

VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する  
説明書

VI-2-2-1 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに  
原子炉本体の基礎の地震応答計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 構造概要	2
2.2 解析方針	5
2.3 適用規格・基準等	5
3. 解析方法	6
3.1 入力地震動	6
3.2 地震応答解析モデル	8
3.2.1 水平方向	8
3.2.2 鉛直方向	9
3.3 解析方法	32
3.3.1 動的解析	32
3.3.2 静的解析	32
3.4 解析条件	34
3.4.1 耐震壁の復元力特性	34
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	34
3.4.3 材料物性の不確かさ	34
4. 解析結果	35
4.1 固有値解析	35
4.2 地震応答解析及び静的解析	35
5. 設計用荷重	302
5.1 弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的震度	302
5.2 基準地震動 $S_s$	302

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づく炉心，原子炉圧力容器，原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉圧力容器ペDESTAL等（以下「大型機器系」という。）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及び静的荷重は，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・配管系の設計用荷重として用いる。



## 2. 基本方針

### 2.1 構造概要

原子炉格納容器は、上下部半球胴部円筒形鋼製のドライウエル及び円環形鋼製のサブプレッションチェンバから成り、ドライウエルの水平地震力はシヤラグ及びドライウエル下部より原子炉建物に伝達され、サブプレッションチェンバの水平地震力は脚を介して原子炉建物基礎スラブに伝達される。また、ウエルシールベローズにより原子炉建物と連結されている。

原子炉圧力容器は、鋼製の円筒形容器であり、EL30.218mで原子炉圧力容器スタビライザにより水平方向に支持され、その下部は原子炉圧力容器支持スカートを介してEL15.944mで原子炉圧力容器ペDESTALに支持されている。また、燃料交換ベローズにより原子炉格納容器と連結されている。

ガンマ線遮蔽壁は、原子炉圧力容器を取り囲む二重円筒鋼板の壁であり、二重円筒の内部にモルタルが充てんされる。また、原子炉格納容器スタビライザを介して原子炉格納容器に水平方向地震力を伝達し、原子炉圧力容器スタビライザを介して原子炉圧力容器に水平方向地震力を伝達する。

原子炉圧力容器ペDESTALは、円筒形の鋼製（無筋コンクリート充てん）構造物で、原子炉圧力容器支持スカートを介して、原子炉圧力容器基礎ボルトにより原子炉圧力容器を支持するとともにガンマ線遮蔽壁を支持しており、原子炉圧力容器ペDESTALの下端は原子炉建物基礎スラブに固定する。

原子炉圧力容器内には、気水分離器、スタンドパイプ、炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒、制御棒案内管、ジェットポンプ等が収納される。

炉心シュラウドは薄肉円筒形で、下端において水平方向をシュラウドサポートプレート、鉛直方向をシュラウドサポートシリンダ及びシュラウドサポートレグにより原子炉圧力容器に支持されている。炉心シュラウド上部は、さら形のシュラウドヘッド、その上の163本の気水分離器及びスタンドパイプで構成されている。

炉心シュラウド内部には560体の燃料集合体が収納され、下端を炉心支持板、上端を上部格子板で支持されることにより正確に位置が定められている。燃料集合体に加わる荷重は、水平方向は上部格子板及び炉心支持板を支持する炉心シュラウド、鉛直方向は制御棒案内管及び制御棒案内管を支持する制御棒駆動機構ハウジングを介し、原子炉圧力容器に伝達される。

制御棒駆動機構は、原子炉圧力容器下鏡を貫通し取り付けられる137本より成る制御棒駆動機構ハウジング内に納められ、その上端に取り付けられる制御棒を炉心に挿入する機能を有している。

これらの構造概要を図2-1及び図2-2に示す。

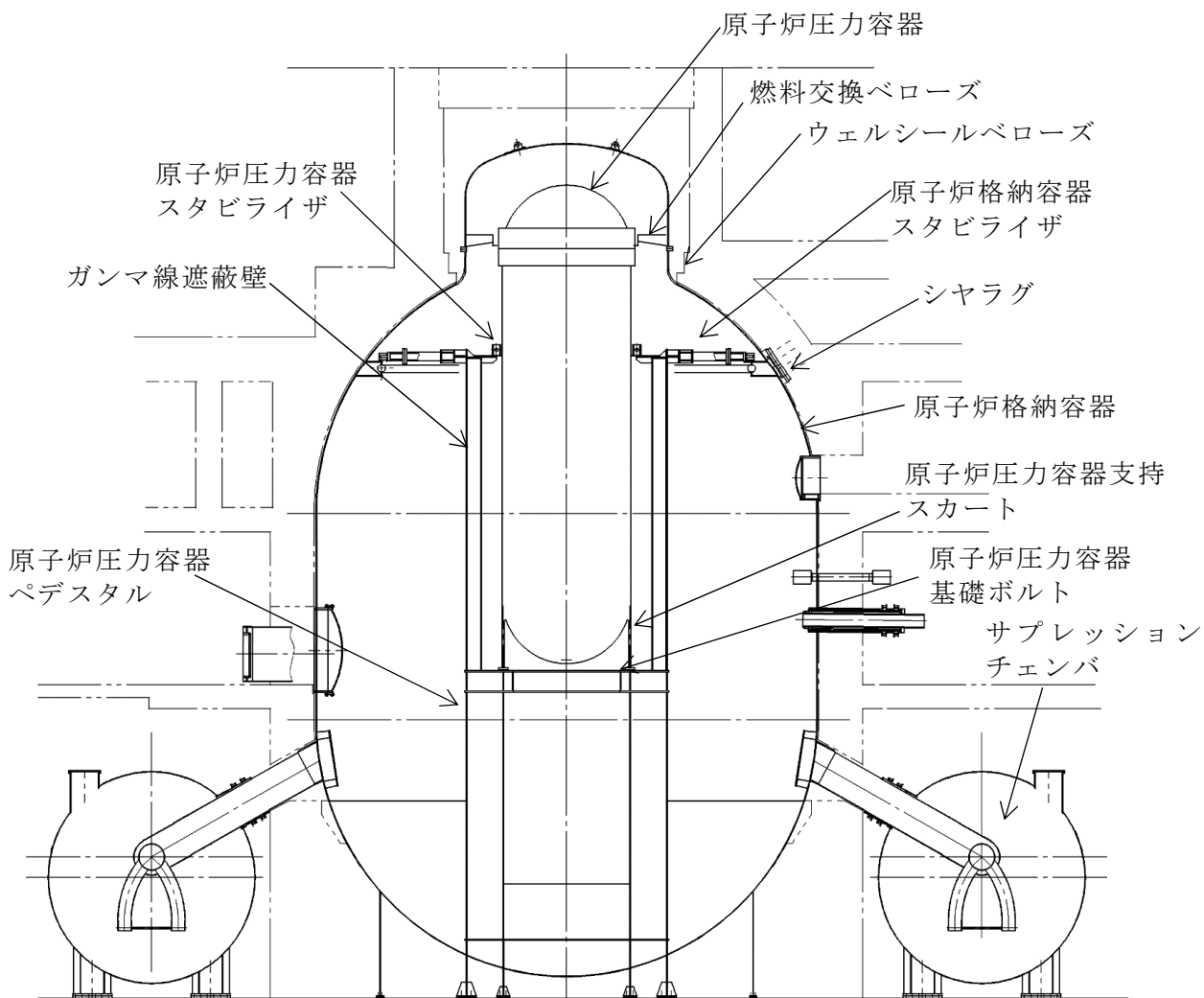


図 2-1 原子炉圧力容器，ガンマ線遮蔽壁，原子炉圧力容器ペDESTAL，原子炉格納容器等の概要図

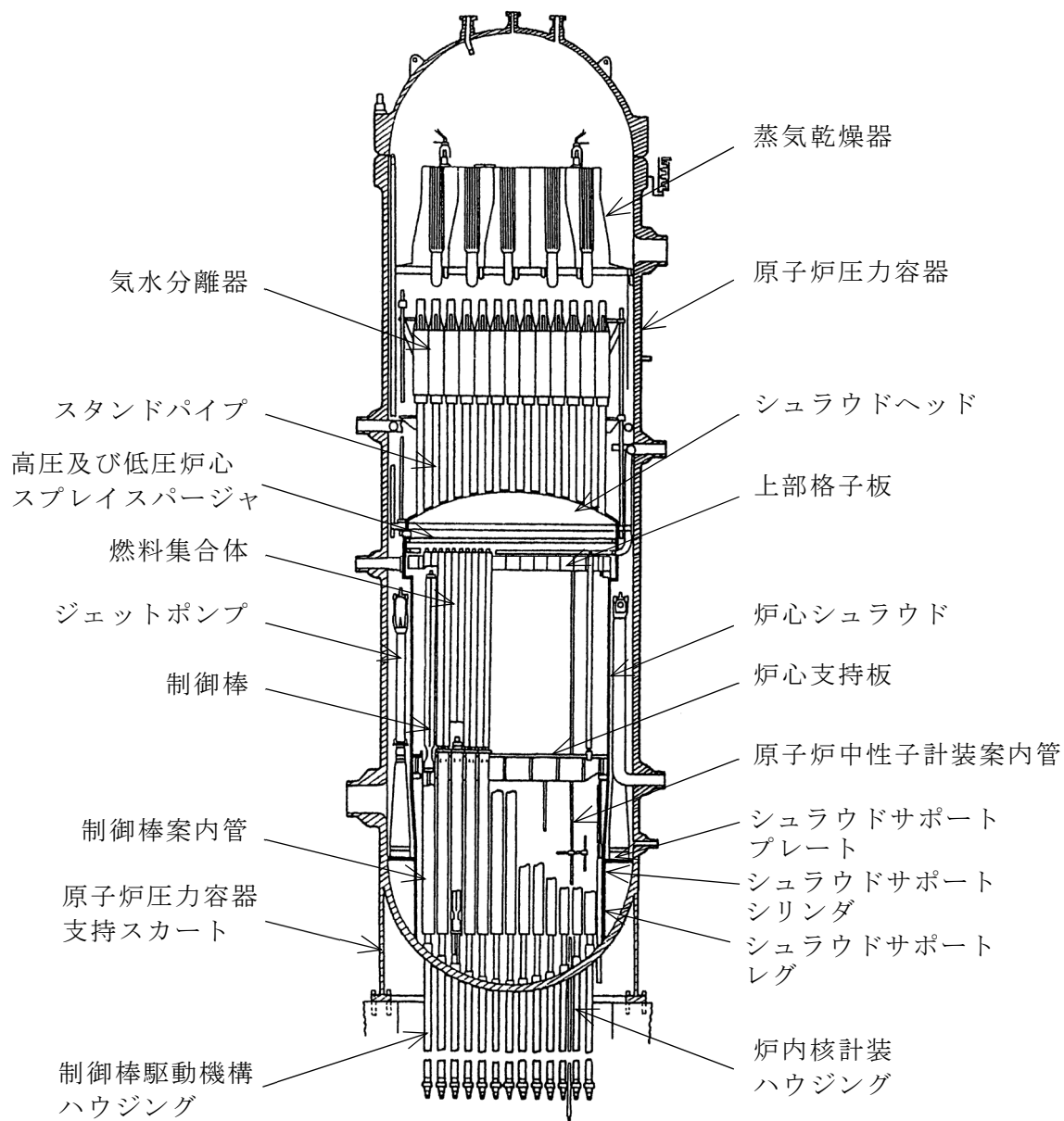


図 2-2 原子炉圧力容器内部の概要図

## 2.2 解析方針

大型機器系の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

地震応答解析は、「3.1 入力地震動」において設定した入力地震動及び「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、「3.3 解析方法」及び「3.4 解析条件」に基づき、直接積分法による時刻歴応答解析を実施し、各種応答値を算出する。

## 2.3 適用規格・基準等

大型機器系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。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・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 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)

### 3. 解析方法

#### 3.1 入力地震動

大型機器系の地震応答解析モデルへの入力地震動は、VI-2-1-2「基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の策定概要」に示す解放基盤表面で定義された基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> を用いて、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」にて建物基礎底面レベルでの地盤の応答として評価されたものを使用する。基準地震動 S<sub>s</sub> 及び弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> の最大加速度を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 基準地震動 S<sub>s</sub>

基準地震動 S <sub>s</sub>			最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )			
			水平方向	鉛直方向		
S <sub>s</sub> -D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動	応答スペクトル手法による基準地震動		820	547	
S <sub>s</sub> -F1		断層モデル手法による基準地震動	宍道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点 5		549 (NS) 560 (EW)	337
S <sub>s</sub> -F2			宍道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点 6		522 (NS) 777 (EW)	426
S <sub>s</sub> -N1		震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	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
S <sub>s</sub> -N2		震源を特定せず策定する地震動による基準地震動	2000 年鳥取県西部地震の賀祥ダム (監査廊) の観測記録		528 (NS) 531 (EW)	485

表 3-2 弹性設計用地震動 S d

弹性設計用地震動 S d	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
	水平方向	鉛直方向
Sd-D	410	274
Sd-F1	274 (NS) 280 (EW)	169
Sd-F2	261 (NS) 389 (EW)	213
Sd-N1	310	160
Sd-N2	264 (NS) 266 (EW)	243
Sd-1	320	214

### 3.2 地震応答解析モデル

大型機器系の地震応答解析モデルは、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。

#### 3.2.1 水平方向

水平方向地震応答解析モデルは図 3-1 及び図 3-2 に示すように、原子炉建物、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、ガンマ線遮蔽壁、原子炉圧力容器ペDESTAL、炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒案内管、制御棒駆動機構ハウジング等の各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはり又は無質量のばねにより結合する。

原子炉建物はNS，EW方向ともに 35 質点，原子炉格納容器は 12 質点，ガンマ線遮蔽壁は 5 質点，原子炉圧力容器ペDESTALは 3 質点，原子炉圧力容器は 25 質点でモデル化する。

原子炉格納容器はシヤラグの剛性と等価なばねで原子炉建物と結合され，下端は原子炉建物と剛に結合される。

原子炉圧力容器は，原子炉圧力容器スタビライザの剛性と等価なばねでガンマ線遮蔽壁の EL29.962m と，燃料交換ベローズの剛性と等価なばねで原子炉格納容器の EL34.758m と結合される。

原子炉圧力容器支持スカートの下端は，原子炉圧力容器ペDESTAL上端に剛に結合されている。

原子炉圧力容器ペDESTALは，その下端において原子炉建物と剛に結合される。

燃料集合体及び制御棒案内管は各々7 質点，制御棒駆動機構ハウジングは内側 6 質点，外側 5 質点，気水分離器及びスタンドパイプは各々2 質点，炉心シュラウドは 14 質点でモデル化する。これらを EL19.196m でシュラウドサポートの剛性と等価な回転ばねを介して，原子炉圧力容器と結合する。

なお，蒸気乾燥器，ジェットポンプ，原子炉中性子計装案内管，炉内核計装ハウジングについては，質量が小さく炉内の構造物の振動に与える影響は小さいため質量のみを考慮する。また，原子炉圧力容器内の燃料集合体，炉心シュラウド等のモデル化においては，炉水による付加質量を模擬するため仮想質量を考慮する。

図 3-1 及び図 3-2 に示した水平方向地震応答解析モデルの各質点質量，部材長，断面二次モーメント，有効せん断断面積，回転慣性等を表 3-3～表 3-12 に，ばね定数等を表 3-13 に示す。また，解析に用いる各構造物の物性値を表 3-25 及び表 3-26 に示す。なお，原子炉建物のスケルトン曲線及び地盤ばね定数については，VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に記載の値を使用する。

### 3.2.2 鉛直方向

鉛直方向地震応答解析モデルは図 3-3 に示すように、原子炉建物、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、ガンマ線遮蔽壁、原子炉圧力容器ペDESTAL、炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒案内管、制御棒駆動機構ハウジング等の各質点間を各機器の剛性と等価な軸剛性を有する無質量のばねにより結合する。また、屋根トラスは、各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはりで結合し、支持端部の回転拘束と等価な回転ばねで結合する。

原子炉建物は 26 質点、原子炉格納容器は 12 質点、ガンマ線遮蔽壁は 5 質点、原子炉圧力容器ペDESTALは 3 質点、原子炉圧力容器は 25 質点でモデル化する。

原子炉格納容器の下端は、原子炉建物と剛に結合される。原子炉圧力容器支持スカートの下端は、原子炉圧力容器ペDESTALの上端に剛に結合されており、原子炉圧力容器ペDESTALの下端は、原子炉建物と剛に結合される。

燃料集合体及び制御棒案内管は各々 7 質点、制御棒駆動機構ハウジングは内側 4 質点、外側 4 質点、気水分離器及びスタンドパイプは各々 2 質点、炉心シュラウドは 14 質点でモデル化する。

蒸気乾燥器、ジェットポンプ、原子炉中性子計装案内管、炉内核計装ハウジングについては、水平方向と同様に質量のみを考慮する。炉心シュラウドについては、炉心シュラウドの下端を原子炉圧力容器下鏡に結合する。

炉内構造物の質点は原則として、水平方向と同一とし、部材の端点及び剛性の変化する点、応力評価点等に設けるが、全体の振動特性が把握できるよう、質点間隔については、工学的判断を加えて定めるものとする。

また、水平方向地震応答解析モデルで考慮している水平ばね（原子炉圧力容器スタビライザ等）については、鉛直方向に対しては拘束効果がない構造となっているか、拘束効果があっても本体部材の鉛直剛性に対して無視できる程度に小さい値であるため、鉛直方向地震応答解析モデルでは考慮しない。なお、鉛直方向地震応答解析モデルでは炉水による付加質量効果は小さいため仮想質量は考慮しない。

図 3-3 に示した鉛直方向地震応答解析モデルの各質点質量、部材長、ばね定数等を表 3-14～表 3-24 に示す。また、解析に用いる各構造物の物性値を表 3-25 及び表 3-27 に示す。

なお、原子炉建物の地盤ばね定数については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に記載の値を使用する。



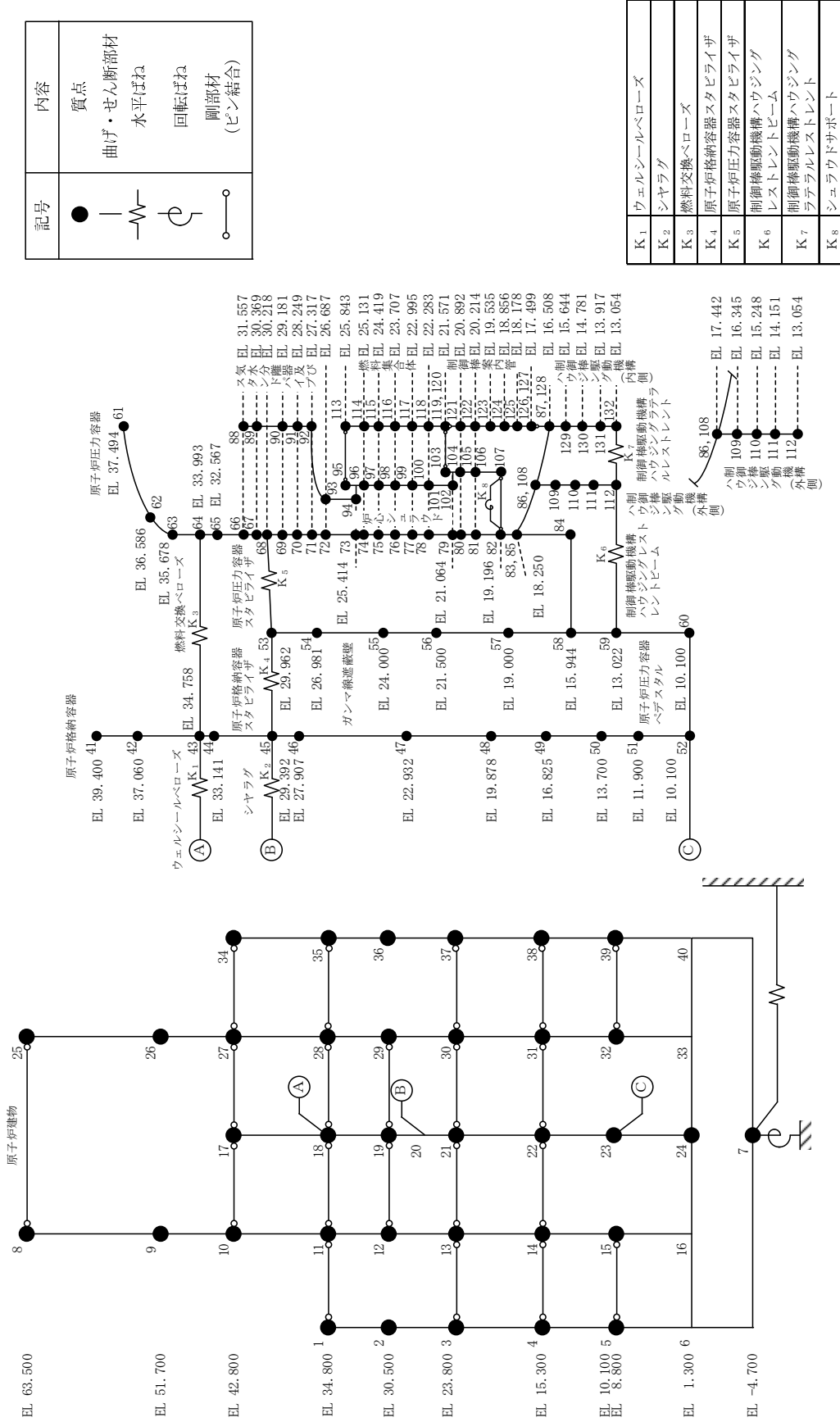


図 3-1 原子炉本体地震応答解析モデル (NS 方向) (単位: m)

記号	内容
●	質点
— —	曲げ・せん断部材
— — —	水平ばね
⊕	回転ばね
○—○	剛部材 (ピン結合)

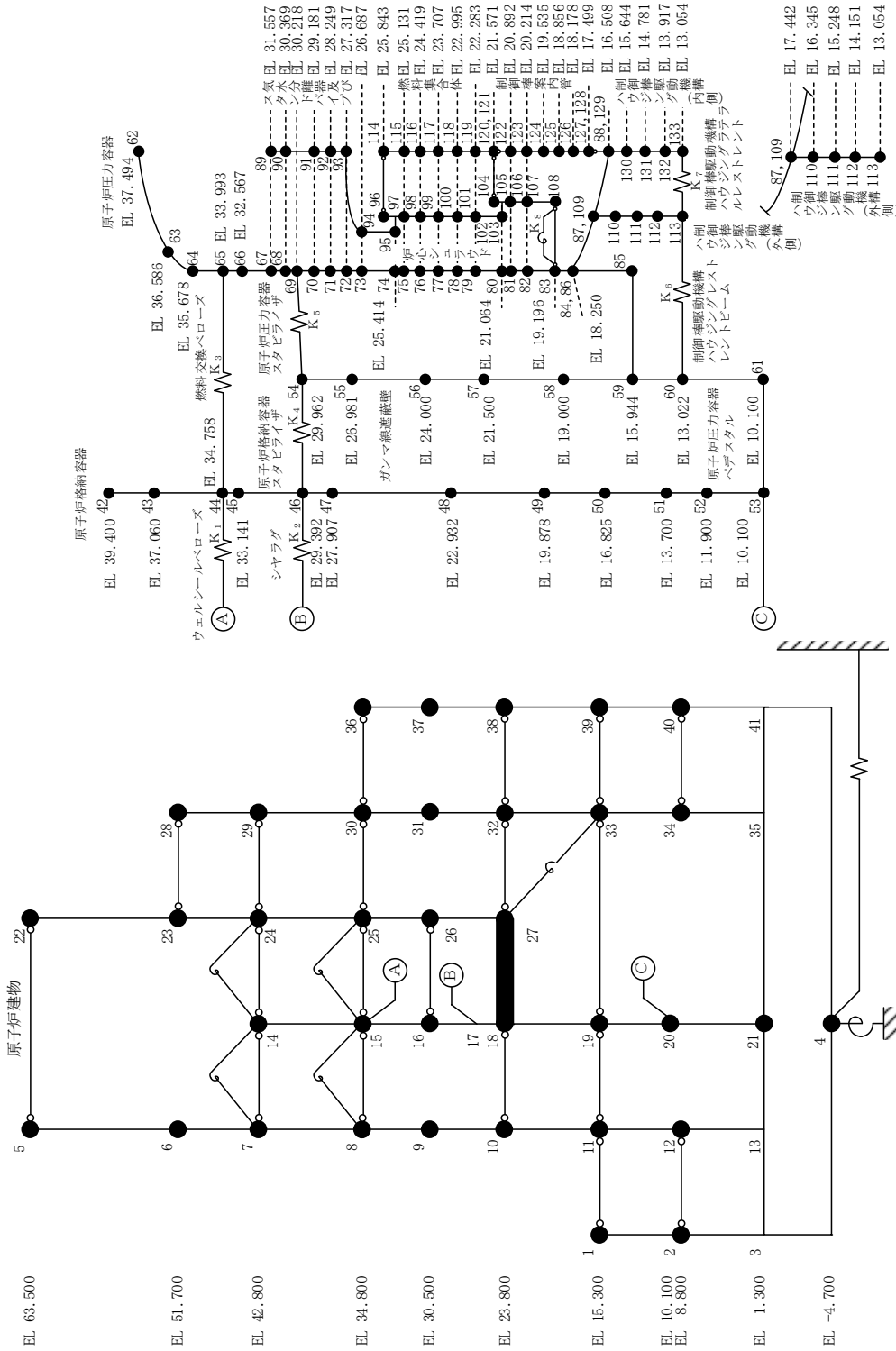


図 3-2 原子炉本体地震応答解析モデル (EW 方向) (単位 : m)

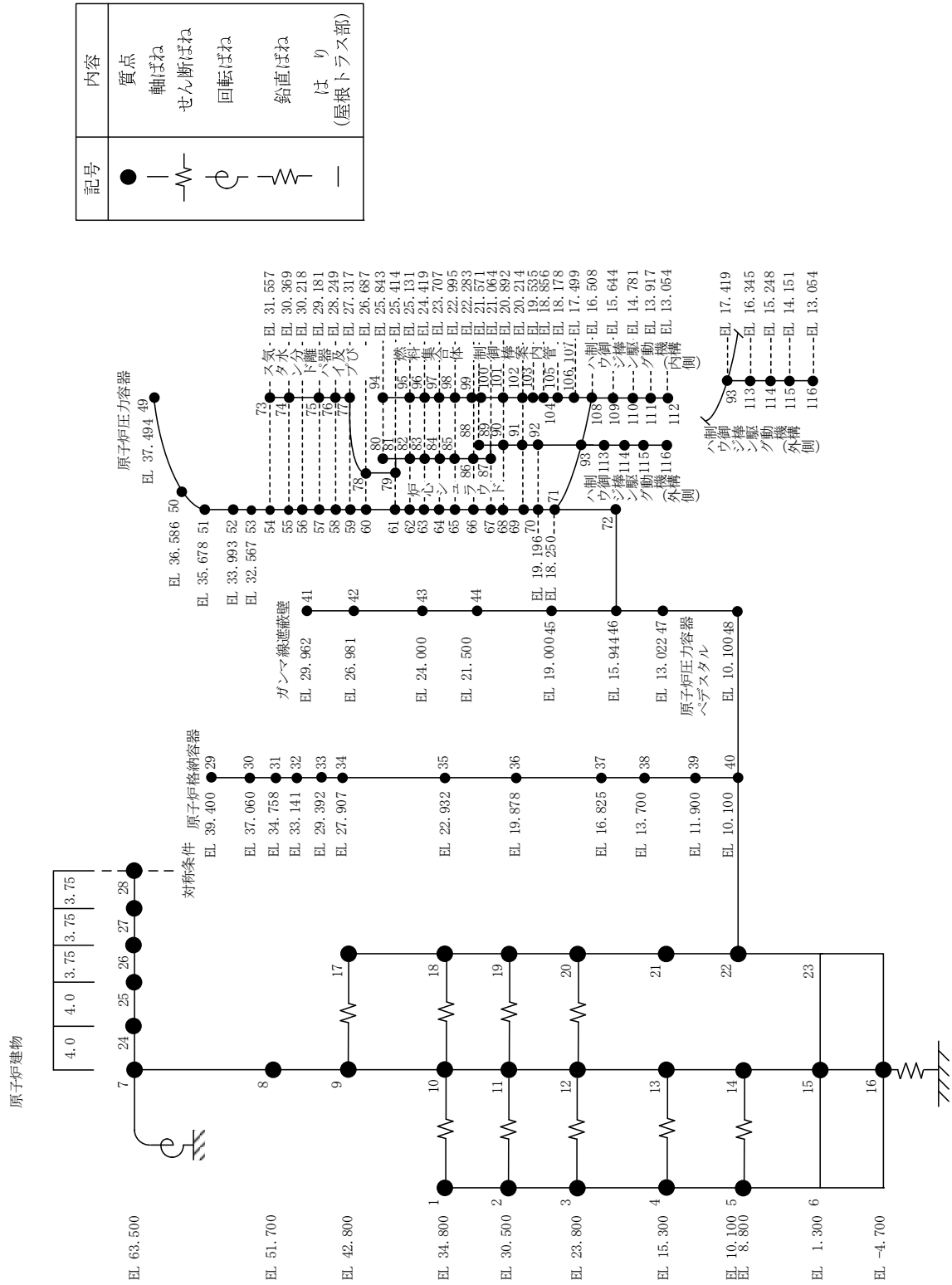


図 3-3 原子炉本体地震応答解析モデル (鉛直方向) (単位: m)

表 3-3 原子炉建物のデータ諸元 (NS 方向) (1/2)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性 (×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> )
1	34.800	2006	4.300	54860	77.5	-
2	30.500	1707				-
3	23.800	4200	6.700	38160	77.5	-
4	15.300	5137	8.500	69490	99.8	-
5	8.800	4351	6.500	78770	120.7	-
6	1.300	-	7.500	105370	133.0	-
8	63.500	2321	-	-	-	-
9	51.700	3459	11.800	8700	29.1	-
10	42.800	4674	8.900	27680	54.8	-
11	34.800	6473	8.000	39300	69.3	-
12	30.500	4284	4.300	93950	83.9	-
13	23.800	6902	6.700	94450	116.2	-
14	15.300	8234	8.500	129670	131.8	-
15	8.800	10360	6.500	160870	162.9	-
16	1.300	-	7.500	162750	164.4	-
17	42.800	8258	-	-	-	-
18	34.800	13003	8.000	1930	64.8	-
19	30.500	12618	4.300	3420	51.1	-
20	29.392	-	1.108	9600	72.0	-
21	23.800	15346	5.592	9600	72.0	-
22	15.300	14955	8.500	11590	75.5	-
23	10.100	7218	5.200	11270	71.8	-
24	1.300	79438	8.800	20140	151.0	-
7	-4.700	45058	6.000	2560000	6260.0	12490

表 3-3 原子炉建物のデータ諸元 (NS 方向) (2/2)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性 (×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> )
25	63.500	2321	11.800	8700	30.2	-
26	51.700	3838				-
27	42.800	5622	8.900	27680	54.8	-
28	34.800	6684	8.000	52410	69.3	-
29	30.500	3866	4.300	92870	82.4	-
30	23.800	7501	6.700	94800	116.2	-
31	15.300	7786	8.500	137080	139.5	-
32	8.800	10968	6.500	164000	164.5	-
33	1.300	-	7.500	163930	164.2	-
34	42.800	2170	-	-	-	-
35	34.800	2697	8.000	26510	53.3	-
36	30.500	1835	4.300	51880	77.5	-
37	23.800	4120	6.700	46050	76.8	-
38	15.300	5002	8.500	69490	117.5	-
39	8.800	4277	6.500	77880	121.4	-
40	1.300	-	7.500	105370	133.0	-

表 3-4 原子炉建物のデータ諸元 (EW 方向) (1/2)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性 (×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> )
1	15.300	1645	6.500	89310	134.1	-
2	8.800	2895				-
3	1.300	-	7.500	108700	134.1	-
5	63.500	2321	-	-	-	-
6	51.700	2491	11.800	16540	32.8	-
7	42.800	3897	8.900	23840	49.2	-
8	34.800	4555	8.000	72730	93.1	-
9	30.500	4236	4.300	163340	140.9	-
10	23.800	6169	6.700	134310	125.6	-
11	15.300	7016	8.500	208730	196.1	-
12	8.800	11006	6.500	276560	227.7	-
13	1.300	-	7.500	291210	277.9	-
14	42.800	10034	-	-	-	-
15	34.800	14794	8.000	3350	98.6	-
16	30.500	12012	4.300	3420	51.1	-
17	29.392	-	1.108	9730	72.0	-
18	23.800	19268	5.592	9730	72.0	-
19	15.300	18809	8.500	11850	73.9	-
20	10.100	7218	5.200	11270	71.8	-
21	1.300	79438	8.800	20140	151.0	-
4	-4.700	45058	6.000	4170000	6260.0	21290

表 3-4 原子炉建物のデータ諸元 (EW 方向) (2/2)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性 (×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> )
22	63.500	2321	11.800	16420	31.3	-
23	51.700	3210				-
24	42.800	3323	8.900	31240	6.0	-
25	34.800	3822	8.000	41790	63.2	-
26	30.500	2136	4.300	45760	80.7	-
27	23.800	-	6.700	53400	66.1	-
28	51.700	1596	-	-	-	-
29	42.800	3469	8.900	21040	52.2	-
30	34.800	5454	8.000	61200	78.2	-
31	30.500	4030	4.300	194260	134.2	-
32	23.800	8497	6.700	197230	136.8	-
33	15.300	8857	8.500	279450	154.9	-
34	8.800	11681	6.500	305740	187.4	-
35	1.300	-	7.500	306880	191.6	-
36	34.800	2238	-	-	-	-
37	30.500	1896	4.300	89440	80.5	-
38	23.800	4135	6.700	98120	87.7	-
39	15.300	4788	8.500	140190	137.0	-
40	8.800	4375	6.500	140330	142.0	-
41	1.300	-	7.500	143150	143.0	-

表 3-5 原子炉格納容器のデータ諸元 (水平方向)

質点番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
41	42	39.400		2.340		
42	43	37.060		2.302		
43	44	34.758		1.617		
44	45	33.141		3.749		
45	46	29.392		1.485		
46	47	27.907		4.975		
47	48	22.932		3.054		
48	49	19.878		3.053		
49	50	16.825		3.125		
50	51	13.700		1.800		
51	52	11.900		1.800		
52	53	10.100				

表 3-6 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタルのデータ諸元 (水平方向)

質点番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
53	54	29.962		2.981		
54	55	26.981		2.981		
55	56	24.000		2.500		
56	57	21.500		2.500		
57	58	19.000		3.056		
58	59	15.944		2.922		
59	60	13.022		2.922		
60	61	10.100				



表 3-7 原子炉圧力容器のデータ諸元 (水平方向)

質点 番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
61	62	37.494		0.908		
62	63	36.586		0.908		
63	64	35.678		1.685		
64	65	33.993		1.426		
65	66	32.567		1.010		
66	67	31.557		1.188		
67	68	30.369		0.151		
68	69	30.218		1.037		
69	70	29.181		0.932		
70	71	28.249		0.932		
71	72	27.317		0.630		
72	73	26.687		1.273		
73	74	25.414		0.283		
74	75	25.131		0.712		
75	76	24.419		0.712		
76	77	23.707		0.712		
77	78	22.995		0.712		
78	79	22.283		1.219		
79	80	21.064		0.172		
80	81	20.892		0.678		
81	82	20.214		1.018		
82	83	19.196		0.946		
83	84	18.250		2.306		
84	85	15.944		—		
85	86	18.250		0.808		
86	87	17.442		0.934		
87	88	16.508				

表 3-8 気水分離器, スタンドパイプ及び炉心シュラウドのデータ諸元 (水平方向)

質点 番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
88	89	31.557		1.188		
89	90	30.369		1.188		
90	91	29.181		0.932		
91	92	28.249		0.932		
92	93	27.317		0.630		
93	94	26.687		1.273		
94	95	25.414		—		
95	96	25.843		0.429		
96	97	25.414		0.283		
97	98	25.131		0.712		
98	99	24.419		0.712		
99	100	23.707		0.712		
100	101	22.995		0.712		
101	102	22.283		1.219		
102	103	21.064		—		
103	104	21.571		0.507		
104	105	21.064		0.172		
105	106	20.892		0.678		
106	107	20.214		1.018		
107	108	19.196				

表 3-9 制御棒駆動機構ハウジング（外側）のデータ諸元（水平方向）

質点番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
108	109	17.442		1.097		
109	110	16.345		1.097		
110	111	15.248		1.097		
111	112	14.151		1.097		
112	113	13.054		1.097		

表 3-10 燃料集合体のデータ諸元（水平方向）

質点番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
113	114	25.843		0.712		
114	115	25.131		0.712		
115	116	24.419		0.712		
116	117	23.707		0.712		
117	118	22.995		0.712		
118	119	22.283		0.712		
119	120	21.571		0.712		

表 3-11 制御棒案内管のデータ諸元 (水平方向)

質点 番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
120	121	21.571		0.679		
121	122	20.892		0.678		
122	123	20.214		0.679		
123	124	19.535		0.679		
124	125	18.856		0.678		
125	126	18.178		0.679		
126	127	17.499				

表 3-12 制御棒駆動機構ハウジング (内側) のデータ諸元 (水平方向)

質点 番号		標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )
NS	EW					
127	128	17.499		0.991		
128	129	16.508		0.864		
129	130	15.644		0.863		
130	131	14.781		0.864		
131	132	13.917		0.863		
132	133	13.054				

表 3-13 大型機器系ばね定数 (水平方向)

No.	名称	ばね定数	減衰定数 (%)
K <sub>1</sub>	ウェルシールベローズ		1.0
K <sub>2</sub>	シヤラグ		1.0
K <sub>3</sub>	燃料交換ベローズ		1.0
K <sub>4</sub>	原子炉格納容器スタビライザ		1.0
K <sub>5</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ		2.0
K <sub>6</sub>	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム		1.0
K <sub>7</sub>	制御棒駆動機構ハウジング ラテラルレストレント		1.0
K <sub>8</sub>	シュラウドサポート		1.0

表 3-14 原子炉建物のデータ諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
1	34.800	8665	4.300	$1.59 \times 10^9$
2	30.500	4812		6.700
3	23.800	11468	8.500	
4	15.300	15116	6.500	$2.21 \times 10^9$
5	8.800	14242	7.500	$1.91 \times 10^9$
6	1.300	-	-	-
7	63.500	3252	11.800	$2.60 \times 10^8$
8	51.700	7297	8.900	$6.65 \times 10^8$
9	42.800	13095	8.000	$8.93 \times 10^8$
10	34.800	16100	4.300	$2.12 \times 10^9$
11	30.500	11391	6.700	$1.52 \times 10^9$
12	23.800	19236	8.500	$1.42 \times 10^9$
13	15.300	19841	6.500	$2.29 \times 10^9$
14	8.800	15714	7.500	$2.03 \times 10^9$
15	1.300	79438	6.000	$2.35 \times 10^{10}$
16	-4.700	45058	-	-
17	42.800	5460	8.000	$5.93 \times 10^8$
18	34.800	8571	4.300	$8.91 \times 10^8$
19	30.500	10735	6.700	$6.08 \times 10^8$
20	23.800	7365	8.500	$3.57 \times 10^8$
21	15.300	6157	5.200	$5.53 \times 10^8$
22	10.100	4287	8.800	$4.92 \times 10^8$
23	1.300	-		

表 3-15 原子炉建物(屋根トラス部)のデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	断面二次 モーメント (m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性 (×10 <sup>4</sup> t・m <sup>2</sup> )
7	63.500	-	4.000	3.014	0.1655	-
24	63.500	316				-
25	63.500	314	4.000	3.014	0.1651	-
26	63.500	304	3.750	2.468	0.1140	-
27	63.500	304	3.750	2.468	0.1140	-
28	63.500	152	3.750	2.468	0.0876	-

表 3-16 原子炉格納容器のデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
29	39.400			
30	37.060			
31	34.758			
32	33.141			
33	29.392			
34	27.907			
35	22.932			
36	19.878			
37	16.825			
38	13.700			
39	11.900			
40	10.100			

表 3-17 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTALのデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
41	29.962			
42	26.981			
43	24.000			
44	21.500			
45	19.000			
46	15.944			
47	13.022			
48	10.100			



表 3-18 原子炉圧力容器のデータ諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
49	37.494			
50	36.586		0.908	
51	35.678		0.908	
52	33.993		1.685	
53	32.567		1.426	
54	31.557		1.010	
55	30.369		1.188	
56	30.218		0.151	
57	29.181		1.037	
58	28.249		0.932	
59	27.317		0.932	
60	26.687		0.630	
61	25.414		1.273	
62	25.131		0.283	
63	24.419		0.712	
64	23.707		0.712	
65	22.995		0.712	
66	22.283		0.712	
67	21.064		1.219	
68	20.892		0.172	
69	20.214		0.678	
70	19.196		1.018	
71	18.250		0.946	
72	15.944		2.306	
71	18.250		—	
93	17.419		0.831	
108	16.508		0.911	

表 3-19 気水分離器, スタンドパイプ及び炉心シュラウドのデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
73	31.557		1.188	
74	30.369			
75	29.181		1.188	
76	28.249		0.932	
77	27.317		0.932	
78	26.687		0.630	
79	25.414		1.273	
80	25.843		—	
81	25.414		0.429	
82	25.131		0.283	
83	24.419		0.712	
84	23.707		0.712	
85	22.995		0.712	
86	22.283		0.712	
87	21.064		1.219	
88	21.571		—	
89	21.064		0.507	
90	20.892		0.172	
91	20.214		0.678	
92	19.196		1.018	
93	17.419		1.777	

表 3-20 制御棒駆動機構ハウジング（外側）のデータ諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
93	17.419		1.074	
113	16.345		1.097	
114	15.248		1.097	
115	14.151		1.097	
116	13.054		1.097	

表 3-21 燃料集合体のデータ諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
94	25.843		0.712	
95	25.131		0.712	
96	24.419		0.712	
97	23.707		0.712	
98	22.995		0.712	
99	22.283		0.712	
			0.712	
100	21.571			

表 3-22 制御棒案内管のデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
100	21.571		0.679	
101	20.892			
102	20.214		0.678	
103	19.535		0.679	
104	18.856		0.679	
105	18.178		0.678	
106	17.499		0.679	
107	17.499		—	

表 3-23 制御棒駆動機構ハウジング (内側) のデータ諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 EL (m)	質量 (t)	部材長 (m)	ばね定数 (kN/m)
107	17.499		0.991	
108	16.508			
109	15.644		0.864	
110	14.781		0.863	
111	13.917		0.864	
112	13.054		0.863	

表 3-24 原子炉建物ばね定数（鉛直方向）

No.	名称	ばね定数 (kN・m/rad)	減衰定数 (%)
$K_{\theta}$	トラス端部回転拘束ばね	$1.24 \times 10^8$	5.0

表 3-25 解析に用いる原子炉建物の物性値

名称	縦弾性係数 (MPa)	ポアソン比	減衰定数 (%)
原子炉建物（建物，基礎スラブ）	$2.25 \times 10^4$	0.20	5.0
原子炉建物（屋根トラス部）	$2.05 \times 10^5$	0.30	2.0

表 3-26 解析に用いる大型機器系の物性値（水平方向）

名称	縦弾性係数 (MPa)	ポアソン比	減衰定数 (%)
原子炉格納容器		0.30	1.0
ガンマ線遮蔽壁		0.30	5.0
原子炉圧力容器ペDESTAL		0.30	5.0
原子炉圧力容器	上部（質点61～70間）*		0.30
	下部（質点70～83間）*		0.30
	支持スカート		0.30
気水分離器		0.30	1.0
スタンドパイプ		0.30	1.0
炉心シュラウド		0.30	1.0
燃料集合体		0.40	7.0
制御棒案内管		0.30	1.0
制御棒駆動機構ハウジング		0.30	3.5

注記\*：質点番号は代表してNS方向での地震応答解析モデルのものを示す。

表 3-27 解析に用いる大型機器系の物性値（鉛直方向）

名称	減衰定数 (%)
原子炉格納容器	1.0
ガンマ線遮蔽壁	5.0
原子炉圧力容器ペDESTAL	5.0
原子炉圧力容器	1.0
気水分離器	1.0
スタンドパイプ	1.0
炉心シュラウド	1.0
燃料集合体	1.0
制御棒案内管	1.0
制御棒駆動機構ハウジング	1.0

### 3.3 解析方法

「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、電子計算機により、剛性マトリックス、質量マトリックスを作り、固有振動数、固有モードマトリックス等を求める。次に、入力地震動に対する各質点の加速度、変位、せん断力、軸力等を直接積分法による時刻歴応答解析により時間の関数として求め、地震継続時間中のこれらの最大値を求める。

以上の計算は、解析コード「D Y N A 2 E」を使用し、時刻歴応答解析を実施する。

なお、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、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

大型機器系の地震応答計算書の動的解析は、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、直接積分法による時刻歴応答解析により実施する。時刻歴応答解析の解析計算刻みは、水平方向、鉛直方向ともに 0.001 s に設定する。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は原子炉建物基礎スラブ上端 (EL1.300m) とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

なお、機器・配管系については 20%増しで算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- $C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数
- $W_i$  : 第  $i$  層が支える重量
- $Z$  : 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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

なお、機器・配管系については 20%増しで算定する。

$$K=0.1 \cdot n \cdot (1-H) / 40 \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで,

- K : 地下部分の水平震度  
n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)  
H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)  
Z : 地震地域係数 (1.0)  
 $\alpha$  : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

原子炉建物の各層に生じる水平地震力は、表 3-28 に示す VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」に記載の値を用いる。

表 3-28 地震層せん断力係数(3.0・C<sub>i</sub>)

標高 EL (m)	地震層せん断力係数	
	NS 方向	EW 方向
63.500~51.700	1.875	1.797
51.700~42.800	1.317	1.299
42.800~34.800	0.954	0.915
34.800~30.500	0.780	0.765
30.500~23.800	0.711	0.708
23.800~15.300	0.624	0.627
15.300~8.800	0.543	0.543
8.800~1.300	0.480	0.480

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

なお、機器・配管系については 20%増しで算定する。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

ここで,

- $C_v$  : 鉛直震度  
 $R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)



### 3.4 解析条件

#### 3.4.1 耐震壁の復元力特性

耐震壁の復元力特性については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す。

#### 3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねの復元力特性については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す。

#### 3.4.3 材料物性の不確かさ

解析においては、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に記載の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する解析ケースを表3-29に示す。

表3-29 大型機器系の材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	地盤物性	備考
ケース1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース2 (地盤物性+ $\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤+ $\sigma$ (+10%, +20%)	
ケース3 (地盤物性- $\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤- $\sigma$ (-10%, -20%)	

## 4. 解析結果

本章では、弾性設計用地震動  $S_d$  及び基準地震動  $S_s$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

### 4.1 固有値解析

地震応答解析より得られた固有周期の中で、固有周期 0.050 s 以上の次数についてまとめた結果を表 4-1～表 4-3 に示す。また、刺激関数を図示したものを図 4-1～図 4-26 に示す。なお、刺激係数は、モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示している。

### 4.2 地震応答解析及び静的解析

#### (1) 弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的震度

水平方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析及び静的解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-27～図 4-114 に示す。燃料集合体の最大応答相対変位については、図 4-60 及び図 4-104 に示す。原子炉格納容器スタビライザ、原子炉压力容器スタビライザ、シヤラグ、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームに加わる力（ばね反力）を表 4-4 に示す。

鉛直方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-115～図 4-144 に示す。なお、鉛直方向は、「3.3.2 静的解析」において算定した静的震度を一律に適用する。

#### (2) 基準地震動 $S_s$

水平方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-145～図 4-232 に示す。燃料集合体の最大応答変位については、図 4-178 及び図 4-222 に示す。原子炉格納容器スタビライザ、原子炉压力容器スタビライザ、シヤラグ、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームに加わる力（ばね反力）を表 4-5 に示す。

鉛直方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-233～図 4-262 に示す。

表 4-1 固有値解析結果\* (NS 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.219	5.031	原子炉建物
2	0.202	-3.889	燃料集合体
3	0.135	0.341	炉心シュラウド
4	0.110	2.617	原子炉压力容器
5	0.098	-2.880	原子炉建物
6	0.069	2.641	原子炉建物
7	0.066	-2.622	制御棒案内管
8	0.057	0.799	原子炉压力容器
9	0.052	1.032	原子炉建物
10	0.050	0.062	燃料集合体

注記\* : 固有周期 0.050 s 以上の次数について記載する。

表 4-2 固有値解析結果\* (EW 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.204	20.379	燃料集合体
2	0.200	-19.300	原子炉建物
3	0.135	0.114	炉心シュラウド
4	0.109	1.510	原子炉压力容器
5	0.093	-2.079	原子炉建物
6	0.067	9.382	原子炉建物
7	0.066	-9.524	制御棒案内管
8	0.057	2.023	原子炉压力容器
9	0.051	0.131	原子炉建物
10	0.050	-0.127	燃料集合体

注記\* : 固有周期 0.050 s 以上の次数について記載する。

表 4-3 固有値解析結果\* (鉛直方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.297	1.576	屋根トラス
2	0.106	1.949	原子炉建物
3	0.084	1.617	屋根トラス
4	0.064	-0.544	原子炉建物
5	0.053	-4.659	屋根トラス
6	0.051	4.129	屋根トラス

注記\* : 固有周期 0.050 s 以上の次数について記載する。

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.219      刺激係数 ; 5.031

S2 補 -2-2-1 R0

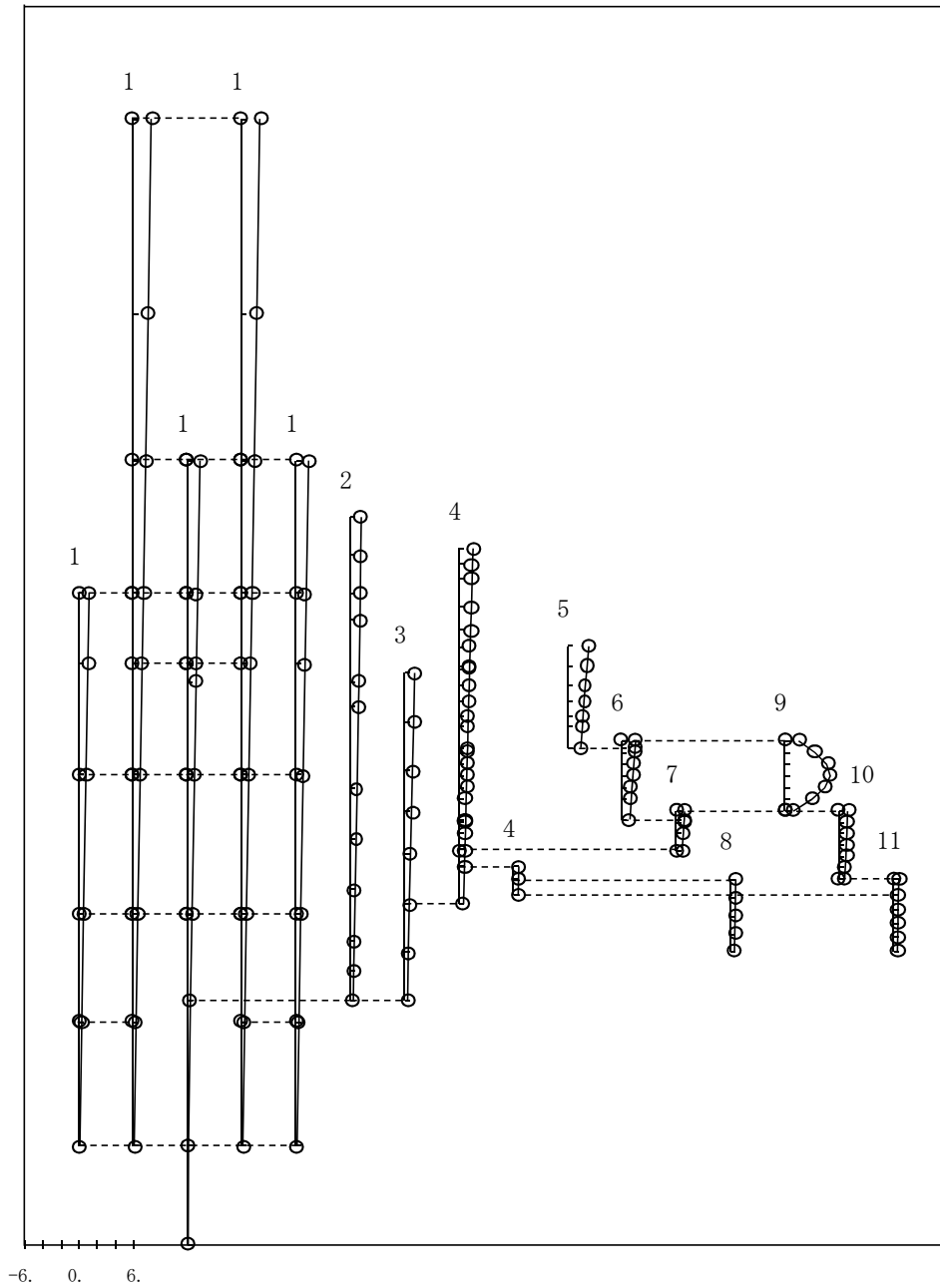


図 4 - 1      刺激関数(第1次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.202      刺激係数      ; -3.889

S2 補 -2-2-1 R0

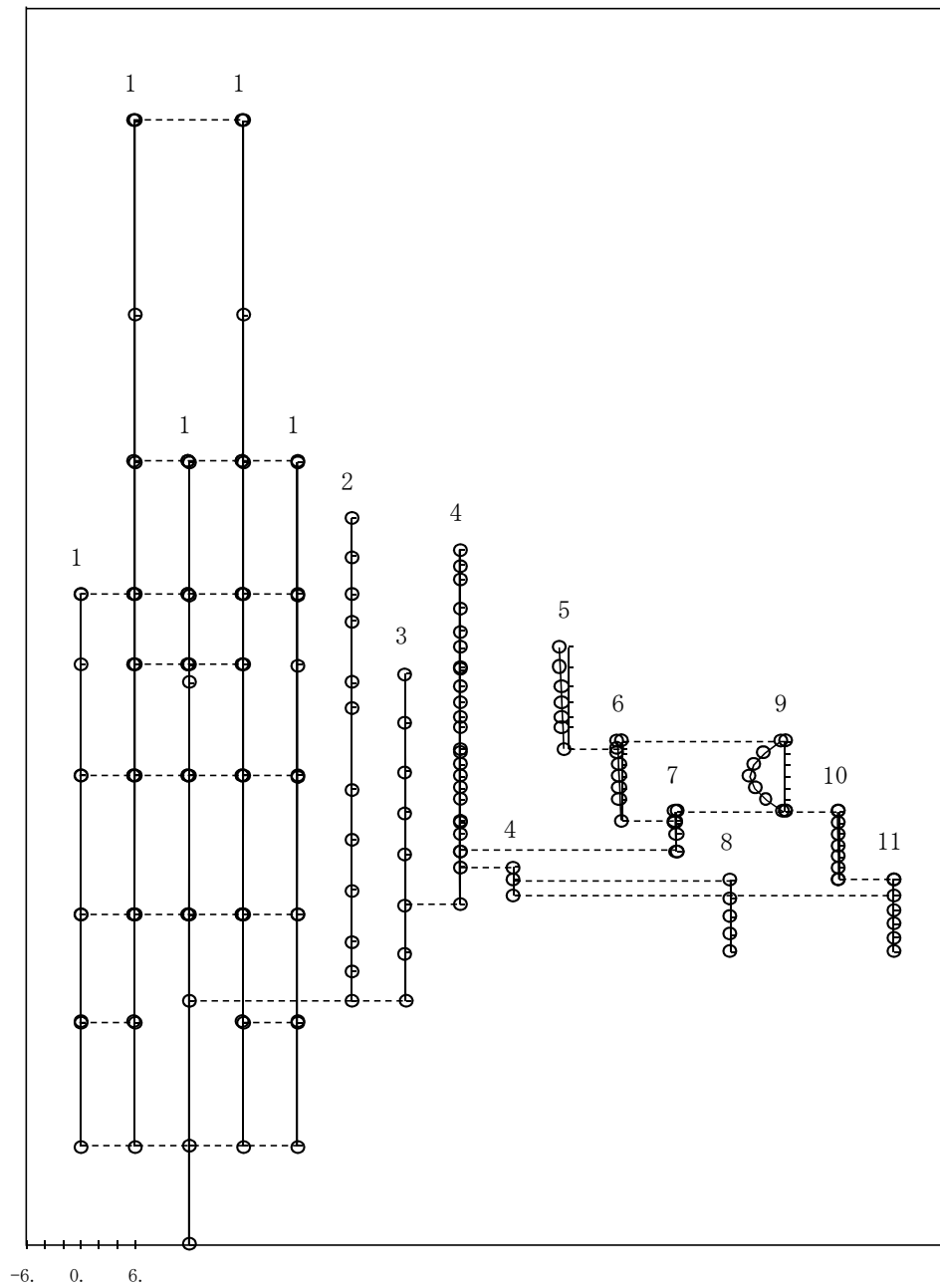


図 4 - 2 刺激関数(第2次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.135      刺激係数 ; 0.341

S2 補 -2-2-1 R0

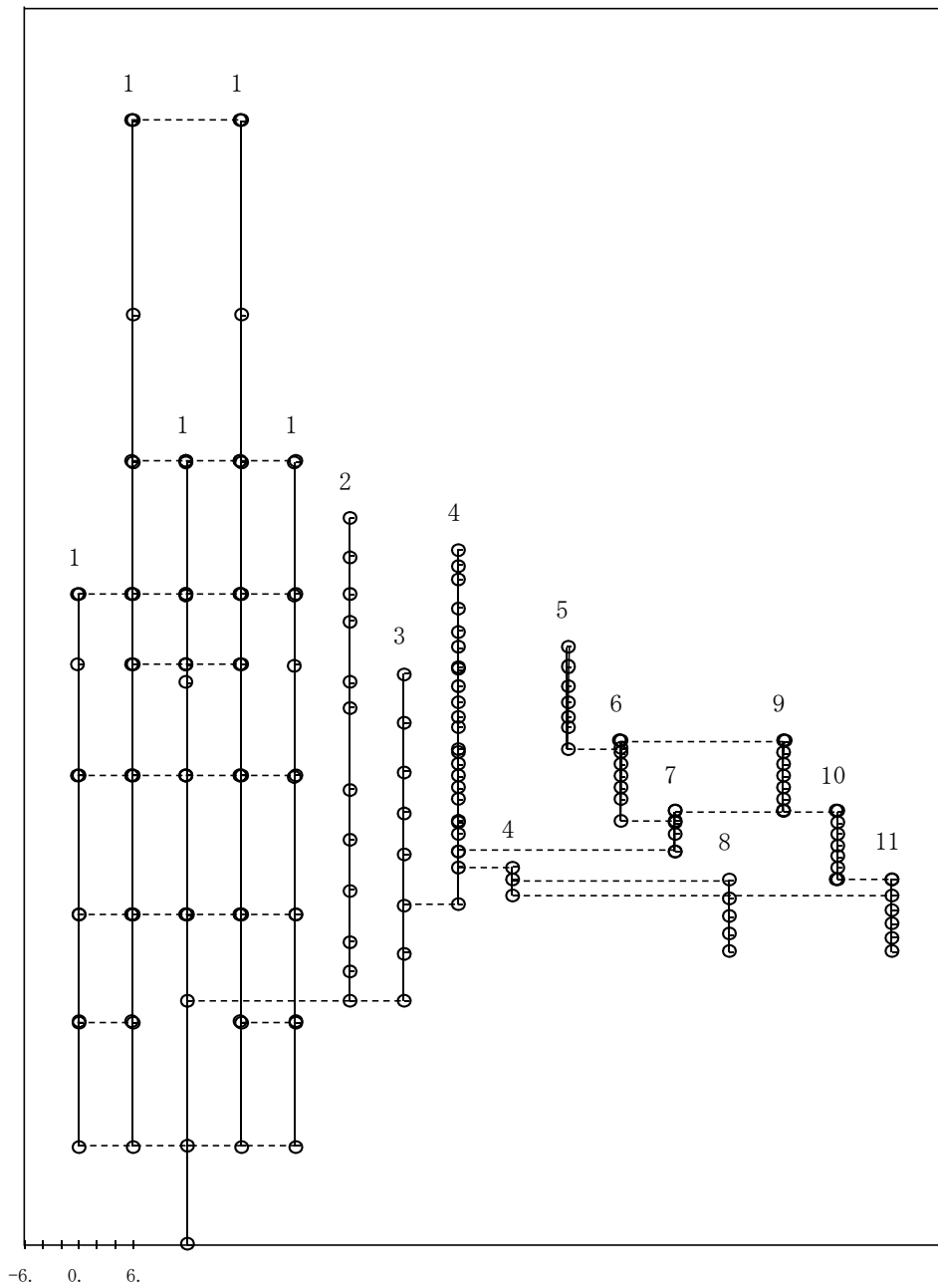


図 4 - 3 刺激関数(第3次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.110      刺激係数 ; 2.617

S2 補 -2-2-1 R0

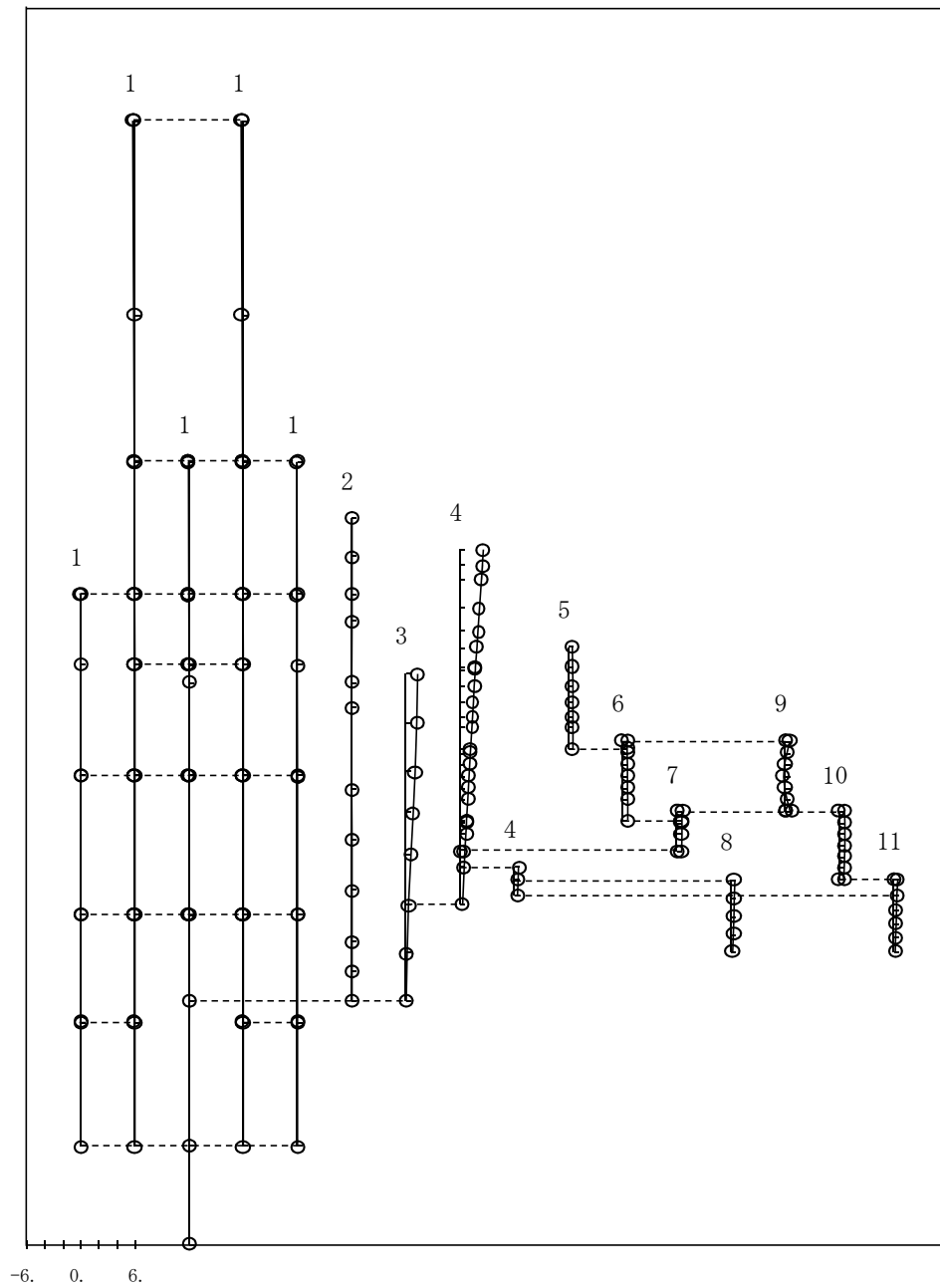


図 4 - 4 刺激関数(第4次モード, NS方向)



プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.098      刺激係数      ; -2.880

S2 補 -2-2-1 R0

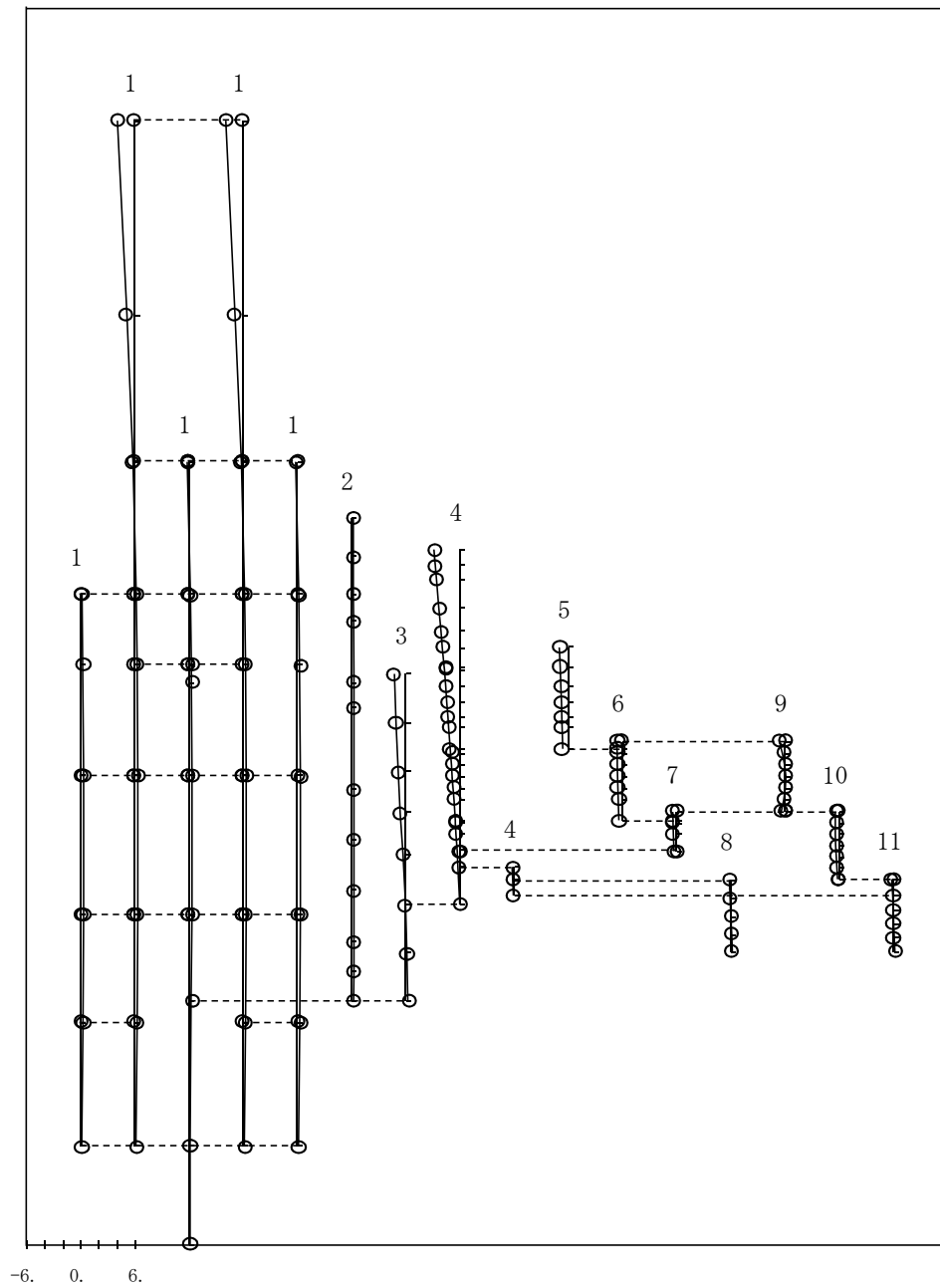


図 4 - 5 刺激関数(第5次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.069      刺激係数                    ; 2.641

S2 補 -2-2-1 R0

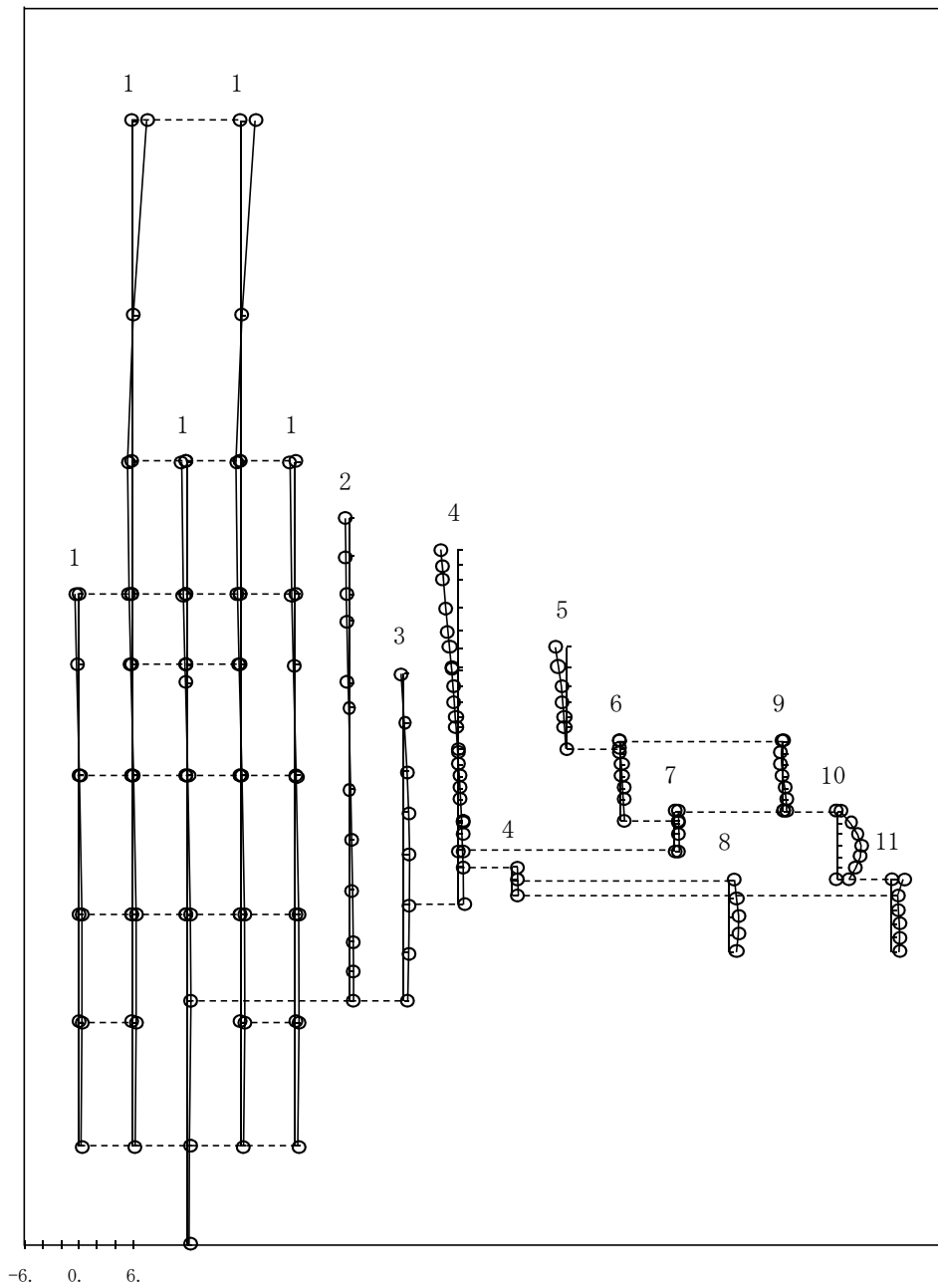


図 4 - 6 刺激関数(第6次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.066      刺激係数      ; -2.622

S2 補 -2-2-1 R0

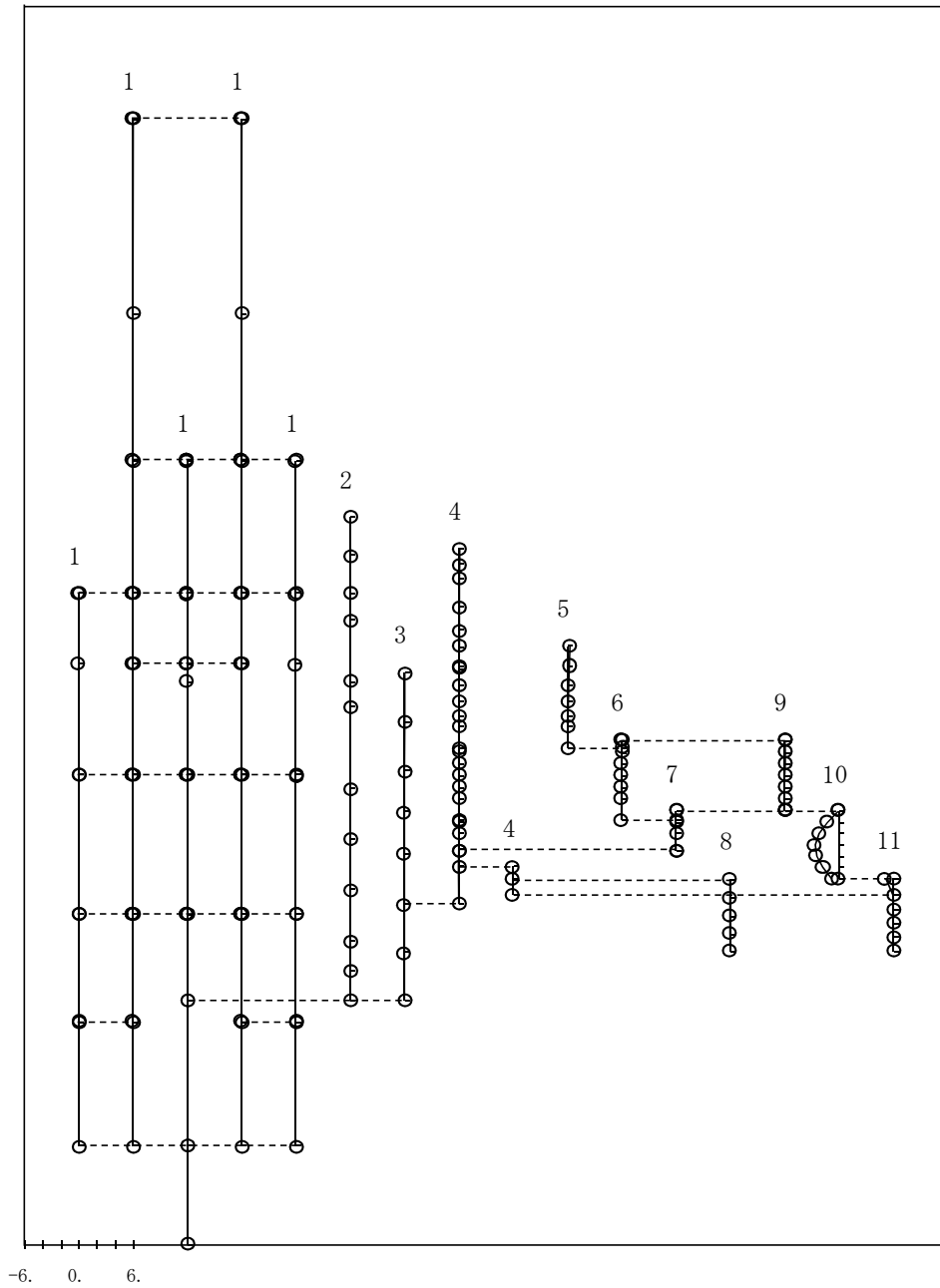


図 4 - 7 刺激関数(第7次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.057      刺激係数 ; 0.799

S2 補 -2-2-1 R0

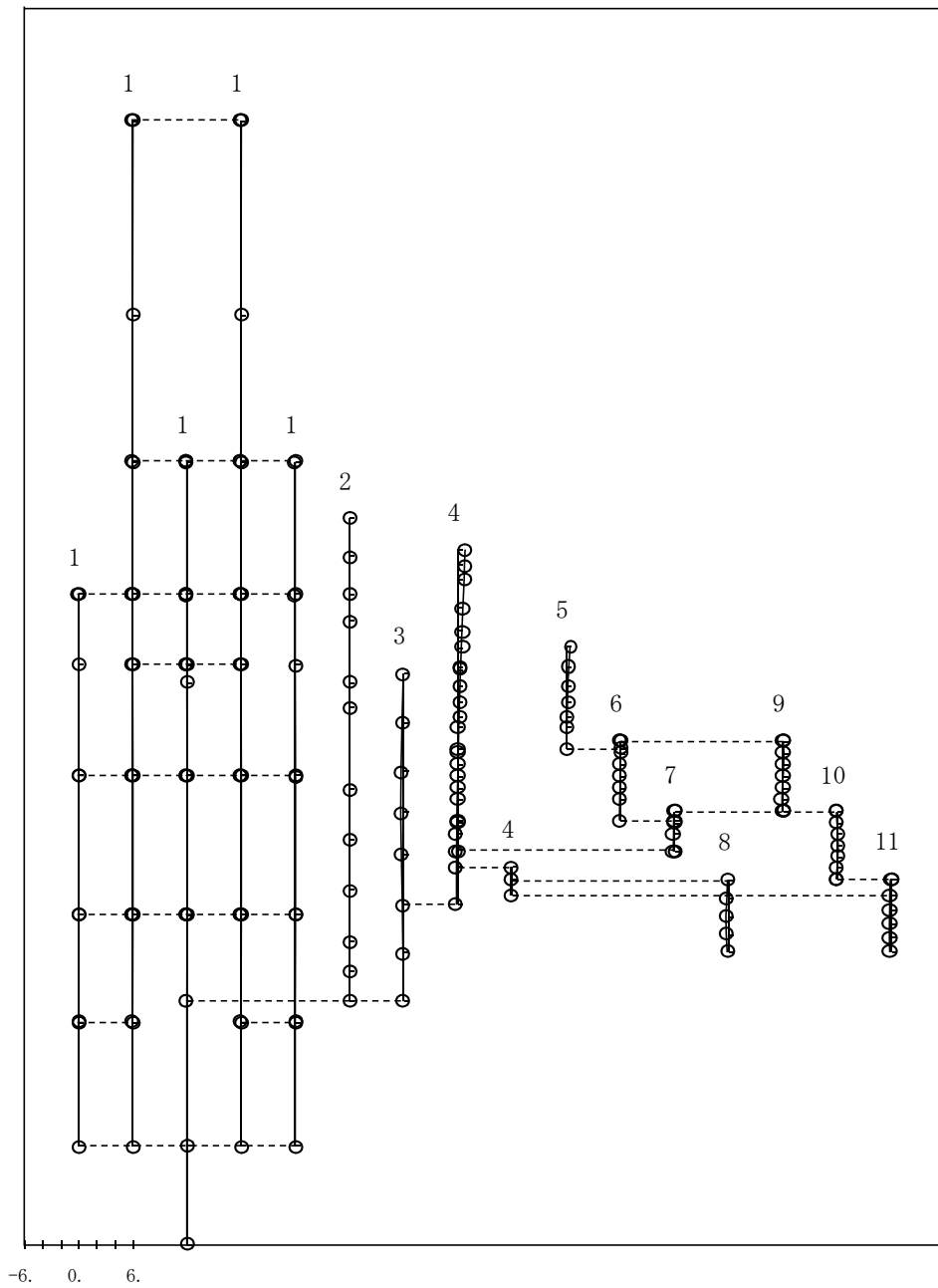


図 4 - 8 刺激関数(第8次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.052      刺激係数      ; 1.032

S2 補 -2-2-1 R0

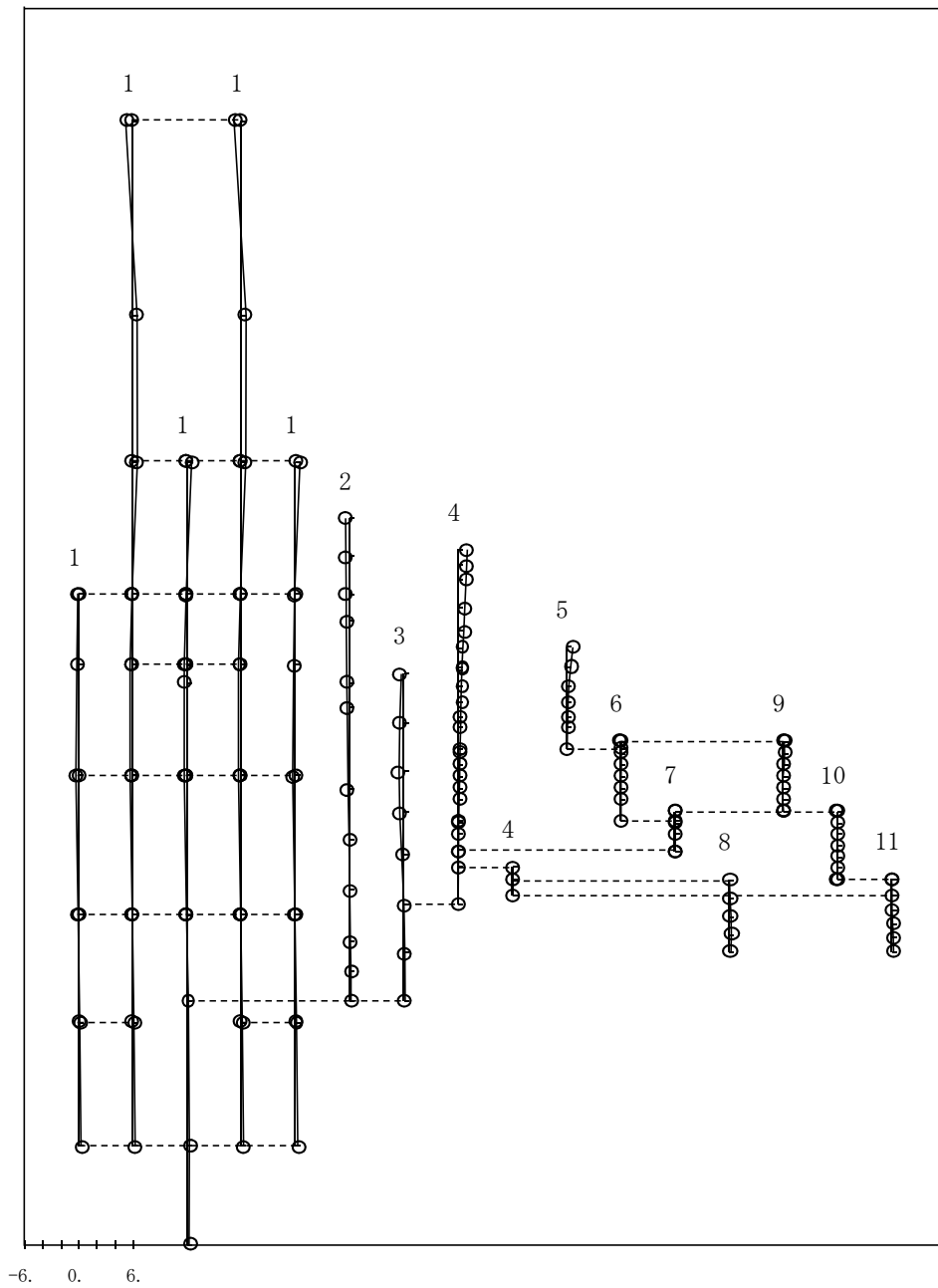


図 4 - 9      刺激関数(第9次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.050      刺激係数 ; 0.062

S2 補 -2-2-1 R0

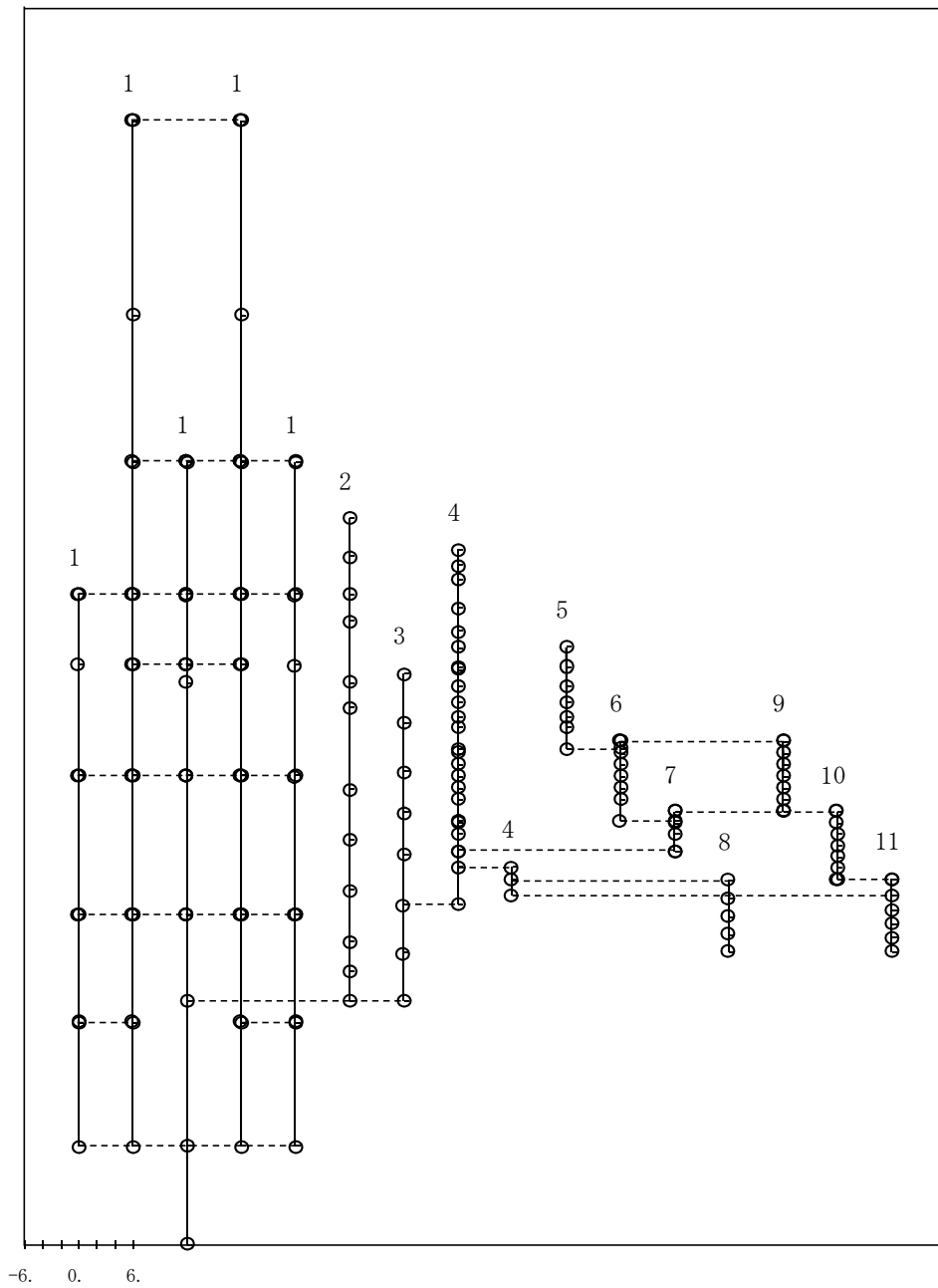


図 4 - 10 刺激関数(第10次モード, NS方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.204      刺激係数 ; 20.379

S2 補 -2-2-1 R0

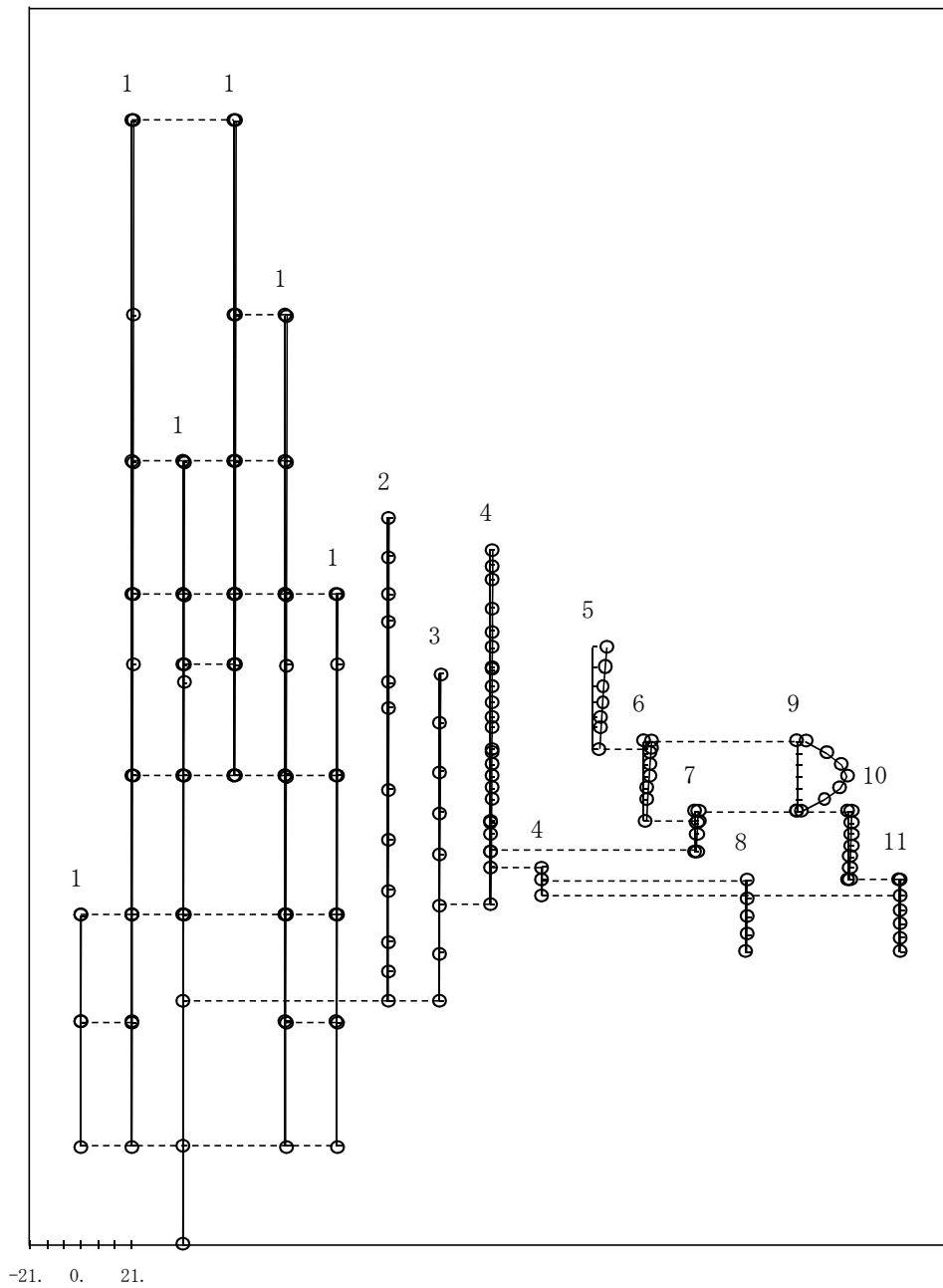


図 4 - 11 刺激関数(第1次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.200 刺激係数 ; -19.300

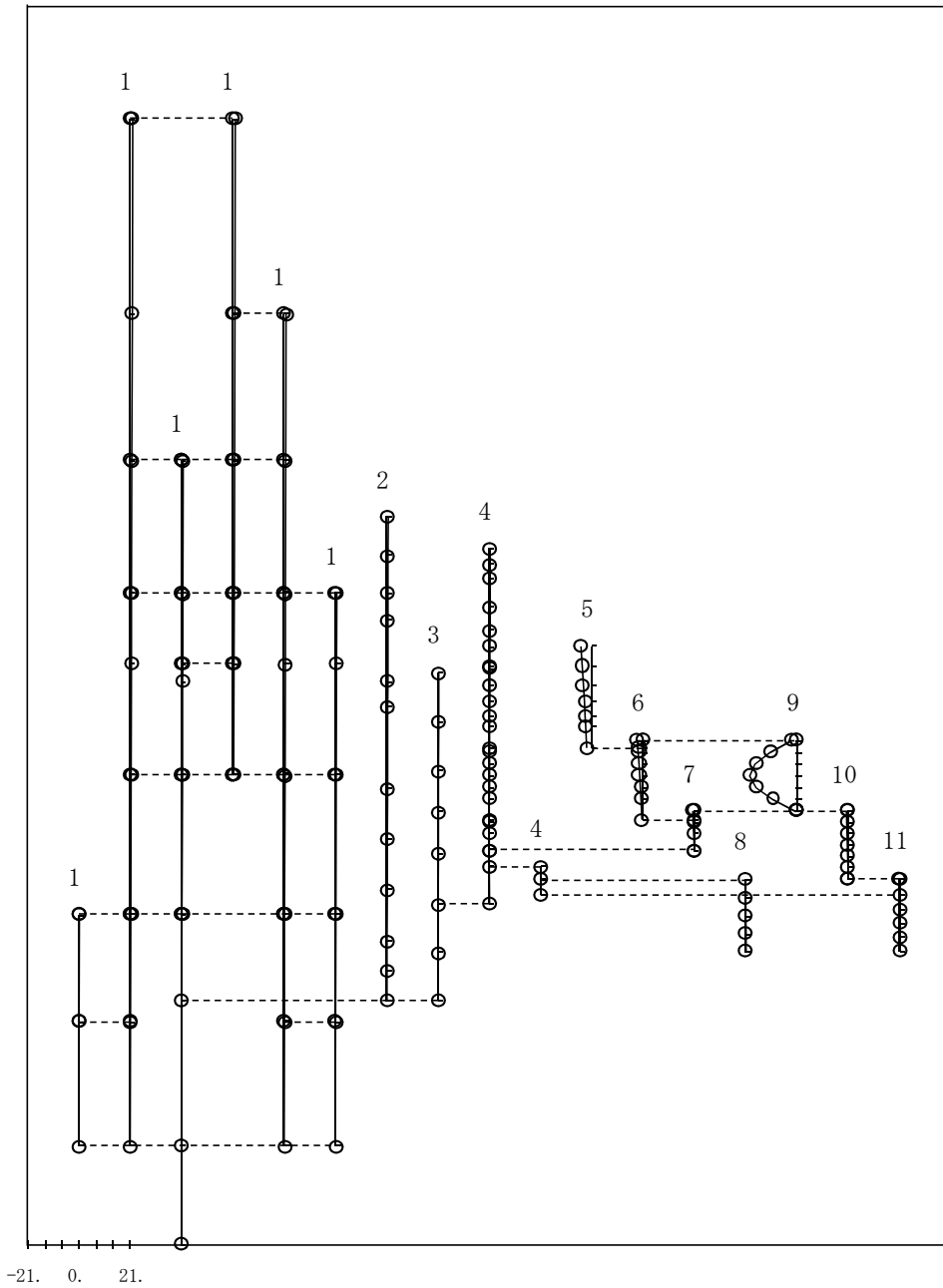


図 4 - 12 刺激関数(第2次モード, EW方向)



プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.135      刺激係数 ; 0.114

S2 補 -2-2-1 R0

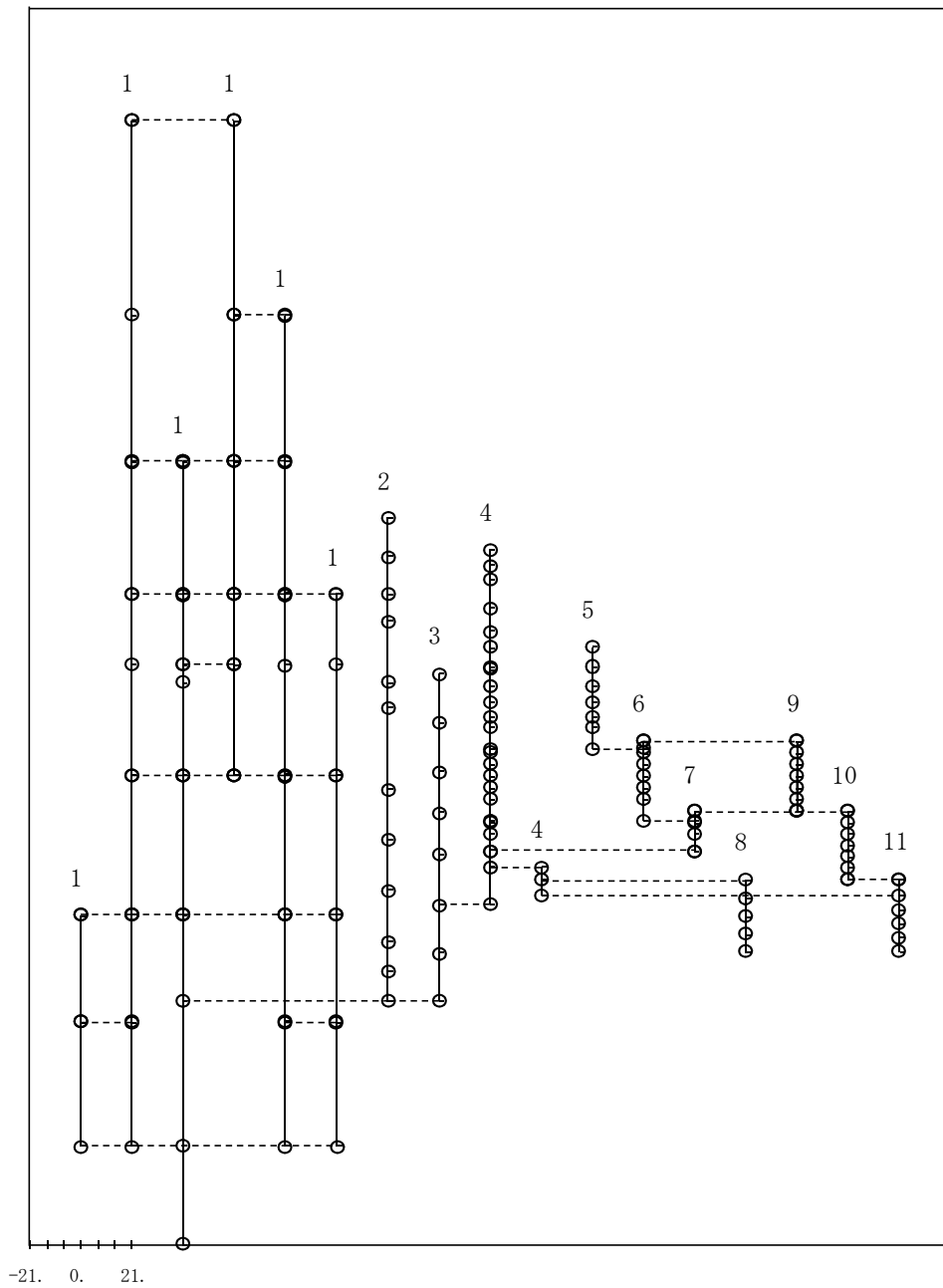


図 4 - 13 刺激関数(第3次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.109      刺激係数 ; 1.510

S2 補 -2-2-1 R0

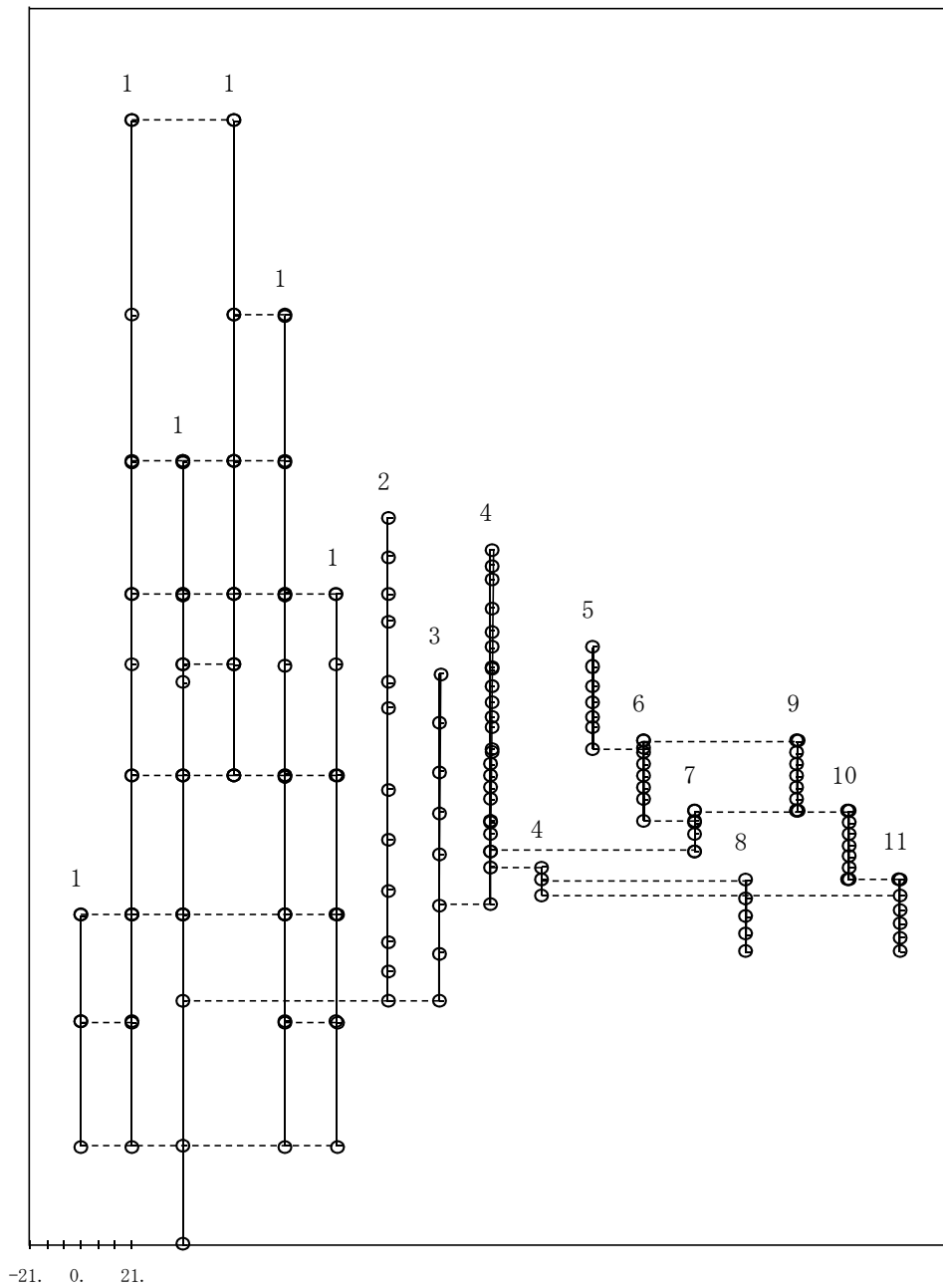


図 4 - 14      刺激関数(第4次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.093      刺激係数      ; -2.079

S2 補 -2-2-1 R0

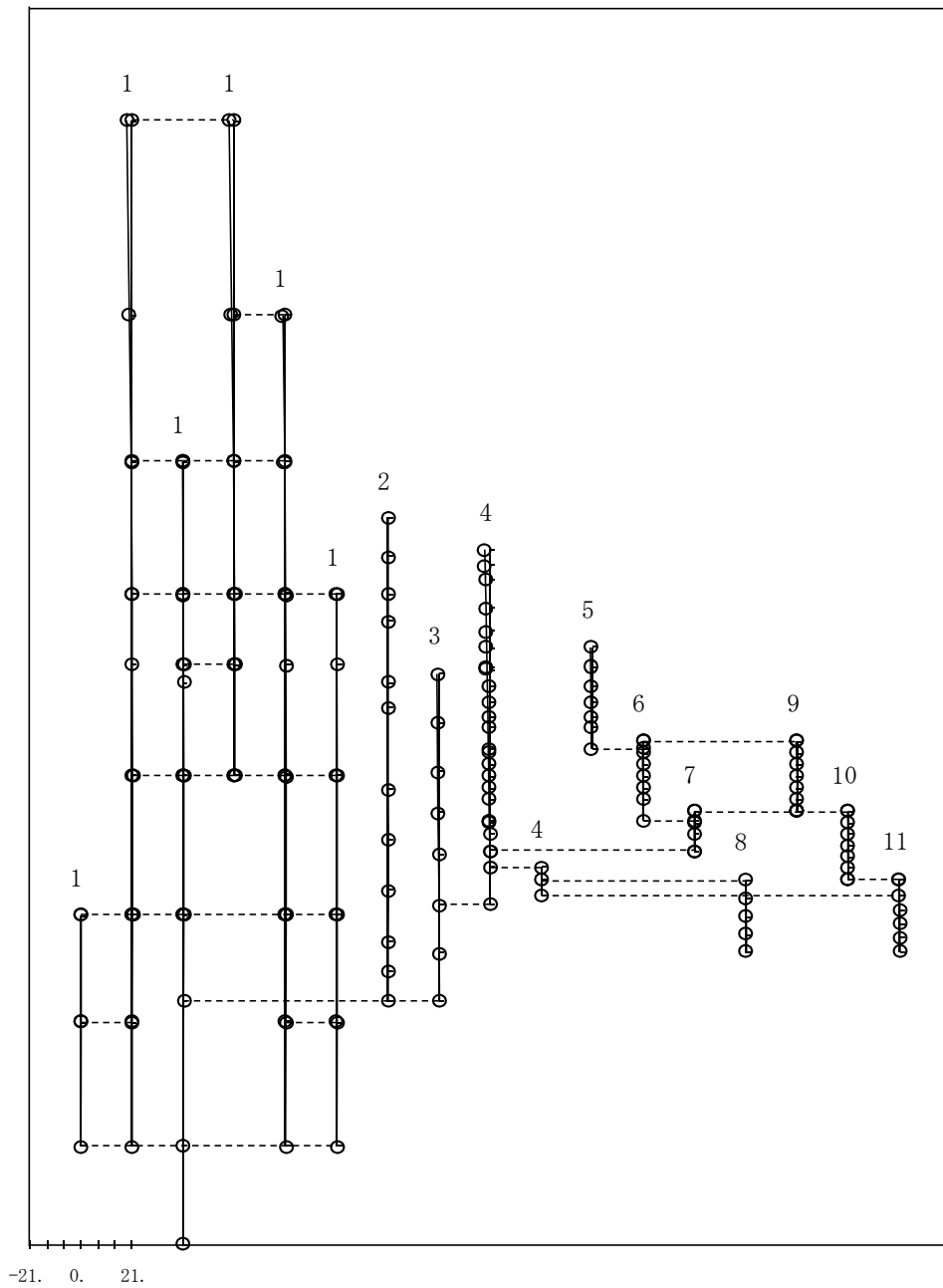


図 4 - 15      刺激関数(第5次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.067      刺激係数 ; 9.382

S2 補 -2-2-1 R0

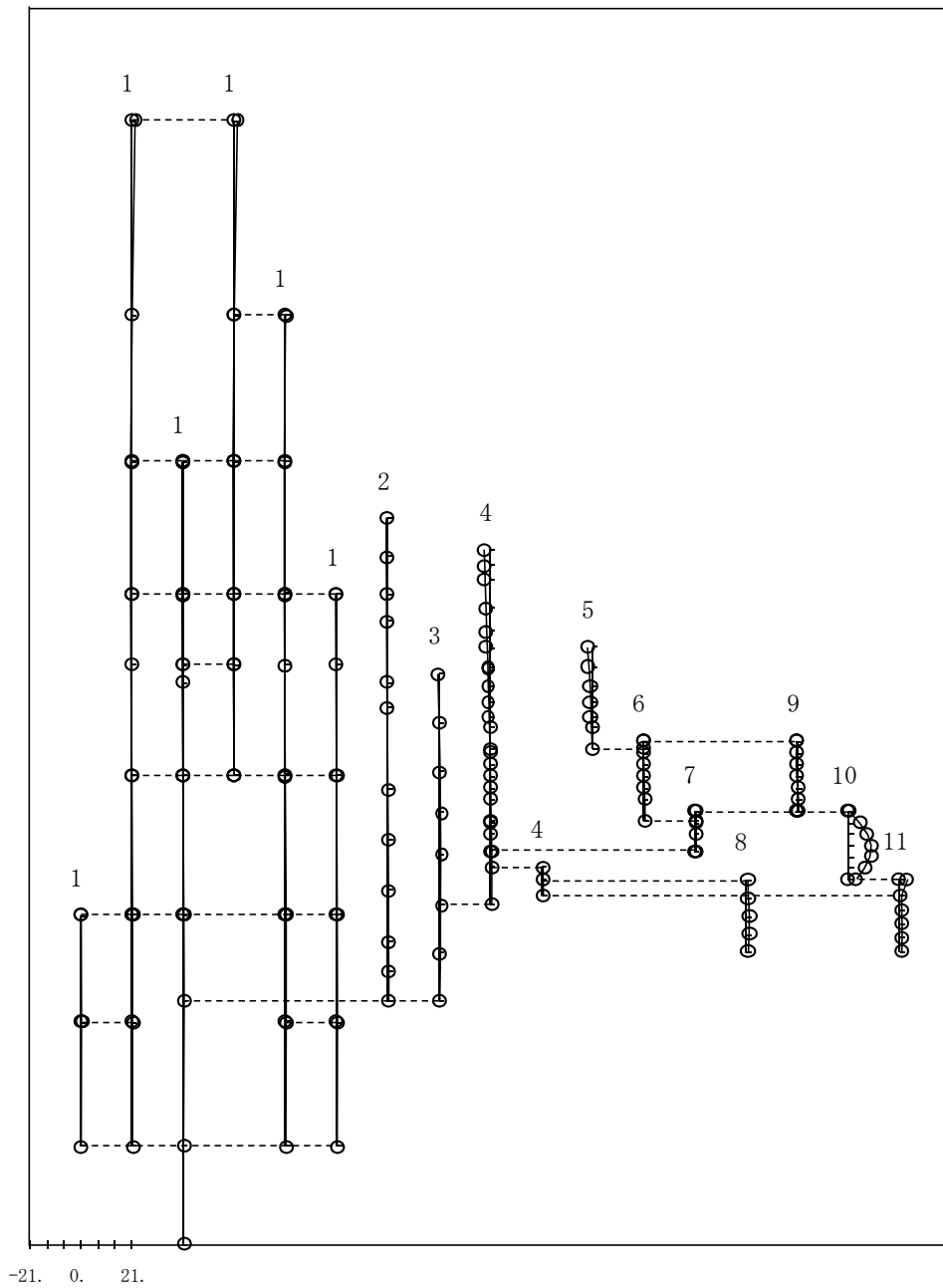


図 4 - 16 刺激関数(第6次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
- 固有周期 (s) ; 0.066      刺激係数      ; -9.524

S2 補 -2-2-1 R0

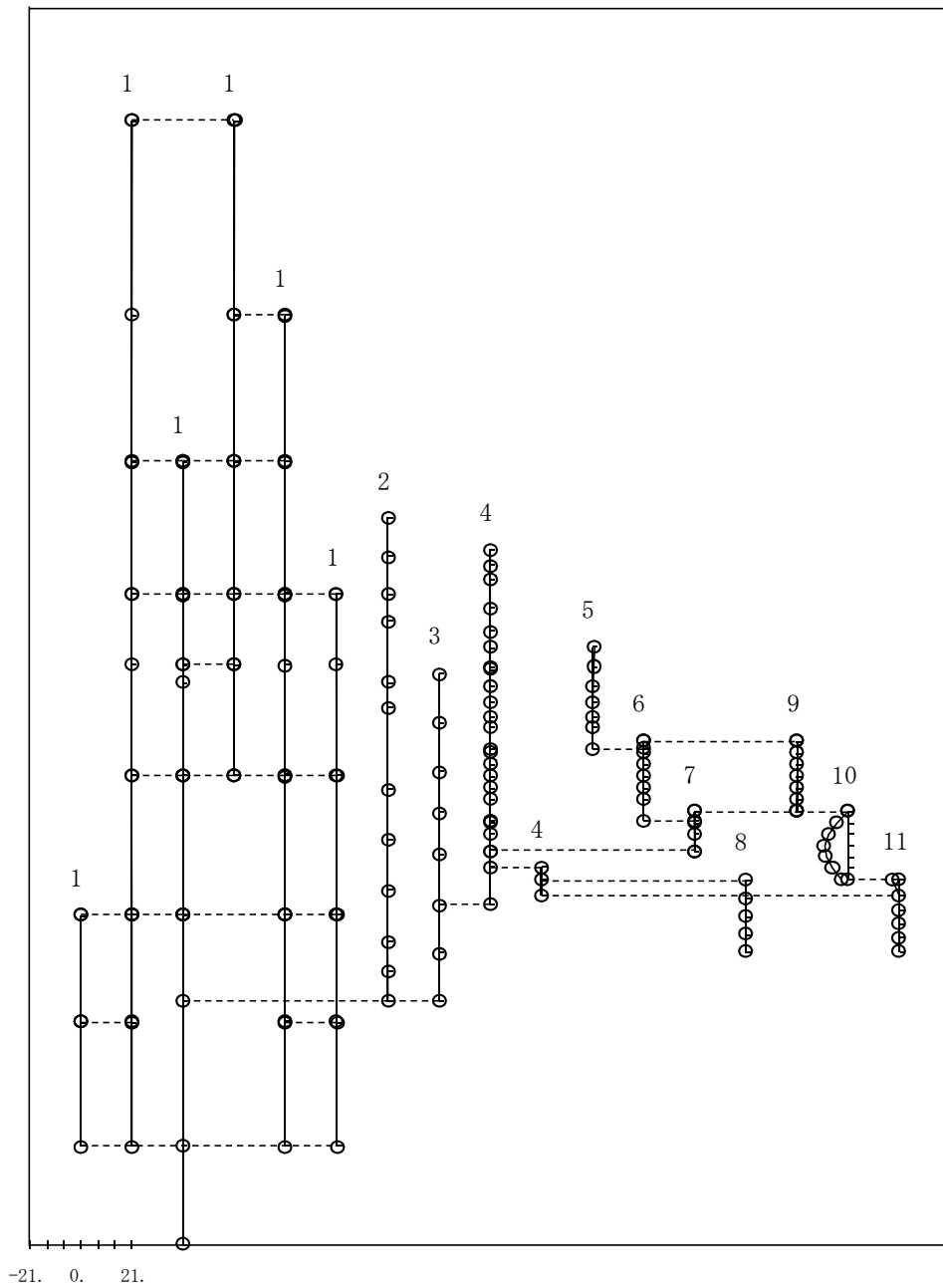


図 4 - 17 刺激関数(第7次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.057      刺激係数 ; 2.023

S2 補 -2-2-1 R0

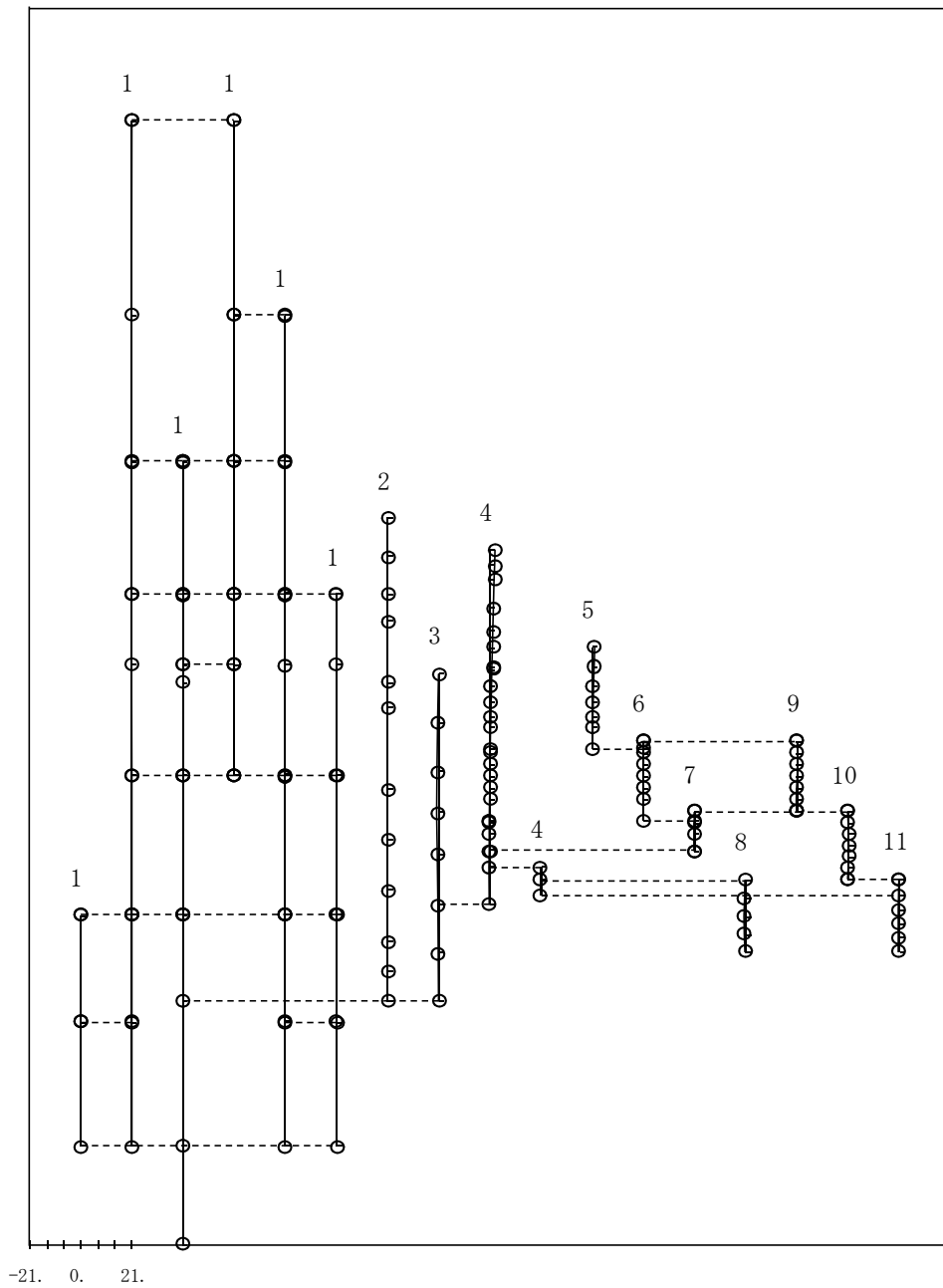


図 4 - 18 刺激関数(第8次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.051      刺激係数 ; 0.131

S2 補 -2-2-1 R0

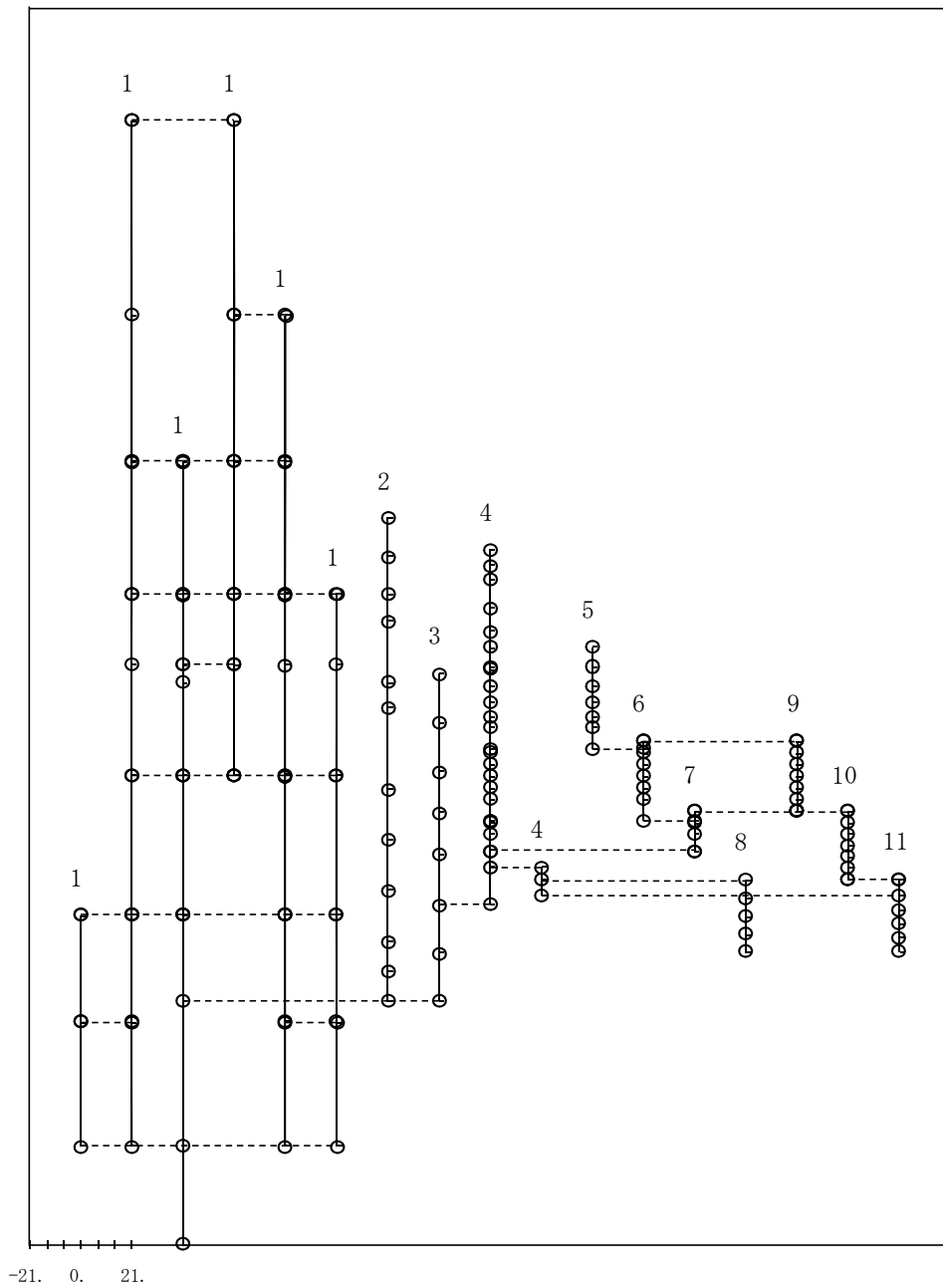


図 4 - 19 刺激関数(第9次モード, EW方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 6 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 原子炉格納容器                                 | 7 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)  |
| 4 原子炉圧力容器                                 | 9 燃料集合体             |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管           |
|   | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |

固有周期 (s) ; 0.050      刺激係数      ; -0.127

S2 補 -2-2-1 R0

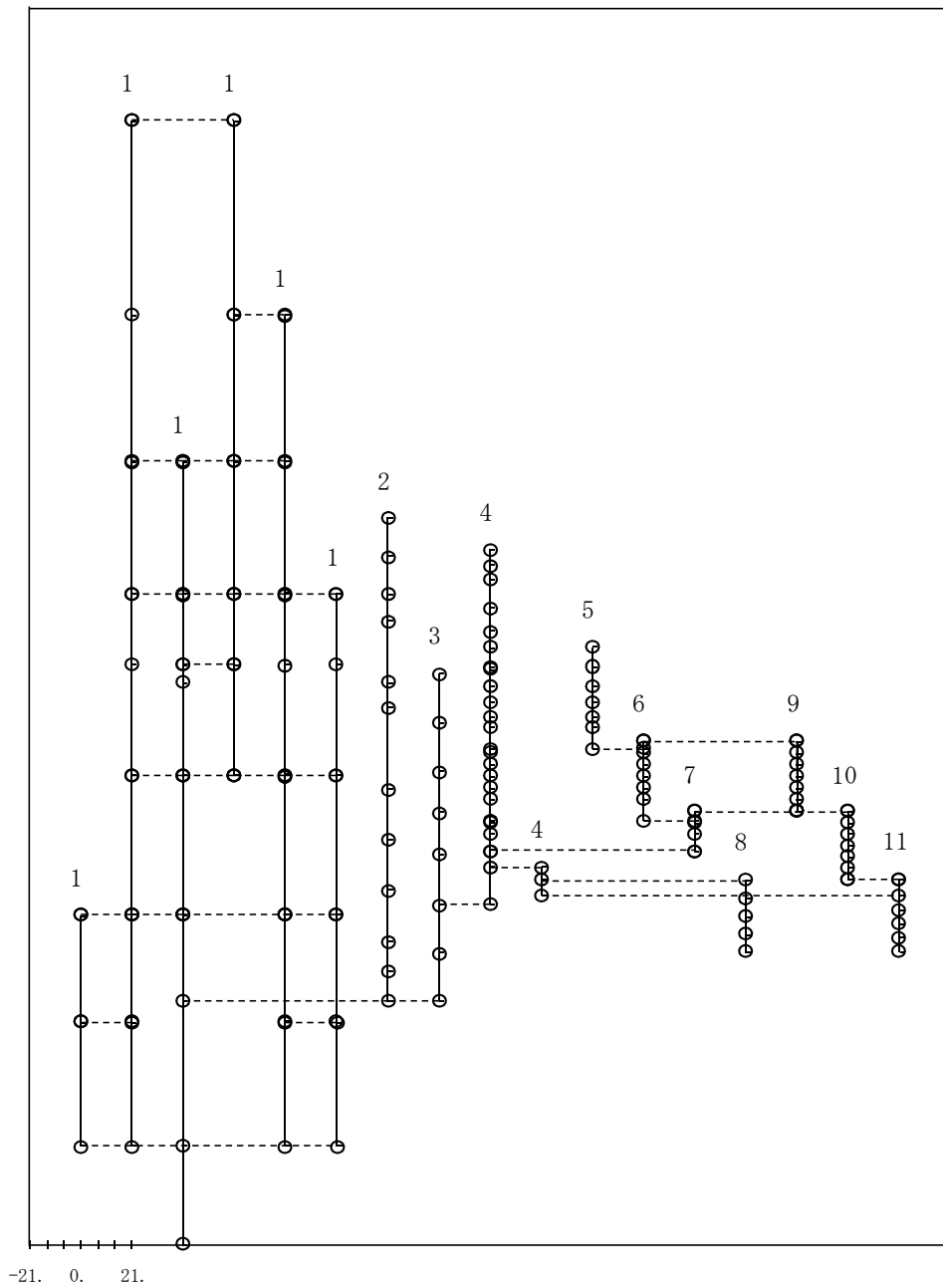


図 4 - 20      刺激関数(第10次モード, EW方向)



プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.297      刺激係数 ; 1.576

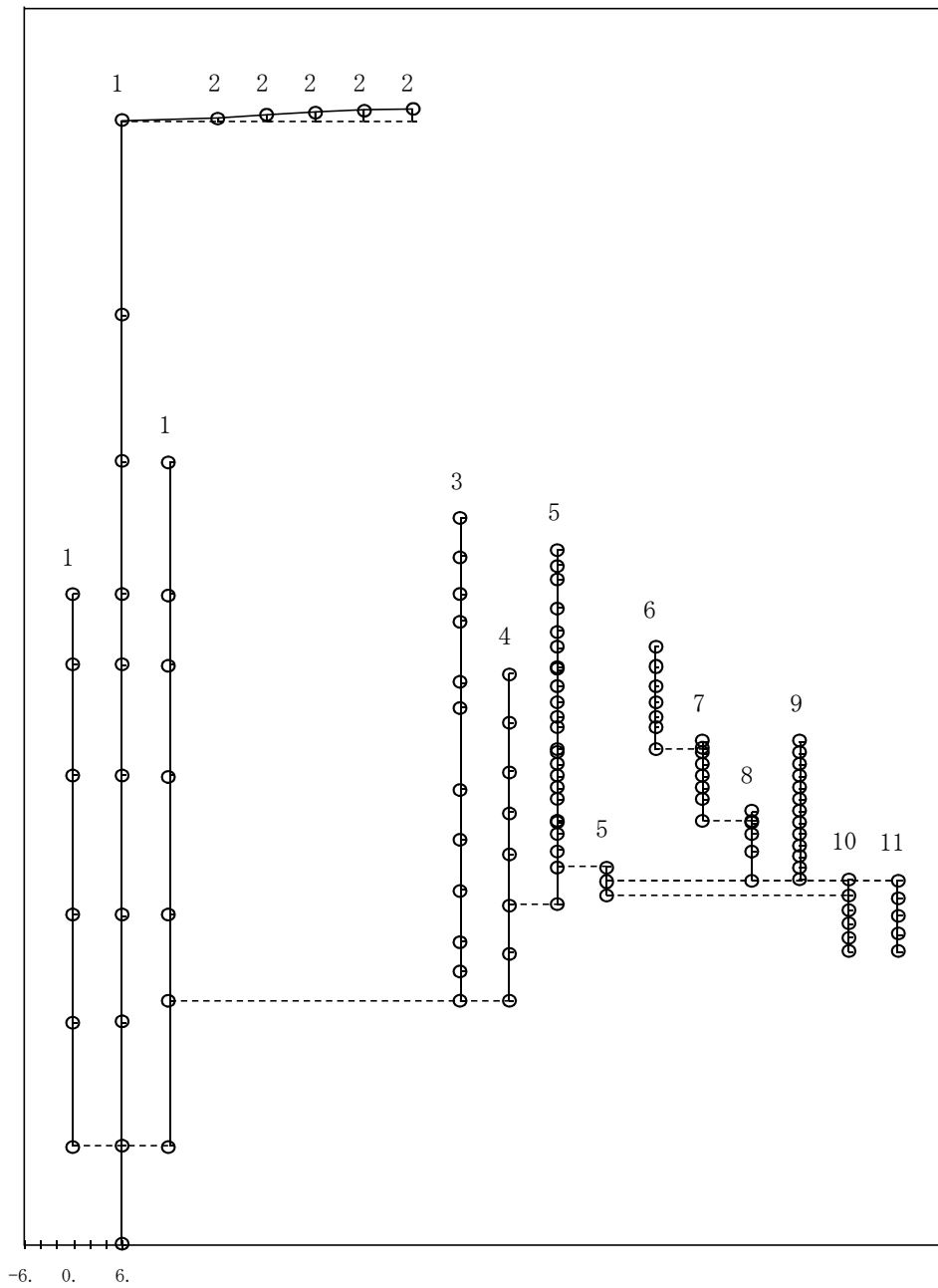


図 4 - 21 刺激関数(第1次モード, 鉛直方向)

S2 補 -2-2-1 R0

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.106      刺激係数 ; 1.949

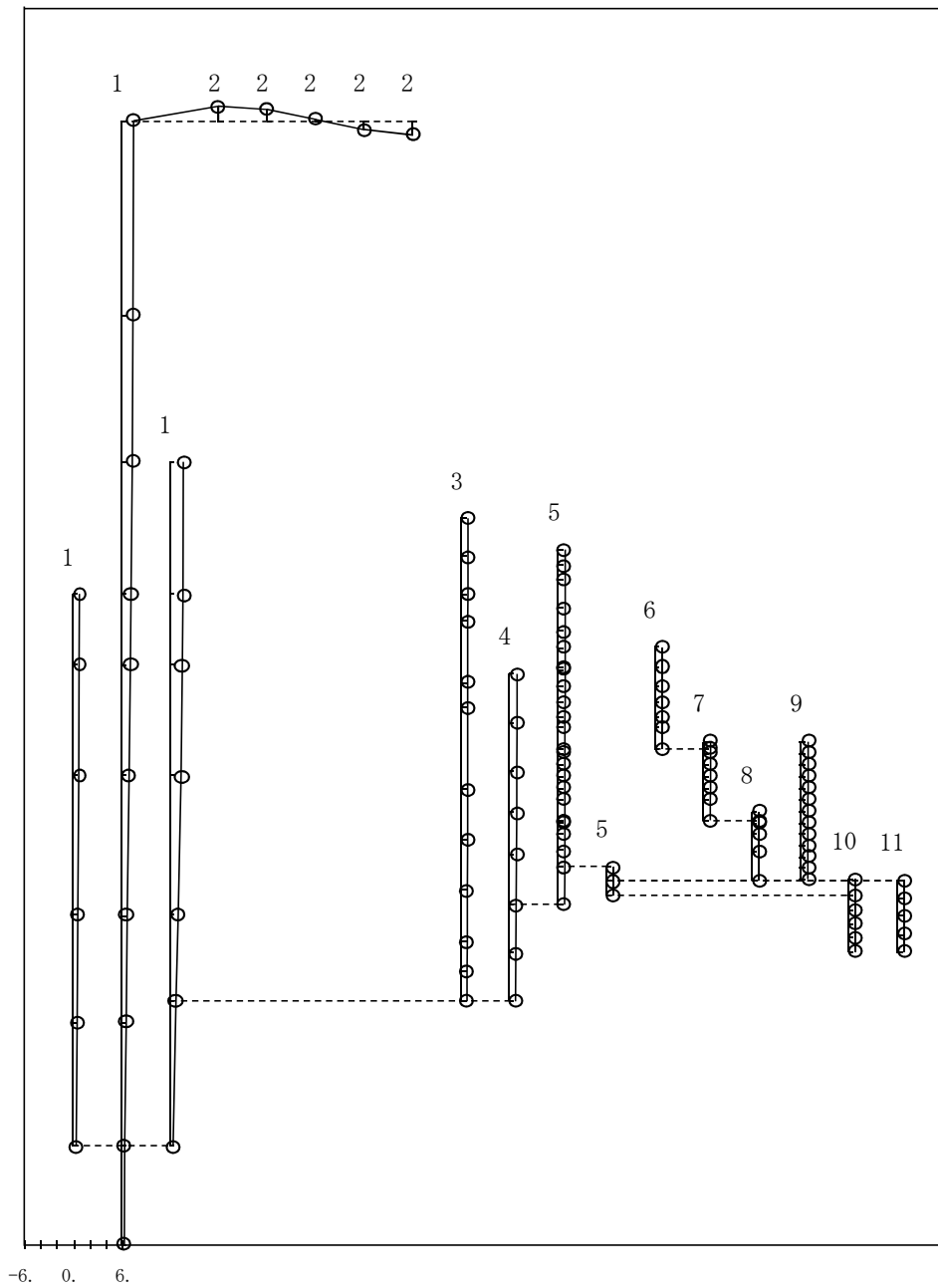


図 4 - 22 刺激関数(第2次モード, 鉛直方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.084      刺激係数      ; 1.617

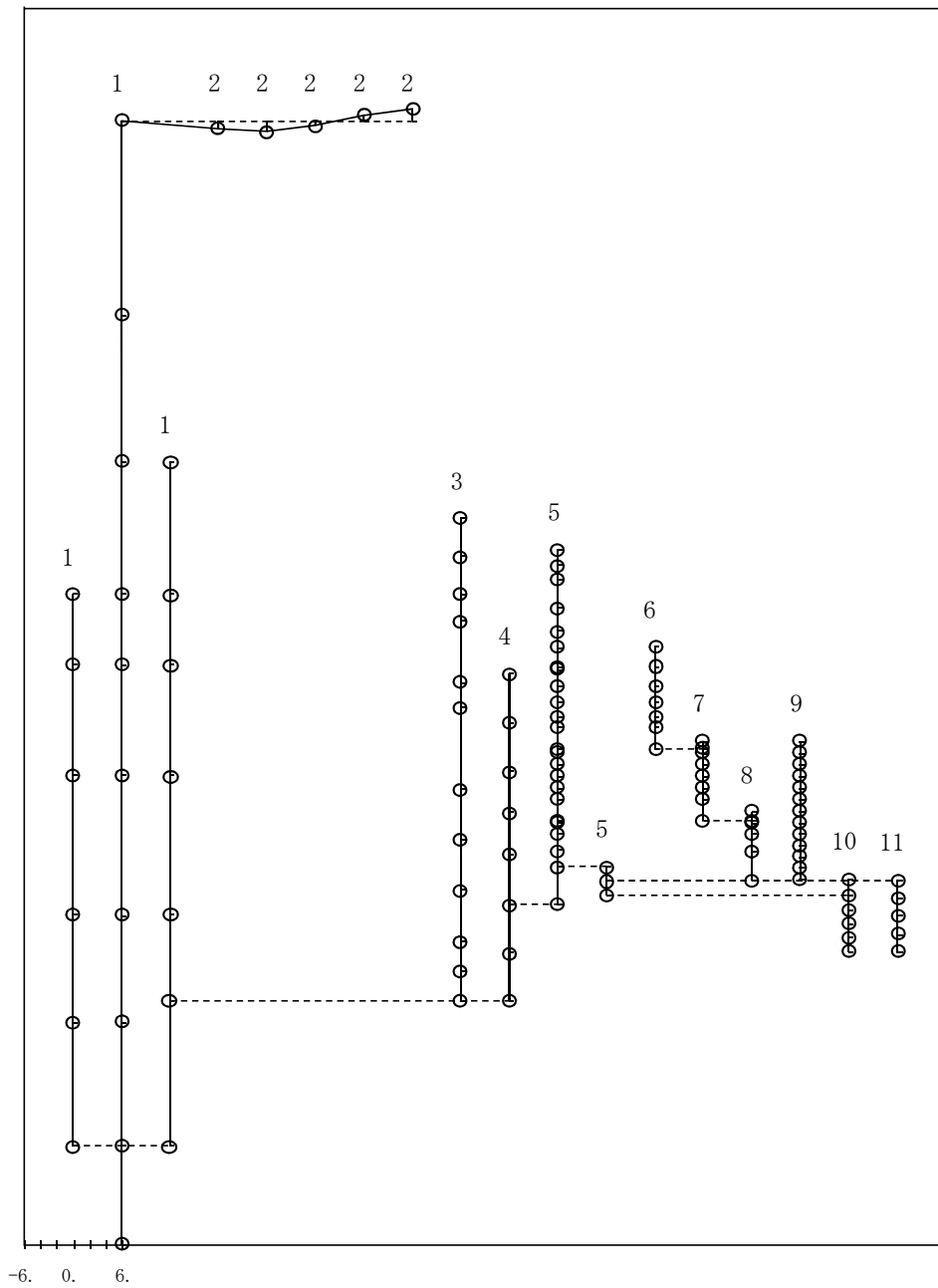


図 4 - 23      刺激関数(第3次モード, 鉛直方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.064      刺激係数      ; -0.544

S2 補 -2-2-1 R0

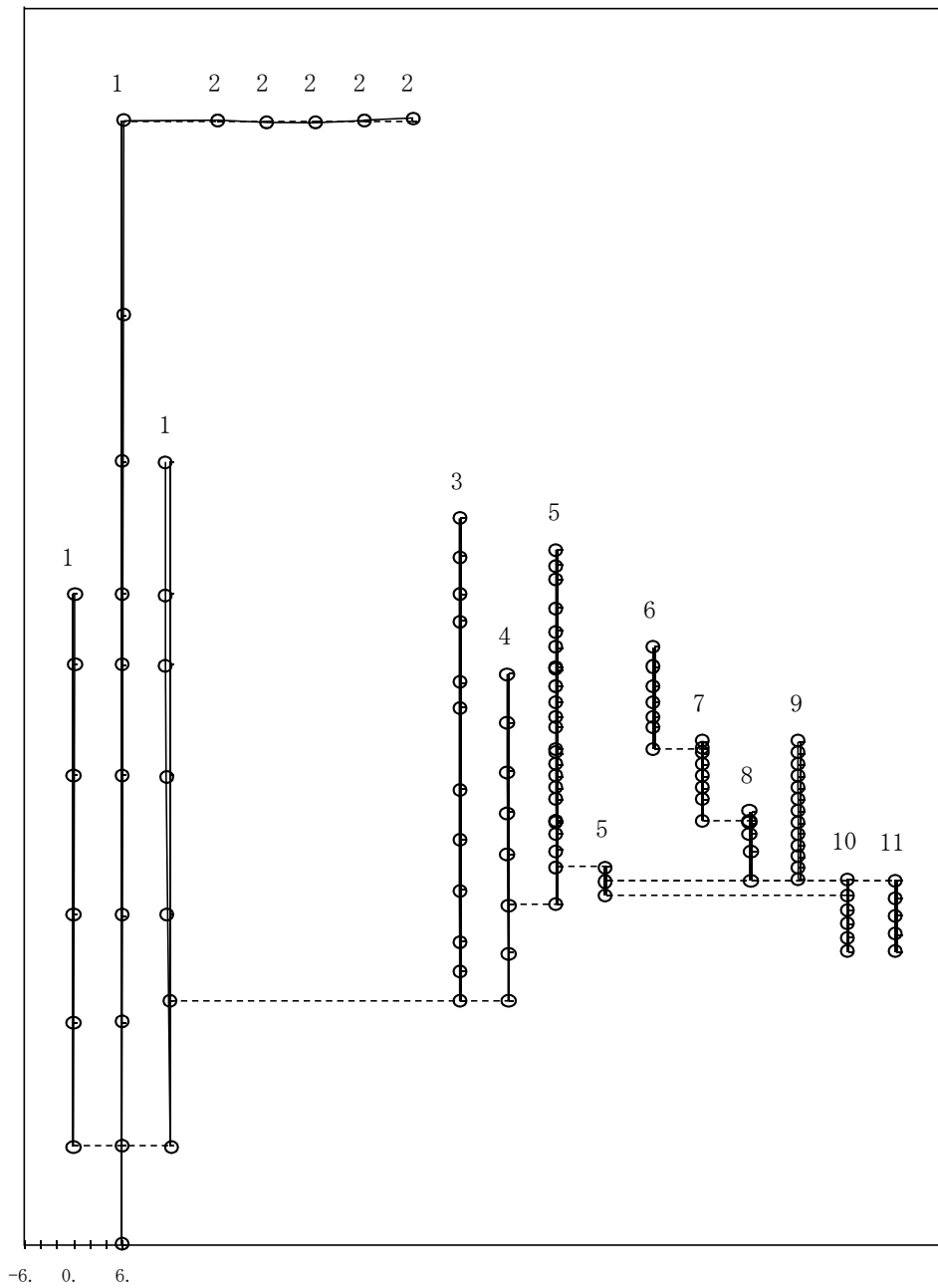


図 4 - 24      刺激関数(第4次モード, 鉛直方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベダスタル                   | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.053      刺激係数      ; -4.659

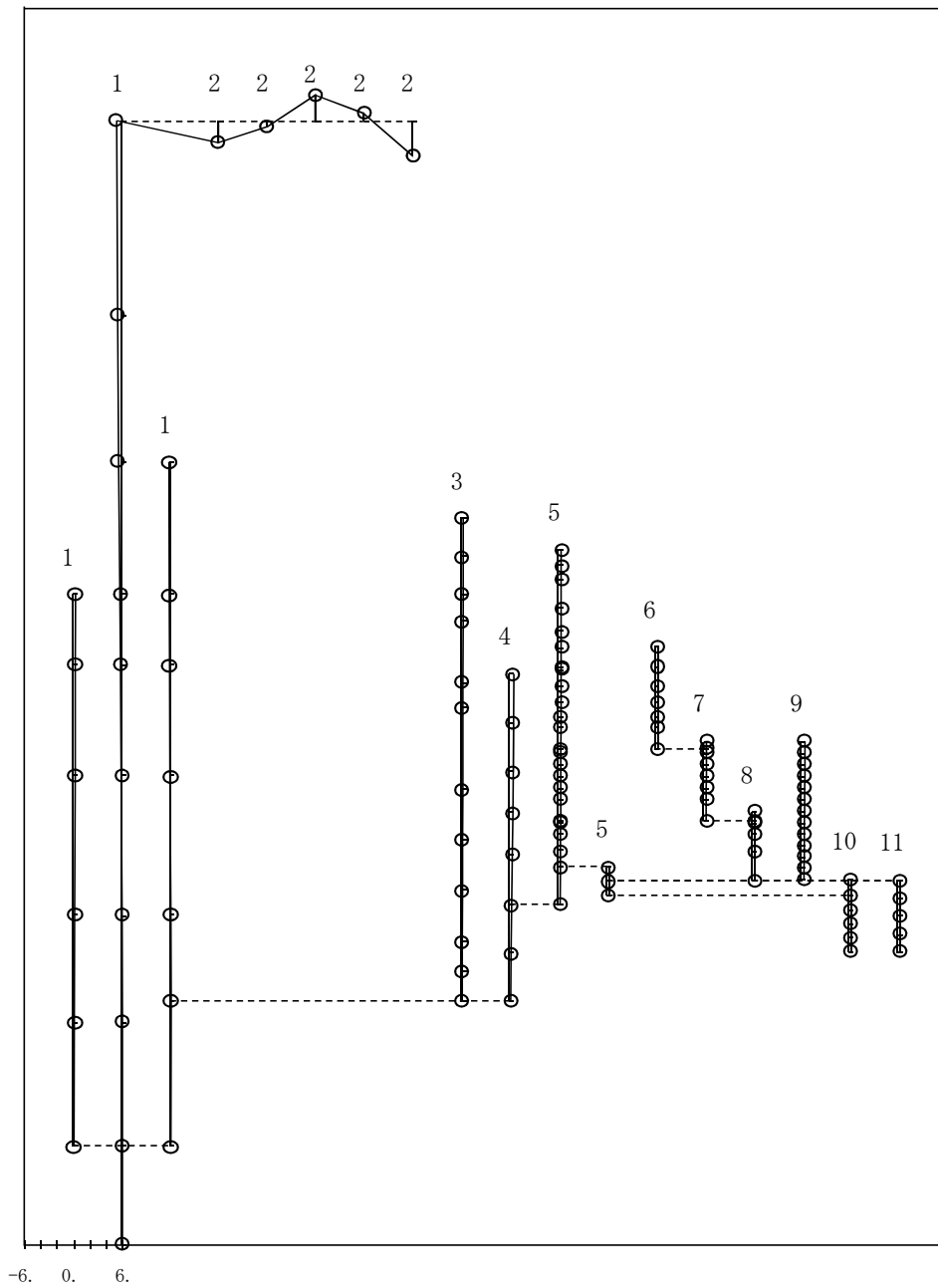


図 4 - 25      刺激関数(第5次モード, 鉛直方向)

プラント名：島根原子力発電所第2号機

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物                                   | 7 炉心シュラウド中間胴        |
| 2 屋根トラス                                   | 8 炉心シュラウド下部胴        |
| 3 原子炉格納容器                                 | 9 燃料集合体及び制御棒案内管     |
| 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベDESTAL                 | 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |
| 5 原子炉圧力容器                                 | 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 6 気水分離器, スタンドパイプ,<br>シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 |                     |

固有周期 (s) ; 0.051 刺激係数 ; 4.129

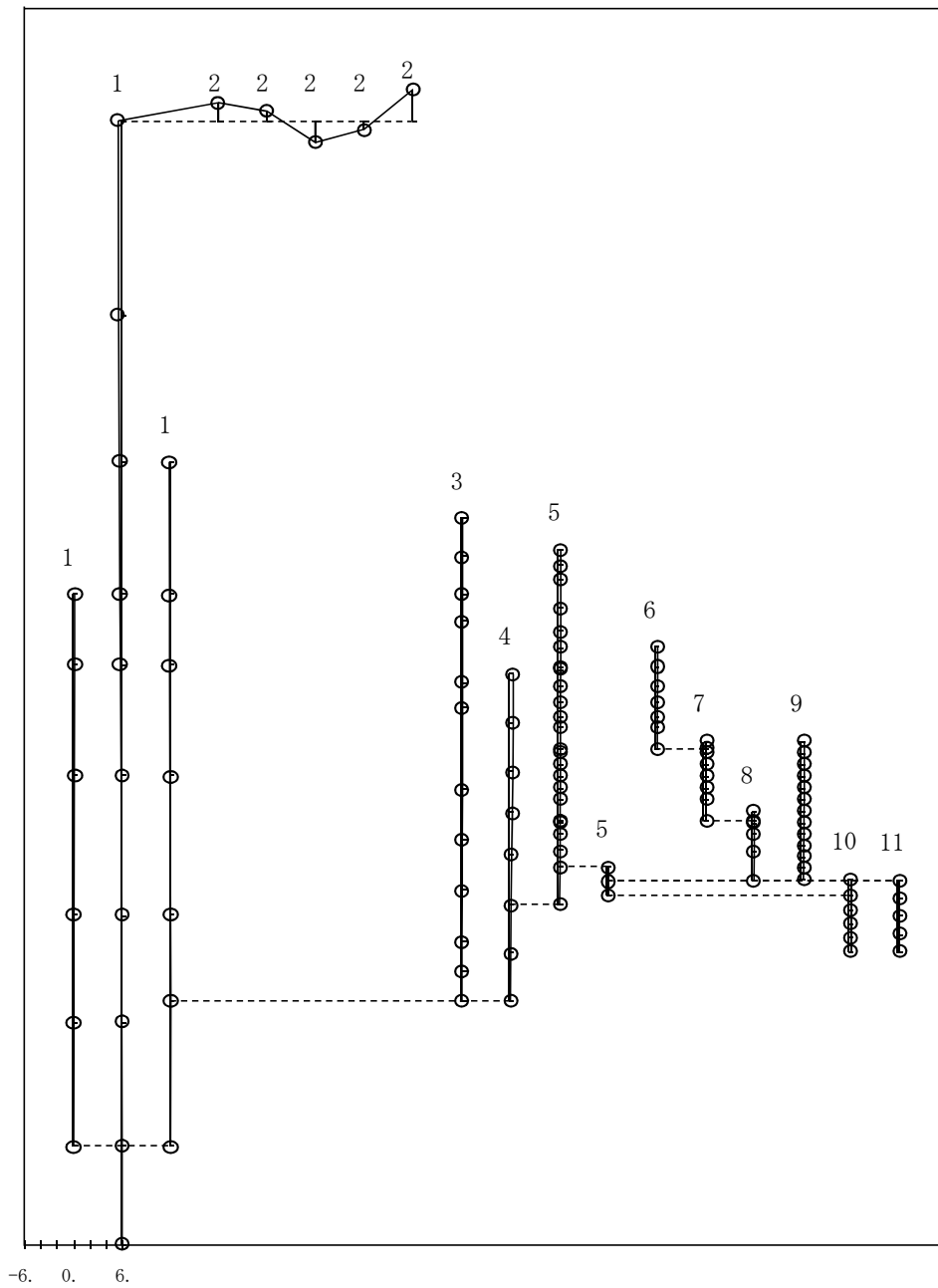
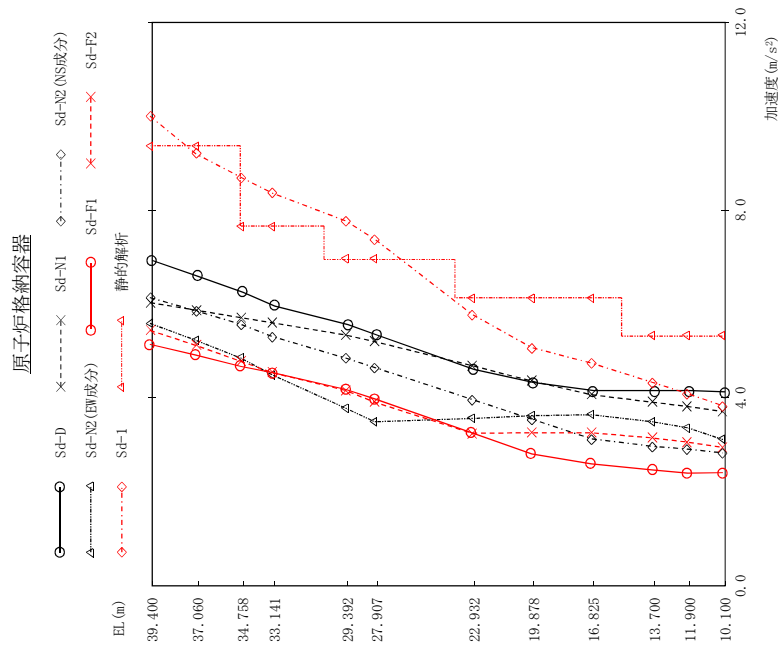


図 4 - 26 刺激関数(第6次モード, 鉛直方向)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
6.83	6.03	6.14	5.59	5.14	5.44	10.0	9.37	原子炉格納容器頂部
6.59	5.87	5.86	5.23	4.91	5.12	9.20	9.37	
6.25	5.71	5.57	4.85	4.67	4.78	8.70	7.66	燃料交換ベローズ位置
5.96	5.60	5.31	4.49	4.54	4.54	8.36	7.66	
5.56	5.34	4.85	3.78	4.18	4.16	7.77	6.96	シヤラダ位置
5.34	5.20	4.65	3.49	3.98	3.91	7.38	6.96	
4.61	4.69	3.97	3.56	3.26	3.25	5.78	6.12	
4.33	4.36	3.55	3.62	2.81	3.26	5.07	6.12	
4.16	4.07	3.13	3.64	2.60	3.26	4.74	6.12	
4.16	3.91	2.97	3.49	2.47	3.15	4.33	5.33	
4.16	3.82	2.91	3.36	2.40	3.06	4.09	5.33	
4.13	3.71	2.83	3.11	2.41	2.95	3.83	5.33	原子炉格納容器基部

図 4 - 27 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉格納容器)

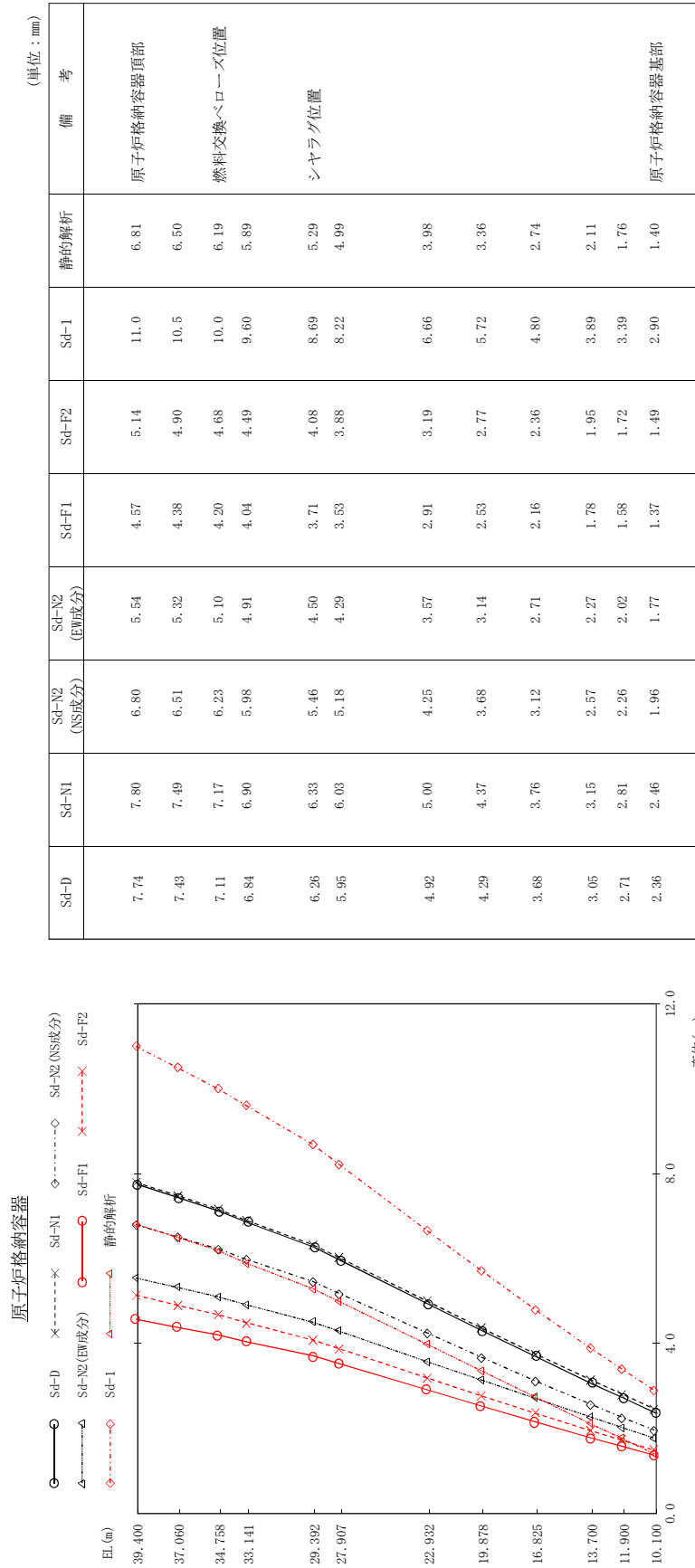
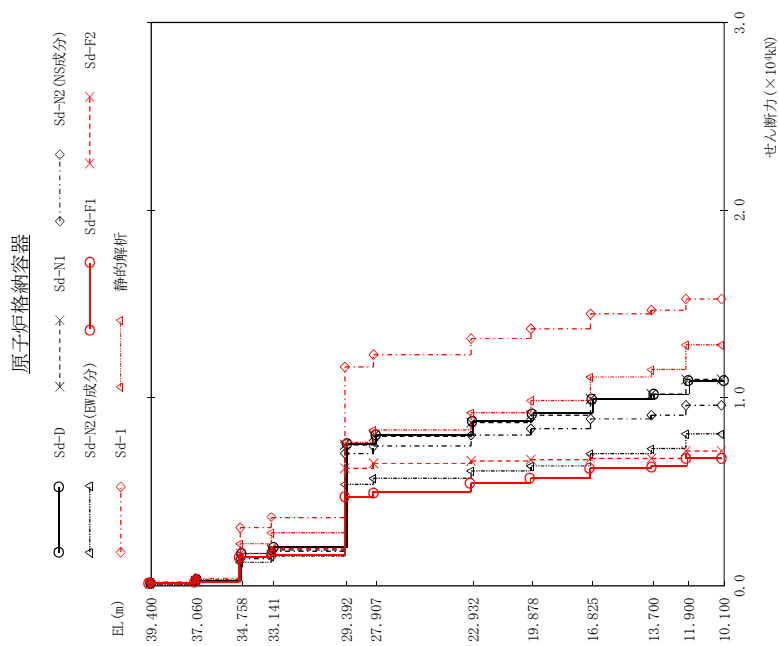


図 4 - 28 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉格納容器)

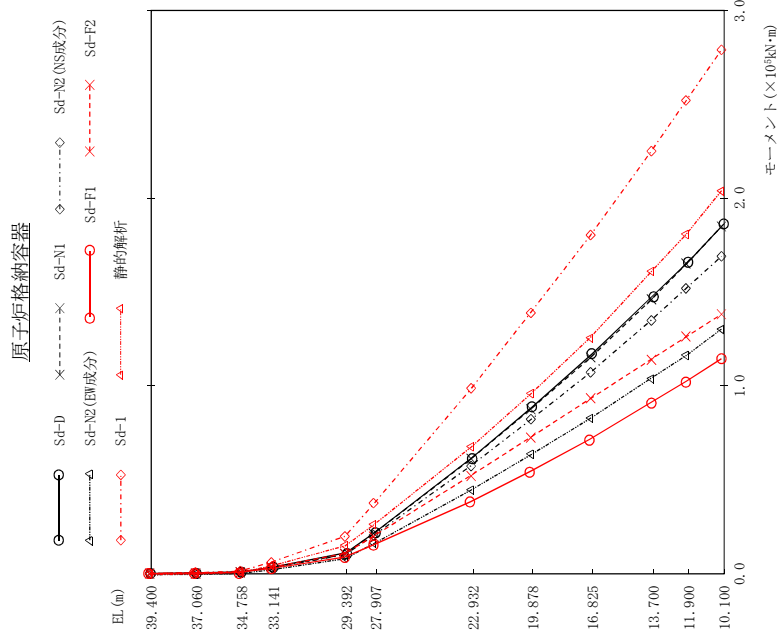




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
128	108	110	98.2	91.8	99.9	185	169	原子炉格納容器頂部
257	221	224	197	186	200	368	350	燃料交換ペロローズ位置
1670	1480	1440	1240	1480	1700	3060	2220	
2050	1910	1840	1560	1600	1970	3650	2810	シヤラダ位置
7540	7500	7020	5370	4720	6250	11700	7620	
8040	7980	7450	5690	4980	6450	12300	8280	
8740	8670	8010	6100	5470	6650	13200	9210	
9170	9110	8350	6360	5750	6710	13700	9840	
9940	9920	8930	7010	6230	6750	14500	11100	
10200	10200	9120	7270	6380	6750	14700	11500	
10900	11000	9630	8050	6780	7150	15300	12800	原子炉格納容器基部

図 4 - 29 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉格納容器)

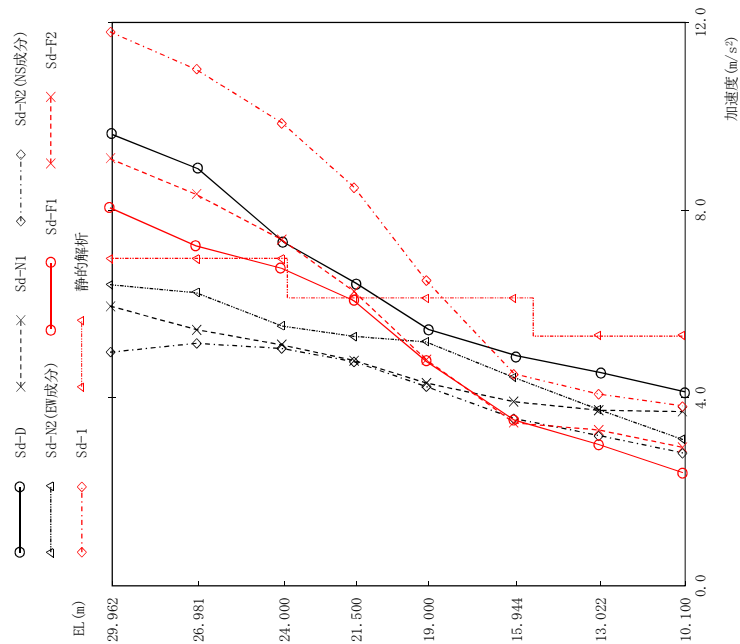


(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉格納容器頂部
298	253	259	230	215	234	432	395	
891	762	773	683	642	695	1280	1200	燃料交換ペロローズ位置
3450	3160	3090	2640	2660	3330	6160	4790	
11100	10200	10000	8490	8670	10700	19800	15300	シヤラグ位置
22100	21400	20400	16500	15100	20000	37200	26600	
61900	61100	57500	44800	38100	52200	98400	67800	
88600	87600	81900	63400	54200	72500	139000	96000	
117000	115000	107000	82700	71300	98000	180000	126000	
148000	146000	135000	104000	90800	114000	225000	161000	
166000	165000	152000	116000	102000	126000	252000	181000	
186000	185000	169000	130000	114000	138000	279000	204000	原子炉格納容器基部

図 4 - 30 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (NS方向) 原子炉格納容器

ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

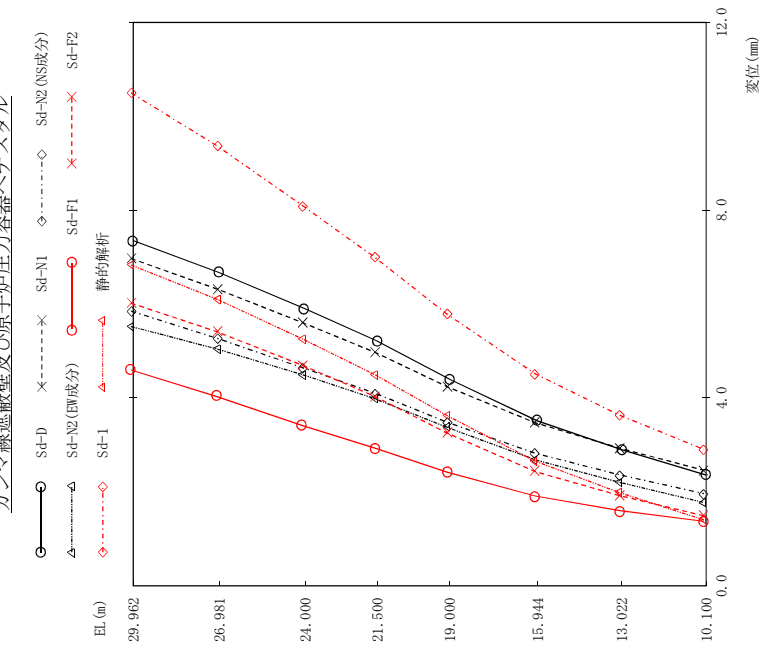


(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
9.61	5.96	4.97	6.41	8.05	9.10	11.8	6.96	6.96	ガンマ線遮蔽壁頂部
8.88	5.46	5.16	6.24	7.24	8.34	11.0	6.96	6.96	
7.31	5.13	5.05	5.53	6.76	7.37	9.86	6.96	6.96	
6.44	4.80	4.77	5.31	6.07	6.27	8.49	6.12	6.12	
5.46	4.32	4.24	5.19	4.78	4.82	6.50	6.12	6.12	
4.90	3.92	3.56	4.43	3.53	3.47	4.51	6.12	6.12	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
4.54	3.74	3.20	3.75	3.01	3.32	4.08	5.33	5.33	
4.13	3.71	2.83	3.11	2.41	2.95	3.83	5.33	5.33	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 31 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

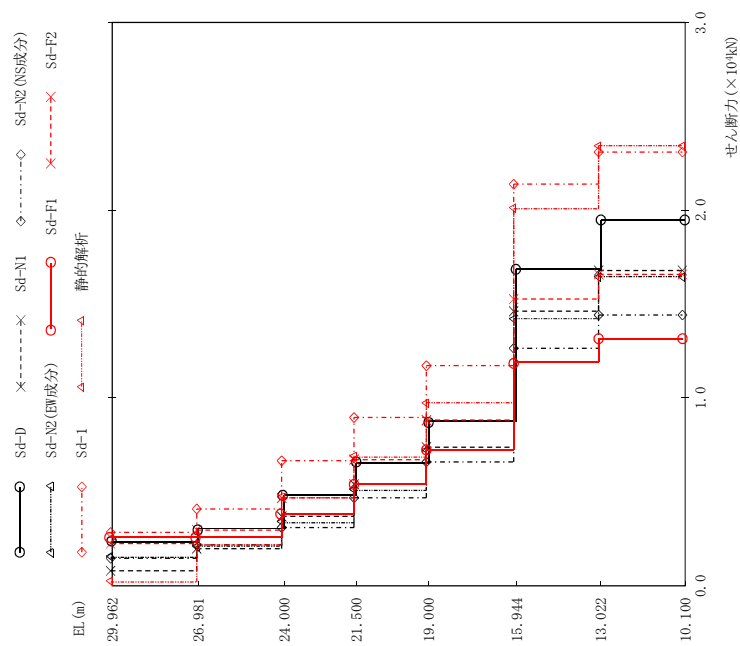


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
7.35	6.97	5.85	5.52	4.60	6.02	10.5	6.83	ガンマ線遮蔽壁頂部
6.67	6.32	5.27	5.04	4.03	5.41	9.37	6.10	
5.90	5.60	4.64	4.49	3.41	4.69	8.09	5.25	
5.21	4.97	4.10	3.98	2.93	4.03	6.99	4.49	
4.40	4.24	3.48	3.37	2.42	3.25	5.78	3.62	
3.51	3.47	2.82	2.68	1.91	2.43	4.51	2.65	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
2.90	2.93	2.36	2.20	1.60	1.92	3.63	1.98	
2.36	2.46	1.96	1.77	1.37	1.49	2.90	1.40	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 32 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル

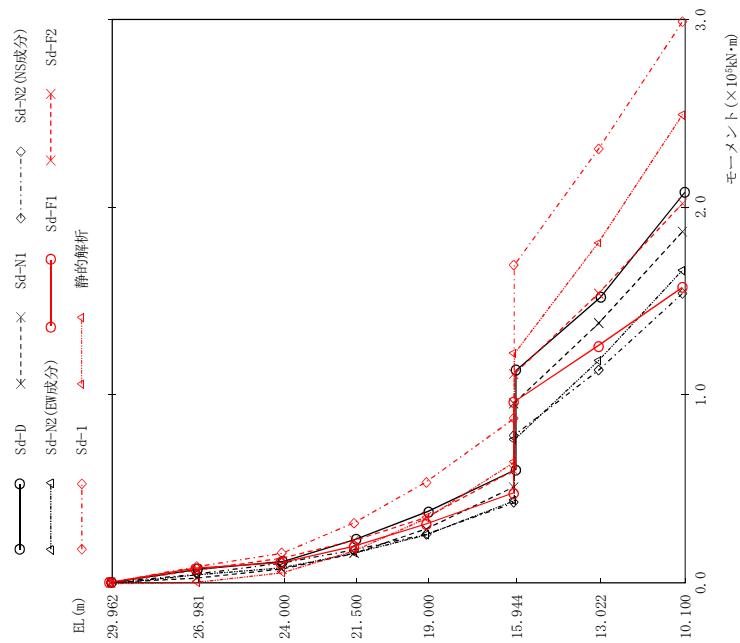


(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
2360	782	1480	1570	2590	2210	2830	232	ガンマ線遮蔽壁頂部
3040	1970	2170	2120	2550	2920	4080	2190	
4810	3700	3130	3400	3830	4660	6670	4680	
6570	5390	4720	5110	5410	6720	8970	6880	
8750	7390	6580	7240	7260	8810	11700	9730	原子炉圧力容器 ペダスタル頂部
16900	14600	12600	14200	11900	15300	21400	20100	
19500	16800	14400	16400	13200	16600	23100	23400	原子炉圧力容器 ペダスタル基部

図 4 - 33 最大応答せん断力 (NS方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル

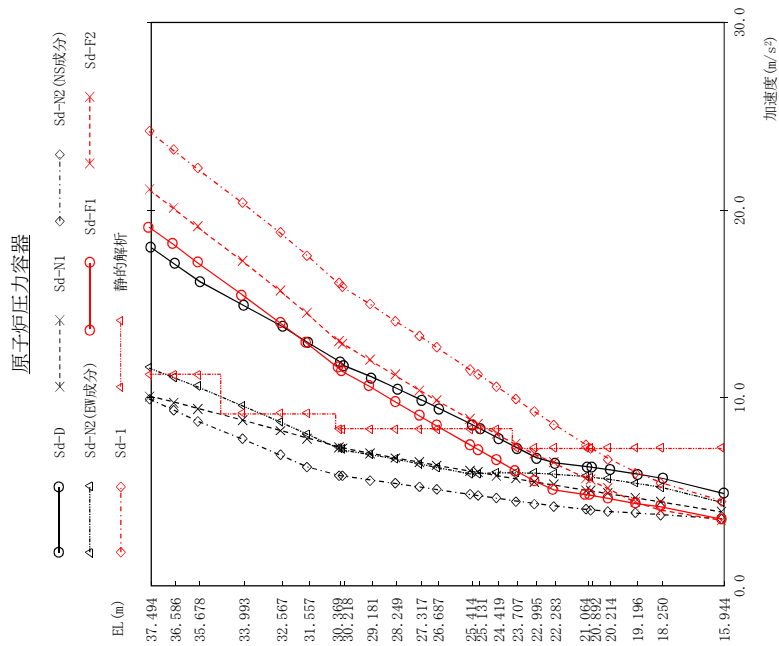
ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル



(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ガンマ線遮蔽壁頂部
7050	2330	4420	4690	7710	6590	8440	692	
11300	7240	10400	8450	10600	13000	15600	5830	
23000	15500	17400	16200	19300	22400	31900	17500	
37900	28600	25700	25900	31100	34700	53600	34700	
69300 116000	51000 86000	46500 46500	46300 46300	47800 46800	59900 111000	87500 166000	65500 122000	原子炉圧力容器 ペダスタル頂部
152000	138000	113000	118000	126000	154000	231000	181000	
208000	187000	154000	166000	157000	202000	299000	249000	原子炉圧力容器 ペダスタル基部

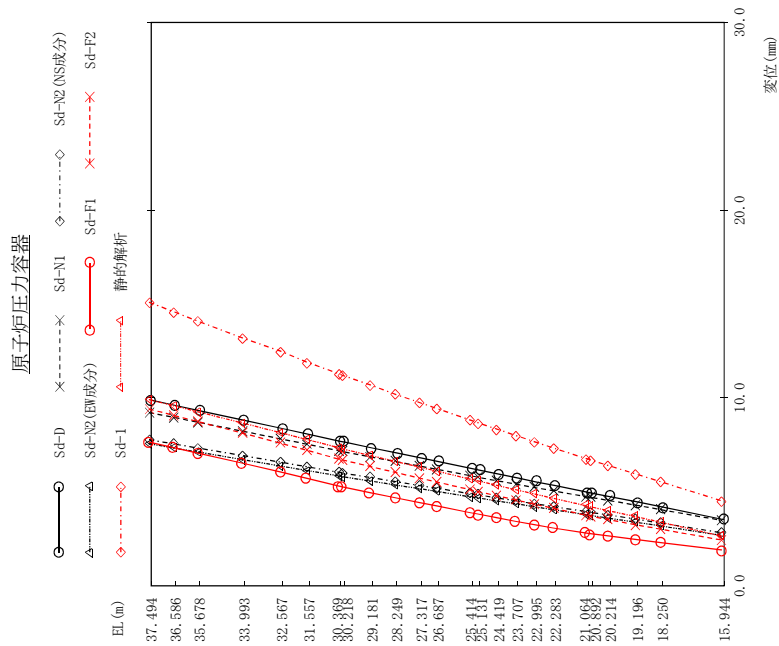
図 4 - 34 最大応答モーメント (NS方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
18.0	10.1	9.95	11.6	19.1	21.1	24.2	11.2	原子炉圧力容器頂部
17.1	9.79	9.37	11.1	18.2	20.1	23.2	11.2	
16.2	9.45	8.77	10.6	17.2	19.1	22.2	11.2	
14.9	8.82	7.81	9.59	15.5	17.3	20.4	9.19	燃料交換ベローズ位置
13.8	8.27	6.96	8.73	14.0	15.7	18.8	9.19	原子炉圧力容器スタビライザ位置
12.9	7.87	6.33	8.08	12.9	14.5	17.6	9.19	
11.7	7.40	5.88	7.33	11.9	13.9	16.9	8.36	
11.1	7.05	5.63	6.98	10.6	12.0	15.0	8.36	原子炉圧力容器スタビライザ位置
10.5	6.81	5.44	6.75	9.80	11.2	14.1	8.36	
9.88	6.57	5.25	6.49	9.03	10.4	13.3	8.36	
9.45	6.41	5.12	6.30	8.52	9.88	12.7	8.36	原子炉圧力容器支持スカート頂部
8.57	6.09	4.85	5.95	7.49	8.86	11.5	8.36	
8.36	6.03	4.80	5.97	7.26	8.63	10.6	8.36	
7.84	5.86	4.65	6.00	6.69	8.07	10.6	8.36	原子炉圧力容器支持スカート基部
7.32	5.69	4.51	6.01	6.12	7.52	9.93	7.34	
6.81	5.53	4.38	5.99	5.57	7.00	9.27	7.34	
6.53	5.36	4.25	5.94	5.10	6.54	8.61	7.34	原子炉圧力容器支持スカート頂部
6.33	5.08	4.06	5.81	4.85	5.73	7.51	7.34	
6.16	4.89	3.95	5.67	4.81	5.15	6.77	7.34	
5.94	4.67	3.86	5.45	4.37	4.44	6.05	7.34	原子炉圧力容器支持スカート基部
5.71	4.46	3.78	5.25	4.20	4.02	5.49	7.34	
4.90	3.92	3.56	4.43	3.53	3.47	4.51	7.34	

図 4 - 35 最大応答加速度 弾性設計用地震動 Sd (NS方向 原子炉圧力容器)

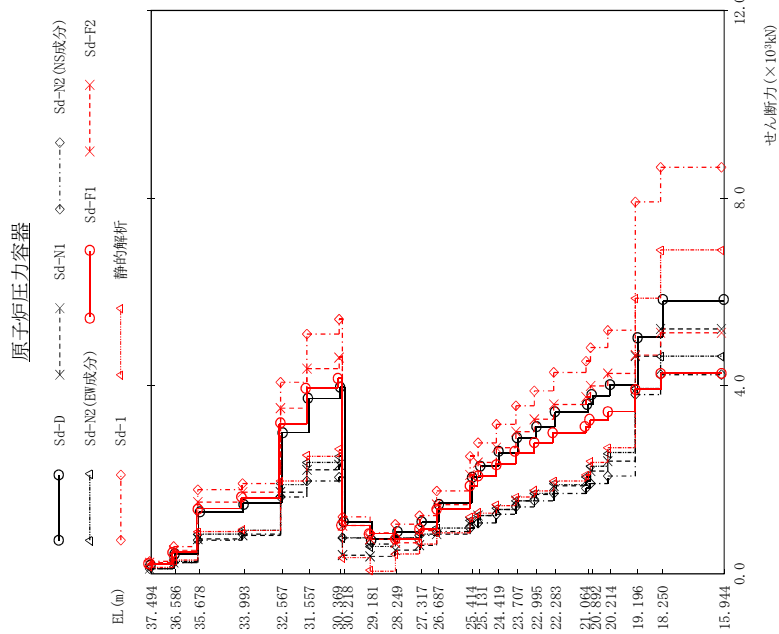


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2(NS成分)	Sd-N2(EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
9.88	9.23	7.77	7.56	7.65	9.41	15.1	9.91	原子炉圧力容器頂部
9.60	8.98	7.55	7.34	7.36	9.08	14.6	9.59	
9.32	8.72	7.33	7.13	7.06	8.75	14.1	9.27	
8.81	8.24	6.93	6.72	6.53	8.13	13.2	8.67	燃料交換ベローズ位置
8.37	7.83	6.58	6.38	6.06	7.60	12.5	8.16	
8.06	7.54	6.33	6.14	5.72	7.21	11.9	7.79	
7.88	7.20	6.04	5.87	5.31	6.73	11.3	7.38	原子炉圧力容器スタビライザ位置
7.33	6.87	5.76	5.58	4.96	6.35	10.7	6.94	
7.06	6.62	5.55	5.37	4.69	6.04	10.2	6.63	
6.79	6.37	5.33	5.17	4.43	5.73	9.75	6.32	
6.60	6.20	5.19	5.03	4.25	5.53	9.44	6.11	
6.23	5.86	4.90	4.74	3.89	5.11	8.82	5.88	
5.94	5.59	4.68	4.62	3.62	4.79	8.34	5.35	
5.73	5.41	4.52	4.37	3.43	4.57	8.00	5.12	
5.52	5.23	4.36	4.21	3.25	4.34	7.66	4.89	
5.32	5.05	4.21	4.05	3.07	4.12	7.33	4.66	
4.87	4.70	3.95	3.79	2.81	3.76	6.77	4.27	
4.73	4.54	3.77	3.60	2.65	3.52	6.39	4.00	
4.45	4.29	3.55	3.39	2.47	3.25	5.95	3.69	原子炉圧力容器支持スカート頂部
4.18	4.05	3.34	3.19	2.30	3.01	5.53	3.39	原子炉圧力容器支持スカート基部
3.51	3.47	2.82	2.68	1.91	2.43	4.51	2.65	

図 4 - 36 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉圧力容器)

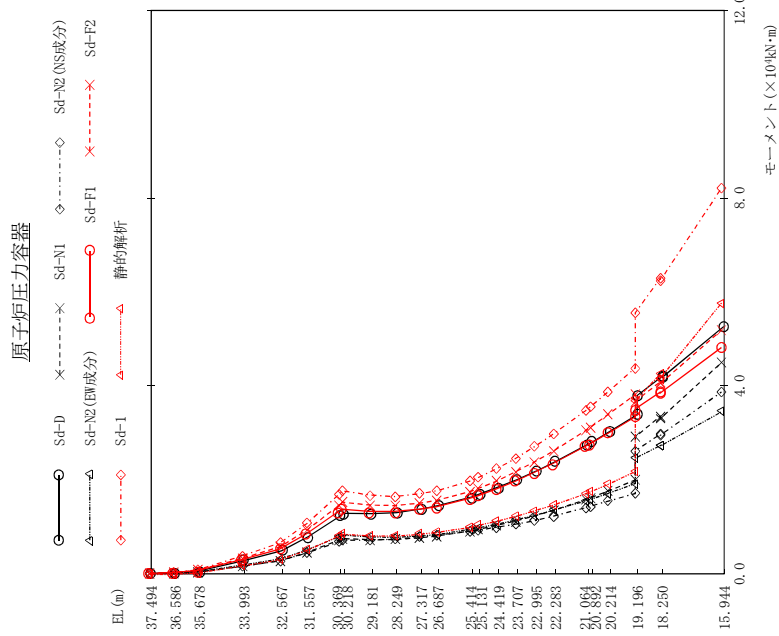




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
203	112	112	132	216	236	273	127	原子炉圧力容器頂部
426	238	235	278	455	498	578	275	
1310	742	711	848	1390	1530	1790	888	燃料交換ベローズ位置
1490	824	861	982	1610	1750	1940	920	
3010	1750	1630	1910	3190	3530	4090	1970	原子炉圧力容器スタビライザ位置
3730	2210	1980	2370	3830	4370	5120	2510	
3960	2330	2070	2510	4150	4620	5430	2640	
1100	396	772	775	1030	1040	1230	324	
727	367	647	591	838	743	876	56.2	
900	497	763	776	736	665	1050	407	原子炉圧力容器支持スカート頂部
1100	621	812	860	945	923	1250	636	
1500	850	904	975	1370	1480	1780	862	原子炉圧力容器支持スカート基部
2050	1120	983	1140	1870	2100	2500	1180	
2280	1230	1100	1250	2080	2360	2800	1290	
2590	1380	1260	1390	2340	2690	3190	1450	
2900	1550	1420	1560	2590	3020	3580	1620	
3140	1680	1560	1720	2780	3290	3900	1770	
3440	1870	1720	1910	3010	3610	4290	1970	
3590	1990	1820	2070	3240	3780	4520	2100	
3790	2180	1940	2300	3470	4010	4820	2370	
4020	2410	2090	2590	3740	4270	5180	2670	
5040	4620	3820	3950	3910	4670	7930	5870	
5820	5210	4250	4630	4250	5140	8660	6890	

図 4 - 37 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉圧力容器)



(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
184	102	102	120	196	214	248	248	115	
571	318	315	372	609	666	773	773	365	
2770	1570	1510	1800	2960	3240	3780	3780	1860	燃料交換ベローズ位置
4860	2740	2740	3130	5200	5740	6550	6550	3170	
7900	4510	4380	5030	8420	9310	10700	10700	5170	
12300	7430	6740	7840	13100	14500	16800	14500	8150	原子炉圧力容器スタビライザ位置
12900	7230	7110	7790	13200	14600	16700	14600	8210	
13000	7260	7320	7730	13200	14500	16400	14500	8160	
13800	7640	7760	8000	13700	15000	17000	15000	8540	
14500	8010	8120	8280	14200	15600	17600	15600	8940	
16400	9070	8980	9440	16000	17500	19700	17500	10000	
17600	9390	9250	9740	16800	18100	20400	18100	10400	
18500	10300	9830	10500	18000	19700	22300	19700	11300	
20100	11200	10500	11400	19600	21700	24500	21700	12300	
21900	12300	11200	12400	21500	23800	27000	23800	13500	
23900	13800	12200	13500	23400	26100	29700	26100	14700	
27600	15800	14000	15500	27100	30500	34700	30500	17100	
28100	16300	14300	15800	27600	31200	35500	31200	17500	
30400	17600	15400	17100	29800	33900	38700	33900	19100	
34000	20000	17000	19200	33300	38200	43800	38200	21800	原子炉圧力容器支持スカート頂部
34000	20000	17000	19200	33300	38200	43800	38200	21800	
42600	33700	29600	27300	38400	40500	48300	40500	24500	原子炉圧力容器支持スカート基部
52800	45100	38600	34500	48100	51900	57400	51900	27400	

図 4 - 38 最大応答モーメント (NS方向) 原子炉圧力容器

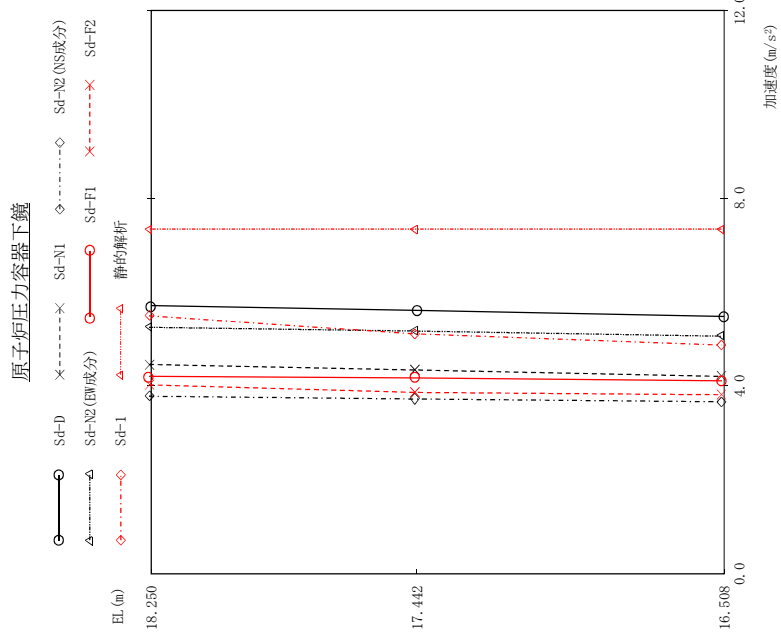
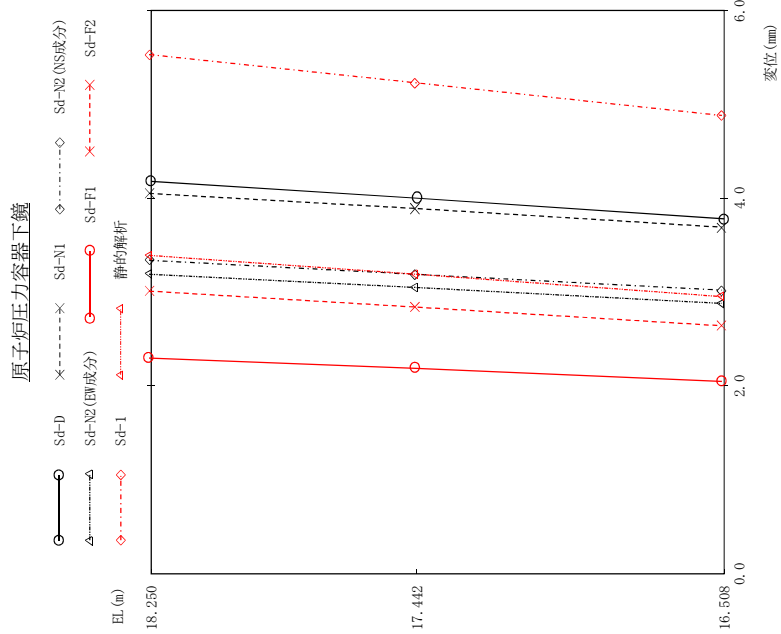


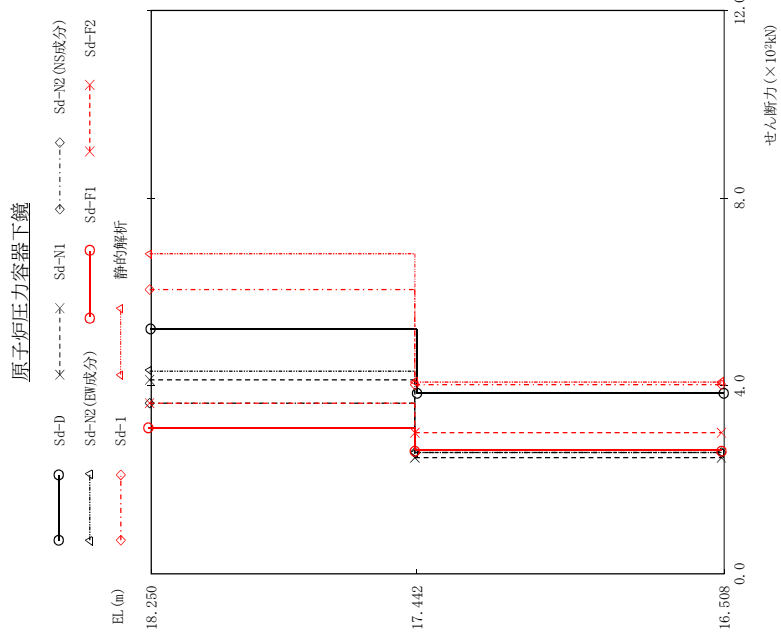
図 4 - 39 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉压力容器下鏡)



(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
4.18	4.05	3.34	3.19	2.30	3.01	5.53	3.39	原子炉压力容器支持 スカート頂部
4.00	3.89	3.19	3.05	2.19	2.84	5.23	3.19	
3.78	3.69	3.02	2.88	2.05	2.64	4.88	2.95	原子炉压力容器基部

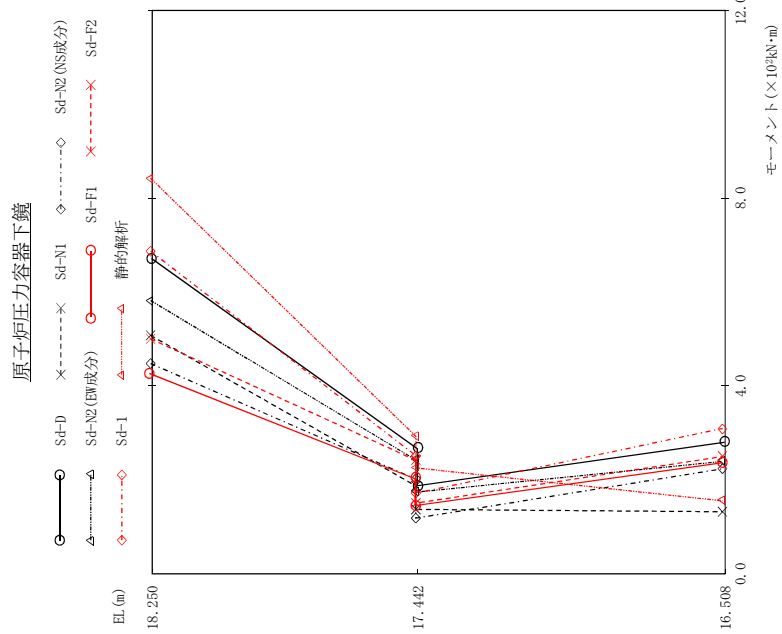
図 4 - 40 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉压力容器下鏡)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
521	413	364	432	309	363	605	681	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
384	248	257	257	262	301	403	409	原子炉圧力容器基部

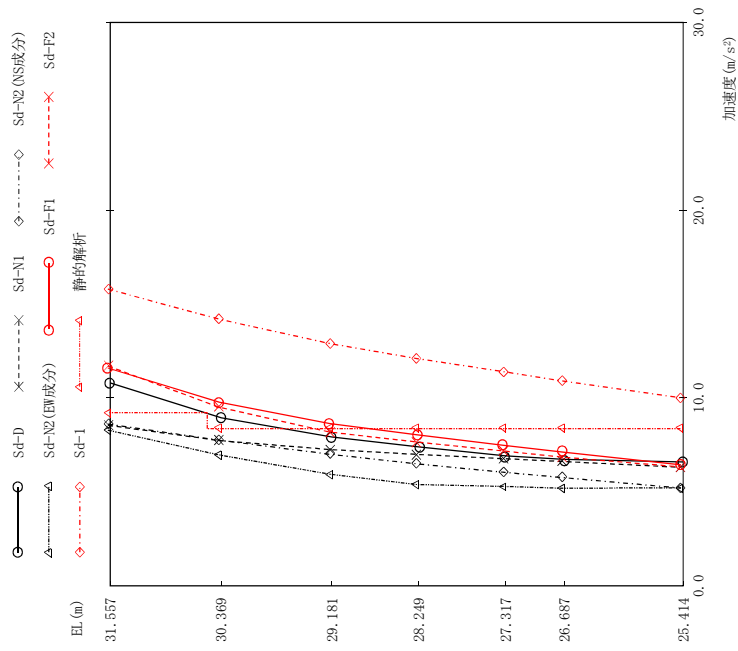
図 4 - 41 最大心管せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 原子炉圧力容器下鏡)



Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
672	507	447	581	426	500	686	686	842	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
267 188	187 137	201 118	244 176	203 146	247 151	250 170	250 170	253 226	
281	132	223	241	237	250	308	308	156	原子炉圧力容器基部

図 4 - 42 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (NS方向) 原子炉圧力容器下鏡

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

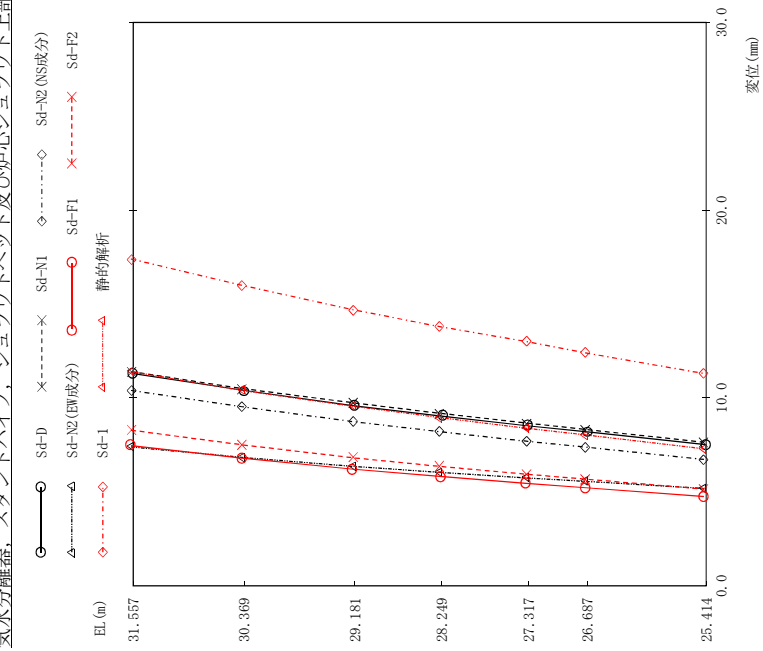


(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
10.8	8.54	8.60	8.29	11.6	11.7	15.8	9.19	気水分離器頂部
8.95	7.73	7.75	6.97	9.79	9.51	14.2	8.36	
7.92	7.25	7.00	5.94	8.65	8.18	12.9	8.36	スタンドパイプ頂部
7.40	6.99	6.49	5.39	8.04	7.65	12.1	8.36	
6.91	6.76	6.04	5.29	7.49	7.17	11.4	8.36	シュラウドヘッド 鏡板頂部
6.73	6.61	5.76	5.19	7.13	6.84	10.9	8.36	
6.59	6.30	5.20	5.22	6.44	6.32	10.0	8.36	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 43 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位: mm)

Sd-D	Sd-NI	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
11.3	11.4	10.4	7.40	7.46	8.29	17.4	11.4	気水分離器頂部
10.4	10.5	9.53	6.84	6.80	7.51	16.0	10.4	
9.58	9.74	8.74	6.36	6.21	6.82	14.7	9.56	スタンバイパイプ頂部
9.03	9.18	8.20	6.04	5.82	6.36	13.8	8.96	
8.51	8.66	7.69	5.74	5.45	5.94	13.0	8.39	シュラウドヘッド 鏡板頂部
8.19	8.32	7.38	5.56	5.22	5.68	12.4	8.04	
7.52	7.64	6.72	5.18	4.75	5.15	11.3	7.30	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 44 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)



気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
39.6	30.8	31.1	30.1	42.2	42.4	56.5	33.6		気水分離器頂部
265	227	233	189	245	261	399	223		スタンドパイプ頂部
386	348	358	273	361	400	609	353		
422	385	397	297	392	440	675	405		
468	429	442	324	419	476	747	469		シュラウドヘッド 鏡板頂部
636	583	604	438	605	725	1050	589		炉心シュラウド 上部胴下端

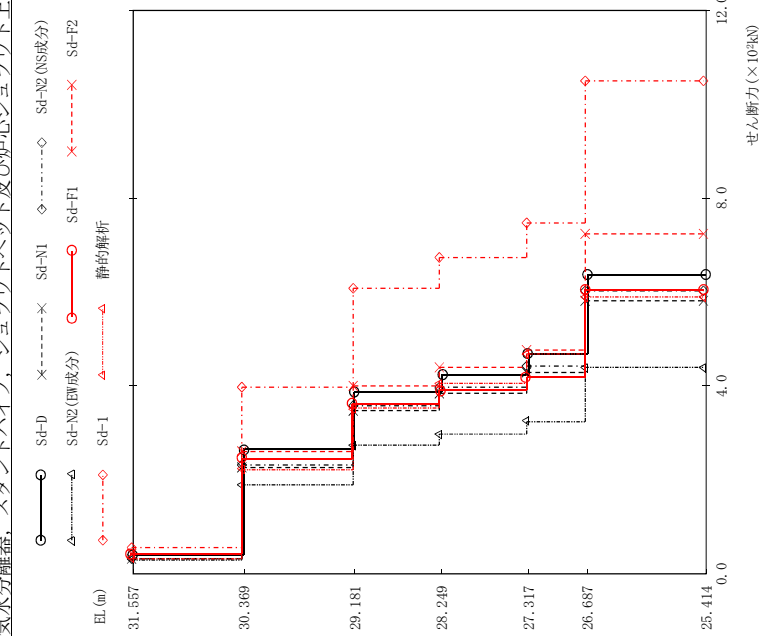
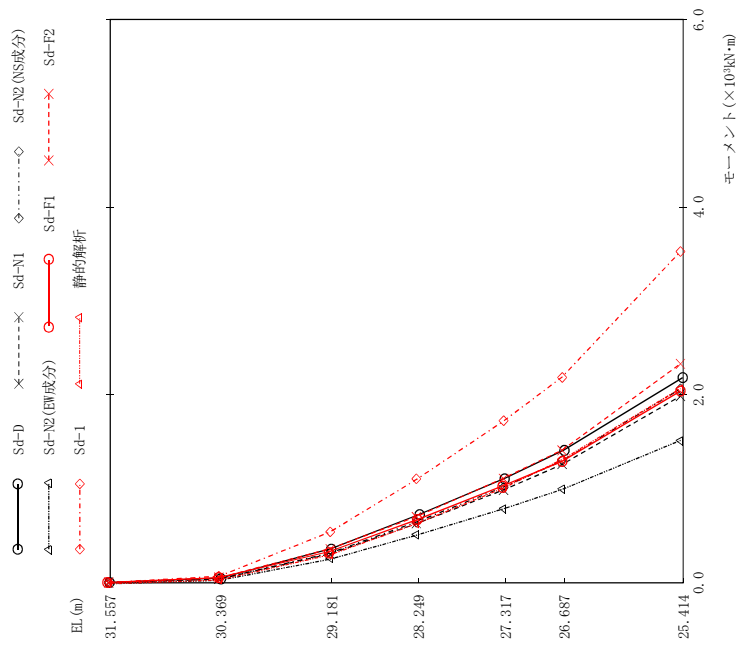


図 4 - 45 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

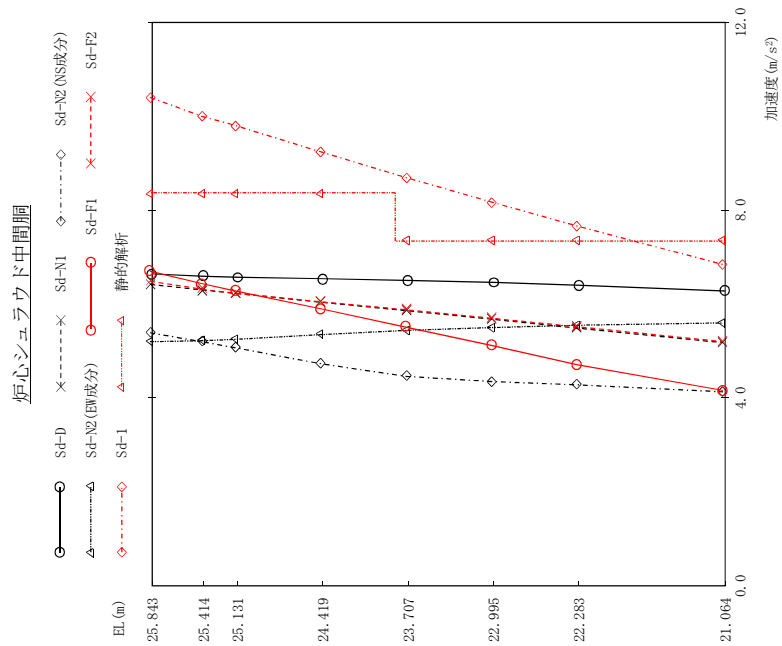
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
47.0	36.5	37.0	35.7	50.2	50.4	67.1	40.0	
361	306	314	258	329	359	538	305	スタンドパイプ頂部
721	629	648	512	665	703	1100	634	
1110	988	1020	789	1030	1110	1720	1010	シュラウドヘッド 鏡板頂部
1410	1260	1300	993	1290	1410	2190	1310	
2180	1990	2070	1510	2040	2330	3530	2060	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 46 最大応答モーメント (NS方向) 弾性設計用地震動 S d (NS方向) 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
6.64	6.42	5.39	5.20	6.70	6.49	10.4	8.36	上部格子板
6.59	6.30	5.20	5.22	6.44	6.32	10.0	8.36	
6.57	6.23	5.07	5.25	6.28	6.23	9.80	8.36	
6.54	6.04	4.73	5.35	5.90	6.05	9.24	8.36	
6.50	5.86	4.46	5.44	5.51	5.88	8.69	7.34	
6.46	5.68	4.35	5.50	5.12	5.70	8.17	7.34	
6.40	5.49	4.28	5.55	4.71	5.52	7.66	7.34	
6.28	5.18	4.13	5.60	4.16	5.20	6.84	7.34	炉心シユラウド 中間洞下端

