

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-工-B-19-0100_改1
提出年月日	2021年6月14日

VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書

2021年 6月
東北電力株式会社

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造概要	3
2.3	解析方針	8
2.4	適用規格・基準等	10
3.	解析方法	11
3.1	設計に用いる地震波	11
3.2	地震応答解析モデル	19
3.2.1	水平方向	20
3.2.2	鉛直方向	27
3.3	解析方法	31
3.3.1	動的解析	31
3.3.2	必要保有水平耐力	32
3.4	解析条件	34
3.4.1	建物・構築物の復元力特性	34
3.4.2	地盤の回転ばねの復元力特性	41
3.4.3	材料物性の不確かさ	42
4.	解析結果	44
4.1	動的解析	44
4.1.1	基本ケースの地震応答解析結果	44
4.1.2	材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果	77
4.2	必要保有水平耐力	91

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づく緊急時対策建屋の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。また、必要保有水平耐力については建物・構築物の構造強度の確認に用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急時対策建屋の設置位置を図 2-1 に示す。

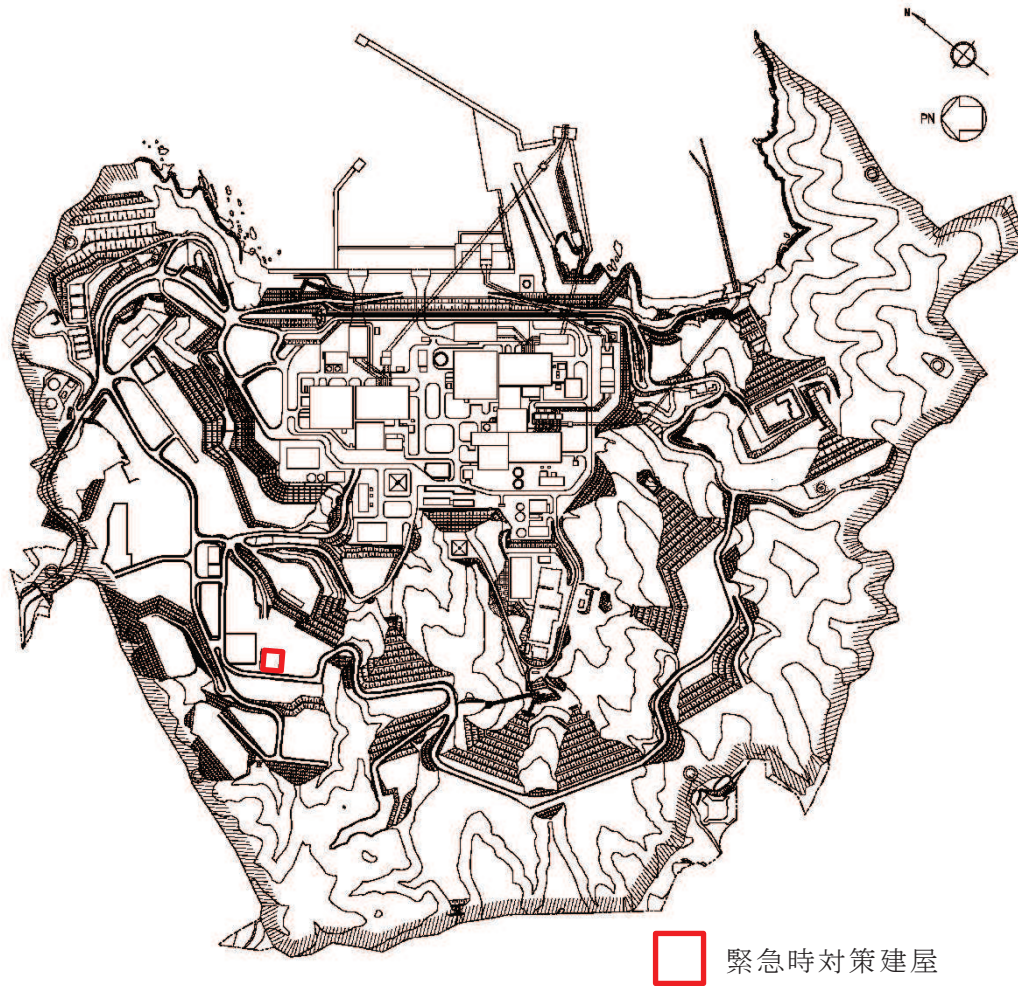


図 2-1 緊急時対策建屋の設置位置

2.2 構造概要

緊急時対策建屋は、地下2階、地上2階建てで、基礎底面からの高さは30.4m（地上高さは13.9m）であり、平面は36.4m(NS方向)×36.4m(EW方向)*1の正方形である。建屋の構造は鉄筋コンクリート造である。

緊急時対策建屋の基礎は、厚さ6.0mで、はね出しを有し、平面は47.0m(NS方向)×47.0m(EW方向)の正方形であり、支持地盤である砂岩に岩着している。

緊急時対策建屋の主たる耐震要素は、建屋外壁の耐震壁で、基礎版から屋上階床面まで連続しており、壁厚は0.5m～2.2mである。建屋は全体として非常に剛性が高く、地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁で負担する。なお、O.P.*275.9m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。

緊急時対策建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

注記*1 : 建屋寸法は壁外面押えとする。

*2 : O.P.は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

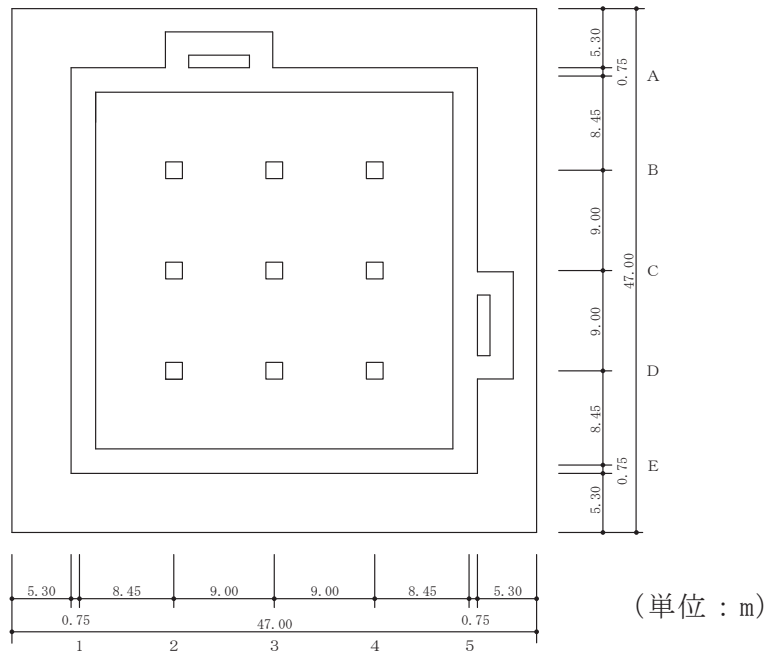


図 2-2(1) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 51.5m)

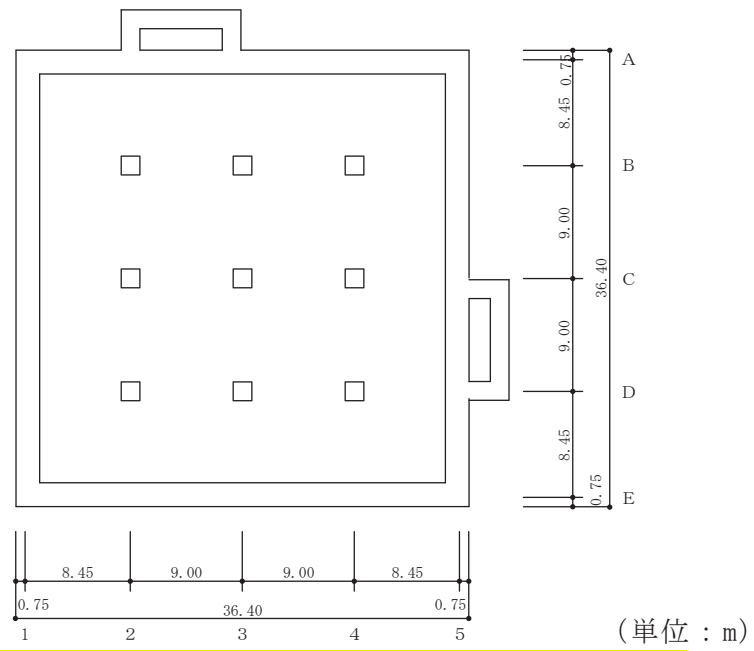


図 2-2(2) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 57.3m)

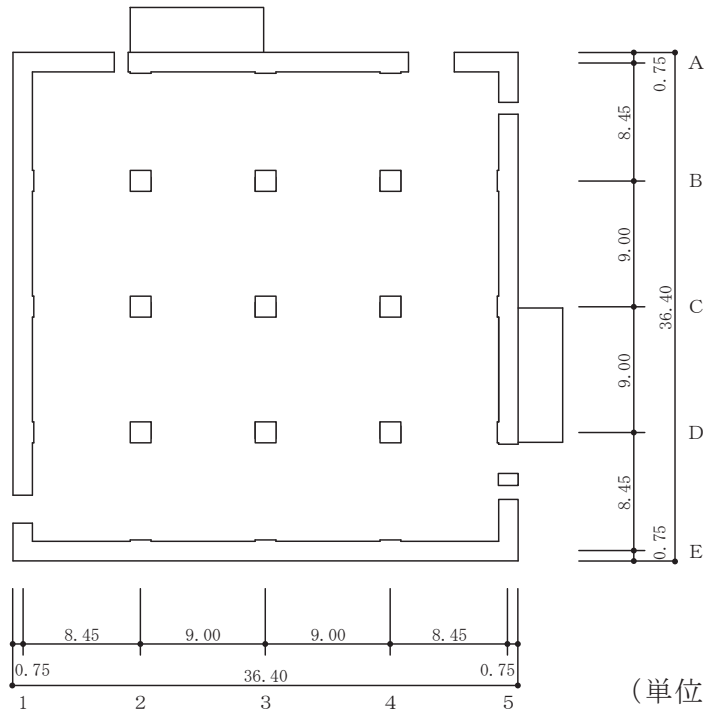


図 2-2(3) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 62.2m)

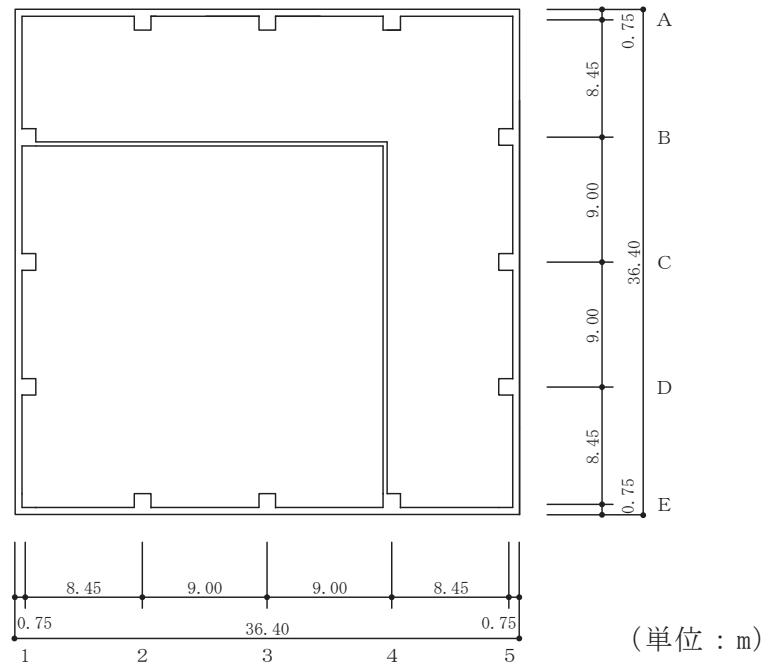


図 2-2(4) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 69.4m)

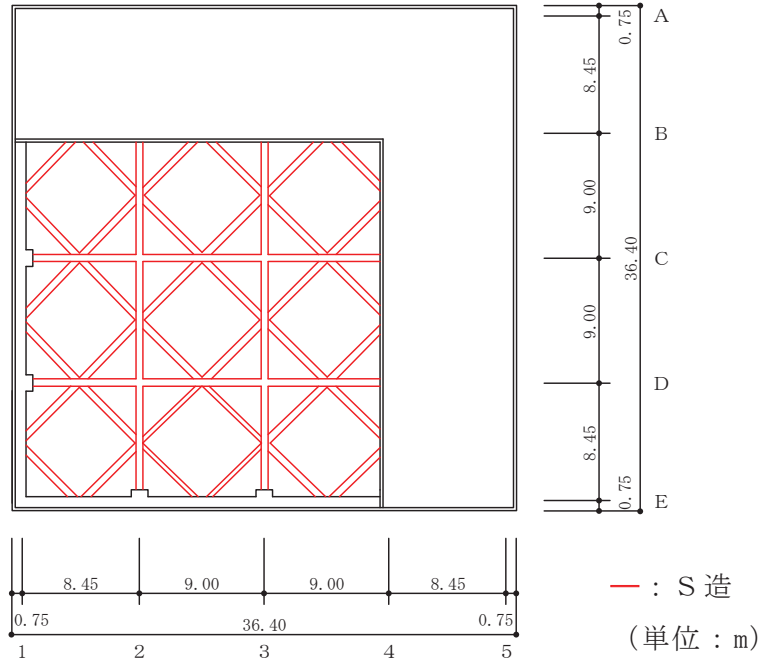


図 2-2(5) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 75.9m)

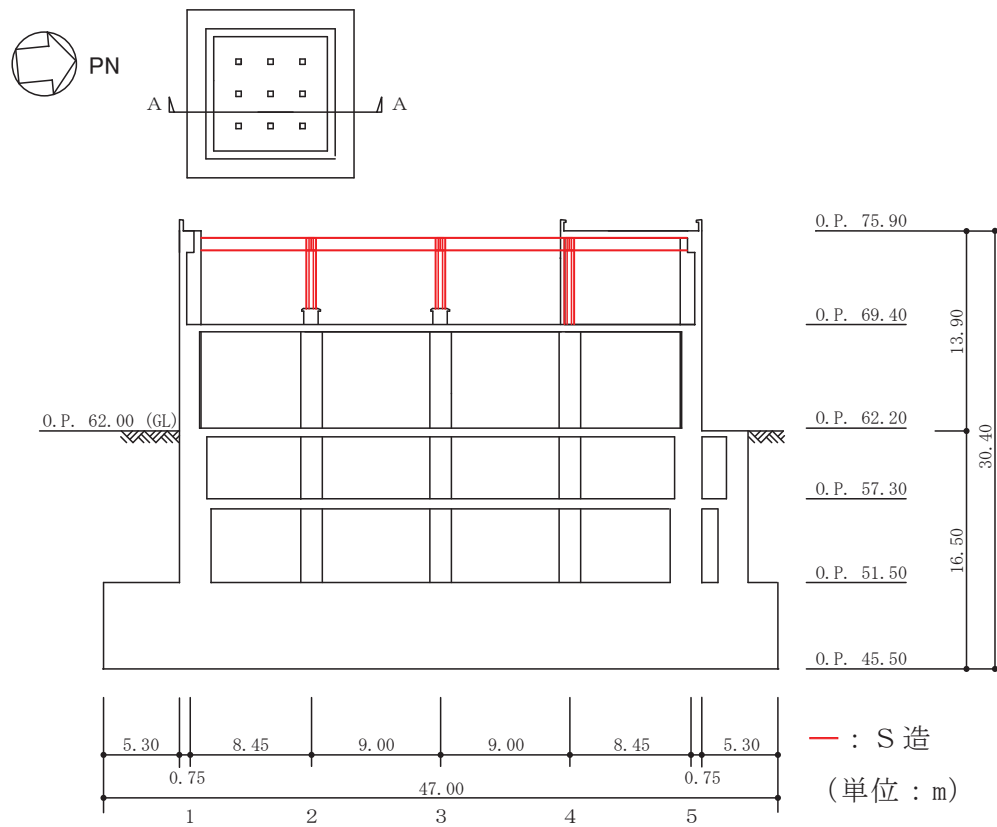


図 2-3(1) 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

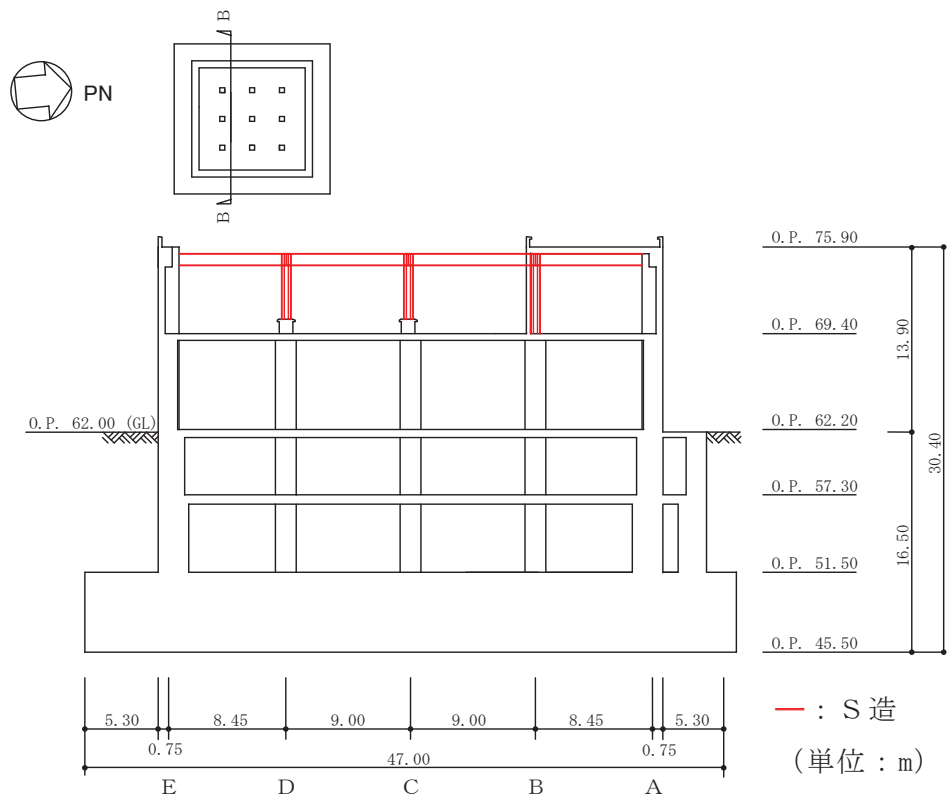


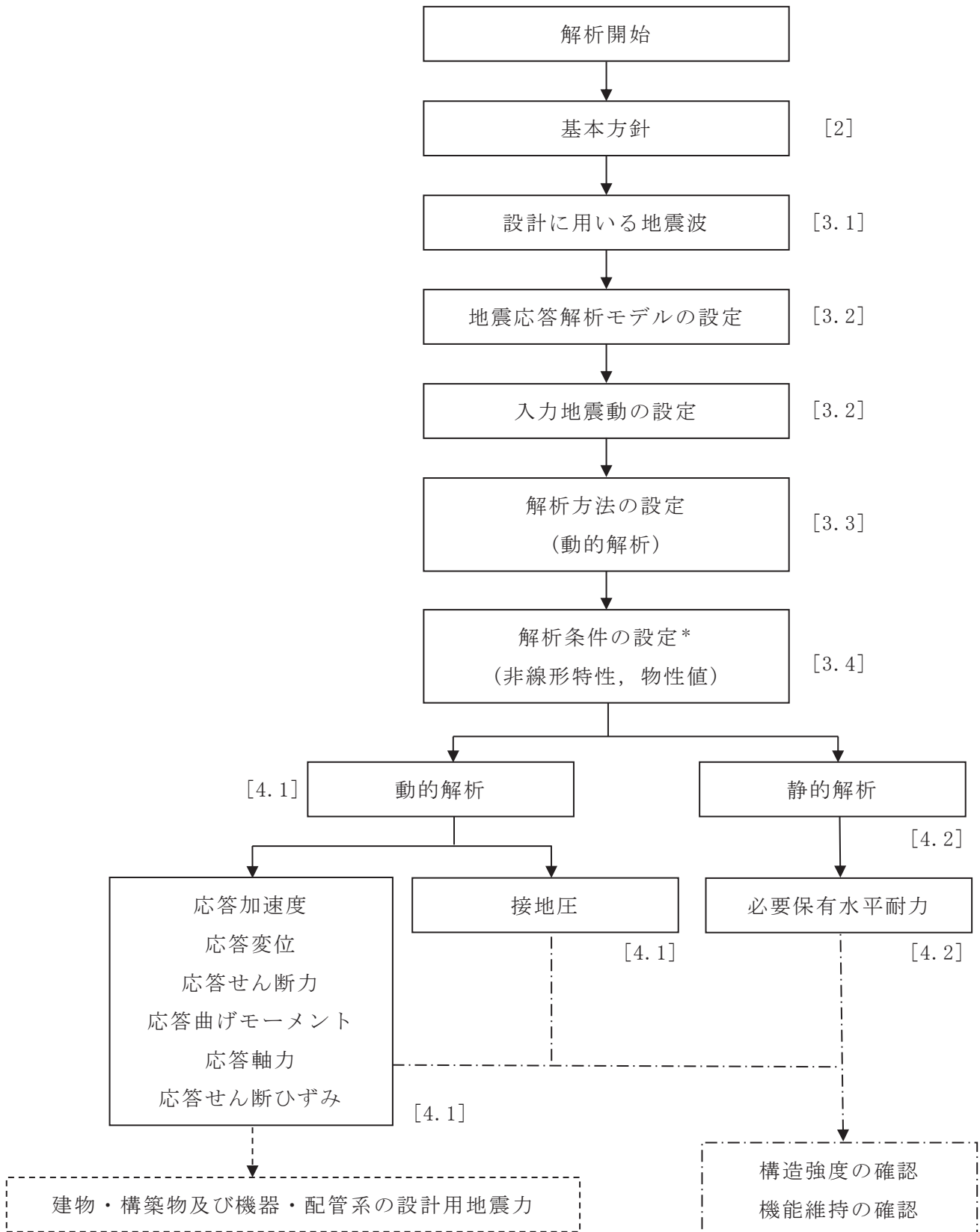
図 2-3(2) 緊急時対策建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.3 解析方針

緊急時対策建屋の地震応答解析は、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。

図2-4に緊急時対策建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.1 設計に用いる地震波」及び「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルを用いて実施することとし、「3.3 解析方法」及び「3.4 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては材料物性の不確かさを考慮し、加速度、変位、せん断ひずみ、接地圧等を含む各種応答値を、「4.2 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算出する。



注 : []内は, 本資料における章番号を示す。
 注記* : 材料物性の不確かさを考慮する。

図 2-4 緊急時対策建屋の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

緊急時対策建屋の地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 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-許容応力度設計法-
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1・補-1984）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987）
- ・ 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。）

