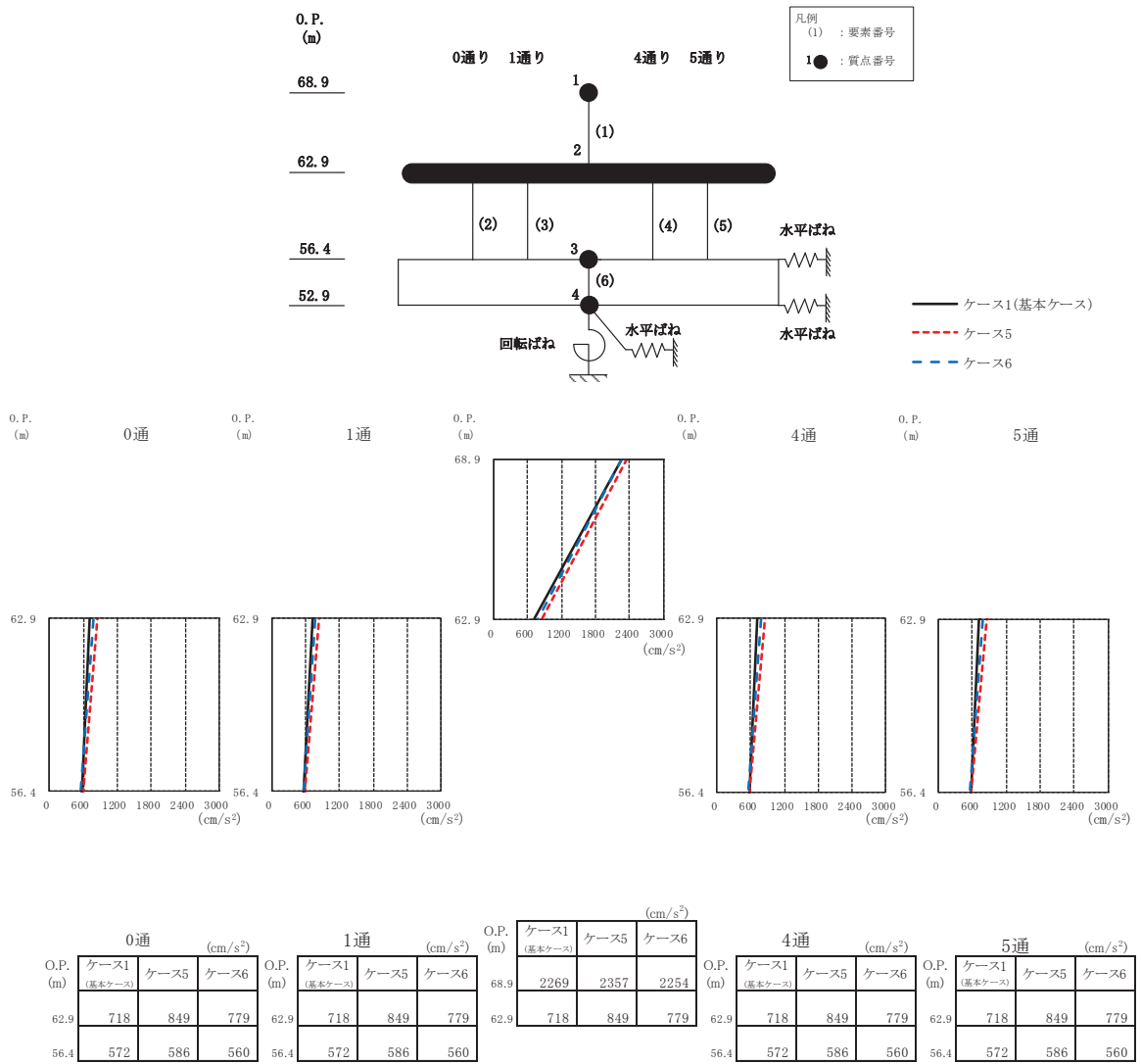
(c) S s - F 3

図 2-35(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



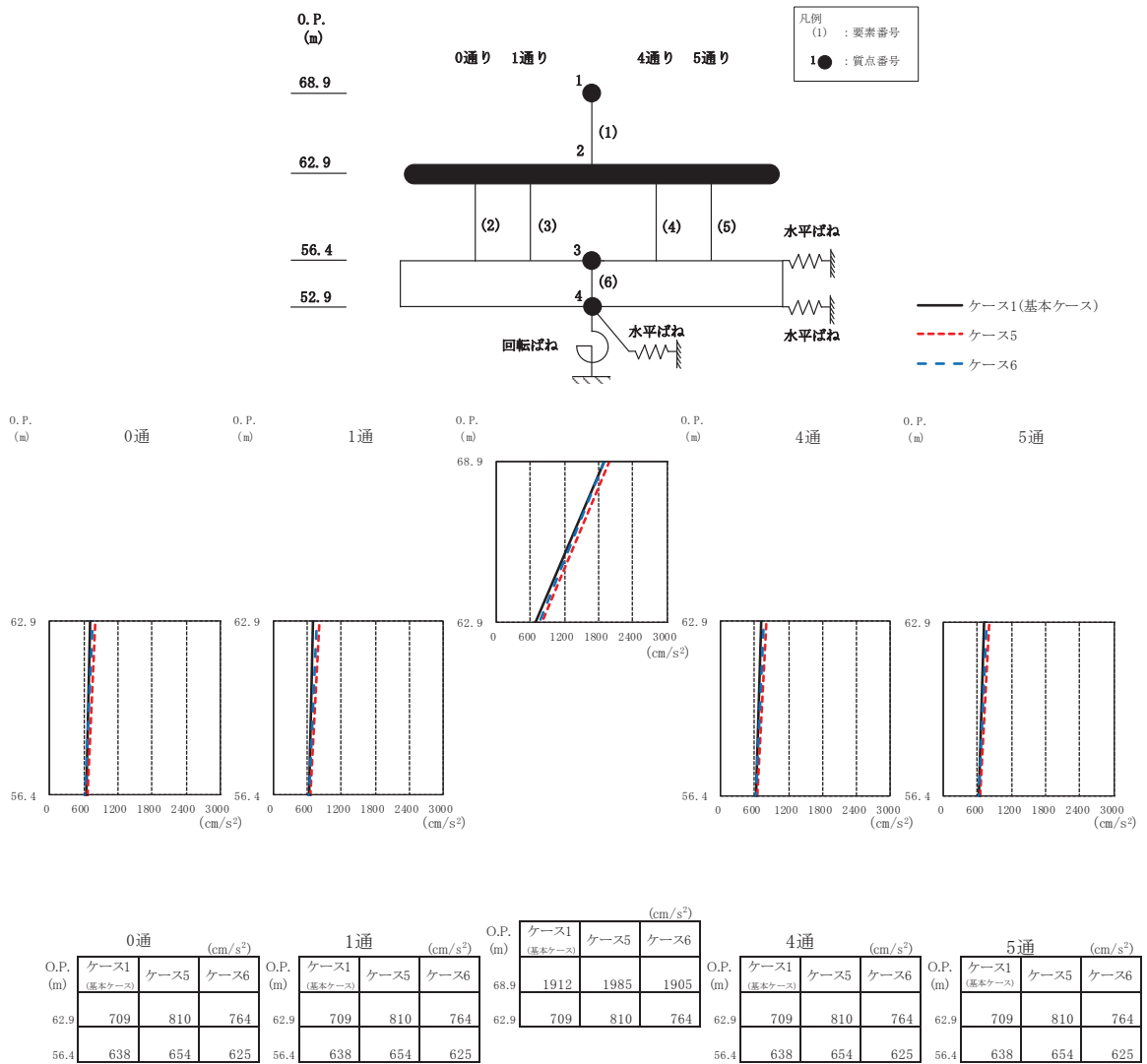
(a) S s - D 2

図 2-36(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



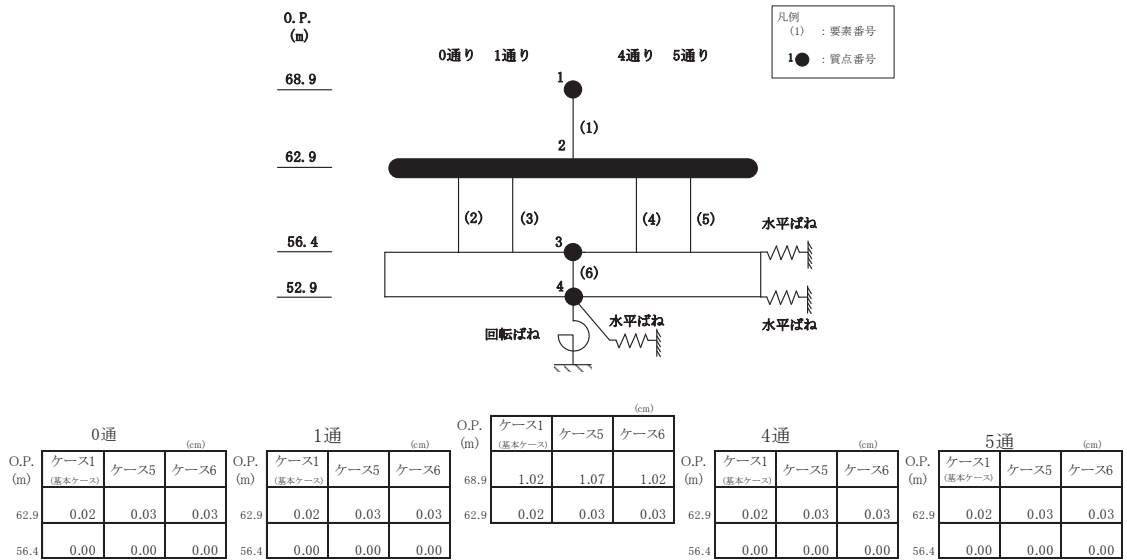
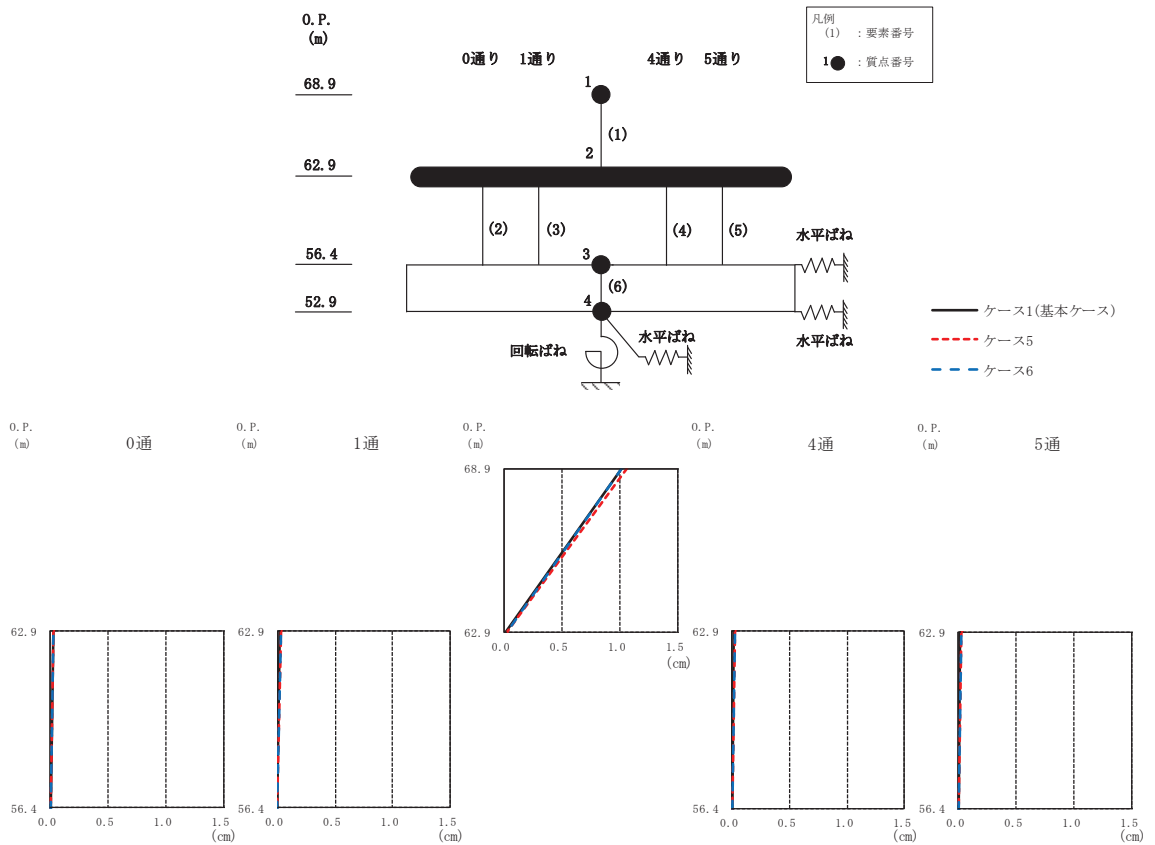
(b) S<sub>s</sub>-D3

図2-36(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)



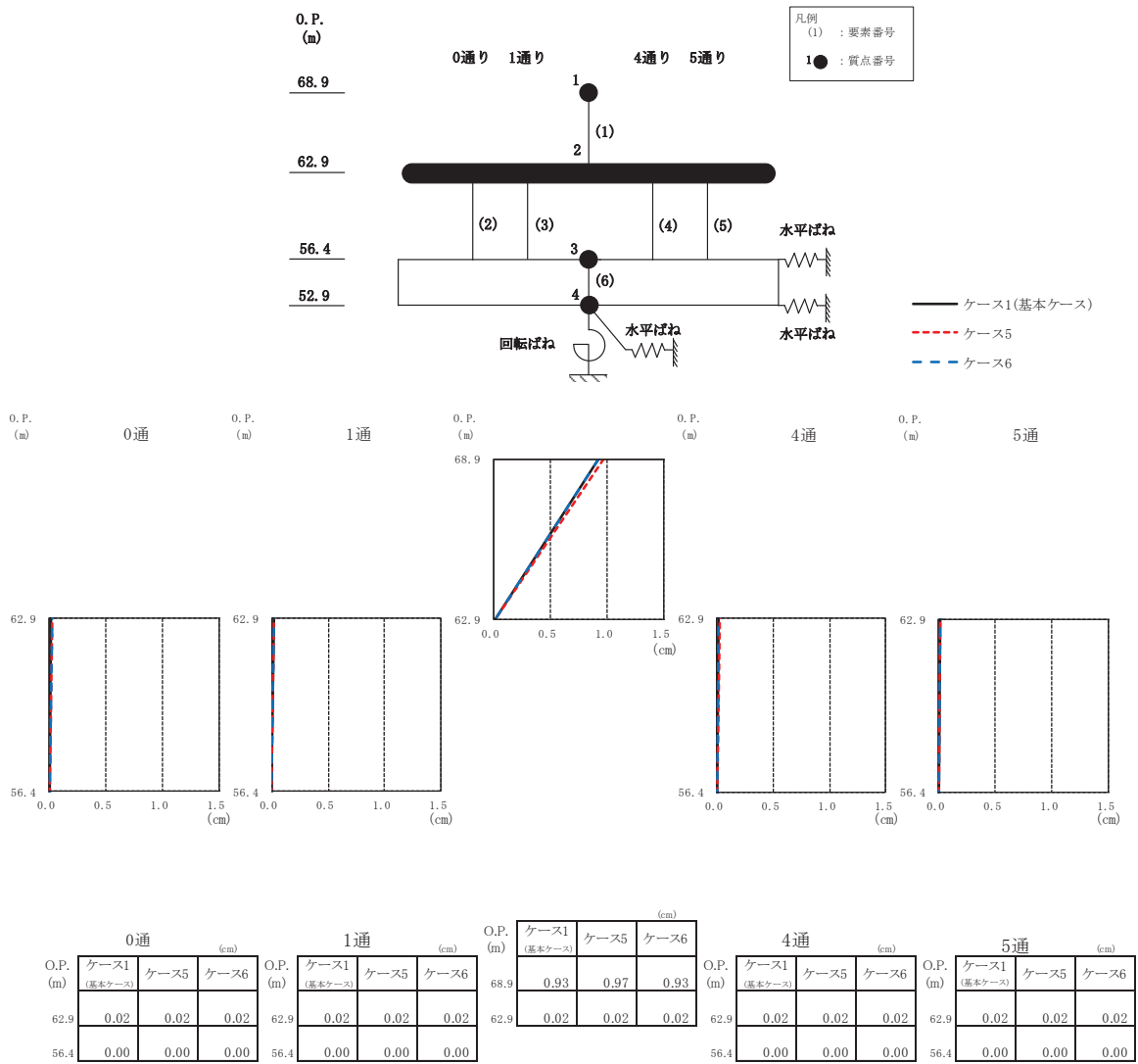
(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-36(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)



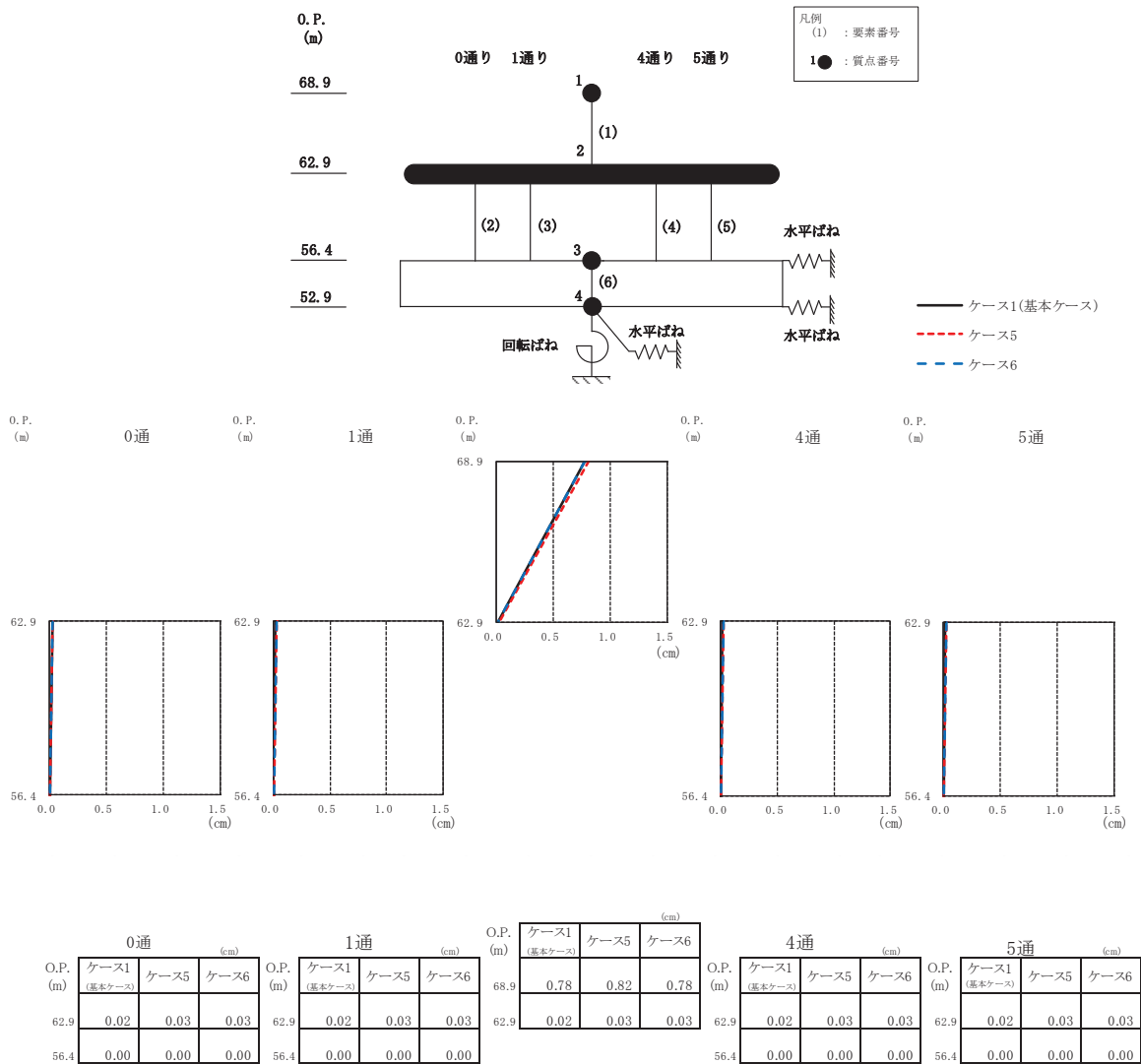
(a) S s - D 2

図 2-37(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b)  $S_s - D3$

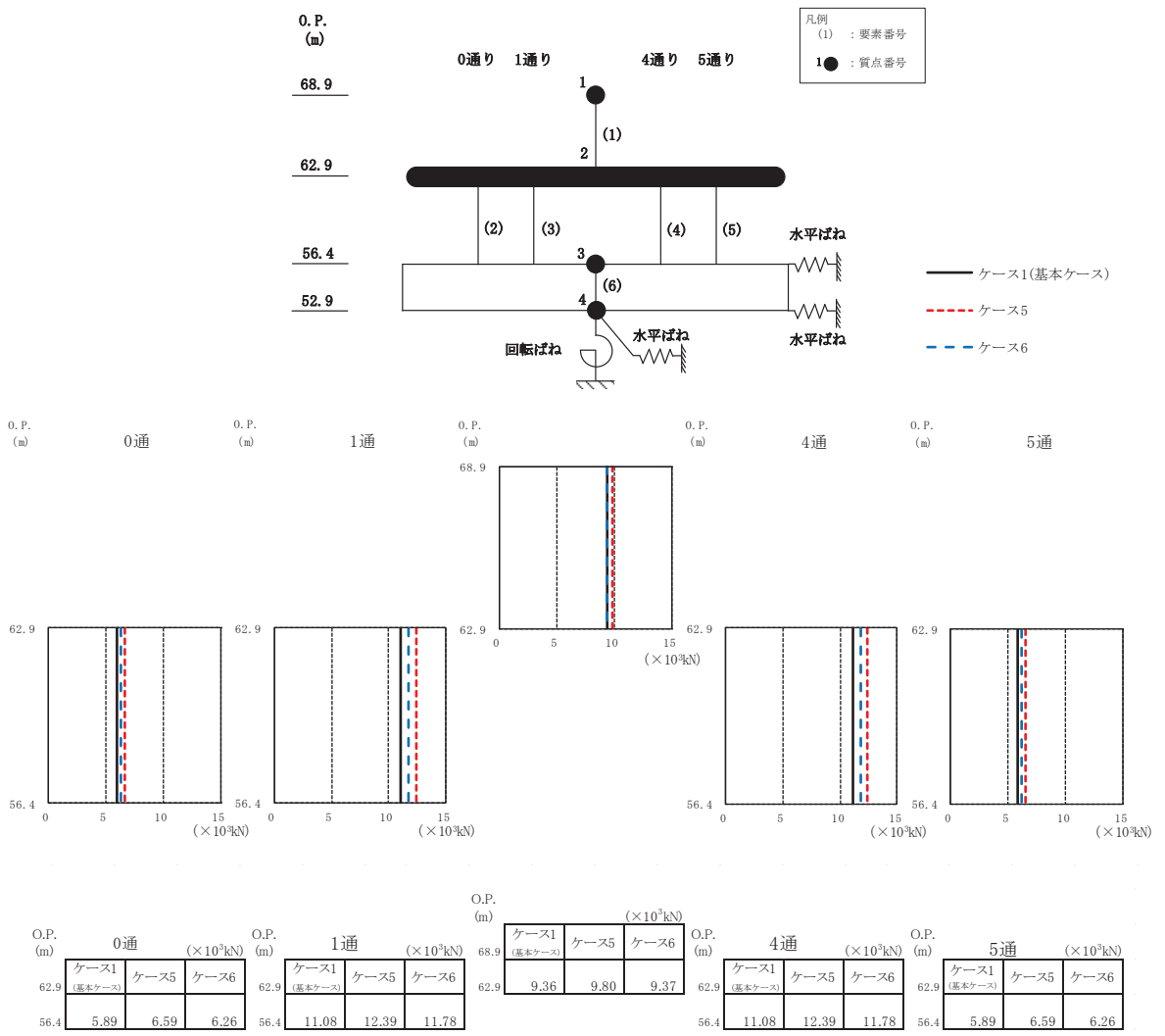
図2-37(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/3)



(c) S s - F 3

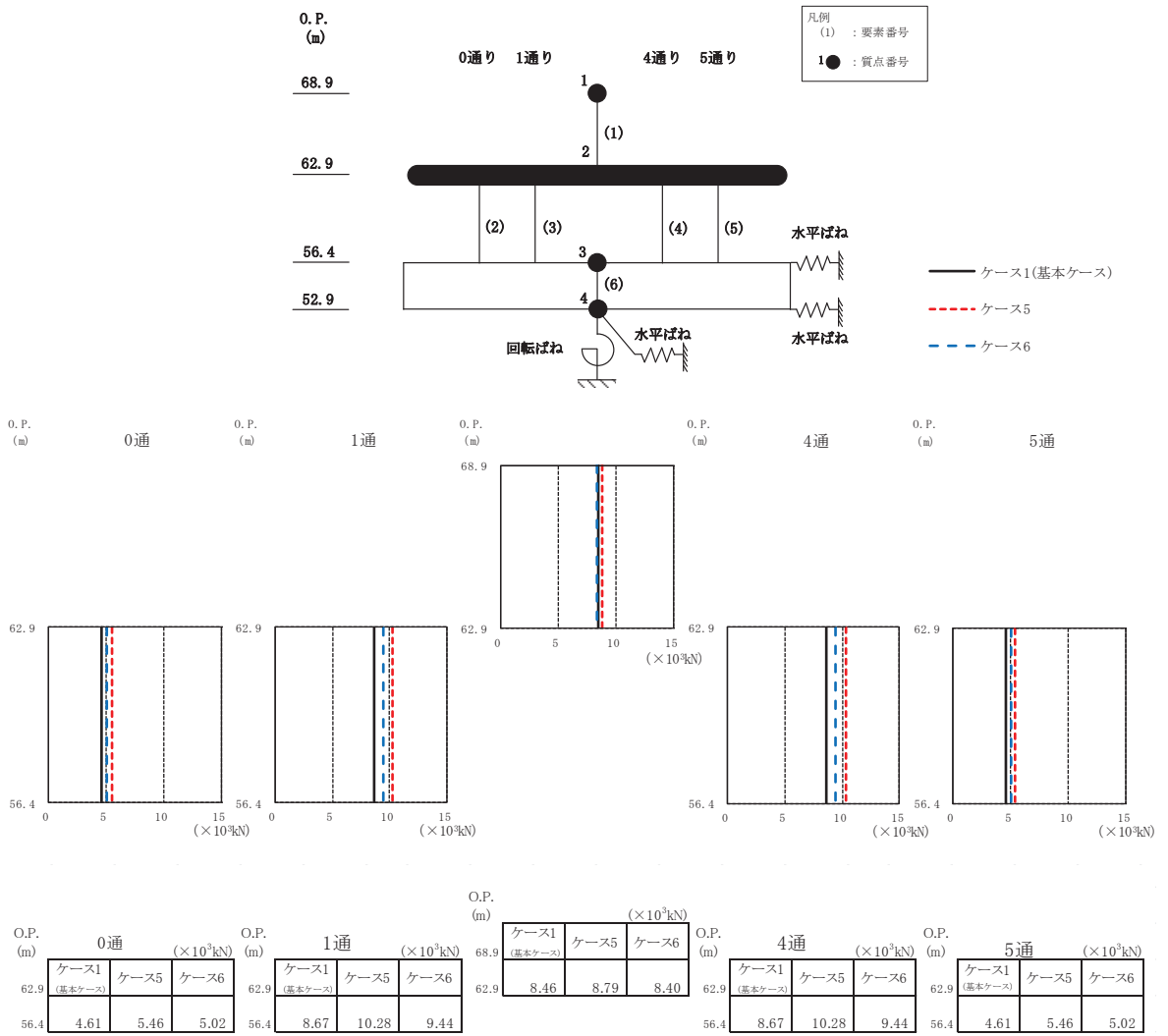
図2-37(3) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)





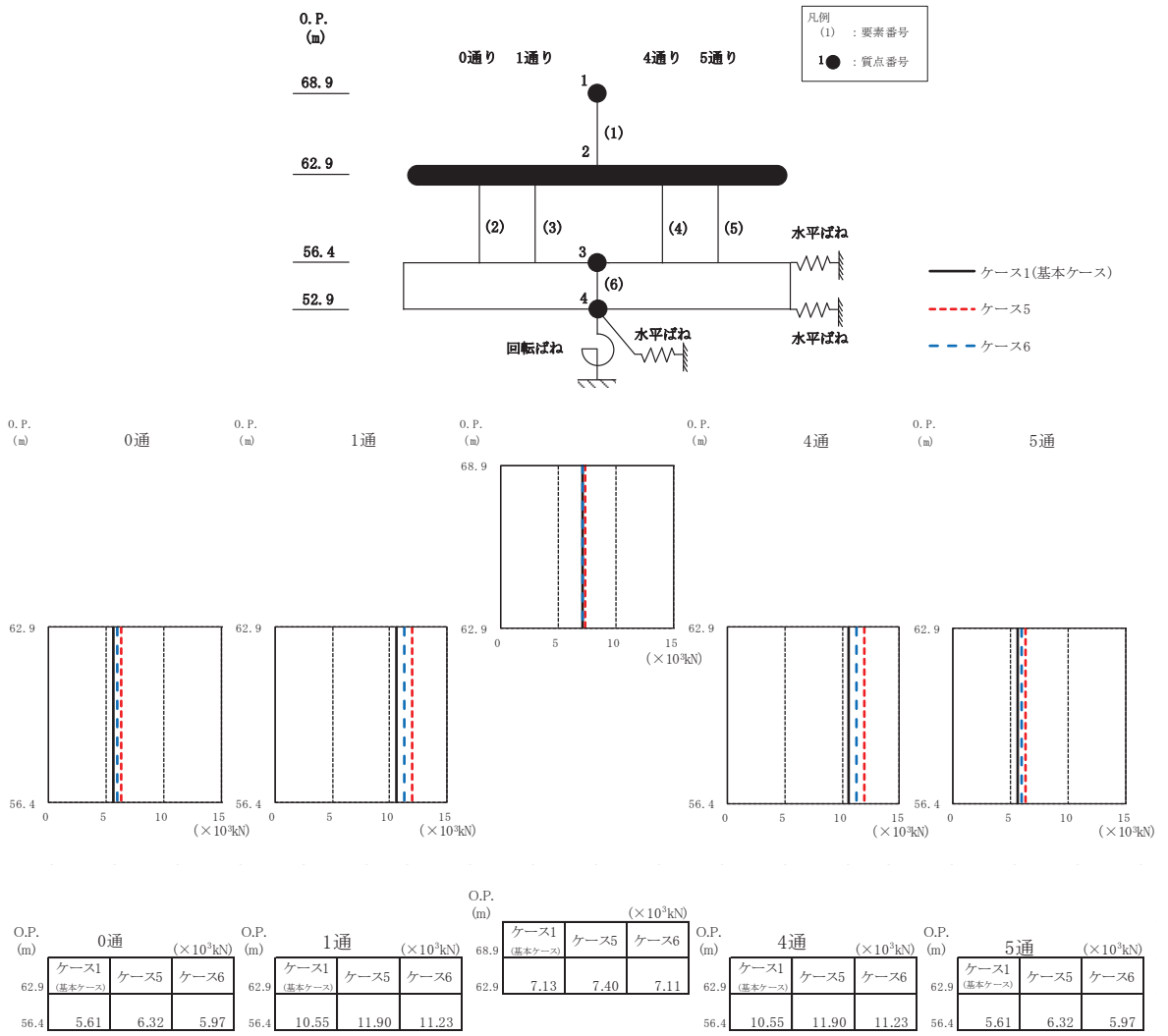
(a) S s - D 2

図 2-38(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



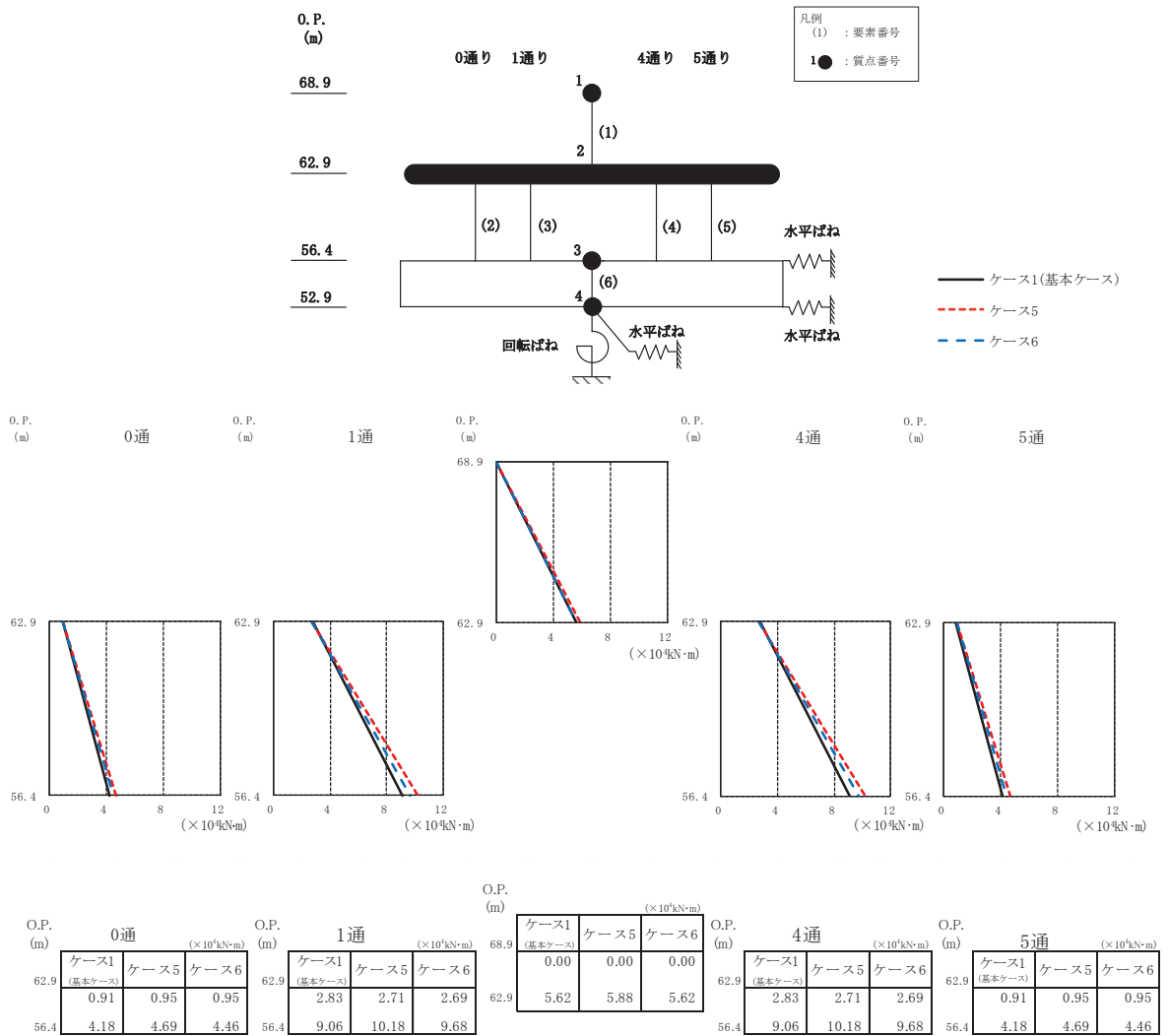
(b) S<sub>s</sub>-D3

図 2-38(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)



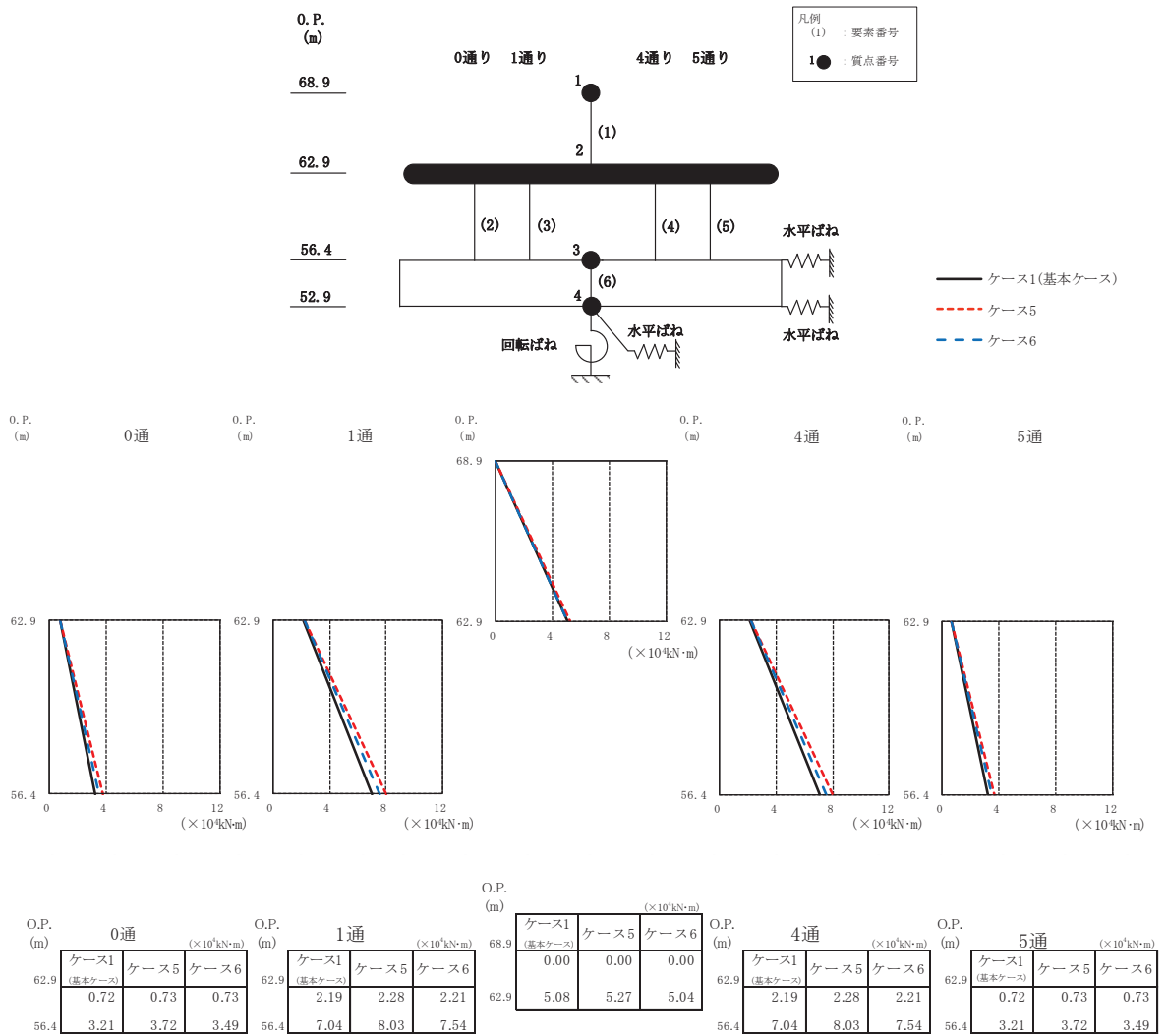
(c)  $S_s - F_3$

図 2-38(3) 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (3/3)



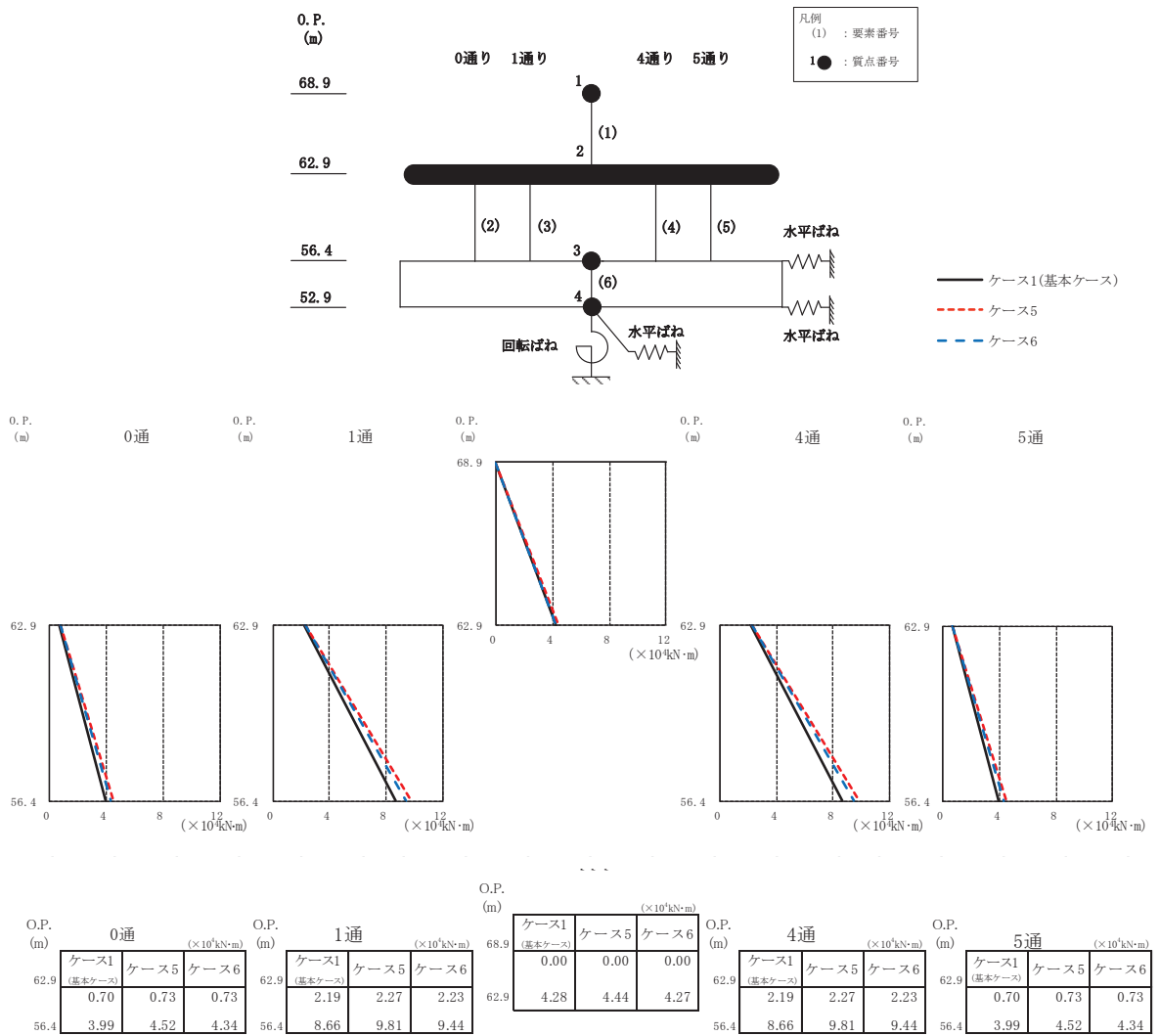
(a) S s - D 2

図 2-39(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub>-D3

図 2-39(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)



(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-39(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)

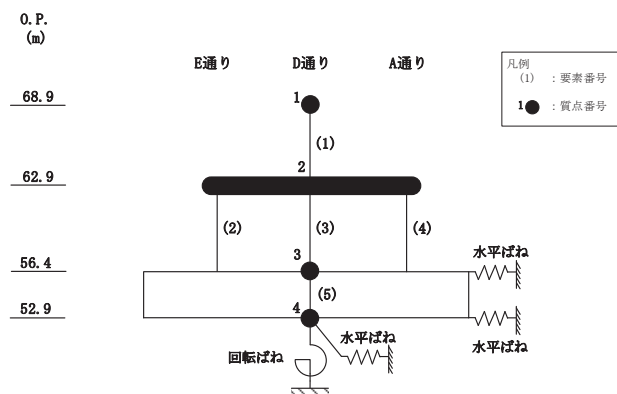
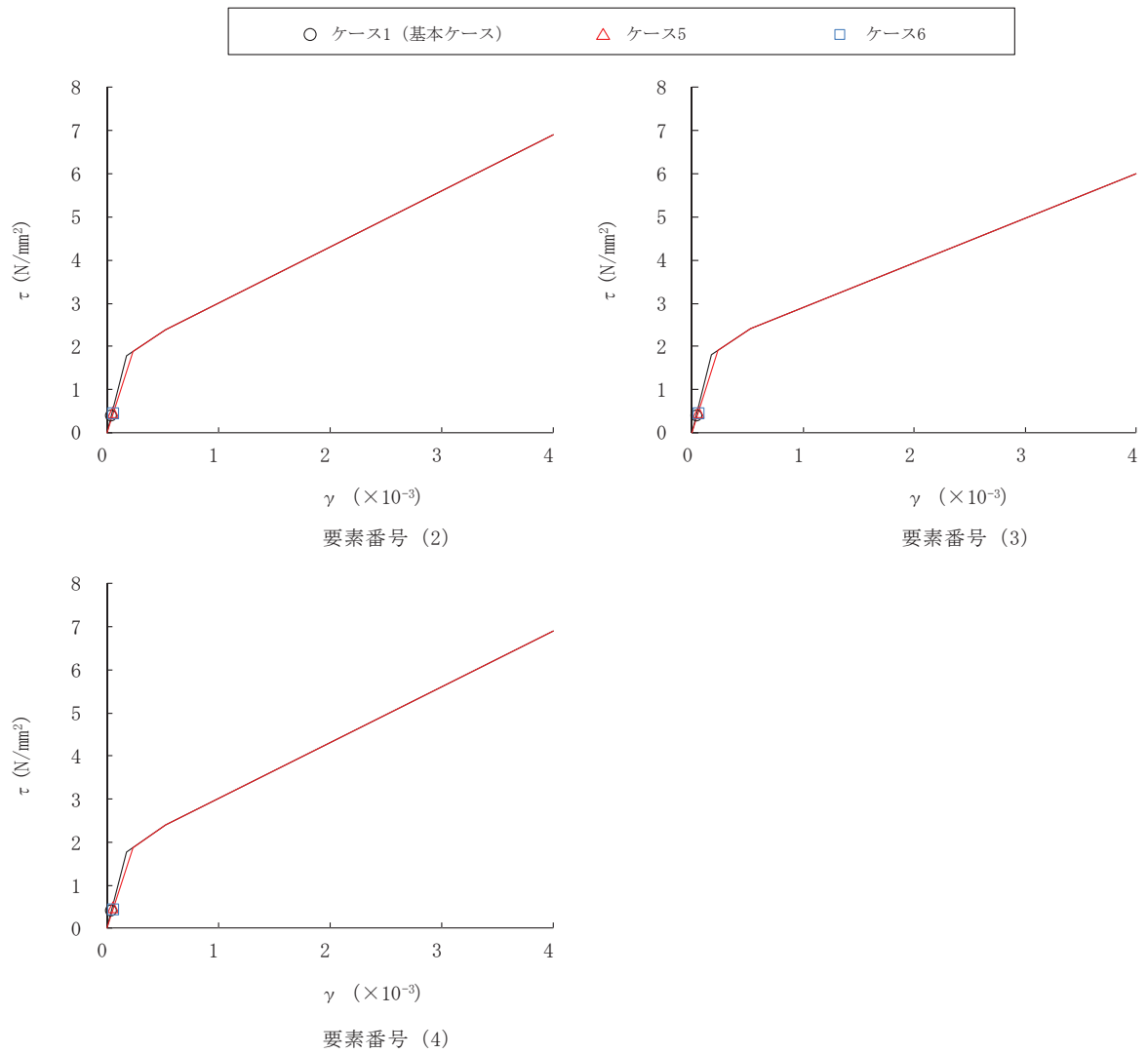


図 2-40 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)

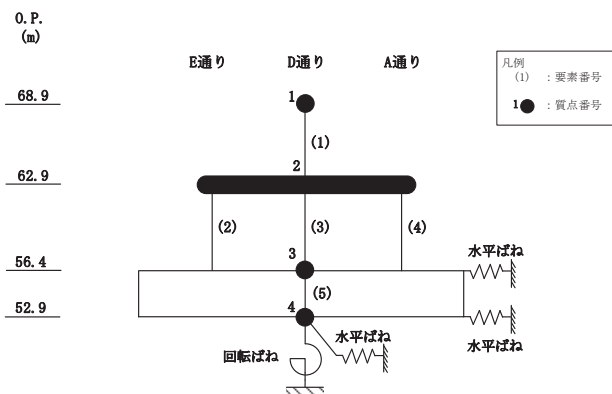
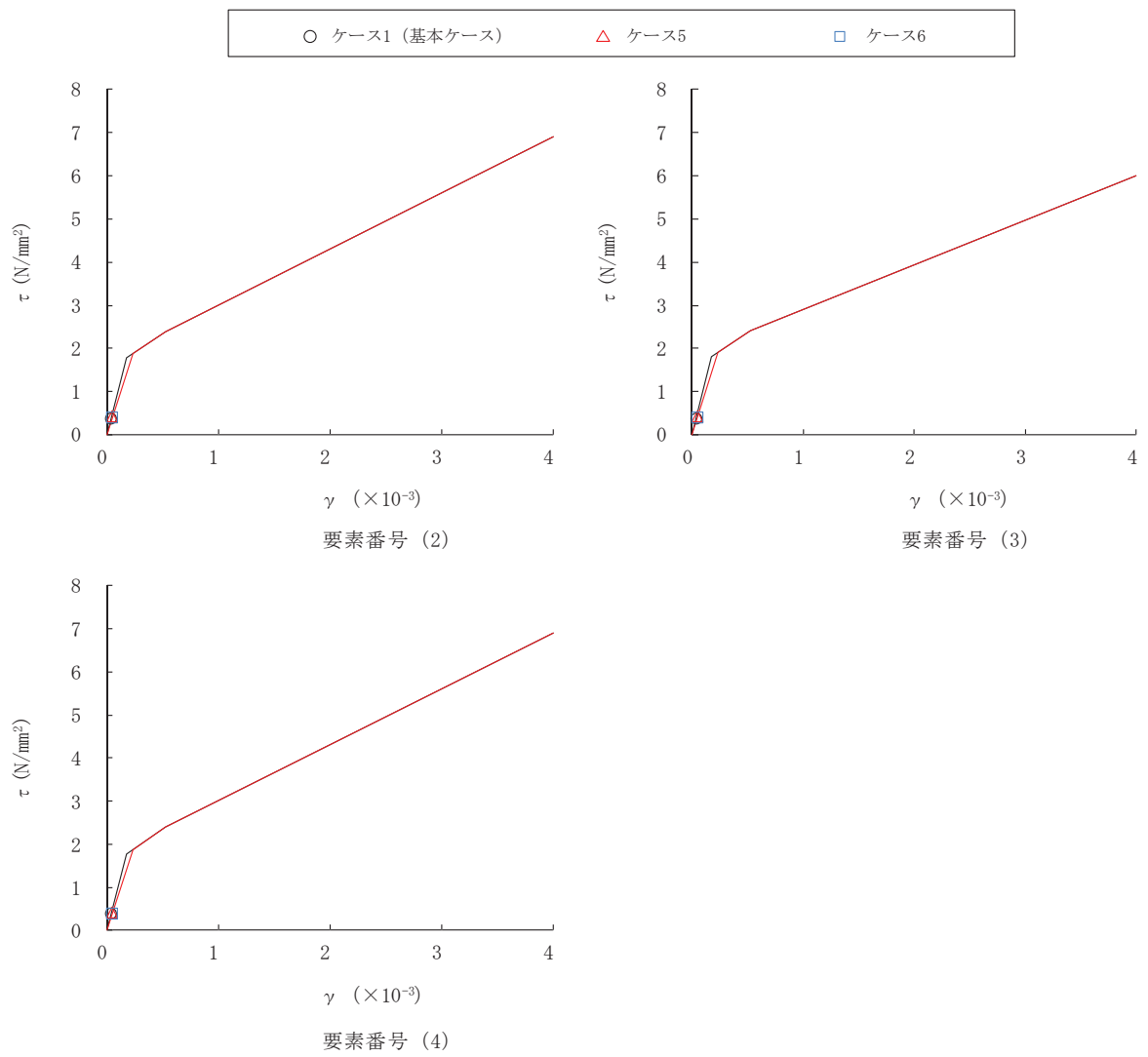


図 2-41 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, NS 方向)



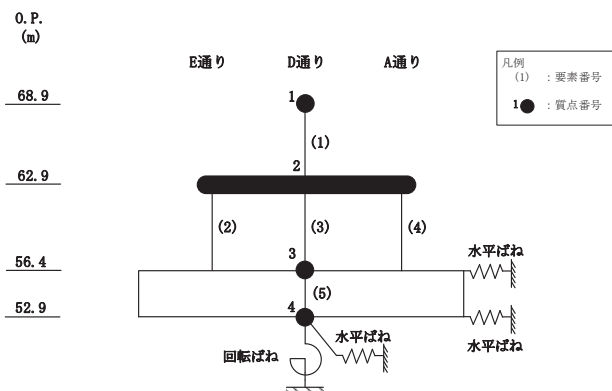
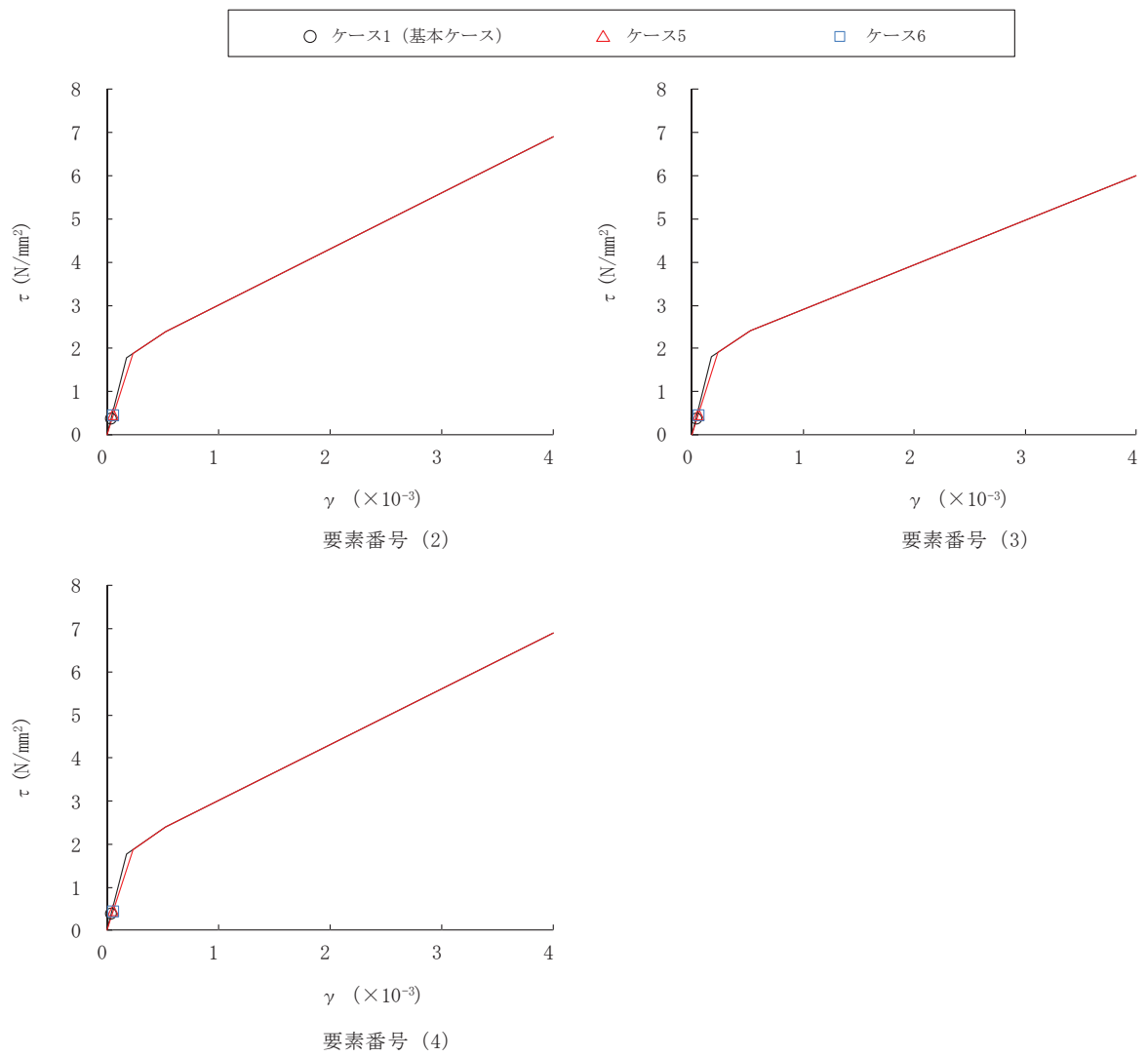


図 2-42 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

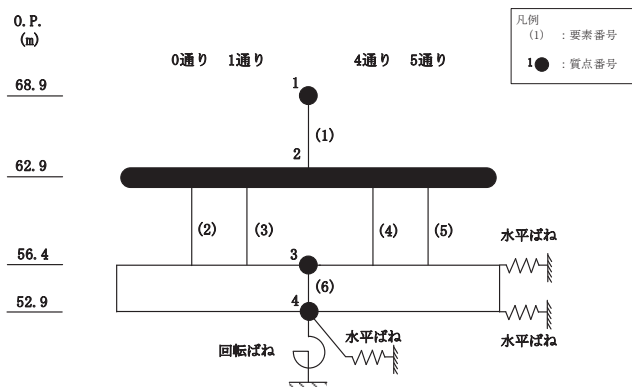
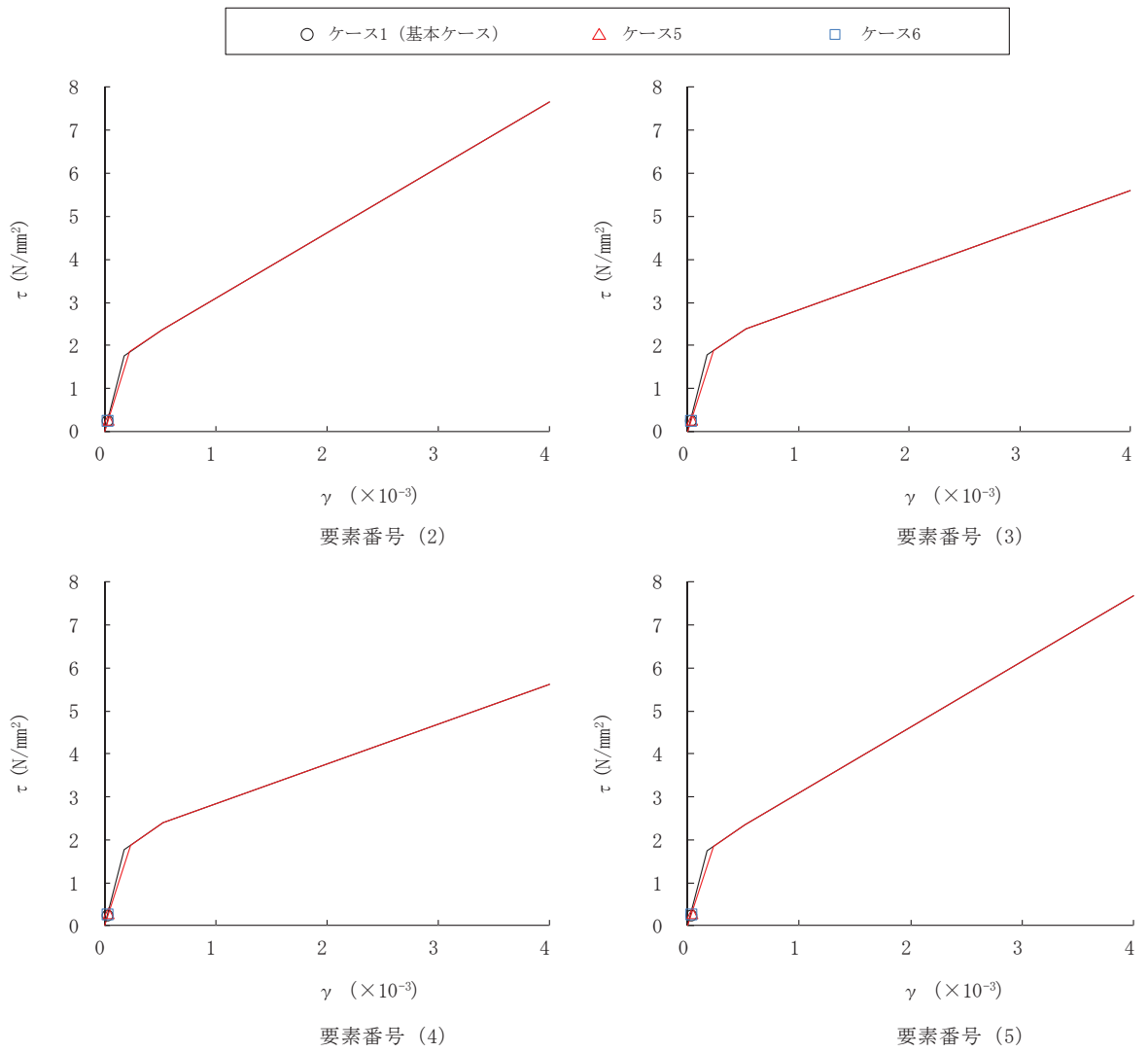


図2-43 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

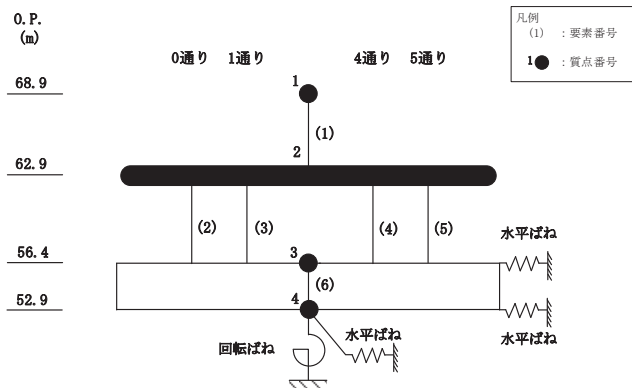
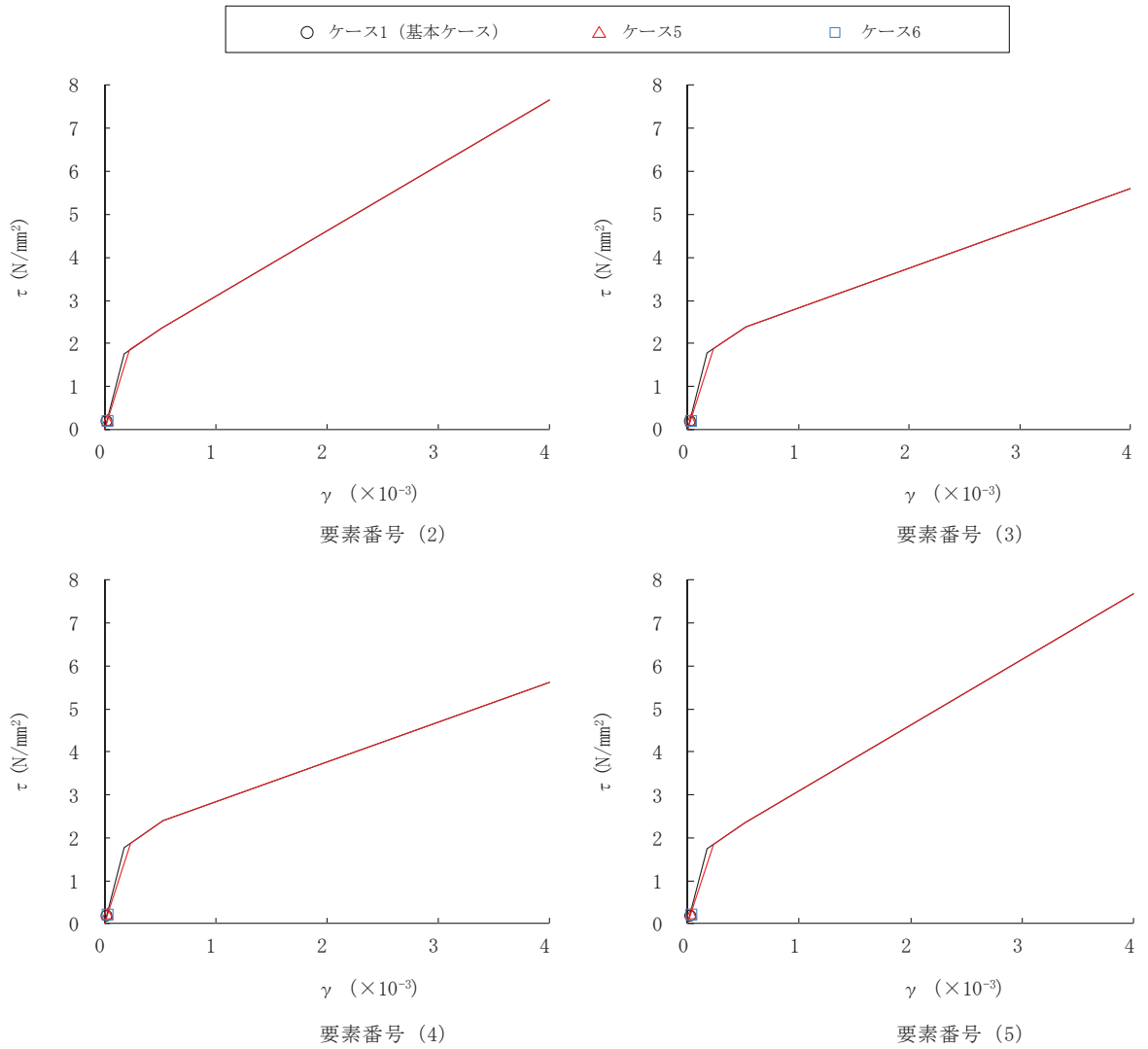


図2-44 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 3, EW 方向)

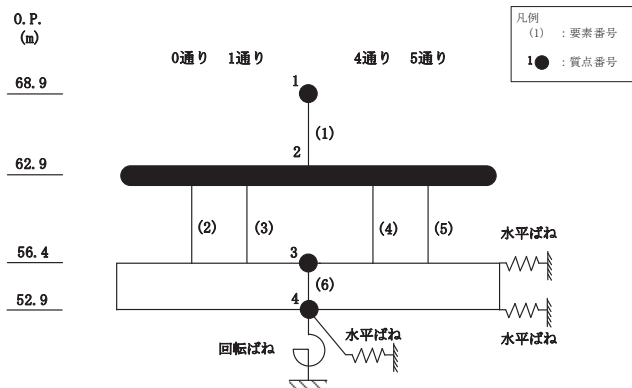
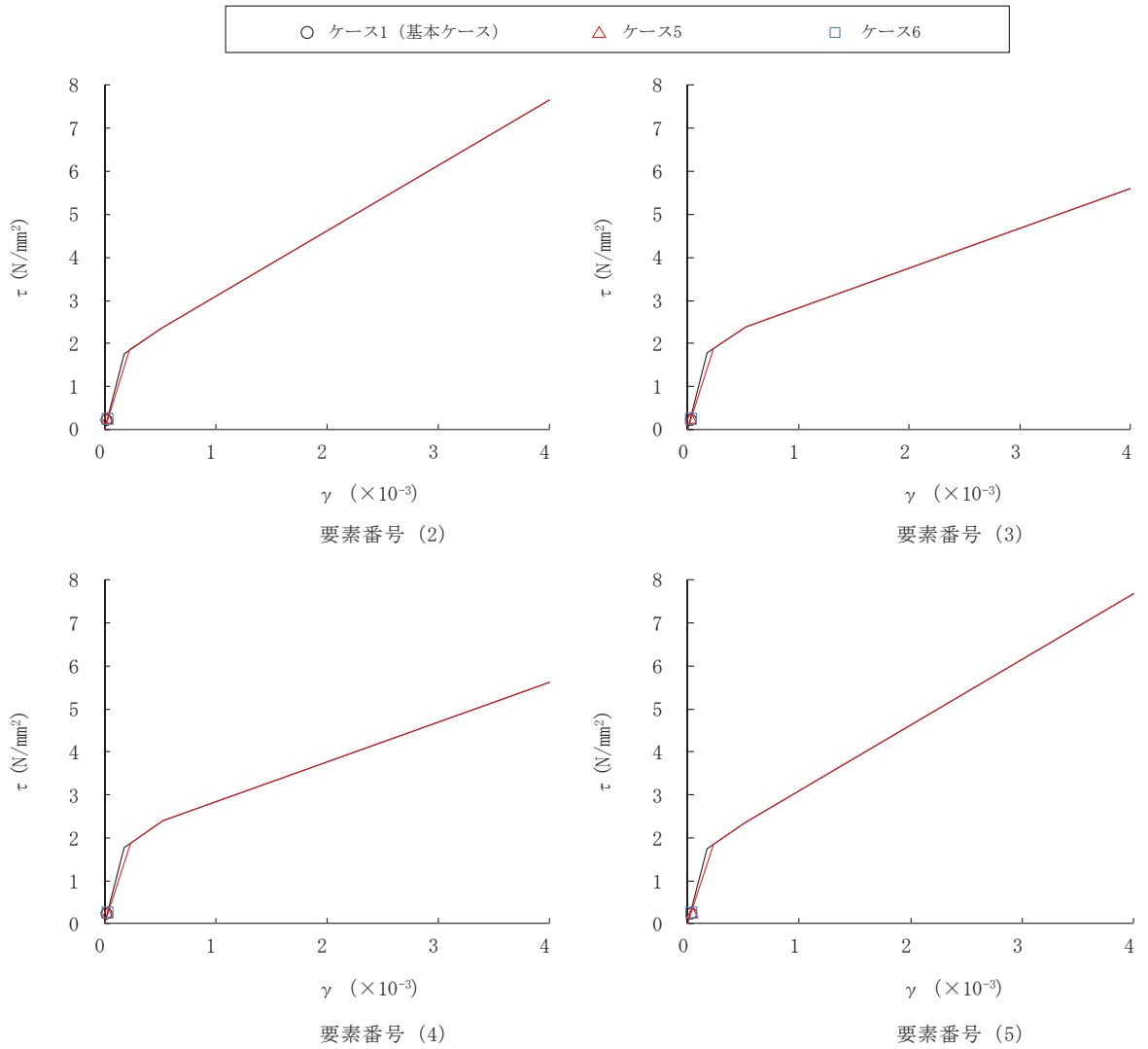


図2-45 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

### 3. まとめ

前章で実施した材料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について、基本ケースとあわせて表 3-1～表 3-11 に示す。

表 3-1 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S s, NS 方向)

(a) S s - D 2

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S s - D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2580	2640	2512	2652	2710	2585	2580	2640	2512	2652	2710	2585
2	957	971	936	1131	1162	1094	957	971	936	1131	1162	1094
3	594	611	577	595	614	592	644	645	645	683	686	682

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b) S s - D 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S s - D 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2235	2288	2180	2281	2336	2220	2580	2640	2512	2652	2710	2585
2	877	913	836	887	922	848	957	971	936	1131	1162	1094
3	563	575	549	553	565	538	644	645	645	683	686	682

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(c) S s - F 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S s - F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2253	2307	2191	2278	2331	2221	2580	2640	2512	2652	2710	2585
2	838	852	817	1131	1159	1092	957	971	936	1131	1162	1094
3	644	645	645	683	686	682	644	645	645	683	686	682

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

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

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.93	0.95	0.91	0.96	0.98	0.94	0.93	0.95	0.91	0.96	0.98	0.94
2	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05
3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b)  $S_s - D 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.81	0.83	0.79	0.83	0.85	0.81	0.93	0.95	0.91	0.96	0.98	0.94
2	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(c)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.82	0.84	0.80	0.83	0.85	0.81	0.93	0.95	0.91	0.96	0.98	0.94
2	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

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

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	9.62	9.84	9.37	9.88	10.10	9.64	9.62	9.84	9.37	9.88	10.10	9.64
(2)	15.29	15.89	14.56	17.56	18.21	16.76	15.29	15.89	14.56	17.56	18.21	16.76
(3)	6.91	7.18	6.57	7.93	8.22	7.57	6.91	7.18	6.57	7.93	8.22	7.57
(4)	15.29	15.89	14.56	17.57	18.21	16.76	15.29	15.89	14.56	17.57	18.21	16.76

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	8.33	8.53	8.13	8.50	8.70	8.28	9.62	9.84	9.37	9.88	10.10	9.64
(2)	14.10	14.64	13.49	15.50	15.95	14.96	15.29	15.89	14.56	17.56	18.21	16.76
(3)	6.37	6.61	6.09	7.00	7.20	6.76	6.91	7.18	6.57	7.93	8.22	7.57
(4)	14.10	14.65	13.50	15.51	15.96	14.96	15.29	15.89	14.56	17.57	18.21	16.76

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(c)  $S_s - F 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	8.40	8.60	8.17	8.49	8.69	8.27	9.62	9.84	9.37	9.88	10.10	9.64
(2)	14.52	14.79	14.21	17.26	17.68	16.69	15.29	15.89	14.56	17.56	18.21	16.76
(3)	6.56	6.68	6.42	7.79	7.98	7.54	6.91	7.18	6.57	7.93	8.22	7.57
(4)	14.52	14.79	14.22	17.26	17.68	16.69	15.29	15.89	14.56	17.57	18.21	16.76

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$



表 3-4(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (1/2)

(a) S<sub>s</sub>-D 2

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN・m)											
	S <sub>s</sub> -D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.77	5.91	5.62	5.93	6.06	5.78	5.77	5.91	5.62	5.93	6.06	5.78
(2)	2.49	2.50	2.51	2.49	2.54	2.47	2.49	2.50	2.51	2.76	2.75	2.70
	12.08	12.53	11.50	13.75	14.26	13.14	12.08	12.53	11.50	13.75	14.26	13.14
(3)	2.03	2.10	1.94	2.29	2.36	2.20	2.03	2.10	1.94	2.29	2.36	2.20
	6.52	6.76	6.21	7.42	7.70	7.09	6.52	6.76	6.21	7.42	7.70	7.09
(4)	2.57	2.59	2.59	2.57	2.62	2.58	2.57	2.59	2.59	2.87	2.86	2.81
	12.21	12.67	11.63	13.90	14.42	13.29	12.21	12.67	11.63	13.90	14.42	13.29

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+σ, ケース 3: 地盤物性-σ  
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+σ, ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性-σ

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(b) S<sub>s</sub>-D 3

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN・m)											
	S <sub>s</sub> -D 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.00	5.12	4.88	5.10	5.22	4.97	5.77	5.91	5.62	5.93	6.06	5.78
(2)	2.46	2.46	2.43	2.65	2.63	2.63	2.49	2.50	2.51	2.76	2.75	2.70
	10.60	10.83	10.31	11.88	12.21	11.49	12.08	12.53	11.50	13.75	14.26	13.14
(3)	1.90	1.90	1.86	2.06	2.06	2.04	2.03	2.10	1.94	2.29	2.36	2.20
	5.71	5.84	5.56	6.39	6.57	6.18	6.52	6.76	6.21	7.42	7.70	7.09
(4)	2.56	2.56	2.53	2.75	2.74	2.73	2.57	2.59	2.59	2.87	2.86	2.81
	10.71	10.95	10.42	12.00	12.35	11.61	12.21	12.67	11.63	13.90	14.42	13.29

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+σ, ケース 3: 地盤物性-σ  
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+σ, ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性-σ

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-4(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

(c) S<sub>s</sub> - F 3

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>4</sup> kN・m)											
	S <sub>s</sub> - F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.04	5.16	4.90	5.09	5.21	4.96	5.77	5.91	5.62	5.93	6.06	5.78
(2)	2.36	2.34	2.32	2.76	2.75	2.70	2.49	2.50	2.51	2.76	2.75	2.70
	10.79	10.90	10.65	11.91	12.17	11.56	12.08	12.53	11.50	13.75	14.26	13.14
(3)	1.78	1.83	1.71	2.14	2.15	2.09	2.03	2.10	1.94	2.29	2.36	2.20
	5.79	5.84	5.71	6.38	6.52	6.20	6.52	6.76	6.21	7.42	7.70	7.09
(4)	2.44	2.43	2.39	2.87	2.86	2.81	2.57	2.59	2.59	2.87	2.86	2.81
	10.91	11.02	10.76	12.03	12.30	11.68	12.21	12.67	11.63	13.90	14.42	13.29

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+σ, ケース 3: 地盤物性-σ

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+σ, ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性-σ

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-5 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

(a) S<sub>s</sub>-D 2

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> -D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2511	2564	2451	2575	2628	2513	2511	2564	2451	2575	2628	2513
2	806	826	784	890	913	865	806	826	784	890	913	865
3	590	596	582	591	604	582	638	653	624	639	654	625

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b) S<sub>s</sub>-D 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> -D 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2269	2314	2215	2309	2357	2254	2511	2564	2451	2575	2628	2513
2	718	744	692	815	849	779	806	826	784	890	913	865
3	572	584	558	574	586	560	638	653	624	639	654	625

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(c) S<sub>s</sub>-F 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> -F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	1912	1948	1870	1948	1985	1905	2511	2564	2451	2575	2628	2513
2	709	720	693	788	810	764	806	826	784	890	913	865
3	638	653	624	639	654	625	638	653	624	639	654	625

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

表 3-6 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	1.02	1.04	1.00	1.05	1.07	1.02	1.02	1.04	1.00	1.05	1.07	1.02
2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b)  $S_s - D 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.93	0.95	0.91	0.95	0.97	0.93	1.02	1.04	1.00	1.05	1.07	1.02
2	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(c)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.78	0.80	0.77	0.80	0.82	0.78	1.02	1.04	1.00	1.05	1.07	1.02
2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

表 3-7 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	9.36	9.56	9.14	9.60	9.80	9.37	9.36	9.56	9.14	9.60	9.80	9.37
(2)	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26
(3)	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(4)	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(5)	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	8.46	8.63	8.26	8.61	8.79	8.40	9.36	9.56	9.14	9.60	9.80	9.37
(2)	4.61	4.78	4.45	5.24	5.46	5.02	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26
(3)	8.67	8.99	8.36	9.86	10.28	9.44	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(4)	8.67	8.99	8.36	9.86	10.28	9.44	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(5)	4.61	4.78	4.45	5.24	5.46	5.02	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(c)  $S_s - F 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	7.13	7.27	6.98	7.27	7.40	7.11	9.36	9.56	9.14	9.60	9.80	9.37
(2)	5.61	5.69	5.48	6.16	6.32	5.97	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26
(3)	10.55	10.71	10.31	11.59	11.90	11.23	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(4)	10.55	10.71	10.31	11.59	11.90	11.23	11.08	11.35	10.81	12.09	12.39	11.78
(5)	5.61	5.69	5.48	6.16	6.32	5.97	5.89	6.03	5.75	6.43	6.59	6.26

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 3-8(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.62	5.74	5.48	5.76	5.88	5.62	5.62	5.74	5.48	5.76	5.88	5.62
(2)	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46
(3)	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(4)	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(5)	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+ $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性- $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(b)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.08	5.18	4.96	5.17	5.27	5.04	5.62	5.74	5.48	5.76	5.88	5.62
(2)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	3.21	3.29	3.13	3.60	3.72	3.49	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46
(3)	2.19	2.21	2.18	2.24	2.28	2.21	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	7.04	7.20	6.86	7.77	8.03	7.54	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(4)	2.19	2.21	2.18	2.24	2.28	2.21	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	7.04	7.20	6.86	7.77	8.03	7.54	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(5)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	3.21	3.29	3.13	3.60	3.72	3.49	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+ $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性- $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-8(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)

(c)  $S_s - F3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4.28	4.36	4.19	4.36	4.44	4.27	5.62	5.74	5.48	5.76	5.88	5.62
(2)	0.70	0.69	0.71	0.72	0.73	0.73	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	3.99	4.00	3.94	4.44	4.52	4.34	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46
(3)	2.19	2.31	2.14	2.23	2.27	2.23	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	8.66	8.68	8.55	9.65	9.81	9.44	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(4)	2.19	2.31	2.14	2.23	2.27	2.23	2.83	2.85	2.82	2.67	2.71	2.69
	8.66	8.68	8.55	9.65	9.81	9.44	9.06	9.31	8.89	9.92	10.18	9.68
(5)	0.70	0.69	0.71	0.72	0.73	0.73	0.91	0.91	0.92	0.94	0.95	0.95
	3.99	4.00	3.94	4.44	4.52	4.34	4.18	4.29	4.10	4.57	4.69	4.46

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 $+\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 $-\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-9 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S s, UD 方向)

(a) S s - D 2

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S s - D 2			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	801	801	798	801	801	798
2	631	633	627	631	633	627
3	546	550	541	548	550	545

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ

(b) S s - D 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S s - D 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	680	694	666	801	801	798
2	531	533	531	631	633	627
3	548	549	545	548	550	545

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ

(c) S s - F 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S s - F 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	531	533	526	801	801	798
2	471	473	467	631	633	627
3	422	425	418	548	550	545

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ



表 3-10 最大応答変位一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向)

(a) S<sub>s</sub>-D 2

質点 番号	最大応答変位 (cm)					
	S <sub>s</sub> -D 2			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$

(b) S<sub>s</sub>-D 3

質点 番号	最大応答変位 (cm)					
	S <sub>s</sub> -D 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$

(c) S<sub>s</sub>-F 3

質点 番号	最大応答変位 (cm)					
	S <sub>s</sub> -F 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$

表 3-11 最大応答軸力一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向)

(a) S<sub>s</sub>-D 2

要素 番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN)					
	S <sub>s</sub> -D 2			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
(1)	2.33	2.34	2.32	2.33	2.34	2.32
(2)	27.29	27.31	27.20	27.29	27.31	27.20

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ

(b) S<sub>s</sub>-D 3

要素 番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN)					
	S <sub>s</sub> -D 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
(1)	1.97	2.01	1.93	2.33	2.34	2.32
(2)	22.89	23.18	22.63	27.29	27.31	27.20

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ

(c) S<sub>s</sub>-F 3

要素 番号	最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> kN)					
	S <sub>s</sub> -F 3			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
(1)	1.55	1.55	1.53	2.33	2.34	2.32
(2)	20.08	20.17	19.92	27.29	27.31	27.20

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ

別紙 1-4 建屋減衰を 3%とした場合の影響検討

## 目 次

1. 概要	別紙 1-4- 1
2. 解析方法	別紙 1-4- 1
2.1 地震応答解析モデル	別紙 1-4- 1
2.2 入力地震動	別紙 1-4- 2
2.3 解析方法	別紙 1-4- 2
2.4 解析条件	別紙 1-4- 2
3. 解析結果	別紙 1-4- 2
4. 減衰定数 3%の影響評価	別紙 1-4-36

## 1. 概要

緊急用電気品建屋の鉄筋コンクリート造部に用いる減衰定数は、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-620-3 原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」の「別紙4 地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート部の減衰定数に関する検討」及び補足説明資料「補足-610-1 建屋耐震評価に関する補足説明資料」の「別紙4 新設建屋の地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート部の減衰定数について」に示す通り、地震応答解析モデルでは基礎版上端レベルから上部では側面地盤ばねを考慮していないことを踏まえると、第3号機海水熱交換器建屋の中小地震観測記録に基づく減衰定数の検討結果から、埋め込まれていることによる効果（地盤への逸散減衰）が見込まれ、減衰定数を5%と設定することの十分な保守性を確認している。

本資料では、緊急用電気品建屋が新設であること、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」に示す通り、基準地震動  $S_s$  に対する応答がスケルトンカーブの第1折点に対しても非常に小さい応答であることを踏まえ、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、念のため鉄筋コンクリート造部の減衰定数を3%とした場合の地震応答解析を行い、耐震評価上の影響を確認する。

## 2. 解析方法

### 2.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定し、原則として添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とし、建屋部及び基礎版については、鉄筋コンクリートの減衰定数を3%とする。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値について、表2-1に示す。

表 2-1 使用材料の物性値

部位	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 (%)
建屋部 (B1F) 基礎版	鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 30 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD390	2.44 × 10 <sup>4</sup>	1.02 × 10 <sup>4</sup>	3
建屋部 (1F)	鉄骨：BCP325, SN400B, SN490B	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2

## 2.2 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-610-10 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「別紙1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」に基づき、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動  $S_s$  のうち  $S_s - D2$ 、 $S_s - D3$  及び  $S_s - F3$  とする。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、時刻歴応答解析により実施し、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とする。

## 2.4 解析条件

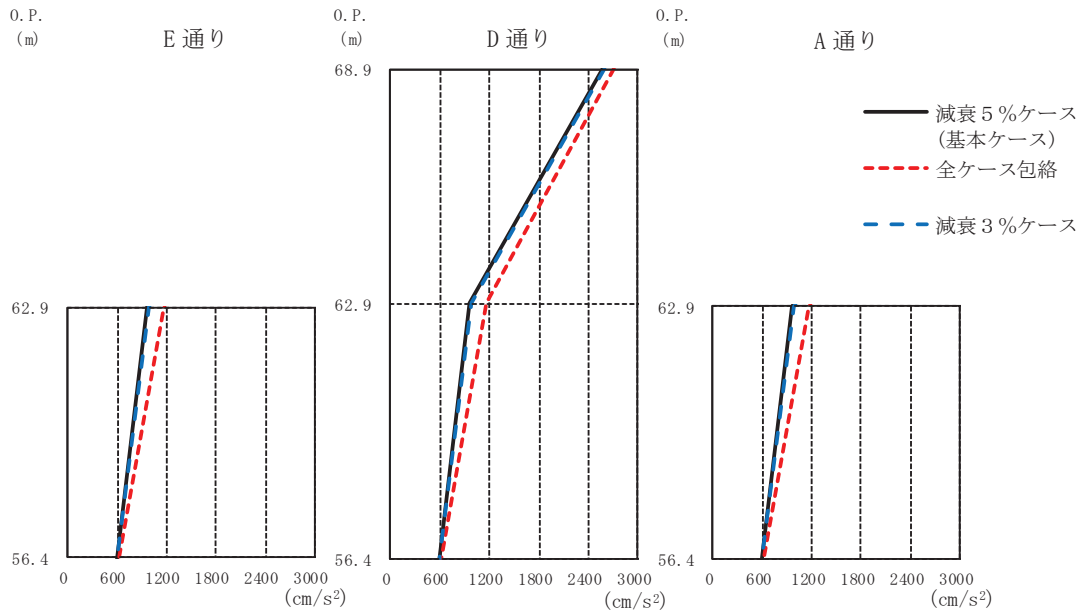
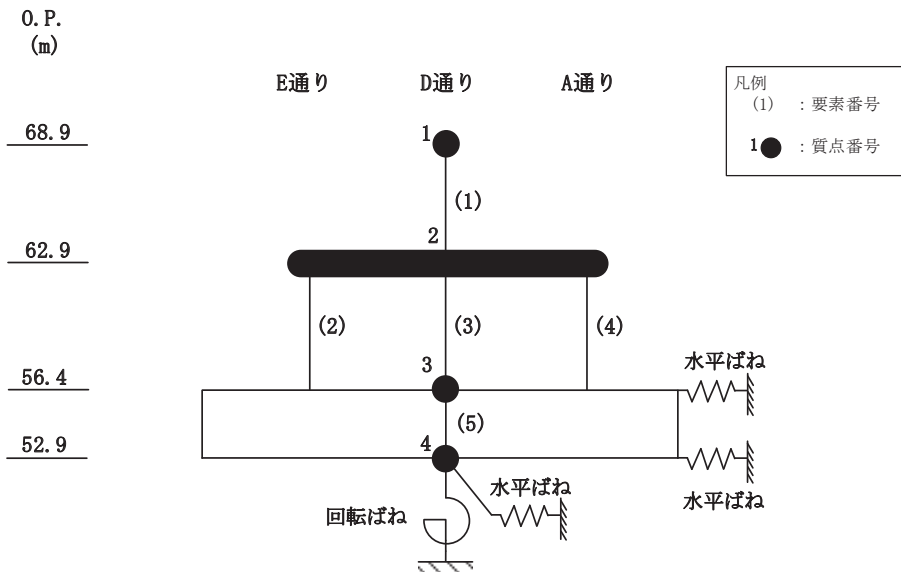
緊急用電気品建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（減衰定数5%）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

## 3. 解析結果

地震応答解析結果を図3-1～図3-11に示す。

NS方向及びEW方向における減衰定数3%の応答値は、減衰定数5%の場合と比較してわずかに大きくなる傾向があることを確認した。また、不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値との比較では、曲げモーメントの応答値のうち耐震壁の頂部で一部上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、これ以外の箇所では下回っていることを確認した。

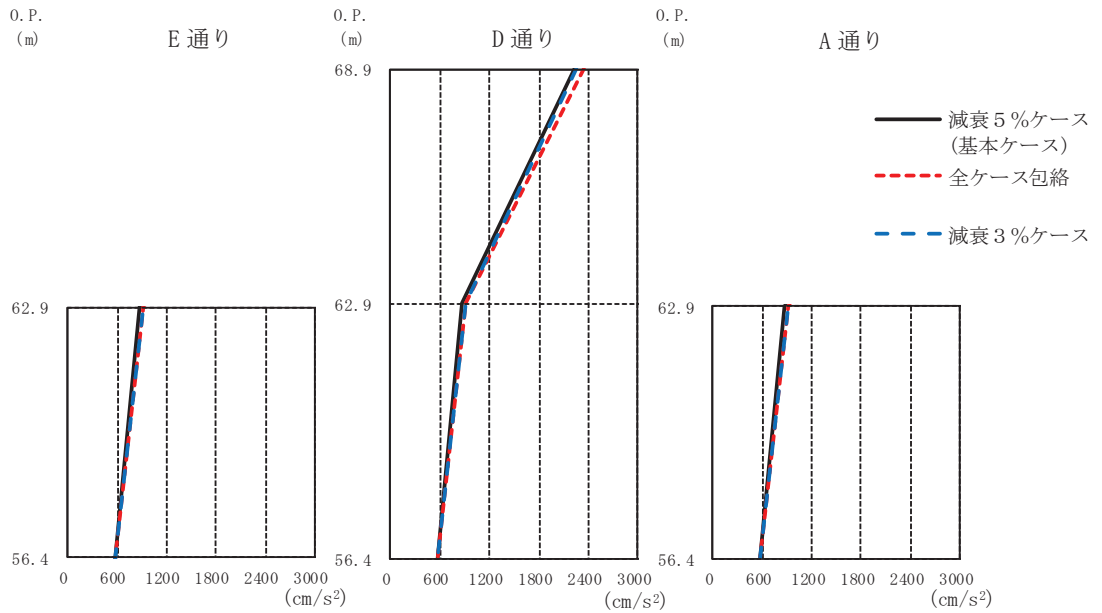
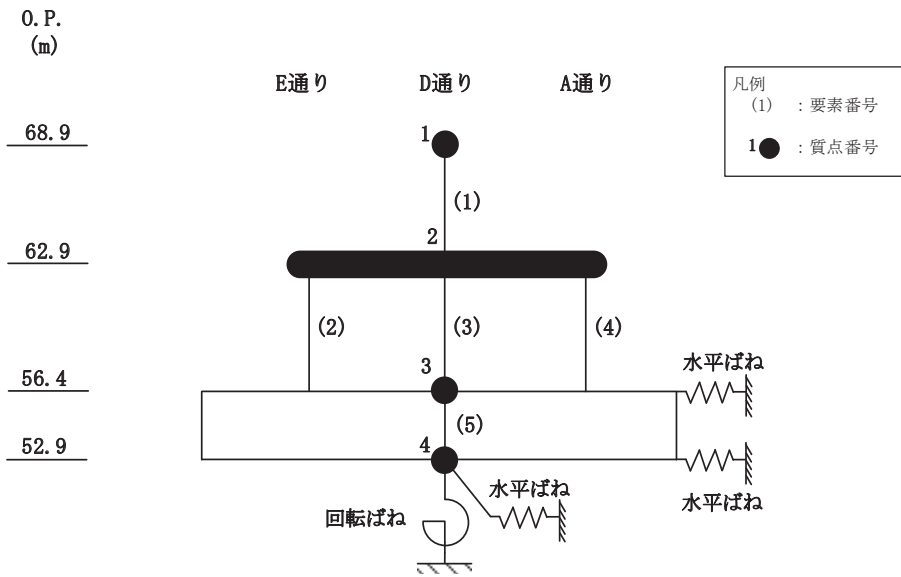
鉛直方向においても、減衰定数3%の応答値は、減衰定数5%の場合と比較してわずかに大きくなる傾向があることを確認した。また、全ケースの包絡値との比較では、応答加速度や応答軸力で一部上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、値はおおむね同等であることを確認した。



E 通り			D 通り			A 通り			
			(cm/s <sup>2</sup> )						
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9			2580	2710	2586	68.9			
62.9	957	1162	957	1162	986	62.9	957	1162	986
56.4	594	614	594	614	595	56.4	594	614	595

(a) S<sub>s</sub>-D2

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

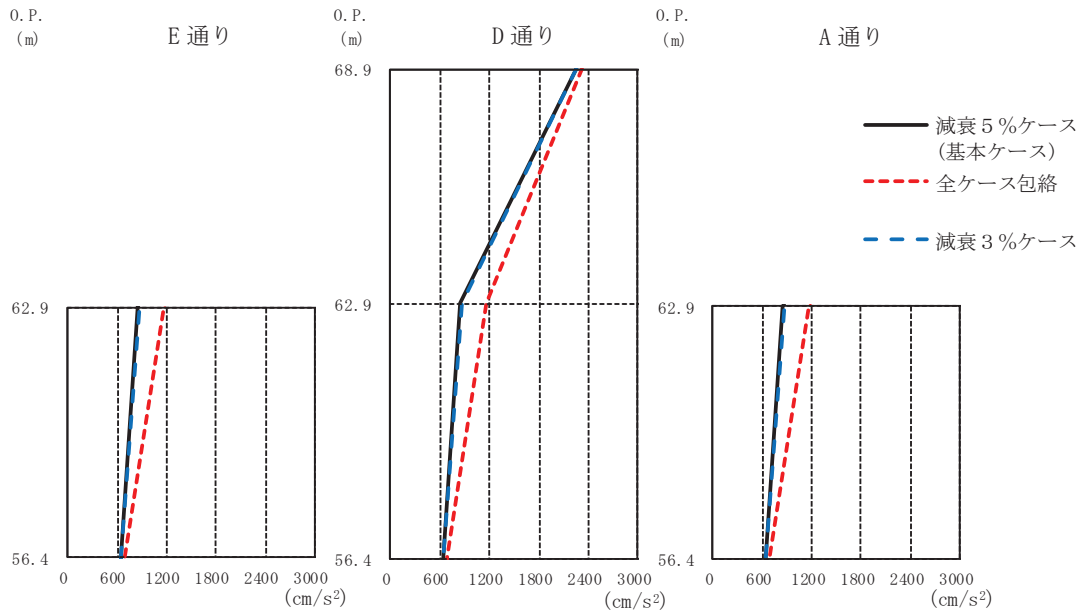
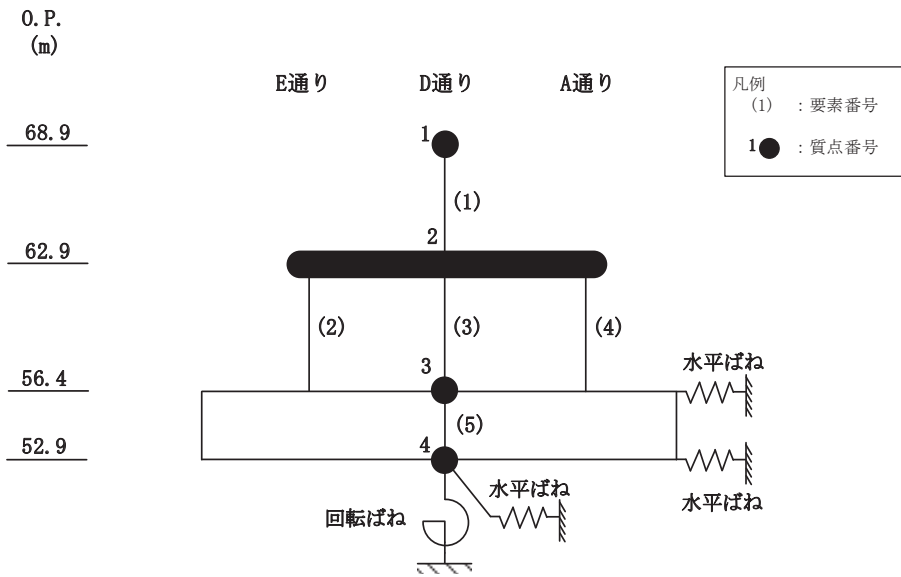


E 通り			D 通り			A 通り			
			(cm/s <sup>2</sup> )						
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9			2235	2336	2243	68.9			
62.9	877	922	877	922	913	62.9	877	922	913
56.4	563	575	563	575	564	56.4	563	575	564

(b) S<sub>s</sub>-D3

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

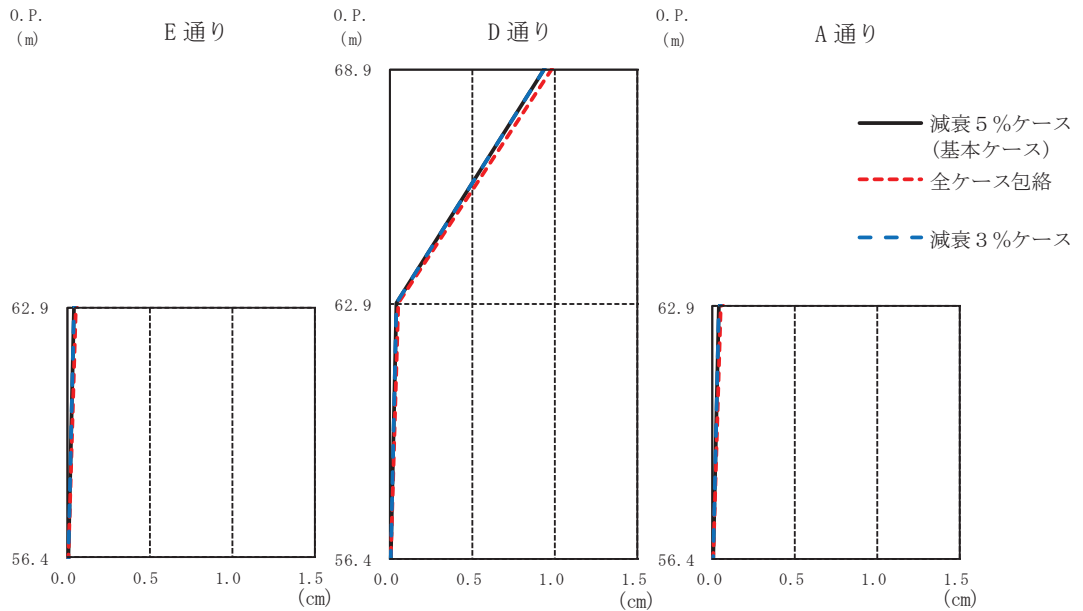
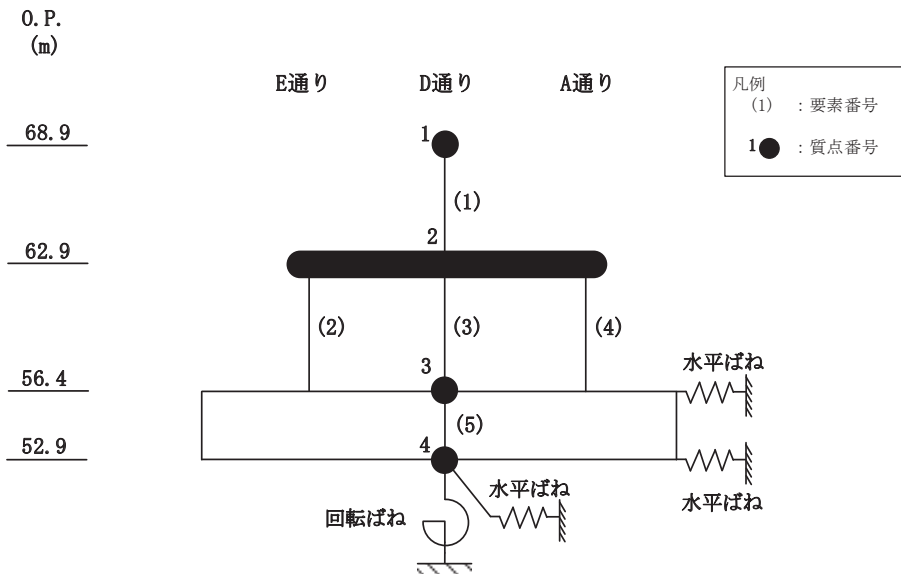




E 通り			D 通り			A 通り			
			(cm/s <sup>2</sup> )						
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9			2253	2331	2265	68.9			
62.9	838	1159	838	1159	873	62.9	838	1159	873
56.4	644	686	644	686	647	56.4	644	686	647

(c) S<sub>s</sub> - F 3

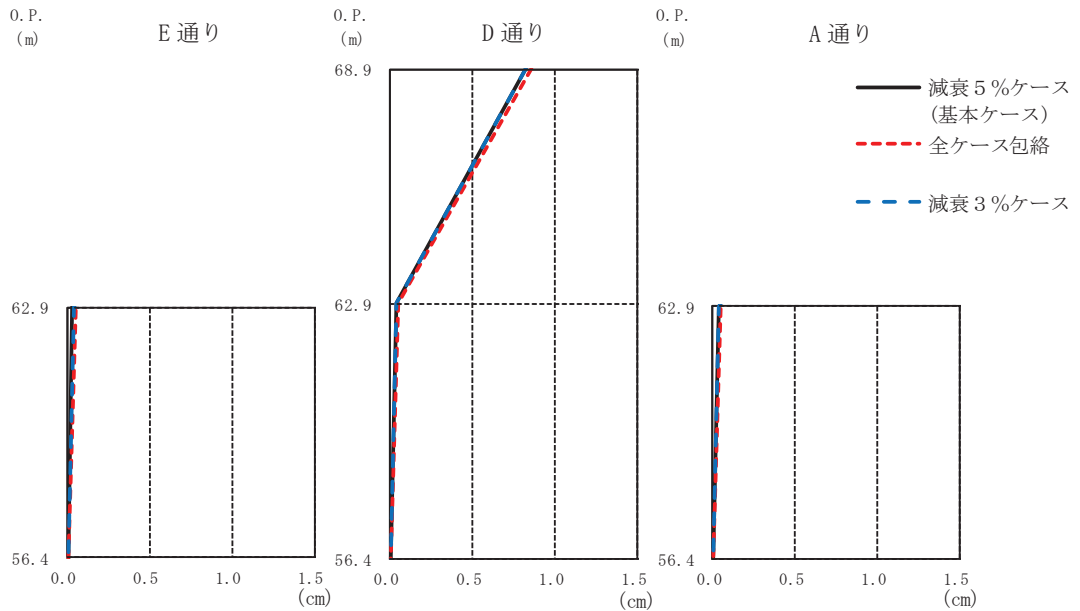
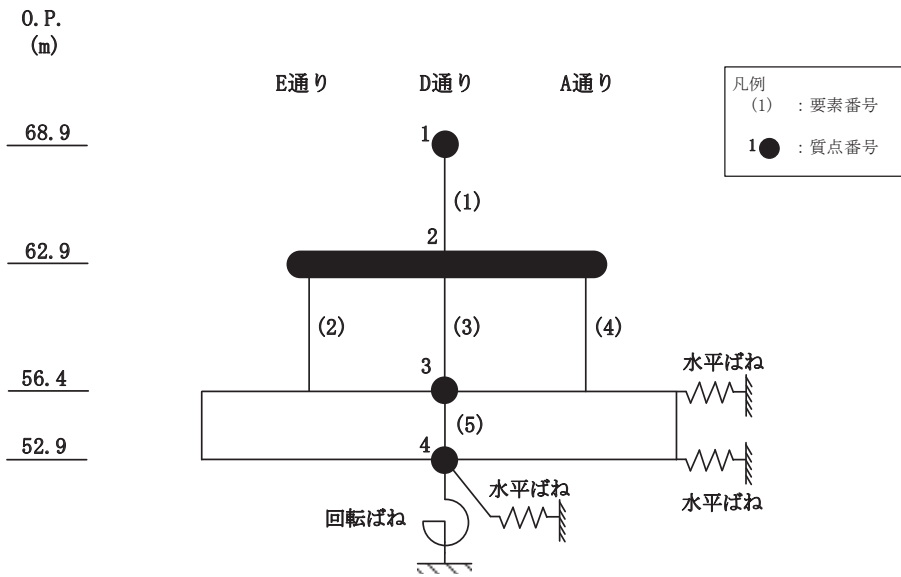
図 3-1(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



E 通り				D 通り			A 通り				
				(cm)							
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9				68.9	0.93	0.98	0.93	68.9			
62.9	0.03	0.05	0.04	62.9	0.03	0.05	0.04	62.9	0.03	0.05	0.04
56.4	0.00	0.01	0.00	56.4	0.00	0.01	0.00	56.4	0.00	0.01	0.00

(a)  $S_s - D2$

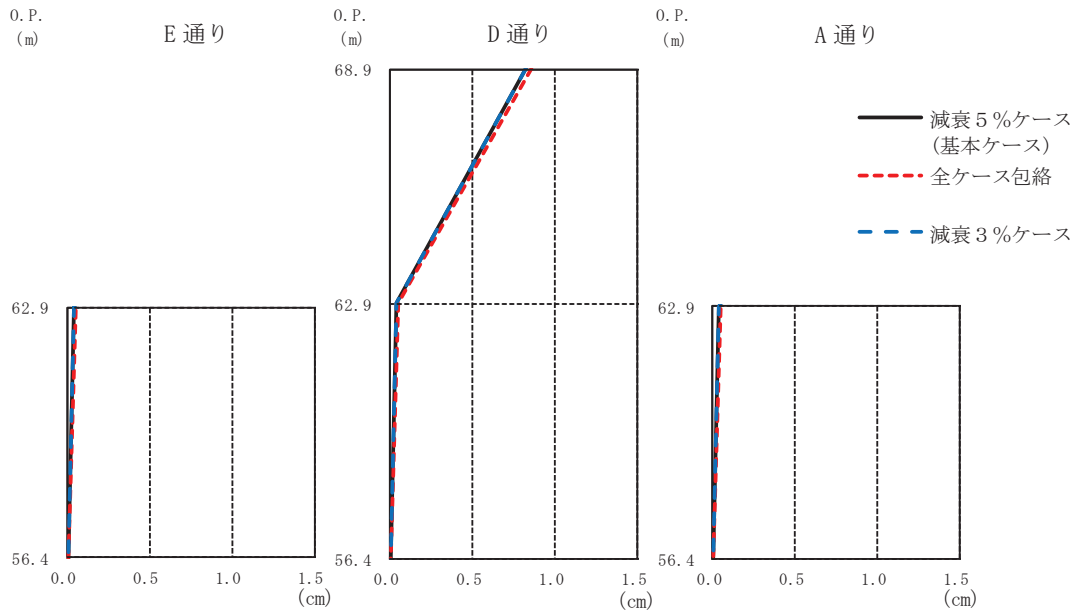
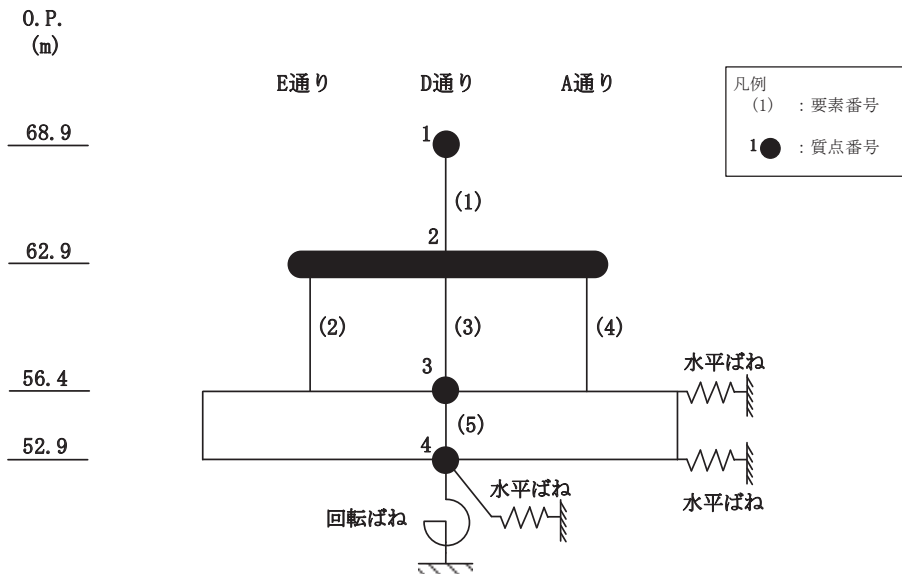
図 3-2(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/3)



E 通り				D 通り			A 通り				
				(cm)							
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9				68.9	0.81	0.85	0.82	68.9			
62.9	0.03	0.04	0.03	62.9	0.03	0.04	0.03	62.9	0.03	0.04	0.03
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(b)  $S_s - D3$

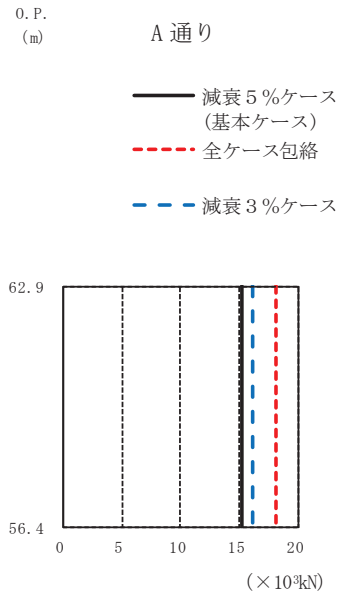
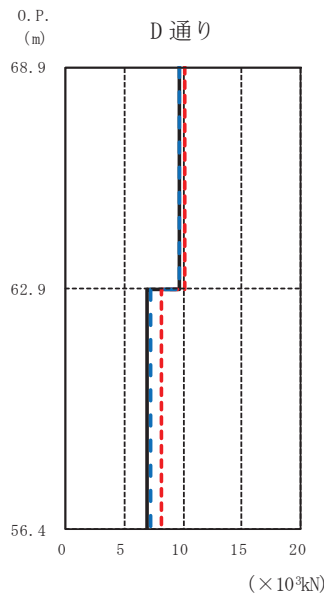
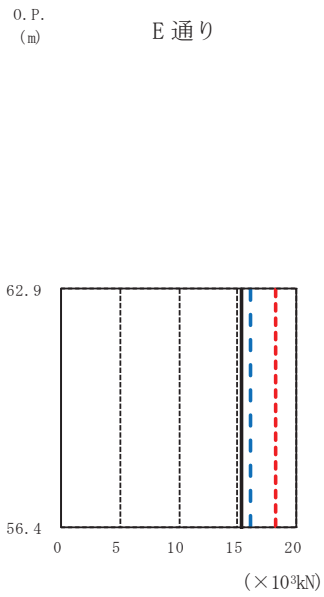
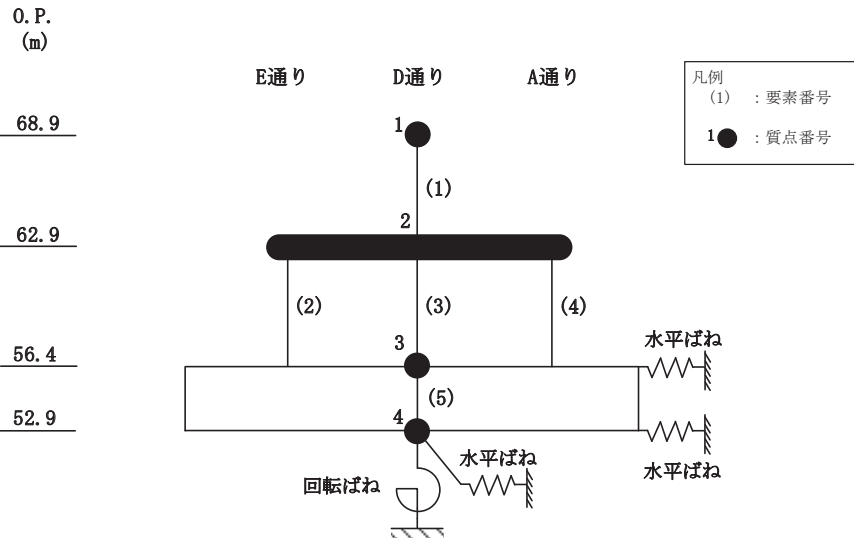
図 3-2(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/3)



E 通り				D 通り			A 通り				
				(cm)							
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9				68.9	0.82	0.85	0.82	68.9			
62.9	0.03	0.05	0.03	62.9	0.03	0.05	0.03	62.9	0.03	0.05	0.03
56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00	56.4	0.00	0.00	0.00

(c)  $S_s - F3$

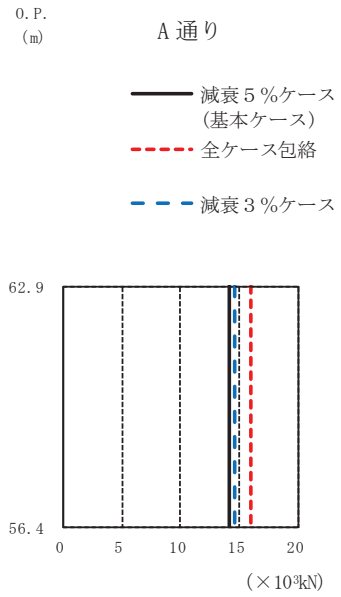
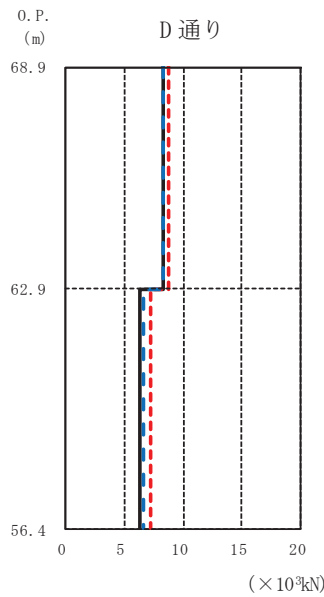
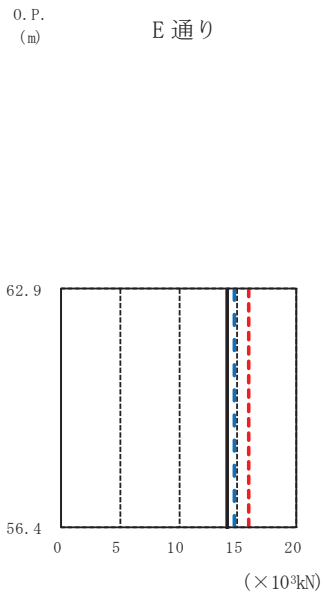
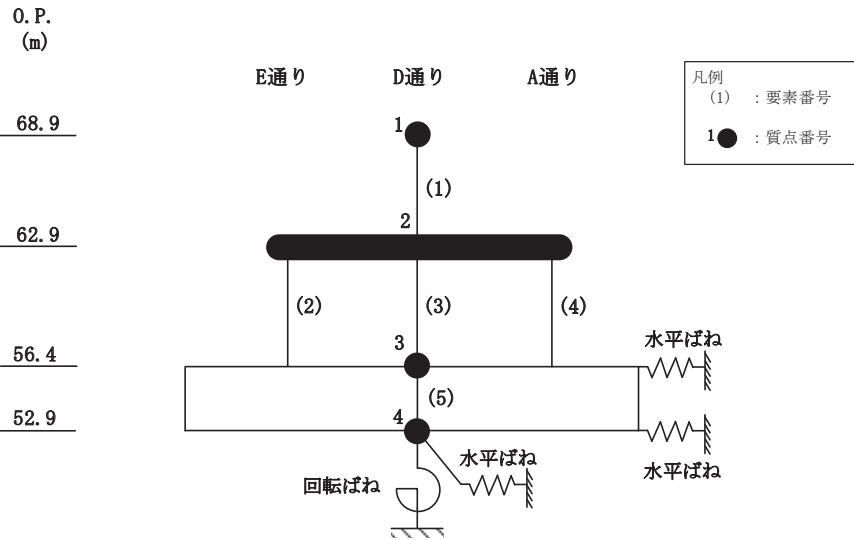
図 3-2(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (3/3)



O.P. (m)	E 通り			D 通り			A 通り		
	(×10 <sup>3</sup> kN)			(×10 <sup>3</sup> kN)			(×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9									
62.9				9.62	10.10	9.65			
56.4	15.29	18.21	16.12	6.91	8.22	7.28	15.29	18.21	16.12

(a) S s - D 2

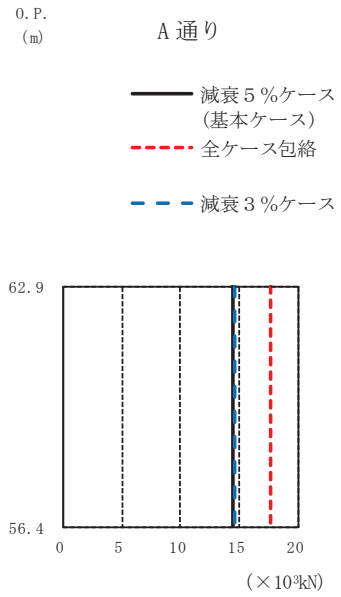
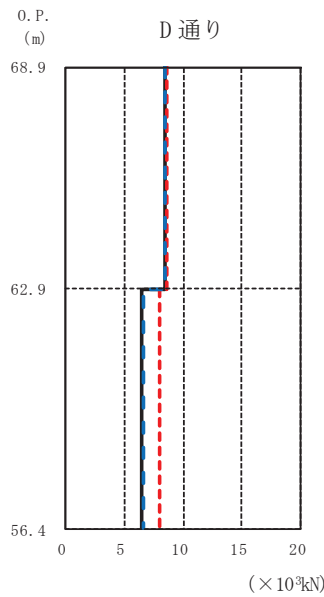
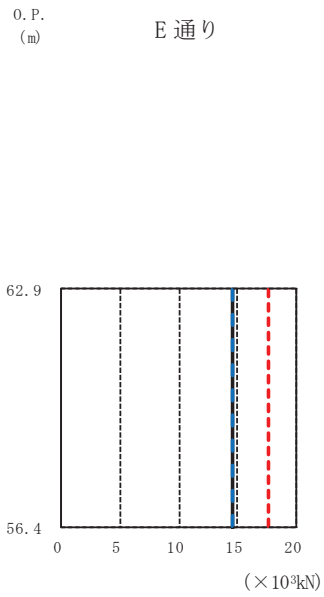
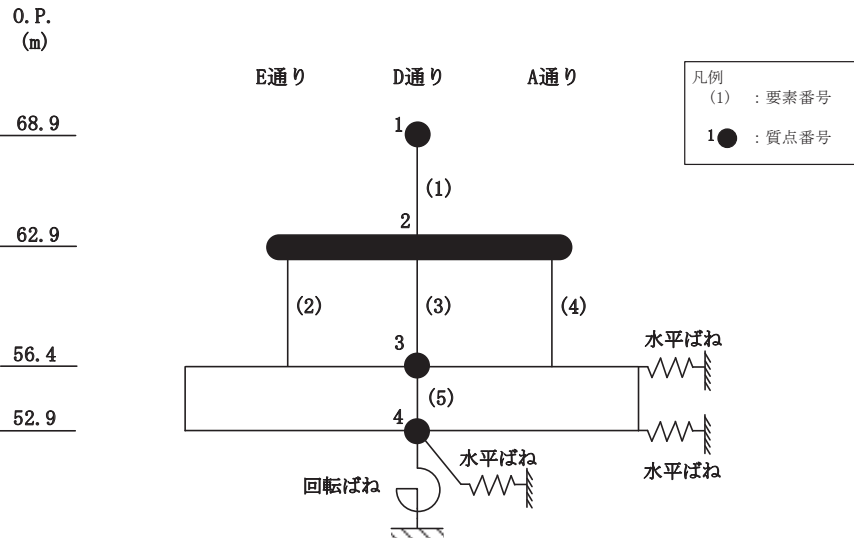
図 3-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m)	E 通り			D 通り			A 通り		
	( $\times 10^3$ kN)			( $\times 10^3$ kN)			( $\times 10^3$ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9				8.33	8.70	8.36			
56.4	14.10	15.95	14.69	6.37	7.20	6.64	14.10	15.96	14.70

(b) S s - D 3

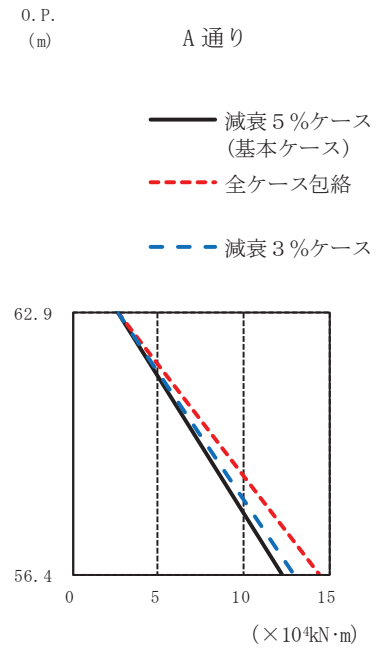
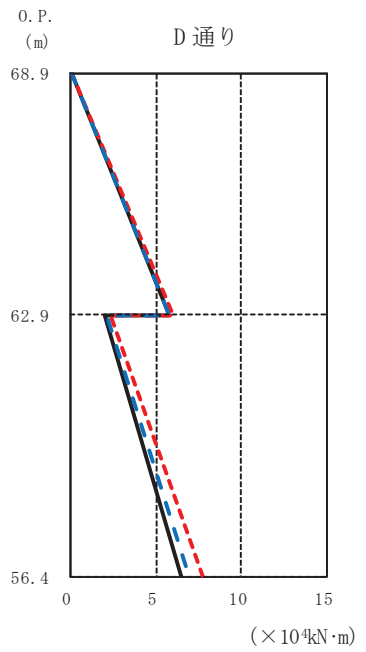
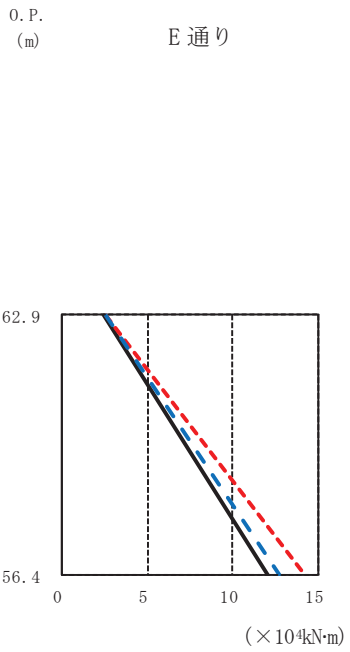
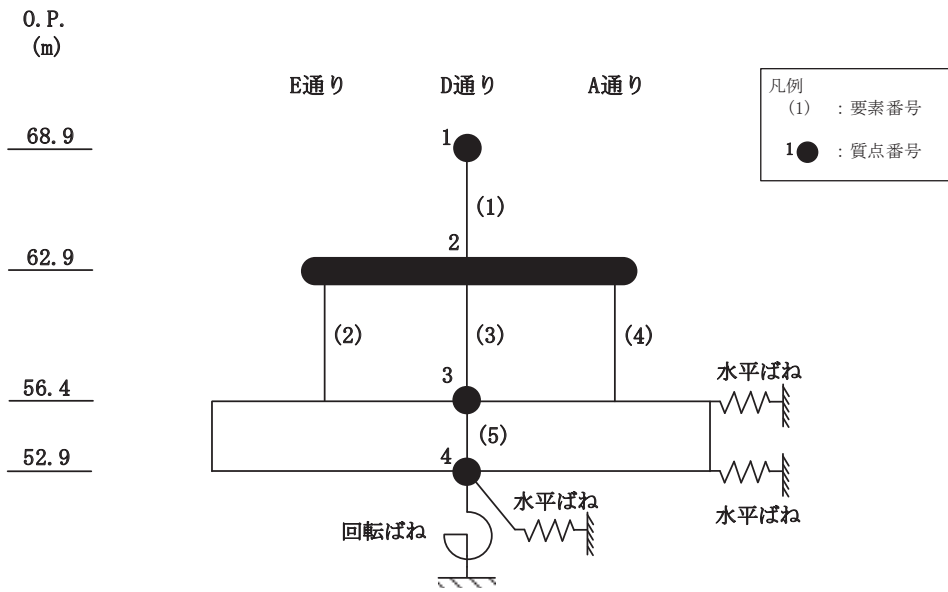
図 3-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m)	E 通り			D 通り			A 通り		
	(×10 <sup>3</sup> kN)			(×10 <sup>3</sup> kN)			(×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9									
62.9				8.40	8.69	8.44			
56.4	14.52	17.68	14.59	6.56	7.98	6.59	14.52	17.68	14.59

(c) S s - F 3

図 3-3(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (3/3)



O.P. (m) E 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.49	2.54	2.55
56.4	12.08	14.26	12.72

O.P. (m) D 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9	0.00	0.00	0.00
62.9	5.77	6.06	5.79
56.4	2.03	2.36	2.14
56.4	6.52	7.70	6.87

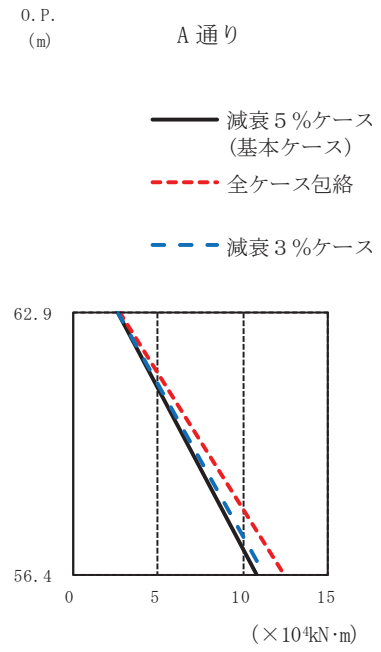
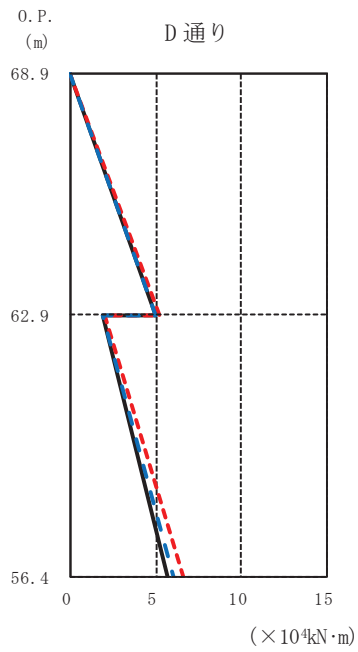
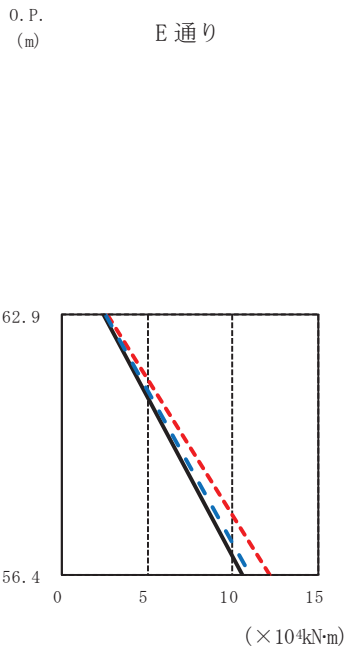
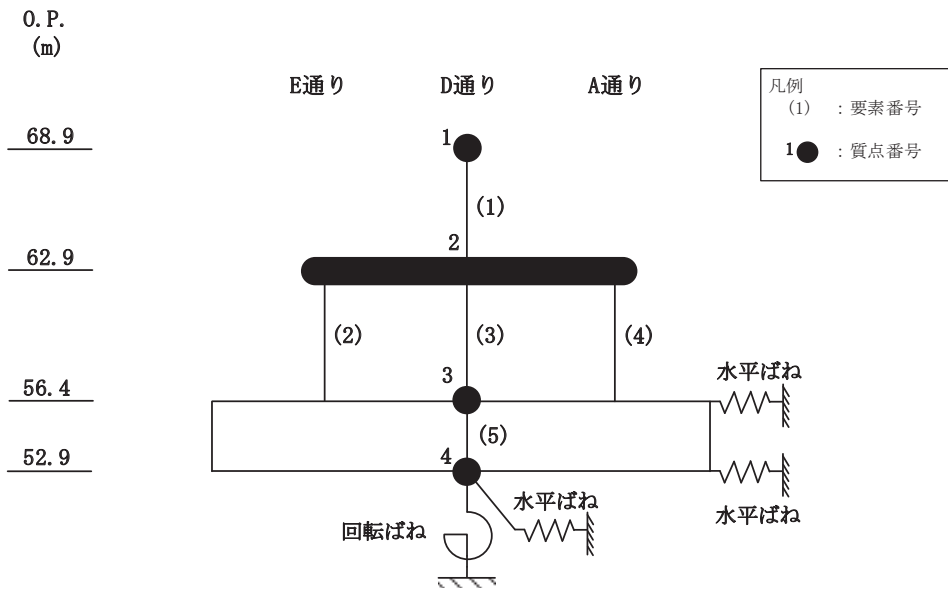
O.P. (m) A 通り ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.57	2.62	2.63
56.4	12.21	14.42	12.86

(a) S s - D 2

図 3-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)





O.P. (m) E 通り (×10<sup>4</sup>kN·m)

O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.46	2.65	2.53
56.4	10.60	12.21	11.09

O.P. (m) D 通り (×10<sup>4</sup>kN·m)

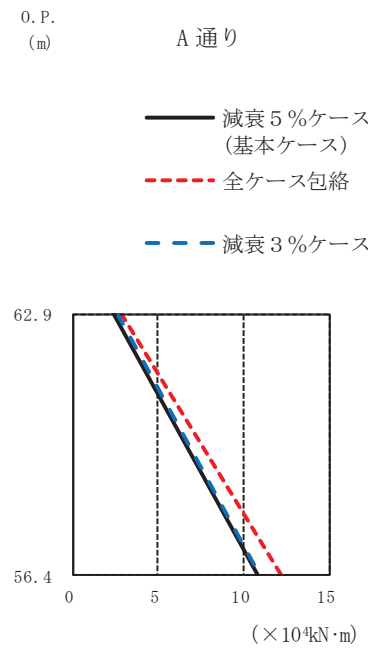
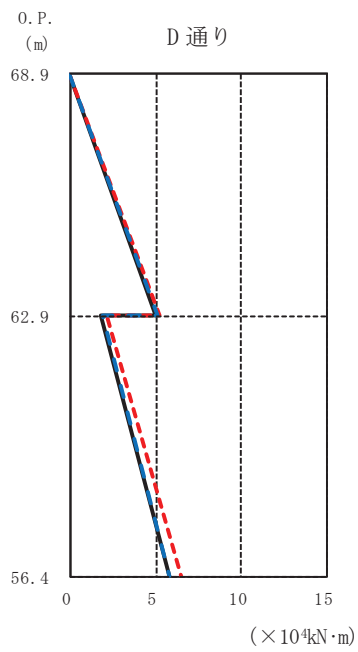
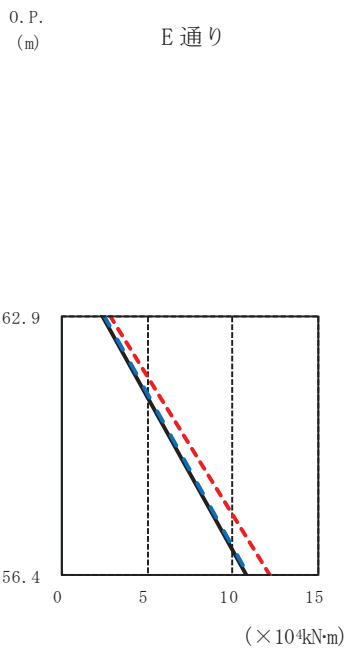
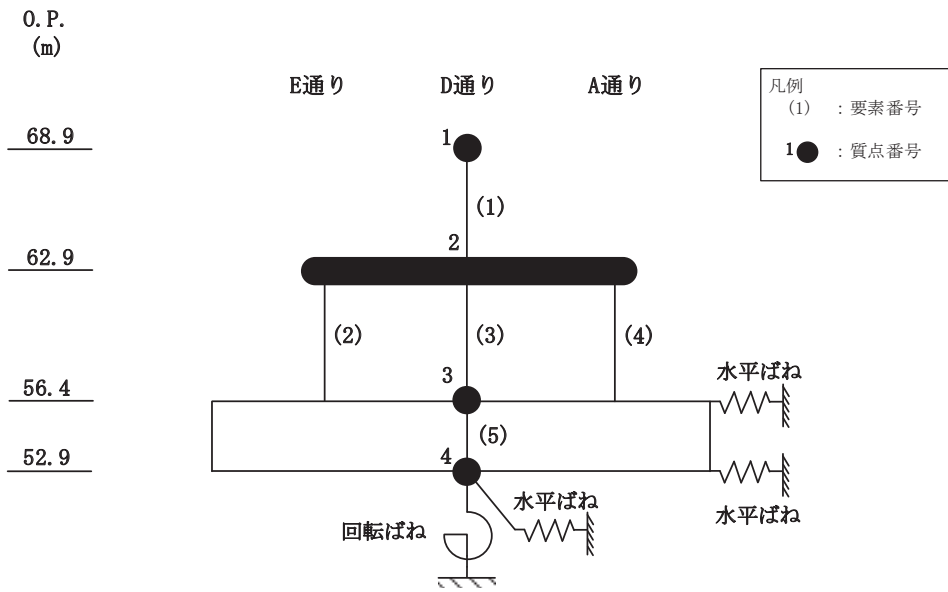
O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9	0.00	0.00	0.00
62.9	5.00	5.22	5.01
56.4	1.90	2.06	1.95
52.9	5.71	6.57	5.97

O.P. (m) A 通り (×10<sup>4</sup>kN·m)

O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.56	2.75	2.63
56.4	10.71	12.35	11.21

(b) S<sub>s</sub>-D3

図3-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)



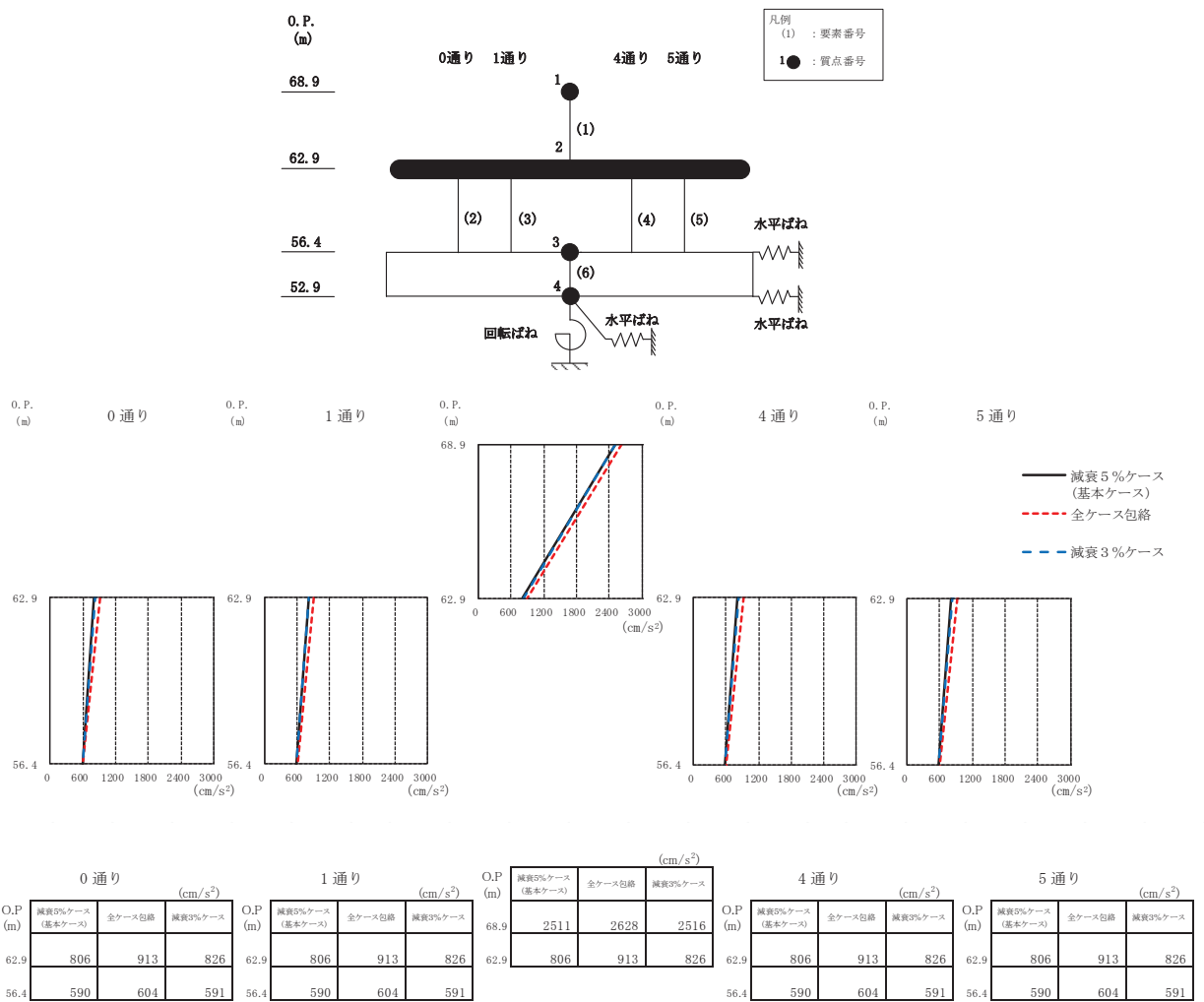
O.P. (m)	E 通り (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.36	2.76	2.48
56.4	10.79	12.17	10.88

O.P. (m)	D 通り (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
68.9	0.00	0.00	0.00
62.9	5.04	5.21	5.07
56.4	1.78	2.15	1.89
56.4	5.79	6.52	5.83

O.P. (m)	A 通り (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
62.9	2.44	2.87	2.57
56.4	10.91	12.30	10.99

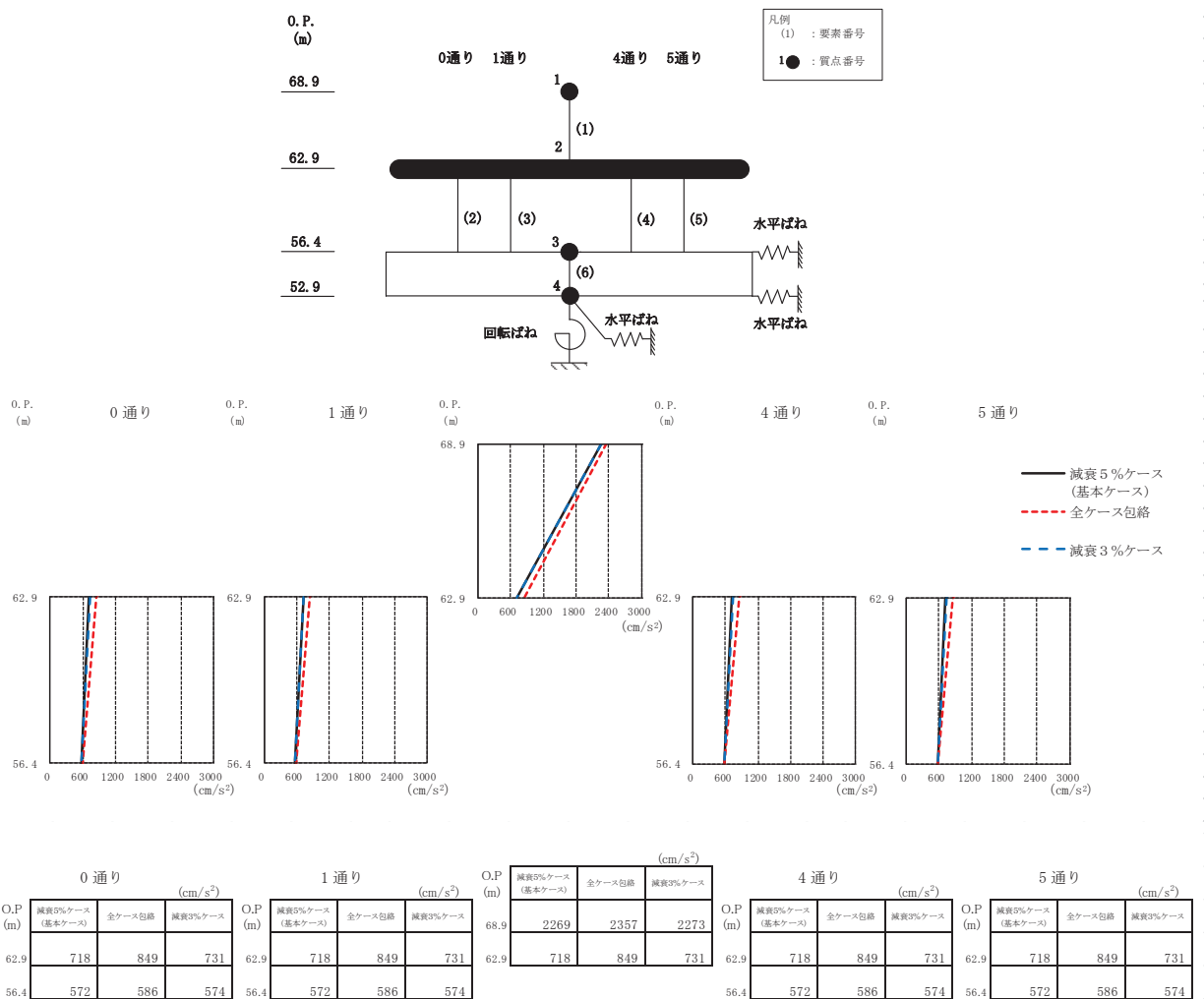
(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-4(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



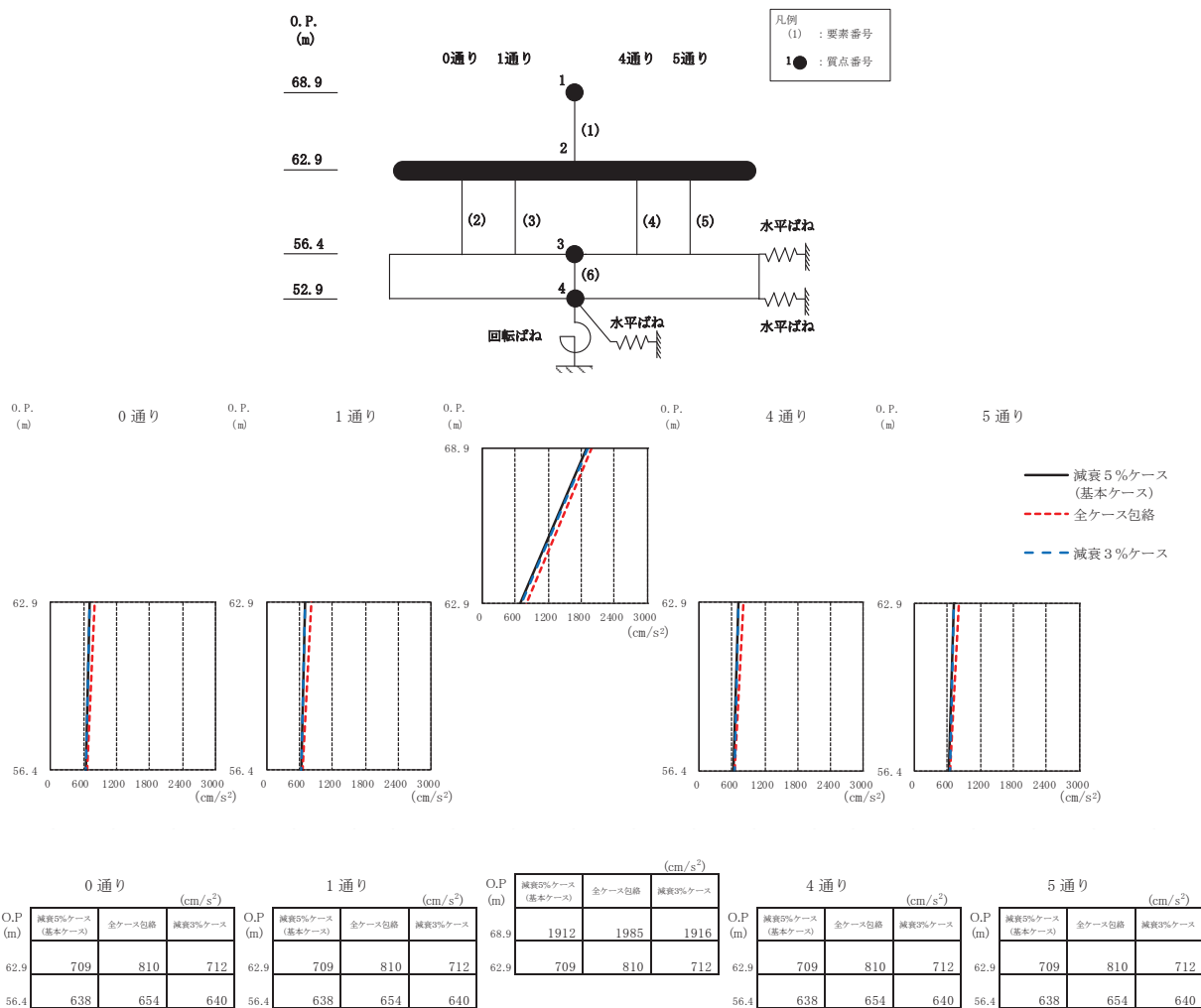
(a) S s - D 2

図3-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動S s, EW方向) (1/3)



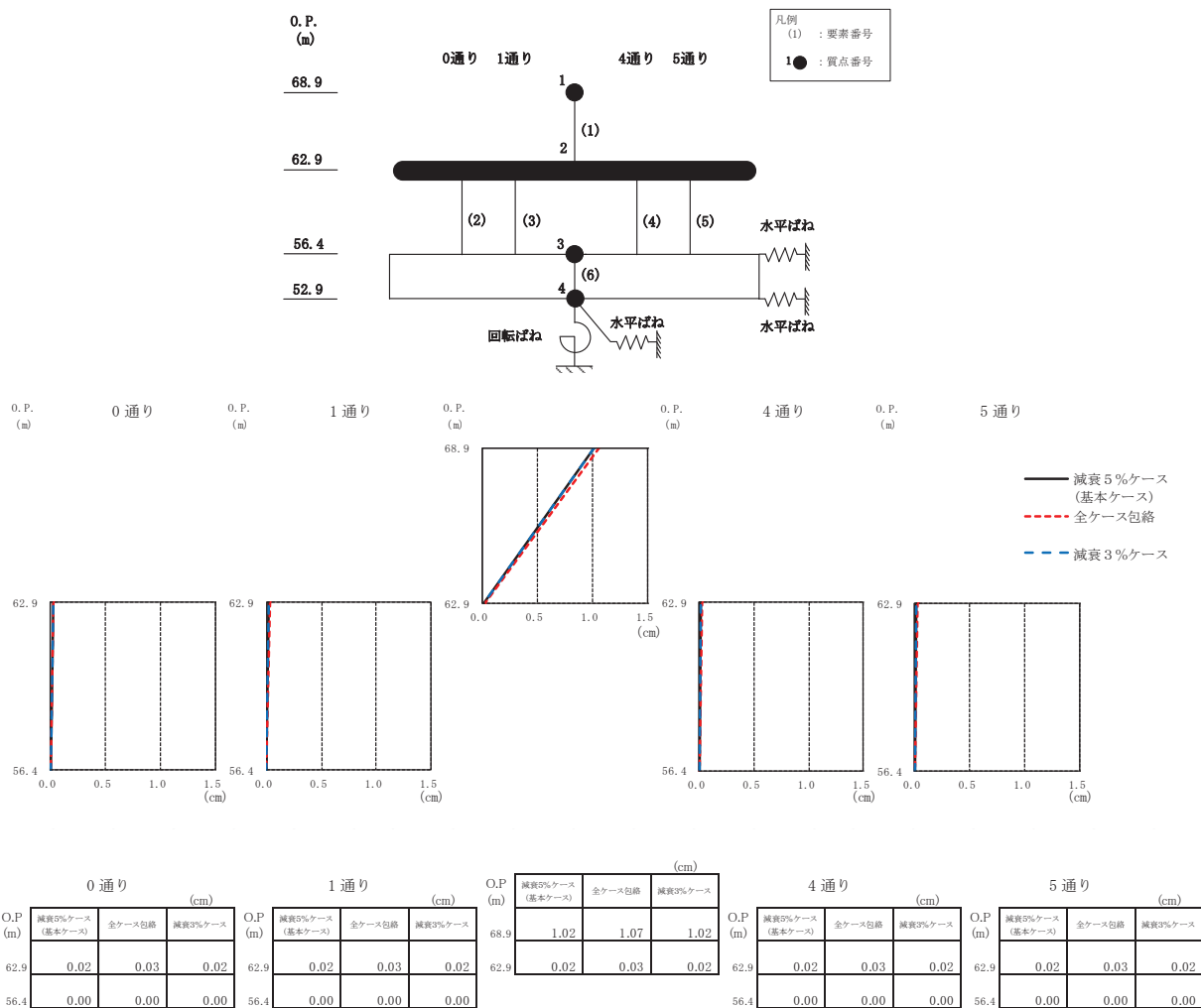
(b) S s - D 3

図3-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



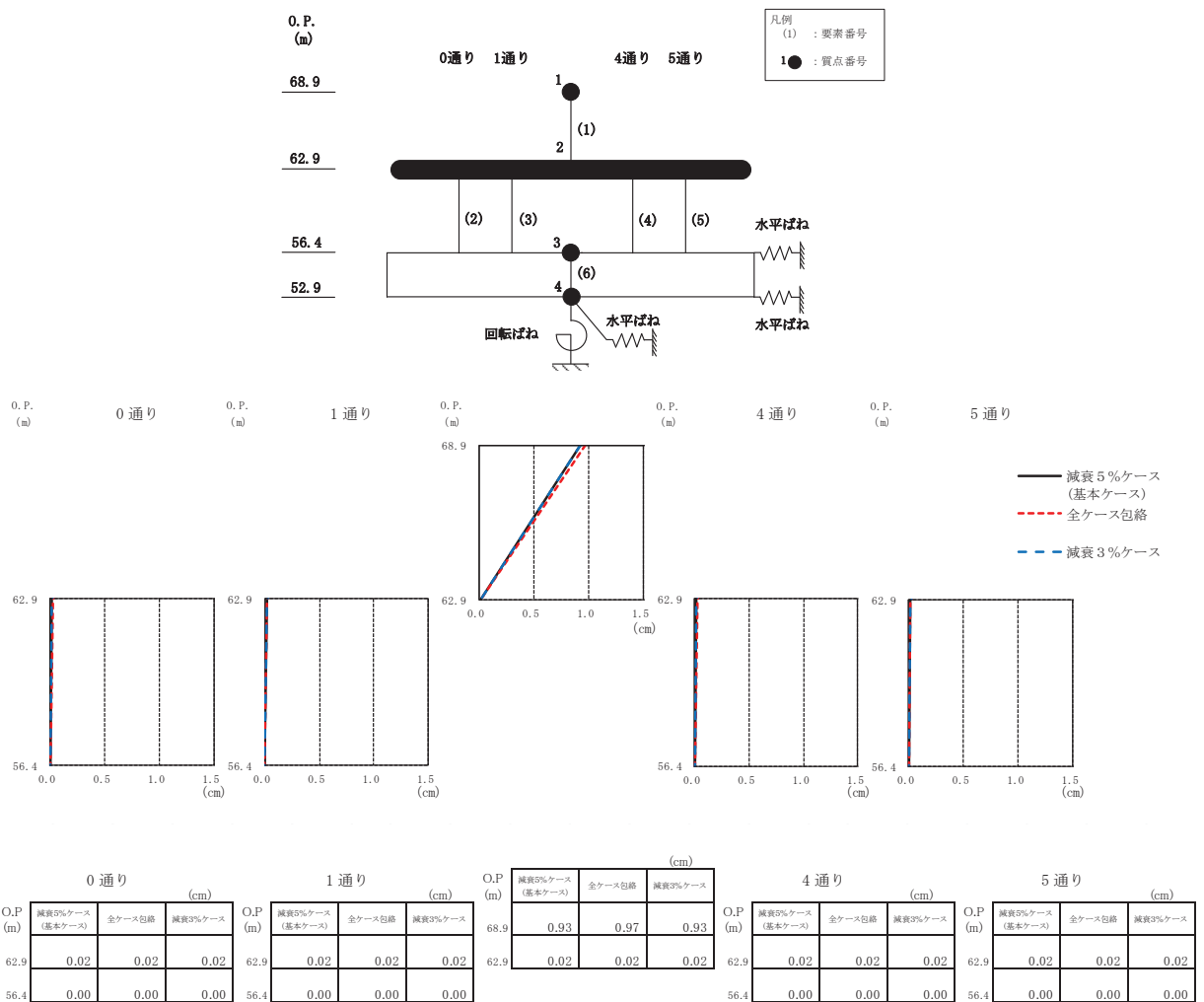
(c) S<sub>s</sub> - F3

図3-5(3) 最大応答加速度 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (3/3)



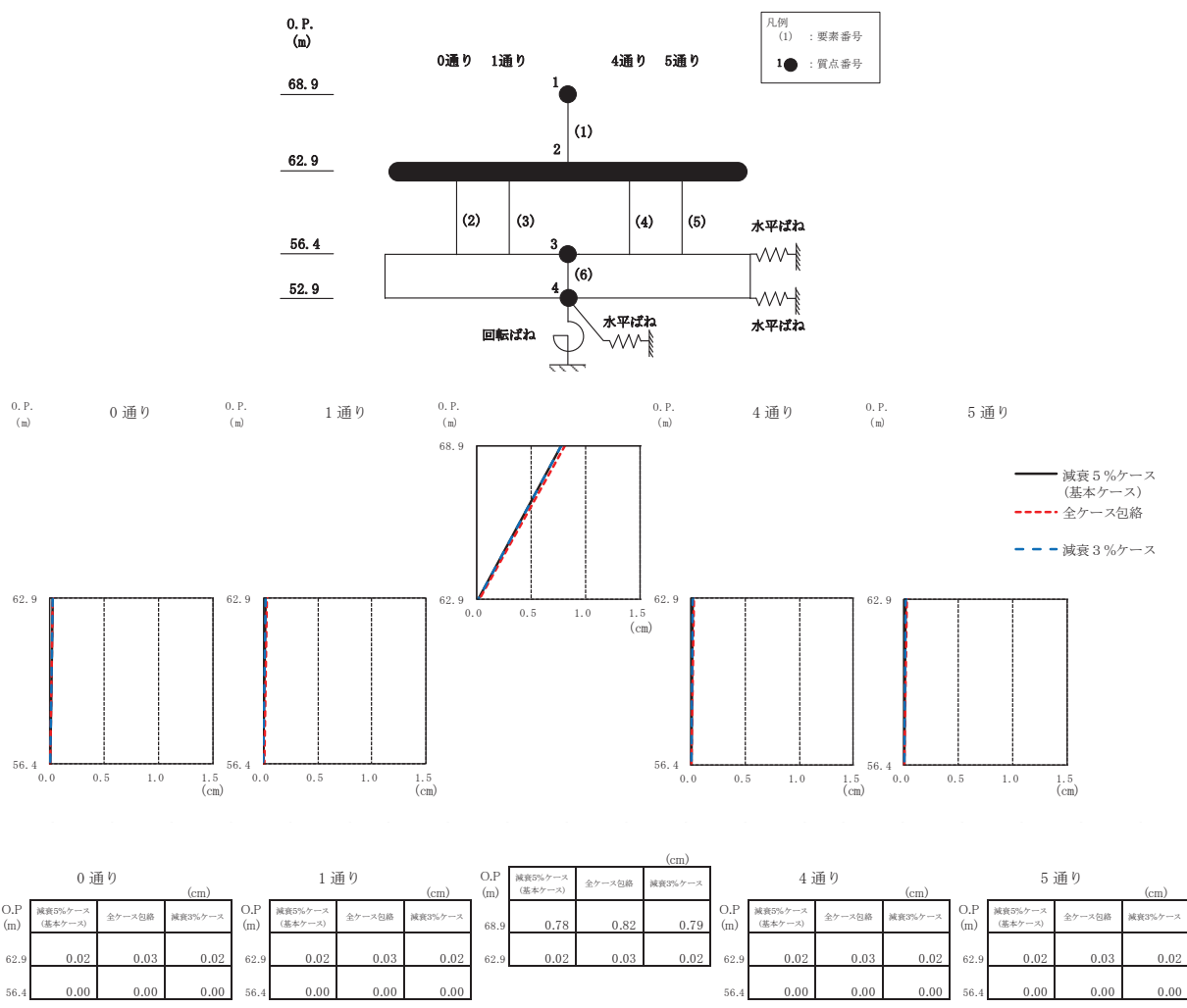
(a)  $S_s - D 2$

図 3-6(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/3)



(b)  $S_s - D3$

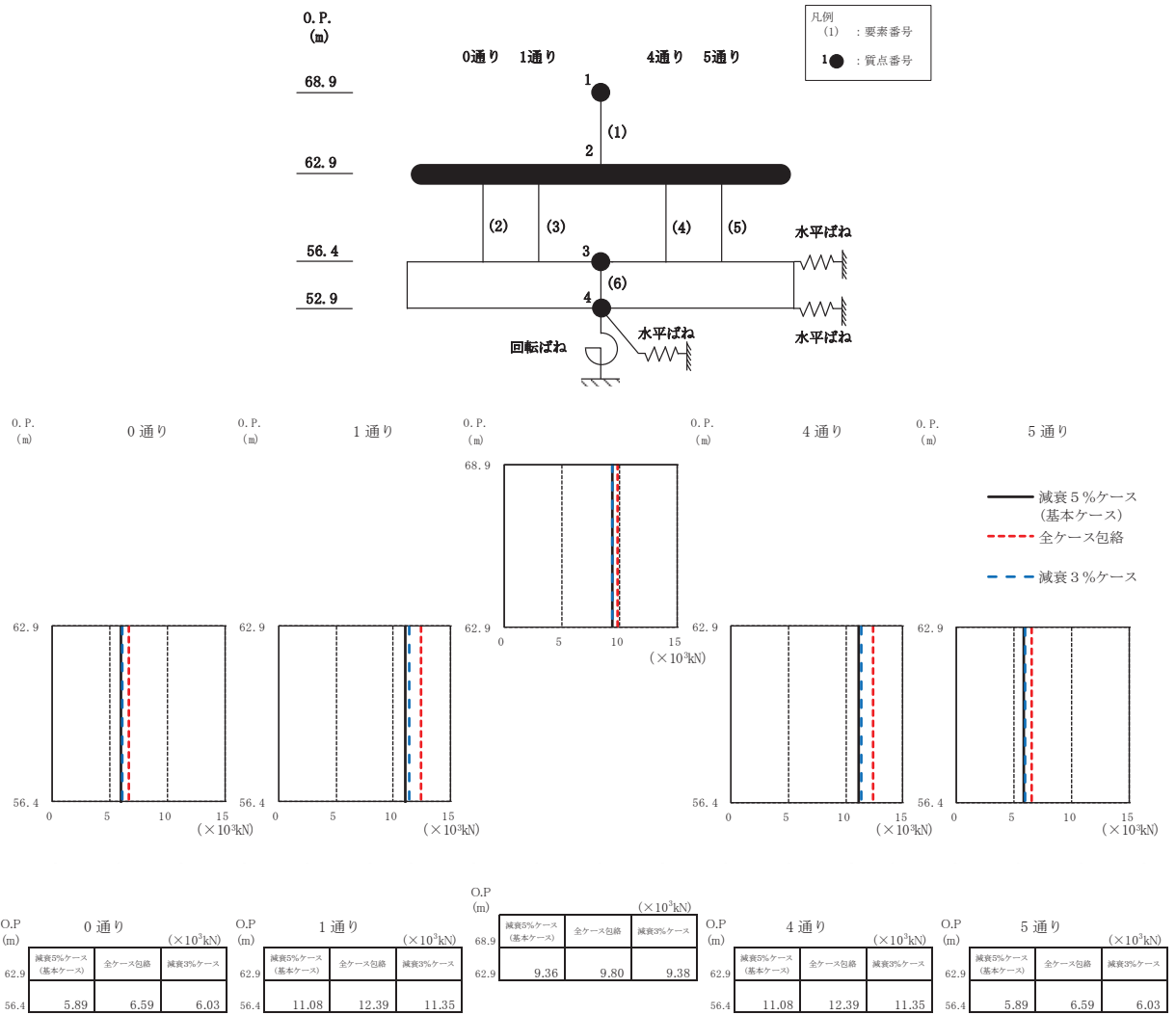
図3-6(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/3)