図 4 - 47 最大心管加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド中間洞)

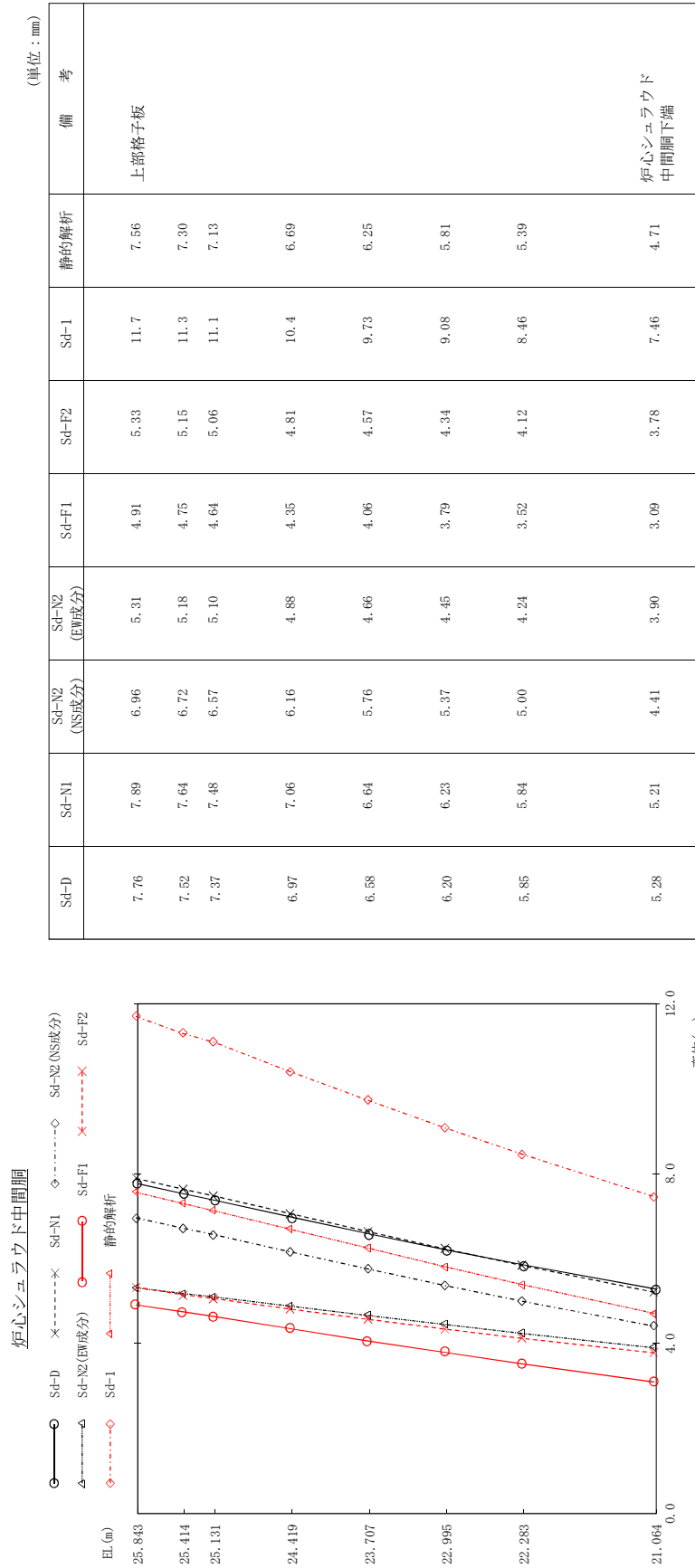
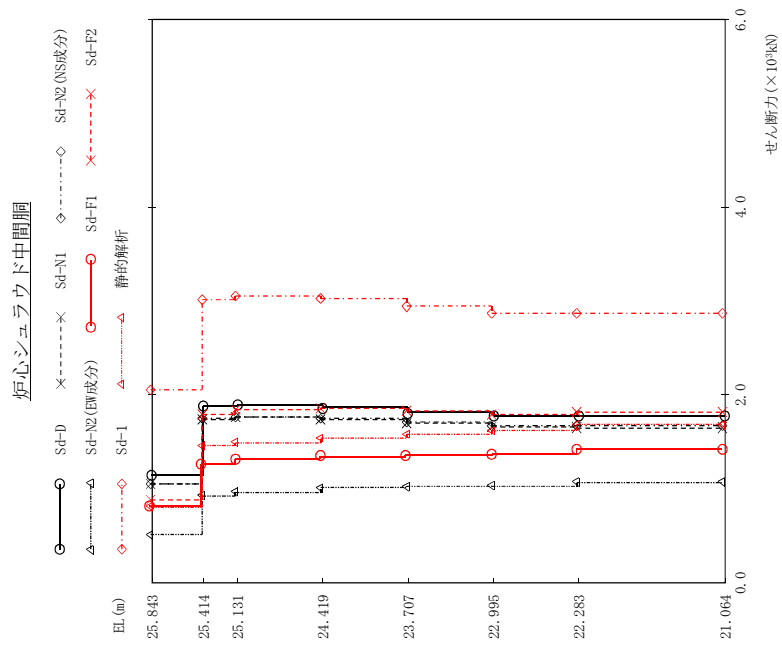


図 4 - 48 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド中間胴)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
1140	1060	1050	513	815	887	2060	805		上部格子板
1890	1740	1750	925	1270	1790	3010	1460		
1900	1760	1770	961	1320	1840	3050	1490		
1870	1740	1750	1010	1350	1850	3020	1540		
1820	1700	1710	1020	1360	1820	2940	1580		
1780	1660	1670	1030	1370	1790	2870	1620		
1780	1650	1680	1070	1420	1810	2870	1680		炉心シユラウド 中間胴下端

図 4 - 49 最大応答せん断力 弾性設計用地震動S d (NS方向 炉心シユラウド中間胴)

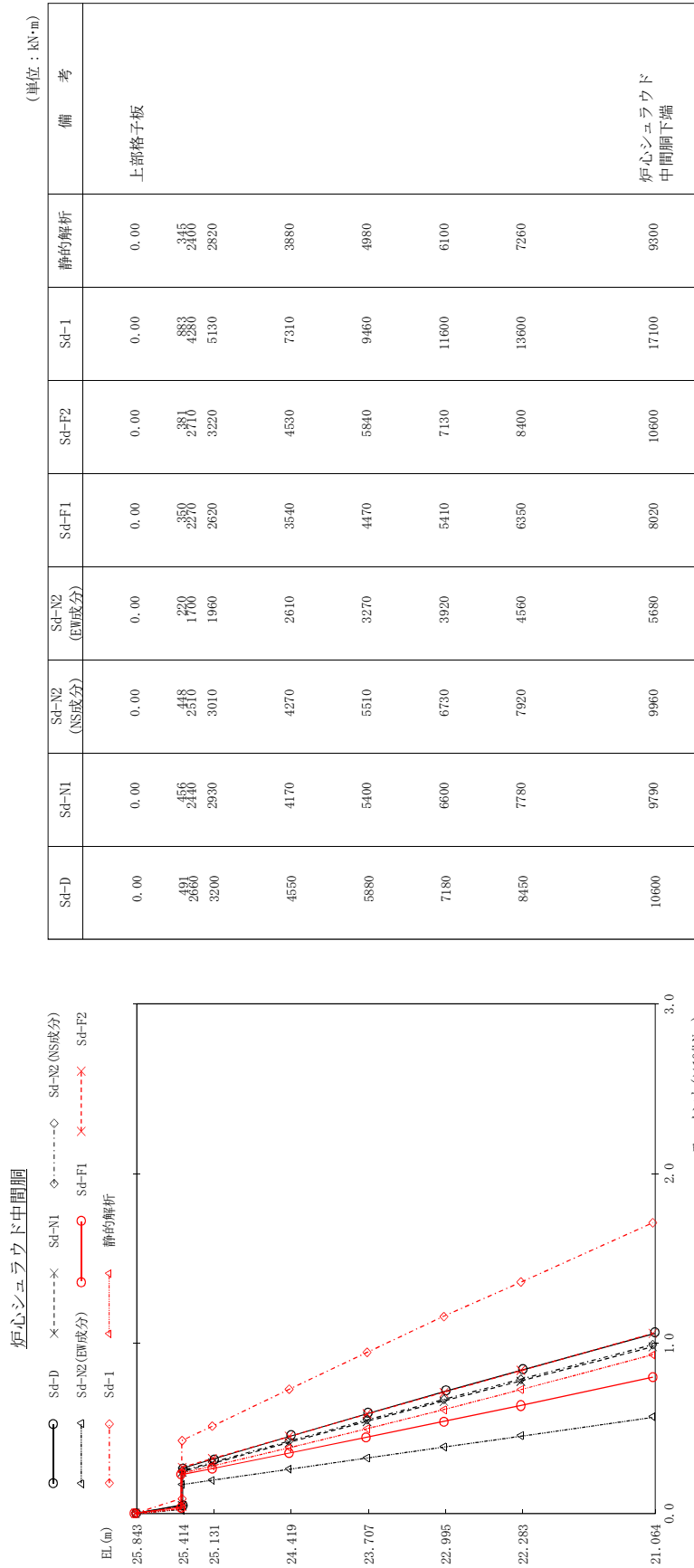
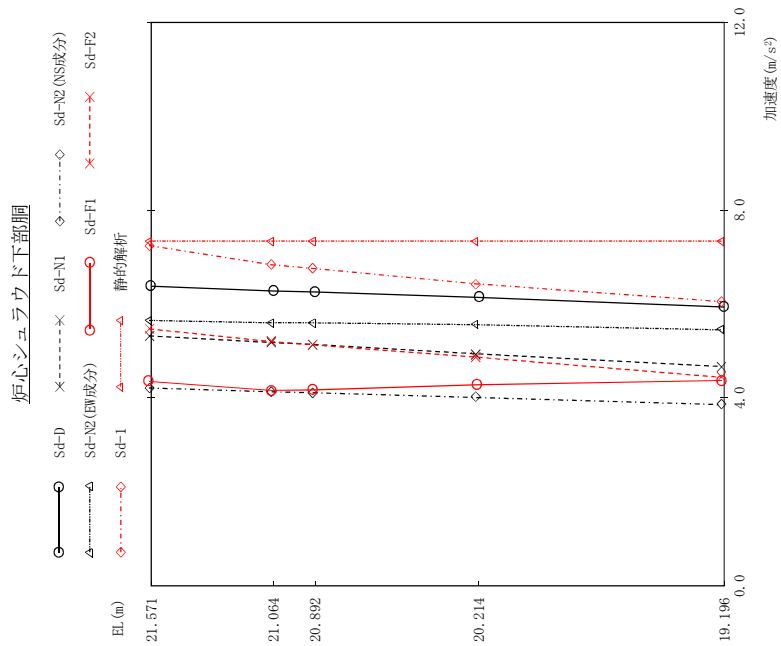


図 4-50 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 Sd (NS方向 炉心シユラウド中間胴)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
6.38	5.32	4.21	5.65	4.35	5.47	7.25	7.34	炉心支持板
6.28	5.18	4.13	5.60	4.16	5.20	6.84	7.34	
6.26	5.14	4.11	5.60	4.17	5.13	6.76	7.34	
6.14	4.94	4.01	5.56	4.28	4.87	6.43	7.34	
5.94	4.67	3.86	5.45	4.37	4.44	6.05	7.34	炉心シユラウド 下部洞下端

図 4 - 51 最大心管加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド下部洞)

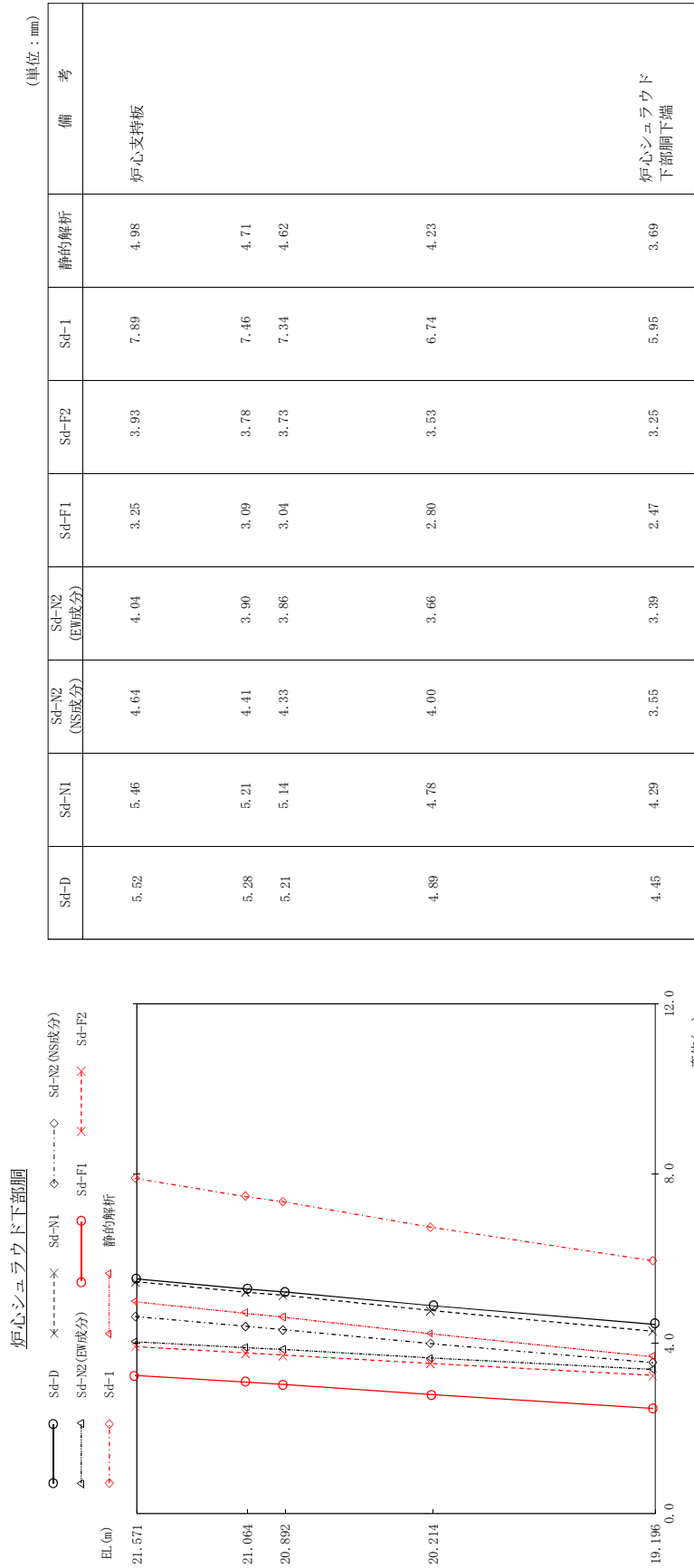


図 4 - 52 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド下部胴)



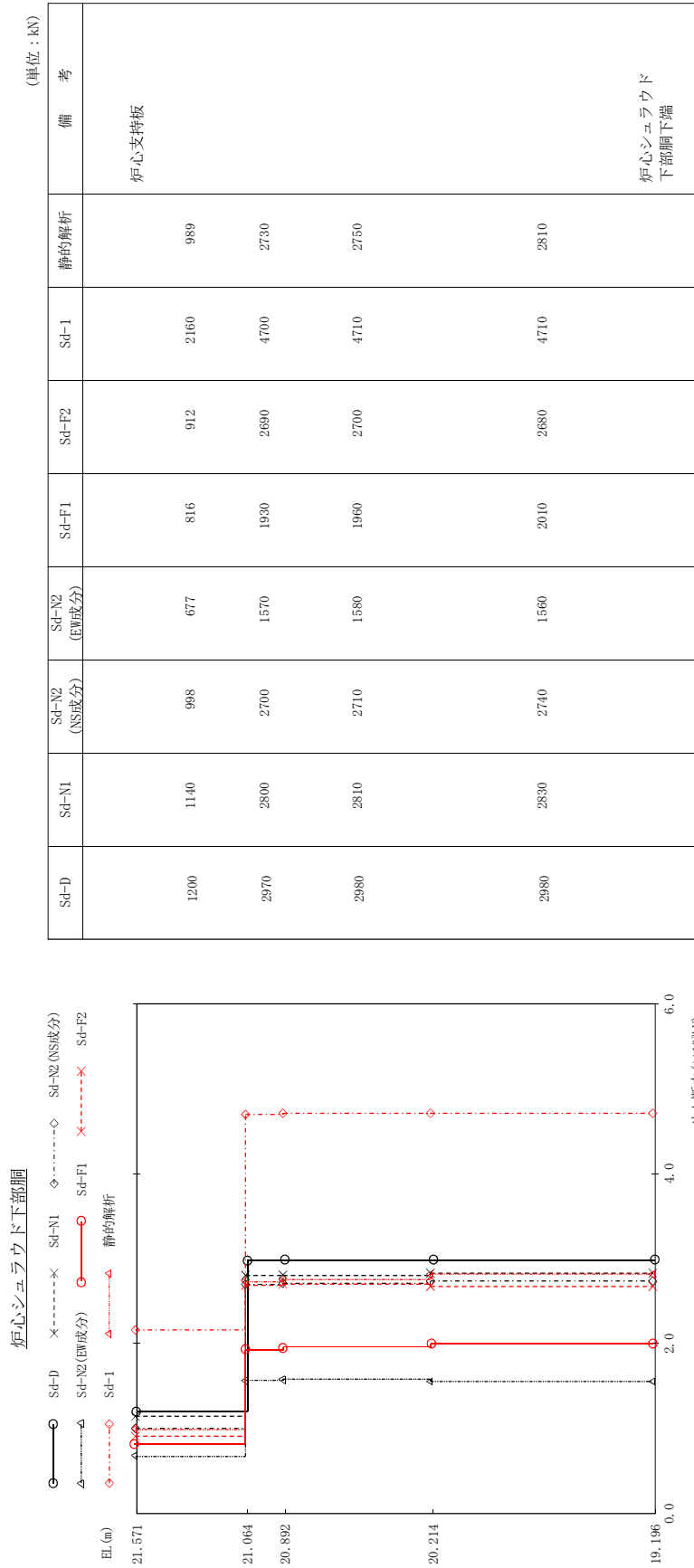


図 4 - 53 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド下部胴)

S2 補 -2-2-1 R0

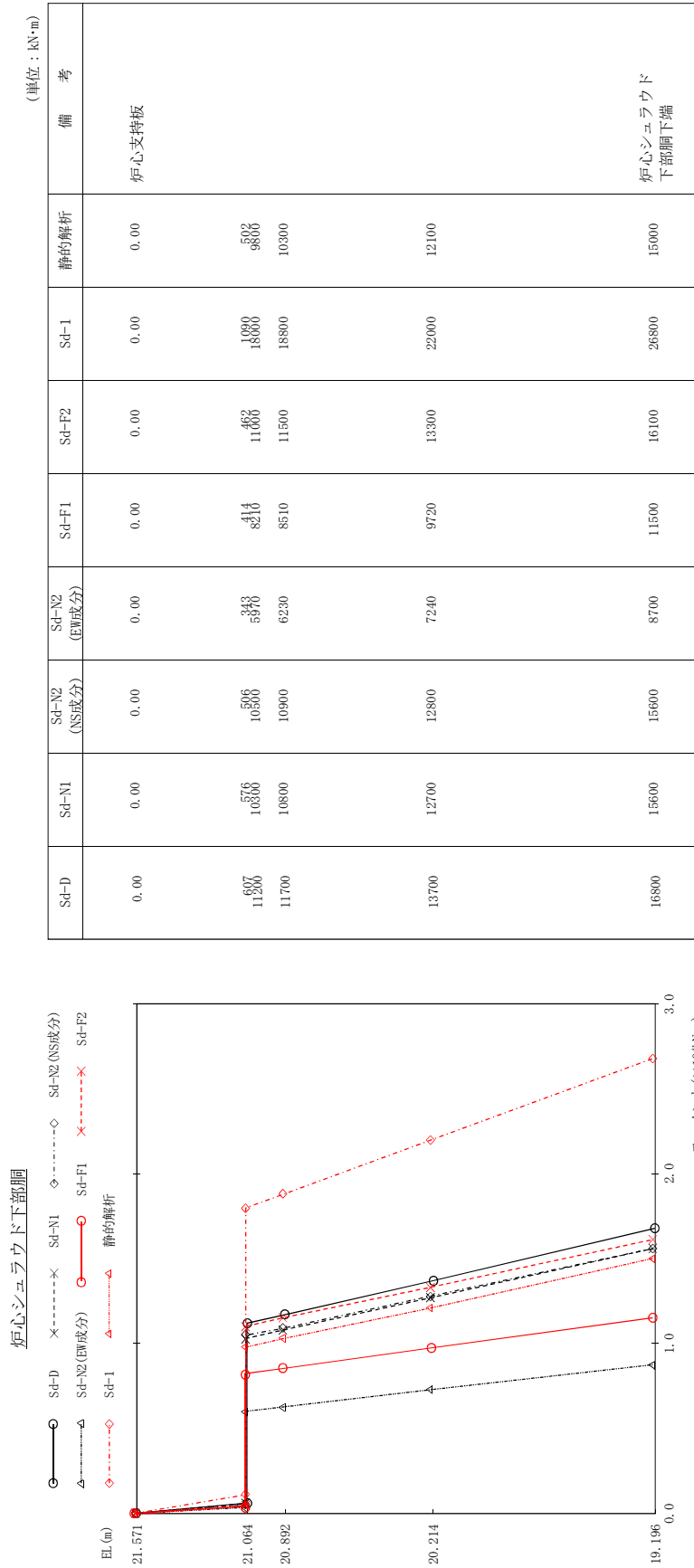
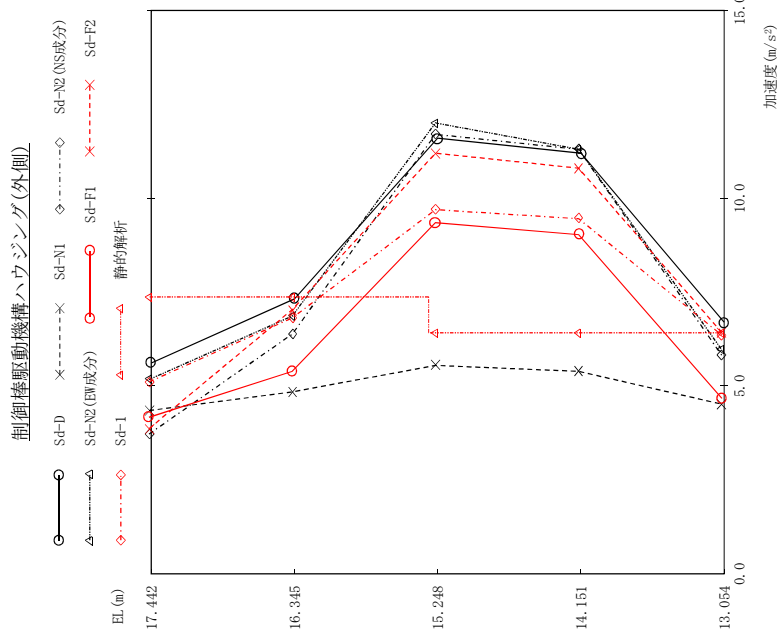


図 4 - 54 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (NS方向 炉心シユラウド下部胴)



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
5.61	4.34	3.72	5.17	4.17	3.86	5.11	7.34	原子炉圧力容器 底部位置
7.32	4.84	6.38	6.86	5.39	7.03	6.81	7.34	
11.6	5.55	11.7	12.0	9.35	11.2	9.69	6.39	
11.2	5.39	11.3	11.3	9.03	10.8	9.45	6.39	
6.70	4.51	5.81	5.96	4.67	6.42	6.35	6.39	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 55 最大応答加速度 (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング(外側)

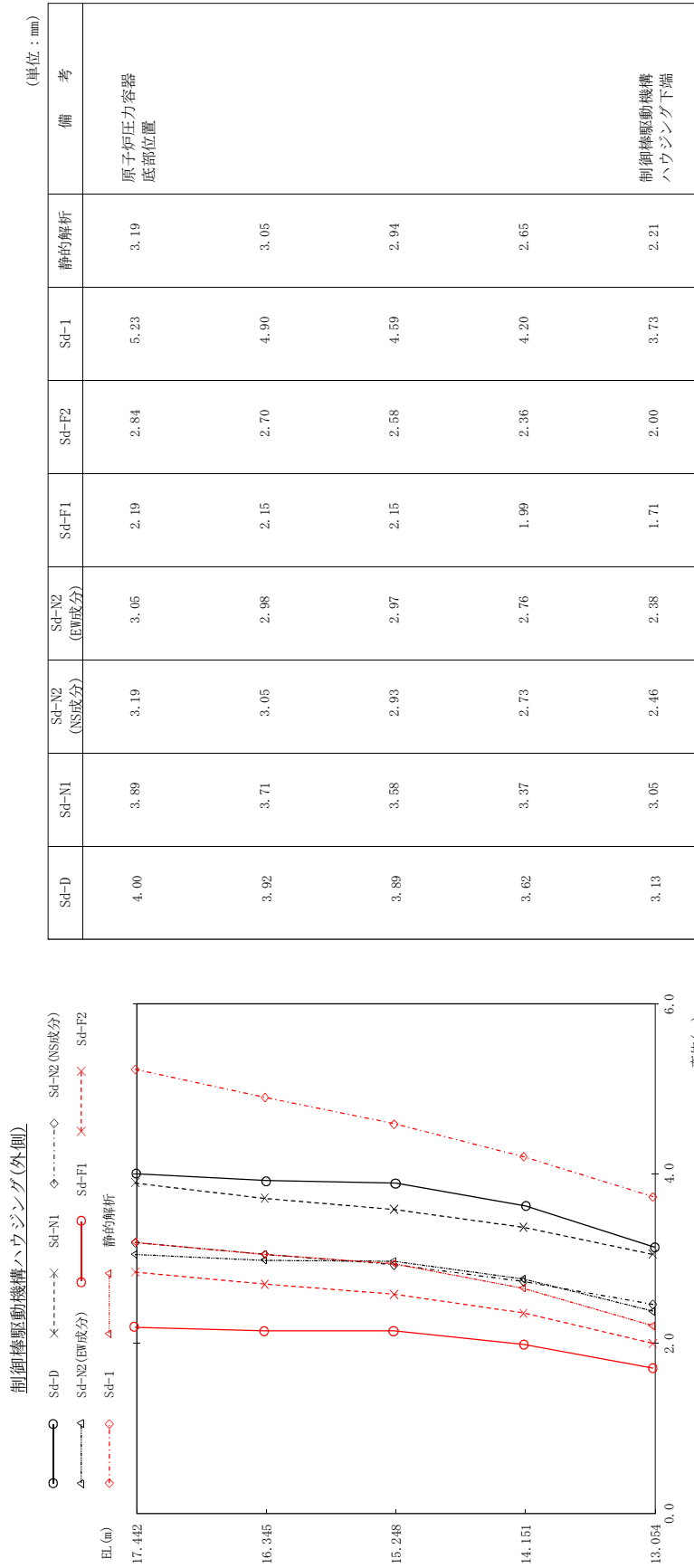
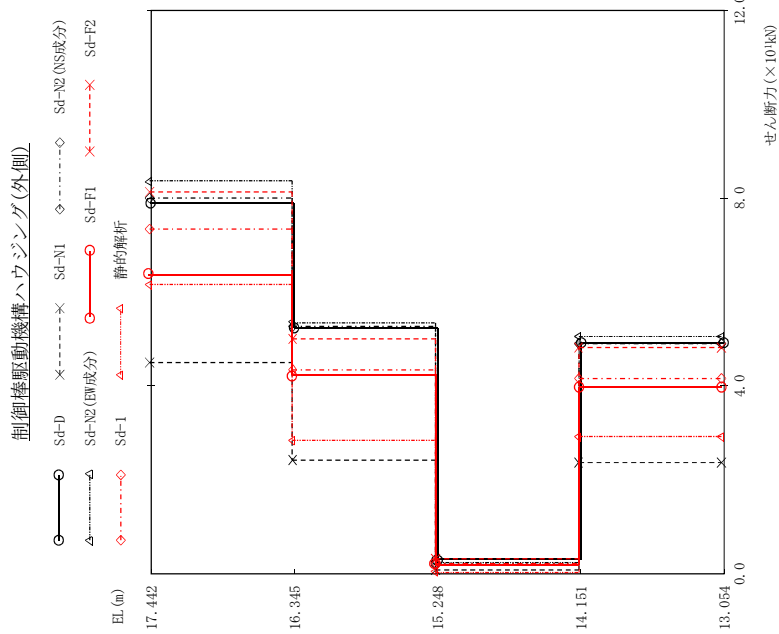


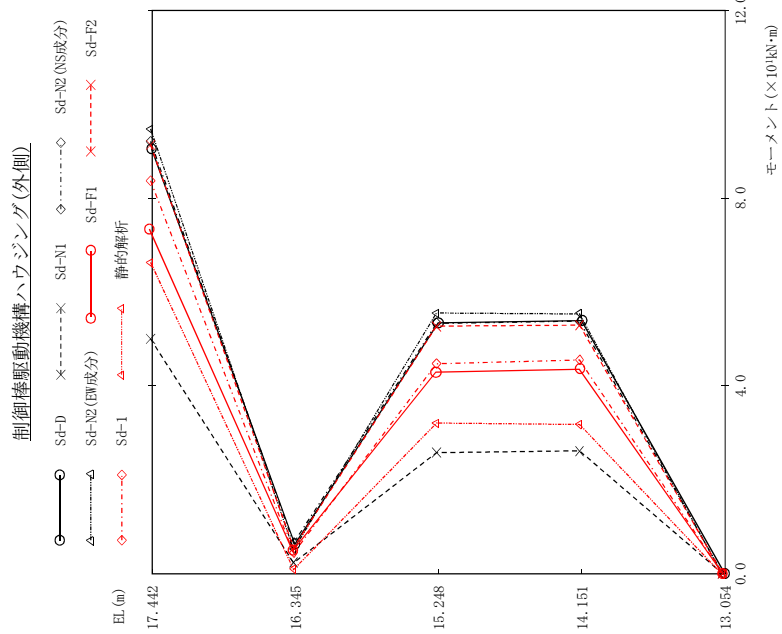
図 4 - 56 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (E-W成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
79.0	45.1	79.9	83.5	63.8	81.3	73.5	61.5	原子炉圧力容器 底部位置
52.4	24.4	52.5	53.5	42.3	50.0	43.5	28.4	
3.05	0.81	2.25	2.52	2.07	3.16	2.03	0.33	
49.2	23.8	49.0	50.5	39.7	48.2	41.5	29.1	制御棒駆動機構 ハウジング下端

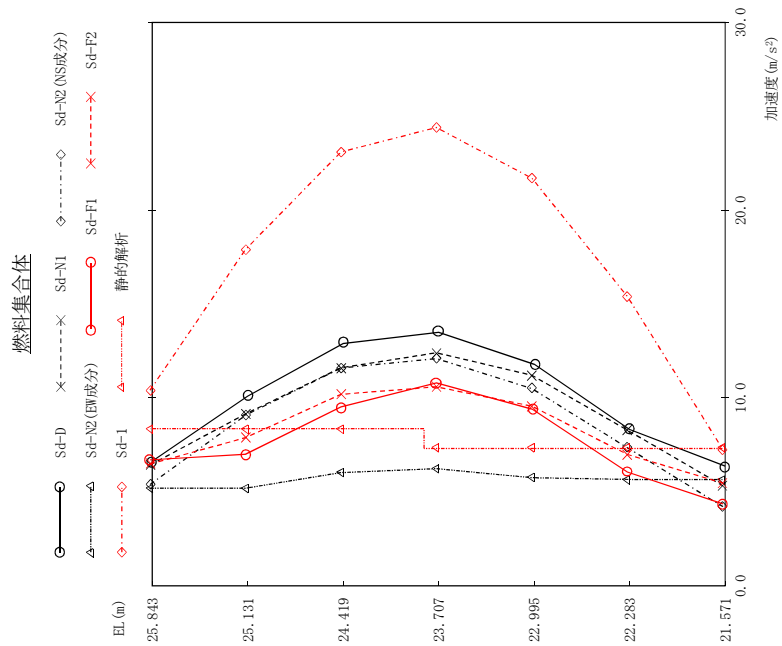
図 4 - 57 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
90.7	50.1	92.1	94.7	73.4	91.3	83.7	66.3	原子炉圧力容器 底部位置
6.27	2.27	6.49	5.34	4.85	5.51	4.37	1.09	
53.5	25.8	53.3	55.6	42.9	52.7	44.7	32.2	
54.0	26.2	53.8	55.4	43.5	52.9	45.5	31.9	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング下端

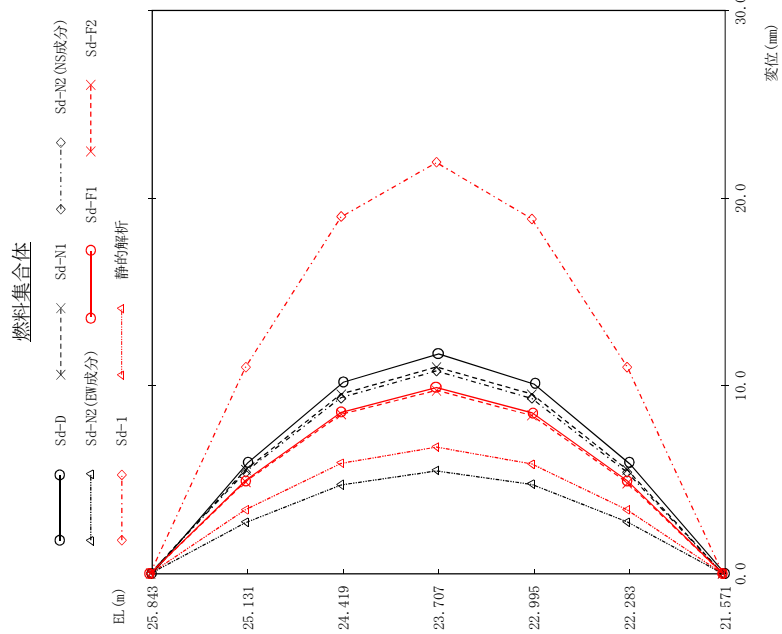
図 4 - 58 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



(單位：m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
6.64	6.42	5.39	5.20	6.70	6.49	6.70	6.49	8.36	上部格子板
10.1	9.14	9.08	5.19	7.00	7.89	7.00	7.89	8.36	
12.9	11.6	11.6	6.02	9.52	10.2	9.52	10.2	8.36	
13.5	12.4	12.1	6.23	10.8	10.6	10.8	10.6	7.34	燃料集合体中央
11.8	11.2	10.5	5.75	9.41	9.57	9.41	9.57	7.34	
8.33	8.28	7.35	5.66	6.05	7.00	6.05	7.00	7.34	
6.38	5.32	4.21	5.65	4.35	5.47	4.35	5.47	7.34	炉心支持板

図 4 - 59 最大心管加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 燃料集合体)

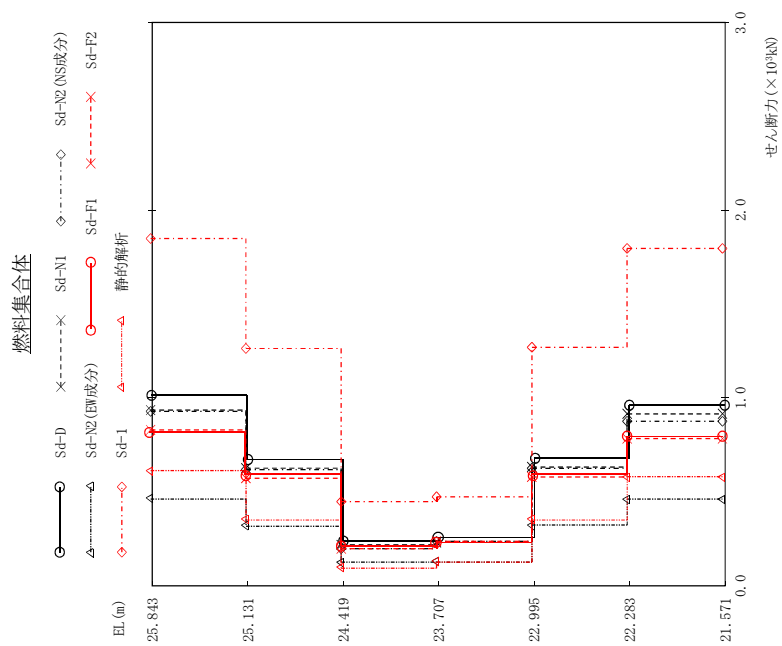


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	上部格子板
5.91	5.53	5.43	2.72	4.96	4.91	4.96	4.91	3.41	
10.2	9.56	9.38	4.73	8.59	8.49	8.59	8.49	5.87	
11.7	11.0	10.8	5.48	9.91	9.77	9.91	9.77	6.74	燃料集合体中央
10.1	9.56	9.33	4.76	8.57	8.43	8.57	8.43	5.84	
5.86	5.53	5.39	2.76	4.95	4.85	4.95	4.85	3.39	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	炉心支持板

図 4 - 60 最大芯管相対変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 燃料集合体)

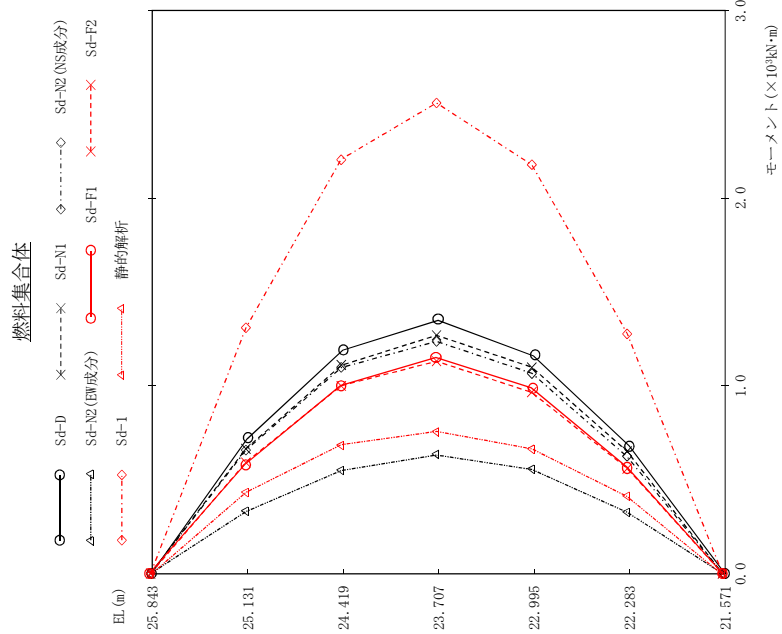




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
1010	934	925	465	816	832	1850	1850	611	上部格子板
688	627	618	320	593	577	1260	1260	354	
239	217	201	125	211	199	445	445	97.5	燃料集合体中央
261	231	243	130	231	236	469	469	128	
676	631	625	322	593	583	1270	1270	354	
956	915	876	460	797	787	1800	1800	580	炉心支持板

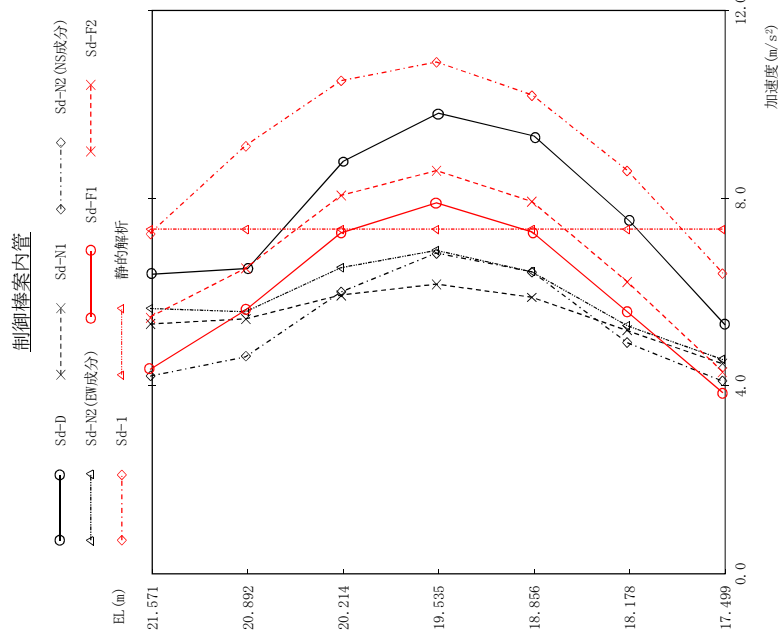
図 4 - 61 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (NS方向) 燃料集合体



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
718	665	659	331	581	592	1310	435	
1190	1110	1100	550	1000	1000	2210	687	
1350	1270	1240	633	1150	1130	2510	757	燃料集合体中央
1160	1100	1070	556	988	964	2180	665	
681	651	624	327	567	560	1280	413	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板

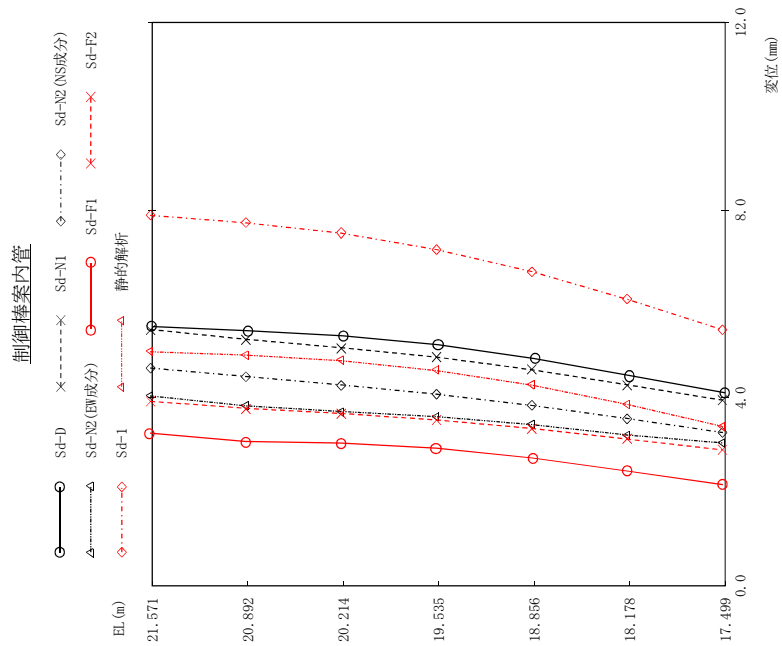
図 4 - 62 最大応答モーメント (NS方向) 弾性設計用地震動 S d (燃料集合体)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2(NS成分)	Sd-N2(EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
6.38	5.32	4.21	5.65	4.35	5.47	7.25	7.34	炉心支持板
6.50	5.43	4.62	5.58	5.61	6.51	9.12	7.34	
8.78	5.94	6.00	6.52	7.26	8.06	10.5	7.34	
9.81	6.17	6.83	6.89	7.90	8.59	10.9	7.34	制御棒案内管中央
9.32	5.89	6.43	6.43	7.28	7.93	10.2	7.34	
7.51	5.18	4.92	5.28	5.58	6.22	8.59	7.34	
5.30	4.47	4.10	4.56	3.85	4.30	6.40	7.34	制御棒案内管下端

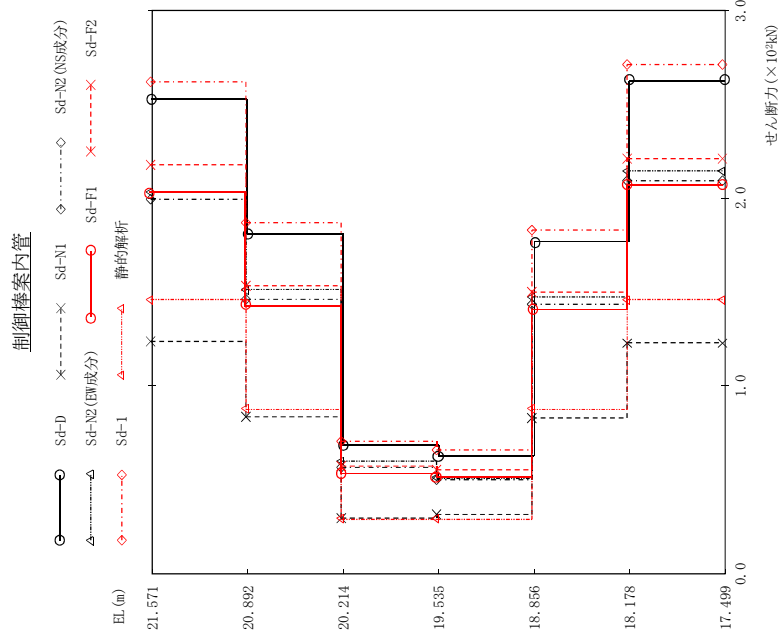
図 4 - 63 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒案内管)



(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
5.52	5.46	4.64	4.04	3.25	3.93	7.89	4.98	炉心支持板
5.43	5.25	4.46	3.83	3.07	3.78	7.73	4.91	
5.32	5.07	4.28	3.71	3.04	3.67	7.51	4.79	
5.13	4.87	4.08	3.60	2.93	3.53	7.16	4.58	制御棒案内管中央
4.84	4.60	3.84	3.43	2.72	3.35	6.69	4.27	
4.48	4.28	3.56	3.21	2.44	3.12	6.10	3.86	
4.11	3.95	3.26	3.04	2.15	2.89	5.45	3.39	制御棒案内管下端

図 4 - 64 最大心管変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒案内管)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (E/W成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
253	124	199	203	203	218	262	146	炉心支持板
181	83.9	146	151	143	153	187	87.8	
68.4	29.4	56.4	59.6	53.2	57.3	69.9	29.3	制御棒案内管中央
62.5	31.5	49.8	50.7	51.4	55.1	65.6	29.3	
177	82.8	143	147	141	150	183	87.8	
263	123	209	214	207	221	271	146	制御棒案内管下端

図 4 - 65 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d (NS方向) 制御棒案内管)

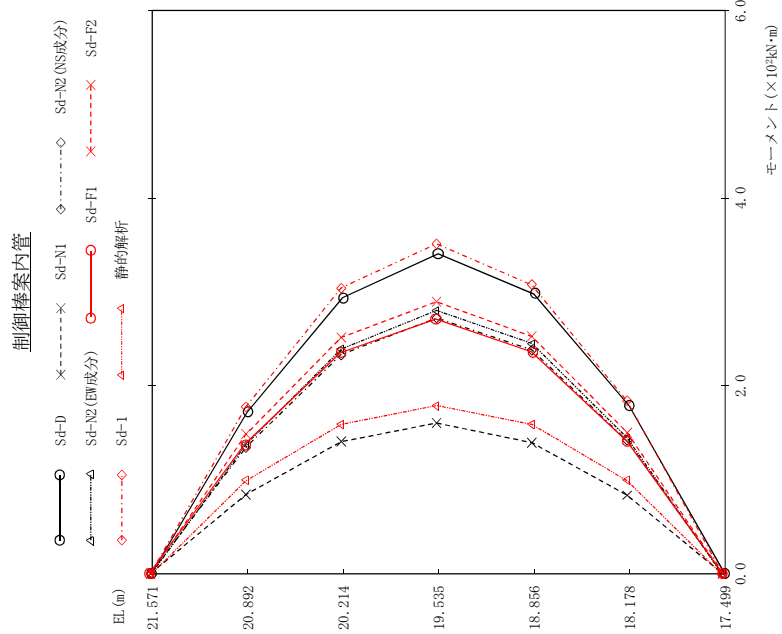
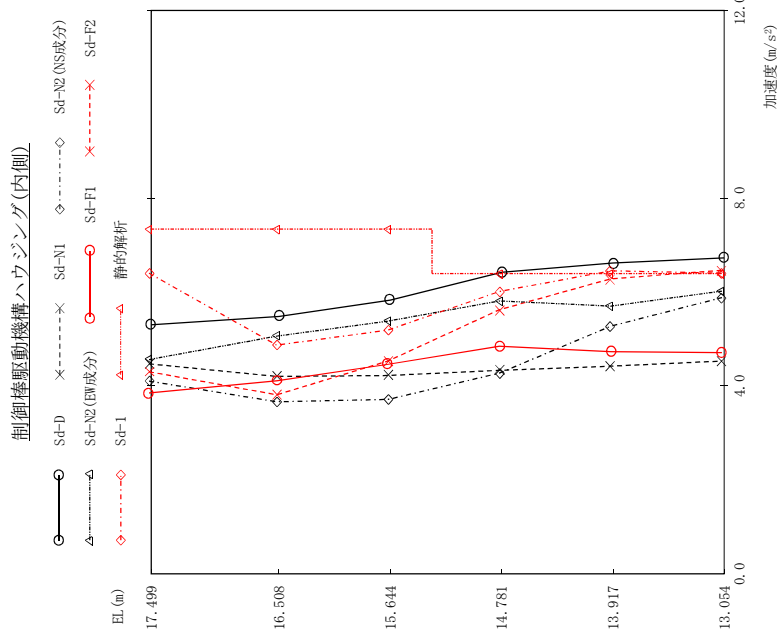


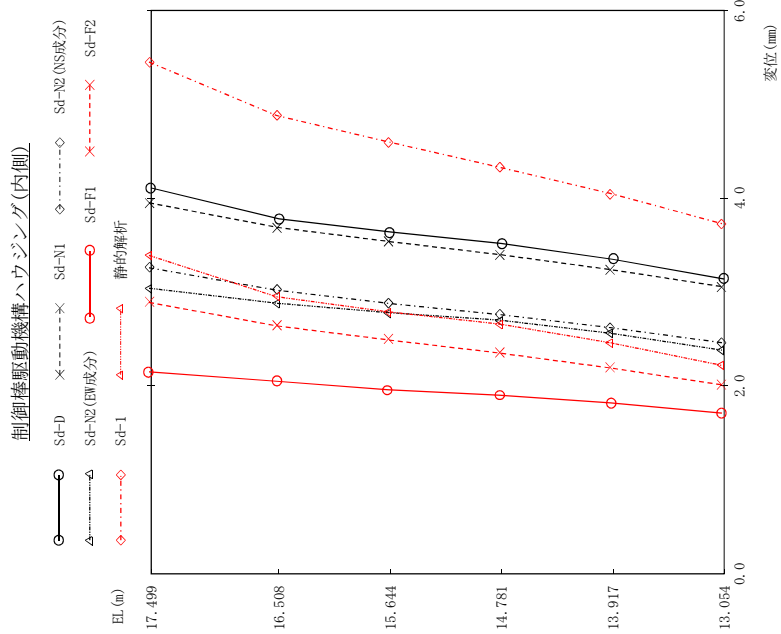
図 4 - 66 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒案内管)



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2(NS成分)	Sd-N2(EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
5.30	4.47	4.10	4.56	3.85	4.30	6.40	7.34	制御棒駆動機構 ハウジング上端
5.48	4.20	3.66	5.06	4.11	3.81	4.87	7.34	原子炉圧力容器 底部位置
5.83	4.22	3.71	5.38	4.46	4.53	5.19	7.34	
6.42	4.33	4.27	5.81	4.85	5.62	6.01	6.39	
6.62	4.42	5.27	5.70	4.73	6.28	6.45	6.39	
6.73	4.53	5.88	6.02	4.71	6.46	6.40	6.39	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 67 最大応答加速度 (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

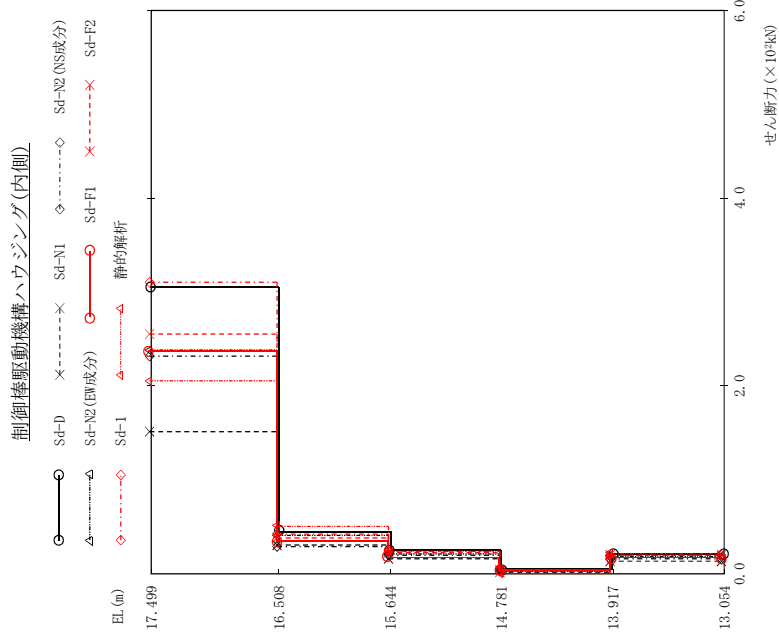


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
4.11	3.95	3.26	3.04	2.15	2.89	5.45	3.39	制御棒駆動機構 ハウジング上端
3.78	3.69	3.02	2.88	2.05	2.64	4.88	2.95	原子炉圧力容器 底部位置
3.64	3.54	2.88	2.78	1.96	2.49	4.60	2.79	
3.52	3.40	2.76	2.70	1.90	2.35	4.33	2.66	
3.35	3.24	2.62	2.56	1.82	2.19	4.05	2.46	
3.14	3.06	2.46	2.38	1.71	2.01	3.73	2.22	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 68 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

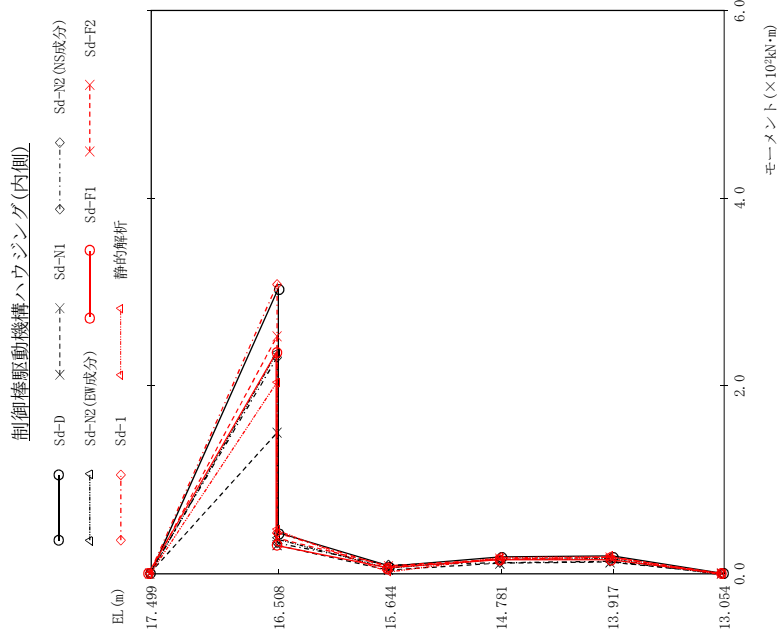




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
306	152	232	237	237	256	311	205	205	制御棒駆動機構 ハウジング上端
45.3	31.4	28.9	40.9	34.0	39.0	42.9	50.8	50.8	原子炉圧力容器 底部位置
24.5	16.7	19.3	21.5	17.7	22.5	24.4	24.2	24.2	
4.71	1.93	5.09	3.98	3.47	4.40	3.19	1.10	1.10	
21.8	14.3	15.0	19.6	17.1	20.1	20.1	22.0	22.0	制御棒駆動機構 ハウジング下端

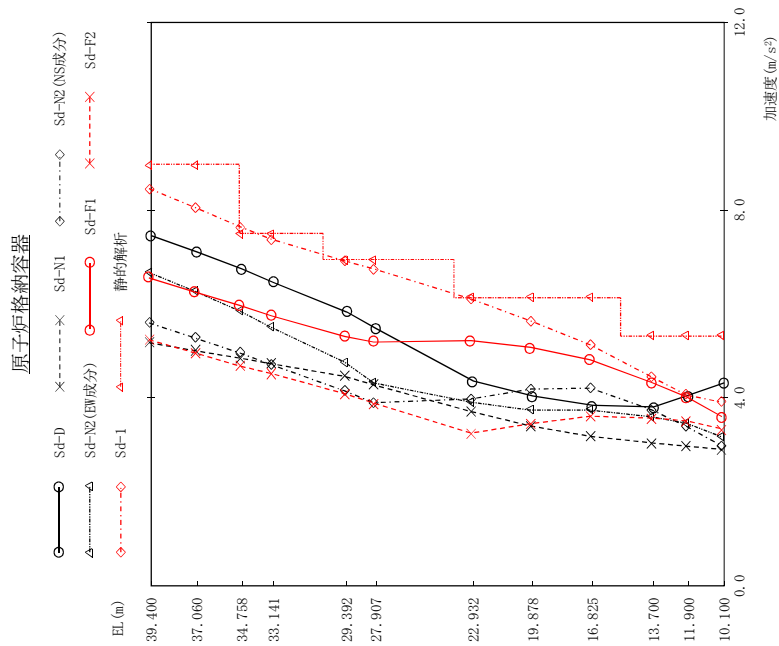
図 4 - 69 最大応答せん断力 (NS方向) 弾性設計用地震動 Sd (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング (内側)



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング上端
303.43	150.30	230.32	295.29	203.46	253.37	308.43	203.46	原子炉圧力容器 底部位置
7.89	3.70	8.99	7.03	6.05	8.21	6.98	2.86	
17.6	11.1	11.5	16.3	14.8	15.3	15.0	18.1	
18.8	12.3	13.0	16.9	14.8	17.4	17.4	19.0	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング下端

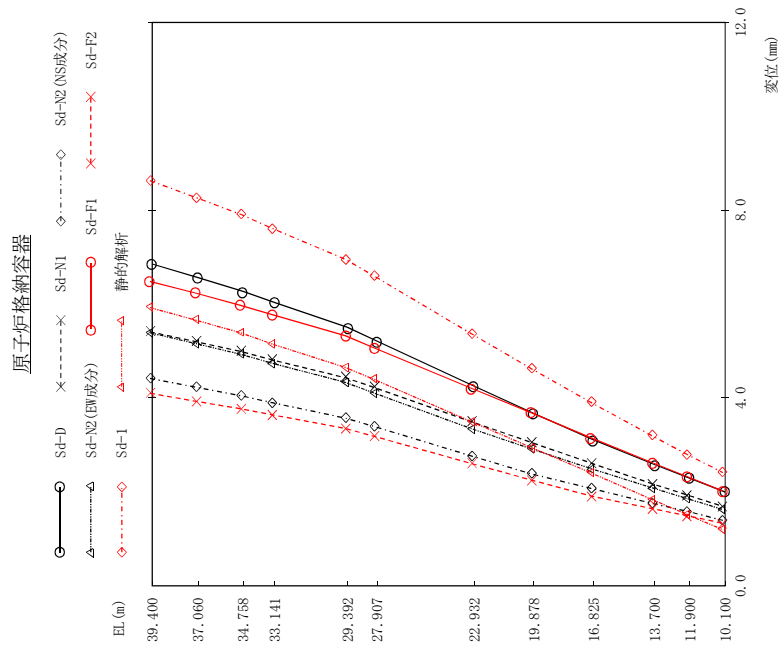
図 4-70 最大応答モーメント (NS方向) 弾性設計用地震動 Sd (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2(NS成分)	Sd-N2(EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
7.46	5.18	5.60	6.67	6.56	5.24	8.46	8.96	原子炉格納容器頂部
7.11	5.01	5.28	6.27	6.26	4.96	8.06	8.96	
6.75	4.85	4.96	5.85	5.97	4.68	7.65	7.49	燃料交換ペロローズ位置
6.46	4.73	4.71	5.50	5.75	4.52	7.38	7.49	
5.83	4.46	4.15	4.76	5.31	4.09	6.92	6.94	シヤラダ位置
5.48	4.28	3.90	4.32	5.19	3.89	6.75	6.94	
4.36	3.71	3.98	3.91	5.22	3.25	6.11	6.14	
4.04	3.40	4.19	3.74	5.08	3.45	5.64	6.14	
3.84	3.18	4.21	3.74	4.81	3.61	5.13	6.14	
3.81	3.04	3.75	3.60	4.33	3.57	4.45	5.32	
4.06	2.97	3.39	3.46	4.02	3.51	4.06	5.32	
4.32	2.90	2.98	3.17	3.60	3.34	3.91	5.32	原子炉格納容器基部

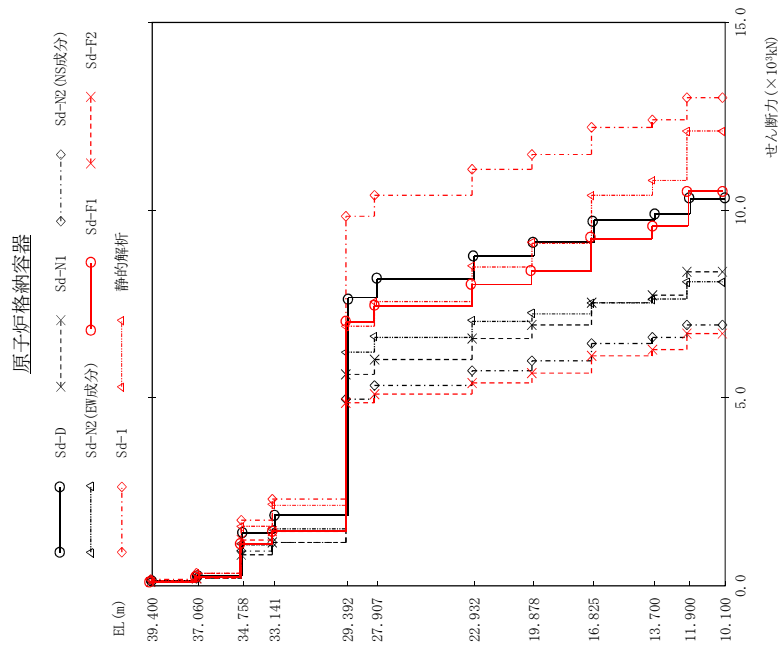
図 4 - 71 最大応答加速度 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 原子炉格納容器)



(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
6.85	5.41	4.42	5.39	6.48	4.10	8.63	5.93	原子炉格納容器頂部
6.56	5.20	4.23	5.16	6.23	3.93	8.27	5.66	
6.27	4.99	4.05	4.93	5.97	3.77	7.91	5.39	燃料交換ベローズ位置
6.03	4.81	3.90	4.74	5.77	3.64	7.61	5.15	
5.50	4.43	3.57	4.33	5.32	3.35	6.95	4.65	シヤラグ位置
5.21	4.22	3.39	4.10	5.06	3.18	6.59	4.39	
4.25	3.49	2.76	3.34	4.20	2.60	5.36	3.49	
3.67	3.05	2.38	2.91	3.68	2.25	4.62	2.94	
3.11	2.61	2.07	2.49	3.15	1.91	3.90	2.40	
2.58	2.17	1.75	2.08	2.62	1.64	3.19	1.83	
2.29	1.93	1.58	1.85	2.32	1.49	2.79	1.51	
2.00	1.69	1.39	1.62	2.02	1.33	2.41	1.19	原子炉格納容器基部

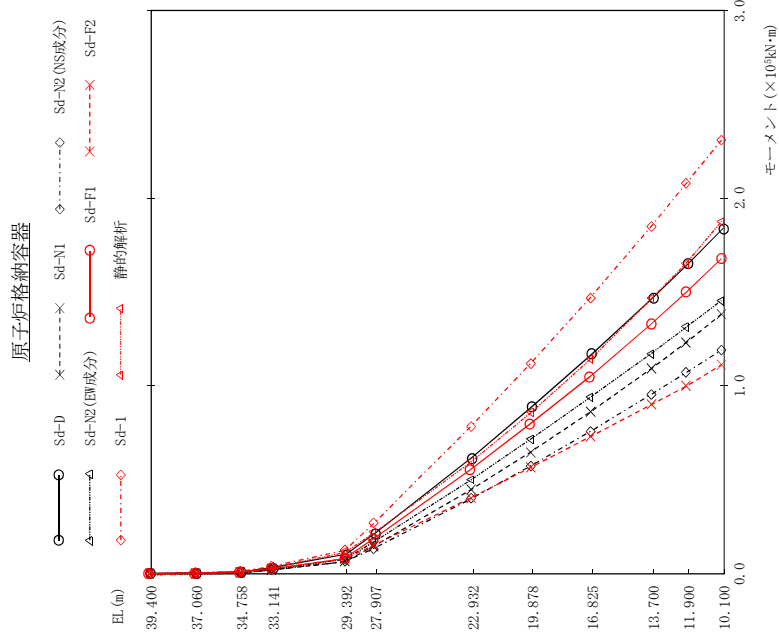
図 4 - 72 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉格納容器)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
134	95.0	101	119	115	95.5	152	161	原子炉格納容器頂部
270	190	202	240	233	192	308	334	燃料交換ベローズ位置
1410	820	939	1100	1110	1220	1720	1580	
1890	1160	1160	1510	1460	1450	2280	2160	シヤラグ位置
7650	5630	4980	6200	7010	4870	9830	6910	
8160	6030	5330	6610	7450	5090	10400	7570	
8790	6590	5740	7040	8030	5400	11100	8500	
9150	6930	5990	7240	8400	5650	11500	9130	
9720	7540	6460	7520	9250	6110	12200	10400	
9890	7750	6610	7610	9570	6260	12400	10800	
10300	8360	6950	8070	10500	6700	13000	12100	原子炉格納容器基部

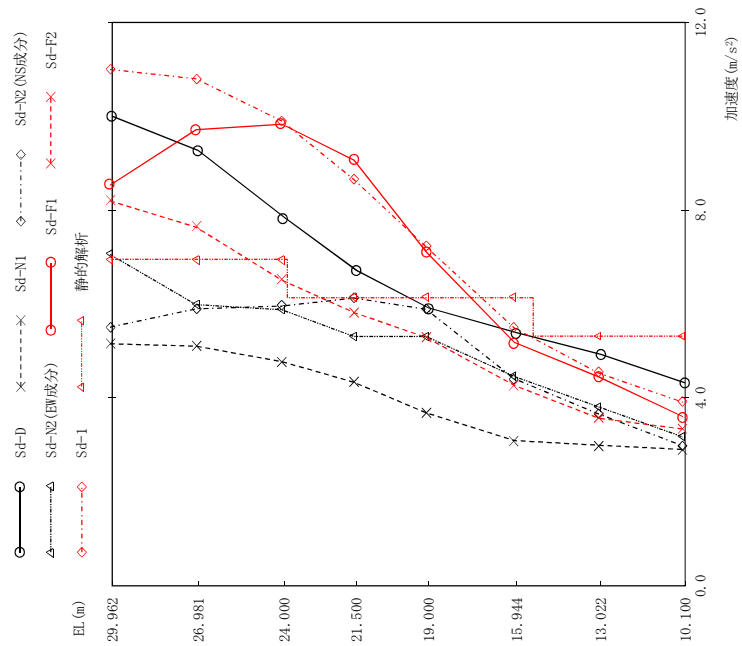
図 4 - 73 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉格納容器)



Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉格納容器頂部
313	218	235	279	269	223	357	377	
935	654	701	831	804	666	1070	1150	燃料交換ペロローズ位置
3200	1940	1950	2590	2480	2440	3840	3710	
10300	6300	6290	8260	7960	7870	12400	11800	シヤラダ位置
21600	14600	13400	17400	18300	15000	26800	22100	
62100	44600	39800	50200	55400	40300	78500	59700	
89000	64700	57300	71700	79800	56400	112000	85700	
117000	85900	75600	93800	105000	72700	147000	114000	
147000	109000	95400	117000	133000	89800	185000	146000	
165000	123000	107000	131000	150000	98600	208000	165000	
184000	138000	119000	145000	168000	111000	231000	187000	原子炉格納容器基部

図 4 - 74 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向) 原子炉格納容器

ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

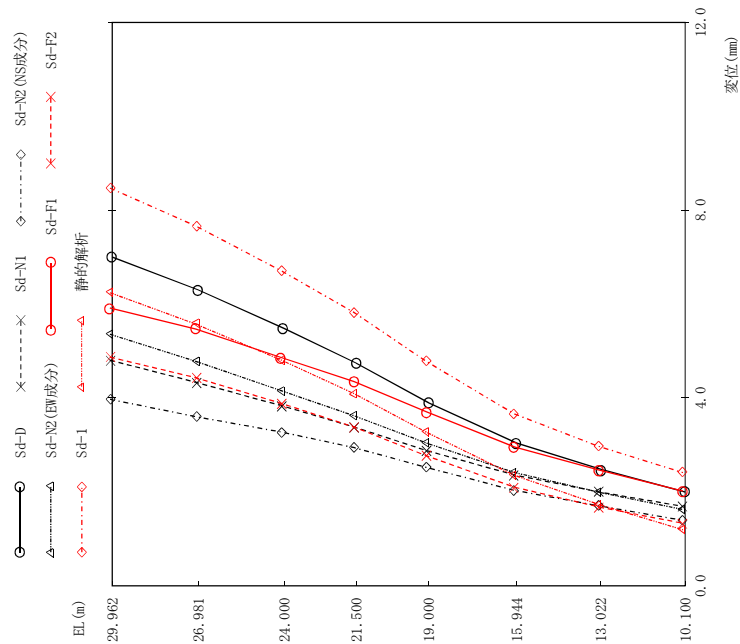


(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
10.0	5.15	5.51	7.06	8.53	8.20	11.0	6.94	ガンマ線遮蔽壁頂部
9.27	5.10	5.90	5.99	9.71	7.64	10.8	6.94	
7.85	4.77	5.96	5.88	9.83	6.51	9.90	6.94	
6.72	4.33	6.13	5.31	9.06	5.82	8.65	6.14	
5.92	3.68	5.89	5.31	7.11	5.29	7.22	6.14	
5.39	3.09	4.41	4.46	5.18	4.27	5.49	6.14	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
4.93	2.99	3.66	3.81	4.45	3.57	4.53	5.32	
4.32	2.90	2.98	3.17	3.60	3.34	3.91	5.32	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 75 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル



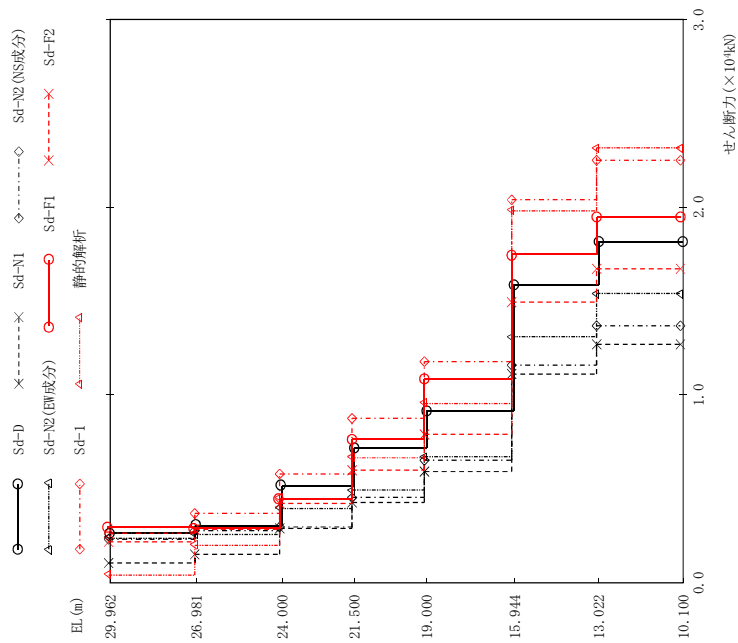
(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
7.00	4.80	3.97	5.36	5.92	4.87	8.47	6.24	ガンマ線遮蔽壁頂部
6.30	4.33	3.60	4.78	5.47	4.43	7.66	5.57	
5.48	3.83	3.27	4.15	4.86	3.88	6.70	4.80	
4.74	3.38	2.94	3.62	4.35	3.38	5.82	4.09	
3.90	2.88	2.52	3.04	3.71	2.77	4.78	3.27	
3.04	2.36	2.03	2.41	2.96	2.10	3.66	2.35	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
2.48	2.00	1.70	1.99	2.47	1.68	2.97	1.73	
2.00	1.69	1.39	1.62	2.02	1.33	2.41	1.19	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 76 最大応答変位 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)



ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル

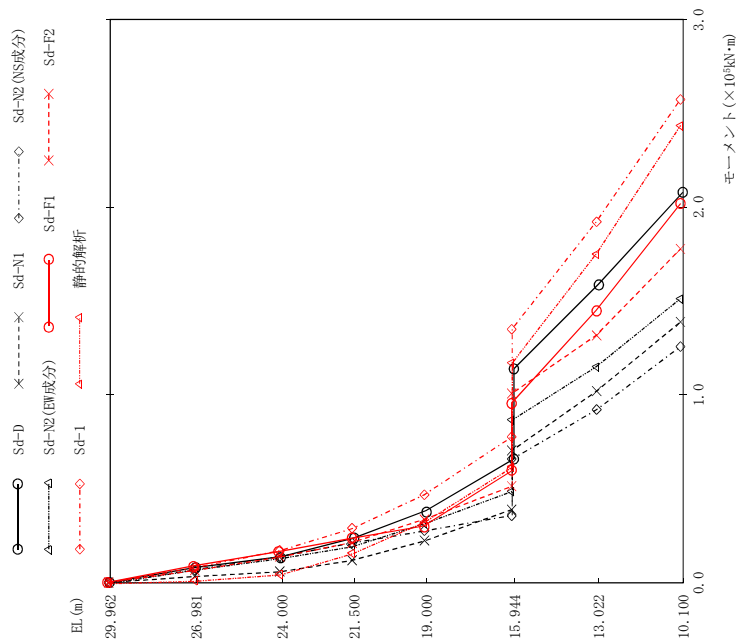


(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
2690	1070	2290	2410	2980	2160	2630	426	ガンマ線遮蔽壁頂部
3080	1500	2750	2580	2940	2810	3710	1990	
5160	2880	2930	3970	4510	4180	5790	4480	
7210	4280	4500	4930	7680	5950	8720	6670	
9150	5910	6500	6730	10900	7880	11800	9540	原子炉圧力容器 ペダスタル頂部
15900	11100	11600	13100	17500	14900	20400	19800	
18200	12700	13700	15400	19500	16700	22500	23100	原子炉圧力容器 ペダスタル基部

図 4 - 77 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペダスタル)

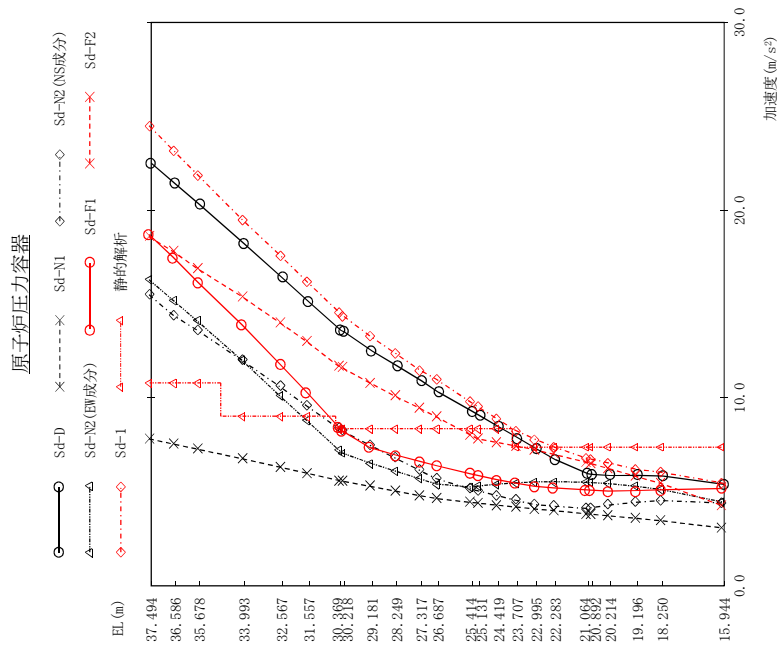
ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベースタル



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ガンマ線遮蔽壁頂部
8030	3180	6820	7190	8890	6450	7830	1270	
13800	5720	13900	13300	16600	13600	17000	4660	
23700	11800	21100	19600	23600	21400	28700	15800	
38300	22100	27500	31700	30100	33700	46700	32500	
65900 114000	39000 70500	85900 85900	48900 88700	58500 93800	51400 101400	77600 135600	61700 110400	原子炉圧力容器 ベースタル頂部
159000	102000	92200	115000	145000	132000	192000	175000	
208000	139000	126000	151000	202000	178000	257000	243000	原子炉圧力容器 ベースタル基部

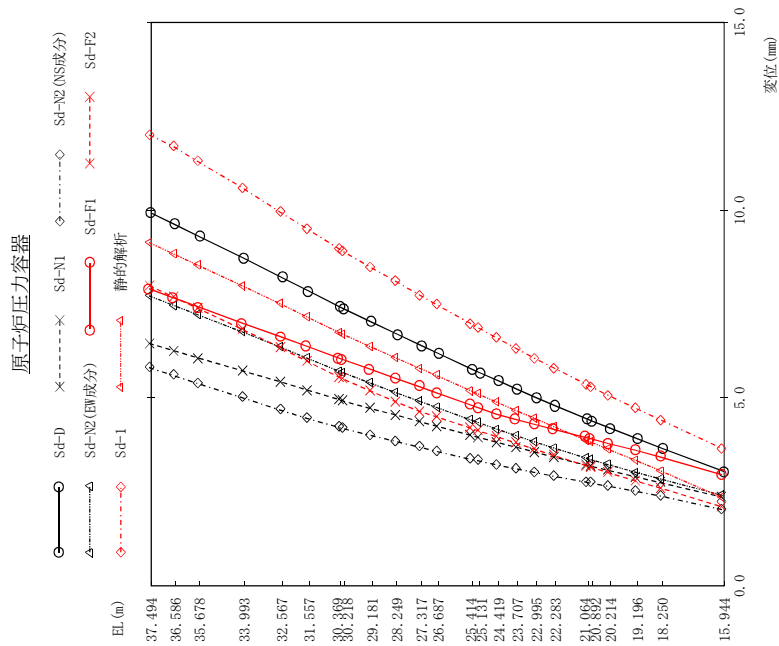
図 4-78 最大応答モーメント (EW方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベースタル)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-NI	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
22.5	7.83	15.5	16.3	18.7	18.6	24.5	10.8	原子炉圧力容器頂部
21.4	7.55	14.4	15.2	17.5	17.8	23.2	10.8	
20.3	7.28	13.6	14.1	16.2	16.9	21.9	10.8	
18.2	6.77	12.0	12.0	13.9	15.4	19.5	8.99	燃料交換ベローズ位置
16.4	6.32	10.6	10.1	11.8	14.0	17.6	8.99	
15.1	6.00	9.57	8.79	10.3	13.0	16.2	8.99	
13.6	5.62	8.33	7.66	8.47	11.7	14.6	8.33	原子炉圧力容器スタビライザ位置
12.5	5.30	7.48	6.53	7.36	10.8	13.3	8.33	
11.7	5.05	6.81	6.11	6.98	10.1	12.4	8.33	
10.9	4.81	6.15	5.69	6.63	9.46	11.5	8.33	
10.3	4.65	5.70	5.41	6.40	8.99	11.0	8.33	
9.28	4.45	5.16	5.25	5.97	8.04	9.89	8.33	
8.64	4.41	5.06	5.30	5.88	7.82	9.54	8.33	
8.45	4.30	4.81	5.40	5.66	7.64	8.91	8.33	
7.87	4.20	4.56	5.47	5.47	7.45	8.28	7.37	
7.28	4.10	4.32	5.52	5.30	7.24	7.82	7.37	
6.70	4.01	4.24	5.54	5.21	7.00	7.41	7.37	
5.85	3.84	4.15	5.50	5.10	6.58	6.81	7.37	
5.86	3.73	4.29	5.43	5.05	6.24	6.55	7.37	
5.87	3.60	4.45	5.29	5.07	5.83	6.22	7.37	原子炉圧力容器支持スカート頂部
5.84	3.47	4.54	5.12	5.11	5.45	6.05	7.37	原子炉圧力容器支持スカート基部
5.39	3.09	4.41	4.46	5.18	4.27	5.49	7.37	

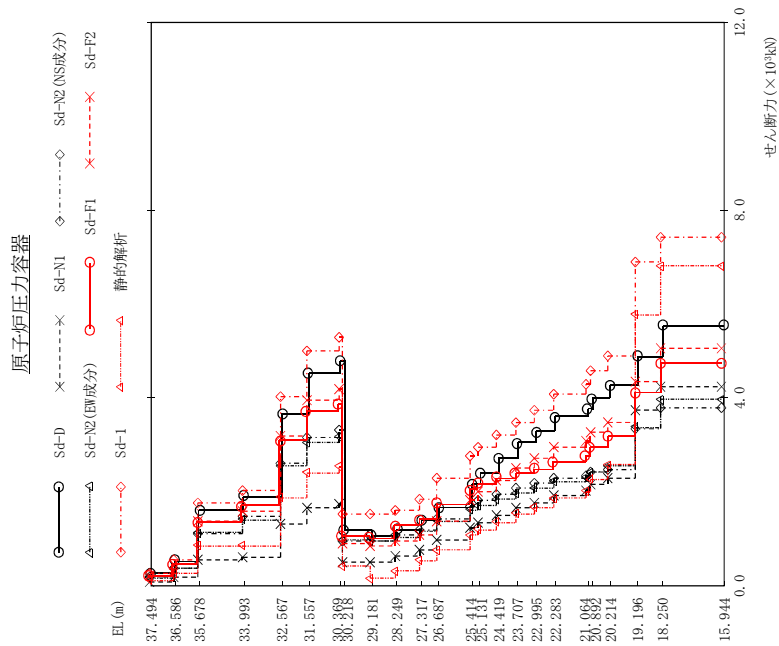
図 4 - 79 最大応答加速度 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 原子炉圧力容器)



(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
9.92	6.45	5.81	7.72	7.91	7.99	12.0	9.14	原子炉圧力容器頂部
9.61	6.26	5.60	7.47	7.67	7.69	11.7	8.84	
9.29	6.07	5.39	7.22	7.44	7.39	11.3	8.54	
8.71	5.72	5.01	6.76	7.00	6.83	10.6	7.99	燃料交換ベローズ位置
8.20	5.43	4.68	6.36	6.64	6.34	9.95	7.51	原子炉圧力容器スタビライザ位置
7.84	5.21	4.46	6.06	6.38	5.98	9.51	7.16	
7.41	4.96	4.23	5.73	6.03	5.59	8.98	6.75	
7.01	4.72	4.01	5.40	5.77	5.19	8.49	6.37	
6.70	4.55	3.85	5.15	5.53	4.91	8.12	6.08	
6.39	4.37	3.69	4.91	5.30	4.64	7.74	5.79	
6.18	4.25	3.58	4.75	5.14	4.50	7.49	5.60	
5.76	4.01	3.37	4.42	4.82	4.20	6.99	5.20	
5.67	3.95	3.33	4.35	4.75	4.13	6.88	5.11	
5.45	3.82	3.22	4.17	4.57	3.97	6.60	4.89	
5.22	3.69	3.12	4.00	4.43	3.80	6.33	4.67	
5.00	3.56	3.02	3.83	4.30	3.64	6.06	4.46	
4.79	3.43	2.92	3.67	4.17	3.47	5.81	4.24	
4.43	3.21	2.76	3.40	3.92	3.20	5.37	3.88	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
4.19	3.07	2.65	3.22	3.79	3.01	5.07	3.63	
3.91	2.90	2.52	3.02	3.61	2.79	4.73	3.34	
3.65	2.74	2.39	2.84	3.43	2.60	4.42	3.06	原子炉圧力容器支持 スカート基部
3.04	2.36	2.03	2.41	2.96	2.10	3.66	2.35	

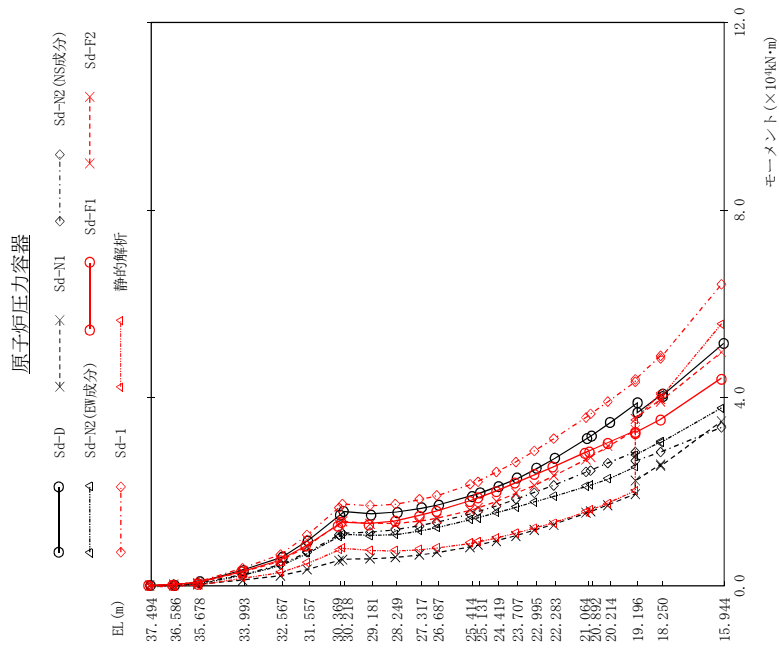
図 4 - 80 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉圧力容器)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
248	84.8	176	182	218	210	271	122	原子炉圧力容器頂部
523	180	368	380	454	443	572	263	
1600	560	1100	1140	1360	1360	1760	849	燃料交換ベローズ位置
1890	618	1480	1410	1710	1590	2020	846	
3660	1310	2610	2550	3110	3200	4040	1880	
4520	1650	3160	3050	3730	3960	5000	2400	
4780	1750	3320	3180	3880	4180	5280	2530	原子炉圧力容器スタビライザ位置
1180	509	936	979	1060	888	1530	418	
1060	499	936	951	1020	853	1540	151	
1190	647	1060	1040	1290	947	1620	311	
1390	777	1180	1160	1430	1080	1850	540	
1660	988	1420	1380	1760	1380	2290	765	
2160	1350	1850	1820	2050	1850	2760	1080	
2400	1550	1800	1720	2170	2010	2860	1190	
2720	1800	1940	1850	2310	2250	3220	1350	
3040	1650	2070	1980	2410	2410	3480	1530	
3290	1770	2180	2090	2490	2710	3730	1670	
3600	1920	2290	2230	2640	2950	4080	1870	
3770	2020	2350	2310	2770	3090	4290	2010	
3990	2150	2410	2320	2960	3270	4510	2210	
4250	2300	2470	2550	3190	3480	4900	2580	
4880	3750	3350	3380	4120	4340	6890	5770	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
5540	4240	3790	3970	4750	5060	7420	6800	原子炉圧力容器支持 スカート基部

図 4 - 81 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉圧力容器)



(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
225	77.0	160	165	197	191	246	110	
700	241	494	510	610	593	766	349	
3400	1180	2350	2430	2910	2890	3720	1780	燃料交換ベローズ位置
6010	2070	4460	4430	5340	5160	6590	2990	
9700	3390	7080	7000	8490	8390	10700	4880	
15100	5350	10900	10900	13900	13100	19600	7740	原子炉圧力容器スタビライザ位置
15300	5690	11400	10900	13200	13200	17000	7680	
15700	5970	11900	11000	13700	13200	17300	7540	
16500	6520	12800	11800	14900	13700	18300	7830	
17200	6990	13500	12500	15800	14300	19100	8170	
19200	8230	15300	14200	18000	16000	21500	9150	
19700	8580	15800	14600	18600	16500	22200	9450	
21200	9550	17000	15700	20100	17900	24200	10300	
22800	10600	18400	16800	21800	19600	26300	11300	
24900	11800	19900	18000	23500	21300	28700	12400	
27200	13000	21400	19100	25200	23300	31200	13500	
31500	15400	24200	21500	28300	26300	35800	15800	
33100	15700	24800	21500	28700	27400	36300	16200	
34800	17200	26200	22800	30400	28600	39200	17700	
38000	39500	28800	25400	33900	33400	43400	23300	原子炉圧力容器支持スカート頂部
38000	25800	28500	30700	35300	38300	48300	49800	
40600	25400	28500	30700	35300	38300	48300	49900	
51700	35000	33800	37900	44100	49700	64200	55600	原子炉圧力容器支持スカート基部

図 4 - 82 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉圧力容器)

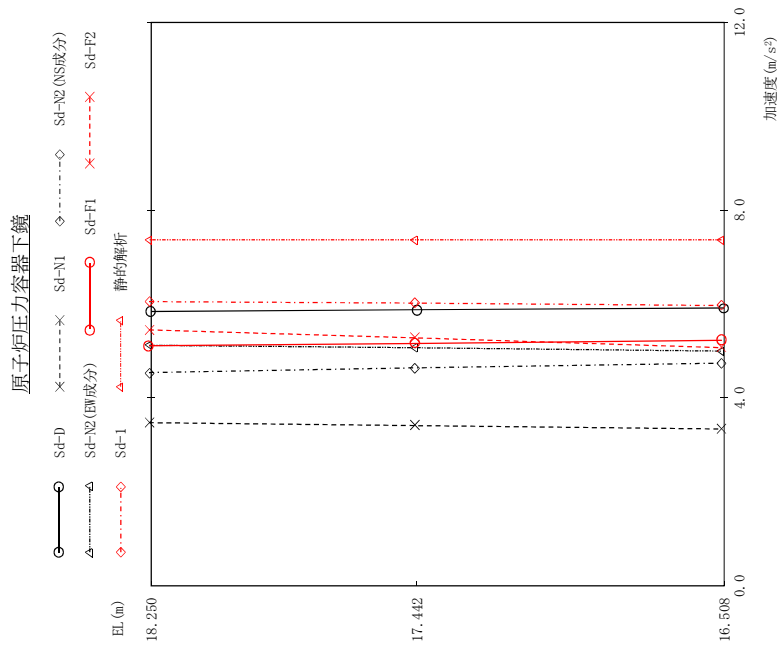
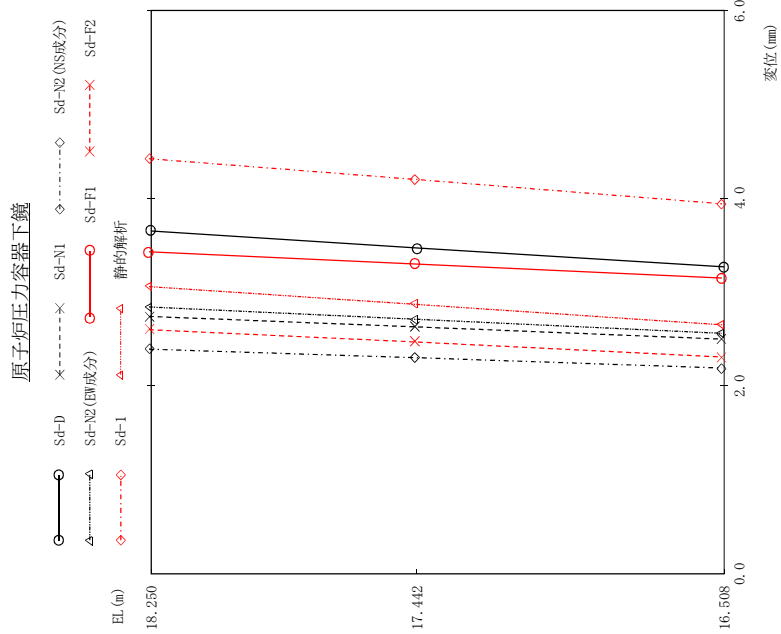


図 4 - 83 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉压力容器下鏡)

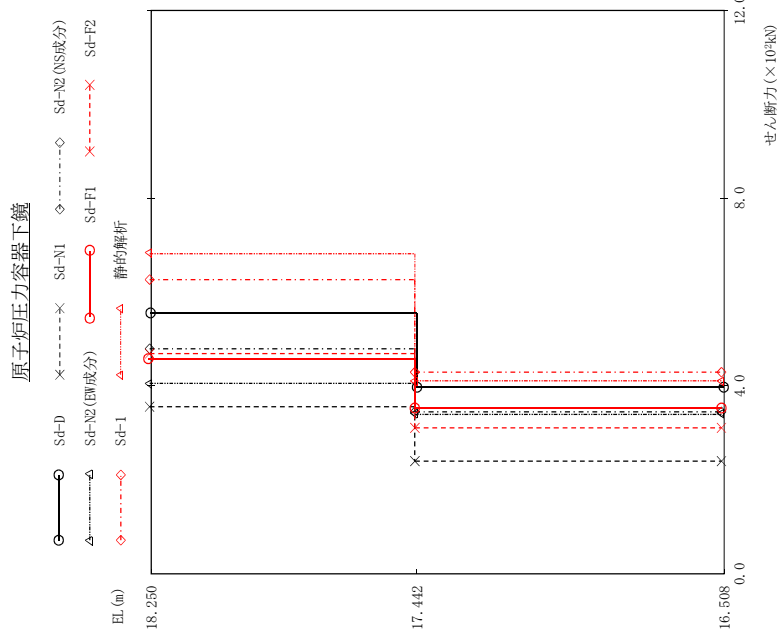


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
3.65	2.74	2.39	2.84	3.43	2.60	4.42	3.06	原子炉压力容器支持 スカート頂部
3.47	2.63	2.30	2.71	3.30	2.47	4.20	2.87	
3.27	2.50	2.19	2.56	3.15	2.31	3.94	2.65	原子炉压力容器基部

図 4 - 84 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉压力容器下鏡)

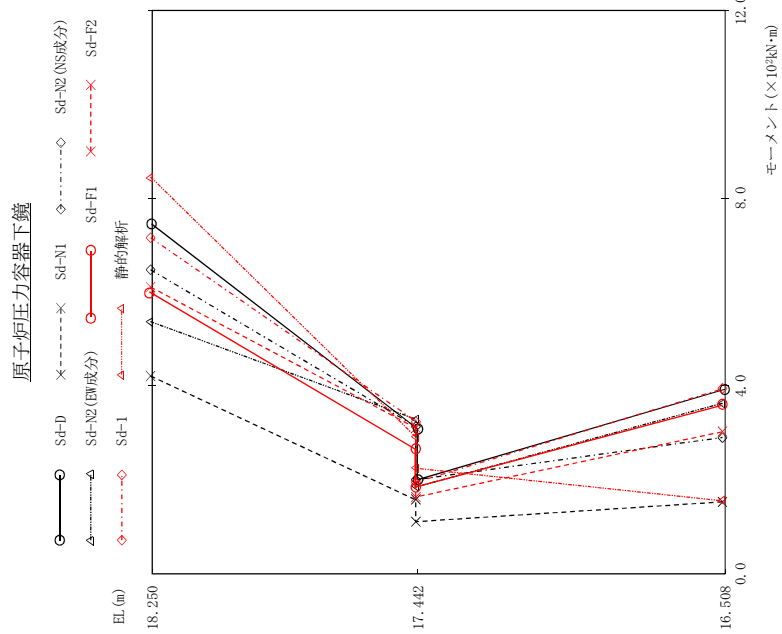




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
556	355	478	405	457	468	627	682	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
397	239	346	340	351	312	429	410	原子炉圧力容器基部

図 4 - 85 最大心管せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 原子炉圧力容器下鏡)

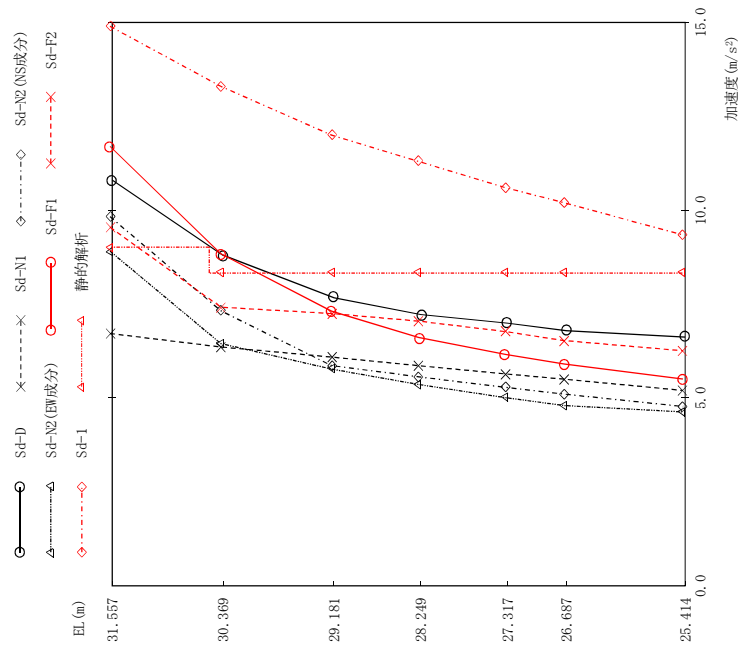


(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
746	421	647	535	599	610	717	843	717	843	843	原子炉圧力容器支持 スカート頂部
309 200	158 112	313 200	329 186	265 184	310 163	326 196	252 226	326 196	252 226		
393	154	290	363	358	302	395	157	395	157		原子炉圧力容器基部

図 4 - 86 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向) 原子炉圧力容器下鏡

気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

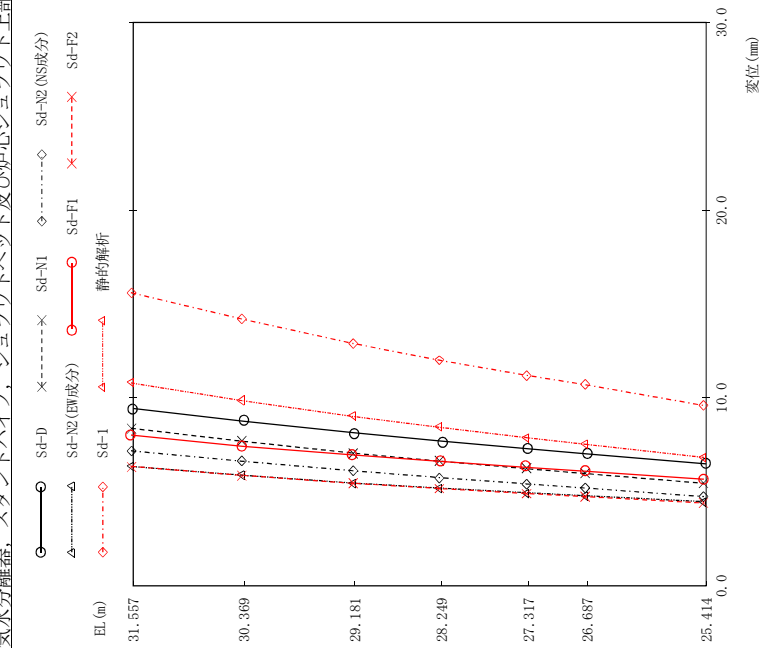


(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
10.8	6.72	9.83	8.91	11.7	9.55	14.9	8.99	気水分離器頂部
8.80	6.36	7.32	6.45	8.84	7.42	13.3	8.33	
7.67	6.09	5.86	5.77	7.31	7.25	12.0	8.33	スタンドパイプ頂部
7.22	5.86	5.56	5.36	6.61	7.05	11.3	8.33	
6.99	5.64	5.28	5.01	6.16	6.77	10.6	8.33	シュラウドヘッド 鏡板頂部
6.79	5.50	5.10	4.80	5.90	6.53	10.2	8.33	
6.62	5.20	4.77	4.63	5.50	6.26	9.34	8.33	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 87 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向) 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

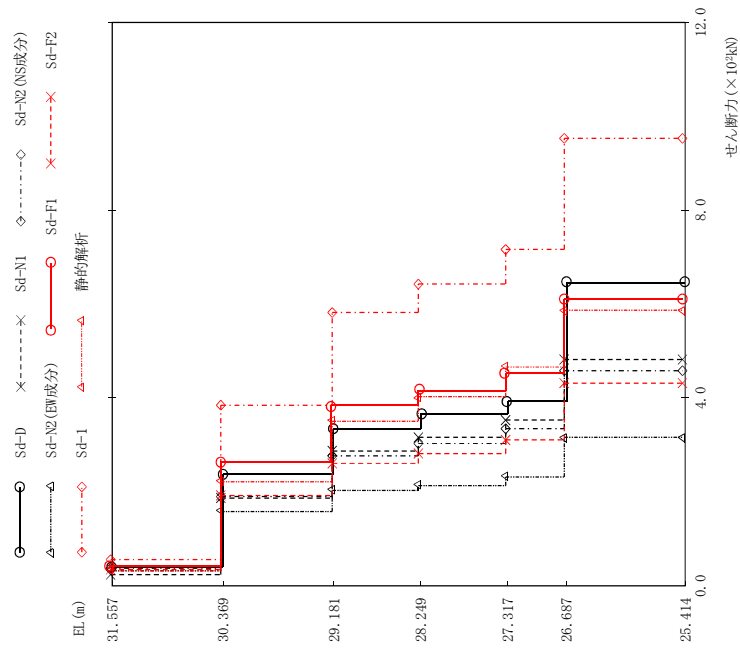


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
9.44	8.39	7.18	6.36	8.02	6.35	15.6	10.8	気水分離器頂部
8.76	7.70	6.63	5.89	7.42	5.87	14.2	9.86	
8.14	7.07	6.12	5.47	6.96	5.45	12.9	9.02	スタンバイパイプ頂部
7.70	6.64	5.76	5.20	6.62	5.17	12.0	8.44	
7.29	6.24	5.42	4.95	6.30	4.91	11.2	7.89	シュラウドヘッド 鏡板頂部
7.02	5.98	5.20	4.79	6.10	4.74	10.7	7.54	
6.49	5.46	4.75	4.47	5.67	4.40	9.59	6.84	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 88 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部同

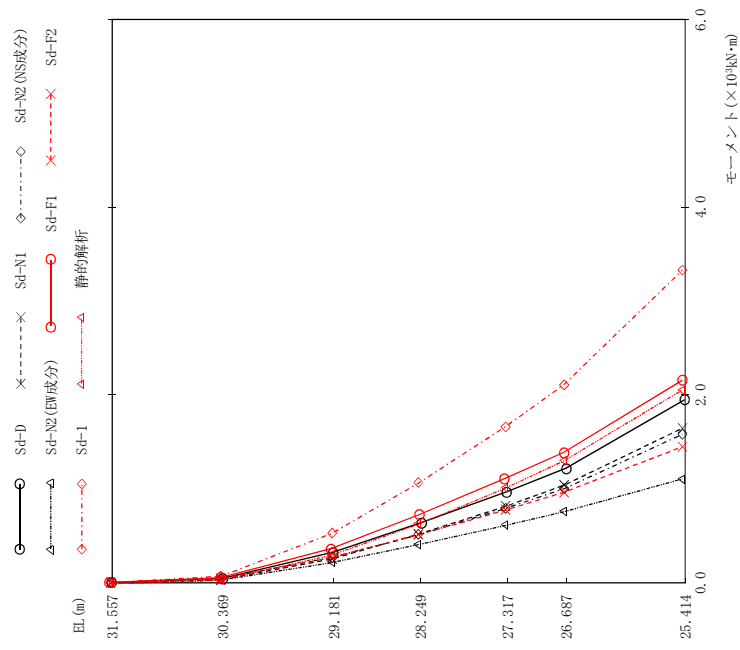


(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
38.8	24.9	36.2	32.3	44.2	34.5	56.0	33.0	気水分離器頂部
236	187	190	158	265	192	385	222	スタンドパイプ頂部
333	287	276	203	384	261	582	351	
365	317	303	214	418	281	643	403	
392	352	333	232	453	310	717	467	シュラウドヘッド 鏡板頂部
645	482	458	315	612	431	954	587	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 89 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部同)

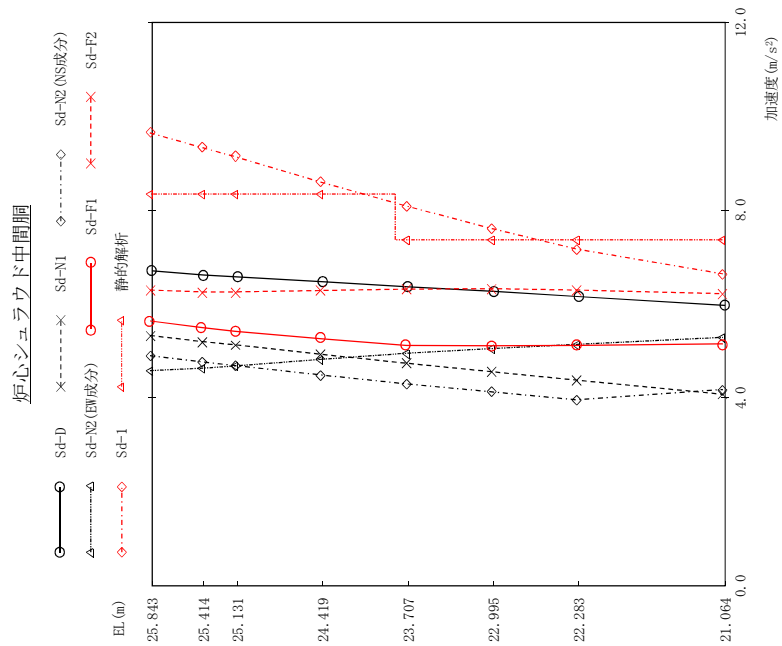
気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位：kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
46.1	29.5	43.0	38.4	52.5	41.0	66.5	39.1	39.1	
325	251	268	222	362	268	523	268	303	スタンバイパイプ頂部
635	518	508	411	719	511	1060	511	630	
970	813	789	611	1110	773	1660	773	1010	シュラウドヘッド 鏡板頂部
1220	1040	999	755	1390	965	2110	965	1300	
1950	1650	1580	1100	2160	1450	3330	1450	2050	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 90 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向 気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
6.71	5.33	4.90	4.58	5.64	6.30	9.65	8.33	上部格子板
6.62	5.20	4.77	4.63	5.50	6.26	9.34	8.33	
6.58	5.13	4.69	4.68	5.42	6.26	9.14	8.33	
6.48	4.93	4.49	4.82	5.26	6.29	8.60	8.33	
6.37	4.74	4.30	4.95	5.12	6.32	8.09	7.37	
6.27	4.56	4.13	5.05	5.11	6.33	7.61	7.37	
6.16	4.38	3.96	5.14	5.12	6.30	7.17	7.37	
5.97	4.08	4.18	5.29	5.15	6.22	6.64	7.37	炉心シユラウド 中間胴下端

図 4 - 91 最大心管加速度 弾性設計用地震動 Sd (EW方向) 炉心シユラウド中間胴

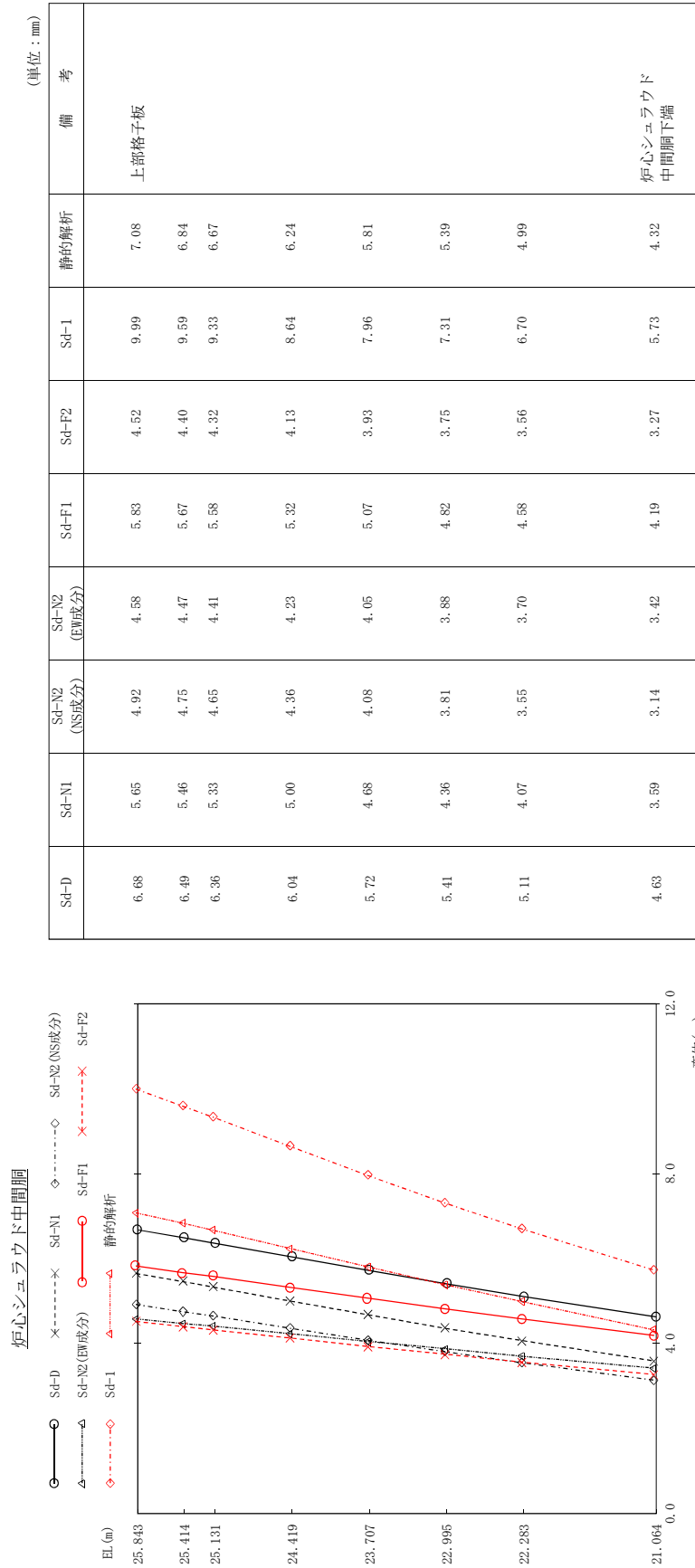


図 4 - 92 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 炉心シユラウド中間胴)



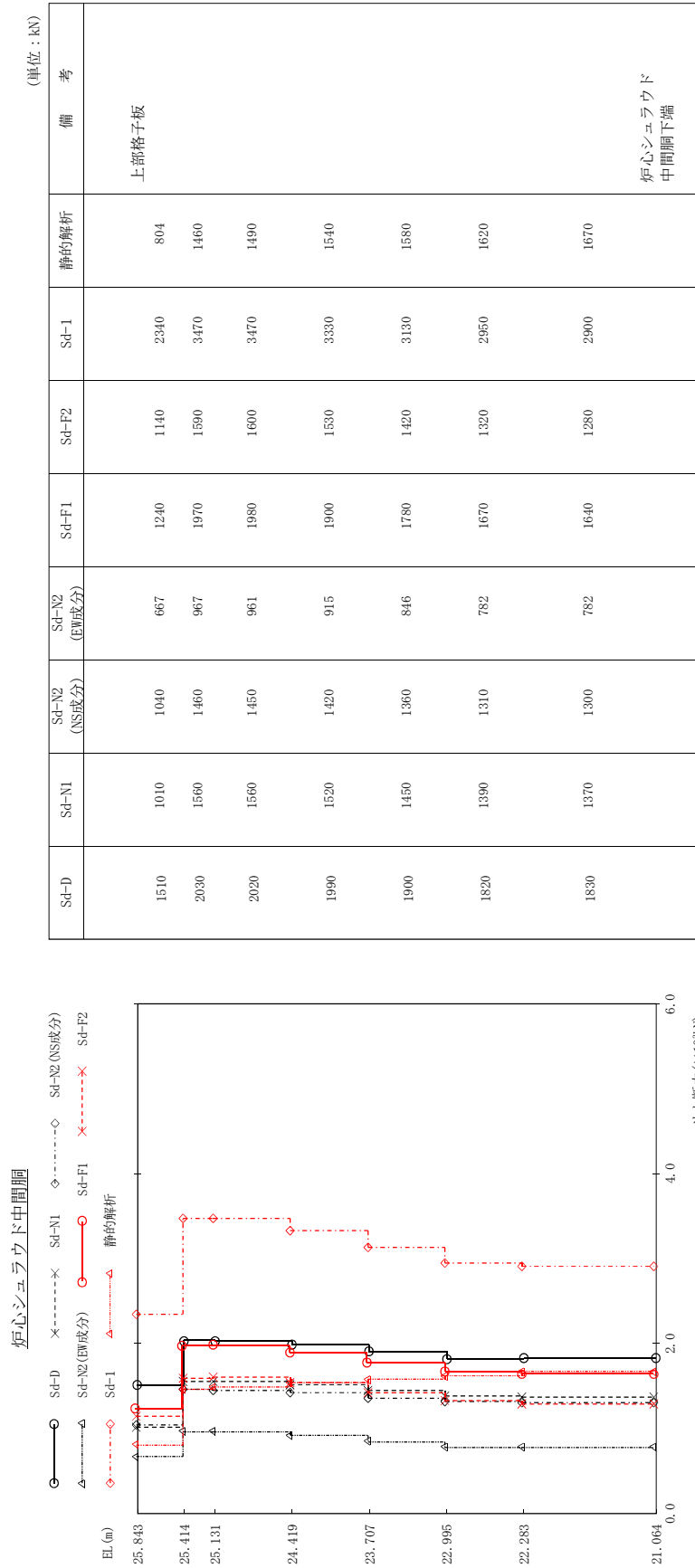


図 4 - 93 最大応答せん断力 弾性設計用地震動S d (EW方向 炉心シユラウド中間胴)

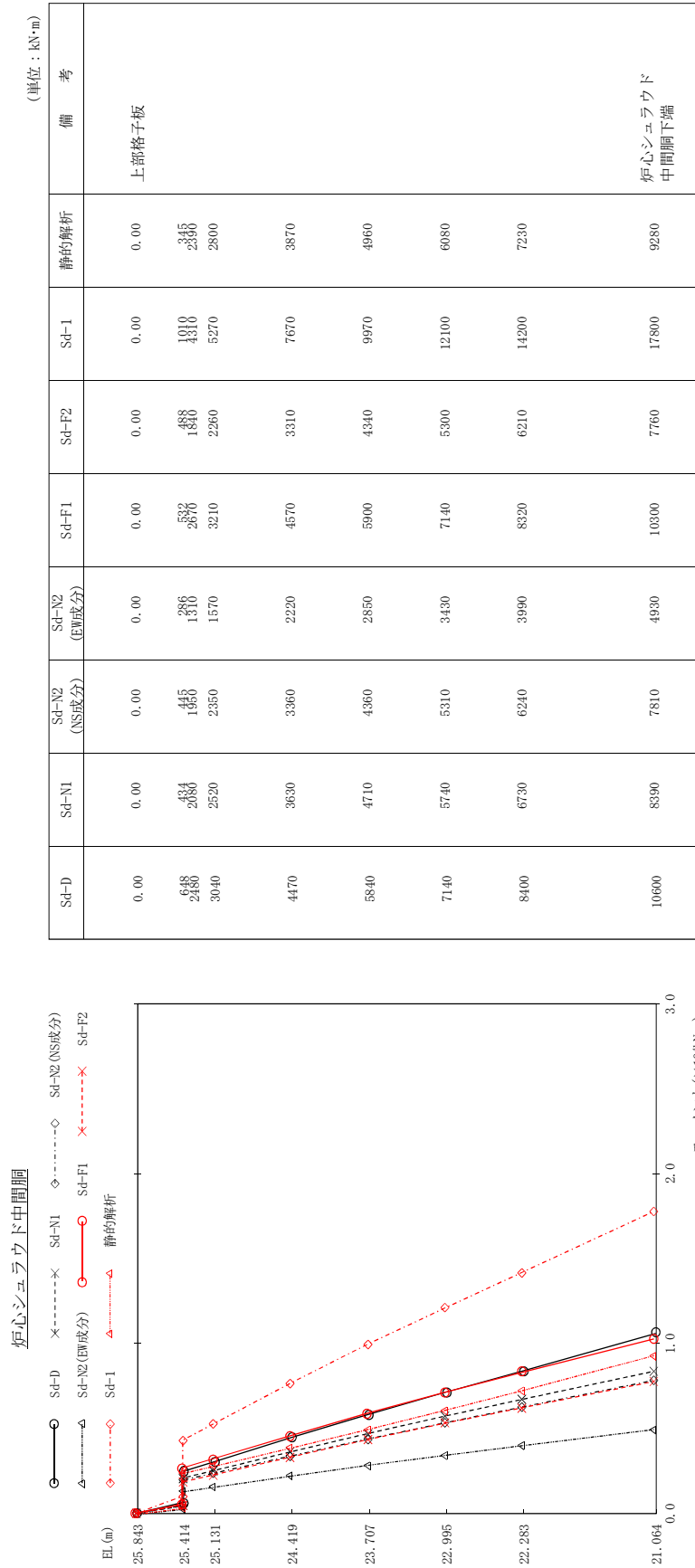
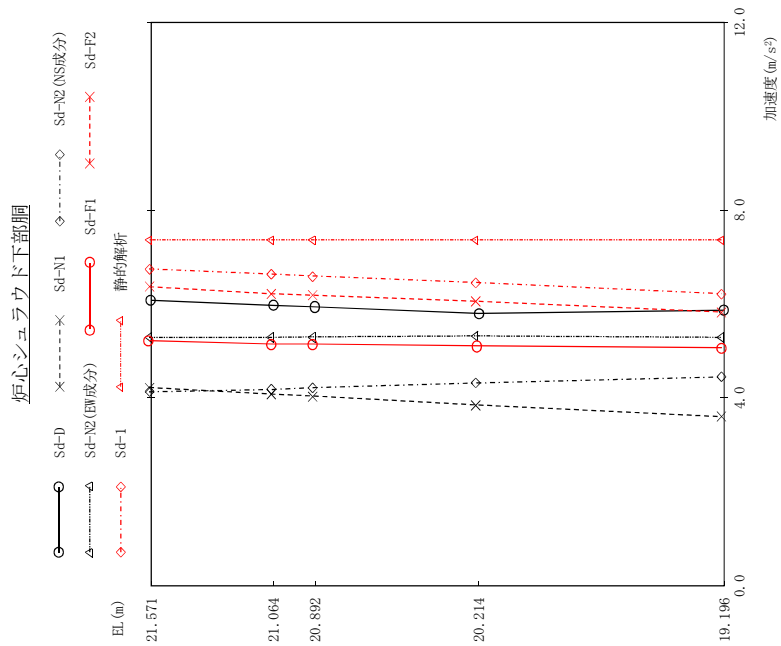


図 4-94 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 炉心シュラウド中間胴)



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
6.08	4.22	4.13	5.29	5.22	6.37	6.75	7.37	炉心支持板
5.97	4.08	4.18	5.29	5.15	6.22	6.64	7.37	
5.94	4.04	4.22	5.30	5.15	6.19	6.60	7.37	
5.80	3.85	4.32	5.32	5.11	6.06	6.46	7.37	
5.87	3.60	4.45	5.29	5.07	5.83	6.22	7.37	炉心シユラウド 下部胴下端

図 4 - 95 最大心管加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向 炉心シユラウド下部胴)

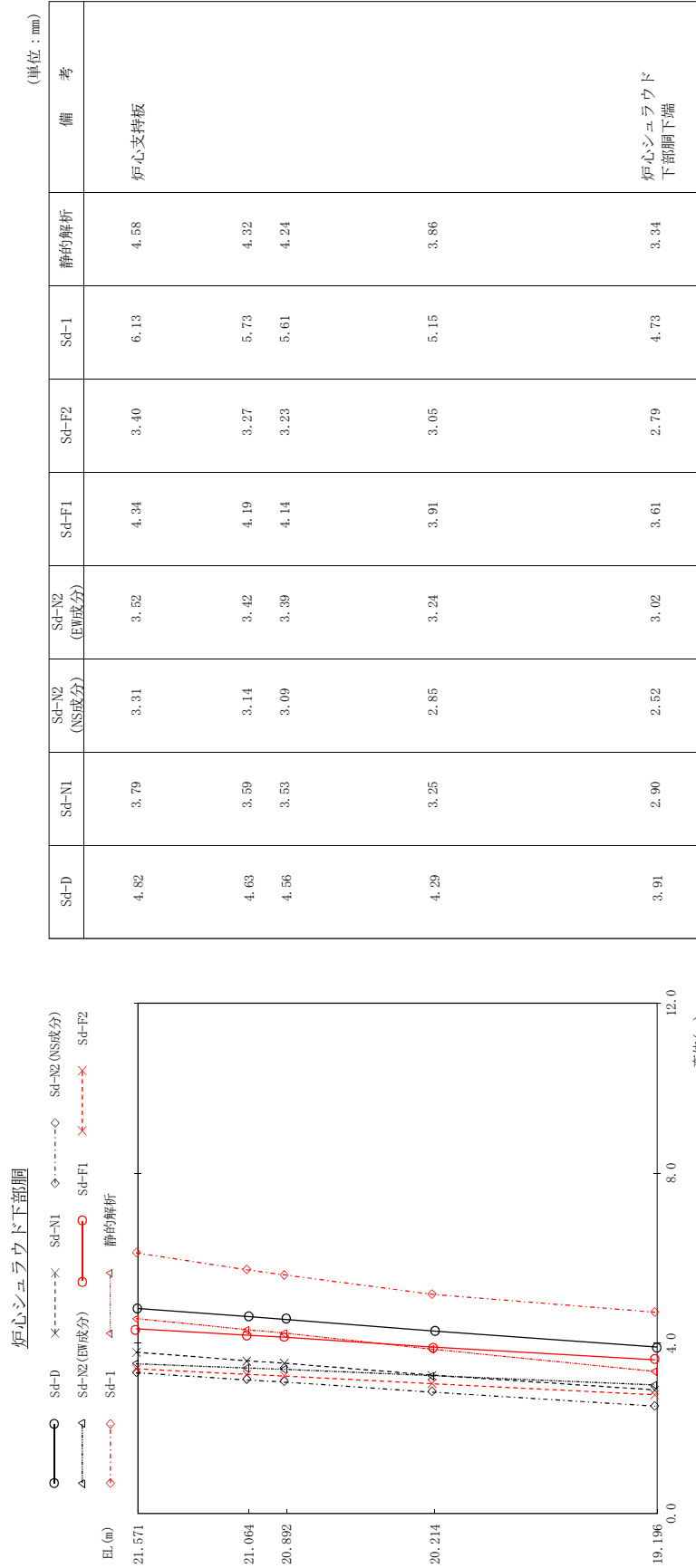


図 4 - 96 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 炉心シユラウド下部胴)

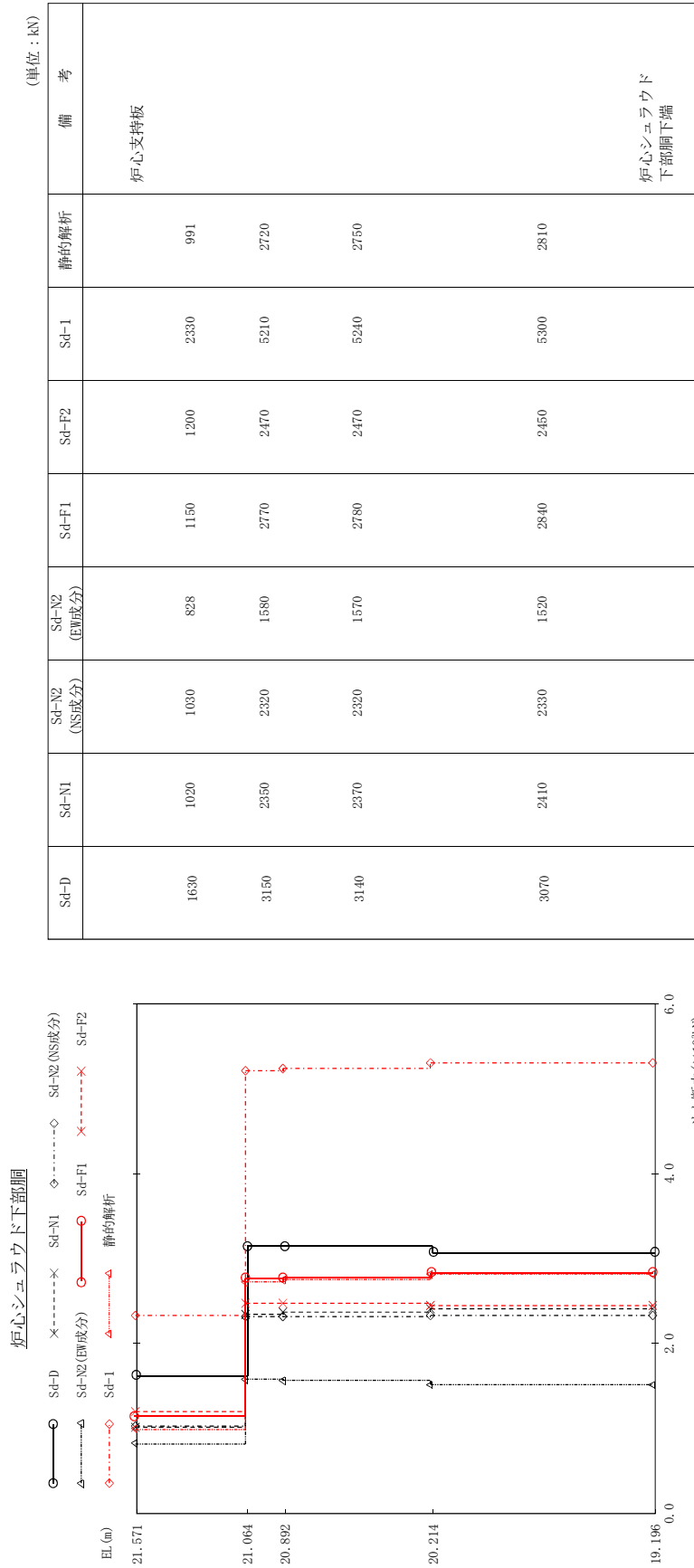


図 4 - 97 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 炉心シユラウド下部胴)

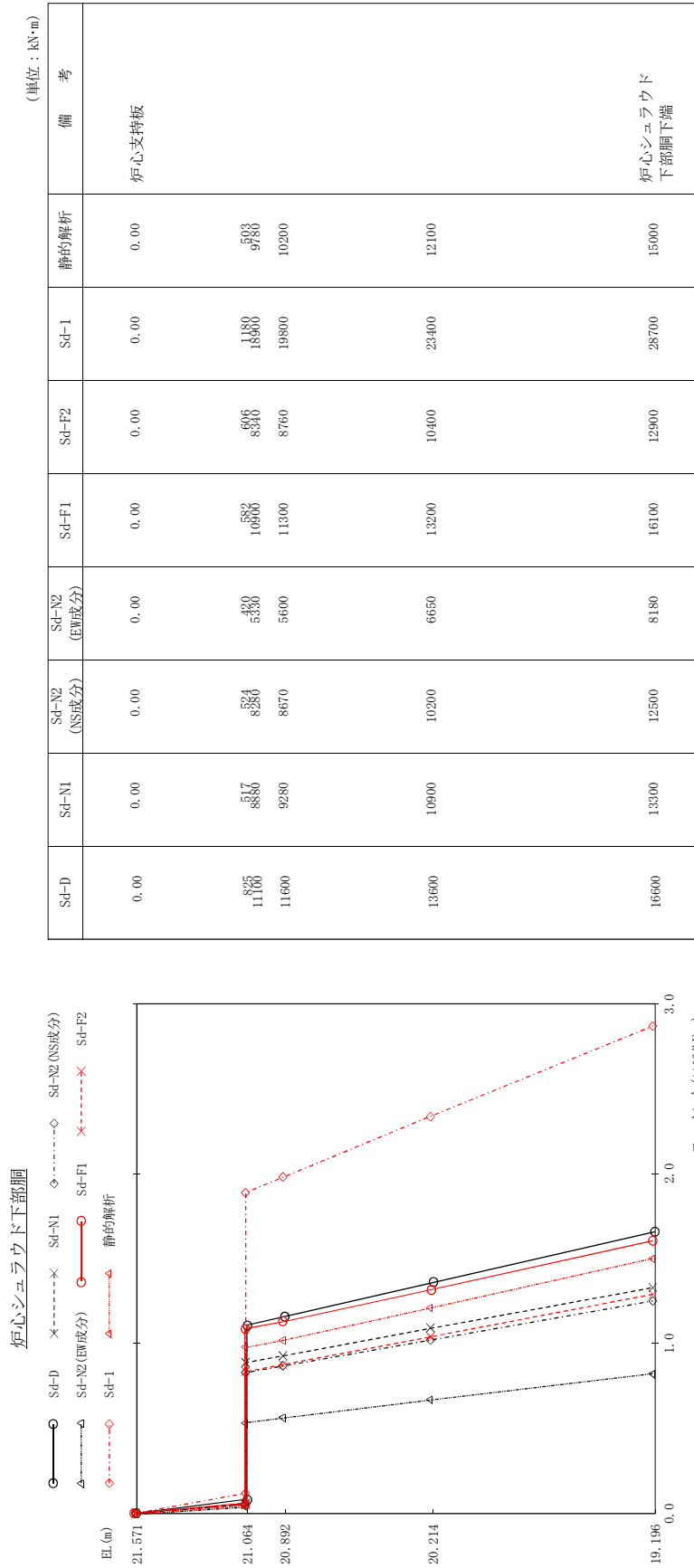
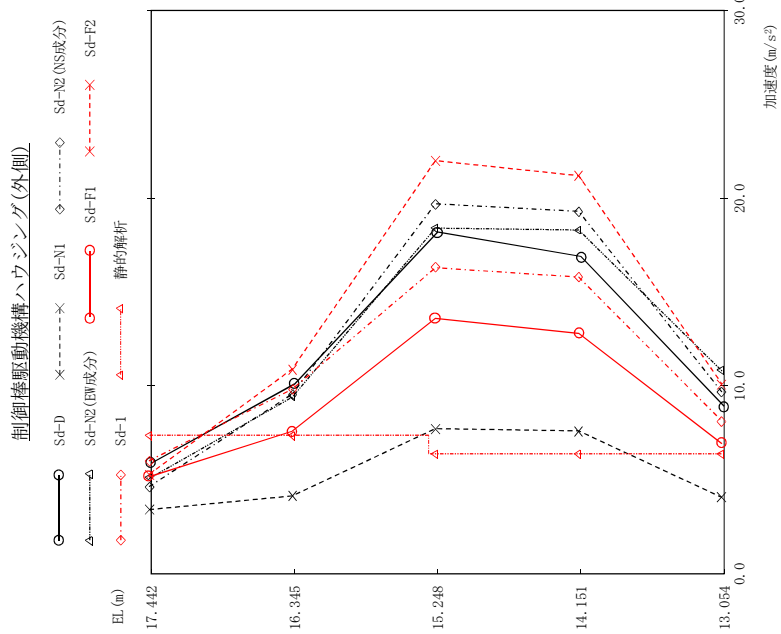


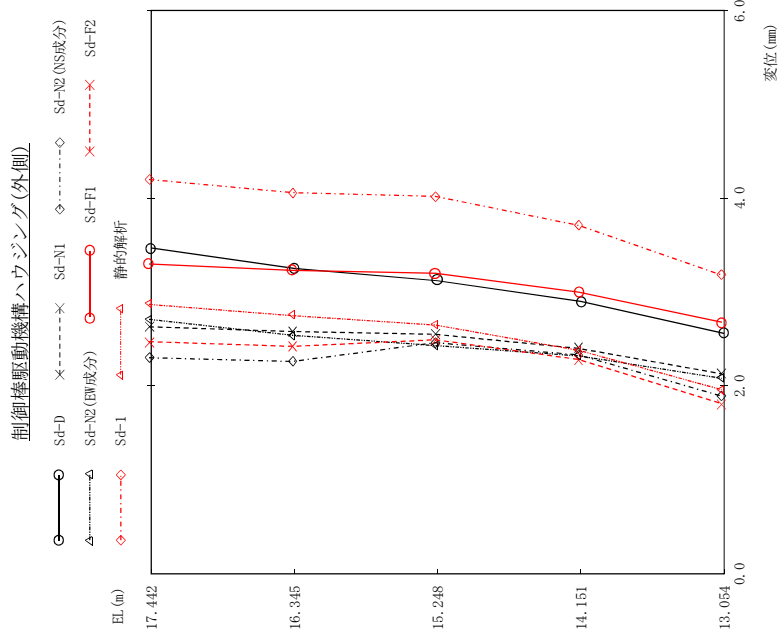
図 4 - 98 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向 炉心シユラウド下部胴)



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
5.88	3.41	4.64	5.07	5.16	5.28	5.16	5.28	7.37	原子炉圧力容器 底部位置
10.1	4.14	9.57	9.40	7.59	10.9	7.59	10.9	7.37	
18.2	7.72	19.7	18.4	13.6	22.0	13.6	22.0	6.38	
16.9	7.60	19.3	18.3	12.8	21.2	12.8	21.2	6.38	
8.91	4.06	9.68	10.8	6.92	10.1	6.92	10.1	6.38	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 99 最大応答加速度 (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

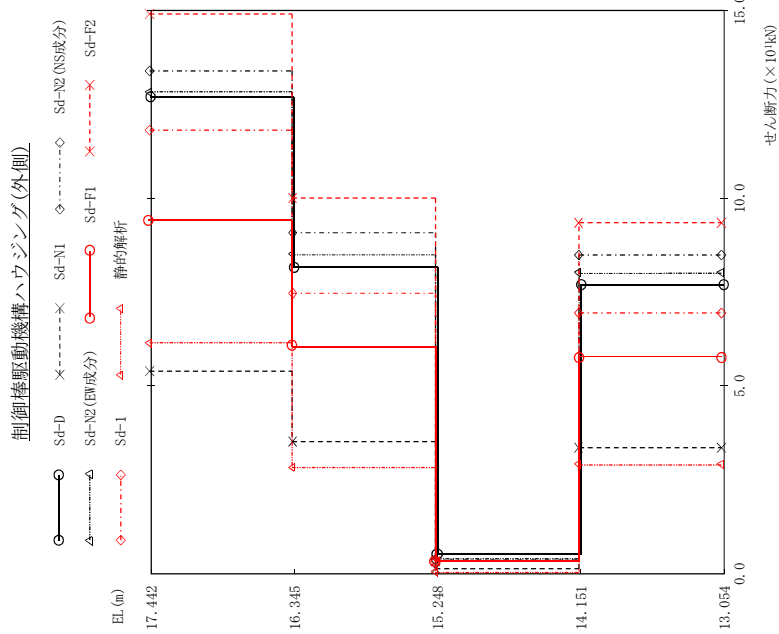


(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
3.47	2.63	2.30	2.71	3.30	2.47	4.20	2.87	原子炉圧力容器 底部位置
3.25	2.58	2.26	2.54	3.23	2.42	4.06	2.75	
3.12	2.55	2.46	2.43	3.20	2.49	4.02	2.65	
2.90	2.40	2.33	2.32	3.00	2.28	3.71	2.38	
2.56	2.13	1.89	2.08	2.68	1.81	3.18	1.96	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 100 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

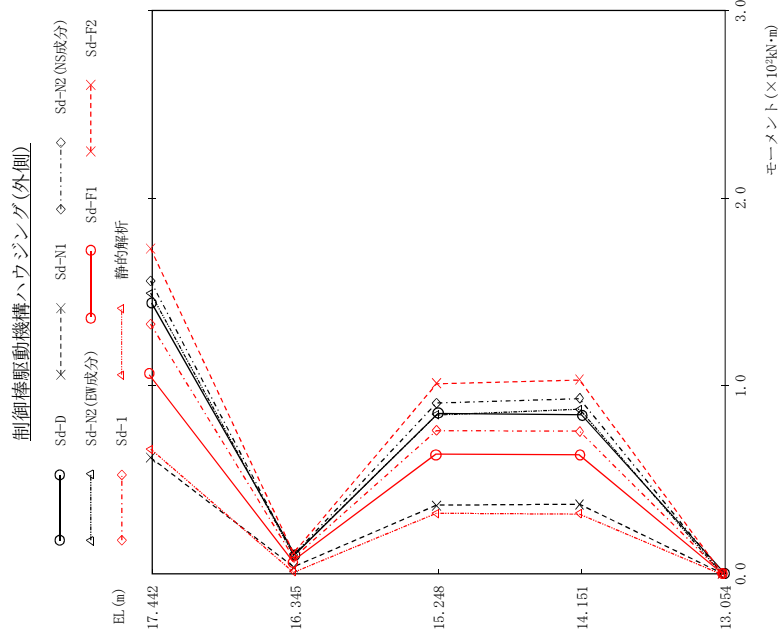




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
127	54.0	134	128	94.1	149	118	118	61.5	原子炉圧力容器 底部位置
81.7	35.4	90.9	84.9	60.6	100	74.5	74.5	28.3	
5.23	1.34	3.51	4.21	3.07	3.39	3.27	3.27	0.39	
77.1	33.6	84.9	79.9	57.7	93.5	69.2	69.2	29.1	制御棒駆動機構 ハウジング下端

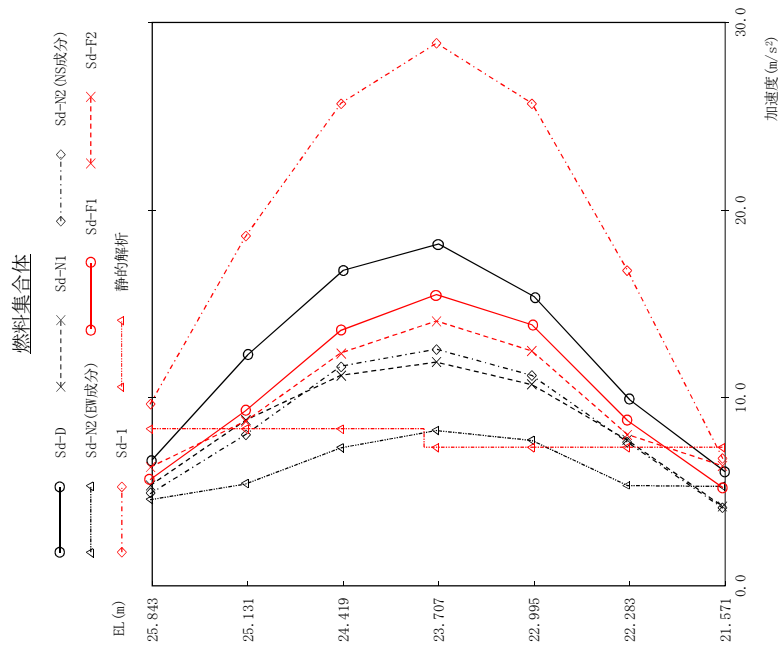
図 4 - 101 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



(単位: kN·m)

静的解析	Sd-1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-N2 (EW成分)	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N1	Sd-D	備考
66.2	133	173	106	149	156	61.7	144	原子炉圧力容器 底部位置
1.28	8.35	10.9	6.60	10.4	9.95	3.59	10.1	
32.4	76.2	101	63.6	84.5	90.9	36.4	85.2	
31.9	75.9	103	63.3	87.6	93.2	36.9	84.6	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング下端

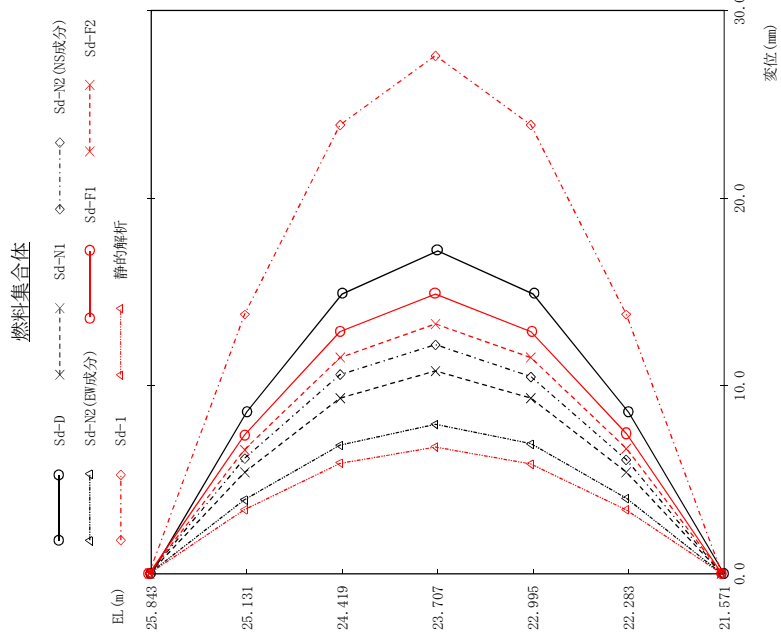
図 4 - 102 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



(単位:  $m/s^2$ )

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
6.71	5.33	4.90	4.58	5.64	6.30	9.65	8.33	上部格子板
12.3	8.81	8.05	5.42	9.31	8.76	18.6	8.33	
16.8	11.2	11.7	7.35	13.6	12.4	25.7	8.33	
18.2	11.9	12.6	8.27	15.5	14.1	28.9	7.37	燃料集合体中央
15.4	10.7	11.2	7.74	13.9	12.5	25.7	7.37	
9.91	7.75	7.65	5.34	8.80	8.05	16.8	7.37	
6.08	4.22	4.13	5.29	5.22	6.37	6.75	7.37	炉心支持板

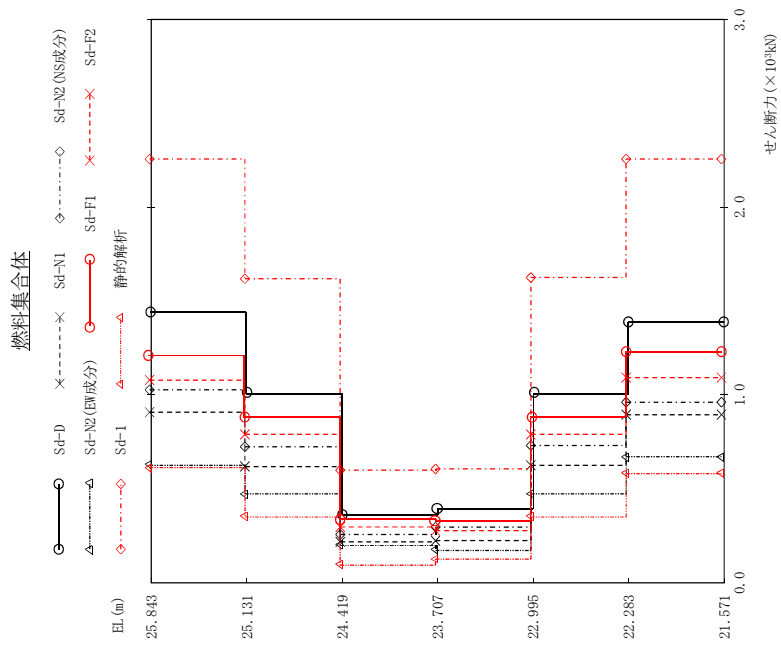
図 4 - 103 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向 燃料集合体)



(単位: mm)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	上部格子板
8.62	5.40	6.14	3.94	7.40	6.61	13.8	3.41	
14.9	9.35	10.6	6.85	12.9	11.5	23.9	5.87	
17.2	10.8	12.2	7.96	14.9	13.3	27.6	6.74	燃料集合体中央
14.9	9.35	10.5	6.93	12.9	11.5	23.9	5.84	
8.59	5.41	6.07	4.02	7.46	6.67	13.8	3.39	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	炉心支持板

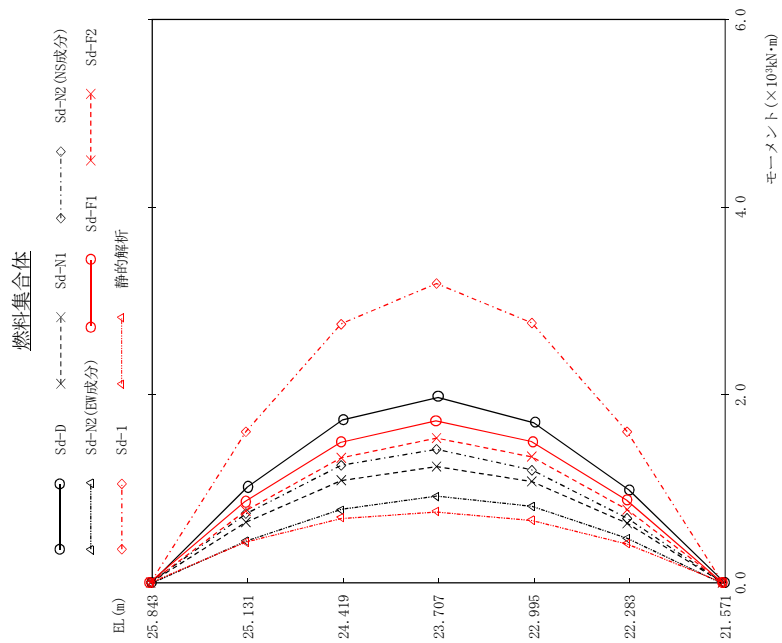
図 4 - 104 最大応答相対変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 燃料集合体)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
1440	906	1030	629	1210	1080	2260	2260	610	上部格子板
1010	621	727	474	882	787	1620	1620	354	
364	220	260	197	337	297	599	599	98.4	燃料集合体中央
383	229	302	173	328	279	606	606	128	
1010	625	732	475	883	789	1630	1630	354	
1390	890	964	671	1230	1060	2260	2260	581	炉心支持板

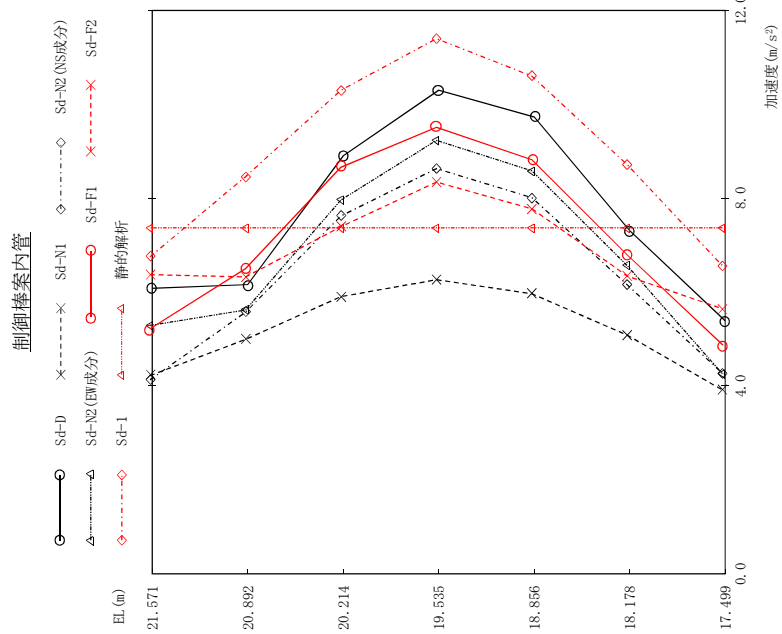
図 4 - 105 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 燃料集合体)



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
1020	645	732	448	861	767	1610	435	
1740	1090	1250	783	1490	1330	2760	687	
1980	1240	1420	922	1720	1540	3190	757	燃料集合体中央
1710	1080	1200	815	1500	1340	2770	666	
987	634	686	478	875	778	1610	413	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板

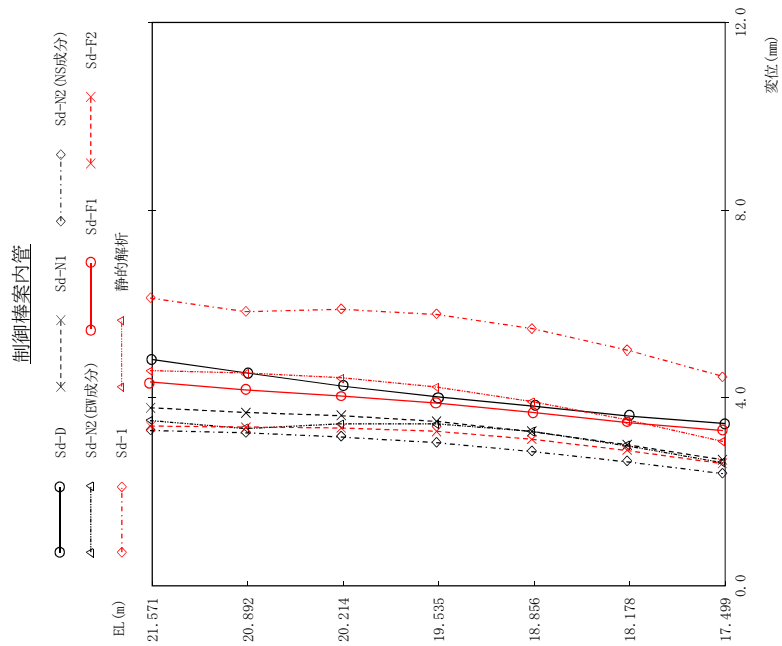
図 4 - 106 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向 燃料集合体)



(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
6.08	4.22	4.13	5.29	5.22	6.37	6.75	7.37	炉心支持板
6.16	4.99	5.57	5.62	6.50	6.32	8.46	7.37	
8.90	5.90	7.62	7.96	8.66	7.39	10.3	7.37	
10.3	6.26	8.63	9.23	9.51	8.34	11.4	7.37	制御棒案内管中央
9.73	5.96	8.01	8.58	8.82	7.77	10.6	7.37	
7.31	5.08	6.15	6.56	6.79	6.34	8.71	7.37	
5.39	3.91	4.26	4.25	4.87	5.64	6.55	7.37	制御棒案内管下端

図 4 - 107 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒案内管)

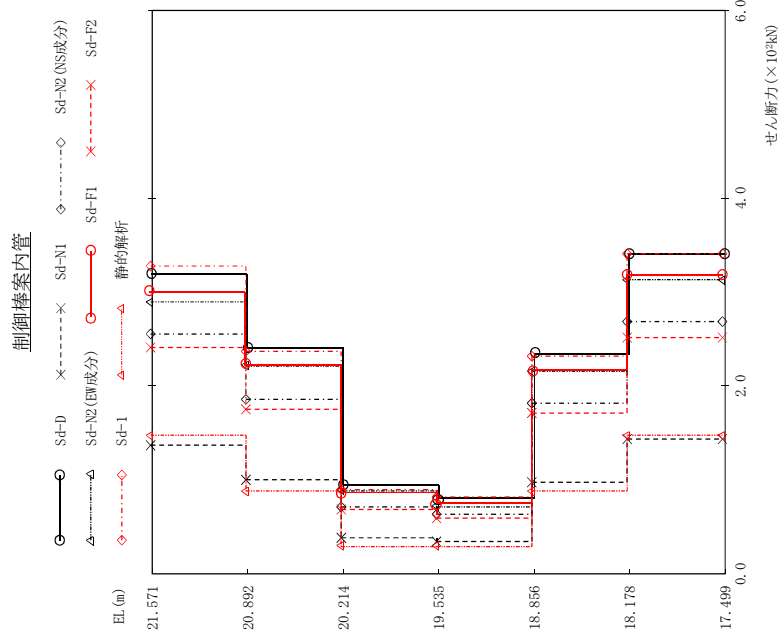


(単位: mm)

静的解析	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	備考
4.58	4.34	3.40	4.34	3.40	4.34	3.40	炉心支持板
4.53	4.17	3.38	4.17	3.38	4.17	3.38	
4.43	4.04	3.36	4.04	3.36	4.04	3.36	
4.23	3.89	3.29	3.89	3.29	3.89	3.29	制御棒案内管中央
3.92	3.69	3.12	3.69	3.12	3.69	3.12	
3.53	3.47	2.88	3.47	2.88	3.47	2.88	
3.07	3.30	2.60	3.30	2.60	3.30	2.60	制御棒案内管下端

図 4 - 108 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒案内管)

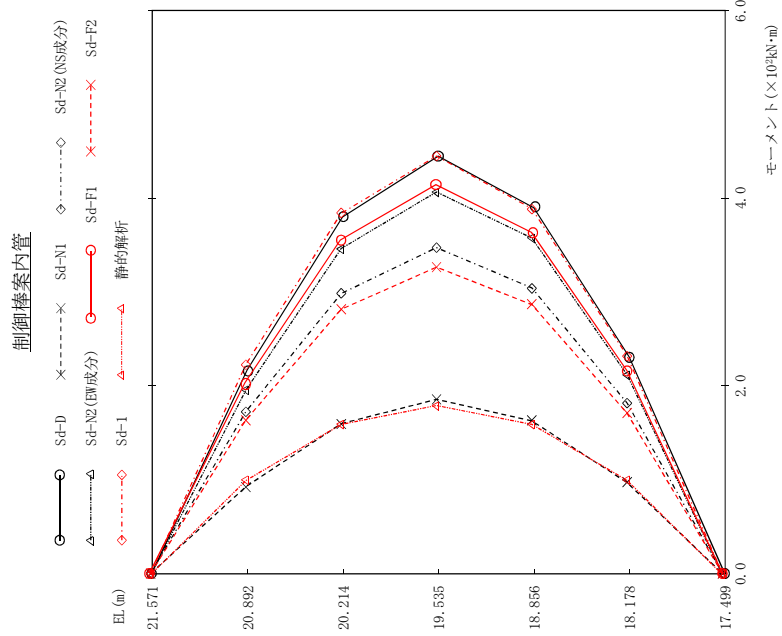




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
320	137	255	289	300	241	328	147	炉心支持板
241	99.1	186	221	223	176	237	88.1	
95.2	37.9	71.9	88.6	87.3	68.5	90.6	29.4	制御棒案内管中央
80.2	33.9	63.6	72.1	74.9	59.9	82.2	29.4	
235	96.7	182	215	217	172	232	88.1	
341	143	268	312	318	252	341	147	制御棒案内管下端

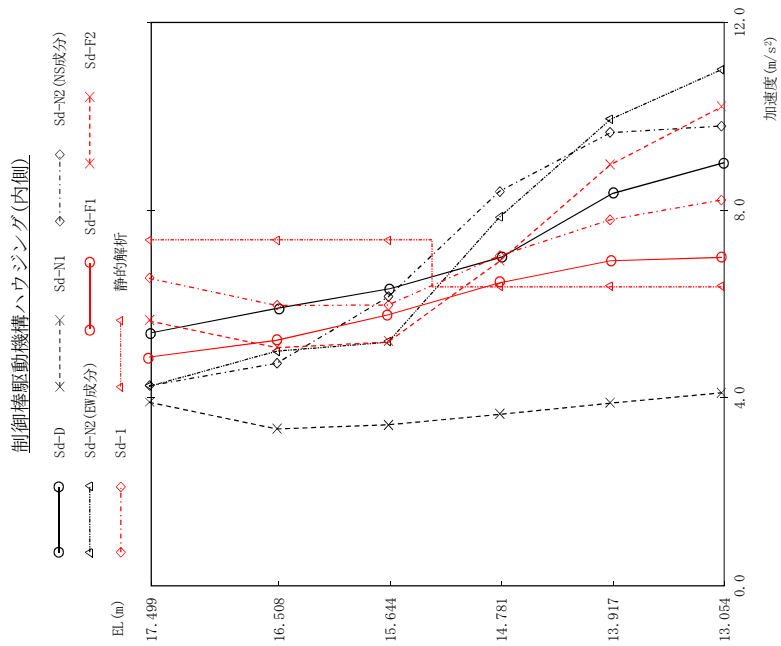
図 4 - 109 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒案内管)



(単位: kN·m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板
217	92.8	173	196	203	164	223	99.7	
380	160	299	346	355	282	384	159	
445	186	348	406	414	327	445	179	制御棒案内管中央
390	163	305	357	363	287	389	159	
231	97.1	182	212	216	171	232	99.7	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端

図 4-110 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 Sd (EW方向 制御棒案内管)

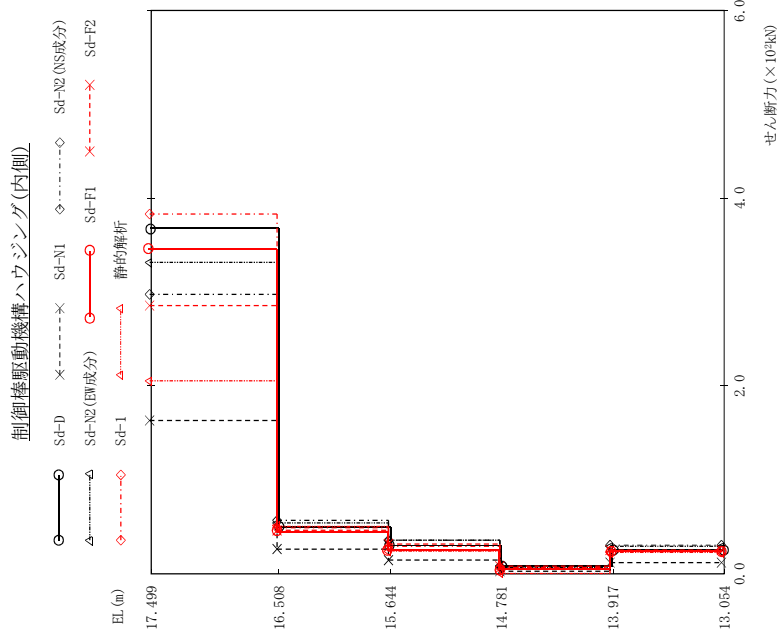


(単位: m/s<sup>2</sup>)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	静的解析	備考
5.39	3.91	4.26	4.25	4.87	5.64	6.55	7.37	制御棒駆動機構 ハウジング上端
5.92	3.34	4.74	5.00	5.23	5.07	5.97	7.37	原子炉圧力容器 底部位置
6.33	3.43	6.15	5.19	5.77	5.19	5.98	7.37	
7.00	3.65	8.40	7.85	6.45	6.91	7.03	6.38	
8.36	3.89	9.65	9.94	6.92	8.97	7.80	6.38	
9.01	4.11	9.79	11.0	6.99	10.2	8.22	6.38	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 111 最大応答加速度 (EW方向) 弾性設計用地震動 S d (EW方向) 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

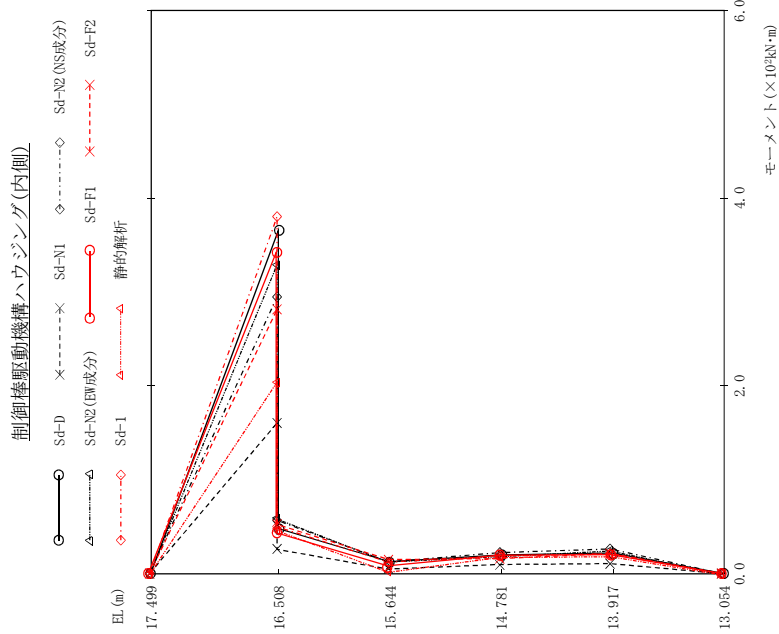




(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	Sd-F2	静的解析	備考
368	163	298	331	346	265	383	205		制御棒駆動機構 ハウジング上端
49.5	26.6	56.7	54.0	45.4	45.9	48.8	50.7		原子炉圧力容器 底部位置
29.5	14.4	34.8	35.9	25.4	32.1	29.2	24.0		
7.54	2.67	7.53	7.78	4.78	8.30	6.70	0.99		
25.2	12.3	30.4	29.1	23.4	24.8	24.4	22.1		制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 113 最大応答せん断力 (EW方向) 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



(単位: kN・m)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2 (NS成分)	Sd-N2 (EW成分)	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F1	静的解析	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング上端
365 473	161 25.9	295 56.8	328 58.8	343 43.6	282 52.4	380 49.7	203 46.4	原子炉圧力容器 底部位置
12.5	4.75	12.4	13.5	8.31	15.0	12.3	2.56	
19.8	9.69	22.3	19.1	19.5	15.9	18.6	18.2	
21.7	10.6	26.2	25.1	20.2	21.4	21.1	19.0	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構 ハウジング下端

図 4 - 114 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

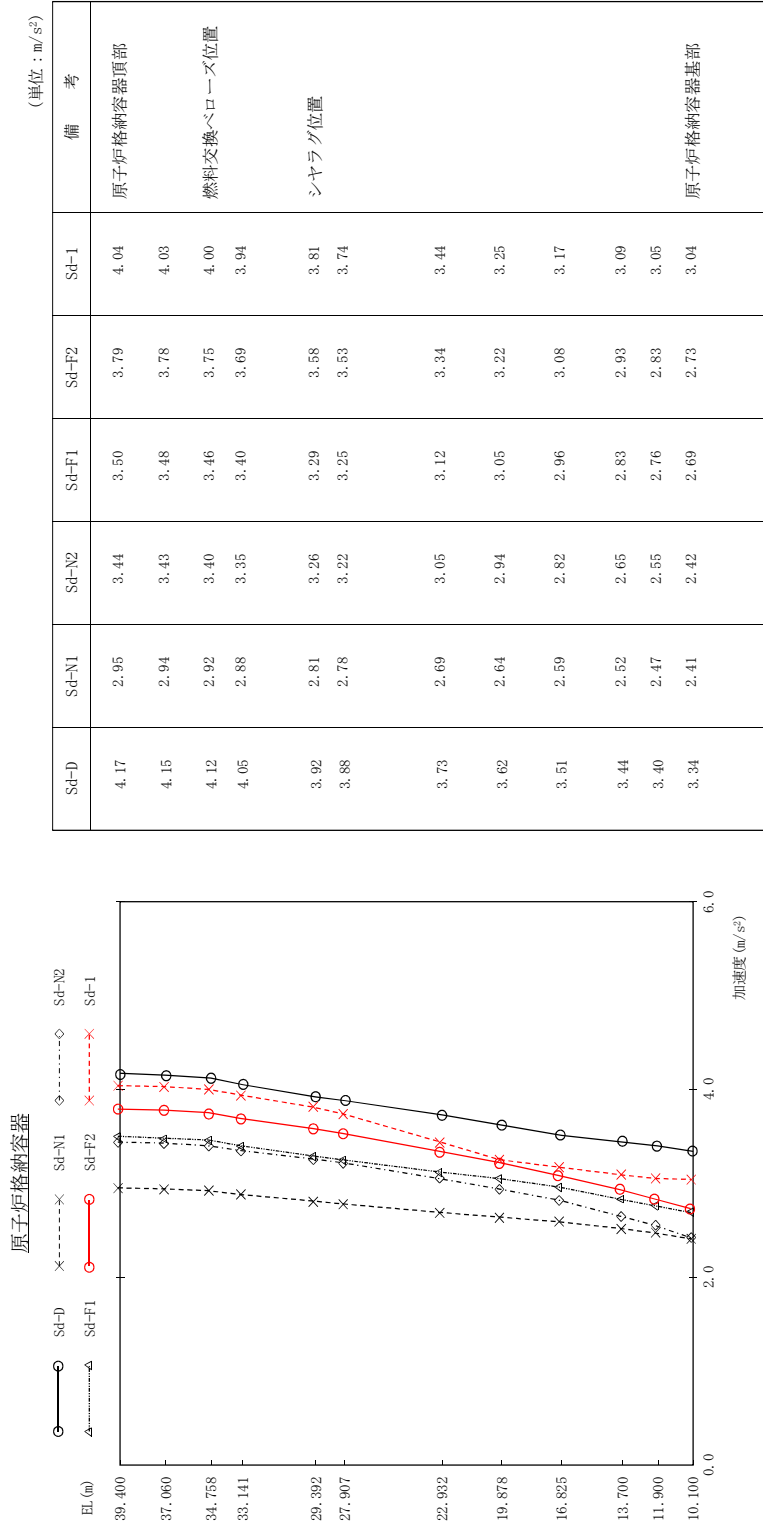


図 4 - 115 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉格納容器)

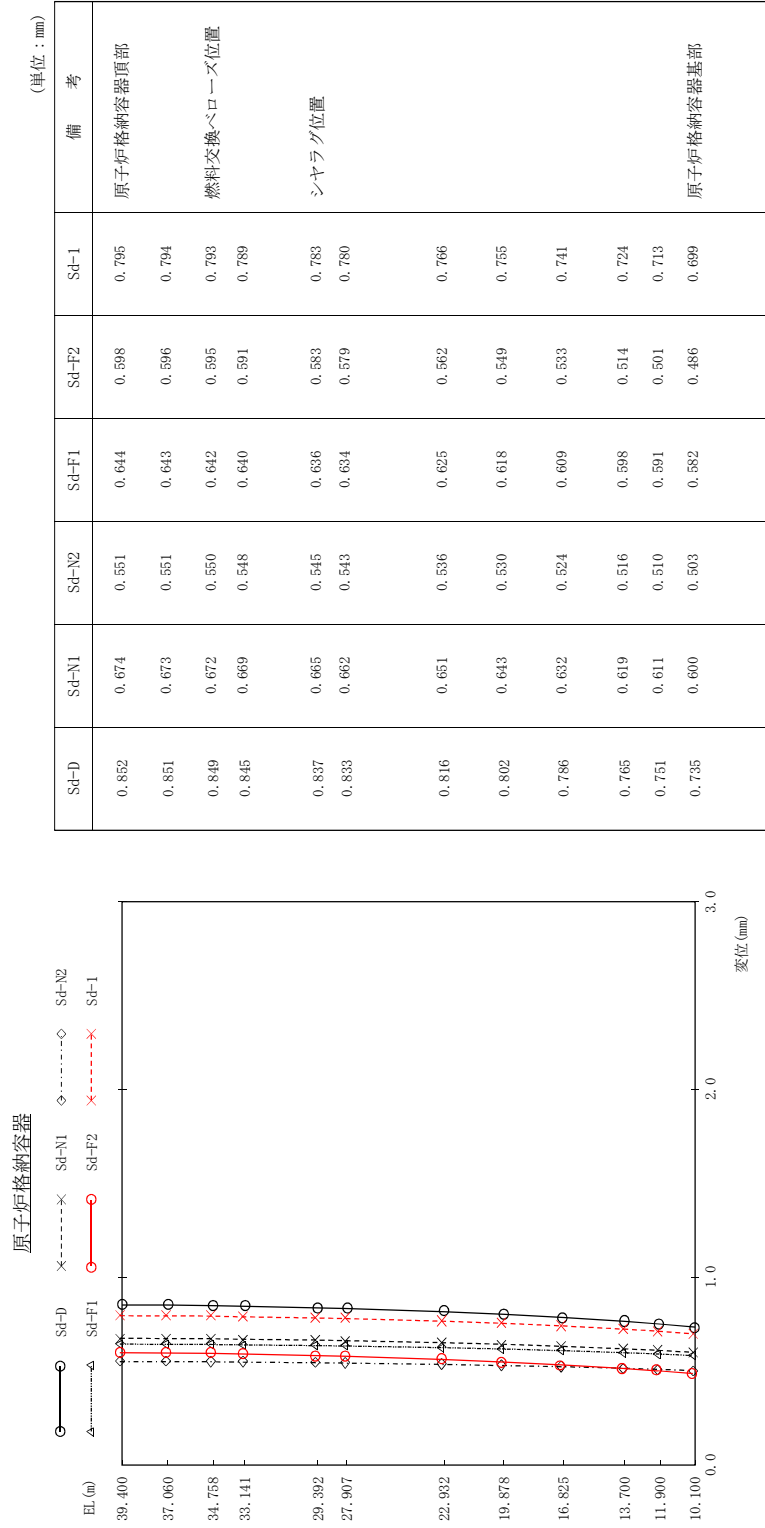


図 4 - 116 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉格納容器)



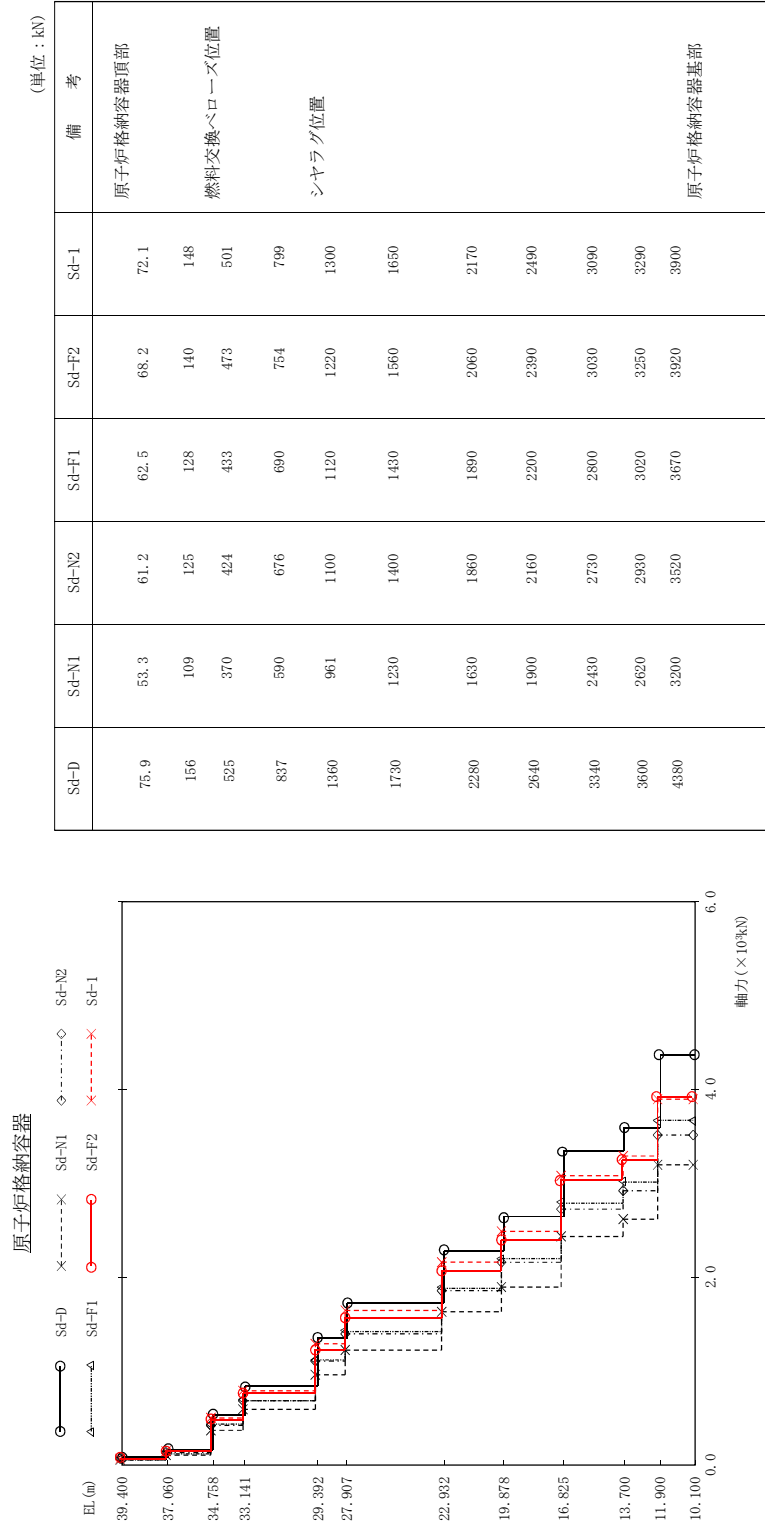


図 4 - 117 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉格納容器)

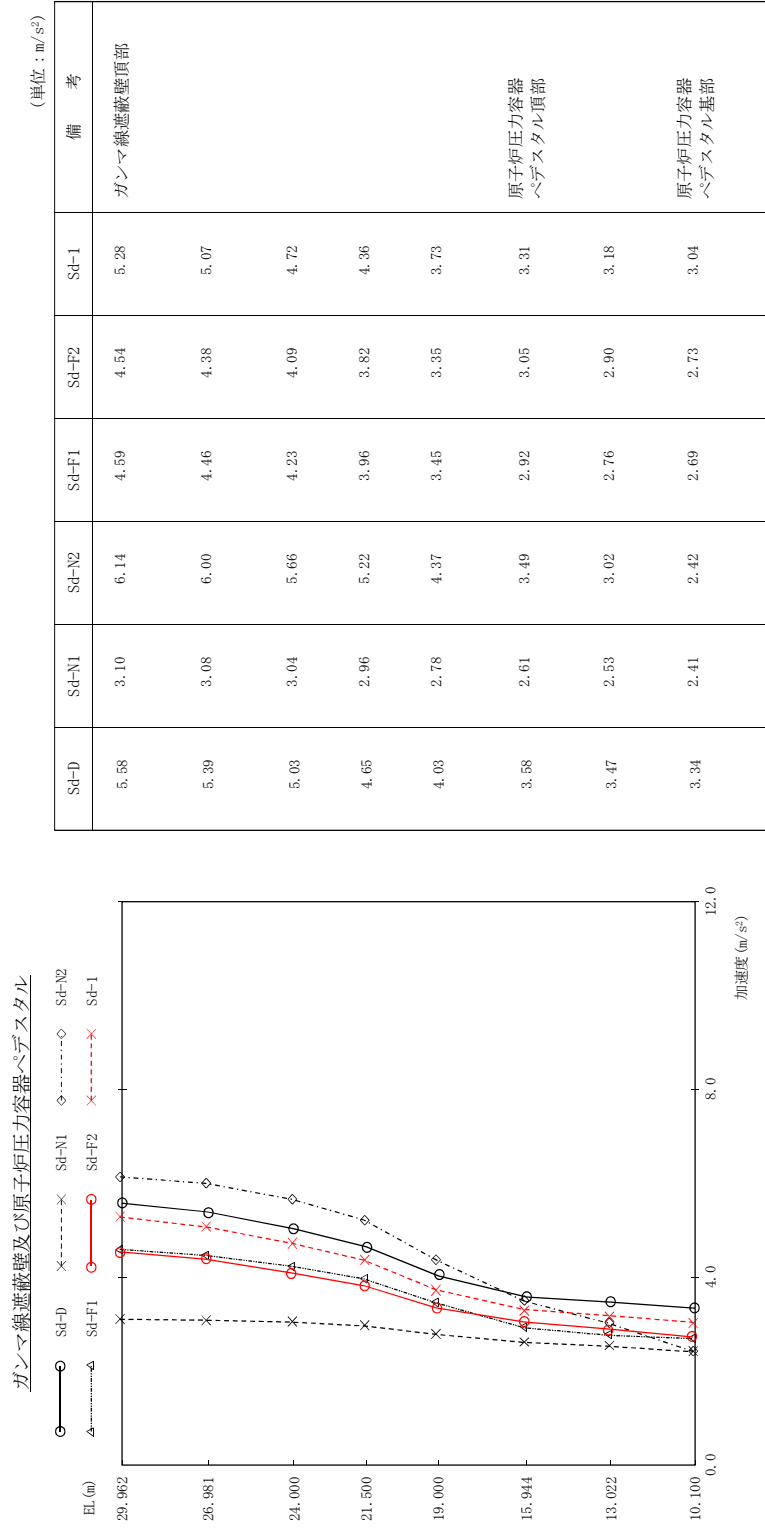


図 4 - 118 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

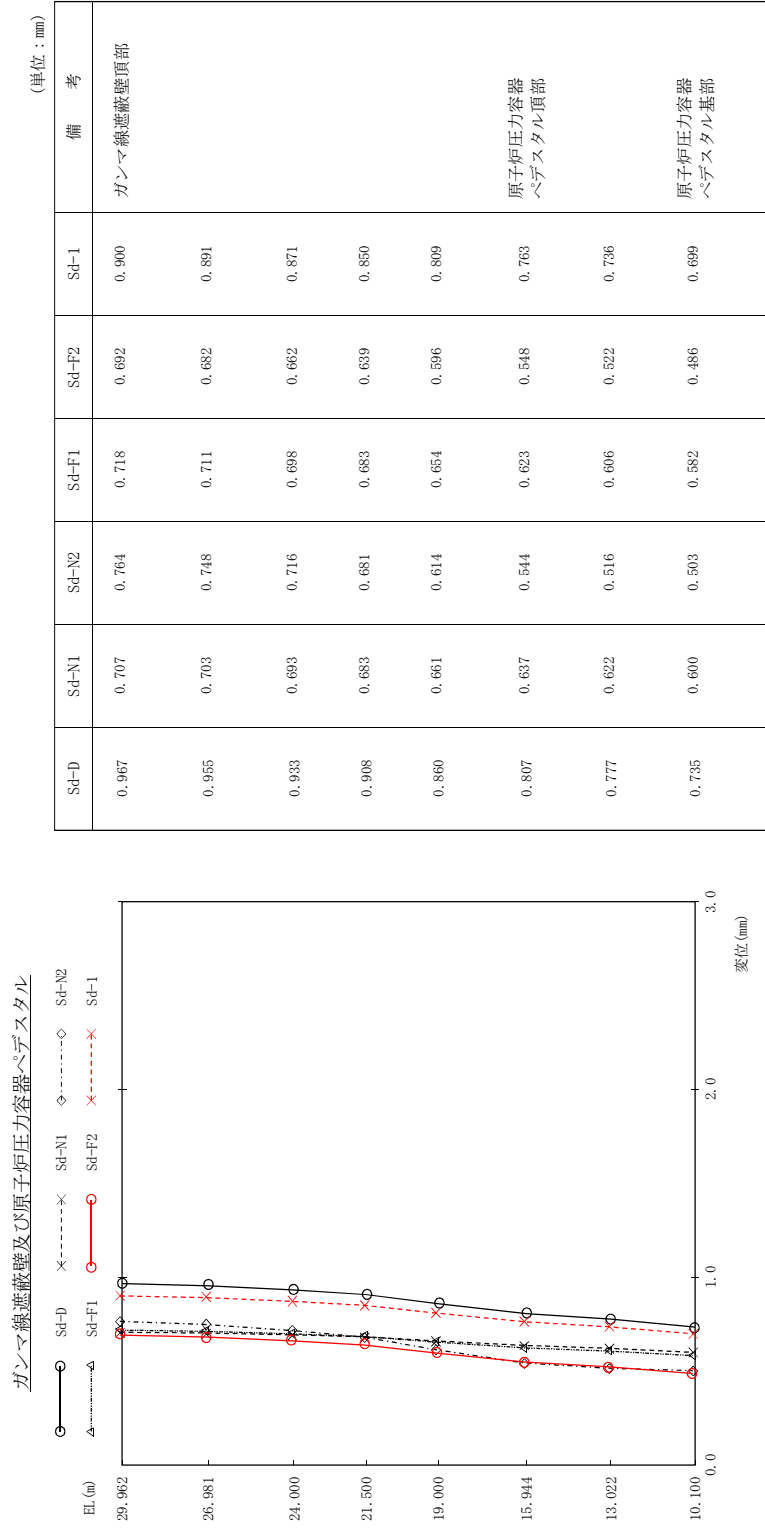


図 4 - 119 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

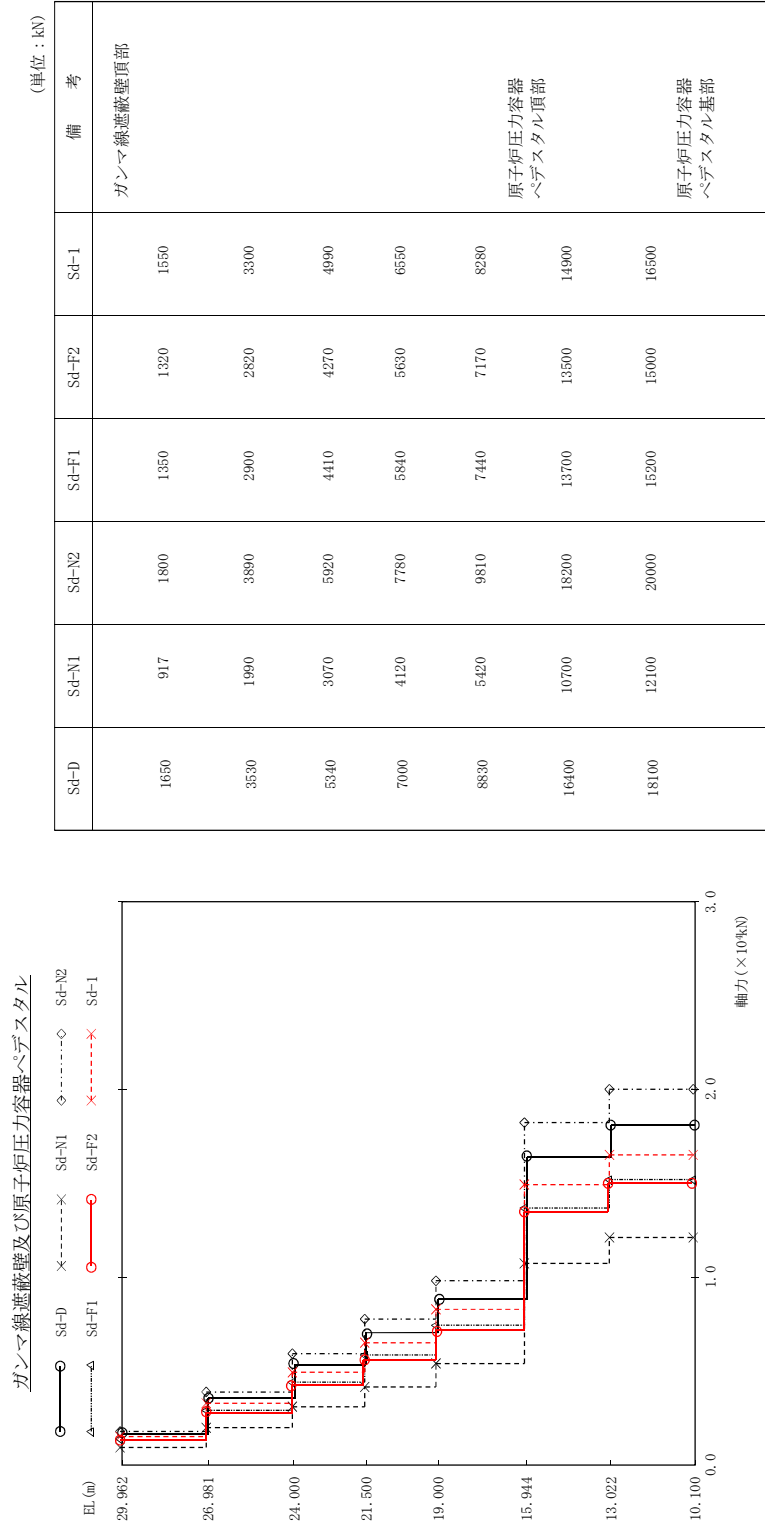


図 4 - 120 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

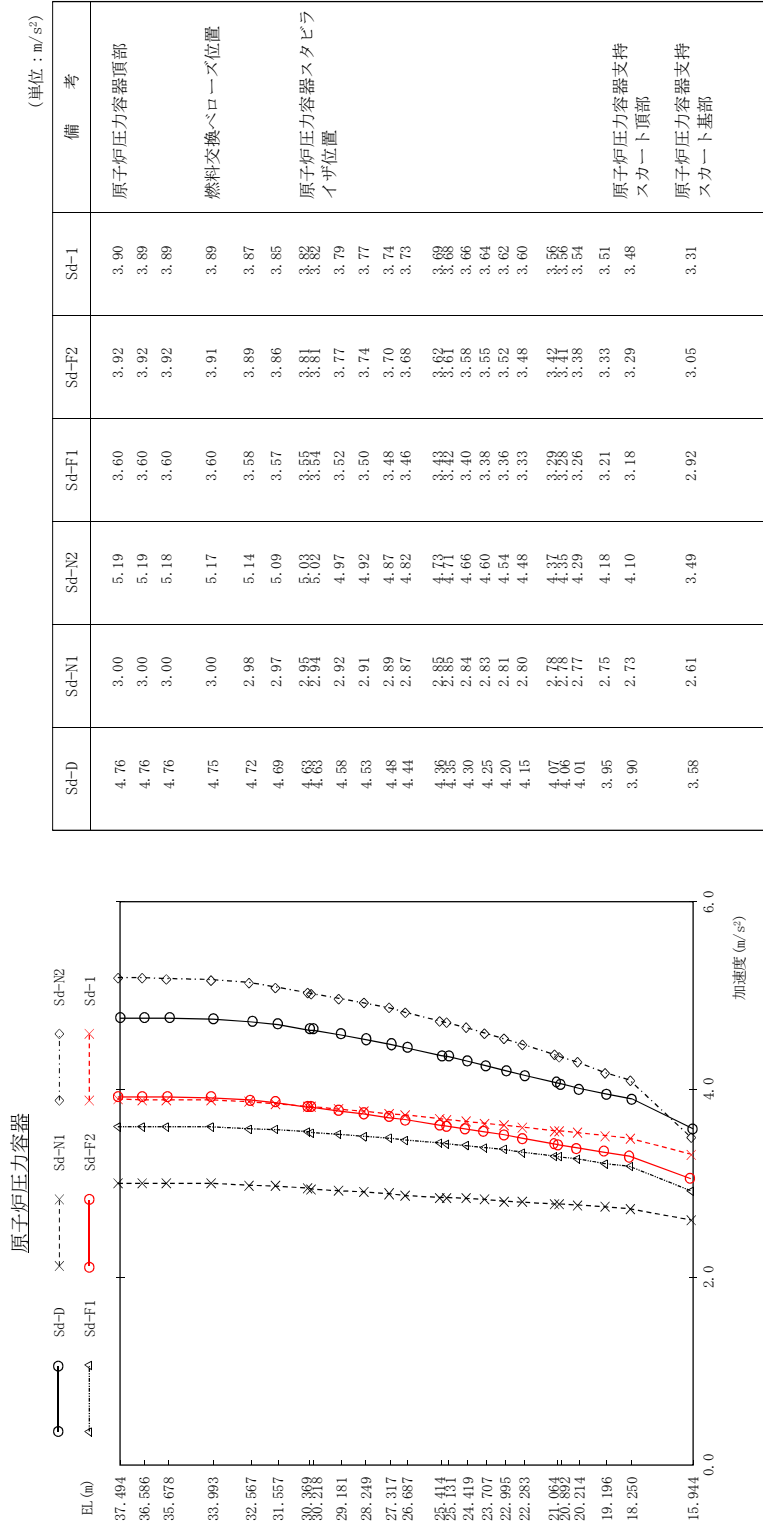


図 4 - 121 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉圧力容器)

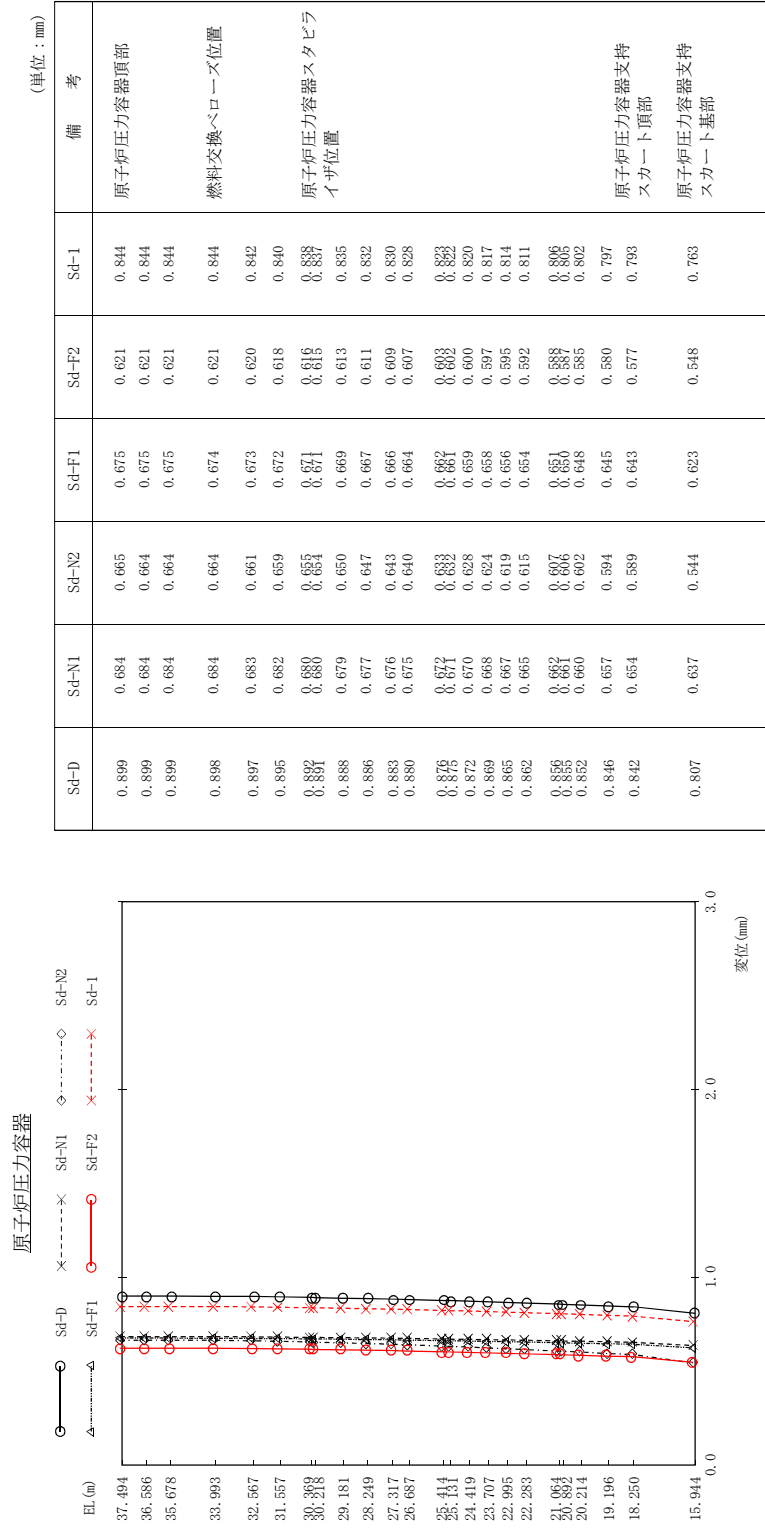


図 4 - 122 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器)

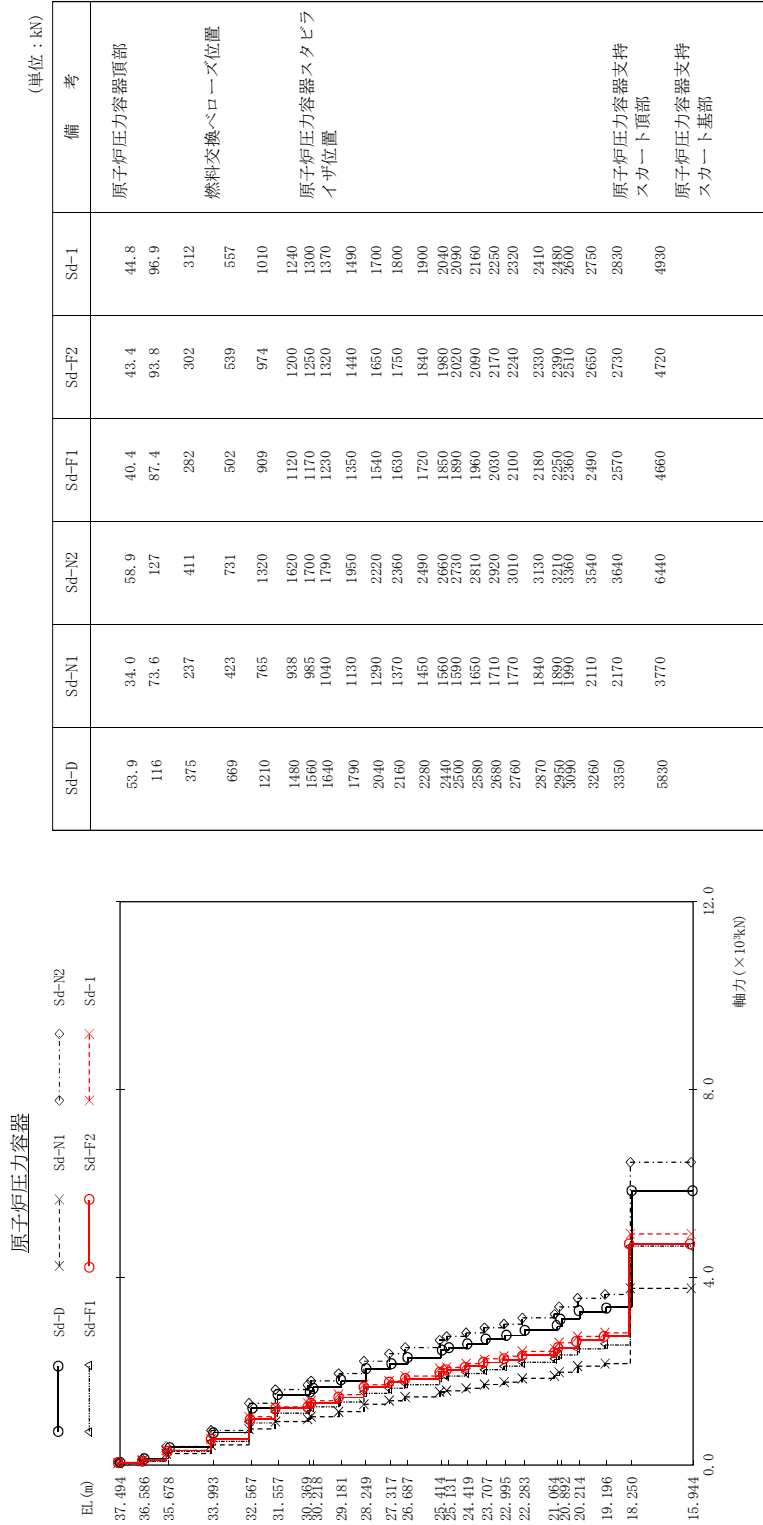


図 4 - 123 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器)

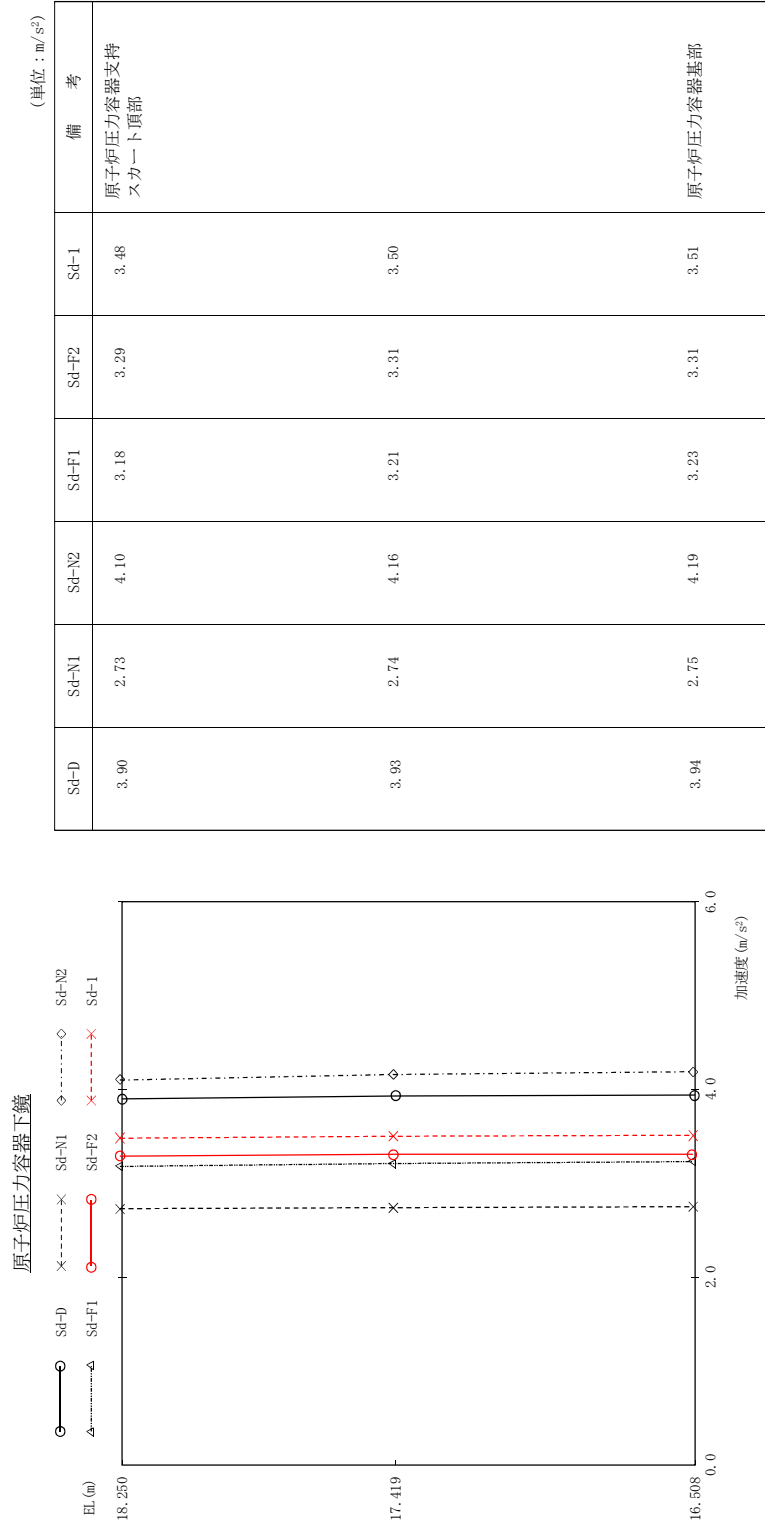


図 4 - 124 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器下鏡)



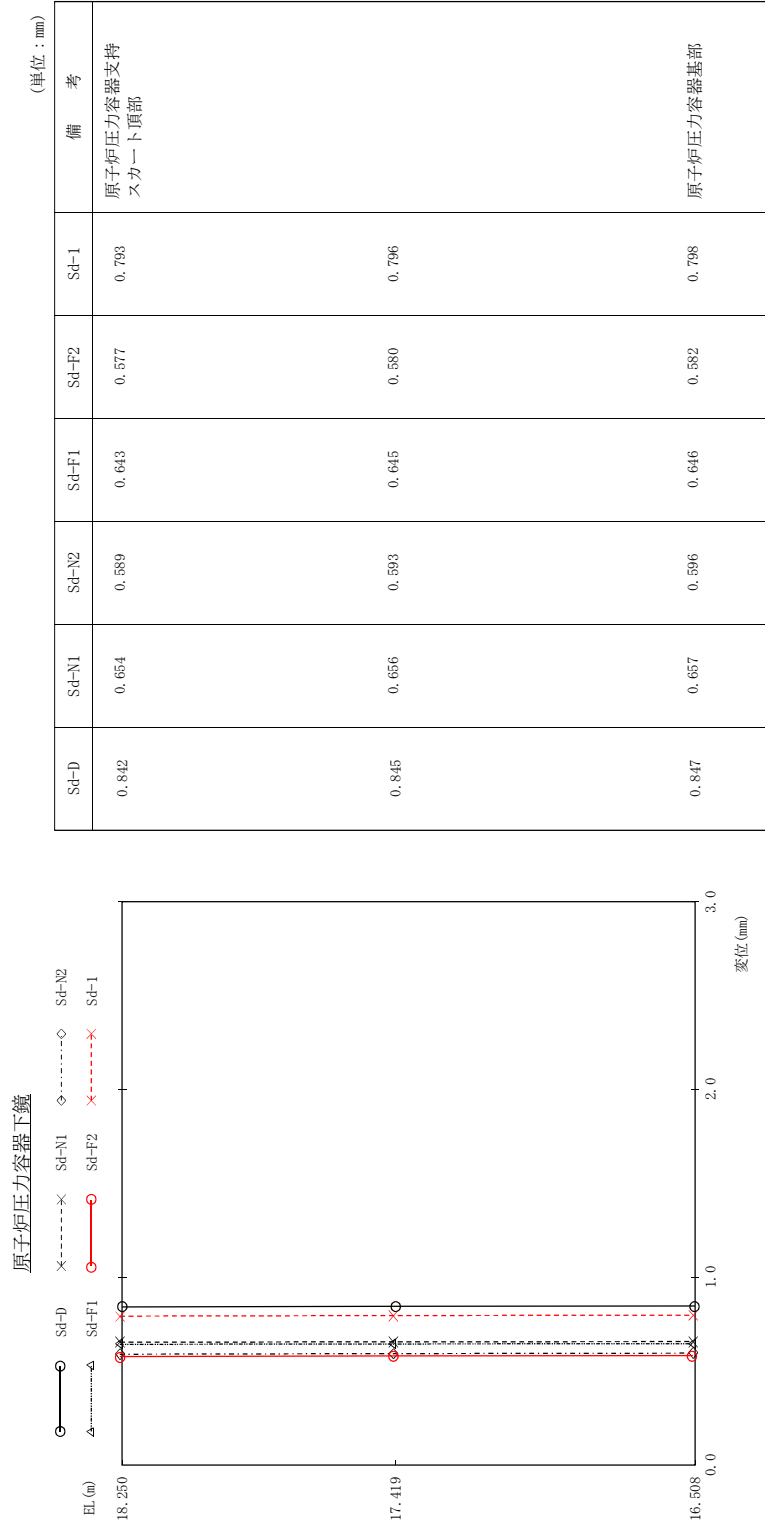


図 4 - 125 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器下鏡)