3. 解析方法

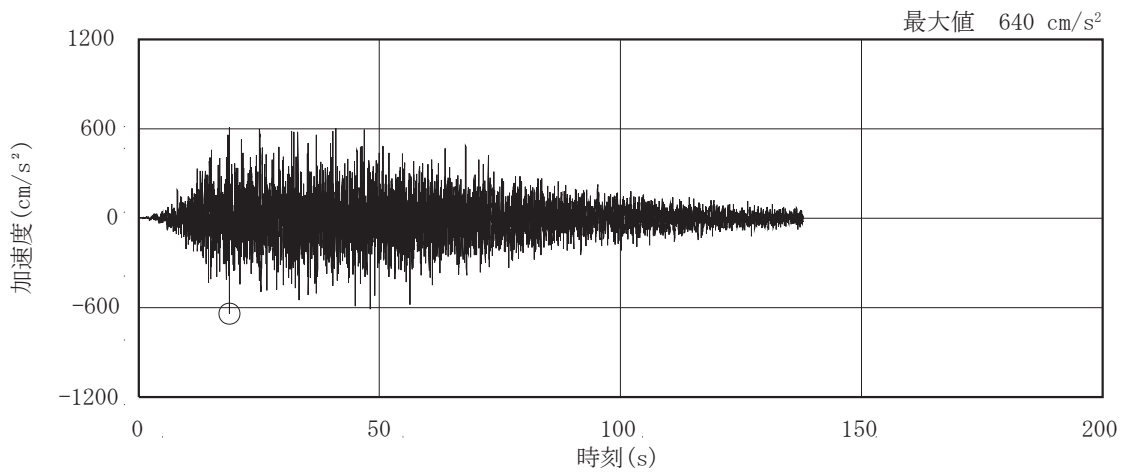
3.1 設計に用いる地震波

緊急時対策建屋の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を評価した建屋－地盤連成モデルとする。この連成モデルへの入力地震動は、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s から、地盤の振動特性を考慮して算定した地震動を用いる。

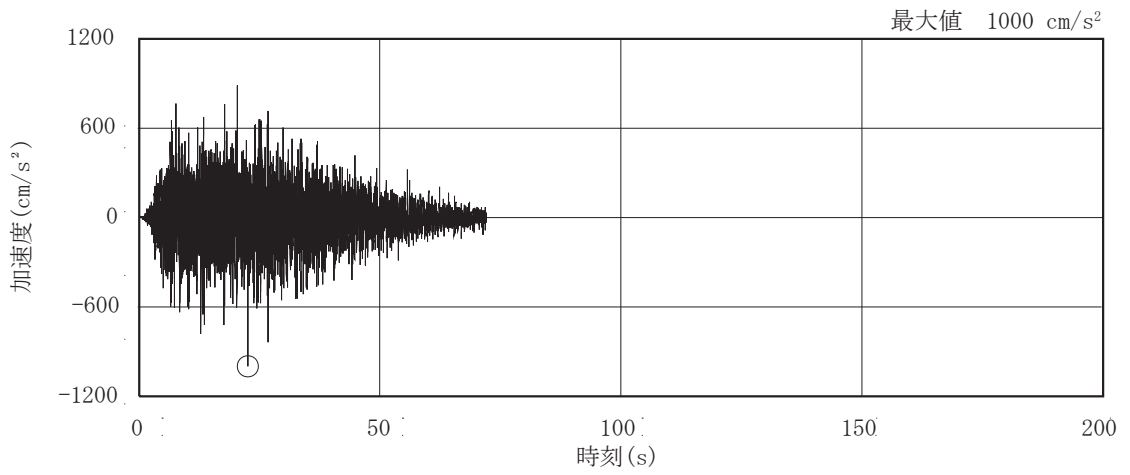
基準地震動 S_s の最大加速度一覧を表 3-1 に、加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1 及び図 3-2 に示す。

表 3-1 基準地震動 S_s の最大加速度一覧

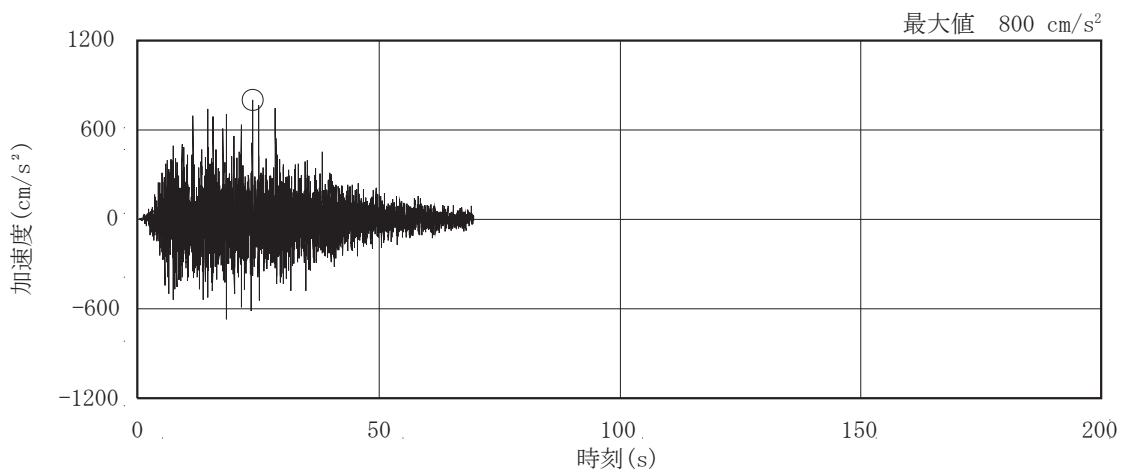
基準地震動		最大加速度 (cm/s ²)	
		水平方向	鉛直方向
S _s -D1	プレート間地震の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	640	430
S _s -D2	海洋プレート内地震 (SMGA マントル内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	1000	600
S _s -D3	海洋プレート内地震 (SMGA 地殻内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	800	500
S _s -F1	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (応力降下量 (短周期レベル) の不確かさ)	717	393
S _s -F2	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA 位置と応力降下量 (短周期レベル) の不確かさの重畳)	722	396
S _s -F3	海洋プレート内地震 (SMGA マントル内) の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA マントル内集約)	835	443
S _s -N1	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) の検討結果に保守性を考慮した地震動	620	320



(a) S s - D 1

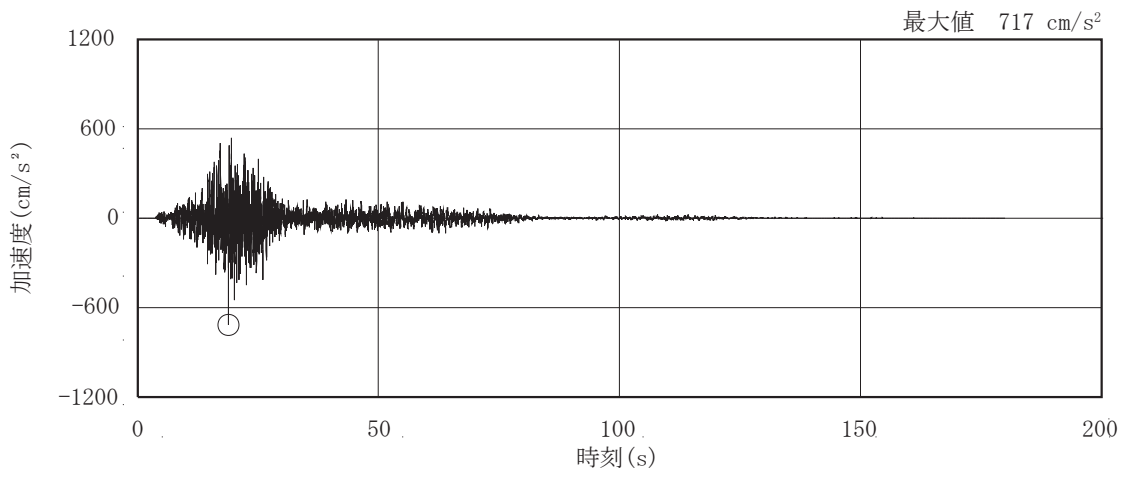


(b) S s - D 2

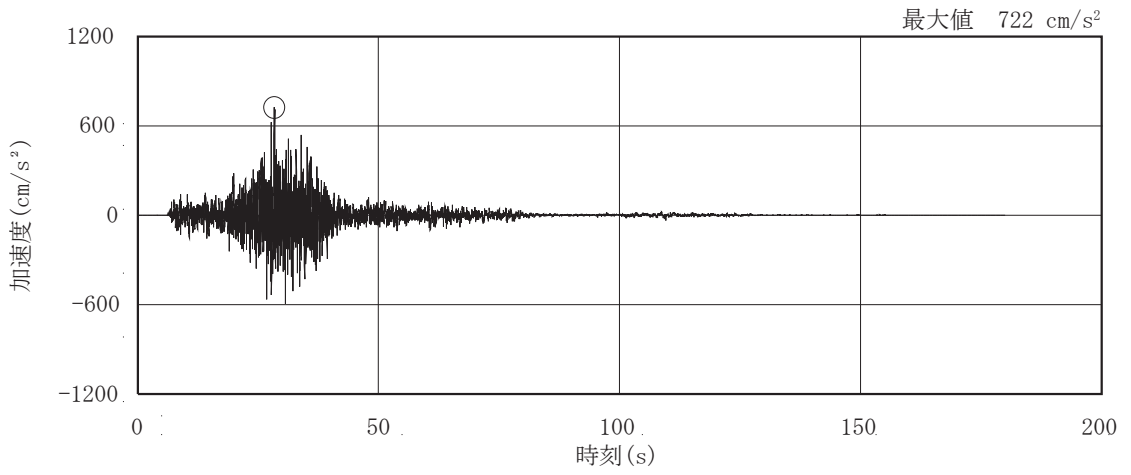


(c) S s - D 3

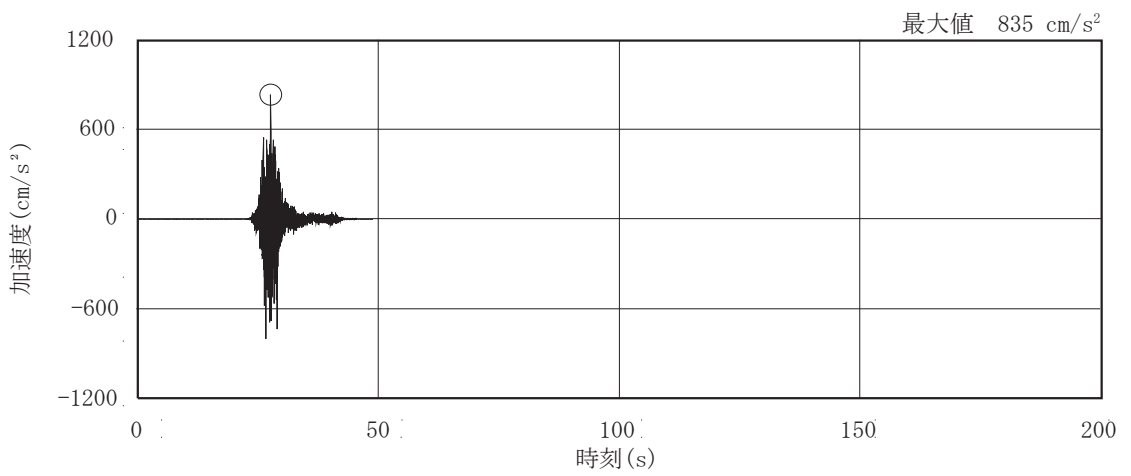
图 3-1(1) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 水平方向) (1/3)



(d) S s - F 1

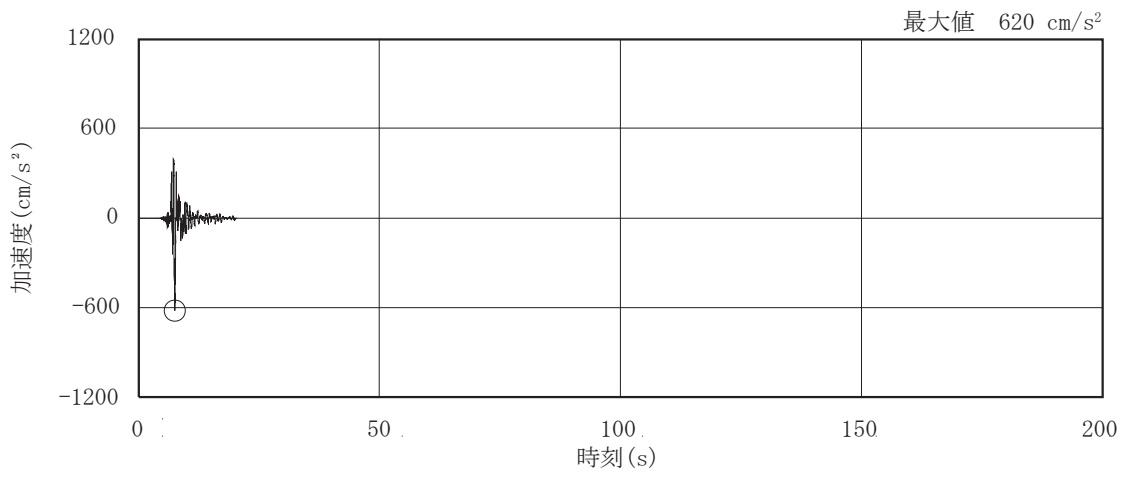


(e) S s - F 2



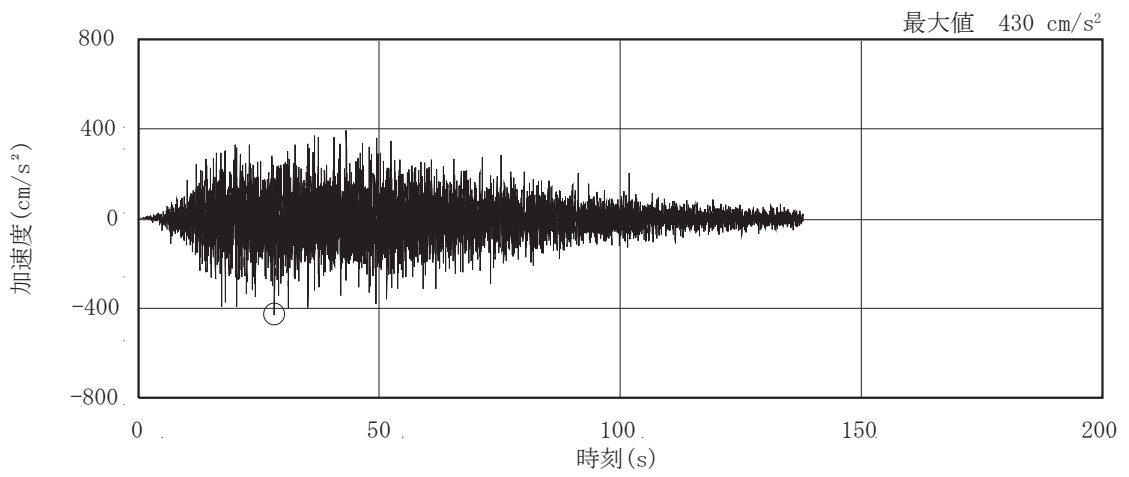
(f) S s - F 3

圖 3-1(2) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 水平方向) (2/3)

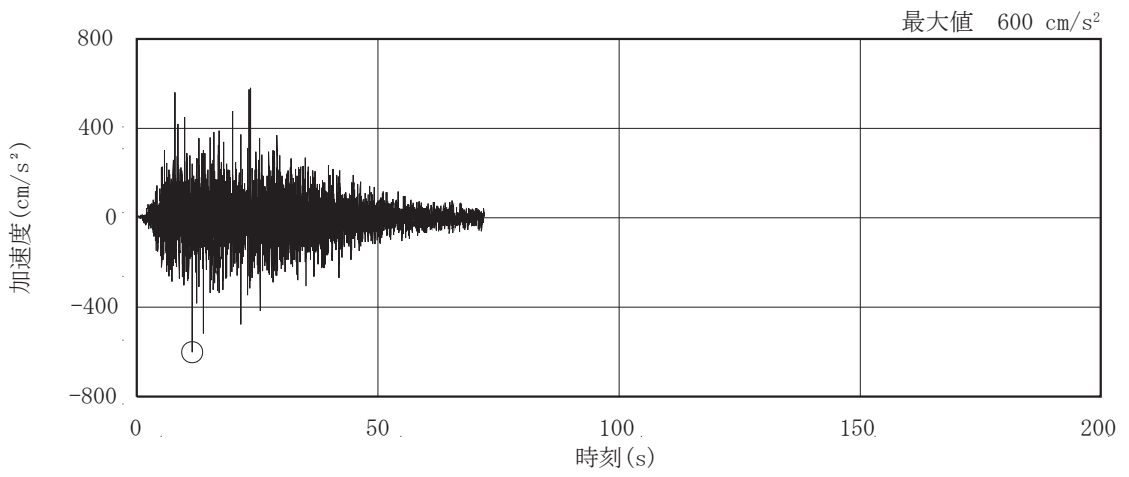


(g) S s - N 1

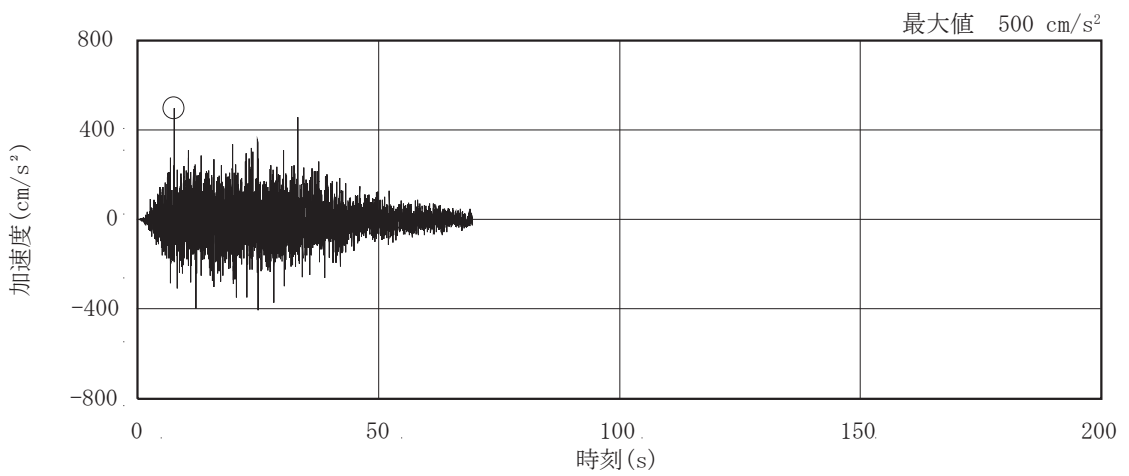
圖 3-1(3) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s, 水平方向) (3/3)



(a) S s - D 1

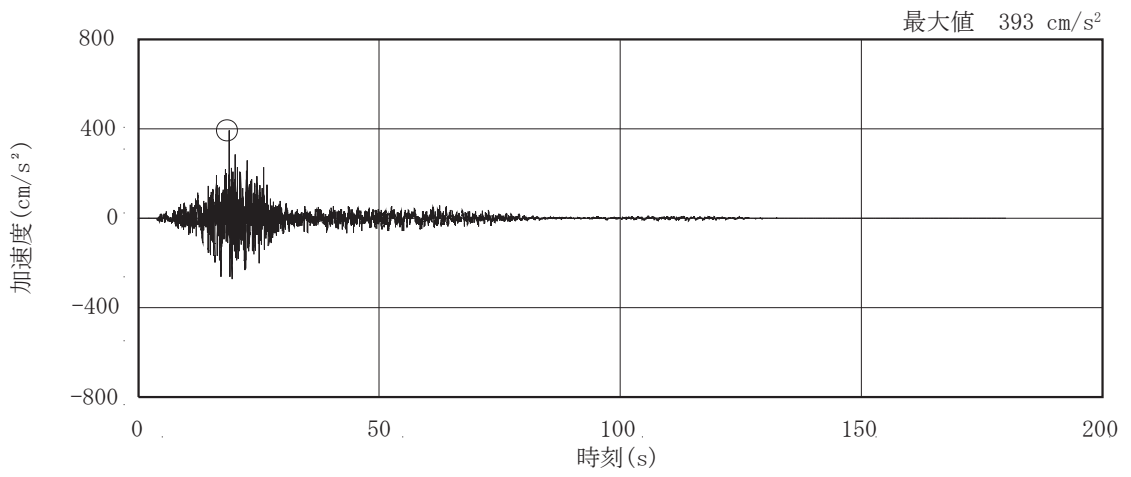


(b) S s - D 2

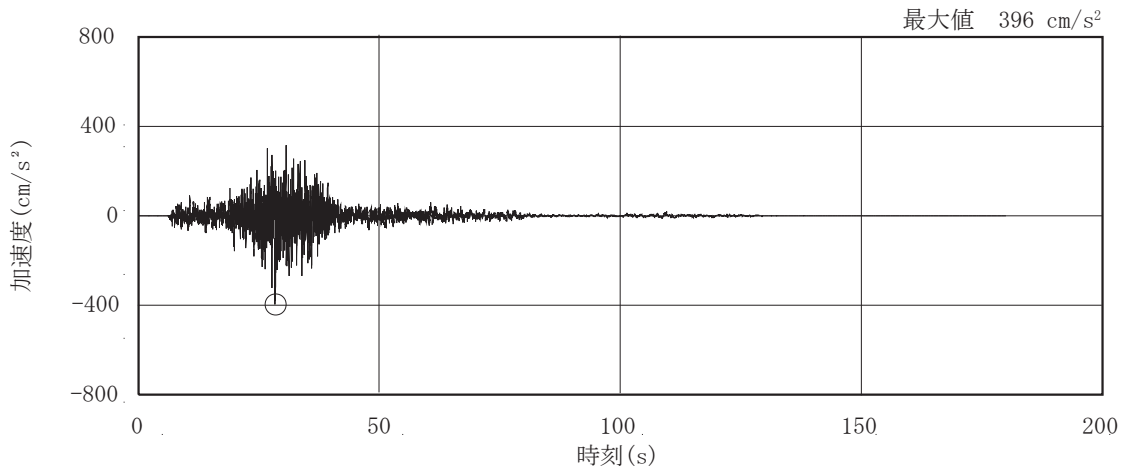


(c) S s - D 3

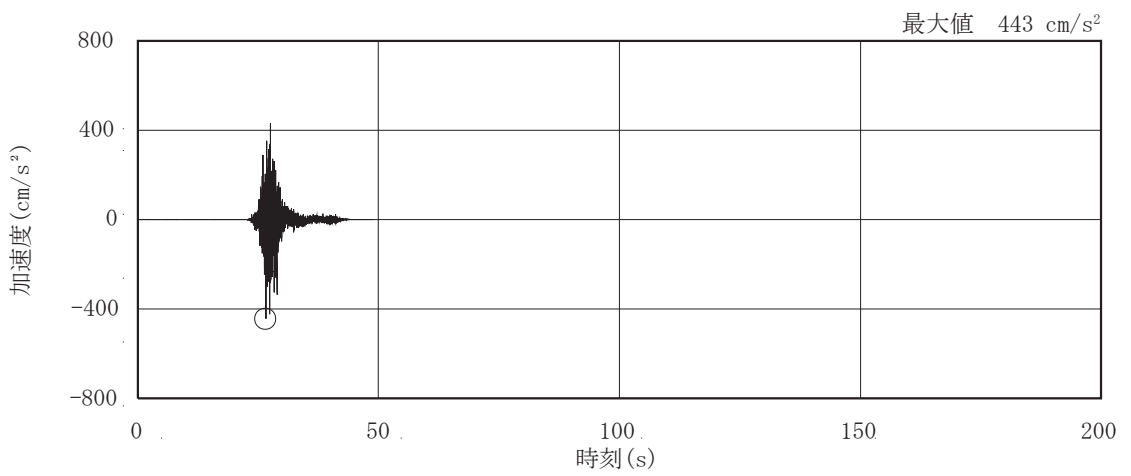
图 3-1(4) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向) (1/3)