(c) S s - F 3

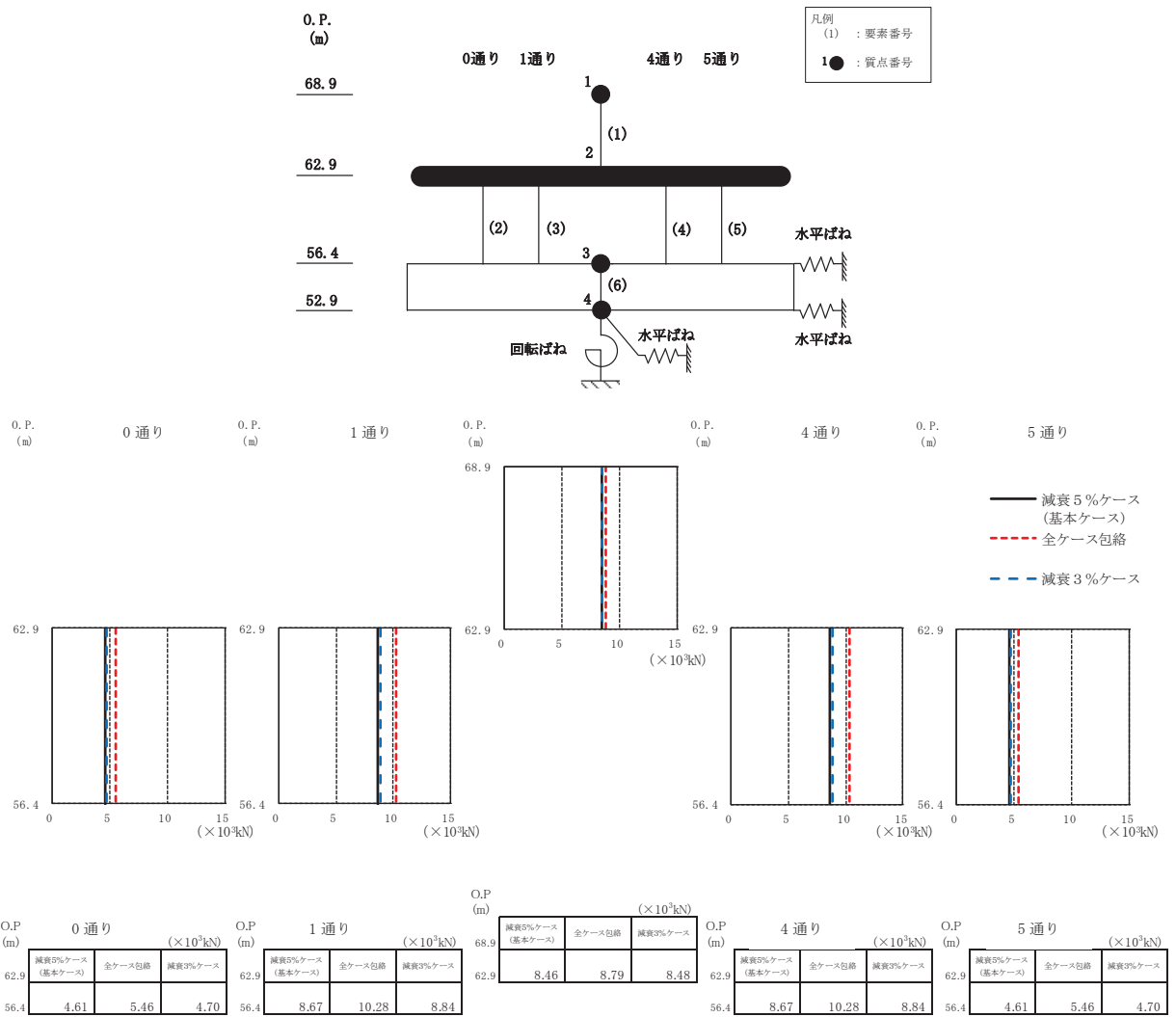
図 3-6(3) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (3/3)





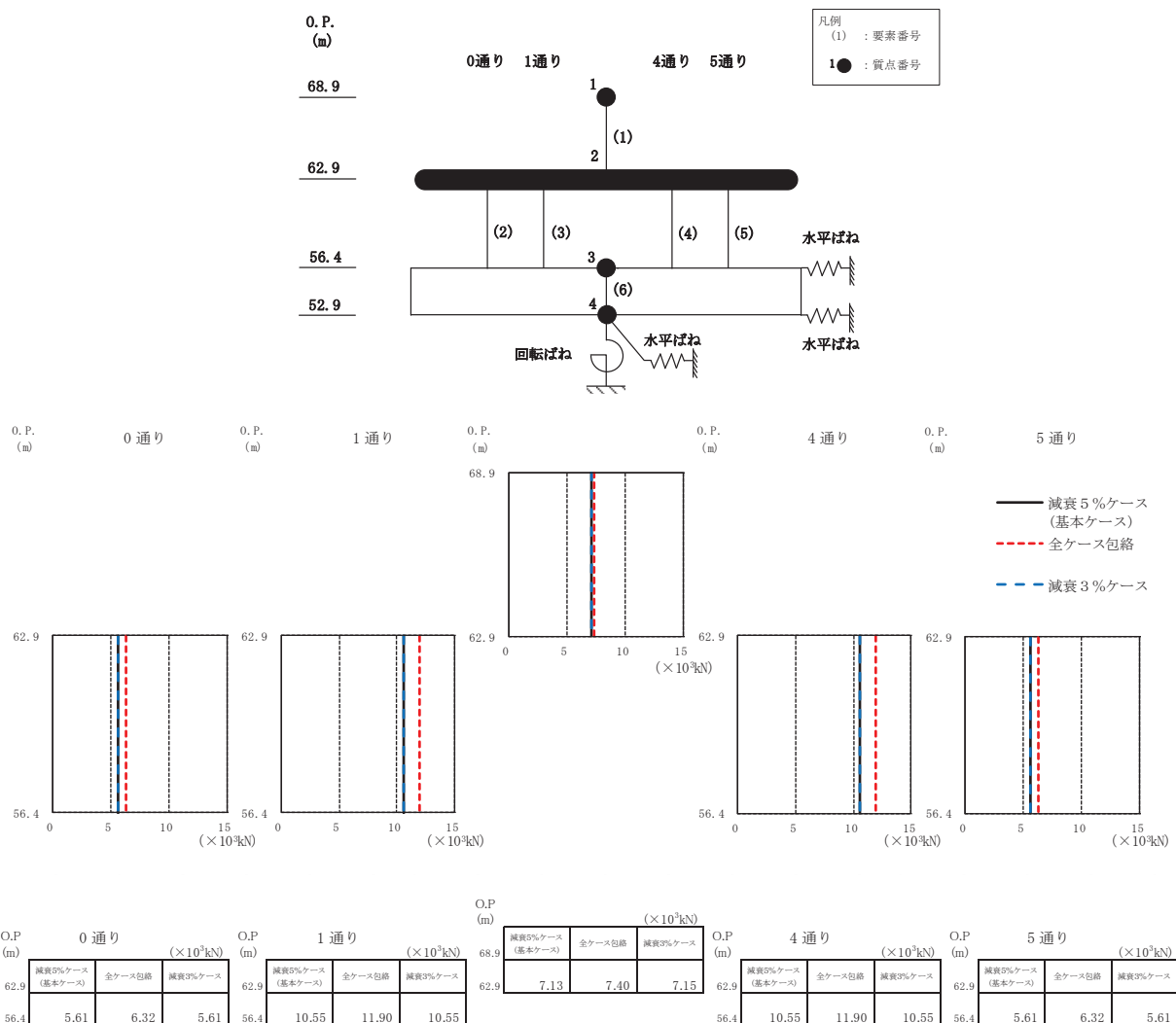
(a) S<sub>s</sub>-D2

図3-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (1/3)



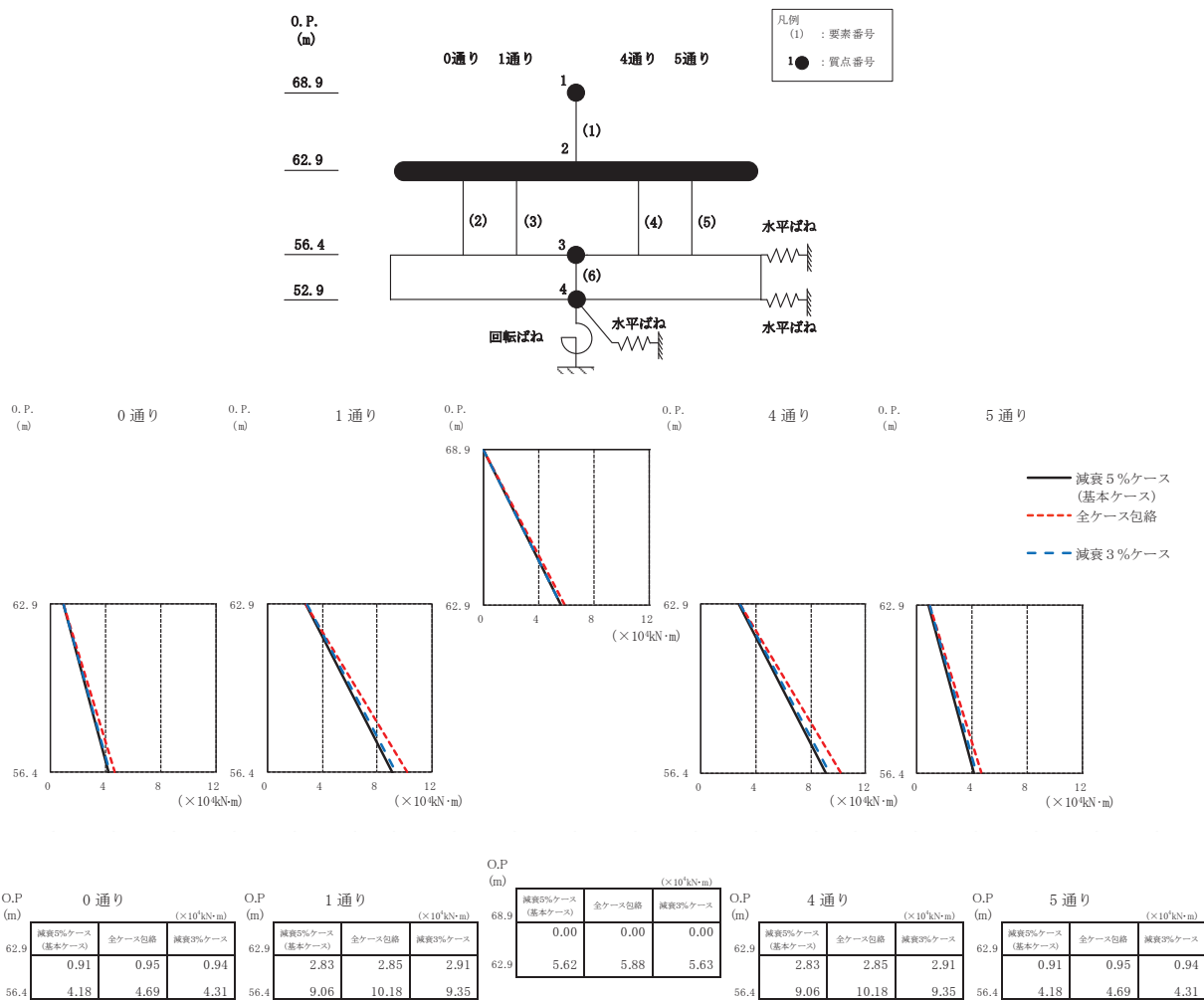
(b) S<sub>s</sub>-D3

図3-7(2) 最大応答せん断力 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (2/3)



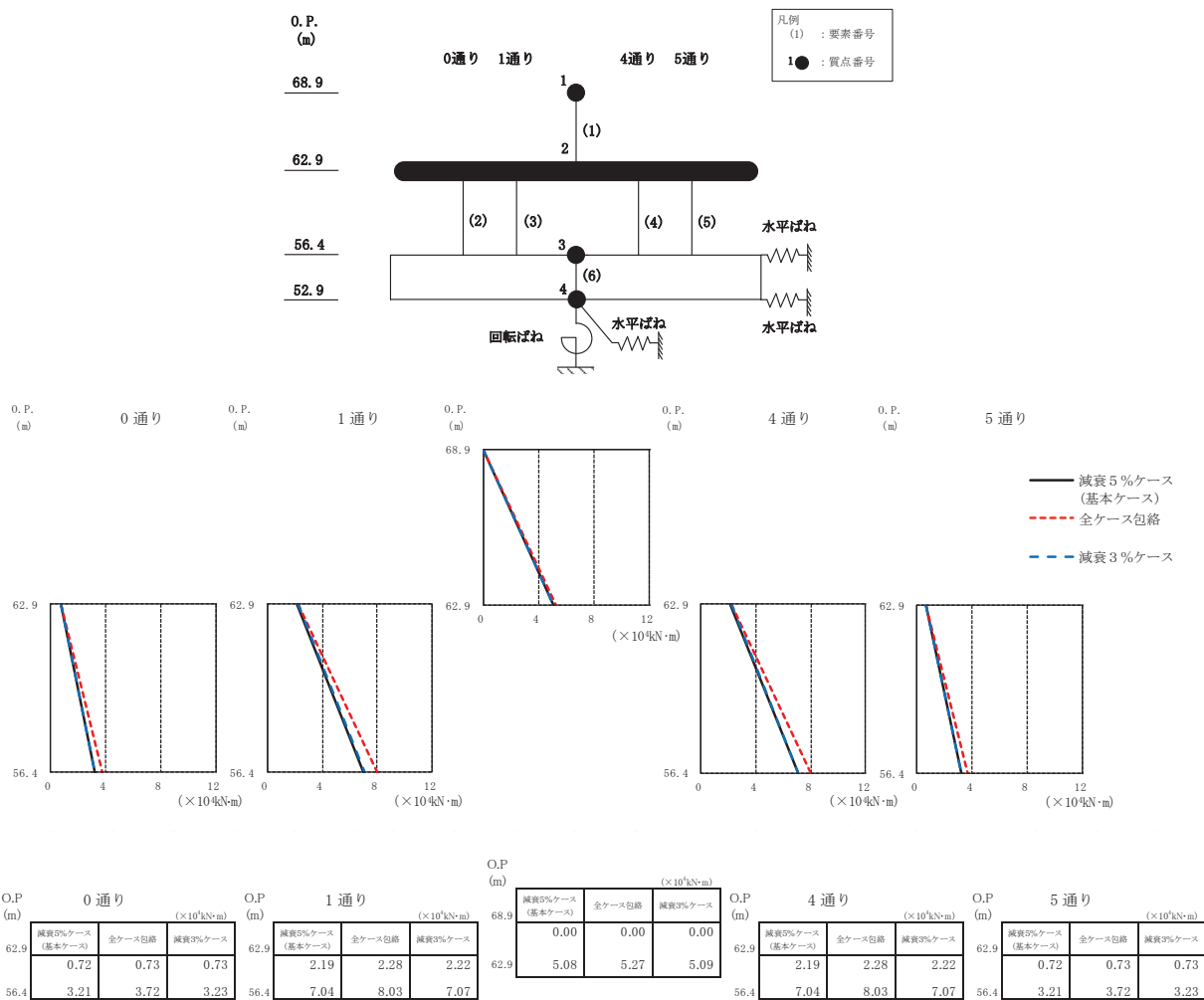
(c)  $S_s - F_3$

図3-7(3) 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (3/3)



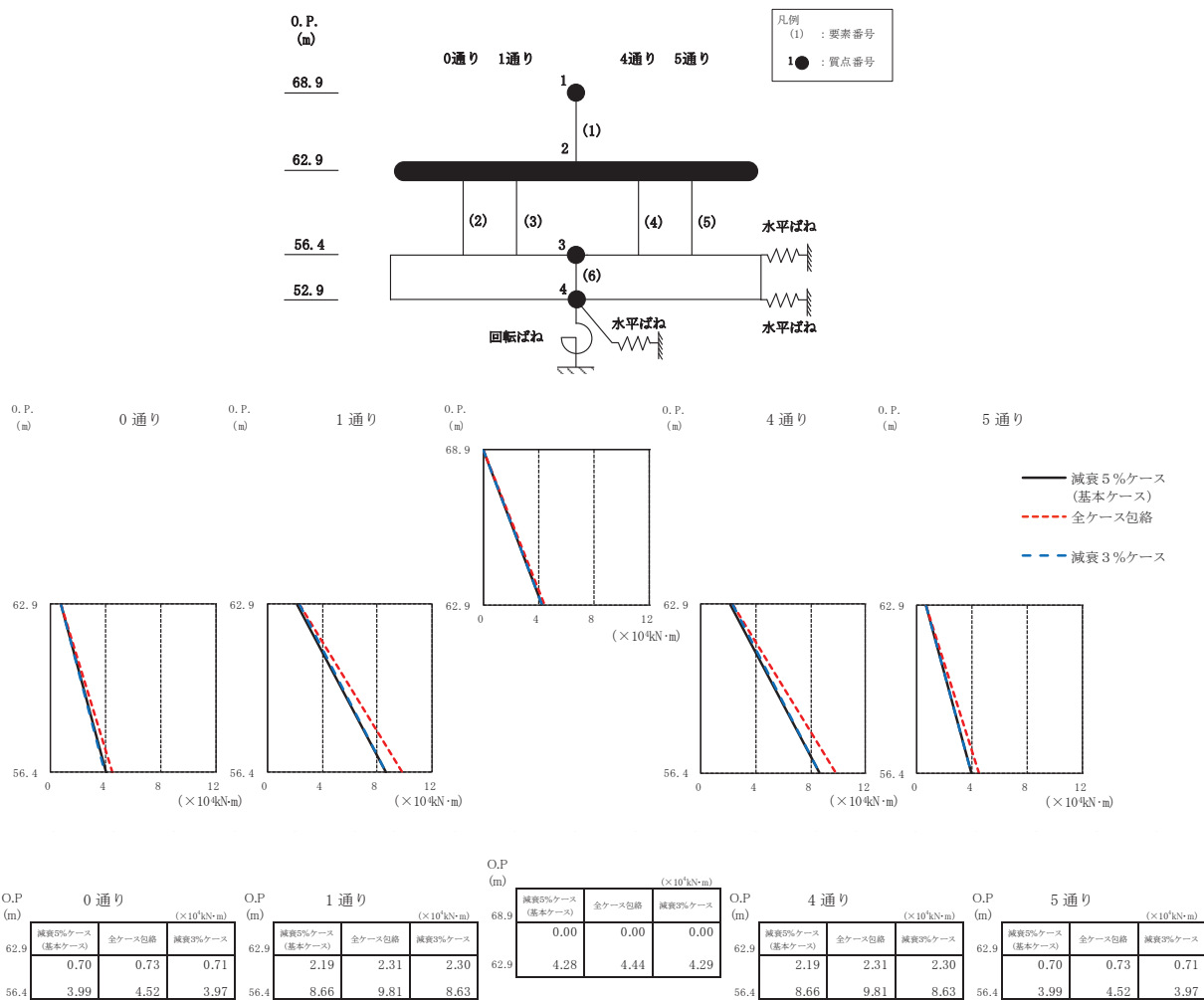
(a) S s - D 2

図 3-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



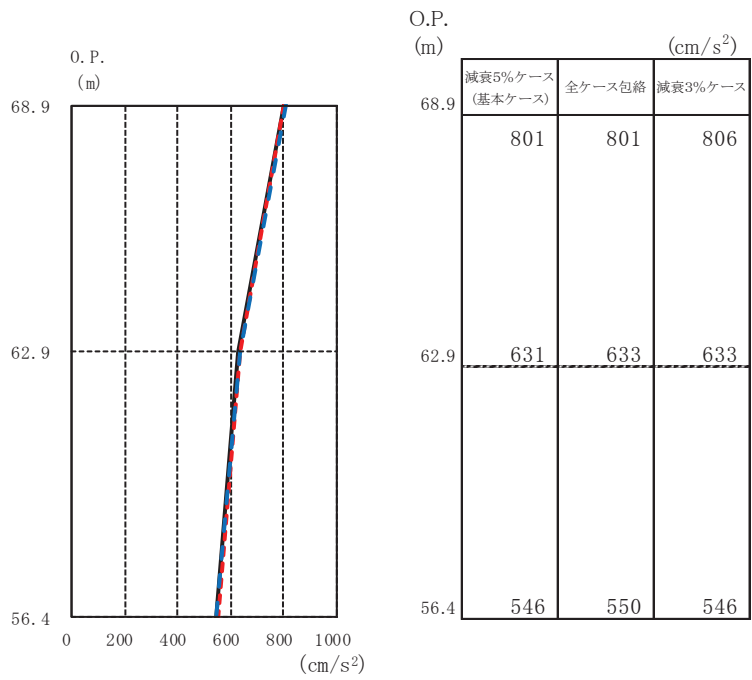
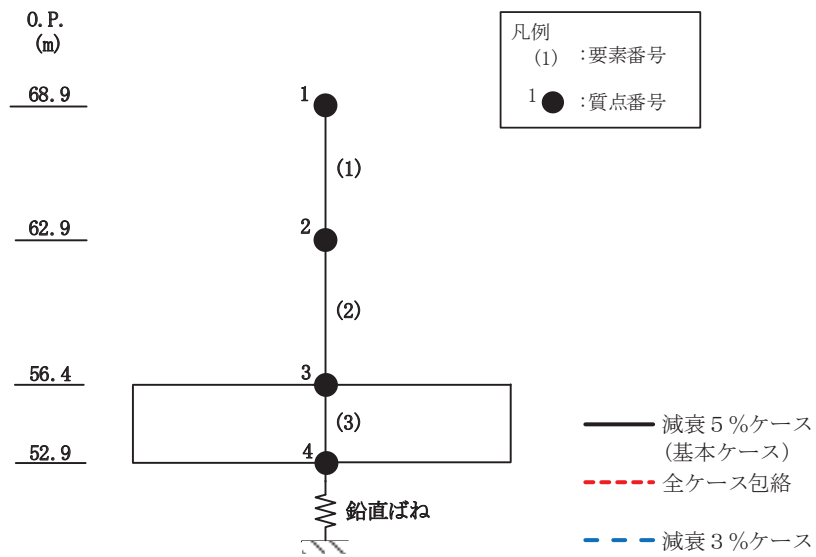
(b) S s - D 3

図 3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



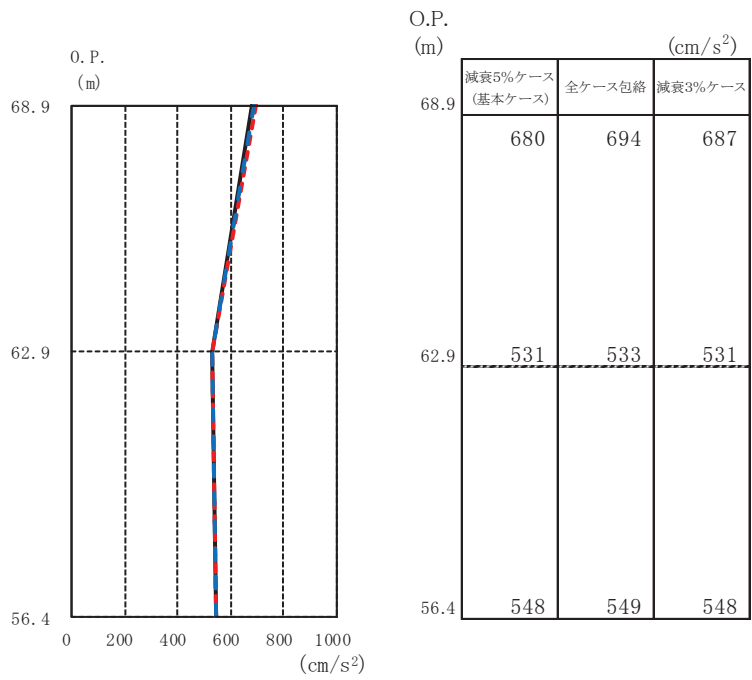
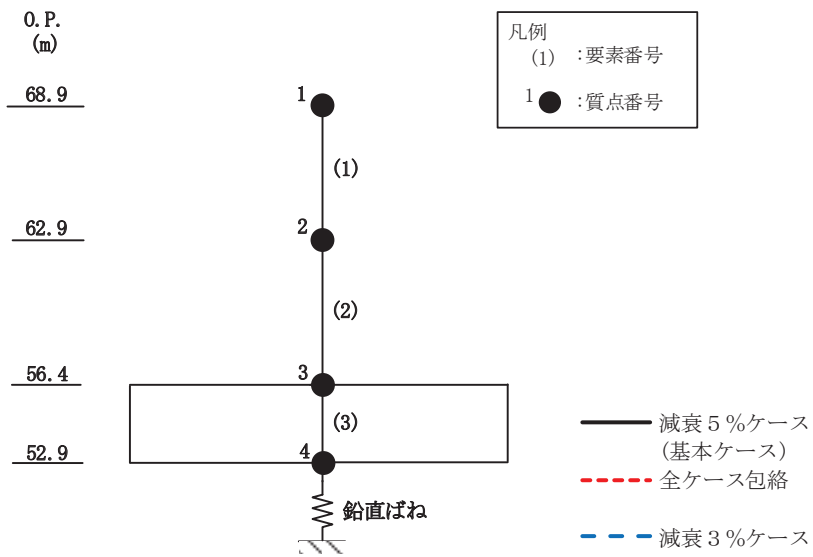
(c) S<sub>s</sub>-F3

図 3-8(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)



(a)  $S_s - D_2$

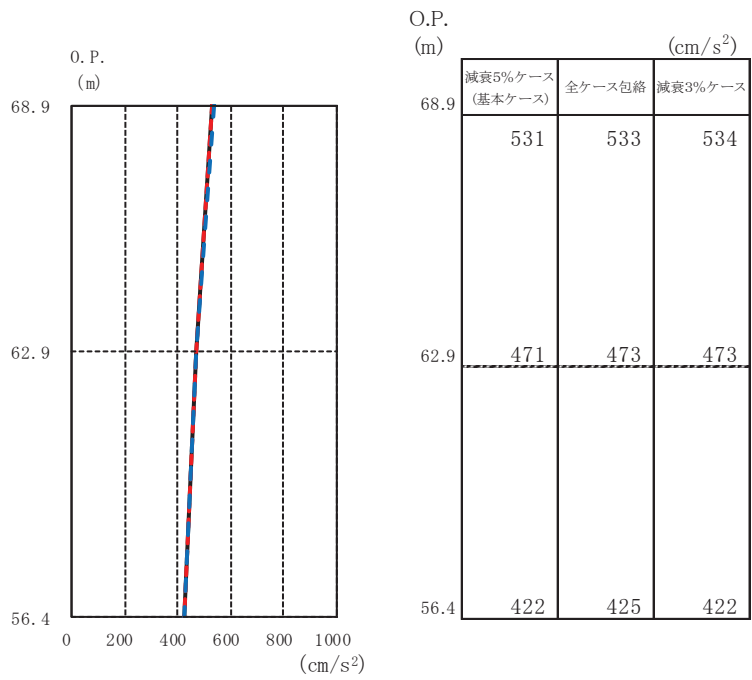
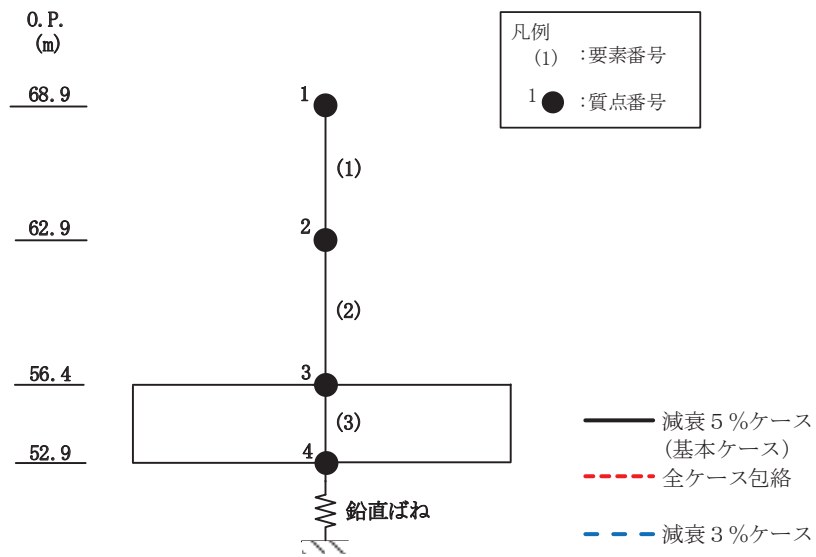
図3-9(1) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub>-D3

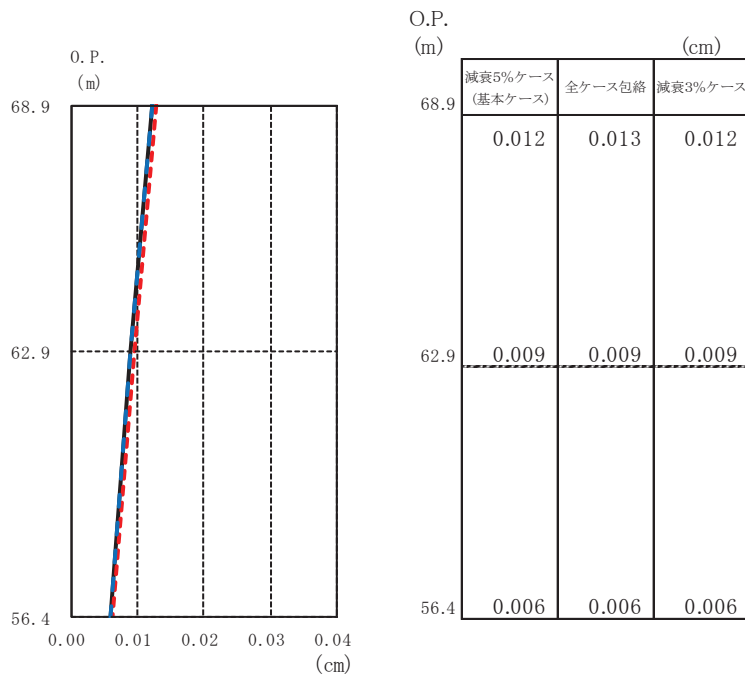
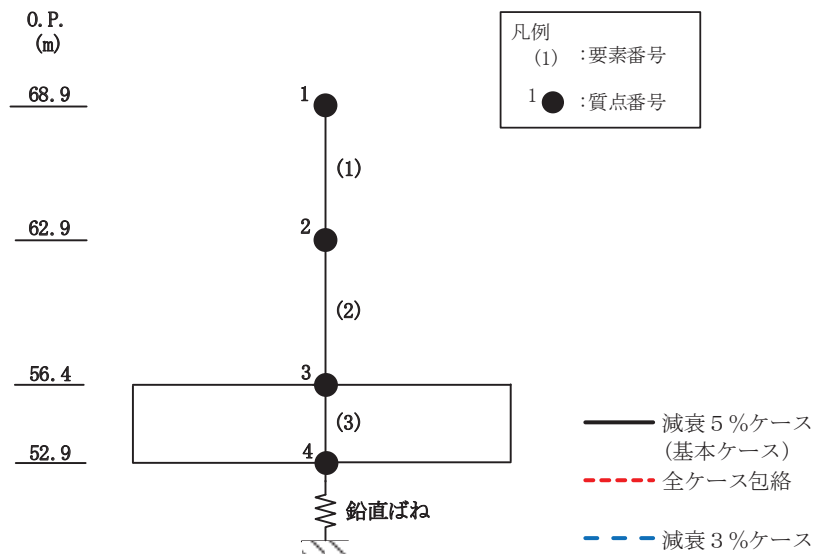
図3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)





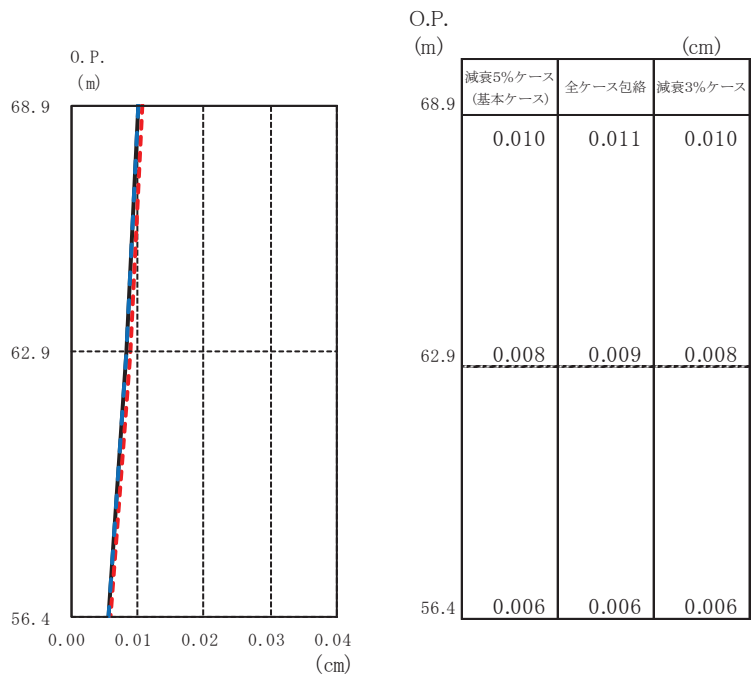
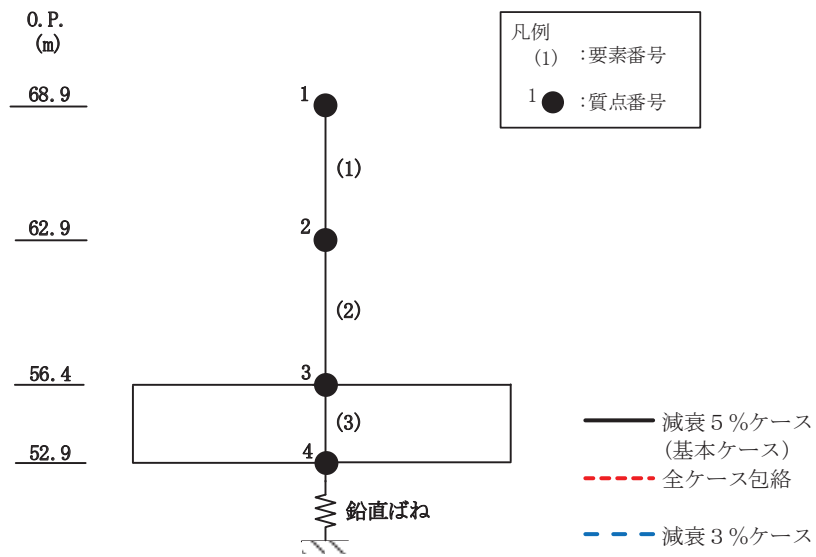
(c)  $S_s - F_3$

図 3-9(3) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



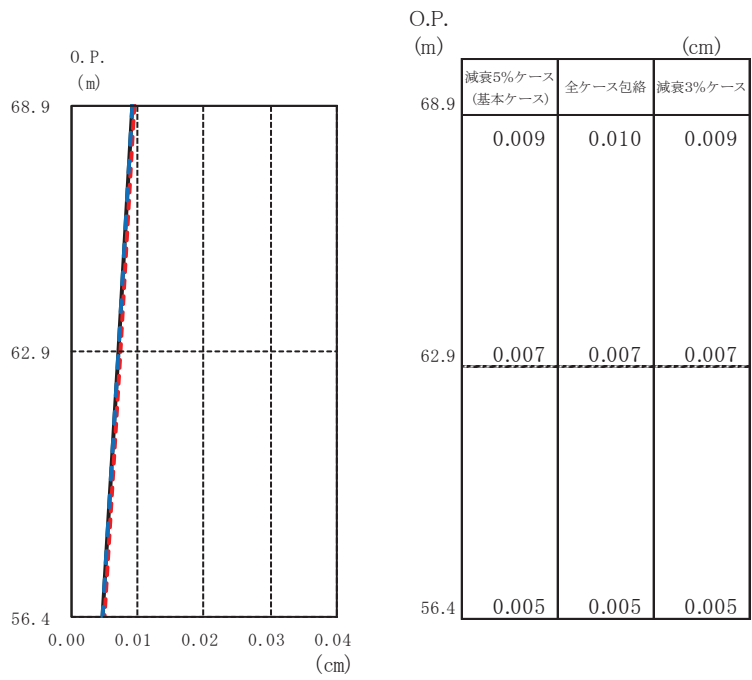
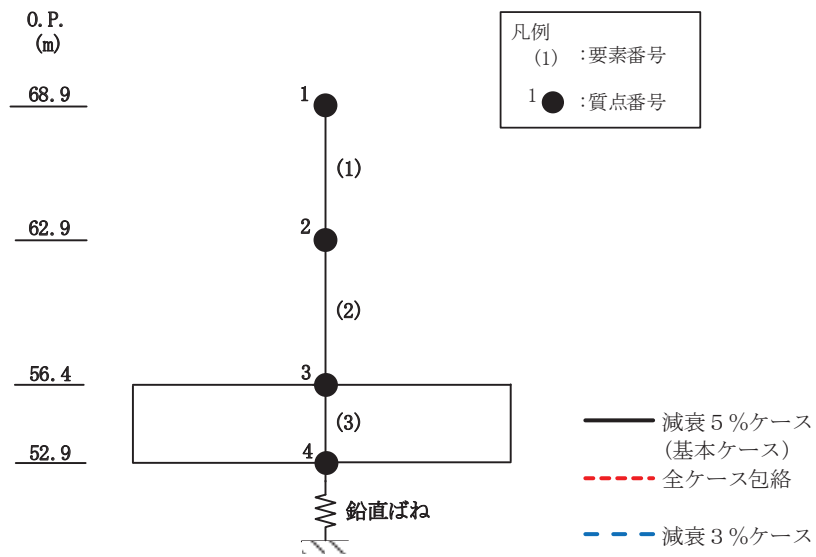
(a)  $S_s - D 2$

図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)



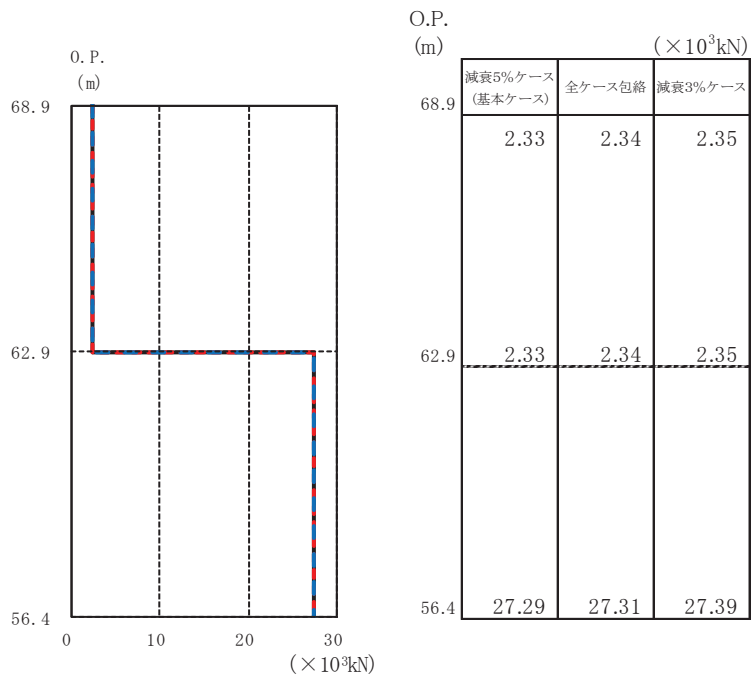
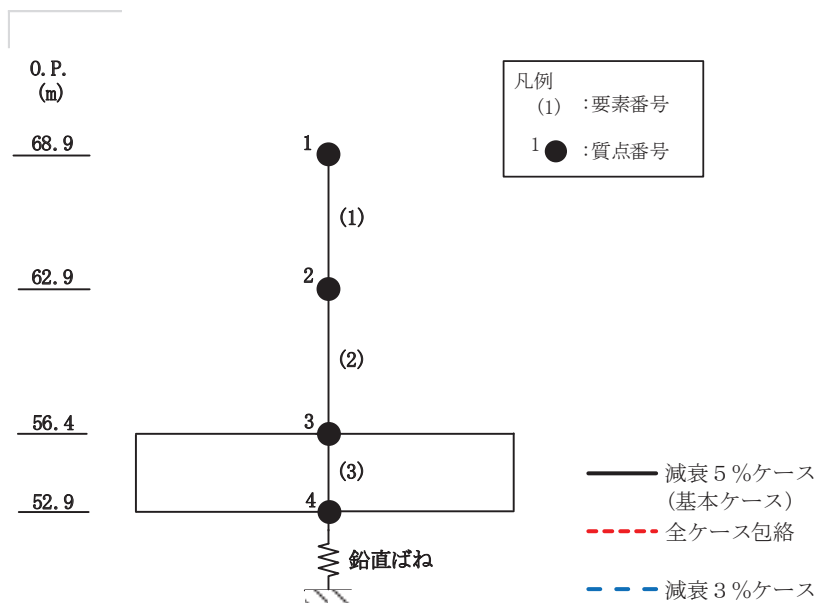
(b)  $S_s - D3$

図3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD方向) (2/3)



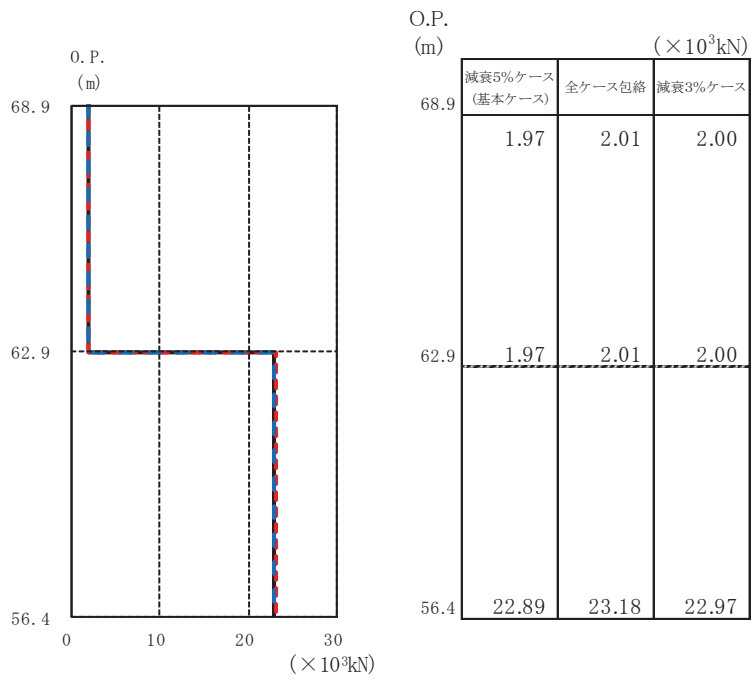
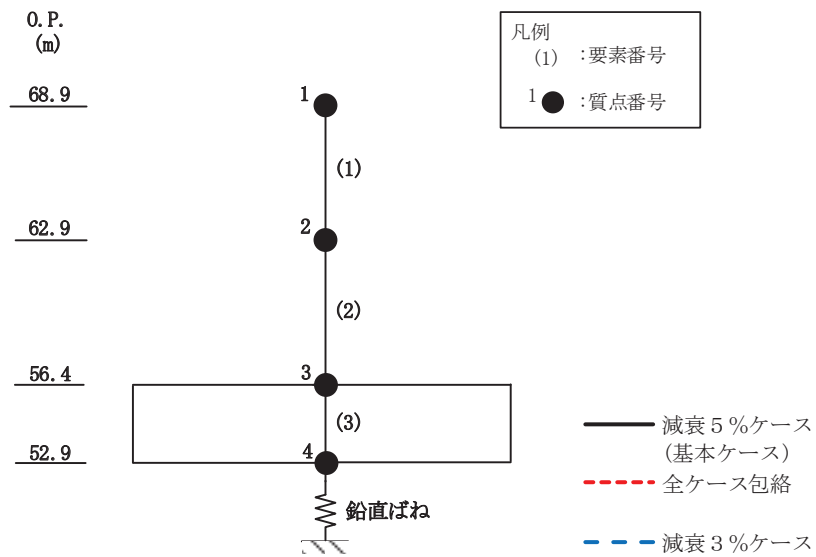
(c)  $S_s - F_3$

図 3-10(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



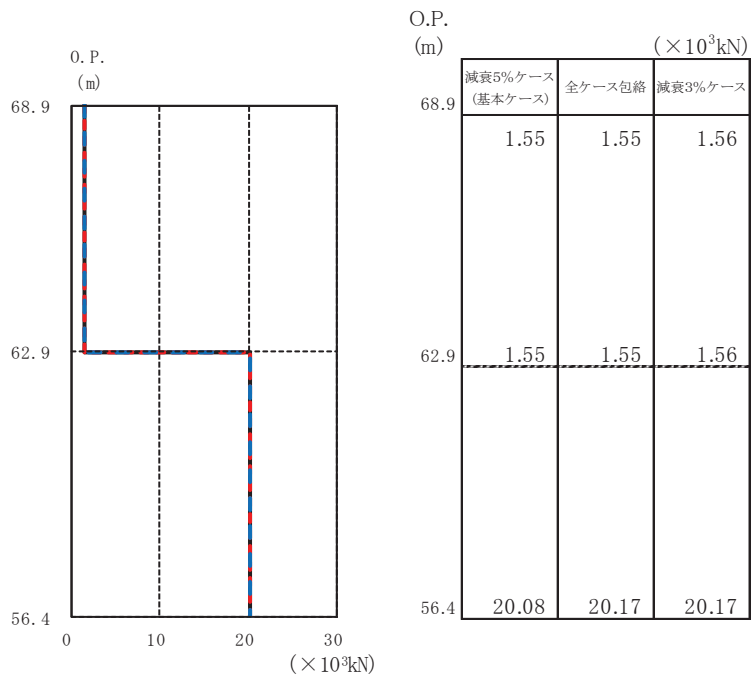
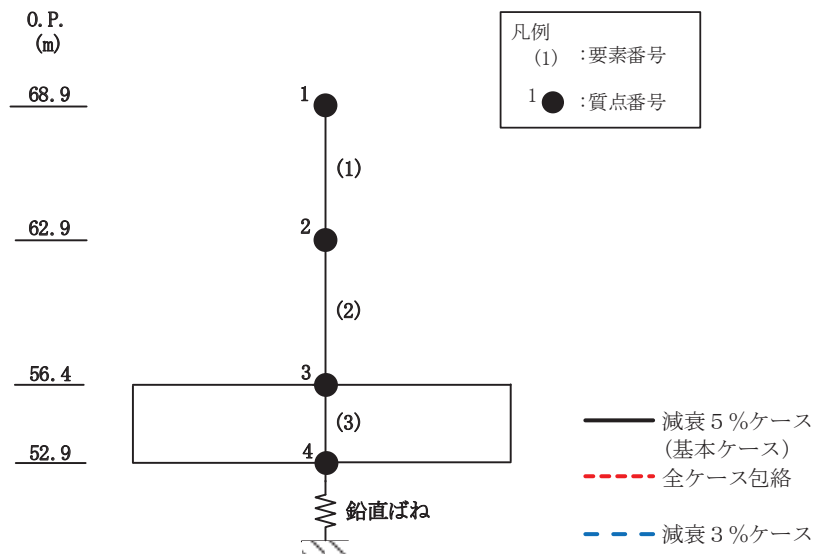
(a) S<sub>s</sub>-D 2

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub>-D3

図3-11(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)



(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-11(3) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (3/3)

#### 4. 減衰定数 3%の影響評価

減衰定数5%による最大応答せん断力，減衰定数3%による最大応答せん断力及び設計用地震力の比較を表4-1に示す。

表4-1より，減衰定数5%の場合と比べて，減衰定数3%の場合の方が応答値はわずかに大きくなるものの，材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力には包絡されていることが確認できる。

以上より，減衰定数3%による解析結果が建屋の耐震安全性に影響を与えないことを確認した。

表 4-1 地震力の比較

(単位： $\times 10^3$  kN)

方向	要素 番号	減衰定数5%における 最大応答せん断力 ( $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$ の最大値)	減衰定数3%における 最大応答せん断力 ( $S_s - D 2, S_s - D 3,$ $S_s - F 3$ の最大値)	設計用 地震力
NS	1	9.62	9.65	10.10
	2	15.29	16.12	18.21
	3	6.91	7.28	8.22
	4	15.29	16.12	18.21
EW	1	9.36	9.38	9.80
	2	5.89	6.03	6.59
	3	11.08	11.35	12.39
	4	11.08	11.35	12.39
	5	5.89	6.03	6.59



別紙 1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討

## 目 次

1. 概要	別紙 1-5- 1
2. 解析方法	別紙 1-5- 1
2.1 地震応答解析モデル	別紙 1-5- 1
2.2 入力地震動	別紙 1-5- 2
2.3 解析方法	別紙 1-5- 2
2.4 解析条件	別紙 1-5- 2
3. 解析結果	別紙 1-5- 2
4. 実強度による影響評価	別紙 1-5-36

## 1. 概要

緊急用電気品建屋の鉄筋コンクリート造部に用いるコンクリートの強度は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」において、水平方向及び鉛直方向とも設計基準強度 ( $F_c=30 \text{ N/mm}^2$ ) としている。

本資料では、緊急用電気品建屋が新設であることを考慮し、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、鉄筋コンクリート造部のコンクリート強度が実強度 ( $F_c=42.2 \text{ N/mm}^2$ ) の場合の地震応答解析を行い、耐震評価上の影響を確認する。

## 2. 解析方法

### 2.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定し、原則として添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とし、建屋部及び基礎版については、コンクリート強度を実強度とする。地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値について、表2-1に示す。

表 2-1 使用材料の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E ( $\text{N/mm}^2$ )	せん断 弾性係数 G ( $\text{N/mm}^2$ )	減衰定数 h (%)
建屋部 (B1F) 基礎版	鉄筋コンクリート コンクリート： $F_c=42.2 \text{ (N/mm}^2)$ * 鉄筋：SD390	$2.86 \times 10^4$	$1.19 \times 10^4$	5
建屋部 (1F)	鉄骨：BCP325, SN400B, SN490B	$2.05 \times 10^5$	$7.90 \times 10^4$	2

注記\*：コンクリート強度の実強度は、「日本建築学会 2013年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に基づき、圧縮強度の標準偏差を考慮した値としている。

## 2.2 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-610-10 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「別紙1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」に基づき、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動  $S_s$  のうち  $S_s - D 2$  ,  $S_s - D 3$  及び  $S_s - F 3$  とする。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、時刻歴応答解析により実施し、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とする。

## 2.4 解析条件

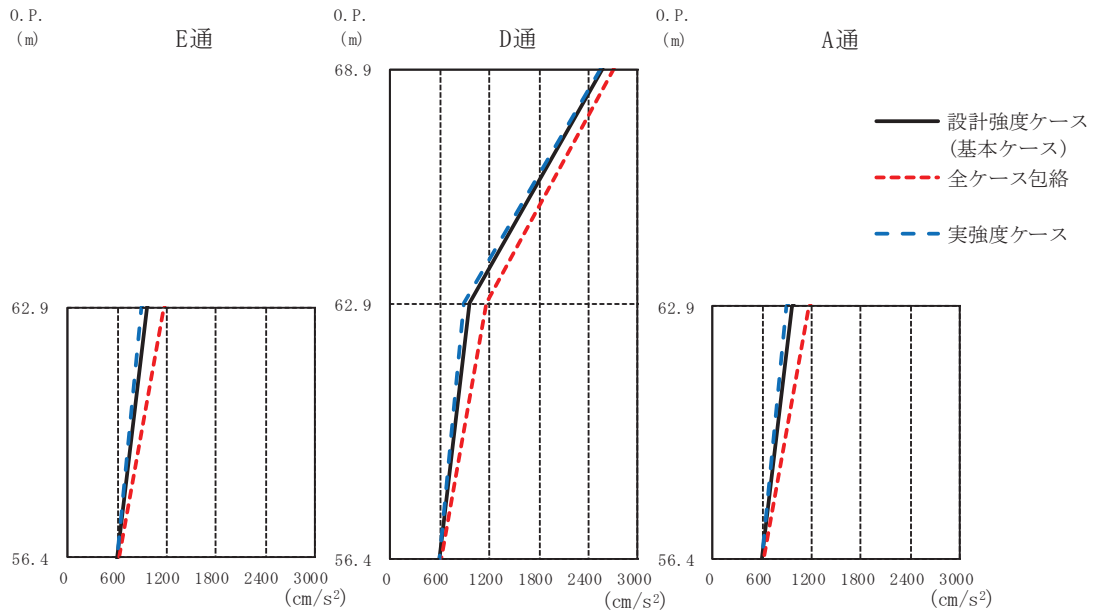
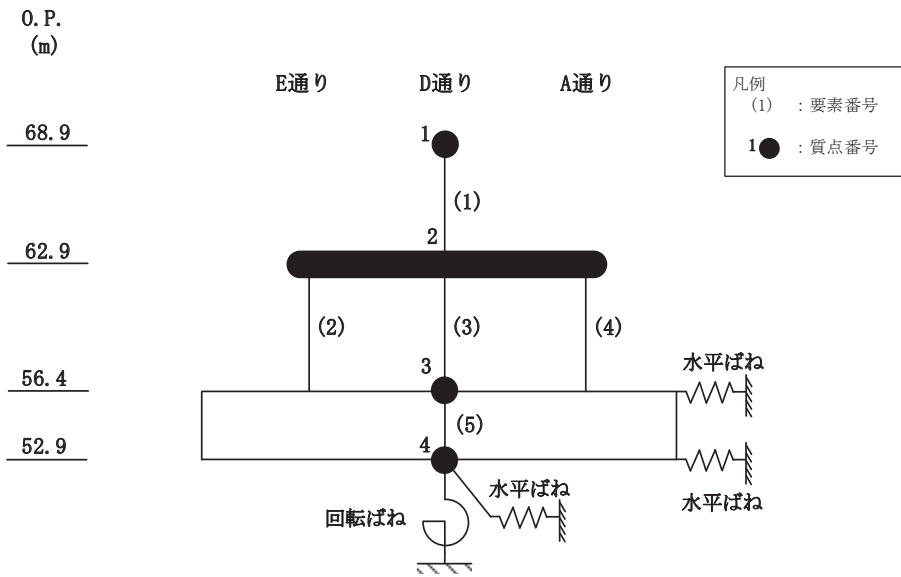
緊急用電気品建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（設計基準強度  $F_c = 30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

## 3. 解析結果

地震応答解析結果を図3-1～図3-11に示す。

NS方向及びEW方向における実強度の応答値は、設計基準強度ケース及び不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値と比較して、おおむね下回っていることを確認した。

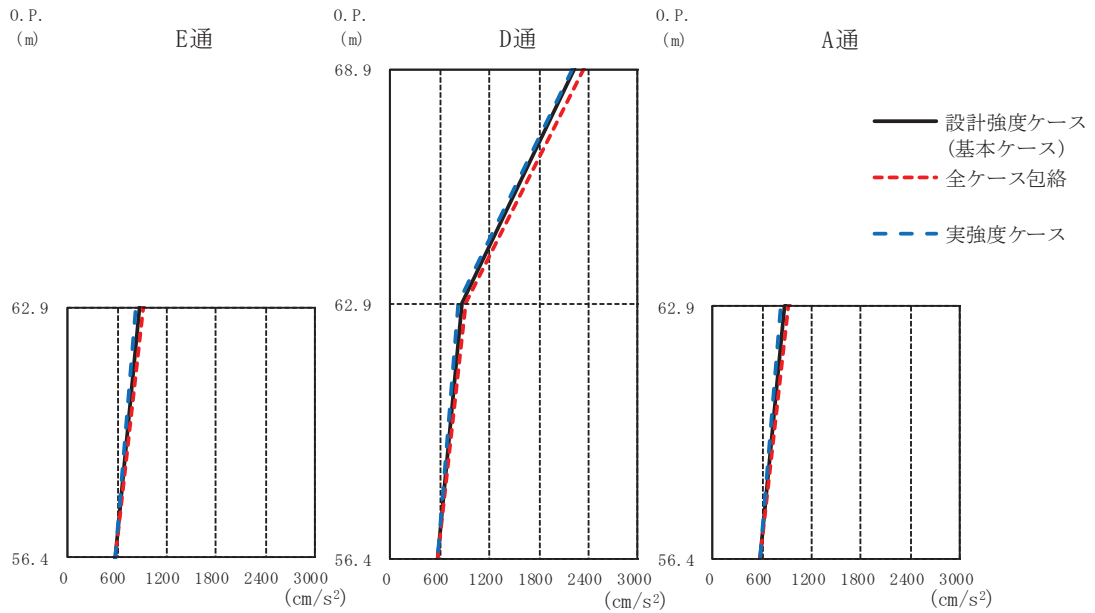
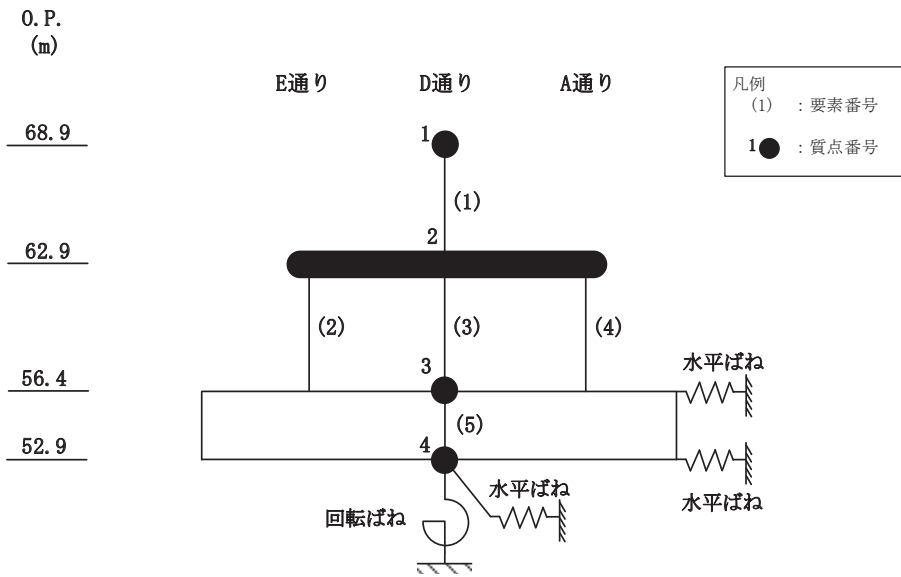
鉛直方向においても、実強度とした場合の応答値は、設計基準強度ケース及び不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値と比較して、応答加速度や応答軸力で一部上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、それ以外は下回っていることを確認した。



O.P. (m)	E通 (cm/s <sup>2</sup> )			D通 (cm/s <sup>2</sup> )			A通 (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9				2580	2710	2544			
62.9	957	1162	884	957	1162	884	957	1162	884
56.4	594	614	588	594	614	588	594	614	588

(a) S<sub>s</sub>-D2

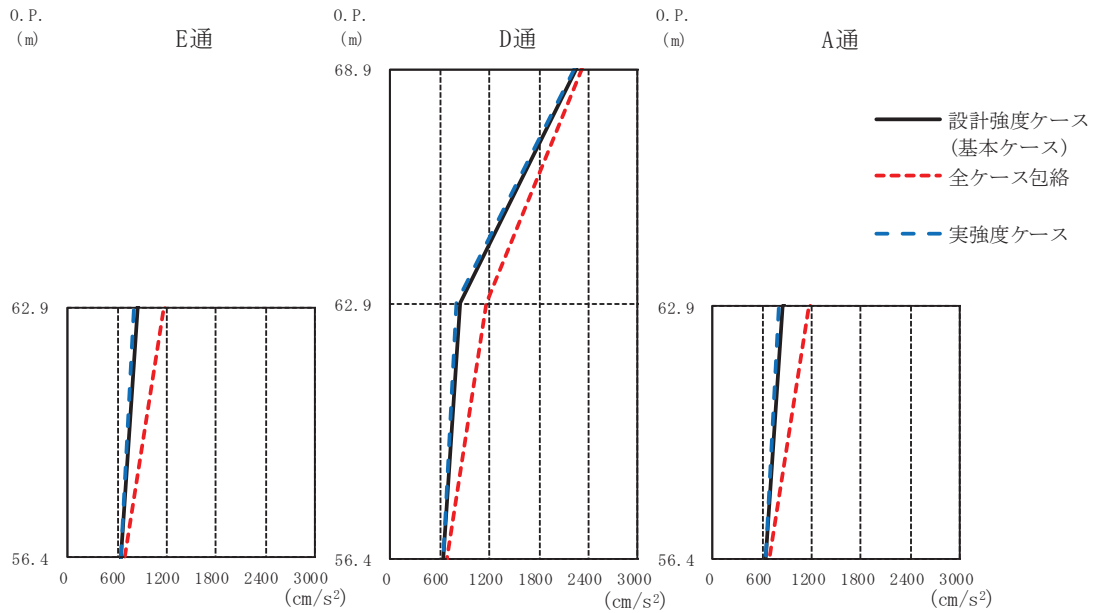
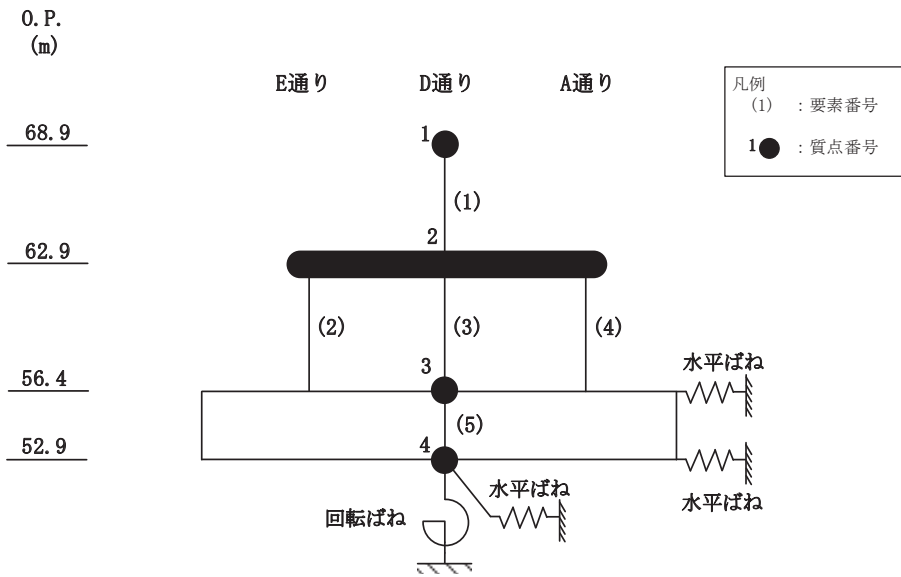
図3-1(1) 最大応答加速度 (基準地震動S<sub>s</sub>, NS方向) (1/3)



		E通			D通			A通			
		(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			(cm/s <sup>2</sup> )			
O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9				68.9	2235	2336	2212	68.9			
62.9	877	922	827	62.9	877	922	827	62.9	877	922	827
56.4	563	575	569	56.4	563	575	569	56.4	563	575	569

(b) S<sub>s</sub>-D3

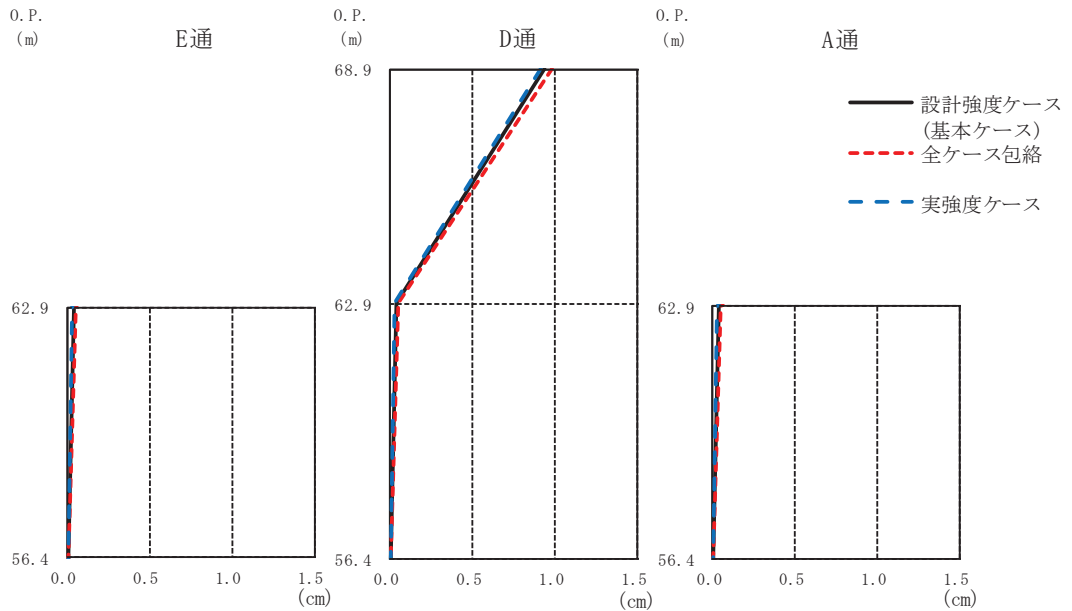
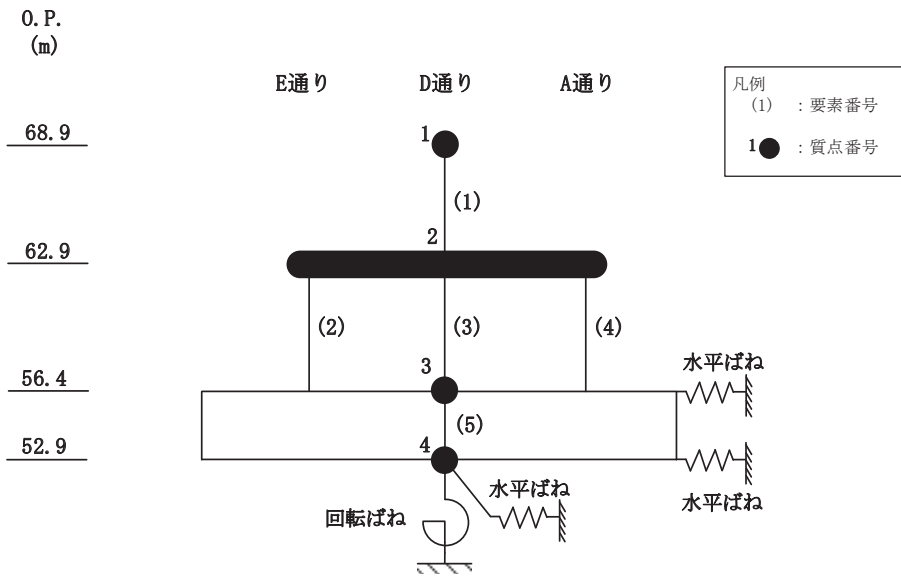
図3-1(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)



		D通 (cm/s <sup>2</sup> )				
		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース		
O.P. (m)					O.P. (m)	
		2253	2331	2239		
68.9					68.9	
		838	1159	794		
62.9					62.9	
		644	686	634		
56.4					56.4	

(c) S<sub>s</sub> - F 3

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

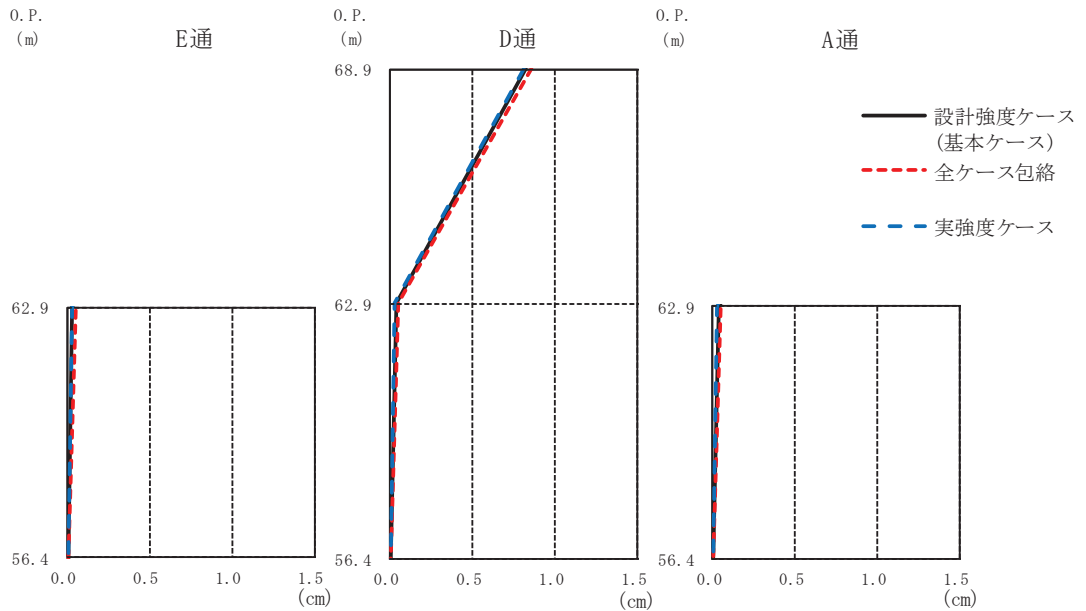
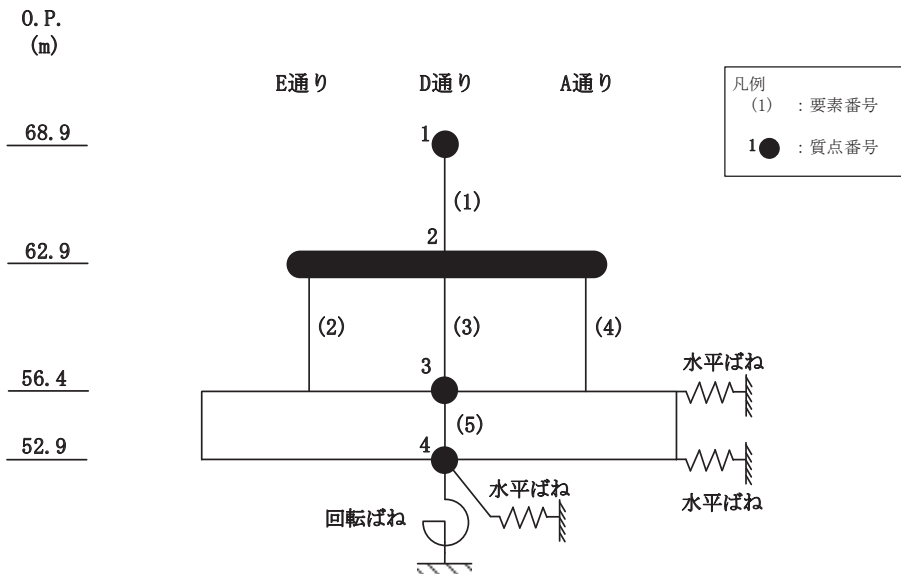


		D通 (cm)					A通 (cm)		
O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	E通 (cm)	0.93	0.98	0.91	68.9		0.03	0.05	0.03
62.9		0.03	0.05	0.03	62.9		0.03	0.05	0.03
56.4		0.00	0.01	0.00	56.4		0.00	0.01	0.00

(a) S<sub>s</sub>-D2

図3-2(1) 最大応答変位 (基準地震動S<sub>s</sub>, NS方向) (1/3)

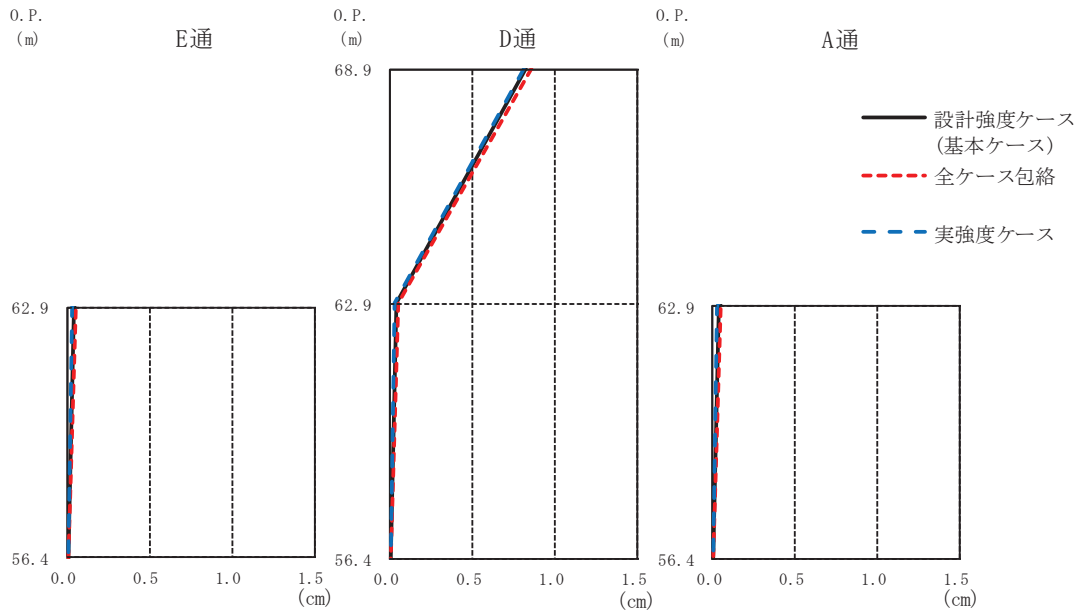
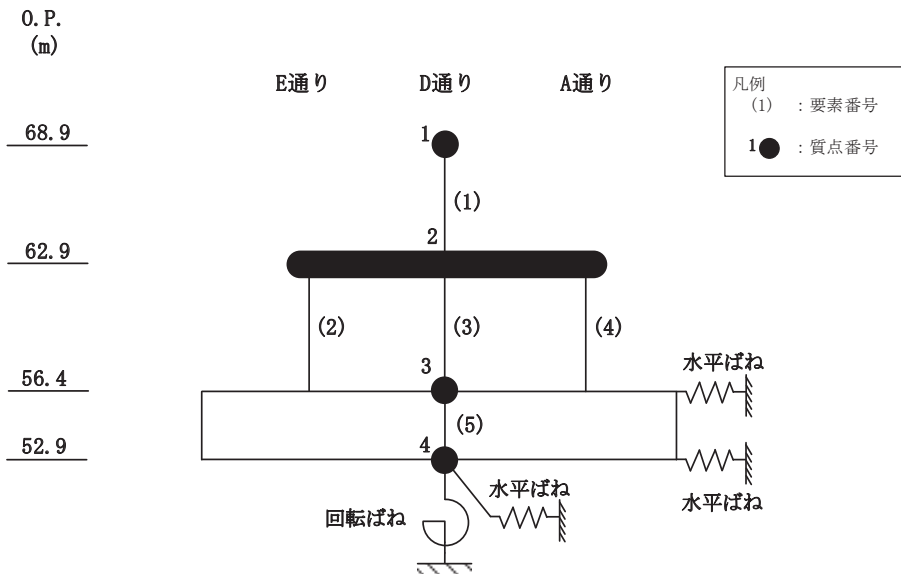




		D通 (cm)					A通 (cm)		
O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9		0.81	0.85	0.80	68.9		0.03	0.04	0.02
62.9		0.03	0.04	0.02	62.9		0.03	0.04	0.02
56.4		0.00	0.00	0.00	56.4		0.00	0.00	0.00

(b) S<sub>s</sub>-D3

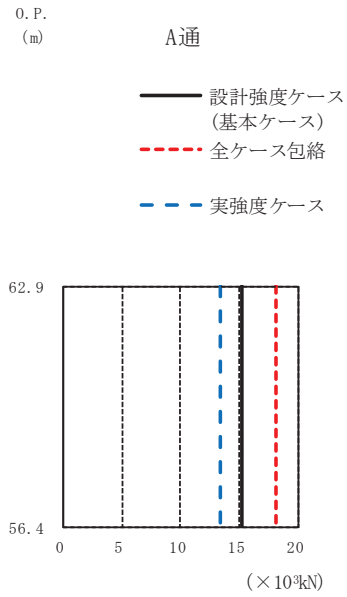
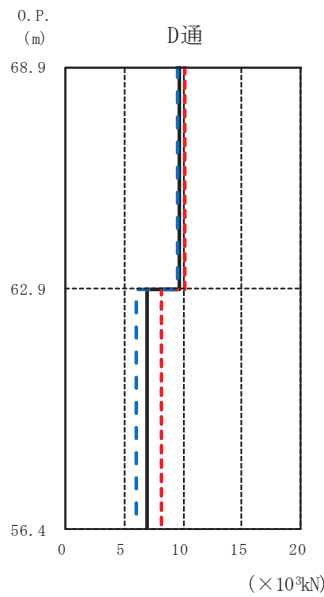
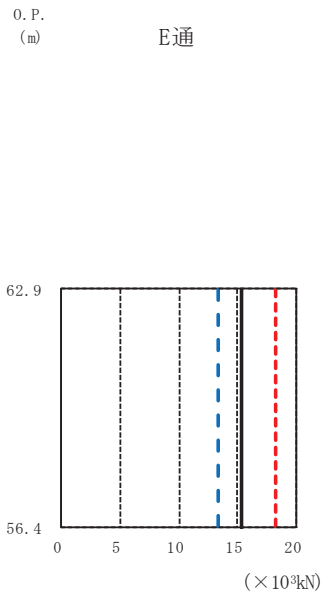
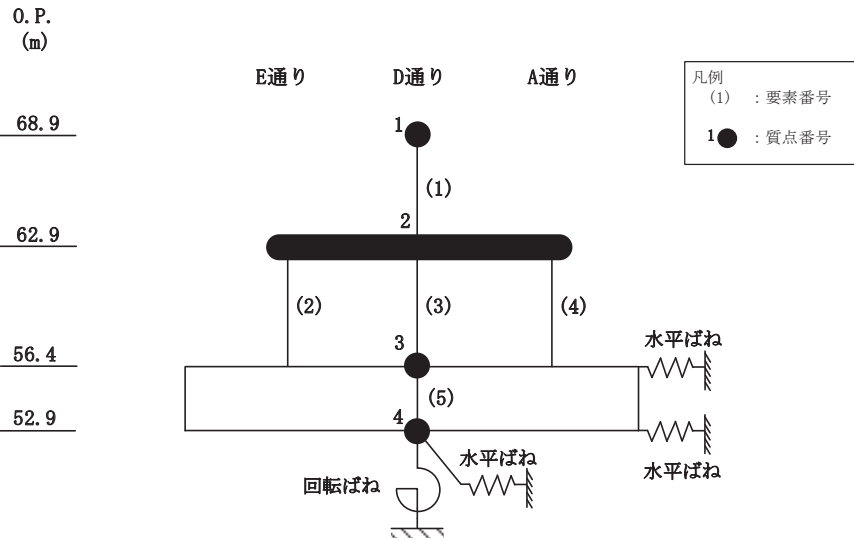
図3-2(2) 最大応答変位 (基準地震動S<sub>s</sub>, NS方向) (2/3)



		D通 (cm)					A通 (cm)		
O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	E通 (cm)	0.03	0.05	0.03	68.9	設計強度ケース (基本ケース)	0.82	0.85	0.81
62.9		0.03	0.05	0.03	62.9	全ケース包絡	0.03	0.05	0.03
56.4		0.00	0.00	0.00	56.4	実強度ケース	0.00	0.00	0.00

(c) S<sub>s</sub> - F 3

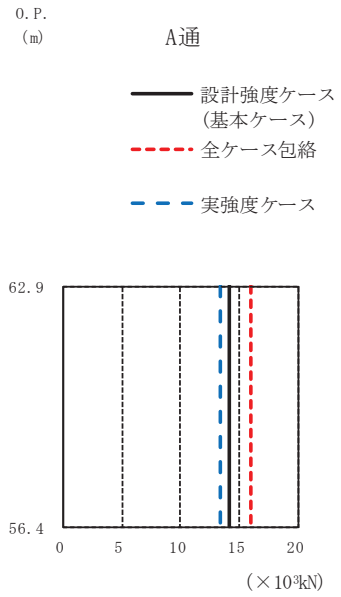
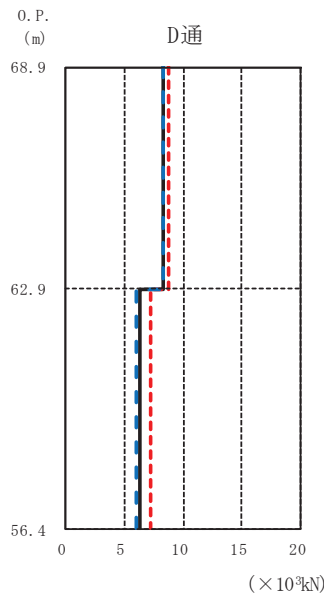
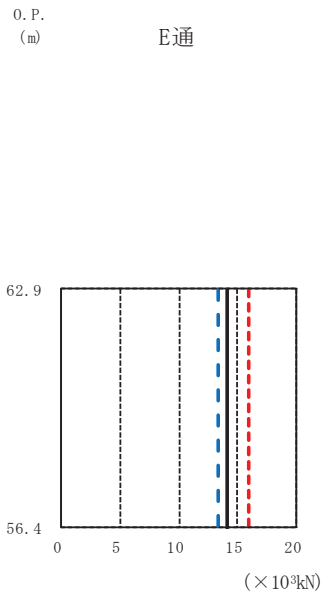
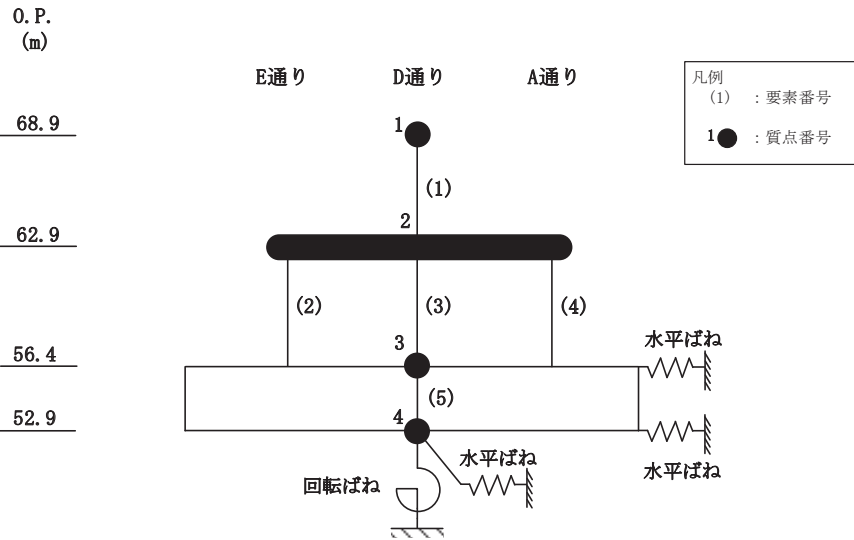
図 3-2(3) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



O.P. (m)	E通			D通			A通		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9									
62.9				9.62	10.10	9.48			
56.4	15.29	18.21	13.33	6.91	8.22	6.02	15.29	18.21	13.34

(a) S s - D 2

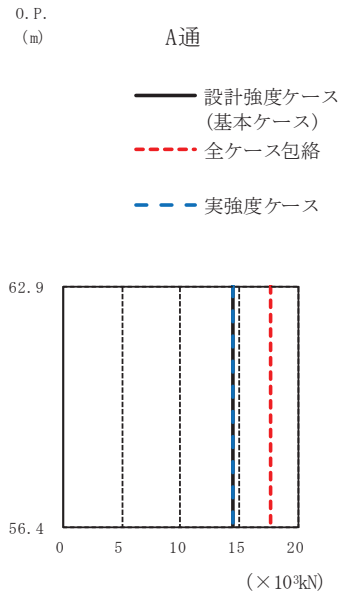
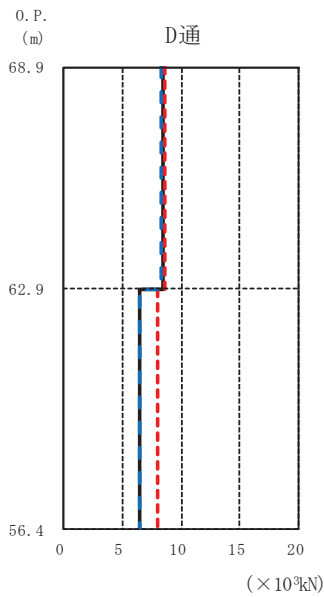
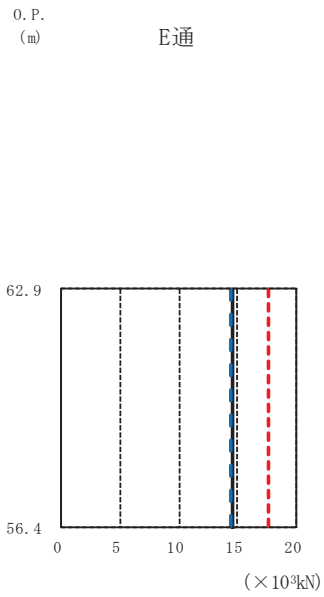
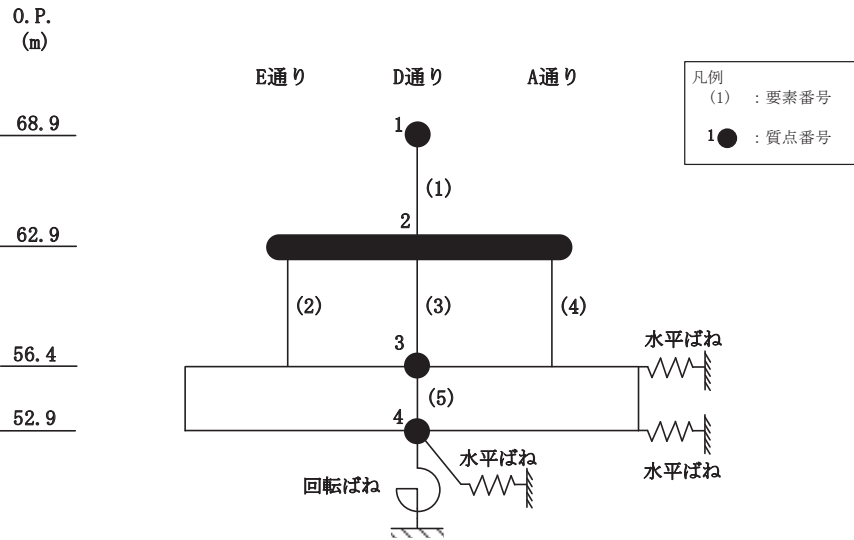
図 3-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m)	E通			D通			A通		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
62.9				8.33	8.70	8.25			
56.4	14.10	15.95	13.42	6.37	7.20	6.06	14.10	15.96	13.42

(b) S s - D 3

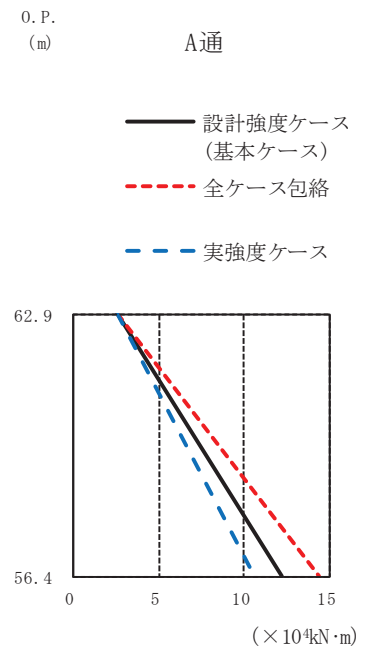
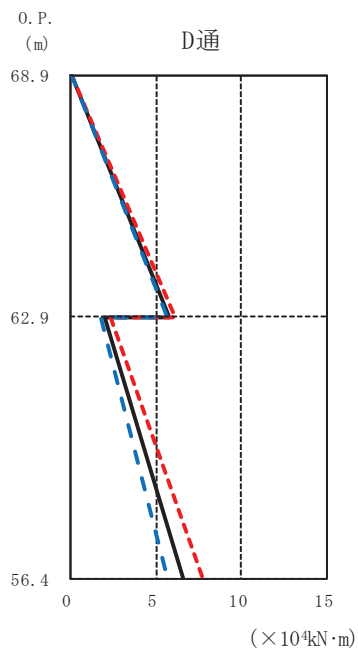
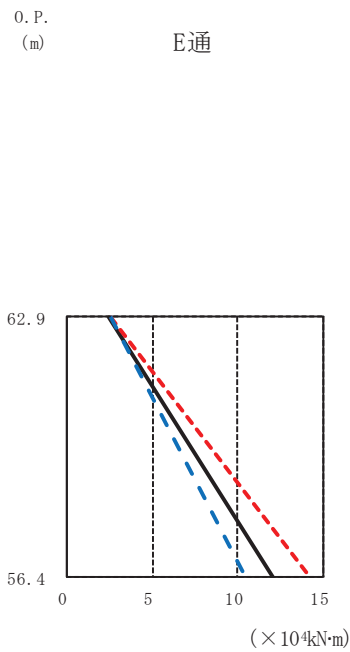
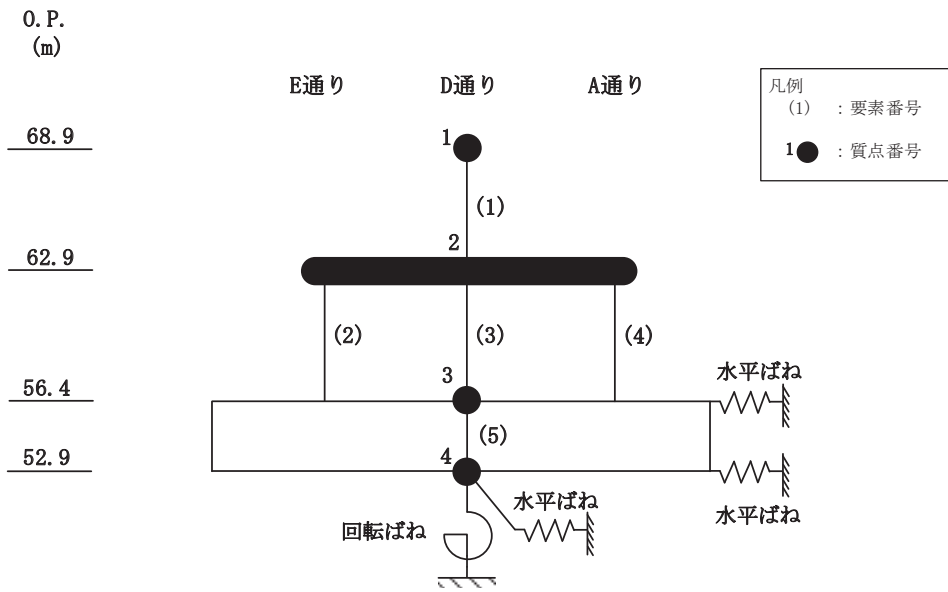
図 3-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/3)



O.P. (m)	E通			D通			A通		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9									
62.9				8.40	8.69	8.35			
56.4	14.52	17.68	14.45	6.56	7.98	6.53	14.52	17.68	14.46

(c) S<sub>s</sub> - F 3

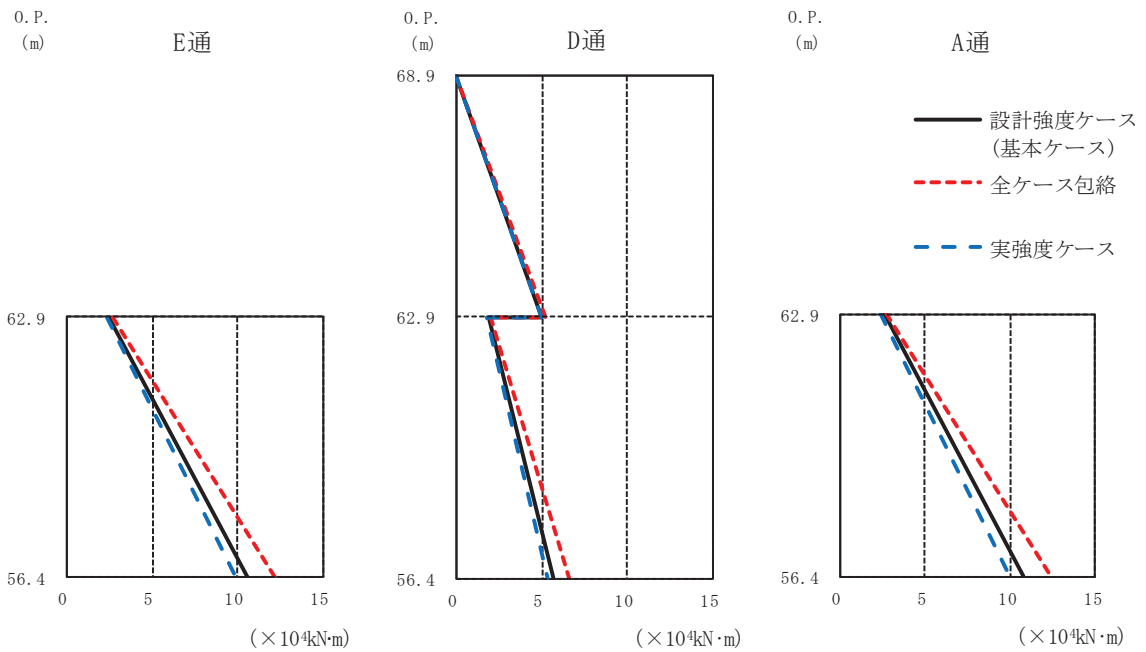
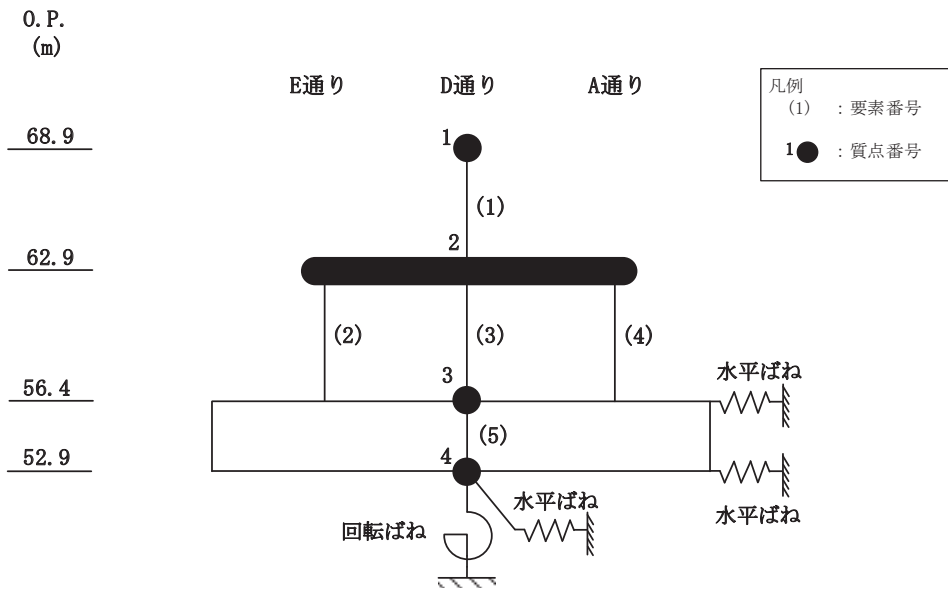
図 3-3(3) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



O.P. (m)	E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )			A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
62.9	2.49	2.54	2.55	0.00	0.00	0.00	2.57	2.62	2.62
56.4	12.08	14.26	10.50	2.03	2.36	1.81	12.21	14.42	10.61

(a) S s - D 2

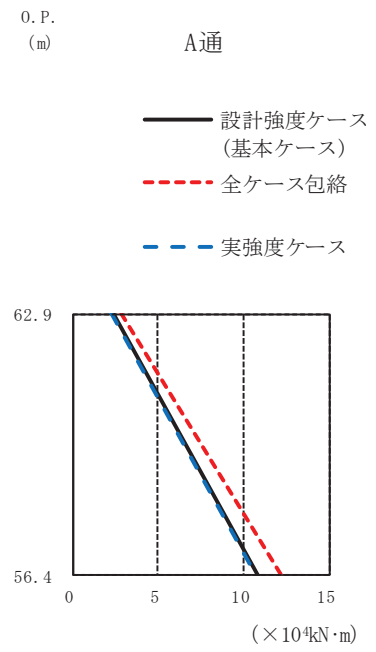
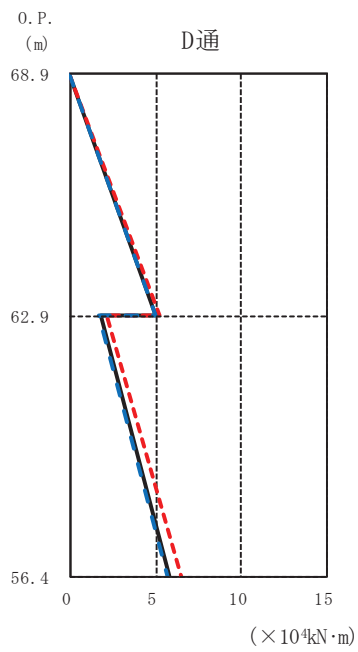
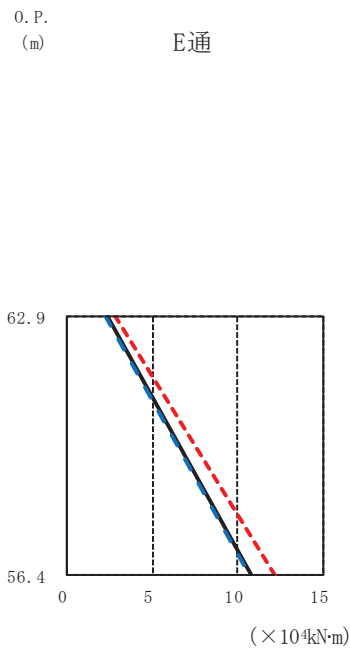
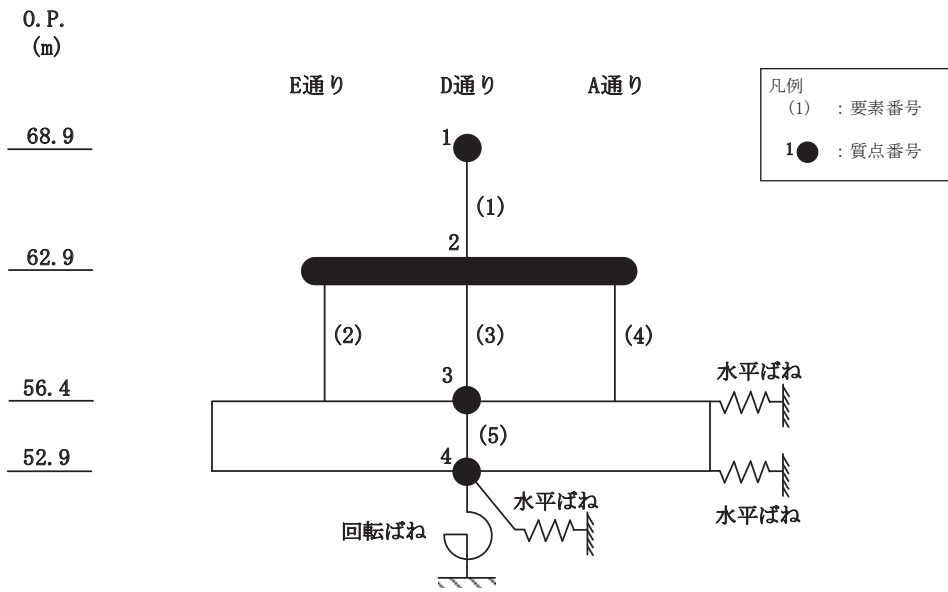
図 3-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/3)



O.P. (m)		E通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			D通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)			A通 (×10 <sup>4</sup> kN·m)		
		設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9					0.00	0.00	0.00			
62.9		2.46	2.65	2.33	5.00	5.22	4.95	2.56	2.75	2.42
56.4		10.60	12.21	9.89	5.71	6.57	5.30	10.71	12.35	10.00

(b) S<sub>s</sub>-D3

図 3-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)



O.P. (m) E通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
62.9	2.36	2.76	2.22
56.4	10.79	12.17	10.69

O.P. (m) D通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	0.00	0.00	0.00
62.9	5.04	5.21	5.01
56.4	1.78	2.15	1.70
52.9	5.79	6.52	5.73

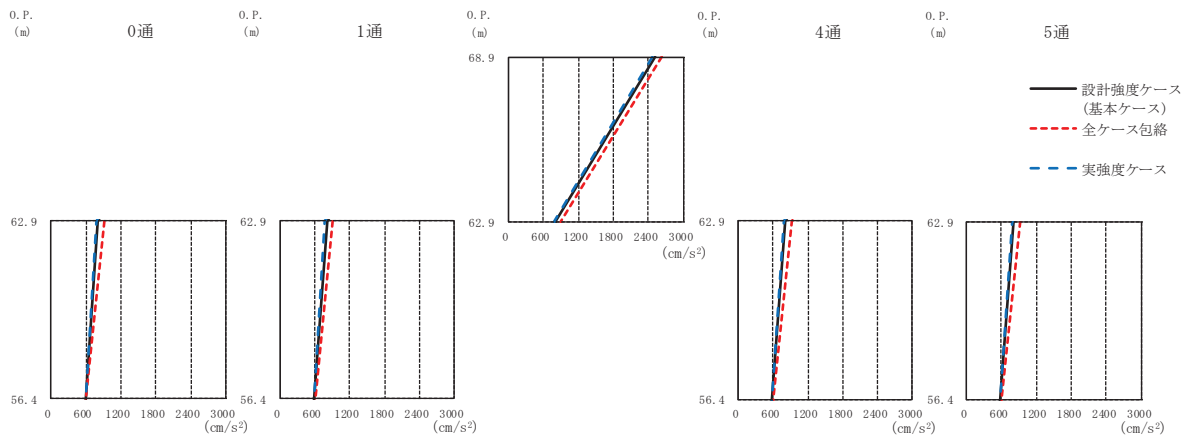
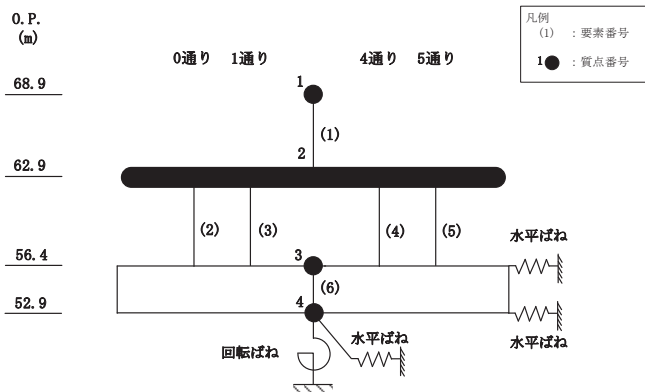
O.P. (m) A通 ( $\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
62.9	2.44	2.87	2.30
56.4	10.91	12.30	10.81

(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-4(3) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)

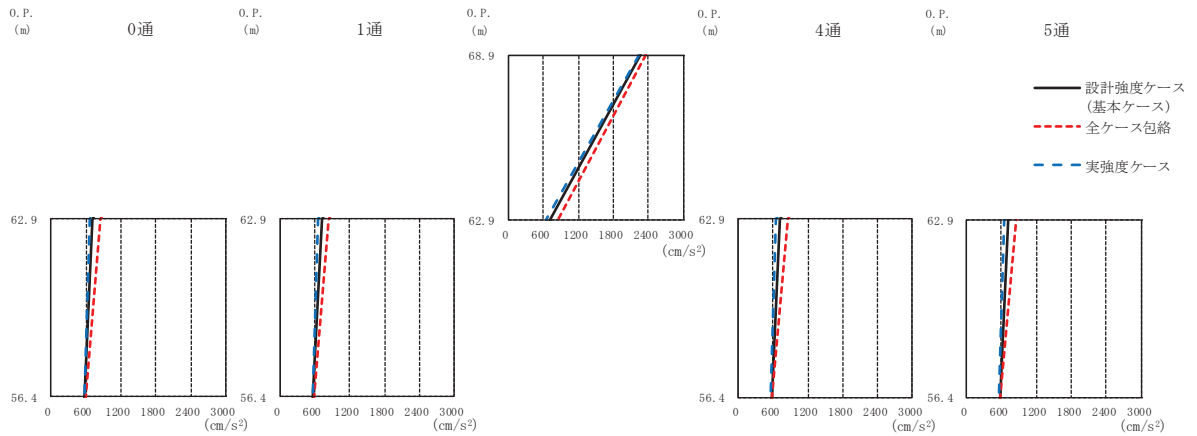
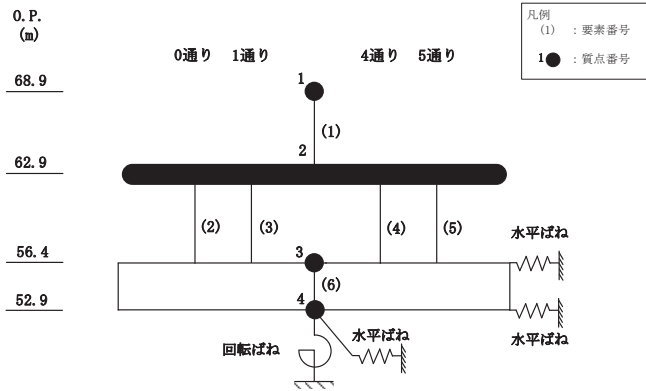




0通り (cm/s <sup>2</sup> )			1通り (cm/s <sup>2</sup> )			4通り (cm/s <sup>2</sup> )			5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	2511	2628	2476	68.9	806	913	779	68.9	806	913	779
62.9	806	913	779	62.9	806	913	779	62.9	806	913	779
56.4	590	604	588	56.4	590	604	588	56.4	590	604	588

(a) S s - D 2

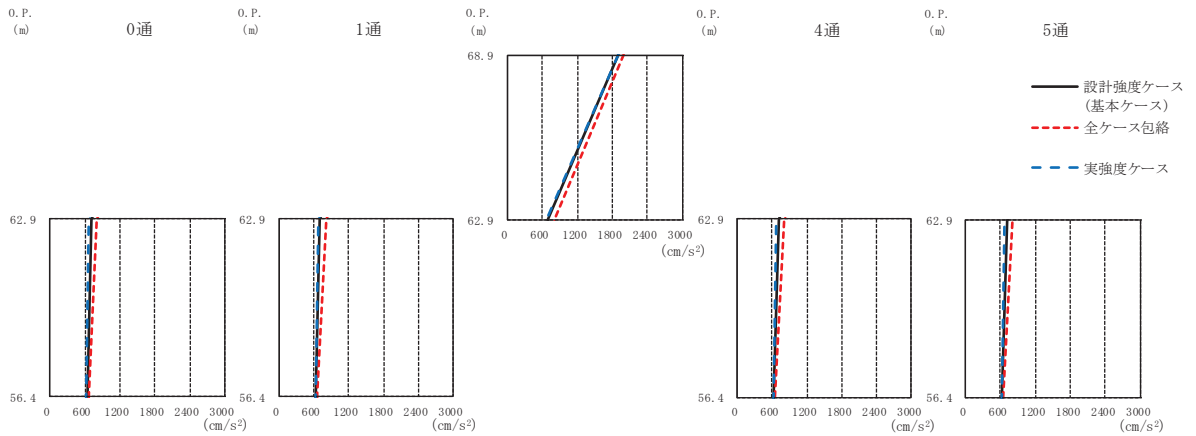
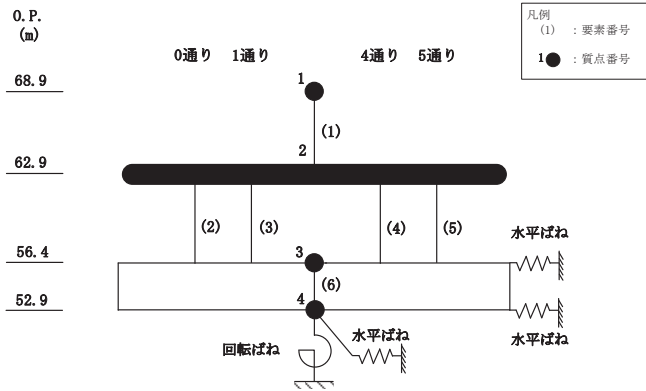
図3-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



O.P. (m)	0通り (cm/s <sup>2</sup> )			1通り (cm/s <sup>2</sup> )			4通り (cm/s <sup>2</sup> )			5通り (cm/s <sup>2</sup> )					
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース			
68.9							2269	2357	2248						
62.9	718	849	662	718	849	662	718	849	662	718	849	662	718	849	662
56.4	572	586	566	572	586	566				572	586	566	572	586	566

(b) S<sub>s</sub> - D3

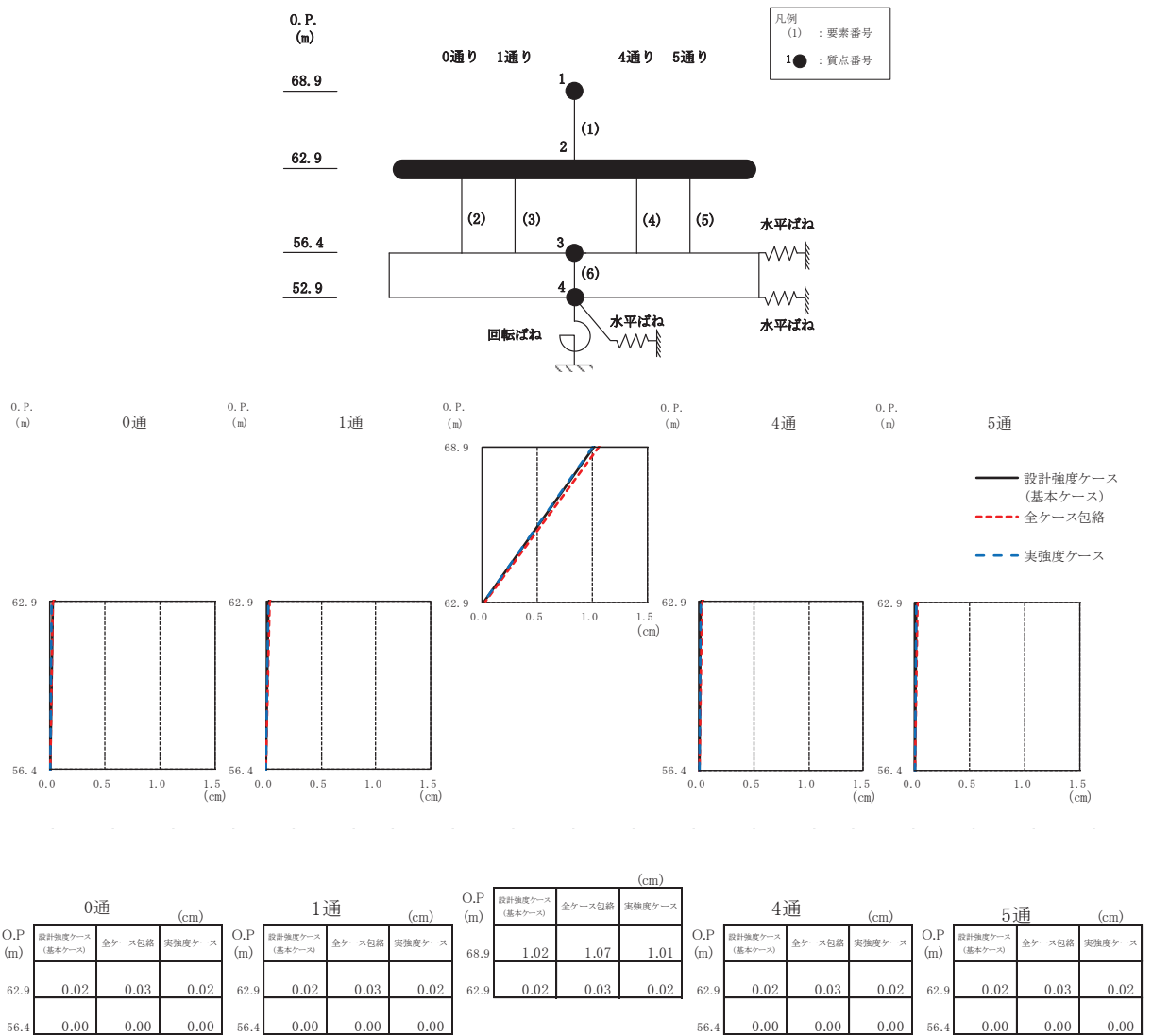
図3-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)



0通り (cm/s <sup>2</sup> )			1通り (cm/s <sup>2</sup> )			4通り (cm/s <sup>2</sup> )			5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース	O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	1912	1985	1892	68.9	709	810	669	68.9	709	810	669
62.9	709	810	669	62.9	709	810	669	62.9	709	810	669
56.4	638	654	628	56.4	638	654	628	56.4	638	654	628

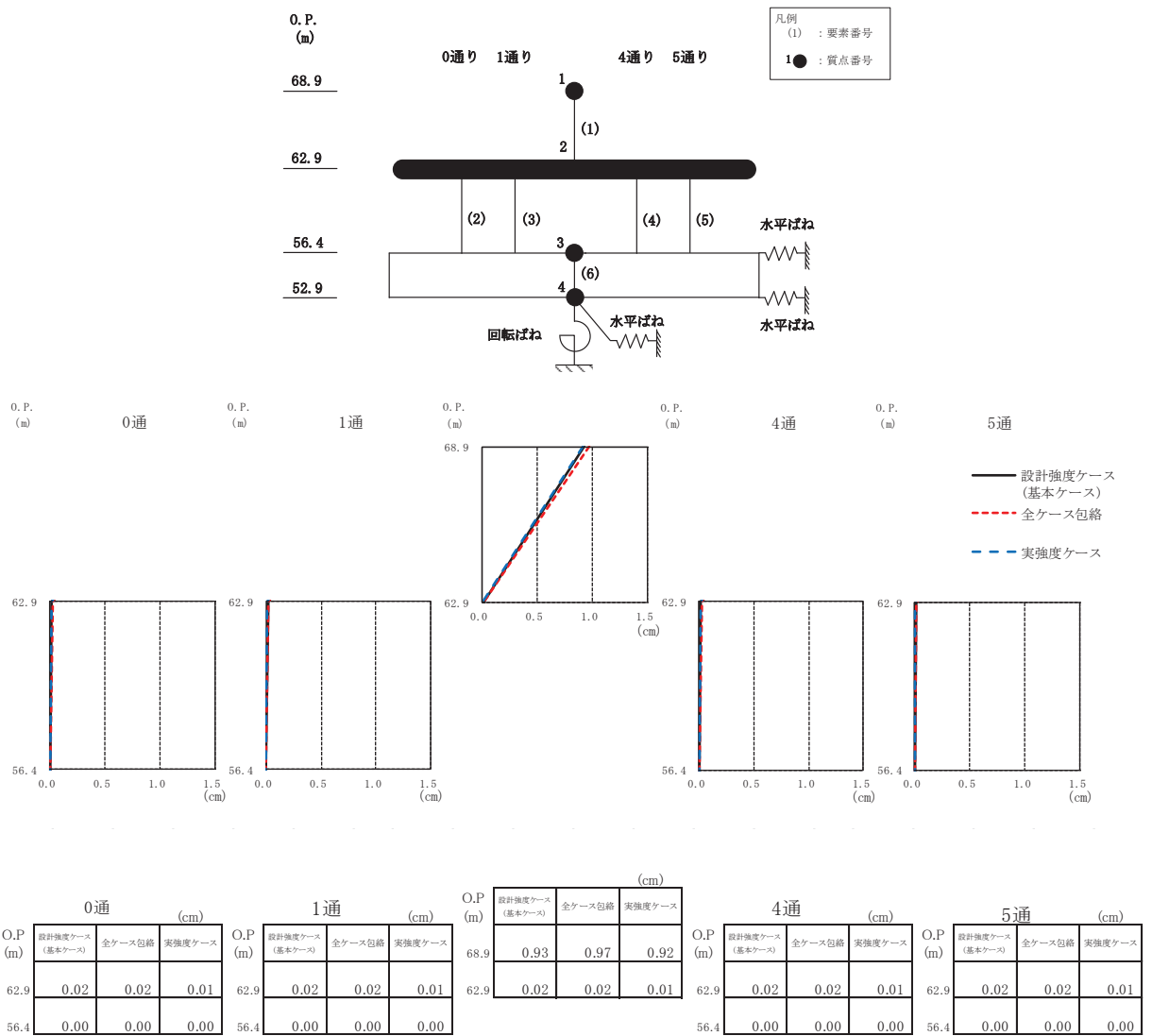
(c) S<sub>s</sub> - F 3

図3-5(3) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)



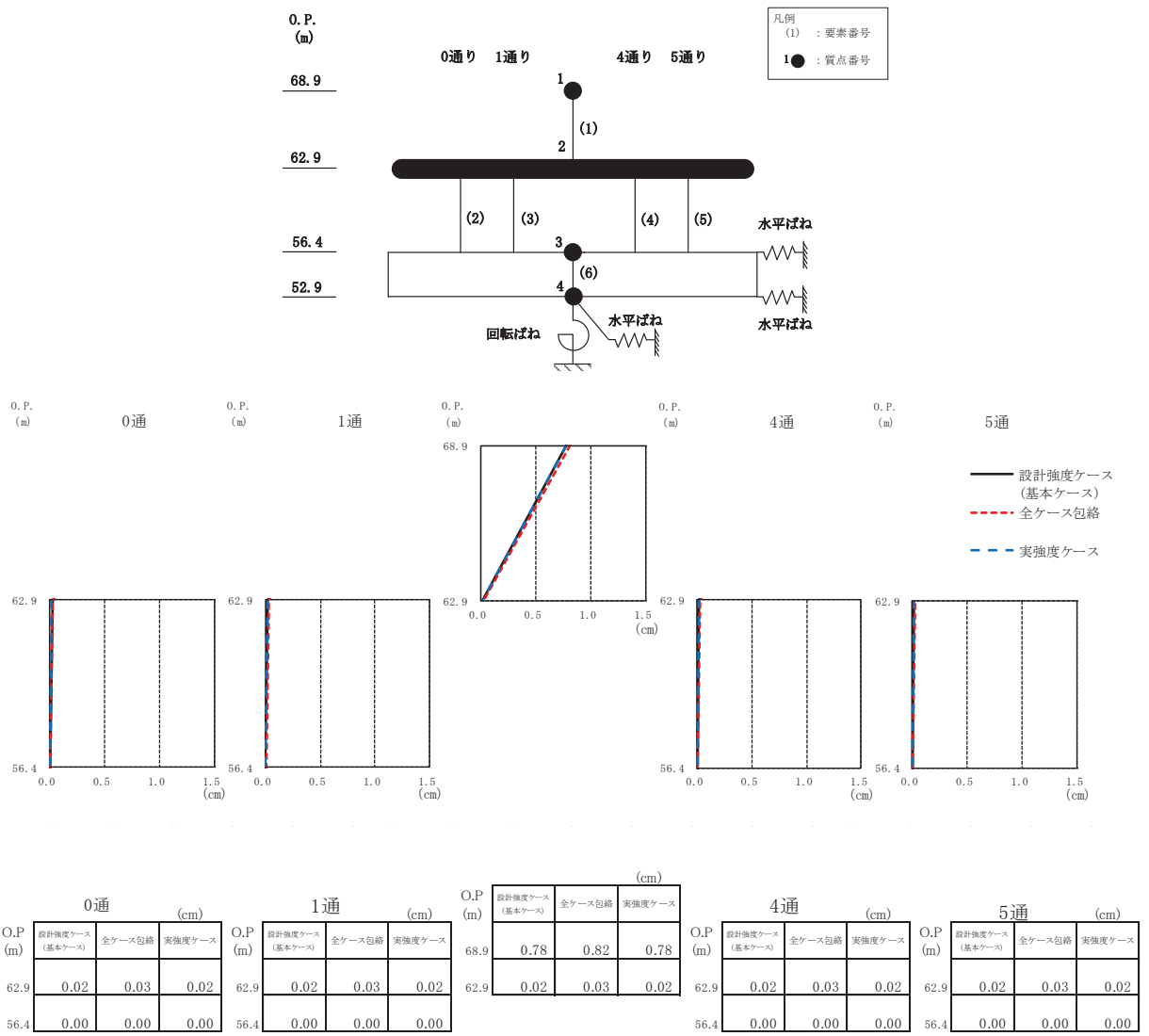
(a) S s - D 2

図 3-6(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



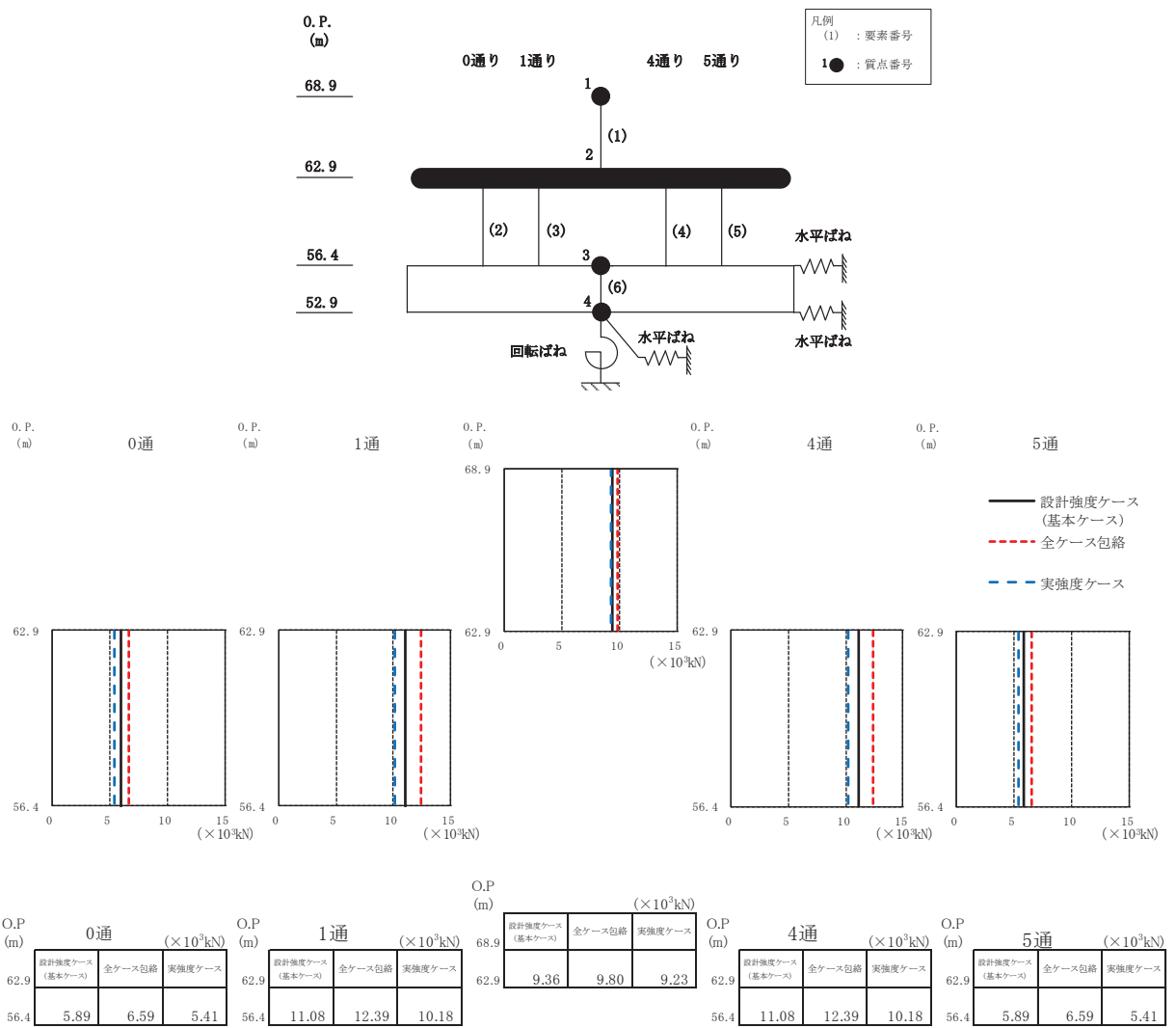
(b) S s - D 3

図 3-6(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



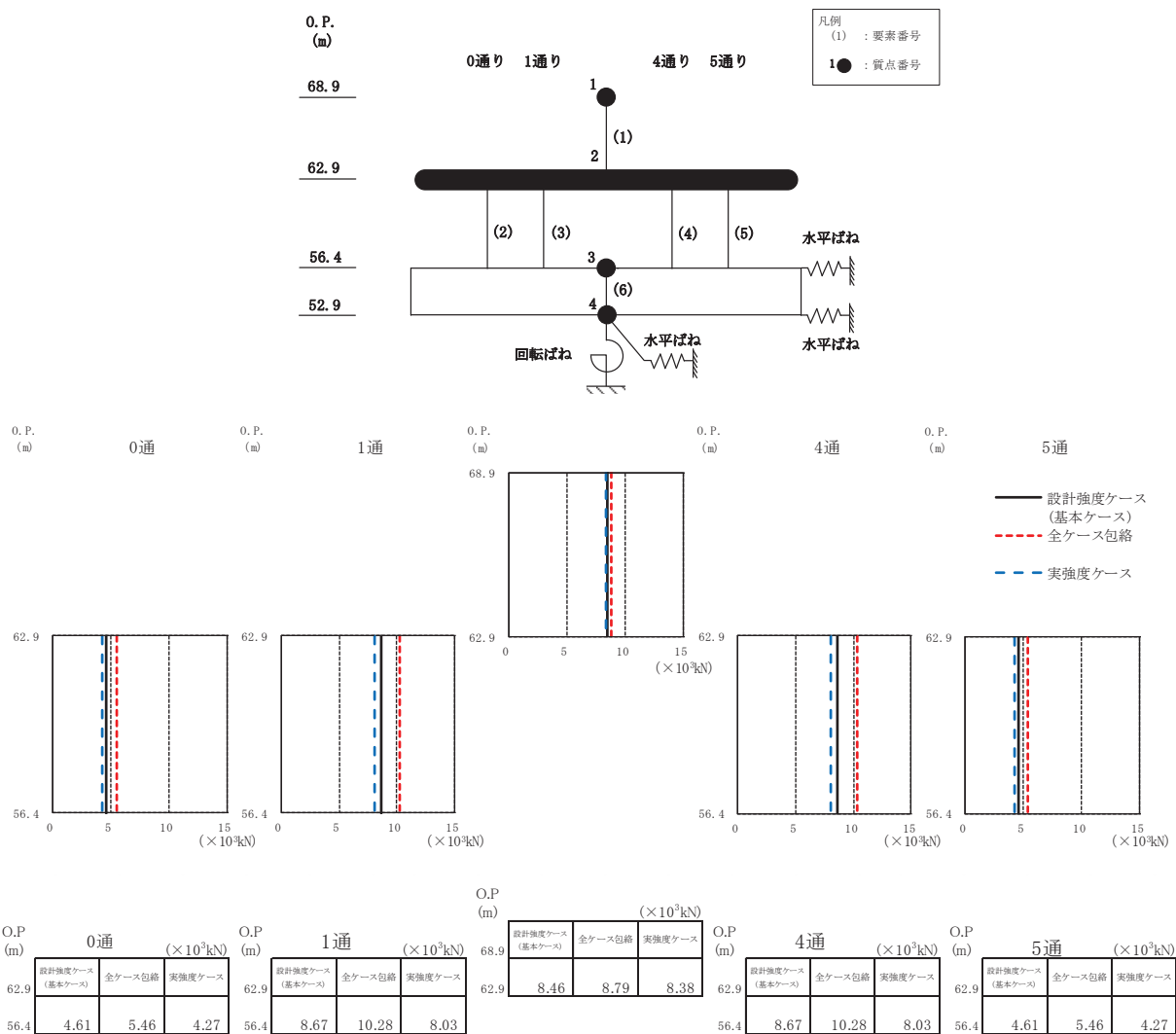
(c)  $S_s - F3$

図 3-6(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (3/3)



(a) S s - D 2

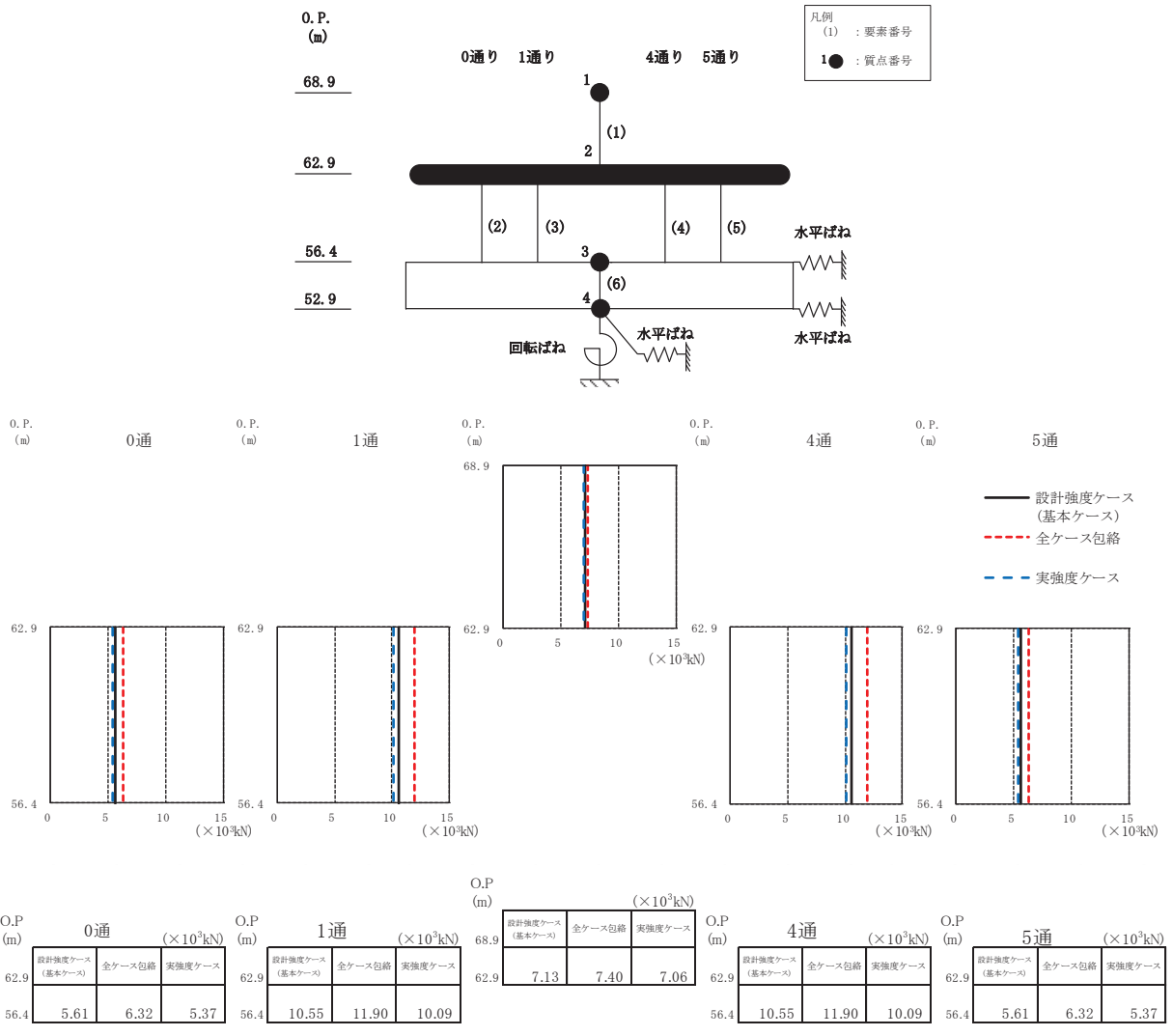
図 3-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub>-D3

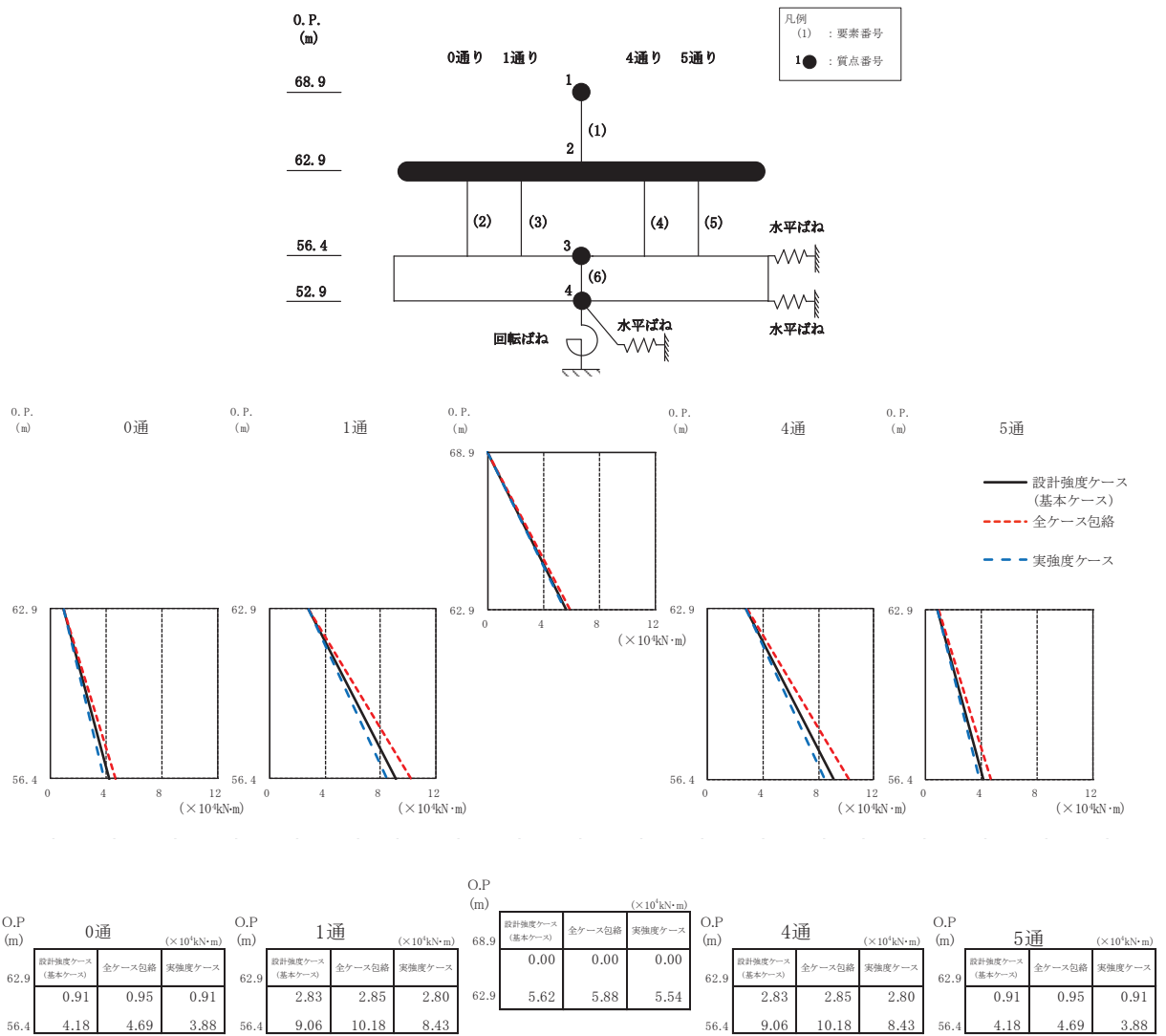
図3-7(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)





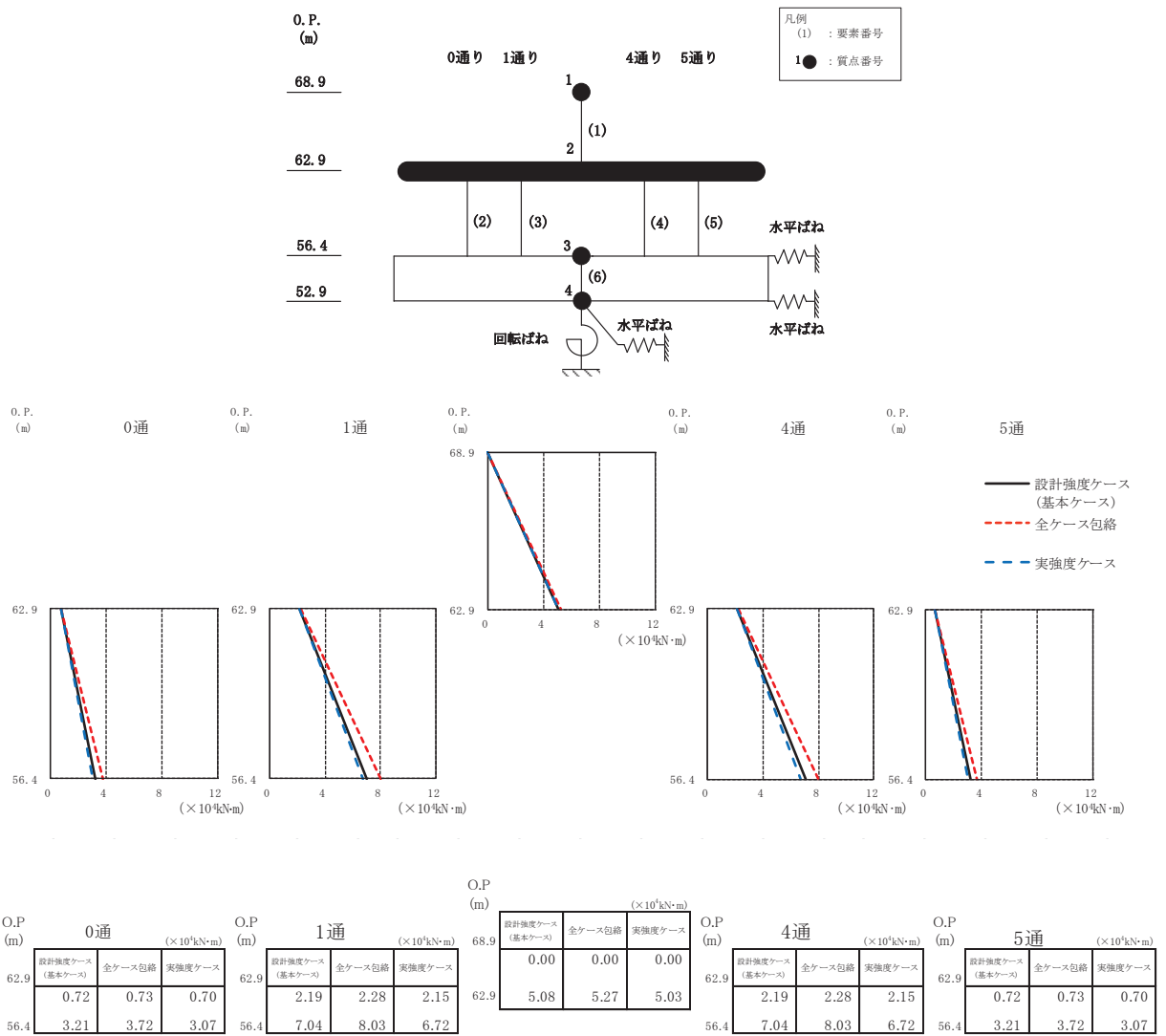
(c) S<sub>s</sub> - F 3

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



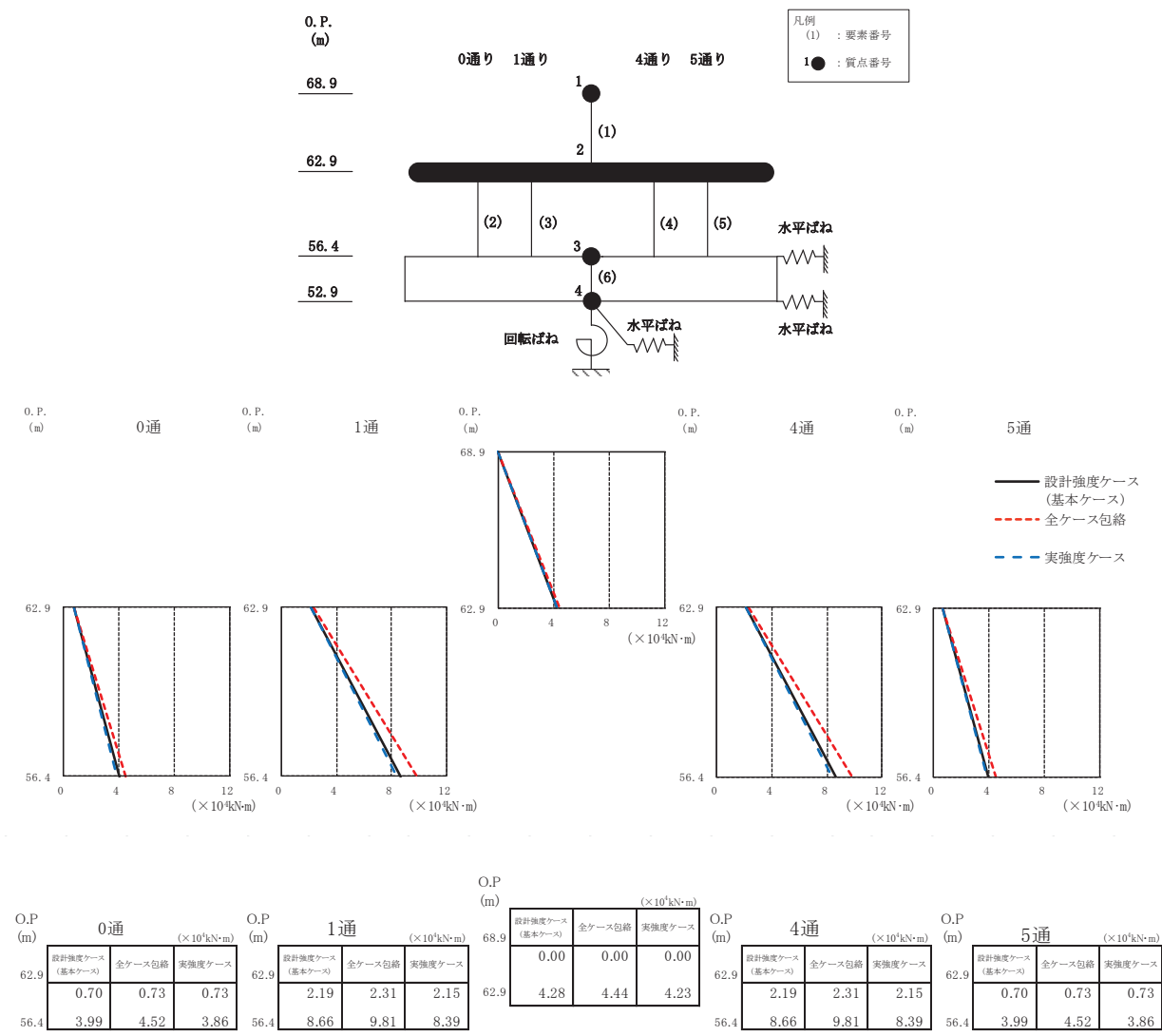
(a) S s - D 2

図 3-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/3)



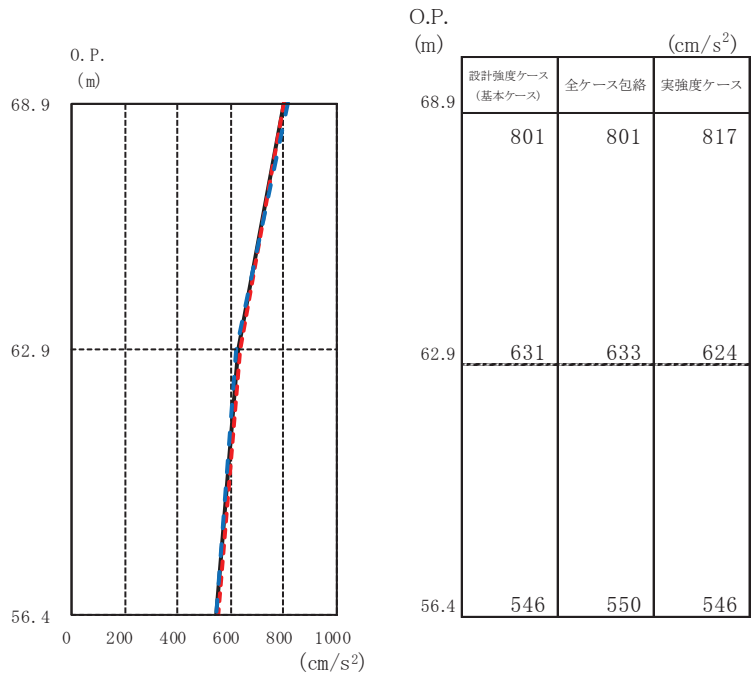
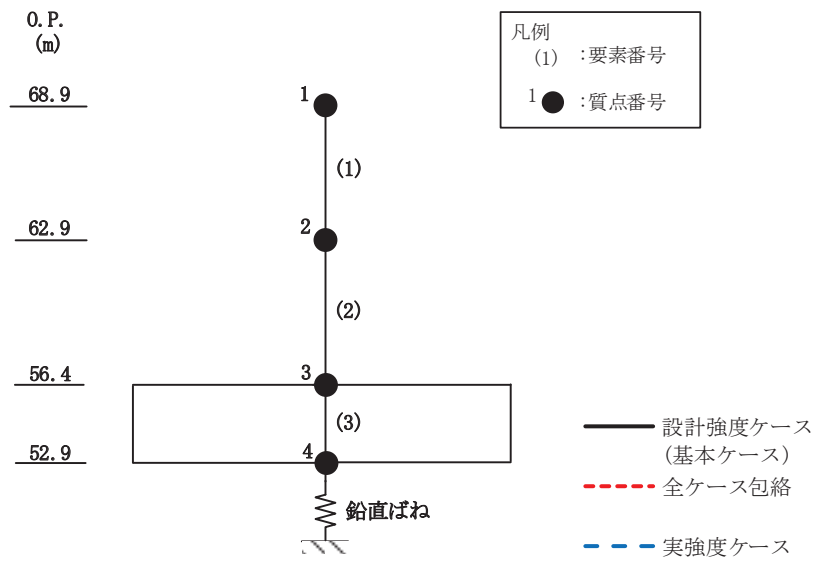
(b) S s - D 3

図 3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/3)



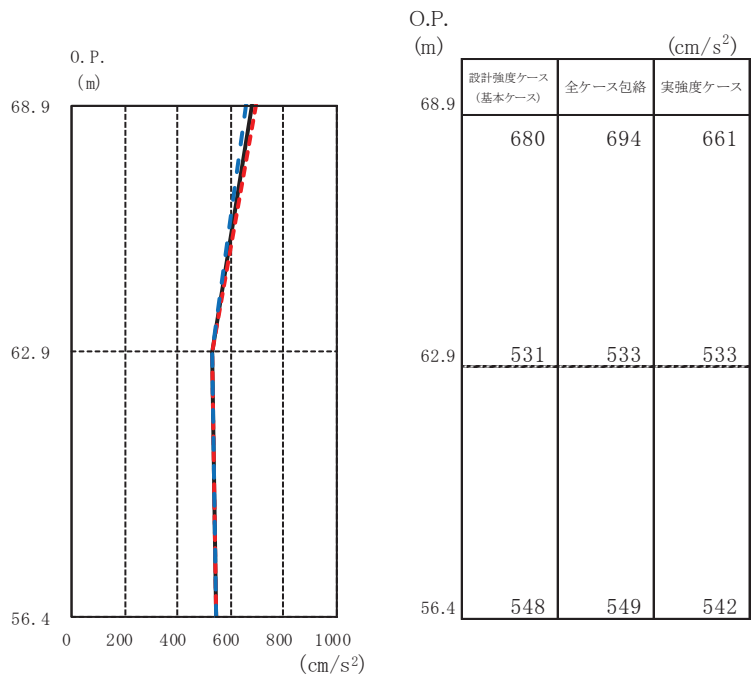
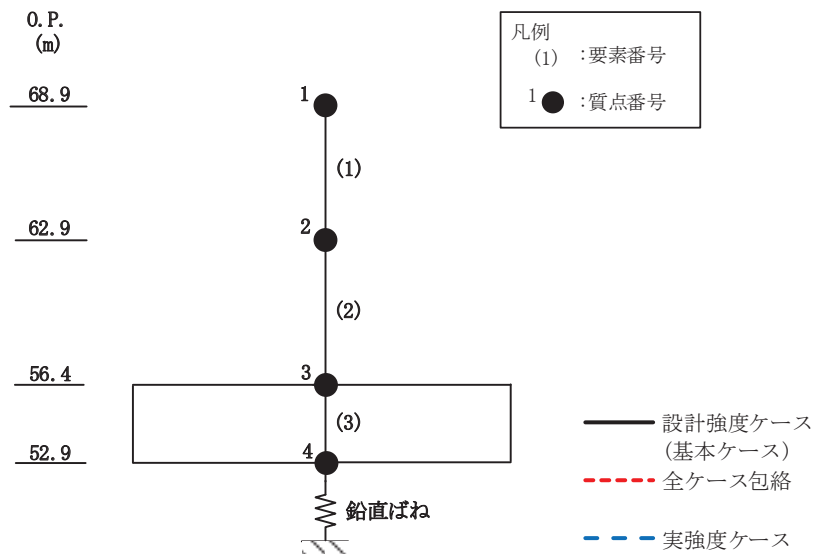
(c) S s - F 3

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



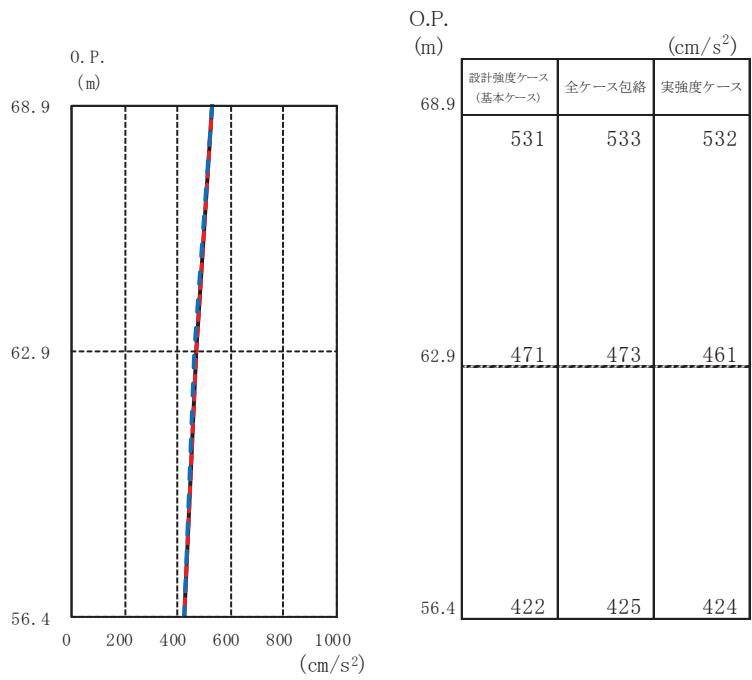
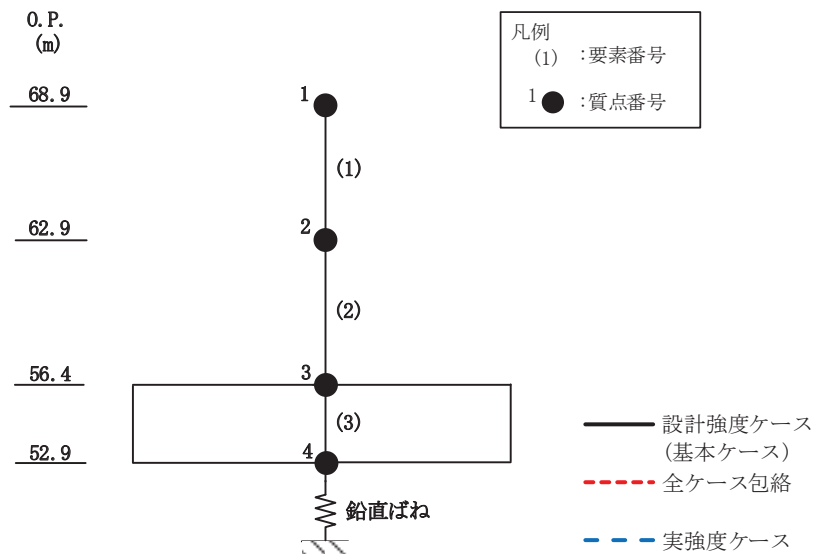
(a) S<sub>s</sub>-D 2

図 3-9(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/3)



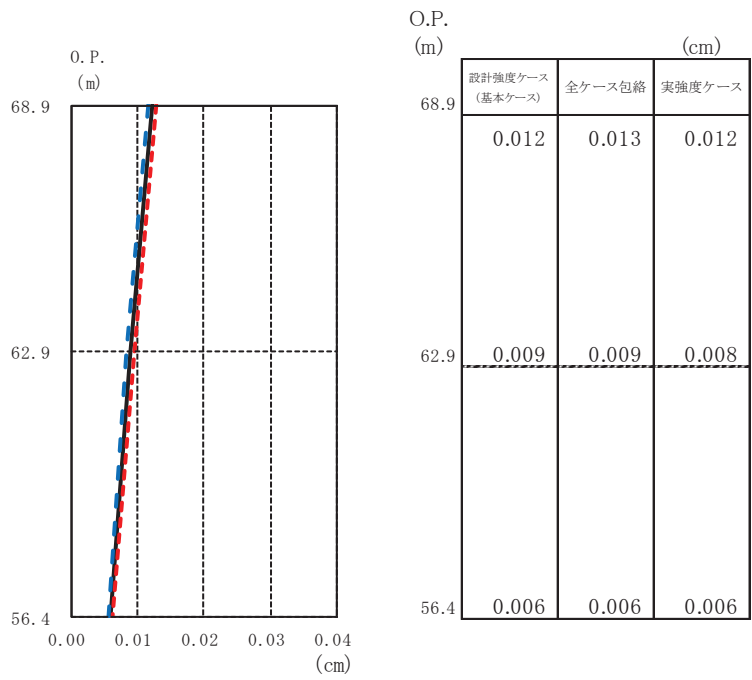
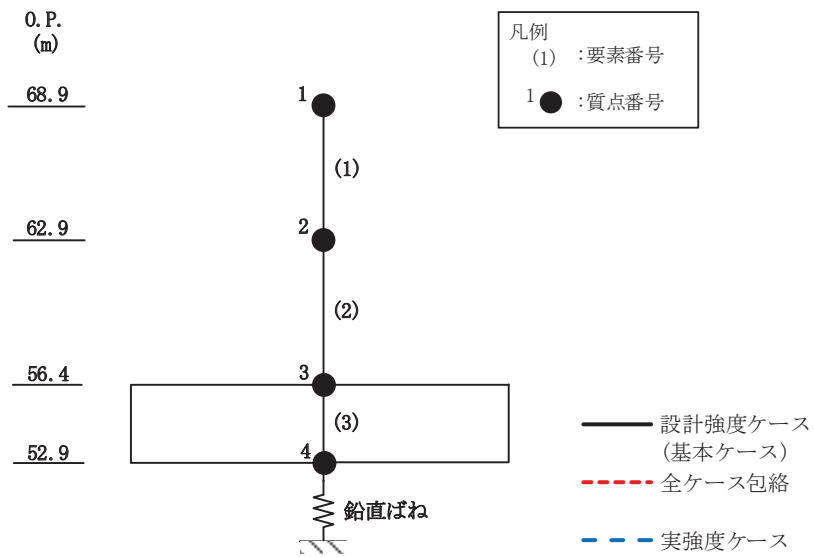
(b) S<sub>s</sub> - D 3

図 3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)



(c)  $S_s - F_3$

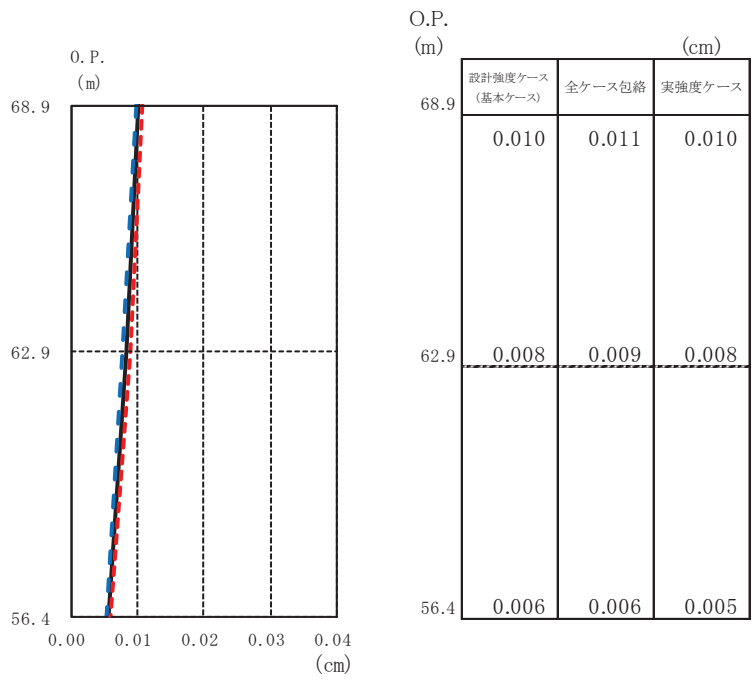
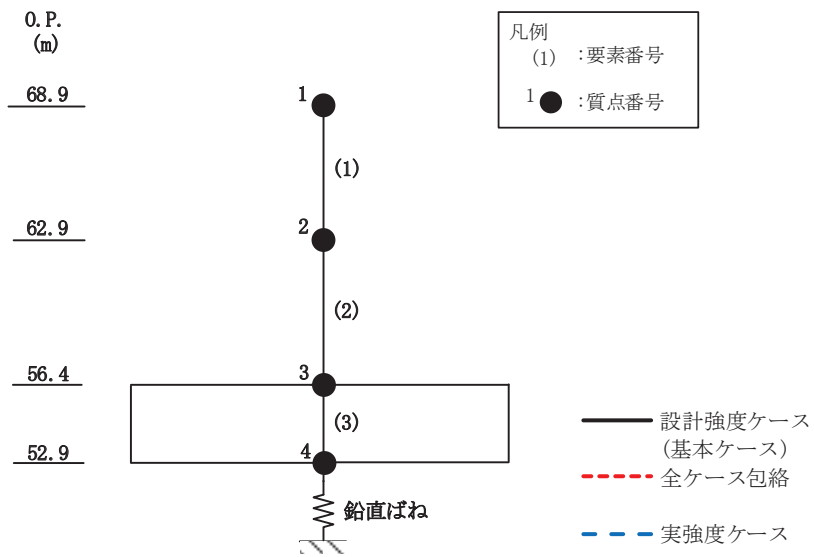
図 3-9(3) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