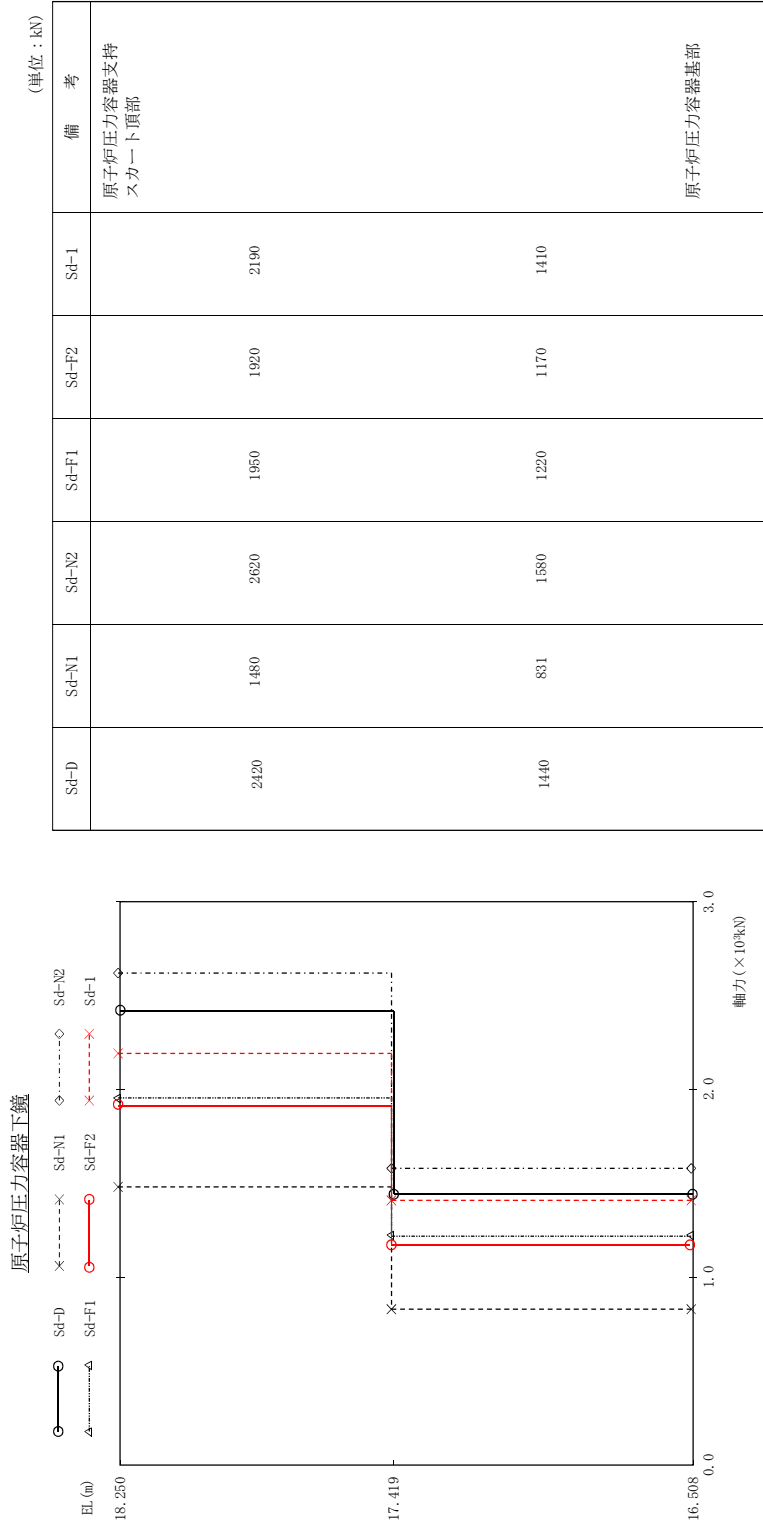


図 4 - 126 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器下鏡)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

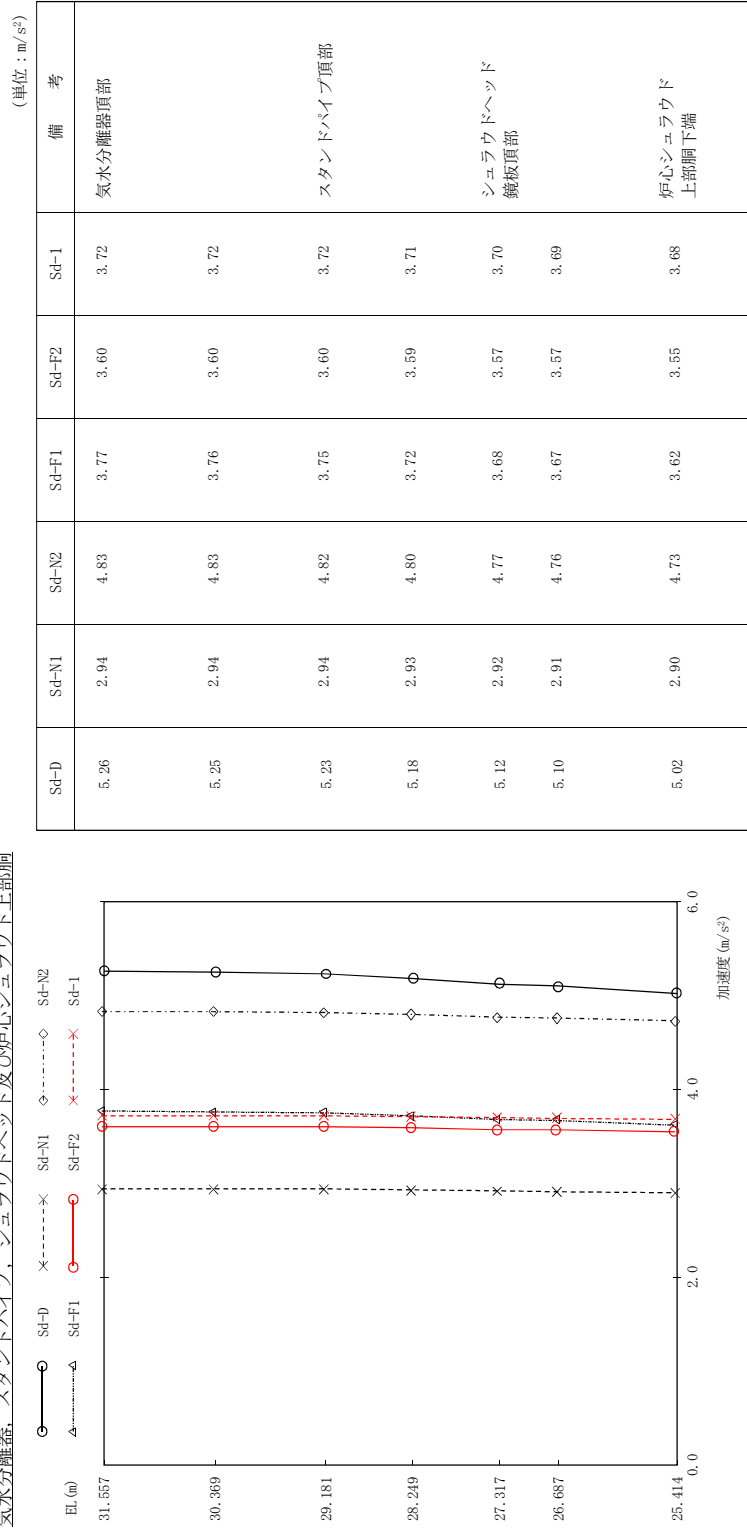


図 4 - 127 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

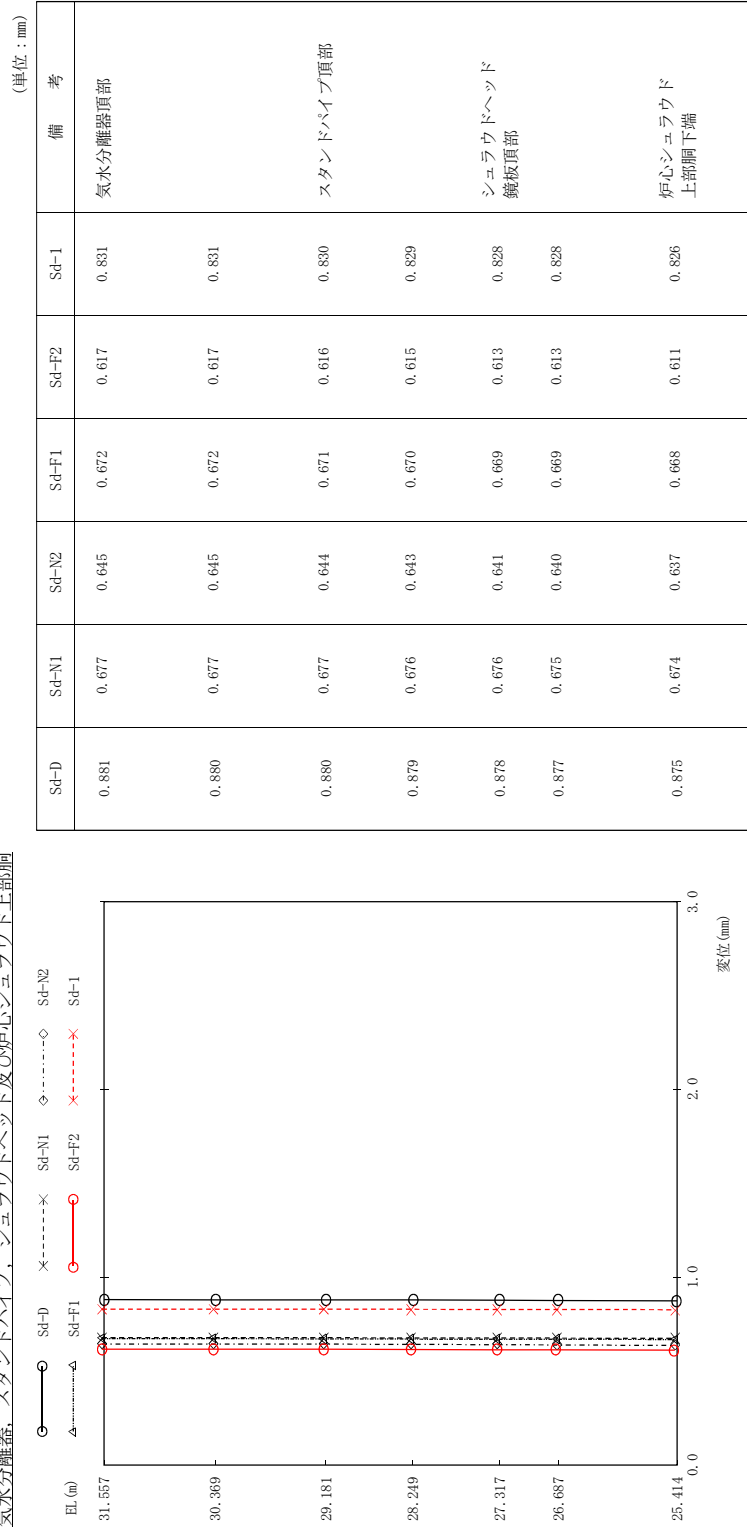


図 4 - 128 最大応答変位 弾性設計用地震動 Sd (鉛直方向 気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

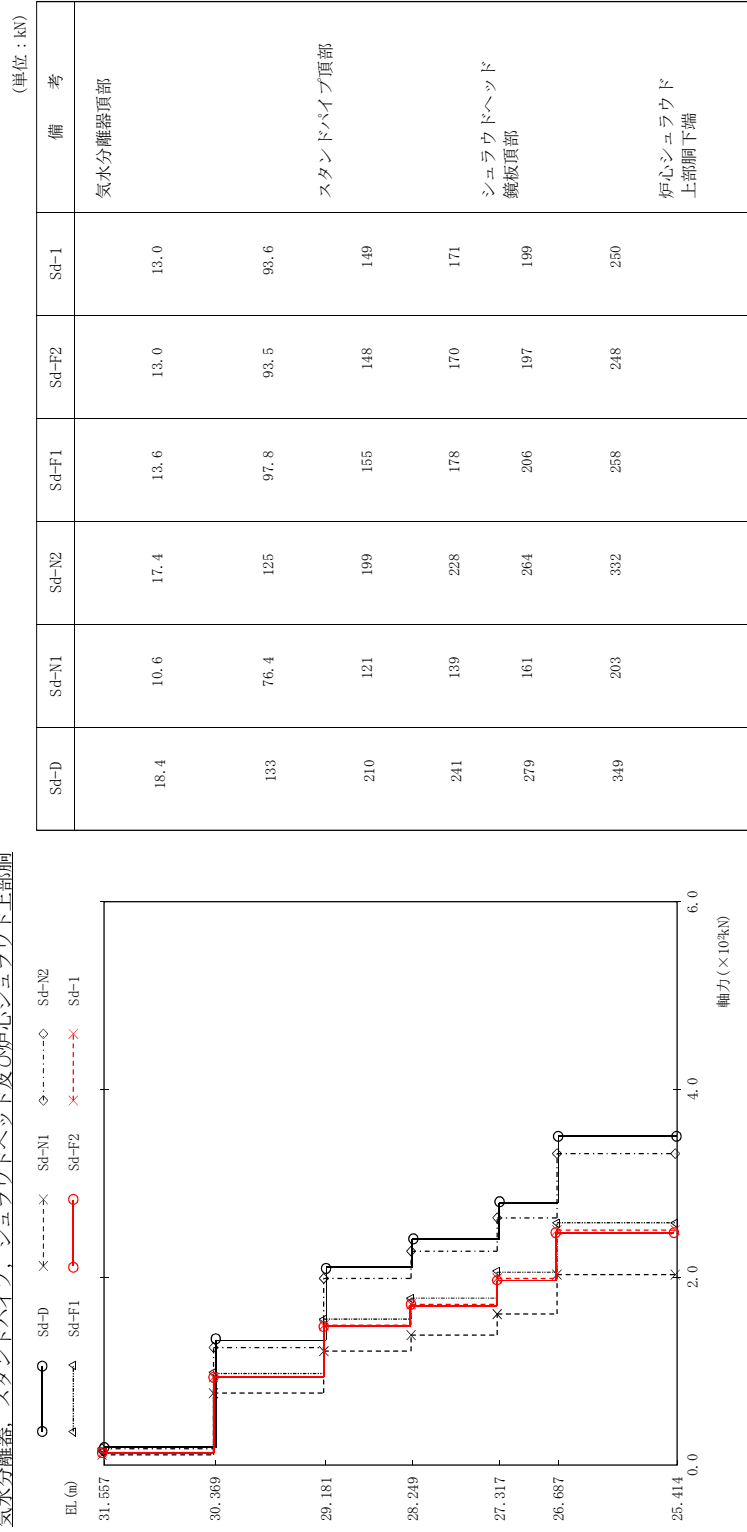


図 4 - 129 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 気水分離器、スタンバイパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

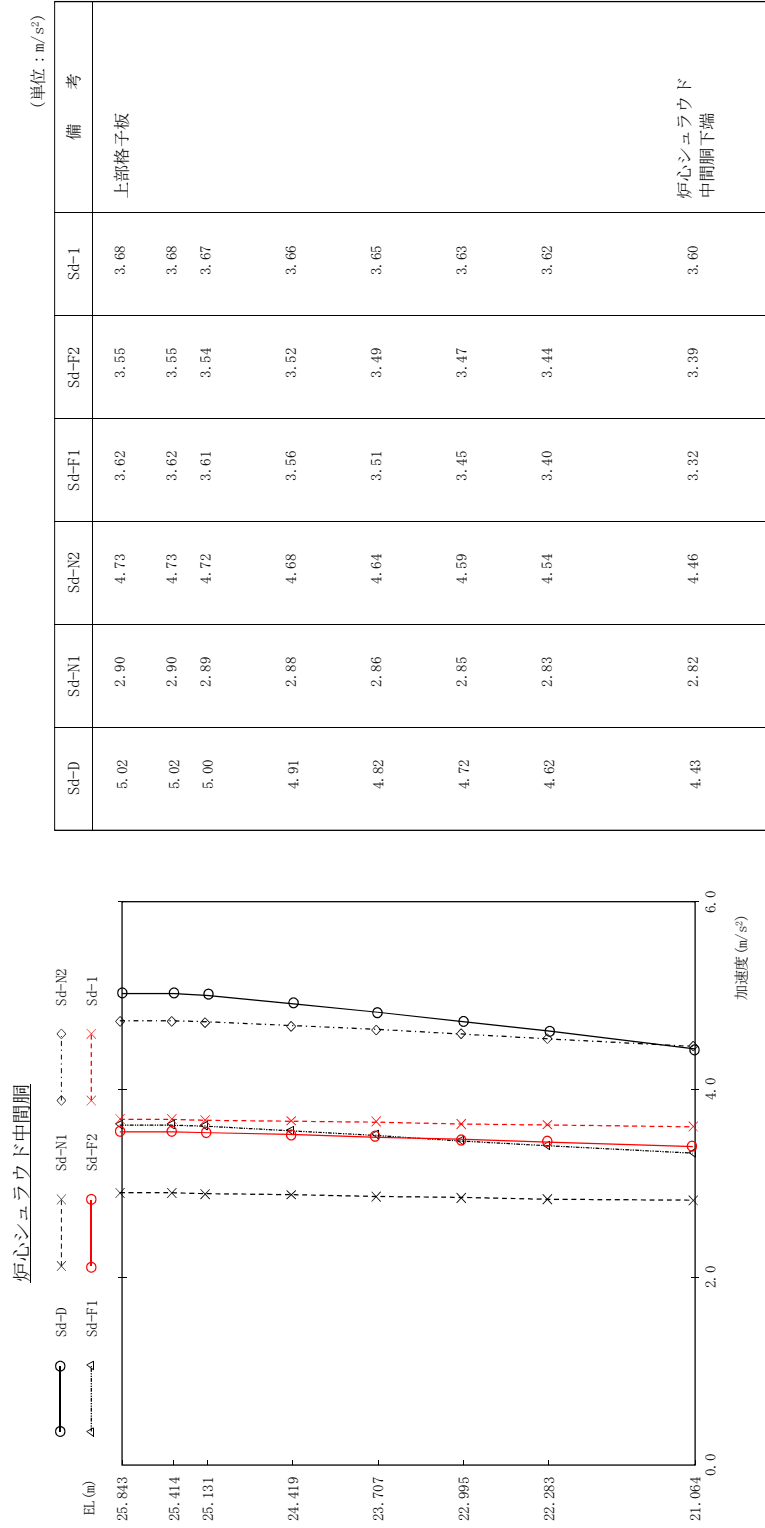


図 4 - 130 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド中間胴)

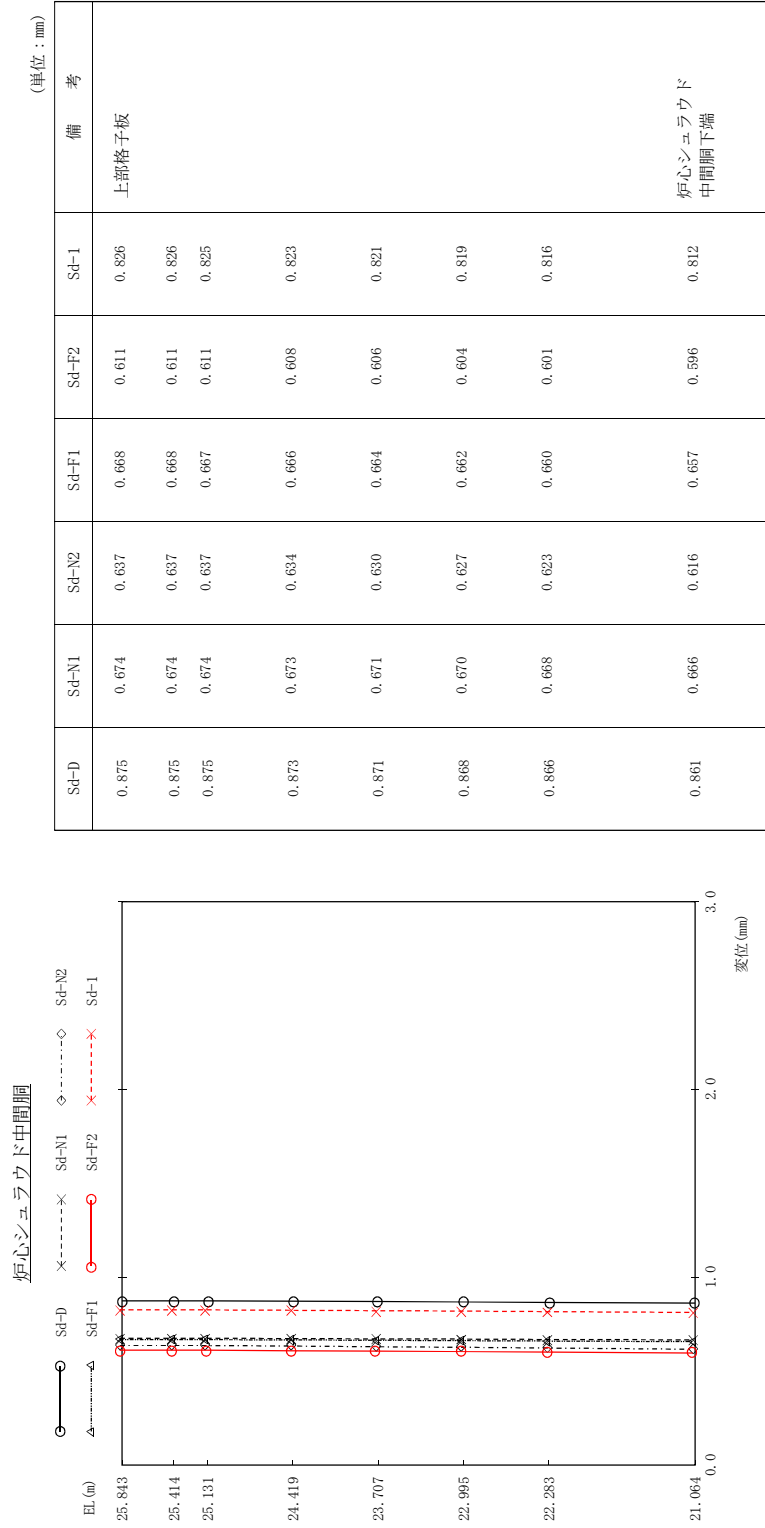
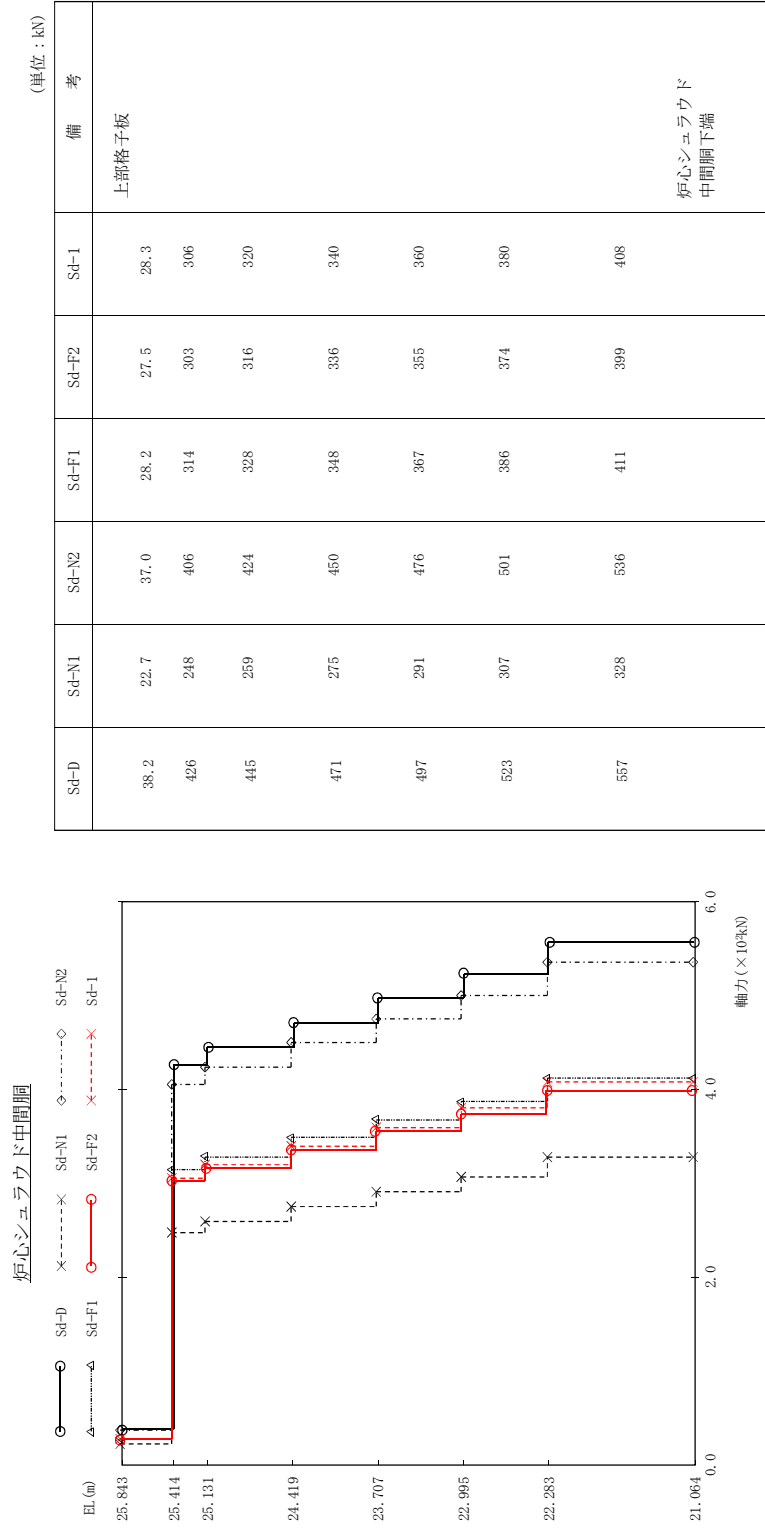


図 4 - 131 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シユラウド中間層)



(単位: kN)

Sd-D	Sd-N1	Sd-N2	Sd-F1	Sd-F2	Sd-I	備 考
38.2	22.7	37.0	28.2	27.5	28.3	上部格子板
426	248	406	314	303	306	
445	259	424	328	316	320	
471	275	450	348	336	340	
497	291	476	367	355	360	
523	307	501	386	374	380	
557	328	536	411	399	408	炉心シュラウド 中間胴下端

図 4 - 132 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド中間胴)



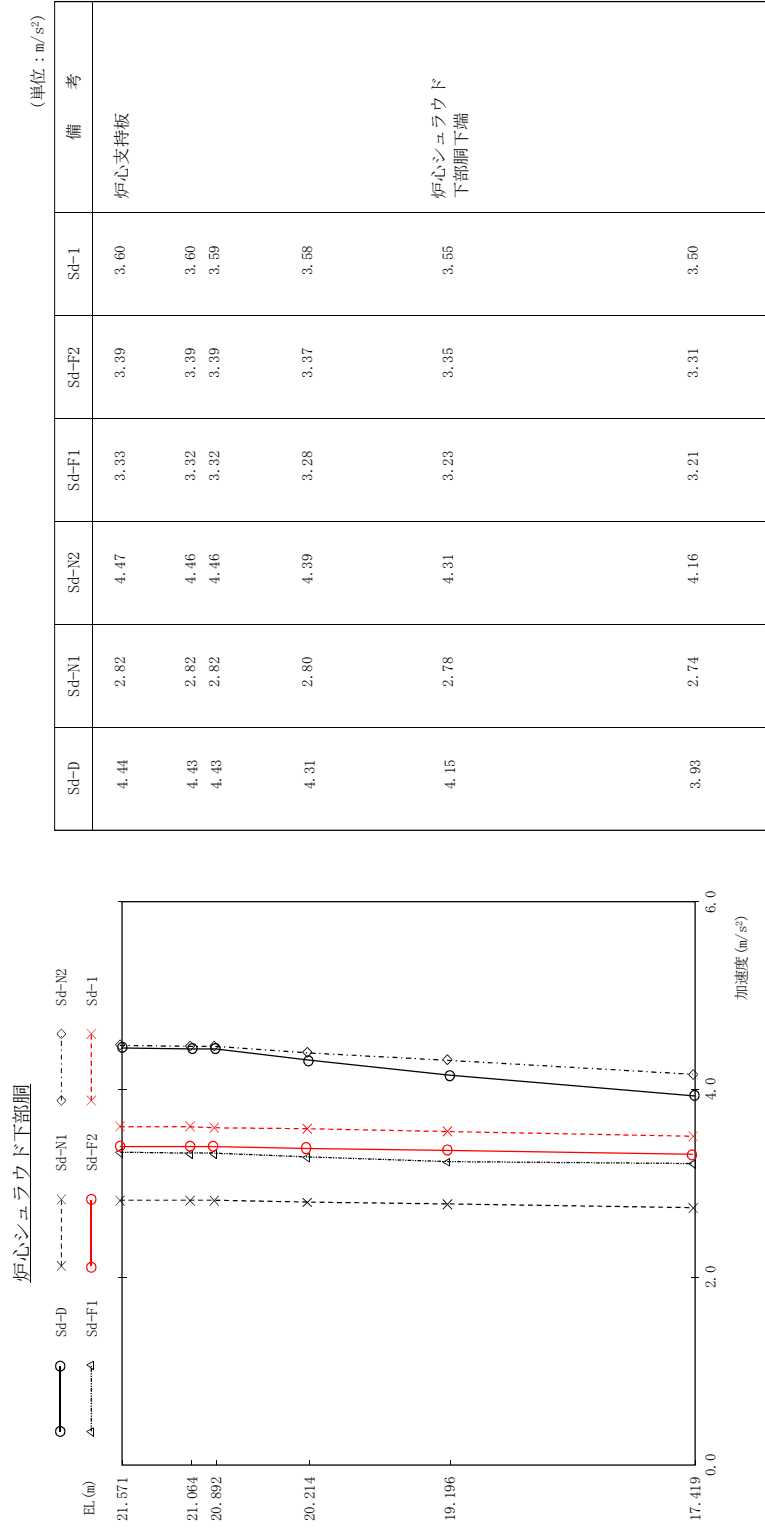


図 4 - 133 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド下部層)

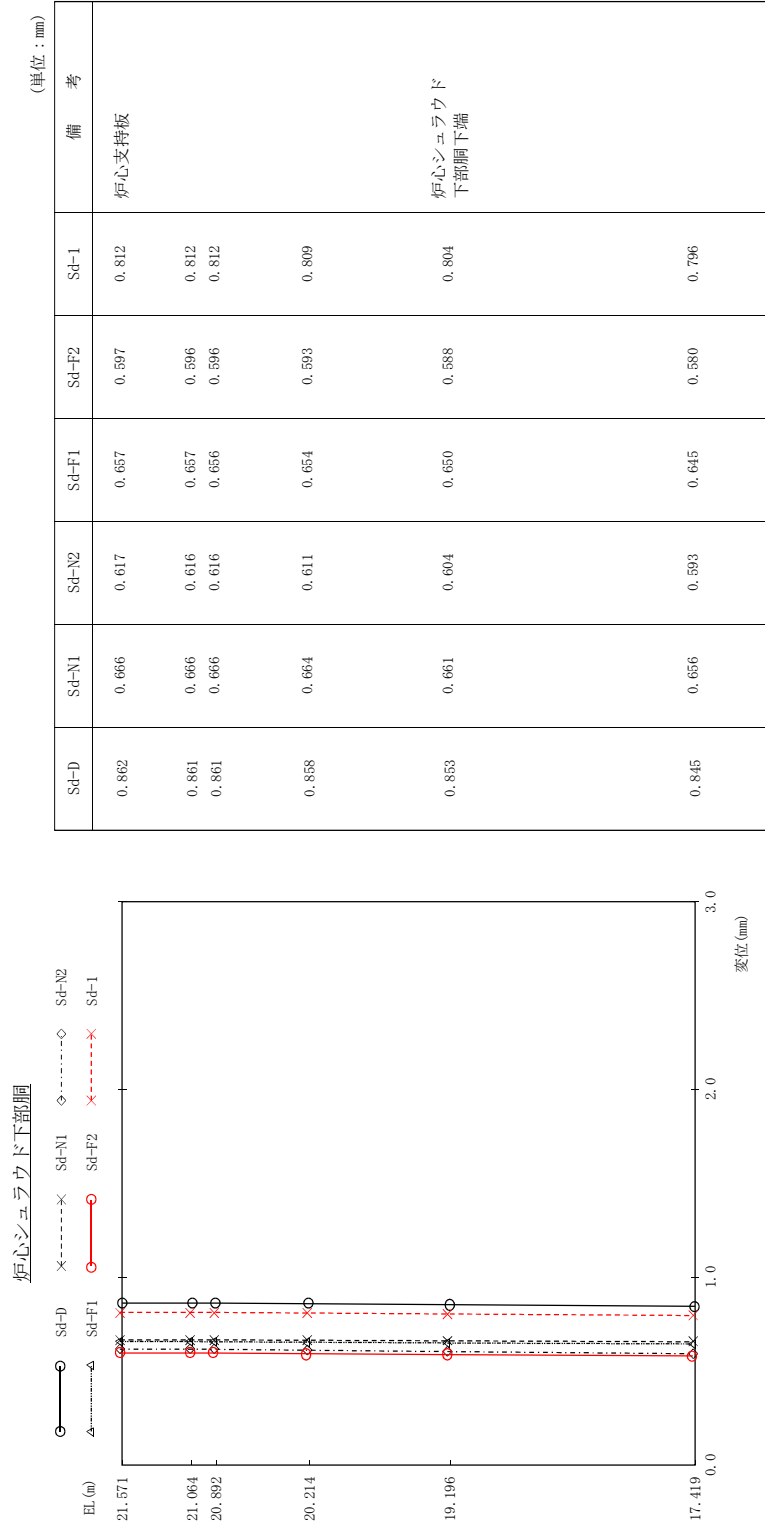


図 4 - 134 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シユラウド下部側)

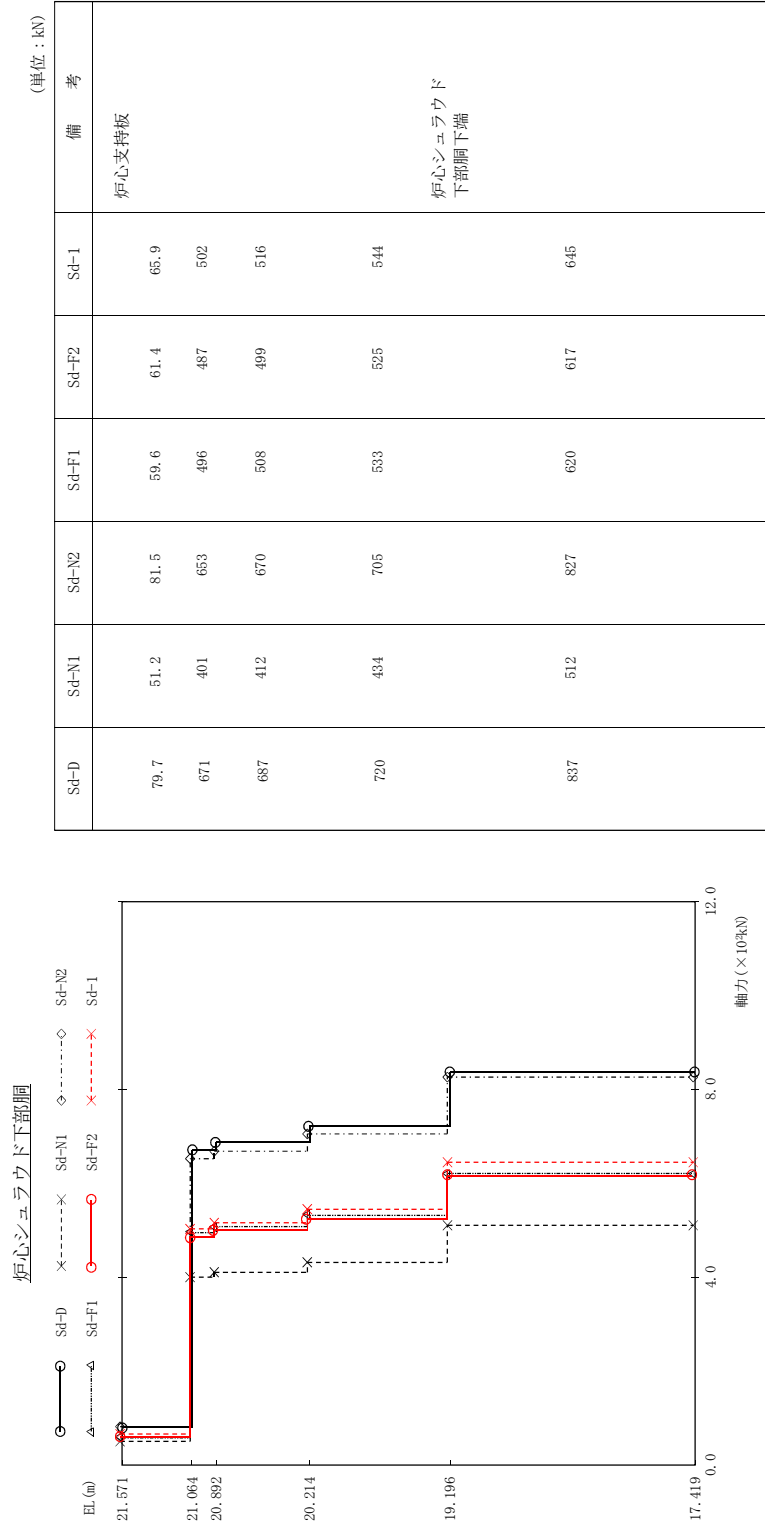


図 4 - 135 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シユラウド下部側)

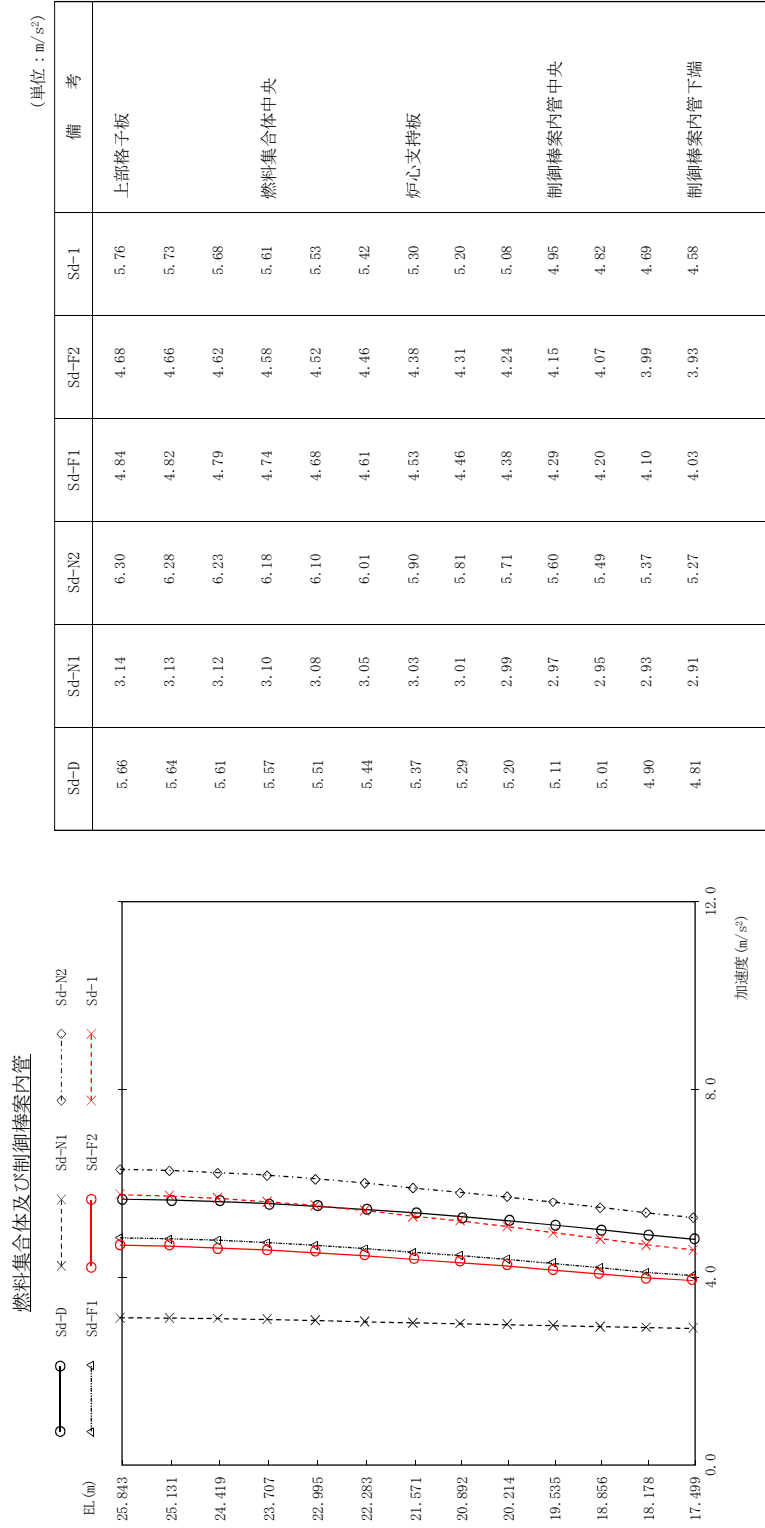


図 4 - 136 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

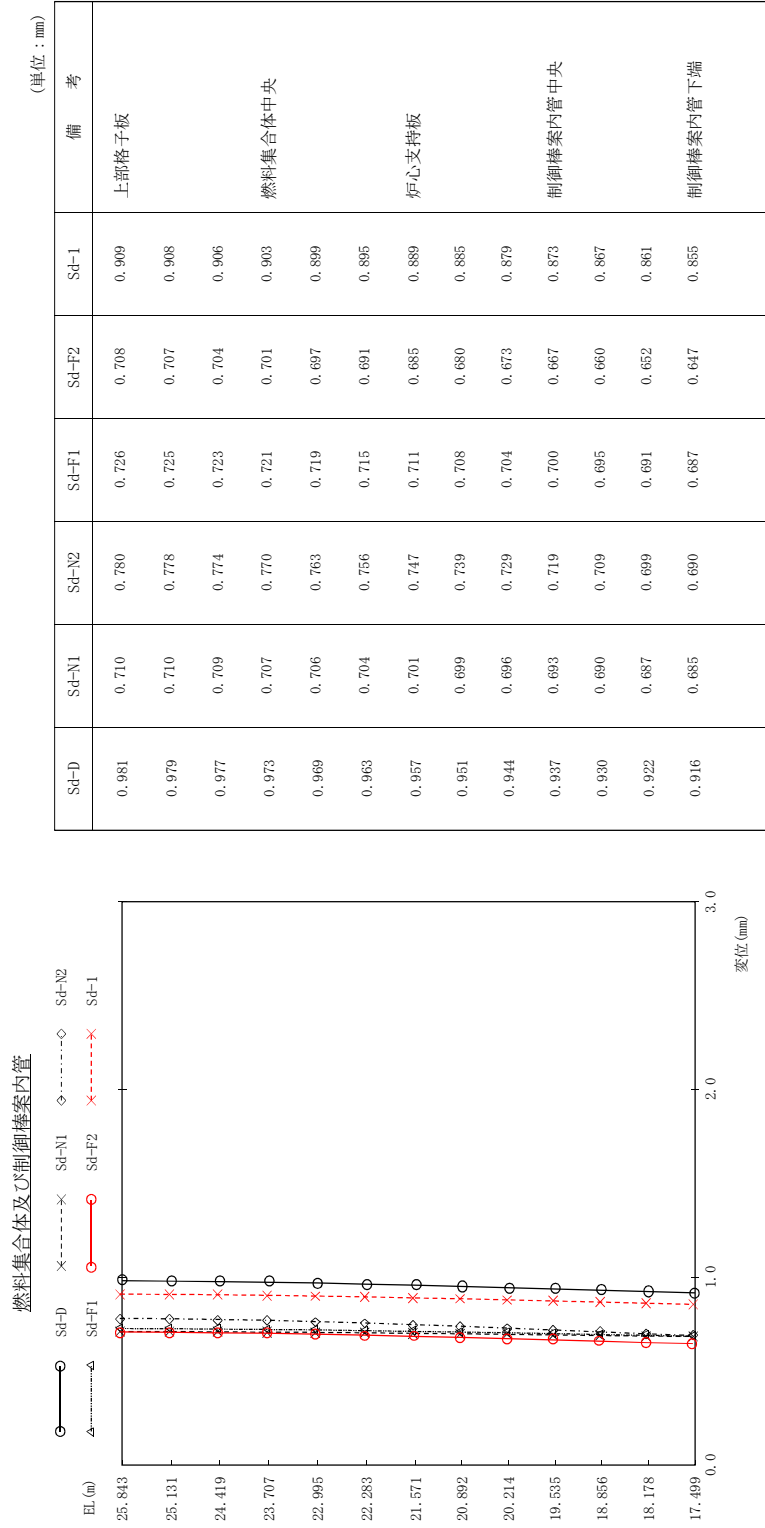


図 4 - 137 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

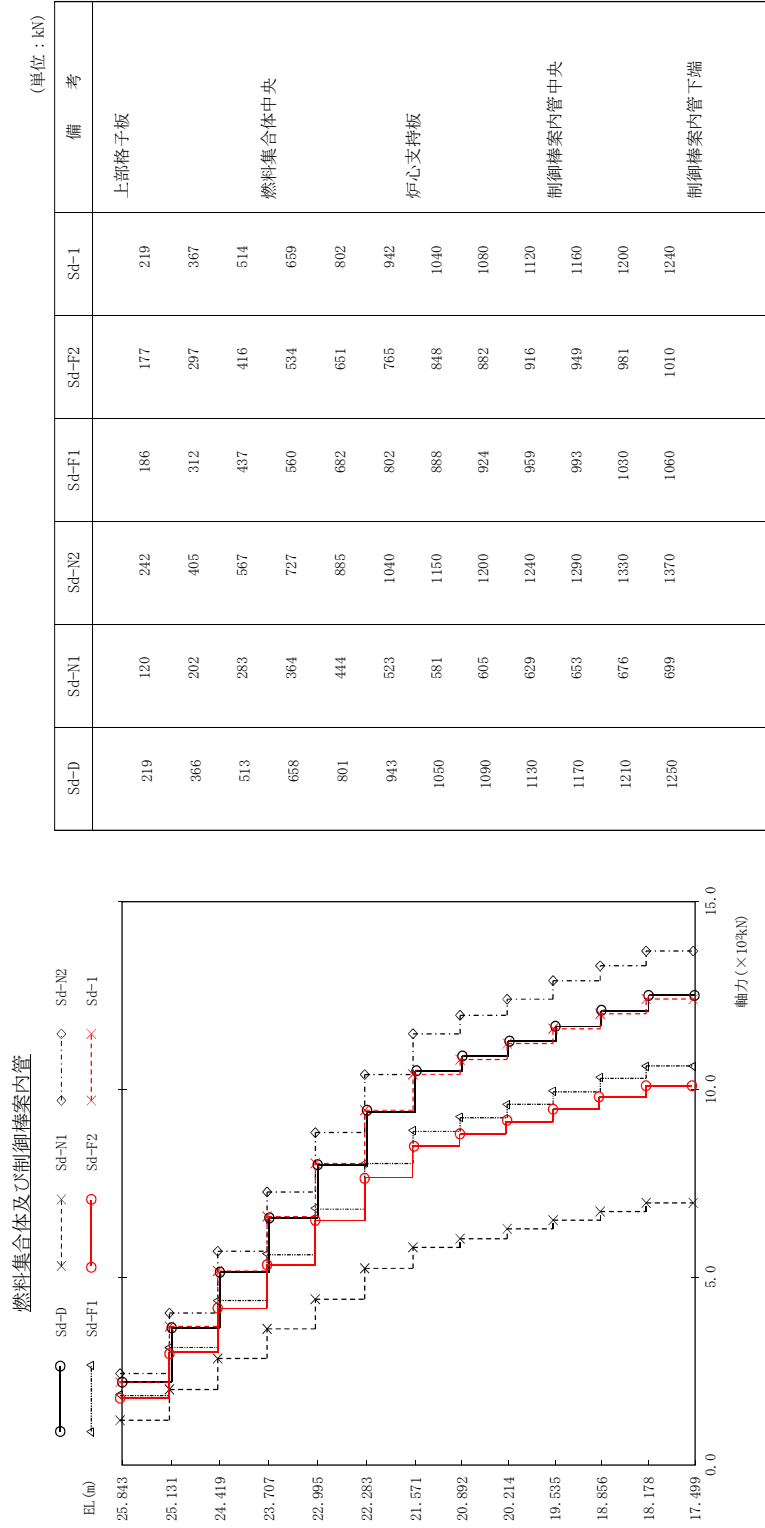


図 4 - 138 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

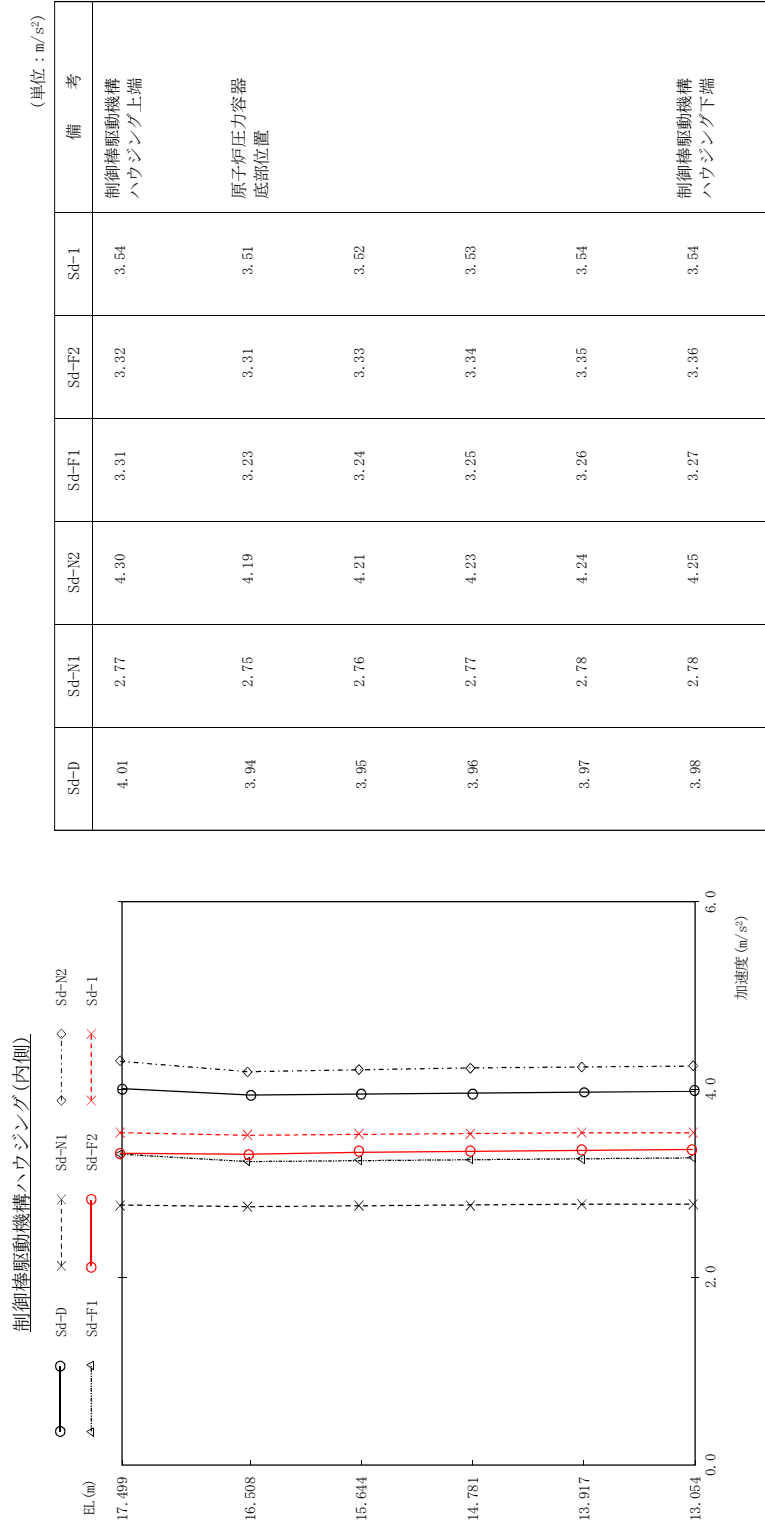


図 4 - 139 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

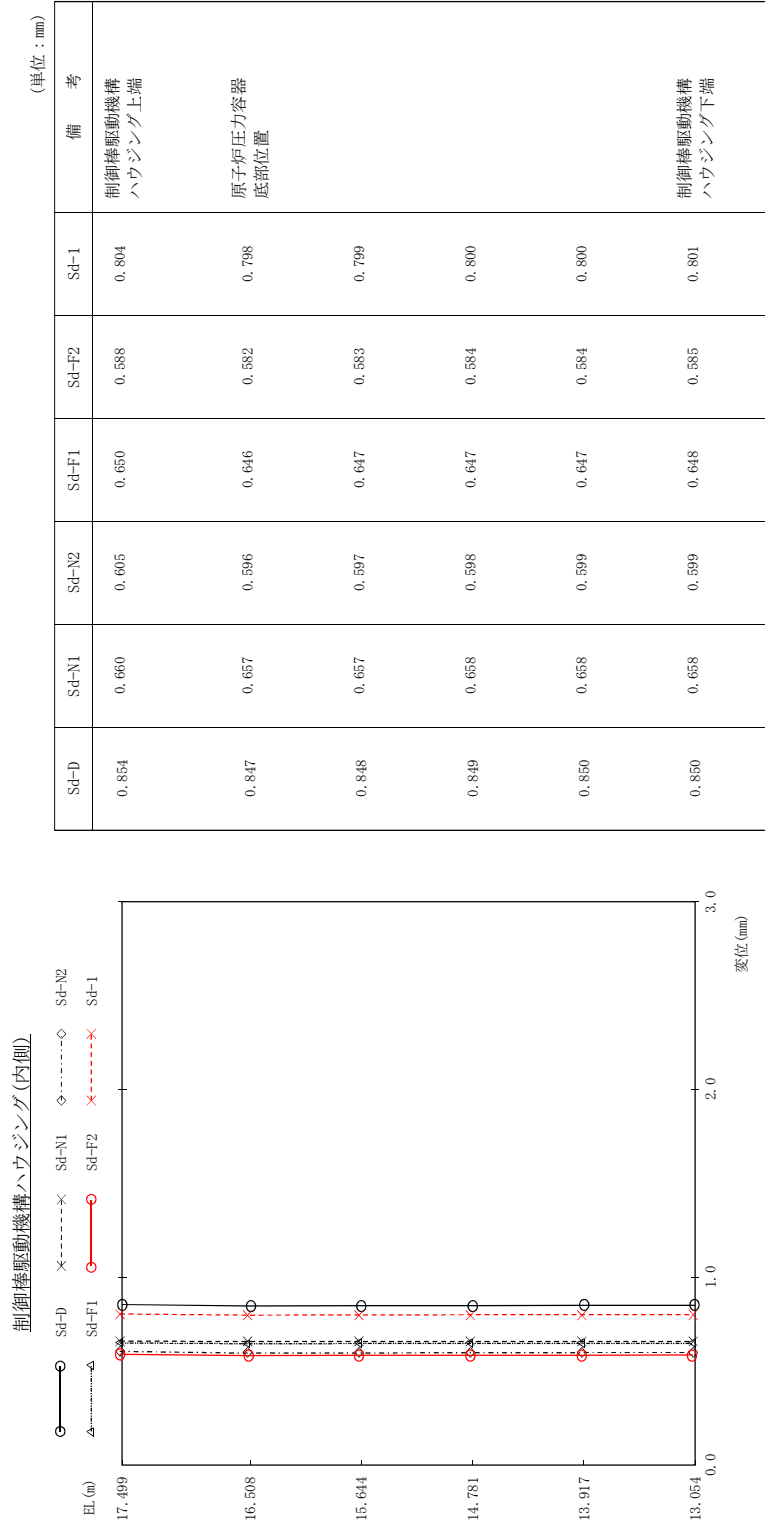


図 4 - 140 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))



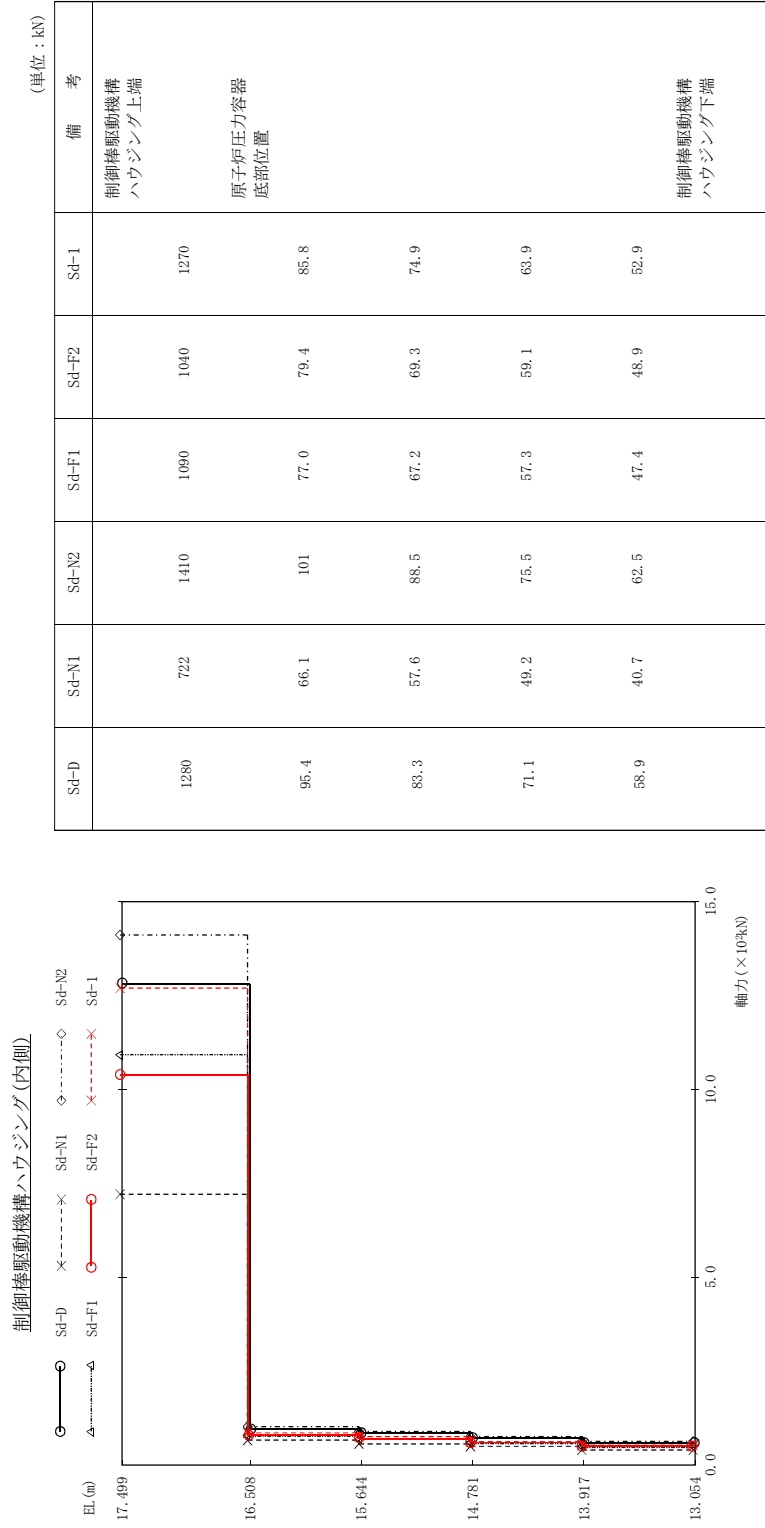


図 4 - 141 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

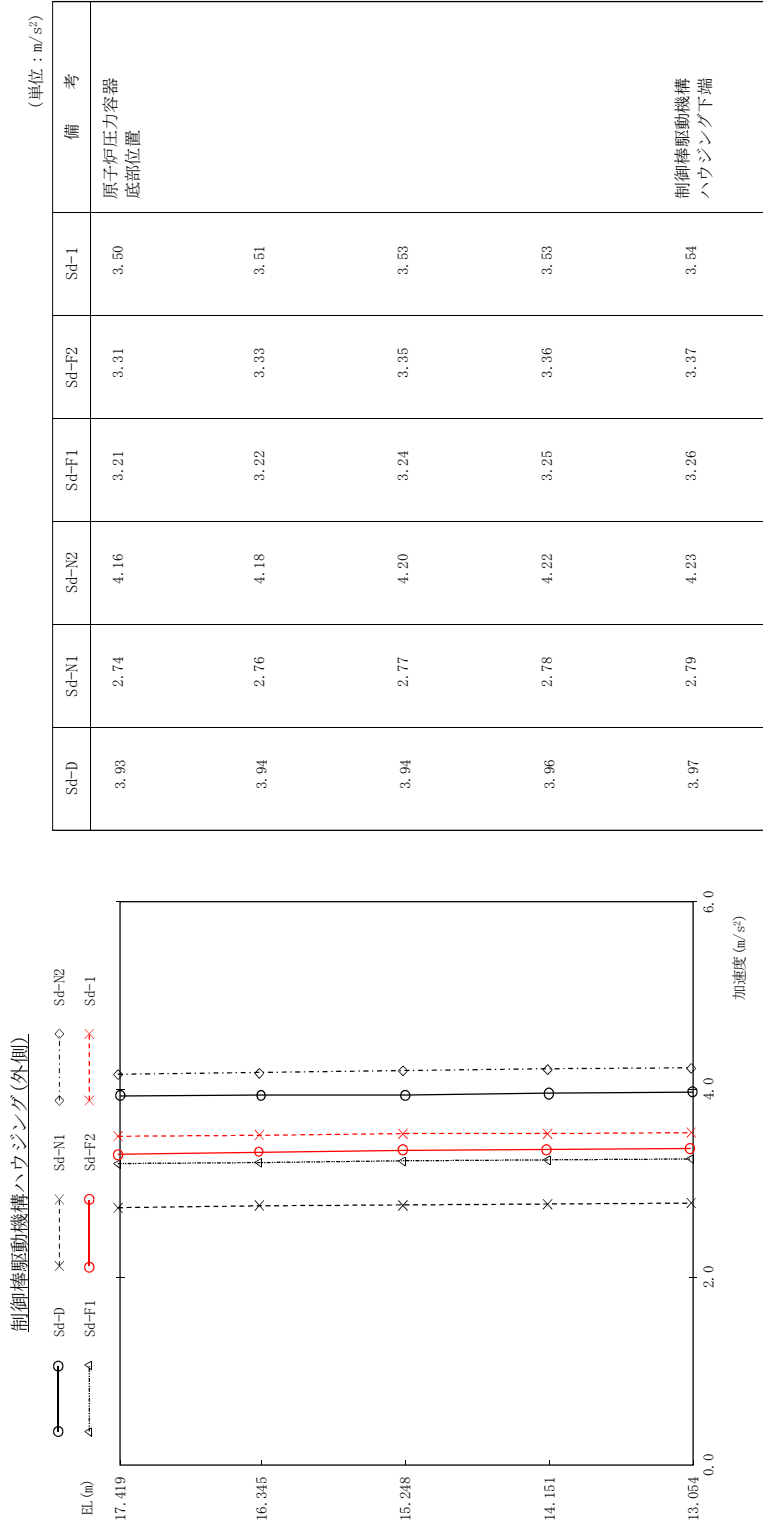


図 4 - 142 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

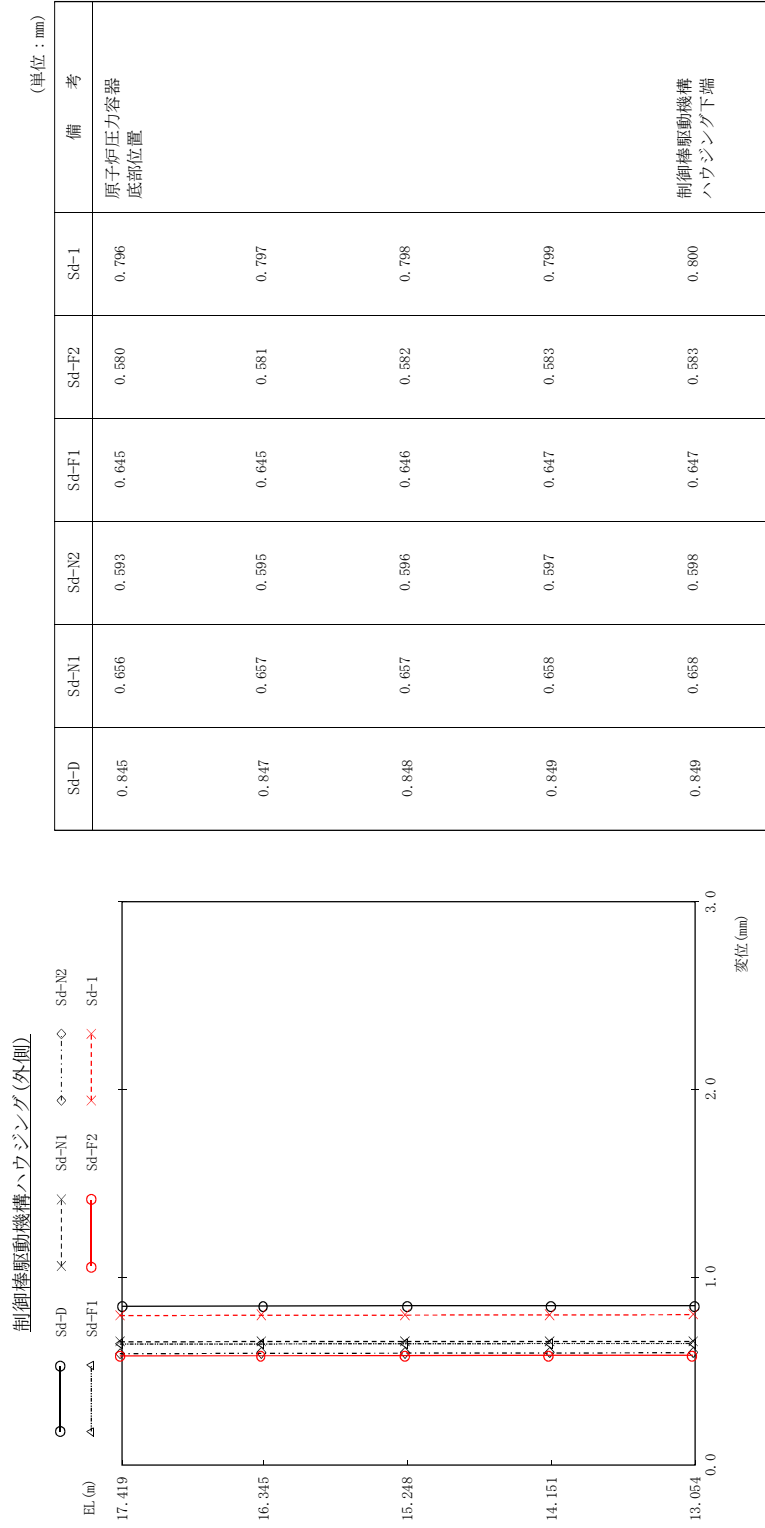


図 4 - 143 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

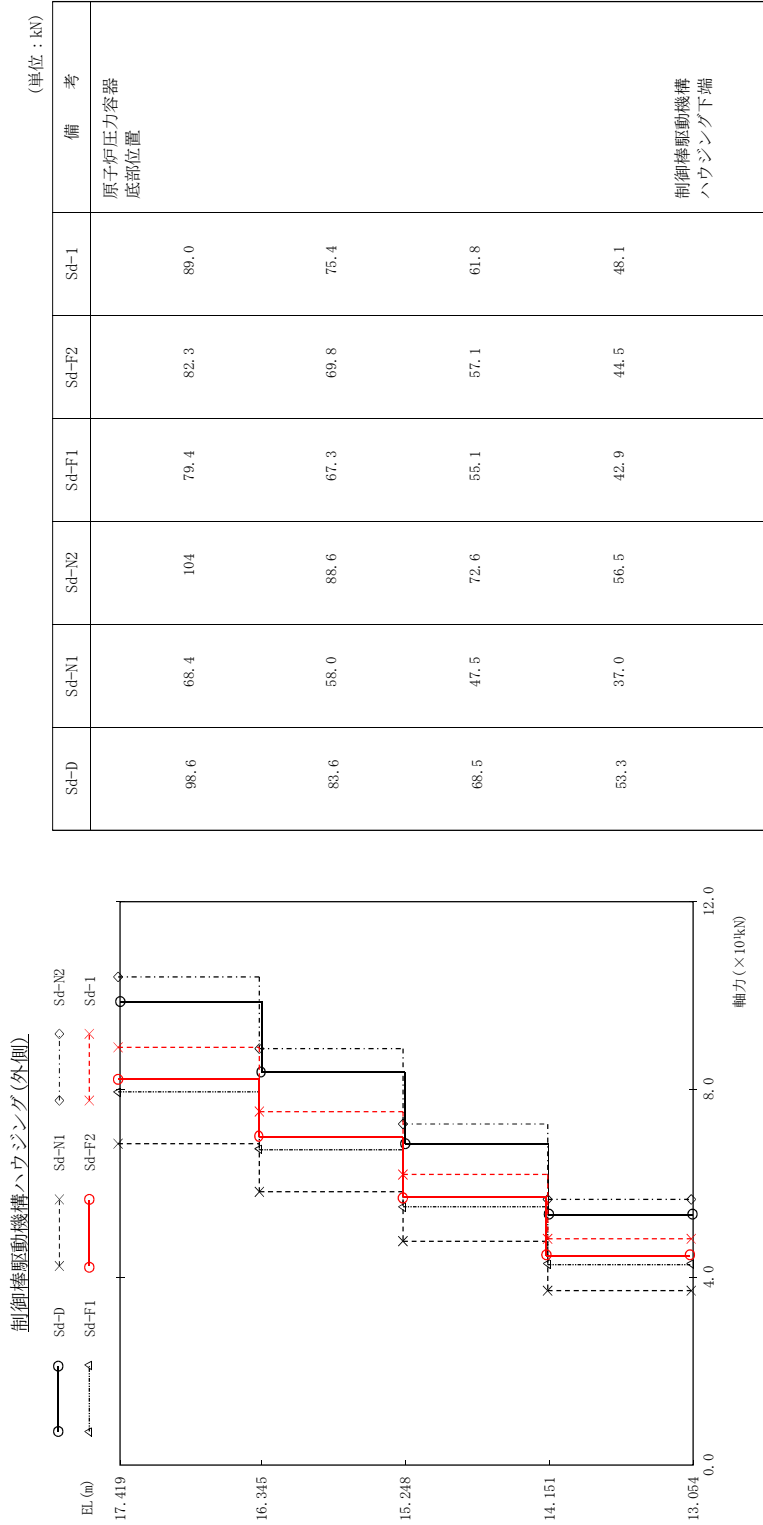


図 4 - 144 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

表 4-4 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析によるばね反力

名称	最大地震応答値 (kN)						
	Sd-D	Sd-N1	Sd-N2	Sd-F1	Sd-F2	Sd-1	静的解析
原子炉格納容器 スタビライザ	8680	4370	5310	7330	7650	10500	5570
原子炉圧力容器 スタビライザ	5670	2760	3590	4980	5580	6740	3130
シヤラグ	9380	3710	5480	8400	8380	12600	1740
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	242	120	306	198	296	236	166

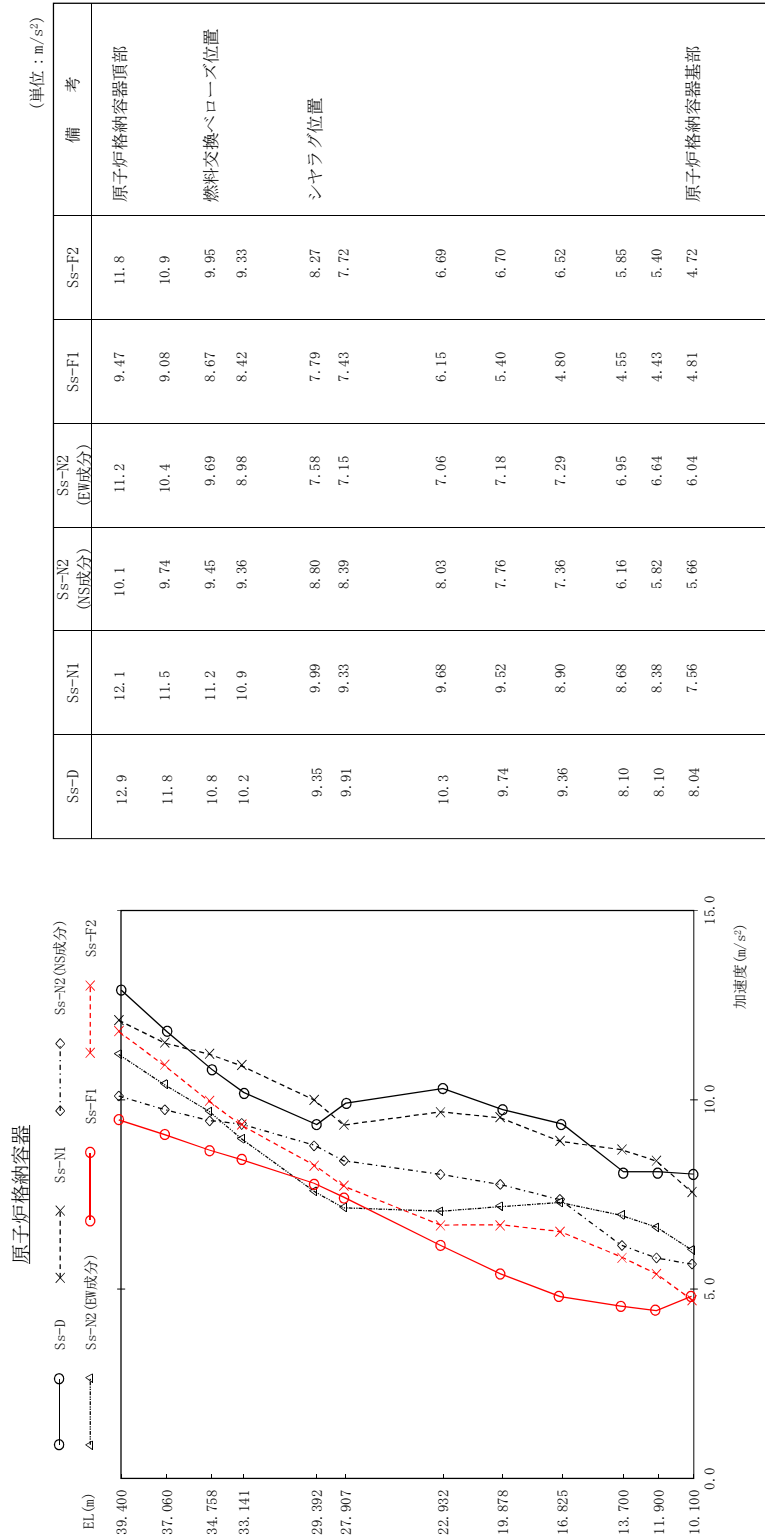


図 4 - 145 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 原子炉格納容器)

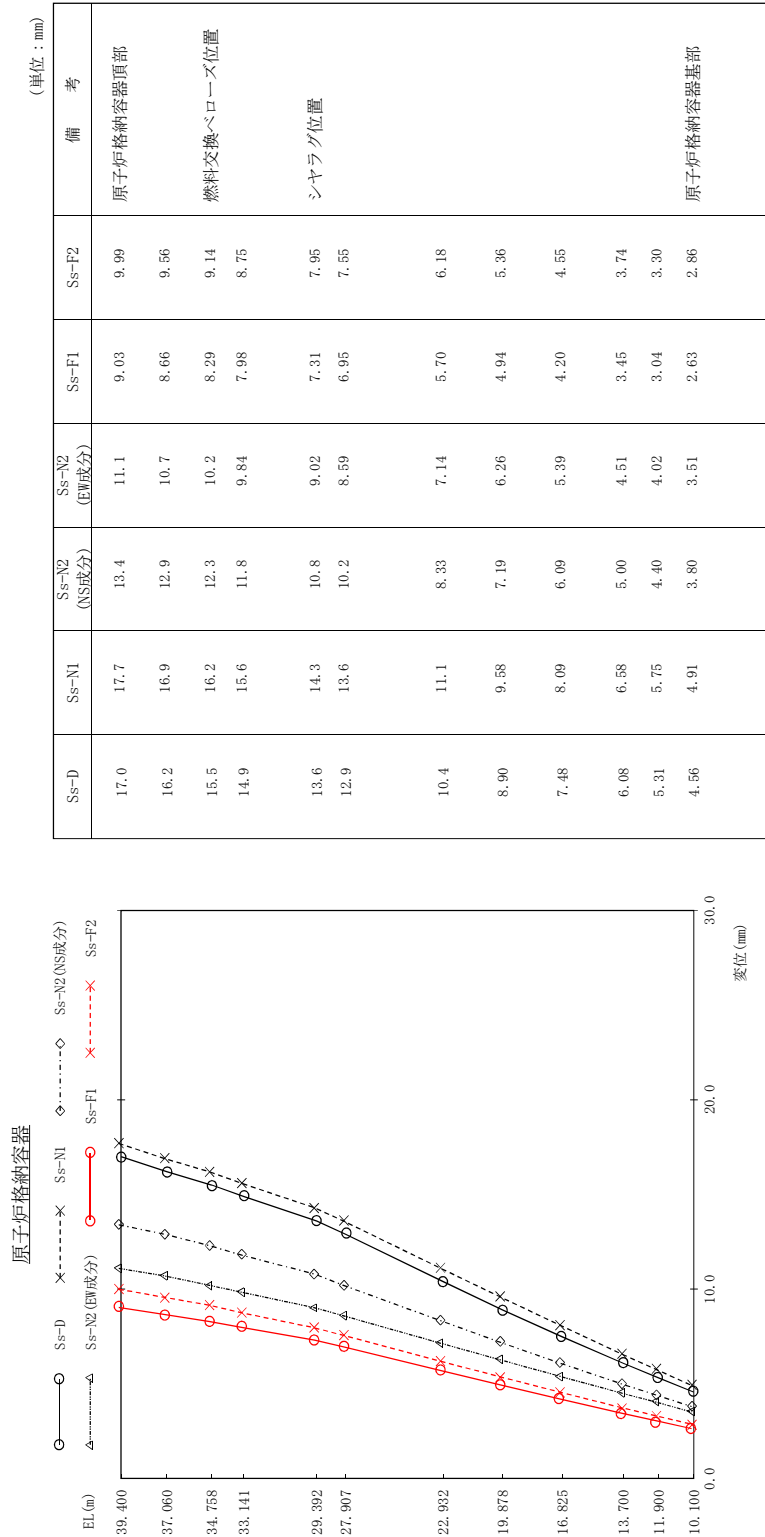


図 4 - 146 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 原子炉格納容器)

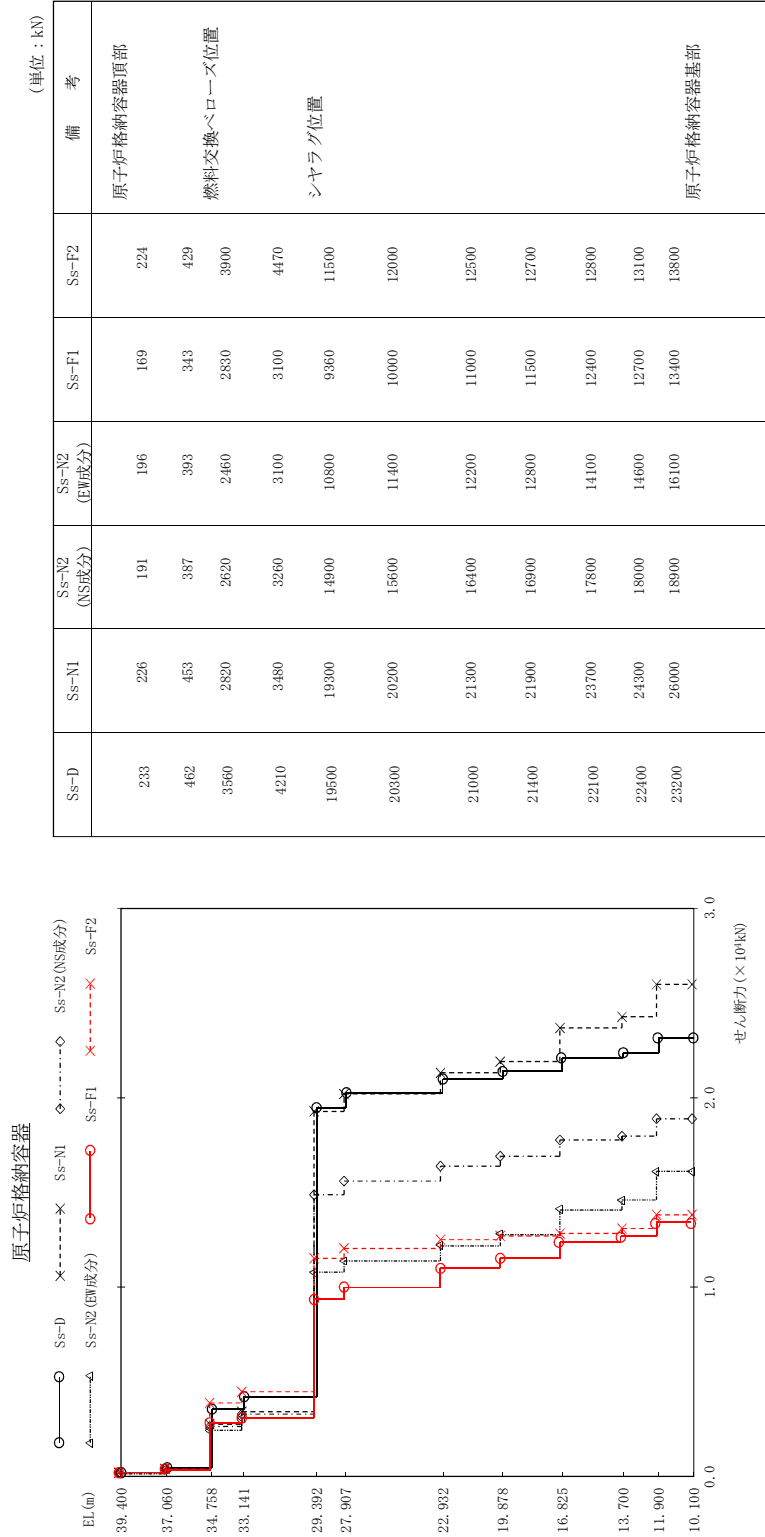


図 4 - 147 最大応管せん断力 基準地震動 S s (NS方向 原子炉格納容器)



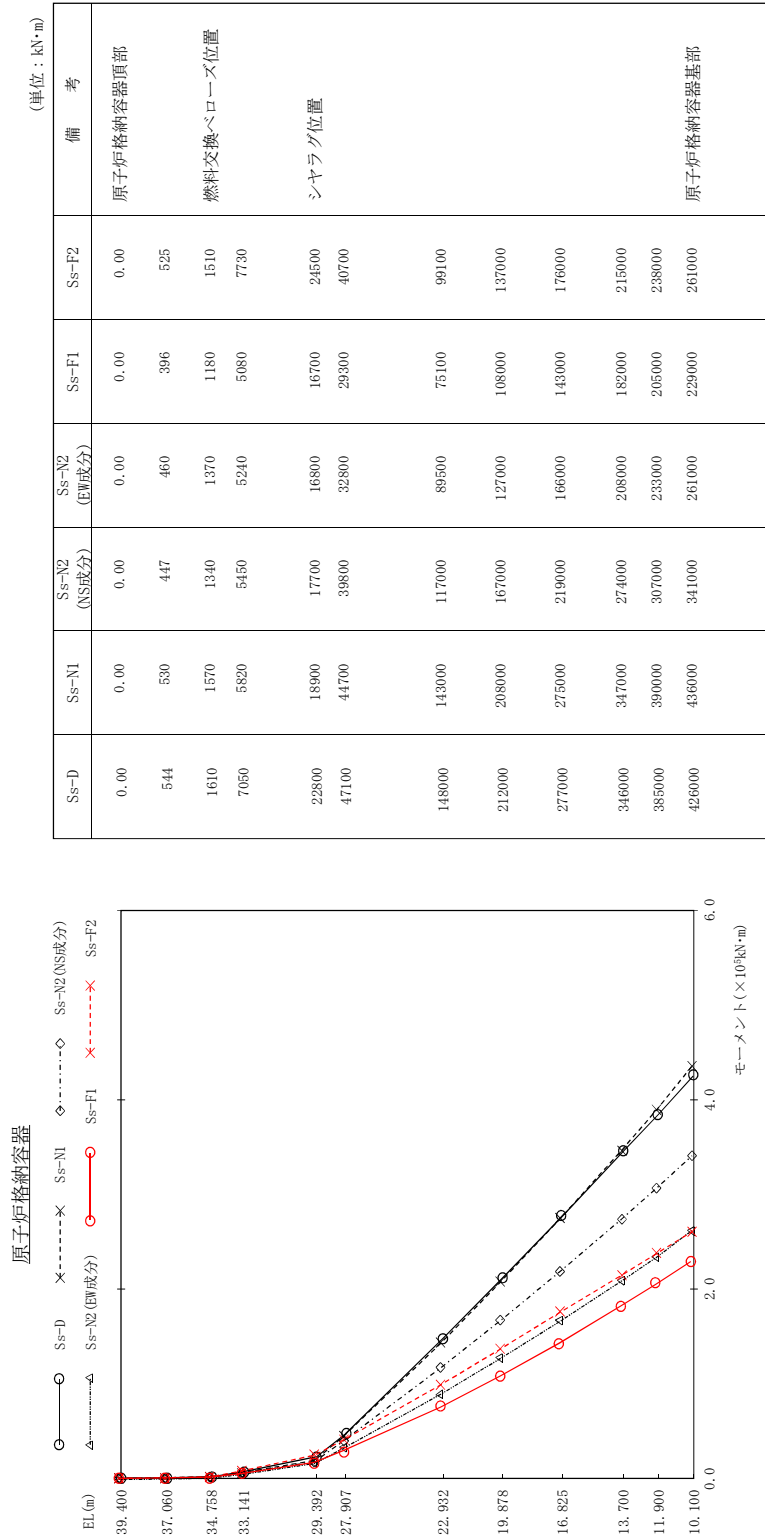


図 4 - 148 最大応答モーメント (NS方向) 原子炉格納容器

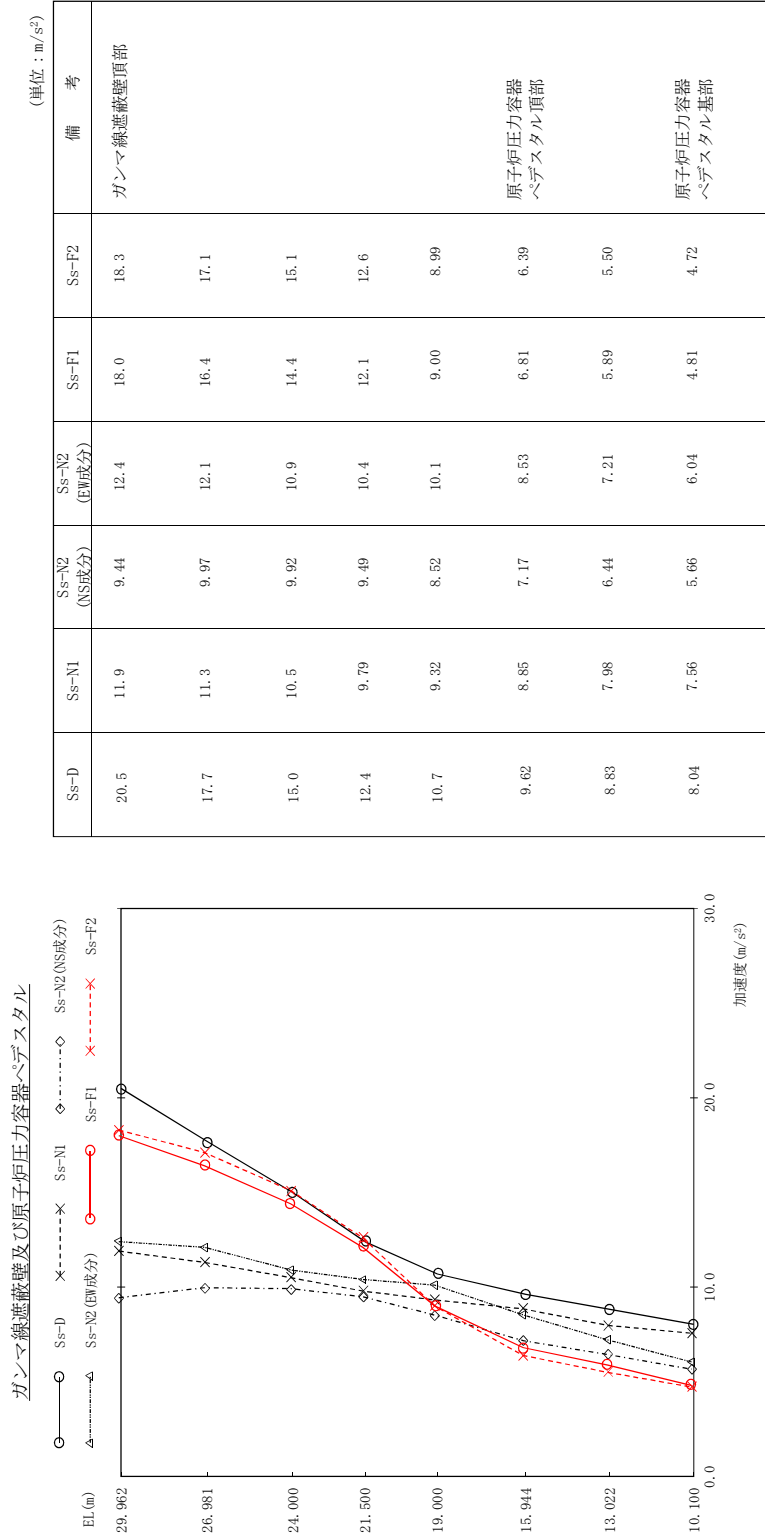


図 4 - 149 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS 方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

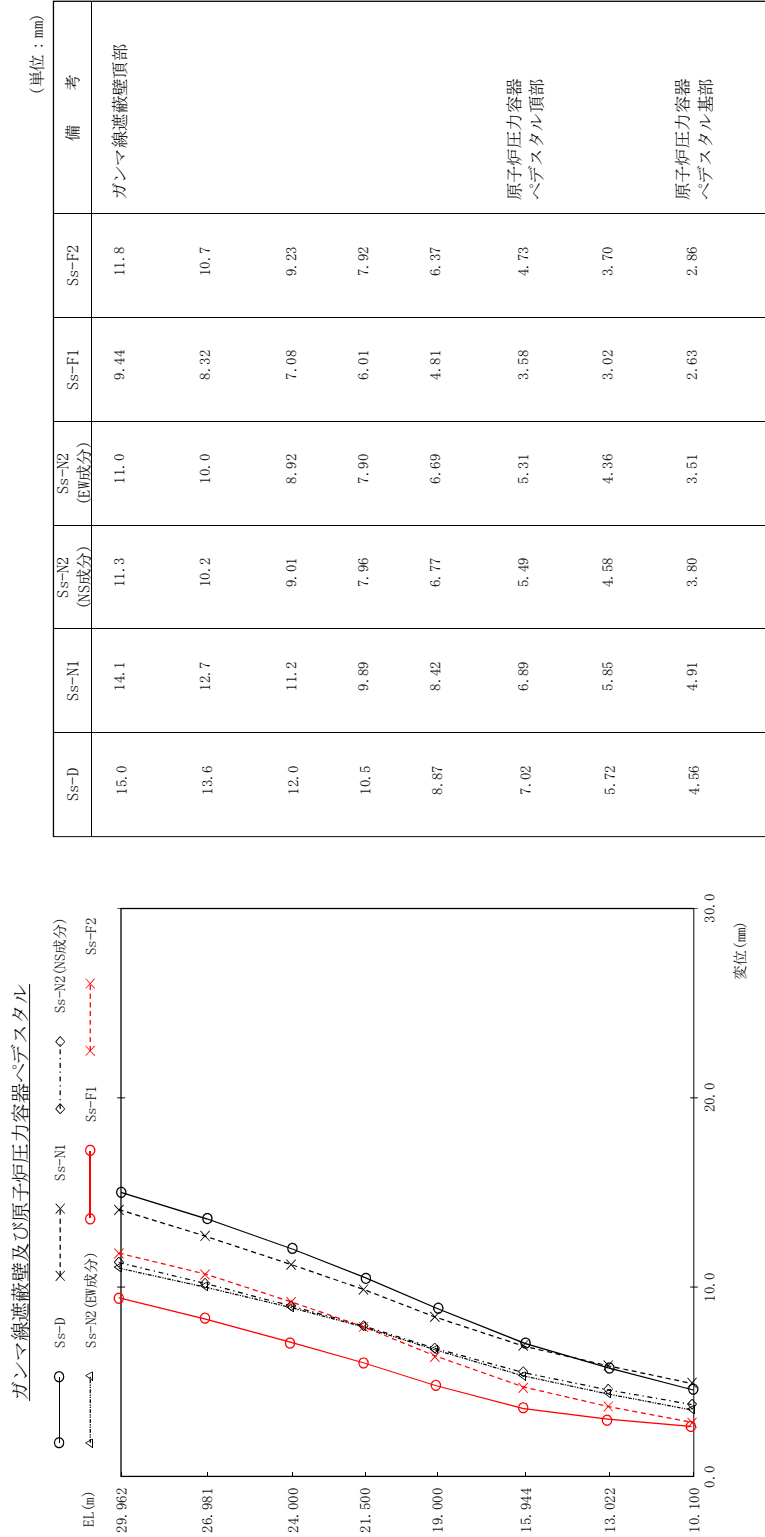


図 4 - 150 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

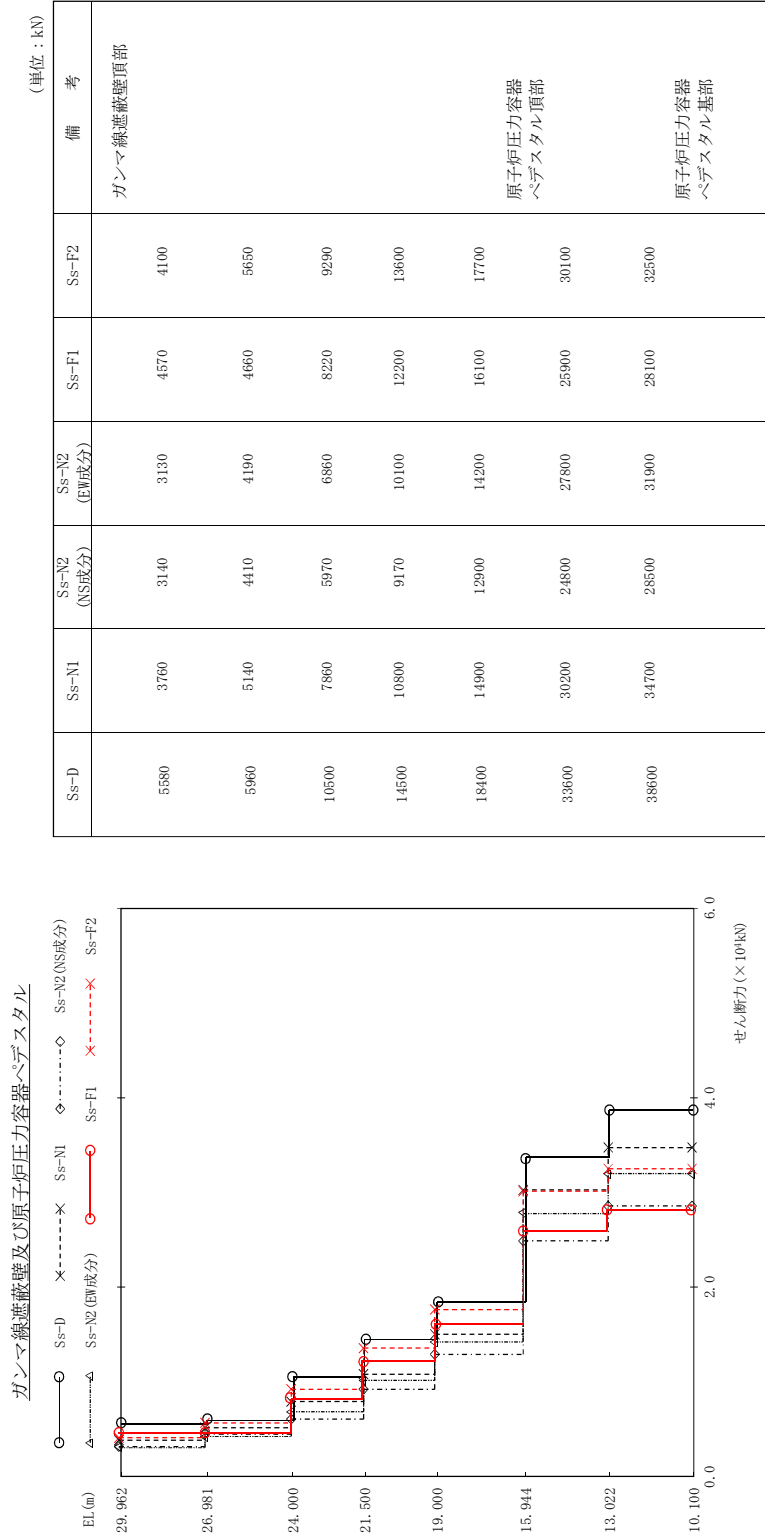


図 4 - 151 最大応答せん断力 基準地震動 S s (NS方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

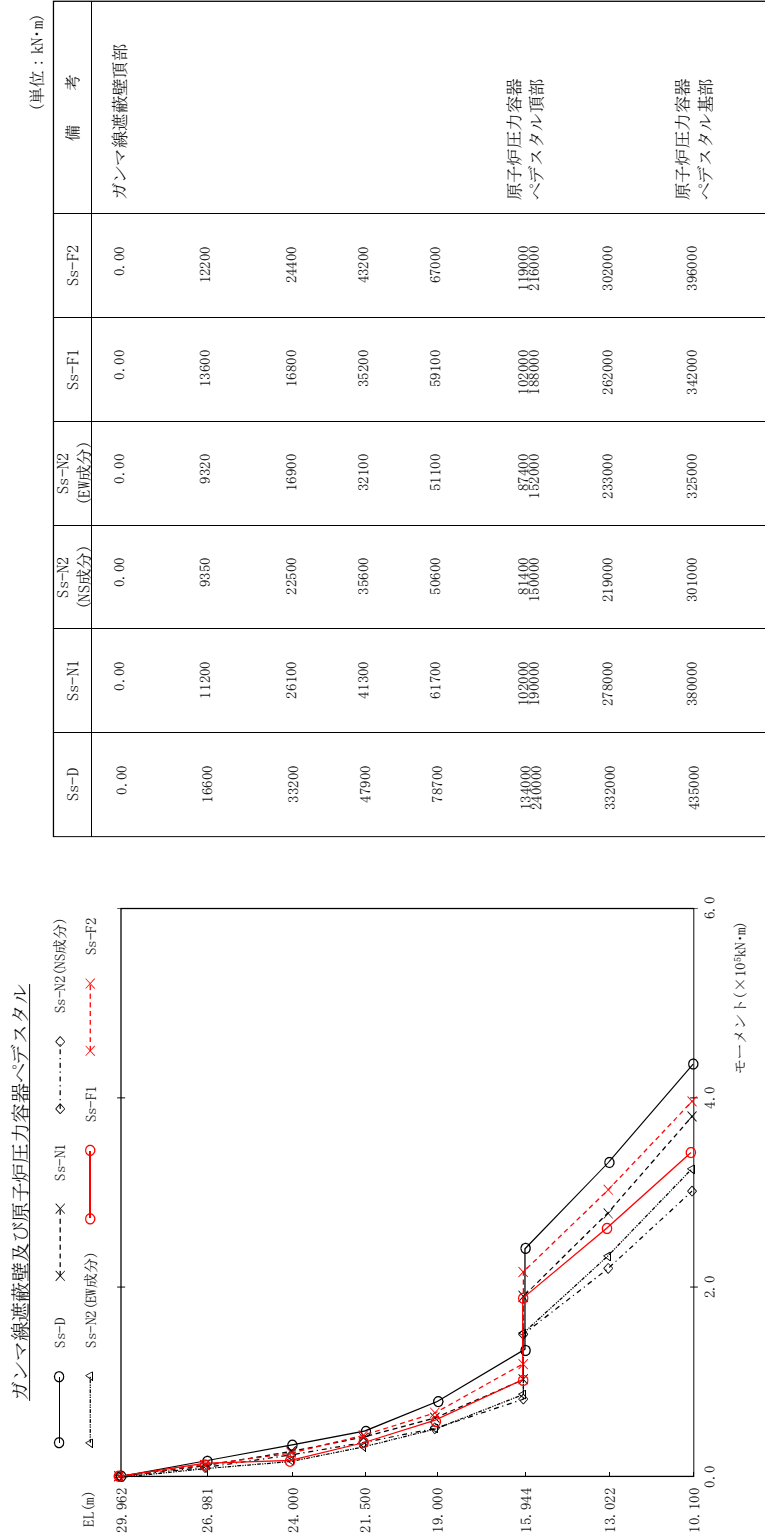


図 4 - 152 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

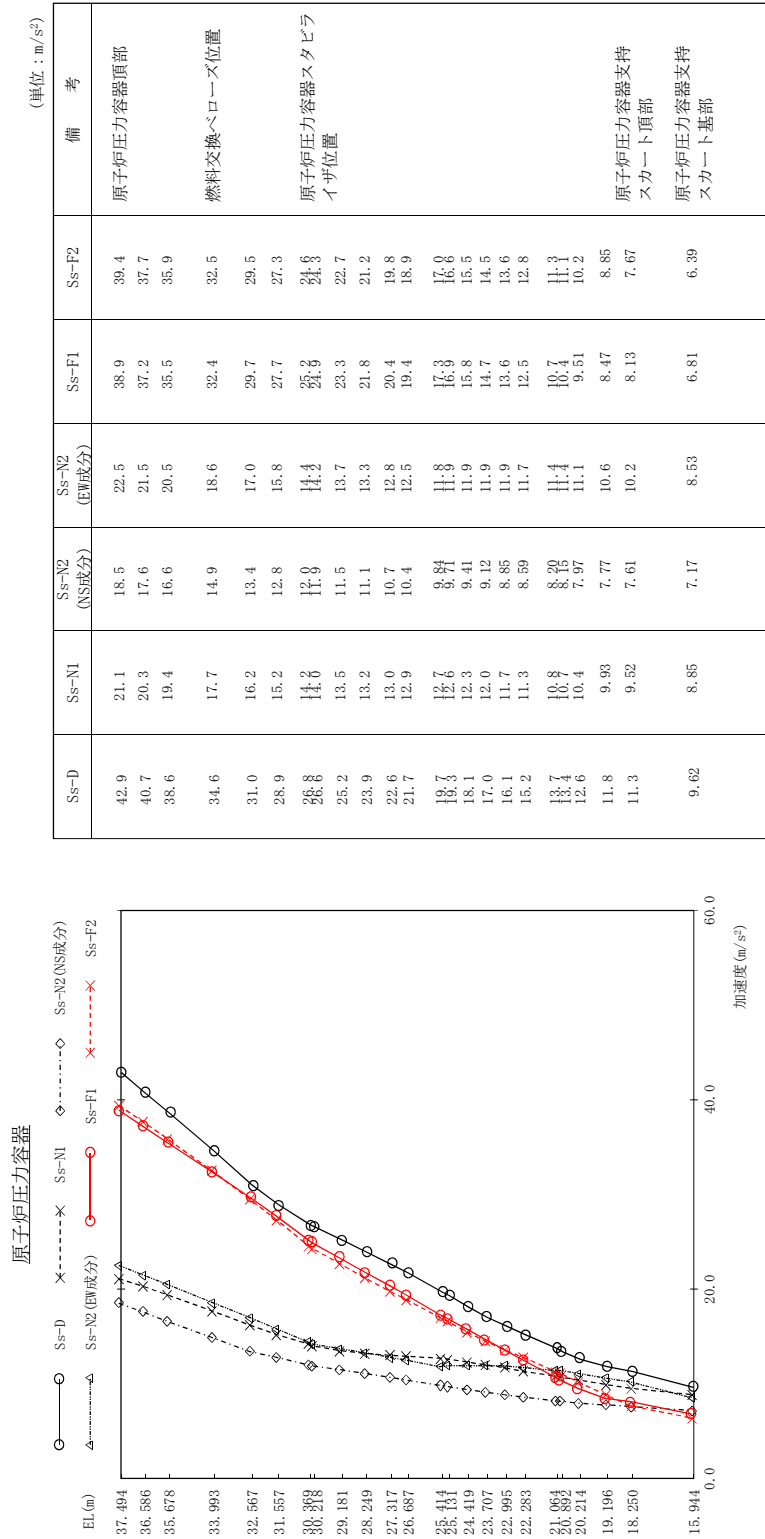


図 4 - 153 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器)

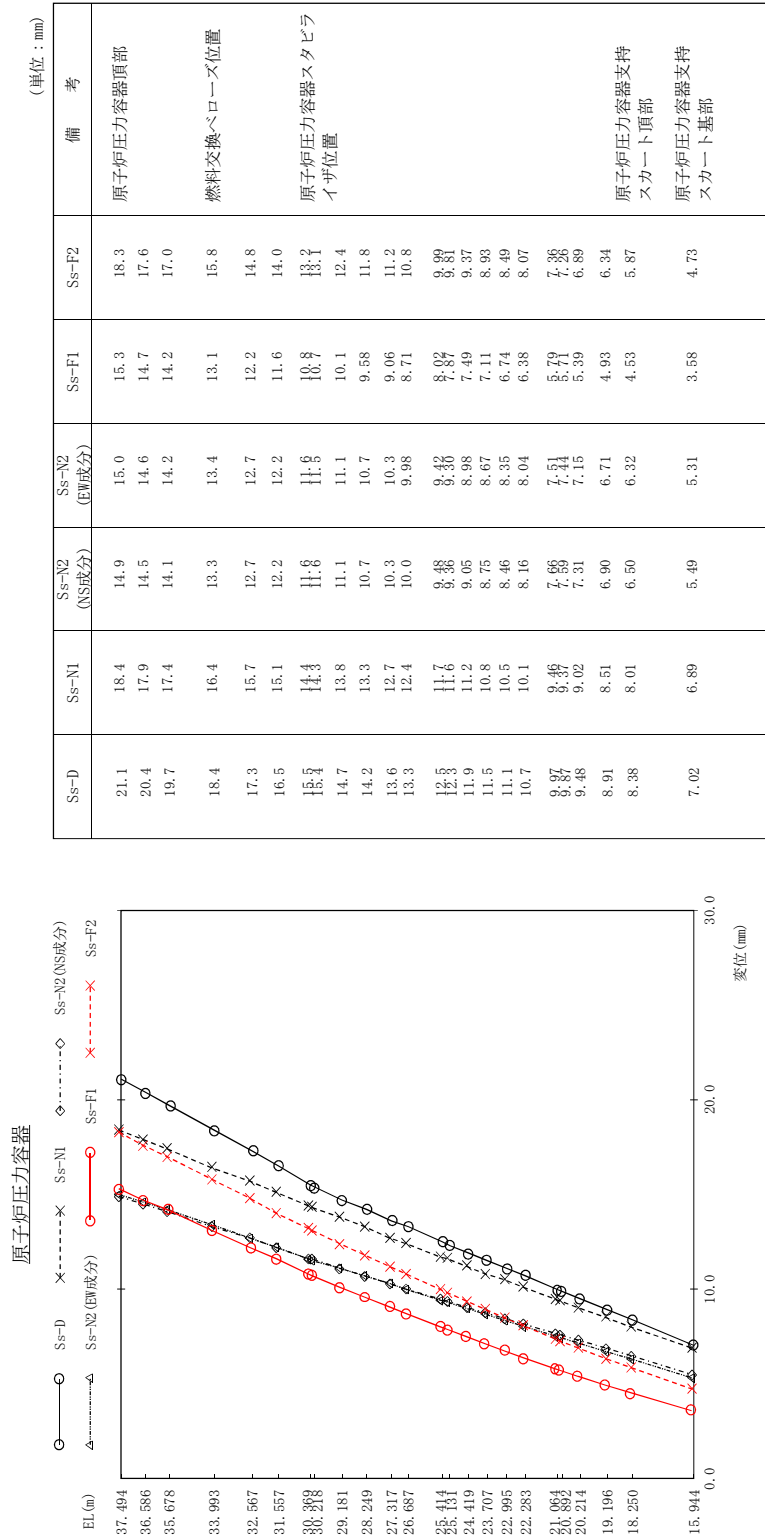
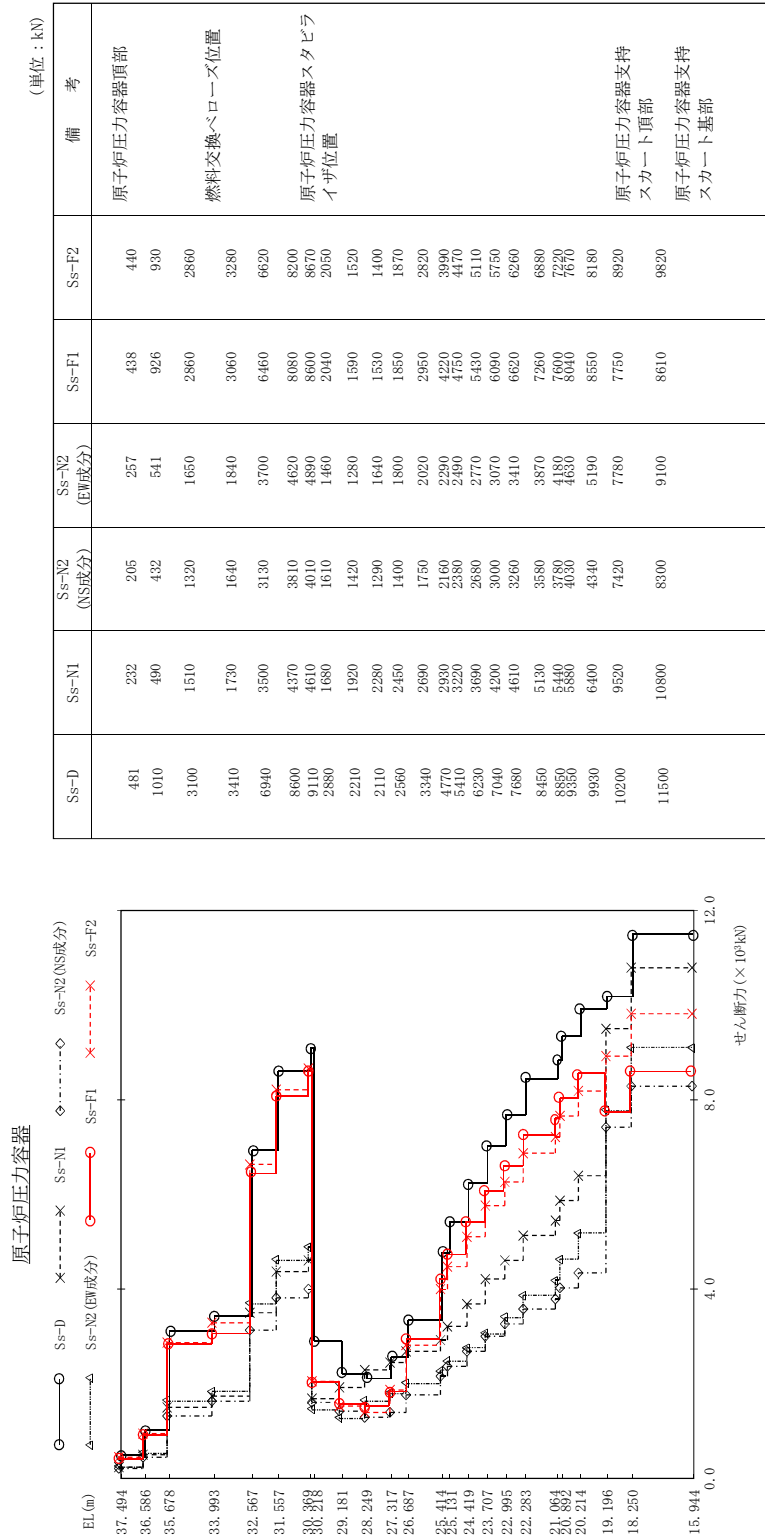


図 4 - 154 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器)



(単位：kN)

Ss-D	Ss-N1	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-F1	Ss-F2	備 考
481	232	205	257	438	440	原子炉压力容器頂部
1010	490	432	541	926	930	
3100	1510	1320	1650	2860	2860	燃料交換ペロース位置
3410	1730	1640	1840	3060	3280	
6940	3500	3130	3700	6460	6620	
8600	4370	3810	4620	8080	8200	
9110	4610	4010	4890	8600	8670	原子炉压力容器スタビライザ位置
2880	1680	1610	1460	2040	2050	
2210	1920	1420	1280	1590	1520	
2110	2280	1290	1640	1530	1400	
2560	2450	1400	1800	1850	1870	
3340	2690	1750	2020	2950	2820	
4770	2930	2160	2290	4220	3990	
5410	3220	2380	2490	4750	4470	
6230	3690	2680	2770	5430	5110	
7040	4200	3000	3070	6090	5750	
7680	4610	3260	3410	6620	6260	
8450	5130	3580	3870	7260	6880	
8850	5440	3780	4180	7600	7220	原子炉压力容器支持スカート頂部
9350	5880	4030	4630	8040	7670	
9930	6400	4340	5190	8550	8180	原子炉压力容器支持スカート基部
10200	9520	7420	7780	7750	8920	
11500	10800	8300	9100	8610	9820	

図 4 - 155 最大応管せん断力 基準地震動 S s (NS方向 原子炉压力容器)



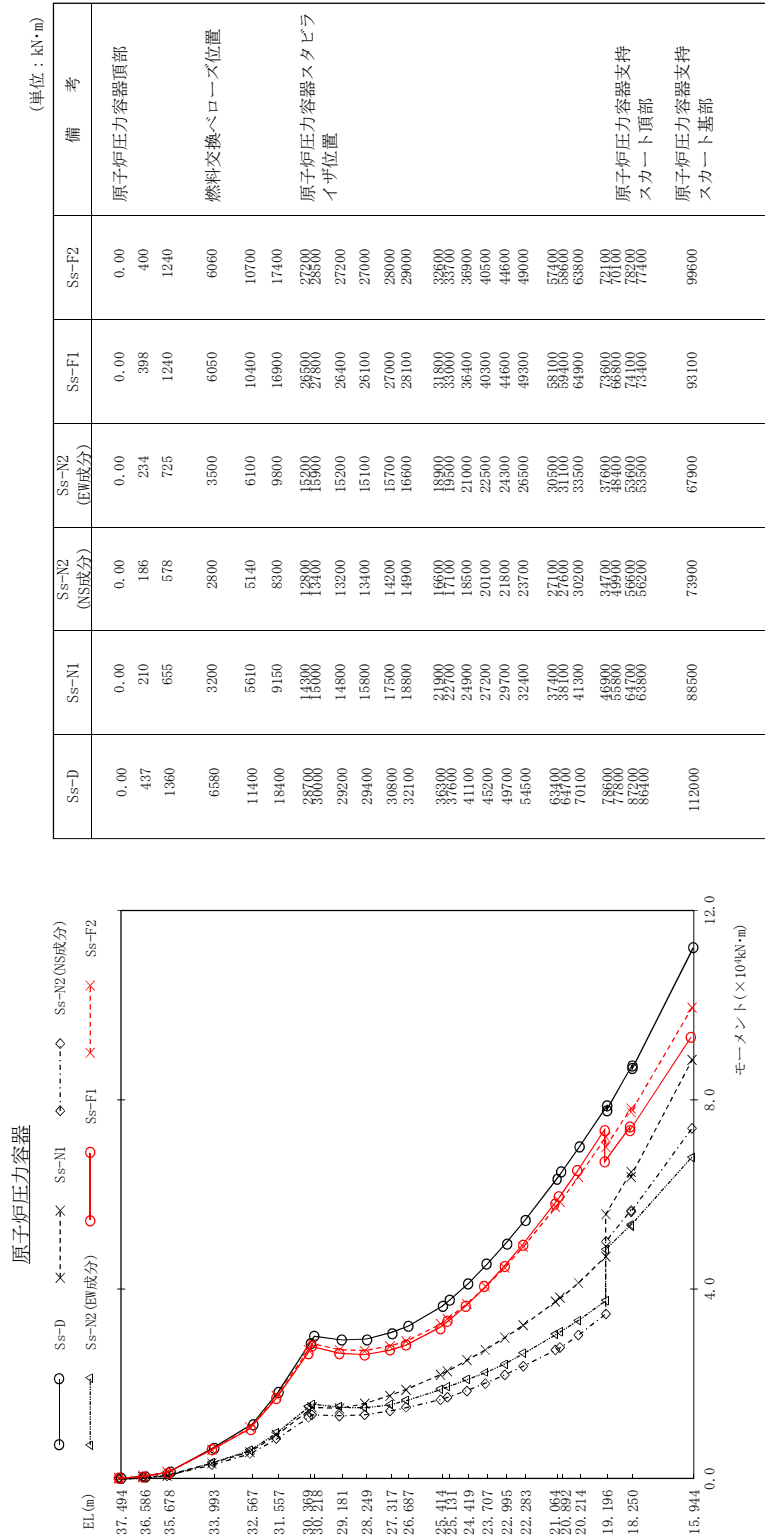


図 4 - 156 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器)

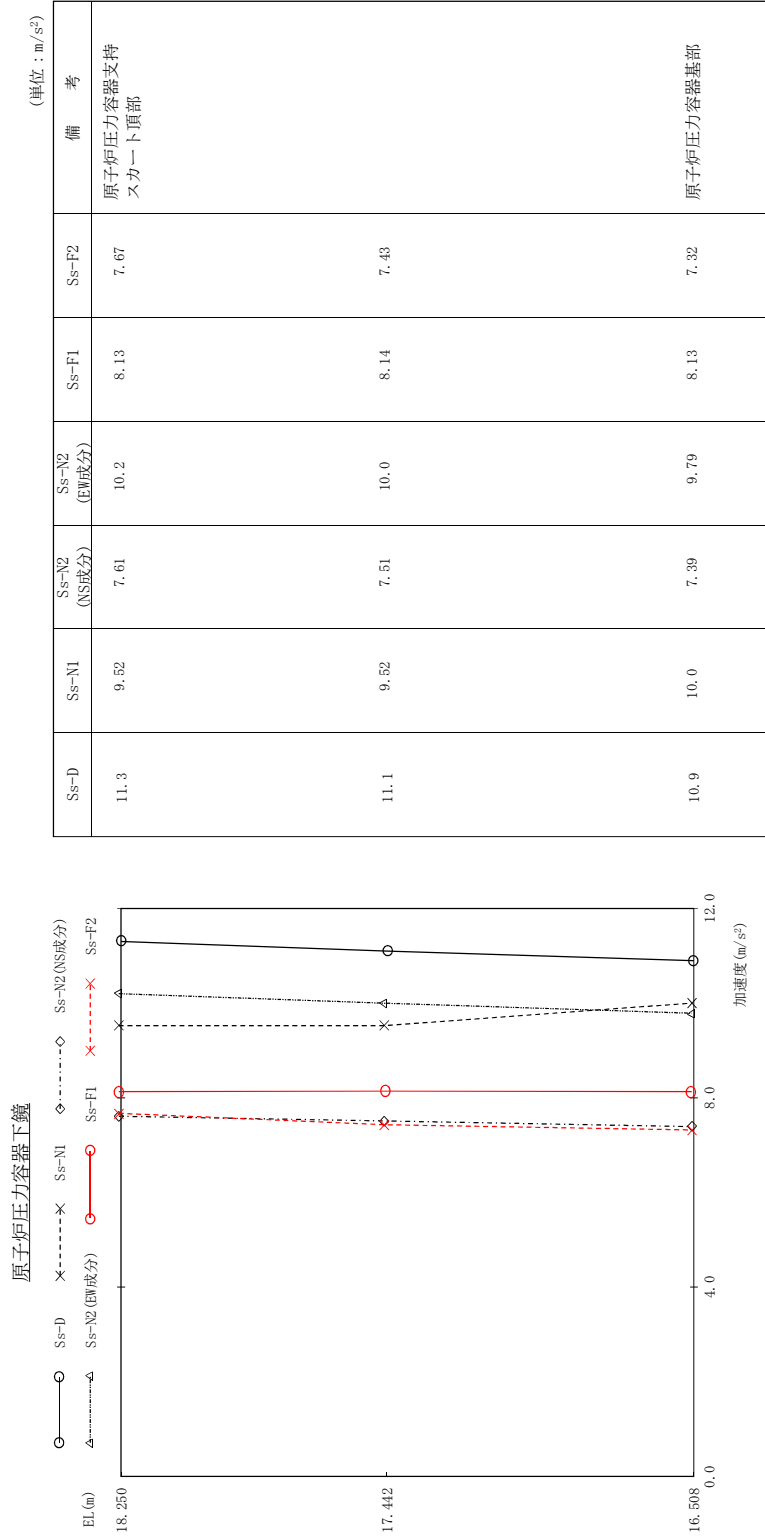


図 4 - 157 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器下鏡)

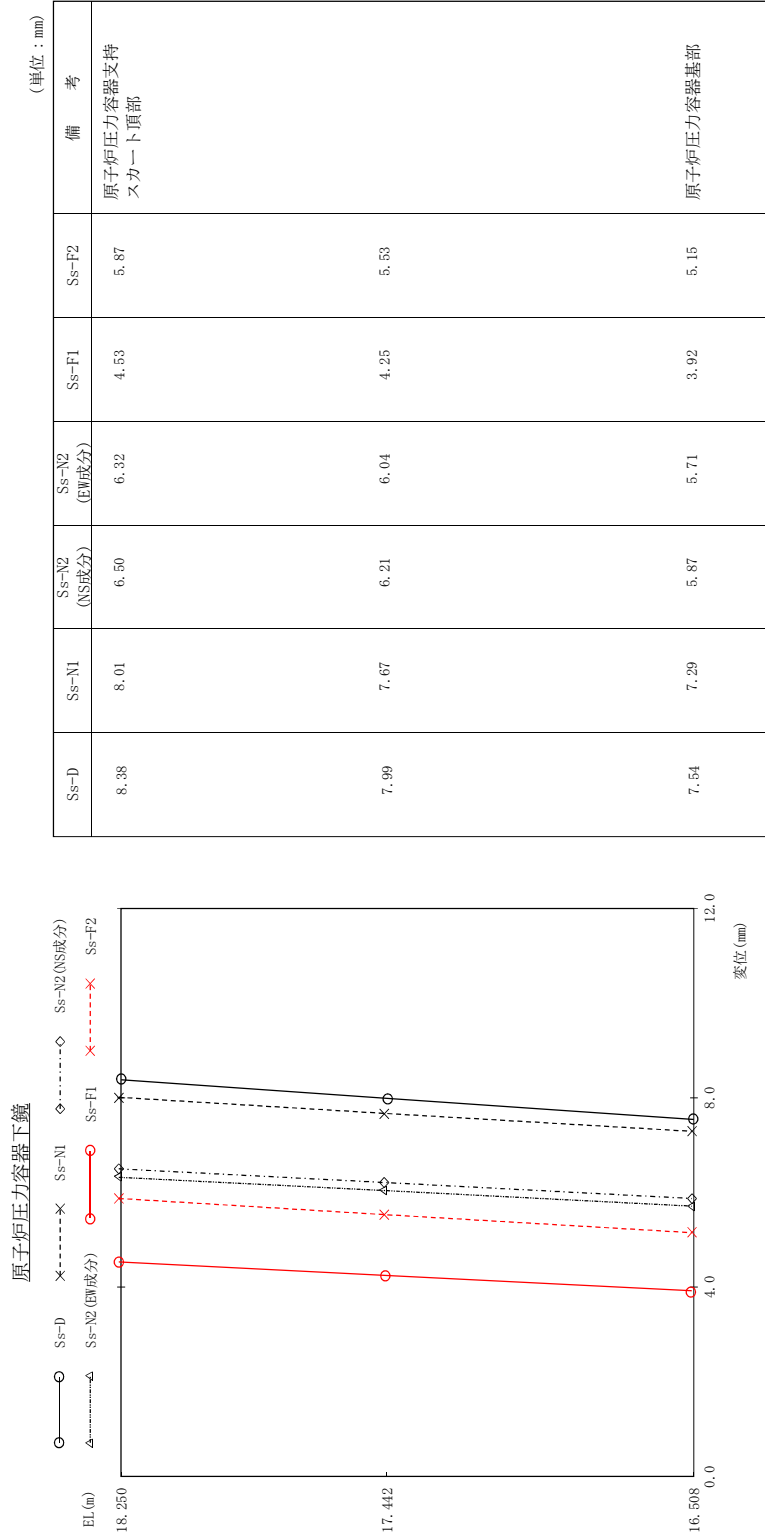


図 4 - 158 最大応答変位 (NS方向) 原子炉圧力容器下鏡

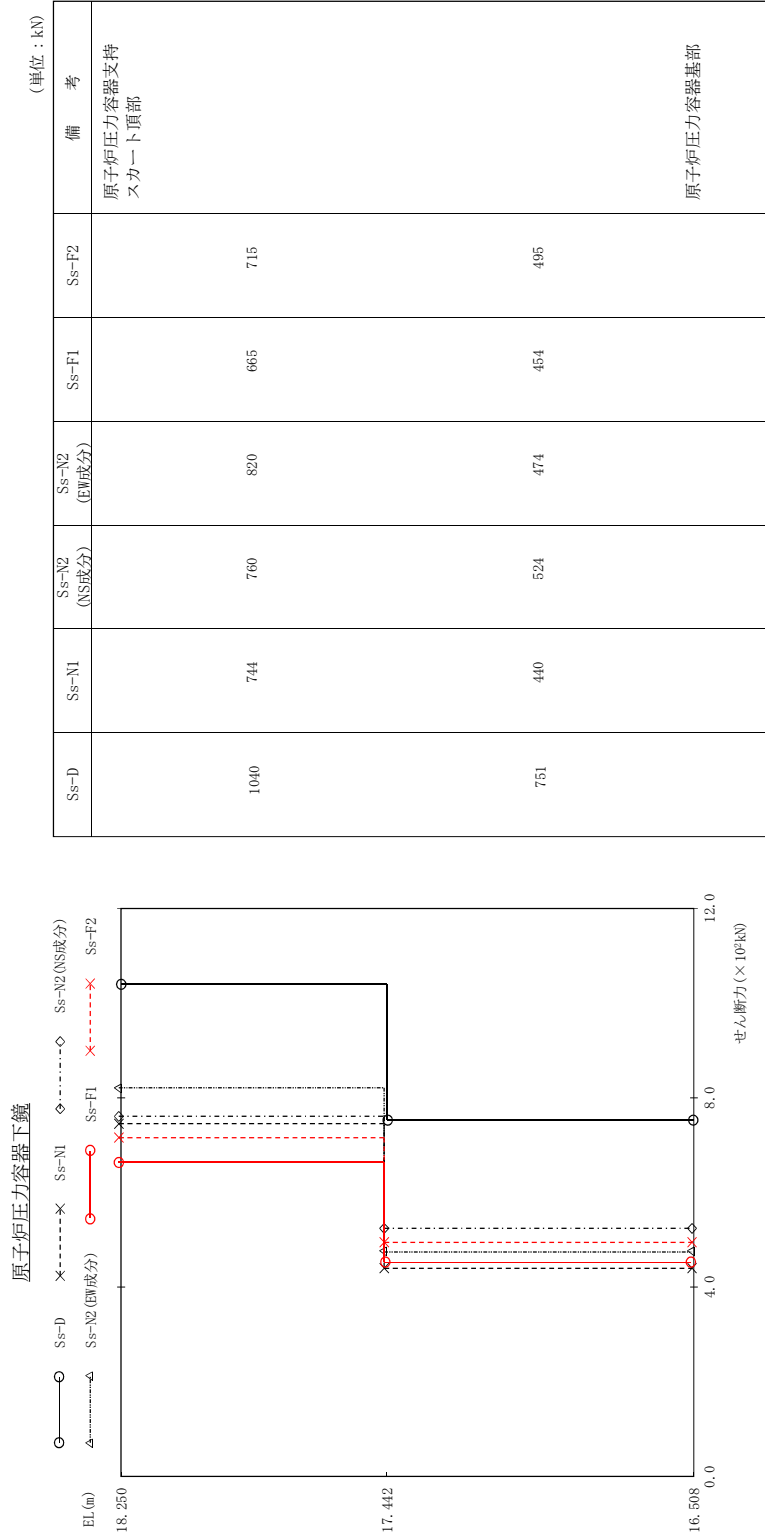


図 4 - 159 最大応答せん断力 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器下鏡)

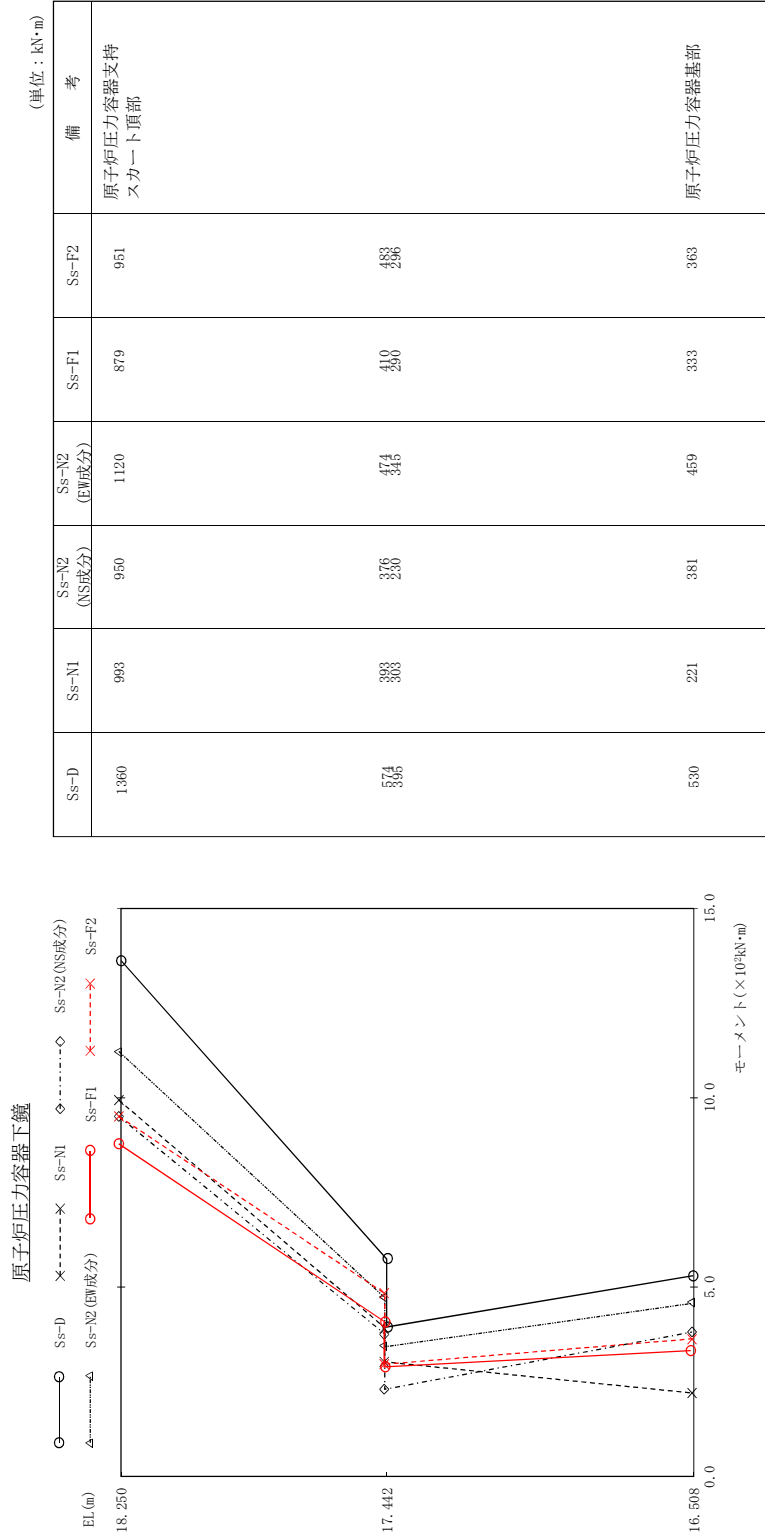


図 4 - 160 最大応答モーメント S s (NS方向 基準地震動 S s (NS方向 原子炉圧力容器下鏡))

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

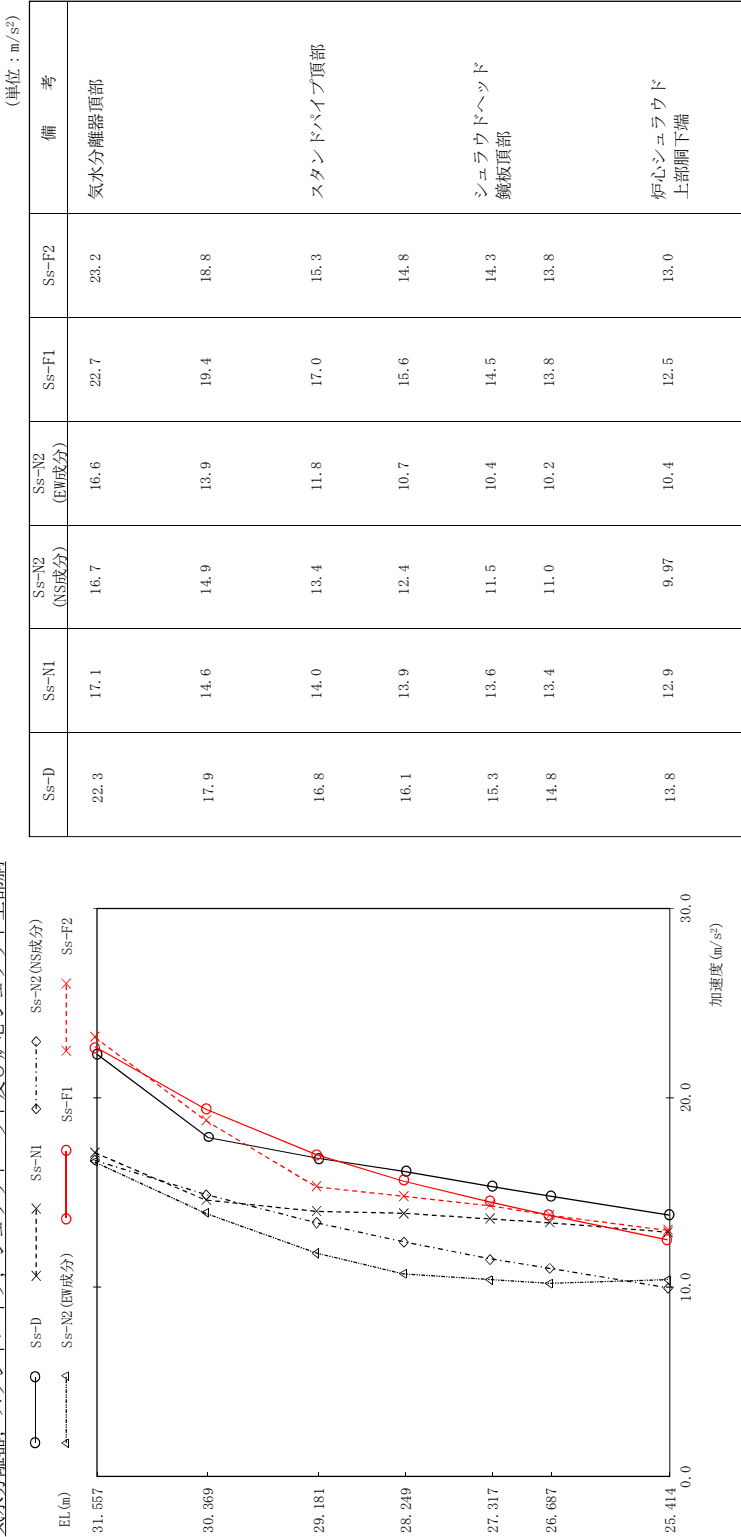


図 4 - 161 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面

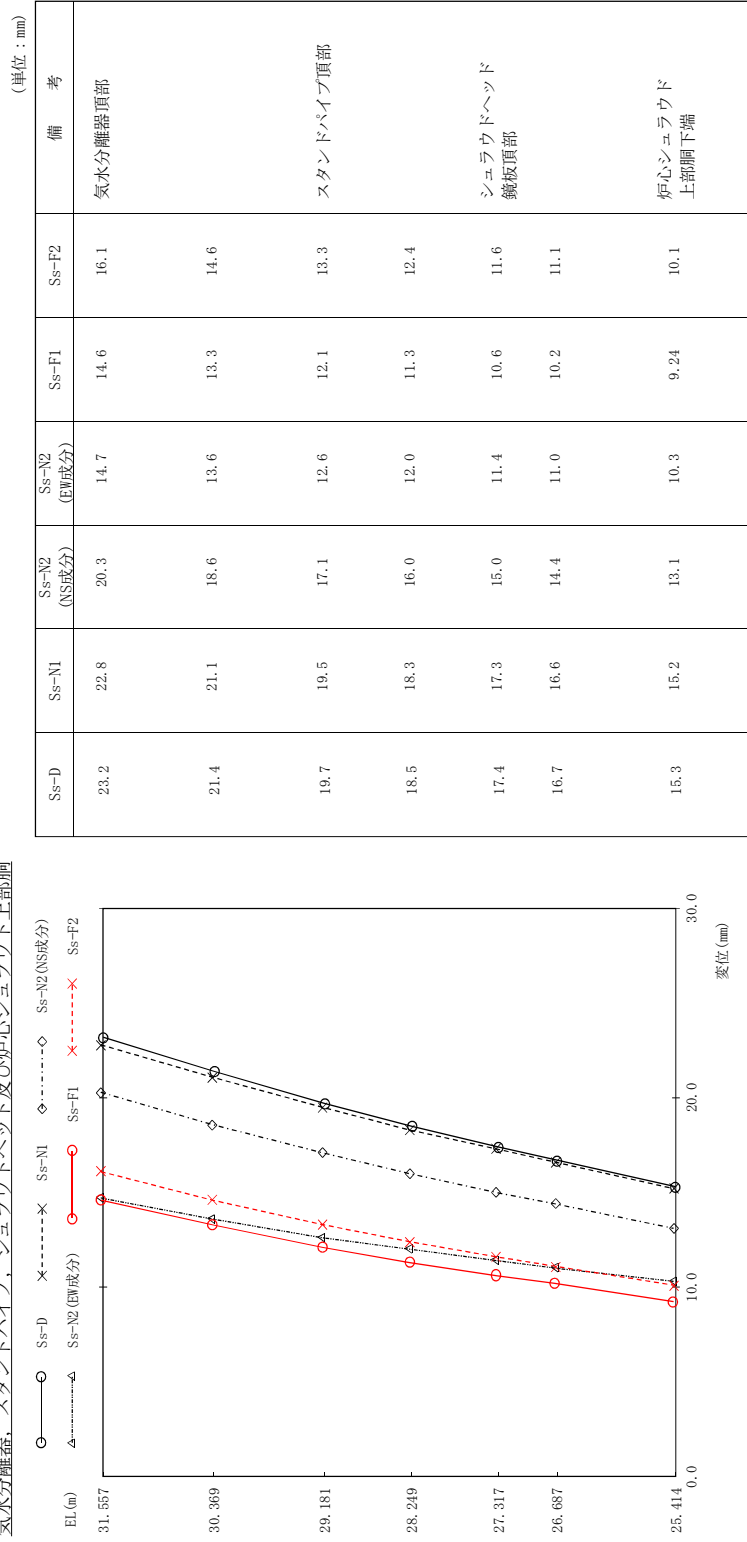
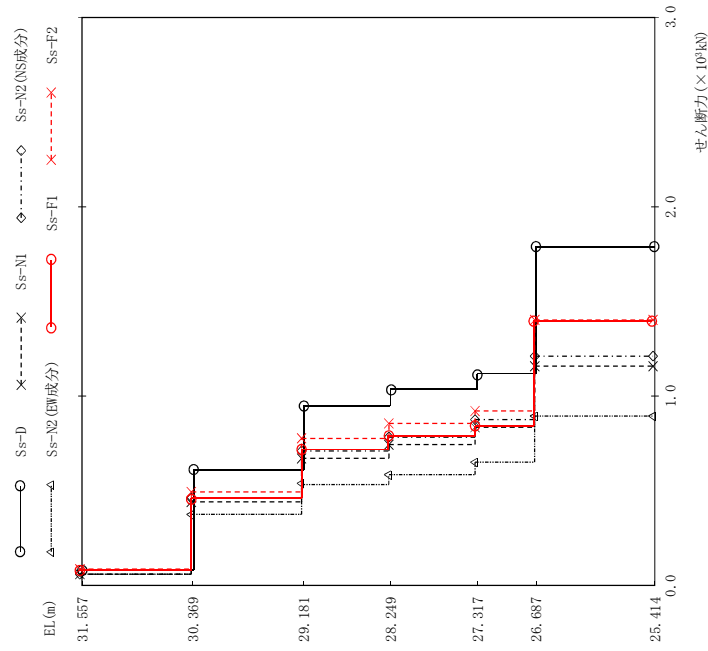


図 4 - 162 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面



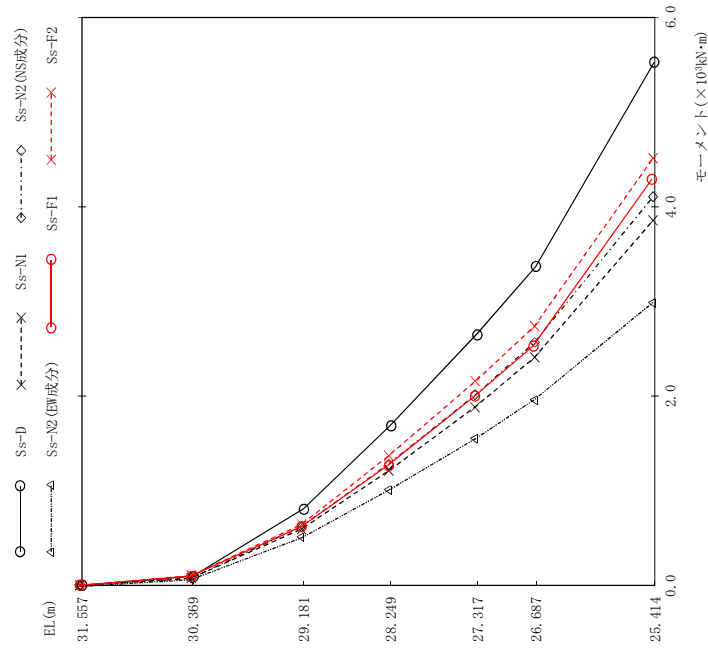
(単位：kN)

Ss-D	Ss-NI	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-F1	Ss-F2	備考
80.6	61.6	60.9	60.0	81.7	84.4	気水分離器頂部
614	441	461	371	463	494	スタンドパイプ頂部
947	671	710	533	721	777	
1040	747	786	584	791	853	
1120	838	874	647	847	920	シュラウドヘッド 鏡板頂部
1790	1160	1210	891	1400	1400	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 163 最大応答せん断力 基準地震動 Ss (NS方向) 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面



気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位：kN・m)

Ss-D	Ss-NI	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (FW成分)	Ss-FI	Ss-F2	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
95.8	73.2	72.3	71.3	97.0	100	
810	596	620	511	617	644	スタンドパイプ頂部
1690	1210	1280	1010	1270	1370	
2660	1890	2010	1550	2000	2160	シュラウドヘッド 鏡板頂部
3370	2410	2560	1960	2530	2740	
5530	3860	4100	2980	4290	4520	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 164 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

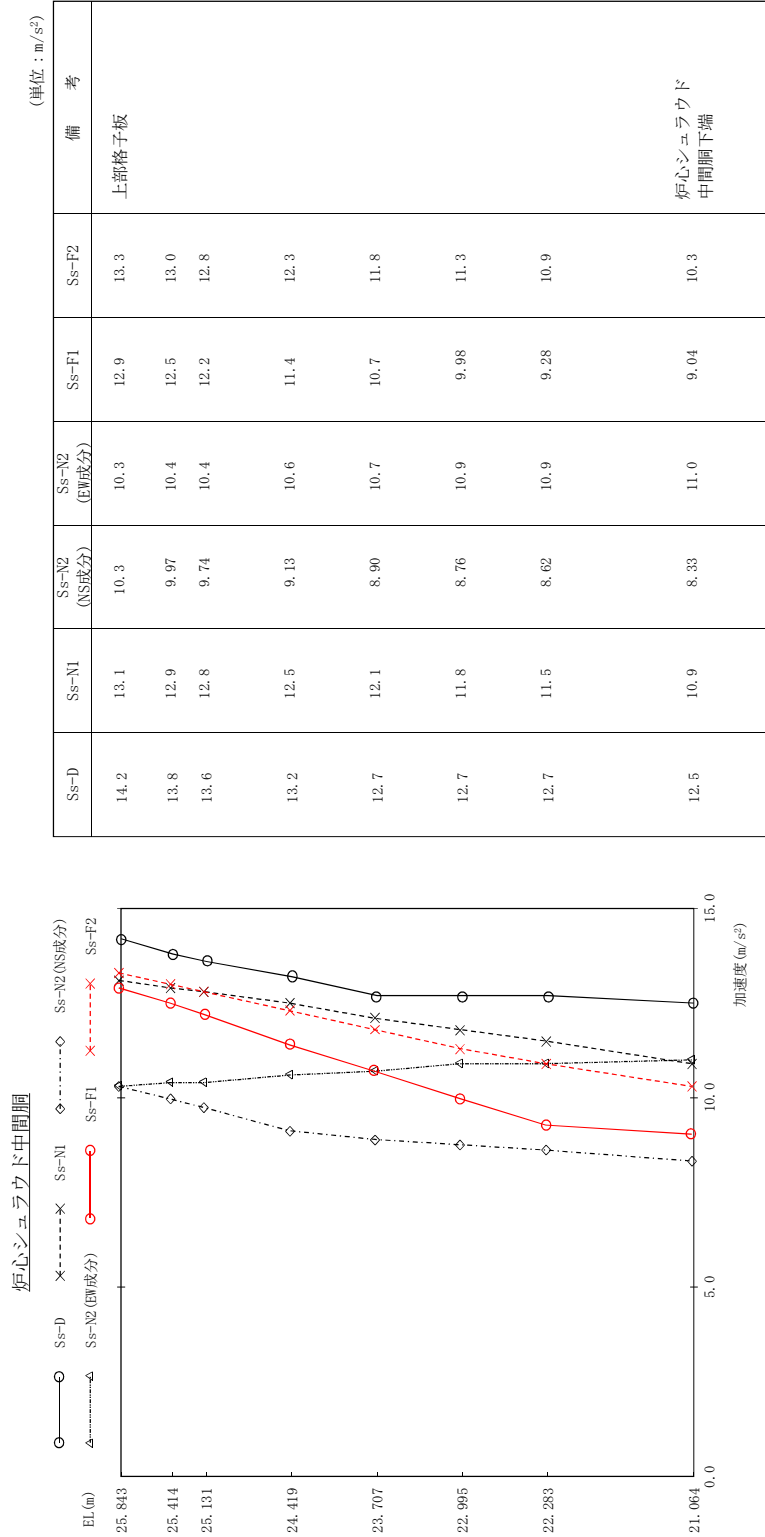


図 4 - 165 最大応答加速度 (NS方向 炉心シユラウド中間胴)

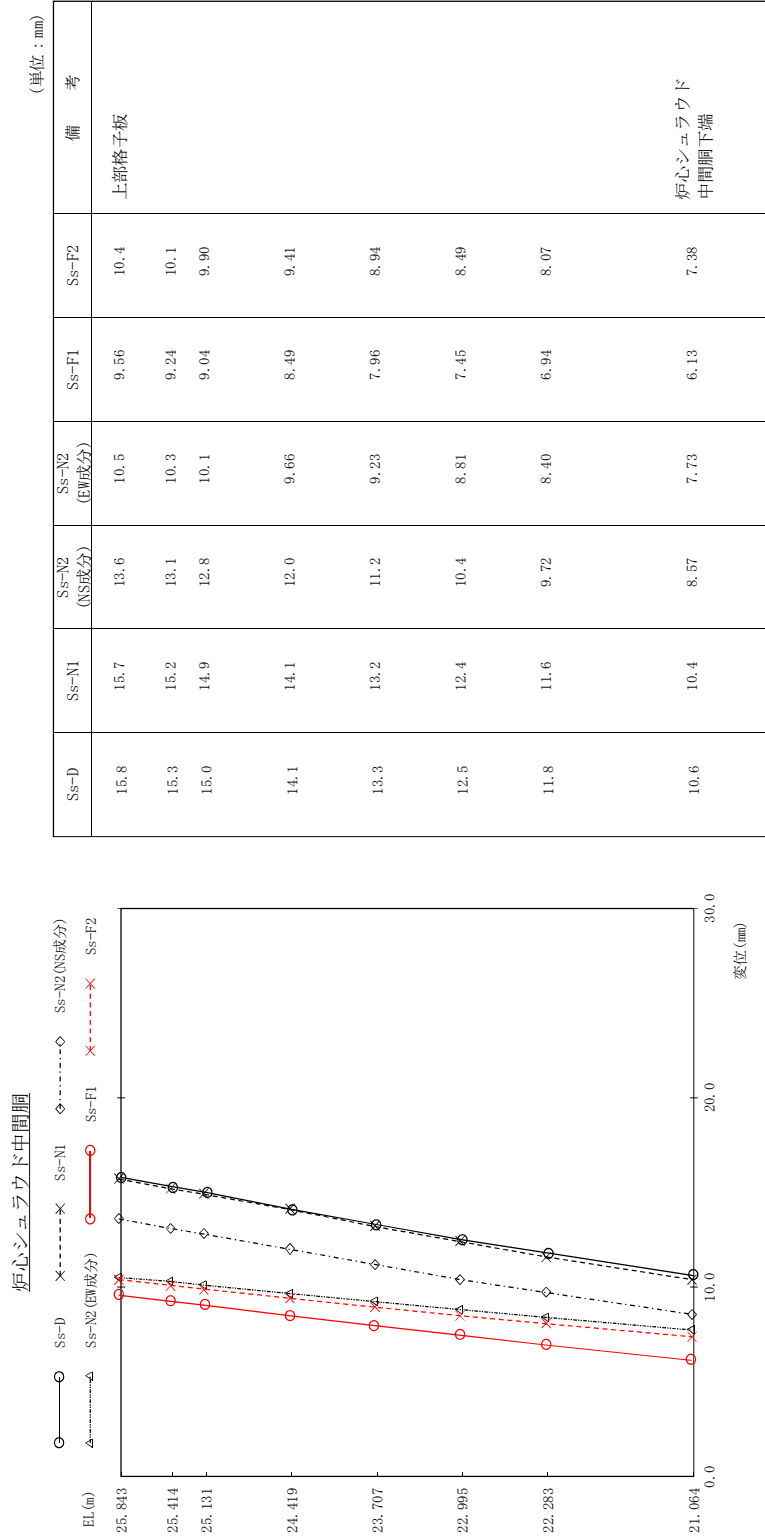


図 4 - 166 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 炉心シユラウド中間胴)

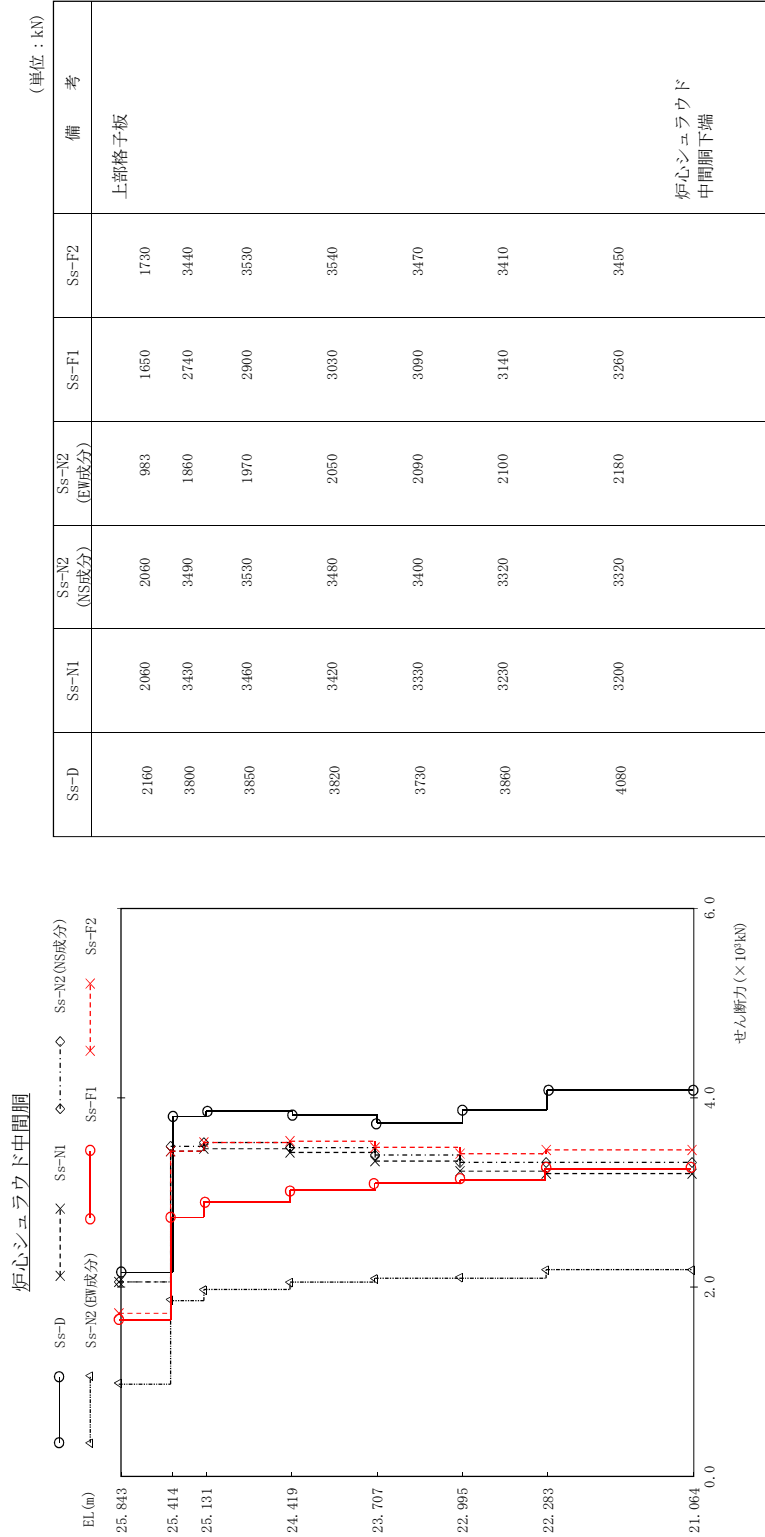


図 4 - 167 最大応答せん断力 基準地震動 S s (NS方向 炉心シユラウド中間胴)

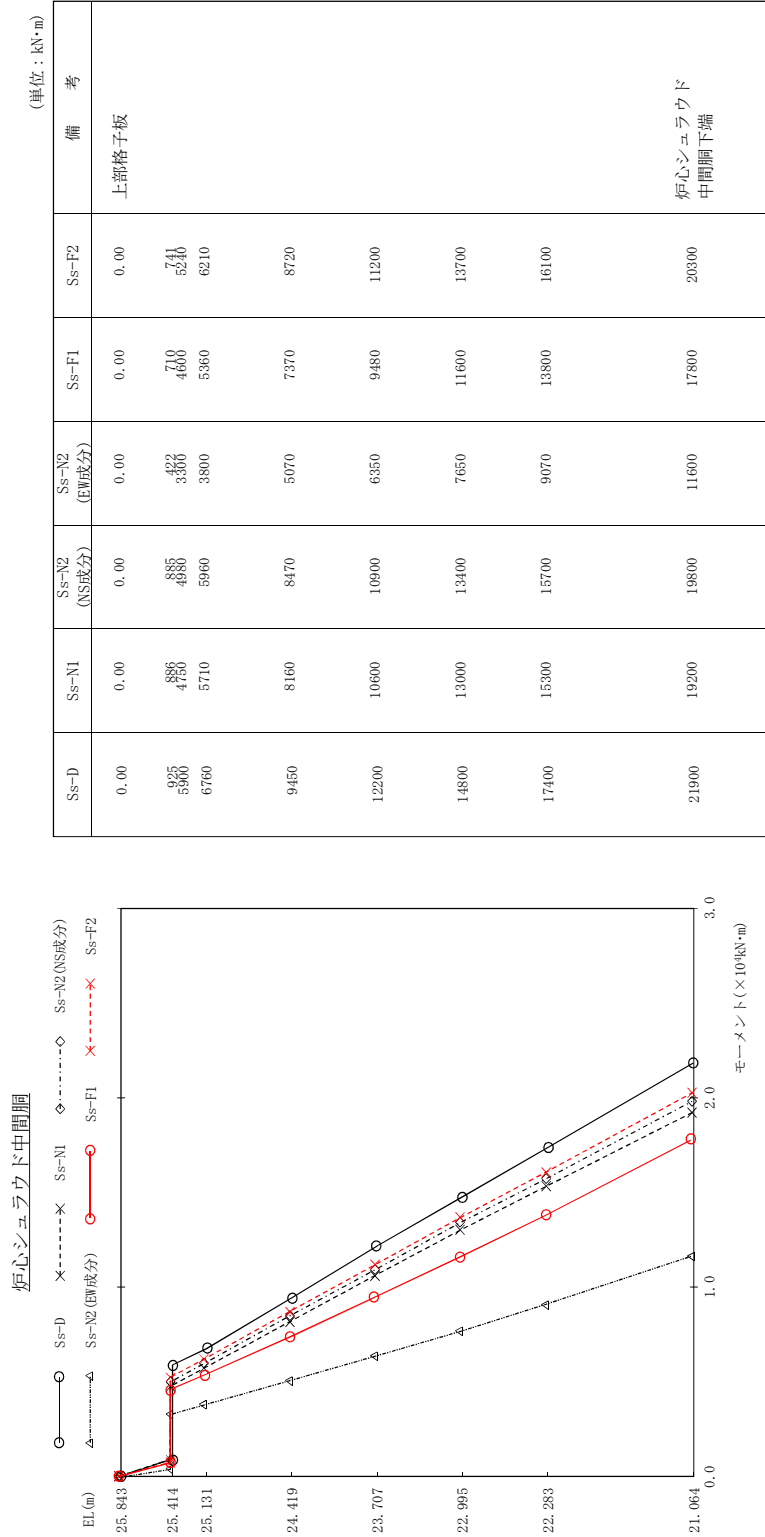


図 4 - 168 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向 炉心シユラウド中間胴)

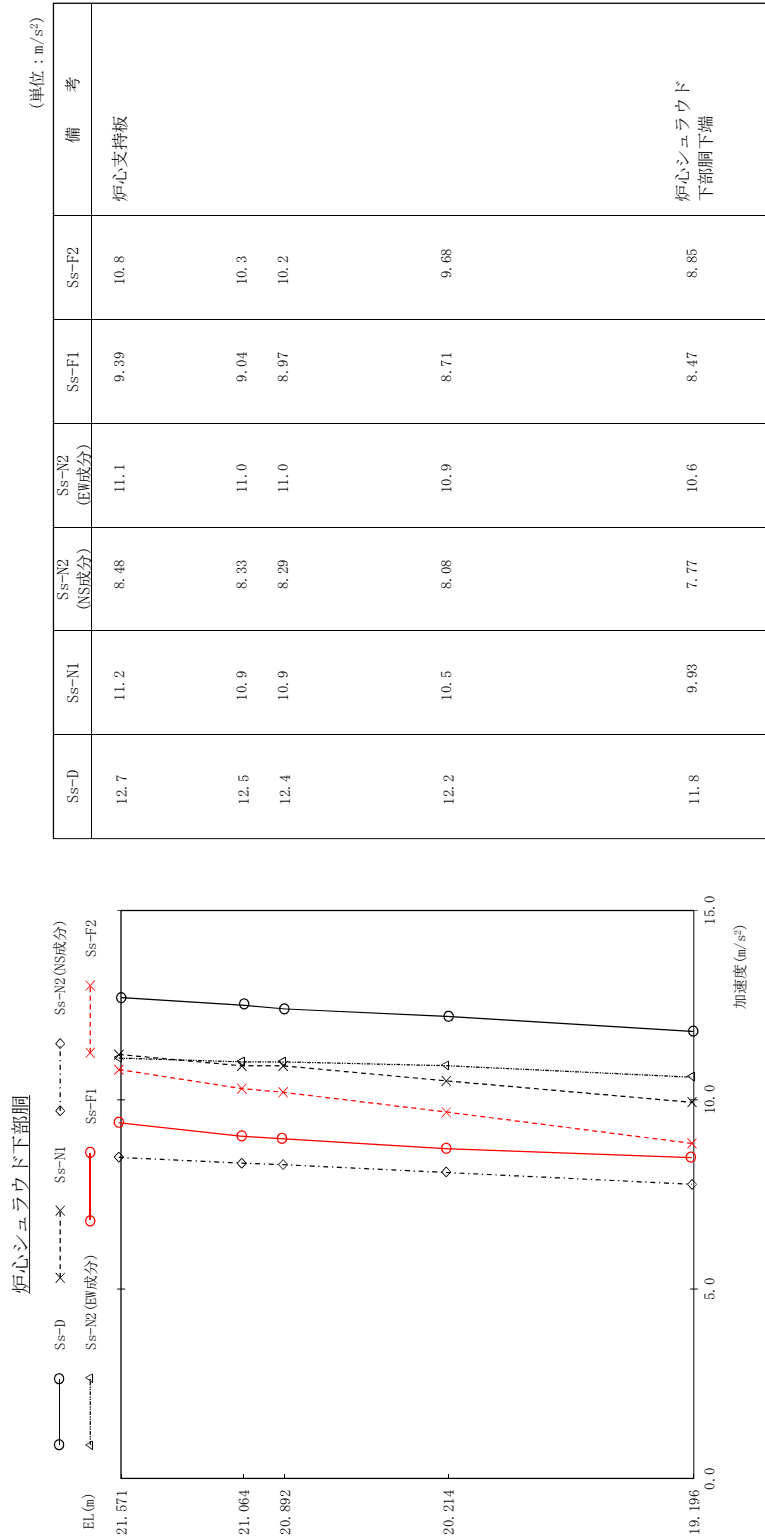


図 4 - 169 最大応答加速度 (NS方向) 炉心シユラウド下部胴

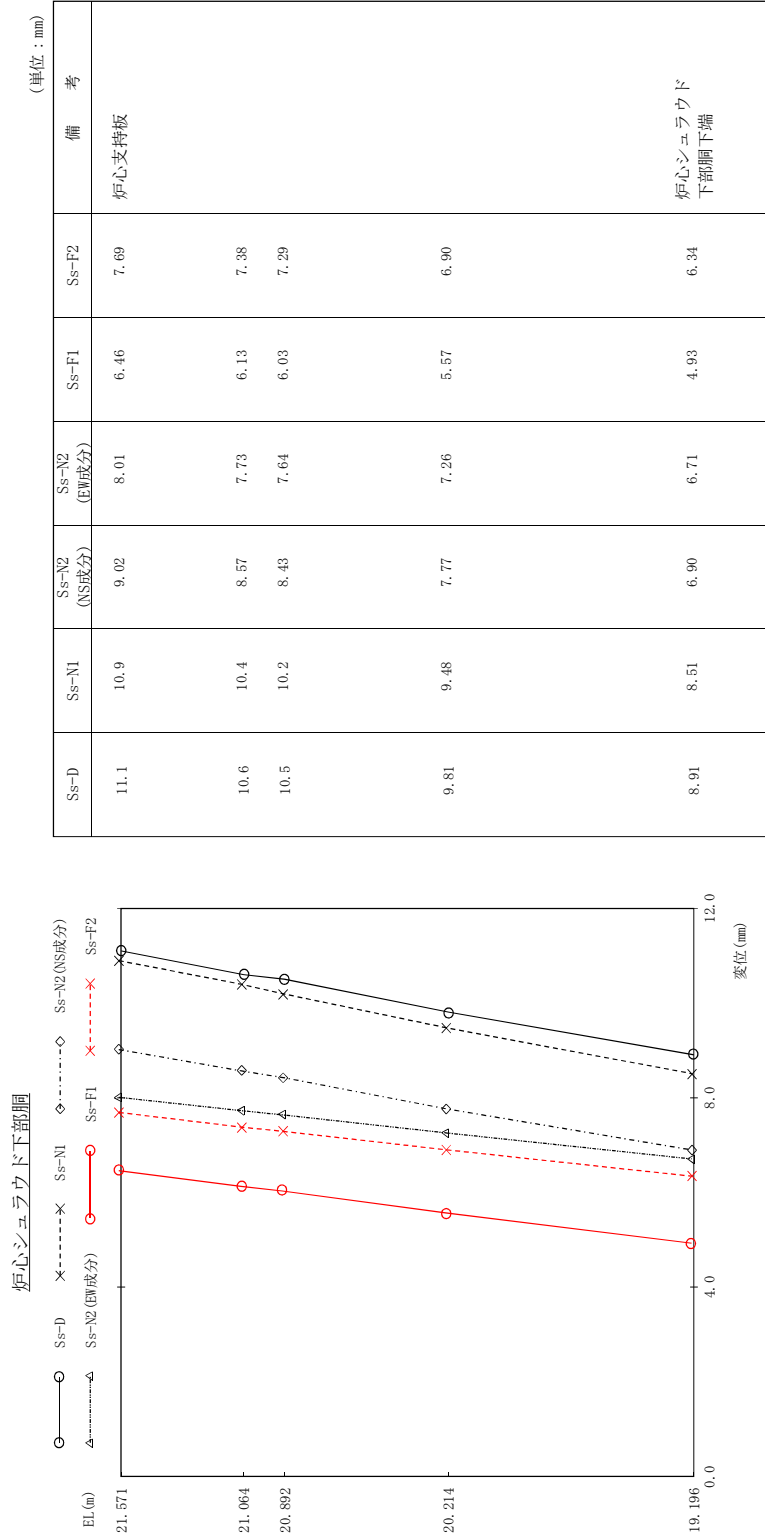


図 4 - 170 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 炉心シユラウド下部胴)

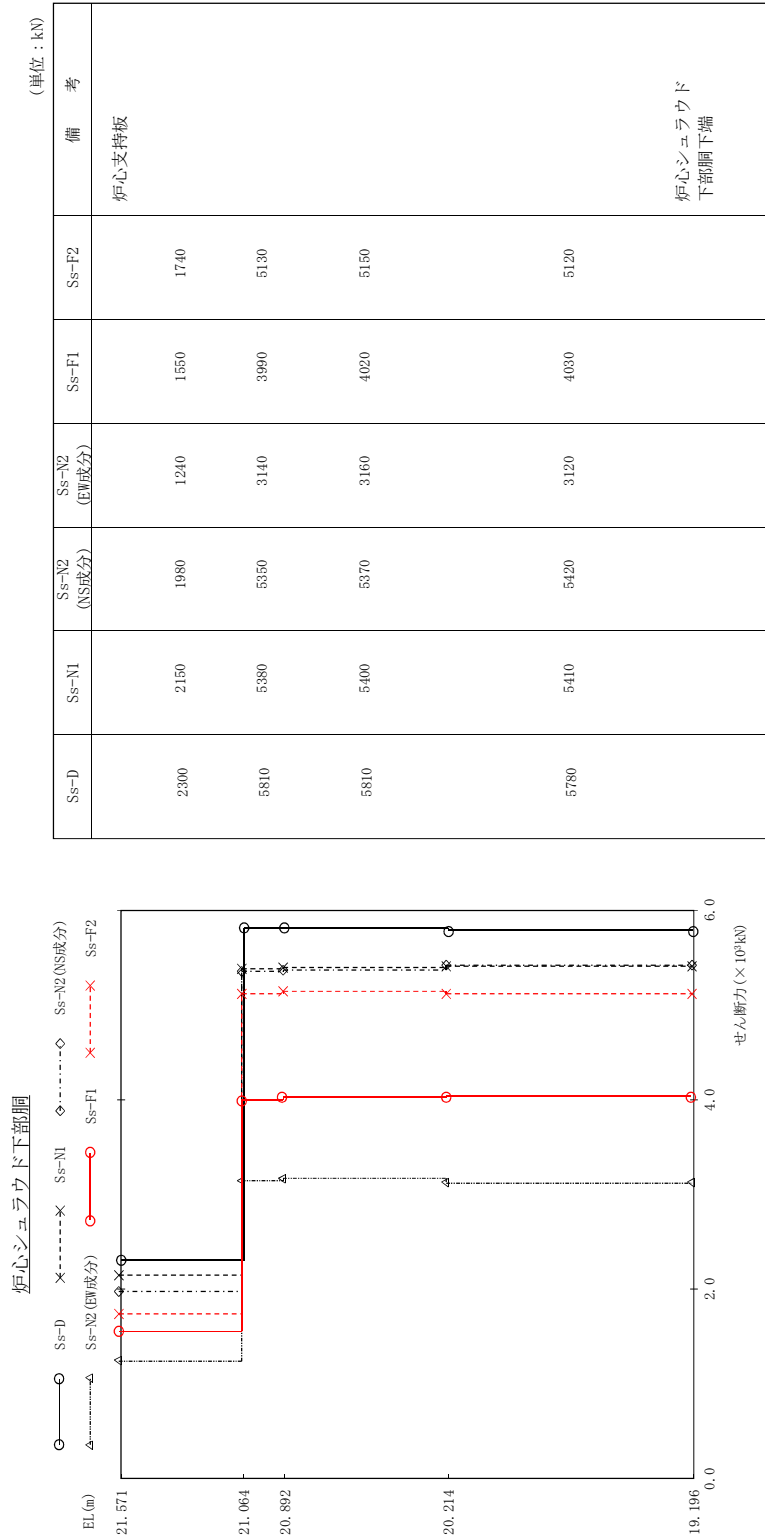


図 4 - 171 最大応答せん断力 Ss (NS方向) 炉心シュラウド下部胴



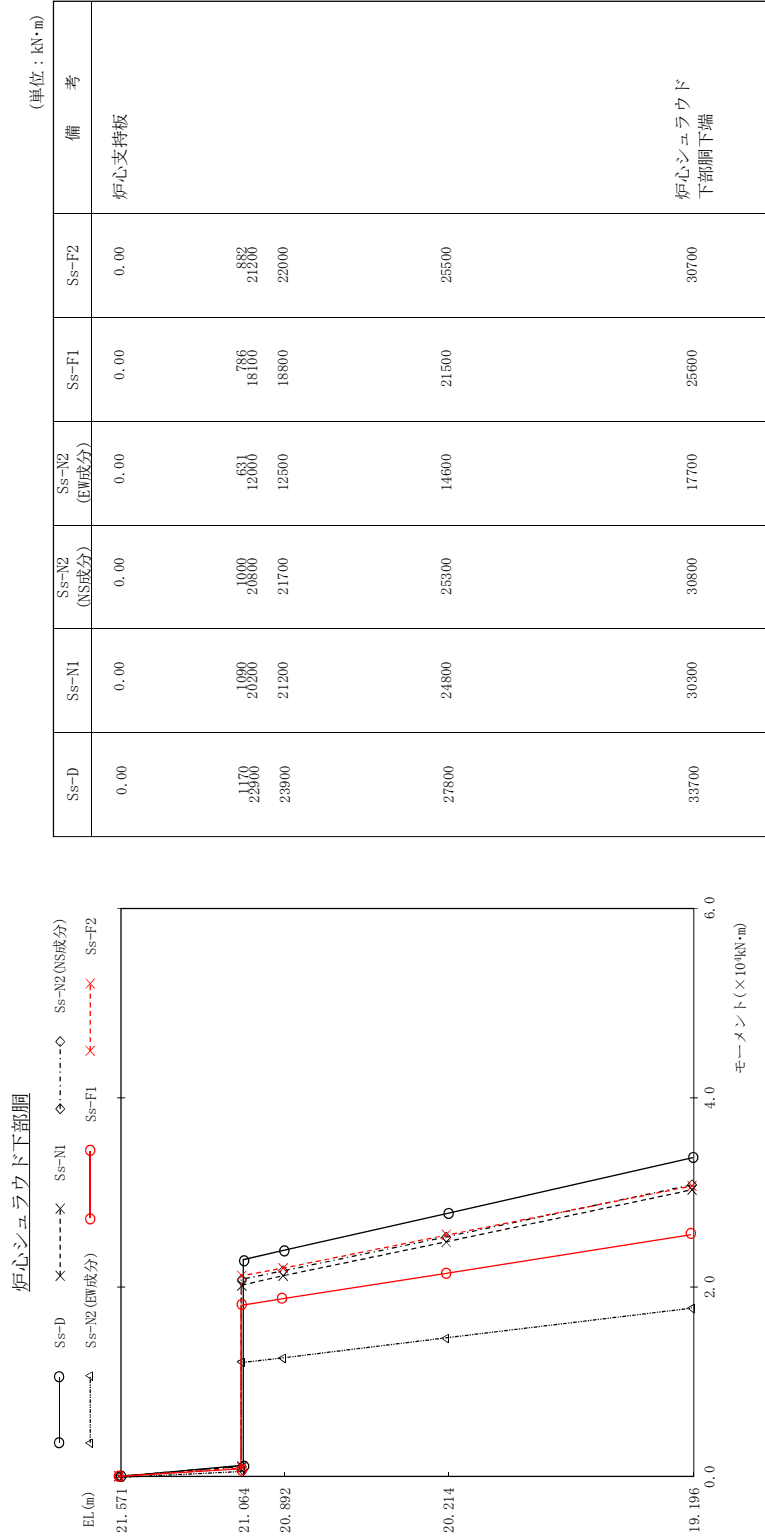


図 4 - 172 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向 炉心シユラウド下部胴)

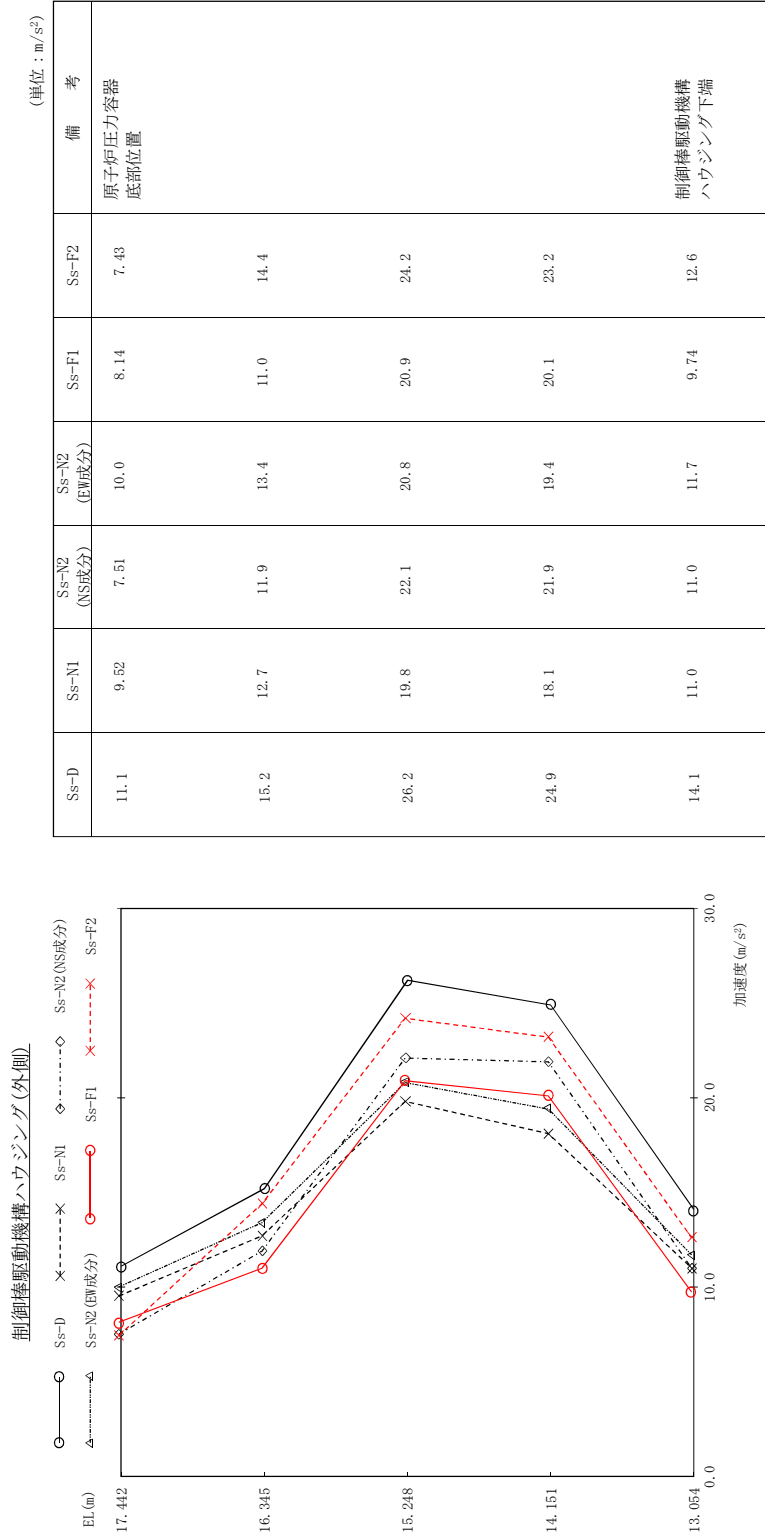


図 4 - 173 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

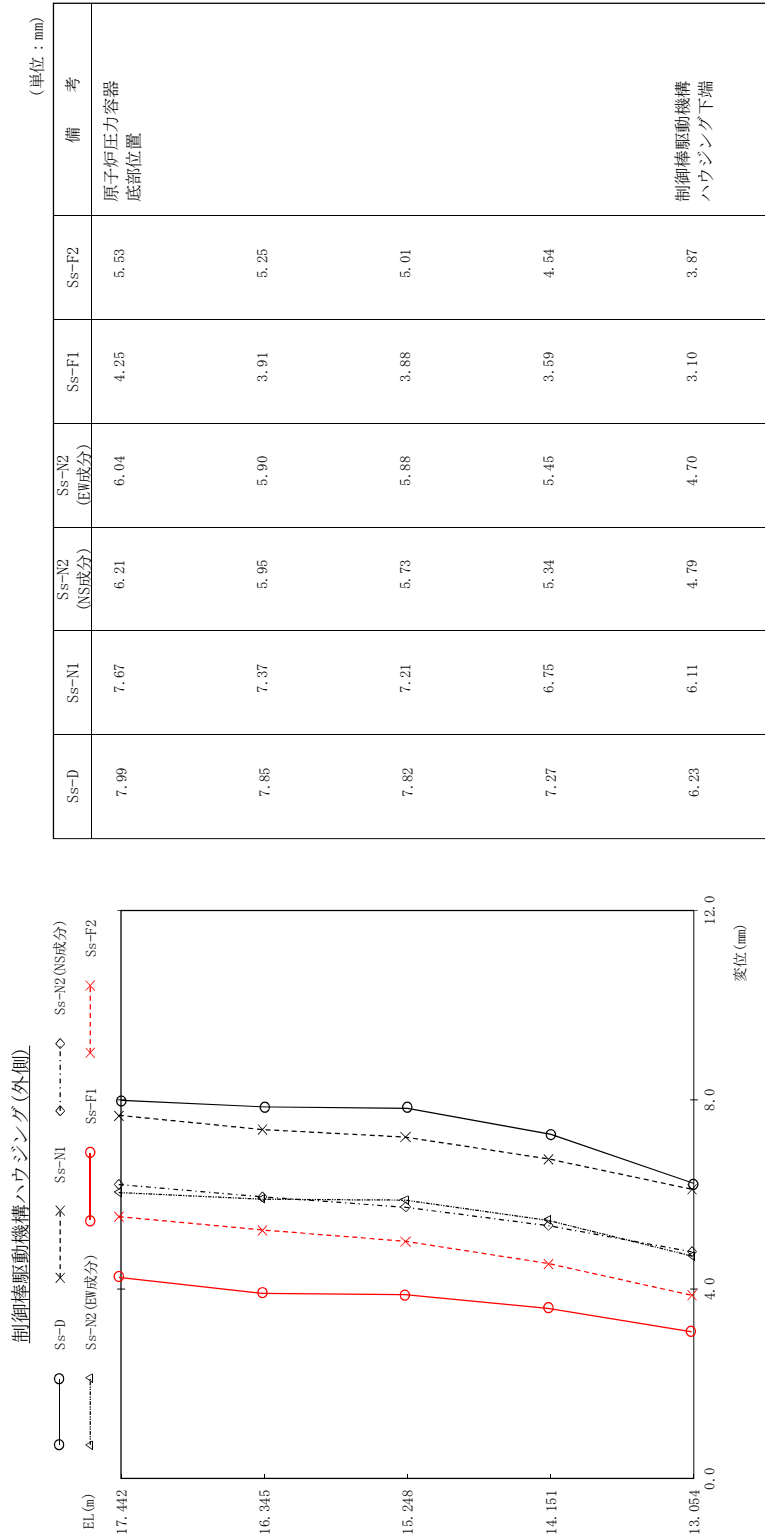


図 4 - 174 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

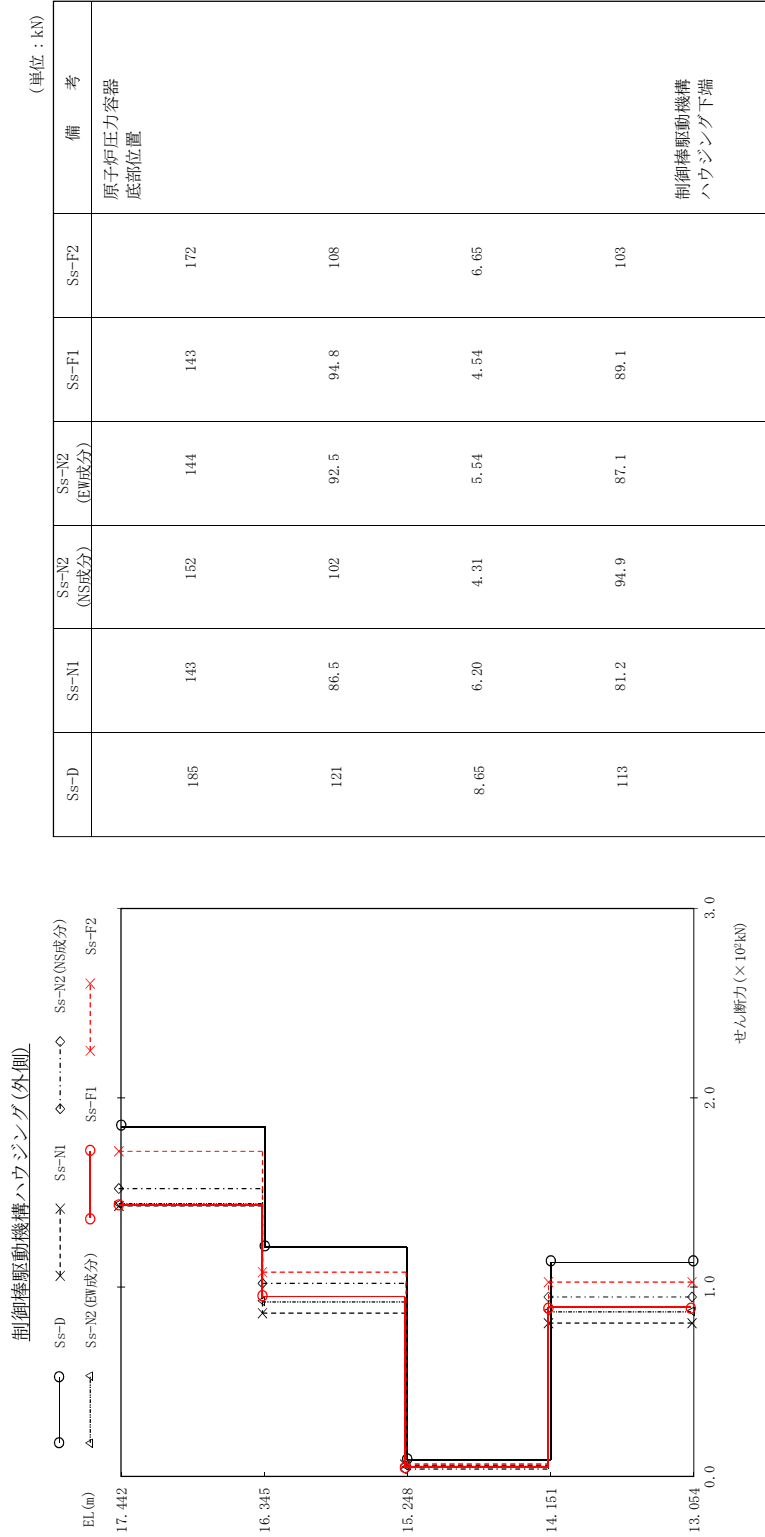


図 4 - 175 最大応せん断力 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(外面))

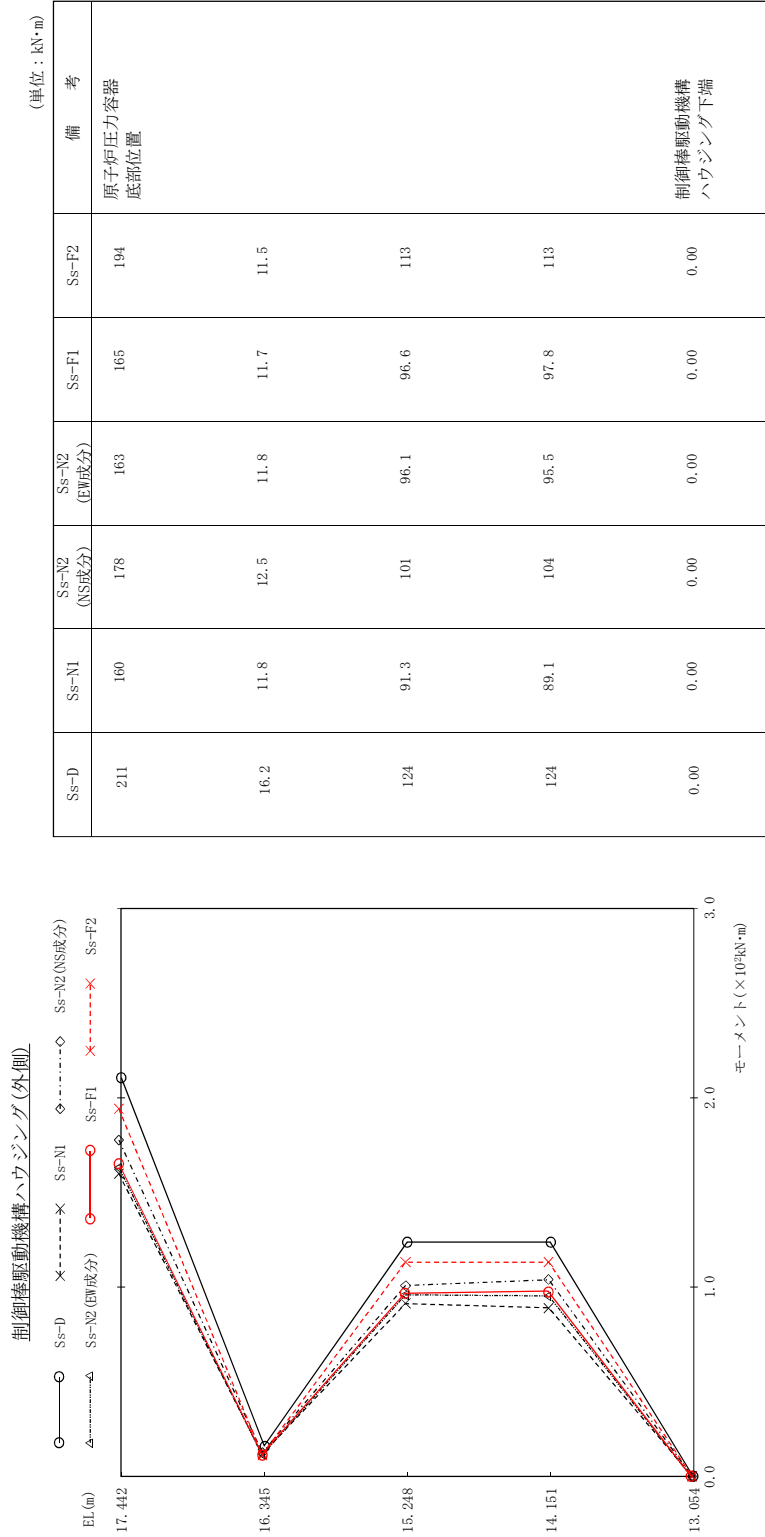


図 4 - 176 最大応答モーメント (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング(外側)

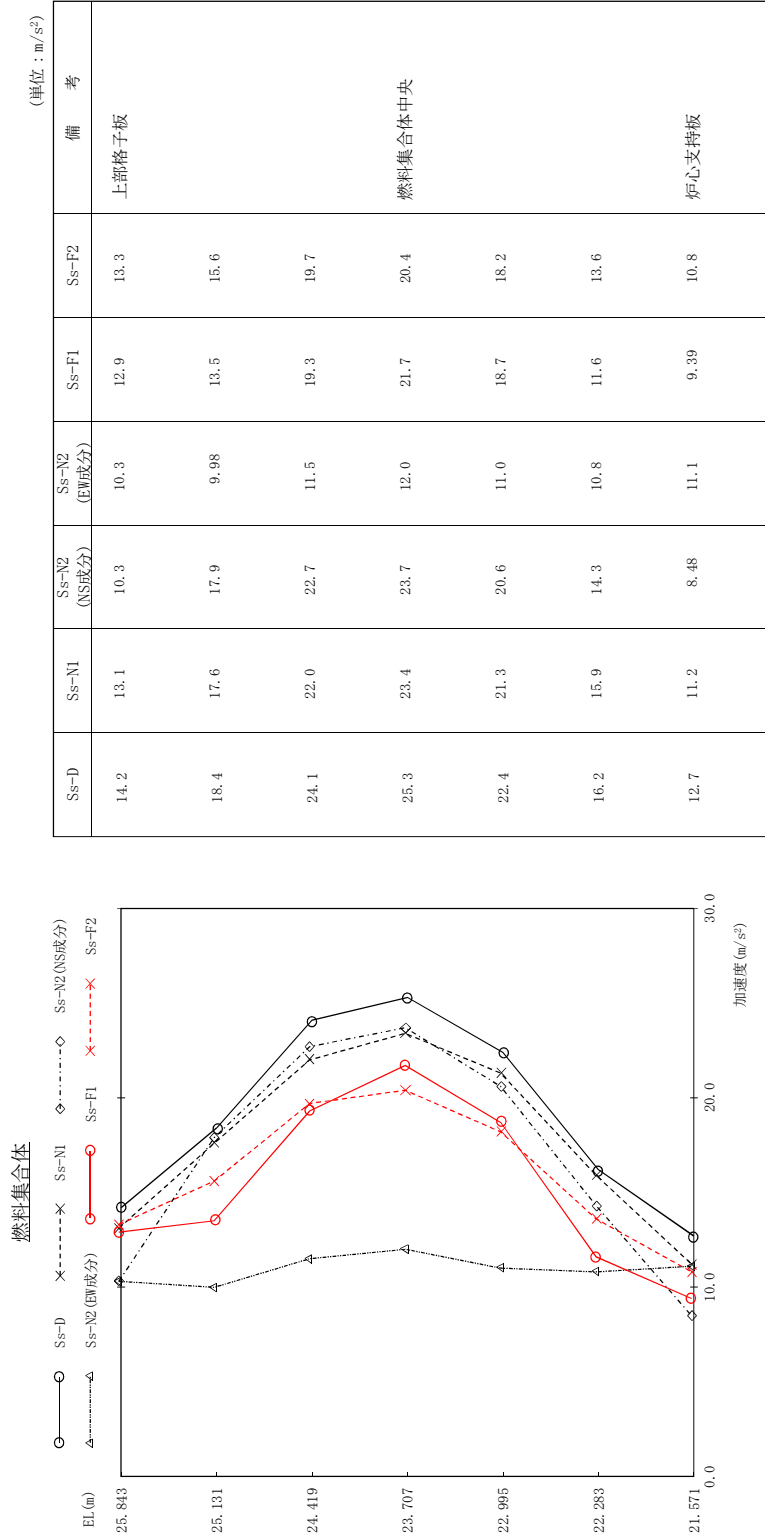


図 4 - 177 最大心管加速度 基準地震動 S s (NS方向 燃料集合体)

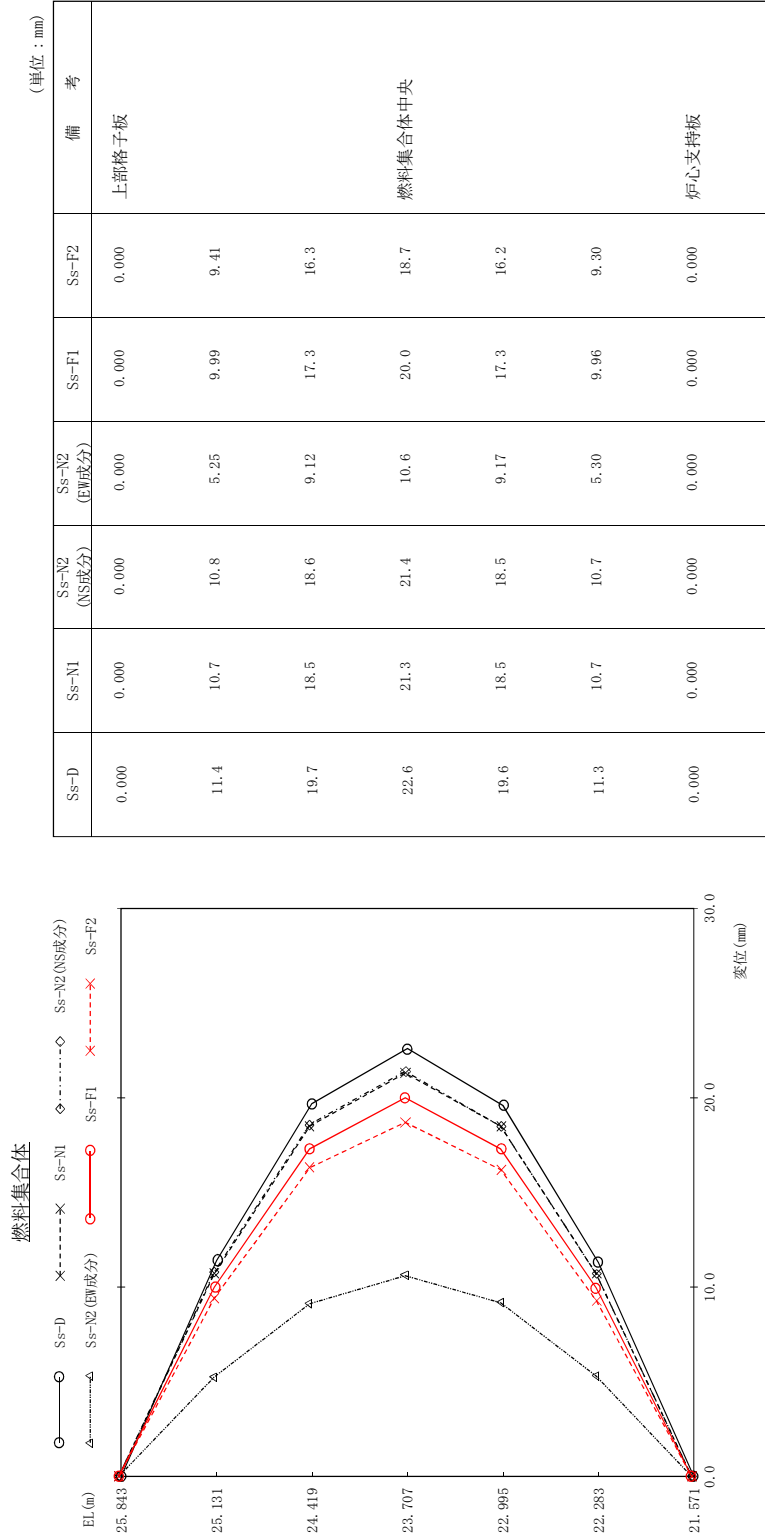


図 4 - 178 最大応答相対変位 基準地震動 S s (NS方向) 燃料集合体

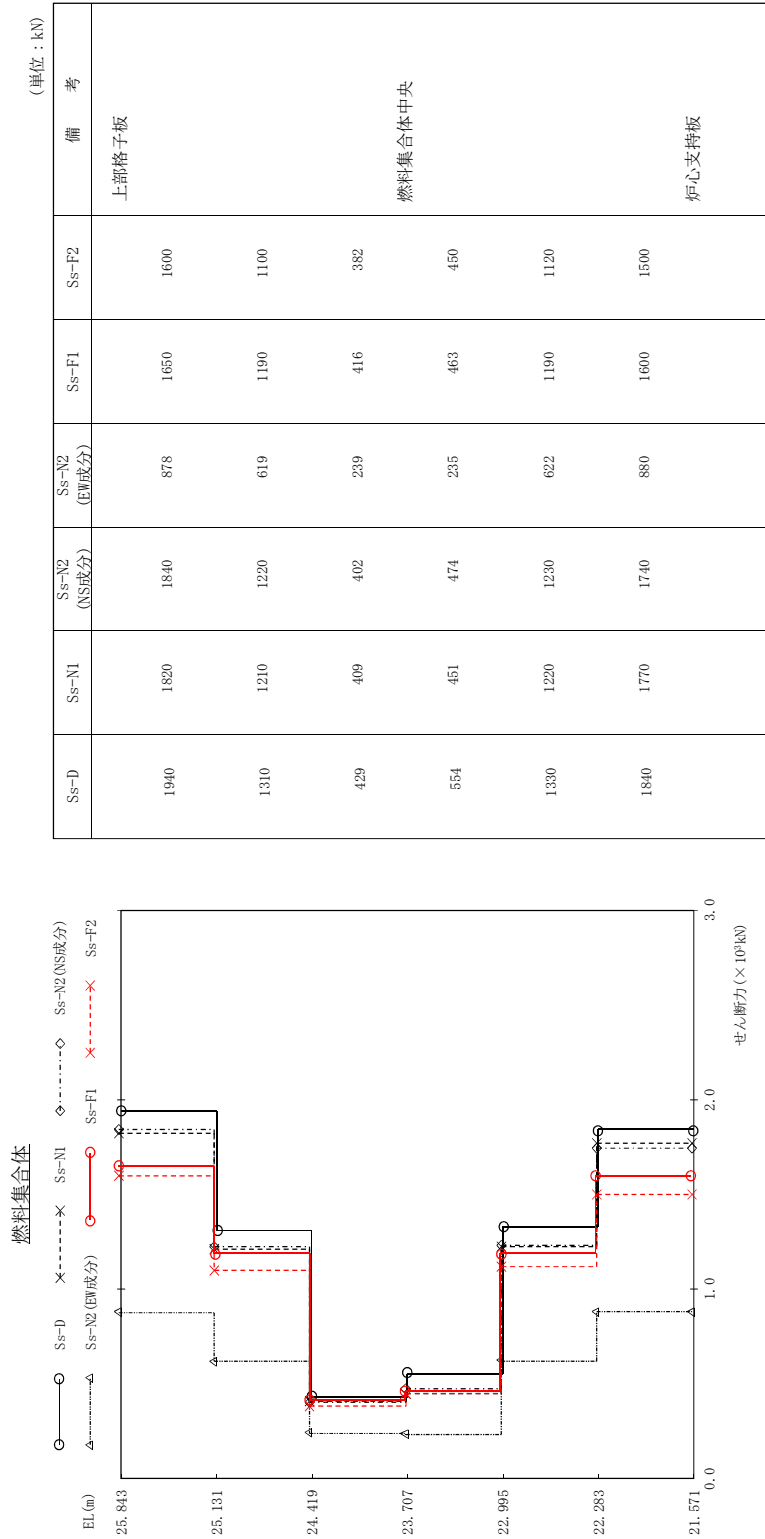


図 4 - 179 最大応答せん断力 基準地震動 S s (NS方向) 燃料集合体



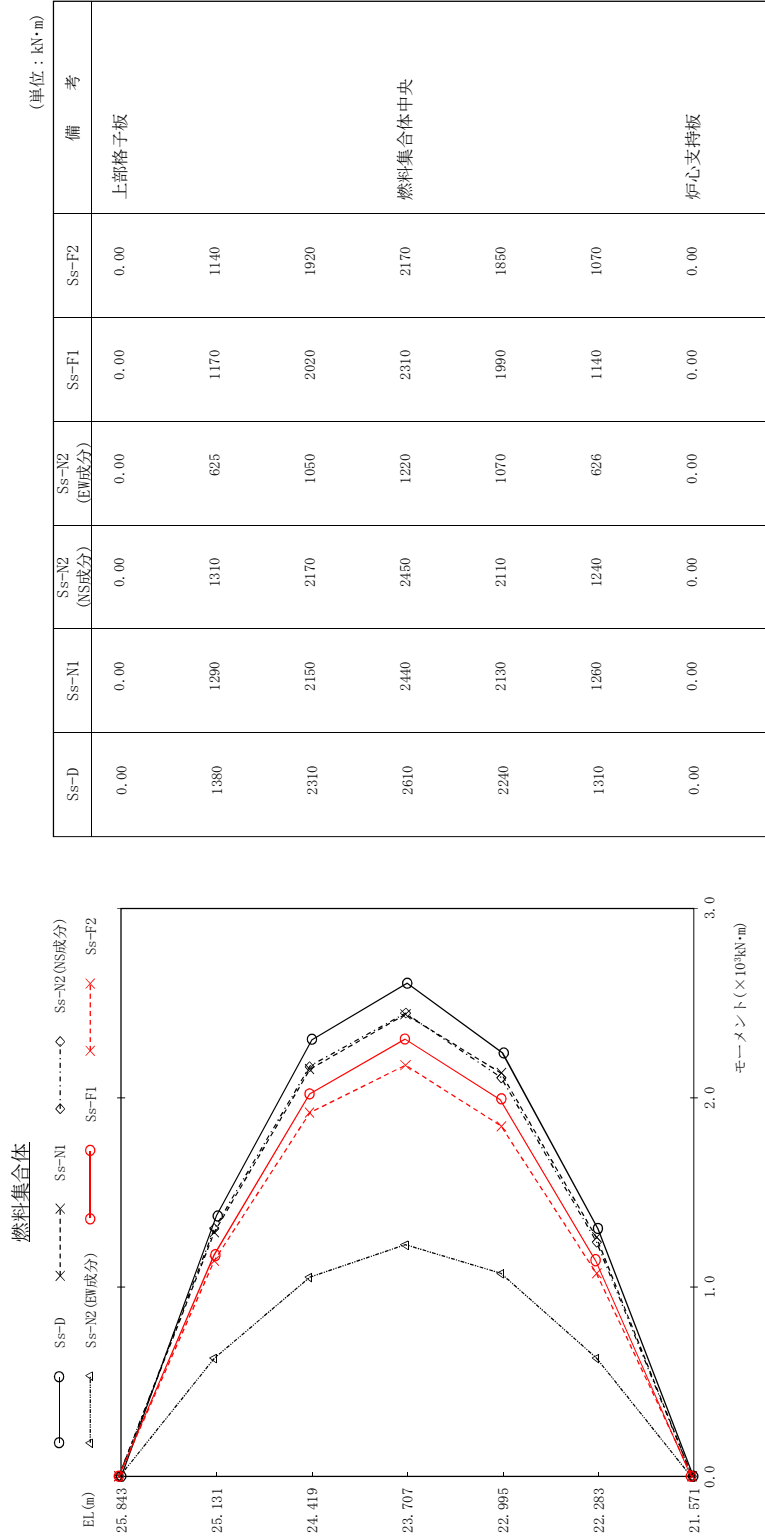


図 4 - 180 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS方向 燃料集合体)

