

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1
提出年月日	2021年6月14日

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 1-2 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 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

┌──────────┐ 本日の説明範囲

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

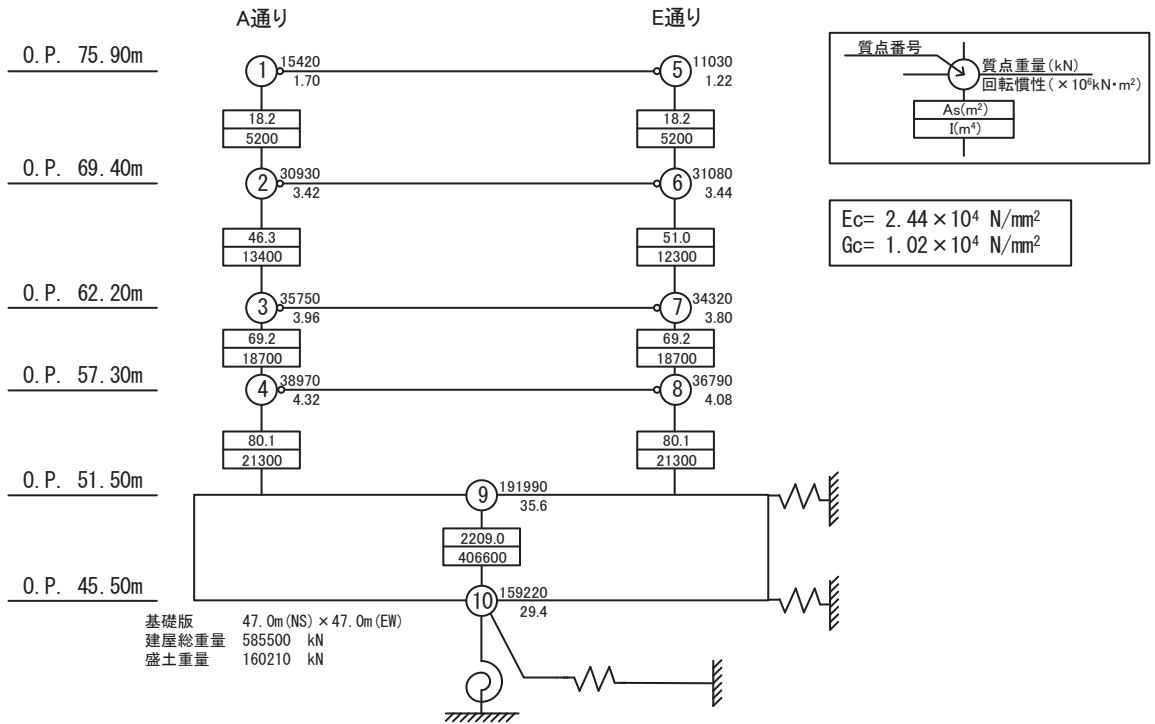
緊急時対策建屋の地震応答解析モデル及び手法を表 2-1 に示す。また，地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

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

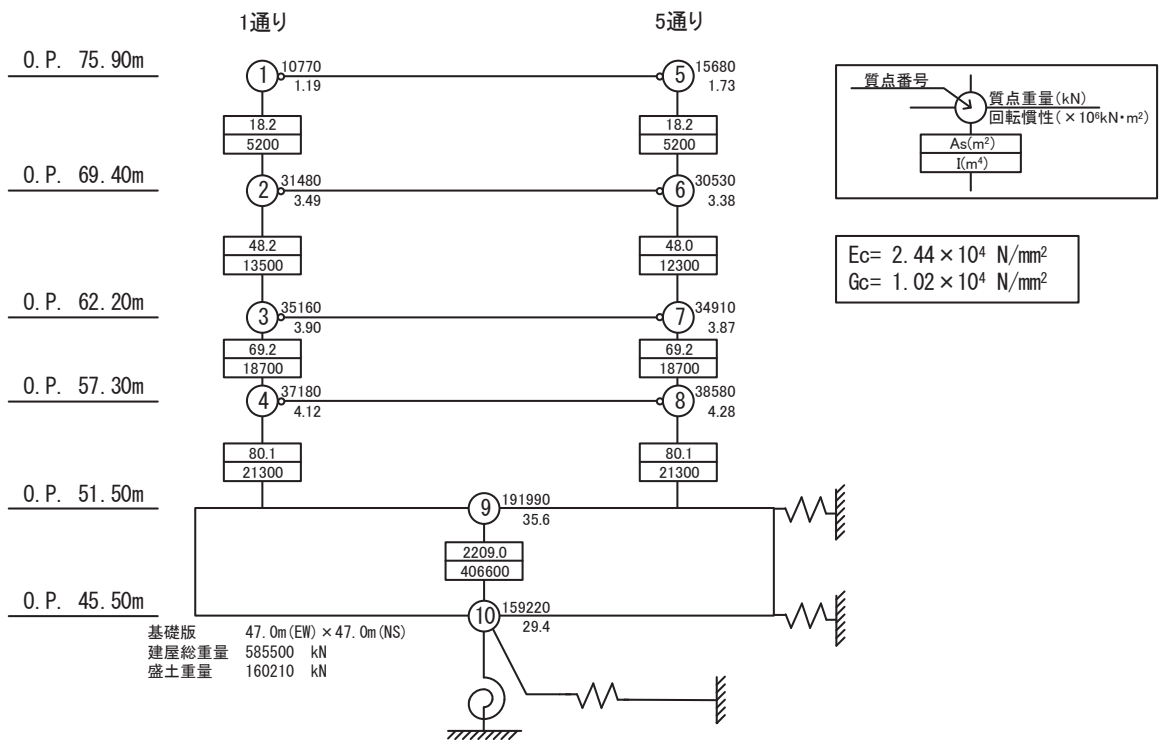
項目	内容	今回工認	備考
入力地震動の算定法	水平	周辺地盤による効果を考慮（E+F入力）及び基礎上端及び下端位置での地盤応答を入力。また、建屋基礎底面レベルにおける補正水平力（切欠き力）を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮。	(1)
	鉛直	解放基盤位置及び本建屋設置位置の地盤を一次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により本建屋設置位置地盤の建屋基礎底面レベルでの地盤の応答を評価して入力地震動とする。	—
解析コード		NUPP4	—
建屋のモデル化	モデル	水平：多軸床剛多質点系モデル 鉛直：1軸多質点系モデル	—
	材料物性	RC規準に基づき設定 ・コ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)

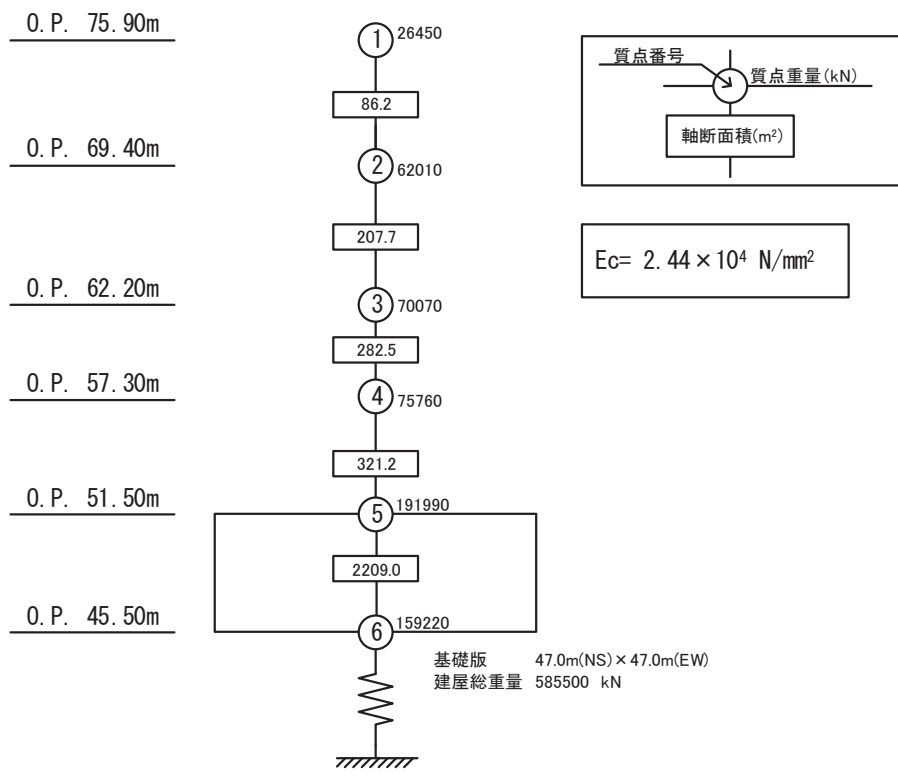


図 2-1(2) 地震応答解析モデル (鉛直方向)

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		

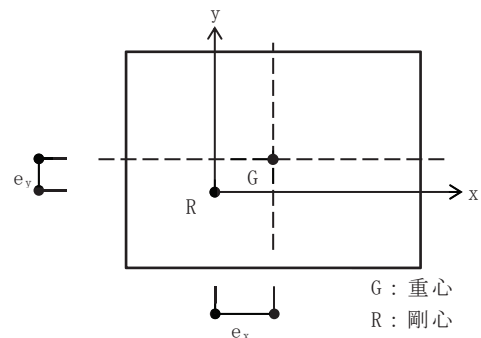
各層の偏心率は下記の式により計算する。

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

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

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

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



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 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-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。

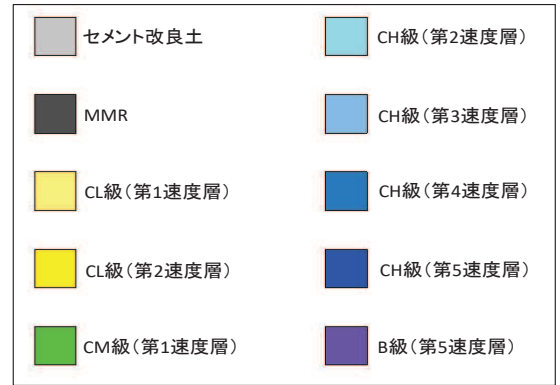
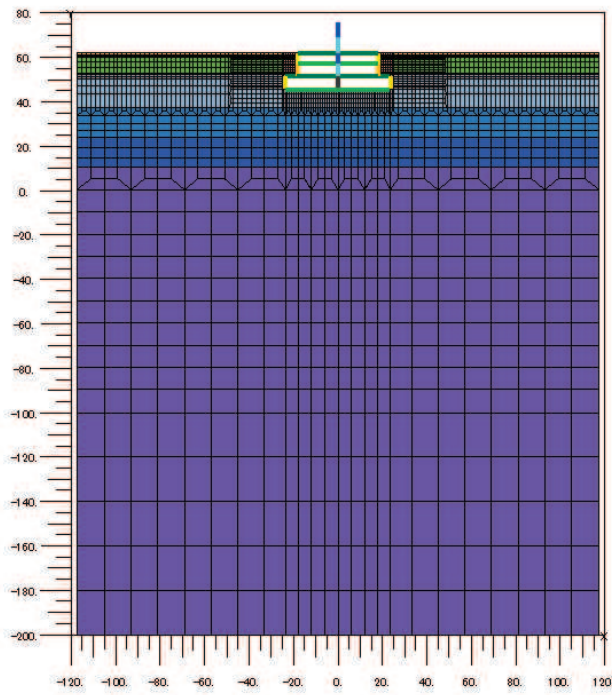
表 2-1 解析用物性値（有効応力解析）

(a) 原地盤（セメント改良土）

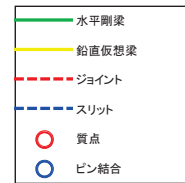
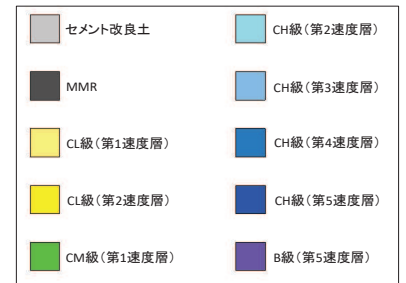
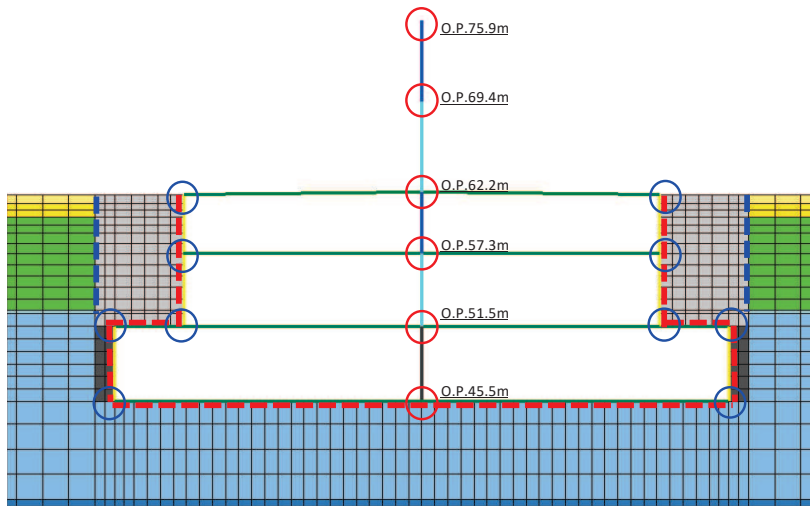
		セメント改良土	
物理 特性	密度	ρ (g/cm ³)	2.203
	間隙率	n	0.000
変形 特性	動せん断弾性係数	G _{ma} (kN/m ²)	1.670×10 ⁶
	基準平均有効拘束圧	σ_{ma}' (kN/m ²)	1.00×10 ³
	ポアソン比	ν	0.36
	減衰定数の上限値	h _{max}	0.080
強度 特性	粘着力 c'	(kN/m ²)	650
	内部摩擦角 ϕ'	(°)	44.3

(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 ρ_t (t/m ³)	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 _d (N/mm ²)	9034	173	1040	1050	1040	4110	10100	14600	14600	14600	
	動ポアソ ン比 ν_d	0.20	0.48	0.45	0.45	0.45	0.41	0.34	0.33	0.33	0.33	



(a) 全体モデル



(b) 建屋周辺拡大図

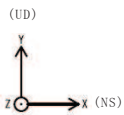
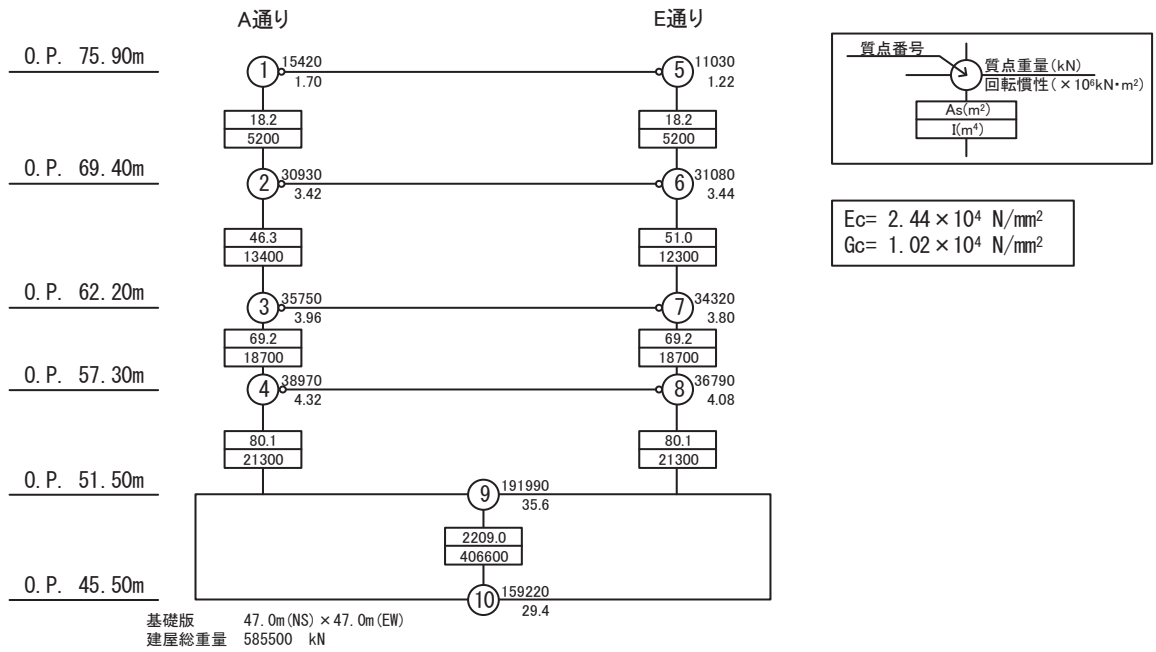


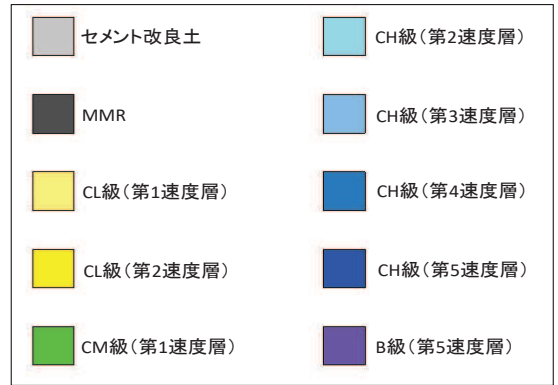
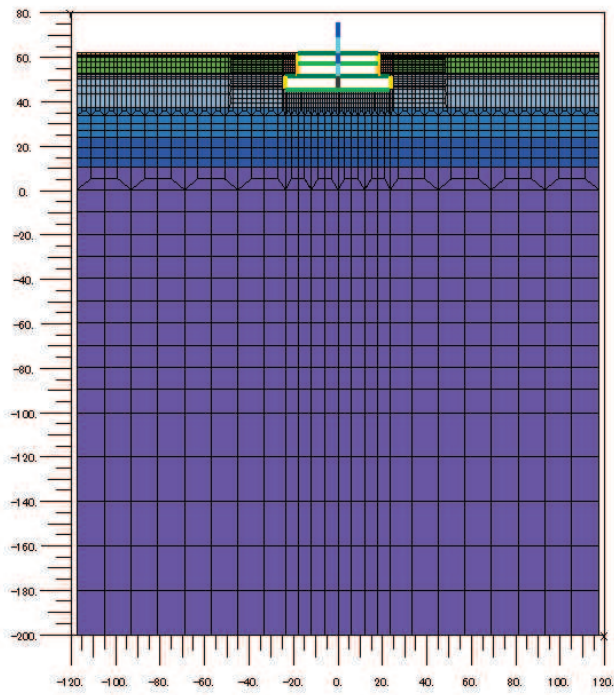
図 2-1(1) 地震応答解析モデル (NS 方向) (1/2)



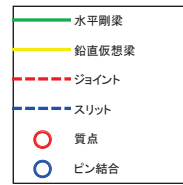
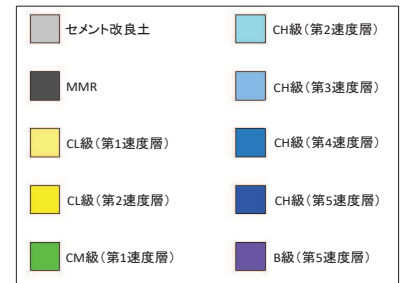
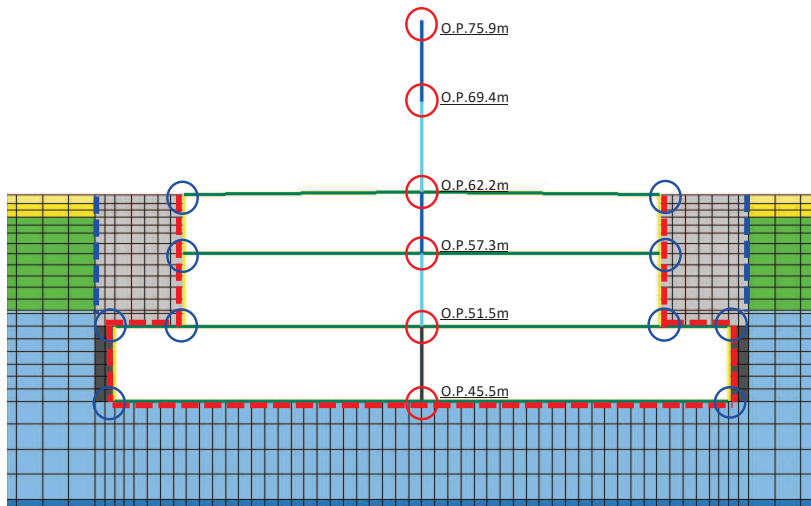
注 : 図中の値は建屋全幅の諸元を示すが、解析においては単位幅の値とする。

(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

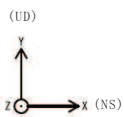
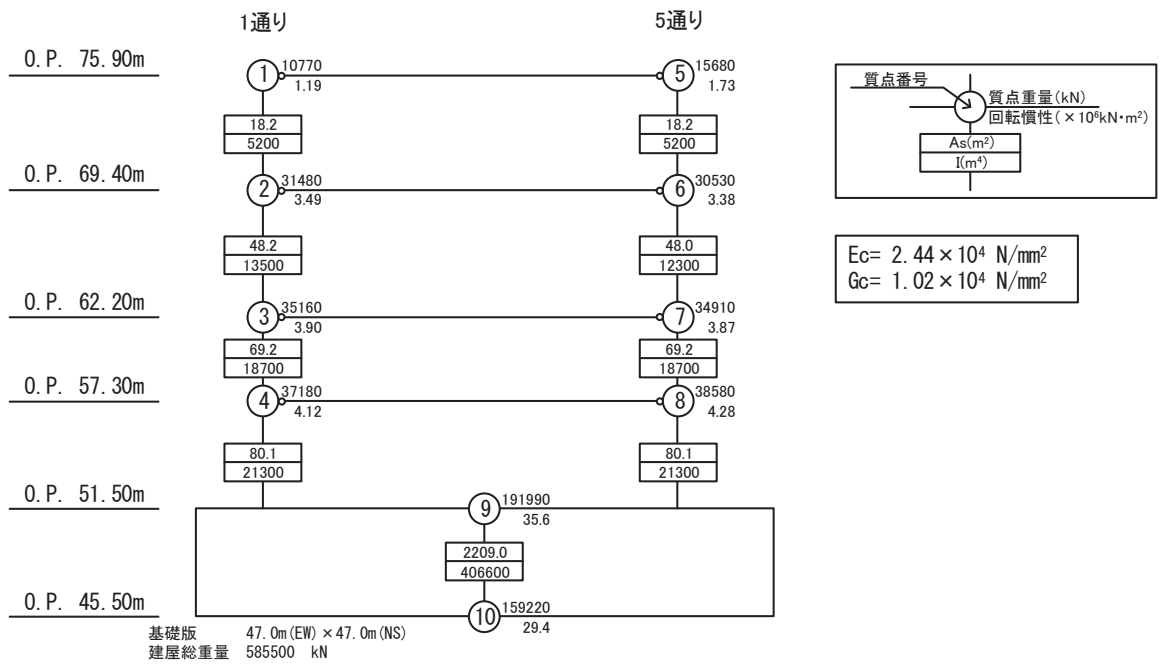


図 2-2(1) 地震応答解析モデル (EW 方向) (1/2)



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（ σ 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。

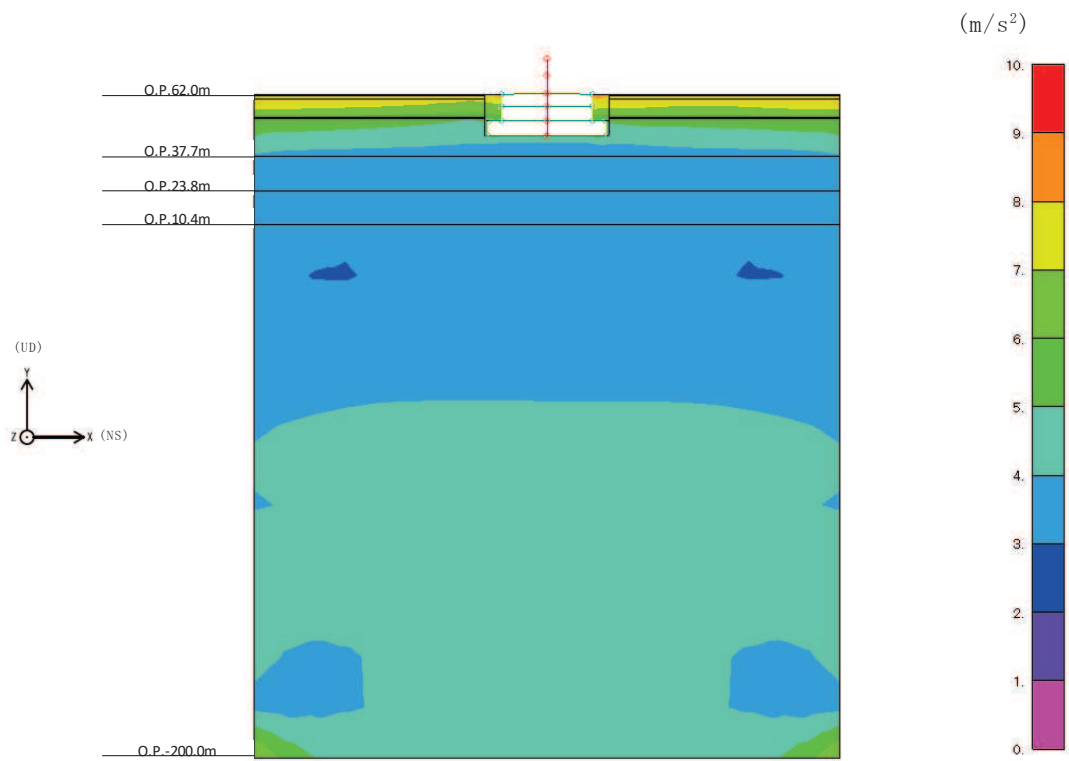


図 3-1 地盤の最大応答加速度 (NS 方向)

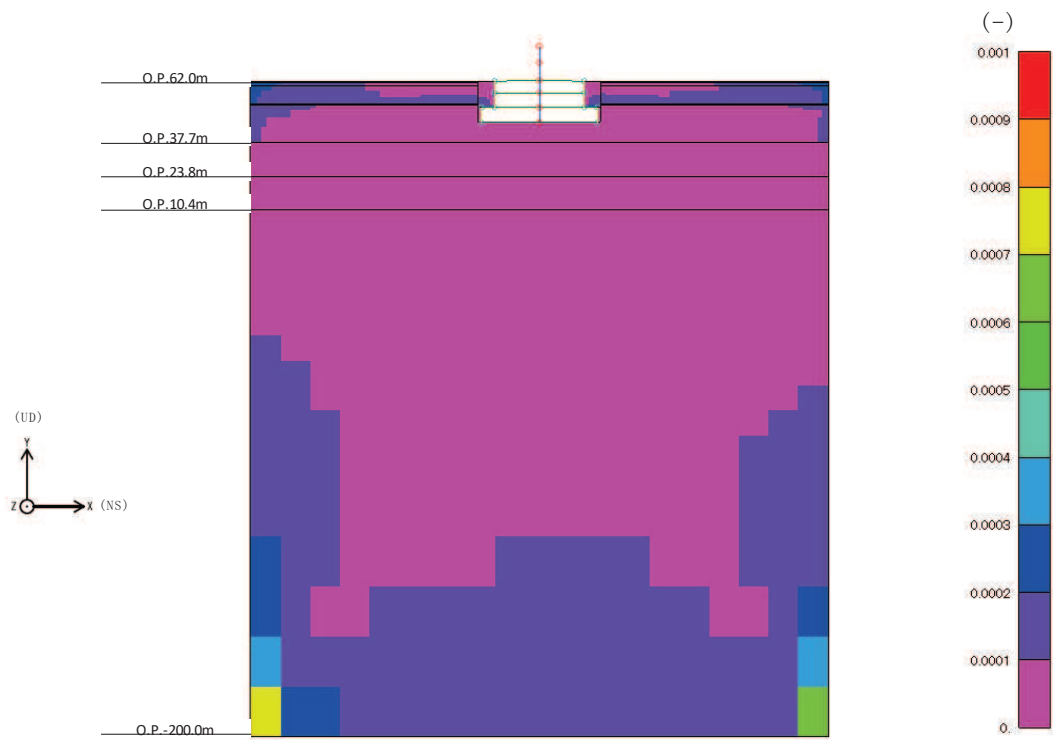


図 3-2 地盤の最大応答せん断ひずみ (NS 方向)

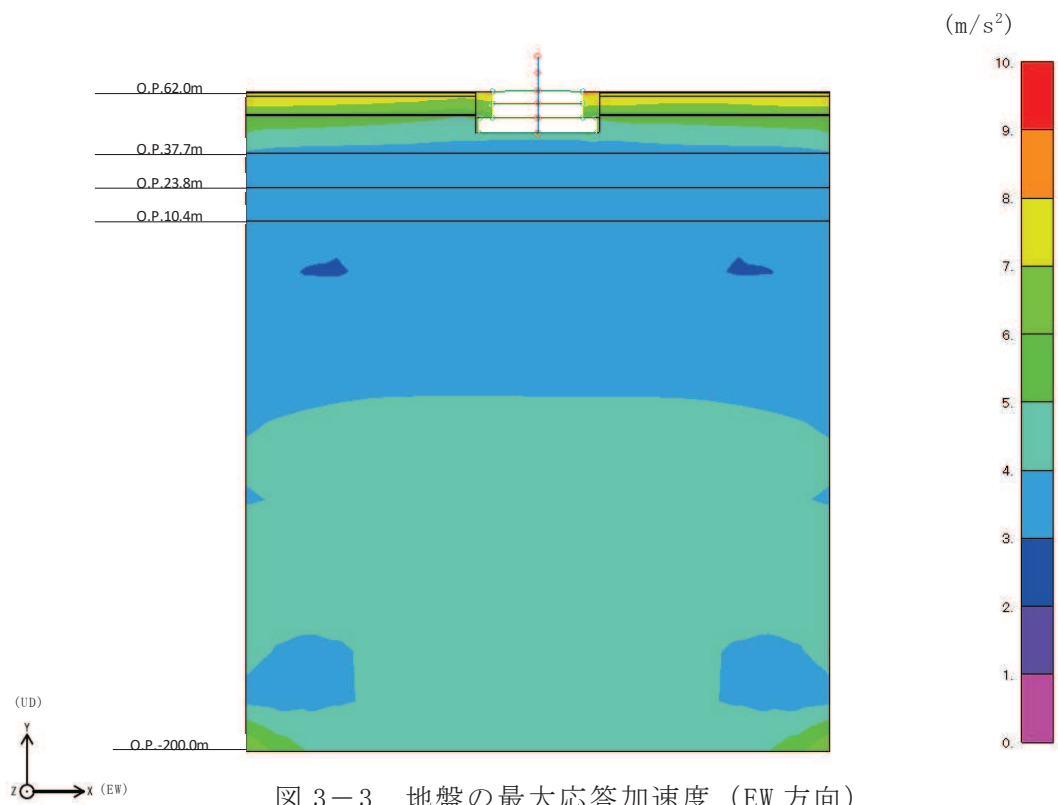


図 3-3 地盤の最大応答加速度 (EW 方向)

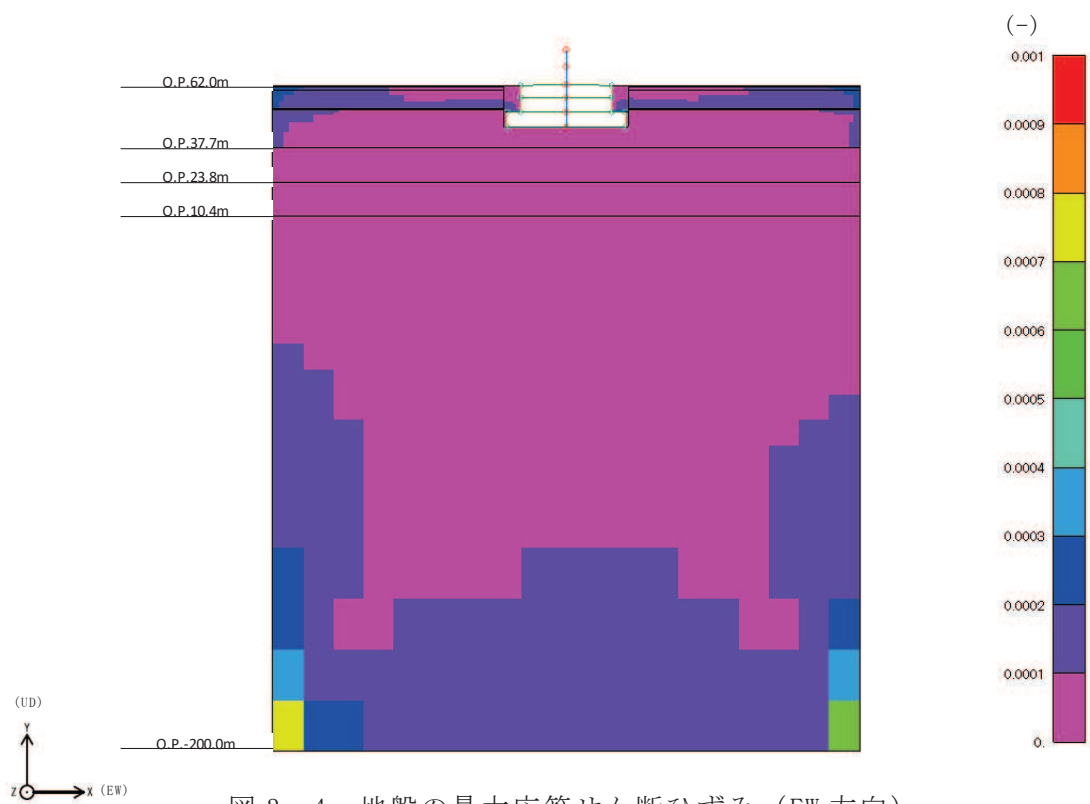
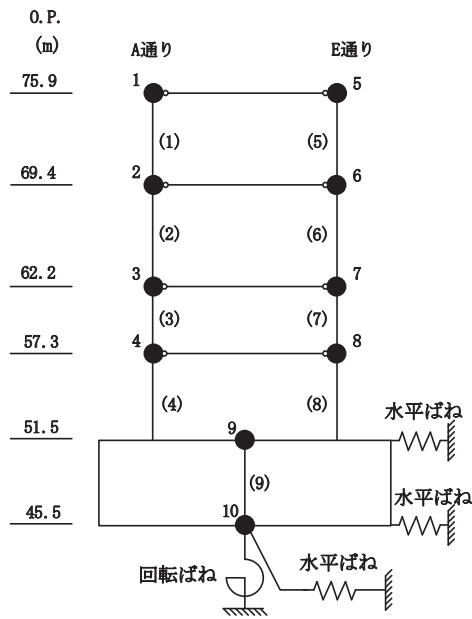
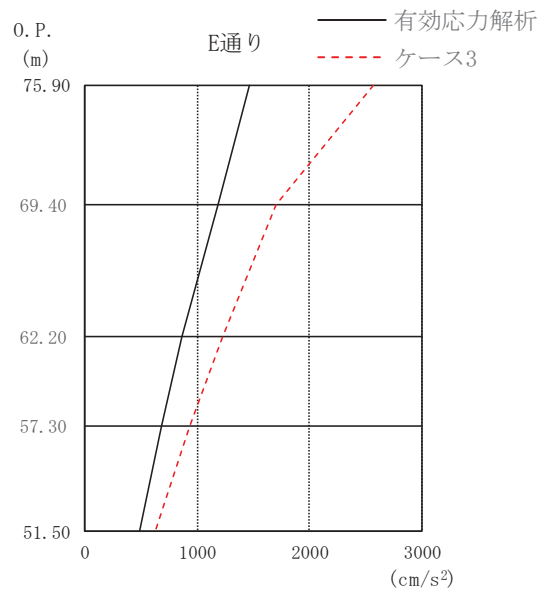
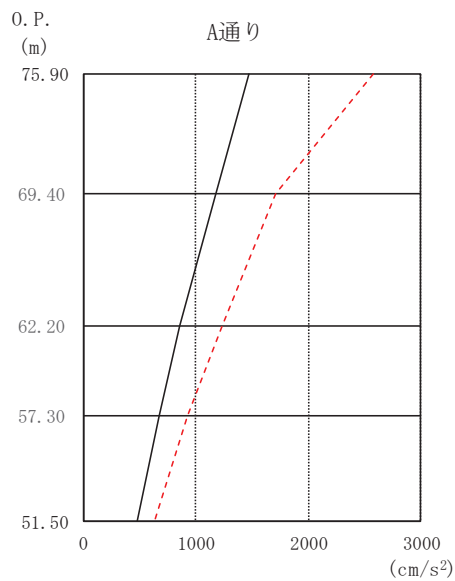


図 3-4 地盤の最大応答せん断ひずみ (EW 方向)



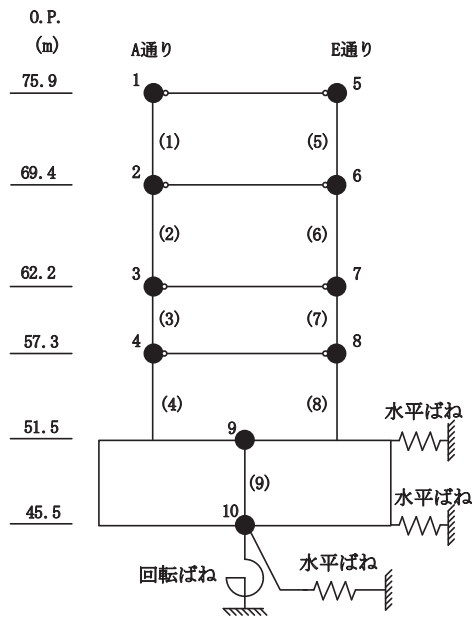
O. P. (m)	A通り (cm/s ²)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1468	2579
69.40	1182	1707
62.20	863	1235
57.30	682	929
51.50	480	630

O. P. (m)	E通り (cm/s ²)	
	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



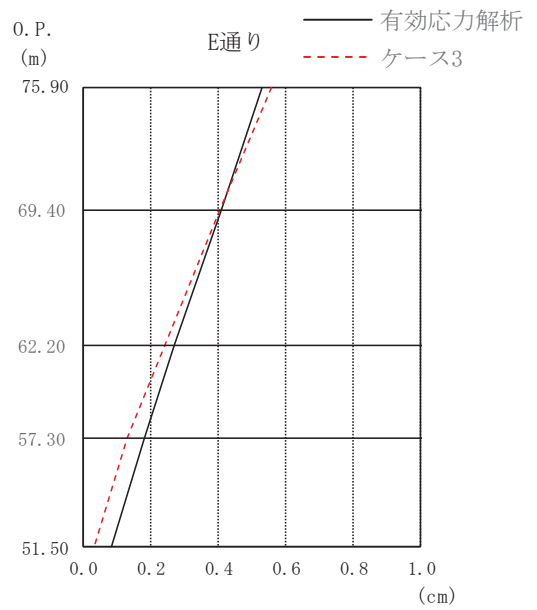
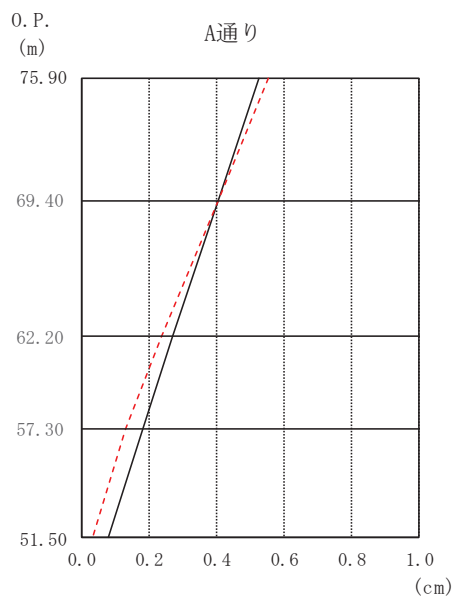
注1：分布図は S s - D 2 の最大応答値を表示。

図 3-5 最大応答加速度 (基準地震動 S s , 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

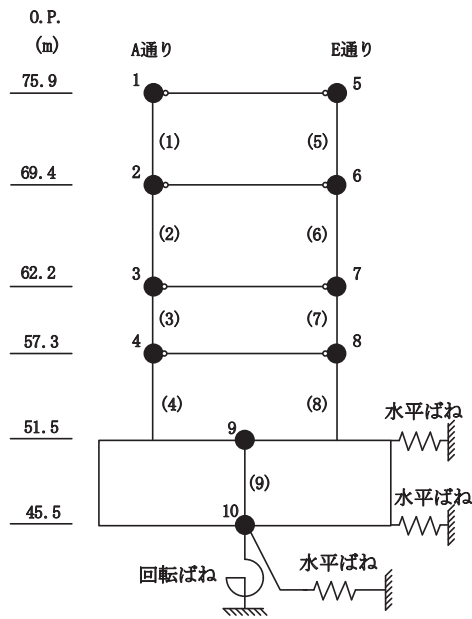
O. P. (m)	E通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03



注1：分布図は $S_s - D_2$ の最大応答値を表示。

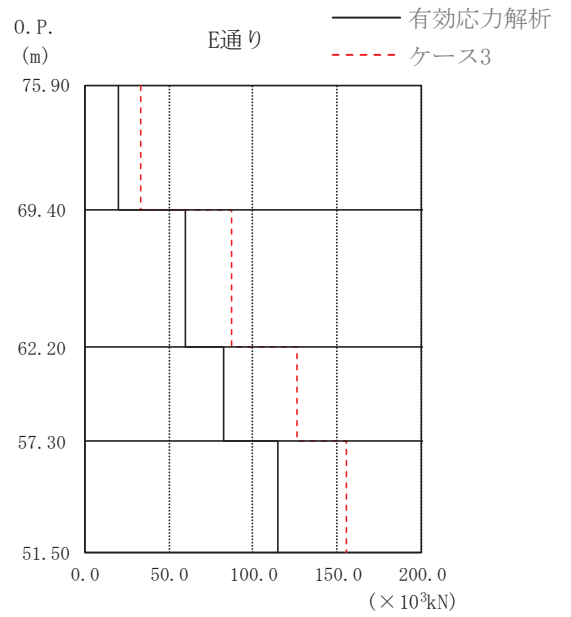
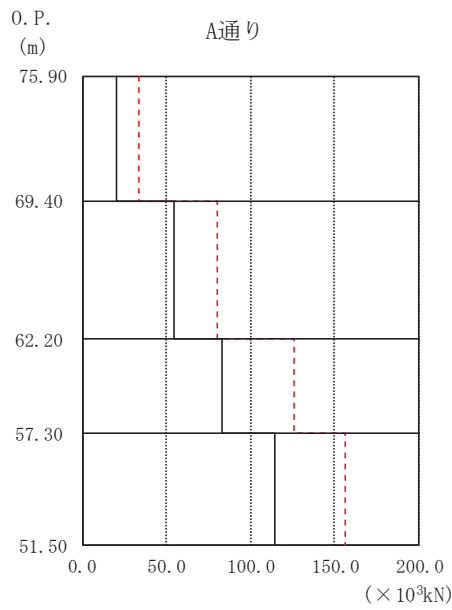
注2：O. P. 45.5m（緊急時対策建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-6 最大応答変位（基準地震動 S_s ，NS 方向）



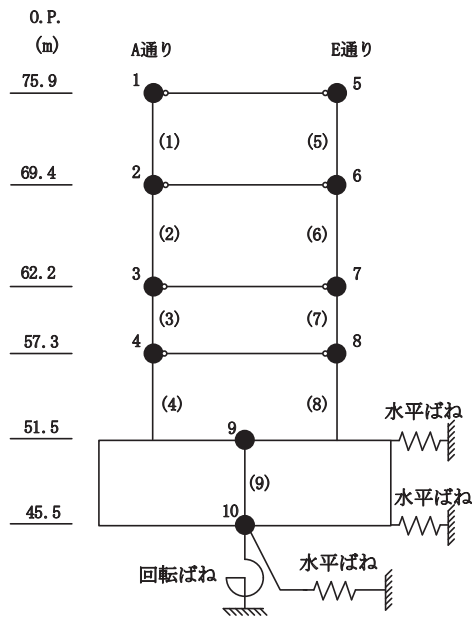
O. P. (m)	A通り (×10 ³ kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.29	33.97
62.20	54.61	80.04
57.30	82.87	126.22
51.50	114.61	155.93

O. P. (m)	E通り (×10 ³ 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



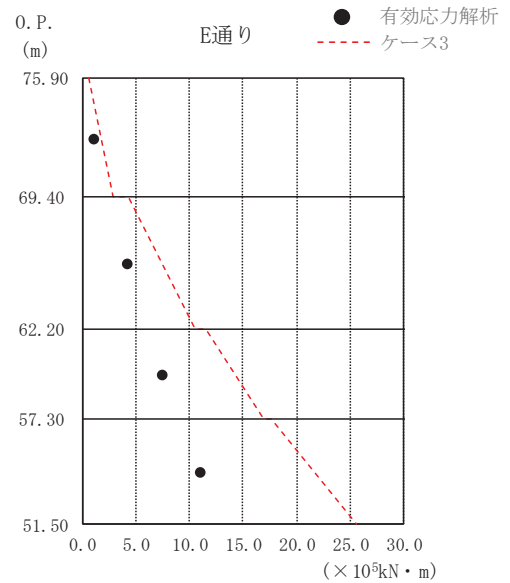
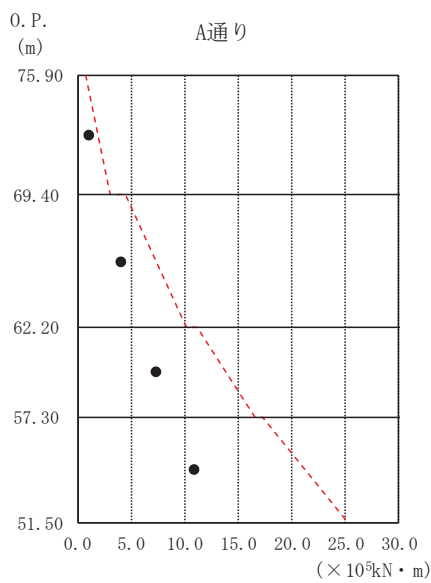
注1：分布図は S s - D 2 の最大応答値を表示。

図 3-7 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , NS 方向)



O. P. (m)	A通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	
	有効応力解析	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