(a)  $S_s - D 2$

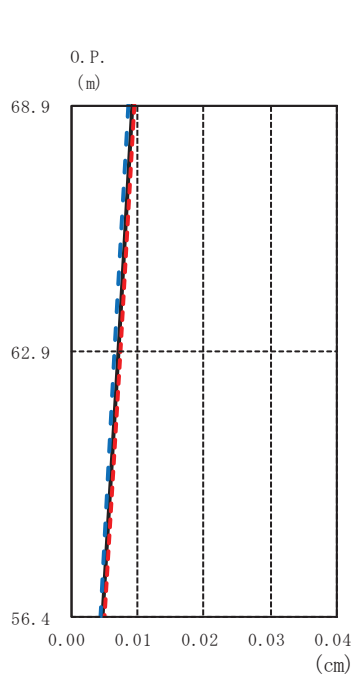
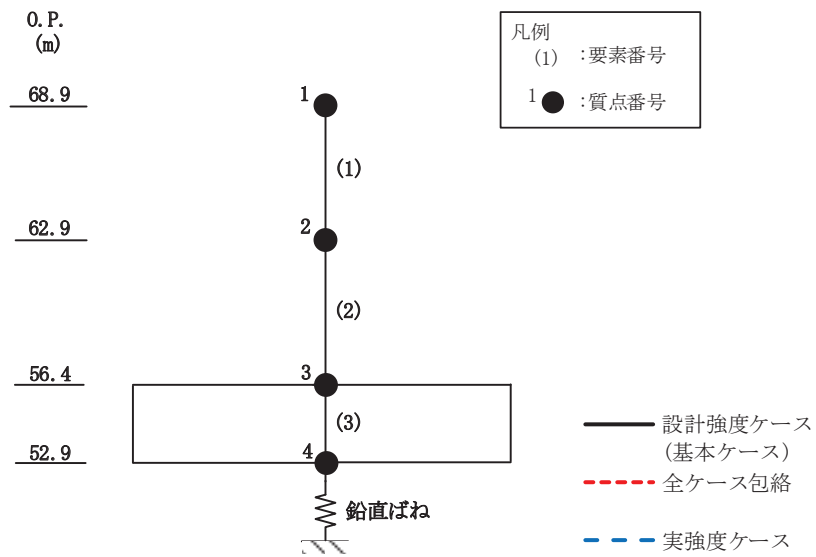
図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/3)





(b)  $S_s - D3$

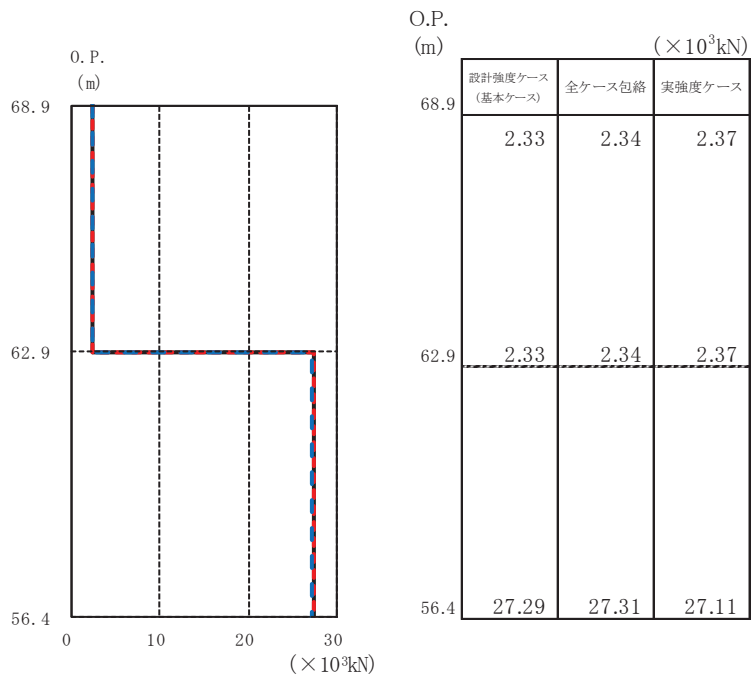
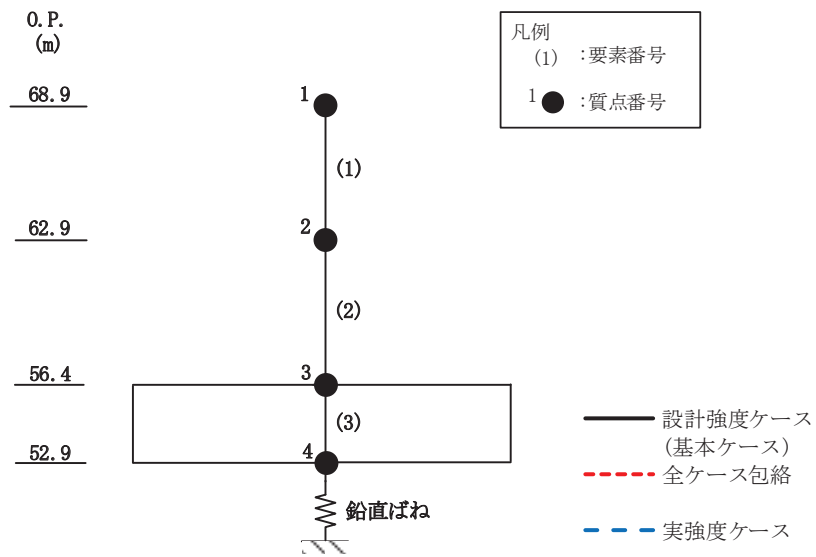
図 3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/3)



O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
68.9	0.009	0.010	0.009
62.9	0.007	0.007	0.007
56.4	0.005	0.005	0.005

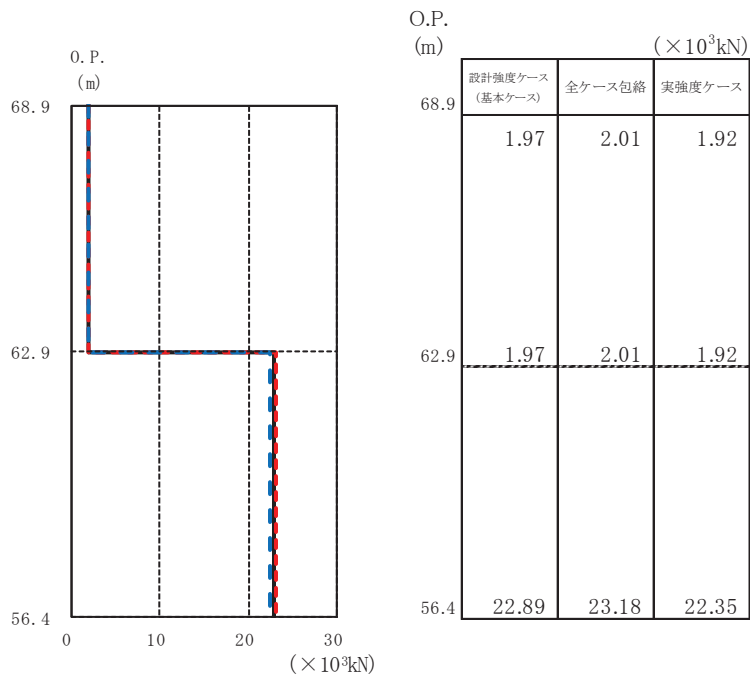
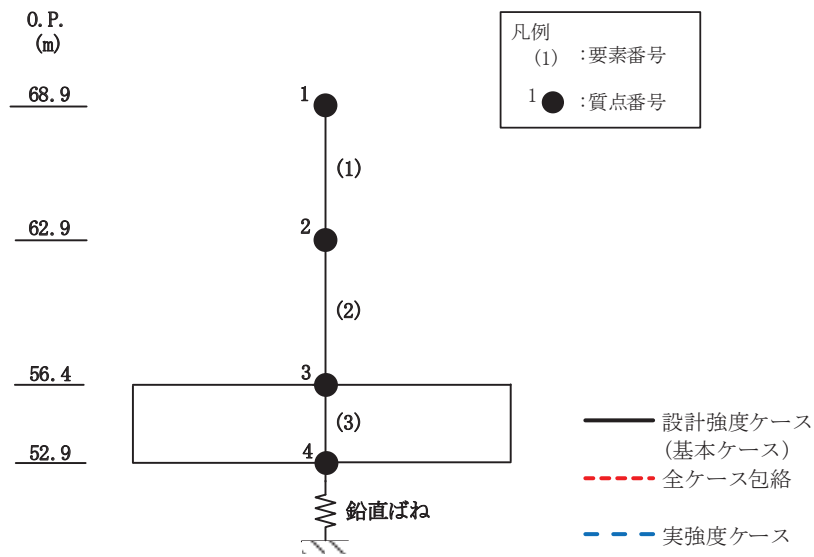
(c)  $S_s - F_3$

図 3-10(3) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (3/3)



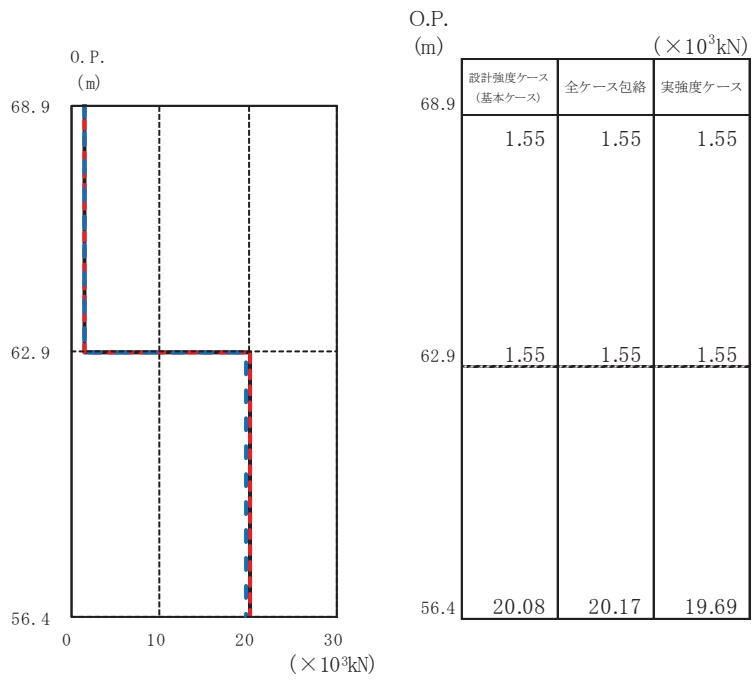
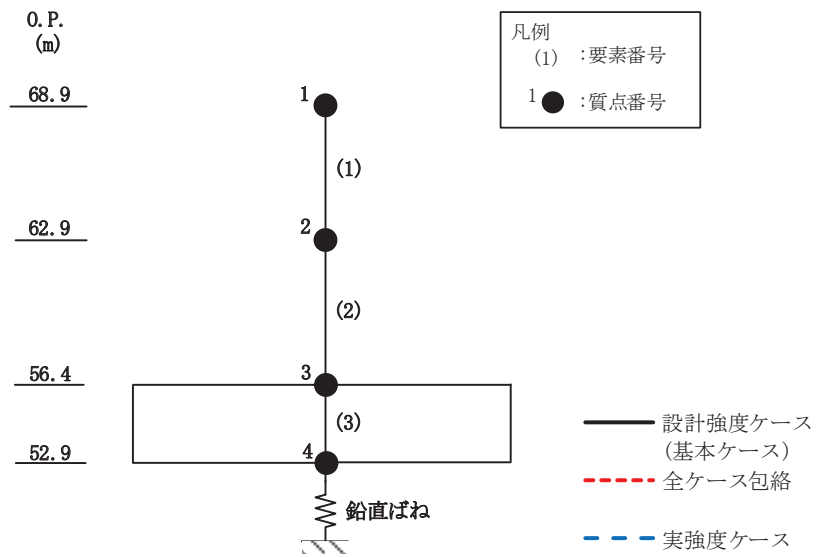
(a) S<sub>s</sub>-D 2

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/3)



(b) S<sub>s</sub>-D 3

図 3-11(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/3)



(c) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-11(3) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (3/3)

#### 4. 実強度による影響評価

設計基準強度による最大応答せん断力，実強度による最大応答せん断力及び設計用地震力の比較を表4-1に示す。

表4-1より，実強度による最大応答せん断力は，設計基準強度による最大応答せん断力及び材料の不確かさを考慮した設計用地震力に包絡されていることを確認した。

以上より，実強度による解析結果が建屋の耐震安全性に影響を与えないことを確認した。

表 4-1 地震力の比較

(単位： $\times 10^3$  kN)

方向	要素 番号	設計基準強度による 最大応答せん断力 (S <sub>s</sub> -D1～S <sub>s</sub> -N1の最大値)	実強度による 最大応答せん断力 (S <sub>s</sub> -D2, S <sub>s</sub> -D3, S <sub>s</sub> -F3の最大値)	設計用 地震力
NS	1	9.62	9.48	10.10
	2	15.29	14.45	18.21
	3	6.91	6.53	8.22
	4	15.29	14.46	18.21
EW	1	9.36	9.23	9.80
	2	5.89	5.41	6.59
	3	11.08	10.18	12.39
	4	11.08	10.18	12.39
	5	5.89	5.41	6.59

別紙 1-6 影響検討ケースによる機器・配管系の耐震性への影響

## 目 次

1. 概要…………… 別紙 1-6-1
2. 影響検討方法…………… 別紙 1-6-1
3. 影響検討結果…………… 別紙 1-6-1



## 1. 概要

本資料では、緊急用電気品建屋の影響検討として実施した、「別紙1-4 建屋減衰を3%とした場合の影響検討」及び「別紙1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討」の地震応答解析結果を踏まえ、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、緊急用電気品建屋内に設置される機器・配管系の耐震性への影響を検討する。

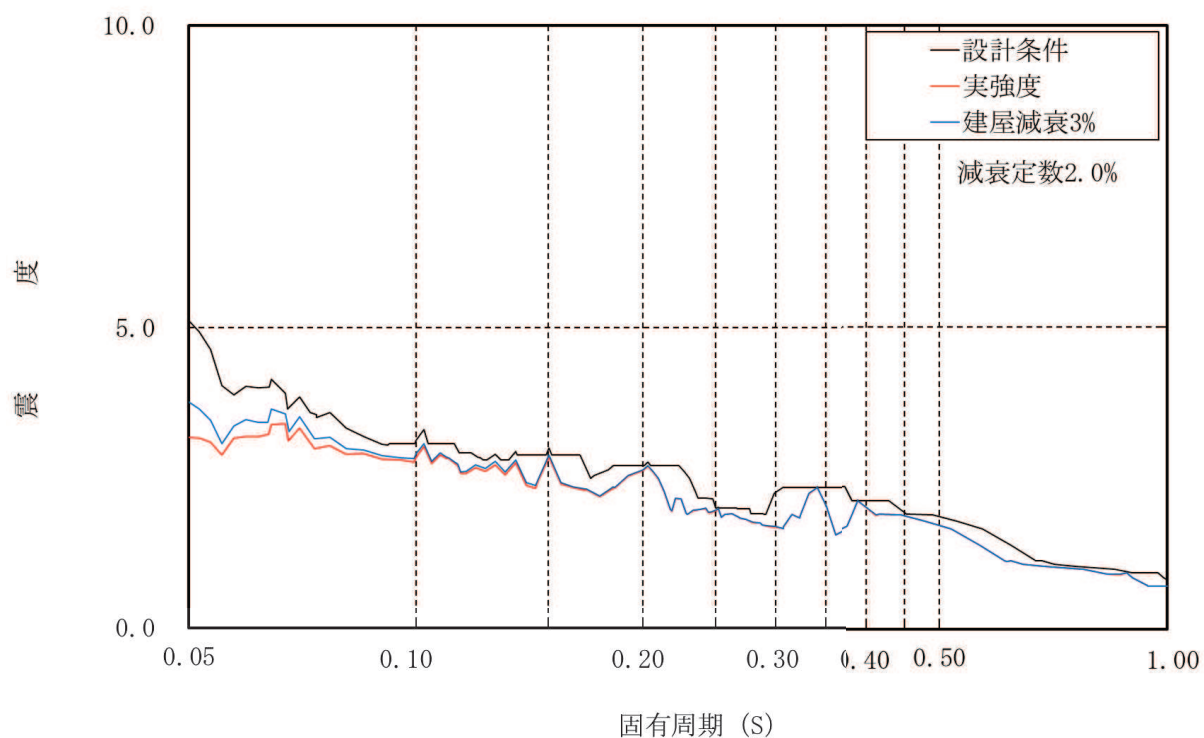
## 2. 影響検討方法

検討にあたっては、「別紙 1-4 建屋減衰を 3%とした場合の影響検討」及び「別紙 1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討」の影響検討結果の床応答スペクトルと、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用床応答曲線を比較することにより影響検討を行う。床応答スペクトルの比較を図 2-1～図 2-4 に示す。

## 3. 影響検討結果

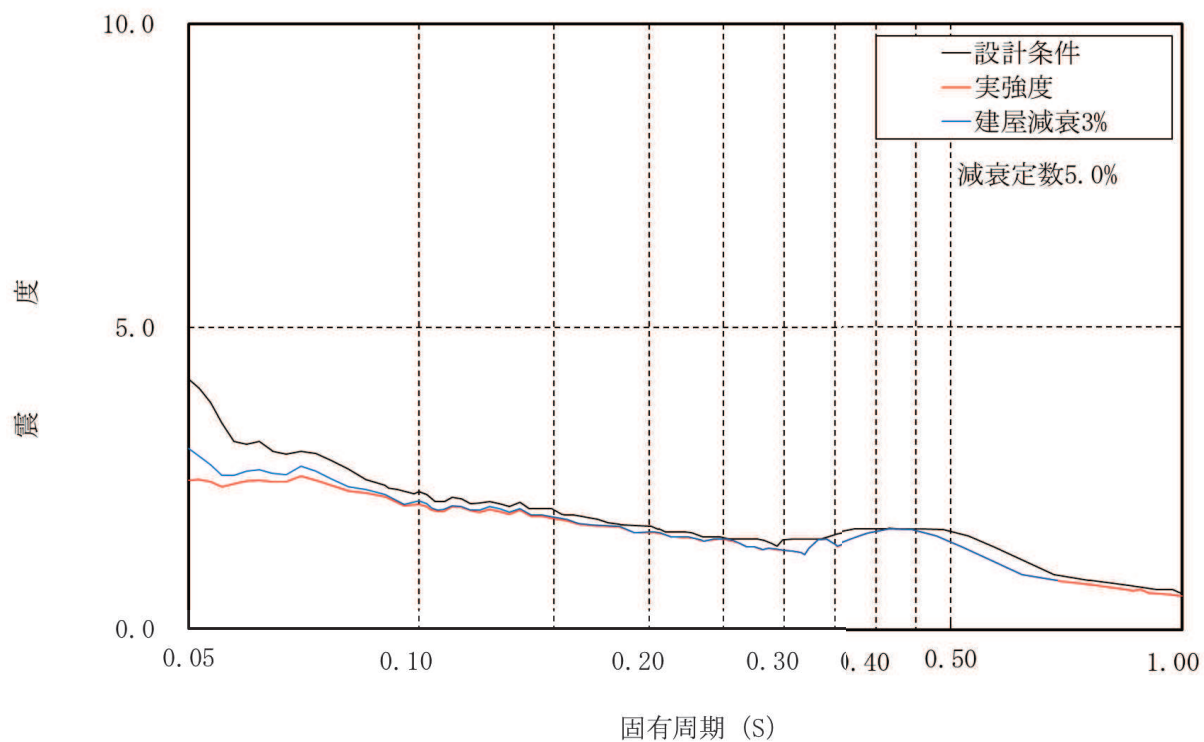
図 2-1～図 2-4 により、影響検討ケースは設計用床応答曲線に全周期帯で包絡されることから、機器・配管系の耐震性への影響は無いことを確認した。

なお、水平方向の地上 1 階 (O.P. 62.9m) の応答には明瞭なピークが現れていないが、これは地上 1 階 (O.P. 62.9m) の応答に支配的なモード (全体 2 次) の固有周期が 0.05s 以下 (基本ケース, NS 方向 : 0.039s, EW 方向 : 0.034s) となっているためである。同様に、鉛直方向の地上 1 階 (O.P. 62.9m) の応答には明瞭なピークが現れていないが、これは鉛直方向の固有周期が 0.05s 以下 (基本ケース, 1 次 : 0.024s) となっているためである。



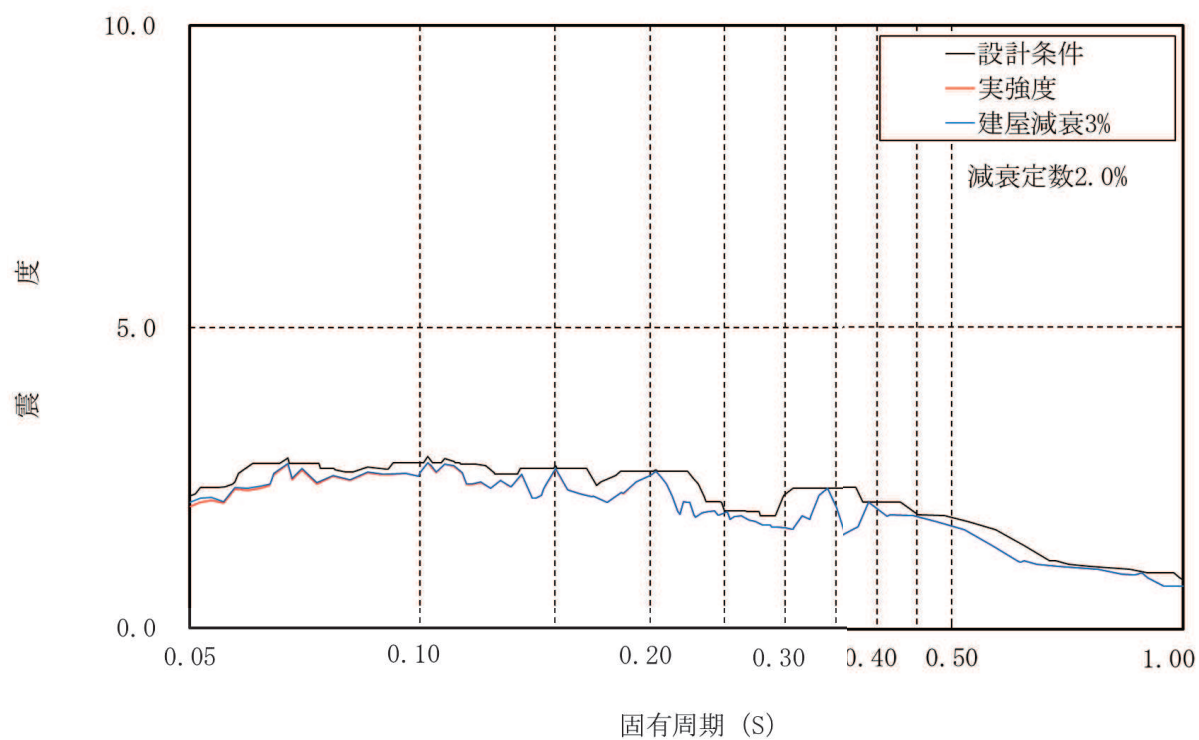
対象設備：配管（ガスタービン発電設備）

図 2-1(1) 床応答スペクトルの比較（水平方向，0. P. 62.9m）



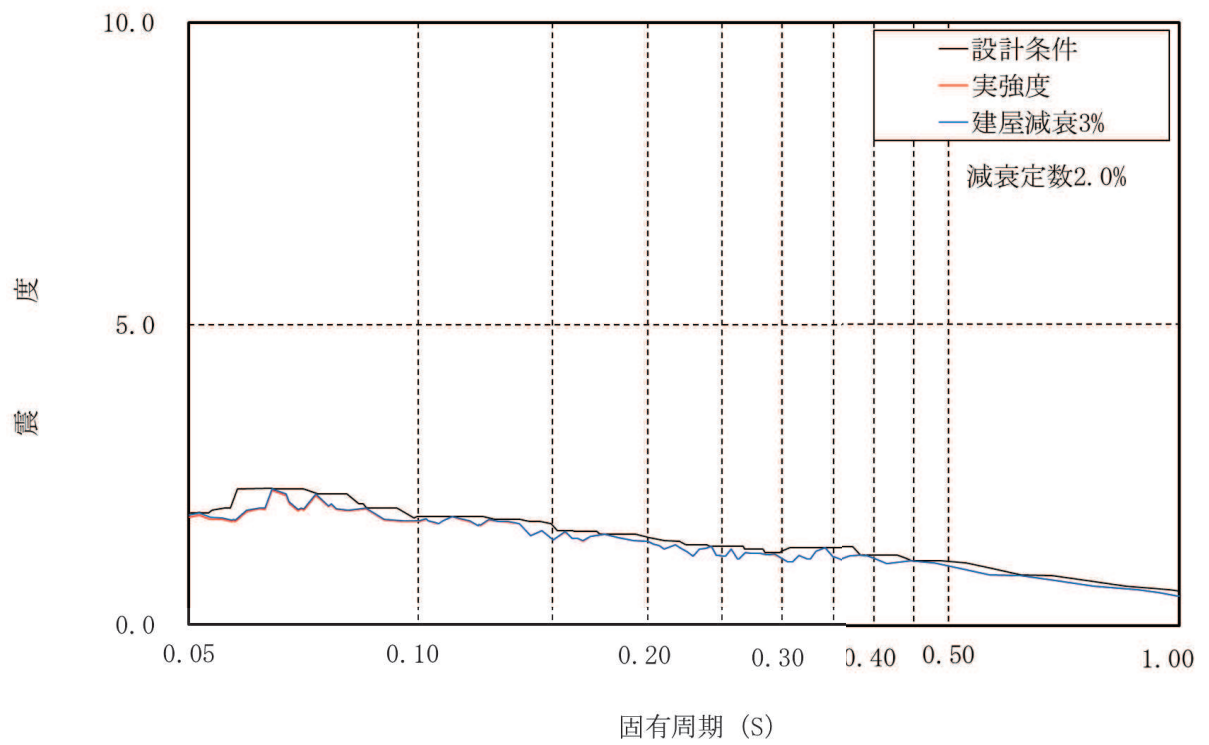
対象設備：ガスタービン発電設備（機関・発電機，燃料小出槽，制御盤）

図 2-1(2) 床応答スペクトルの比較（水平方向，0. P. 62.9m）



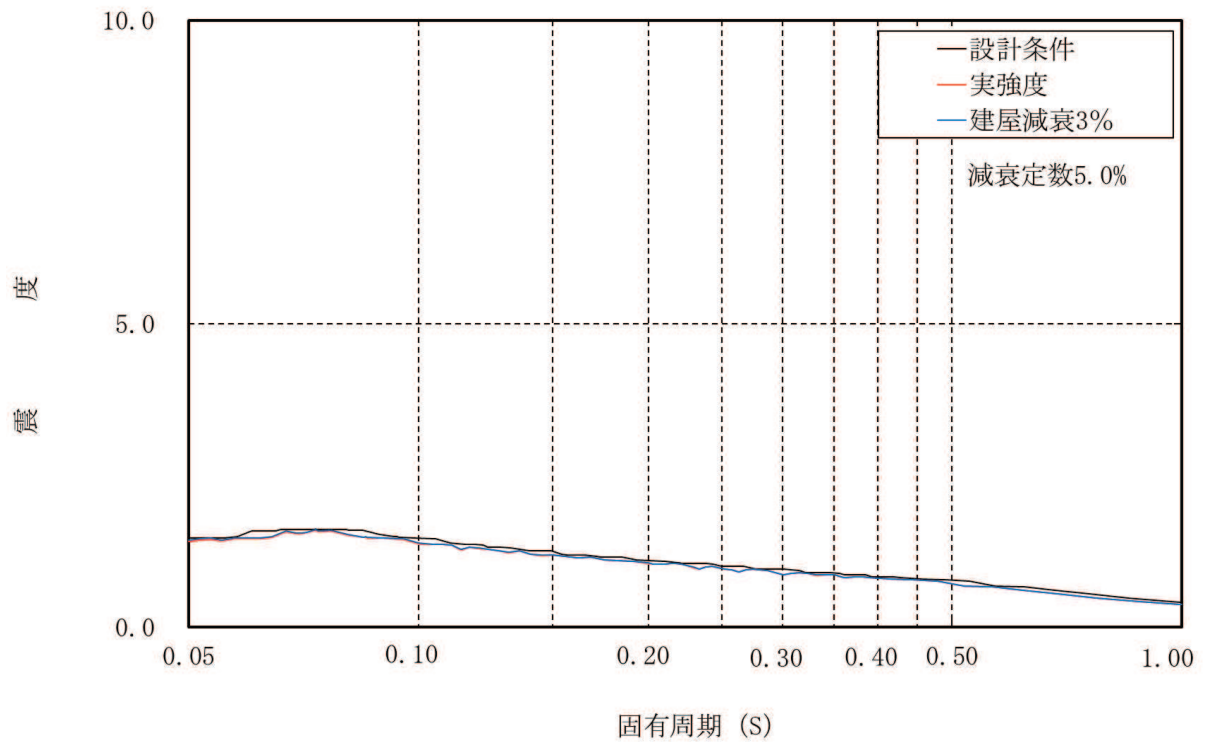
対象設備：配管（ガスタービン発電設備）

図 2-2 床応答スペクトルの比較（水平方向，0. P. 56. 4m）



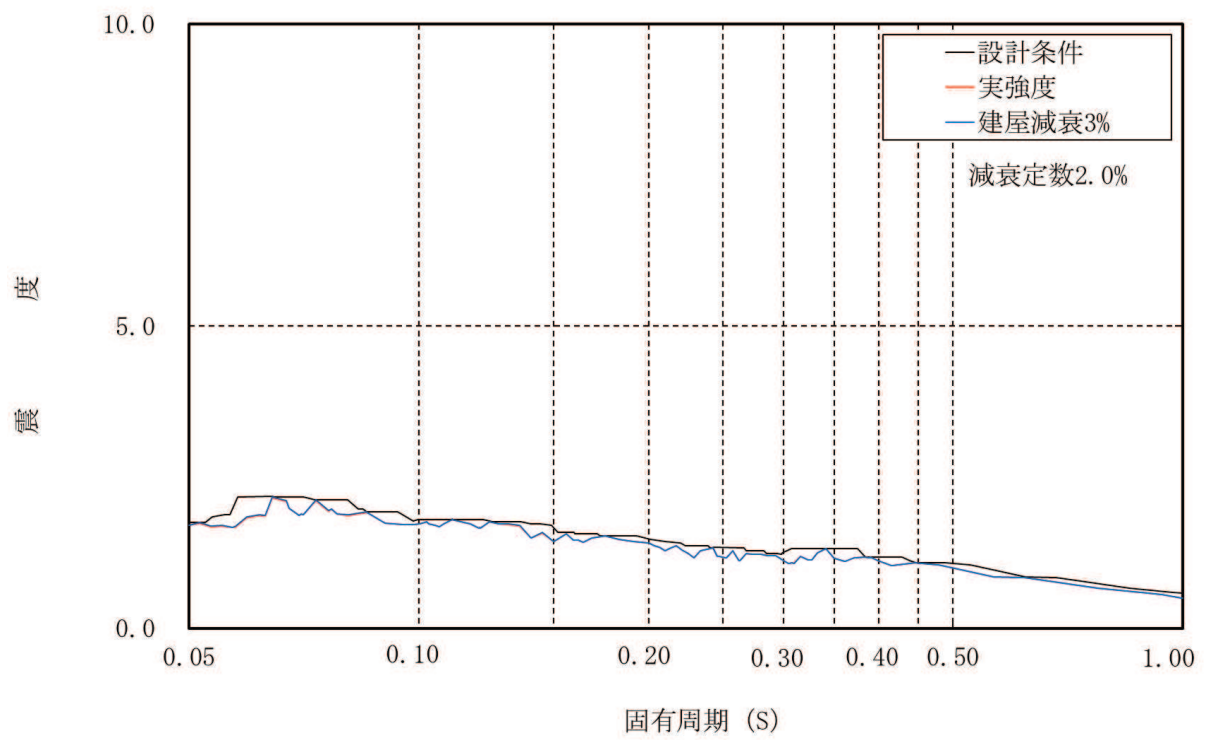
対象設備：配管（ガスタービン発電設備）

図 2-3(1) 床応答スペクトルの比較（鉛直方向，0. P. 62.9m）



対象設備：ガスタービン発電設備（機関・発電機，燃料小出槽，制御盤）

図 2-3(2) 床応答スペクトルの比較（鉛直方向，0. P. 62.9m）



対象設備：配管（ガスタービン発電設備）

図 2-4 床応答スペクトルの比較（鉛直方向，0. P. 56. 4m）

別紙 2-1 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件の  
考え方

## 目 次

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

## 1. 概要

本資料は、緊急用電気品建屋基礎版の応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件についての概要を示すものである。



## 2. 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件

緊急用電気品建屋基礎版の応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件を表 2-1 に示す。

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

### (1) 底面地盤ばね

#### ・水平ばね

振動アドミタンス理論に基づく水平ばねより算出する。

#### ・鉛直ばね

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

### (2) 側面地盤ばね

#### ・水平ばね

Novak の手法に基づく水平ばねにより算出する。

#### ・鉛直ばね

基礎版の埋込み部分については，基礎版の側面と接する部分にマンメイドロックを打設することとしている。地震応答解析モデルでは，保守的な評価となるように側面地盤の回転に対する拘束効果を考慮していないが，応力解析においては地震時の基礎版の転倒に対する拘束効果として側面回転ばねを考慮する。ばね値は Novak の手法に基づく回転ばねにより算出する。

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

#### ・はり要素

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

#### ・シェル要素

要素分割は，基本的には発生する応力状態によって決まり，構造形状と荷重条件より要素分割数を考慮する。要素形状の縦横比（アスペクト比）は，重要部分で 1:2 以下，その他の領域や応力変化が少ない領域では，1:3 程度までで，分割に際しては 4 角形要素を利用して格子状とするのが一般的である。曲面板構造の場合は，平板要素や軸対称シェル要素の大きさは，集中荷重や不連続部を含む曲面部近傍では  $2.5\sqrt{R/t}$  を 10~20 分割すると適切な応力分布が求められ，構造物の半径 (R) と板厚 (t) が考慮されている。また，面内曲げ・軸力及

び面外のせん断や曲げを受ける部材のシェル要素の辺の長さは、シェルの広がり方向の応力分布の状態から決まり、応力変化が大きい領域は要素を小さくする必要がある。

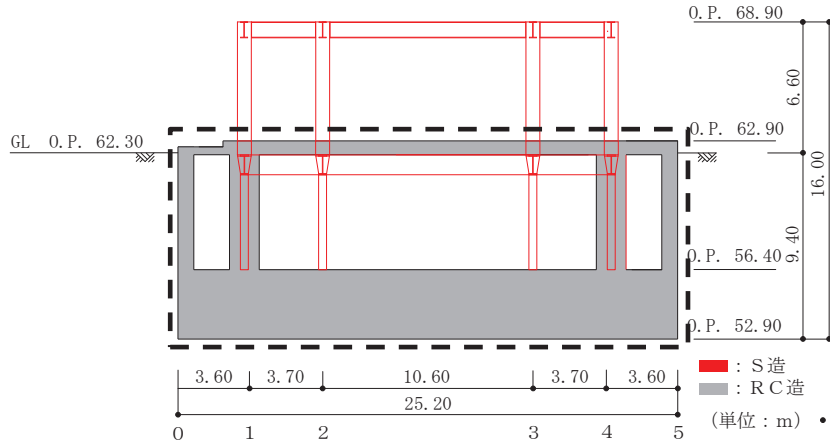
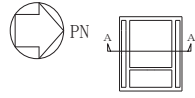
注記\*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2008 年）

表 2-1(1) モデル化, 境界条件及び拘束条件 (1/3)

モデル概要

○モデル化範囲

- ・基礎版及び基礎版より立ち上がる O.P. 56.4m~O.P. 62.9m の耐震壁をモデル化する。
- ・外壁及び内部耐震壁の剛性を境界条件として考慮する。



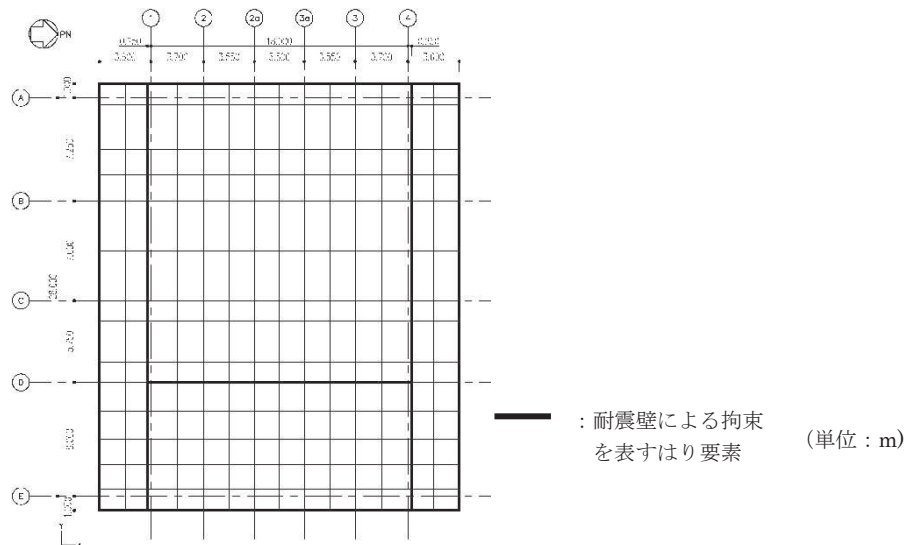
モデル化範囲

○使用要素

- ・基礎版: シェル要素
- ・耐震壁: はり要素

○要素分割

- ・要素の一辺の長さを 1.5m~2.0m 程度とし, 耐震壁の配置を考慮して分割する。



モデル概要

表 2-1(2) モデル化、境界条件及び拘束条件 (2/3)

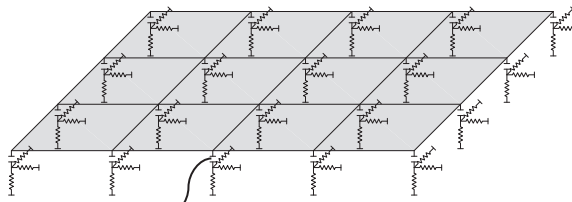
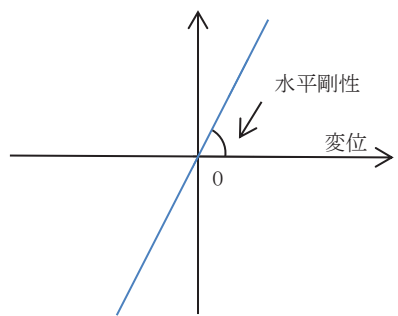
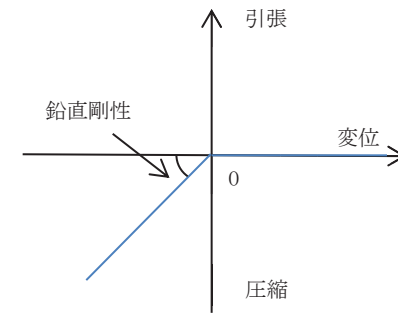
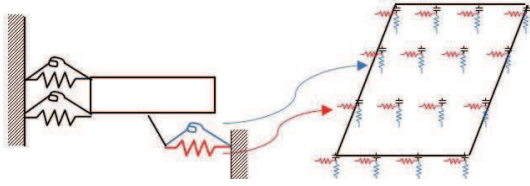
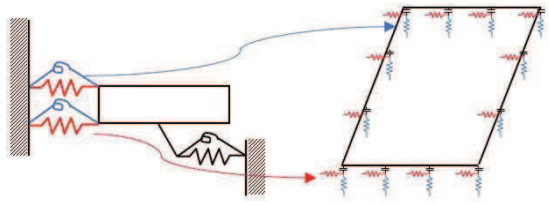
境界条件, 拘束条件	
上部構造物と基礎版の境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎版と上部構造物の境界部においては, 上部構造物の剛性を考慮することで, 基礎版の応力・変形状態を評価する。</li> <li>基礎版から立ち上がる鉄骨独立柱については, その剛性を考慮しない。</li> </ul>	
はり要素の剛性 (断面性能)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>曲げ剛性 (断面二次モーメント) : <math>I = t \times h^3 / 12</math></li> <li>せん断剛性 (せん断断面積) : <math>A_s = t \times h</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>t : 壁の厚さ</li> <li>h : モデル化する壁の高さ</li> </ul>
基礎スラブと地盤の境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の評価については, 基礎スラブと底面地盤との間に底面地盤を表現するギャップ要素を設け, 基礎スラブと底面地盤との間の剥離 (基礎スラブの浮上り) を考慮する。</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">ギャップ要素</p> <p style="text-align: center;">モデル概要</p>
○ギャップ要素	
鉛直ばねに引張力が発生した際に, 水平剛性及び鉛直剛性をゼロとし, 浮上りを考慮する。	
<p style="text-align: center;">水平ばね応力</p>  <p style="text-align: center;">(a) 水平剛性</p>	<p style="text-align: center;">鉛直ばね応力</p>  <p style="text-align: center;">(b) 鉛直剛性</p>
注: 鉛直ばねに引張力が発生した場合には, 水平剛性もゼロとする。	
ギャップ要素の概念図	

表 2-1(3) モデル化, 境界条件及び拘束条件 (3/3)

境界条件, 拘束条件
<p>基礎スラブと地盤の境界</p> <p>添付書類「VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書」における地震応答解析モデルでは側面水平地盤ばねのみを考慮し, 保守的に側面回転地盤ばねは考慮しないが, 基礎版の応力解析モデルにおいては, 基礎版側面をマンメイドロックで埋戻すことを踏まえ, 側面水平地盤ばねに加えて, 鉛直方向に対する拘束効果として側面回転地盤ばねを考慮する。地震応答解析モデルに対して側面回転地盤ばねを考慮しないことの保守性については, 「別紙 1-1-3 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について」に示す。</p> <p>○底面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水平剛性: 振動アドミタンス理論による水平ばね <math>K_H</math> を節点支配面積 <math>A_i</math> で離散化。  <math display="block">K_{Hi} = (K_{H\ NS} / A + K_{H\ EW} / A) / 2 \times A_i \quad A: \text{基礎スラブの底面積}</math> </li> <li>鉛直剛性: 地震時は, 転倒モーメントが支配的となるため振動アドミタンス理論による回転ばね <math>K_R</math> を節点支配面積 <math>A_i</math> で離散化。  <math display="block">K_{Vi} = (K_{R\ NS} / I_{NS} + K_{R\ EW} / I_{EW}) / 2 \times A_i \quad I: \text{基礎スラブの断面二次モーメント}</math> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">基礎スラブ底面全体で 離散化</p> <p style="text-align: center;">底面地盤ばね</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎版と側面地盤との間には剥離は考慮せず, 側面地盤ばねは線形ばねとして設定する。</li> </ul> <p>○側面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水平剛性: Novak の手法に基づく側面水平地盤ばね定数 <math>{}_sK_s</math> を節点支配長さ <math>L_i</math> で離散化。  <math display="block">{}_s k_{si} = ({}_s K_s / (2 \times L_{NS} + 2 \times L_{EW})) \times L_i</math> <p style="text-align: center;"><math>L_{NS}</math>: 基礎スラブ辺長 (NS 方向), <math>L_{EW}</math>: 基礎スラブ辺長 (EW 方向)</p> </li> <li>鉛直剛性: Novak の手法に基づく側面回転地盤ばね定数 <math>{}_sK_r</math> を節点支配長さ <math>L_i</math> で離散化。  <math display="block">{}_s k_{vi} = ({}_s K_r / I'_{NS} + {}_s K_r / I'_{EW}) / 2 \times L_i</math> <math display="block">I'_{NS(EW)} = L_{EW(NS)} \times L_{NS(EW)}^2 / 2 + L_{NS(EW)}^3 / 6</math> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">基礎スラブ外周で 離散化</p> <p style="text-align: center;">側面地盤ばね</p> </div>

## 別紙 2-2 地震荷重の入力方法

## 目 次

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

## 1. 概要

本資料は、緊急用電気品建屋の基礎に作用する地震荷重の入力方法について示すものである。



## 2. 地震荷重の入力方法

緊急用電気品建屋基礎版の応力解析に当たって、FEM モデルに入力する地震荷重として、水平地震力、鉛直地震力及び地震時土圧荷重を考慮する。

地震荷重の入力は、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果を考慮し、FEM モデルの基礎版底面地盤ばねと基礎版質点位置でせん断力、曲げモーメント及び軸力が地震応答解析結果と等価になるように設定する。

具体的には、水平地震力のうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力は、FEM モデルにおける上部構造物脚部に対応する各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの最大水平力から、上部構造物から作用する水平力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加せん断力」という。）を FEM モデルの基礎版の各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。

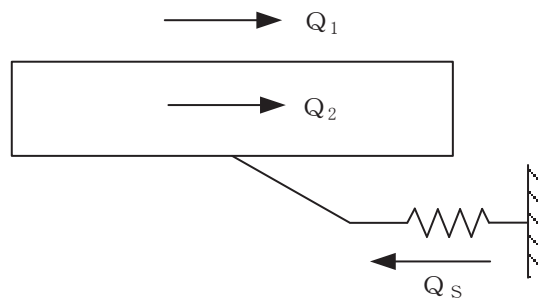
また、曲げモーメントのうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力は、偶力に置換して上部構造物脚部に対応する各節点に節点荷重として入力する。

基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの最大曲げモーメントから、上部構造物から作用する曲げモーメントを差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加曲げモーメント」という。）を FEM モデルの基礎版の各節点に、節点の支配面積と中心位置からの距離に応じて偶力に置換して分配し、節点荷重として入力する。

鉛直地震力のうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力については、FEM モデルにおける上部構造物脚部位置に対応する各節点の支配面積に応じて上部構造物の重量を分配した支配重量に鉛直震度（軸力係数）を乗じた節点荷重として入力する。基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの鉛直力から上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加軸力」という。）を基礎版の重量で除して付加軸力係数を算定する。そして、FEM モデルの基礎版の各節点の支配重量に付加軸力係数を乗じた節点荷重として入力する。

地下外壁部に作用する地震時土圧荷重により基礎版に作用する荷重は、外壁を各階スラブ位置で支持した連続ばりモデルを用いて算定する。算定した外壁脚部に生じる単位長さ当たりの曲げモーメントは、基礎版外周の節点の支配長さに応じて分配し、節点モーメント荷重として入力する。

FEM モデルに入力する地震荷重の概念図を図 2-1 に示す。また、FEM モデルに入力する地震荷重を図 2-2 に示す。なお、図 2-2 における地震時土圧荷重は、地震時増分土圧荷重として示す。



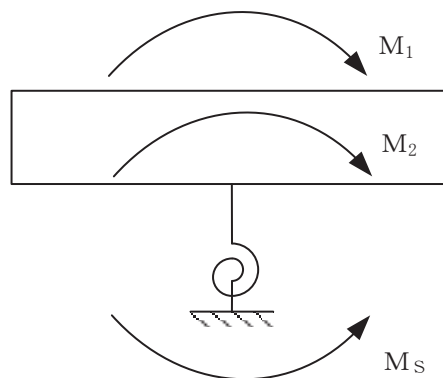
$Q_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用するせん断力

$Q_2$  : 基礎版に入力する付加せん断力

$Q_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる水平力

$$Q_2 = Q_s - Q_1$$

(a) 水平地震力



$M_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用する曲げモーメント

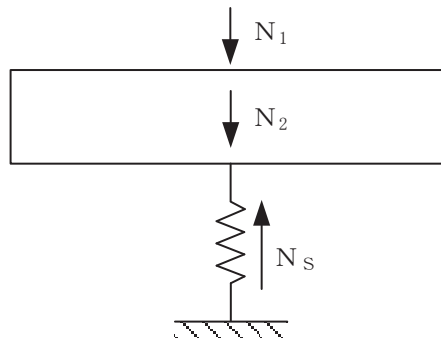
$M_2$  : 基礎版に入力する付加曲げモーメント

$M_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる曲げモーメント

$$M_2 = M_s - M_1$$

(b) 曲げモーメント

図 2-1 (1) FEM モデルに入力する地震荷重の概念図 (1/2)



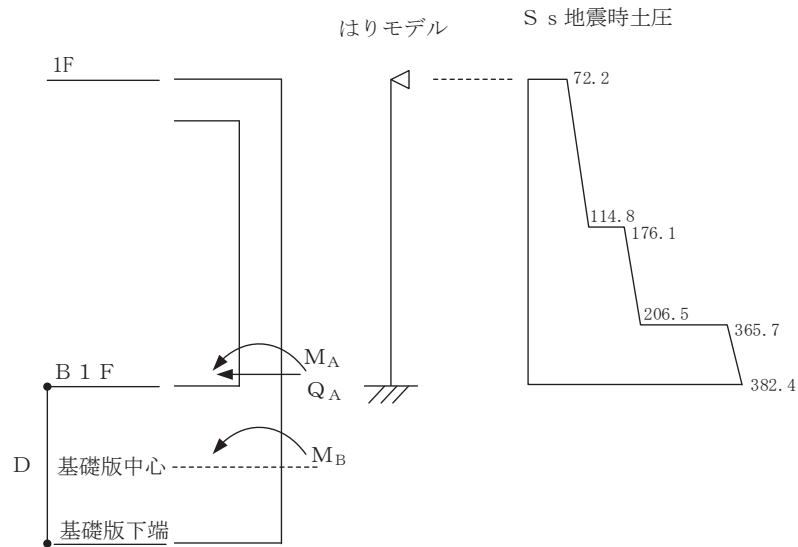
$N_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用する軸力

$N_2$  : 基礎版に入力する付加軸力

$N_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる鉛直力

$$N_2 = N_s - N_1$$

(c) 鉛直地震力



$Q_A$  : 基礎版上端に壁から作用するせん断力

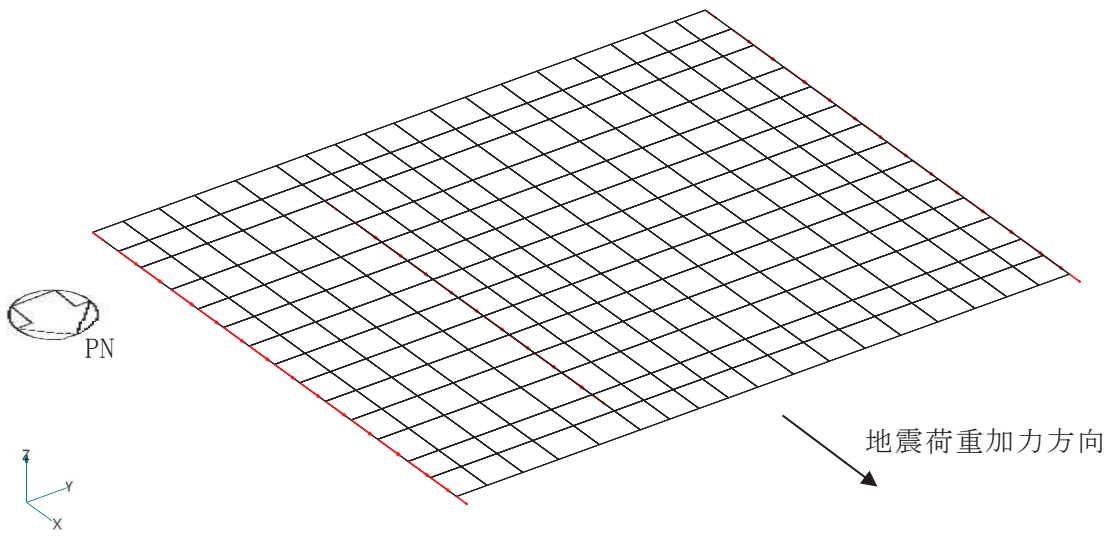
$M_A$  : 基礎版上端に壁から作用する曲げモーメント

$M_B$  : 基礎版に入力する曲げモーメント

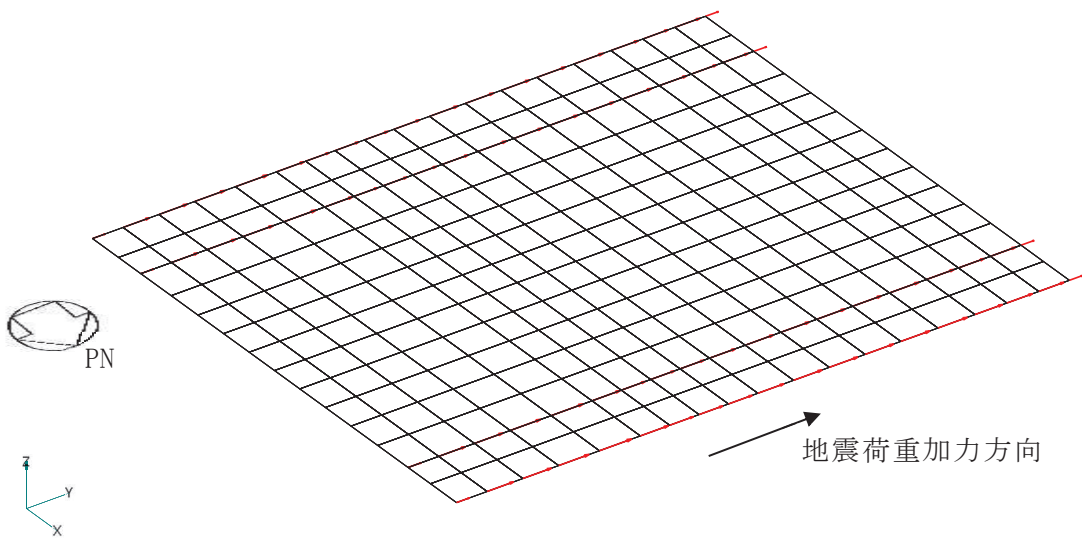
$$M_B = M_A + Q_A \cdot D / 2$$

(d) 地震時土圧荷重

図 2-1(2) FEM モデルに入力する地震荷重の概念図 (2/2)

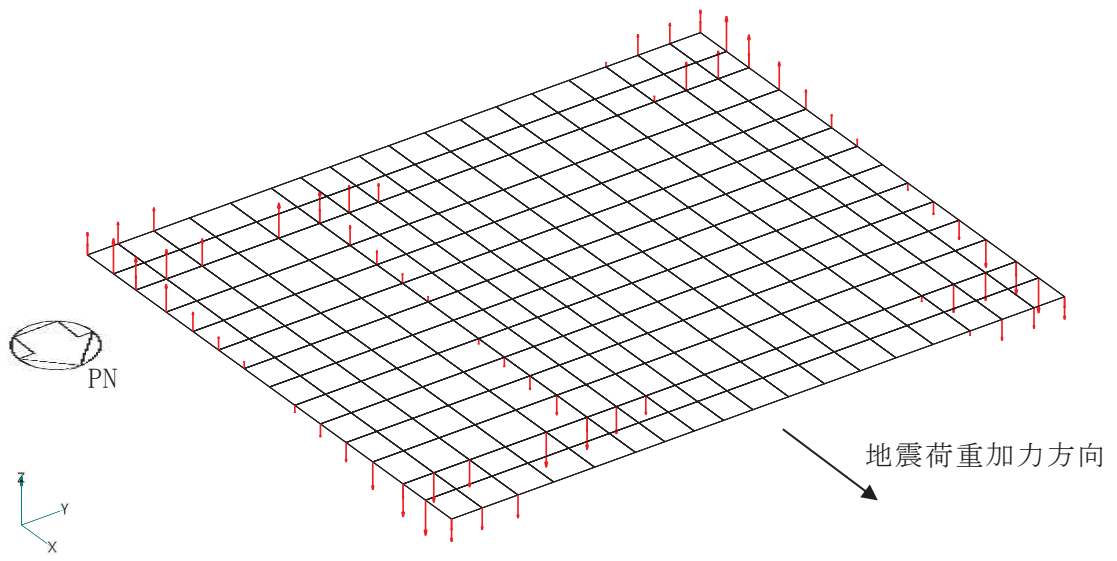


(a) 水平力 (NS 方向) 上部構造の地震力

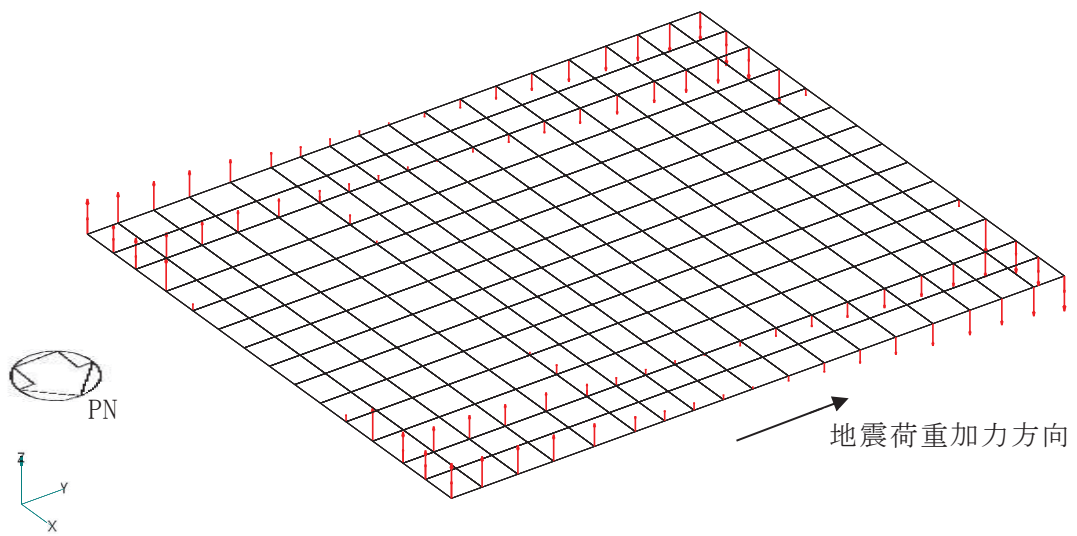


(b) 水平力 (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(1) FEM モデルに入力する地震荷重 (1/7)

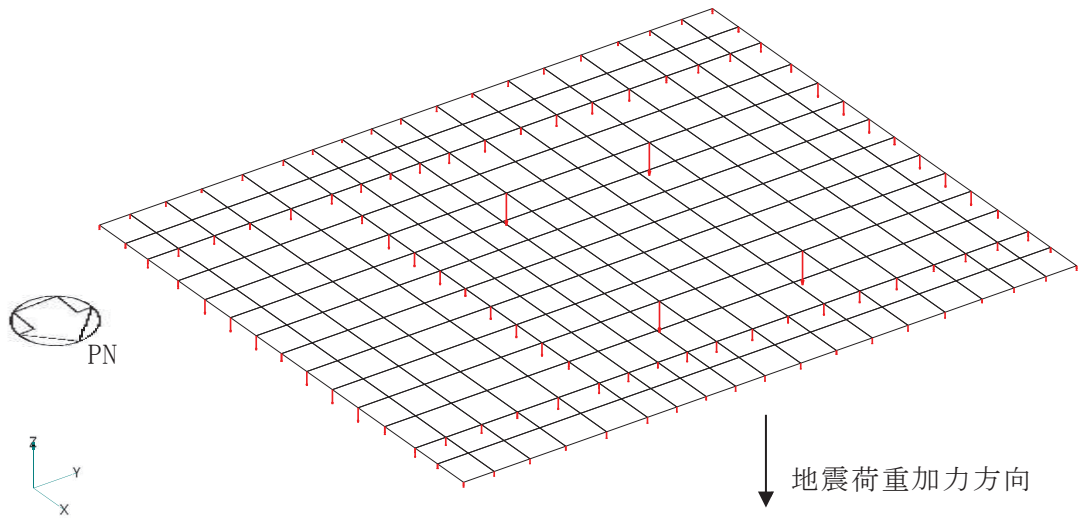


(c) 曲げモーメント (NS 方向) 上部構造の地震力



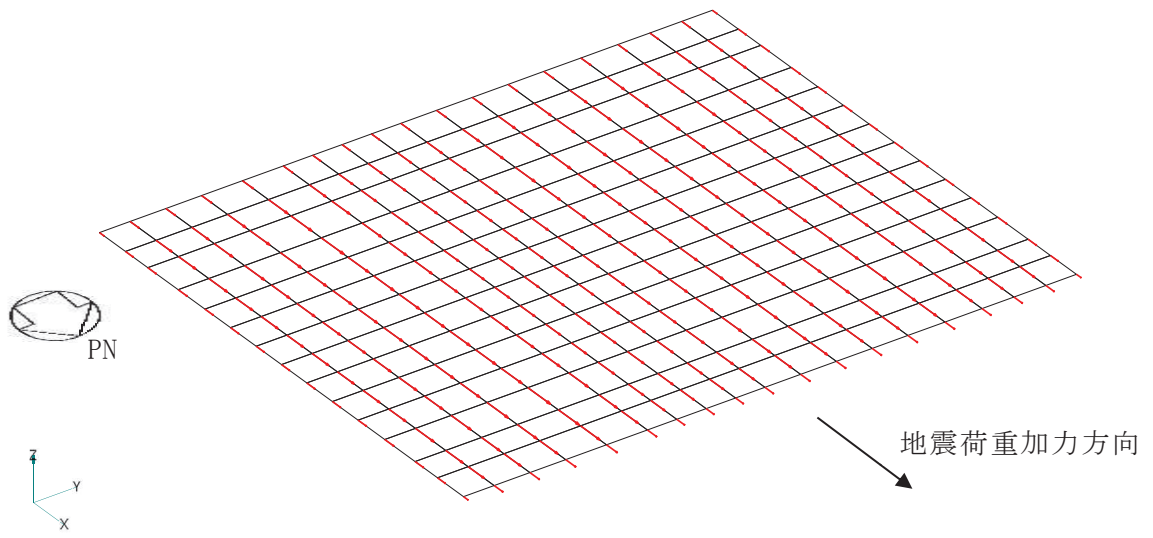
(d) 曲げモーメント (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(2) FEM モデルに入力する地震荷重 (2/7)

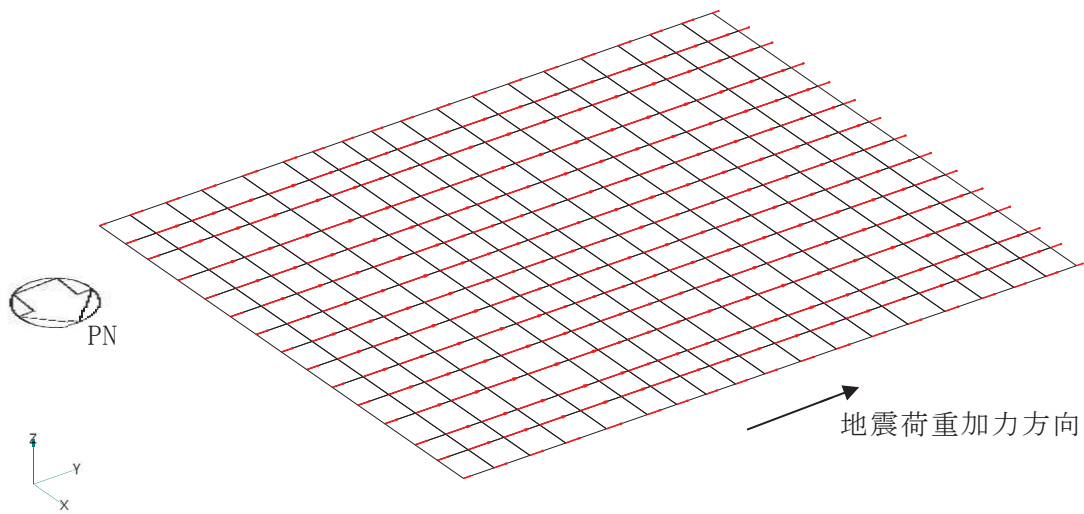


(e) 鉛直力 上部構造の地震力

図 2-2(3) FEM モデルに入力する地震荷重 (3/7)

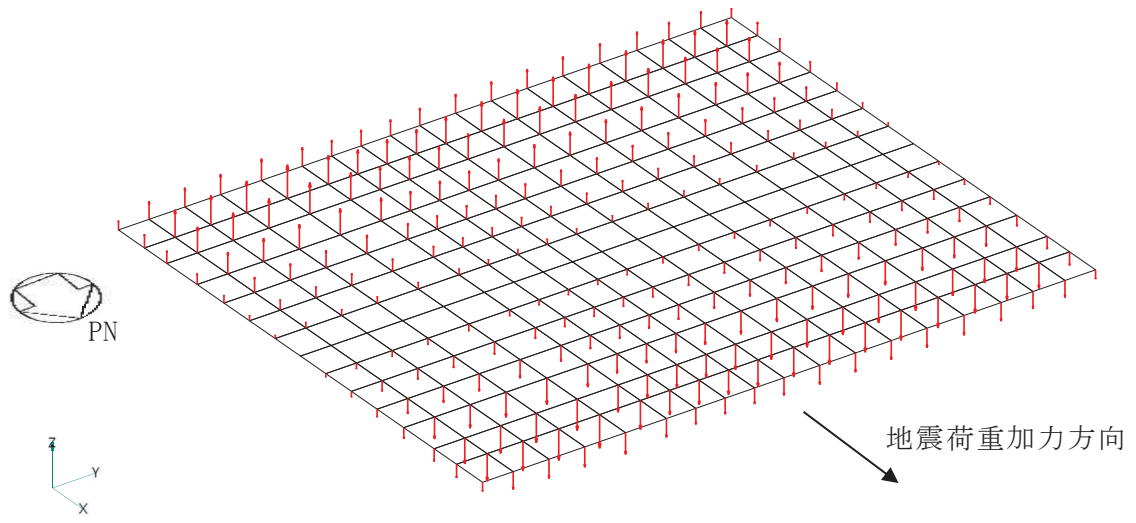


(f) 付加せん断力 (NS 方向)

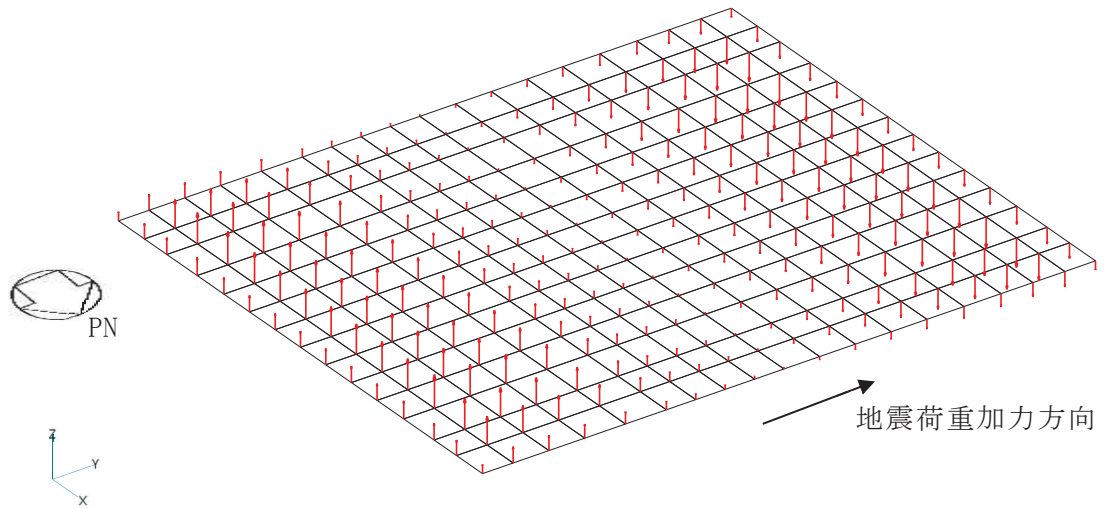


(g) 付加せん断力 (EW 方向)

図 2-2(4) FEM モデルに入力する地震荷重 (4/7)



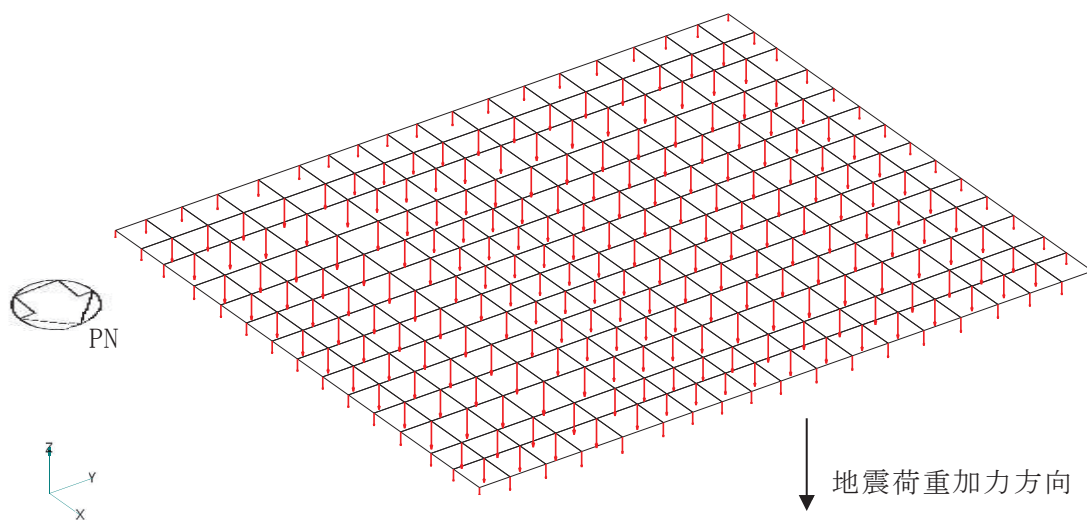
(h) 付加曲げモーメント (NS 方向)



(i) 付加曲げモーメント (EW 方向)

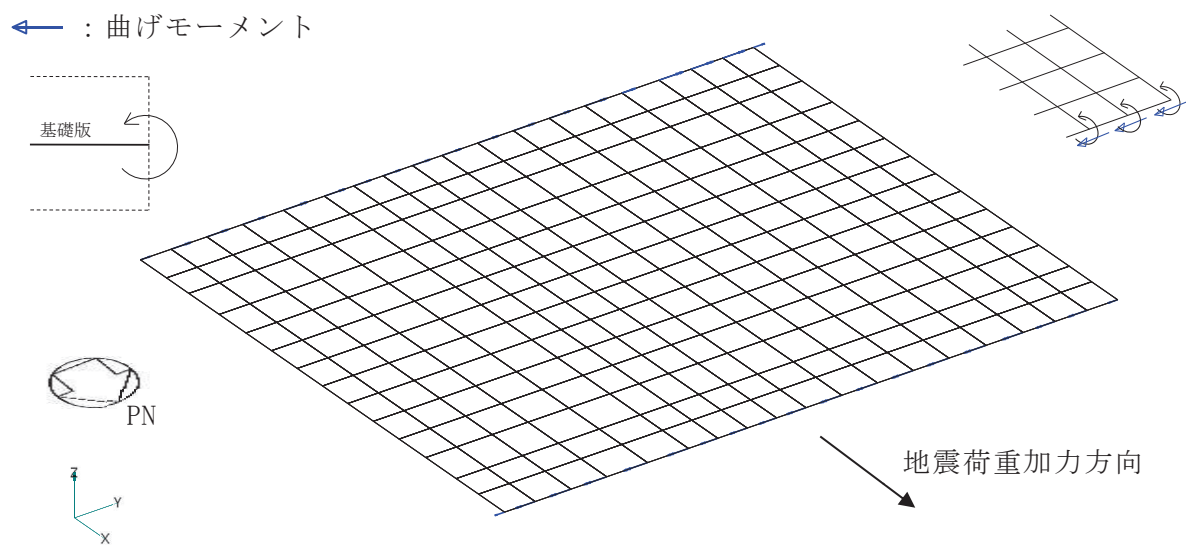
図 2-2(5) FEM モデルに入力する地震荷重 (5/7)



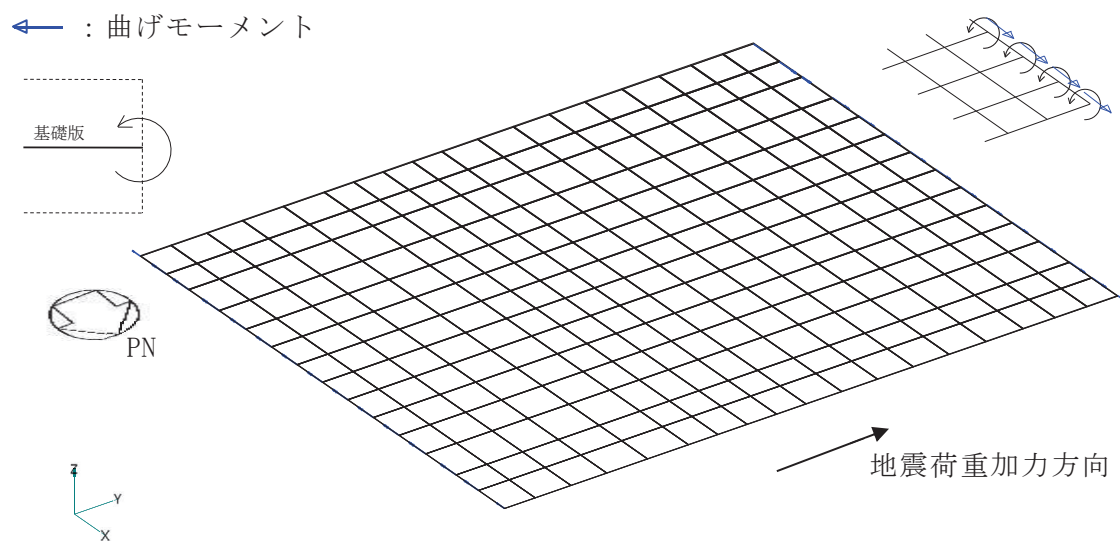


(j) 付加軸力

図 2-2(6) FEM モデルに入力する地震荷重 (6/7)



(k) 地震時増分土圧荷重 (NS 方向) 曲げモーメント



(1) 地震時増分土圧荷重 (EW 方向) 曲げモーメント

図 2-2(7) FEM モデルに入力する地震荷重 (7/7)

## 別紙 2-3 応力解析における断面の評価部位の選定

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 2-3-1
2. 断面の評価部位の選定 ..... 別紙 2-3-2

## 1. 概要

本資料は、緊急用電気品建屋基礎版の応力解析における断面の評価部位の選定に関し、工認記載の断面の評価要素の選定結果について示すものである。

## 2. 断面の評価部位の選定

基礎版の荷重の組合せケースを表 2-1 に，配筋領域図を図 2-1 に，配筋一覧を表 2-2 に示す。

各評価項目の検定値一覧を表 2-3 に，断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-2 に，断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図を図 2-3 に示す。また，せん断補強筋を配筋している箇所断面の評価結果を図 2-4 に示す。

表 2-1 荷重の組合せケース

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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_{s\ SN}$  : S→N 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

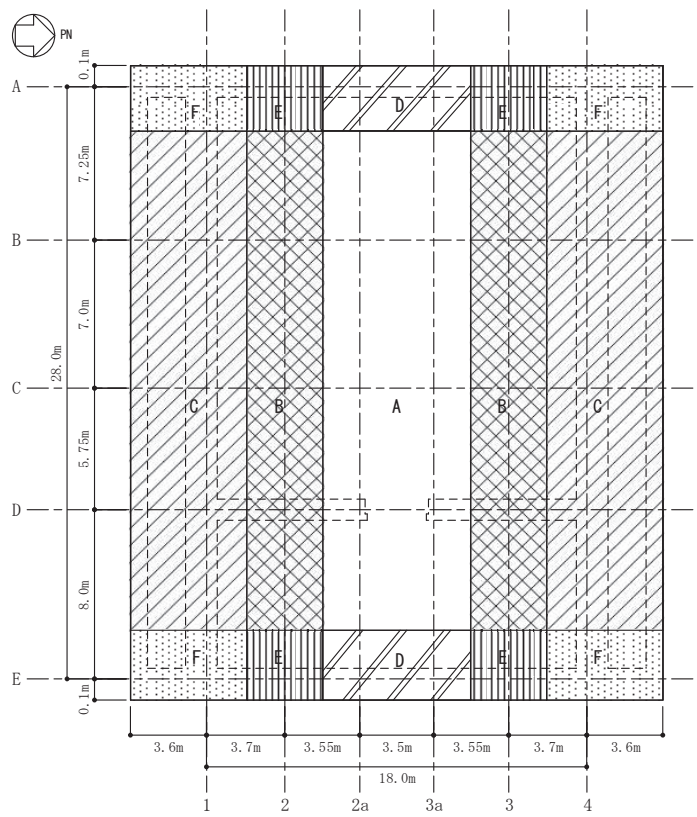
$S_{s\ NS}$  : N→S 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ EW}$  : E→W 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

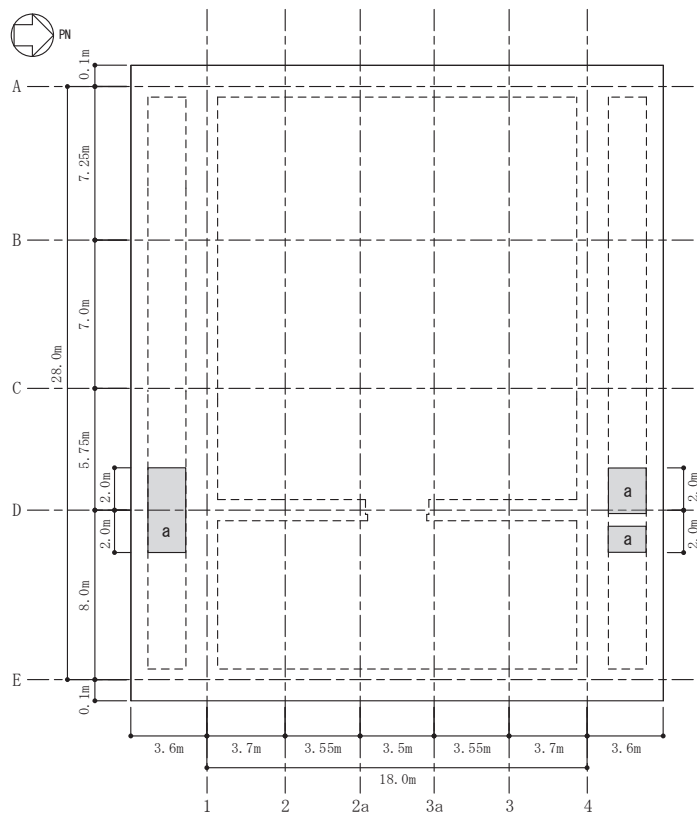
$S_{s\ WE}$  : W→E 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ UD}$  : 鉛直方向 (下向き) S<sub>s</sub> 地震荷重

$S_{s\ DU}$  : 鉛直方向 (上向き) S<sub>s</sub> 地震荷重



(a) 主筋



(b) せん断補強筋

図 2-1 配筋領域図



表 2-2 配筋一覧

(a) 主筋

領域	上ば筋		下ば筋	
	方向	配筋	方向	配筋
A	NS	2-D38@200	NS	2-D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
B	NS	3-D38@200	NS	3-D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
C	NS	2-D51@200 + D38@200	NS	2-D51@200 + D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
D	NS	2-D38@200	NS	2-D38@200
	EW	3-D38@200	EW	3-D38@200
E	NS	3-D38@200	NS	3-D38@200
	EW	3-D38@200	EW	3-D38@200
F	NS	2-D51@200 + D38@200	NS	2-D51@200 + D38@200
	EW	3-D38@200	EW	3-D38@200

注：D38 は機械式継手及び重ね継手とする。

D51 同士の継手，D51 と D38 との継手は機械式継手とする。

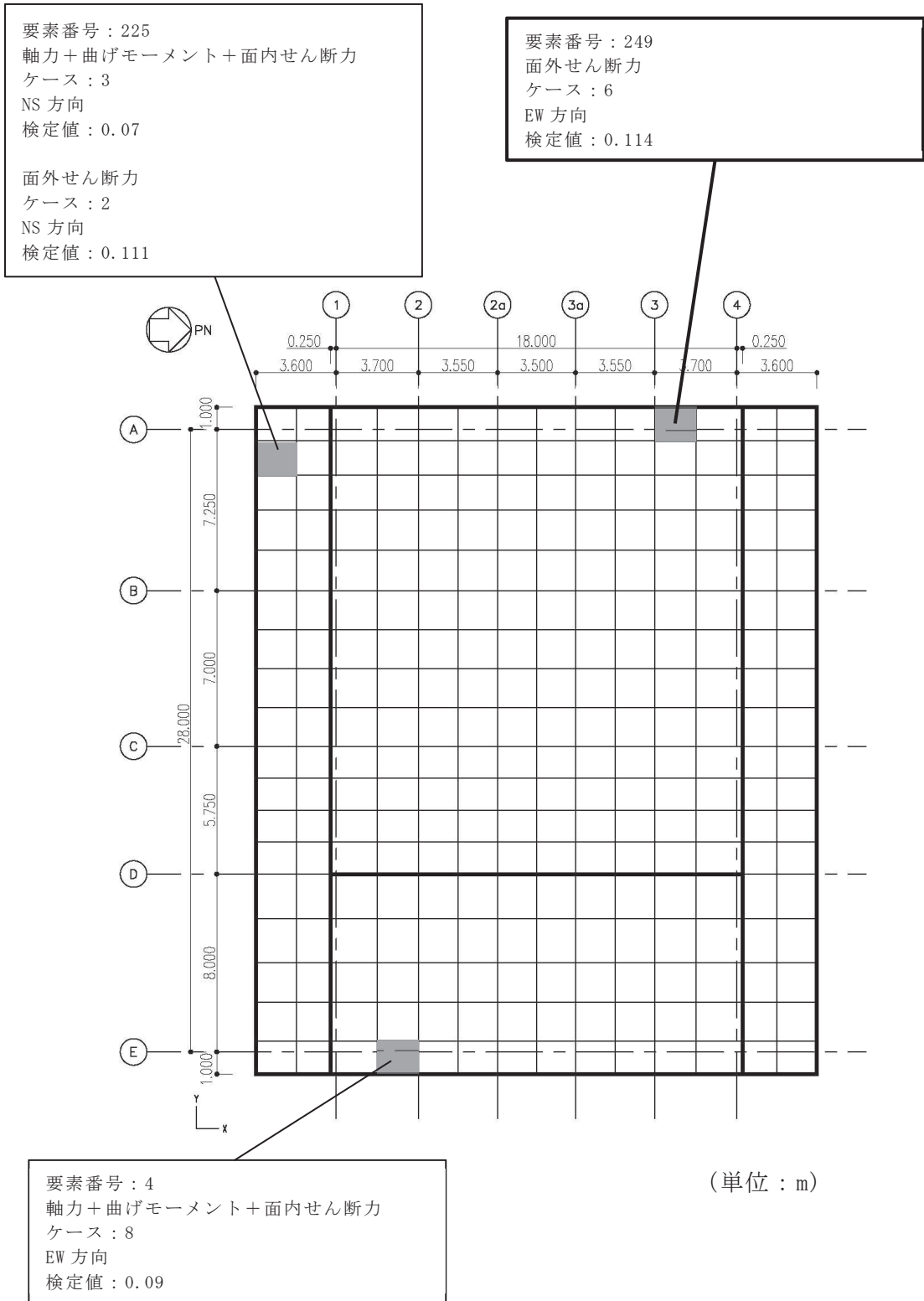
(b) せん断補強筋

領域	配筋
a	D22@600 × 200

表 2-3 各評価項目の検定値一覧

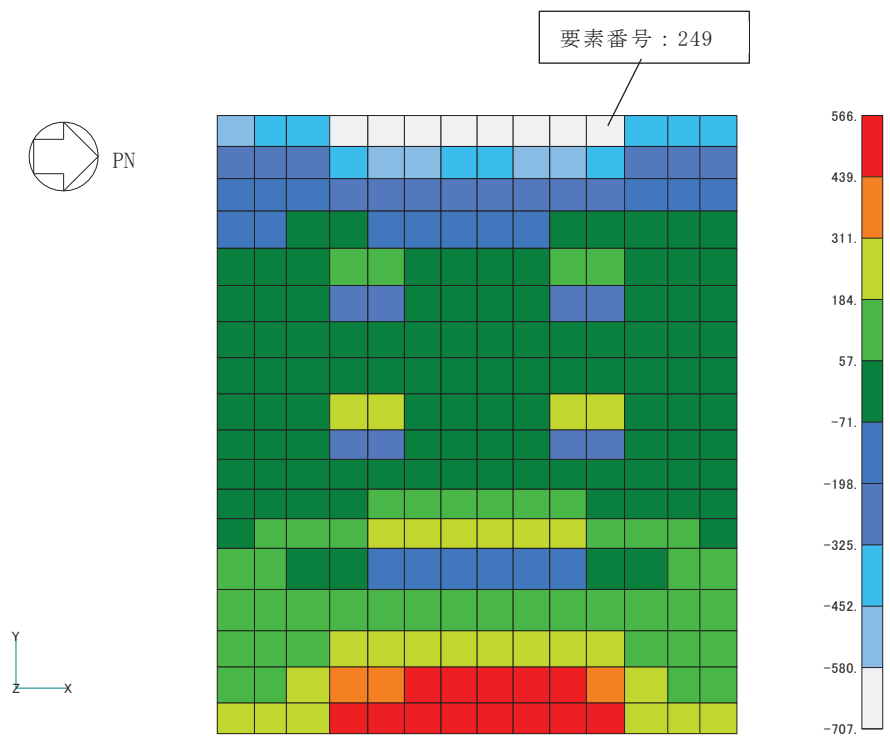
評価項目			要素 番号	荷重の 組合せ ケース	検定値
軸力 + 曲げ モーメント + 面内 せん断力	NS 方向	必要鉄筋量/配筋量	225	3	0.07
	EW 方向	必要鉄筋量/配筋量	4	8	0.09
面外 せん断力	NS 方向	面外せん断応力度	225	2	0.111
	EW 方向	面外せん断応力度	249	6	0.114

注：□ は、検定値が最大となる要素を示す。



注 : ■ は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-2 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果



面外せん断力 (EW 方向, ケース 6)

図 2-3 断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図

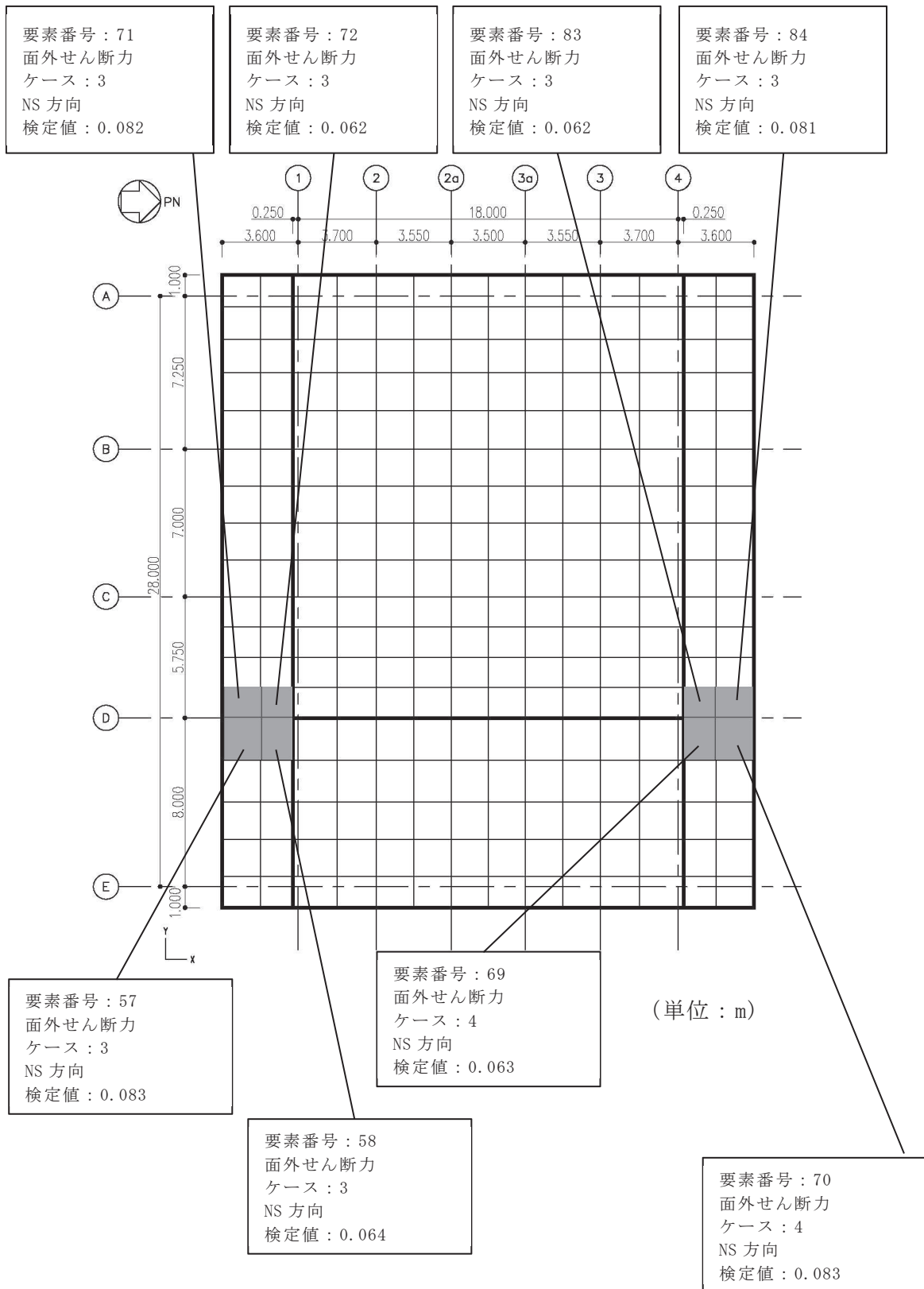


図 2-4 せん断補強筋を配筋した箇所の断面の評価結果

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0610-11_改8

補足-610-11 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書に関する  
補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」及び添付書類「VI-2-2-24 緊急時対策建屋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 1-1 緊急時対策建屋の地震応答解析における解析モデル及び手法

別紙 1-1-1 SRモデルを適用することの妥当性について

別紙 1-1-2 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について

別紙 1-1-3 緊急時対策建屋の鉄骨部の構造詳細

別紙 1-2 緊急時対策建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

別紙 1-3 緊急時対策建屋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

別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 1-4 建屋減衰を3%とした場合の影響検討

別紙 1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討

別紙 1-6 影響検討ケースによる機器・配管系の耐震性への影響

別紙 2-1 応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件の考え方

別紙 2-2 地震荷重の入力方法

別紙 2-3 応力解析における断面の評価部位の選定

別紙 2-4 屋上外壁の面外方向の評価

別紙 3-1 緊急時対策所遮蔽についての補足説明資料

別紙 3-1-1 緊急時対策所遮蔽のスラブの固有値解析結果

別紙 1-1 緊急時対策建屋の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 1-1-1
2. 地震応答解析モデルについて…………… 別紙 1-1-2
3. 形状係数  $F_{e_s}$  の算定…………… 別紙 1-1-6

## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋の地震応答解析における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について

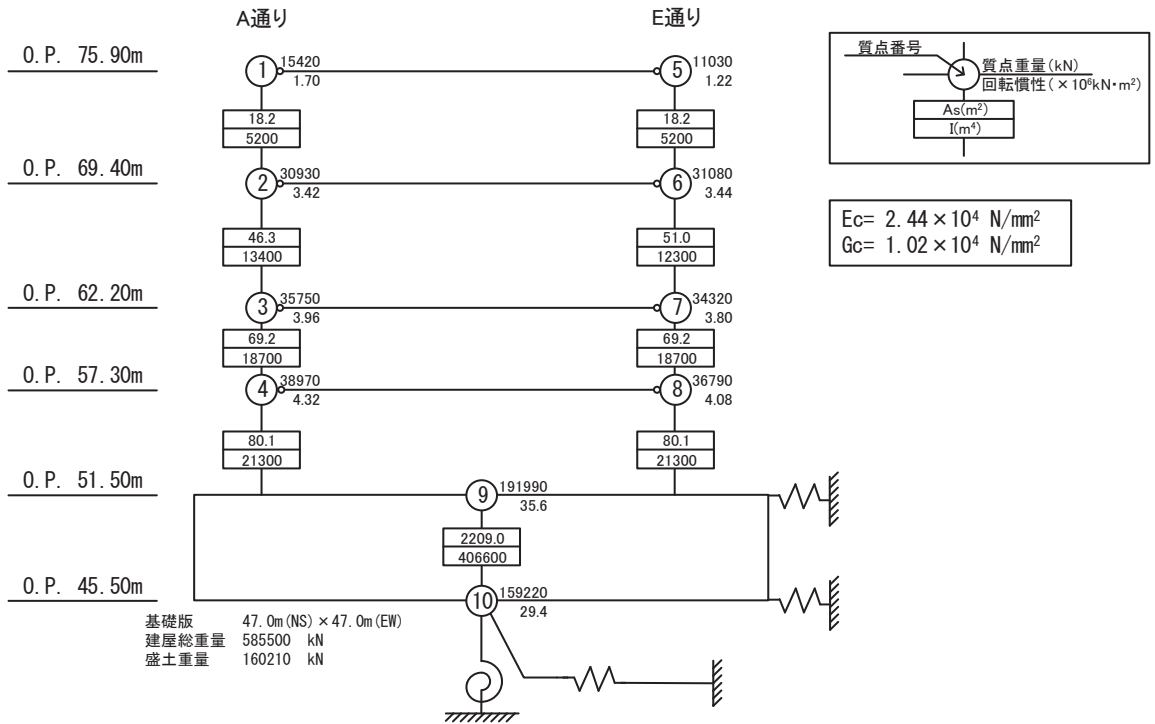
緊急時対策建屋の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また，地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

表 2-1 緊急時対策建屋の地震応答解析モデル及び手法の比較

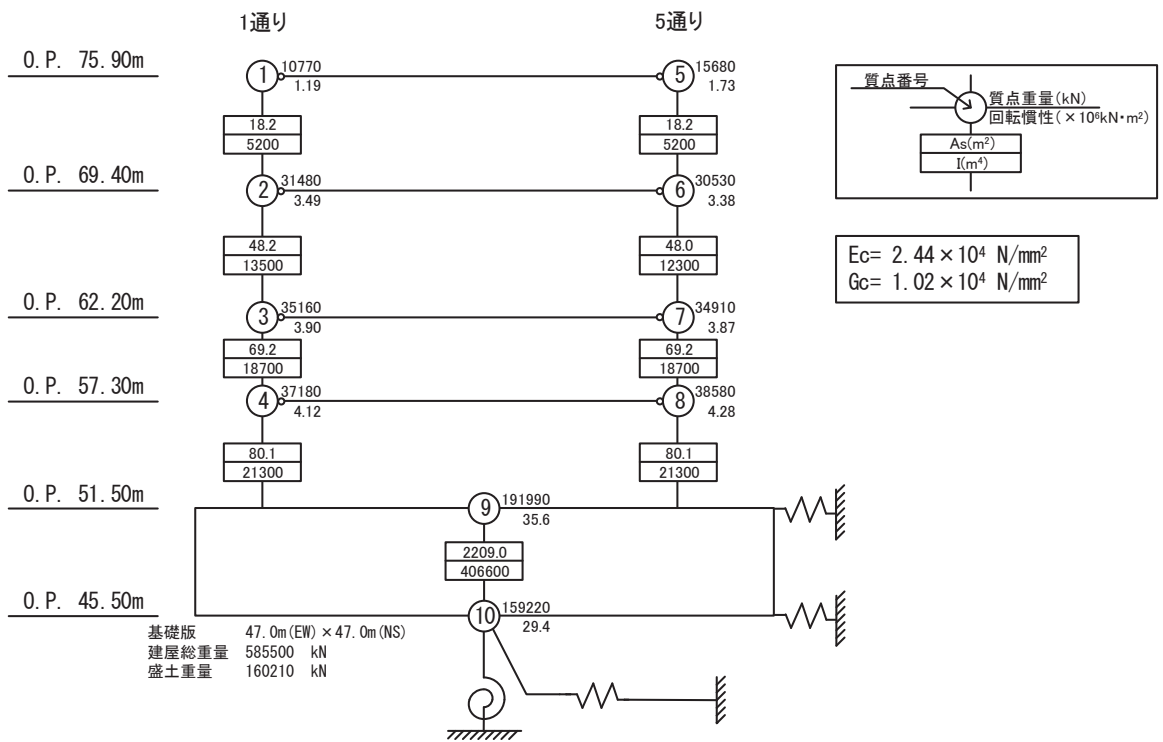
項目	内容	今回工認	備考
入力地震動の算定法	水平	周辺地盤による効果を考慮（E+F入力）及び基礎上端及び下端位置での地盤応答を入力。また、建屋基礎底面レベルにおける補正水平力（切欠き力）を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮。	(1)
	鉛直	解放基盤位置及び本建屋設置位置の地盤を一次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により本建屋設置位置地盤の建屋基礎底面レベルでの地盤の応答を評価して入力地震動とする。	—
解析コード		NUPP4	—
建屋のモデル化	モデル	水平：多軸床剛多質点系モデル 鉛直：1軸多質点系モデル	—
	材料物性	RC規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数， ポアソン比 $E = 2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$	(2)
	剛性評価	耐震壁を考慮	
	減衰定数	・RC：5%	—
地盤のモデル化	底面ばね	・水平方向：水平及び回転ばねを考慮 ・鉛直方向：鉛直ばねを考慮	—
	側面ばね	・水平方向：水平ばねを考慮 ・鉛直方向：考慮せず	
非線形特性	耐震壁	・水平方向：考慮 ・鉛直方向：考慮せず	(3)
	底面ばね	・水平方向：基礎浮上りによる幾何学的非線形性考慮 ・鉛直方向：考慮せず	

具体的な反映事項（表の備考欄に対応）

- (1) 解放基盤表面で定義される基準地震動を用いて、一次元線形解析により算定した位置での応答波を入力する。
- (2) 「日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」
- (3) 「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）」に基づく。詳細は別紙 1-2 に示す。



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 2-1(1) 地震応答解析モデル (水平方向)

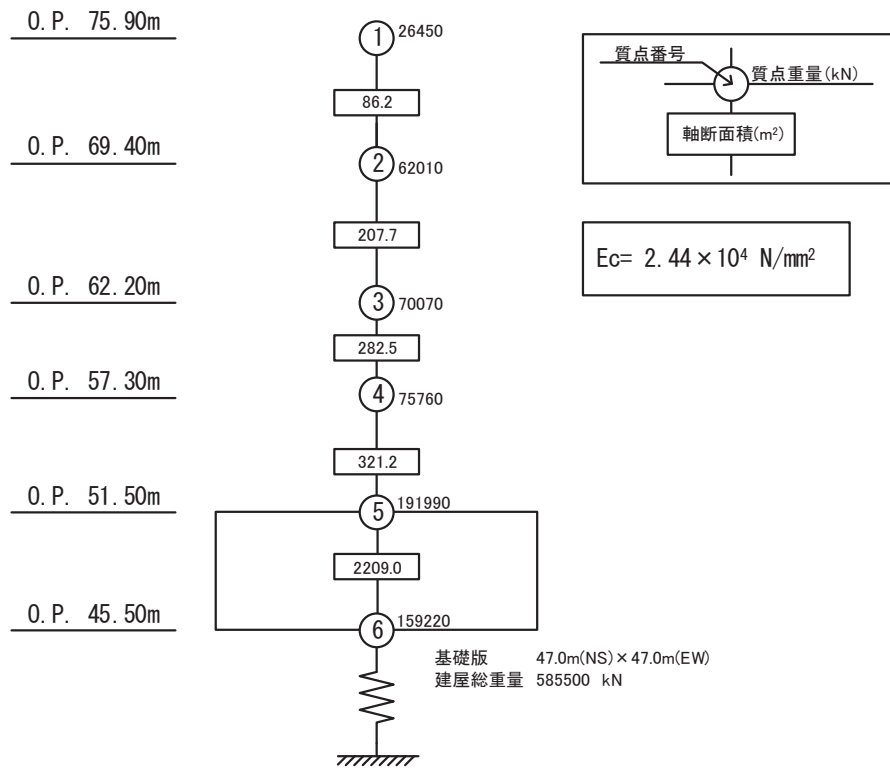


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (鉛直方向)

### 3. 形状係数 $F_{e_s}$ の算定

形状係数  $F_{e_s}$  は、当該層の剛性率および偏心率と形状特性との関係を適切に評価して算出するものとし、「2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書(国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所)」に基づき以下のとおり算定した。算定結果を表 3-1 に示す。

$$F_{e_s} = F_s \cdot F_e$$

ここで、

$F_s$  : モーダル解析により  $A_i$  分布を算定するため、剛性率による割り増し係数

$F_s$  は既に考慮されているものとし、 $F_s = 1.0$  とする。

$F_e$  : 下表のとおり各層の偏心率により定まるの値とする。

偏心率 $R_e$		$F_e$ の数値
(1)	$R_e \leq 0.15$ の場合	1.0
(2)	$0.15 < R_e < 0.3$ の場合	(1) と (3) とに揚げる数値を直線的に補間した数値
(3)	$0.3 \leq R_e$ の場合	1.5
$R_e$ : 各層の偏心率		

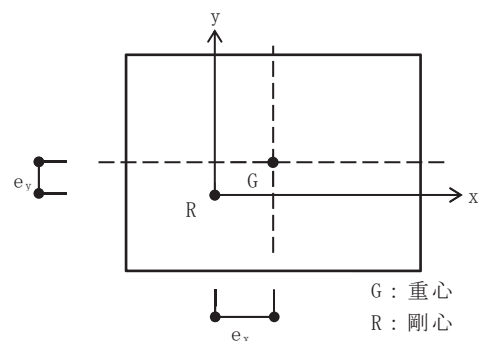
各層の偏心率は下記の式により計算する。

$$R_{e_x} = \frac{e_y}{r_{e_x}}$$

$$R_{e_y} = \frac{e_x}{r_{e_y}}$$

$$r_{e_x} = \sqrt{\frac{J_x + J_y}{\Sigma D_x}} = \sqrt{\frac{A_R}{\Sigma A_x}}$$

$$r_{e_y} = \sqrt{\frac{J_x + J_y}{\Sigma D_y}} = \sqrt{\frac{A_R}{\Sigma A_y}}$$



ここで、

$R_{e_x}$  : NS 方向の偏心率

$R_{e_y}$  : EW 方向の偏心率

$e_x, e_y$  : 重心と剛心との距離 (偏心距離)

- $D_x$  : NS 方向耐震壁の剛性  
 $A_x$  : NS 方向耐震壁のせん断断面積  
 $D_y$  : EW 方向耐震壁の剛性  
 $A_y$  : EW 方向耐震壁のせん断断面積  
 $J_x$  :  $\Sigma (D_x \cdot y^2)$ , 剛心に対する  $D_x$  の二次モーメント  
 $J_y$  :  $\Sigma (D_y \cdot x^2)$ , 剛心に対する  $D_y$  の二次モーメント  
 $A_R$  : 剛心に対する  $A_x$  および  $A_y$  の二次モーメントの和  
 $x, y$  : 剛心を原点とする座標

表 3-1  $F_{e_s}$  の算定結果

(a) NS 方向

O. P. (m)	$e_x$ (m)	$A_R$ ( $m^3$ )	$r_{e_x}$ (m)	$R_{e_x}$	$F_e$	$F_s$	$F_{e_s}$
69.4	2.14	22167.8	24.68	0.08	1.0	1.0	1.0
62.2	0.53	58848.3	24.59	0.05	1.0	1.0	1.0
57.3	0.38	84237.6	24.68	0.01	1.0	1.0	1.0
51.5	0.45	97538.2	24.68	0.02	1.0	1.0	1.0

(b) EW 方向

O. P. (m)	$e_y$ (m)	$A_R$ ( $m^3$ )	$r_{e_y}$ (m)	$R_{e_y}$	$F_e$	$F_s$	$F_{e_s}$
69.4	2.00	22167.8	24.68	0.09	1.0	1.0	1.0
62.2	1.23	58848.3	24.74	0.02	1.0	1.0	1.0
57.3	0.35	84237.6	24.68	0.02	1.0	1.0	1.0
51.5	0.46	97538.2	24.68	0.02	1.0	1.0	1.0



別紙 1-1-1 SRモデルを適用することの妥当性について

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1-1-1-1
2. 解析方針.....	別紙 1-1-1-2
2.1 有効応力解析モデル.....	別紙 1-1-1-2
2.2 入力地震動.....	別紙 1-1-1-8
2.3 解析方法.....	別紙 1-1-1-8
2.4 解析条件.....	別紙 1-1-1-8
3. 解析結果.....	別紙 1-1-1-9

## 1. 概要

緊急時対策建屋の地震応答解析は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」（以下「地震応答計算書」という。）に示すとおり、建屋を曲げ変形とせん断変形をする耐震壁からなる質点系モデルとし、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデル（以下「SRモデル」という。）としている。一方、緊急時対策建屋の設計用地下水位は、補足説明資料「補足-600-1 地盤の支持性能について」に示すとおり、O.P. +62.2m（地表面）に設定している。

本資料では、地下水位を地表面とした場合の影響を考慮するために地盤の有効応力の変化を考慮した地震応答解析（以下「有効応力解析」という。）を行い、SRモデルによる地震応答解析結果と比較することで、緊急時対策建屋にSRモデルを適用することの妥当性を確認するものである。

## 2. 解析方針

緊急時対策建屋の有効応力解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

有効応力解析は、「2.1 有効応力解析モデル」において設定した有効応力解析モデルと「2.2 入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「2.3 解析方法」及び「2.4 解析条件」に基づき、「3. 解析結果」において建屋の各種応答値を算出する。

地下水位は地表面（O.P. 62.2m）に設定する。

### 2.1 有効応力解析モデル

有効応力解析モデルは、地盤との相互作用を考慮した2次元FEMモデルとする。建屋は曲げ変形とせん断変形をする耐震壁部からなる質点系モデルとし、建屋部の諸元は地震応答計算書と同一とする。

有効応力解析に用いる解析用物性値を表 2-1 に、地震応答解析モデルを図 2-1 及び図 2-2 に示す。なお、セメント改良土は、間隙率が 0.000 のため、液状化は生じない。

解析領域の境界部においては、底面及び側面に半無限性を考慮するための粘性境界を設ける。

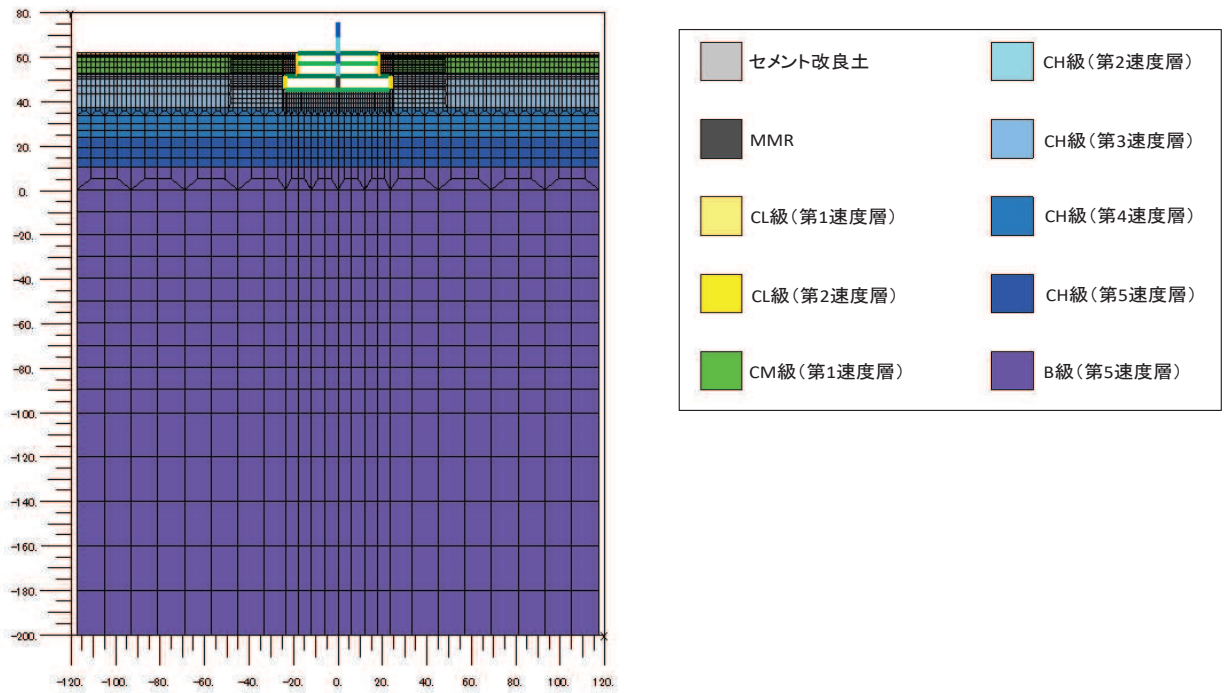
表 2-1 解析用物性値（有効応力解析）

(a) 原地盤（セメント改良土）

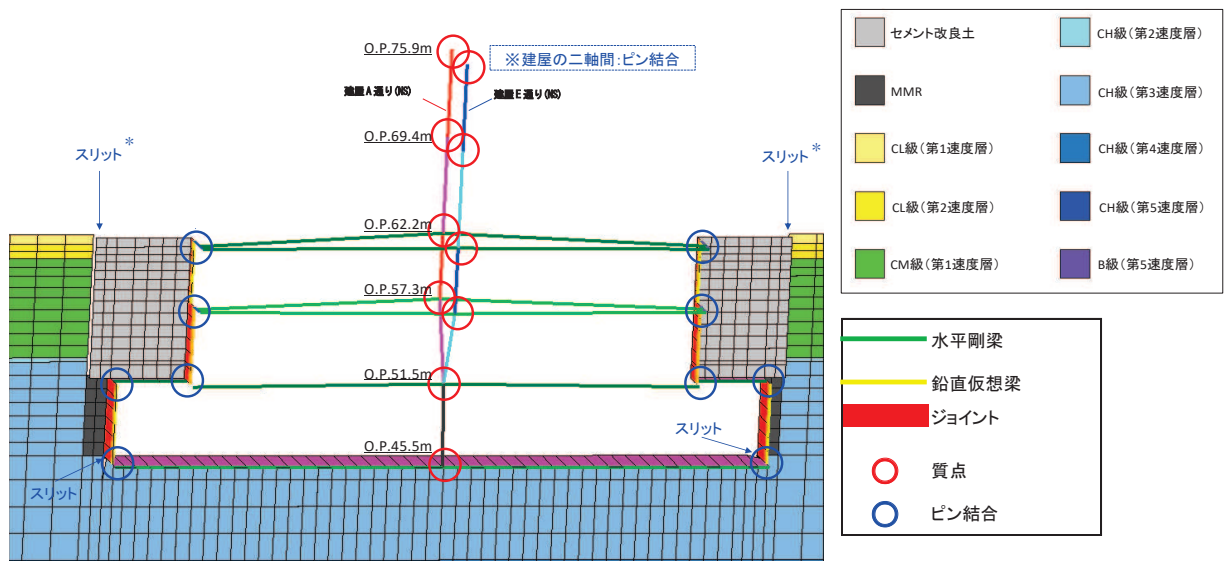
		セメント改良土	
物理 特性	密度	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.203
	間隙率	n	0.000
変形 特性	動せん断弾性係数	G <sub>ma</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	1.670×10 <sup>6</sup>
	基準平均有効拘束圧	$\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	1.00×10 <sup>3</sup>
	ポアソン比	$\nu$	0.36
	減衰定数の上限値	h <sub>max</sub>	0.080
強度 特性	粘着力 c'	(kN/m <sup>2</sup> )	650
	内部摩擦角 $\phi'$	(°)	44.3

(b) 原地盤

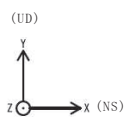
物性値		地質区分		MMR	CL 級 (第 1 速 度層)	CL 級 (第 2 速 度層)	CM 級 (第 2 速 度層)	CH 級 (第 2 速 度層)	CH 級 (第 3 速 度層)	CH 級 (第 4 速 度層)	CH 級 (第 5 速 度層)	B 級 (第 5 速 度層)
		物理 特性	密度 $\rho_t$ (t/m <sup>3</sup> )	2.35	2.36	2.36	2.60	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67
変形 特性	動せん断 弾性係数 G <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	9034	173	1040	1050	1040	4110	10100	14600	14600	14600	
	動ポアソ ン比 $\nu_d$	0.20	0.48	0.45	0.45	0.45	0.41	0.34	0.33	0.33		



(a) 全体モデル

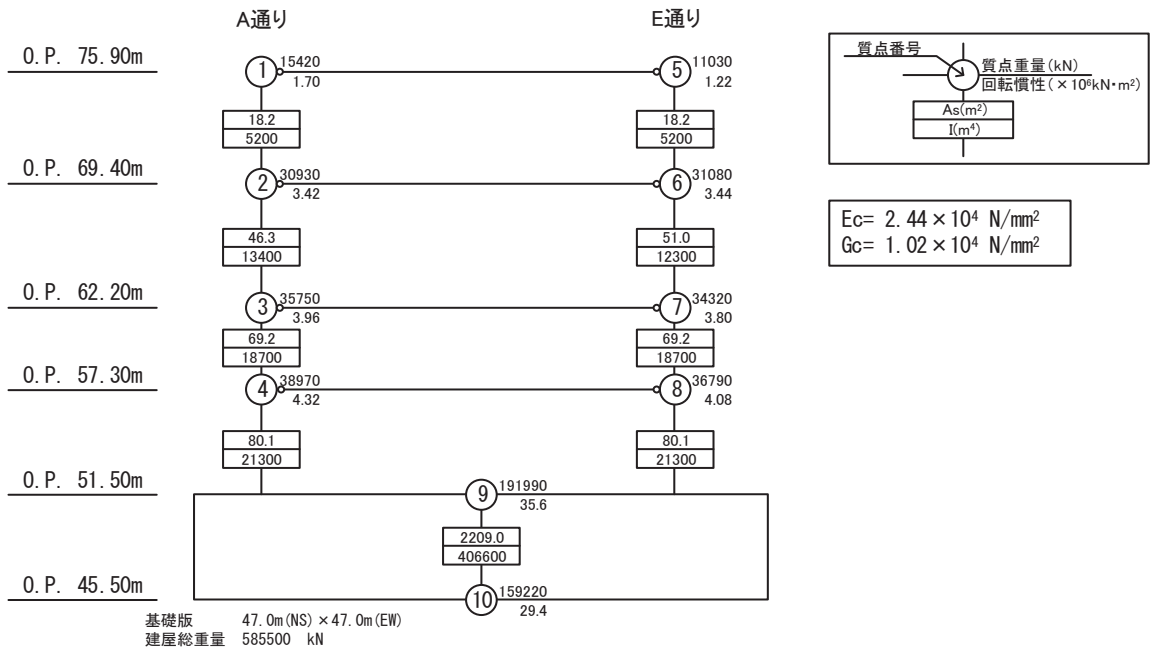


注記\* : スリット部に位置する同座標の節点について、常時解析では、セメント改良土と周辺地盤部分における自重に対する鉛直変位が異なるため、水平(X)並進のみ MPC 拘束している。地震応答解析ではセメント改良土と周辺地盤の地震応答に連続性を持たせるため、水平(X)及び鉛直(Y)並進を MPC 拘束している。



(b) 建屋周辺拡大図 (メッシュ全体を斜めから見た図)

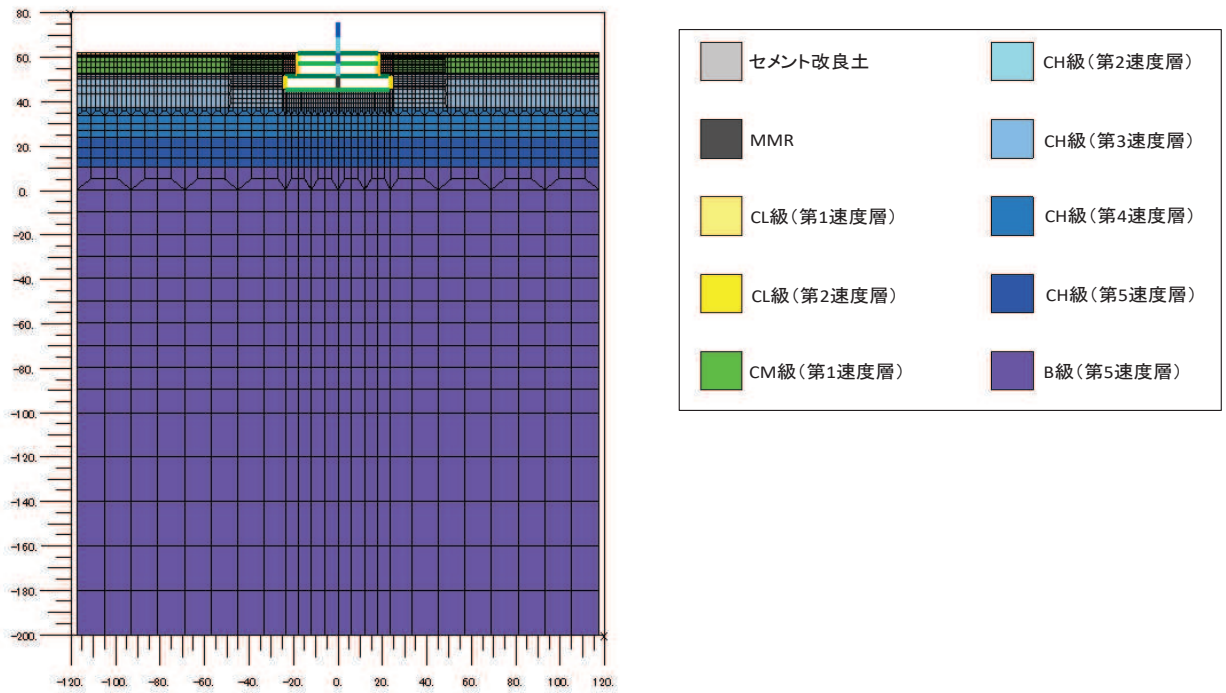
図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向) (1/2)



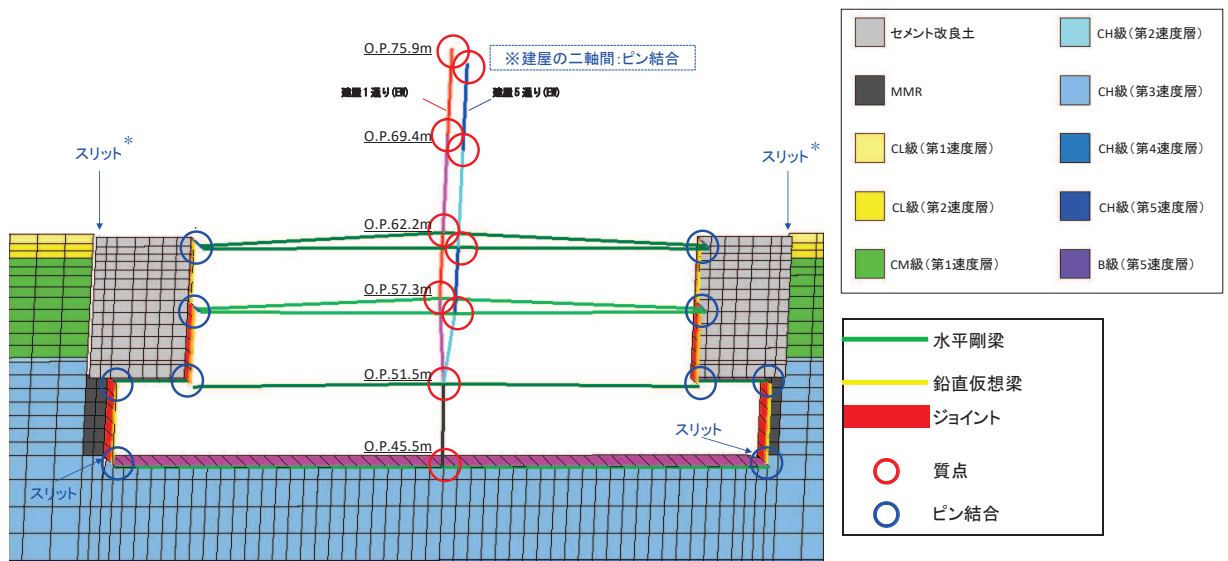
注：図中の値は建屋全幅の諸元を示すが，解析においては単位幅の値とする。

(c) 建屋部分詳細

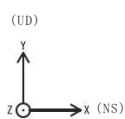
図 2-1(2) 地震応答解析モデル (NS 方向) (2/2)



(a) 全体モデル



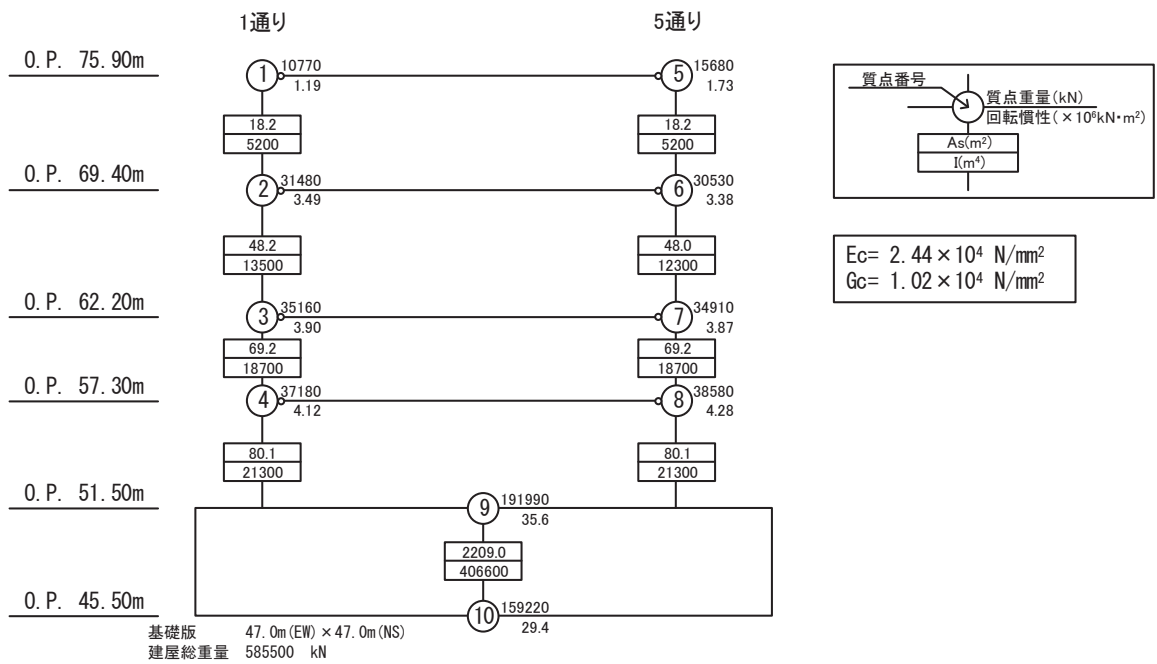
注記\* : スリット部に位置する同座標の節点について、常時解析では、セメント改良土と周辺地盤部分における自重に対する鉛直変位が異なるため、水平(X)並進のみ MPC 拘束している。地震応答解析ではセメント改良土と周辺地盤の地震応答に連続性を持たせるため、水平(X)及び鉛直(Y)並進を MPC 拘束している。



(b) 建屋周辺拡大図 (メッシュ全体を斜めから見た図)

図 2-2(1) 地震応答解析モデル (EW 方向) (1/2)





注：図中の値は建屋全幅の諸元を示すが、解析においては単位幅の値とする。

(c) 建屋部分詳細

図 2-2(2) 地震応答解析モデル (EW 方向) (2/2)

## 2.2 入力地震動

解析に用いる入力地震動は、地盤の有効応力を考慮した解析であることから、地盤のせん断ひずみが最も大きくなる地震動及びケースとして、基準地震動  $S_s - D_2$ 、ケース3（地盤物性 $\sigma$ ）の条件により評価した解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）の地盤応答波とする。有効応力解析は、解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）に入力地震動を水平方向（NS方向又はEW方向）に入力することで実施する。解析モデル下端レベル（O.P. -200.0m）の地盤応答波の算出は、地震応答計算書と同一の地盤モデル及び方法で実施する。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、地盤の有効応力を考慮した時刻歴応答解析により実施する。解析では、地盤の最大応答加速度、最大応答せん断ひずみの他に、建屋の応答加速度、応答変位、応答せん断力及び応答曲げモーメントを算出する。

有効応力解析には、解析コード「FLIP」を用いる。

## 2.4 解析条件

緊急時対策建屋の質量及び剛性は、地震応答計算書と同一とする（単位幅あたりの等価な値として設定する）。

### 3. 解析結果

有効応力解析結果のうち、地盤の最大応答加速度及び最大応答せん断ひずみを図3-1～図3-4に示す。

有効応力解析結果のうち、緊急時対策建屋の最大応答値を図3-5～図3-12に、加速度応答スペクトルを図3-13及び図3-14に、S Rモデルによる地震応答解析結果（地震応答計算書のケース3（ $\sigma$ 地盤ケース））と比較して示す。有効応力解析の最大応答値は、最大応答変位を除き、いずれもS Rモデルによる地震応答解析結果を下回っており、また、加速度応答スペクトルは、全周期帯でS Rモデルによる地震応答解析結果を下回っている。

以上のことから、緊急時対策建屋にS Rモデルを適用することの妥当性を確認した。

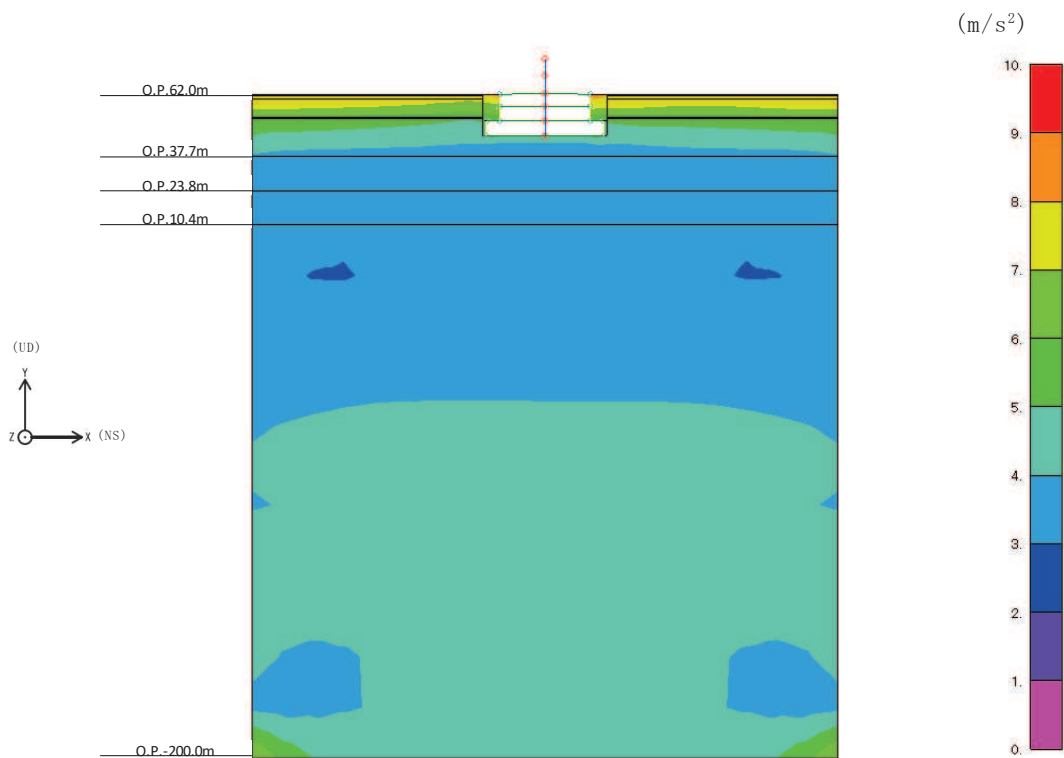


図 3-1 地盤の最大応答加速度 (S s - D 2, NS 方向)

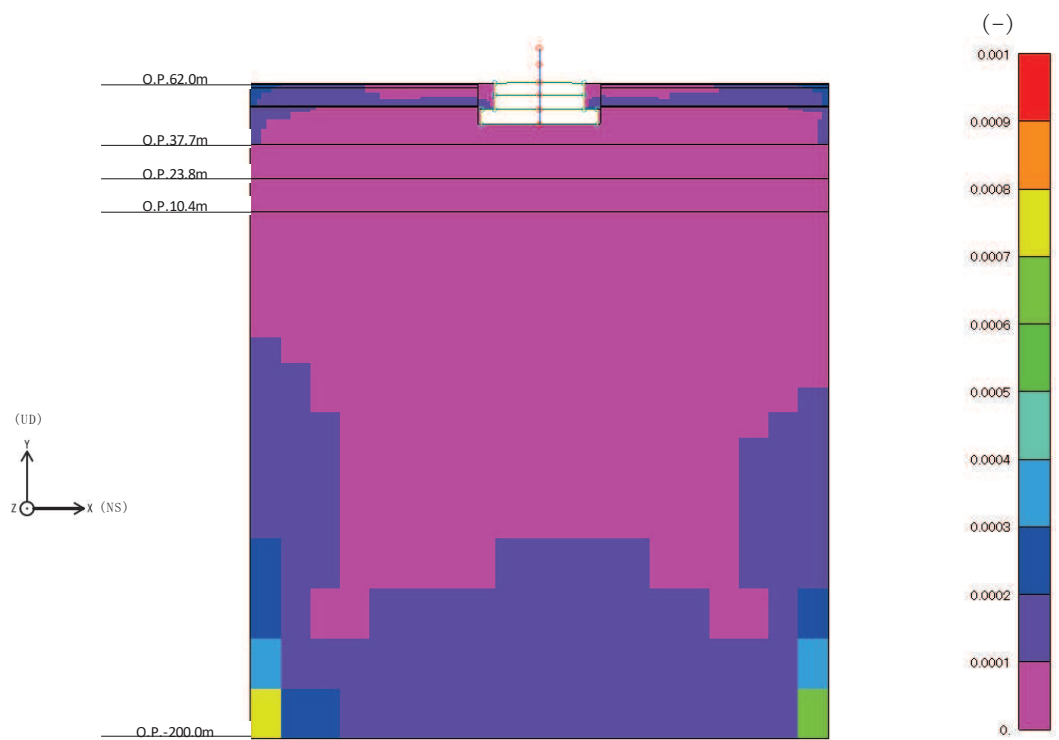
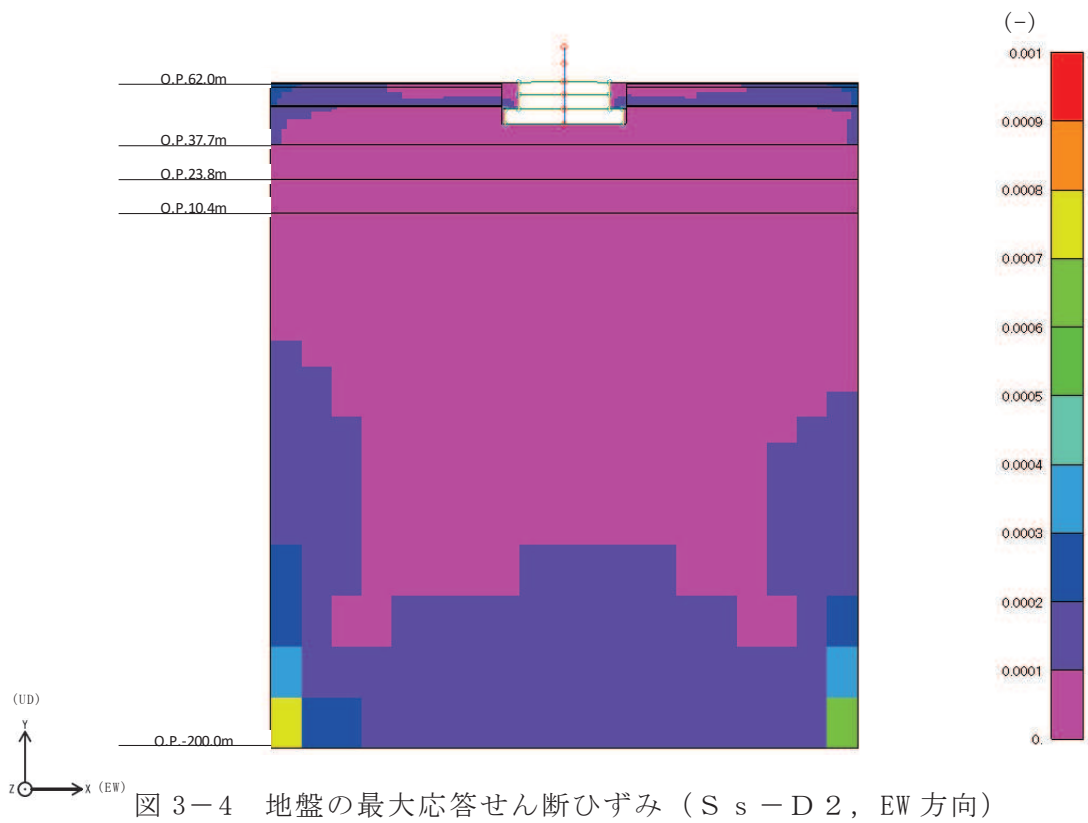
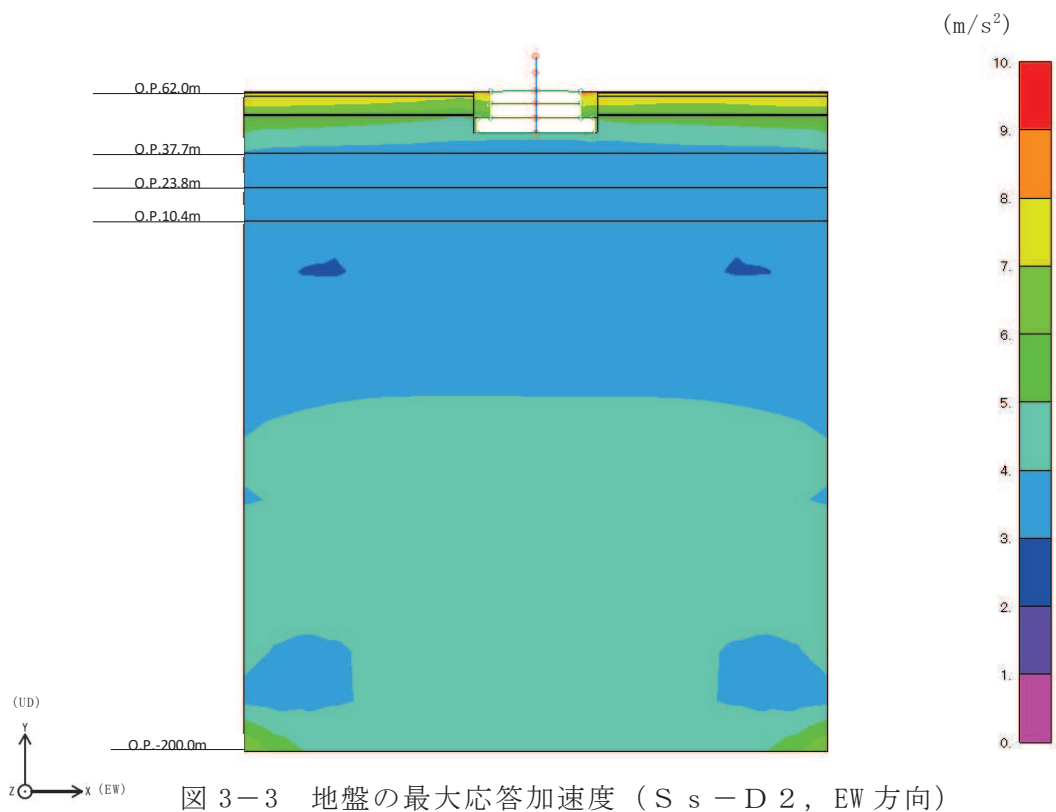
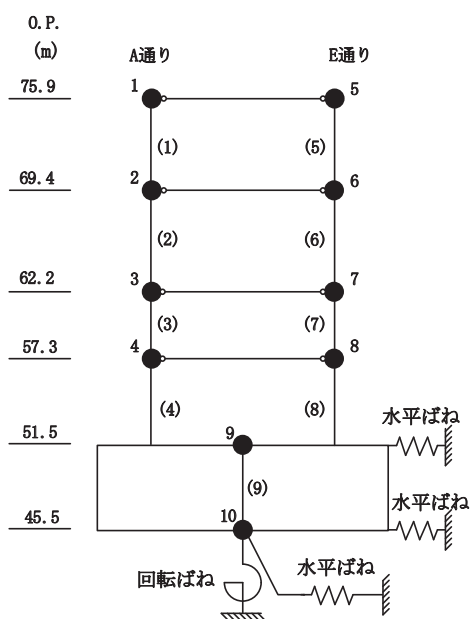


図 3-2 地盤の最大応答せん断ひずみ (S s - D 2, NS 方向)





O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1468	2579
69.40	1182	1707
62.20	863	1235
57.30	682	929
51.50	480	630

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1468	2579
69.40	1182	1707
62.20	863	1235
57.30	682	929
51.50	480	630

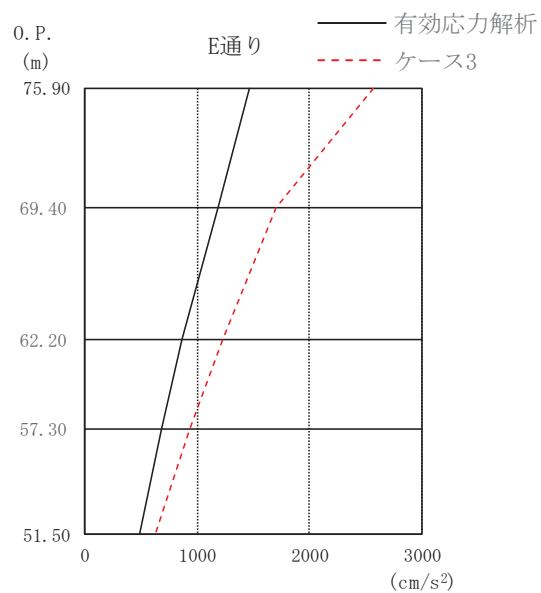
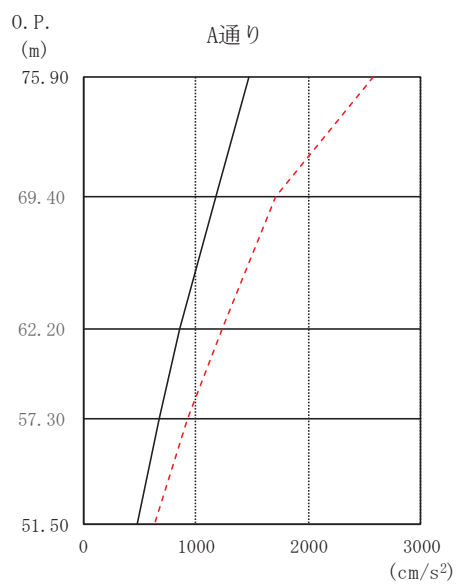
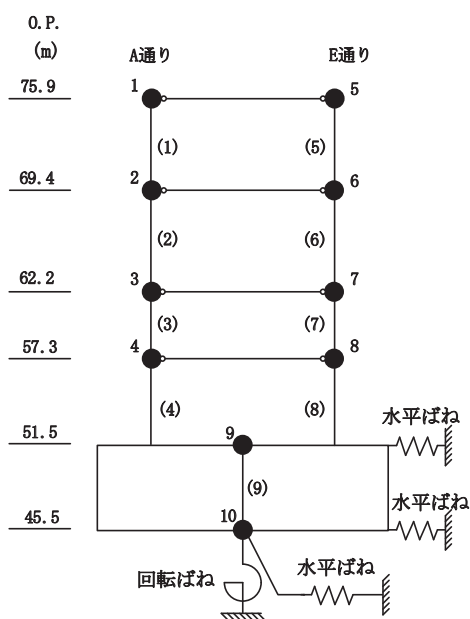
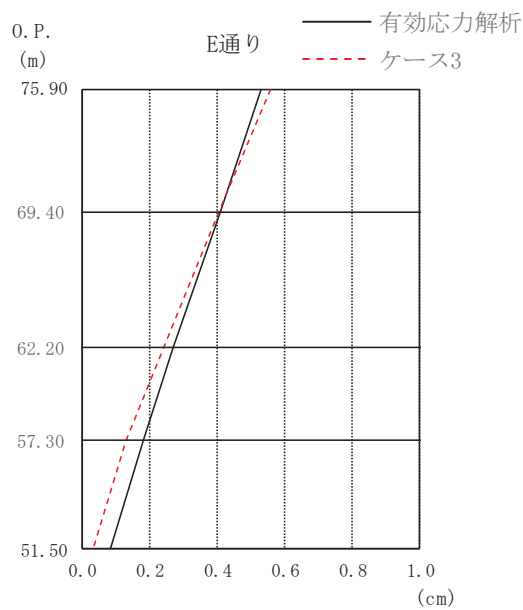
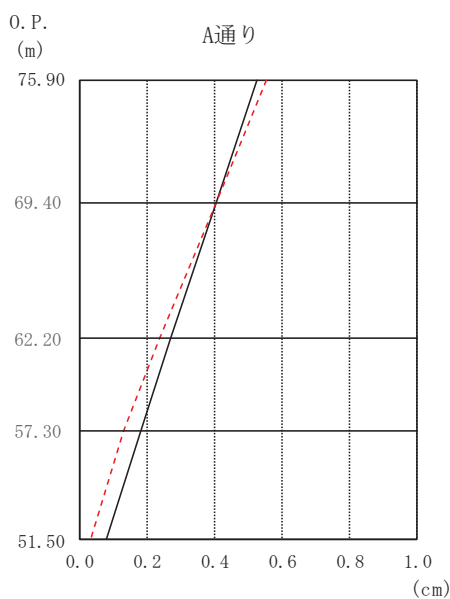


図 3-5 最大応答加速度 (S s - D 2, NS 方向)



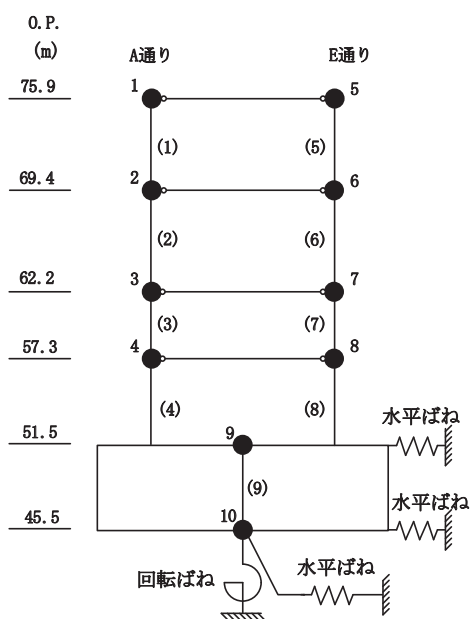
O.P. (m)	A通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03

O.P. (m)	E通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03



注：O.P. 45.5m（緊急時対策建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-6 最大応答変位（S s - D 2，NS 方向）



O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.29	33.97
62.20	54.61	80.04
57.30	82.87	126.22
51.50	114.61	155.93

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.16	33.41
62.20	60.14	87.23
57.30	82.87	125.81
51.50	114.61	155.08

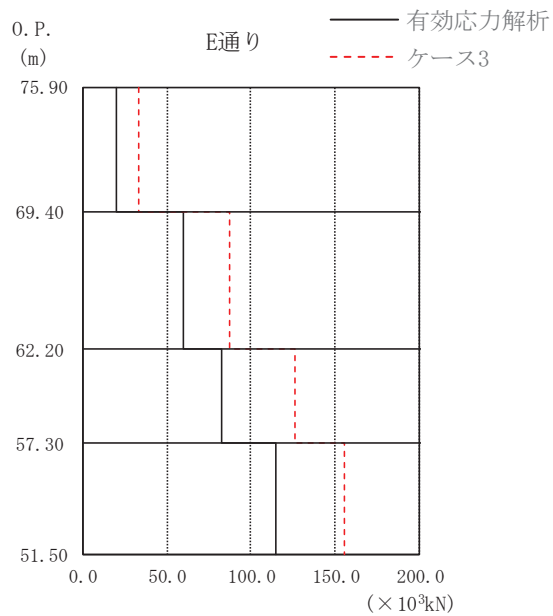
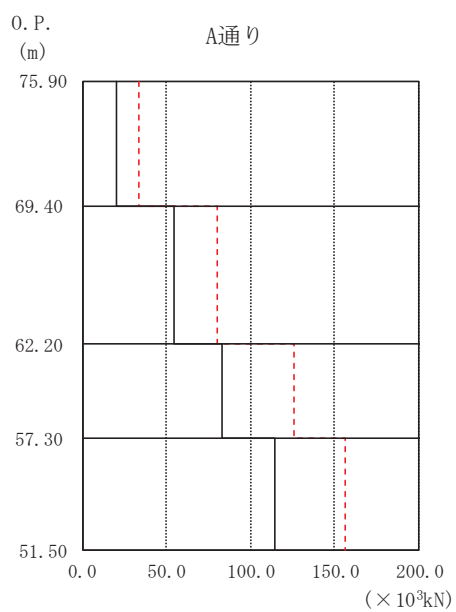
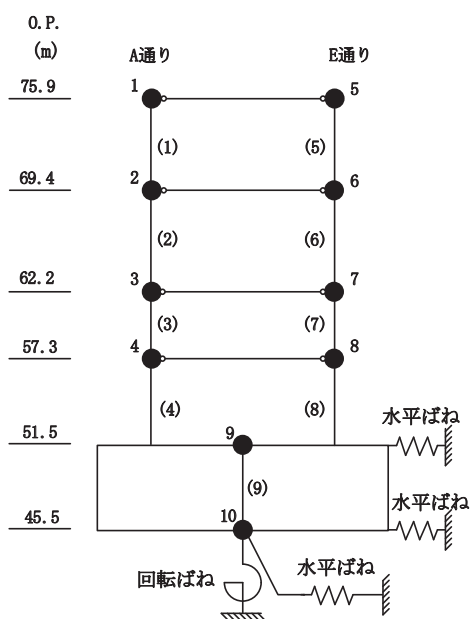


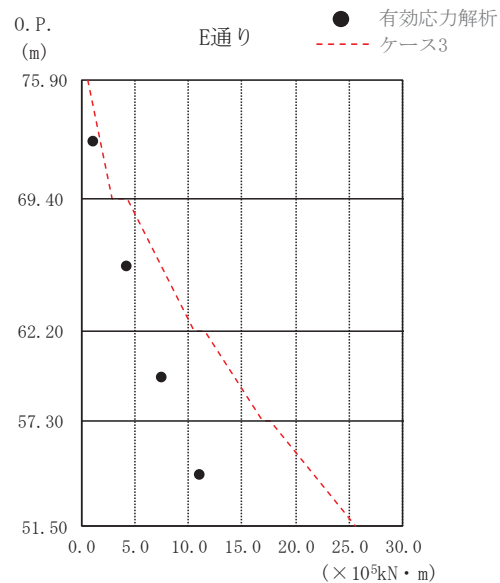
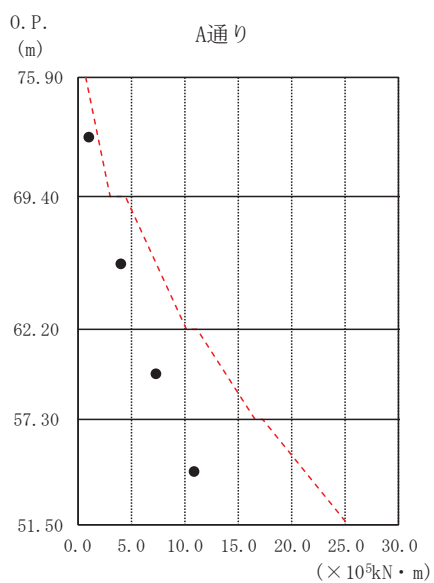
図 3-7 最大応答せん断力 (S<sub>s</sub>-D2, NS方向)





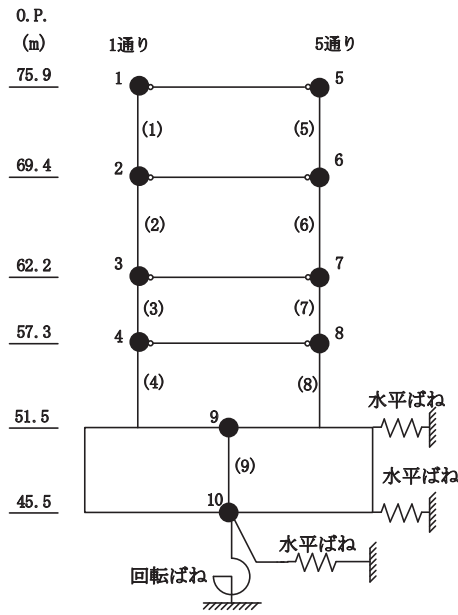
O. P. (m)	A通り 有効応力解析	( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ ) ケース3
75.90		0.83
69.40	1.00	3.07
62.20	4.00	4.43
57.30	7.34	11.21
51.50	10.90	17.31
		25.24

O. P. (m)	E通り 有効応力解析	( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ ) ケース3
75.90		0.60
69.40	0.89	2.82
62.20	4.08	4.27
57.30	7.34	11.57
51.50	10.90	17.65
		25.58



注：有効応力解析の曲げモーメントは、曲げせん断要素の中央の値を示す。

図 3-8 最大応答曲げモーメント (S s - D 2, NS 方向)



O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1474	2537
69.40	1187	1712
62.20	863	1234
57.30	682	927
51.50	479	630

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1474	2537
69.40	1187	1712
62.20	863	1234
57.30	682	927
51.50	479	630

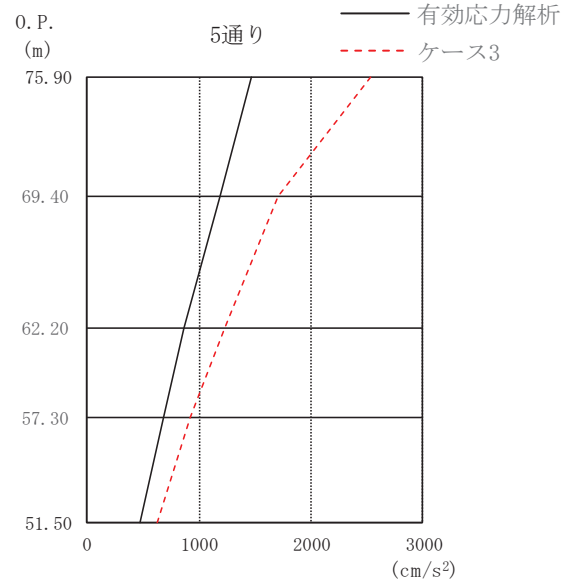
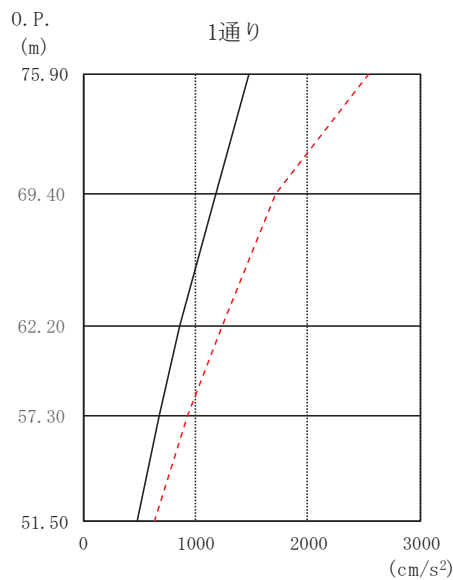
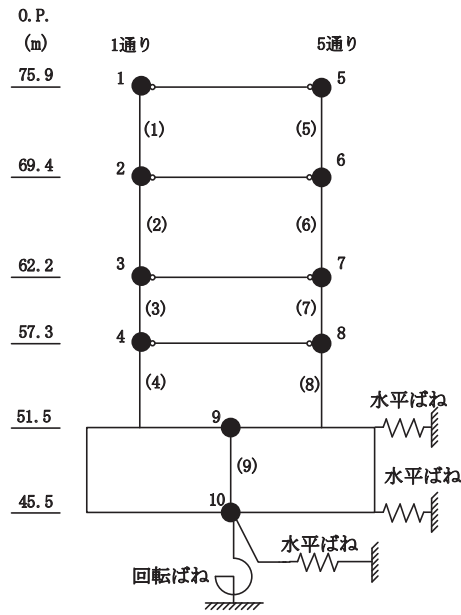
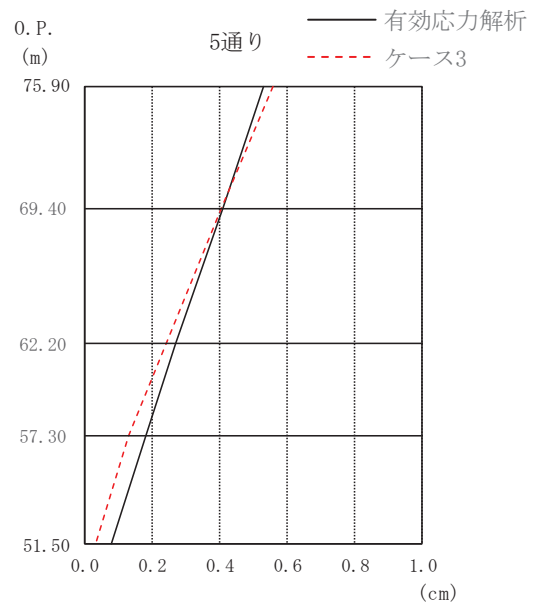
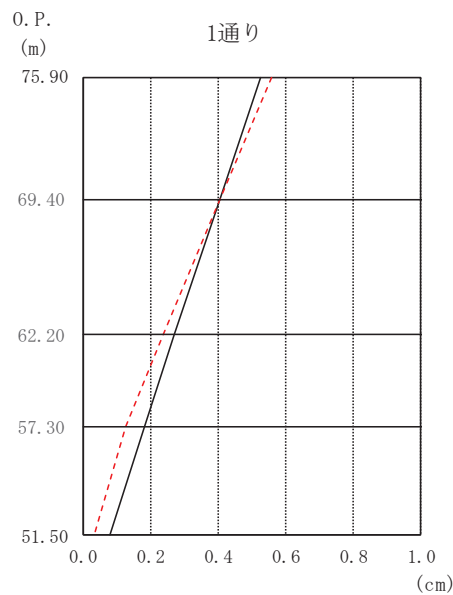


図 3-9 最大応答加速度 (S s - D 2, EW 方向)



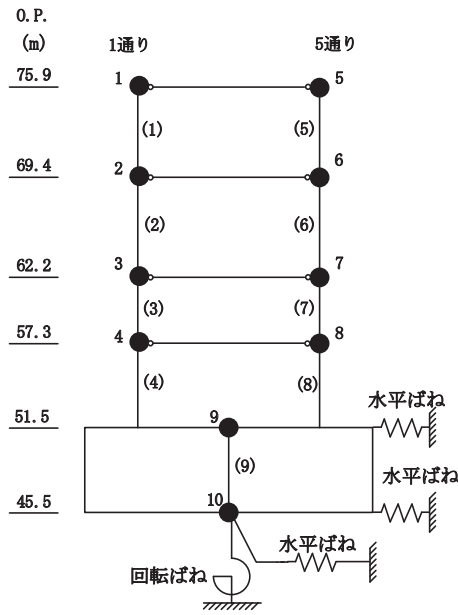
O. P. (m)	1通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03

O. P. (m)	5通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03



注：O. P. 45.5m（緊急時対策建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-10 最大応答変位（S<sub>s</sub>-D<sub>2</sub>，EW 方向）



O. P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.41	33.54
62.20	57.99	84.23
57.30	83.04	126.12
51.50	114.72	155.01

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.13	33.86
62.20	57.21	83.16
57.30	83.04	126.04
51.50	114.72	155.74

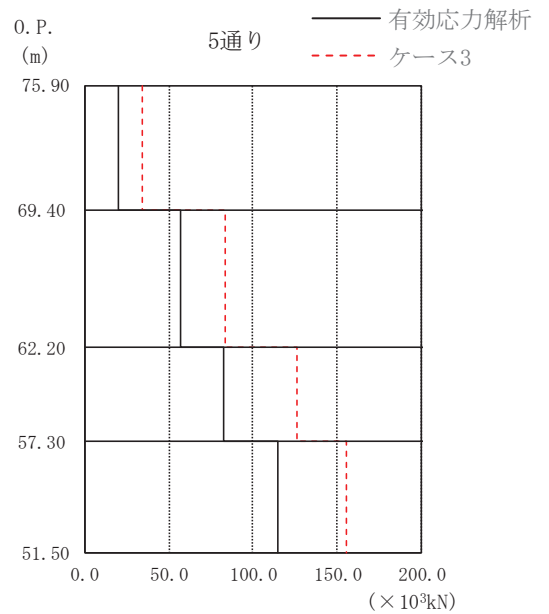
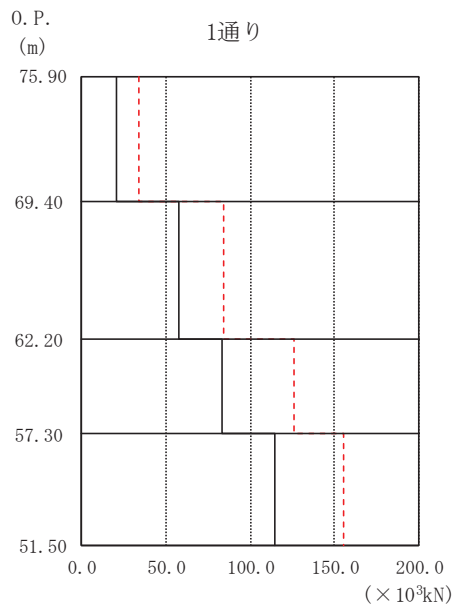
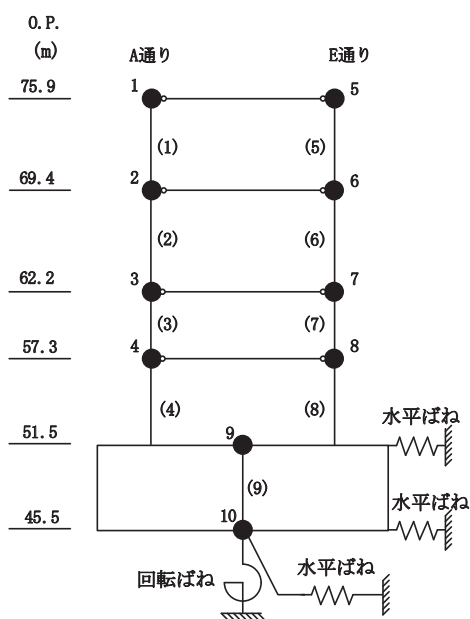
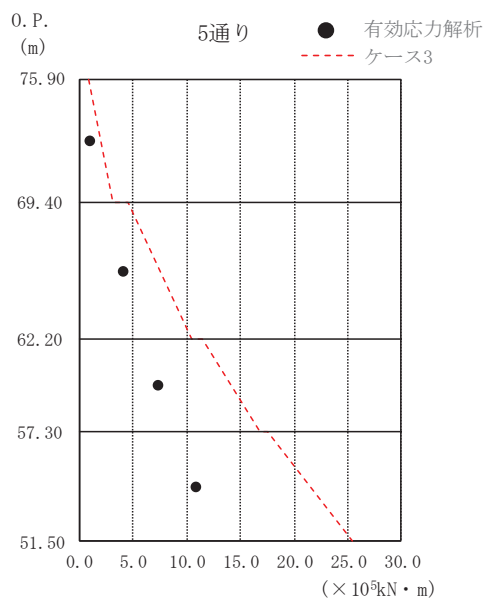
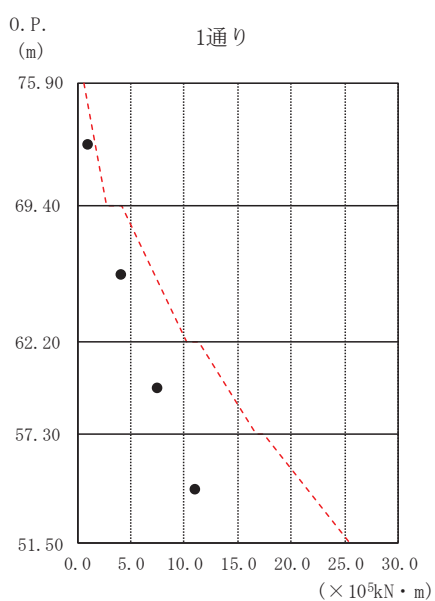


図 3-11 最大応答せん断力 (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)



O. P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		0.57
	0.88	2.75
69.40		4.19
	3.99	10.25
62.20		11.32
	7.37	16.64
57.30		17.41
	10.91	25.39
51.50		