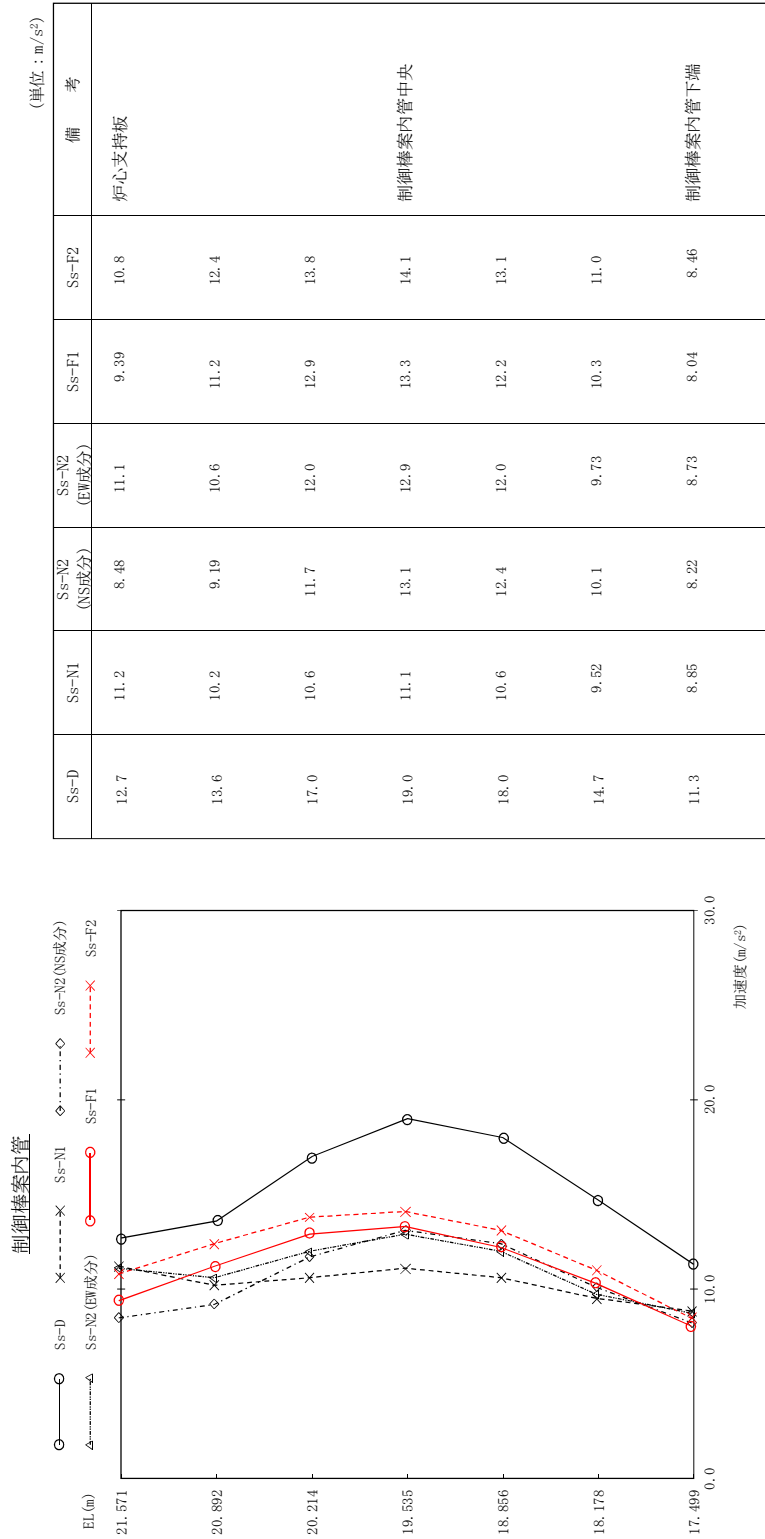


図 4 - 181 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 制御棒案内管)

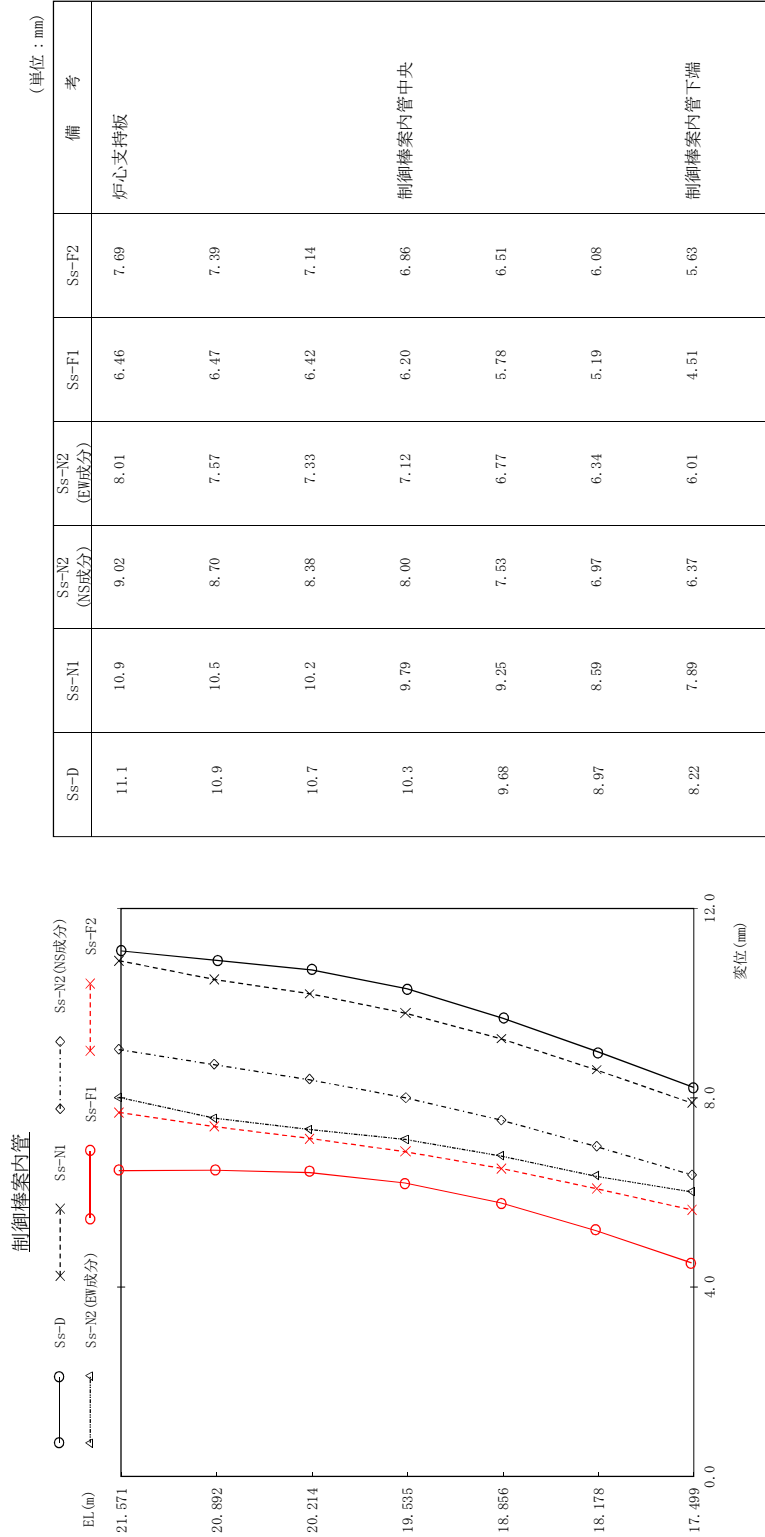


図 4 - 182 最大心管変位 基準地震動 S s (NS方向) 制御棒案内管

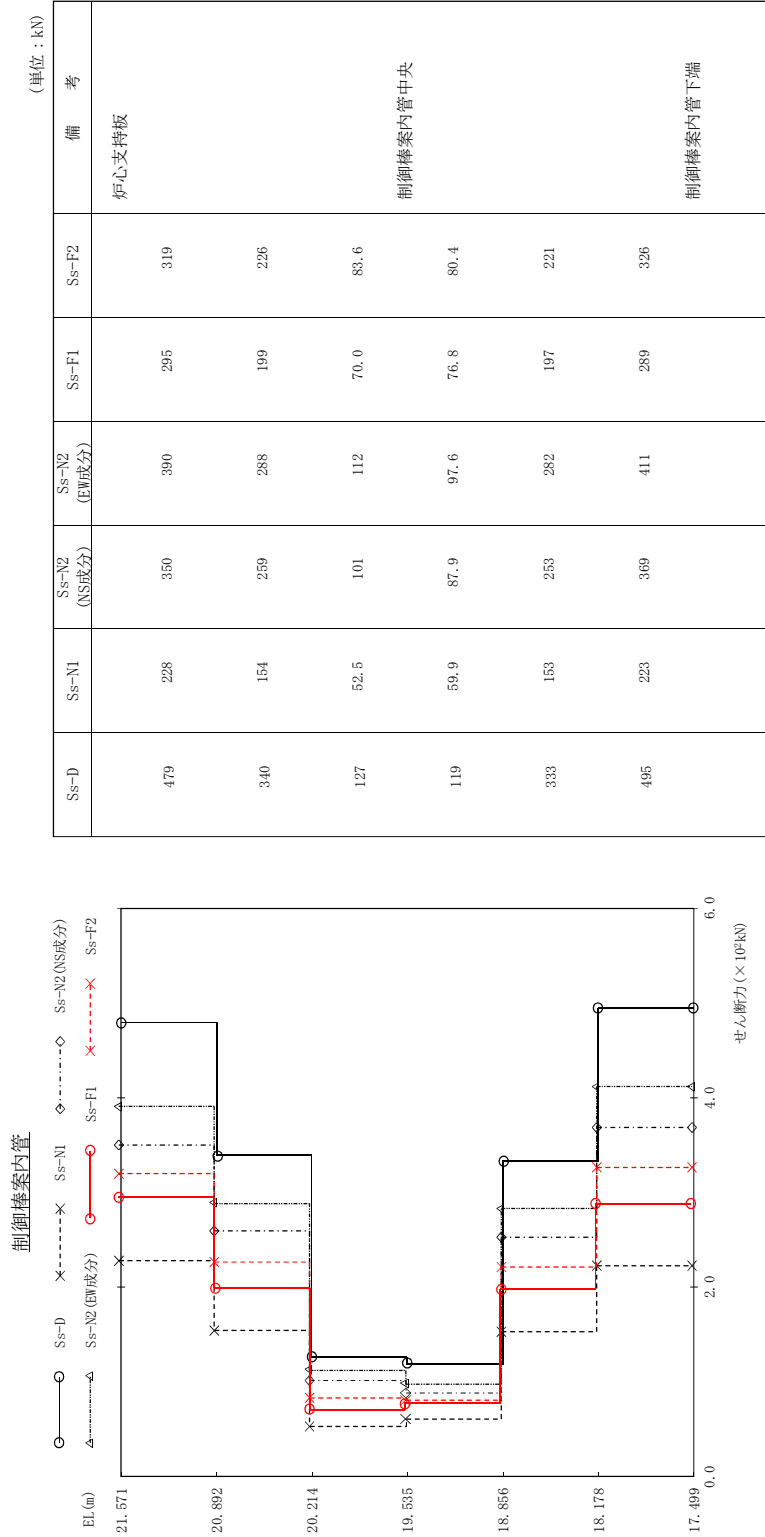


図 4 - 183 最大応答せん断力 基準地震動 S s (NS方向 制御棒案内管)

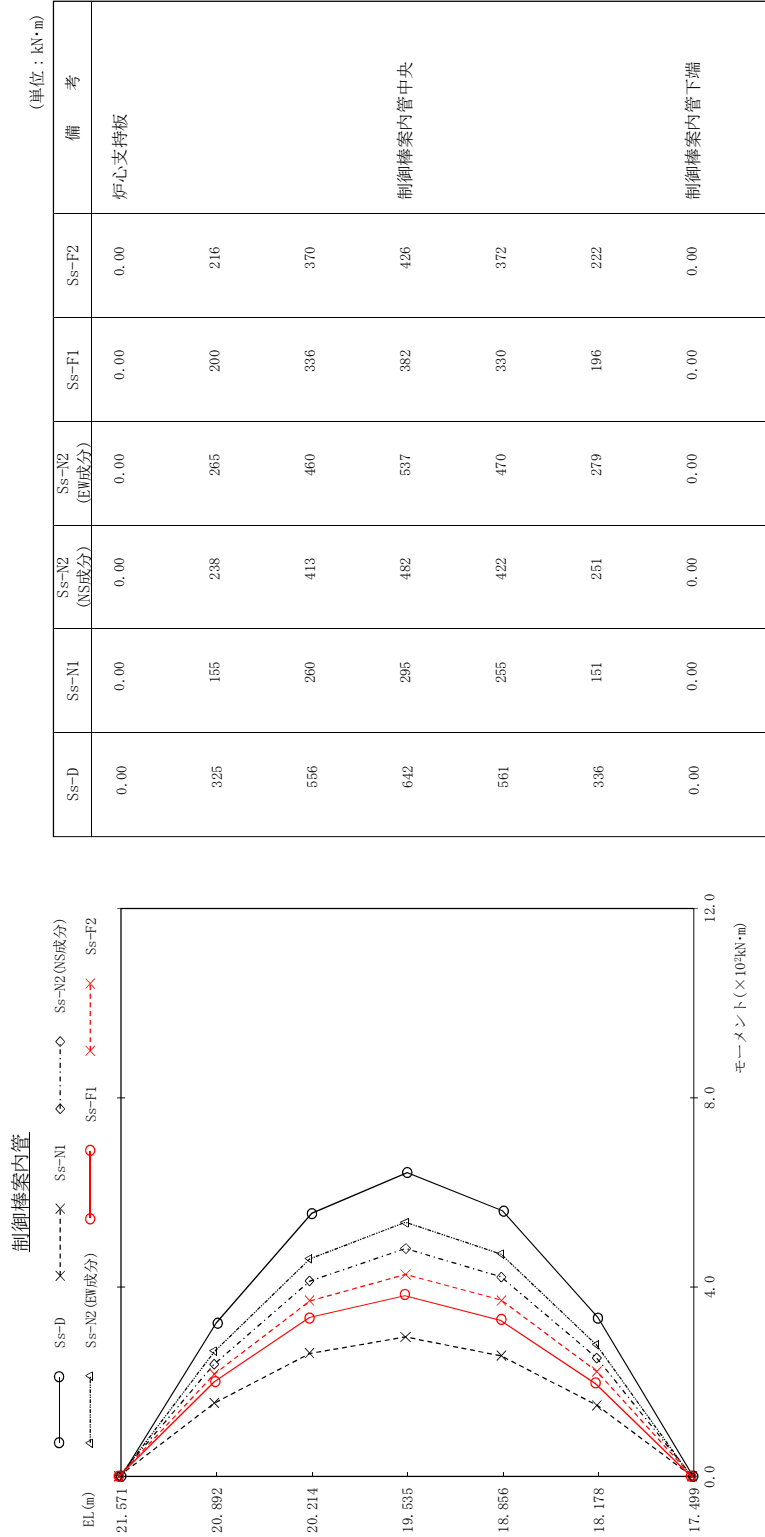


図 4 - 184 最大応管モーメント 基準地震動 S s (NS方向 制御棒案内管)

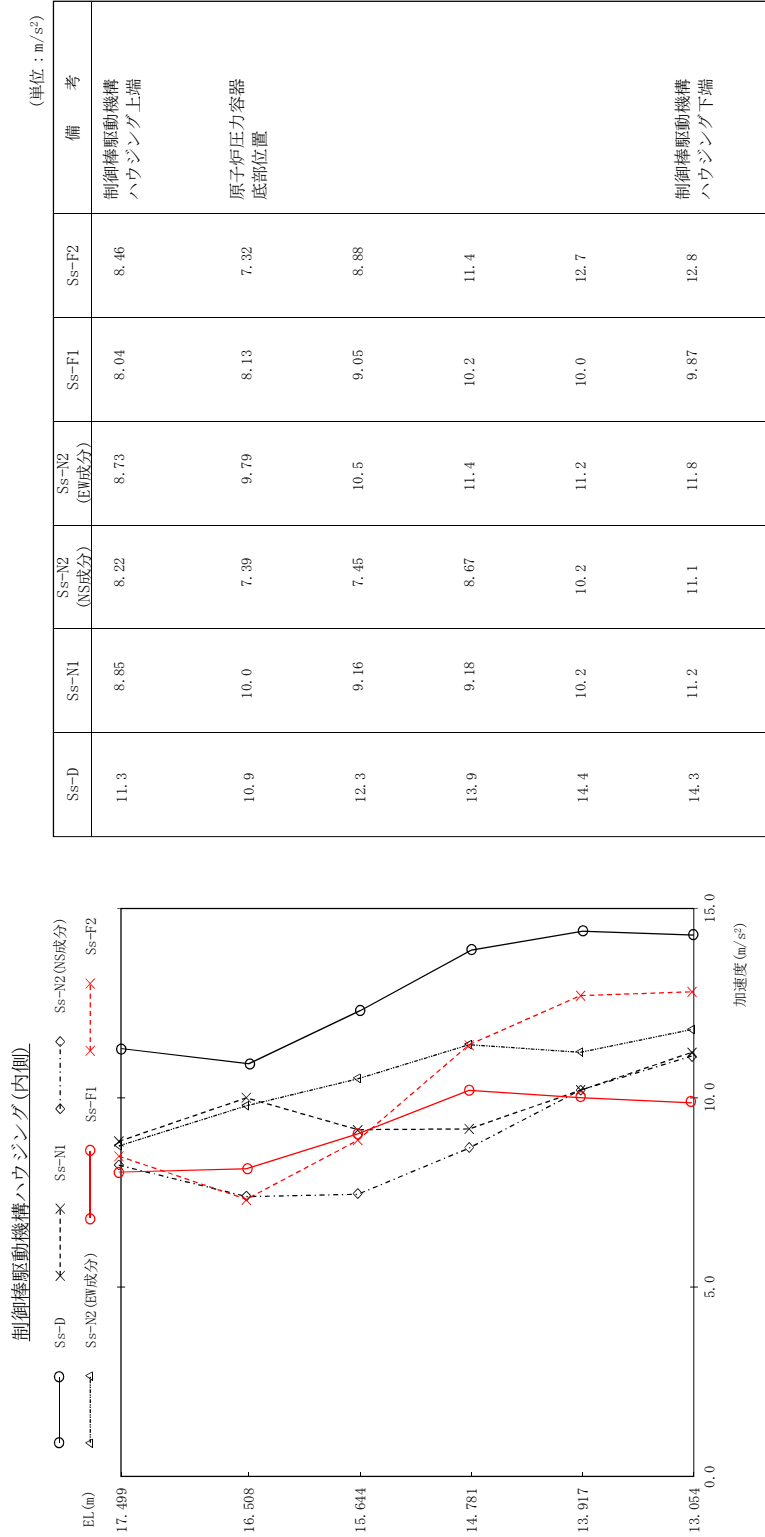


図 4 - 185 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

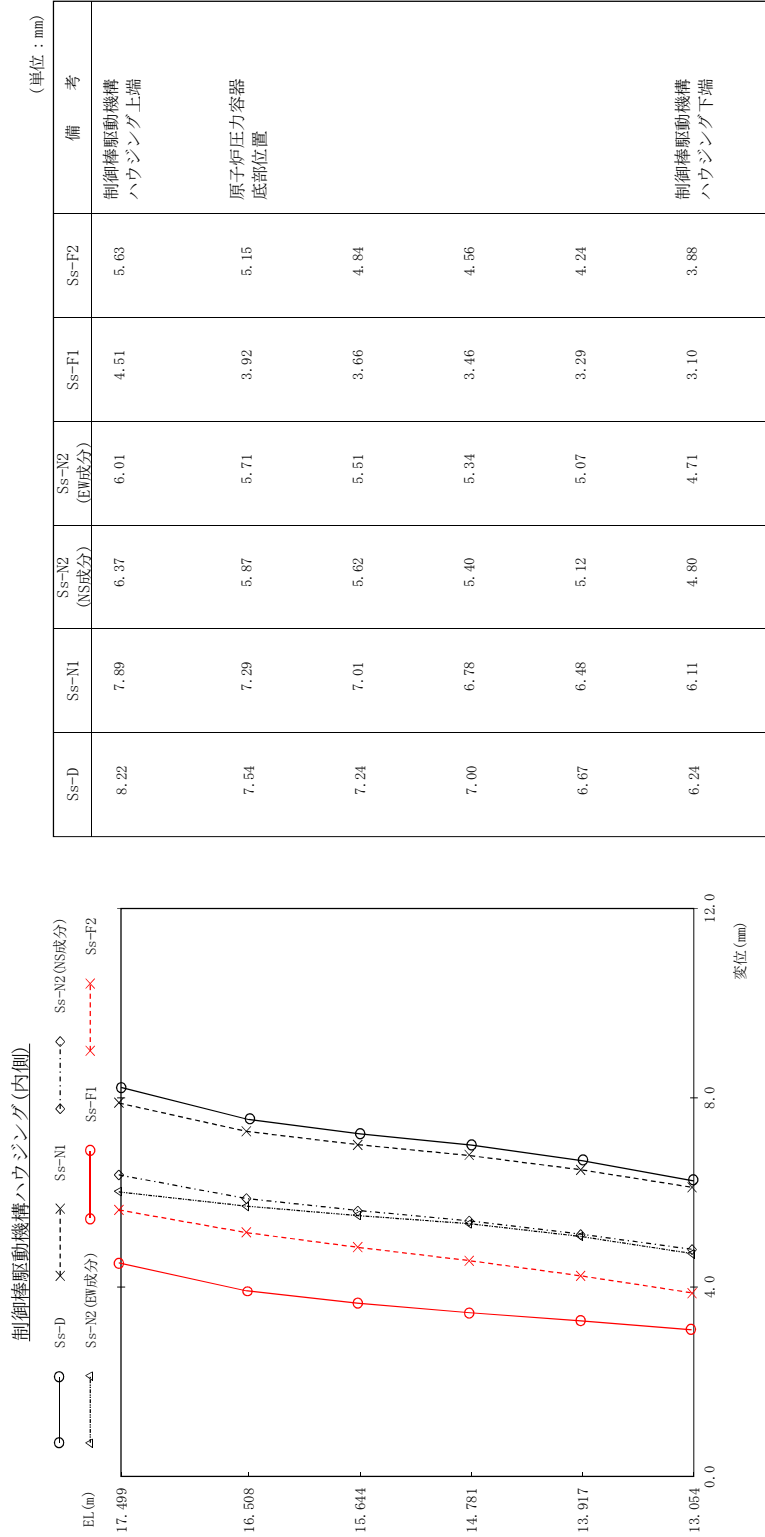


図 4 - 186 最大応答変位 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

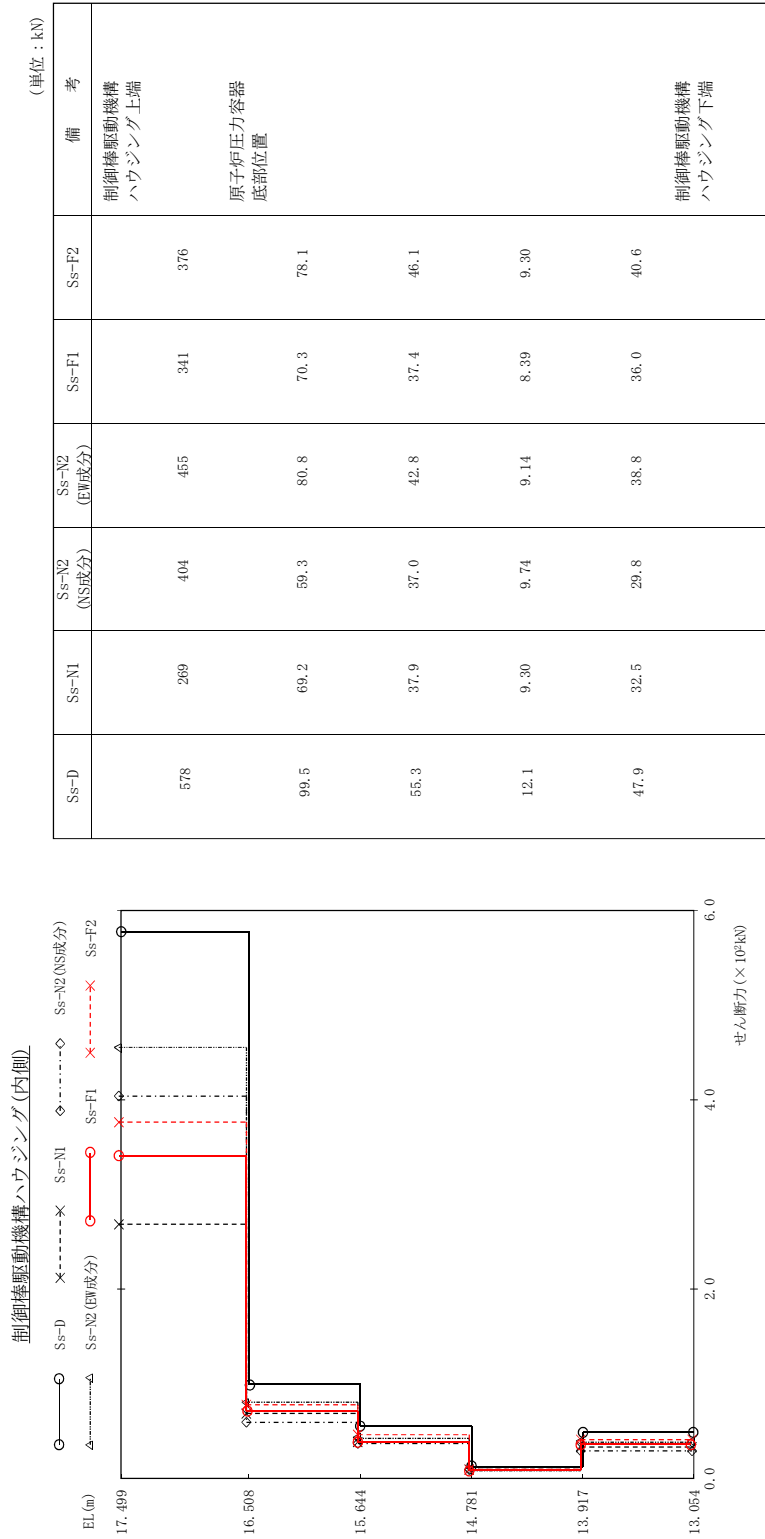


図 4 - 187 最大応せん断力 基準地震動 S s (NS方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))



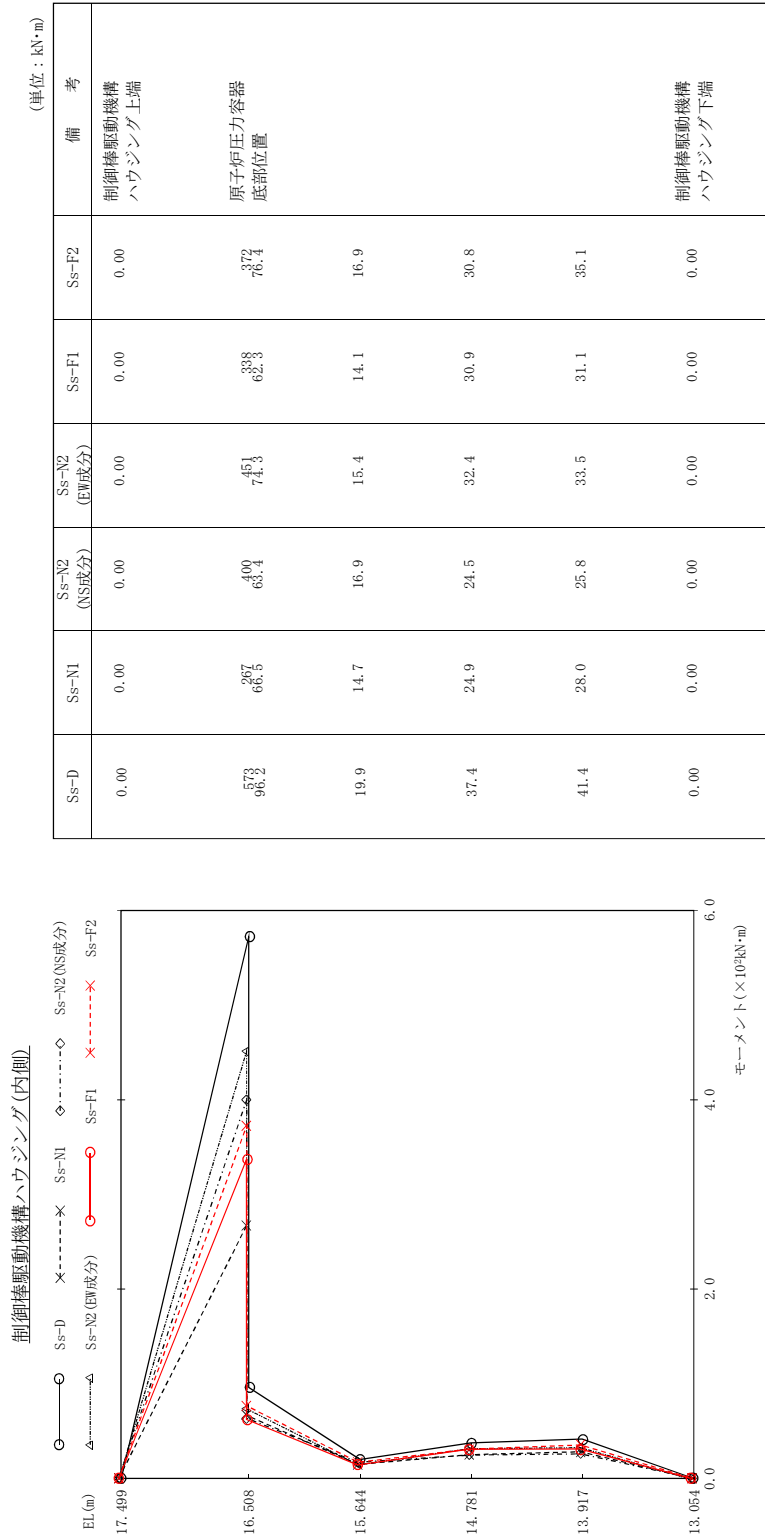


図 4 - 188 最大応答モーメント (NS方向) 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

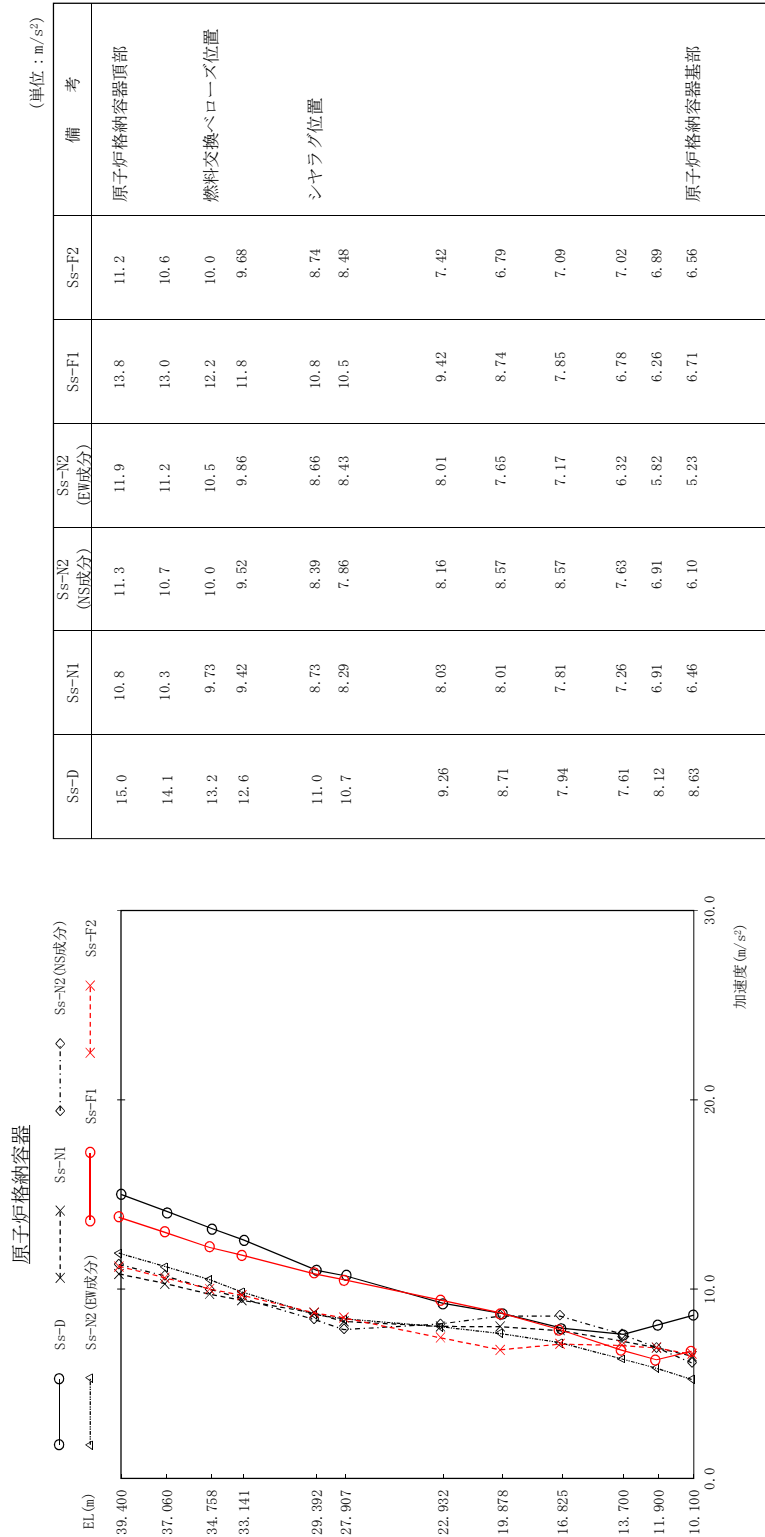


図 4 - 189 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 原子炉格納容器)

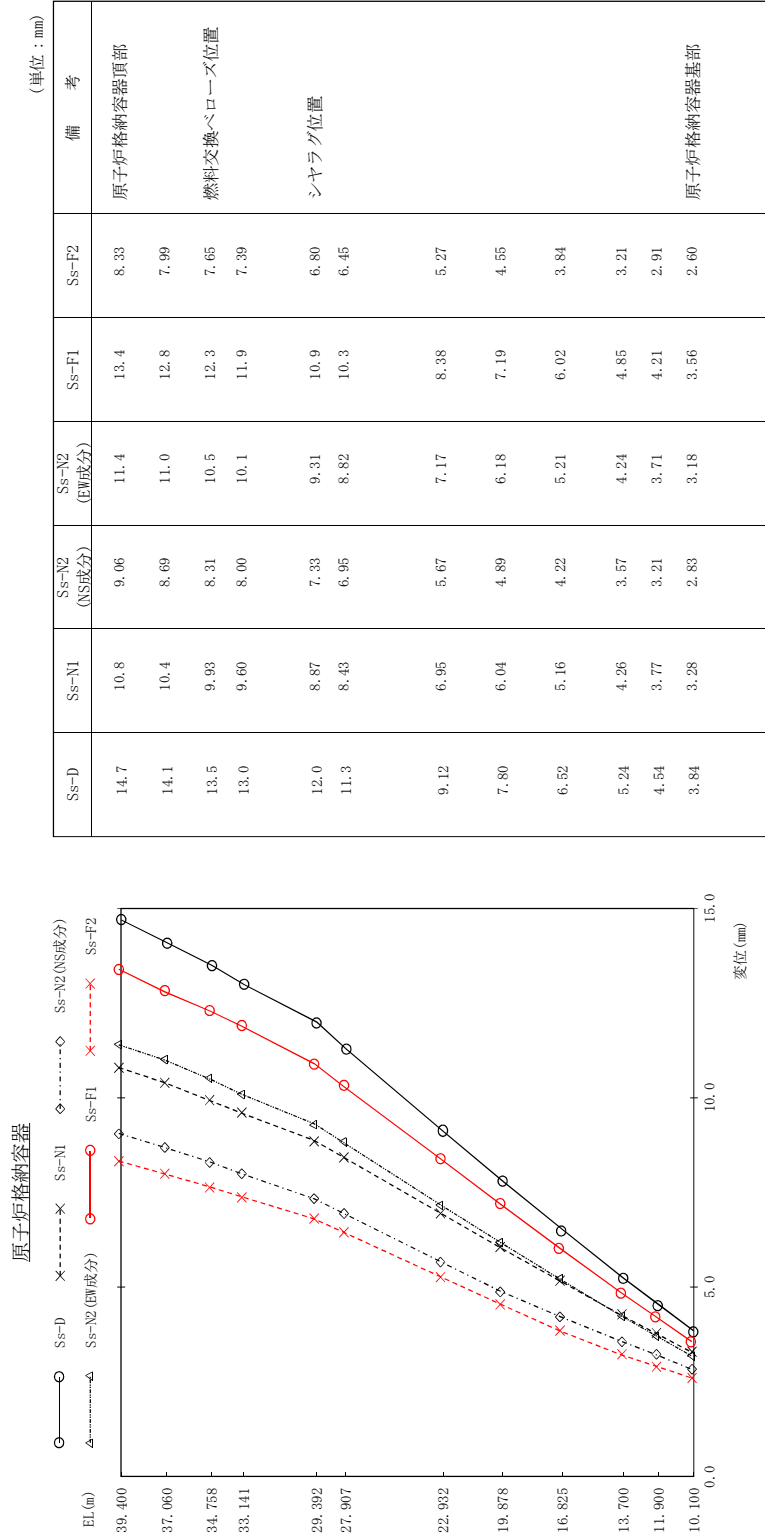


図 4 - 190 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 原子炉格納容器)

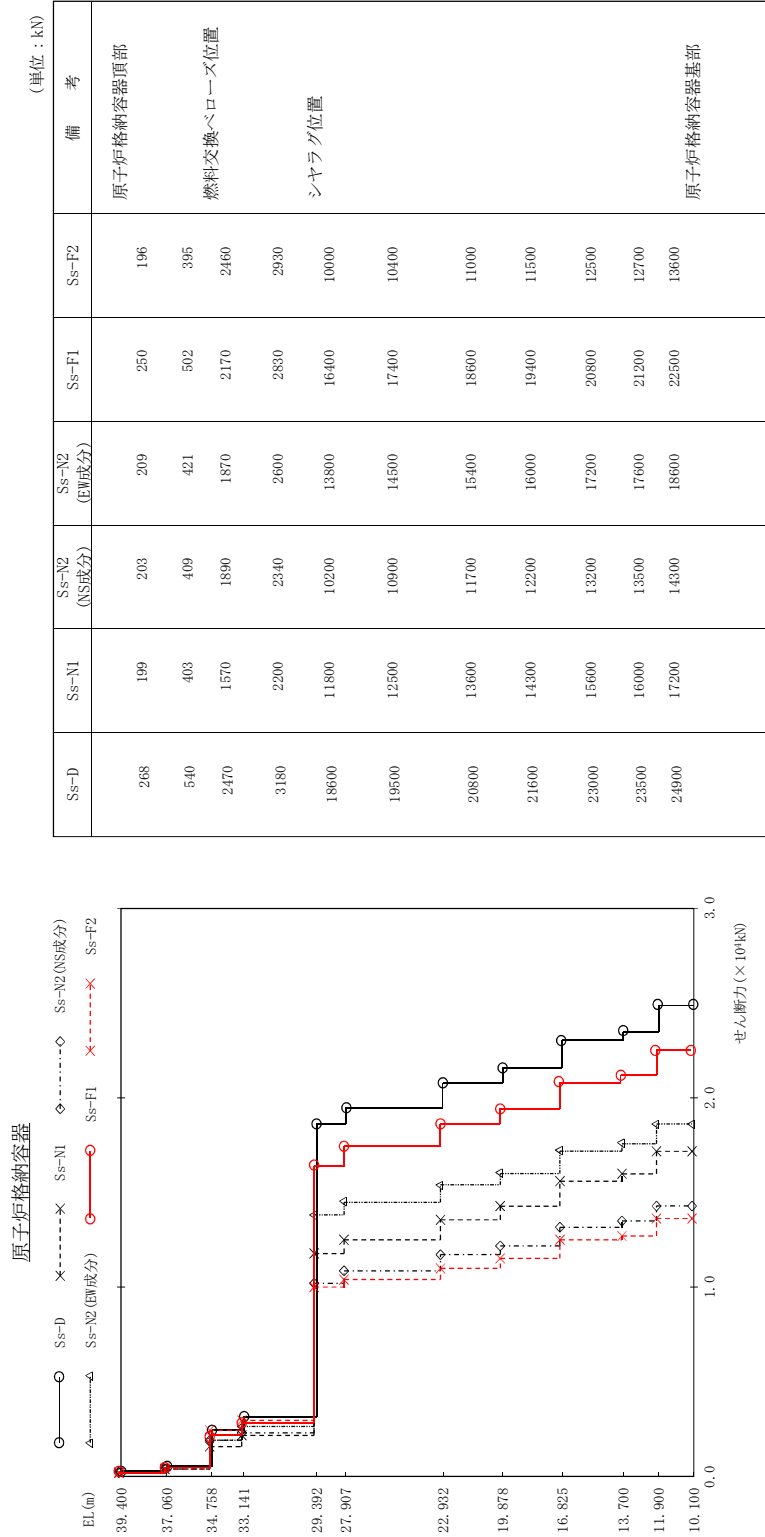


図 4 - 191 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 原子炉格納容器)

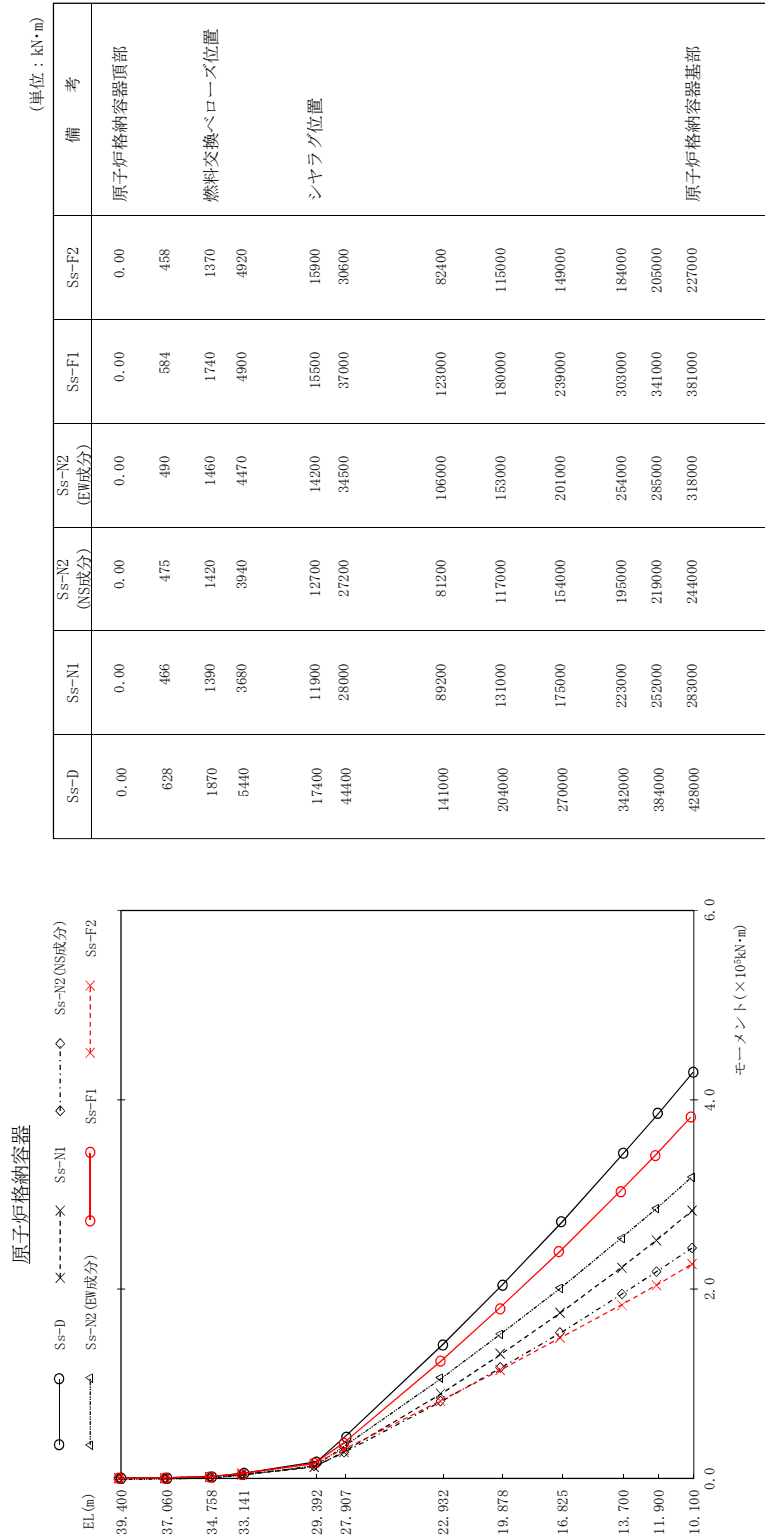


図 4 - 192 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向 原子炉格納容器)

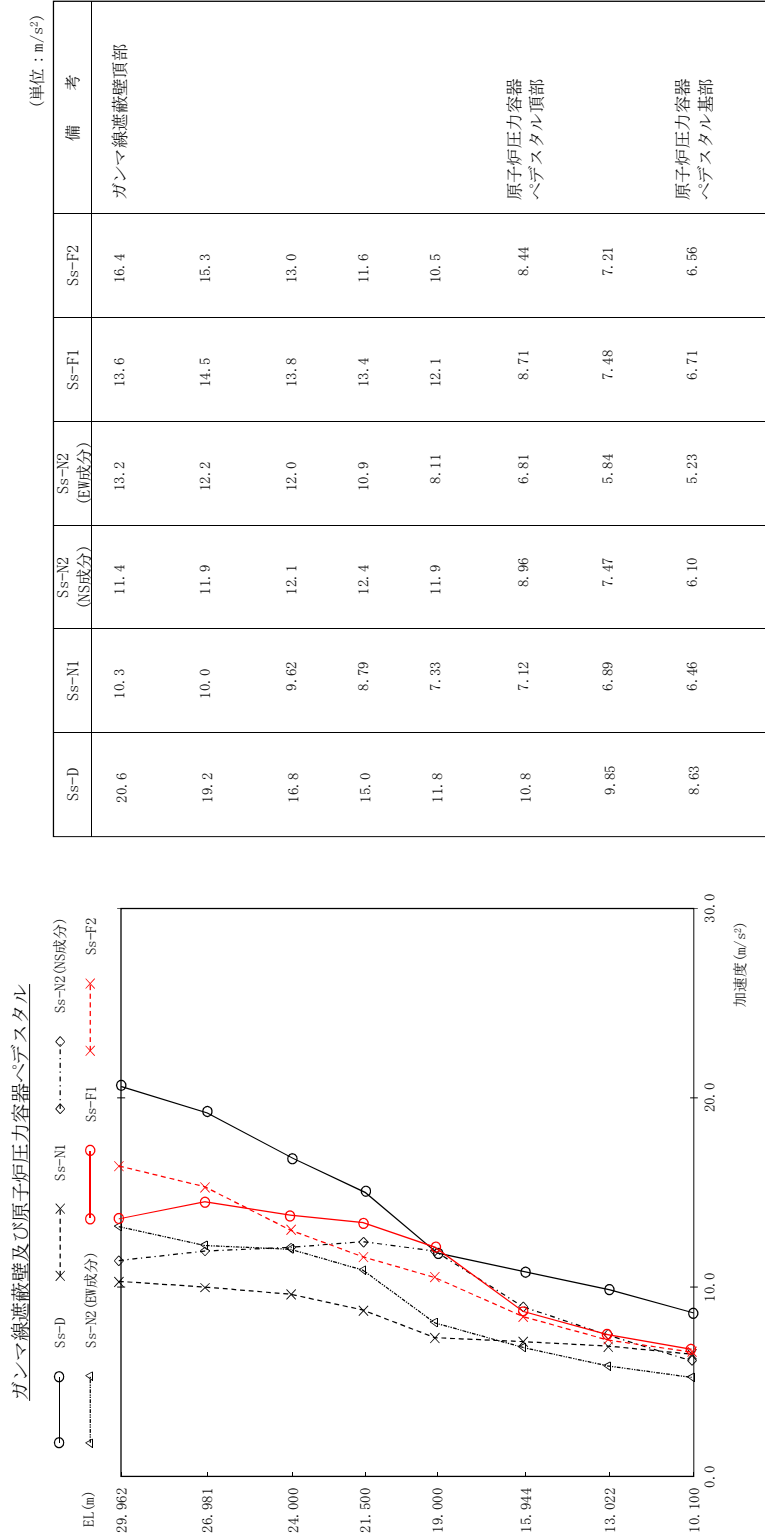
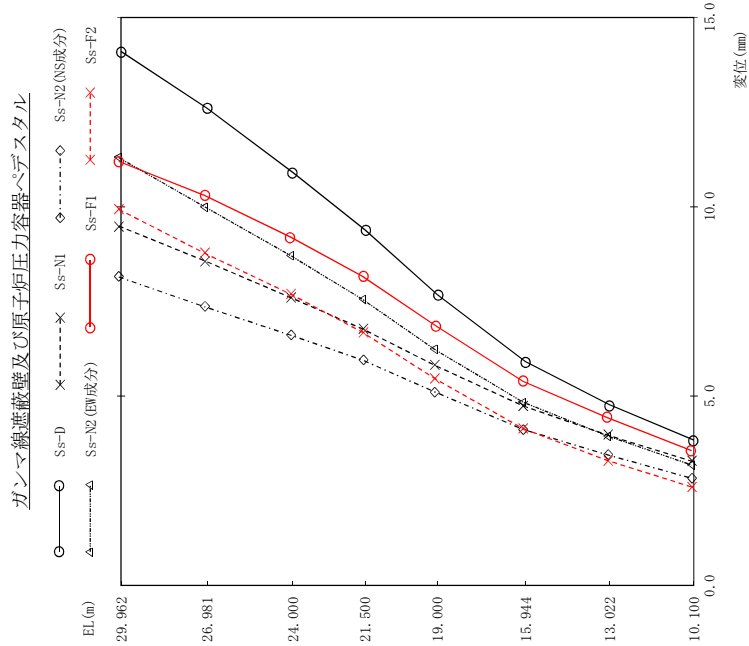


図 4 - 193 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル



(単位: mm)

Ss-D	Ss-NI	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-FI	Ss-F2	備考
14.1	9.49	8.15	11.3	11.2	9.93	ガンマ線遮蔽壁頂部
12.6	8.57	7.36	10.0	10.3	8.77	
10.9	7.60	6.61	8.71	9.20	7.69	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
9.39	6.77	5.95	7.55	8.16	6.68	
7.68	5.81	5.11	6.23	6.87	5.46	
5.91	4.74	4.12	4.84	5.39	4.14	原子炉圧力容器 ペデスタル基部
4.77	3.97	3.45	3.95	4.43	3.30	
3.84	3.28	2.83	3.18	3.56	2.60	

図 4 - 194 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

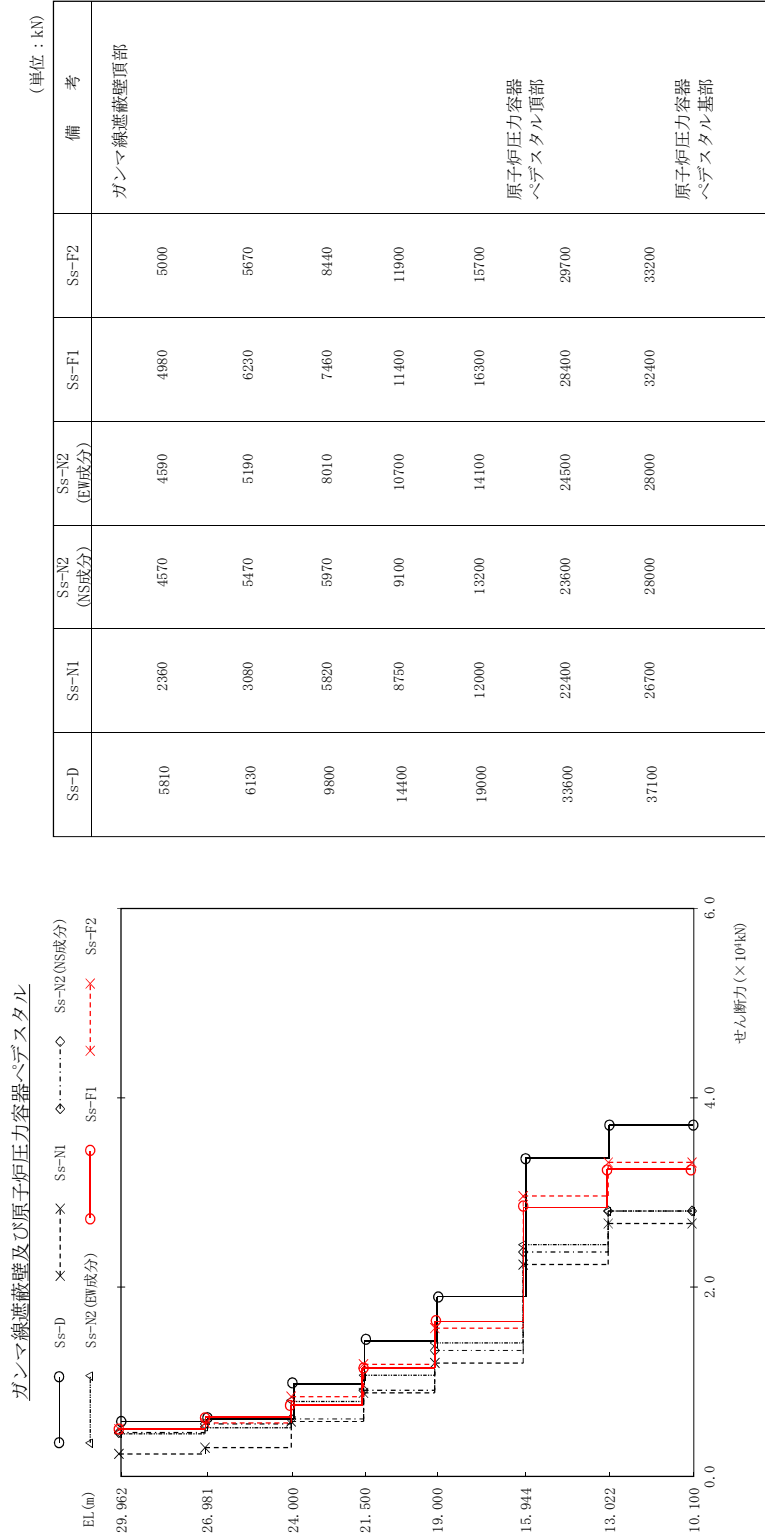


図 4 - 195 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル



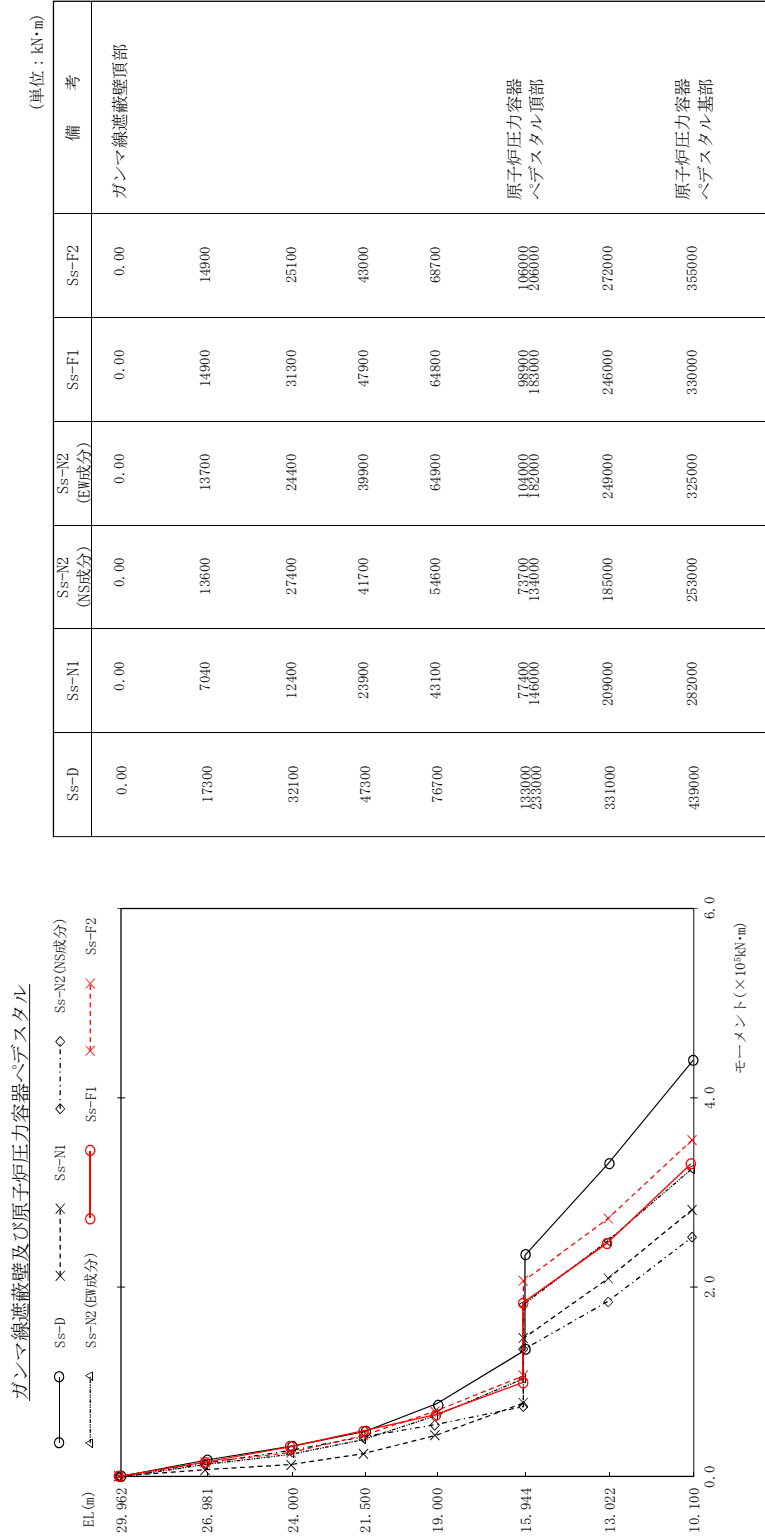


図 4 - 196 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

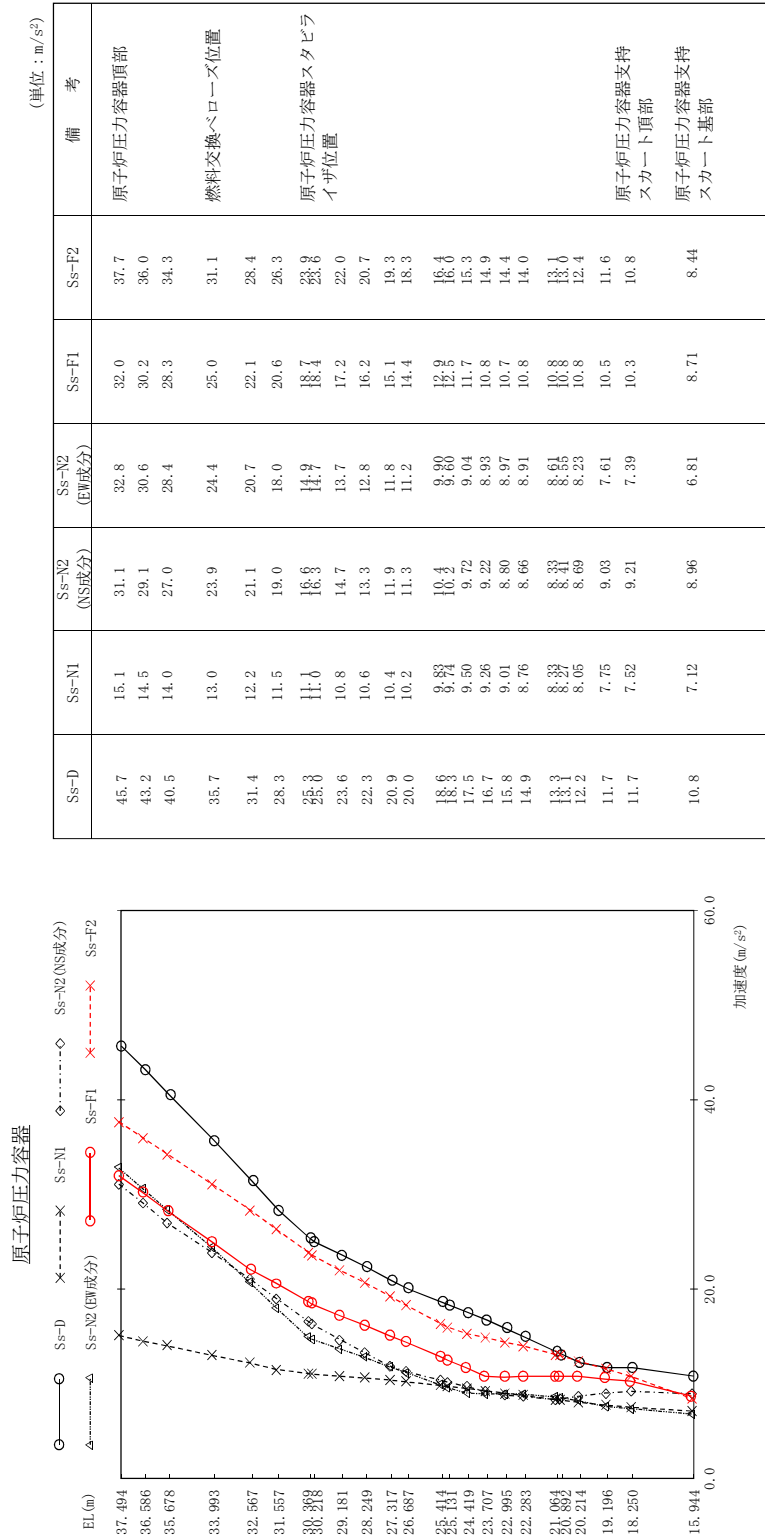


図 4 - 197 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器)

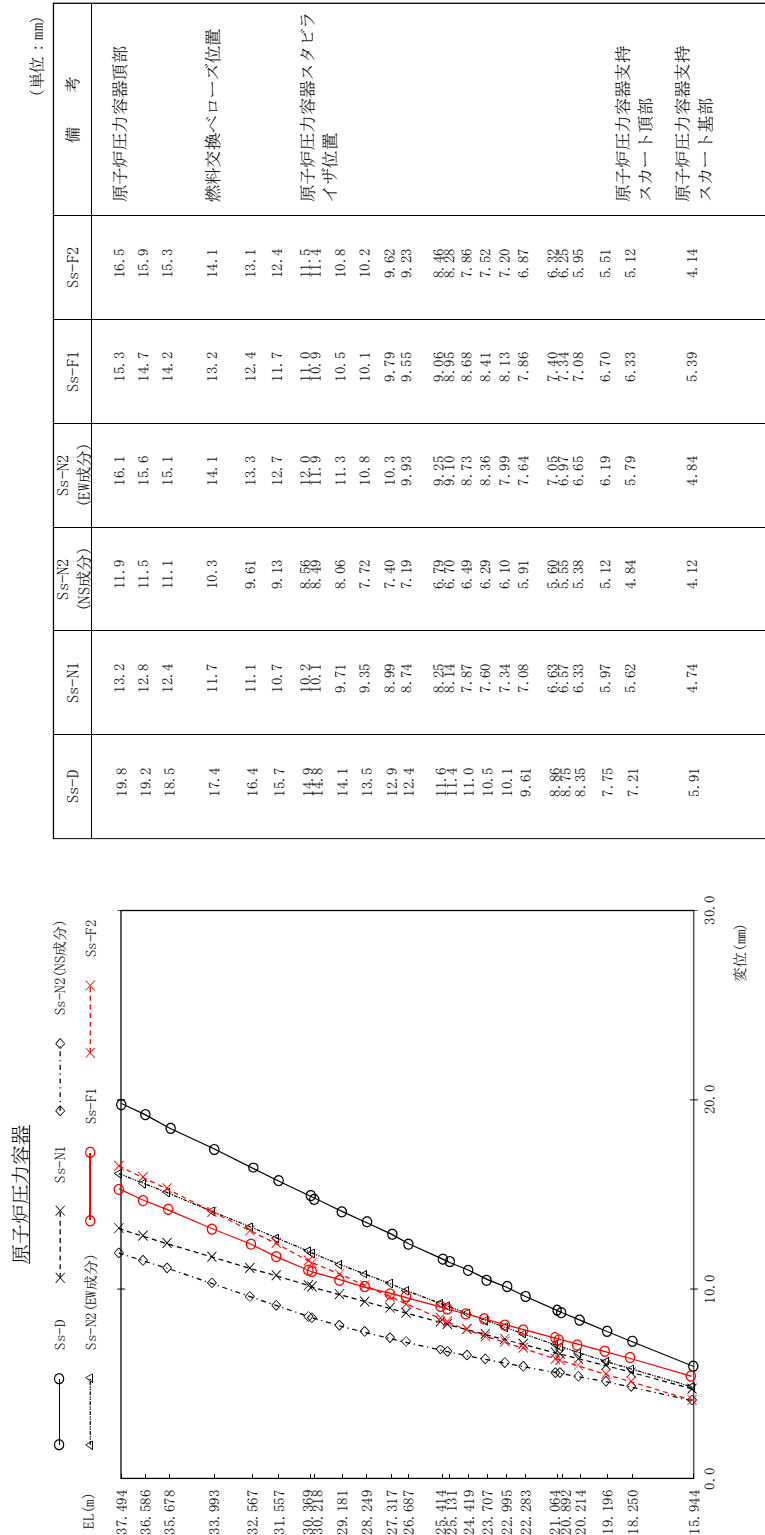


図 4 - 198 最大応答変位 (EW方向) 原子炉圧力容器 基準地震動 S s

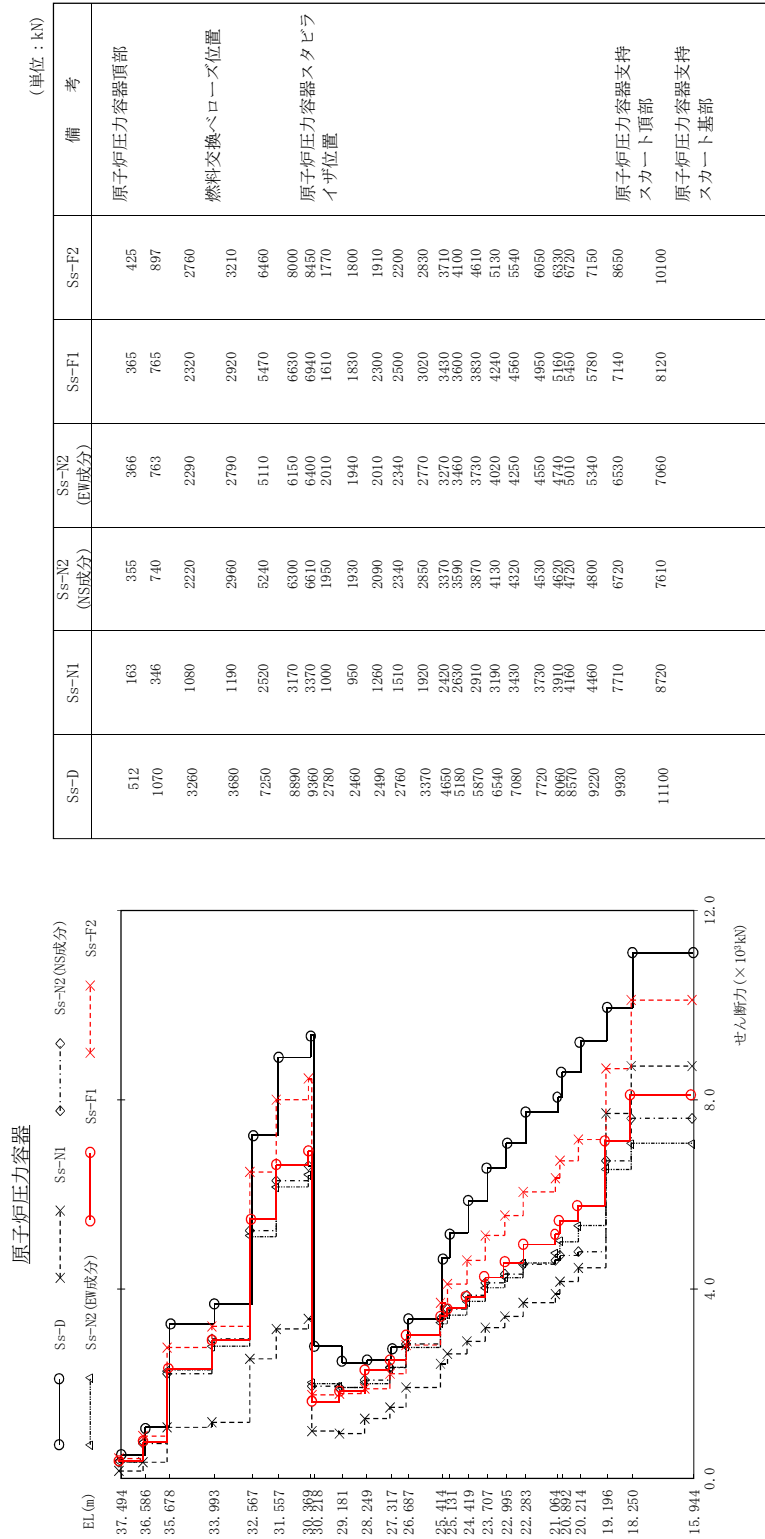


図 4 - 199 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 原子炉压力容器)

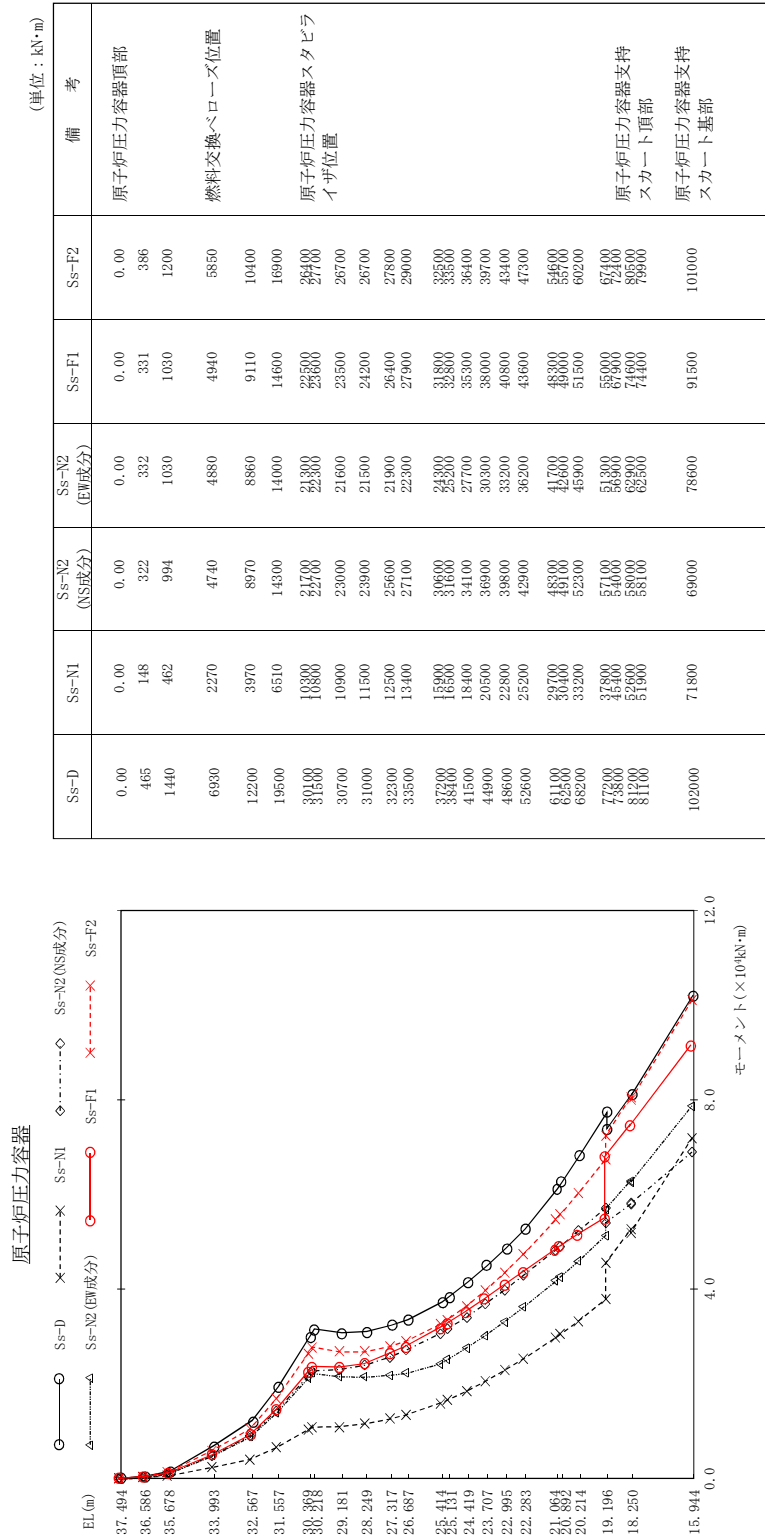


図 4 - 200 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器)

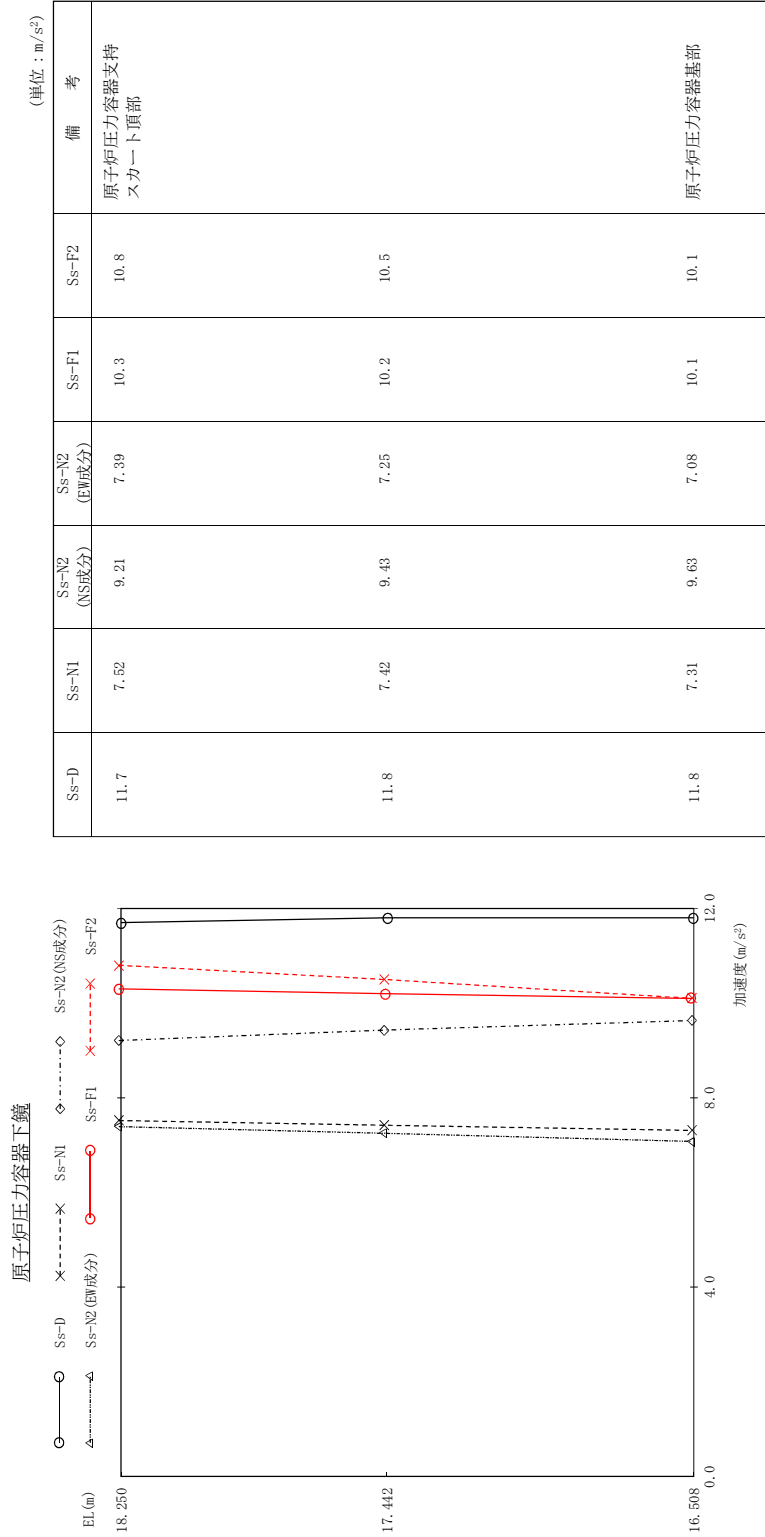


図 4 - 201 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器下鏡)

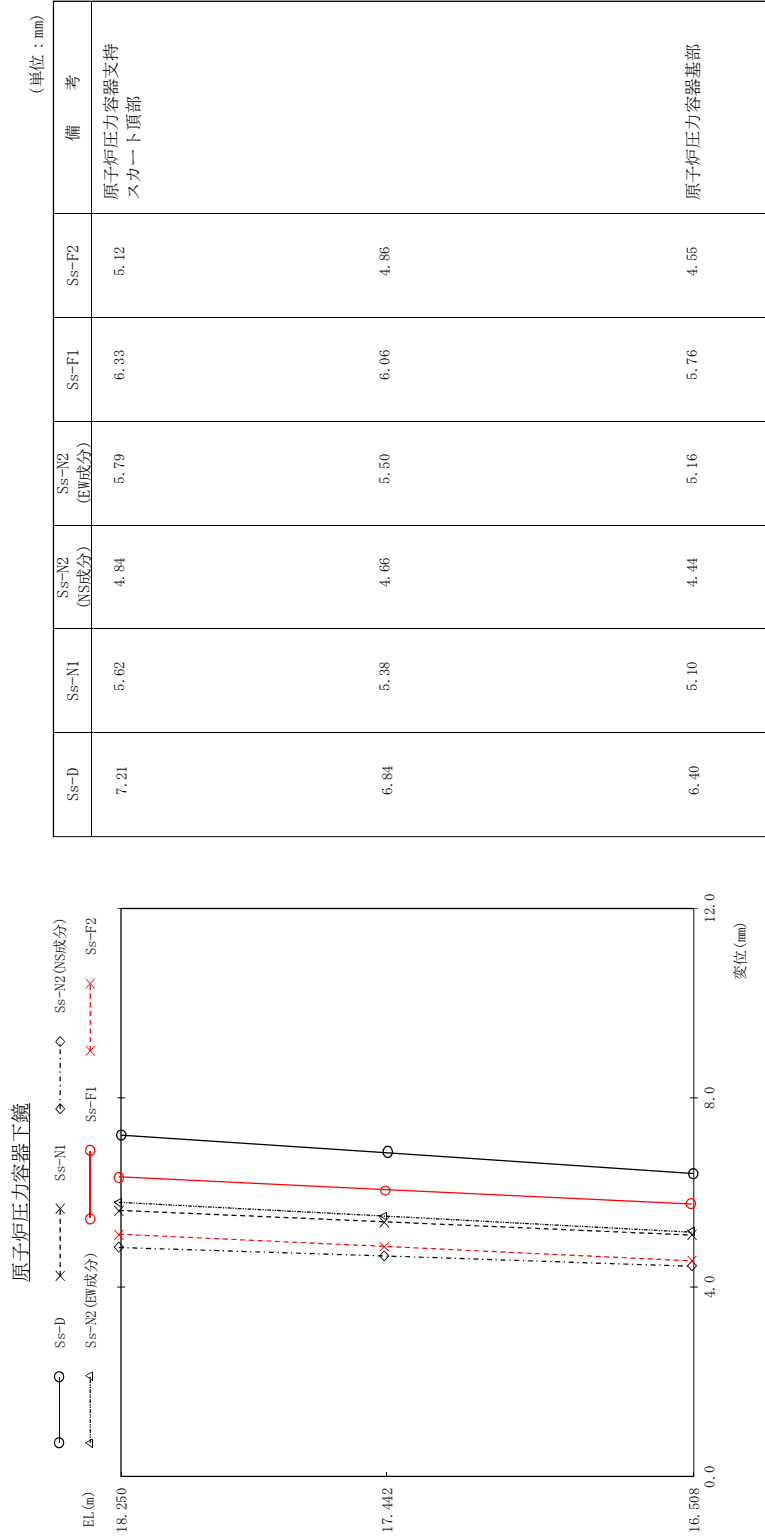


図 4 - 202 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器下鏡)

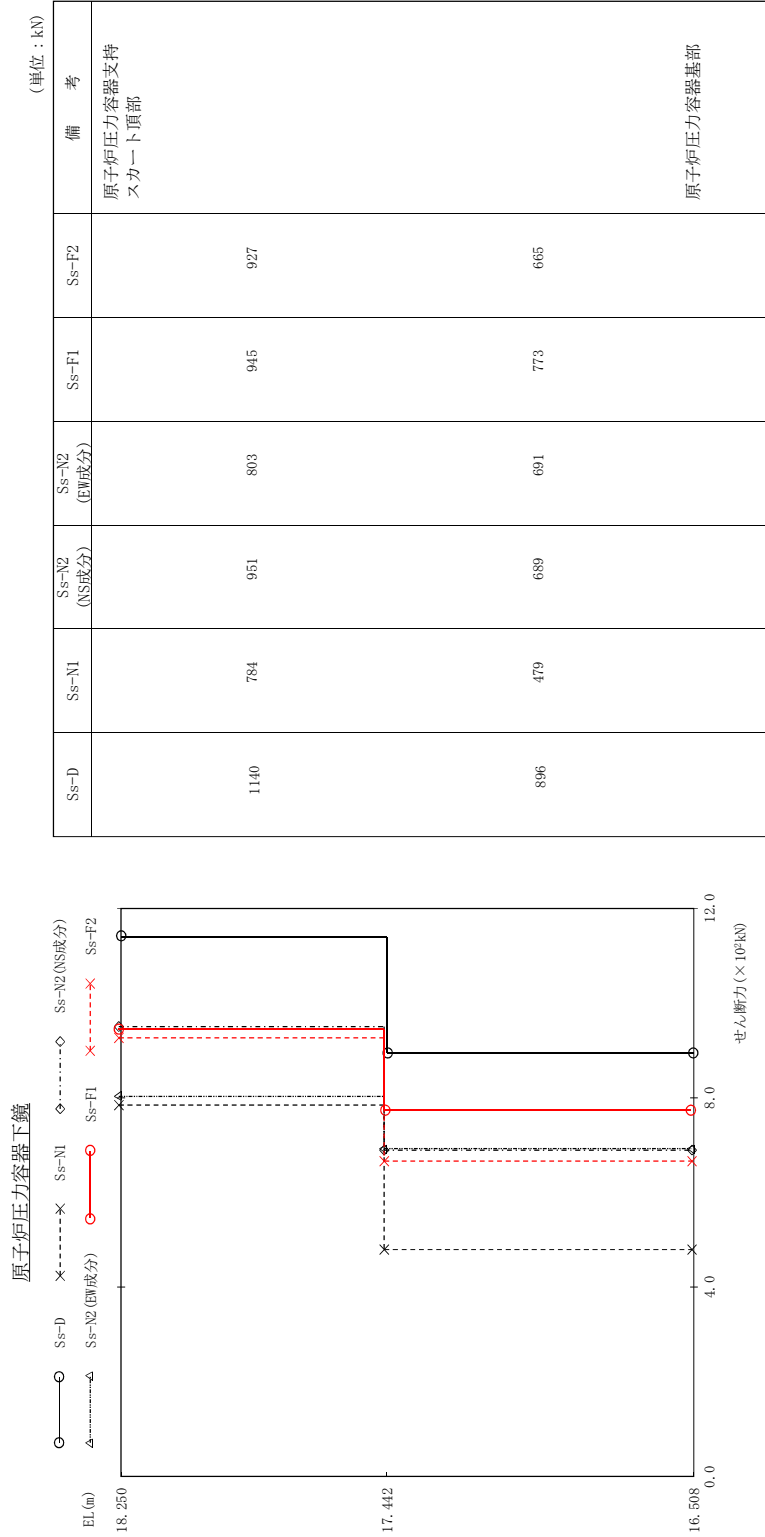


図 4 - 203 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器下鏡)



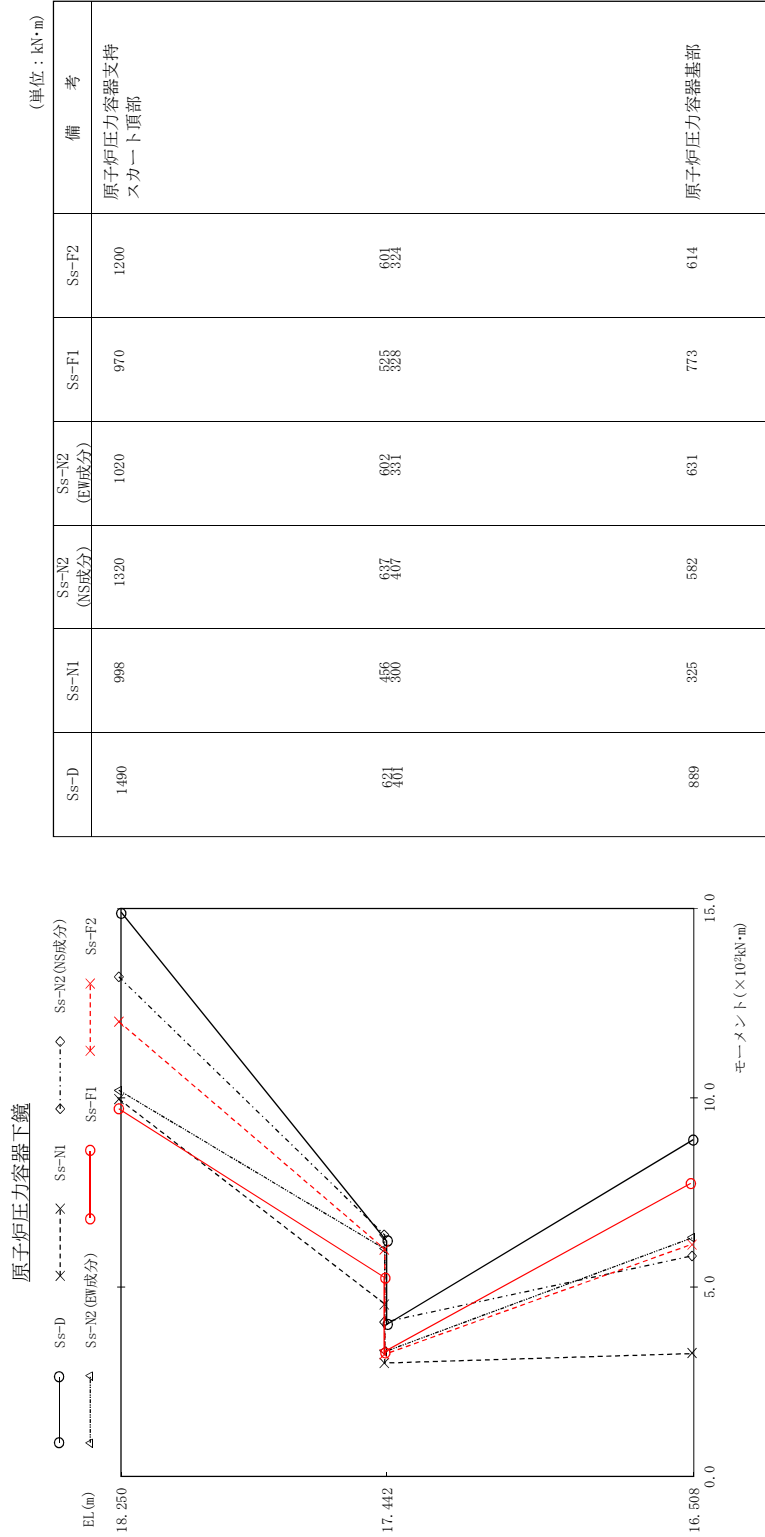


図 4 - 204 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向 原子炉圧力容器下鏡)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

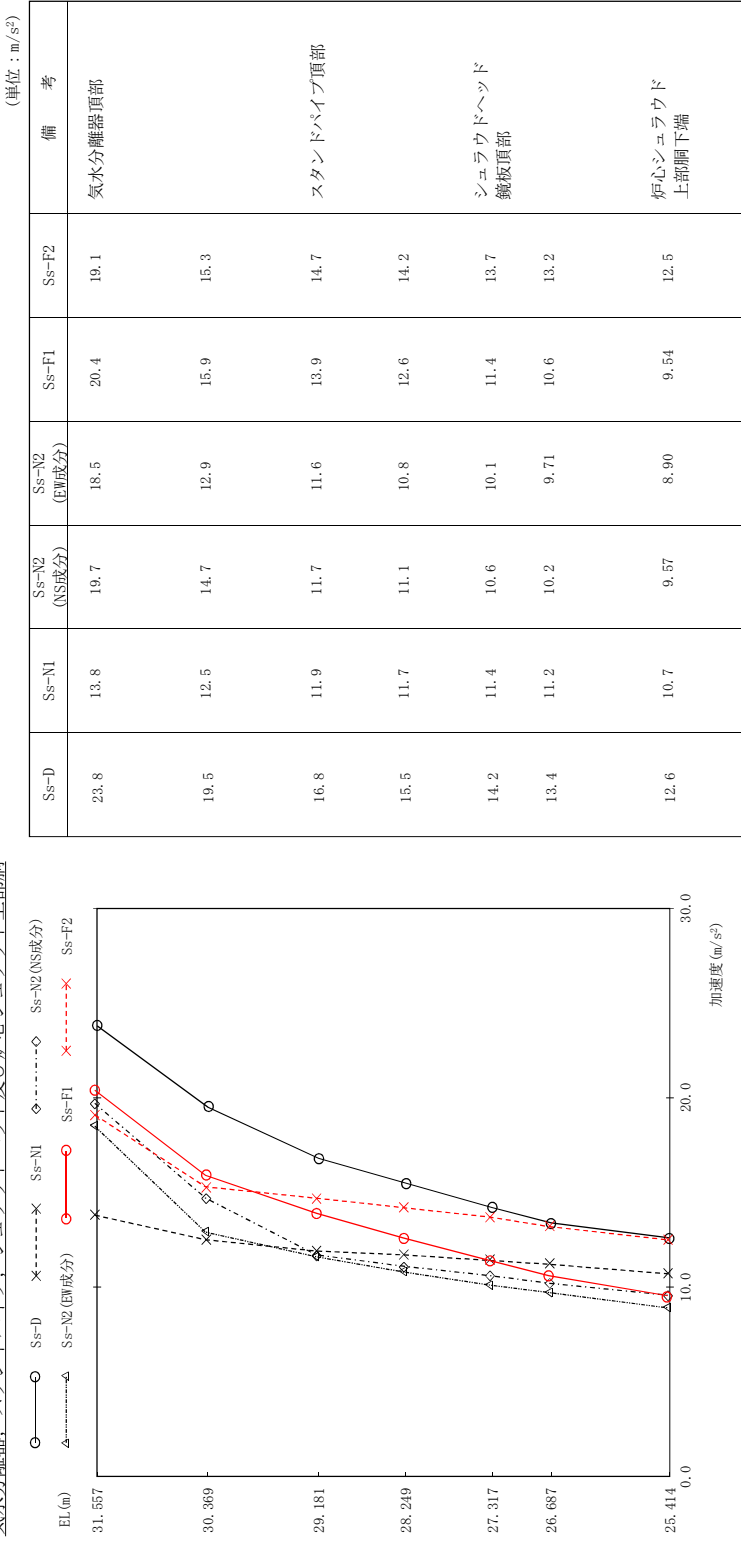


図 4 - 205 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

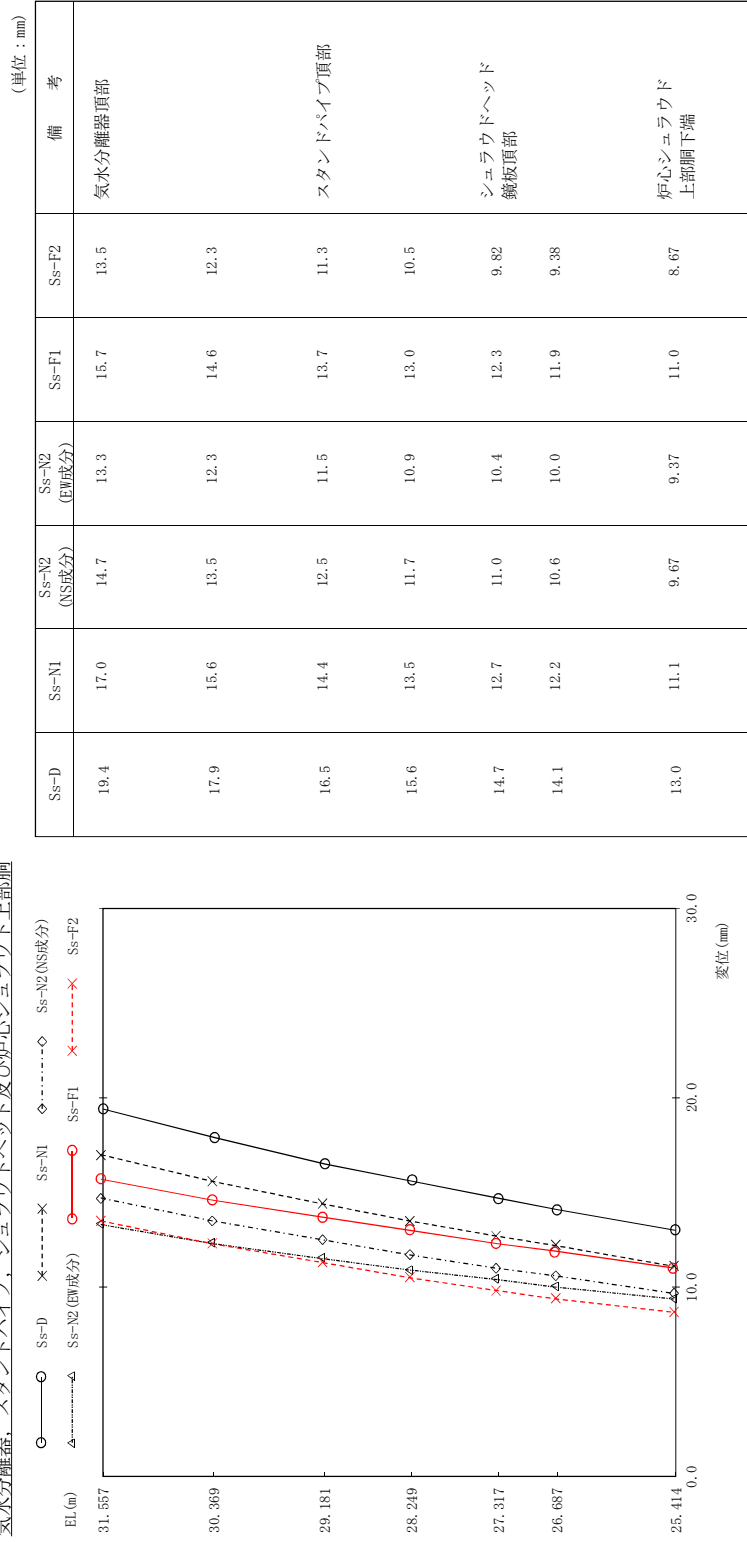
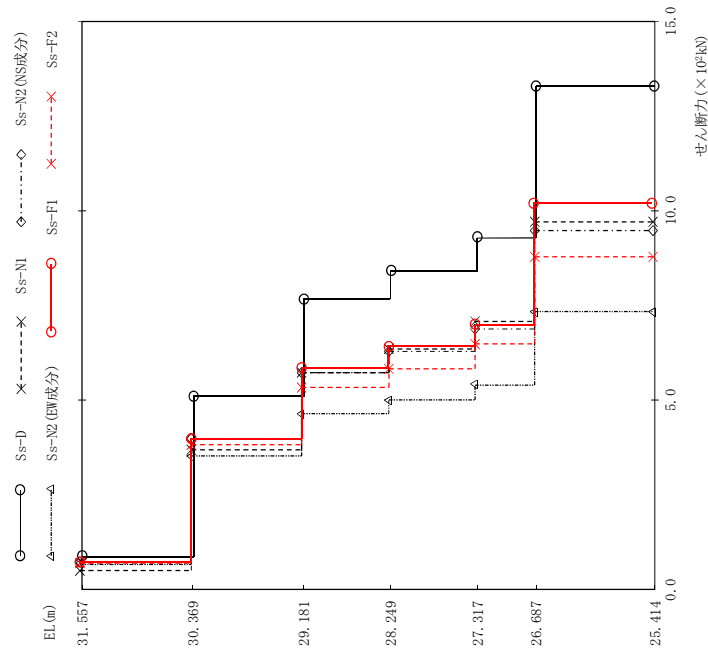


図 4 - 206 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面

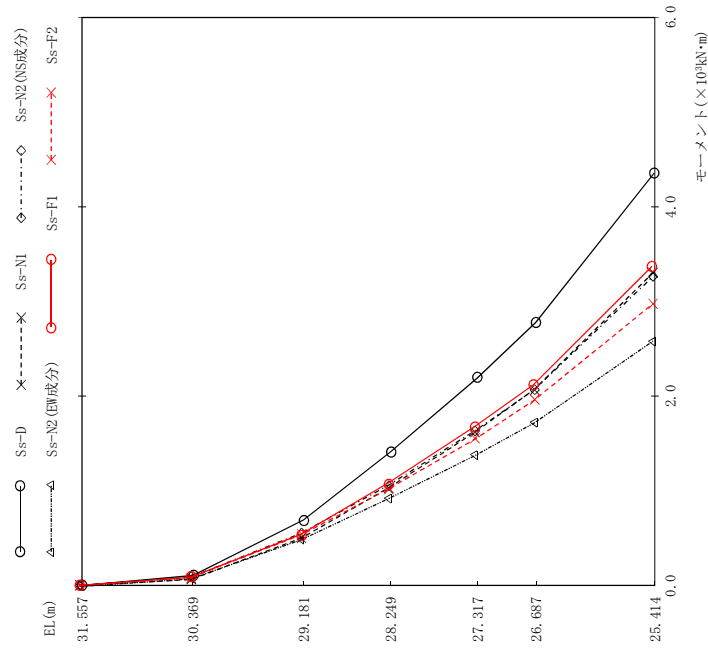


(単位：kN)

Ss-D	Ss-NI	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-F1	Ss-F2	備考
87.1	50.8	72.4	67.4	71.1	69.5	気水分離器頂部
512	371	400	351	396	382	スタンドパイプ頂部
767	573	572	463	586	533	スタンドパイプ頂部
843	635	628	500	640	584	シュラウドヘッド 鏡板頂部
930	708	690	541	698	650	シュラウドヘッド 鏡板頂部
1330	972	949	733	1020	879	炉心シュラウド 上部側面

図 4 - 207 最大応答せん断力 基準地震動 Ss (EW方向) 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部側面

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位：kN・m)

Ss-D	Ss-NI	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-F1	Ss-F2	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
103	60.3	86.0	80.0	84.4	82.6	
692	499	553	493	540	535	スタンドパイプ頂部
1410	1050	1060	924	1080	1020	
2190	1620	1640	1380	1680	1550	シュラウドヘッド 鏡板頂部
2780	2070	2070	1720	2120	1960	
4360	3300	3270	2580	3370	2980	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 208 最大応答モーメント 基準地震動 Ss (EW方向) 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

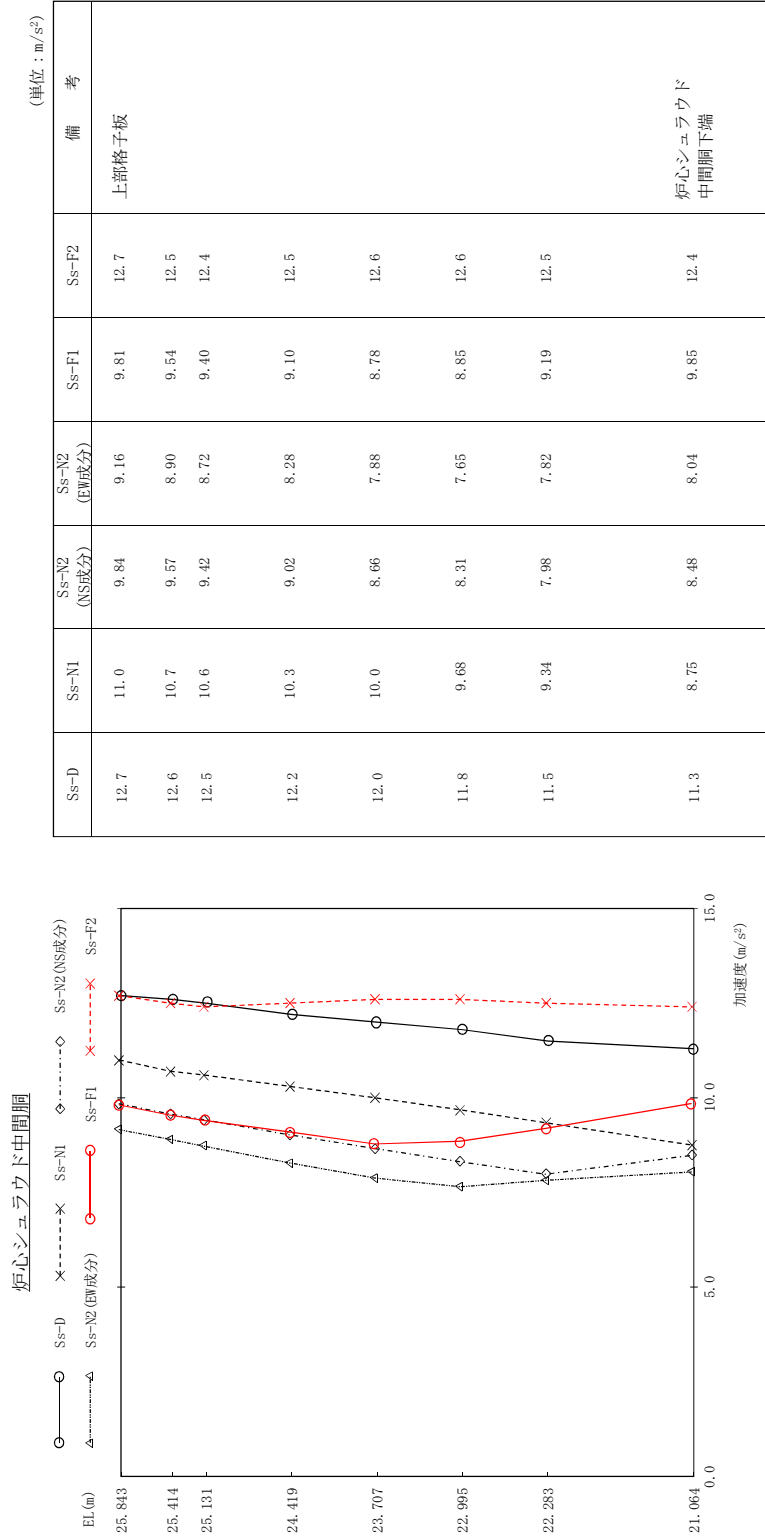


図 4 - 209 最大応答加速度 (EW方向) 炉心シユラウド中間胴

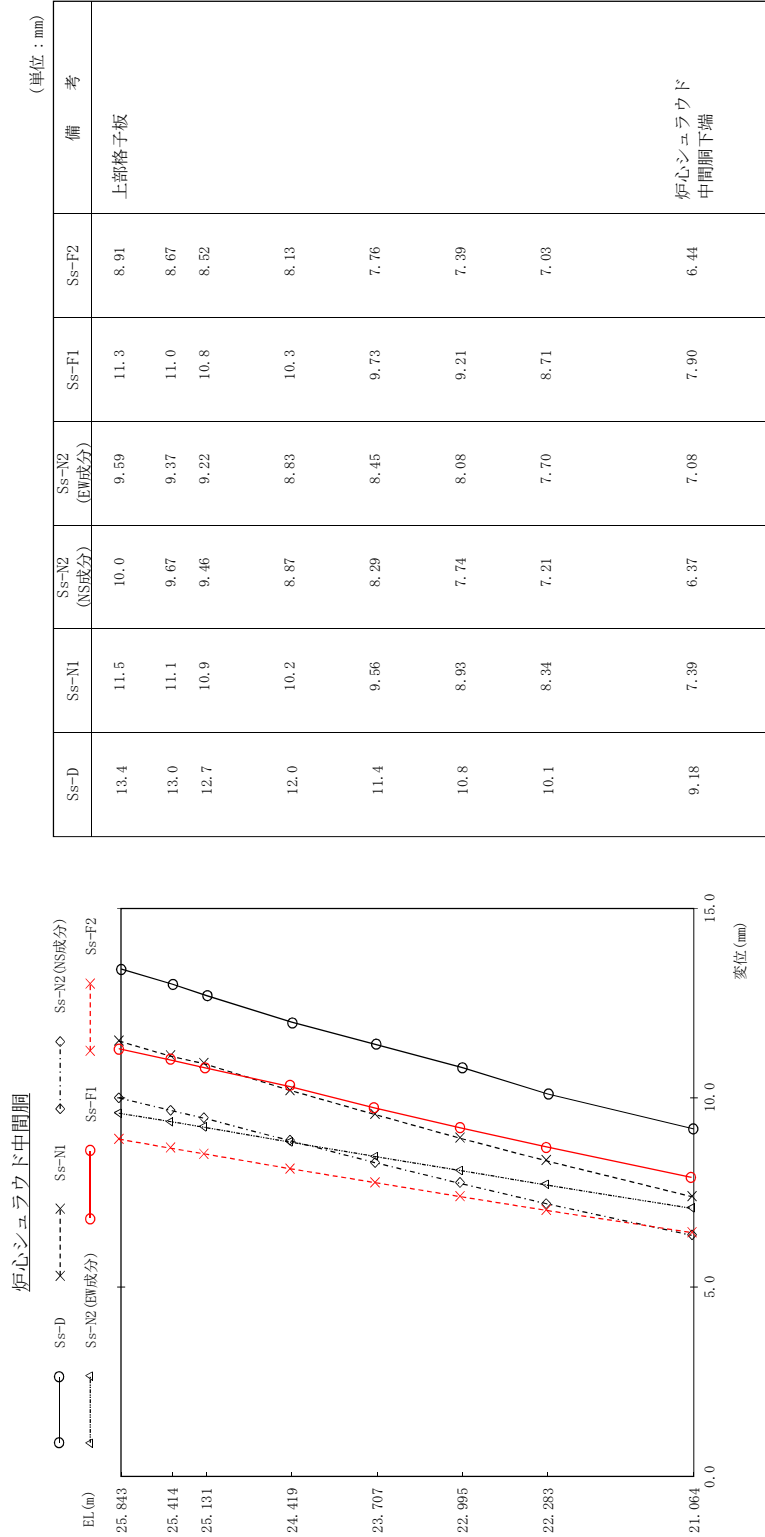


図 4 - 210 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 炉心シユラウド中間胴)

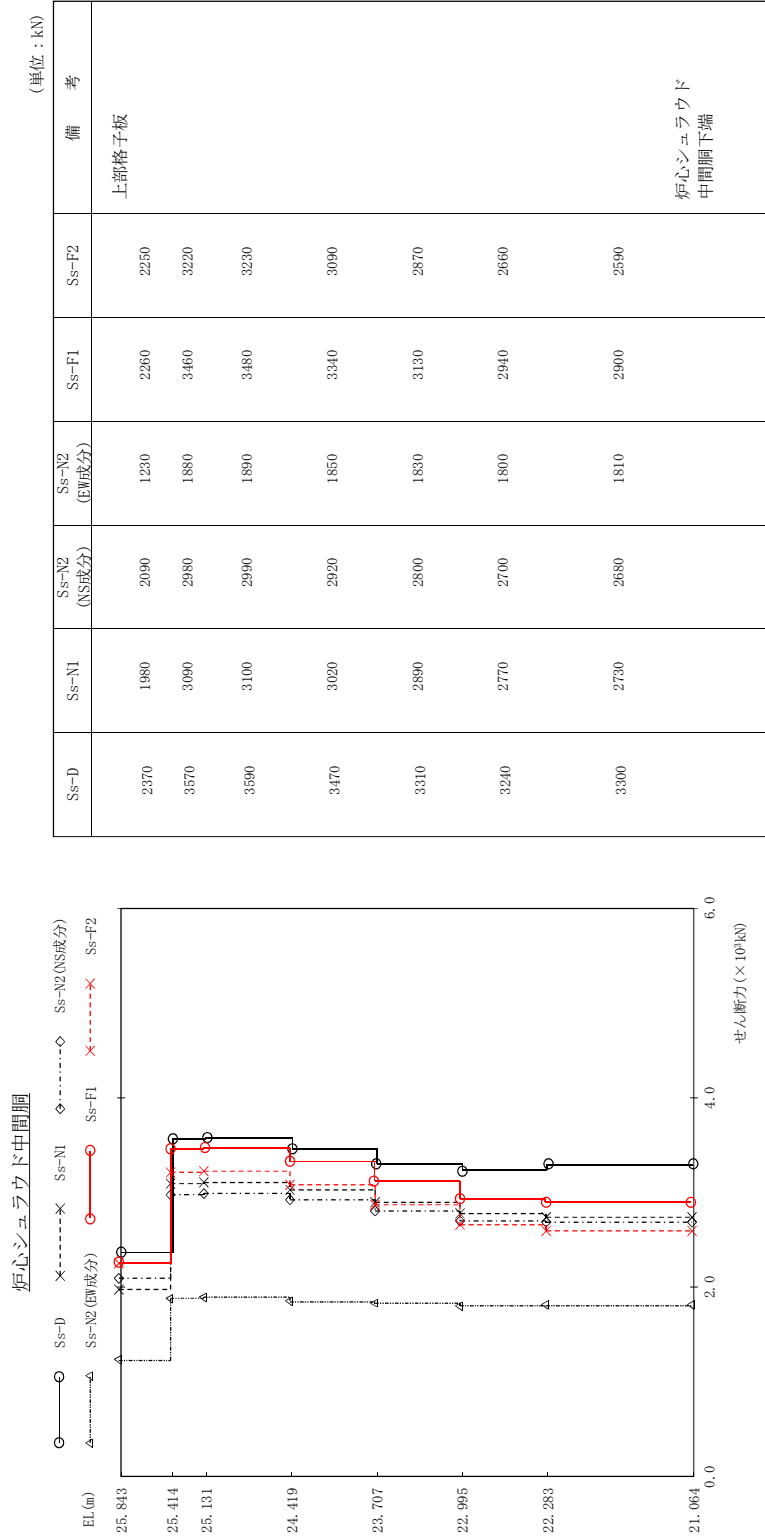


図 4 - 211 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 炉心シュラウド中間胴)



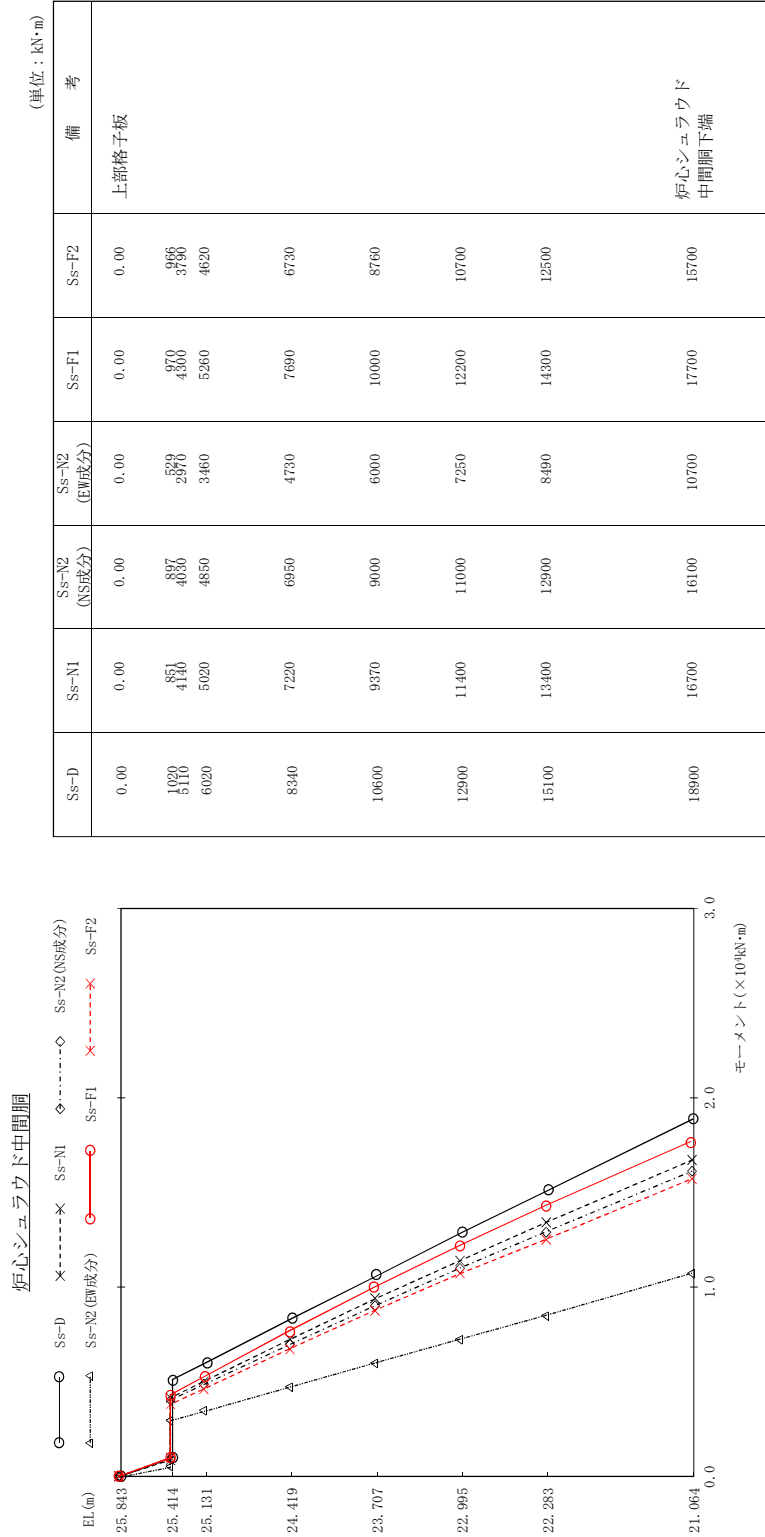


図 4-212 最大応答モーメント (EW方向) 炉心シユラウド中間胴

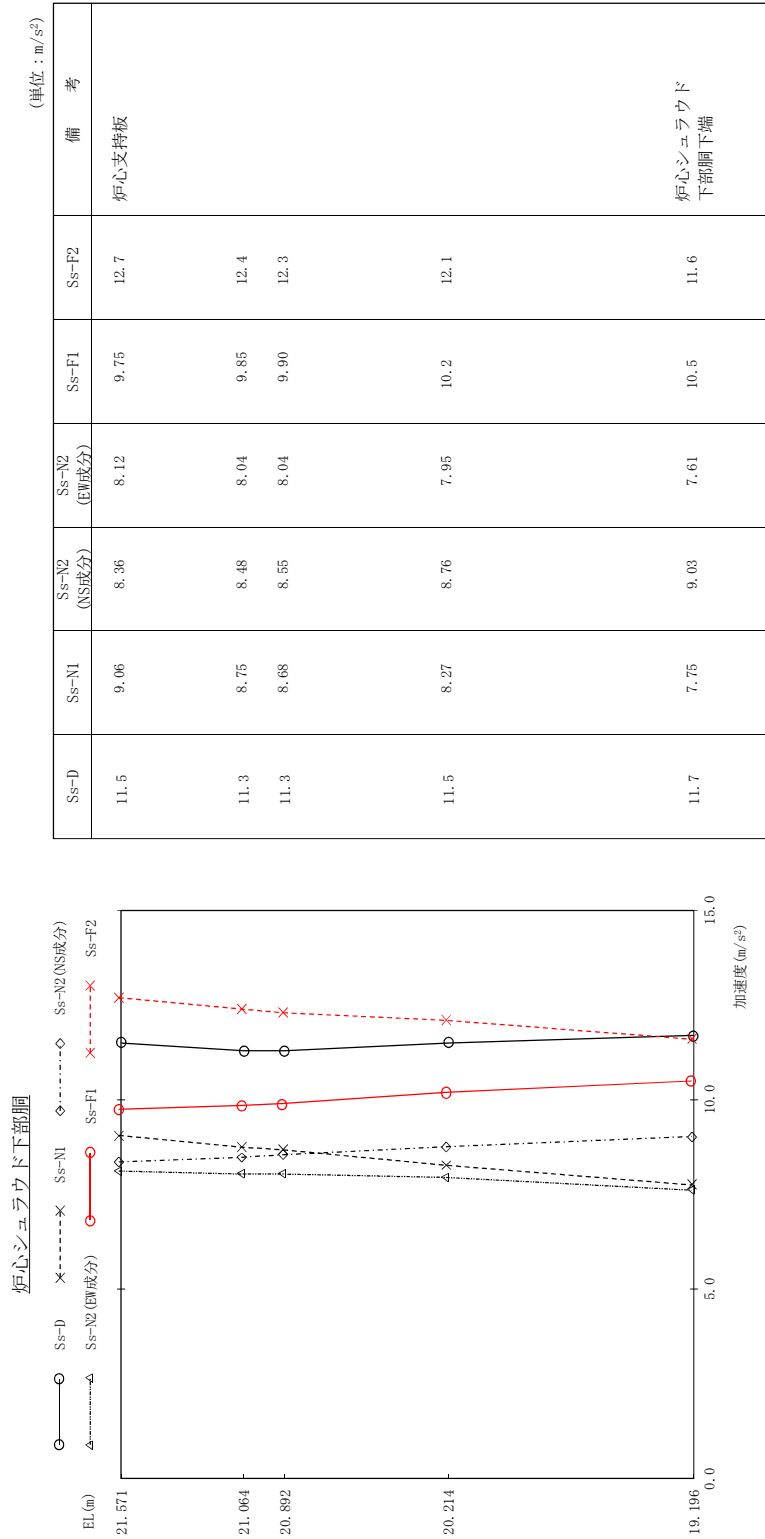


図 4 - 213 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 炉心シユラウド下部胴)

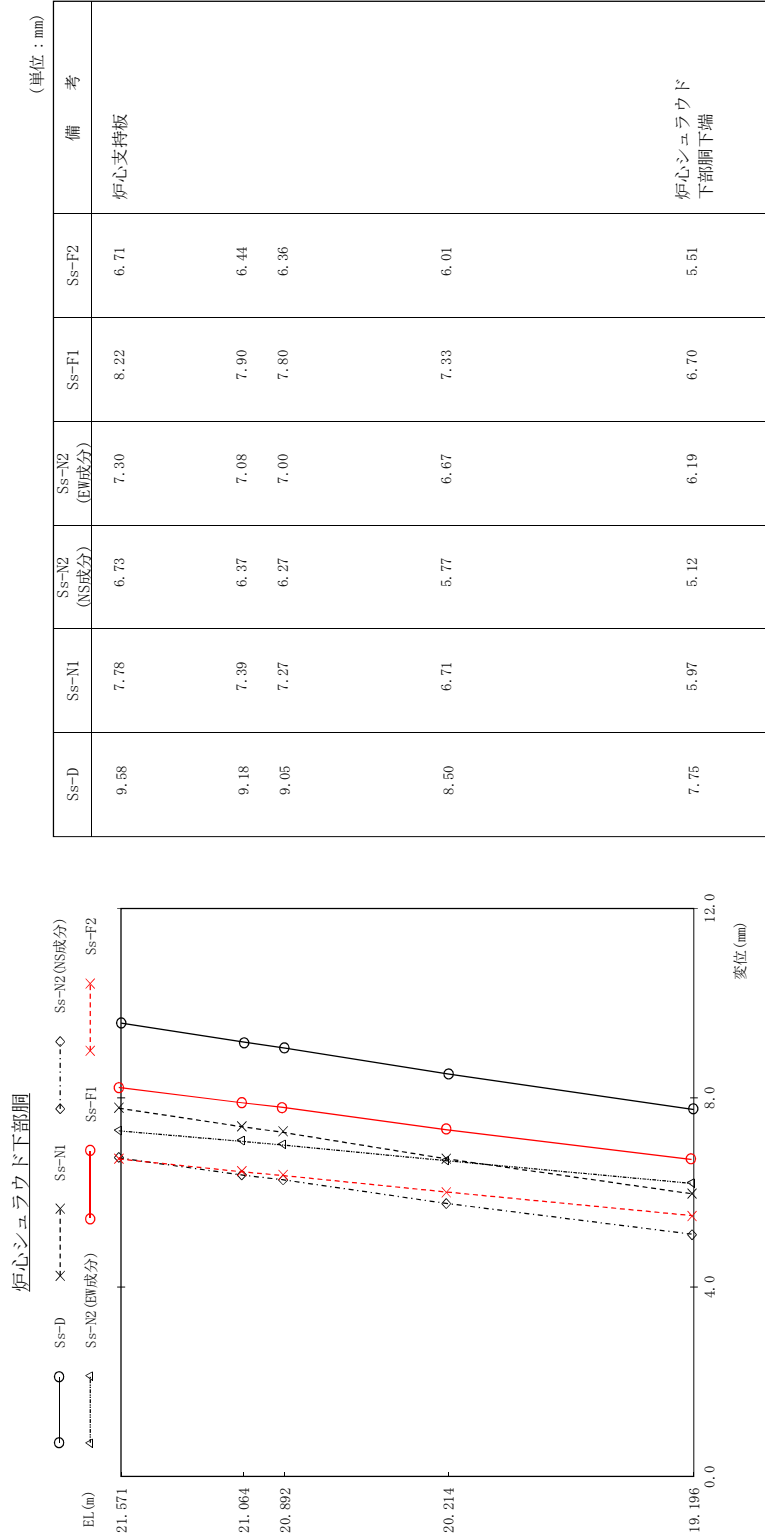


図 4 - 214 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 炉心シユラウド下部胴)

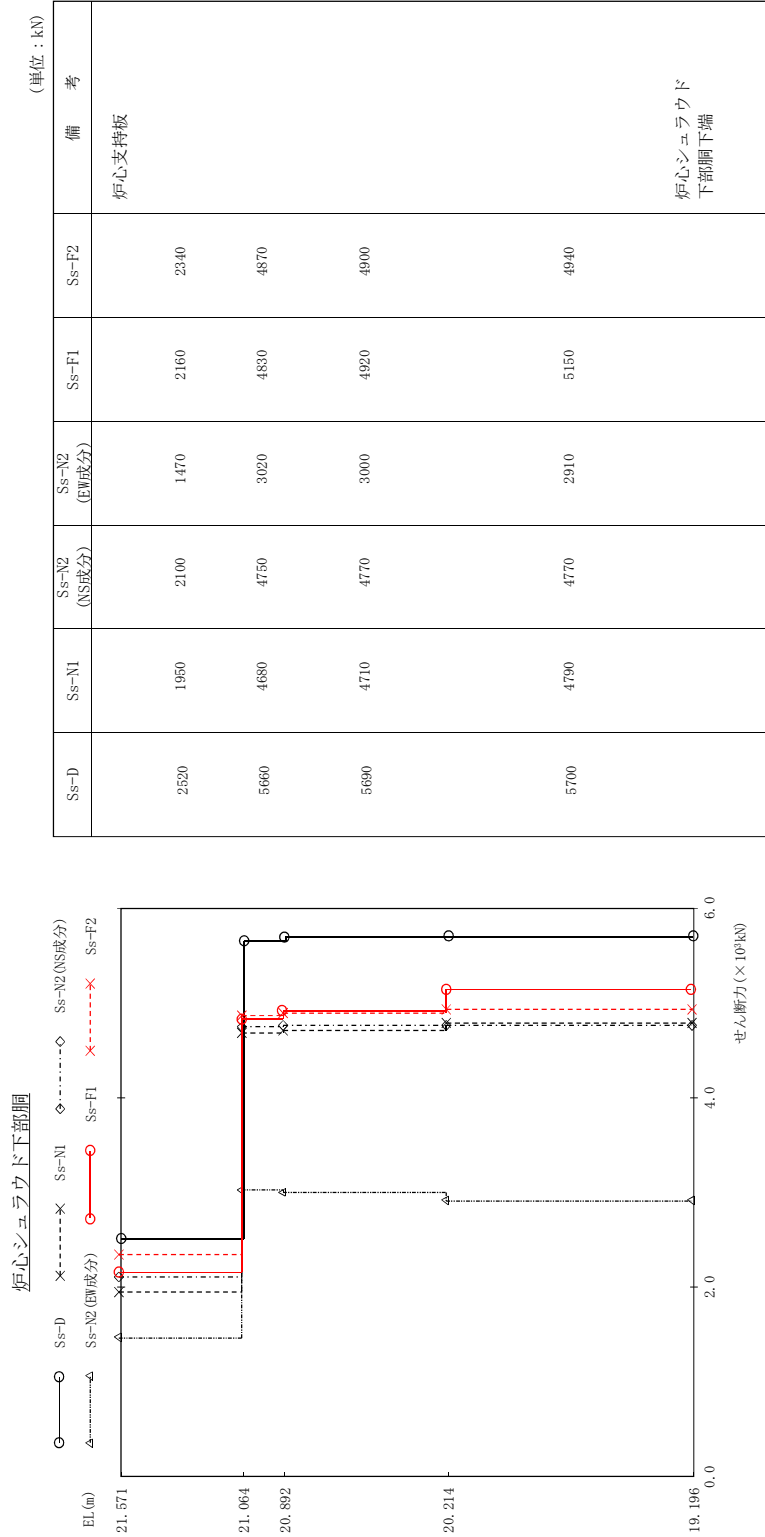


図 4 - 215 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 炉心シュラウド下部胴)

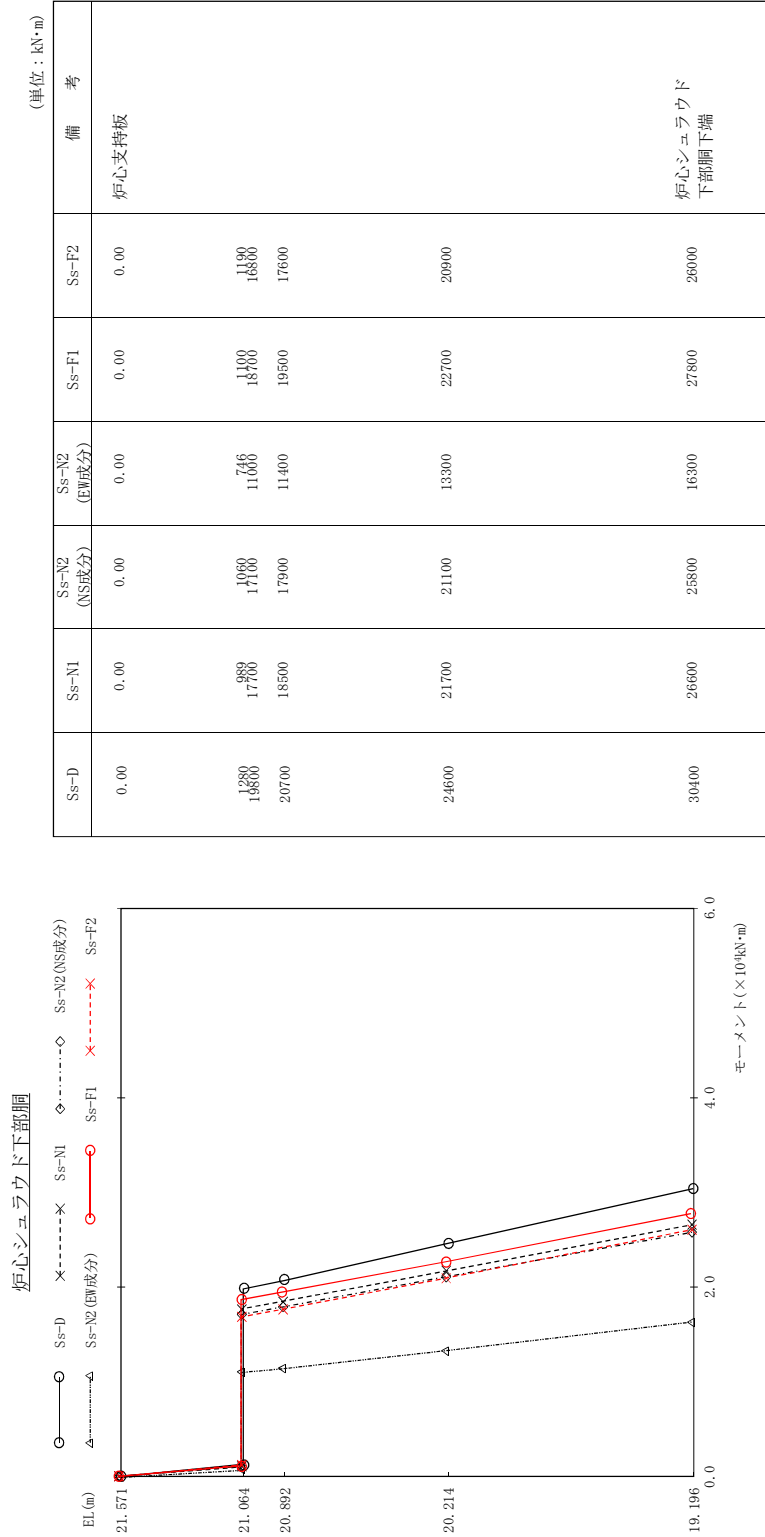


図 4 - 216 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向 炉心シュラウド下部胴)

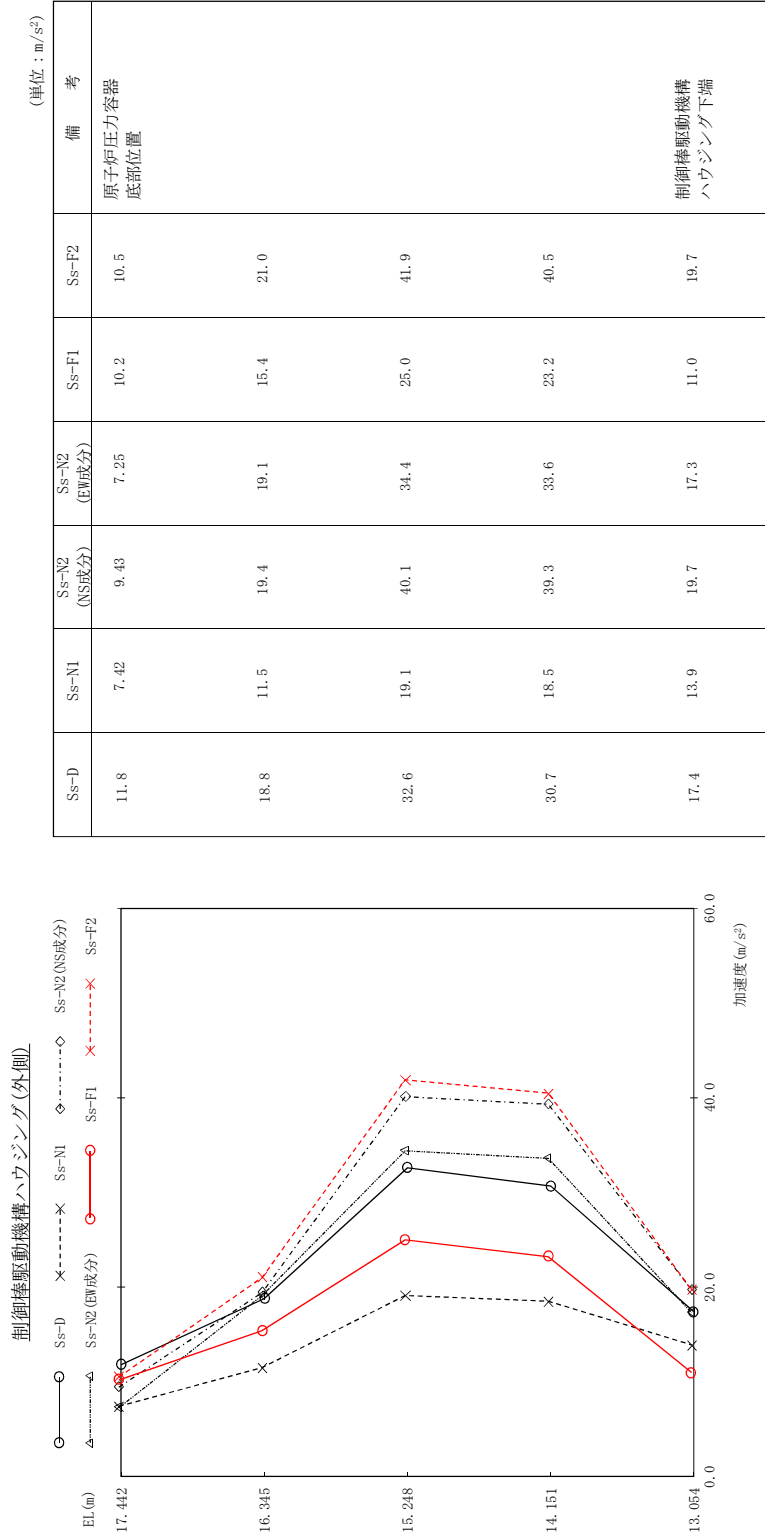


図 4 - 217 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

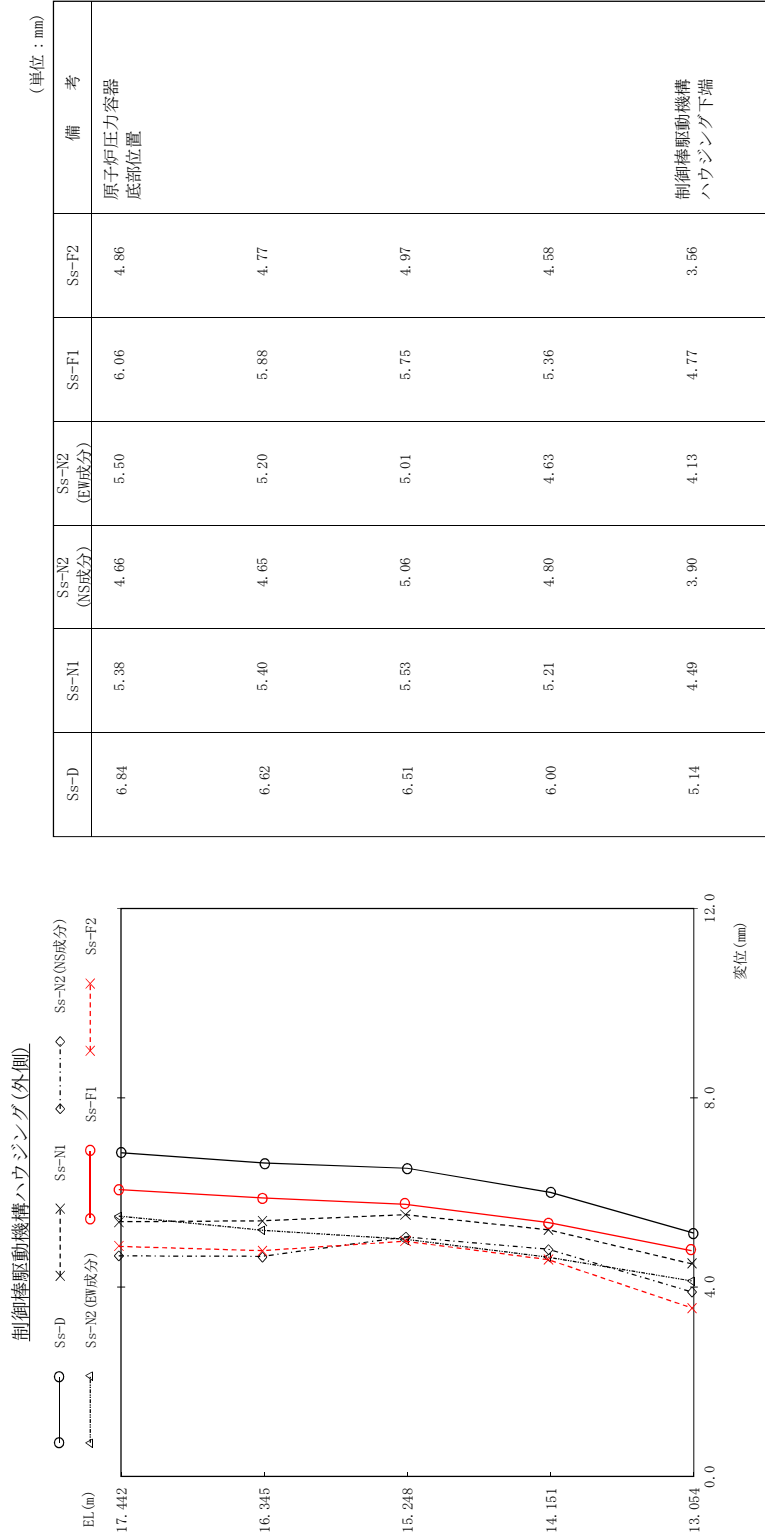


図 4 - 218 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

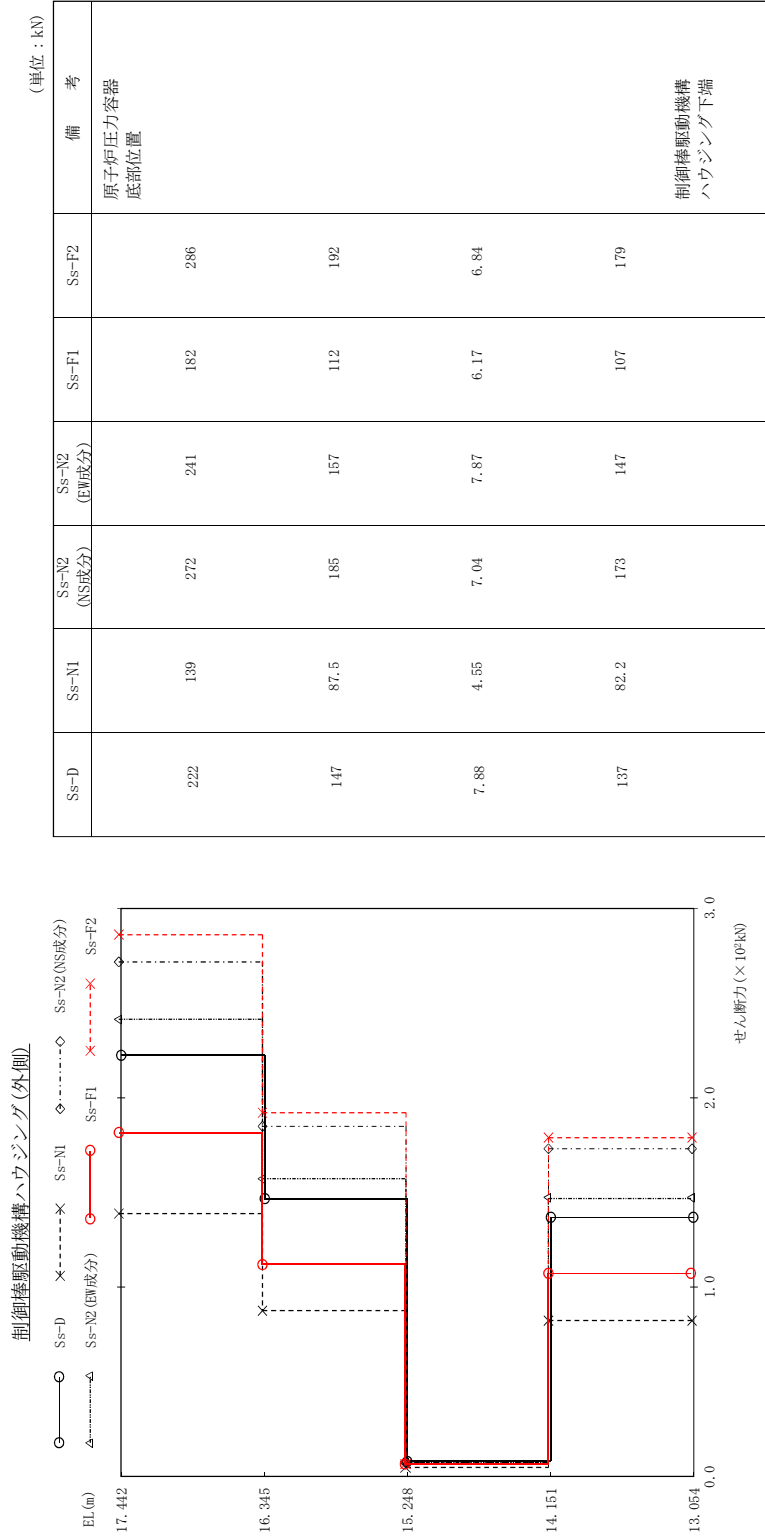


図 4 - 219 最大応せん断力 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))



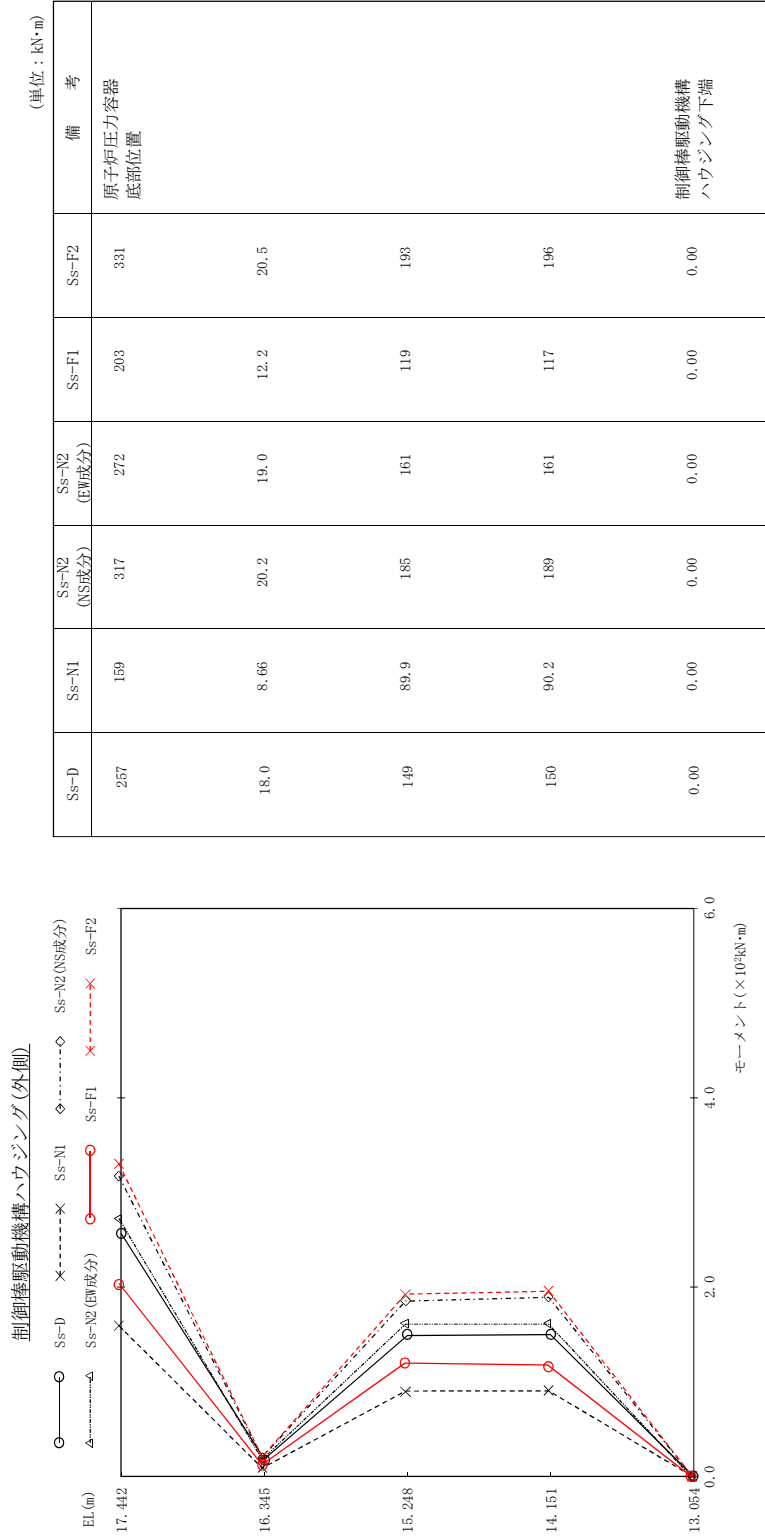


図 4 - 220 最大応答モーメント (EW方向) 制御棒駆動機構ハウジング(外側)

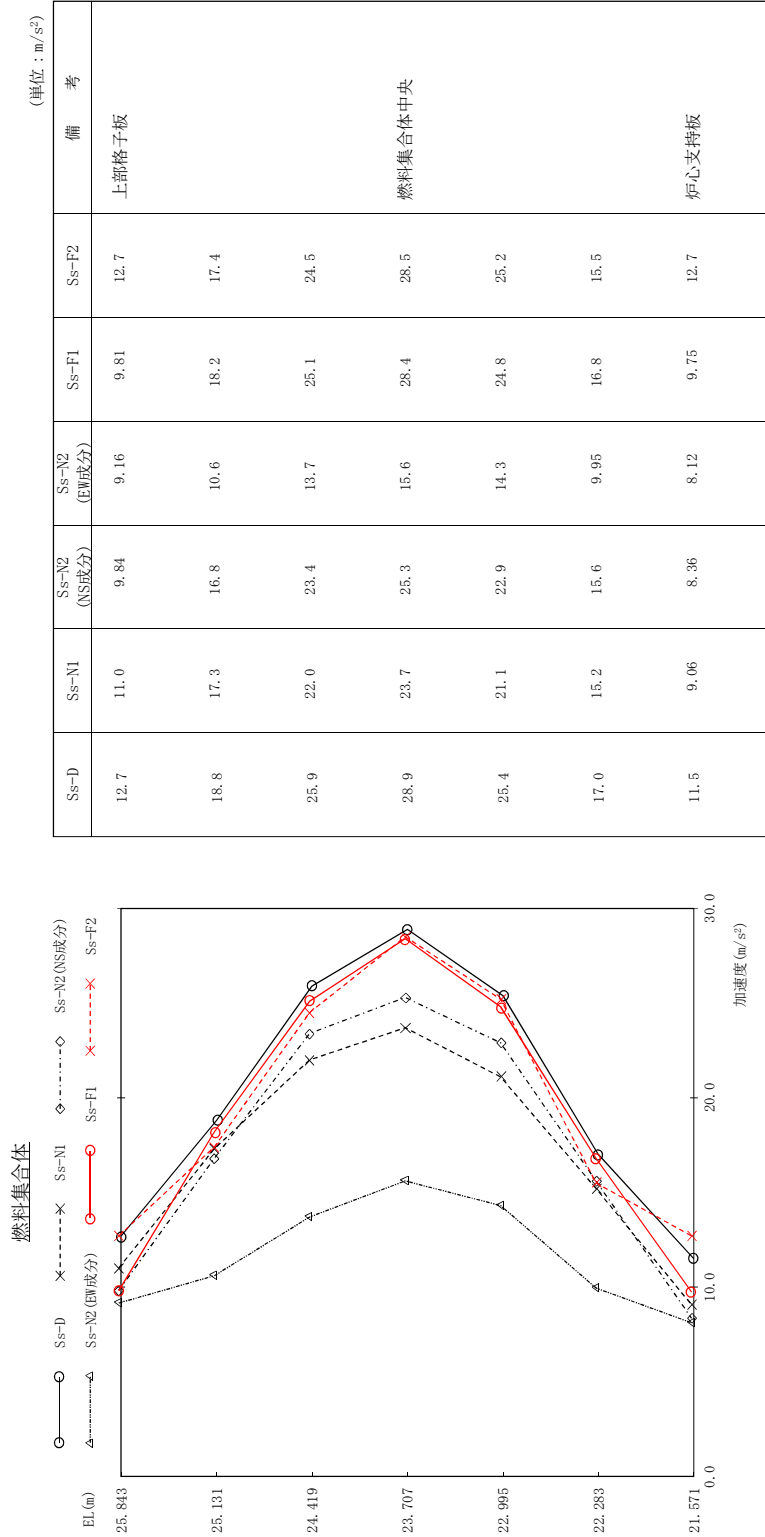


図 4 - 221 最大心管加速度 基準地震動 S s (EW方向 燃料集合体)

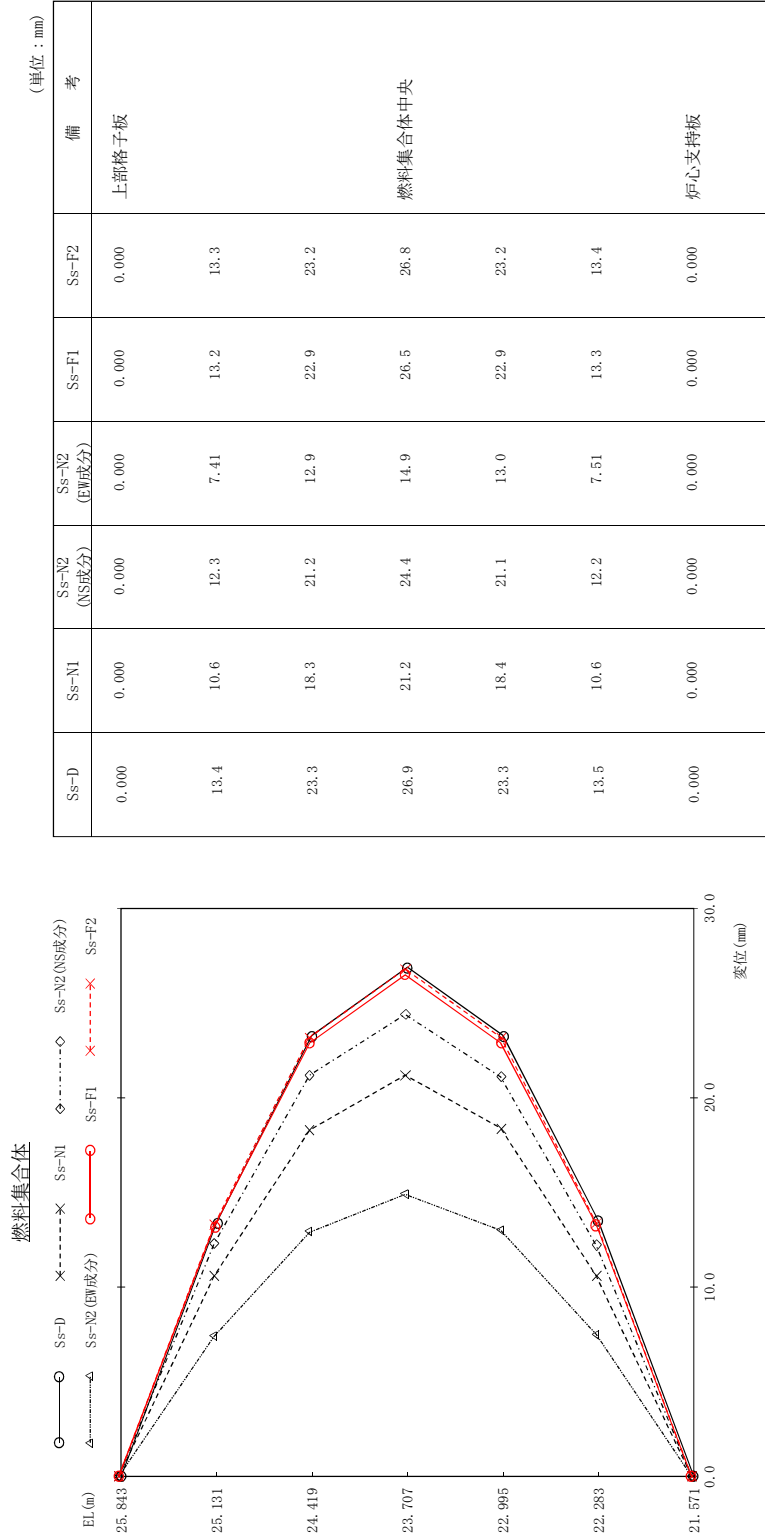


図 4 - 222 最大応答相対変位 基準地震動 S s (EW方向) 燃料集合体

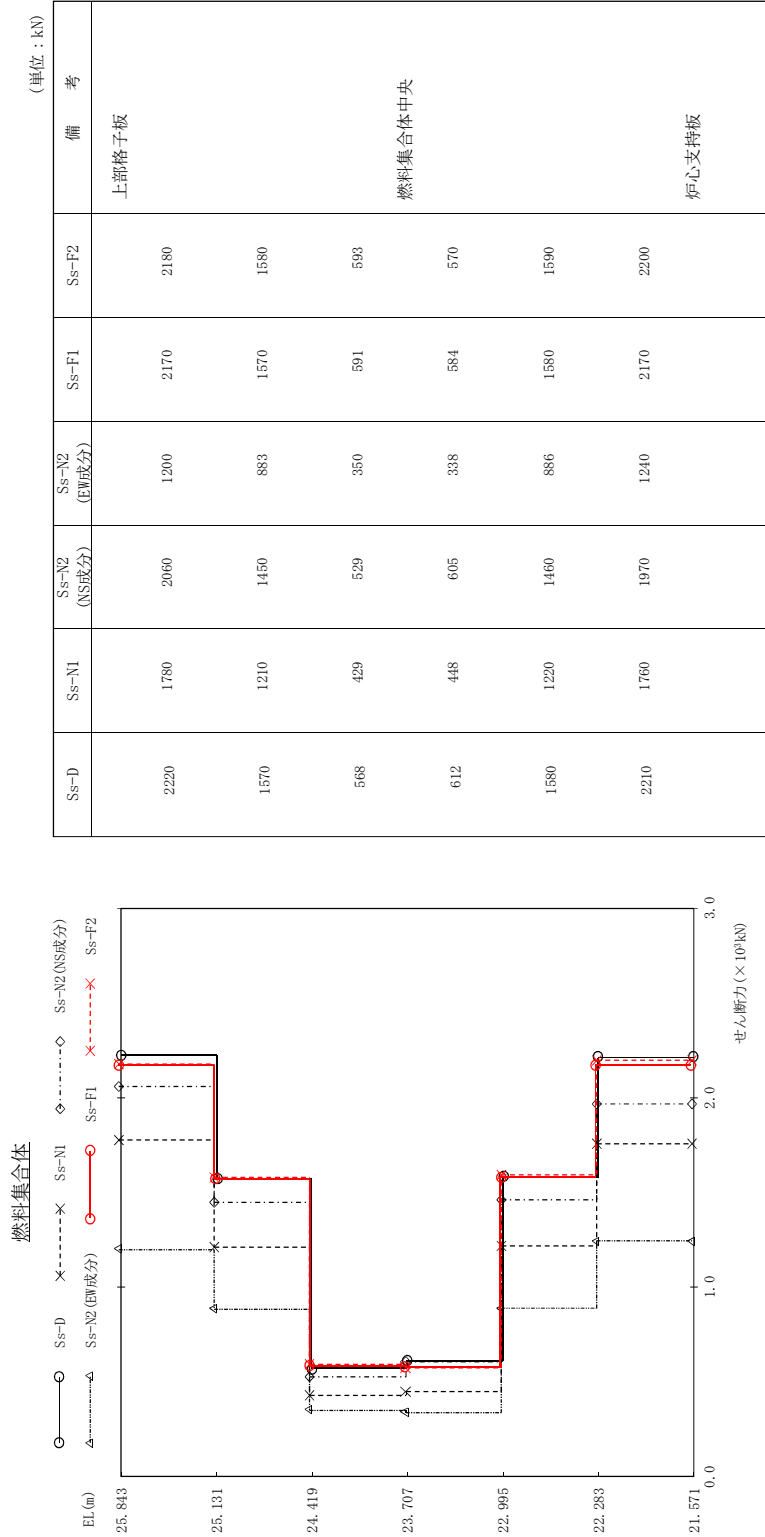


図 4 - 223 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 燃料集合体)

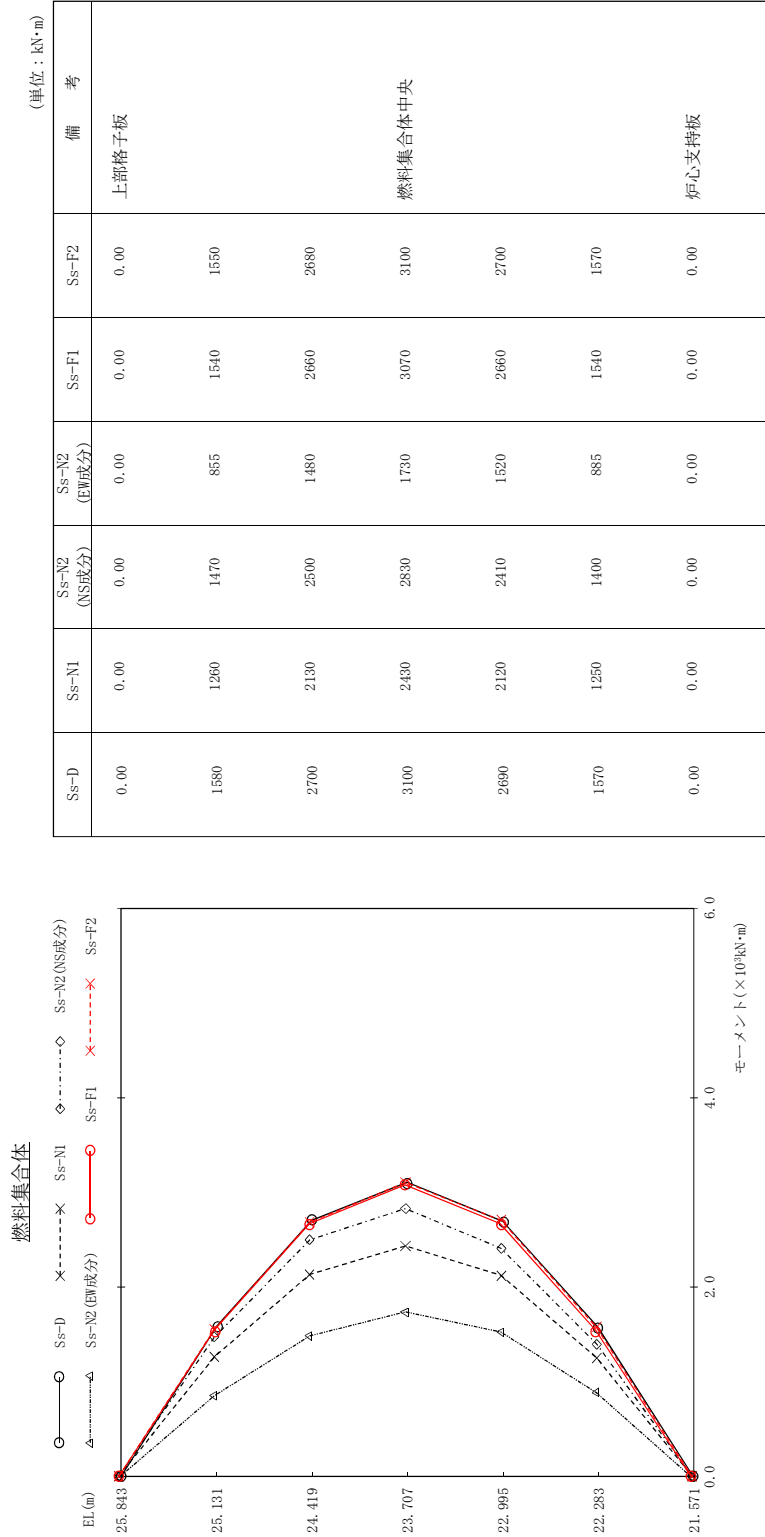


図 4 - 224 最大応答モーメント (EW方向) 燃料集合体

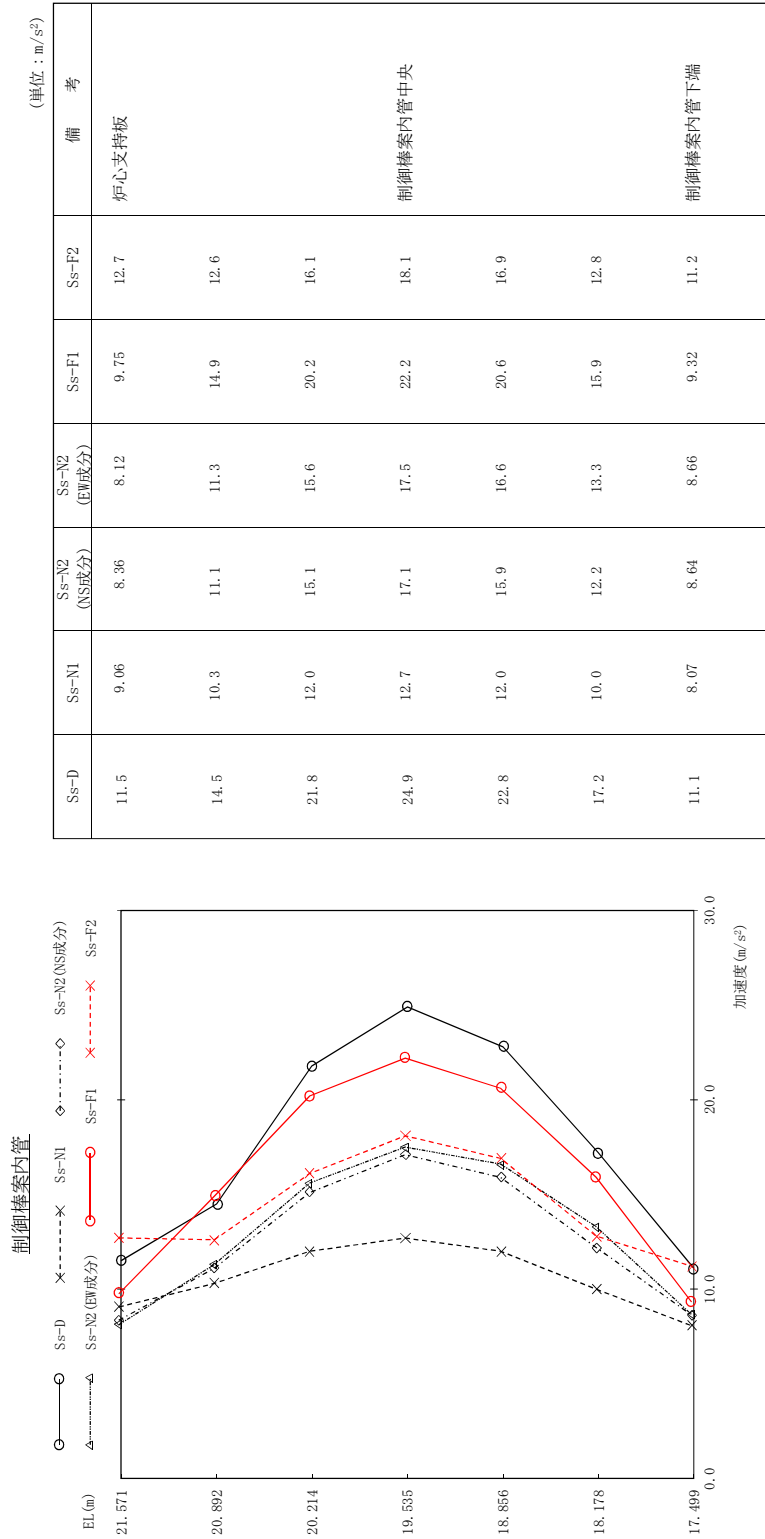


図 4 - 225 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 制御棒案内管)

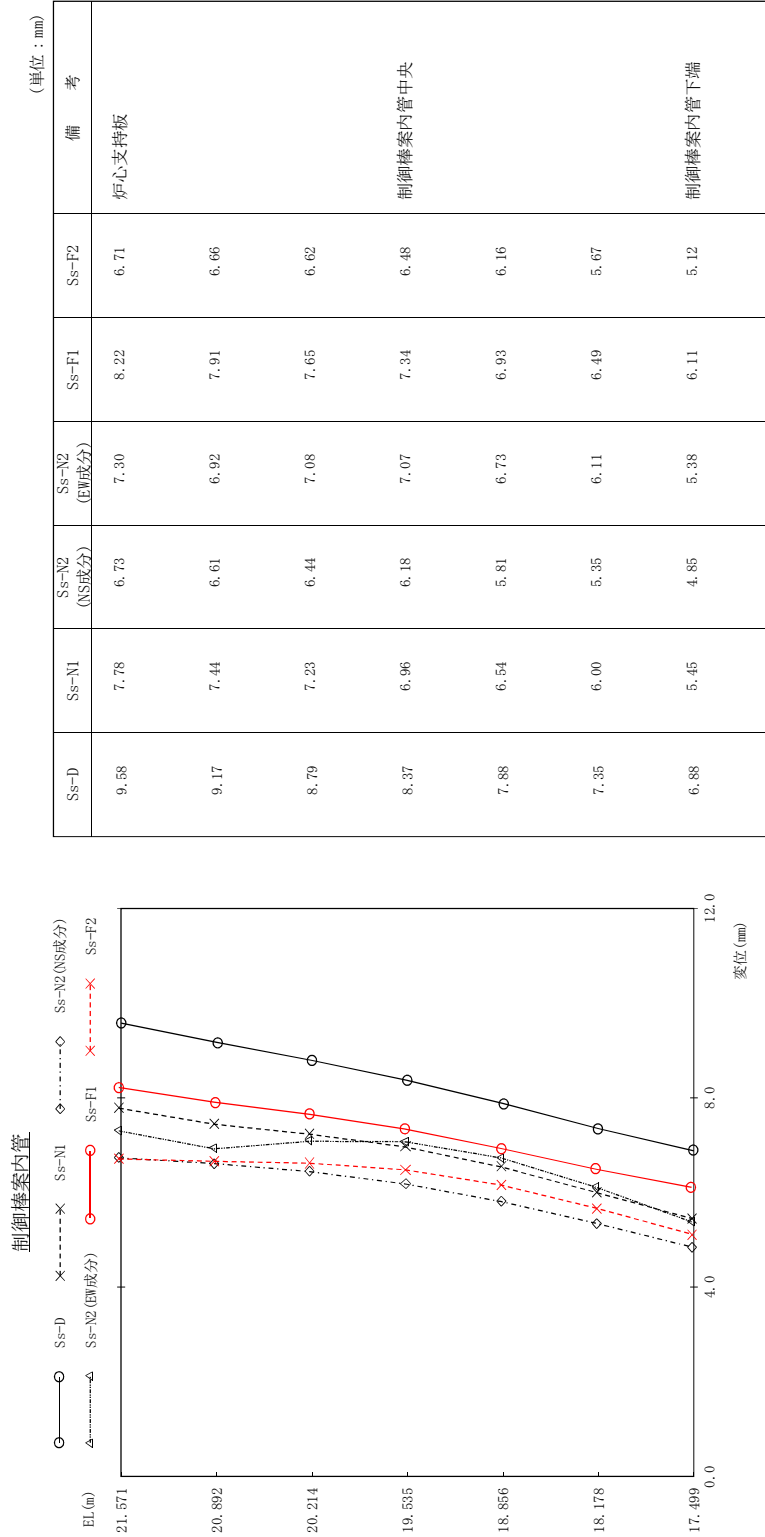


図 4 - 226 最大心管変位 基準地震動 S s (EW方向 制御棒案内管)

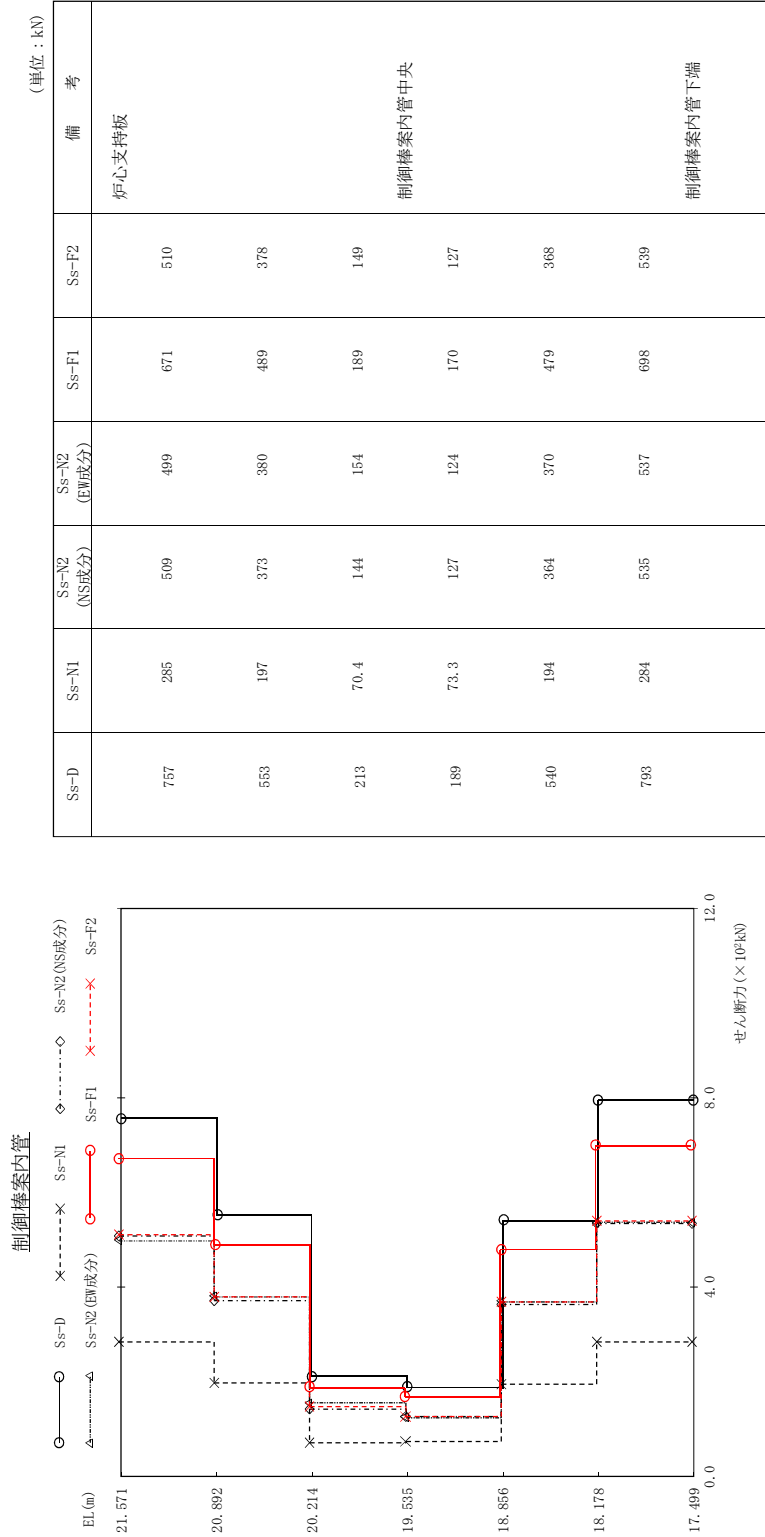


図 4 - 227 最大応答せん断力 基準地震動 S s (EW方向 制御棒案内管)



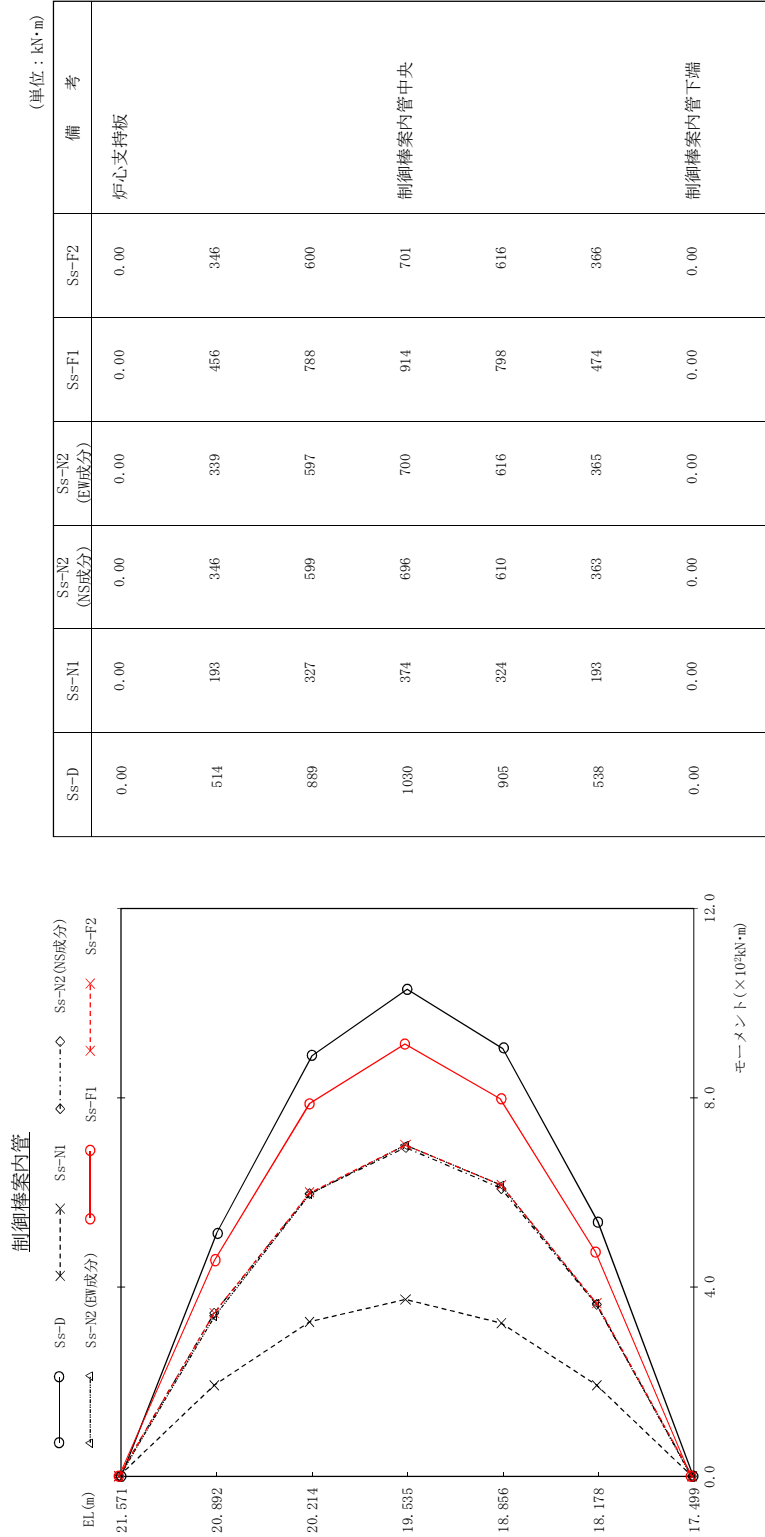


図 4 - 228 最大応管モーメント 基準地震動 S s (EW方向 制御棒案内管)

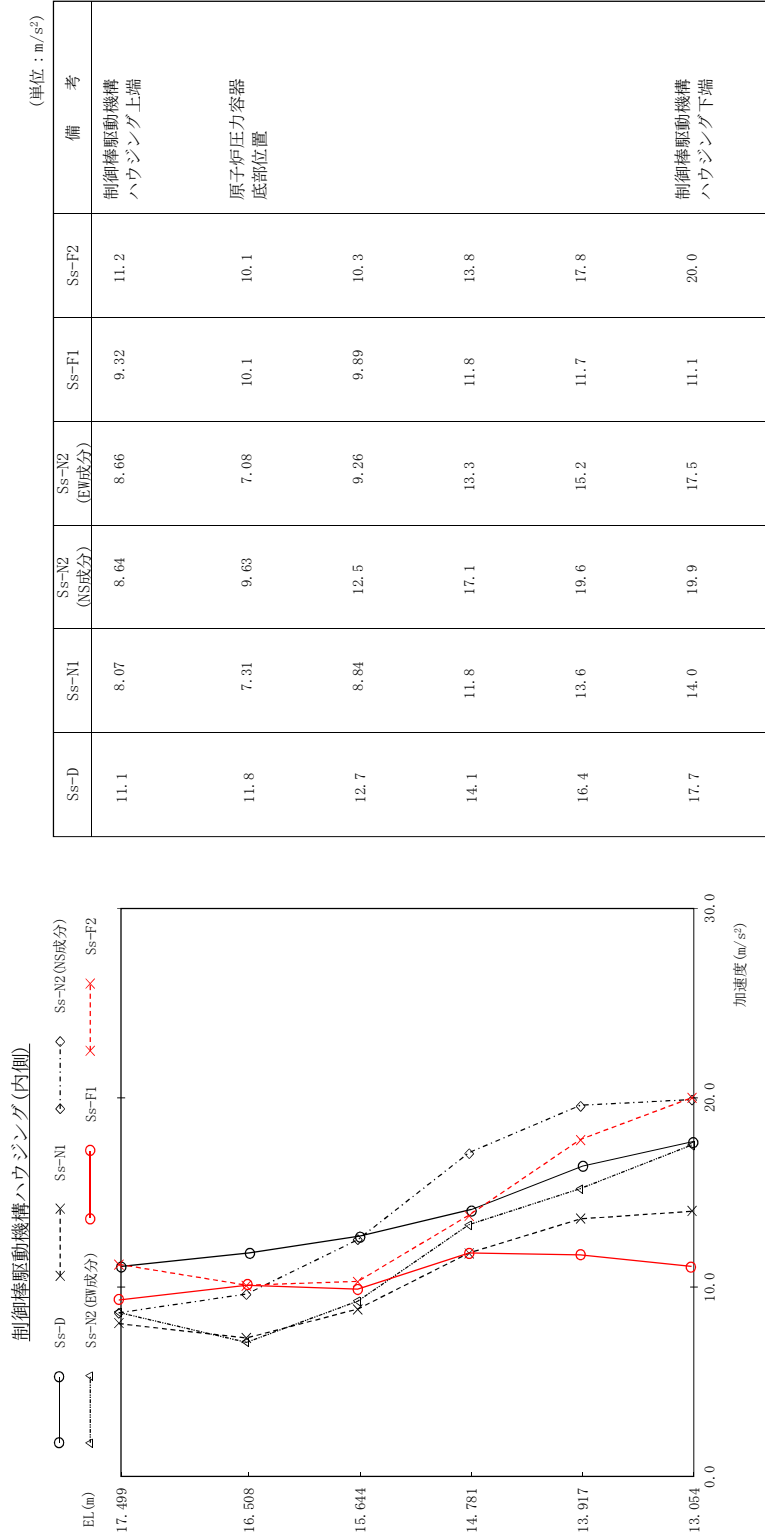


図 4 - 229 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

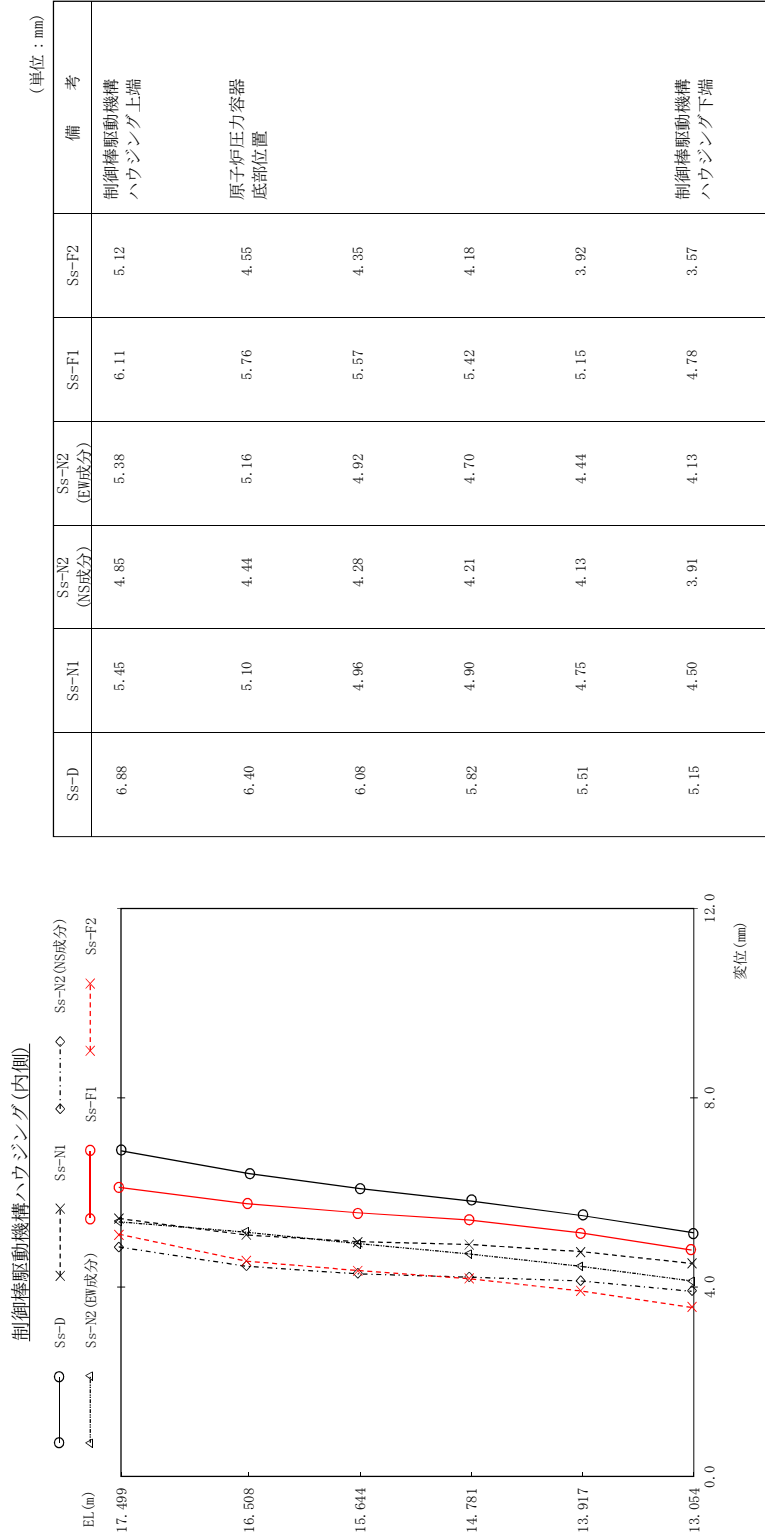


図 4 - 230 最大応答変位 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

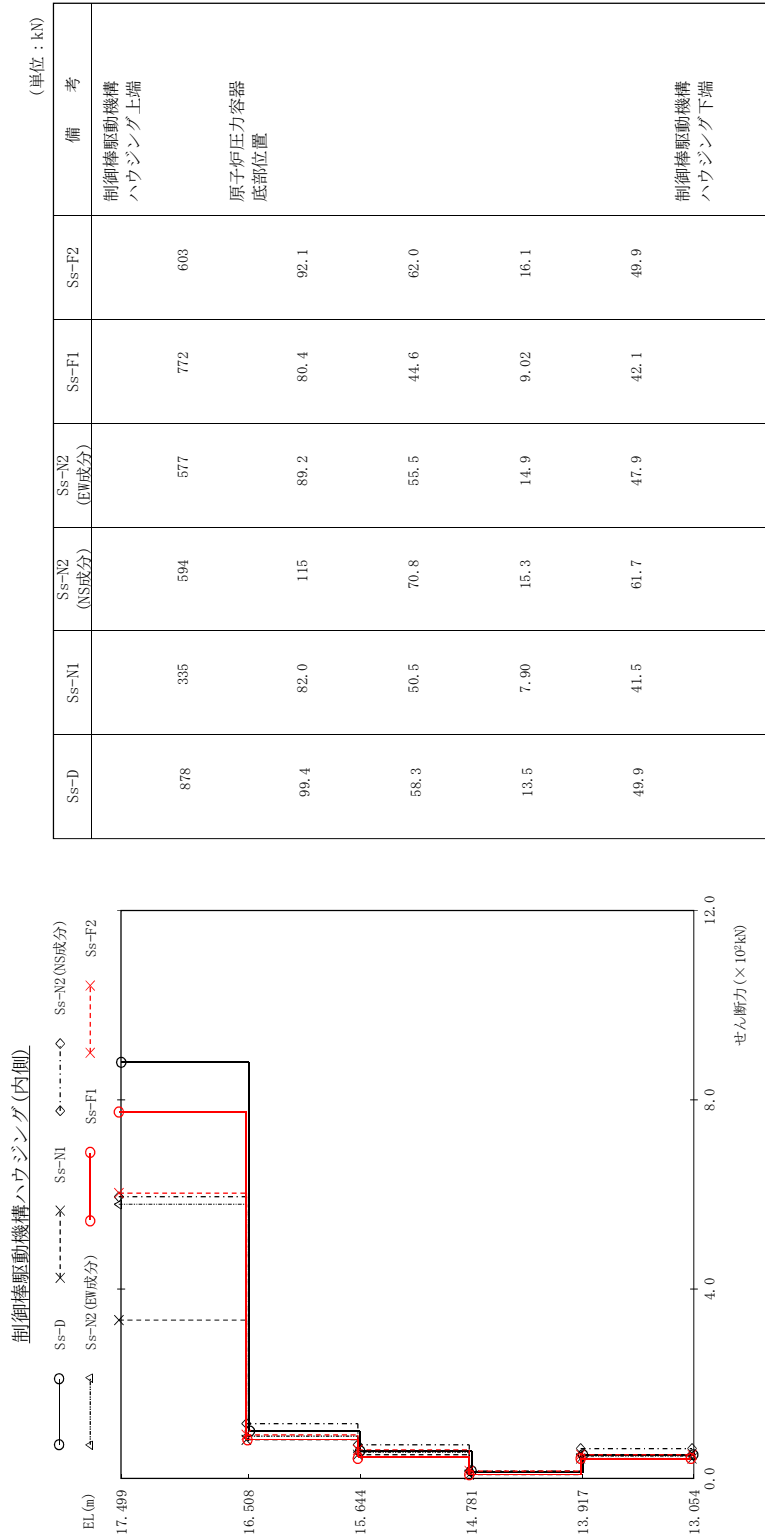
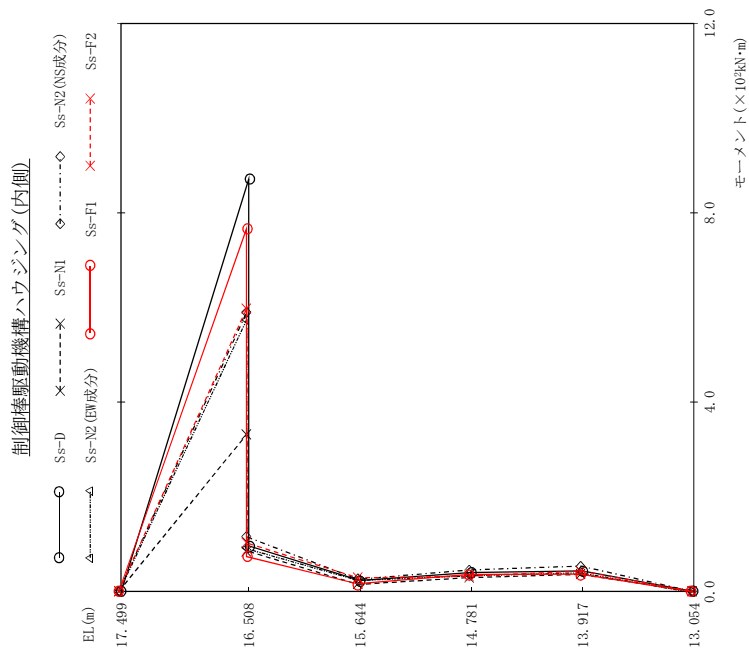


図 4 - 231 最大応せん断力 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))



(単位: kN·m)

Ss-D	Ss-N1	Ss-N2 (NS成分)	Ss-N2 (EW成分)	Ss-F1	Ss-F2	備考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構ハウジング上端
870 98.7	332 86.5	589 115	572 92.6	765 73.2	597 102	原子炉圧力容器底部位置
23.0	14.6	25.3	25.3	15.7	28.4	
39.9	29.0	45.1	35.0	35.3	31.9	
43.1	35.8	53.2	41.3	36.3	43.0	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4 - 232 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

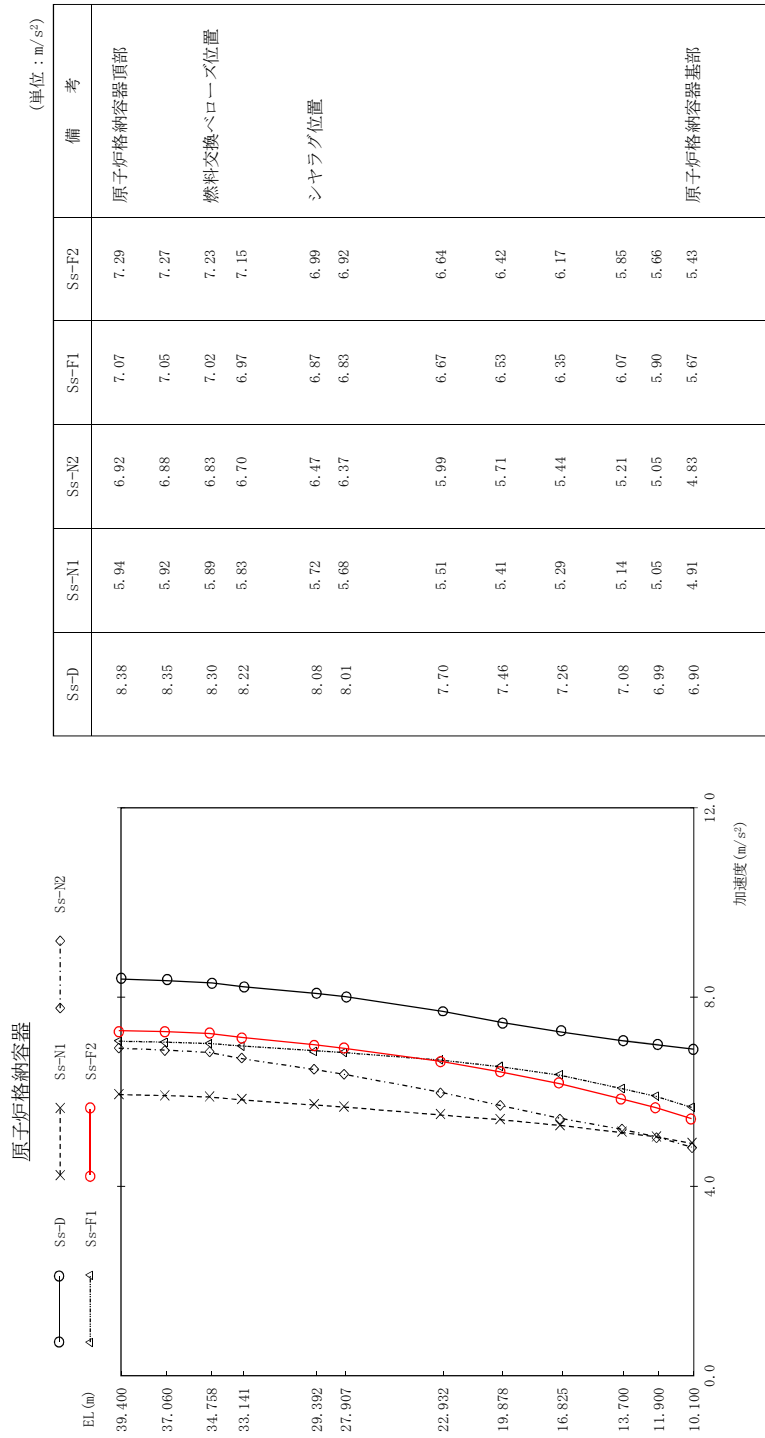


図 4 - 233 最大応答加速度 (鉛直方向 原子炉格納容器) 基準地震動 S s

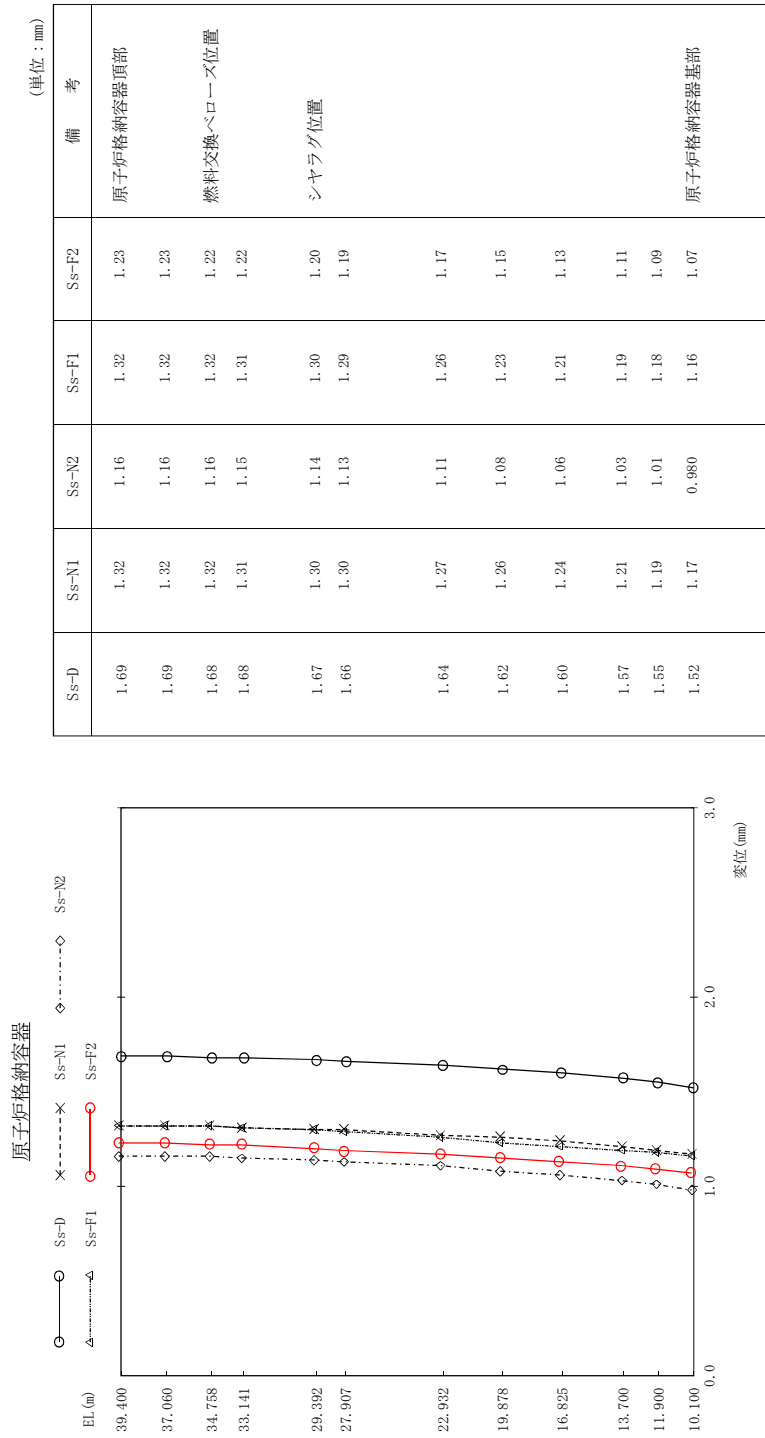


図 4 - 234 最大応変位置 (鉛直方向 原子炉格納容器)