(d) S s - F 1

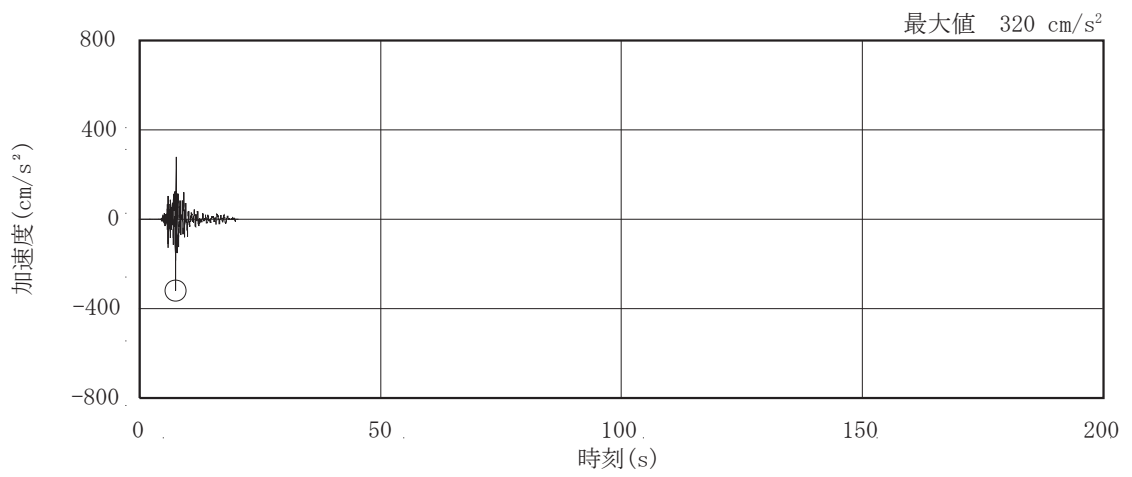


(e) S s - F 2



(f) S s - F 3

图 3-1(5) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向) (2/3)



(g) S s - N 1

图 3-1(6) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向) (3/3)

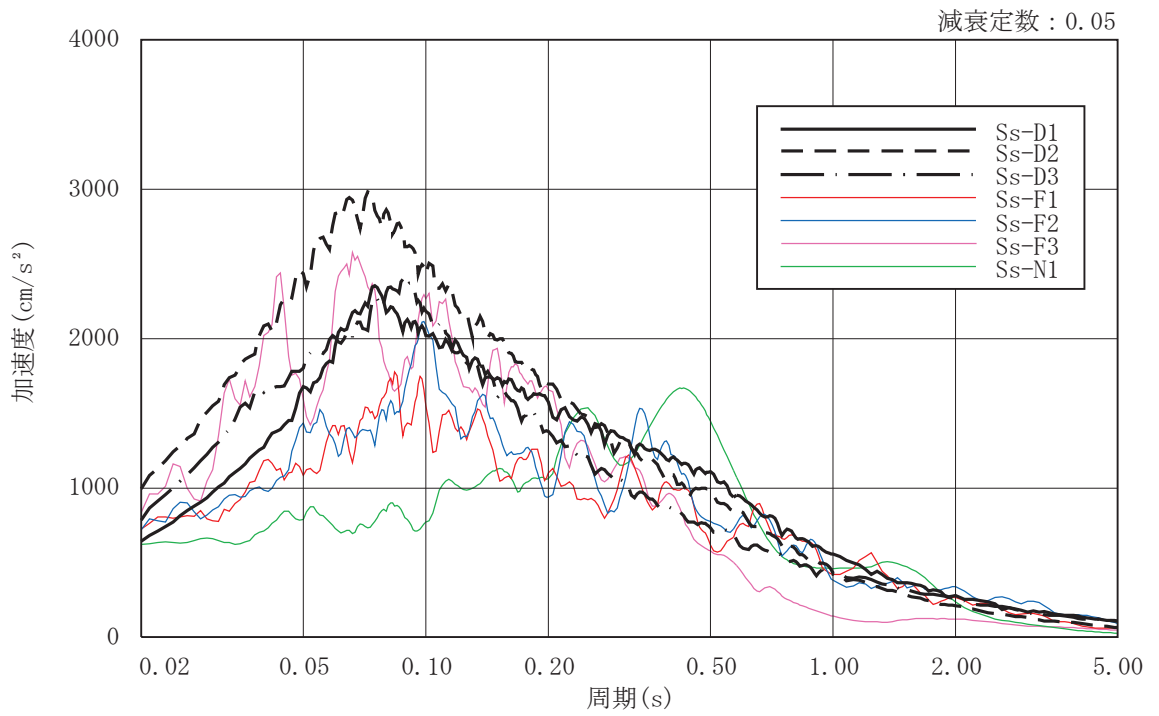


図 3-2(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , 水平方向)

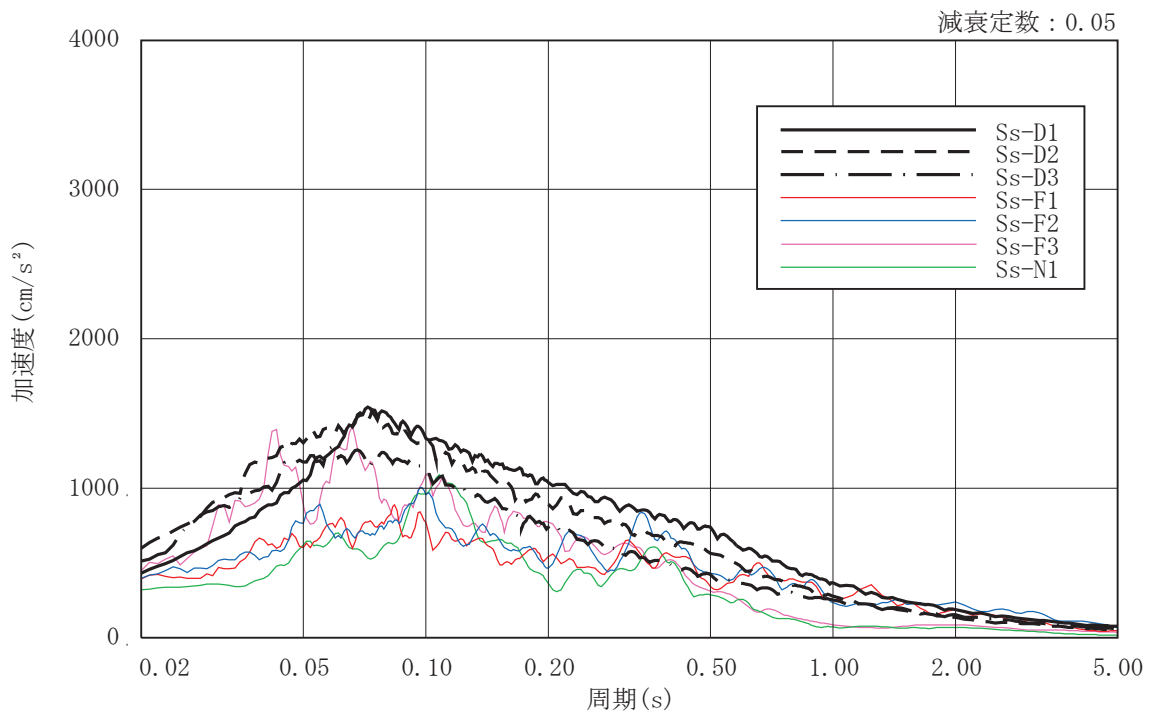


図 3-2(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , 鉛直方向)

3.2 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」に記載の解析モデルの設定方針に基づき、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-2 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 (N/mm ²) 鉄筋：SD390	2.44×10 ⁴	1.02×10 ⁴	5

3.2.1 水平方向

(1) 地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、建屋を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、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデルとする。

水平方向の地震応答解析モデル及び諸元を図 3-3 に示す。

(2) 地盤ばね

基礎版底面下の地盤は、水平方向の地震応答解析モデルにおいては底面水平ばね及び底面回転ばねで置換している。この底面水平ばね及び底面回転ばねは、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、基礎版底面下の地盤を等価な半無限地盤と見なして、振動アドミッタンス理論に基づいて評価している。いずれのばねも振動数に依存した複素剛性として表現されるが、図 3-4 に示すようにばね定数として、実部の静的な値(K_0)を、また、減衰係数(C_0)として、建屋－地盤連成モデルの 1 次固有円振動数(ω_1)に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾きを採用することにより近似する。このうち、底面回転ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。

基礎版の埋込み部分の側面地盤ばねについては、基礎版の側面位置の地盤定数を用いて、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、Novak の方法に基づき求めた側面水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に近似法により定数化して用いる。側面水平ばねの評価には、解析コード「NOVAK」を用いる。

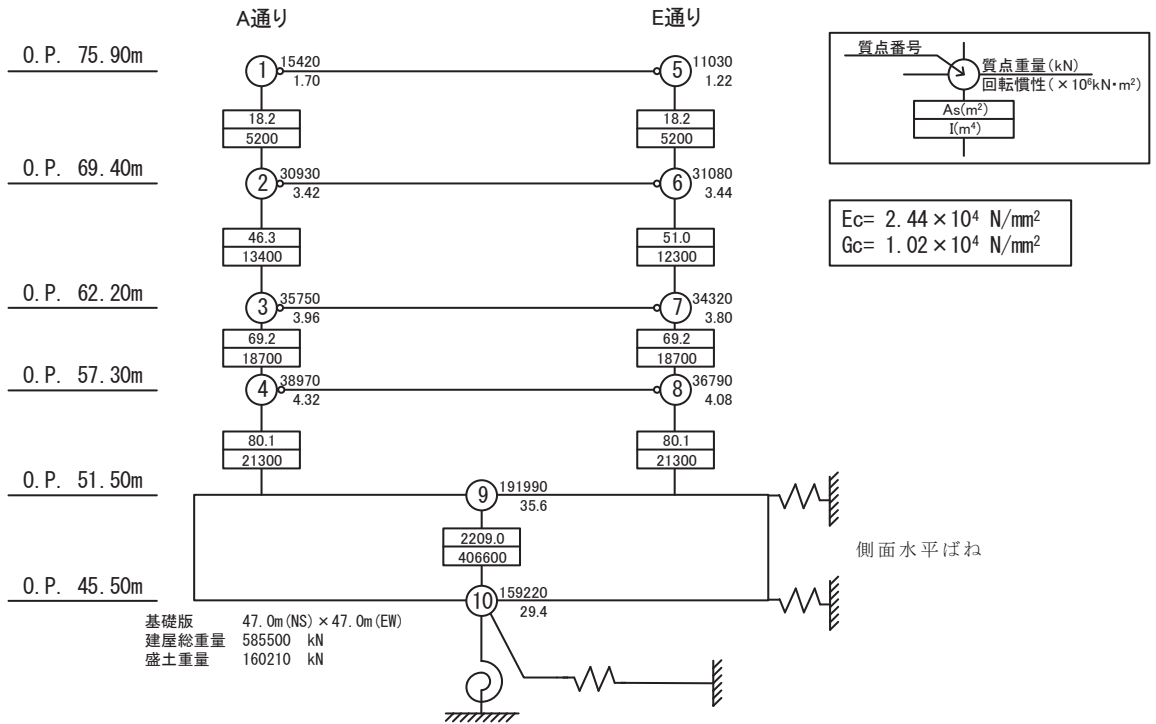
評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-3 に、地盤モデルの物性値を表 3-4 に示す。

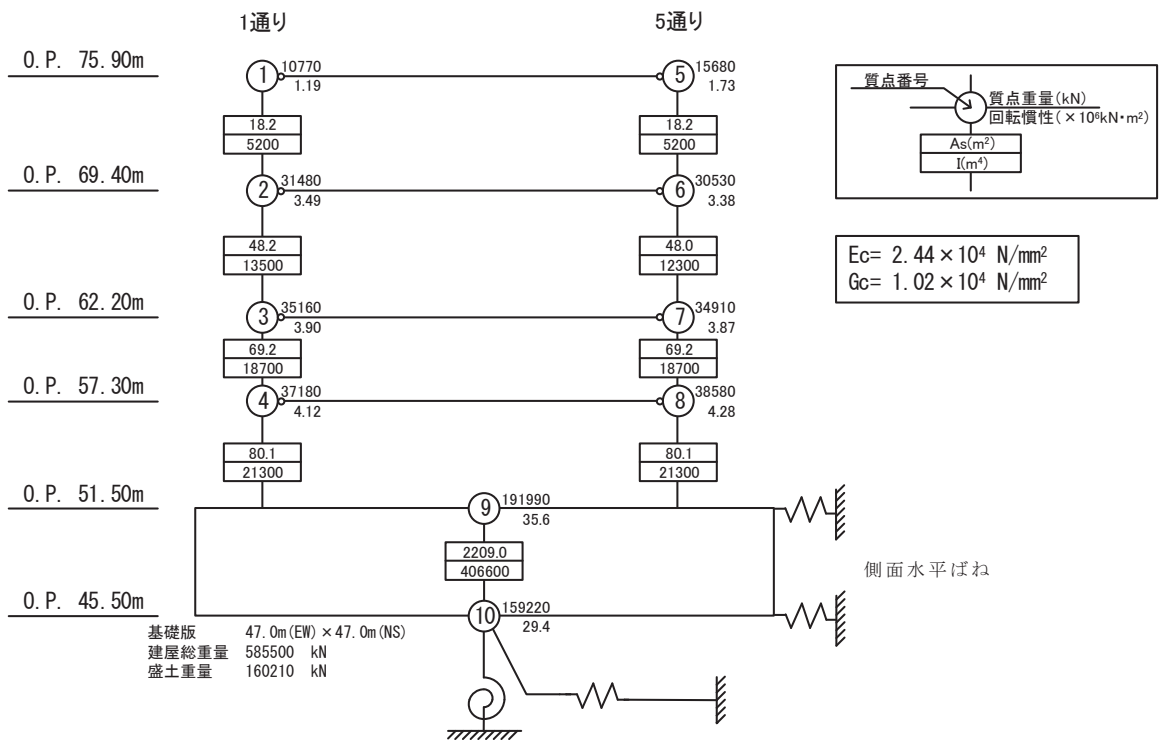
(3) 入力地震動

地震応答解析モデルへの入力地震動は、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s から以下の手順で算定する。まず、地下構造モデルの解放基盤表面以深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 O.P. -200m の入射波を算定する。算定した O.P. -200m の入射波を建屋位置地盤モデルに入力して線形解析を行い、建屋基礎底面レベルでの地盤及び基礎の上下端レベルの建屋側面の地盤の応答を評価して入力地震動とする。また、建屋基礎底面レベルにおける補正水平力（以下「切欠き力」という。）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する。図 3-5 に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を、設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置

(0. P. 45. 5m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-6 に示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」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。

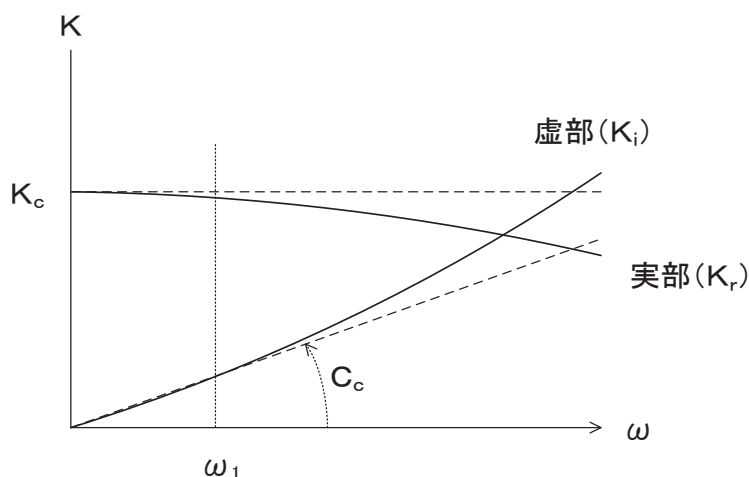


(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 3-3 地震応答解析モデル及び諸元 (水平方向)



ばね定数：底面ばねは 0Hz のばね定数 K_c で定数化

減衰係数：建屋—地盤連成系の 1 次固有円振動数 ω_1 に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き C_c で定数化

図 3-4 地盤ばねの定数化の概要

表 3-3 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	5.968×10^7 (kN/m)	3.042×10^6 (kN·s/m)
側面・水平	10	5.968×10^7 (kN/m)	3.042×10^6 (kN·s/m)
底面・水平	10	1.081×10^9 (kN/m)	8.664×10^6 (kN·s/m)
底面・回転	10	6.744×10^{11} (kN·m/rad)	1.123×10^9 (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	5.968×10^7 (kN/m)	3.042×10^6 (kN·s/m)
側面・水平	10	5.968×10^7 (kN/m)	3.042×10^6 (kN·s/m)
底面・水平	10	1.081×10^9 (kN/m)	8.664×10^6 (kN·s/m)
底面・回転	10	6.744×10^{11} (kN·m/rad)	1.122×10^9 (kN·m·s/rad)

表 3-4(1) 緊急時対策建屋の地震応答解析に用いる地下構造モデルの地盤物性値

地層レベル O.P. (m)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	せん断波速度 Vs (m/s)	減衰定数 h (%)
-14.1	26.1	1360	3
-27.0	26.4	2040	3
-50.0	26.5	2520	3
-200.0	26.5	2520	3

表 3-4(2) 緊急時対策建屋の地震応答解析に用いる建屋位置地盤モデルの地盤物性値

	地層レベル O.P. (m)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	せん断波速度 Vs (m/s)	減衰定数 h (%)
側面地盤	62.0	23.1	290	3
	61.3	23.1	710	3
	60.2	25.5	680	3
	52.8	26.2	670	3
	52.5	26.2	1330	3
底面地盤	45.5	26.2	1330	3
	37.7	26.2	2080	3
	23.8	26.2	2510	3
	10.4	26.4	2500	3
	-200.0	26.4	2500	3

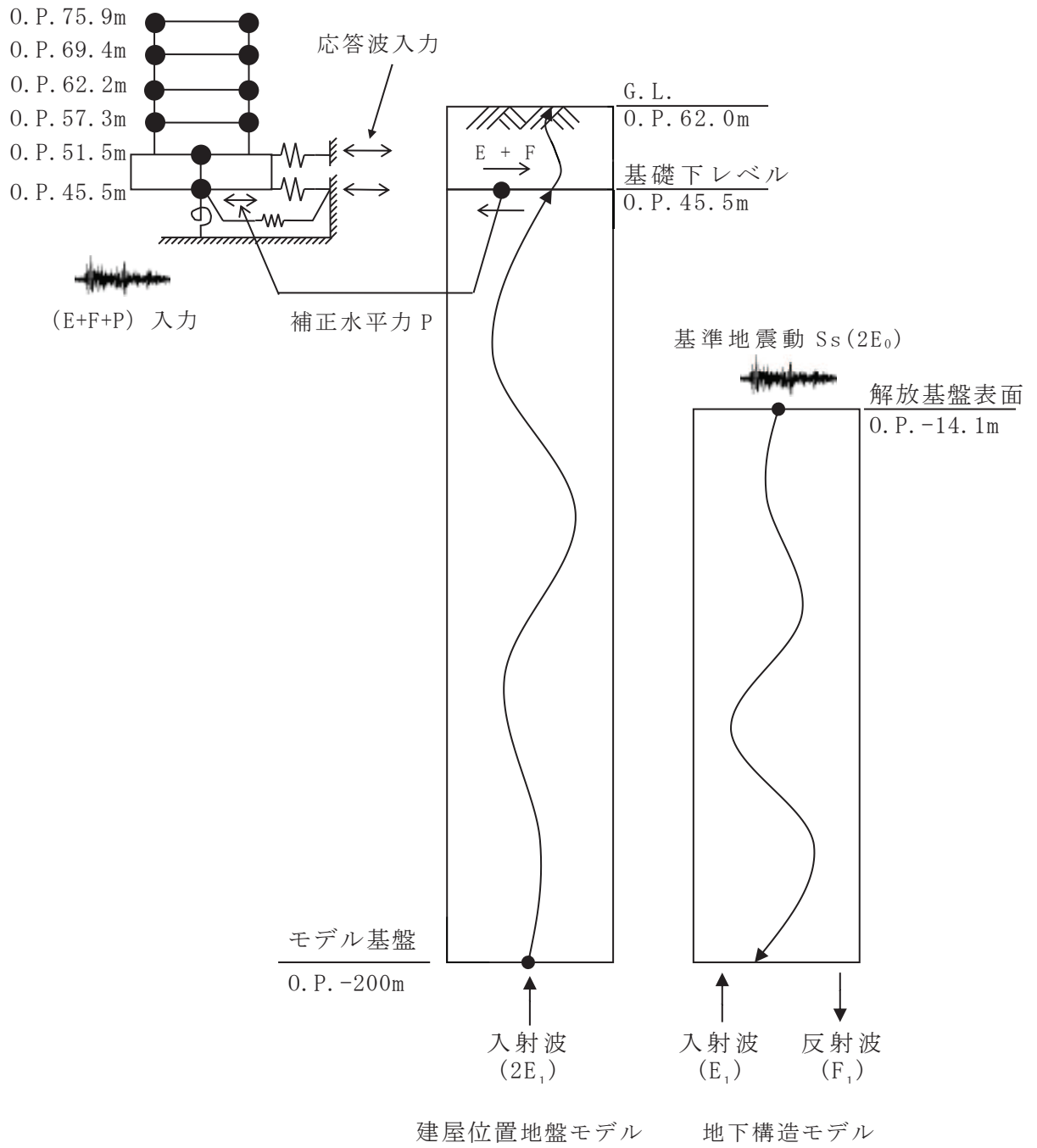


図 3-5 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)