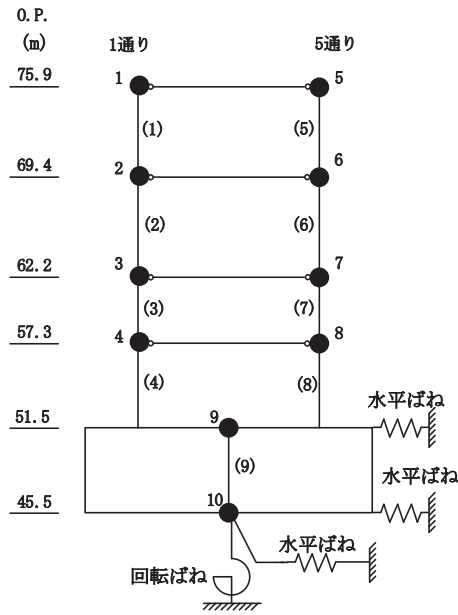
O. P. (m)	E通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		0.60
69.40	0.89	2.82
62.20	4.08	4.27
57.30	7.34	11.57
51.50	10.90	16.88
		17.65
		25.58



注1: 分布図は $S_s - D2$ の最大応答値を表示。

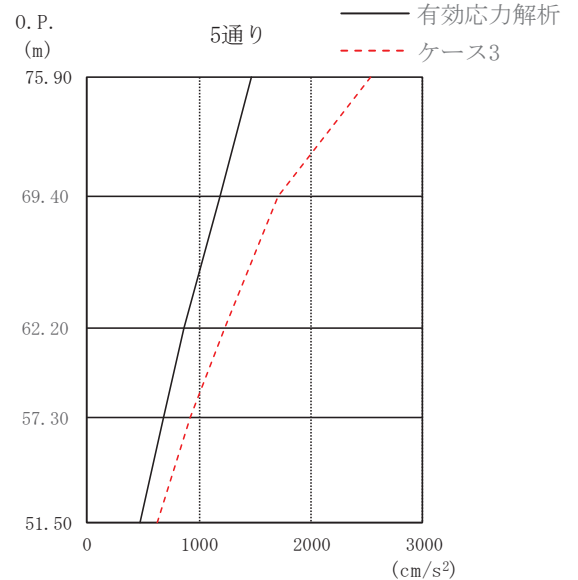
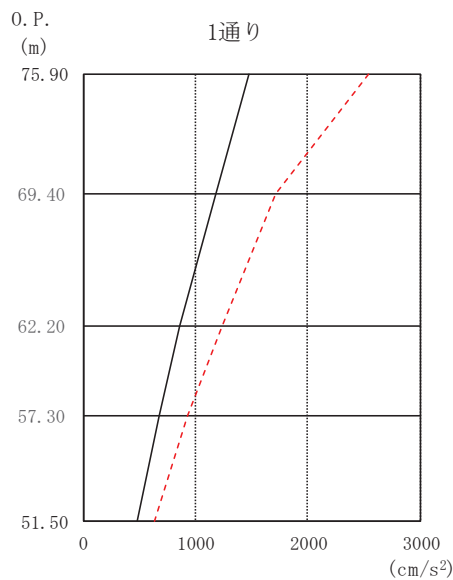
注2: 有効応力解析の曲げモーメントは、曲げせん断要素の中央の値を示す。

図 3-8 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s , NS 方向)



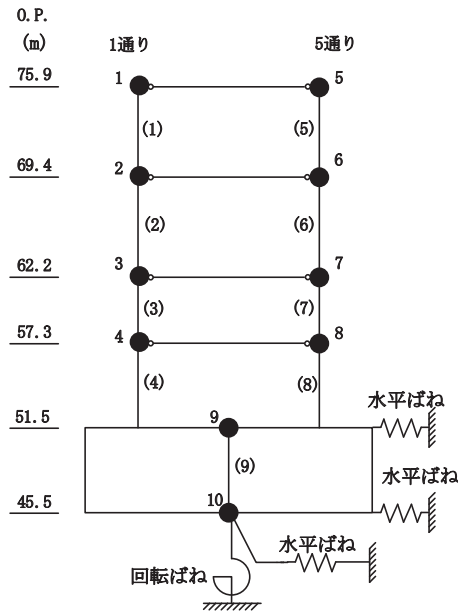
O.P. (m)	1通り (cm/s ²)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	1474	2537
69.40	1187	1712
62.20	863	1234
57.30	682	927
51.50	479	630

O.P. (m)	5通り (cm/s ²)	
	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



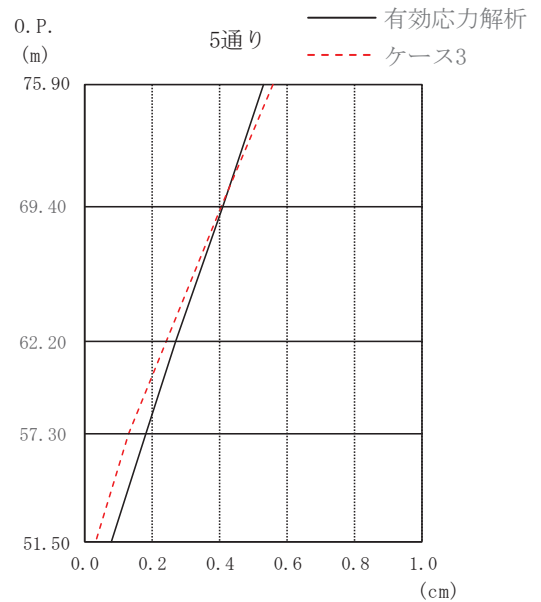
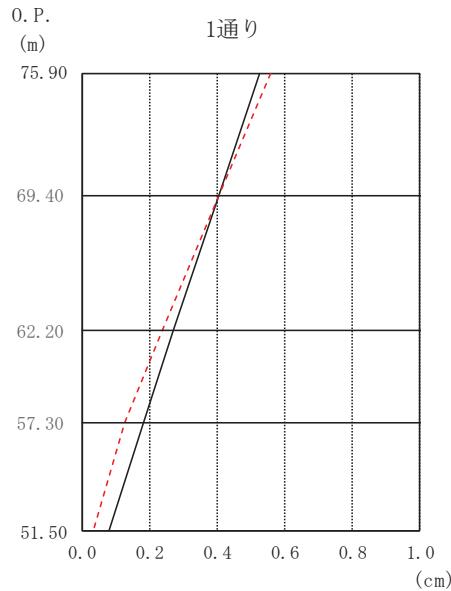
注1：分布図は S s - D 2 の最大応答値を表示。

図 3-9 最大応答加速度 (基準地震動 S s , EW 方向)



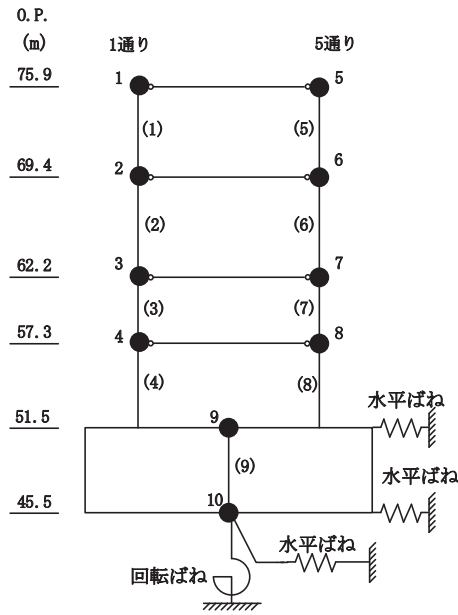
O. P. (m)	1通り (cm)	
	有効応力解析	ケース3
75.90	0.53	0.56
69.40	0.41	0.41
62.20	0.27	0.24
57.30	0.18	0.13
51.50	0.08	0.03

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



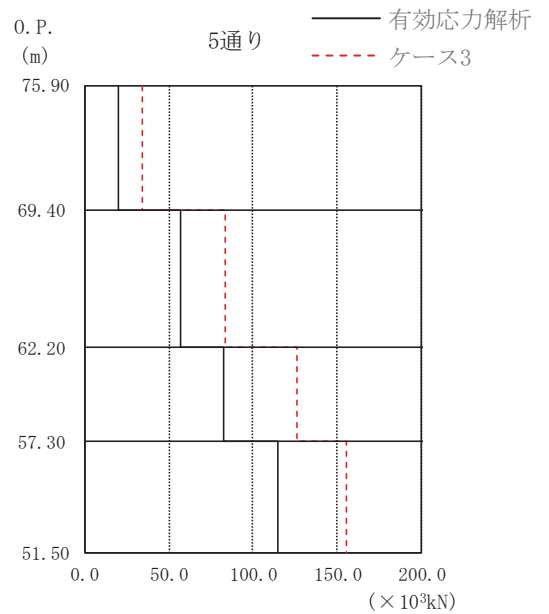
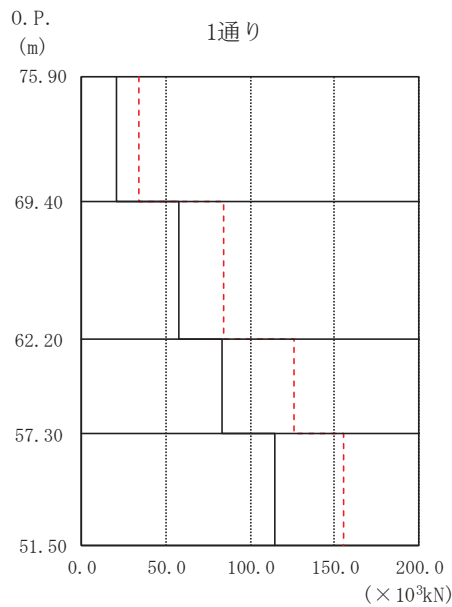
注1：分布図は $S_s - D2$ の最大応答値を表示。
 注2：O. P. 45.5m（緊急時対策建屋の基礎スラブ下端レベル）の地盤に対する相対変位を示す。

図 3-10 最大応答変位（基準地震動 S_s ，EW 方向）



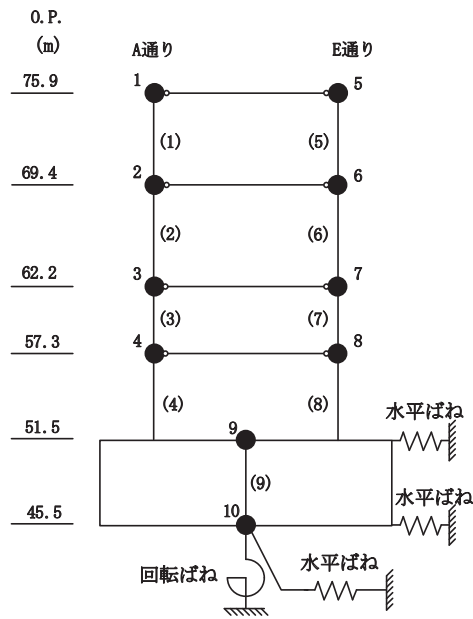
O. P. (m)	1通り (×10 ³ kN)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		
69.40	20.41	33.54
62.20	57.99	84.23
57.30	83.04	126.12
51.50	114.72	155.01

O. P. (m)	5通り (×10 ³ 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



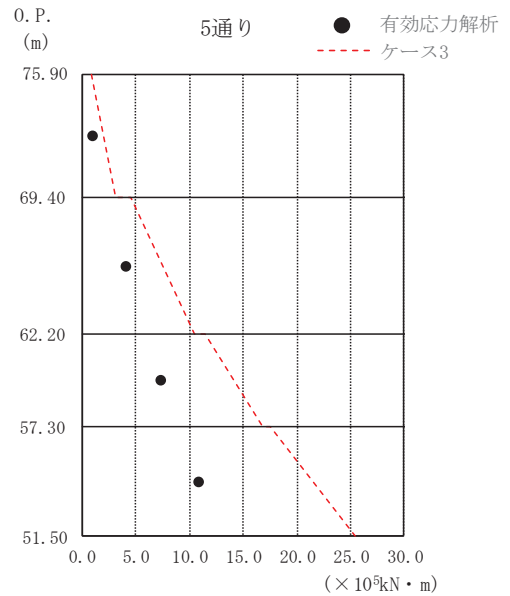
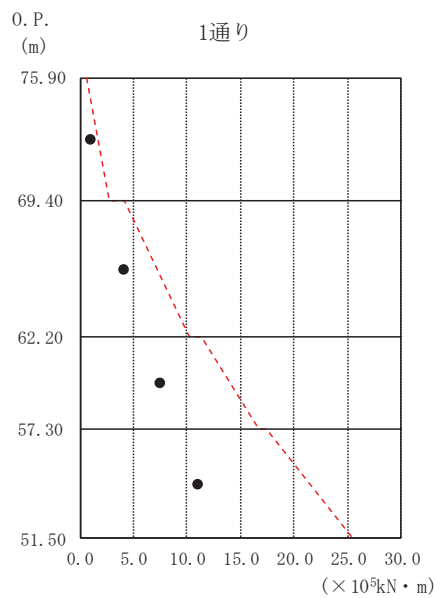
注1：分布図は S s - D 2 の最大応答値を表示。

図 3-11 最大応答せん断力（基準地震動 S s ， EW 方向）



O. P. (m)	1通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		0.57
69.40	0.88	2.75
62.20	3.99	4.19
57.30	7.37	11.32
51.50	10.91	17.41

O. P. (m)	5通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	
	有効応力解析	ケース3
75.90		0.88
69.40	1.02	3.09
62.20	4.11	4.48
57.30	7.37	11.47
51.50	10.91	17.56



注1: 分布図は $S_s - D2$ の最大応答値を表示。

注2: 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 (基準地震動 S_s , EW 方向)

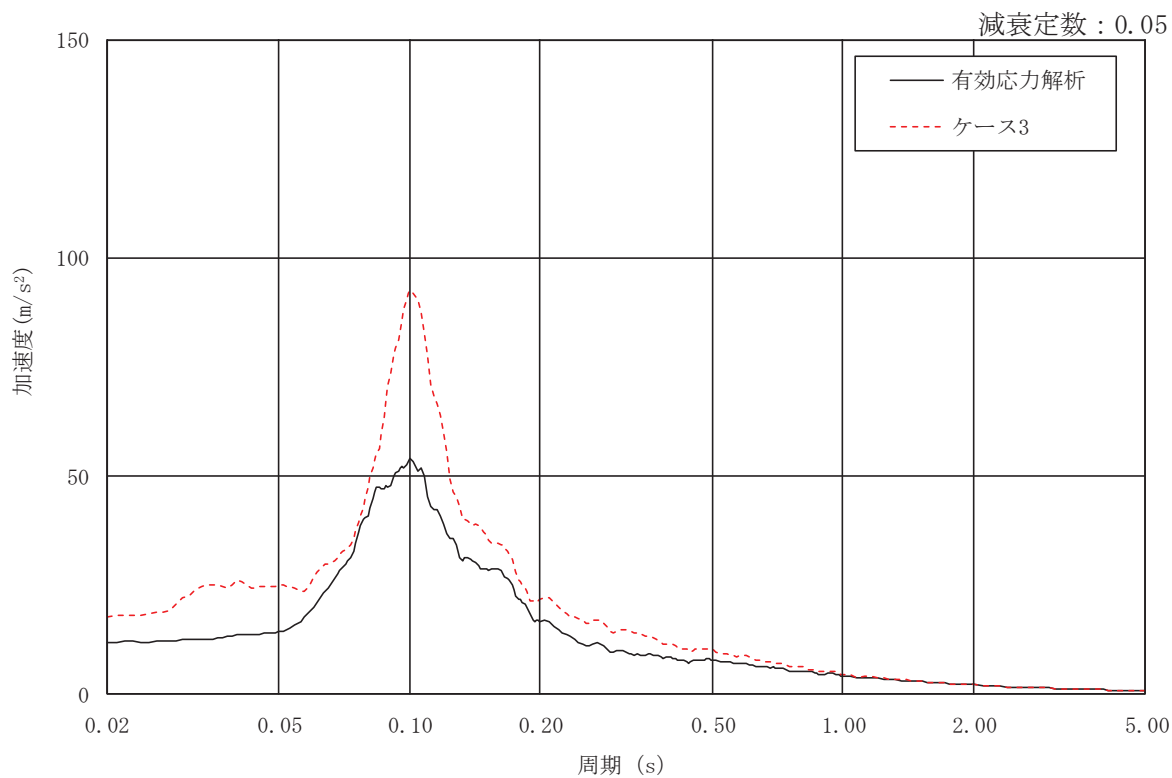
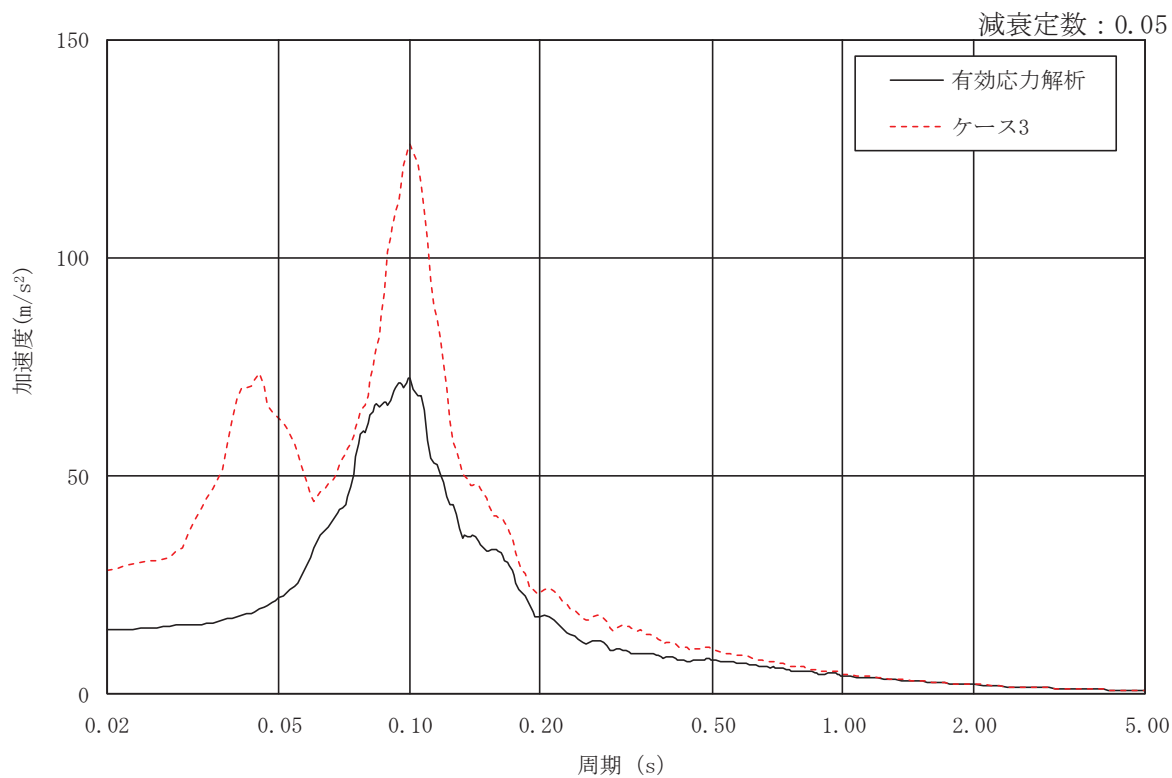


図 3-13(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , NS 方向) (1/3)

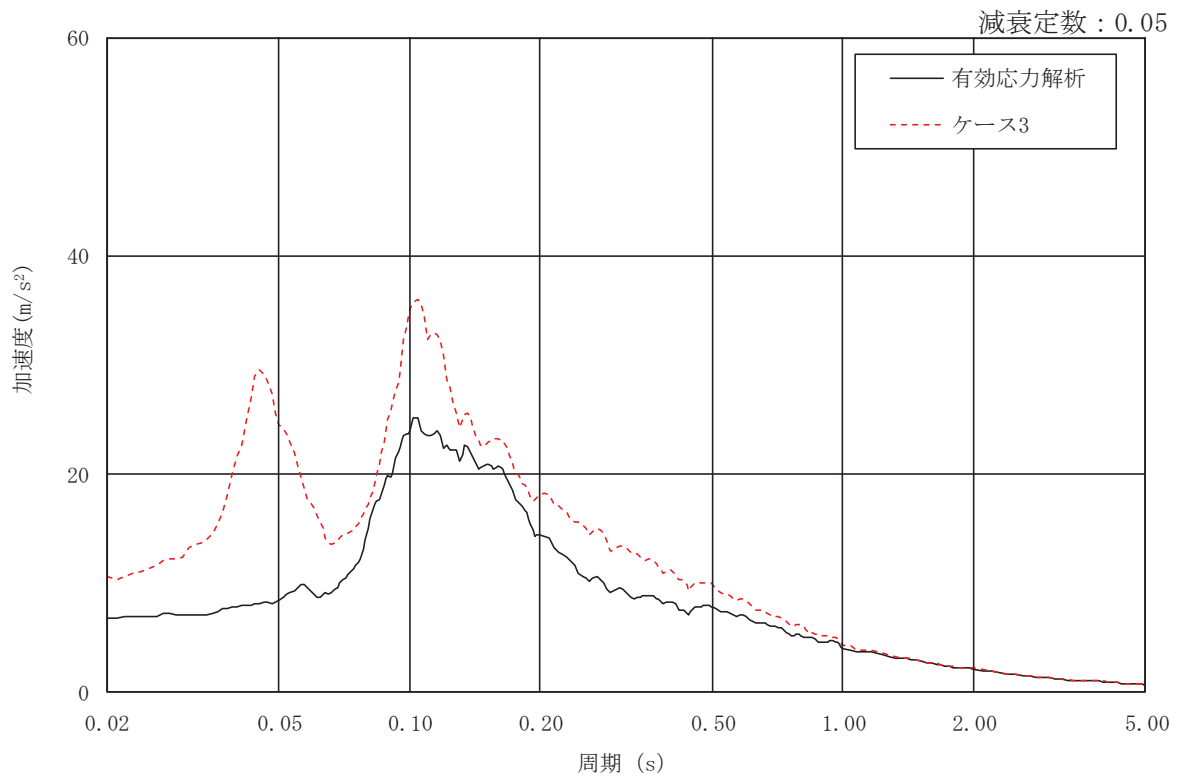
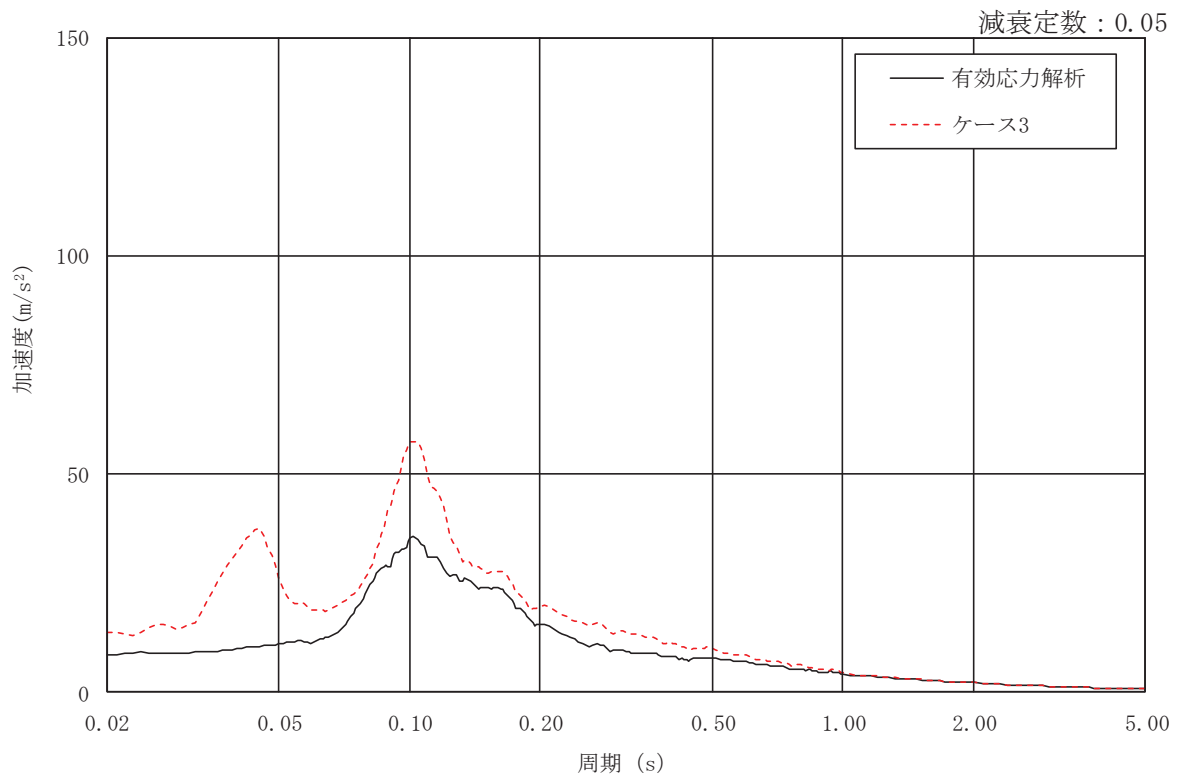


図 3-13(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s, NS 方向) (2/3)

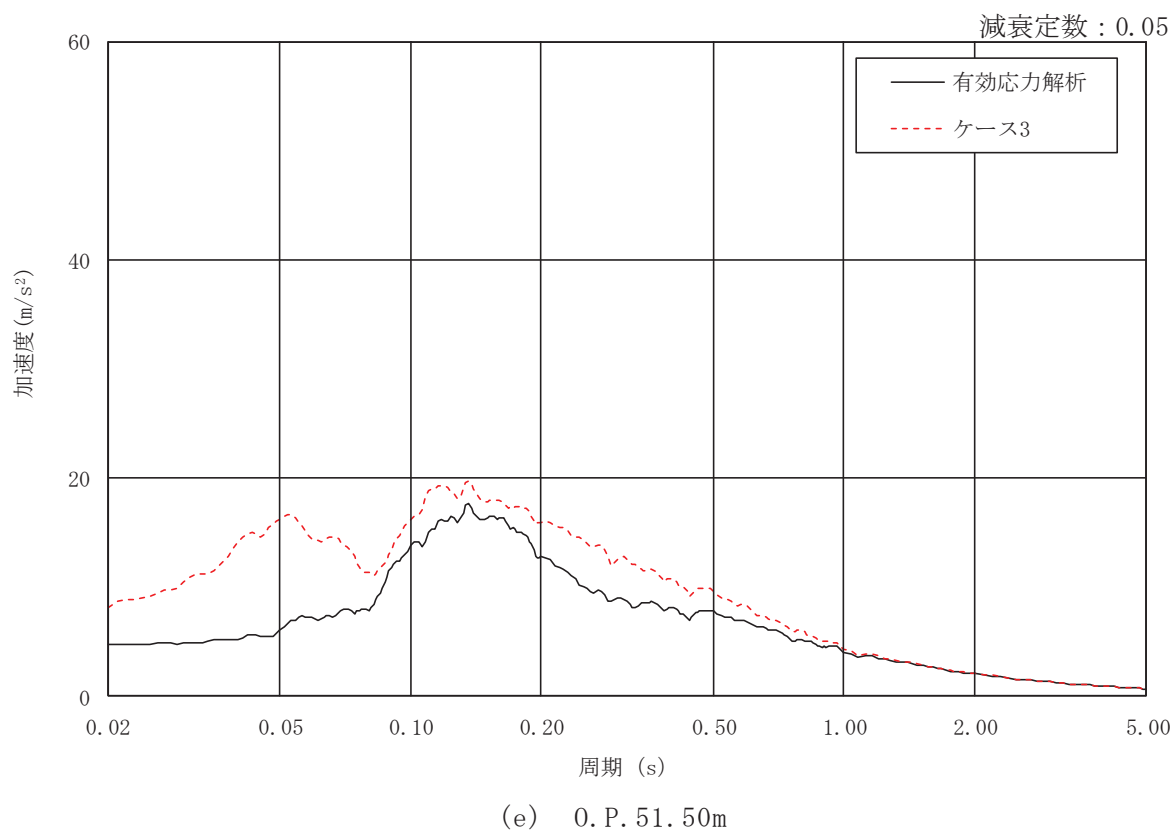


図 3-13(3) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s, NS 方向) (3/3)

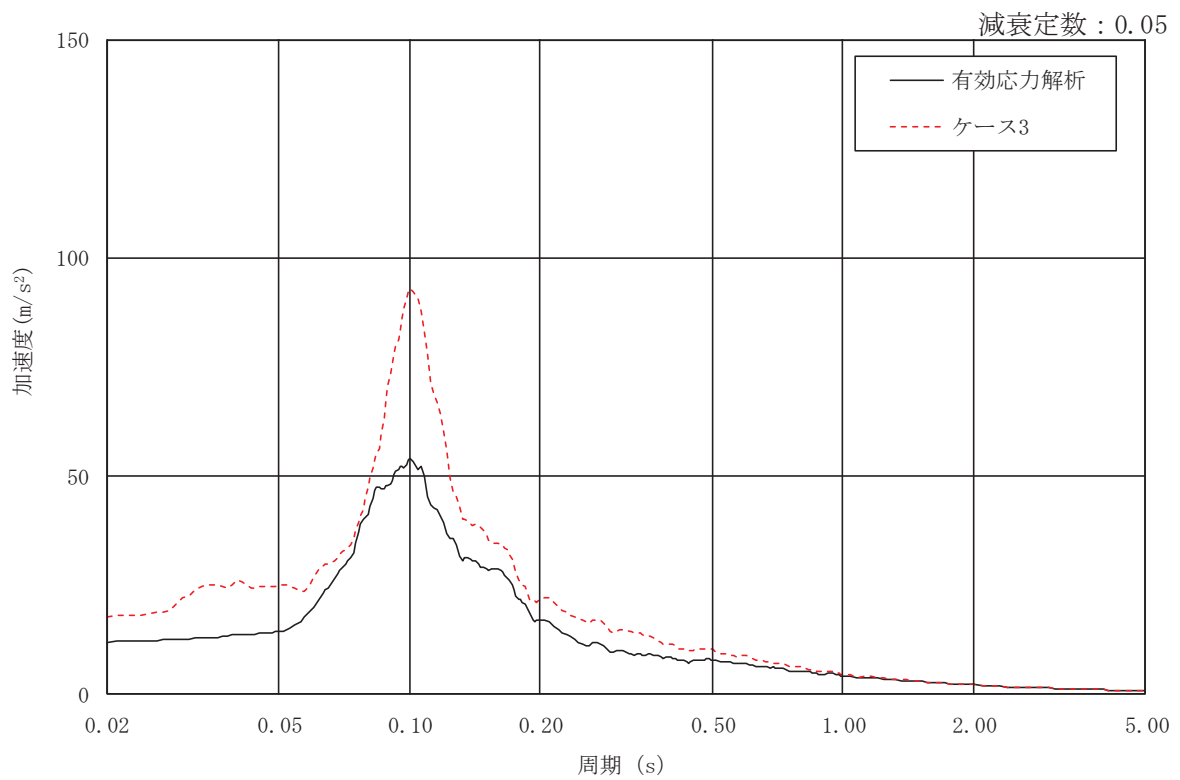
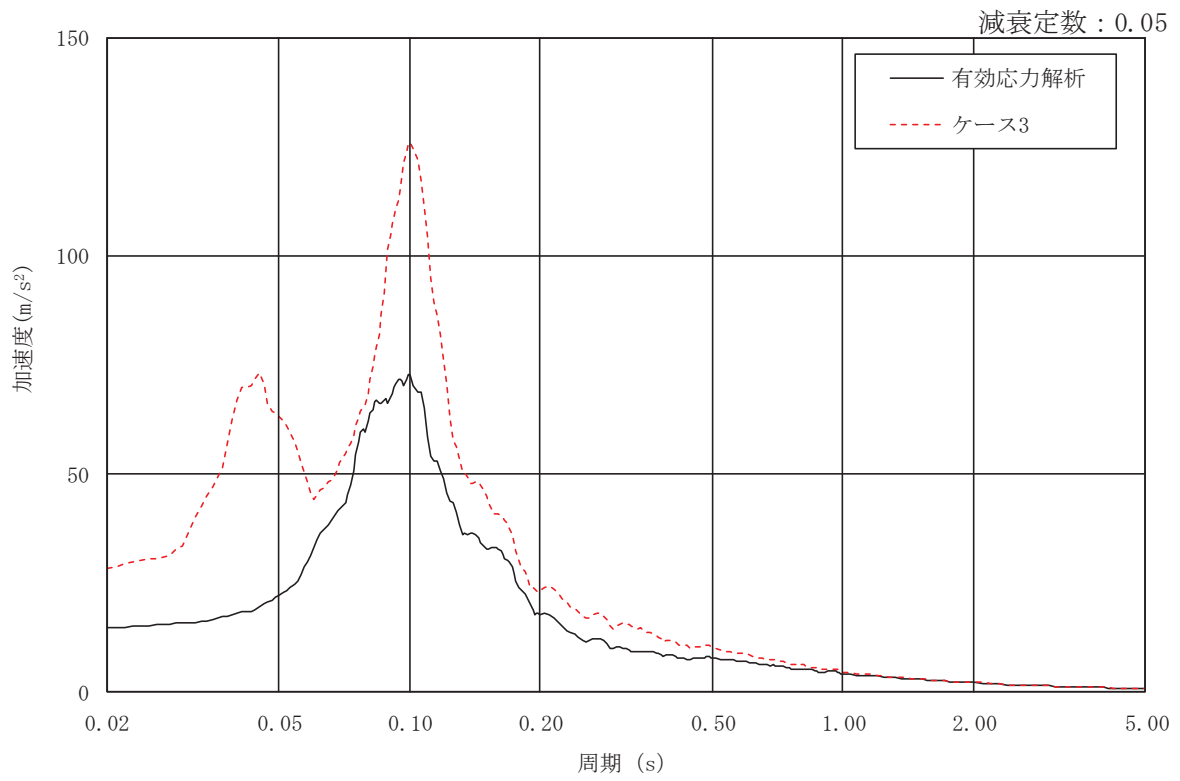


図 3-14(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , EW 方向) (1/3)

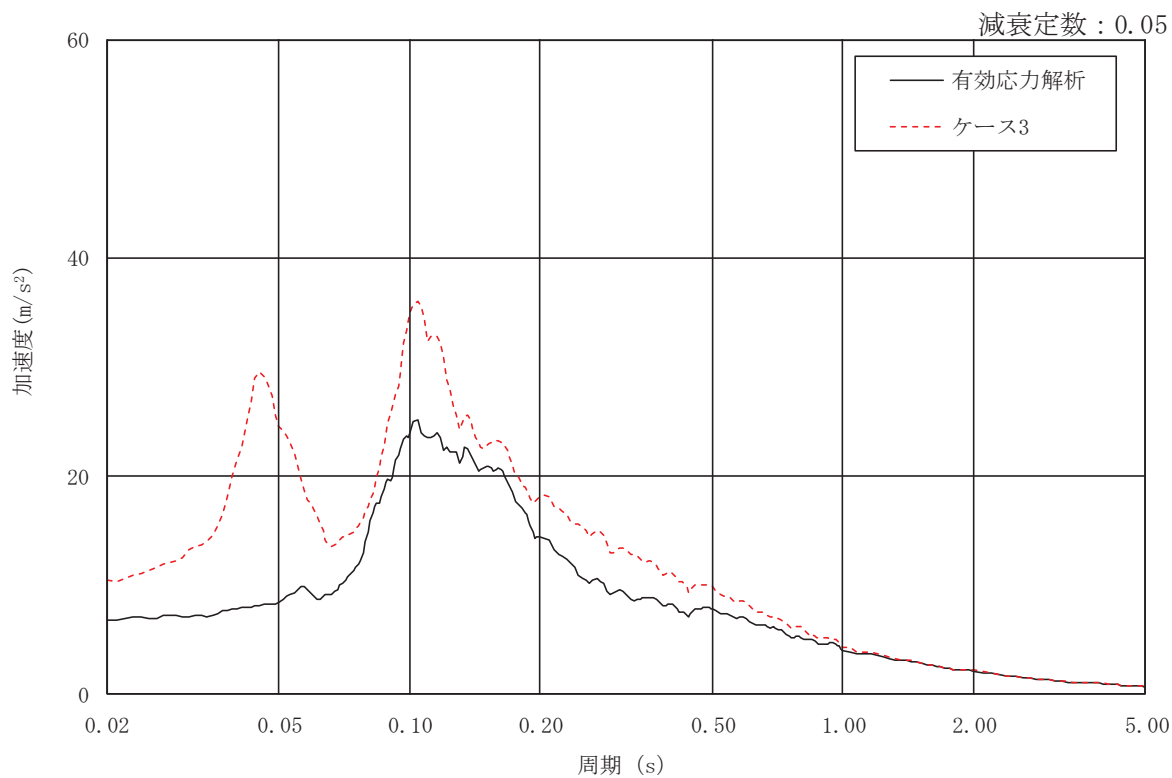
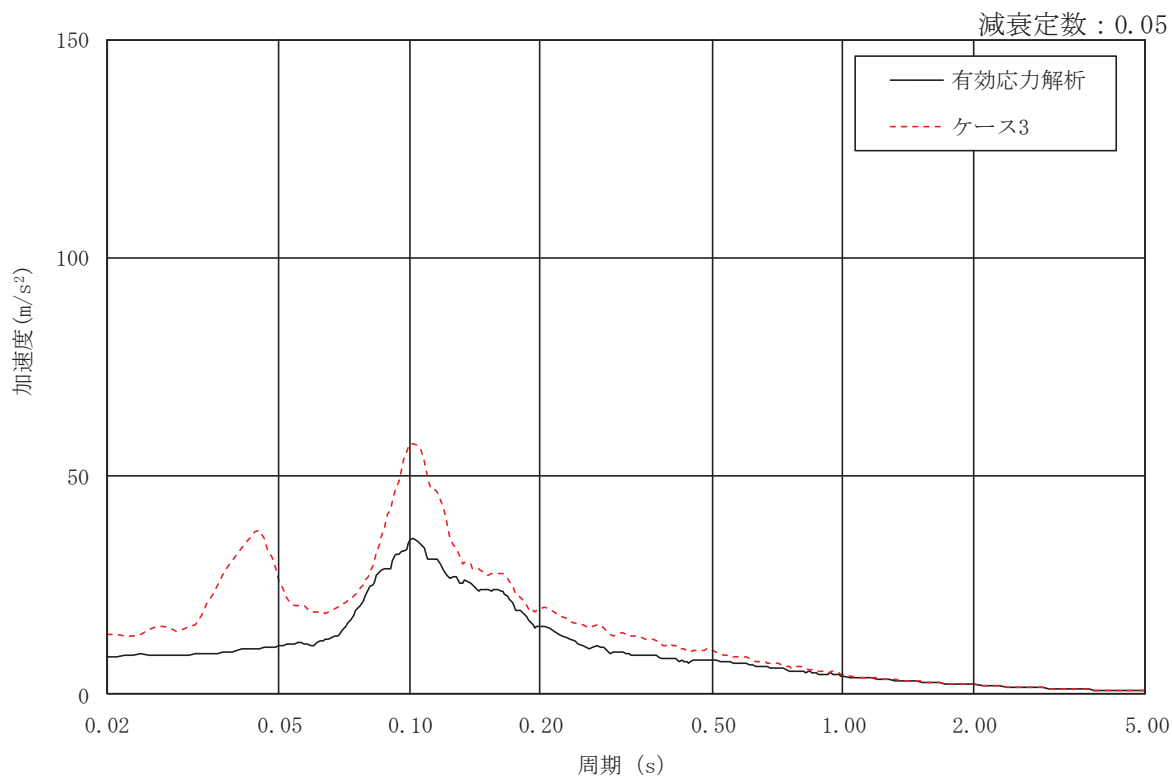


図 3-14(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s, EW 方向) (2/3)

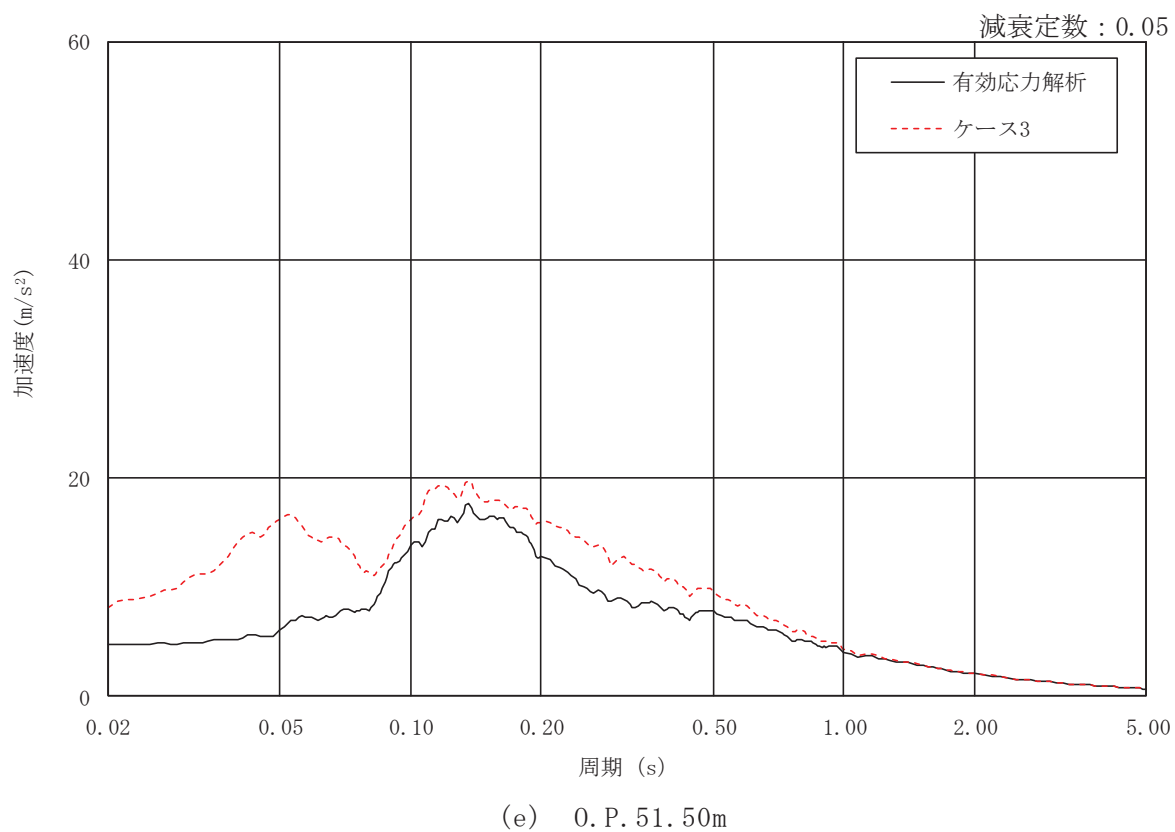


図 3-14(3) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , EW 方向) (3/3)

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

建物・構築物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」より、水平方向及び鉛直方向とも5%と整理している。

本資料では、緊急時対策建屋が新設であり、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考慮し、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^2)	せん断弾性係数 G (N/mm^2)	減衰定数 h (%)
鉄筋コンクリート コンクリート： $F_c = 30 (\text{N}/\text{mm}^2)$ 鉄筋：SD390	2.44×10^4	1.02×10^4	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

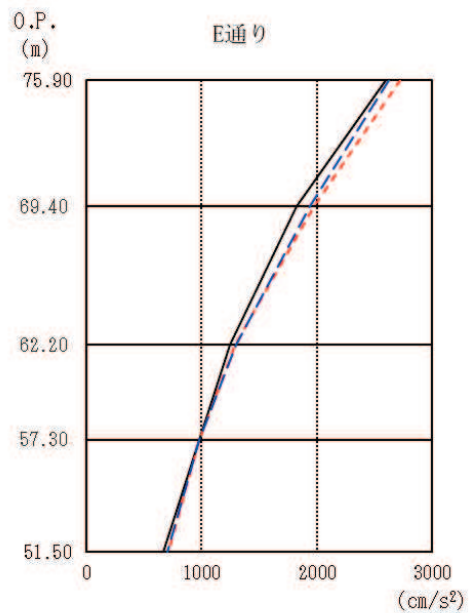
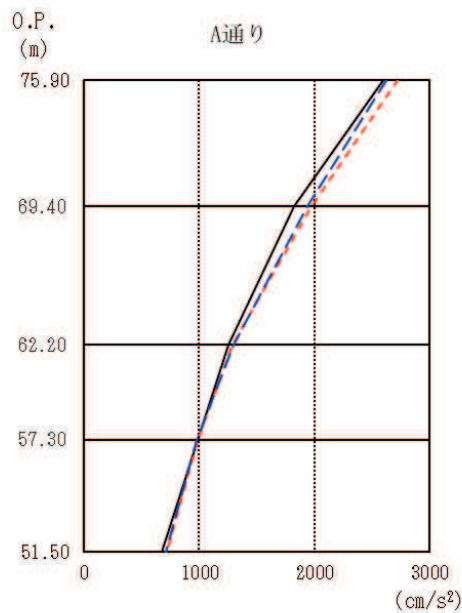
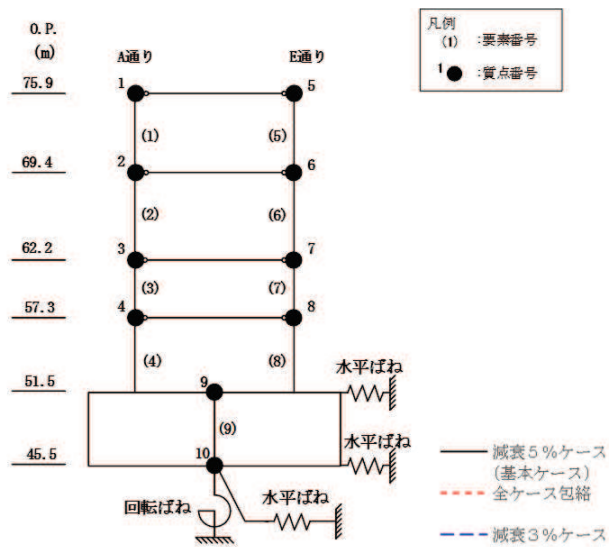
緊急時対策建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（減衰定数5%）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