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		0.88
	1.02	3.09
69.40		4.48
	4.11	10.46
62.20		11.47
	7.37	16.79
57.30		17.56
	10.91	25.46
51.50		



注：有効応力解析の曲げモーメントは、曲げせん断要素の中央の値を示す。

図 3-12 最大応答曲げモーメント (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)

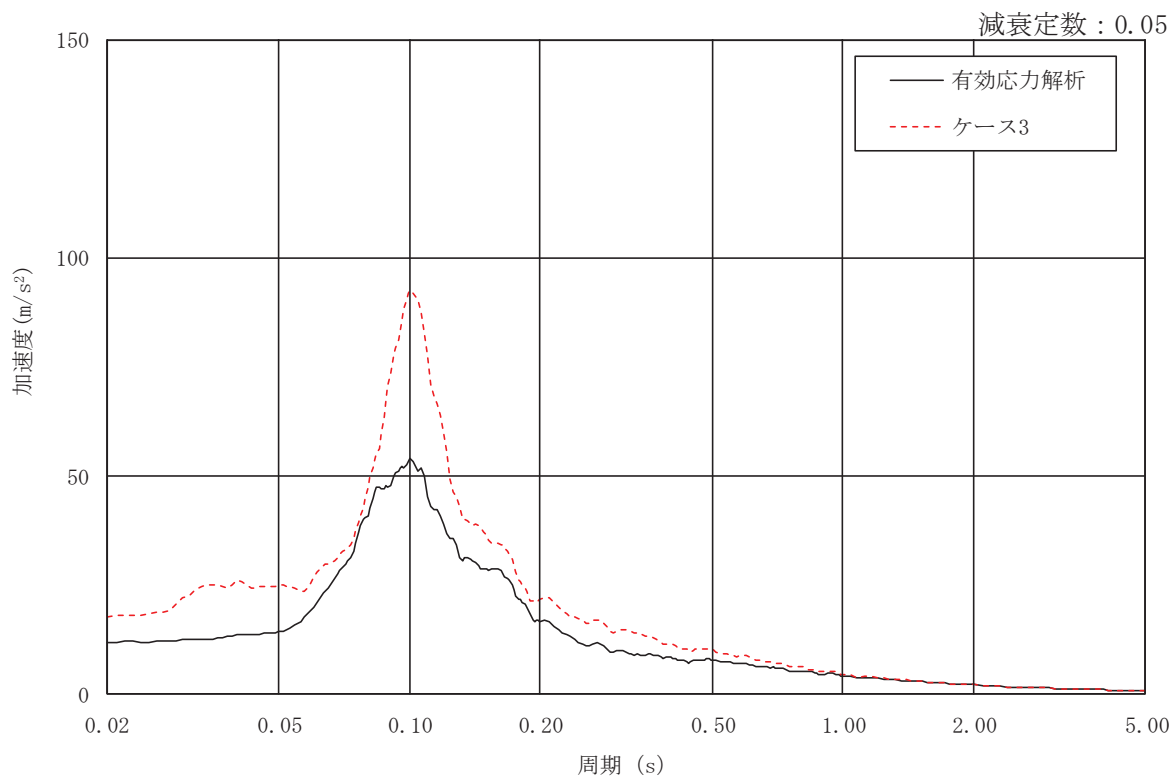
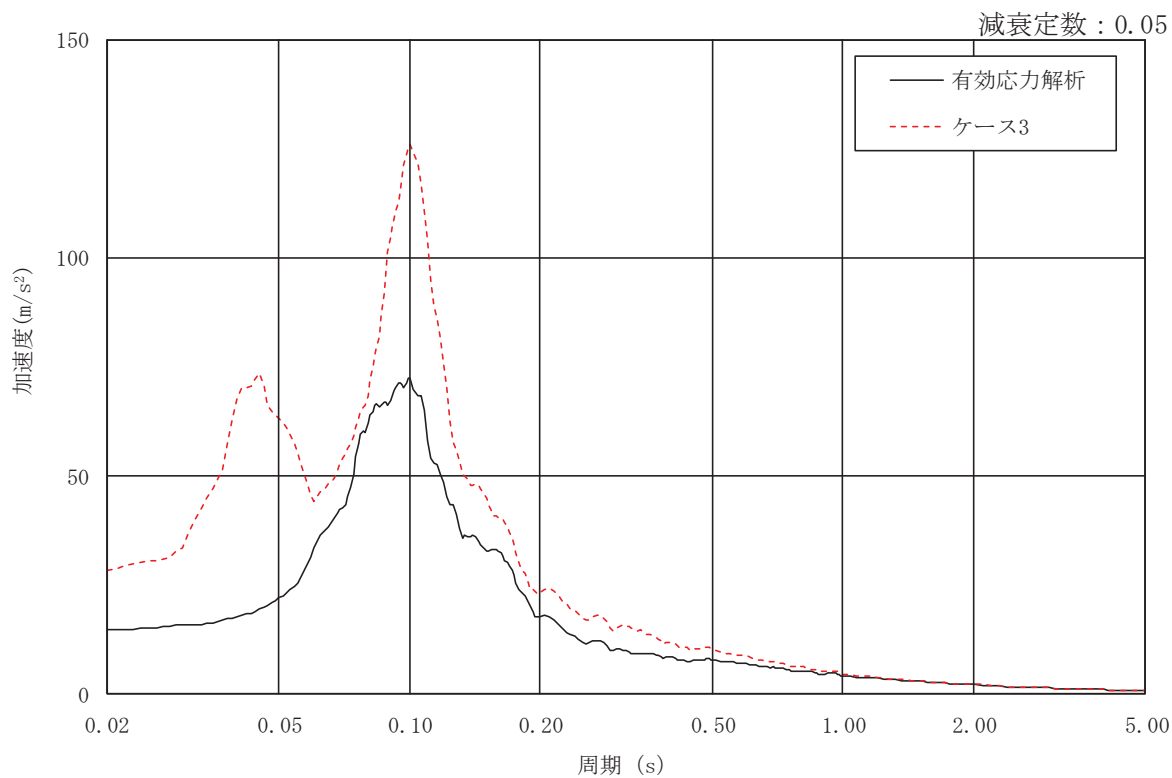


図 3-13(1) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D<sub>2</sub>, NS 方向) (1/3)

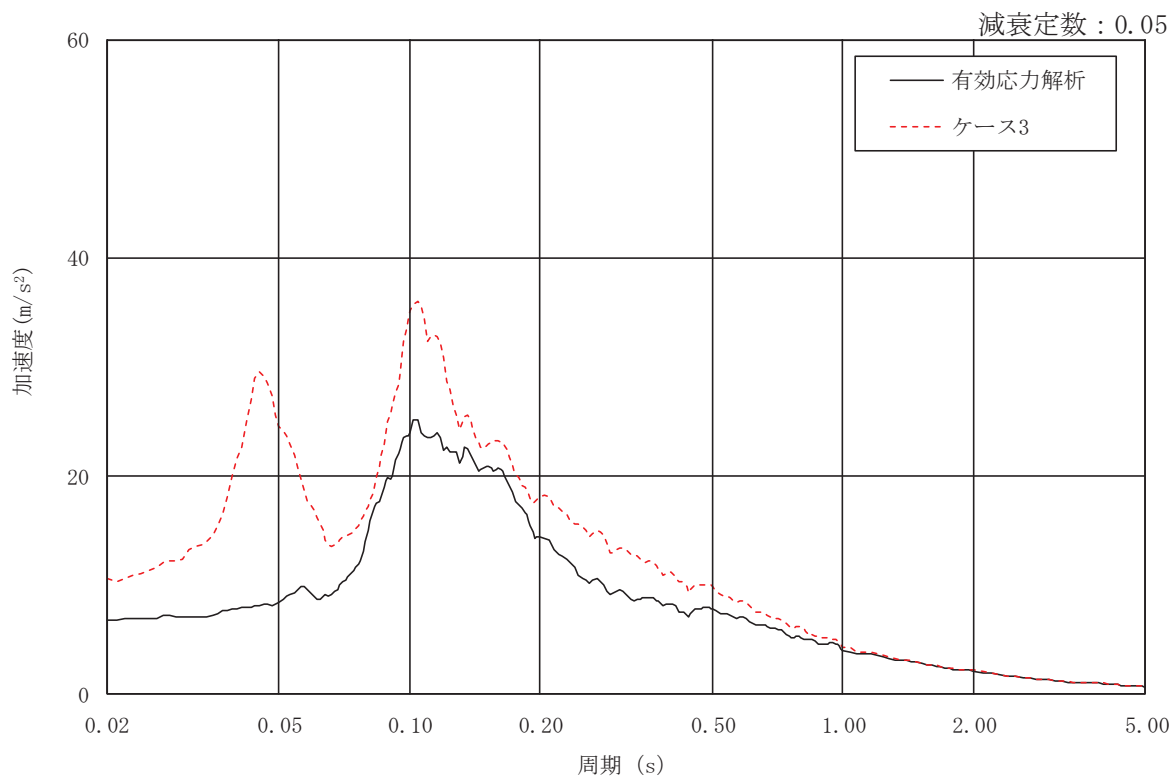
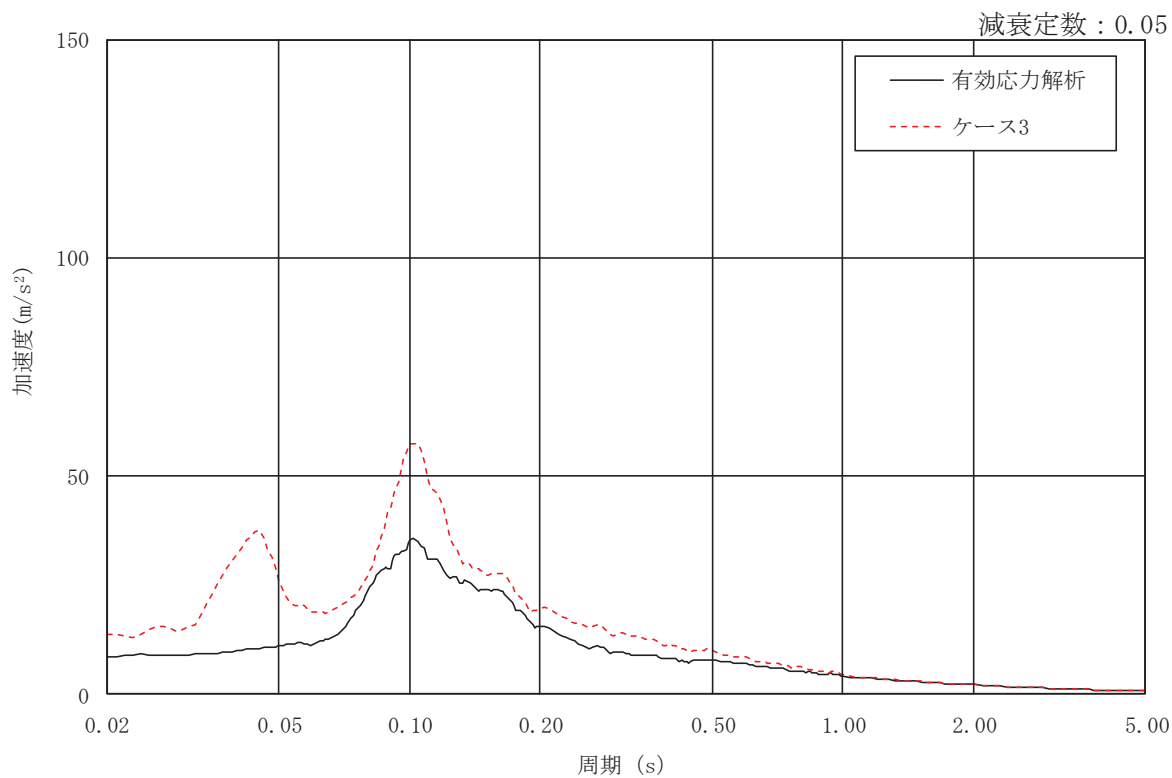


図 3-13(2) 加速度応答スペクトル (S s - D 2, NS 方向) (2/3)

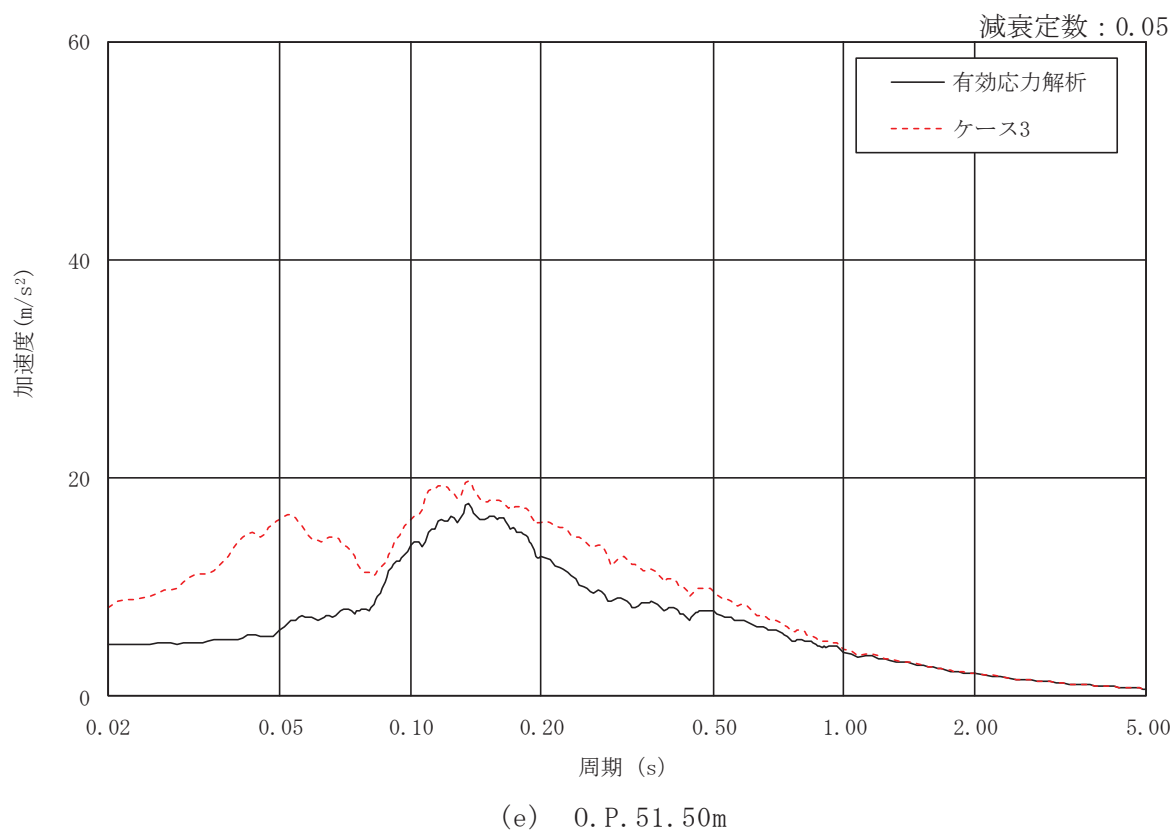


図 3-13(3) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, NS 方向) (3/3)



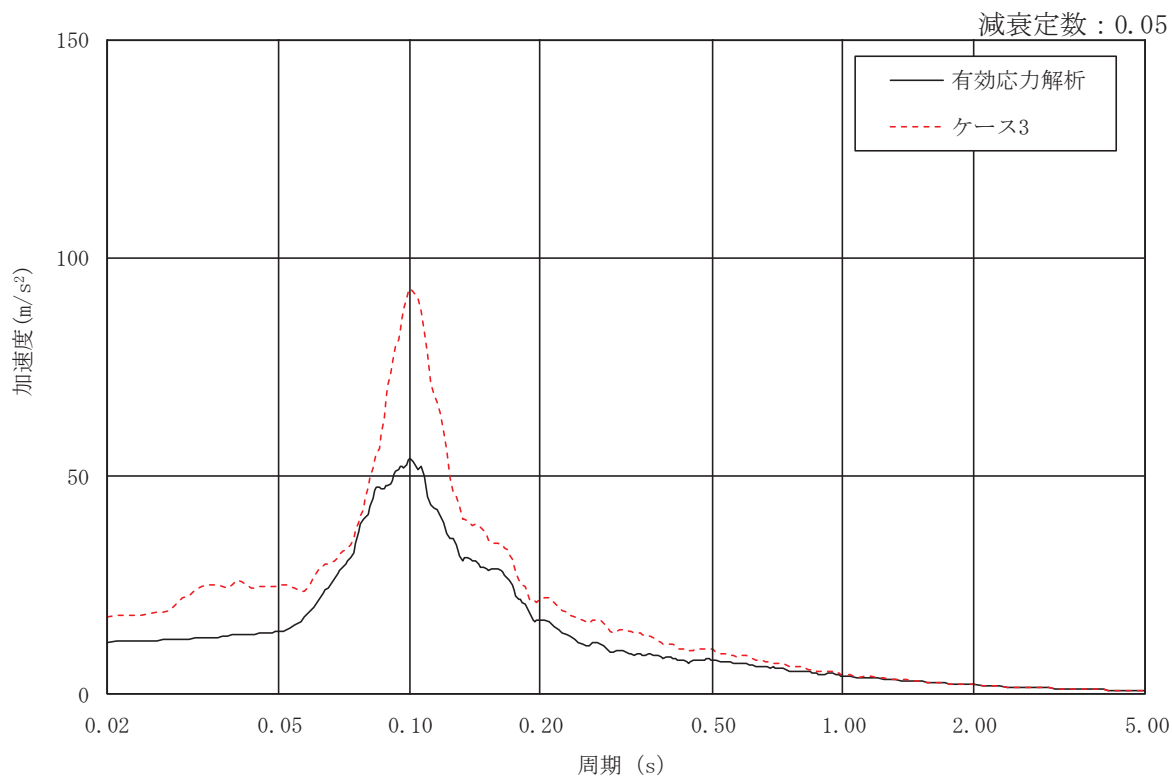
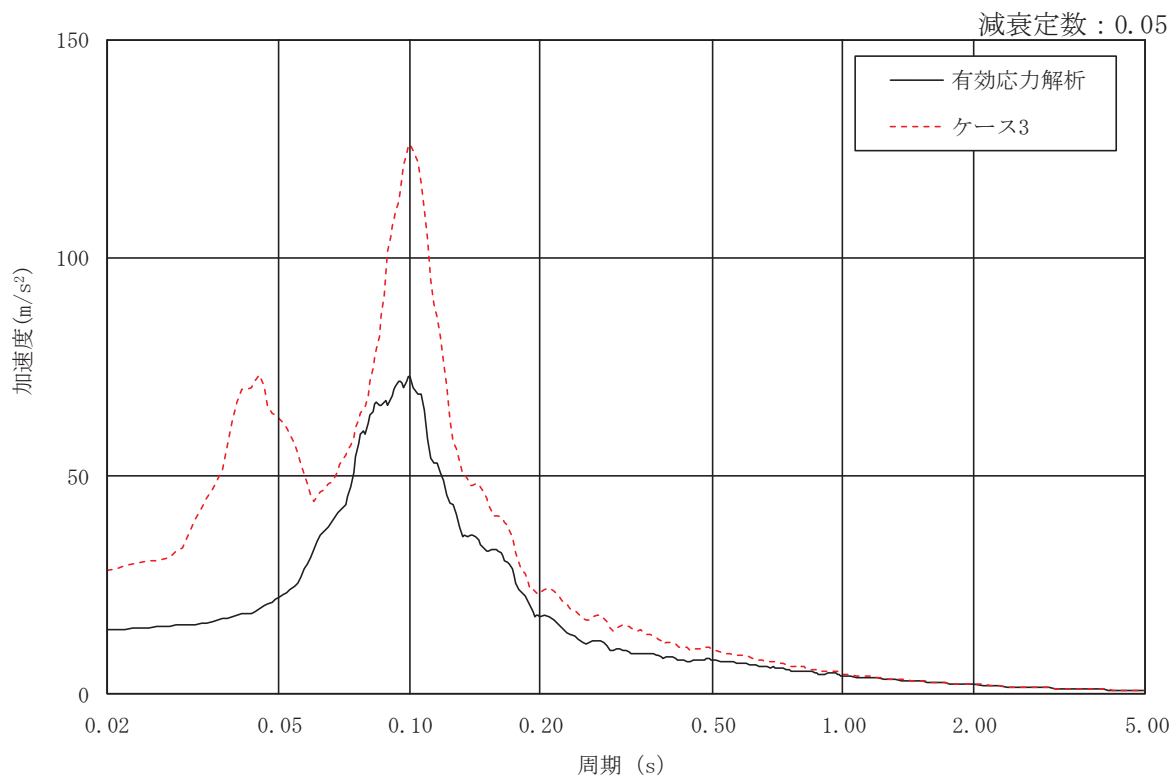


図 3-14(1) 加速度応答スペクトル (S s - D 2, EW 方向) (1/3)

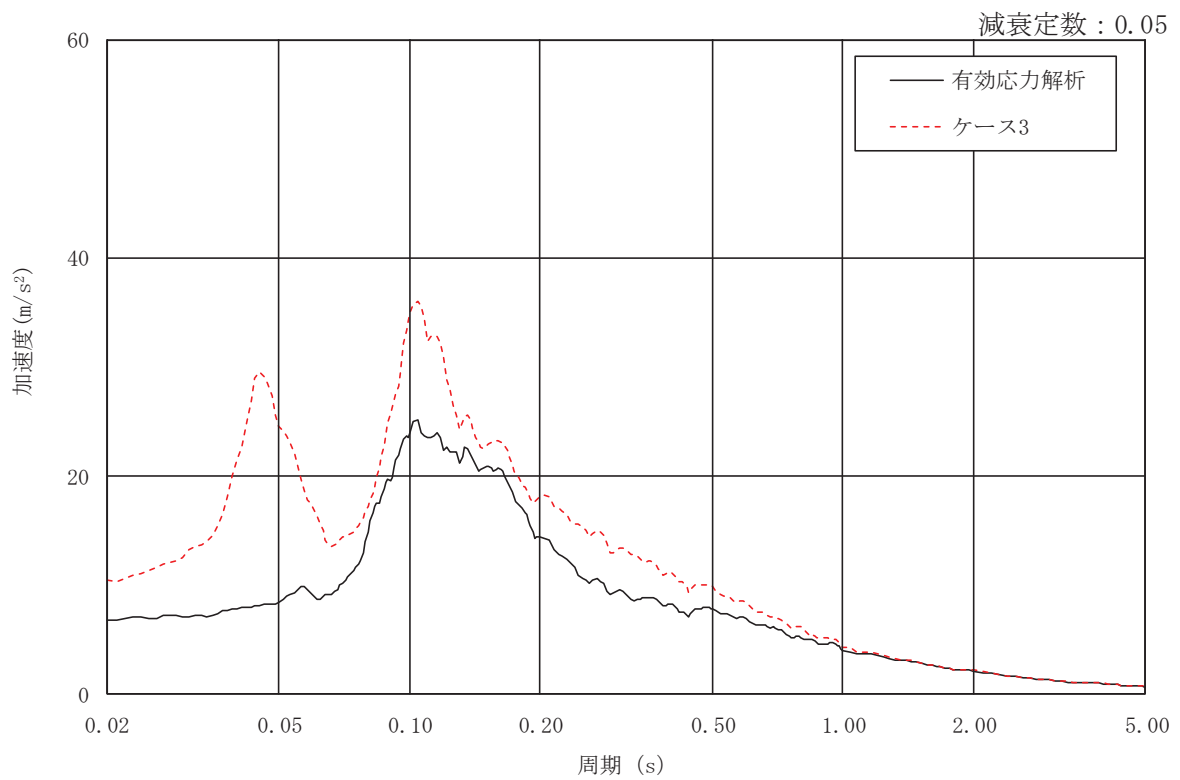
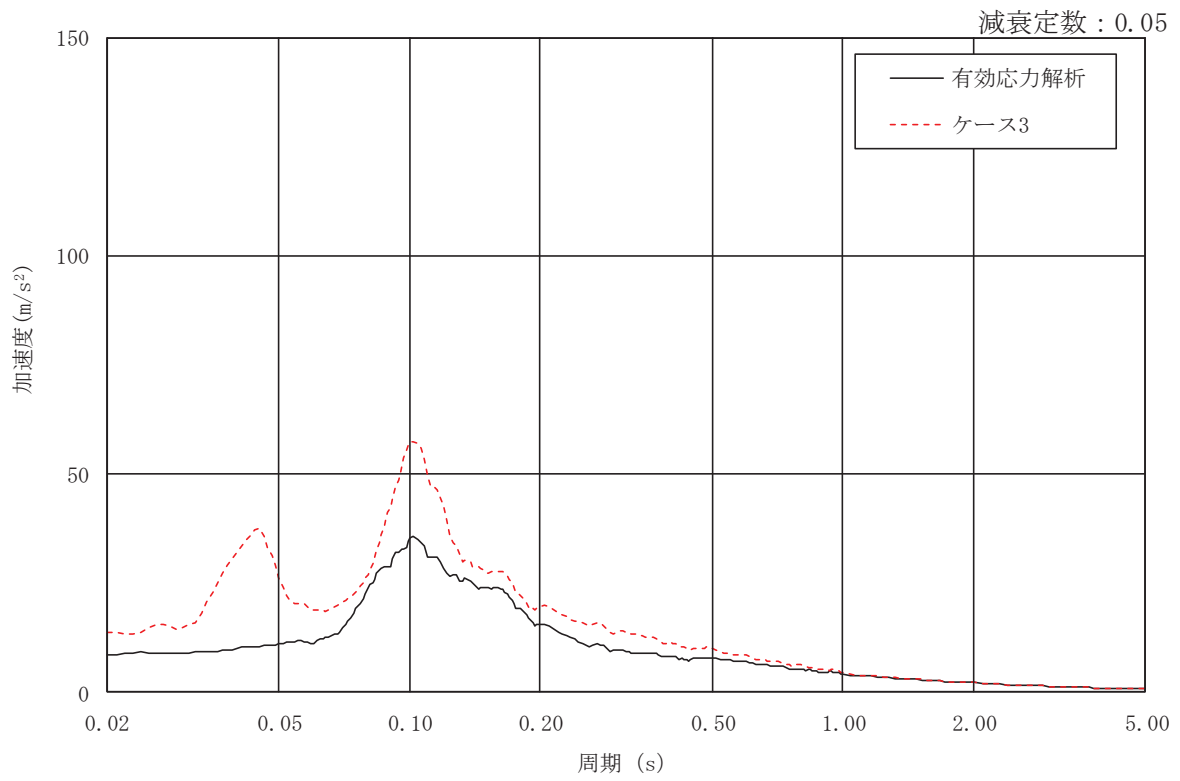


図 3-14(2) 加速度応答スペクトル (S s - D 2, EW 方向) (2/3)

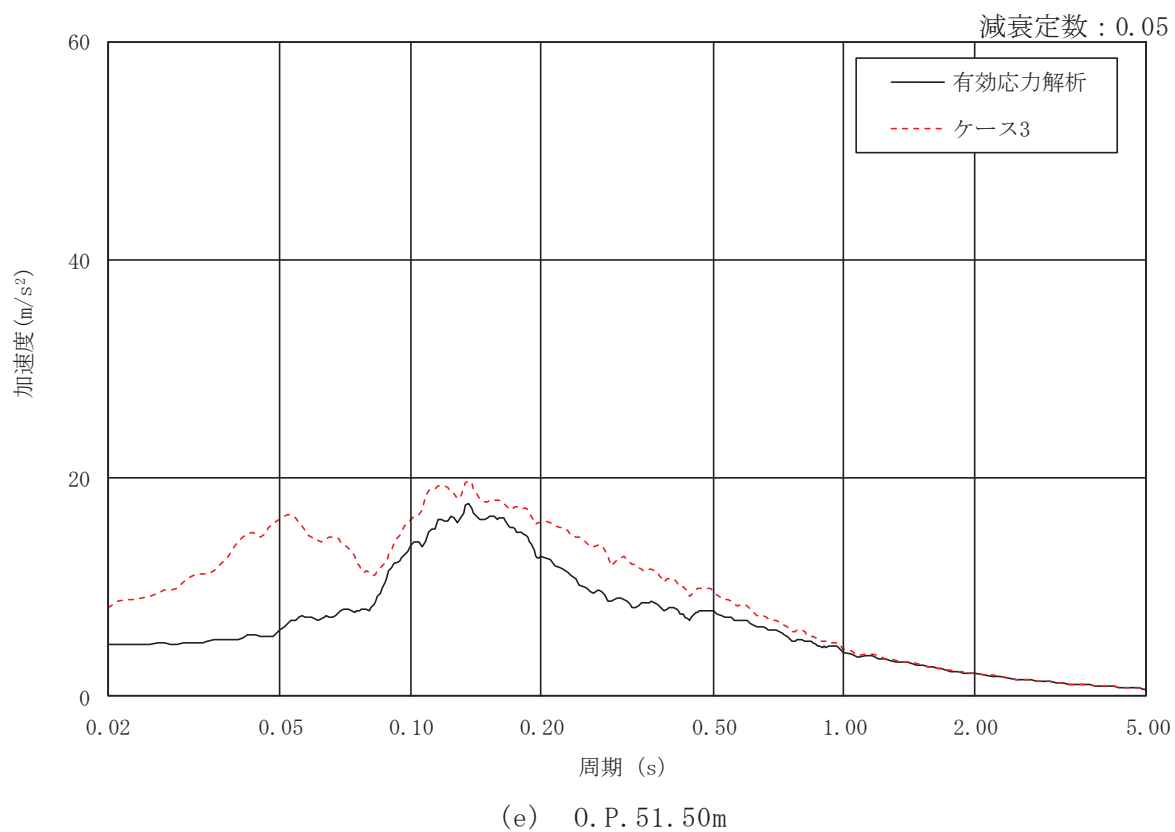


図 3-14(3) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向) (3/3)

別紙 1-1-2 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について

## 目 次

1. 概要..... 別紙 1-1-2-1
2. 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル..... 別紙 1-1-2-2
3. 側面回転地盤ばねを考慮した場合の解析結果..... 別紙 1-1-2-5

## 1. 概要

添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」（以下「地震応答計算書」という。）では、基礎版側面の側面回転地盤ばねは考慮しない地震応答解析モデルを採用して地震応答解析を行っている。

一方、緊急時対策建屋の基礎版の応力解析においては、添付書類「VI-2-2-24 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書」（以下「耐震計算書」という。）に示すとおり、基礎版をモデル化したシェル要素の建屋外周にあたる周囲部分に、基礎側面地盤の鉛直方向に対する拘束効果を考慮している。この鉛直方向の拘束効果は、基礎版側面をマンメイドロックで埋戻すことを考慮して設定しているばねであり、基礎版側面地盤の物性に基づき Novak の手法により評価した回転ばねを等価な鉛直方向ばねに置換したものである。

本資料では、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、地震応答解析モデルに基礎版側面の側面回転地盤ばねを考慮した地震応答解析を行い、地震応答計算書に示す地震応答解析モデルに基づく最大応答値と比較することで、地震応答解析に基礎版側面の側面回転地盤ばねを考慮しないことが保守的な評価となることを確認するものである。

## 2. 検討に用いる地震波及び地震応答解析モデル

緊急時対策建屋の地震応答解析結果のうち、基準地震動  $S_s - D_2$  のケース 5（建屋剛性 0.8 倍， $+\sigma$  地盤）が建屋の応答に最も支配的なケースとなることから、側面回転地盤ばねを設定した検討ケースは基準地震動  $S_s - D_2$  のケース 5 とし、NS 方向及び EW 方向モデルに対して実施する。

側面回転地盤ばねの算定に用いる解析用地盤物性値は補足説明資料「補足-610-11 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に示す  $+\sigma$  地盤物性値とする。また、側面回転地盤ばね以外の地震応答解析モデルの諸元は補足説明資料「補足-610-11 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に示すケース 5 と同一とする。

側面回転地盤ばねを含む地盤ばね定数と減衰係数の算定結果を表 2-1 に、地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

表 2-1 地盤ばね定数と減衰係数（水平方向）

(a) NS 方向

地盤ばね 成分	質点 番号	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
側面・水平	9	$6.804 \times 10^7$ (kN/m)	$3.259 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	9	$3.570 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$5.392 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
側面・水平	10	$6.804 \times 10^7$ (kN/m)	$3.259 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	10	$3.570 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$5.392 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
底面・水平	10	$1.232 \times 10^9$ (kN/m)	$9.209 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	10	$7.682 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$9.882 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)

(b) EW 方向

地盤ばね 成分	質点 番号	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
側面・水平	9	$6.804 \times 10^7$ (kN/m)	$3.259 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	9	$3.570 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$5.390 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
側面・水平	10	$6.804 \times 10^7$ (kN/m)	$3.259 \times 10^6$ (kN·s/m)
側面・回転	10	$3.570 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$5.390 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
底面・水平	10	$1.232 \times 10^9$ (kN/m)	$9.208 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	10	$7.682 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$9.867 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)



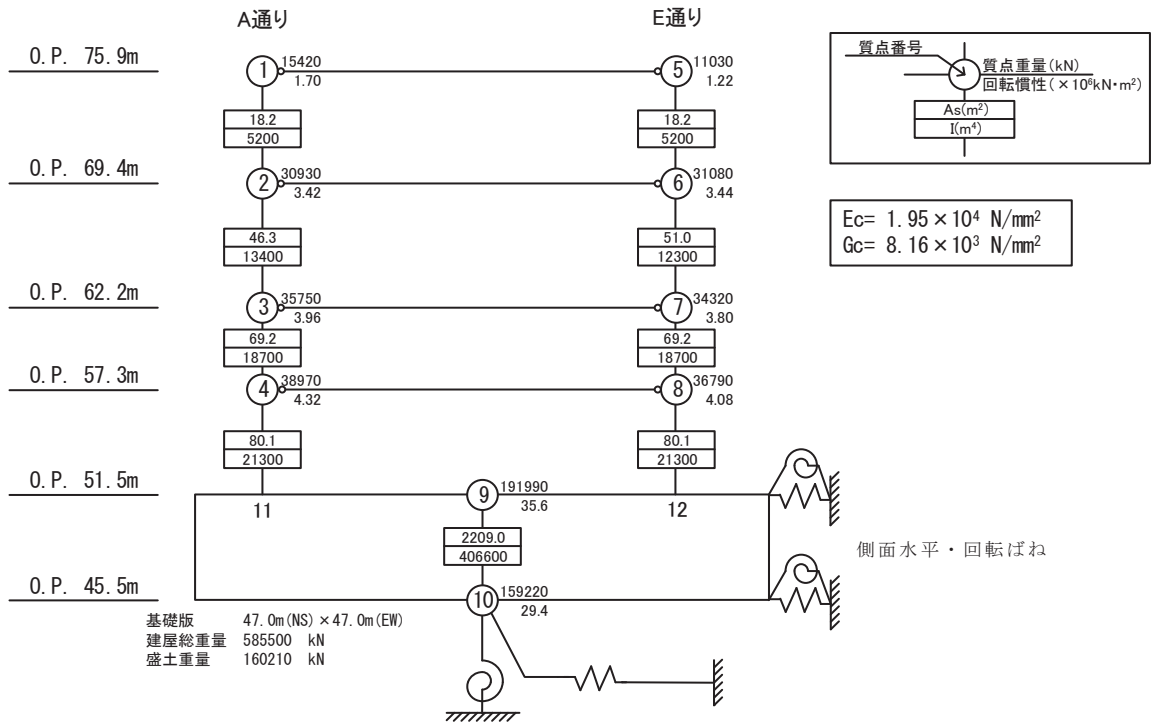


図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

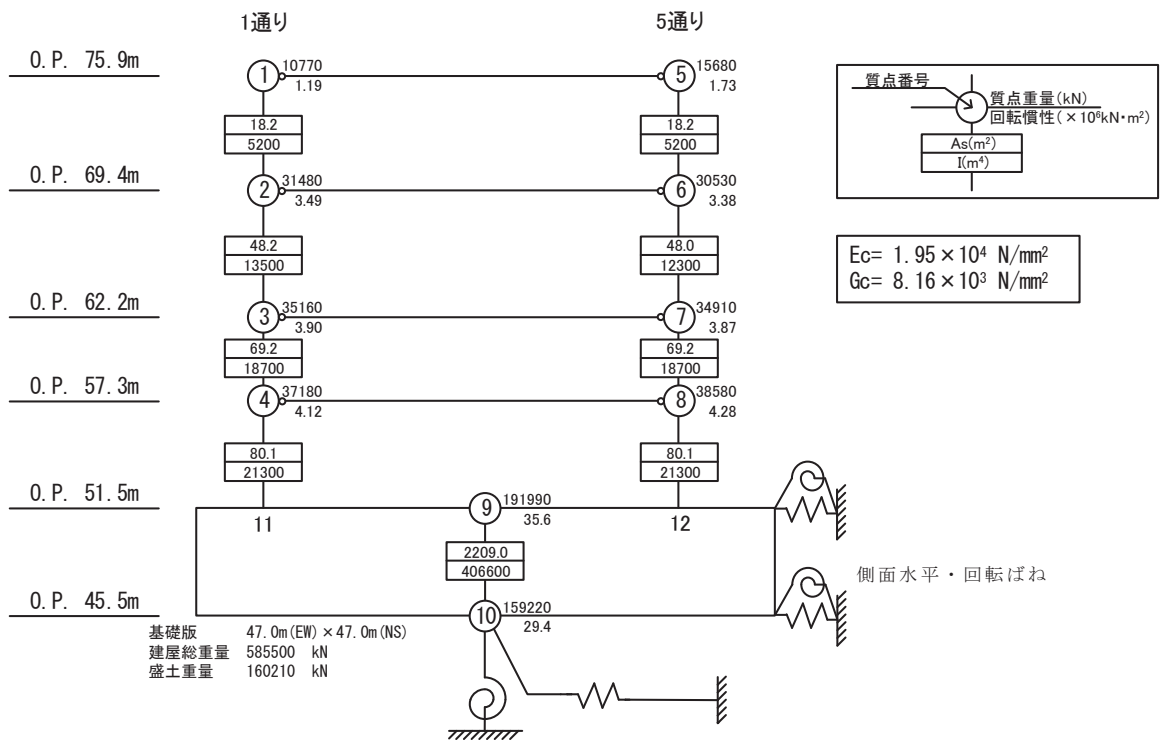


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (EW 方向)

### 3. 側面回転地盤ばねを考慮した場合の解析結果

側面回転地盤ばね考慮モデルと今回工認の地震応答解析のケース 5,  $S_s - D_2$  の応答値の比較結果を示す。最大応答加速度, 最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図 3-1~図 3-6 に, RF(0.P.75.9m), 2F(0.P.69.4m), 1F(0.P.62.2m), B1F(0.P.57.3m) 及び B2F(0.P.51.5m) の床面における加速度応答スペクトルを図 3-7 及び図 3-8 に示す。

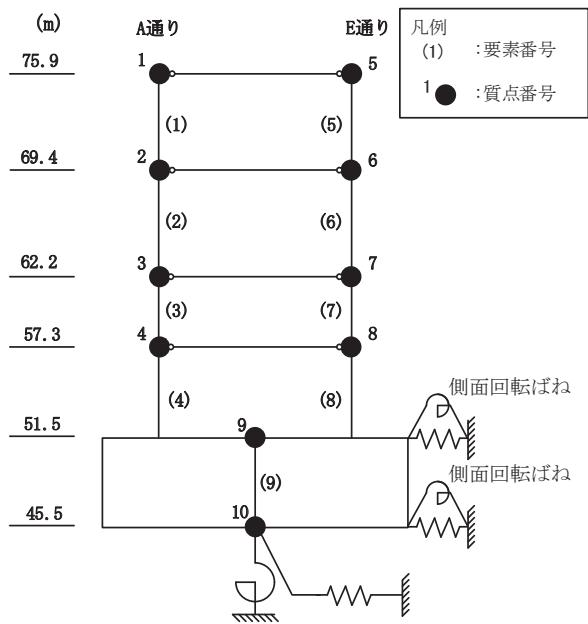
最大応答加速度分布については, 概ね同等の結果となっているが, 一部のレベルで最大で 2.8% (1F(0.P.62.2m)・NS 方向) 程度, その差は小さいものの側面回転地盤ばね考慮モデルの結果が今回工認モデルでの結果を上回っている。

最大応答せん断力分布については, 側面回転地盤ばね考慮モデルの結果が今回工認モデルでの結果を包絡している。

最大応答曲げモーメント分布については, 概ね同等の結果となっているが, 一部の要素で最大で 1.0% (2F(0.P.69.4m)・NS 方向・E 通り) 程度, その差は小さいものの側面回転地盤ばね考慮モデルの結果が今回工認モデルでの結果を上回っている。

床面における加速度応答スペクトルについては, スペクトル形状及び応答レベルが同等であることを確認した。

側面回転地盤ばね考慮モデルの結果が今回工認モデルの結果を一部上回るものの, 側面回転地盤ばね考慮することによる応答の増分比率 (側面回転地盤ばね考慮モデル/今回工認モデル) は最大で約 1.03 であることに対して, 耐震計算書に示す最大応答せん断ひずみは  $0.276 \times 10^{-3}$  であり評価基準値に対して十分な余裕があることから, 耐震性への影響はないことを確認した。また, 床面における加速度応答スペクトルの形状及び応答レベルが同等であることから, 機器・配管系の耐震性への影響はないことを確認した。なお, 基礎版の応力解析では, B2F(0.P.51.5m~0.P.57.3m) の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを用いる事を考慮すると, 地震応答解析において側面回転地盤ばねを考慮しないことは保守的な評価となることが確認できる。



O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	2748	2727
69.40	1951	1981
62.20	1247	1214
57.30	852	863
51.50	612	610

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	2748	2727
69.40	1951	1981
62.20	1247	1214
57.30	852	863
51.50	612	610

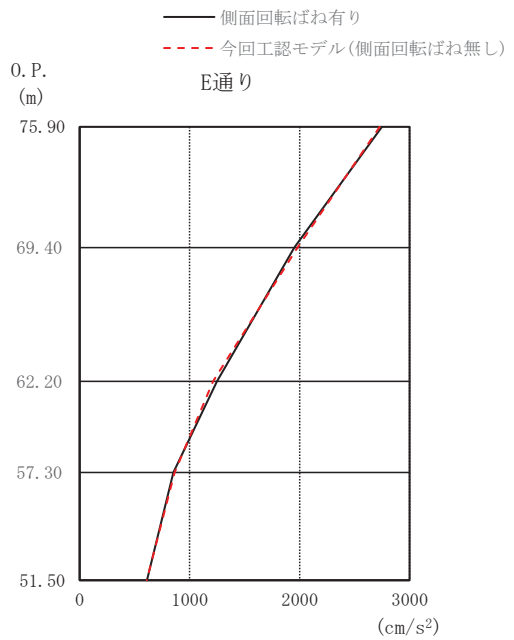
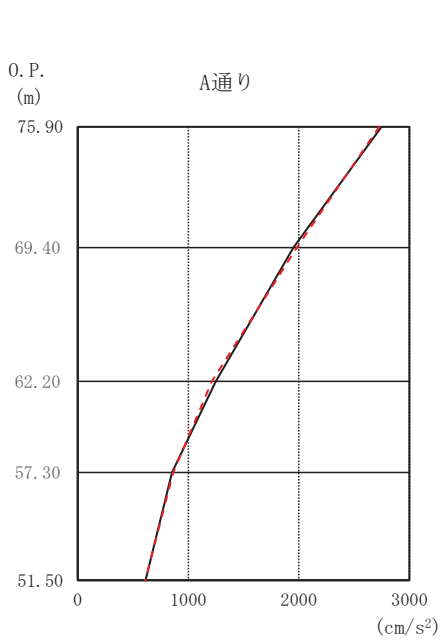
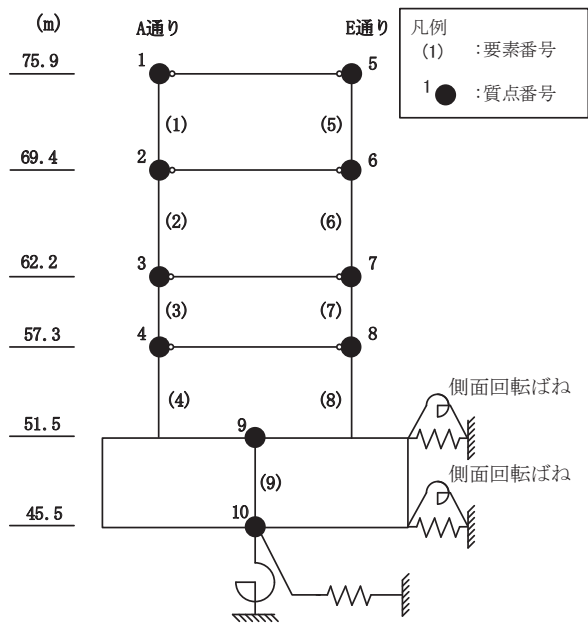


図 3-1 最大応答加速度 (S s - D 2, NS 方向)



O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90		
69.40	36.37	36.57
62.20	91.85	92.37
57.30	138.54	139.11
51.50	166.32	166.94

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90		
69.40	35.77	35.99
62.20	100.58	101.16
57.30	138.13	138.71
51.50	165.42	166.05

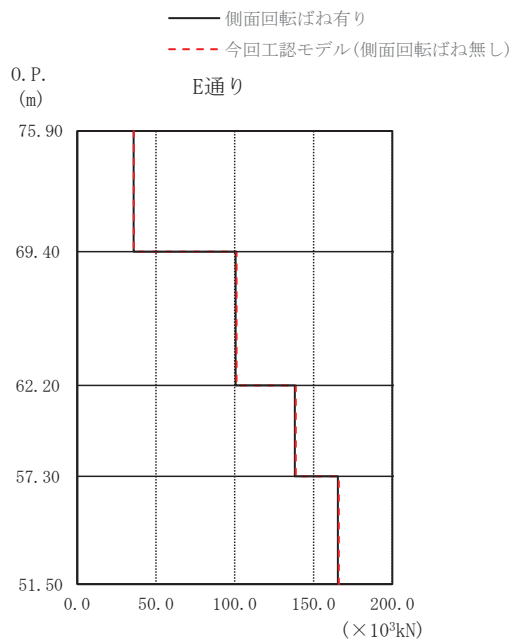
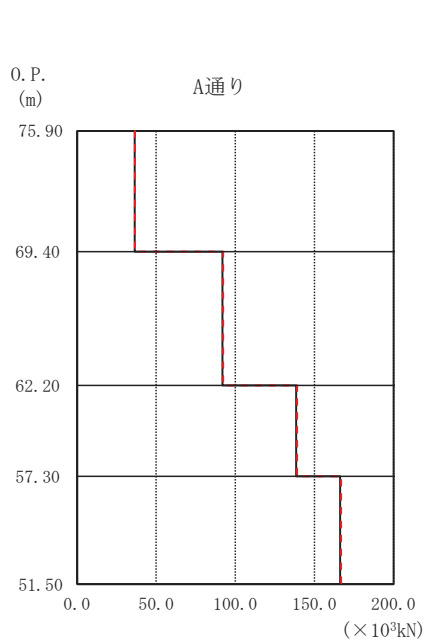
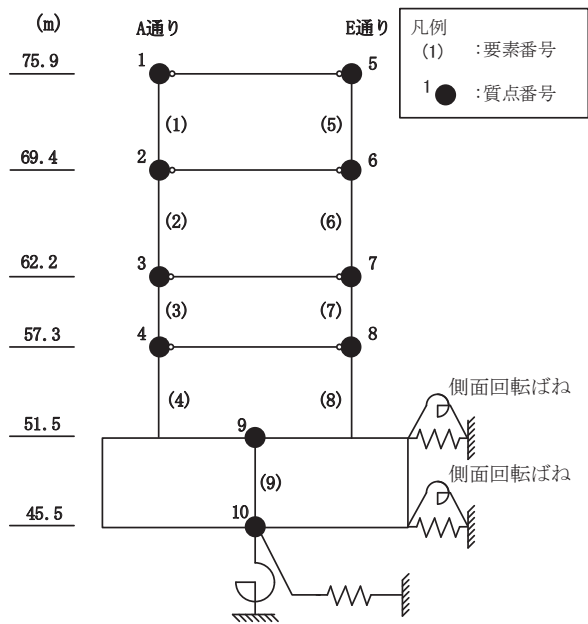


図 3-2 最大応答せん断力 (S<sub>s</sub>-D2, NS 方向)



O. P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	0.79	0.79
69.40	3.15	3.16
62.20	11.04	11.16
57.30	18.92	19.06
51.50	29.30	29.59

O. P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	0.55	0.55
69.40	2.93	2.91
62.20	11.51	11.58
57.30	19.34	19.44
51.50	29.66	29.91

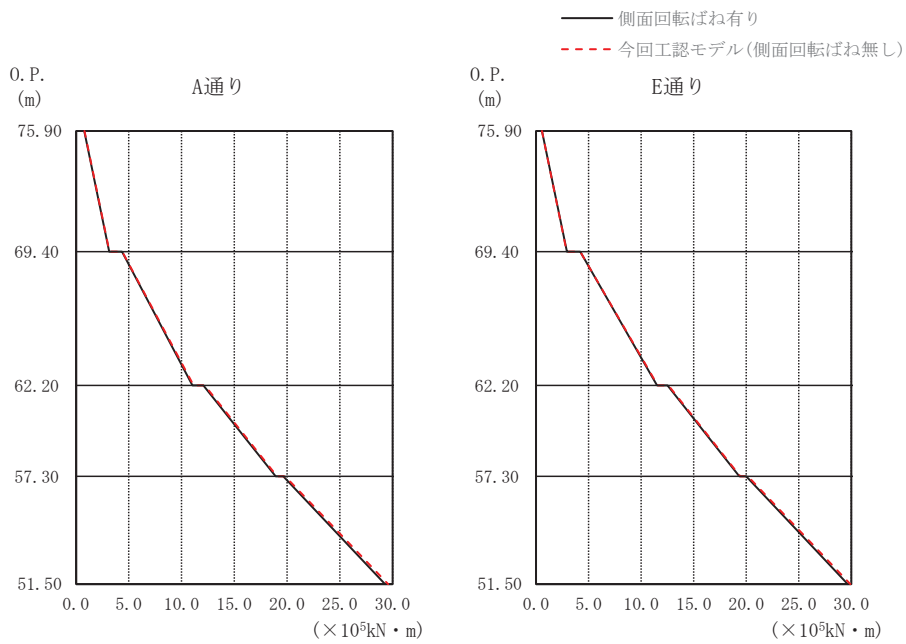
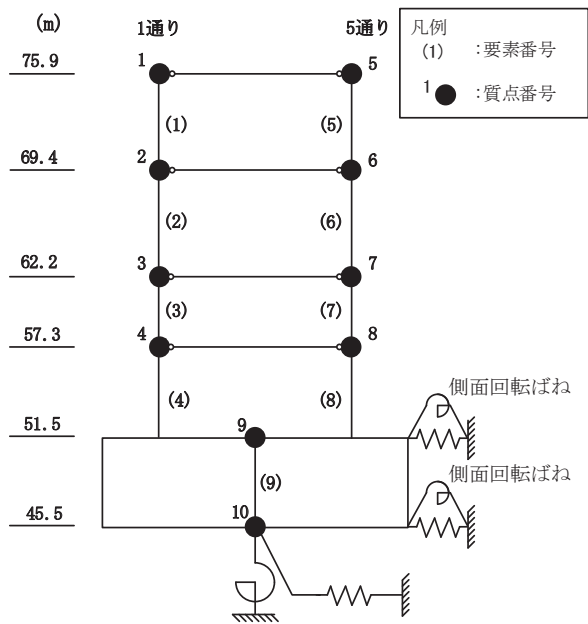


図 3-3 最大応答曲げモーメント (S s - D 2, NS 方向)



O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	2744	2721
69.40	1955	1955
62.20	1263	1231
57.30	851	862
51.50	612	609

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	2744	2721
69.40	1955	1955
62.20	1263	1231
57.30	851	862
51.50	612	609

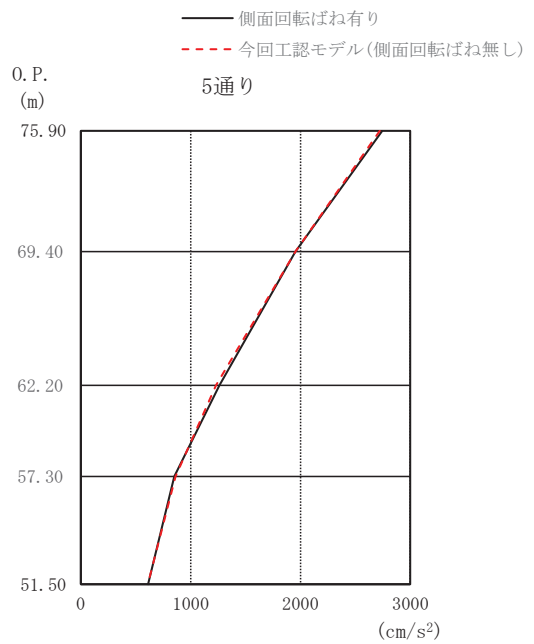
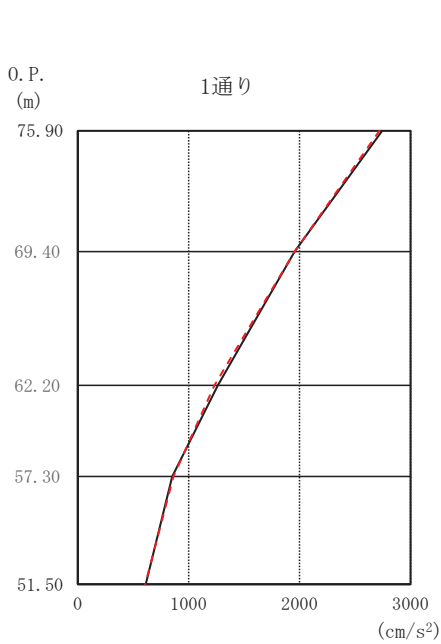
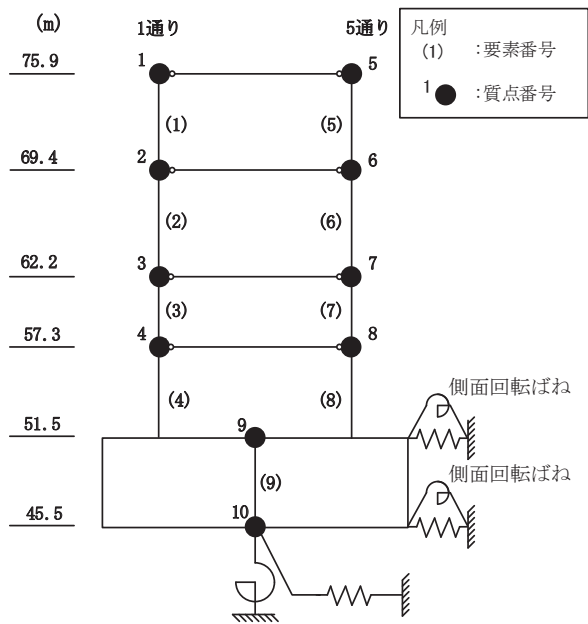


図 3-4 最大応答加速度 (S s - D 2, EW 方向)



O. P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90		
69.40	35.84	36.05
62.20	95.71	96.36
57.30	138.14	138.69
51.50	165.36	166.00

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90		
69.40	36.13	36.32
62.20	95.75	96.35
57.30	138.38	138.91
51.50	166.11	166.74

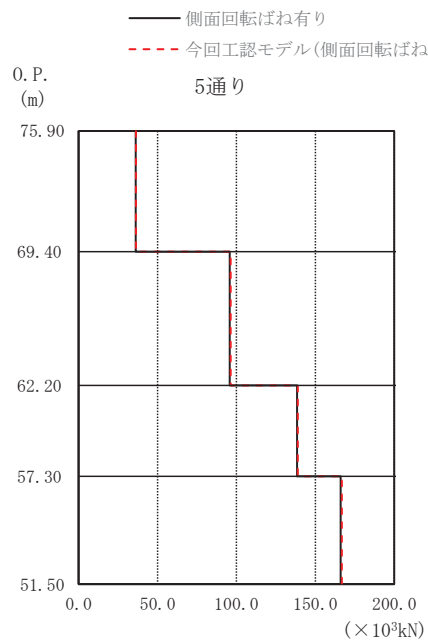
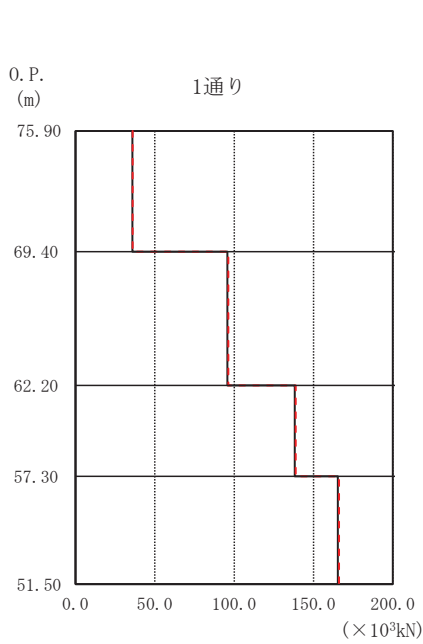
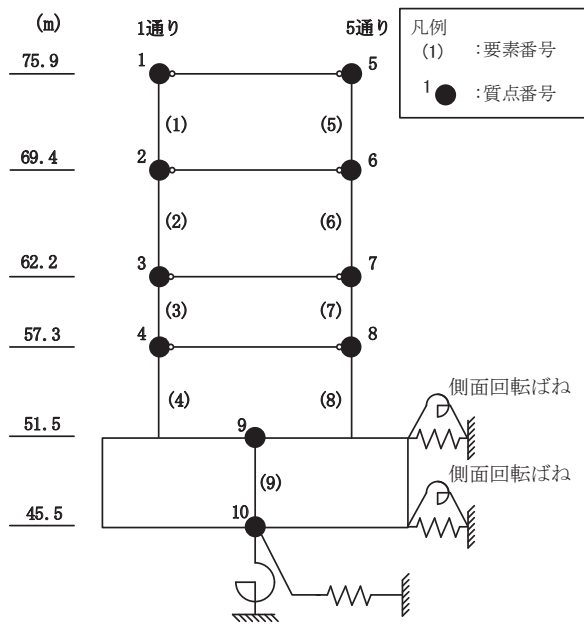


図 3-5 最大応答せん断力 (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)



O. P. (m)	1通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	0.52	0.55
69.40	2.92	2.91
62.20	4.17	4.18
57.30	11.21	11.18
51.50	12.23	12.22
	19.07	19.07
	19.73	19.82
	29.38	29.56

O. P. (m)	5通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	側面回転ばね有り	今回工認モデル (側面回転ばね無し)
75.90	0.81	0.82
69.40	3.20	3.18
62.20	4.44	4.46
57.30	11.44	11.54
51.50	12.47	12.59
	19.30	19.42
	20.02	20.19
	29.66	29.93

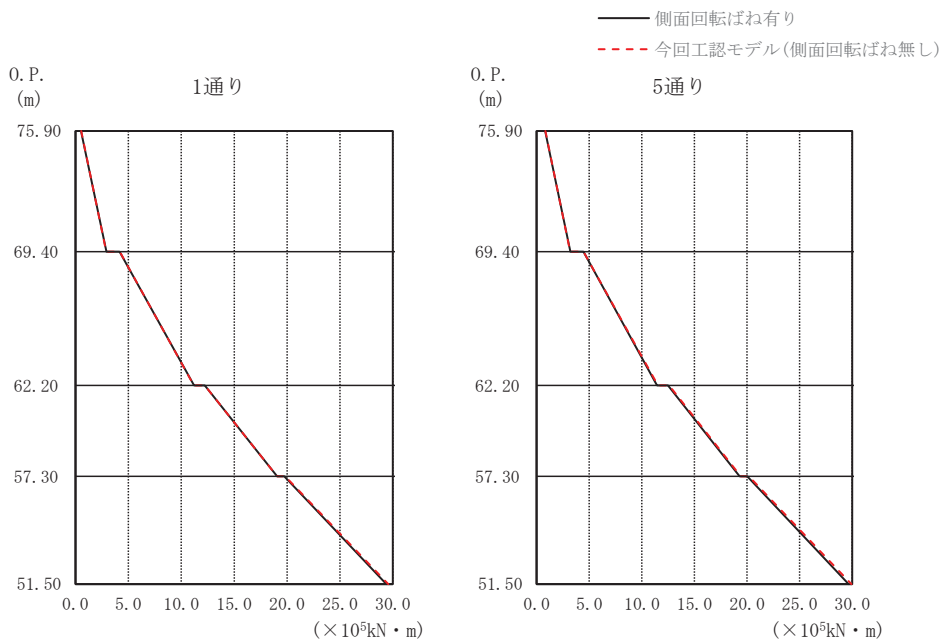


図 3-6 最大応答曲げモーメント (S s - D 2, EW 方向)



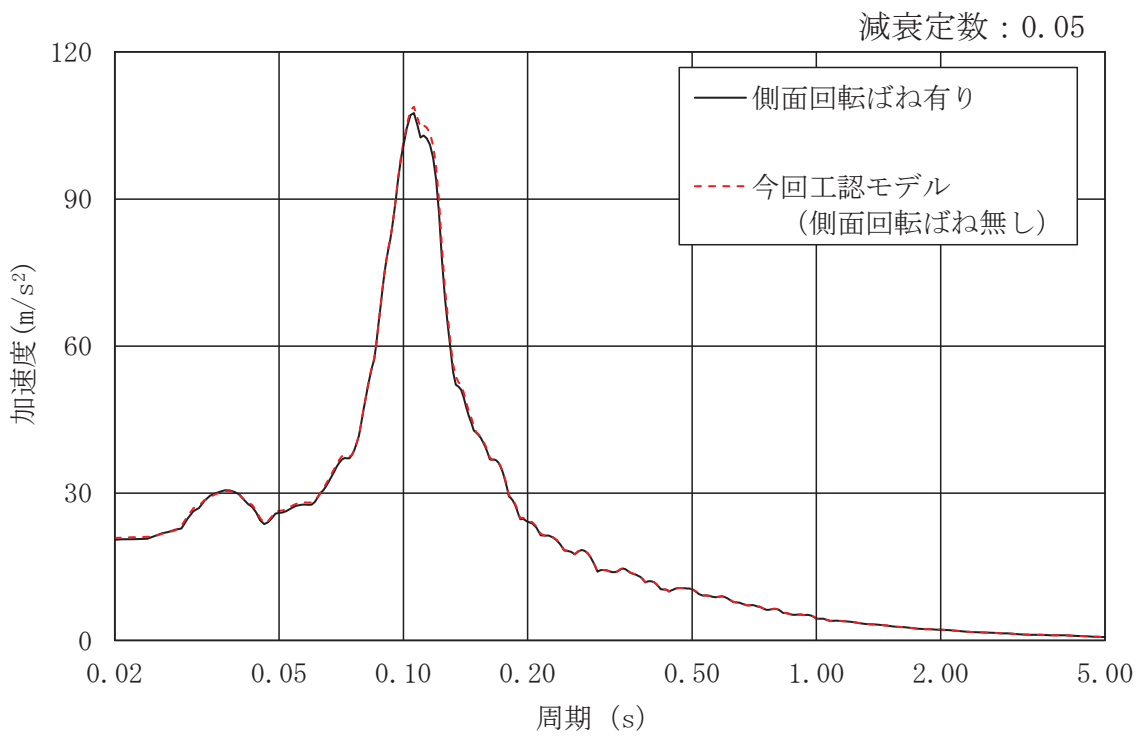
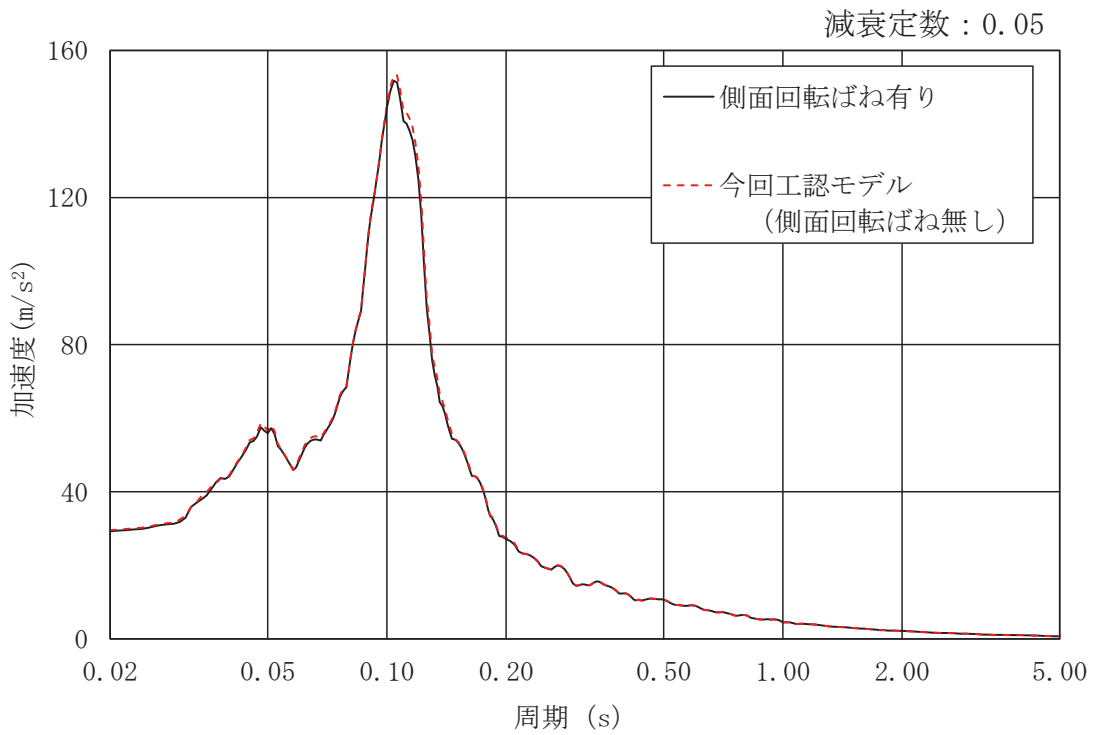


図 3-7(1) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, NS 方向)

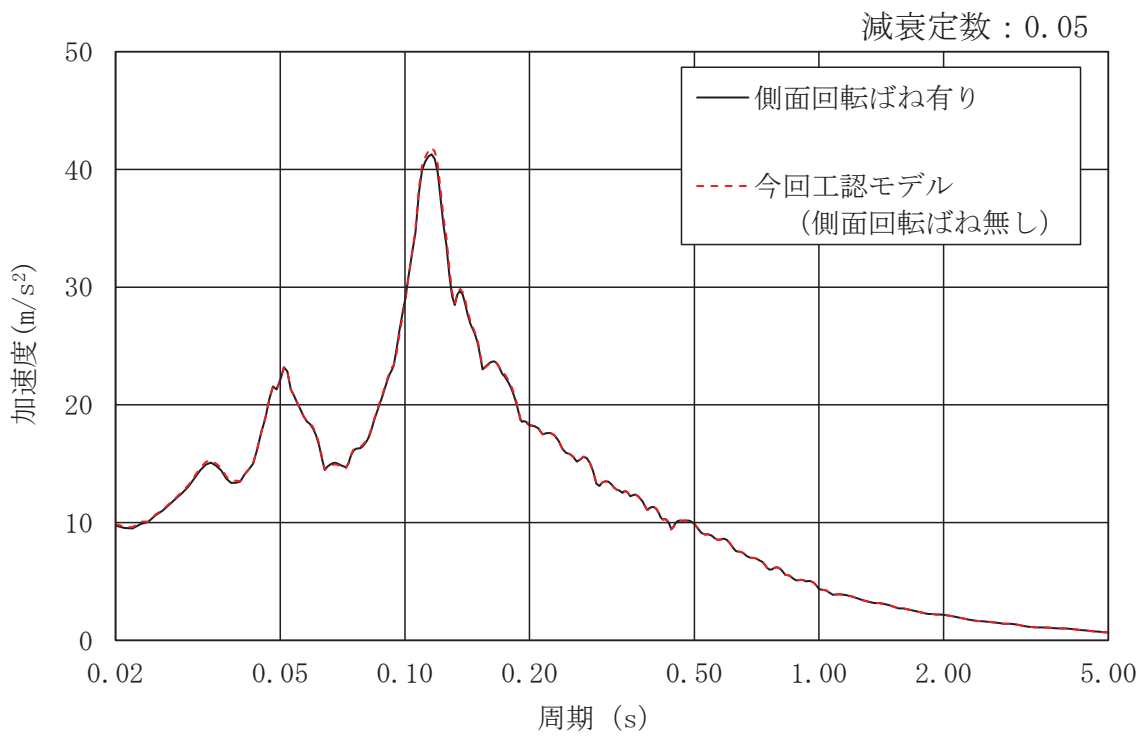
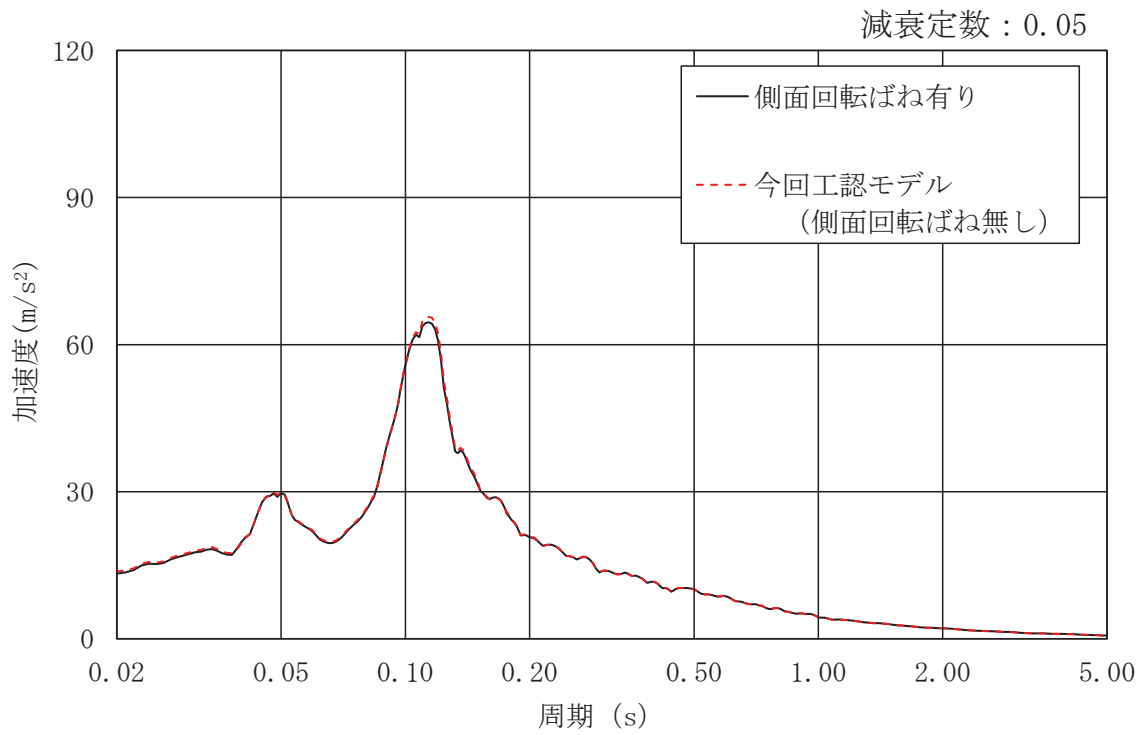
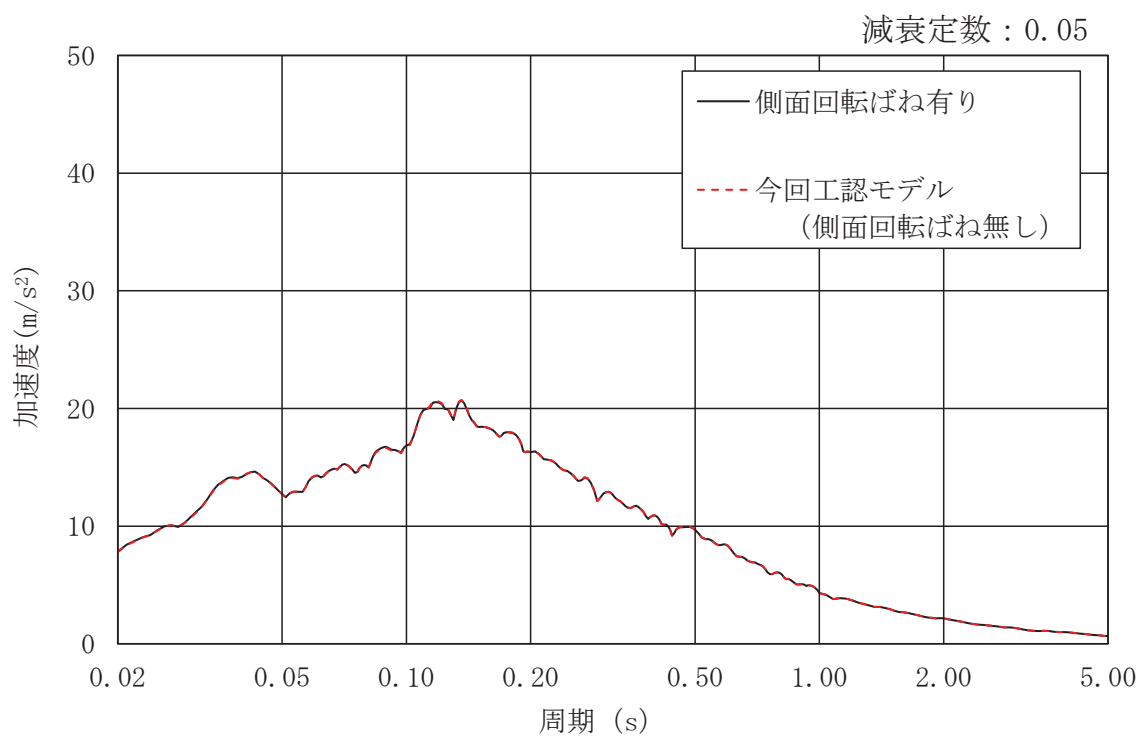


図 3-7(2) 加速度応答スペクトル (S s - D 2, NS 方向)



(e) O. P. 51.5m

図 3-7(3) 加速度応答スペクトル (S s - D 2, NS 方向)

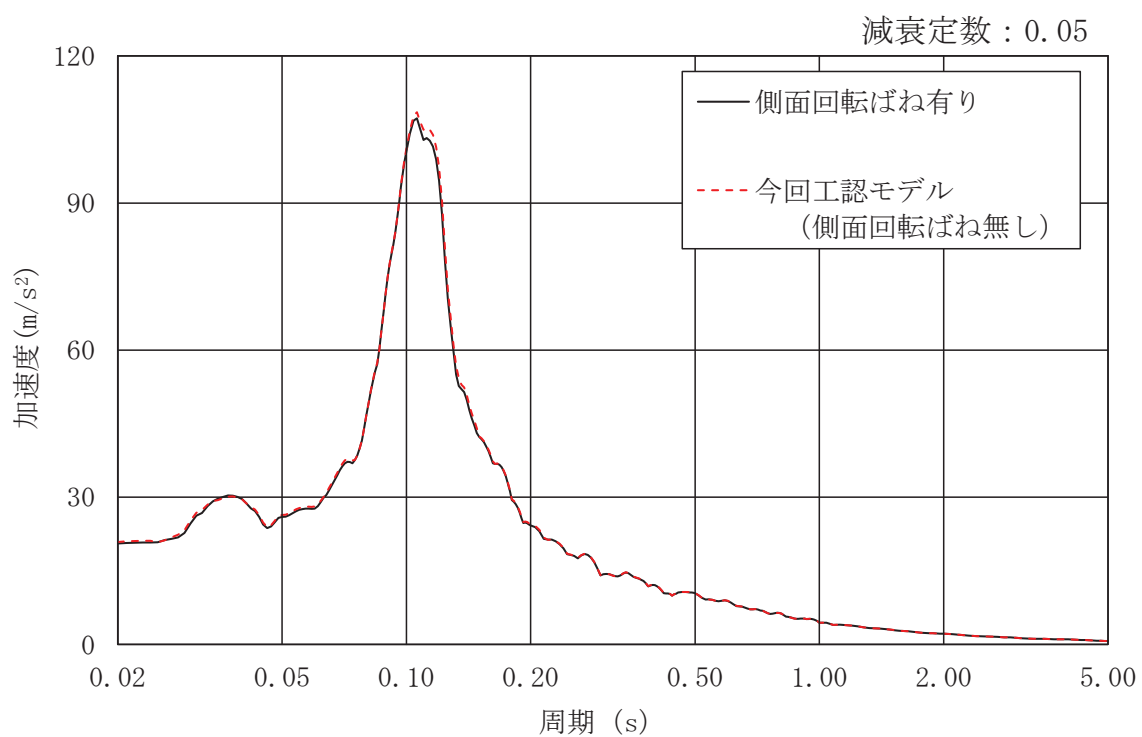
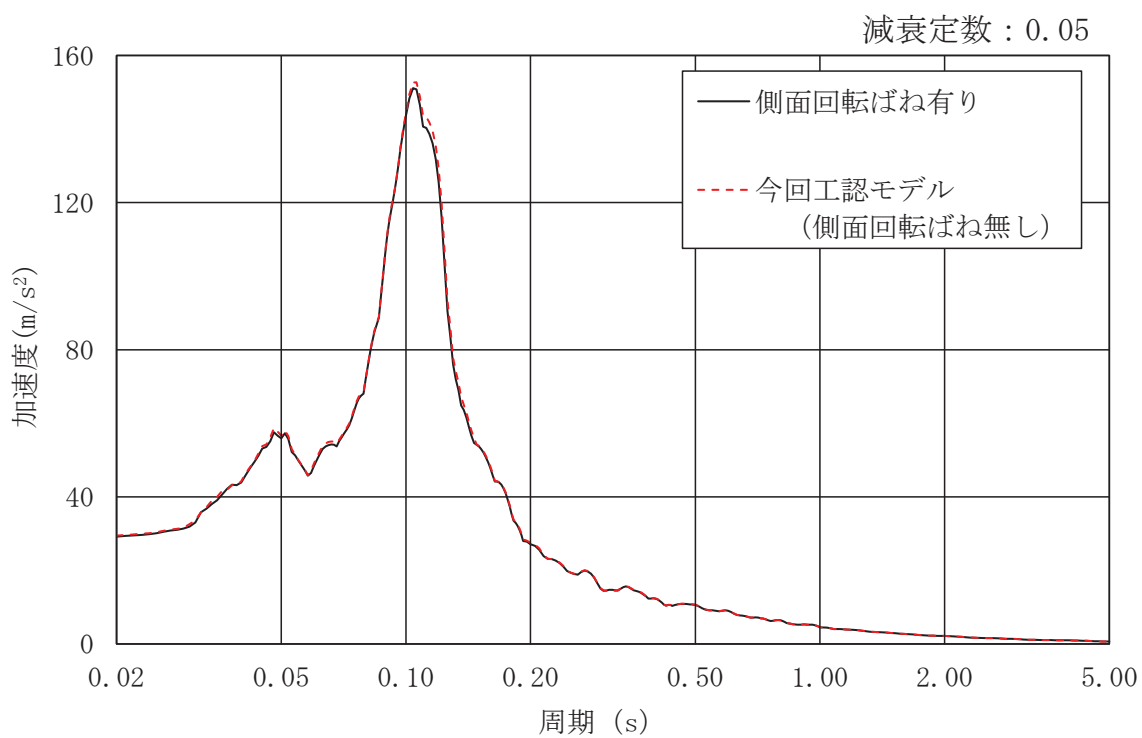


図 3-8 (1) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)

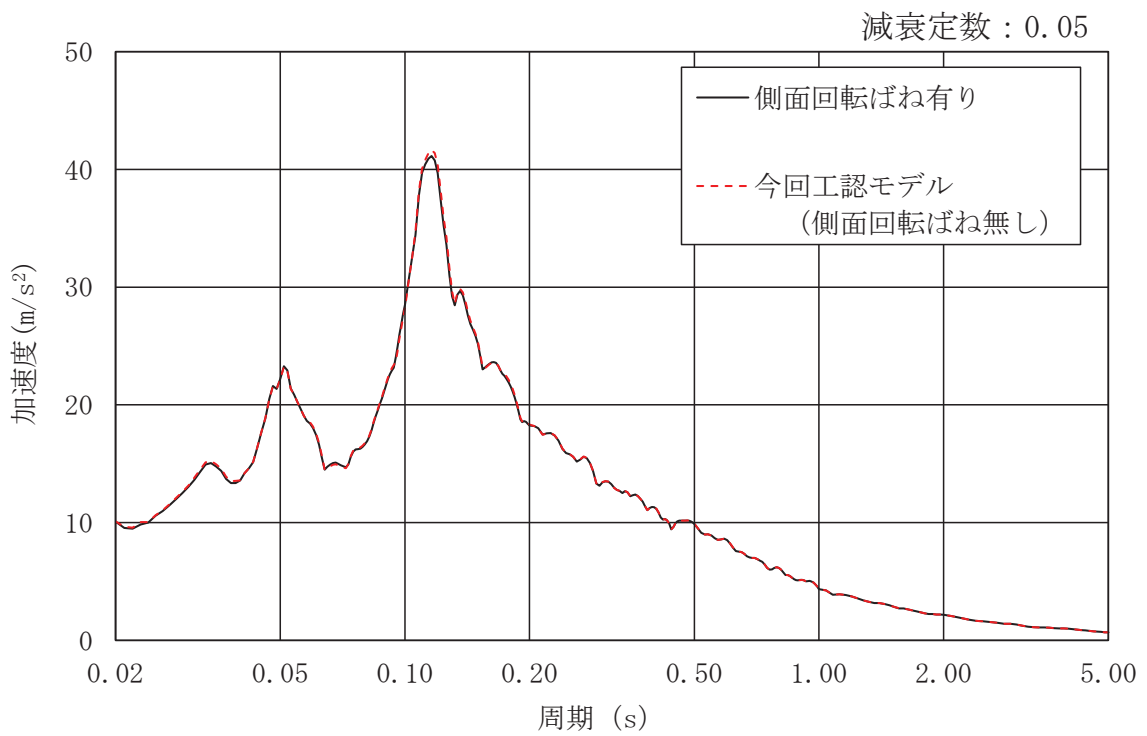
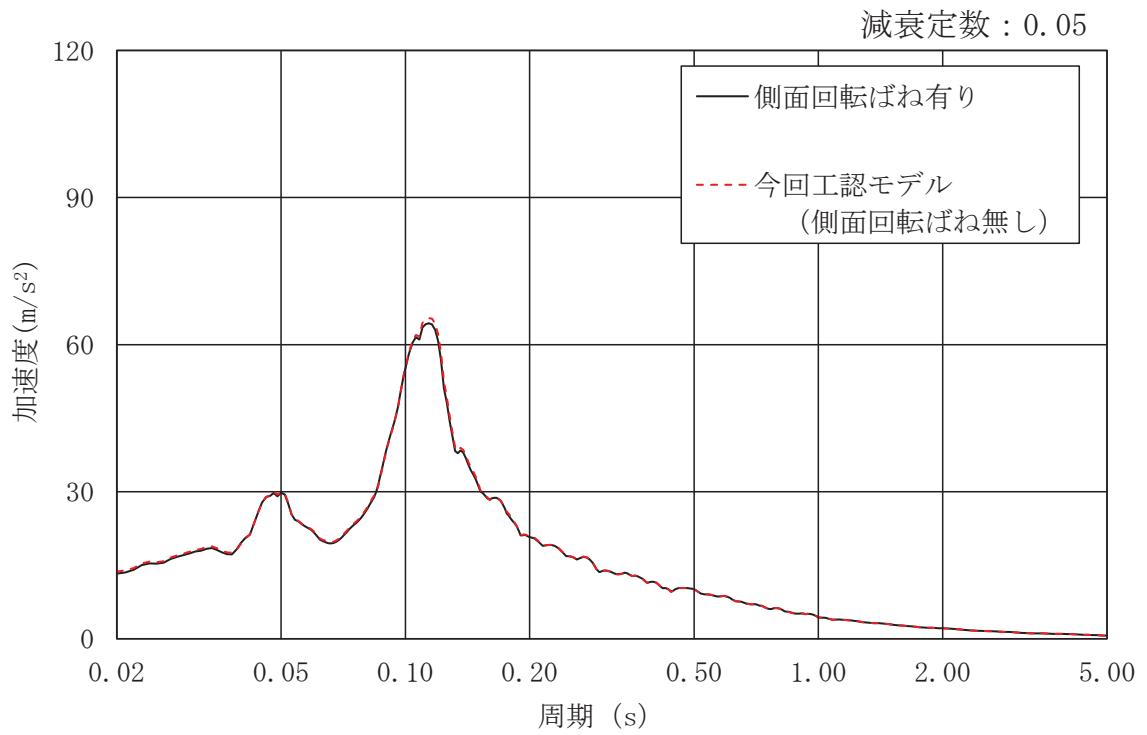
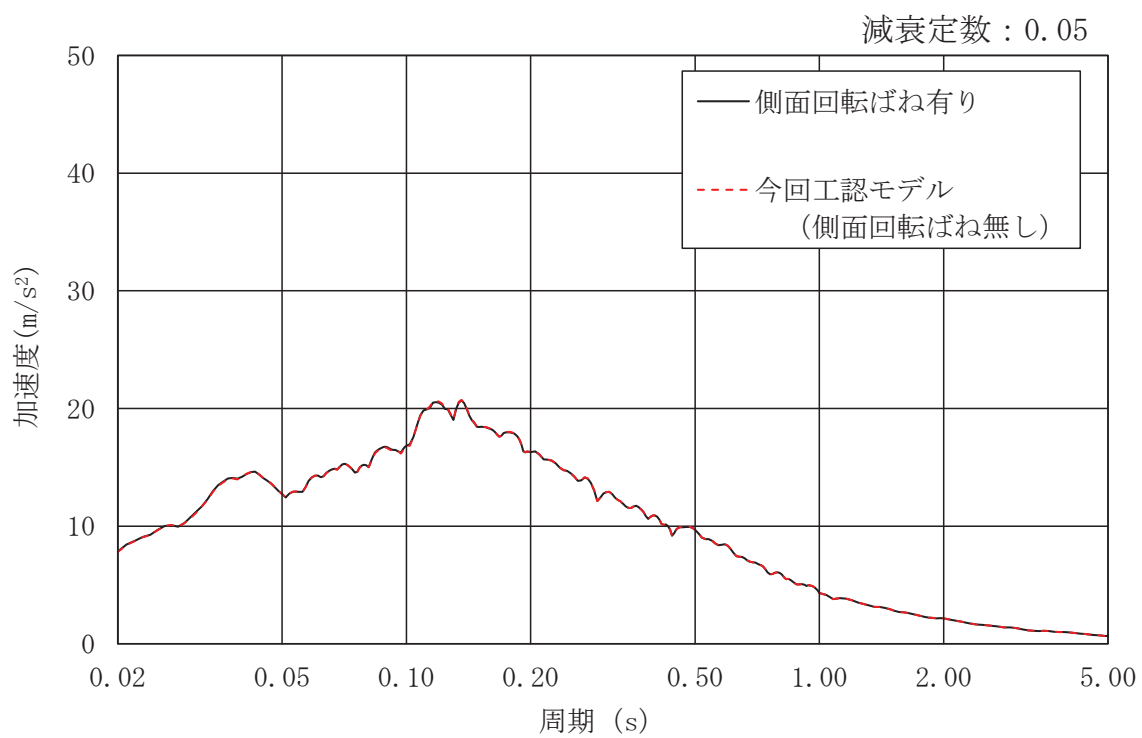


図 3-8 (2) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)



(e) 0. P. 51.5m

図 3-8 (3) 加速度応答スペクトル (S<sub>s</sub>-D2, EW 方向)

別紙 1-1-3 緊急時対策建屋の鉄骨部の構造詳細

## 目 次

1. 緊急時対策建屋の鉄骨部の構造詳細…………… 別紙 1-1-3-1



1. 緊急時対策建屋の鉄骨部の構造詳細

本資料は、緊急時対策建屋の地上2階鉄骨部の構造詳細について、部材断面を説明するものである。緊急時対策建屋の概略断面図を図1-1に、鉄骨柱・鉄骨大げり・鉄骨ブレースの配置概要図を図1-2に、部材リストを図1-3及び図1-4に示す。

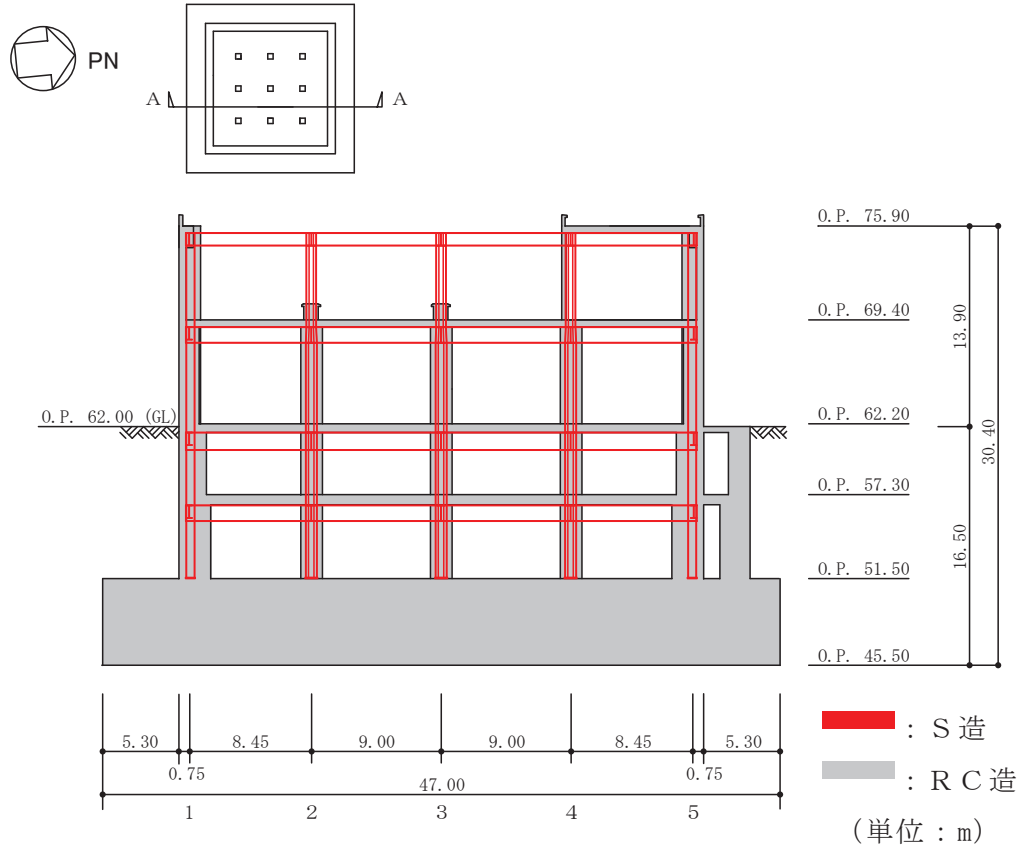


図 1-1 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面)

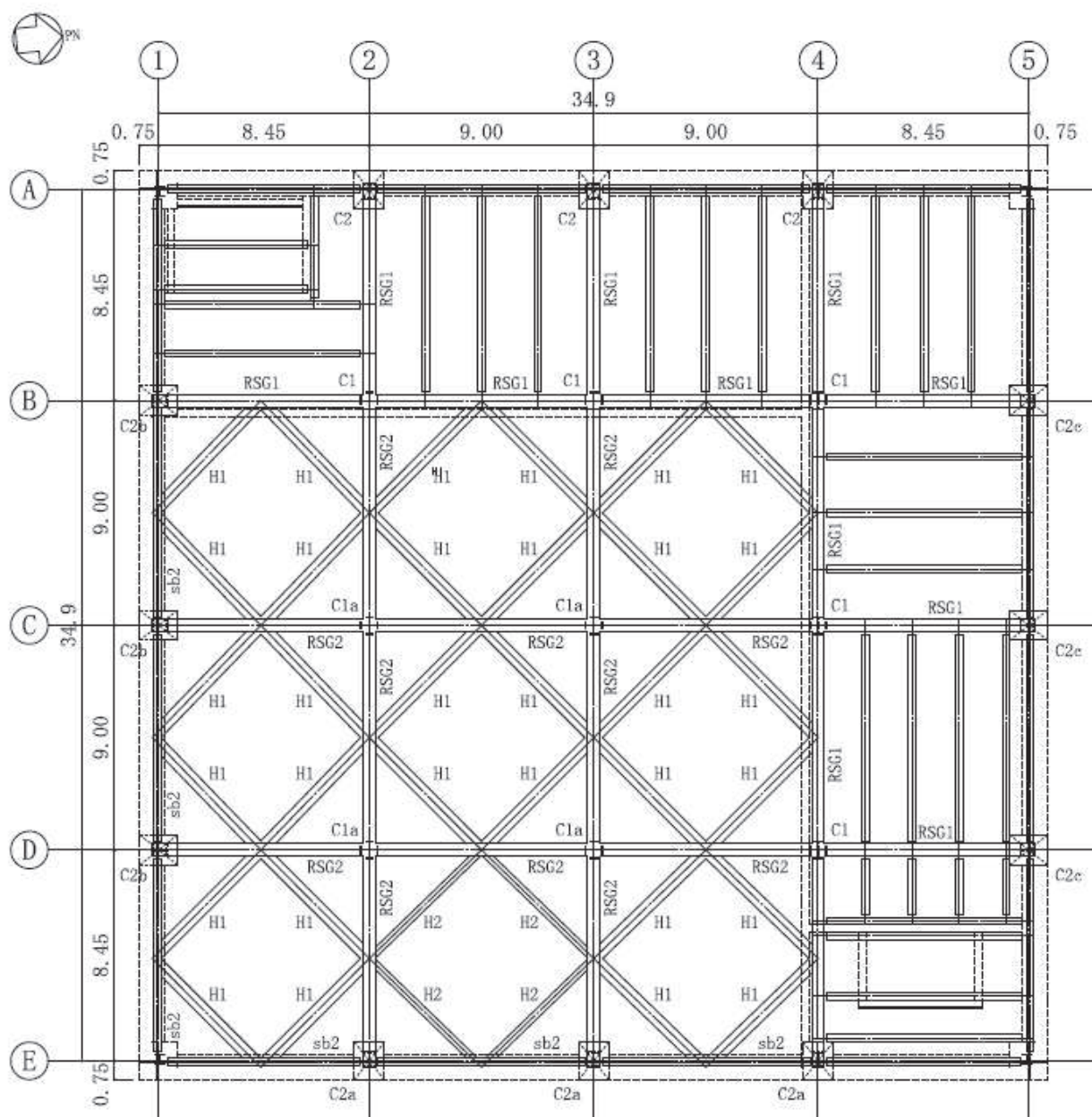


図 1-2 耐震壁及び鉄骨柱・鉄骨大ぶり・鉄骨ブレースの配置概要図 (0.P. 75.90m)

注：0.P. 69.40m には添付書類「VI-2-6-7-7 統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震性についての計算書」において評価している「衛星アンテナ」が設置されており、電波の伝搬に支障のないように 0.P. 75.90m の 2-3 通り・D-E 通り間における部材断面を決定している。

柱の断面	階	符 号	C1・C1a	C2	C2a
	断 面				
		主 材	X方向	BH-700×300×22×36	—
	Y方向	BH-700×300×22×36	BH-600×500×28×40	BH-600×500×28×40	
	主 筋	—	I2-D35	I2-D35	
	HOOP	—	D19@100	D19@100	
	備 考	—	形状補助筋 3-D25	形状補助筋 3-D25	
	2階	符 号	C2b	C2c	
	断 面				
		主 材	X方向	BH-600×500×28×40	BH-600×500×28×40
Y方向	—	—	—		
主 筋	I2-D35	I2-D35	I2-D35		
HOOP	D19@100	D19@100	D19@100		
備 考	形状補助筋 3-D25	形状補助筋 3-D25	形状補助筋 3-D25		

図 1-3 部材リスト (柱)

大ばり・ブレースの断面	階	符 号	RSG1・RSG2	sb2
	断 面			
		主 材	BH-900×500×22×36	BH-700×300×19×36
	2階	符 号	H1	H2
	断 面			
		主 材	BH-700×500×19×32	BH-700×300×32×36

図 1-4 部材リスト (大ばり・ブレース)

別紙 1-2 緊急時対策建屋の地震応答解析における耐震壁の  
スケルトンカーブの設定

## 目 次

1. 概要	別紙 1-2- 1
2. 耐震壁の非線形特性の設定について	別紙 1-2- 2
2.1 第 1 折点の設定	別紙 1-2- 3
2.2 第 2 折点の設定	別紙 1-2- 3
2.3 終局点の設定	別紙 1-2- 4
3. せん断力のスケルトンカーブの設定について	別紙 1-2- 5
3.1 水平方向モデル	別紙 1-2- 5
3.2 使用材料の物性値	別紙 1-2- 9
3.3 RC 造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値	別紙 1-2-10
4. まとめ	別紙 1-2-14

## 1. 概要

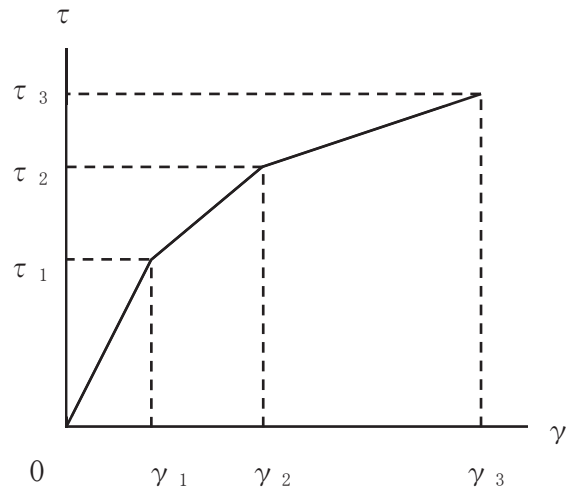
緊急時対策建屋は、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物である。このため、地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC造耐震壁」という。）の非線形特性を考慮している。本資料は、耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの設定について説明するものである。

また、本資料は、以下の添付書類の補足説明をするものである。

- ・添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」

## 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）」（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カーブとする。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力のスケルトンカーブの第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力のスケルトンカーブの第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。

$$\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$$



### 2.3 終局点の設定

RC 造耐震壁におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点は、「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、

$$\tau_0 = \left( 3 - \frac{1.8 \cdot M}{Q \cdot D} \right) \sqrt{F_c}$$

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. せん断力のスケルトンカーブの設定について

#### 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、解析モデルの諸元を表 3-1 に示す。

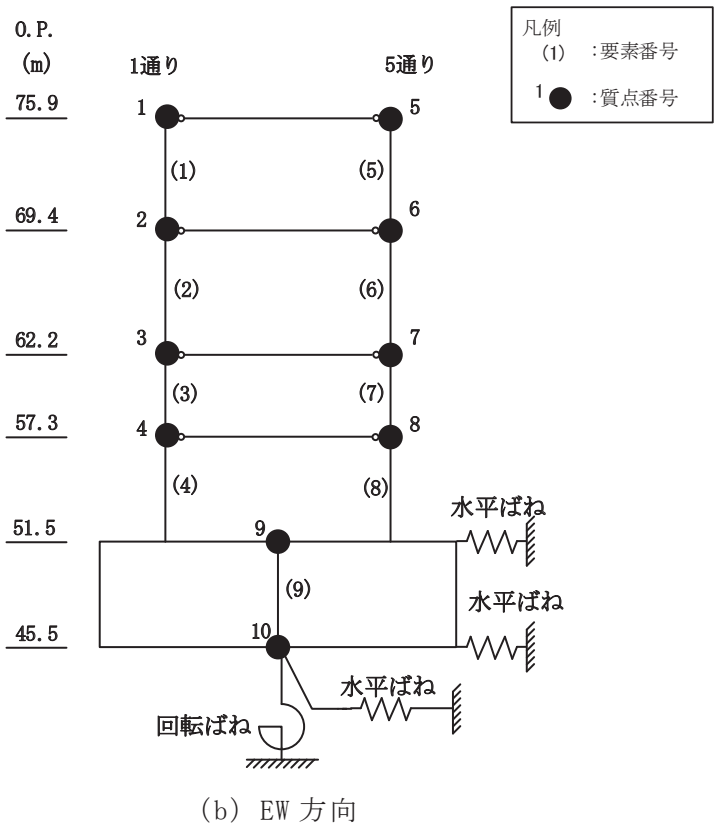
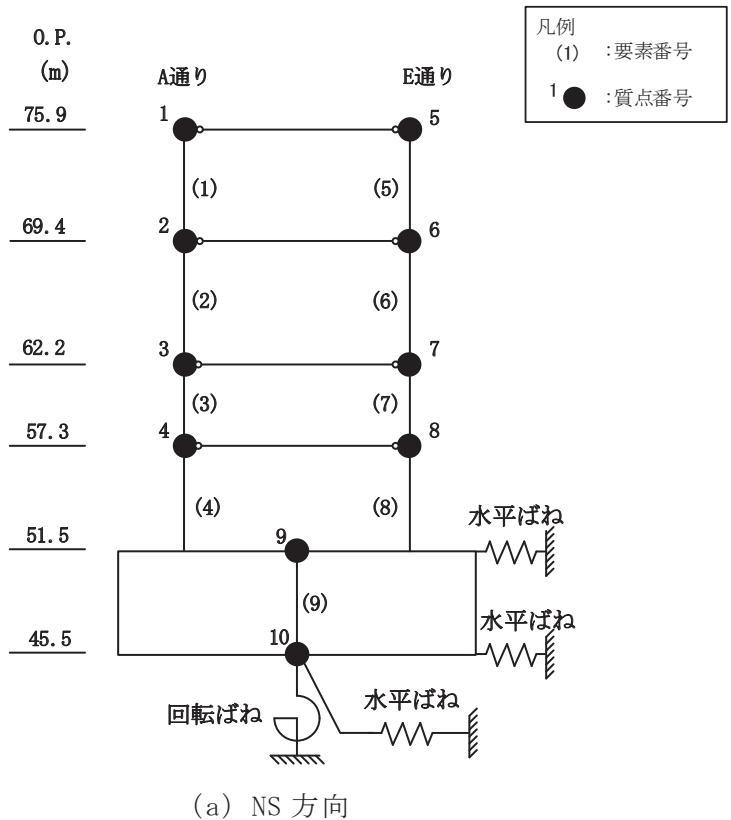


図 3-1 地震応答解析モデル（水平方向）

表 3-1(1) 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O.P. (m)	建屋	
	A通り	E通り
75.90	1	5
	15420	11030
	1.70	1.22
69.40	2	6
	30930	31080
	3.42	3.44
62.20	3	7
	35750	34320
	3.96	3.80
57.30	4	8
	38970	36790
	4.32	4.08
51.50	9	
	191990	
	35.6	
45.50	10	
	159220	
	29.4	

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

標高 O.P. (m)	建屋	
	A通り	E通り
75.90	(1)	(5)
	18.2	18.2
	5200	5200
69.40	(2)	(6)
	46.3	51.0
	13400	12300
62.20	(3)	(7)
	69.2	69.2
	18700	18700
57.30	(4)	(8)
	80.1	80.1
	21300	21300
51.50	(9)	
	2209.0	
	406600	

要素番号
せん断断面積( $\text{m}^2$ )
断面二次モーメント( $\text{m}^4$ )

表 3-1(2) 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O.P. (m)	建屋	
	1通り	5通り
75.90	1	5
	10770	15680
	1.19	1.73
69.40	2	6
	31480	30530
	3.49	3.38
62.20	3	7
	35160	34910
	3.90	3.87
57.30	4	8
	37180	38580
	4.12	4.28
51.50	9	
	191990	
	35.6	
45.50	10	
	159220	
	29.4	

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

標高 O.P. (m)	建屋	
	1通り	5通り
75.90	(1)	(5)
	18.2	18.2
	5200	5200
69.40	(2)	(6)
	48.2	48.0
	13500	12300
62.20	(3)	(7)
	69.2	69.2
	18700	18700
57.30	(4)	(8)
	80.1	80.1
	21300	21300
51.50	(9)	
	2209.0	
	406600	

要素番号
せん断断面積( $\text{m}^2$ )
断面二次モーメント( $\text{m}^4$ )

### 3.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いる緊急時対策建屋の使用材料の物性値を表 3-2 及び表 3-3 に示す。

表 3-2 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： F <sub>c</sub> = 30N/mm <sup>2</sup>	2.44 × 10 <sup>4</sup>	1.02 × 10 <sup>4</sup>	5

表 3-3 使用材料の物性値（鉄筋）

使用材料	降伏応力度 σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
鉄筋（耐震壁）：SD390	390

### 3.3 RC造耐震壁のせん断力のスケルトンカーブの諸数値

#### (1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第1折点の設定根拠を表3-4に示す。

表3-4 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第1折点)

#### (a) NS方向

要素番号	通り	設計基準強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> )	断面積 $A_s$ (m <sup>2</sup> )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	A	30	1.02	18.2	0.291	1.84	0.180
(2)		30	1.02	46.3	0.306	1.84	0.181
(3)		30	1.02	69.2	0.390	1.88	0.185
(4)		30	1.02	80.1	0.519	1.94	0.190
(5)	E	30	1.02	18.2	0.219	1.80	0.177
(6)		30	1.02	51.0	0.295	1.84	0.180
(7)		30	1.02	69.2	0.376	1.88	0.184
(8)		30	1.02	80.1	0.491	1.93	0.189

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量/断面積

#### (b) EW方向

要素番号	通り	設計基準強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> )	断面積 $A_s$ (m <sup>2</sup> )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	1	30	1.02	18.2	0.223	1.81	0.177
(2)		30	1.02	48.2	0.284	1.83	0.180
(3)		30	1.02	69.2	0.373	1.88	0.184
(4)		30	1.02	80.1	0.487	1.93	0.189
(5)	5	30	1.02	18.2	0.284	1.83	0.180
(6)		30	1.02	48.0	0.313	1.85	0.181
(7)		30	1.02	69.2	0.387	1.88	0.184
(8)		30	1.02	80.1	0.515	1.94	0.190

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量/断面積

(2) 第2折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの第2折点の設定根拠を表3-5に示す。

表3-5 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 第2折点)

(a) NS 方向

要素番号	通り	$\tau_2^{*1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2^{*2}$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	A	2.48	0.541
(2)		2.49	0.543
(3)		2.54	0.554
(4)		2.62	0.571
(5)	E	2.44	0.531
(6)		2.48	0.541
(7)		2.53	0.552
(8)		2.60	0.567

注記\*1:  $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

\*2:  $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$

(b) EW 方向

要素番号	通り	$\tau_2^{*1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2^{*2}$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	1	2.44	0.531
(2)		2.48	0.540
(3)		2.53	0.552
(4)		2.60	0.567
(5)	5	2.48	0.540
(6)		2.49	0.543
(7)		2.54	0.553
(8)		2.62	0.570

注記\*1:  $\tau_2 = 1.35 \cdot \tau_1$

\*2:  $\gamma_2 = 3 \cdot \gamma_1$



(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、各層の終局せん断応力度を算出する。

RC造耐震壁の各要素におけるせん断力のスケルトンカーブの終局点の設定根拠を表3-6に示す。また、緊急時対策建屋のO.P.51.5m~O.P.57.3mについて、各耐震壁の配筋を示したものを図3-2に示す。

表3-6 せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点)

(a)NS 方向

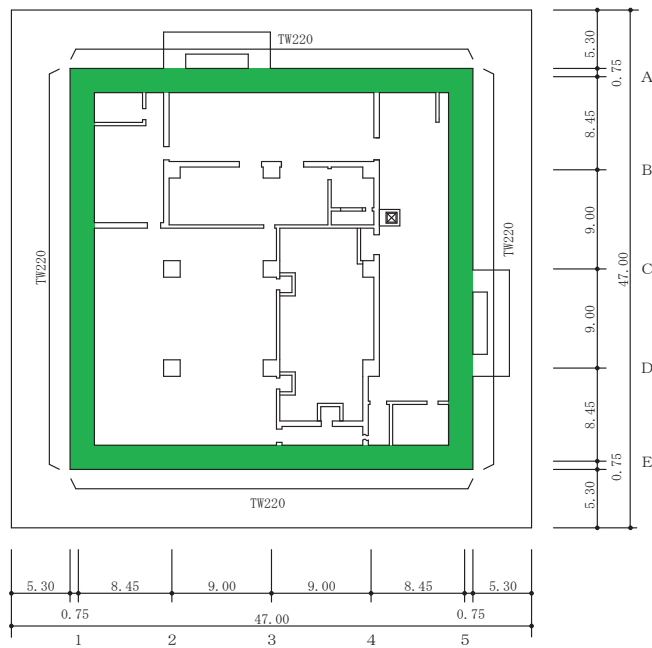
要素番号	通り	$P_V$ (%)	$P_H$ (%)	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	A	1.914	1.914	0.291	0.240	7.64	4.00
(2)		2.036	2.036	0.306	0.302	7.67	4.00
(3)		1.800	1.800	0.390	0.353	7.46	4.00
(4)		2.073	2.073	0.519	0.458	7.67	4.00
(5)	E	1.914	1.914	0.219	0.240	7.63	4.00
(6)		2.036	2.036	0.295	0.293	7.67	4.00
(7)		1.800	1.800	0.376	0.366	7.45	4.00
(8)		2.073	2.073	0.491	0.468	7.67	4.00

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積

(b)EW 方向

要素番号	通り	$P_V$ (%)	$P_H$ (%)	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ (N/mm <sup>2</sup> )	M/QD	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	1	1.914	1.914	0.223	0.240	7.63	4.00
(2)		2.036	2.036	0.284	0.297	7.67	4.00
(3)		1.800	1.800	0.373	0.360	7.45	4.00
(4)		2.073	2.073	0.487	0.463	7.67	4.00
(5)	5	1.914	1.914	0.284	0.240	7.64	4.00
(6)		2.036	2.036	0.313	0.298	7.67	4.00
(7)		1.800	1.800	0.387	0.359	7.45	4.00
(8)		2.073	2.073	0.515	0.462	7.67	4.00

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積



(単位：m)

地下 2 階伏図

記号*	縦筋	横筋
TW220	内： D38@200 (5 段)	内： D38@200 (5 段)
	外： D38@200 (3 段)	外： D38@200 (3 段)

注記\*：記号に含まれる数値は壁厚 (cm) を表す。(例：TW220 なら 220cm)

図 3-2 耐震壁の配筋 (0. P. 51. 5m~0. P. 57. 3m)

#### 4. まとめ

緊急時対策建屋におけるせん断力のスケルトンカーブの設定について整理した。算出したせん断力のスケルトンカーブの諸数値を表 4-1 に示す。

表 4-1 緊急時対策建屋のせん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

(a)NS 方向

要素 番号	通り	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	A	1.84	0.180	2.48	0.541	7.64	4.00
(2)		1.84	0.181	2.49	0.543	7.67	4.00
(3)		1.88	0.185	2.54	0.554	7.46	4.00
(4)		1.94	0.190	2.62	0.571	7.67	4.00
(5)	E	1.80	0.177	2.44	0.531	7.63	4.00
(6)		1.84	0.180	2.48	0.541	7.67	4.00
(7)		1.88	0.184	2.53	0.552	7.45	4.00
(8)		1.93	0.189	2.60	0.567	7.67	4.00

(b)EW 方向

要素 番号	通り	第 1 折点		第 2 折点		終局点	
		$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
(1)	1	1.81	0.177	2.44	0.531	7.63	4.00
(2)		1.83	0.180	2.48	0.540	7.67	4.00
(3)		1.88	0.184	2.53	0.552	7.45	4.00
(4)		1.93	0.189	2.60	0.567	7.67	4.00
(5)	5	1.83	0.180	2.48	0.540	7.64	4.00
(6)		1.85	0.181	2.49	0.543	7.67	4.00
(7)		1.88	0.184	2.54	0.553	7.45	4.00
(8)		1.94	0.190	2.62	0.570	7.67	4.00

別紙 1-3 緊急時対策建屋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

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1-3- 1
1.1 検討概要.....	別紙 1-3- 1
1.2 検討方針.....	別紙 1-3- 2
2. 材料物性の不確かさの分析.....	別紙 1-3- 3
2.1 建屋剛性の不確かさ.....	別紙 1-3- 3
2.2 地盤物性の不確かさ.....	別紙 1-3- 4
3. 材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定.....	別紙 1-3- 5
3.1 設計用地震力の設定方法.....	別紙 1-3- 5
3.2 材料物性の不確かさの設定.....	別紙 1-3- 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 1-3- 9
4.1 検討概要.....	別紙 1-3- 9
4.2 不確かさの影響検討.....	別紙 1-3-12
4.3 まとめ.....	別紙 1-3-41
5. 機器・配管系評価への影響.....	別紙 1-3-42

別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

## 1. 概要

### 1.1 検討概要

本資料は、緊急時対策建屋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屋剛性（コンクリート剛性）及び地盤物性（地盤のせん断波速度）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。また、検討結果を踏まえ建物・構築物の耐震性評価において、材料物性の不確かさを考慮して設定する設計用地震力を検討する。さらに、材料物性の不確かさの影響評価として、機器・配管系の評価への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、建屋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屋剛性は、コンクリートの設計基準強度に基づき設定しているが、今後の地震の発生により初期剛性が変動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、地盤物性は実測した地盤のせん断波速度を用いて算出していることから、地盤のせん断波速度の不確かさが建屋応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建屋剛性の不確かさ要因としてはコンクリート剛性を、地盤物性の不確かさ要因としては地盤のせん断波速度を考慮することとし、それぞれの不確かさが建屋応答及び耐震安全性に及ぼす影響について考察を行い、耐震性評価における材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定について検討する。また、建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建屋応答並びに建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

注記\*：日本電気協会「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」，第 29 回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7，平成 20 年 1 月 18 日



## 2. 材料物性の不確かさの分析

### 2.1 建屋剛性の不確かさ

初期剛性の多少の違いが応答結果に与える影響は小さいが、一方で、既設建屋は過去の中小地震も含めた記録では時間経過に伴い剛性が低下する傾向の他に、更新地震によっても剛性が低下する傾向が認められていることから、初期剛性低下の影響を保守的に反映するモデルを不確かさケースとして採用している。緊急時対策建屋は新設建屋であり地震の影響を受けていないこと、また評価基準値（耐震壁の最大応答せん断ひずみ： $2.0 \times 10^{-3}$ ）に対して十分な余裕を有しているため、耐震安全性は基本ケースの解析で確認可能と考えるが、念のため初期剛性の不確かさとして 0.8 倍を考慮することで設計における保守性を確保する。なお、0.8 倍の設定にあたっては、以下①～④に示すとおり、今回工認における新設建屋（緊急用電気品建屋及び緊急時対策建屋）の構造的特徴と既設建屋（原子炉建屋）との類似性や、新設建屋の詳細設計及び基準地震動  $S_s$  に対する応答結果を踏まえて総合的に判断の上設定した。

- ① 新設建屋は岩盤に設置し、地下階を有する計画としている。主たる耐震要素は RC 造耐震壁であり全方向に耐震壁が配置されたマッシブな構造となっており、類似既設建屋（原子炉建屋）の 3.11 地震時の剛性低下率はオペフロ下部で NS 方向 0.75 倍、EW 方向 0.80 倍
- ② 新設建屋のうち、緊急用電気品建屋の基準地震動  $S_s$  入力時の剛性低下率は、NS 方向、EW 方向ともに 1.0 倍（剛性低下無）
- ③ 新設建屋のうち、緊急時対策建屋の基準地震動  $S_s$  入力時の剛性低下率は、NS 方向：0.82 倍、EW 方向：0.80 倍
- ④ 新設建屋も既設建屋と同様のコンクリート材料を使用することから、補足-620-1 に示す耐震実験 [3] の結果を踏まえ、コンクリートの乾燥収縮の進展と地震の重畳による初期剛性低下の可能性を考慮

建屋剛性の不確かさを考慮することにより、部材の発生応力については、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、耐力については変動しない。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が低下することから、基本ケースよりも大きくなると考えられる。

よって、建屋の耐震性評価において、建屋剛性の不確かさを考慮する。ただし、既設建屋においては鉛直方向では水平方向に比べ建設時からの剛性低下は小さく、これまでの地震の経験において設計剛性を下回っていないこと、建屋シミュレーション解析では既工認モデルで記録を再現できたことから、基本ケースで既工認モデルの剛性を採用し、不確かさは考慮しないこととしており、緊急時対策建屋においても同様とする。

## 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、地盤のせん断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、建屋への入力地震動の特性が変動し、建屋に考慮すべき設計用地震力も変動すると考えられる。

よって、緊急時対策建屋の耐震性評価において、地盤物性の不確かさを考慮する。

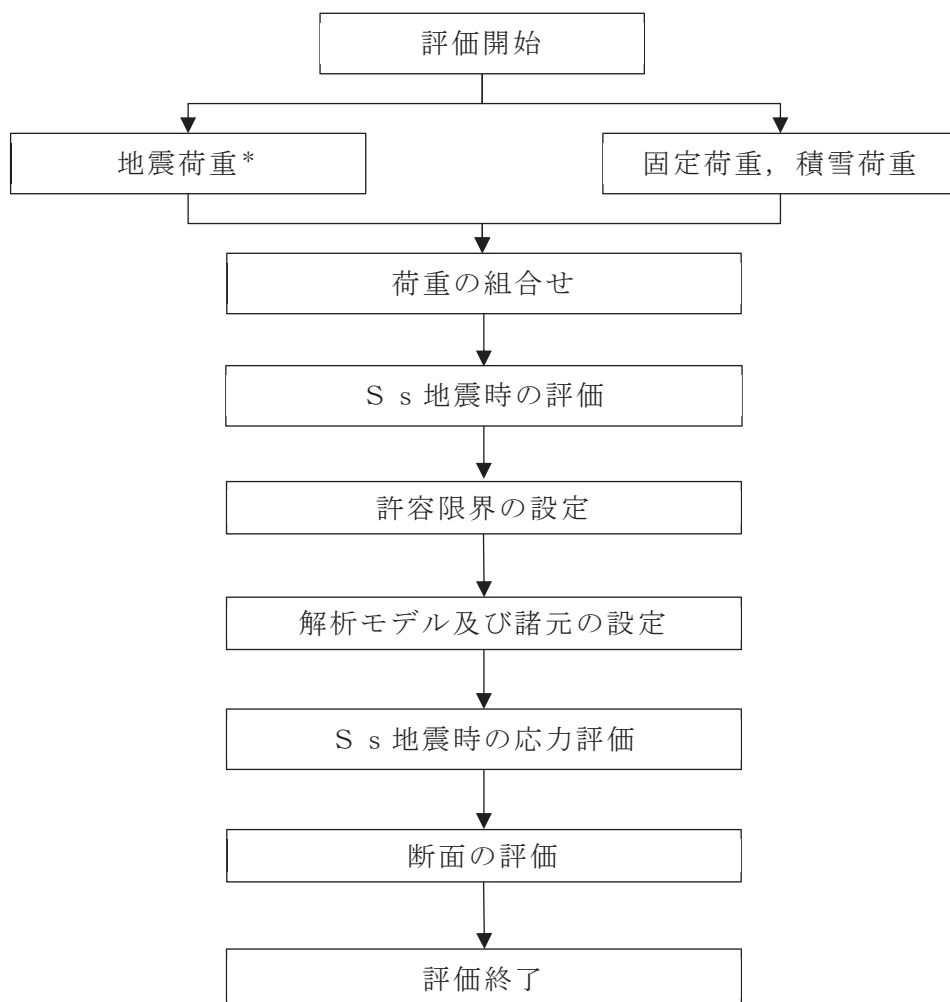
### 3. 材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力の設定

#### 3.1 設計用地震力の設定方法

基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースの地震荷重を用いた解析を実施することで、材料物性の不確かさを設計用地震力として考慮する。不確かさを考慮したケースの質点系モデルによる地震応答解析は、基本ケースにおける建屋応答を確認したうえで、建屋応答への影響の大きい入力動に対して実施する（「別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」参照）。材料物性の不確かさを地震荷重として考慮した建屋の耐震性評価フローの例を図 3-1 に示す。

耐震性評価において、地震荷重は、質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値から算出し、解析モデルの各節点に配分することにより考慮している。質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値は、基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケース（以下「検討ケース」という。）ごとに異なるため、保守的な評価として、各質点において、検討ケースごとに得られた応答値のうち最大の応答値から算出される地震荷重を採用することとする。

材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を「別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果」に示す。



注記\*：建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮する

図 3-1 建屋耐震性評価フロー（応力解析による評価）

### 3.2 材料物性の不確かさの設定

材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの応答値の算出にあたり、建屋剛性および地盤のせん断波速度の不確かさを設定する。

建屋剛性の不確かさは、コンクリートの設計基準強度に基づいて設定した基本ケースの初期剛性に0.8倍を乗じて設定する。基本ケースの初期剛性を表3-1に、不確かさを考慮した初期剛性を表3-2に示す。なお、鉛直方向には建屋剛性の不確かさを考慮しない。

表 3-1 基本モデルの初期剛性

部位	方向	ヤング係数 E ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )	せん断弾性係数 G ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )
耐震壁・基礎版	NS	2.44	1.02
	EW		

表 3-2 剛性低下を考慮した初期剛性

部位	方向	ヤング係数 E ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )	せん断弾性係数 G ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ )
耐震壁・基礎版	NS	1.95	0.816
	EW		

地盤物性の不確かさの影響検討においては、弾性波速度試験結果に基づく地盤のせん断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せん断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、初期せん断波速度に対して標準偏差に相当するばらつきを考慮する。地盤のせん断波速度の不確かさを表 3-3 に示す。

表 3-3 地盤のせん断波速度の不確かさ

	O. P. (m)	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
側面地盤	62.0	290	310	270
	61.3	710	760	660
	60.2	680	730	630
	52.8	670	710	630
	52.5	1330	1420	1240
底面地盤	45.5	1330	1420	1240
	37.7	2080	2220	1940
	23.8	2510	2680	2340
	10.4	2500	2670	2330
	-200.0	2500	2670	2330

#### 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、建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮したモデルにより固有値解析を実施し、建屋の応答並びに耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

##### 4.1 検討概要

建屋剛性及び地盤物性（地盤のせん断波速度）の不確かさを考慮して検討ケースを定め、建屋応答への影響を確認する。

検討ケースを表 4-1 に、緊急時対策建屋の地震応答解析モデルを図 4-1 に示す。ここで、建屋剛性をコンクリートの設計基準強度に基づき評価した剛性、地盤のせん断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 検討ケース一覧

ケース名	建屋減衰	コンクリート剛性		地盤のせん断波速度
		初期剛性	終局耐力	
ケース 1 (基本ケース)	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		平均値
ケース 2 (地盤物性+ $\sigma$ )	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		+ $\sigma$ 相当
ケース 3 (地盤物性- $\sigma$ )	5%	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価		- $\sigma$ 相当
ケース 4 (建屋剛性考慮)	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	平均値
ケース 5 (建屋剛性考慮, 地盤物性+ $\sigma$ )	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	+ $\sigma$ 相当
ケース 6 (建屋剛性考慮, 地盤物性- $\sigma$ )	5%	基本ケースの 0.8 倍	設計基準強度に基づき JEAG 式で評価	- $\sigma$ 相当

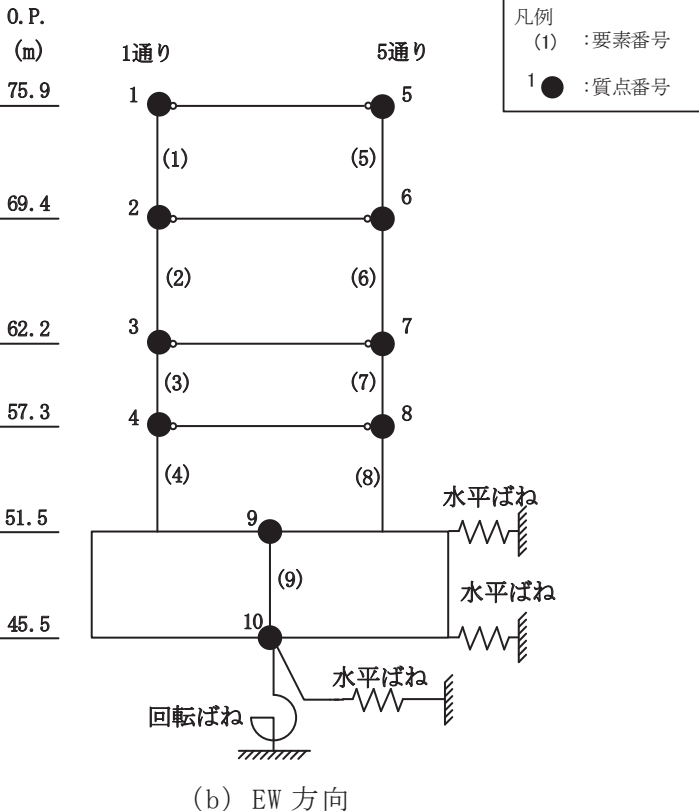
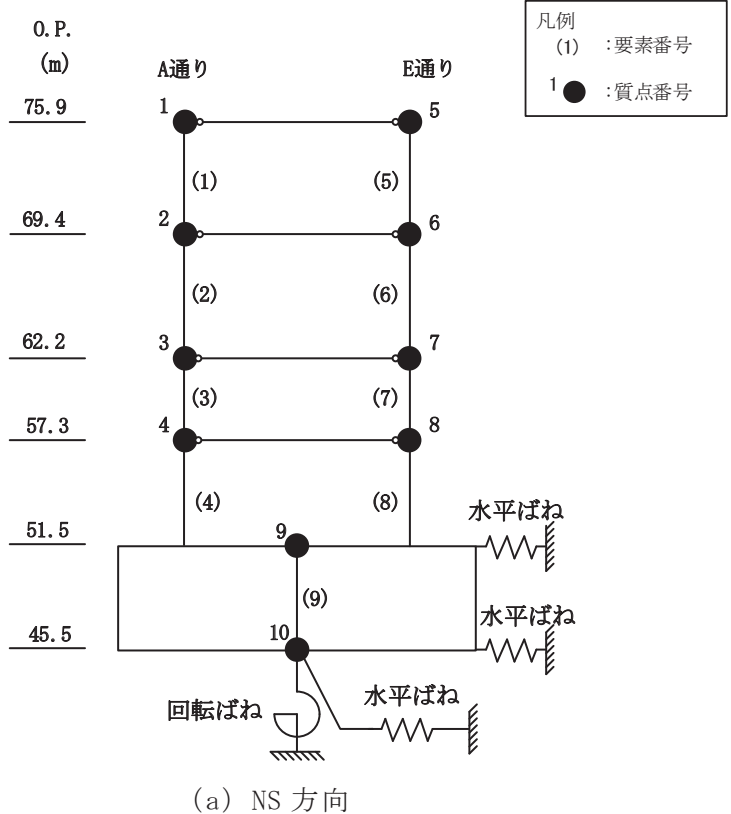
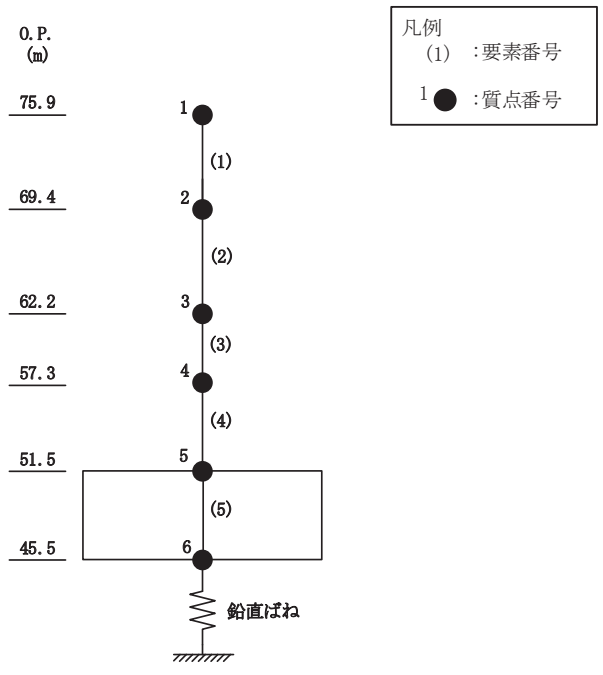


図 4-1(1) 地震応答解析モデル (水平方向)





(c) UD 方向

図 4-1(2) 地震応答解析モデル (鉛直方向)

## 4.2 不確かさの影響検討

### 4.2.1 建屋剛性変動による影響

#### (1) 影響評価方針

建屋剛性を変動させたケース（ケース 4）の固有値解析を実施し，基本ケースの結果と比較する。

#### (2) 固有値解析結果

建屋剛性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-2，刺激関数図を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について，最大で低振動数側に 9%シフトした。

表 4-2 固有値解析結果の比較（単位：Hz）

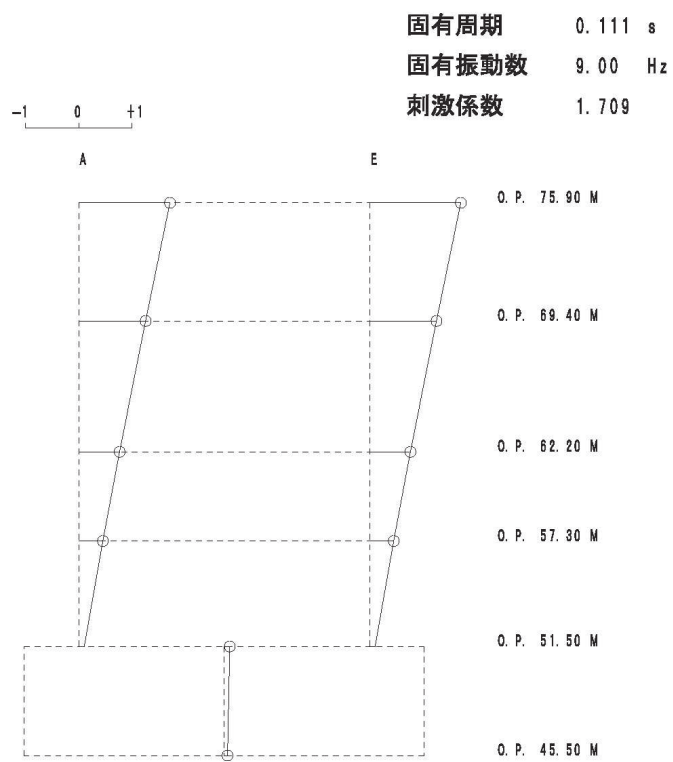
(a) NS 方向

次数	NS 方向	
	ケース 1	ケース 4
1	9.92	9.00 (0.91)
2	21.23	19.40 (0.91)
3	29.45	26.68 (0.91)
4	29.94	27.82 (0.93)

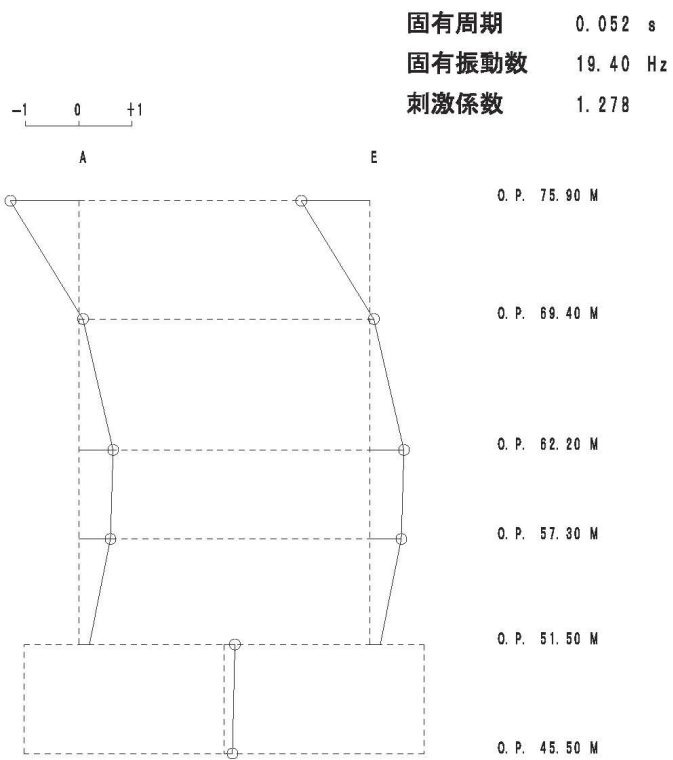
(b) EW 方向

次数	EW 方向	
	ケース 1	ケース 4
1	9.91	8.99 (0.91)
2	21.22	19.38 (0.91)
3	29.33	26.55 (0.91)
4	29.93	27.82 (0.93)

注：（ ）内は基本モデルに対する比率

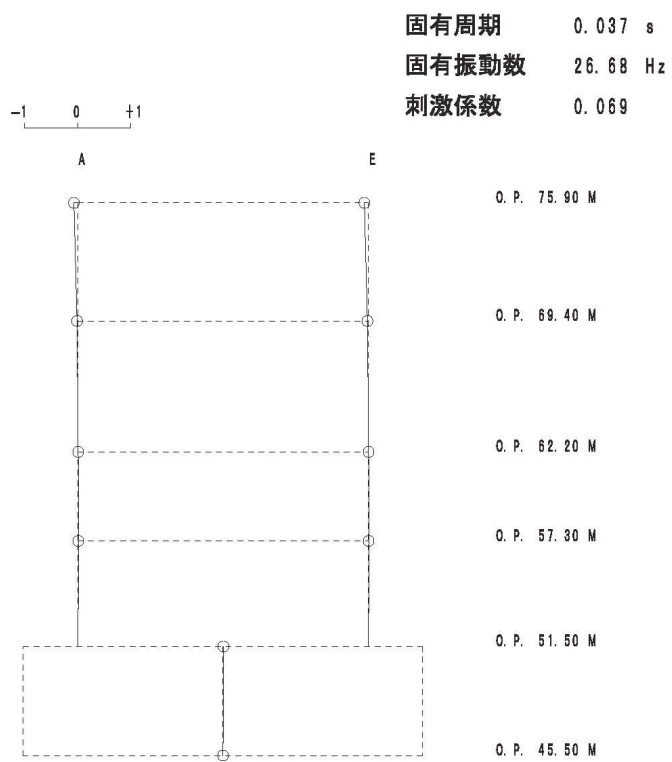


1 次

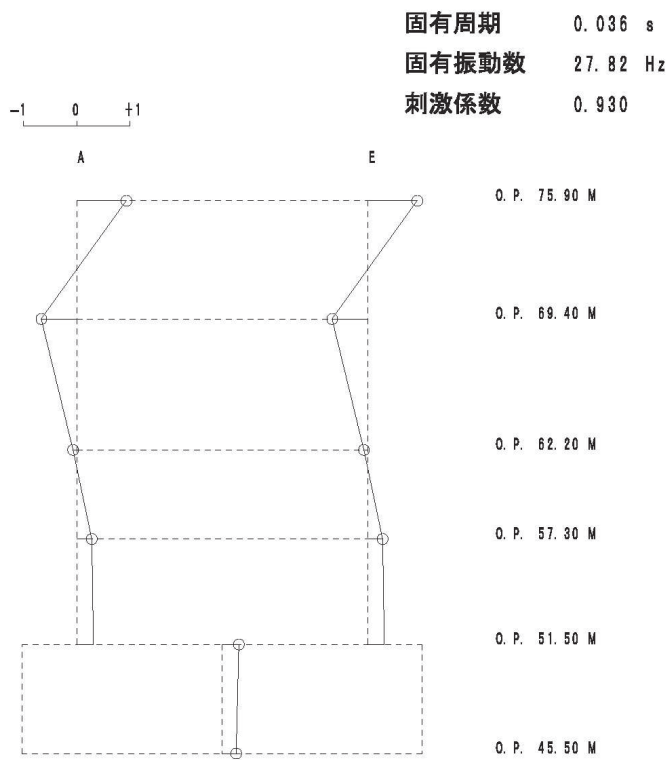


2 次

図 4-2(1) 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向 1 次及び 2 次)

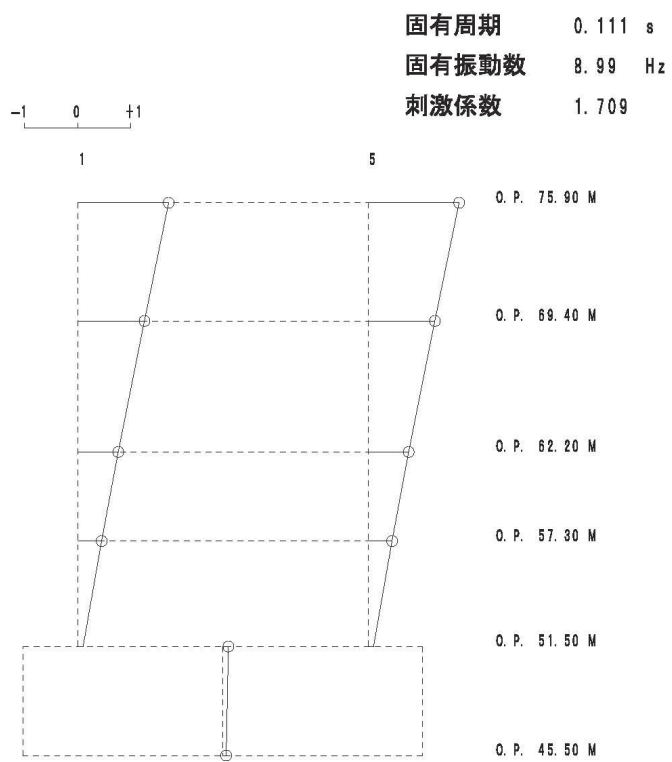


3 次

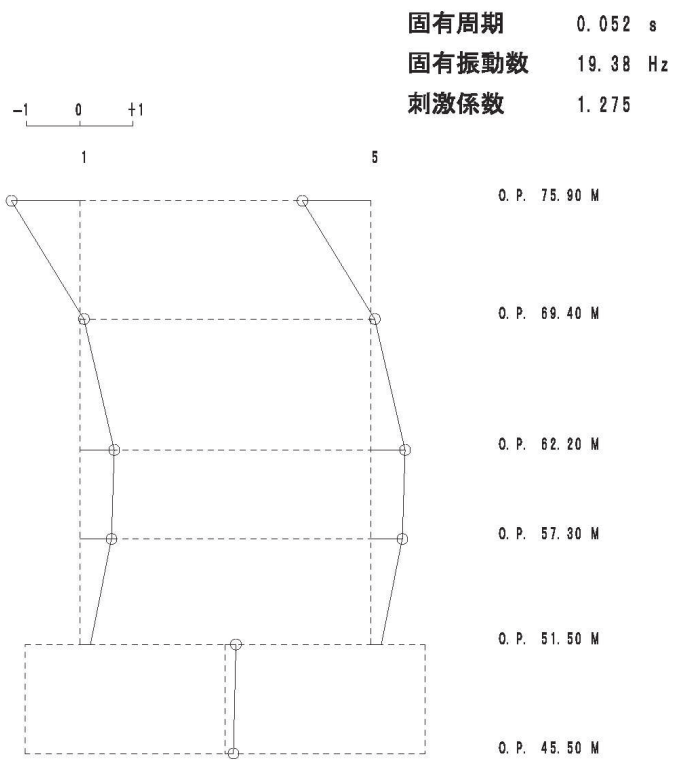


4 次

図 4-2(2) 刺激関数図 (ケース 4) (NS 方向 3 次及び 4 次)

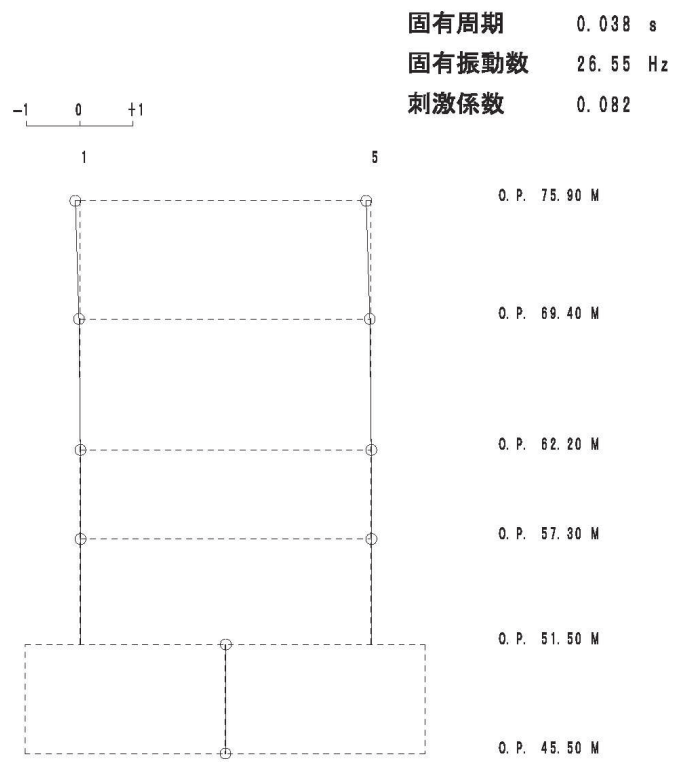


1 次

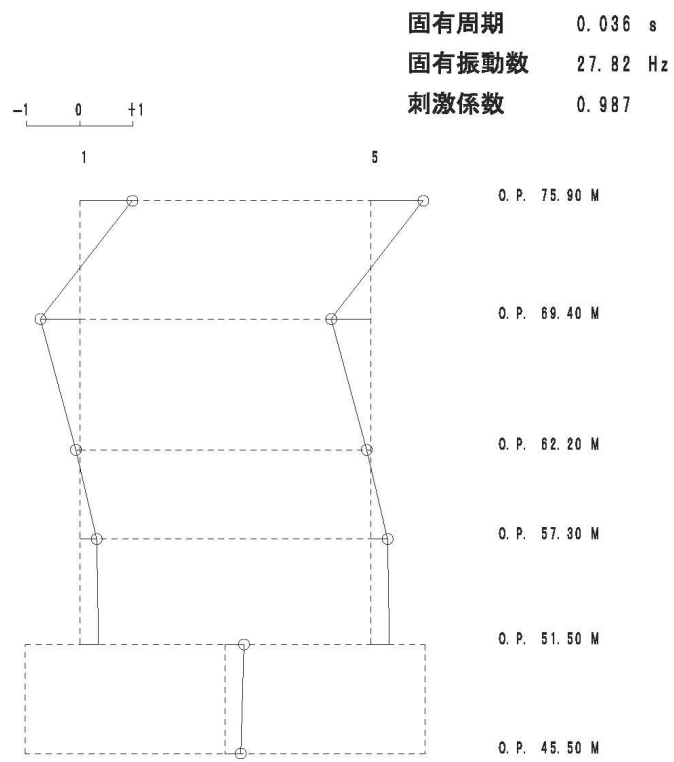


2 次

図 4-3(1) 刺激関数図 (ケース 4) (EW 方向 1 次及び 2 次)



3 次



4 次

図 4-3(2) 刺激関数図 (ケース 4) (EW 方向 3 次及び 4 次)

#### 4.2.2 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ケース(ケース2及びケース3)の固有値解析を実施し、地盤物性を変動させたケースと基本ケースを比較する。

##### (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4-3、刺激関数図を図4-4～図4-9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について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響は小さく、最大で水平方向では2%程度、鉛直方向では4%程度であった。



表 4-3(1) 固有値解析結果の比較 (単位: Hz)

(a) NS 方向

次数	NS 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	9.92	10.01 (1.01)	9.81 (0.99)
2	21.23	21.52 (1.01)	20.86 (0.98)
3	29.45	29.71 (1.01)	28.88 (0.98)
4	29.94	30.64 (1.02)	29.41 (0.98)

(b) EW 方向

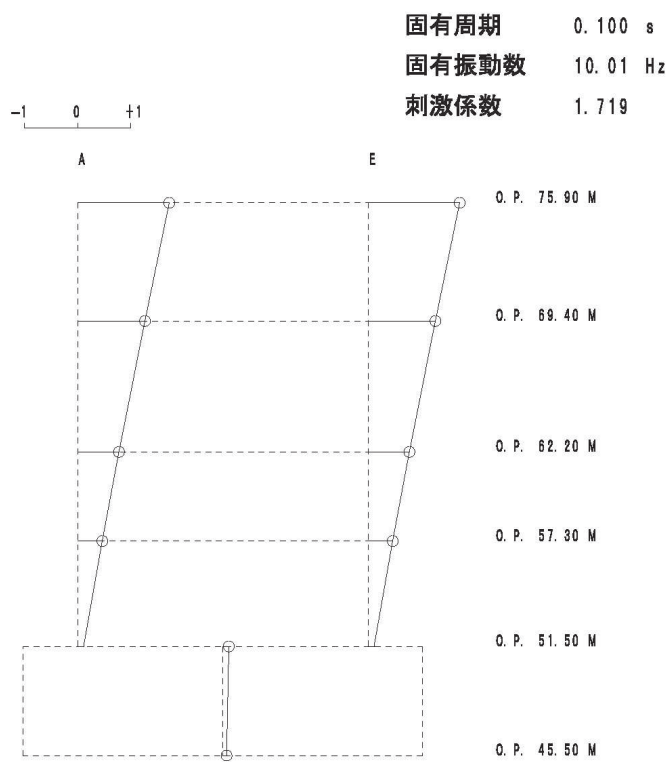
次数	EW 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	9.91	10.00 (1.01)	9.80 (0.99)
2	21.22	21.50 (1.01)	20.84 (0.98)
3	29.33	29.58 (1.01)	28.81 (0.98)
4	29.93	30.63 (1.02)	29.36 (0.98)

注: ( ) 内は基本モデルに対する比率

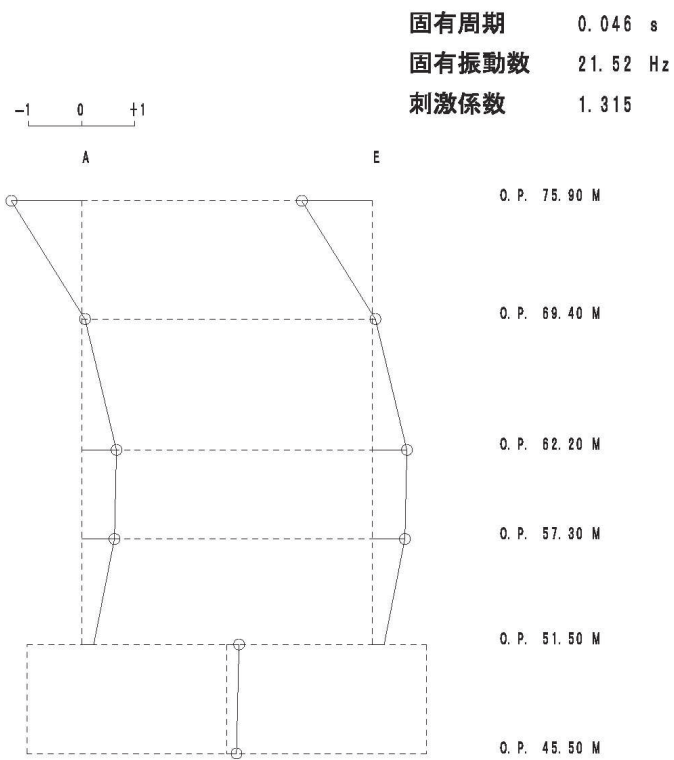
表 4-3(2) 固有値解析結果の比較 (単位: Hz)  
(c)UD 方向

次数	UD 方向		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3
1	19.74	20.39 (1.03)	18.99 (0.96)
2	38.13	39.09 (1.03)	37.21 (0.98)
3	60.14	60.36 (1.00)	59.94 (1.00)
4	80.45	80.51 (1.00)	80.40 (1.00)

注: ( ) 内は基本モデルに対する比率

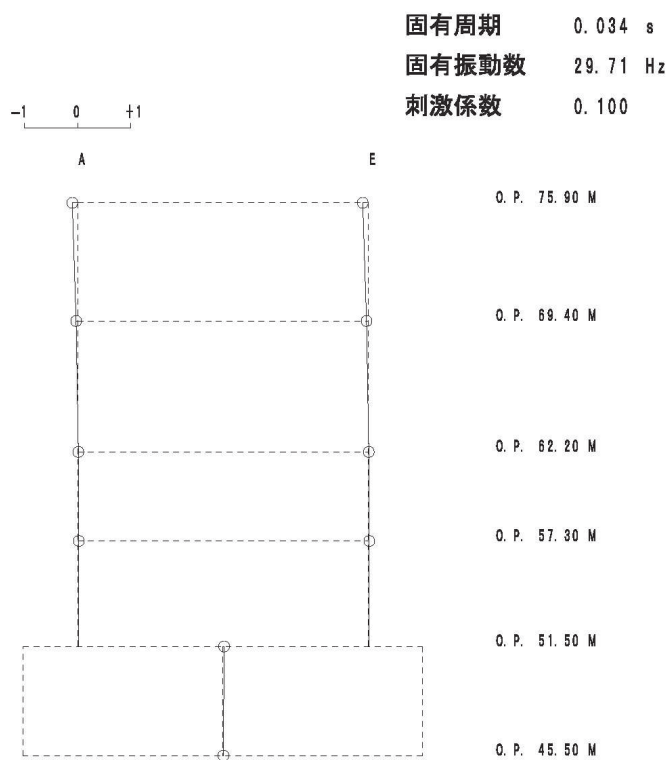


1 次

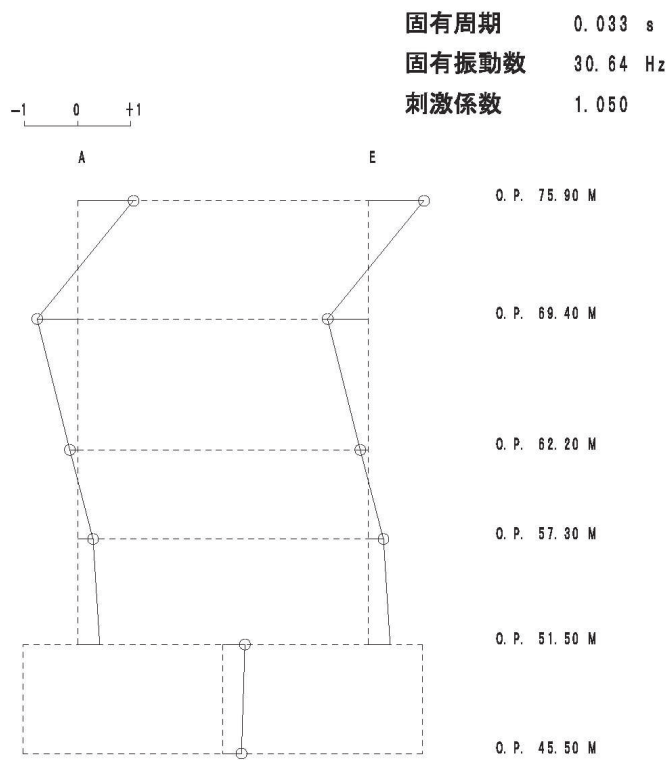


2 次

図 4-4(1) 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向 1 次及び 2 次)

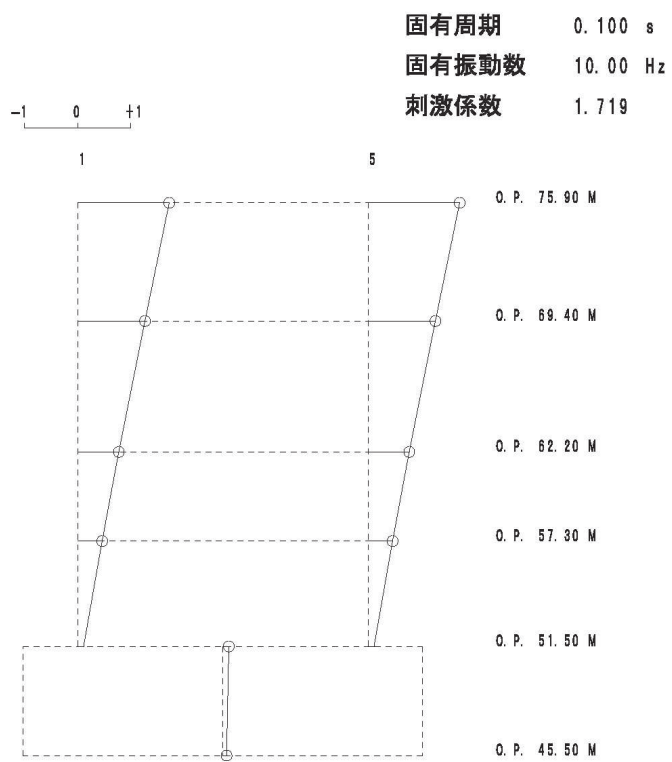


3 次

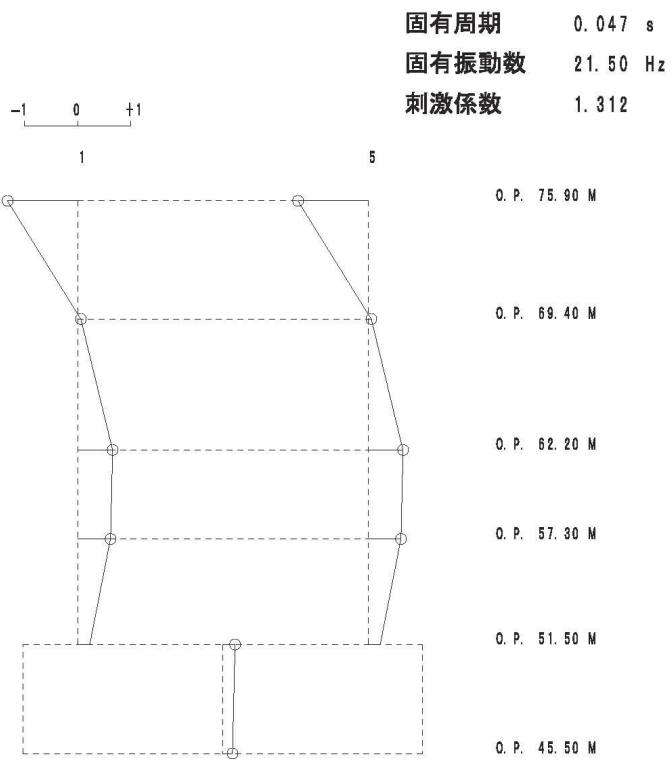


4 次

図 4-4(2) 刺激関数図 (ケース 2) (NS 方向 3 次~4 次)

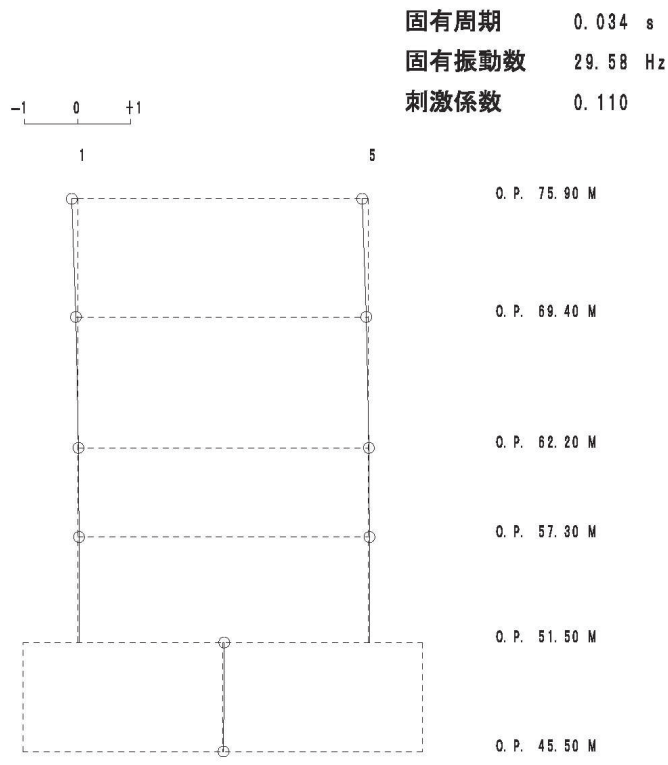


1 次

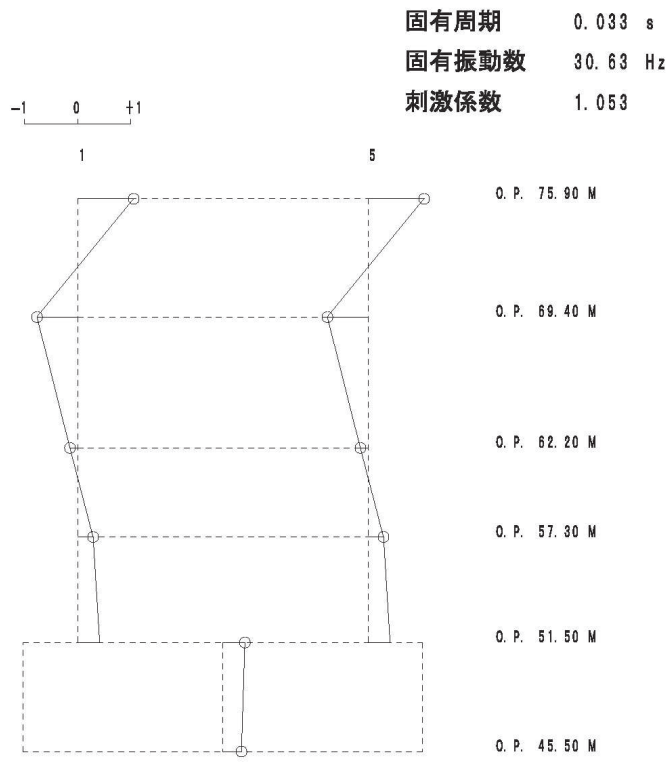


2 次

図 4-5(1) 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向 1 次及び 2 次)

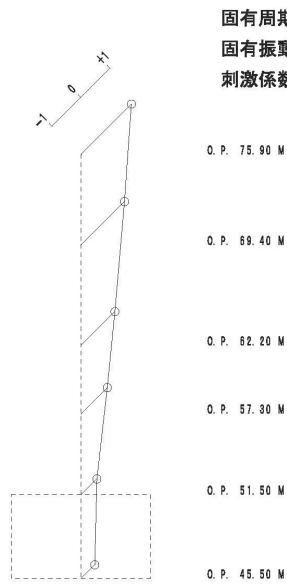


3 次



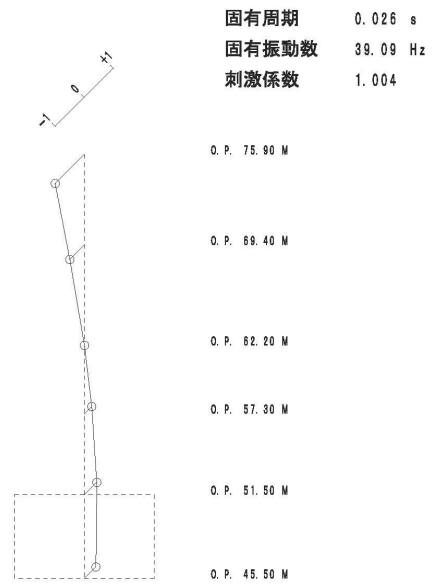
4 次

図 4-5(2) 刺激関数図 (ケース 2) (EW 方向 3 次及び 4 次)



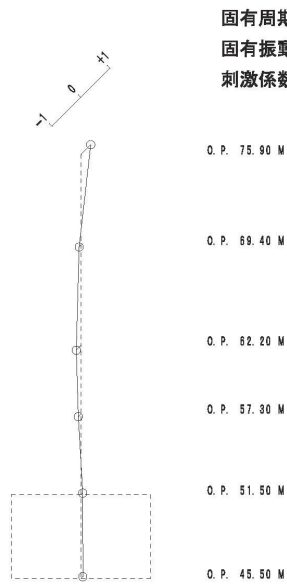
固有周期 0.049 s  
固有振動数 20.39 Hz  
刺激係数 1.735