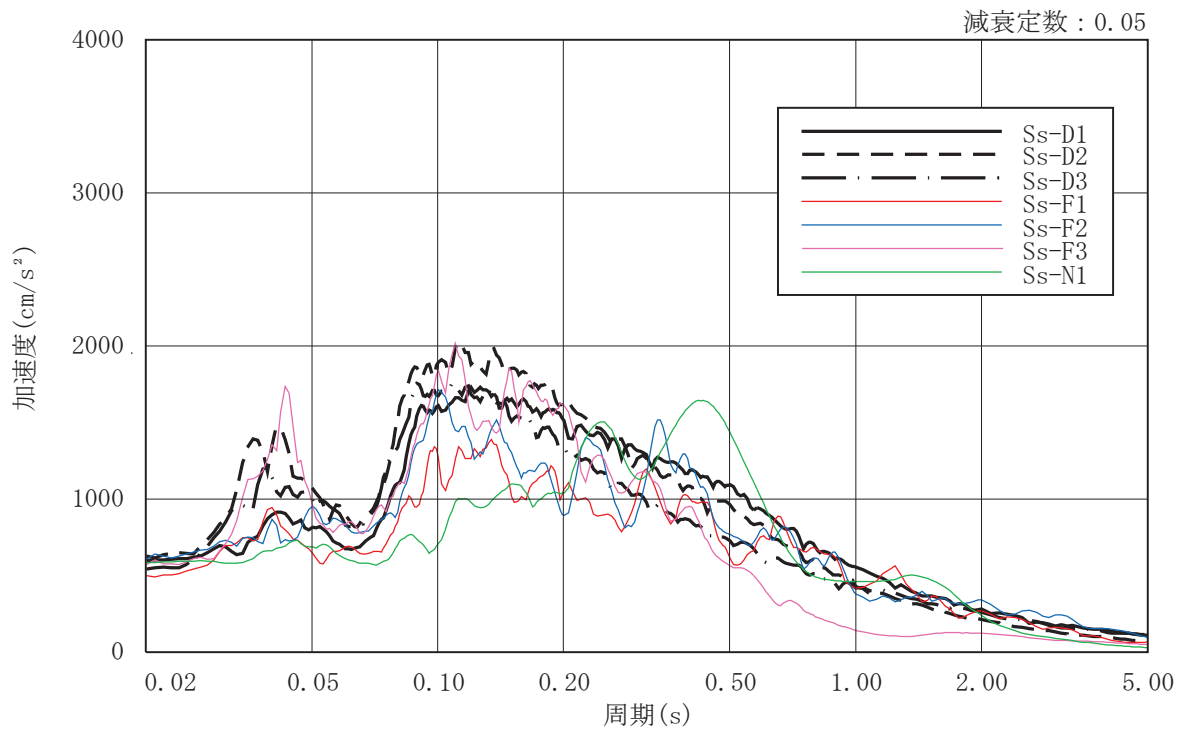


図 3-6 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S s , 水平方向, O.P. 45.5m)

3.2.2 鉛直方向

(1) 地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、軸変形をする耐震壁部及び柱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－地盤連成モデルとする。鉛直方向の地震応答解析モデル及び諸元を図 3-7 に示す。

(2) 地盤ばね

基礎版底面下の地盤は、鉛直方向の地震応答解析モデルにおいては鉛直ばねで置換している。この鉛直ばねは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」により、基礎版底面下の地盤を等価な半無限地盤と見なして、振動アドミッタンス理論に基づいて評価しており、振動数に依存した複素剛性として表現される。図 3-8 に示すようにばね定数として、実部の静的な値(K_0)を、また、減衰係数(C_0)として、建屋－地盤連成モデルの 1 次固有円振動数(ω_1)に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾きを採用することにより近似する。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」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。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-5 に示す。

(3) 入力地震動

地震応答解析モデルへの入力地震動は、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s から以下の手順で算定する。まず、解放基盤モデルの解放基盤表面以深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 O.P. -200m の入射波を算定する。算定した O.P. -200m の入射波を構造物位置地盤の一次元地盤モデルに入力して線形解析を行い、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。図 3-9 に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を、設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置 (O.P. 45.5m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-10 に示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」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。

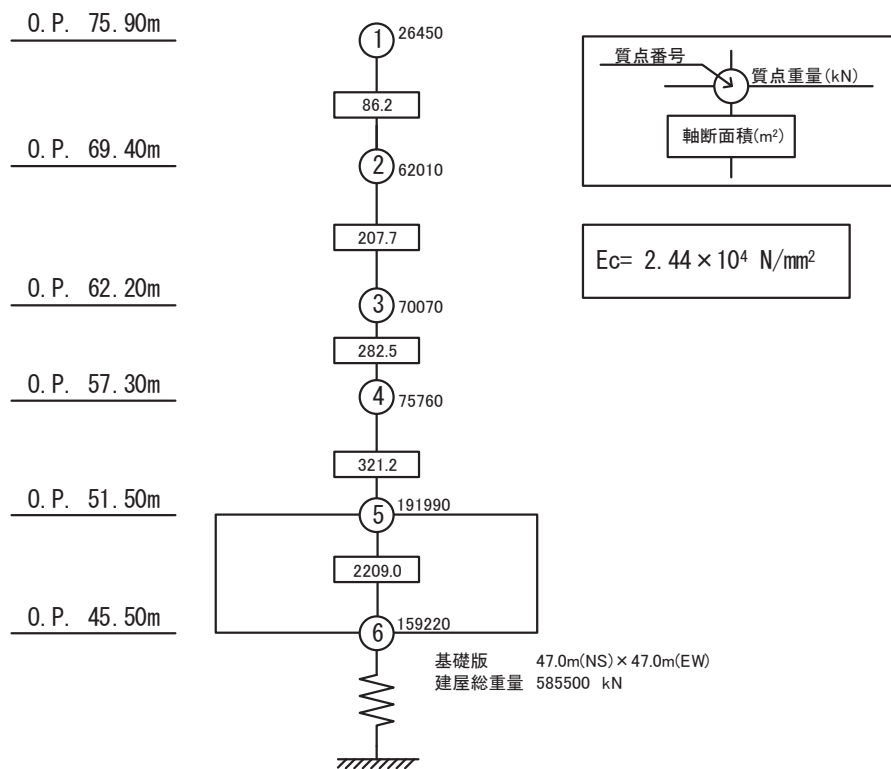
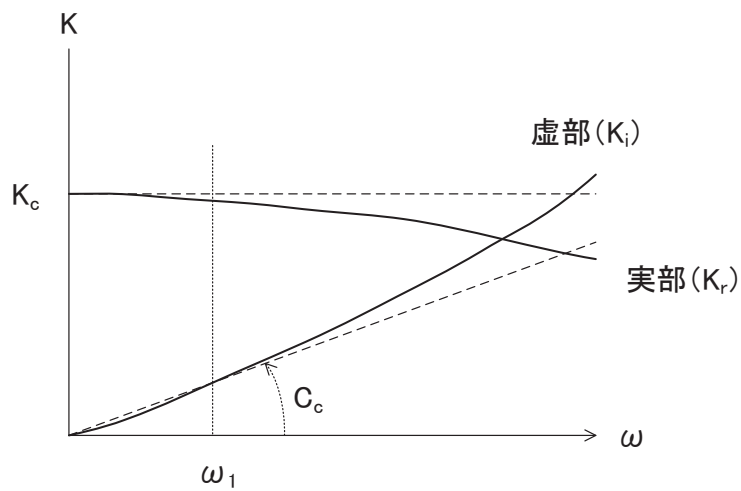


図 3-7 地震応答解析モデル及び諸元（鉛直方向）



ばね定数：底面ばねは 0Hz のばね定数 K_c で定数化

減衰係数：地盤—建屋連成系の 1 次固有振動数 ω_1 に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き C_c で定数化

図 3-8 鉛直地盤ばねの定数化の概要

表 3-5 地盤ばね定数と減衰係数 (鉛直方向)

地盤ばね成分	ばね定数 K_c	減衰係数 C_c
底面・鉛直	1.457×10^9 (kN/m)	1.733×10^7 (kN·s/m)

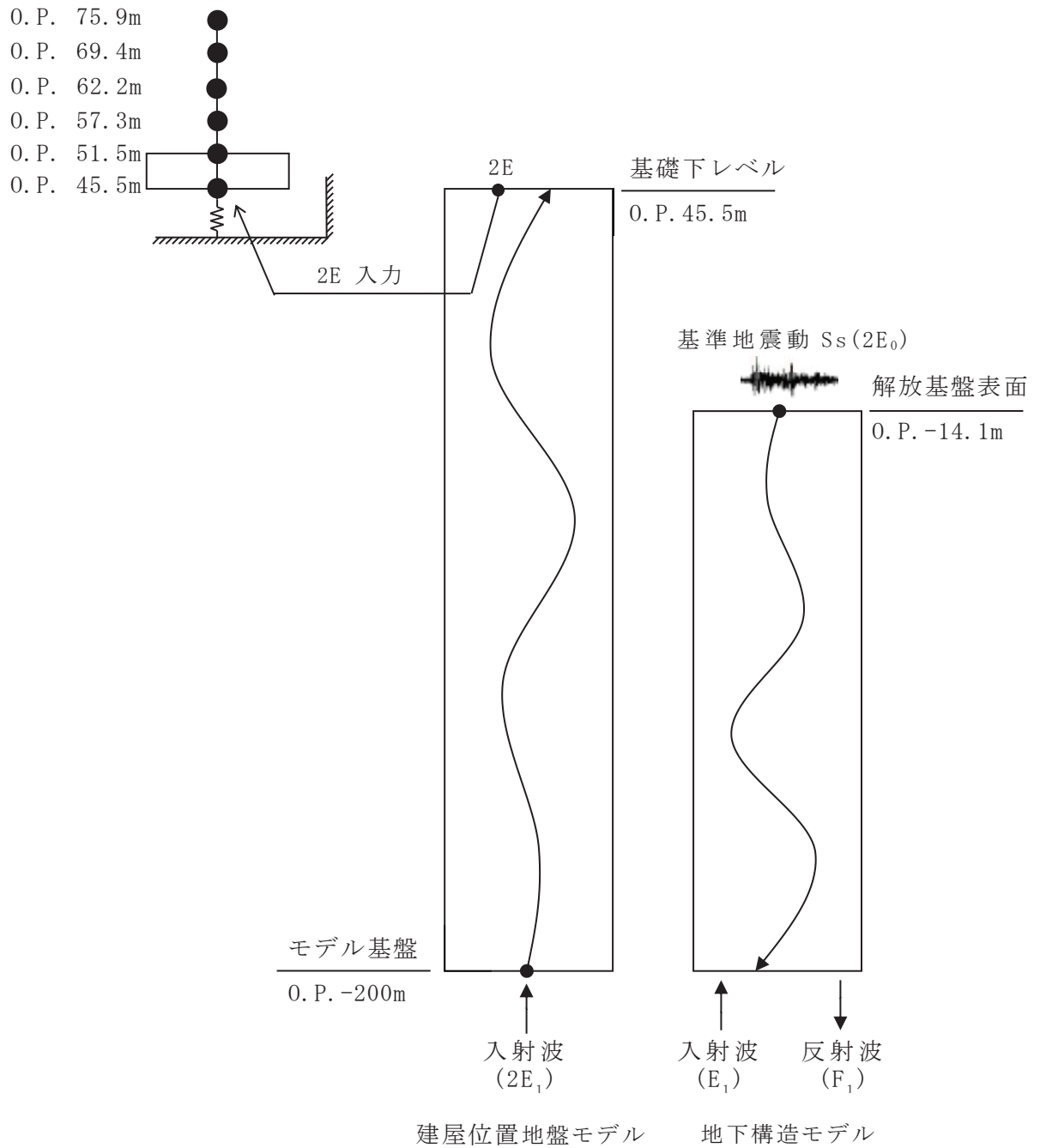


図 3-9 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (鉛直方向)

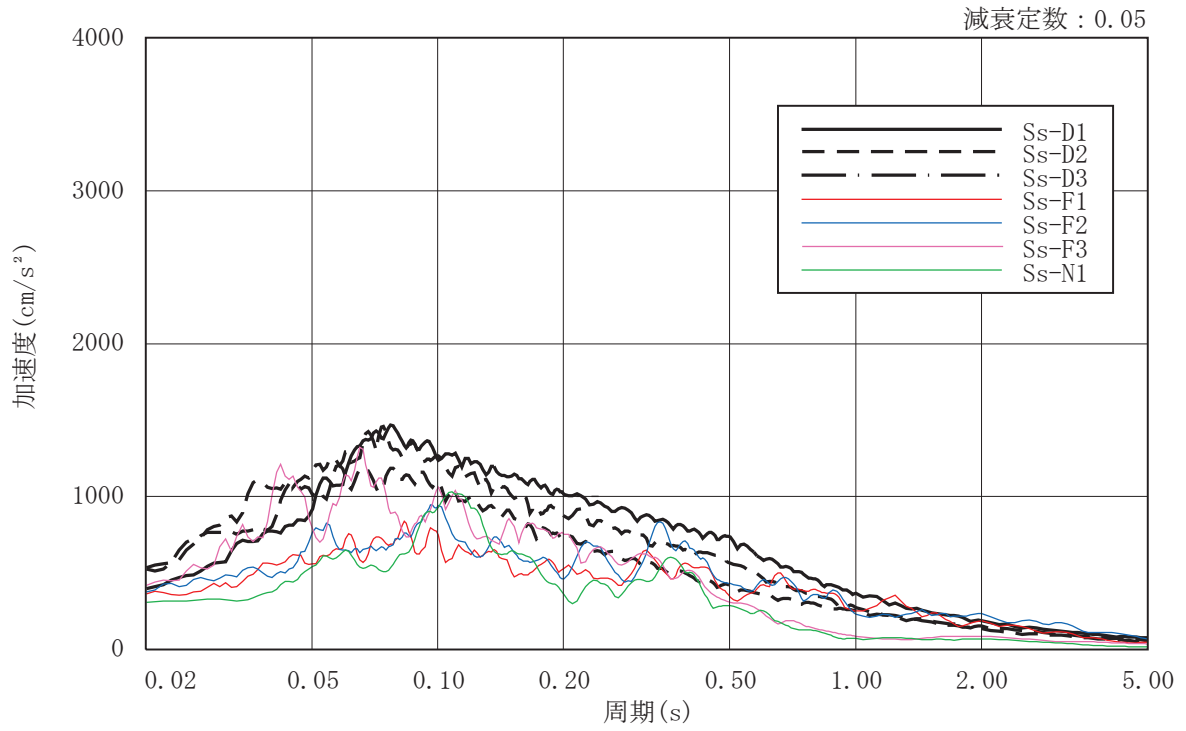


図 3-10 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S s , 鉛直方向, O.P. 45.5m)

3.3 解析方法

緊急時対策建屋について、動的解析により応答加速度、応答変位、応答せん断力、応答曲げモーメント、応答軸力、応答せん断ひずみ及び接地圧を算出する。また、静的解析により必要保有水平耐力を算出する。

緊急時対策建屋の地震応答解析には、解析コード「NUPP4」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。

3.3.1 動的解析

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」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

なお、最大接地圧は、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 -2015）」を参考に、水平応答と鉛直応答から組合せ係数法（組合せ係数は 1.0 と 0.4）を用いて算出する。

3.3.2 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 Q_{un} は、次式により算出する。必要保有水平耐力算定用の基準面は基礎版上端 (O.P. 51.5m) とする。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

ここで、

D_s : 各層の構造特性係数

F_{es} : 各層の形状特性係数

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

F_s : 剛性率に応じた数値 (1.0)

F_e : 偏心率に応じた数値 (1.0)

地震力によって各層に生じる水平力 Q_{ud} は、次式により算出する。

$$Q_{ud} = n \cdot C_i \cdot W_i$$

ここで、

n : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.0)

C_i : 第 i 層の地震層せん断力係数

W_i : 第 i 層が支える重量

地震層せん断力係数 C_i は、次式により算出する。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

ここで、

Z : 地震地域係数 (1.0)

R_t : 振動特性係数 (0.8)

A_i : 第 i 層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 (1.0)

なお、 A_i はモーダル解析により以下のとおり算出する。

$$A_i = A_i' / A_1'$$

$$A_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{m=i}^n w_m \cdot \beta_j \cdot U_{mj} \cdot R_t(T_j) \right)^2} / \sum_{m=i}^n w_m$$

ここで、

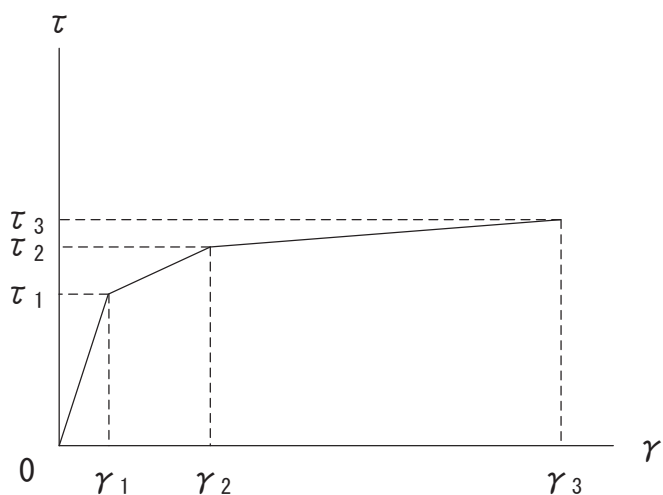
- n : 建物・構築物の層数
- w_m : 第m層の重量
- β_j・U_{mj} : 第m層のj次刺激関数
- T_j : 固有値解析により得られる建物・構築物のj次固有周期
- R_t(T_j) : 周期T_jに対応する加速度応答スペクトルの値
(建築基準法施行令第88条第1項に与えられている振動特性係数R_tのT_jに対する値とする。地盤種別は第1種地盤とする。)
- k : 考慮すべき最高次数

3.4 解析条件

3.4.1 建物・構築物の復元力特性

(1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき，トリリニア型スケルトンカーブとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-11 に示す。

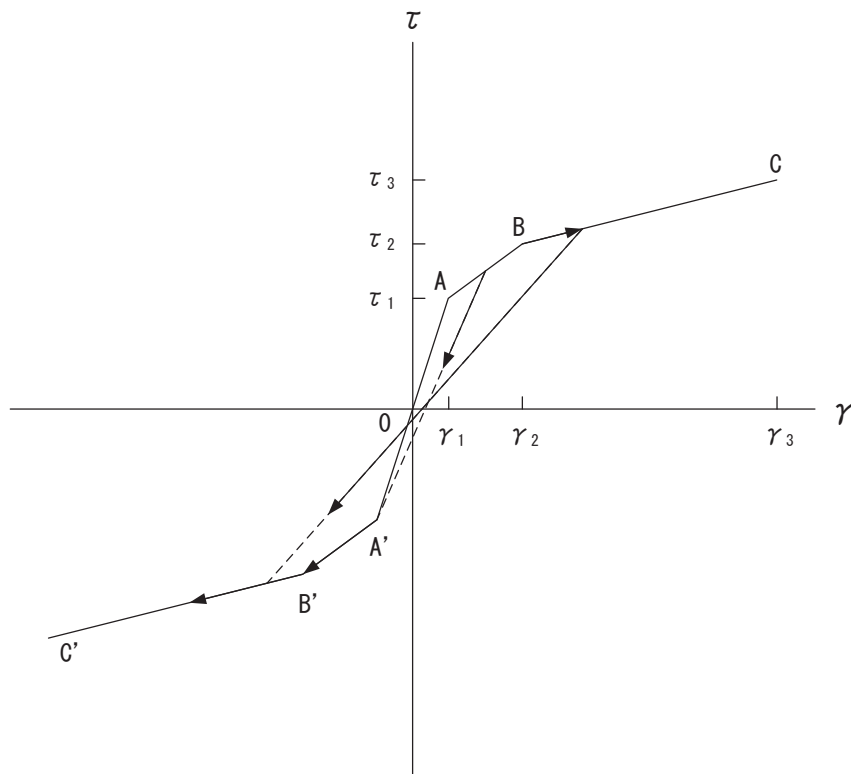


- τ_1 : 第1折点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ ($=4.0 \times 10^{-3}$)

図 3-11 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき、最大点指向型モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性を図 3-12 に示す。

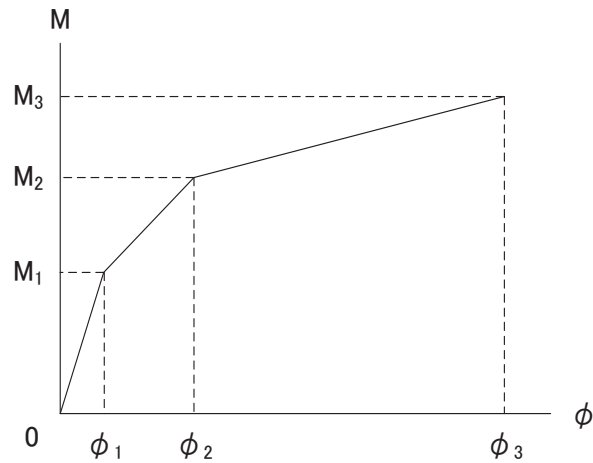


- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていない時は負側第 1 折点に向かう。
- c. B-C 間：負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-12 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

(3) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係) は, 「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき, トリリニア型スケルトンカーブとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-13 に示す。



M_1 : 第 1 折点の曲げモーメント

M_2 : 第 2 折点の曲げモーメント

M_3 : 終局点の曲げモーメント

ϕ_1 : 第 1 折点の曲率

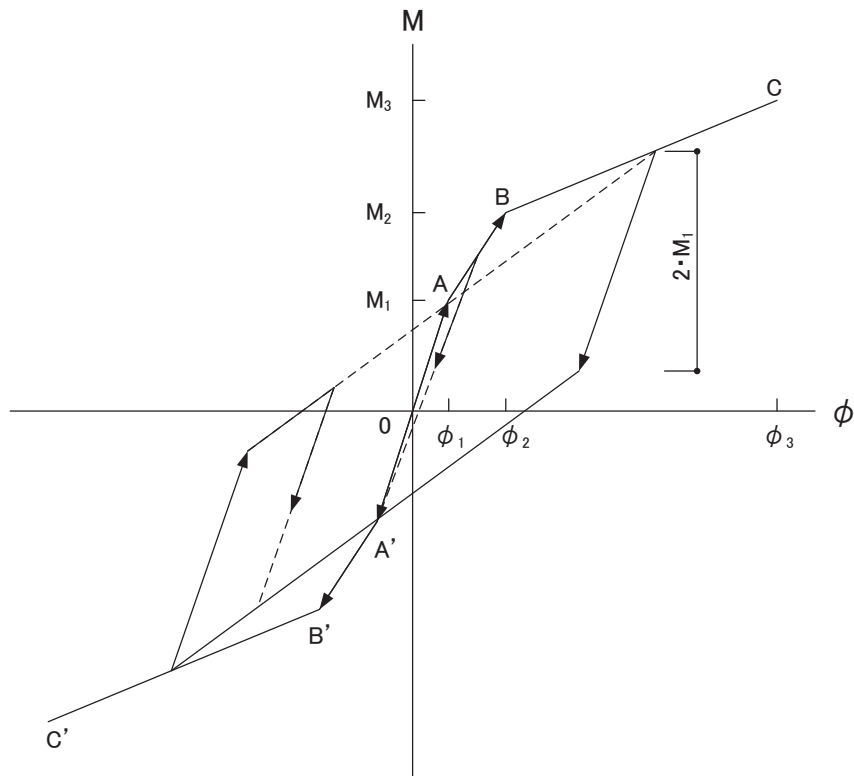
ϕ_2 : 第 2 折点の曲率

ϕ_3 : 終局点の曲率

図 3-13 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

(4) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図 3-14 に示す。



- 0-A 間：弾性範囲
- A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていない時は負側第 1 折点に向かう。
- B-C 間：最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は最大値から $2 \cdot M_1$ を減じた点とする。ただし、負側最大点が第 2 折点を超えていなければ、負側第 2 折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性に同じとする。
- 各最大点はスケルトン上を移動することにより更新される。