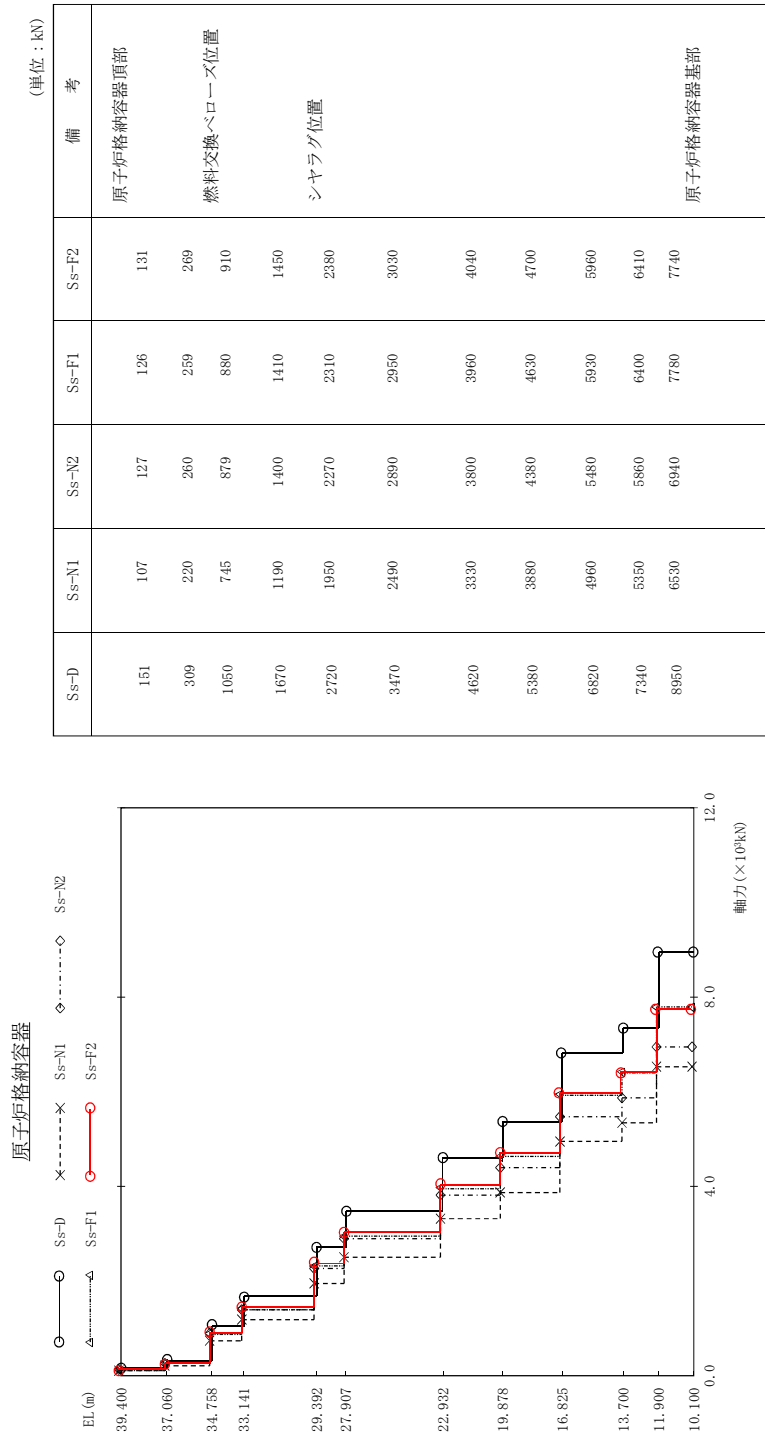


図 4 - 235 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉格納容器)



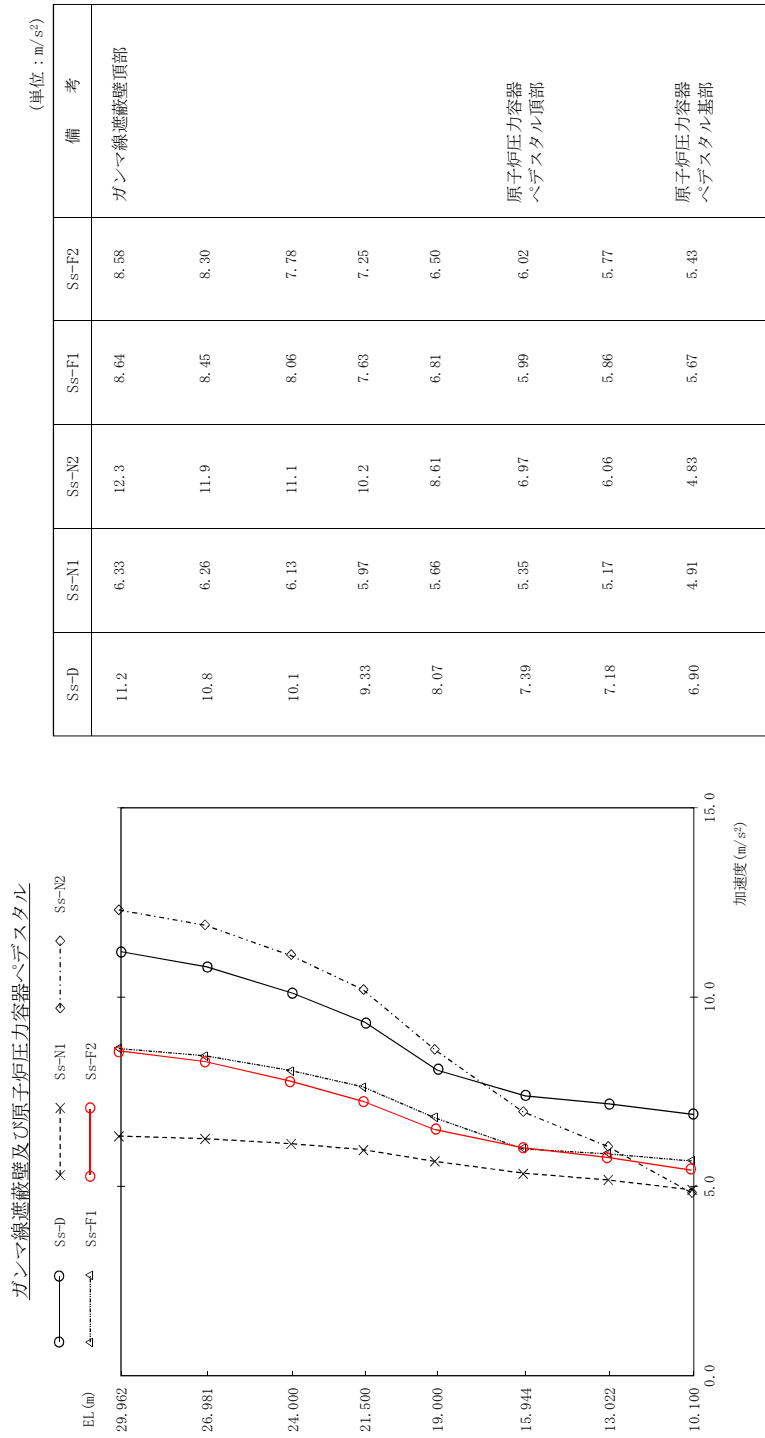
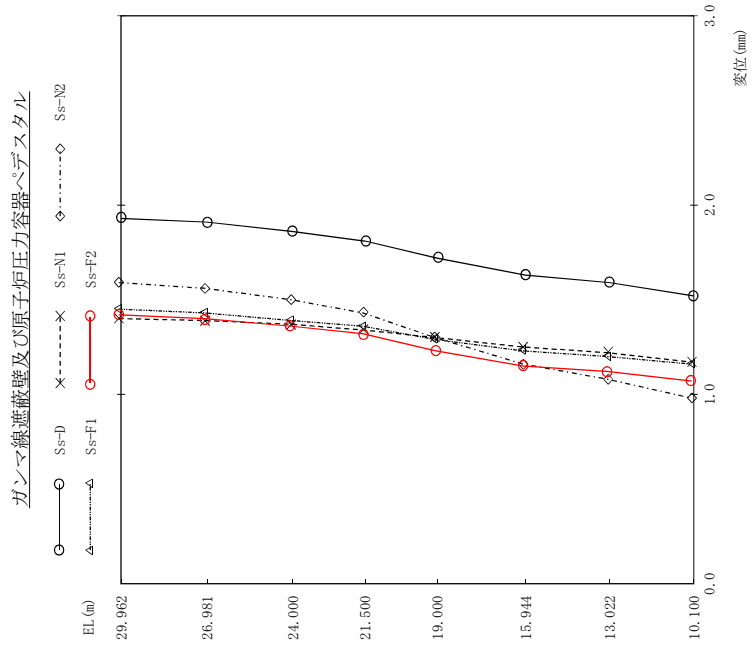


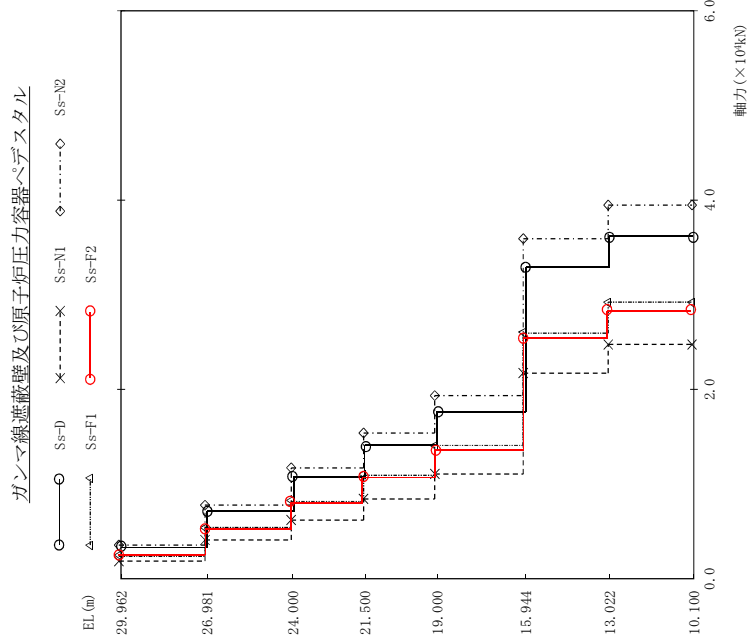
図 4 - 236 最大心管加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)



(単位：mm)

SS-D	SS-N1	SS-N2	SS-F1	SS-F2	備考
1.93	1.40	1.59	1.45	1.42	ガンマ線遮蔽壁頂部
1.91	1.39	1.56	1.43	1.40	
1.86	1.37	1.50	1.39	1.36	
1.81	1.34	1.43	1.36	1.32	
1.72	1.30	1.30	1.29	1.23	
1.63	1.25	1.16	1.23	1.15	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
1.59	1.22	1.08	1.20	1.12	
1.52	1.17	0.980	1.16	1.07	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 237 最大応答変位 基準地震動 S s (鉛直方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル



(単位：kN)

軸力 (×10 <sup>6</sup> kN)	EL (m)	Ss-D	Ss-NI	Ss-F1	Ss-F2	備考
3.61	10.100	3310	1870	2500	2490	ガンマ線遮蔽壁頂部
3.28	13.022	3280	2170	2600	2550	
1.76	15.944	1760	11000	14100	13600	原子炉圧力容器 ペデスタル頂部
1.90	19.000	14000	8390	11000	10700	
2.15	21.500	10700	6250	8260	8100	
2.40	24.000	7080	4060	5400	5340	
2.69	26.981	3310	1870	2500	2490	
2.99	29.962	36100	24700	29200	28400	原子炉圧力容器 ペデスタル基部

図 4 - 238 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向) ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル

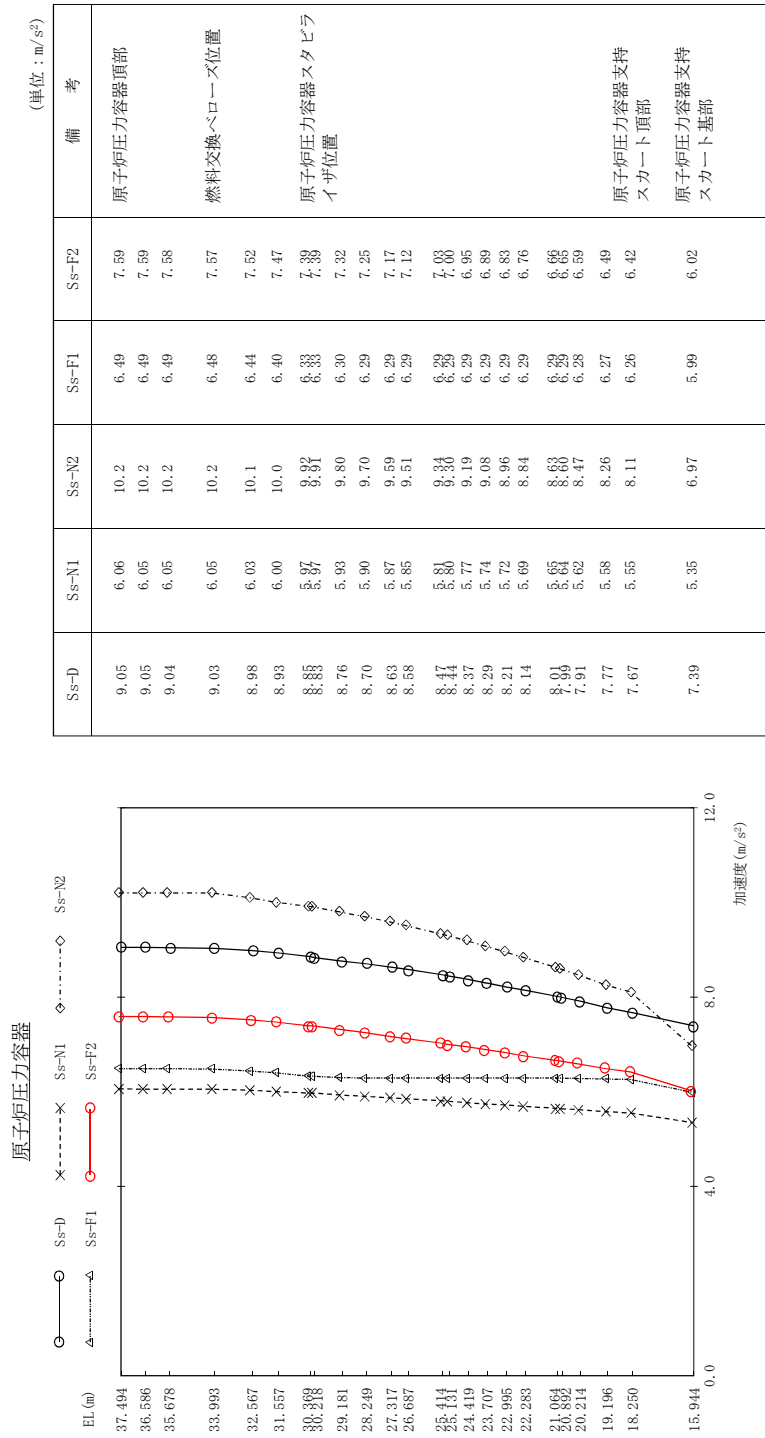


図 4 - 239 最大応答加速度 Ss (鉛直方向) 原子炉压力容器

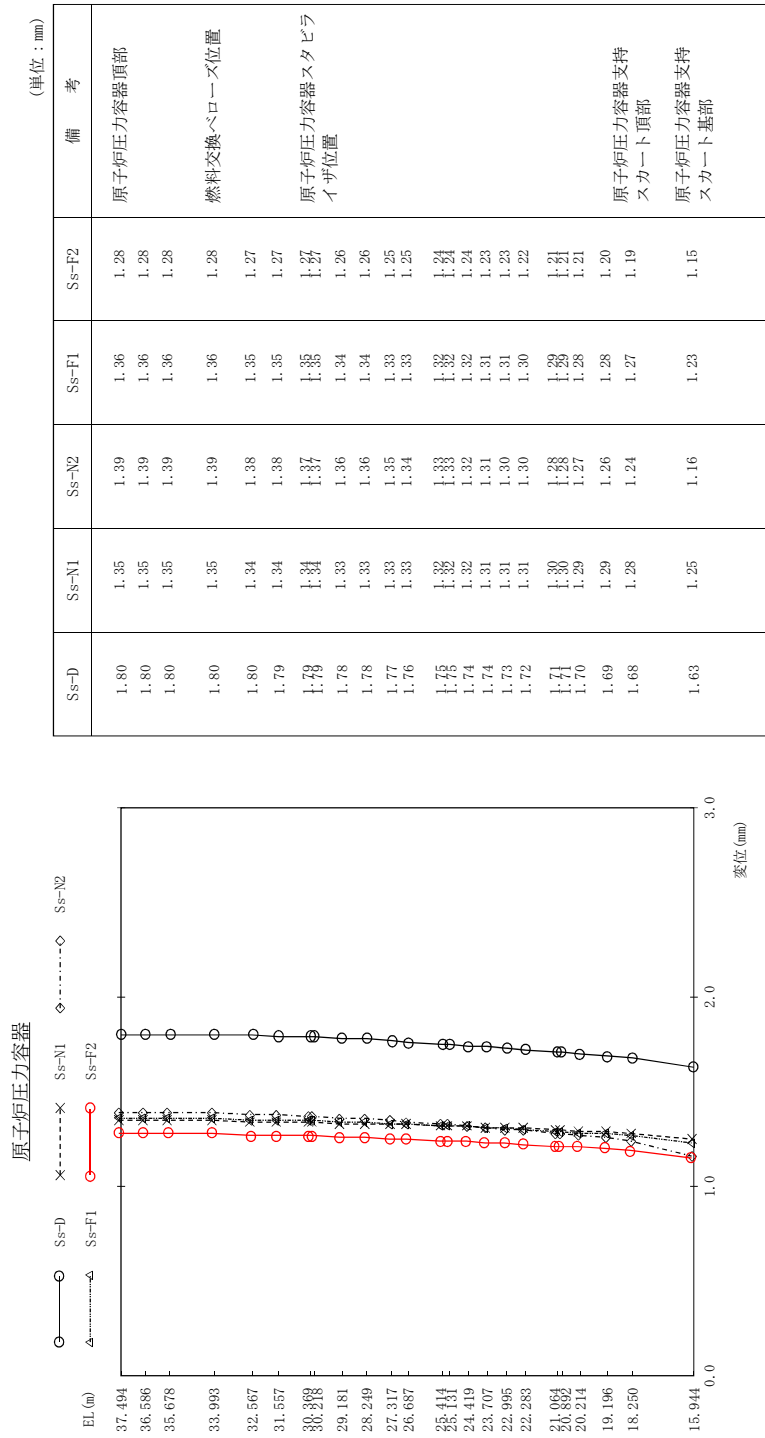


図 4 - 240 最大応変位置 (鉛直方向) 原子炉圧力容器

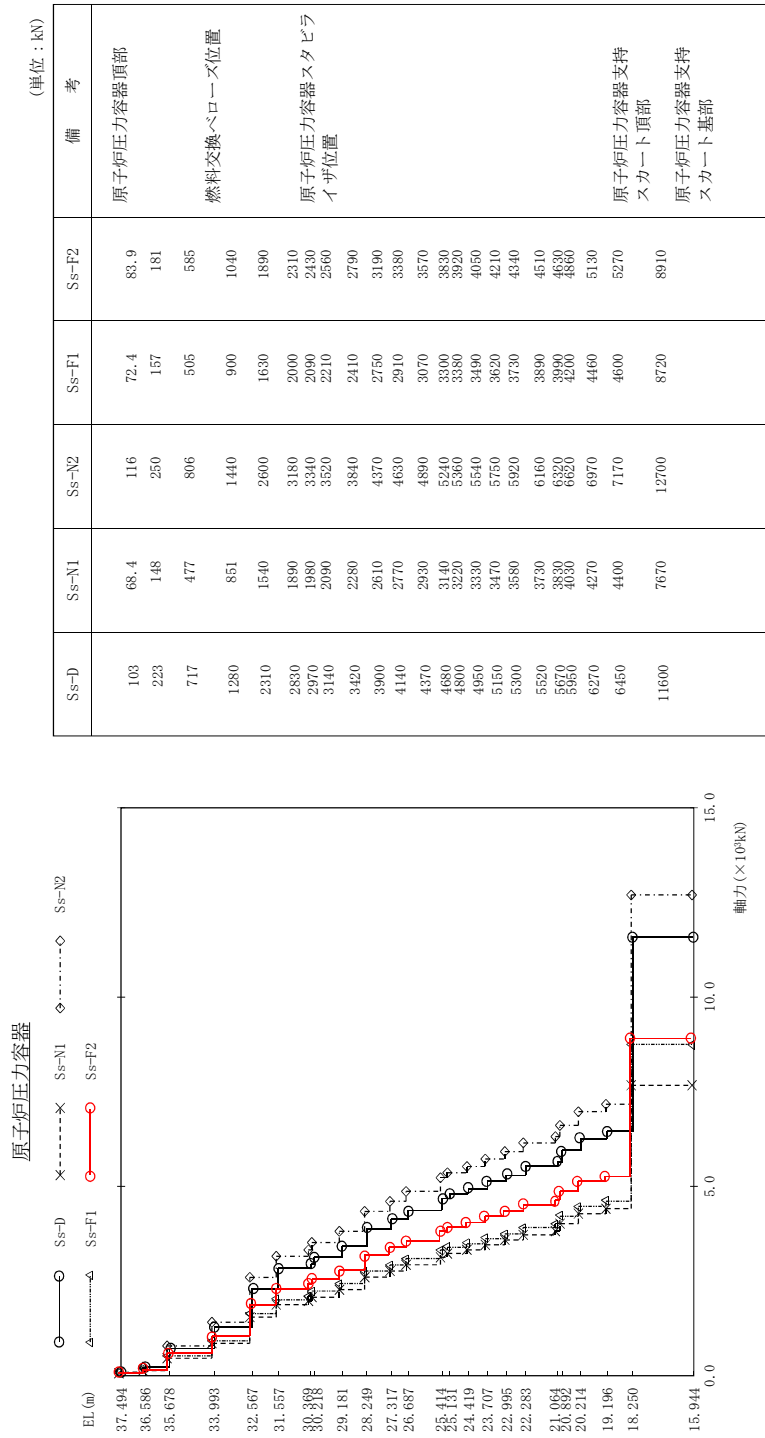


図 4 - 241 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉圧力容器)

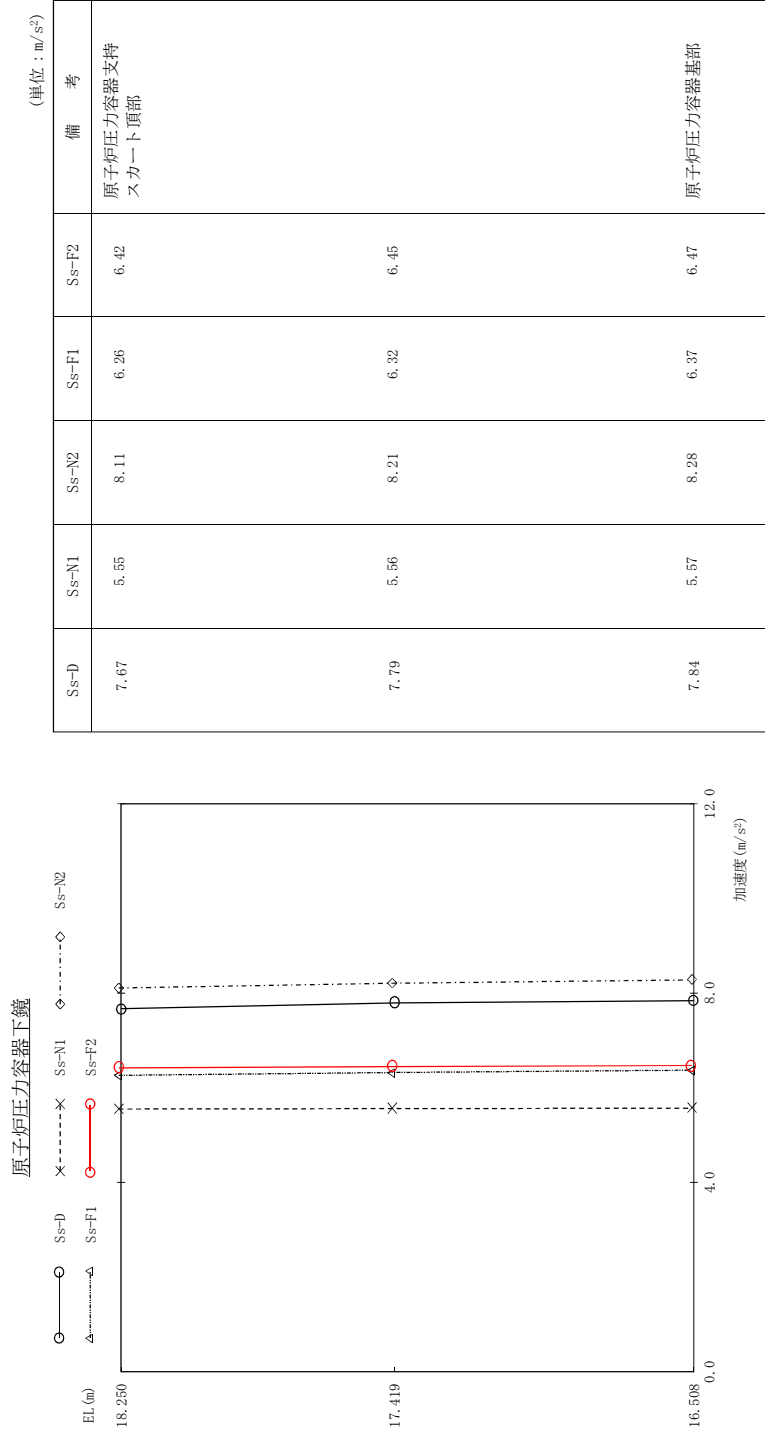


図 4 - 242 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉压力容器下鏡)

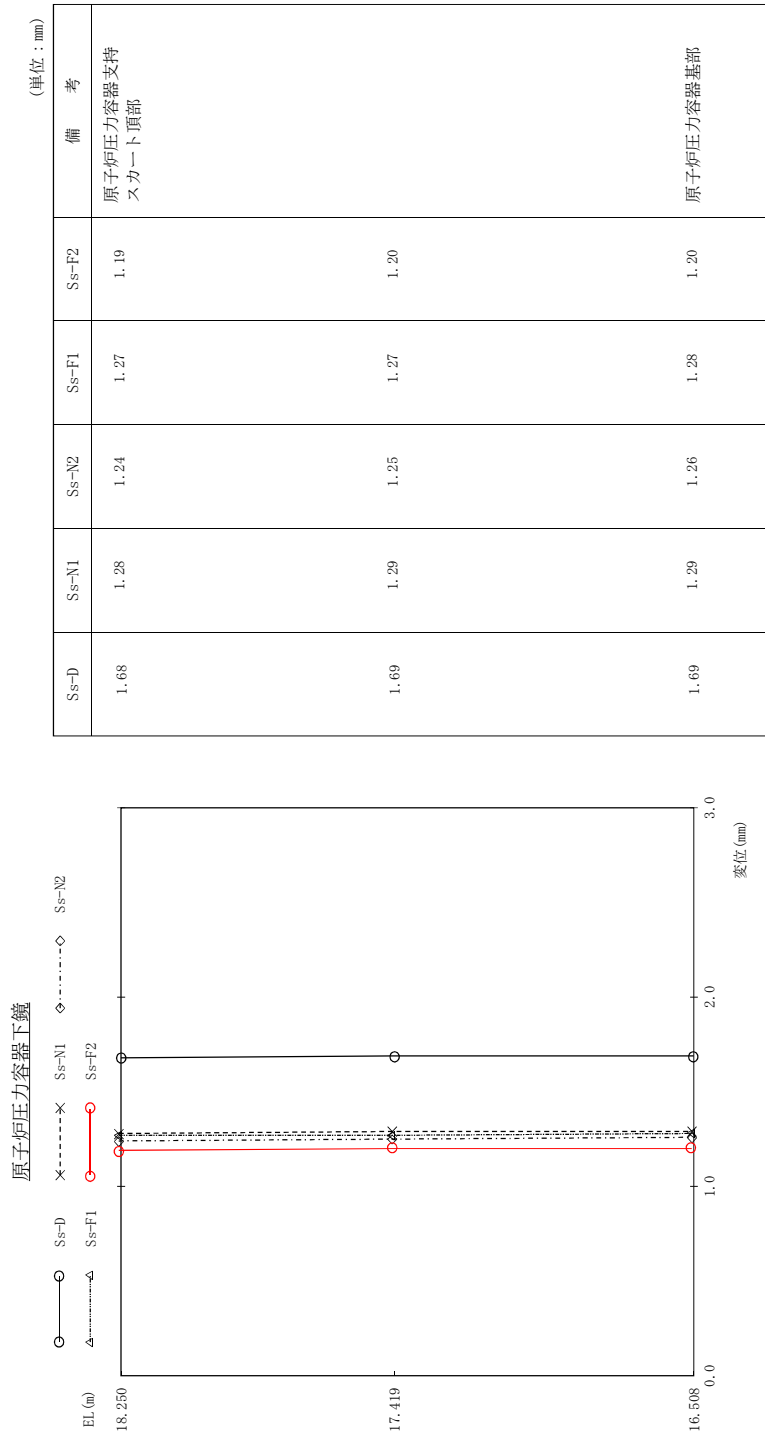


図 4 - 243 最大芯管変位 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉圧力容器下鏡)



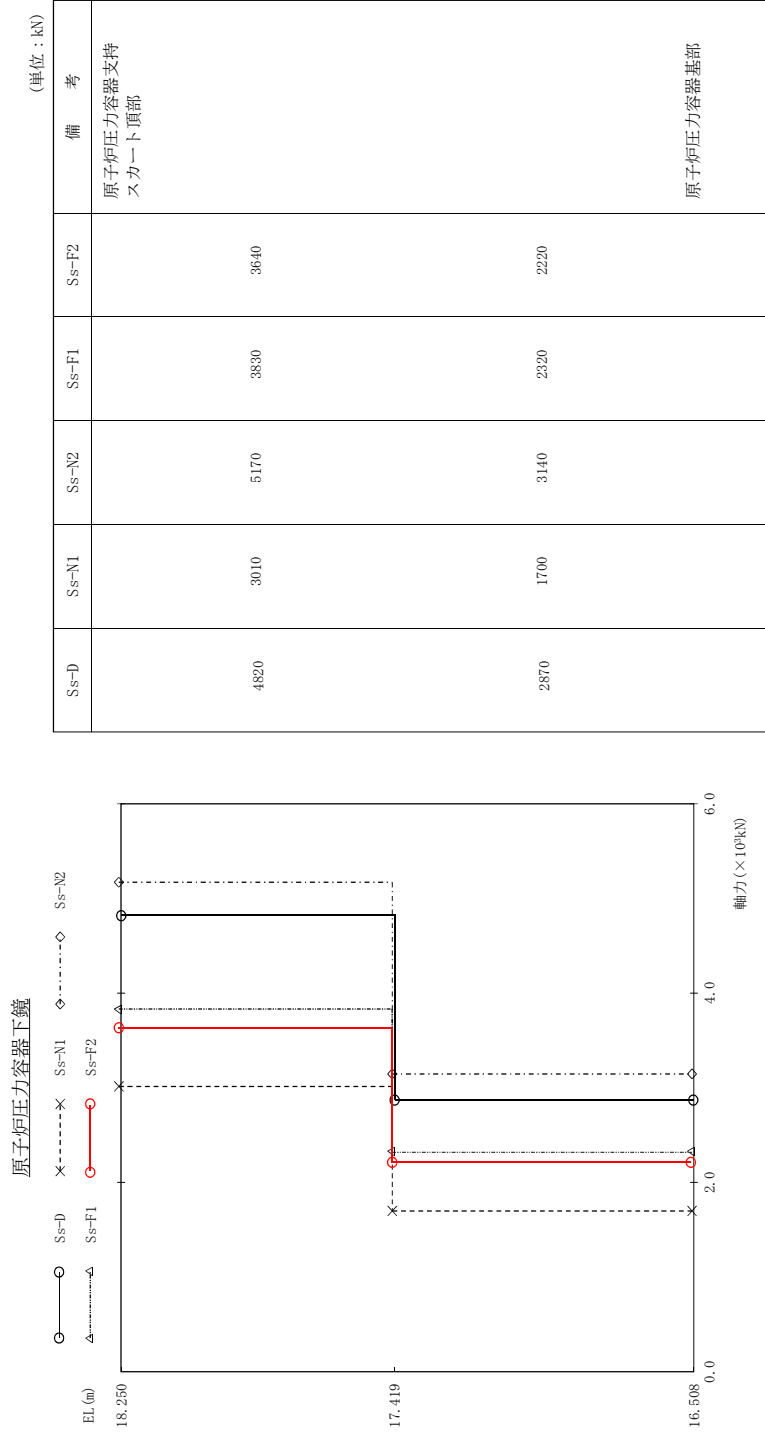


図 4 - 244 最大心管軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉圧力容器下鏡)

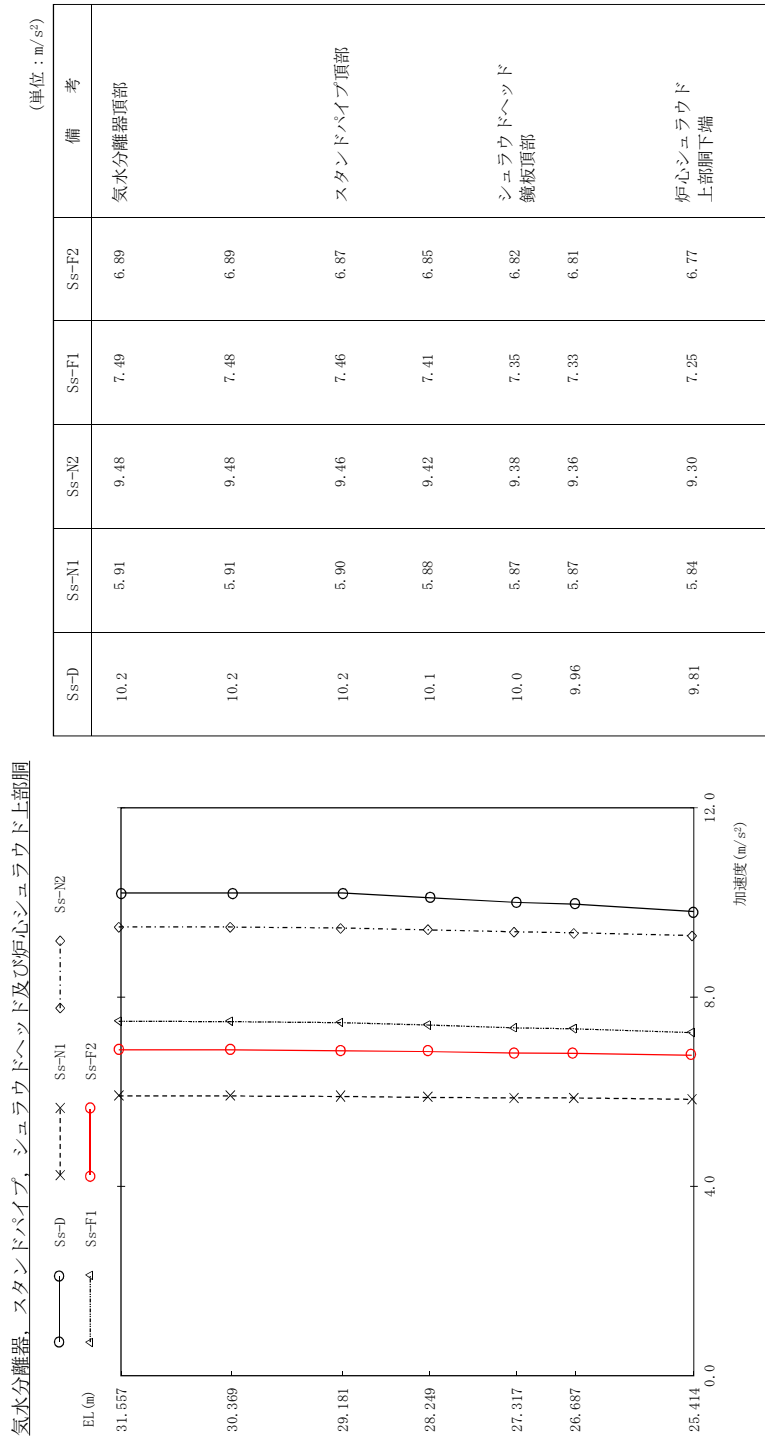


図 4 - 245 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

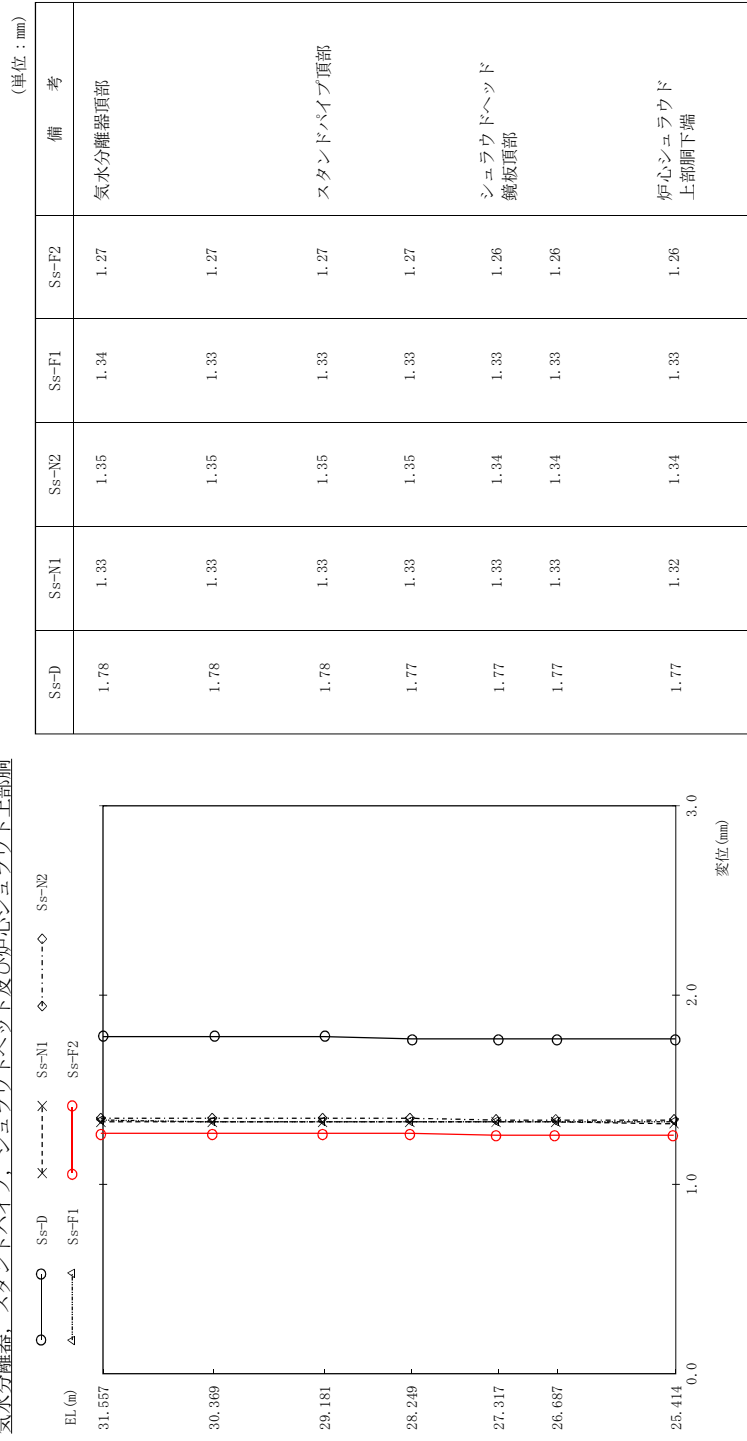
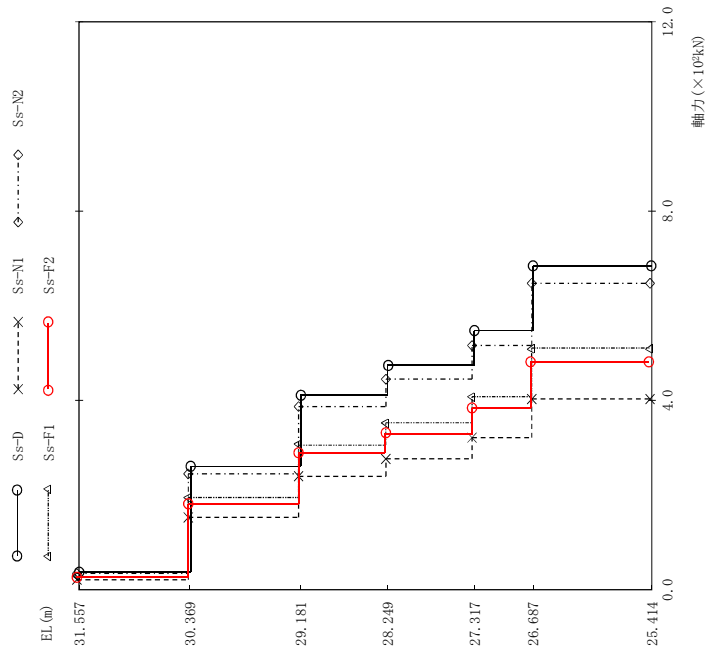


図 4 - 246 最大応答変位 基準地震動 Ss (鉛直方向) 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴



(単位：kN)

Ss-D	Ss-N1	Ss-N2	Ss-F1	Ss-F2	備考
36.1	21.1	33.8	26.8	25.2	気水分離器頂部
260	152	244	193	181	スタンドパイプ頂部
412	241	387	306	288	
473	277	444	351	330	シュラウドヘッド 鏡板頂部
548	321	515	407	383	
686	404	617	509	481	炉心シュラウド 上部胴下端

図 4 - 247 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向) 気水分離器、スタンドパイプ、シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

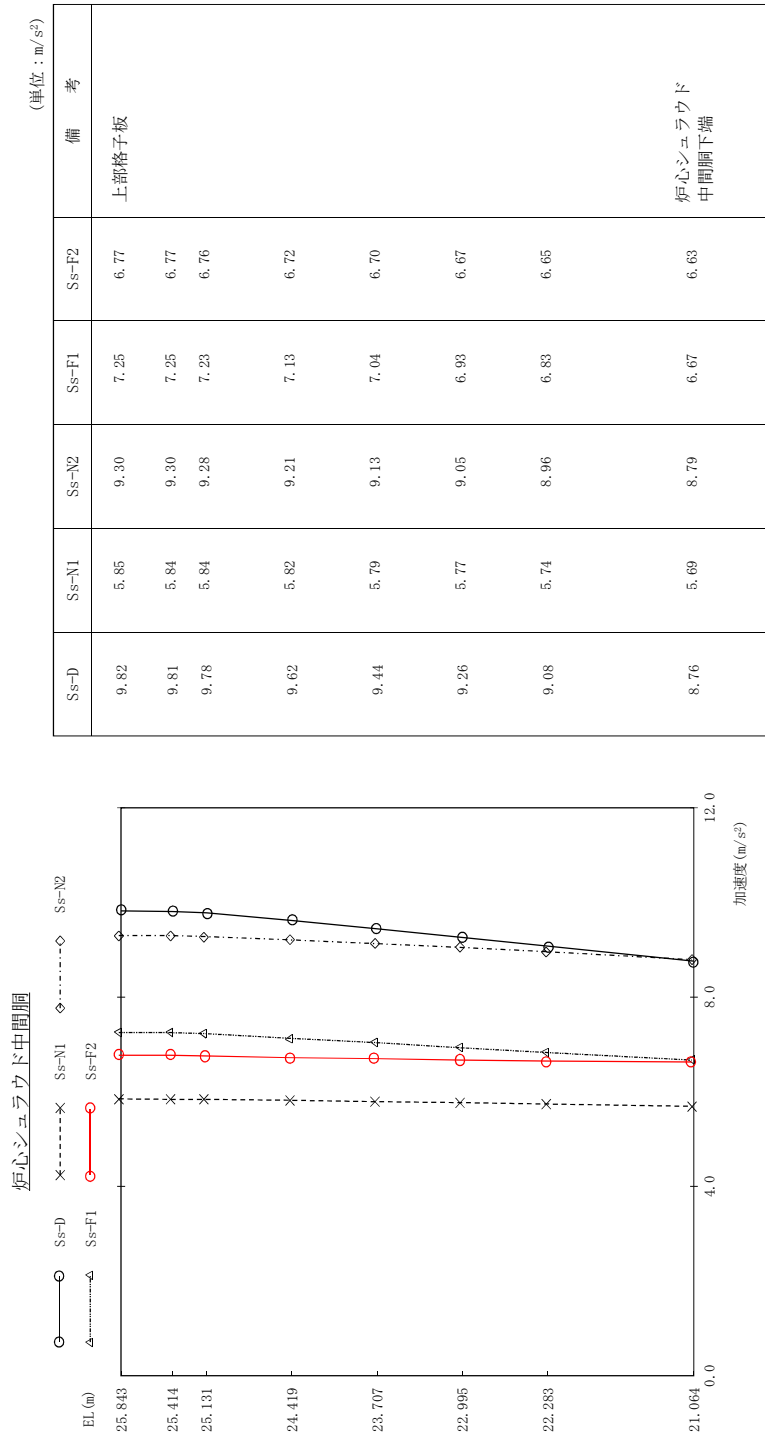


図 4 - 248 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シユラウド中間洞)

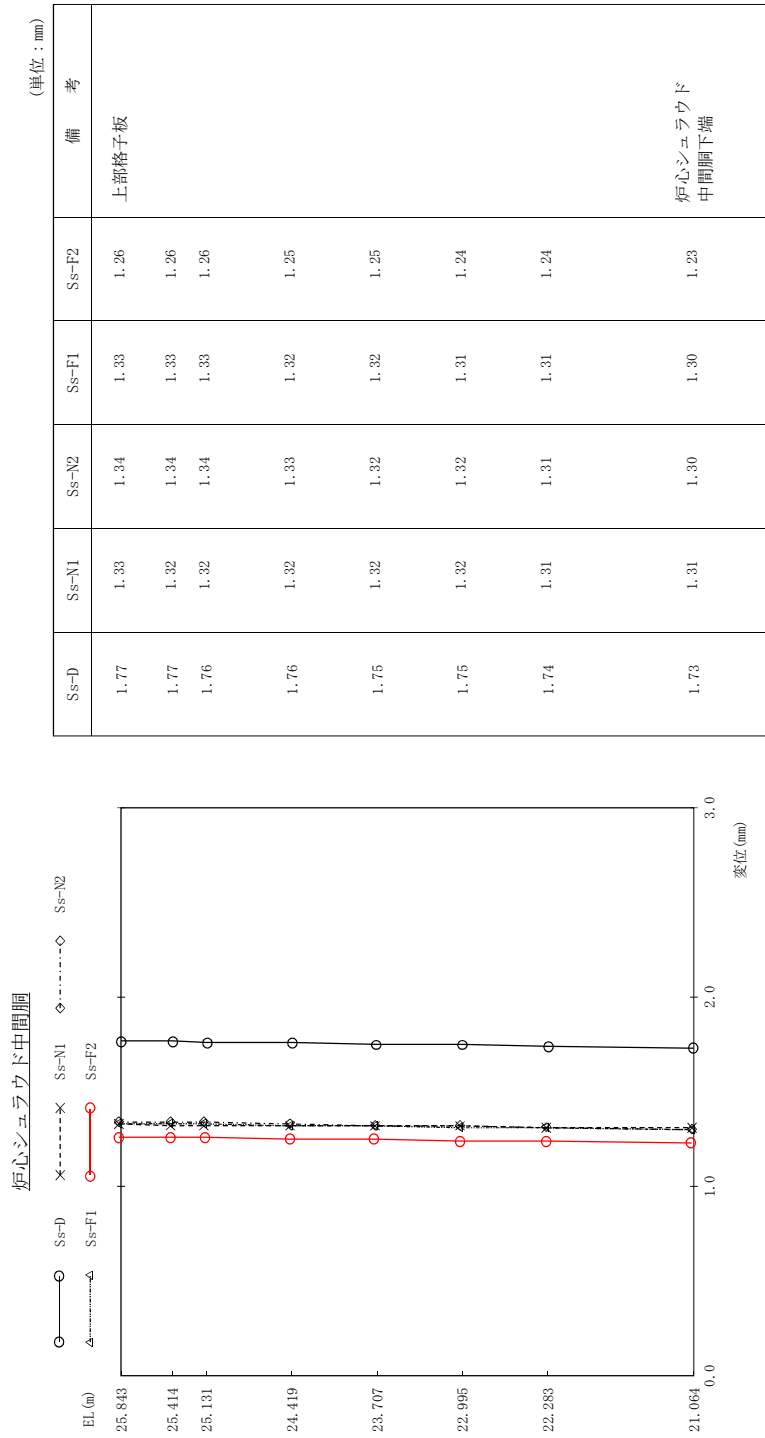


図 4 - 249 最大応答変位 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シュラウド中間胴)

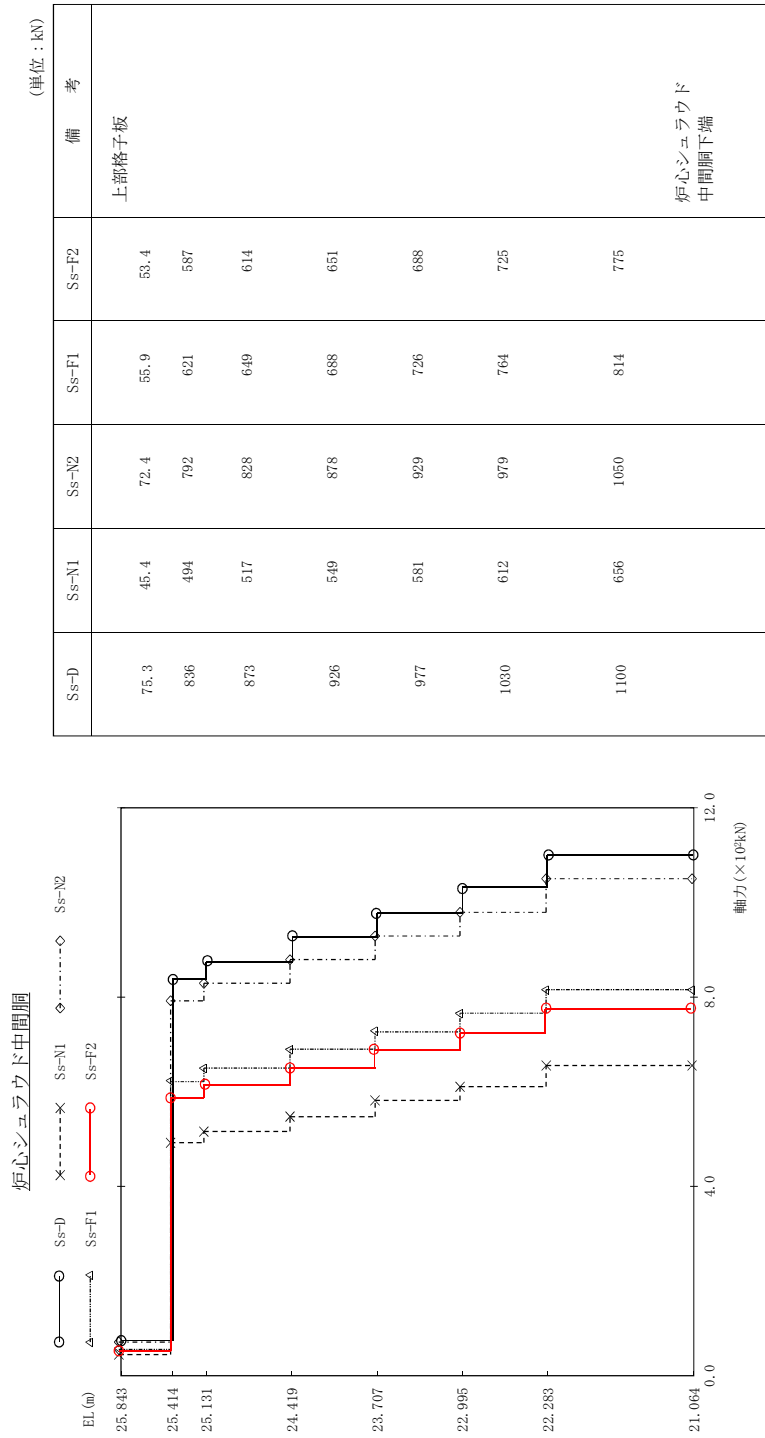


図 4 - 250 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シュラウド中間胴)

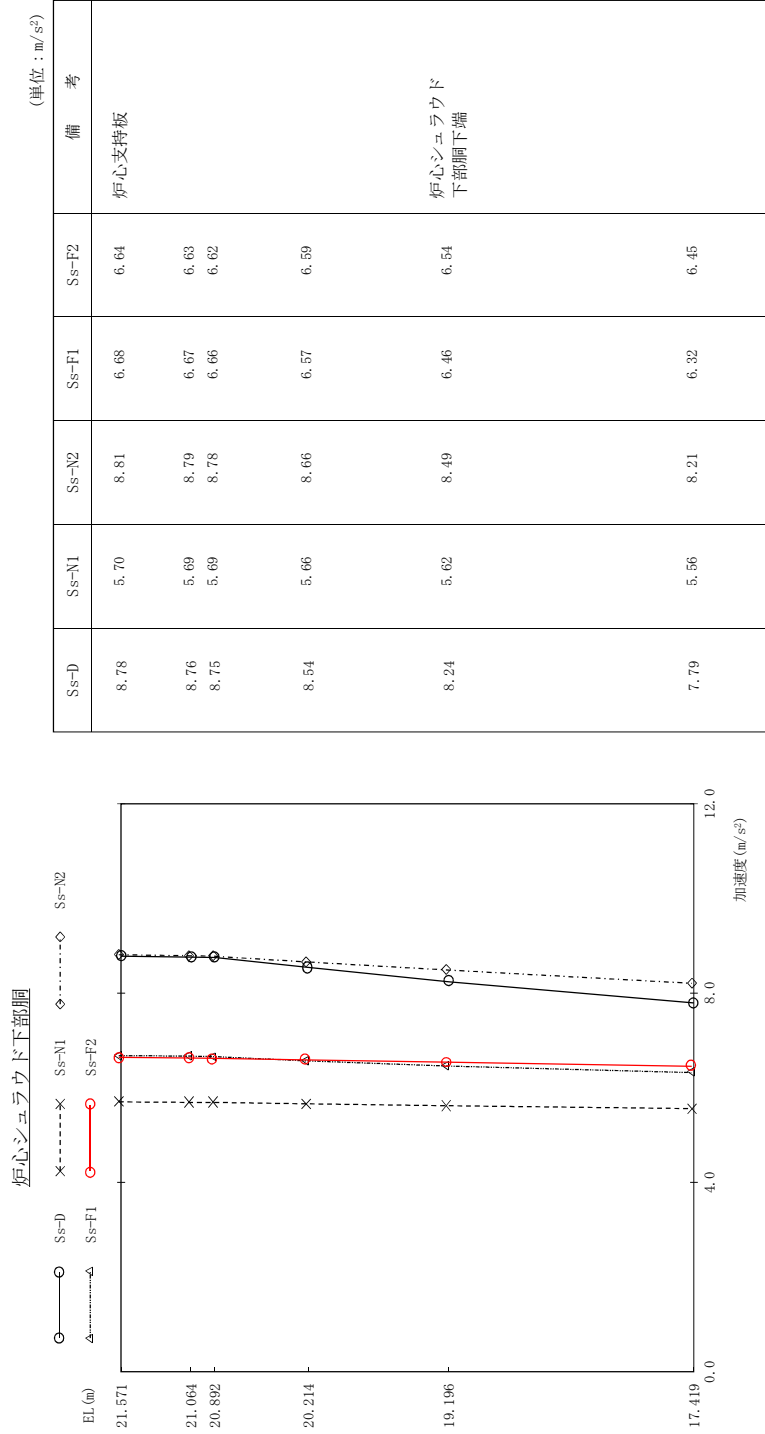


図 4 - 251 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シュラウド下部胴)



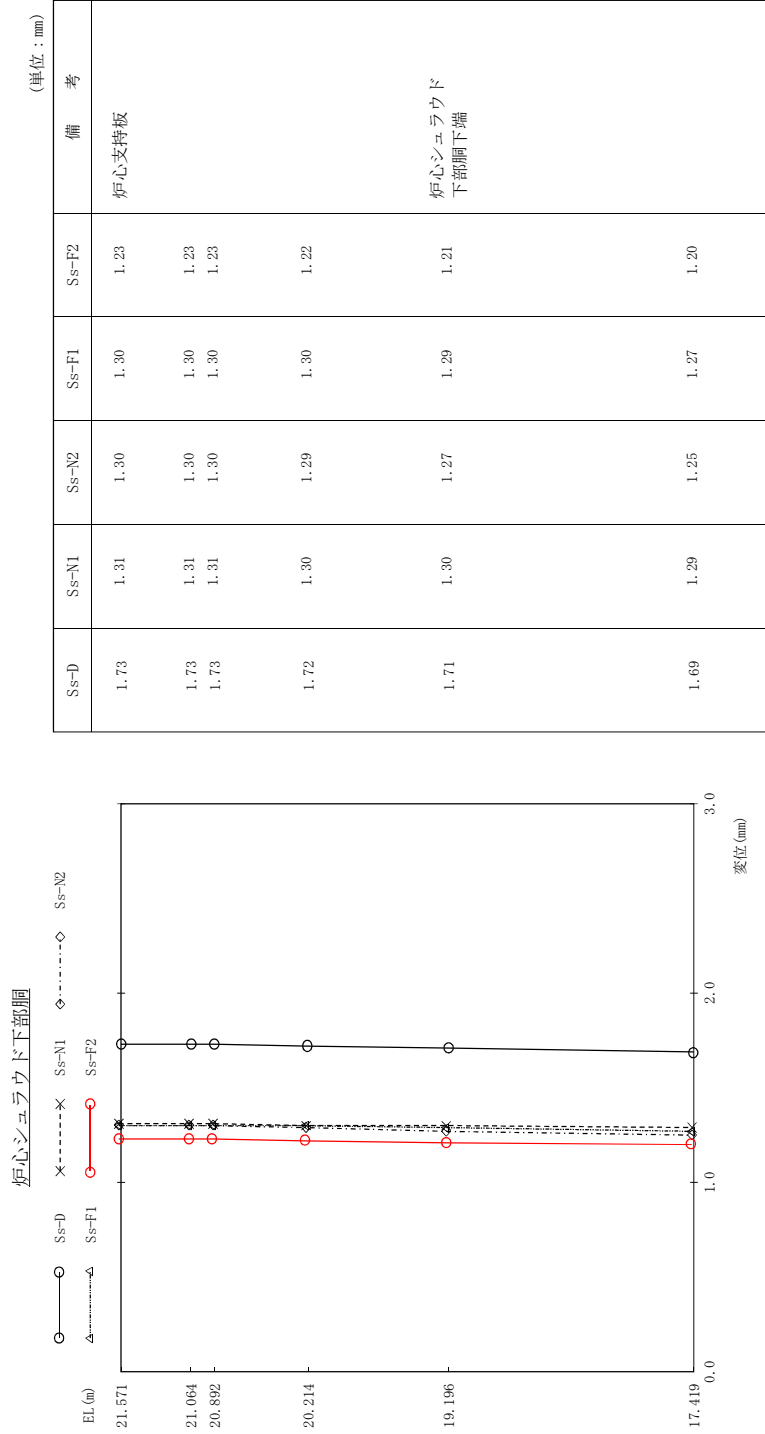


図 4 - 252 最大応答変位 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シユラウド下部胴)

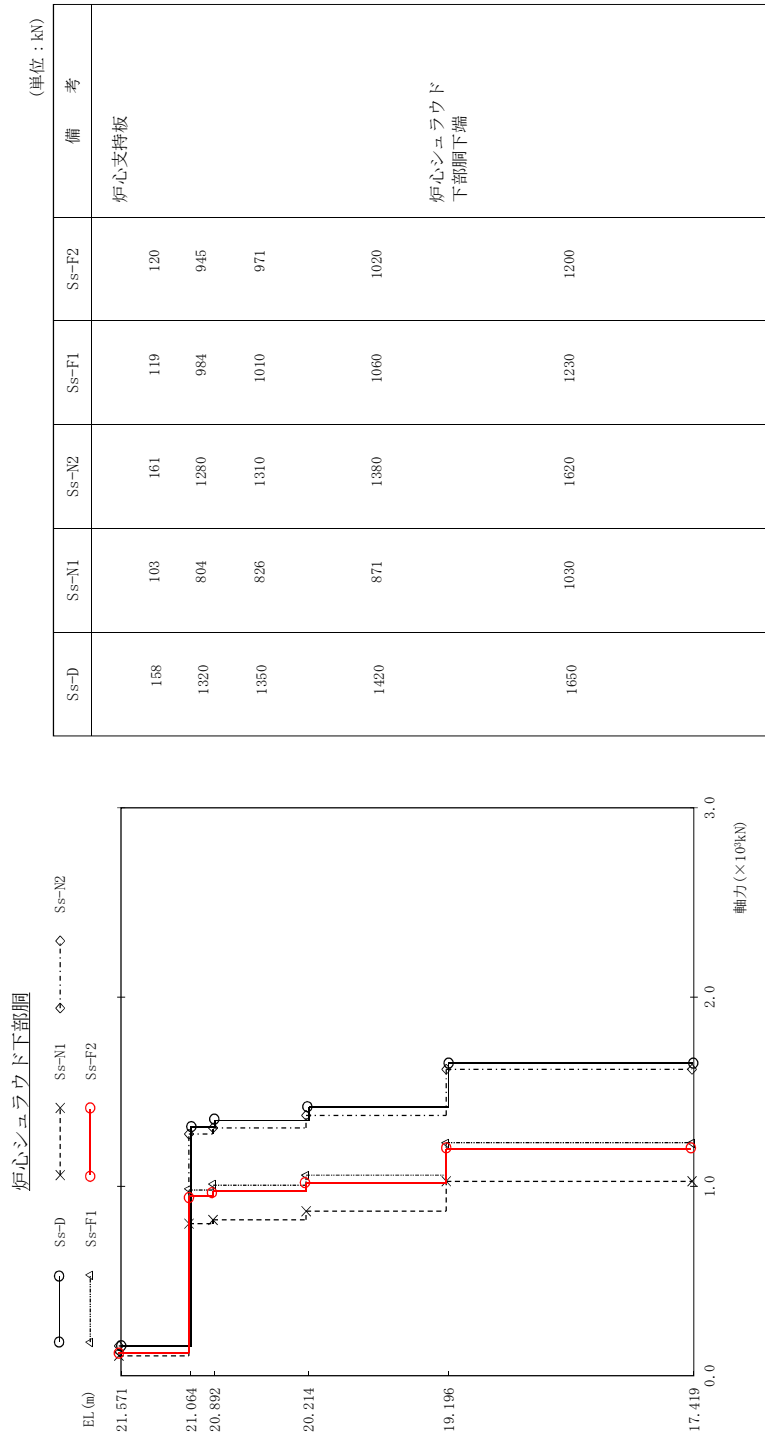


図 4 - 253 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 炉心シュラウド下部胴)

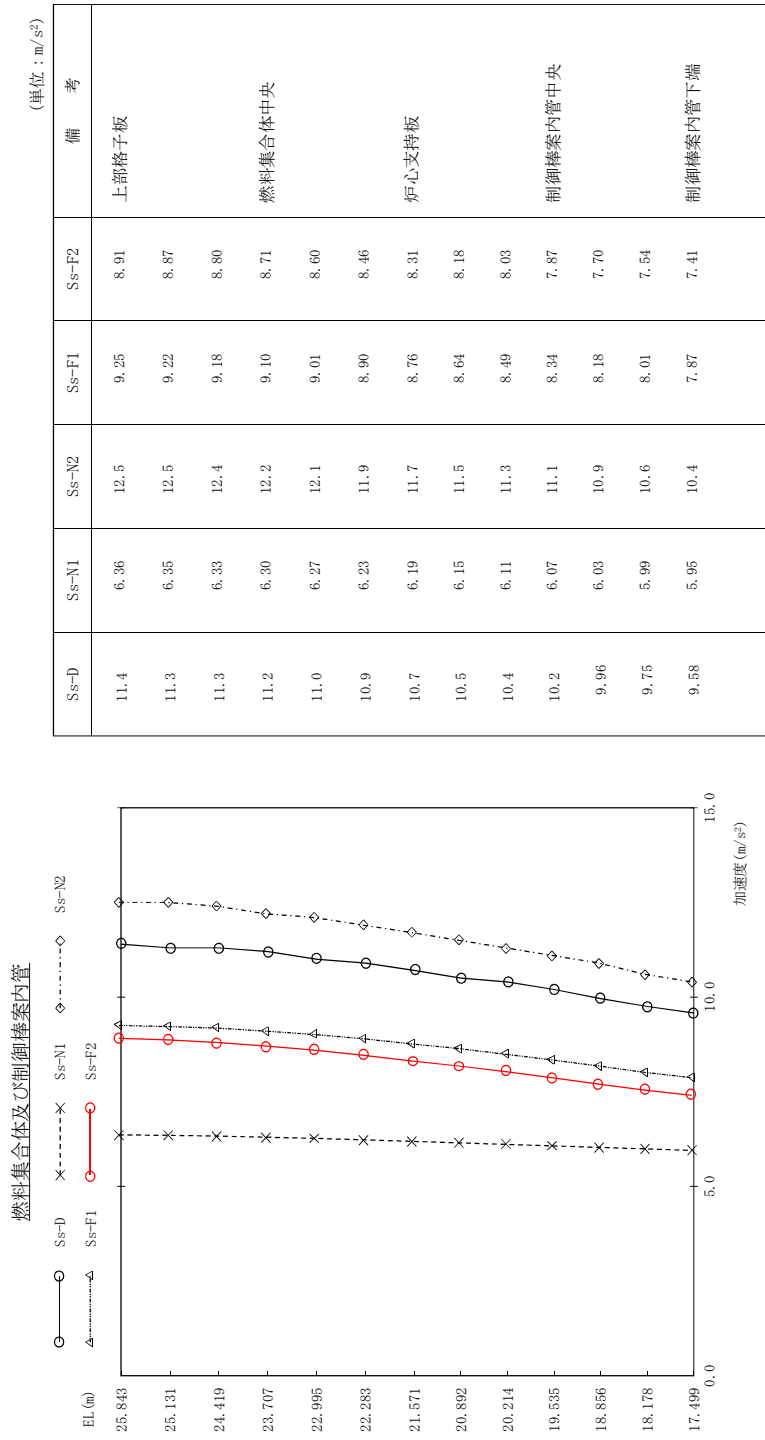


図 4 - 254 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

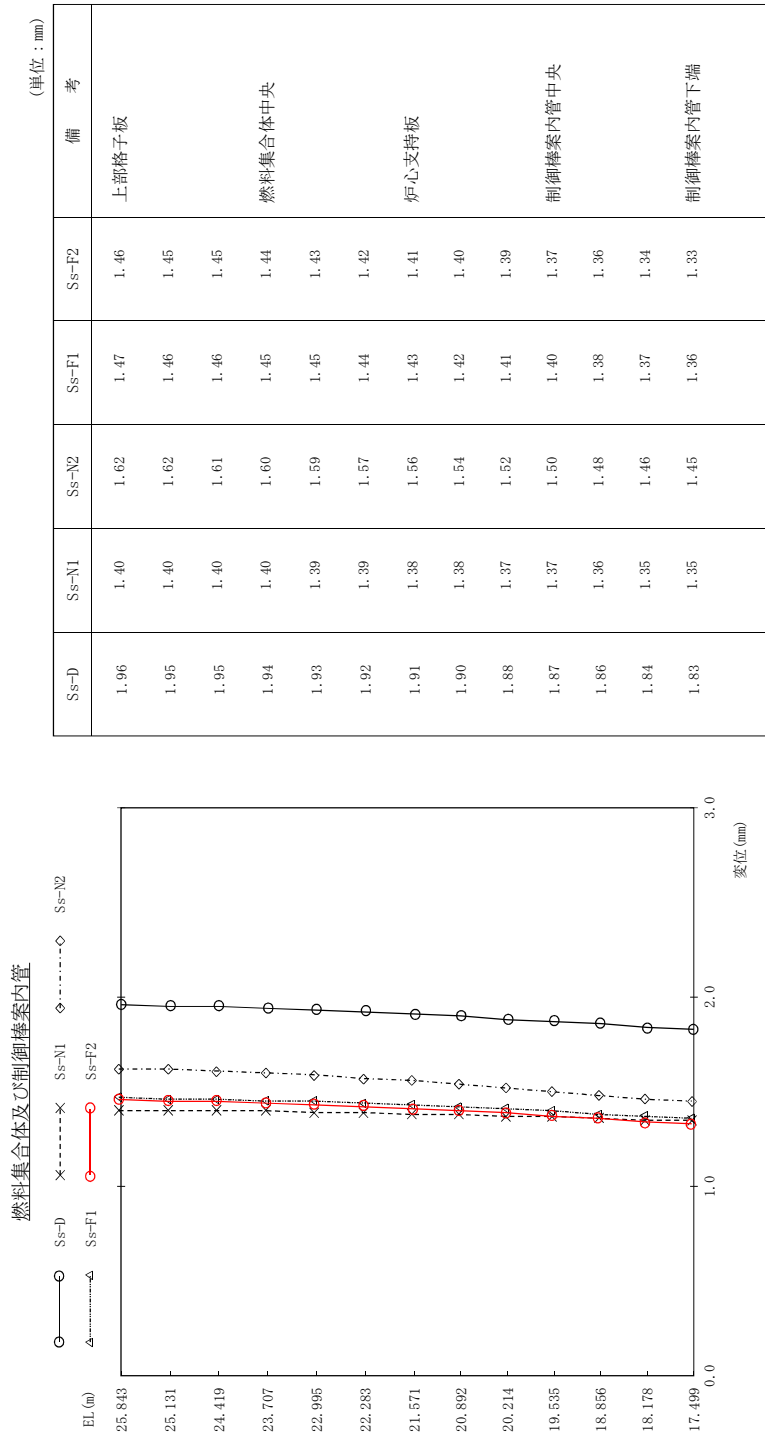


図 4 - 255 最大芯管変位 基準地震動 S s (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

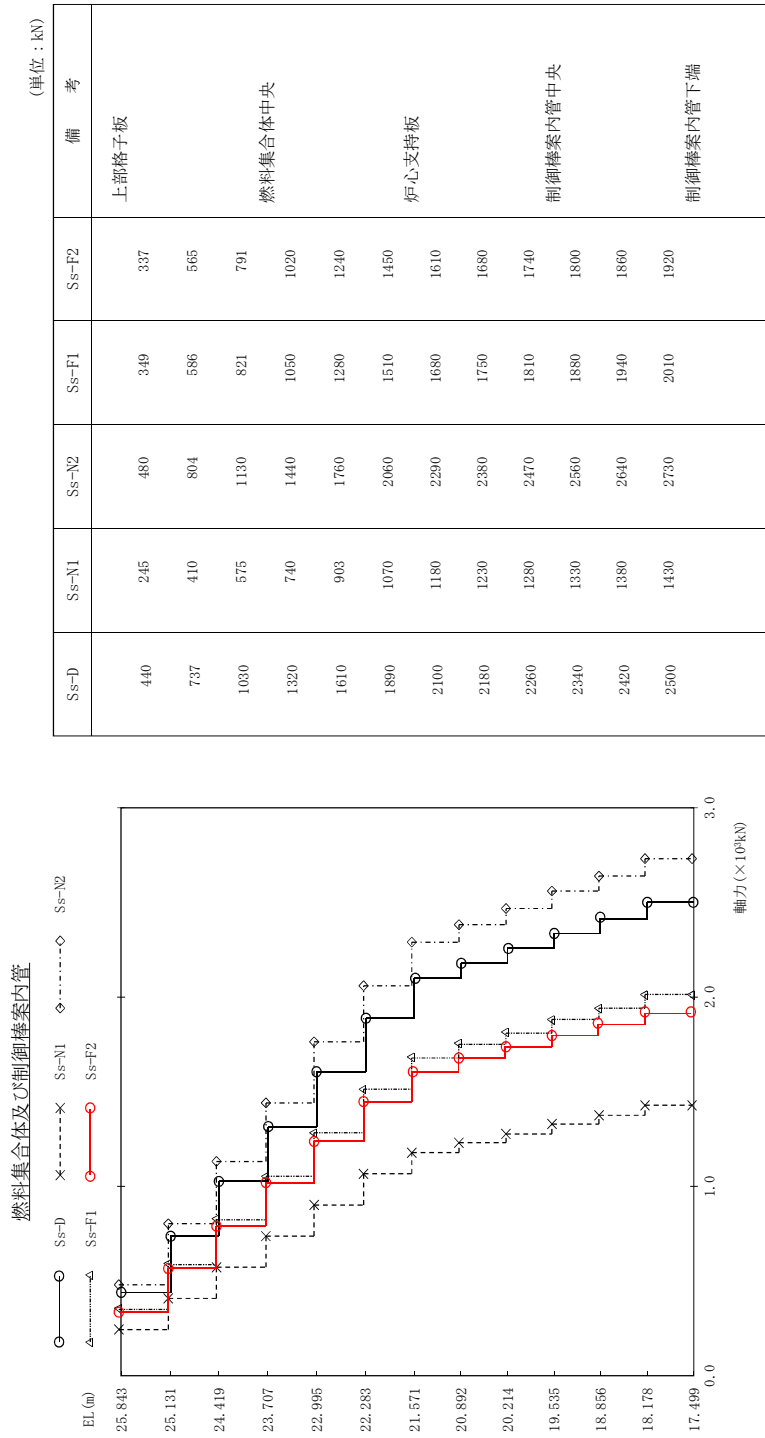


図 4 - 256 最大芯管軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 燃料集合体及び制御棒案内管)

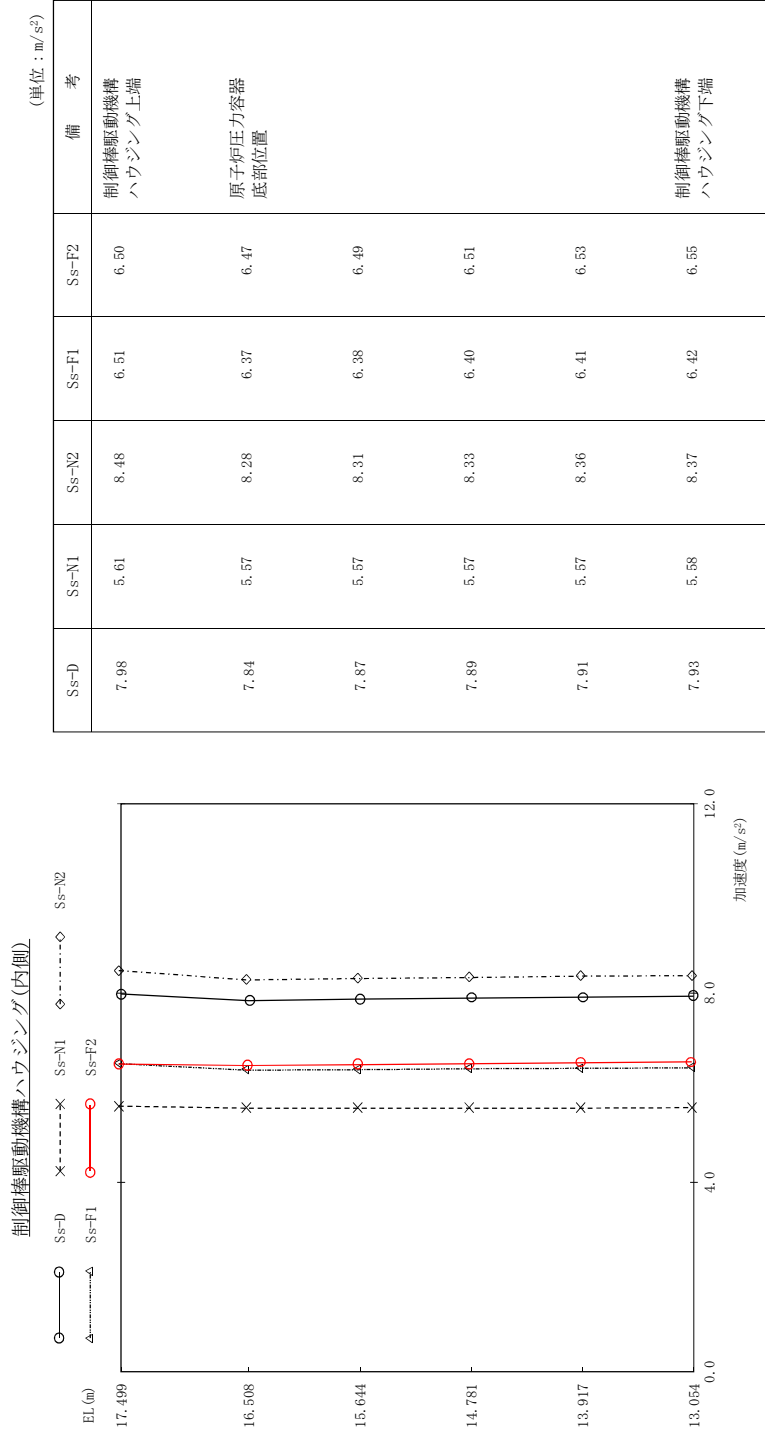


図 4 - 257 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

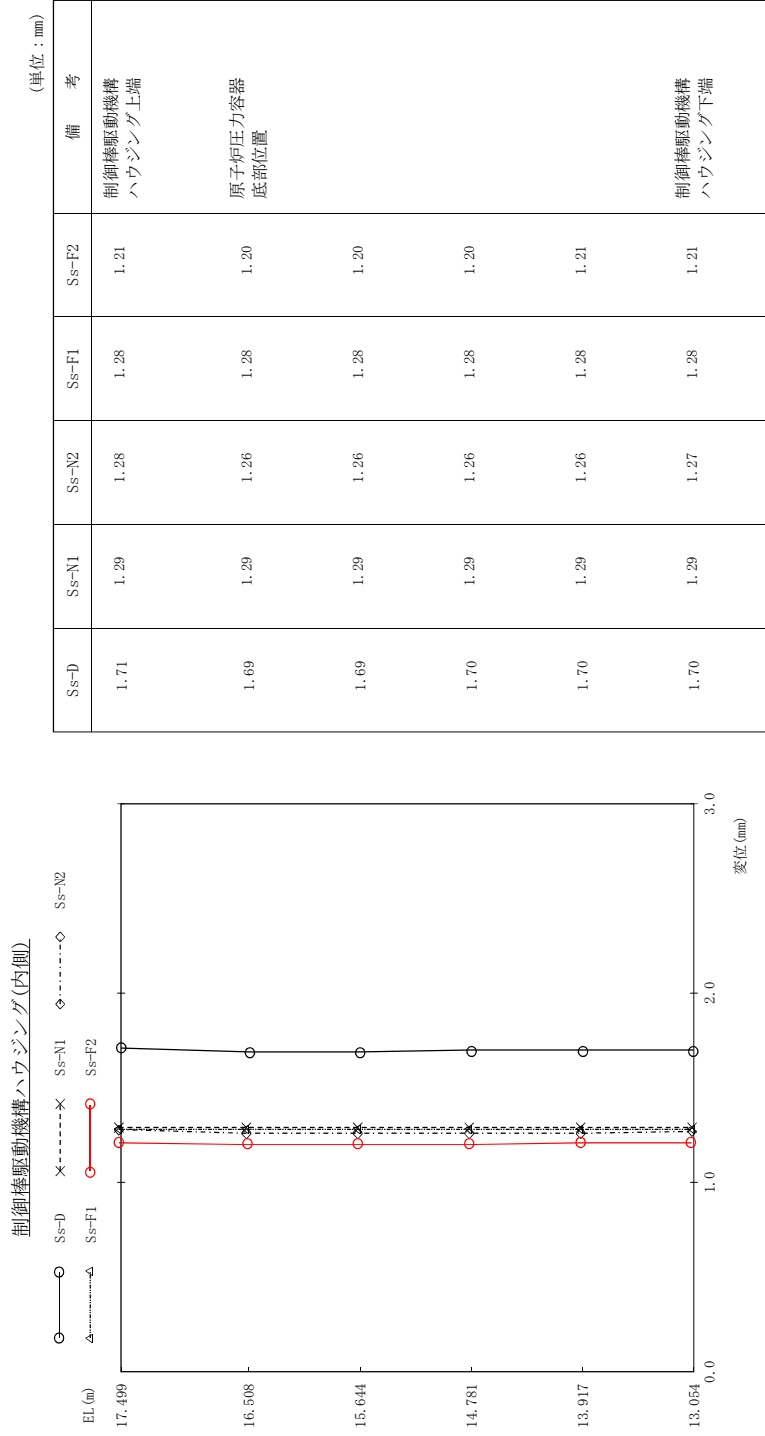


図 4 - 258 最大応変位 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))

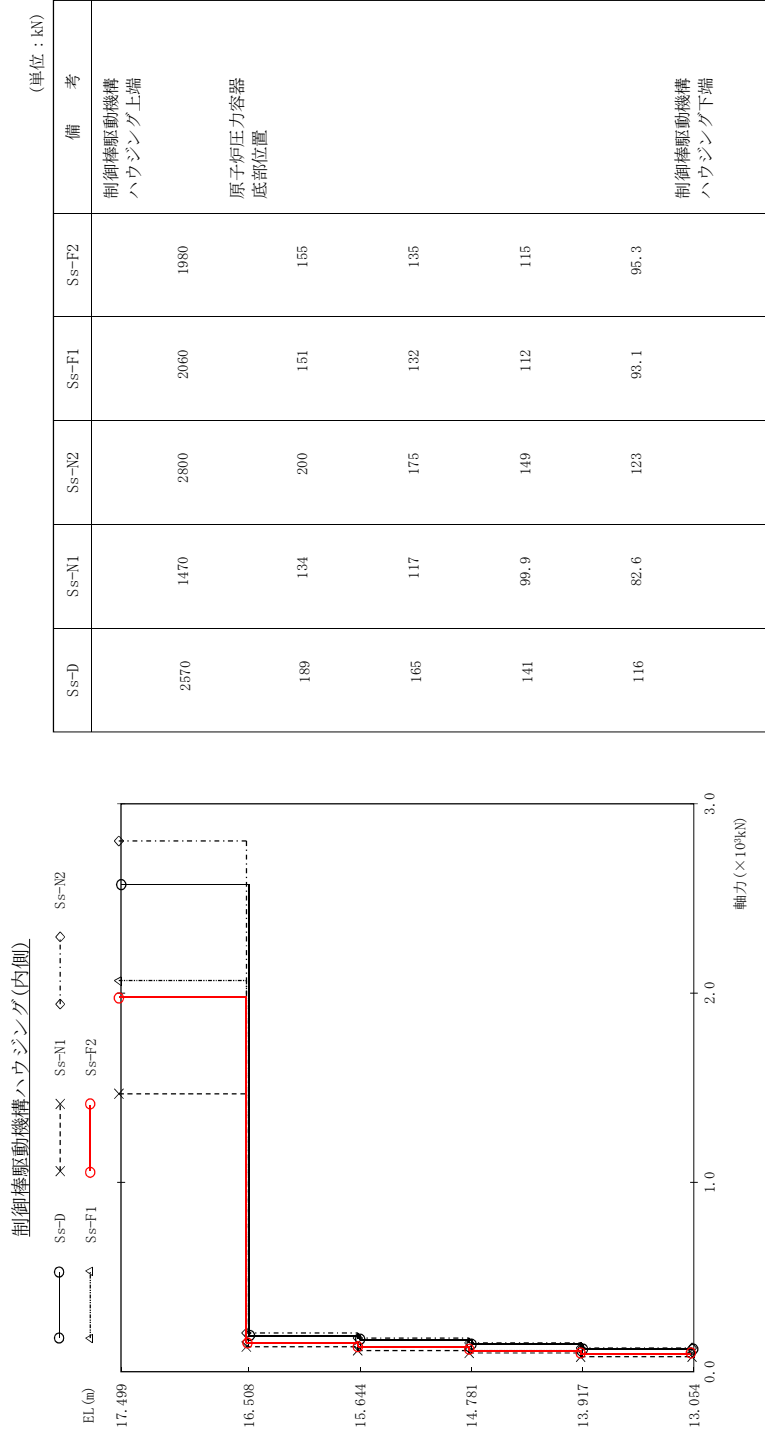


図 4 - 259 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(内側))



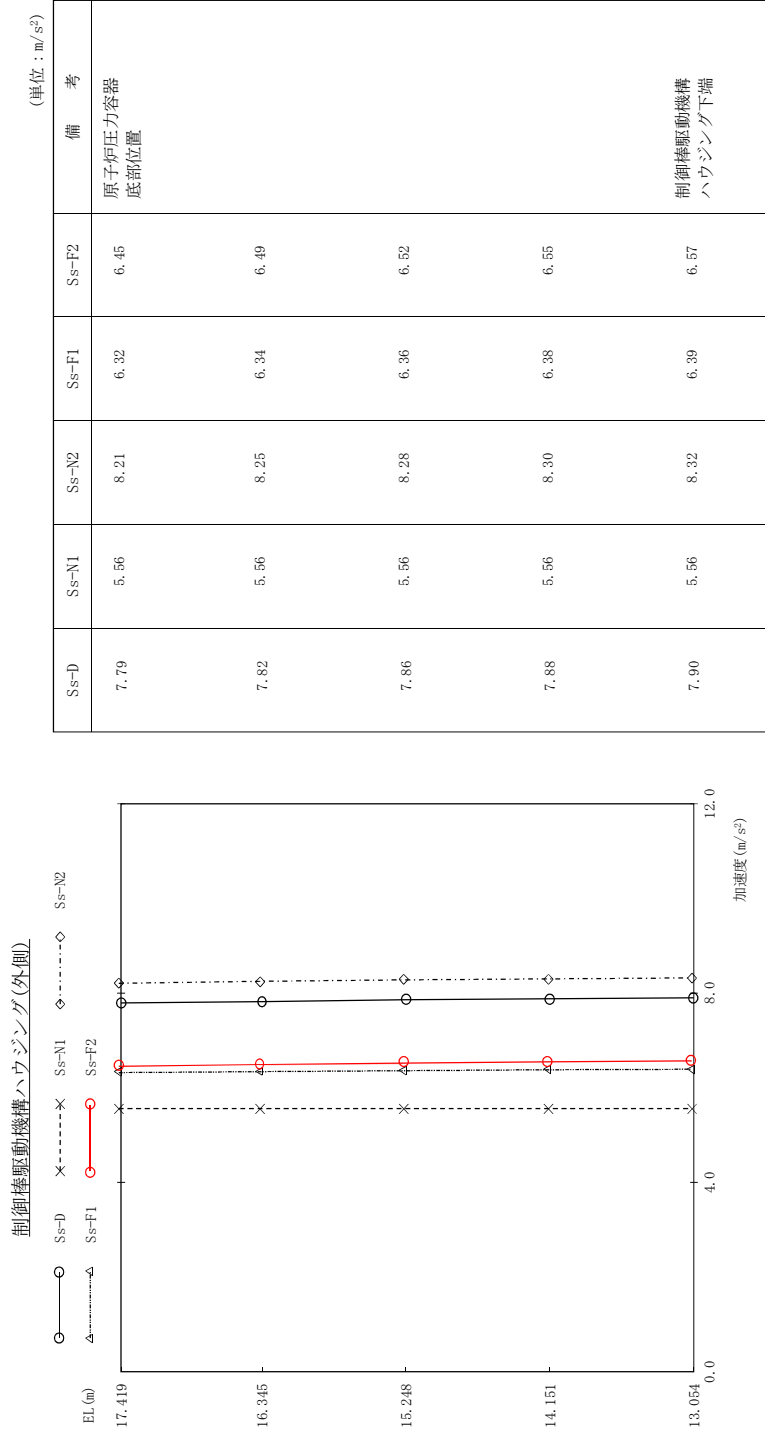


図 4 - 260 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

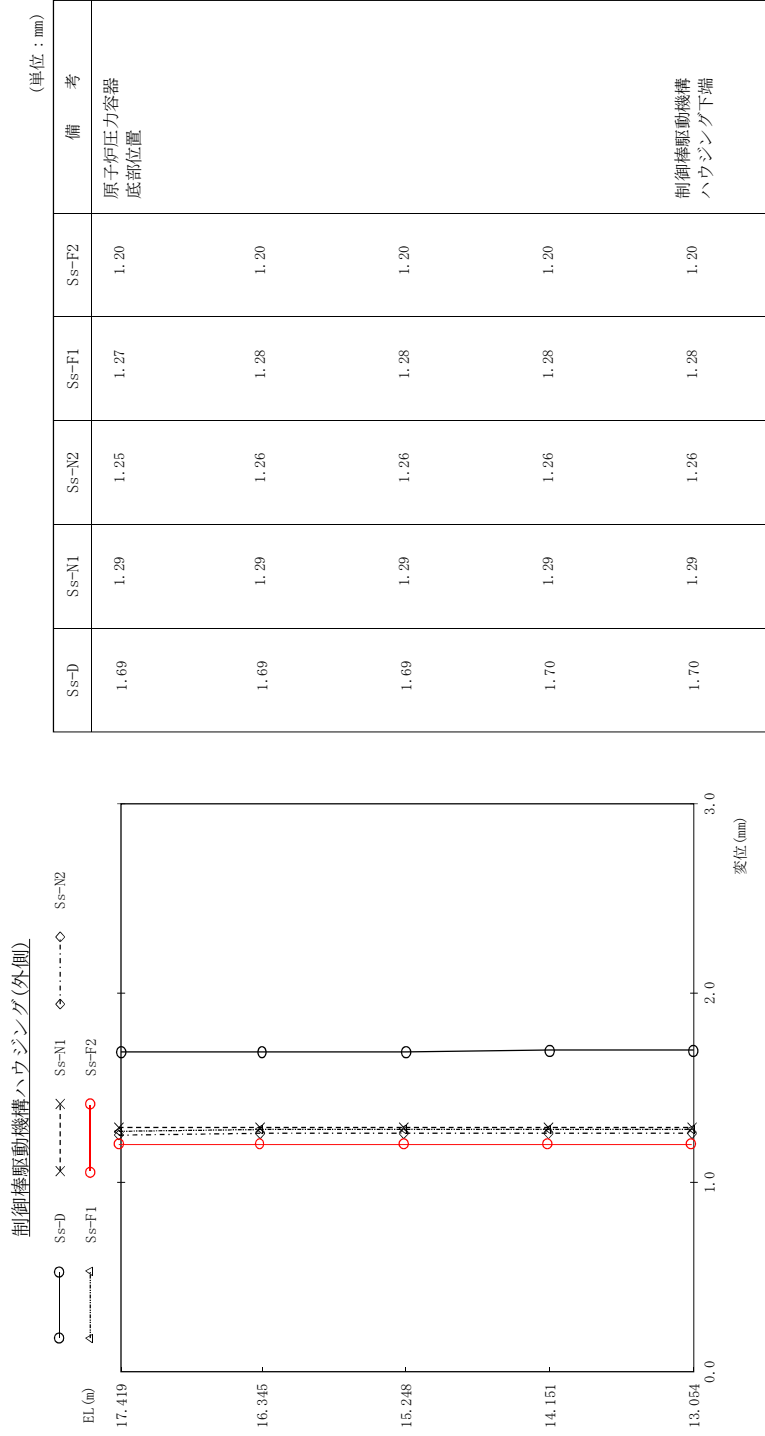


図 4 - 261 最大応変位 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

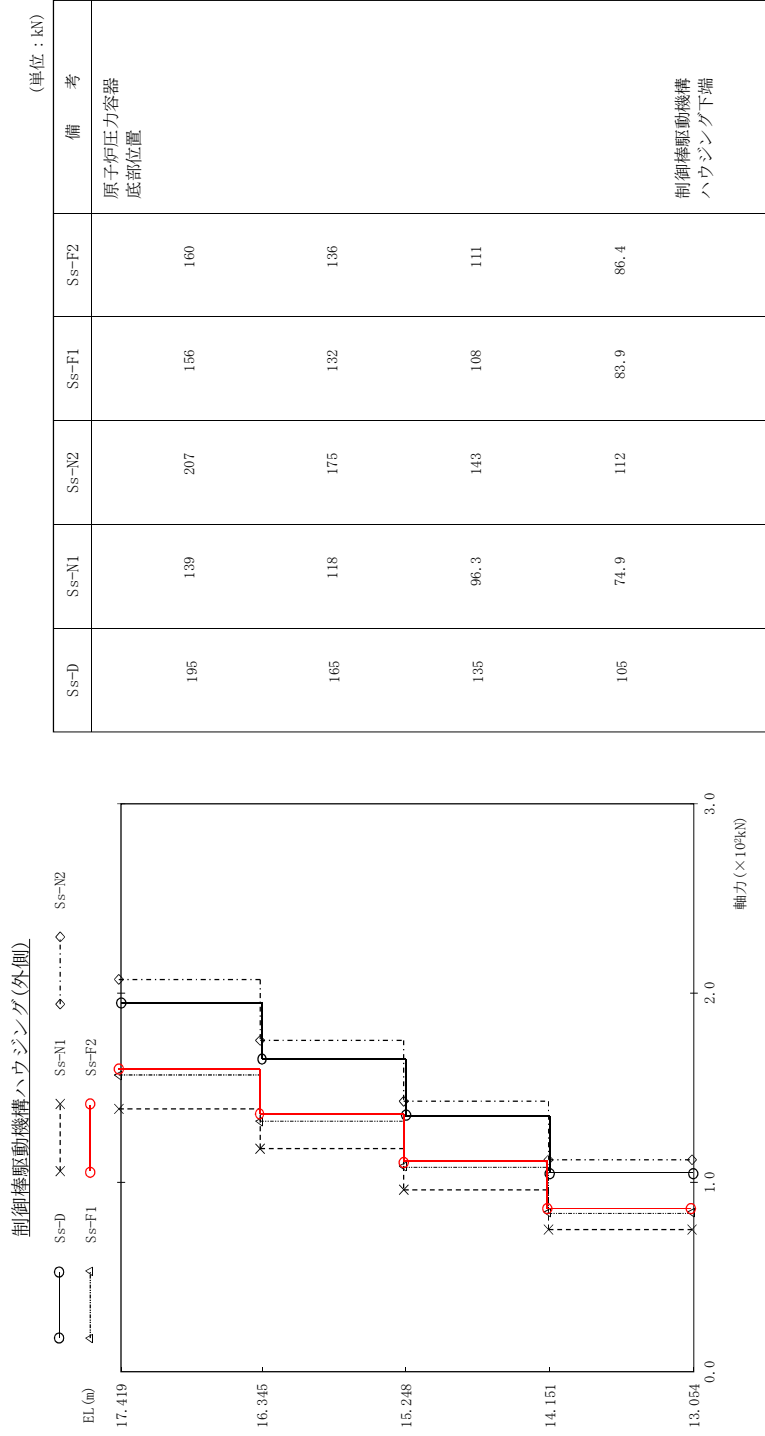


図 4 - 262 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング(外側))

表 4-5 基準地震動 S s によるばね反力

名称	最大地震応答値 (kN)				
	Ss-D	Ss-N1	Ss-N2	Ss-F1	Ss-F2
原子炉格納容器 スタビライザ	18200	8690	10200	17200	14700
原子炉圧力容器 スタビライザ	10900	5240	7590	10800	10600
シヤラグ	28500	17500	11200	18800	15900
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	479	372	562	347	568

## 5. 設計用荷重

本章では、VI-2「耐震性に関する説明書」における各施設の耐震計算書への適用に際し、設定した設計用荷重及び静的荷重を示す。

ここで、前項の地震応答解析から得られた地震力に対し、材料物性の不確かさを考慮して作成した地震力を設計用荷重 I という。

### 5.1 弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的震度

弾性設計用地震動  $S_d$  に基づく設計用荷重 I 及び静的荷重のうち、せん断力、モーメント及び軸力を表 5-1～表 5-12 に、原子炉格納容器スタビライザ、原子炉圧力容器スタビライザ、シヤラグ、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームに加わる力（ばね反力）を表 5-13 に、燃料集合体の相対変位を表 5-14 に示す。

なお、設計用床応答スペクトル、設計用震度及び静的震度については、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に示す。

### 5.2 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  に基づく設計用荷重 I のうち、せん断力、モーメント及び軸力を表 5-15～表 5-26 に、原子炉格納容器スタビライザ、原子炉圧力容器スタビライザ、シヤラグ、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビームに加わる力（ばね反力）を表 5-27 に、燃料集合体の相対変位を表 5-28 に示す。

なお、設計用床応答スペクトル及び設計用震度については、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に示す。

表 5-1 設計用荷重及び静的荷重（せん断力， S d）

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
原子炉格納容器	39.400	222	169
	37.060	442	350
	34.758	3670	2230
	33.141	4390	2810
	29.392	14100	7620
	27.907	14800	8280
	22.932	15800	9210
	19.878	16400	9850
	16.825	17400	11100
	13.700	17700	11600
	11.900	18400	12800
	10.100		

表 5-2 設計用荷重及び静的荷重 (モーメント, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)	静的荷重 (kN・m)
原子炉格納容器	39.400	-	-
	37.060	519	395
	34.758	1540	1200
	33.141	7390	4800
	29.392	23900	15400
	27.907	44600	26700
	22.932	119000	67900
	19.878	167000	96000
	16.825	217000	126000
	13.700	271000	161000
	11.900	303000	182000
10.100	336000	205000	

表 5-3 設計用荷重 (軸力, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉格納容器	39.400	91.1
	37.060	
	34.758	187
	33.141	631
	29.392	1010
	27.907	1630
	22.932	2070
	19.878	2740
	16.825	3170
	13.700	4010
	11.900	4320
	10.100	5270



表 5-4 設計用荷重及び静的荷重（せん断力，S d）

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	3580	427
	26.981		
	24.000	4890	2190
	21.500	8000	4690
	19.000	10800	6880
原子炉圧力容器 ペDESTAL	15.944	14300	9740
	13.022	25700	20100
	10.100	27700	23400

表 5-5 設計用荷重及び静的荷重 (モーメント, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)	静的荷重 (kN・m)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	-	-
	26.981	10700	1280
	24.000	20400	5840
	21.500	38300	17600
	19.000	64400	34800
原子炉压力容器 ペDESTAL	15.944	105000	64500
		203000	122000
	13.022	278000	181000
	10.100	359000	249000

表 5-6 設計用荷重 (軸力, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	2170
	26.981	
	24.000	4670
	21.500	7100
	19.000	9340
		11800
原子炉圧力容器 ペDESTAL	15.944	21900
	13.022	24000
	10.100	

表 5-7 設計用荷重及び静的荷重（せん断力， S d）

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
原子炉压力容器	37.494	328	128
	36.586	694	276
	35.678	2150	888
	33.993	2430	920
	32.567	4910	1980
	31.557	6150	2520
	30.369	6520	2650
	30.218	1830	418
	29.181	1860	151
	28.249	1960	407
	27.317	2230	637
	26.687	2750	863
	25.414	3320	1180
	25.131	3560	1290
	24.419	3870	1460
	23.707	4300	1630
	22.995	4680	1770
	22.283	5160	1970
	21.064	5420	2110
	20.892	5790	2370
	20.214	6210	2680
19.196	9520	5870	
18.250	10400	6900	
15.944			

表 5-8 設計用荷重及び静的荷重 (モーメント, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)	静的荷重 (kN・m)
原子炉压力容器	37.494	-	-
	36.586	298	116
	35.678	928	366
	33.993	4540	1860
	32.567	7910	3180
	31.557	12900	5170
	30.369	20200	8150
	30.218	21100	8550
	29.181	20400	8220
	28.249	20800	8160
	27.317	22000	8540
	26.687	23000	8940
	25.414	25900	10100
	25.131	26700	10400
	24.419	29100	11300
	23.707	31700	12400
	22.995	34500	13500
	22.283	37500	14800
	21.064	43000	17200
	20.892	43800	17500
20.214	47100	19100	
19.196	66700	36900	
18.250	75600	42400	
15.944	98500	57500	

表 5-9 設計用荷重 (軸力, S d)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉压力容器	37.494	70.7
	36.586	
	35.678	153
	33.993	493
	32.567	878
	31.557	1590
	30.369	1950
	30.218	2040
	29.181	2160
	28.249	2350
	27.317	2670
	26.687	2830
	25.414	2990
	25.131	3200
	24.419	3270
	23.707	3380
	22.995	3510
	22.283	3610
	21.064	3760
	20.892	3850
	20.214	4040
	19.196	4250
	18.250	4370
15.944	7740	

表 5-10 設計用荷重及び静的荷重（せん断力，S d）（1/2）

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
気水分離器，スタンド パイプ，シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	69.0	33.7
	30.369	488	224
	29.181	735	353
	28.249	815	405
	27.317	910	470
	26.687	1260	590
	25.414		
炉心シュラウド 中間胴	25.843	3020	806
	25.414	4400	1460
	25.131	4380	1500
	24.419	4180	1540
	23.707	3940	1580
	22.995	3730	1630
	22.283	3650	1680
	21.064		
炉心シュラウド 下部胴	21.571	2980	992
	21.064	6670	2730
	20.892	6690	2760
	20.214	6740	2820
	19.196		

表 5-10 設計用荷重及び静的荷重（せん断力, S d） (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	179	61.5
	16.345		
	15.248	121	28.4
	14.151	6.28	0.388
	13.054	113	29.2
燃料集合体	25.843	2830	611
	25.131		
	24.419	1990	355
	23.707	719	98.4
	22.995	757	129
	22.283	2000	355
	21.571	2750	581
制御棒案内管	21.571	-	-
	20.892	394	147
	20.214	289	88.2
	19.535	115	29.4
	18.856	98.7	29.4
	18.178	282	88.2
	17.499	410	147
	17.499	-	-
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	460	206
	16.508	68.0	50.9
	15.644	43.1	24.3
	14.781	9.96	1.11
	13.917	36.5	22.1
	13.054		



表 5-11 設計用荷重及び静的荷重（モーメント，S d）（1/2）

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)	静的荷重 (kN・m)
気水分離器，スタンド パイプ，シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	-	-
	30.369	81.9	40.0
	29.181	661	306
	28.249	1350	635
	27.317	2100	1020
	26.687	2670	1310
	25.414	4240	2060
炉心シュラウド 中間胴	25.843	-	-
	25.414	1300	346
		5490	2410
	25.131	6720	2820
	24.419	9820	3880
	23.707	12800	4980
	22.995	15600	6100
	22.283	18300	7260
21.064	22700	9300	
炉心シュラウド 下部胴	21.571	-	-
	21.064	1510	503
		24200	9810
	20.892	25400	10300
	20.214	29900	12200
19.196	36800	15000	

表 5-11 設計用荷重及び静的荷重（モーメント， S d） (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)	静的荷重 (kN・m)
制御棒駆動機構 ハウジング（外側）	17.442	208	66.4
	16.345	13.1	1.28
	15.248	121	32.4
	14.151	123	32.0
	13.054	-	-
燃料集合体	25.843	-	-
	25.131	2020	435
	24.419	3430	688
	23.707	3910	757
	22.995	3380	666
	22.283	1960	414
	21.571	-	-
制御棒案内管	21.571	-	-
	20.892	268	99.8
	20.214	461	160
	19.535	534	180
	18.856	469	160
	18.178	278	99.8
	17.499	-	-
制御棒駆動機構 ハウジング（内側）	17.499	-	-
	16.508	456	204
		70.6	46.8
	15.644	18.1	2.86
	14.781	26.7	18.2
	13.917	31.5	19.1
	13.054	-	-

表 5-12 設計用荷重 (軸力, S d) (1/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
気水分離器, スタンド パイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	22.1
	30.369	
	29.181	159
	28.249	253
	27.317	290
	26.687	335
	25.414	420
炉心シュラウド 中間胴	25.843	45.9
	25.414	
	25.131	512
	24.419	534
	23.707	566
	22.995	597
	22.283	628
	21.064	669
炉心シュラウド 下部胴	21.571	97.8
	21.064	
	20.892	805
	20.214	825
	19.196	865
	17.419	1010

表 5-12 設計用荷重 (軸力, S d) (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
燃料集合体	25.843	291
	25.131	
	24.419	486
	23.707	681
	22.995	873
	22.283	1070
	21.571	1250
		1390
制御棒案内管	20.892	1440
	20.214	1490
	19.535	1550
	18.856	1600
	18.178	1650
	17.499	1650
		-
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	1700
	16.508	122
	15.644	107
	14.781	90.7
	13.917	75.0
	13.054	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.419	126
	16.345	107
	15.248	87.1
	14.151	67.8
	13.054	

表 5-13 設計用荷重及び静的荷重 (ばね反力, S d)

名称	設計用荷重 I (kN)	静的荷重 (kN)
原子炉格納容器 スタビライザ	12700	5570
原子炉压力容器 スタビライザ	8090	3130
シヤラグ	15200	1740
制御棒駆動機構 ハウジングレストレント ビーム	367	166

表 5-14 設計用荷重 (相対変位, S d)

名称	設計用荷重 I (mm)	静的荷重 (mm)
燃料集合体	33.9	6.8

表 5-15 設計用荷重 (せん断力, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉格納容器	39.400	363
	37.060	
	34.758	679
	33.141	4680
	29.392	5370
	27.907	23400
	22.932	24400
	19.878	25600
	16.825	26400
	13.700	28500
	11.900	29200
	10.100	31300

表 5-16 設計用荷重 (モーメント, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)
原子炉格納容器	39.400	-
	37.060	848
	34.758	2400
	33.141	9280
	29.392	29400
	27.907	56600
	22.932	178000
	19.878	255000
	16.825	333000
	13.700	417000
	11.900	468000
	10.100	523000

表 5-17 設計用荷重 (軸力, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉格納容器	39.400	181
	37.060	371
	34.758	1260
	33.141	2010
	29.392	3270
	27.907	4170
	22.932	5550
	19.878	6450
	16.825	8190
	13.700	8820
	11.900	10800
	10.100	



表 5-18 設計用荷重 (せん断力, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	6980
	26.981	
	24.000	7480
	21.500	12600
	19.000	17400
原子炉圧力容器 ペダスタル	15.944	22800
	13.022	40400
	10.100	46400

表 5-19 設計用荷重 (モーメント, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	-
	26.981	20800
	24.000	39900
	21.500	57500
	19.000	94400
原子炉压力容器 ベデスタル	15.944	161000
		289000
	13.022	399000
	10.100	528000

表 5-20 設計用荷重 (軸力, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
ガンマ線遮蔽壁	29.962	4350
	26.981	
	24.000	9330
	21.500	14100
	19.000	18500
		23400
原子炉压力容器 ペDESTAL	15.944	43200
	13.022	47500
	10.100	

表 5-21 設計用荷重 (せん断力, S<sub>s</sub>)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉压力容器	37.494	615
	36.586	1290
	35.678	3910
	33.993	4420
	32.567	8700
	31.557	10700
	30.369	11300
	30.218	3460
	29.181	2950
	28.249	2990
	27.317	3320
	26.687	4050
	25.414	5730
	25.131	6490
	24.419	7480
	23.707	8450
	22.995	9220
	22.283	10200
	21.064	10700
	20.892	11300
20.214	12000	
19.196	12300	
18.250	13800	
15.944		

表 5-22 設計用荷重 (モーメント, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)
原子炉压力容器	37.494	-
	36.586	558
	35.678	1730
	33.993	8320
	32.567	14700
	31.557	23400
	30.369	36100
	30.218	37800
	29.181	36900
	28.249	37200
	27.317	38800
	26.687	40200
	25.414	44700
	25.131	46100
	24.419	49800
	23.707	54200
	22.995	59600
	22.283	65400
	21.064	76100
	20.892	77700
20.214	84200	
19.196	94400	
18.250	105000	
15.944	135000	

表 5-23 設計用荷重 (軸力, S s)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
原子炉压力容器	37.494	139
	36.586	301
	35.678	968
	33.993	1730
	32.567	3120
	31.557	3820
	30.369	4010
	30.218	4230
	29.181	4610
	28.249	5250
	27.317	5560
	26.687	5870
	25.414	6290
	25.131	6440
	24.419	6650
	23.707	6900
	22.995	7110
	22.283	7390
	21.064	7580
	20.892	7950
20.214	8370	
19.196	8600	
18.250	15300	
15.944		

表 5-24 設計用荷重 (せん断力, S s) (1/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
気水分離器, スタンド パイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	105
	30.369	
	29.181	737
	28.249	1140
	27.317	1250
	26.687	1350
	25.414	2150
炉心シュラウド 中間胴	25.843	3210
	25.414	
	25.131	4610
	24.419	4630
	23.707	4580
	22.995	4480
	22.283	4630
	21.064	4900
炉心シュラウド 下部胴	21.571	3160
	21.064	
	20.892	6970
	20.214	6980
	19.196	6940

表 5-24 設計用荷重 (せん断力, S s) (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	343
	16.345	
	15.248	231
	14.151	10.4
	13.054	215
燃料集合体	25.843	2960
	25.131	2040
	24.419	712
	23.707	809
	22.995	2060
	22.283	2820
	21.571	-
制御棒案内管	21.571	954
	20.892	705
	20.214	277
	19.535	234
	18.856	686
	18.178	1020
	17.499	-
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	1140
	16.508	139
	15.644	85.0
	14.781	19.4
	13.917	74.0
	13.054	



表 5-25 設計用荷重 (モーメント, S s) (1/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)
気水分離器, スタンド パイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	-
	30.369	125
	29.181	972
	28.249	2030
	27.317	3200
	26.687	4040
	25.414	6640
炉心シュラウド 中間胴	25.843	-
	25.414	1380
		7080
	25.131	8120
	24.419	11400
	23.707	14600
	22.995	17800
	22.283	20900
21.064	26300	
炉心シュラウド 下部胴	21.571	-
	21.064	1600
		27500
	20.892	28700
	20.214	33400
19.196	40500	

表 5-25 設計用荷重 (モーメント, S s) (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN・m)
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	397
	16.345	24.7
	15.248	232
	14.151	236
	13.054	-
燃料集合体	25.843	-
	25.131	2110
	24.419	3560
	23.707	4040
	22.995	3470
	22.283	2010
	21.571	-
制御棒案内管	21.571	-
	20.892	648
	20.214	1130
	19.535	1320
	18.856	1160
	18.178	690
	17.499	-
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	-
	16.508	1130
		139
	15.644	34.1
	14.781	54.2
	13.917	63.9
	13.054	-

表 5-26 設計用荷重 (軸力, S s) (1/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
気水分離器, スタンド パイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウド上部胴	31.557	43.4
	30.369	
	29.181	312
	28.249	495
	27.317	568
	26.687	658
	25.414	823
炉心シュラウド 中間胴	25.843	90.4
	25.414	
	25.131	1010
	24.419	1050
	23.707	1110
	22.995	1180
	22.283	1240
	21.064	1320
炉心シュラウド 下部胴	21.571	193
	21.064	
	20.892	1590
	20.214	1630
	19.196	1710
	17.419	1990

表 5-26 設計用荷重 (軸力, S s) (2/2)

名称	標高 EL (m)	設計用荷重 I (kN)
燃料集合体	25.843	576
	25.131	
	24.419	965
	23.707	1350
	22.995	1740
	22.283	2110
	21.571	2480
		2750
制御棒案内管	20.892	2860
	20.214	2970
	19.535	3070
	18.856	3180
	18.178	3280
	17.499	-
		3370
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	241
	16.508	210
	15.644	179
	14.781	149
	13.917	
	13.054	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.419	248
	16.345	211
	15.248	173
	14.151	134
	13.054	

表 5-27 設計用荷重 (ばね反力, S s)

名称	設計用荷重 I (kN)
原子炉格納容器 スタビライザ	22600
原子炉压力容器 スタビライザ	13200
シヤラグ	34200
制御棒駆動機構 ハウジングレストレント ビーム	681

表 5-28 設計用荷重 (相対変位, S s)

名称	設計用荷重 I (mm)
燃料集合体	35.0

## VI-2-2-2 原子炉建物の地震応答計算書

## 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	11
2.4 適用規格・基準等	13
3. 解析方法	14
3.1 設計に用いる地震波	14
3.2 地震応答解析モデル	33
3.2.1 水平方向	34
3.2.2 鉛直方向	43
3.3 解析方法	48
3.3.1 動的解析	48
3.3.2 静的解析	48
3.3.3 必要保有水平耐力	50
3.4 解析条件	51
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	51
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	64
3.4.3 材料物性の不確かさ等	65
4. 解析結果	67
4.1 動的解析	67
4.1.1 固有値解析結果	67
4.1.2 地震応答解析結果	67
4.2 静的解析	185
4.3 必要保有水平耐力	189

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく原子炉建物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定した各種応答値及び静的地震力は、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

原子炉建物の設置位置を図 2-1 に示す。

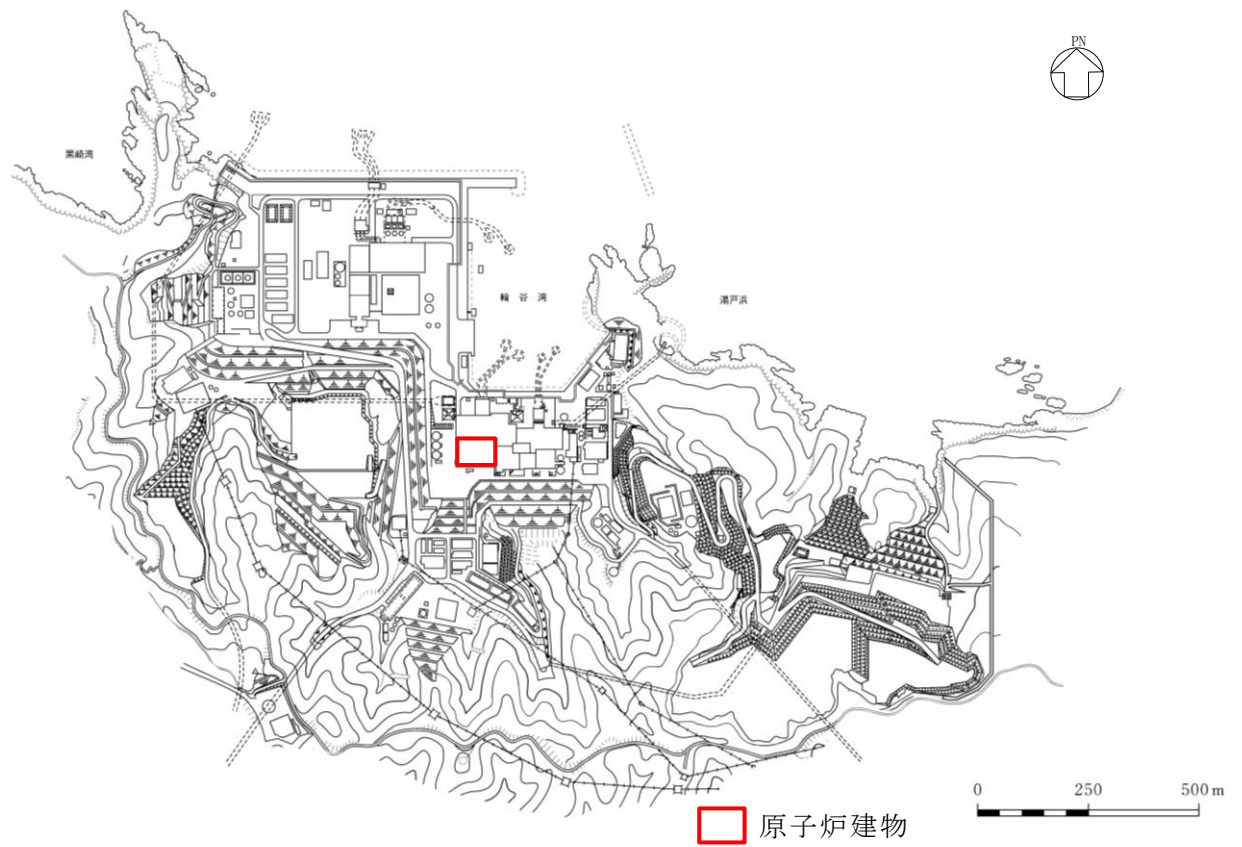


図 2-1 原子炉建物の設置位置

## 2.2 構造概要

原子炉建物は、中央部に地上4階、地下2階建で平面寸法が53.3m\* (NS) × 53.8m\* (EW)の原子炉棟があり、その周囲に地上2階（一部3階）、地下2階建の原子炉建物付属棟（以下「付属棟」という。）を配置した鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

原子炉棟と付属棟は、一体構造で同一基礎スラブ上に設置され、本建物の平面寸法は、70.0m\* (NS) × 89.4m\* (EW)の矩形を成している。基礎スラブ底面からの高さは68.2mである。また、原子炉建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

原子炉建物の基礎は厚さ6.0mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

原子炉棟の中央部には、原子炉圧力容器を収容している原子炉格納容器があり、これらの周囲は鉄筋コンクリート造の原子炉一次遮蔽壁（以下「ドライウエル外側壁」という。）で囲まれている。

原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁」という。）は基礎スラブ上から屋根面まで連続しており、壁厚は地下部分で1.9m～2.3m、地上部分では0.45m～2.3mである。また、付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁」という。）の壁厚は地下部分で1.5m～1.9m、地上部分では0.9m～1.9mである。これらの壁は建物の中心に対してほぼ対称に配置されており、開口部も少なく、建物は全体として非常に剛性の高い構造となっている。建物に加わる地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁（ドライウエル外側壁、内部ボックス壁及び外部ボックス壁）に負担させている。

原子炉建物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\*：建物寸法は壁外面寸法とする。

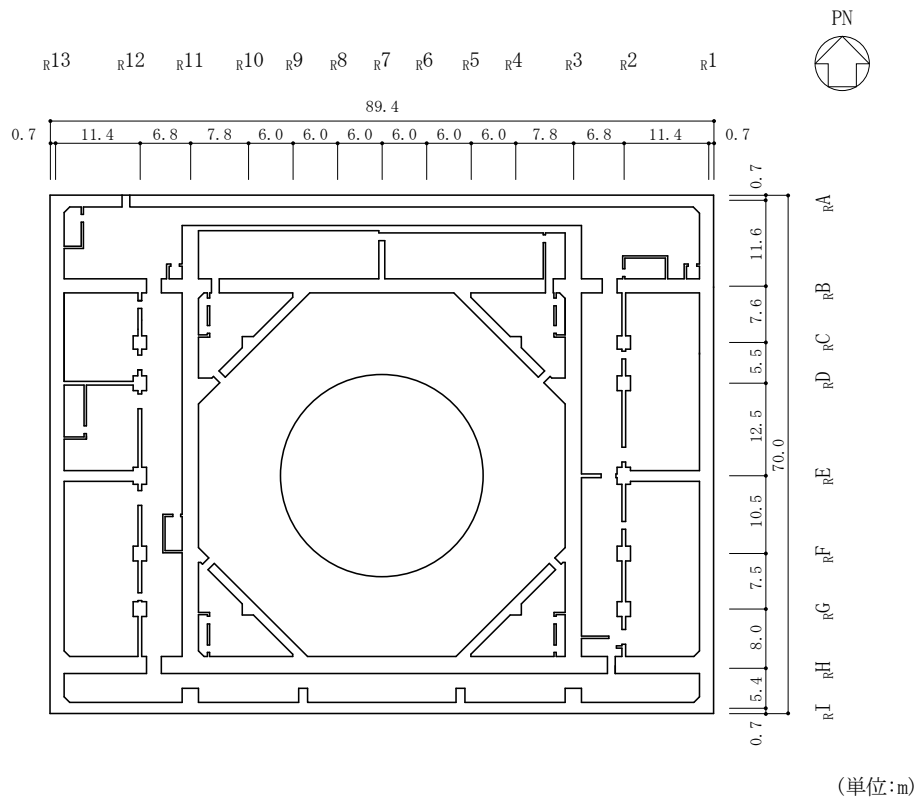


図 2-2(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 1.3m\*)

注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

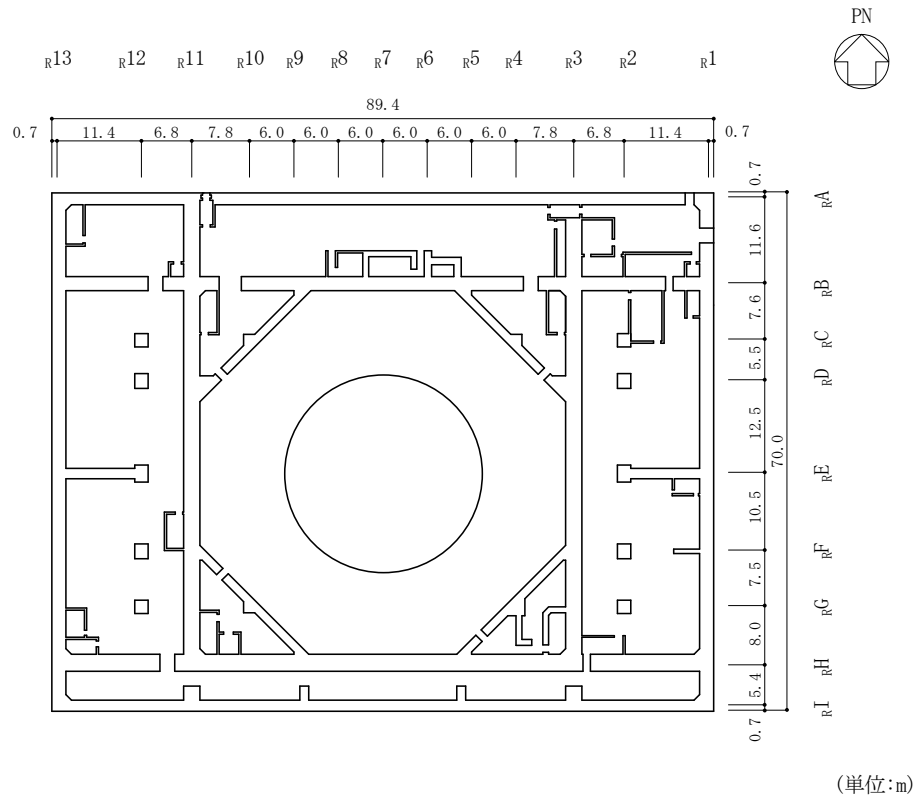


図 2-2(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 8.8m)

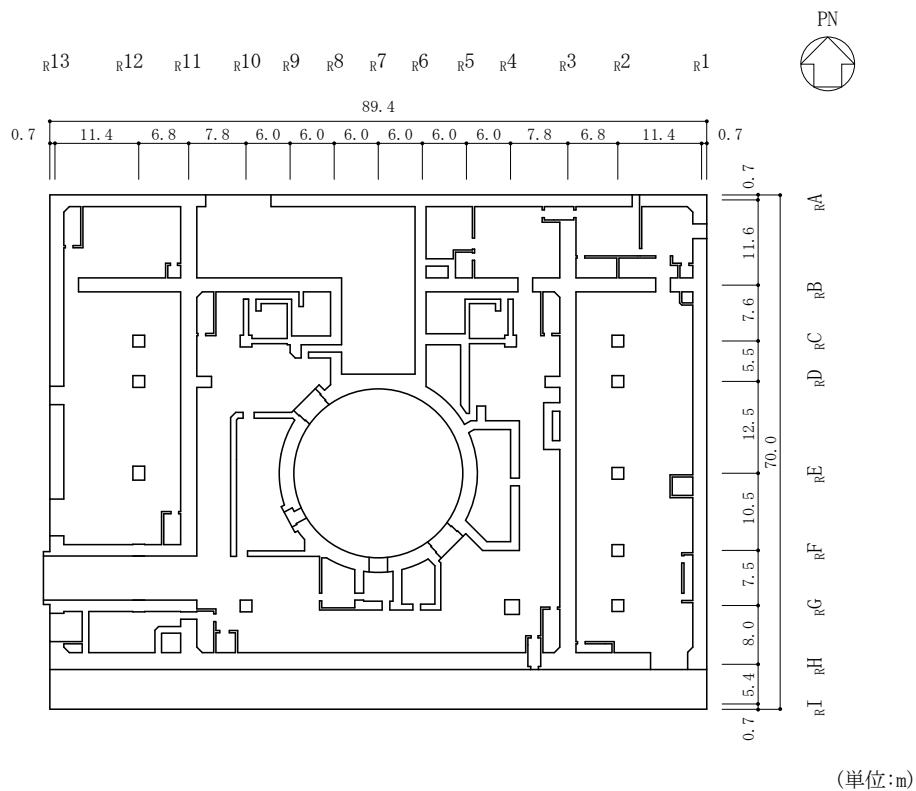


図 2-2(3) 原子炉建物の概略平面図 (EL 15.3m)

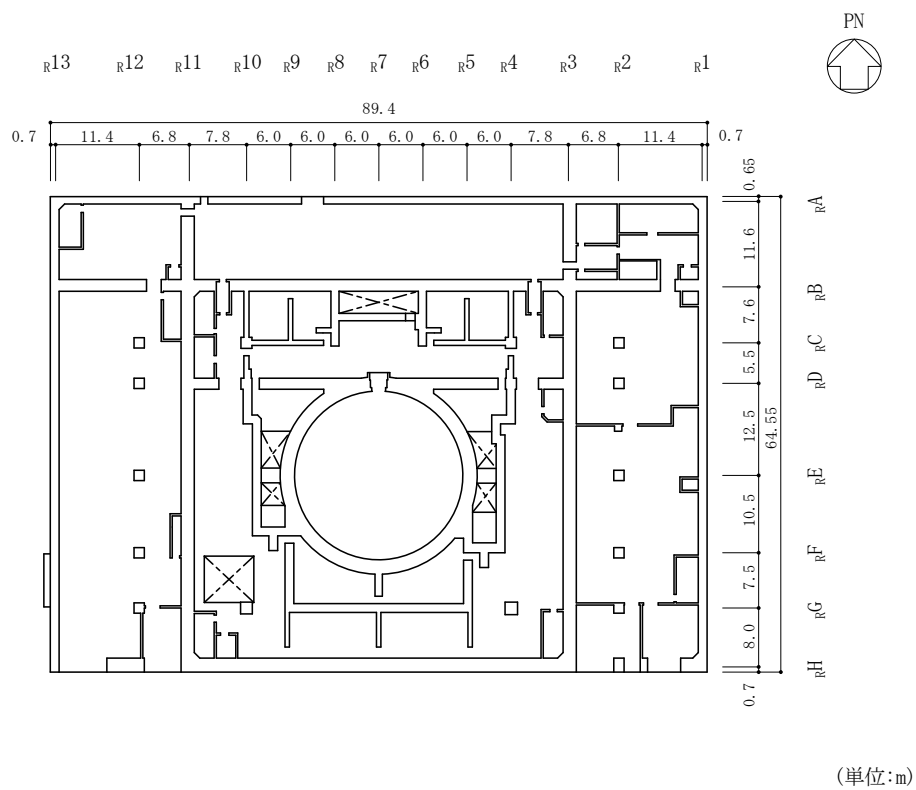
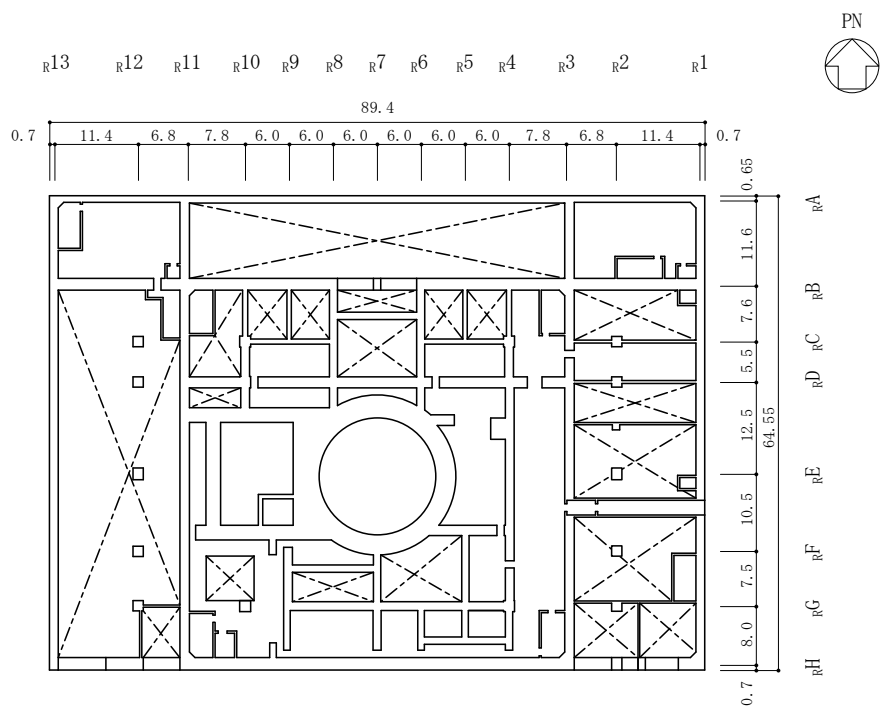
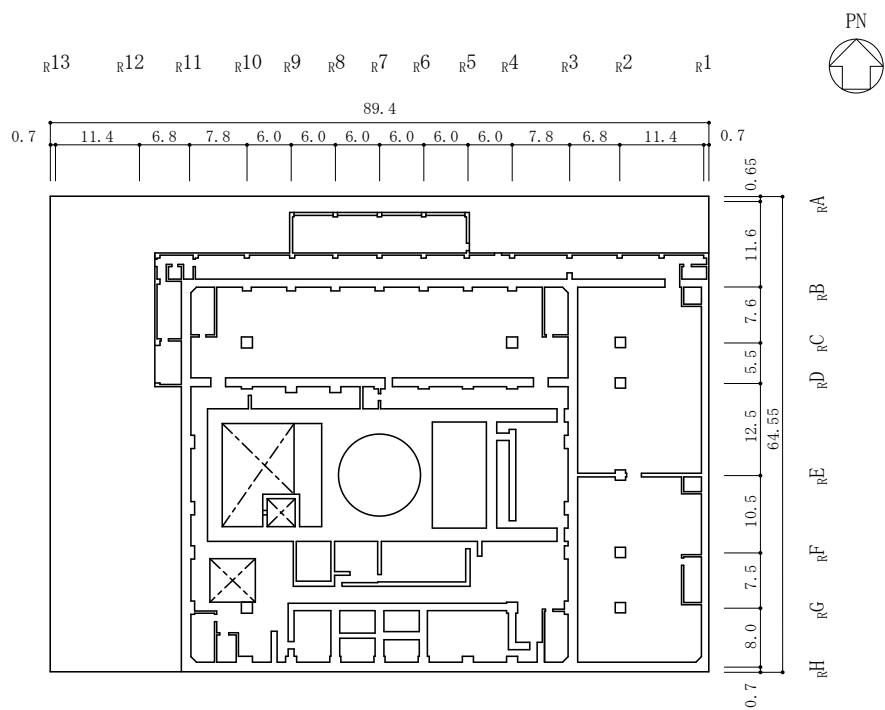


図 2-2(4) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)



(単位:m)

図 2-2(5) 原子炉建物の概略平面図 (EL 30.5m)



(単位:m)

図 2-2(6) 原子炉建物の概略平面図 (EL 34.8m)

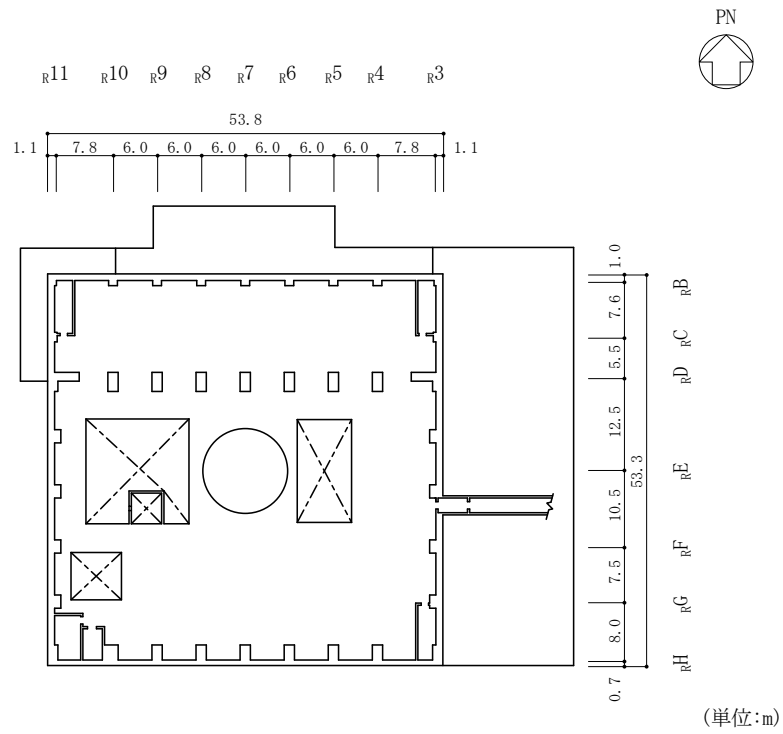


図 2-2(7) 原子炉建物の概略平面図 (EL 42.8m)

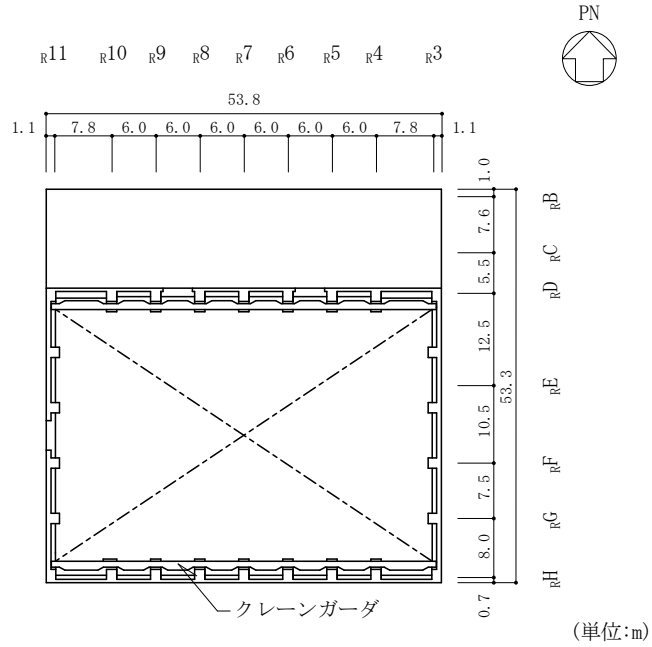


図 2-2(8) 原子炉建物の概略平面図 (EL 51.7m)

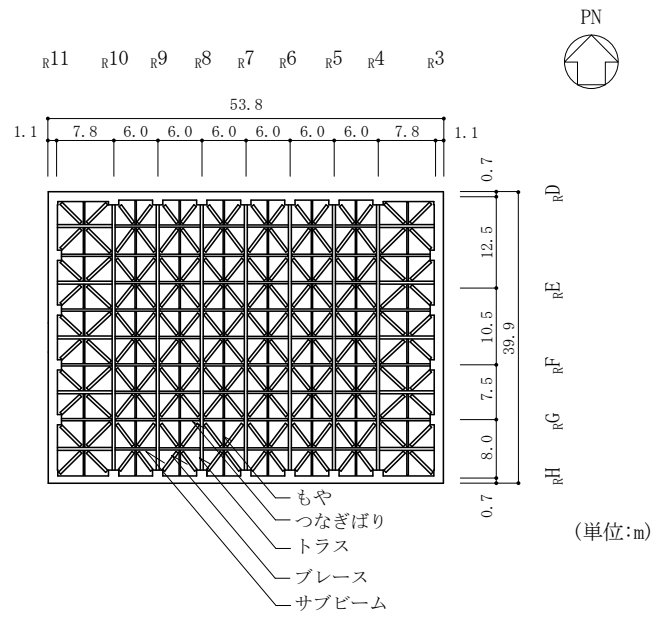


図 2-2(9) 原子炉建物の概略平面図 (EL 63.5m)

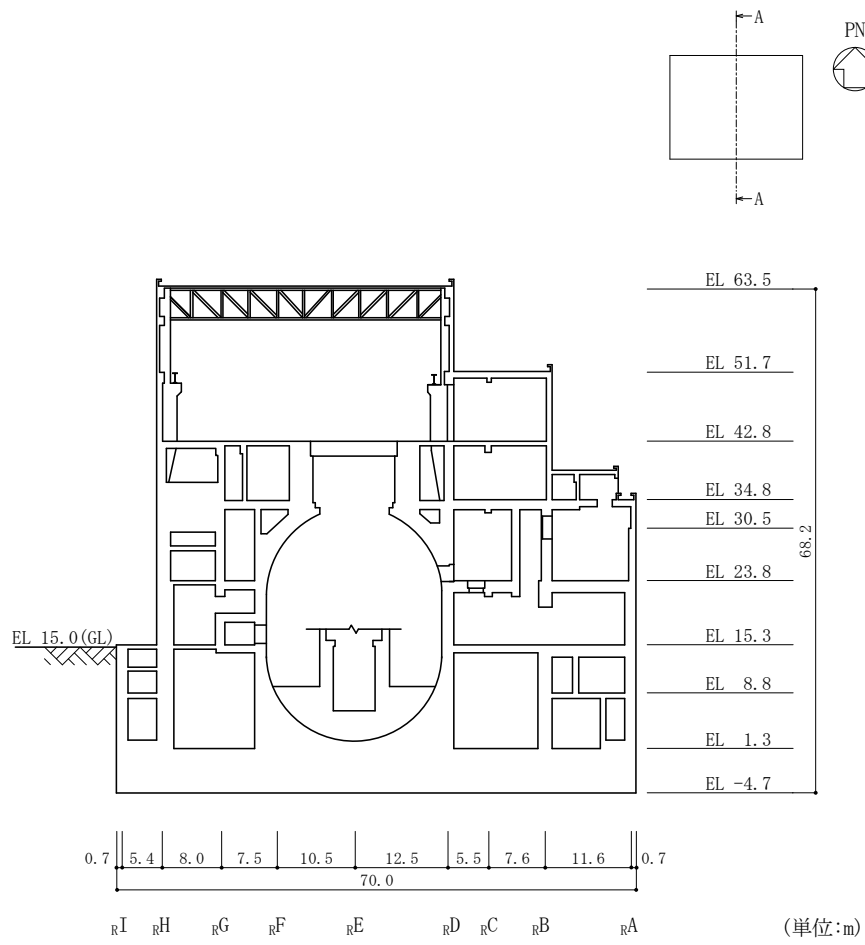


図 2-3(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)



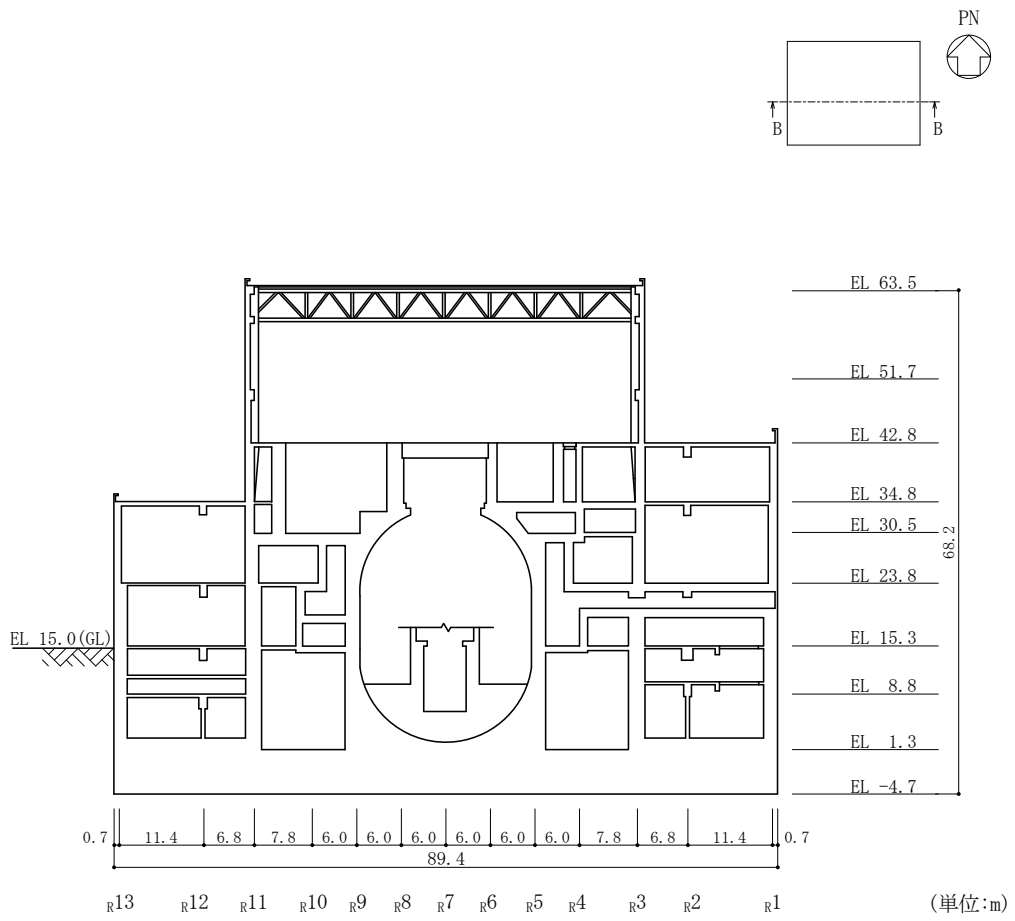


図2-3(2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

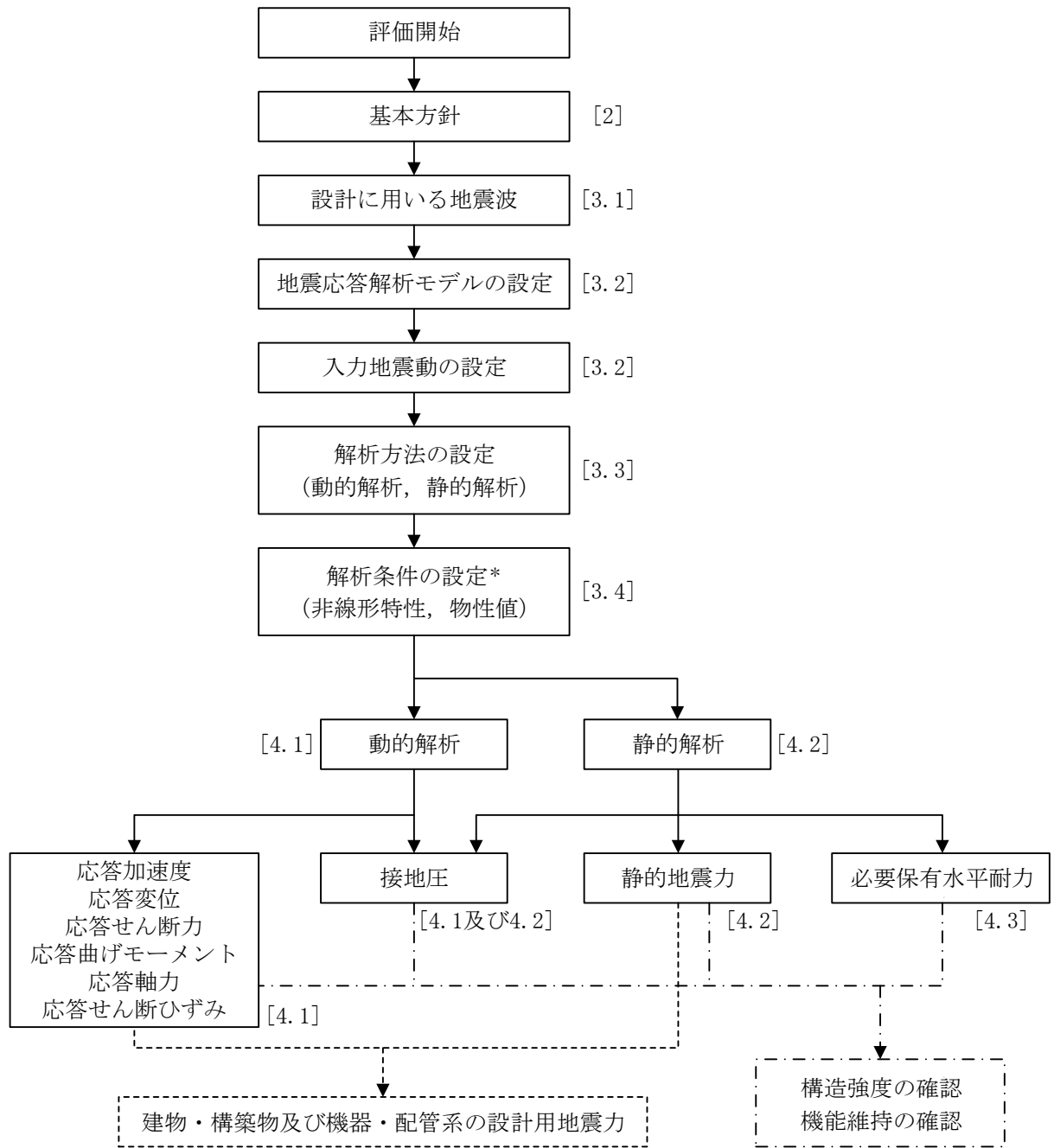
### 2.3 解析方針

原子炉建物の地震応答解析は、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に原子炉建物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算定する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力及び接地圧を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算定する。



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 原子炉建物の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

原子炉建物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。

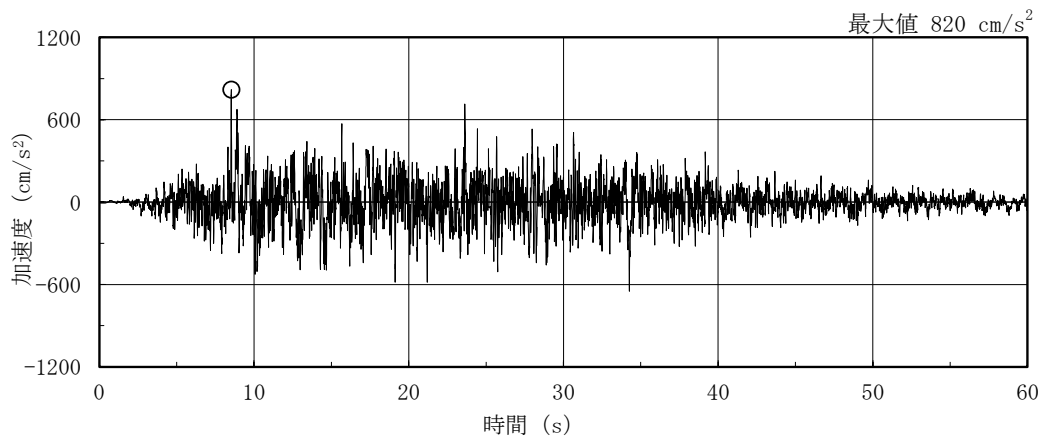
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 2005 改定)

### 3. 解析方法

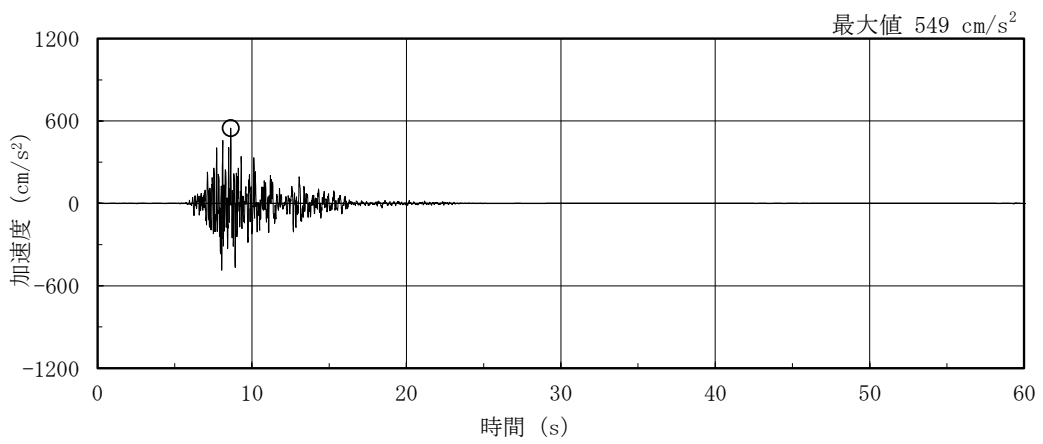
#### 3.1 設計に用いる地震波

原子炉建物の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、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に想定する地震波を用いることとする。

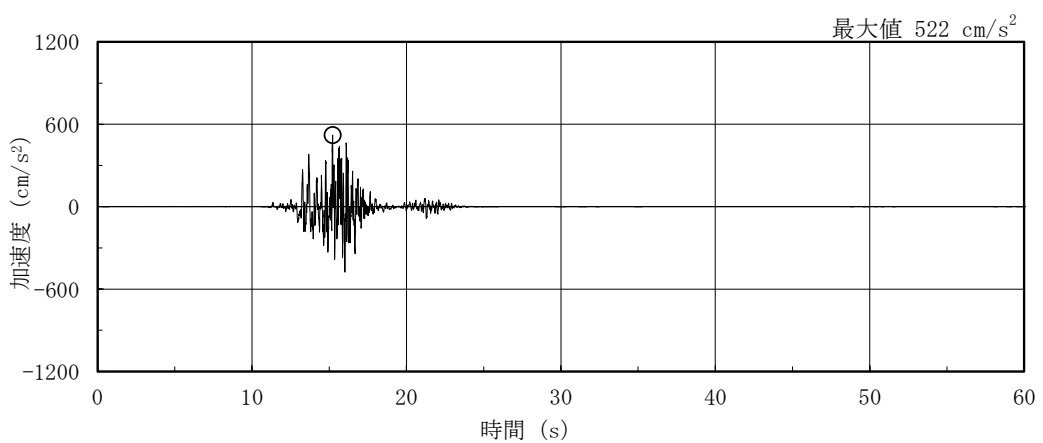
基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-8 に示す。



(a) S s - D

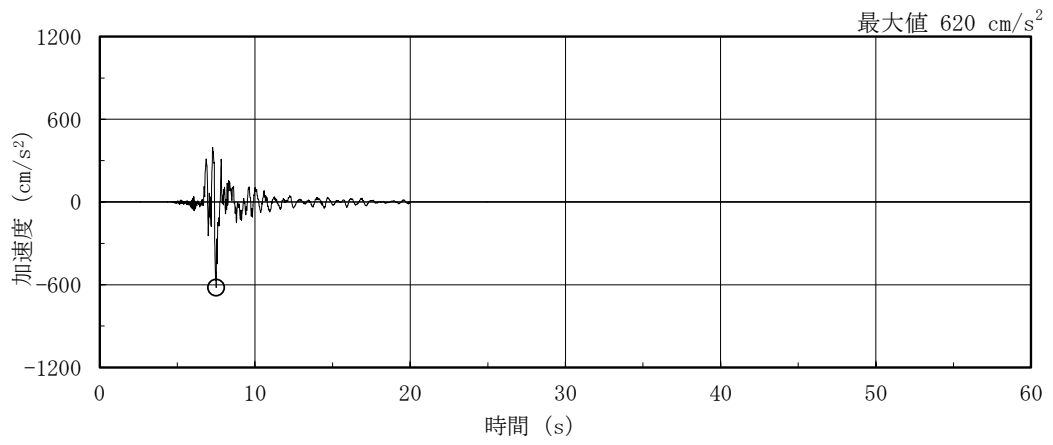


(b) S s - F 1

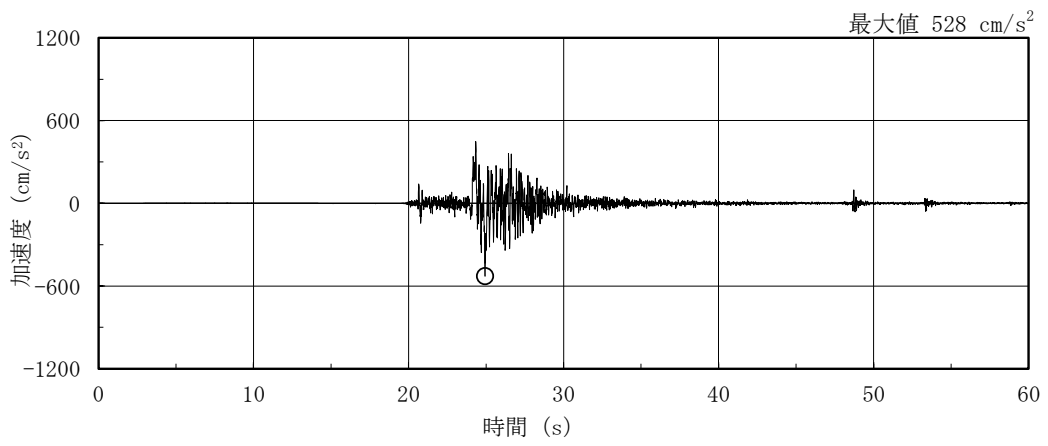


(c) S s - F 2

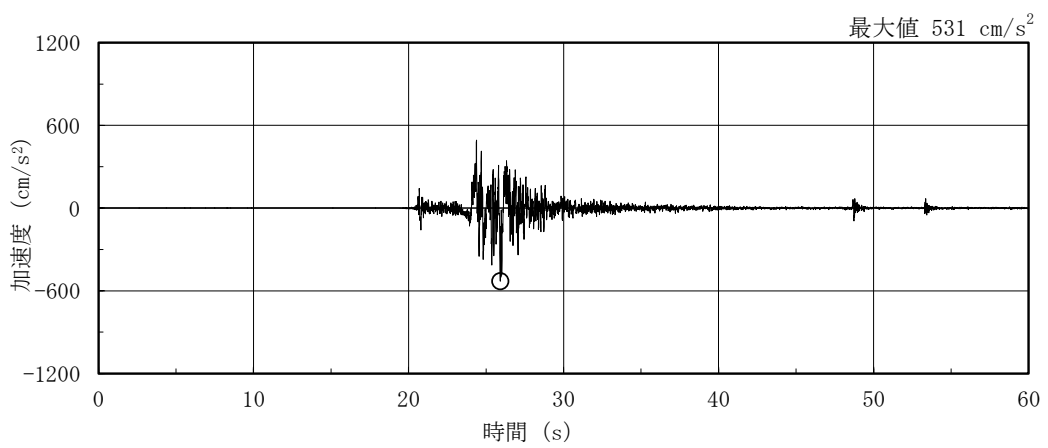
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

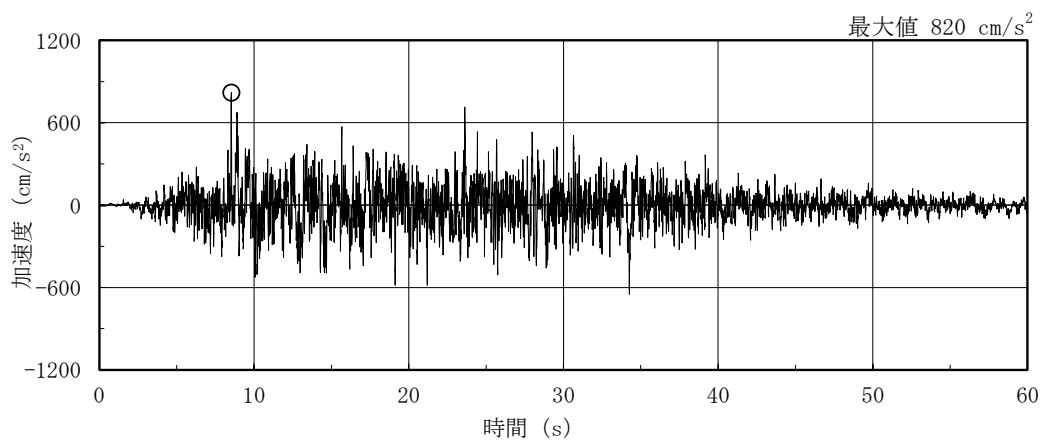


(e) S s - N 2 N S

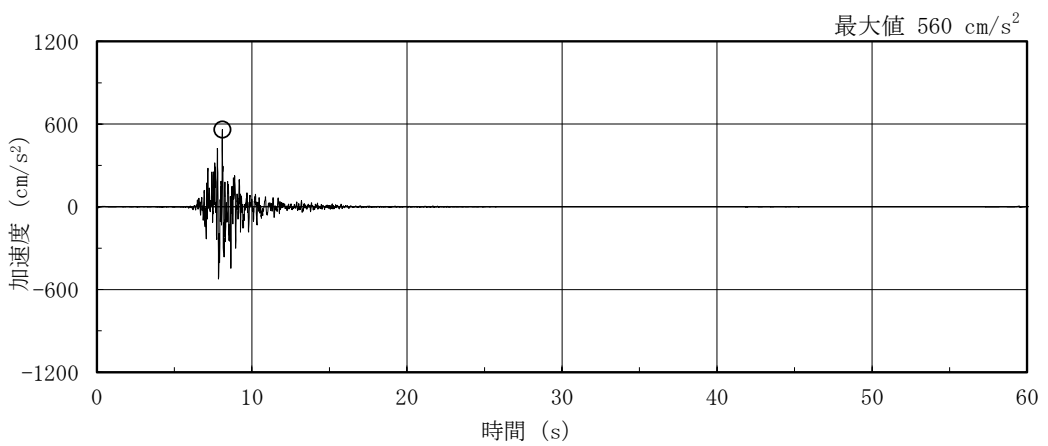


(f) S s - N 2 E W

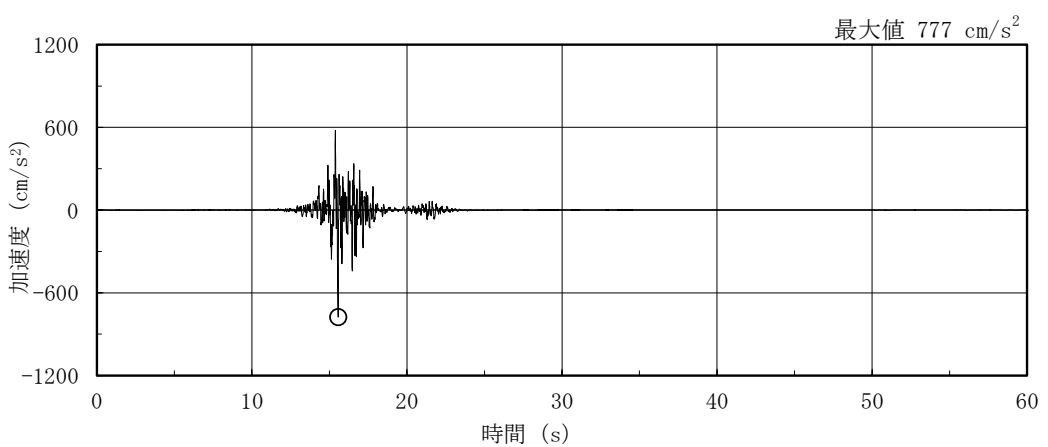
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D



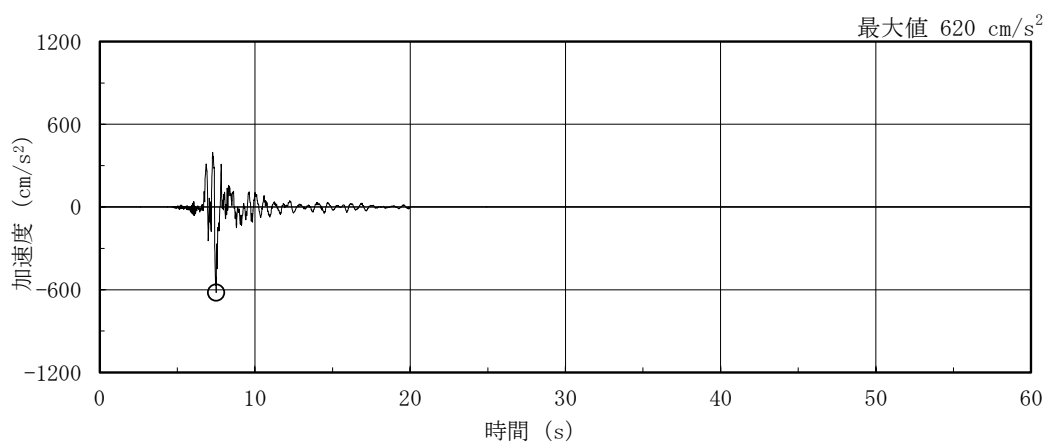
(b) S s - F 1



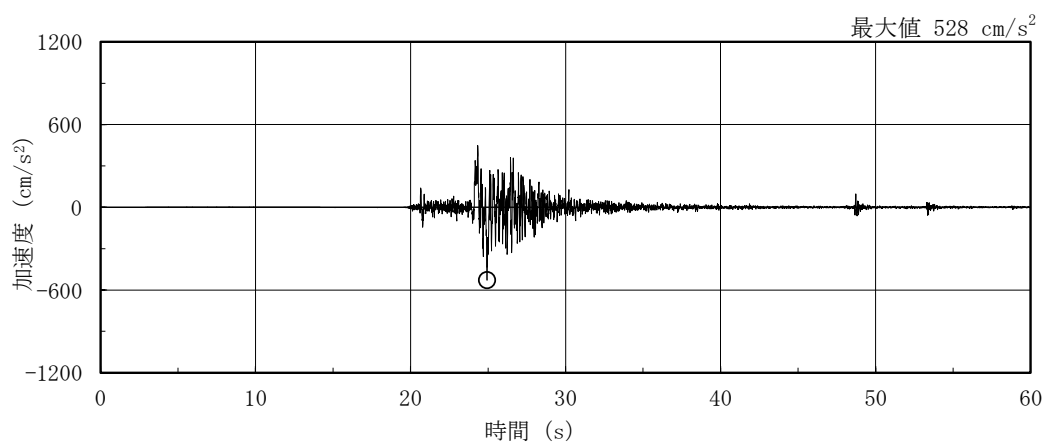
(c) S s - F 2

図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, E W 方向)

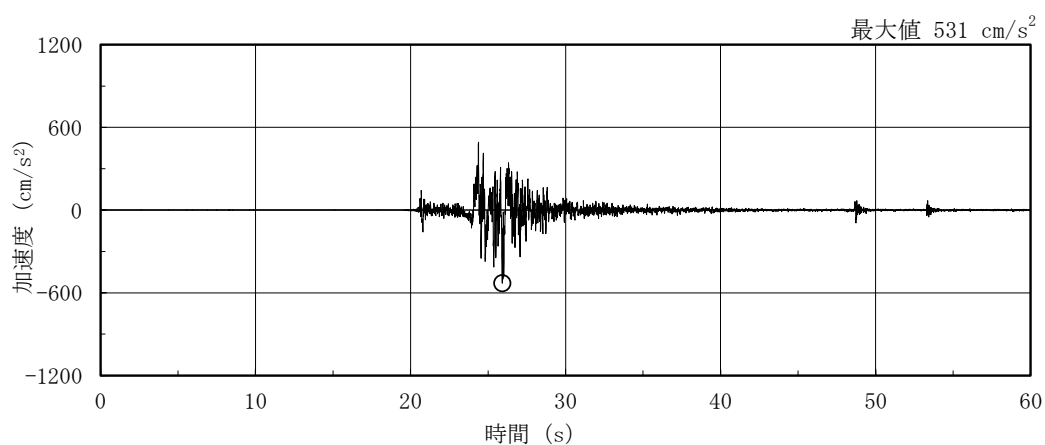




(d) S s - N 1

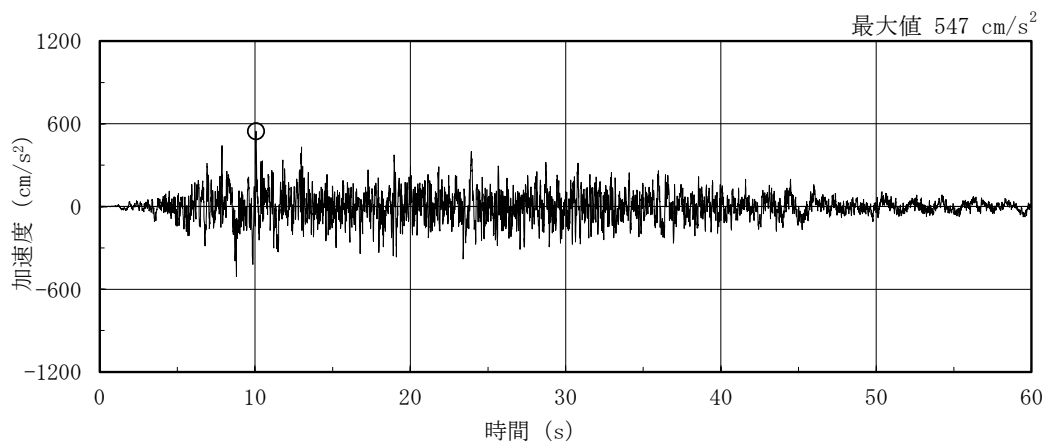


(e) S s - N 2 N S

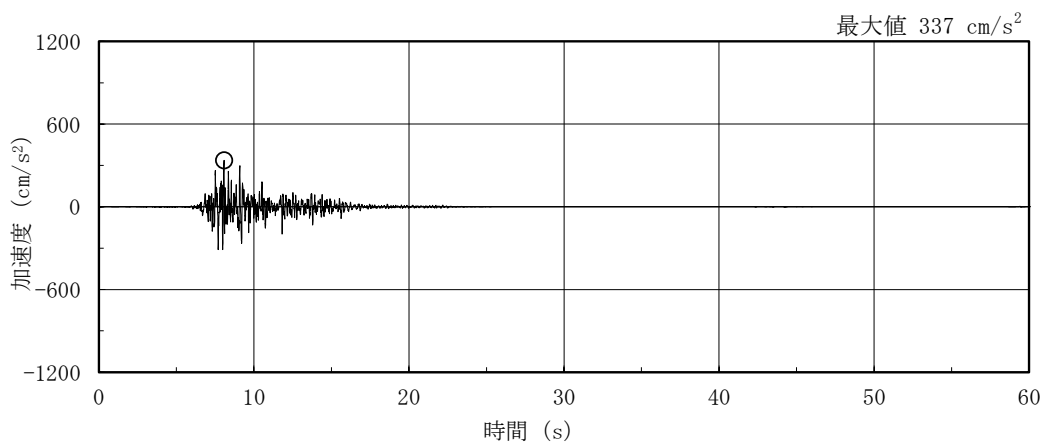


(f) S s - N 2 E W

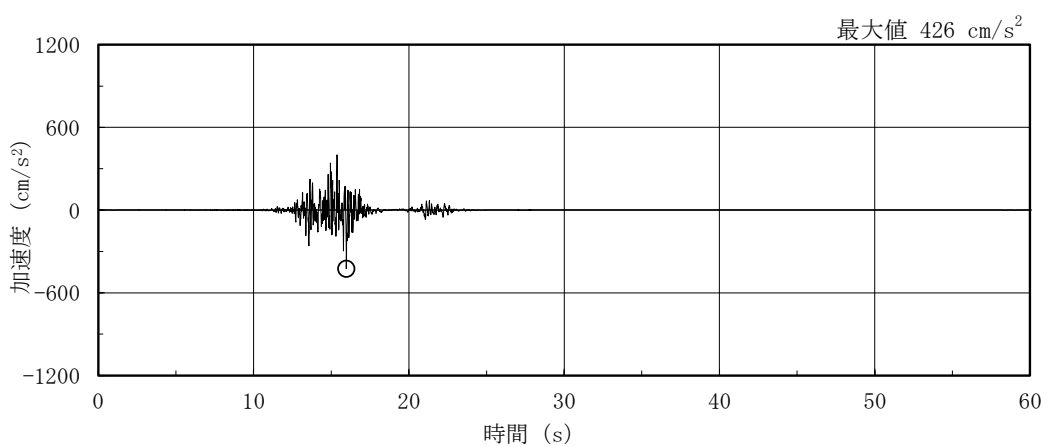
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(a) S s - D

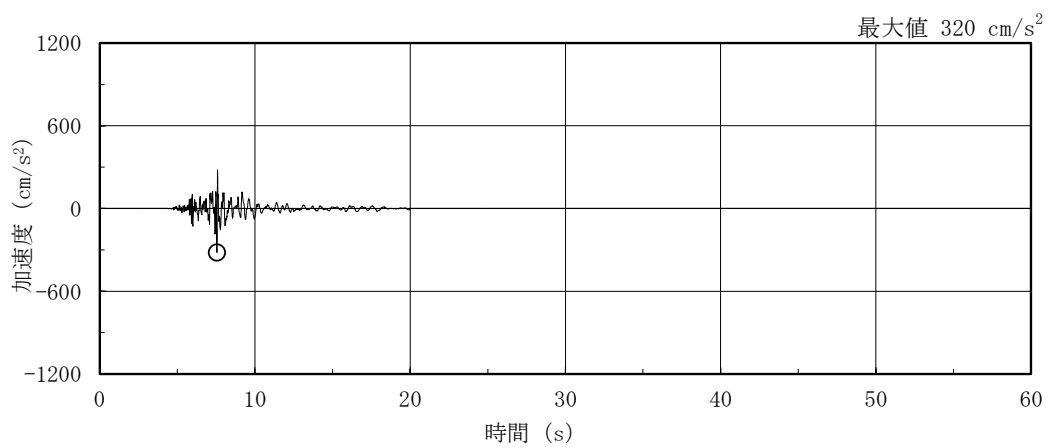


(b) S s - F 1

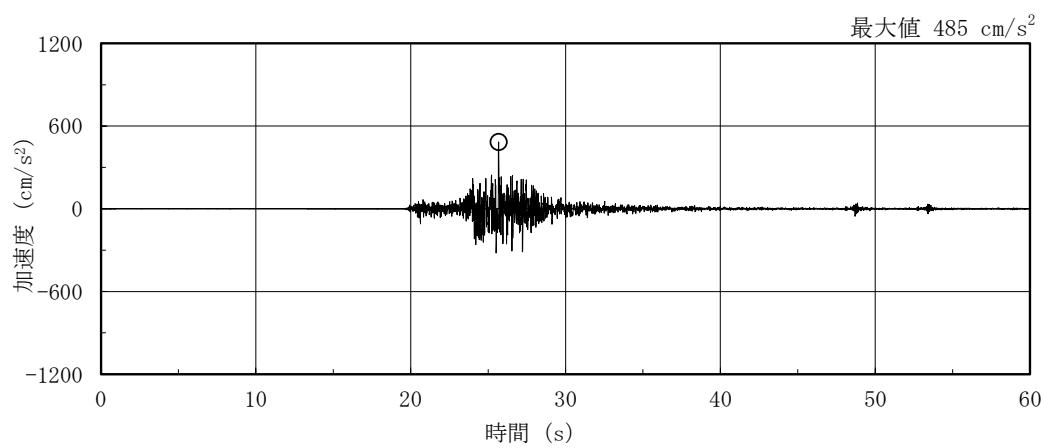


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)



(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

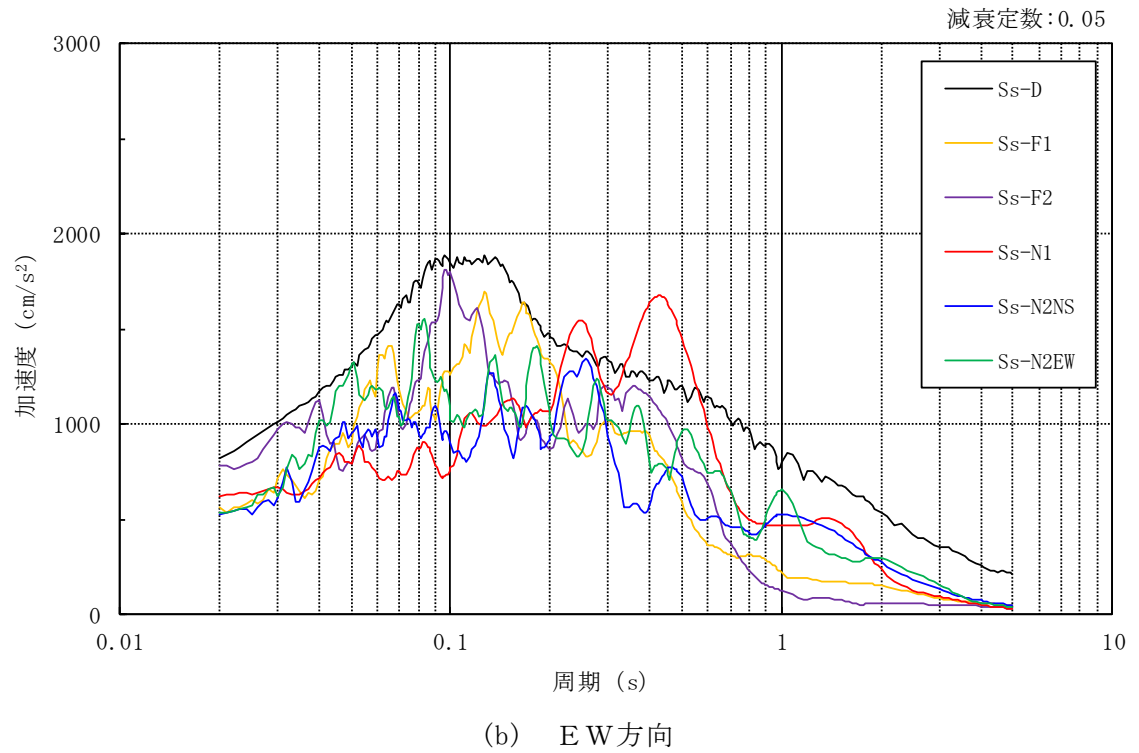
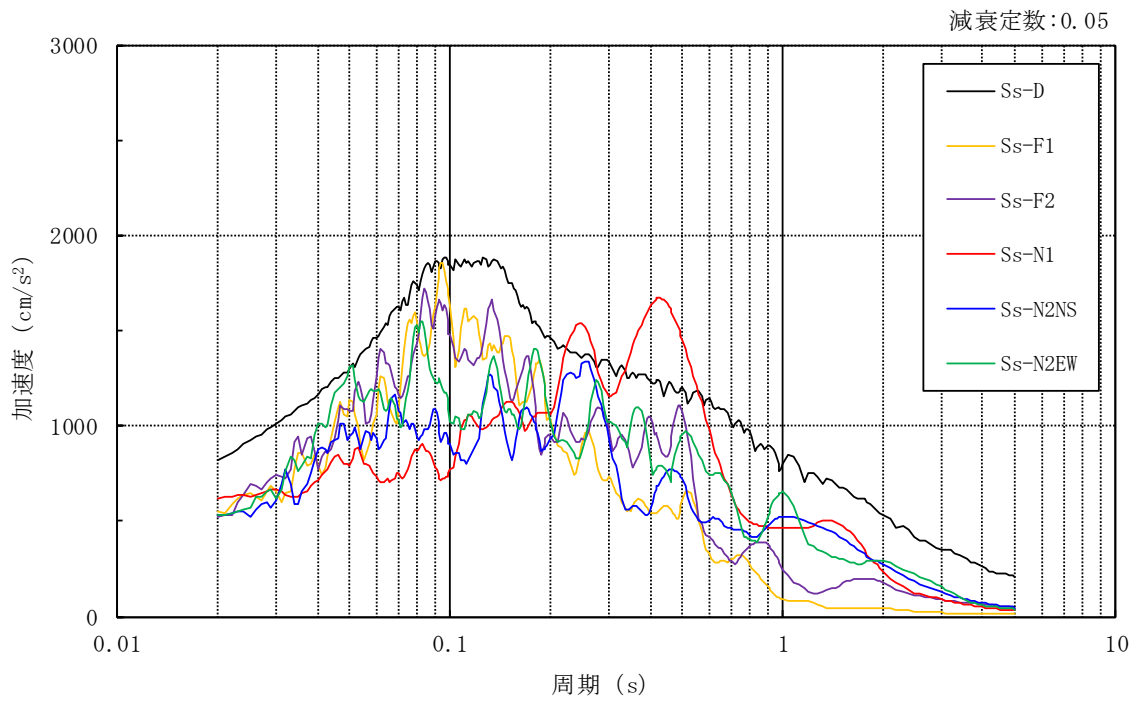


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

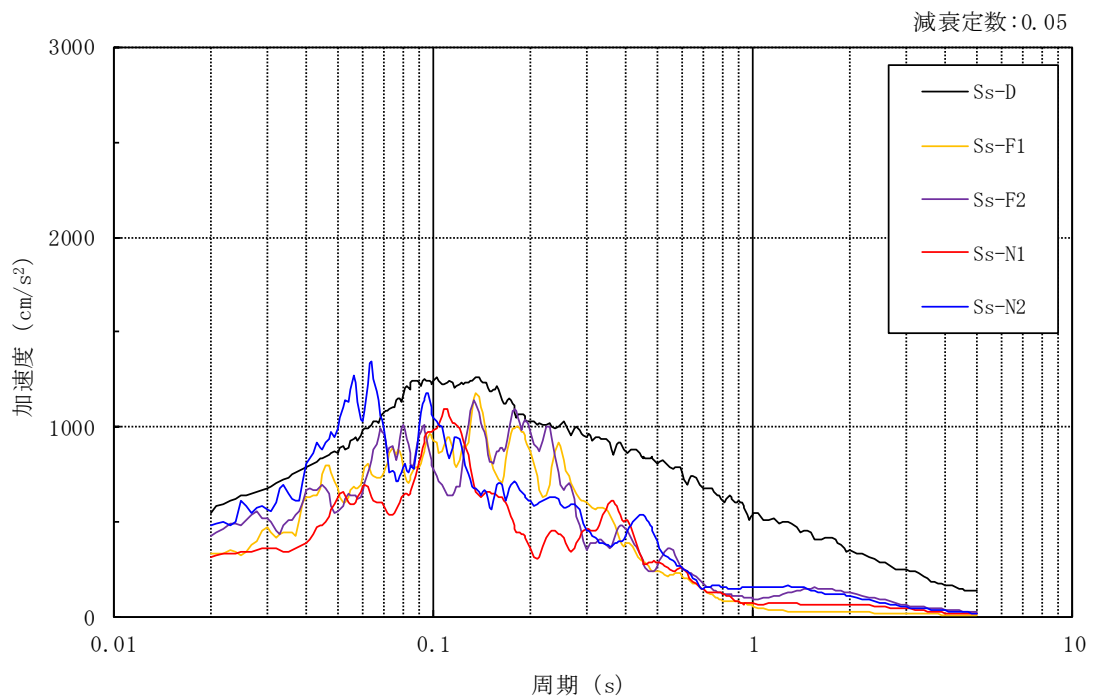
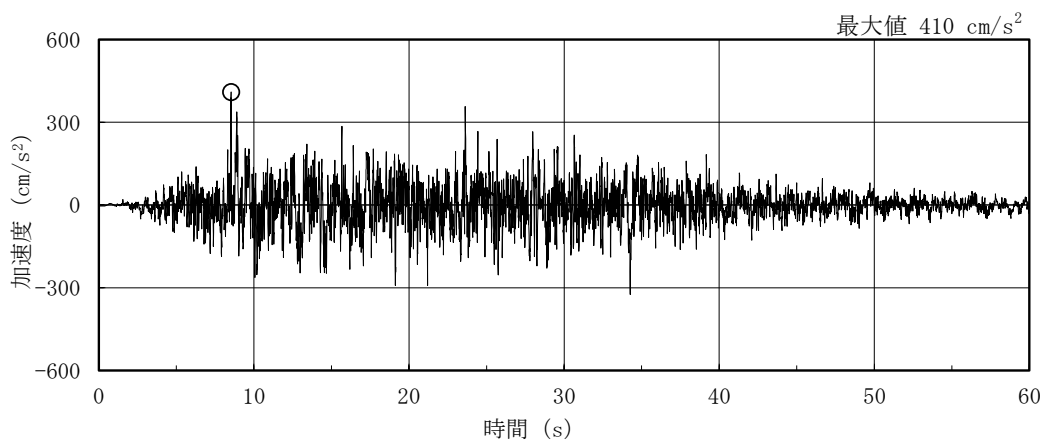
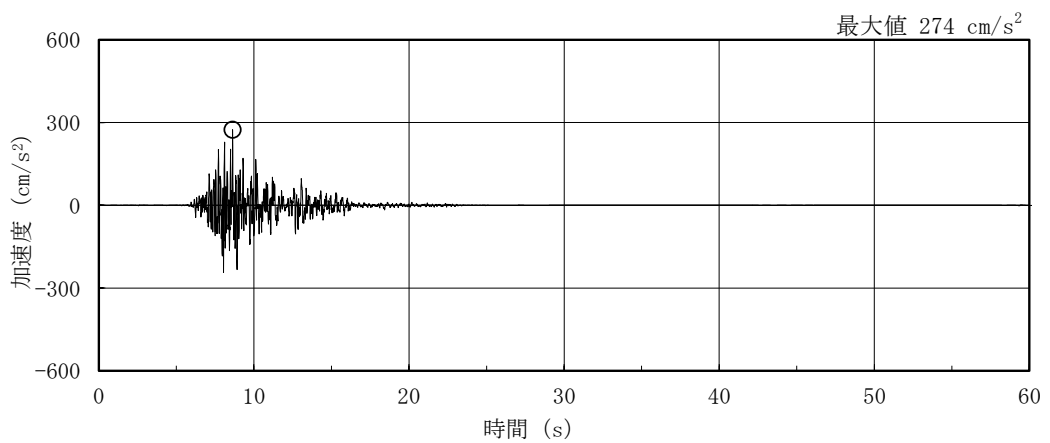


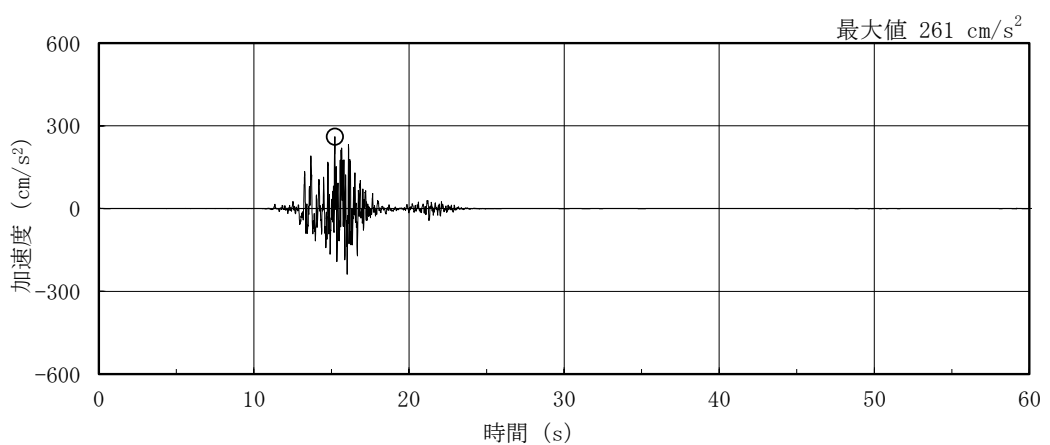
図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)



(a) S d - D

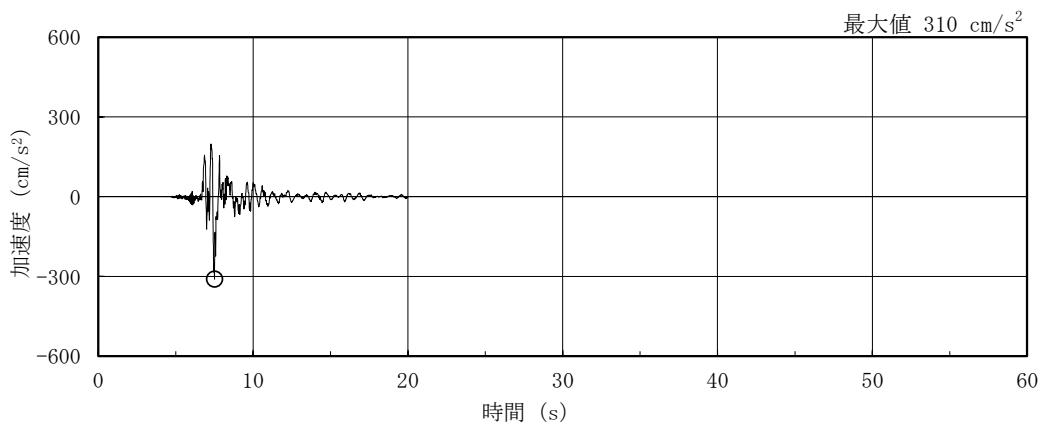


(b) S d - F 1

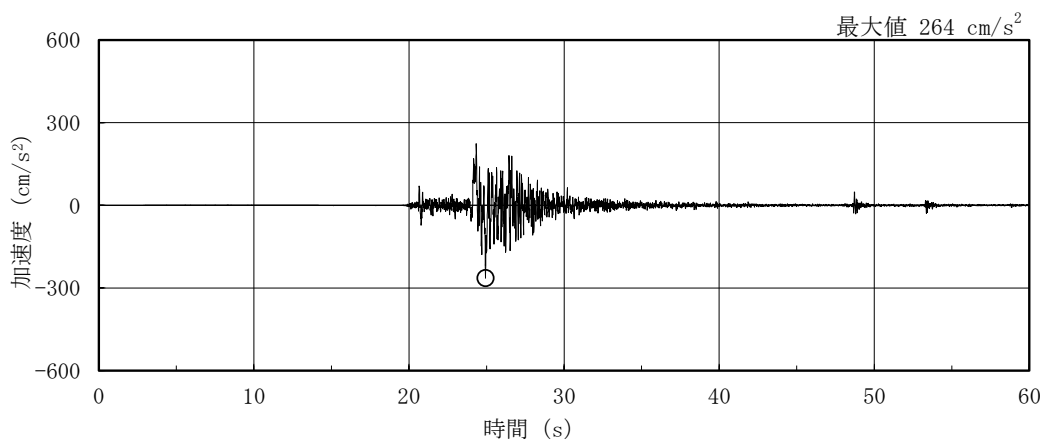


(c) S d - F 2

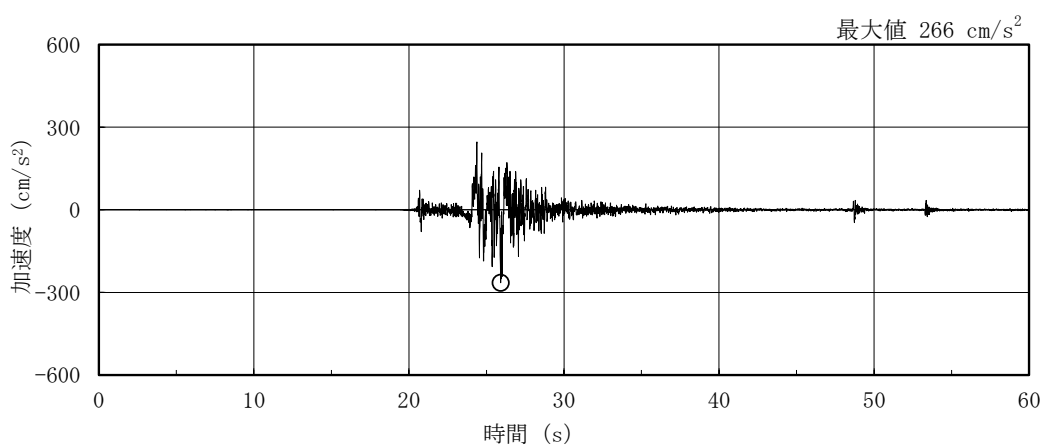
図 3-5(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(d) S d - N 1

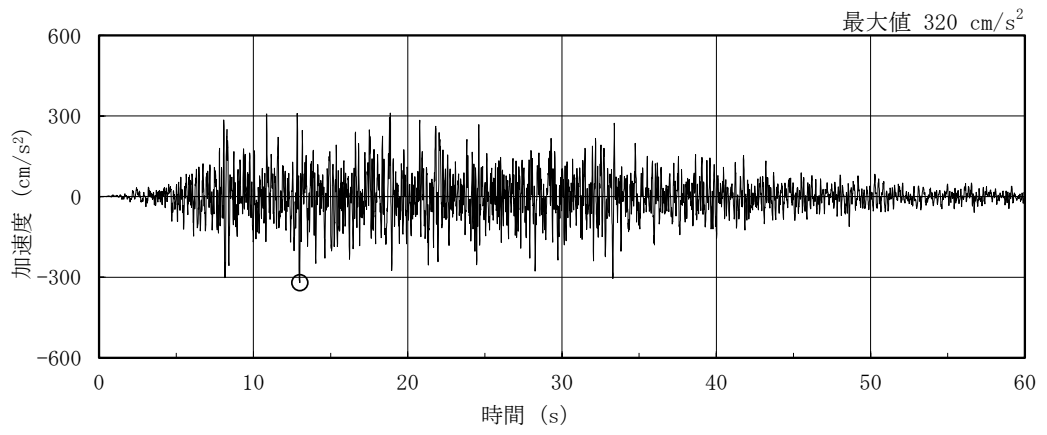


(e) S d - N 2 N S



(f) S d - N 2 E W

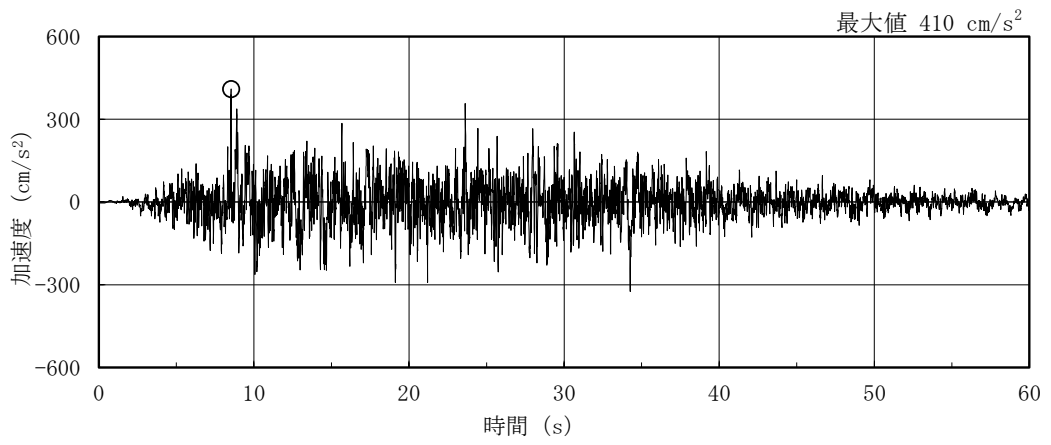
図 3-5(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



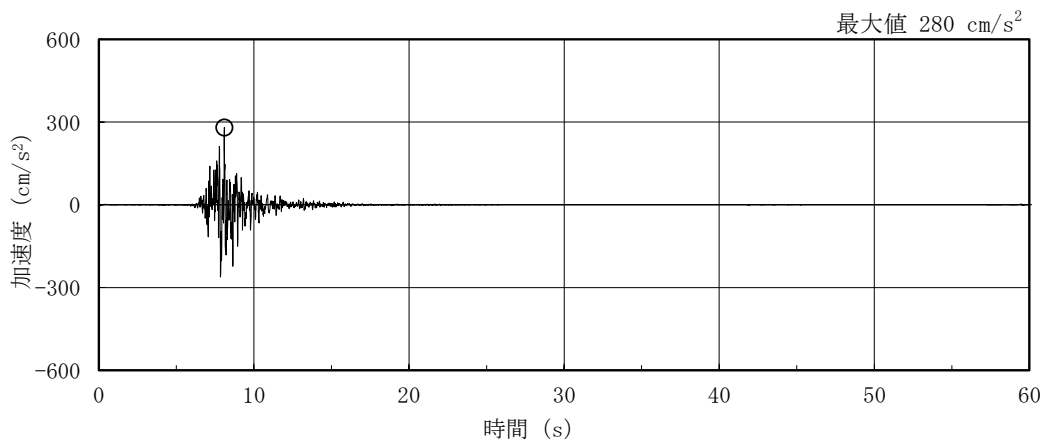
(g) S d - 1

図 3-5(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

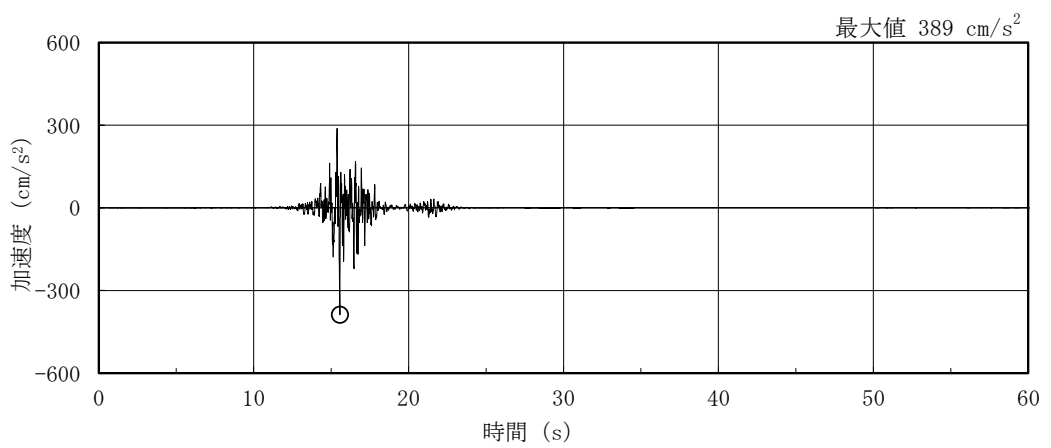




(a) S d - D

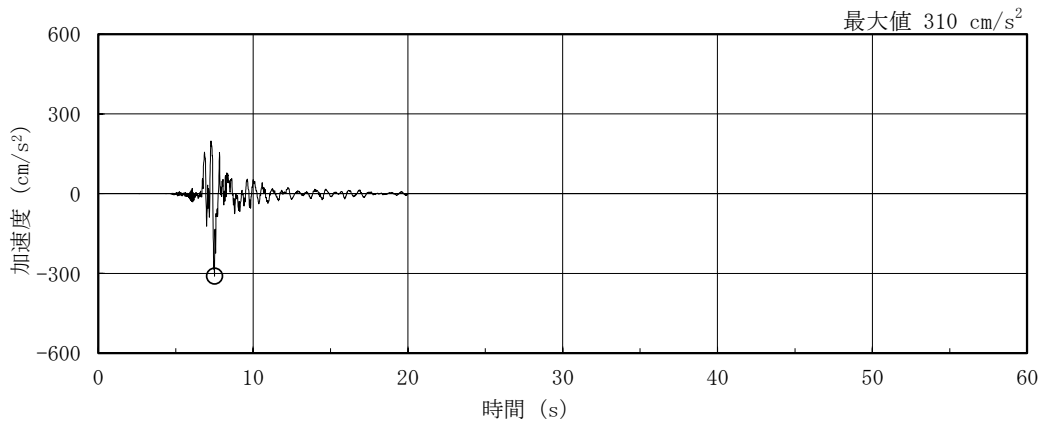


(b) S d - F 1

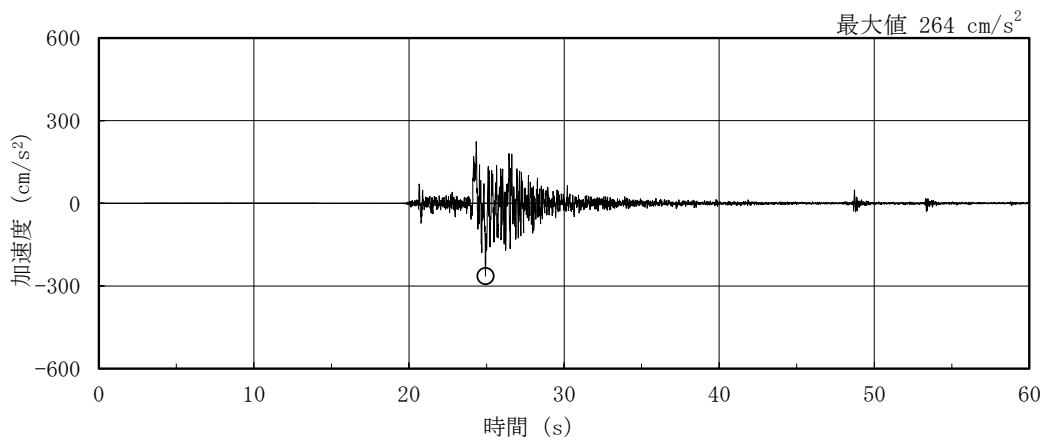


(c) S d - F 2

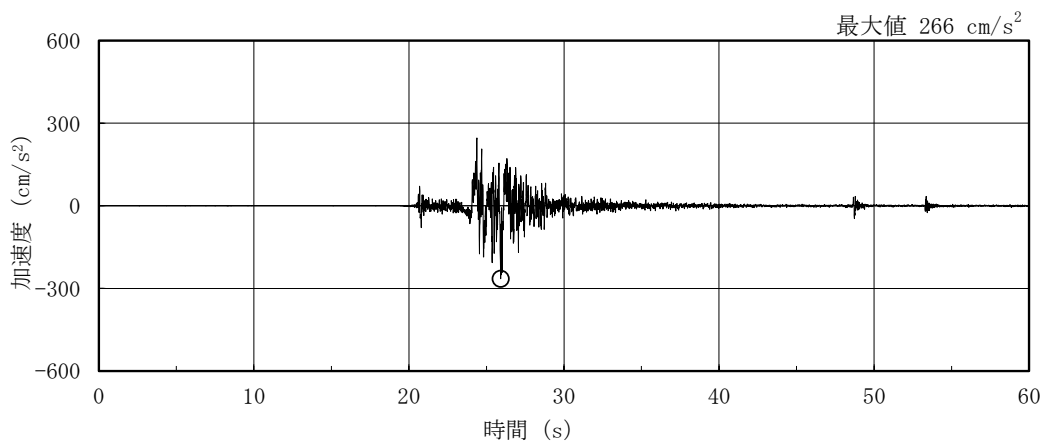
図 3-6(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(d) S d - N 1

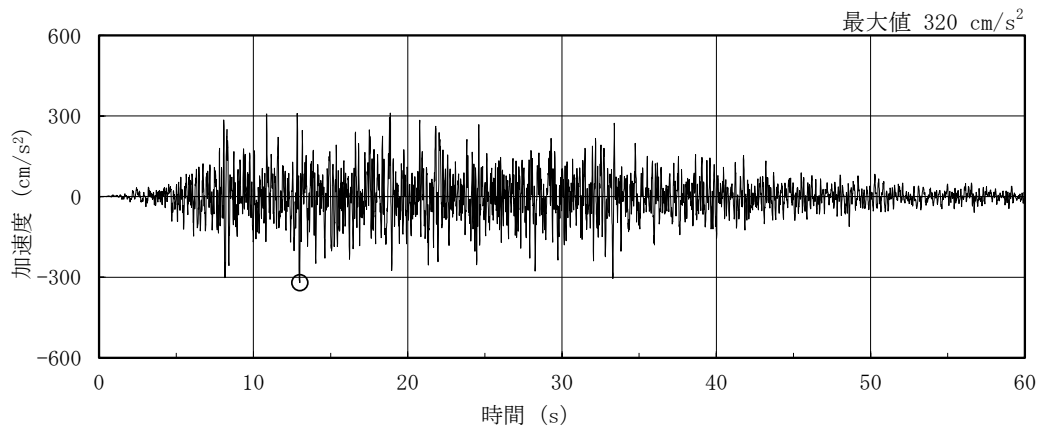


(e) S d - N 2 N S



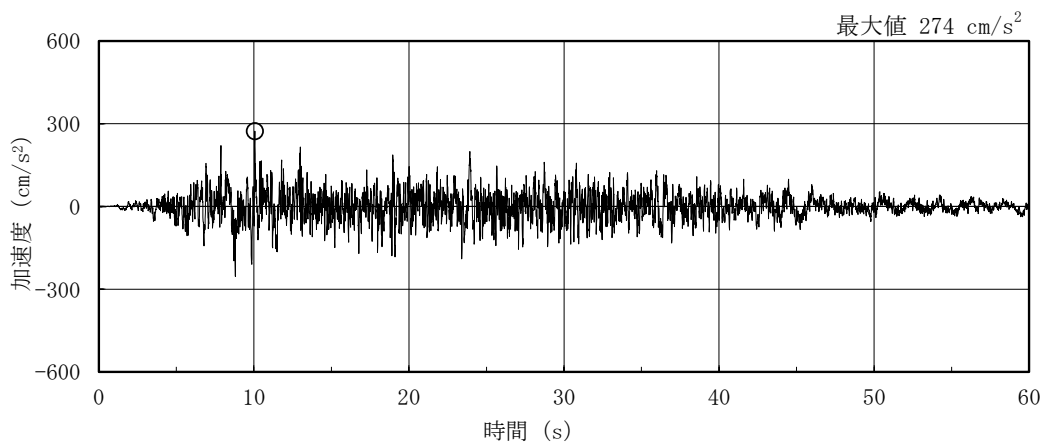
(f) S d - N 2 E W

図 3-6(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

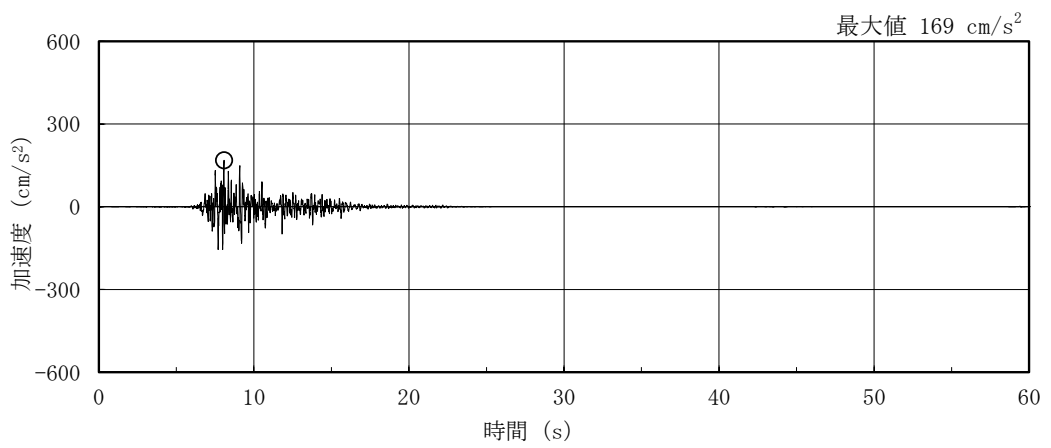


(g) S d - 1

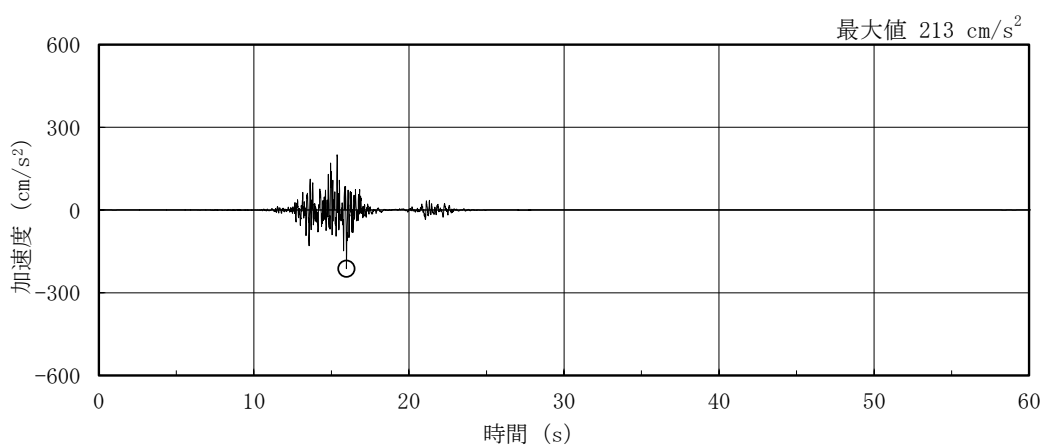
図 3-6(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(a) S d - D