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。

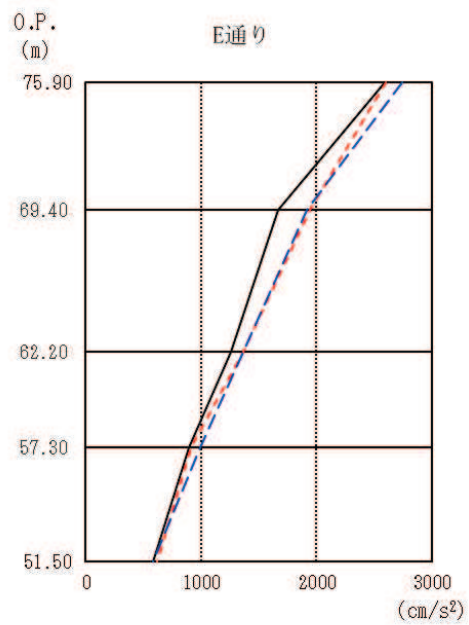
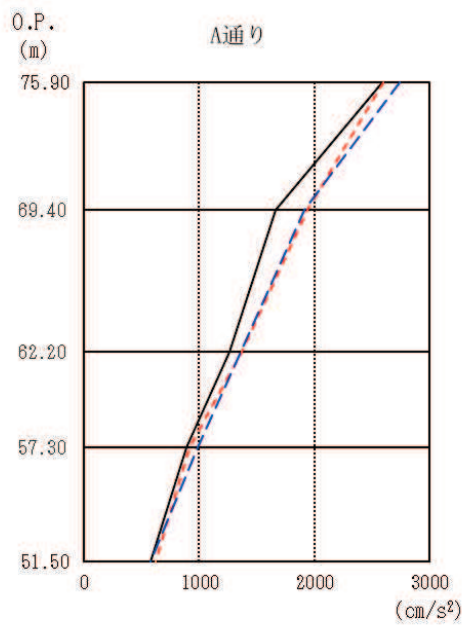
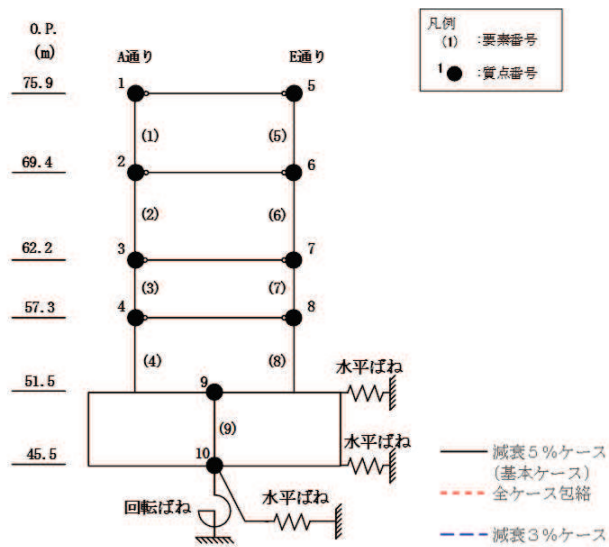


O. P. (m)	A通り (cm/s ²)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2603	2727	2627
69.40	1827	1981	1939
62.20	1253	1292	1300
57.30	984	984	980
51.50	673	717	710

O. P. (m)	E通り (cm/s ²)		
	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_s-D2

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

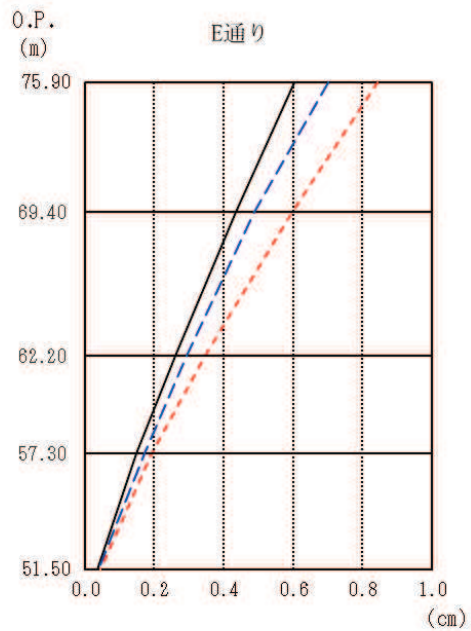
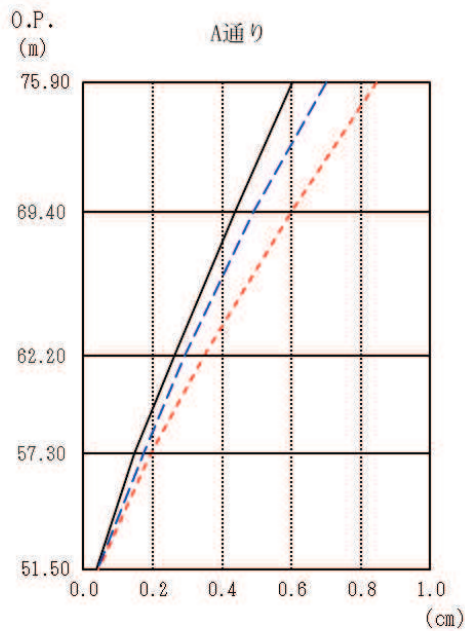
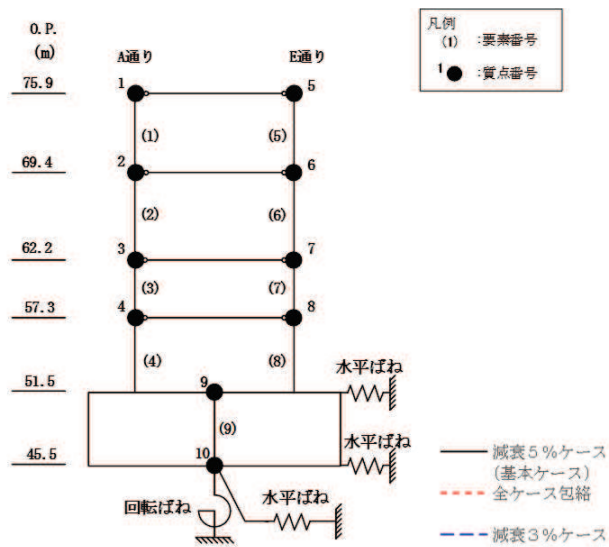


O. P. (m)	A通り (cm/s ²)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2590	2603	2747
69.40	1667	1941	1915
62.20	1262	1368	1363
57.30	891	914	989
51.50	579	621	583

O. P. (m)	E通り (cm/s ²)		
	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_s - F 3

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

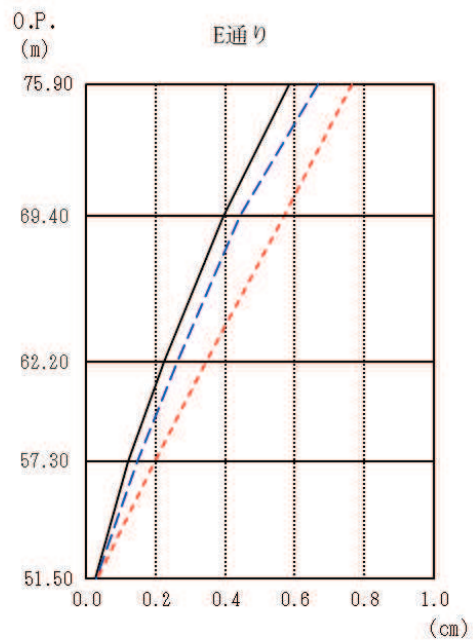
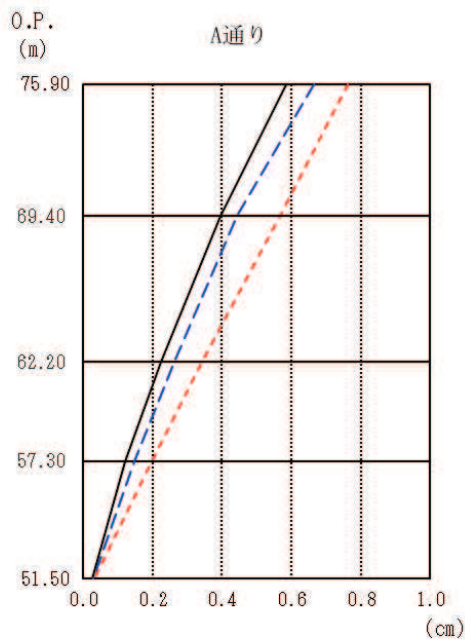
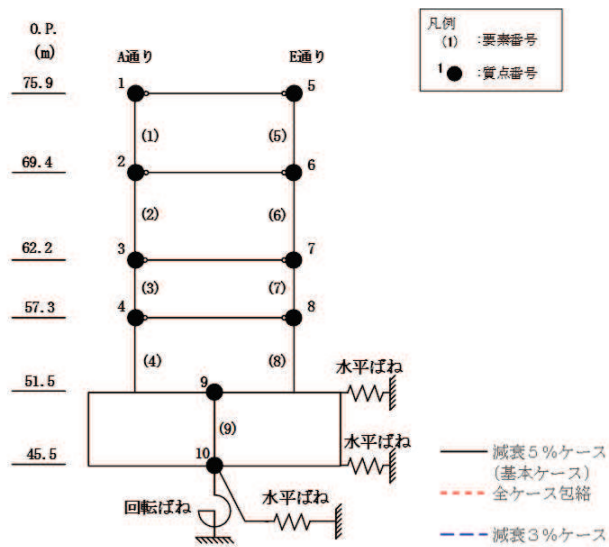


O.P. (m)	A通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.60	0.84	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

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)

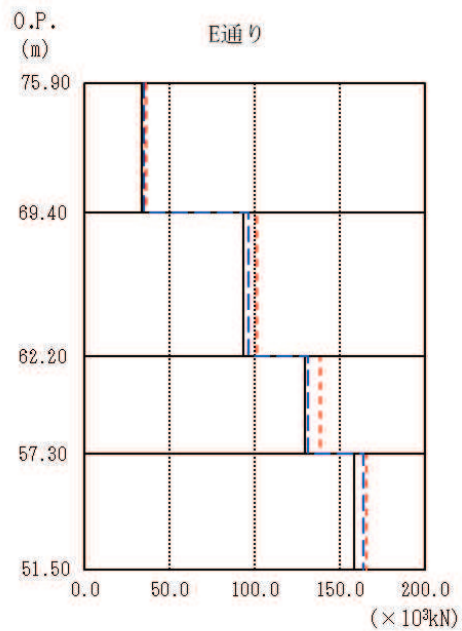
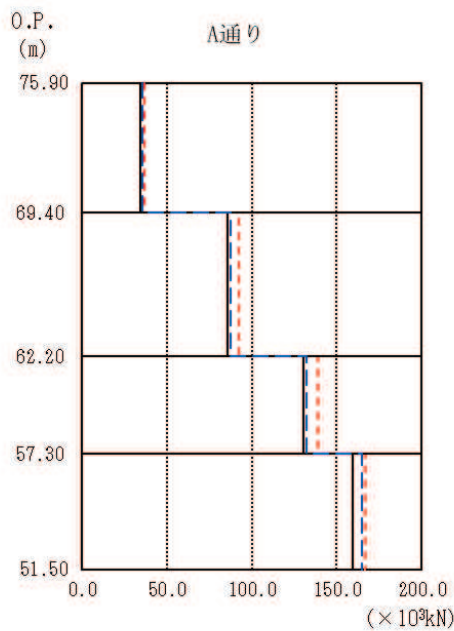
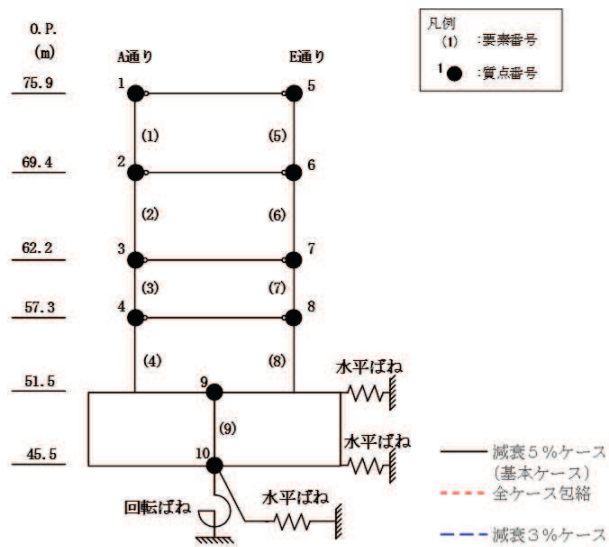


O.P. (m)	A通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.58	0.76	0.67
69.40	0.39	0.57	0.44
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

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)

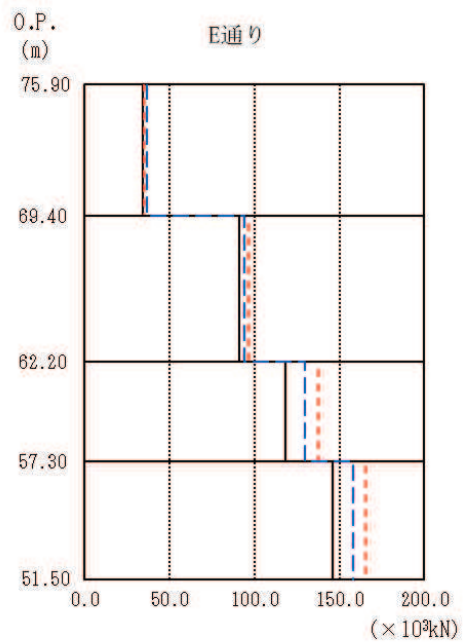
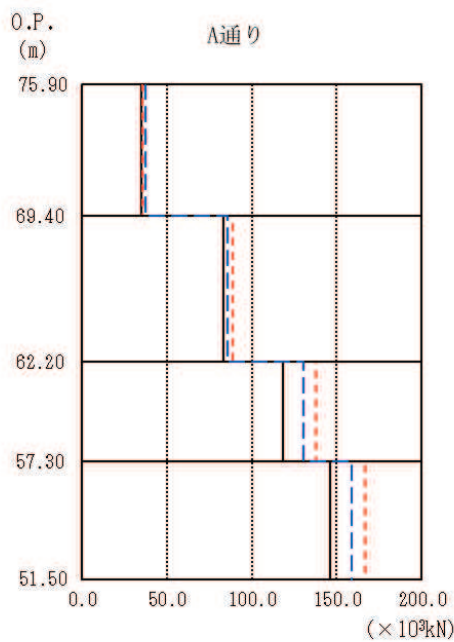
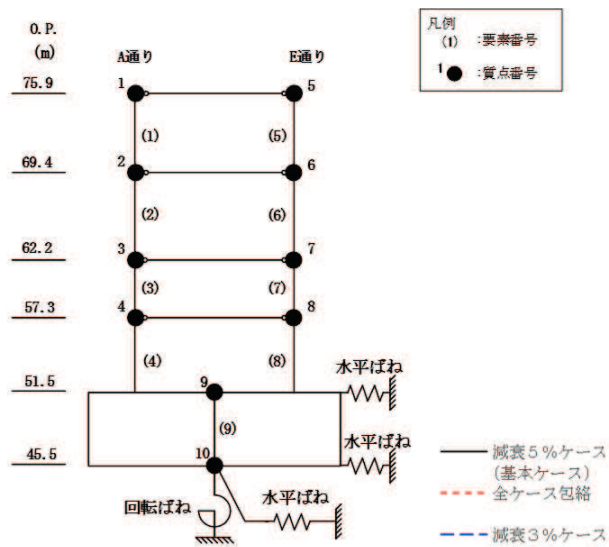


O. P. (m)	A通り (×10 ³ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.51	36.57	35.48
62.20	85.51	92.37	87.76
57.30	130.32	139.11	131.97
51.50	159.51	166.94	164.98

O. P. (m)	E通り (×10 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
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)

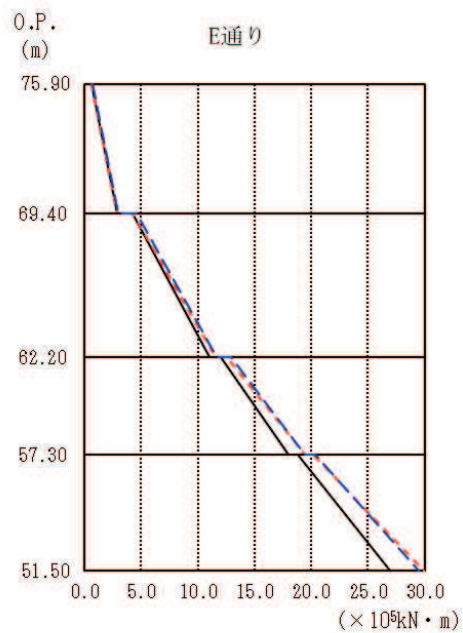
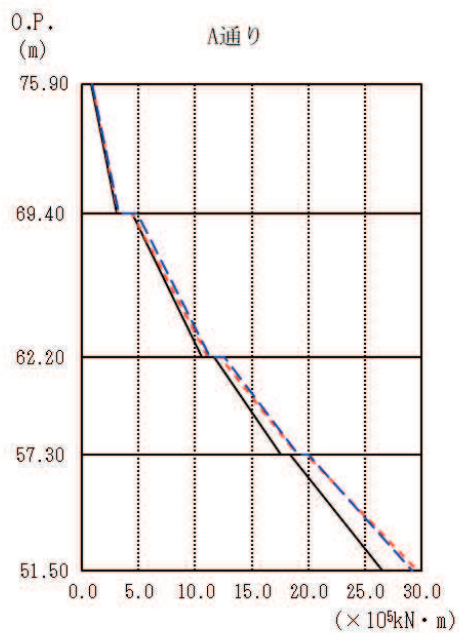
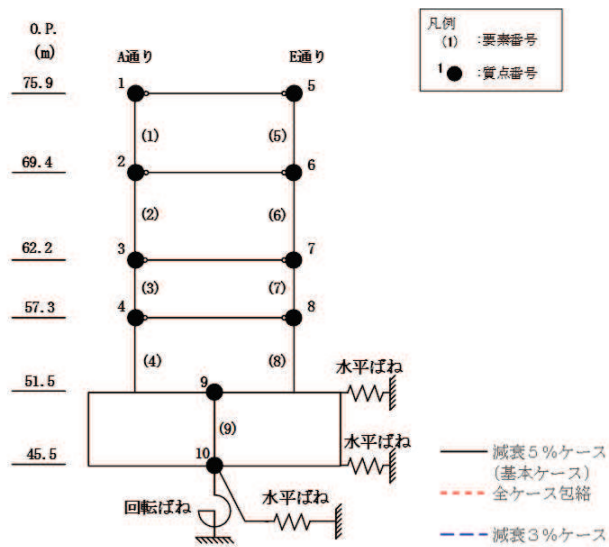


O.P. (m)	A通り (×10 ³ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	35.14	35.35	37.68
62.20	83.33	88.70	85.75
57.30	118.62	138.00	130.34
51.50	146.21	166.49	158.70

O.P. (m)	E通り (×10 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
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)

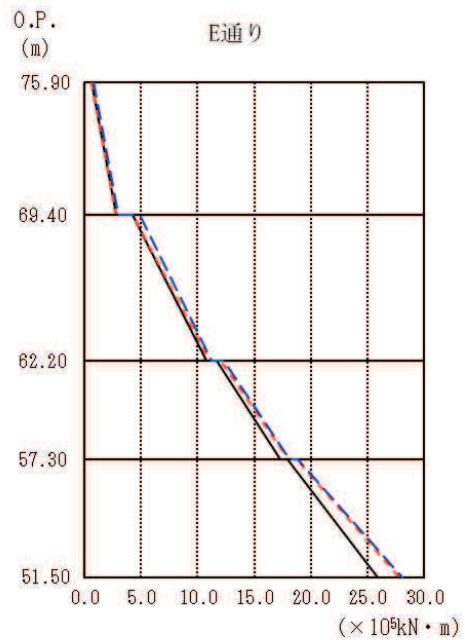
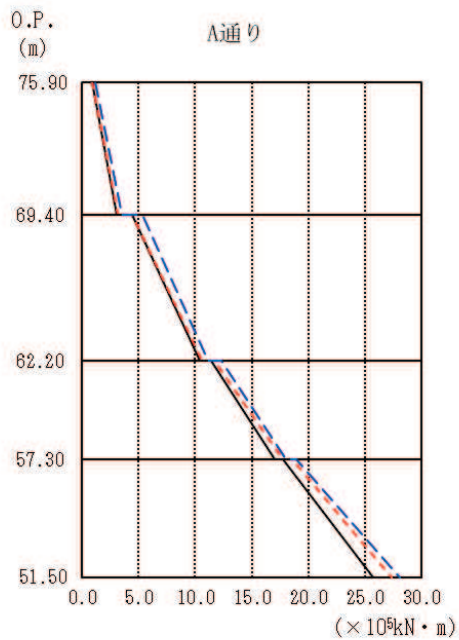
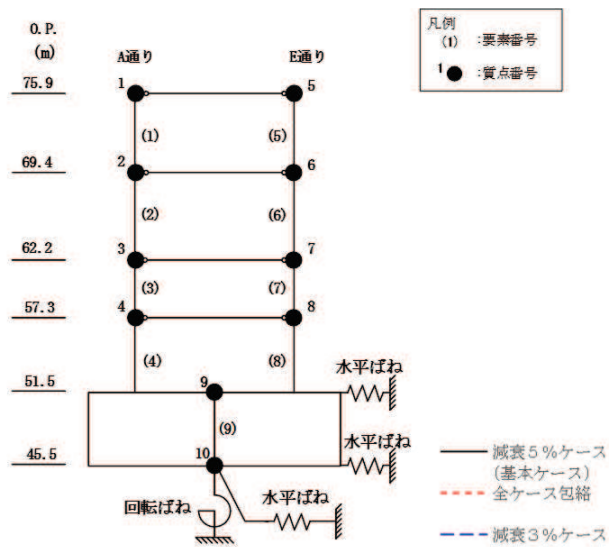


O.P. (m)	A通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.80	0.86	0.92
69.40	3.07	3.16	3.30
62.20	10.59	11.16	11.36
57.30	17.62	19.06	19.08
51.50	26.56	29.59	29.16

O.P. (m)	E通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	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)

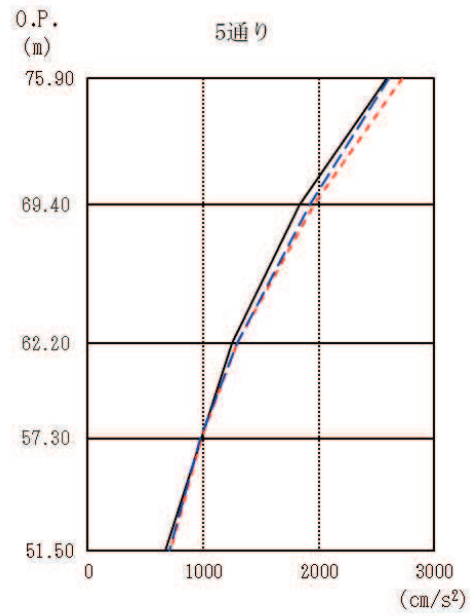
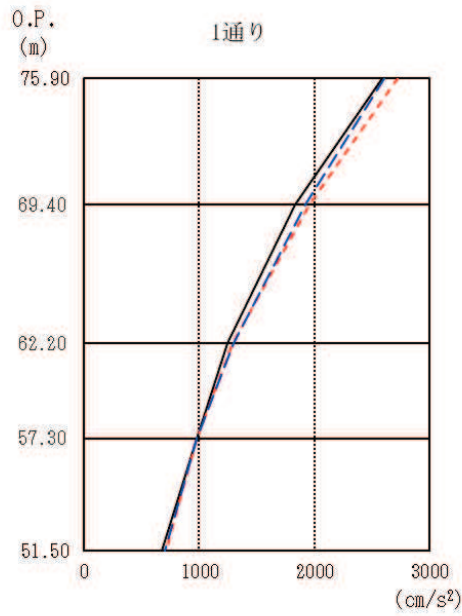
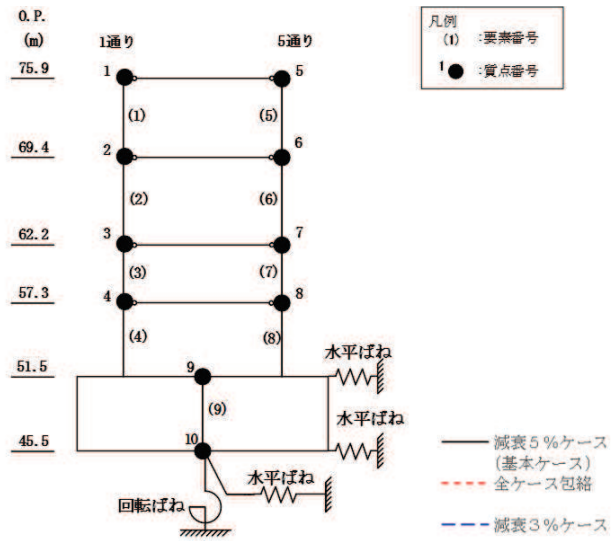


O.P. (m)	A通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.86	0.89	1.14
69.40	3.12	3.14	3.53
	4.48	4.48	5.33
62.20	10.45	10.63	11.14
	11.42	11.72	12.32
57.30	17.06	17.74	18.02
	17.79	18.53	18.90
51.50	25.72	27.34	28.13

O.P. (m)	E通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	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)

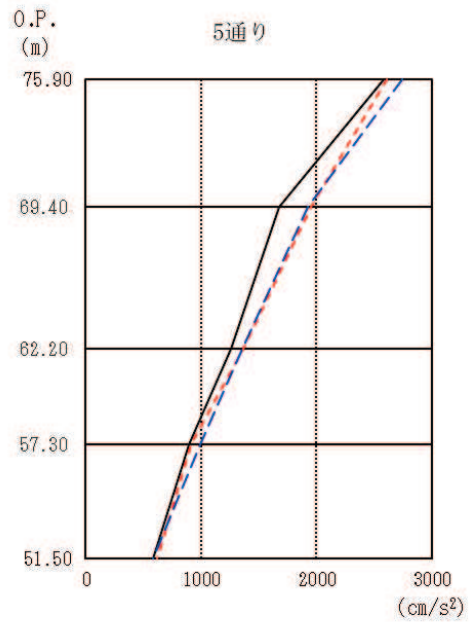
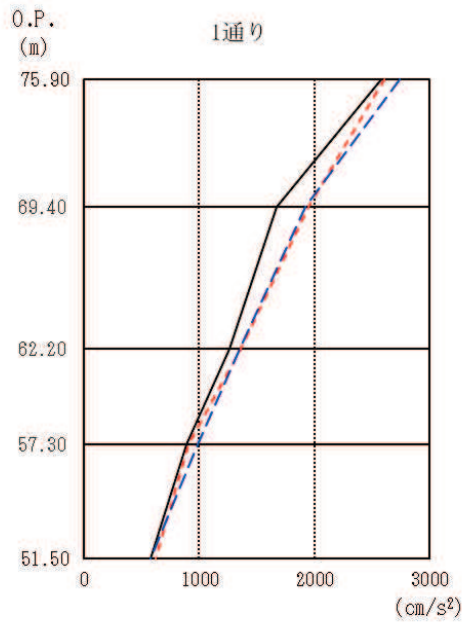
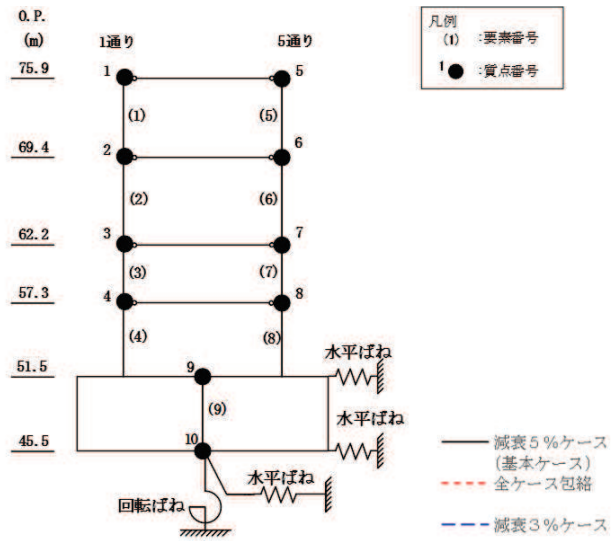


O. P. (m)	1通り (cm/s ²)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2593	2721	2608
69.40	1832	1955	1922
62.20	1250	1293	1297
57.30	982	982	977
51.50	673	712	707

O. P. (m)	5通り (cm/s ²)		
	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-D2

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

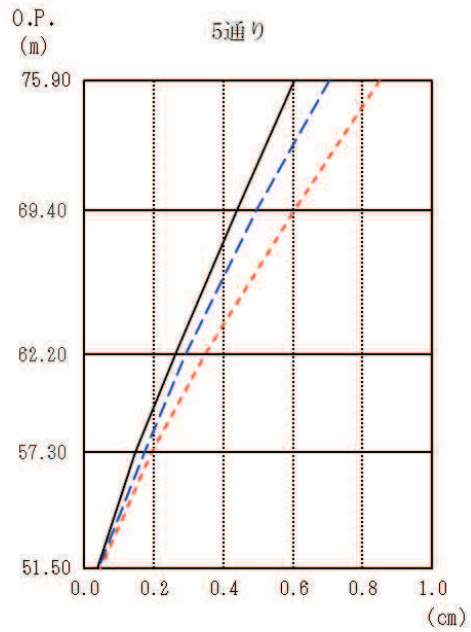
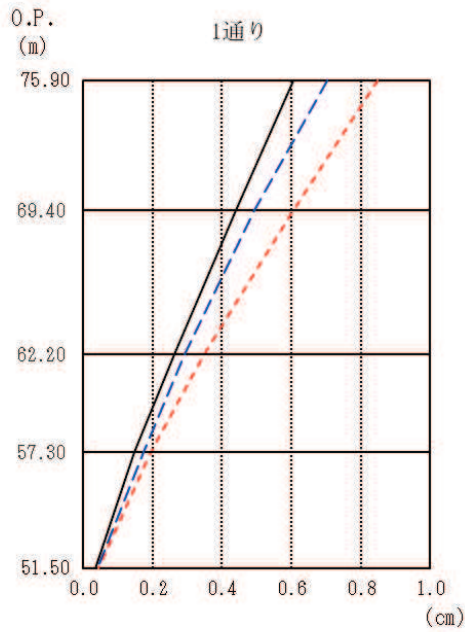
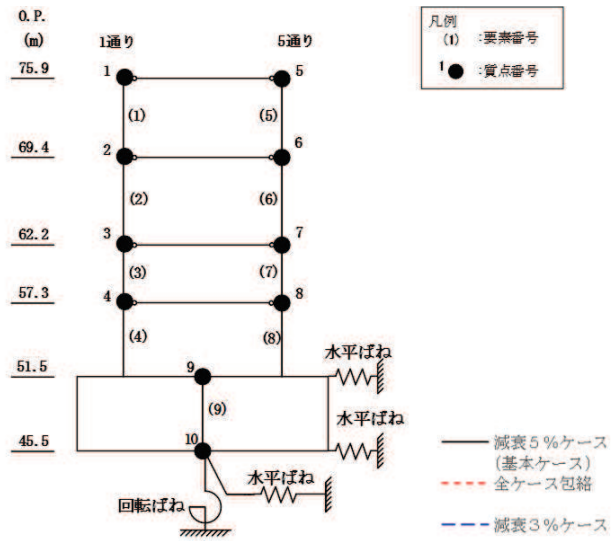


O. P. (m)	1通り (cm/s ²)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	2584	2609	2743
69.40	1673	1950	1922
62.20	1261	1366	1357
57.30	890	911	988
51.50	579	621	582

O. P. (m)	5通り (cm/s ²)		
	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)

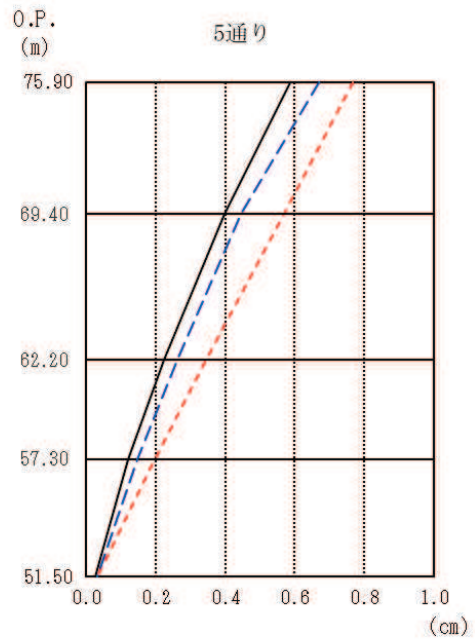
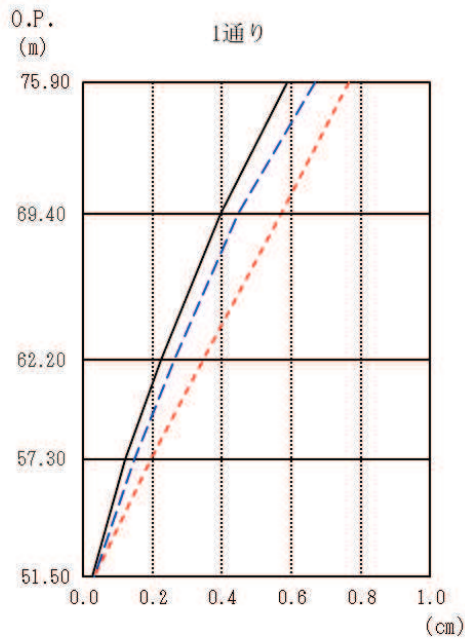
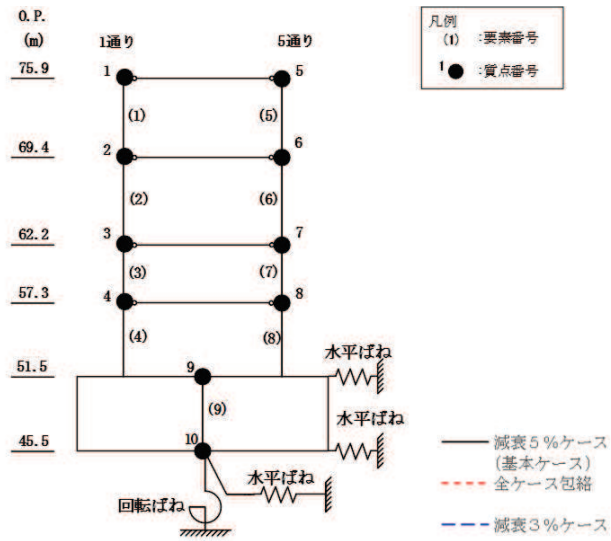


O.P. (m)	1通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.61	0.85	0.70
69.40	0.44	0.60	0.49
62.20	0.26	0.35	0.29
57.30	0.15	0.19	0.17
51.50	0.04	0.04	0.04

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)

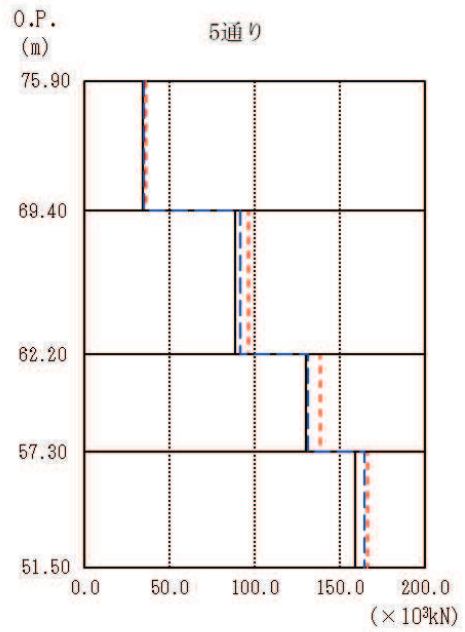
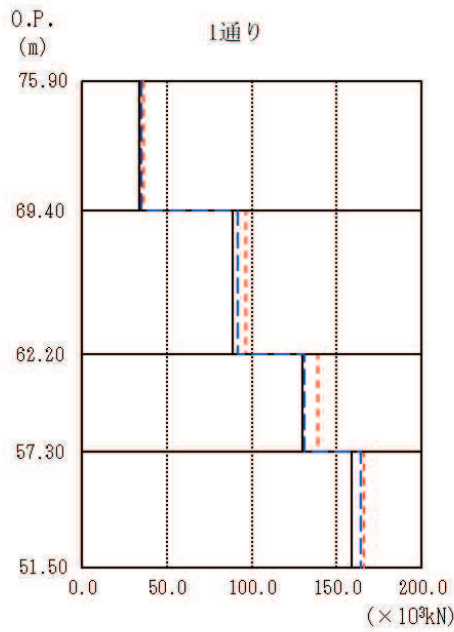
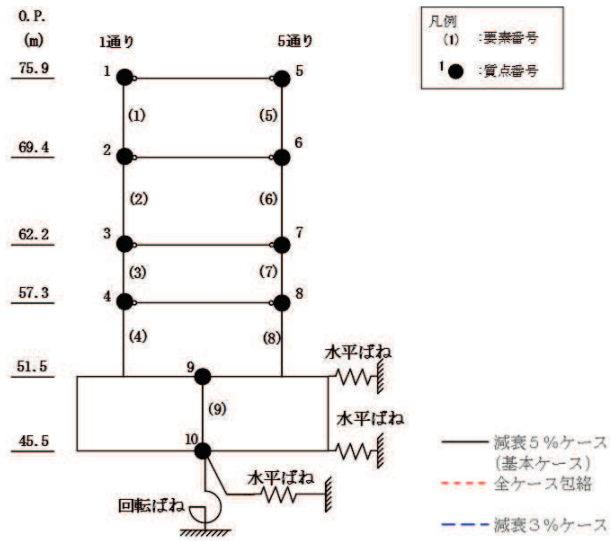


O.P. (m)	1通り (cm)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.59	0.77	0.67
69.40	0.40	0.57	0.45
62.20	0.22	0.34	0.26
57.30	0.12	0.20	0.15
51.50	0.03	0.03	0.03

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) $S_s - F3$

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

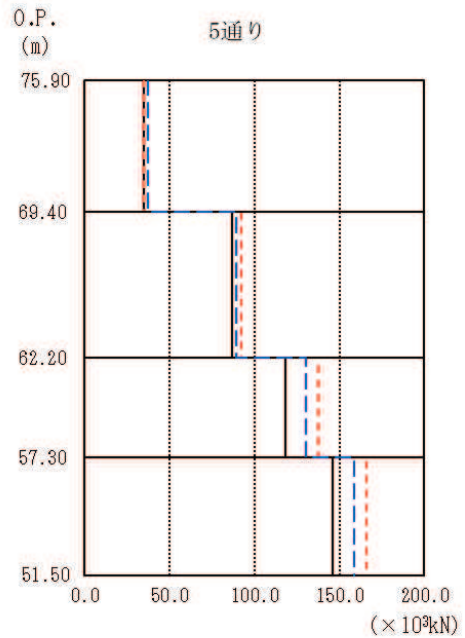
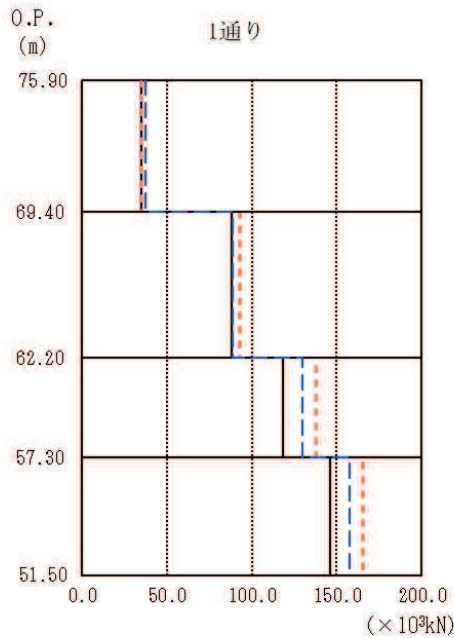
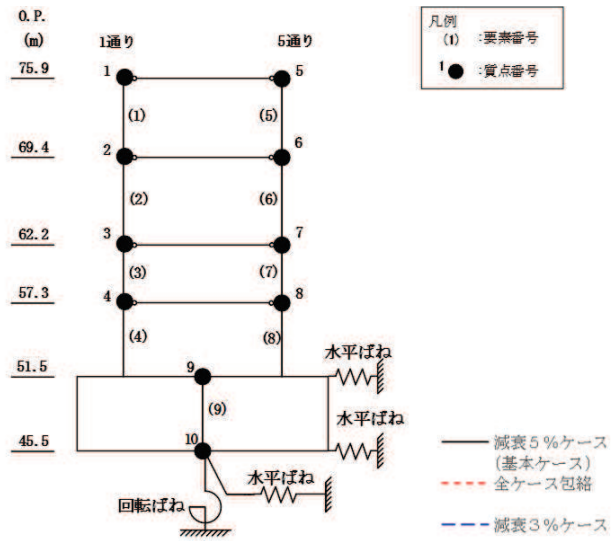


O. P. (m)	1通り (×10 ³ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.08	36.05	35.06
62.20	88.74	96.36	91.65
57.30	129.89	138.69	131.39
51.50	158.62	166.00	164.11

O. P. (m)	5通り (×10 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
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)

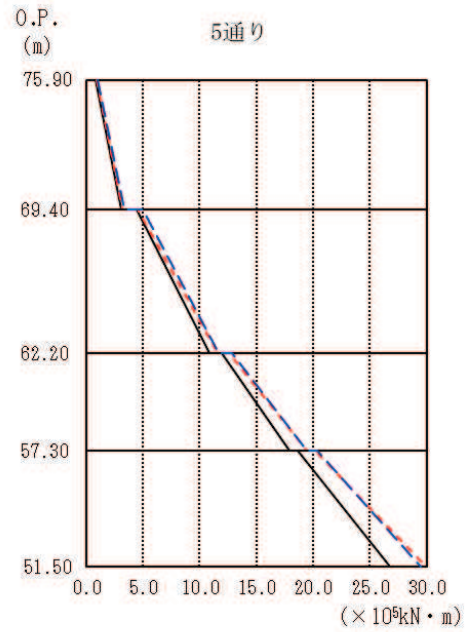
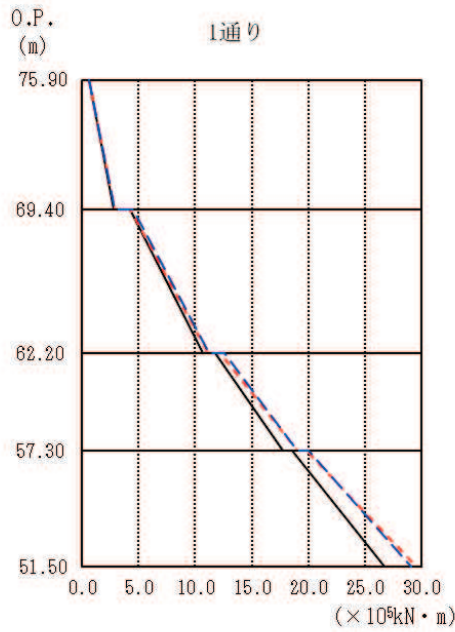
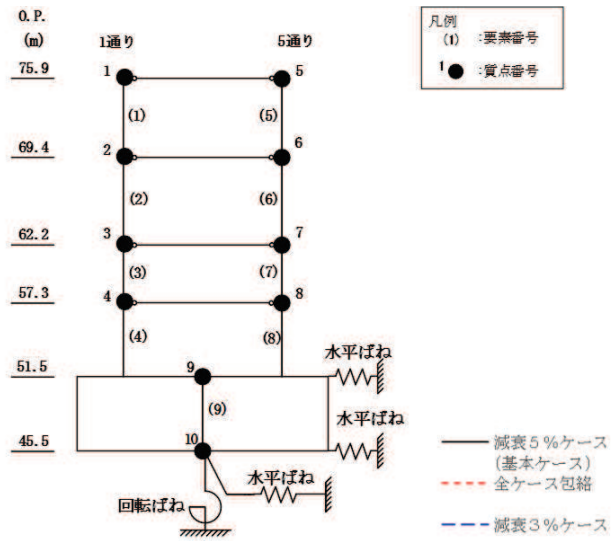


O.P. (m)	1通り (×10 ³ kN)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90			
69.40	34.73	34.90	37.16
62.20	88.07	93.31	89.09
57.30	118.67	137.60	129.95
51.50	146.12	165.48	157.87

O.P. (m)	5通り (×10 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
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_s - F3

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

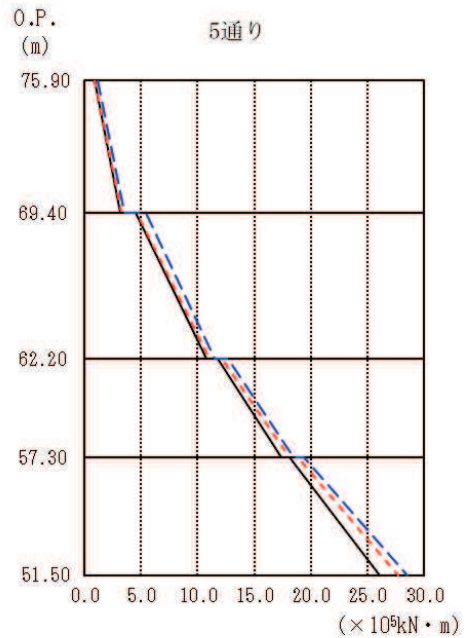
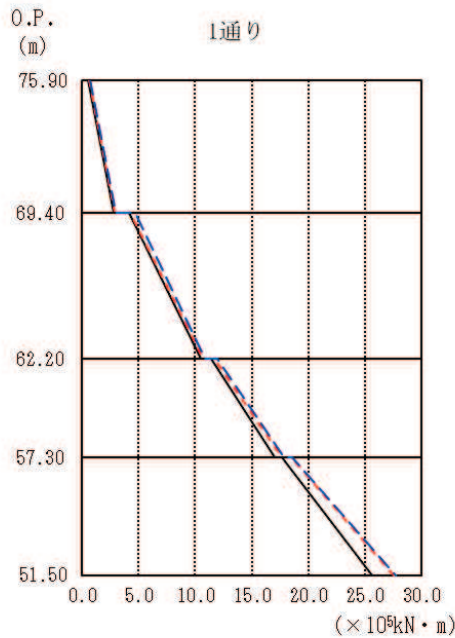
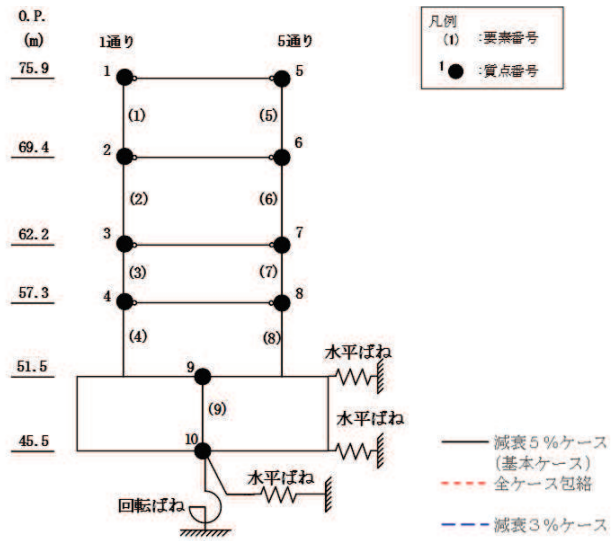