図 3-14 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトンカーブの諸数値

緊急時対策建屋の各耐震壁について算出したせん断力及び曲げモーメントのスケルトンカーブの諸数値を表 3-6 及び表 3-7 に示す。

表 3-6(1) せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係) NS 方向

A 通り

O. P. (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
75.9 ~ 69.4	1.84	2.48	7.64	0.180	0.541	4.00
69.4 ~ 62.2	1.84	2.49	7.67	0.181	0.543	4.00
62.2 ~ 57.3	1.88	2.54	7.46	0.185	0.554	4.00
57.3 ~ 51.5	1.94	2.62	7.67	0.190	0.571	4.00

E 通り

O. P. (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
75.9 ~ 69.4	1.80	2.44	7.63	0.177	0.531	4.00
69.4 ~ 62.2	1.84	2.48	7.67	0.180	0.541	4.00
62.2 ~ 57.3	1.88	2.53	7.45	0.184	0.552	4.00
57.3 ~ 51.5	1.93	2.60	7.67	0.189	0.567	4.00

表 3-6(2) せん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係) EW 方向

1 通り

O. P. (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
75.9 ~ 69.4	1.81	2.44	7.63	0.177	0.531	4.00
69.4 ~ 62.2	1.83	2.48	7.67	0.180	0.540	4.00
62.2 ~ 57.3	1.88	2.53	7.45	0.184	0.552	4.00
57.3 ~ 51.5	1.93	2.60	7.67	0.189	0.567	4.00

5 通り

O. P. (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
75.9 ~ 69.4	1.83	2.48	7.64	0.180	0.540	4.00
69.4 ~ 62.2	1.85	2.49	7.67	0.181	0.543	4.00
62.2 ~ 57.3	1.88	2.54	7.45	0.184	0.553	4.00
57.3 ~ 51.5	1.94	2.62	7.67	0.190	0.570	4.00

表 3-7(1) 曲げモーメントのスケルトンカーブ (M-φ 関係) NS 方向

A 通り

O. P. (m)	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₂ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₃ (×10 ⁻⁵ /m)
75.9 ~ 69.4	0.779	2.86	3.92	0.610	6.70	134
69.4 ~ 62.2	1.94	7.48	10.2	0.594	6.79	136
62.2 ~ 57.3	2.88	10.1	13.7	0.631	6.91	138
57.3 ~ 51.5	3.52	13.4	18.1	0.675	7.13	143

E 通り

O. P. (m)	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₂ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₃ (×10 ⁻⁵ /m)
75.9 ~ 69.4	0.755	2.83	3.89	0.519	6.68	134
69.4 ~ 62.2	1.85	7.40	10.4	0.615	6.97	139
62.2 ~ 57.3	2.86	10.1	13.6	0.627	6.91	138
57.3 ~ 51.5	3.48	13.4	18.0	0.668	7.12	142

表 3-7(2) 曲げモーメントのスケルトンカーブ (M-φ 関係) EW 方向

1 通り

O. P. (m)	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₂ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₃ (×10 ⁻⁵ /m)
75.9 ~ 69.4	0.756	2.83	3.89	0.592	6.68	134
69.4 ~ 62.2	1.96	7.68	10.6	0.596	6.82	136
62.2 ~ 57.3	2.86	10.1	13.6	0.626	6.91	138
57.3 ~ 51.5	3.47	13.4	18.0	0.667	7.12	142

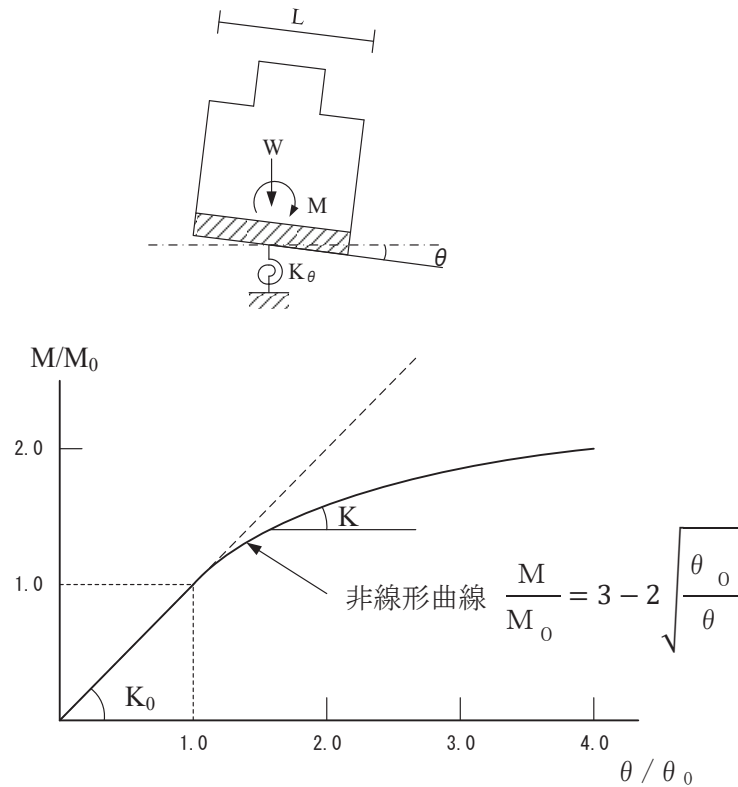
5 通り

O. P. (m)	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₂ (×10 ⁻⁵ /m)	φ ₃ (×10 ⁻⁵ /m)
75.9 ~ 69.4	0.776	2.85	3.92	0.608	6.69	134
69.4 ~ 62.2	1.79	7.08	9.89	0.598	6.77	135
62.2 ~ 57.3	2.87	10.1	13.7	0.630	6.91	138
57.3 ~ 51.5	3.51	13.4	18.1	0.674	7.13	143

3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねに関する曲げモーメントー回転角の関係は「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤の回転ばねの曲げモーメントー回転角の関係を図 3-15 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は、図 3-15 の曲線で表され、減衰係数は、回転ばねの接線剛性に比例するものとして考慮する。



M : 転倒モーメント

M_0 : 浮上り限界転倒モーメント ($=W \cdot L / 6$)

θ : 回転角

θ_0 : 浮上り限界回転角

K_0 : 地盤の回転ばね定数 (浮上り前)

K : 地盤の回転ばね定数 (浮上り後)

W : 建屋総重量

(はね出し部上部のセメント改良土を考慮。単位体積重量は 21.6kN/m^3)

L : 建屋基礎幅

図 3-15 回転ばねのモーメントー回転角の関係

3.4.3 材料物性の不確かさ

解析においては、「3.2 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性の不確かさを考慮する。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、すべての基準地震動 S_s について実施することとする。

材料物性の不確かさのうち、地盤物性については、地盤調査結果の平均値をもとに設定した数値を基本ケースとし、支持地盤のせん断波速度の不確かさは、 $\pm \sigma$ 相当として、変動係数 6.7% を考慮する。

建屋剛性の不確かさについては、既設建屋は 3.11 地震等の影響を踏まえて初期剛性の低下を考慮しているものの、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（耐震壁のせん断ひずみ： 2.0×10^{-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。

材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケースを表 3-8 に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性を表 3-9 に示す。

表 3-8 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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	同上	同上		+ σ 相当
ケース 3	同上	同上		- σ 相当
ケース 4 (水平のみ)	同上	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 (水平のみ)	同上	同上	同上	+ σ 相当
ケース 6 (水平のみ)	同上	同上	同上	- σ 相当

表 3-9(1) 地盤物性の不確かさを考慮した地下構造モデルの解析用地盤物性

O. P. (m)	地盤のせん断波速度 (m/s)		
	基本ケース	+ σ 相当	- σ 相当
-14.1	1360	1460	1260
-27.0	2040	2190	1890
-50.0	2520	2700	2340
-200.0	2520	2700	2340

表 3-9(2) 地盤物性の不確かさを考慮した建屋位置地盤モデルの解析用地盤物性

	O. P. (m)	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	+ σ 相当	- σ 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. 解析結果

4.1 動的解析

4.1.1 基本ケースの地震応答解析結果

(1) 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を表 4-1 に示す。刺激関数図を図 4-1 に示す。

なお，刺激係数は，各次の固有ベクトル $\{u\}$ に対し，最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

(2) 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による最大応答値を図 4-2～図 4-12 及び表 4-2～表 4-15 に示す。また，基準地震動 S_s に対する最大応答値を耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして図 4-13 及び図 4-14 に示す。

表 4-1 固有值解析結果

(a) NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	0.101	9.92	1.734
2	0.047	21.23	1.364
3	0.034	29.45	0.160
4	0.033	29.94	1.051

(b) EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	0.101	9.91	1.734
2	0.047	21.22	1.361
3	0.034	29.33	0.143
4	0.033	29.93	1.060

(c) UD 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	0.051	19.74	1.701
2	0.026	38.13	0.933
3	0.017	60.14	0.288
4	0.012	80.45	0.066

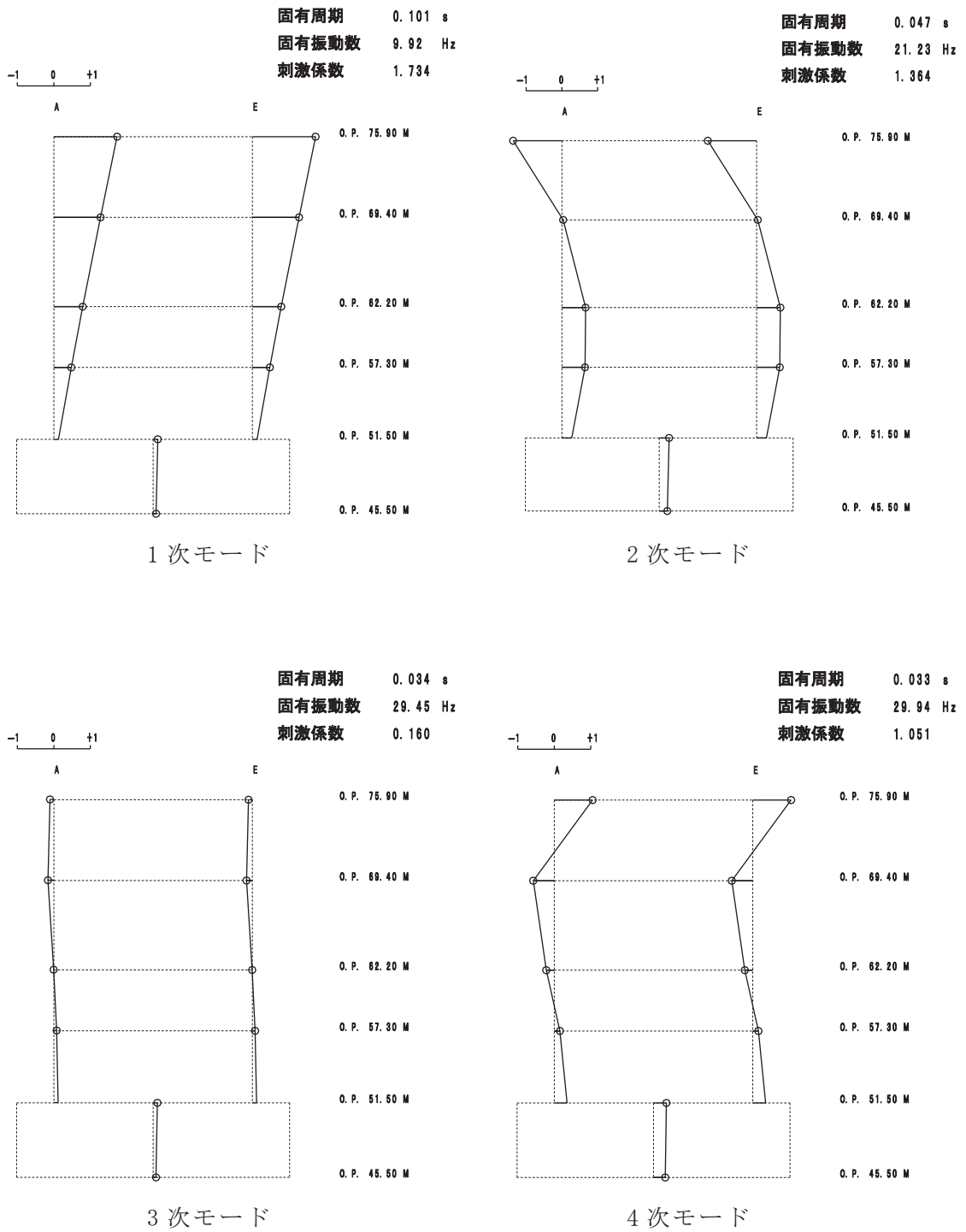


図 4-1(1) 刺激関数図 (NS 方向)

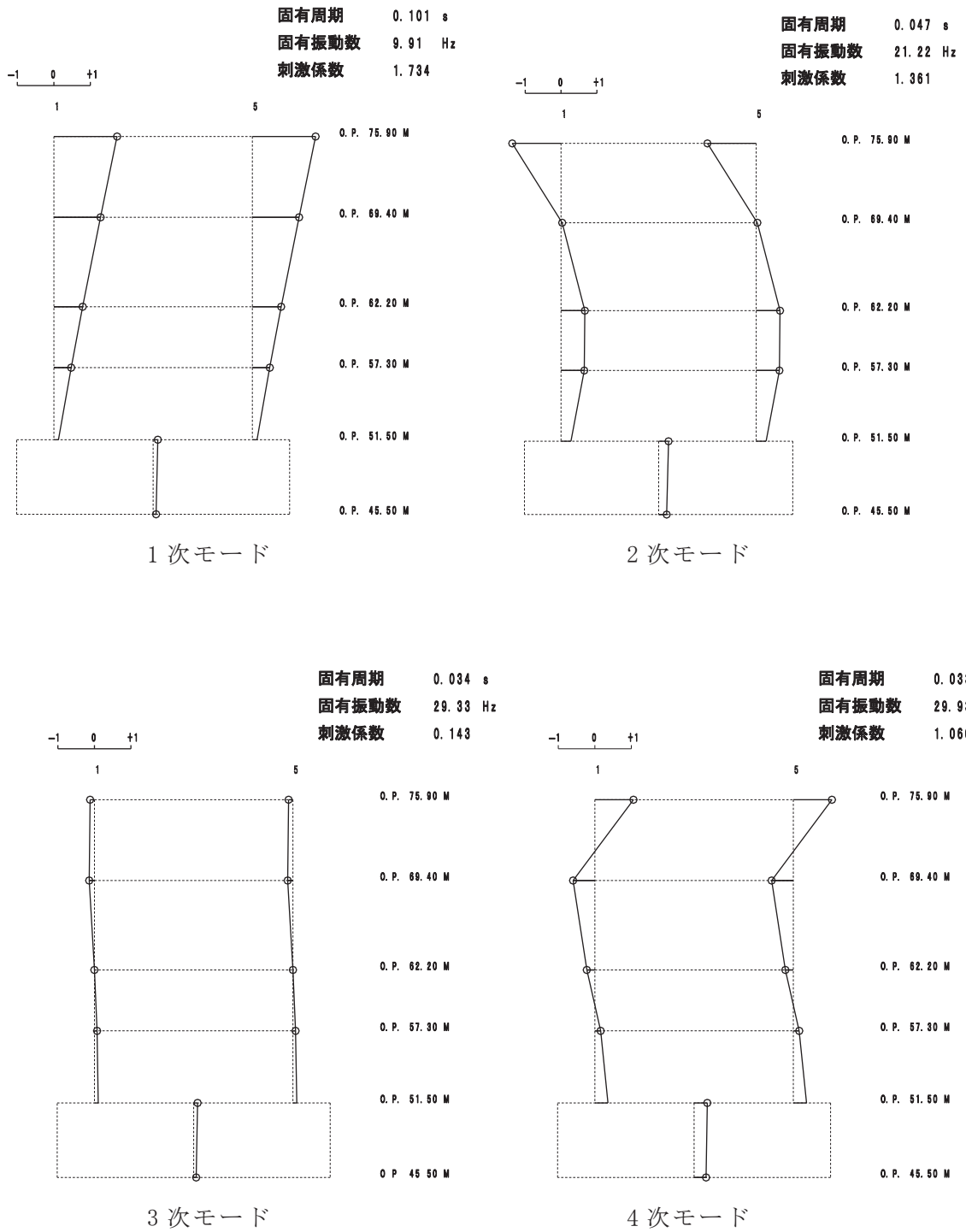


図 4-1(2) 刺激関数図 (EW 方向)

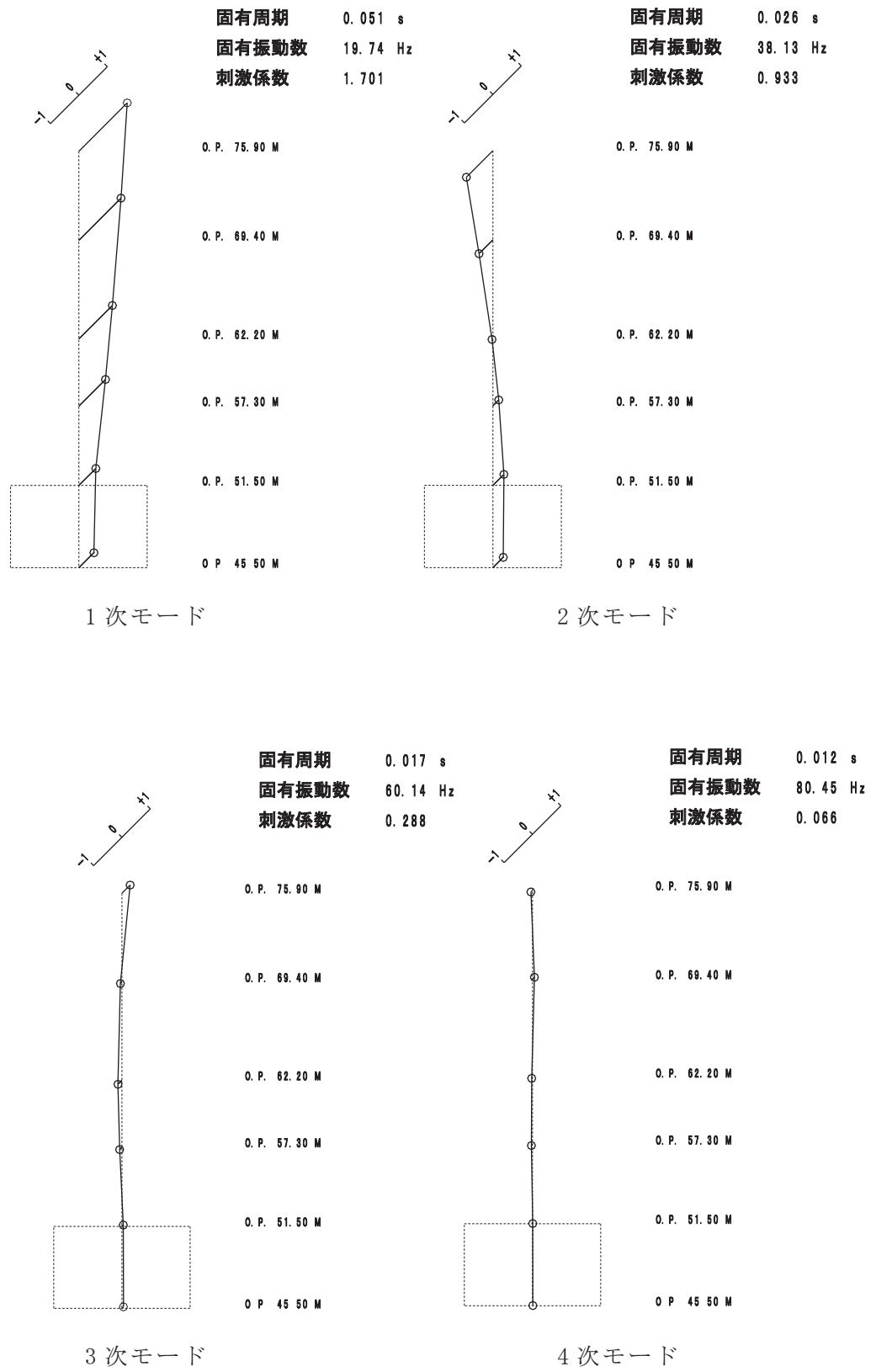


図 4-1(3) 刺激関数図 (UD 方向)