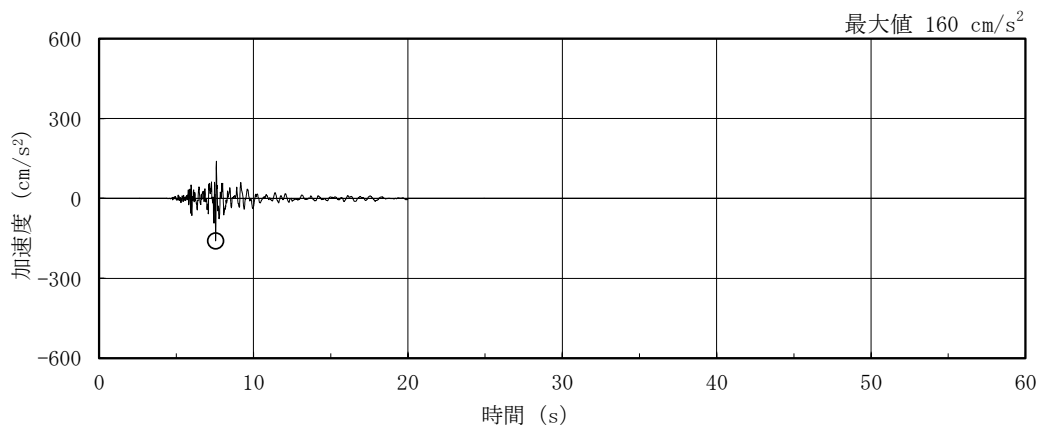


(b) S d - F 1

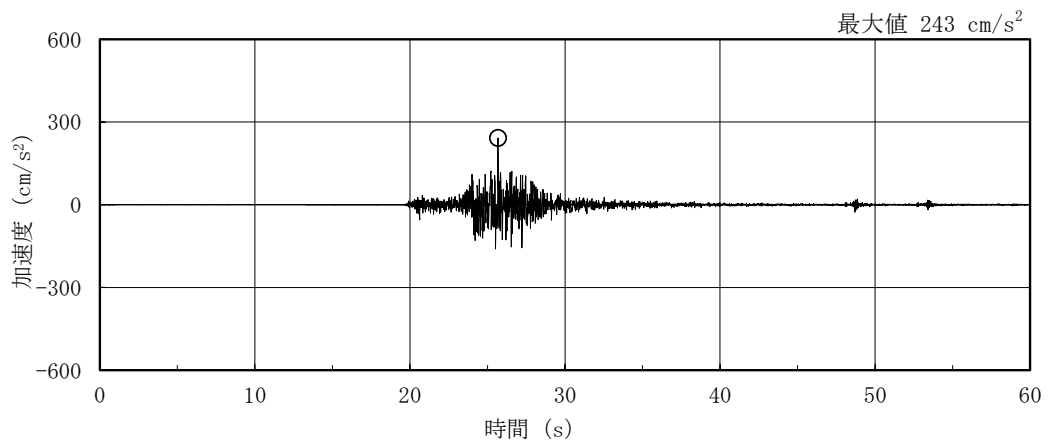


(c) S d - F 2

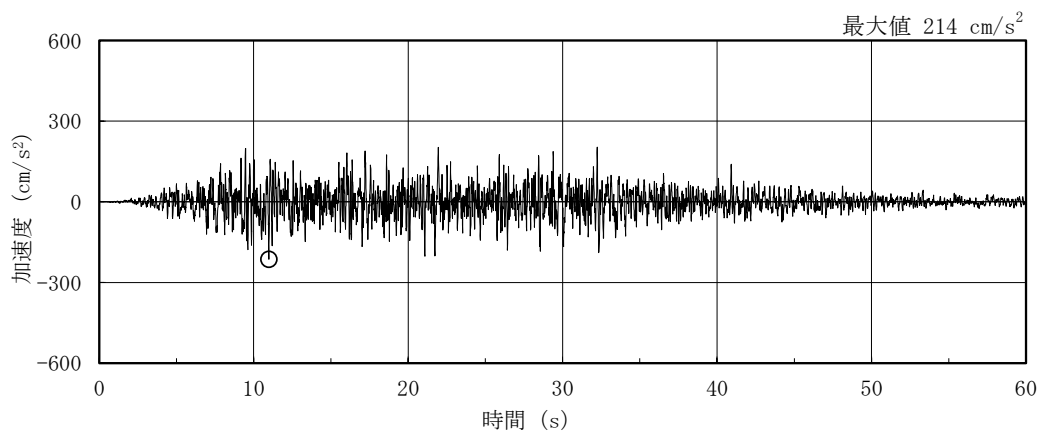
図 3-7(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



(d) S d - N 1



(e) S d - N 2



(f) S d - 1

図 3-7(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)

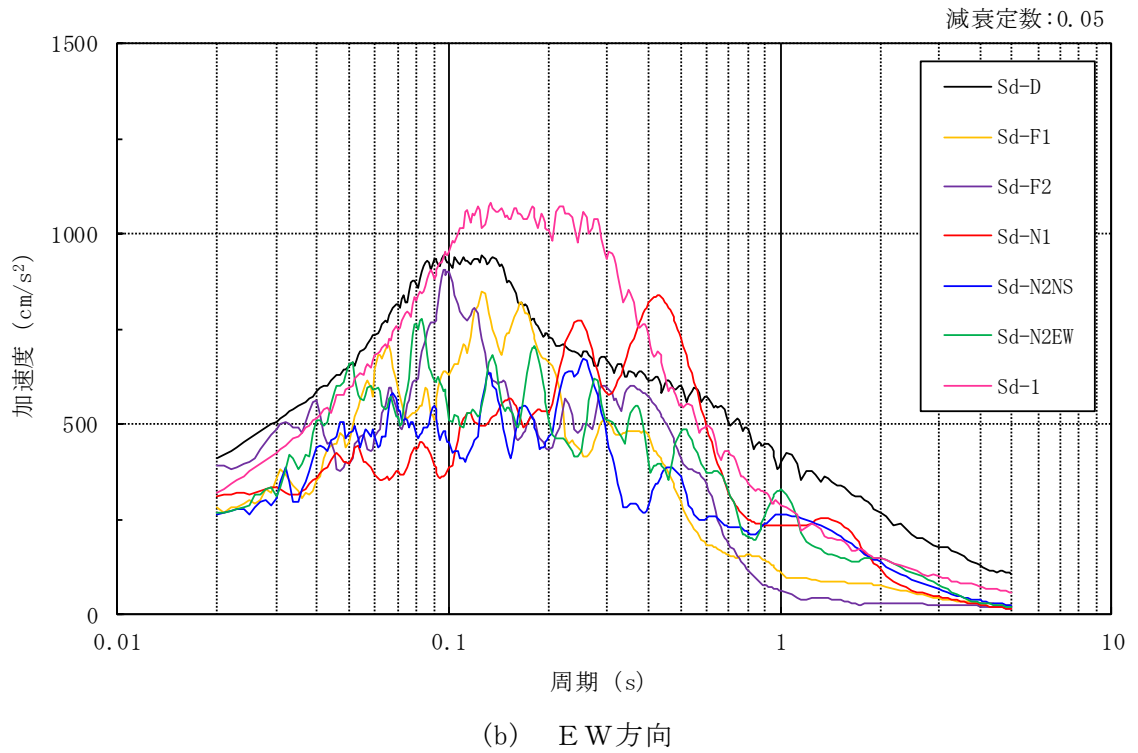
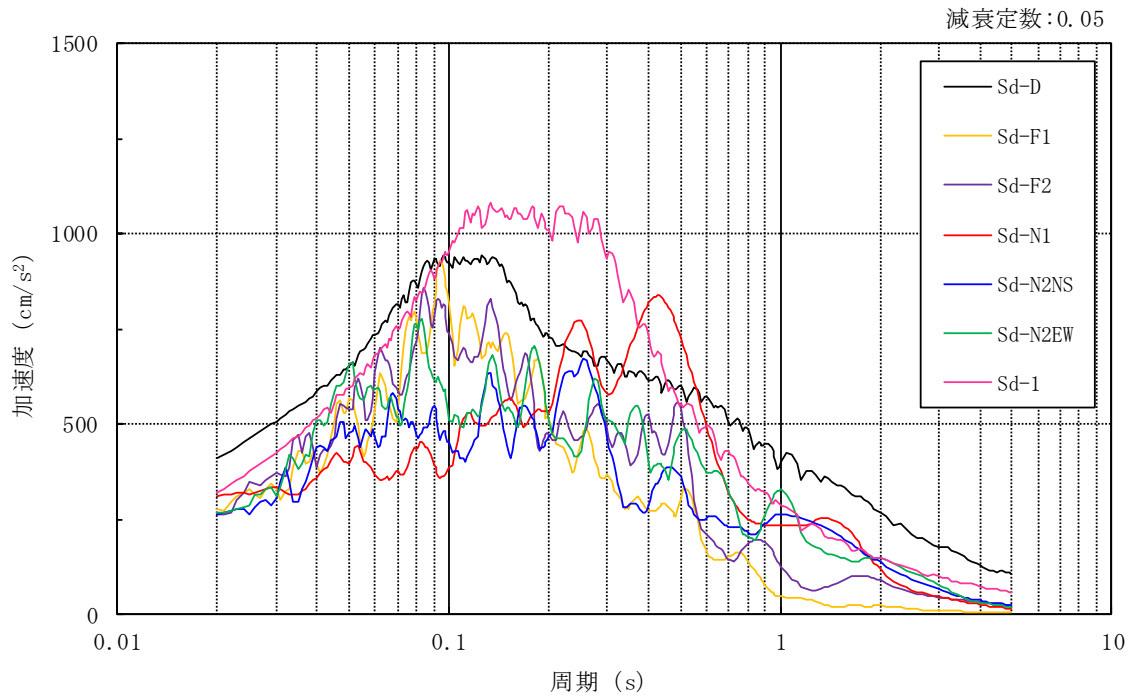


図 3-8(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

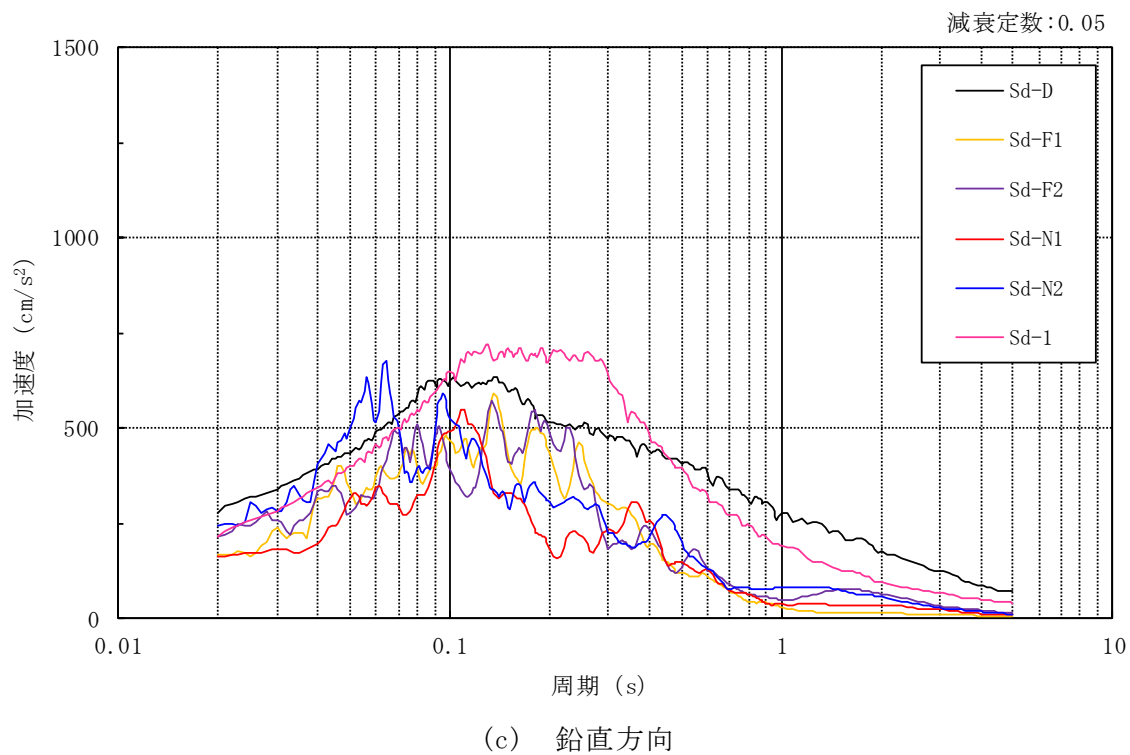


図 3-8(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=23.5 (N/mm <sup>2</sup> ) (Fc=240 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.25×10 <sup>4</sup>	9.38×10 <sup>3</sup>	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当) SM50A (SM490 相当)	2.05×10 <sup>5</sup>	7.90×10 <sup>4</sup>	2	屋根トラス



### 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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っているが、EW方向においては、燃料プール壁及び内部ボックス壁による拘束効果を考慮して回転ばねを取り付けている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-9に示す。

#### (2) 地盤ばね

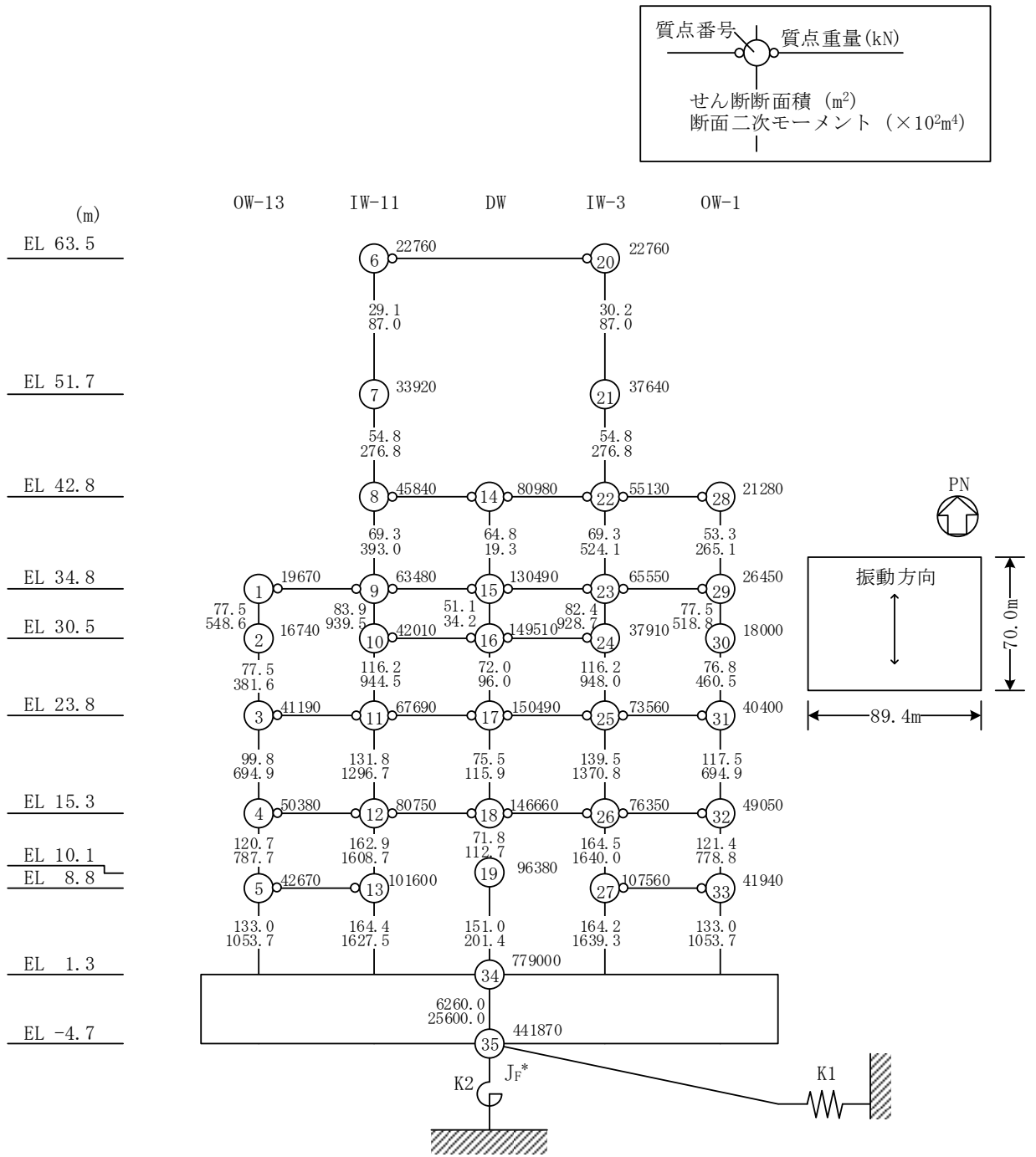
基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤ばねの定数化の概要を図3-10に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を1次元地盤としてモデル化し、1次元波動論に基づく評価により、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を2次元地盤に入力して有限要素法による応答計算を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。表3-3に示す地盤物性値のうち、表層①-1については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値とする。

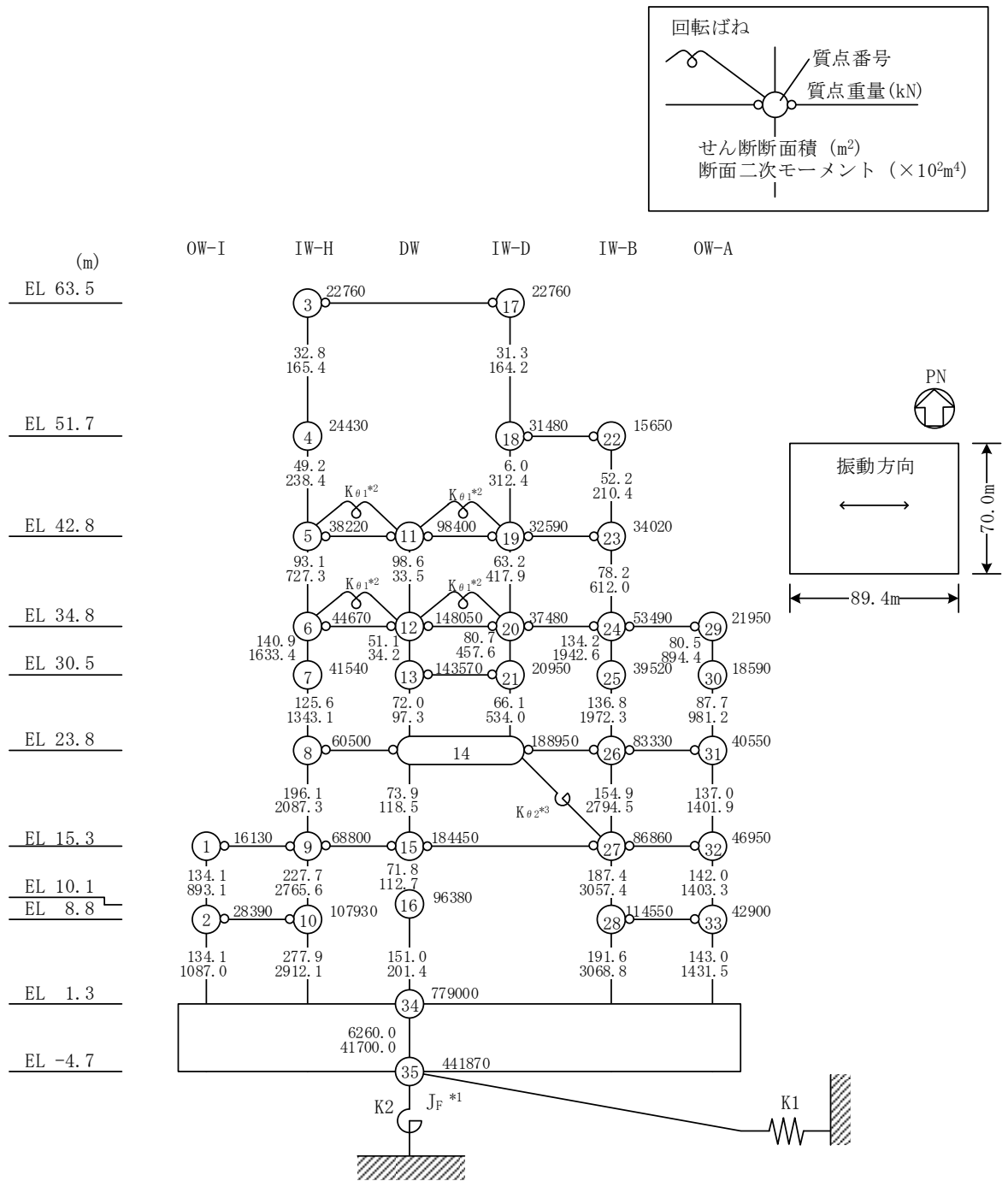
なお、2次元FEM地盤モデルの側面はエネルギー伝達境界、底面は粘性境界を設けることにより、遠方地盤への波動の逸散を考慮する。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-11に、2次元FEM地盤モデルを図3-12に、基礎底面位置(EL-4.7m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-13及び図3-14に示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」及び「SuperFLUSH」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



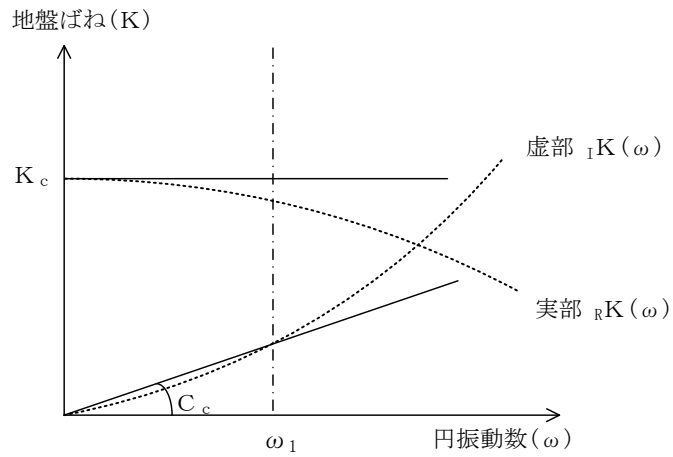
注記\* : 回転慣性重量(12.25×10<sup>8</sup>kN・m<sup>2</sup>)

図 3-9(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)



- 注記\*1：回転慣性重量 ( $20.88 \times 10^8 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ )
- \*2：燃料プール壁の回転ばね ( $2.195 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$ )
- \*3：内部ボックス壁の軸抵抗を考慮した回転ばね ( $135.2 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$ )

図 3-9(2) 地震応答解析モデル (EW方向)



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-10 地盤ばねの定数化の概要

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$1.55 \times 10^9$ (kN/m)	$2.23 \times 10^7$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$2.13 \times 10^{12}$ (kN・m/rad)	$4.32 \times 10^9$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$1.51 \times 10^9$ (kN/m)	$2.13 \times 10^7$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$3.02 \times 10^{12}$ (kN・m/rad)	$9.01 \times 10^9$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 原子炉建物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号		S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
表層①-1	S <sub>s</sub>	127*	422*	20.7	0.45	0.341*	8*
	S <sub>d</sub>	156*	516*	20.7	0.45	0.512*	7*
岩盤①-2		250	800	20.6	0.446	1.31	3
岩盤②		900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③		1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④		1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤		2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥		2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記\*：地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値

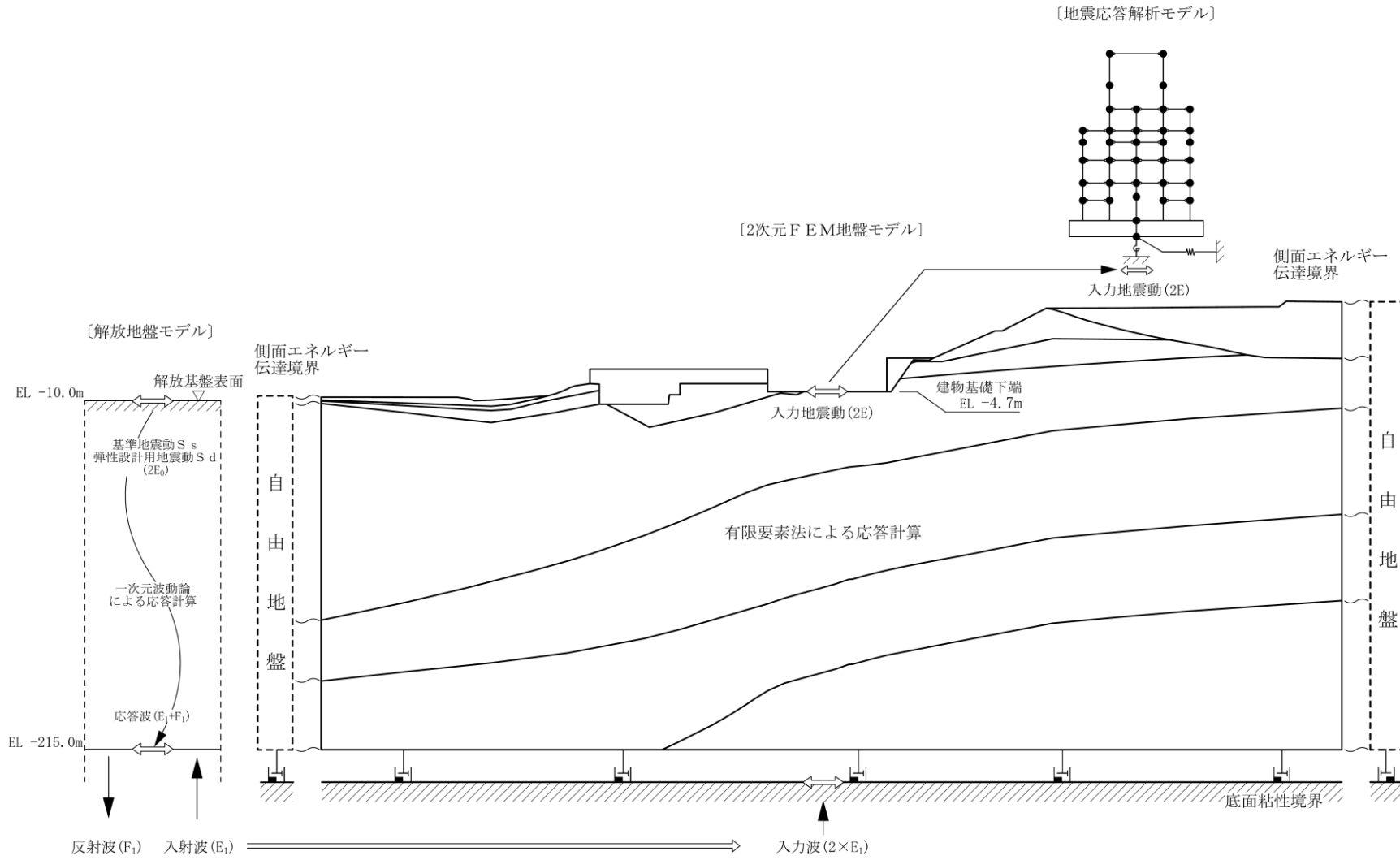
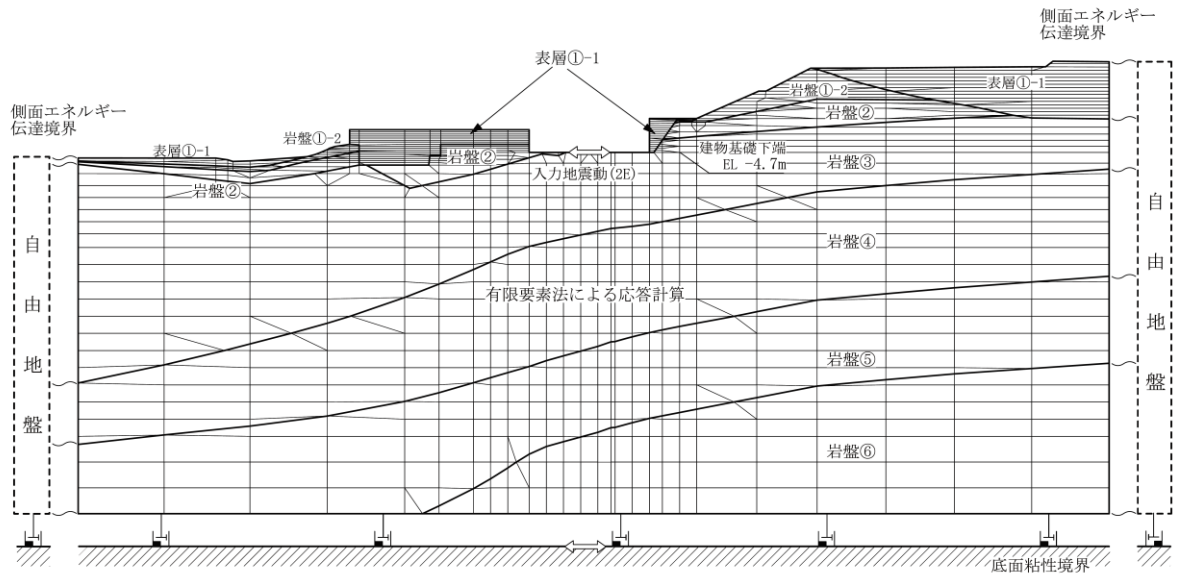
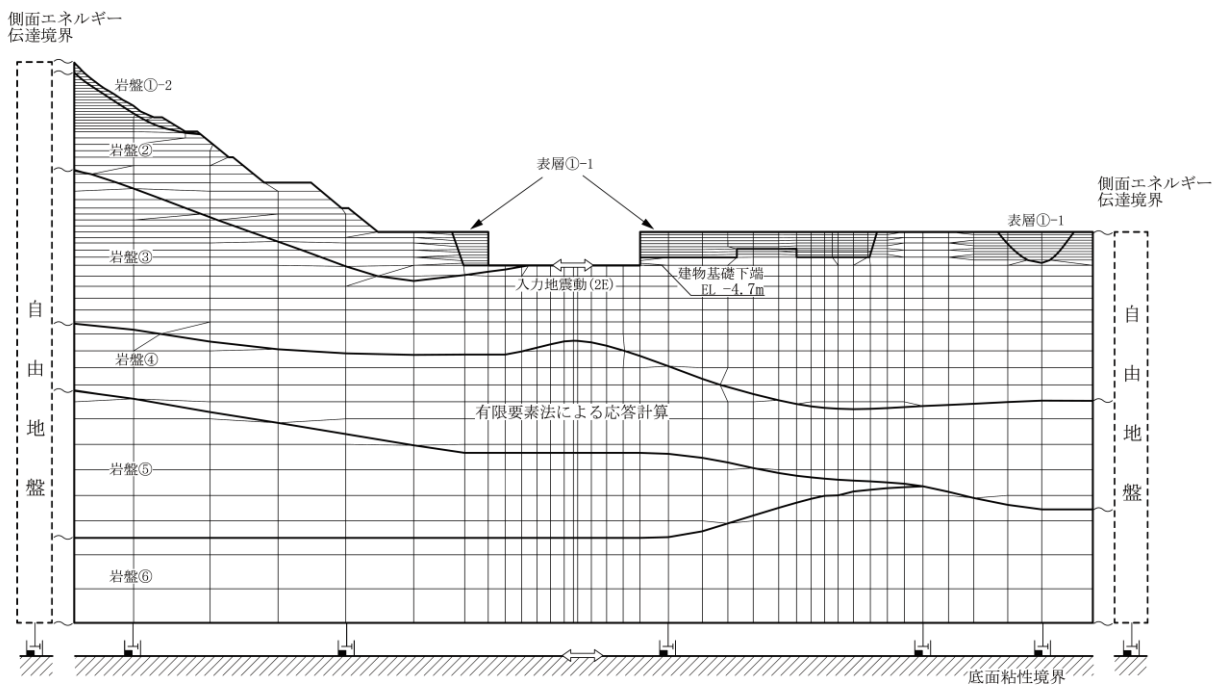


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)

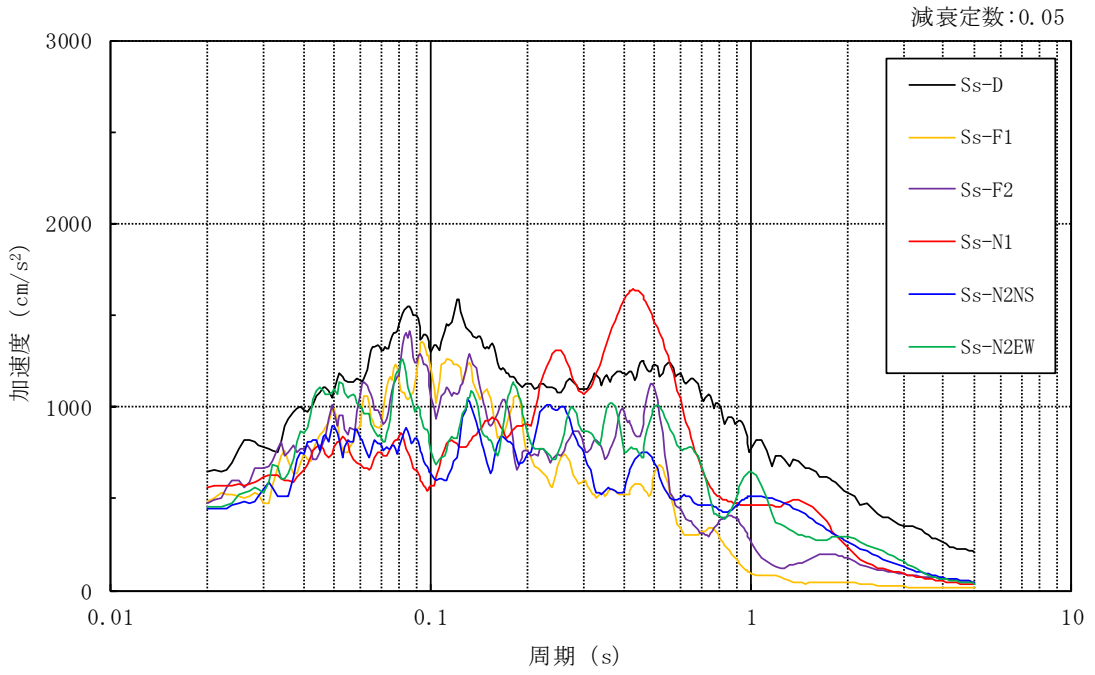


(a) NS方向

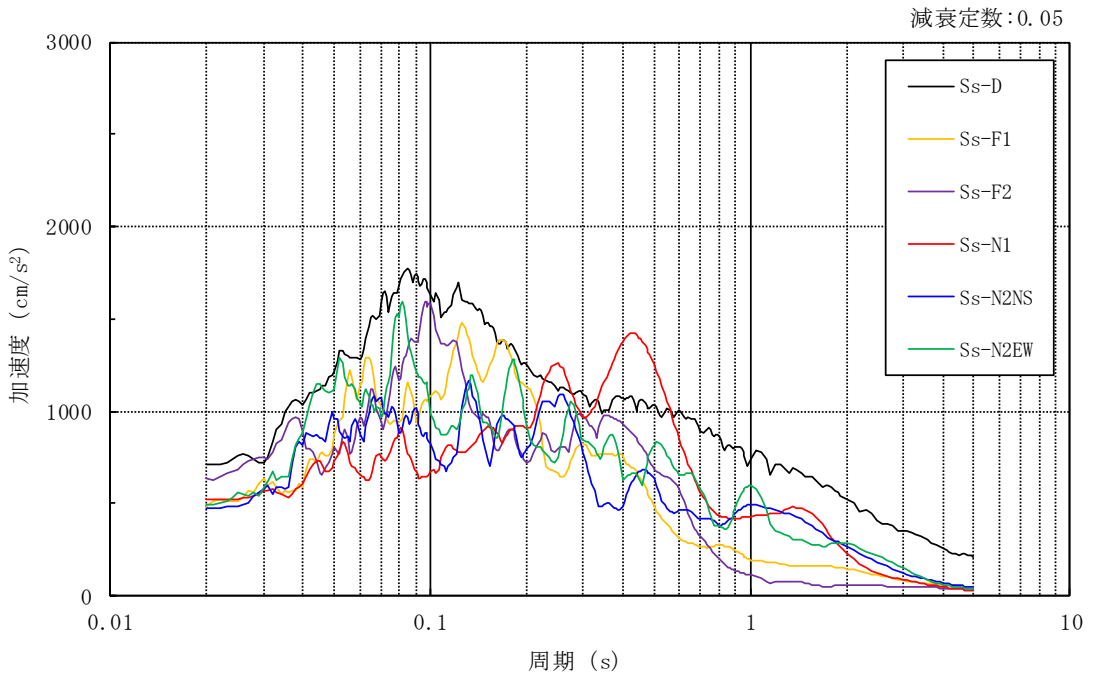


(b) EW方向

図 3-12 2次元FEM地盤モデル



(a) N S 方向



(b) E W 方向

図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動 S s , EL-4.7m)



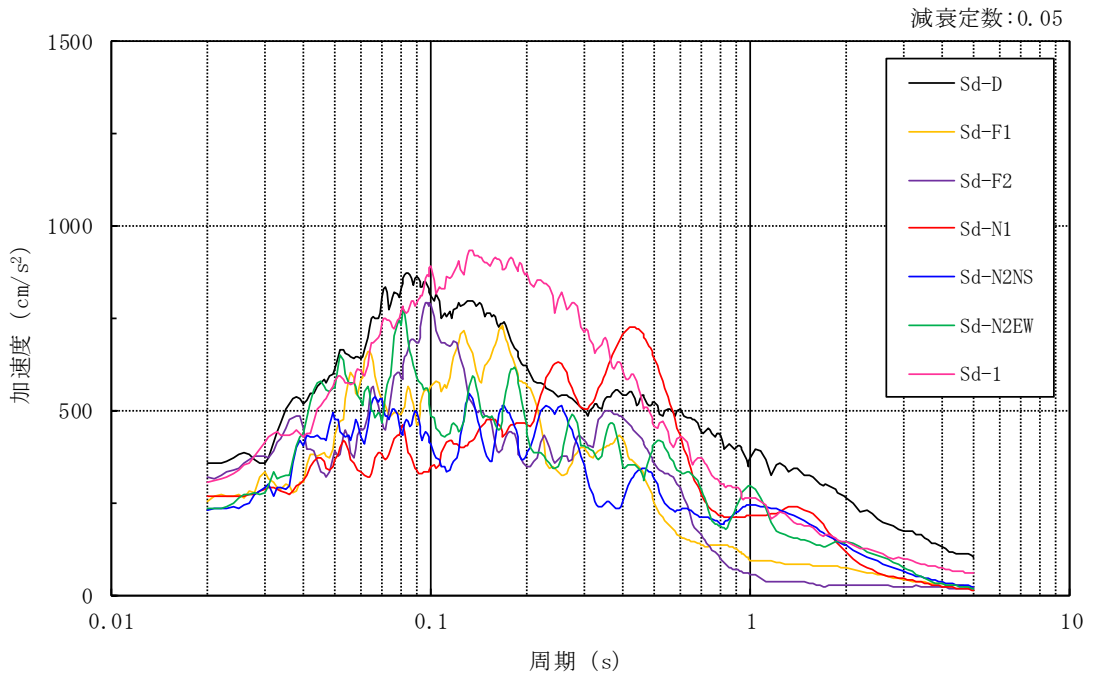
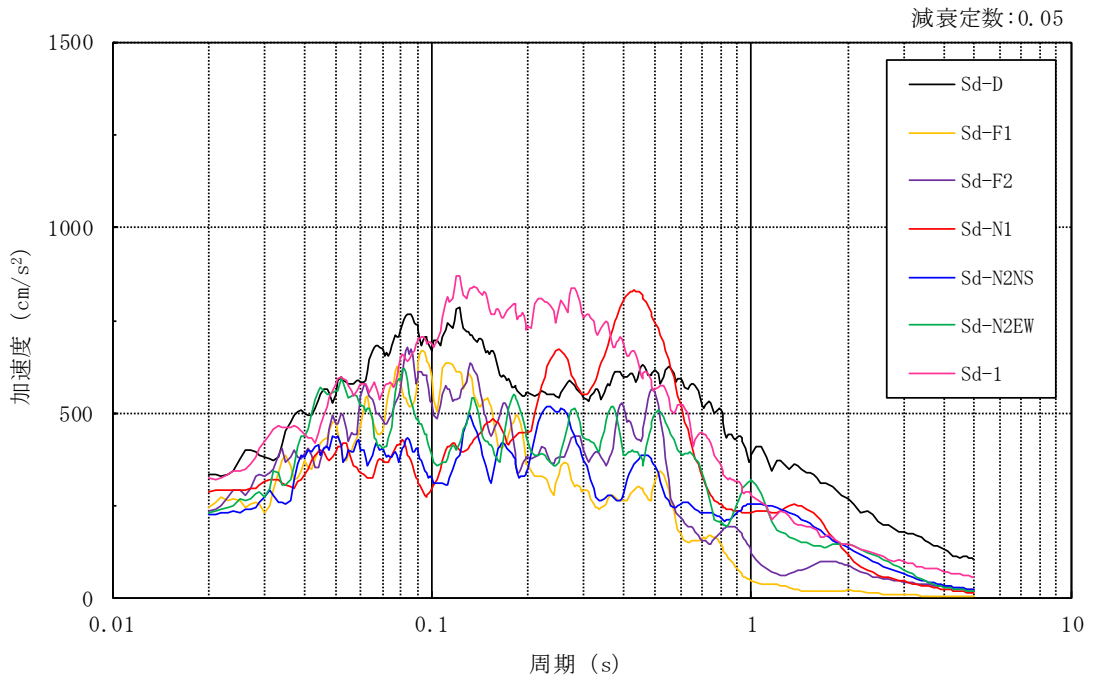


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d, EL-4.7m)

### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性及びせん断剛性並びに屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-15 に示す。

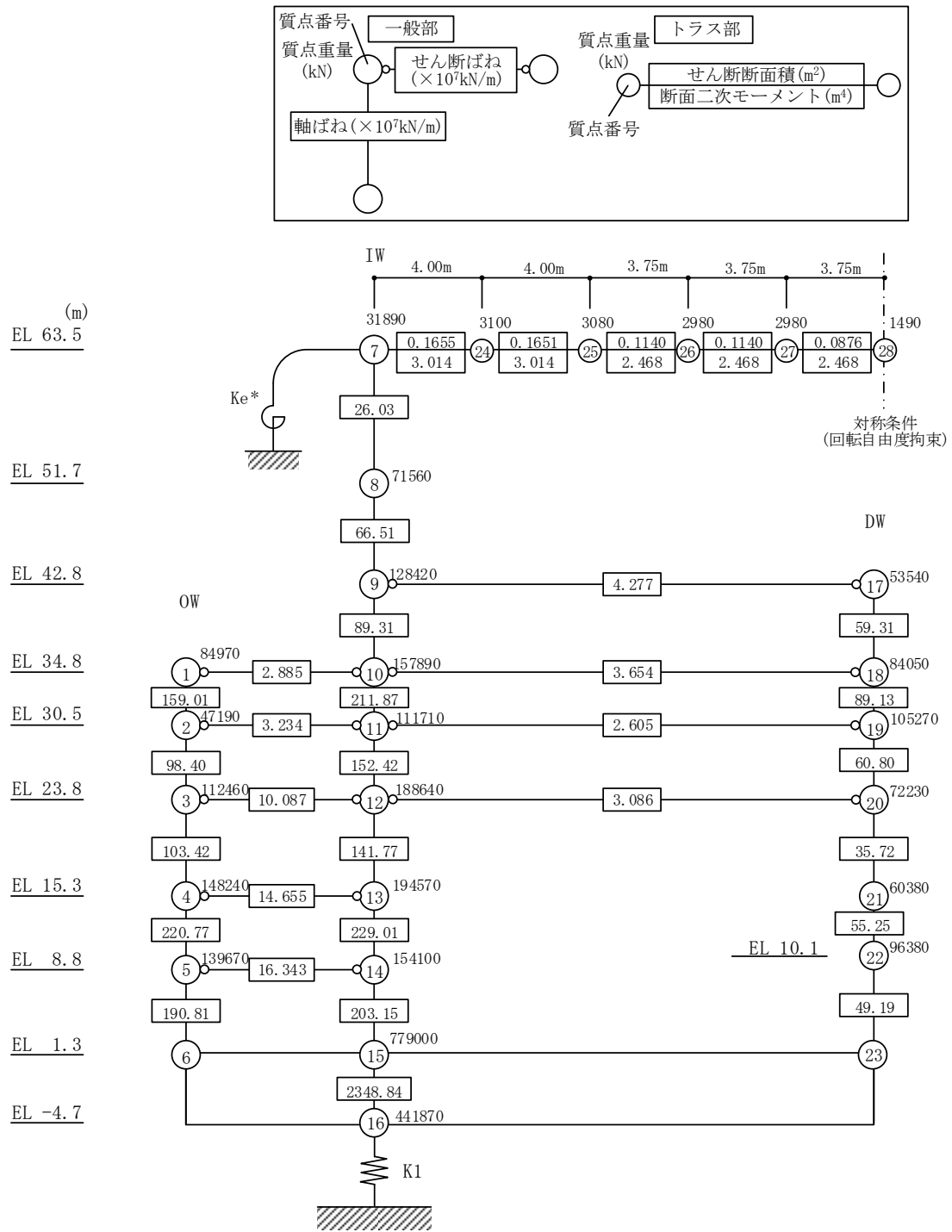
#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。また、建物基礎底面レベルにおける軸力（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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-16 に、1 次元地盤モデルを図 3-17 に、基礎底面位置 (EL-4.7m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-18 及び図 3-19 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注記\* : 屋根トラス端部回転拘束ばね ( $12.36 \times 10^7$  kN · m/rad)

図 3-15 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$2.41 \times 10^9$ (kN/m)	$4.45 \times 10^7$ (kN・s/m)

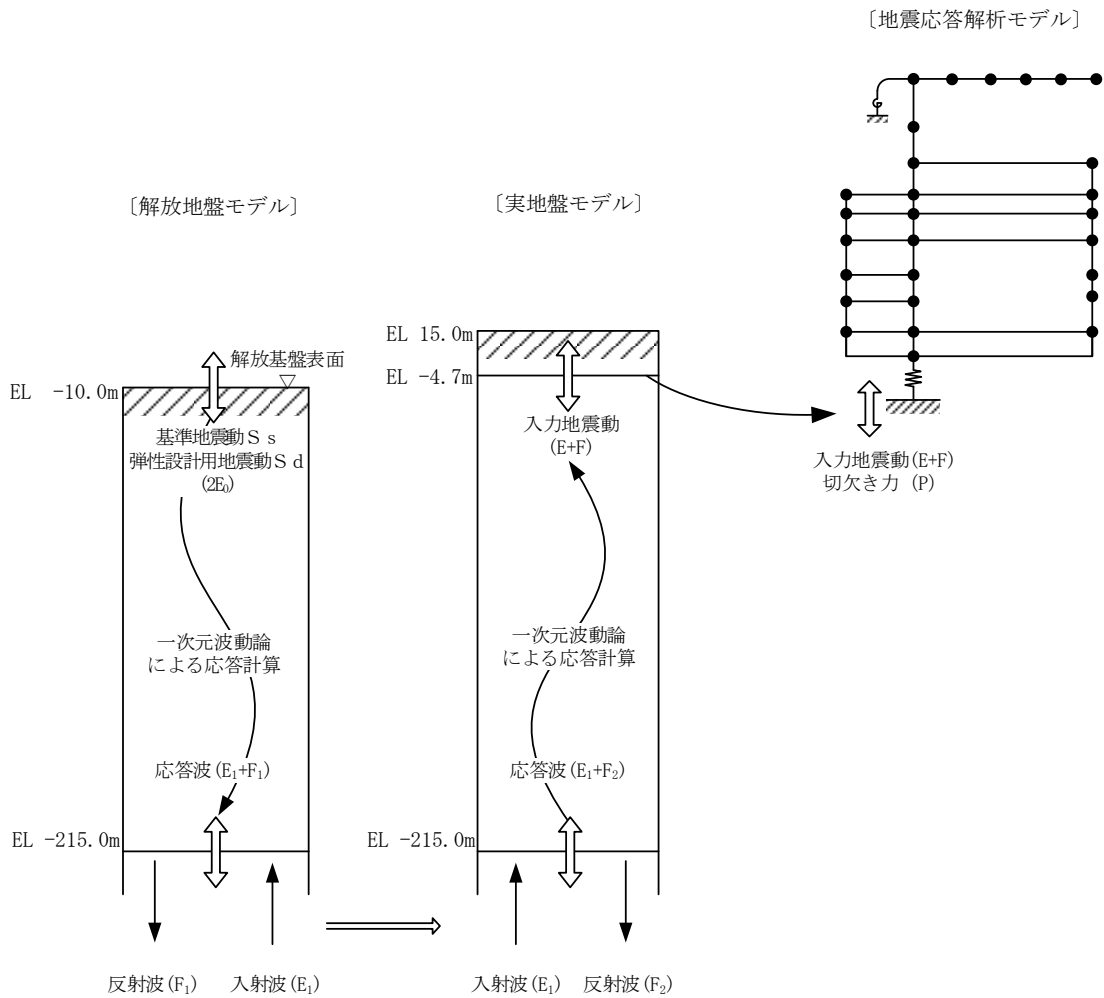


図 3-16 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

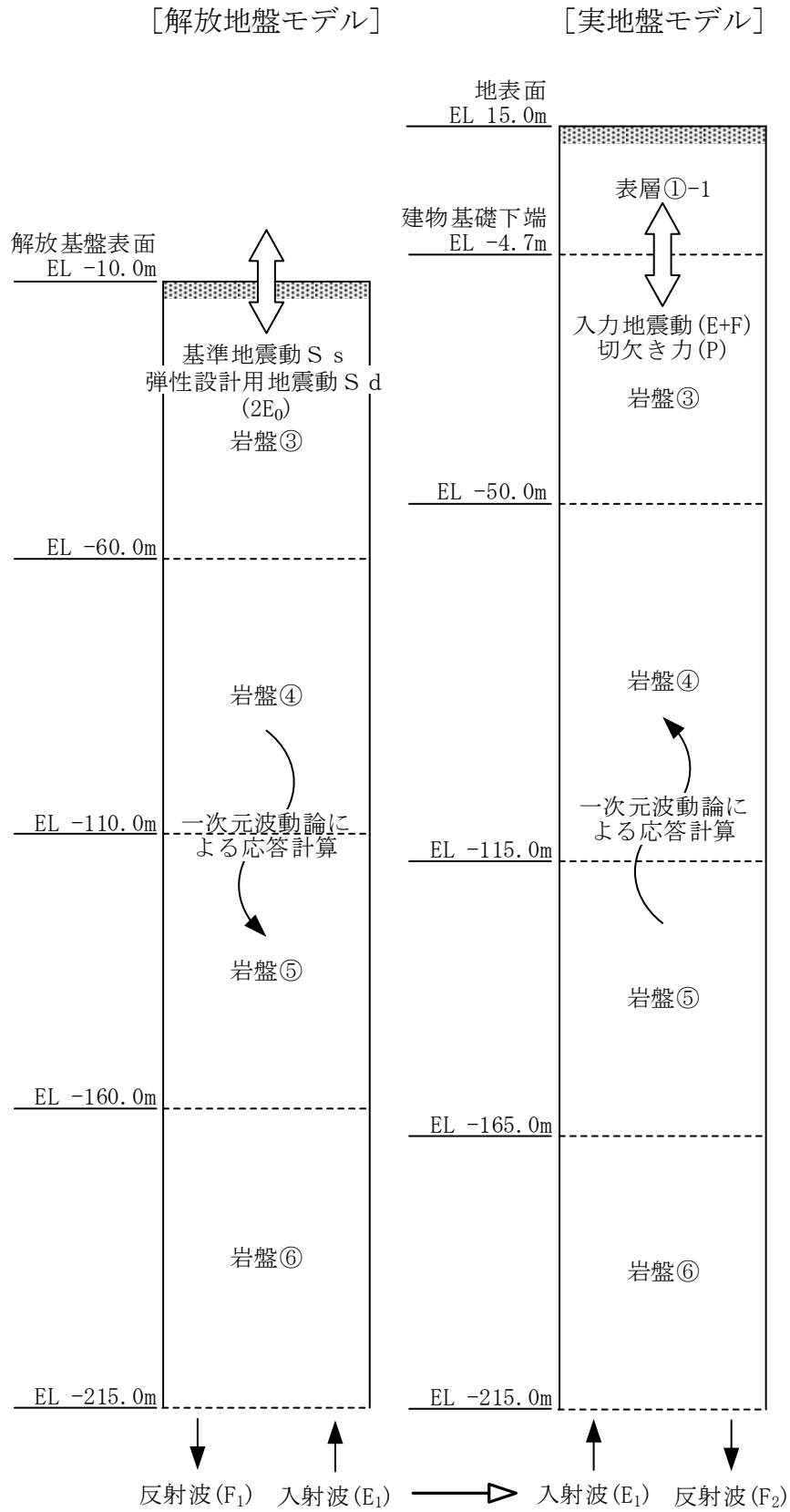


図 3-17 1次元地盤モデル

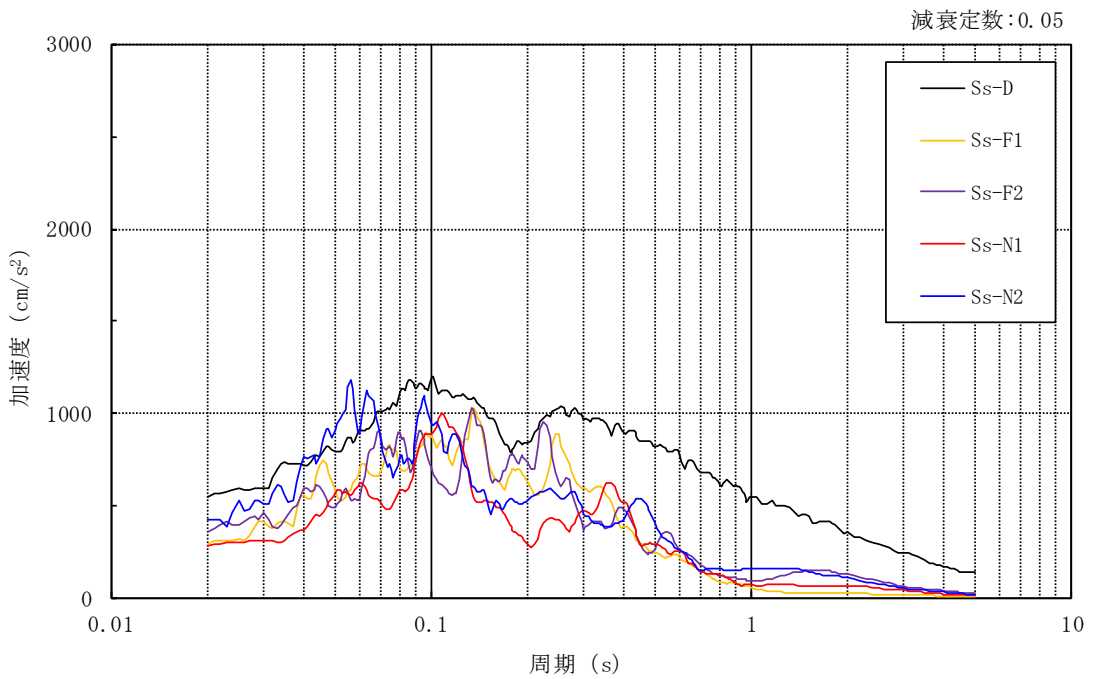


図 3-18 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動  $S_s$  , 鉛直方向, EL-4.7m)

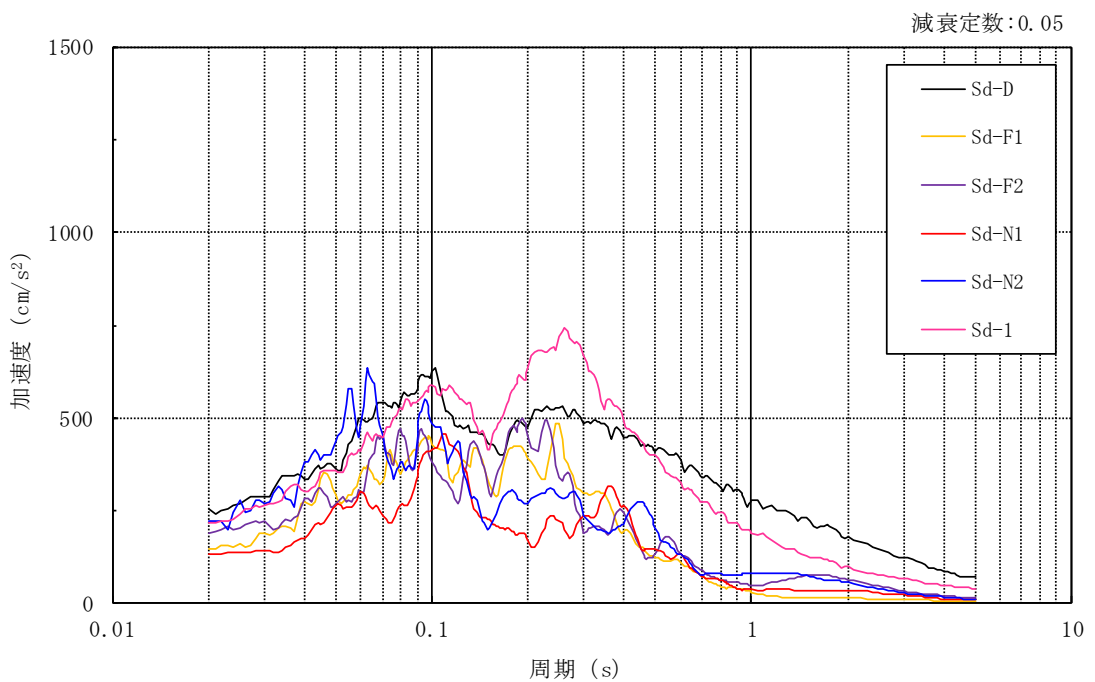


図 3-19 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(弾性設計用地震動  $S_d$  , 鉛直方向, EL-4.7m)

### 3.3 解析方法

原子炉建物について、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定する。また、静的解析により静的地震力、接地圧及び必要保有水平耐力を算定する。

原子炉建物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、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 1.3m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- $C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数
- $W_i$  : 第  $i$  層が支える重量
- $Z$  : 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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度  
n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)  
H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)  
Z : 地震地域係数 (1.0)  
 $\alpha$  : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

ここで、

- $C_v$  : 鉛直震度  
 $R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)



### 3.3.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は、次式により算定する。

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

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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

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

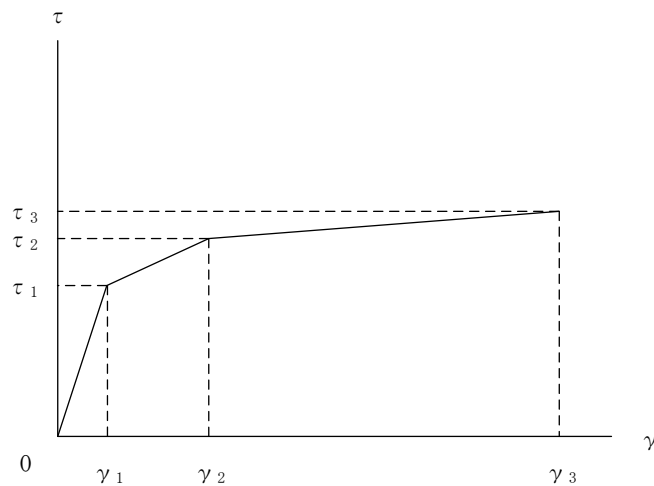
$C_0$  : 標準せん断力係数 (1.0)

### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-20 に示す。

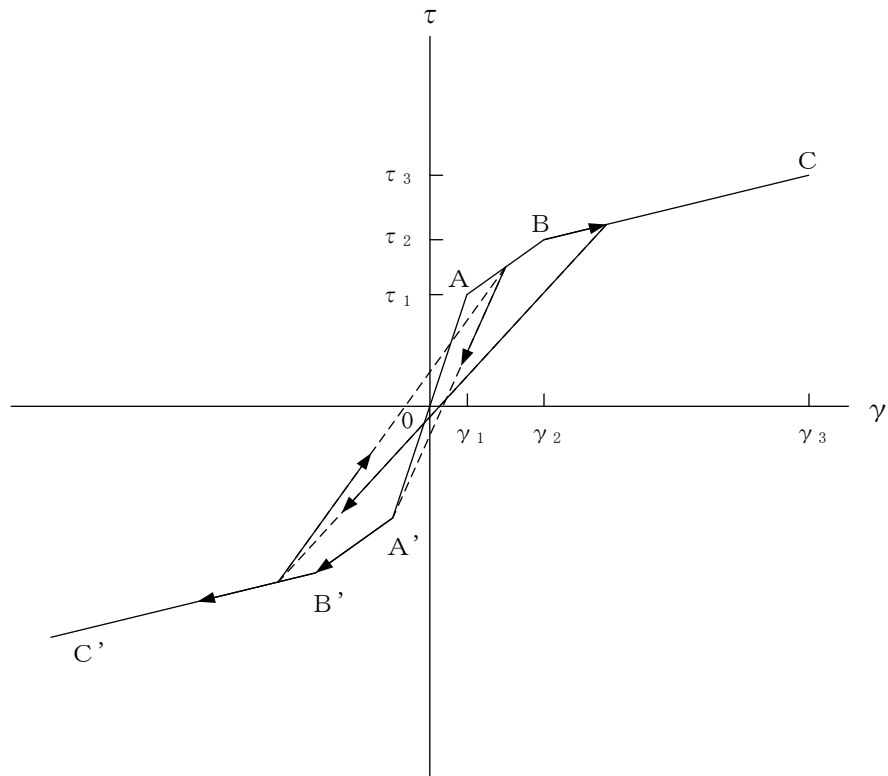


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-20 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 3-21 に示す。

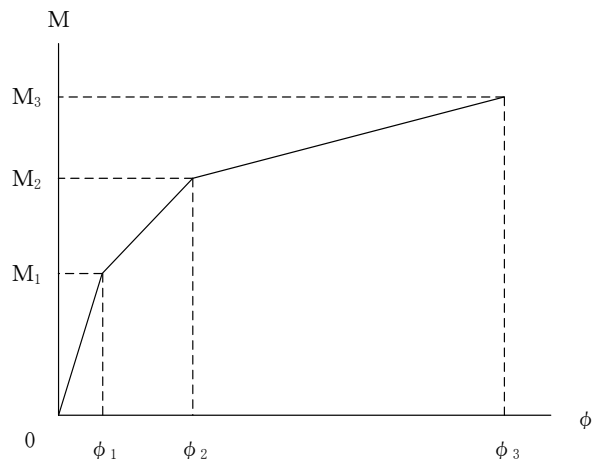


- 0-A 間 : 弾性範囲
- A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- B-C 間 : 負側最大点指向
- 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- 安定ループは面積を持たない。

図 3-21 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-22 に示す。

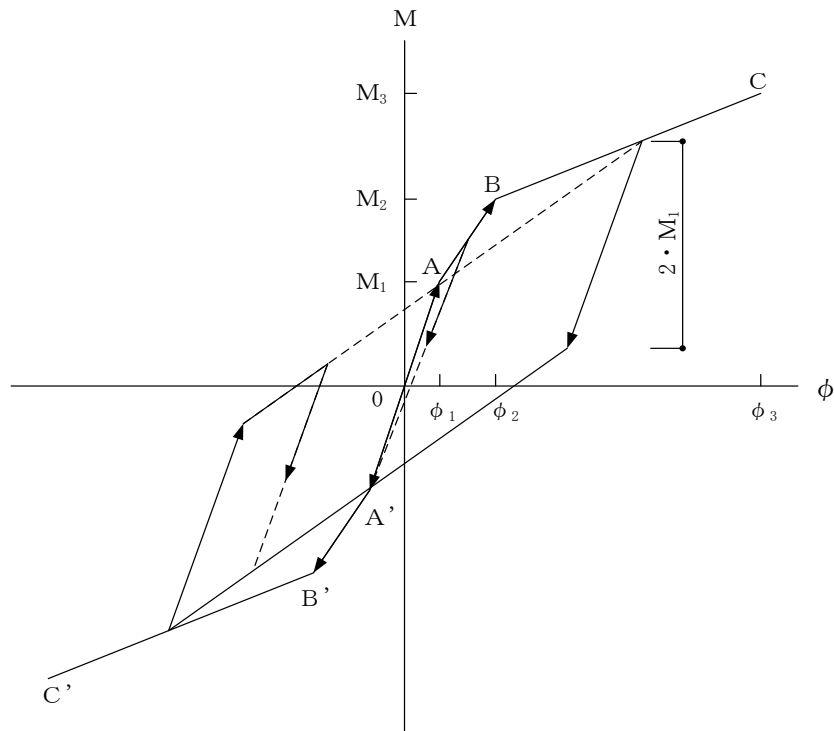


- $M_1$  : 第 1 折点の曲げモーメント
- $M_2$  : 第 2 折点の曲げモーメント
- $M_3$  : 終局点の曲げモーメント
- $\phi_1$  : 第 1 折点の曲率
- $\phi_2$  : 第 2 折点の曲率
- $\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-22 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 3-23 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折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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折点を越えていなければ、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。
- 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。

図 3-23 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

原子炉建物の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-8 に示す。

表 3-5(1) せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (NS 方向)

OW-13

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
34.8~30.5	1.60	2.15	5.40	0.170	0.510	4.00
30.5~23.8	1.68	2.26	5.44	0.179	0.536	4.00
23.8~15.3	1.74	2.35	5.33	0.185	0.556	4.00
15.3~8.8	1.82	2.46	5.35	0.194	0.582	4.00
8.8~1.3	1.86	2.52	5.40	0.199	0.596	4.00

IW-11

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
63.5~51.7	1.69	2.28	5.20	0.180	0.539	4.00
51.7~42.8	1.73	2.34	5.28	0.185	0.554	4.00
42.8~34.8	1.75	2.36	5.39	0.186	0.558	4.00
34.8~30.5	1.79	2.41	5.43	0.190	0.571	4.00
30.5~23.8	1.94	2.62	5.23	0.207	0.620	4.00
23.8~15.3	1.96	2.65	5.17	0.209	0.627	4.00
15.3~8.8	2.06	2.78	5.22	0.220	0.659	4.00
8.8~1.3	2.12	2.86	5.25	0.226	0.678	4.00

DW

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
42.8~34.8	1.62	2.19	5.68	0.173	0.519	4.00
34.8~30.5	1.83	2.47	5.56	0.195	0.584	4.00
30.5~23.8	2.05	2.76	5.43	0.218	0.655	4.00
23.8~15.3	2.31	3.12	5.91	0.247	0.740	4.00
15.3~10.1	2.44	3.29	6.34	0.260	0.780	4.00
10.1~1.3	2.35	3.18	5.97	0.251	0.753	4.00

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

IW-3

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
63.5~51.7	1.68	2.26	5.19	0.179	0.536	4.00
51.7~42.8	1.76	2.37	5.30	0.187	0.561	4.00
42.8~34.8	1.75	2.36	5.39	0.187	0.560	4.00
34.8~30.5	1.91	2.57	5.49	0.203	0.610	4.00
30.5~23.8	1.94	2.62	5.23	0.207	0.620	4.00
23.8~15.3	1.99	2.68	5.20	0.212	0.635	4.00
15.3~8.8	2.04	2.76	5.19	0.218	0.653	4.00
8.8~1.3	2.13	2.87	5.24	0.227	0.681	4.00

OW-1

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
42.8~34.8	1.63	2.21	5.36	0.174	0.523	4.00
34.8~30.5	1.70	2.29	5.45	0.181	0.543	4.00
30.5~23.8	1.78	2.40	5.59	0.190	0.569	4.00
23.8~15.3	1.84	2.48	5.34	0.196	0.587	4.00
15.3~8.8	1.87	2.52	5.29	0.199	0.597	4.00
8.8~1.3	1.91	2.57	5.36	0.203	0.610	4.00



表 3-6(1) せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (E W方向)

OW-I

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
15.3~8.8	1.58	2.13	5.27	0.168	0.505	4.00
8.8~1.3	1.64	2.22	5.46	0.175	0.526	4.00

IW-H

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
63.5~51.7	1.72	2.32	5.26	0.183	0.549	4.00
51.7~42.8	1.77	2.38	5.34	0.188	0.565	4.00
42.8~34.8	1.78	2.40	5.43	0.189	0.568	4.00
34.8~30.5	1.85	2.49	5.40	0.197	0.590	4.00
30.5~23.8	1.91	2.57	5.43	0.203	0.610	4.00
23.8~15.3	1.91	2.58	5.63	0.203	0.610	4.00
15.3~8.8	1.97	2.66	5.36	0.210	0.630	4.00
8.8~1.3	2.05	2.77	5.36	0.219	0.656	4.00

DW

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
42.8~34.8	1.62	2.19	5.85	0.173	0.519	4.00
34.8~30.5	1.83	2.47	5.92	0.195	0.584	4.00
30.5~23.8	2.05	2.76	5.71	0.218	0.655	4.00
23.8~15.3	2.31	3.12	6.01	0.247	0.740	4.00
15.3~10.1	2.44	3.29	6.34	0.260	0.780	4.00
10.1~1.3	2.35	3.18	5.97	0.251	0.753	4.00

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

IW-D

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
63.5~51.7	1.71	2.31	5.25	0.182	0.547	4.00
51.7~42.8	—*					
42.8~34.8	1.81	2.45	5.06	0.193	0.580	4.00
34.8~30.5	1.93	2.61	5.09	0.206	0.619	4.00
30.5~23.8	2.09	2.82	5.37	0.223	0.669	4.00

IW-B

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
51.7~42.8	1.64	2.21	5.39	0.174	0.523	4.00
42.8~34.8	1.74	2.35	5.47	0.185	0.556	4.00
34.8~30.5	1.74	2.35	5.18	0.185	0.556	4.00
30.5~23.8	1.83	2.47	5.22	0.195	0.584	4.00
23.8~15.3	1.90	2.56	5.43	0.202	0.607	4.00
15.3~8.8	2.00	2.70	5.19	0.213	0.640	4.00
8.8~1.3	2.09	2.82	5.20	0.223	0.668	4.00

OW-A

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
34.8~30.5	1.62	2.18	5.24	0.172	0.517	4.00
30.5~23.8	1.68	2.27	5.14	0.179	0.538	4.00
23.8~15.3	1.74	2.35	5.39	0.185	0.556	4.00
15.3~8.8	1.85	2.50	5.33	0.198	0.593	4.00
8.8~1.3	1.95	2.64	5.38	0.208	0.625	4.00

注記\* : 線形部材

表 3-7(1) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

OW-13

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
34.8~30.5	2.99	6.27	10.3	2.42	32.0	639
30.5~23.8	2.17	5.95	9.99	2.53	31.9	638
23.8~15.3	4.40	10.4	14.9	2.81	32.8	656
15.3~8.8	5.91	14.4	20.4	3.34	34.2	580
8.8~1.3	7.63	19.7	29.2	3.22	31.3	388

IW-11

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
63.5~51.7	0.948	2.09	2.82	4.84	50.9	1020
51.7~42.8	2.32	5.66	7.78	3.73	38.8	776
42.8~34.8	3.30	10.4	14.1	3.73	41.1	821
34.8~30.5	6.38	14.4	21.2	3.02	33.5	567
30.5~23.8	7.54	16.3	22.6	3.55	33.8	676
23.8~15.3	11.1	23.2	30.4	3.81	34.9	454
15.3~8.8	15.0	31.1	40.3	4.14	35.5	421
8.8~1.3	16.4	33.4	43.1	4.48	36.1	348

DW

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
42.8~34.8	0.437	4.45	5.55	10.1	133	2660
34.8~30.5	0.937	3.10	4.33	12.2	134	1690
30.5~23.8	2.34	5.83	7.82	10.9	95.2	1420
23.8~15.3	3.29	9.05	11.9	12.6	93.1	995
15.3~10.1	3.52	10.6	13.8	13.9	96.1	839
10.1~1.3	5.90	11.5	15.0	13.0	95.9	901

表 3-7(2) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

IW-3

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
63.5~51.7	0.939	2.14	2.99	4.80	51.3	1020
51.7~42.8	2.37	5.73	7.86	3.81	38.9	778
42.8~34.8	4.57	10.1	13.7	3.87	39.2	783
34.8~30.5	6.95	14.7	21.3	3.33	33.8	509
30.5~23.8	7.50	16.3	22.7	3.52	33.8	675
23.8~15.3	11.9	24.8	32.5	3.86	34.3	685
15.3~8.8	15.2	32.4	42.2	4.12	33.5	357
8.8~1.3	16.7	34.8	44.5	4.52	36.3	346

OW-1

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
42.8~34.8	1.95	5.59	7.49	3.26	38.5	769
34.8~30.5	3.22	7.25	11.2	2.76	33.1	650
30.5~23.8	3.14	8.36	12.6	3.03	33.7	594
23.8~15.3	5.09	11.4	16.3	3.26	33.7	673
15.3~8.8	6.22	15.1	21.4	3.55	35.0	422
8.8~1.3	7.94	20.3	29.7	3.35	31.5	374

表 3-8(1) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (E W 方向)

OW-I

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
15.3~8.8	3.88	10.9	18.1	1.93	24.3	345
8.8~1.3	5.06	16.1	25.2	2.07	25.1	311

IW-H

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
63.5~51.7	1.38	3.10	4.17	3.71	38.2	763
51.7~42.8	2.09	5.15	7.17	3.89	39.3	786
42.8~34.8	4.61	13.5	19.0	2.82	30.5	610
34.8~30.5	9.28	19.1	28.0	2.52	25.4	224
30.5~23.8	8.08	21.9	31.8	2.67	25.6	219
23.8~15.3	12.3	31.6	46.7	2.62	25.5	258
15.3~8.8	17.5	43.3	61.7	2.82	25.9	249
8.8~1.3	19.8	48.8	67.9	3.03	26.1	243

DW

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
42.8~34.8	0.833	2.95	4.18	11.1	159	2630
34.8~30.5	0.937	3.10	4.33	12.2	134	1690
30.5~23.8	2.38	5.83	7.82	10.9	95.2	1420
23.8~15.3	3.37	9.05	11.9	12.6	93.1	995
15.3~10.1	3.52	10.6	13.8	13.9	96.1	839
10.1~1.3	5.90	11.5	15.0	13.0	95.9	901

表 3-8(2) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (EW 方向)

IW-D

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
63.5~51.7	1.36	2.93	3.84	3.68	37.8	755
51.7~42.8	—*					
42.8~34.8	3.83	8.38	10.3	4.07	38.6	770
34.8~30.5	4.71	10.9	14.1	4.57	40.1	800
30.5~23.8	6.31	11.1	13.1	5.25	39.5	790

IW-B

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
51.7~42.8	1.62	4.35	6.45	3.42	39.3	785
42.8~34.8	3.69	11.1	15.6	2.68	30.0	600
34.8~30.5	9.97	22.6	31.1	2.28	23.6	472
30.5~23.8	11.0	23.4	31.7	2.48	24.1	481
23.8~15.3	16.5	35.4	48.6	2.63	24.6	492
15.3~8.8	19.9	46.4	64.6	2.89	25.5	285
8.8~1.3	21.8	51.6	69.8	3.15	26.1	223

OW-A

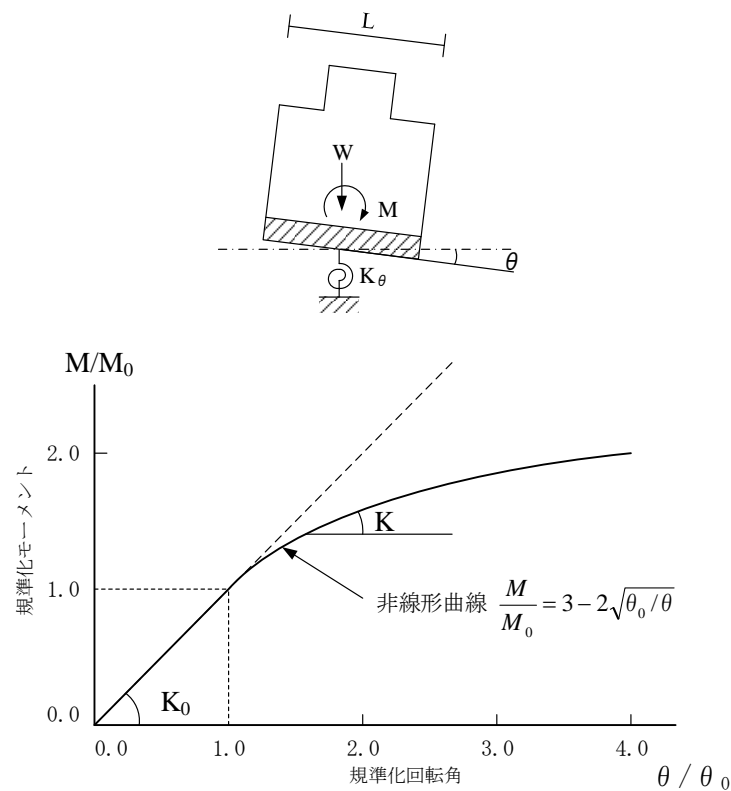
EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
34.8~30.5	4.05	10.5	15.8	2.01	23.9	478
30.5~23.8	4.72	10.9	16.1	2.14	24.0	480
23.8~15.3	7.14	17.4	25.8	2.26	24.7	388
15.3~8.8	7.84	19.2	28.6	2.48	25.0	371
8.8~1.3	9.02	23.1	33.0	2.80	25.7	315

注記\* : 線形部材

### 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 3-24 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図 3-24 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 ( $=W \cdot L / 6$ )

$\theta$  : 回転角

$\theta_0$  : 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)

$W$  : 建物総重量

$L$  : 建物基礎幅

図 3-24 地盤の回転ばねの曲げモーメントー回転角関係

### 3.4.3 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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3-9に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-10に示す。

表3-9 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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



表 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号		地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	127	153	102
	S d	156	187	125
岩盤①-2		250	300	200
岩盤②		900	1080	720
岩盤③		1600	1760	1440
岩盤④		1950	2145	1755
岩盤⑤		2000	2200	1800
岩盤⑥		2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号		地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	422	506	338
	S d	516	620	413
岩盤①-2		800	960	640
岩盤②		2100	2520	1680
岩盤③		3600	3960	3240
岩盤④		4000	4400	3600
岩盤⑤		4050	4455	3645
岩盤⑥		4950	5445	4455

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 地震応答解析結果

##### (1) 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-18 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$

弾性設計用地震動  $S_d$  による最大応答値を図 4-19～図 4-29 及び表 4-16～表 4-28 に示す。また，弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大応答値を図 4-30～図 4-33 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-29 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.220	4.55	2.028	建物—地盤連成 1 次
2	0.099	10.10	-2.109	
3	0.069	14.39	1.603	
4	0.052	19.23	-0.794	
5	0.046	21.71	0.059	
6	0.043	23.28	-0.375	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.203	4.94	2.012	建物—地盤連成 1 次
2	0.093	10.72	-2.137	
3	0.067	14.84	1.542	
4	0.051	19.63	0.118	
5	0.050	20.14	0.674	
6	0.044	22.60	-0.736	

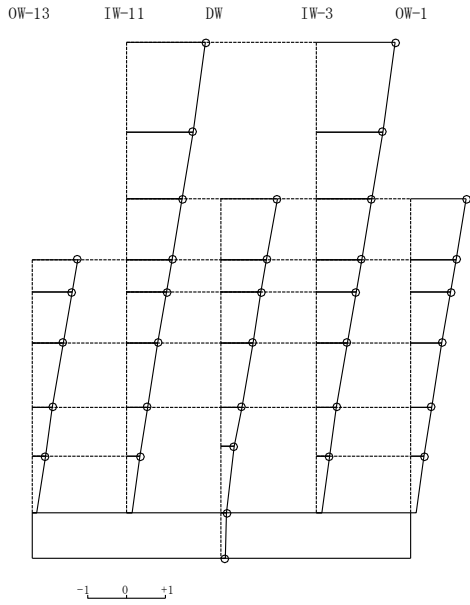
(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.297	3.37	1.576	屋根トラス 1 次
2	0.105	9.48	1.959	建物—地盤連成 1 次
3	0.084	11.92	1.631	
4	0.064	15.65	-0.559	
5	0.053	18.97	-4.701	
6	0.051	19.57	4.207	

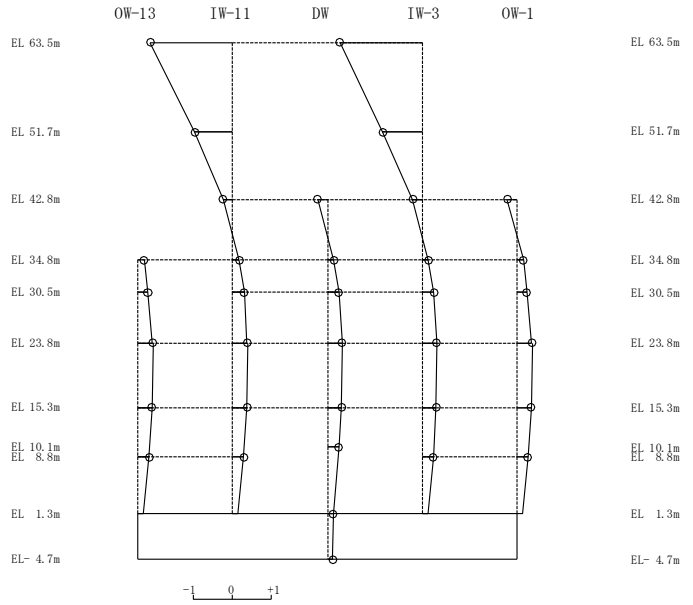
注記\* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

固有周期 0.220 s  
固有振動数 4.55 Hz  
刺激係数 2.028

固有周期 0.099 s  
固有振動数 10.10 Hz  
刺激係数 -2.109



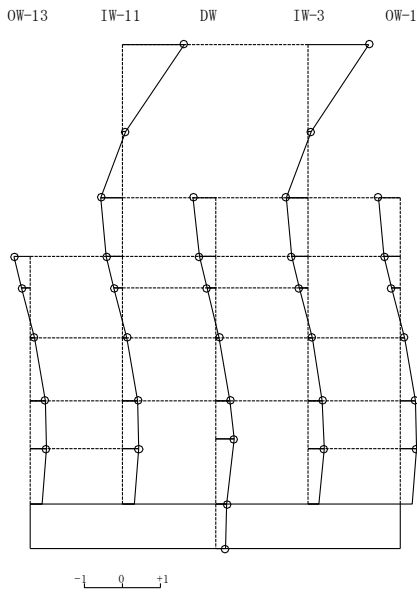
1次モード



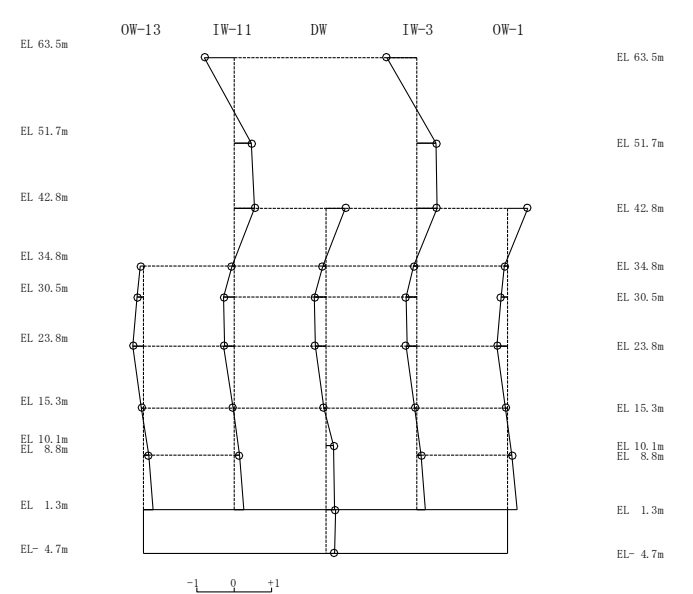
2次モード

固有周期 0.069 s  
固有振動数 14.39 Hz  
刺激係数 1.603

固有周期 0.052 s  
固有振動数 19.23 Hz  
刺激係数 -0.794



3次モード



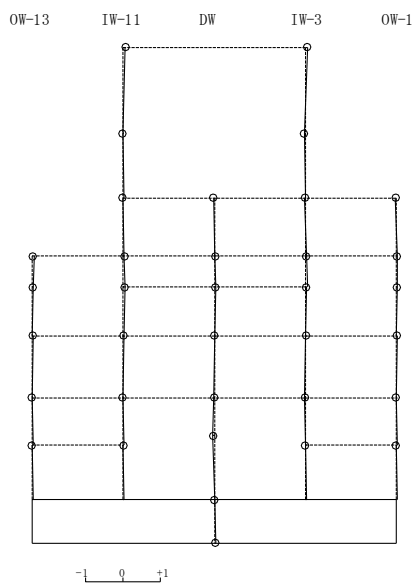
4次モード

S2 補 VI-2-2-2 R0

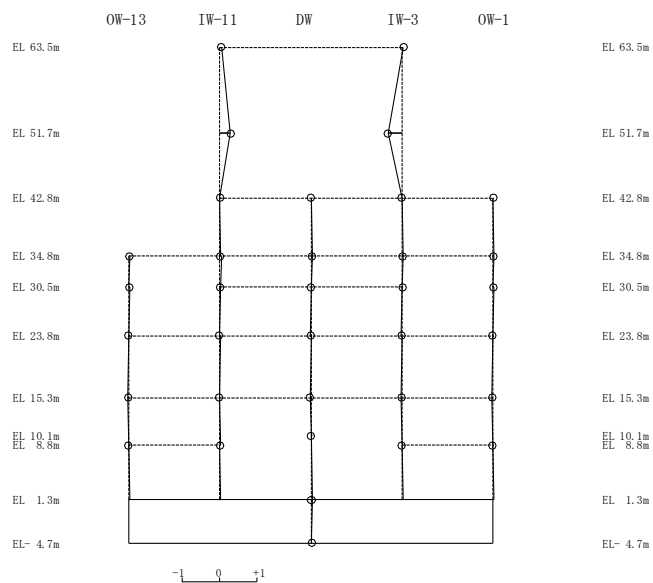
図 4-1(1) 刺激関数図 (NS 方向)

固有周期 0.046 s  
 固有振動数 21.71 Hz  
 刺激係数 0.059

固有周期 0.043 s  
 固有振動数 23.28 Hz  
 刺激係数 -0.375



5次 モード

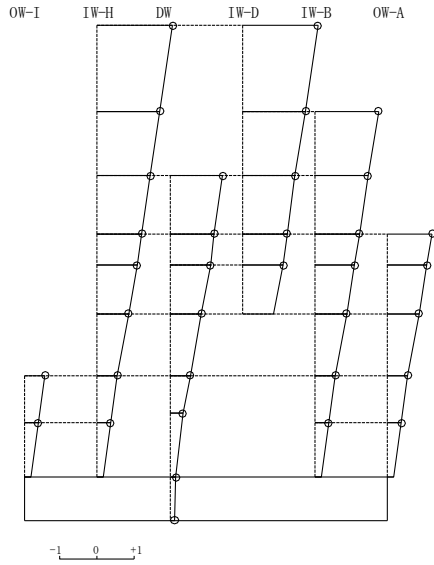


6次 モード

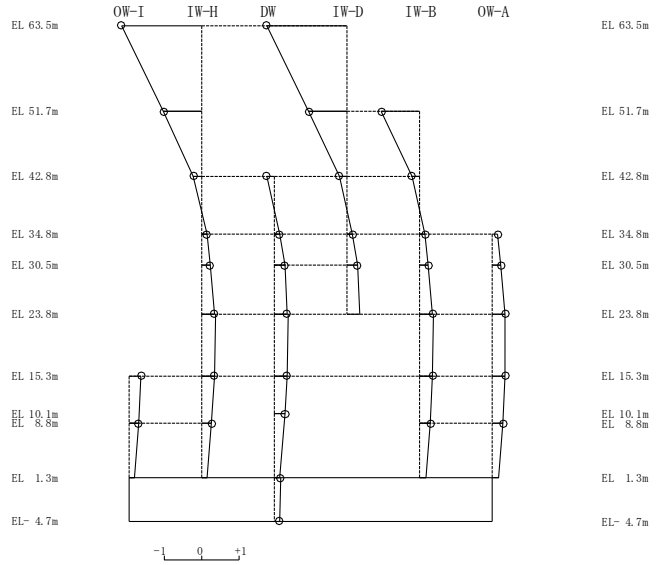
図 4-1(2) 刺激関数図 (N S 方向)

固有周期 0.203 s  
固有振動数 4.94 Hz  
刺激係数 2.012

固有周期 0.093 s  
固有振動数 10.72 Hz  
刺激係数 -2.137



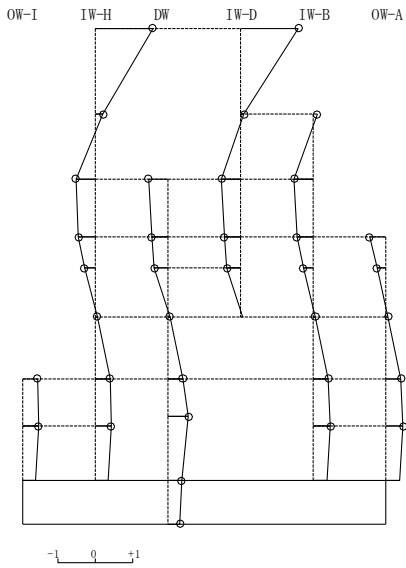
1次モード



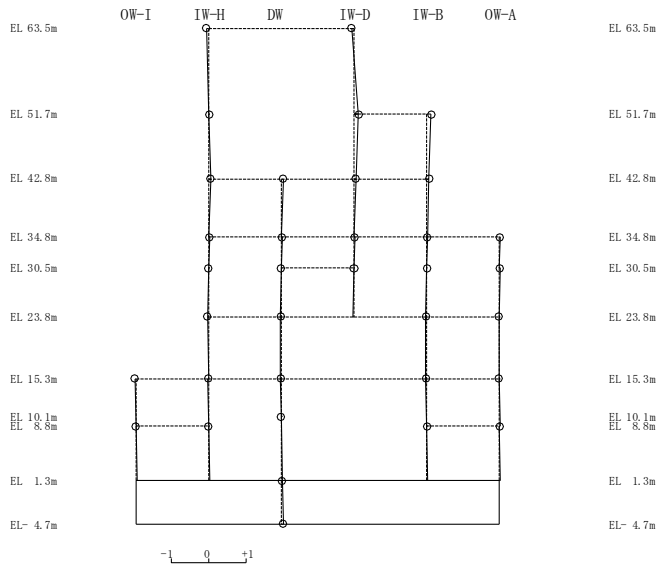
2次モード

固有周期 0.067 s  
固有振動数 14.84 Hz  
刺激係数 1.542

固有周期 0.051 s  
固有振動数 19.63 Hz  
刺激係数 0.118



3次モード

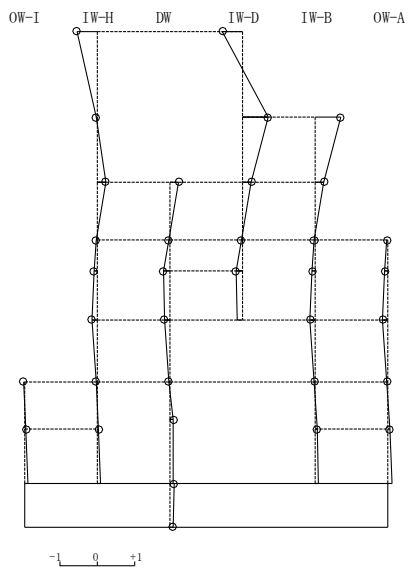


4次モード

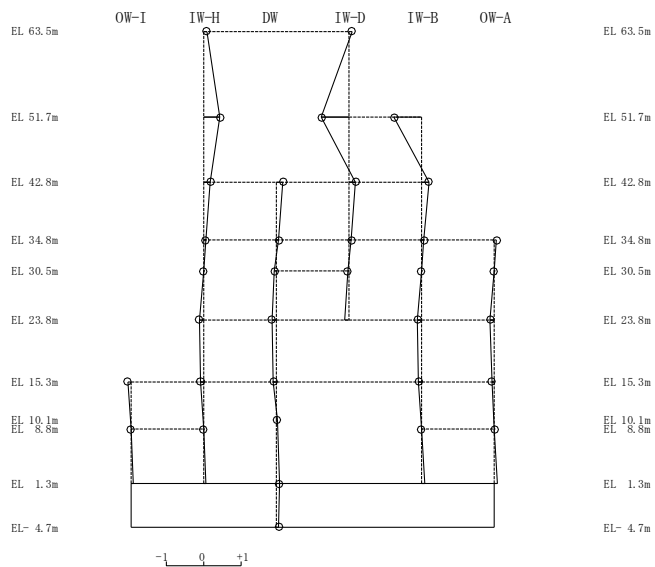
図 4-2(1) 刺激関数図 (EW方向)

固有周期 0.050 s  
 固有振動数 20.14 Hz  
 刺激係数 0.674

固有周期 0.044 s  
 固有振動数 22.60 Hz  
 刺激係数 -0.736



5次 モード



6次 モード

図 4-2(2) 刺激関数図 (E W 方向)

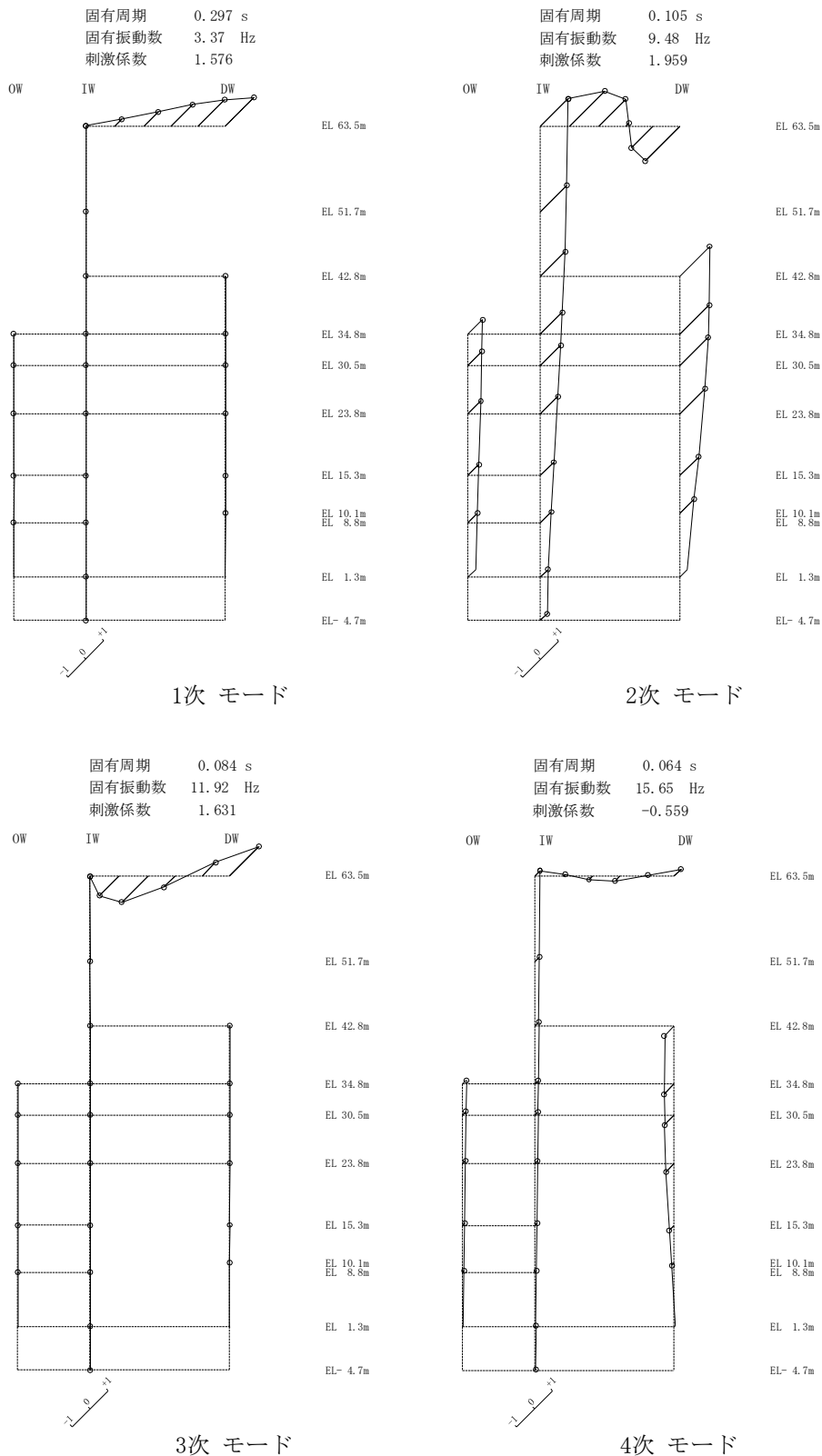


図 4-3(1) 刺激関数図 (鉛直方向)



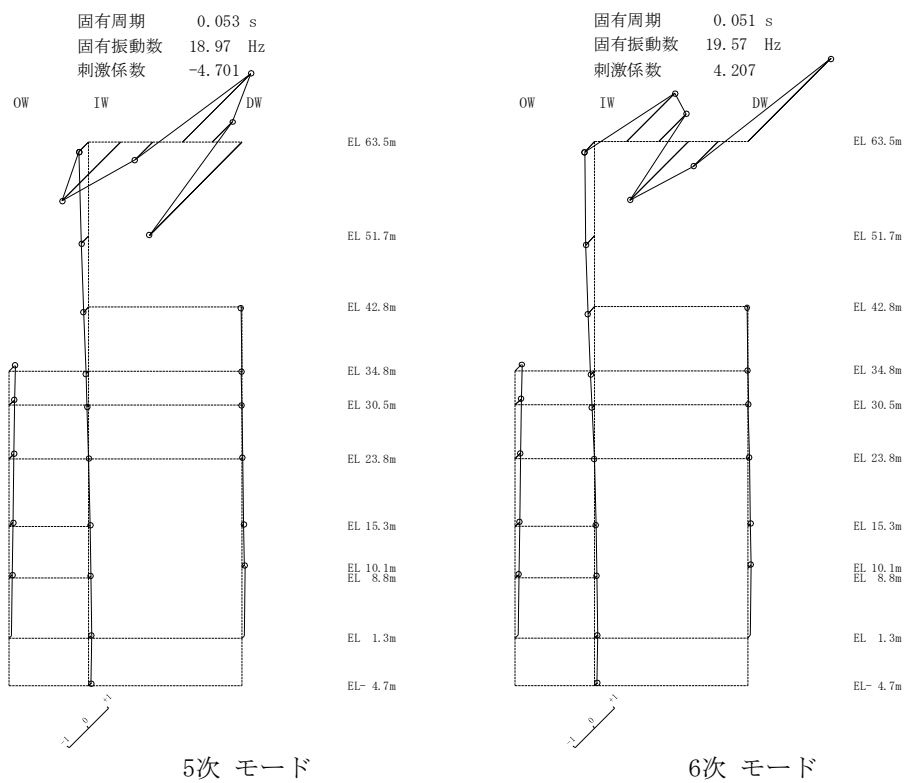


図 4-3(2) 刺激関数図 (鉛直方向)

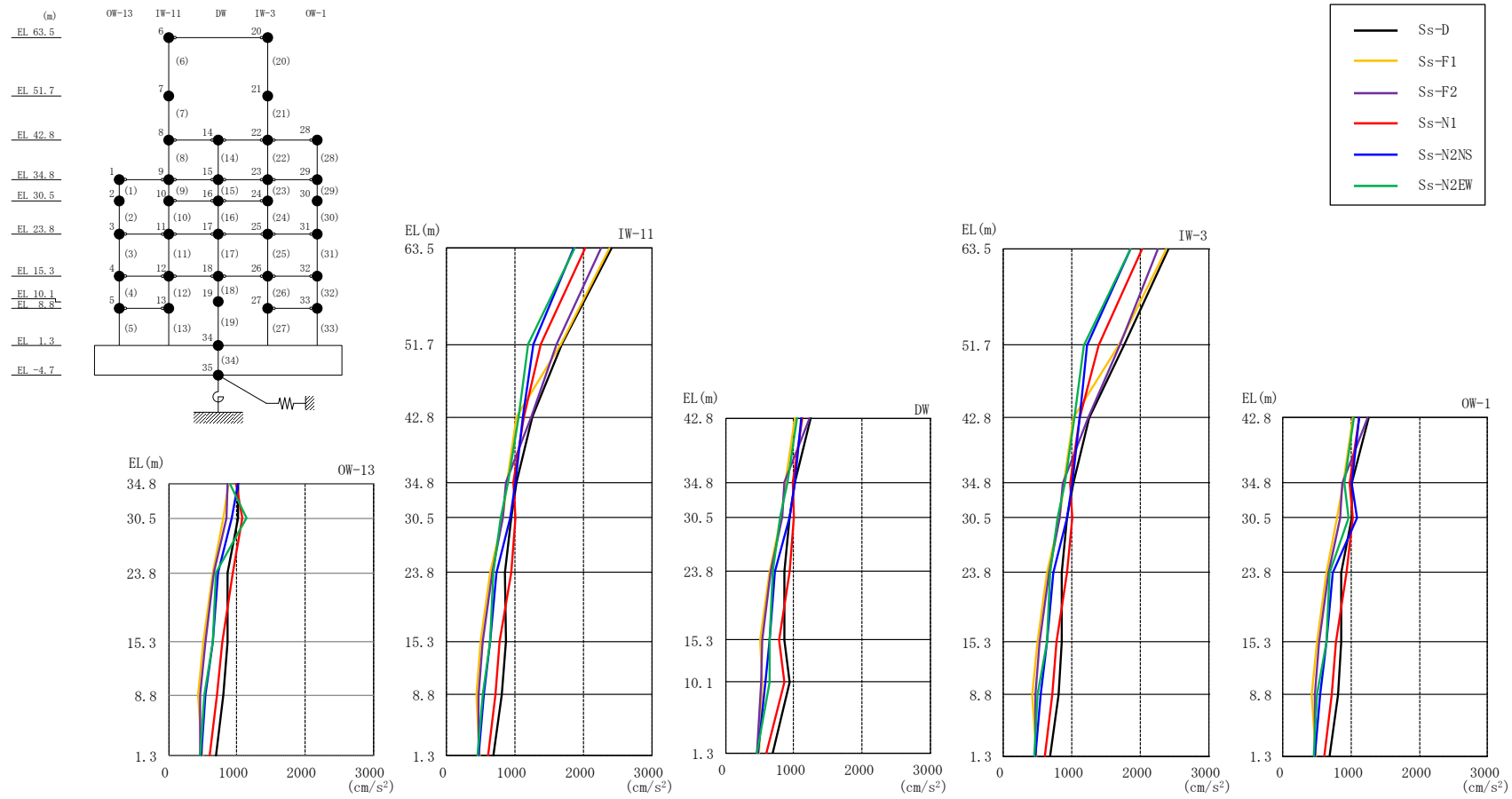
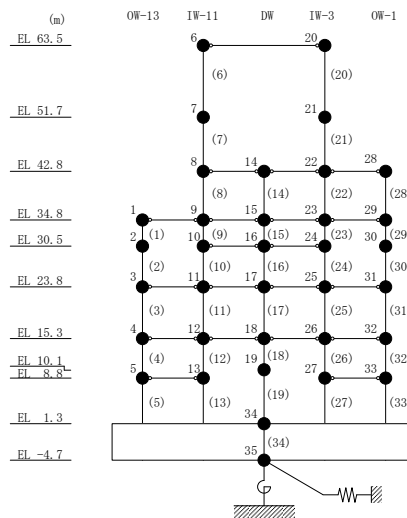


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
OW-13	34.8	1	1018	882	867	982	1013	901	1018
	30.5	2	1020	795	850	1074	919	1134	1134
	23.8	3	858	645	665	939	725	691	939
	15.3	4	861	506	532	782	645	643	861
	8.8	5	802	432	464	710	542	529	802
IW-11	63.5	6	2406	2383	2257	2028	1859	1864	2406
	51.7	7	1682	1665	1604	1375	1272	1188	1682
	42.8	8	1252	1023	1238	1123	1112	1047	1252
	34.8	9	1018	882	867	982	1013	901	1018
	30.5	10	939	823	826	1007	931	793	1007
	23.8	11	858	645	665	939	725	691	939
	15.3	12	861	506	532	782	645	643	861
8.8	13	802	432	464	710	542	529	802	
DW	42.8	14	1252	1023	1238	1123	1112	1047	1252
	34.8	15	1018	882	867	982	1013	901	1018
	30.5	16	939	823	826	1007	931	793	1007
	23.8	17	858	645	665	939	725	691	939
	15.3	18	861	506	532	782	645	643	861
	10.1	19	937	542	526	855	584	650	937
	1.3	34	691	489	467	602	470	460	691
IW-3	63.5	20	2406	2383	2257	2028	1859	1864	2406
	51.7	21	1760	1680	1701	1402	1220	1181	1760
	42.8	22	1252	1023	1238	1123	1112	1047	1252
	34.8	23	1018	882	867	982	1013	901	1018
	30.5	24	939	823	826	1007	931	793	1007
	23.8	25	858	645	665	939	725	691	939
	15.3	26	861	506	532	782	645	643	861
8.8	27	806	430	470	714	544	506	806	
OW-1	42.8	28	1252	1023	1238	1123	1112	1047	1252
	34.8	29	1018	882	867	982	1013	901	1018
	30.5	30	1014	796	842	1031	1086	958	1086
	23.8	31	858	645	665	939	725	691	939
	15.3	32	861	506	532	782	645	643	861
	8.8	33	806	430	470	714	544	506	806

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



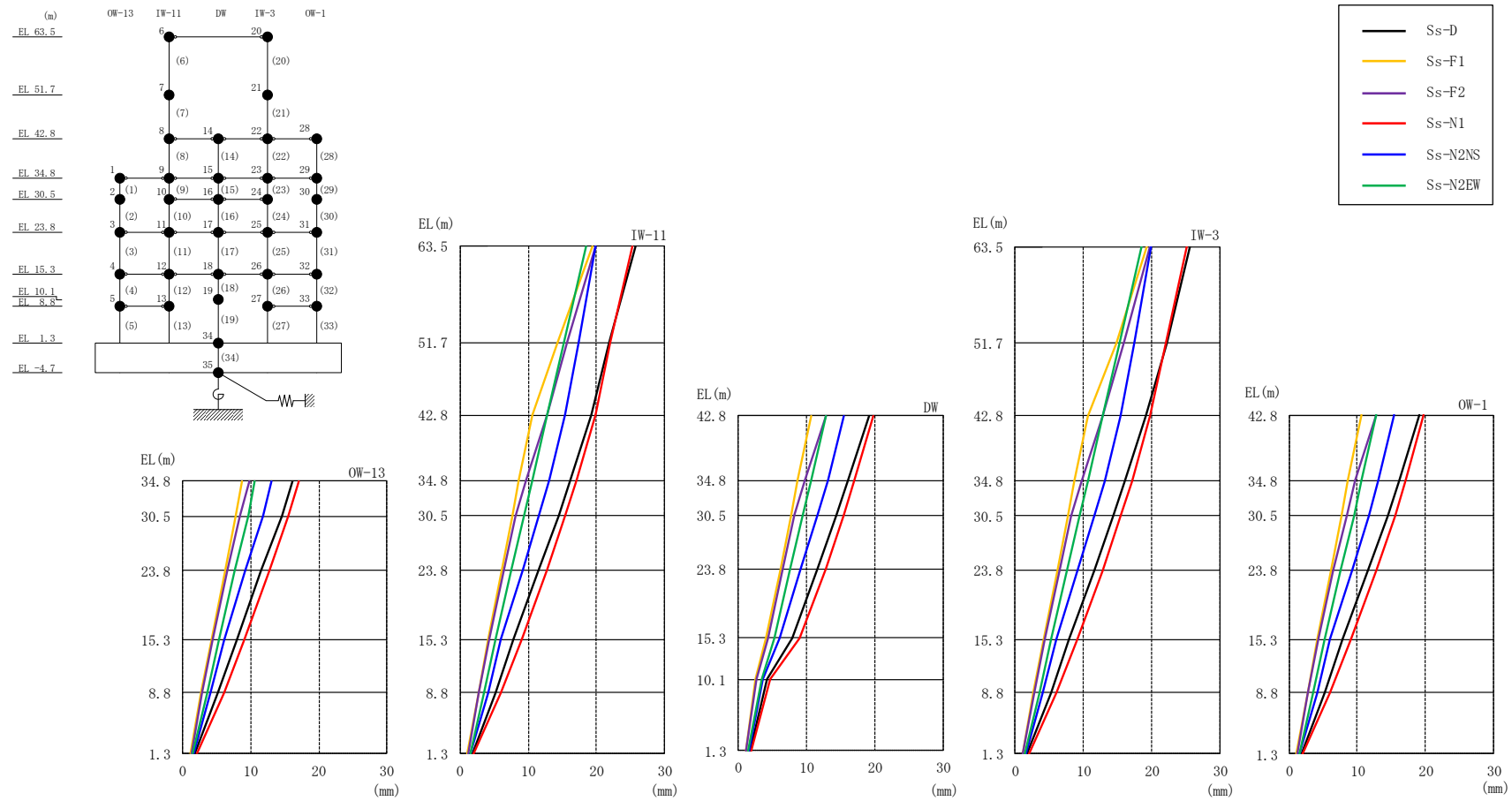
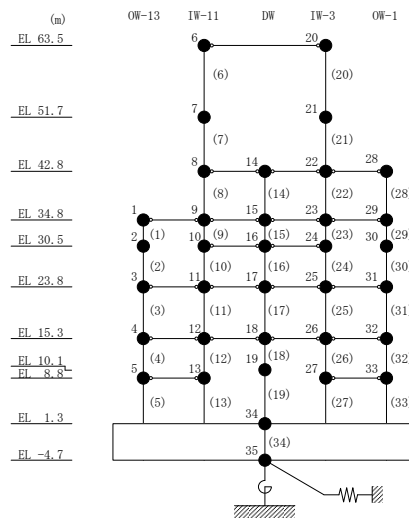


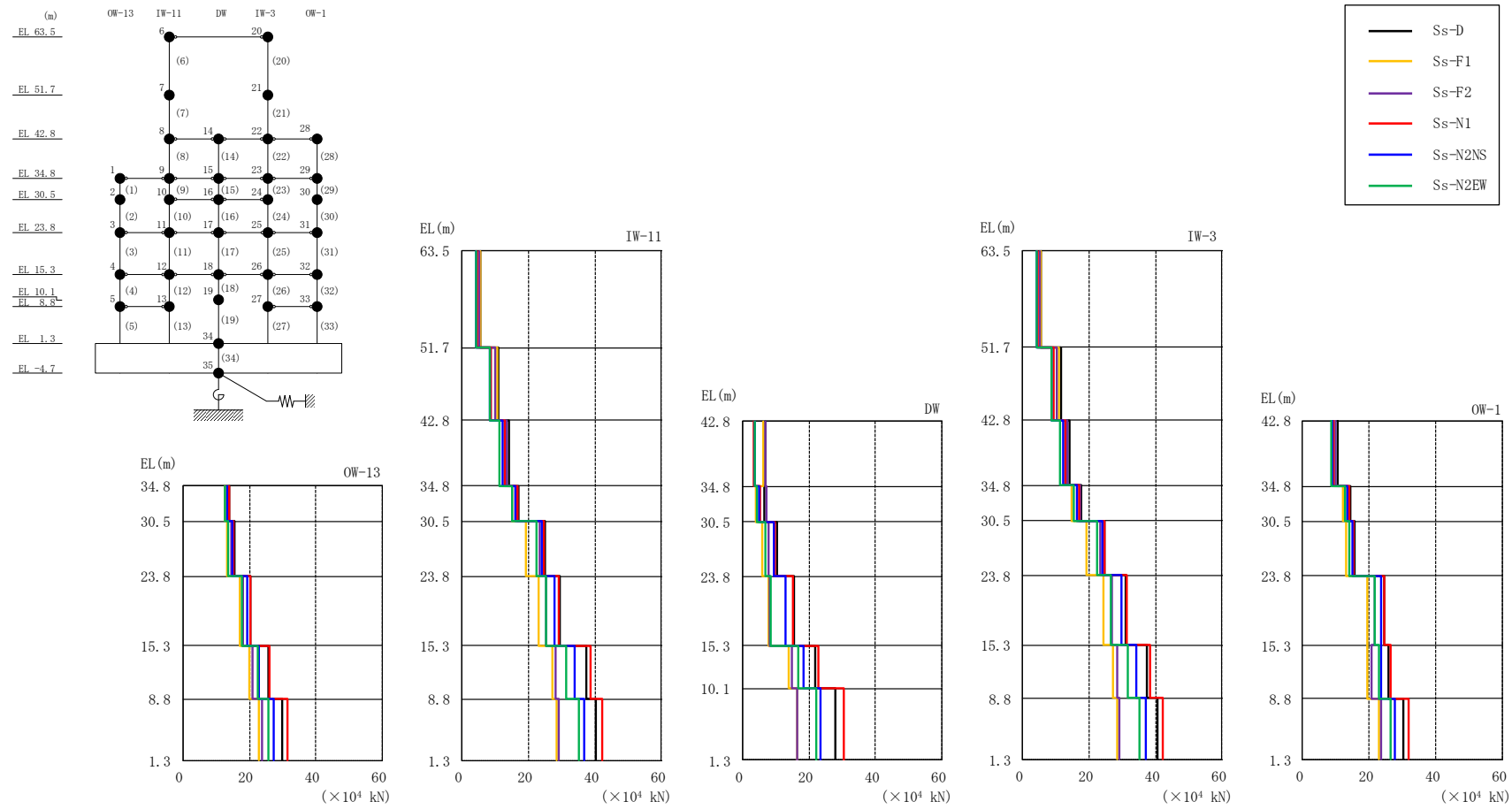
図 4-5 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-3 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
OW-13	34.8	1	16.12	8.64	9.72	17.07	13.08	10.63	17.07
	30.5	2	14.51	7.71	8.32	15.54	11.72	9.59	15.54
	23.8	3	11.55	6.16	6.49	12.78	9.17	7.59	12.78
	15.3	4	7.86	4.14	4.32	9.07	6.00	5.27	9.07
	8.8	5	5.19	2.71	2.80	6.05	4.10	3.56	6.05
IW-11	63.5	6	25.66	19.37	19.80	25.22	19.88	18.53	25.66
	51.7	7	21.92	14.29	15.69	22.06	17.43	15.23	22.06
	42.8	8	19.16	10.67	12.82	19.79	15.41	12.82	19.79
	34.8	9	16.12	8.64	9.72	17.07	13.08	10.63	17.07
	30.5	10	14.38	7.73	8.22	15.44	11.59	9.42	15.44
	23.8	11	11.55	6.16	6.49	12.78	9.17	7.59	12.78
	15.3	12	7.86	4.14	4.32	9.07	6.00	5.27	9.07
DW	8.8	13	5.19	2.71	2.80	6.05	4.10	3.56	6.05
	42.8	14	19.16	10.67	12.82	19.79	15.41	12.82	19.79
	34.8	15	16.12	8.64	9.72	17.07	13.08	10.63	17.07
	30.5	16	14.38	7.73	8.22	15.44	11.59	9.42	15.44
	23.8	17	11.55	6.16	6.49	12.78	9.17	7.59	12.78
	15.3	18	7.86	4.14	4.32	9.07	6.00	5.27	9.07
	10.1	19	4.21	2.57	2.65	4.67	3.64	3.41	4.67
IW-3	1.3	34	1.76	1.11	1.20	1.98	1.56	1.46	1.98
	63.5	20	25.66	19.37	19.80	25.22	19.88	18.53	25.66
	51.7	21	22.24	14.78	15.93	22.10	17.48	15.30	22.24
	42.8	22	19.16	10.67	12.82	19.79	15.41	12.82	19.79
	34.8	23	16.12	8.64	9.72	17.07	13.08	10.63	17.07
	30.5	24	14.38	7.73	8.22	15.44	11.59	9.42	15.44
	23.8	25	11.55	6.16	6.49	12.78	9.17	7.59	12.78
OW-1	15.3	26	7.86	4.14	4.32	9.07	6.00	5.27	9.07
	8.8	27	5.26	2.72	2.80	6.07	4.12	3.56	6.07
	42.8	28	19.16	10.67	12.82	19.79	15.41	12.82	19.79
	34.8	29	16.12	8.64	9.72	17.07	13.08	10.63	17.07
	30.5	30	14.53	7.71	8.44	15.56	11.79	9.49	15.56
	23.8	31	11.55	6.16	6.49	12.78	9.17	7.59	12.78
	15.3	32	7.86	4.14	4.32	9.07	6.00	5.27	9.07
8.8	33	5.26	2.72	2.80	6.07	4.12	3.56	6.07	

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





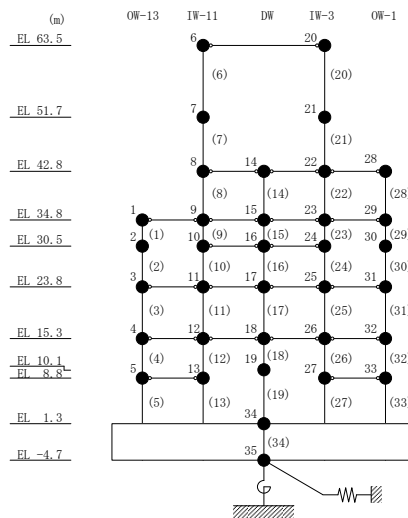
79

図 4-6 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-4 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
OW-13	34.8~30.5	1	14.0	12.5	13.5	13.9	13.4	12.6	14.0
	30.5~23.8	2	15.4	13.2	14.5	15.2	14.8	13.8	15.4
	23.8~15.3	3	20.4	17.0	18.0	20.4	19.2	17.7	20.4
	15.3~8.8	4	25.7	19.9	20.9	26.1	23.0	22.4	26.1
	8.8~1.3	5	29.8	22.9	23.7	31.4	27.3	25.7	31.4
IW-11	63.5~51.7	6	5.56	5.49	5.19	4.64	4.20	4.30	5.56
	51.7~42.8	7	10.9	10.5	9.86	8.80	8.43	8.28	10.9
	42.8~34.8	8	14.0	12.8	13.6	12.9	12.3	11.3	14.0
	34.8~30.5	9	17.0	15.0	16.8	16.5	16.1	15.2	17.0
	30.5~23.8	10	24.8	19.2	23.4	24.6	23.9	22.5	24.8
	23.8~15.3	11	29.4	23.0	25.3	29.1	27.9	25.3	29.4
	15.3~8.8	12	37.4	27.2	28.2	38.6	34.0	31.4	38.6
	8.8~1.3	13	40.3	28.4	29.2	42.3	36.7	35.3	42.3
DW	42.8~34.8	14	6.97	6.27	6.96	3.32	3.83	3.65	6.97
	34.8~30.5	15	6.64	4.17	7.25	5.35	5.04	4.22	7.25
	30.5~23.8	16	10.5	6.06	7.89	9.90	9.55	7.06	10.5
	23.8~15.3	17	15.4	7.98	8.34	15.3	12.9	8.46	15.4
	15.3~10.1	18	21.8	14.1	14.9	22.8	18.5	16.9	22.8
	10.1~1.3	19	27.9	16.4	16.5	30.4	23.3	22.1	30.4
IW-3	63.5~51.7	20	5.48	5.47	5.35	4.71	4.24	4.38	5.48
	51.7~42.8	21	11.5	11.1	10.3	9.45	8.83	8.78	11.5
	42.8~34.8	22	14.1	12.9	13.5	12.8	12.3	11.4	14.1
	34.8~30.5	23	17.6	14.8	17.4	17.0	16.4	15.6	17.6
	30.5~23.8	24	24.8	19.2	23.4	24.6	23.9	22.5	24.8
	23.8~15.3	25	31.1	24.3	26.8	31.3	29.9	26.8	31.3
	15.3~8.8	26	37.5	27.3	28.4	38.4	34.2	31.8	38.4
	8.8~1.3	27	40.5	28.4	29.3	42.3	37.3	35.4	42.3
OW-1	42.8~34.8	28	10.4	9.43	9.96	9.41	8.89	8.64	10.4
	34.8~30.5	29	14.3	12.1	13.7	14.1	13.5	12.8	14.3
	30.5~23.8	30	15.7	13.0	15.2	15.5	15.0	14.0	15.7
	23.8~15.3	31	24.6	19.4	21.7	24.6	23.7	21.6	24.6
	15.3~8.8	32	25.9	19.6	20.6	26.5	23.5	22.8	26.5
8.8~1.3	33	30.4	22.9	23.6	31.9	27.7	26.4	31.9	

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



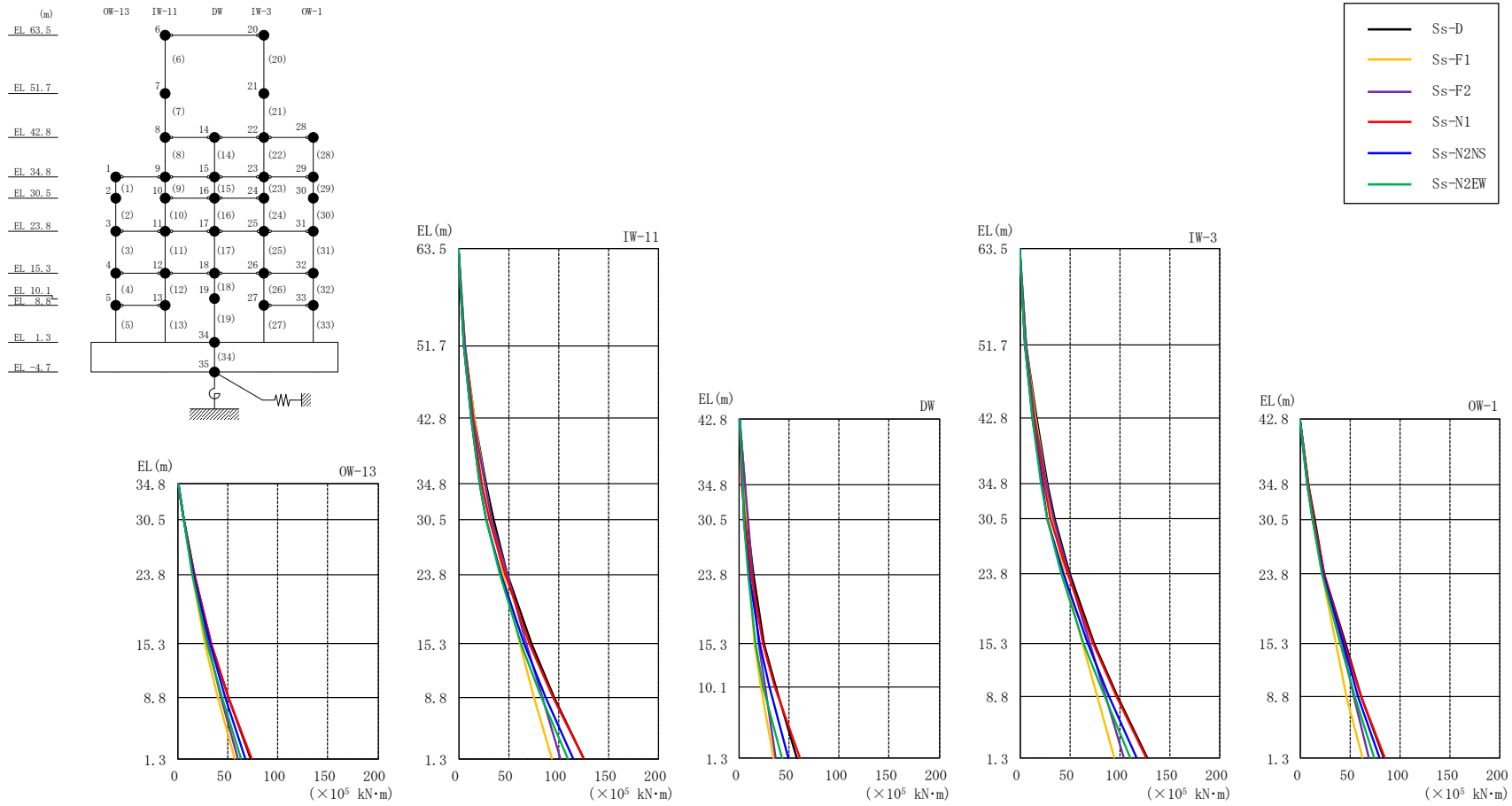


図 4-7 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ , NS 方向）



表 4-5(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
OW-13	34.8~30.5	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			6.01	5.38	5.81	5.97	5.75	5.41	6.01
	30.5~23.8	2	6.01	5.38	5.81	5.97	5.75	5.41	6.01
			16.3	14.2	15.5	16.1	15.7	14.4	16.3
	23.8~15.3	3	16.3	14.2	15.5	16.1	15.7	14.4	16.3
33.5			27.1	30.5	33.2	32.0	29.4	33.5	
15.3~8.8	4	33.5	27.1	30.5	33.2	32.0	29.4	33.5	
		50.1	39.9	43.0	49.9	46.9	43.8	50.1	
8.8~1.3	5	50.1	39.9	43.0	49.9	46.9	43.8	50.1	
		72.2	57.1	59.8	73.2	67.3	62.8	73.2	
IW-11	63.5~51.7	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			6.56	6.48	6.13	5.48	4.95	5.08	6.56
	51.7~42.8	7	6.56	6.48	6.13	5.48	4.95	5.08	6.56
			16.1	15.8	14.9	13.3	12.2	12.3	16.1
	42.8~34.8	8	16.1	15.8	14.9	13.3	12.2	12.3	16.1
			27.3	26.0	25.7	23.5	21.4	21.0	27.3
	34.8~30.5	9	27.3	26.0	25.7	23.5	21.4	21.0	27.3
			34.4	32.1	32.9	30.5	27.3	26.9	34.4
30.5~23.8	10	34.4	32.1	32.9	30.5	27.3	26.9	34.4	
		49.1	44.5	48.1	46.6	42.3	40.7	49.1	
23.8~15.3	11	49.1	44.5	48.1	46.6	42.3	40.7	49.1	
		72.8	61.0	68.1	70.7	65.1	61.9	72.8	
15.3~8.8	12	72.8	61.0	68.1	70.7	65.1	61.9	72.8	
		95.5	75.5	84.0	94.0	87.1	82.2	95.5	
8.8~1.3	13	95.5	75.5	84.0	94.0	87.1	82.2	95.5	
		125	92.6	102	124	114	109	125	
DW	42.8~34.8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.58	5.02	5.57	2.66	3.06	2.92	5.58
	34.8~30.5	15	5.58	5.02	5.57	2.66	3.06	2.92	5.58
			7.97	6.54	8.61	4.96	4.62	4.31	8.61
	30.5~23.8	16	7.97	6.54	8.61	4.96	4.62	4.31	8.61
			14.2	10.1	13.4	11.5	9.77	8.63	14.2
	23.8~15.3	17	14.2	10.1	13.4	11.5	9.77	8.63	14.2
24.7			15.1	19.2	23.4	20.7	15.8	24.7	
15.3~10.1	18	24.7	15.1	19.2	23.4	20.7	15.8	24.7	
		36.0	20.9	25.7	34.9	30.3	23.5	36.0	
10.1~1.3	19	36.0	20.9	25.7	34.9	30.3	23.5	36.0	
		57.3	34.2	36.7	61.3	49.1	42.9	61.3	

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

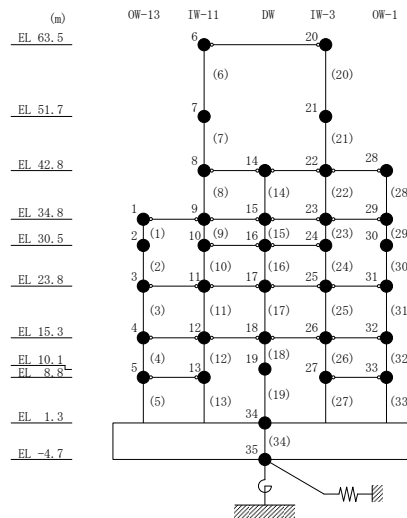


表 4-5(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
IW-3	63.5~51.7	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			6.46	6.46	6.31	5.55	5.00	5.17	6.46
	51.7~42.8	21	6.46	6.46	6.31	5.55	5.00	5.17	6.46
			16.5	16.4	15.4	13.9	12.7	12.9	16.5
	42.8~34.8	22	16.5	16.4	15.4	13.9	12.7	12.9	16.5
			27.7	26.6	26.2	24.0	22.0	21.6	27.7
	34.8~30.5	23	27.7	26.6	26.2	24.0	22.0	21.6	27.7
			35.1	32.6	33.5	31.3	27.8	27.6	35.1
30.5~23.8	24	35.1	32.6	33.5	31.3	27.8	27.6	35.1	
		49.8	45.0	48.8	47.4	43.0	41.4	49.8	
23.8~15.3	25	49.8	45.0	48.8	47.4	43.0	41.4	49.8	
		74.8	62.5	69.7	73.2	67.4	63.8	74.8	
15.3~8.8	26	74.8	62.5	69.7	73.2	67.4	63.8	74.8	
		97.6	77.1	85.7	96.4	89.5	84.4	97.6	
8.8~1.3	27	97.6	77.1	85.7	96.4	89.5	84.4	97.6	
		128	94.3	104	127	117	111	128	
OW-1	42.8~34.8	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			8.33	7.54	7.97	7.53	7.12	6.91	8.33
	34.8~30.5	29	8.33	7.54	7.97	7.53	7.12	6.91	8.33
			14.3	12.7	13.9	13.6	12.8	12.2	14.3
	30.5~23.8	30	14.3	12.7	13.9	13.6	12.8	12.2	14.3
			24.5	21.4	24.0	23.9	22.8	21.4	24.5
	23.8~15.3	31	24.5	21.4	24.0	23.9	22.8	21.4	24.5
			44.9	35.7	41.9	44.5	42.8	39.8	44.9
15.3~8.8	32	44.9	35.7	41.9	44.5	42.8	39.8	44.9	
		61.1	46.4	54.0	61.2	58.0	54.4	61.2	
8.8~1.3	33	61.1	46.4	54.0	61.2	58.0	54.4	61.2	
		83.9	62.2	69.0	84.8	78.8	74.0	84.8	

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

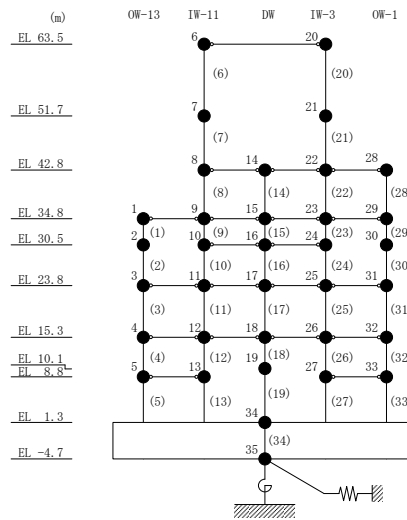
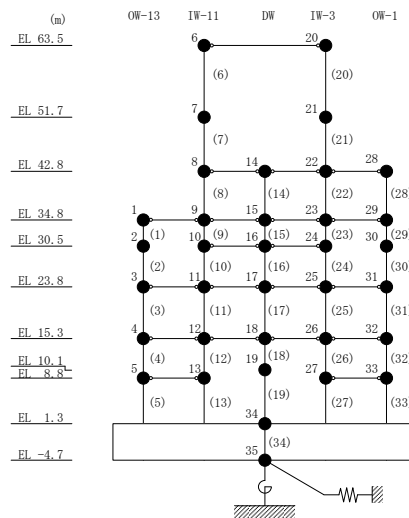


表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
OW-13	34.8~30.5	1	0.28	0.18	0.26	0.27	0.23	0.18	0.28
	30.5~23.8	2	0.35	0.19	0.28	0.34	0.30	0.24	0.35
	23.8~15.3	3	0.36	0.18	0.21	0.35	0.30	0.21	0.36
	15.3~8.8	4	0.36	0.18	0.19	0.40	0.23	0.21	0.40
	8.8~1.3	5	0.41	0.18	0.19	0.50	0.30	0.24	0.50
IW-11	63.5~51.7	6	0.27	0.30	0.23	0.17	0.15	0.16	0.30
	51.7~42.8	7	0.29	0.29	0.21	0.17	0.16	0.16	0.29
	42.8~34.8	8	0.32	0.25	0.30	0.24	0.19	0.17	0.32
	34.8~30.5	9	0.32	0.19	0.30	0.29	0.25	0.20	0.32
	30.5~23.8	10	0.32	0.18	0.24	0.31	0.28	0.21	0.32
	23.8~15.3	11	0.36	0.19	0.20	0.35	0.30	0.20	0.36
	15.3~8.8	12	0.36	0.18	0.18	0.40	0.23	0.21	0.40
	8.8~1.3	13	0.40	0.18	0.19	0.49	0.29	0.24	0.49
DW	42.8~34.8	14	0.11	0.10	0.11	0.05	0.06	0.06	0.11
	34.8~30.5	15	0.14	0.09	0.15	0.11	0.11	0.09	0.15
	30.5~23.8	16	0.16	0.09	0.12	0.15	0.14	0.10	0.16
	23.8~15.3	17	0.22	0.11	0.12	0.22	0.18	0.12	0.22
	15.3~10.1	18	0.61	0.21	0.22	0.71	0.34	0.25	0.71
	10.1~1.3	19	0.20	0.12	0.12	0.21	0.16	0.16	0.21
IW-3	63.5~51.7	20	0.23	0.26	0.21	0.17	0.15	0.15	0.26
	51.7~42.8	21	0.36	0.35	0.25	0.18	0.17	0.17	0.36
	42.8~34.8	22	0.33	0.25	0.30	0.25	0.20	0.18	0.33
	34.8~30.5	23	0.32	0.19	0.30	0.29	0.25	0.20	0.32
	30.5~23.8	24	0.32	0.18	0.24	0.31	0.28	0.21	0.32
	23.8~15.3	25	0.36	0.19	0.20	0.35	0.30	0.20	0.36
	15.3~8.8	26	0.36	0.18	0.18	0.40	0.23	0.21	0.40
	8.8~1.3	27	0.41	0.18	0.19	0.50	0.30	0.24	0.50
OW-1	42.8~34.8	28	0.33	0.25	0.30	0.24	0.19	0.17	0.33
	34.8~30.5	29	0.26	0.17	0.20	0.25	0.20	0.18	0.26
	30.5~23.8	30	0.34	0.18	0.29	0.32	0.29	0.21	0.34
	23.8~15.3	31	0.35	0.18	0.20	0.34	0.29	0.20	0.35
	15.3~8.8	32	0.35	0.17	0.18	0.39	0.23	0.20	0.39
	8.8~1.3	33	0.41	0.18	0.19	0.50	0.30	0.24	0.50

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



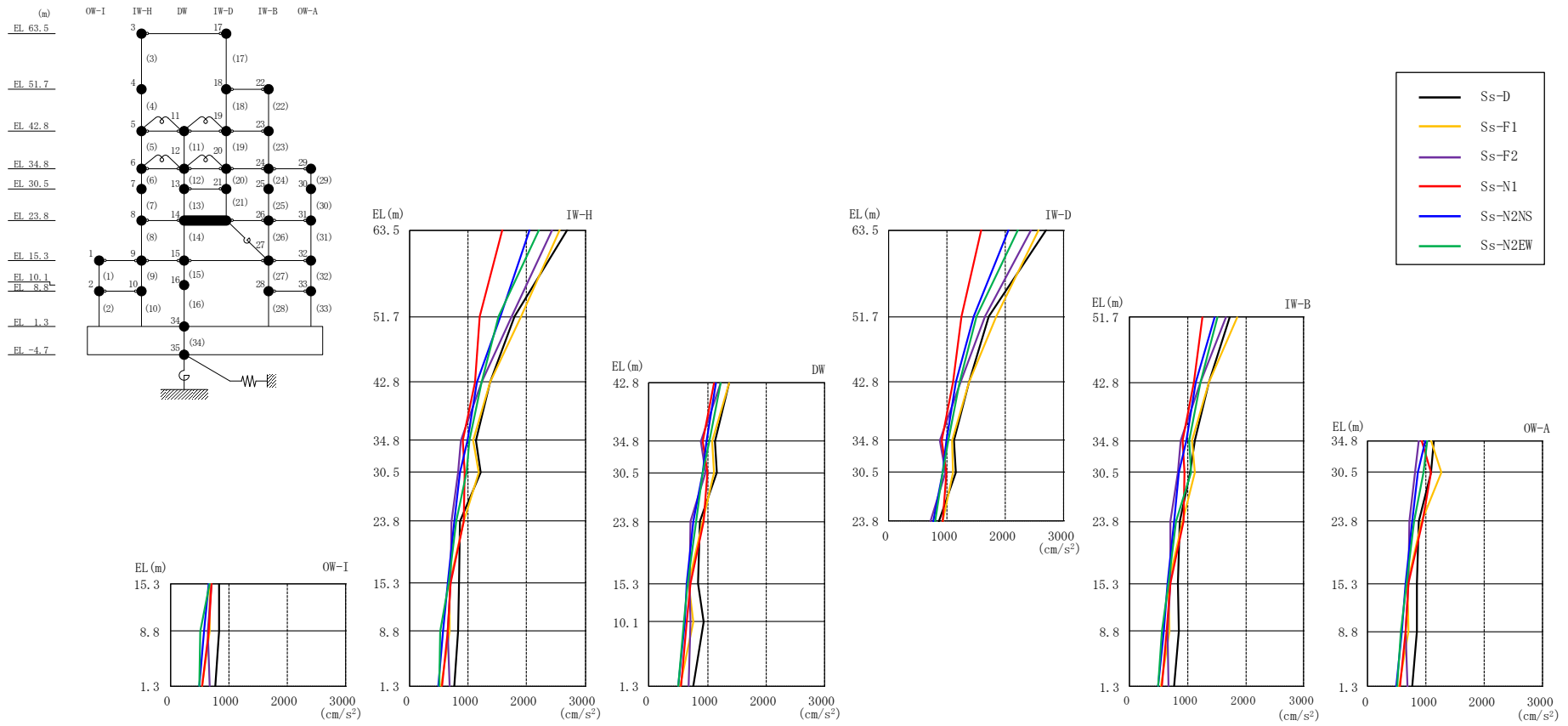
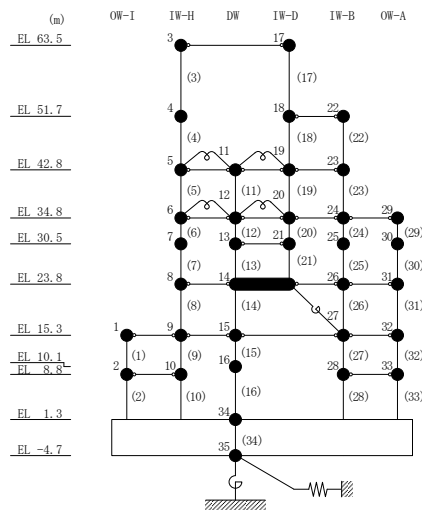


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

表 4-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
OW-I	15.3	1	839	676	698	704	651	668	839
	8.8	2	826	680	646	655	573	516	826
IW-H	63.5	3	2700	2563	2435	1580	2051	2211	2700
	51.7	4	1789	1911	1750	1200	1550	1526	1911
	42.8	5	1373	1372	1229	1112	1145	1223	1373
	34.8	6	1128	1082	881	916	986	1025	1128
	30.5	7	1218	1183	835	937	855	971	1218
	23.8	8	867	922	712	932	763	801	932
	15.3	9	839	676	698	704	651	668	839
	8.8	10	826	680	646	655	573	516	826
DW	42.8	11	1373	1372	1229	1112	1145	1223	1373
	34.8	12	1128	1082	881	916	986	1025	1128
	30.5	13	1155	1103	971	991	922	923	1155
	23.8	14	867	922	712	932	763	801	932
	15.3	15	839	676	698	704	651	668	839
	10.1	16	942	750	715	648	612	589	942
	1.3	34	765	540	676	551	493	498	765
IW-D	63.5	17	2700	2563	2435	1580	2051	2211	2700
	51.7	18	1717	1852	1659	1249	1459	1508	1852
	42.8	19	1373	1372	1229	1112	1145	1223	1373
	34.8	20	1128	1082	881	916	986	1025	1128
	30.5	21	1155	1103	971	991	922	923	1155
IW-B	51.7	22	1717	1852	1659	1249	1459	1508	1852
	42.8	23	1373	1372	1229	1112	1145	1223	1373
	34.8	24	1128	1082	881	916	986	1025	1128
	30.5	25	1036	1122	831	952	846	1065	1122
	23.8	26	867	922	712	932	763	801	932
	15.3	27	839	676	698	704	651	668	839
	8.8	28	844	692	655	643	585	562	844
OW-A	34.8	29	1128	1082	881	916	986	1025	1128
	30.5	30	1084	1267	814	1089	850	955	1267
	23.8	31	867	922	712	932	763	801	932
	15.3	32	839	676	698	704	651	668	839
	8.8	33	844	692	655	643	585	562	844

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



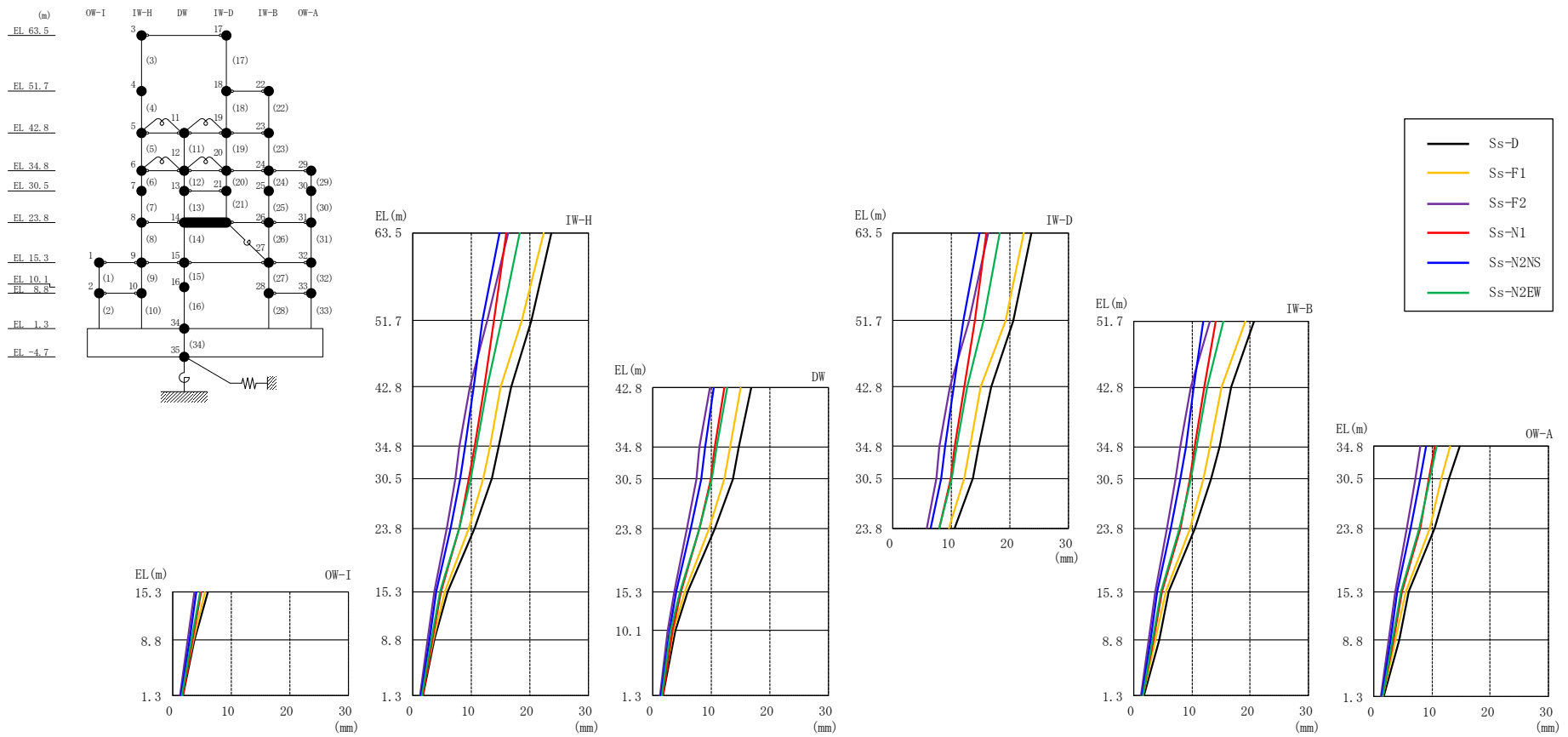
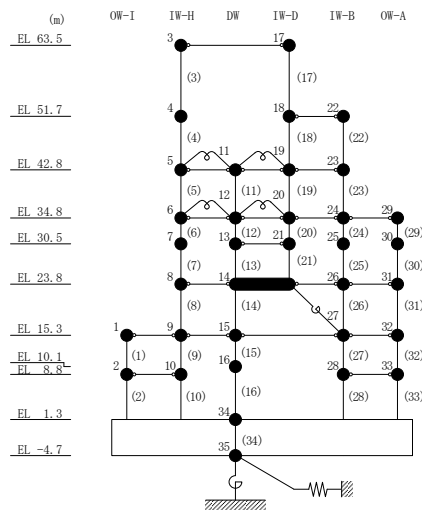


图 4-9 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

表 4-8 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
OW-I	15.3	1	6.02	5.48	3.71	4.85	4.10	4.68	6.02
	8.8	2	3.72	3.46	2.50	3.31	2.83	3.12	3.72
IW-H	63.5	3	23.61	22.29	16.31	15.94	14.91	18.30	23.61
	51.7	4	20.21	18.63	12.77	13.87	11.81	15.14	20.21
	42.8	5	16.79	15.07	9.82	12.13	10.39	12.68	16.79
	34.8	6	14.69	13.12	7.99	10.54	8.95	10.87	14.69
	30.5	7	13.58	12.07	7.22	9.65	8.07	9.88	13.58
	23.8	8	10.50	9.65	5.77	7.97	6.42	7.92	10.50
	15.3	9	6.02	5.48	3.71	4.85	4.10	4.68	6.02
	8.8	10	3.72	3.46	2.50	3.31	2.83	3.12	3.72
DW	42.8	11	16.79	15.07	9.82	12.13	10.39	12.68	16.79
	34.8	12	14.69	13.12	7.99	10.54	8.95	10.87	14.69
	30.5	13	13.66	12.24	7.42	9.84	8.28	10.01	13.66
	23.8	14	10.50	9.65	5.77	7.97	6.42	7.92	10.50
	15.3	15	6.02	5.48	3.71	4.85	4.10	4.68	6.02
	10.1	16	3.84	3.54	2.57	3.32	2.83	3.10	3.84
	1.3	34	1.80	1.64	1.31	1.69	1.43	1.53	1.80
IW-D	63.5	17	23.61	22.29	16.31	15.94	14.91	18.30	23.61
	51.7	18	20.61	19.25	13.07	14.03	12.04	15.49	20.61
	42.8	19	16.79	15.07	9.82	12.13	10.39	12.68	16.79
	34.8	20	14.69	13.12	7.99	10.54	8.95	10.87	14.69
	30.5	21	13.66	12.24	7.42	9.84	8.28	10.01	13.66
IW-B	51.7	22	20.61	19.25	13.07	14.03	12.04	15.49	20.61
	42.8	23	16.79	15.07	9.82	12.13	10.39	12.68	16.79
	34.8	24	14.69	13.12	7.99	10.54	8.95	10.87	14.69
	30.5	25	13.26	11.93	7.17	9.59	8.01	9.83	13.26
	23.8	26	10.50	9.65	5.77	7.97	6.42	7.92	10.50
	15.3	27	6.02	5.48	3.71	4.85	4.10	4.68	6.02
	8.8	28	4.32	3.80	2.58	3.42	2.91	3.24	4.32
OW-A	34.8	29	14.69	13.12	7.99	10.54	8.95	10.87	14.69
	30.5	30	13.01	11.71	7.13	9.50	7.96	9.71	13.01
	23.8	31	10.50	9.65	5.77	7.97	6.42	7.92	10.50
	15.3	32	6.02	5.48	3.71	4.85	4.10	4.68	6.02
	8.8	33	4.32	3.80	2.58	3.42	2.91	3.24	4.32

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



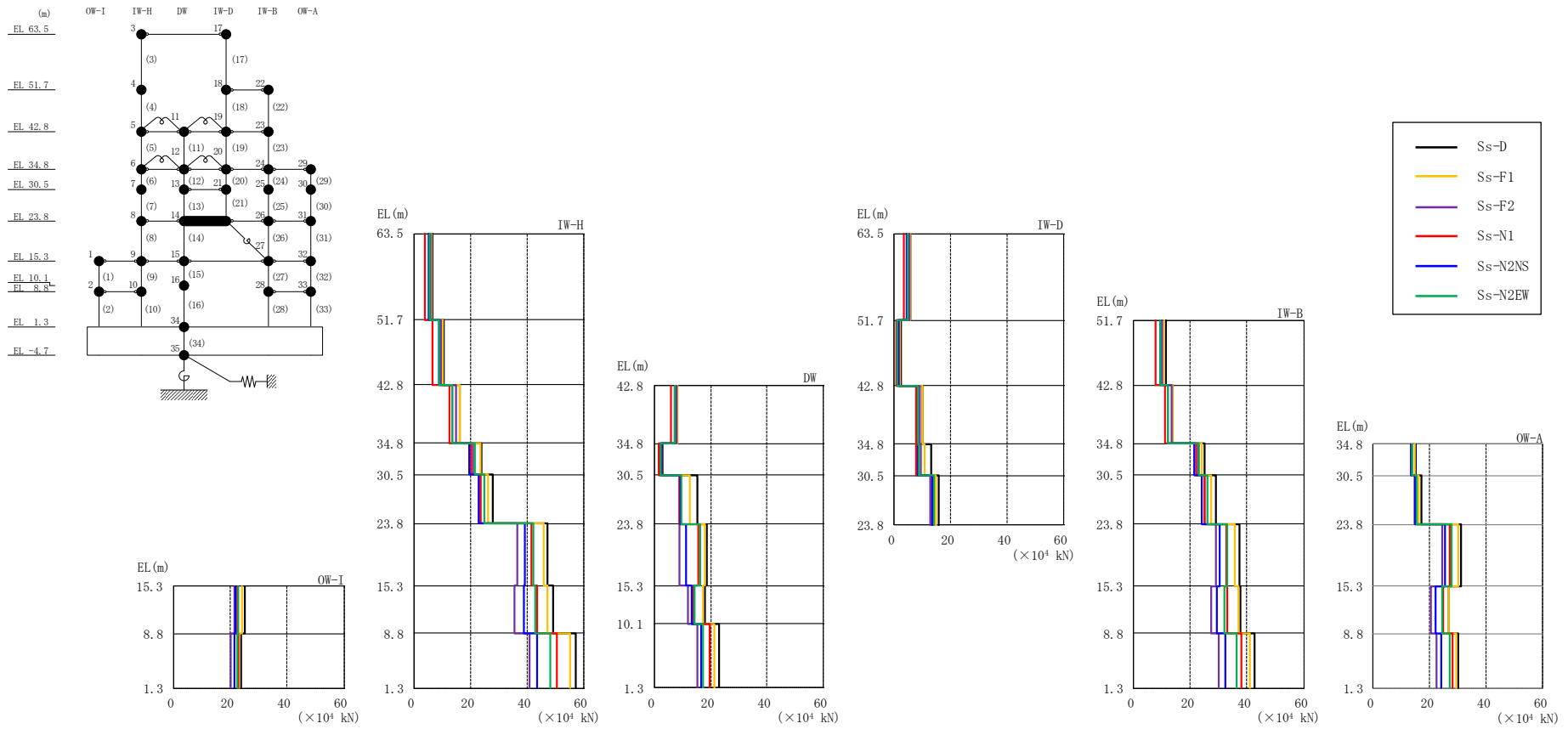


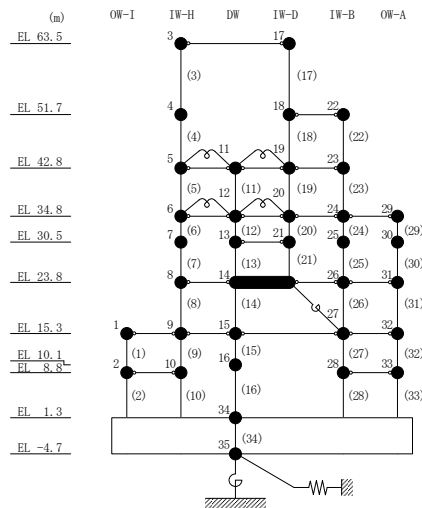
図 4-10 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)



表 4-9 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)						
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	最大値
OW-I	15.3~8.8	1	24.9	24.2	21.3	22.3	21.8	22.5	24.9
	8.8~1.3	2	23.6	23.0	20.1	22.7	21.4	22.4	23.6
IW-H	63.5~51.7	3	6.51	5.95	5.81	3.69	5.10	5.46	6.51
	51.7~42.8	4	10.5	10.0	9.47	6.49	8.86	8.85	10.5
	42.8~34.8	5	16.2	16.2	14.9	12.3	13.5	13.5	16.2
	34.8~30.5	6	23.9	23.4	20.8	20.3	19.4	21.5	23.9
	30.5~23.8	7	28.0	26.1	23.4	23.4	22.6	24.7	28.0
	23.8~15.3	8	47.1	45.8	36.5	41.4	39.0	42.3	47.1
	15.3~8.8	9	49.2	47.3	35.6	43.5	38.8	42.8	49.2
DW	8.8~1.3	10	57.3	55.1	41.0	50.6	43.6	48.3	57.3
	42.8~34.8	11	7.57	8.14	7.99	5.81	7.19	7.20	8.14
	34.8~30.5	12	3.10	2.42	2.63	1.48	2.36	2.37	3.10
	30.5~23.8	13	15.4	12.6	8.81	8.98	9.32	9.67	15.4
	23.8~15.3	14	18.6	18.1	9.06	15.6	11.4	16.4	18.6
	15.3~10.1	15	17.9	17.4	12.0	13.9	13.2	14.2	17.9
IW-D	10.1~1.3	16	23.1	21.2	15.4	19.6	16.8	17.5	23.1
	63.5~51.7	17	5.81	5.75	5.38	3.43	4.40	4.82	5.81
	51.7~42.8	18	2.44	2.09	1.85	0.771	1.27	1.22	2.44
	42.8~34.8	19	9.96	9.95	9.16	7.70	8.32	8.42	9.96
	34.8~30.5	20	13.0	10.8	9.37	7.74	8.52	8.78	13.0
IW-B	30.5~23.8	21	15.8	14.9	12.6	13.5	13.6	14.0	15.8
	51.7~42.8	22	11.4	10.7	10.1	7.68	9.34	9.47	11.4
	42.8~34.8	23	13.8	13.9	13.4	11.1	12.2	12.2	13.9
	34.8~30.5	24	25.1	24.1	22.8	22.2	21.3	23.2	25.1
	30.5~23.8	25	29.0	27.5	25.1	25.1	24.1	26.0	29.0
	23.8~15.3	26	37.2	35.8	29.2	32.6	30.5	33.1	37.2
OW-A	15.3~8.8	27	37.7	37.0	27.3	33.0	29.3	32.1	37.7
	8.8~1.3	28	42.6	41.1	30.1	38.0	32.4	36.3	42.6
	34.8~30.5	29	15.1	14.7	13.6	13.5	13.3	13.8	15.1
	30.5~23.8	30	17.1	16.1	14.9	14.9	14.7	15.3	17.1
OW-A	23.8~15.3	31	31.0	30.1	24.2	27.0	25.5	27.7	31.0
	15.3~8.8	32	26.9	26.7	20.5	24.8	21.9	24.3	26.9
	8.8~1.3	33	30.2	29.3	22.3	28.1	24.1	27.1	30.2

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



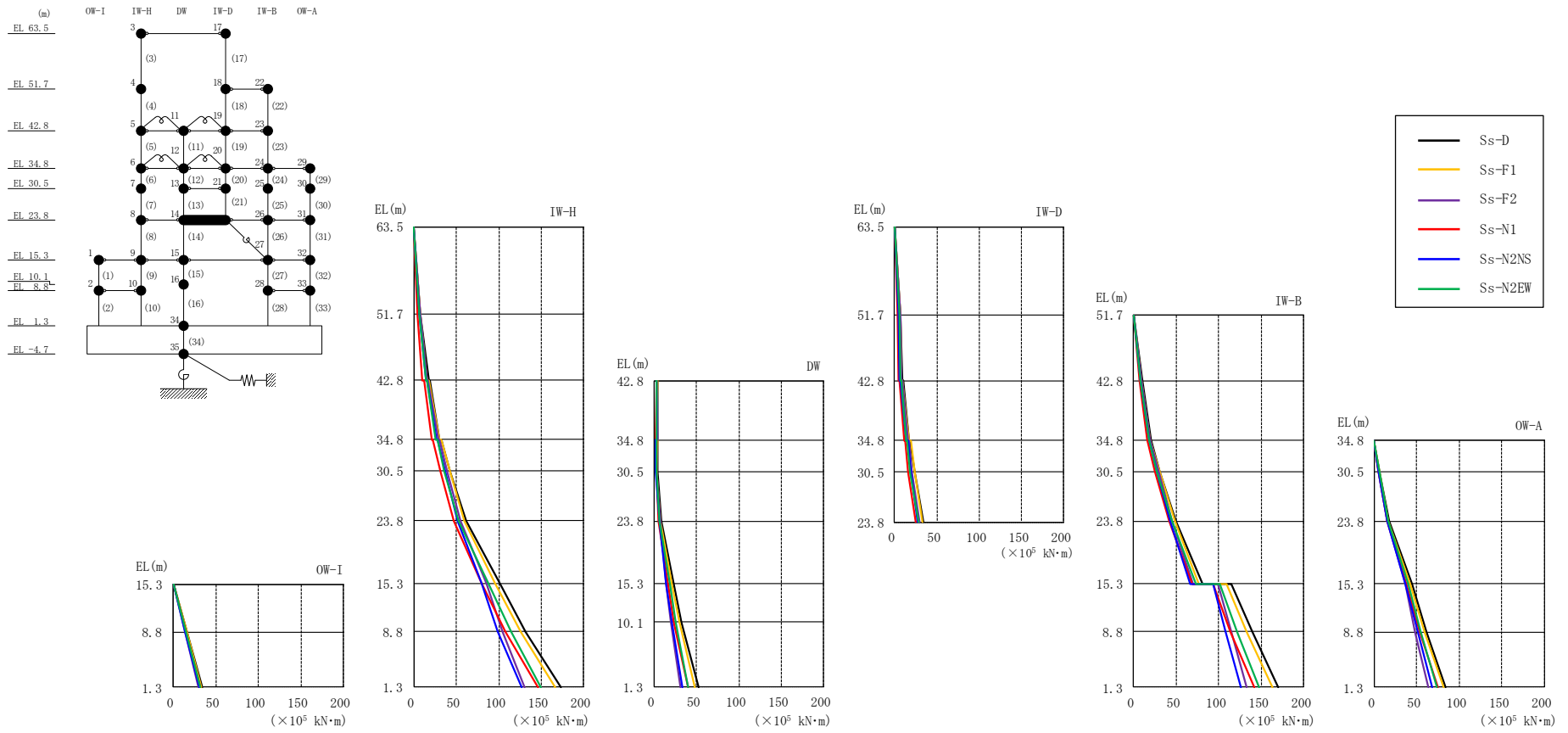


図 4-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , E W 方向)

表 4-10(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
OW-I	15.3~8.8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	8.8~1.3	2	16.2	15.7	13.9	14.5	14.1	14.6	16.2
IW-H	63.5~51.7	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	51.7~42.8	4	7.68	7.03	6.85	4.36	6.01	6.45	7.68
			17.0	15.8	15.1	10.1	13.9	14.2	17.0
	42.8~34.8	5	18.1	17.6	16.6	11.4	15.4	15.5	18.1
			30.0	30.3	28.3	20.5	26.2	25.9	30.3
	34.8~30.5	6	32.6	32.5	30.2	22.2	27.8	27.5	32.6
			42.7	42.3	39.0	30.8	36.2	35.9	42.7
	30.5~23.8	7	42.7	42.3	39.0	30.8	36.2	35.9	42.7
			61.0	59.3	54.6	46.4	50.9	52.3	61.0
	23.8~15.3	8	61.0	59.3	54.6	46.4	50.9	52.3	61.0
101			95.4	85.2	79.8	80.0	87.9	101	
15.3~8.8	9	101	95.4	85.2	79.8	80.0	87.9	101	
		132	125	105	108	99.3	115	132	
8.8~1.3	10	132	125	105	108	99.3	115	132	
DW	42.8~34.8	11	3.77	3.44	2.95	2.80	2.70	3.08	3.77
			3.42	3.18	3.46	2.14	3.07	3.22	3.46
	34.8~30.5	12	3.80	3.38	2.57	2.65	1.94	2.55	3.80
			3.77	2.82	3.05	2.70	1.94	2.95	3.77
	30.5~23.8	13	3.77	2.82	3.05	2.70	1.94	2.95	3.77
			8.01	7.17	7.02	5.31	6.50	6.23	8.01
23.8~15.3	14	8.01	7.17	7.02	5.31	6.50	6.23	8.01	
		23.5	21.0	14.4	16.5	14.1	18.9	23.5	
15.3~10.1	15	23.5	21.0	14.4	16.5	14.1	18.9	23.5	
		32.3	29.9	19.9	23.6	20.6	25.4	32.3	
10.1~1.3	16	32.3	29.9	19.9	23.6	20.6	25.4	32.3	
			51.9	48.1	31.2	40.1	33.6	40.3	51.9

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

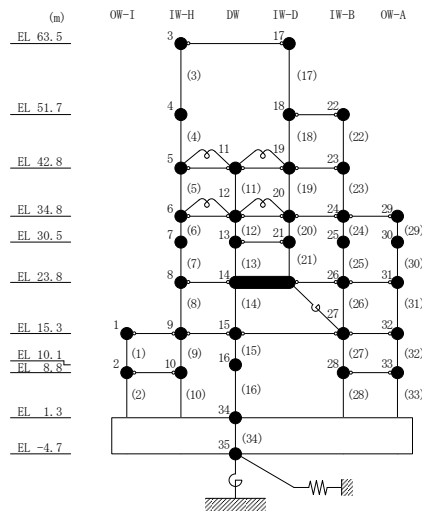


表 4-10(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
IW-D	63.5~51.7	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			6.85	6.79	6.35	4.05	5.19	5.69	6.85
	51.7~42.8	18	6.85	6.79	6.35	4.05	5.19	5.69	6.85
			9.02	8.08	7.64	4.71	6.18	6.66	9.02
	42.8~34.8	19	9.82	9.39	8.61	5.70	7.37	7.62	9.82
16.5			17.1	15.6	11.2	14.0	13.9	17.1	
34.8~30.5	20	18.2	19.0	17.0	12.6	15.4	15.2	19.0	
30.5~23.8	21	23.7	23.5	21.0	15.9	19.0	18.6	23.7	
		33.9	33.2	29.1	24.8	26.9	27.9	33.9	
IW-B	51.7~42.8	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			10.1	9.49	8.98	6.84	8.31	8.43	10.1
	42.8~34.8	23	10.1	9.49	8.98	6.84	8.31	8.43	10.1
			20.2	19.9	19.3	15.6	17.9	17.8	20.2
	34.8~30.5	24	20.2	19.9	19.3	15.6	17.9	17.8	20.2
			30.6	30.2	28.9	25.1	27.1	27.5	30.6
	30.5~23.8	25	30.6	30.2	28.9	25.1	27.1	27.5	30.6
49.9			48.2	45.7	41.9	43.0	44.8	49.9	
23.8~15.3	26	49.9	48.2	45.7	41.9	43.0	44.8	49.9	
		81.4	77.0	70.3	68.4	66.3	72.9	81.4	
15.3~8.8	27	115	110	99.2	93.1	93.2	101	115	
		139	132	115	114	108	121	139	
8.8~1.3	28	139	132	115	114	108	121	139	
		170	162	133	142	126	147	170	
OW-A	34.8~30.5	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			6.51	6.33	5.87	5.80	5.74	5.94	6.51
	30.5~23.8	30	6.51	6.33	5.87	5.80	5.74	5.94	6.51
			17.9	17.0	15.7	15.7	15.5	16.2	17.9
	23.8~15.3	31	17.9	17.0	15.7	15.7	15.5	16.2	17.9
44.3			42.0	36.4	37.7	37.0	39.7	44.3	
15.3~8.8	32	44.3	42.0	36.4	37.7	37.0	39.7	44.3	
		61.7	59.3	48.2	53.8	50.9	55.2	61.7	
8.8~1.3	33	61.7	59.3	48.2	53.8	50.9	55.2	61.7	
			83.8	81.3	64.2	74.7	68.8	74.3	83.8

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

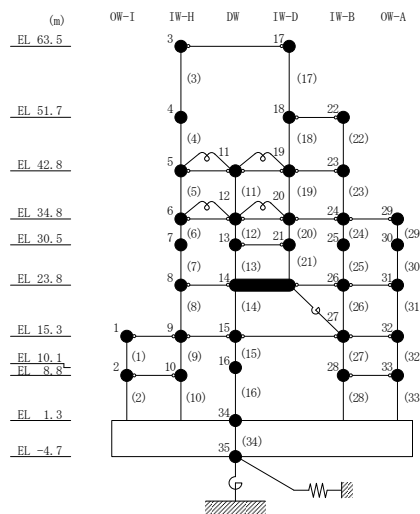
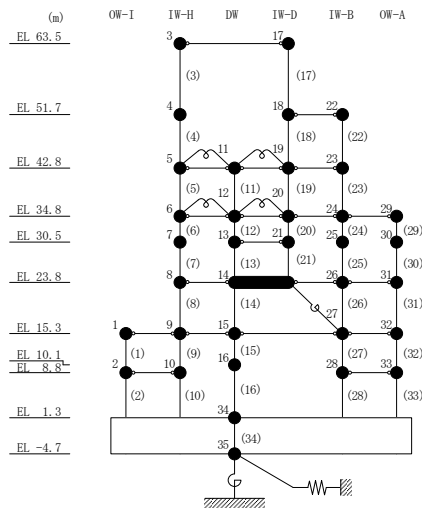


表 4-11 最大応答せん断ひずみ一覧（基準地震動 S s , E W 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
OW-I	15.3~8.8	1	0.32	0.29	0.17	0.21	0.19	0.21	0.32
	8.8~1.3	2	0.23	0.22	0.16	0.20	0.17	0.19	0.23
IW-H	63.5~51.7	3	0.29	0.23	0.21	0.12	0.17	0.18	0.29
	51.7~42.8	4	0.37	0.33	0.28	0.14	0.20	0.20	0.37
	42.8~34.8	5	0.19	0.19	0.17	0.14	0.15	0.15	0.19
	34.8~30.5	6	0.18	0.18	0.16	0.15	0.15	0.16	0.18
	30.5~23.8	7	0.39	0.29	0.20	0.20	0.19	0.23	0.39
	23.8~15.3	8	0.48	0.43	0.20	0.32	0.24	0.34	0.48
	15.3~8.8	9	0.31	0.27	0.17	0.20	0.18	0.20	0.31
	8.8~1.3	10	0.22	0.21	0.16	0.19	0.17	0.19	0.22
DW	42.8~34.8	11	0.08	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.09
	34.8~30.5	12	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06
	30.5~23.8	13	0.25	0.19	0.13	0.13	0.14	0.14	0.25
	23.8~15.3	14	0.35	0.31	0.13	0.23	0.16	0.24	0.35
	15.3~10.1	15	0.29	0.26	0.18	0.21	0.20	0.21	0.29
	10.1~1.3	16	0.16	0.15	0.11	0.14	0.12	0.12	0.16
IW-D	63.5~51.7	17	0.23	0.22	0.19	0.12	0.15	0.16	0.23
	42.8~34.8	19	0.17	0.17	0.15	0.13	0.14	0.14	0.17
	34.8~30.5	20	0.17	0.14	0.12	0.10	0.11	0.12	0.17
	30.5~23.8	21	0.39	0.31	0.20	0.22	0.22	0.24	0.39
IW-B	51.7~42.8	22	0.46	0.40	0.35	0.16	0.25	0.24	0.46
	42.8~34.8	23	0.20	0.20	0.18	0.15	0.17	0.17	0.20
	34.8~30.5	24	0.26	0.21	0.18	0.18	0.17	0.18	0.26
	30.5~23.8	25	0.35	0.28	0.20	0.20	0.19	0.23	0.35
	23.8~15.3	26	0.48	0.44	0.20	0.32	0.24	0.34	0.48
	15.3~8.8	27	0.22	0.21	0.16	0.19	0.17	0.18	0.22
OW-A	8.8~1.3	28	0.30	0.26	0.17	0.21	0.18	0.20	0.30
	34.8~30.5	29	0.32	0.28	0.22	0.20	0.19	0.21	0.32
	30.5~23.8	30	0.32	0.25	0.19	0.18	0.18	0.21	0.32
	23.8~15.3	31	0.48	0.44	0.20	0.32	0.24	0.34	0.48
	15.3~8.8	32	0.22	0.21	0.15	0.19	0.16	0.18	0.22
8.8~1.3	33	0.30	0.26	0.17	0.21	0.18	0.20	0.30	

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



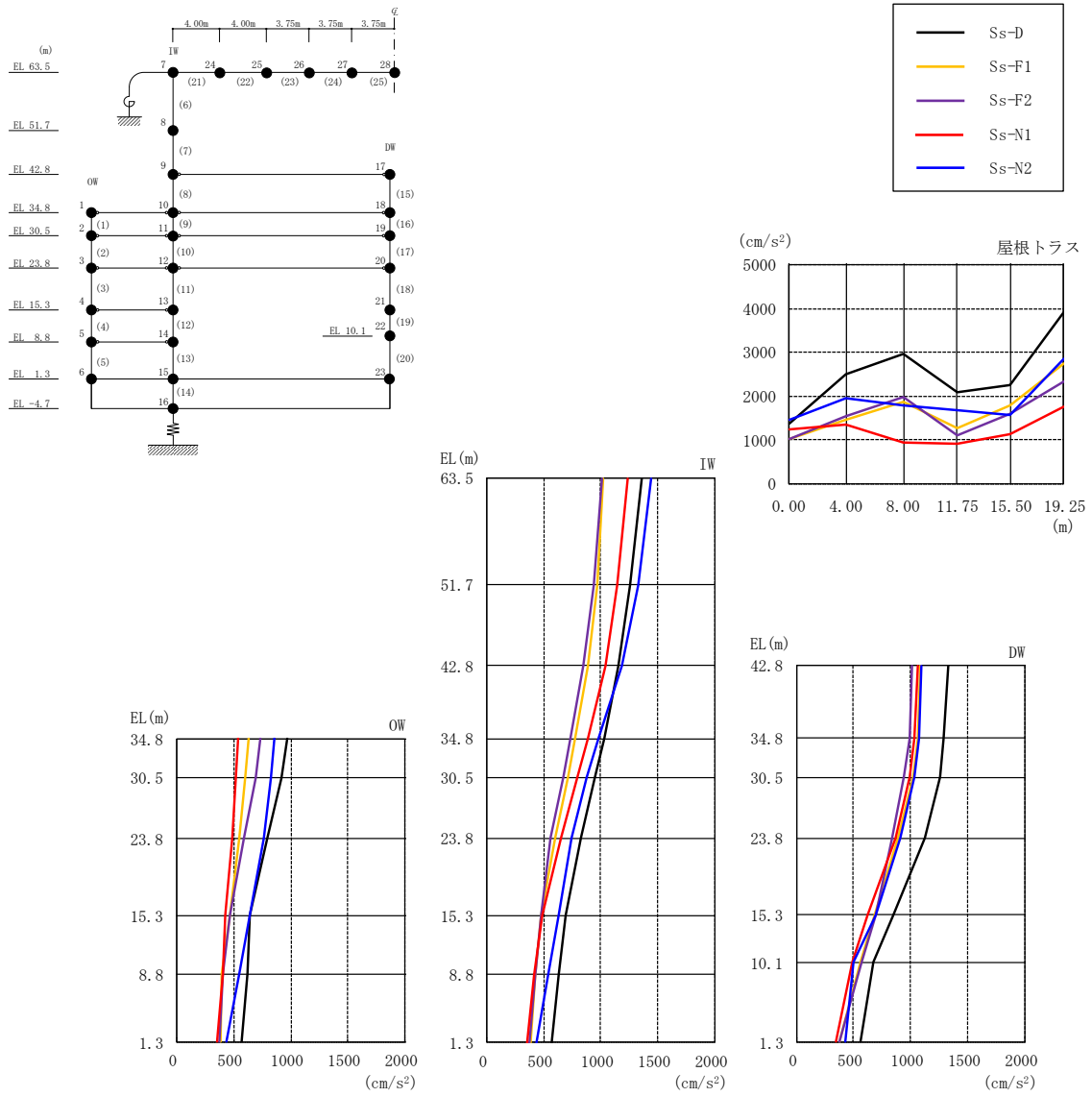


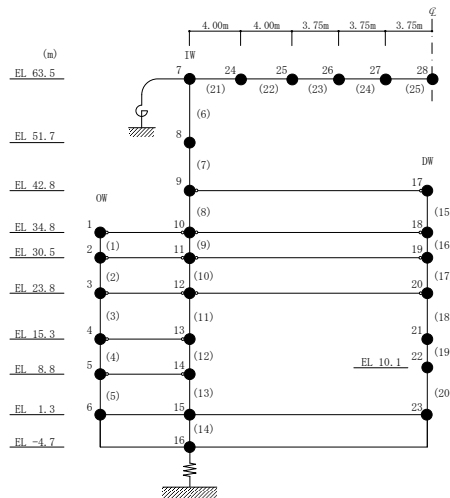
図 4-12 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )					最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	
OW	34.8	1	968	626	728	536	855	968
	30.5	2	912	601	688	517	827	912
	23.8	3	798	546	593	482	758	798
	15.3	4	640	460	462	429	637	640
	8.8	5	615	393	408	400	552	615
	1.3	6	567	380	375	352	432	567
IW	63.5	7	1363	1025	1015	1232	1441	1441
	51.7	8	1259	966	937	1140	1333	1333
	42.8	9	1158	890	850	1037	1190	1190
	34.8	10	1028	777	735	887	982	1028
	30.5	11	947	710	670	798	874	947
	23.8	12	825	599	563	656	747	825
	15.3	13	695	482	477	489	631	695
	8.8	14	627	431	425	412	535	627
DW	42.8	17	1335	1091	1017	1066	1097	1335
	34.8	18	1295	1070	993	1037	1080	1295
	30.5	19	1257	1026	947	990	1036	1257
	23.8	20	1125	889	844	869	913	1125
	15.3	21	853	687	701	628	696	853
	10.1	22	679	559	575	494	506	679
	1.3	23	567	380	375	352	432	567
屋根 トラス	0.00	7	1363	1025	1015	1232	1441	1441
	4.00	24	2484	1451	1530	1340	1939	2484
	8.00	25	2969	1868	1969	936	1793	2969
	11.75	26	2088	1273	1090	900	1666	2088
	15.50	27	2239	1786	1589	1122	1574	2239
	19.25	28	3931	2740	2319	1768	2845	3931

注：ハッチングは  $S_s$ -D～ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは IW 軸からの距離を示す。



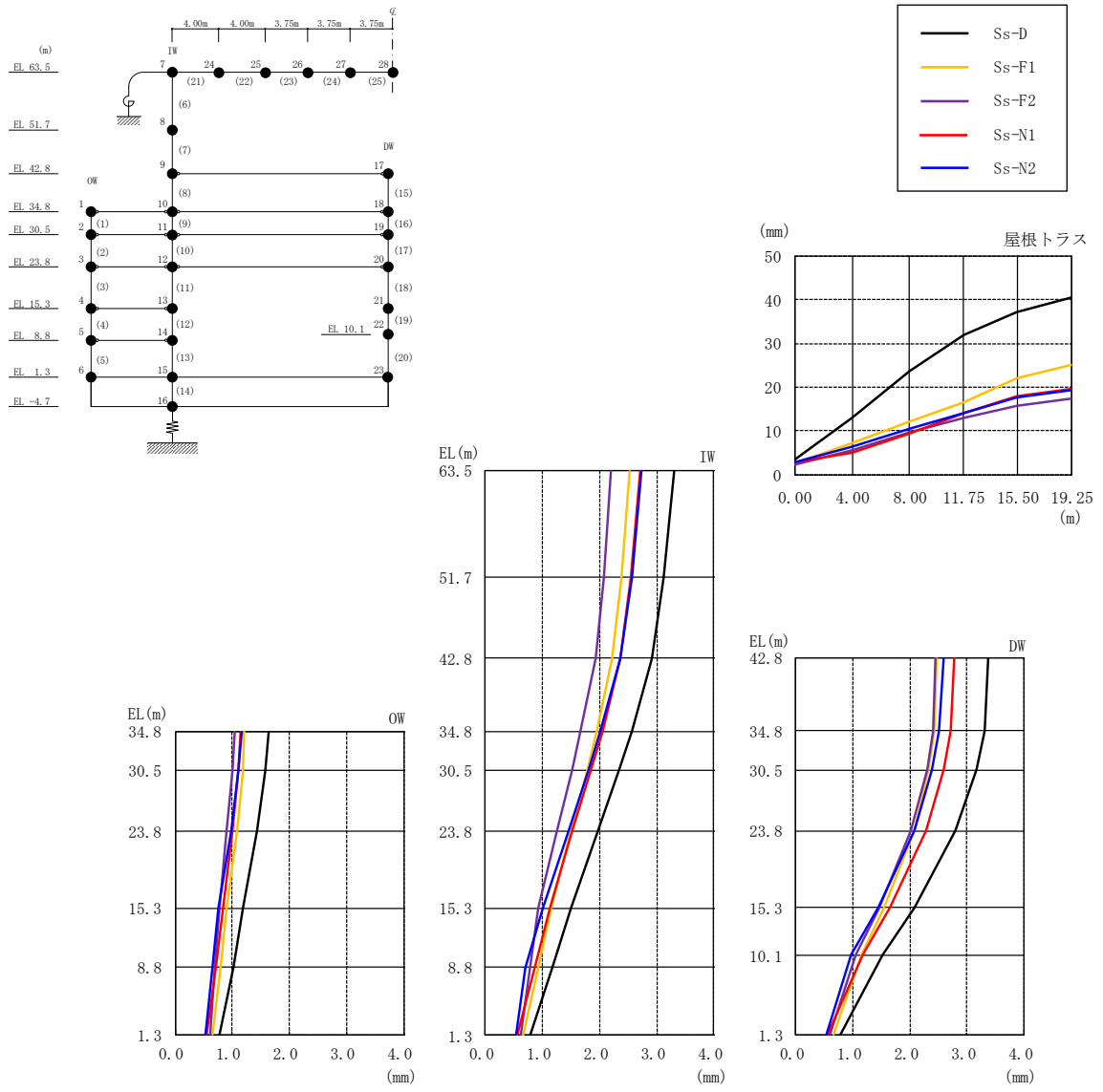


図 4-13 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , 鉛直方向)

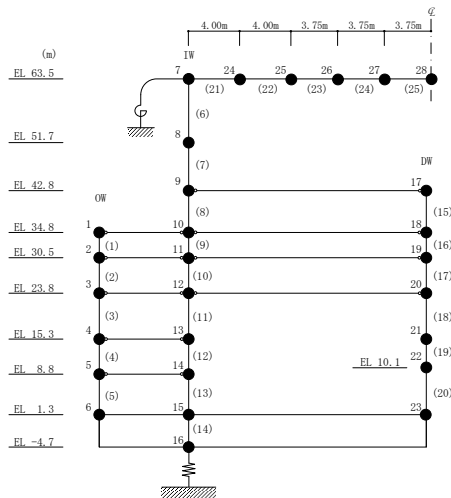


表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)					最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2	
OW	34.8	1	1.63	1.22	1.04	1.14	1.17	1.63
	30.5	2	1.58	1.18	1.00	1.10	1.11	1.58
	23.8	3	1.44	1.08	0.90	1.01	0.97	1.44
	15.3	4	1.19	0.91	0.78	0.83	0.75	1.19
	8.8	5	1.02	0.80	0.69	0.72	0.66	1.02
	1.3	6	0.79	0.66	0.61	0.56	0.54	0.79
IW	63.5	7	3.30	2.52	2.19	2.70	2.74	3.30
	51.7	8	3.12	2.37	2.07	2.54	2.57	3.12
	42.8	9	2.91	2.21	1.92	2.35	2.35	2.91
	34.8	10	2.57	1.95	1.67	2.05	2.01	2.57
	30.5	11	2.35	1.79	1.52	1.85	1.80	2.35
	23.8	12	1.98	1.51	1.26	1.53	1.45	1.98
	15.3	13	1.50	1.15	0.93	1.12	1.01	1.50
	8.8	14	1.17	0.92	0.78	0.85	0.71	1.17
DW	42.8	17	3.38	2.47	2.45	2.78	2.59	3.38
	34.8	18	3.30	2.42	2.40	2.71	2.51	3.30
	30.5	19	3.17	2.33	2.30	2.60	2.39	3.17
	23.8	20	2.81	2.08	2.02	2.29	2.08	2.81
	15.3	21	2.07	1.54	1.46	1.65	1.44	2.07
	10.1	22	1.52	1.15	1.06	1.17	0.96	1.52
	1.3	23	0.79	0.66	0.61	0.56	0.54	0.79
屋根 トラス	0.00	7	3.30	2.52	2.19	2.70	2.74	3.30
	4.00	24	12.95	7.16	5.69	4.91	6.38	12.95
	8.00	25	23.83	12.27	9.77	9.41	10.40	23.83
	11.75	26	32.09	16.62	13.03	13.96	14.19	32.09
	15.50	27	37.23	21.96	15.62	17.87	17.59	37.23
19.25	28	40.41	25.11	17.26	19.52	19.41	40.41	

注：ハッチングは S<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは IW 軸からの距離を示す。



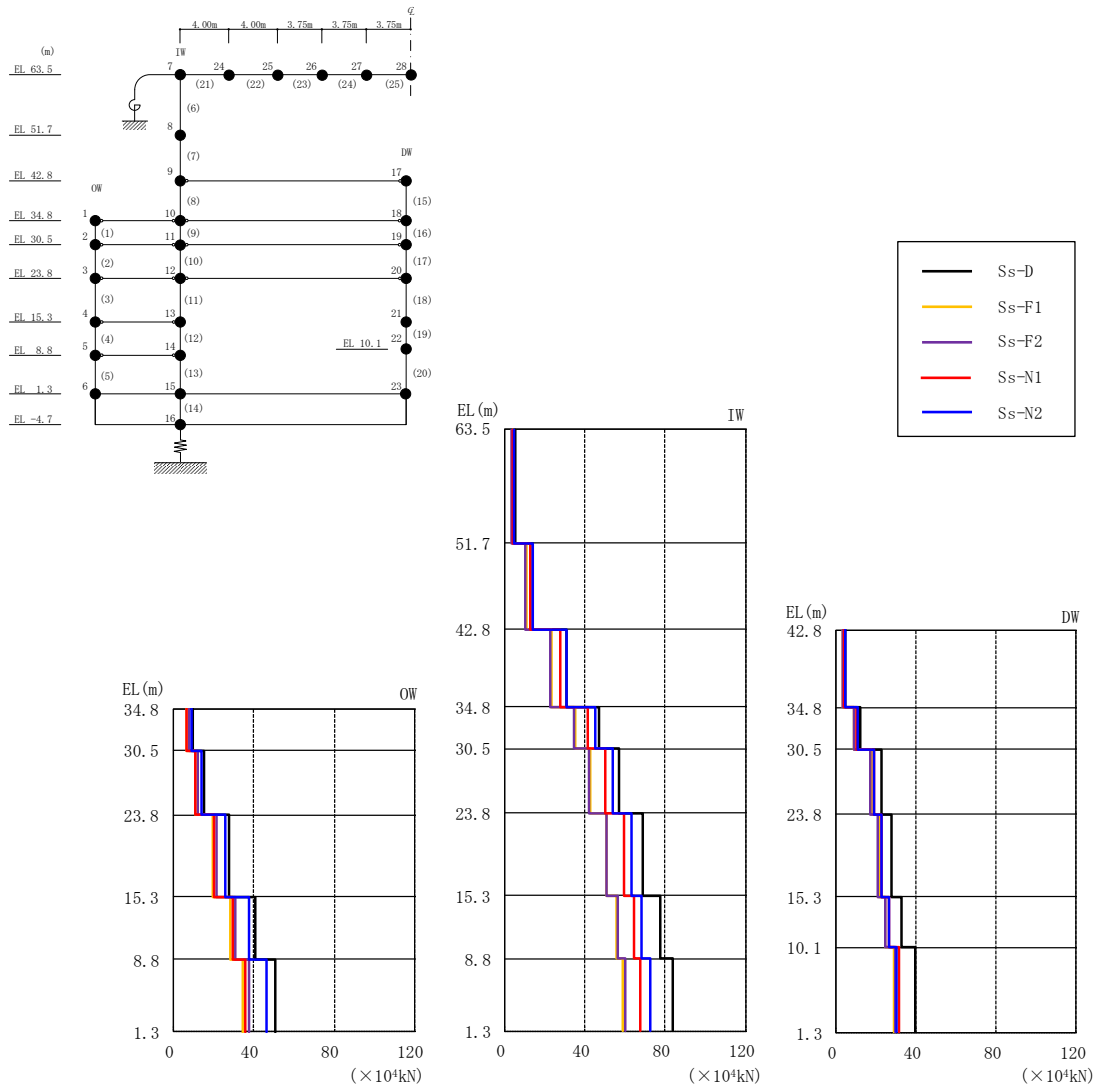
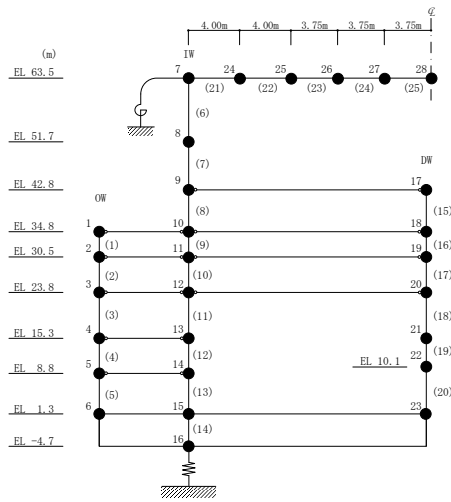


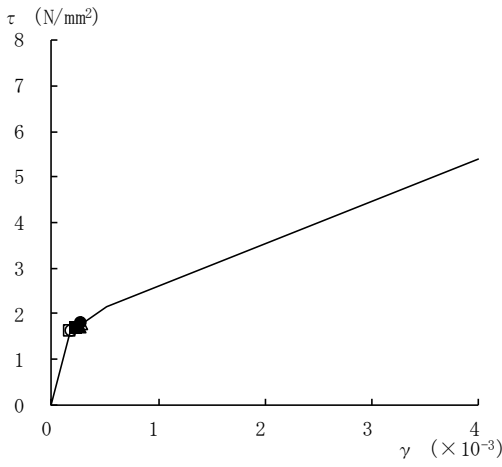
图 4-14 最大応答軸力 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

表 4-14 最大応答軸力一覧 (基準地震動  $S_s$ , 鉛直方向)

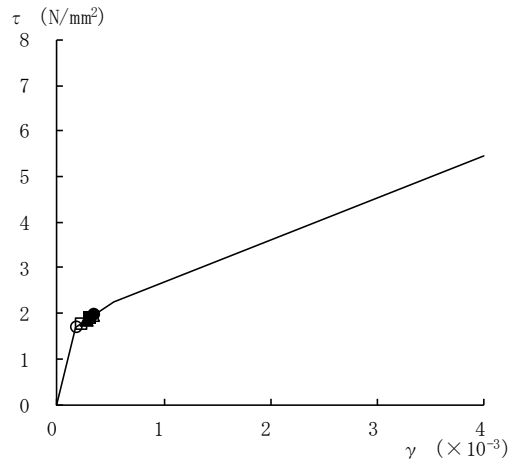
部位	EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)					最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	
OW	34.8~30.5	1	9.24	6.58	7.63	6.28	8.67	9.24
	30.5~23.8	2	15.0	10.7	12.2	10.5	14.0	15.0
	23.8~15.3	3	27.6	19.7	21.6	20.0	25.6	27.6
	15.3~8.8	4	40.5	28.3	30.7	29.2	37.5	40.5
	8.8~1.3	5	50.5	34.3	37.3	35.9	46.2	50.5
IW	63.5~51.7	6	5.17	3.86	3.29	4.19	4.43	5.17
	51.7~42.8	7	13.8	10.7	10.1	12.5	14.2	14.2
	42.8~34.8	8	30.8	23.3	22.9	27.6	30.6	30.8
	34.8~30.5	9	46.7	35.1	34.6	41.4	45.2	46.7
	30.5~23.8	10	56.7	42.4	41.9	49.8	53.8	56.7
	23.8~15.3	11	68.9	50.8	50.6	59.1	62.9	68.9
	15.3~8.8	12	77.5	55.8	56.3	64.3	68.4	77.5
DW	8.8~1.3	13	83.8	59.0	60.3	67.7	72.7	83.8
	42.8~34.8	15	4.72	3.41	3.53	4.03	4.51	4.72
	34.8~30.5	16	12.2	9.16	9.31	10.4	10.8	12.2
	30.5~23.8	17	22.6	17.5	17.0	19.0	19.1	22.6
	23.8~15.3	18	27.8	21.2	20.8	23.0	22.8	27.8
	15.3~10.1	19	33.0	24.8	24.7	26.8	26.2	33.0
10.1~1.3	20	39.5	28.9	29.7	31.3	30.1	39.5	

注：ハッチングは  $S_s$ -D~ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

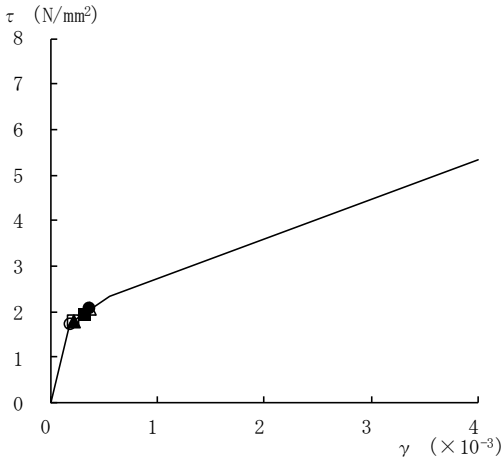




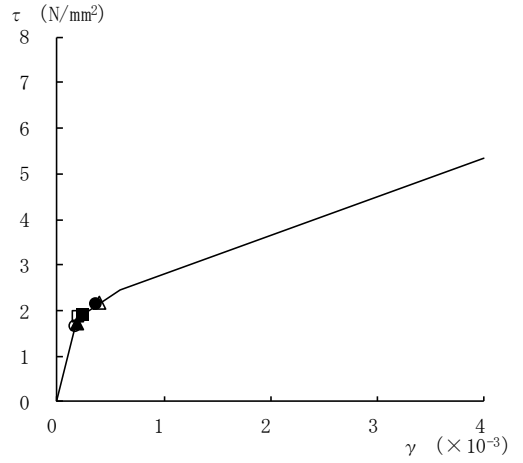
要素番号 (1)



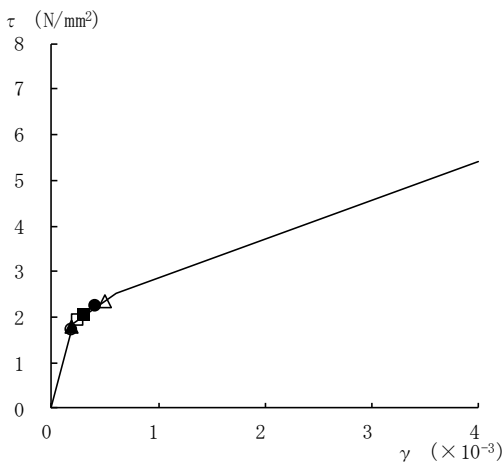
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

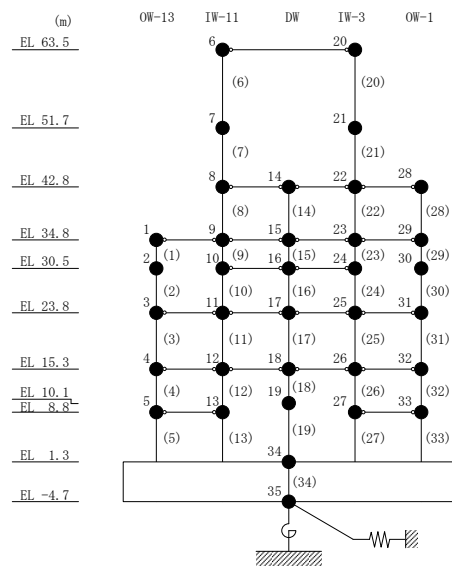
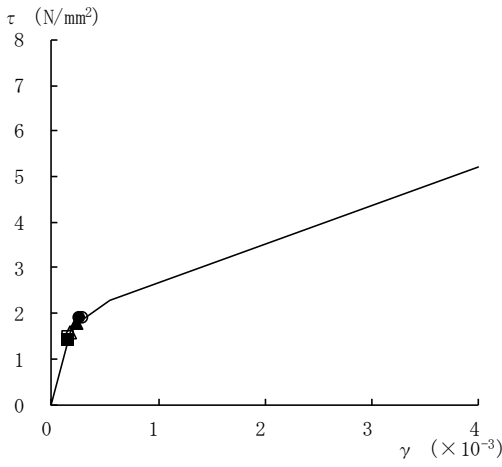
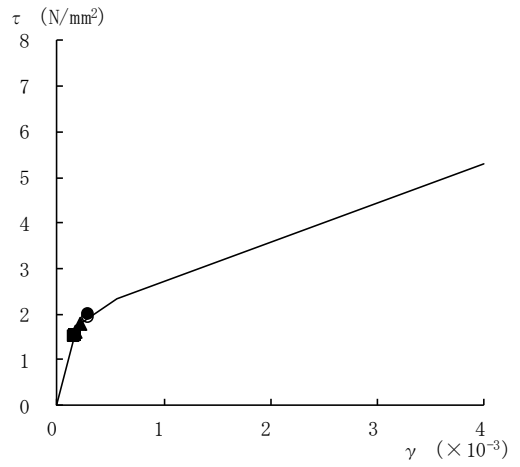


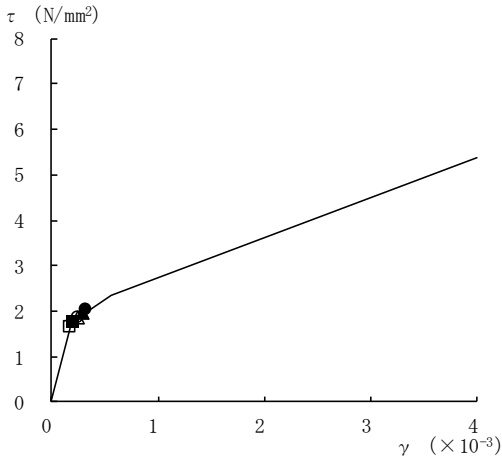
図 4-15(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S s, NS 方向)



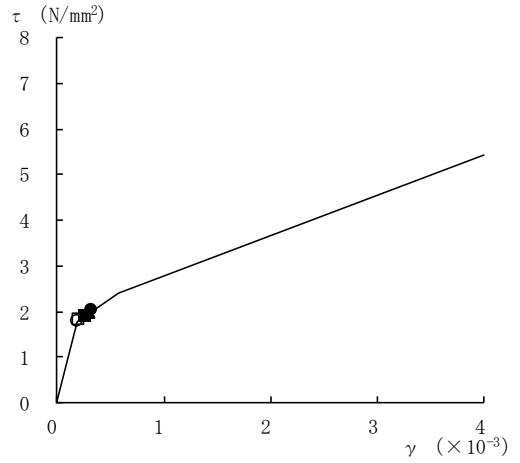
要素番号 (6)



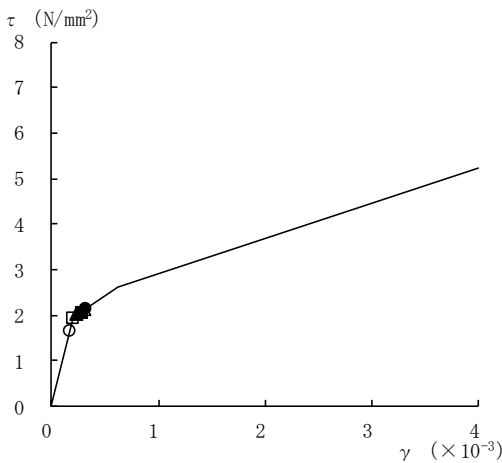
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

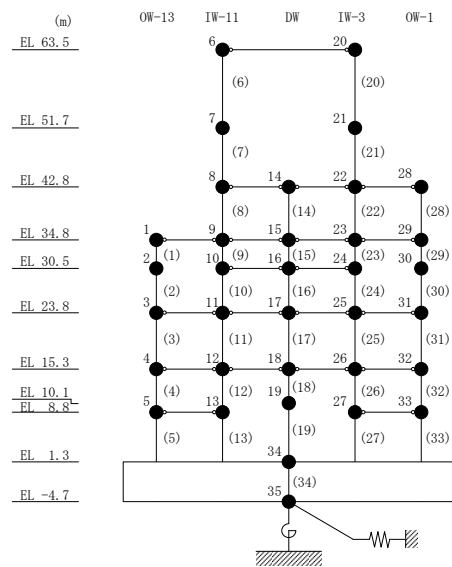
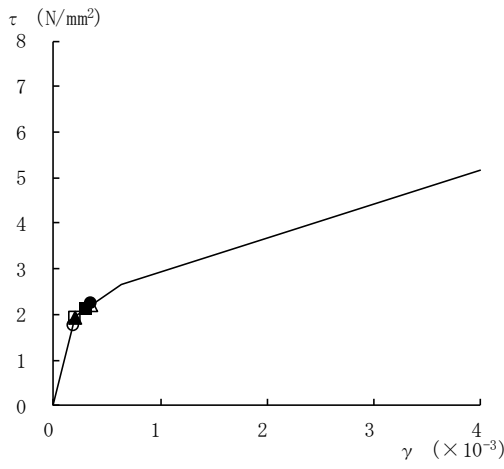
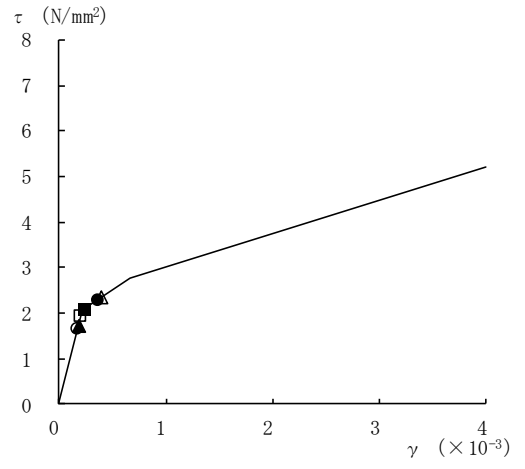