O.P. (m)	1通り (×10 ⁵ kN·m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.59	0.59	0.67
69.40	2.83	2.91	2.91
62.20	10.71	11.18	11.26
57.30	17.78	19.07	19.05
51.50	26.71	29.56	29.09

O.P. (m)	5通り (×10 ⁵ 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	0.85	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)

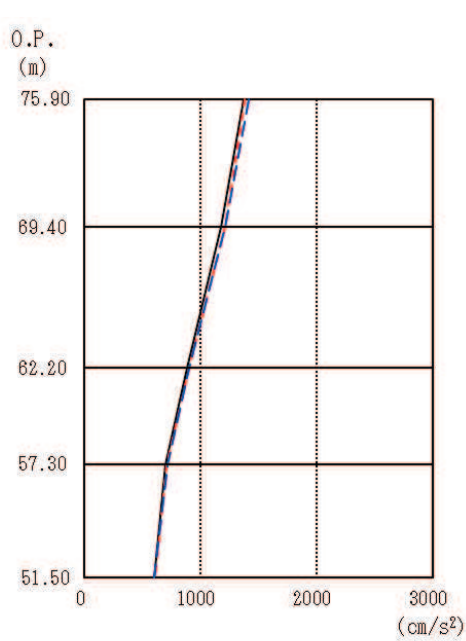
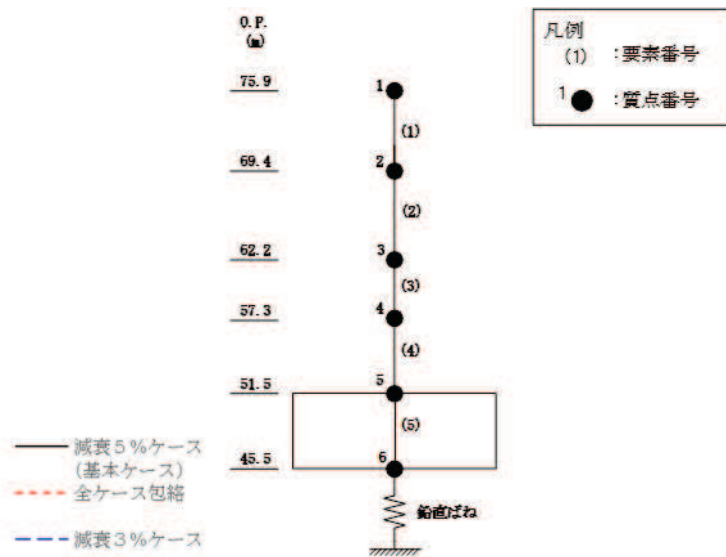


O.P. (m)	1通り (×10 ⁵ kN・m)		
	減衰5%ケース (基本ケース)	全ケース包絡	減衰3%ケース
75.90	0.57	0.63	0.73
69.40	2.83	2.88	3.00
62.20	10.50	10.65	10.88
57.30	17.06	17.70	17.85
51.50	25.65	27.55	27.77

O.P. (m)	5通り (×10 ⁵ 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_s-F3

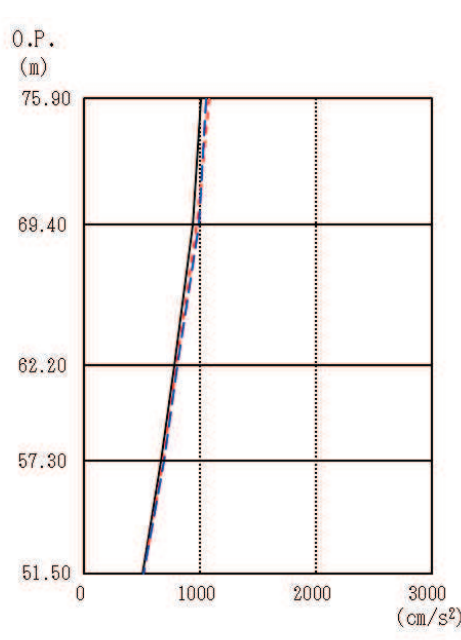
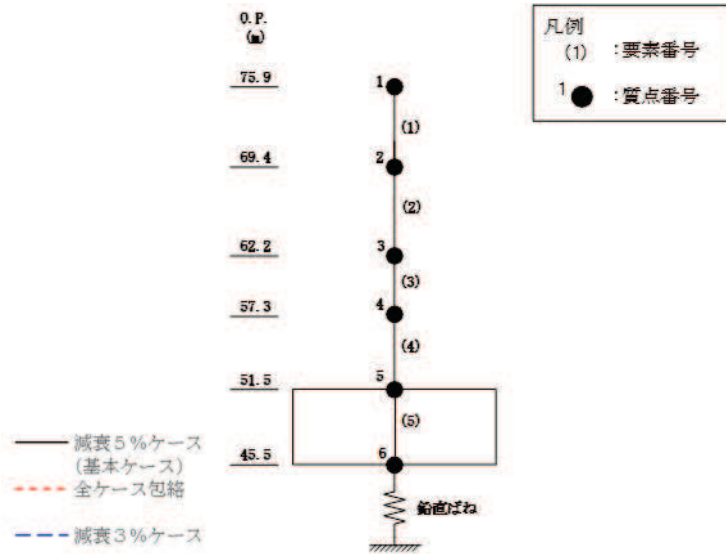
図3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s, EW 方向) (2/2)



O.P. (m)	(cm/s ²)		
	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_s - D 2

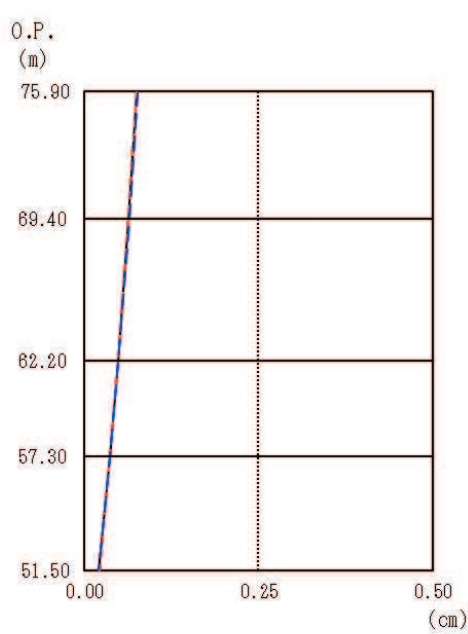
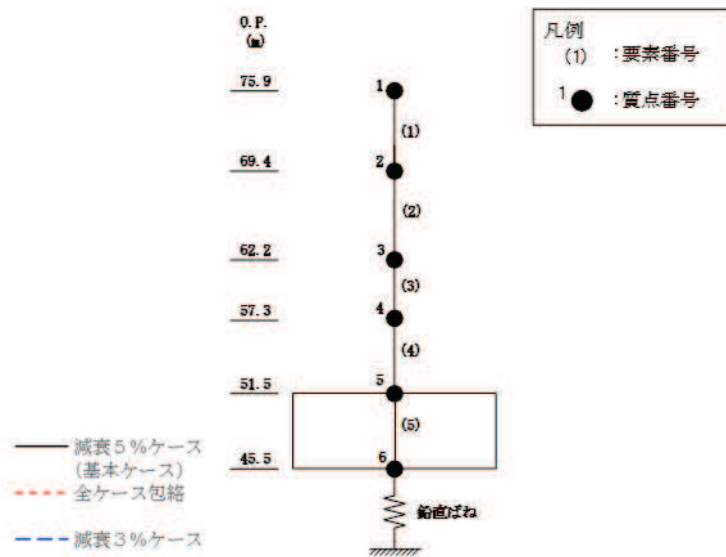
図3-9(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S_s, UD 方向) (1/2)



O.P. (m)	(cm/s ²)		
	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

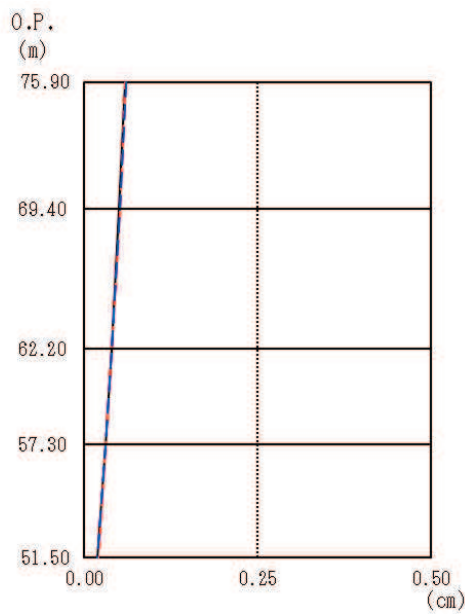
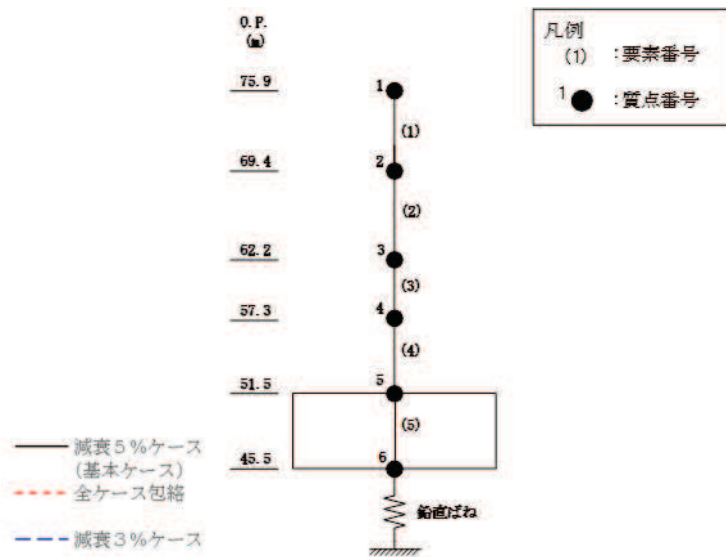
図 3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S_s, UD 方向) (2/2)



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) $S_s - D_2$

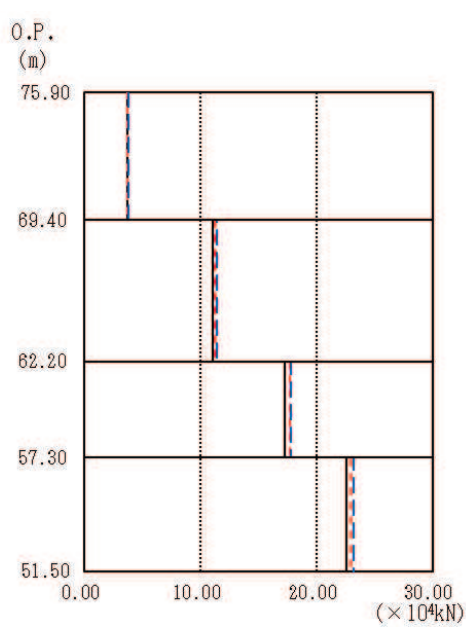
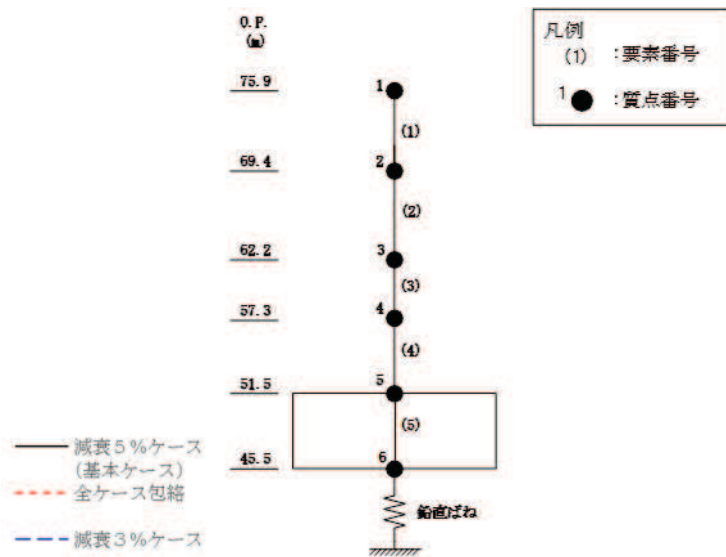
図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動 S_s , UD 方向) (1/2)



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) $S_s - F_3$

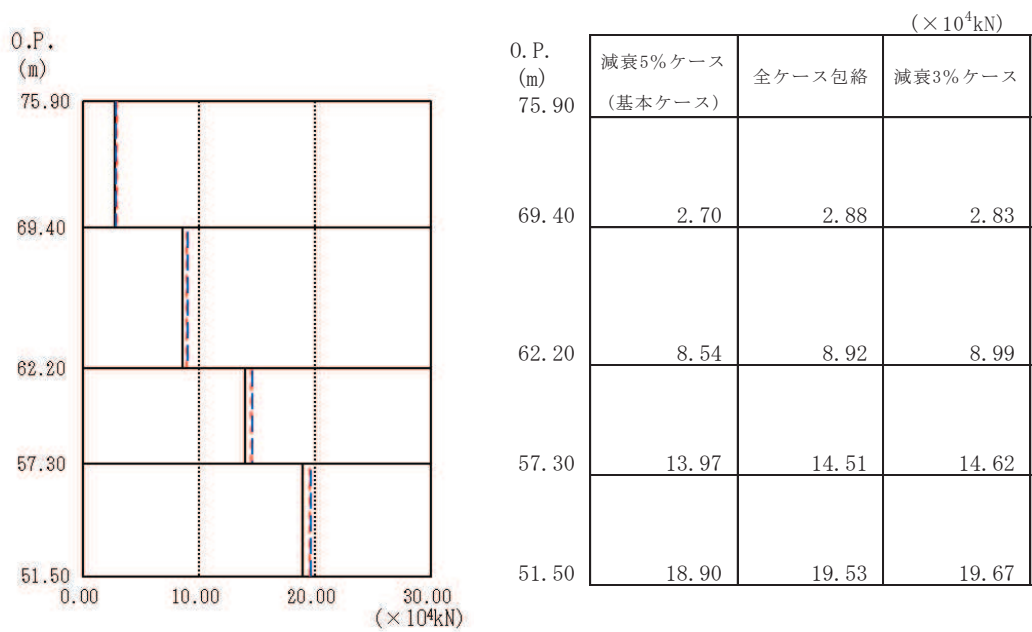
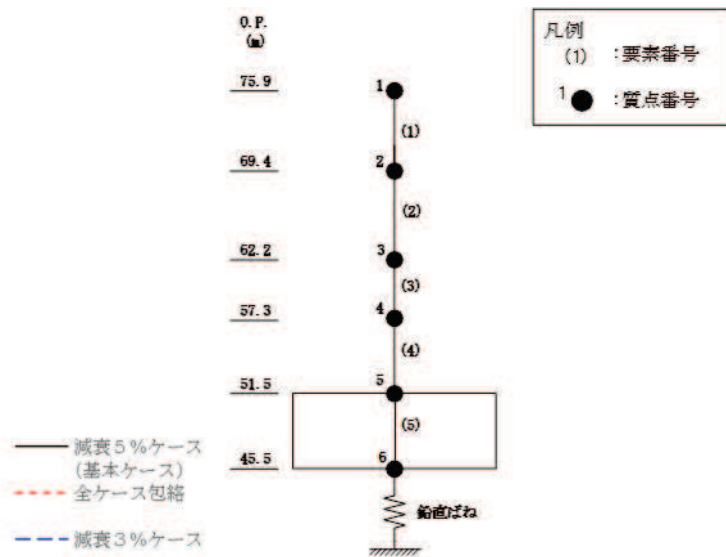
図 3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動 S_s , UD 方向) (2/2)



O.P. (m)	($\times 10^4$ 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) $S_s - D 2$

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S_s , 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6%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，また，減衰定数3%のケースでは埋め込みを考慮していないことを踏まえると，建屋設計における耐震安全性への影響は小さいと考えられる。

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 ②/①
			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	0.97
	2	85.51	87.76	92.37	1.05
	3	130.32	131.97	139.11	1.05
	4	159.51	164.98	166.94	1.01
	5	33.96	37.10	35.99	0.97
	6	93.32	96.23	101.16	1.05
	7	129.92	131.56	138.71	1.05
	8	158.65	164.13	166.05	1.01
EW	1	34.08	37.16	36.05	0.97
	2	88.74	91.65	96.36	1.05
	3	129.89	131.39	138.69	1.06
	4	158.62	164.11	166.00	1.01
	5	34.39	37.48	36.32	0.97
	6	88.86	91.60	96.35	1.05
	7	130.20	131.65	138.91	1.06
	8	159.35	164.84	166.74	1.01

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、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 (N/mm^2)	せん断弾性係数 G (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	2.86×10^4	1.19×10^4	5

注記*：コンクリート強度の実強度は、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事 2013」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

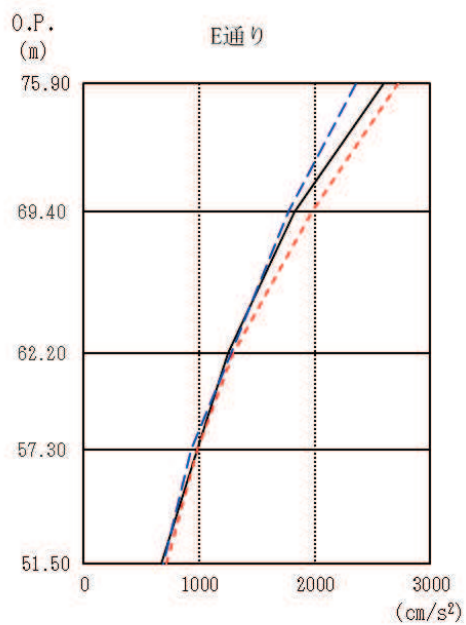
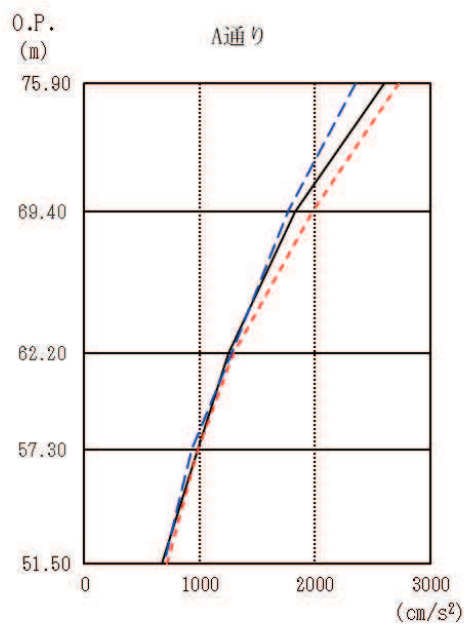
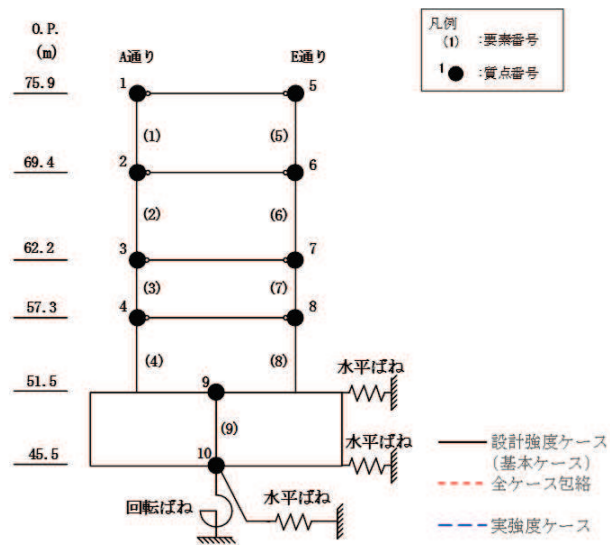
緊急時対策建屋の復元力特性は、添付書類「VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書」と同一とする。また、解析結果の比較にあたっては、基本ケース（設計基準強度 $F_c = 30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ）との比較と合わせて、材料物性の不確かさを考慮したケースとの比較も行う。

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。

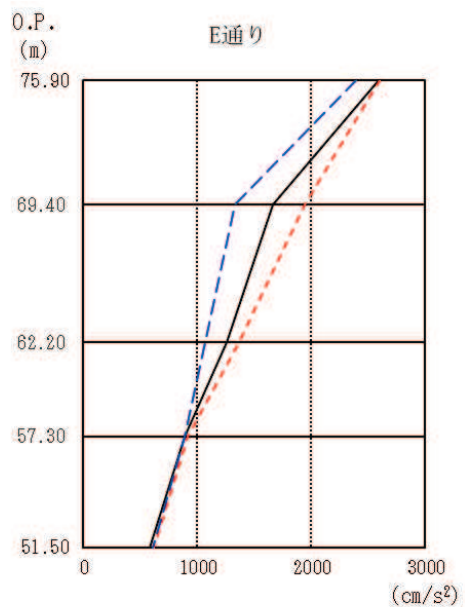
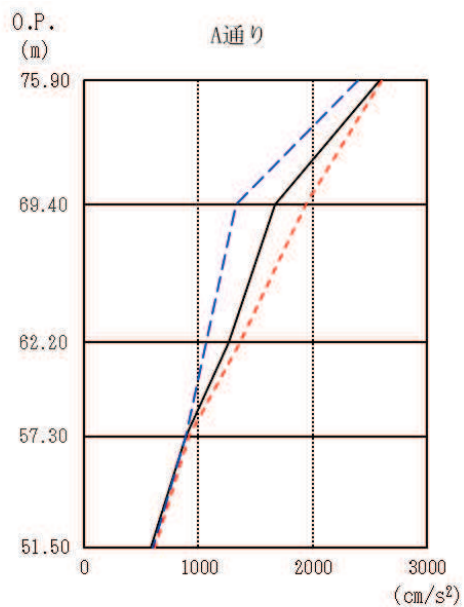
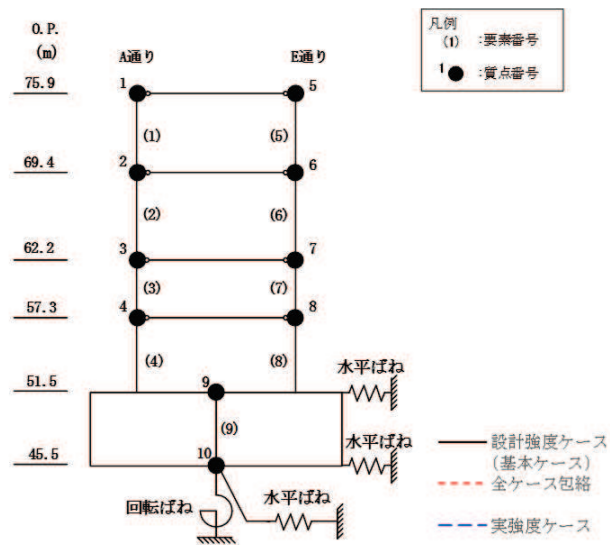


O.P. (m)	A通り (cm/s ²)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2603	2727	2357
69.40	1827	1981	1770
62.20	1253	1292	1277
57.30	984	984	930
51.50	673	717	691

O.P. (m)	E通り (cm/s ²)		
	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_s-D 2

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

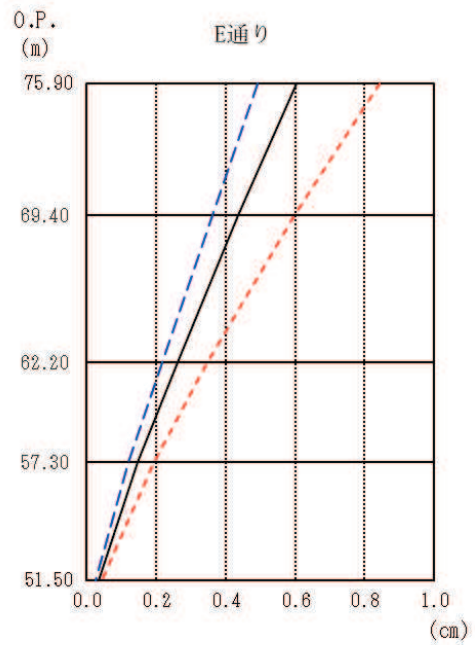
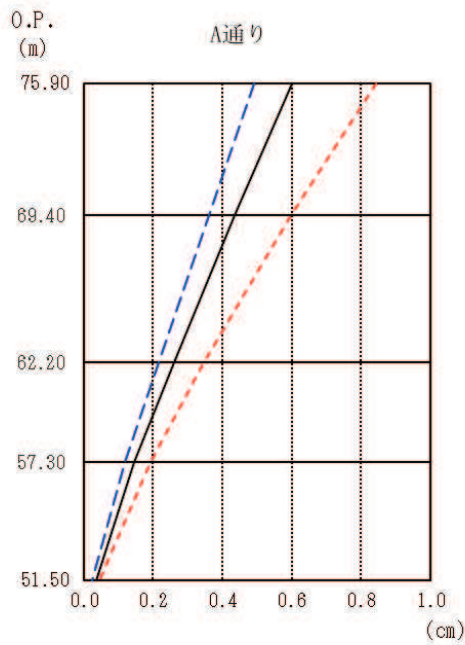
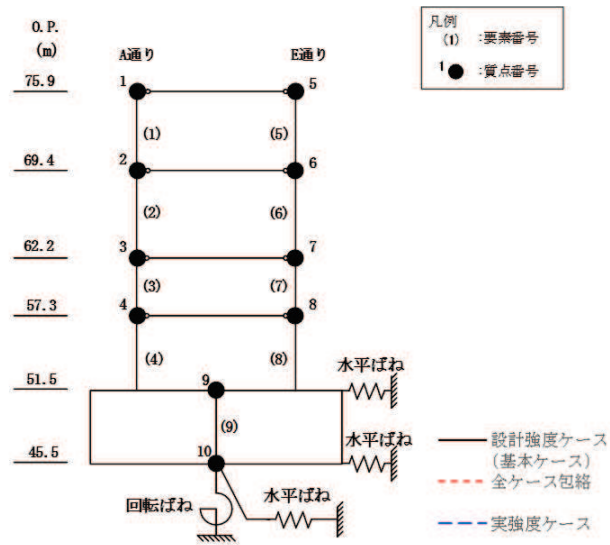


O. P. (m)	A通り (cm/s ²)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2590	2603	2396
69.40	1667	1941	1327
62.20	1262	1368	1072
57.30	891	914	892
51.50	579	621	605

O. P. (m)	E通り (cm/s ²)		
	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_s - F 3

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

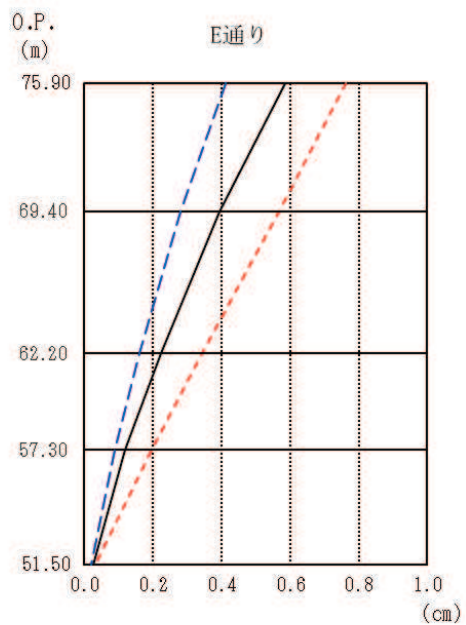
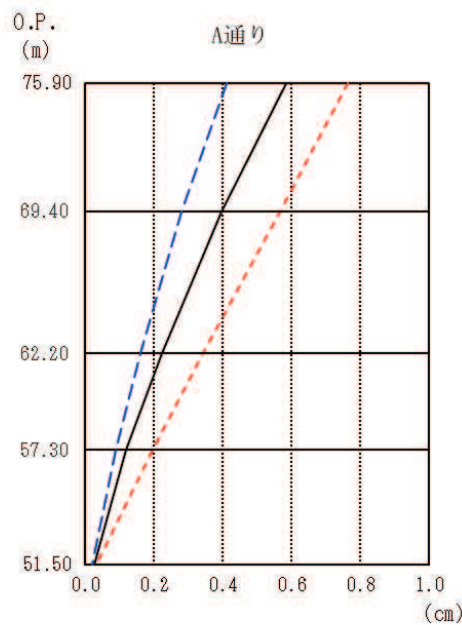
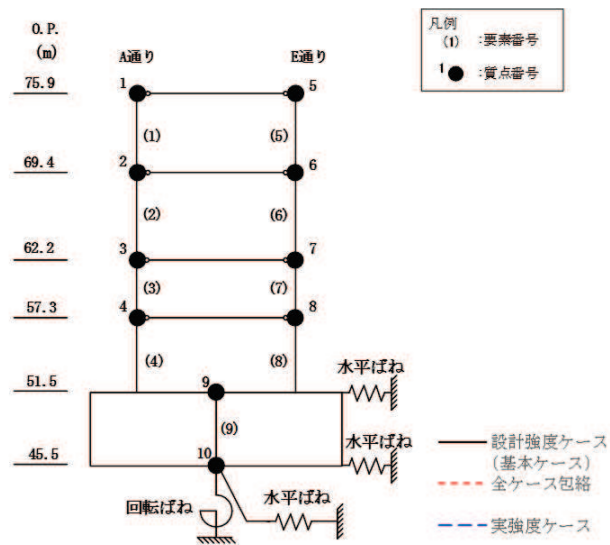


O.P. (m)	A通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.60	0.84	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

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)

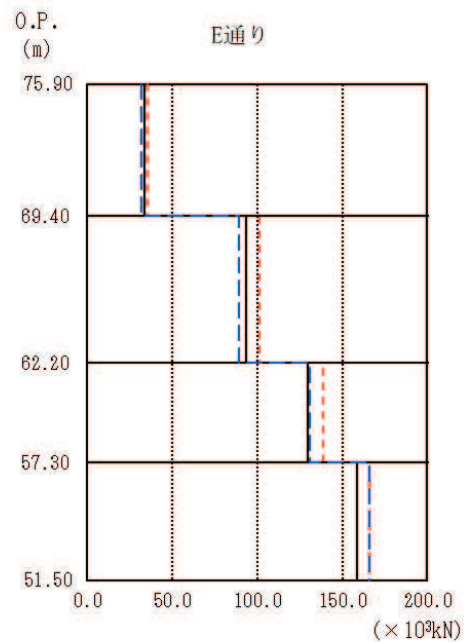
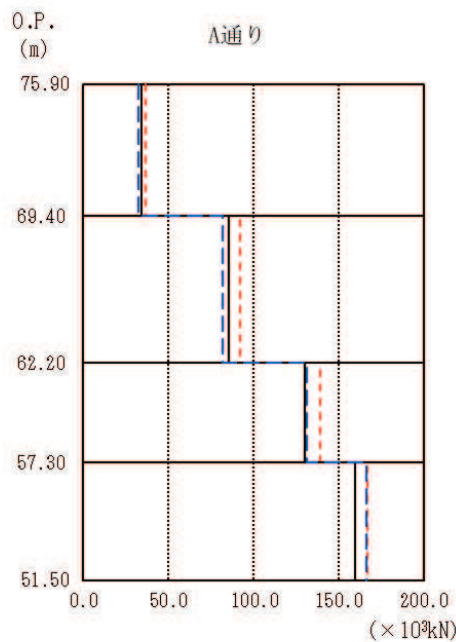
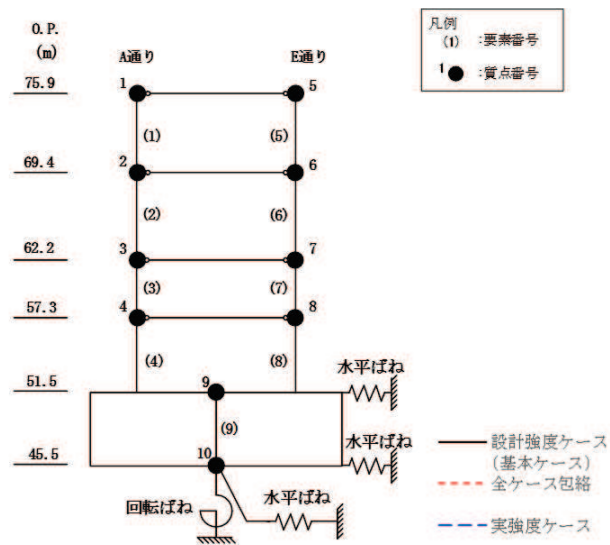


O.P. (m)	A通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.58	0.76	0.41
69.40	0.39	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

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_s - F3

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

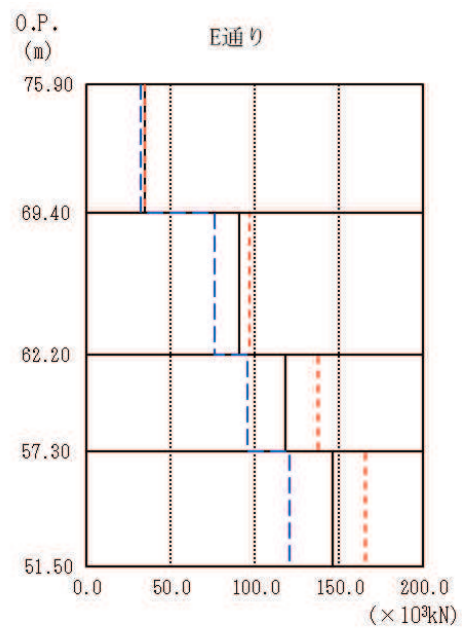
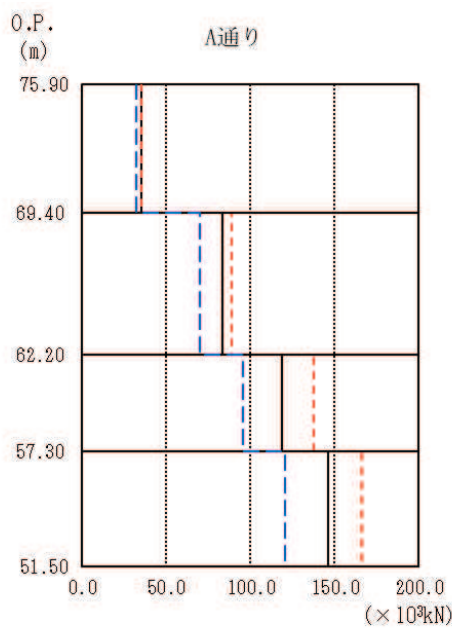
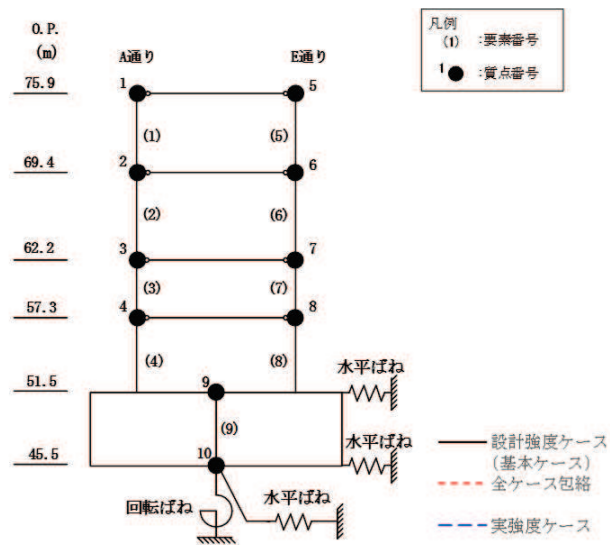


O.P. (m)	A通り (×10 ³ kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.51	36.57	32.12
62.20	85.51	92.37	81.88
57.30	130.32	139.11	131.19
51.50	159.51	166.94	166.24

O.P. (m)	E通り (×10 ³ 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)

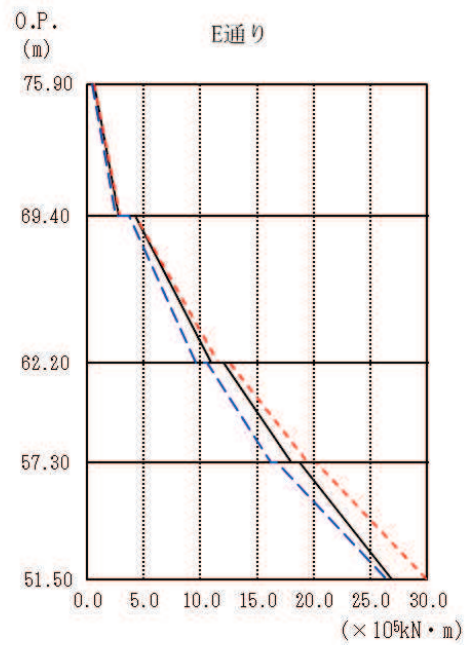
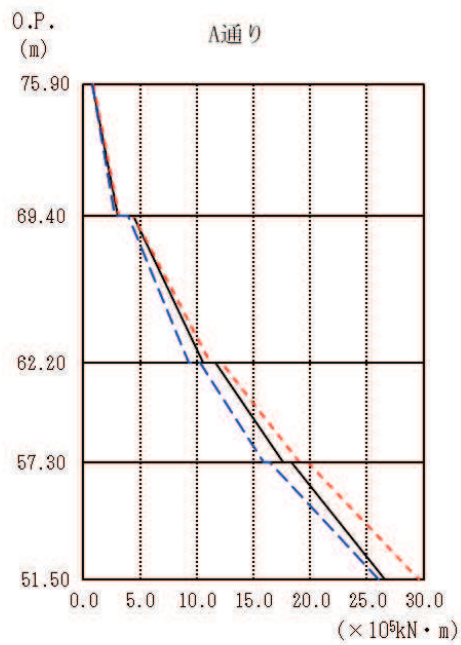
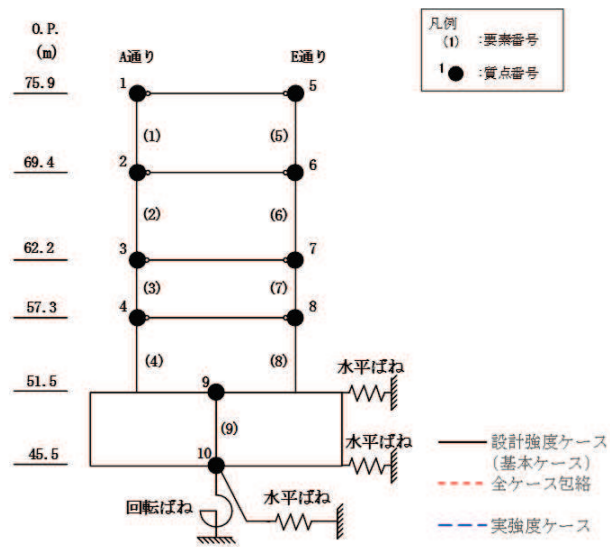


O.P. (m)	A通り (×10 ³ kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	35.14	35.35	32.30
62.20	83.33	88.70	69.78
57.30	118.62	138.00	95.82
51.50	146.21	166.49	120.74

O.P. (m)	E通り (×10 ³ 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_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)

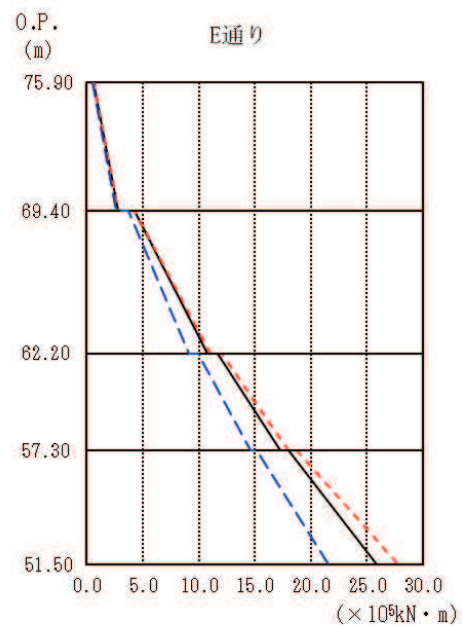
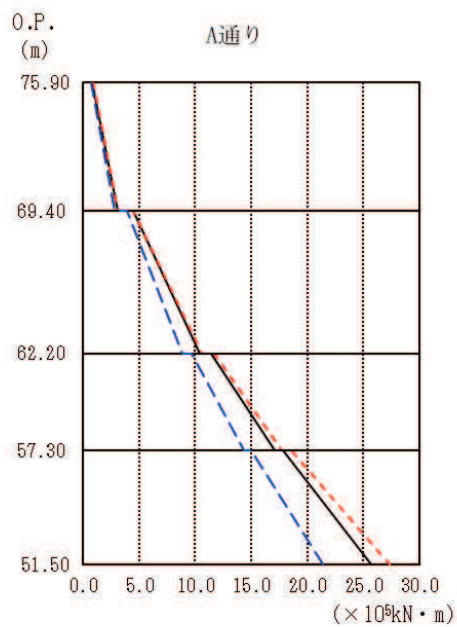
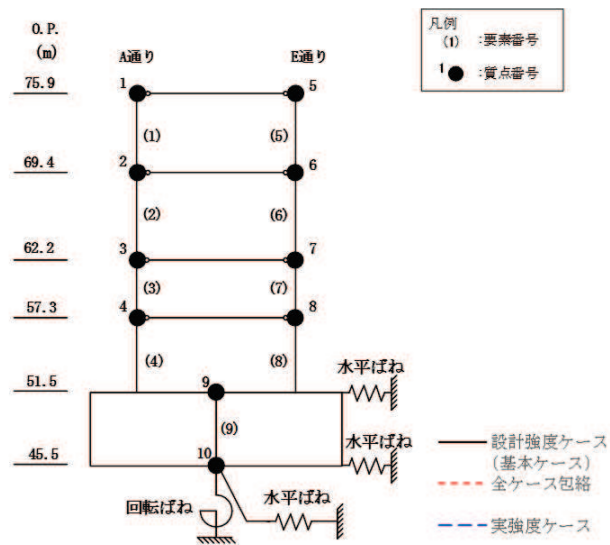


O.P. (m)	A通り (×10 ⁵ kN・m)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.80	0.86	0.76
69.40	3.07	3.16	2.79
	4.42	4.44	3.97
62.20	10.59	11.16	9.34
	11.65	12.20	10.31
57.30	17.62	19.06	15.87
	18.39	19.82	16.43
51.50	26.56	29.59	26.07

O.P. (m)	E通り (×10 ⁵ 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	0.63	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)

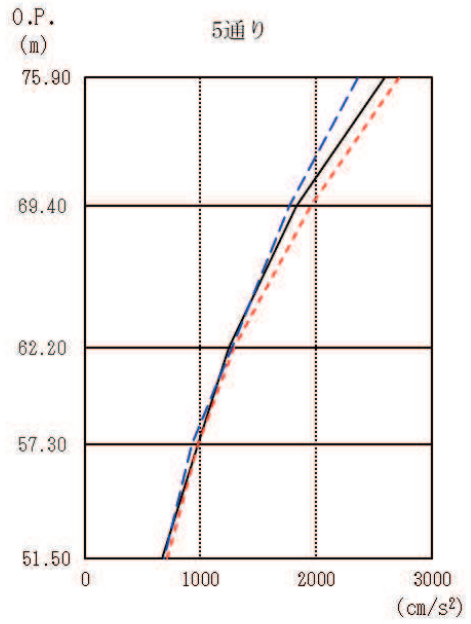
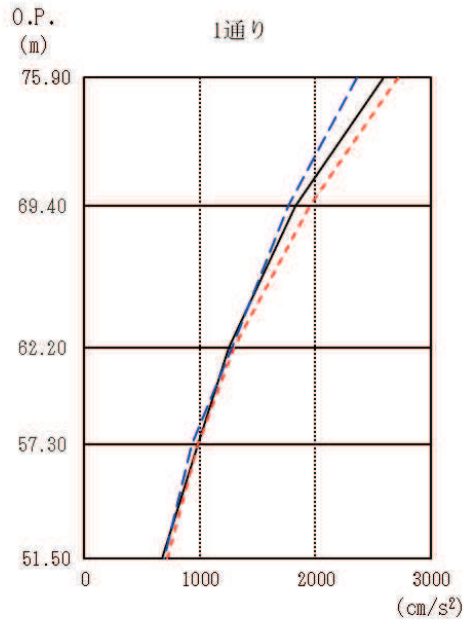
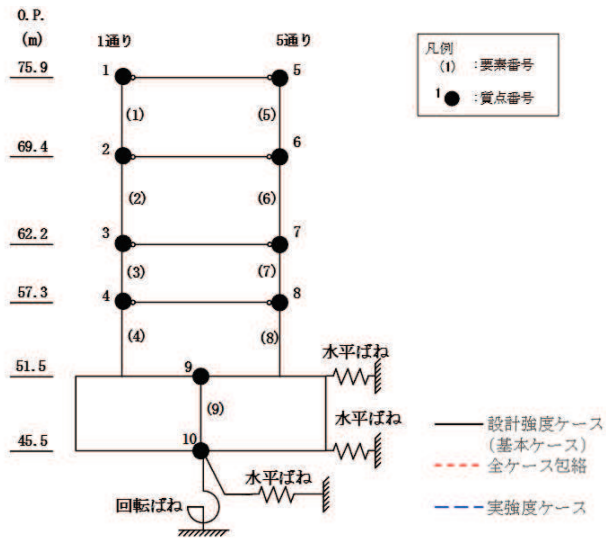


O.P. (m)	A通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.86	0.89	0.75
69.40	3.12	3.14	2.84
	4.48	4.48	3.94
62.20	10.45	10.63	8.88
	11.42	11.72	9.73
57.30	17.06	17.74	14.36
	17.79	18.53	14.97
51.50	25.72	27.34	21.37

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)