1 次



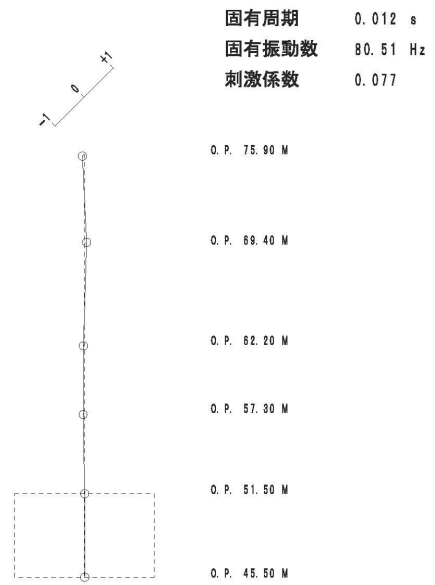
固有周期 0.026 s  
固有振動数 39.09 Hz  
刺激係数 1.004

2 次



固有周期 0.017 s  
固有振動数 60.36 Hz  
刺激係数 0.334

3 次

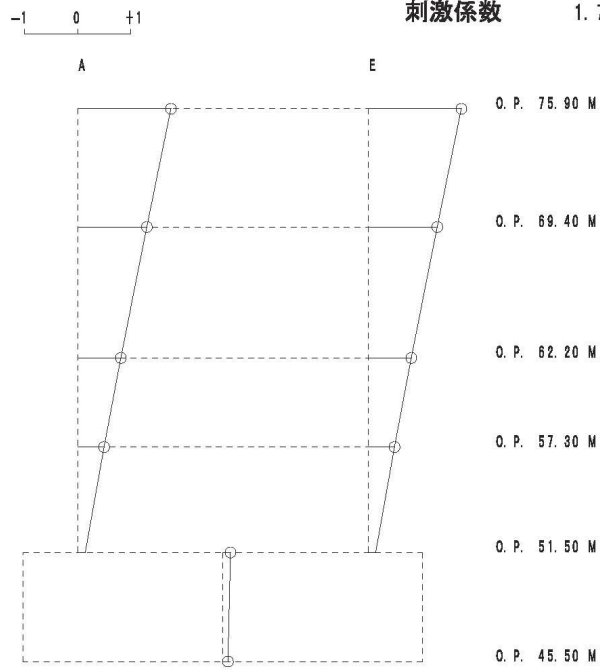


固有周期 0.012 s  
固有振動数 80.51 Hz  
刺激係数 0.077

4 次

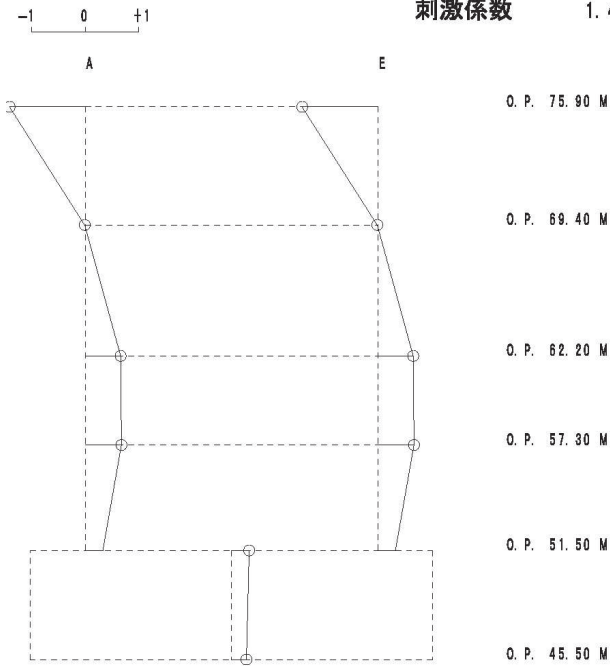
図 4-6 刺激関数図 (ケース 2) (UD 方向 1 次~4 次)

固有周期 0.102 s  
 固有振動数 9.81 Hz  
 刺激係数 1.751



1 次

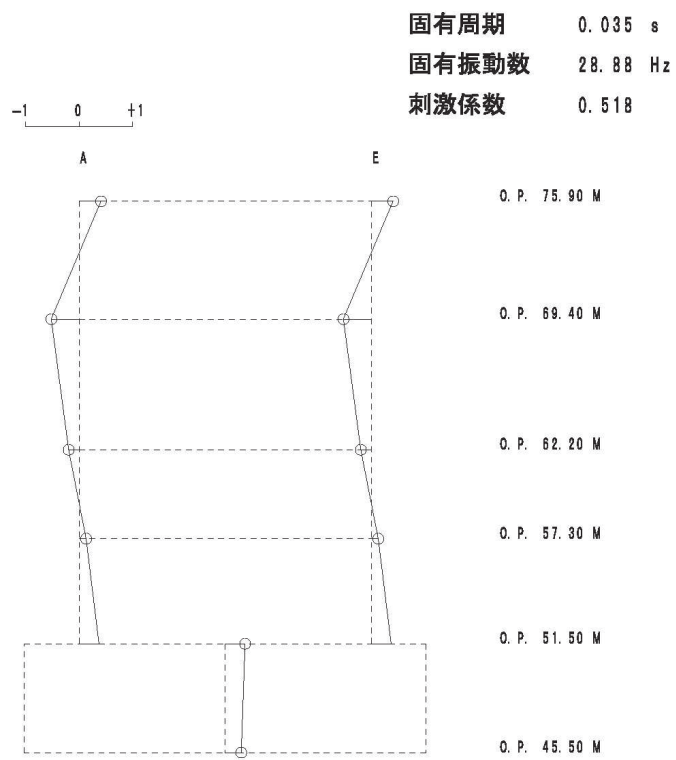
固有周期 0.048 s  
 固有振動数 20.86 Hz  
 刺激係数 1.407



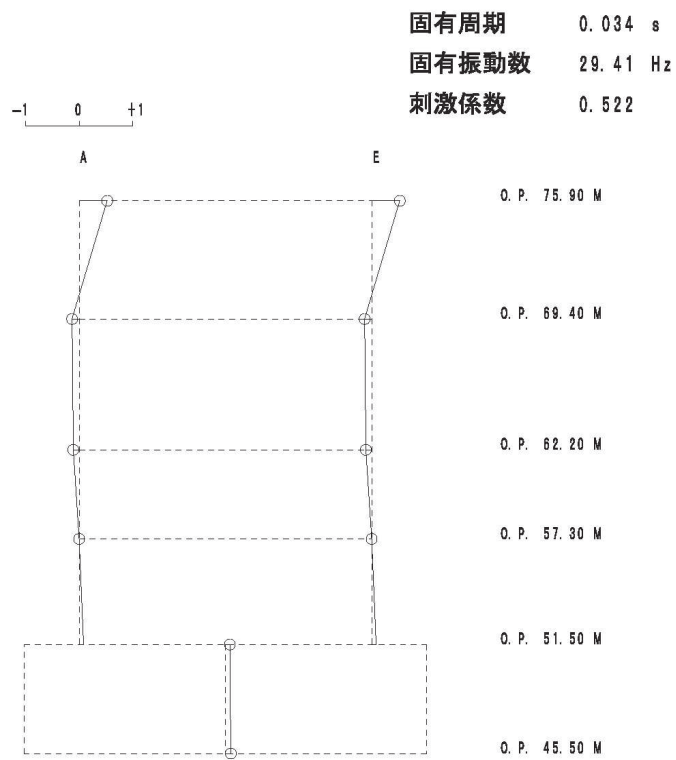
2 次

図 4-7(1) 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向 1 次及び 2 次)



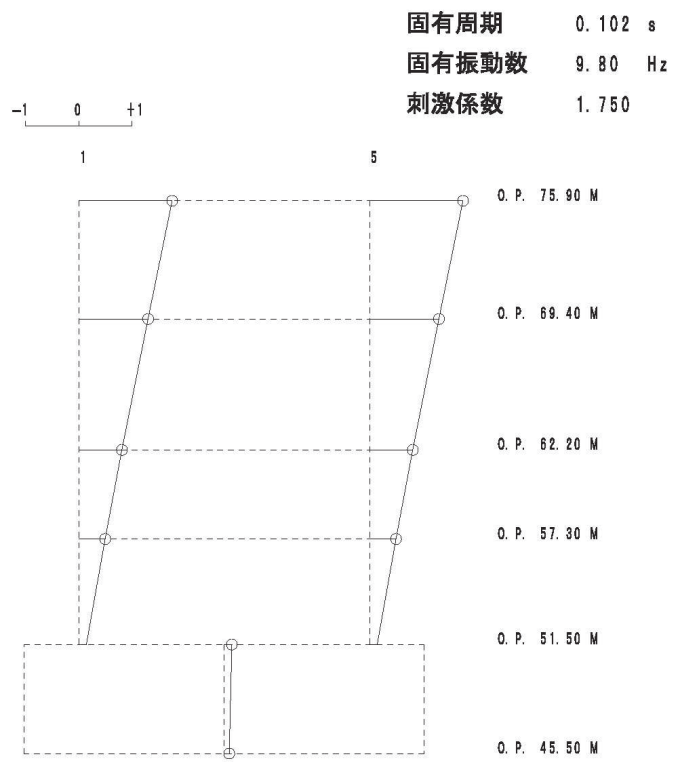


3 次

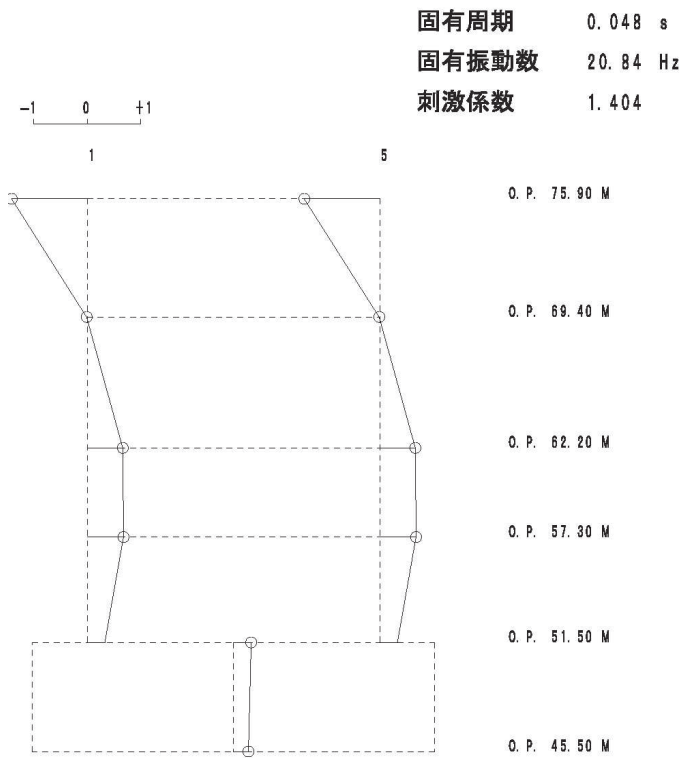


4 次

図 4-7(2) 刺激関数図 (ケース 3) (NS 方向 3 次及び 4 次)

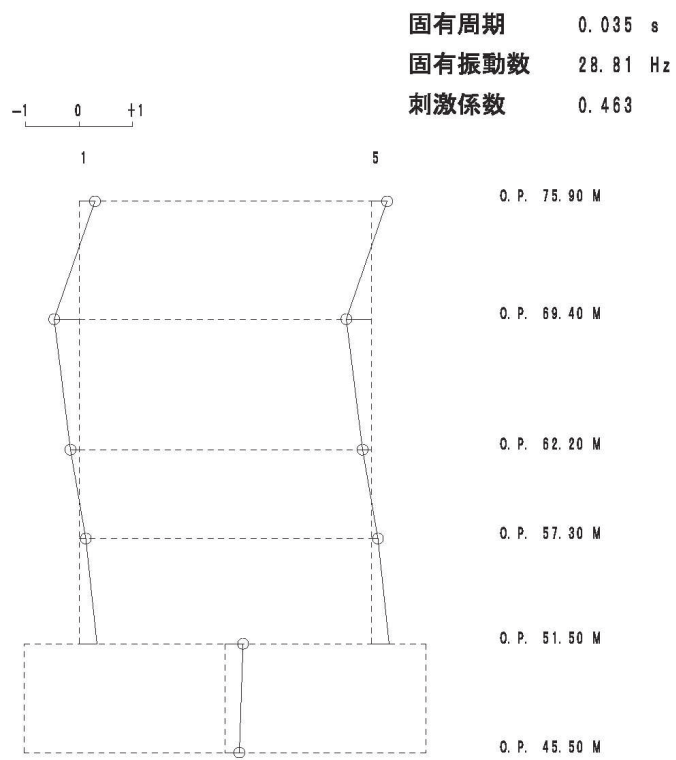


1 次

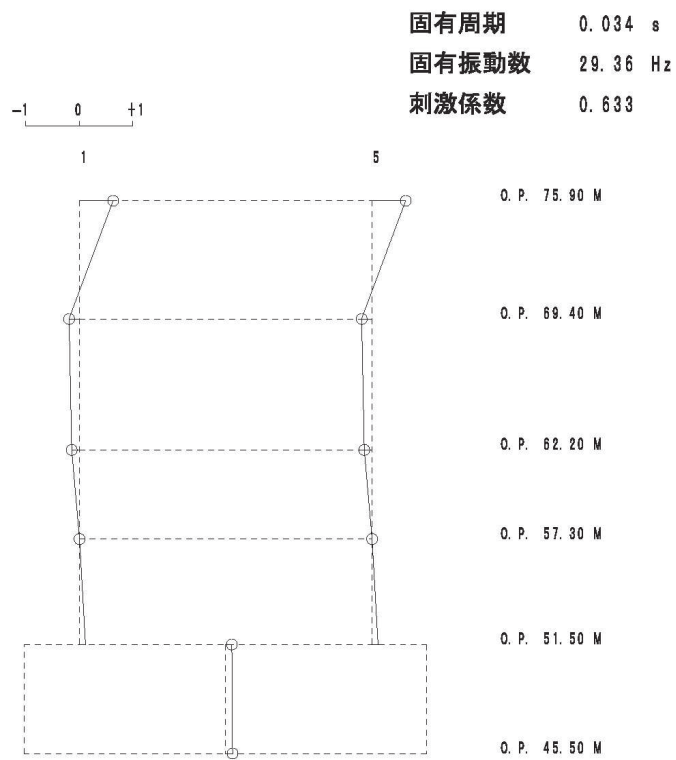


2 次

図 4-8(1) 刺激関数図 (ケース 3) (EW 方向 1 次及び 2 次)



3 次



4 次

図 4-8(2) 刺激関数図 (ケース 3) (EW 方向 3 次及び 4 次)

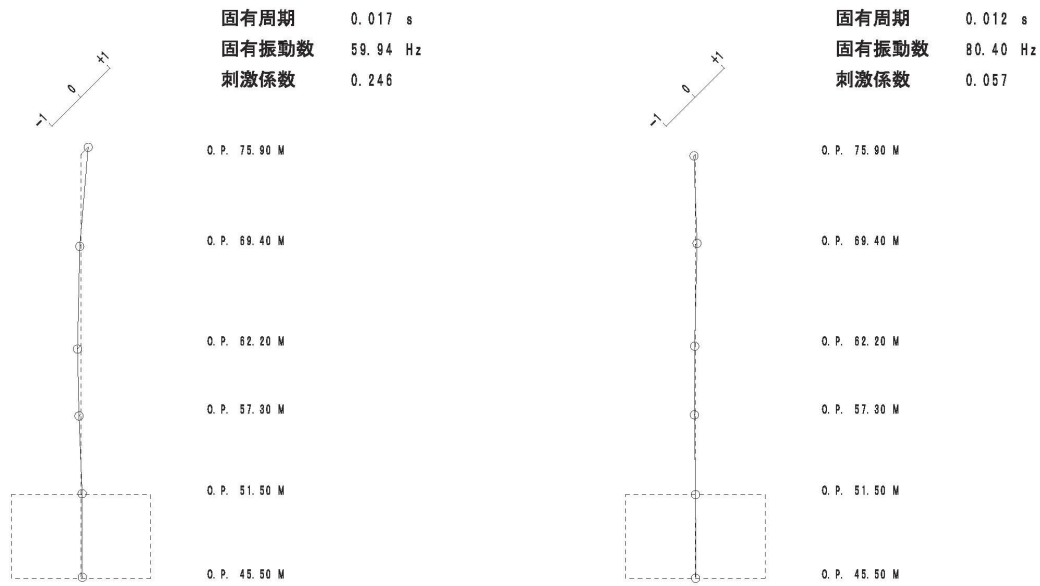
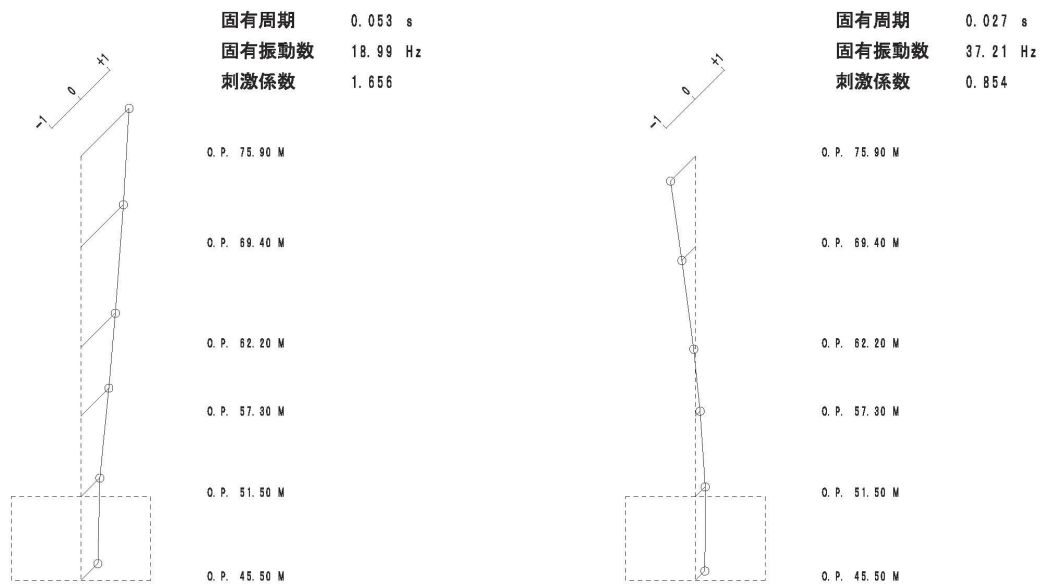


図 4-9 刺激関数図 (ケース 3) (UD 方向 1 次~4 次)

#### 4.2.3 建屋剛性及び地盤物性の変動による影響

##### (1) 影響評価方針

建屋剛性及び地盤物性を変動させたケース（ケース 5 及びケース 6）の固有値解析を実施し、建屋剛性及び地盤物性を変動させたケースと基本ケースを比較する。

##### (2) 固有値解析結果

建屋剛性及び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 4-4、刺激関数図を図 4-10～図 4-13 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性及び地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響は小さいが、建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ のケースで最大 9%程度、建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$ のケースで最大 10%程度低振動数側にシフトした。

表 4-4 固有値解析結果の比較 (単位 : Hz)

(a) NS 方向

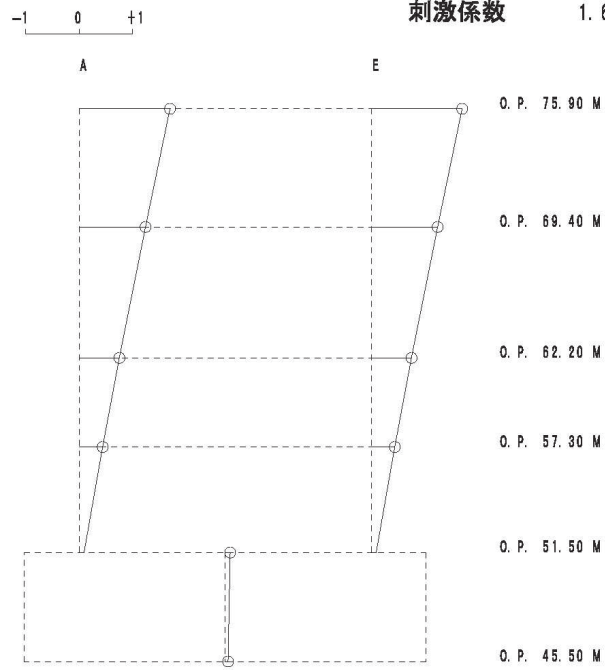
次数	NS 方向		
	ケース 1	ケース 5	ケース 6
1	9.92	9.07 (0.91)	8.92 (0.90)
2	21.23	19.58 (0.92)	19.16 (0.90)
3	29.45	26.79 (0.91)	26.50 (0.90)
4	29.94	28.07 (0.94)	27.17 (0.91)

(b) EW 方向

次数	EW 方向		
	ケース 1	ケース 5	ケース 6
1	9.91	9.06 (0.91)	8.91 (0.90)
2	21.22	19.56 (0.92)	19.14 (0.90)
3	29.33	26.66 (0.91)	26.38 (0.90)
4	29.93	28.15 (0.94)	27.16 (0.91)

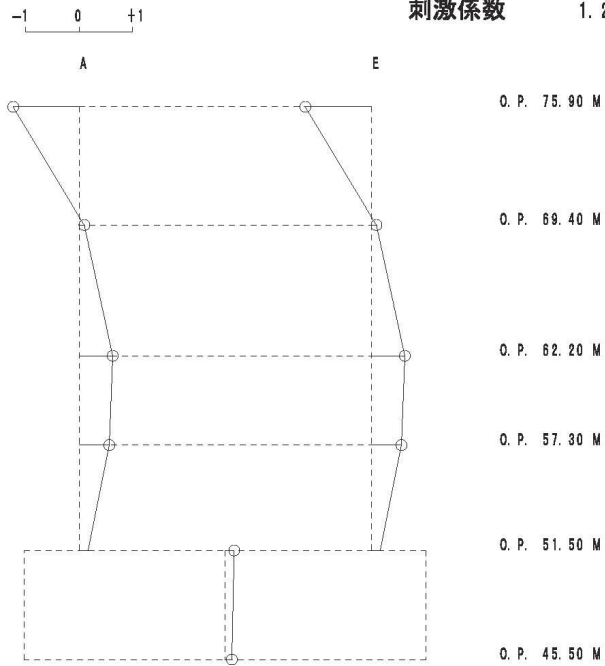
注 : ( ) 内は基本モデルに対する比率

固有周期 0.110 s  
 固有振動数 9.07 Hz  
 刺激係数 1.696



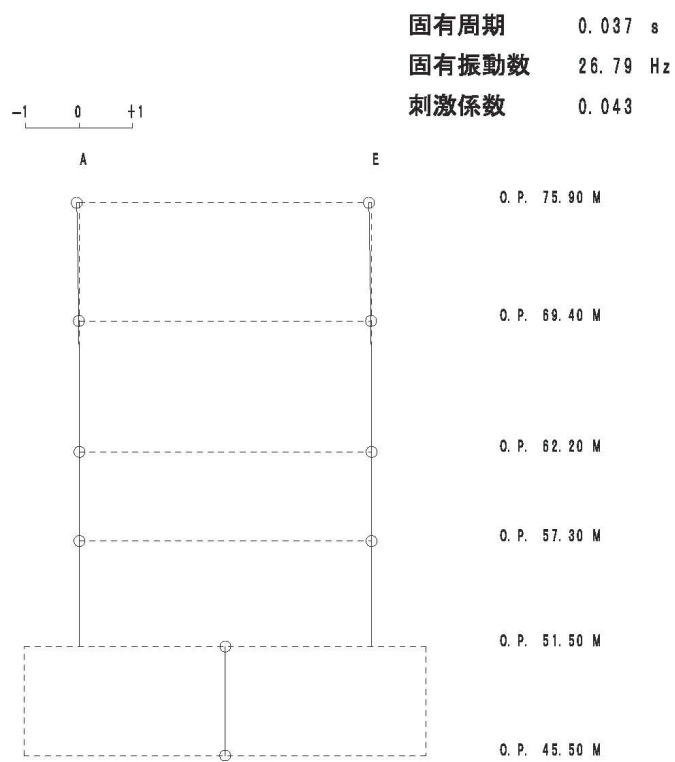
1 次

固有周期 0.051 s  
 固有振動数 19.58 Hz  
 刺激係数 1.227

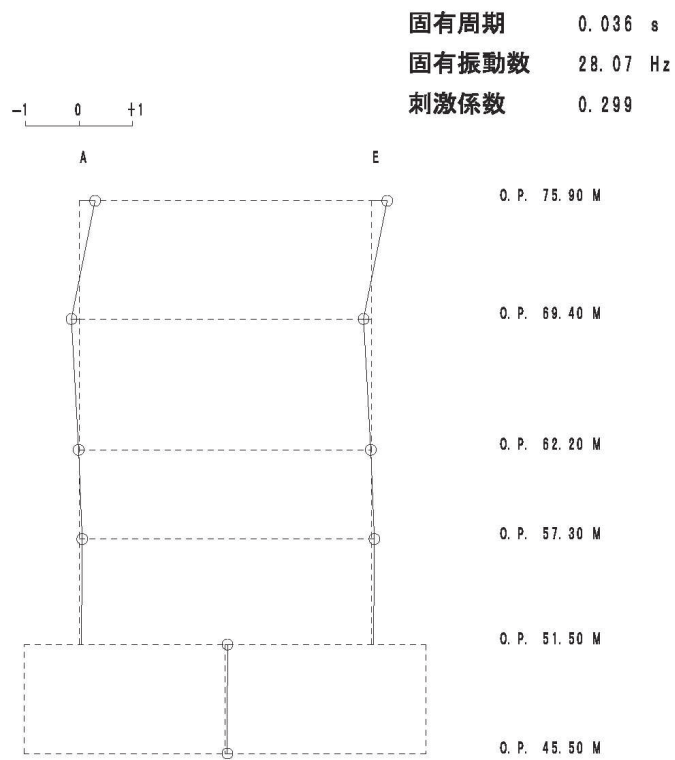


2 次

図 4-10(1) 刺激関数図 (ケース 5) (NS 方向 1 次及び 2 次)



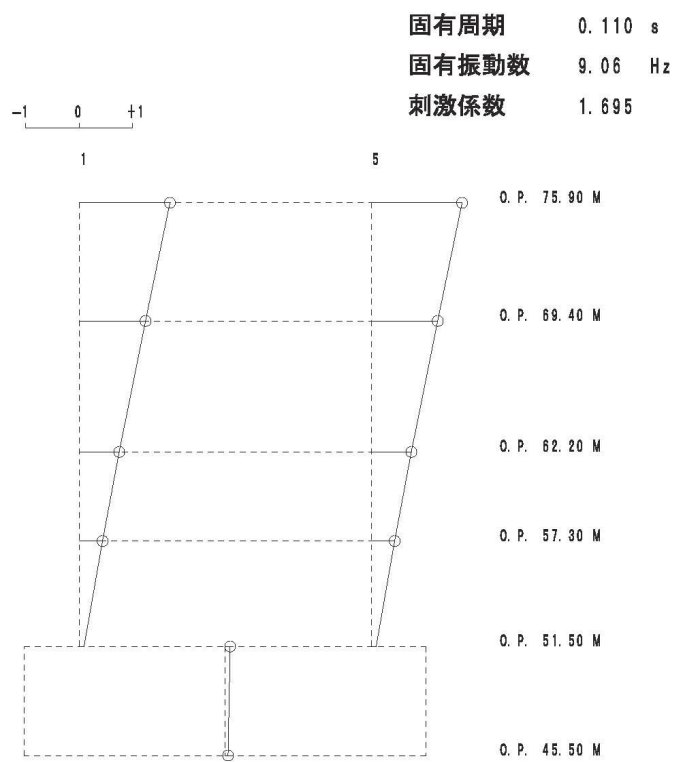
3 次



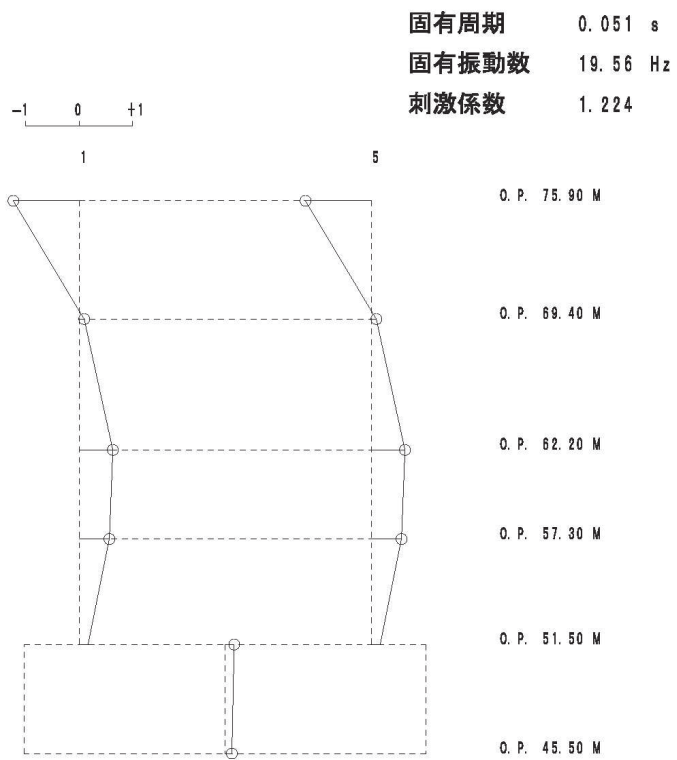
4 次

図 4-10(2) 刺激関数図 (ケース 5) (NS 方向 3 次及び 4 次)





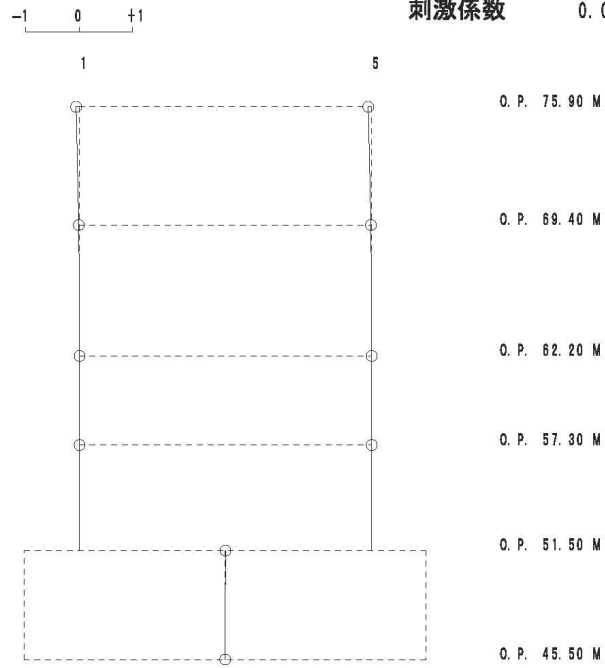
1 次



2 次

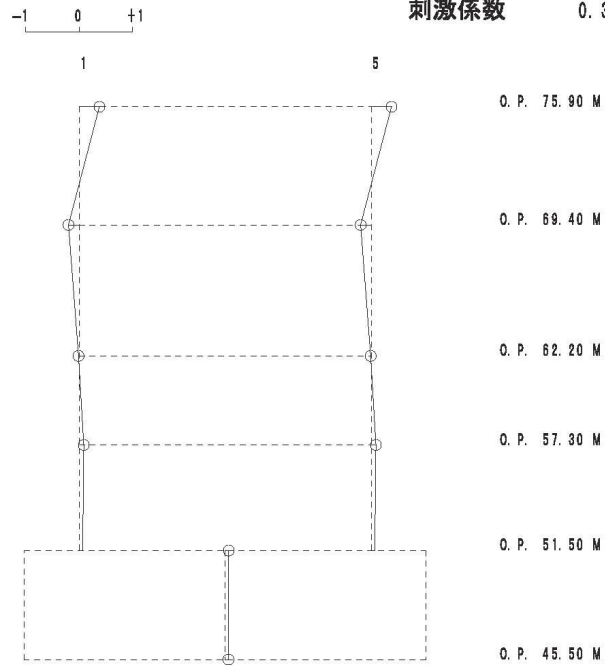
図 4-11(1) 刺激関数図 (ケース 5) (EW 方向 1 次及び 2 次)

固有周期 0.038 s  
 固有振動数 26.66 Hz  
 刺激係数 0.055



3 次

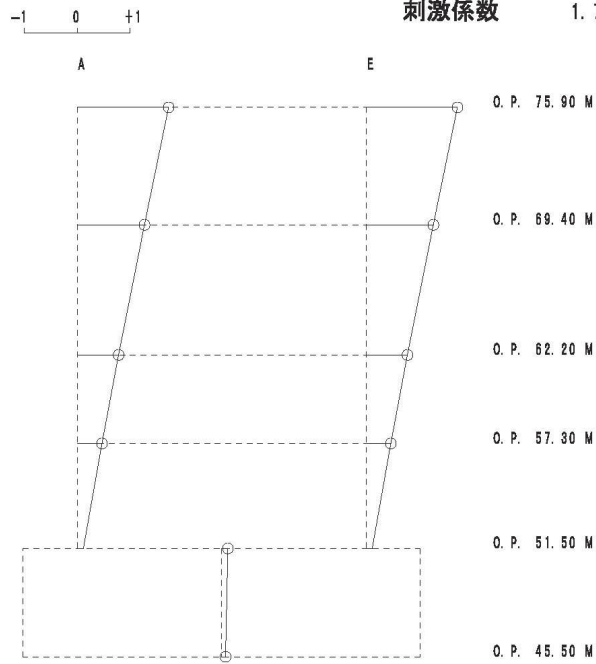
固有周期 0.036 s  
 固有振動数 28.15 Hz  
 刺激係数 0.379



4 次

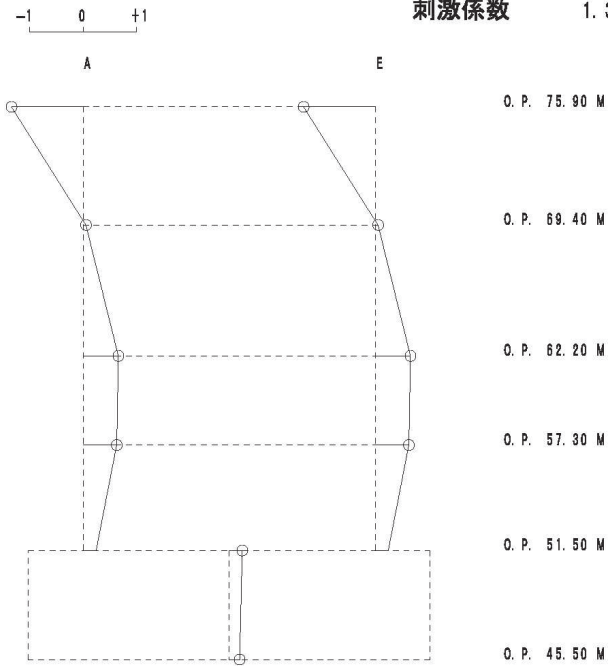
図 4-11(2) 刺激関数図 (ケース 5) (EW 方向 3 次及び 4 次)

固有周期 0.112 s  
 固有振動数 8.92 Hz  
 刺激係数 1.725



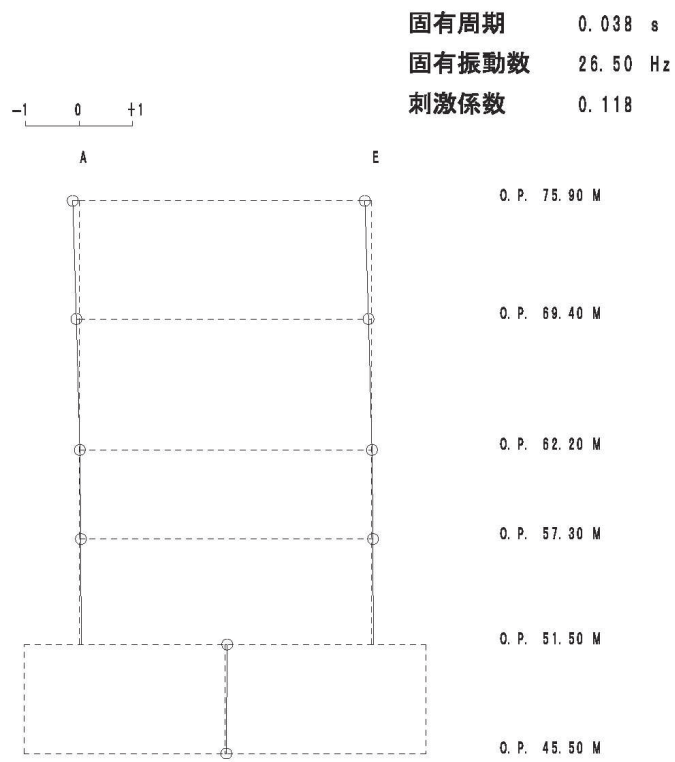
1 次

固有周期 0.052 s  
 固有振動数 19.16 Hz  
 刺激係数 1.333

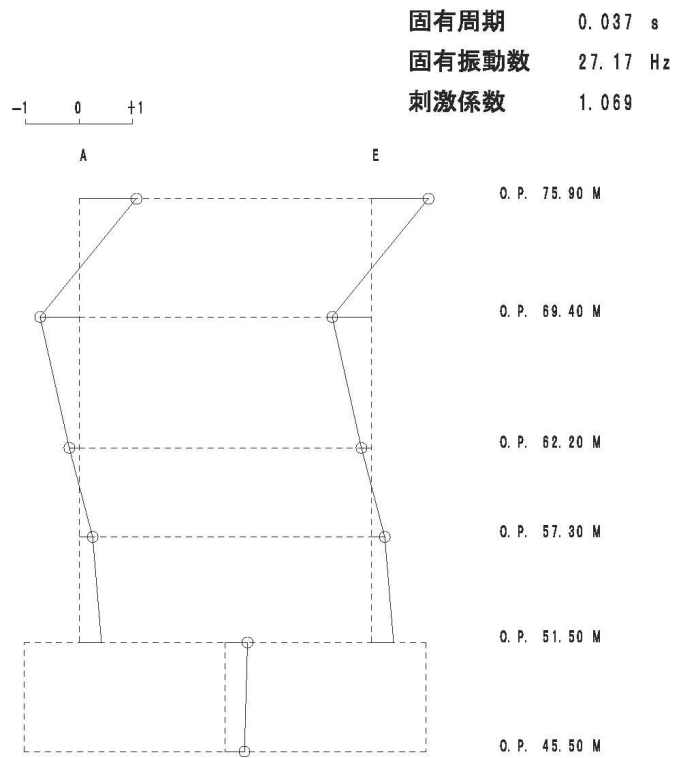


2 次

図 4-12(1) 刺激関数図 (ケース 6) (NS 方向 1 次及び 2 次)

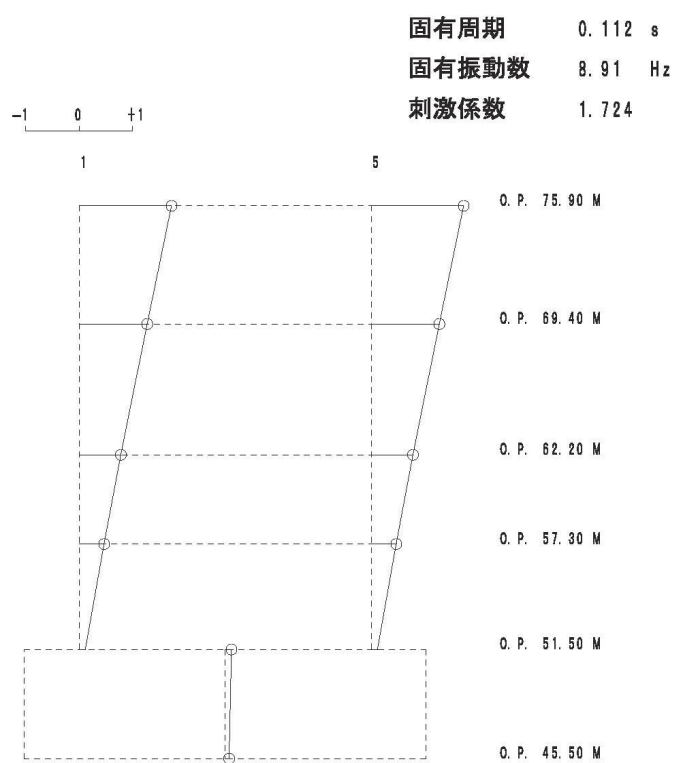


3 次

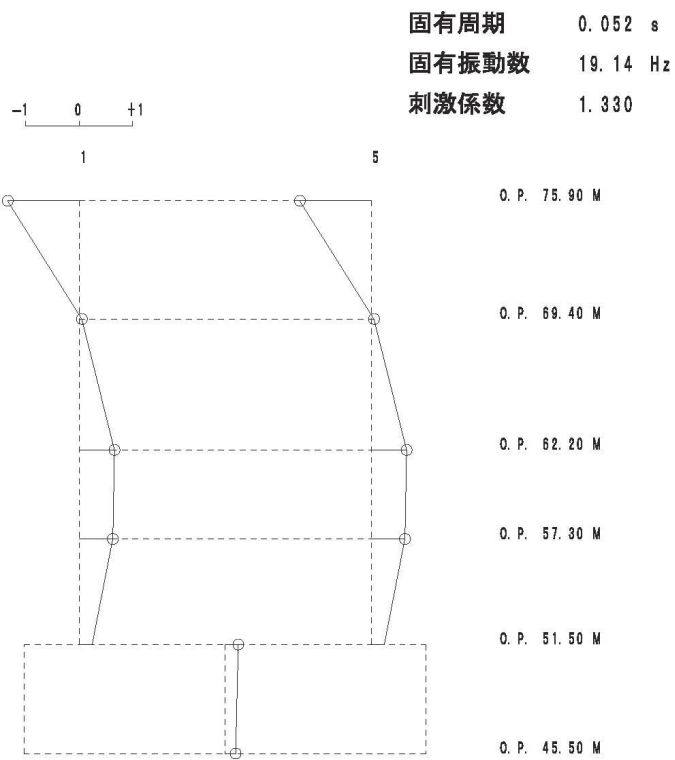


4 次

図 4-12(2) 刺激関数図 (ケース 6) (NS 方向 3 次及び 4 次)

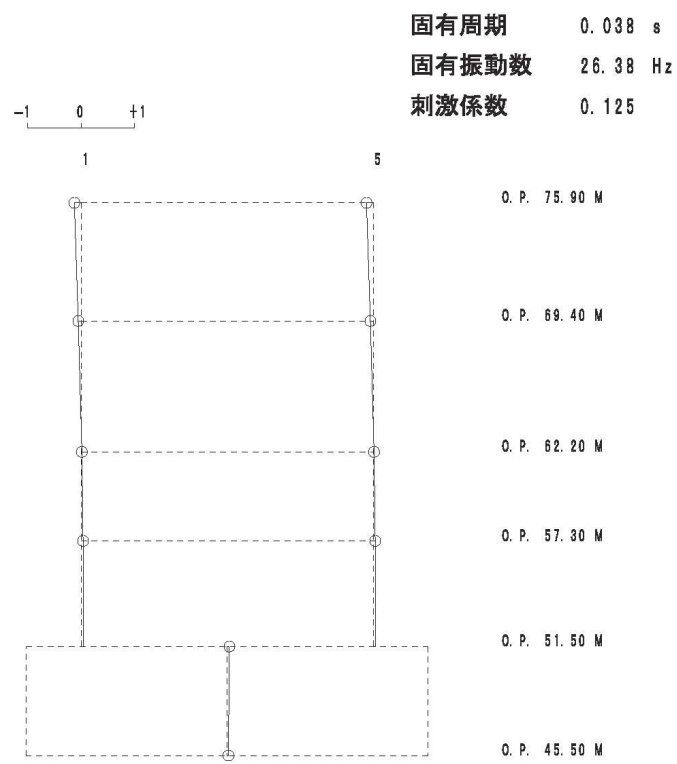


1 次

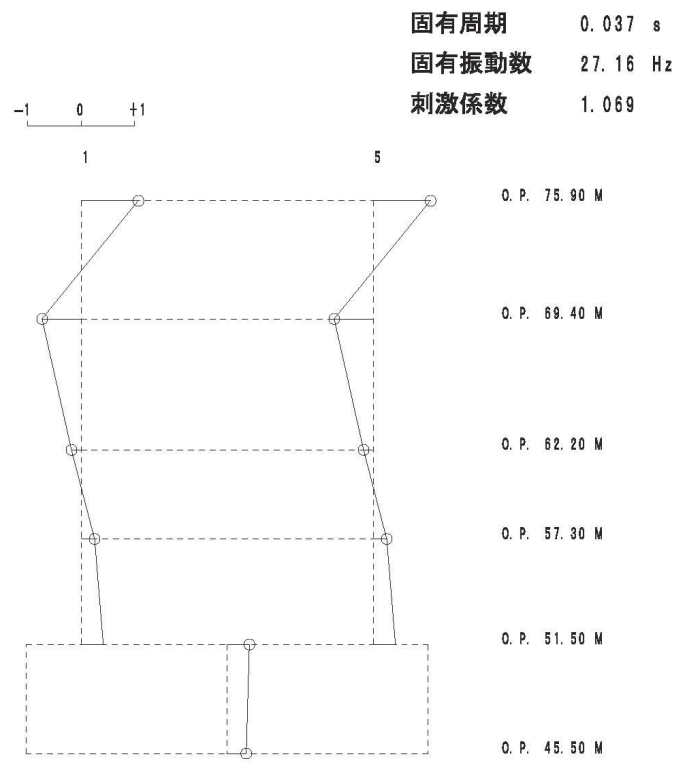


2 次

図 4-13(1) 刺激関数図 (ケース 6) (EW 方向 1 次及び 2 次)



3 次



4 次

図 4-13(2) 刺激関数図 (ケース 6) (EW 方向 3 次及び 4 次)

#### 4.3 まとめ

建屋剛性及び地盤物性の不確かさを考慮した固有値解析結果より、以下の傾向を確認した。

- ・ 建屋剛性の不確かさ

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、最大で低振動数側に 9%程度シフトした。

- ・ 地盤物性の不確かさ

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について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響は小さく、最大で水平方向では 2%程度、鉛直方向では 4%程度である。

- ・ 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ

基本ケースに対する建屋剛性及び地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、硬質岩盤に立地しているため、地盤の影響は小さいが、建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ のケースで最大 9%程度、建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$ のケースで最大 10%程度低振動数側にシフトした。

#### 5. 機器・配管系評価への影響

材料物性の不確かさは、設計用床応答曲線等において、表 4-1 に示す全ての検討ケースの地震応答解析の結果を包絡させることにより考慮している。



別紙 1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動  
の選定について

## 目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 1
2. 選定方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 1
3. 地震動の選定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 3
4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動・・・・・・・・ 別紙 1-3-1- 9

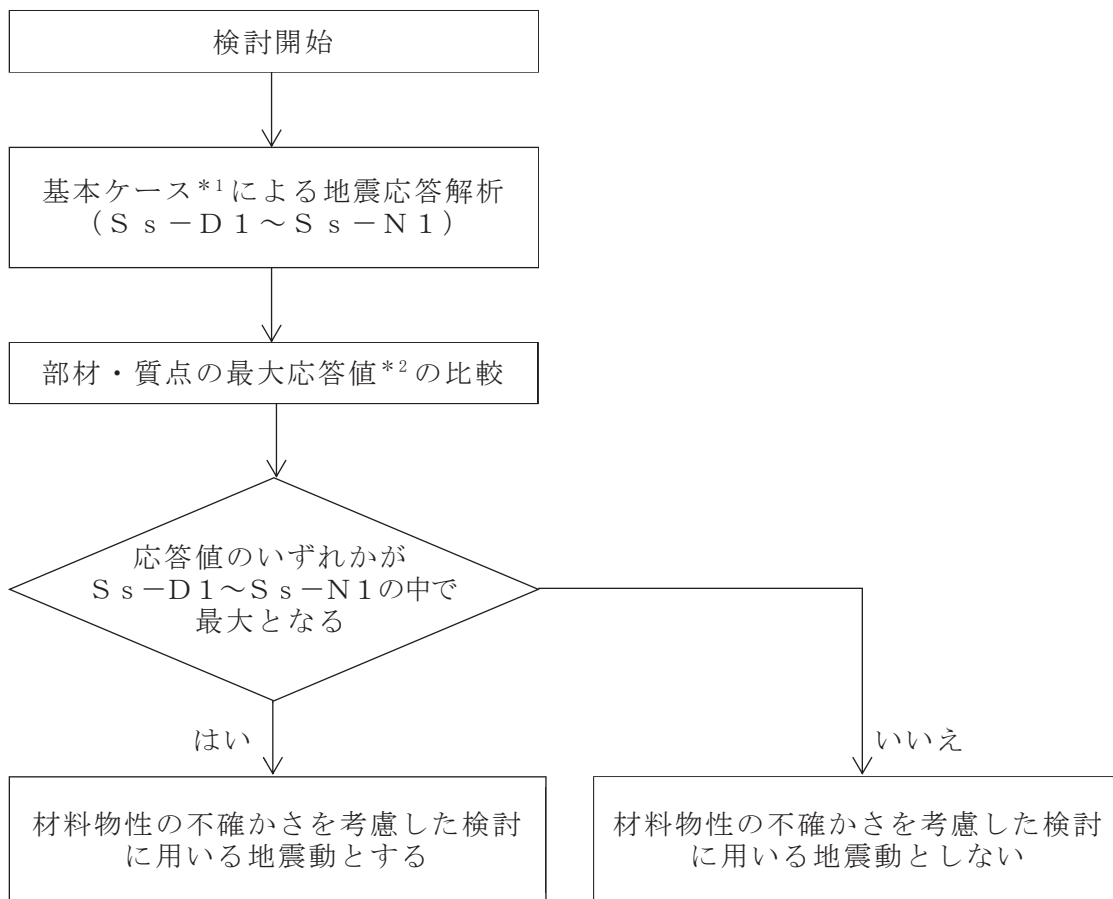
## 1. 概要

材料物性の不確かさの考慮にあたっては、地震動（基準地震動  $S_s$ ）ごとの基本ケースにおける建屋応答を確認した上で、建屋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、基準地震動  $S_s$  について、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及び軸力とする。
- ③ 応答値のいずれかが基準地震動  $S_s$  の中で最大となる波を、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：コンクリート剛性：設計基準強度に基づく剛性，  
地盤のせん断波速度：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軸力とする。

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法のフロー

### 3. 地震動の選定

緊急時対策建屋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。緊急時対策建屋の基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を表 3-1～表 3-11 に示す。

「2. 選定方法」に基づき確認した結果、基準地震動  $S_s - D 2$  及び  $S_s - F 3$  については、応答値のいずれかが  $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$  の中で最大となることから、不確かさ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）

質点 番号	最大応答加速度一覧表 ( $\text{cm/s}^2$ )							最大値
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	
1	2160	2603	2373	1584	2178	2590	734	2603
2	1556	1827	1687	1202	1517	1667	665	1827
3	1041	1253	1092	813	1118	1262	668	1262
4	802	984	792	636	788	891	627	984
5	2160	2603	2373	1584	2178	2590	734	2603
6	1556	1827	1687	1202	1517	1667	665	1827
7	1041	1253	1092	813	1118	1262	668	1262
8	802	984	792	636	788	891	627	984
9	565	673	553	518	551	579	580	673

注：網掛け部分は最大値

表 3-2 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

質点 番号	最大応答水平変位一覧表 (cm)							最大値
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	
1	0.51	0.60	0.53	0.38	0.49	0.58	0.21	0.60
2	0.37	0.44	0.39	0.28	0.36	0.39	0.16	0.44
3	0.22	0.26	0.23	0.17	0.22	0.22	0.10	0.26
4	0.12	0.15	0.12	0.09	0.13	0.12	0.06	0.15
5	0.51	0.60	0.53	0.38	0.49	0.58	0.21	0.60
6	0.37	0.44	0.39	0.28	0.36	0.39	0.16	0.44
7	0.22	0.26	0.23	0.17	0.22	0.22	0.10	0.26
8	0.12	0.15	0.12	0.09	0.13	0.12	0.06	0.15
9	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04

注：網掛け部分は最大値

表 3-3 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

要素 番号	最大応答せん断力一覧表 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )							
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	最大値
(1)	29.17	34.51	32.22	21.51	29.74	35.14	9.84	35.14
(2)	73.83	85.51	79.10	54.55	73.36	83.33	28.56	85.51
(3)	113.04	130.32	119.65	85.91	109.08	118.62	52.34	130.32
(4)	139.11	159.51	146.21	107.08	138.80	146.21	76.50	159.51
(5)	28.84	33.96	32.00	21.41	29.48	34.60	9.72	34.60
(6)	80.46	93.32	86.19	59.48	80.08	91.02	31.11	93.32
(7)	112.65	129.92	119.23	85.63	108.71	118.31	52.13	129.92
(8)	138.97	158.65	146.06	106.97	138.66	146.06	76.42	158.65

注：網掛け部分は最大値

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）

要素 番号	最大応答曲げモーメント一覧表 ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )							
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	最大値
(1)	0.56	0.80	0.69	0.49	0.60	0.86	0.14	0.86
	2.36	3.07	2.79	1.88	2.52	3.12	0.76	3.12
(2)	3.10	4.42	3.91	2.67	3.58	4.48	0.97	4.48
	8.38	10.59	9.12	5.96	8.80	10.45	2.86	10.59
(3)	9.04	11.65	10.03	6.55	9.65	11.42	2.98	11.65
	14.53	17.62	15.45	10.54	14.72	17.06	5.40	17.62
(4)	15.03	18.39	15.99	10.90	15.35	17.79	5.50	18.39
	23.04	26.56	24.40	17.11	22.28	25.72	9.42	26.56
(5)	0.38	0.63	0.50	0.33	0.43	0.63	0.09	0.63
	2.22	2.85	2.56	1.71	2.33	2.82	0.71	2.85
(6)	2.99	4.29	3.70	2.49	3.40	4.23	0.93	4.29
	8.76	11.01	9.38	6.16	9.10	10.76	3.02	11.01
(7)	9.38	12.07	10.25	6.65	9.92	11.67	3.14	12.07
	14.87	18.01	15.83	10.79	14.98	17.30	5.55	18.01
(8)	15.36	18.77	16.35	11.14	15.58	17.96	5.65	18.77
	23.35	26.92	24.75	17.34	22.51	25.89	9.56	26.92

注 1：上段は要素の上端，下段は要素の下端のモーメントを示す。

注 2：網掛け部分は最大値

表 3-5 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

質点 番号	最大応答加速度一覧表 ( $\text{cm/s}^2$ )							最大値
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	
1	2162	2593	2365	1584	2183	2584	738	2593
2	1558	1832	1689	1202	1519	1673	666	1832
3	1040	1250	1089	810	1119	1261	668	1261
4	801	982	793	634	788	890	627	982
5	2162	2593	2365	1584	2183	2584	738	2593
6	1558	1832	1689	1202	1519	1673	666	1832
7	1040	1250	1089	810	1119	1261	668	1261
8	801	982	793	634	788	890	627	982
9	565	673	553	518	551	579	580	673

注：網掛け部分は最大値

表 3-6 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

質点 番号	最大応答水平変位一覧表 (cm)							最大値
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	
1	0.51	0.61	0.54	0.38	0.50	0.59	0.21	0.61
2	0.37	0.44	0.39	0.28	0.36	0.40	0.16	0.44
3	0.22	0.26	0.23	0.17	0.22	0.22	0.10	0.26
4	0.12	0.15	0.12	0.09	0.13	0.12	0.06	0.15
5	0.51	0.61	0.54	0.38	0.50	0.59	0.21	0.61
6	0.37	0.44	0.39	0.28	0.36	0.40	0.16	0.44
7	0.22	0.26	0.23	0.17	0.22	0.22	0.10	0.26
8	0.12	0.15	0.12	0.09	0.13	0.12	0.06	0.15
9	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04

注：網掛け部分は最大値



表 3-7 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）

要素 番号	最大応答せん断力一覧表(×10 <sup>3</sup> kN)							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
(1)	29.22	34.08	32.32	21.68	29.92	34.73	9.88	34.73
(2)	77.65	88.74	83.12	57.23	77.37	88.07	30.02	88.74
(3)	112.90	129.89	119.36	85.64	109.10	118.67	52.26	129.89
(4)	139.02	158.62	145.96	106.83	138.90	146.12	76.52	158.62
(5)	28.83	34.39	31.70	21.24	29.42	35.03	9.76	35.03
(6)	76.86	88.86	82.29	56.71	76.41	86.69	29.79	88.86
(7)	112.82	130.20	119.30	85.62	109.10	118.42	52.33	130.20
(8)	138.98	159.35	145.93	106.82	138.90	146.12	76.55	159.35

注：網掛け部分は最大値

表 3-8 最大応答曲げモーメント一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）

要素 番号	最大応答曲げモーメント一覧表(×10 <sup>5</sup> kN・m)							
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	最大値
(1)	0.35	0.59	0.47	0.31	0.41	0.57	0.09	0.59
	2.22	2.83	2.56	1.71	2.34	2.83	0.71	2.83
(2)	2.97	4.26	3.64	2.45	3.39	4.18	0.92	4.26
	8.55	10.71	9.12	6.00	8.89	10.50	2.95	10.71
(3)	9.18	11.82	10.00	6.49	9.73	11.40	3.07	11.82
	14.69	17.78	15.62	10.64	14.80	17.06	5.49	17.78
(4)	15.17	18.55	16.15	10.99	15.41	17.71	5.59	18.55
	23.16	26.71	24.54	17.19	22.34	25.65	9.51	26.71
(5)	0.60	0.85	0.74	0.52	0.63	0.93	0.15	0.93
	2.36	3.08	2.80	1.89	2.54	3.15	0.76	3.15
(6)	3.13	4.48	3.96	2.71	3.62	4.58	0.98	4.58
	8.61	10.88	9.37	6.13	9.05	10.78	2.94	10.88
(7)	9.26	11.95	10.28	6.71	9.89	11.77	3.06	11.95
	14.74	17.90	15.67	10.66	14.95	17.40	5.48	17.90
(8)	15.25	18.68	16.20	11.01	15.58	18.15	5.58	18.68
	23.24	26.80	24.59	17.21	22.49	26.05	9.51	26.80

注 1：上段は要素の上端，下段は要素の下端のモーメントを示す。

注 2：網掛け部分は最大値

表 3-9 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

質点 番号	最大応答加速度一覧表 ( $\text{cm}/\text{s}^2$ )							
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	最大値
1	964	1376	1285	689	647	1009	497	1376
2	821	1183	1026	570	567	933	472	1183
3	640	885	805	498	511	773	407	885
4	529	703	689	456	465	665	373	703
5	464	602	553	387	406	502	322	602

注：網掛け部分は最大値

表 3-10 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

質点 番号	最大応答鉛直変位一覧表 (cm)							
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	最大値
1	0.05	0.08	0.07	0.04	0.04	0.06	0.03	0.08
2	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.05	0.03	0.06
3	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.05
4	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02

注：網掛け部分は最大値

表 3-11 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，UD 方向）

要素 番号	最大応軸力一覧表 ( $\times 10^4 \text{kN}$ )							
	$S_s$ -D1	$S_s$ -D2	$S_s$ -D3	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -F3	$S_s$ -N1	最大値
(1)	2.60	3.70	3.45	1.85	1.74	2.70	1.34	3.70
(2)	7.72	11.07	9.84	5.44	5.32	8.54	4.30	11.07
(3)	12.29	17.31	15.55	8.82	8.94	13.97	7.20	17.31
(4)	16.36	22.64	20.37	11.87	12.52	18.90	10.01	22.64

注：網掛け部分は最大値

4. 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建屋及び地震動ごとの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屋応答の確認は，以下の資料に基づき実施した。

- ・添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」

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

建屋名	材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
	基準地震動 $S_s$
緊急時対策建屋	$S_s - D 2$ , $S_s - F 3$

別紙 1-3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

## 目 次

1. 概要	別紙 1-3-2-	1
2. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果	別紙 1-3-2-	2
2.1 建屋剛性の不確かさ	別紙 1-3-2-	2
2.2 地盤物性の不確かさ	別紙 1-3-2-	23
2.3 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ	別紙 1-3-2-	50
3. まとめ	別紙 1-3-2-	71

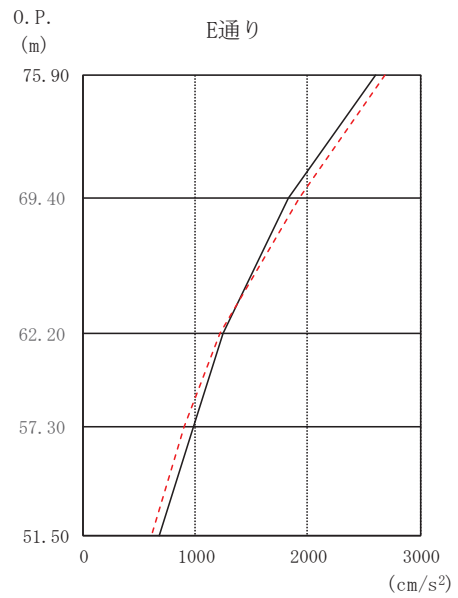
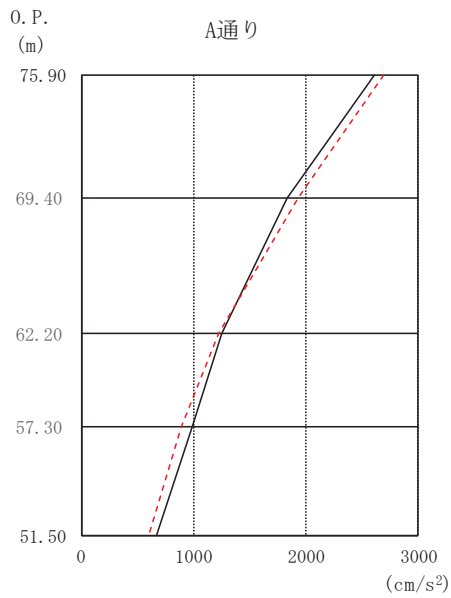
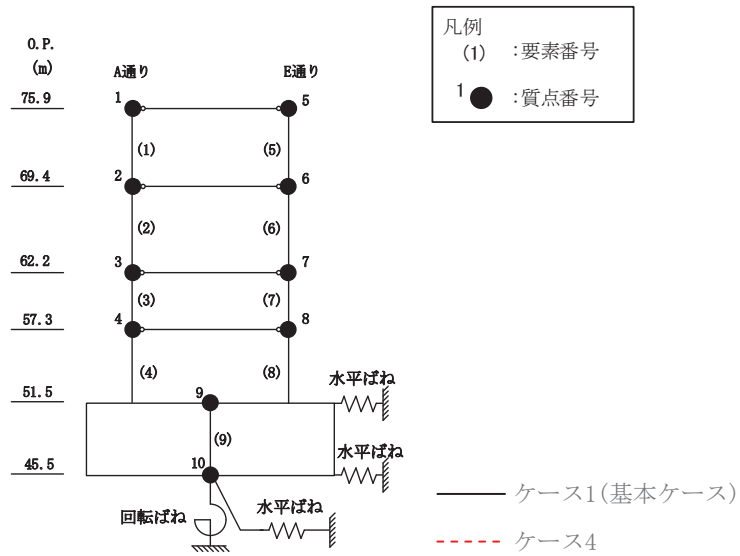
## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋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. 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

### 2.1 建屋剛性の不確かさ

緊急時対策建屋の建屋剛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の最大応答値の比較を図 2-1～図 2-12 に示す。



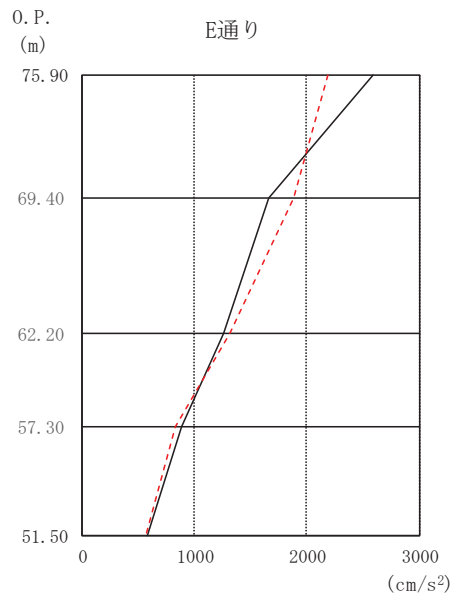
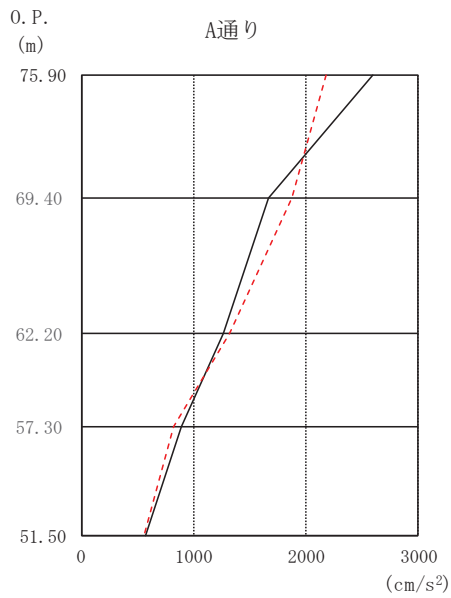
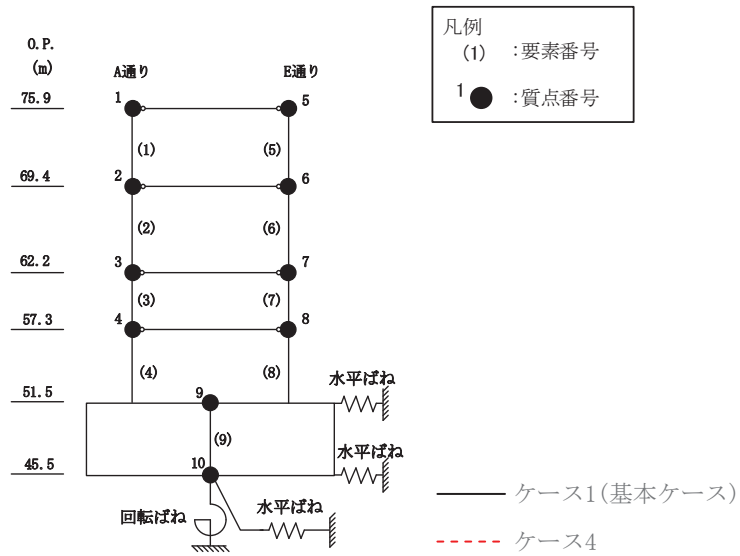
O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2603	2685
69.40	1827	1928
62.20	1253	1221
57.30	984	894
51.50	673	603

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2603	2685
69.40	1827	1928
62.20	1253	1221
57.30	984	894
51.50	673	603

(a) S s - D 2

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



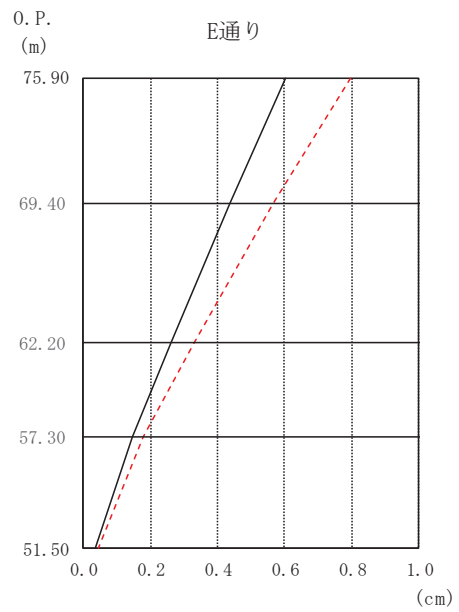
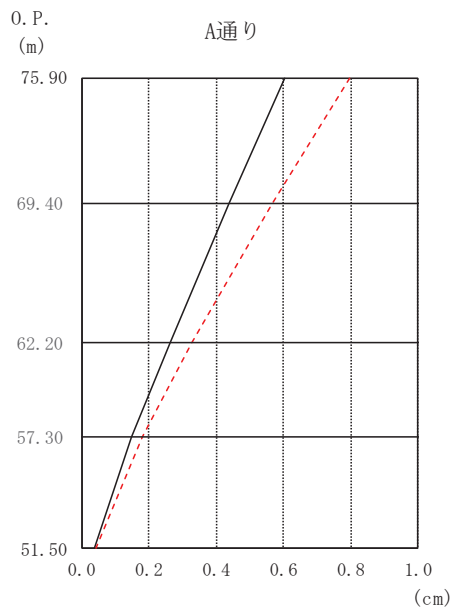
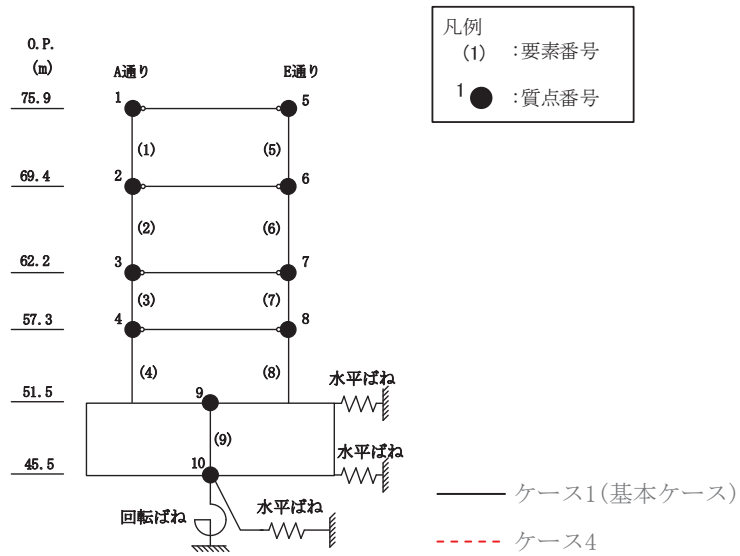


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2590	2183
69.40	1667	1879
62.20	1262	1321
57.30	891	825
51.50	579	566

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2590	2183
69.40	1667	1879
62.20	1262	1321
57.30	891	825
51.50	579	566

(b) S<sub>s</sub> - F 3

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

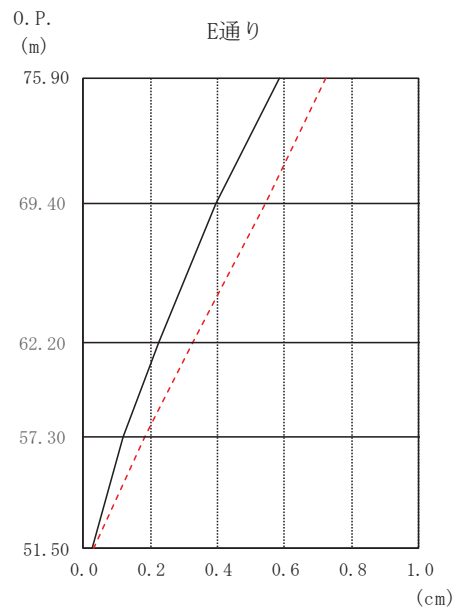
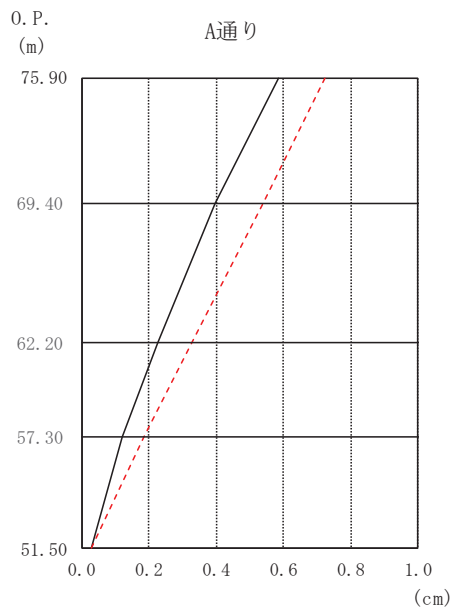
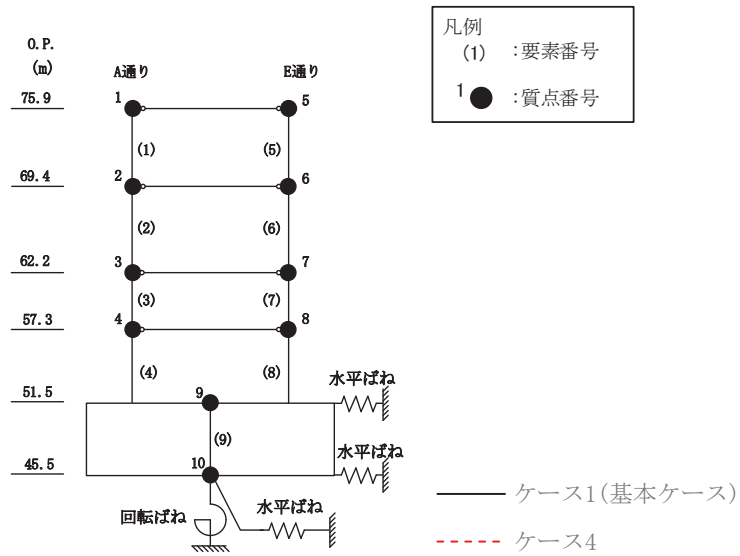


O. P. (m)	A通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.60	0.80
69.40	0.44	0.57
62.20	0.26	0.33
57.30	0.15	0.18
51.50	0.04	0.04

O. P. (m)	E通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.60	0.80
69.40	0.44	0.57
62.20	0.26	0.33
57.30	0.15	0.18
51.50	0.04	0.04

(a)  $S_s - D_2$

図 2-2(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/2)

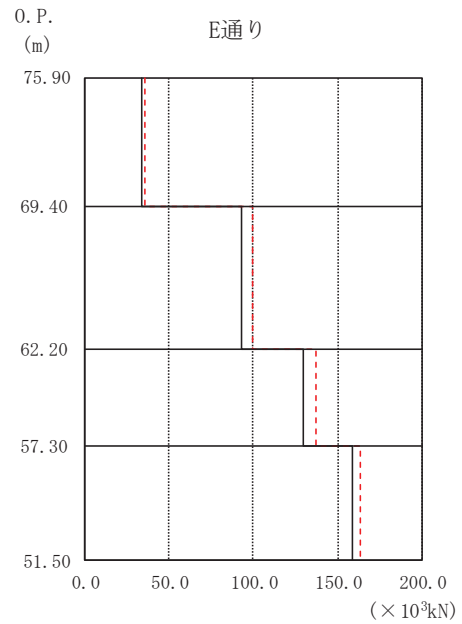
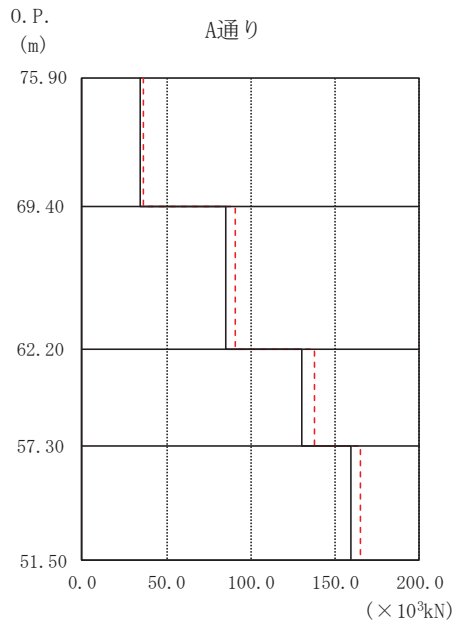
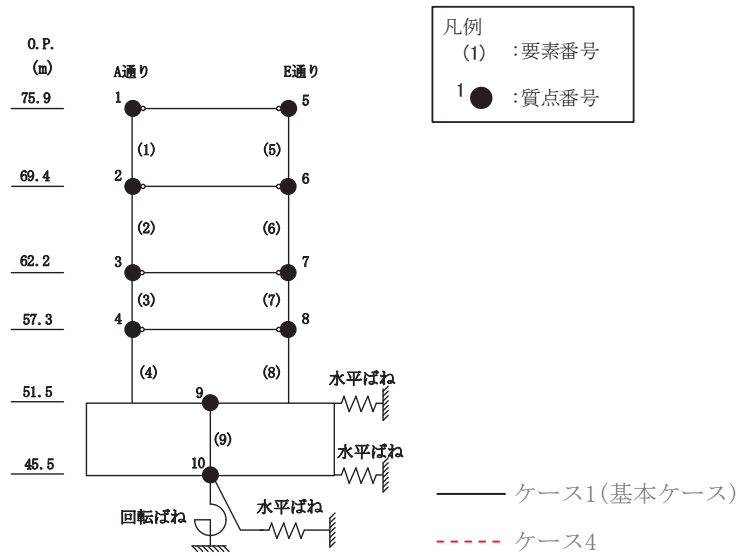


O. P. (m)	A通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.58	0.72
69.40	0.39	0.54
62.20	0.22	0.33
57.30	0.12	0.18
51.50	0.03	0.03

O. P. (m)	E通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.58	0.72
69.40	0.39	0.54
62.20	0.22	0.33
57.30	0.12	0.18
51.50	0.03	0.03

(b)  $S_s - F_3$

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

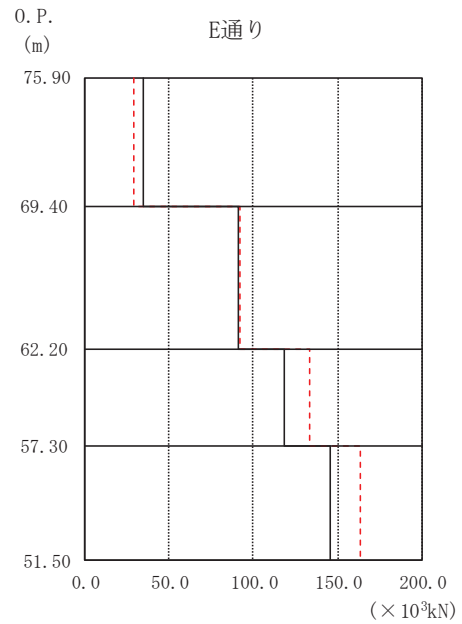
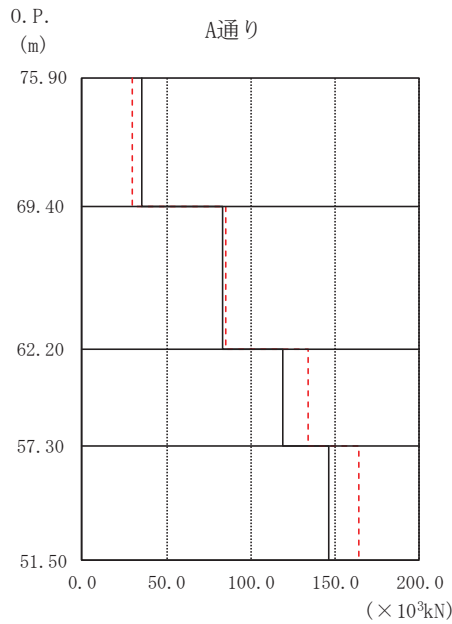
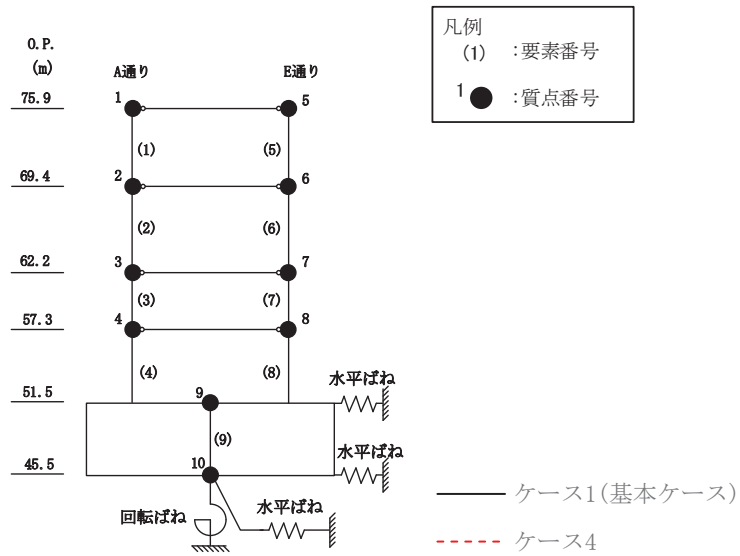


0. P. (m)	A通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	34.51	35.88
62.20	85.51	90.95
57.30	130.32	137.78
51.50	159.51	164.75

0. P. (m)	E通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	33.96	35.30
62.20	93.32	99.61
57.30	129.92	137.39
51.50	158.65	163.86

(a)  $S_s - D2$

図2-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/2)

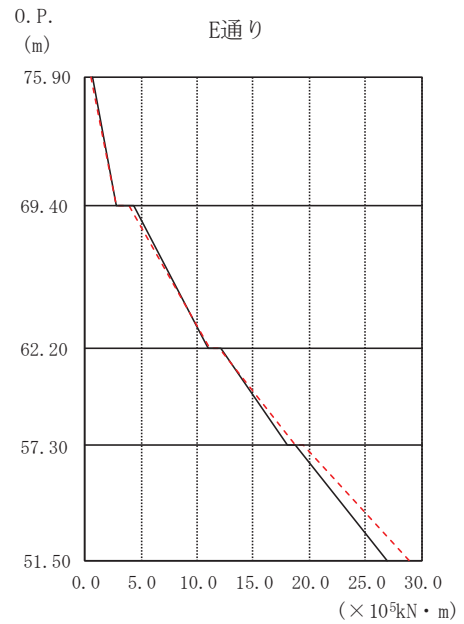
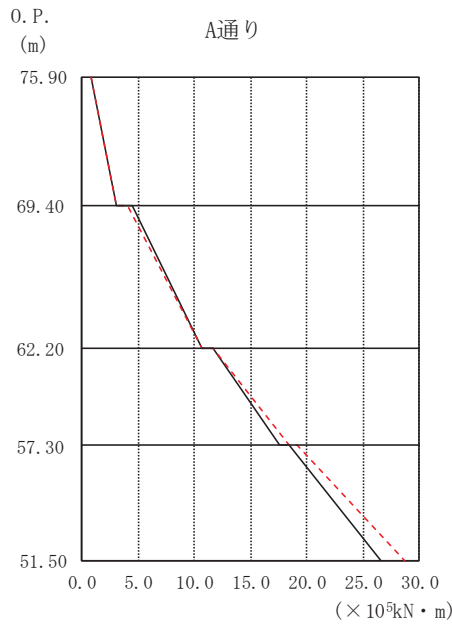
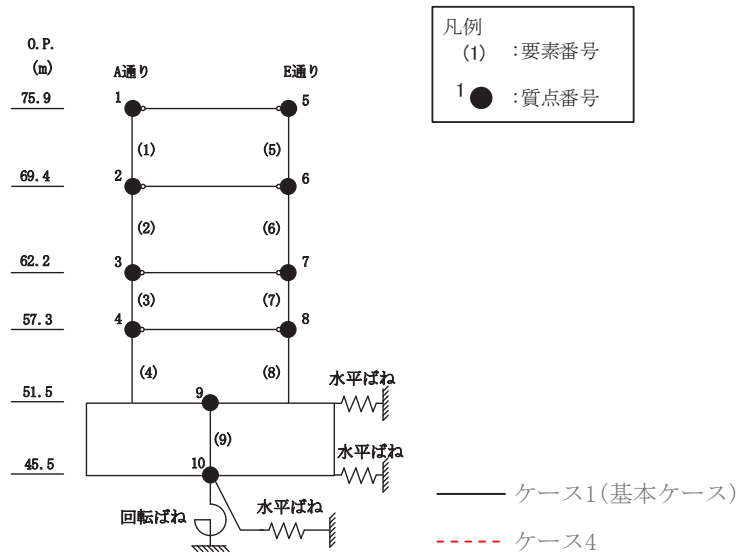


O. P. (m)	A通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	35.14	29.65
62.20	83.33	84.68
57.30	118.62	133.71
51.50	146.21	164.19

O. P. (m)	E通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	34.60	29.32
62.20	91.02	92.25
57.30	118.31	133.21
51.50	146.06	163.29

(b)  $S_s - F_3$

図 2-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/2)

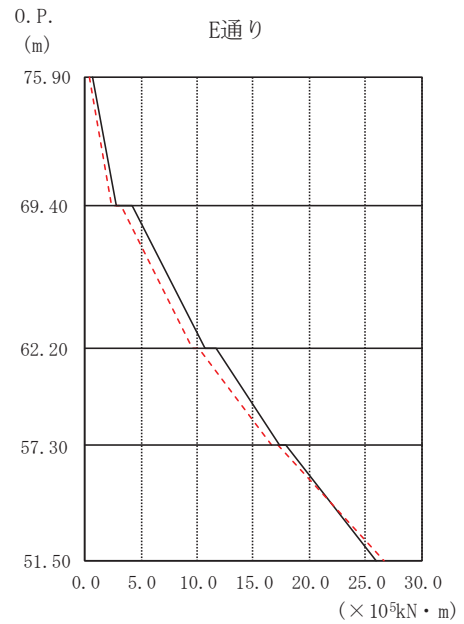
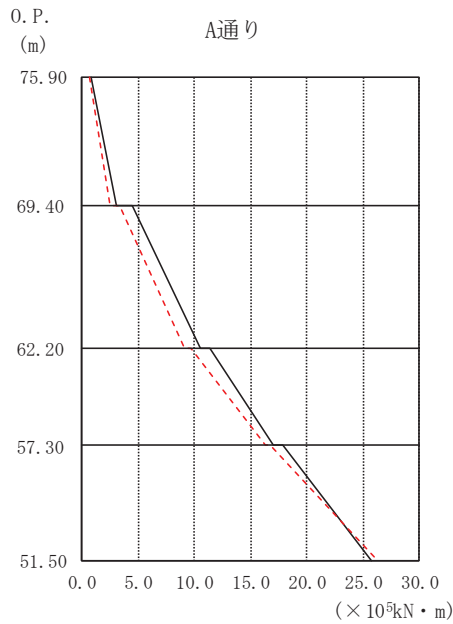
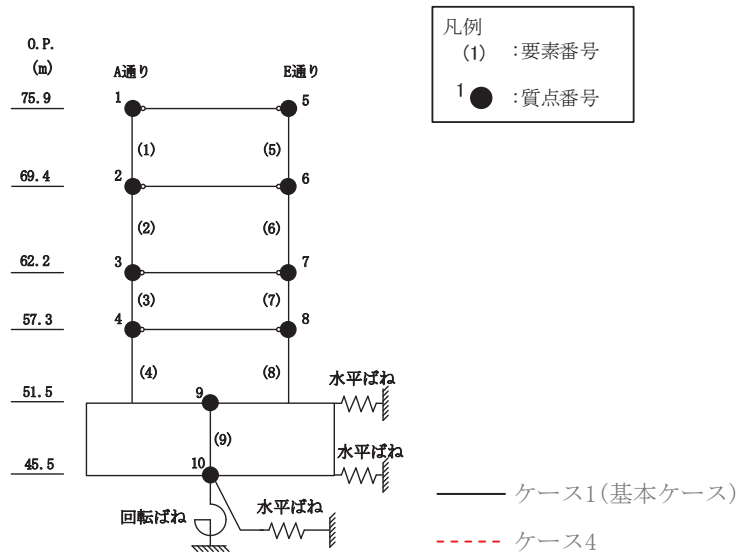


O.P. (m)	A通り (× 10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.80	0.79
69.40	3.07 4.42	3.02 4.11
62.20	10.59 11.65	10.67 11.62
57.30	17.62 18.39	18.40 19.08
51.50	26.56	28.64

O.P. (m)	E通り (× 10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.63	0.52
69.40	2.85 4.29	2.78 3.89
62.20	11.01 12.07	11.12 12.03
57.30	18.01 18.77	18.79 19.41
51.50	26.92	28.96

(a) S s - D 2

図 2-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

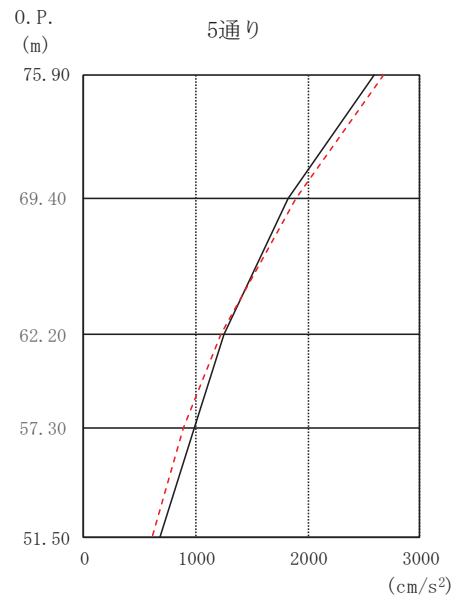
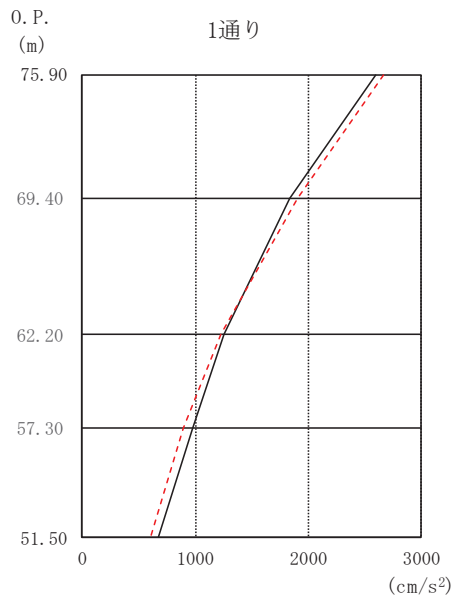
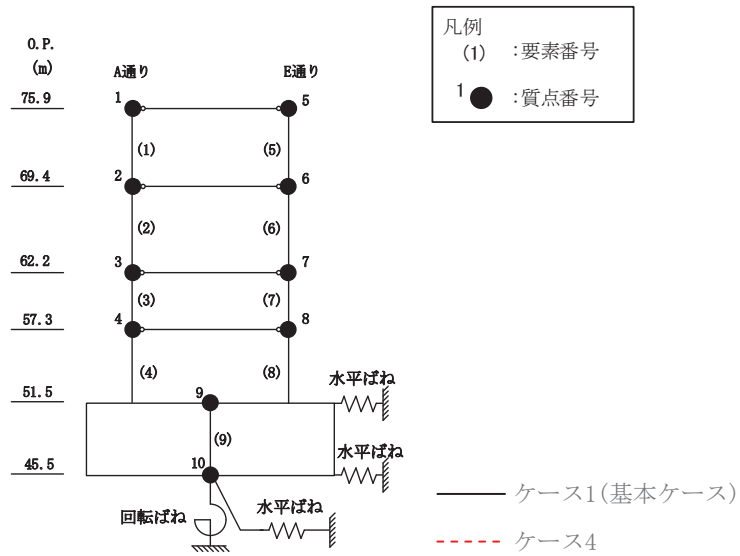


O.P. (m)	A通り (× 10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.86	0.60
69.40	3.12	2.46
62.20	10.45	9.06
57.30	17.06	16.23
51.50	25.72	26.24

O.P. (m)	E通り (× 10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.63	0.41
69.40	2.82	2.31
62.20	10.76	9.51
57.30	17.30	16.66
51.50	25.89	26.64

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)



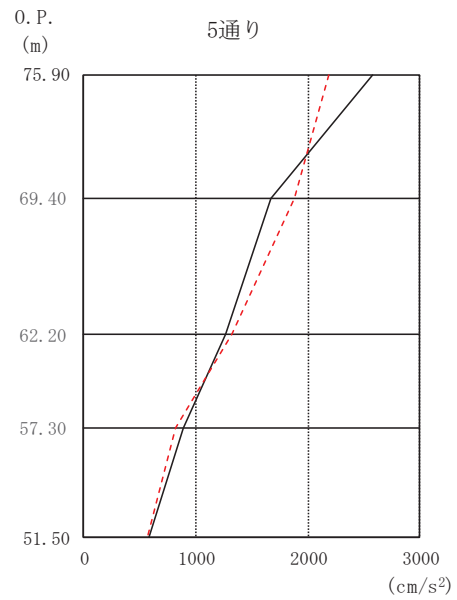
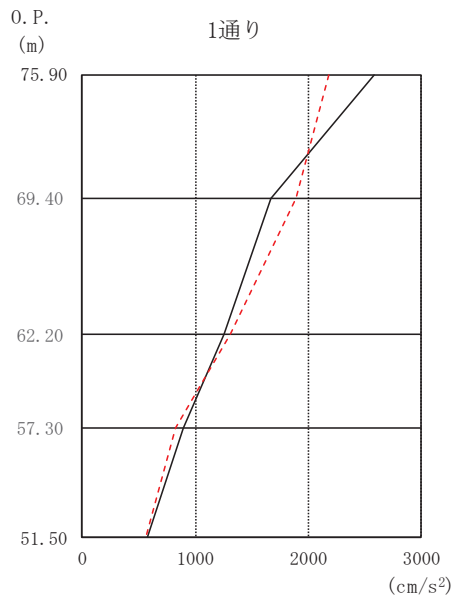
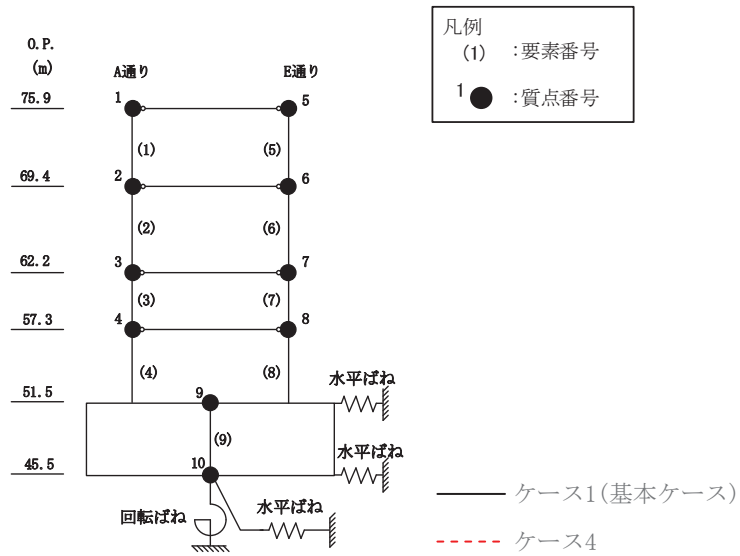
O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2593	2671
69.40	1832	1901
62.20	1250	1228
57.30	982	895
51.50	673	603

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2593	2671
69.40	1832	1901
62.20	1250	1228
57.30	982	895
51.50	673	603

(a)  $S_s - D_2$

図2-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)



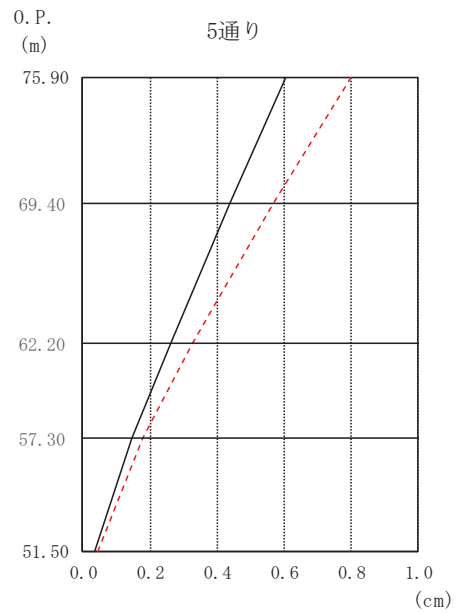
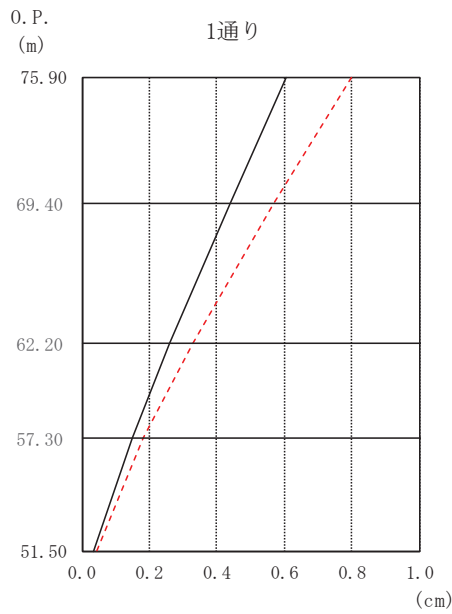
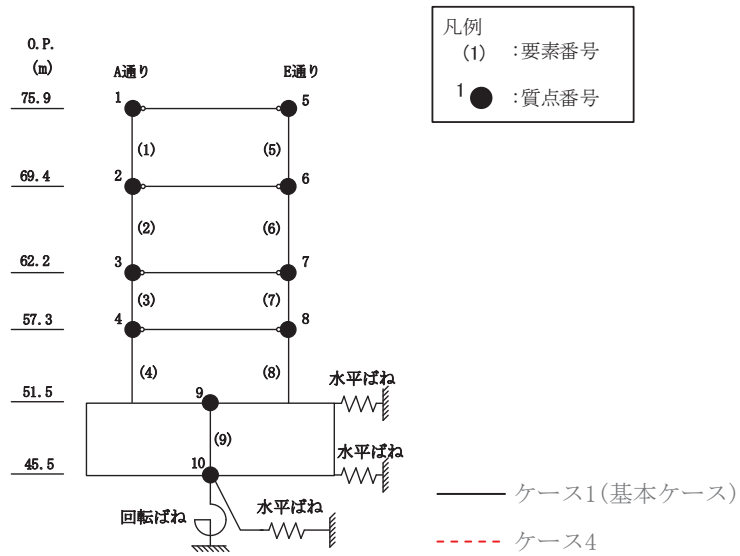


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2584	2182
69.40	1673	1887
62.20	1261	1316
57.30	890	819
51.50	579	567

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	2584	2182
69.40	1673	1887
62.20	1261	1316
57.30	890	819
51.50	579	567

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

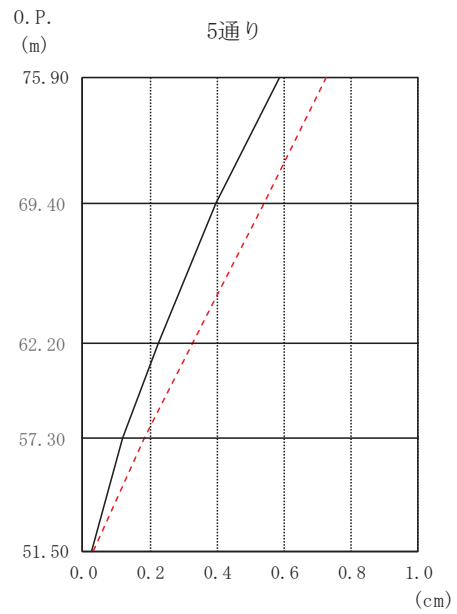
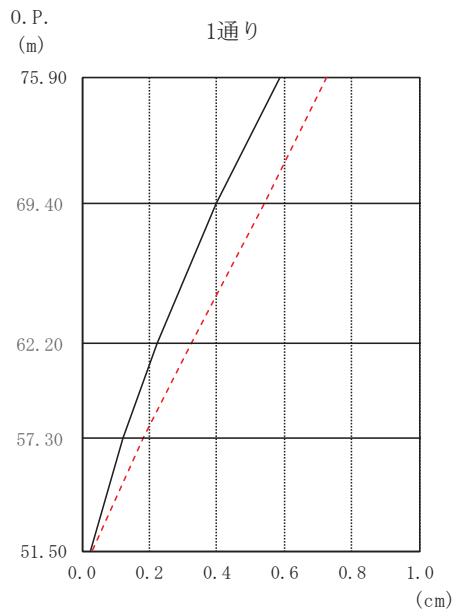
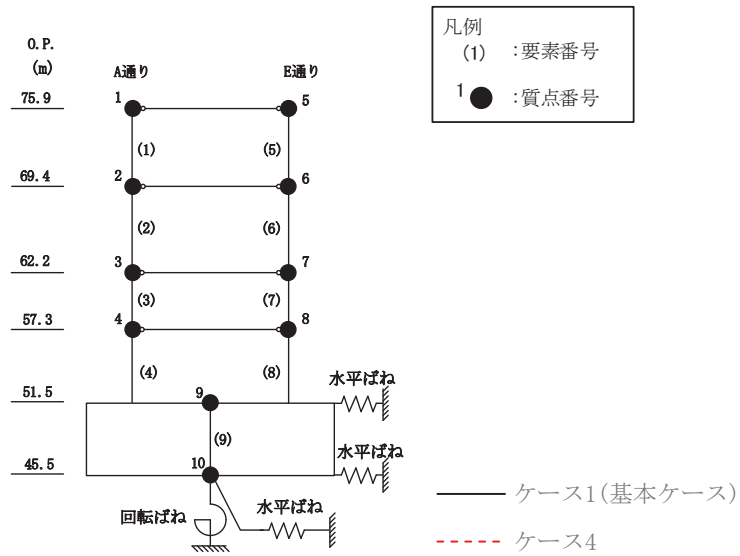


O. P. (m)	1通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.61	0.80
69.40	0.44	0.57
62.20	0.26	0.33
57.30	0.15	0.18
51.50	0.04	0.04

O. P. (m)	5通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.61	0.80
69.40	0.44	0.57
62.20	0.26	0.33
57.30	0.15	0.18
51.50	0.04	0.04

(a)  $S_s - D_2$

図 2-6(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)

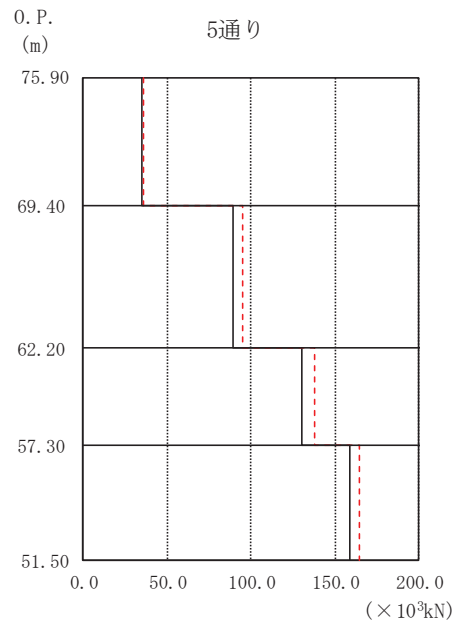
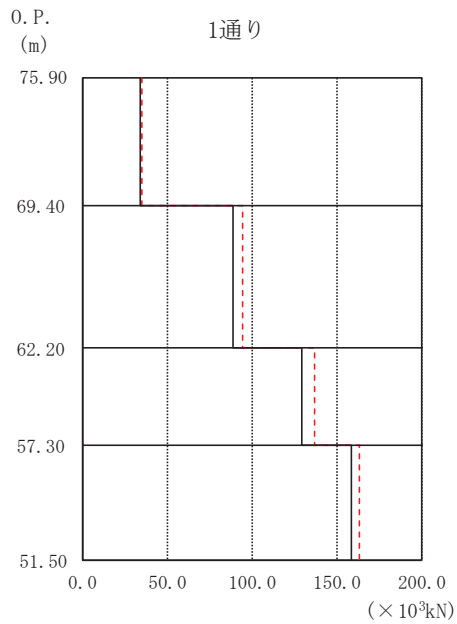
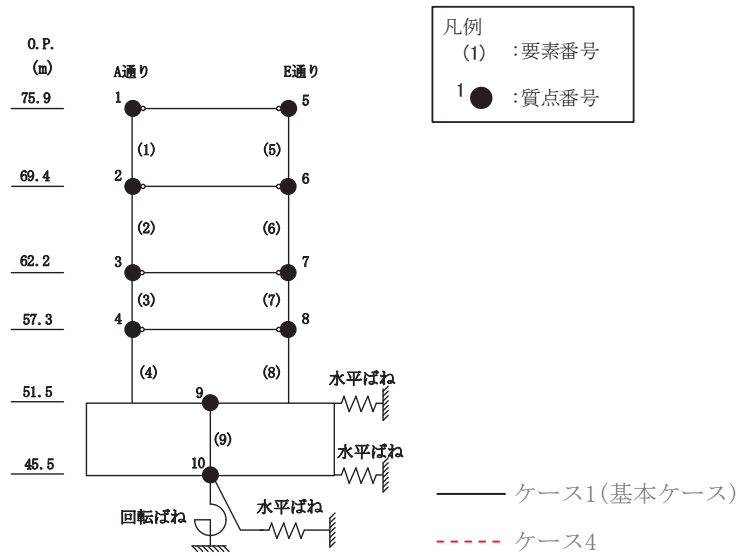


O. P. (m)	1通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.59	0.73
69.40	0.40	0.54
62.20	0.22	0.33
57.30	0.12	0.18
51.50	0.03	0.03

O. P. (m)	5通り (cm)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.59	0.73
69.40	0.40	0.54
62.20	0.22	0.33
57.30	0.12	0.18
51.50	0.03	0.03

(b)  $S_s - F_3$

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

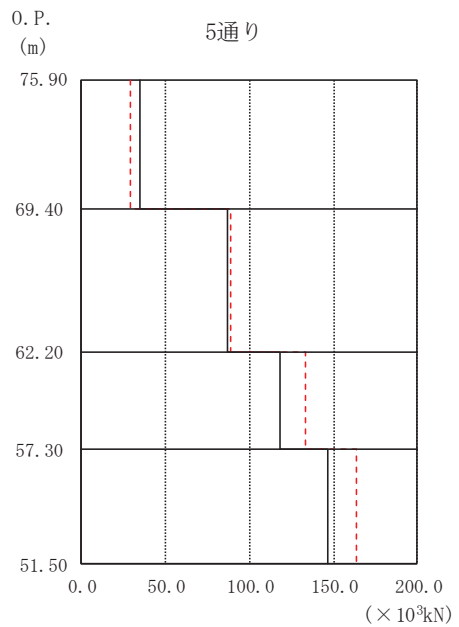
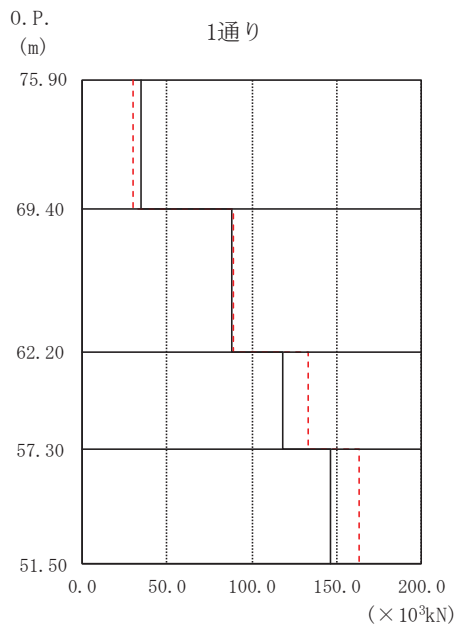
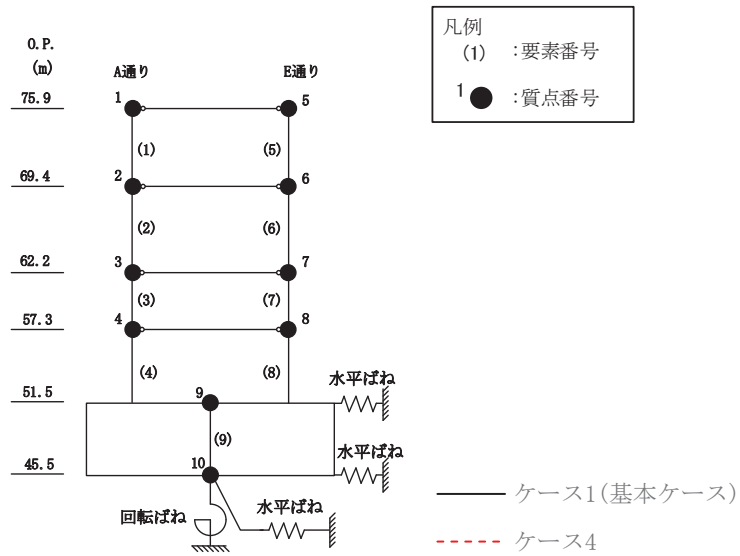


O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	34.08	35.42
62.20	88.74	94.54
57.30	129.89	137.36
51.50	158.62	163.78

O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	34.39	35.71
62.20	88.86	94.58
57.30	130.20	137.62
51.50	159.35	164.53

(a) S<sub>s</sub>-D2

図2-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (1/2)

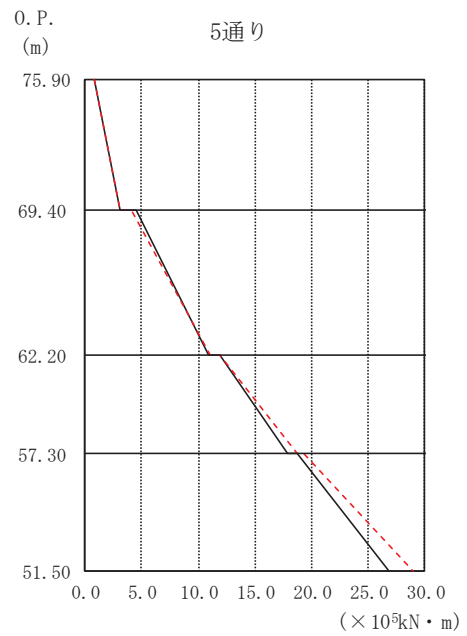
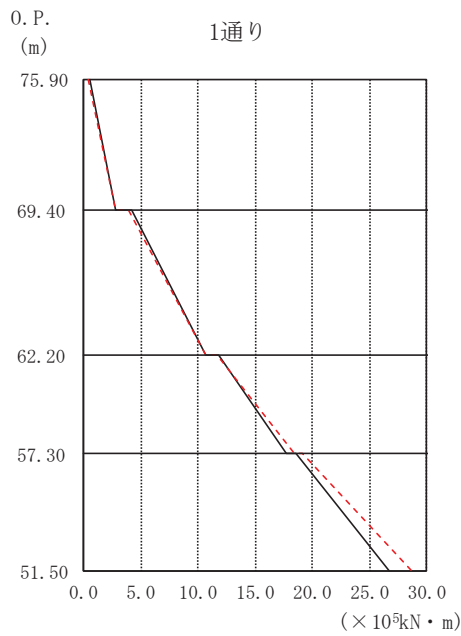
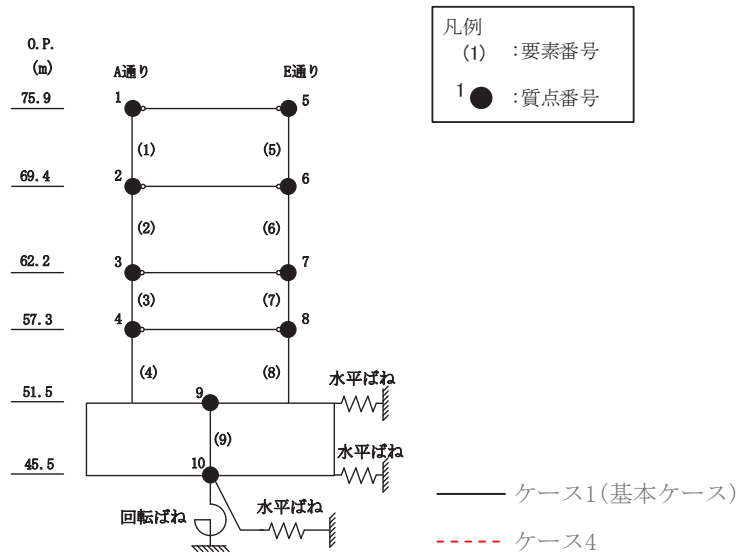


O. P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	34.73	29.71
62.20	88.07	89.10
57.30	118.67	133.47
51.50	146.12	163.19

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90		
69.40	35.03	29.28
62.20	86.69	88.38
57.30	118.42	133.51
51.50	146.12	163.98

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-7(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

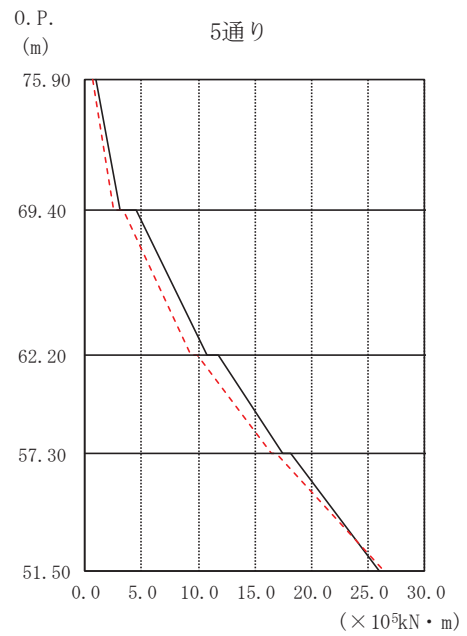
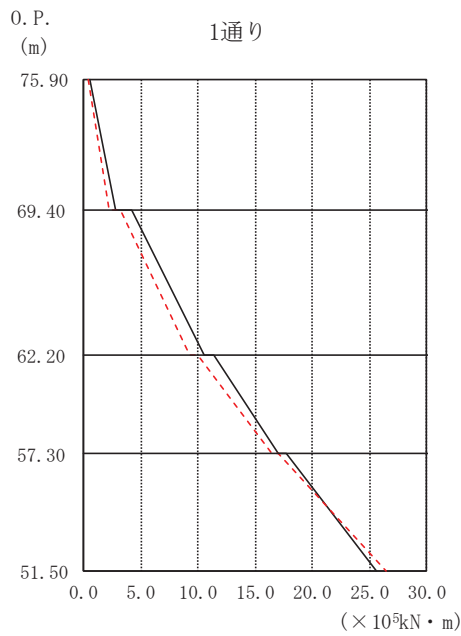
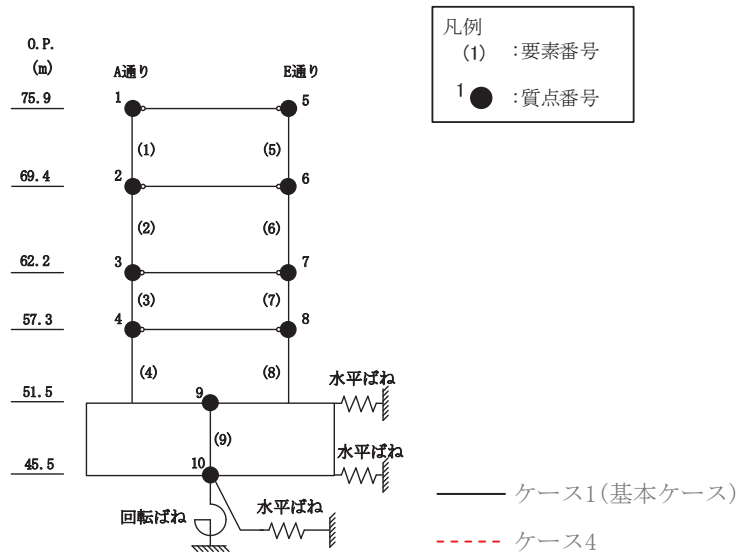


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.59	0.48
69.40	2.83	2.79
62.20	10.71	10.77
57.30	17.78	18.46
51.50	26.71	28.68

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.85	0.86
69.40	3.08	3.03
62.20	10.88	10.99
57.30	17.90	18.68
51.50	26.80	28.97

(a) S s - D 2

図 2-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)



O.P. (m)	1通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.57	0.38
69.40	2.83	2.30
62.20	10.50	9.30
57.30	17.06	16.48
51.50	25.65	26.49

O.P. (m)	5通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	
	ケース1 (基本ケース)	ケース4
75.90	0.93	0.64
69.40	3.15	2.48
62.20	10.78	9.32
57.30	17.40	16.46
51.50	26.05	26.46

(b) S s - F 3

図 2-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/2)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース4

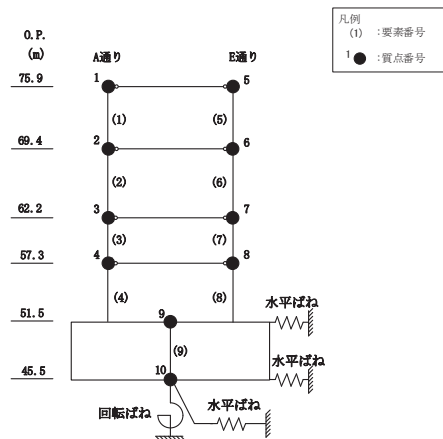
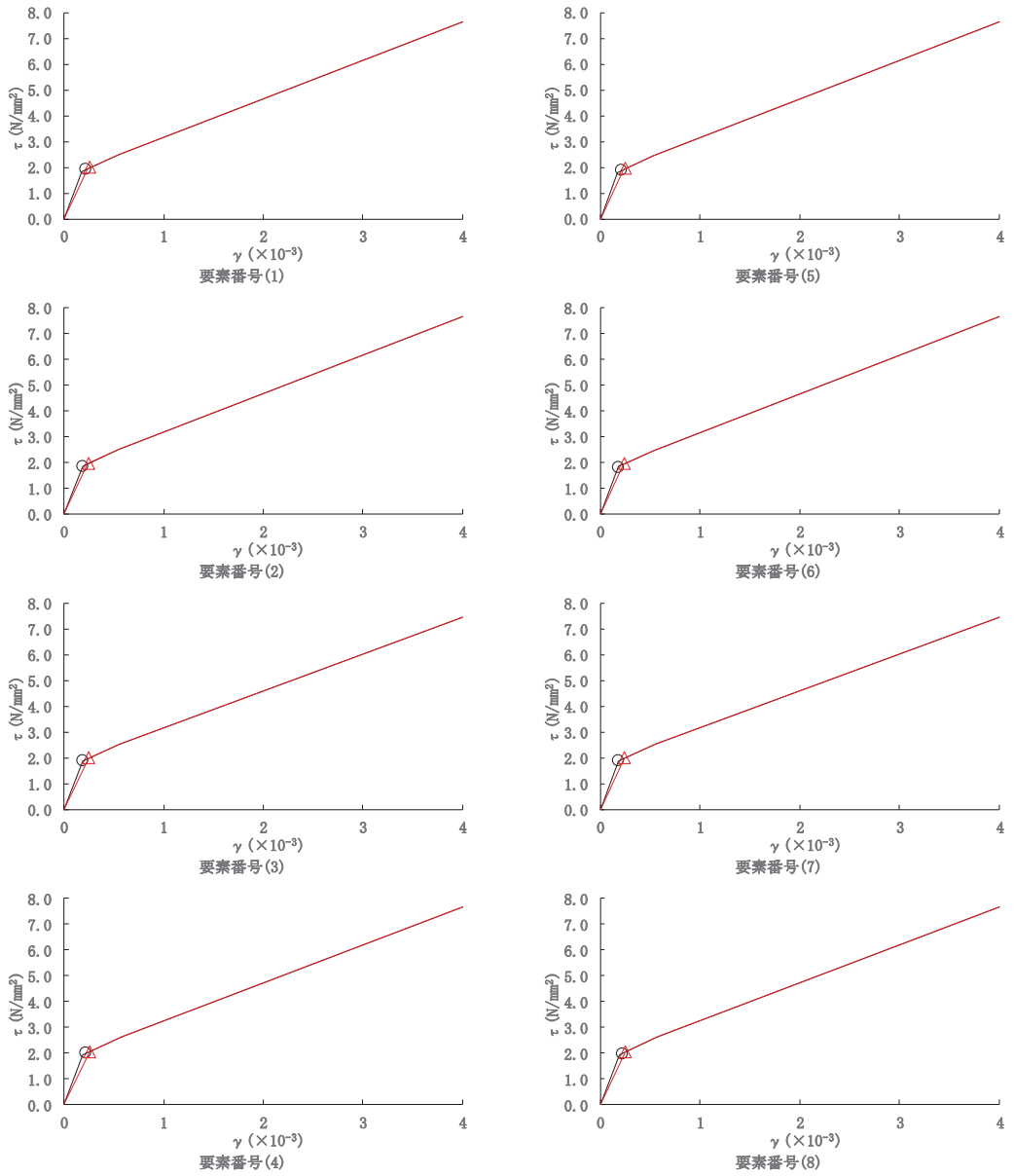


図 2-9 セン断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)



○ケース1 (基本ケース)      △ケース4

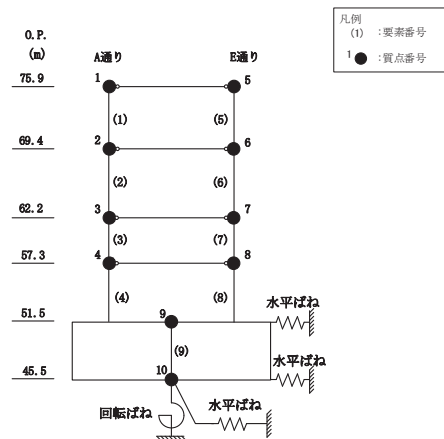
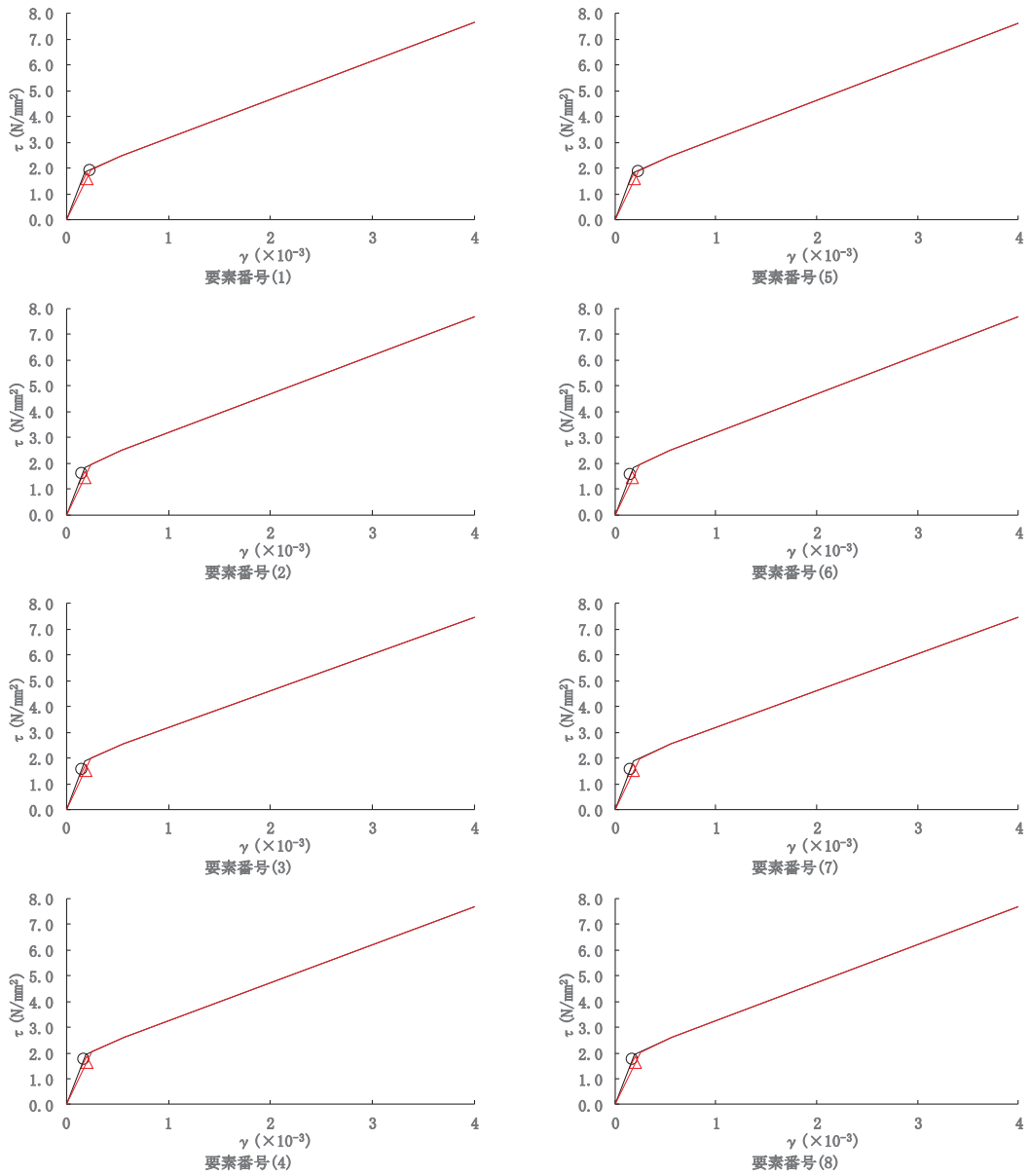


図 2-10 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース4

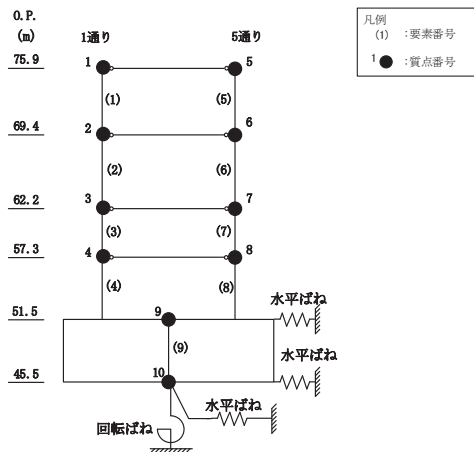
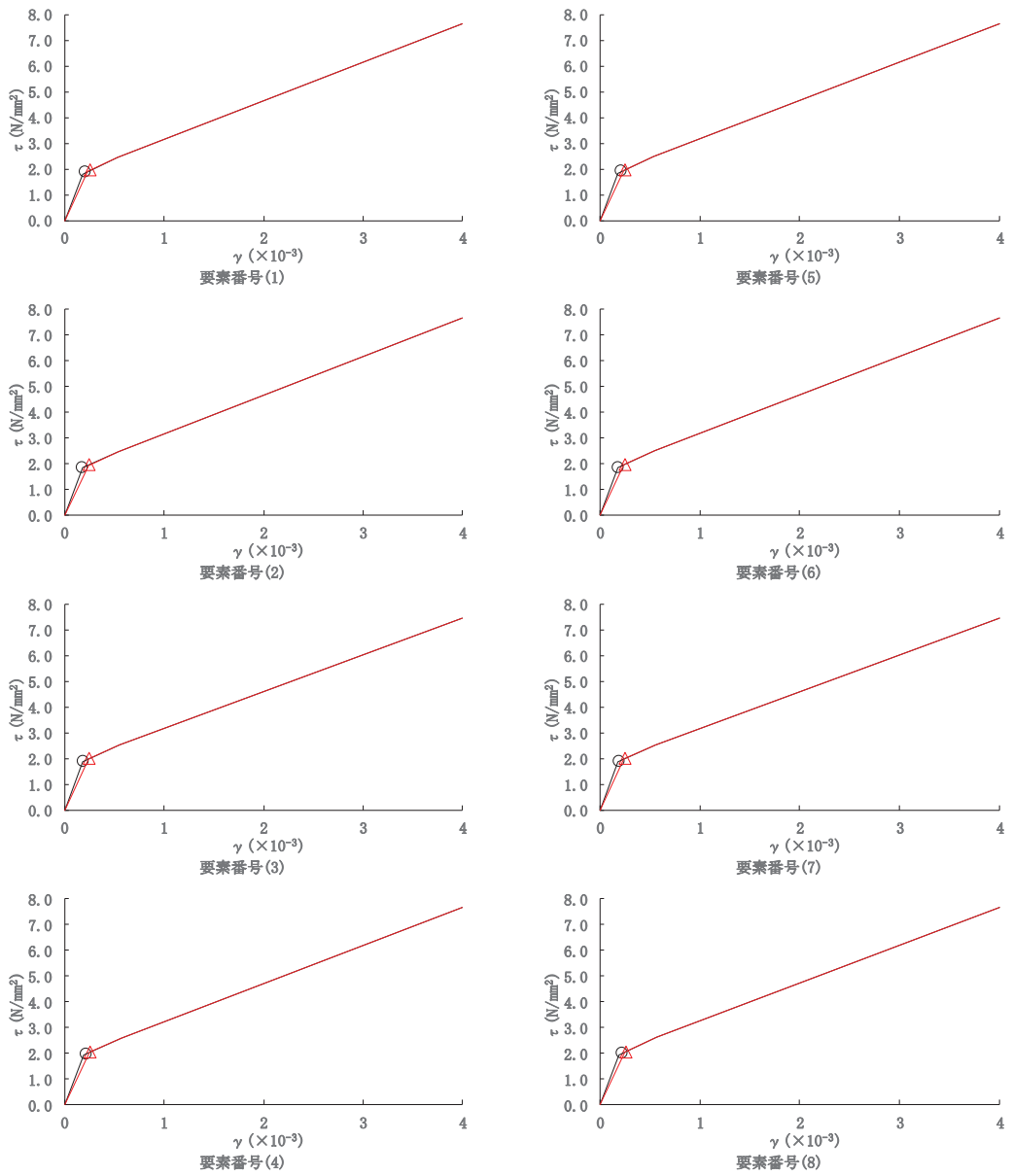


図 2-11 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース4

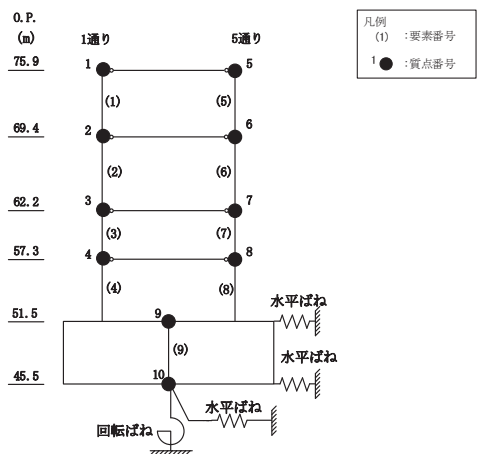
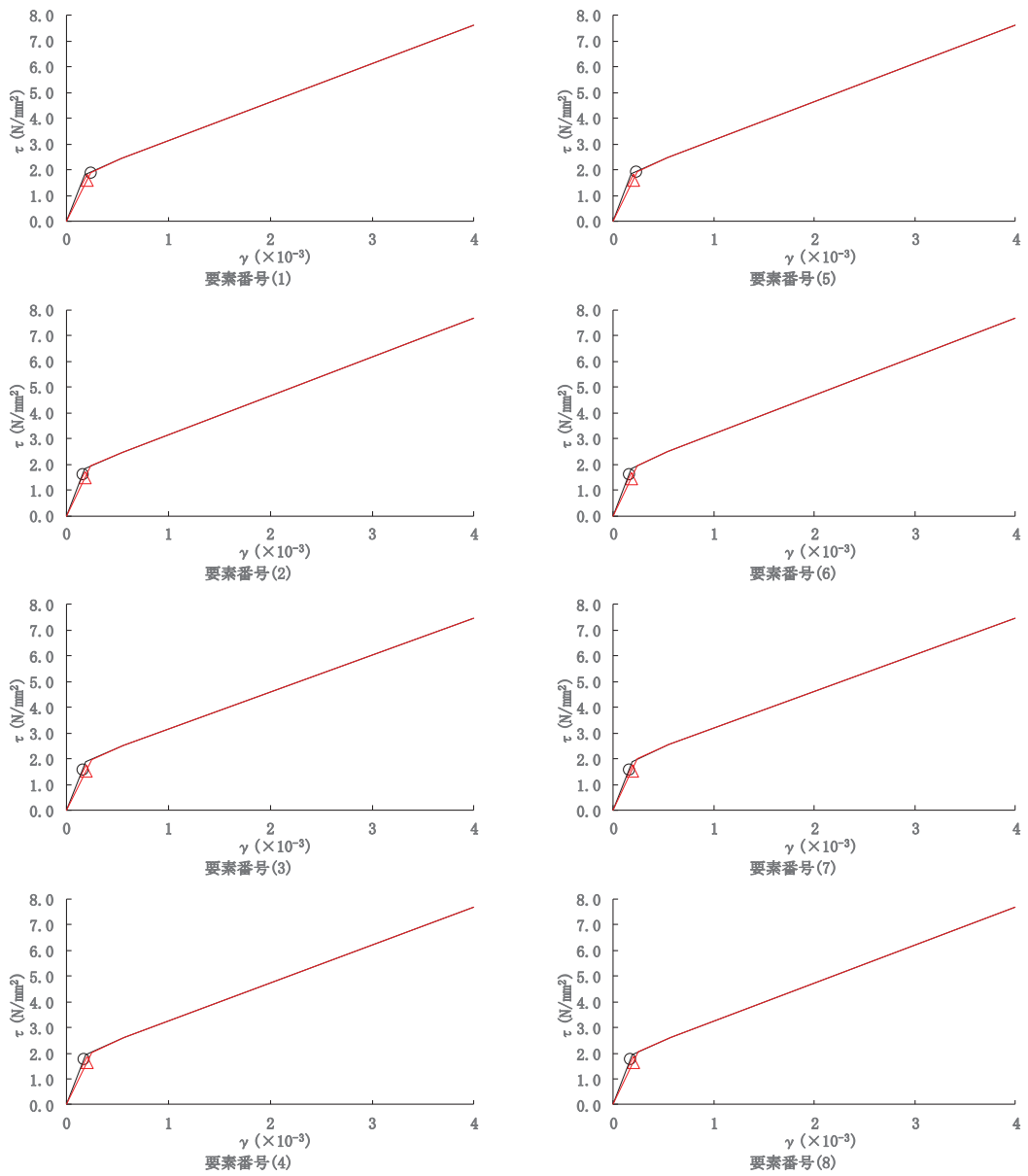
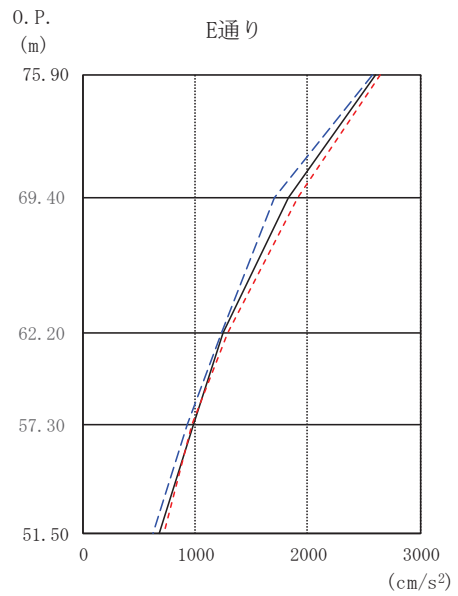
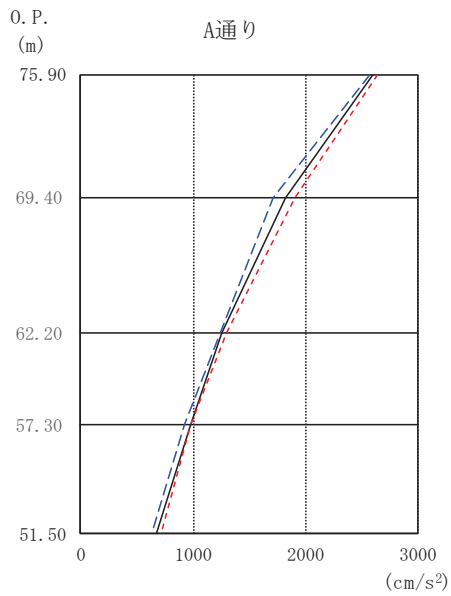
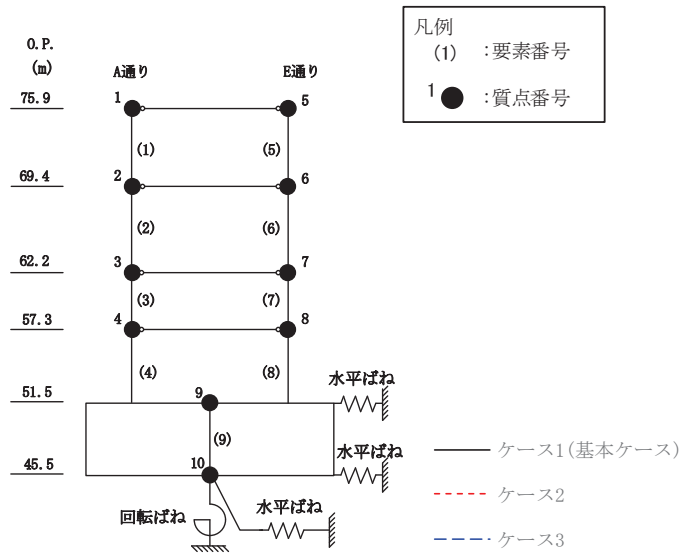


図 2-12 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

## 2.2 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 2-13～図 2-27 に示す。

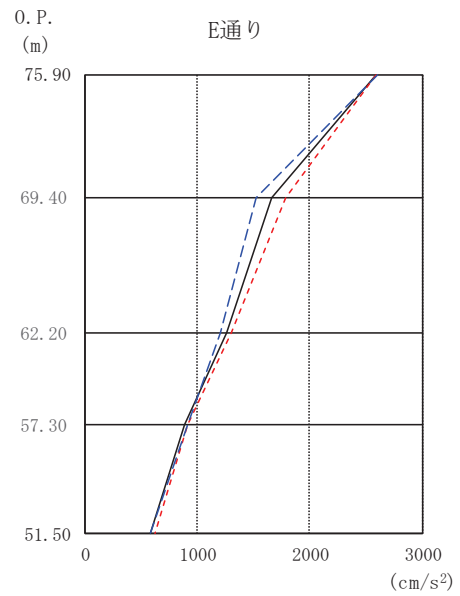
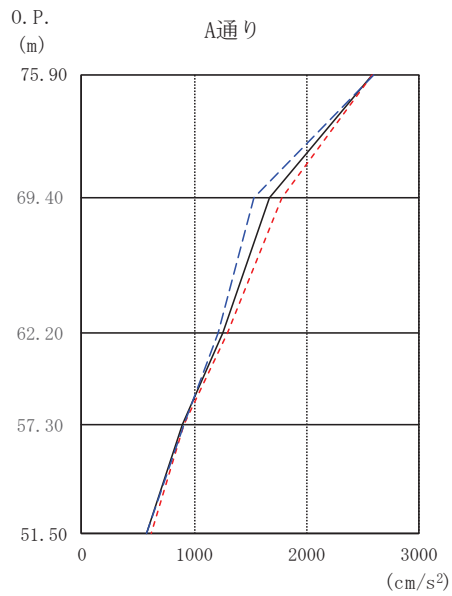
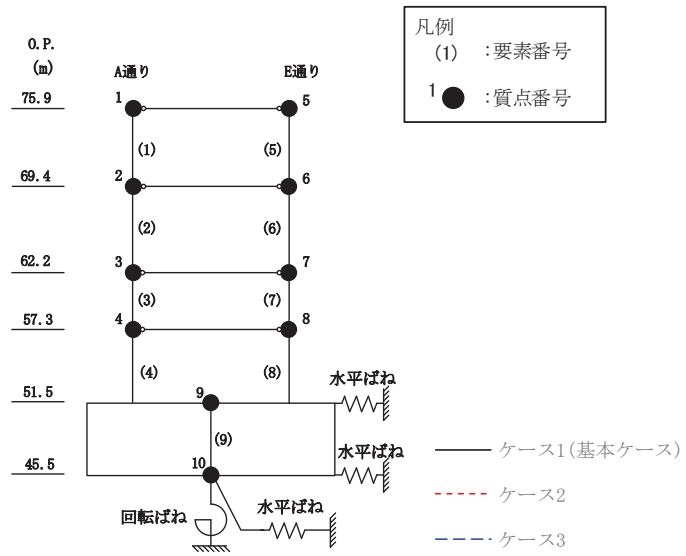


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2603	2641	2579
69.40	1827	1906	1707
62.20	1253	1292	1235
57.30	984	972	929
51.50	673	717	630

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2603	2641	2579
69.40	1827	1906	1707
62.20	1253	1292	1235
57.30	984	972	929
51.50	673	717	630

(a) S s - D 2

図 2-13(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

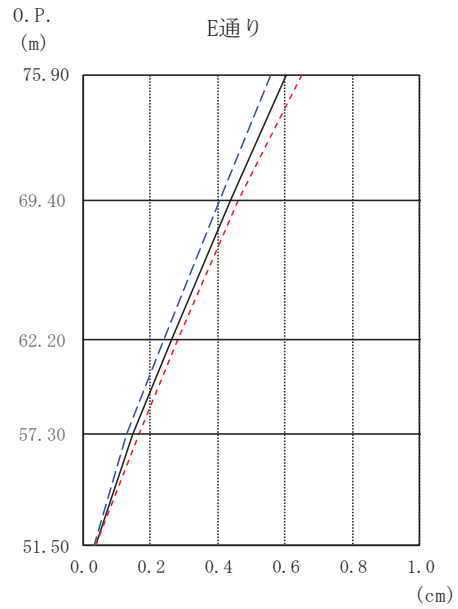
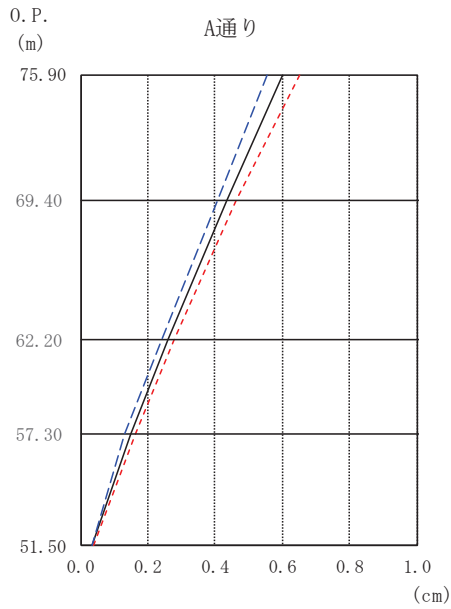
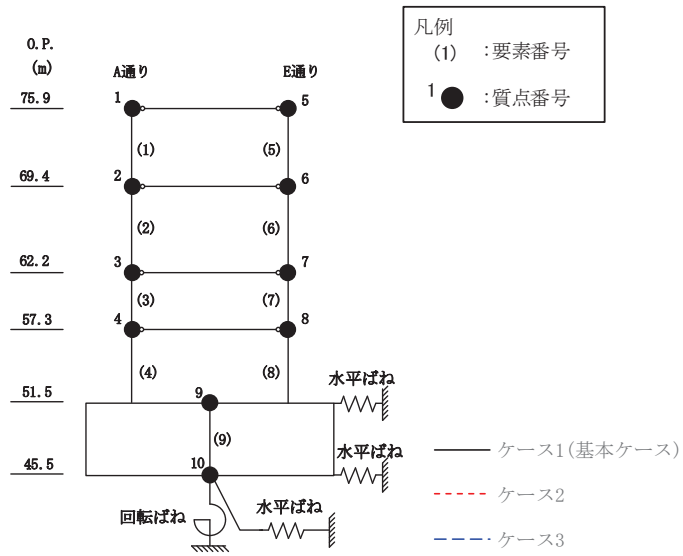


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2590	2586	2603
69.40	1667	1786	1531
62.20	1262	1296	1212
57.30	891	913	914
51.50	579	621	580

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2590	2586	2603
69.40	1667	1786	1531
62.20	1262	1296	1212
57.30	891	913	914
51.50	579	621	580

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-13(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

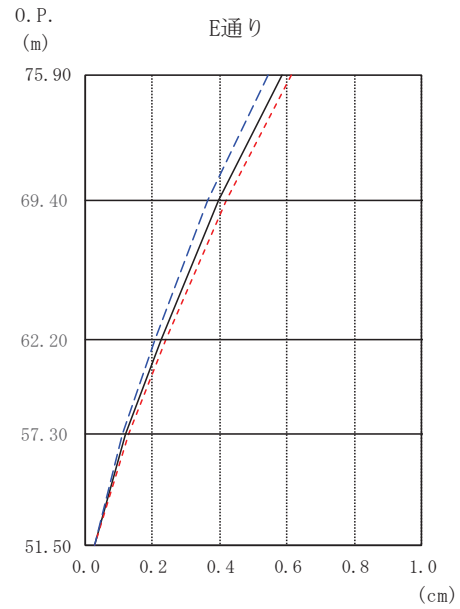
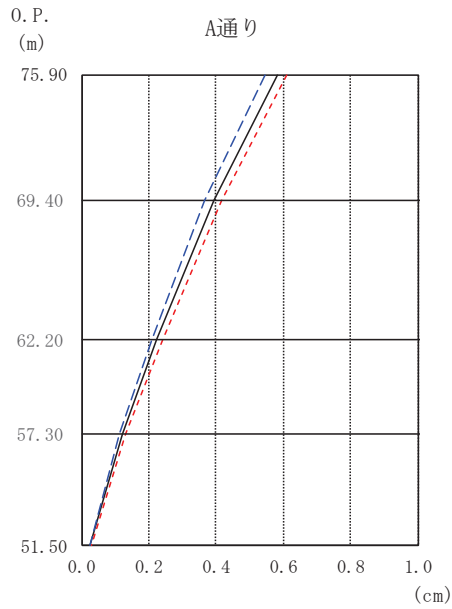
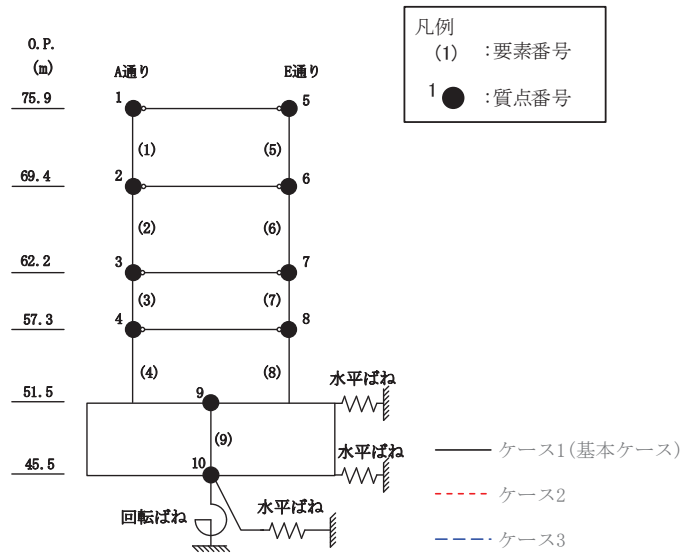


O. P. (m)	A通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.60	0.65	0.56
69.40	0.44	0.46	0.41
62.20	0.26	0.28	0.24
57.30	0.15	0.16	0.13
51.50	0.04	0.04	0.03

O. P. (m)	E通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.60	0.65	0.56
69.40	0.44	0.46	0.41
62.20	0.26	0.28	0.24
57.30	0.15	0.16	0.13
51.50	0.04	0.04	0.03

(a) S s - D 2

図 2-14(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)



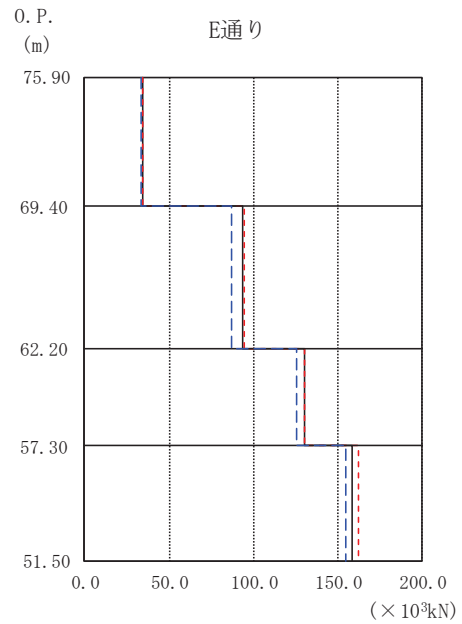
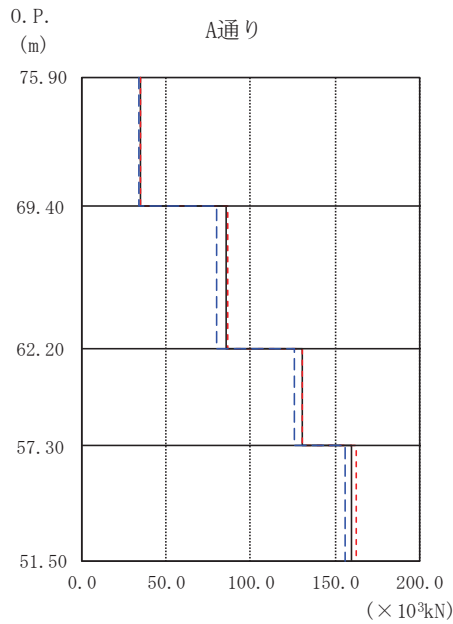
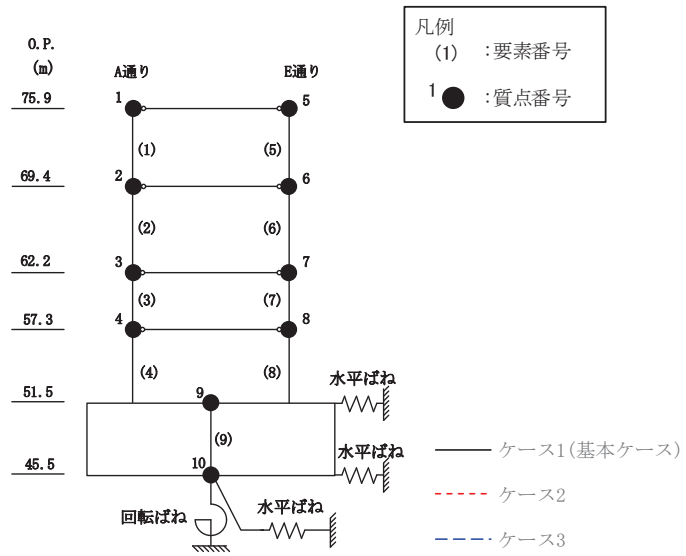
O. P. (m)	A通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.58	0.61	0.54
69.40	0.39	0.42	0.37
62.20	0.22	0.24	0.21
57.30	0.12	0.13	0.11
51.50	0.03	0.03	0.03

O. P. (m)	E通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.58	0.61	0.54
69.40	0.39	0.42	0.37
62.20	0.22	0.24	0.21
57.30	0.12	0.13	0.11
51.50	0.03	0.03	0.03

(b) S<sub>s</sub> - F3

図 2-14(2) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)



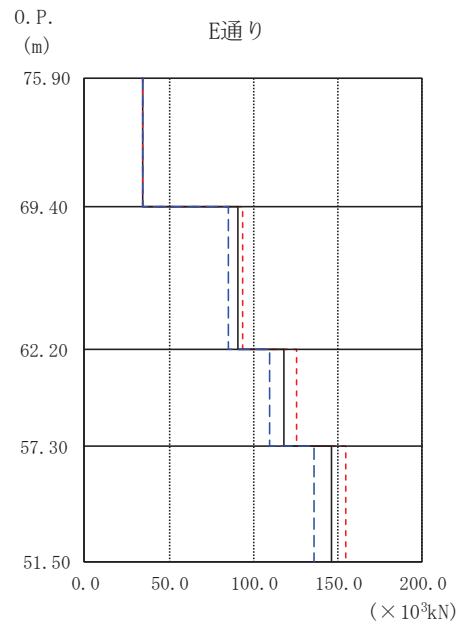
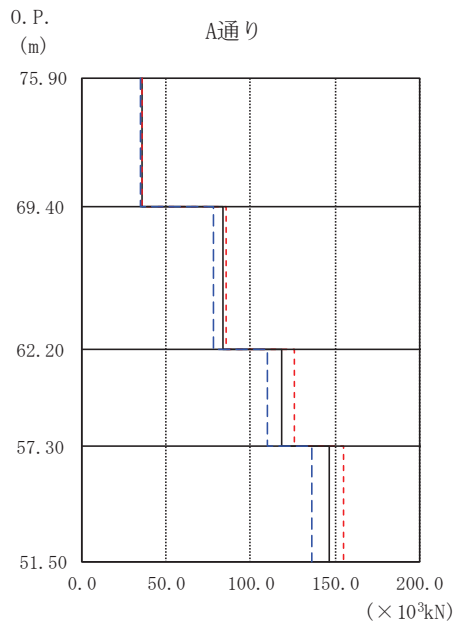
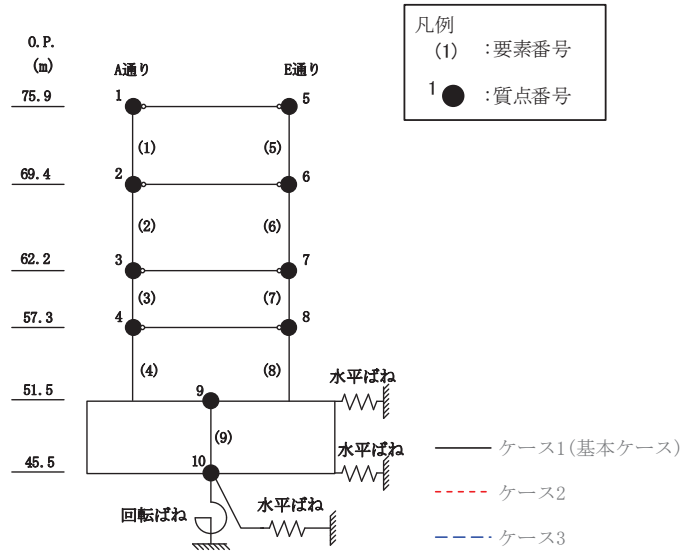


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	34.51	34.64	33.97
62.20	85.51	86.73	80.04
57.30	130.32	131.05	126.22
51.50	159.51	162.88	155.93

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	33.96	34.10	33.41
62.20	93.32	95.04	87.23
57.30	129.92	130.65	125.81
51.50	158.65	162.03	155.08

(a) S s - D 2

図 2-15(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

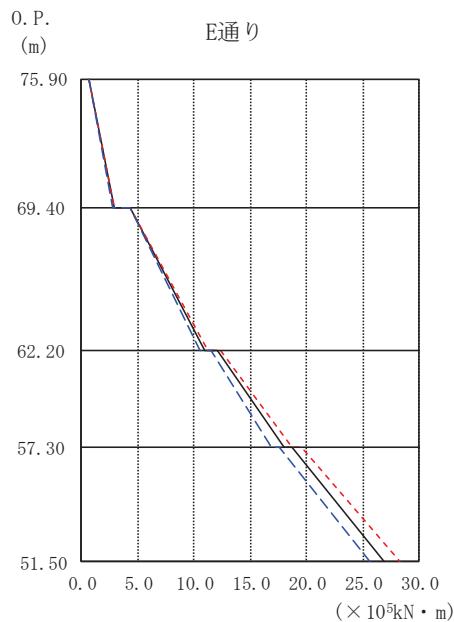
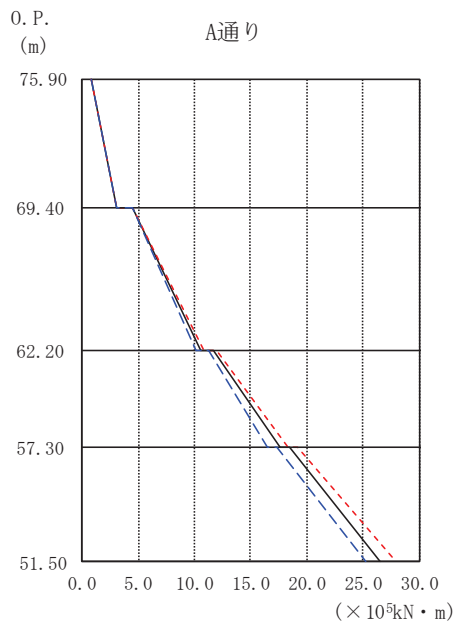
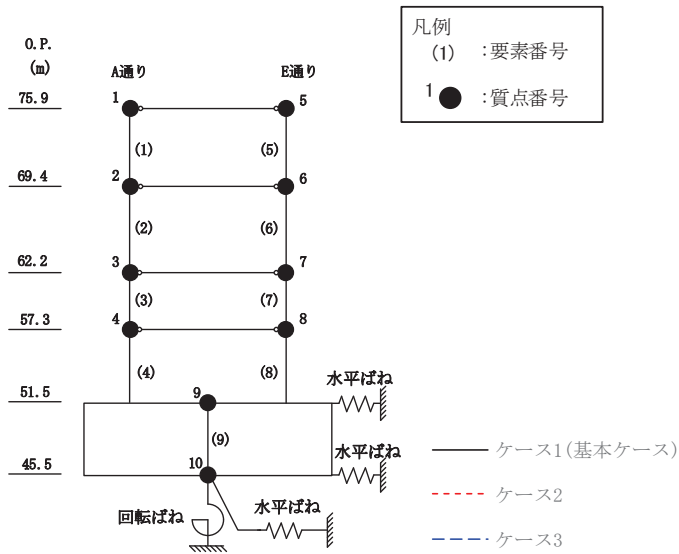


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	35.14	35.35	34.47
62.20	83.33	85.87	77.73
57.30	118.62	126.22	109.56
51.50	146.21	155.00	135.77

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	34.60	34.82	33.93
62.20	91.02	94.09	84.94
57.30	118.31	125.86	109.29
51.50	146.06	154.47	135.62

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-15(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

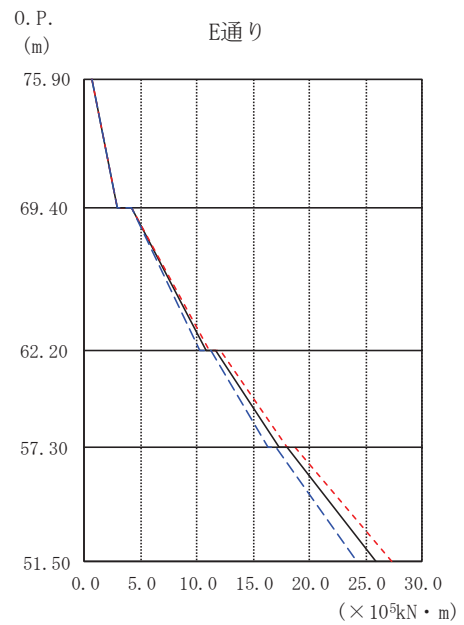
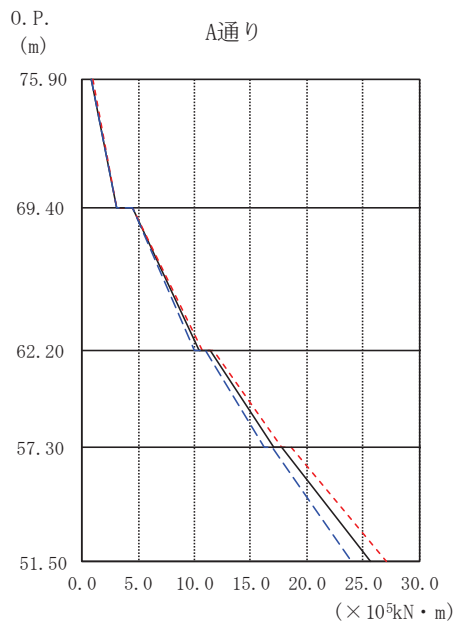
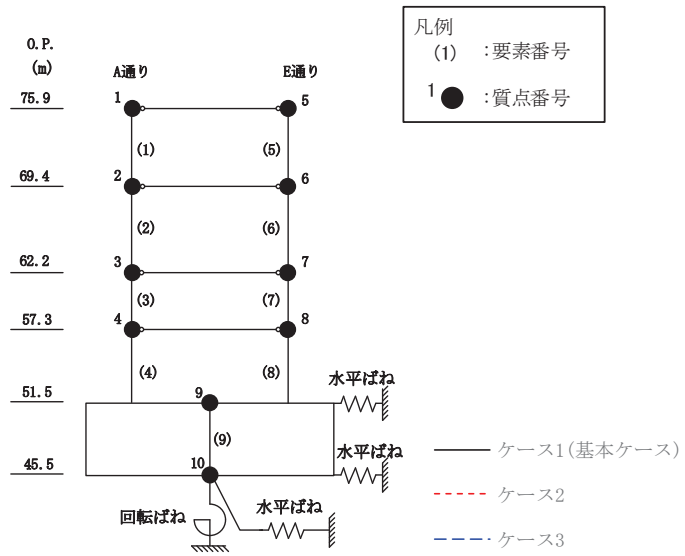