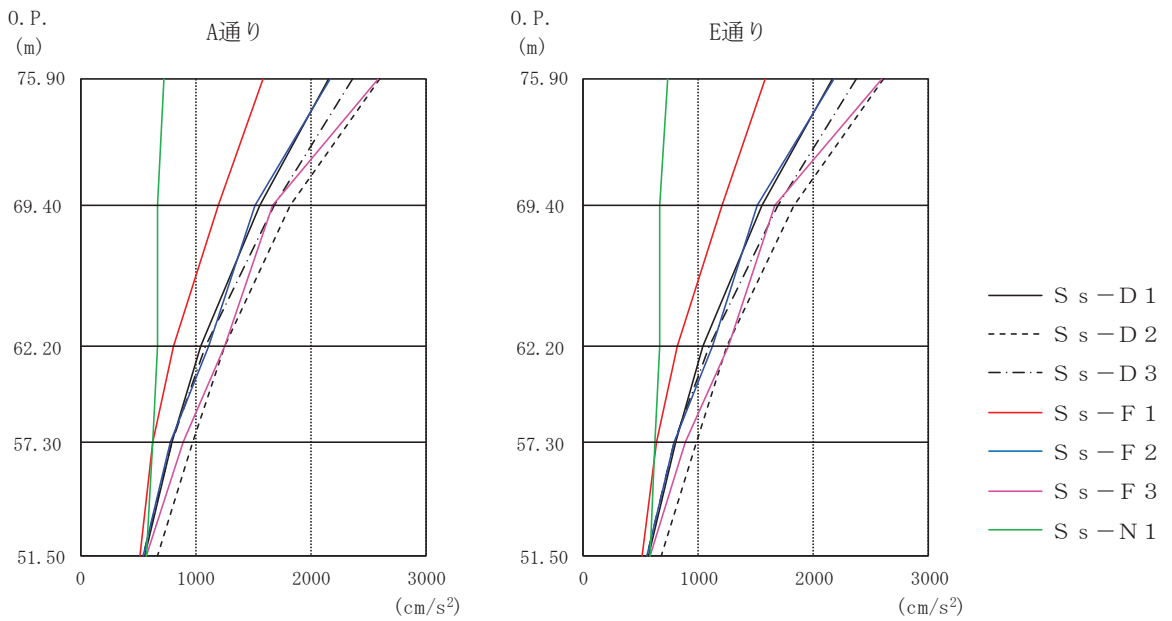
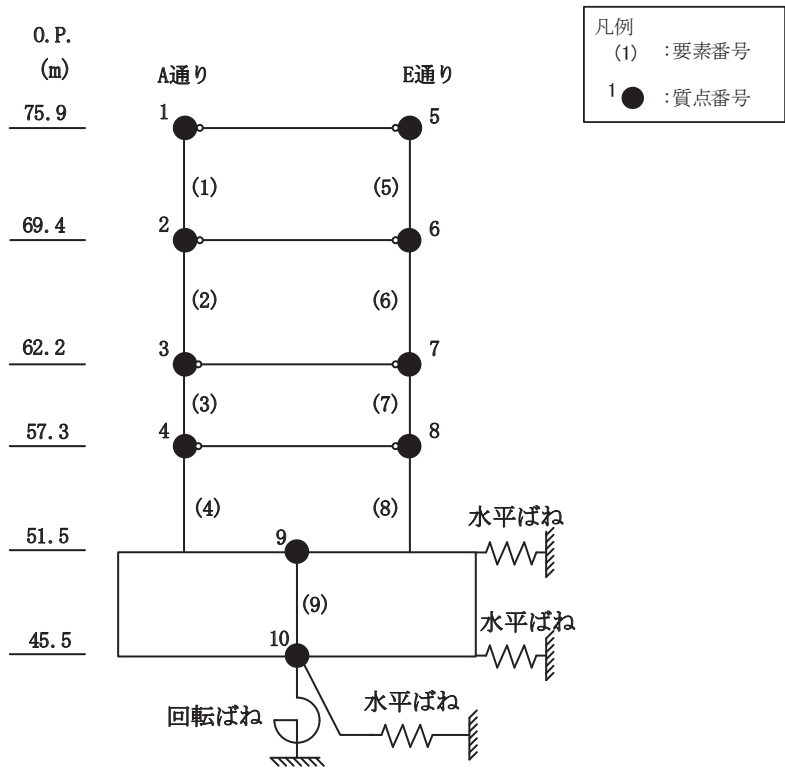


図 4-2 最大応答加速度 (基準地震動 S_s, NS 方向)

表 4-2 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 (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

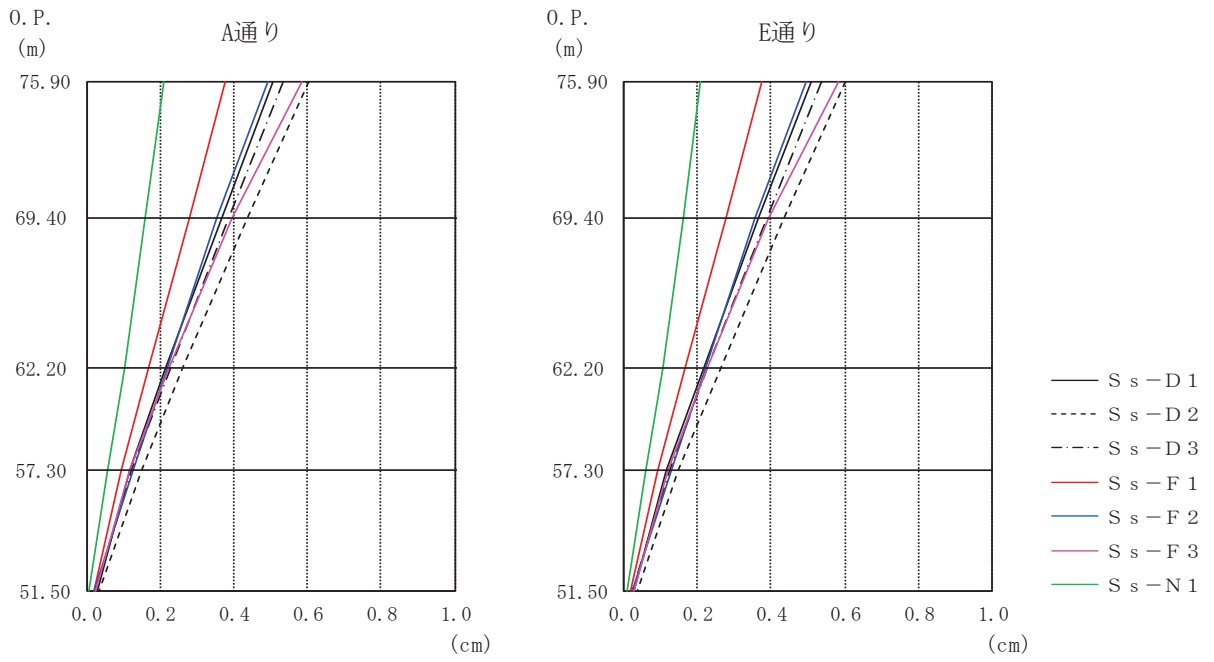
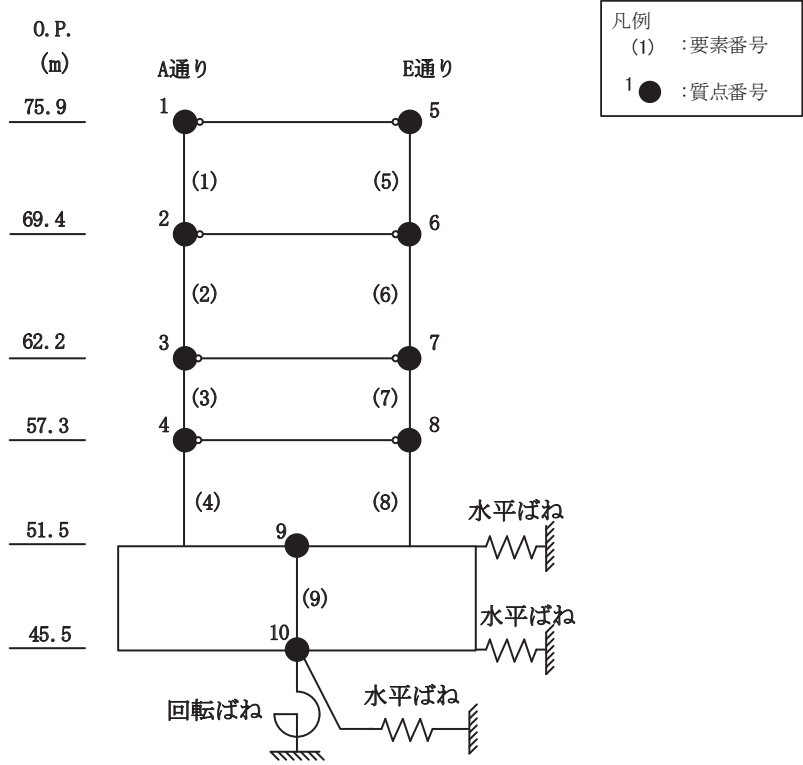


図 4-3 最大応答変位 (基準地震動 S_s, NS 方向)

表 4-3 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 (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

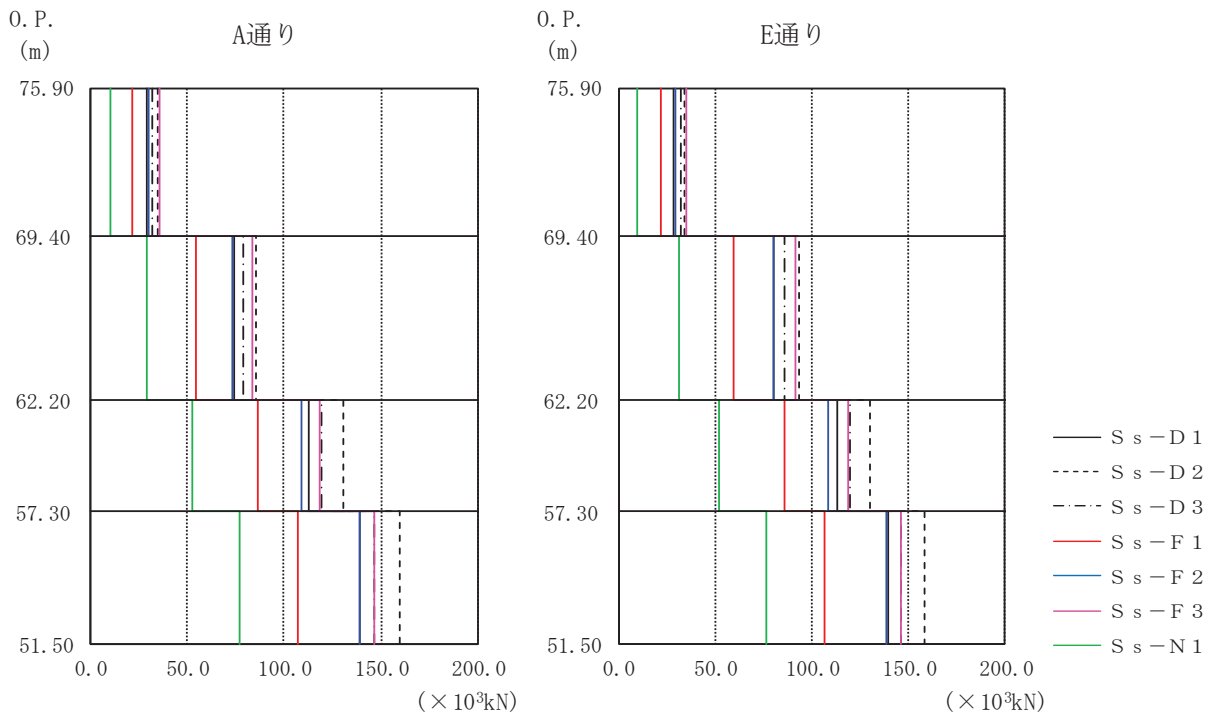
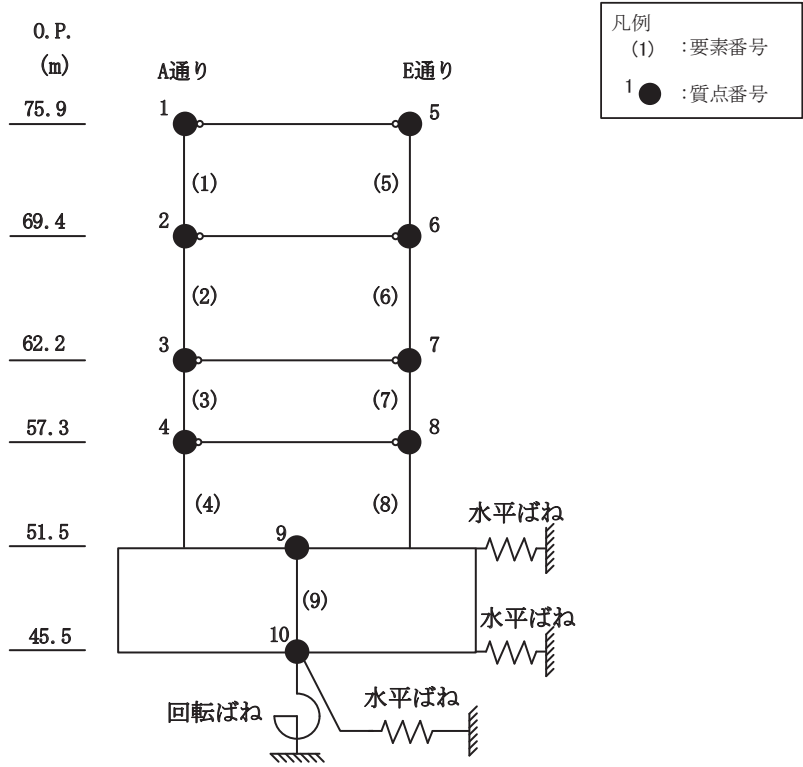


図 4-4 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s , NS 方向)

表 4-4 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 ($\times 10^3 \text{kN}$)							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)	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

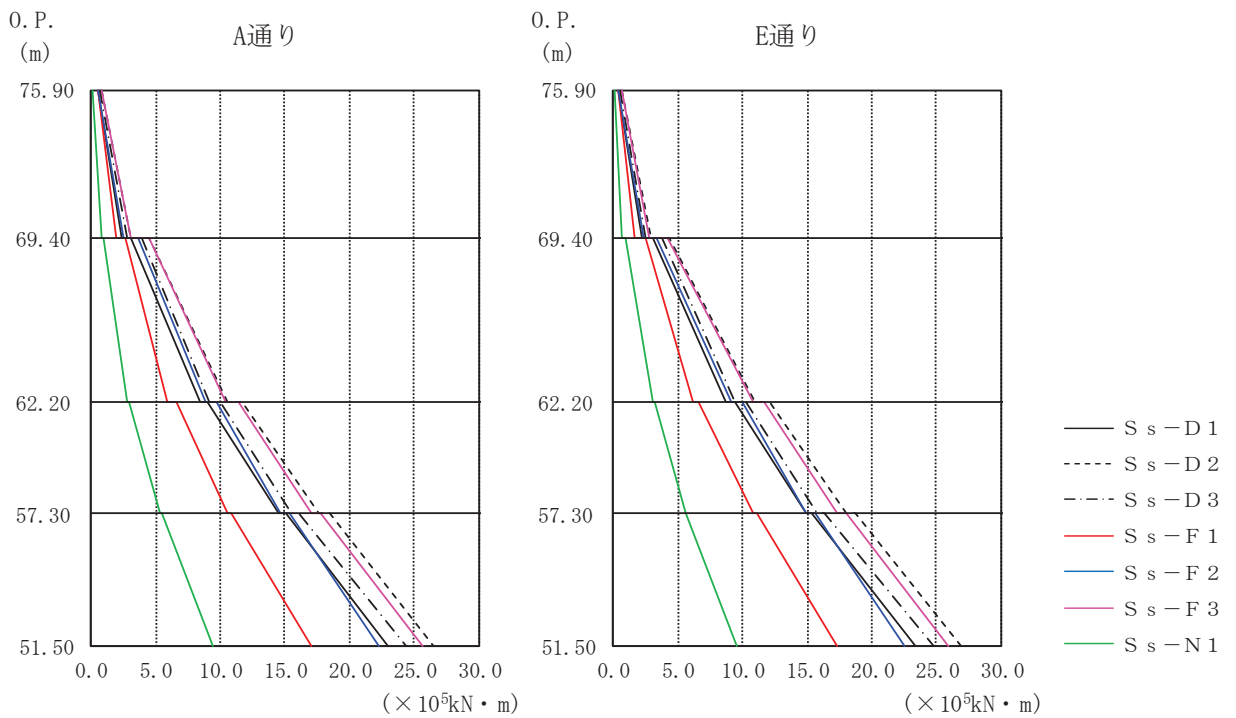
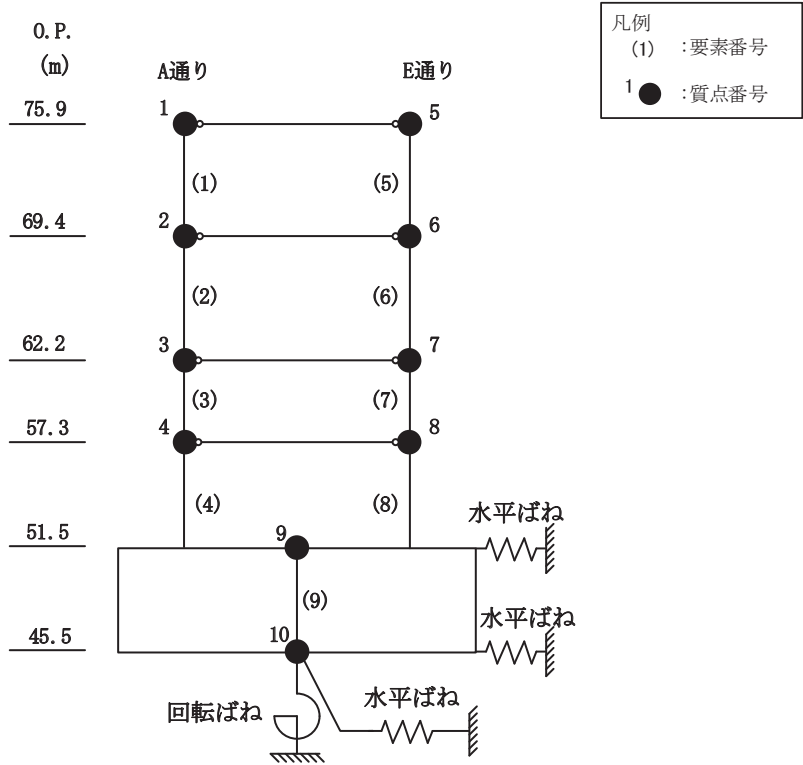


図 4-5 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , NS 方向)

表 4-5 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 (×10 ⁵ kN・m)							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)	0.56	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

表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s, NS 方向)

要素 番号	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)							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)	0.157	0.213	0.174	0.116	0.160	0.232	0.053	0.232
(2)	0.156	0.181	0.167	0.116	0.155	0.176	0.060	0.181
(3)	0.160	0.185	0.170	0.122	0.155	0.168	0.074	0.185
(4)	0.170	0.219	0.179	0.131	0.170	0.179	0.094	0.219
(5)	0.155	0.211	0.172	0.115	0.159	0.231	0.052	0.231
(6)	0.155	0.179	0.166	0.114	0.154	0.175	0.060	0.179
(7)	0.160	0.185	0.169	0.121	0.154	0.168	0.074	0.185
(8)	0.170	0.219	0.179	0.131	0.170	0.179	0.094	0.219

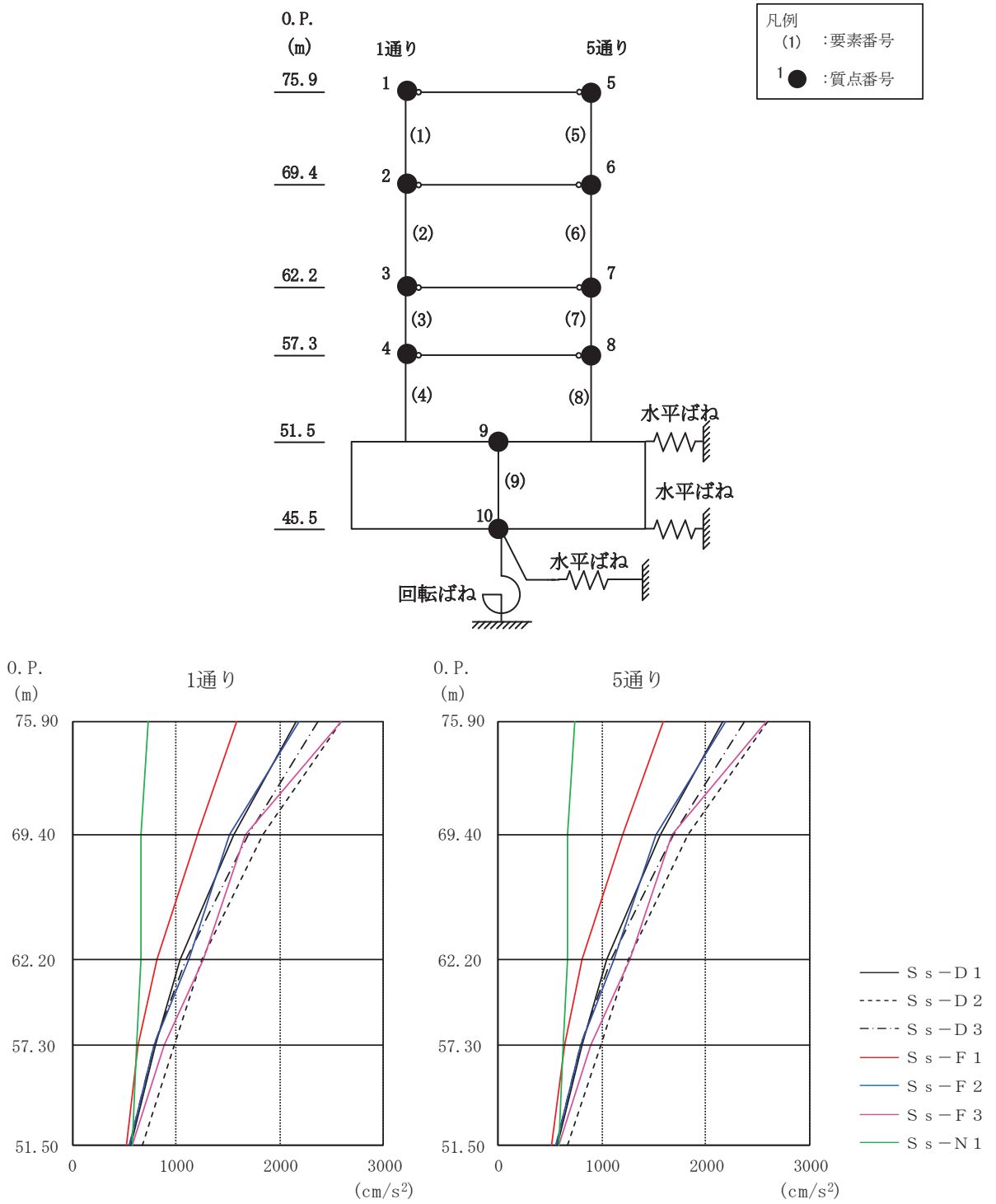


図 4-6 最大応答加速度 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 4-7 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^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