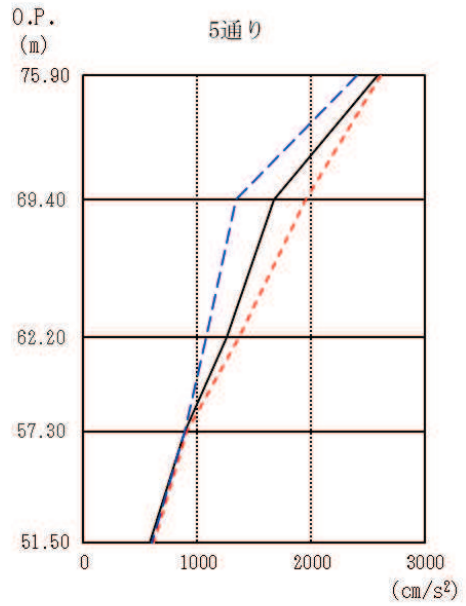
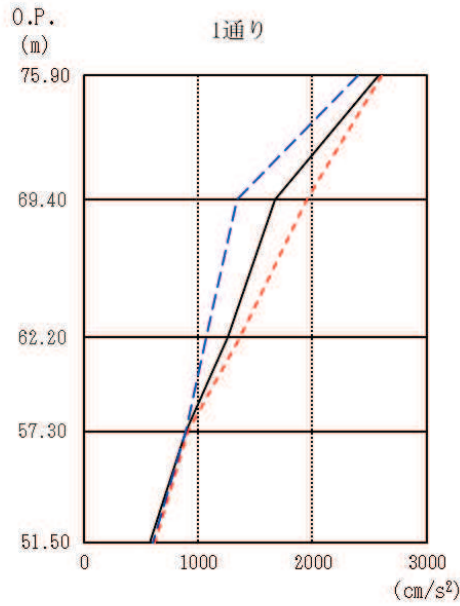
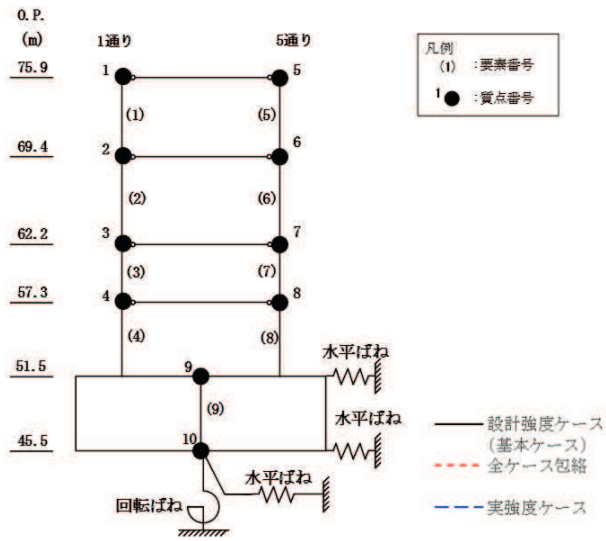


O. P. (m)	1通り (cm/s ²)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2593	2721	2365
69.40	1832	1955	1770
62.20	1250	1293	1276
57.30	982	982	927
51.50	673	712	691

O. P. (m)	5通り (cm/s ²)		
	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_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)

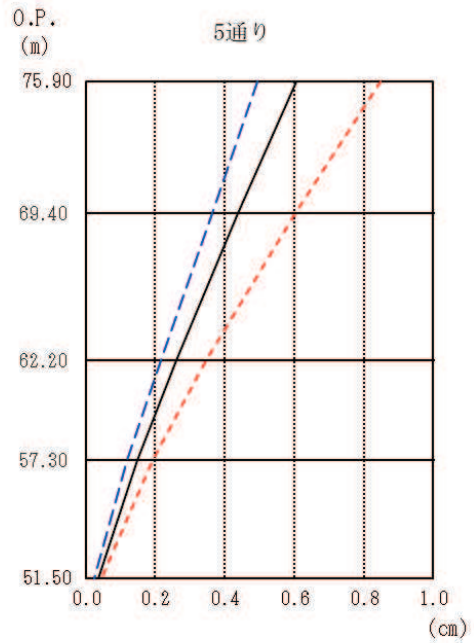
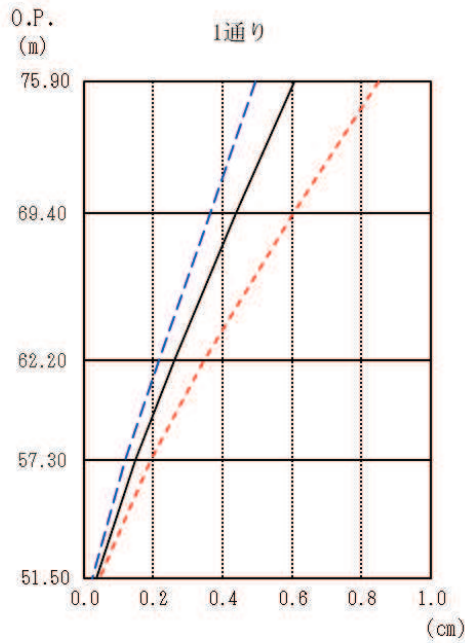
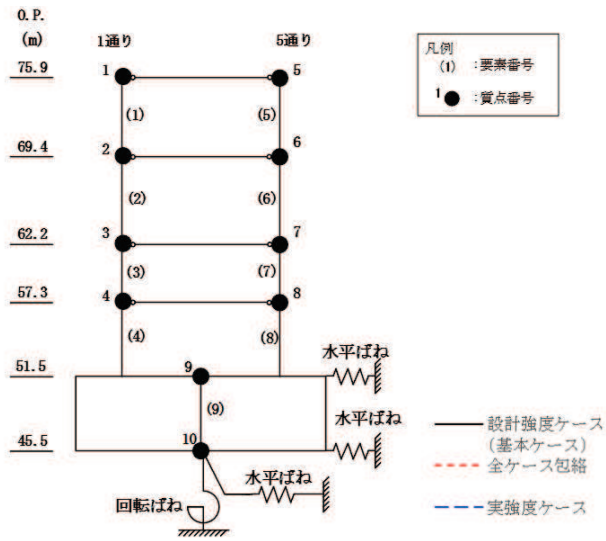


O. P. (m)	1通り (cm/s ²)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	2584	2609	2400
69.40	1673	1950	1337
62.20	1261	1366	1074
57.30	890	911	892
51.50	579	621	605

O. P. (m)	5通り (cm/s ²)		
	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_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)

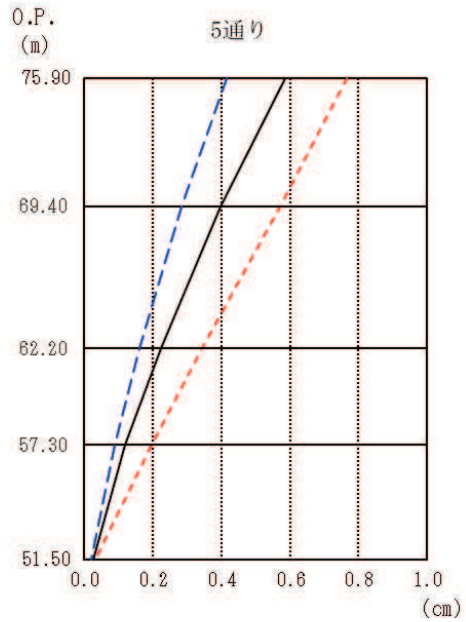
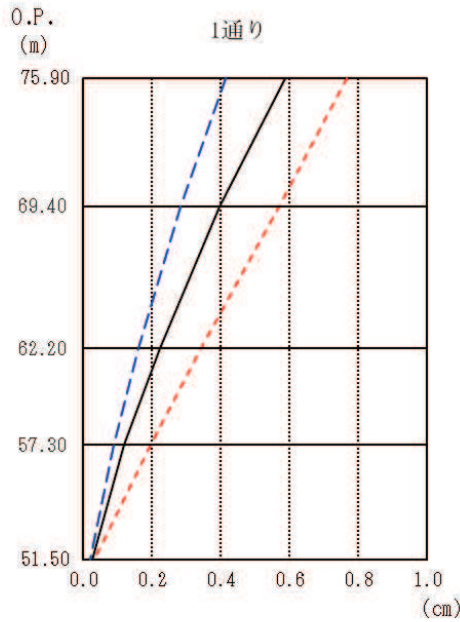
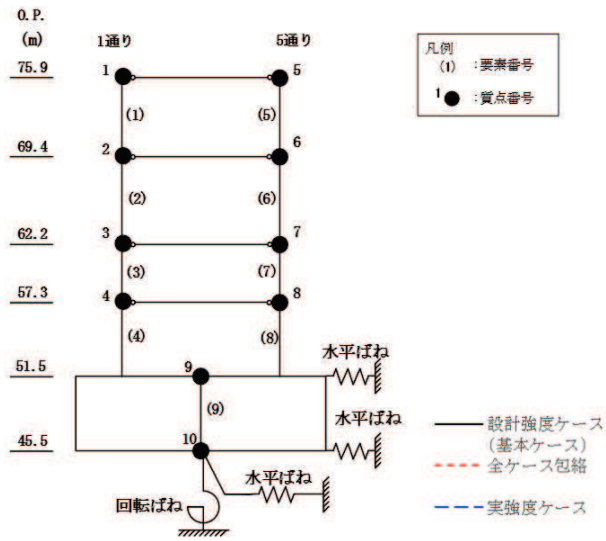


O.P. (m)	1通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.61	0.85	0.49
69.40	0.44	0.60	0.36
62.20	0.26	0.35	0.22
57.30	0.15	0.19	0.12
51.50	0.04	0.04	0.02

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) $S_s - D_2$

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

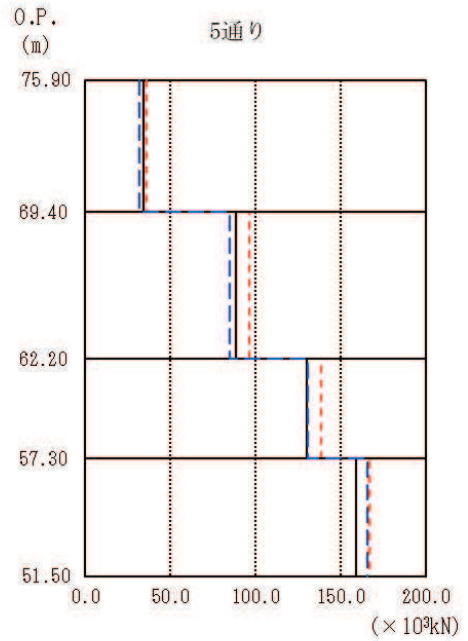
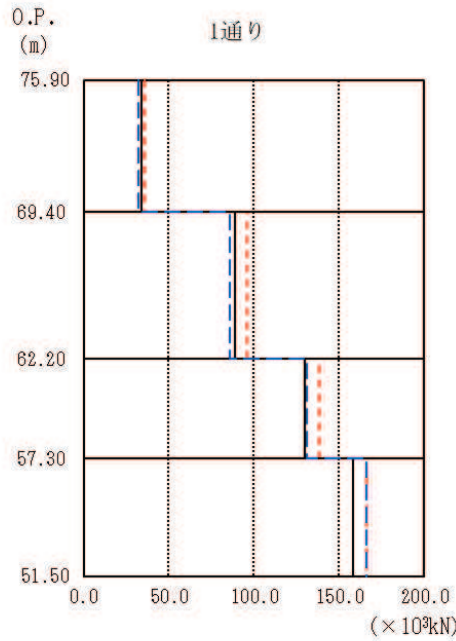
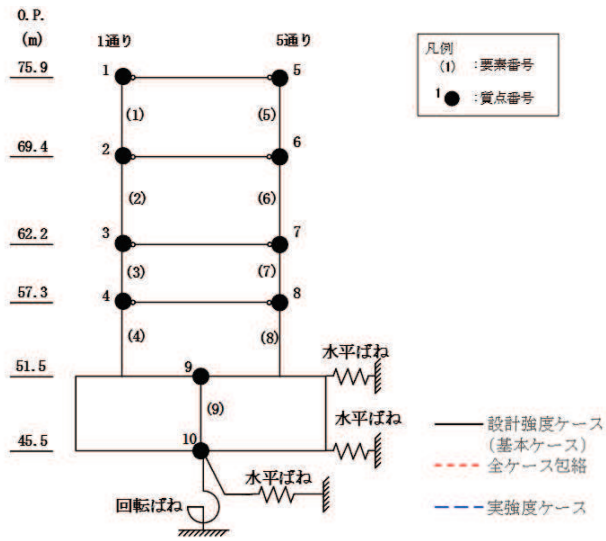


O.P. (m)	1通り (cm)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.59	0.77	0.41
69.40	0.40	0.57	0.28
62.20	0.22	0.34	0.16
57.30	0.12	0.20	0.09
51.50	0.03	0.03	0.02

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)

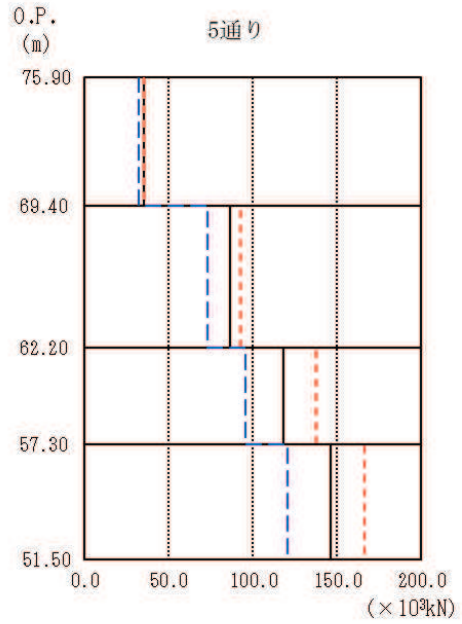
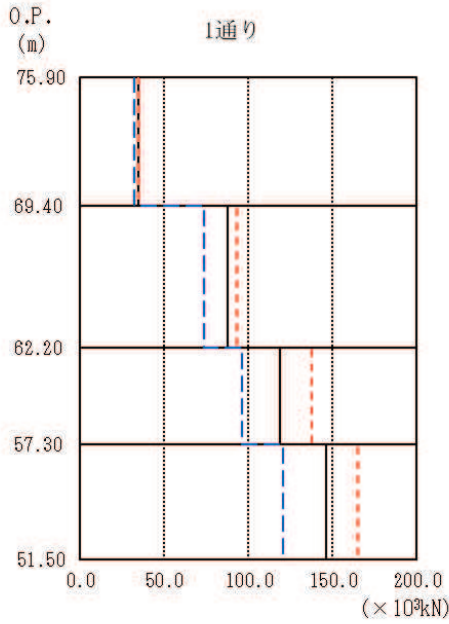
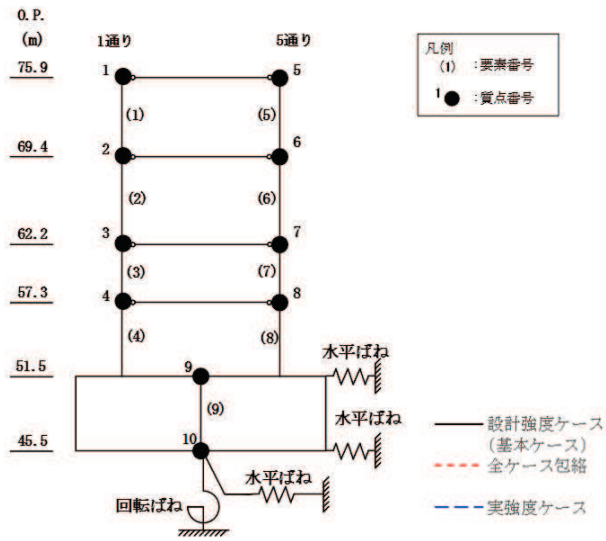


O.P. (m)	1通り (×10 ³ kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.08	36.05	32.39
62.20	88.74	96.36	86.04
57.30	129.89	138.69	131.02
51.50	158.62	166.00	166.02

O.P. (m)	5通り (×10 ³ 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)

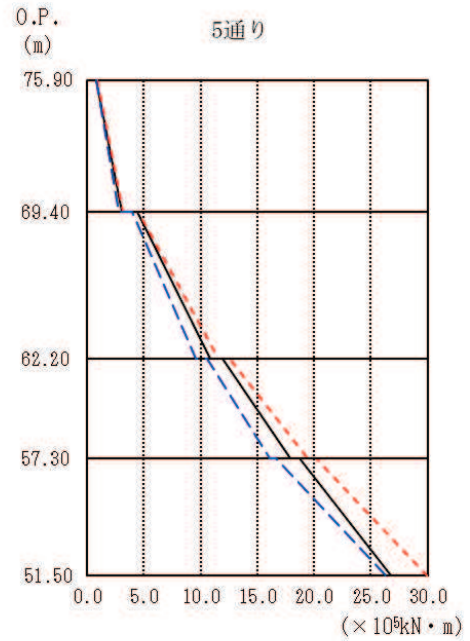
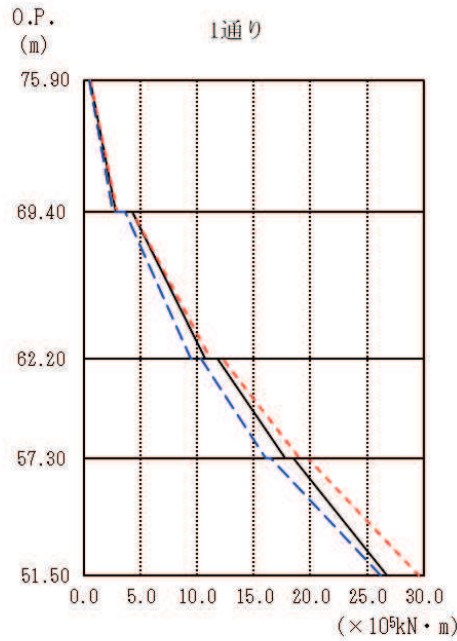
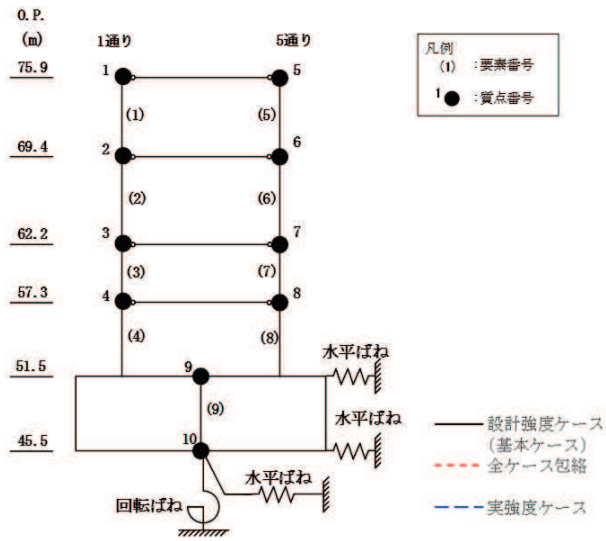


O. P. (m)	1通り (×10 ³ kN)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90			
69.40	34.73	34.90	32.59
62.20	88.07	93.31	73.90
57.30	118.67	137.60	96.20
51.50	146.12	165.48	120.95

O. P. (m)	5通り (×10 ³ 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_s - F 3

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

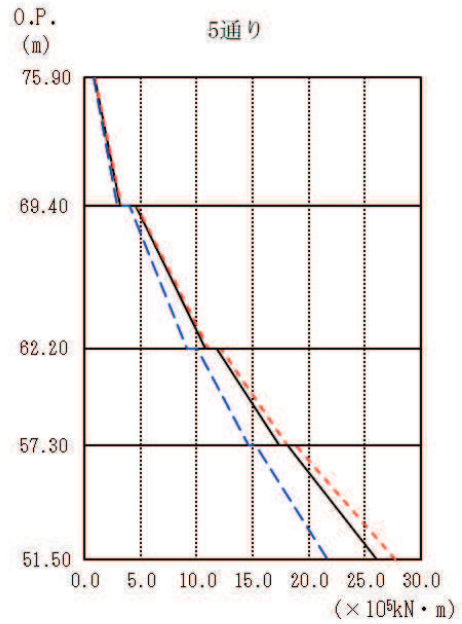
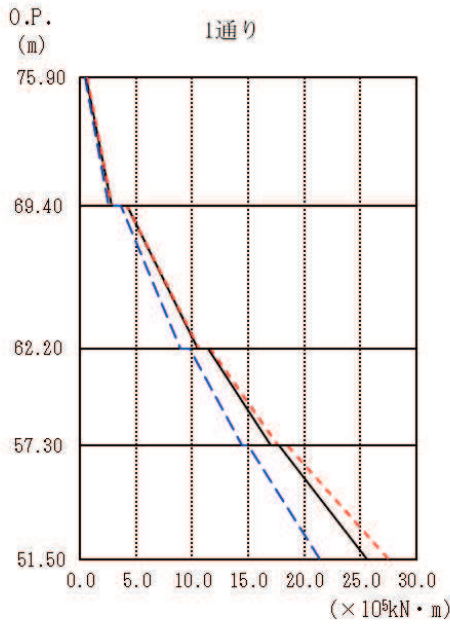
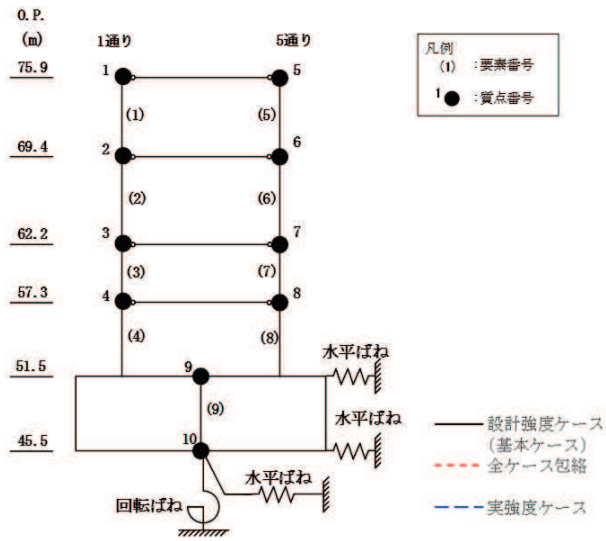


O.P. (m)	1通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	設計強度ケース (基本ケース)	全ケース包絡	実強度ケース
75.90	0.59	0.59	0.48
69.40	2.83	2.91	2.56
	4.26	4.26	3.69
62.20	10.71	11.18	9.43
	11.82	12.22	10.37
57.30	17.78	19.07	16.03
	18.55	19.82	16.55
51.50	26.71	29.56	26.17

O.P. (m)	5通り ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)		
	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	0.85	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 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)

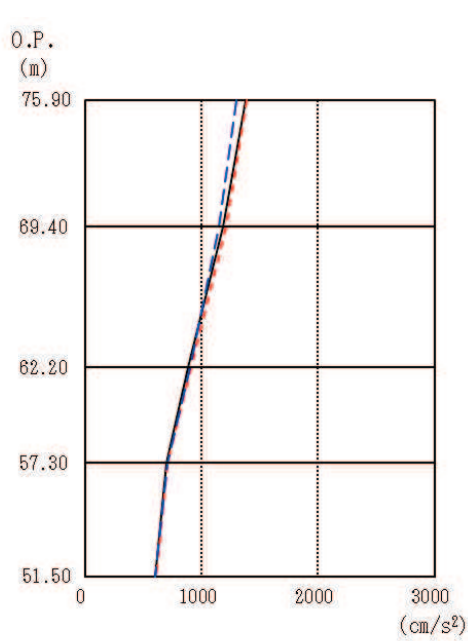
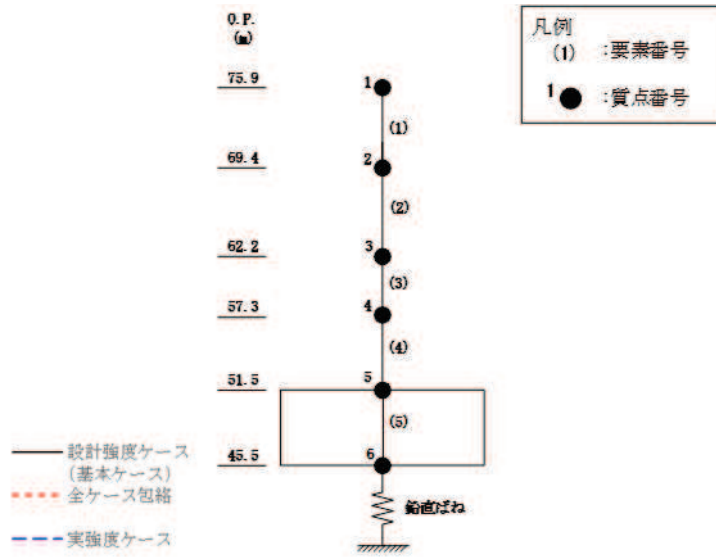


O.P. (m)	1通り (設計強度ケース (基本ケース))	1通り (全ケース包絡)	1通り (実強度ケース)
75.90	0.57	0.63	0.48
69.40	2.83	2.88	2.60
62.20	10.50	10.65	8.95
57.30	17.06	17.70	14.44
51.50	25.65	27.55	21.45

O.P. (m)	5通り (設計強度ケース (基本ケース))	5通り (全ケース包絡)	5通り (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_s-F3

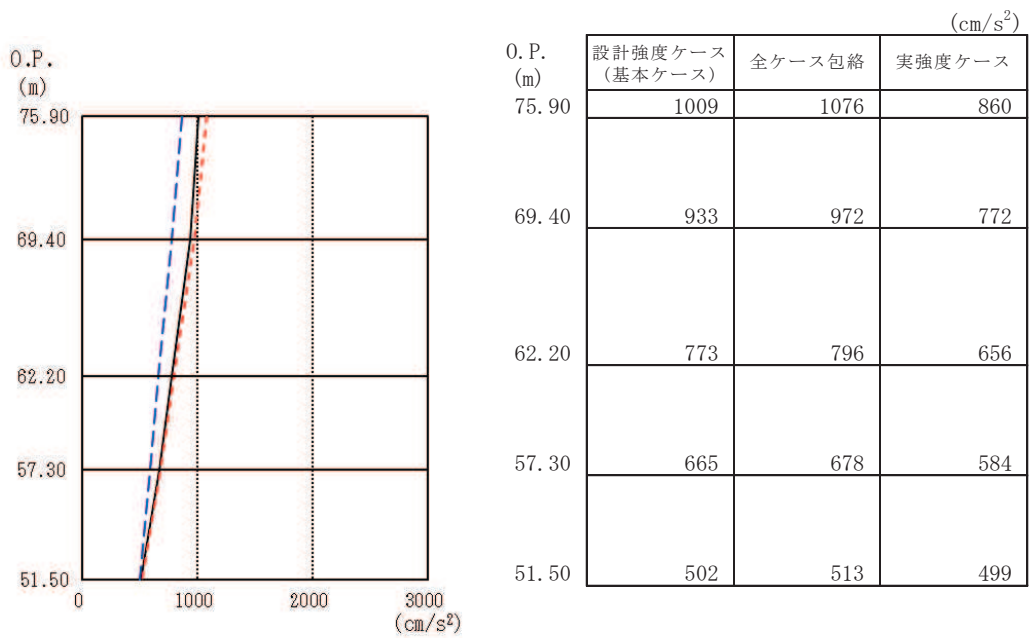
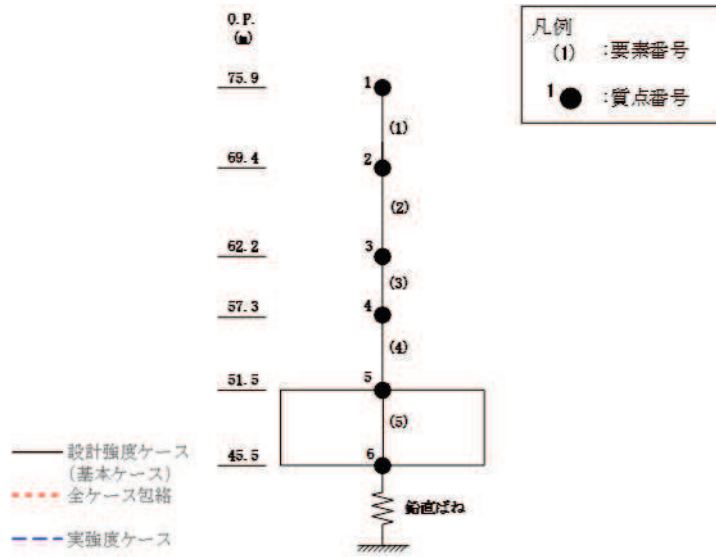
図 3-8(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s, EW 方向) (2/2)



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

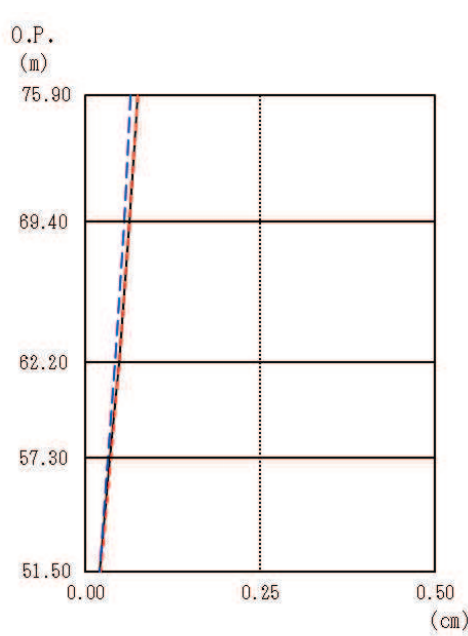
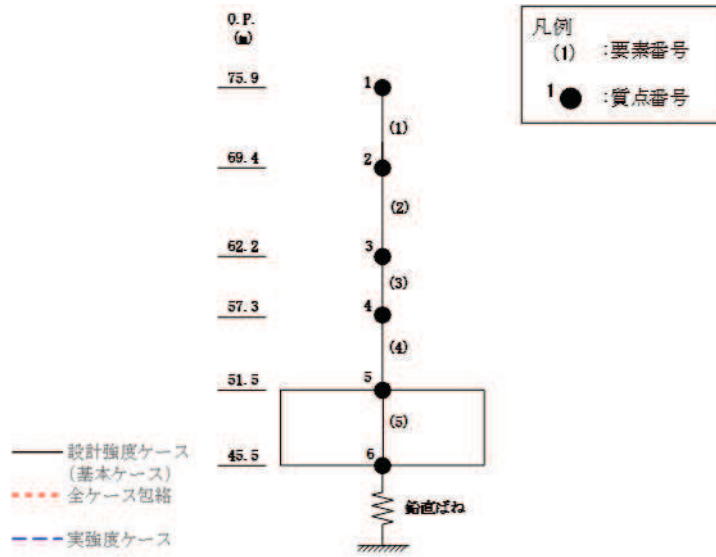
(a) $S_s - D_2$

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

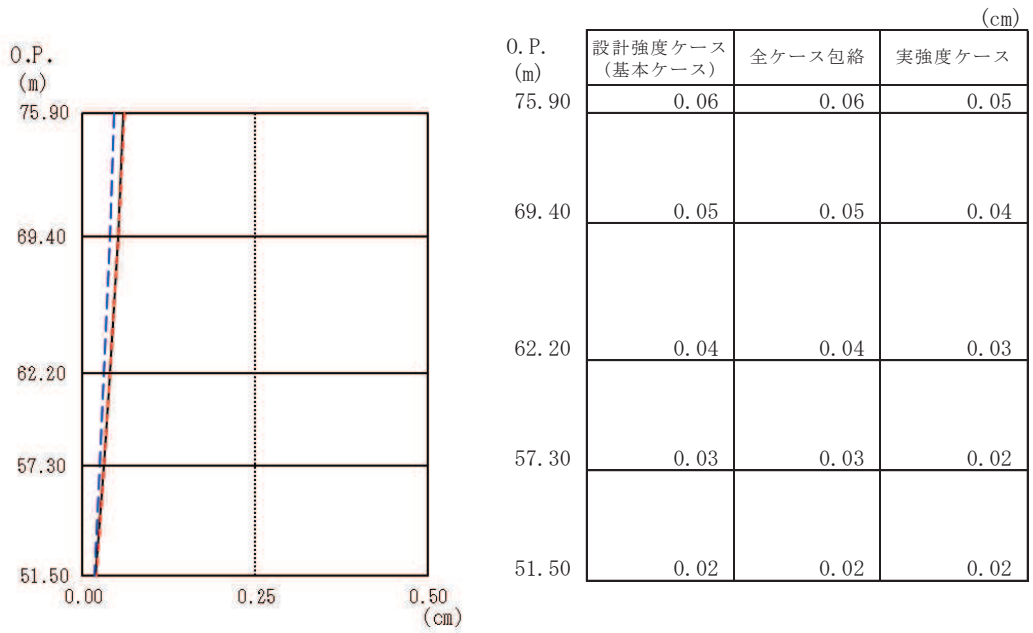
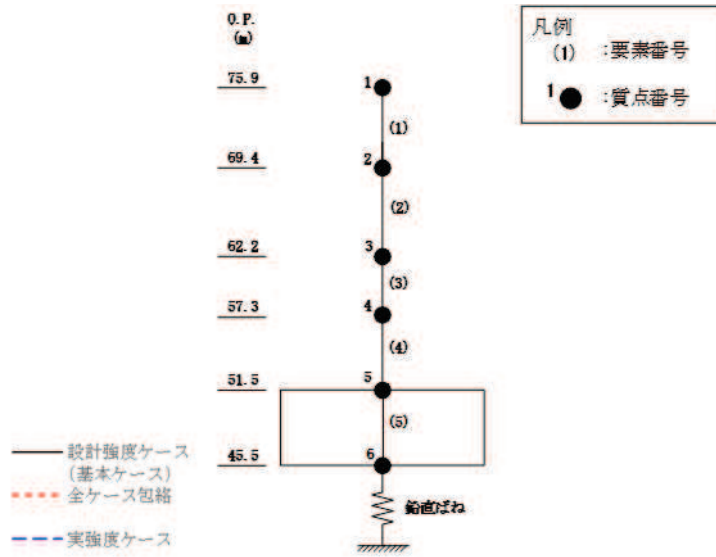
図 3-9(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S_s, UD 方向) (2/2)



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

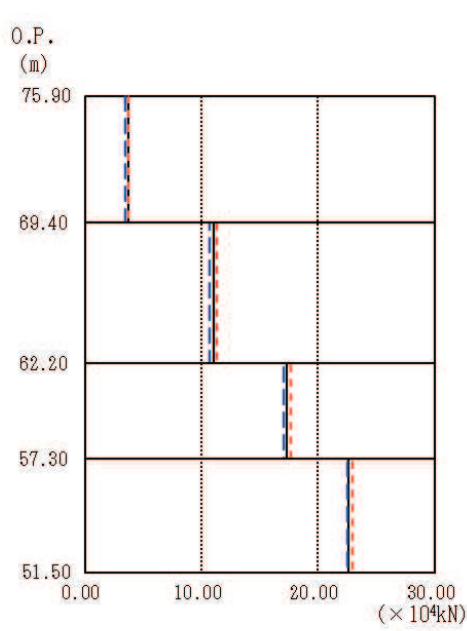
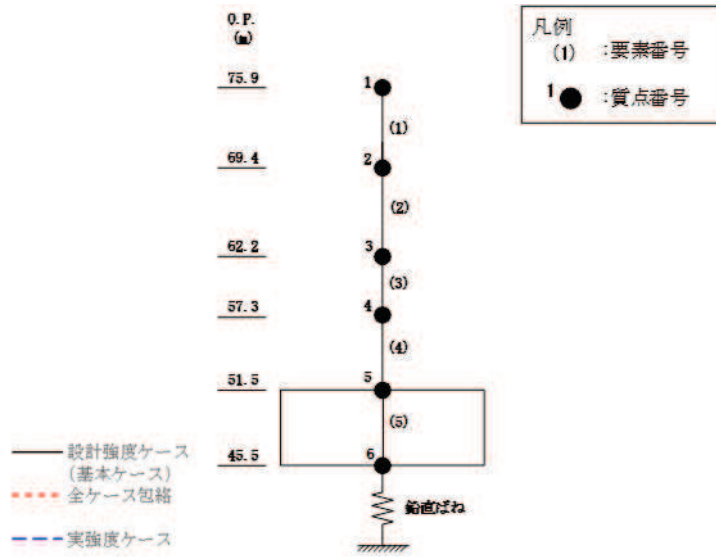
(a) $S_s - D_2$

図 3-10(1) 最大応答変位 (基準地震動 S_s , UD 方向) (1/2)



(b) $S_s - F_3$

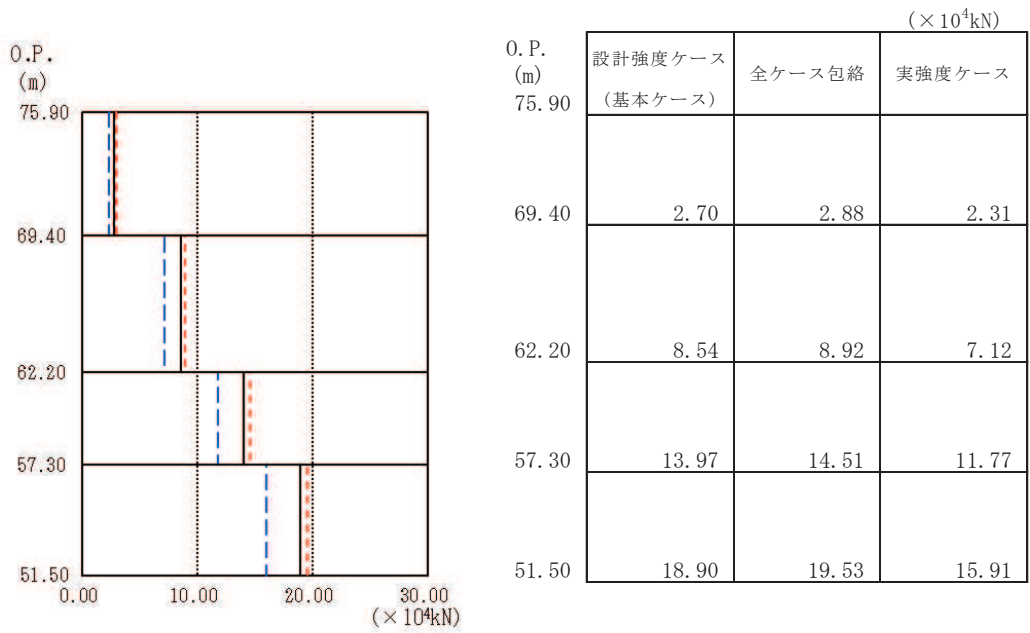
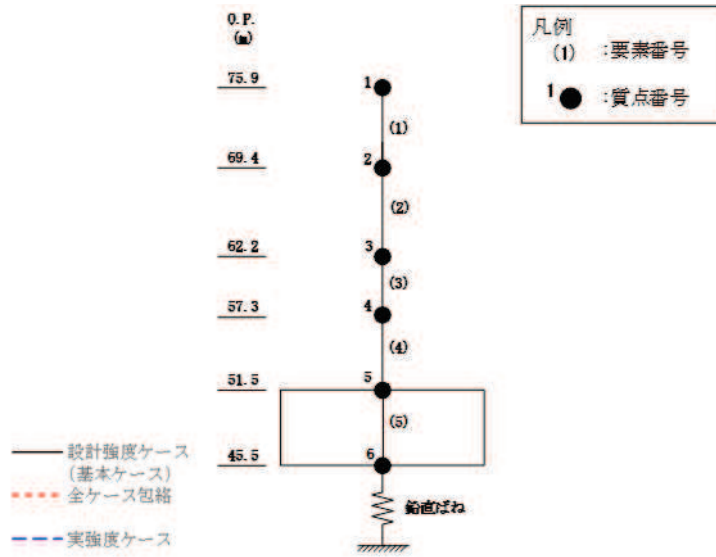
図 3-10(2) 最大応答変位 (基準地震動 S_s , UD 方向) (2/2)



O.P. (m)	($\times 10^4$ 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 s - D 2

図 3-11(1) 最大応答軸力 (基準地震動 S s, 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. 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_s -D1～ S_s -N1の最大値)	実強度による 最大応答せん断力 (S_s -D2, S_s -F3の最大値)	設計用 地震力
NS	1	34.51	32.30	36.57
	2	85.51	81.88	92.37
	3	130.32	131.19	139.11
	4	159.51	166.24	166.94
	5	33.96	32.06	35.99
	6	93.32	89.27	101.16
	7	129.92	130.79	138.71
	8	158.65	166.09	166.05
EW	1	34.08	32.59	36.05
	2	88.74	86.04	96.36
	3	129.89	131.02	138.69
	4	158.62	166.02	166.00
	5	34.39	32.00	36.32
	6	88.86	85.19	96.35
	7	130.20	130.92	138.91
	8	159.35	165.99	166.74

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、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。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、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 27%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。

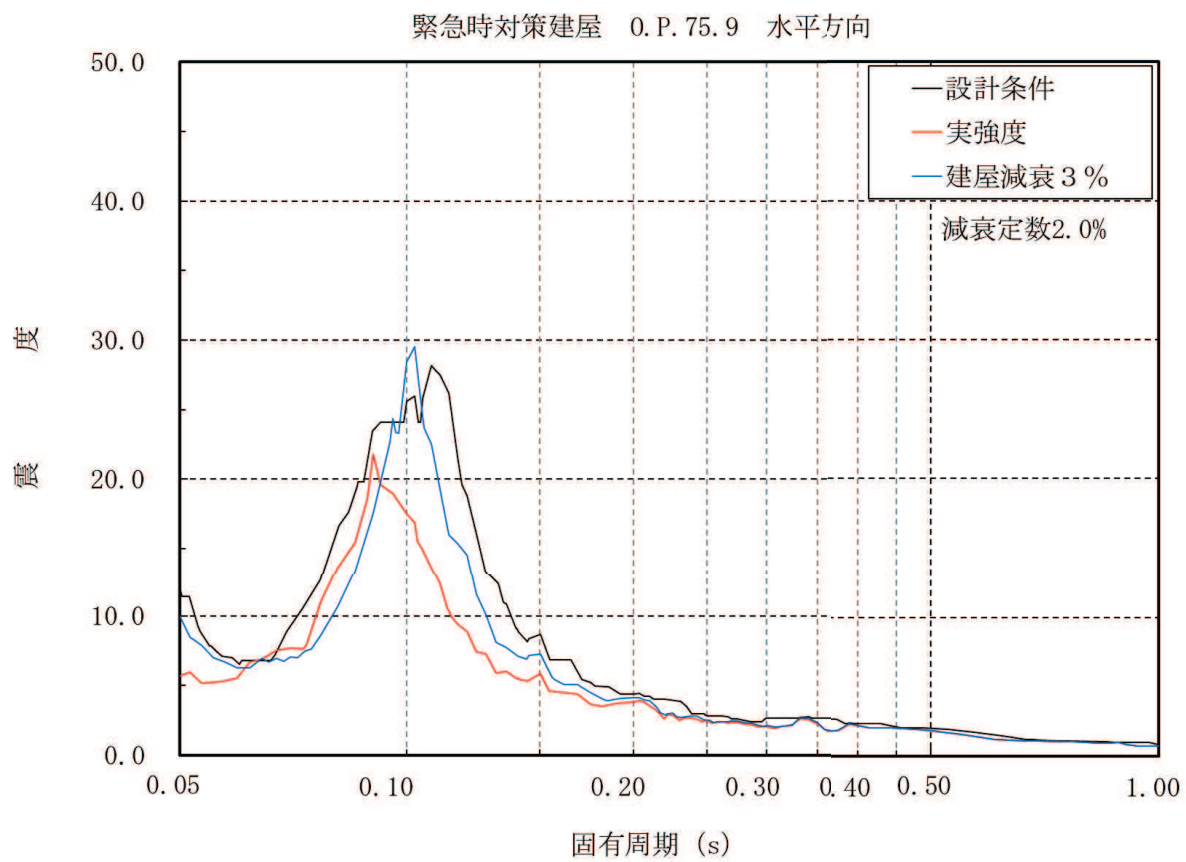


図 2-1 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0.P.75.9m)

緊急時対策建屋 0.P. 69.4 水平方向

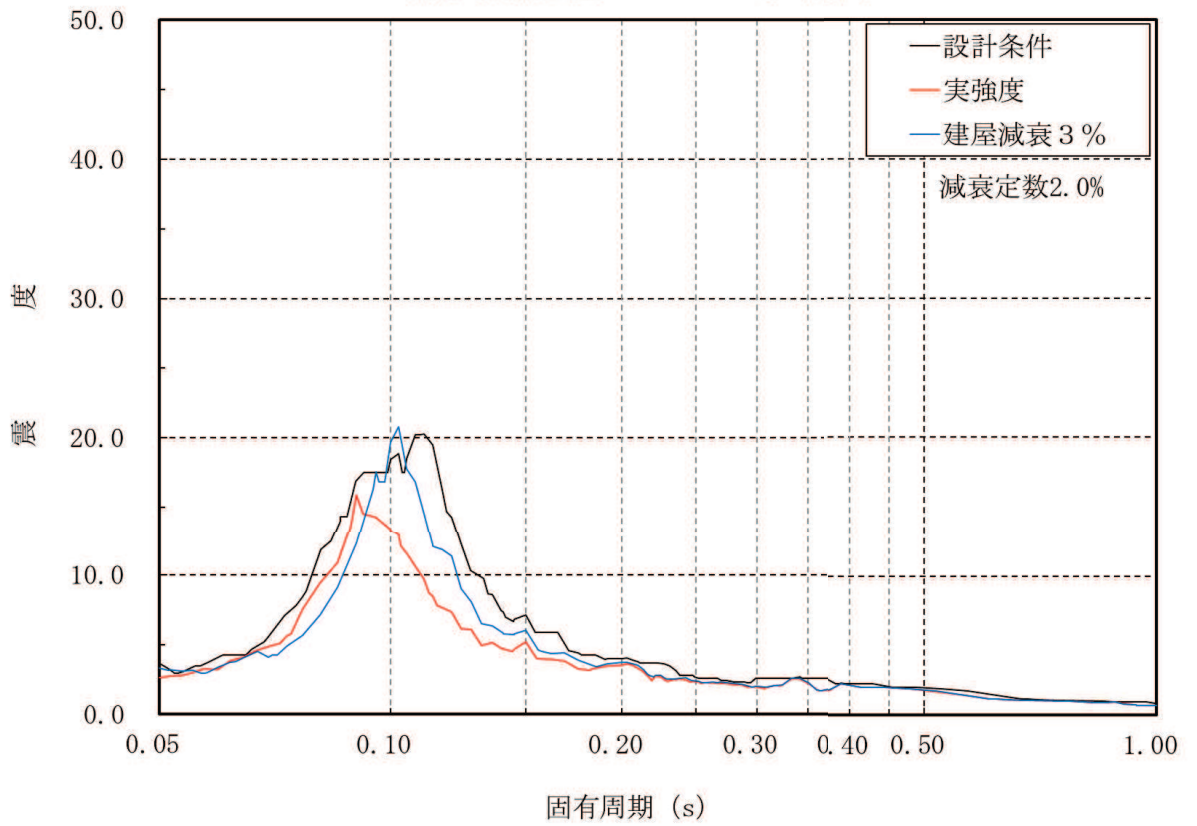


図 2-2 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0.P. 69.4m)