O. P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.80	0.79	0.83
69.40	3.07	3.09	3.07
62.20	10.59	10.81	10.20
57.30	17.62	18.36	16.54
51.50	26.56	27.97	25.24

O. P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.63	0.59	0.60
69.40	2.85	2.85	2.82
62.20	11.01	11.18	10.55
57.30	18.01	18.71	16.88
51.50	26.92	28.30	25.58

(a) S s - D 2

図 2-16(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

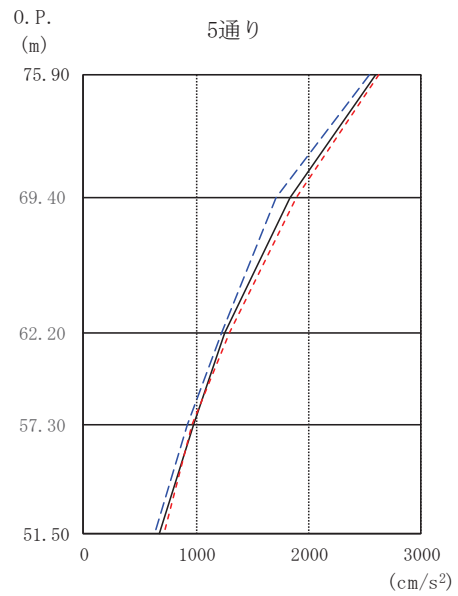
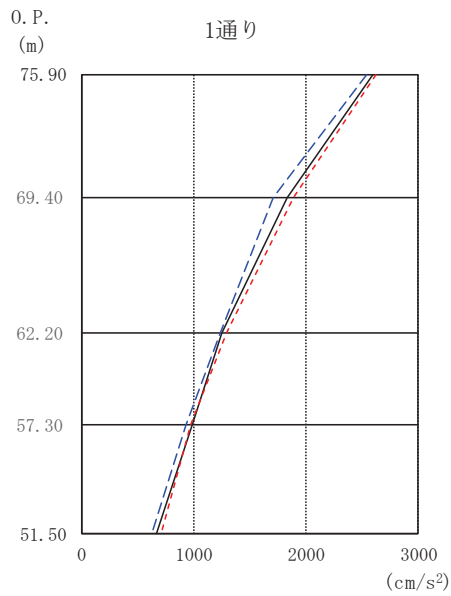
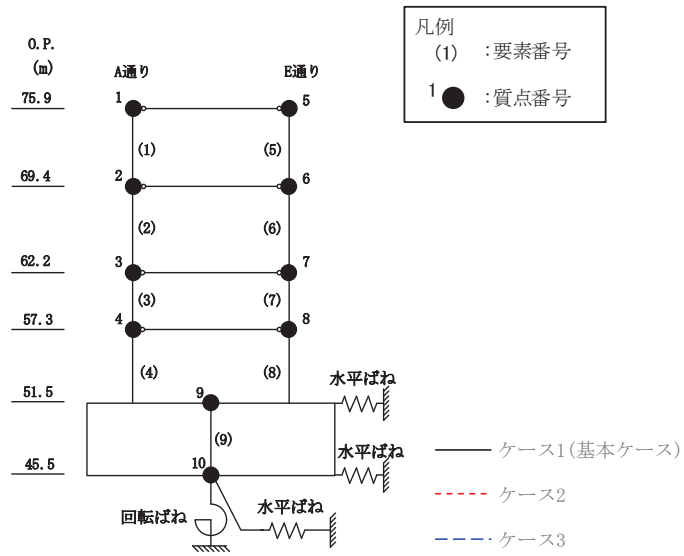


0. P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.86	0.89	0.87
69.40	3.12	3.14	3.13
62.20	10.45	10.63	10.03
57.30	17.06	17.74	16.15
51.50	25.72	27.06	24.01

0. P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.63	0.66	0.61
69.40	2.82	2.85	2.84
62.20	10.76	11.03	10.29
57.30	17.30	18.04	16.34
51.50	25.89	27.26	24.15

(b) S s - F 3

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

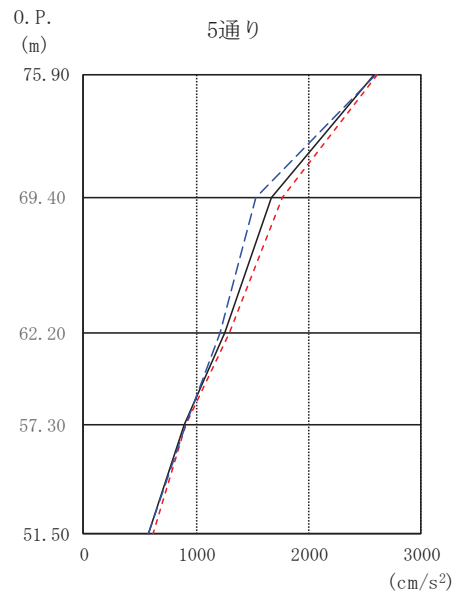
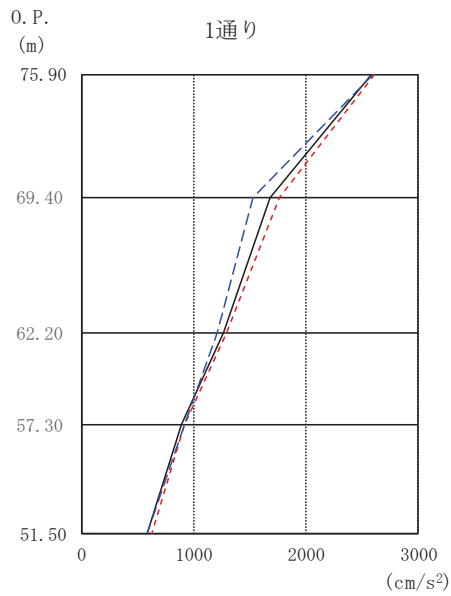
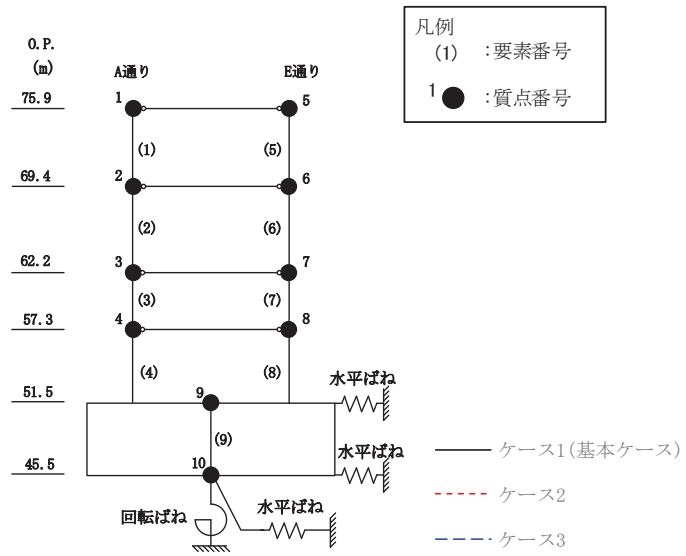


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2593	2623	2537
69.40	1832	1889	1712
62.20	1250	1293	1234
57.30	982	971	927
51.50	673	712	630

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2593	2623	2537
69.40	1832	1889	1712
62.20	1250	1293	1234
57.30	982	971	927
51.50	673	712	630

(a) S s - D 2

図 2-17(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

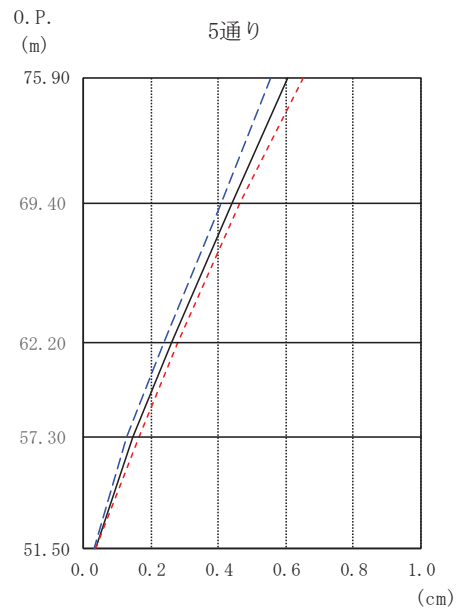
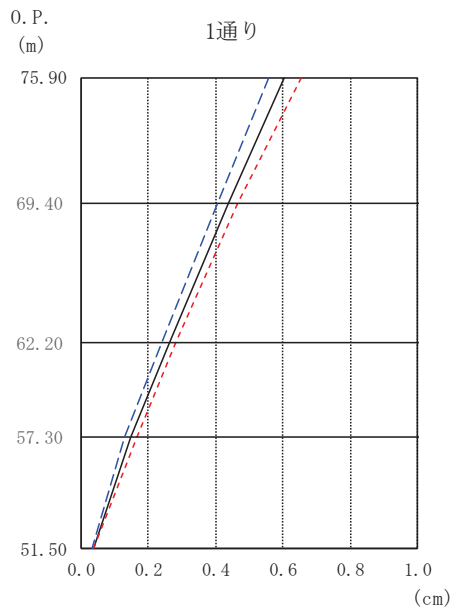
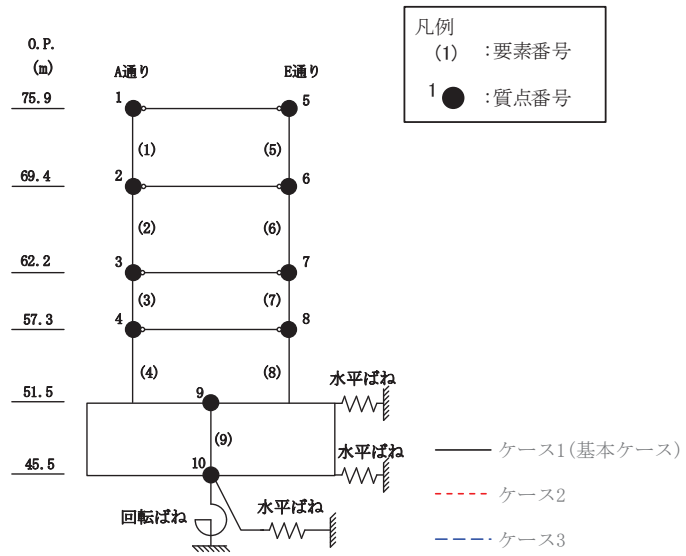


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2584	2609	2592
69.40	1673	1762	1532
62.20	1261	1295	1210
57.30	890	911	911
51.50	579	621	580

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	2584	2609	2592
69.40	1673	1762	1532
62.20	1261	1295	1210
57.30	890	911	911
51.50	579	621	580

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-17(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

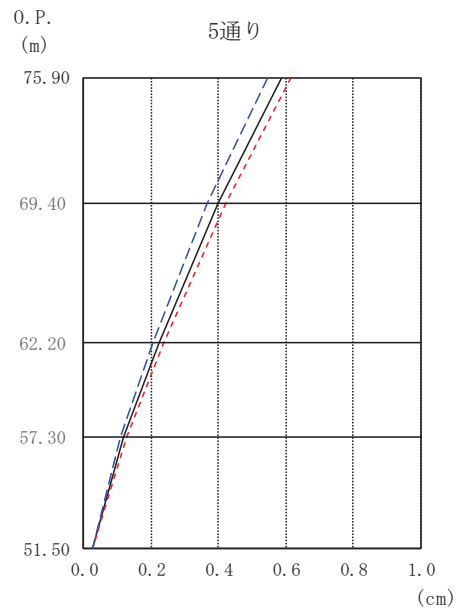
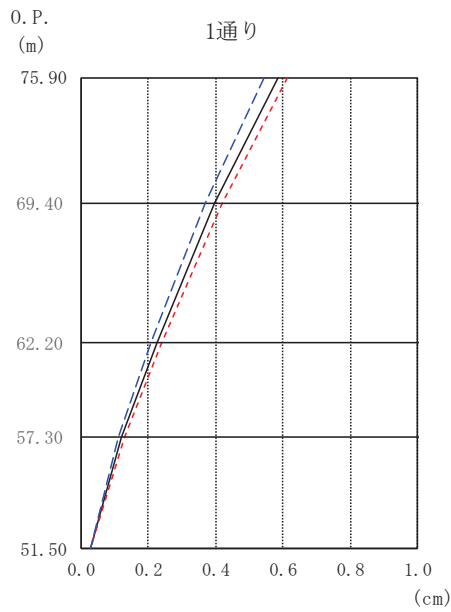
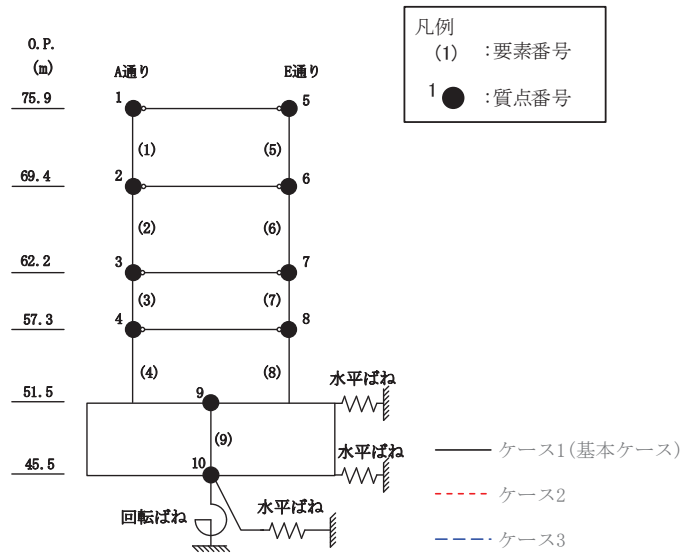


O. P. (m)	1通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.61	0.65	0.56
69.40	0.44	0.46	0.41
62.20	0.26	0.28	0.24
57.30	0.15	0.16	0.13
51.50	0.04	0.04	0.03

O. P. (m)	5通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.61	0.65	0.56
69.40	0.44	0.46	0.41
62.20	0.26	0.28	0.24
57.30	0.15	0.16	0.13
51.50	0.04	0.04	0.03

(a) S s - D 2

図 2-18(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)



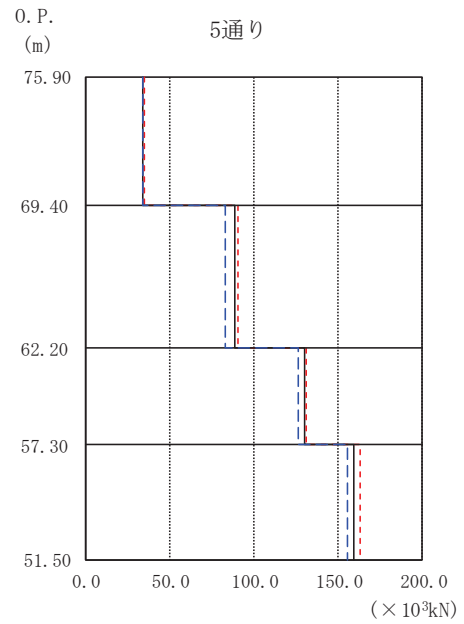
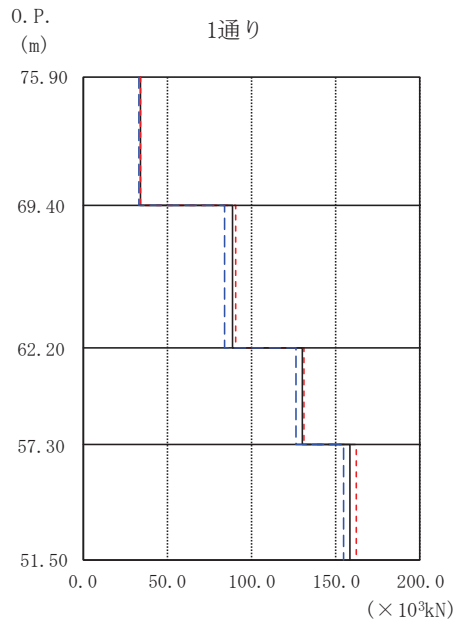
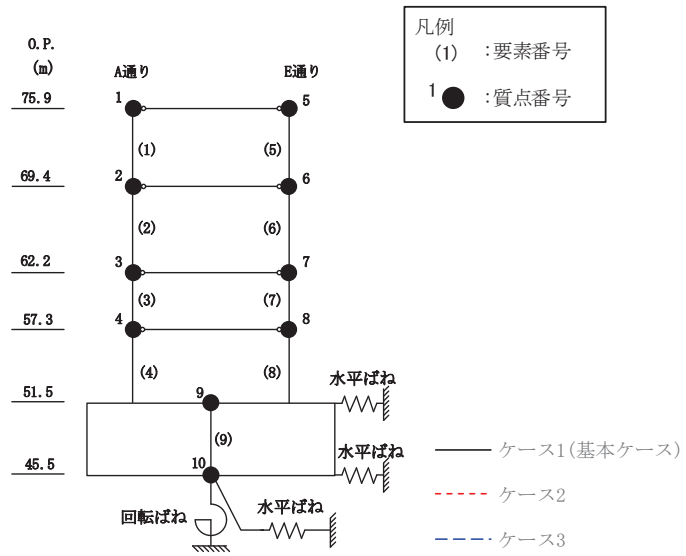
O. P. (m)	1通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.59	0.61	0.55
69.40	0.40	0.42	0.37
62.20	0.22	0.24	0.21
57.30	0.12	0.13	0.11
51.50	0.03	0.03	0.03

O. P. (m)	5通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.59	0.61	0.55
69.40	0.40	0.42	0.37
62.20	0.22	0.24	0.21
57.30	0.12	0.13	0.11
51.50	0.03	0.03	0.03

(b) S<sub>s</sub> - F3

図 2-18(2) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)





1通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

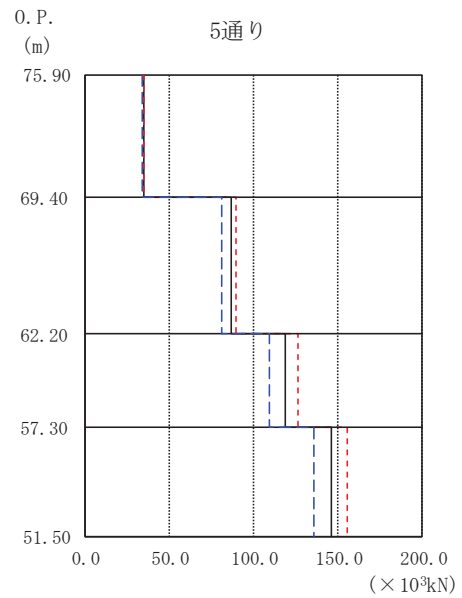
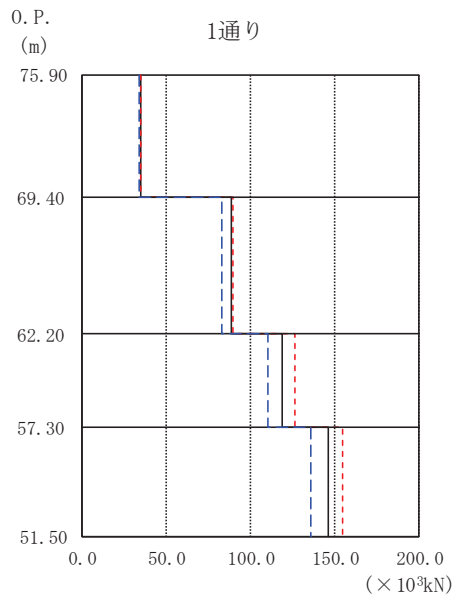
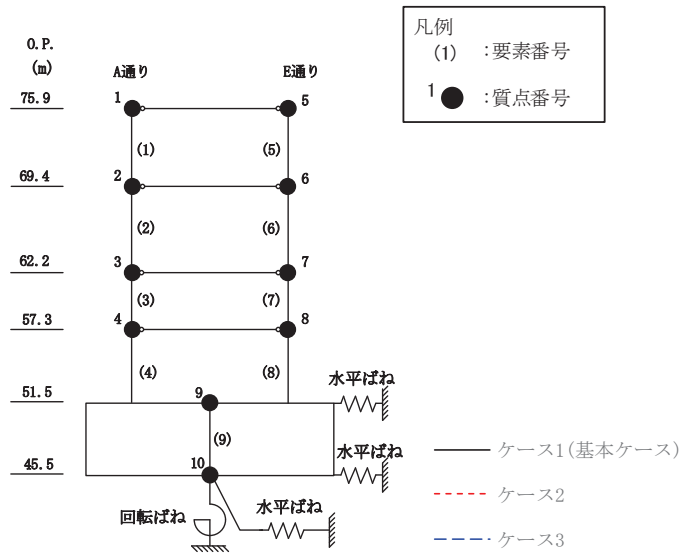
0. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	34.08	34.23	33.54
62.20	88.74	90.35	84.23
57.30	129.89	130.66	126.12
51.50	158.62	161.88	155.01

5通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

0. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	34.39	34.51	33.86
62.20	88.86	90.39	83.16
57.30	130.20	130.94	126.04
51.50	159.35	162.59	155.74

(a) S s - D 2

図 2-19(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

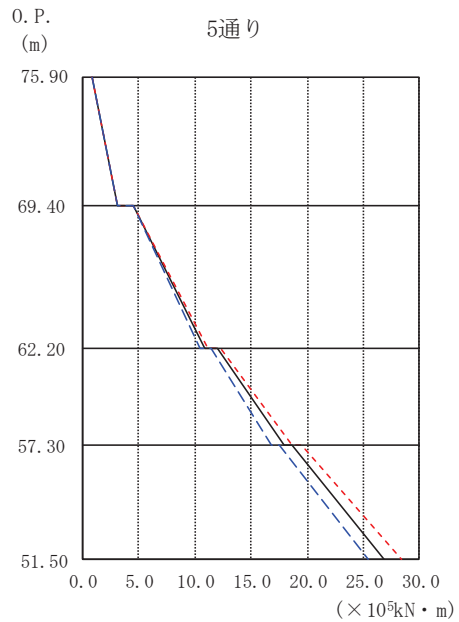
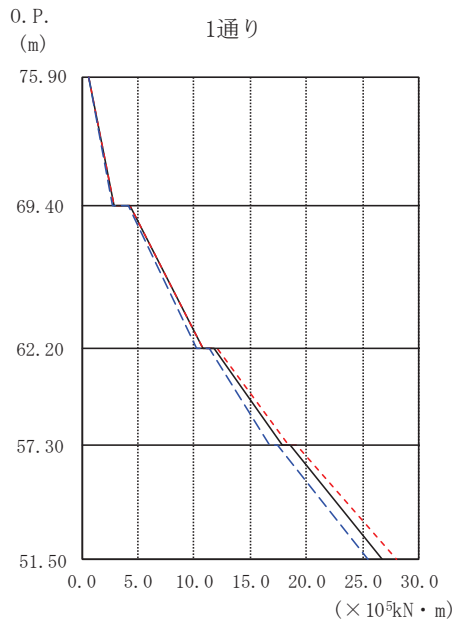
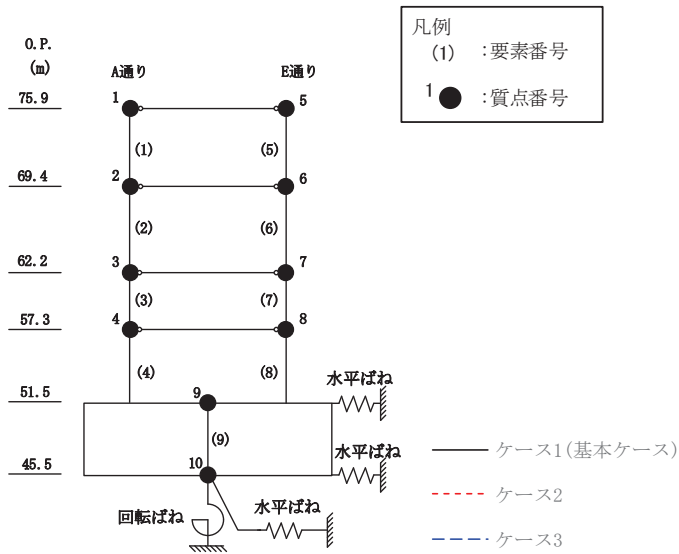


O. P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	34.73	34.90	34.04
62.20	88.07	89.20	82.18
57.30	118.67	126.28	109.60
51.50	146.12	154.41	135.56

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90			
69.40	35.03	35.15	34.32
62.20	86.69	89.25	80.78
57.30	118.42	126.06	109.32
51.50	146.12	154.96	135.58

(b) S s - F 3

図 2-19(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (2/2)



1通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )

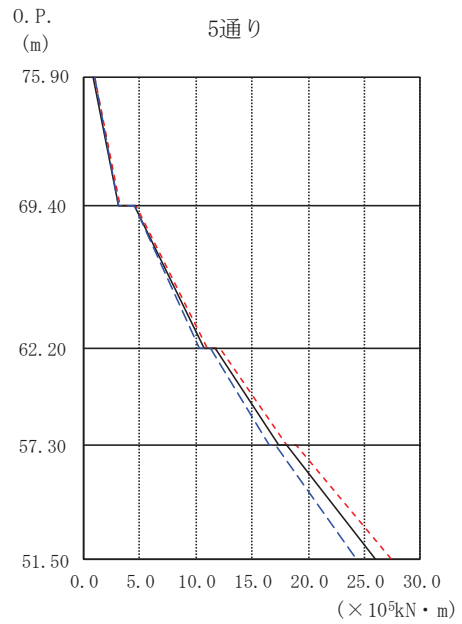
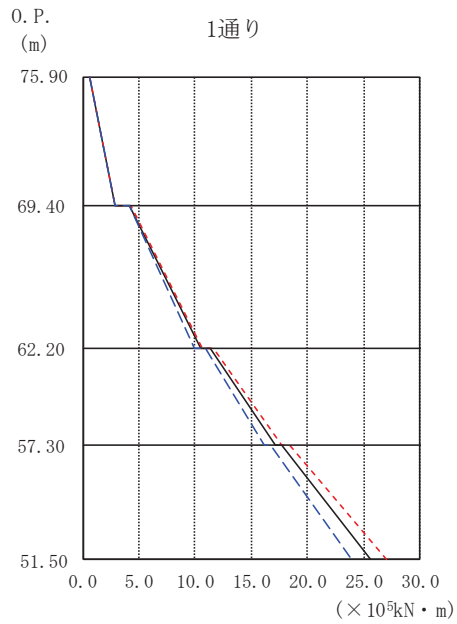
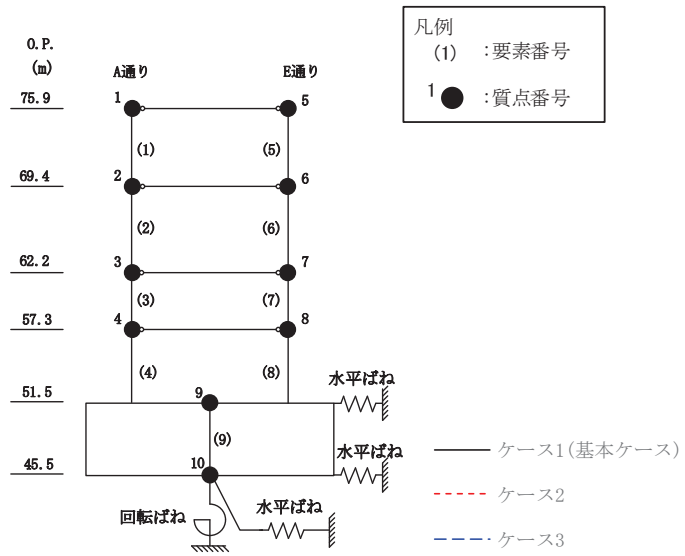
0. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.59	0.57	0.57
69.40	2.83	2.83	2.75
62.20	10.71	10.80	10.25
57.30	17.78	18.36	16.64
51.50	26.71	27.93	25.39

5通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )

0. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.85	0.85	0.88
69.40	3.08	3.12	3.09
62.20	10.88	11.12	10.46
57.30	17.90	18.64	16.79
51.50	26.80	28.44	25.46

(a) S s - D 2

図 2-20(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

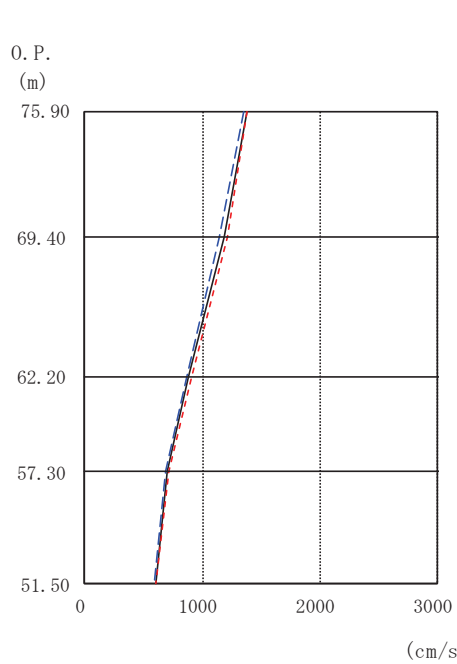
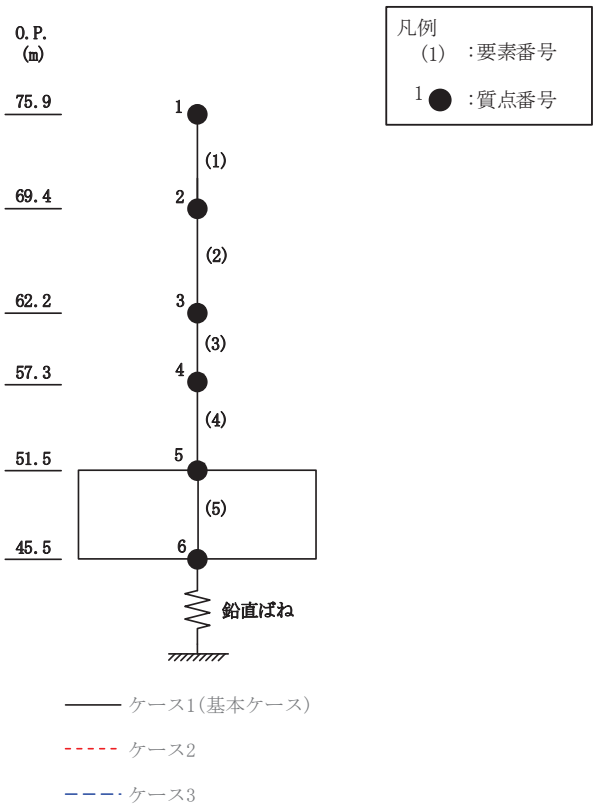


O. P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.57	0.63	0.57
69.40	2.83	2.88	2.81
62.20	10.50	10.65	9.99
57.30	17.06	17.70	16.07
51.50	25.65	27.01	23.89

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	0.93	0.94	0.93
69.40	3.15	3.26	3.17
62.20	10.78	11.06	10.36
57.30	17.40	18.09	16.46
51.50	26.05	27.40	24.31

(b) S s - F 3

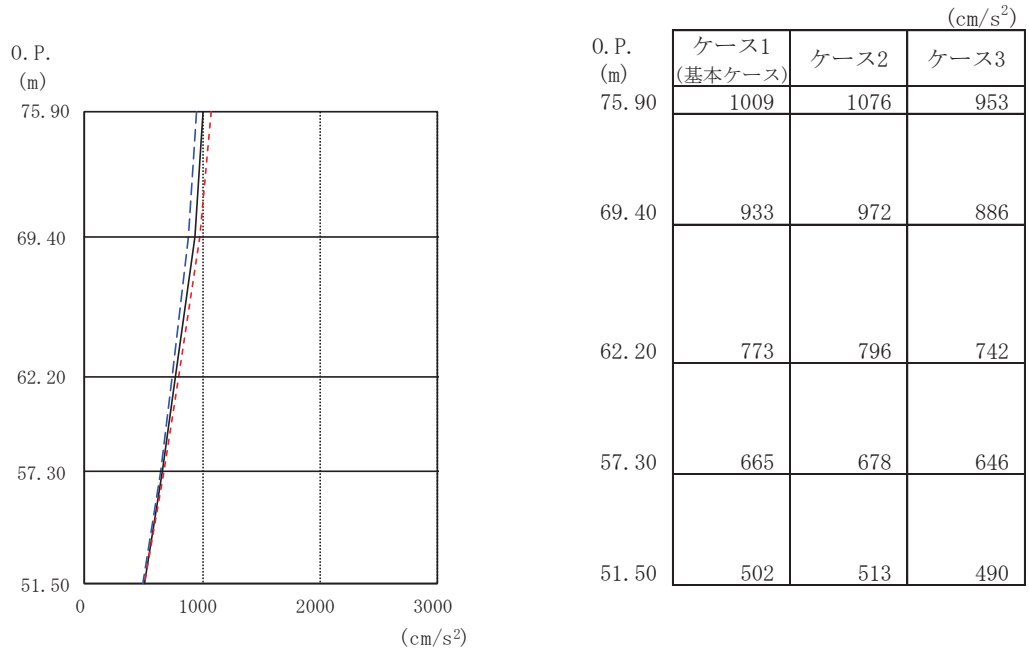
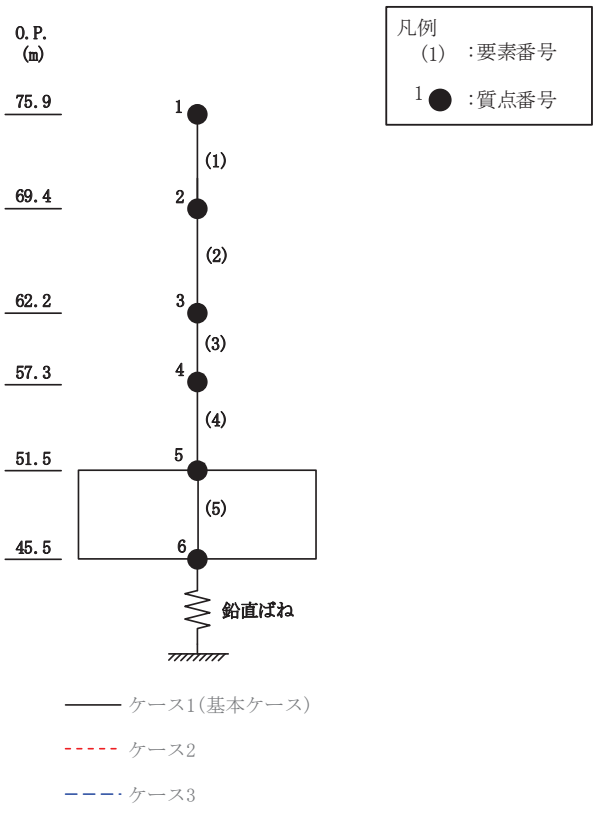
図 2-20(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (2/2)



O. P. (m)	(cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース2	ケース3
75.90	1376	1384	1349
69.40	1183	1214	1140
62.20	885	908	860
57.30	703	708	691
51.50	602	608	593

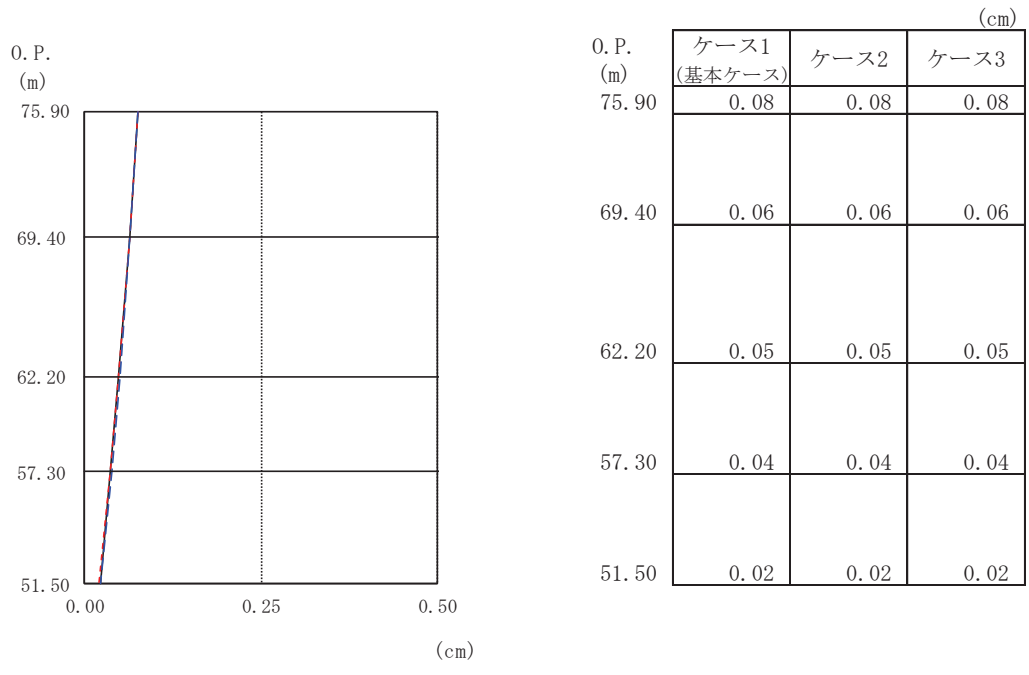
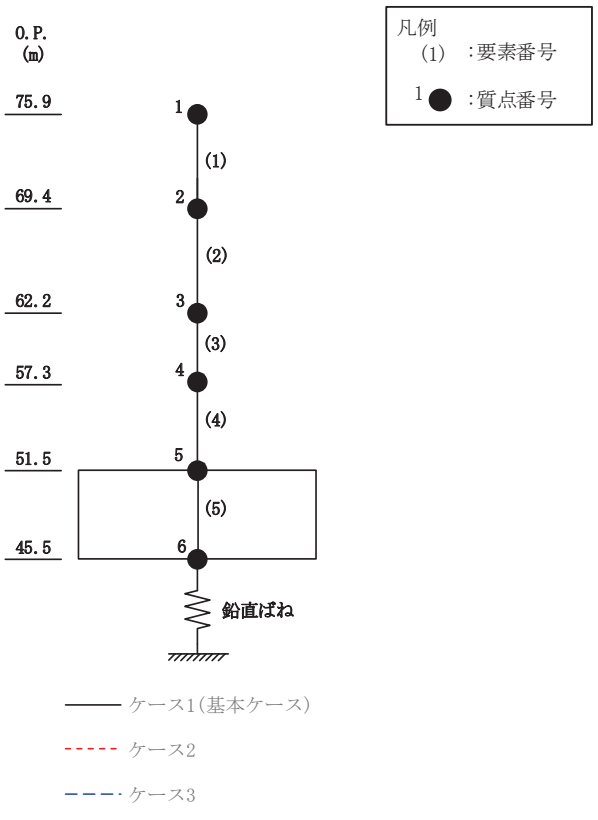
(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 2-21(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



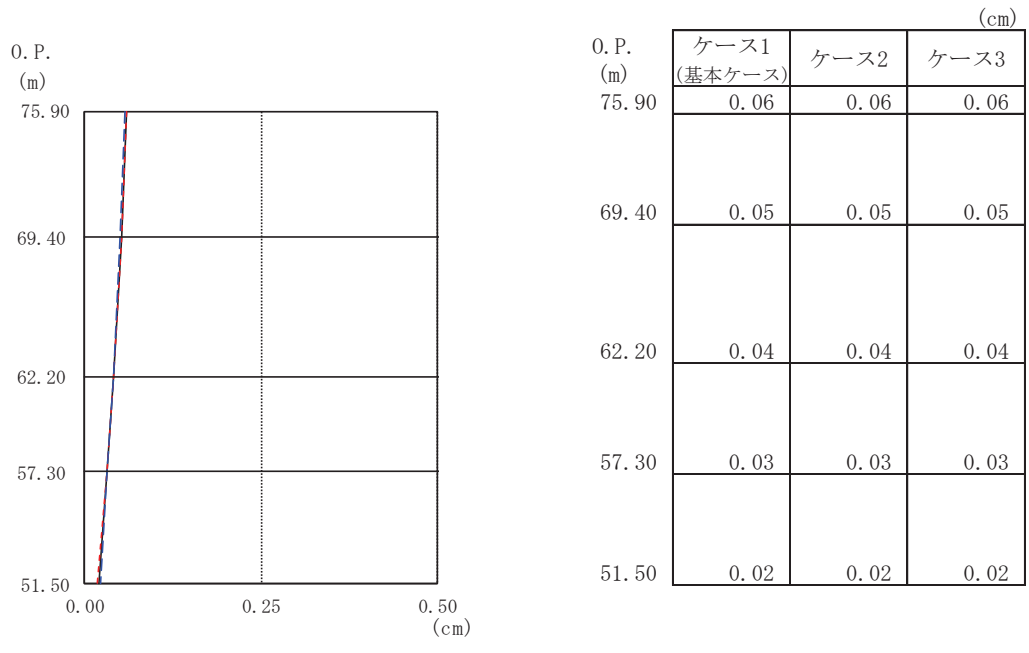
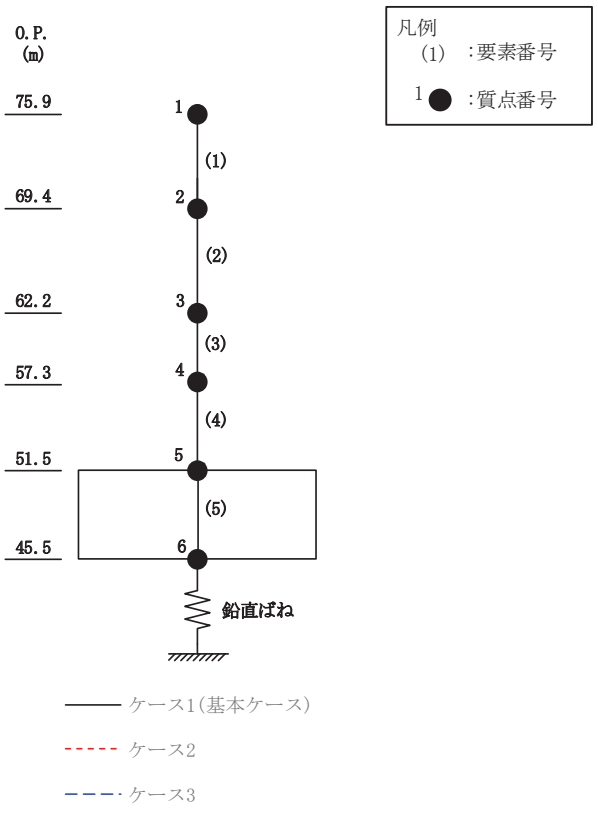
(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-21(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/2)



(a) S<sub>s</sub> - D 2

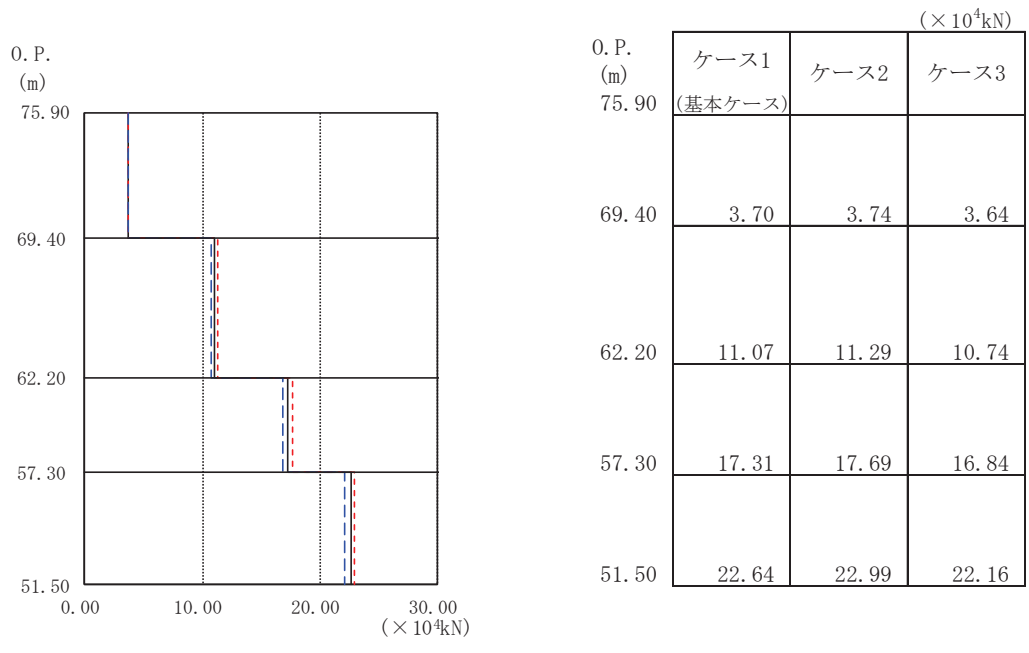
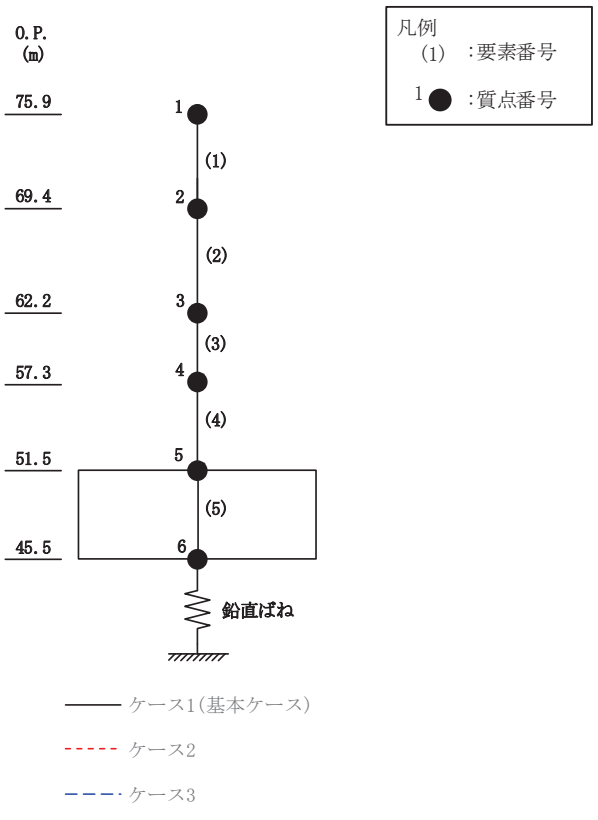
図 2-22(1) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



(b) S<sub>s</sub> - F 3

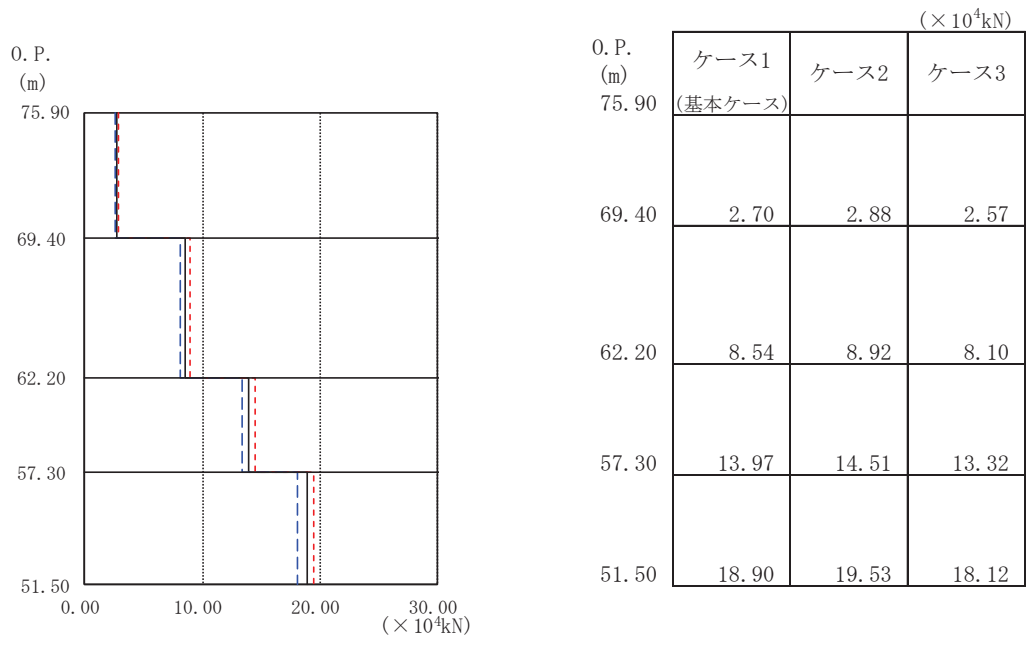
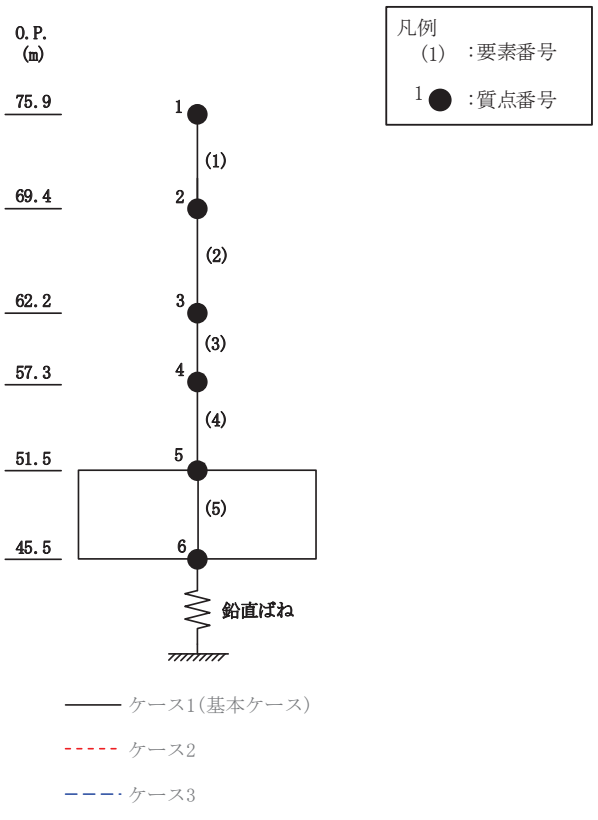
図 2-22(2) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/2)





(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 2-23(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-23(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/2)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース2      □ケース3

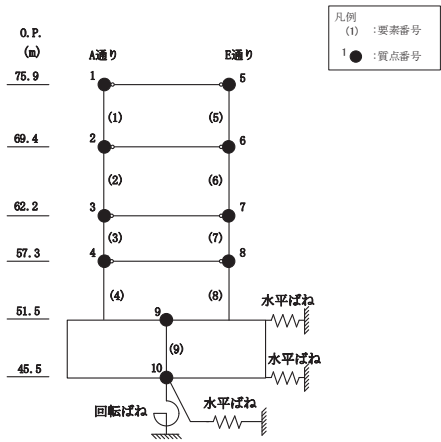
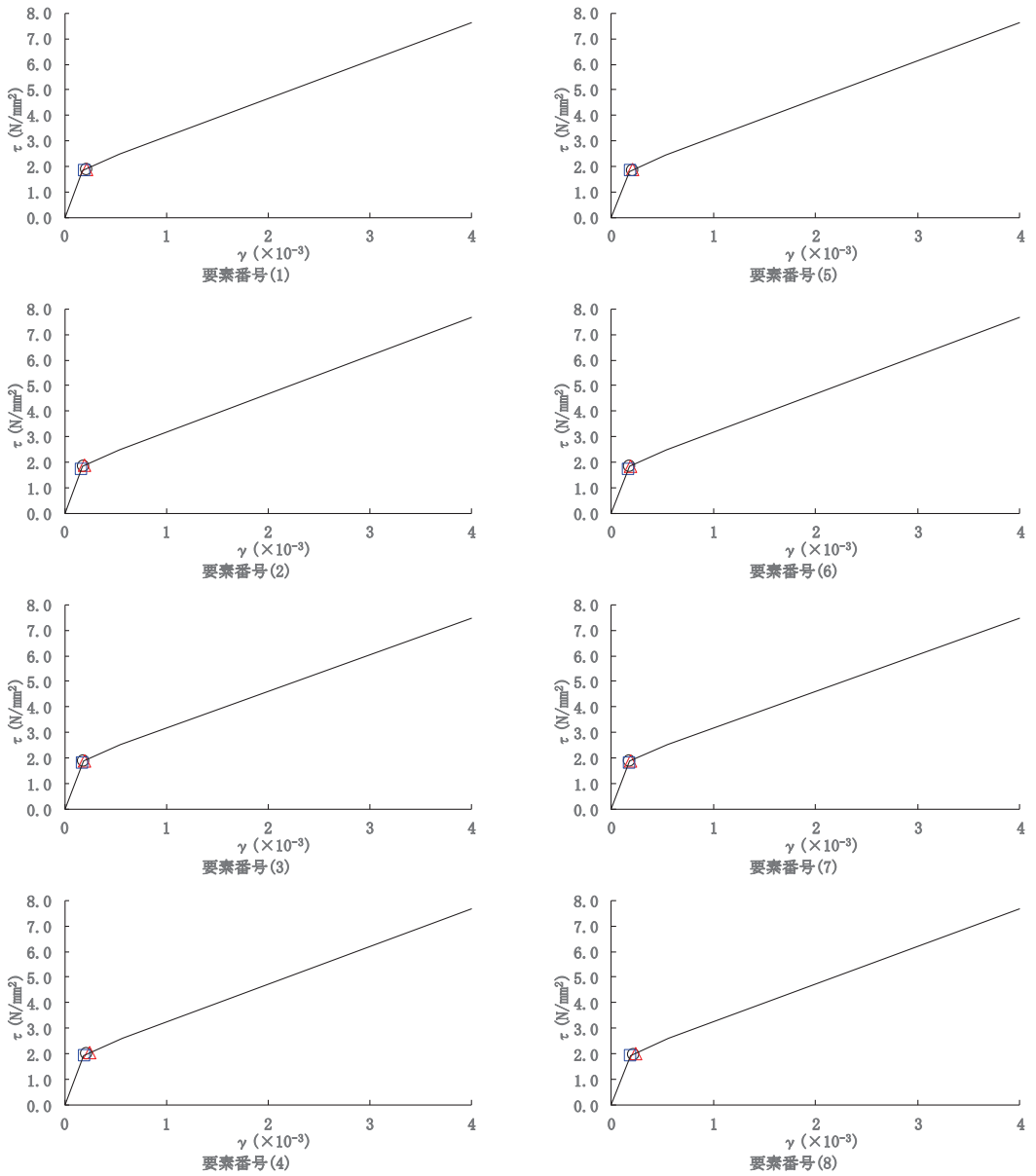


図 2-24 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース2      □ケース3

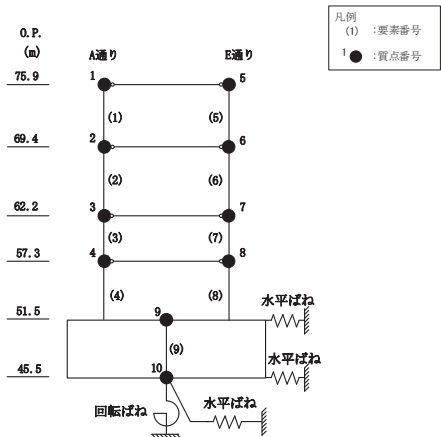
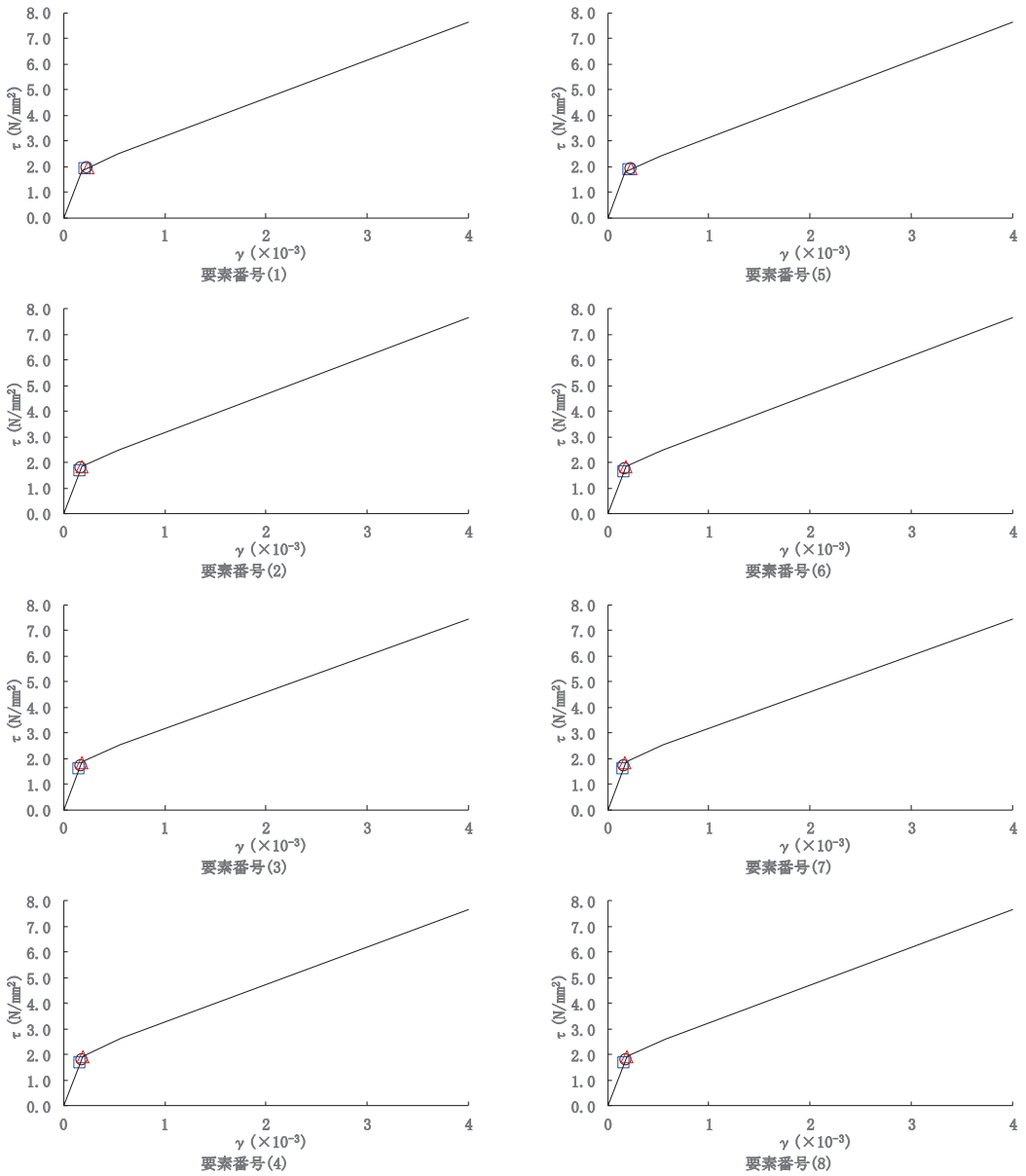


図 2-25 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース2      □ケース3

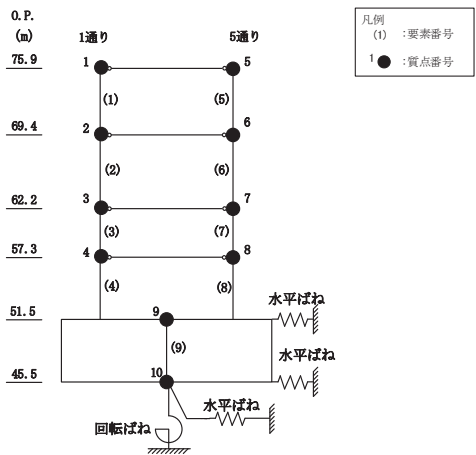
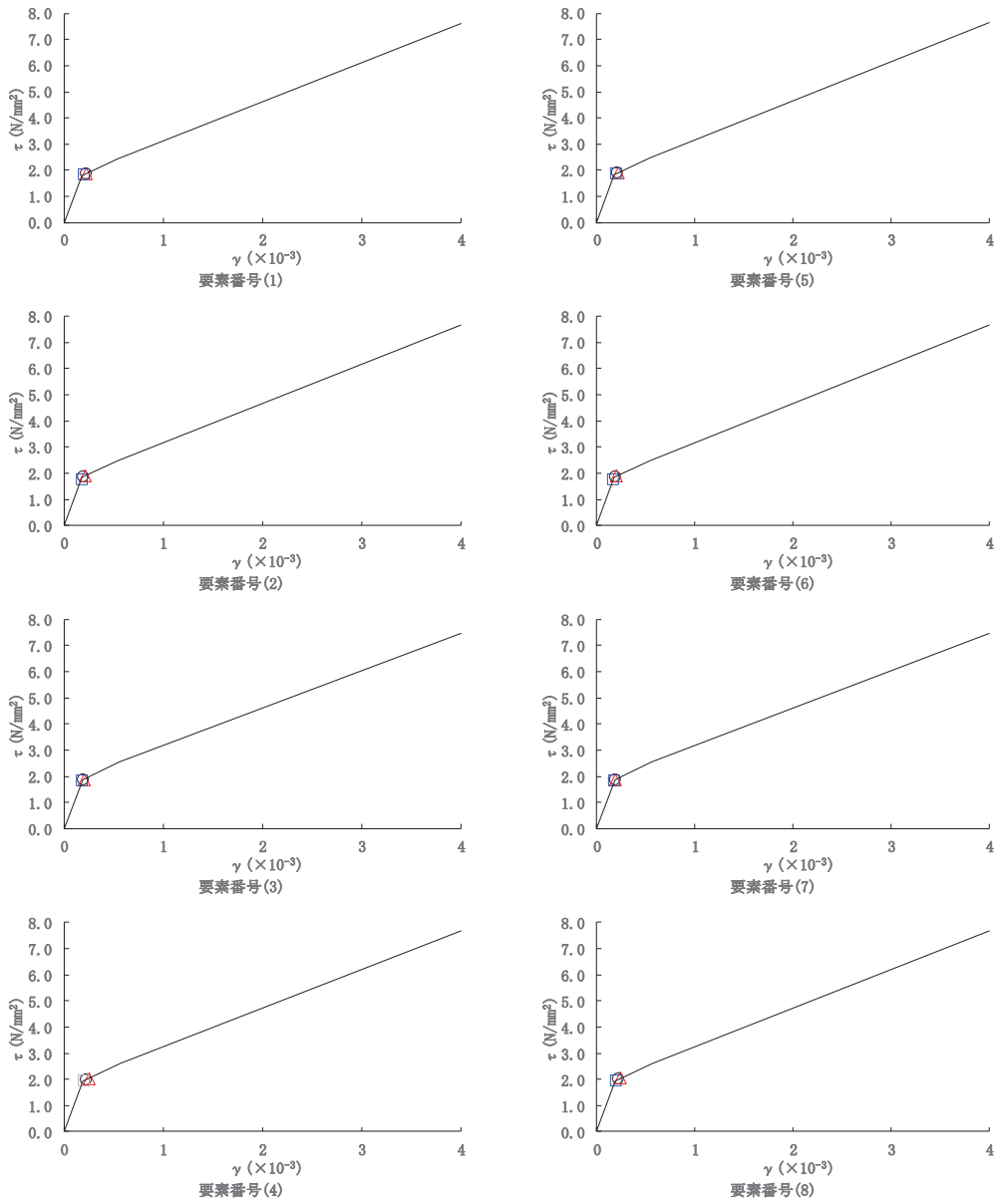


図 2-26 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース2      □ケース3

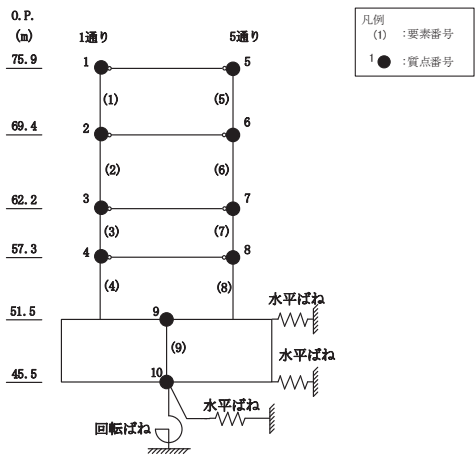
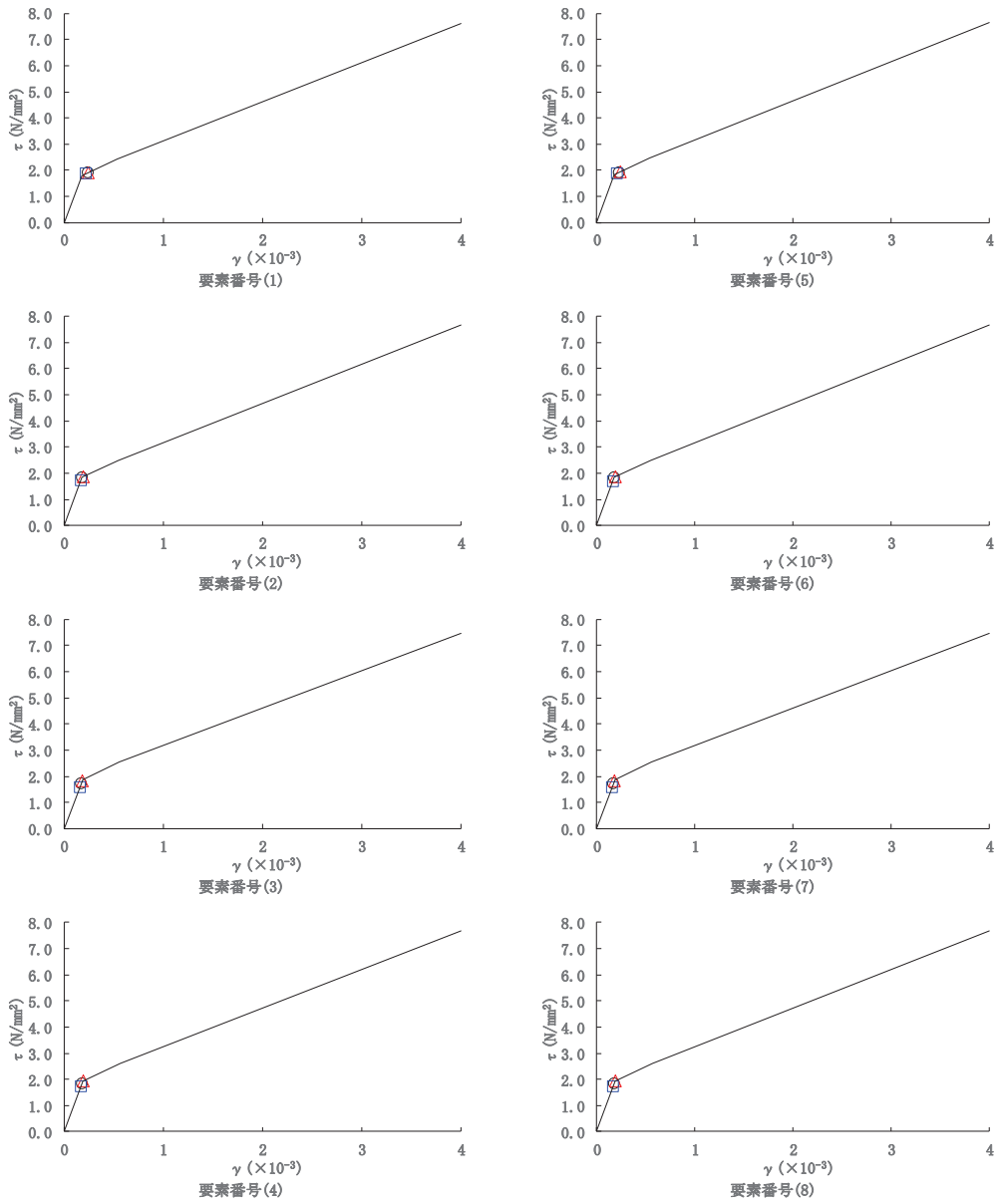
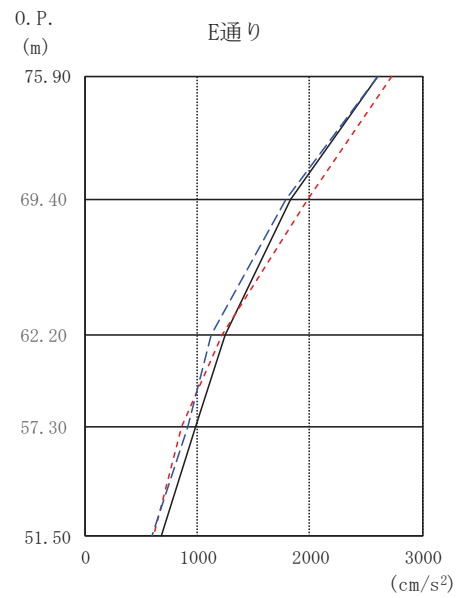
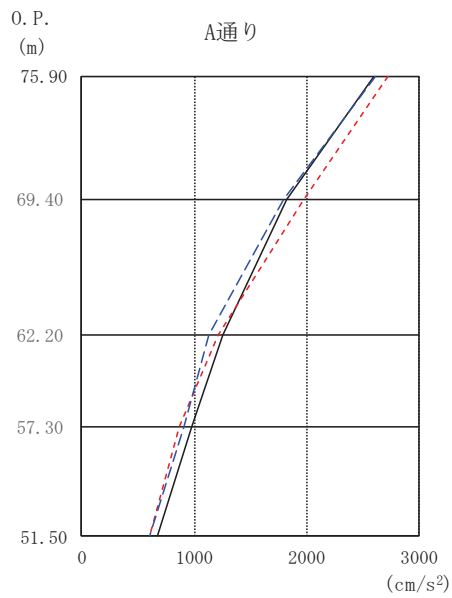
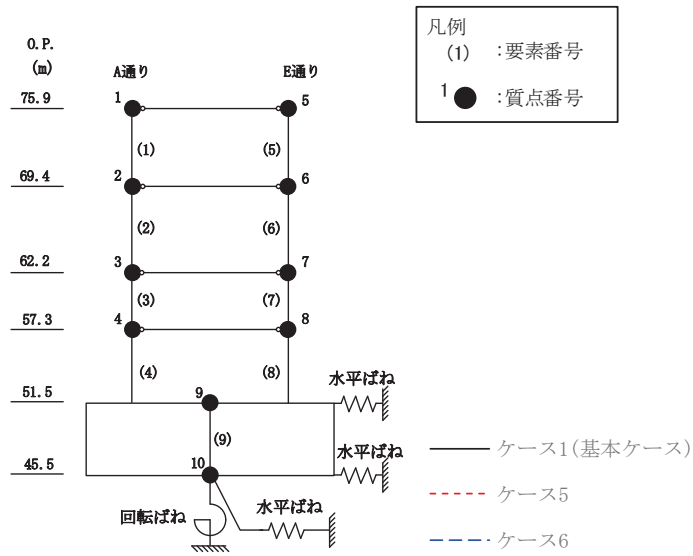


図 2-27 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

### 2.3 建屋剛性及び地盤物性の不確かさ

建屋剛性及び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 2-28～図 2-39 に示す。



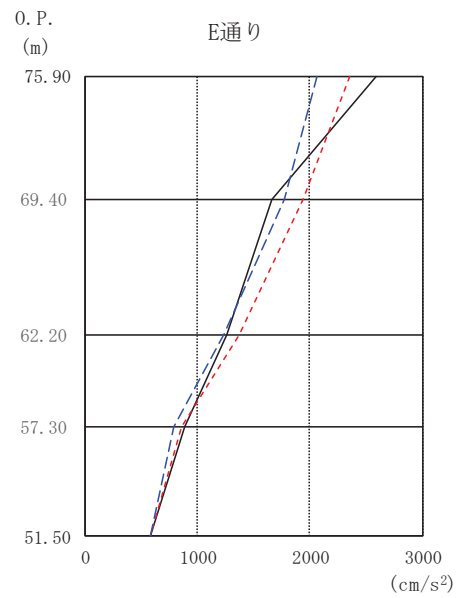
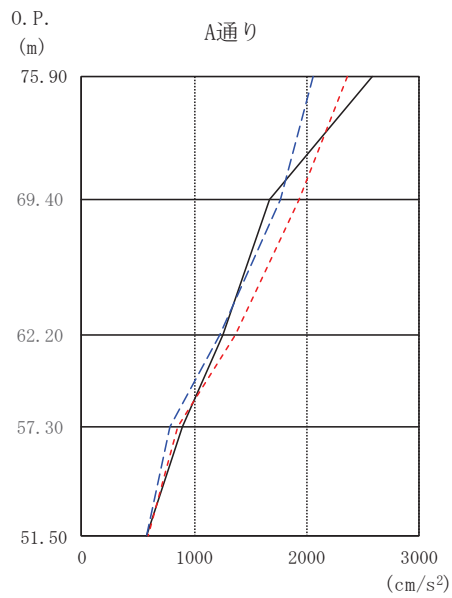
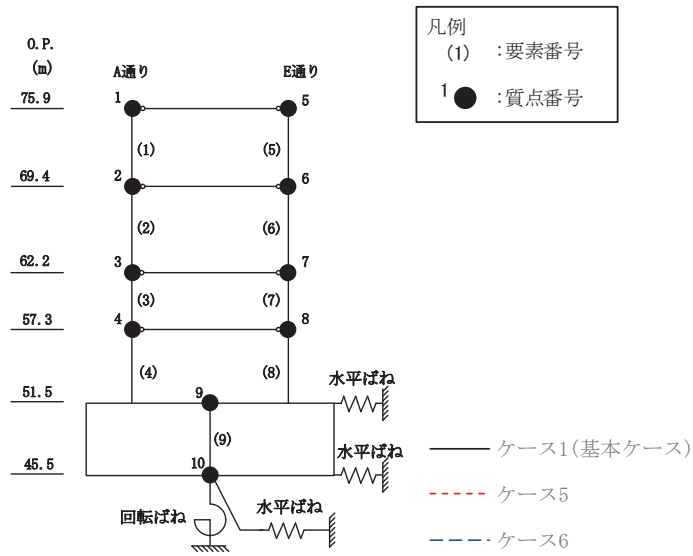
O.P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2603	2727	2608
69.40	1827	1981	1791
62.20	1253	1214	1126
57.30	984	863	911
51.50	673	610	599

O.P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2603	2727	2608
69.40	1827	1981	1791
62.20	1253	1214	1126
57.30	984	863	911
51.50	673	610	599

(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 2-28(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (1/2)



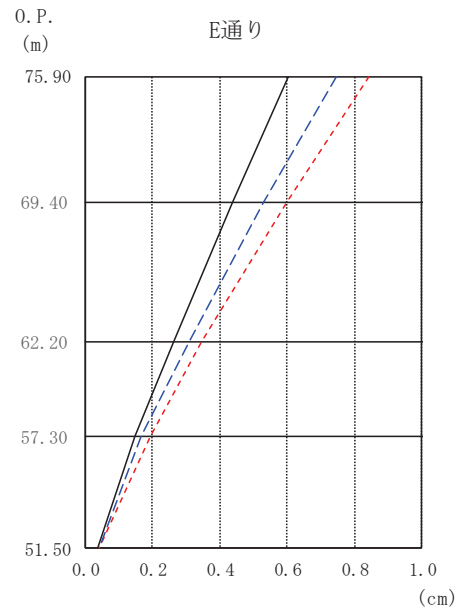
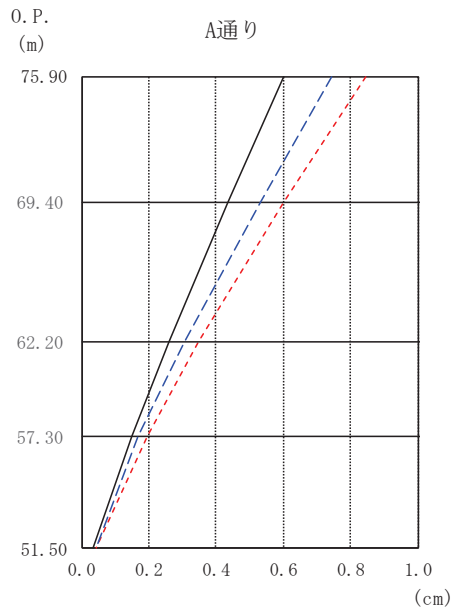
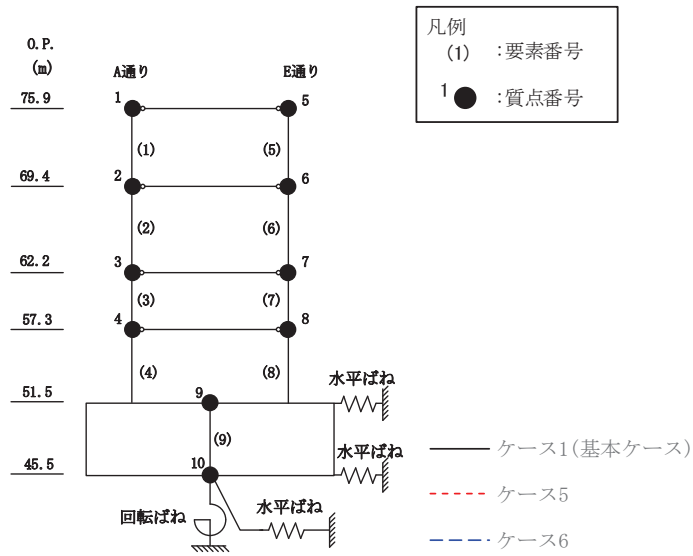


O.P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2590	2361	2060
69.40	1667	1941	1770
62.20	1262	1368	1229
57.30	891	859	785
51.50	579	584	581

O.P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2590	2361	2060
69.40	1667	1941	1770
62.20	1262	1368	1229
57.30	891	859	785
51.50	579	584	581

(b)  $S_s - F_3$

図 2-28(2) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/2)

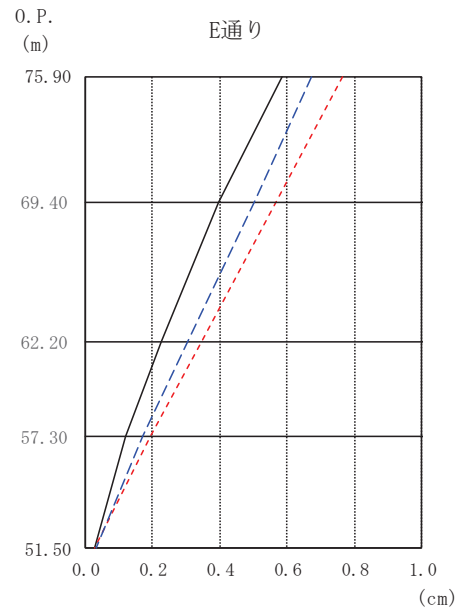
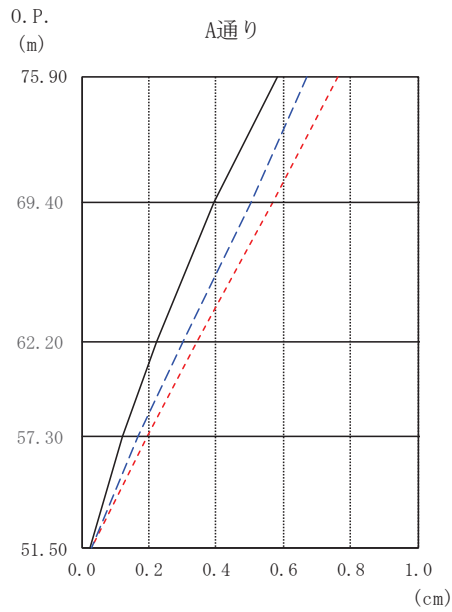
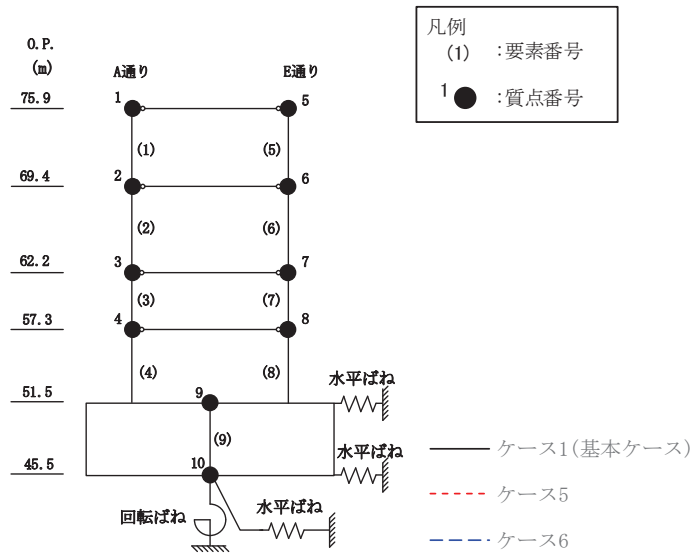


O.P. (m)	A通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.60	0.84	0.75
69.40	0.44	0.60	0.53
62.20	0.26	0.35	0.31
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

O.P. (m)	E通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.60	0.84	0.75
69.40	0.44	0.60	0.53
62.20	0.26	0.35	0.31
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

(a)  $S_s - D2$

図2-29(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS方向) (1/2)

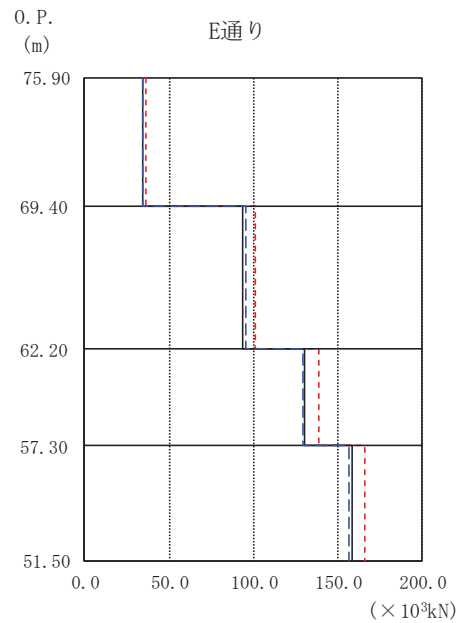
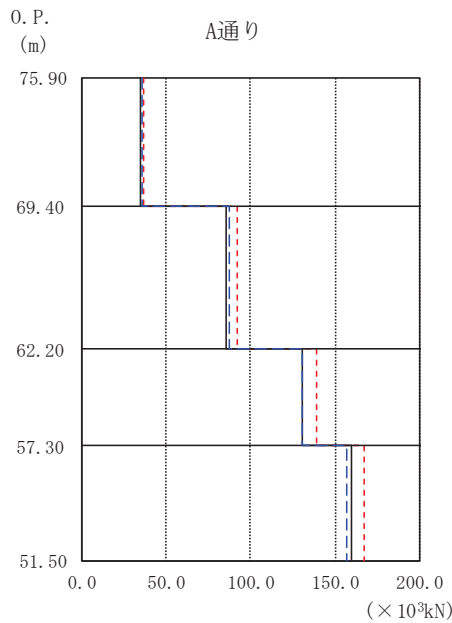
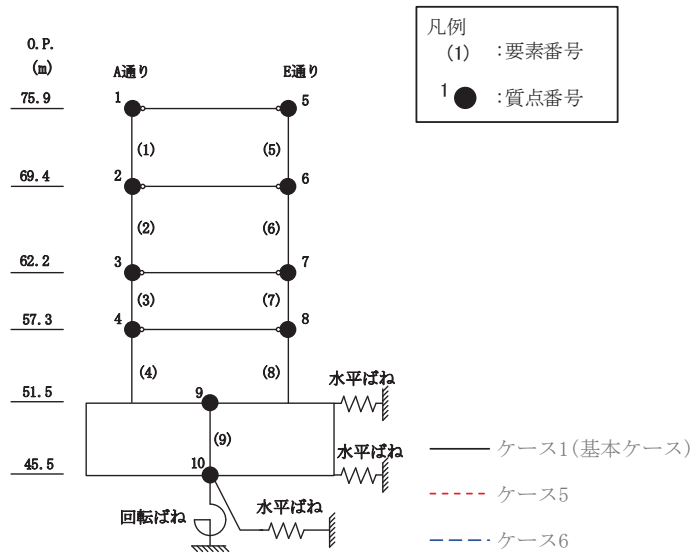


O.P. (m)	A通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.58	0.76	0.67
69.40	0.39	0.57	0.50
62.20	0.22	0.34	0.30
57.30	0.12	0.20	0.17
51.50	0.03	0.03	0.03

O.P. (m)	E通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.58	0.76	0.67
69.40	0.39	0.57	0.50
62.20	0.22	0.34	0.30
57.30	0.12	0.20	0.17
51.50	0.03	0.03	0.03

(b)  $S_s - F_3$

図 2-29(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/2)

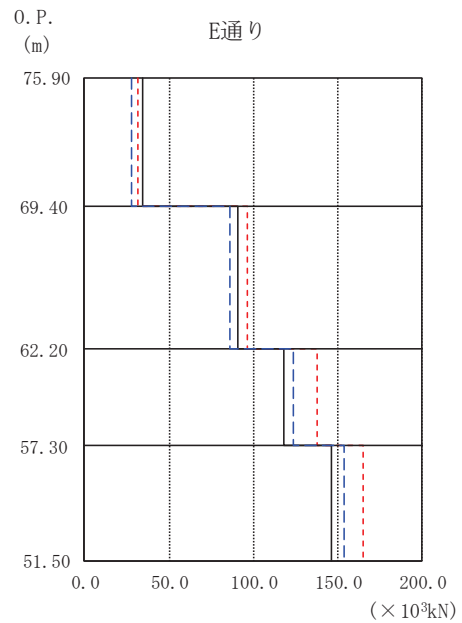
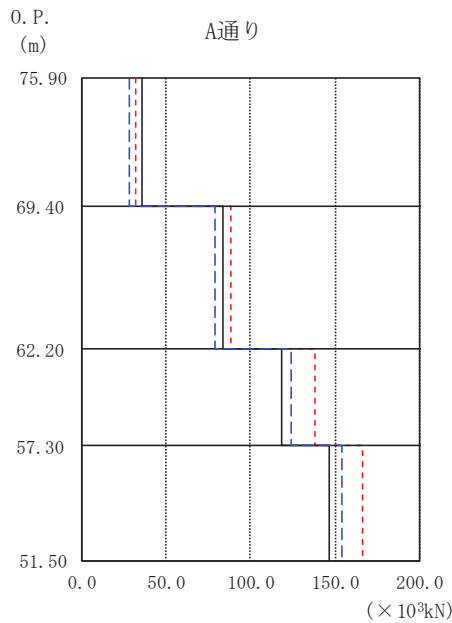
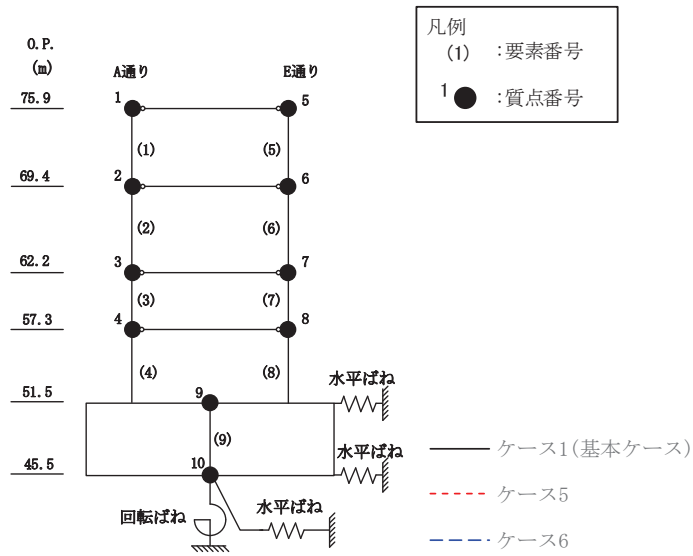


O. P. (m)	A通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	34.51	36.57	35.28
62.20	85.51	92.37	87.24
57.30	130.32	139.11	130.13
51.50	159.51	166.94	156.64

O. P. (m)	E通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	33.96	35.99	34.73
62.20	93.32	101.16	95.18
57.30	129.92	138.71	129.75
51.50	158.65	166.05	156.50

(a) S s - D 2

図 2-30(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

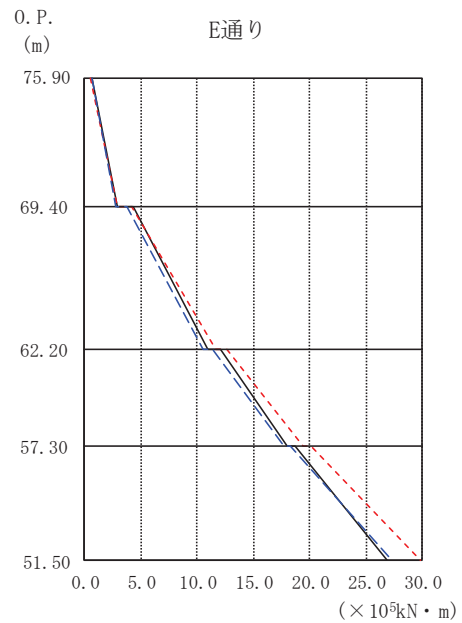
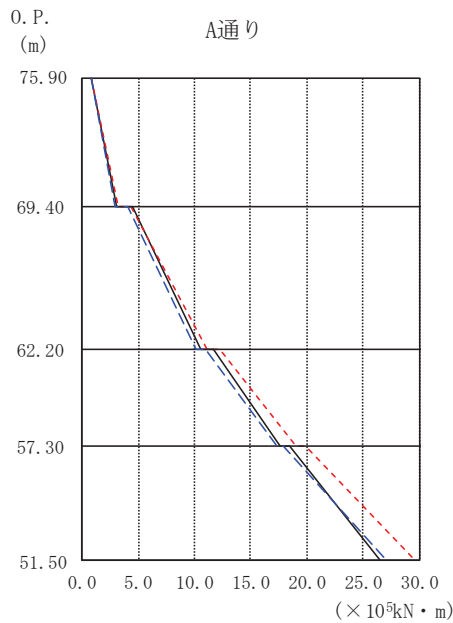
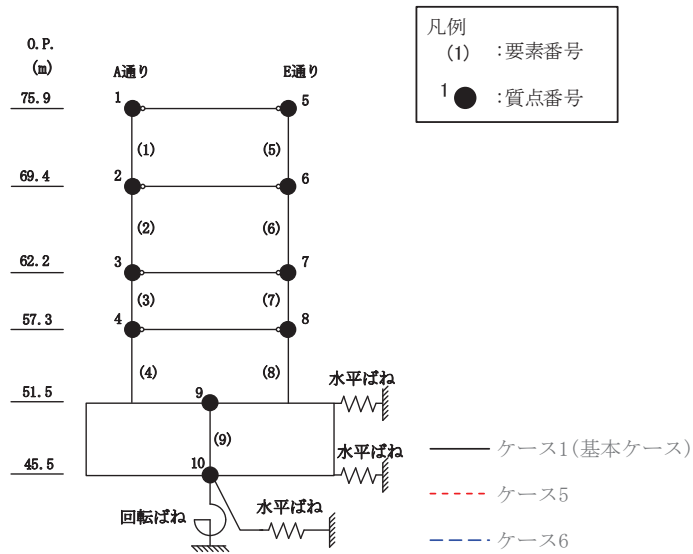


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	35.14	31.68	28.04
62.20	83.33	88.70	78.69
57.30	118.62	138.00	123.88
51.50	146.21	166.49	153.69

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	34.60	31.26	27.77
62.20	91.02	96.64	85.72
57.30	118.31	137.58	123.42
51.50	146.06	165.58	153.51

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-30(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

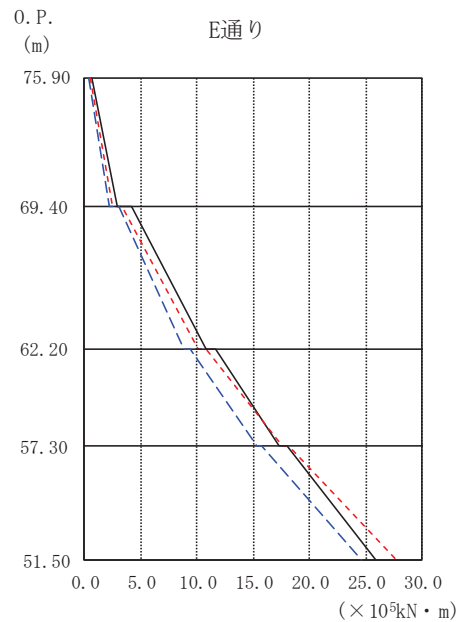
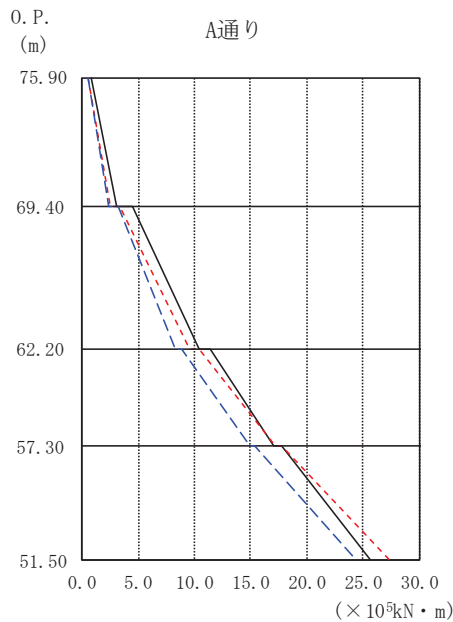
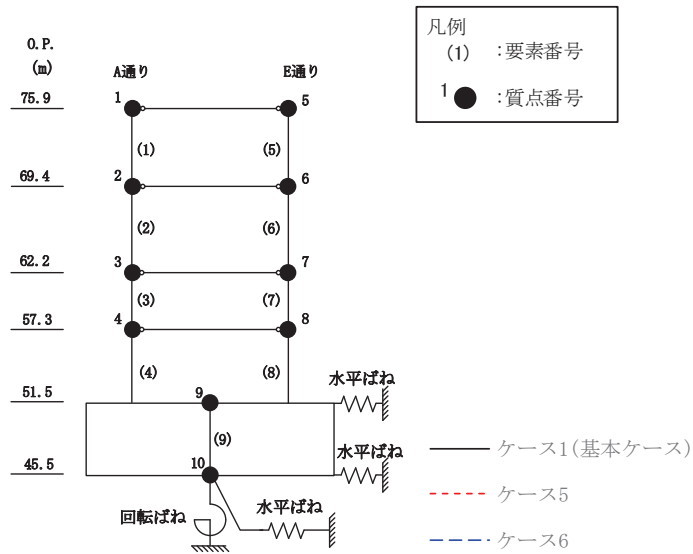


O. P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.80	0.79	0.86
69.40	3.07	3.16	2.88
62.20	10.59	11.16	10.15
57.30	17.62	19.06	17.34
51.50	26.56	29.59	27.03

O. P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.63	0.55	0.58
69.40	2.85	2.91	2.68
62.20	11.01	11.58	10.55
57.30	18.01	19.44	17.68
51.50	26.92	29.91	27.34

(a) S s - D 2

図 2-31(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

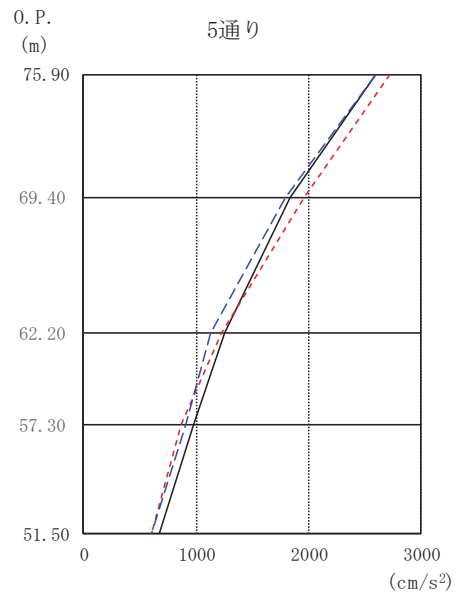
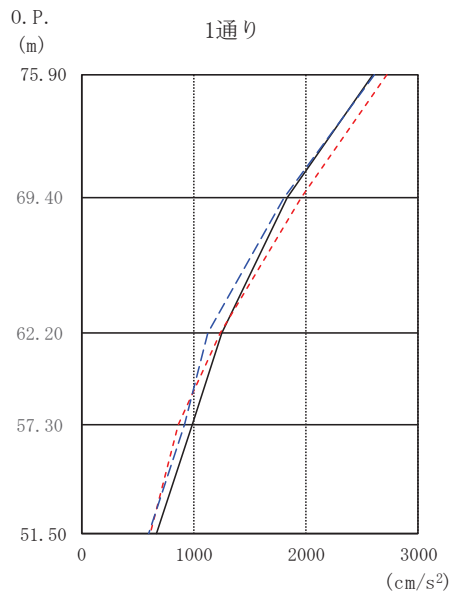
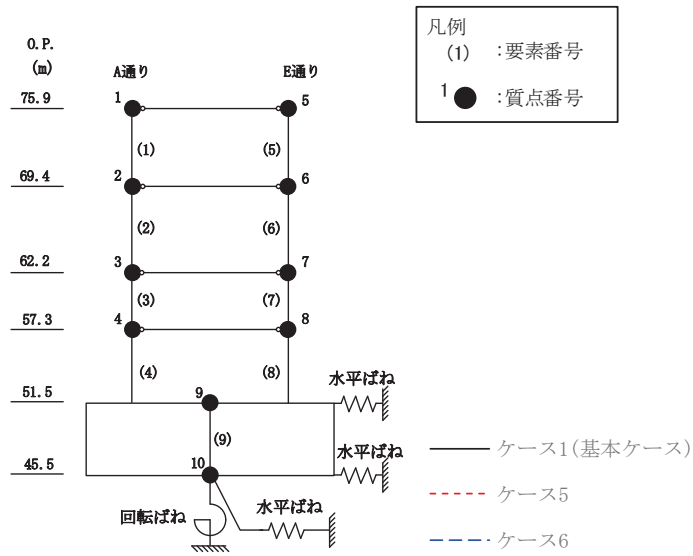


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.86	0.56	0.61
69.40	3.12	2.54	2.34
62.20	10.45	9.61	8.36
57.30	17.06	17.15	14.97
51.50	25.72	27.34	24.32

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.63	0.44	0.40
69.40	2.82	2.40	2.18
62.20	10.76	10.07	8.80
57.30	17.30	17.60	15.38
51.50	25.89	27.76	24.70

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-31(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)



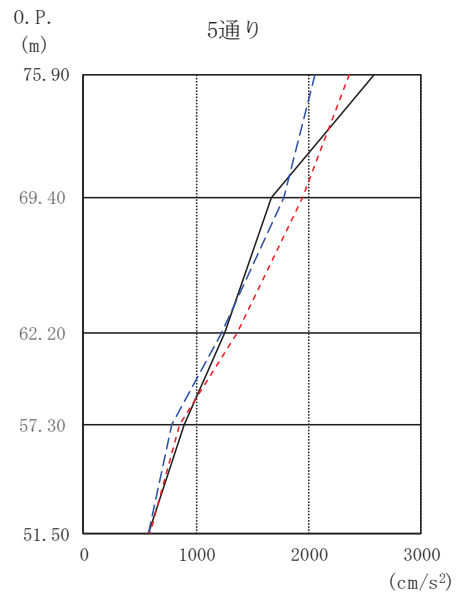
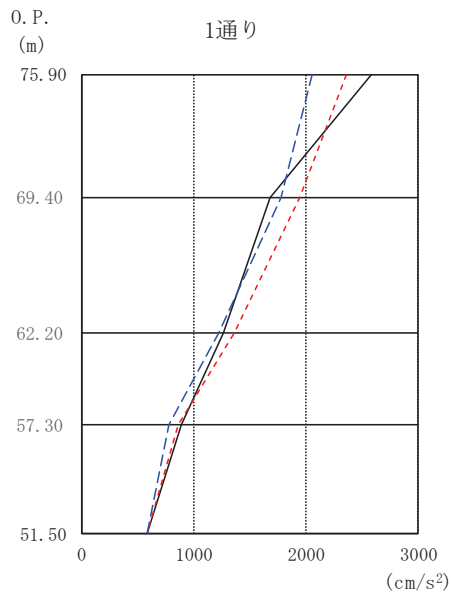
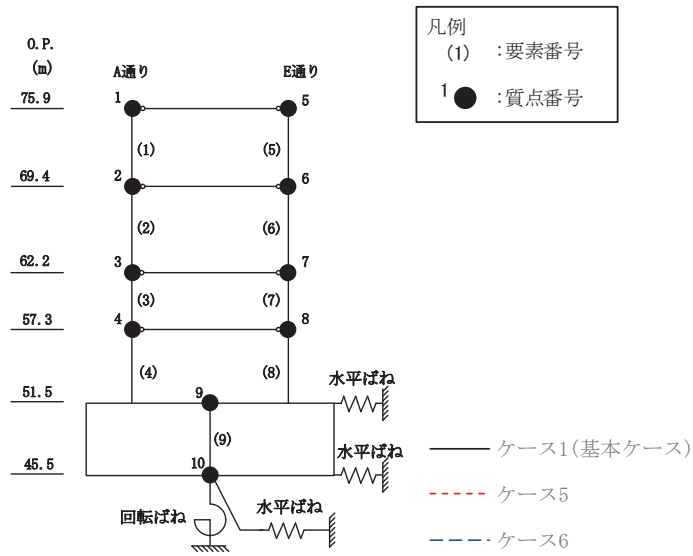
O.P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2593	2721	2605
69.40	1832	1955	1801
62.20	1250	1231	1125
57.30	982	862	911
51.50	673	609	599

O.P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2593	2721	2605
69.40	1832	1955	1801
62.20	1250	1231	1125
57.30	982	862	911
51.50	673	609	599

(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 2-32(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (1/2)



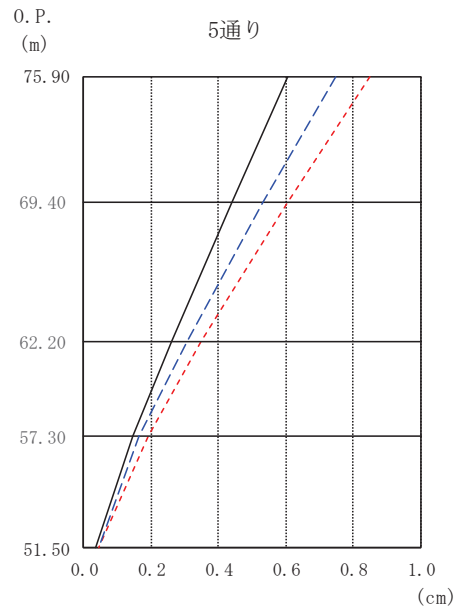
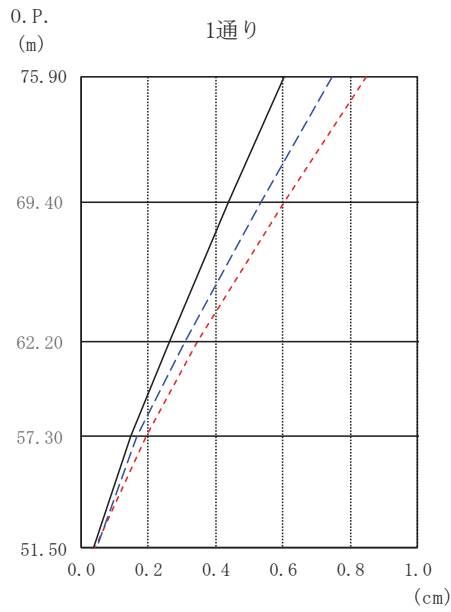
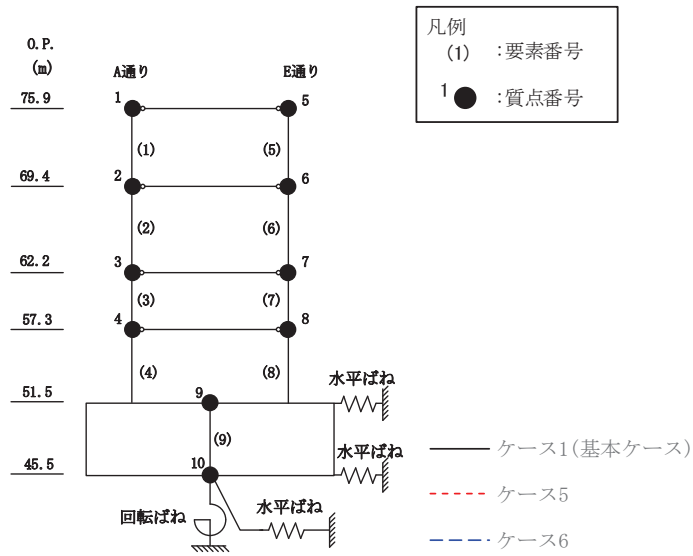


O.P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2584	2362	2059
69.40	1673	1950	1775
62.20	1261	1366	1224
57.30	890	855	781
51.50	579	584	582

O.P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	2584	2362	2059
69.40	1673	1950	1775
62.20	1261	1366	1224
57.30	890	855	781
51.50	579	584	582

(b)  $S_s - F_3$

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

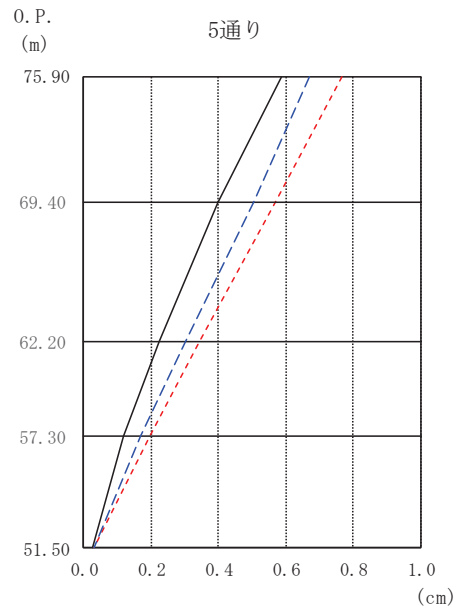
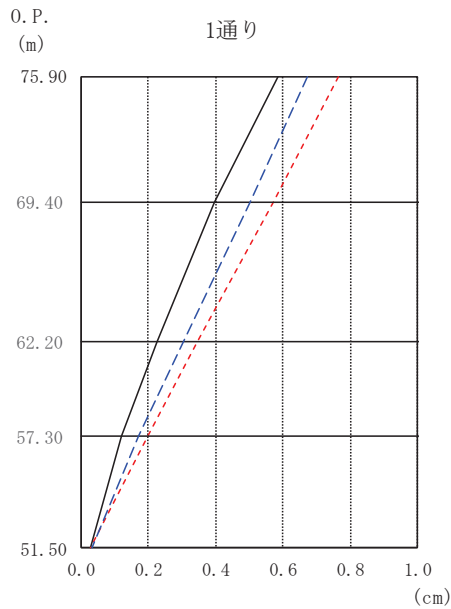
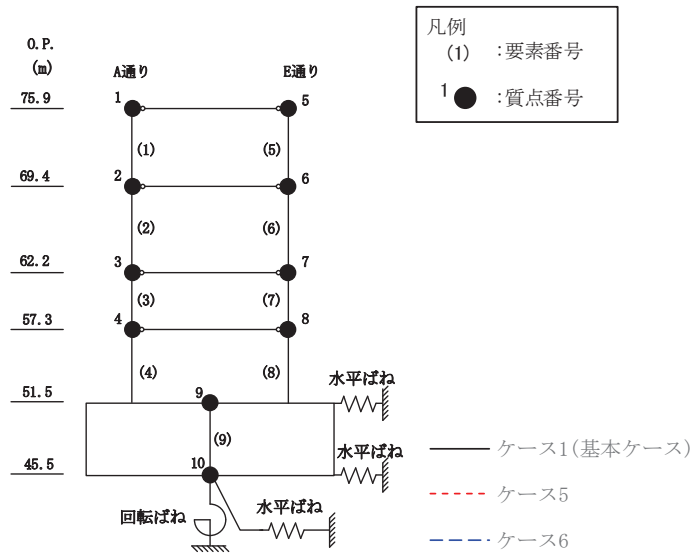


O. P. (m)	1通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.61	0.85	0.75
69.40	0.44	0.60	0.53
62.20	0.26	0.35	0.31
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

O. P. (m)	5通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.61	0.85	0.75
69.40	0.44	0.60	0.53
62.20	0.26	0.35	0.31
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

(a)  $S_s - D_2$

図 2-33(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)

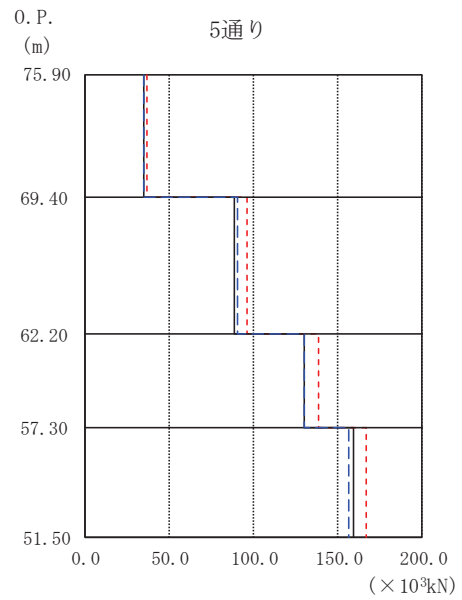
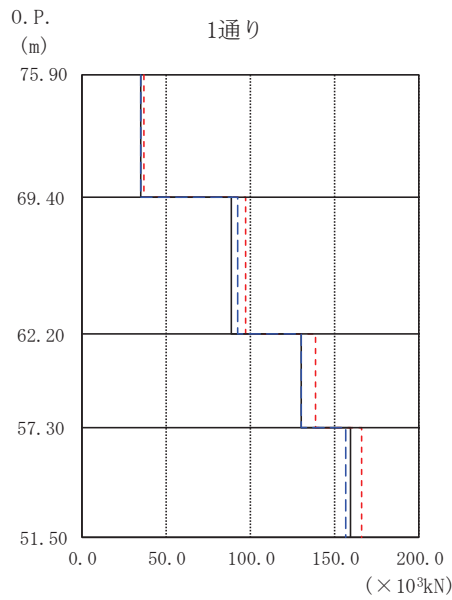
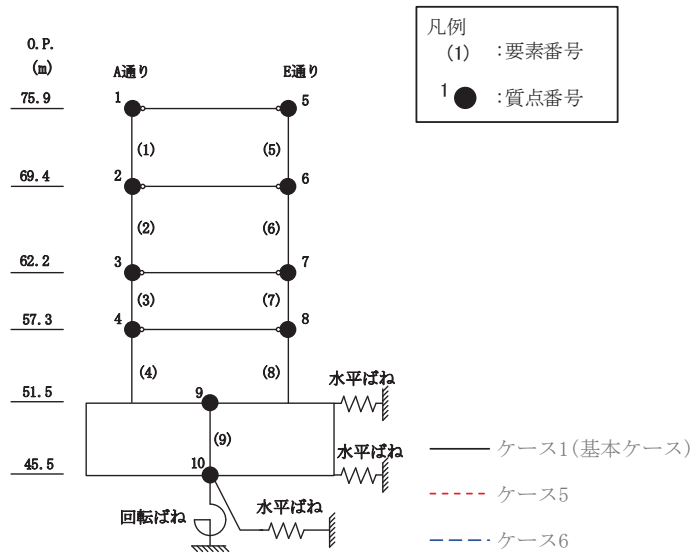


O. P. (m)	1通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.59	0.77	0.67
69.40	0.40	0.57	0.50
62.20	0.22	0.34	0.30
57.30	0.12	0.20	0.17
51.50	0.03	0.03	0.03

O. P. (m)	5通り (cm)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.59	0.77	0.67
69.40	0.40	0.57	0.50
62.20	0.22	0.34	0.30
57.30	0.12	0.20	0.17
51.50	0.03	0.03	0.03

(b)  $S_s - F3$

図 2-33(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)



1通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

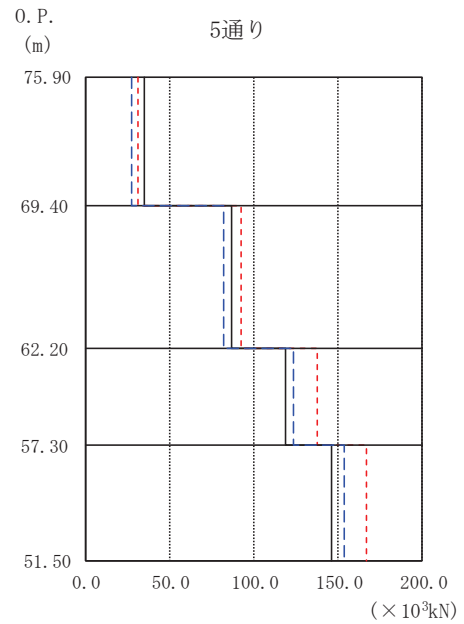
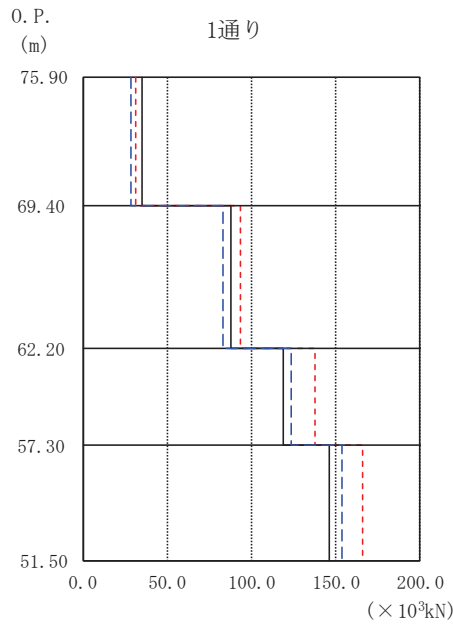
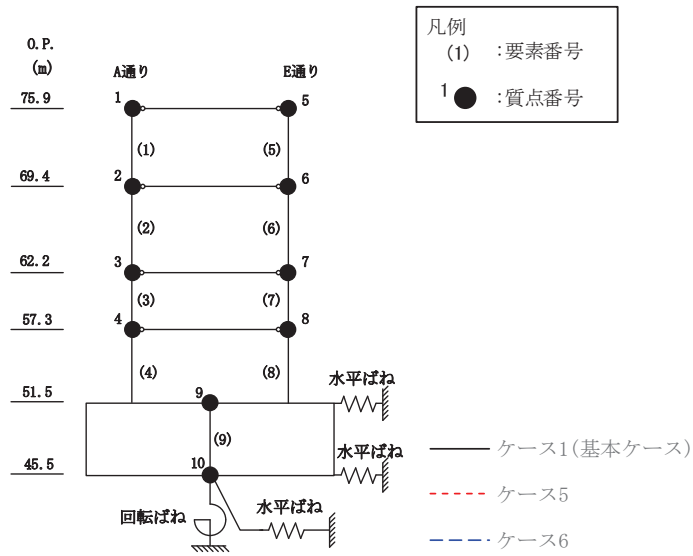
O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	34.08	36.05	34.86
62.20	88.74	96.36	91.95
57.30	129.89	138.69	130.12
51.50	158.62	166.00	156.53

5通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	34.39	36.32	34.84
62.20	88.86	96.35	90.84
57.30	130.20	138.91	129.91
51.50	159.35	166.74	156.44

(a) S s - D 2

図 2-34(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)



1通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

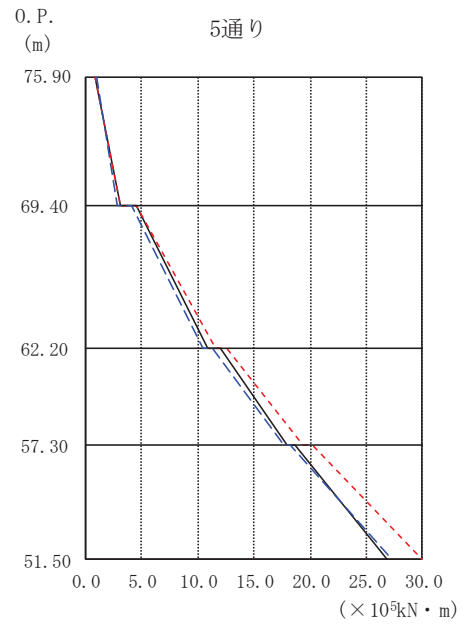
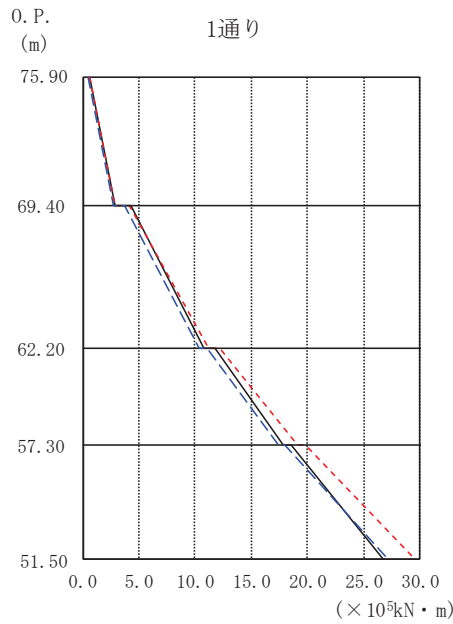
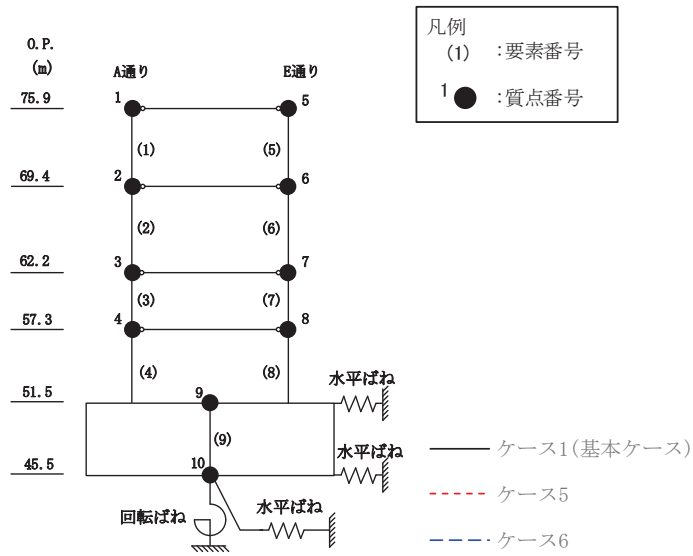
O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	34.73	31.66	28.12
62.20	88.07	93.31	82.72
57.30	118.67	137.60	123.61
51.50	146.12	165.48	153.41

5通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )

O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90			
69.40	35.03	31.30	27.67
62.20	86.69	92.55	82.07
57.30	118.42	137.90	123.66
51.50	146.12	166.26	153.43

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 2-34(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

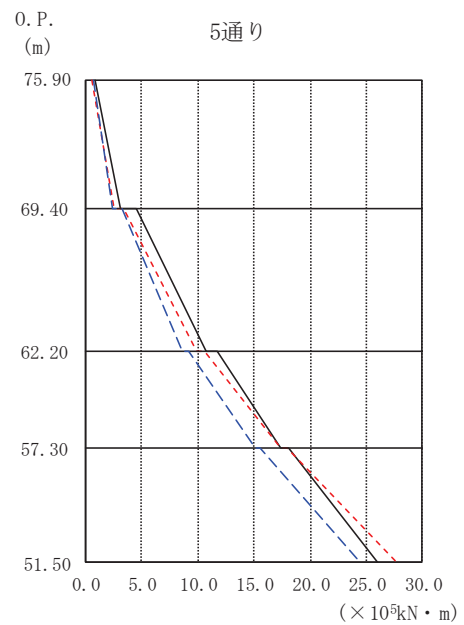
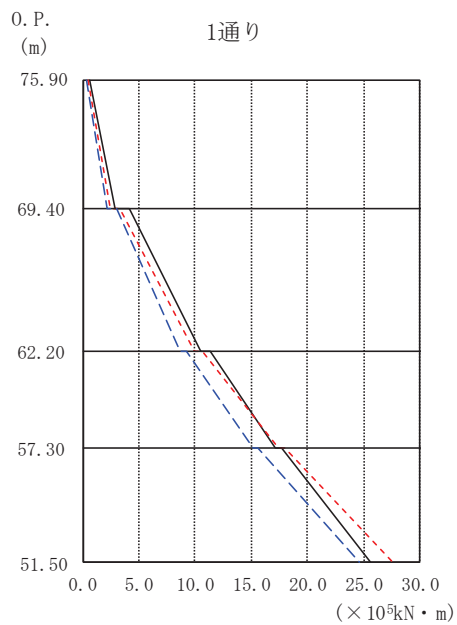
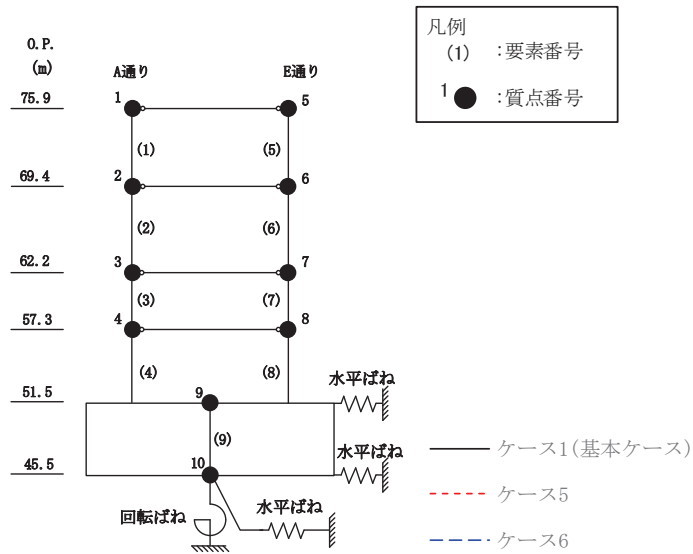


O. P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.59	0.55	0.53
69.40	2.83	2.91	2.68
62.20	10.71	11.18	10.29
57.30	17.78	19.07	17.45
51.50	26.71	29.56	27.12

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.85	0.82	0.94
69.40	3.08	3.18	2.88
62.20	10.88	11.54	10.45
57.30	17.90	19.42	17.61
51.50	26.80	29.93	27.30

(a) S<sub>s</sub>-D2

図2-35(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (1/2)



O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.57	0.41	0.37
69.40	2.83	2.39	2.17
62.20	10.50	9.86	8.60
57.30	17.06	17.40	15.21
51.50	25.65	27.55	24.54

O. P. (m)	ケース1 (基本ケース)	ケース5	ケース6
75.90	0.93	0.59	0.65
69.40	3.15	2.55	2.35
62.20	10.78	9.87	8.59
57.30	17.40	17.38	15.17
51.50	26.05	27.69	24.50

(b)  $S_s - F_3$

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

○ケース1 (基本ケース)      △ケース5      □ケース6

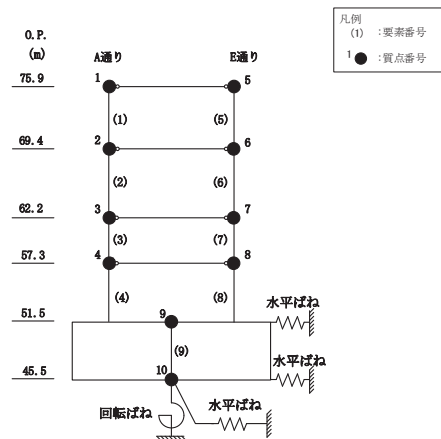
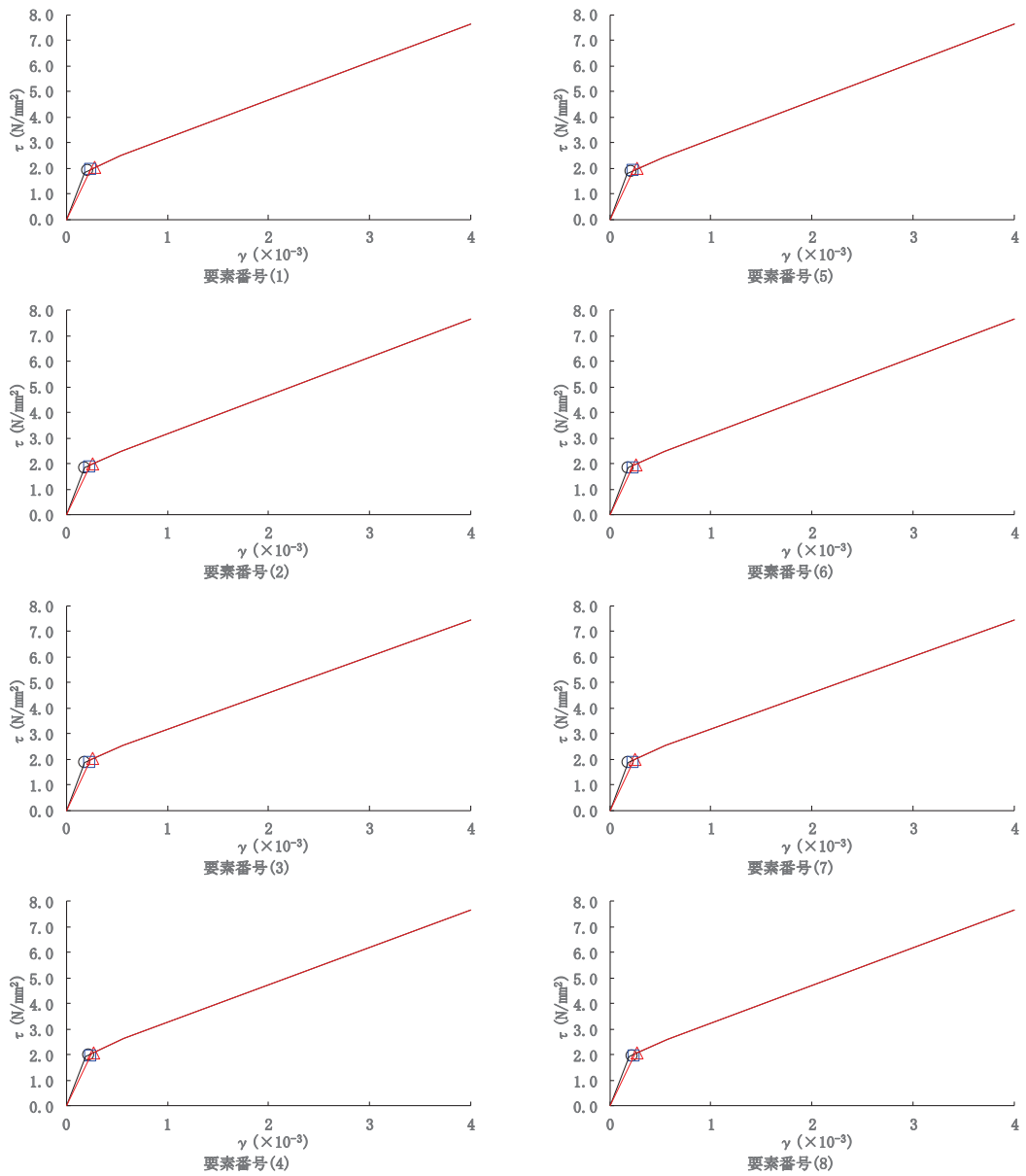


図 2-36 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, NS 方向)



○ケース1 (基本ケース)      △ケース5      □ケース6

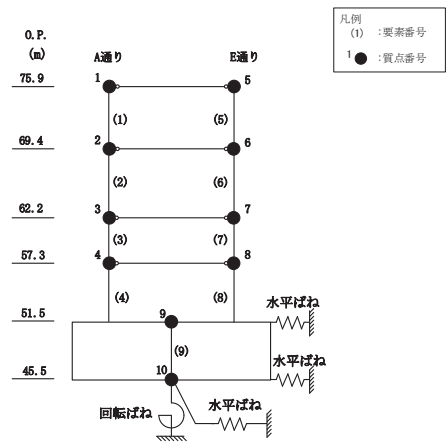
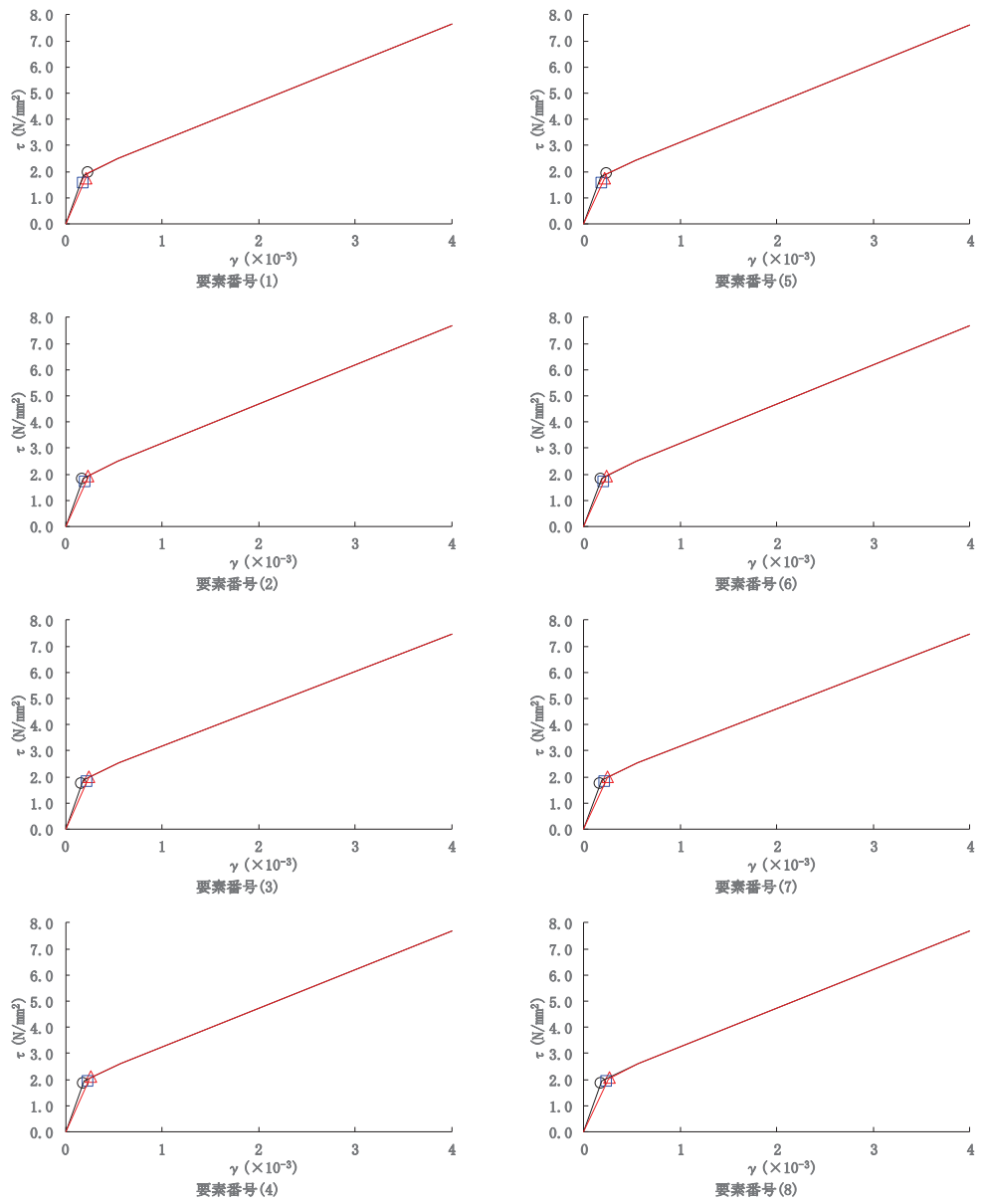


図2-37 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, NS 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース5      □ケース6

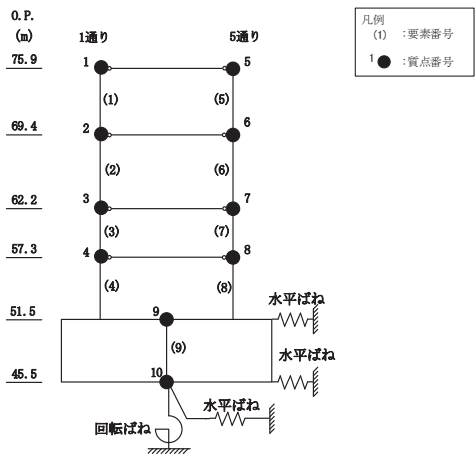
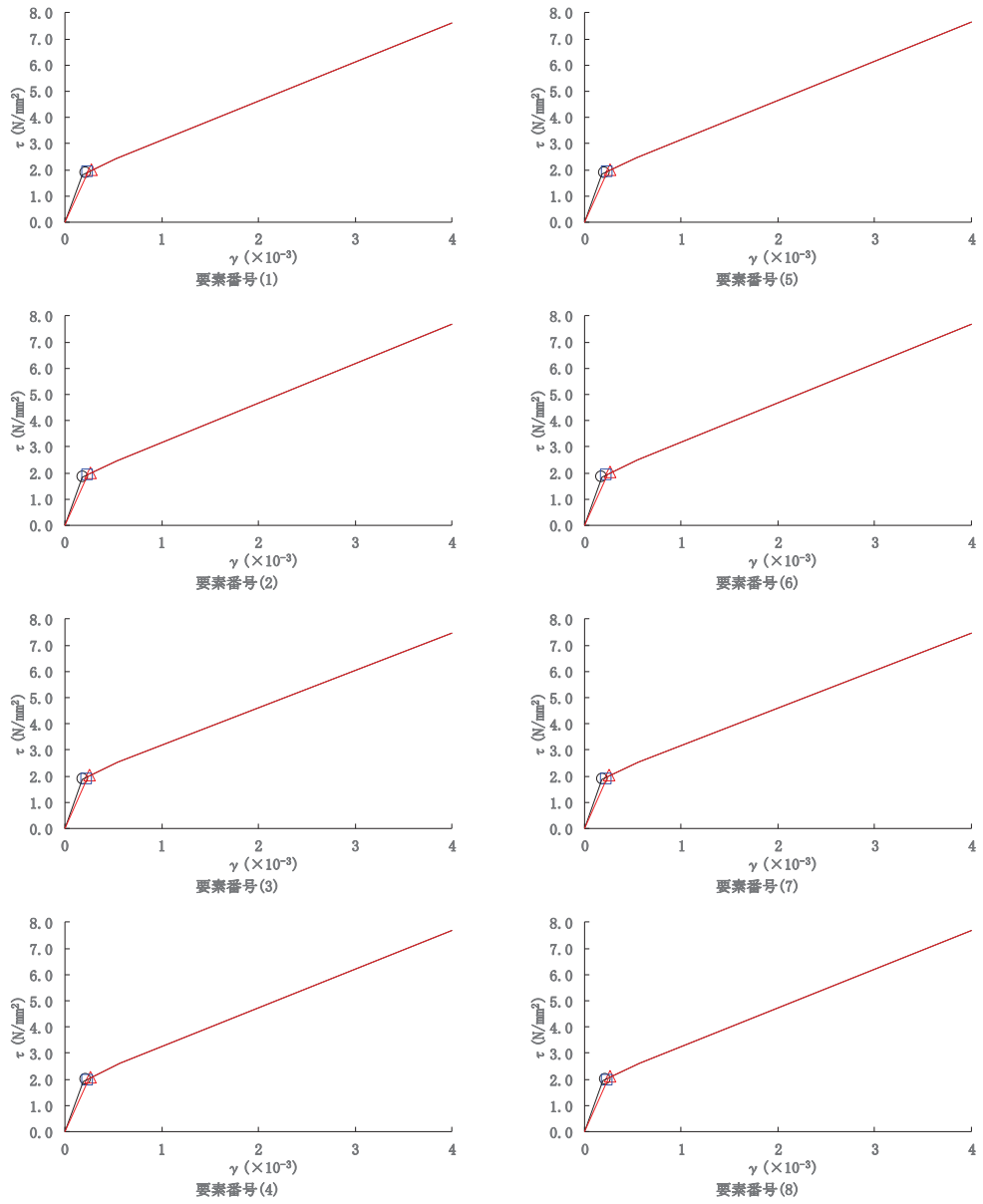


図 2-38 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - D 2, EW 方向)

○ケース1 (基本ケース)      △ケース5      □ケース6

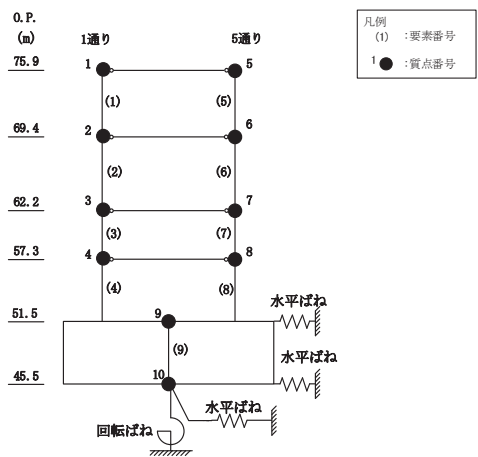
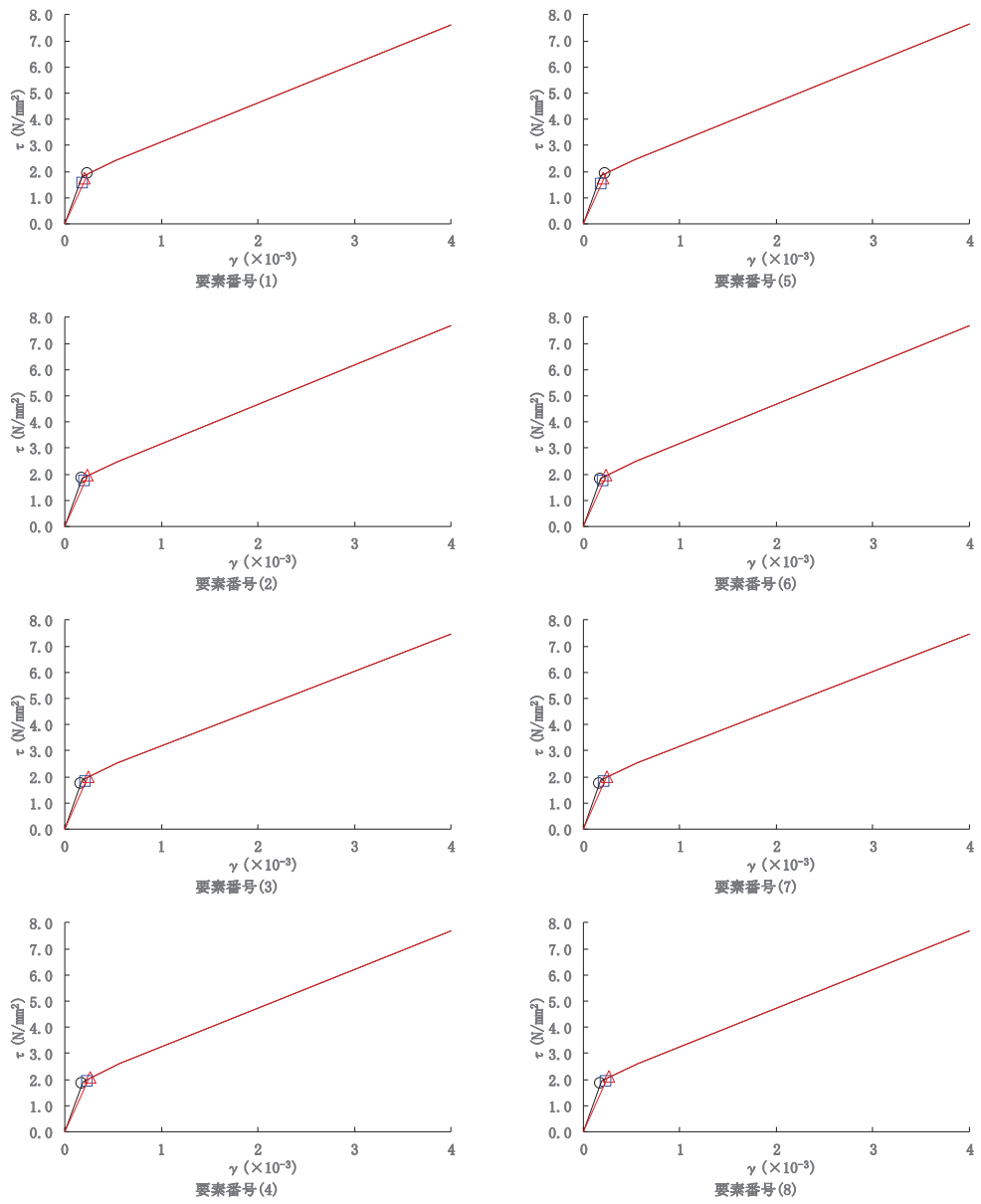


図2-39 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S s - F 3, EW 方向)

### 3. まとめ

前章で実施した材料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について、基本ケースとあわせて表 3-1～表 3-11 に示す。

表 3-1 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

(a) S<sub>s</sub> - D 2

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> - D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2603	2641	2579	2685	2727	2608	2603	2641	2603	2685	2727	2668
2	1827	1906	1707	1928	1981	1791	1827	1906	1707	1928	1981	1791
3	1253	1292	1235	1221	1214	1126	1262	1296	1235	1321	1368	1229
4	984	972	929	894	863	911	984	972	929	894	864	911
5	2603	2641	2579	2685	2727	2608	2603	2641	2603	2685	2727	2668
6	1827	1906	1707	1928	1981	1791	1827	1906	1707	1928	1981	1791
7	1253	1292	1235	1221	1214	1126	1262	1296	1235	1321	1368	1229
8	984	972	929	894	863	911	984	972	929	894	864	911
9	673	717	630	603	610	599	673	717	630	612	622	599

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ  
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+σ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性-σ

(b) S<sub>s</sub> - F 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> - F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2590	2586	2603	2183	2361	2060	2603	2641	2603	2685	2727	2668
2	1667	1786	1531	1879	1941	1770	1827	1906	1707	1928	1981	1791
3	1262	1296	1212	1321	1368	1229	1262	1296	1235	1321	1368	1229
4	891	913	914	825	859	785	984	972	929	894	864	911
5	2590	2586	2603	2183	2361	2060	2603	2641	2603	2685	2727	2668
6	1667	1786	1531	1879	1941	1770	1827	1906	1707	1928	1981	1791
7	1262	1296	1212	1321	1368	1229	1262	1296	1235	1321	1368	1229
8	891	913	914	825	859	785	984	972	929	894	864	911
9	579	621	580	566	584	581	673	717	630	612	622	599

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ  
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+σ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性-σ

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

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75
2	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
3	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
4	0.15	0.16	0.13	0.18	0.19	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
5	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75
6	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
7	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
8	0.15	0.16	0.13	0.18	0.19	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
9	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.58	0.61	0.54	0.72	0.76	0.67	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75
2	0.39	0.42	0.37	0.54	0.57	0.50	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
3	0.22	0.24	0.21	0.33	0.34	0.30	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
4	0.12	0.13	0.11	0.18	0.20	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
5	0.58	0.61	0.54	0.72	0.76	0.67	0.60	0.65	0.56	0.80	0.84	0.75
6	0.39	0.42	0.37	0.54	0.57	0.50	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
7	0.22	0.24	0.21	0.33	0.34	0.30	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
8	0.12	0.13	0.11	0.18	0.20	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
9	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

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

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	34.51	34.64	33.97	35.88	36.57	35.28	35.14	35.35	34.47	36.06	36.57	36.05
(2)	85.51	86.73	80.04	90.95	92.37	87.24	85.51	86.73	80.04	90.95	92.37	87.24
(3)	130.32	131.05	126.22	137.78	139.11	130.13	130.32	131.05	126.22	137.78	139.11	130.13
(4)	159.51	162.88	155.93	164.75	166.94	156.64	159.51	162.88	155.93	164.75	166.94	156.64
(5)	33.96	34.10	33.41	35.30	35.99	34.73	34.60	34.82	33.93	35.50	35.99	35.49
(6)	93.32	95.04	87.23	99.61	101.16	95.18	93.32	95.04	87.23	99.61	101.16	95.18
(7)	129.92	130.65	125.81	137.39	138.71	129.75	129.92	130.65	125.81	137.39	138.71	129.75
(8)	158.65	162.03	155.08	163.86	166.05	156.50	158.65	162.03	155.08	163.86	166.05	156.50

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	35.14	35.35	34.47	29.65	31.68	28.04	35.14	35.35	34.47	36.06	36.57	36.05
(2)	83.33	85.87	77.73	84.68	88.70	78.69	85.51	86.73	80.04	90.95	92.37	87.24
(3)	118.62	126.22	109.56	133.71	138.00	123.88	130.32	131.05	126.22	137.78	139.11	130.13
(4)	146.21	155.00	135.77	164.19	166.49	153.69	159.51	162.88	155.93	164.75	166.94	156.64
(5)	34.60	34.82	33.93	29.32	31.26	27.77	34.60	34.82	33.93	35.50	35.99	35.49
(6)	91.02	94.09	84.94	92.25	96.64	85.72	93.32	95.04	87.23	99.61	101.16	95.18
(7)	118.31	125.86	109.29	133.21	137.58	123.42	129.92	130.65	125.81	137.39	138.71	129.75
(8)	146.06	154.47	135.62	163.29	165.58	153.51	158.65	162.03	155.08	163.86	166.05	156.50

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 3-4(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

(a) S s - D 2

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)											
	S s - D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.80	0.79	0.83	0.79	0.79	0.86	0.86	0.89	0.87	0.86	0.81	0.89
	3.07	3.09	3.07	3.02	3.16	2.88	3.12	3.14	3.13	3.22	3.20	3.24
(2)	4.42	4.44	4.43	4.11	4.39	4.04	4.48	4.48	4.47	4.55	4.44	4.62
	10.59	10.81	10.20	10.67	11.16	10.15	10.59	10.81	10.20	10.67	11.16	10.15
(3)	11.65	11.96	11.21	11.62	12.20	10.96	11.65	11.96	11.21	11.62	12.20	11.13
	17.62	18.36	16.54	18.40	19.06	17.34	17.62	18.36	16.54	18.40	19.06	17.34
(4)	18.39	19.19	17.31	19.08	19.82	17.95	18.39	19.19	17.31	19.08	19.82	17.95
	26.56	27.97	25.24	28.64	29.59	27.03	26.56	27.97	25.24	28.64	29.59	27.03
(5)	0.63	0.59	0.60	0.52	0.55	0.58	0.63	0.66	0.61	0.62	0.63	0.64
	2.85	2.85	2.82	2.78	2.91	2.68	2.85	2.85	2.84	2.96	2.93	2.97
(6)	4.29	4.25	4.27	3.89	4.19	3.78	4.29	4.25	4.27	4.34	4.29	4.41
	11.01	11.18	10.55	11.12	11.58	10.55	11.01	11.18	10.55	11.12	11.58	10.55
(7)	12.07	12.33	11.57	12.03	12.60	11.32	12.07	12.33	11.57	12.03	12.60	11.41
	18.01	18.71	16.88	18.79	19.44	17.68	18.01	18.71	16.88	18.79	19.44	17.68
(8)	18.77	19.49	17.65	19.41	20.15	18.27	18.77	19.49	17.65	19.41	20.15	18.27
	26.92	28.30	25.58	28.96	29.91	27.34	26.92	28.30	25.58	28.96	29.91	27.34

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+σ, ケース 3: 地盤物性-σ  
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+σ, ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性-σ

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。



表 3-4(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

(b) S<sub>s</sub> - F 3

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)											
	S <sub>s</sub> - F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.86	0.89	0.87	0.60	0.56	0.61	0.86	0.89	0.87	0.86	0.81	0.89
	3.12	3.14	3.13	2.46	2.54	2.34	3.12	3.14	3.13	3.22	3.20	3.24
(2)	4.48	4.48	4.47	3.31	3.39	3.25	4.48	4.48	4.47	4.55	4.44	4.62
	10.45	10.63	10.03	9.06	9.61	8.36	10.59	10.81	10.20	10.67	11.16	10.15
(3)	11.42	11.72	11.03	9.68	10.37	8.91	11.65	11.96	11.21	11.62	12.20	11.13
	17.06	17.74	16.15	16.23	17.15	14.97	17.62	18.36	16.54	18.40	19.06	17.34
(4)	17.79	18.53	16.84	16.72	17.69	15.41	18.39	19.19	17.31	19.08	19.82	17.95
	25.72	27.06	24.01	26.24	27.34	24.32	26.56	27.97	25.24	28.64	29.59	27.03
(5)	0.63	0.66	0.61	0.41	0.44	0.40	0.63	0.66	0.61	0.62	0.63	0.64
	2.82	2.85	2.84	2.31	2.40	2.18	2.85	2.85	2.84	2.96	2.93	2.97
(6)	4.23	4.22	4.20	3.23	3.36	3.06	4.29	4.25	4.27	4.34	4.29	4.41
	10.76	11.03	10.29	9.51	10.07	8.80	11.01	11.18	10.55	11.12	11.58	10.55
(7)	11.67	12.03	11.21	10.15	10.84	9.34	12.07	12.33	11.57	12.03	12.60	11.41
	17.30	18.04	16.34	16.66	17.60	15.38	18.01	18.71	16.88	18.79	19.44	17.68
(8)	17.96	18.74	16.98	17.17	18.11	15.80	18.77	19.49	17.65	19.41	20.15	18.27
	25.89	27.26	24.15	26.64	27.76	24.70	26.92	28.30	25.58	28.96	29.91	27.34

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+σ, ケース 3: 地盤物性-σ  
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+σ, ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性-σ

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-5 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

(a) S<sub>s</sub>-D 2

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> -D 2						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2593	2623	2537	2671	2721	2605	2593	2623	2592	2687	2721	2676
2	1832	1889	1712	1901	1955	1801	1832	1889	1712	1901	1955	1801
3	1250	1293	1234	1228	1231	1125	1261	1295	1234	1316	1366	1224
4	982	971	927	895	862	911	982	971	927	895	862	911
5	2593	2623	2537	2671	2721	2605	2593	2623	2592	2687	2721	2676
6	1832	1889	1712	1901	1955	1801	1832	1889	1712	1901	1955	1801
7	1250	1293	1234	1228	1231	1125	1261	1295	1234	1316	1366	1224
8	982	971	927	895	862	911	982	971	927	895	862	911
9	673	712	630	603	609	599	673	712	630	612	622	599

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ  
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+σ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性-σ

(b) S<sub>s</sub>-F 3

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )											
	S <sub>s</sub> -F 3						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	2584	2609	2592	2182	2362	2059	2593	2623	2592	2687	2721	2676
2	1673	1762	1532	1887	1950	1775	1832	1889	1712	1901	1955	1801
3	1261	1295	1210	1316	1366	1224	1261	1295	1234	1316	1366	1224
4	890	911	911	819	855	781	982	971	927	895	862	911
5	2584	2609	2592	2182	2362	2059	2593	2623	2592	2687	2721	2676
6	1673	1762	1532	1887	1950	1775	1832	1889	1712	1901	1955	1801
7	1261	1295	1210	1316	1366	1224	1261	1295	1234	1316	1366	1224
8	890	911	911	819	855	781	982	971	927	895	862	911
9	579	621	580	567	584	582	673	712	630	612	622	599

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+σ，ケース 3：地盤物性-σ  
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+σ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性-σ

表 3-6 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75
2	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
3	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
4	0.15	0.16	0.13	0.18	0.19	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
5	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75
6	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
7	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
8	0.15	0.16	0.13	0.18	0.19	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
9	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1	0.59	0.61	0.55	0.73	0.77	0.67	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75
2	0.40	0.42	0.37	0.54	0.57	0.50	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
3	0.22	0.24	0.21	0.33	0.34	0.30	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
4	0.12	0.13	0.11	0.18	0.20	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
5	0.59	0.61	0.55	0.73	0.77	0.67	0.61	0.65	0.56	0.80	0.85	0.75
6	0.40	0.42	0.37	0.54	0.57	0.50	0.44	0.46	0.41	0.57	0.60	0.53
7	0.22	0.24	0.21	0.33	0.34	0.30	0.26	0.28	0.24	0.33	0.35	0.31
8	0.12	0.13	0.11	0.18	0.20	0.17	0.15	0.16	0.13	0.18	0.20	0.17
9	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

表 3-7 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3\text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	34.08	34.23	33.54	35.42	36.05	34.86	34.73	34.90	34.04	35.68	36.05	35.64
(2)	88.74	90.35	84.23	94.54	96.36	91.95	88.74	90.35	84.23	94.54	96.36	91.95
(3)	129.89	130.66	126.12	137.36	138.69	130.12	129.89	130.66	126.12	137.36	138.69	130.12
(4)	158.62	161.88	155.01	163.78	166.00	156.53	158.62	161.88	155.01	163.78	166.00	156.53
(5)	34.39	34.51	33.86	35.71	36.32	34.84	35.03	35.15	34.32	35.94	36.32	35.90
(6)	88.86	90.39	83.16	94.58	96.35	90.84	88.86	90.39	83.16	94.58	96.35	90.84
(7)	130.20	130.94	126.04	137.62	138.91	129.91	130.20	130.94	126.04	137.62	138.91	129.91
(8)	159.35	162.59	155.74	164.53	166.74	156.44	159.35	162.59	155.74	164.53	166.74	156.44

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3\text{kN}$ )											
	$S_s - F 3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	34.73	34.90	34.04	29.71	31.66	28.12	34.73	34.90	34.04	35.68	36.05	35.64
(2)	88.07	89.20	82.18	89.10	93.31	82.72	88.74	90.35	84.23	94.54	96.36	91.95
(3)	118.67	126.28	109.60	133.47	137.60	123.61	129.89	130.66	126.12	137.36	138.69	130.12
(4)	146.12	154.41	135.56	163.19	165.48	153.41	158.62	161.88	155.01	163.78	166.00	156.53
(5)	35.03	35.15	34.32	29.28	31.30	27.67	35.03	35.15	34.32	35.94	36.32	35.90
(6)	86.69	89.25	80.78	88.38	92.55	82.07	88.86	90.39	83.16	94.58	96.35	90.84
(7)	118.42	126.06	109.32	133.51	137.90	123.66	130.20	130.94	126.04	137.62	138.91	129.91
(8)	146.12	154.96	135.58	163.98	166.26	153.43	159.35	162.59	155.74	164.53	166.74	156.44

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 3-8(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)

(a)  $S_s - D2$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D2$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.59	0.57	0.57	0.48	0.55	0.53	0.59	0.63	0.57	0.58	0.58	0.59
	2.83	2.83	2.75	2.79	2.91	2.68	2.83	2.88	2.81	2.95	2.92	2.95
(2)	4.26	4.24	4.19	3.93	4.18	3.68	4.26	4.24	4.19	4.27	4.22	4.33
	10.71	10.80	10.25	10.77	11.18	10.29	10.71	10.80	10.25	10.77	11.18	10.29
(3)	11.82	11.99	11.32	11.72	12.22	11.07	11.82	11.99	11.32	11.72	12.22	11.14
	17.78	18.36	16.64	18.46	19.07	17.45	17.78	18.36	16.64	18.46	19.07	17.45
(4)	18.55	19.17	17.41	19.13	19.82	18.04	18.55	19.17	17.41	19.13	19.82	18.04
	26.71	27.93	25.39	28.68	29.56	27.12	26.71	27.93	25.39	28.68	29.56	27.12
(5)	0.85	0.85	0.88	0.86	0.82	0.94	0.93	0.94	0.93	0.92	0.87	0.94
	3.08	3.12	3.09	3.03	3.18	2.88	3.15	3.26	3.17	3.26	3.23	3.31
(6)	4.48	4.55	4.48	4.15	4.46	4.15	4.58	4.63	4.57	4.64	4.52	4.75
	10.88	11.12	10.46	10.99	11.54	10.45	10.88	11.12	10.46	10.99	11.54	10.45
(7)	11.95	12.28	11.47	11.92	12.59	11.25	11.95	12.28	11.47	11.92	12.59	11.45
	17.90	18.64	16.79	18.68	19.42	17.61	17.90	18.64	16.79	18.68	19.42	17.61
(8)	18.68	19.49	17.56	19.37	20.19	18.23	18.68	19.49	17.56	19.37	20.19	18.23
	26.80	28.44	25.46	28.97	29.93	27.30	26.80	28.44	25.46	28.97	29.93	27.30

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+ $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-8(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)

(b)  $S_s - F3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(1)	0.57	0.63	0.57	0.38	0.41	0.37	0.59	0.63	0.57	0.58	0.58	0.59
	2.83	2.88	2.81	2.30	2.39	2.17	2.83	2.88	2.81	2.95	2.92	2.95
(2)	4.18	4.22	4.09	3.18	3.31	3.04	4.26	4.24	4.19	4.27	4.22	4.33
	10.50	10.65	9.99	9.30	9.86	8.60	10.71	10.80	10.25	10.77	11.18	10.29
(3)	11.40	11.66	10.92	9.96	10.64	9.17	11.82	11.99	11.32	11.72	12.22	11.14
	17.06	17.70	16.07	16.48	17.40	15.21	17.78	18.36	16.64	18.46	19.07	17.45
(4)	17.71	18.45	16.71	16.99	17.93	15.64	18.55	19.17	17.41	19.13	19.82	18.04
	25.65	27.01	23.89	26.49	27.55	24.54	26.71	27.93	25.39	28.68	29.56	27.12
(5)	0.93	0.94	0.93	0.64	0.59	0.65	0.93	0.94	0.93	0.92	0.87	0.94
	3.15	3.26	3.17	2.48	2.55	2.35	3.15	3.26	3.17	3.26	3.23	3.31
(6)	4.58	4.63	4.57	3.36	3.44	3.28	4.58	4.63	4.57	4.64	4.52	4.75
	10.78	11.06	10.36	9.32	9.87	8.59	10.88	11.12	10.46	10.99	11.54	10.45
(7)	11.77	12.12	11.35	9.92	10.62	9.13	11.95	12.28	11.47	11.92	12.59	11.45
	17.40	18.09	16.46	16.46	17.38	15.17	17.90	18.64	16.79	18.68	19.42	17.61
(8)	18.15	18.88	17.16	16.94	17.93	15.60	18.68	19.49	17.56	19.37	20.19	18.23
	26.05	27.40	24.31	26.46	27.69	24.50	26.80	28.44	25.46	28.97	29.93	27.30

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性+ $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性- $\sigma$   
 ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性+ $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性- $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 3-9 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	1376	1384	1349	1376	1384	1349
2	1183	1214	1140	1183	1214	1140
3	885	908	860	885	908	860
4	703	708	691	703	708	691
5	602	608	593	602	608	593

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					
	$S_s - F 3$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	1009	1076	953	1376	1384	1349
2	933	972	886	1183	1214	1140
3	773	796	742	885	908	860
4	665	678	646	703	708	691
5	502	513	490	602	608	593

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

表 3-10 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(a)  $S_s - D 2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
2	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
4	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - F 3$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
1	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
2	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
3	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
4	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$



表 3-11 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(a)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4 \text{kN}$ )					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
(1)	3.70	3.74	3.64	3.70	3.74	3.64
(2)	11.07	11.29	10.74	11.07	11.29	10.74
(3)	17.31	17.69	16.84	17.31	17.69	16.84
(4)	22.64	22.99	22.16	22.64	22.99	22.16

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - F 3$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4 \text{kN}$ )					
	$S_s - F 3$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3
(1)	2.70	2.88	2.57	3.70	3.74	3.64
(2)	8.54	8.92	8.10	11.07	11.29	10.74
(3)	13.97	14.51	13.32	17.31	17.69	16.84
(4)	18.90	19.53	18.12	22.64	22.99	22.16

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

別紙 1-4 建屋減衰を 3%とした場合の影響検討

## 目 次

1. 概要	別紙 1-4- 1
2. 解析方法	別紙 1-4- 1
2.1 地震応答解析モデル	別紙 1-4- 1
2.2 入力地震動	別紙 1-4- 2
2.3 解析方法	別紙 1-4- 2
2.4 解析条件	別紙 1-4- 2
3. 解析結果	別紙 1-4- 2
4. 減衰定数 3%の影響評価	別紙 1-4-25

## 1. 概要

緊急時対策建屋の鉄筋コンクリート造部に用いる減衰定数は、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-620-3 原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」の「別紙4 地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート部の減衰定数に関する検討」及び補足説明資料「補足-610-1 建屋耐震評価に関する補足説明資料」の「別紙4 新設建屋の地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート部の減衰定数について」に示す通り、地震応答解析モデルでは基礎版上端レベルから上部では側面地盤ばねを考慮していないことを踏まえると、既設建屋の中小地震観測記録に基づく減衰定数の検討結果から、埋め込まれていることによる効果（地盤への逸散減衰）が見込まれ、減衰定数を5%に設定することの十分な保守性を確認している。