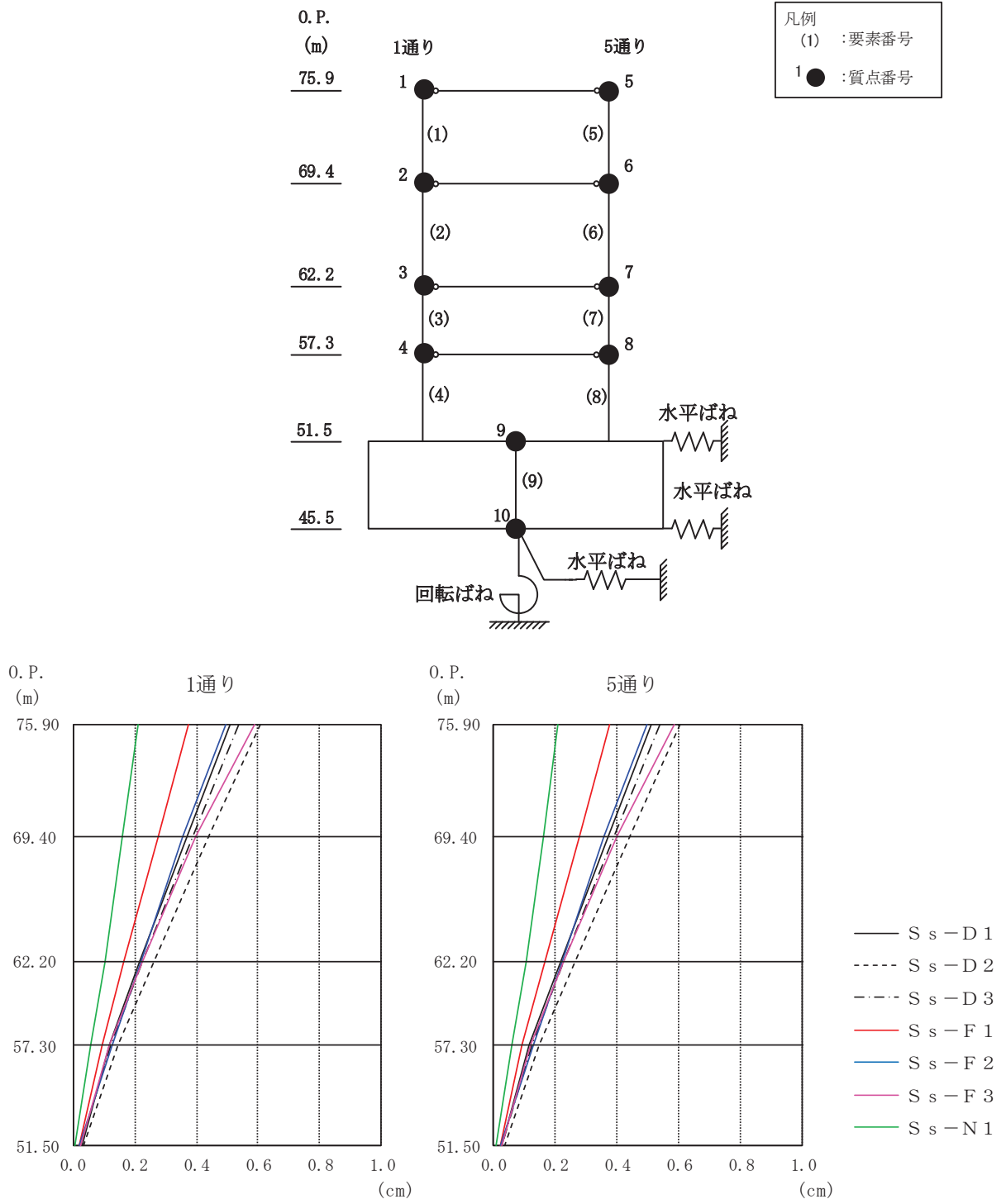


図 4-7 最大応答変位 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 4-8 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 (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

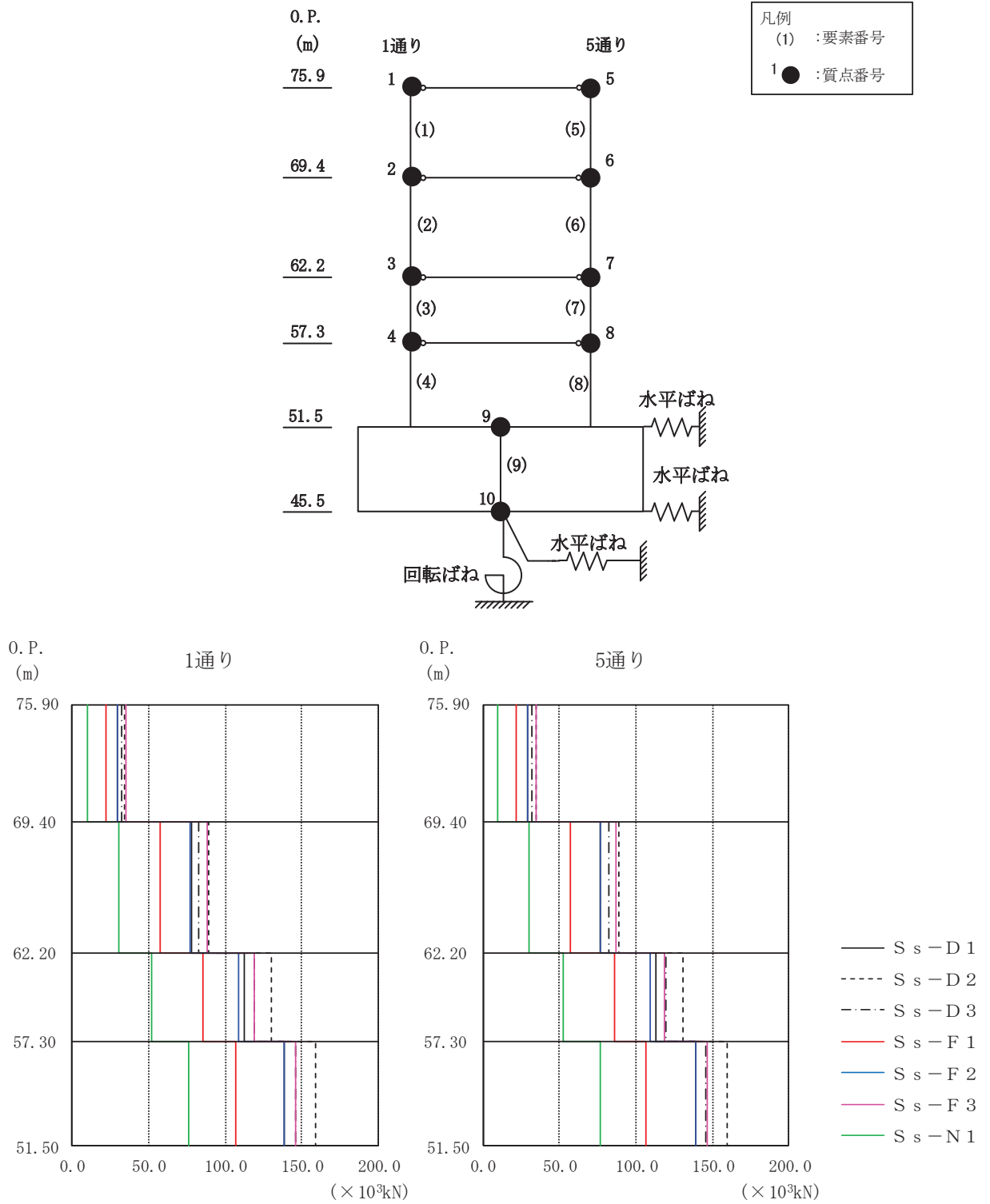


図 4-8 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 4-9 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 ($\times 10^3 \text{kN}$)							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)	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

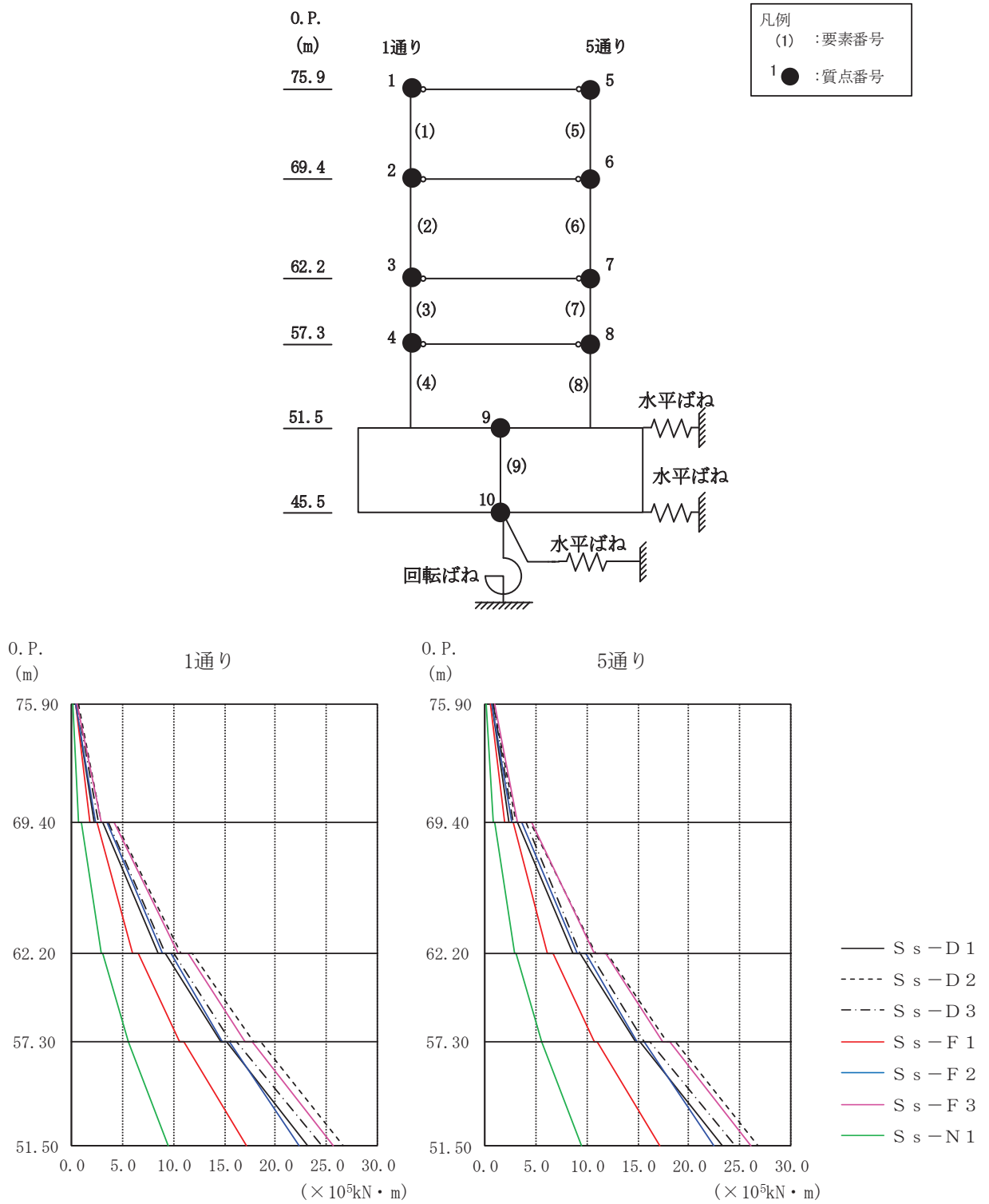


図 4-9 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s, EW 方向)

表 4-10 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 ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)							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)	0.35	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

表 4-11 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S_s , EW 方向)

要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							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)	0.157	0.214	0.174	0.117	0.161	0.234	0.053	0.234
(2)	0.158	0.184	0.169	0.116	0.157	0.179	0.061	0.184
(3)	0.160	0.185	0.169	0.121	0.155	0.168	0.074	0.185
(4)	0.170	0.219	0.179	0.131	0.170	0.179	0.094	0.219
(5)	0.155	0.211	0.171	0.114	0.158	0.230	0.053	0.230
(6)	0.157	0.183	0.168	0.116	0.156	0.177	0.061	0.183
(7)	0.160	0.185	0.169	0.121	0.155	0.168	0.074	0.185
(8)	0.170	0.219	0.179	0.131	0.170	0.179	0.094	0.219

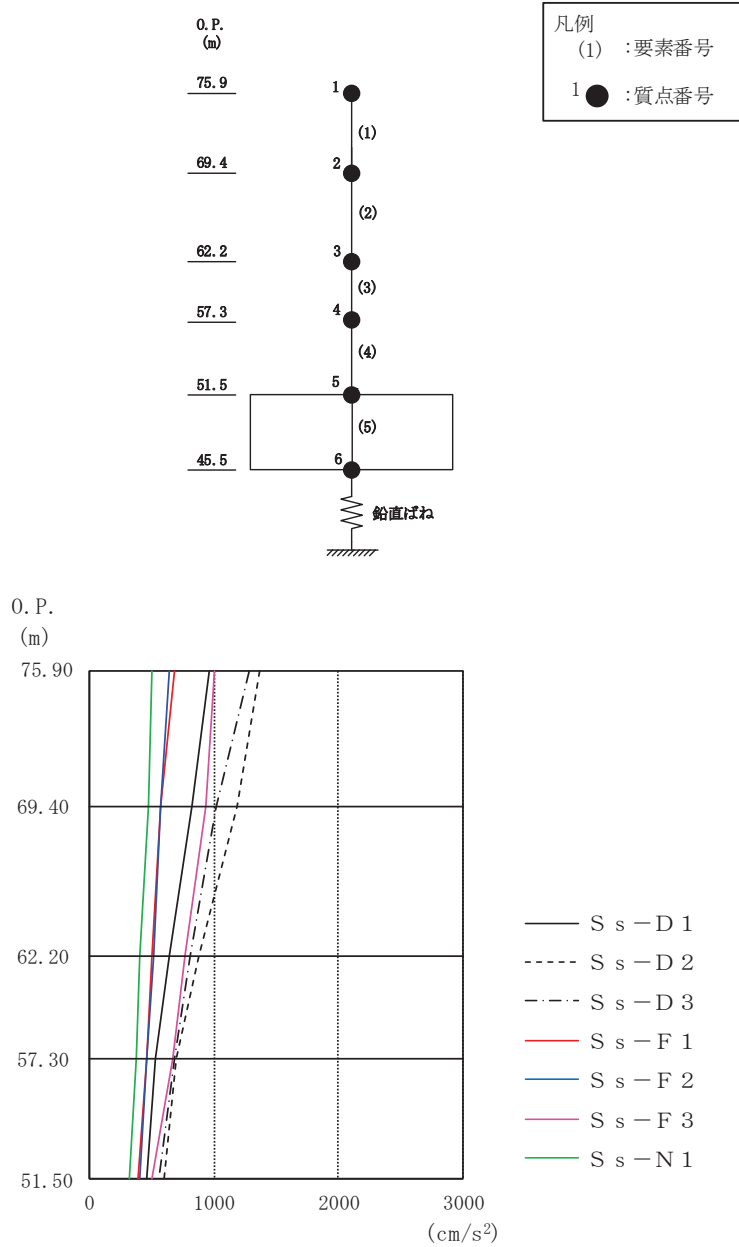


图 4-10 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，UD 方向）

表 4-12 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 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	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

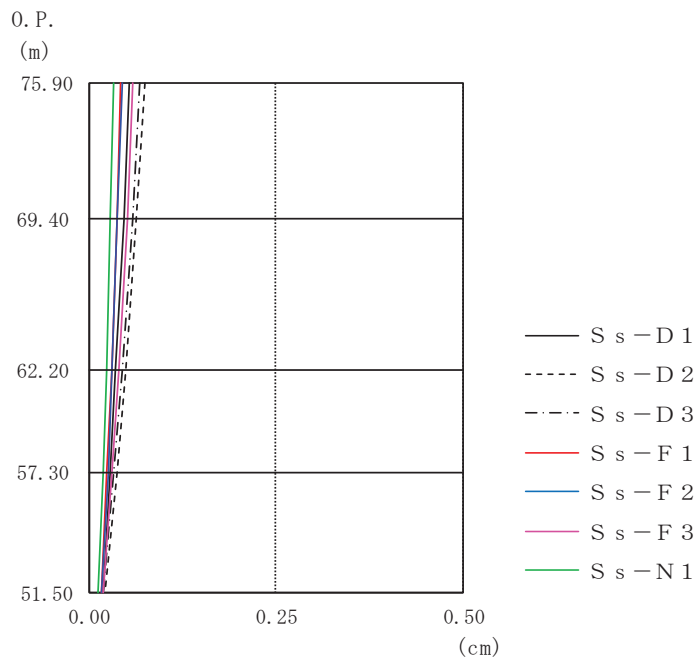
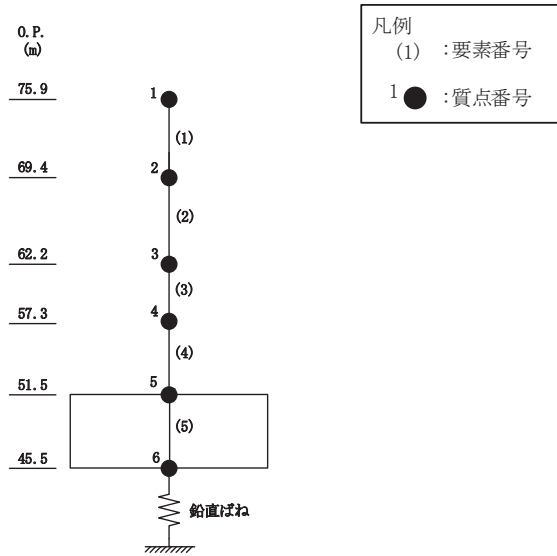


图 4-11 最大応答変位 (基準地震動 S_s , UD 方向)

表 4-13 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 (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	0.05	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

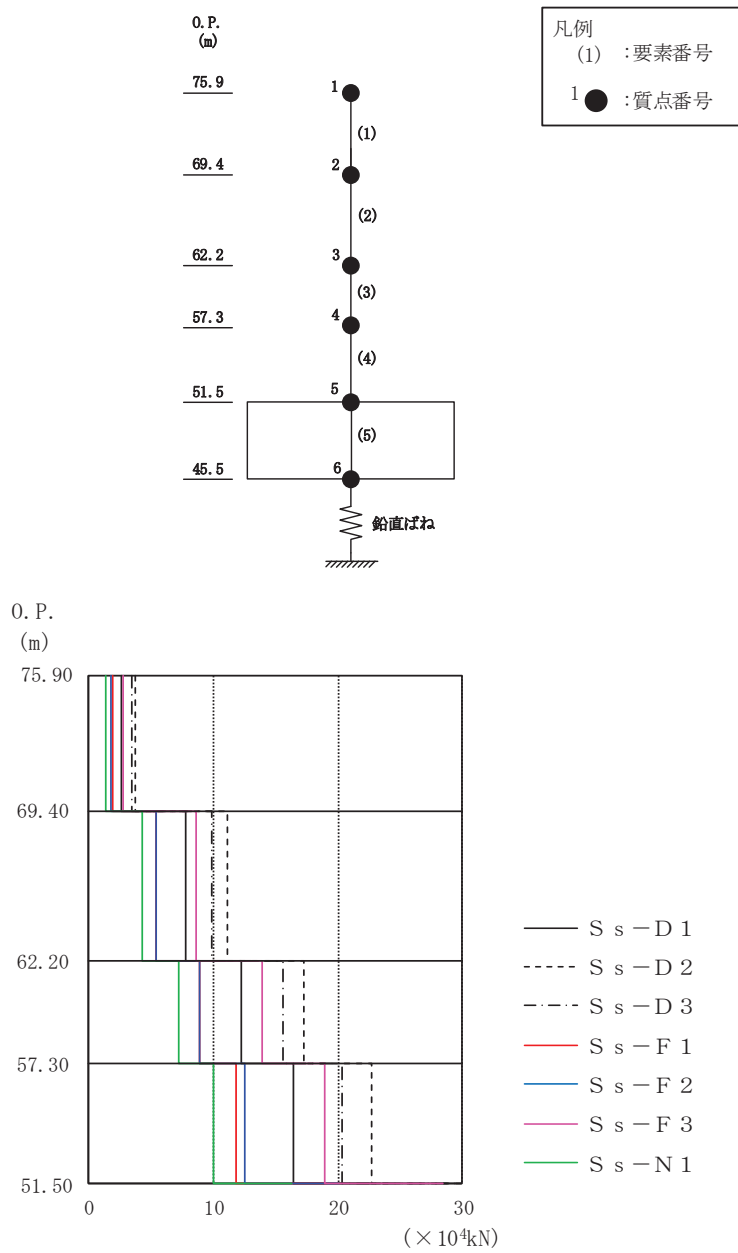
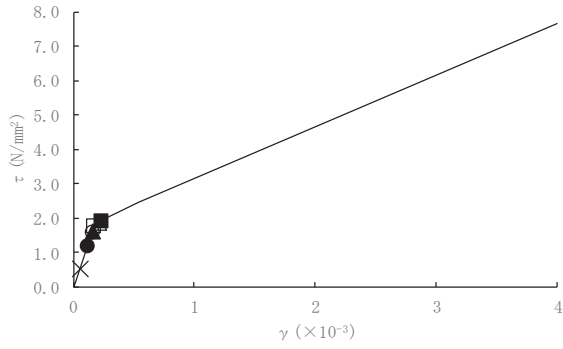


図 4-12 最大応答軸力（基準地震動 S_s ，UD 方向）

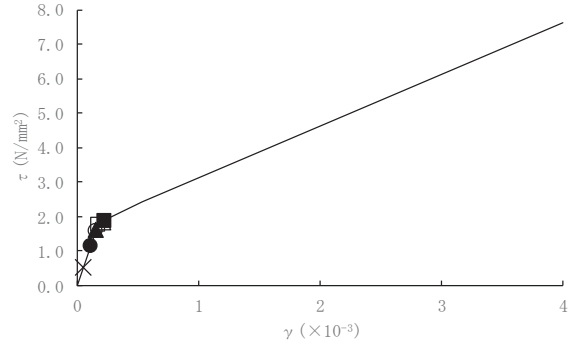
表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動 S_s ，UD 方向）

要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^4 \text{kN}$)							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)	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

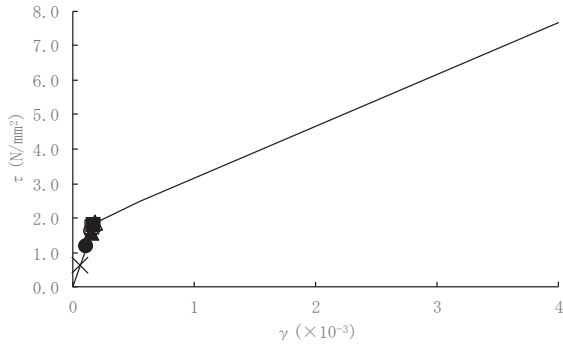
○ S_s-D1 △ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



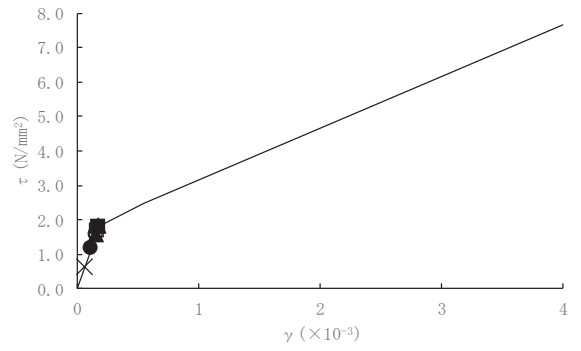
要素番号(1)



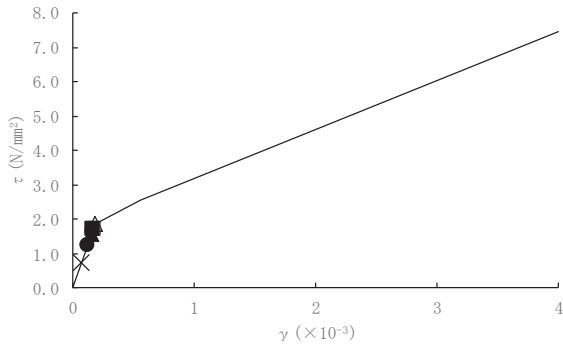
要素番号(5)