緊急時対策建屋 0.P.62.2 水平方向

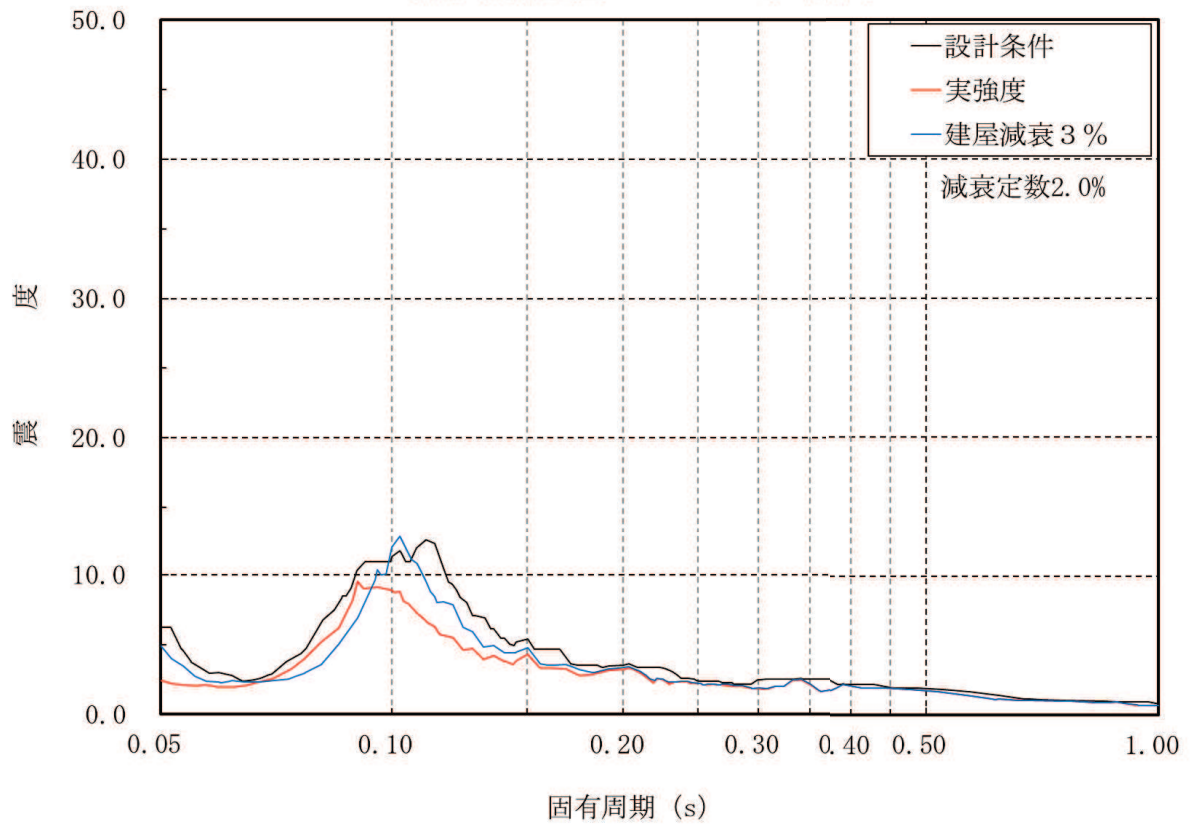


図 2-3 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0.P.62.2m)

緊急時対策建屋 0.P.57.3 水平方向

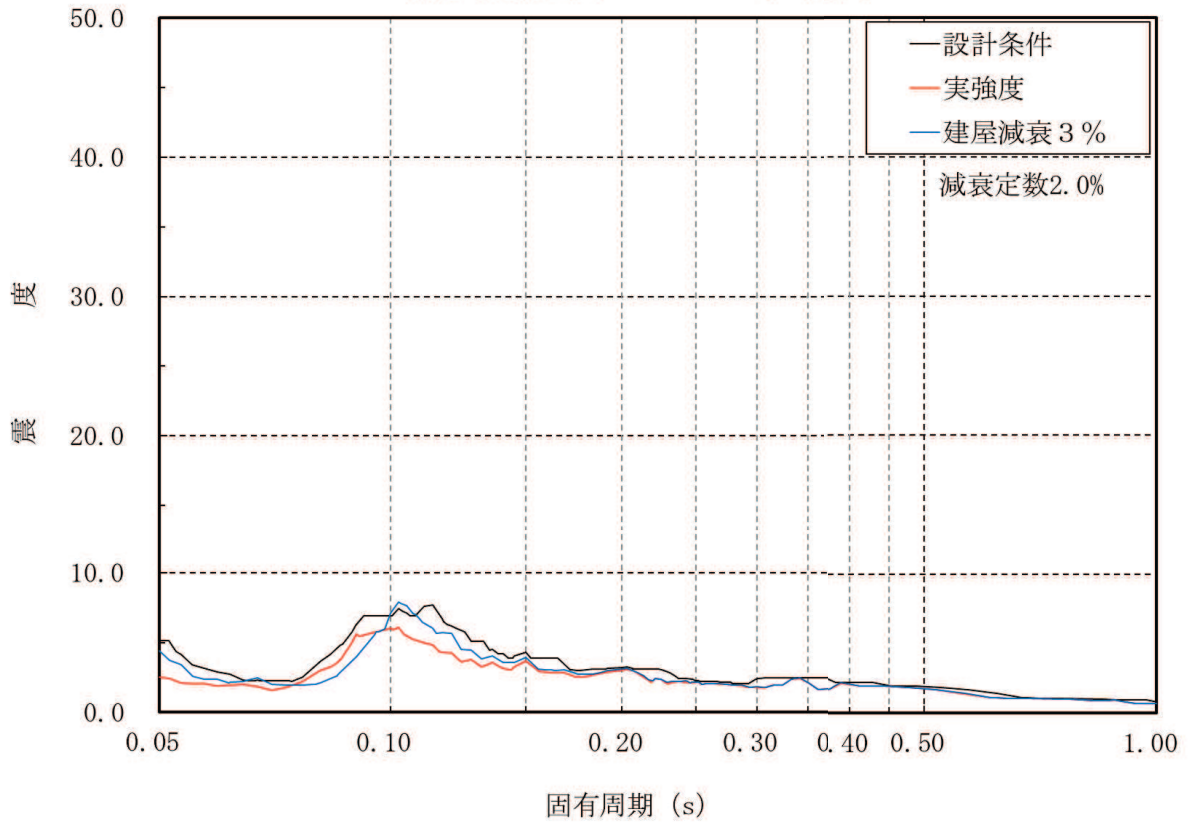


図 2-4 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0.P.57.3m)

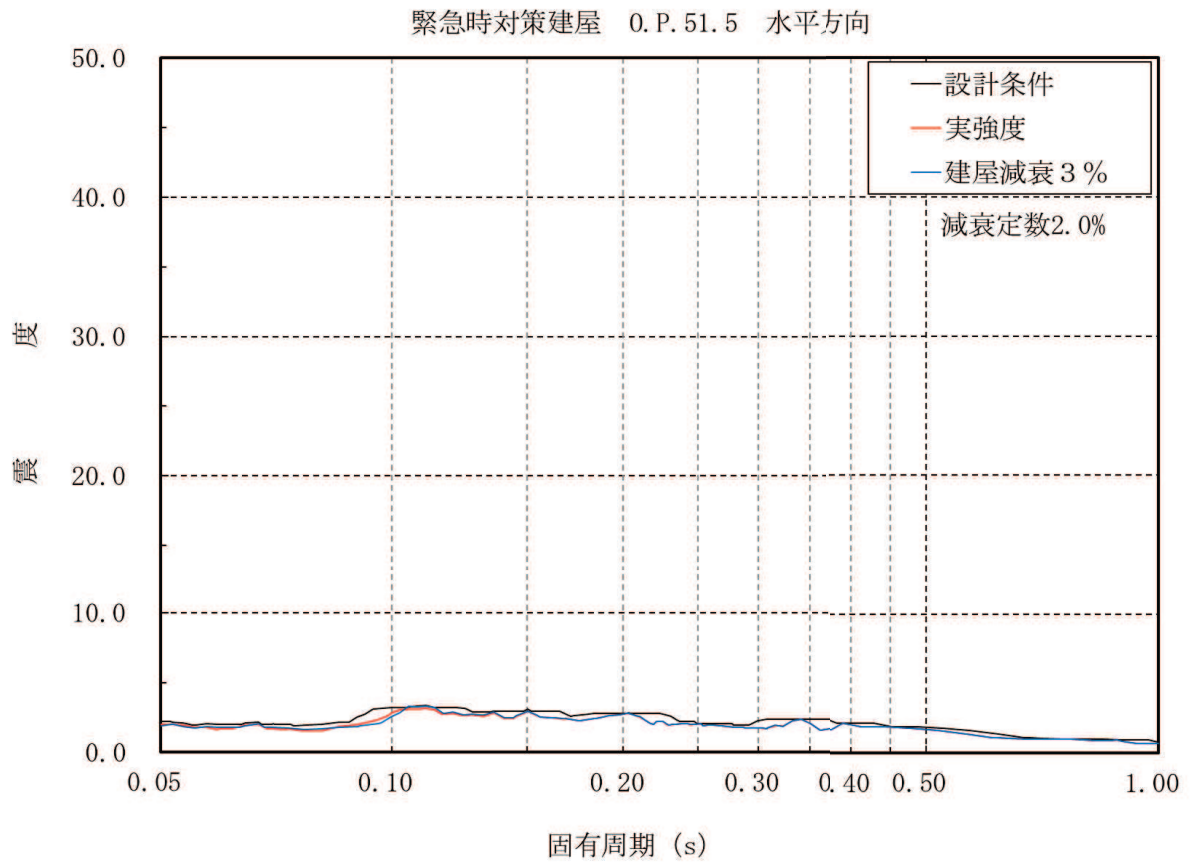


図 2-5 床応答スペクトルの比較 (水平方向, 0.P.51.5m)

緊急時対策建屋 0.P.75.9 鉛直方向

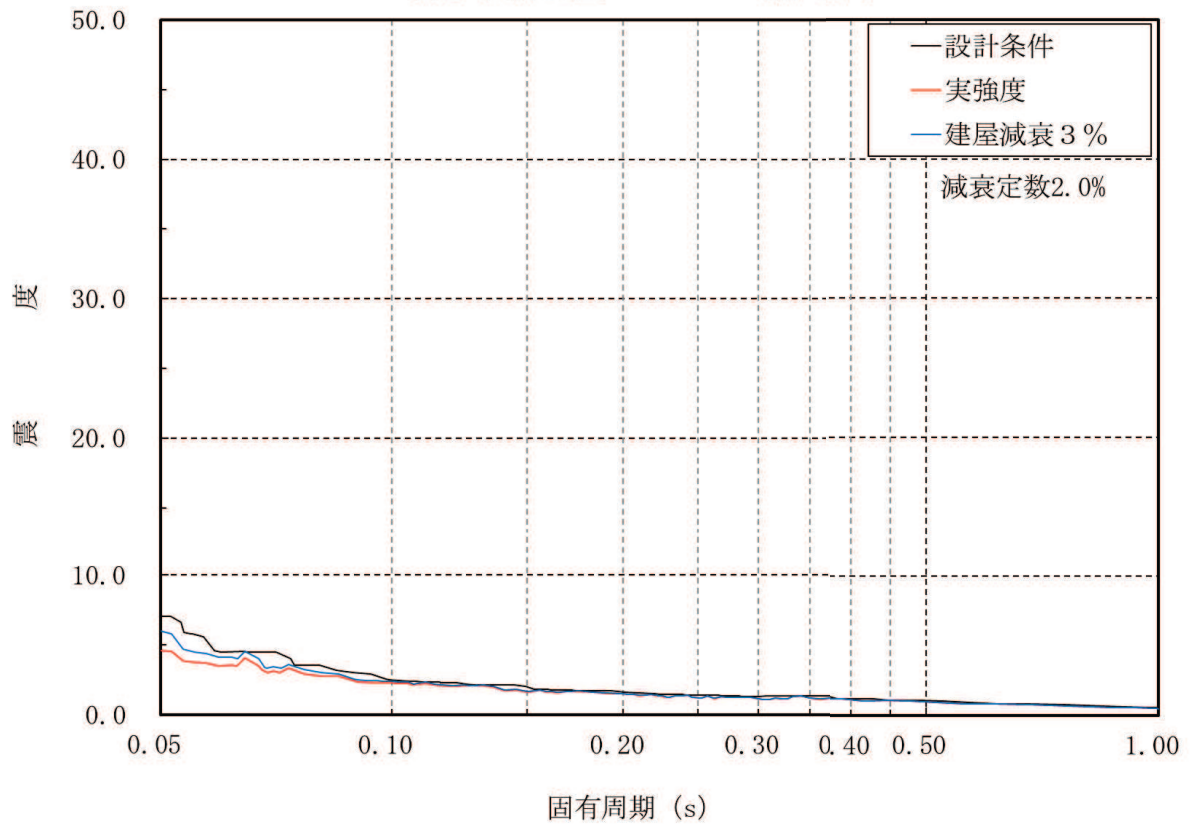


図 2-6 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0.P.75.9m)

緊急時対策建屋 0.P.69.4 鉛直方向

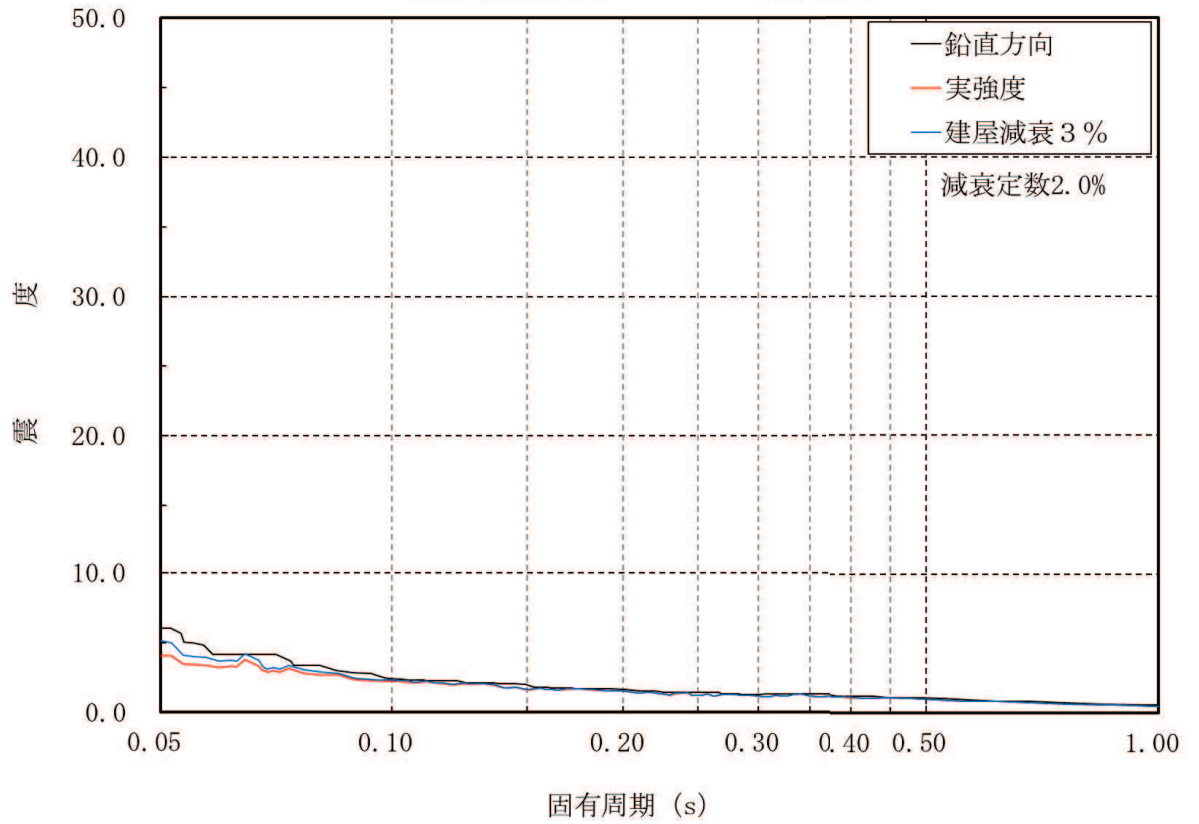


図 2-7 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0.P.69.4m)

緊急時対策建屋 0.P.62.2 鉛直方向

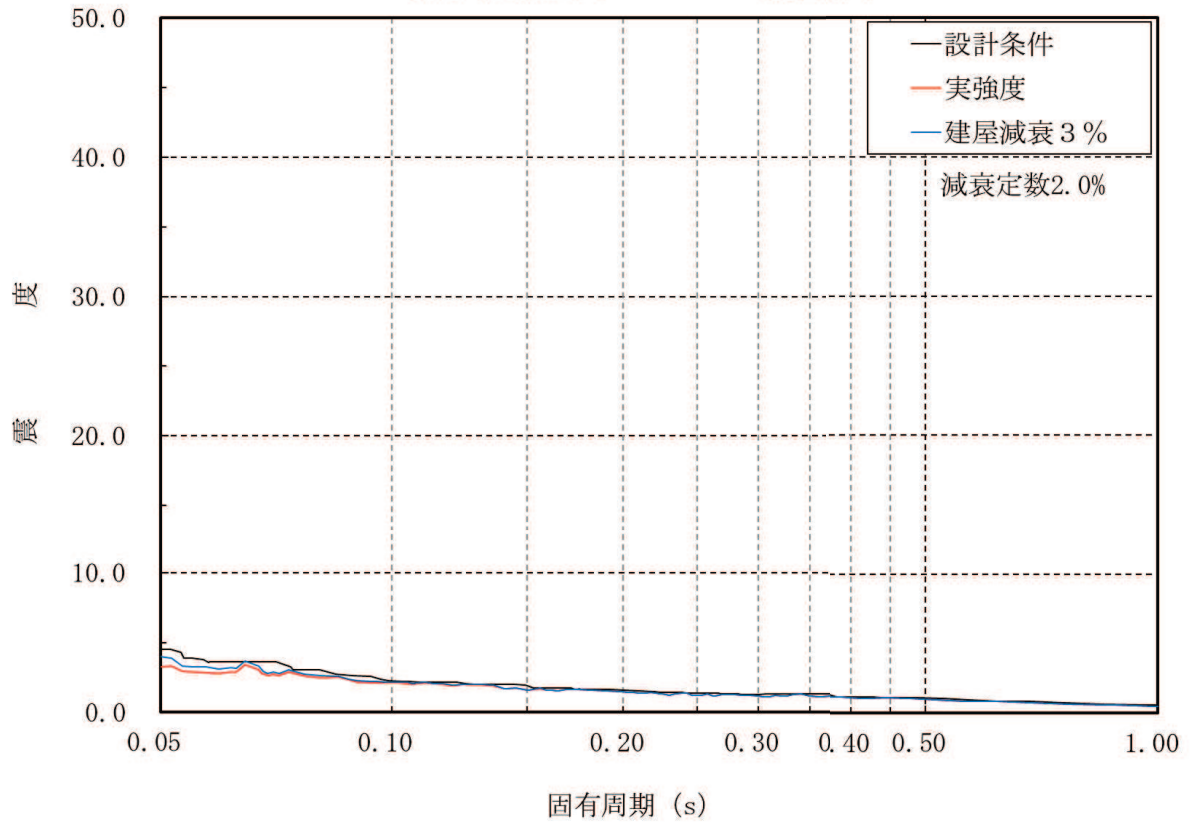


図 2-8 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0.P.62.2m)

緊急時対策建屋 0.P.57.3 鉛直方向

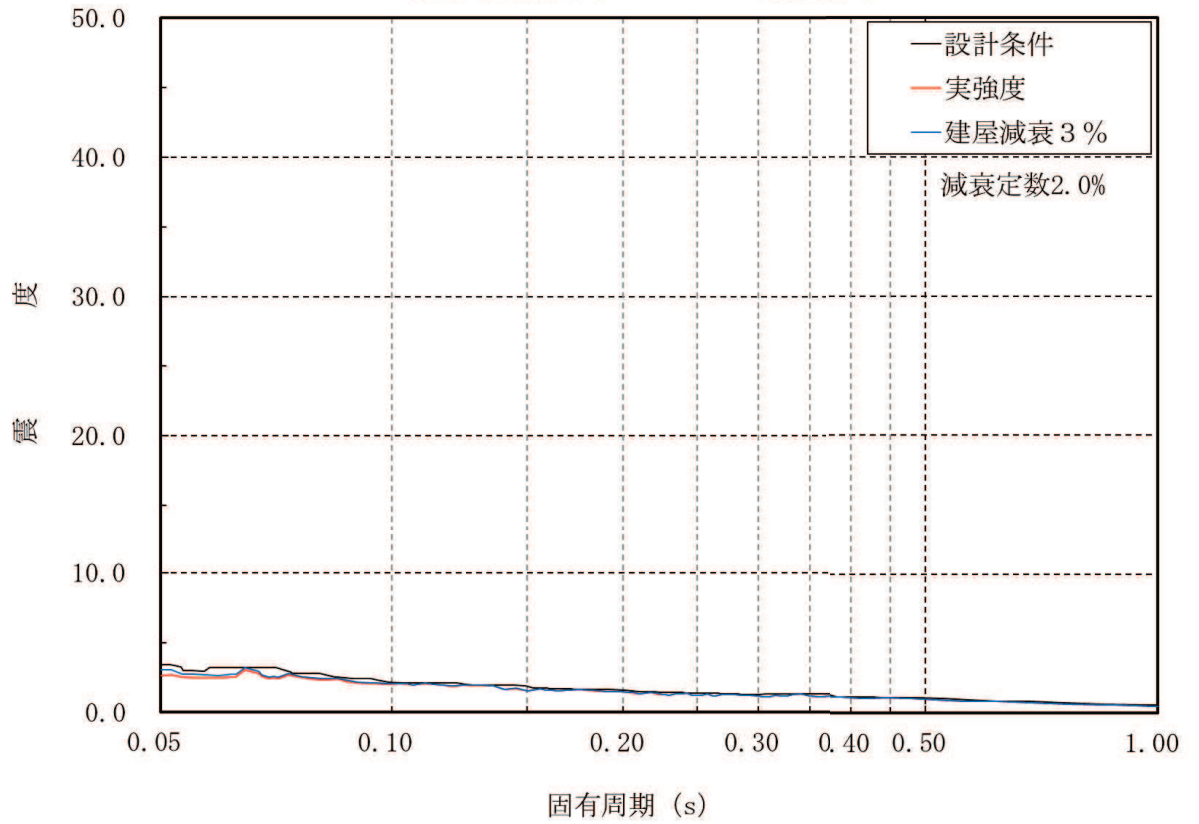


図 2-9 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0.P.57.3m)

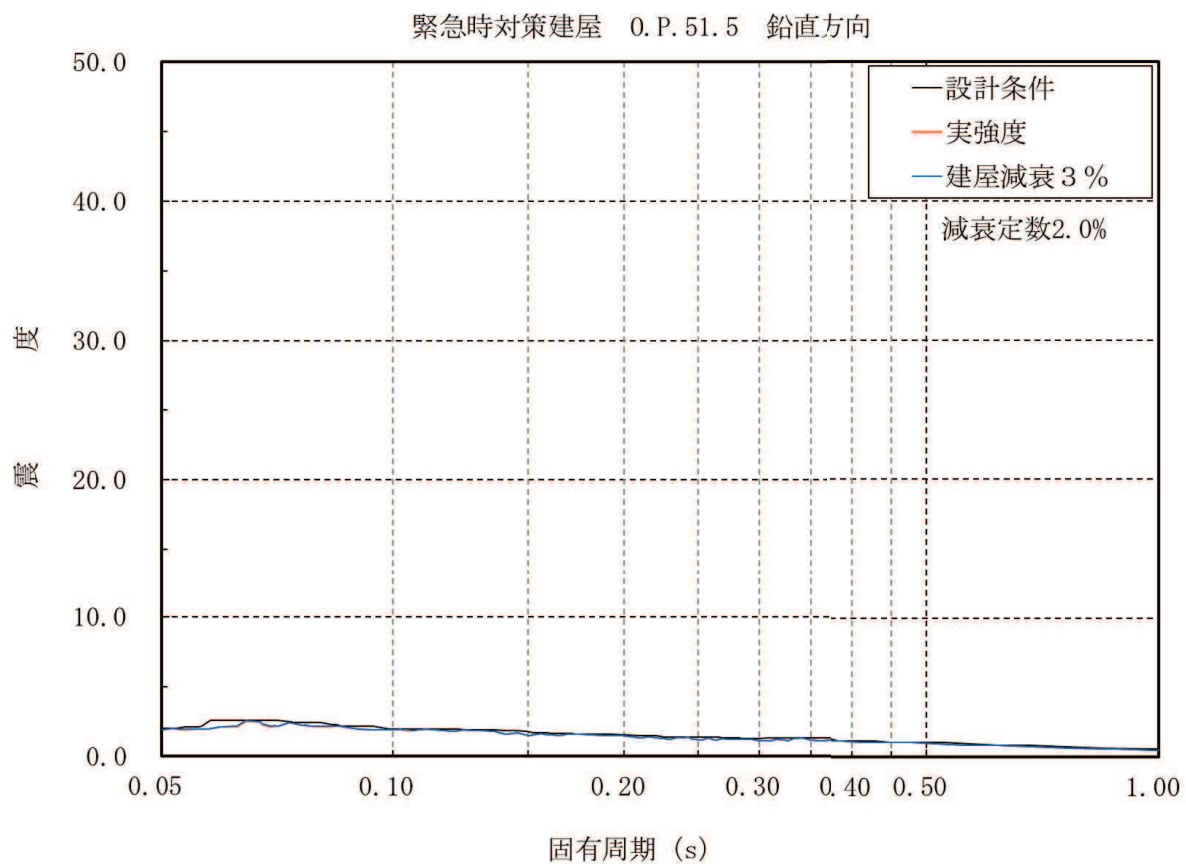


図 2-10 床応答スペクトルの比較 (鉛直方向, 0.P.51.5m)

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。

(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。

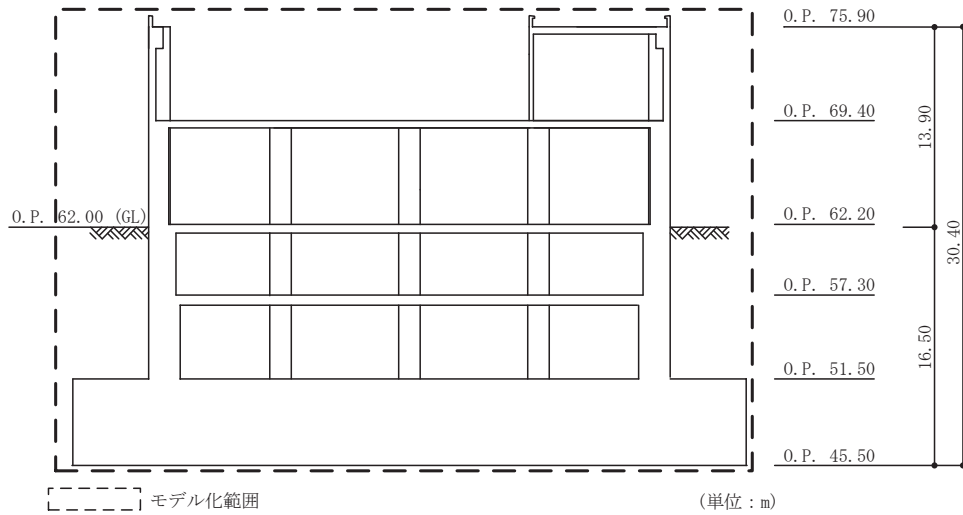
注記*：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック（非線形 CAE 協会，2008 年）

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。



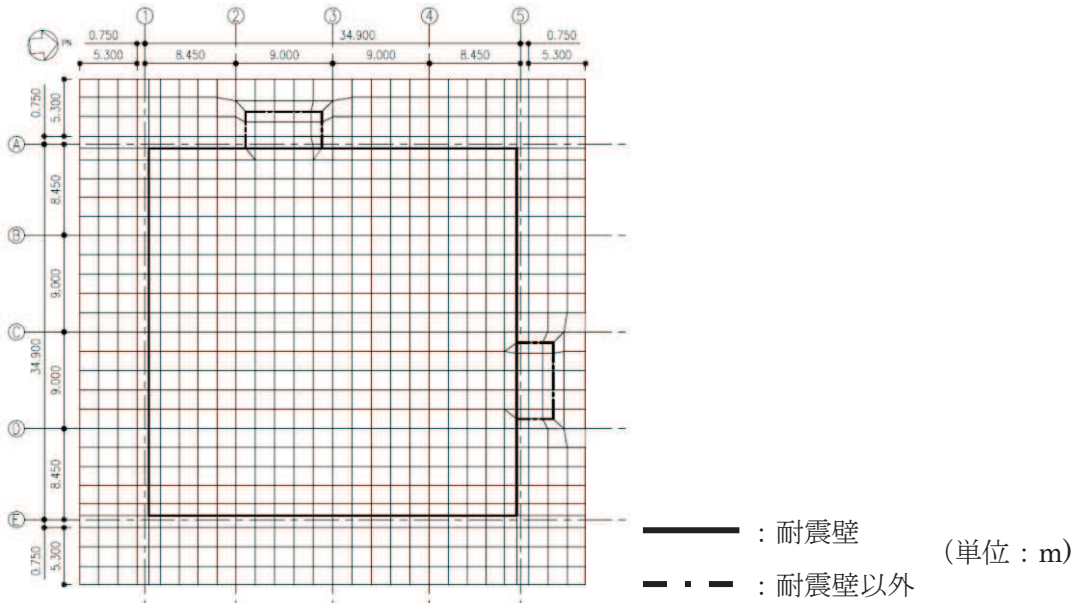
モデル化範囲

○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)

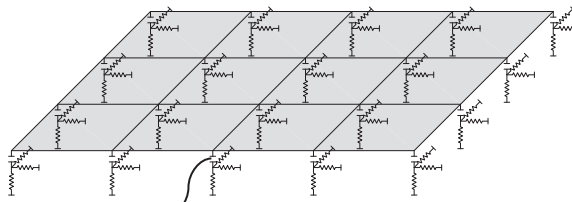
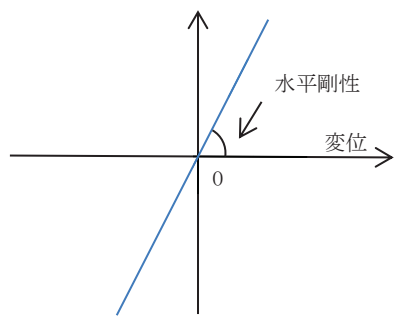
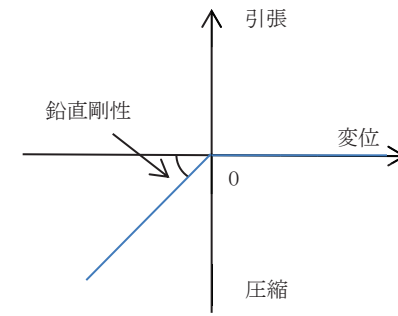
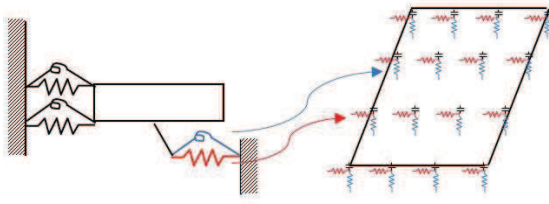
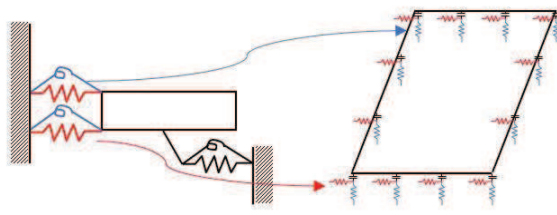
境界条件, 拘束条件	
上部構造物と基礎版の境界	
<ul style="list-style-type: none"> 基礎版と上部構造物の境界部においては, 上部構造物の剛性を考慮することで, 基礎版の応力・変形状態を評価する。 	
はり要素の剛性 (断面性能)	
<ul style="list-style-type: none"> 曲げ剛性 (断面二次モーメント) : $I = t \times h^3 / 12$ せん断剛性 (せん断断面積) : $A_s = t \times h$ 	<ul style="list-style-type: none"> t : 壁の厚さ h : モデル化する壁の高さ
基礎スラブと地盤の境界	
<ul style="list-style-type: none"> 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。 	 <p style="text-align: center;">ギャップ要素 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	
基礎スラブと地盤の境界	
○底面地盤ばね	
水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。	
<ul style="list-style-type: none"> 水平剛性：振動アドミタンス理論による水平ばね K_H を節点支配面積 A_i で離散化。 $K_{Hi} = (K_{H\ NS} / A + K_{H\ EW} / A) / 2 \times A_i \quad A : \text{基礎スラブの底面積}$ 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 K_R を節点支配面積 A_i で離散化。地震時以外は、静的地盤ばね定数 K_V を節点支配面積 A_i で離散化。 地震時 $K_{Vi} = (K_{R\ NS} / I_{NS} + K_{R\ EW} / I_{EW}) / 2 \times A_i$ $I : \text{基礎スラブの断面二次モーメント}$ 地震時以外 $K_{Vi} = (K_V / A) \times A_i \quad A : \text{基礎スラブの底面積}$ 	
 <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>	
○側面地盤ばね	
水平剛性及び鉛直剛性は以下のとおり設定する。	
<ul style="list-style-type: none"> 水平剛性：Novak の手法に基づく側面水平地盤ばね定数 ${}_sK_s$ を節点支配長さ L_i で離散化。 ${}_s k_{si} = ({}_s K_s / (2 \times L_{NS} + 2 \times L_{EW})) \times L_i$ $L_{NS} : \text{基礎スラブ辺長 (NS 方向)}$ $L_{EW} : \text{基礎スラブ辺長 (EW 方向)}$ 鉛直剛性：Novak の手法に基づく側面回転地盤ばね定数 ${}_sK_r$ を節点支配長さ L_i で離散化。 ${}_s k_{vi} = ({}_s K_r / I'_{NS} + {}_s K_r / I'_{EW}) / 2 \times L_i$ $I'_{NS(EW)} = L_{EW(NS)} \times L_{NS(EW)}^2 / 2 + L_{NS(EW)}^3 / 6$ 	
 <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。

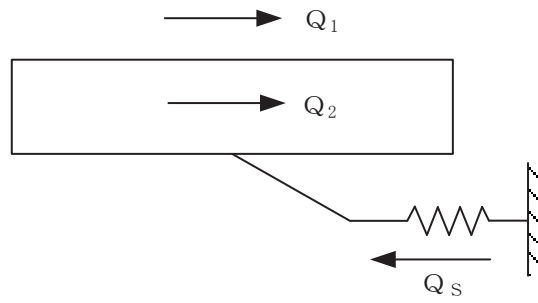
また、曲げモーメントのうち、上部構造物から作用する基礎版への地震時反力は、偶力に置換して水平力を入力位置に節点荷重として入力する。

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スラブ底面地盤ばねの鉛直力から上部構造物から作用する鉛直力を差し引いた値と等価になる荷重（以下「付加軸力」という。）を基礎スラブの重量で除して付加軸力係数を算定する。そして、FEM モデルの基礎スラブの各節点の支配重量に付加軸力係数を乗じた節点荷重として入力する。

地下外壁部に作用する地震時土圧荷重により基礎スラブに作用する荷重は、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、基礎スラブ外周の節点の支配長さに応じて分配し、節点荷重として入力する。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。



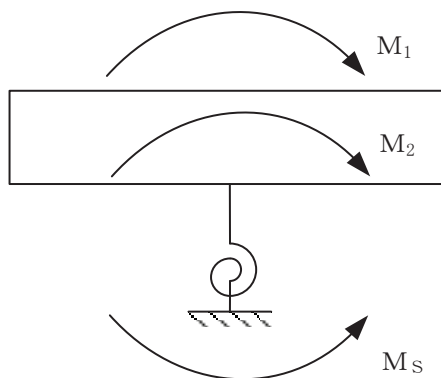
Q_1 : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎スラブへ作用するせん断力

Q_2 : 基礎スラブ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スラブ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スラブへ作用する曲げモーメント

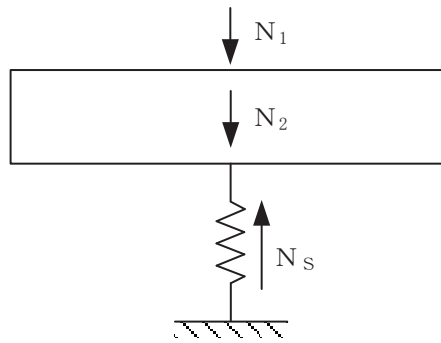
M_2 : 基礎スラブに入力する付加曲げモーメント

M_s : 地震応答解析により設定した基礎スラブ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)



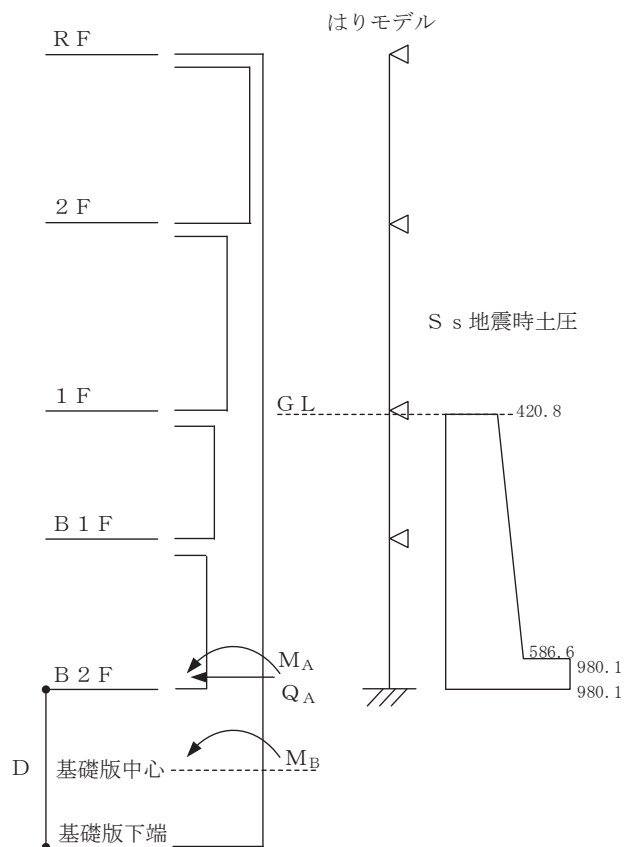
N_1 : 地震応答解析により設定した上部構造物から基礎スラブへ作用する軸力

N_2 : 基礎スラブ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スラブ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

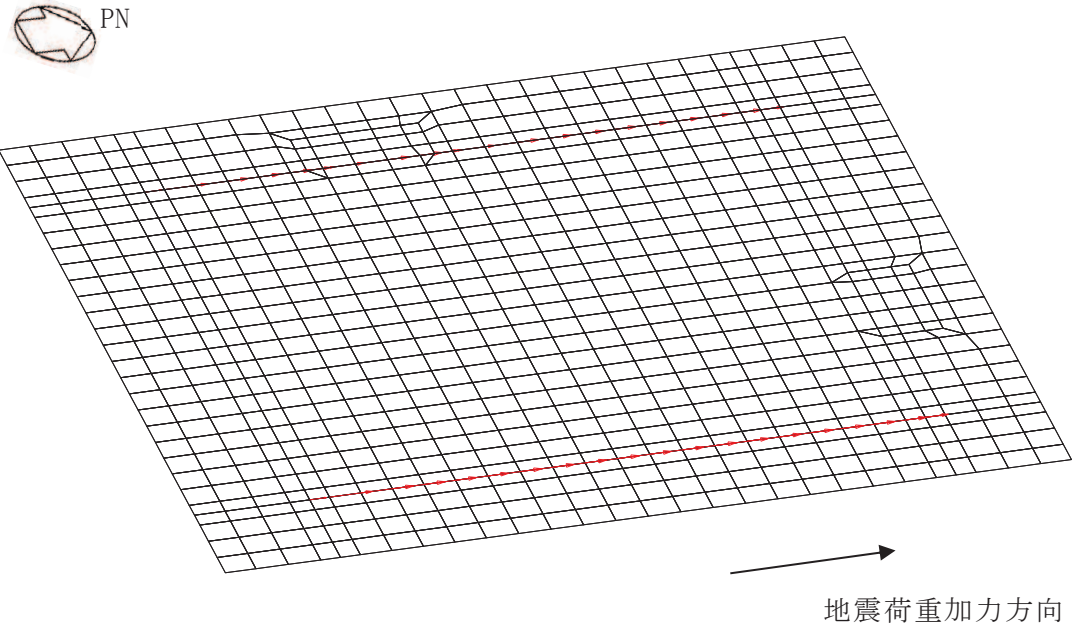
M_A : 基礎版上端に壁から作用する曲げモーメント

M_B : 基礎版に入力する曲げモーメント

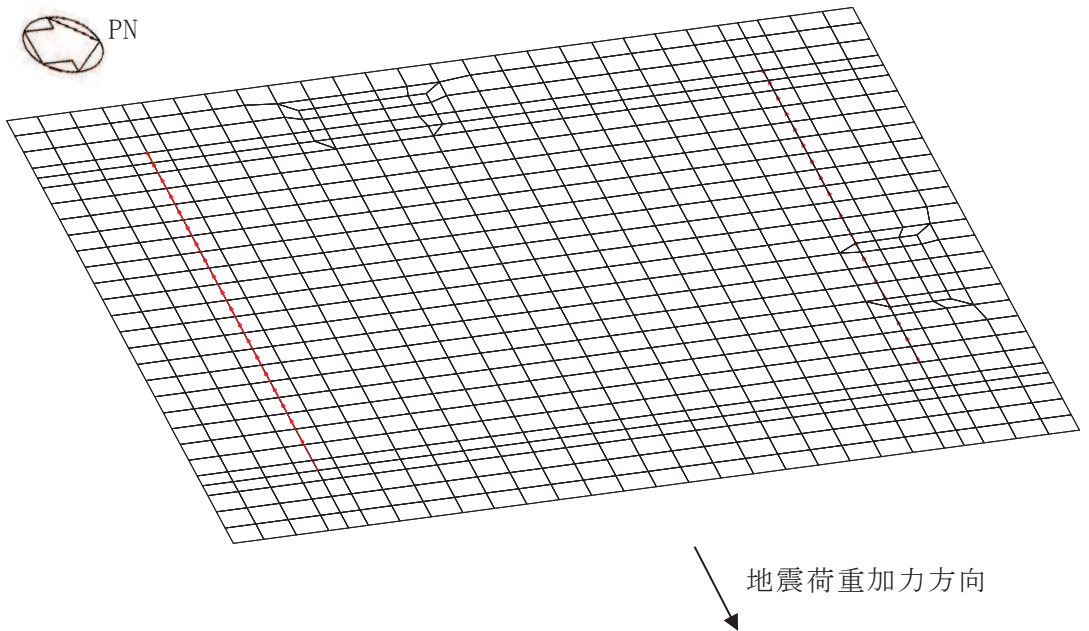
$$M_B = M_A + Q_A \cdot D / 2$$

(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)

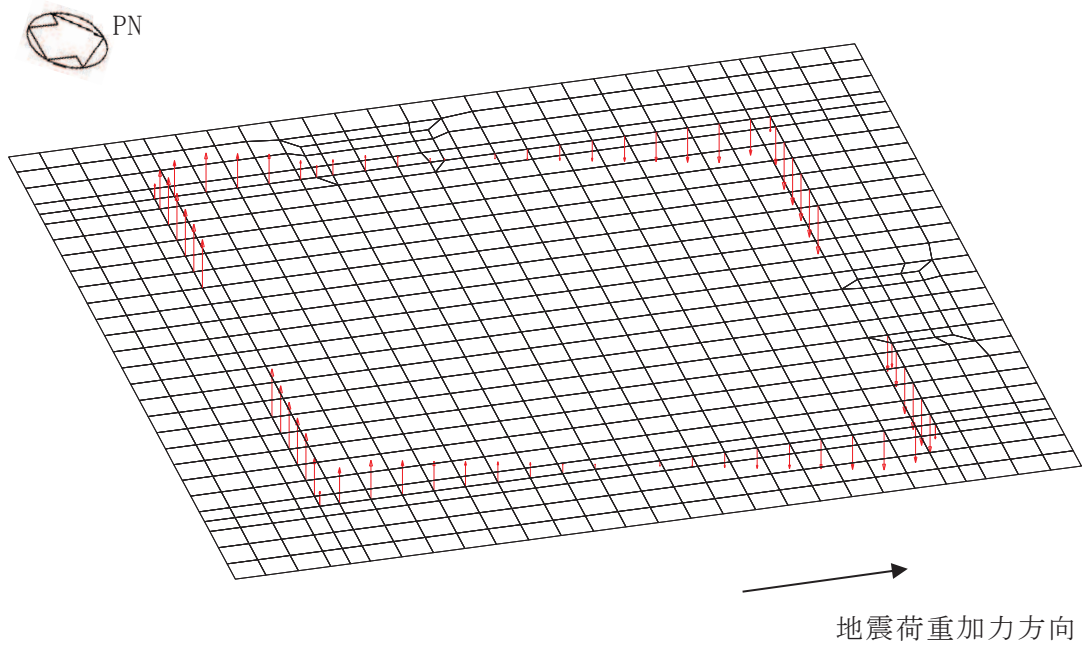


(a) 水平力 (NS 方向) 上部構造の地震力

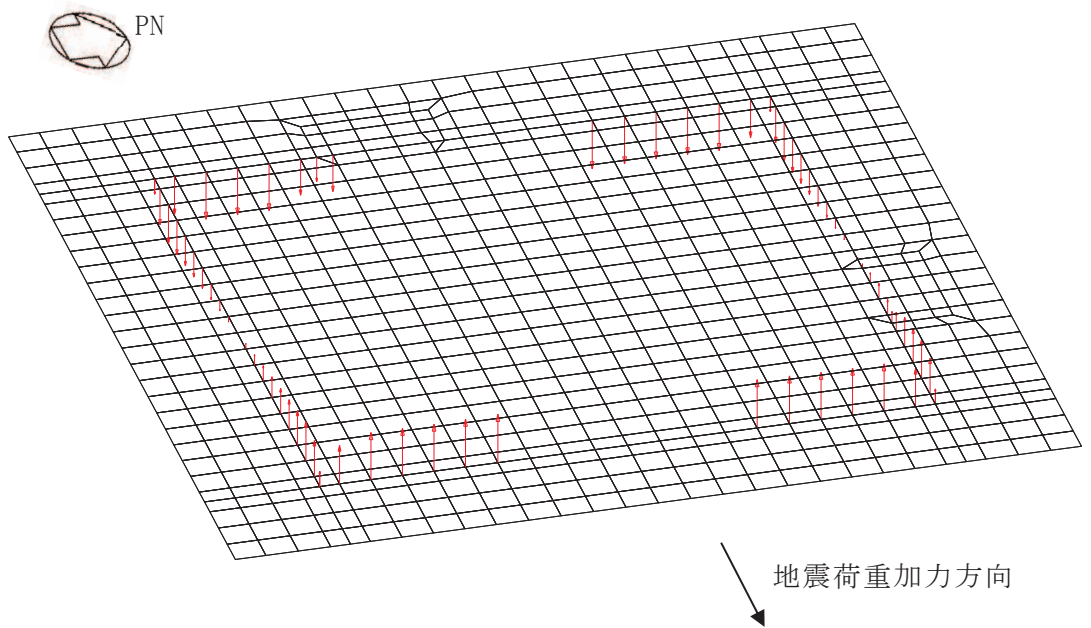


(b) 水平力 (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(1) FEM モデルに入力する地震荷重 (1/7)