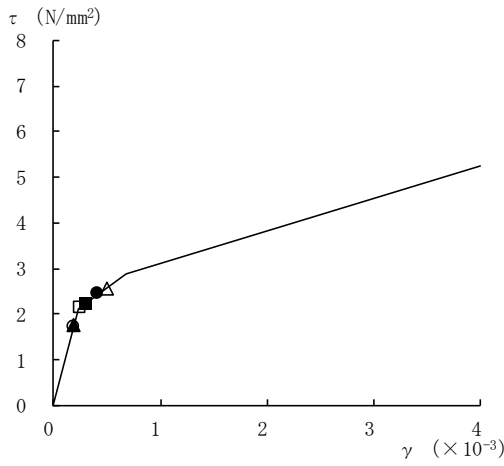
図 4-15(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S s, NS 方向)



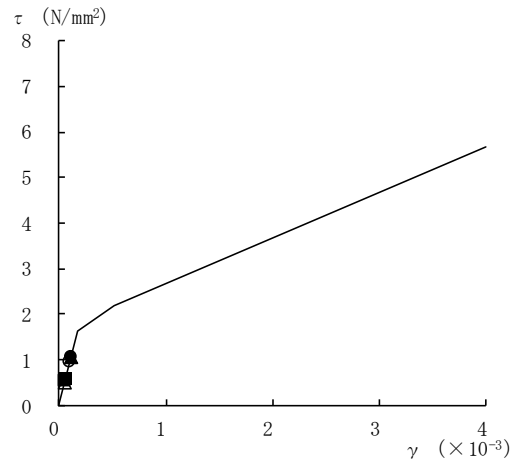
要素番号 (11)



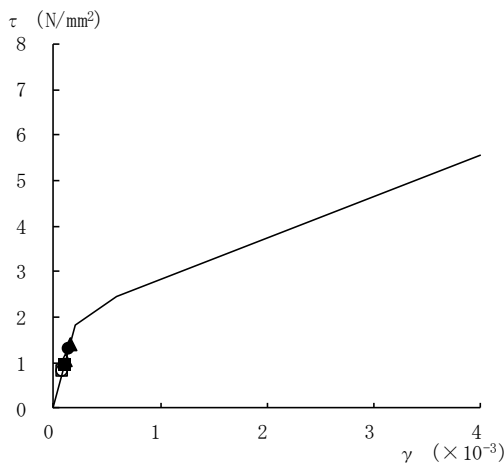
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

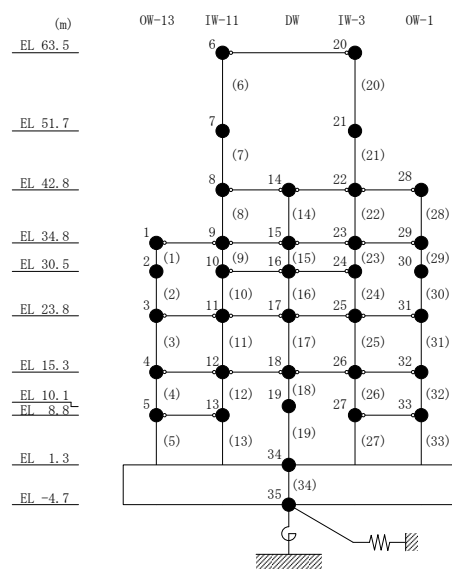
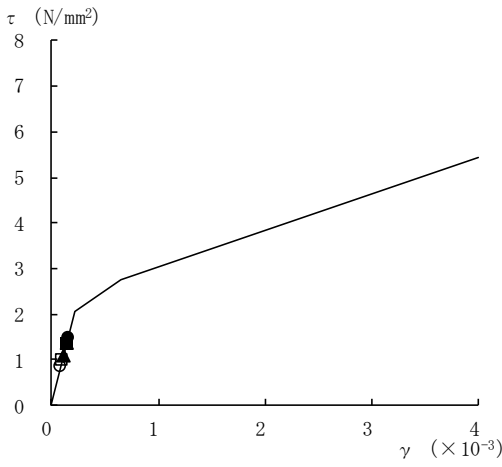
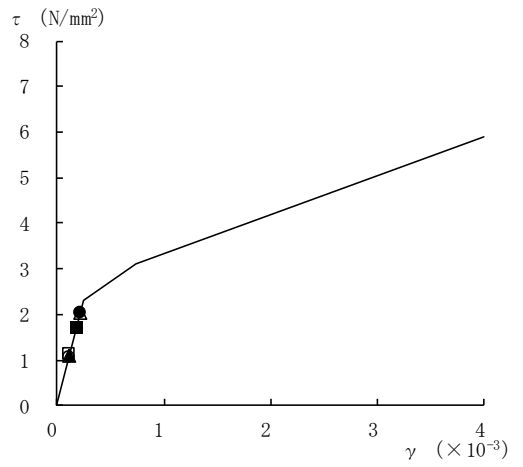


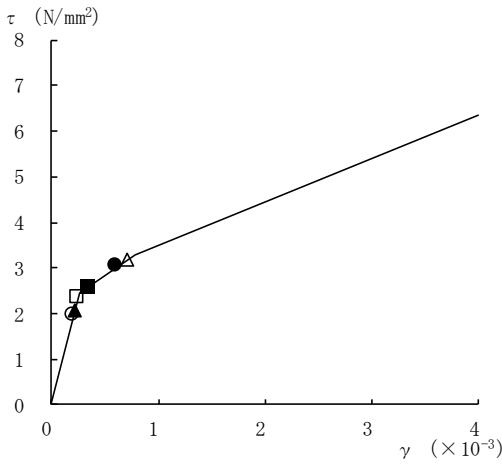
図 4-15(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S s, NS 方向)



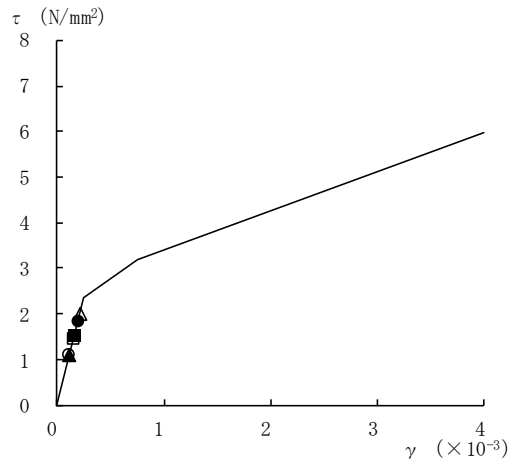
要素番号 (16)



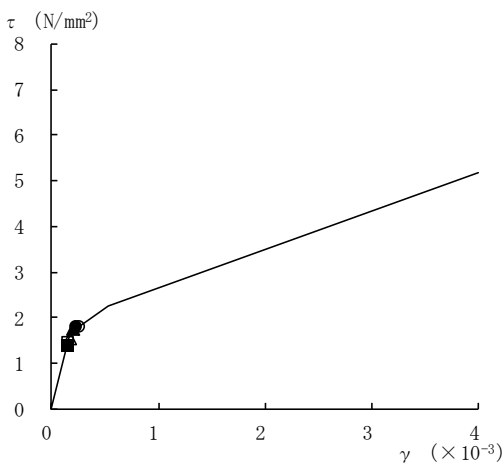
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

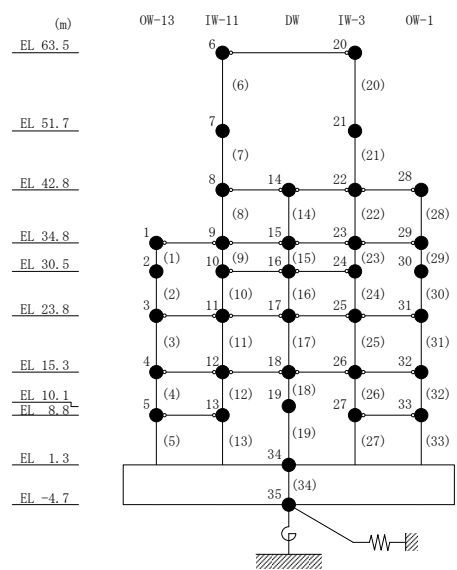
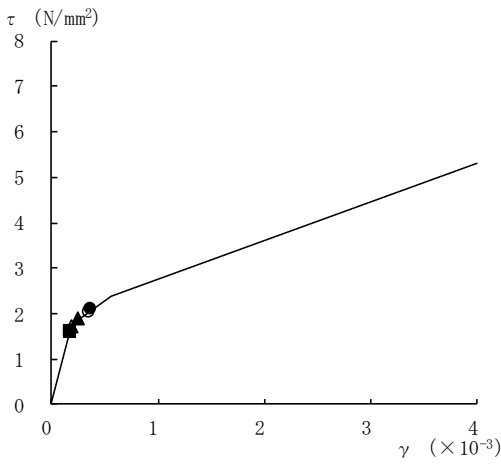
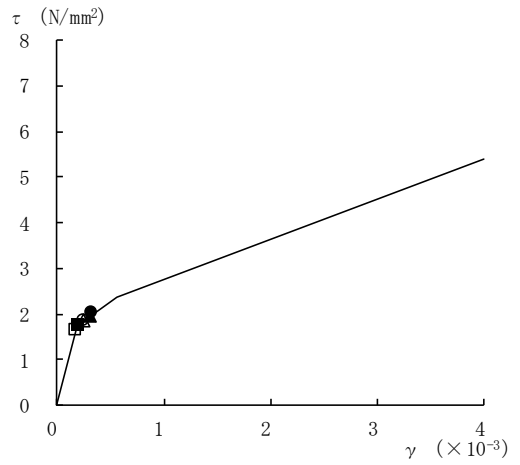


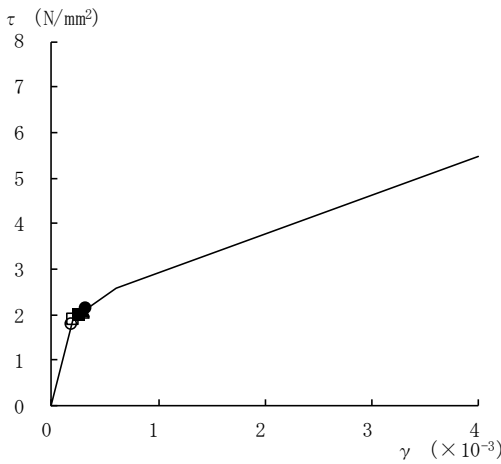
図 4-15(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



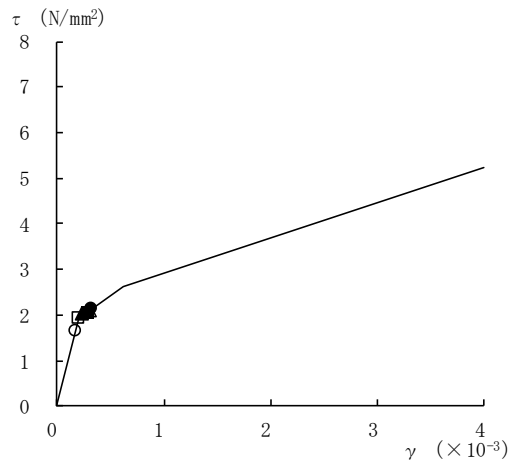
要素番号 (21)



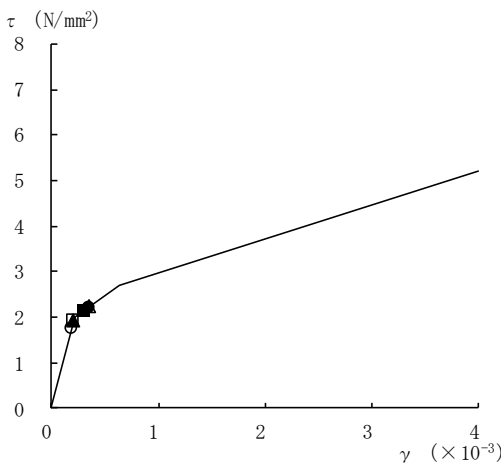
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

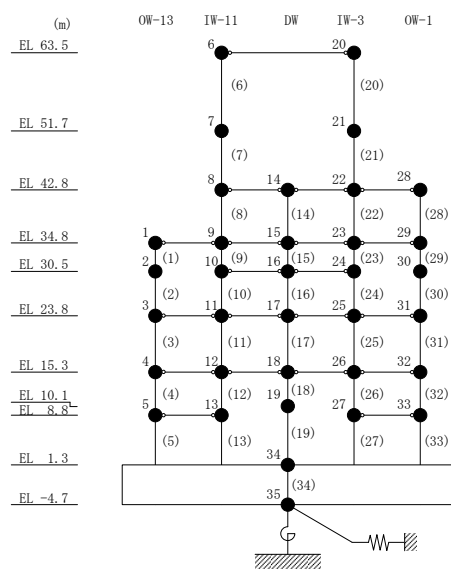
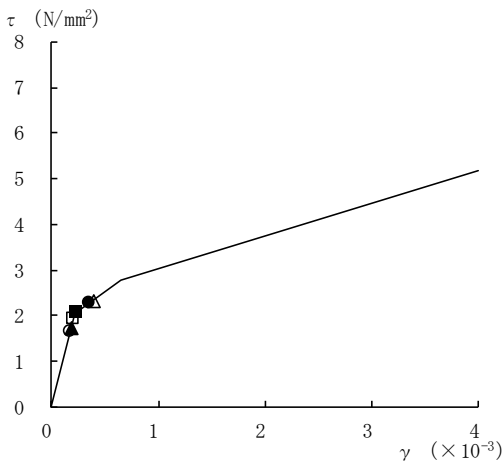
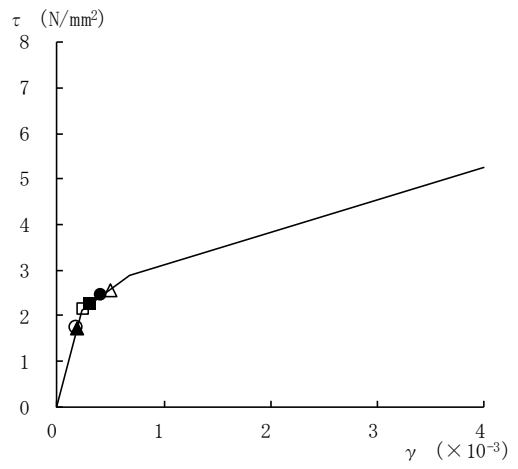


図 4-15(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

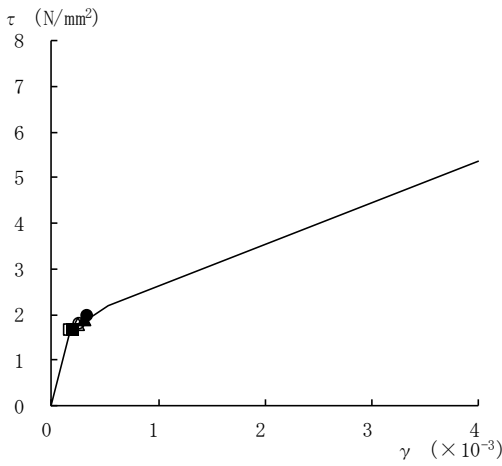




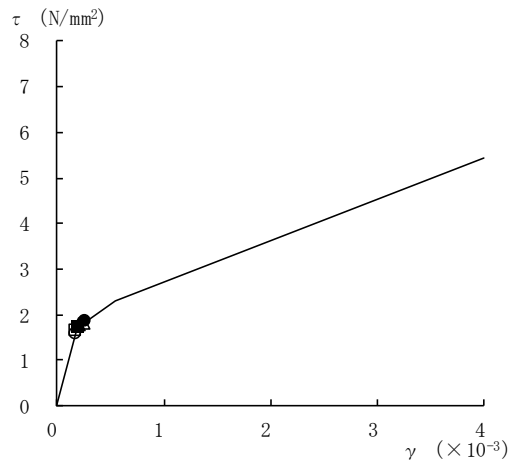
要素番号 (26)



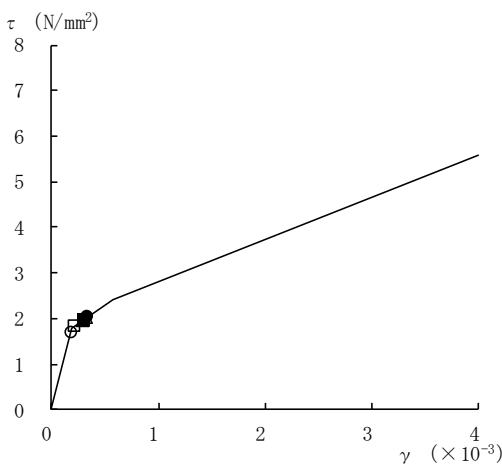
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

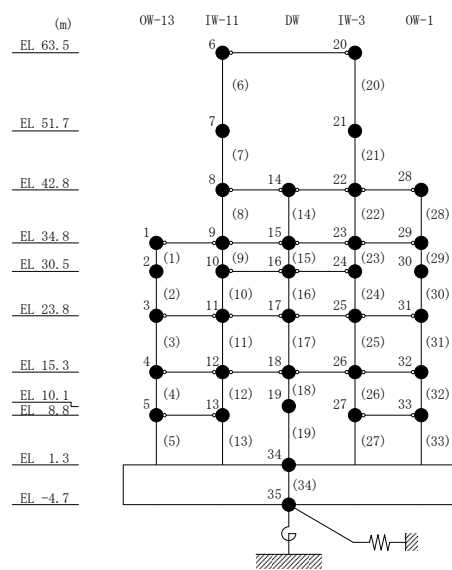
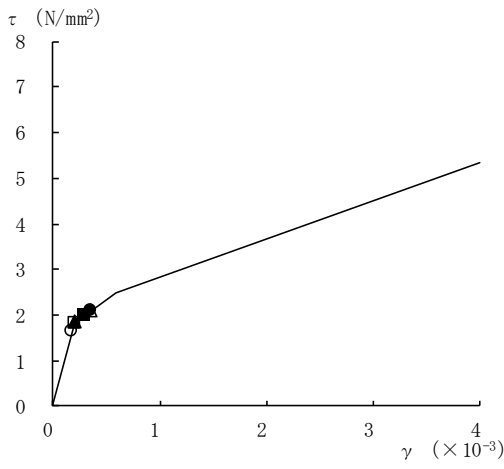
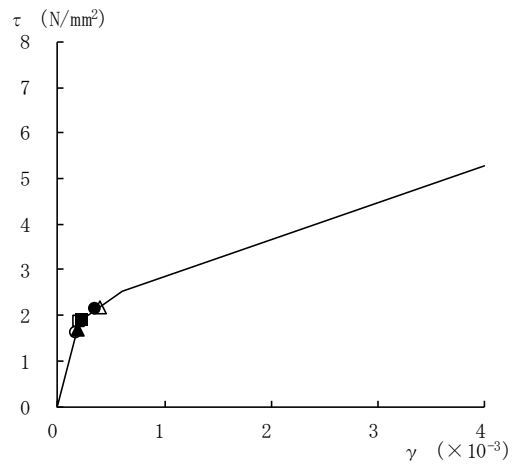


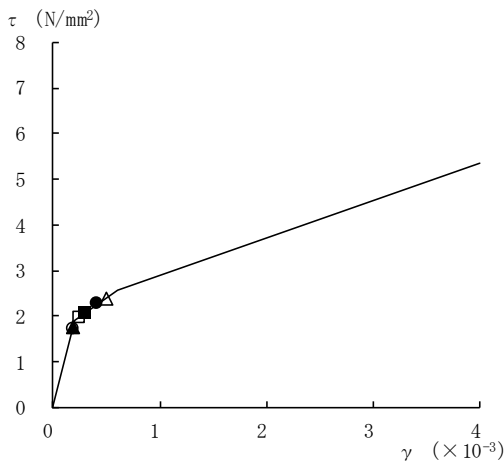
図 4-15(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

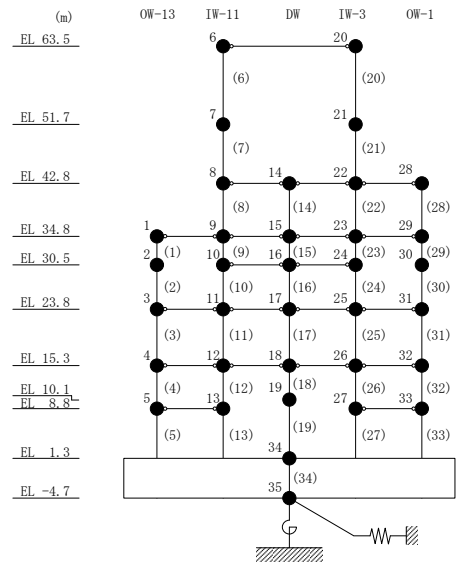
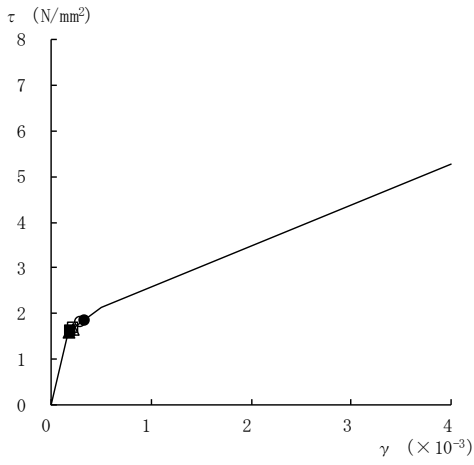
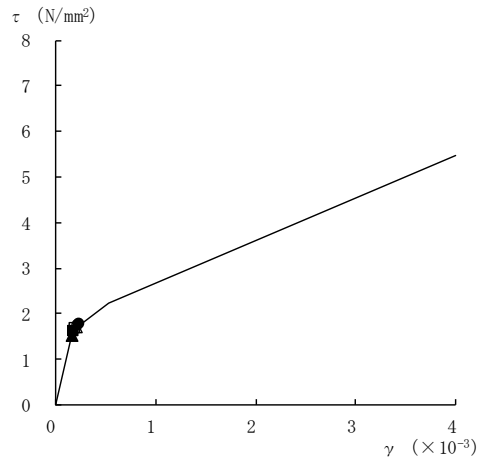


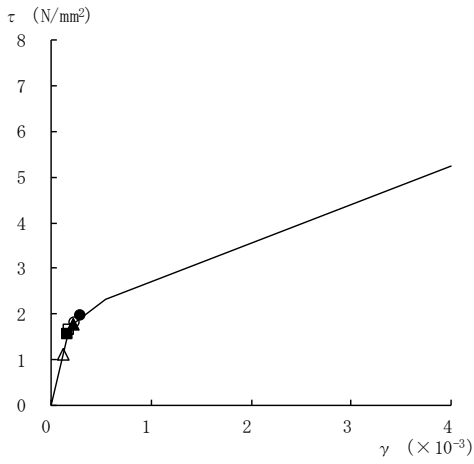
図 4-15(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



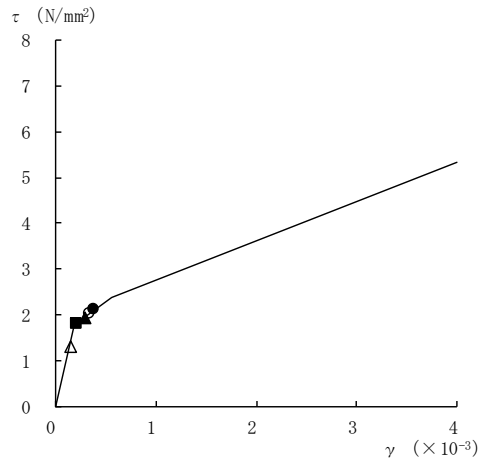
要素番号 (1)



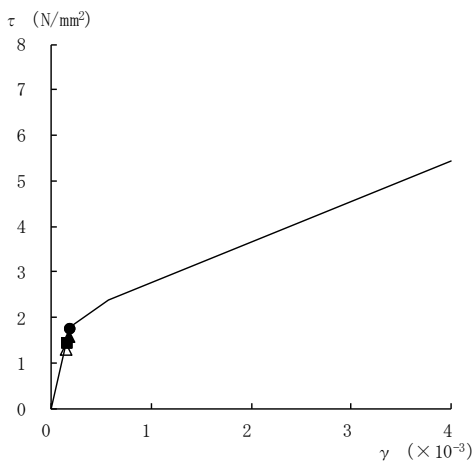
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

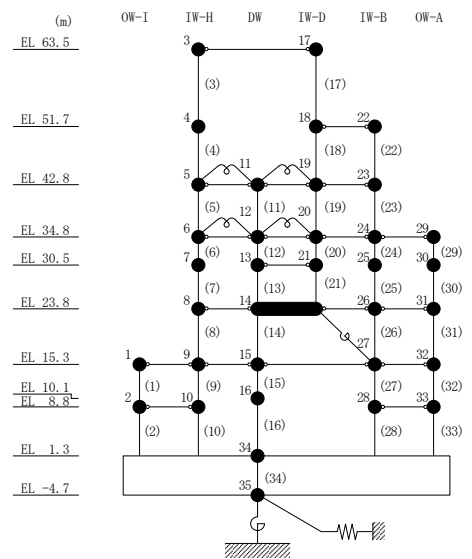
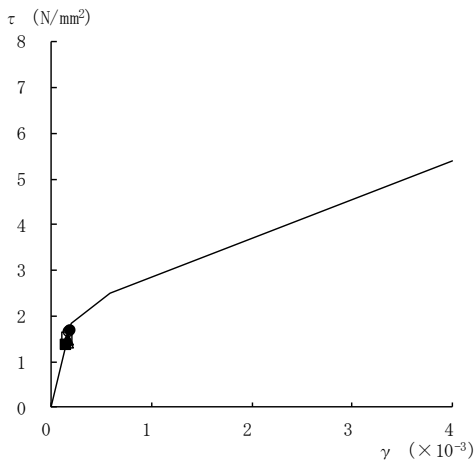
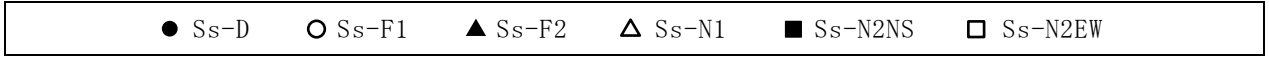
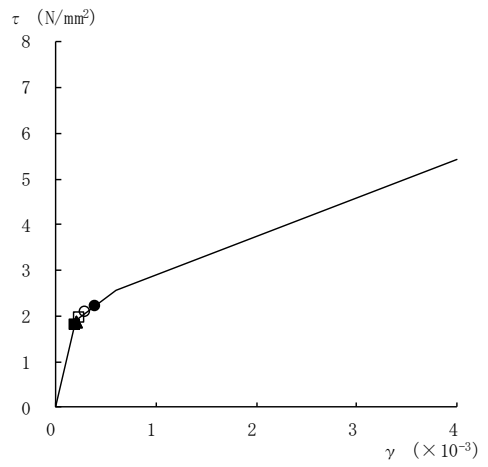


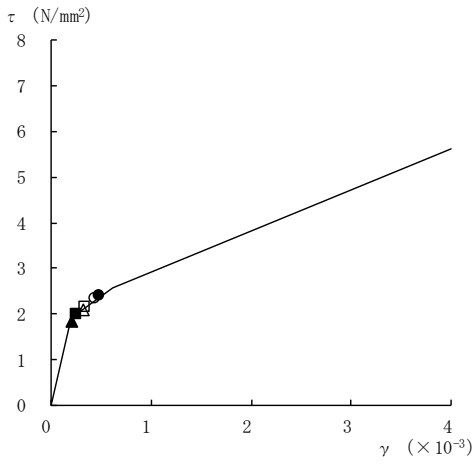
図 4-16(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



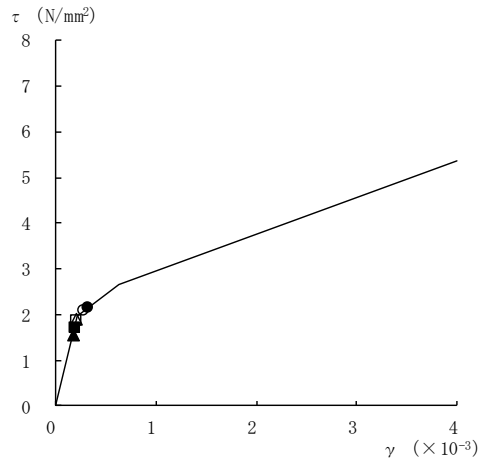
要素番号 (6)



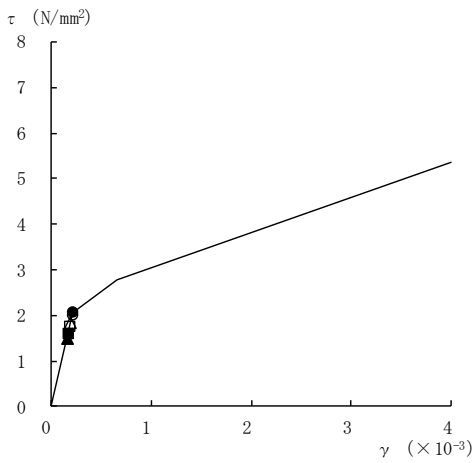
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

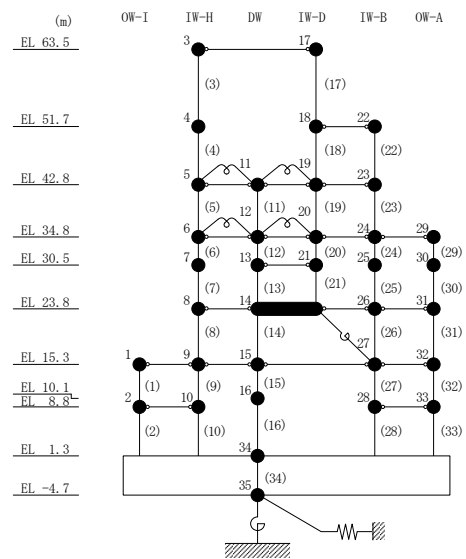
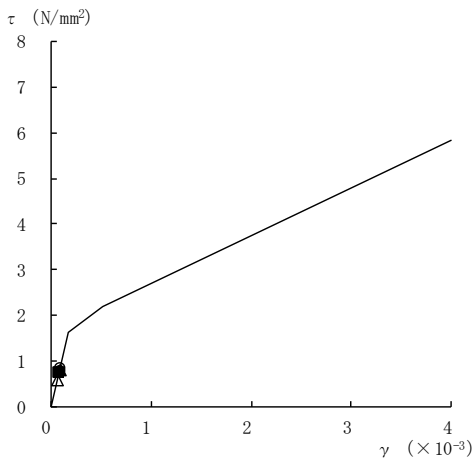
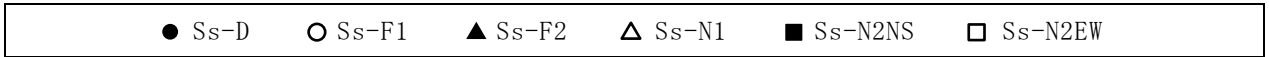
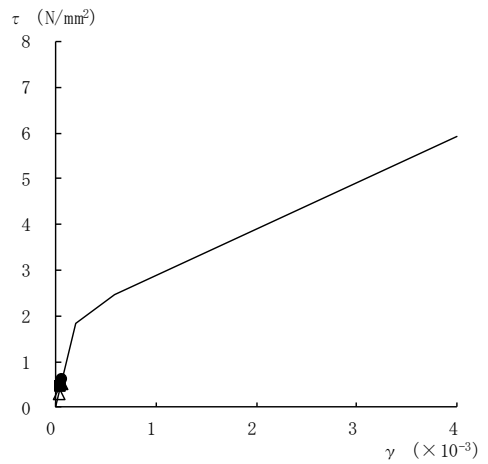


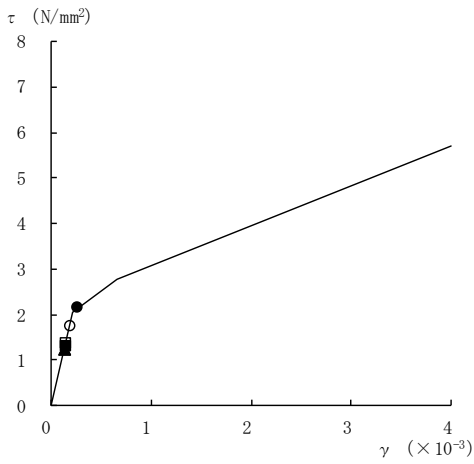
図 4-16(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



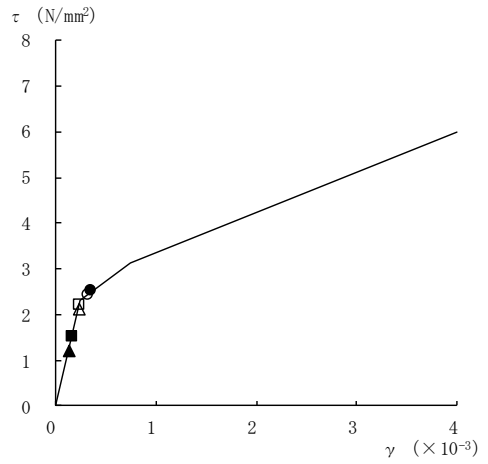
要素番号 (11)



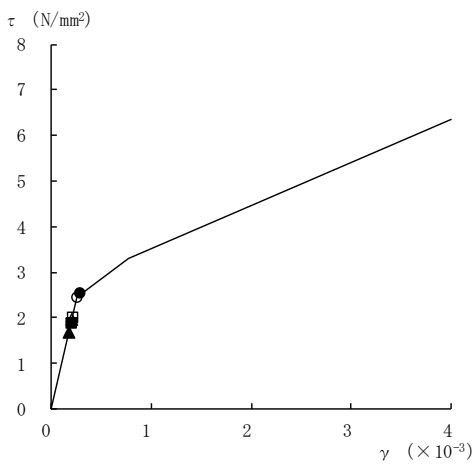
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

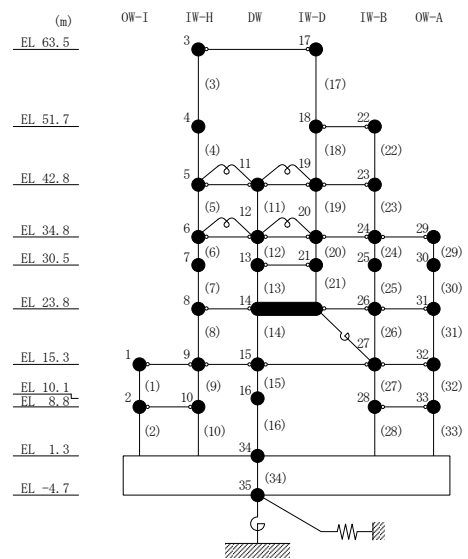
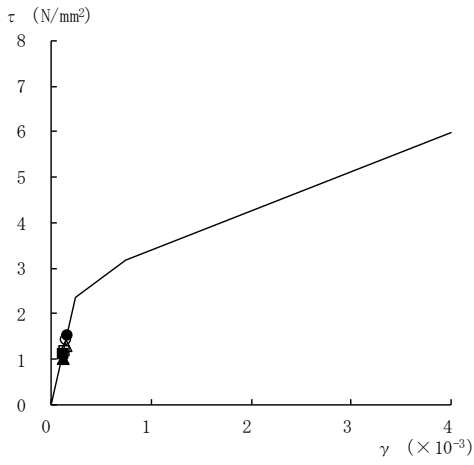
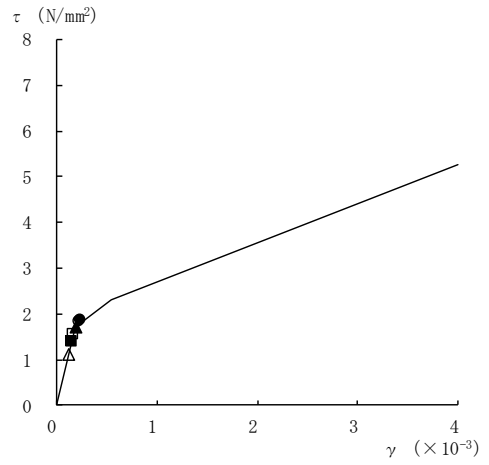


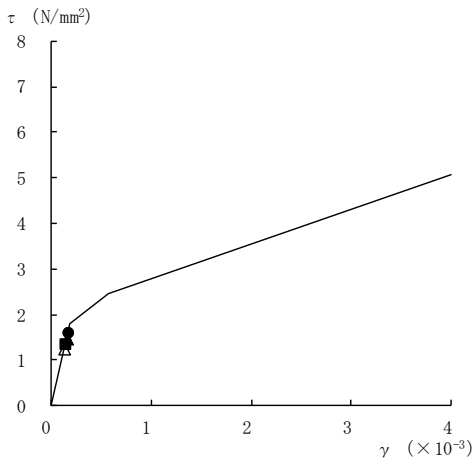
図 4-16(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)



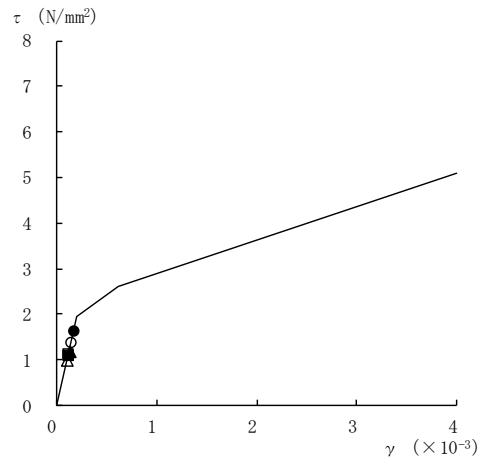
要素番号 (16)



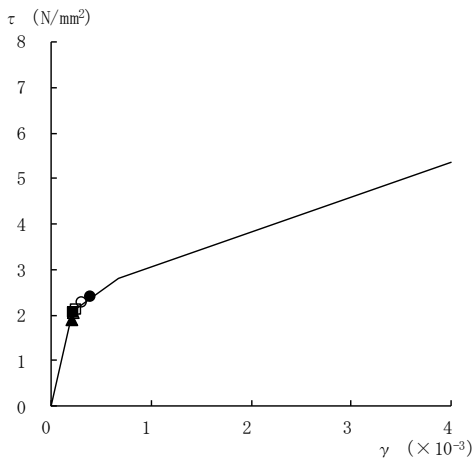
要素番号 (17)



要素番号 (19)



要素番号 (20)



要素番号 (21)

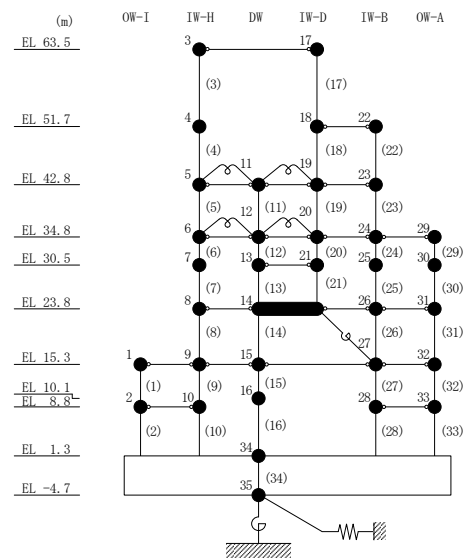
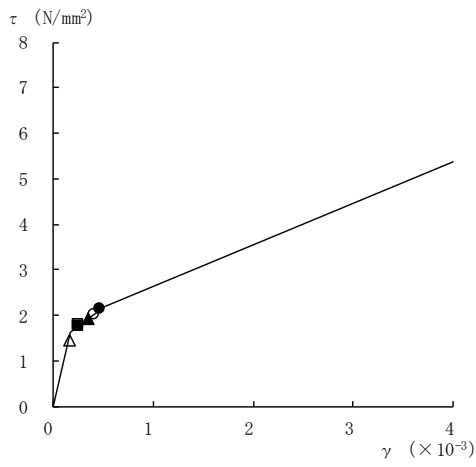
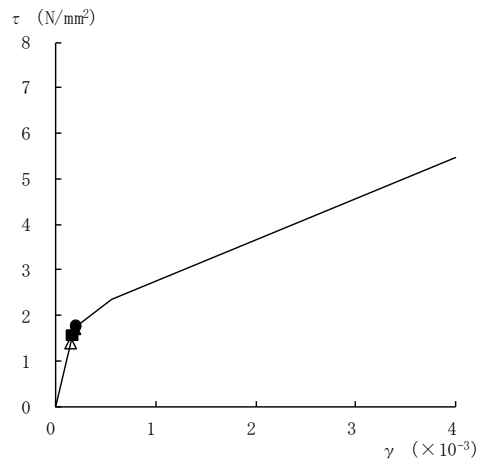


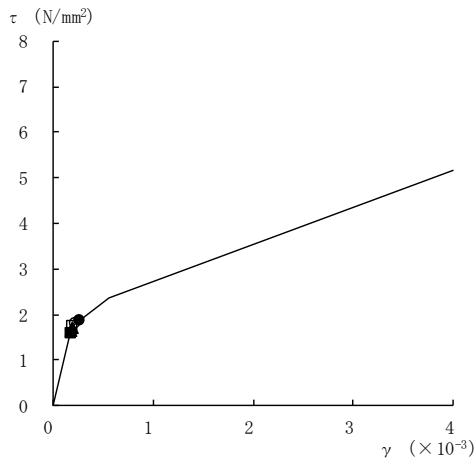
図 4-16(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S s , E W 方向)



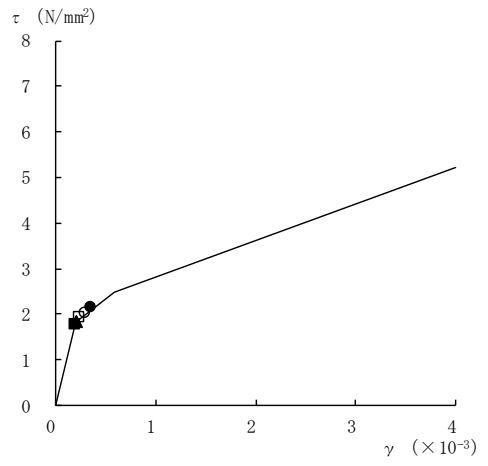
要素番号 (22)



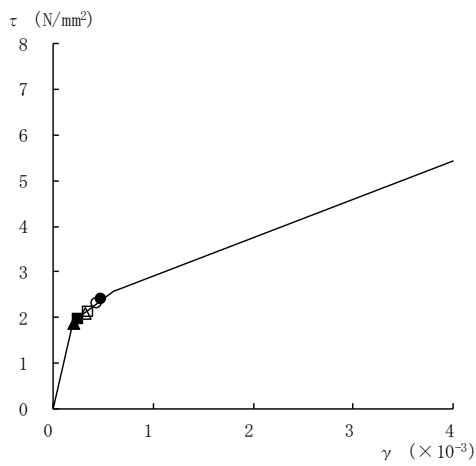
要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)

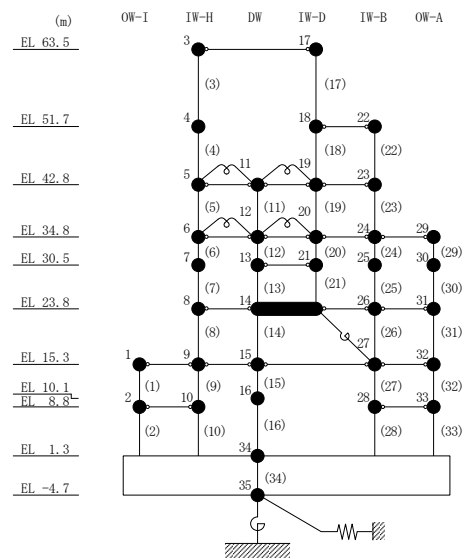
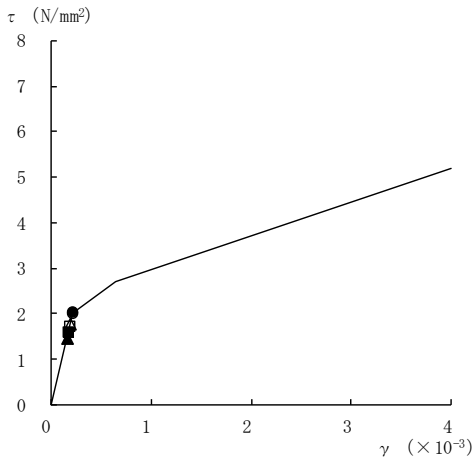
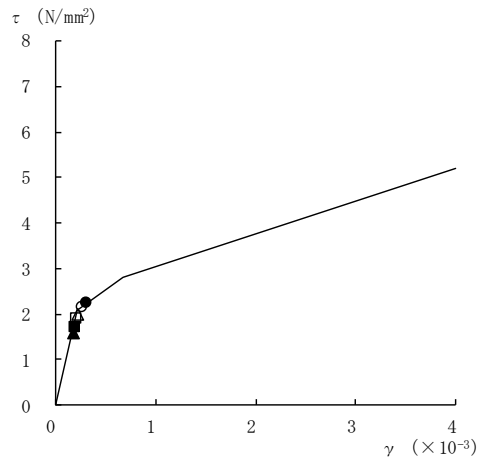


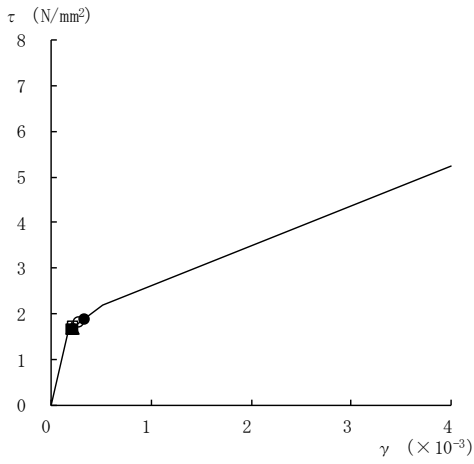
図 4-16(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)



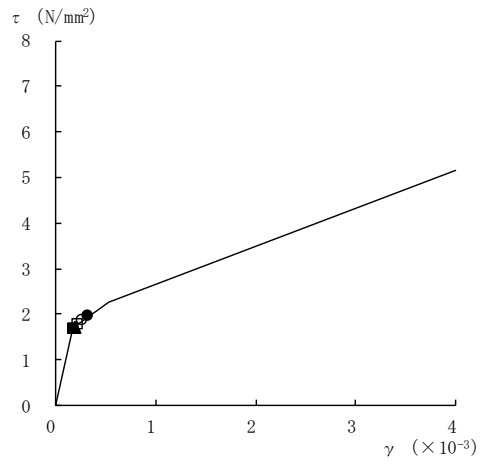
要素番号 (27)



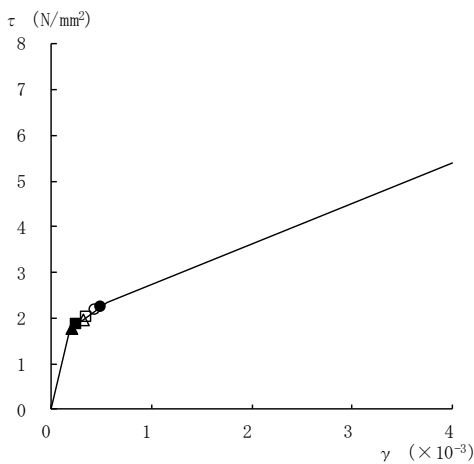
要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)



要素番号 (31)

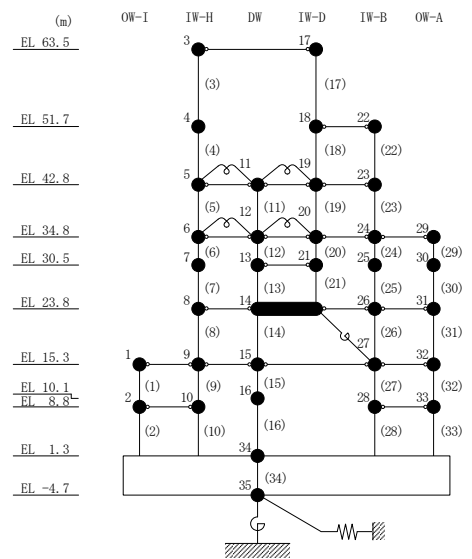
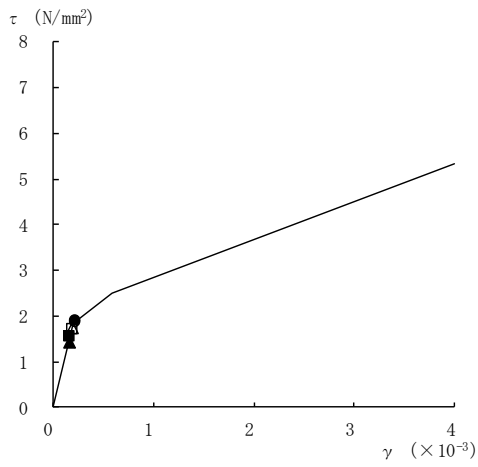
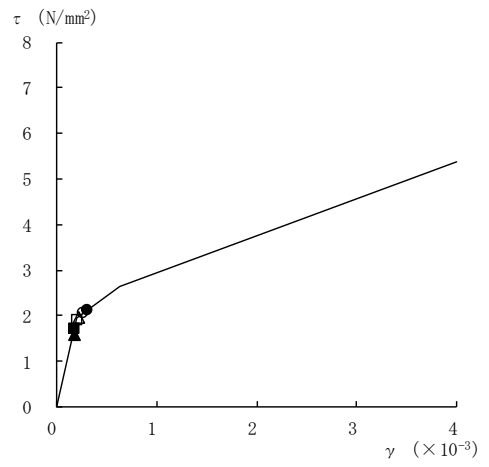


図 4-16(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)





要素番号 (32)



要素番号 (33)

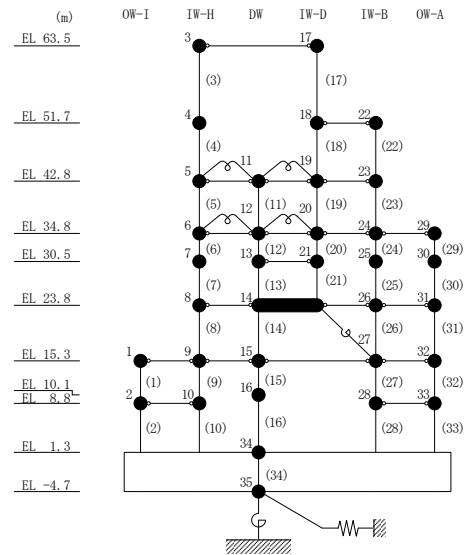
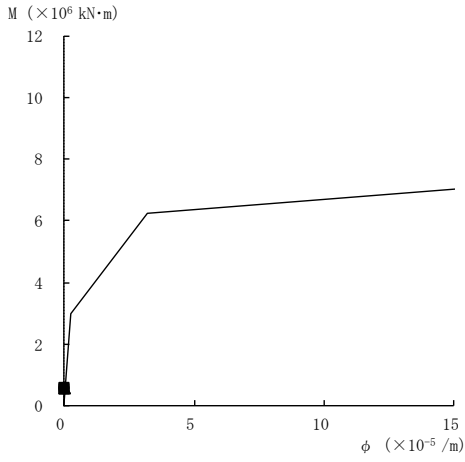
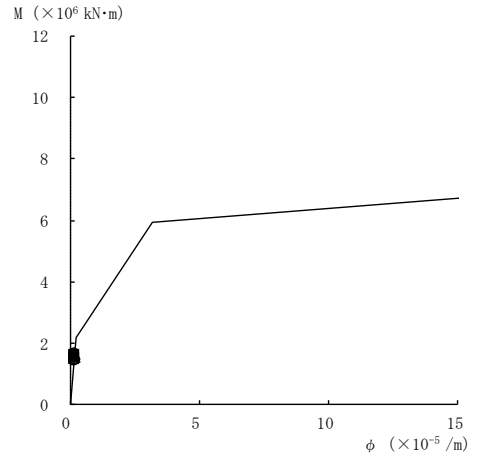


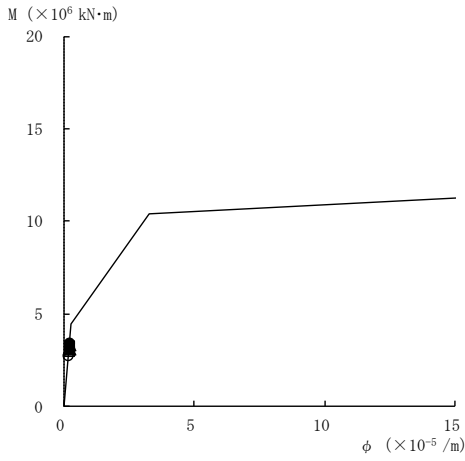
図 4-16(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)



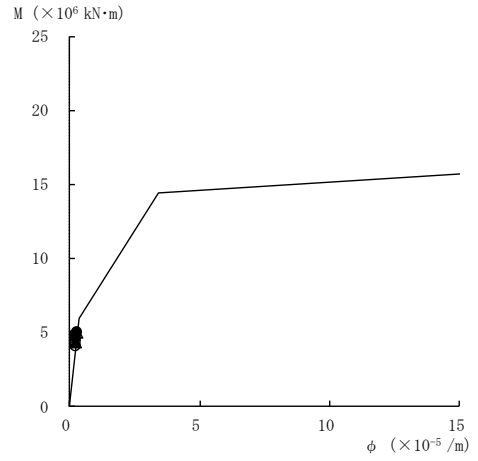
要素番号 (1)



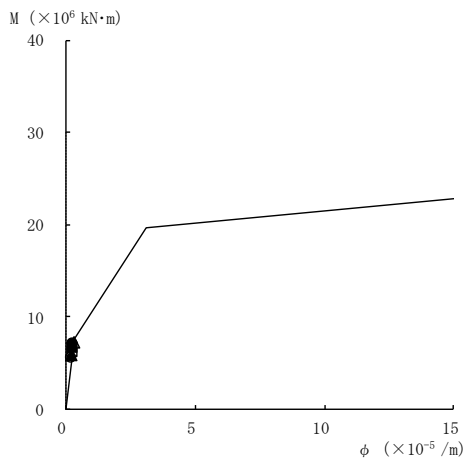
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

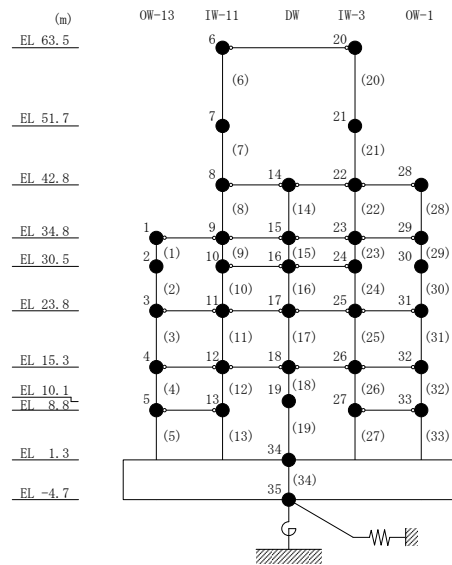
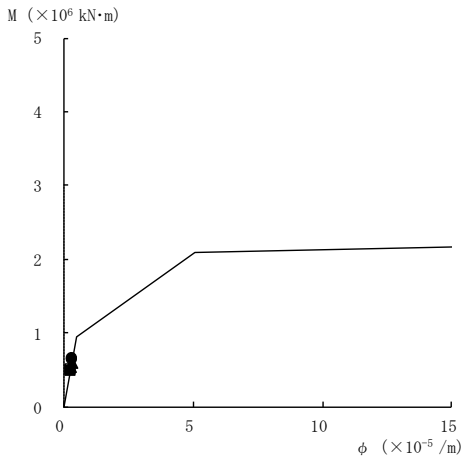
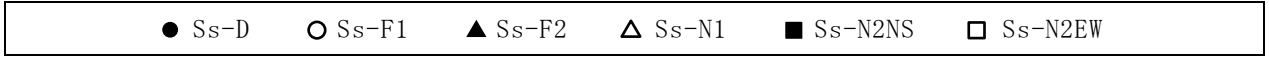
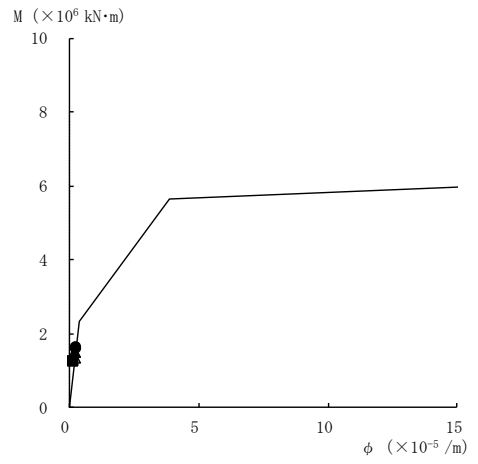


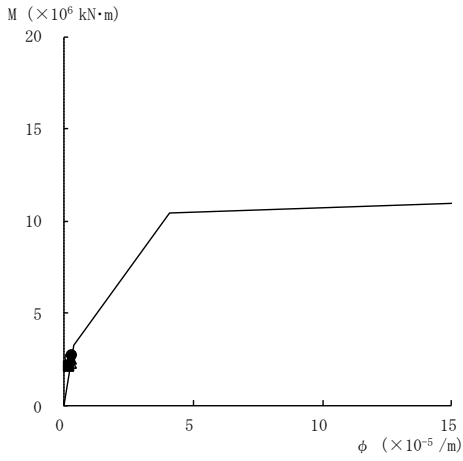
図 4-17(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



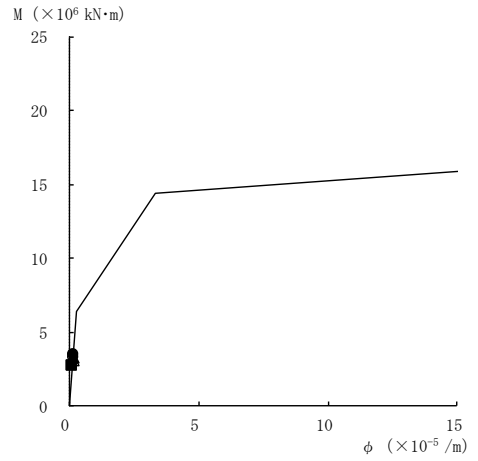
要素番号 (6)



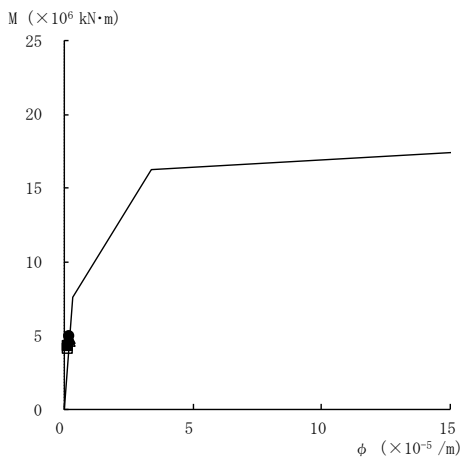
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

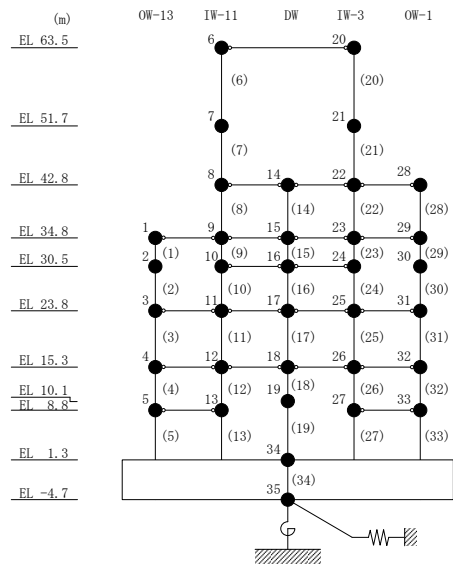
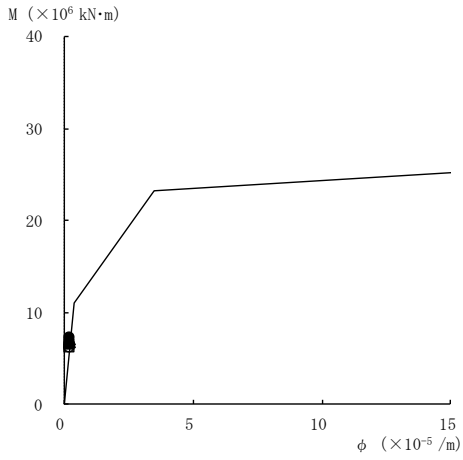
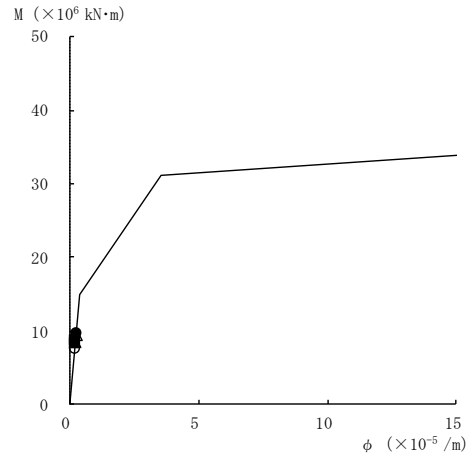


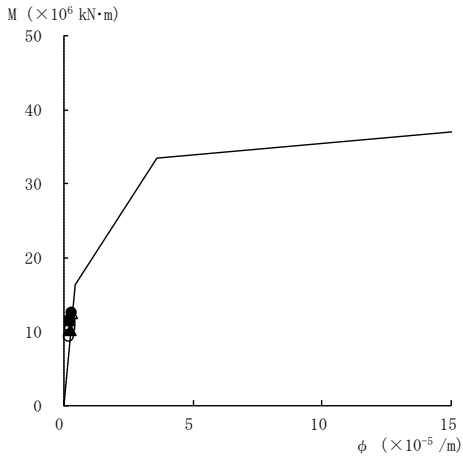
図 4-17(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



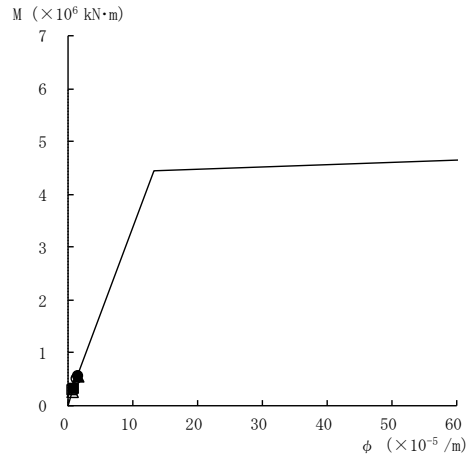
要素番号 (11)



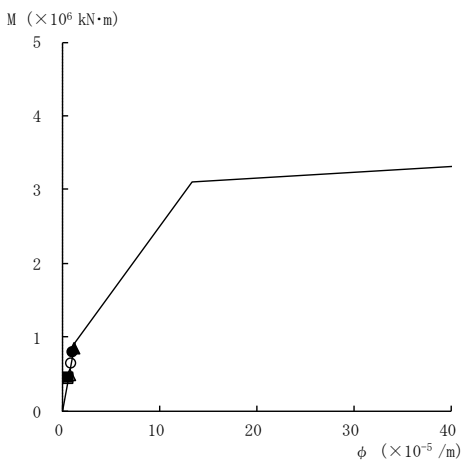
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

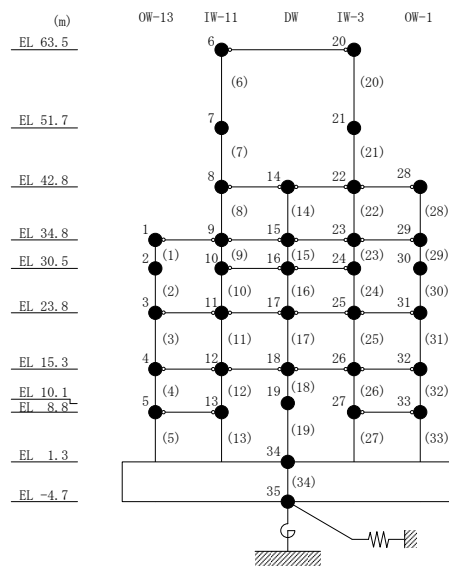
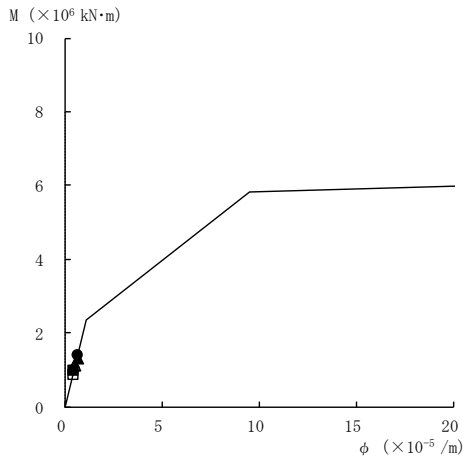
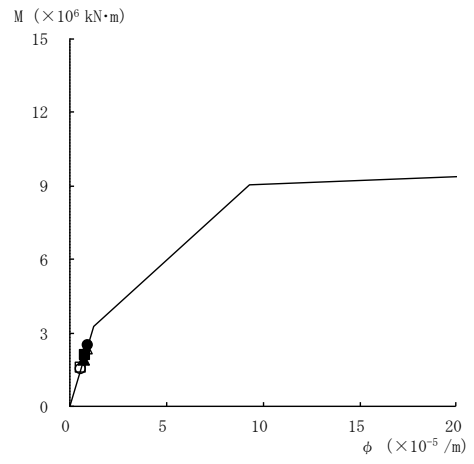


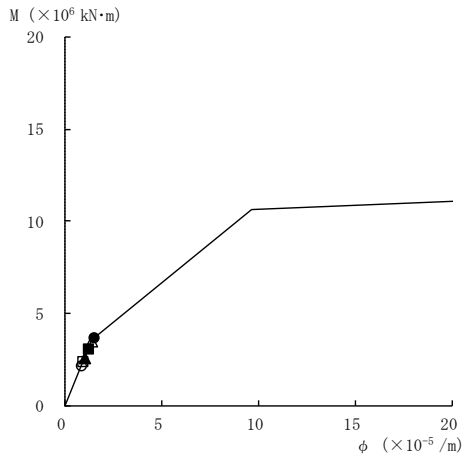
図 4-17(3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



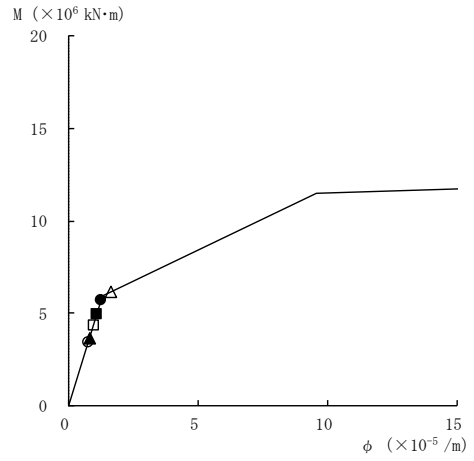
要素番号 (16)



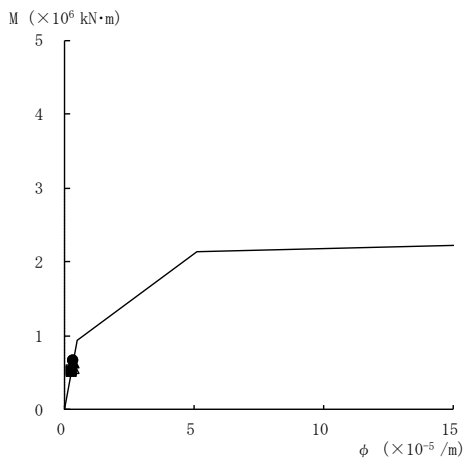
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

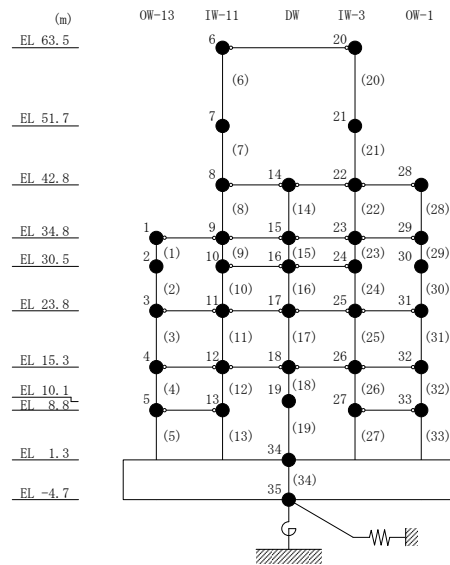
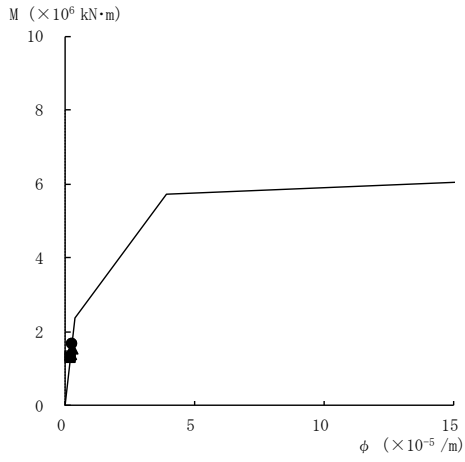
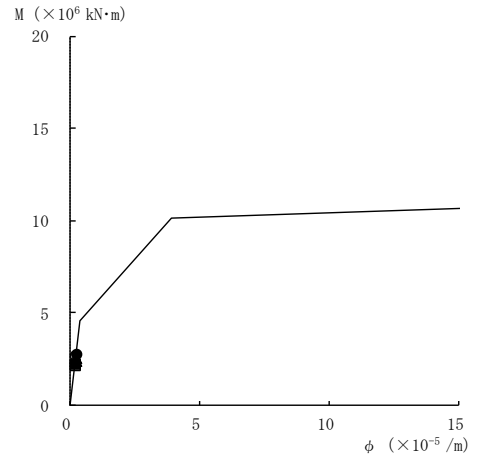


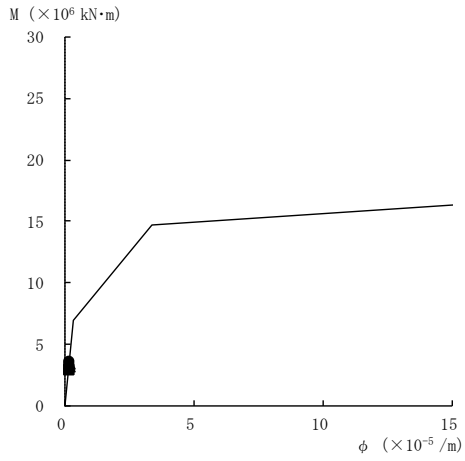
図 4-17(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



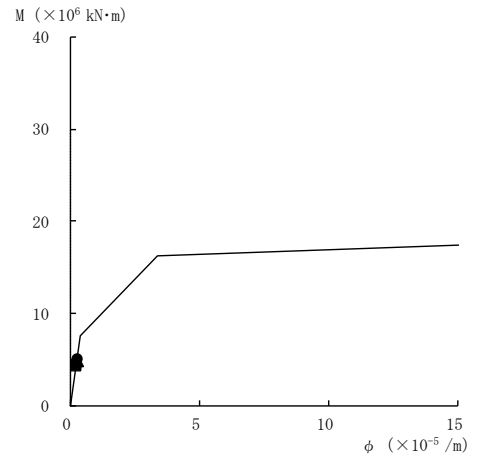
要素番号 (21)



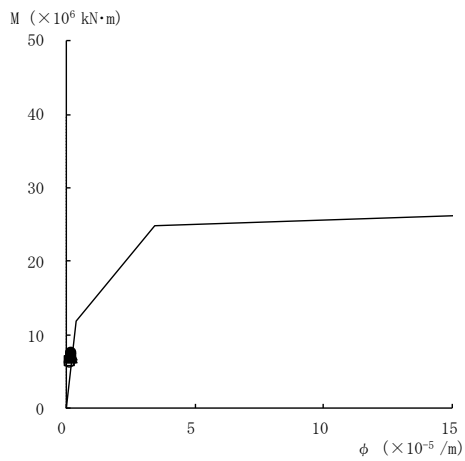
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

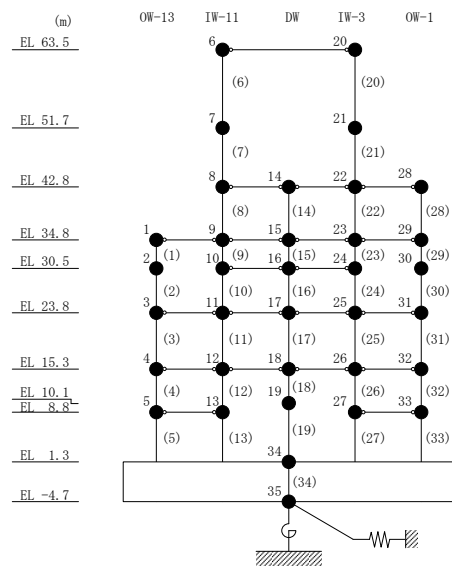
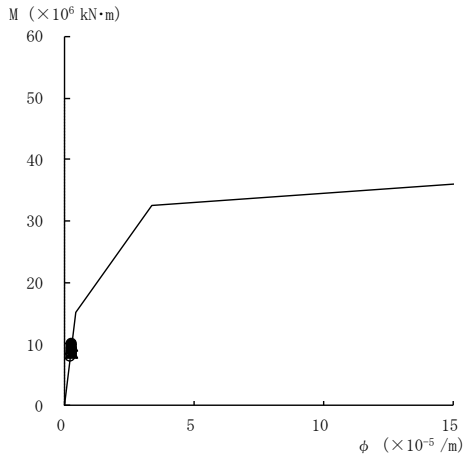
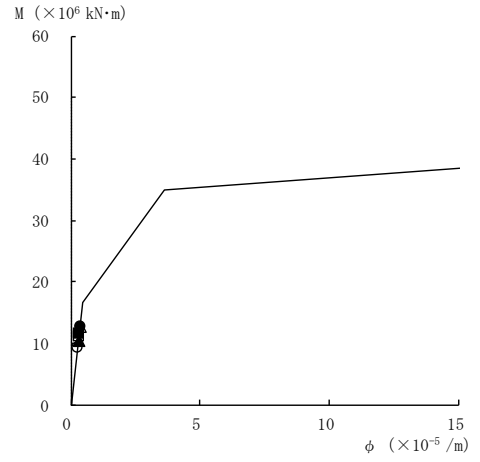


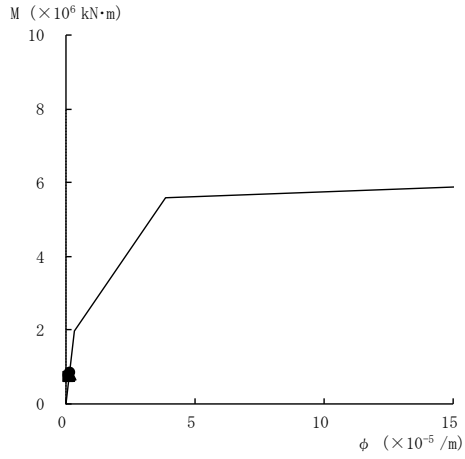
図 4-17(5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



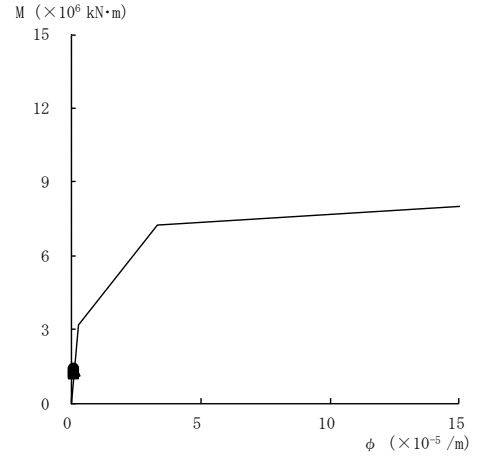
要素番号 (26)



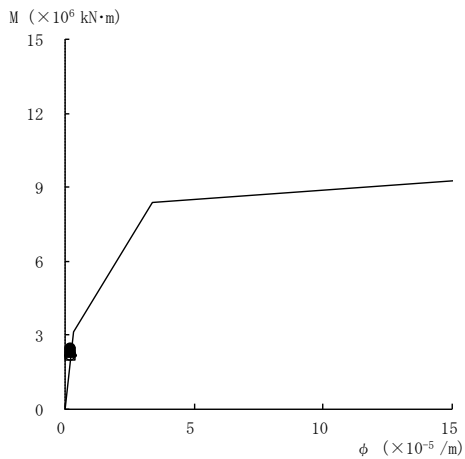
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

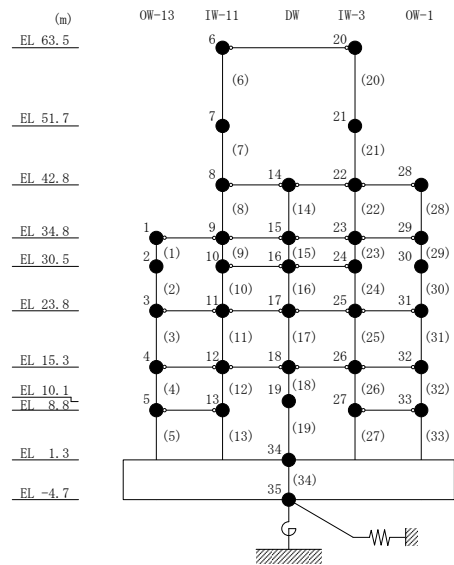
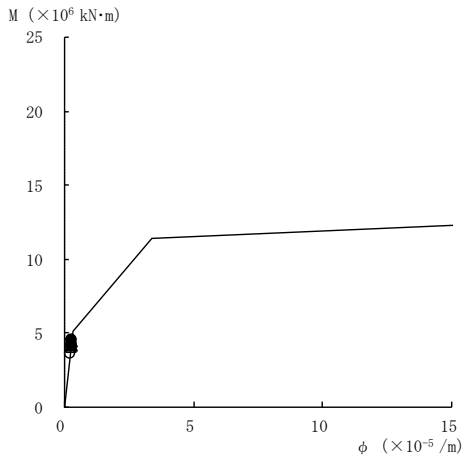
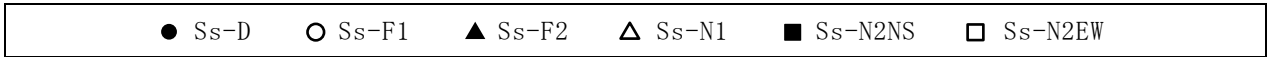
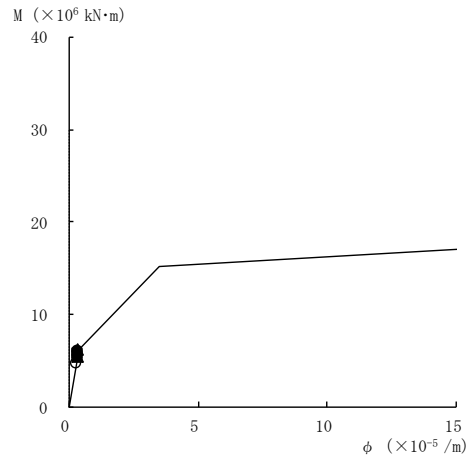


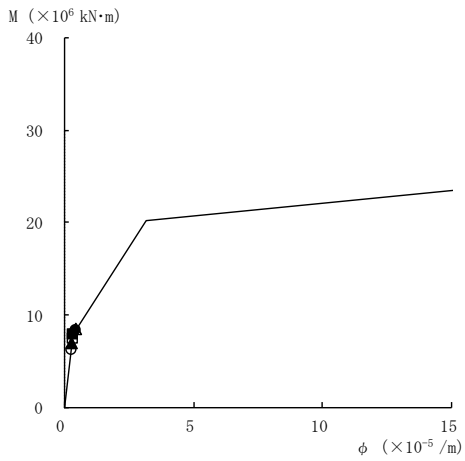
図 4-17(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

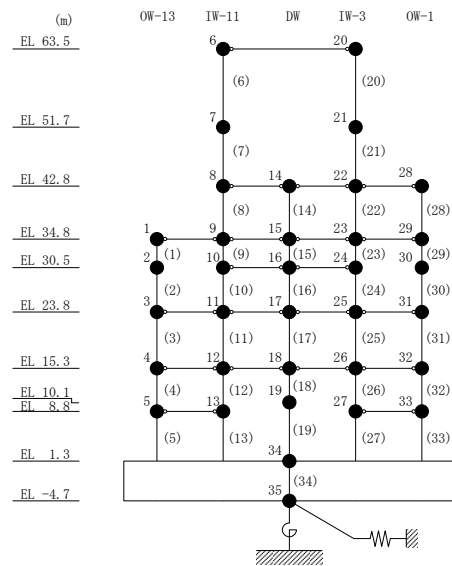
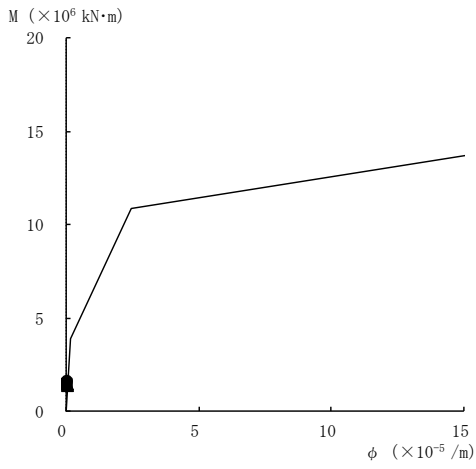
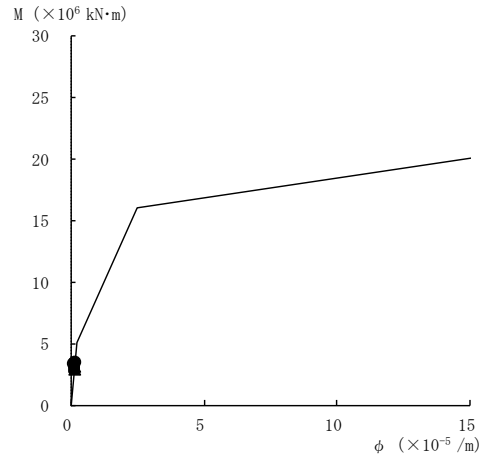


図 4-17(7) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

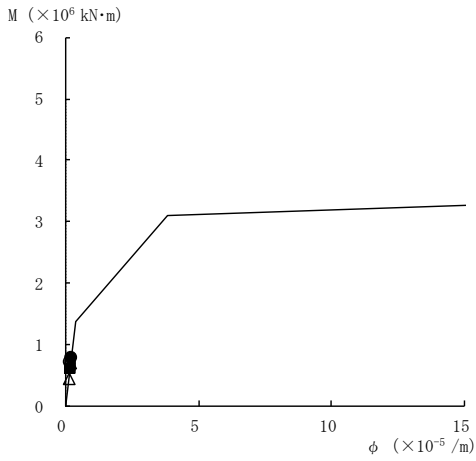




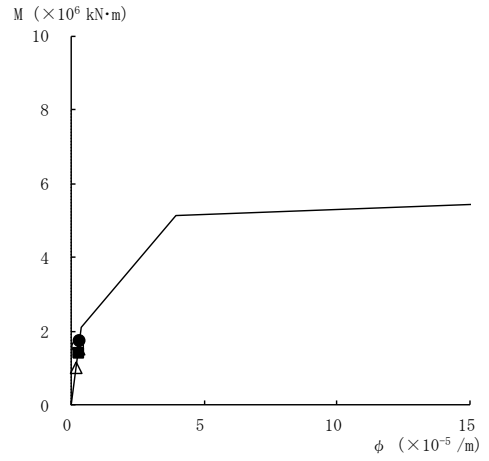
要素番号 (1)



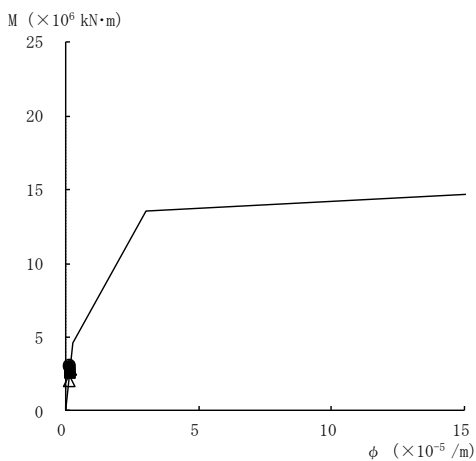
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

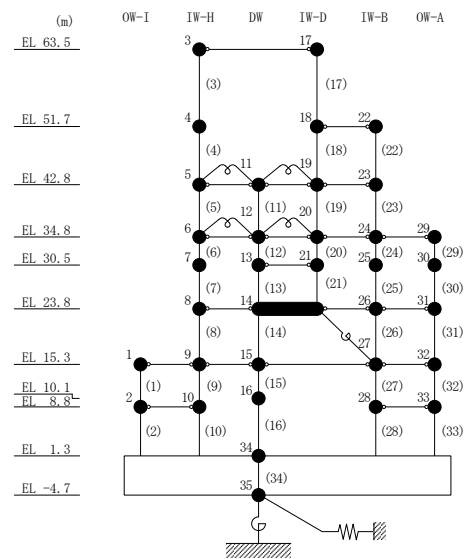
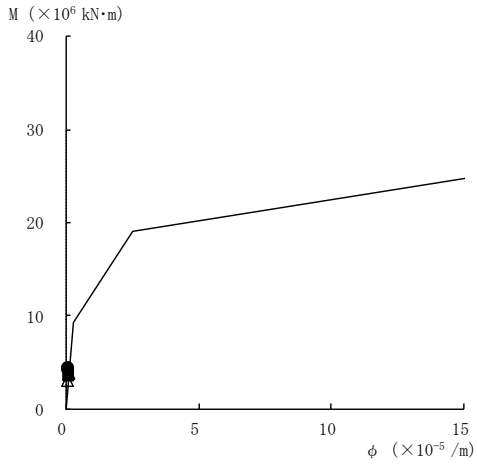
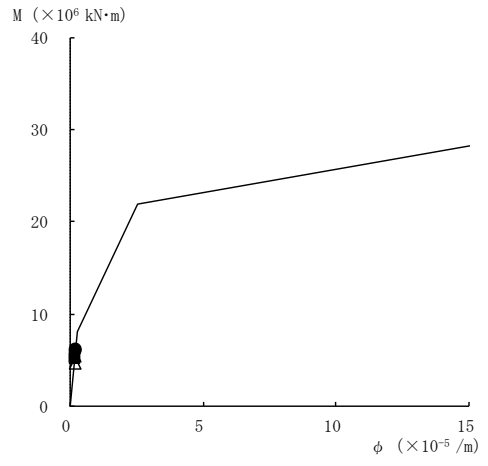


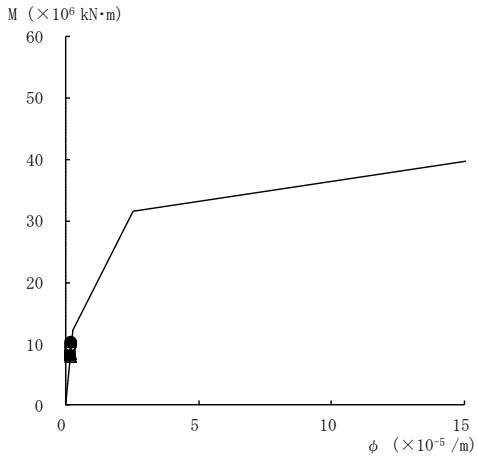
図 4-18(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



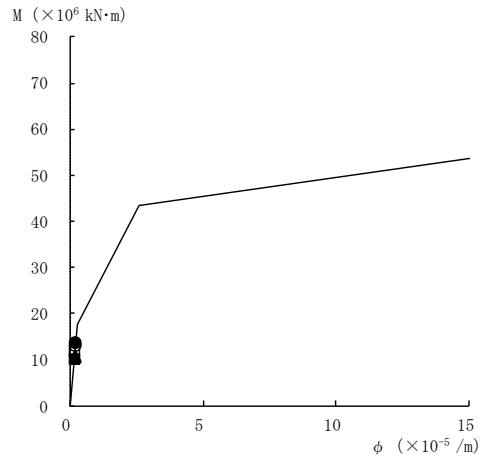
要素番号 (6)



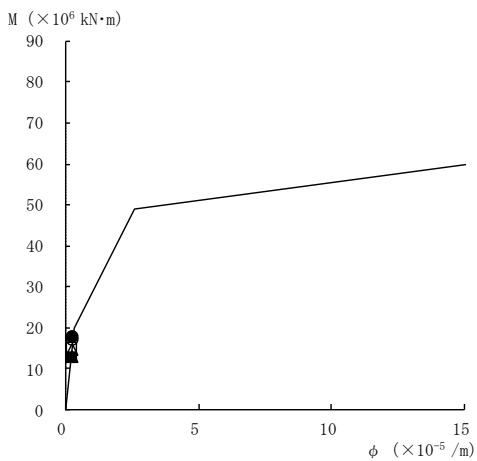
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

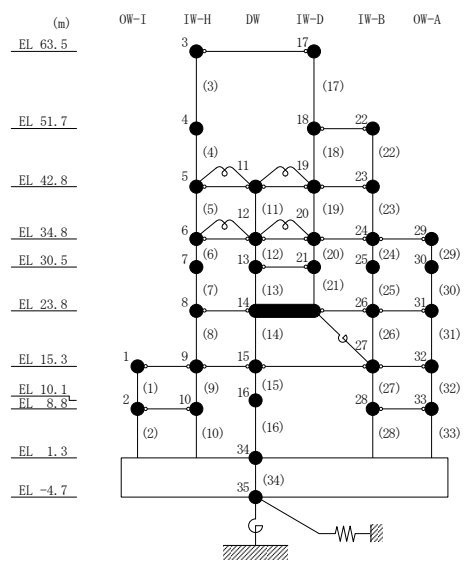
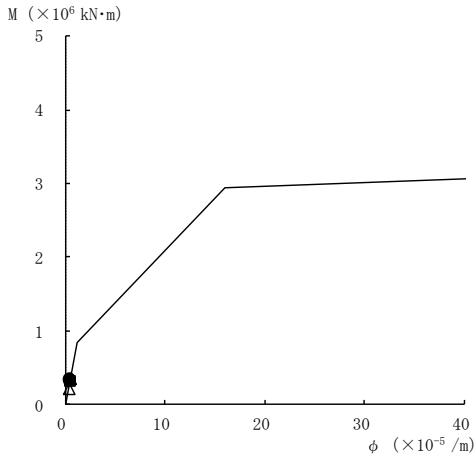
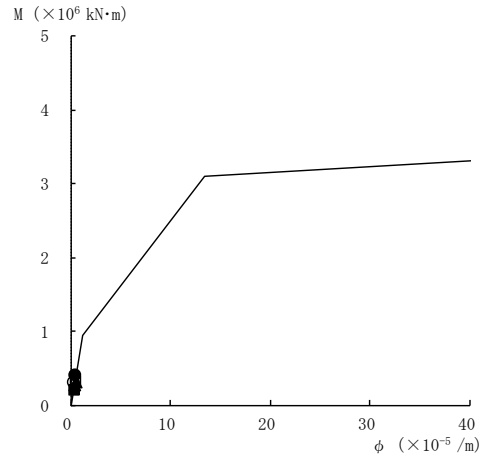


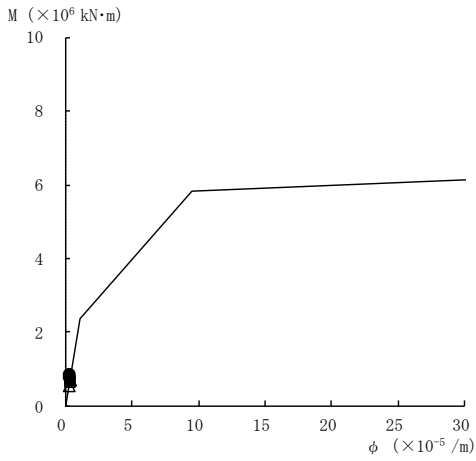
図 4-18(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



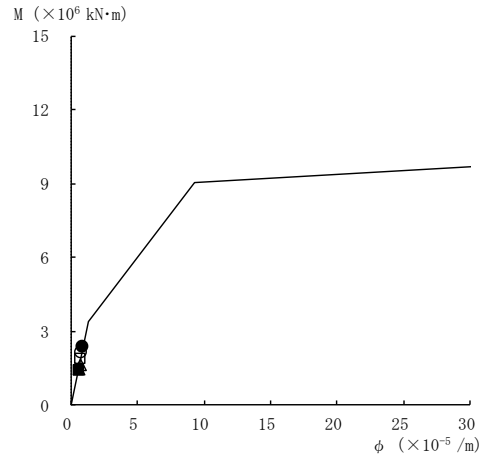
要素番号 (11)



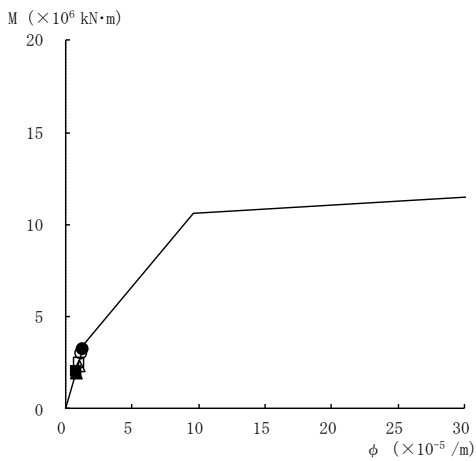
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

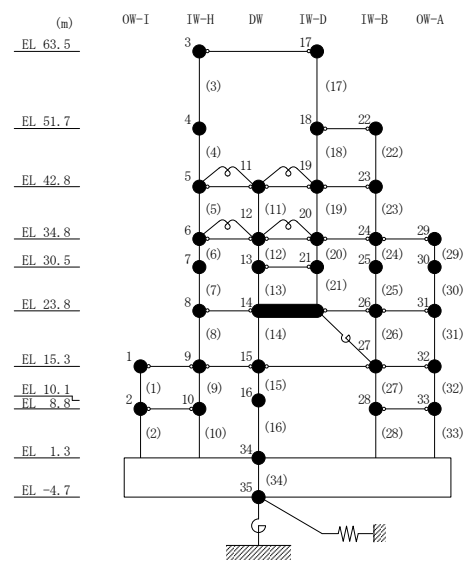
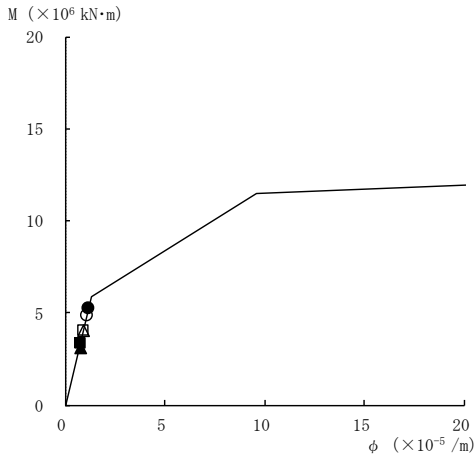
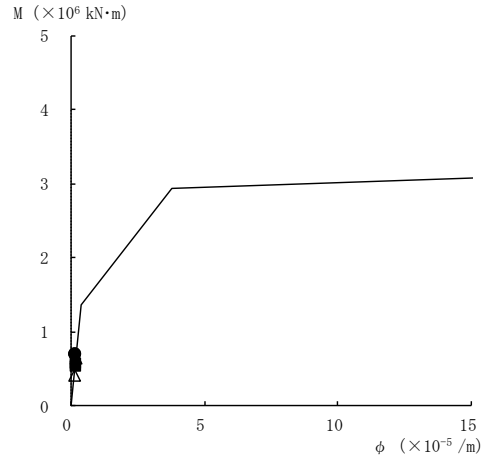


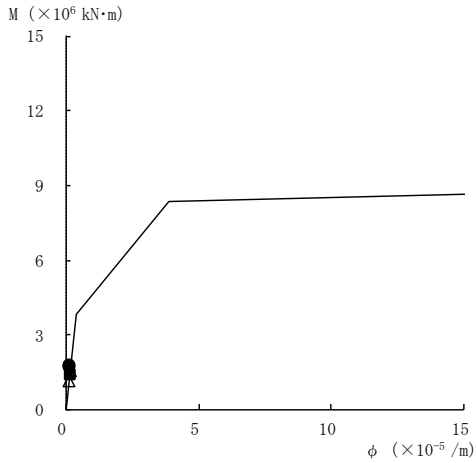
図 4-18(3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



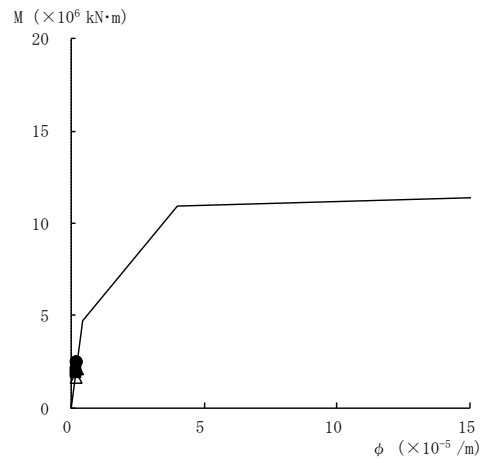
要素番号 (16)



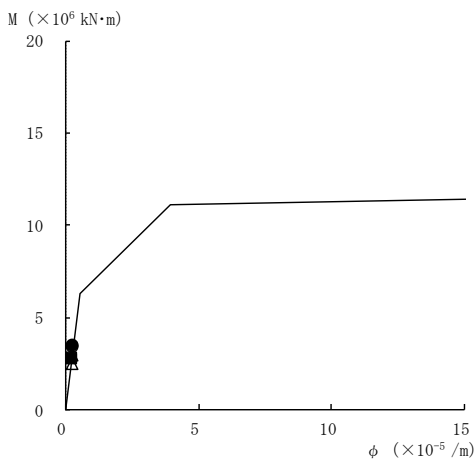
要素番号 (17)



要素番号 (19)



要素番号 (20)



要素番号 (21)

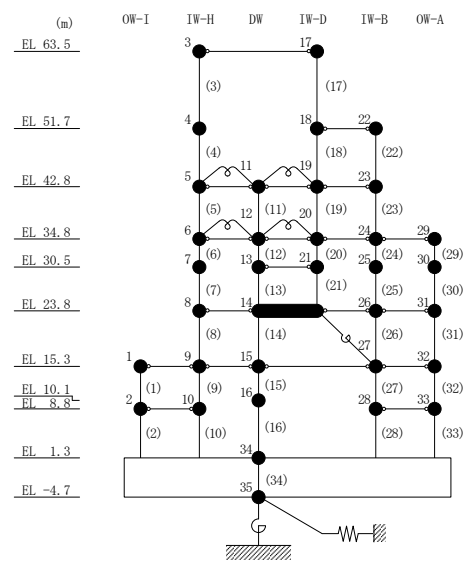
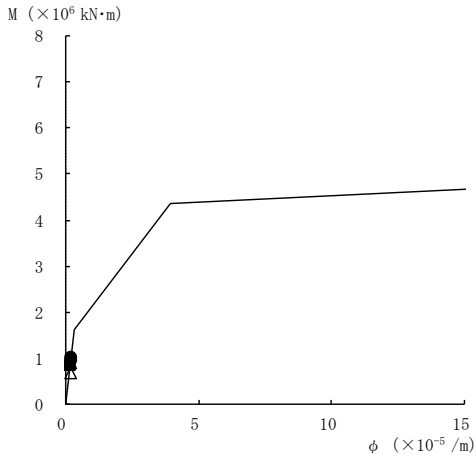
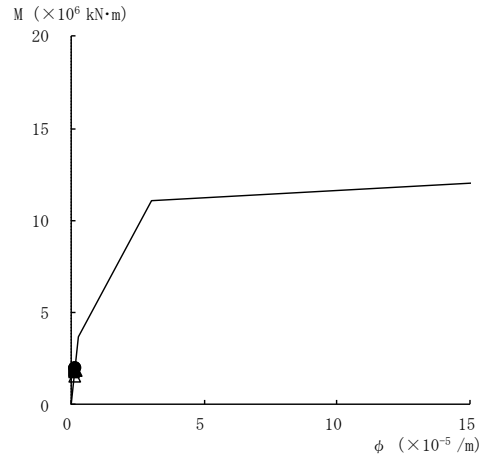


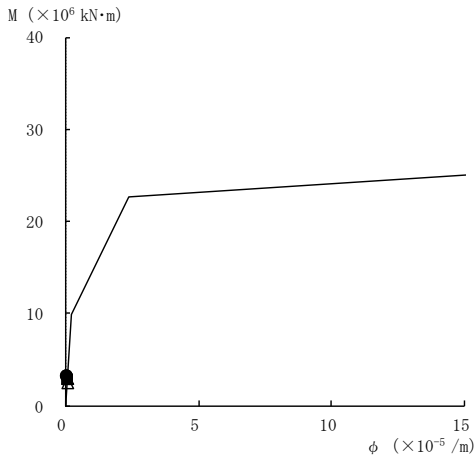
図 4-18(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



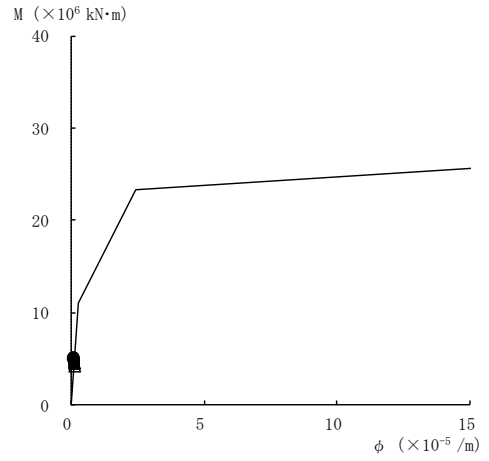
要素番号 (22)



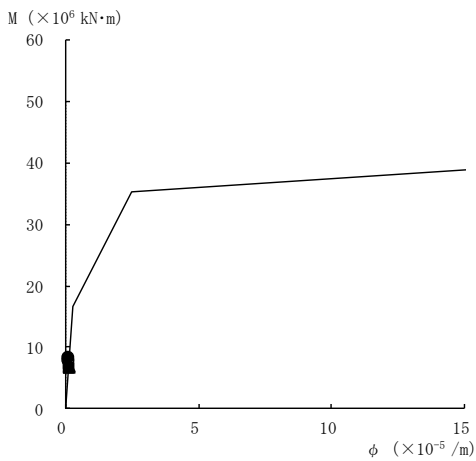
要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)

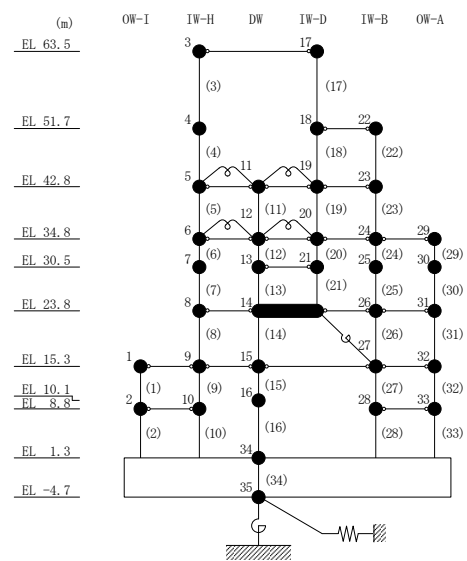
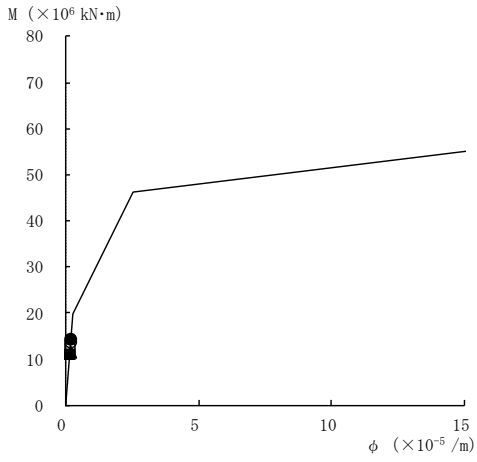
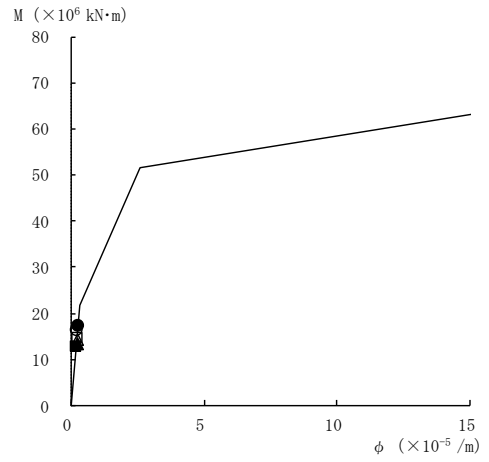


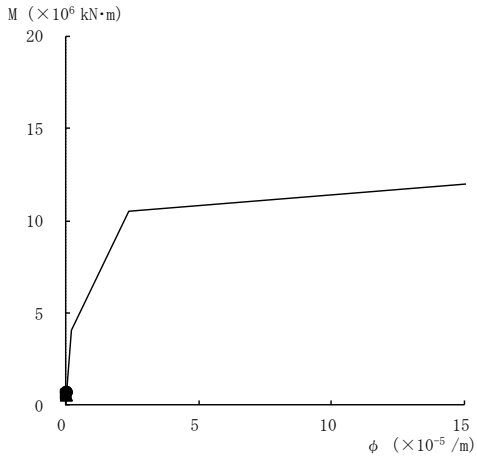
図 4-18(5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



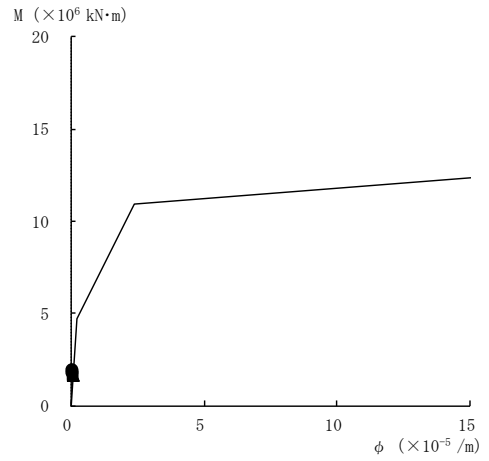
要素番号 (27)



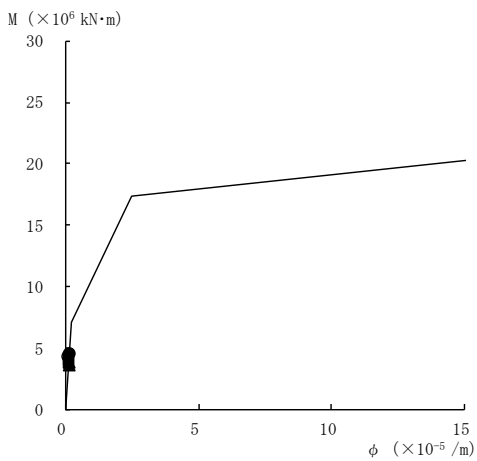
要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)



要素番号 (31)

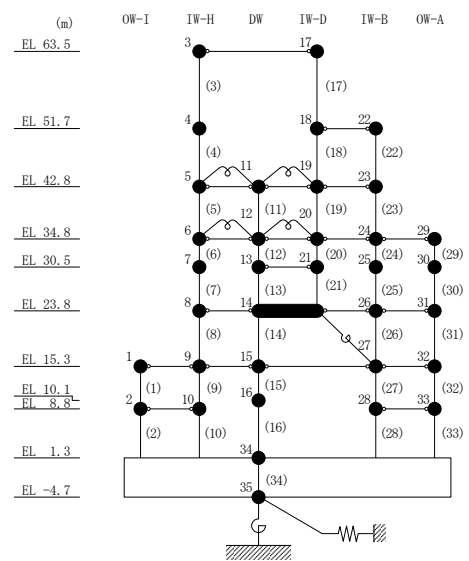
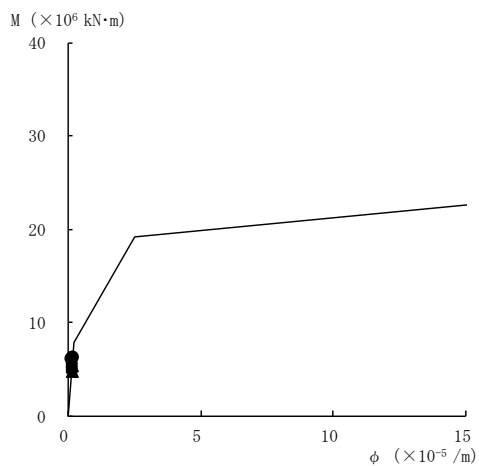
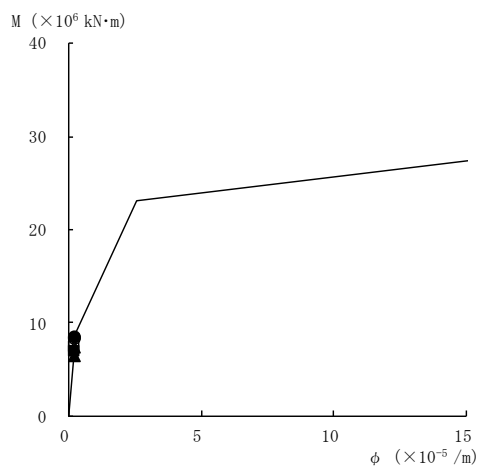


図 4-18(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

● S<sub>S</sub>-D    ○ S<sub>S</sub>-F1    ▲ S<sub>S</sub>-F2    △ S<sub>S</sub>-N1    ■ S<sub>S</sub>-N2NS    □ S<sub>S</sub>-N2EW



要素番号 (32)



要素番号 (33)

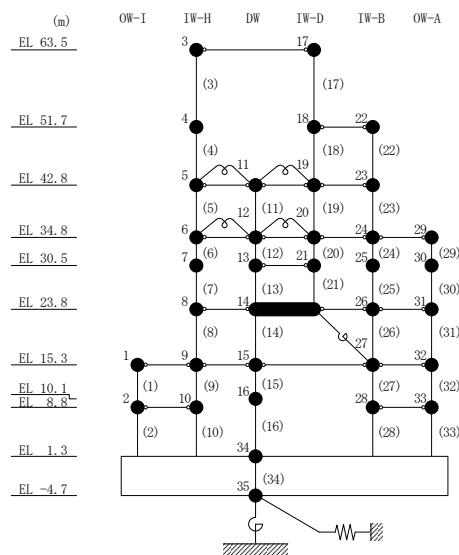


図 4-18(7) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>S</sub>, EW 方向)

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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	2.01	62.0	68.9
$S_s - F1$	1.19	41.0	96.4
$S_s - F2$	1.25	45.5	90.6
$S_s - N1$	1.69	61.5	69.6
$S_s - N2NS$	1.49	56.7	75.9
$S_s - N2EW$	1.36	52.5	81.4

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	1.38	66.2	82.3
$S_s - F1$	1.33	65.2	83.2
$S_s - F2$	1.14	47.2	100
$S_s - N1$	1.25	57.7	91.0
$S_s - N2NS$	1.19	51.0	97.8
$S_s - N2EW$	1.26	57.5	91.2



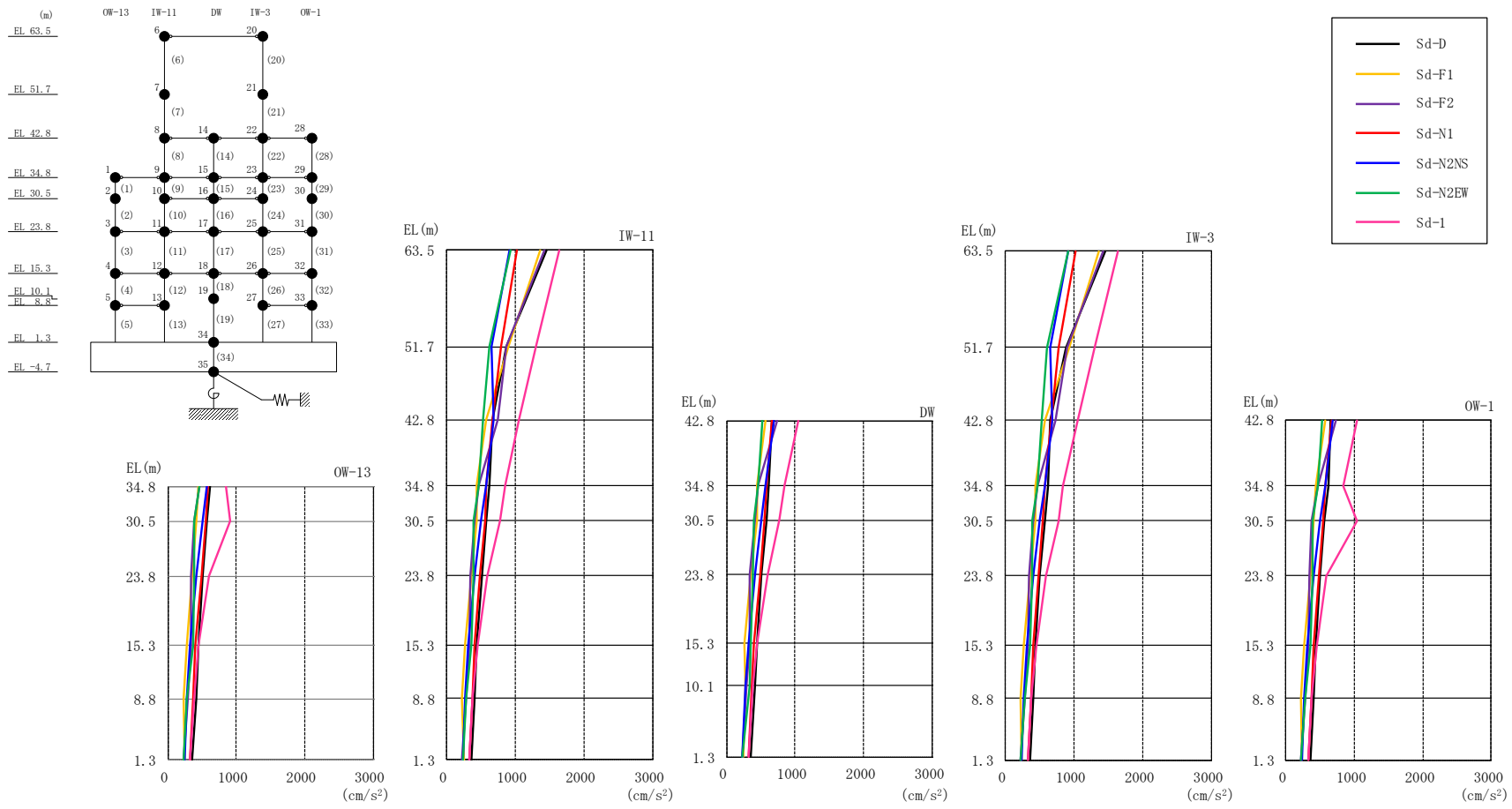
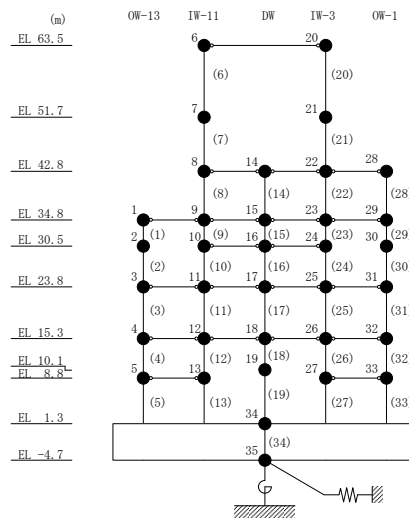


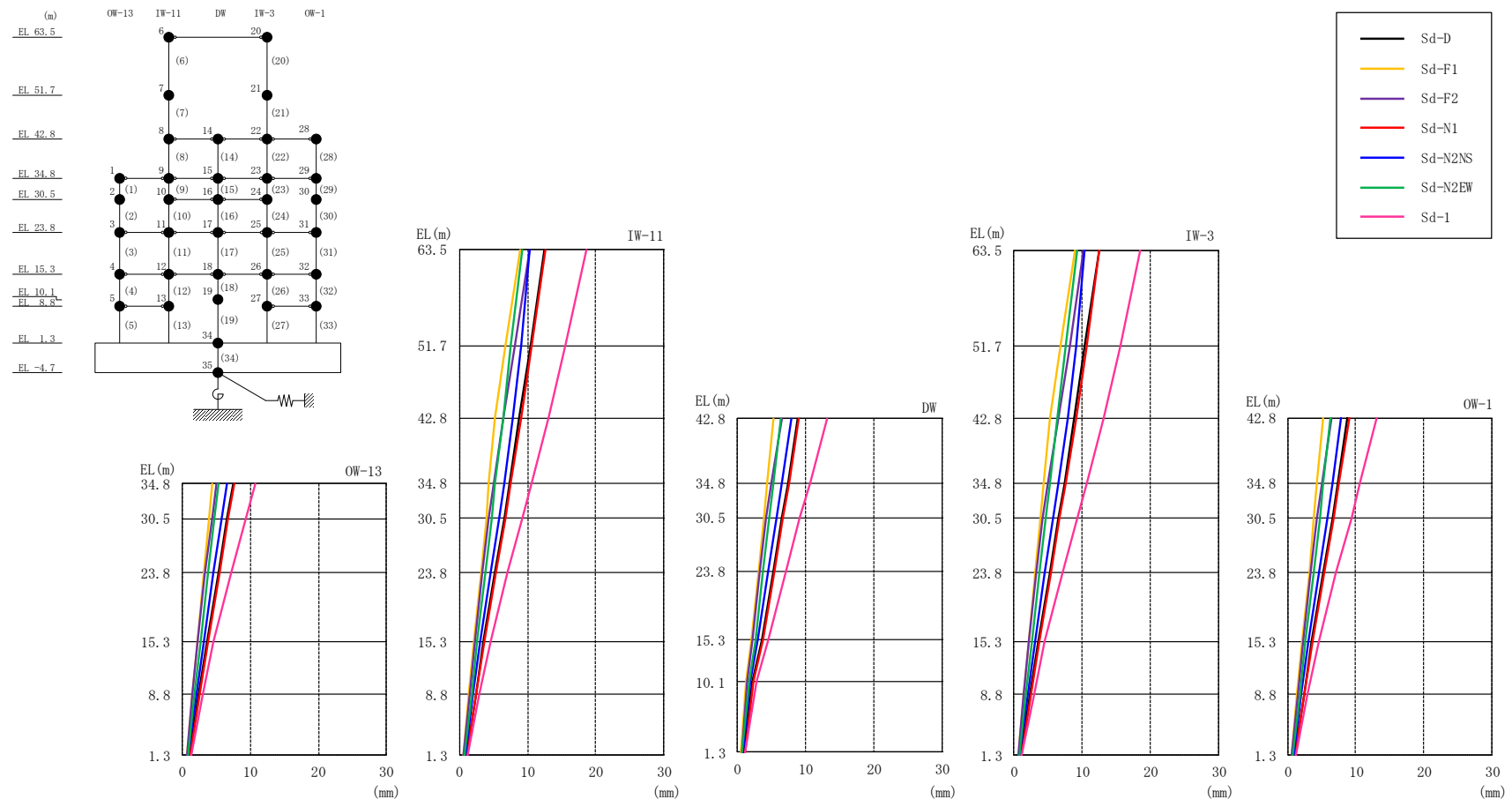
図 4-19 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

表 4-16 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
OW-13	34.8	1	619	443	466	581	575	464	847	847
	30.5	2	561	415	383	547	508	387	912	912
	23.8	3	509	358	341	489	411	389	593	593
	15.3	4	444	268	333	405	321	361	452	452
	8.8	5	412	227	290	375	273	279	378	412
IW-11	63.5	6	1456	1360	1420	1020	922	923	1635	1635
	51.7	7	867	896	872	784	649	617	1305	1305
	42.8	8	663	572	739	667	689	525	1048	1048
	34.8	9	619	443	466	581	575	464	847	847
	30.5	10	578	439	414	554	506	396	772	772
	23.8	11	509	358	341	489	411	389	593	593
	15.3	12	444	268	333	405	321	361	452	452
DW	8.8	13	412	227	290	375	273	279	378	412
	42.8	14	663	572	739	667	689	525	1048	1048
	34.8	15	619	443	466	581	575	464	847	847
	30.5	16	578	439	414	554	506	396	772	772
	23.8	17	509	358	341	489	411	389	593	593
	15.3	18	444	268	333	405	321	361	452	452
	10.1	19	421	275	290	374	277	335	379	421
IW-3	1.3	34	356	245	227	328	237	230	325	356
	63.5	20	1456	1360	1420	1020	922	923	1635	1635
	51.7	21	884	928	905	778	656	611	1296	1296
	42.8	22	663	572	739	667	689	525	1048	1048
	34.8	23	619	443	466	581	575	464	847	847
	30.5	24	578	439	414	554	506	396	772	772
	23.8	25	509	358	341	489	411	389	593	593
OW-1	15.3	26	444	268	333	405	321	361	452	452
	8.8	27	414	228	292	375	273	280	379	414
	42.8	28	663	572	739	667	689	525	1048	1048
	34.8	29	619	443	466	581	575	464	847	847
	30.5	30	562	416	384	547	508	387	1040	1040
	23.8	31	509	358	341	489	411	389	593	593
	15.3	32	444	268	333	405	321	361	452	452
8.8	33	414	228	292	375	273	280	379	414	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





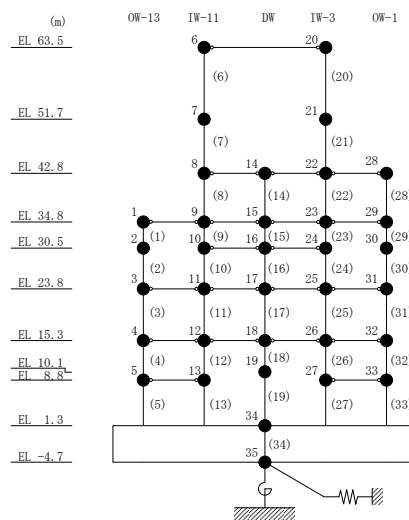
132

図 4-20 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

表 4-17 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
OW-13	34.8	1	7.39	4.36	5.04	7.55	6.56	5.27	10.65	10.65
	30.5	2	6.58	3.91	4.32	6.73	5.80	4.71	9.35	9.35
	23.8	3	5.26	3.16	3.35	5.39	4.57	3.80	7.11	7.11
	15.3	4	3.59	2.15	2.24	3.72	3.05	2.64	4.56	4.56
	8.8	5	2.38	1.42	1.47	2.52	2.01	1.76	2.92	2.92
IW-11	63.5	6	12.46	8.93	10.27	12.58	10.32	9.24	18.57	18.57
	51.7	7	10.38	6.76	8.07	10.60	9.03	7.59	15.54	15.54
	42.8	8	8.83	5.25	6.51	9.07	7.90	6.38	13.14	13.14
	34.8	9	7.39	4.36	5.04	7.55	6.56	5.27	10.65	10.65
	30.5	10	6.58	3.93	4.27	6.72	5.79	4.69	9.23	9.23
	23.8	11	5.26	3.16	3.35	5.39	4.57	3.80	7.11	7.11
	15.3	12	3.59	2.15	2.24	3.72	3.05	2.64	4.56	4.56
DW	8.8	13	2.38	1.42	1.47	2.52	2.01	1.76	2.92	2.92
	42.8	14	8.83	5.25	6.51	9.07	7.90	6.38	13.14	13.14
	34.8	15	7.39	4.36	5.04	7.55	6.56	5.27	10.65	10.65
	30.5	16	6.58	3.93	4.27	6.72	5.79	4.69	9.23	9.23
	23.8	17	5.26	3.16	3.35	5.39	4.57	3.80	7.11	7.11
	15.3	18	3.59	2.15	2.24	3.72	3.05	2.64	4.56	4.56
IW-3	10.1	19	2.27	1.34	1.43	2.44	1.91	1.72	2.78	2.78
	1.3	34	1.00	0.59	0.64	1.13	0.86	0.74	1.20	1.20
	63.5	20	12.46	8.93	10.27	12.58	10.32	9.24	18.57	18.57
	51.7	21	10.43	6.82	8.13	10.63	9.06	7.62	15.61	15.61
	42.8	22	8.83	5.25	6.51	9.07	7.90	6.38	13.14	13.14
	34.8	23	7.39	4.36	5.04	7.55	6.56	5.27	10.65	10.65
	30.5	24	6.58	3.93	4.27	6.72	5.79	4.69	9.23	9.23
OW-1	23.8	25	5.26	3.16	3.35	5.39	4.57	3.80	7.11	7.11
	15.3	26	3.59	2.15	2.24	3.72	3.05	2.64	4.56	4.56
	8.8	27	2.38	1.42	1.47	2.52	2.01	1.77	2.92	2.92
	42.8	28	8.83	5.25	6.51	9.07	7.90	6.38	13.14	13.14
	34.8	29	7.39	4.36	5.04	7.55	6.56	5.27	10.65	10.65
OW-1	30.5	30	6.58	3.91	4.32	6.73	5.81	4.71	9.45	9.45
	23.8	31	5.26	3.16	3.35	5.39	4.57	3.80	7.11	7.11
	15.3	32	3.59	2.15	2.24	3.72	3.05	2.64	4.56	4.56
	8.8	33	2.38	1.42	1.47	2.52	2.01	1.77	2.92	2.92

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



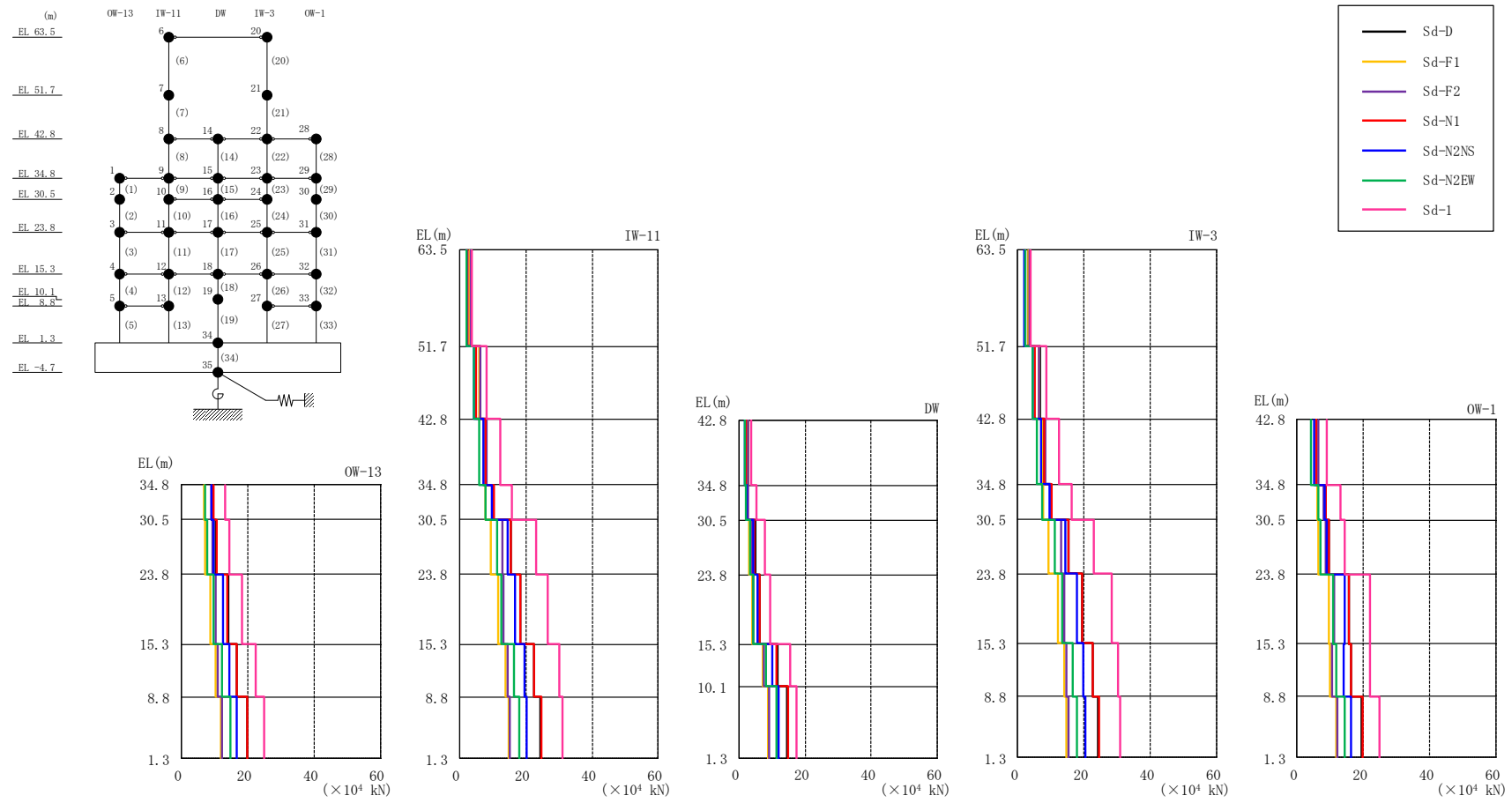
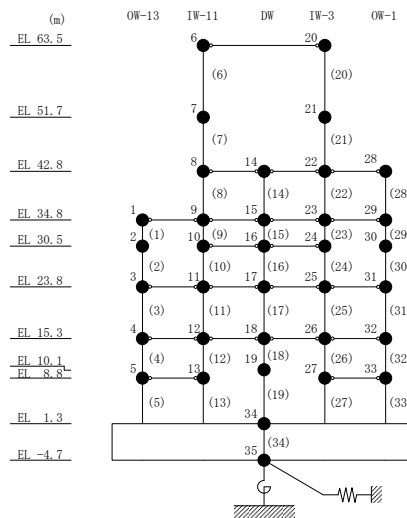


図 4-21 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

表 4-18 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
OW-13	34.8~30.5	1	9.34	6.89	8.87	9.51	8.88	6.94	13.1	13.1	
	30.5~23.8	2	10.3	7.19	9.42	10.4	9.74	7.58	14.3	14.3	
	23.8~15.3	3	13.9	8.51	10.1	13.9	12.6	9.56	18.3	18.3	
	15.3~8.8	4	16.7	10.2	10.8	16.8	14.5	12.2	22.2	22.2	
	8.8~1.3	5	19.7	11.9	12.3	19.9	16.5	14.6	24.9	24.9	
IW-11	63.5~51.7	6	3.34	3.09	3.30	2.33	2.08	2.14	3.80	3.80	
	51.7~42.8	7	6.31	5.88	6.16	4.86	4.17	4.24	8.11	8.11	
	42.8~34.8	8	7.88	7.29	8.26	7.85	7.09	5.81	12.4	12.4	
	34.8~30.5	9	9.98	7.90	10.1	10.3	9.78	7.66	15.8	15.8	
	30.5~23.8	10	15.5	9.35	13.0	15.3	14.5	11.2	23.0	23.0	
	23.8~15.3	11	18.4	11.6	13.2	18.4	16.8	12.6	26.4	26.4	
	15.3~8.8	12	22.5	14.0	14.5	22.6	19.6	16.4	30.2	30.2	
	8.8~1.3	13	24.3	14.8	15.2	24.6	20.4	18.0	31.0	31.0	
DW	42.8~34.8	14	2.61	2.79	2.78	2.03	1.92	1.79	3.61	3.61	
	34.8~30.5	15	2.51	2.31	2.87	2.50	2.44	1.96	5.41	5.41	
	30.5~23.8	16	4.83	2.96	4.12	4.68	4.50	3.52	7.81	7.81	
	23.8~15.3	17	6.31	4.05	4.30	6.24	5.70	4.29	9.50	9.50	
	15.3~10.1	18	11.6	7.29	7.65	11.4	10.0	8.23	15.4	15.4	
	10.1~1.3	19	14.5	8.66	9.21	14.8	11.9	11.2	17.5	17.5	
IW-3	63.5~51.7	20	3.38	3.18	3.39	2.37	2.10	2.17	3.83	3.83	
	51.7~42.8	21	6.74	6.34	6.52	5.17	4.37	4.50	8.71	8.71	
	42.8~34.8	22	7.95	7.36	8.33	7.92	7.14	5.86	12.5	12.5	
	34.8~30.5	23	9.80	7.76	9.89	10.1	9.61	7.53	16.4	16.4	
	30.5~23.8	24	15.5	9.36	13.0	15.4	14.5	11.2	23.0	23.0	
	23.8~15.3	25	19.5	12.2	14.0	19.4	17.8	13.3	28.2	28.2	
	15.3~8.8	26	22.6	14.1	14.6	22.7	19.7	16.5	30.4	30.4	
	8.8~1.3	27	24.3	14.8	15.2	24.6	20.4	18.0	31.0	31.0	
OW-1	42.8~34.8	28	6.01	5.77	6.36	5.90	5.17	4.41	9.05	9.05	
	34.8~30.5	29	8.72	6.31	8.20	8.84	8.28	6.47	13.3	13.3	
	30.5~23.8	30	9.76	6.64	8.80	9.82	9.21	7.16	14.6	14.6	
	23.8~15.3	31	15.9	9.77	11.3	15.8	14.4	10.9	22.1	22.1	
	15.3~8.8	32	16.4	10.1	10.6	16.5	14.2	12.0	22.1	22.1	
	8.8~1.3	33	19.6	11.9	12.3	19.9	16.5	14.5	25.1	25.1	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



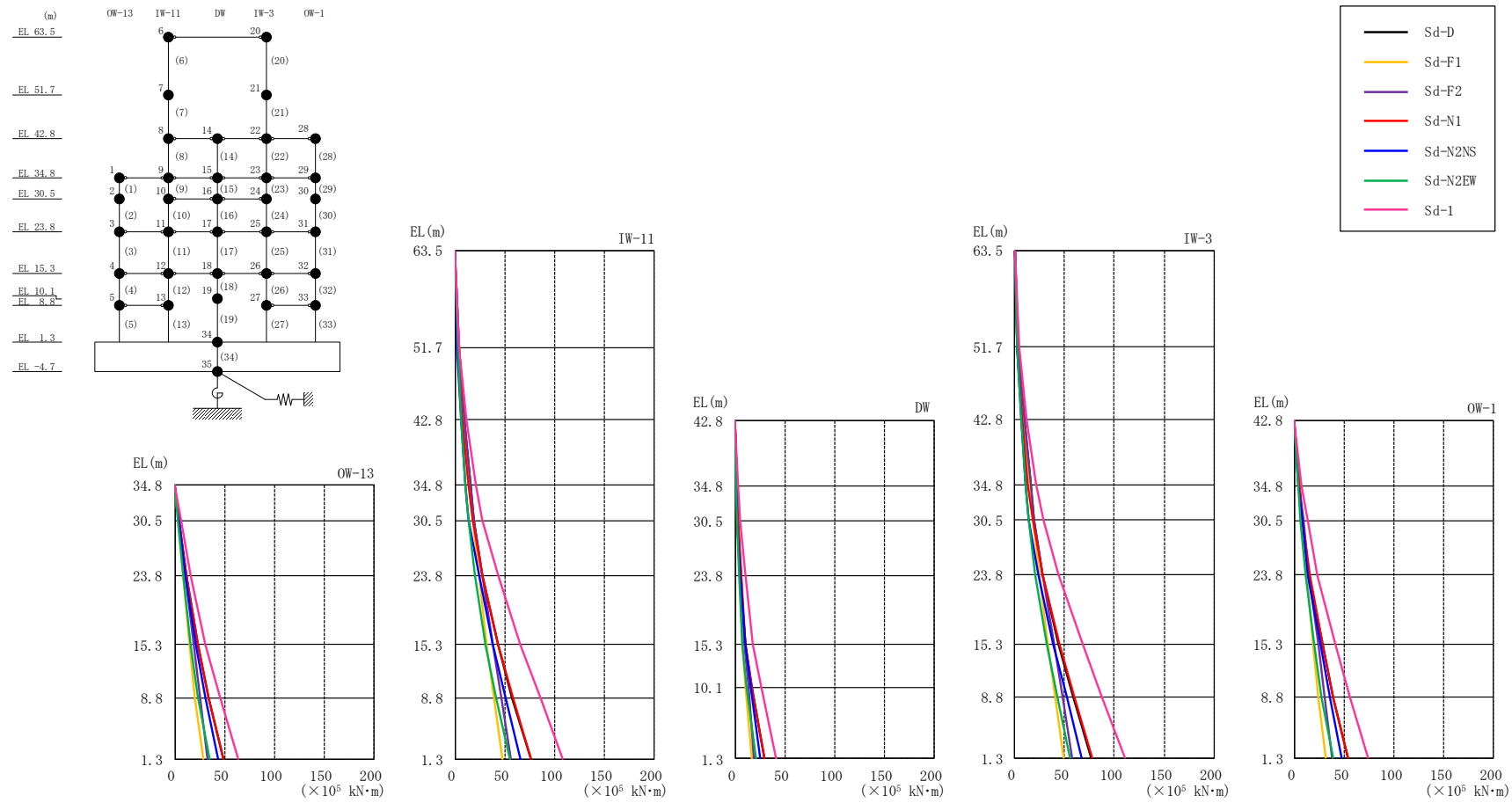


図 4-22 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

表 4-19(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
OW-13	34.8~30.5	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			4.02	2.96	3.81	4.09	3.82	2.99	5.63	5.63	
	30.5~23.8	2	4.02	2.96	3.81	4.09	3.82	2.99	5.63	5.63	
			10.9	7.78	10.1	11.1	10.3	8.06	15.2	15.2	
	23.8~15.3	3	22.7	14.2	18.7	22.9	21.1	16.1	30.7	30.7	
22.7			14.2	18.7	22.9	21.1	16.1	30.7	30.7		
15.3~8.8	4	33.5	20.0	25.1	33.7	30.4	23.5	45.0	45.0		
		33.5	20.0	25.1	33.7	30.4	23.5	45.0	45.0		
8.8~1.3	5	48.1	28.8	32.8	48.7	42.8	34.4	63.7	63.7		
		48.1	28.8	32.8	48.7	42.8	34.4	63.7	63.7		
IW-11	63.5~51.7	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			3.94	3.64	3.90	2.75	2.45	2.52	4.49	4.49	
	51.7~42.8	7	3.94	3.64	3.90	2.75	2.45	2.52	4.49	4.49	
			9.55	8.79	9.36	7.04	6.02	6.28	11.7	11.7	
	42.8~34.8	8	9.55	8.79	9.36	7.04	6.02	6.28	11.7	11.7	
			15.6	14.4	15.3	13.2	10.6	10.6	21.2	21.2	
	34.8~30.5	9	15.6	14.4	15.3	13.2	10.6	10.6	21.2	21.2	
			19.3	17.8	19.2	17.6	14.1	13.5	27.9	27.9	
30.5~23.8	10	19.3	17.8	19.2	17.6	14.1	13.5	27.9	27.9		
		27.7	24.0	27.4	27.9	23.7	20.2	43.3	43.3		
23.8~15.3	11	27.7	24.0	27.4	27.9	23.7	20.2	43.3	43.3		
		43.0	32.2	38.3	43.4	38.0	30.8	65.7	65.7		
15.3~8.8	12	43.0	32.2	38.3	43.4	38.0	30.8	65.7	65.7		
		57.6	39.2	46.8	58.1	50.7	41.5	85.3	85.3		
8.8~1.3	13	57.6	39.2	46.8	58.1	50.7	41.5	85.3	85.3		
		75.7	47.9	56.5	76.5	66.0	55.0	108	108		
DW	42.8~34.8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			-2.09	2.24	2.23	1.62	-1.54	-1.43	2.89	2.89	
	34.8~30.5	15	2.09	2.24	2.23	1.62	1.54	1.43	2.89	2.89	
			3.09	3.23	3.44	2.69	2.39	2.11	5.19	5.19	
	30.5~23.8	16	3.09	3.23	3.44	2.69	2.39	2.11	5.19	5.19	
			5.55	5.10	6.18	5.77	5.40	4.28	10.4	10.4	
	23.8~15.3	17	5.55	5.10	6.18	5.77	5.40	4.28	10.4	10.4	
10.9			7.57	9.78	11.0	10.2	7.84	18.4	18.4		
15.3~10.1	18	10.9	7.57	9.78	11.0	10.2	7.84	18.4	18.4		
		16.9	10.4	13.3	16.9	15.4	11.7	26.1	26.1		
10.1~1.3	19	16.9	10.4	13.3	16.9	15.4	11.7	26.1	26.1		
		29.4	17.4	19.2	29.9	25.7	21.5	41.4	41.4		

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

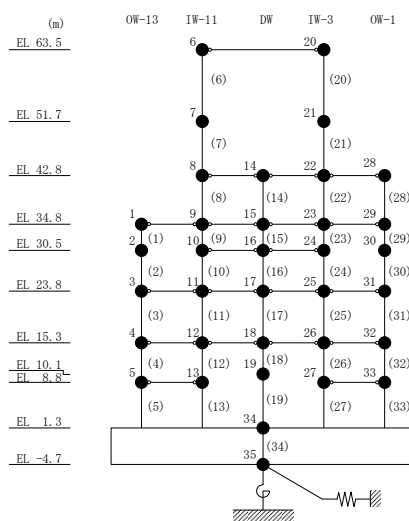




表 4-19(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
IW-3	63.5~51.7	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			3.99	3.75	4.00	2.80	2.48	2.57	4.52	4.52
	51.7~42.8	21	3.99	3.75	4.00	2.80	2.48	2.57	4.52	4.52
			9.99	9.21	9.75	7.37	6.27	6.56	12.3	12.3
	42.8~34.8	22	9.99	9.21	9.75	7.37	6.27	6.56	12.3	12.3
			16.1	14.9	15.8	13.6	10.8	11.0	21.8	21.8
	34.8~30.5	23	16.1	14.9	15.8	13.6	10.8	11.0	21.8	21.8
			19.7	18.2	19.6	17.9	14.3	13.8	28.7	28.7
30.5~23.8	24	19.7	18.2	19.6	17.9	14.3	13.8	28.7	28.7	
		28.0	24.4	27.8	28.2	23.9	20.5	44.1	44.1	
23.8~15.3	25	28.0	24.4	27.8	28.2	23.9	20.5	44.1	44.1	
		44.2	33.1	39.3	44.7	39.0	31.7	68.1	68.1	
15.3~8.8	26	44.2	33.1	39.3	44.7	39.0	31.7	68.1	68.1	
		58.9	40.2	47.9	59.4	51.8	42.4	87.7	87.7	
8.8~1.3	27	58.9	40.2	47.9	59.4	51.8	42.4	87.7	87.7	
		77.1	48.8	57.5	77.9	67.1	55.9	111	111	
OW-1	42.8~34.8	28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			4.81	4.62	5.09	4.72	4.14	3.53	7.24	7.24
	34.8~30.5	29	4.81	4.62	5.09	4.72	4.14	3.53	7.24	7.24
			8.36	7.33	8.60	8.50	7.70	6.20	13.0	13.0
	30.5~23.8	30	8.36	7.33	8.60	8.50	7.70	6.20	13.0	13.0
			14.6	11.8	14.5	15.1	13.9	10.9	22.7	22.7
	23.8~15.3	31	14.6	11.8	14.5	15.1	13.9	10.9	22.7	22.7
			28.0	18.8	24.1	28.4	26.1	20.1	41.4	41.4
15.3~8.8	32	28.0	18.8	24.1	28.4	26.1	20.1	41.4	41.4	
		38.6	24.1	30.3	39.1	35.3	27.4	55.4	55.4	
8.8~1.3	33	38.6	24.1	30.3	39.1	35.3	27.4	55.4	55.4	
		53.3	31.4	38.0	54.0	47.6	38.3	74.2	74.2	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

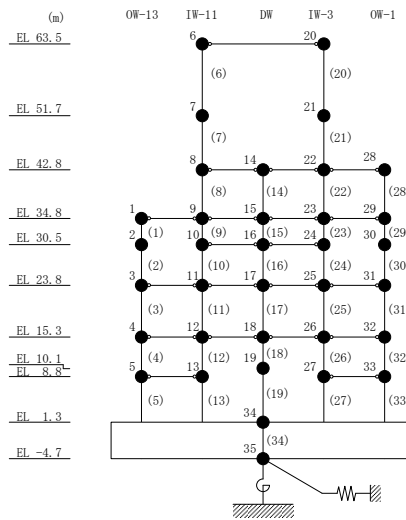
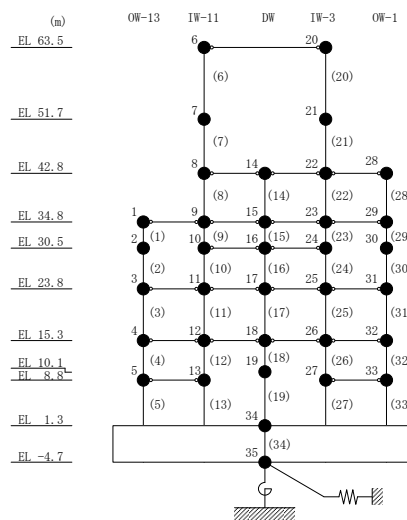


表 4-20 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
OW-13	34.8~30.5	1	0.13	0.09	0.12	0.13	0.12	0.10	0.22	0.22
	30.5~23.8	2	0.14	0.10	0.13	0.14	0.13	0.10	0.26	0.26
	23.8~15.3	3	0.15	0.09	0.11	0.15	0.13	0.10	0.23	0.23
	15.3~8.8	4	0.15	0.09	0.10	0.15	0.13	0.11	0.20	0.20
	8.8~1.3	5	0.16	0.10	0.10	0.16	0.13	0.12	0.20	0.20
IW-11	63.5~51.7	6	0.12	0.11	0.12	0.09	0.08	0.08	0.14	0.14
	51.7~42.8	7	0.12	0.11	0.12	0.09	0.08	0.08	0.16	0.16
	42.8~34.8	8	0.12	0.11	0.13	0.12	0.11	0.09	0.21	0.21
	34.8~30.5	9	0.13	0.10	0.13	0.13	0.12	0.10	0.24	0.24
	30.5~23.8	10	0.14	0.09	0.12	0.14	0.13	0.10	0.23	0.23
	23.8~15.3	11	0.15	0.09	0.11	0.15	0.14	0.10	0.23	0.23
	15.3~8.8	12	0.15	0.09	0.10	0.15	0.13	0.11	0.20	0.20
	8.8~1.3	13	0.16	0.10	0.10	0.16	0.13	0.12	0.20	0.20
DW	42.8~34.8	14	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06
	34.8~30.5	15	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.11	0.11
	30.5~23.8	16	0.07	0.04	0.06	0.07	0.07	0.05	0.12	0.12
	23.8~15.3	17	0.09	0.06	0.06	0.09	0.08	0.06	0.13	0.13
	15.3~10.1	18	0.17	0.11	0.11	0.17	0.15	0.12	0.23	0.23
	10.1~1.3	19	0.10	0.06	0.07	0.10	0.08	0.08	0.12	0.12
IW-3	63.5~51.7	20	0.12	0.11	0.12	0.08	0.07	0.08	0.14	0.14
	51.7~42.8	21	0.13	0.12	0.13	0.10	0.09	0.09	0.17	0.17
	42.8~34.8	22	0.12	0.11	0.13	0.12	0.11	0.09	0.21	0.21
	34.8~30.5	23	0.13	0.10	0.13	0.13	0.12	0.10	0.24	0.24
	30.5~23.8	24	0.14	0.09	0.12	0.14	0.13	0.10	0.23	0.23
	23.8~15.3	25	0.15	0.09	0.11	0.15	0.14	0.10	0.23	0.23
	15.3~8.8	26	0.15	0.09	0.09	0.15	0.13	0.11	0.20	0.20
8.8~1.3	27	0.16	0.10	0.10	0.16	0.13	0.12	0.20	0.20	
OW-1	42.8~34.8	28	0.12	0.12	0.13	0.12	0.10	0.09	0.21	0.21
	34.8~30.5	29	0.12	0.09	0.11	0.12	0.11	0.09	0.19	0.19
	30.5~23.8	30	0.14	0.09	0.12	0.14	0.13	0.10	0.26	0.26
	23.8~15.3	31	0.14	0.09	0.10	0.14	0.13	0.10	0.22	0.22
	15.3~8.8	32	0.14	0.09	0.09	0.14	0.13	0.11	0.19	0.19
8.8~1.3	33	0.16	0.10	0.10	0.16	0.13	0.12	0.20	0.20	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



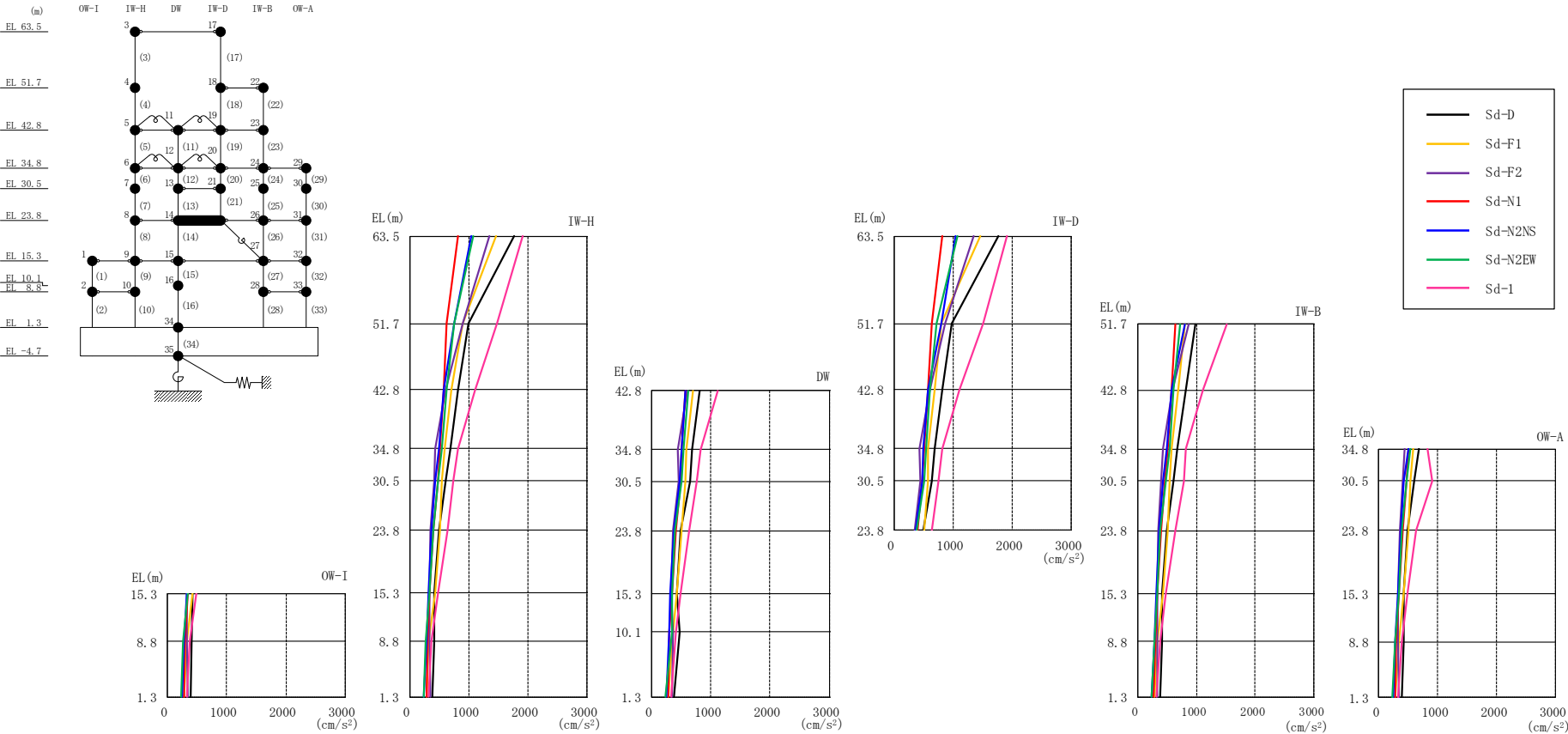
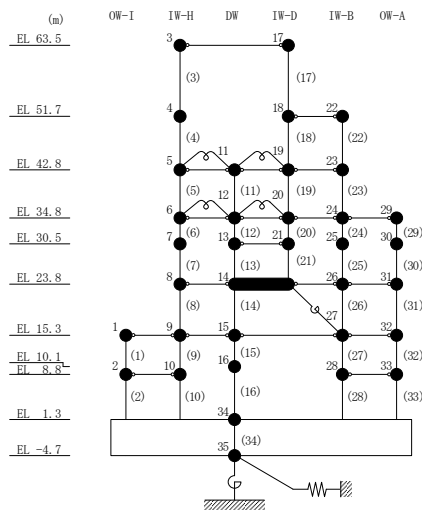


図 4-23 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d， E W 方向）

表 4-21 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
OW-I	15.3	1	420	427	331	336	318	341	482	482	
	8.8	2	413	321	329	297	280	268	374	413	
IW-H	63.5	3	1762	1458	1347	821	1037	1081	1914	1914	
	51.7	4	996	899	890	621	754	748	1474	1474	
	42.8	5	813	697	602	576	573	617	1111	1111	
	34.8	6	683	585	434	511	500	539	824	824	
	30.5	7	609	545	411	472	434	483	735	735	
	23.8	8	492	508	353	402	373	392	640	640	
	15.3	9	420	427	331	336	318	341	482	482	
	8.8	10	413	321	329	297	280	268	374	413	
DW	42.8	11	813	697	602	576	573	617	1111	1111	
	34.8	12	683	585	434	511	500	539	824	824	
	30.5	13	643	575	451	482	479	508	759	759	
	23.8	14	492	508	353	402	373	392	640	640	
	15.3	15	420	427	331	336	318	341	482	482	
	10.1	16	470	365	363	298	299	341	408	470	
	1.3	34	383	279	343	279	241	236	319	383	
IW-D	63.5	17	1762	1458	1347	821	1037	1081	1914	1914	
	51.7	18	981	807	869	635	802	728	1514	1514	
	42.8	19	813	697	602	576	573	617	1111	1111	
	34.8	20	683	585	434	511	500	539	824	824	
	30.5	21	643	575	451	482	479	508	759	759	
IW-B	51.7	22	981	807	869	635	802	728	1514	1514	
	42.8	23	813	697	602	576	573	617	1111	1111	
	34.8	24	683	585	434	511	500	539	824	824	
	30.5	25	604	544	408	468	428	479	781	781	
	23.8	26	492	508	353	402	373	392	640	640	
	15.3	27	420	427	331	336	318	341	482	482	
	8.8	28	422	338	333	301	286	280	387	422	
OW-A	34.8	29	683	585	434	511	500	539	824	824	
	30.5	30	600	544	404	466	424	475	910	910	
	23.8	31	492	508	353	402	373	392	640	640	
	15.3	32	420	427	331	336	318	341	482	482	
	8.8	33	422	338	333	301	286	280	387	422	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



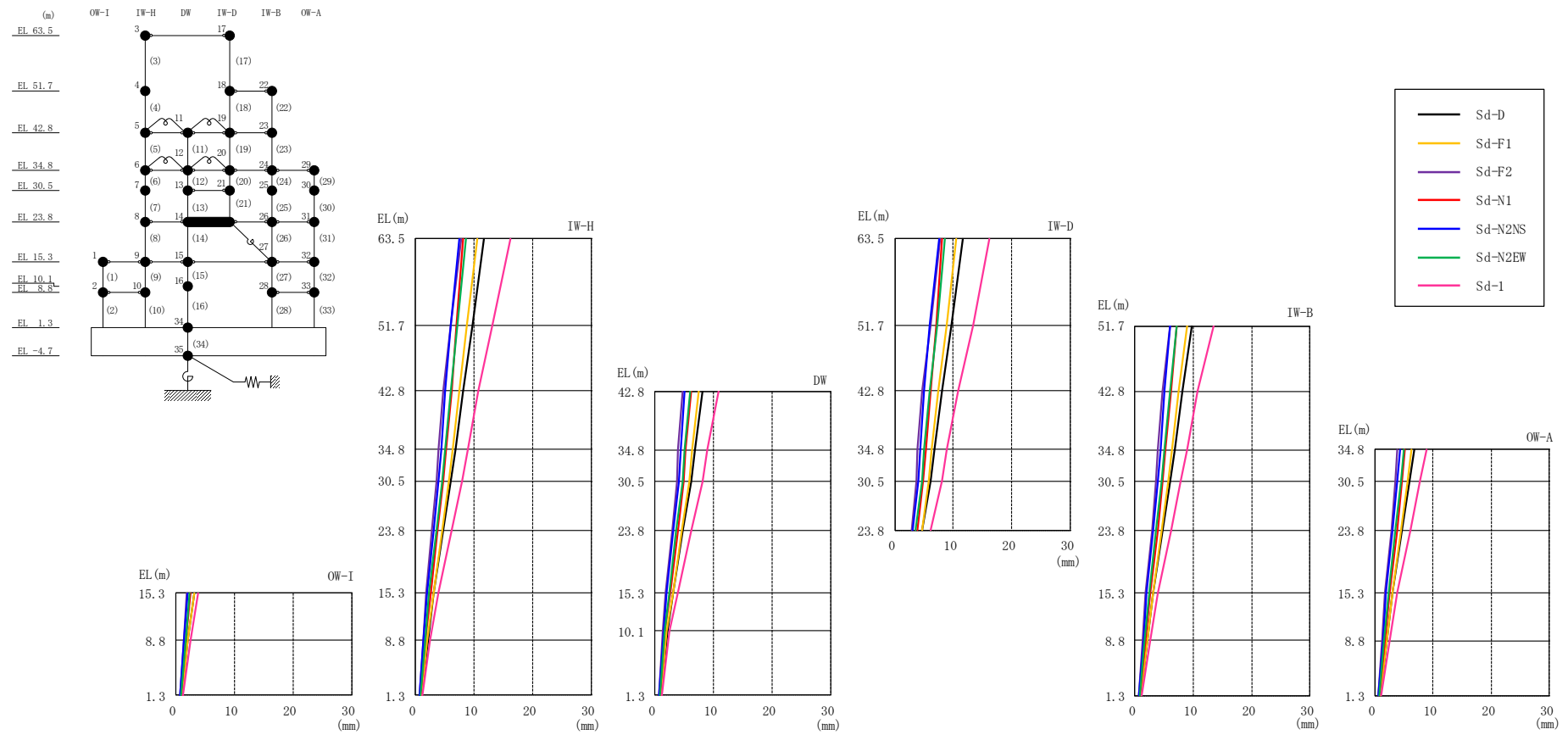
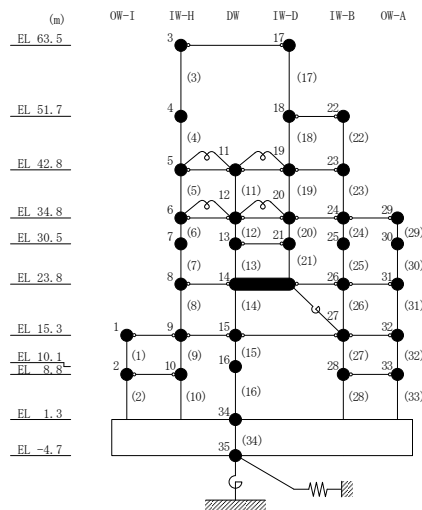


図 4-24 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

表 4-22 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
OW-I	15.3	1	3.07	3.07	1.85	2.55	2.01	2.37	3.85	3.85
	8.8	2	2.07	2.04	1.28	1.72	1.39	1.61	2.46	2.46
IW-H	63.5	3	11.66	10.59	7.76	8.14	7.52	8.62	16.21	16.21
	51.7	4	9.68	8.82	6.09	7.05	5.95	7.15	13.19	13.19
	42.8	5	8.09	7.47	4.77	6.14	5.08	6.02	10.77	10.77
	34.8	6	6.76	6.36	3.93	5.27	4.37	5.06	8.91	8.91
	30.5	7	6.04	5.75	3.56	4.77	3.93	4.53	7.94	7.94
	23.8	8	4.72	4.62	2.85	3.83	3.09	3.56	6.19	6.19
	15.3	9	3.07	3.07	1.85	2.55	2.01	2.37	3.85	3.85
	8.8	10	2.07	2.04	1.28	1.72	1.39	1.61	2.46	2.46
DW	42.8	11	8.09	7.47	4.77	6.14	5.08	6.02	10.77	10.77
	34.8	12	6.76	6.36	3.93	5.27	4.37	5.06	8.91	8.91
	30.5	13	6.17	5.87	3.66	4.87	4.04	4.64	8.08	8.08
	23.8	14	4.72	4.62	2.85	3.83	3.09	3.56	6.19	6.19
	15.3	15	3.07	3.07	1.85	2.55	2.01	2.37	3.85	3.85
	10.1	16	2.07	2.03	1.31	1.70	1.39	1.62	2.41	2.41
	1.3	34	1.01	0.94	0.67	0.84	0.70	0.78	1.15	1.15
IW-D	63.5	17	11.66	10.59	7.76	8.14	7.52	8.62	16.21	16.21
	51.7	18	9.75	8.87	6.10	7.13	6.02	7.21	13.45	13.45
	42.8	19	8.09	7.47	4.77	6.14	5.08	6.02	10.77	10.77
	34.8	20	6.76	6.36	3.93	5.27	4.37	5.06	8.91	8.91
	30.5	21	6.17	5.87	3.66	4.87	4.04	4.64	8.08	8.08
IW-B	51.7	22	9.75	8.87	6.10	7.13	6.02	7.21	13.45	13.45
	42.8	23	8.09	7.47	4.77	6.14	5.08	6.02	10.77	10.77
	34.8	24	6.76	6.36	3.93	5.27	4.37	5.06	8.91	8.91
	30.5	25	6.00	5.71	3.54	4.74	3.89	4.50	7.89	7.89
	23.8	26	4.72	4.62	2.85	3.83	3.09	3.56	6.19	6.19
	15.3	27	3.07	3.07	1.85	2.55	2.01	2.37	3.85	3.85
	8.8	28	2.13	2.10	1.32	1.77	1.43	1.65	2.55	2.55
OW-A	34.8	29	6.76	6.36	3.93	5.27	4.37	5.06	8.91	8.91
	30.5	30	5.96	5.68	3.52	4.71	3.87	4.47	7.78	7.78
	23.8	31	4.72	4.62	2.85	3.83	3.09	3.56	6.19	6.19
	15.3	32	3.07	3.07	1.85	2.55	2.01	2.37	3.85	3.85
	8.8	33	2.13	2.10	1.32	1.77	1.43	1.65	2.55	2.55

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



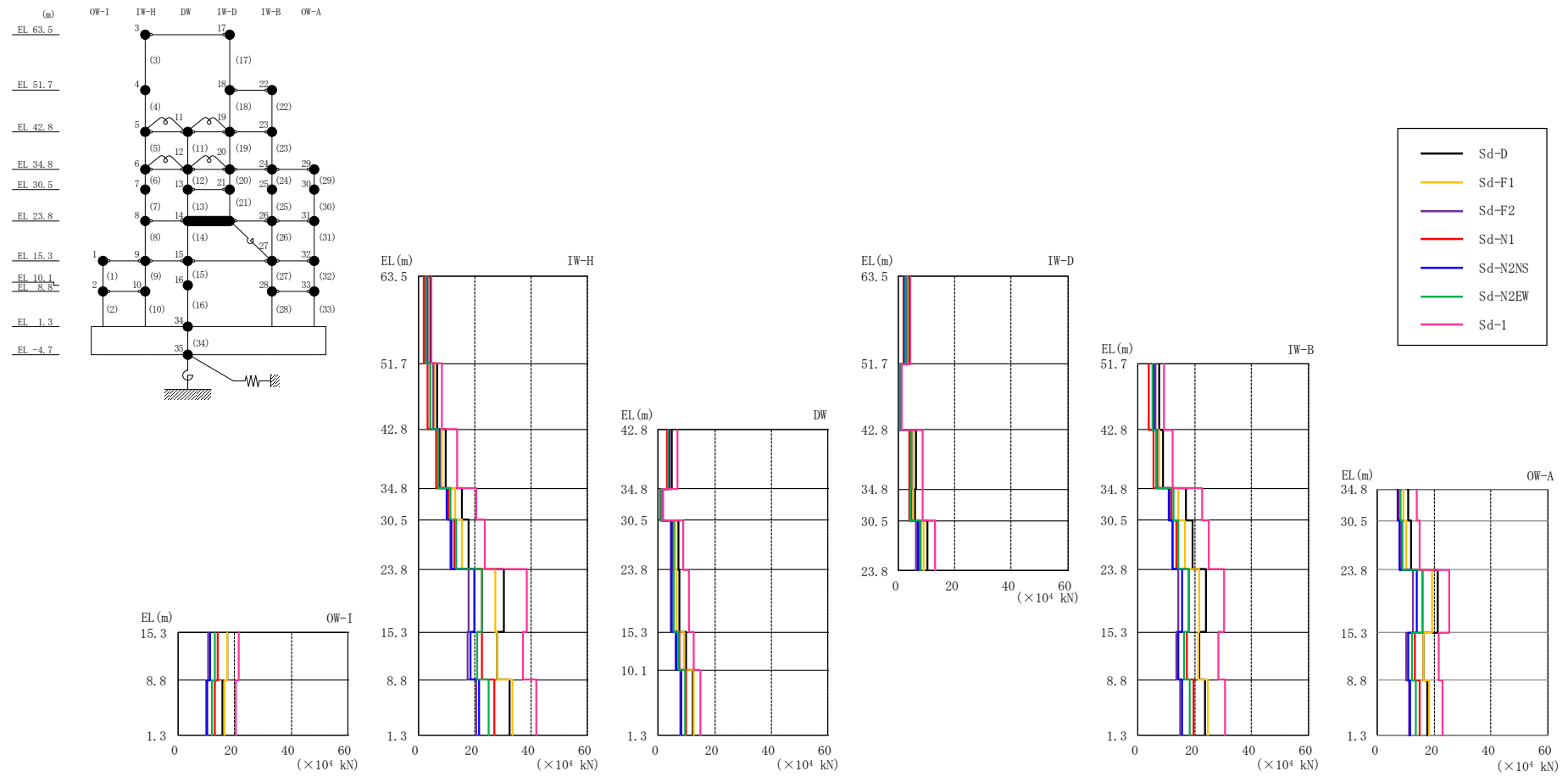
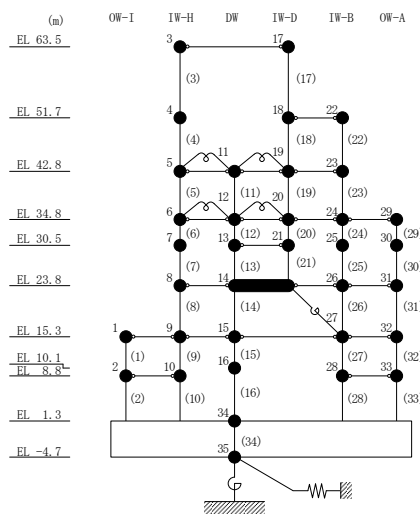


図 4-25 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-23 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
OW-I	15.3~8.8	1	17.4	17.3	10.9	14.0	11.4	12.9	21.6	21.6
	8.8~1.3	2	15.9	16.4	10.0	13.2	10.5	12.2	20.6	20.6
IW-H	63.5~51.7	3	4.19	3.43	3.30	1.93	2.59	2.65	4.75	4.75
	51.7~42.8	4	6.56	5.50	5.29	3.39	4.45	4.38	8.41	8.41
	42.8~34.8	5	9.76	8.38	7.51	6.33	7.16	7.12	13.7	13.7
	34.8~30.5	6	15.4	13.1	10.3	10.7	10.0	11.4	20.6	20.6
	30.5~23.8	7	17.8	15.3	11.5	12.7	11.6	13.3	23.4	23.4
	23.8~15.3	8	30.1	27.2	17.9	22.7	19.7	22.6	38.6	38.6
	15.3~8.8	9	27.9	28.1	17.6	22.6	18.5	20.8	37.2	37.2
	8.8~1.3	10	32.3	33.4	20.5	26.9	21.4	24.7	41.7	41.7
DW	42.8~34.8	11	4.91	4.27	4.09	2.99	3.85	3.60	6.96	6.96
	34.8~30.5	12	1.26	1.19	1.27	0.732	1.15	1.13	1.89	1.89
	30.5~23.8	13	7.15	6.10	4.32	5.09	4.90	5.47	8.85	8.85
	23.8~15.3	14	7.33	6.62	4.43	5.53	4.83	5.54	10.9	10.9
	15.3~10.1	15	9.77	9.18	6.01	7.53	6.59	7.30	12.4	12.4
	10.1~1.3	16	12.2	12.7	7.87	9.99	8.23	9.68	14.9	14.9
IW-D	63.5~51.7	17	3.98	3.32	2.99	1.79	2.22	2.40	4.07	4.07
	51.7~42.8	18	0.761	0.618	0.655	0.400	0.565	0.523	1.23	1.23
	42.8~34.8	19	6.04	5.17	4.62	3.95	4.41	4.42	8.49	8.49
	34.8~30.5	20	5.93	5.14	4.57	3.96	4.24	4.28	8.49	8.49
	30.5~23.8	21	10.2	8.87	6.16	7.42	6.94	7.78	13.0	13.0
IW-B	51.7~42.8	22	7.39	6.08	6.27	3.99	5.49	5.13	9.12	9.12
	42.8~34.8	23	8.76	7.52	6.73	5.68	6.40	6.39	12.4	12.4
	34.8~30.5	24	16.8	14.4	11.2	11.8	11.0	12.5	22.6	22.6
	30.5~23.8	25	19.1	16.5	12.4	13.6	12.3	14.3	25.1	25.1
	23.8~15.3	26	24.1	21.8	14.3	18.1	15.7	18.1	30.6	30.6
	15.3~8.8	27	21.6	21.4	13.6	17.4	14.3	16.1	28.3	28.3
	8.8~1.3	28	23.6	24.6	15.0	19.8	15.7	18.2	30.8	30.8
OW-A	34.8~30.5	29	10.8	9.19	7.27	7.48	7.11	7.99	13.7	13.7
	30.5~23.8	30	11.9	10.2	7.82	8.35	7.64	8.81	15.0	15.0
	23.8~15.3	31	21.2	19.1	12.5	15.8	13.7	15.8	25.4	25.4
	15.3~8.8	32	16.3	16.1	10.1	13.0	10.7	12.1	21.4	21.4
	8.8~1.3	33	17.6	18.3	11.1	14.7	11.6	13.6	23.0	23.0

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





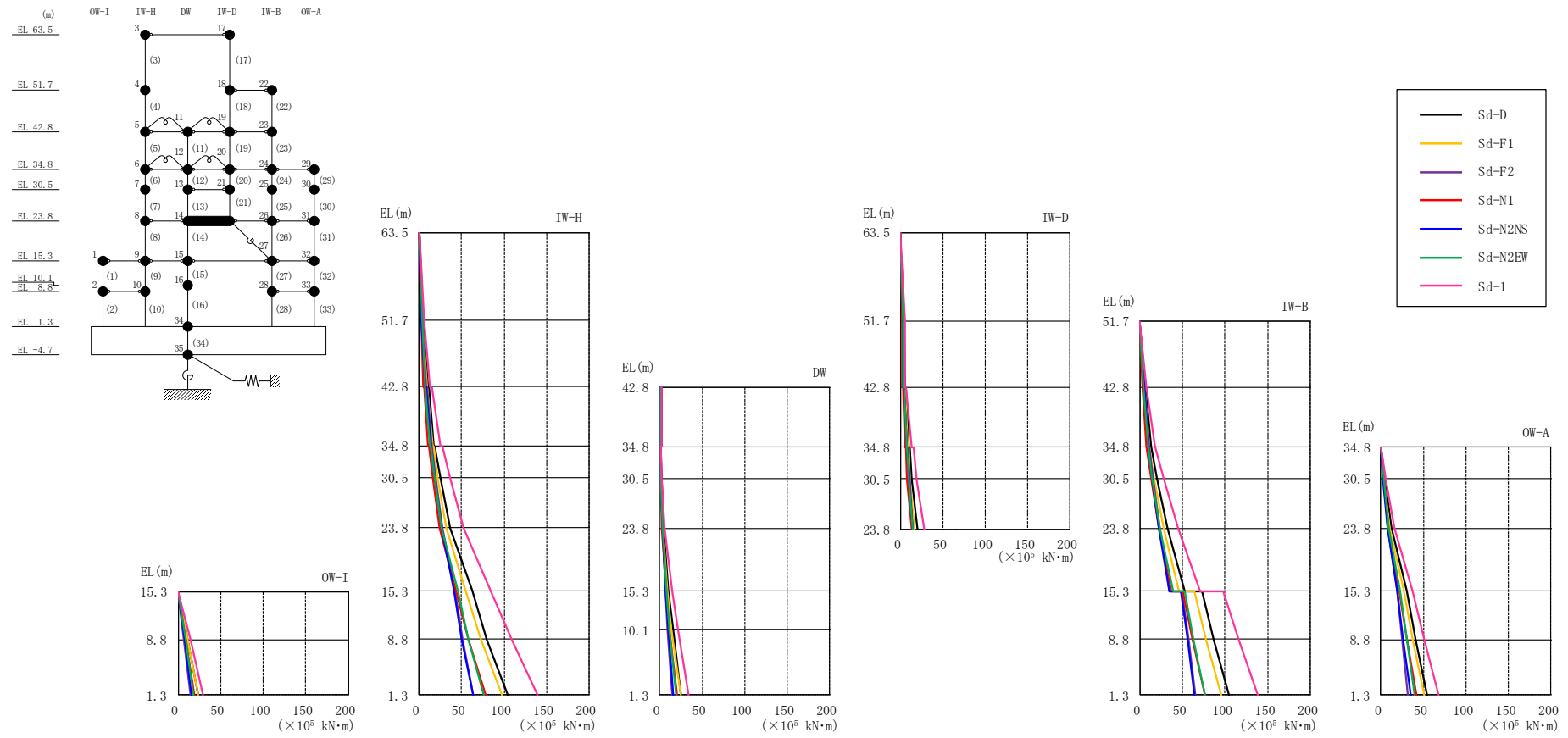


図 4-26 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-24(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)								
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値	
OW-I	15.3~8.8	1	0.00 11.3	0.00 11.3	0.00 7.05	0.00 9.09	0.00 7.44	0.00 8.39	0.00 14.0	— 14.0	
	8.8~1.3	2	11.3 23.2	11.3 23.5	7.05 14.6	9.09 19.0	7.44 15.3	8.39 17.4	14.0 29.4	14.0 29.4	
IW-H	63.5~51.7	3	0.00 4.94	0.00 4.05	0.00 3.89	0.00 2.27	0.00 3.05	0.00 3.13	0.00 5.61	— 5.61	
	51.7~42.8	4	4.94 10.8	4.05 8.94	3.89 8.60	2.27 5.27	3.05 7.01	3.13 6.87	5.61 13.1	5.61 13.1	
	42.8~34.8	5	11.6 17.7	9.69 15.6	9.24 14.5	5.93 10.6	7.80 13.5	7.60 13.0	14.7 25.6	14.7 25.6	
	34.8~30.5	6	18.7 25.1	16.7 22.0	15.4 19.7	11.5 15.9	14.4 18.7	13.9 18.3	27.4 36.3	27.4 36.3	
	30.5~23.8	7	25.1 36.9	22.0 32.0	19.7 27.2	15.9 24.2	18.7 26.2	18.3 26.7	36.3 52.0	36.3 52.0	
	23.8~15.3	8	36.9 62.0	32.0 54.8	27.2 41.9	24.2 43.2	26.2 40.8	26.7 45.0	52.0 84.6	52.0 84.6	
	15.3~8.8	9	62.0 80.1	54.8 72.5	41.9 51.3	43.2 57.8	40.8 50.3	45.0 58.4	84.6 109	84.6 109	
	8.8~1.3	10	80.1 104	72.5 97.2	51.3 63.2	57.8 77.9	50.3 63.5	58.4 76.6	109 139	109 139	
	DW	42.8~34.8	11	2.07 2.16	1.75 1.75	1.47 1.88	1.43 1.06	1.42 1.66	1.52 1.55	2.87 2.71	2.87 2.71
		34.8~30.5	12	1.48 1.83	0.965 0.896	1.31 1.52	0.866 0.729	0.945 0.943	1.25 1.44	1.61 1.88	1.61 1.88
30.5~23.8		13	1.83 4.61	0.896 3.91	1.52 3.54	0.729 2.90	0.943 3.44	1.44 3.37	1.88 6.13	1.88 6.13	
23.8~15.3		14	4.61 10.7	3.91 9.28	3.54 7.06	2.90 7.56	3.44 6.89	3.37 7.93	6.13 15.1	6.13 15.1	
15.3~10.1		15	10.7 15.8	9.28 14.0	7.06 9.74	7.56 11.5	6.89 10.1	7.93 11.7	15.1 21.3	15.1 21.3	
10.1~1.3		16	15.8 25.5	14.0 25.0	9.74 15.4	11.5 20.2	10.1 16.3	11.7 19.0	21.3 33.9	21.3 33.9	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

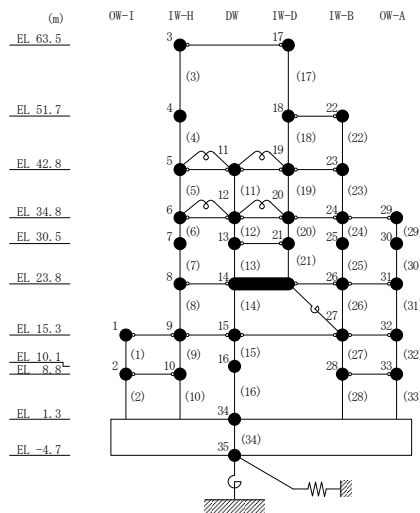


表 4-24(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
IW-D	63.5~51.7	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			4.70	3.92	3.53	2.11	2.62	2.83	4.80	4.80	
	51.7~42.8	18	4.70	3.92	3.53	2.11	2.62	2.83	4.80	4.80	
			5.37	4.46	4.11	2.45	3.12	3.27	5.72	5.72	
	42.8~34.8	19	5.96	5.03	4.60	2.97	3.75	3.79	6.98	6.98	
9.67			8.63	7.84	5.83	7.27	7.07	13.7	13.7		
34.8~30.5	20	10.5	9.51	8.55	6.54	7.97	7.81	15.2	15.2		
		13.1	11.6	10.5	8.16	9.79	9.61	18.8	18.8		
30.5~23.8	21	13.1	11.6	10.5	8.16	9.79	9.61	18.8	18.8		
		19.7	17.1	14.5	12.9	13.9	14.2	27.5	27.5		
IW-B	51.7~42.8	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			6.57	5.41	5.58	3.55	4.89	4.56	8.11	8.11	
	42.8~34.8	23	6.57	5.41	5.58	3.55	4.89	4.56	8.11	8.11	
			12.9	11.1	10.6	8.01	10.0	9.54	17.9	17.9	
	34.8~30.5	24	12.9	11.1	10.6	8.01	10.0	9.54	17.9	17.9	
			20.0	17.1	15.2	13.0	14.7	14.6	27.6	27.6	
	30.5~23.8	25	20.0	17.1	15.2	13.0	14.7	14.6	27.6	27.6	
			32.8	28.1	23.3	22.0	22.8	23.9	44.4	44.4	
23.8~15.3	26	32.8	28.1	23.3	22.0	22.8	23.9	44.4	44.4		
		52.9	46.4	35.0	37.3	34.5	38.7	70.3	70.3		
15.3~8.8	27	72.5	63.5	49.5	50.2	48.3	52.8	97.8	97.8		
		86.4	77.0	56.9	61.4	55.7	63.0	116	116		
8.8~1.3	28	86.4	77.0	56.9	61.4	55.7	63.0	116	116		
		104	95.1	65.4	76.1	64.5	76.3	139	139		
OW-A	34.8~30.5	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
			4.64	3.95	3.13	3.22	3.06	3.43	5.89	5.89	
	30.5~23.8	30	4.64	3.95	3.13	3.22	3.06	3.43	5.89	5.89	
			12.6	10.8	8.37	8.81	8.17	9.33	15.8	15.8	
	23.8~15.3	31	12.6	10.8	8.37	8.81	8.17	9.33	15.8	15.8	
30.5			27.0	18.9	22.3	19.5	22.7	37.2	37.2		
15.3~8.8	32	30.5	27.0	18.9	22.3	19.5	22.7	37.2	37.2		
		41.1	37.3	24.6	30.7	26.4	30.5	51.0	51.0		
8.8~1.3	33	41.1	37.3	24.6	30.7	26.4	30.5	51.0	51.0		
		54.1	51.0	32.0	41.7	35.0	40.2	68.2	68.2		

注: ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

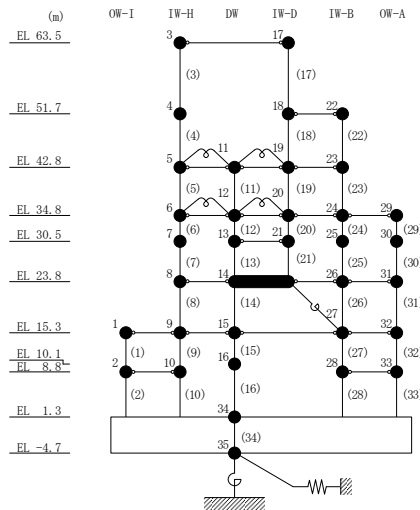
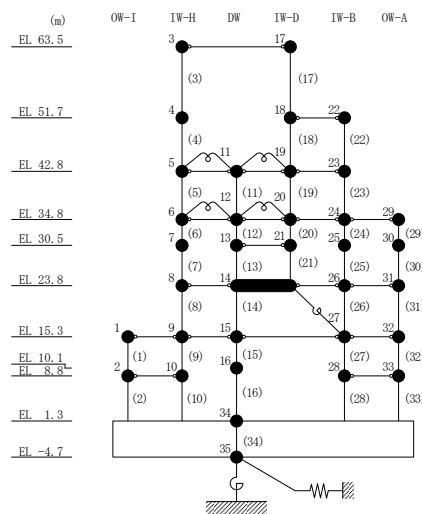


表 4-25 最大応答せん断ひずみ一覧 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
OW-I	15.3~8.8	1	0.14	0.14	0.09	0.11	0.09	0.10	0.19	0.19	
	8.8~1.3	2	0.13	0.13	0.08	0.10	0.08	0.10	0.16	0.16	
IW-H	63.5~51.7	3	0.14	0.11	0.11	0.06	0.08	0.09	0.15	0.15	
	51.7~42.8	4	0.14	0.12	0.11	0.07	0.10	0.09	0.18	0.18	
	42.8~34.8	5	0.11	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.16	0.16	
	34.8~30.5	6	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	0.09	0.16	0.16	
	30.5~23.8	7	0.15	0.13	0.10	0.11	0.10	0.11	0.20	0.20	
	23.8~15.3	8	0.16	0.15	0.10	0.12	0.11	0.12	0.24	0.24	
	15.3~8.8	9	0.13	0.13	0.08	0.11	0.09	0.10	0.17	0.17	
DW	8.8~1.3	10	0.12	0.13	0.08	0.10	0.08	0.09	0.16	0.16	
	42.8~34.8	11	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.08	0.08	
	34.8~30.5	12	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	
	30.5~23.8	13	0.11	0.09	0.06	0.08	0.07	0.08	0.13	0.13	
	23.8~15.3	14	0.11	0.10	0.06	0.08	0.07	0.08	0.16	0.16	
	15.3~10.1	15	0.15	0.14	0.09	0.11	0.10	0.11	0.18	0.18	
IW-D	10.1~1.3	16	0.09	0.09	0.06	0.07	0.06	0.07	0.11	0.11	
	63.5~51.7	17	0.14	0.11	0.10	0.06	0.08	0.08	0.14	0.14	
	42.8~34.8	19	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.14	0.14	
	34.8~30.5	20	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.11	0.11	
IW-B	30.5~23.8	21	0.16	0.14	0.10	0.12	0.11	0.13	0.21	0.21	
	51.7~42.8	22	0.15	0.12	0.13	0.08	0.11	0.10	0.24	0.24	
	42.8~34.8	23	0.12	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09	0.17	0.17	
	34.8~30.5	24	0.13	0.11	0.09	0.09	0.09	0.10	0.18	0.18	
	30.5~23.8	25	0.15	0.13	0.10	0.11	0.10	0.11	0.20	0.20	
	23.8~15.3	26	0.17	0.15	0.10	0.12	0.11	0.12	0.24	0.24	
	15.3~8.8	27	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.09	0.16	0.16	
OW-A	8.8~1.3	28	0.13	0.14	0.08	0.11	0.09	0.10	0.17	0.17	
	34.8~30.5	29	0.14	0.12	0.10	0.10	0.09	0.11	0.21	0.21	
	30.5~23.8	30	0.14	0.12	0.10	0.10	0.09	0.11	0.19	0.19	
	23.8~15.3	31	0.16	0.15	0.10	0.12	0.11	0.12	0.24	0.24	
	15.3~8.8	32	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.09	0.16	0.16	
OW-A	8.8~1.3	33	0.13	0.14	0.08	0.11	0.09	0.10	0.17	0.17	
	8.8~1.3	34	0.13	0.14	0.08	0.11	0.09	0.10	0.17	0.17	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



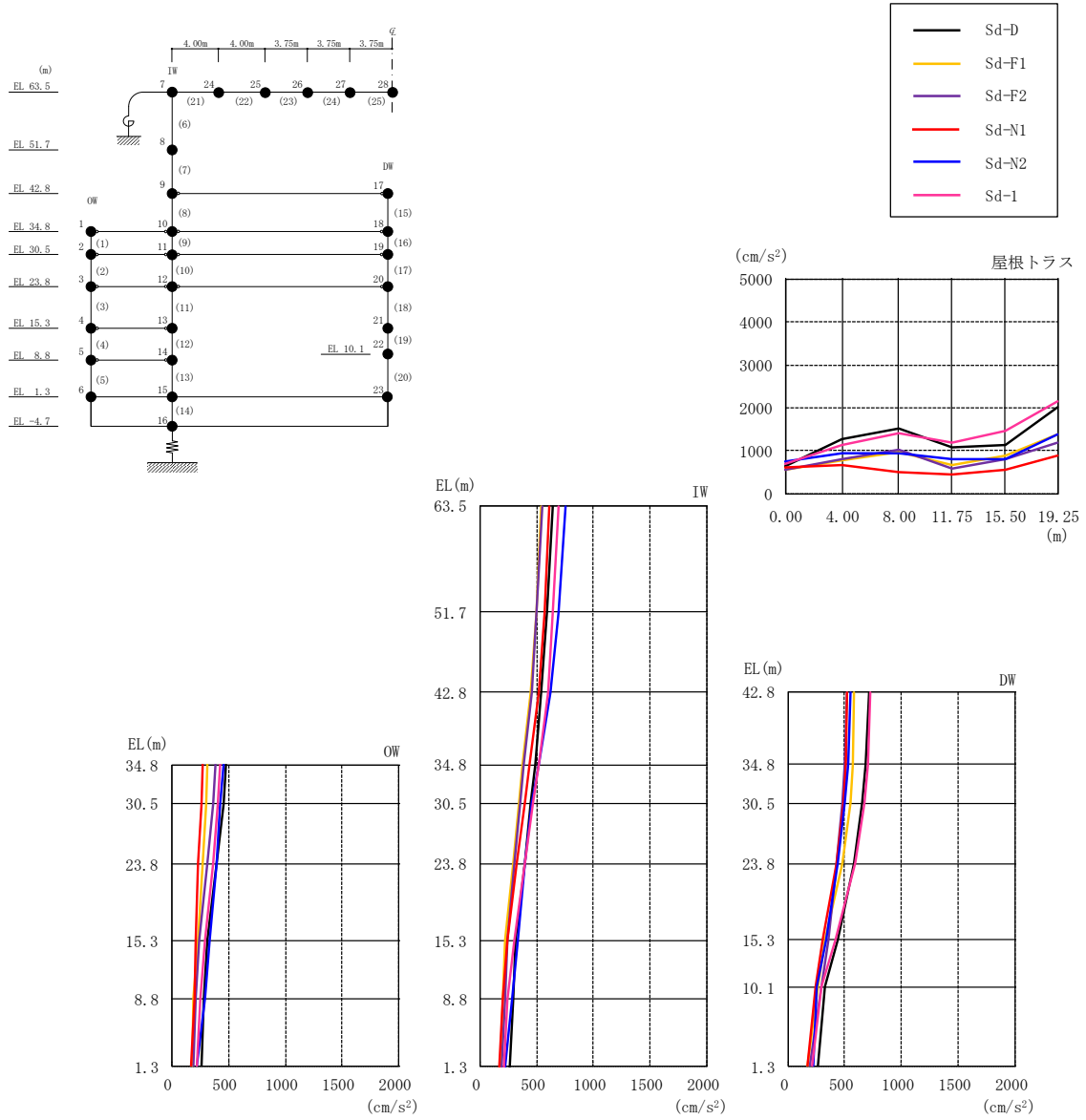


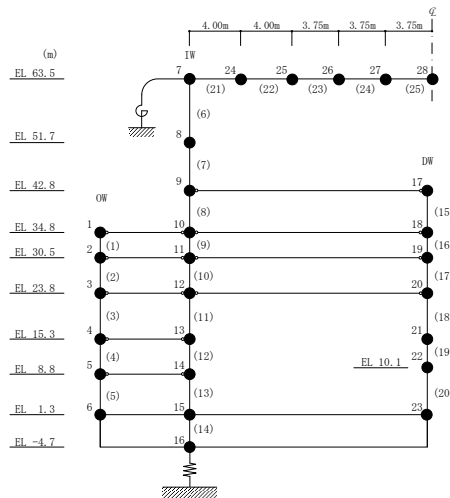
図 4-27 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

表 4-26 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	最大値
OW	34.8	1	480	313	380	271	460	426	480
	30.5	2	452	299	360	261	428	406	452
	23.8	3	393	268	311	235	393	360	393
	15.3	4	315	225	236	206	331	295	331
	8.8	5	284	192	207	194	286	248	286
	1.3	6	261	176	190	170	224	215	261
IW	63.5	7	636	544	547	613	750	694	750
	51.7	8	590	501	501	568	694	646	694
	42.8	9	537	449	454	516	622	597	622
	34.8	10	484	374	389	441	515	519	519
	30.5	11	451	343	354	397	460	471	471
	23.8	12	392	289	298	326	394	393	394
	15.3	13	316	225	243	241	331	298	331
	8.8	14	291	199	219	200	278	242	291
DW	42.8	17	718	582	518	527	555	727	727
	34.8	18	691	575	501	512	535	710	710
	30.5	19	657	552	476	488	506	679	679
	23.8	20	589	479	426	428	445	595	595
	15.3	21	442	330	355	308	336	422	442
	10.1	22	323	262	293	243	260	302	323
	1.3	23	261	176	190	170	224	215	261
屋根 トラス	0.00	7	636	544	547	613	750	694	750
	4.00	24	1277	770	803	670	952	1144	1277
	8.00	25	1524	969	1014	487	931	1410	1524
	11.75	26	1082	652	571	441	802	1192	1192
	15.50	27	1133	899	796	556	799	1459	1459
	19.25	28	2003	1383	1177	873	1391	2161	2161

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは I W 軸からの距離を示す。



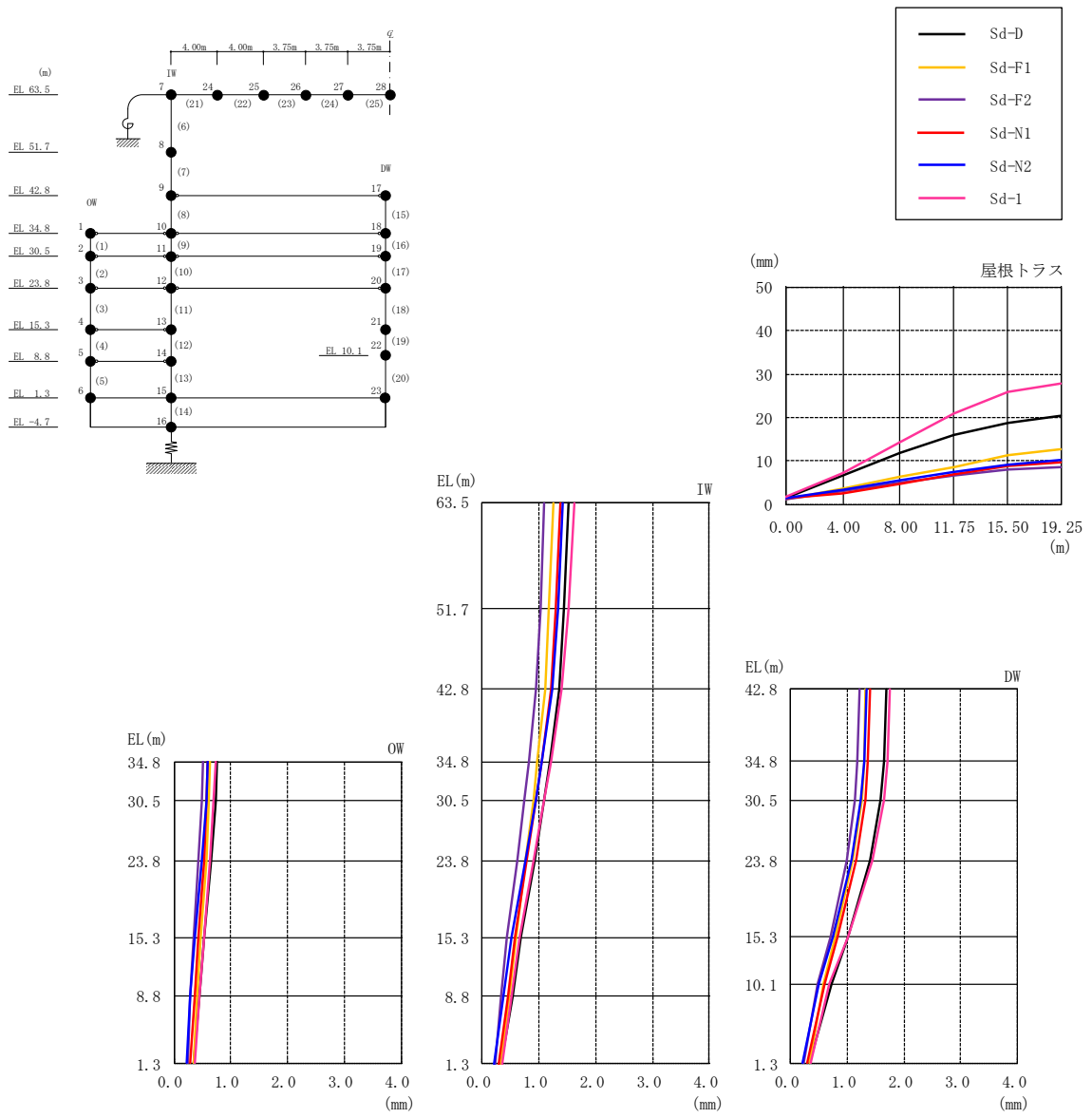


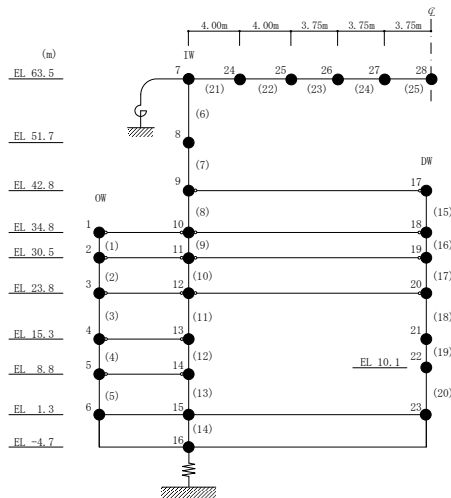
図 4-28 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)

表 4-27 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	最大値
OW	34.8	1	0.75	0.64	0.50	0.59	0.60	0.73	0.75
	30.5	2	0.73	0.62	0.48	0.58	0.57	0.70	0.73
	23.8	3	0.66	0.56	0.43	0.53	0.50	0.64	0.66
	15.3	4	0.54	0.47	0.34	0.43	0.37	0.53	0.54
	8.8	5	0.46	0.41	0.28	0.37	0.29	0.46	0.46
	1.3	6	0.34	0.34	0.24	0.29	0.21	0.36	0.36
IW	63.5	7	1.51	1.25	1.09	1.38	1.43	1.63	1.63
	51.7	8	1.44	1.18	1.02	1.30	1.34	1.52	1.52
	42.8	9	1.36	1.10	0.94	1.20	1.23	1.40	1.40
	34.8	10	1.20	0.98	0.81	1.05	1.05	1.22	1.22
	30.5	11	1.10	0.90	0.74	0.95	0.94	1.10	1.10
	23.8	12	0.92	0.76	0.61	0.79	0.76	0.90	0.92
	15.3	13	0.69	0.59	0.44	0.58	0.52	0.66	0.69
	8.8	14	0.53	0.47	0.32	0.45	0.37	0.52	0.53
DW	42.8	17	1.69	1.33	1.21	1.40	1.35	1.76	1.76
	34.8	18	1.66	1.31	1.19	1.37	1.31	1.72	1.72
	30.5	19	1.59	1.25	1.14	1.31	1.24	1.64	1.64
	23.8	20	1.41	1.10	1.00	1.16	1.08	1.44	1.44
	15.3	21	1.02	0.79	0.71	0.84	0.75	1.01	1.02
	10.1	22	0.73	0.58	0.48	0.60	0.51	0.69	0.73
	1.3	23	0.34	0.34	0.24	0.29	0.21	0.36	0.36
屋根 トラス	0.00	7	1.51	1.25	1.09	1.38	1.43	1.63	1.63
	4.00	24	6.60	3.66	2.96	2.52	3.33	7.23	7.23
	8.00	25	12.02	6.27	5.02	4.77	5.42	14.23	14.23
	11.75	26	16.07	8.56	6.62	6.97	7.35	21.07	21.07
	15.50	27	18.79	11.29	7.98	8.91	9.04	25.90	25.90
	19.25	28	20.35	12.68	8.60	9.74	10.13	27.97	27.97

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは I W 軸からの距離を示す。





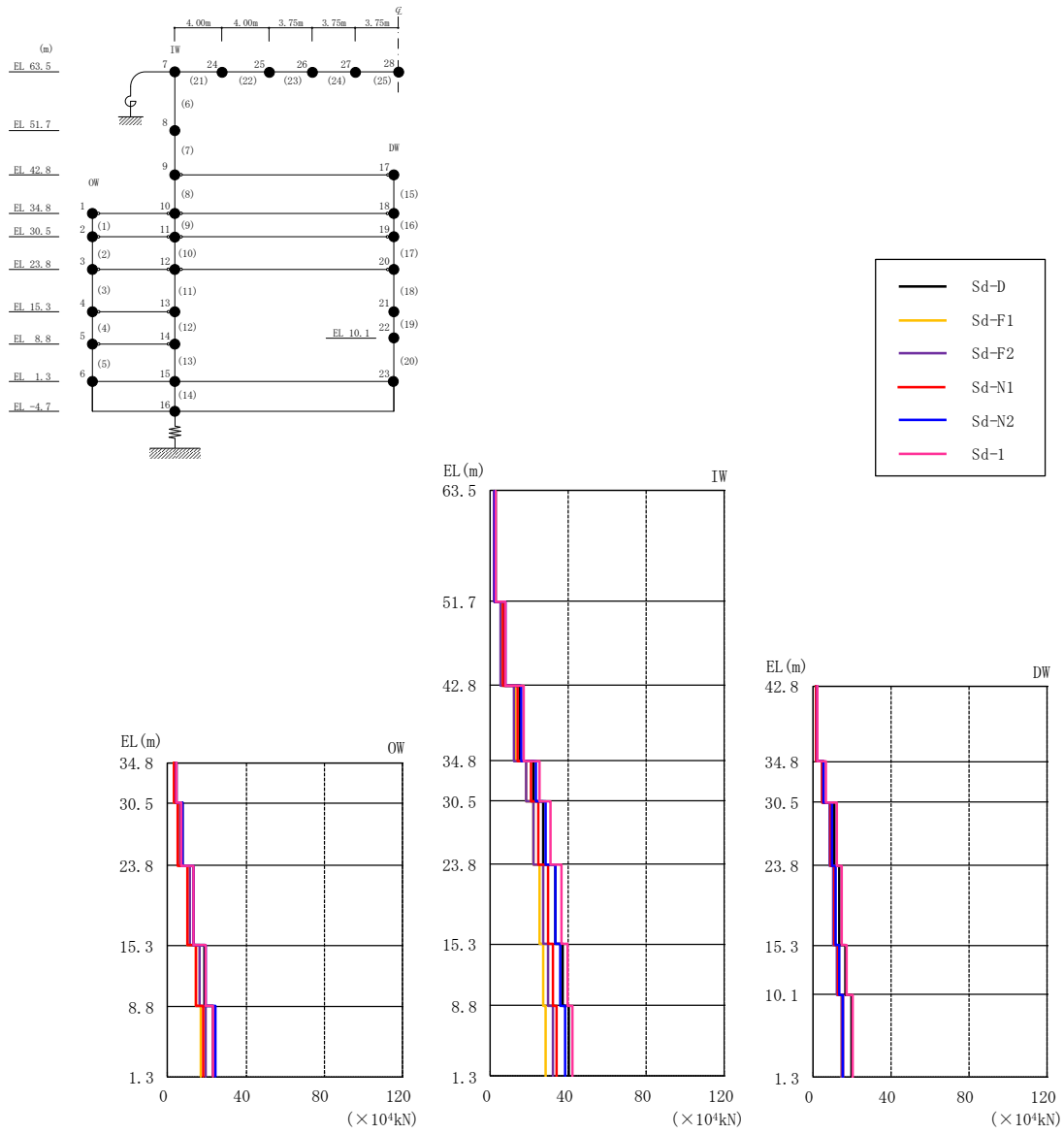
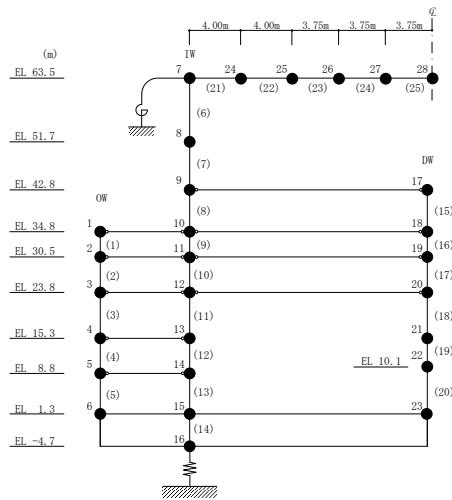