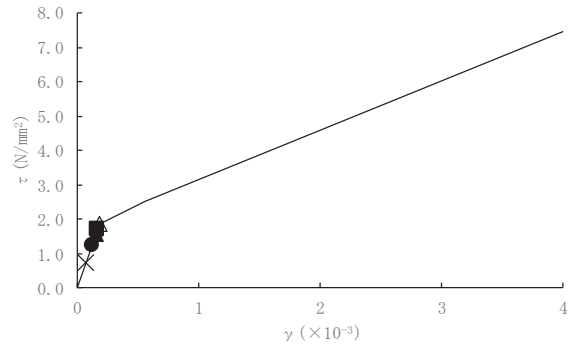
要素番号(2)



要素番号(6)



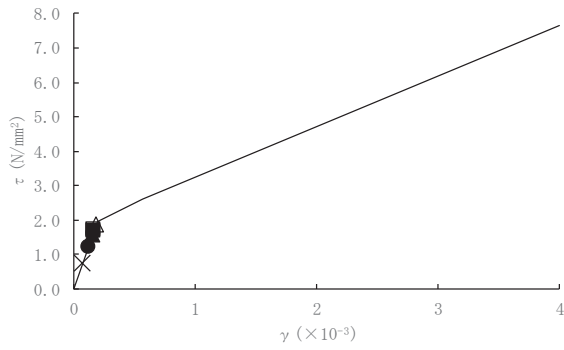
要素番号(3)



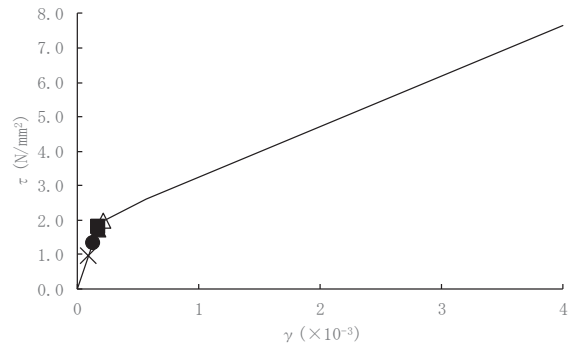
要素番号(7)

図 4-13(1) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, NS 方向) (1/2)

○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



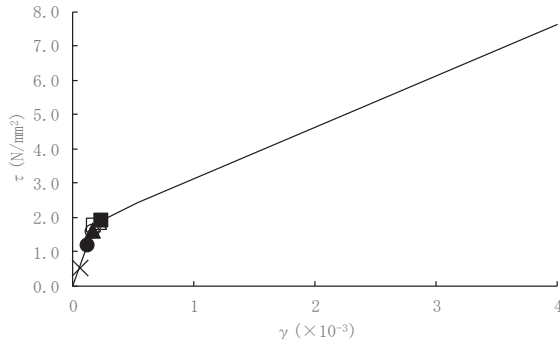
要素番号(4)



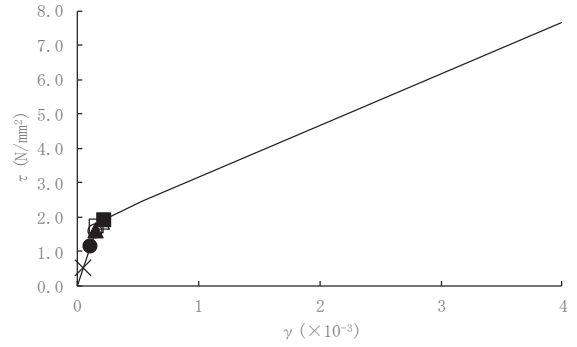
要素番号(8)

図 4-13(2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, NS 方向) (2/2)

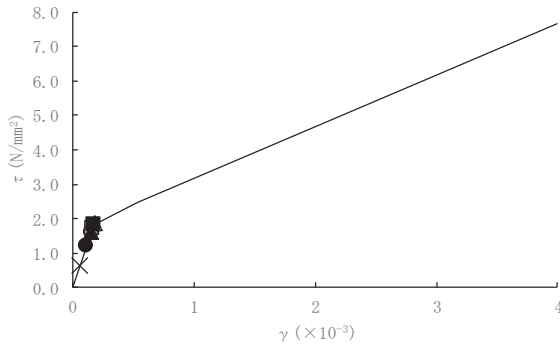
○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



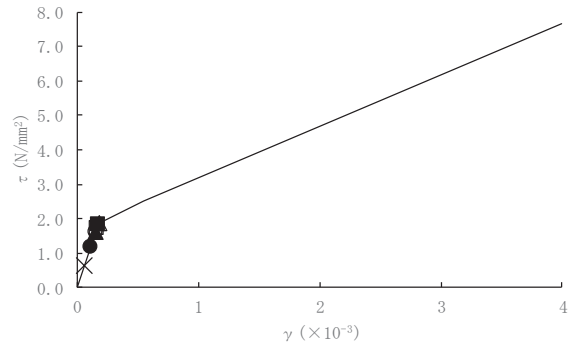
要素番号(1)



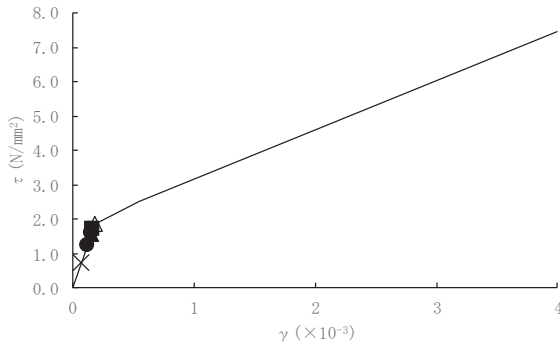
要素番号(5)



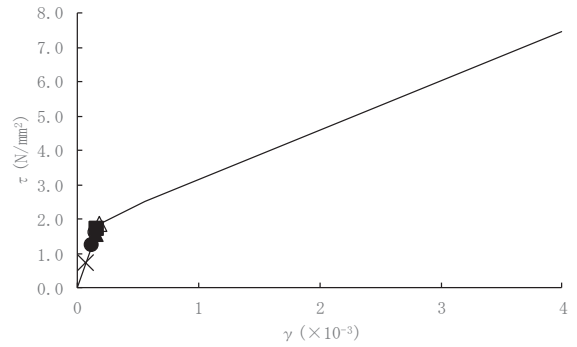
要素番号(2)



要素番号(6)



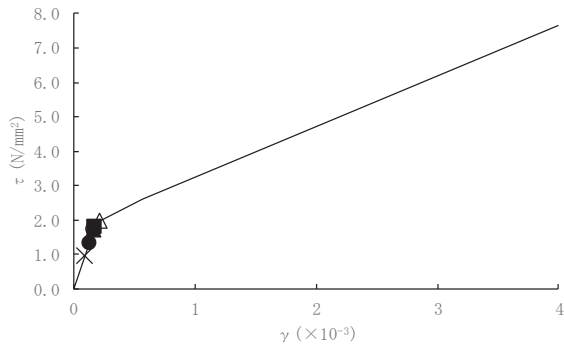
要素番号(3)



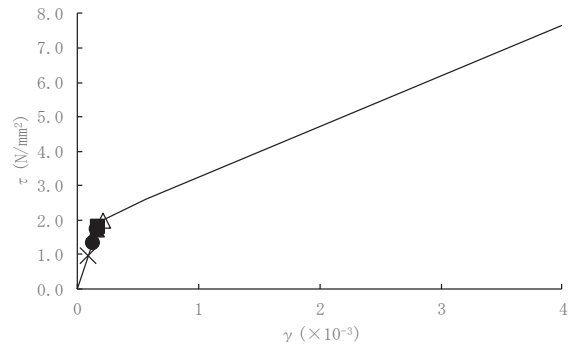
要素番号(7)

図 4-13(3) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, EW 方向) (1/2)

○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



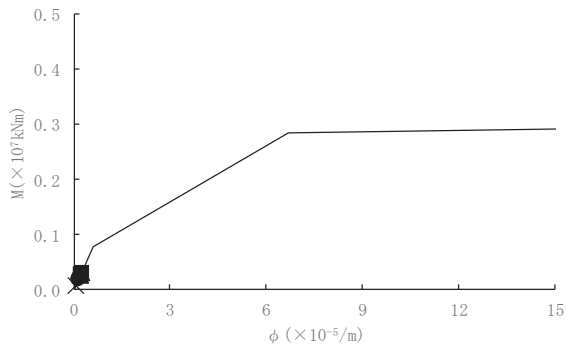
要素番号(4)



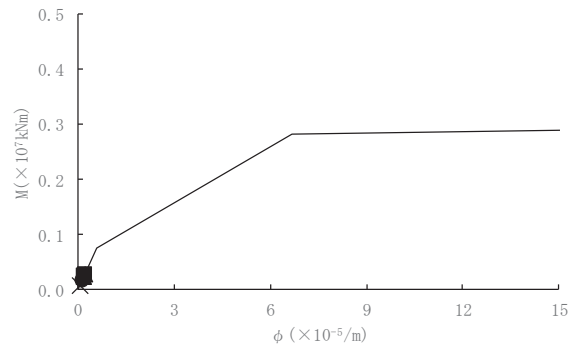
要素番号(8)

図 4-13(4) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, EW 方向) (2/2)

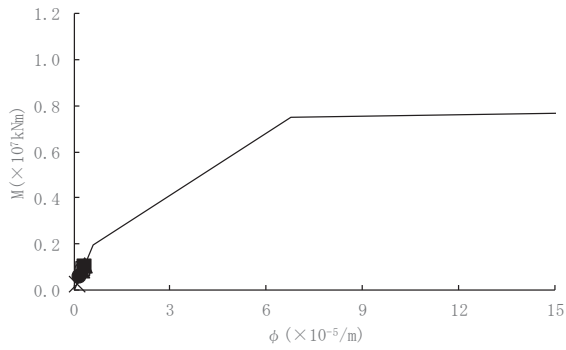
○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



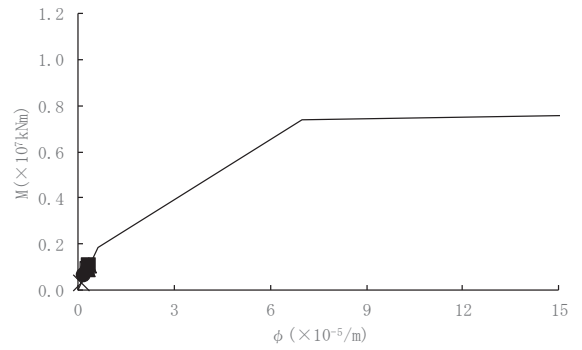
要素番号(1)



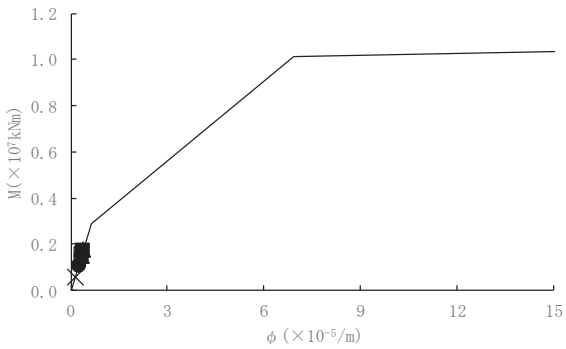
要素番号(5)



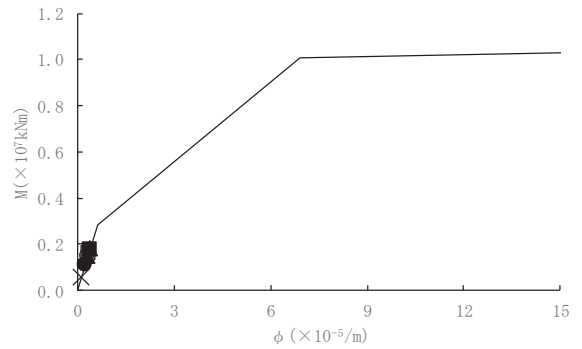
要素番号(2)



要素番号(6)



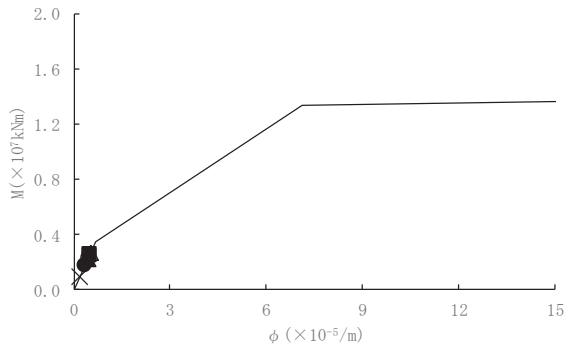
要素番号(3)



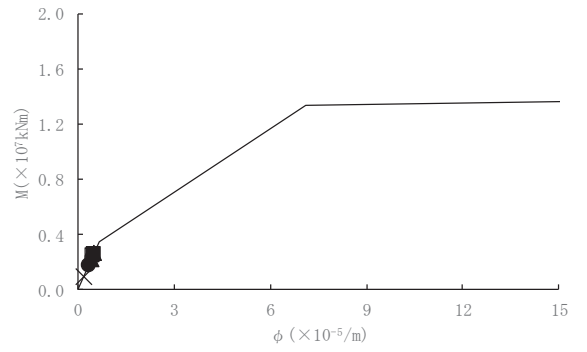
要素番号(7)

図 4-14(1) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, NS 方向) (1/2)

○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



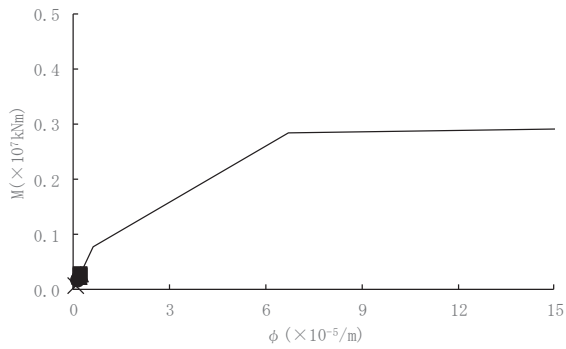
要素番号(4)



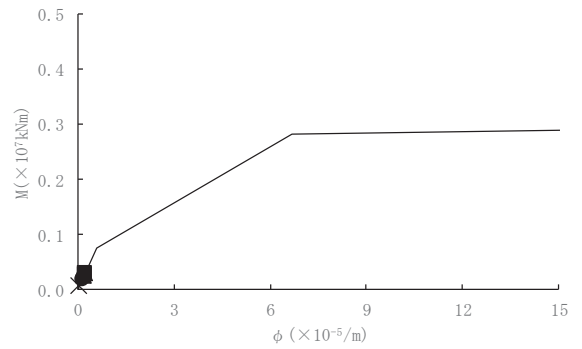
要素番号(8)

図 4-14(2) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, NS 方向) (2/2)

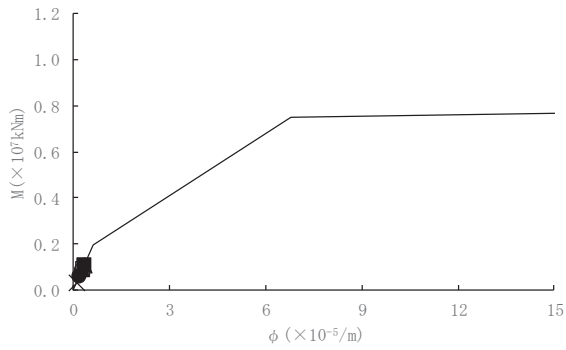
○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



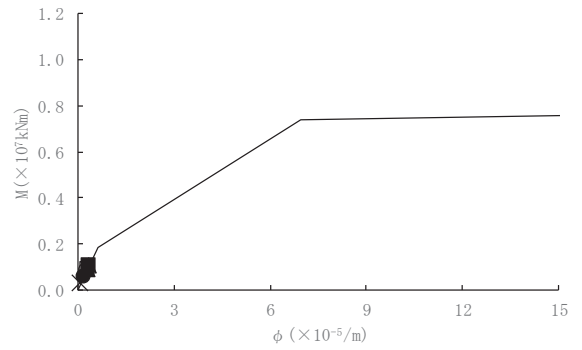
要素番号(1)



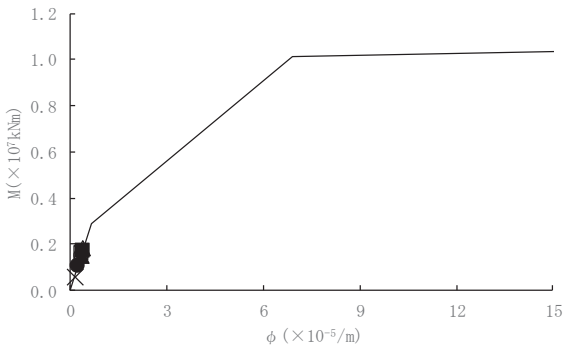
要素番号(5)



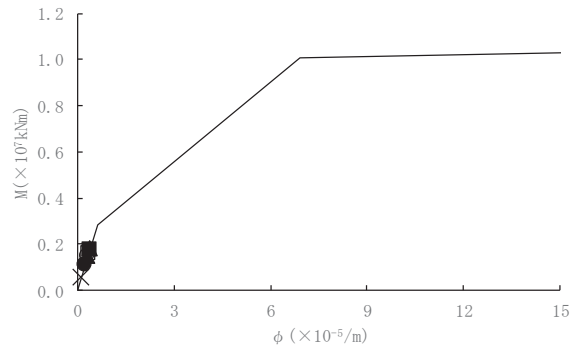
要素番号(2)



要素番号(6)



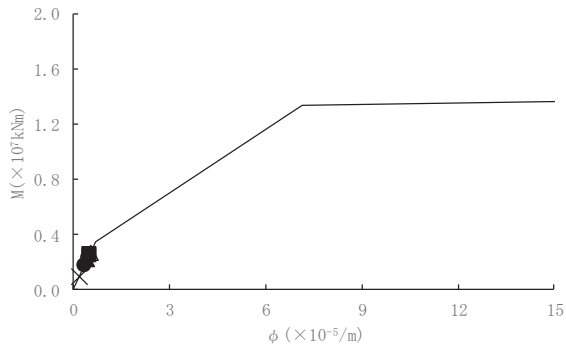
要素番号(3)



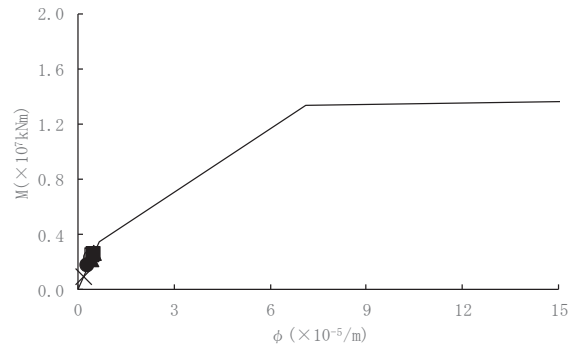
要素番号(7)

図 4-14(3) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, EW 方向) (1/2)

○ S_s-D1 Δ S_s-D2 □ S_s-D3 ● S_s-F1 ▲ S_s-F2 ■ S_s-F3 × S_s-N1



要素番号(4)



要素番号(8)

図 4-14(4) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s, EW 方向) (2/2)

表 4-15 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

地震動	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN \cdot m)	最小接地率 (%)
$S_s - D 1$	701	6.595	93.5
$S_s - D 2$	698	7.945	82.0
$S_s - D 3$	744	7.105	89.2
$S_s - F 1$	594	4.894	100.0
$S_s - F 2$	674	6.222	96.7
$S_s - F 3$	666	7.377	86.9
$S_s - N 1$	511	3.589	100.0

(b) EW 方向

地震動	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN \cdot m)	最小接地率 (%)
$S_s - D 1$	701	6.593	93.6
$S_s - D 2$	697	7.939	82.0
$S_s - D 3$	743	7.095	89.3
$S_s - F 1$	593	4.882	100.0
$S_s - F 2$	673	6.208	96.9
$S_s - F 3$	666	7.380	86.8
$S_s - N 1$	511	3.592	100.0

4.1.2 材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果

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、基本ケースによる解析結果とあわせて表 4-16～表 4-26 に示す。

表 4-16 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 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 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) $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答加速度 (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 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 4-17 最大応答変位一覧表 (基準地震動 S_s , NS 方向)

(a) $S_s - D2$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D2$						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	0.60	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 + 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) $S_s - F3$

質点 番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F3$						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	0.58	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 + 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 4-18 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 4-19(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) $S_s - D2$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)											
	$S_s - D2$						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)	0.80	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 4-19(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動 S_s , NS 方向) (2/2)

(b) $S_s - F3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)											
	$S_s - F3$						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)	0.86	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 4-20 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S_s , EW 方向)

(a) $S_s - D_2$

質点 番号	最大応答加速度 (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 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) $S_s - F_3$

質点 番号	最大応答加速度 (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 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 4-21 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 + 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) $S_s - F 3$

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 + 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 4-22 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 4-23(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)	0.59	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 \cdot 地盤物性 $+\sigma$, ケース 6: 建屋剛性考慮 \cdot 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 4-23(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 ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)											
	$S_s - F3$						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)	0.57	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 + 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 4-24 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 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 + σ ，ケース 3：地盤物性 - σ

(b) $S_s - F 3$

質点 番号	最大応答加速度 (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 + σ ，ケース 3：地盤物性 - σ

表 4-25 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 + σ ，ケース 3：地盤物性 - σ

(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 + σ ，ケース 3：地盤物性 - σ

表 4-26 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 ($\times 10^3 \text{kN}$)					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 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
(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 ($\times 10^3 \text{kN}$)					
	$S_s - F 3$			最大値		
	ケース 1 (基本 ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 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
(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 $-\sigma$

4.2 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算出した必要保有水平耐力 Q_{un} を表 4-27 に示す。

構造特性係数 D_s は以下の条件に基づき設定している。

耐震壁は全てせん断破壊型であるため建築基準法施行令に基づく耐力壁の種別は W D とする。

耐震壁が全ての地震荷重を負担するため、耐震壁が分担する保有水平耐力の比 β_u は 1.0 となる。

以上の条件から構造特性係数 D_s は 0.55 となる。

形状特性係数 F_{es} は

$F_s = 1.0$ (剛性率が 0.6 以上のため)

$F_e = 1.0$ (偏心率が 0.15 以下のため)

より、1.0 となる。

表 4-27 必要保有水平耐力

(a) NS 方向

階	O.P. (m)	構造特性係数 D_s	形状特性係数 F_{es}	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)
2F	75.90 ~ 69.40	0.55	1.00	29576
1F	69.40 ~ 62.20	0.55	1.00	60038
B1F	62.20 ~ 57.30	0.55	1.00	83181
B2F	57.30 ~ 51.50	0.55	1.00	103088

(b) EW 方向

階	O.P. (m)	構造特性係数 D_s	形状特性係数 F_{es}	必要保有水平耐力 Q_{un} (kN)
2F	75.90 ~ 69.40	0.55	1.00	29620
1F	69.40 ~ 62.20	0.55	1.00	60087
B1F	62.20 ~ 57.30	0.55	1.00	83181
B2F	57.30 ~ 51.50	0.55	1.00	103088