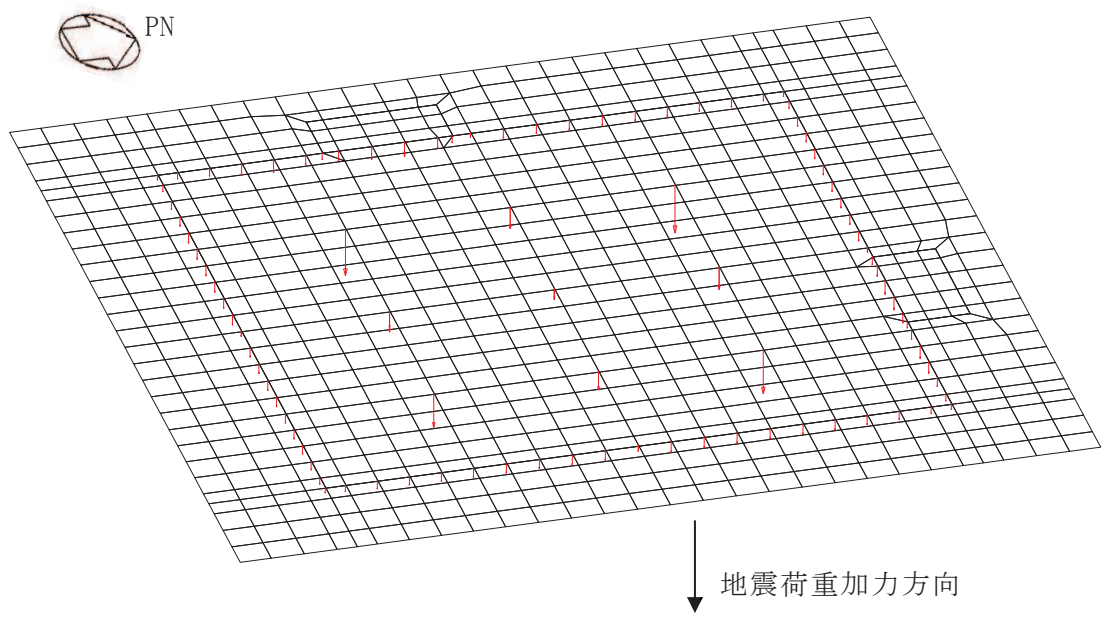


(c) 曲げモーメント (NS 方向) 上部構造の地震力



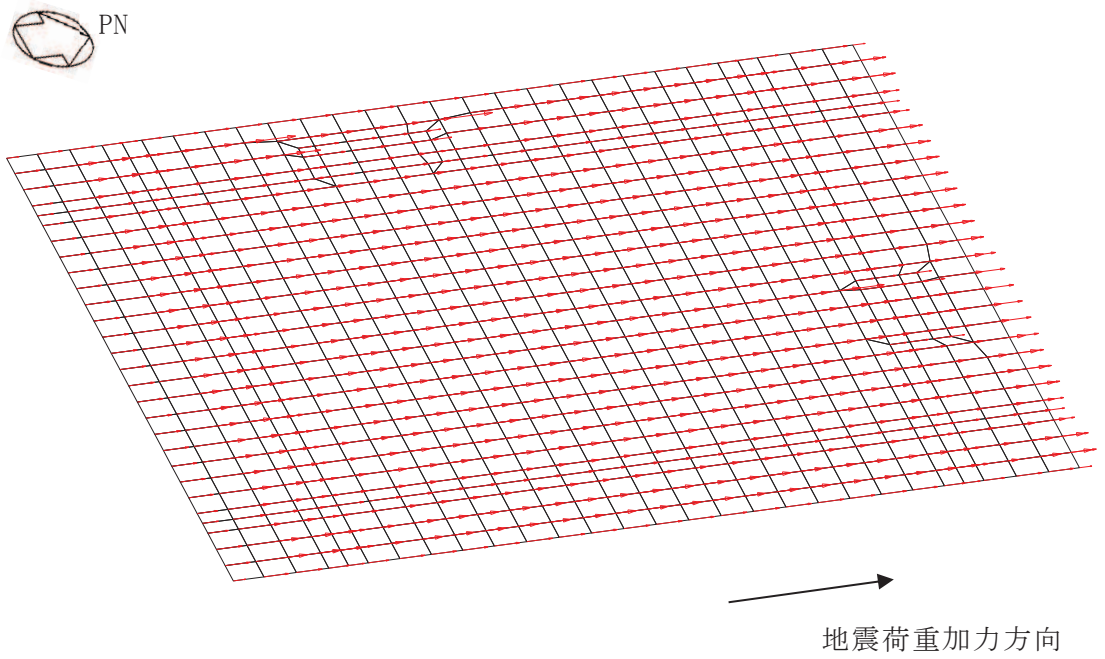
(d) 曲げモーメント (EW 方向) 上部構造の地震力

図 2-2(2) FEM モデルに入力する地震荷重 (2/7)

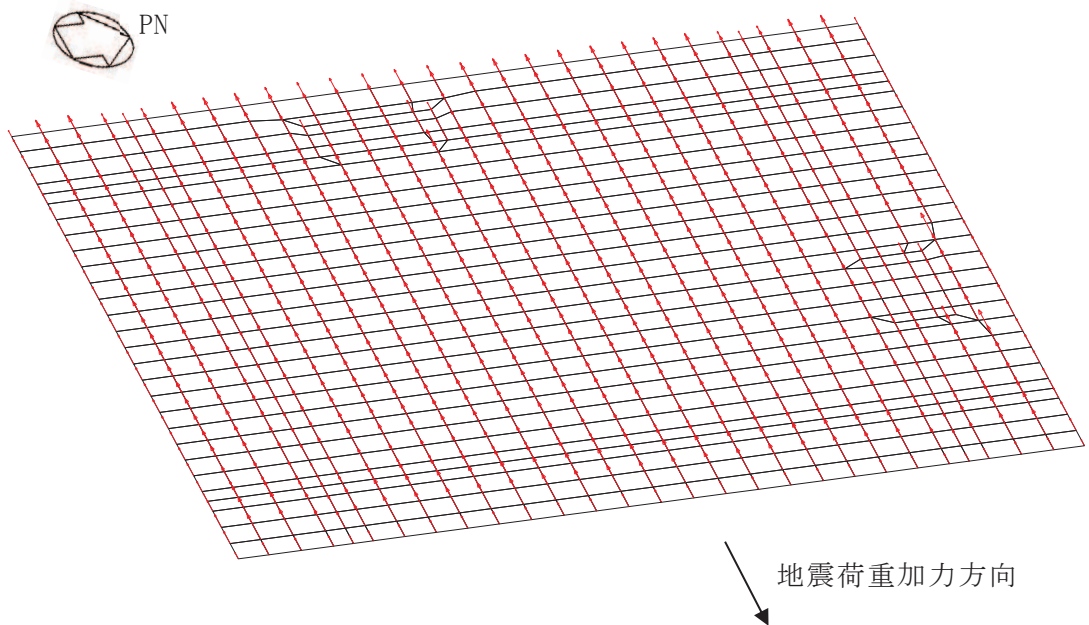


(e) 鉛直力 上部構造の地震力

図 2-2(3) FEM モデルに入力する地震荷重 (3/7)

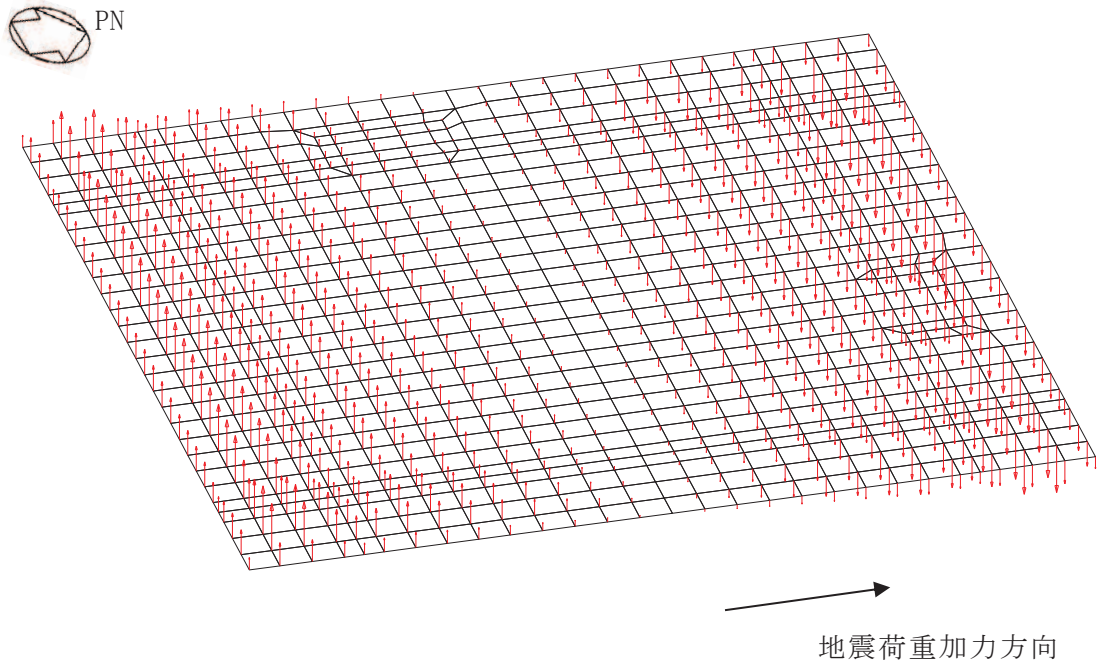


(f) 付加せん断力 (NS 方向)

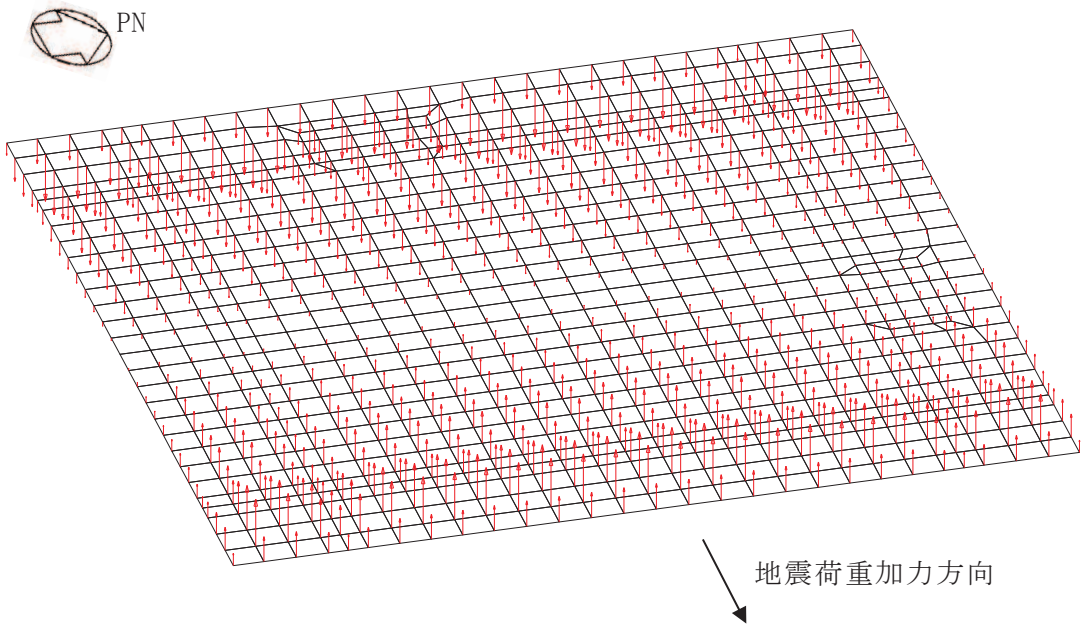


(g) 付加せん断力 (EW 方向)

図 2-2(4) FEM モデルに入力する地震荷重 (4/7)

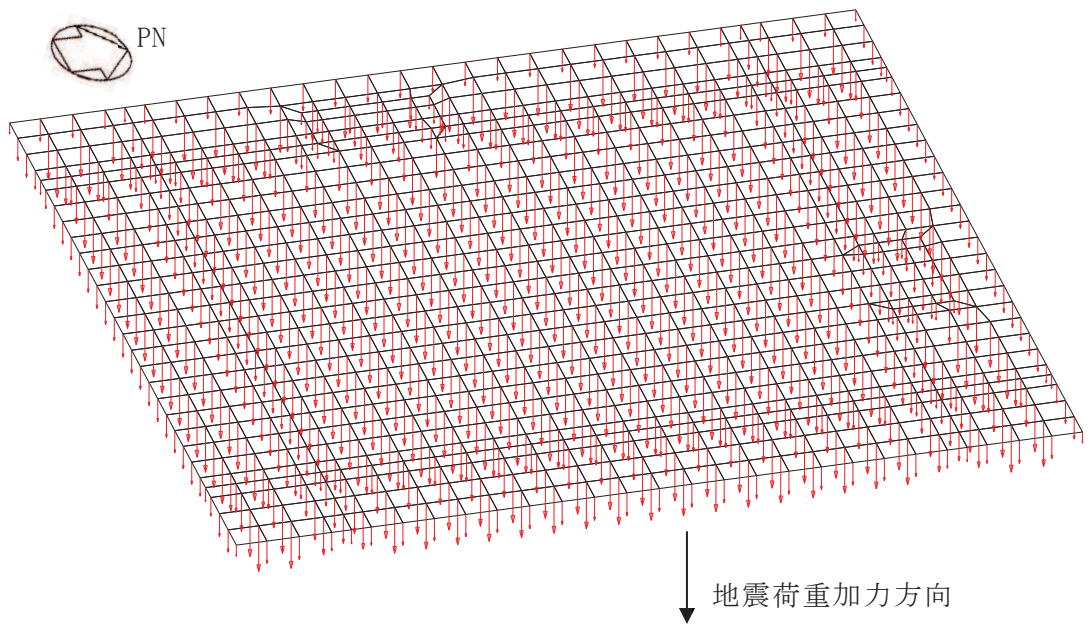


(h) 付加曲げモーメント (NS 方向)



(i) 付加曲げモーメント (EW 方向)

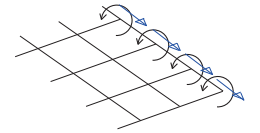
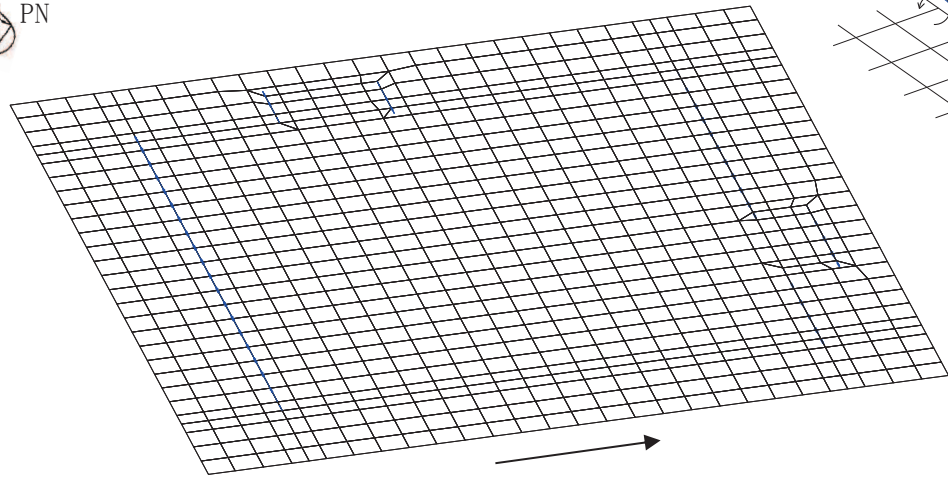
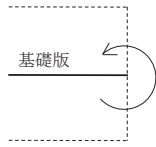
図 2-2(5) FEM モデルに入力する地震荷重 (5/7)



(j) 付加軸力

図 2-2(6) FEM モデルに入力する地震荷重 (6/7)

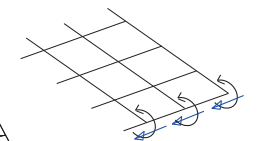
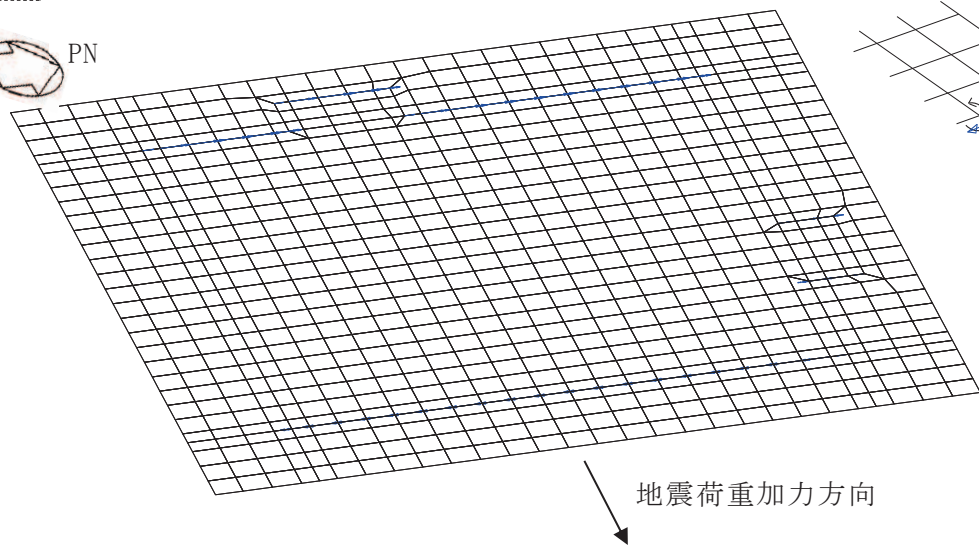
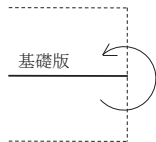
← : 曲げモーメント



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（NS 方向、全ケース包絡）と NS 方向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 _s 地震時	1	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ N} + 0.4 S_{s\ s\ UD}$
	2	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ NS} + 0.4 S_{s\ s\ UD}$
	3	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ N} + 0.4 S_{s\ s\ DU}$
	4	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ NS} + 0.4 S_{s\ s\ DU}$
	5	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ WE} + 0.4 S_{s\ s\ UD}$
	6	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ EW} + 0.4 S_{s\ s\ UD}$
	7	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ WE} + 0.4 S_{s\ s\ DU}$
	8	$G + P + 1.0 S_{s\ s\ EW} + 0.4 S_{s\ s\ DU}$
	9	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ N} + 1.0 S_{s\ s\ UD}$
	10	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ NS} + 1.0 S_{s\ s\ UD}$
	11	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ N} + 1.0 S_{s\ s\ DU}$
	12	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ NS} + 1.0 S_{s\ s\ DU}$
	13	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ WE} + 1.0 S_{s\ s\ UD}$
	14	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ EW} + 1.0 S_{s\ s\ UD}$
	15	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ WE} + 1.0 S_{s\ s\ DU}$
	16	$G + P + 0.4 S_{s\ s\ EW} + 1.0 S_{s\ s\ DU}$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

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

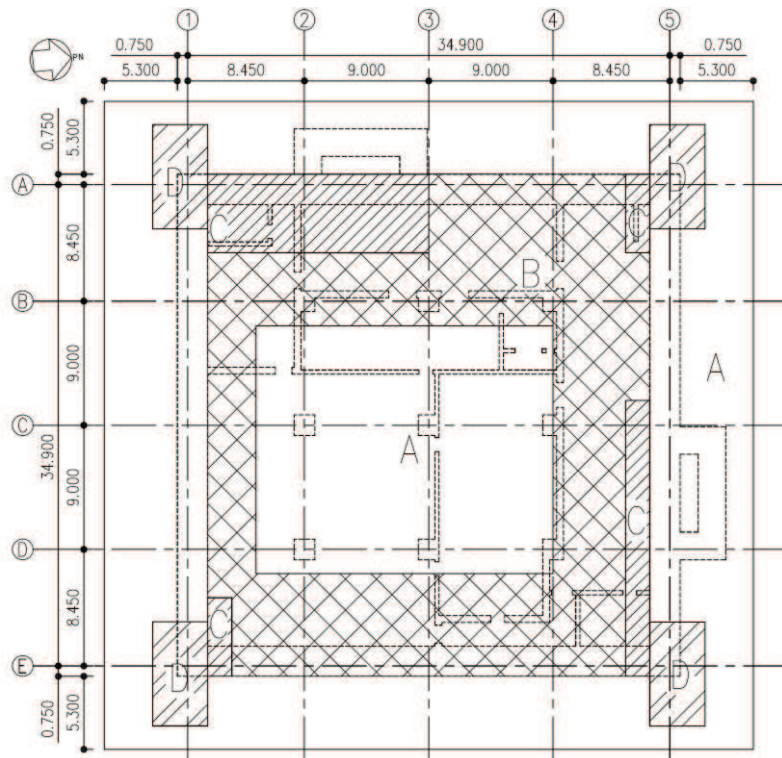
$S_{s\ s\ NS}$: N→S 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ s\ EW}$: E→W 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

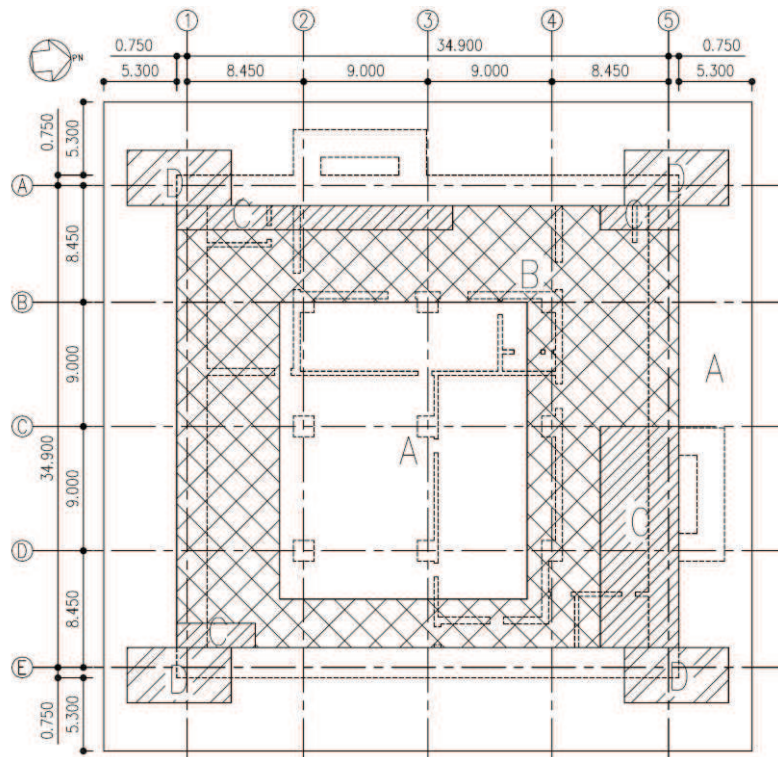
$S_{s\ s\ WE}$: W→E 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

$S_{s\ s\ UD}$: 鉛直方向 (下向き) S_s 地震荷重

$S_{s\ s\ DU}$: 鉛直方向 (上向き) S_s 地震荷重

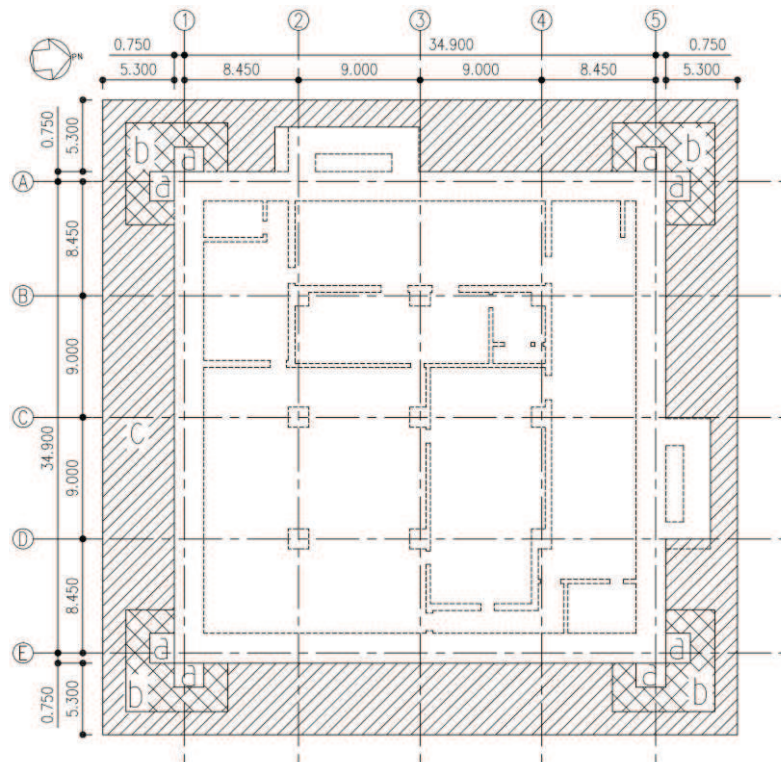


(a) NS 方向主筋



(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

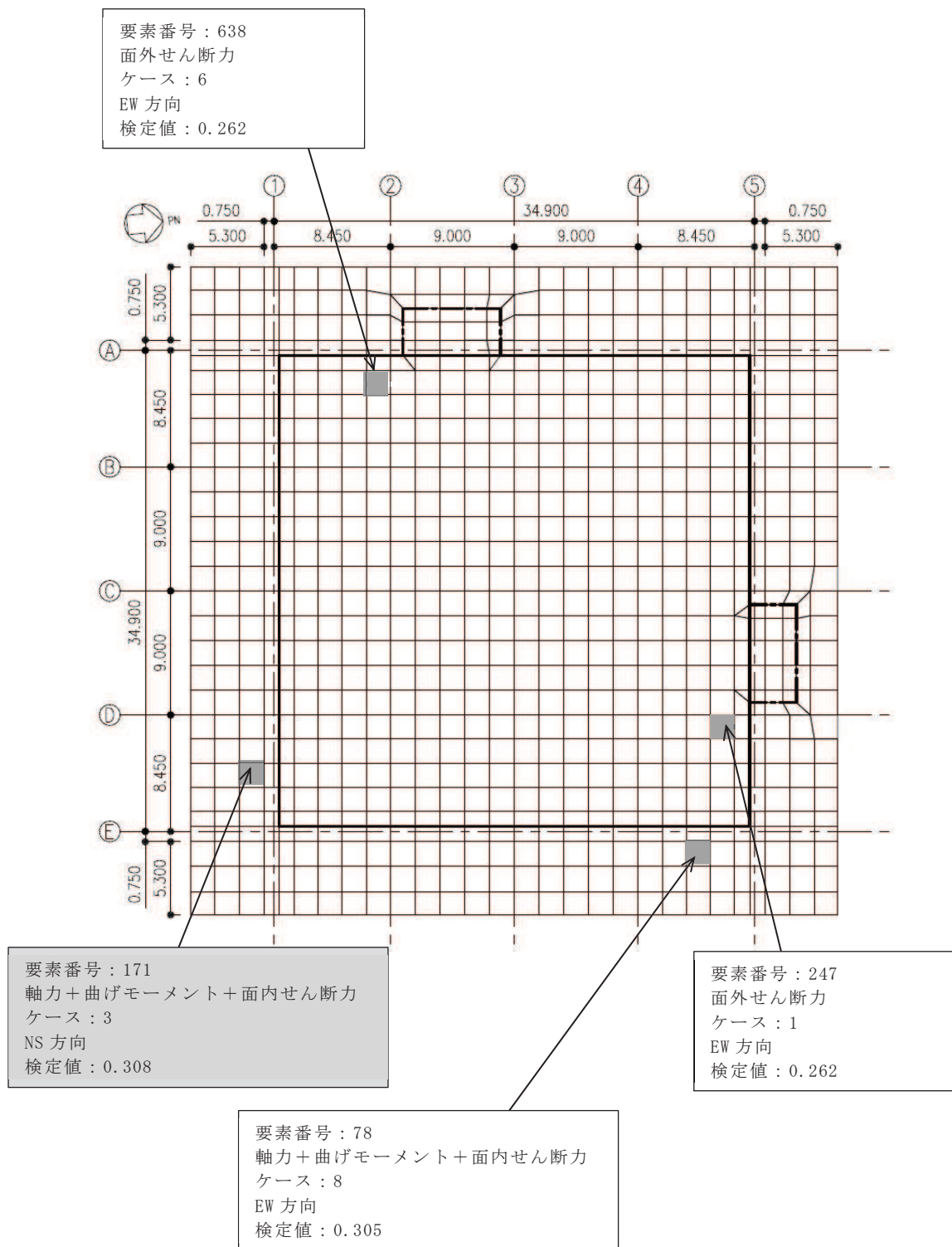
(b) せん断補強筋

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

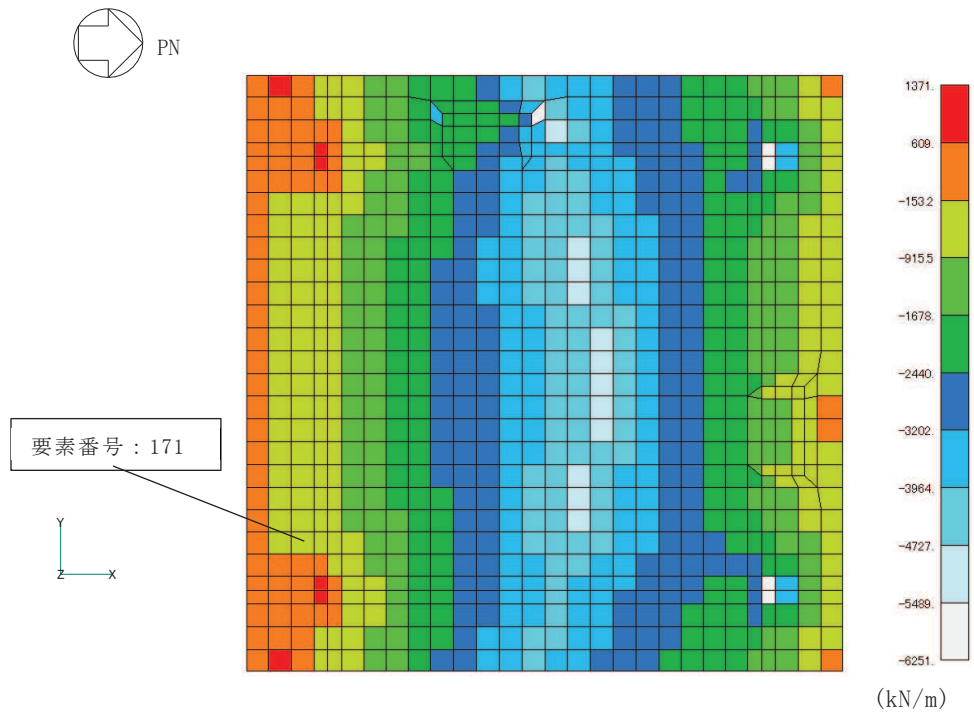
評価項目			要素 番号	荷重の 組合せ ケース	検定値
軸力 + 曲げ モーメント + 面内 せん断力	NS 方向	必要鉄筋量/配筋量	171	3	0.308
	EW 方向	必要鉄筋量/配筋量	78	8	0.305
面外 せん断力	NS 方向	面外せん断応力度	247	1	0.262
	EW 方向	面外せん断応力度	638	6	0.262

注：□は，検定値が最大となる要素を示す。

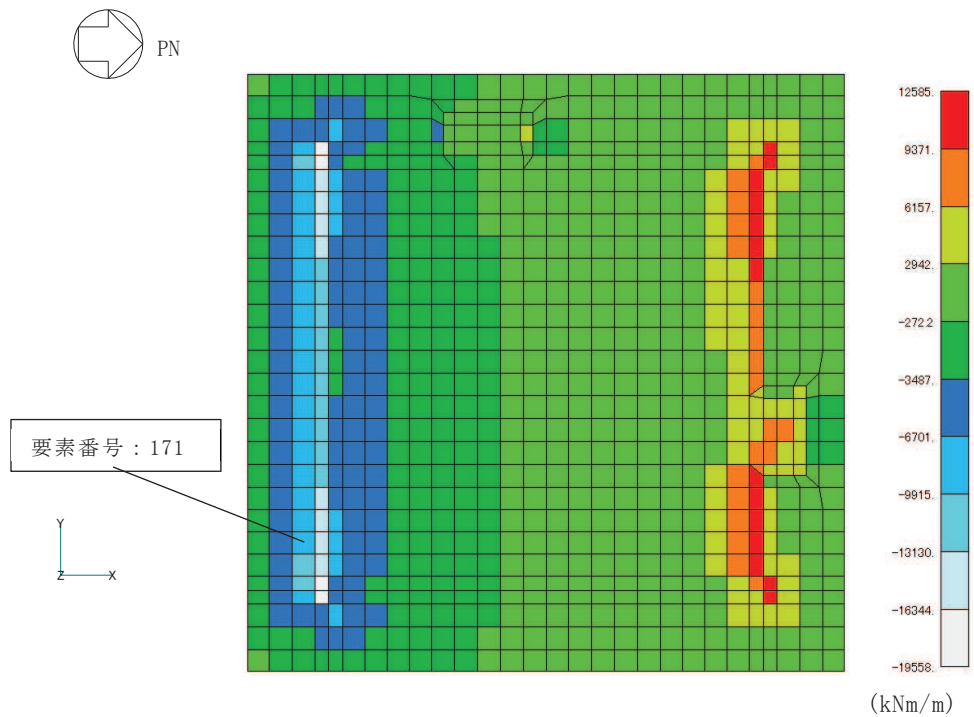


注：■は、検定値が最大となる要素を示す。

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

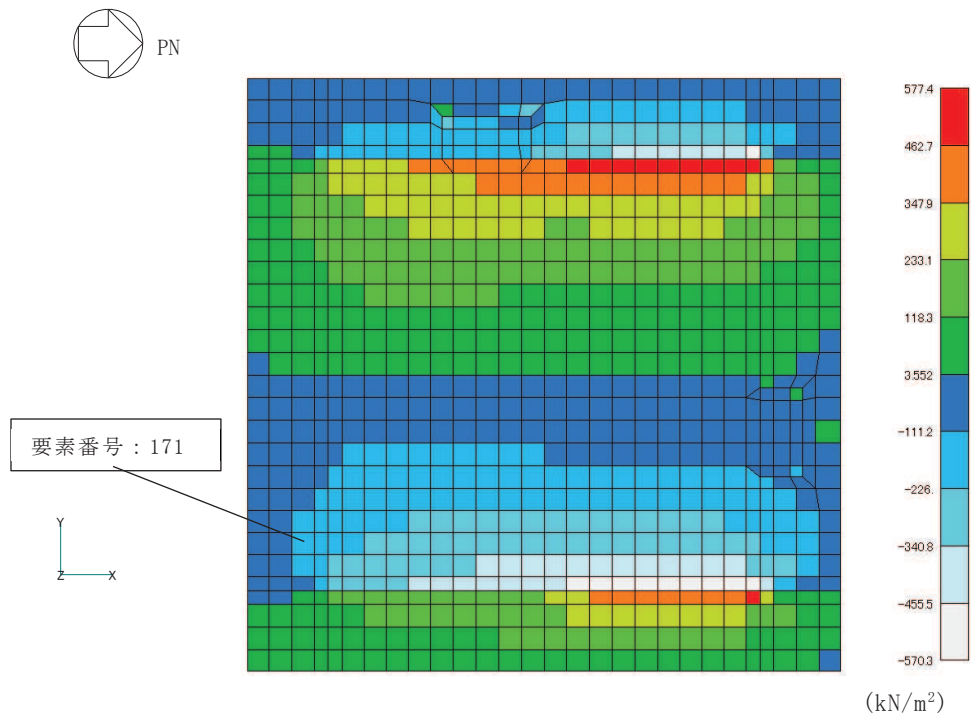


(a)軸力 (NS 方向, ケース 3)



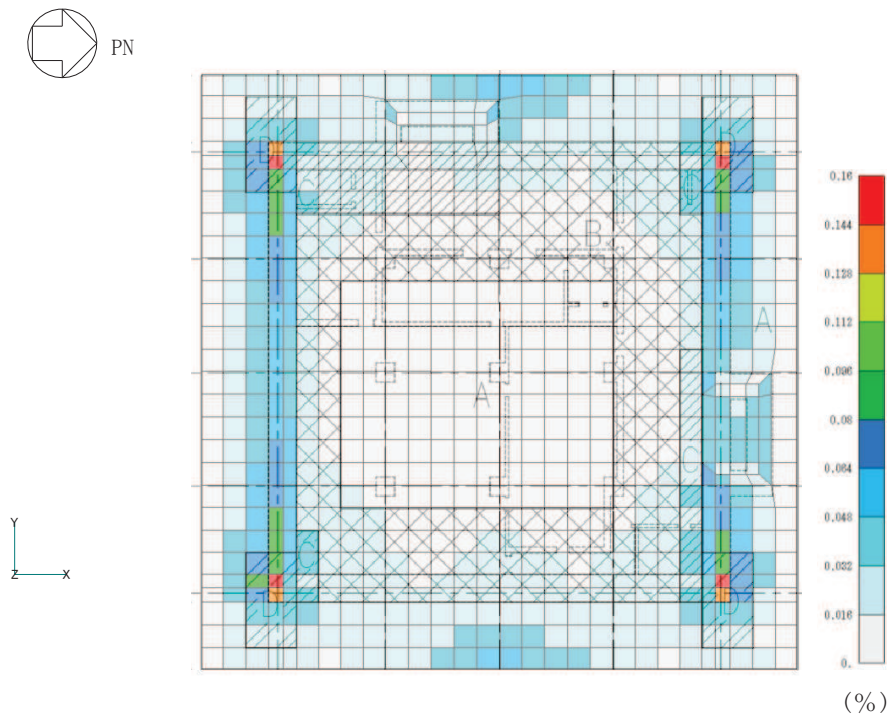
(b)曲げモーメント (NS 方向, ケース 3)

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)

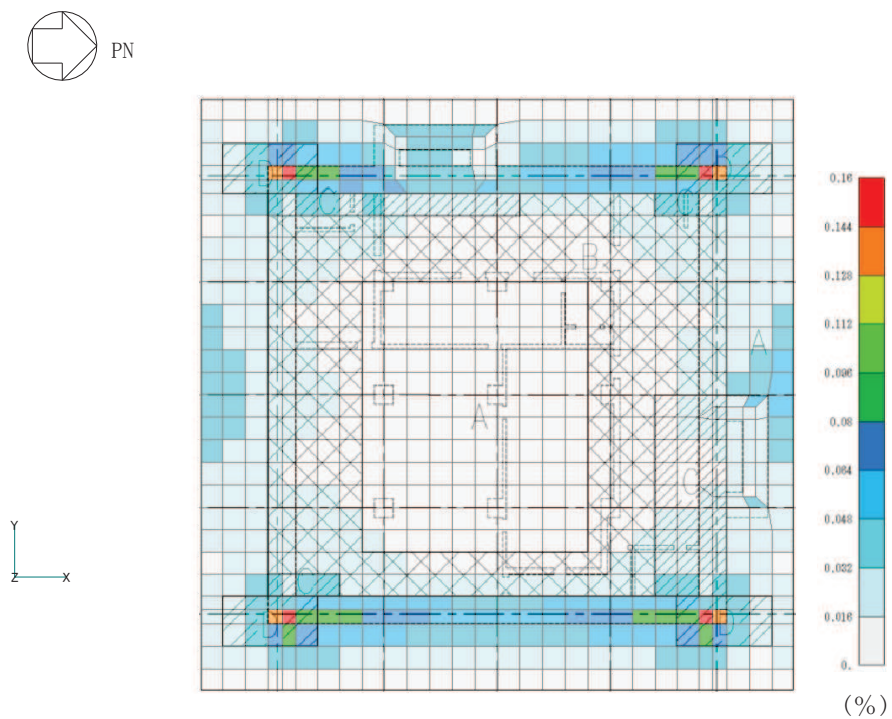


(c) 面内せん断力 (NS 方向, ケース 3)

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

図 2-4 必要鉄筋比コンター（全ケース包絡）と設計配筋の比較図

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。

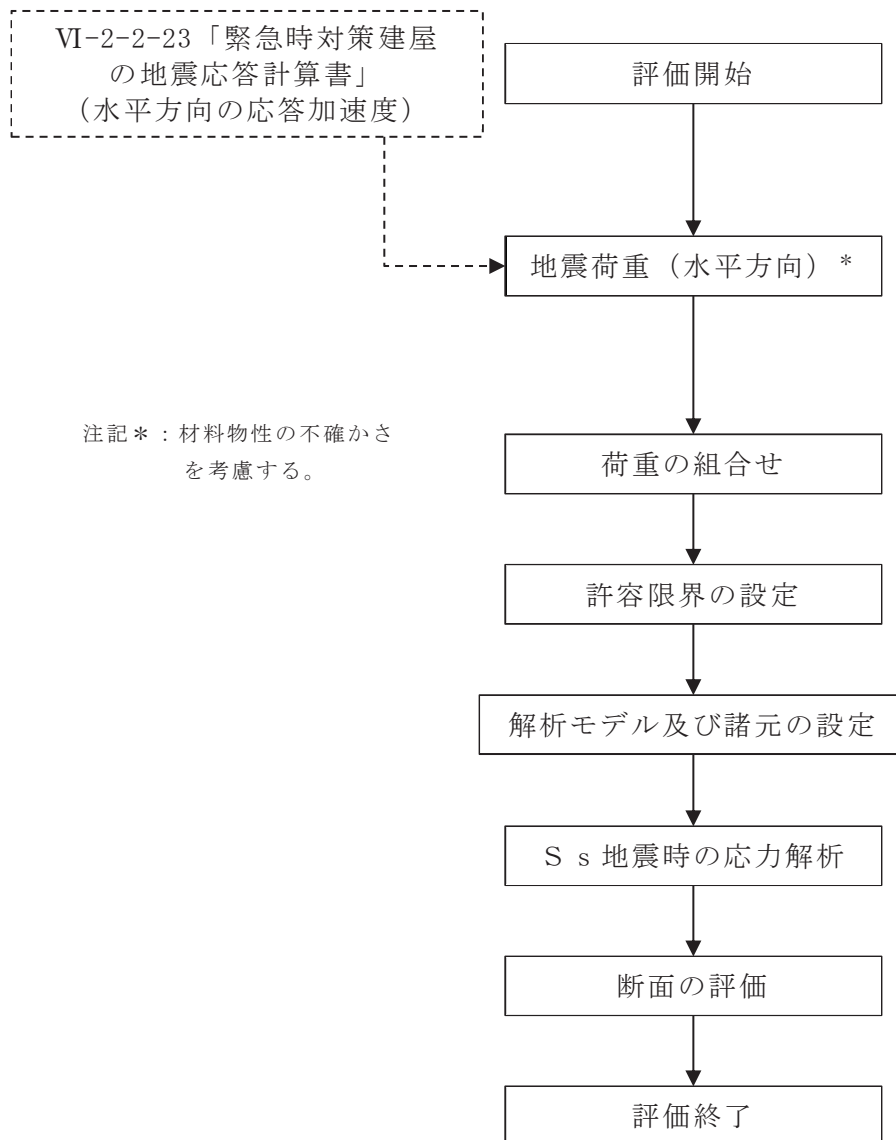


図 3-1 屋上外壁の応力解析による評価フロー

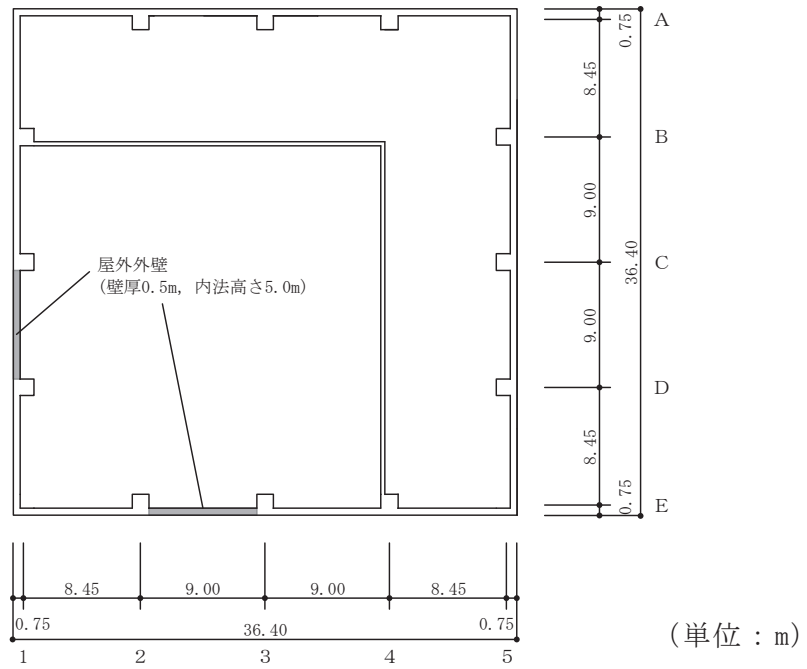


図 3-2(1) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0.P. 69.4m)