本資料では、緊急時対策建屋が新設であること、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」に示す通り、基準地震動  $S_s$  に対する応答がおおむね弾性範囲であることを踏まえ、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、念のため建屋鉄筋コンクリート造部の減衰定数を3%とした場合の地震応答解析を行い、耐震評価上の影響を確認する。

## 2. 解析方法

### 2.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定し、原則として添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とし、建屋部及び基礎版については、鉄筋コンクリートの減衰定数を3%とする。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値について、表2-1に示す。

表 2-1 使用材料の物性値

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 (%)
鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 30 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD390	2.44 × 10 <sup>4</sup>	1.02 × 10 <sup>4</sup>	3

## 2.2 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-610-11 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「別紙1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」に基づき、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動  $S_s$  のうち  $S_s - D2$  及び  $S_s - F3$  とする。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、時刻歴応答解析により実施し、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。

## 2.4 解析条件

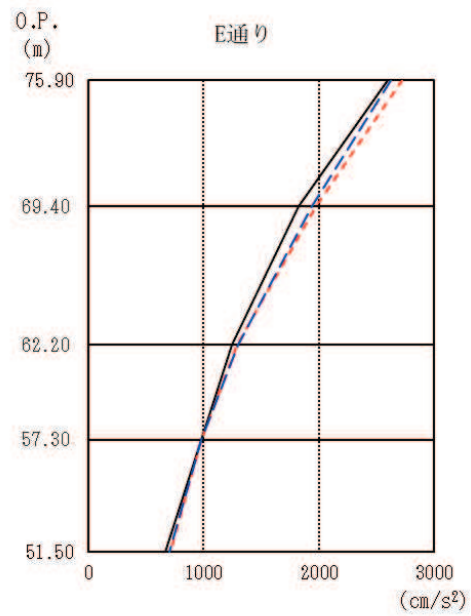
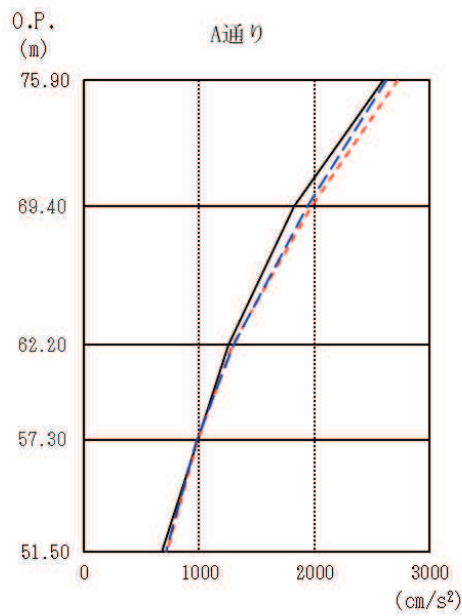
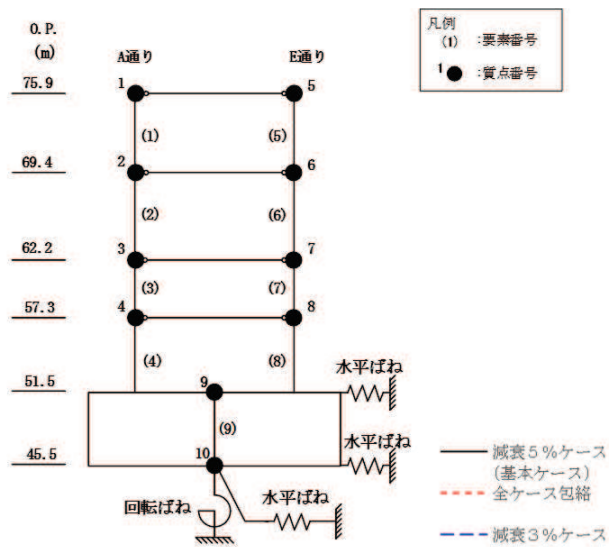
緊急時対策建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（減衰定数5%）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

## 3. 解析結果

地震応答解析結果を図3-1～図3-11に示す。

NS方向及びEW方向における減衰定数3%の応答値は、減衰定数5%の場合と比較してわずかに大きくなる傾向があることを確認した。また、不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値との比較では、減衰定数3%の応答値が一部上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、これ以外の箇所では下回っていることを確認した。

鉛直方向においても、減衰定数3%の応答値は、減衰定数5%の場合と比較してわずかに大きくなる傾向があることを確認した。また、全ケースの包絡値との比較では、減衰定数3%の応答値が一部上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、値はおおむね同等であることを確認した。

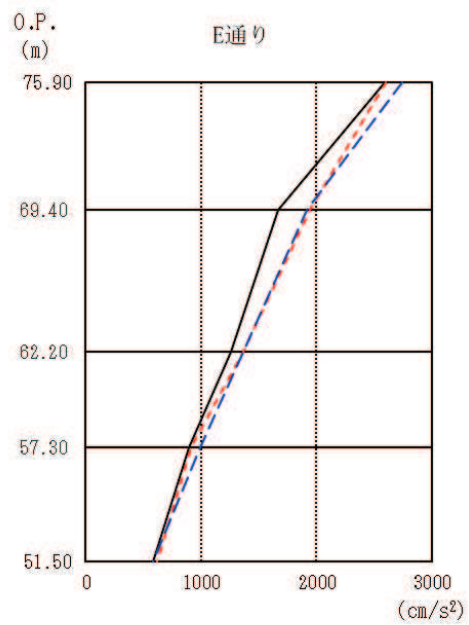
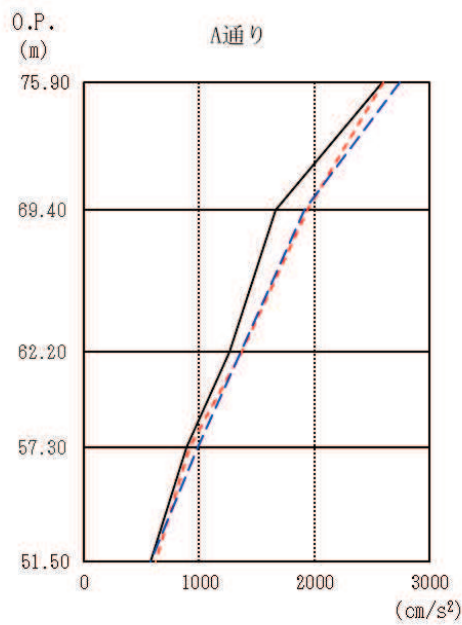
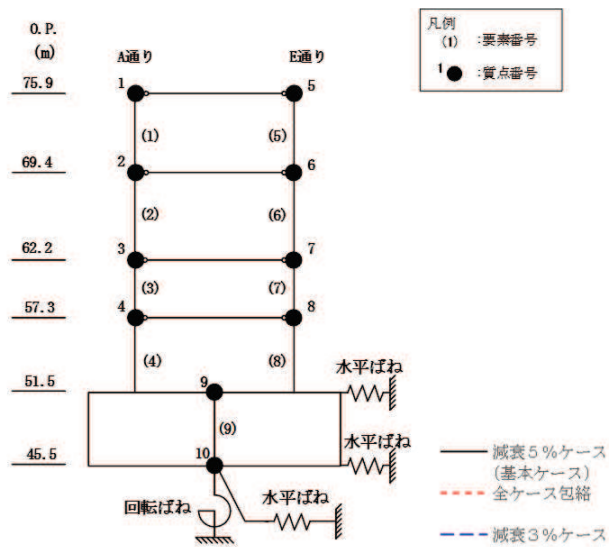


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2603	2727	2627
69.40	1827	1981	1939
62.20	1253	1292	1300
57.30	984	984	980
51.50	673	717	710

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2603	2727	2627
69.40	1827	1981	1939
62.20	1253	1292	1300
57.30	984	984	980
51.50	673	717	710

(a) S<sub>s</sub>-D2

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

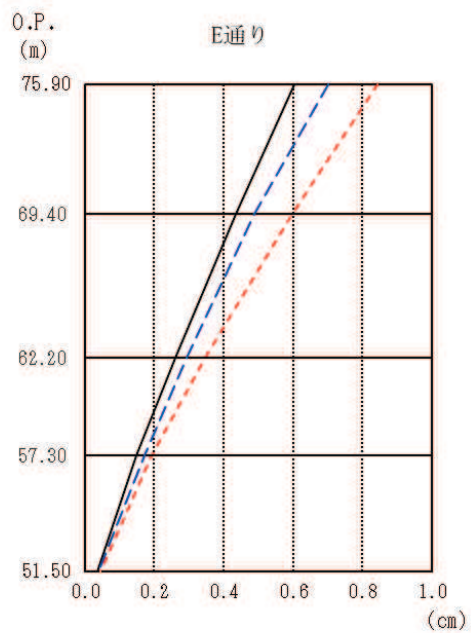
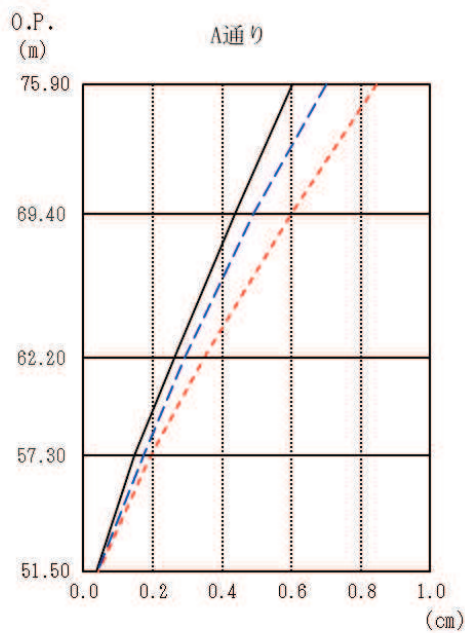
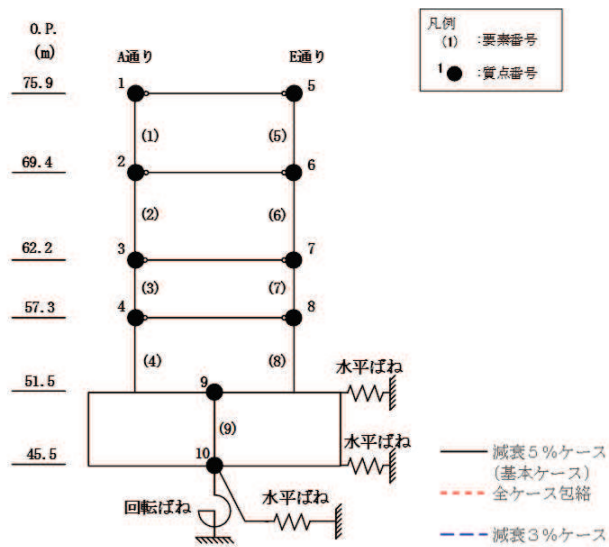


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2590	2603	2747
69.40	1667	1941	1915
62.20	1262	1368	1363
57.30	891	914	989
51.50	579	621	583

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2590	2603	2747
69.40	1667	1941	1915
62.20	1262	1368	1363
57.30	891	914	989
51.50	579	621	583

(b) S<sub>s</sub> - F 3

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



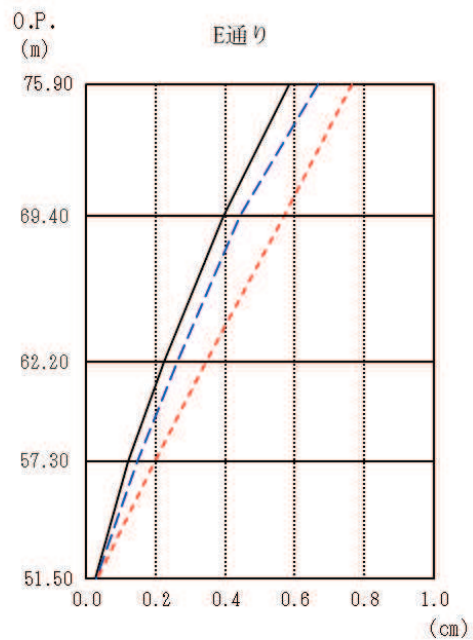
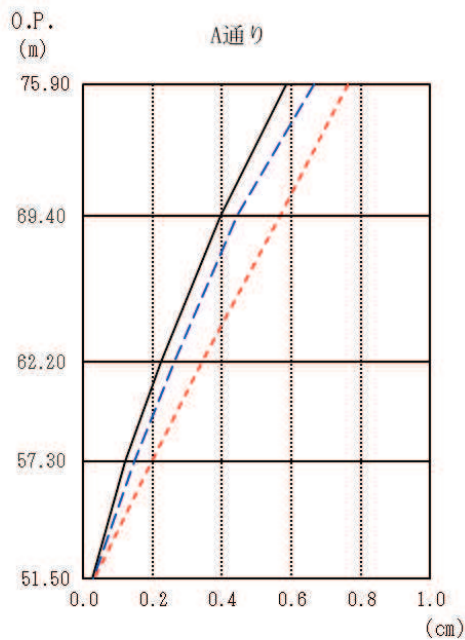
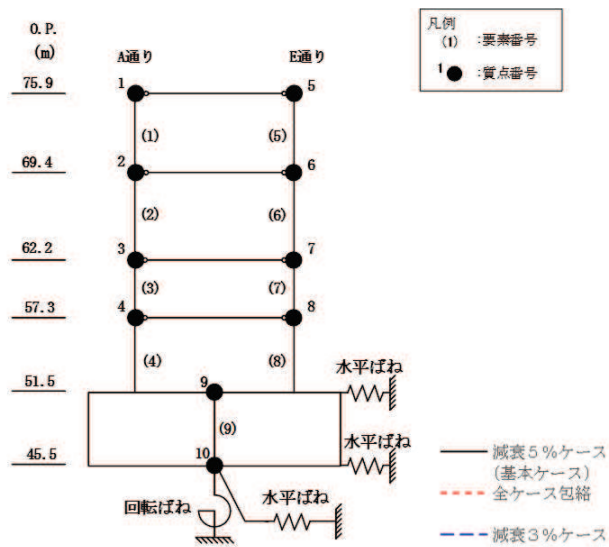
O.P. (m)	A通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.60	0.84	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

O.P. (m)	E通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.60	0.84	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

(a)  $S_s - D_2$

図 3-2(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/2)



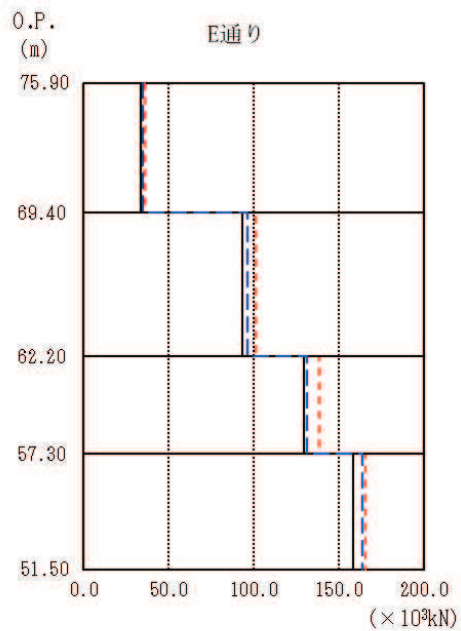
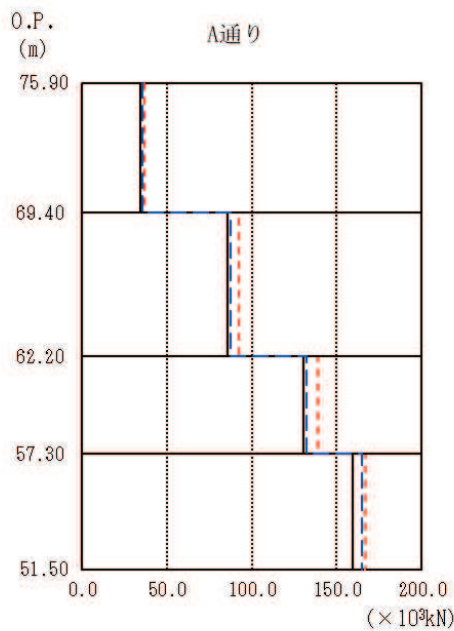
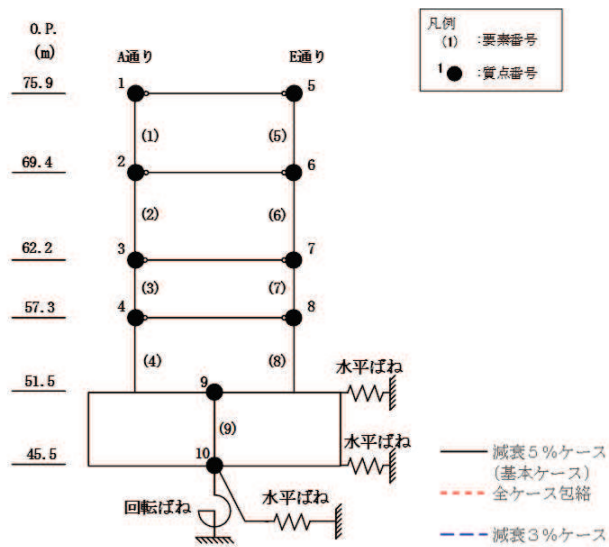


O.P. (m)	A通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.58	0.76	0.67
69.40	0.39	0.57	0.44
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

O.P. (m)	E通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.58	0.76	0.67
69.40	0.39	0.57	0.44
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

(b)  $S_s - F_3$

図 3-2(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (2/2)

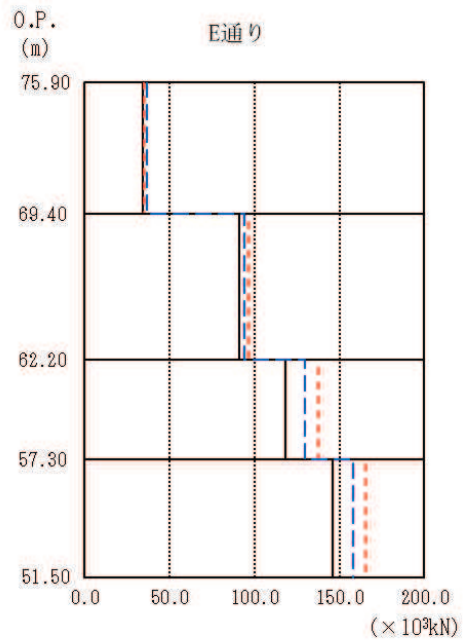
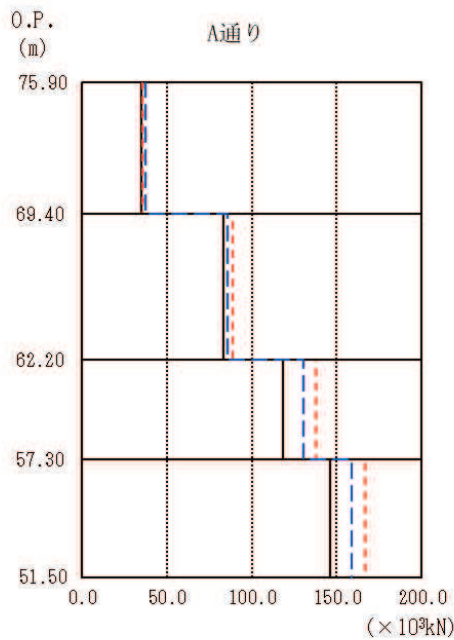
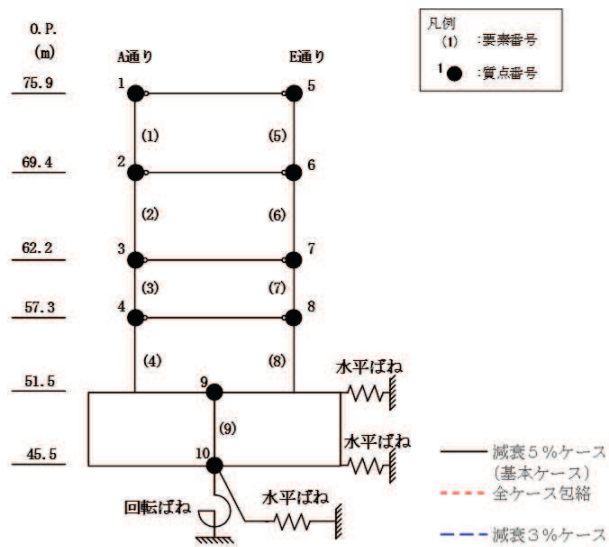


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.51	36.57	35.48
62.20	85.51	92.37	87.76
57.30	130.32	139.11	131.97
51.50	159.51	166.94	164.98

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	33.96	35.99	34.98
62.20	93.32	101.16	96.23
57.30	129.92	138.71	131.56
51.50	158.65	166.05	164.13

(a) S s - D 2

図 3-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

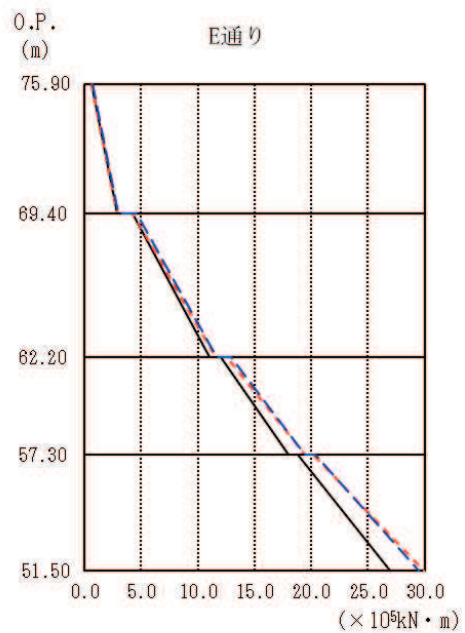
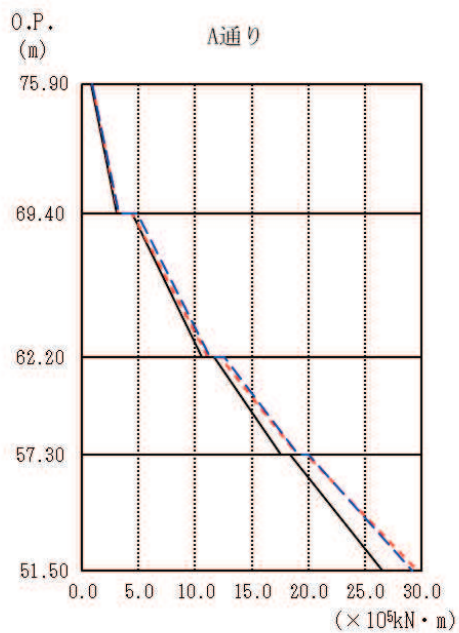
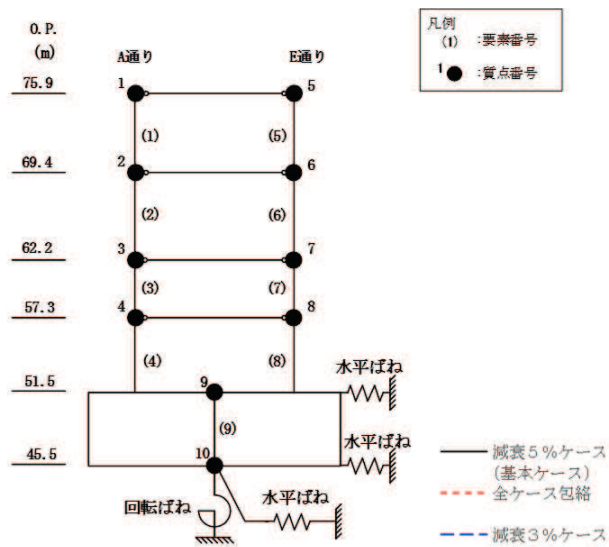


O.P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	35.14	35.35	37.68
62.20	83.33	88.70	85.75
57.30	118.62	138.00	130.34
51.50	146.21	166.49	158.70

O.P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.60	34.82	37.10
62.20	91.02	96.64	94.02
57.30	118.31	137.58	129.96
51.50	146.06	165.58	157.88

(b) S s - F 3

図3-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (2/2)

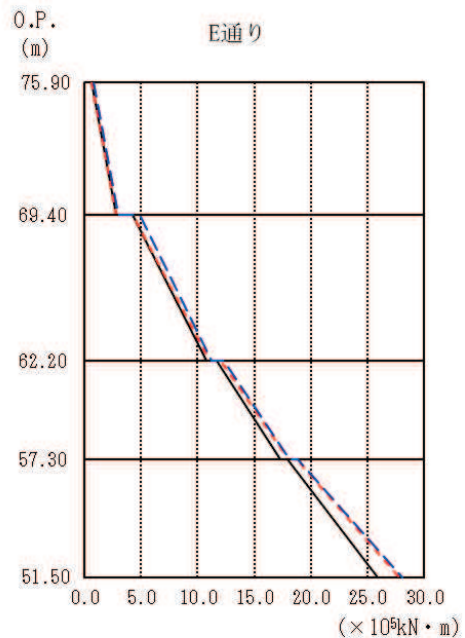
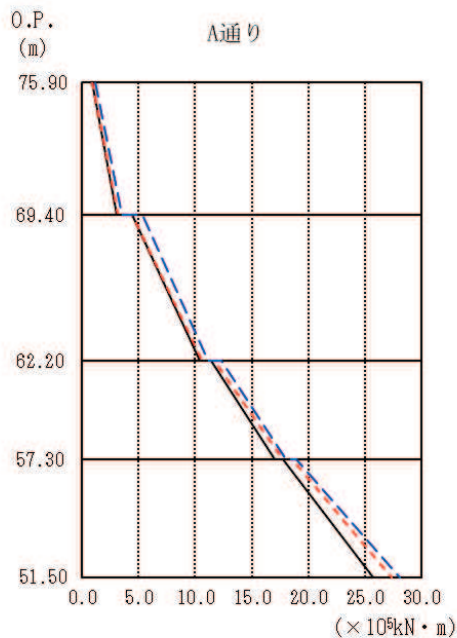
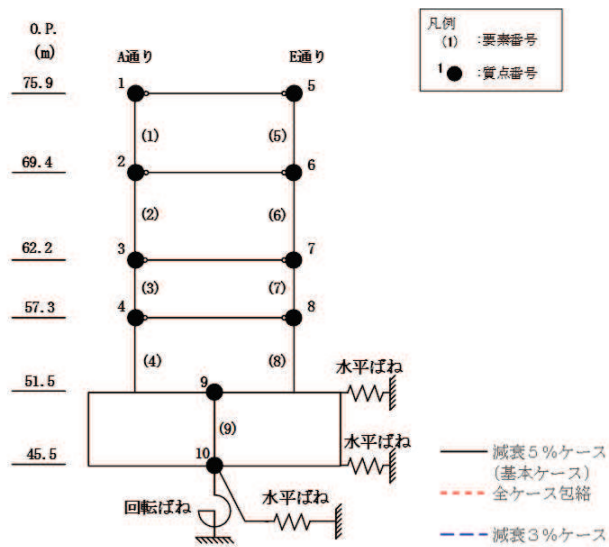


O.P. (m)	A通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.80	0.86	0.92
69.40	3.07	3.16	3.30
62.20	10.59	11.16	11.36
57.30	17.62	19.06	19.08
51.50	26.56	29.59	29.16

O.P. (m)	E通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.63	0.63	0.71
69.40	2.85	2.91	3.00
62.20	11.01	11.58	11.68
57.30	18.01	19.44	19.45
51.50	26.92	29.91	29.53

(a) S s - D 2

図 3-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

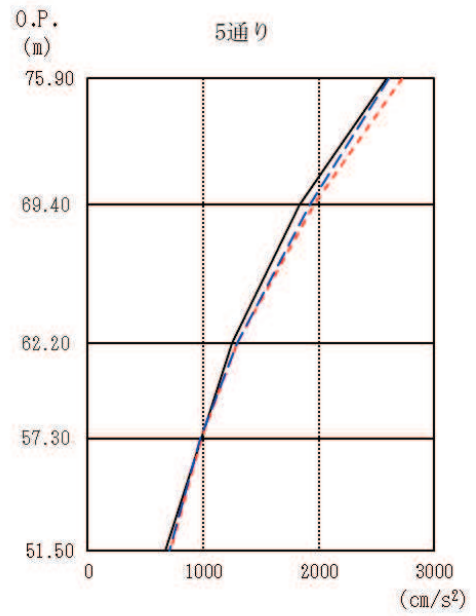
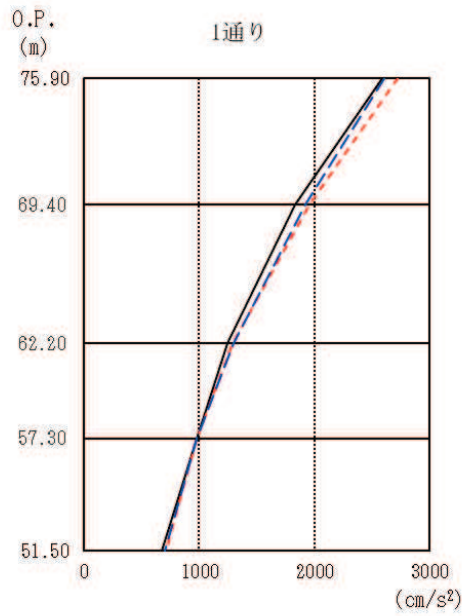
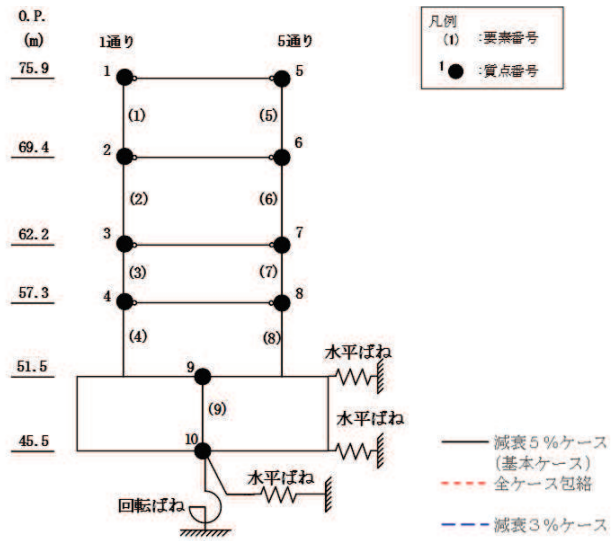


O.P. (m)	A通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.86	0.89	1.14
69.40	3.12	3.14	3.53
	4.48	4.48	5.33
62.20	10.45	10.63	11.14
	11.42	11.72	12.32
57.30	17.06	17.74	18.02
	17.79	18.53	18.90
51.50	25.72	27.34	28.13

O.P. (m)	E通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.63	0.66	0.79
69.40	2.82	2.85	3.04
	4.23	4.23	4.86
62.20	10.76	11.03	11.24
	11.67	12.03	12.35
57.30	17.30	18.04	18.12
	17.96	18.74	18.84
51.50	25.89	27.76	28.06

(b) S s - F 3

図 3-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (2/2)

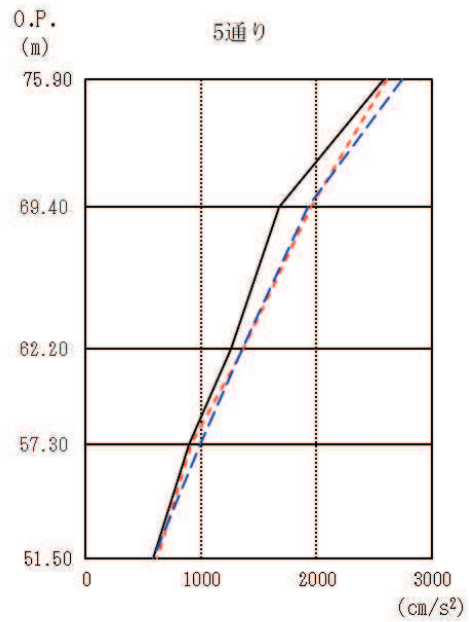
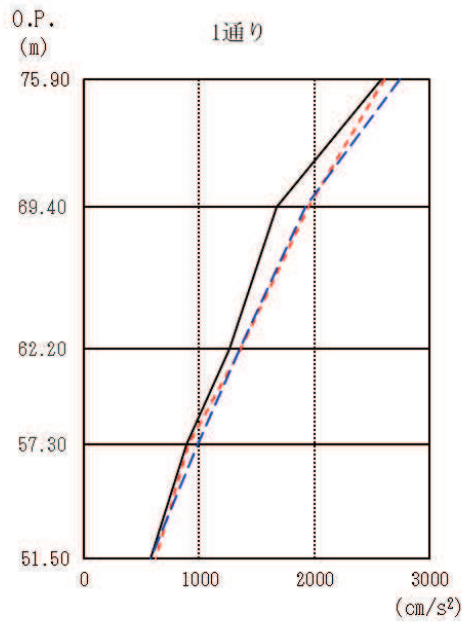
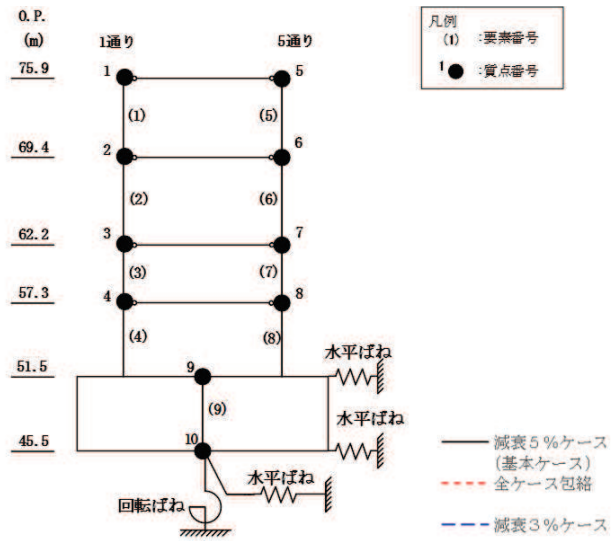


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2593	2721	2608
69.40	1832	1955	1922
62.20	1250	1293	1297
57.30	982	982	977
51.50	673	712	707

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2593	2721	2608
69.40	1832	1955	1922
62.20	1250	1293	1297
57.30	982	982	977
51.50	673	712	707

(a) S s - D 2

図 3-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

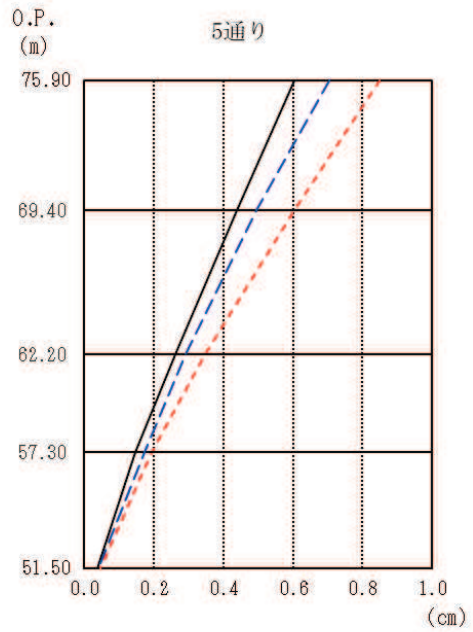
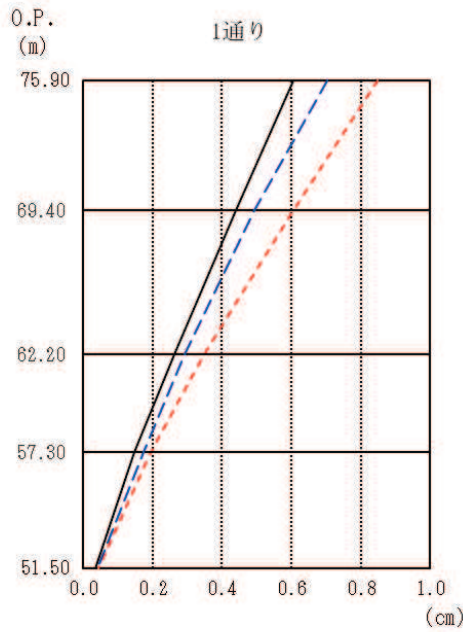
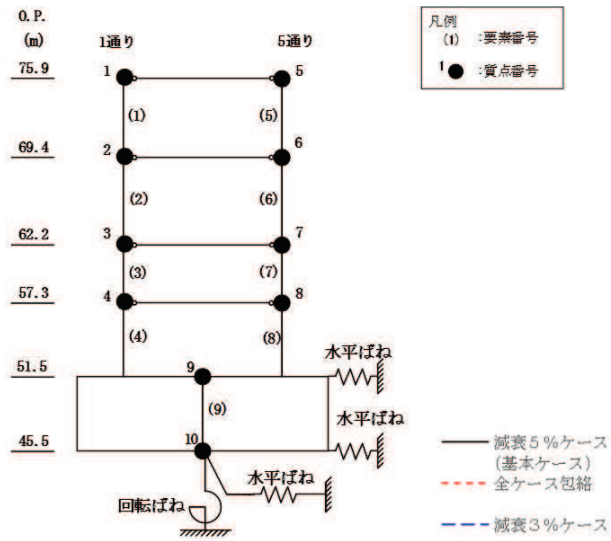


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2584	2609	2743
69.40	1673	1950	1922
62.20	1261	1366	1357
57.30	890	911	988
51.50	579	621	582

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2584	2609	2743
69.40	1673	1950	1922
62.20	1261	1366	1357
57.30	890	911	988
51.50	579	621	582

(b)  $S_s - F_3$

図3-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)



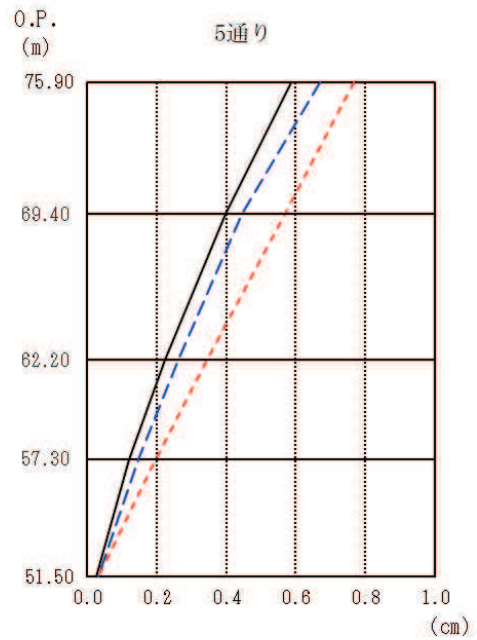
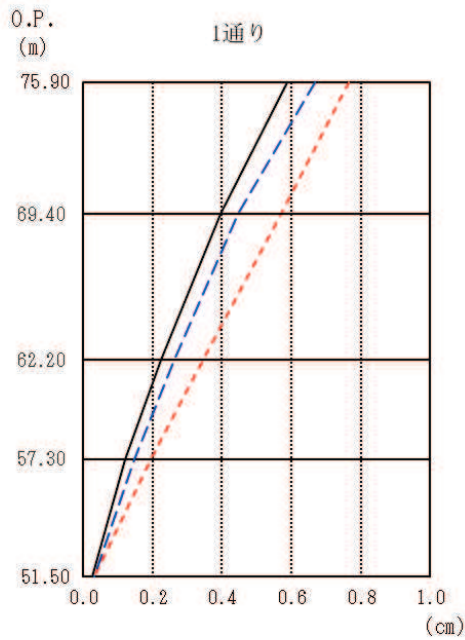
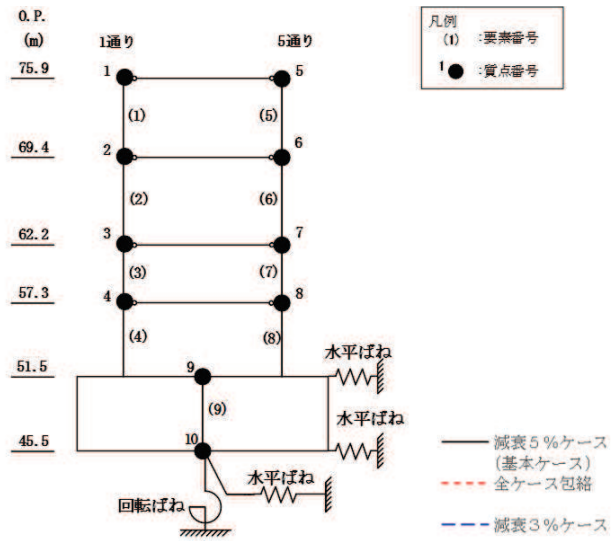
O. P. (m)	1通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.61	0.85	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

O. P. (m)	5通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.61	0.85	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

(a)  $S_s - D_2$

図 3-6(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)



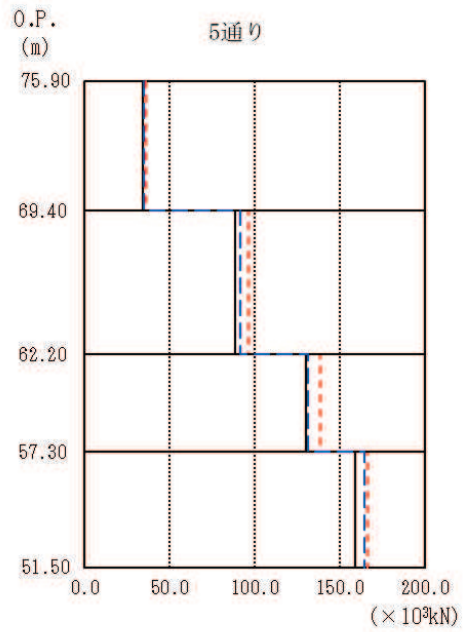
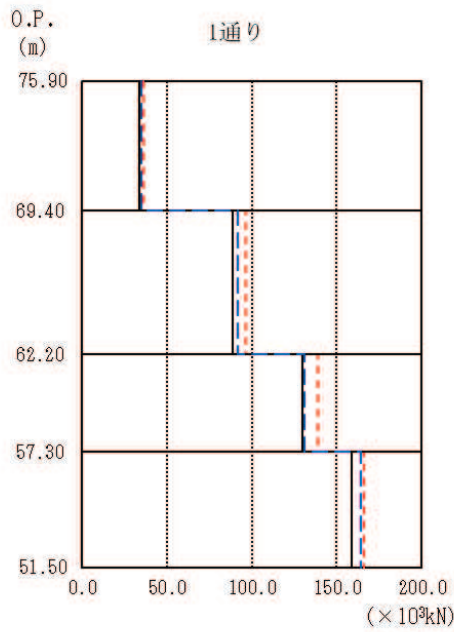
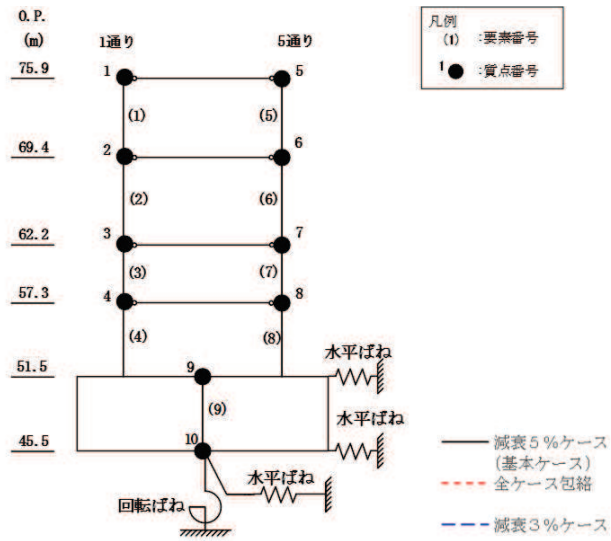


O.P. (m)	1通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.59	0.77	0.67
69.40	0.40	0.57	0.45
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

O.P. (m)	5通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.59	0.77	0.67
69.40	0.40	0.57	0.45
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

(b)  $S_s - F_3$

図3-6(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)

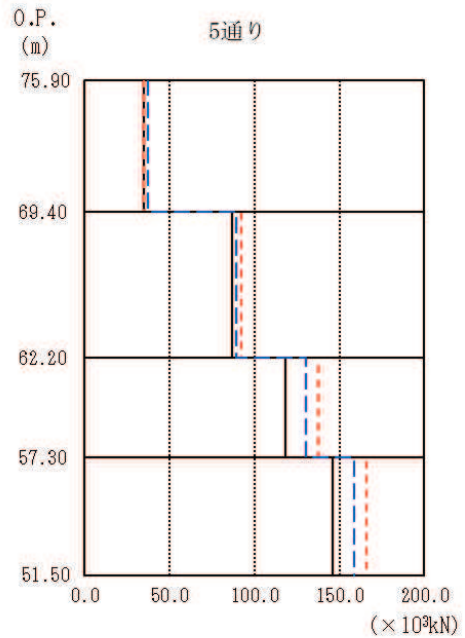
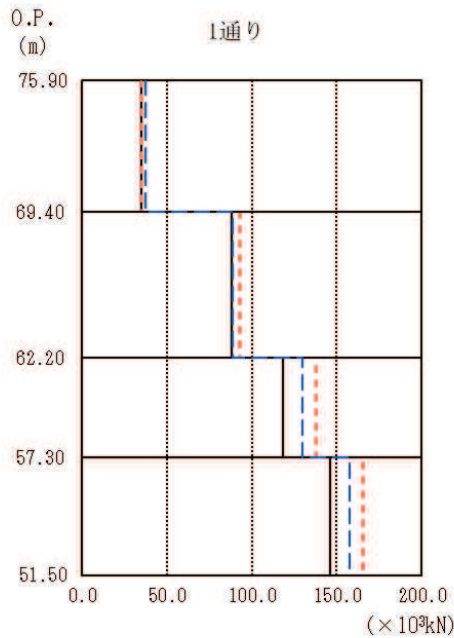
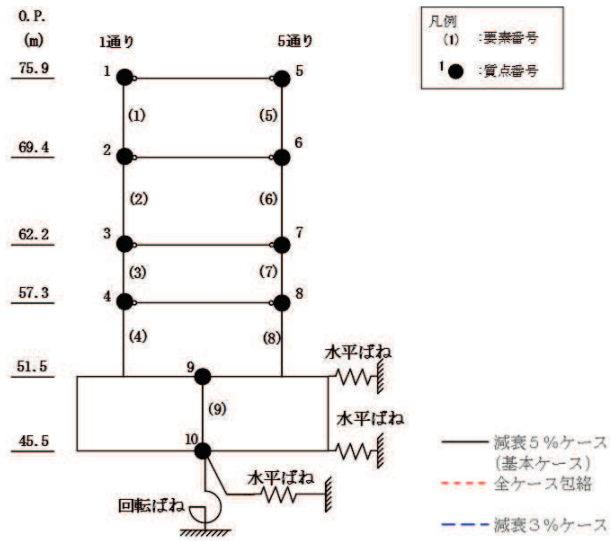


O. P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.08	36.05	35.06
62.20	88.74	96.36	91.65
57.30	129.89	138.69	131.39
51.50	158.62	166.00	164.11

O. P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.39	36.32	35.28
62.20	88.86	96.35	91.60
57.30	130.20	138.91	131.65
51.50	159.35	166.74	164.84

(a) S s - D 2

図 3-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

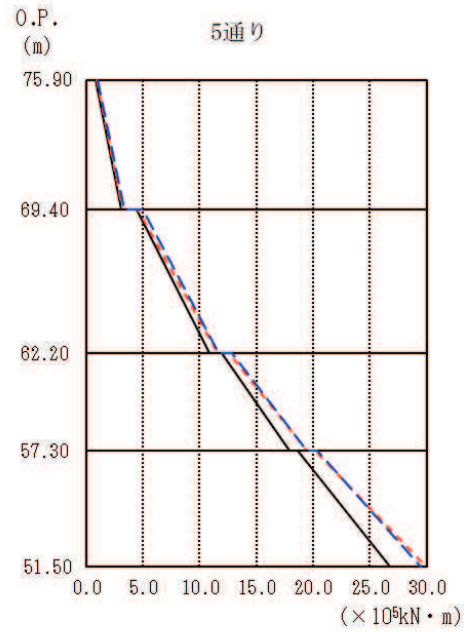
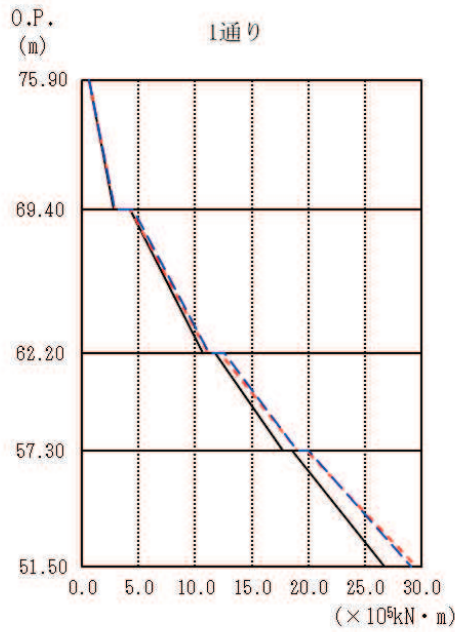
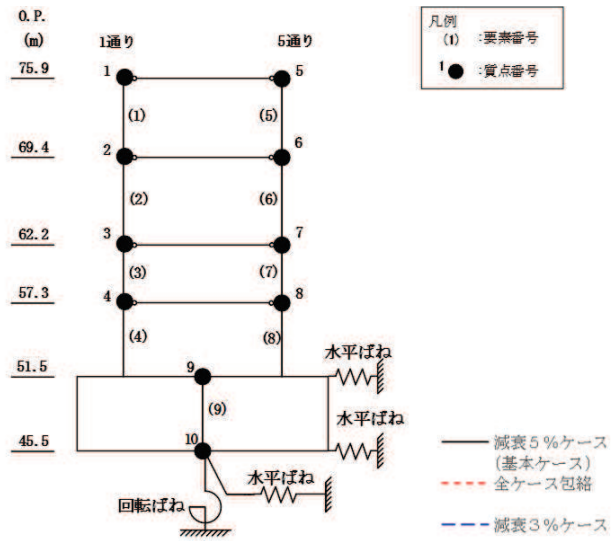


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.73	34.90	37.16
62.20	88.07	93.31	89.09
57.30	118.67	137.60	129.95
51.50	146.12	165.48	157.87

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	35.03	35.15	37.48
62.20	86.69	92.55	89.08
57.30	118.42	137.90	130.21
51.50	146.12	166.26	158.55

(b) S<sub>s</sub>-F3

図3-7(2) 最大応答せん断力 (基準地震動S<sub>s</sub>, EW方向) (2/2)

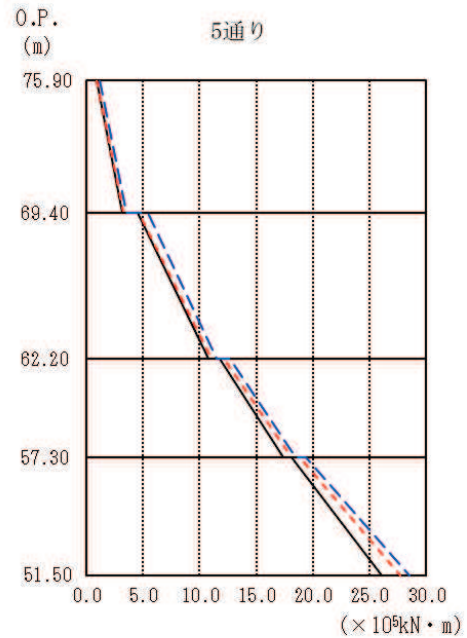
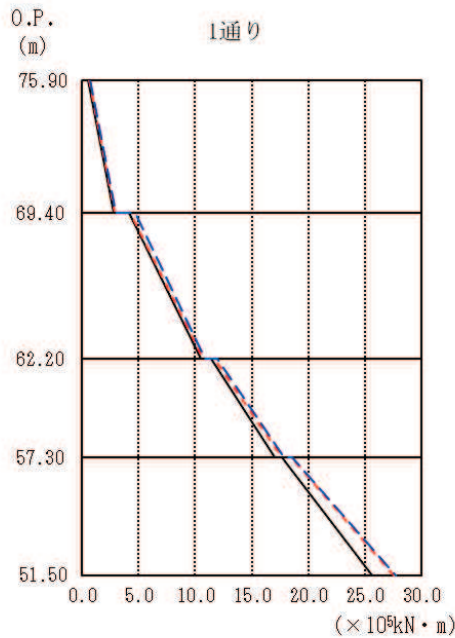
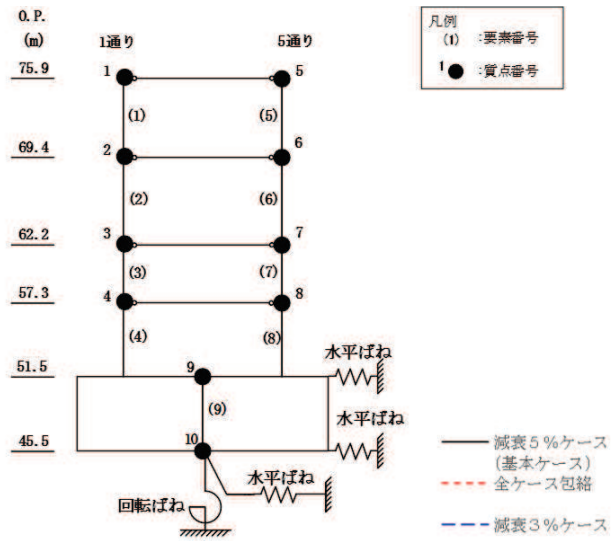


O.P. (m)	1通り (減衰5%ケース (基本ケース))	全ケース包絡	(減衰3%ケース)
75.90	0.59	0.59	0.67
69.40	2.83	2.91	2.91
62.20	10.71	11.18	11.26
57.30	17.78	19.07	19.05
51.50	26.71	29.56	29.09

O.P. (m)	5通り (減衰5%ケース (基本ケース))	全ケース包絡	(減衰3%ケース)
75.90	0.85	0.94	0.99
69.40	3.08	3.18	3.34
62.20	10.88	11.54	11.68
57.30	17.90	19.42	19.43
51.50	26.80	29.93	29.46

(a) S s - D 2

図 3-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

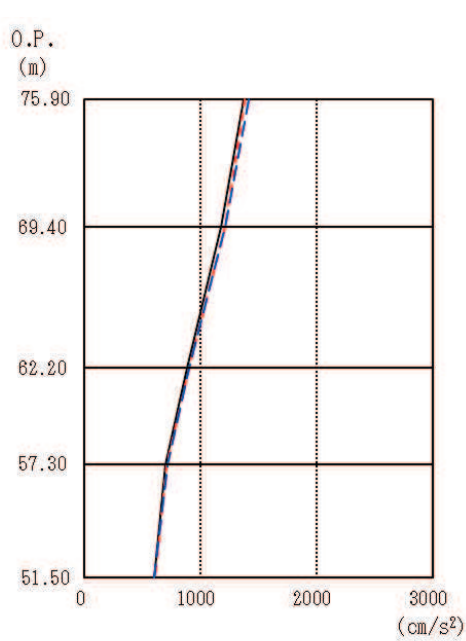
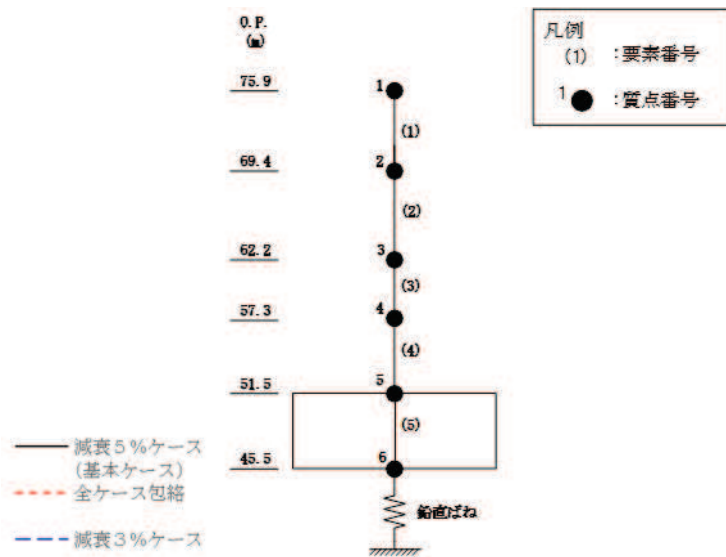


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.57	0.63	0.73
69.40	2.83	2.88	3.00
62.20	10.50	10.65	10.88
57.30	17.06	17.70	17.85
51.50	25.65	27.55	27.77

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.93	0.94	1.23
69.40	3.15	3.26	3.56
62.20	10.78	11.06	11.46
57.30	17.40	18.09	18.44
51.50	26.05	27.69	28.54

(b) S<sub>s</sub>-F3

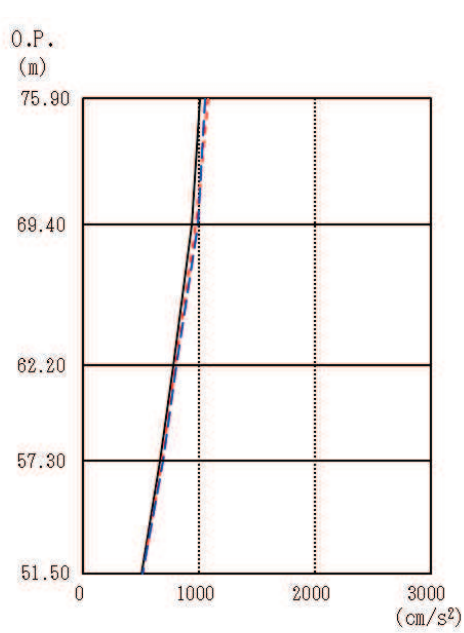
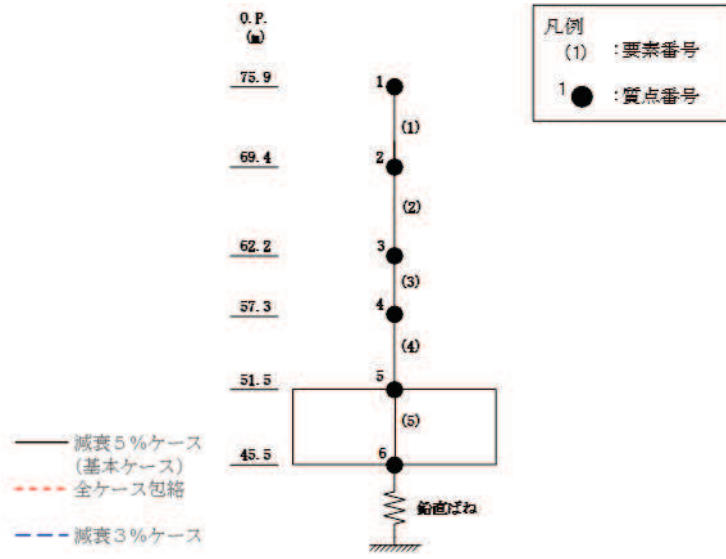
図3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)



O.P. (m)	(cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	1376	1384	1421
69.40	1183	1214	1216
62.20	885	908	903
57.30	703	708	715
51.50	602	608	604

(a) S<sub>s</sub> - D 2

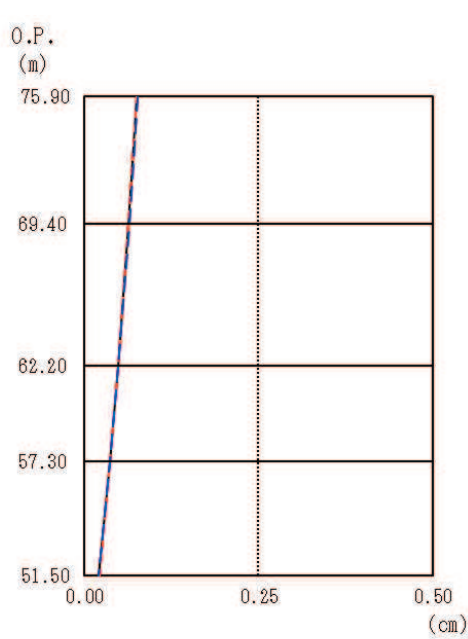
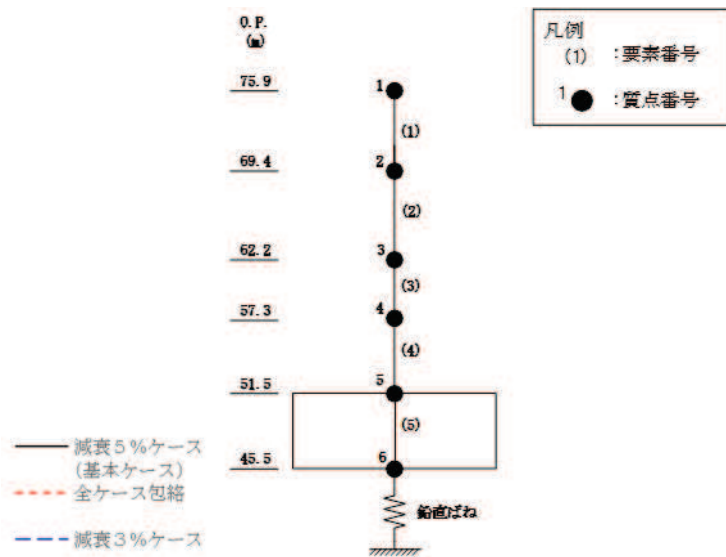
図3-9(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



O.P. (m)	(cm/s <sup>2</sup> )		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	1009	1076	1053
69.40	933	972	985
62.20	773	796	806
57.30	665	678	687
51.50	502	513	510

(b)  $S_s - F_3$

図 3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/2)

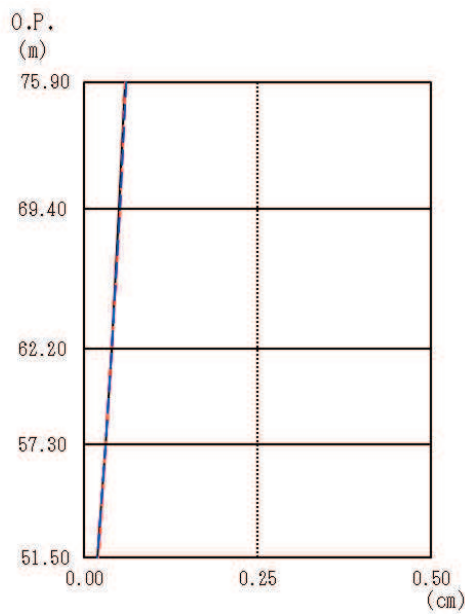
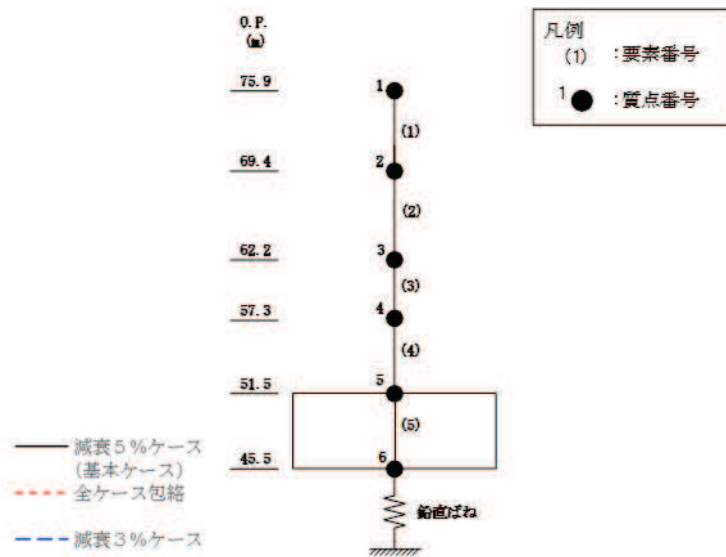


O.P. (m)	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.08	0.08	0.08
69.40	0.06	0.06	0.07
62.20	0.05	0.05	0.05
57.30	0.04	0.04	0.04
51.50	0.02	0.02	0.02

(a)  $S_s - D_2$

図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/2)

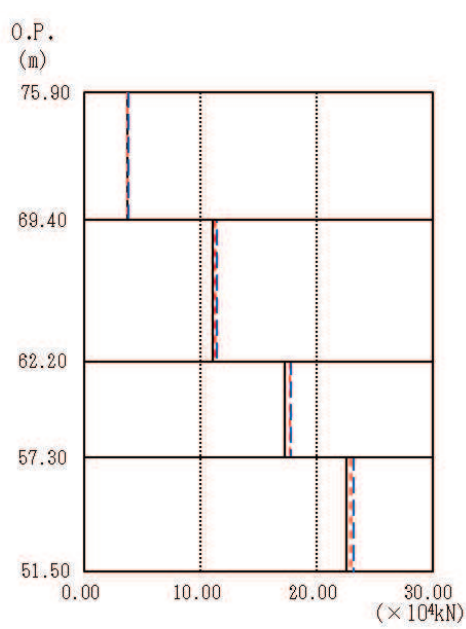
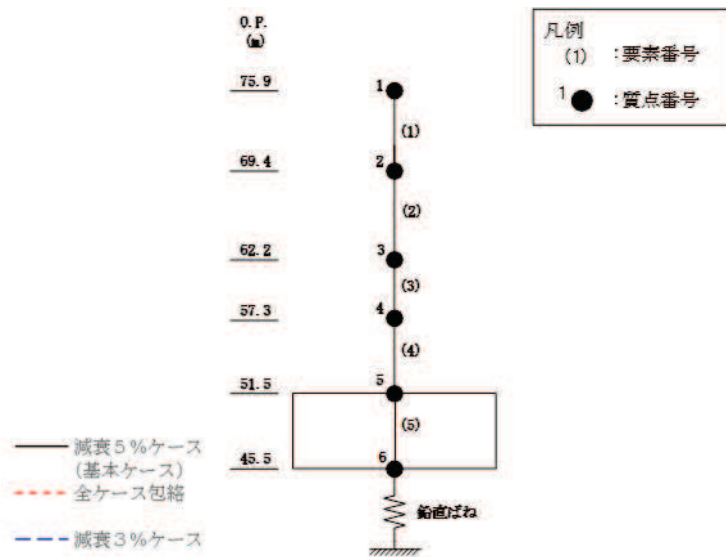




O.P. (m)	(cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.06	0.06	0.06
69.40	0.05	0.05	0.05
62.20	0.04	0.04	0.04
57.30	0.03	0.03	0.03
51.50	0.02	0.02	0.02

(b)  $S_s - F3$

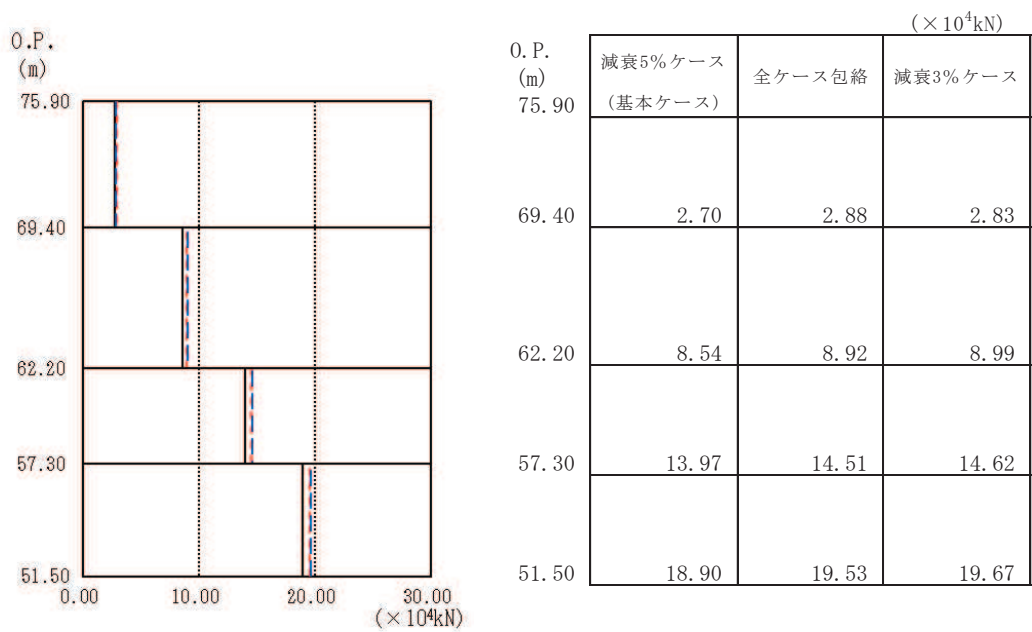
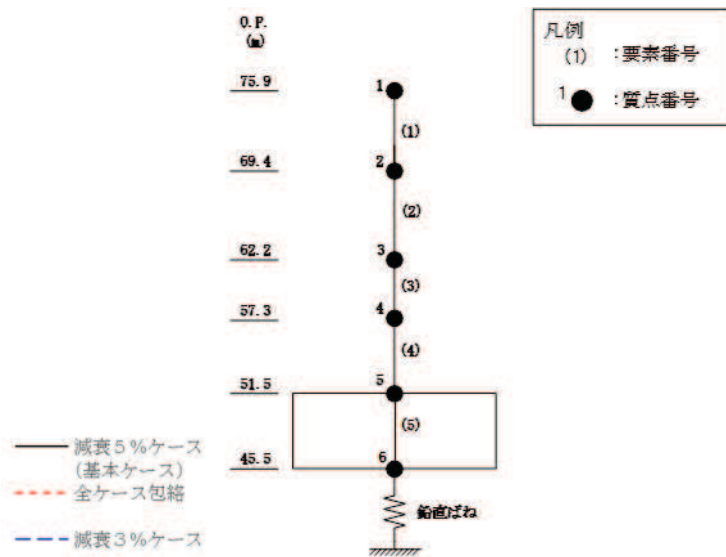
図3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD方向) (2/2)



O.P. (m)	( $\times 10^4$ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	3.70	3.74	3.83
62.20	11.07	11.29	11.39
57.30	17.31	17.69	17.77
51.50	22.64	22.99	23.20

(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



(b)  $S_s - F_3$

図 3-11(2) 最大応答軸力 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/2)

#### 4. 減衰定数 3%の影響評価

減衰定数5%による最大応答せん断力，減衰定数3%による最大応答せん断力及び設計用地震力の比較を表4-1に示す。

表4-1より，減衰定数3%による最大応答せん断力が，材料物性の不確かさを考慮した設計用地震力を最大で3%程度上回ることを確認した。一方，緊急時対策建屋は，基準地震動  $S_s$  に対して短期許容応力度設計としていること，減衰定数を5%と設定することの十分な保守性を確認していることを踏まえると，建屋設計における耐震安全性への影響は小さいと判断できる。

以上より，減衰定数3%による解析結果が建屋の耐震安全性に影響を与えないことを確認した。

表 4-1 地震力の比較

方向	要素番号	減衰定数5%における 最大応答せん断力 ( $S_s$ -D1～ $S_s$ -N1の最大値) ( $\times 10^3$ kN)	①	②	比率 ①/②
			減衰定数3%における 最大応答せん断力 ( $S_s$ -D2, $S_s$ -F3の最大値) ( $\times 10^3$ kN)	設計用 地震力 ( $\times 10^3$ kN)	
NS	1	34.51	37.68	36.57	1.03
	2	85.51	87.76	92.37	0.95
	3	130.32	131.97	139.11	0.95
	4	159.51	164.98	166.94	0.99
	5	33.96	37.10	35.99	1.03
	6	93.32	96.23	101.16	0.95
	7	129.92	131.56	138.71	0.95
	8	158.65	164.13	166.05	0.99
EW	1	34.08	37.16	36.05	1.03
	2	88.74	91.65	96.36	0.95
	3	129.89	131.39	138.69	0.95
	4	158.62	164.11	166.00	0.99
	5	34.39	37.48	36.32	1.03
	6	88.86	91.60	96.35	0.95
	7	130.20	131.65	138.91	0.95
	8	159.35	164.84	166.74	0.99

別紙 1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討

## 目 次

1. 概要	別紙 1-5- 1
2. 解析方法	別紙 1-5- 1
2.1 地震応答解析モデル	別紙 1-5- 1
2.2 入力地震動	別紙 1-5- 2
2.3 解析方法	別紙 1-5- 2
2.4 解析条件	別紙 1-5- 2
3. 解析結果	別紙 1-5- 2
4. 実強度による影響評価	別紙 1-5-25

## 1. 概要

緊急時対策建屋の鉄筋コンクリート造部に用いるコンクリートの強度は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」において、水平方向及び鉛直方向とも設計基準強度（ $F_c = 30 \text{ N/mm}^2$ ）としている。

本資料では、緊急時対策建屋が新設であることを考慮し、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、鉄筋コンクリート造部のコンクリート強度が実強度（ $F_c = 42.2 \text{ N/mm}^2$ ）の場合の地震応答解析を行い、耐震評価上の影響を確認する。

## 2. 解析方法

### 2.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定し、原則として添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とし、建屋部及び基礎版については、コンクリート強度を実強度とする。地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値について、表2-1に示す。

表 2-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E ( $\text{N/mm}^2$ )	せん断弾性係数 G ( $\text{N/mm}^2$ )	減衰定数 h (%)
鉄筋コンクリート コンクリート： $F_c = 42.2 \text{ (N/mm}^2)$ * 鉄筋：SD390	$2.86 \times 10^4$	$1.19 \times 10^4$	5

注記\*：コンクリート強度の実強度は、「日本建築学会 2013年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事」に基づき、圧縮強度の標準偏差を考慮した値としている。

## 2.2 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「補足-610-11 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「別紙1-3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について」に基づき、解放基板表面レベルに想定する基準地震動  $S_s$  のうち  $S_s - D2$  及び  $S_s - F3$  とする。

## 2.3 解析方法

建物・構築物の動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、時刻歴応答解析により実施し、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。

## 2.4 解析条件

緊急時対策建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（設計基準強度  $F_c = 30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

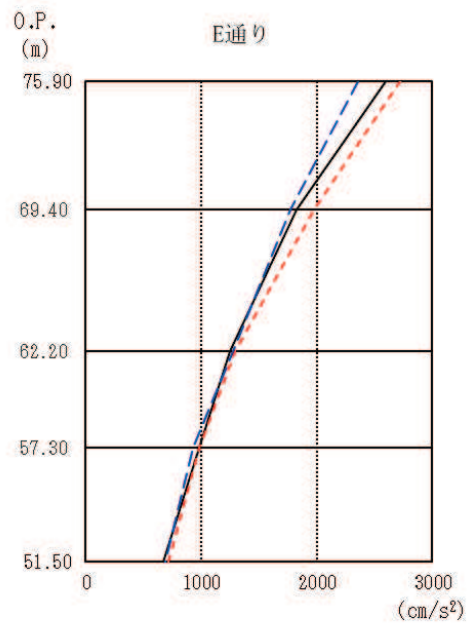
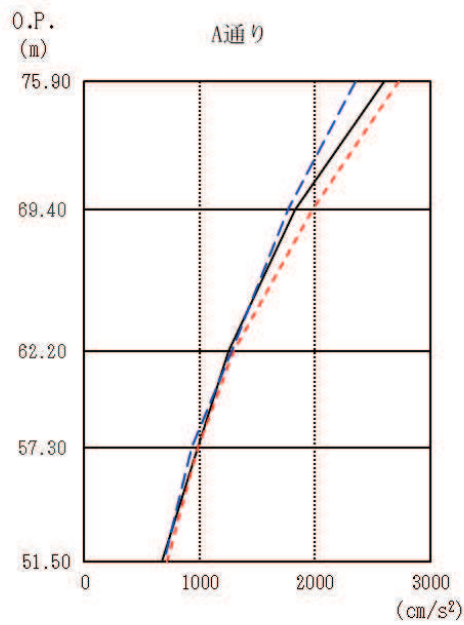
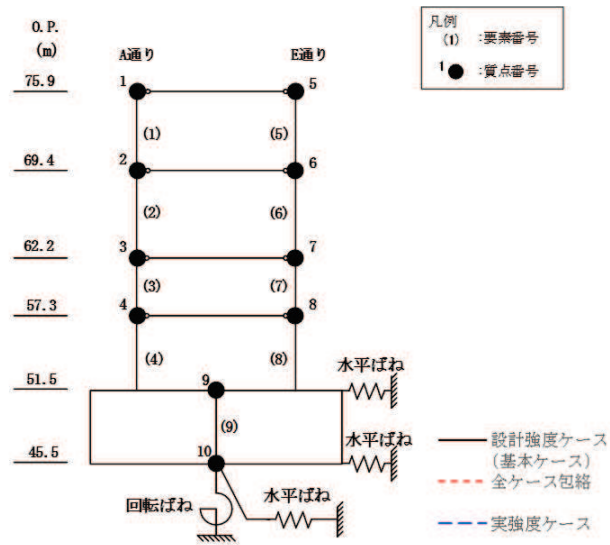
## 3. 解析結果

地震応答解析結果を図3-1～図3-11に示す。

NS方向及びEW方向における実強度の応答値は、設計基準強度ケース及び不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値と比較して、おおむね下回っていることを確認した。

鉛直方向においても、実強度とした場合の応答値は、設計基準強度ケース及び不確かさを考慮した解析ケースを含む全ケースの包絡値と比較して、応答加速度で一部わずかに上回る箇所があるものの、差異は極めて小さく、それ以外は下回っていることを確認した。



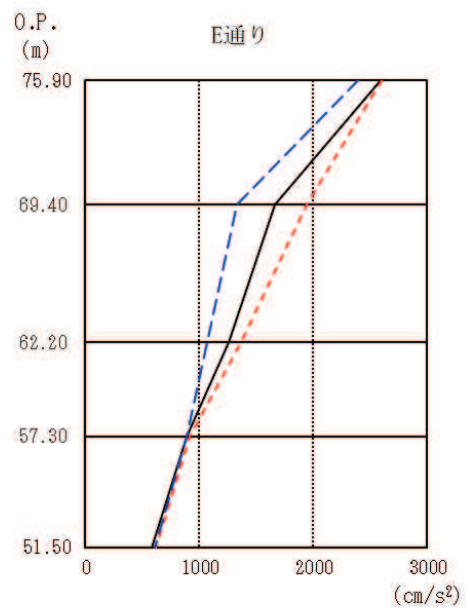
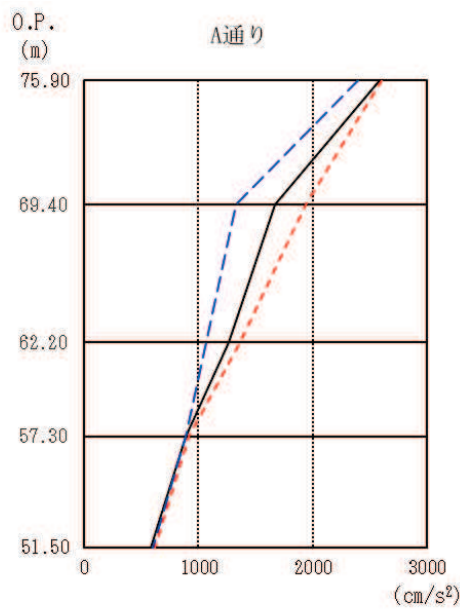
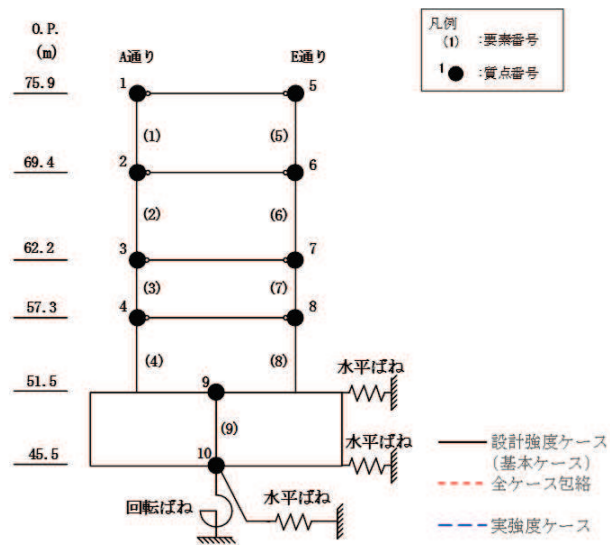


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2603	2727	2357
69.40	1827	1981	1770
62.20	1253	1292	1277
57.30	984	984	930
51.50	673	717	691

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2603	2727	2357
69.40	1827	1981	1770
62.20	1253	1292	1277
57.30	984	984	930
51.50	673	717	691

(a) S<sub>s</sub>-D 2

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

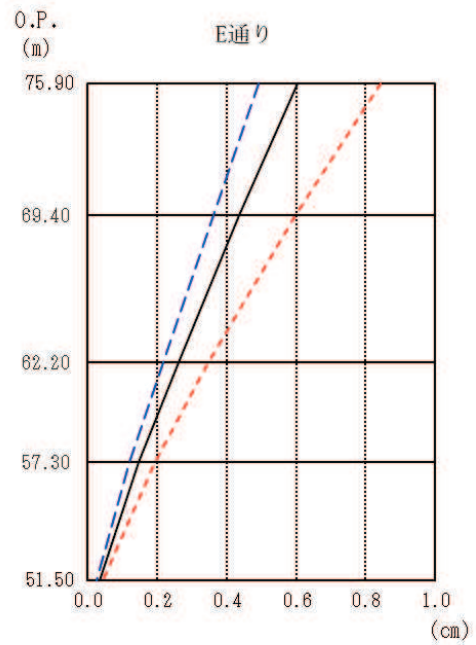
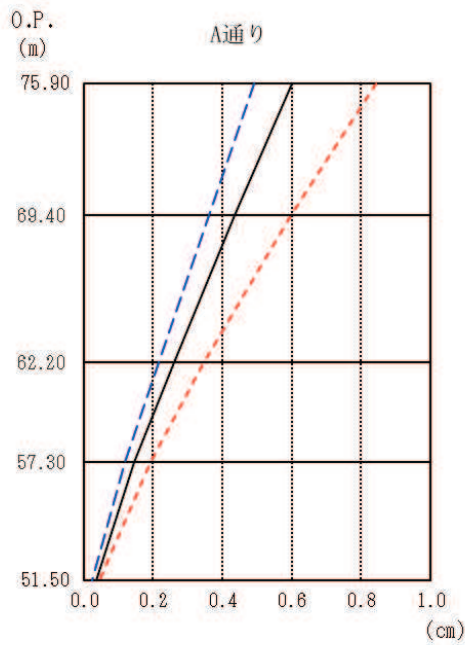
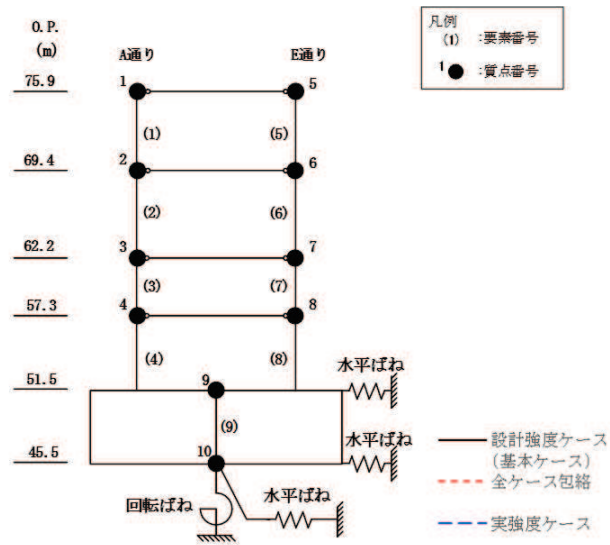


O. P. (m)	A通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2590	2603	2396
69.40	1667	1941	1327
62.20	1262	1368	1072
57.30	891	914	892
51.50	579	621	605

O. P. (m)	E通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2590	2603	2396
69.40	1667	1941	1327
62.20	1262	1368	1072
57.30	891	914	892
51.50	579	621	605

(b) S<sub>s</sub> - F 3

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

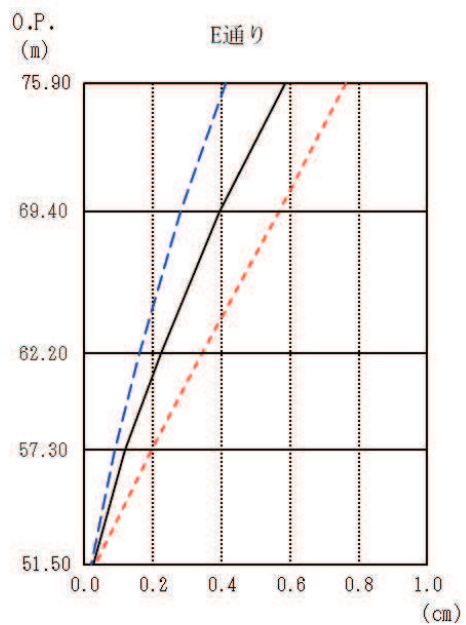
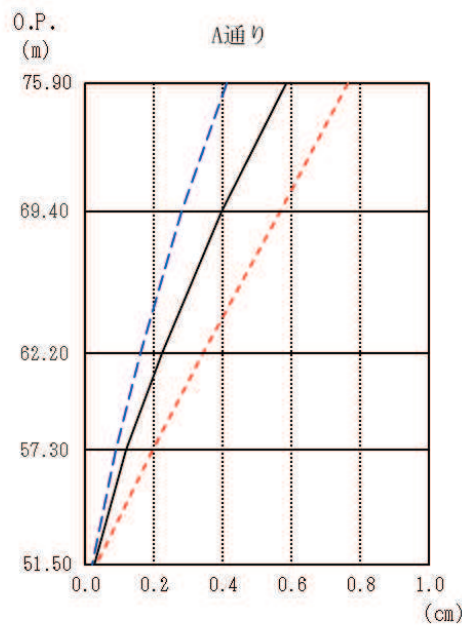
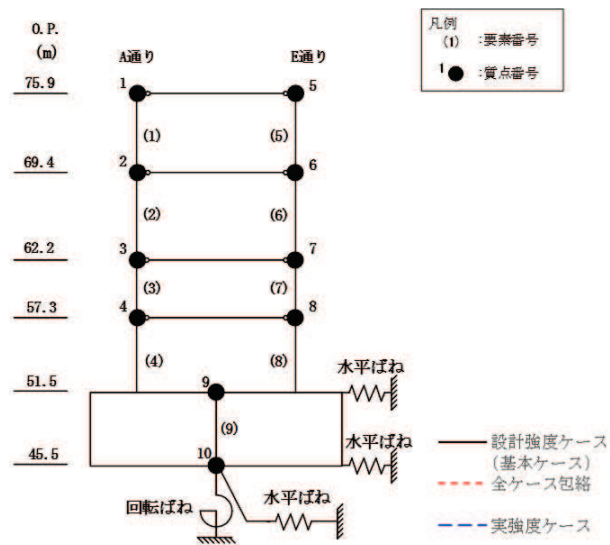


O.P. (m)	A通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.60	0.84	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

O.P. (m)	E通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.60	0.84	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

(a)  $S_s - D_2$

図 3-2(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向) (1/2)

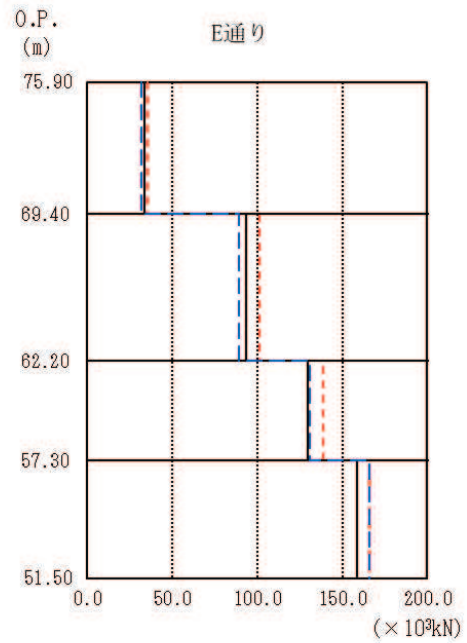
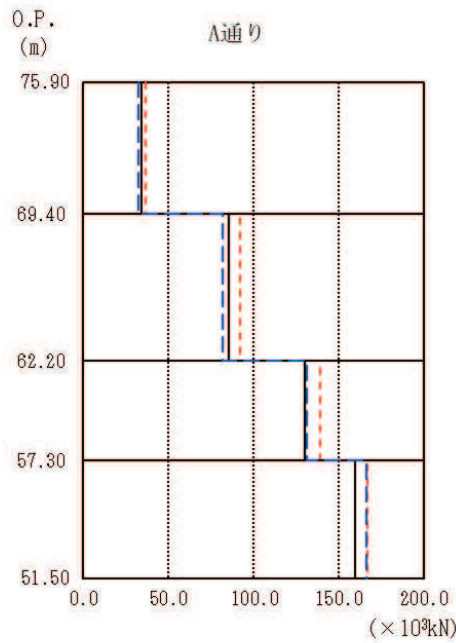
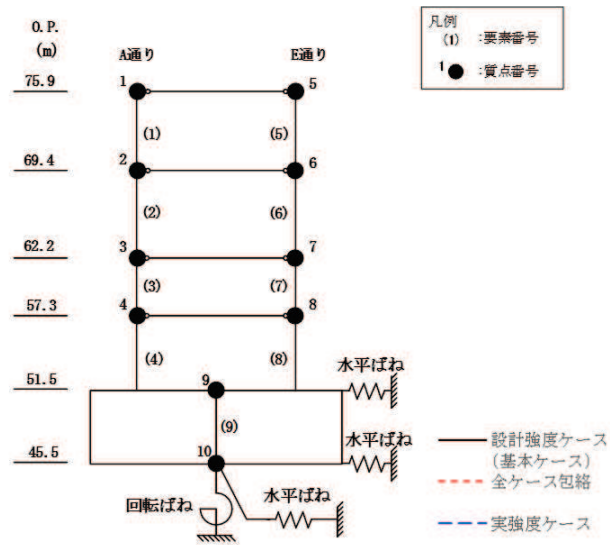


O.P. (m)	A通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.58	0.76	0.41
69.40	0.39	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

O.P. (m)	E通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.58	0.76	0.41
69.40	0.39	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

(b) S<sub>s</sub> - F3

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

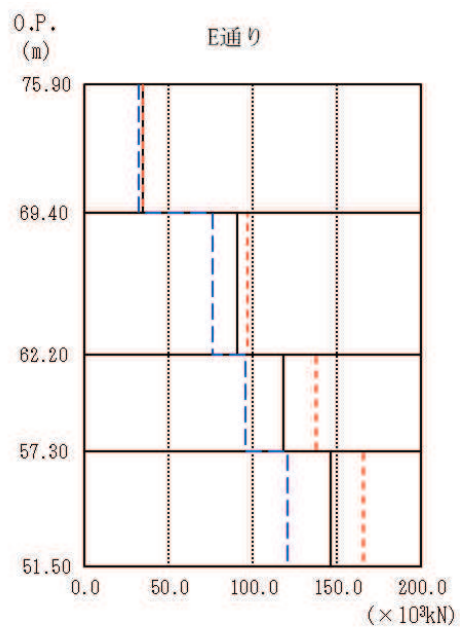
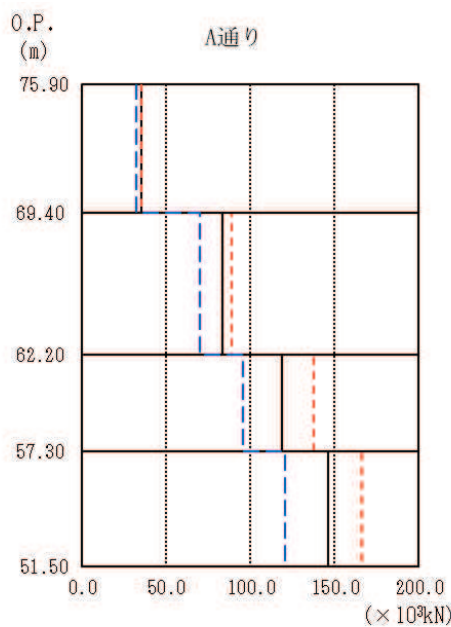
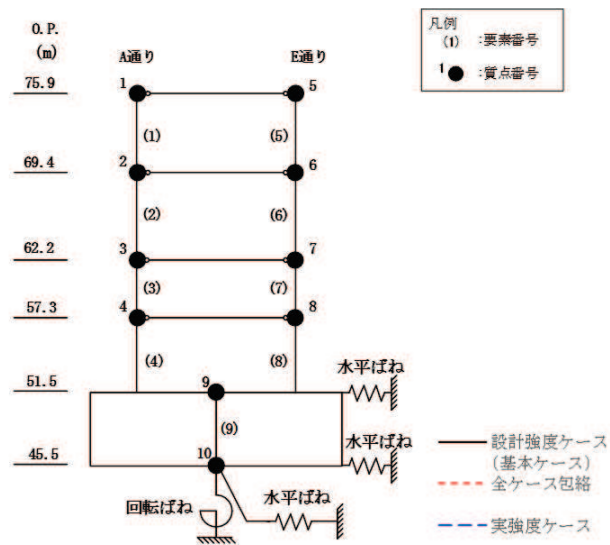


O.P. (m)	A通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.51	36.57	32.12
62.20	85.51	92.37	81.88
57.30	130.32	139.11	131.19
51.50	159.51	166.94	166.24

O.P. (m)	E通り ( $\times 10^3 \text{kN}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	33.96	35.99	31.88
62.20	93.32	101.16	89.27
57.30	129.92	138.71	130.79
51.50	158.65	166.05	166.09

(a) S s - D 2

図 3-3(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)

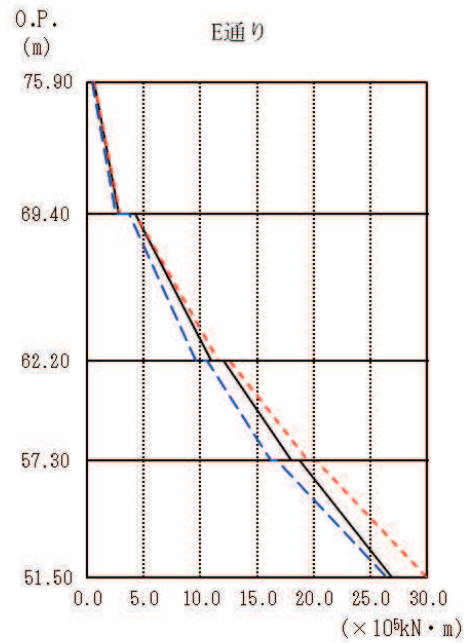
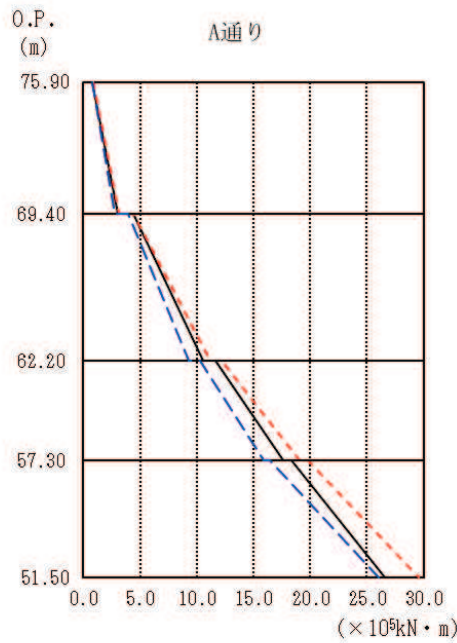
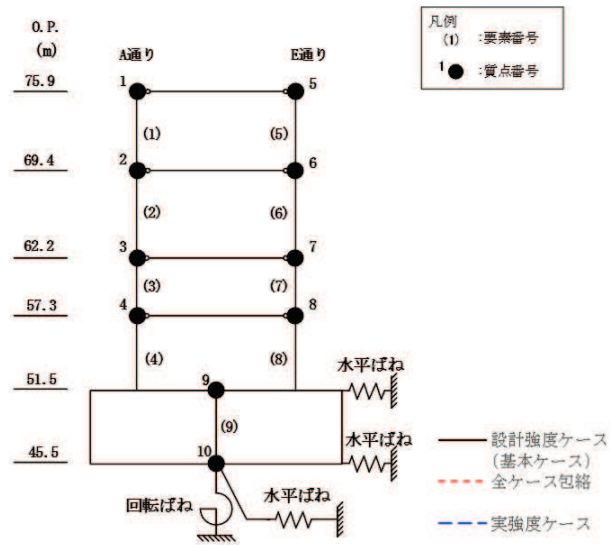


O. P. (m)	A通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	35.14	35.35	32.30
62.20	83.33	88.70	69.78
57.30	118.62	138.00	95.82
51.50	146.21	166.49	120.74

O. P. (m)	E通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.60	34.82	32.06
62.20	91.02	96.64	76.16
57.30	118.31	137.58	95.54
51.50	146.06	165.58	120.58

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-3(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/2)

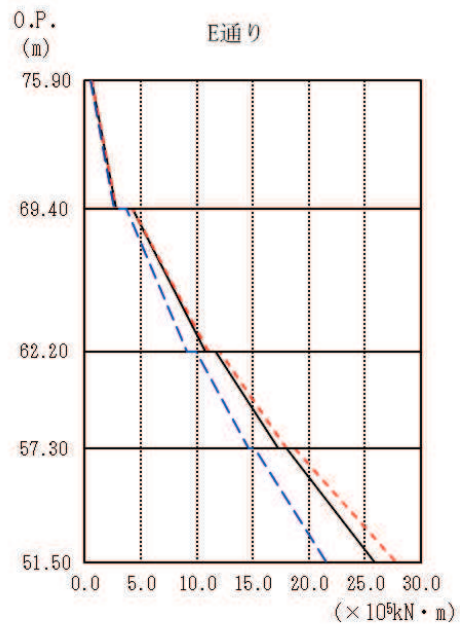
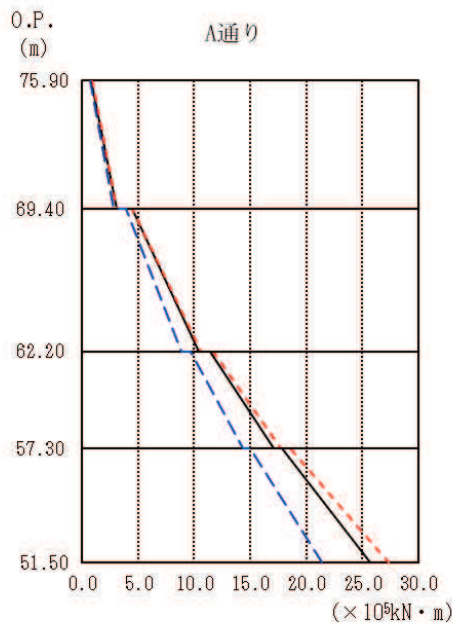
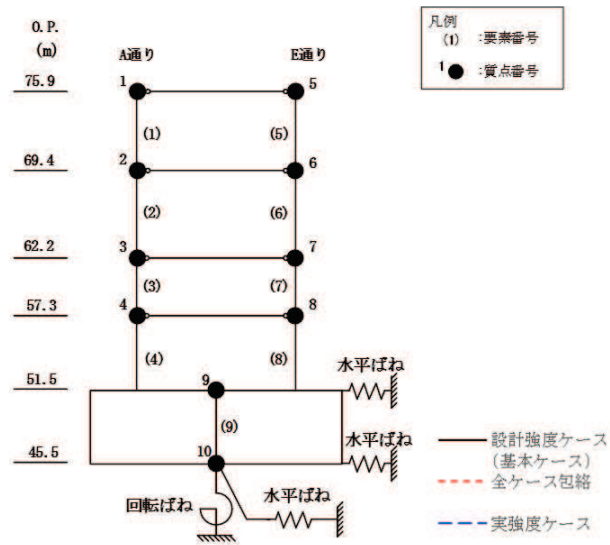


O.P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.80	0.86	0.76
69.40	3.07	3.16	2.79
	4.42	4.44	3.97
62.20	10.59	11.16	9.34
	11.65	12.20	10.31
57.30	17.62	19.06	15.87
	18.39	19.82	16.43
51.50	26.56	29.59	26.07

O.P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.63	0.63	0.50
69.40	2.85	2.91	2.56
	4.29	4.29	3.74
62.20	11.01	11.58	9.65
	12.07	12.60	10.57
57.30	18.01	19.44	16.25
	18.77	20.15	16.77
51.50	26.92	29.91	26.39

(a) S s - D 2

図 3-4(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (1/2)



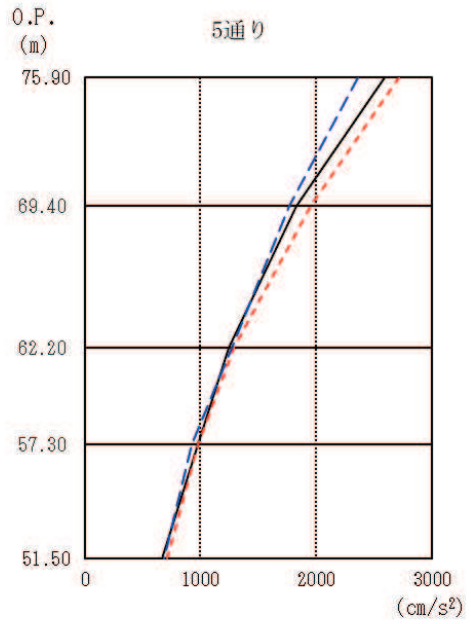
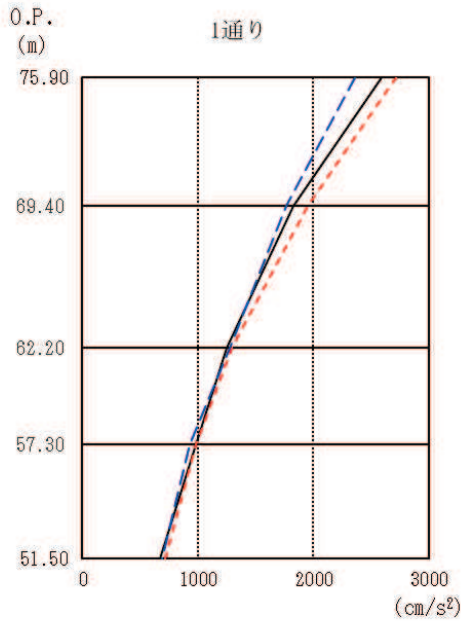
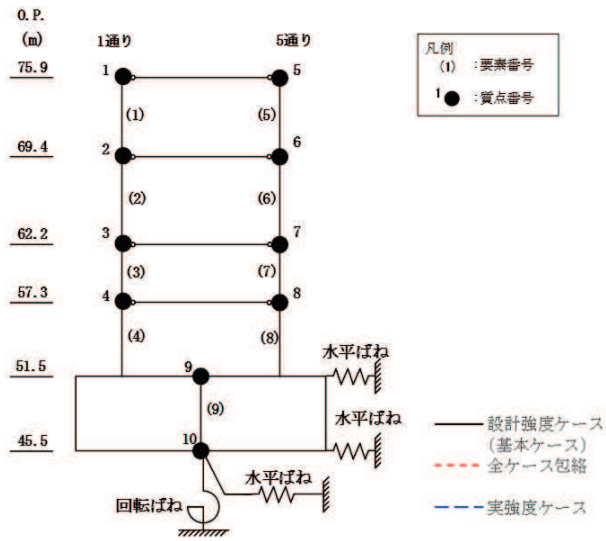
O.P. (m)	A通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.86	0.89	0.75
69.40	3.12	3.14	2.84
	4.48	4.48	3.94
62.20	10.45	10.63	8.88
	11.42	11.72	9.73
57.30	17.06	17.74	14.36
	17.79	18.53	14.97
51.50	25.72	27.34	21.37

O.P. (m)	E通り ( $\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$ )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.63	0.66	0.52
69.40	2.82	2.85	2.60
	4.23	4.23	3.70
62.20	10.76	11.03	9.16
	11.67	12.03	9.98
57.30	17.30	18.04	14.60
	17.96	18.74	15.17
51.50	25.89	27.76	21.58

(b) S s - F 3

図 3-4(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, NS 方向) (2/2)



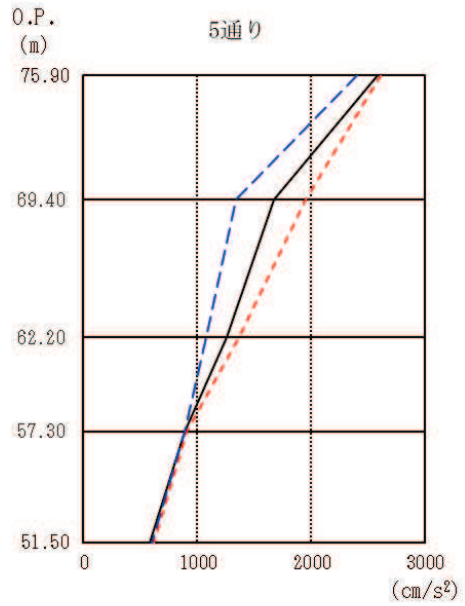
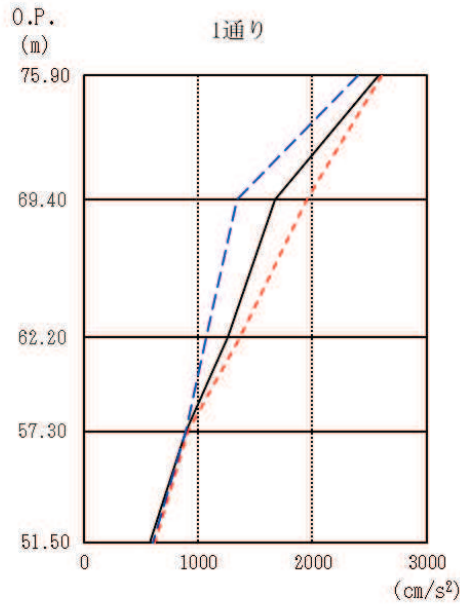
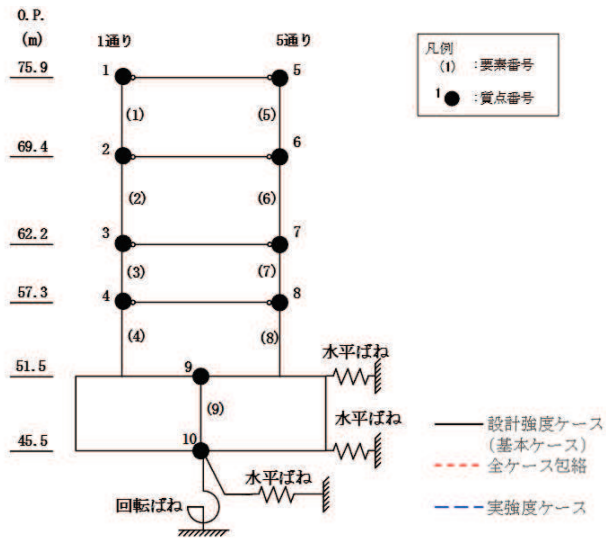


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2593	2721	2365
69.40	1832	1955	1770
62.20	1250	1293	1276
57.30	982	982	927
51.50	673	712	691

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2593	2721	2365
69.40	1832	1955	1770
62.20	1250	1293	1276
57.30	982	982	927
51.50	673	712	691

(a) S<sub>s</sub> - D 2

図 3-5(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (1/2)

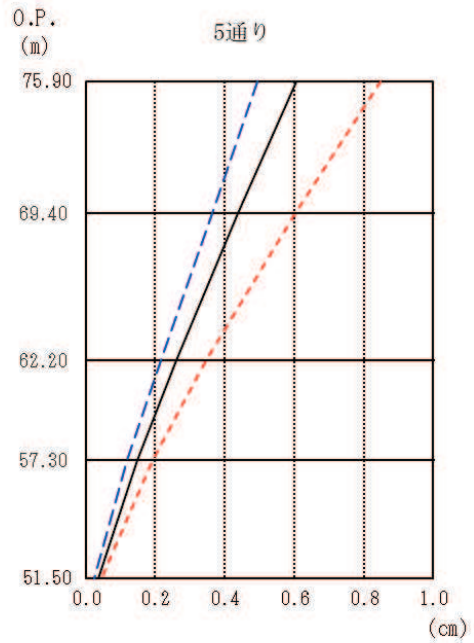
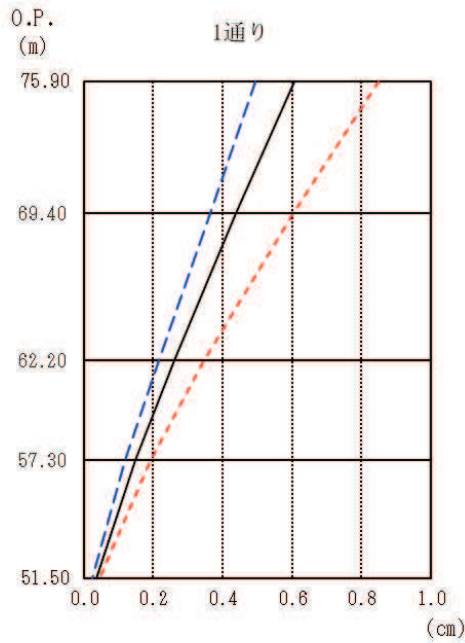
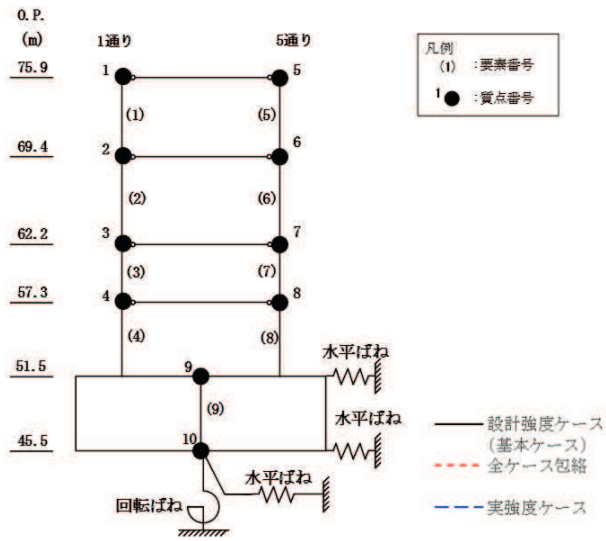


O. P. (m)	1通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2584	2609	2400
69.40	1673	1950	1337
62.20	1261	1366	1074
57.30	890	911	892
51.50	579	621	605

O. P. (m)	5通り (cm/s <sup>2</sup> )		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2584	2609	2400
69.40	1673	1950	1337
62.20	1261	1366	1074
57.30	890	911	892
51.50	579	621	605

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-5(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

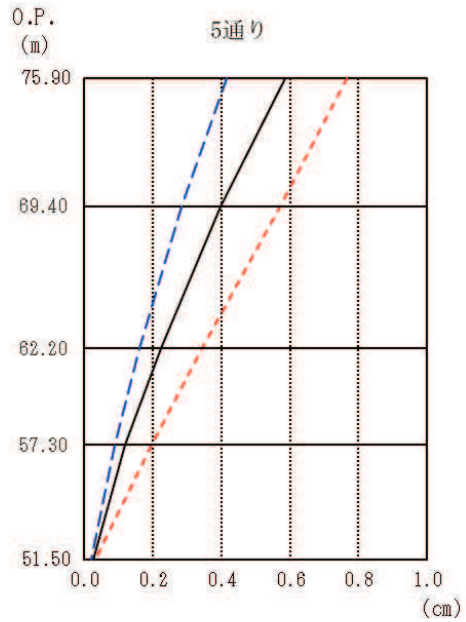
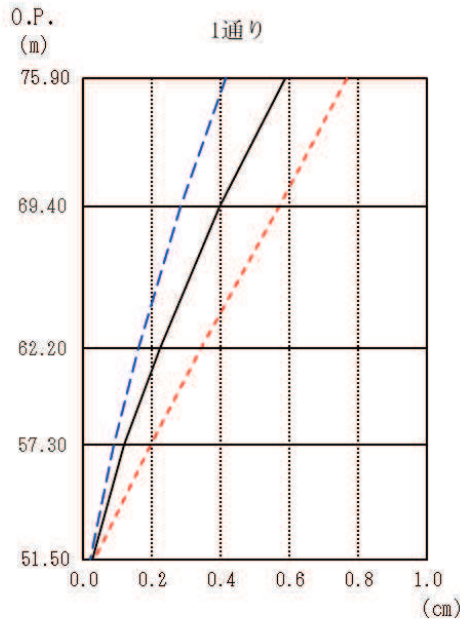
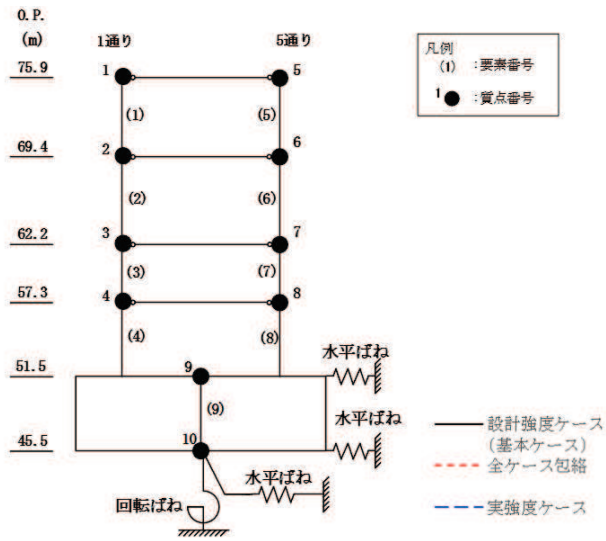


O.P. (m)	1通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.61	0.85	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

O.P. (m)	5通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.61	0.85	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

(a)  $S_s - D2$

図 3-6(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (1/2)

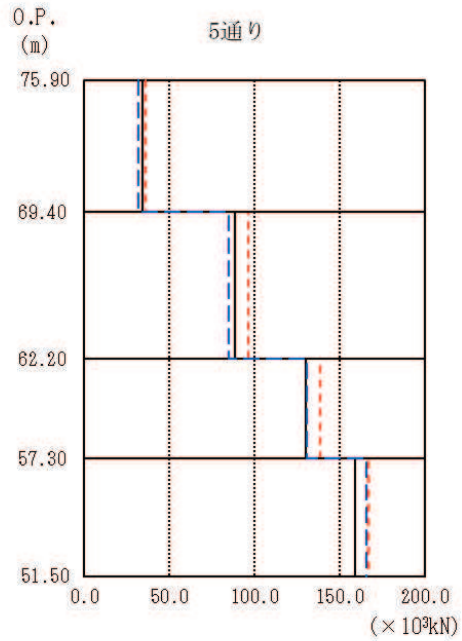
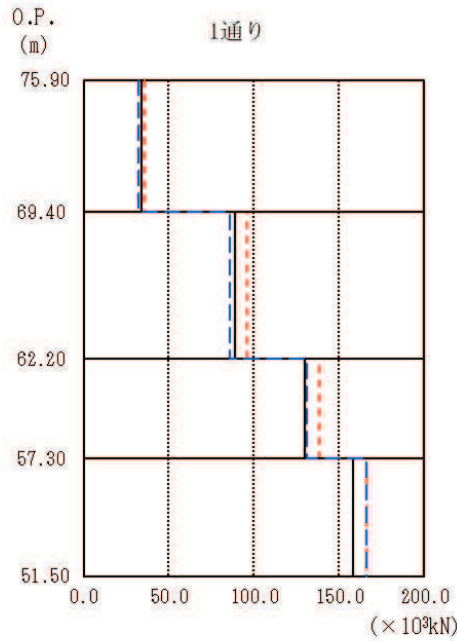
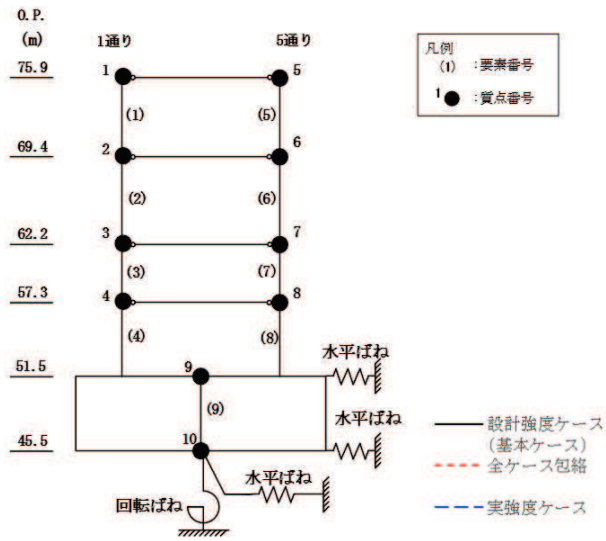


O.P. (m)	1通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.59	0.77	0.41
69.40	0.40	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

O.P. (m)	5通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.59	0.77	0.41
69.40	0.40	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

(b)  $S_s - F3$

図 3-6(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向) (2/2)

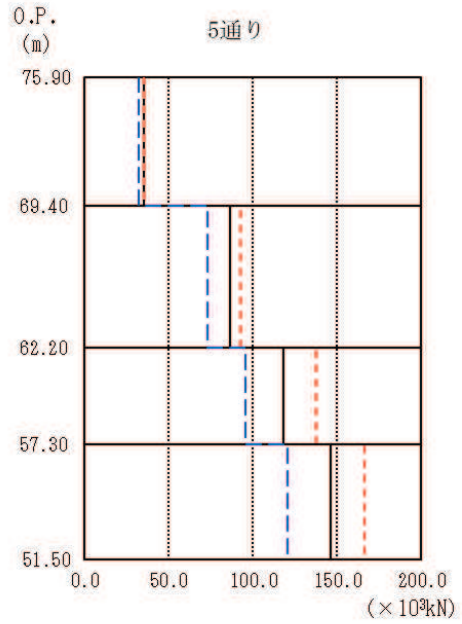
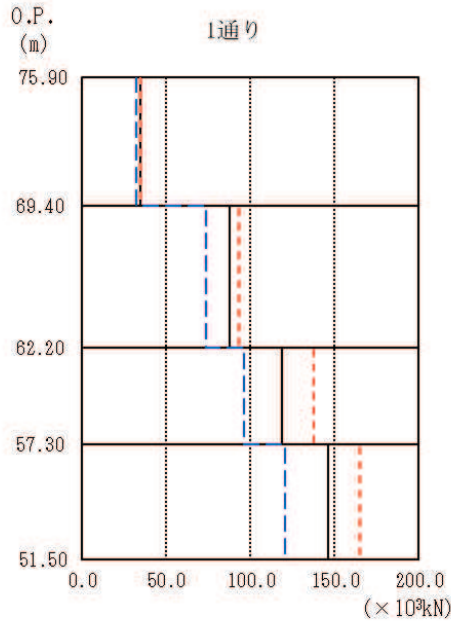
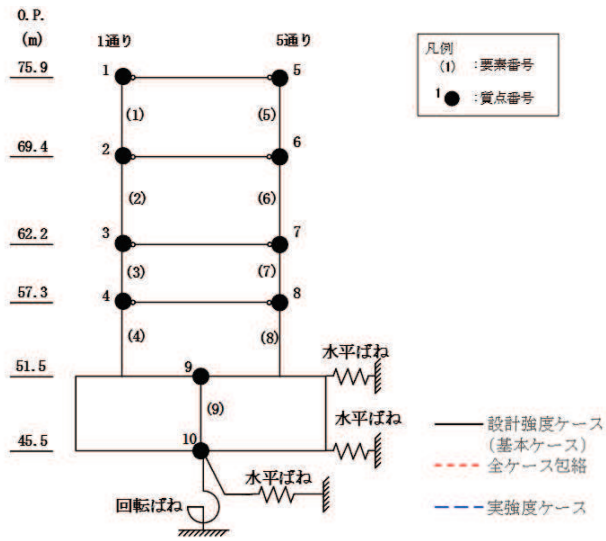


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.08	36.05	32.39
62.20	88.74	96.36	86.04
57.30	129.89	138.69	131.02
51.50	158.62	166.00	166.02

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.39	36.32	31.81
62.20	88.86	96.35	85.19
57.30	130.20	138.91	130.92
51.50	159.35	166.74	165.99

(a) S s - D 2

図 3-7(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S s, EW 方向) (1/2)

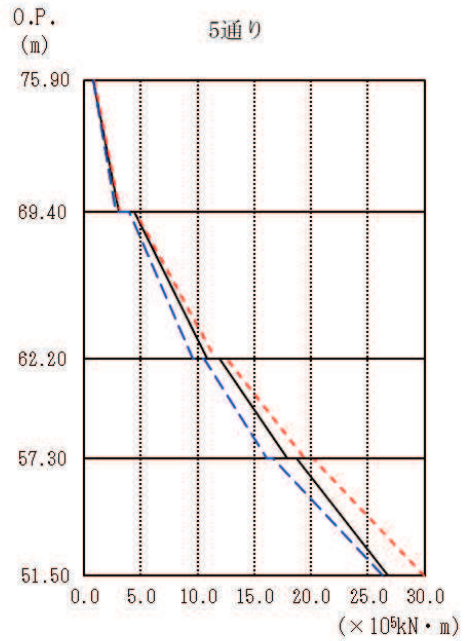
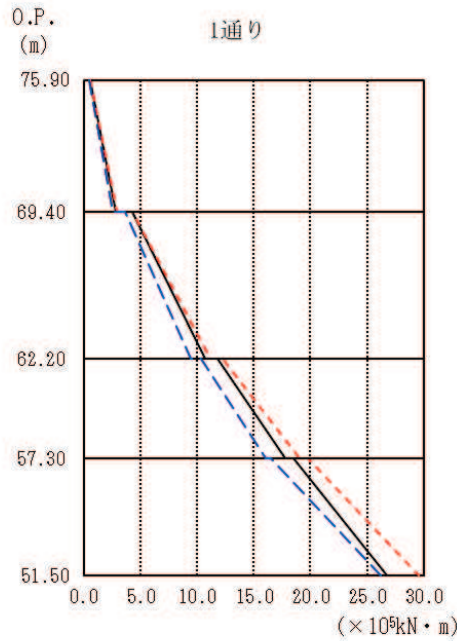
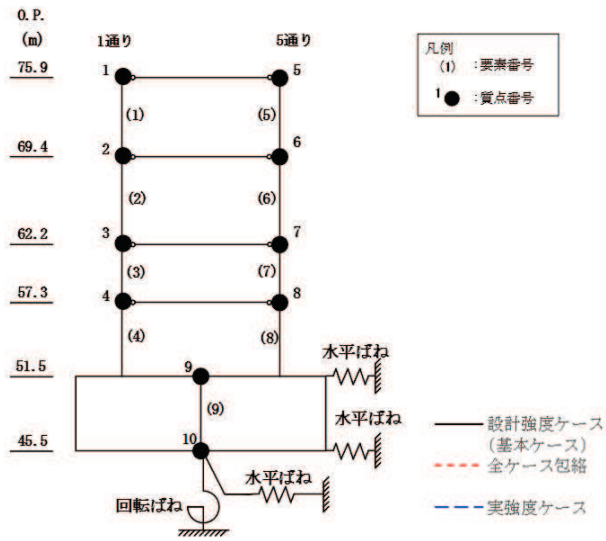


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.73	34.90	32.59
62.20	88.07	93.31	73.90
57.30	118.67	137.60	96.20
51.50	146.12	165.48	120.95

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>3</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	35.03	35.15	32.00
62.20	86.69	92.55	72.83
57.30	118.42	137.90	95.99
51.50	146.12	166.26	121.00

(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-7(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

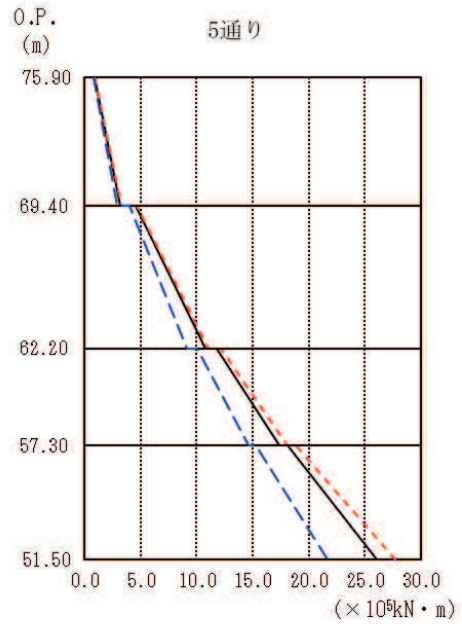
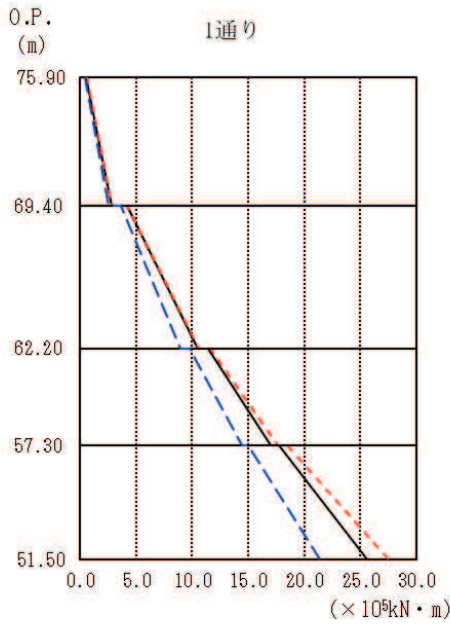
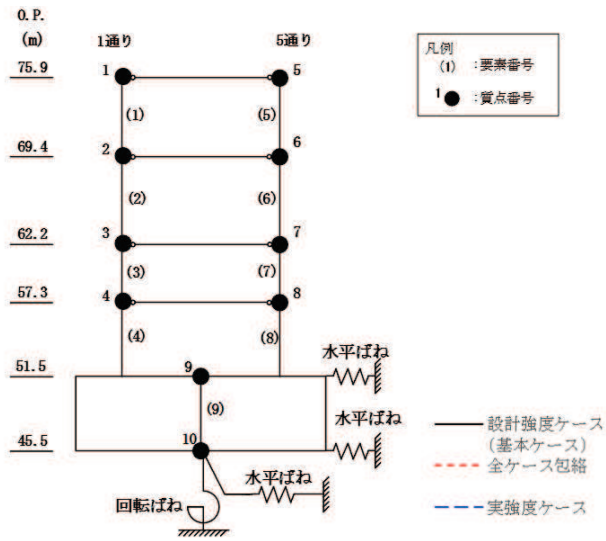


O.P. (m)	1通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.59	0.59	0.48
69.40	2.83	2.91	2.56
	4.26	4.26	3.69
62.20	10.71	11.18	9.43
	11.82	12.22	10.37
57.30	17.78	19.07	16.03
	18.55	19.82	16.55
51.50	26.71	29.56	26.17

O.P. (m)	5通り (×10 <sup>5</sup> kN・m)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.85	0.94	0.82
69.40	3.08	3.18	2.81
	4.48	4.55	4.01
62.20	10.88	11.54	9.63
	11.95	12.59	10.59
57.30	17.90	19.42	16.09
	18.68	20.19	16.68
51.50	26.80	29.93	26.27

(a) S<sub>s</sub>-D2

図3-8(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (1/2)



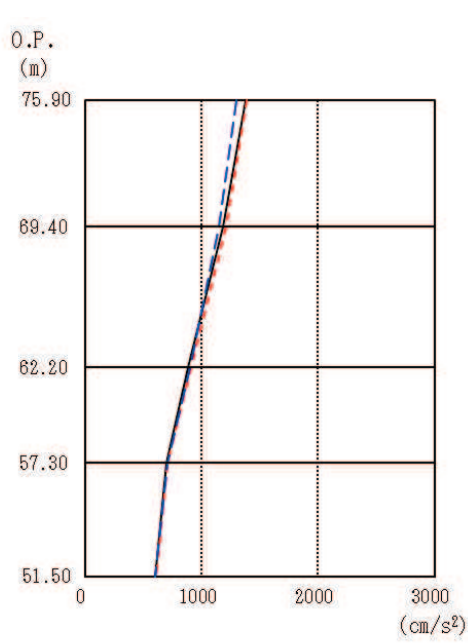
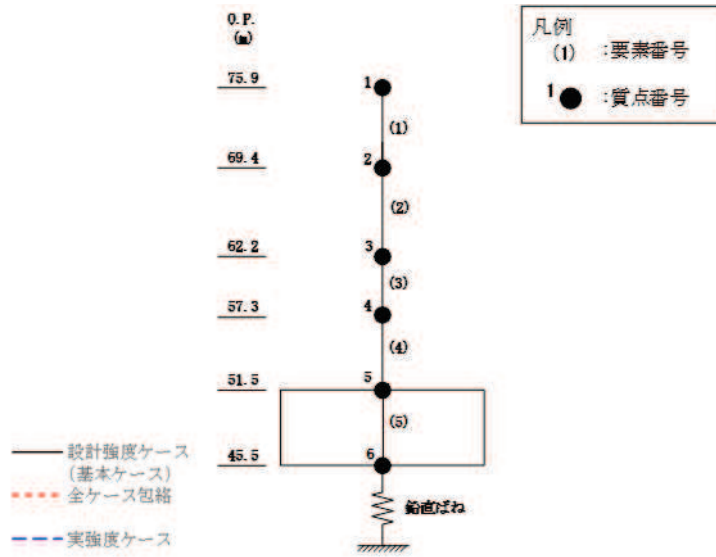
O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.57	0.63	0.48
69.40	2.83	2.88	2.60
62.20	10.50	10.65	8.95
57.30	17.06	17.70	14.44
51.50	25.65	27.55	21.45

O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.93	0.94	0.81
69.40	3.15	3.26	2.88
62.20	10.78	11.06	9.17
57.30	17.40	18.09	14.66
51.50	26.05	27.69	21.68

(b) S<sub>s</sub>-F3

図 3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/2)

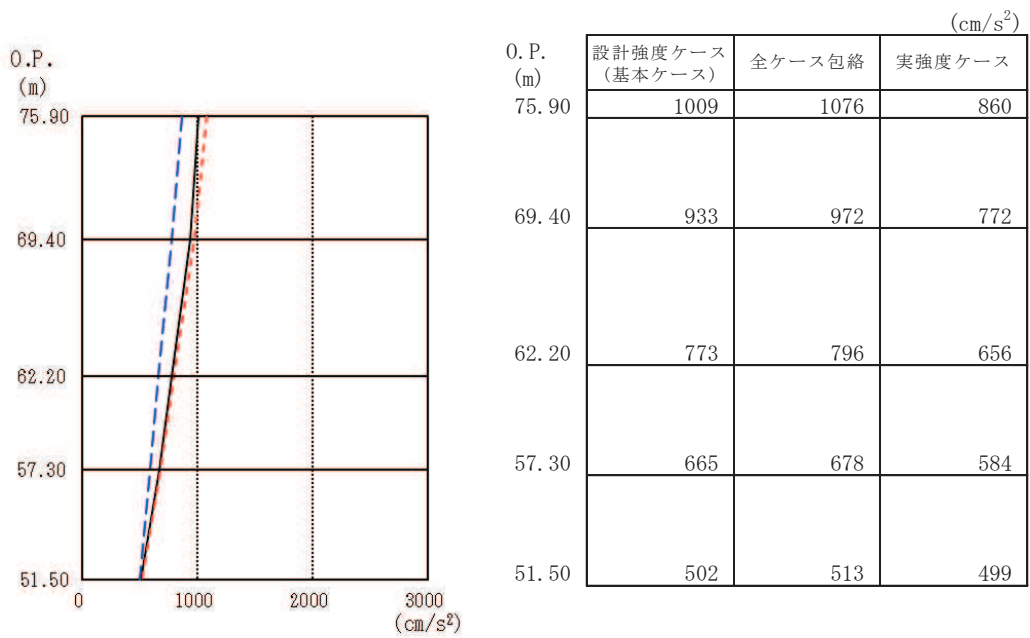
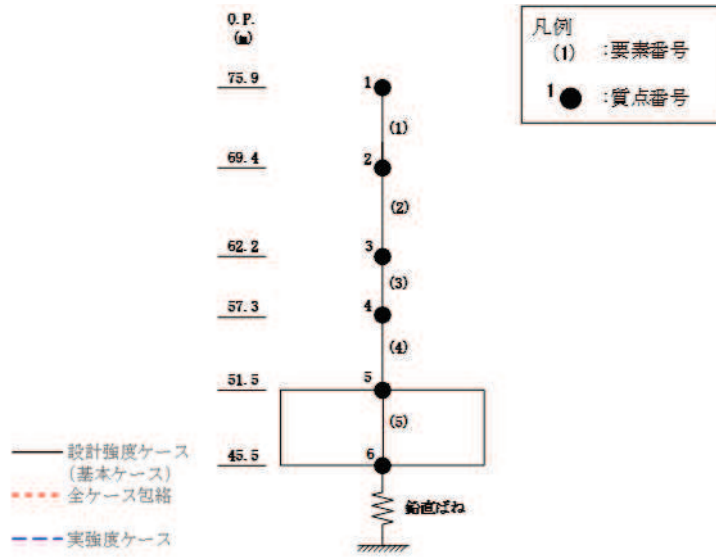




O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	1376	1384	1304
69.40	1183	1214	1148
62.20	885	908	906
57.30	703	708	711
51.50	602	608	603

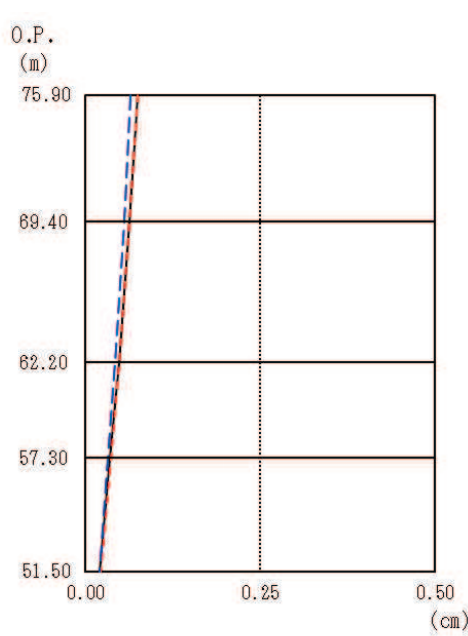
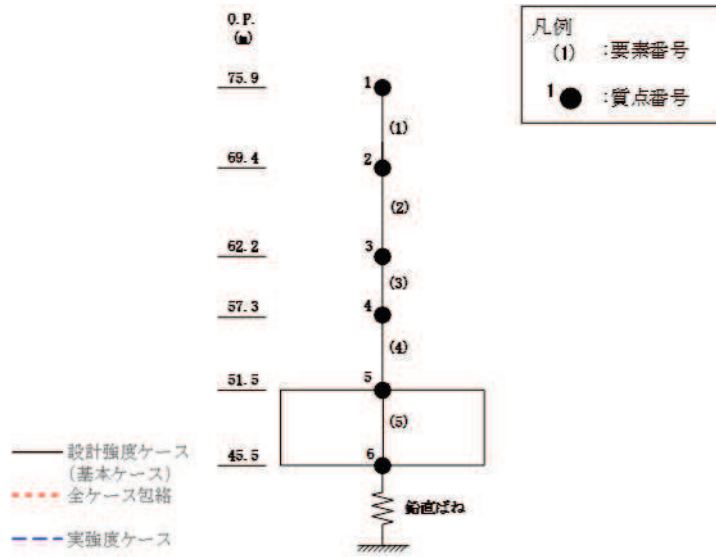
(a)  $S_s - D_2$

図 3-9(1) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/2)



(b)  $S_s - F_3$

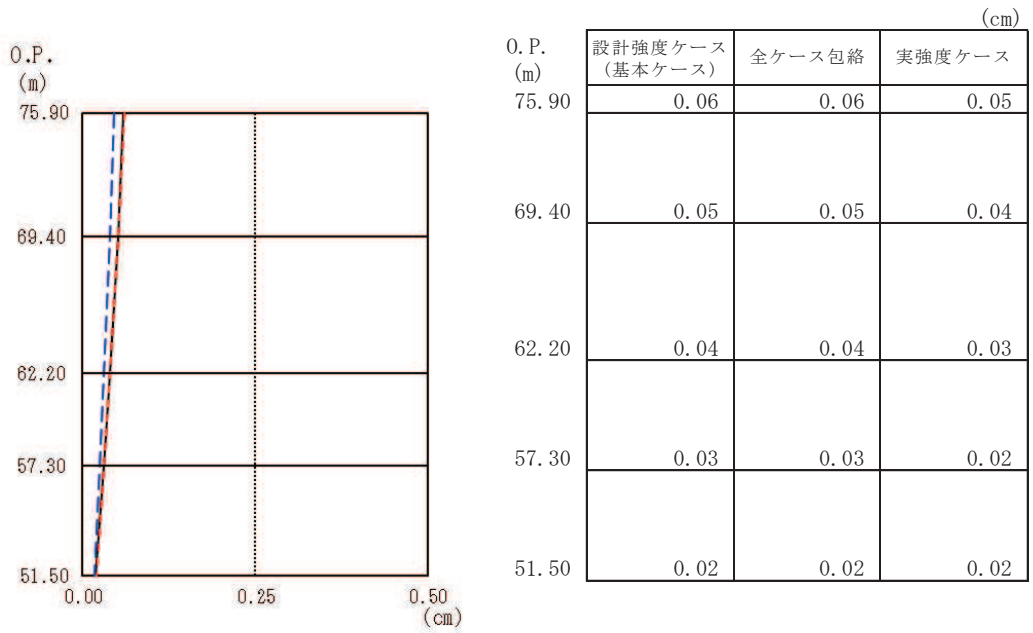
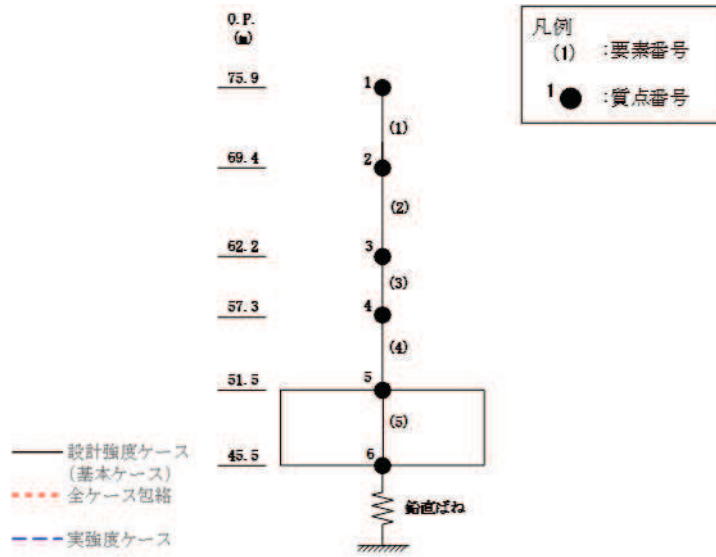
図 3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/2)



O.P. (m)	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.08	0.08	0.06
69.40	0.06	0.06	0.06
62.20	0.05	0.05	0.04
57.30	0.04	0.04	0.03
51.50	0.02	0.02	0.02

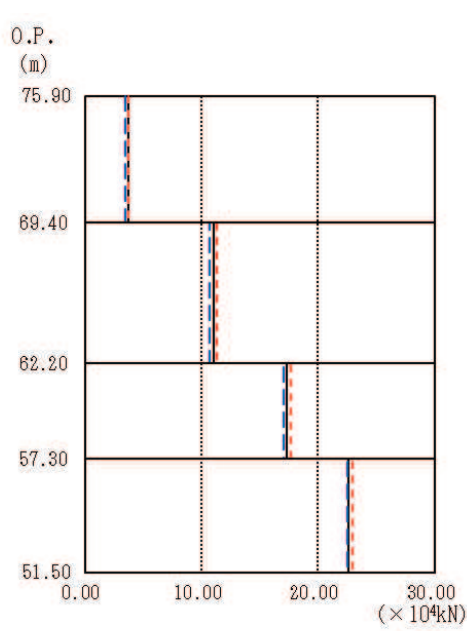
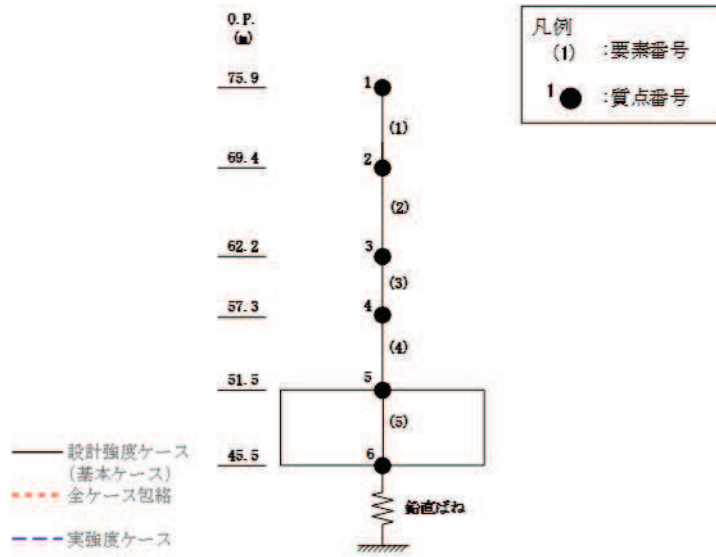
(a)  $S_s - D_2$

図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (1/2)



(b)  $S_s - F_3$

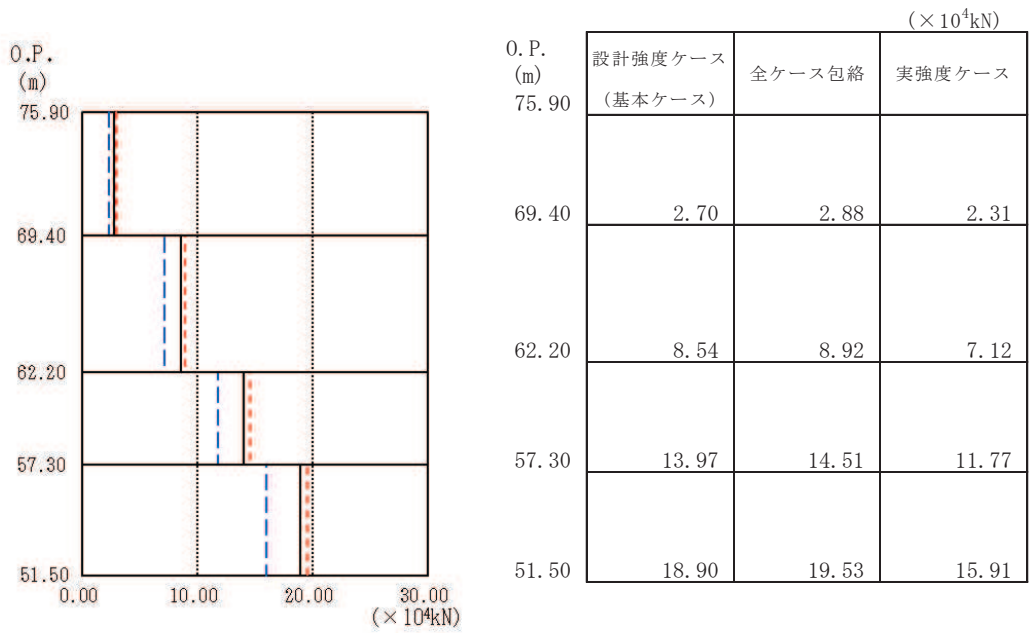
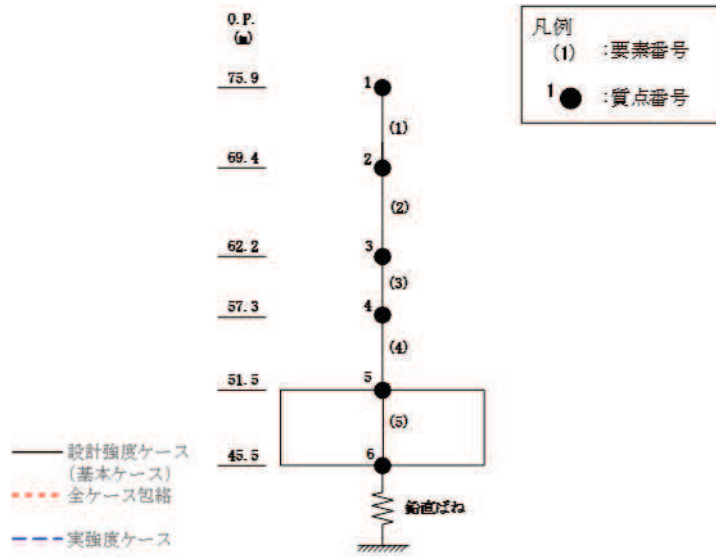
図 3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向) (2/2)



O.P. (m)	最大応答軸力 (×10 <sup>4</sup> kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	3.70	3.74	3.51
62.20	11.07	11.29	10.70
57.30	17.31	17.69	17.08
51.50	22.64	22.99	22.55

(a) S<sub>s</sub>-D 2

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (1/2)



(b) S<sub>s</sub> - F 3

図 3-11(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向) (2/2)

#### 4. 実強度による影響評価

設計基準強度による最大応答せん断力，実強度による最大応答せん断力及び設計用地震力の比較を表4-1に示す。

表4-1より，実強度による最大応答せん断力は，設計基準強度による最大応答せん断力及び材料の不確かさを考慮した設計用地震力に概ね包絡されるものの一部の要素で設計用地震力を上回ることを確認した。しかしながら，その増分は最大0.1%程度であり，耐震計算書に示す通り各評価対象部位は十分な裕度を有することから，実強度による解析結果が建屋の耐震安全性に影響を与えないことを確認した。

表 4-1 地震力の比較

方向	要素番号	設計基準強度による	①	②	比率 ①/②
		最大応答せん断力 (S <sub>s</sub> -D1～S <sub>s</sub> -N1の最大値) (×10 <sup>3</sup> kN)	実強度による 最大応答せん断力 (S <sub>s</sub> -D2, S <sub>s</sub> -F3の最大値) (×10 <sup>3</sup> kN)	設計用 地震力 (×10 <sup>3</sup> kN)	
N S	1	34.51	32.30	36.57	0.88
	2	85.51	81.88	92.37	0.89
	3	130.32	131.19	139.11	0.94
	4	159.51	166.24	166.94	1.00
	5	33.96	32.06	35.99	0.89
	6	93.32	89.27	101.16	0.88
	7	129.92	130.79	138.71	0.94
	8	158.65	166.09	166.05	1.00
E W	1	34.08	32.59	36.05	0.91
	2	88.74	86.04	96.36	0.89
	3	129.89	131.02	138.69	0.95
	4	158.62	166.02	166.00	1.00
	5	34.39	32.00	36.32	0.88
	6	88.86	85.19	96.35	0.89
	7	130.20	130.92	138.91	0.94
	8	159.35	165.99	166.74	1.00

別紙 1-6 影響検討ケースによる機器・配管系の耐震性への影響



## 目 次

1. 概要..... 別紙 1-6-1
2. 影響検討方法..... 別紙 1-6-1
3. 影響検討結果..... 別紙 1-6-1

## 1. 概要

本資料では、緊急時対策建屋の影響検討として実施した、「別紙1-4 建屋減衰を3%とした場合の影響検討」及び「別紙1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討」の地震応答解析結果を踏まえ、補足説明資料「補足-600-43 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、緊急時対策建屋内に設置される機器・配管系の耐震性への影響を検討する。

## 2. 影響検討方法

検討にあたっては、「別紙1-4 建屋減衰を3%とした場合の影響検討」及び「別紙1-5 建屋剛性を実強度に基づく剛性とした場合の影響検討」の影響検討結果の床応答スペクトルと、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用床応答曲線を比較することにより影響検討を行う。緊急時対策建屋に設置される機器の減衰定数に合わせて、減衰定数を2%とした床応答スペクトルの比較を図2-1～図2-10に示す。

## 3. 影響検討結果

図2-1～図2-10により、影響検討ケースのうち、建屋剛性を実強度に基づく剛性としたケースは設計用床応答曲線に全周期帯で包絡されることから、機器・配管系の耐震性への影響は無いことを確認した。また、影響検討ケースのうち、建屋減衰3%のケースは一部周期帯でわずかに設計用床応答曲線を上回り、設計条件に対して6%程度増加するものの、床応答スペクトルはおおむね設計条件に包含されるほか、緊急時対策建屋内に設置される機器・配管系の最小裕度は19%程度と十分な裕度があることから機器・配管系の耐震性への影響は無いことを確認した。

注記\*：添付書類「VI-2-6-7-7 統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震性についての計算書」において評価している「衛星アンテナ」の裕度である。

当該設備における最小裕度は、基礎ボルト 1（衛星アンテナ支持架台）の許容応力①：153MPa に対し、基準地震動  $S_s$  に対する算出応力②：128MPa であり、①／②＝1.19 から 19%程度と算出した。

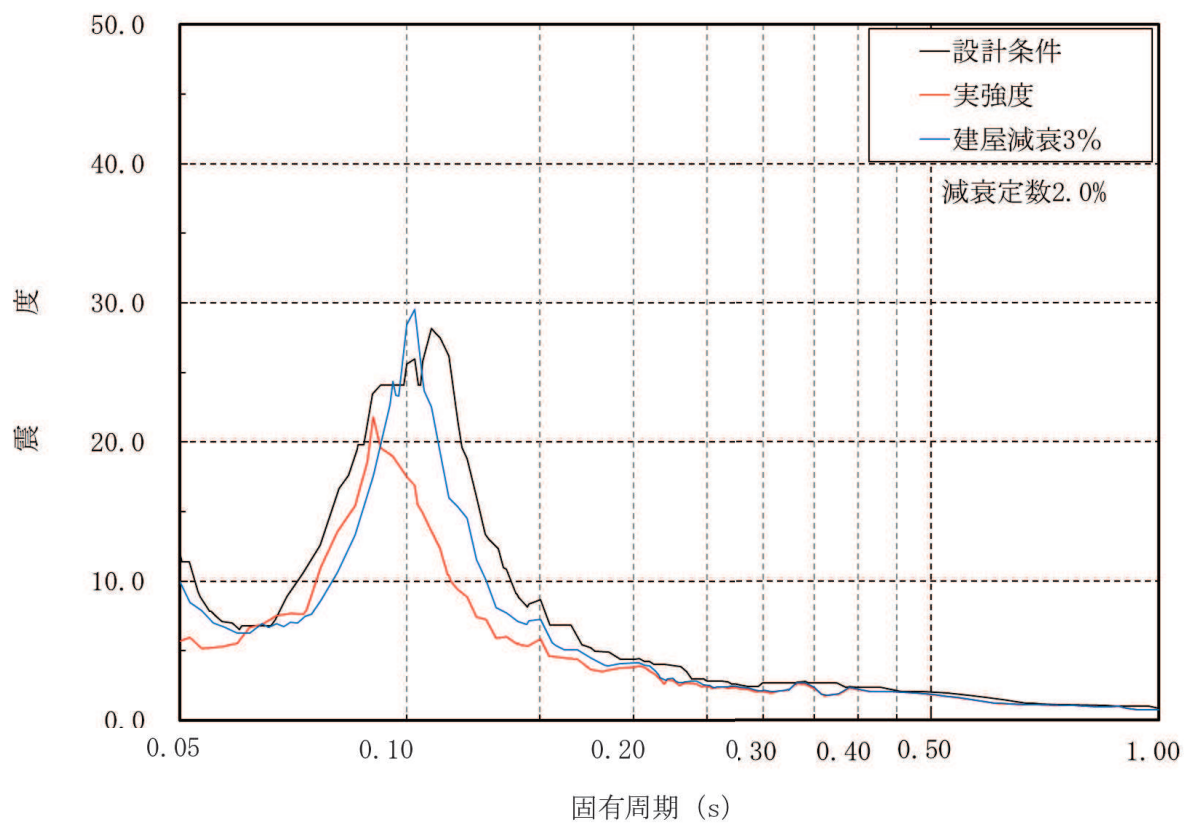


図 2-1 床応答スペクトルの比較 (水平方向, O. P. 75.9m)

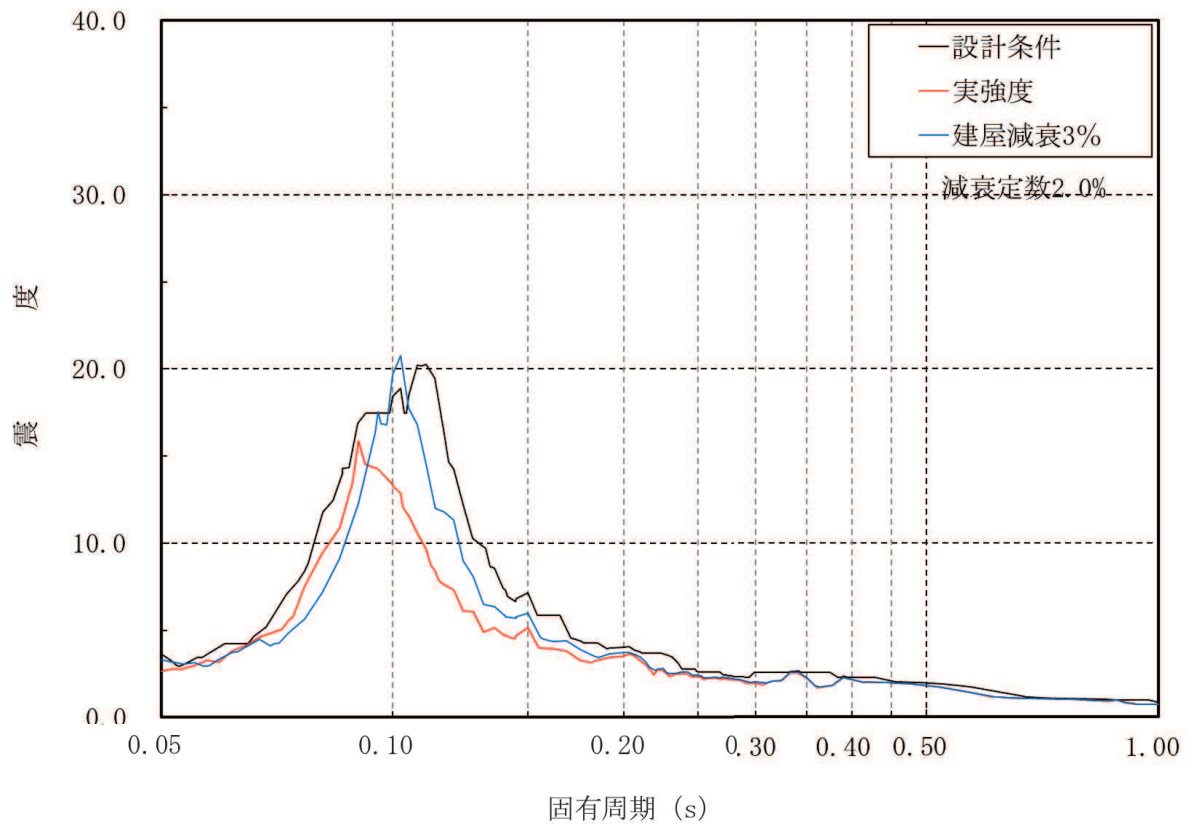


図 2-2 床応答スペクトルの比較 (水平方向, O.P. 69.4m)

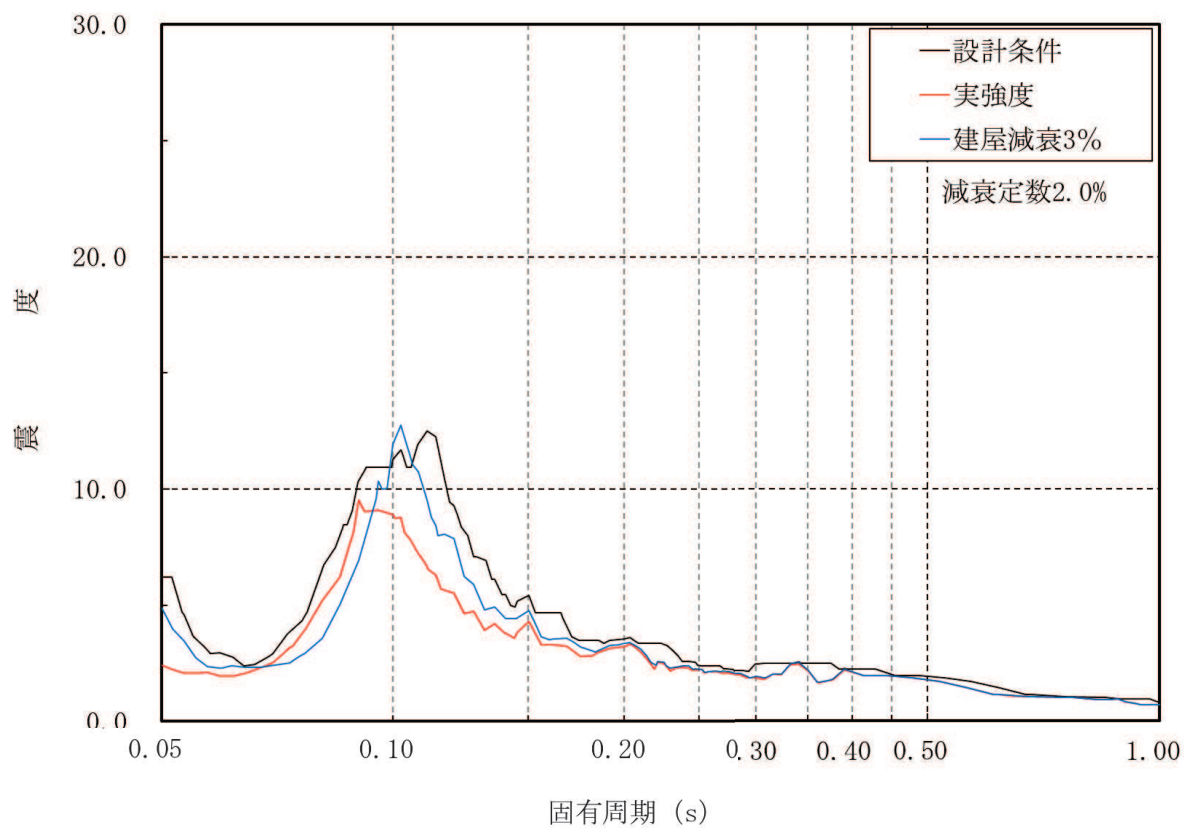


図 2-3 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0. P. 62. 2m)

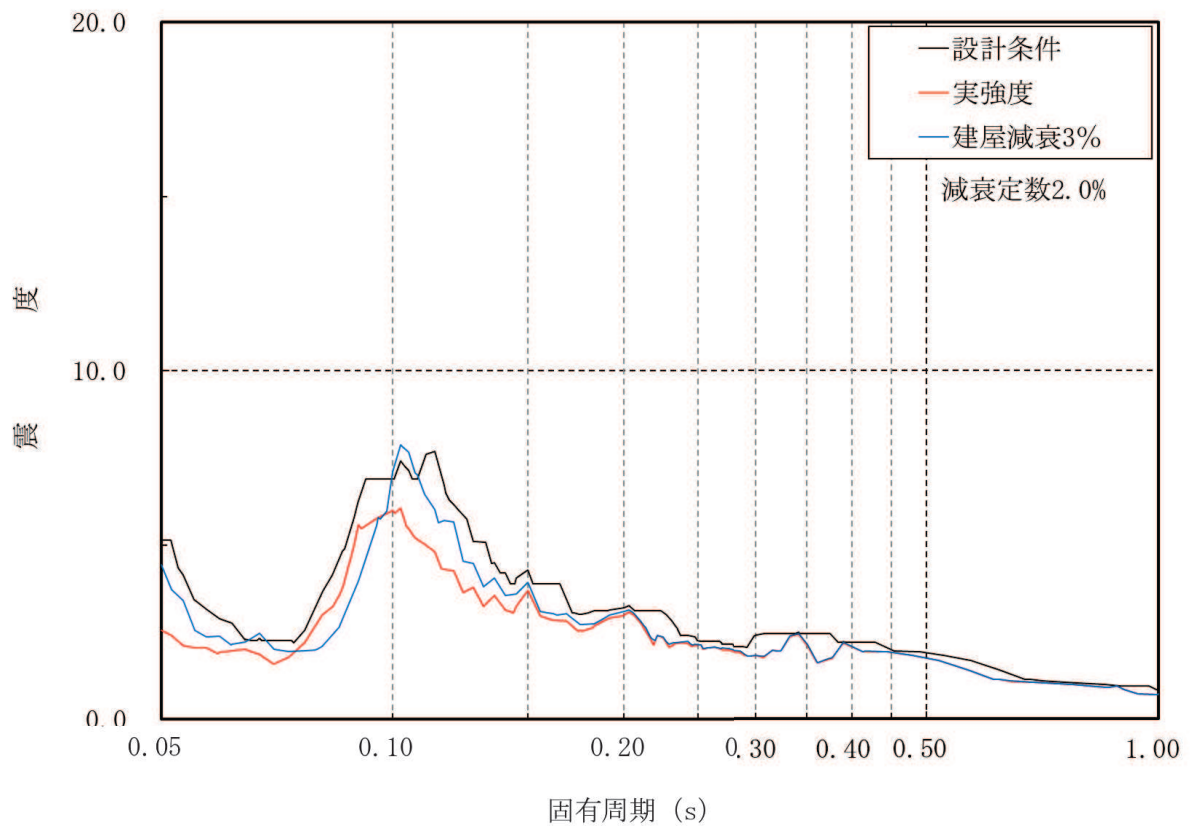


図 2-4 床応答スペクトルの比較 (水平方向, O.P. 57.3m)

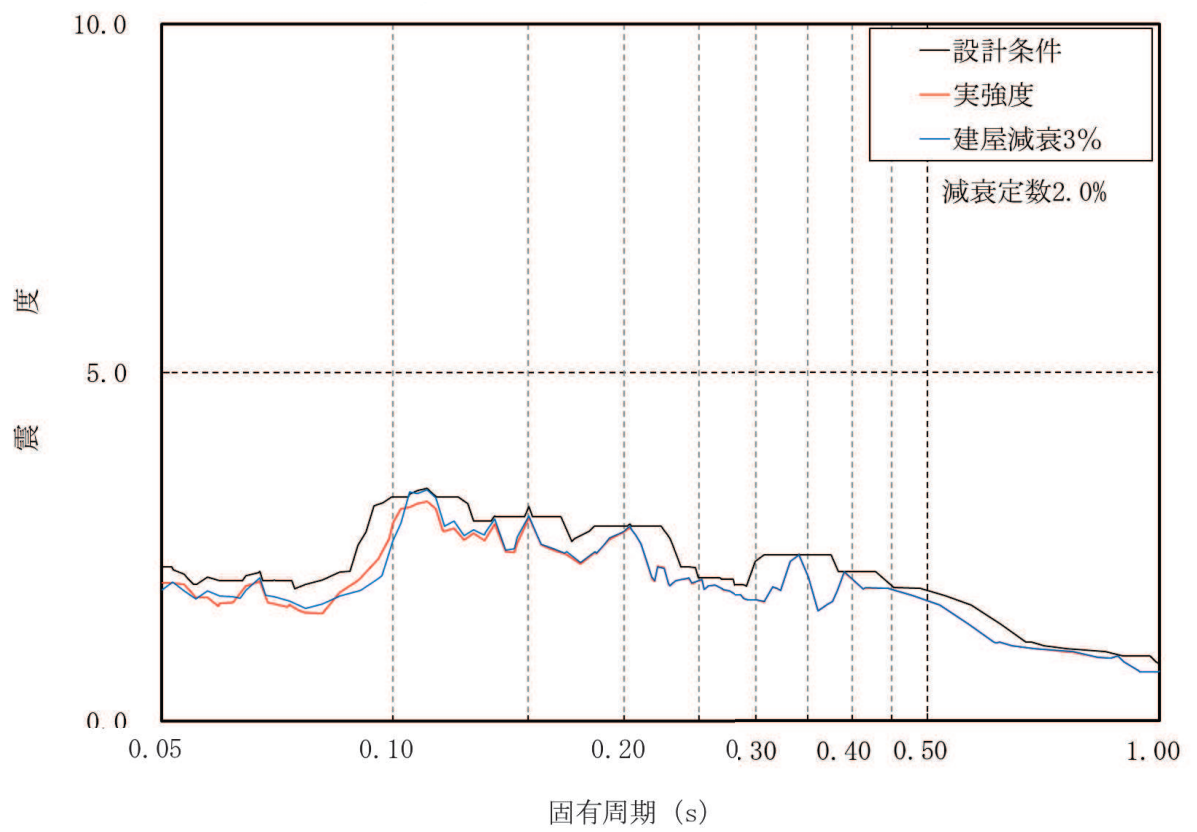


図 2-5 床応答スペクトルの比較 (水平方向, O.P. 51.5m)

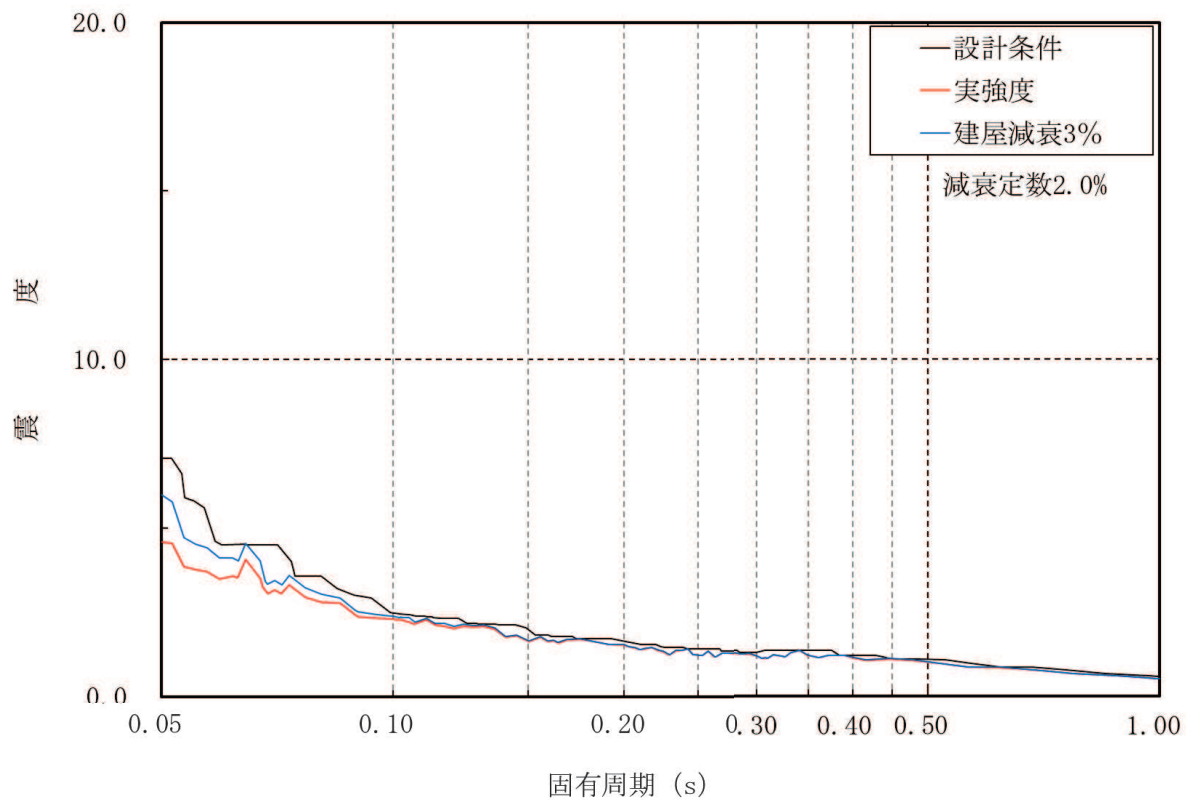


図 2-6 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0. P. 75. 9m)



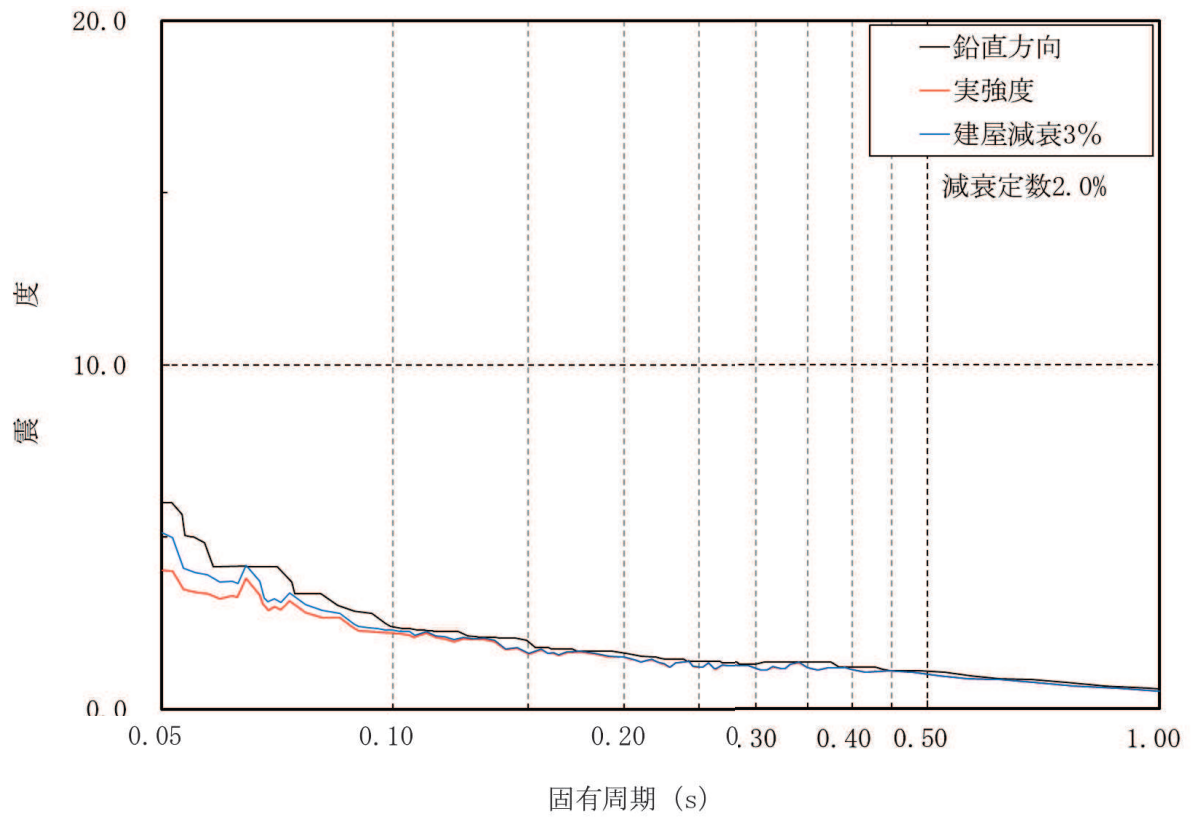


図 2-7 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, O. P. 69. 4m)

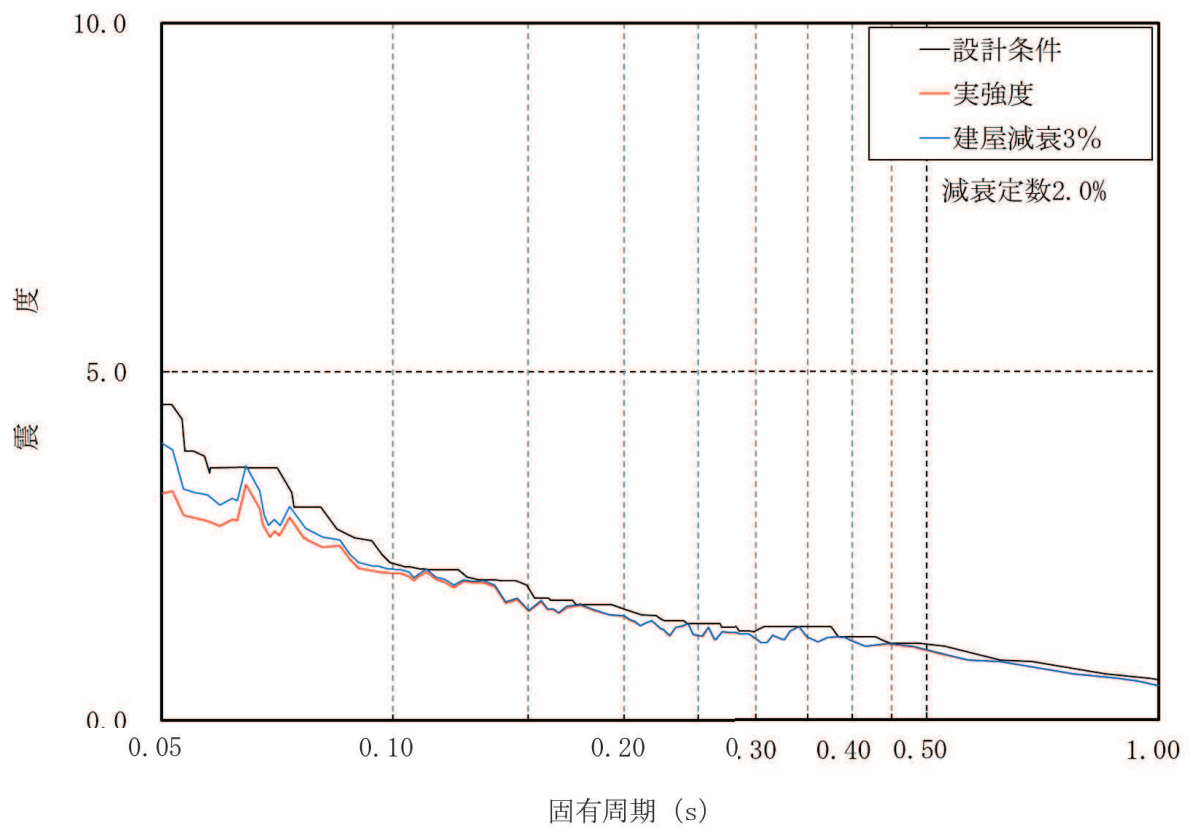


図 2-8 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, O. P. 62. 2m)

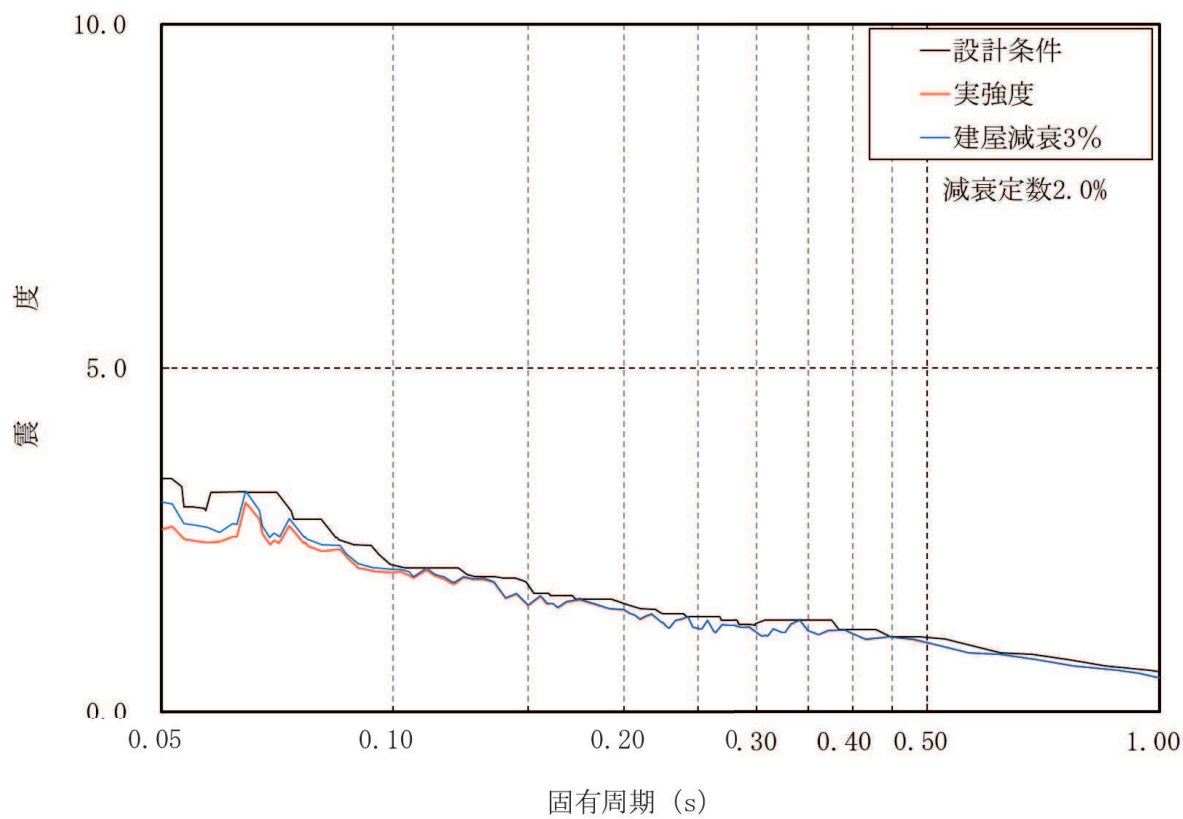


図 2-9 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, O.P. 57.3m)

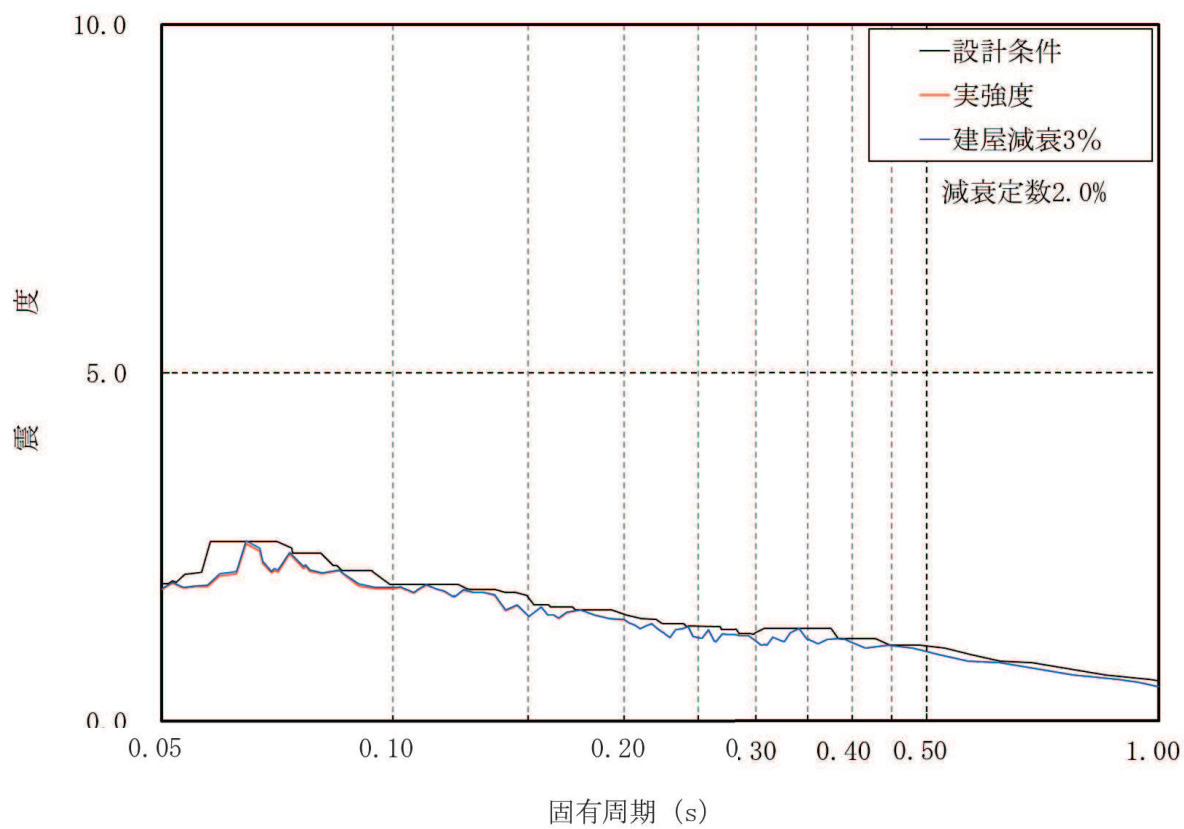


図 2-10 床応答スペクトルの比較（鉛直方向，O.P. 51.5m）

別紙 2-1 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件の  
考え方

## 目 次

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

## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋基礎版の応力解析におけるモデル化、境界条件及び拘束条件についての概要を示すものである。

## 2. 応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件

緊急時対策建屋基礎版の応力解析におけるモデル化，境界条件及び拘束条件を表 2-1 に示す。

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

### (1) 底面地盤ばね

- ・水平ばね

振動アドミタンス理論に基づく水平ばねより算出する。

- ・鉛直ばね

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

### (2) 側面地盤ばね

- ・水平ばね

Novak の手法に基づく水平ばねにより算出する。

- ・鉛直ばね

基礎版の埋込み部分については，基礎版の側面と接する部分にマンメイドロックを打設することとしている。地震応答解析モデルでは，保守的な評価となるように側面地盤の回転に対する拘束効果を考慮していないが，応力解析においては地震時の基礎版の転倒に対する拘束効果として側面回転ばねを考慮する。ばね値は Novak の手法に基づく回転ばねにより算出する。

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

- ・はり要素

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

- ・シェル要素

要素分割は，基本的には発生する応力状態によって決まり，構造形状と荷重条件より要素分割数を考慮する。要素形状の縦横比（アスペクト比）は，重要部分で 1：2 以下，その他の領域や応力変化が少ない領域では，1：3 程度までで，分割に際し



ては 4 角形要素を利用して格子状とするのが一般的である。曲面板構造の場合は、平板要素や軸対称シェル要素の大きさは、集中荷重や不連続部を含む曲面部近傍では  $2.5\sqrt{R/t}$  を 10~20 分割すると適切な応力分布が求められ、構造物の半径 (R) と板厚 (t) が考慮されている。また、面内曲げ・軸力及び面外のせん断や曲げを受ける部材のシェル要素の辺の長さは、シェルの広がり方向の応力分布の状態から決まり、応力変化が大きい領域は要素を小さくする必要がある。

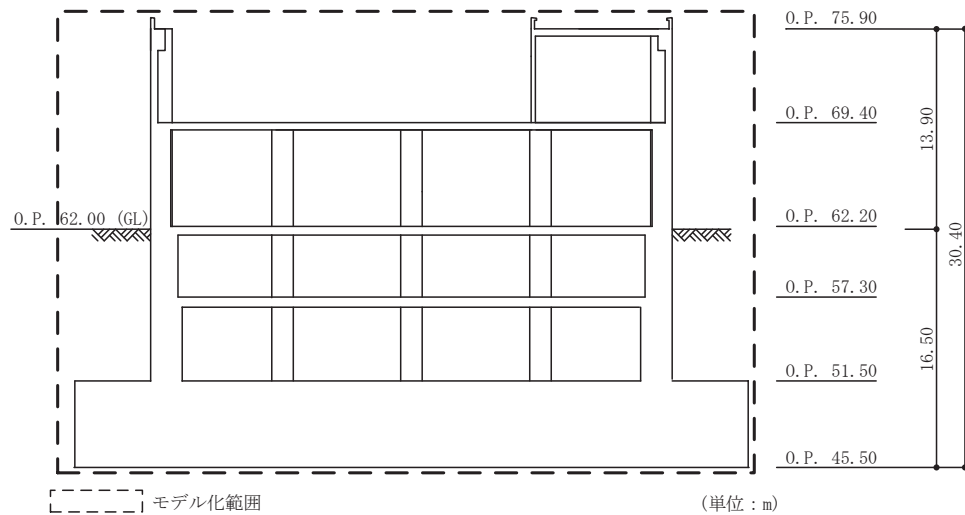
注記\*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2008 年）

表 2-1(1) モデル化, 境界条件及び拘束条件 (1/3)

モデル概要

○モデル化範囲

- ・基礎版及び基礎版より立ち上がる O. P. 51.5m~O. P. 75.9m の耐震壁をモデル化する。
- ・耐震壁の剛性を境界条件として考慮する。



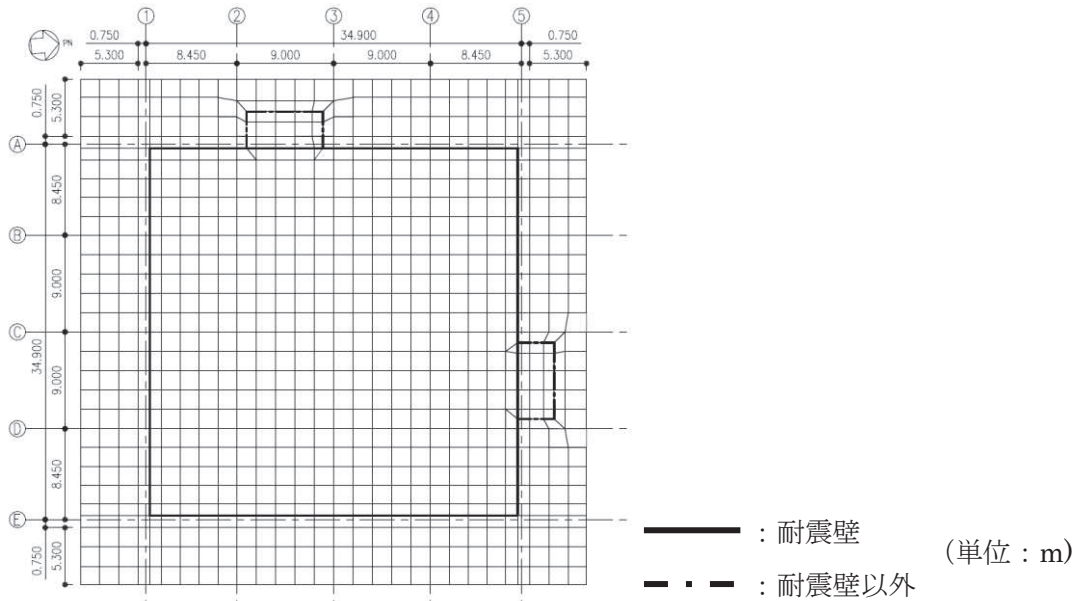
モデル化範囲

○使用要素

- ・基礎版: シェル要素
- ・耐震壁: はり要素

○要素分割

- ・要素の一边の長さを 1.5m~2.0m 程度とし, 耐震壁の配置を考慮して分割する。



モデル概要

表 2-1(2) モデル化, 境界条件及び拘束条件 (2/3)

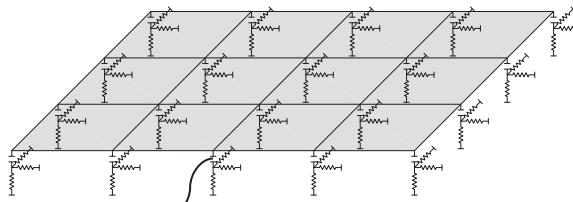
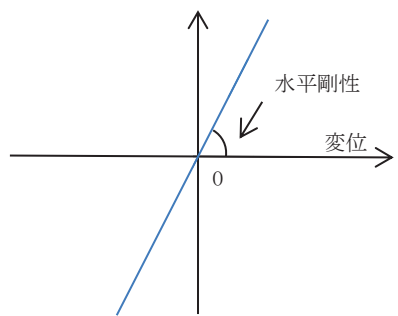
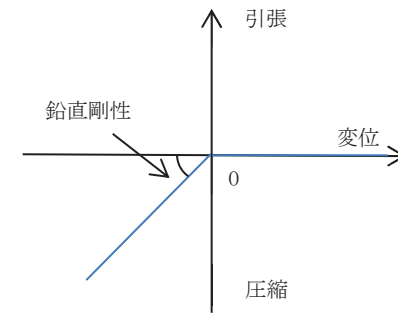
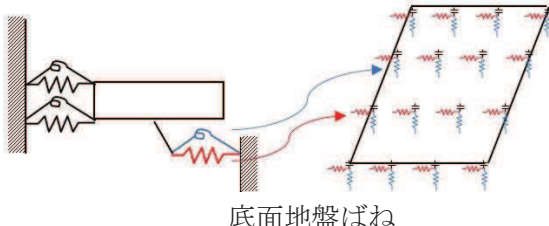
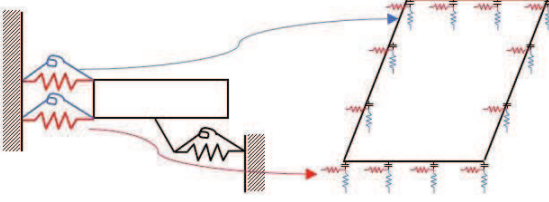
境界条件, 拘束条件	
上部構造物と基礎版の境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎版と上部構造物の境界部においては, 上部構造物の剛性を考慮することで, 基礎版の応力・変形状態を評価する。</li> </ul>	
はり要素の剛性 (断面性能)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>曲げ剛性 (断面二次モーメント) : <math>I = t \times h^3 / 12</math></li> <li>せん断剛性 (せん断断面積) : <math>A_s = t \times h</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>t : 壁の厚さ</li> <li>h : モデル化する壁の高さ</li> </ul>
基礎スラブと地盤の境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の評価については, 基礎スラブと底面地盤との間に底面地盤を表現するギャップ要素を設け, 基礎スラブと底面地盤との間の剝離 (基礎スラブの浮上り) を考慮する。</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">ギャップ要素</p> <p style="text-align: center;">モデル概要</p>
○ギャップ要素	
鉛直ばねに引張力が発生した際に, 水平剛性及び鉛直剛性をゼロとし, 浮上りを考慮する。	
<p style="text-align: center;">水平ばね応力</p>  <p style="text-align: center;">(a) 水平剛性</p>	<p style="text-align: center;">鉛直ばね応力</p>  <p style="text-align: center;">(b) 鉛直剛性</p>
注: 鉛直ばねに引張力が発生した場合には, 水平剛性もゼロとする。	
ギャップ要素の概念図	

表 2-1(3) モデル化, 境界条件及び拘束条件 (3/3)

境界条件, 拘束条件
<p>基礎スラブと地盤の境界</p> <p>添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」における地震応答解析モデルでは側面水平地盤ばねのみを考慮し, 保守的に側面回転地盤ばねは考慮しないが, 基礎版の応力解析モデルにおいては, 基礎版側面をマンメイドロックで埋戻すことを踏まえ, 側面水平地盤ばねに加えて, 鉛直方向に対する拘束効果として側面回転地盤ばねを考慮する。地震応答解析モデルに対して側面回転地盤ばねを考慮しないことの保守性については, 「別紙 1-1-2 側面回転地盤ばねを考慮した解析結果について」に示す。</p> <p>○底面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水平剛性: 振動アドミッタンス理論による水平ばね <math>K_H</math> を節点支配面積 <math>A_i</math> で離散化。  <math display="block">K_{Hi} = (K_{H\ NS} / A + K_{H\ EW} / A) / 2 \times A_i \quad A: \text{基礎スラブの底面積}</math> </li> <li>・ 鉛直剛性: 地震時は, 転倒モーメントが支配的となるため振動アドミッタンス理論による回転ばね <math>K_R</math> を節点支配面積 <math>A_i</math> で離散化。  <math display="block">K_{Vi} = (K_{R\ NS} / I_{NS} + K_{R\ EW} / I_{EW}) / 2 \times A_i \quad I: \text{基礎スラブの断面二次モーメント}</math> </li> </ul>  <p style="text-align: right;">基礎スラブ底面全体で 離散化</p> <p style="text-align: center;">底面地盤ばね</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基礎版と側面地盤との間には剥離は考慮せず, 側面地盤ばねは線形ばねとして設定する。</li> </ul> <p>○側面地盤ばね</p> <p>水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水平剛性: Novak の手法に基づく側面水平地盤ばね定数 <math>{}_sK_s</math> を節点支配長さ <math>L_i</math> で離散化。  <math display="block">{}_s k_{s_i} = ({}_s K_s / (2 \times L_{NS} + 2 \times L_{EW})) \times L_i</math> <math display="block">L_{NS}: \text{基礎スラブ辺長 (NS 方向)}, L_{EW}: \text{基礎スラブ辺長 (EW 方向)}</math> </li> <li>・ 鉛直剛性: Novak の手法に基づく側面回転地盤ばね定数 <math>{}_sK_r</math> を節点支配長さ <math>L_i</math> で離散化。  <math display="block">{}_s k_{v_i} = ({}_s K_r / I'_{NS} + {}_s K_r / I'_{EW}) / 2 \times L_i</math> <math display="block">I'_{NS(EW)} = L_{EW(NS)} \times L_{NS(EW)}^2 / 2 + L_{NS(EW)}^3 / 6</math> </li> </ul>  <p style="text-align: right;">基礎スラブ外周で 離散化</p> <p style="text-align: center;">側面地盤ばね</p>

## 別紙 2-2 地震荷重の入力方法

## 目 次

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

## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋の基礎に作用する地震荷重の入力方法について示すものである。

## 2. 地震荷重の入力方法

緊急時対策建屋基礎版の応力解析に当たって、FEM モデルに入力する地震荷重として、水平地震力、鉛直地震力及び地震時土圧荷重を考慮する。

地震荷重の入力は、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果を考慮し、FEM モデルの基礎版底面地盤ばねと基礎版質点位置でせん断力、曲げモーメント及び軸力が地震応答解析結果と等価になるように設定する。

具体的には、水平地震力のうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力は、FEM モデルにおける上部構造物脚部に対応する各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの最大水平力から、上部構造物から作用する水平力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加せん断力」という。）を FEM モデルの基礎版の各節点に、節点の支配面積に応じて分配し、節点荷重として入力する。

また、曲げモーメントのうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力は、偶力に置換して水平力を入力位置に節点荷重として入力する。

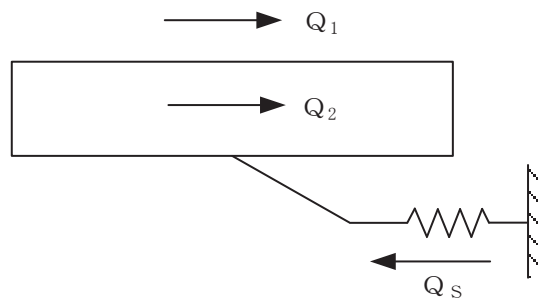
基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの最大曲げモーメントから、上部構造物から作用する曲げモーメントを差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加曲げモーメント」という。）を FEM モデルの基礎版の各節点に、節点の支配面積と中心位置からの距離に応じて偶力に置換して分配し、節点荷重として入力する。

鉛直地震力のうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力については、FEM モデルにおける上部構造物脚部位置に対応する各節点の支配面積に応じて上部構造物の重量を分配した支配重量に鉛直震度（軸力係数）を乗じた節点荷重として入力する。基礎版については、地震応答解析より求まる基礎版底面地盤ばねの鉛直力から上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加軸力」という。）を基礎版の重量で除して付加軸力係数を算定する。そして、FEM モデルの基礎版の各節点の支配重量に付加軸力係数を乗じた節点荷重として入力する。

地下外壁部に作用する地震時土圧荷重により基礎版に作用する荷重は、外壁を各階スラブ位置で支持した連続ばりモデルを用いて算定する。算定した外壁脚部に生じる単位長さ当たりの曲げモーメントは、基礎版外周の節点の支配長さに応じて分配し、節点荷重として入力する。なお、曲げモーメントについては、壁厚を考慮した偶力に置換し、節点荷重として入力する。

FEM モデルに入力する地震荷重の概念図を図 2-1 に示す。また、FEM モデルに入力する地震荷重を図 2-2 に示す。なお、図 2-2 における地震時土圧荷重は、地震時増分土圧荷重として示す。





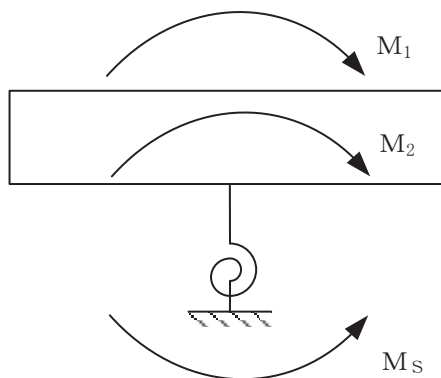
$Q_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用するせん断力

$Q_2$  : 基礎版に入力する付加せん断力

$Q_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる水平力

$$Q_2 = Q_s - Q_1$$

(a) 水平地震力



$M_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用する曲げモーメント

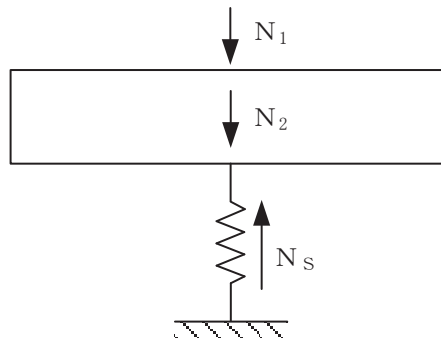
$M_2$  : 基礎版に入力する付加曲げモーメント

$M_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる曲げモーメント

$$M_2 = M_s - M_1$$

(b) 曲げモーメント

図 2-1(1) FEM モデルに入力する地震荷重の概念図 (1/2)



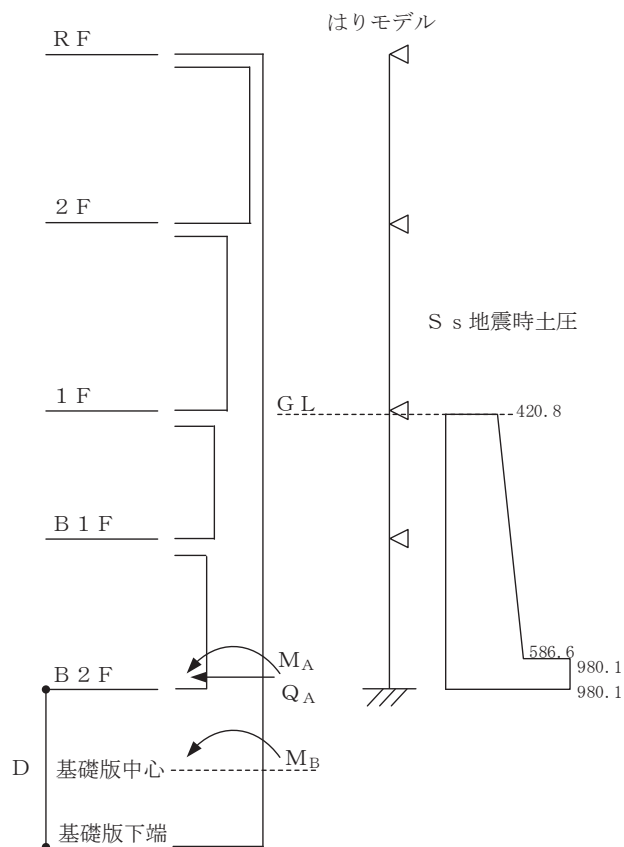
$N_1$  : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎版へ作用する軸力

$N_2$  : 基礎版に入力する付加軸力

$N_s$  : 地震応答解析により設定した基礎版底面に生じる鉛直力

$$N_2 = N_s - N_1$$

(c) 鉛直地震力



$Q_A$  : 基礎版上端に壁から作用するせん断力

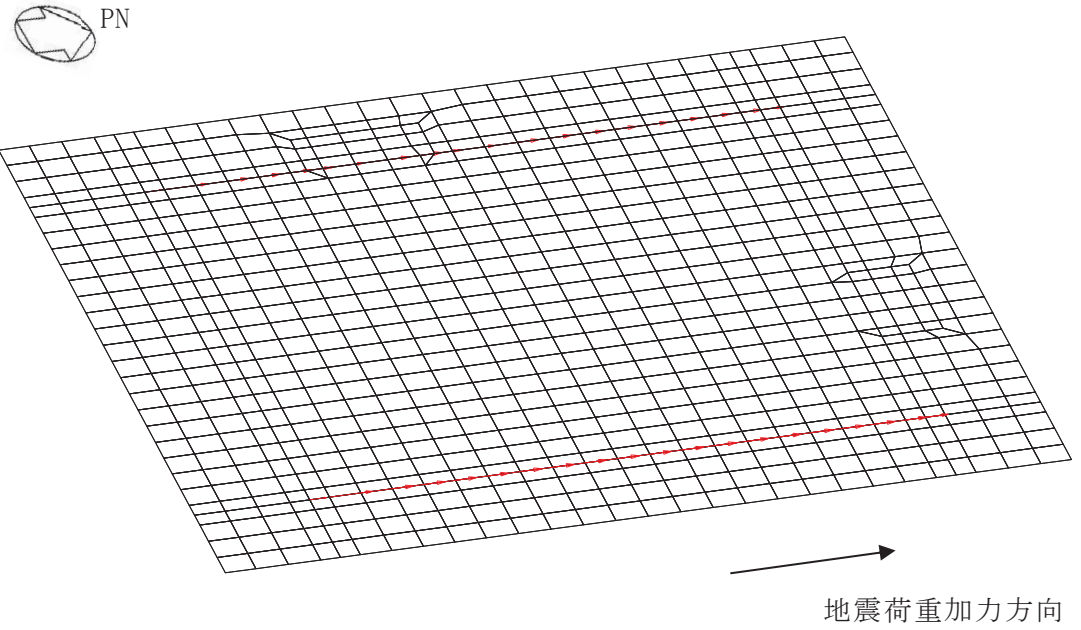
$M_A$  : 基礎版上端に壁から作用する曲げモーメント

$M_B$  : 基礎版に入力する曲げモーメント

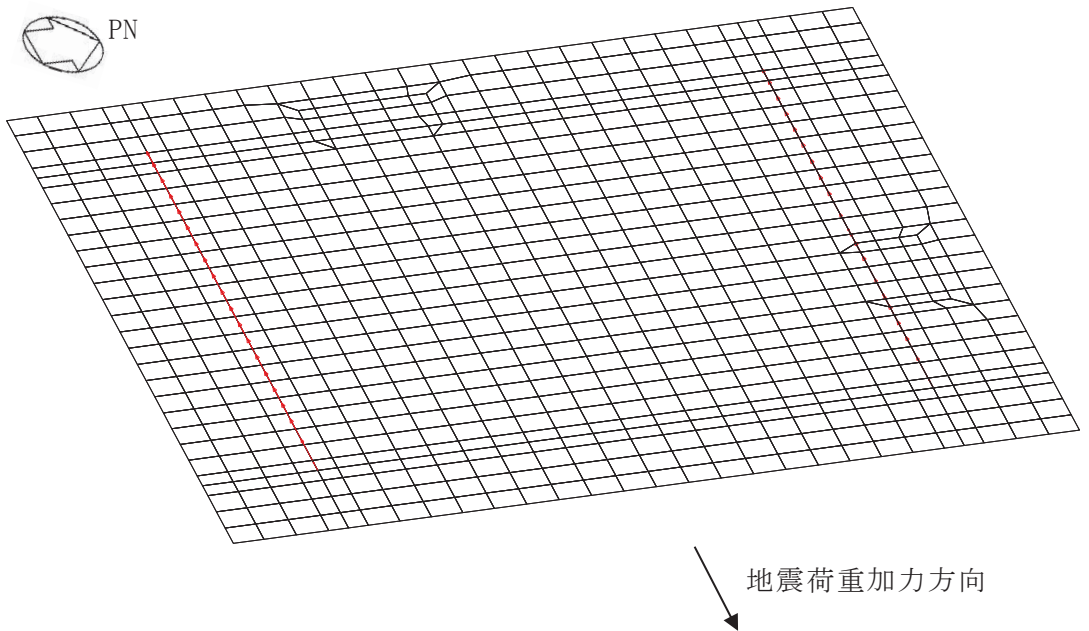
$$M_B = M_A + Q_A \cdot D / 2$$

(d) 地震時土圧荷重

図 2-1(2) FEM モデルに入力する地震荷重の概念図 (2/2)

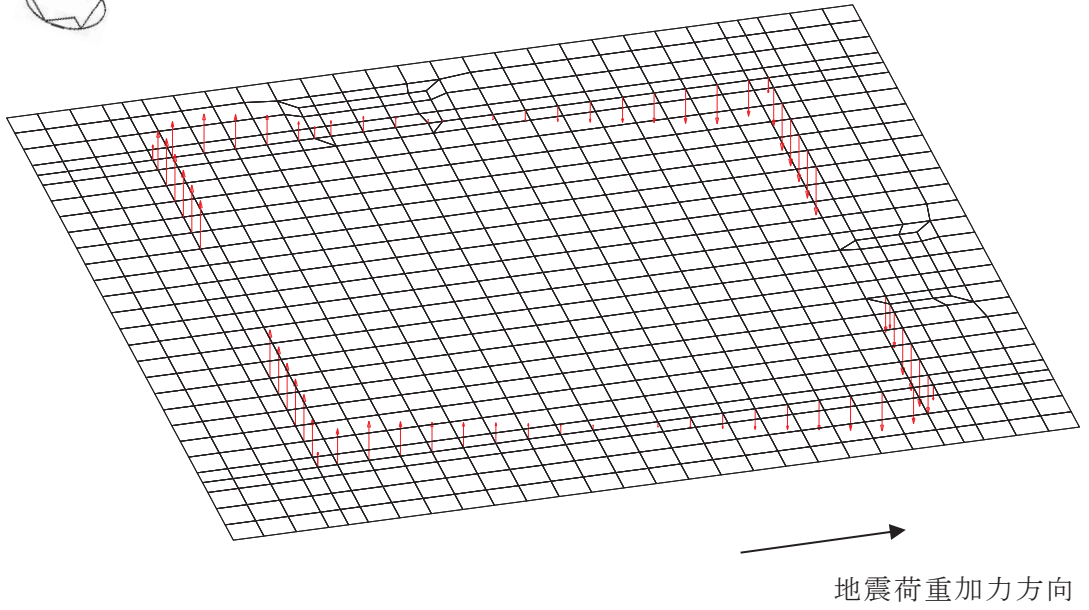


(a) 水平力 (NS 方向) 上部構造の地震力

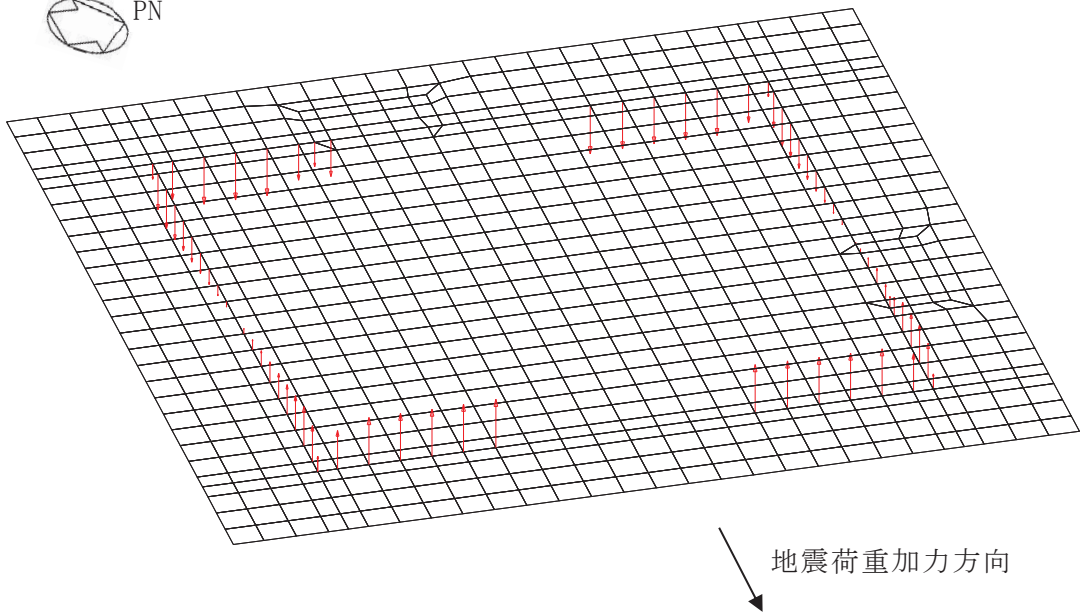


(b) 水平力 (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(1) FEM モデルに入力する地震荷重 (1/7)

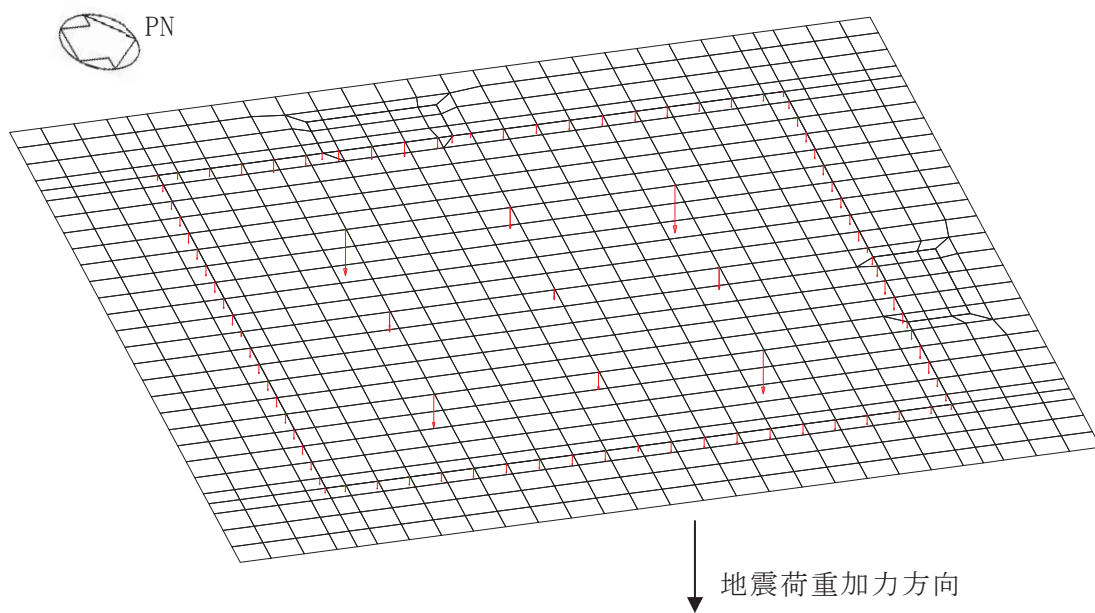


(c) 曲げモーメント (NS 方向) 上部構造の地震力



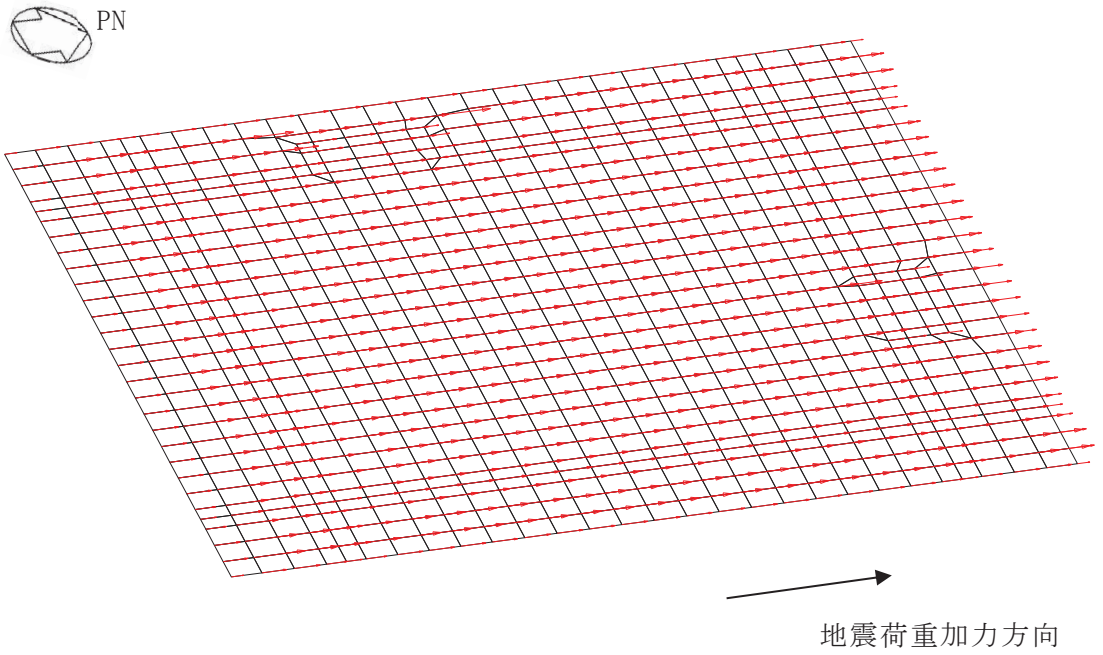
(d) 曲げモーメント (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(2) FEM モデルに入力する地震荷重 (2/7)

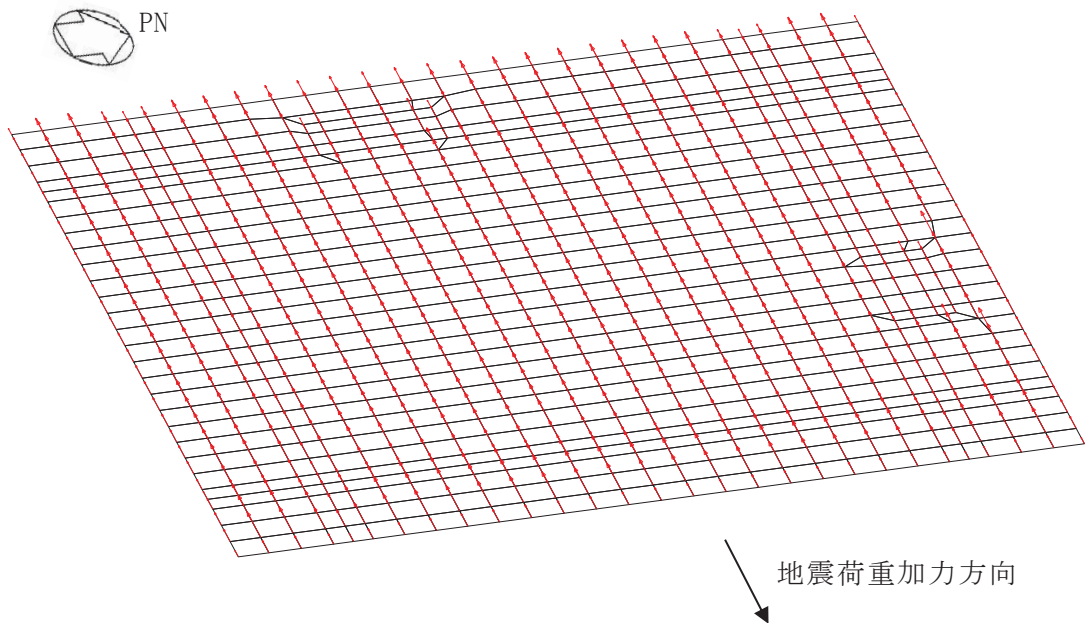


(e) 鉛直力 上部構造の地震力

図 2-2(3) FEM モデルに入力する地震荷重 (3/7)

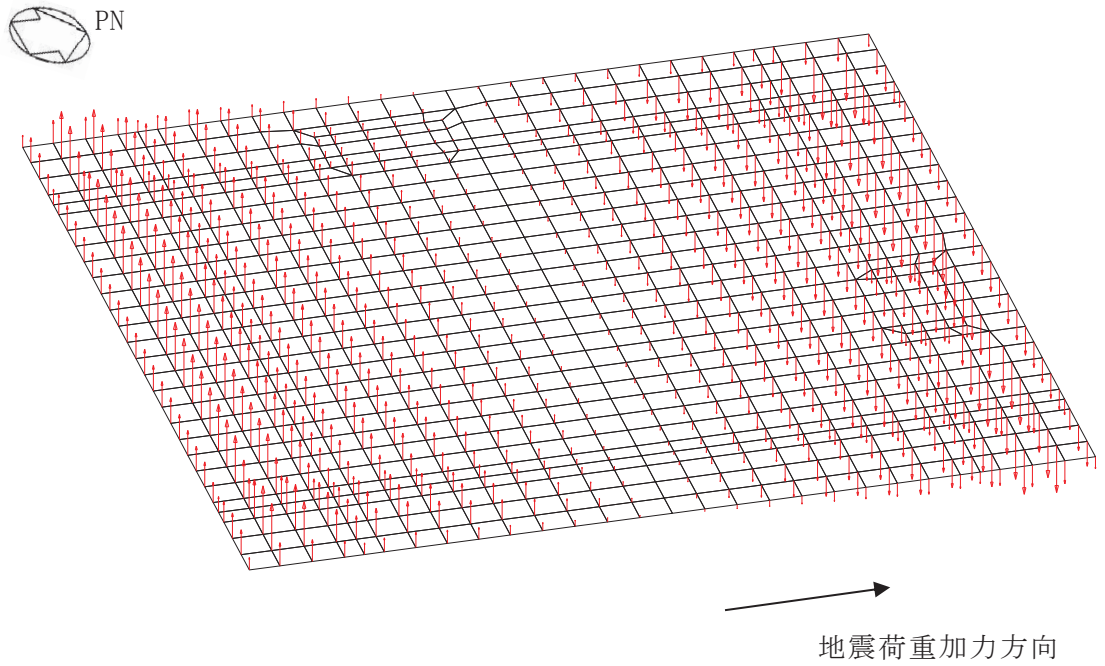


(f) 付加せん断力 (NS 方向)

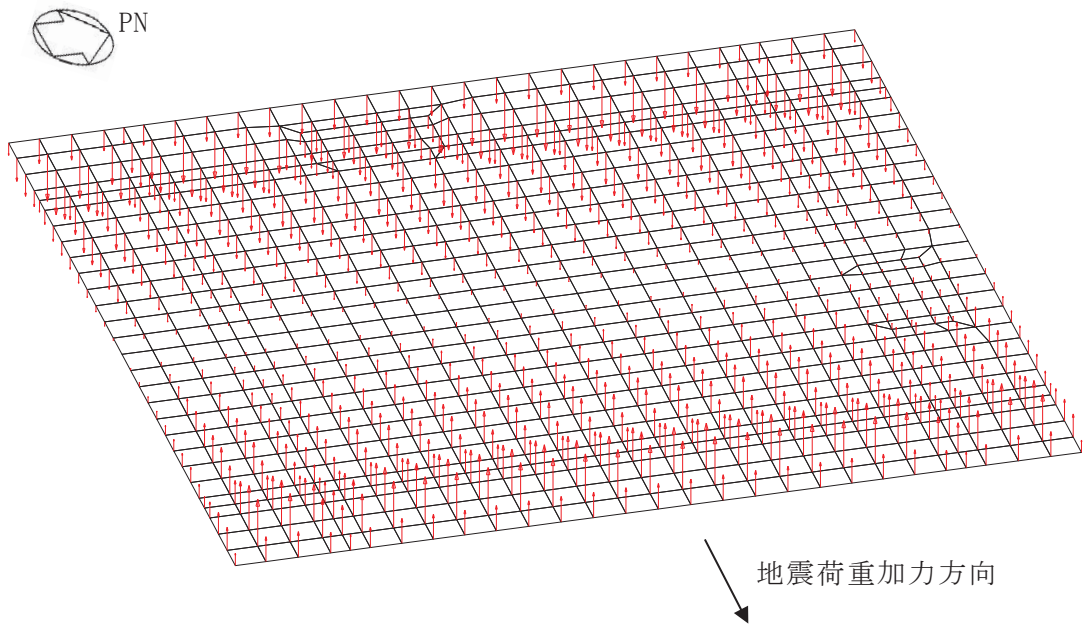


(g) 付加せん断力 (EW 方向)

図 2-2(4) FEM モデルに入力する地震荷重 (4/7)

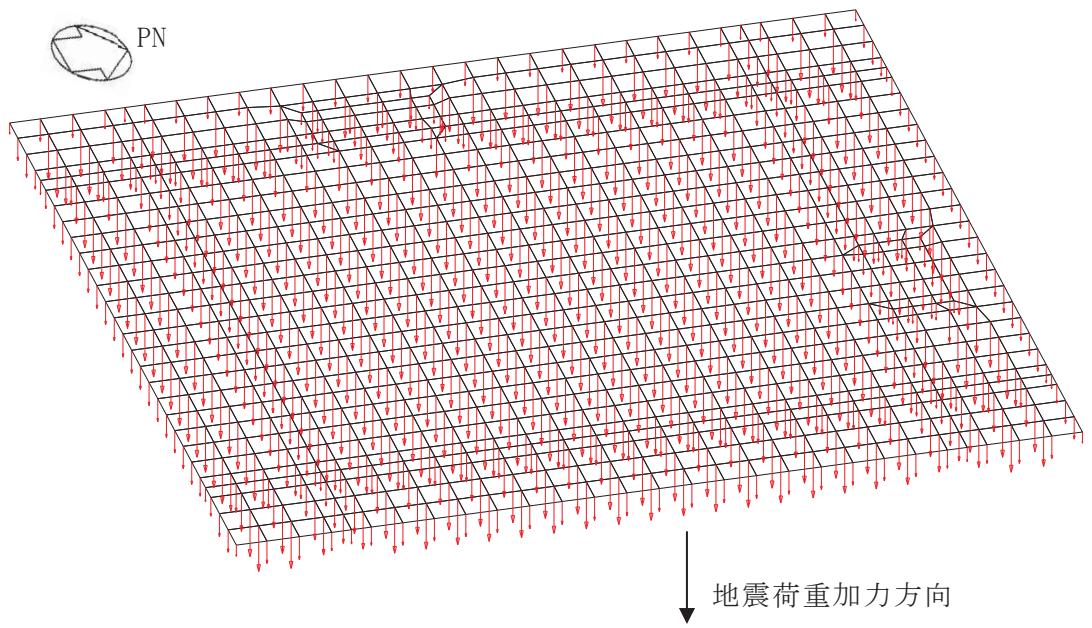


(h) 付加曲げモーメント (NS 方向)



(i) 付加曲げモーメント (EW 方向)

図 2-2(5) FEM モデルに入力する地震荷重 (5/7)

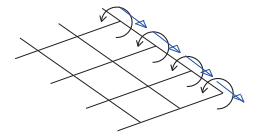
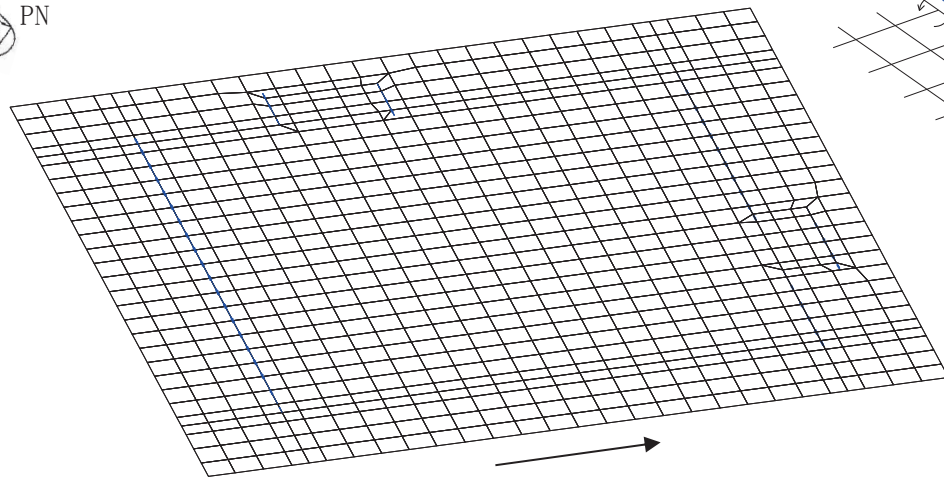
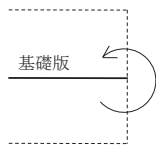


(j) 付加軸力

図 2-2(6) FEM モデルに入力する地震荷重 (6/7)



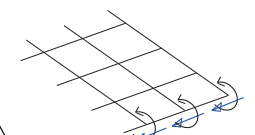
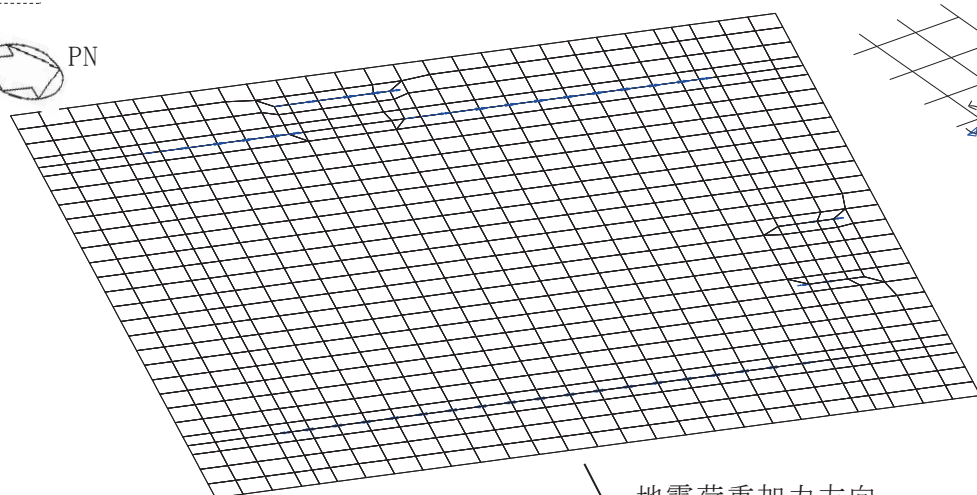
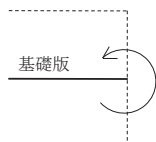
← : 曲げモーメント



地震荷重加力方向

(k) 地震時増分土圧荷重 (NS 方向) 曲げモーメント

← : 曲げモーメント



地震荷重加力方向

(l) 地震時増分土圧荷重 (EW 方向) 曲げモーメント

図 2-2(7) FEM モデルに入力する地震荷重 (7/7)

## 別紙 2-3 応力解析における断面の評価部位の選定

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 2-3-1
2. 断面の評価部位の選定 ..... 別紙 2-3-2

## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋基礎版の応力解析における断面の評価部位の選定に関し、工認記載の断面の評価要素の選定結果について示すものである。

## 2. 断面の評価部位の選定

基礎版の荷重の組合せケースを表 2-1 に，配筋領域図を図 2-1 に，配筋一覧を表 2-2 に示す。

各評価項目の検定値一覧を表 2-3 に，断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果を図 2-2 に，断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図を図 2-3 に示す。また，必要鉄筋比コンター（全ケース包絡）と設計配筋の比較図を図 2-4 に示す。断面算定の結果，外壁近傍及び外壁隅角部近傍の必要鉄筋比が多くなる傾向となっている。ただし，図 2-2 に示すように，軸力+曲げモーメント+面内せん断力に対する検定値は最大で 0.308 であり，設計配筋には十分な余裕があると言える。

表 2-1 荷重の組合せケース

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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_{s\ SN}$  : S→N 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

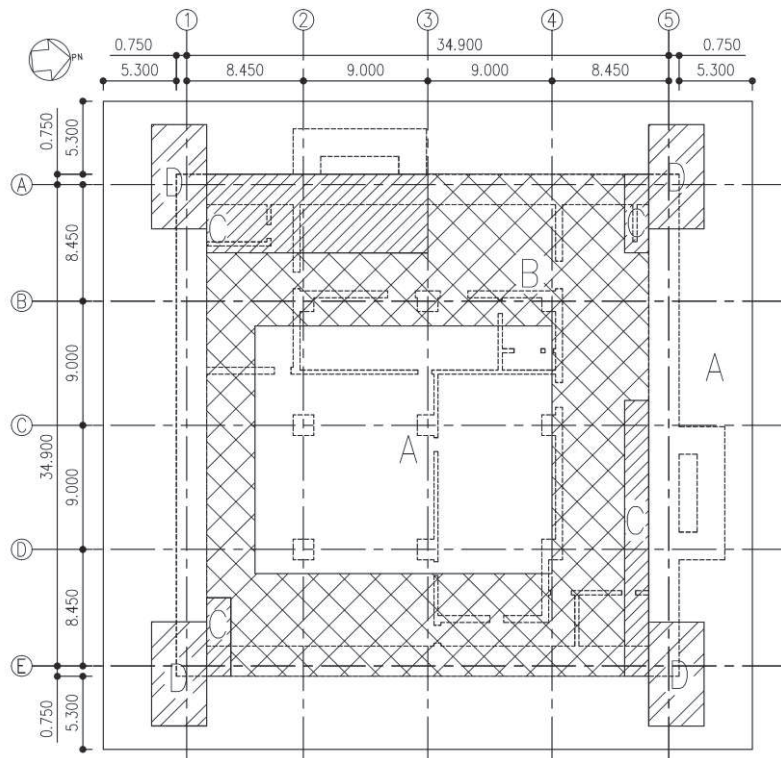
$S_{s\ NS}$  : N→S 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ EW}$  : E→W 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

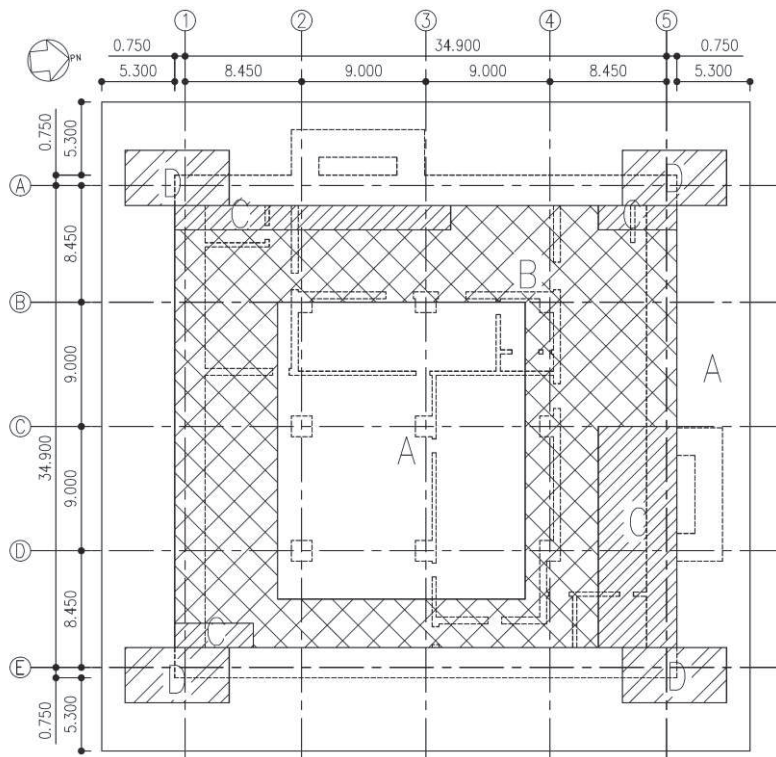
$S_{s\ WE}$  : W→E 方向 S<sub>s</sub> 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ UD}$  : 鉛直方向 (下向き) S<sub>s</sub> 地震荷重

$S_{s\ DU}$  : 鉛直方向 (上向き) S<sub>s</sub> 地震荷重

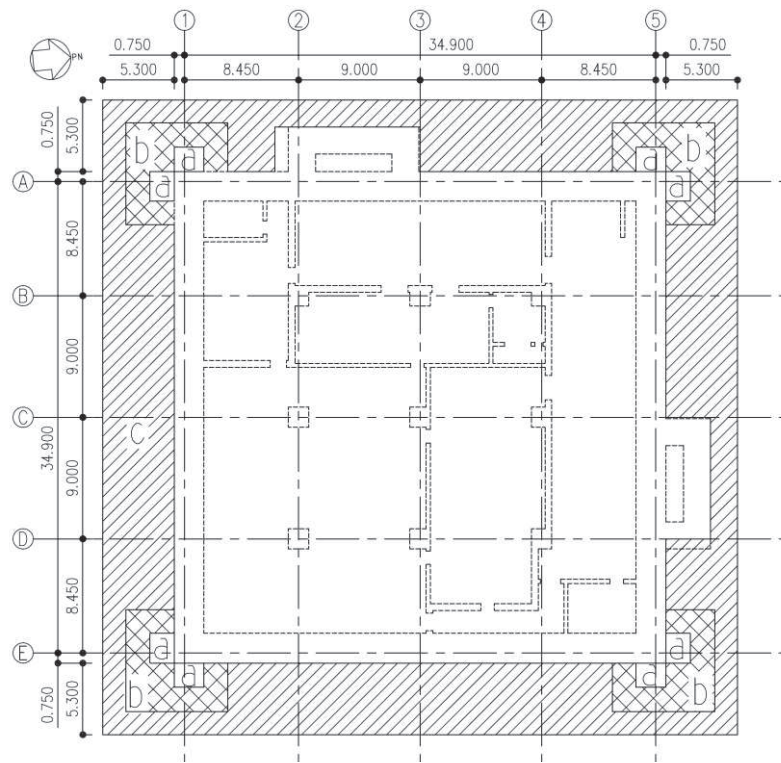


(a) NS 方向主筋



(b) EW 方向主筋

図 2-1(1) 配筋領域図 (1/2)



(c) せん断補強筋

図 2-1(2) 配筋領域図 (2/2)



表 2-2 配筋一覧

(a) 主筋

領域	上ば筋		下ば筋	
	方向	配筋	方向	配筋
A	NS	2-D38@200	NS	2-D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
B	NS	3-D38@200	NS	3-D38@200
	EW	3-D38@200	EW	3-D38@200
C	NS	4-D38@200	NS	4-D38@200
	EW	4-D38@200	EW	4-D38@200
D	NS	8-D38@200	NS	8-D38@200
	EW	8-D38@200	EW	8-D38@200

注記：主筋はすべて SD490

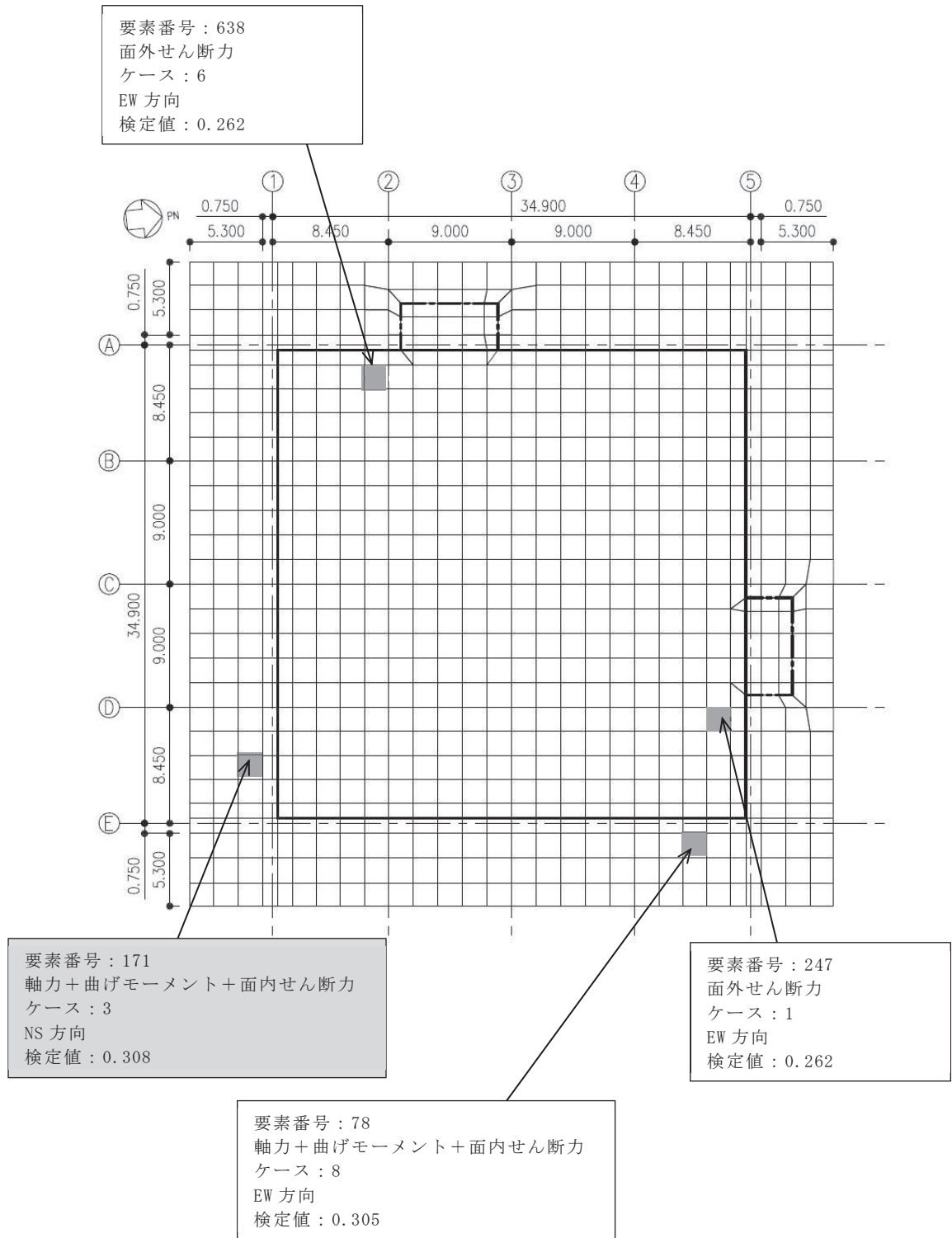
(b) せん断補強筋

領域	配筋
a	D38@400 × 200 (SD390)
b	D32@600 × 200 (SD390)
c	D19@600 × 200 (SD345)

表 2-3 各評価項目の検定値一覧

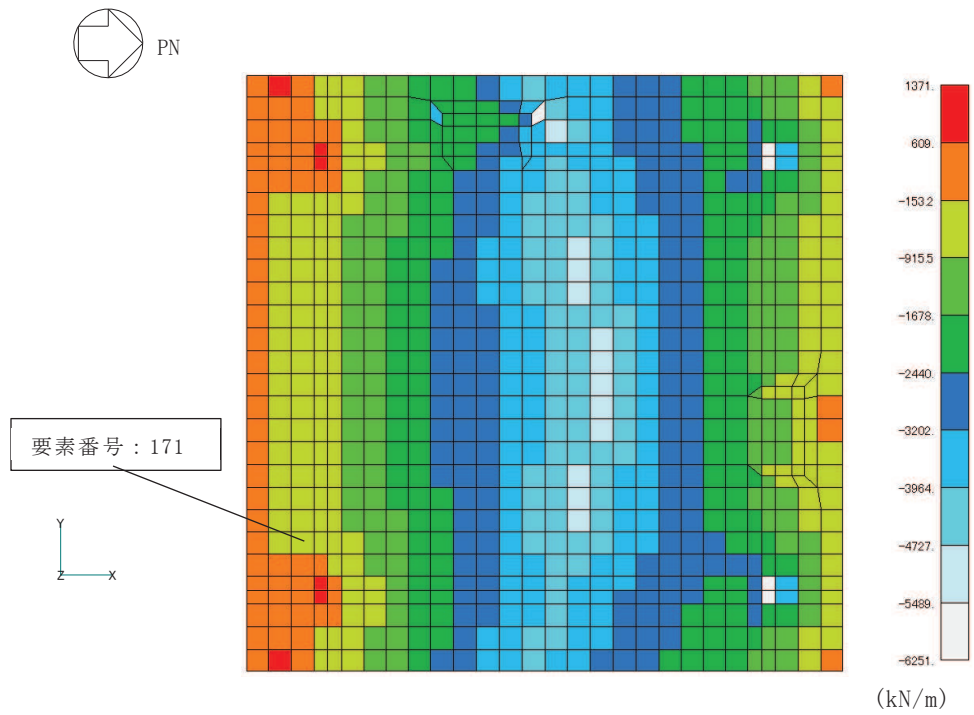
評価項目			要素 番号	荷重の 組合せ ケース	検定値
軸力 + 曲げ モーメント + 面内 せん断力	NS 方向	必要鉄筋量/配筋量	171	3	0.308
	EW 方向	必要鉄筋量/配筋量	78	8	0.305
面外 せん断力	NS 方向	面外せん断応力度	247	1	0.262
	EW 方向	面外せん断応力度	638	6	0.262

注：□ は、検定値が最大となる要素を示す。

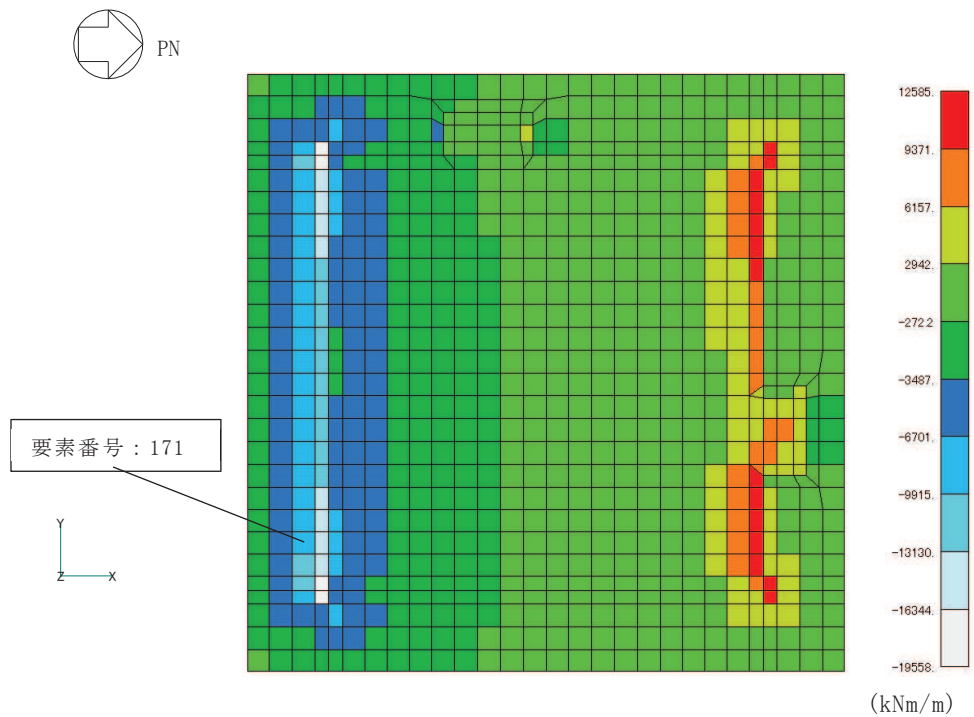


注 : ■ は、検定値が最大となる要素を示す。

図 2-2 断面力ごとの検定値が最大となる要素及び断面の評価結果

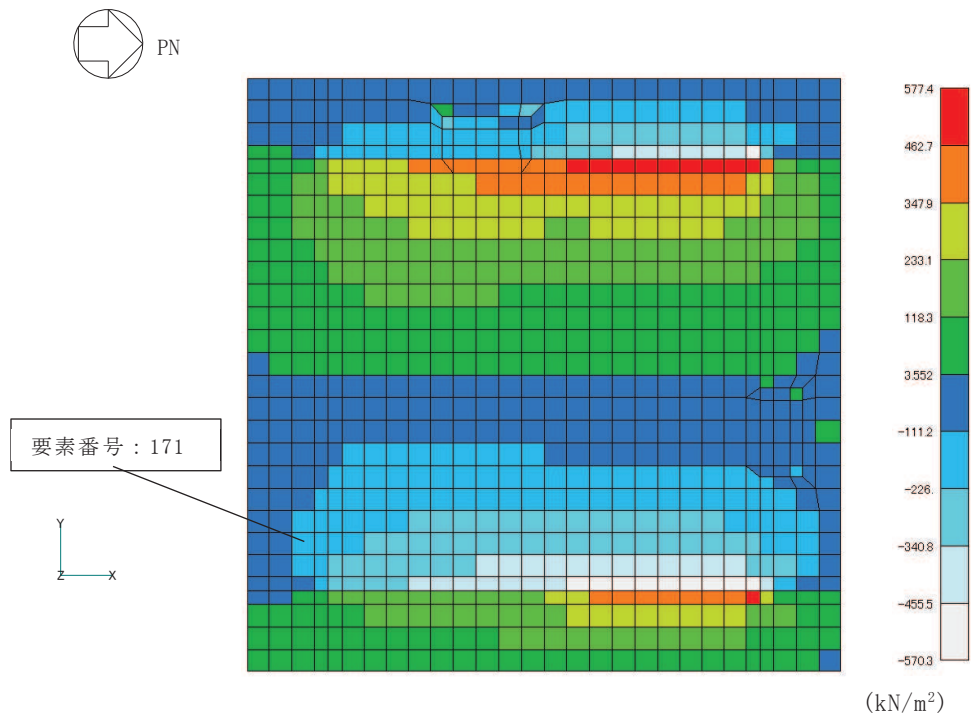


(a) 軸力 (NS 方向, ケース 3)



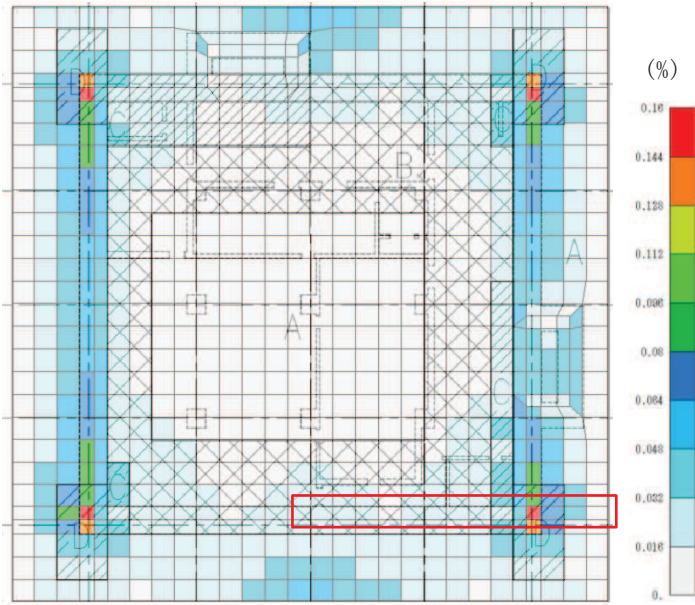
(b) 曲げモーメント (NS 方向, ケース 3)

図 2-3(1) 断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図 (1/2)

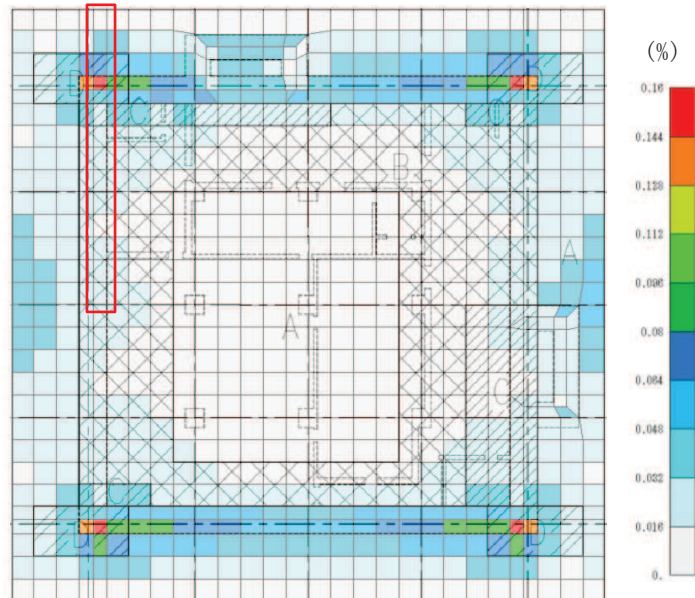


(c) 面内せん断力 (NS 方向, ケース 3)

図 2-3(2) 断面の評価部位の選定に関する荷重組合せケースの断面力コンター図 (2/2)



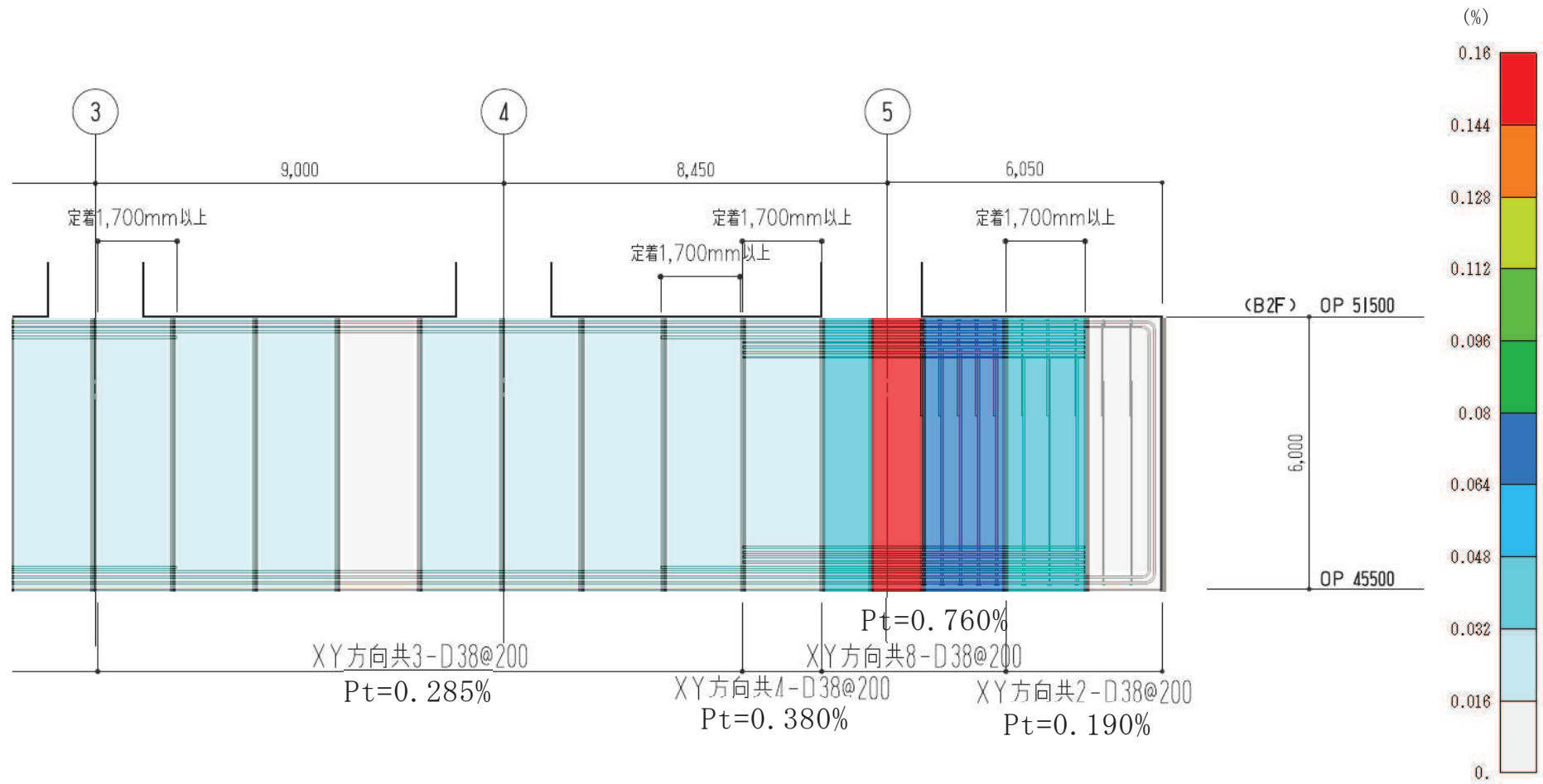
(a) NS 方向



(b) EW 方向

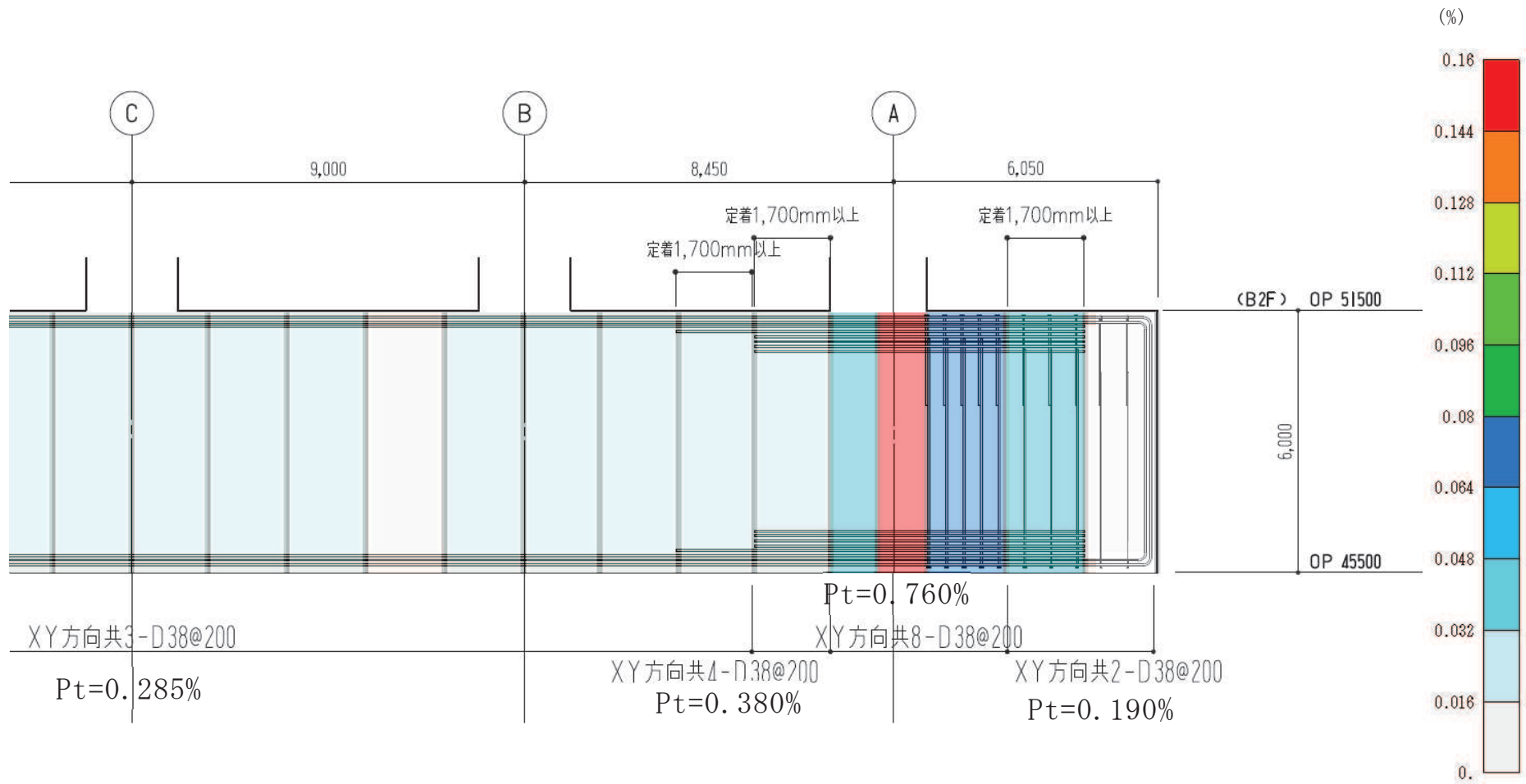
※ □ は必要鉄筋比コンターと基礎版断面の比較位置を示す。

図 2-4(1) 必要鉄筋比コンター（全ケース包絡）と設計配筋の比較図



注：図中の寸法に関する単位は mm

図 2-4(2) 必要鉄筋比コンター（全ケース包絡）と設計配筋の比較図（基礎版断面，NS 方向）



注：図中の寸法に関する単位は mm

図 2-4(3) 必要鉄筋比コンター（全ケース包絡）と設計配筋の比較図（基礎版断面，EW 方向）



別紙 2-4 屋上外壁の面外方向の評価

## 目 次

1. 概要.....	別紙 2-4-1
2. 構造概要.....	別紙 2-4-1
3. 応力解析による評価方法.....	別紙 2-4-1
3.1 評価方針.....	別紙 2-4-1
3.2 荷重及び荷重の組合せ.....	別紙 2-4-4
3.3 許容応力度.....	別紙 2-4-5
3.4 解析モデル及び諸元.....	別紙 2-4-6
3.5 評価方法.....	別紙 2-4-7
4. 応力解析による評価結果.....	別紙 2-4-9

## 1. 概要

本資料は、緊急時対策建屋の屋上外壁の基準地震動  $S_s$  時の面外方向の地震力に対する評価結果を示すものである。

## 2. 構造概要

緊急時対策建屋の屋上外壁は、壁厚 0.5m の鉄筋コンクリートで、主筋は、縦筋及び横筋ともに D35@200 である。なお、O.P.75.9m 床面の一部は、十分に剛な水平ブレースを構成する鉄骨造となっており、建屋外壁の耐震壁と連続している。

## 3. 応力解析による評価方法

### 3.1 評価方針

$S_s$  地震時に対する評価は、材料物性の不確かさを考慮した水平方向の地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

応力解析による評価フローを図 3-1 に、選定した部材の位置を図 3-2 に示す。

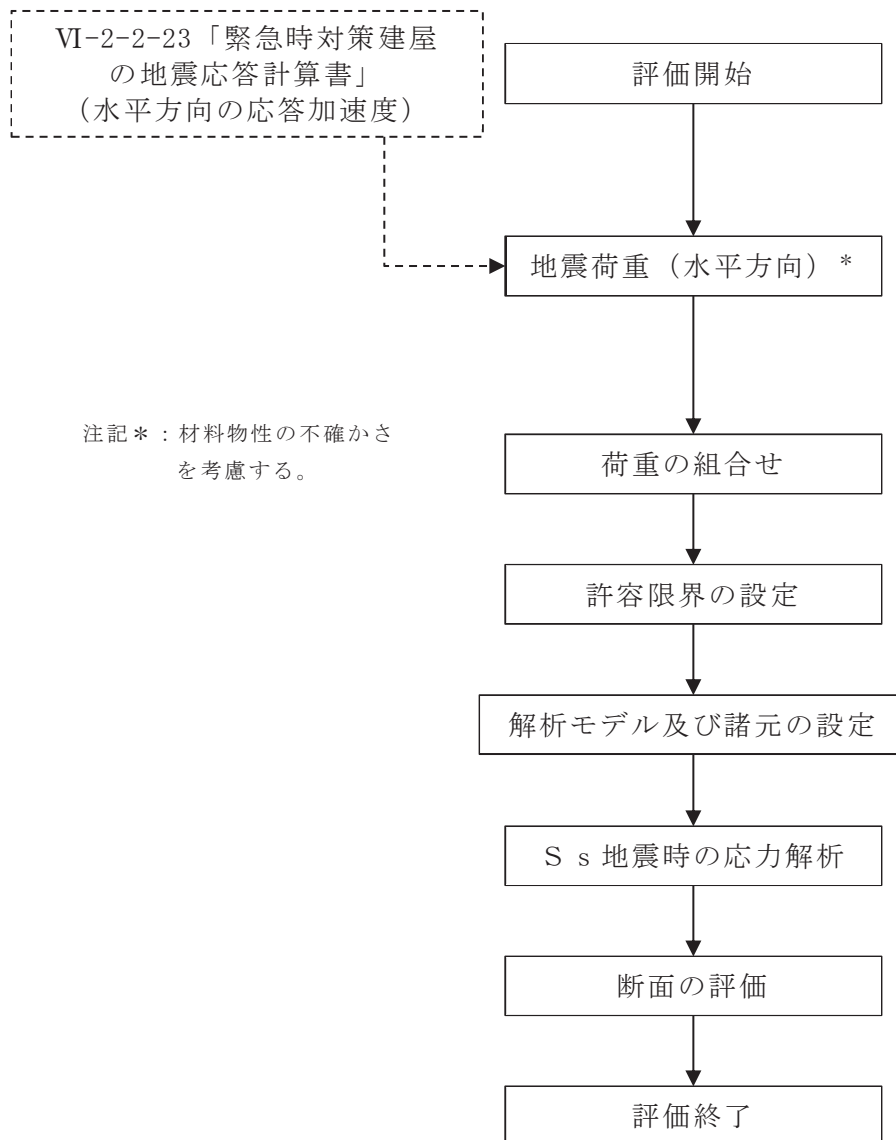


図 3-1 屋上外壁の応力解析による評価フロー

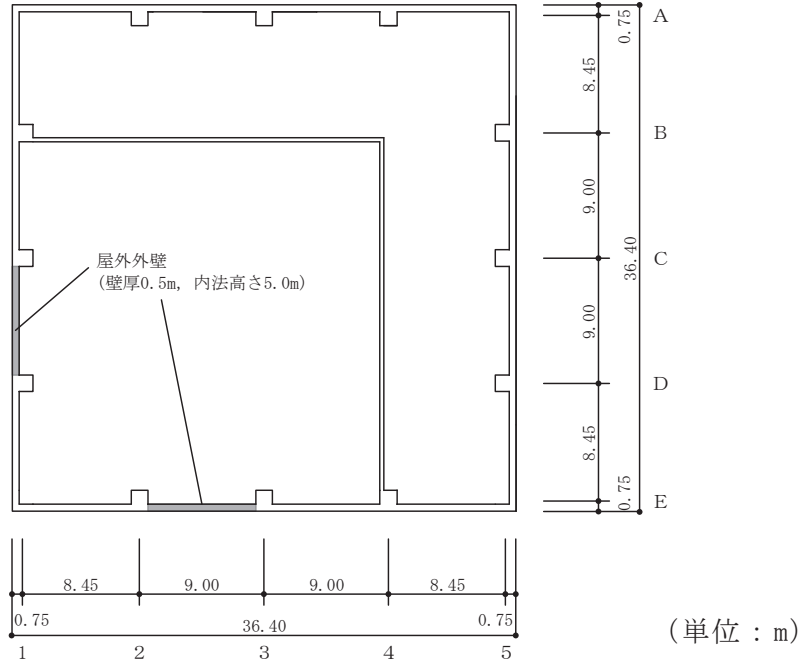


図 3-2(1) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0.P. 69.4m)

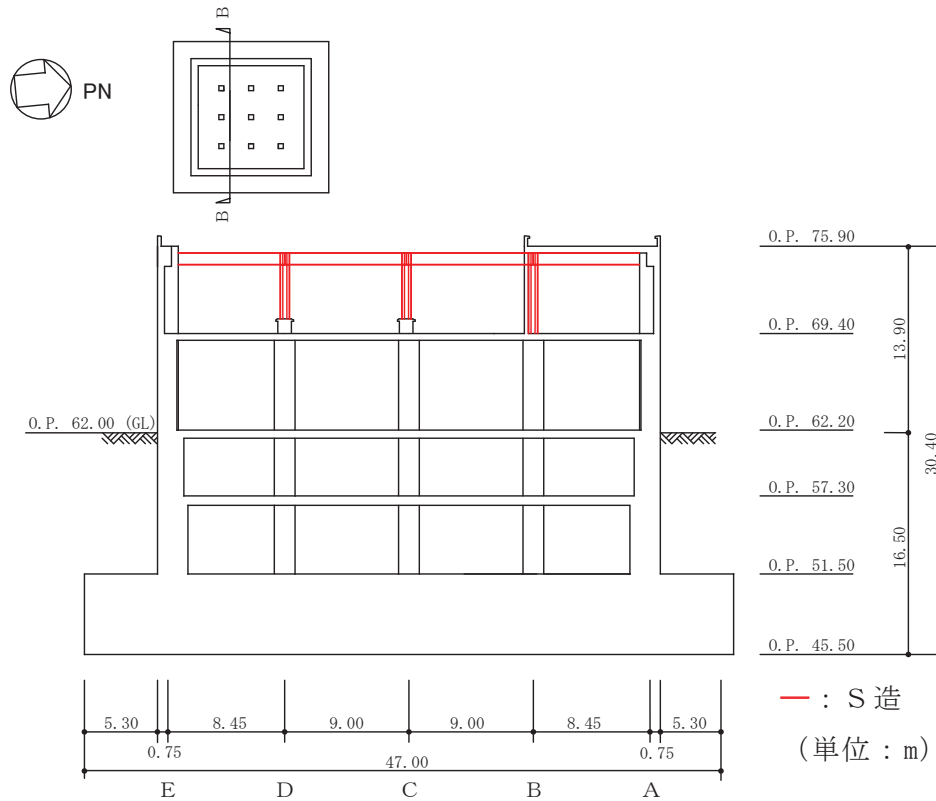
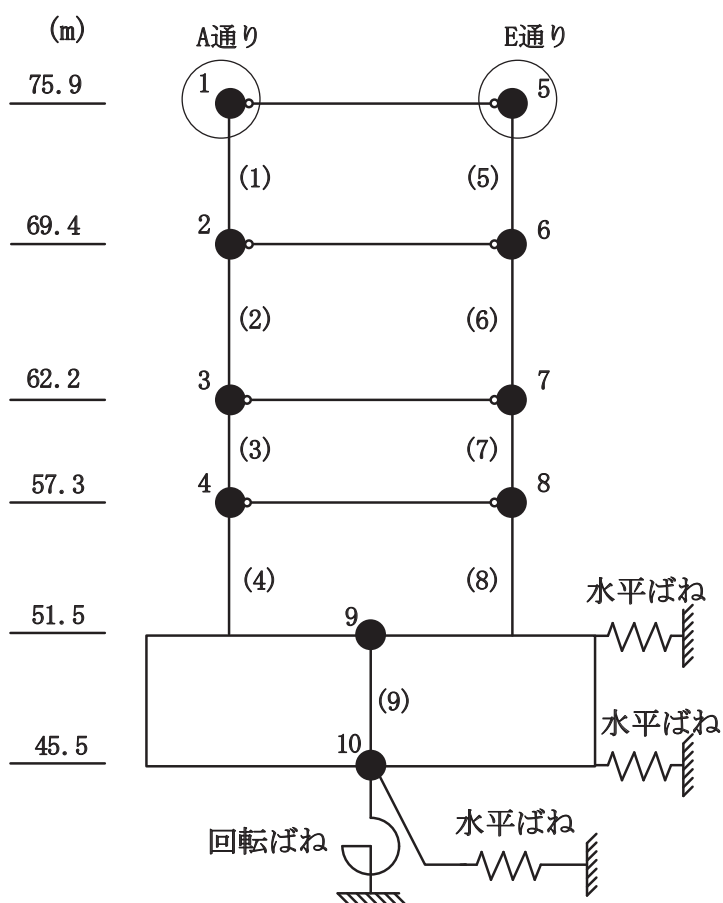


図 3-2(2) 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

### 3.2 荷重及び荷重の組合せ

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

水平地震力は、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析により算定される動的地震力より設定する。水平方向の地震荷重は、図 3-3 に示す基準地震動  $S_s$  に対する質点系モデルの屋上階床レベル (O.P. 75.9m, 質点番号 1, 5) の水平方向最大応答加速度より算定される水平震度とする。



- 注 1 : 数字は質点番号を示す。  
 注 2 : ( ) 内は要素番号を示す。  
 注 3 : ○印の動的応答を用いる。

図 3-3 基準地震動  $S_s$  に対する質点系モデル (水平方向)

### 3.3 許容応力度

コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 Fc (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮 (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 (N/mm <sup>2</sup> )
30	20	1.18

表 3-2 鉄筋の許容応力度

種別	引張及び圧縮 (N/mm <sup>2</sup> )	せん断補強 (N/mm <sup>2</sup> )
SD390	390	390

### 3.4 解析モデル及び諸元

#### (1) モデル化の基本方針

屋上外壁の解析モデルは，頂部及び脚部ピン固定の単純はりとして評価する。  
屋上外壁の解析モデルを図 3-3 に示す。

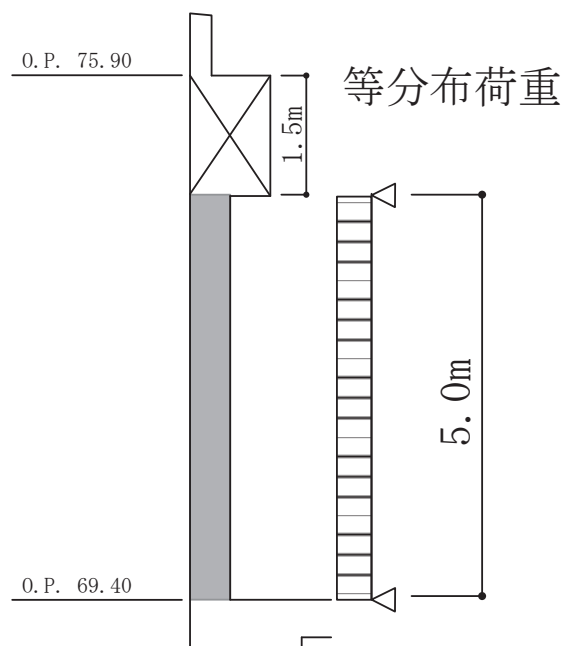


図 3-4 解析モデル

#### (2) 解析諸元

使用材料の物性値を表 3-3 に示す。

表 3-3 使用材料の物性値

コンクリートの 設計基準強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	ヤング係数 $E$ ( $N/mm^2$ )	ポアソン比 $\nu$
30.0	$2.44 \times 10^4$	0.2



### 3.5 評価方法

#### 3.5.1 応力解析方法

基準地震動  $S_s$  の曲げモーメント及びせん断力の算出方法は下式のとおりとする。

(単純はり)

- ・中央部曲げモーメント (M)

$$M = \frac{1}{8} w \cdot H^2$$

- ・せん断力 (Q)

$$Q = \frac{1}{2} w \cdot H$$

ここで,

w : 単位面積当たりの地震時水平力 (kN/m<sup>2</sup>)

H : 高さ (m)

地震時水平力は屋上階床レベル (O.P. 75.9m, 質点番号 1, 5) の水平震度を用いて算出する。水平方向最大応答加速度を表 3-4 に示す。

また, 水平震度より算出した曲げモーメント及びせん断力を表 3-5 に示す。

表 3-4 地震応答解析による最大応答加速度

質点番号	O.P. (m)	方向	最大値 (cm/s <sup>2</sup> )
1, 5	75.9	NS	2727
		EW	2721

表 3-5 水平震度より算出した曲げモーメント及びせん断力

部位	壁厚 (m)	方向	検討用 水平震度	中央部曲げ モーメント (kN・m/m)	せん断力 (kN/m)
屋上外壁	0.5	NS	2.78	104.3	83.4
		EW	2.77	103.9	83.1

### 3.5.2 断面評価方法

#### (1) 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる曲げモーメントが、短期許容曲げモーメントを超えないことを確認する。

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

ここで、

$M_A$  : 短期許容曲げモーメント (N・mm)

$a_t$  : 引張鉄筋断面積 (mm<sup>2</sup>)

$f_t$  : 引張鉄筋の短期許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$j$  : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

#### (2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

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

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

$Q_A$  : 許容面外せん断力 (N)

$b$  : 断面の幅 (mm)

$j$  : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

$\alpha$  : 許容せん断力の割り増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

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

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : せん断力 (N)

$d$  : 断面の有効せい (mm)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

4. 応力解析による評価結果

屋上外壁の配筋一覧を表 4-1 に示す。また、「3.5.2 断面評価方法」に基づいた断面の評価結果を表 4-2 に示す。

S s 地震時において、発生値が許容値を超えないことを確認した。

表 4-1 屋上外壁の配筋一覧

部材	配筋	断面積 (mm <sup>2</sup> /m)
屋上外壁	D35@200	4785

表 4-2 評価結果

方向		NS 方向	EW 方向
厚さ t (mm) × 幅 b (mm)		500 × 1000	500 × 1000
有効せい d (mm)		385	385
配筋	壁筋	D35@200 (4785mm <sup>2</sup> /m)	D35@200 (4785mm <sup>2</sup> /m)
曲げモーメント	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	104.3	103.9
	許容限界 M <sub>A</sub> (kN・m/m)	628.6	628.6
	検定値 M/M <sub>A</sub>	0.166	0.166
面外せん断力	発生せん断力 Q (kN/m)	83.4	83.1
	せん断スパン比による割増し係数 α	1.00	1.00
	許容限界 Q <sub>A</sub> (kN/m)	397.5	397.5
	検定値 Q/Q <sub>A</sub>	0.210	0.210
判定		可	可

別紙 3-1 緊急時対策所遮蔽についての補足説明資料

## 目 次

1. 概要 ..... 別紙 3-1-1
2. 評価方針 ..... 別紙 3-1-1
3. 評価部位の選定 ..... 別紙 3-1-1

別紙 3-1-1 緊急時対策所遮蔽のスラブの固有値確認結果

## 1. 概要

本資料は、添付資料「VI-2-8-4-5 緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」に示す緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの応力解析における断面の評価部位の選定について示すものである。

## 2. 評価方針

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

## 3. 評価部位の選定

選定部位については、B1F (O. P. 57. 30m) 及び 1F (O. P. 62. 20m) の床スラブ及び屋根スラブに相当する 2F (O. P. 69. 40m) において、スラブの設計荷重及び大ばり・小ばりの支持スパンを考慮した場合に、断面評価上最も厳しくなる部位とした。

緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの設計荷重（積載荷重 P）を図 3-1 に、評価における荷重の組合せケースを表 3-1 に、緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの位置及び断面の評価位置を図 3-2～図 3-4 に、スラブ厚及び配筋一覧を表 3-2～表 3-4 に示す。

各評価項目の検定値一覧を表 3-5 に、断面力評価が最も厳しくなる評価位置及び断面の評価結果を図 3-5 に示す。

A	1	2	3	4	5
		3.6	5.2	4.9	4.1
B		8.0	7.2	7.2	4.4
C		7.6	6.6	6.7	4.9
D		7.8	7.5	7.8	4.1
E					

(単位 : kN/m<sup>2</sup>)

(a) B1F O. P. 57.30m

A	1	2	3	4	5
		3.6	10.0	5.4	4.2
B		7.0	8.2	6.0	8.7
C		7.1	7.9	7.9	7.8
D		4.5	8.6	12.2	3.4
E					

(単位 : kN/m<sup>2</sup>)

(b) 1F O. P. 62.20m

A	1	2	3	4	5
		3.3	5.0	7.3	10.1
B		5.1	11.9	5.9	5.7
C		4.2	3.9	6.5	6.1
D		2.3	8.1	4.8	3.7
E					

(単位 : kN/m<sup>2</sup>)

(b) 2F O. P. 69.40m

図 3-1 緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの設計荷重 (積載荷重 P)

表 3-1 荷重の組合せケース

外力の状態	荷重の組合せ
S s 地震時	$(1 + K_v)(G + P + P_s)$

- G : 固定荷重  
 P : 積載荷重  
 $K_v$  : 鉛直震度  
 $P_s$  : 積雪荷重\* (屋根スラブのみ考慮)

注記\* : 積雪量は、添付書類「VI-1-1-2-1-1 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」に基づき、石巻測候所の最深積雪量（1923年2月17日）を考慮して43cm（1cmあたりの積雪荷重：20N/m<sup>2</sup>）とし、地震時は0.35の係数を乗じて、積雪荷重を0.30kN/m<sup>2</sup>と算出した。



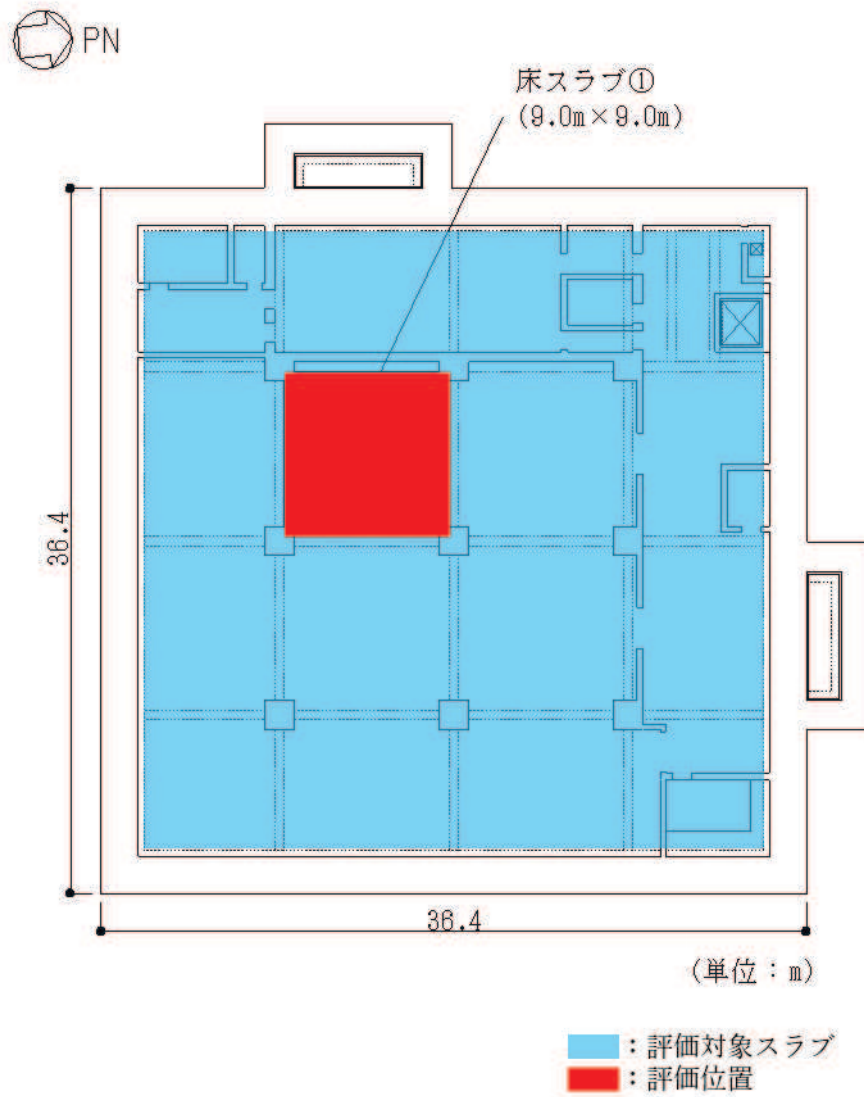


図 3-2 緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの位置及び断面の評価位置  
(B1F O.P. 57.3m)

表 3-2 スラブ厚及び配筋一覧 (B1F O.P. 57.30m)

符号	スラブ厚 (mm)	配筋 (上下共)	
		NS 方向	EW 方向
床スラブ①	700	D25@200	D25@200

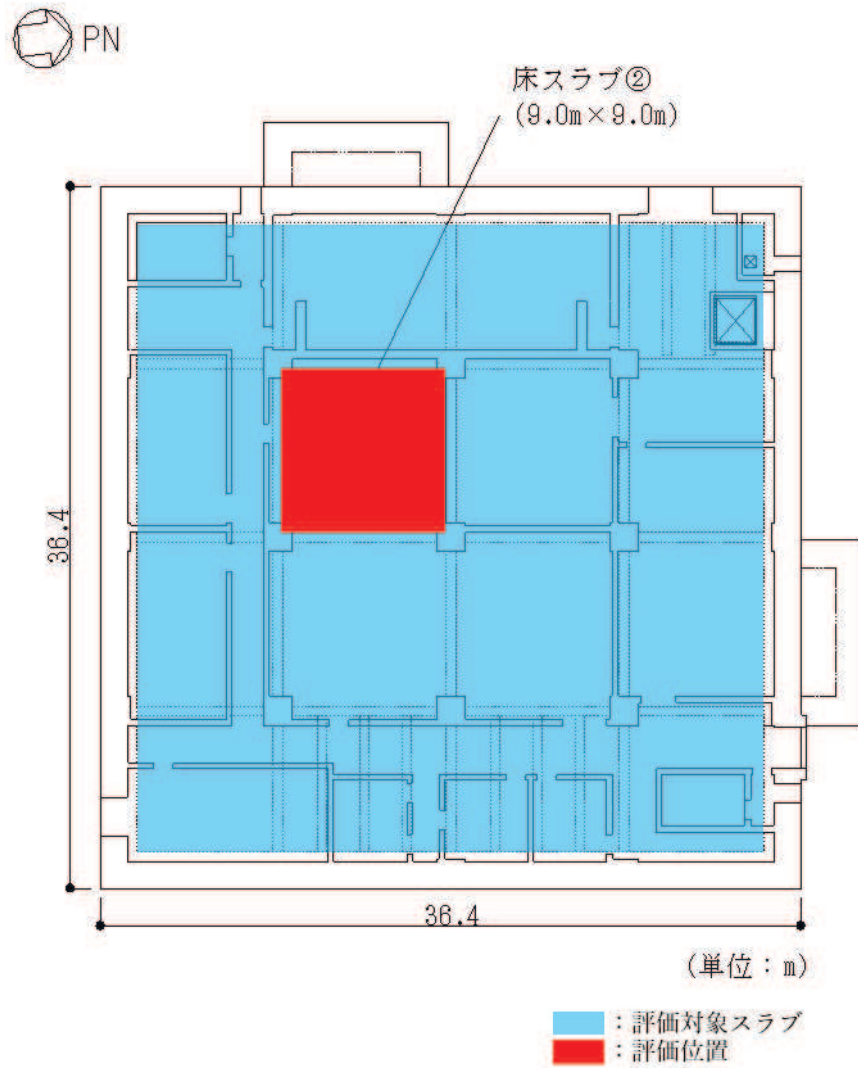


図 3-3 緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの位置及び断面の評価位置  
(1F O.P. 62.20m)

表 3-3 スラブ厚及び配筋一覧 (1F O.P. 62.20m)

符号	スラブ厚 (mm)	配筋 (上下共)	
		NS 方向	EW 方向
床スラブ②	600	D25@200	D25@200

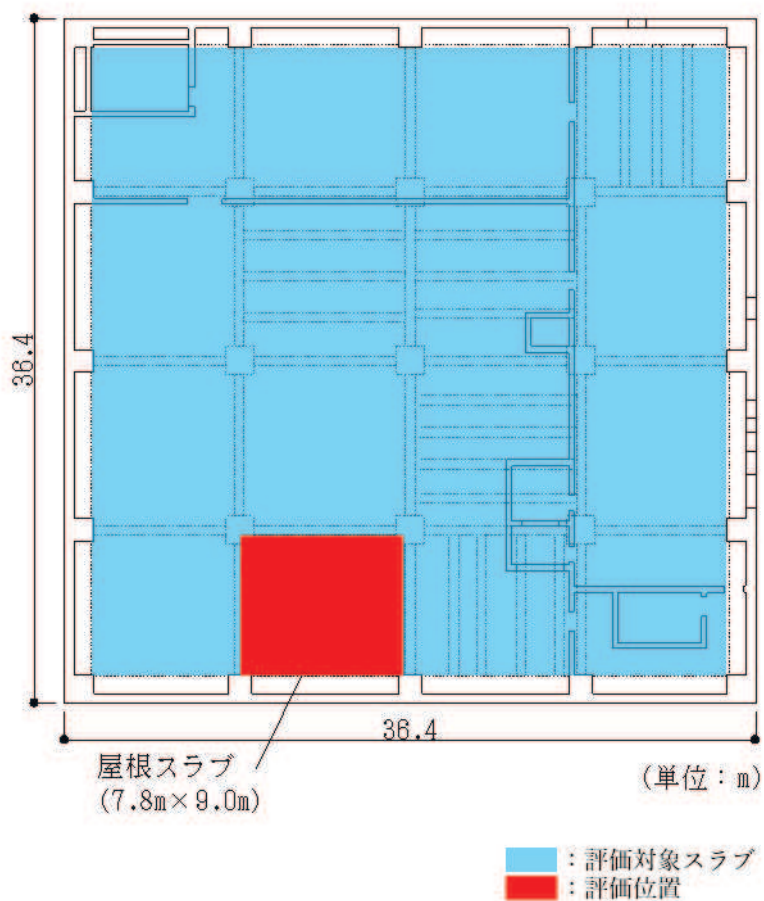


図 3-4 緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの位置及び断面の評価位置  
(2F O.P. 69.40m)

表 3-4 スラブ厚及び配筋一覧 (2F O.P. 69.40m)

符号	スラブ厚 (mm)	配筋 (上下共)	
		NS 方向	EW 方向
屋根スラブ	500	D32@200	D32@200

表 3-5 各評価項目の検定値一覧

(a) B1F 0. P. 57. 30m

符号	検定値	
	曲げモーメント	せん断力
床スラブ①	0.339	0.18

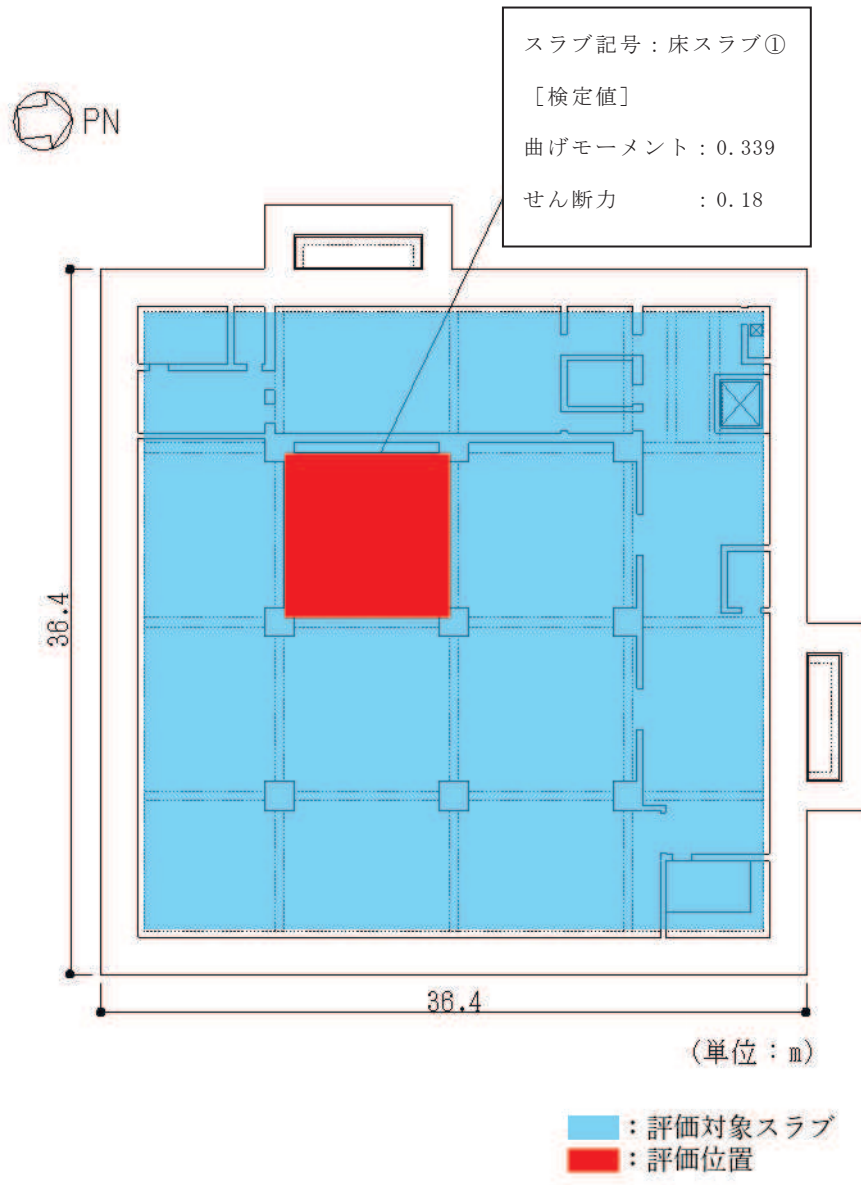
(b) 1F 0. P. 62. 20m

符号	検定値	
	曲げモーメント	せん断力
床スラブ②	0.433	0.26

(c) 2F 0. P. 69. 40m

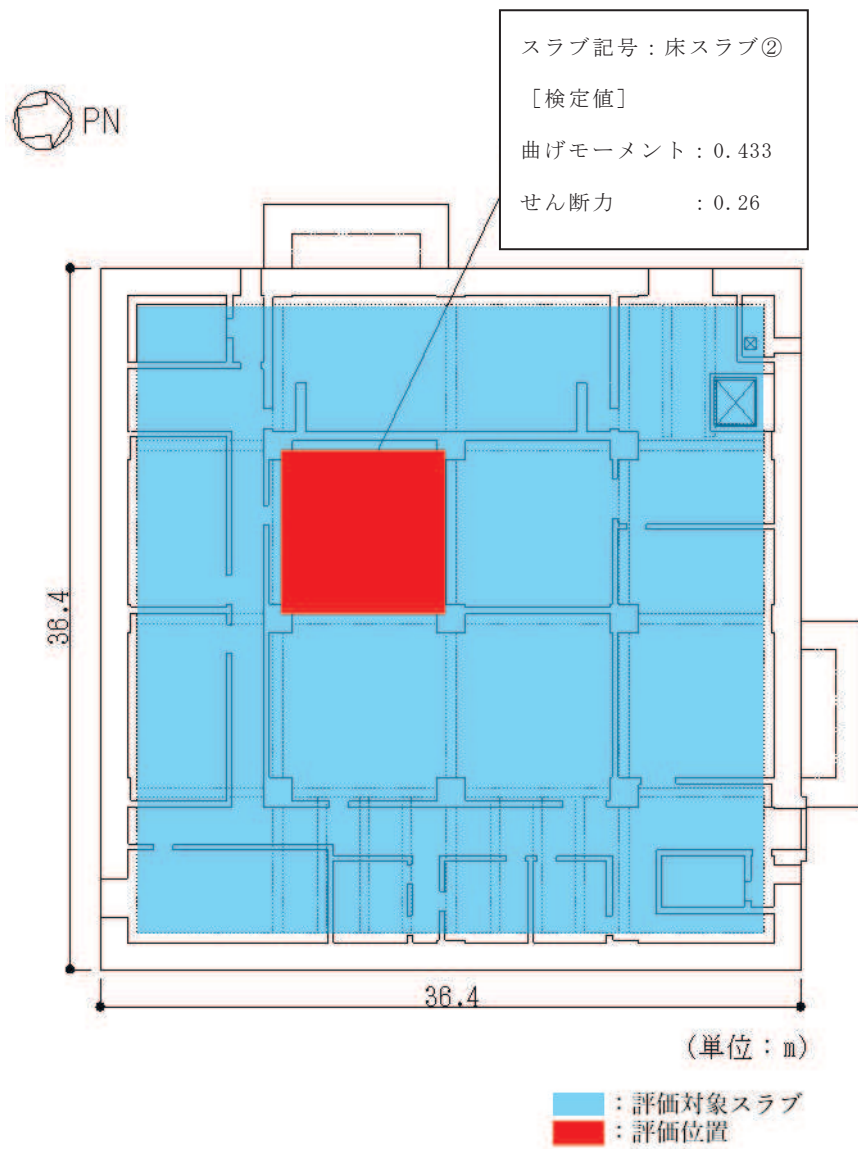
符号	方向	検定値	
		曲げモーメント	せん断力
屋根スラブ	短辺 (EW) 方向	0.420	0.56
	長辺 (NS) 方向	0.329	0.45

注：ハッチングは各評価位置の検定値のうち最も大きい値を表示



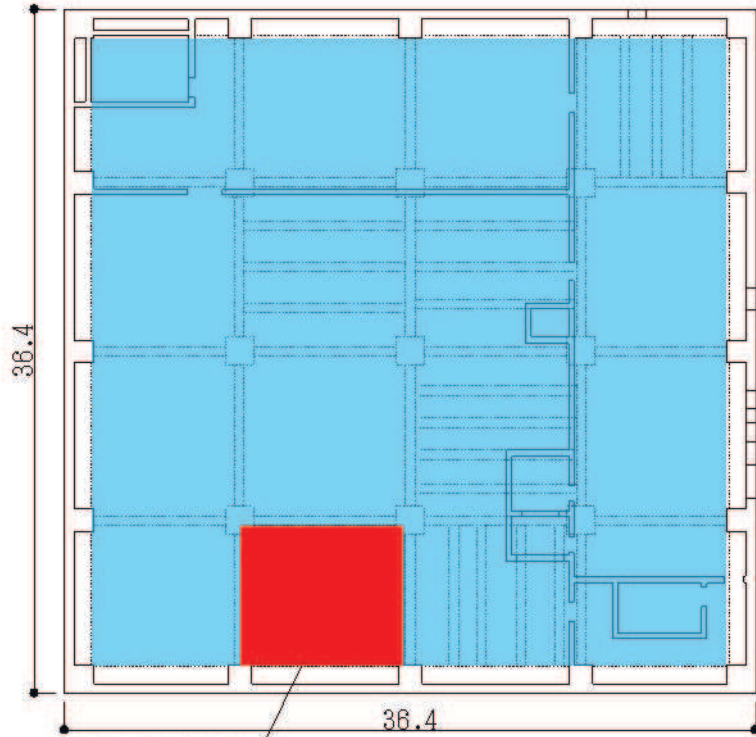
(a) B1F O.P. 57.30m

図 3-5(1) 断面の評価位置及び評価結果(1/3)



(b) 1F 0.P.62.20m

図 3-5(2) 断面の評価位置及び評価結果(2/3)



スラブ記号：床スラブ②	(単位：m)
[検定値]	短辺(EW)方向, 長辺(NS)方向
曲げモーメント	: 0.420, 0.329
せん断力	: 0.56, 0.45

■ : 評価対象スラブ  
■ : 評価位置

(c) 2F 0.P.69.40m

図 3-5(3) 断面の評価位置及び評価結果(3/3)

別紙 3-1-1 緊急時対策所遮蔽のスラブの固有値解析結果



## 目 次

1. 概要	別紙 3-1-1-1
2. 評価方針	別紙 3-1-1-2
3. 振動特性の確認	別紙 3-1-1-3
3.1 解析方法	別紙 3-1-1-3
3.2 固有値解析結果	別紙 3-1-1-9

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-8-4-5 緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」におけるスラブの鉛直地震力に対する耐震評価を補足的に説明するものである。

## 2. 評価方針

緊急時対策所遮蔽を構成するスラブは遮蔽性を維持するための構成部材の一つであり、基準地震動  $S_s$  による地震力に対し機能維持が求められている。

地震時の機能維持の確認では、当該スラブは十分に剛であるとし、地震荷重は質点系モデルにおいて、当該部が位置する質点の鉛直方向の応答値を用いている。

ここでは、当該スラブの支持条件を適切にモデル化した 3 次元 FEM モデルを用いた固有値解析により当該スラブの振動特性を確認する。

### 3. 振動特性の確認

#### 3.1 解析方法

評価対象部位の振動性状の確認は、3次元 FEM モデルを用いた固有値解析により行う。

図 3-1 に示す耐震壁及び大ばりで囲まれたスラブの範囲のうち、スラブのスパンに加えて、小梁及び間仕切壁の有無から判断して、鉛直方向地震力による増幅の影響が最も大きいと思われる部位を評価対象部位としてモデル化する。また、大ばりについても幅の半分をモデル化し、はりの柔性の影響を考慮する。解析モデルに使用する FEM 要素は、形状及び厚さを踏まえたシェル要素とする。境界条件は、添付書類「VI-2-8-4-5 緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書」では、はりもしくは耐震壁に支持されている状況に応じ、4 辺固定版としてモデル化している。本検討における境界条件は、はりの上部もしくは下部に壁がない大ばりは、鉛直方向のみ自由とする。

固有値解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

材料物性値を表 3-1 に、解析モデルを図 3-2 に示す。

表 3-1 鉄筋コンクリートの物性値

コンクリートの 設計基準強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
30	$2.44 \times 10^4$	0.2

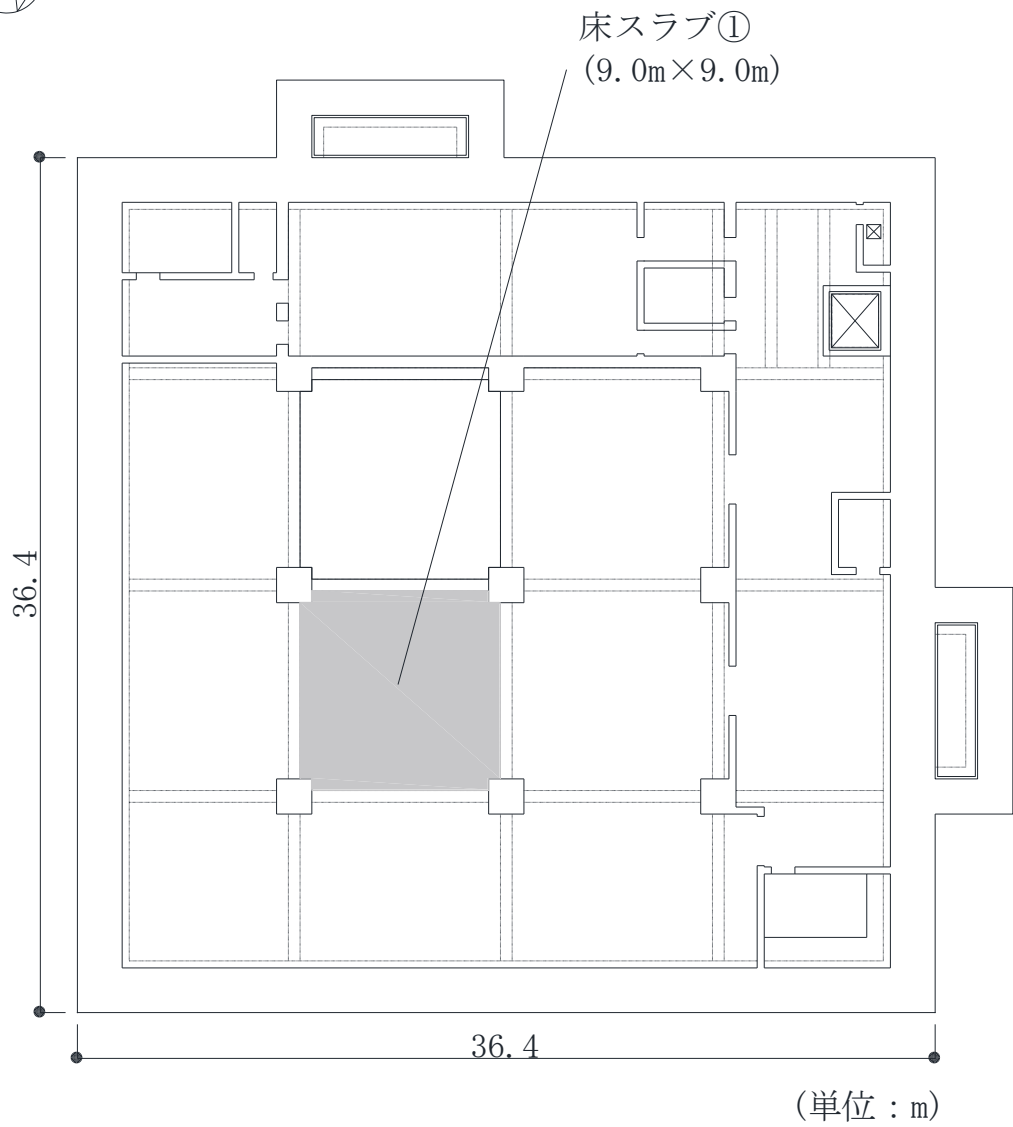


図 3-1(1) スラブの評価を記載する部材の位置 (B1F 0.P. 57.30m)

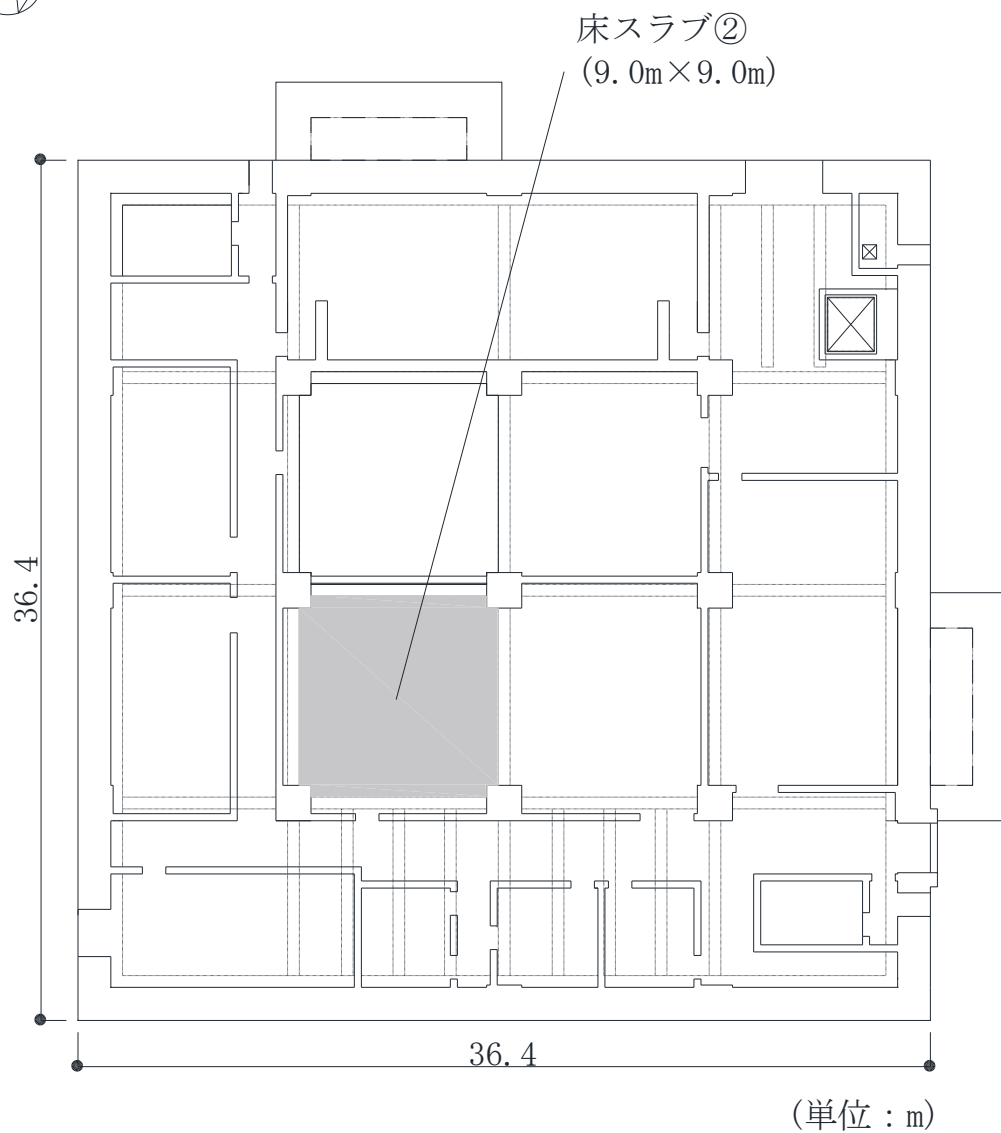


図 3-1(2) スラブの評価を記載する部材の位置 (1F 0.P. 62. 20m)

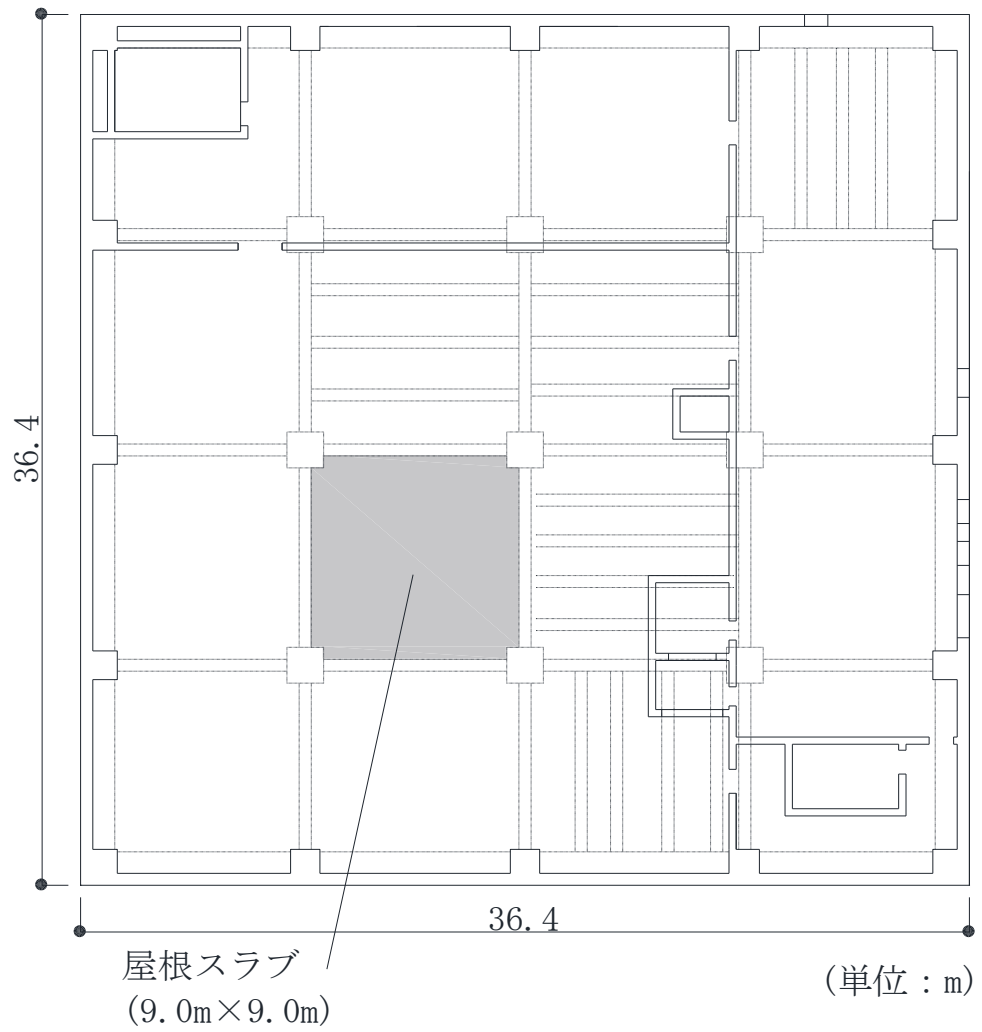
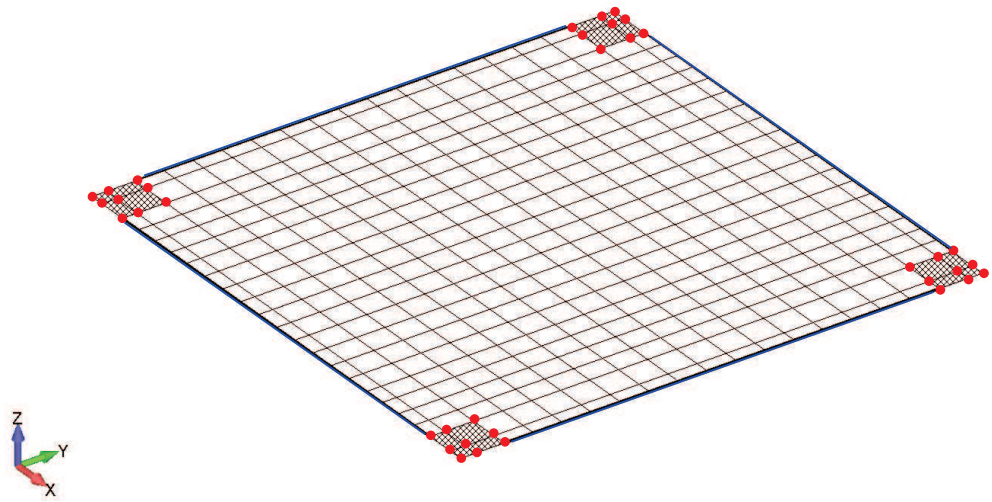
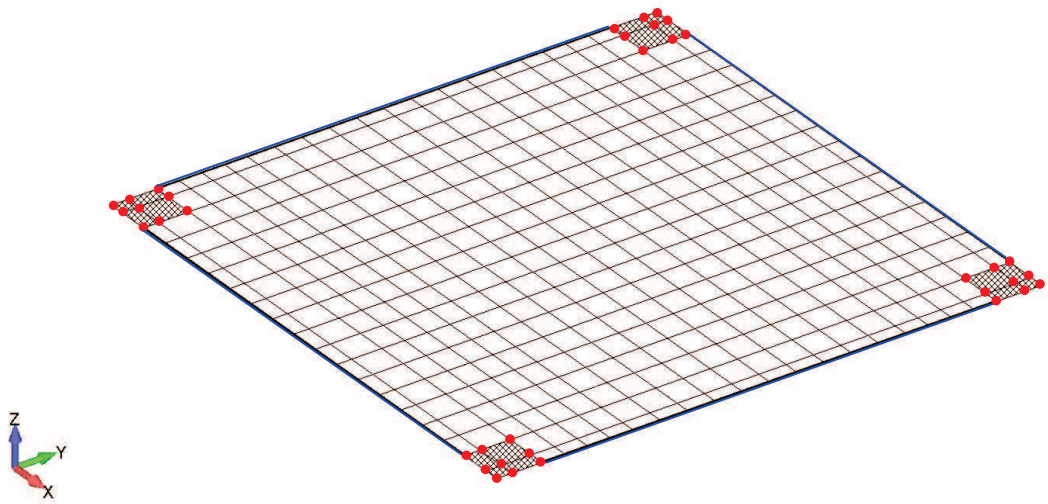


図 3-1(3) スラブの評価を記載する部材の位置 (2F 0.P.64.90m)



(a) 床スラブ①

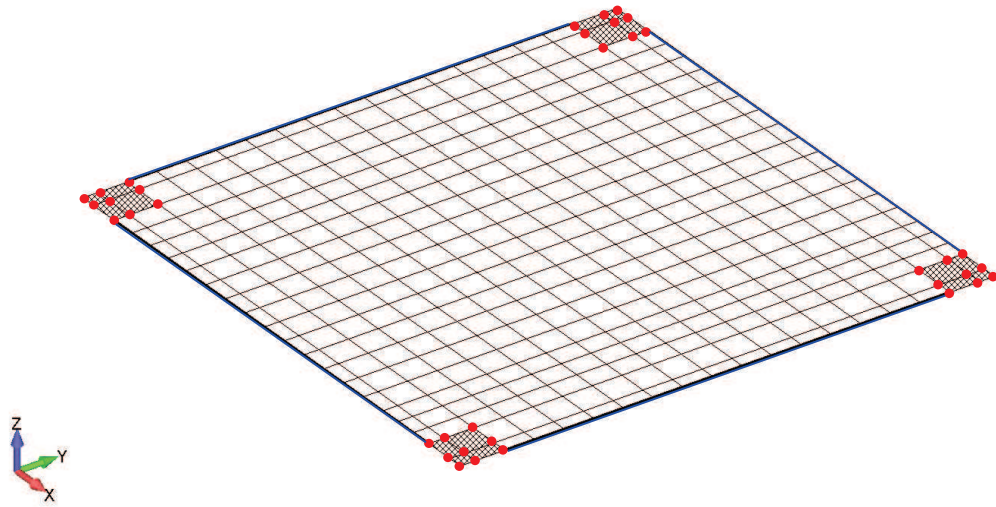


(b) 床スラブ②

●, — : 固定    — : 鉛直のみ自由    — : 鉄骨梁  
 (ハッチング部は柱の範囲を示す)

図 3-2(1) 解析モデル図





(c) 屋根スラブ

●, — : 固定    — : 鉛直のみ自由    — : 鉄骨梁  
 (ハッチング部は柱の範囲を示す)

図 3-2(2) 解析モデル図

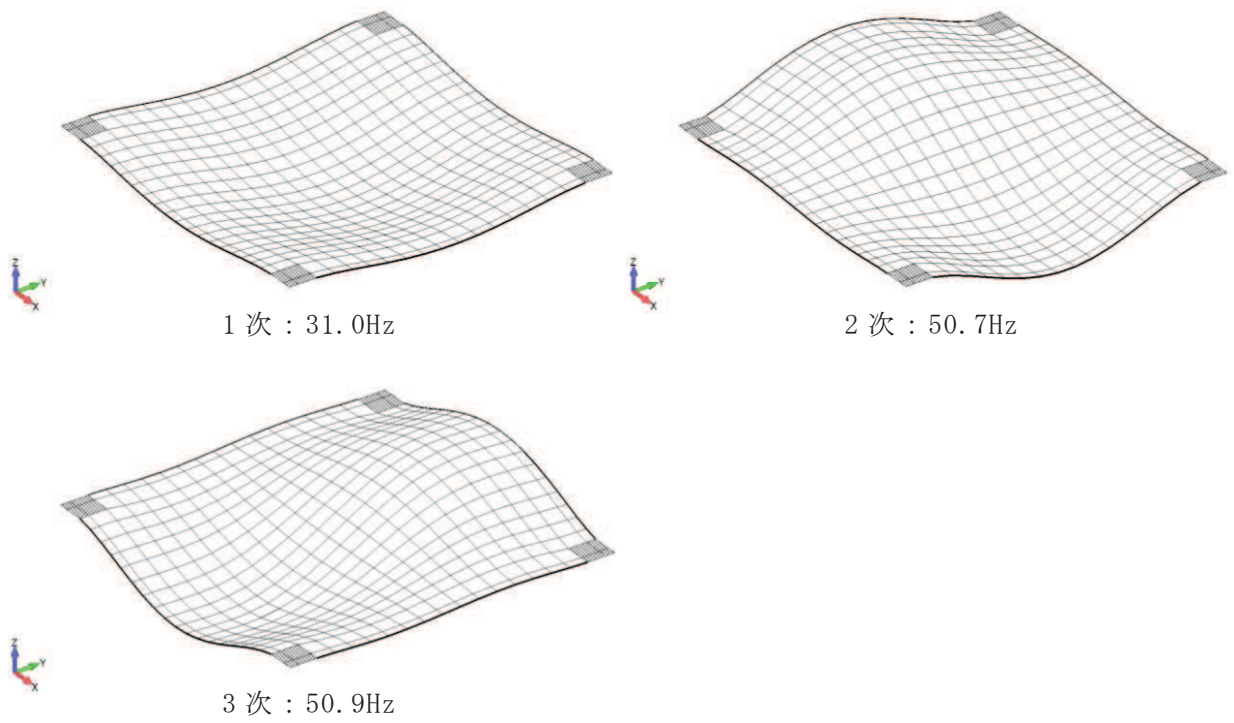
### 3.2 固有値解析結果

床及び屋根スラブの固有振動数を表 3-2 に、モード図を図 3-3 に示す。

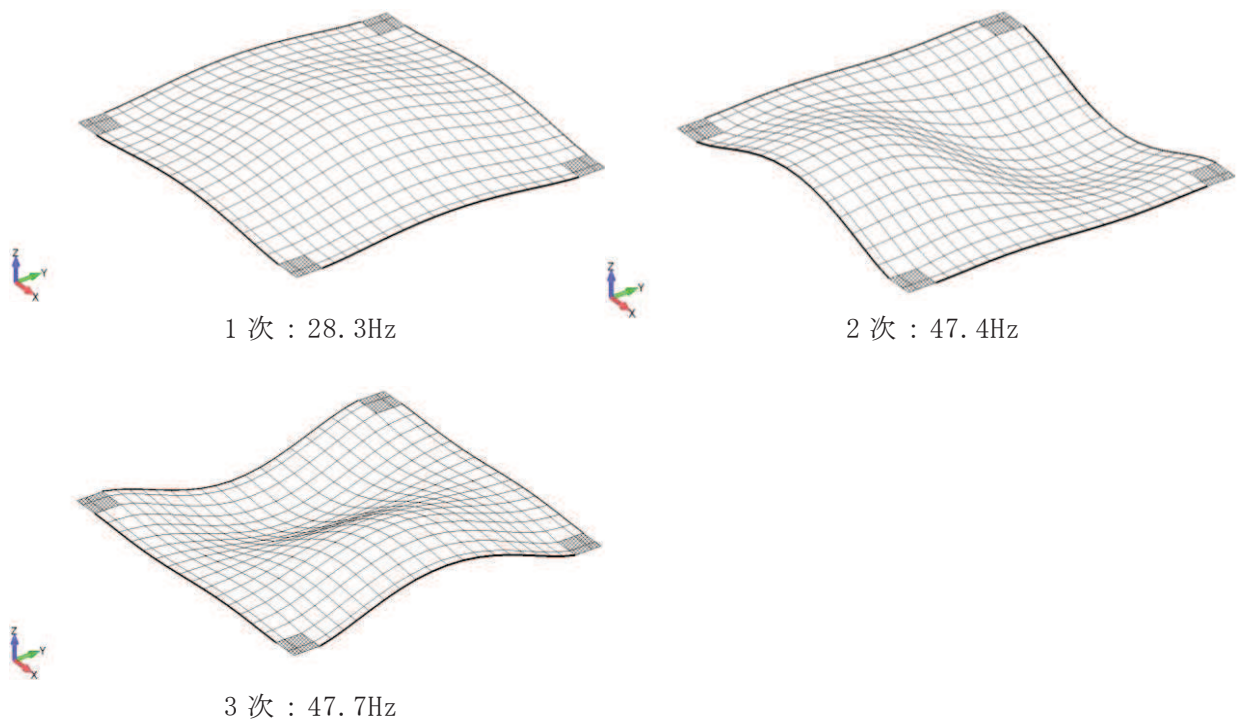
全ての部位で 1 次固有振動数が 20Hz を上回っており、当該部位の応答の増幅は考慮しない。

表 3-2 床及び天井スラブの固有振動数

部 位	次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
床スラブ①	1 次	31.0	1.67
	2 次	50.7	0.00
	3 次	50.9	0.00
床スラブ②	1 次	28.3	1.72
	2 次	47.4	0.00
	3 次	47.7	0.00
屋根スラブ	1 次	20.7	1.74
	2 次	35.9	0.00
	3 次	36.1	0.00

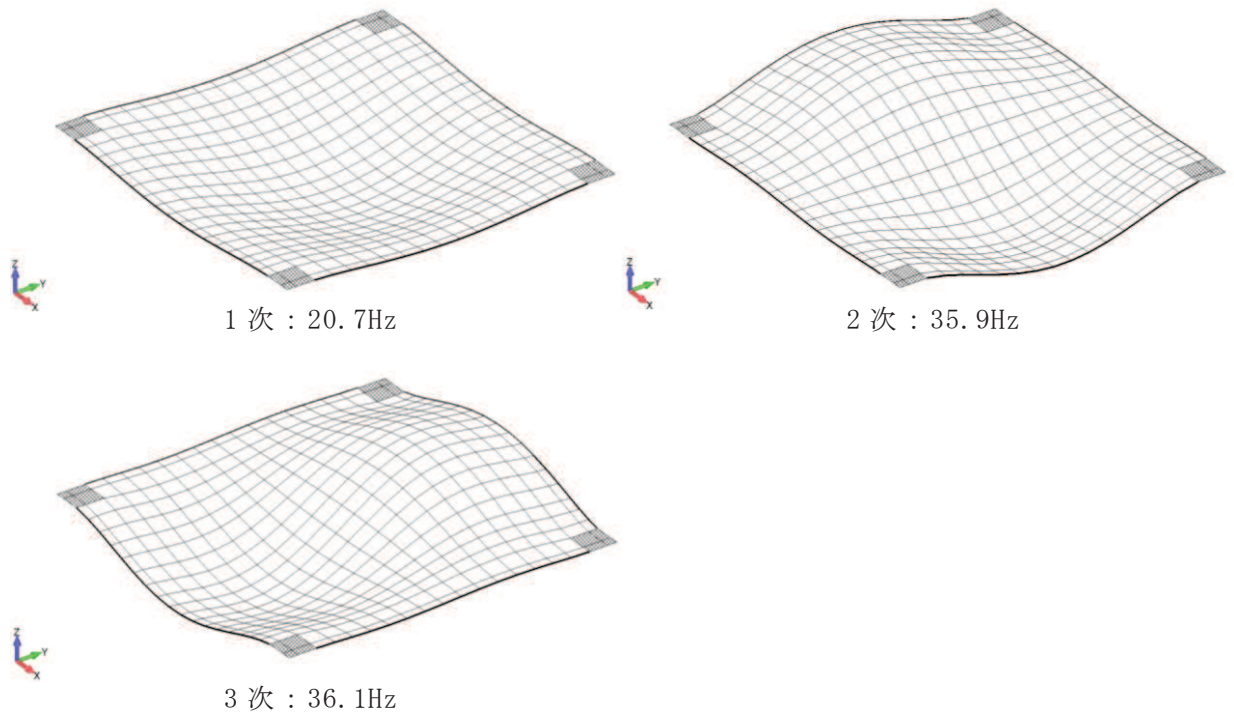


(a) 床スラブ①



(b) 床スラブ②

図 3-3(1) 床及び屋根スラブのモード図 (1/2)



(c) 屋根スラブ

図 3-3(2) 床及び屋根スラブのモード図 (2/2)