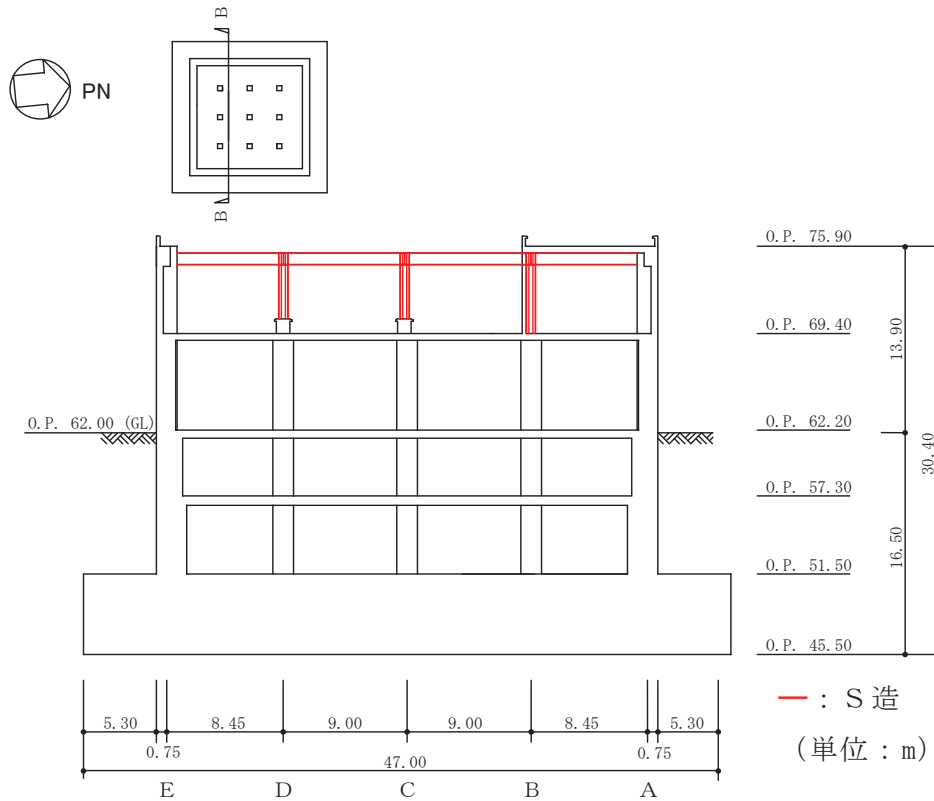
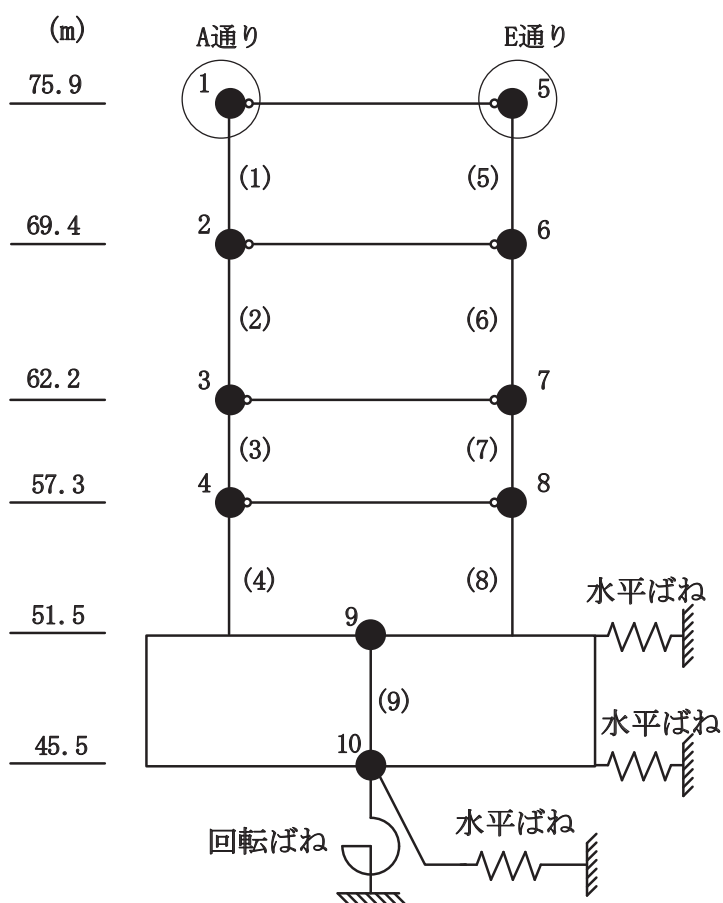


図 3-2(2) 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

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 ²)	圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
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 ²)	せん断補強 (N/mm ²)
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。

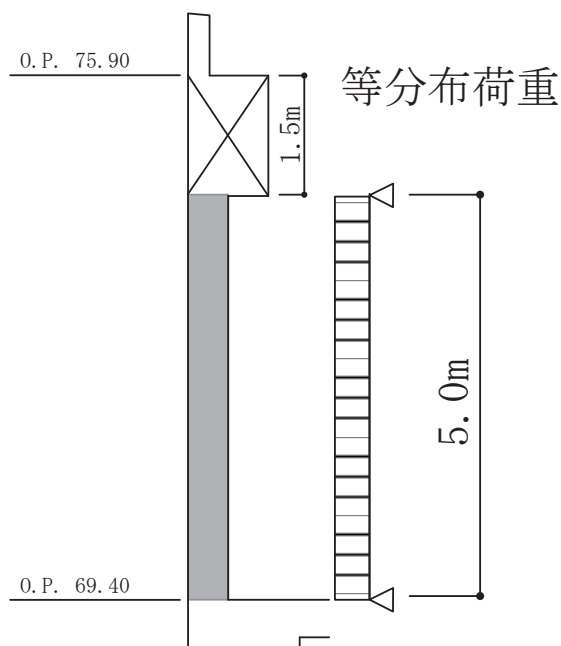


図 3-4 解析モデル

(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 ν
30.0	2.44×10^4	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/m²)

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 ²)
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 (mm²)

f_t : 引張鉄筋の短期許容引張応力度 (N/mm²)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

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

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割り増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

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

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

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 ² /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 ² /m)	D35@200 (4785mm ² /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 _A (kN・m/m)	628.6	628.6
	検定値 M/M _A	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 _A (kN/m)	397.5	397.5
	検定値 Q/Q _A	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 3-1-2
3. 評価部位の選定 別紙 3-1-3

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) のスラブのスパンや設計荷重が大きく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/m²)

(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/m²)

(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/m²)

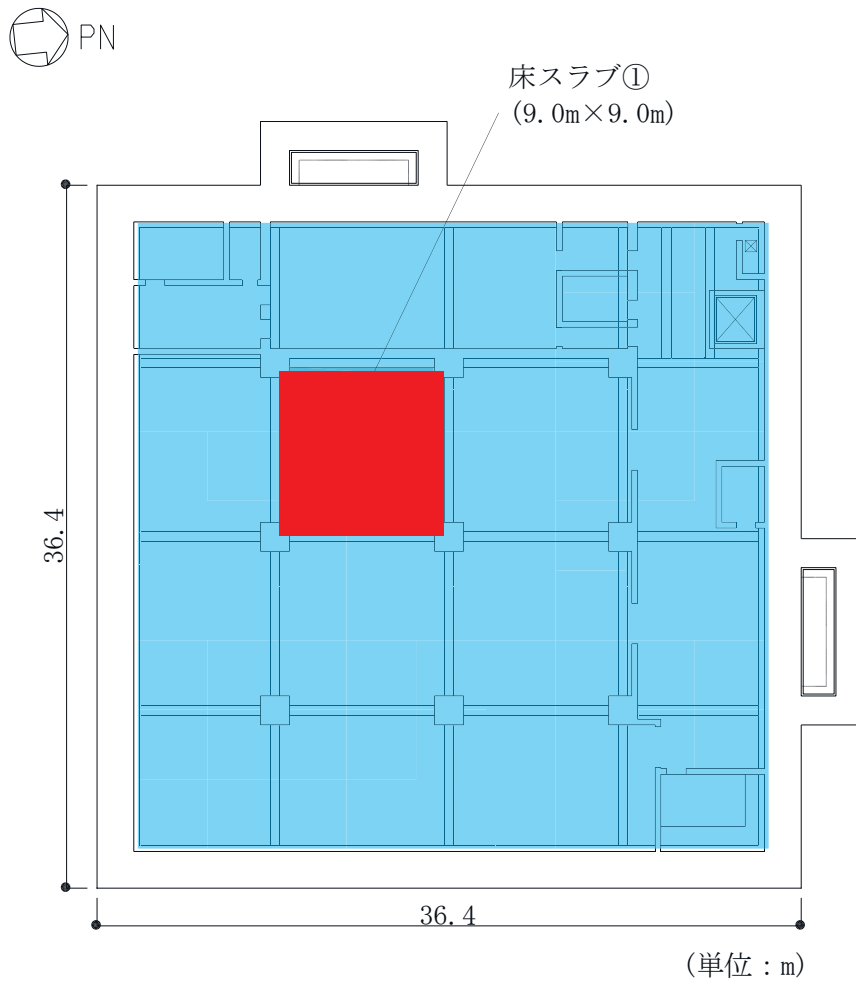
(b) 2F O.P. 69.40m

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

荷重状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + P _s + S _s

G : 固定荷重
 P : 積載荷重
 P_s : 積雪荷重(屋根スラブのみ考慮)
 S_s : S_s 地震荷重

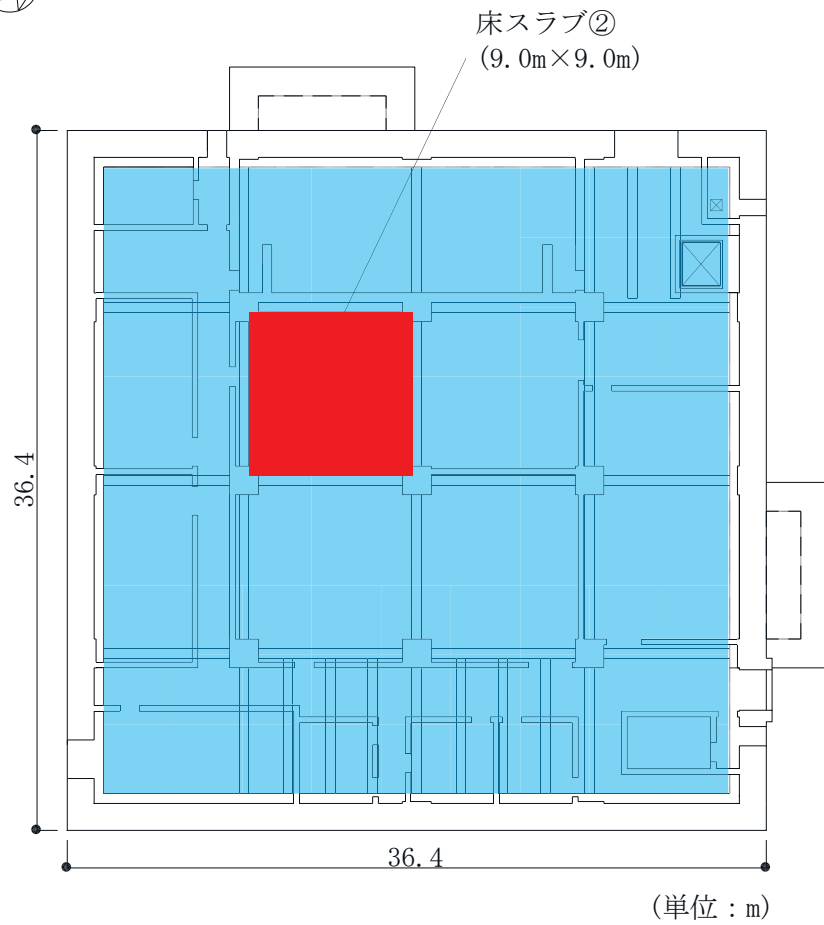


■ : 評価対象スラブ
 ■ : 評価位置

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 0.P. 57.3m)

表 3-2 スラブ厚及び配筋一覧 (B1F 0.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



■ : 評価対象スラブ
■ : 評価位置

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 0.P. 62. 20m)

表 3-3 スラブ厚及び配筋一覧 (1F 0.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

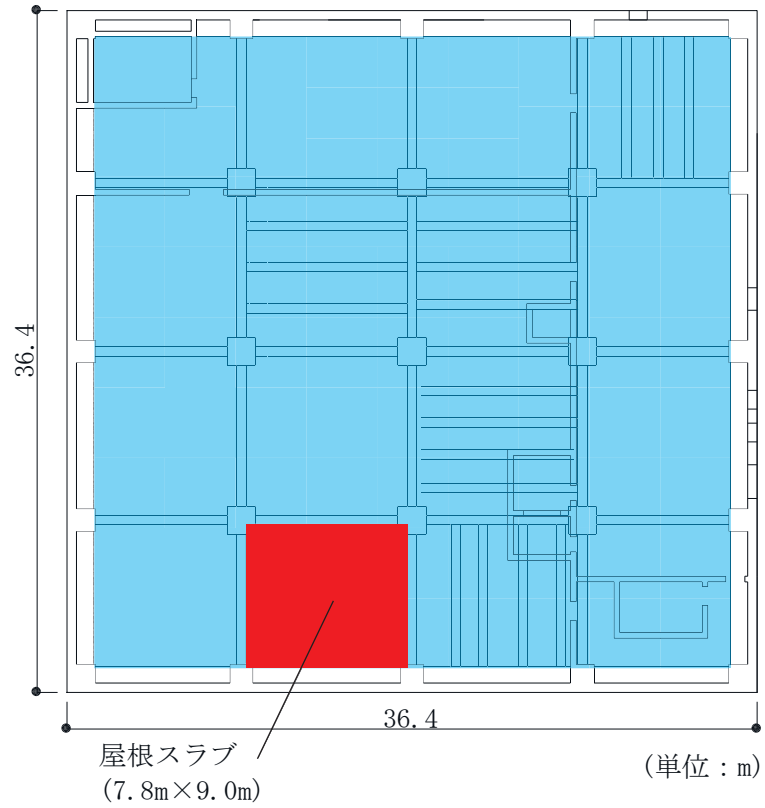


図 3-4 緊急時対策所遮蔽を構成するスラブの位置及び断面の評価位置 (2F 0. P. 69. 40m)

表 3-4 スラブ厚及び配筋一覧 (2F 0. 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

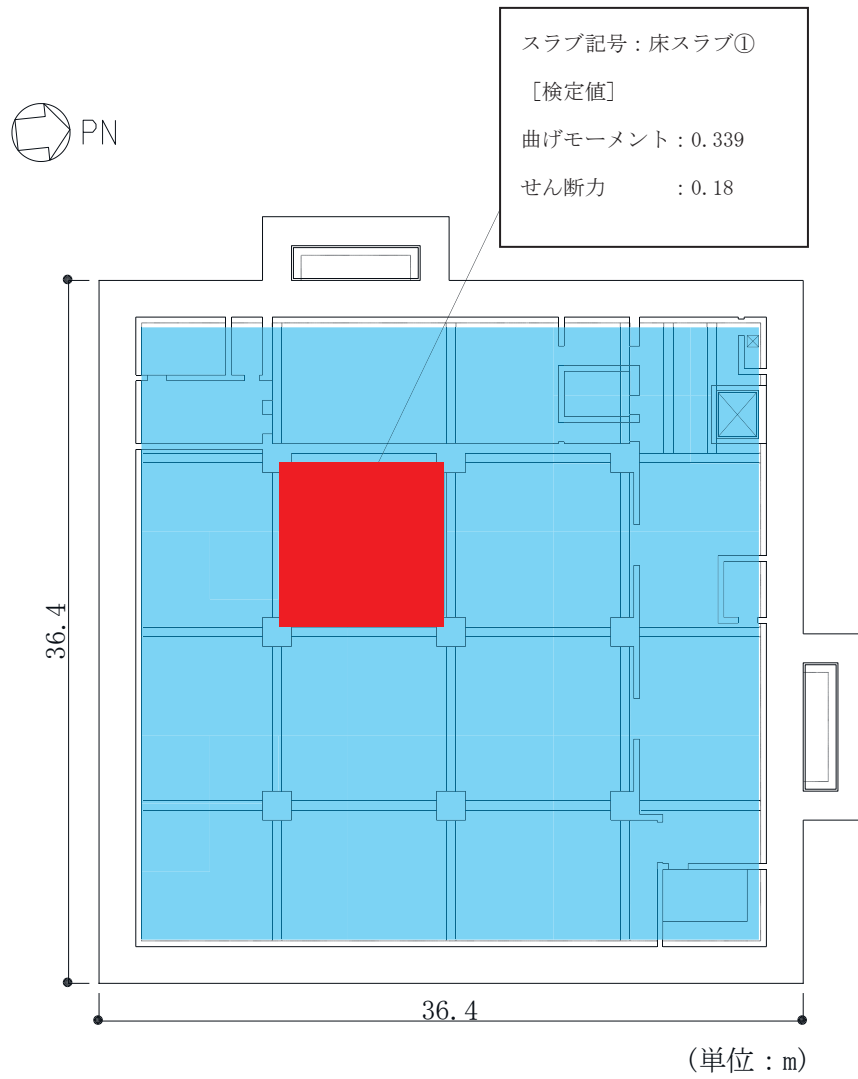
(b) 1F 0.P. 62.20m

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

(b) 2F 0.P. 69.40m

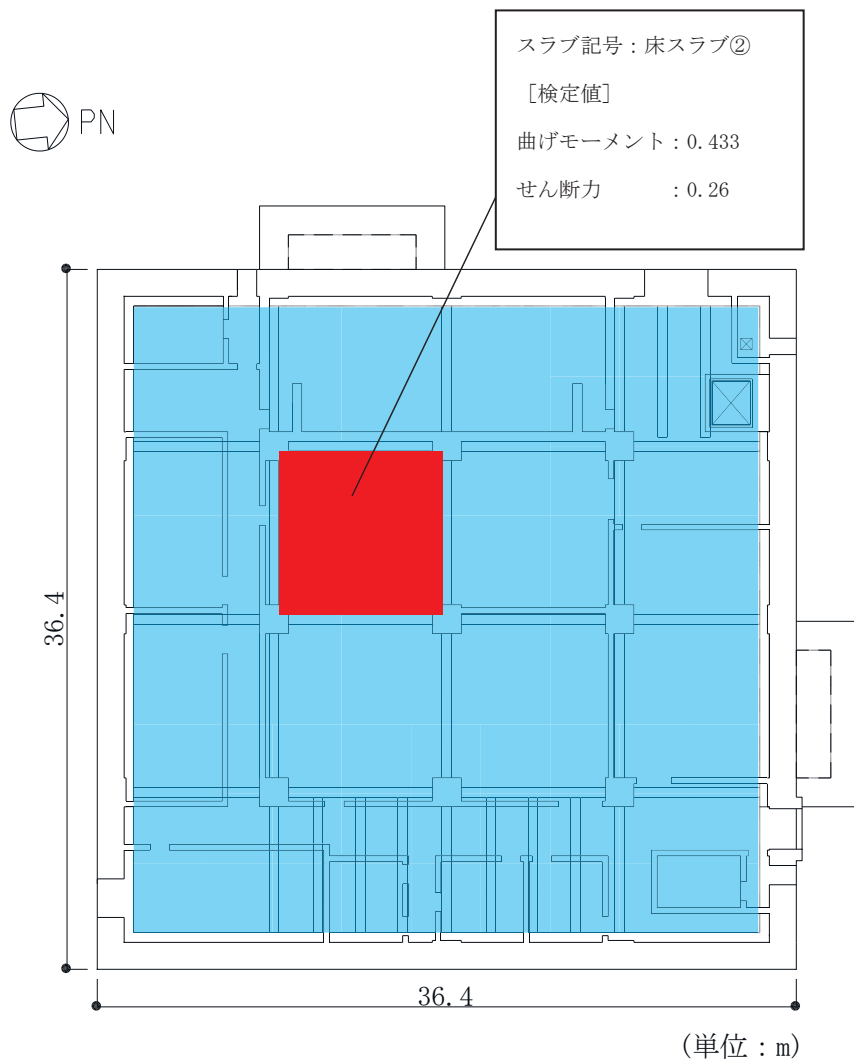
符号	方向	検定値	
		曲げモーメント	せん断力
屋根スラブ	短辺(EW)方向	0.420	0.56
	長辺(NS)方向	0.329	0.45

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



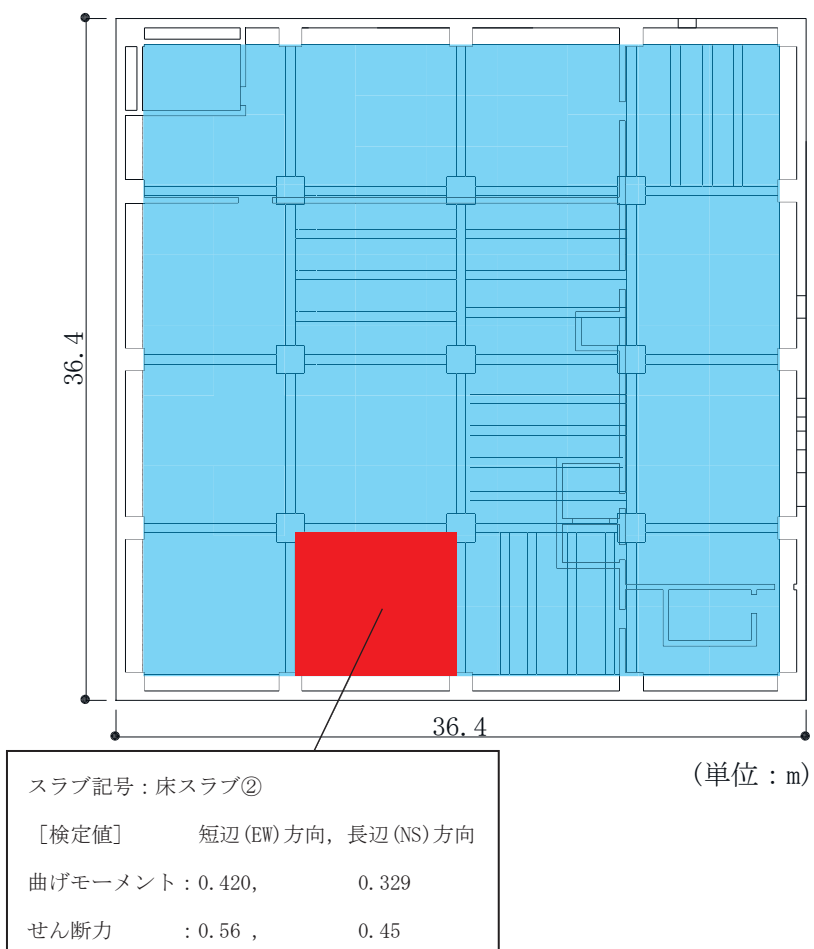
(a) B1F 0.P. 57.30m

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)



(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 ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
30	2.44×10^4	0.2

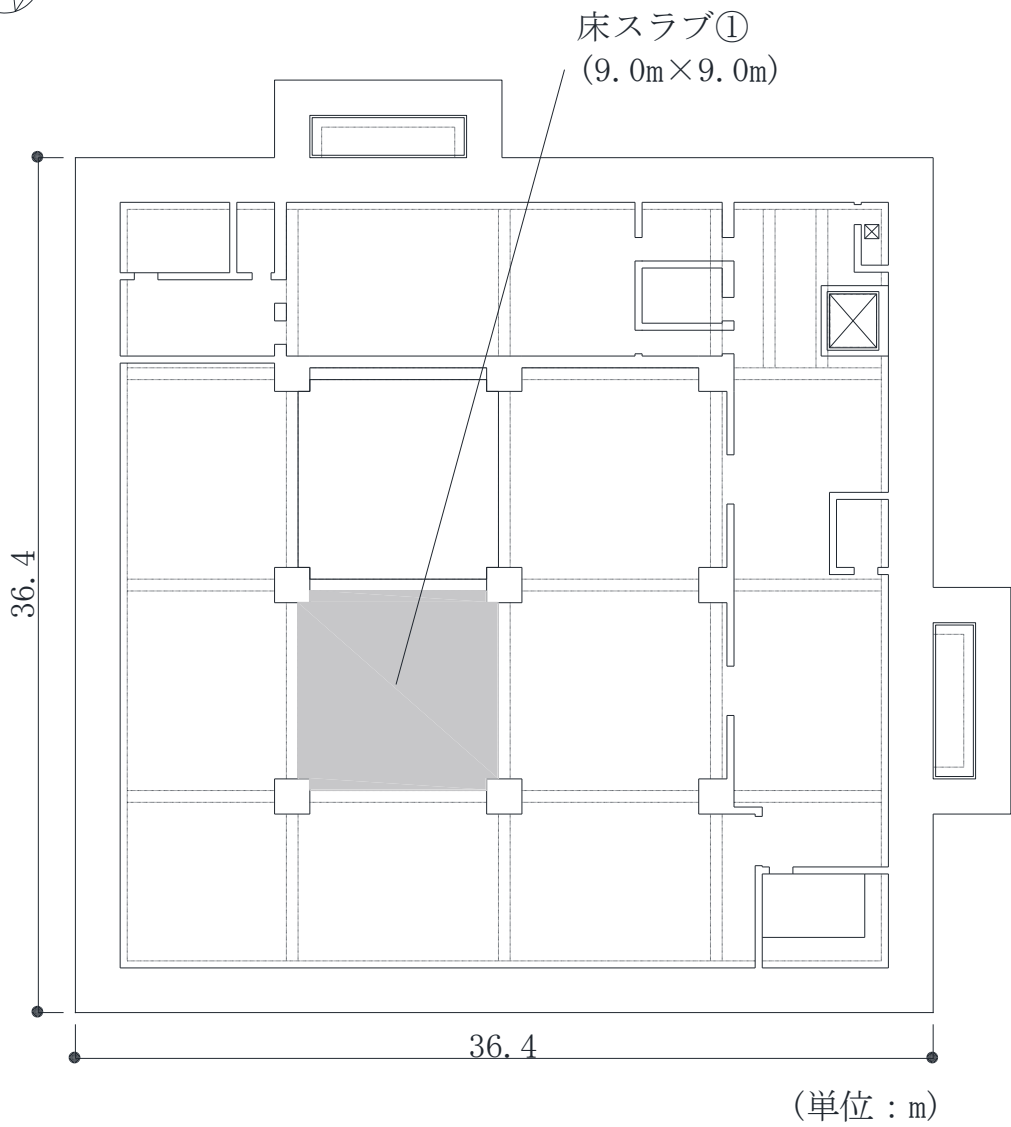


図 3-1(1) スラブの評価を記載する部材の位置 (B1F 0.P. 57.30m)

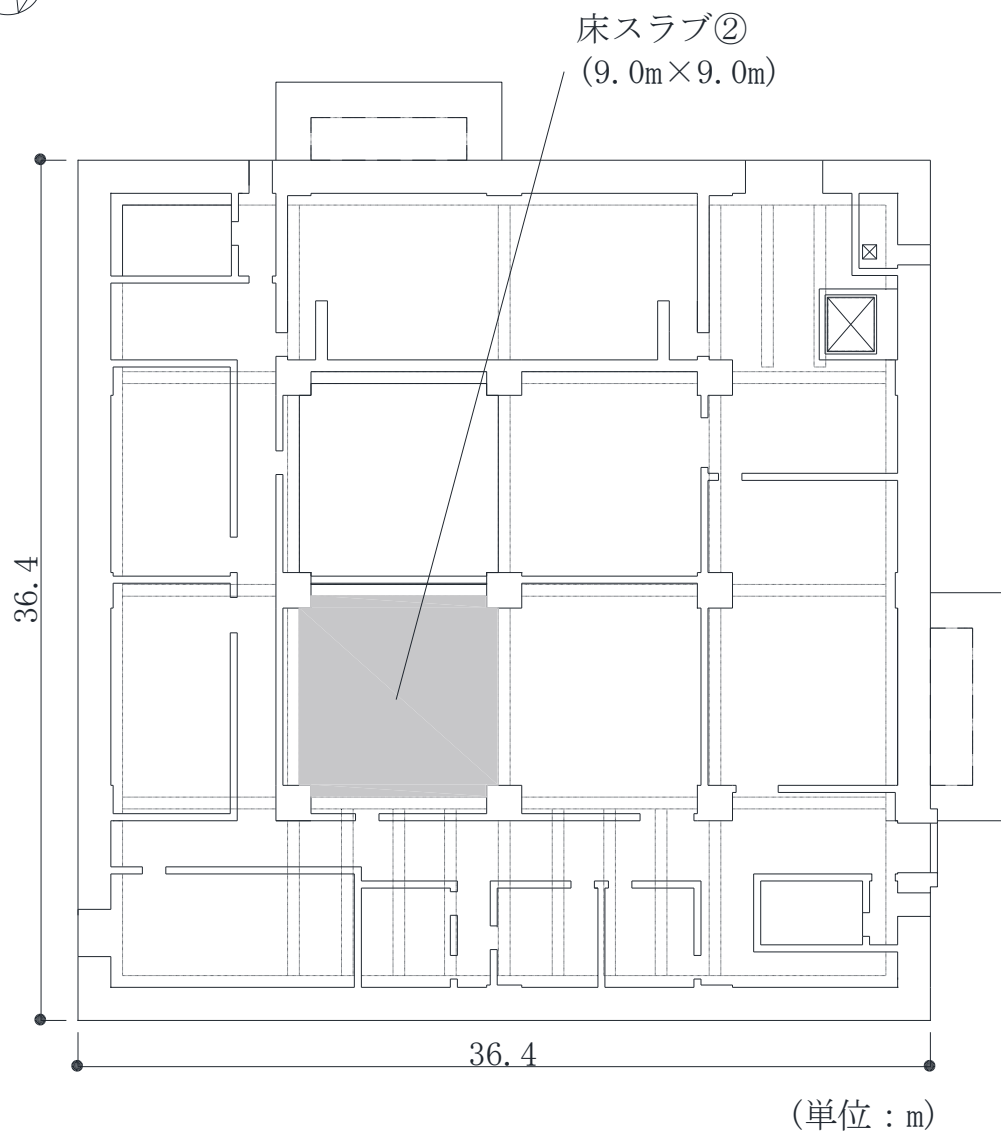


図 3-1(2) スラブの評価を記載する部材の位置 (1F 0.P. 62. 20m)

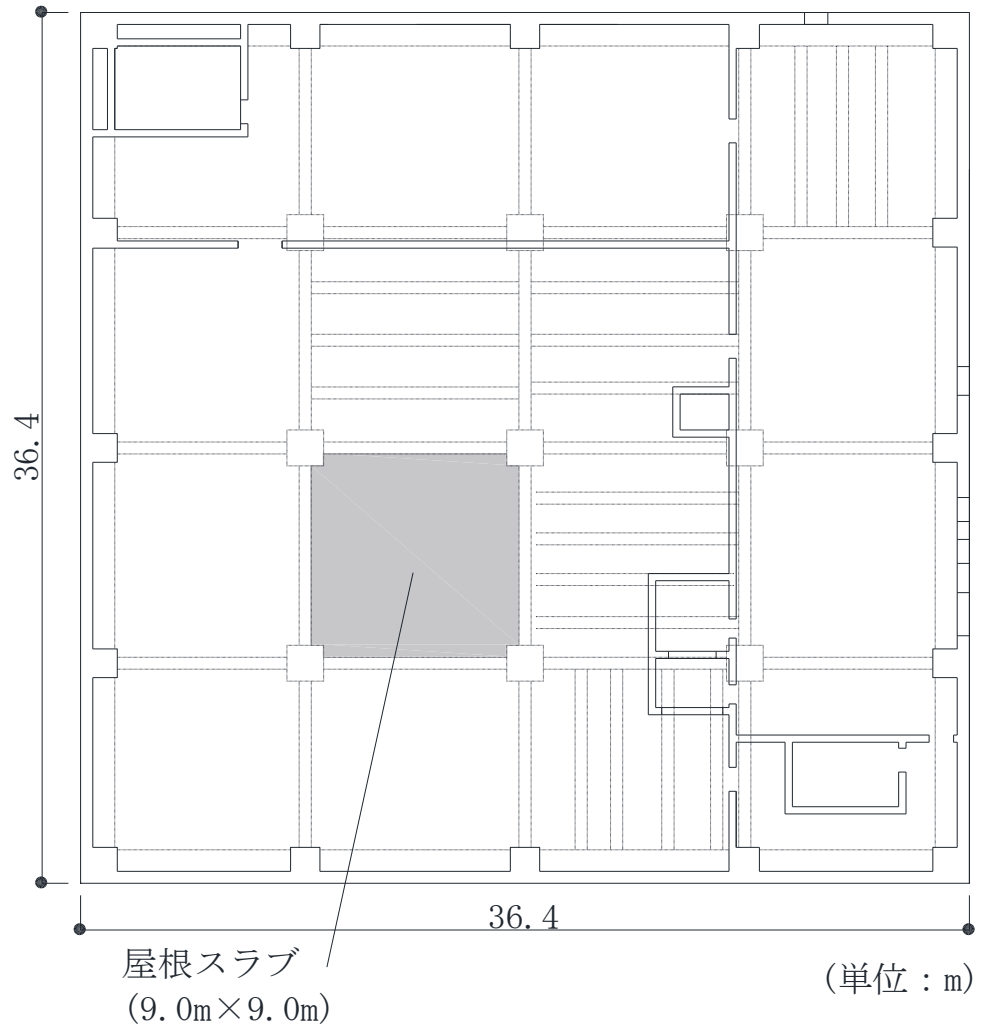
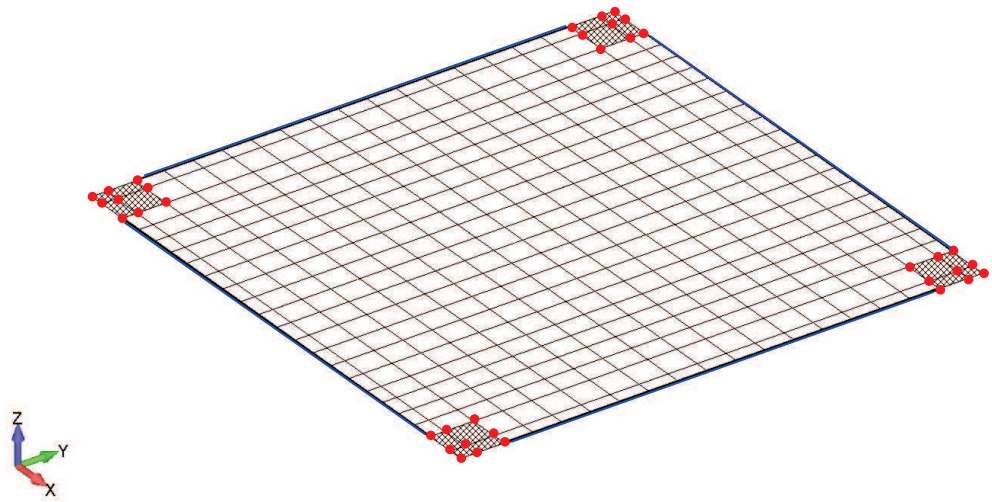
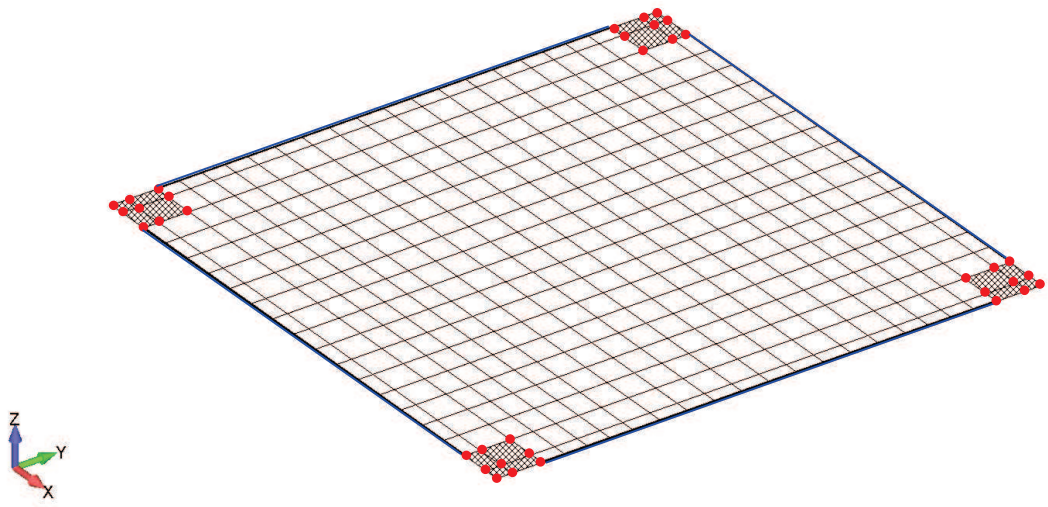


図 3-1(3) スラブの評価を記載する部材の位置 (2F 0.P.64.90m)



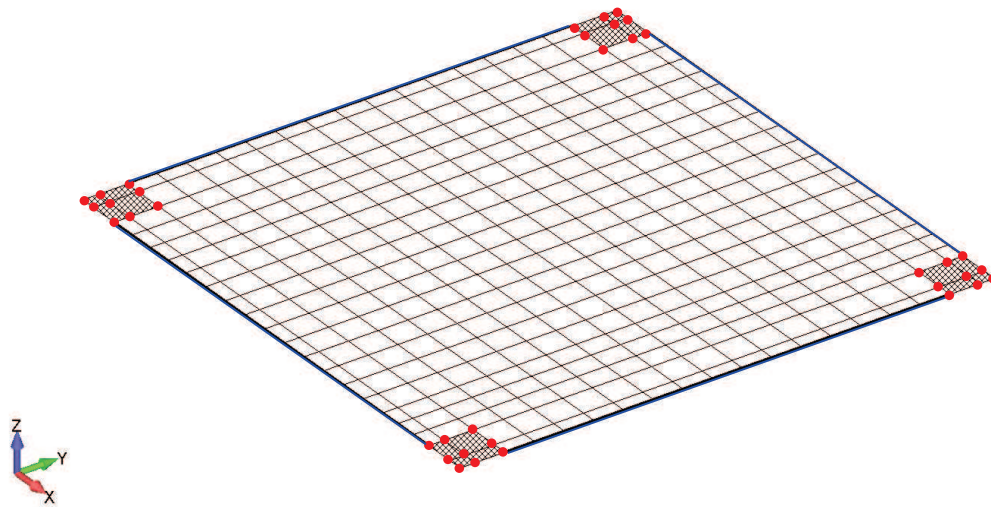
(a) 床スラブ①



(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

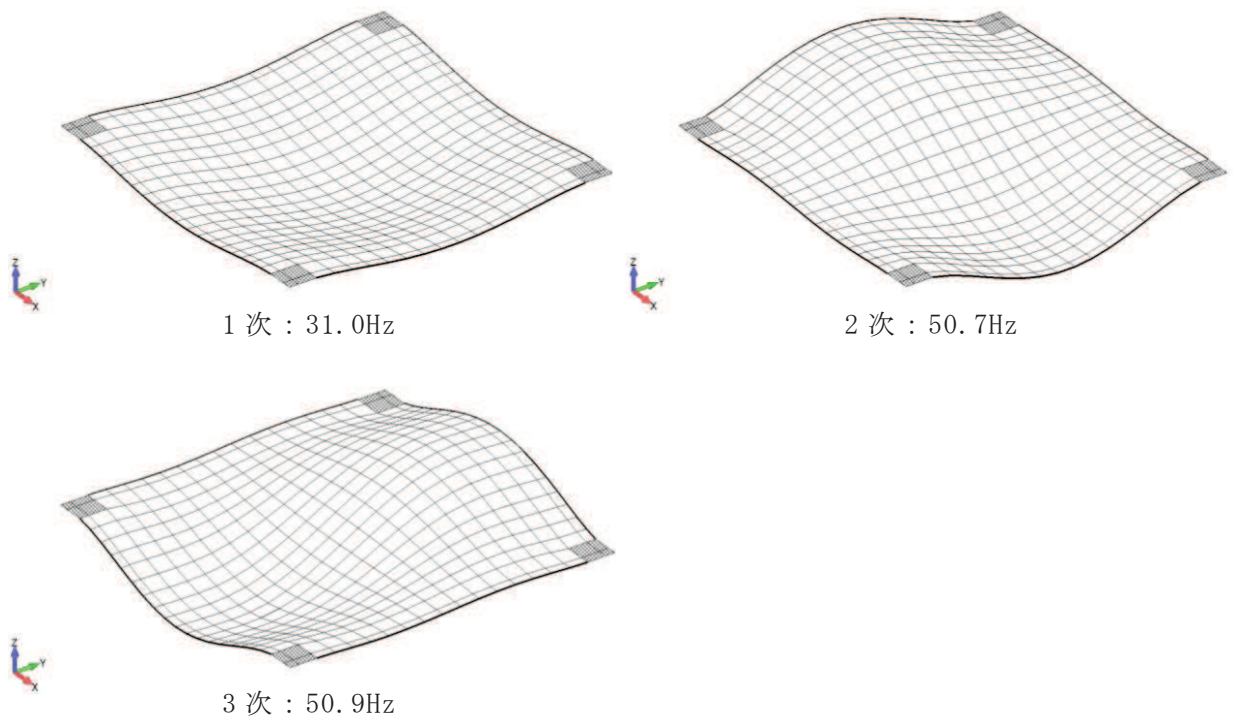
3.2 固有値解析結果

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。

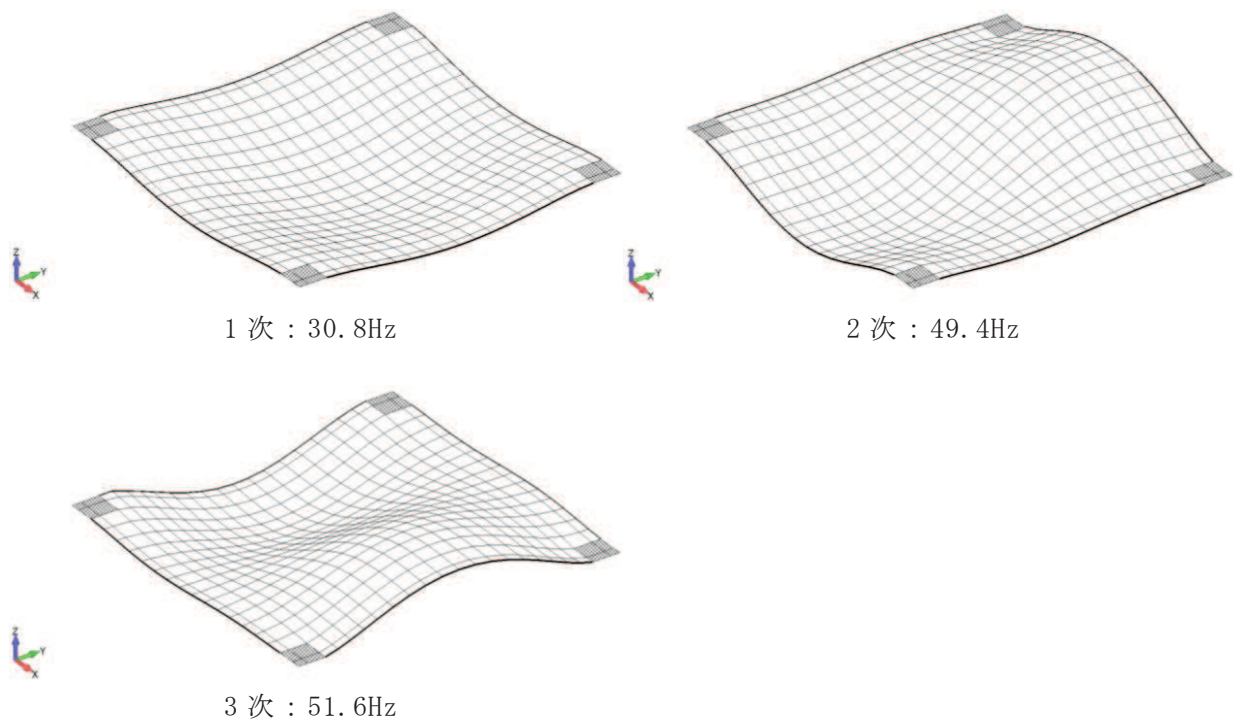
全ての部位で 1 次固有振動数が 20 Hz を上回っており、当該部位の応答の増幅は考慮しない。

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	30.8	1.67
	2 次	49.4	-0.04
	3 次	51.6	-0.01
屋根スラブ	1 次	20.7	1.74
	2 次	35.9	0.00
	3 次	36.1	0.00

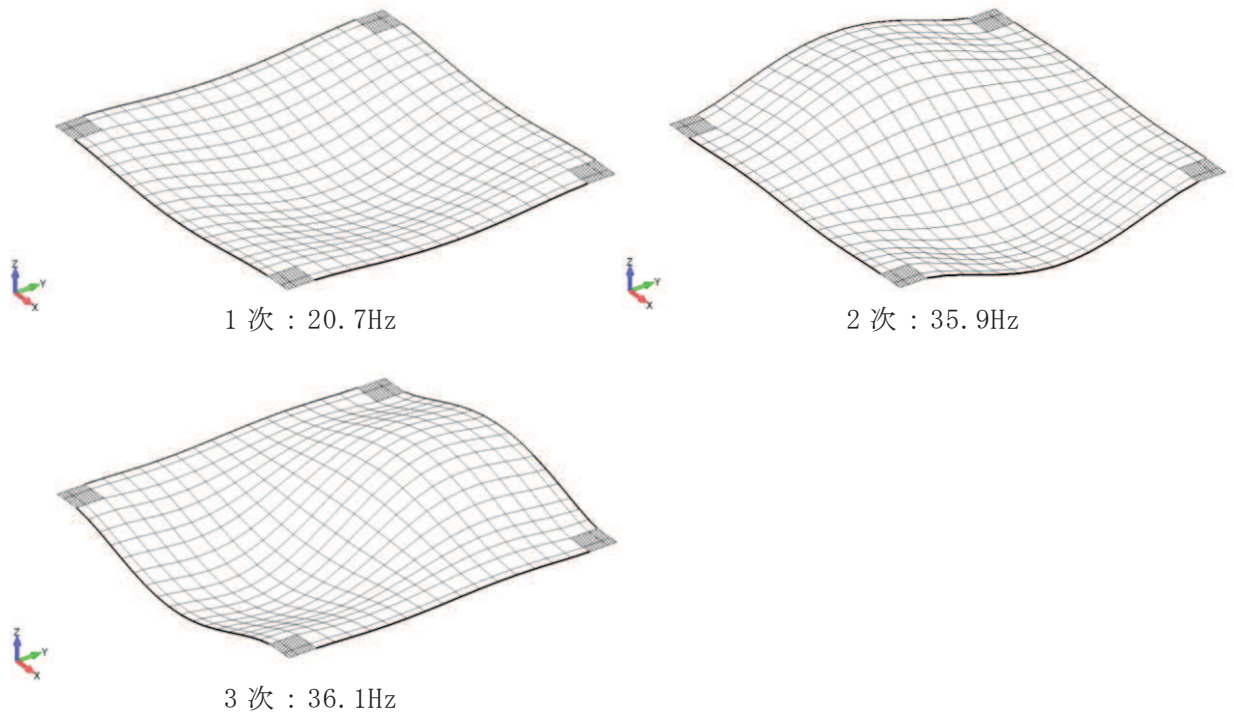


(a) 床スラブ①



(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)