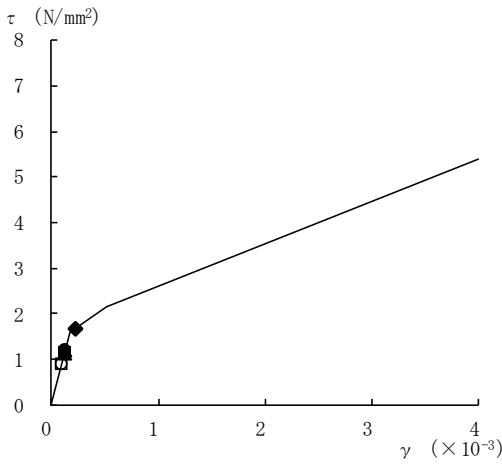
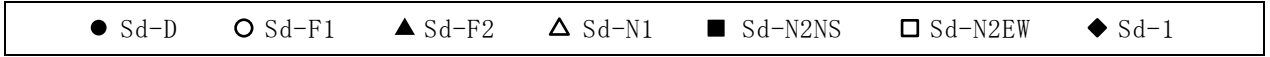
図 4-29 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

表 4-28 最大応答軸力一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

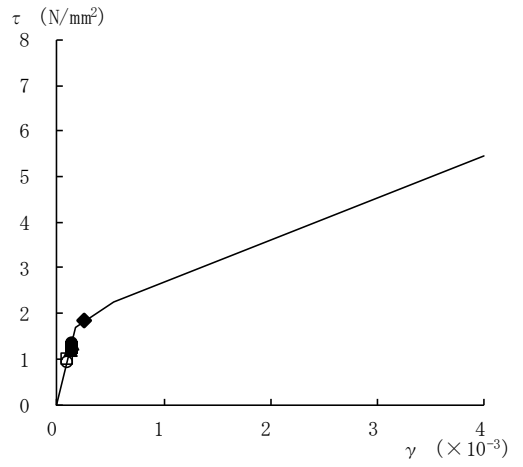
部位	EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>4</sup> kN)						
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	最大値
OW	34.8~30.5	1	4.56	3.32	3.98	3.18	4.52	4.29	4.56
	30.5~23.8	2	7.39	5.39	6.36	5.31	7.29	7.11	7.39
	23.8~15.3	3	13.4	9.81	11.3	10.0	13.4	13.3	13.4
	15.3~8.8	4	19.0	14.1	16.1	14.6	19.6	19.2	19.6
	8.8~1.3	5	23.3	16.9	19.6	18.0	24.2	23.3	24.2
IW	63.5~51.7	6	2.75	2.09	1.75	2.10	2.31	2.86	2.86
	51.7~42.8	7	6.80	5.69	5.40	6.22	7.38	7.55	7.55
	42.8~34.8	8	15.0	12.5	12.2	13.7	15.9	16.8	16.8
	34.8~30.5	9	22.2	18.4	18.4	20.6	23.6	25.3	25.3
	30.5~23.8	10	27.2	21.9	22.3	24.8	28.1	30.6	30.6
	23.8~15.3	11	33.4	25.4	26.9	29.4	33.0	36.6	36.6
	15.3~8.8	12	37.2	26.9	29.8	32.0	36.0	39.7	39.7
DW	42.8~34.8	15	2.18	1.82	1.87	2.01	2.35	2.46	2.46
	34.8~30.5	16	5.86	4.92	4.93	5.17	5.63	6.67	6.67
	30.5~23.8	17	11.3	9.31	8.99	9.41	9.87	12.5	12.5
	23.8~15.3	18	14.0	11.3	10.8	11.4	11.8	15.2	15.2
	15.3~10.1	19	16.7	13.1	12.6	13.3	13.6	17.8	17.8
	10.1~1.3	20	19.7	15.0	15.0	15.4	15.6	20.6	20.6

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

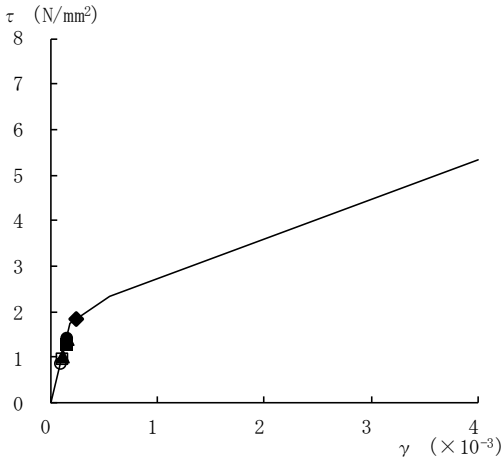




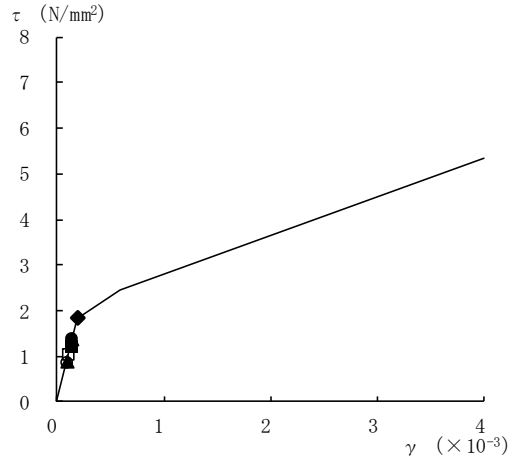
要素番号 (1)



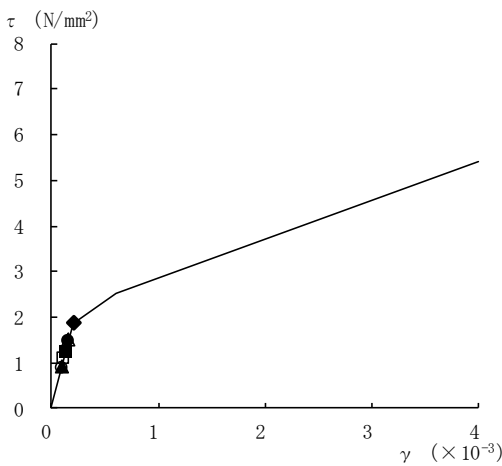
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

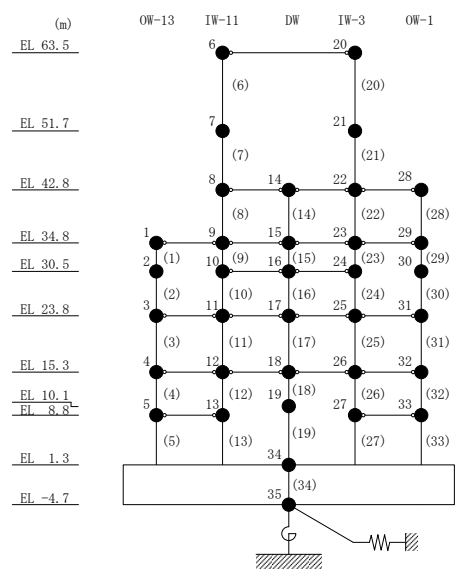
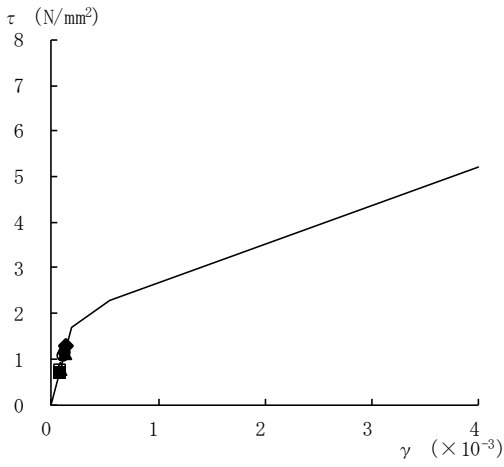
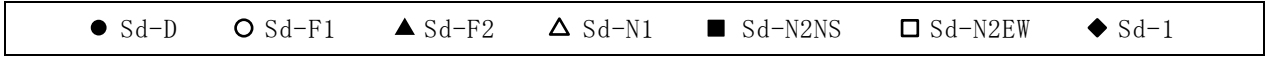
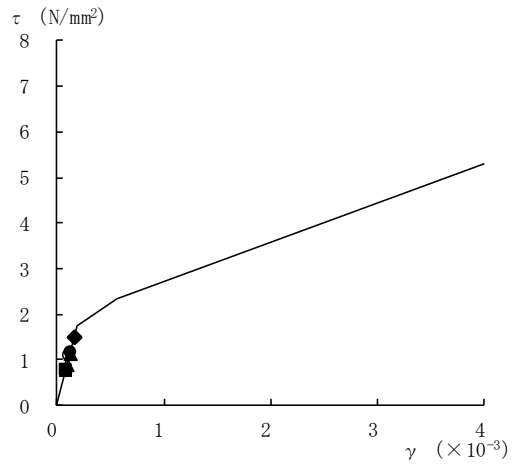


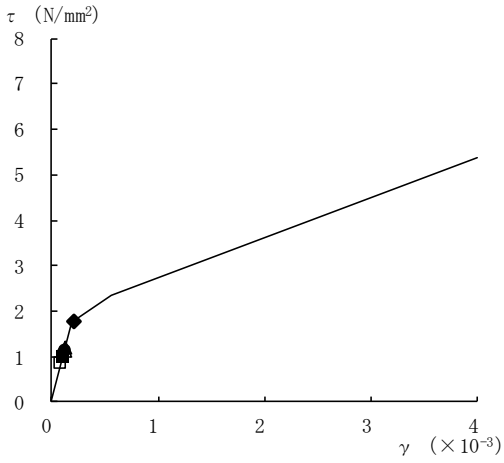
図 4-30(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



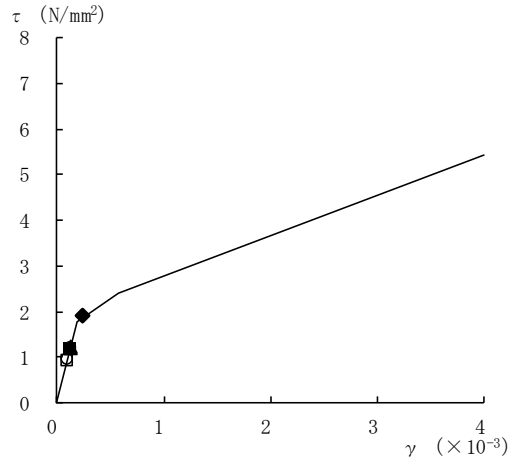
要素番号 (6)



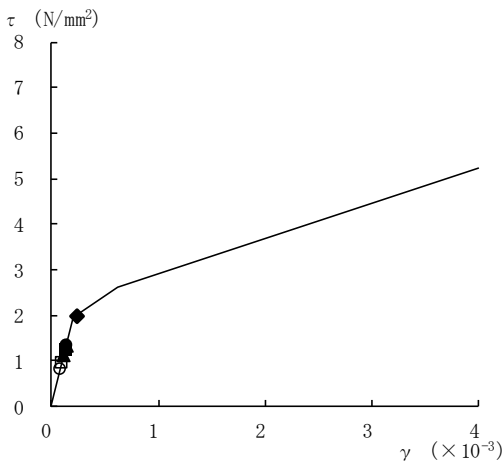
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

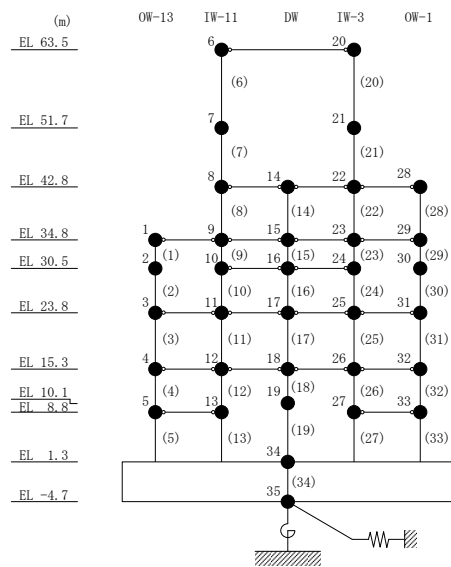
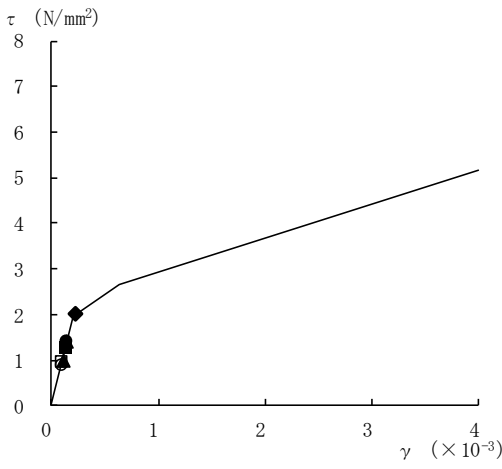
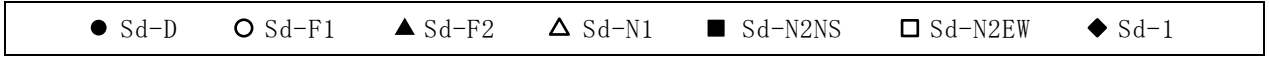
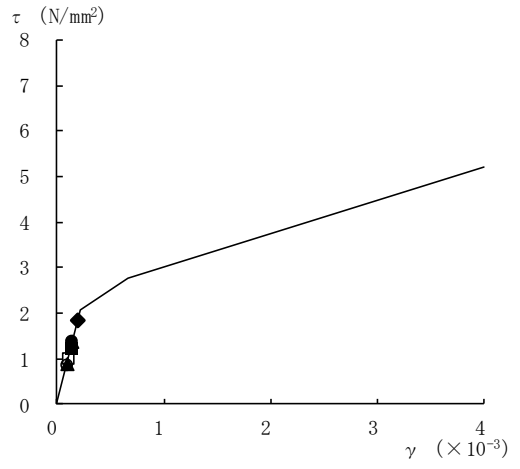


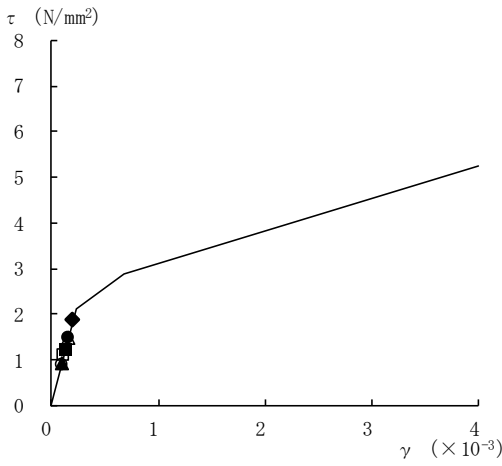
図 4-30(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



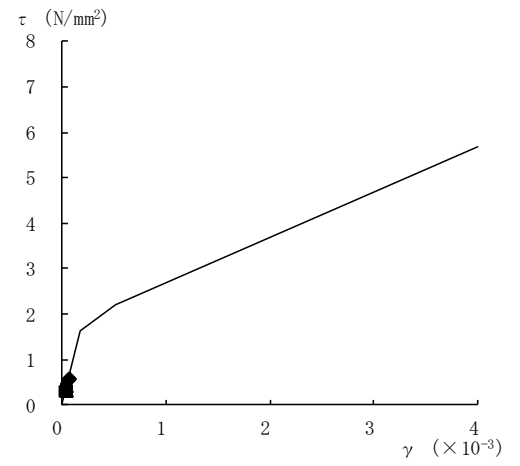
要素番号 (11)



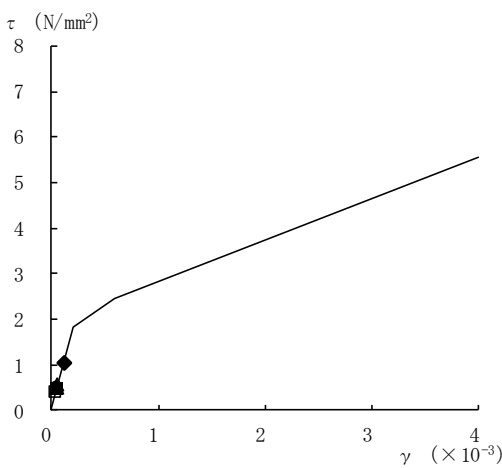
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

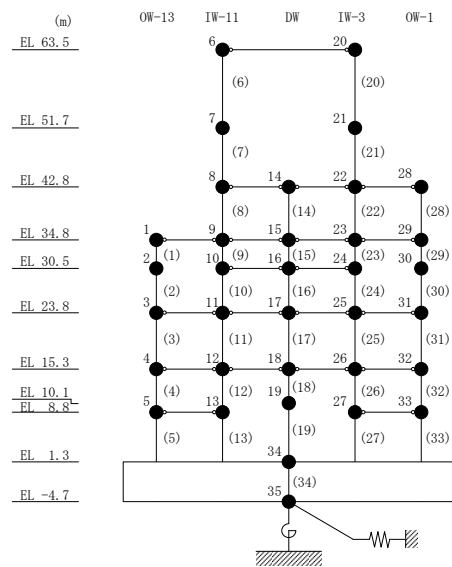
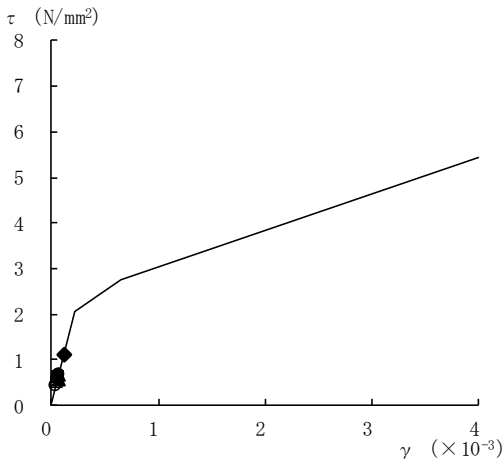
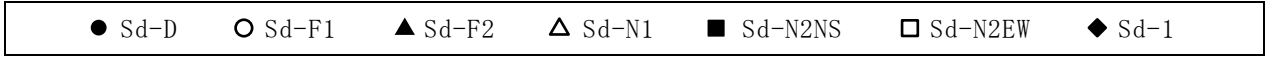
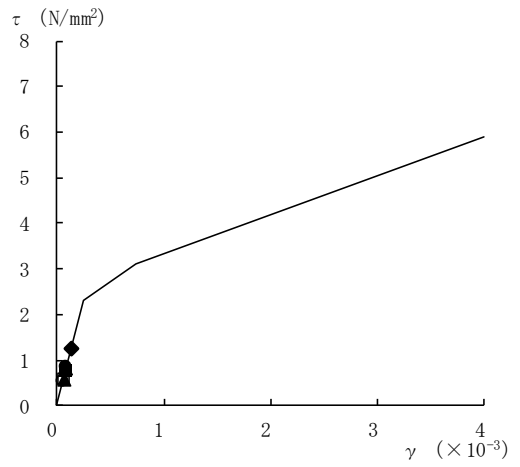


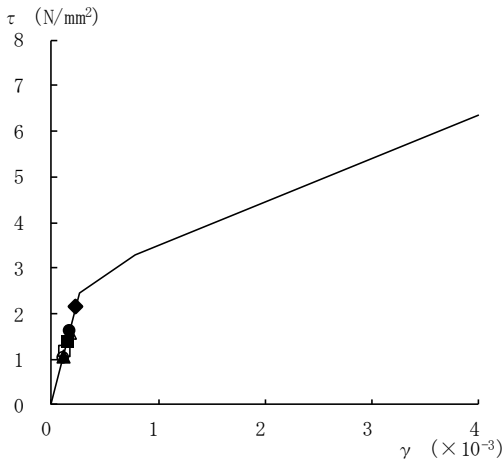
図 4-30(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



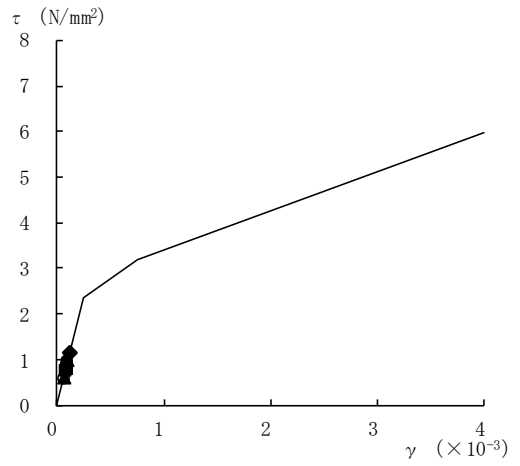
要素番号 (16)



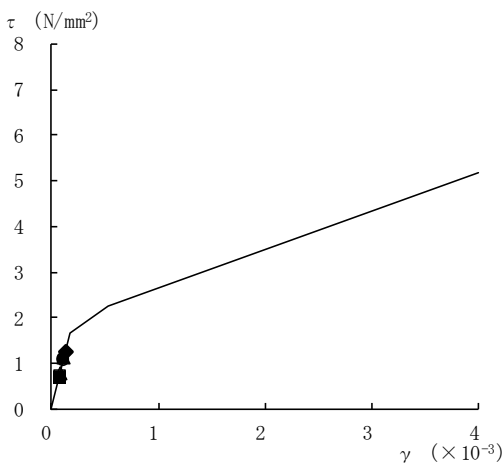
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

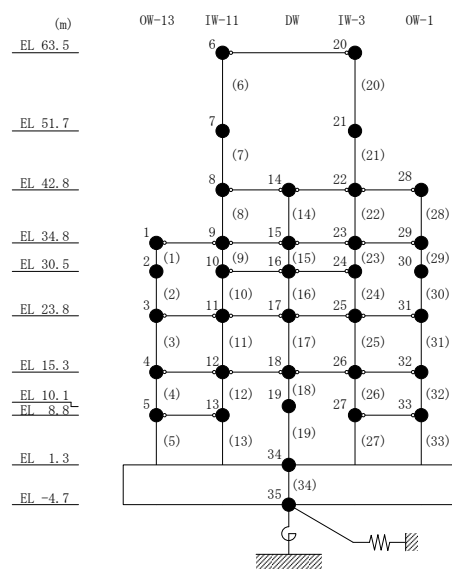
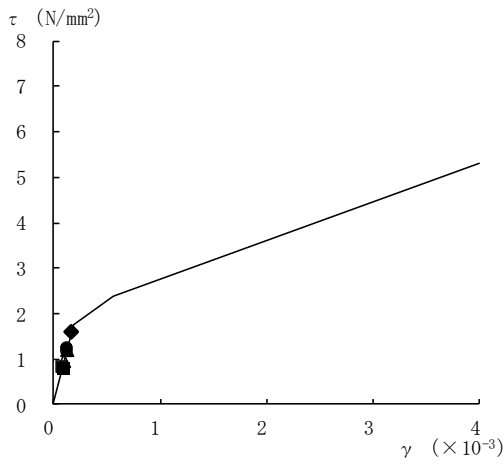
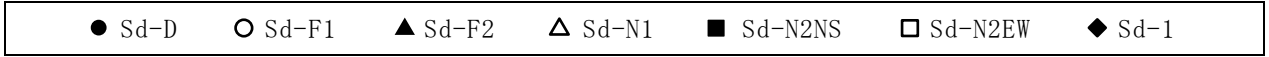
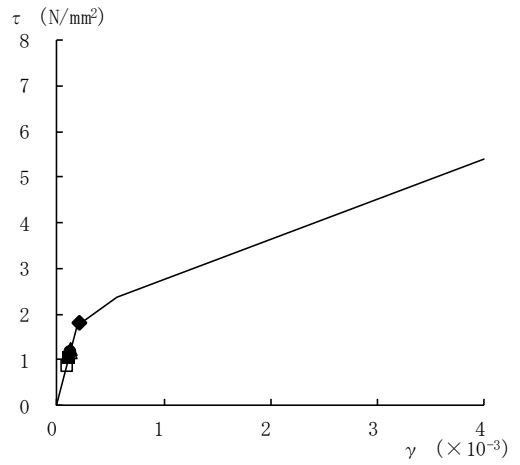


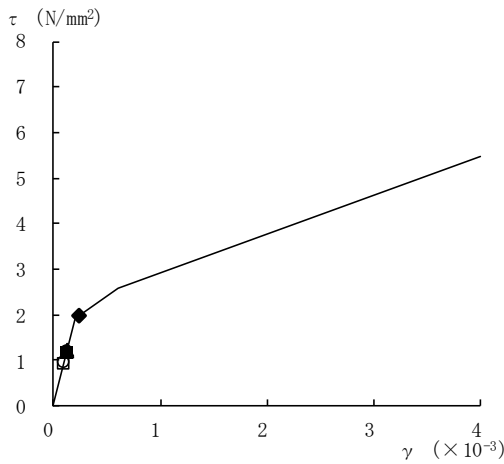
図 4-30(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



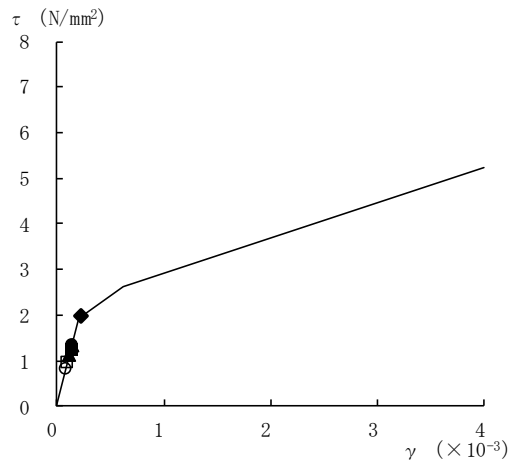
要素番号 (21)



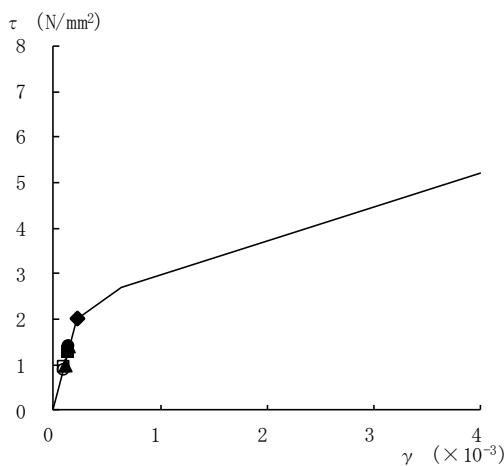
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

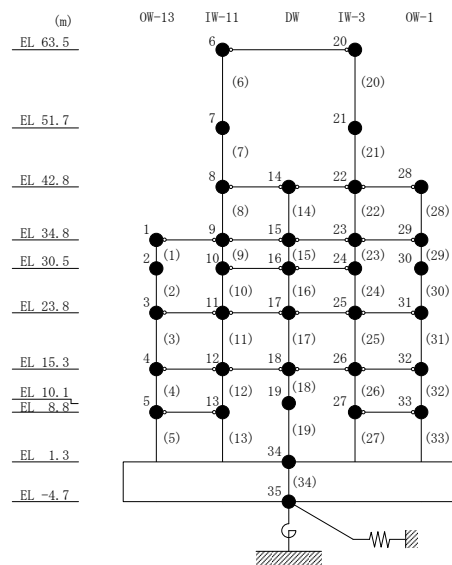
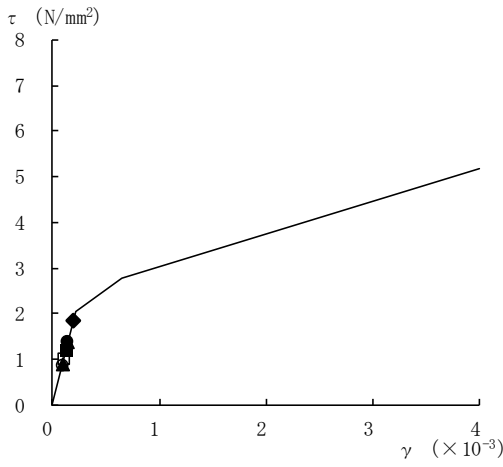
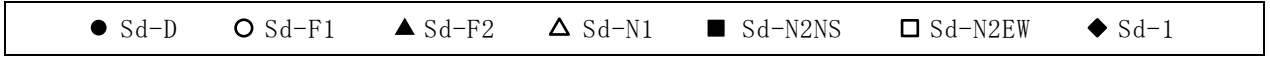
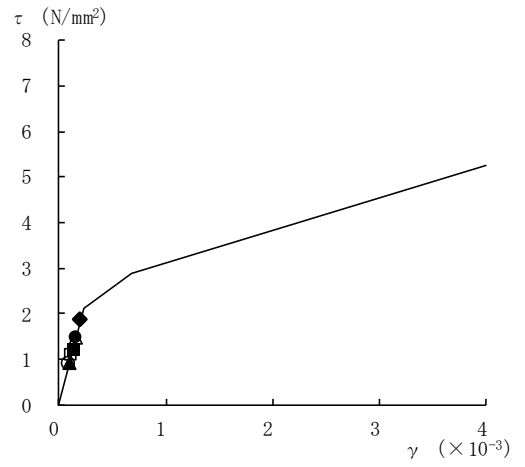


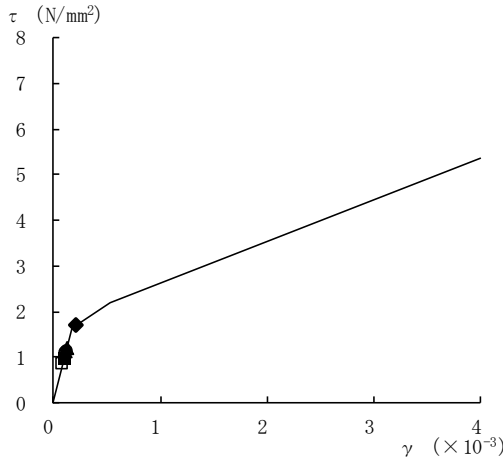
図 4-30(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



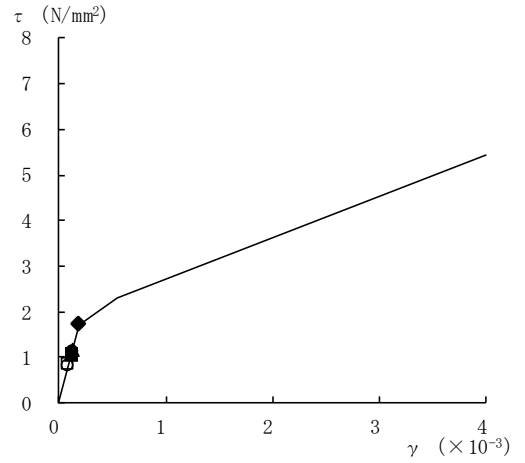
要素番号 (26)



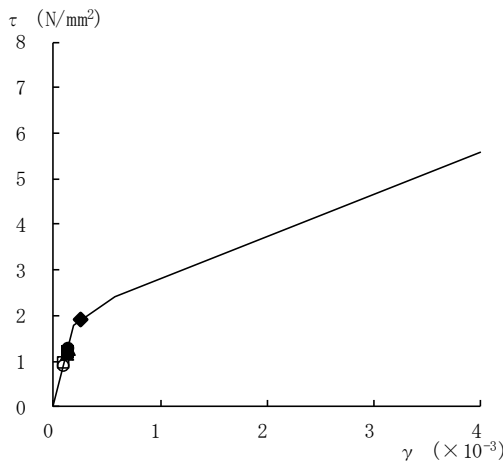
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

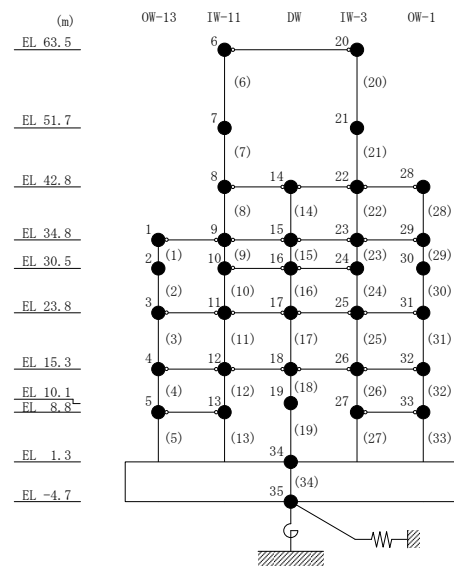
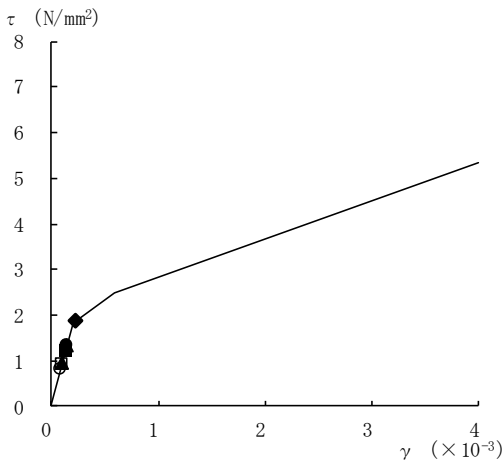
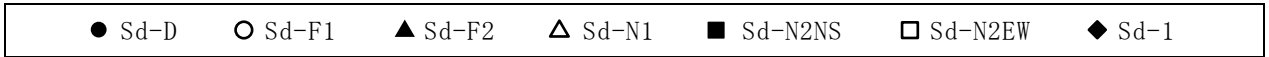
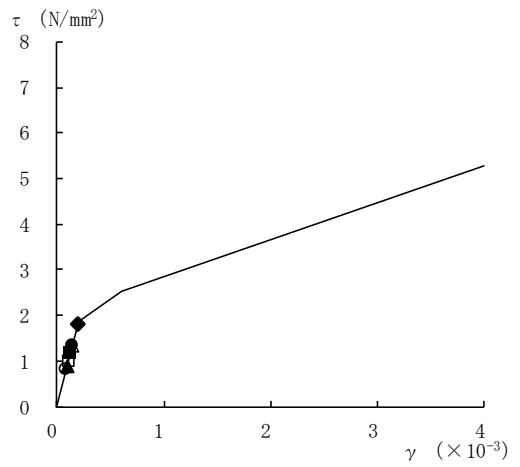


図 4-30(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

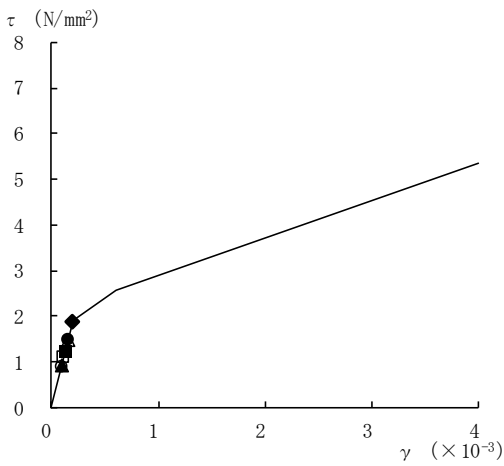




要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

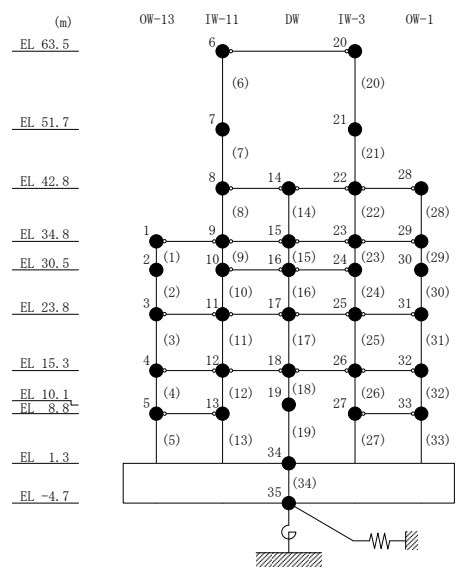
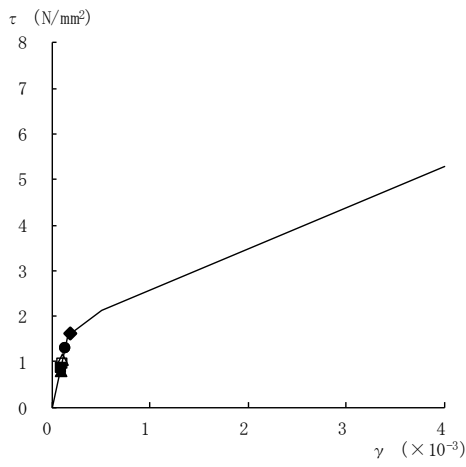
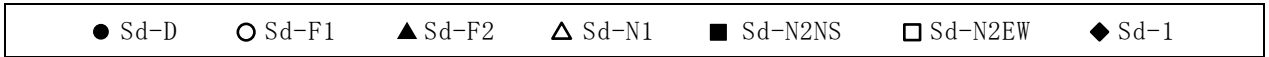
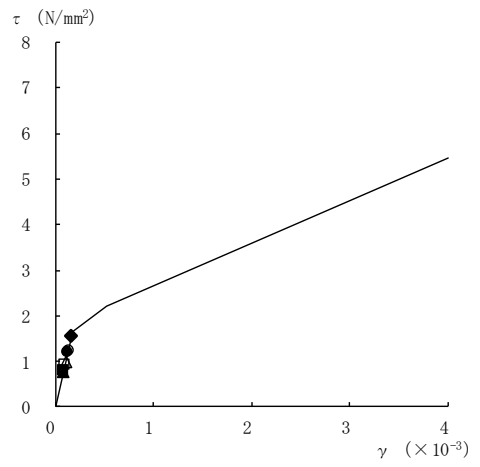


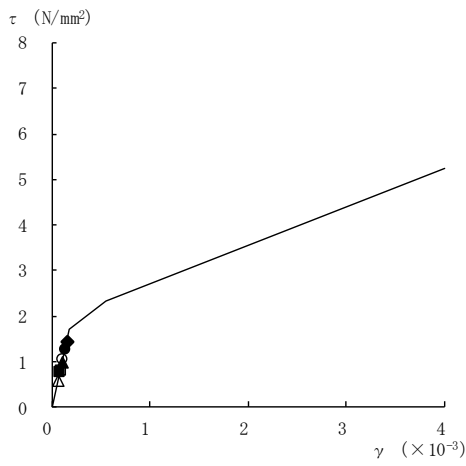
図 4-30(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



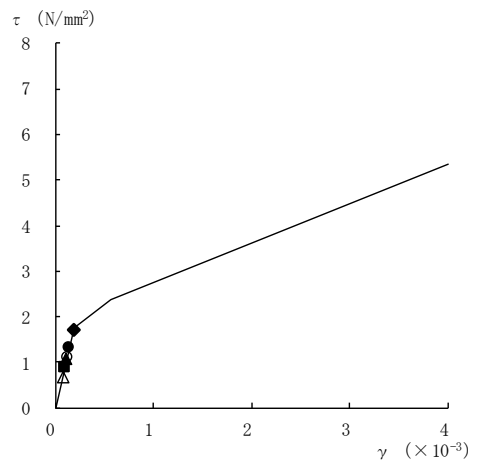
要素番号 (1)



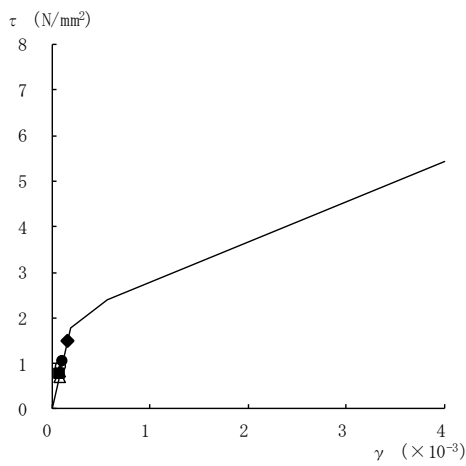
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

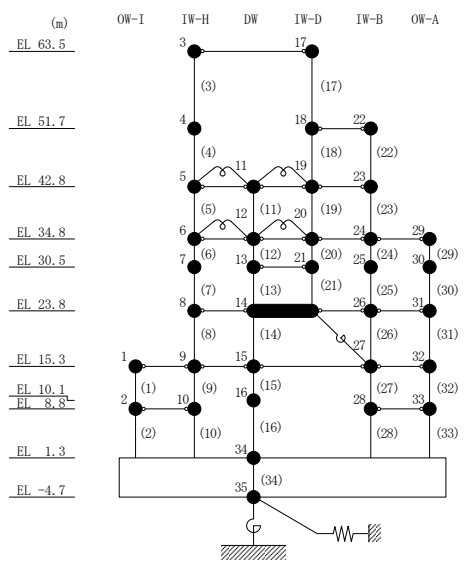
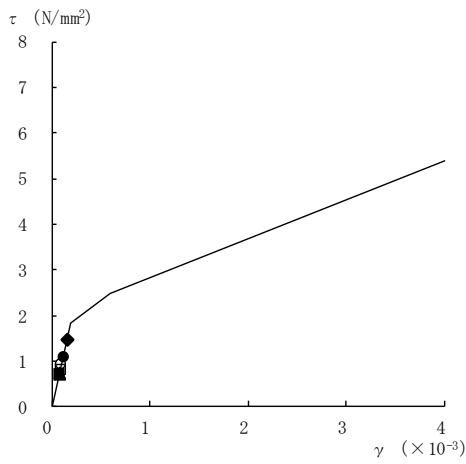
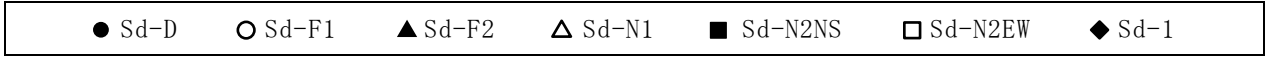
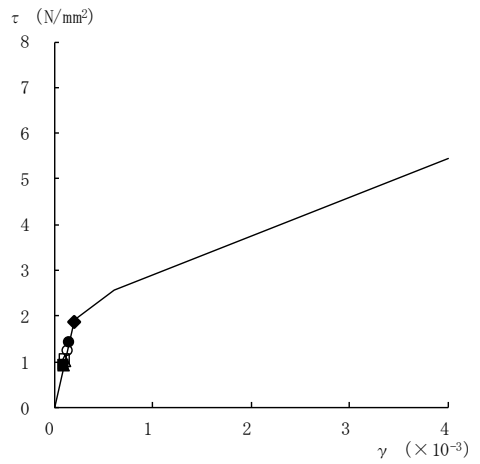


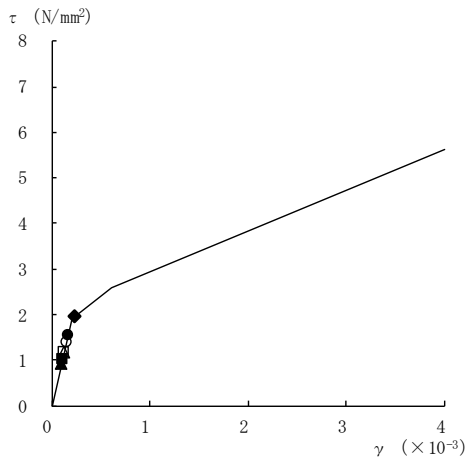
図 4-31(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



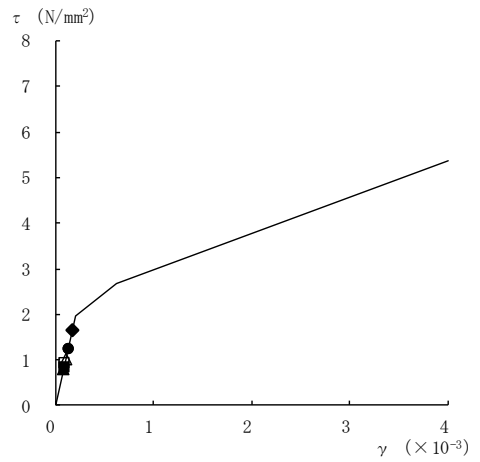
要素番号 (6)



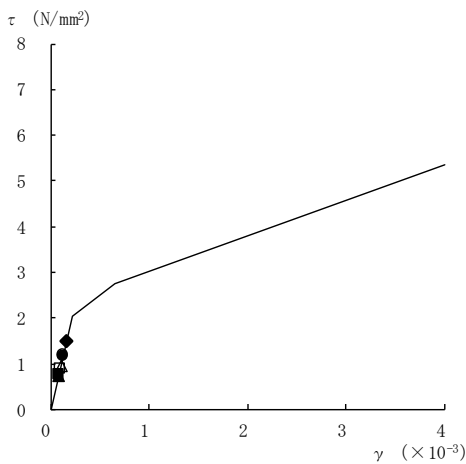
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

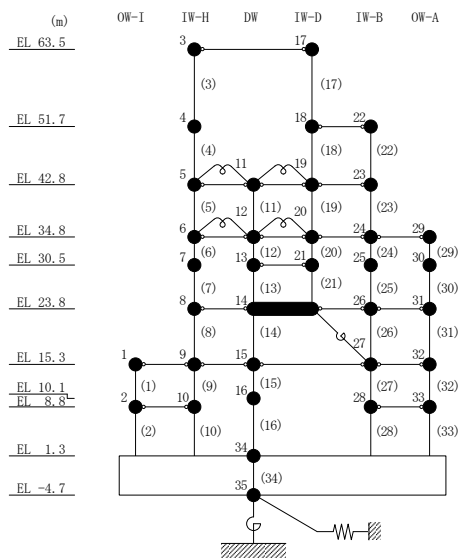
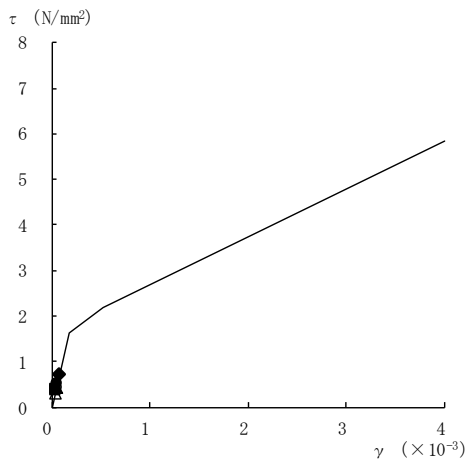
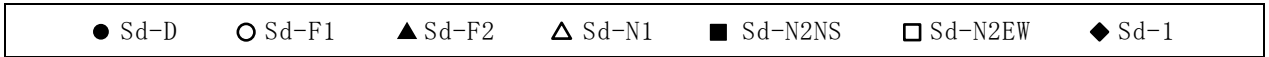
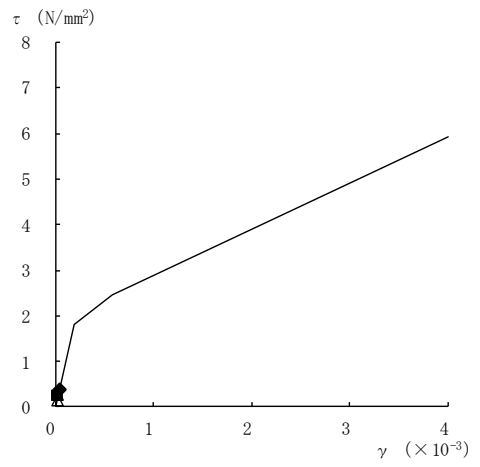


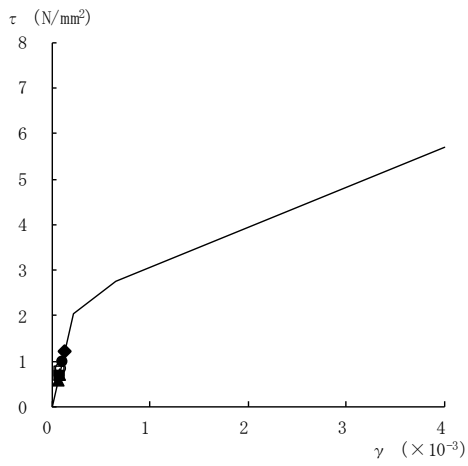
図 4-31(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



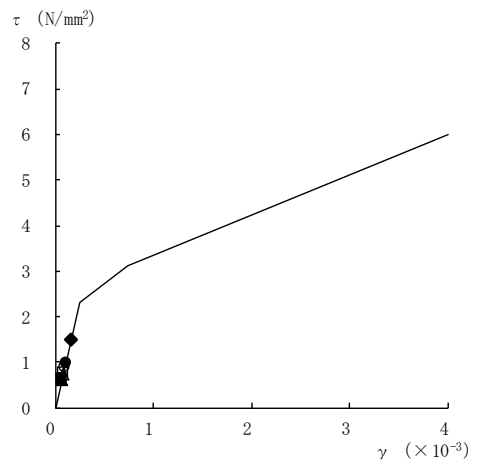
要素番号 (11)



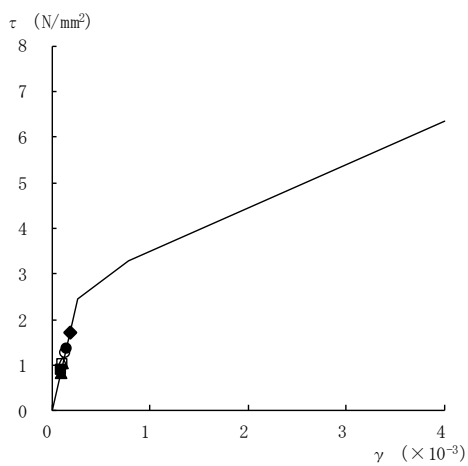
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

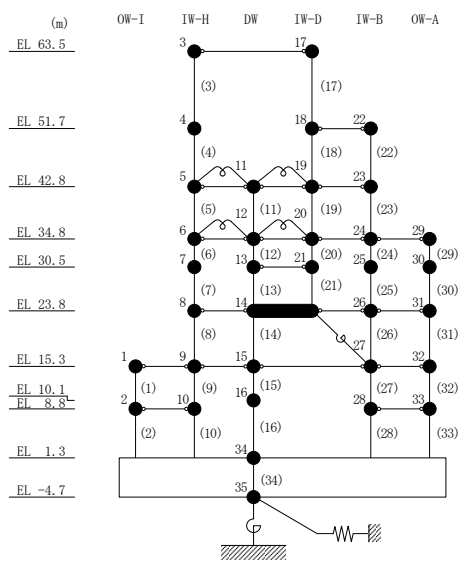
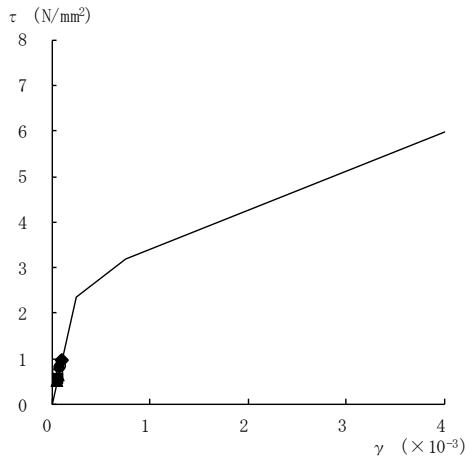
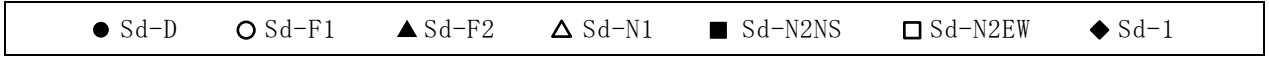
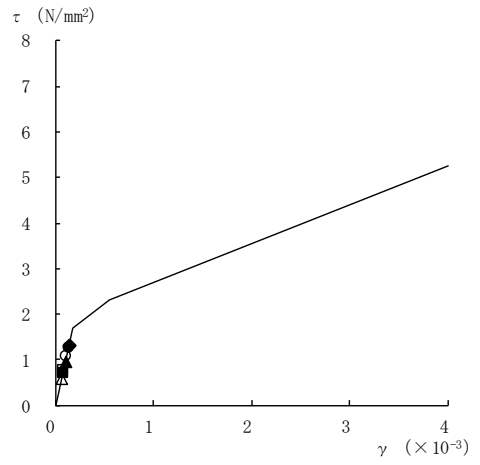


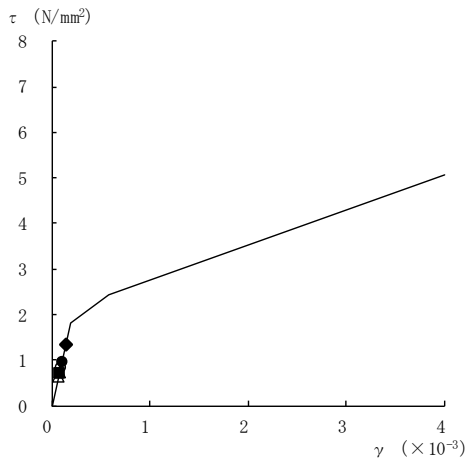
図 4-31(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



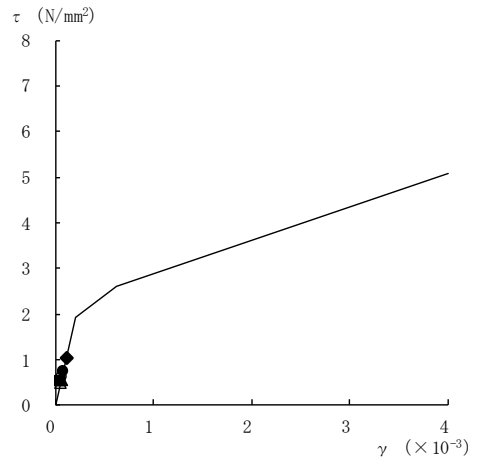
要素番号 (16)



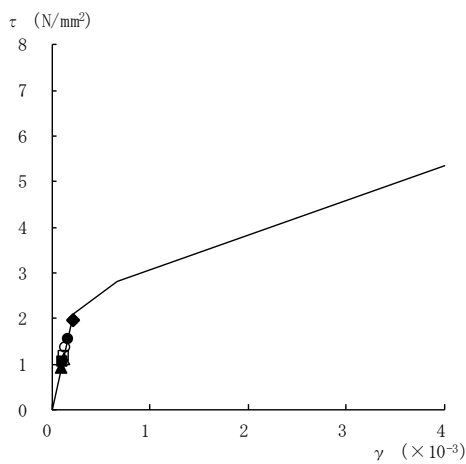
要素番号 (17)



要素番号 (19)



要素番号 (20)



要素番号 (21)

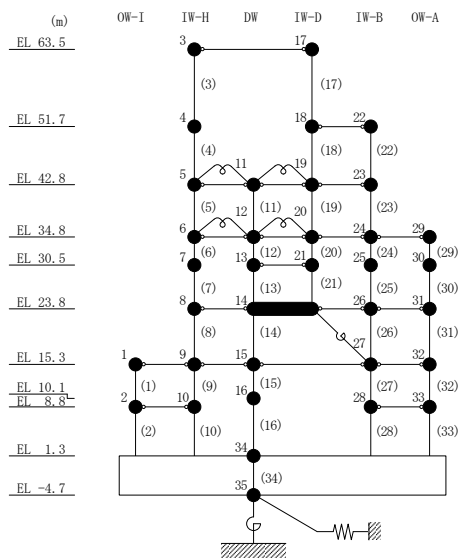
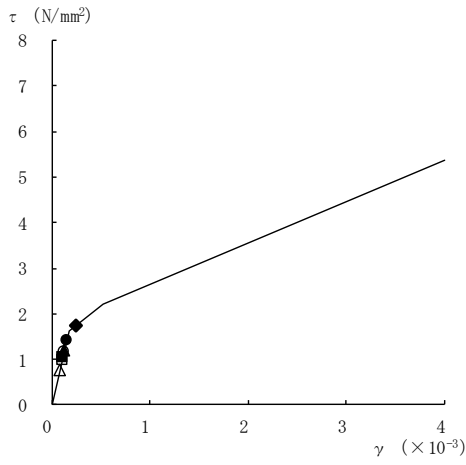
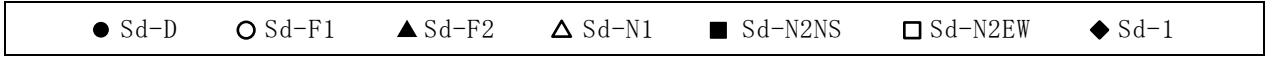
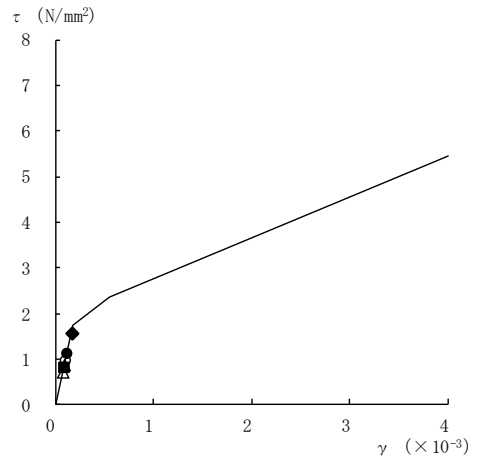


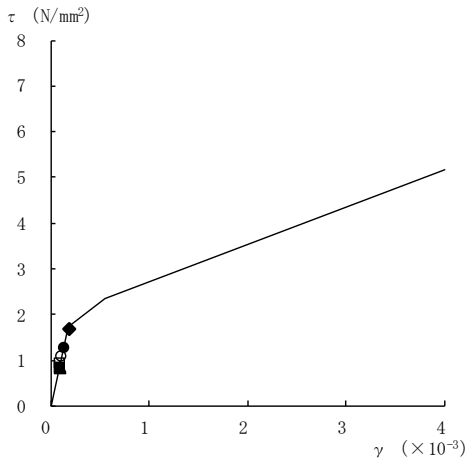
図 4-31(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



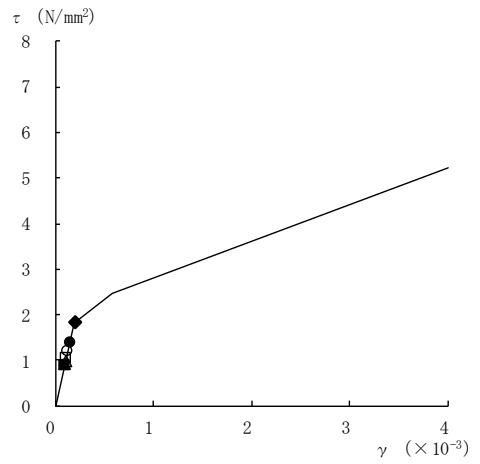
要素番号 (22)



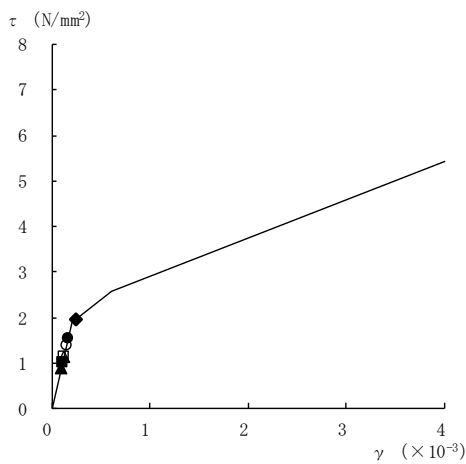
要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)

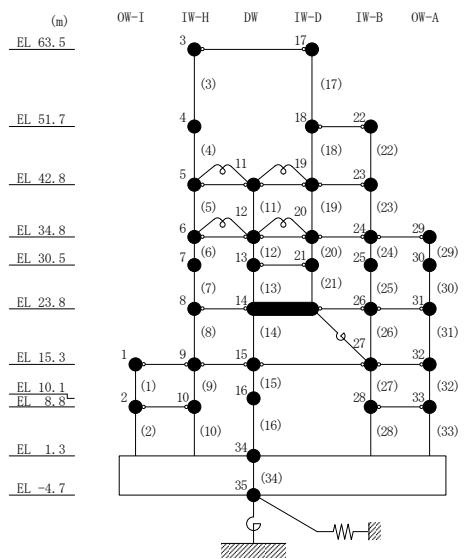
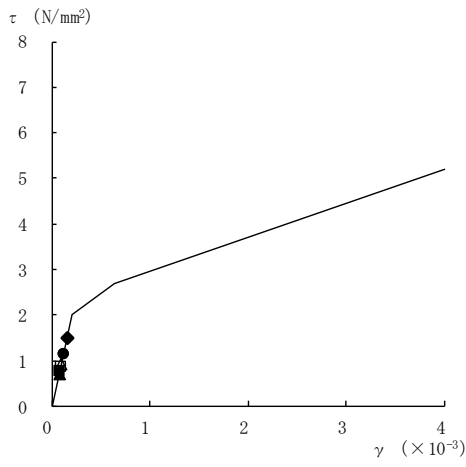
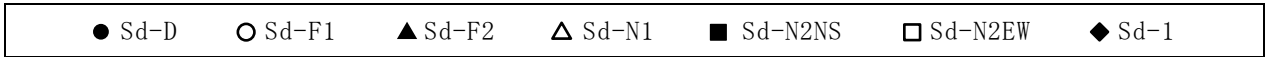
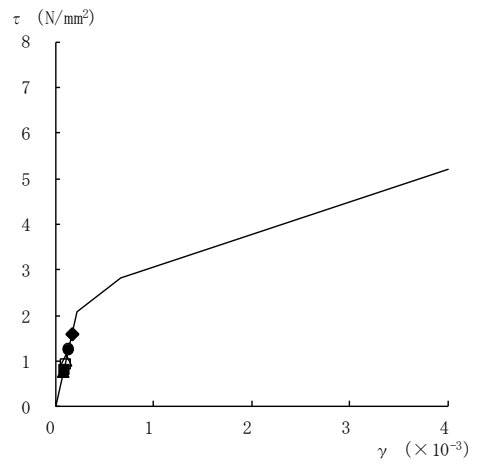


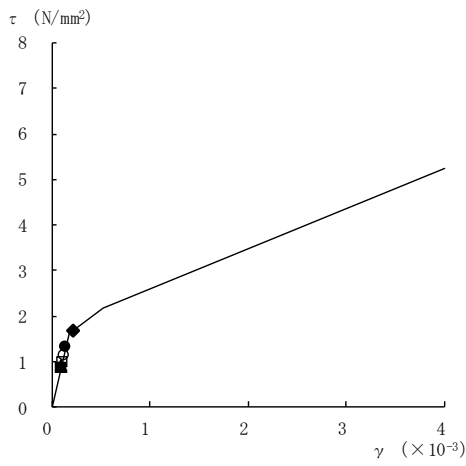
図 4-31(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



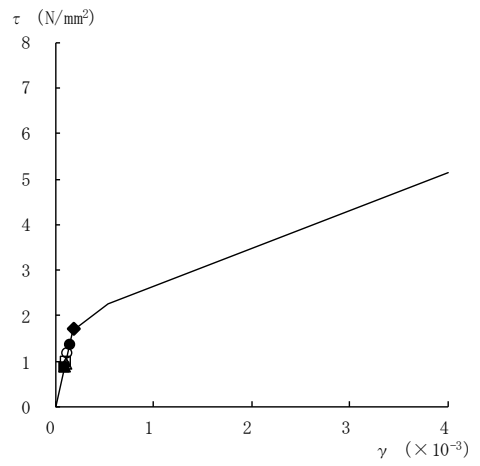
要素番号 (27)



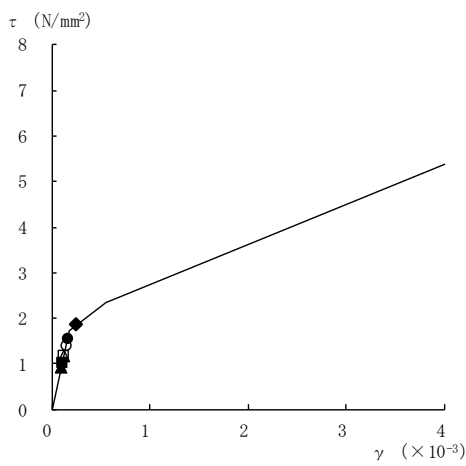
要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)



要素番号 (31)

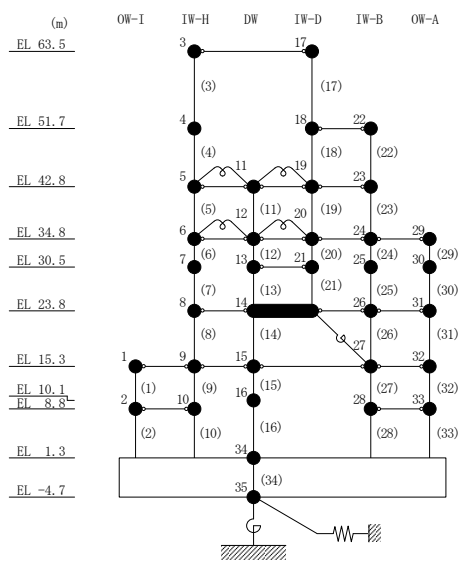
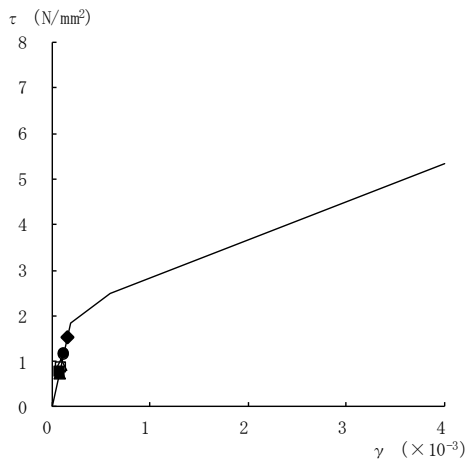
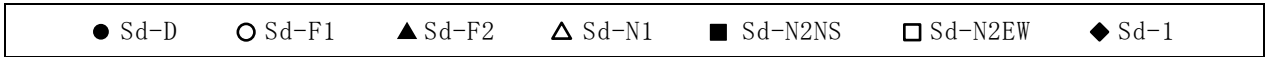
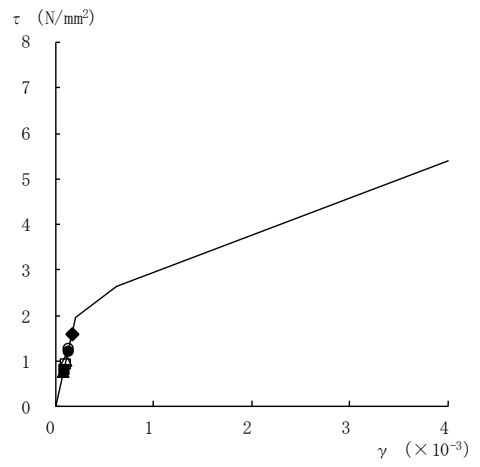


図 4-31(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

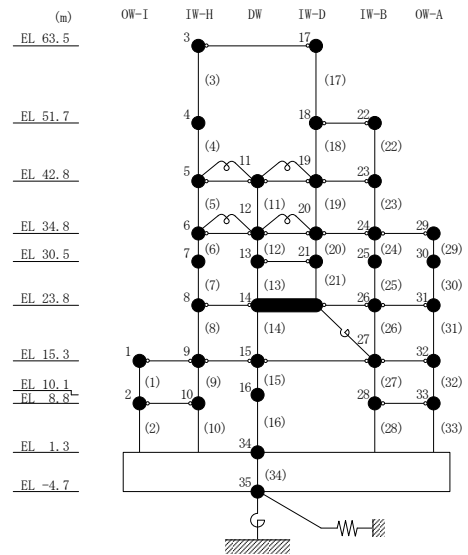
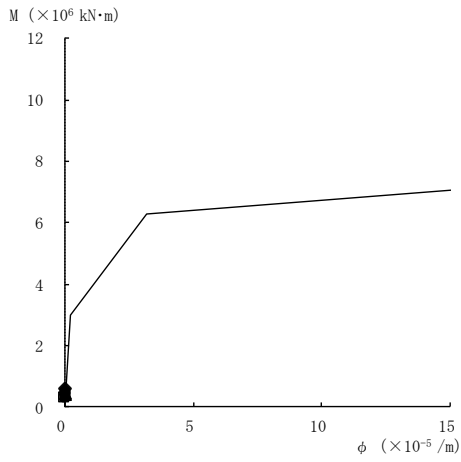
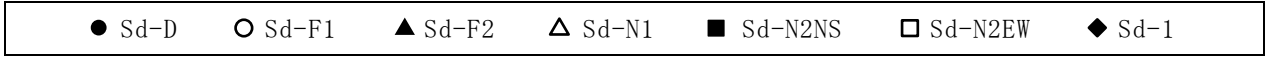
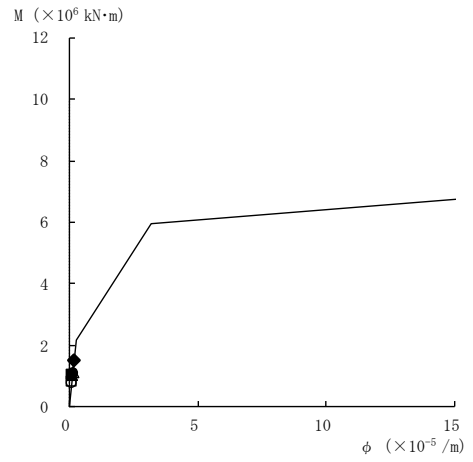


図 4-31(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

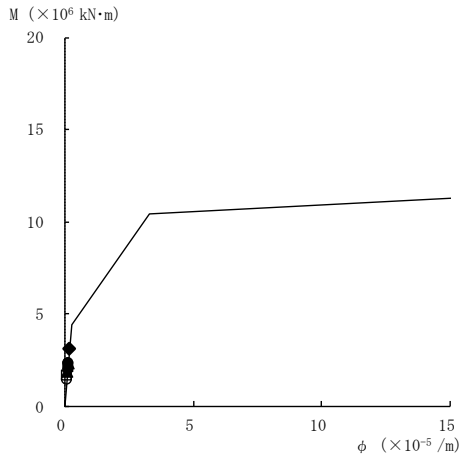




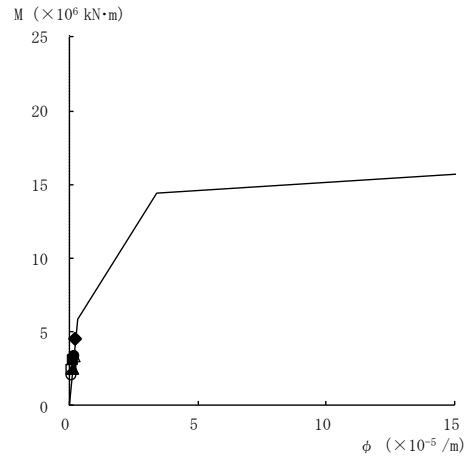
要素番号 (1)



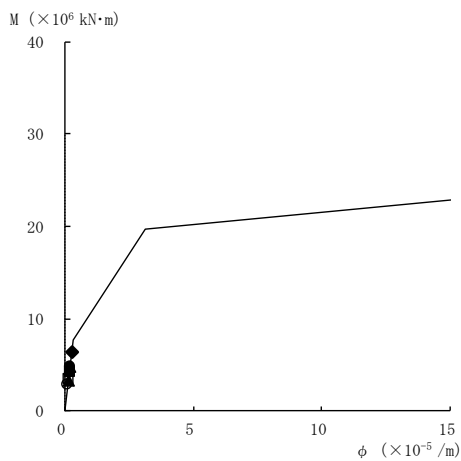
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

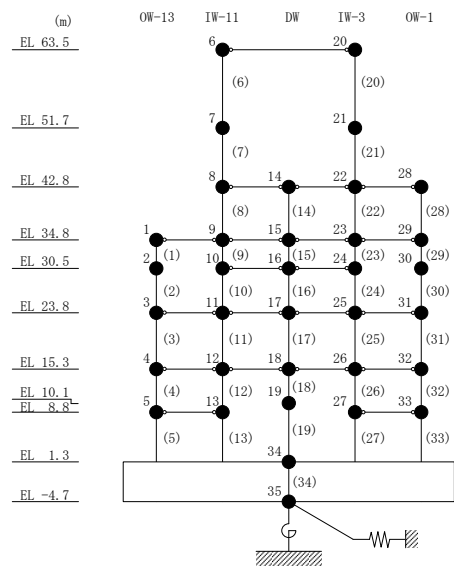
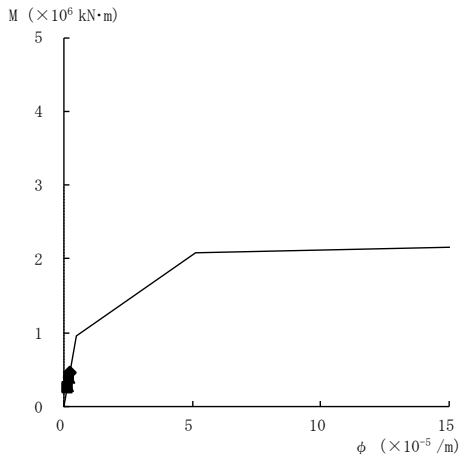
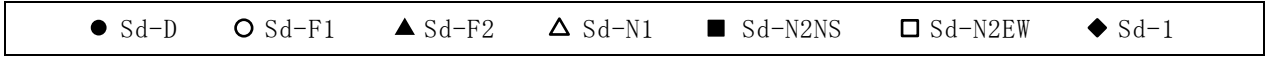
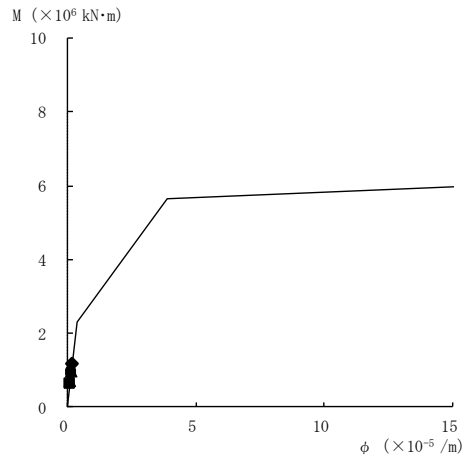


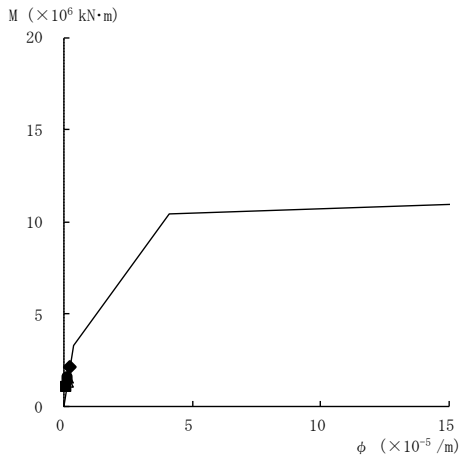
図 4-32(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



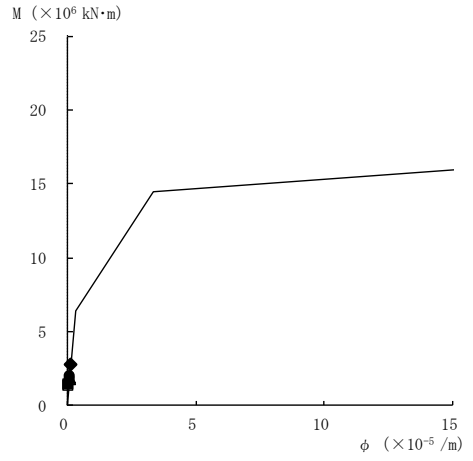
要素番号 (6)



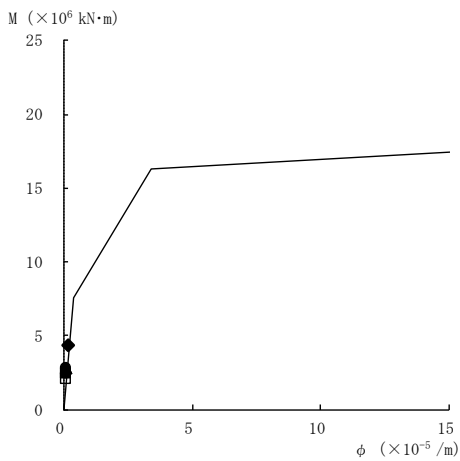
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

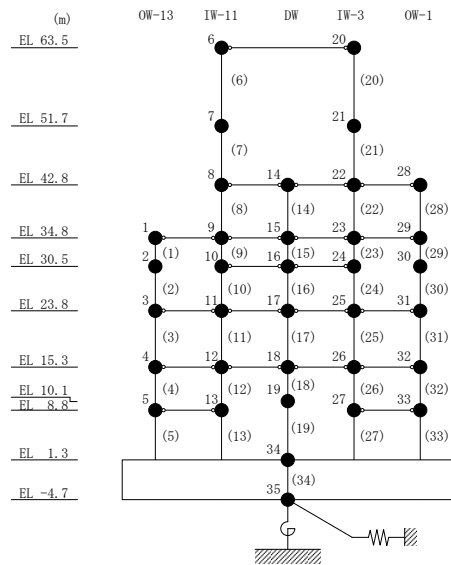
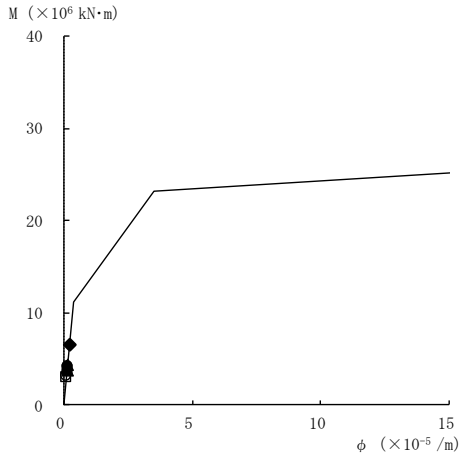
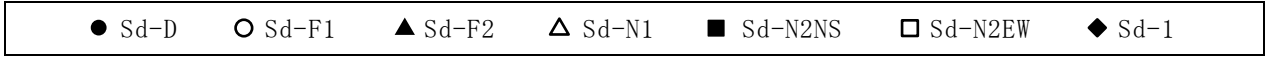
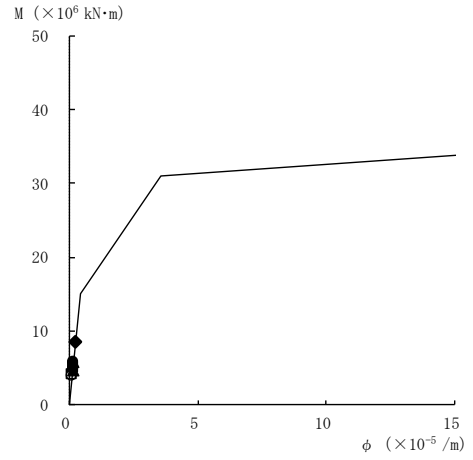


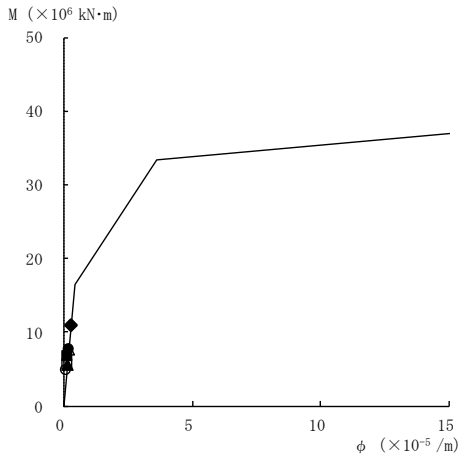
図 4-32(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



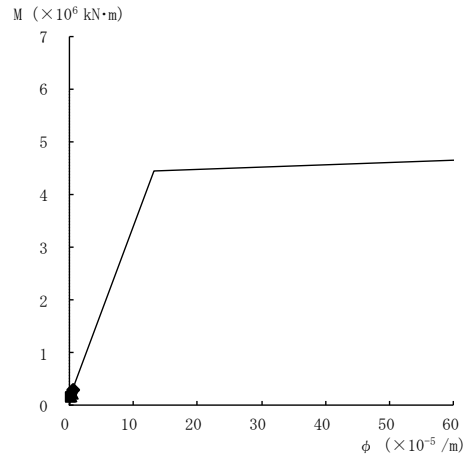
要素番号 (11)



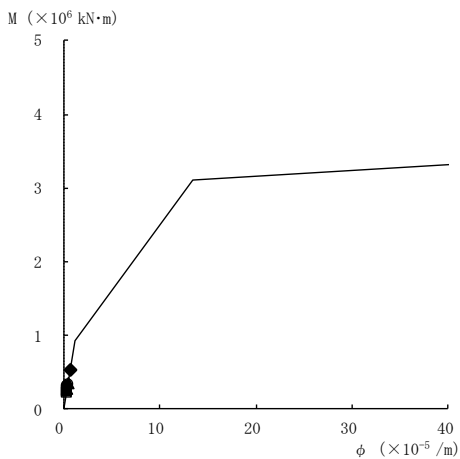
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

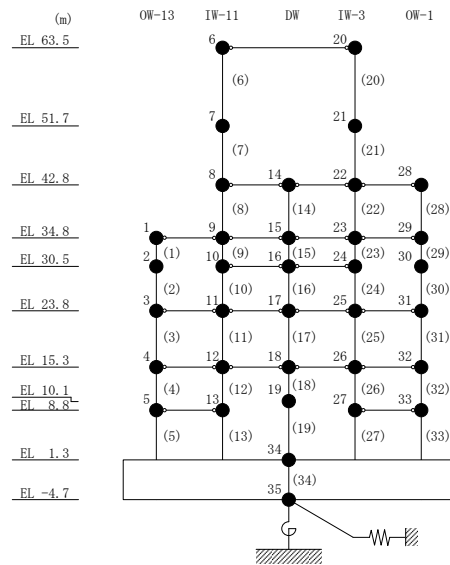
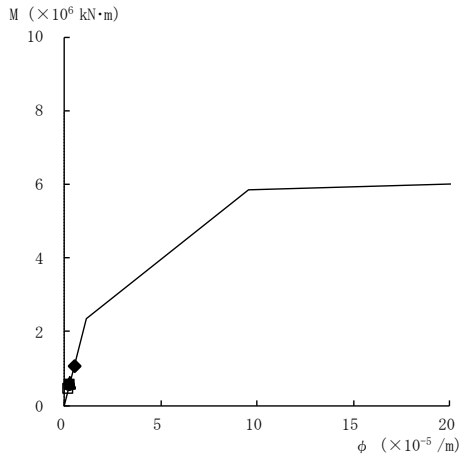
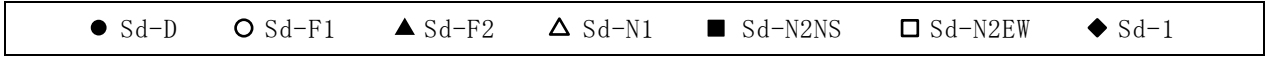
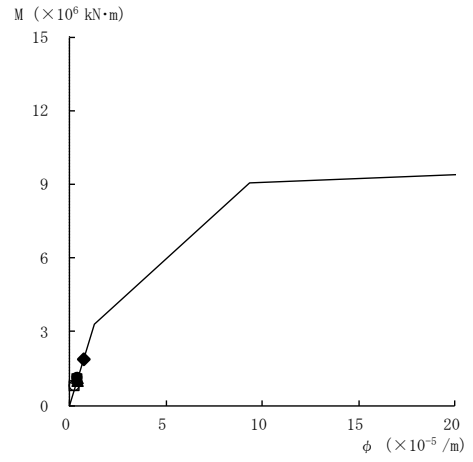


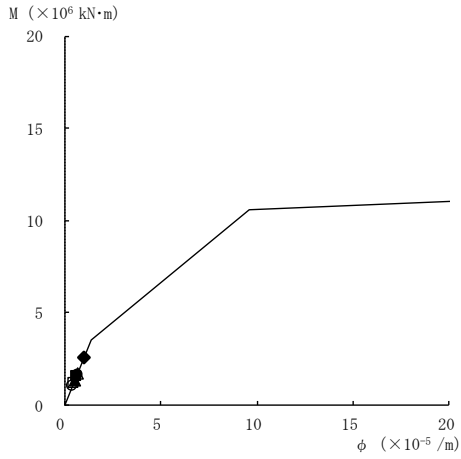
図 4-32 (3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



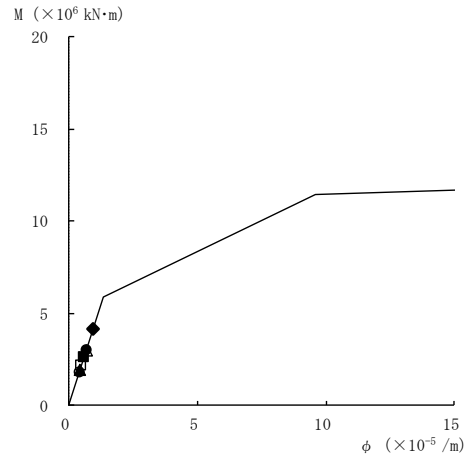
要素番号 (16)



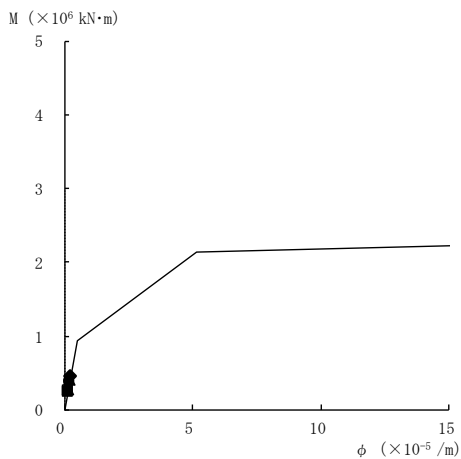
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

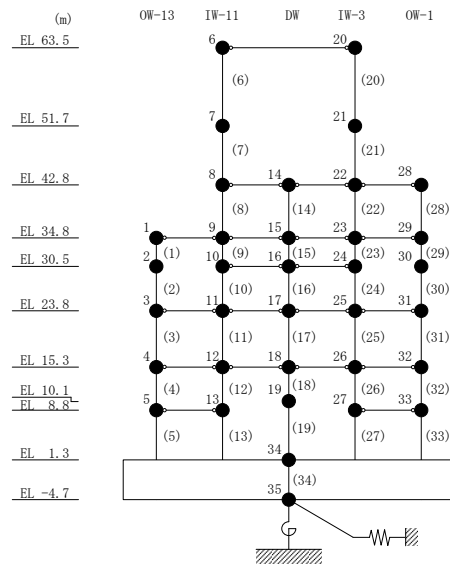
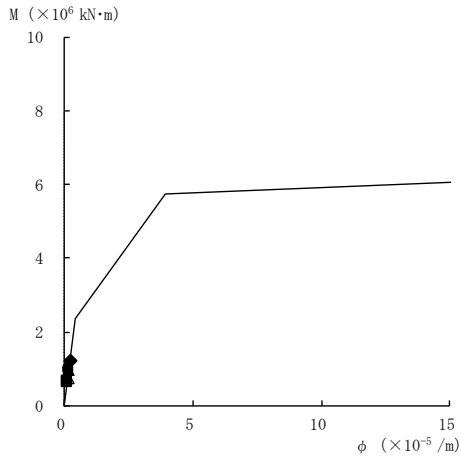
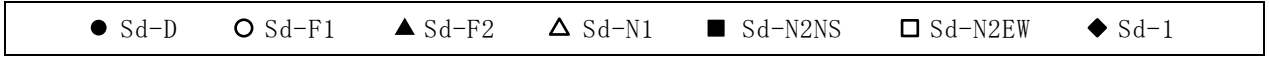
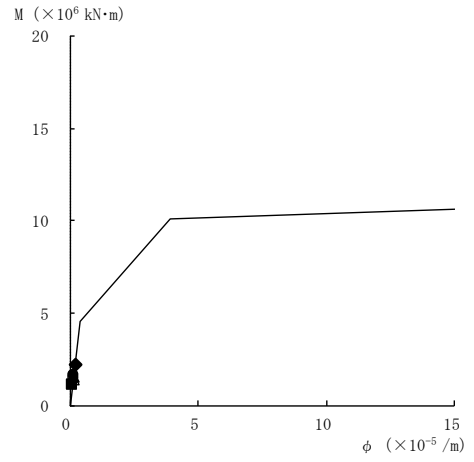


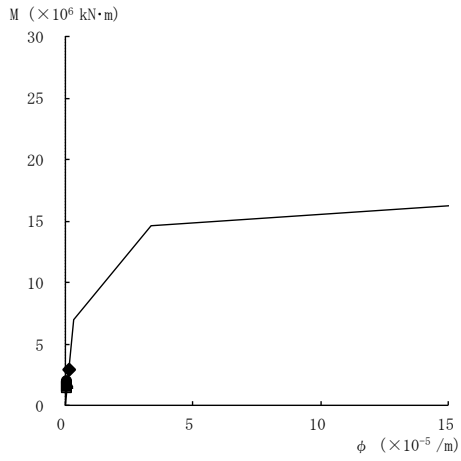
図 4-32(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



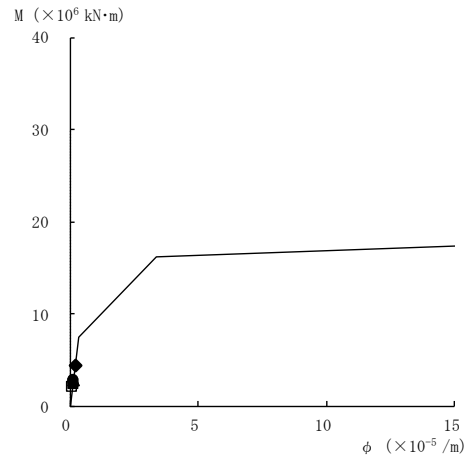
要素番号 (21)



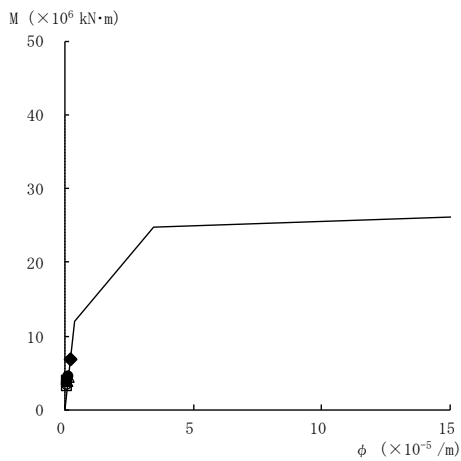
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

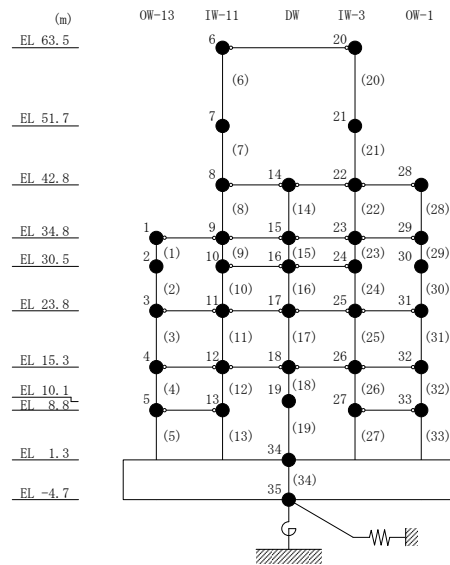
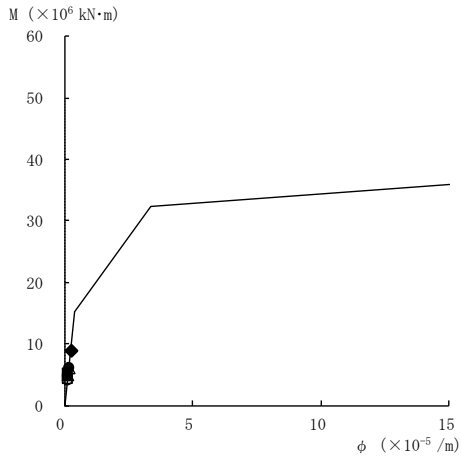
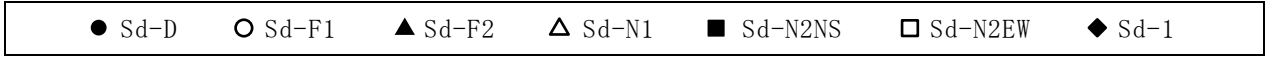
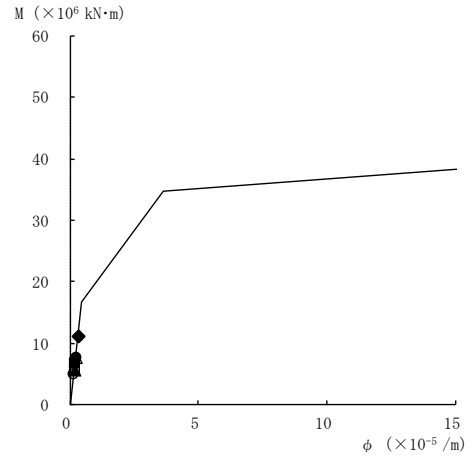


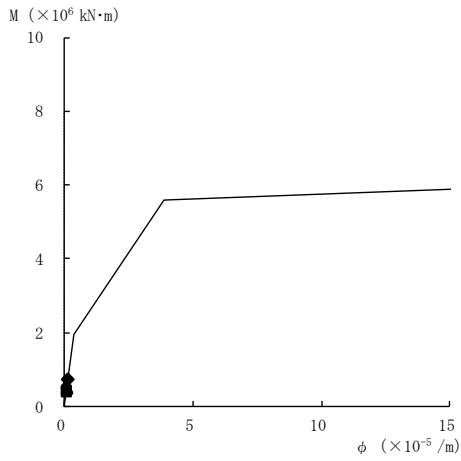
図 4-32 (5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



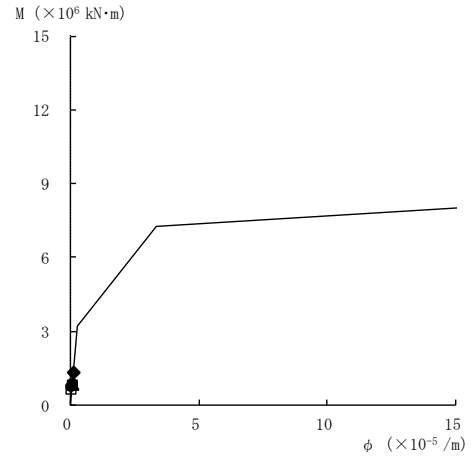
要素番号 (26)



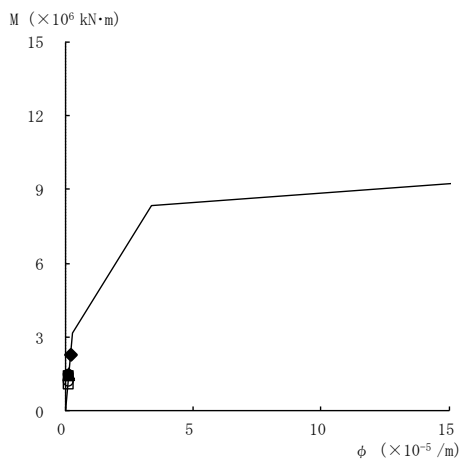
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

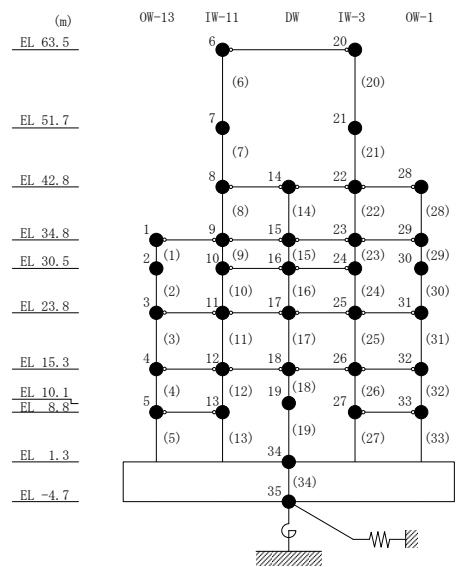
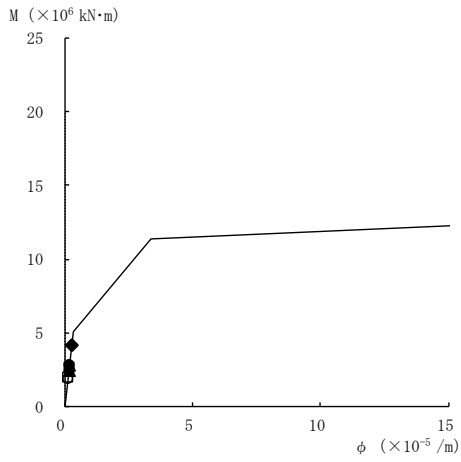
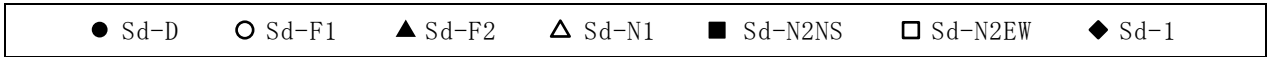
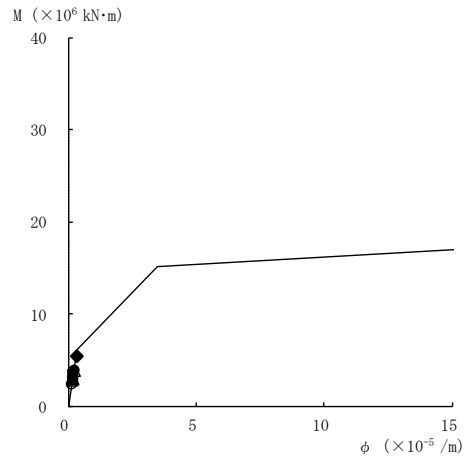


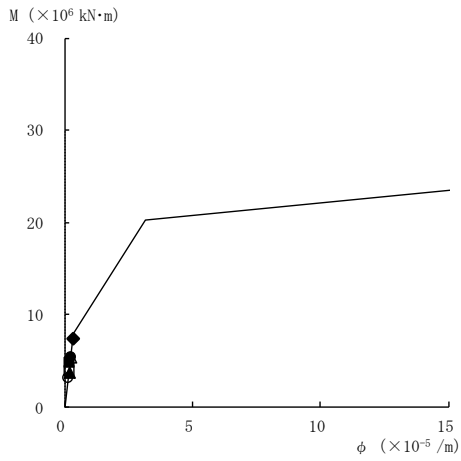
図 4-32(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

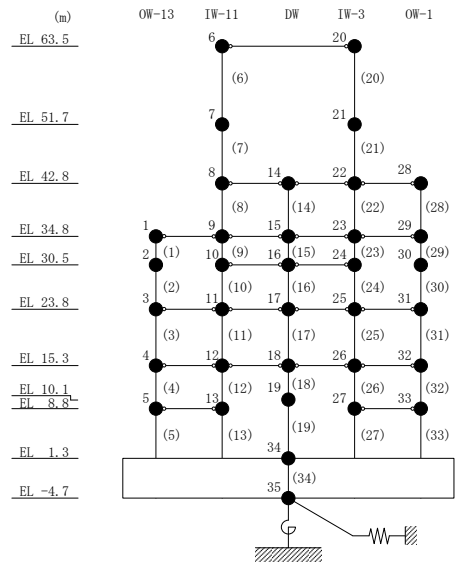
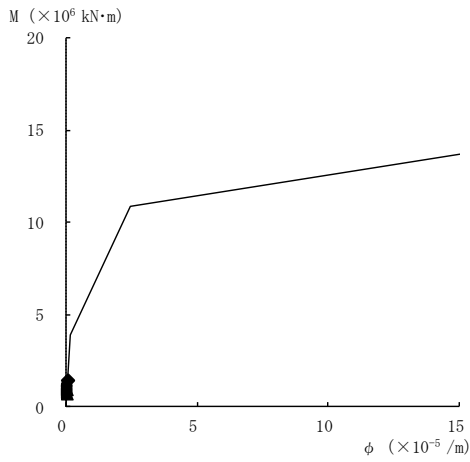
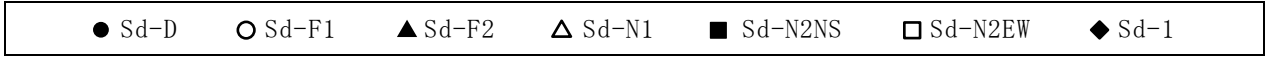
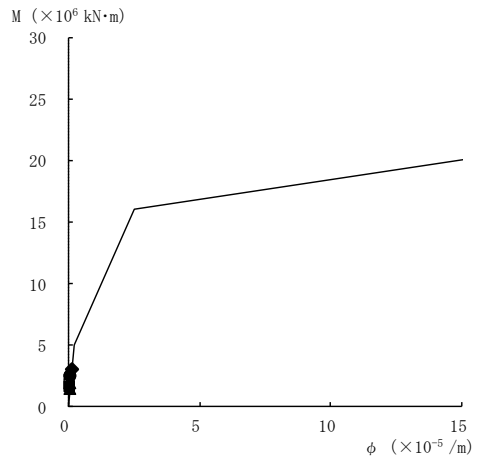


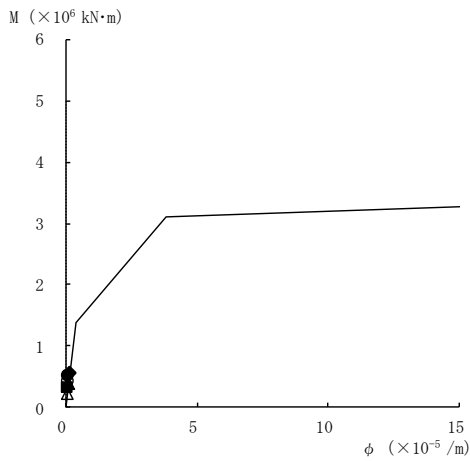
図 4-32(7) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



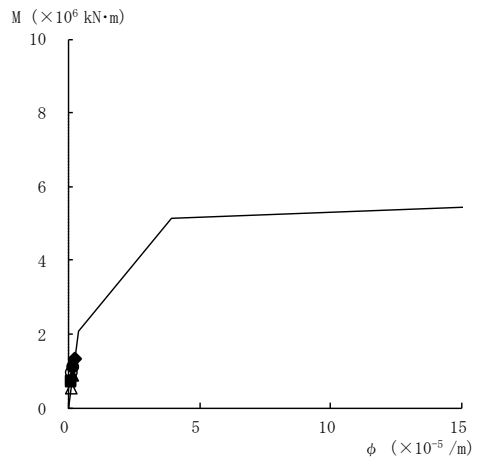
要素番号 (1)



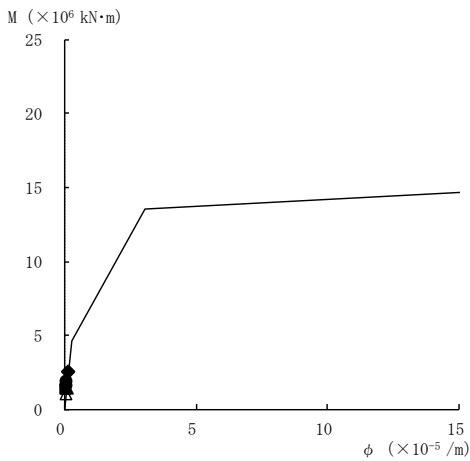
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

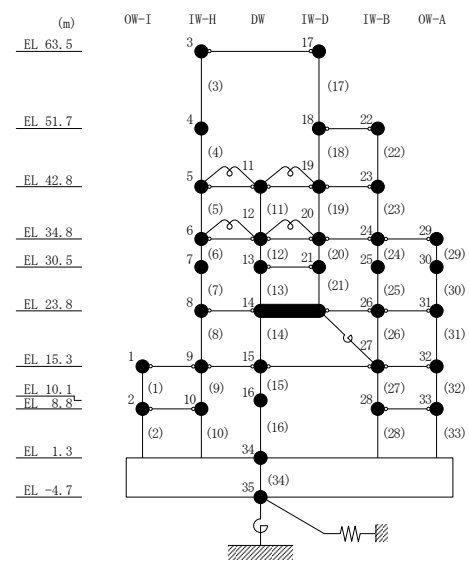
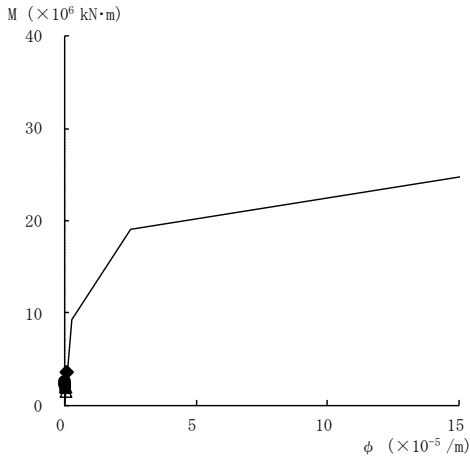
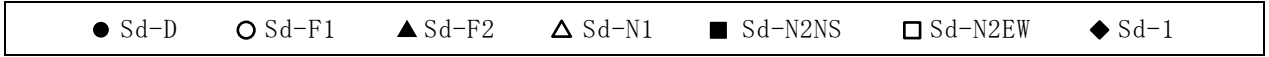
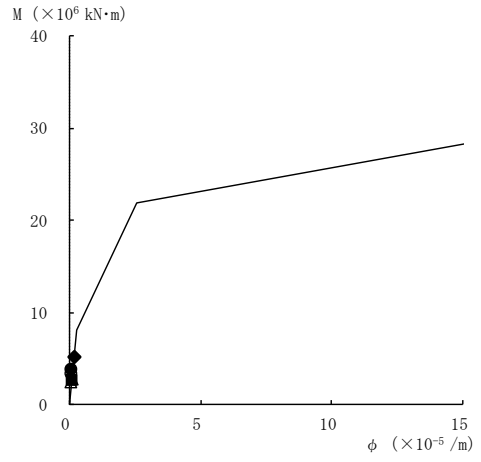


図 4-33(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

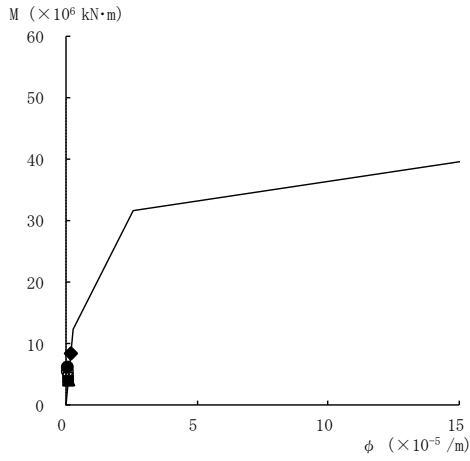




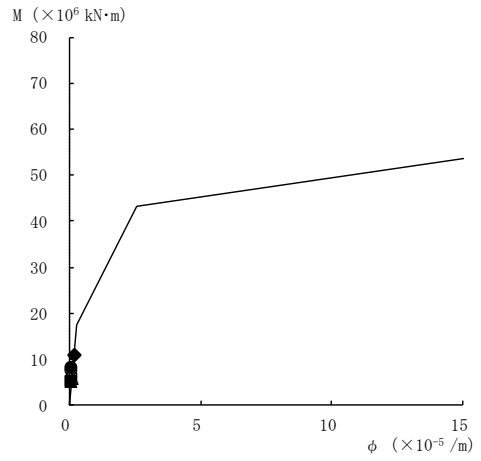
要素番号 (6)



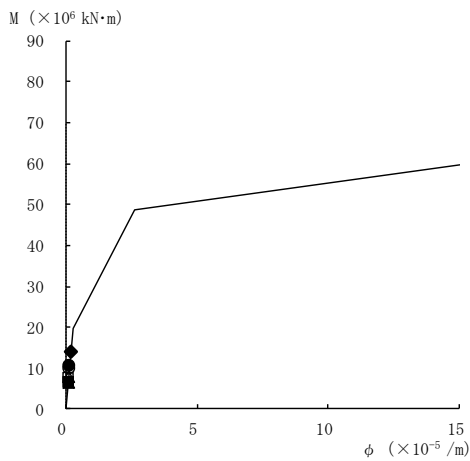
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

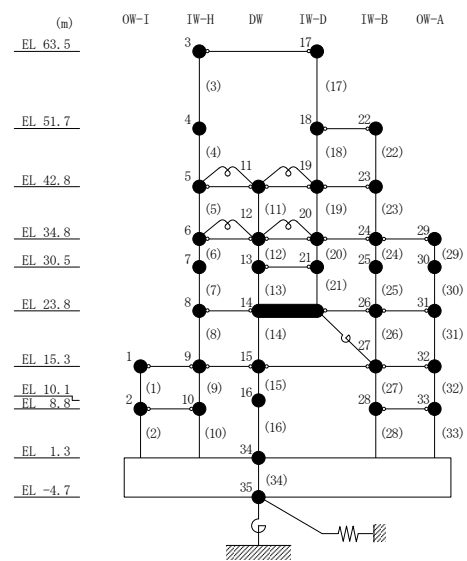
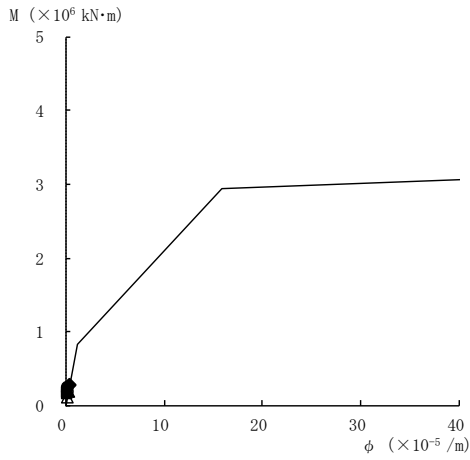
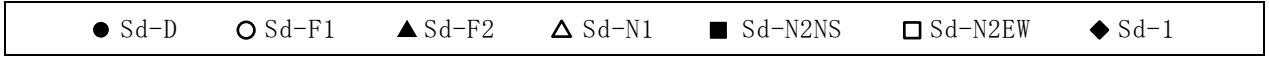
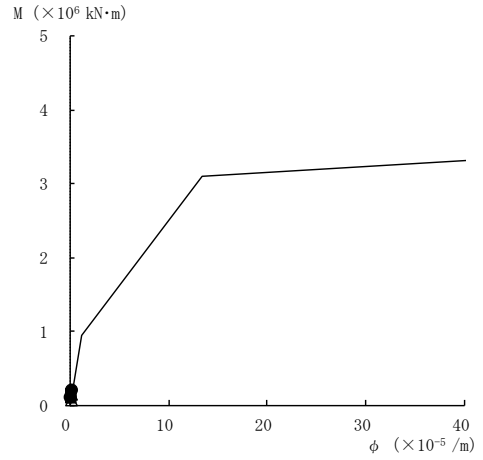


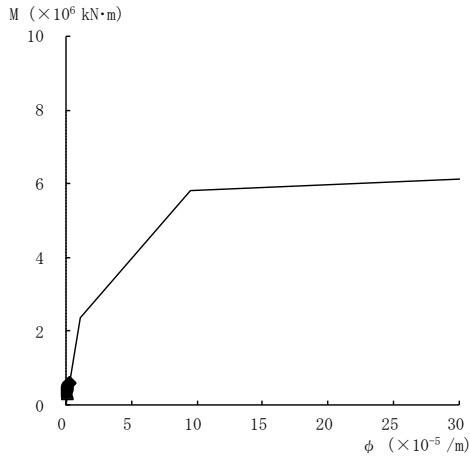
図 4-33(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



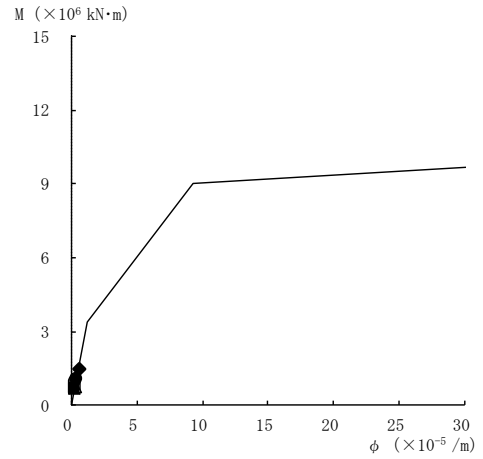
要素番号 (11)



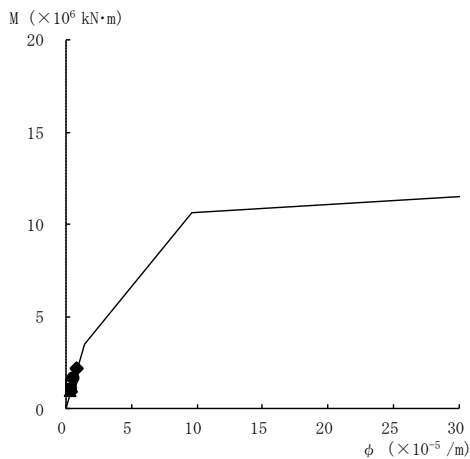
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

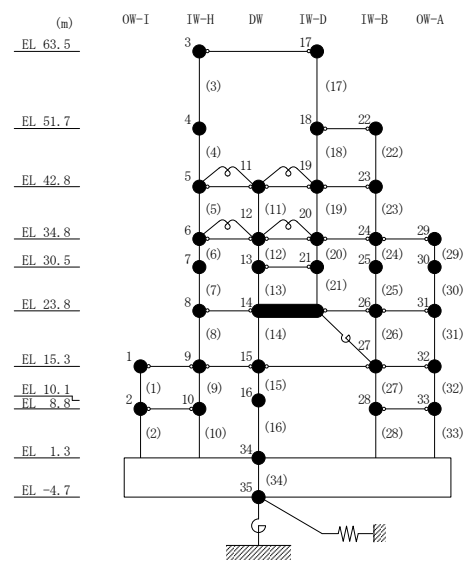
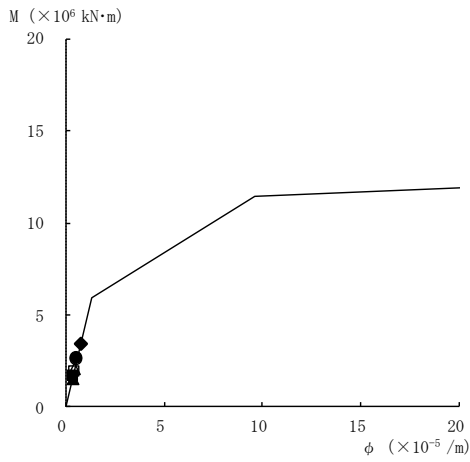
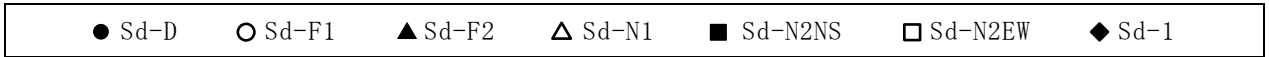
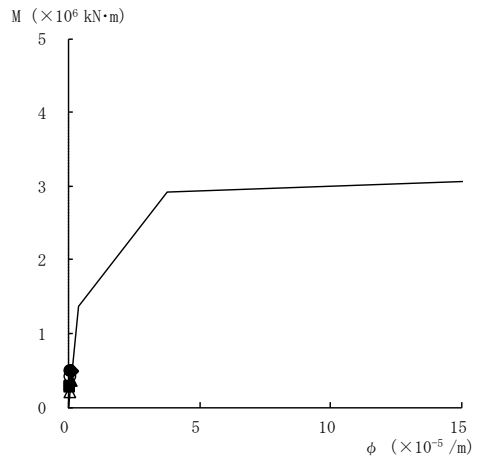


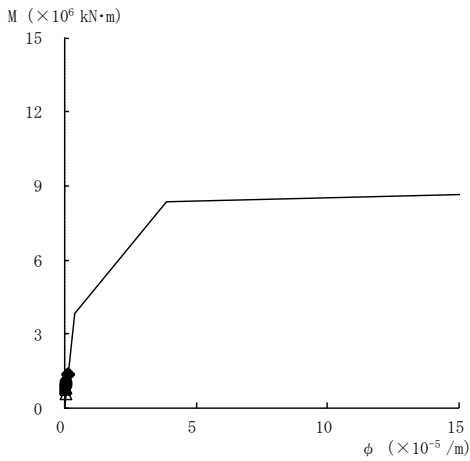
図 4-33(3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



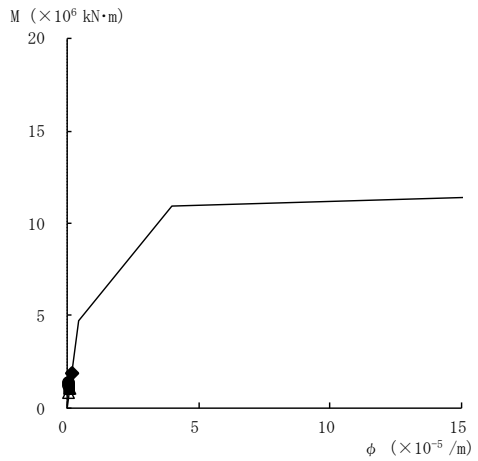
要素番号 (16)



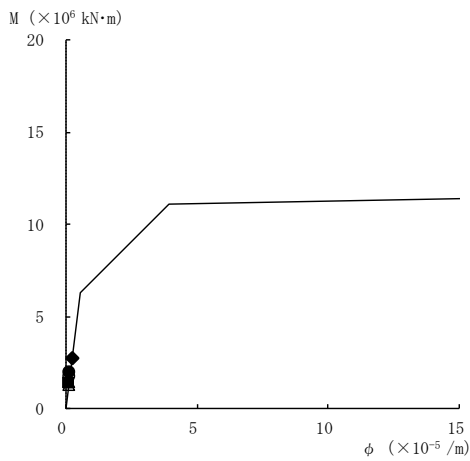
要素番号 (17)



要素番号 (19)



要素番号 (20)



要素番号 (21)

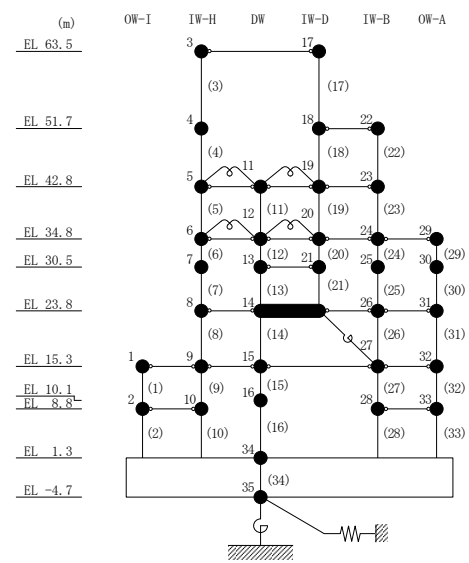
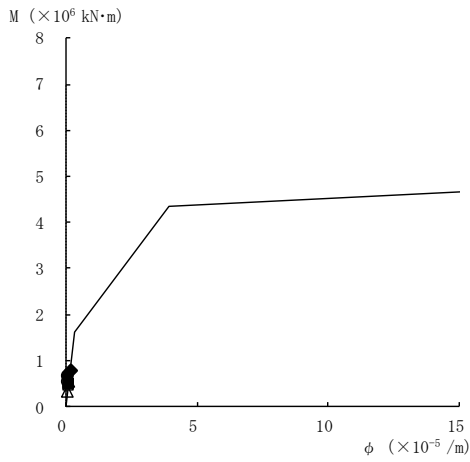
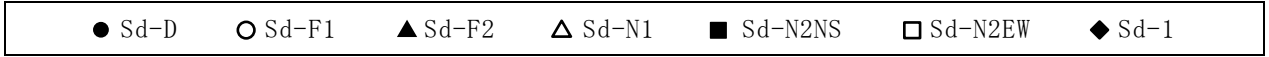
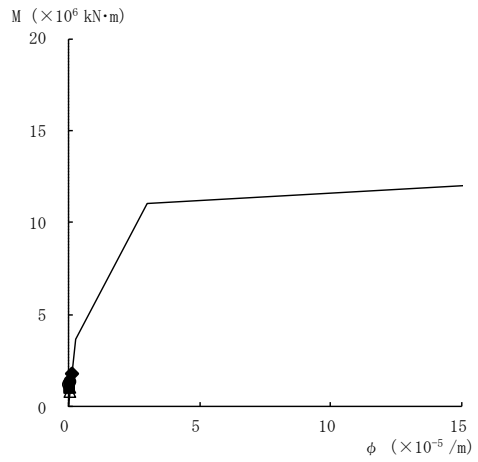


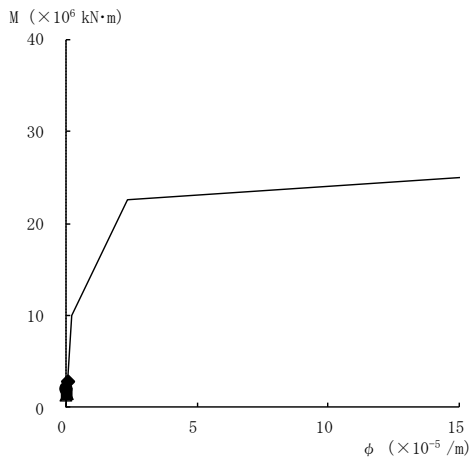
図 4-33(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



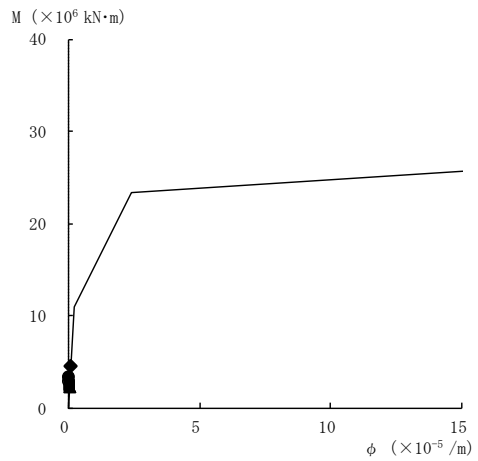
要素番号 (22)



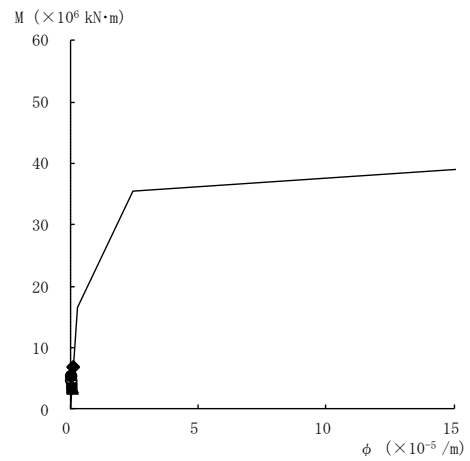
要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)



要素番号 (26)

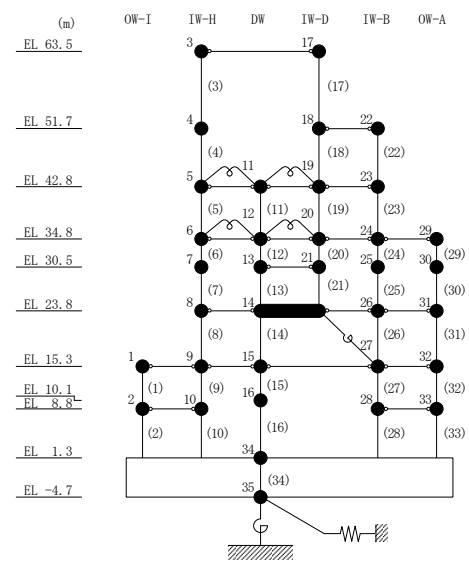
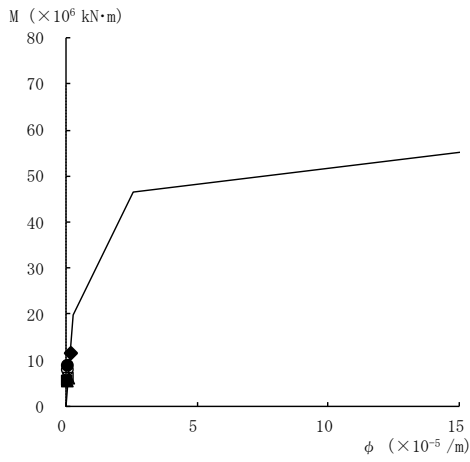
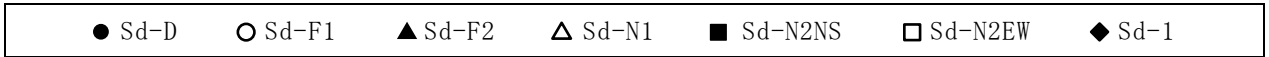
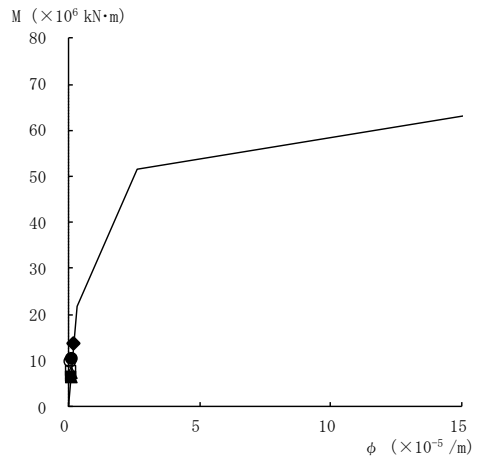


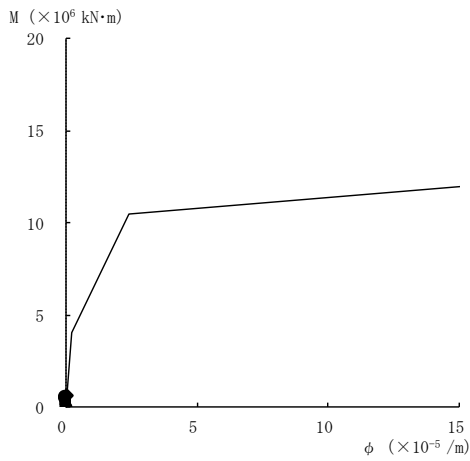
図 4-33(5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



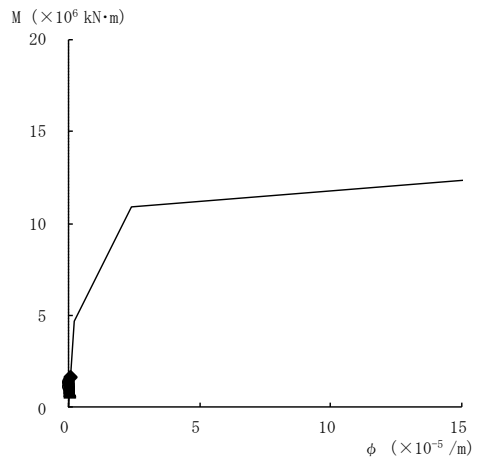
要素番号 (27)



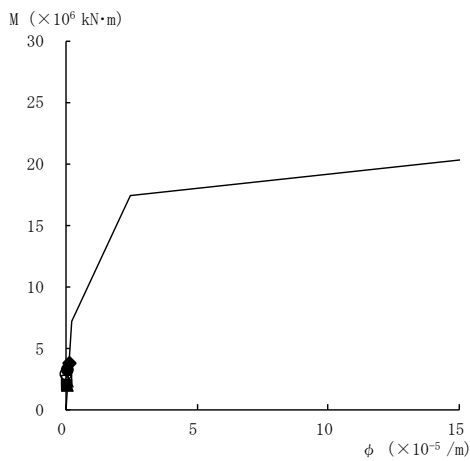
要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)



要素番号 (31)

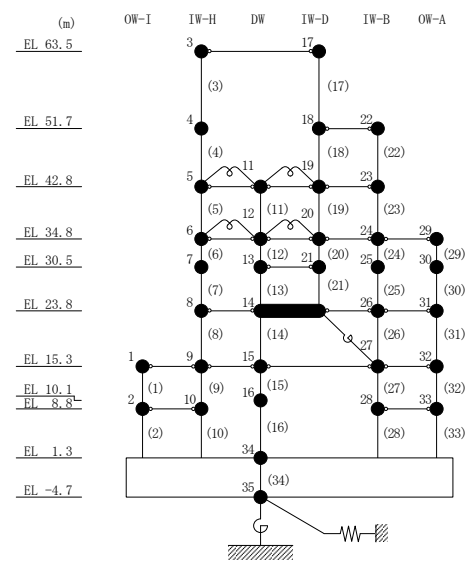
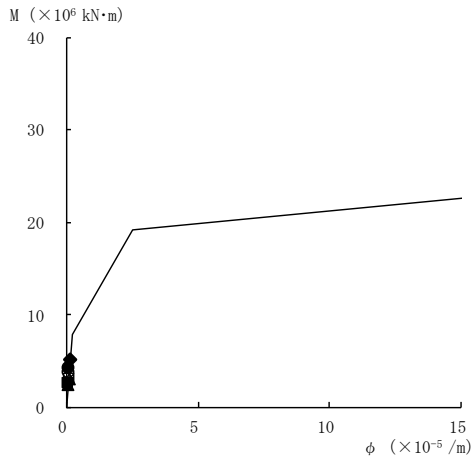
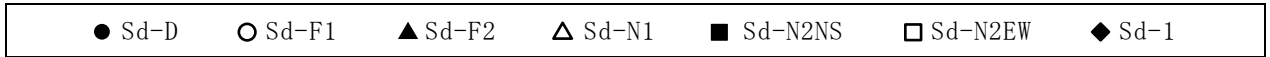
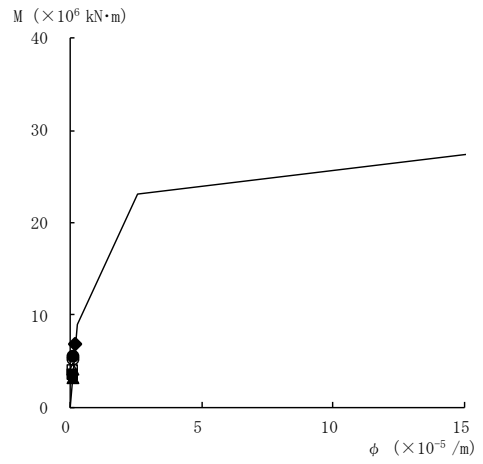


図 4-33(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



要素番号 (32)



要素番号 (33)

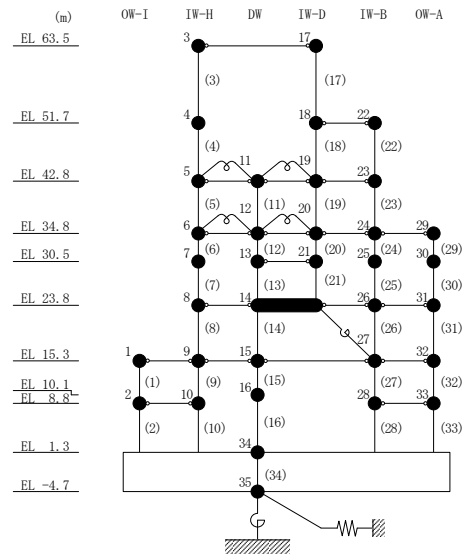


図 4-33(7) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-29 弾性設計用地震動 S d による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) N S 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S d - D	1.10	37.0	100
S d - F 1	0.866	21.5	100
S d - F 2	0.912	24.4	100
S d - N 1	1.09	37.2	100
S d - N 2 N S	1.02	31.7	100
S d - N 2 E W	0.954	26.9	100
S d - 1	1.30	50.8	83.6

(b) E W 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S d - D	1.02	40.1	100
S d - F 1	0.988	38.6	100
S d - F 2	0.828	23.3	100
S d - N 1	0.905	30.7	100
S d - N 2 N S	0.854	25.0	100
S d - N 2 E W	0.902	29.4	100
S d - 1	1.16	53.1	95.6

## 4.2 静的解析

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した地震層せん断力係数  $3.0 \cdot C_i$  及び静的地震力（水平地震力）を表 4-30 及び表 4-31，図 4-34 及び図 4-35 に，最大接地圧を表 4-32 に示す。



表 4-30 地震層せん断力係数 ( $3.0 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (NS 方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
63.5~51.7	45520	1.875	85.35
51.7~42.8	117080	1.317	154.19
42.8~34.8	320310	0.954	305.58
34.8~30.5	625950	0.780	488.24
30.5~23.8	890120	0.711	632.88
23.8~15.3	1263450	0.624	788.39
15.3~8.8	1666640	0.543	904.99
8.8~1.3	2056790	0.480	987.26

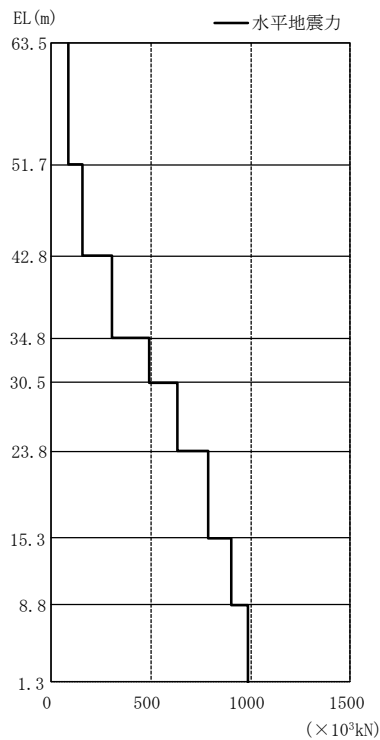


図 4-34 水平地震力 (NS 方向)

表 4-31 地震層せん断力係数 ( $3.0 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (EW方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
63.5~51.7	45520	1.797	81.80
51.7~42.8	117080	1.299	152.09
42.8~34.8	320310	0.915	293.08
34.8~30.5	625950	0.765	478.85
30.5~23.8	890120	0.708	630.20
23.8~15.3	1263450	0.627	792.18
15.3~8.8	1666640	0.543	904.99
8.8~1.3	2056790	0.480	987.26

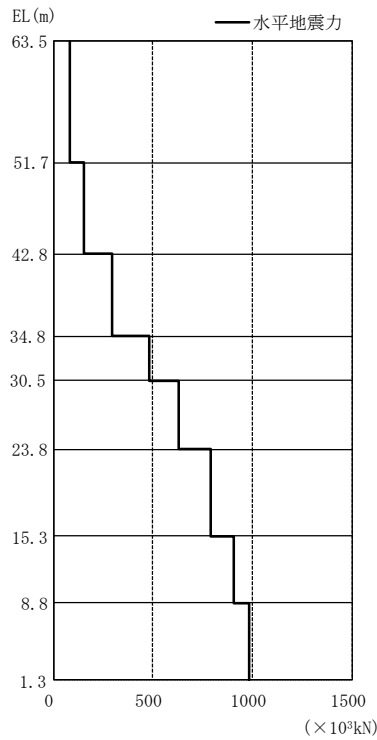


図 4-35 水平地震力 (EW方向)

表 4-32 最大接地压 (静的地震力)

方向	最大接地压 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )
N S	1.15
E W	1.04

#### 4.3 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-33 及び表 4-34, 図 4-36 及び図 4-37 に示す。

表 4-33 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
63.5~51.7	0.55	1.00	78.19
51.7~42.8	0.55	1.00	141.22
42.8~34.8	0.55	1.00	280.46
34.8~30.5	0.55	1.00	447.90
30.5~23.8	0.55	1.00	579.16
23.8~15.3	0.55	1.00	722.69
15.3~8.8	0.55	1.00	829.57
8.8~1.3	0.55	1.00	904.99

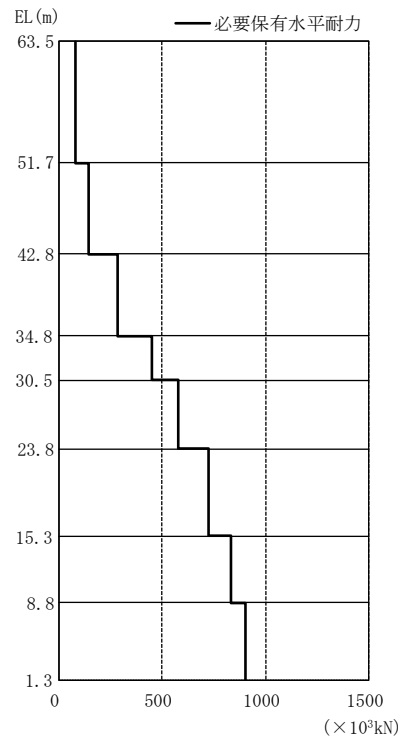


图 4-36 必要保有水平耐力 (N S 方向)

表 4-34 必要保有水平耐力 (E W 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
63.5~51.7	0.55	1.00	74.98
51.7~42.8	0.55	1.00	139.35
42.8~34.8	0.55	1.00	268.31
34.8~30.5	0.55	1.00	438.60
30.5~23.8	0.55	1.03	594.51
23.8~15.3	0.55	1.00	724.78
15.3~8.8	0.55	1.00	828.65
8.8~1.3	0.55	1.00	904.99

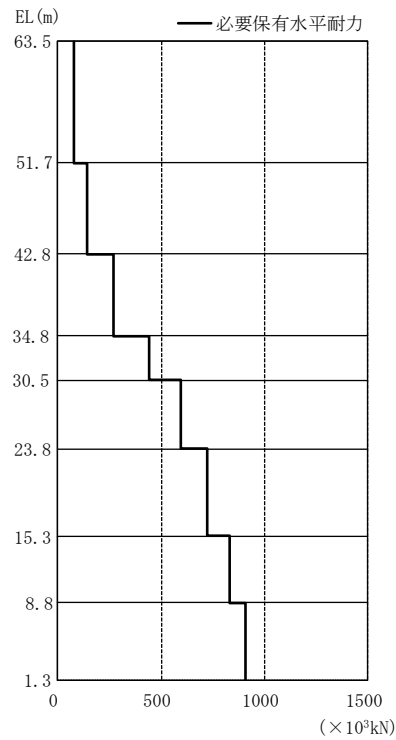


图 4-37 必要保有水平耐力 (E W 方向)

VI-2-2-5 制御室建物の地震応答計算書

## 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	30
3.2.1 水平方向	31
3.2.2 鉛直方向	40
3.3 解析方法	45
3.3.1 動的解析	45
3.3.2 静的解析	45
3.3.3 必要保有水平耐力	47
3.4 解析条件	48
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	48
3.4.2 材料物性の不確かさ等	55
4. 解析結果	57
4.1 動的解析	57
4.1.1 固有値解析結果	57
4.1.2 地震応答解析結果	57
4.2 静的解析	97
4.3 必要保有水平耐力	101



## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく制御室建物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定した各種応答値及び静的地震力は、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

制御室建物の設置位置を図 2-1 に示す。

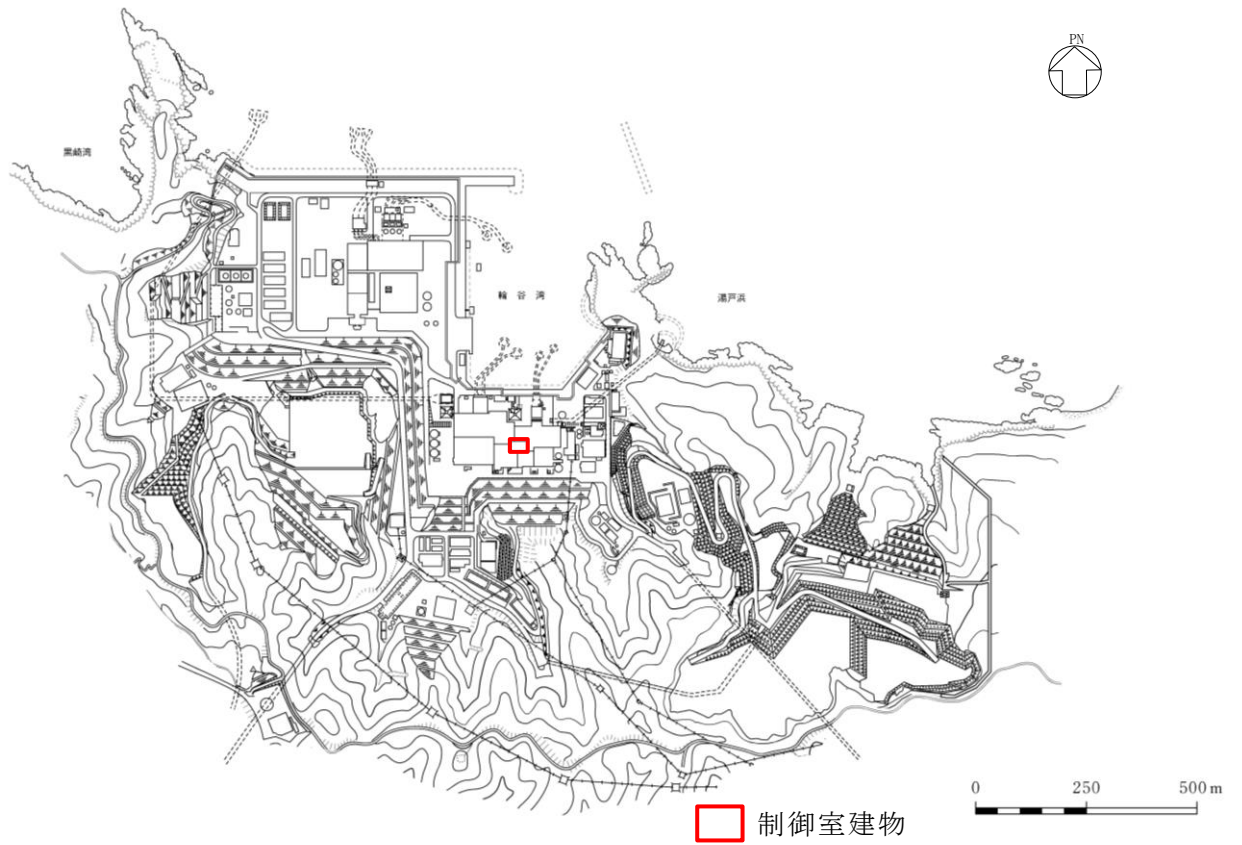


図 2-1 制御室建物の設置位置

## 2.2 構造概要

制御室建物は、4階建の鉄筋コンクリート造の建物である。

制御室建物の平面寸法は、22.0m\*（N S）×37.0m\*（E W）である。基礎スラブ底面からの高さは21.95mである。また、制御室建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

制御室建物の基礎は厚さ1.5mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

制御室建物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\*：建物寸法は壁外面寸法とする。

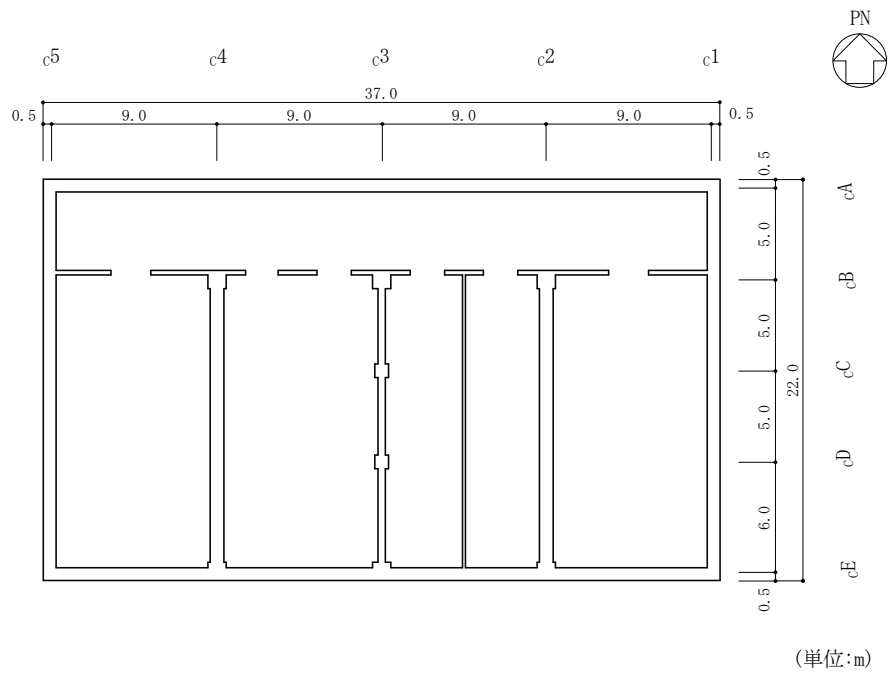


図 2-2(1) 制御室建物の概略平面図 (EL 1.6m\*)

注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

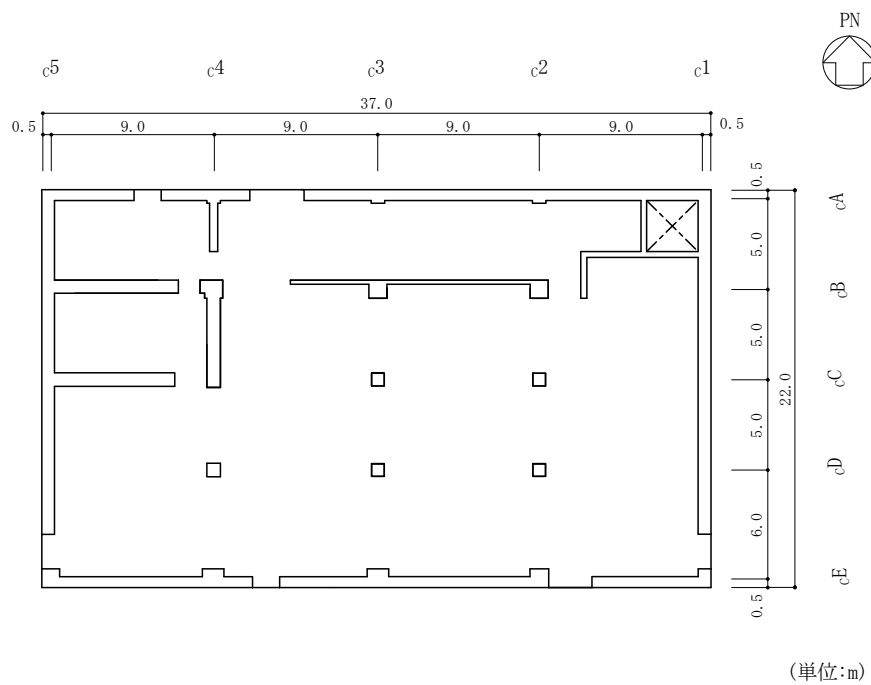


図 2-2(2) 制御室建物の概略平面図 (EL 8.8m)

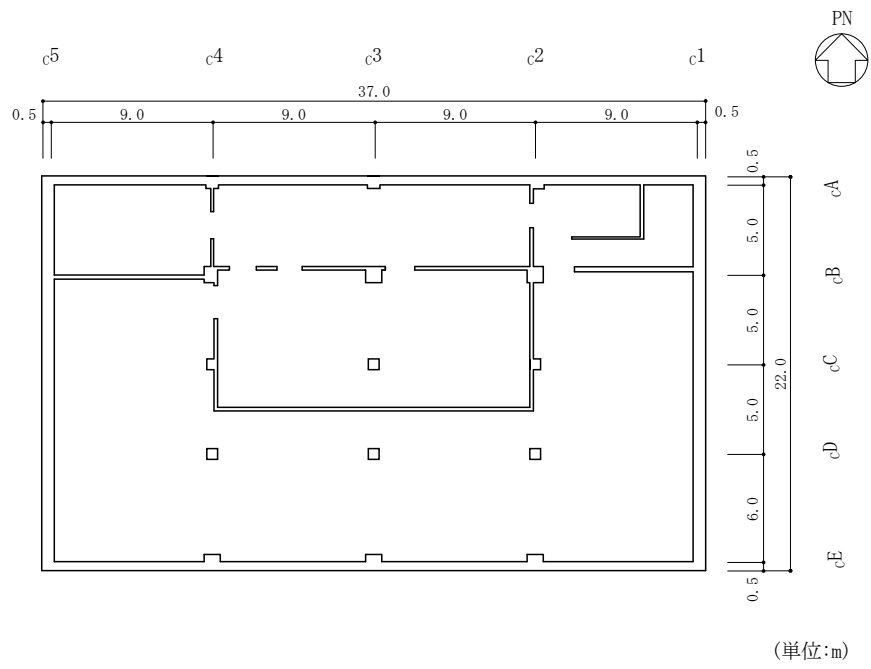


図 2-2(3) 制御室建物の概略平面図 (EL 12.8m)

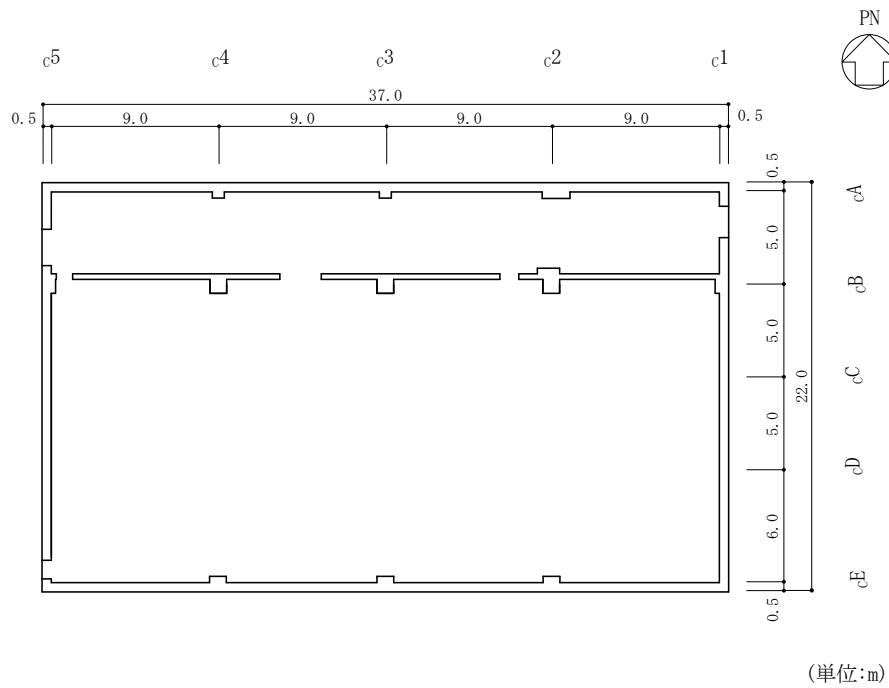


図 2-2(4) 制御室建物の概略平面図 (EL 16.9m)

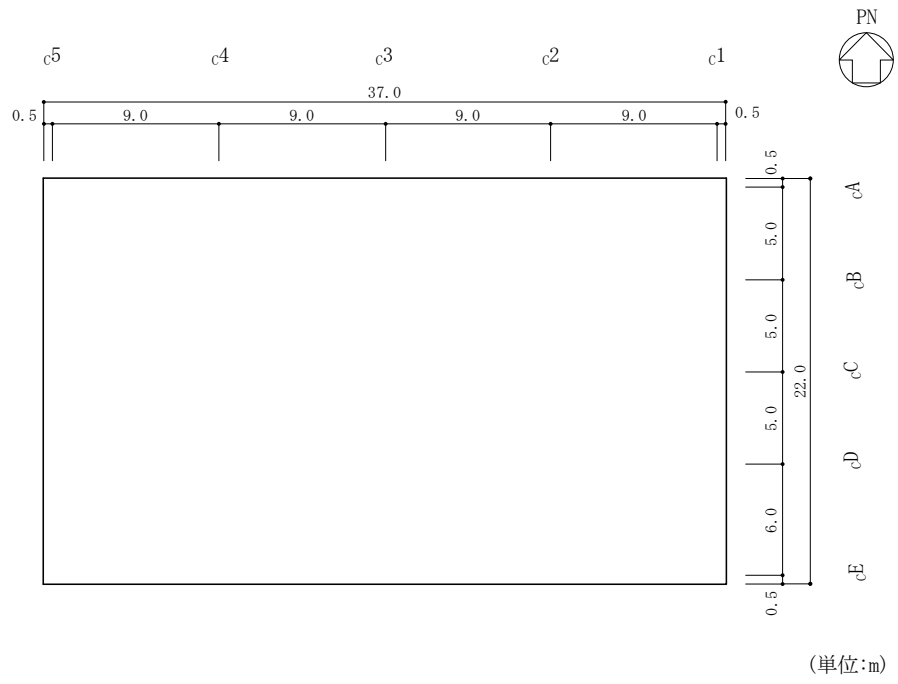


図 2-2(5) 制御室建物の概略平面図 (EL 22.05m)

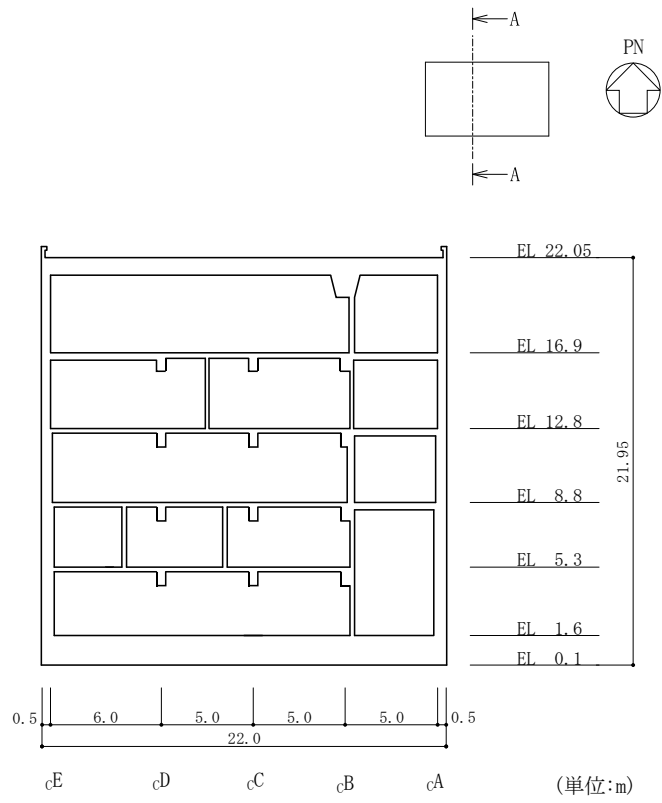


図 2-3(1) 制御室建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

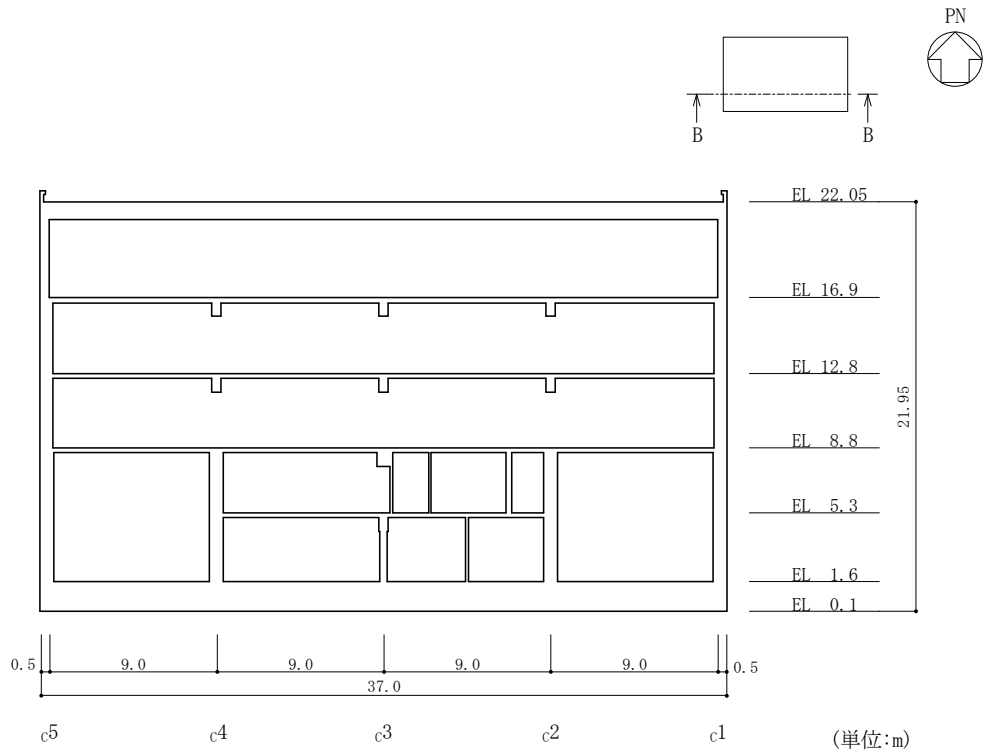


図 2-3(2) 制御室建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

### 2.3 解析方針

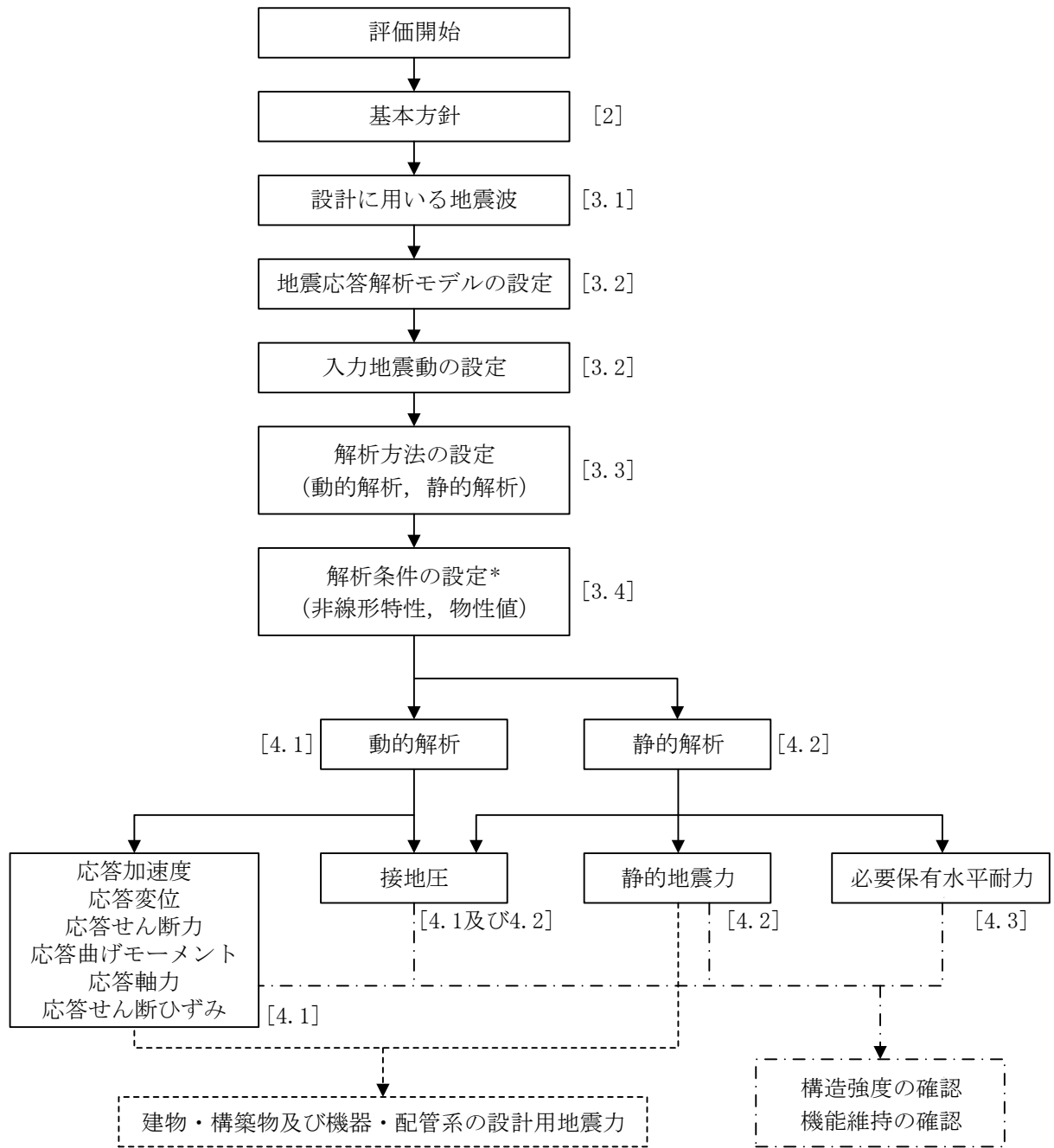
制御室建物の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2-4に制御室建物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算定する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力及び接地圧を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算定する。





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 制御室建物の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

制御室建物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。

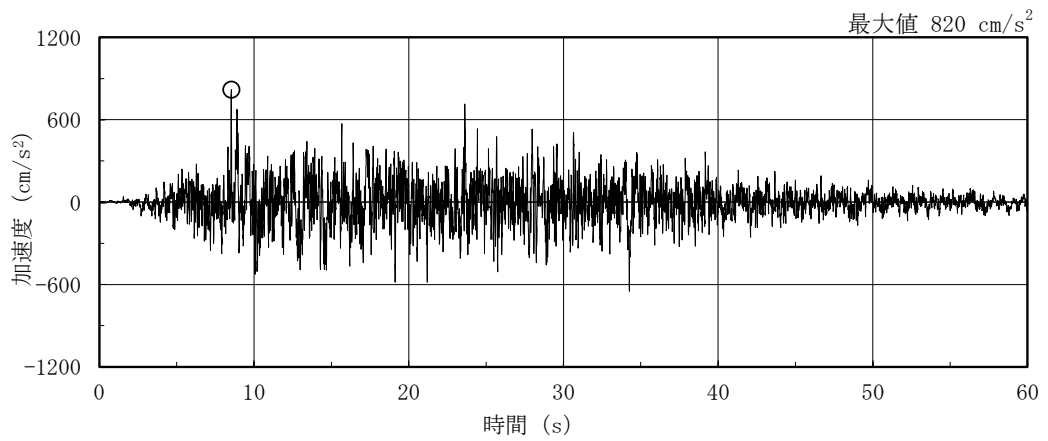
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

### 3. 解析方法

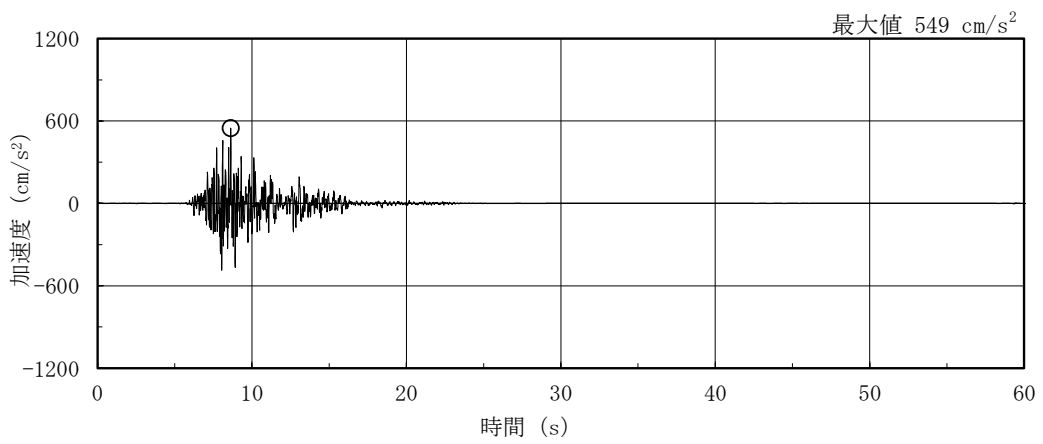
#### 3.1 設計に用いる地震波

制御室建物の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、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に想定する地震波を用いることとする。

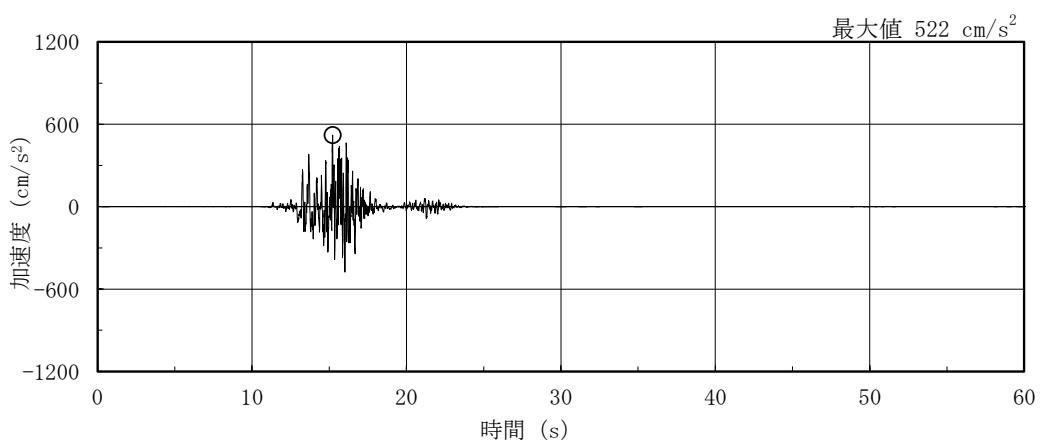
基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-8 に示す。



(a) S s - D

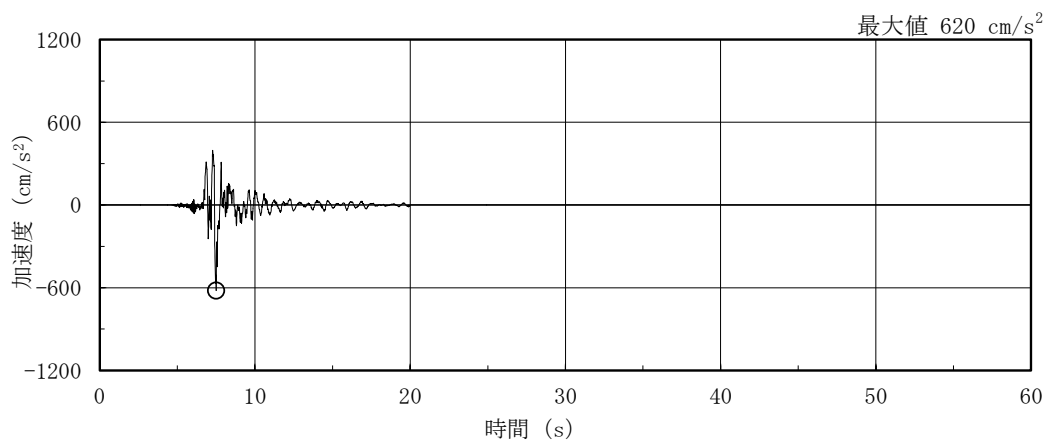


(b) S s - F 1

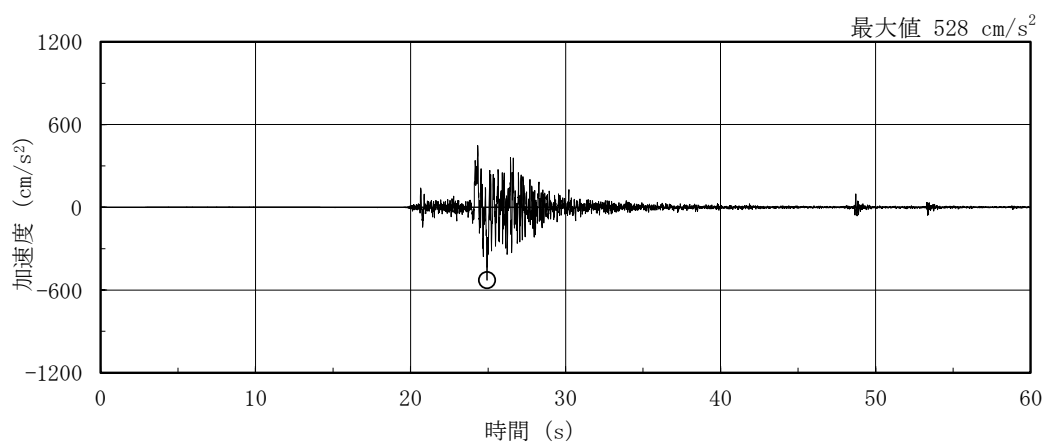


(c) S s - F 2

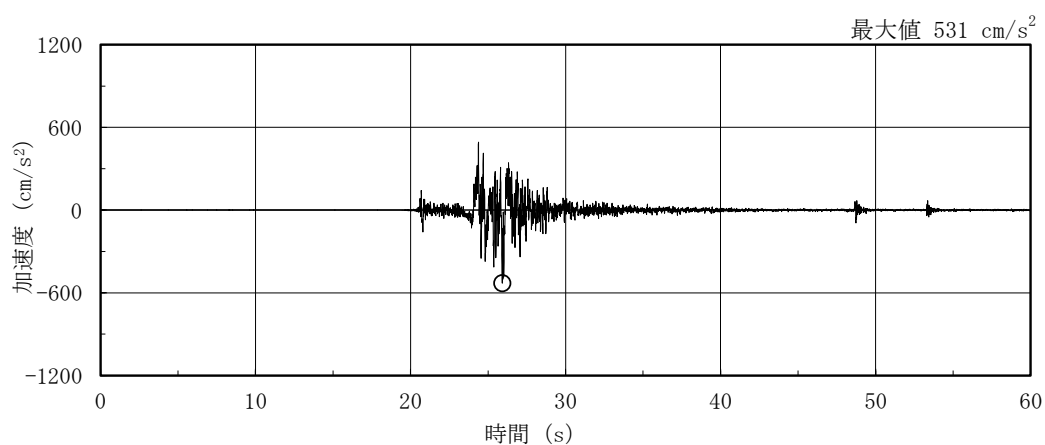
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

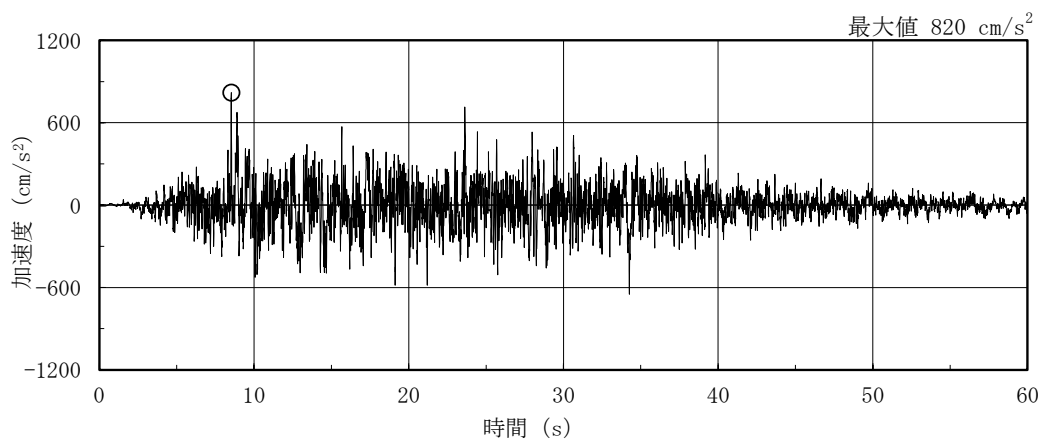


(e) S s - N 2 N S

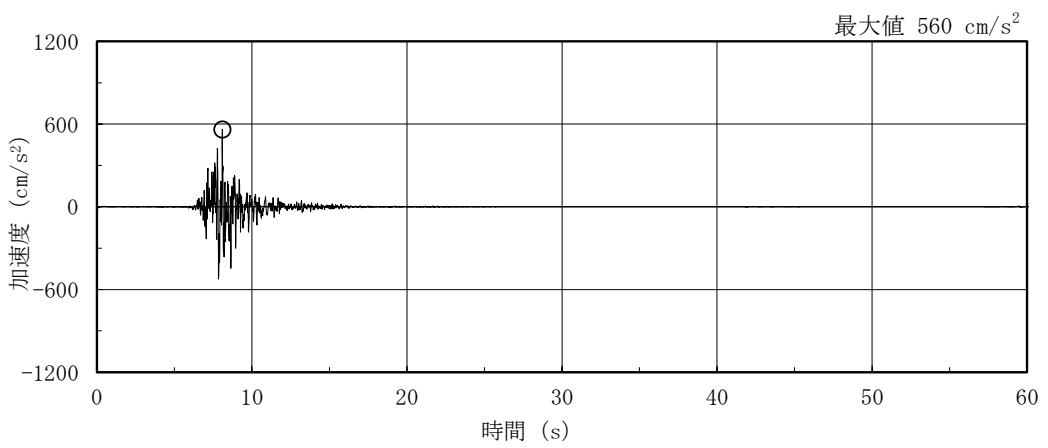


(f) S s - N 2 E W

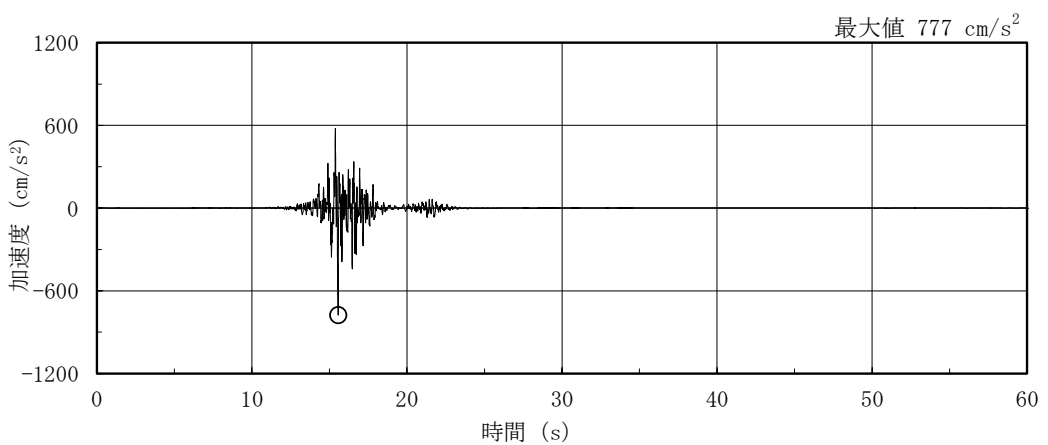
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

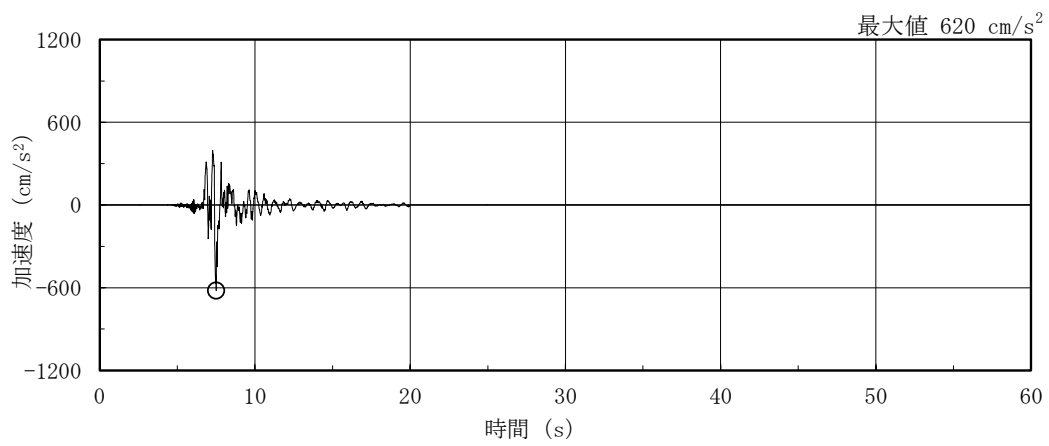


(b) S s - F 1

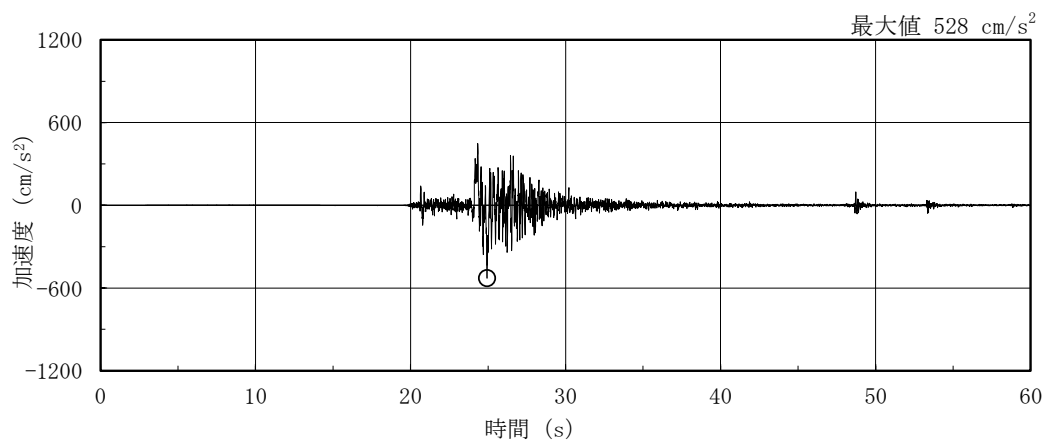


(c) S s - F 2

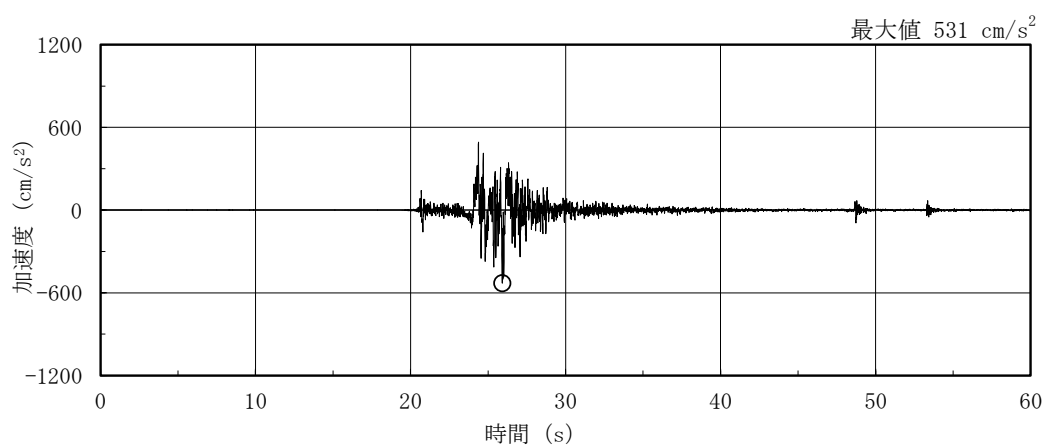
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, E W 方向)



(d) S s - N 1

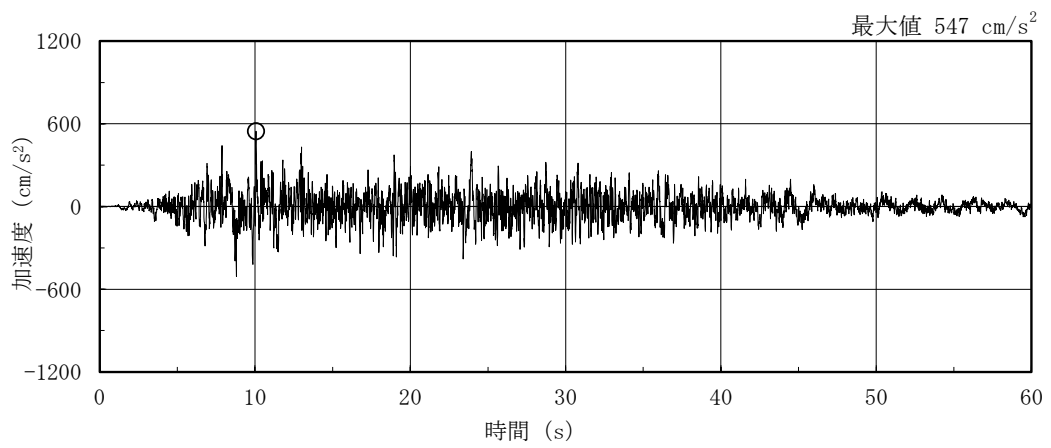


(e) S s - N 2 N S

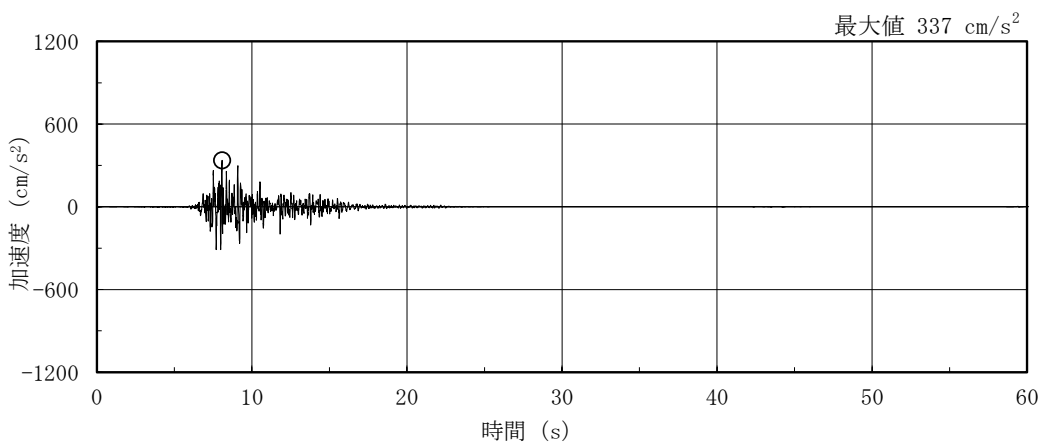


(f) S s - N 2 E W

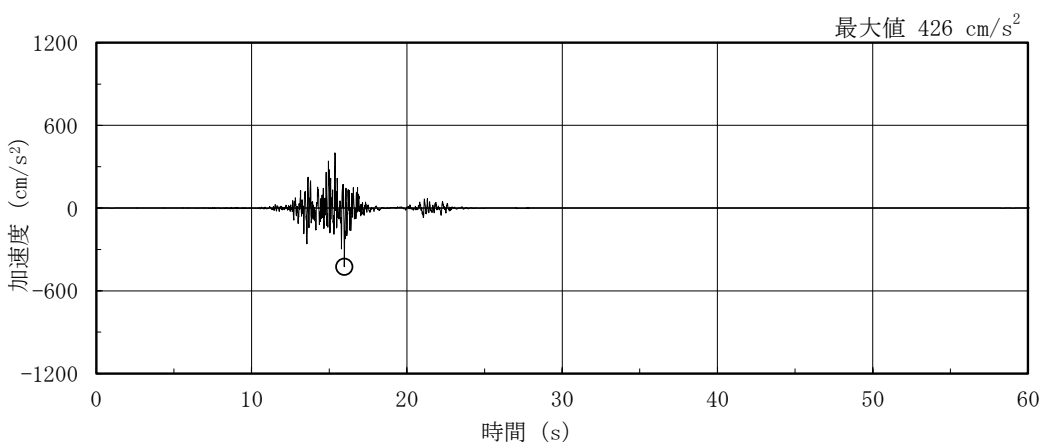
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(a) S s - D



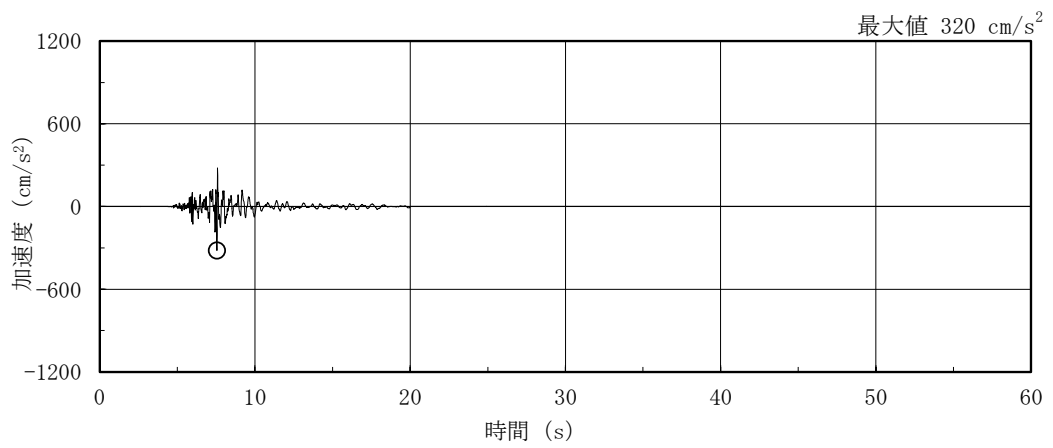
(b) S s - F 1



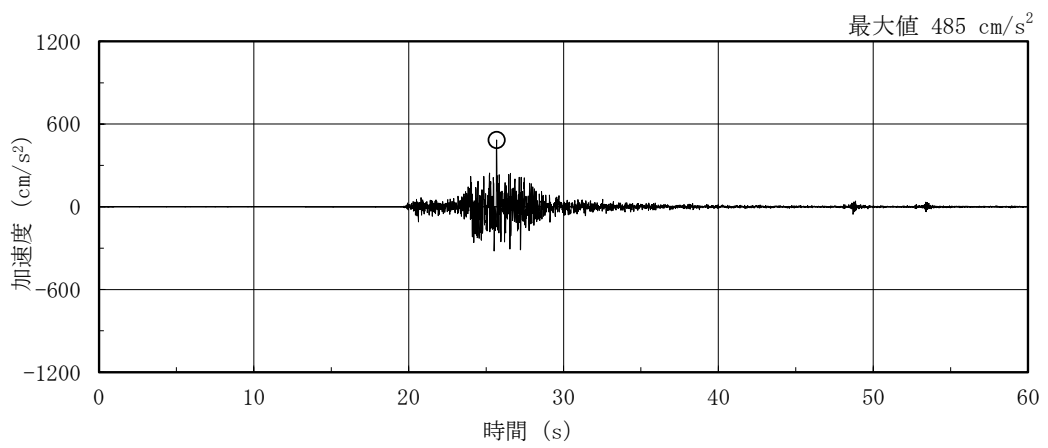
(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)





(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

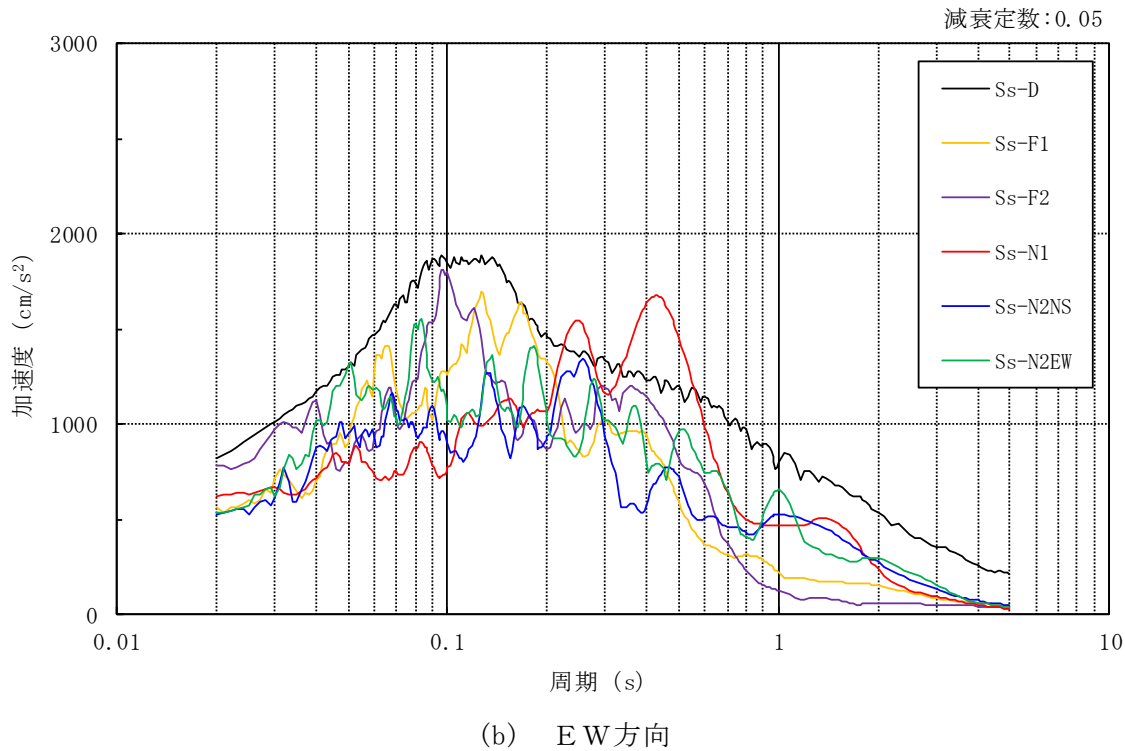
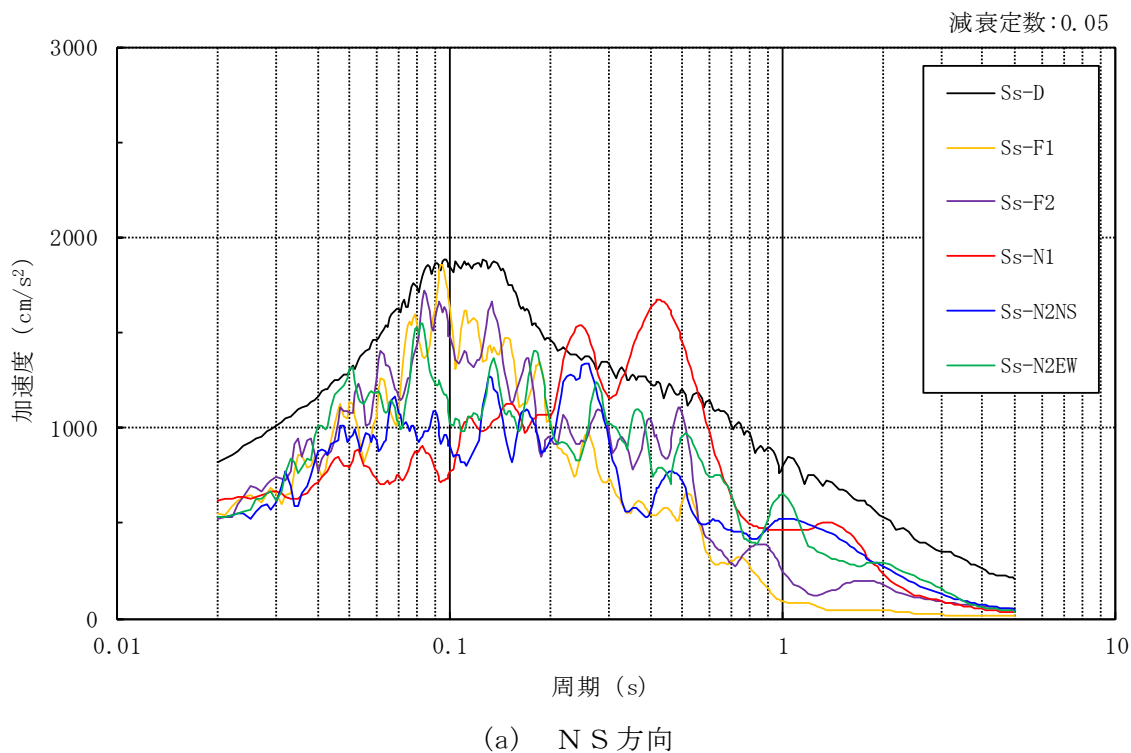


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

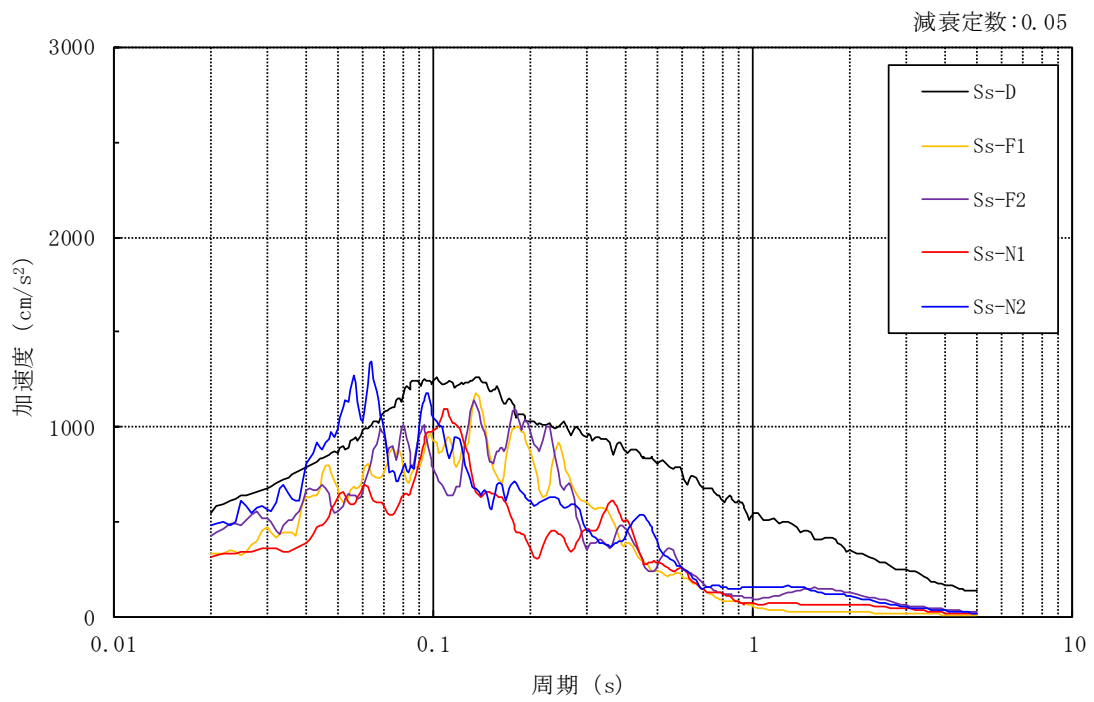
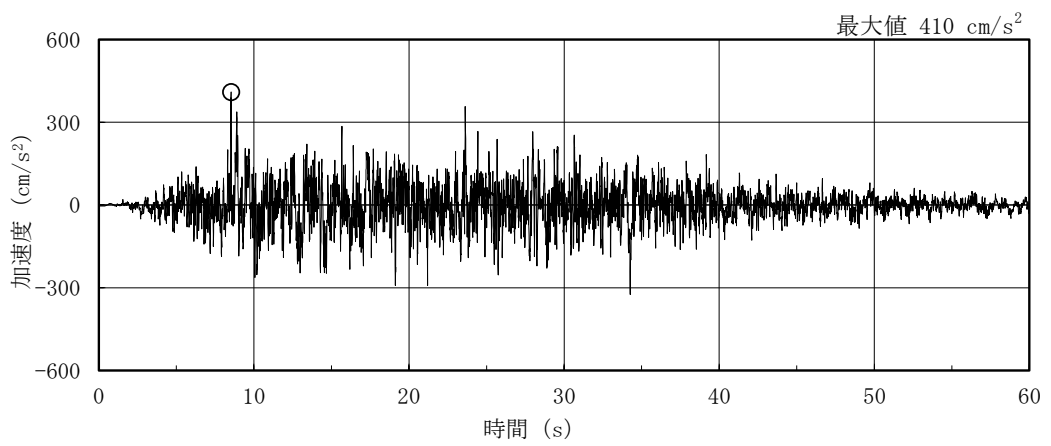
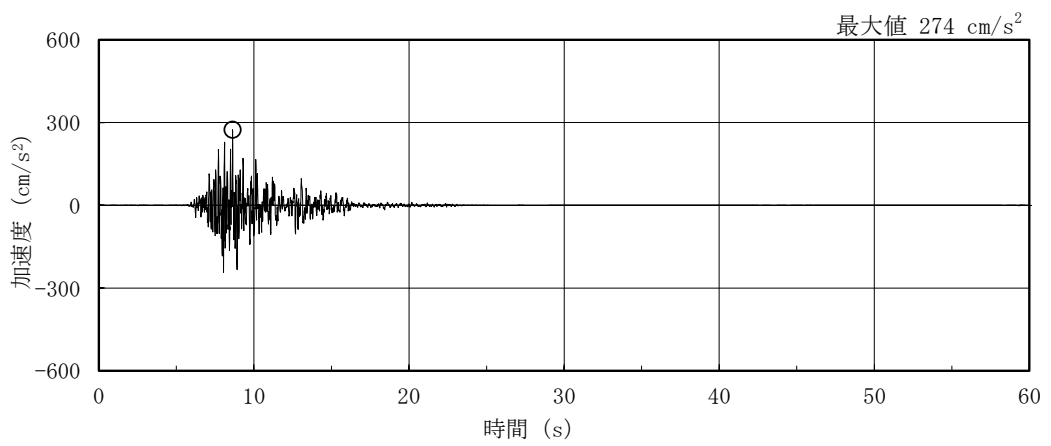


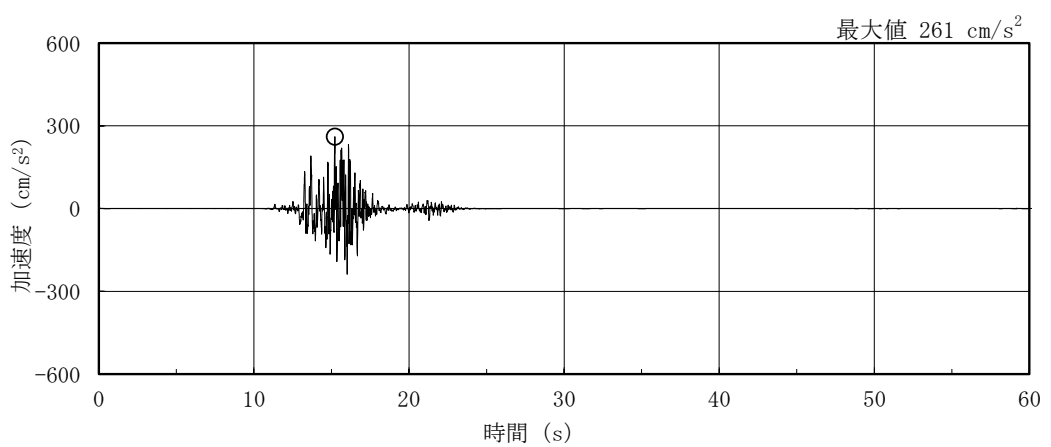
図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)



(a) S d - D

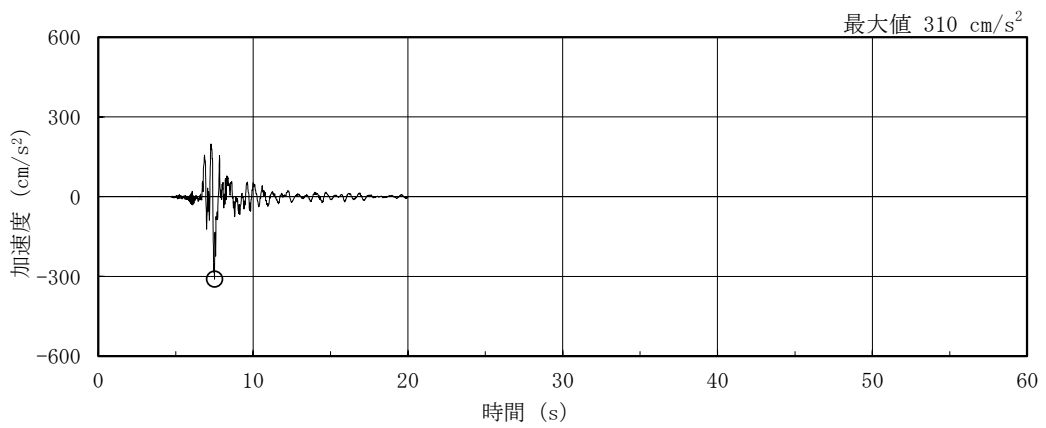


(b) S d - F 1

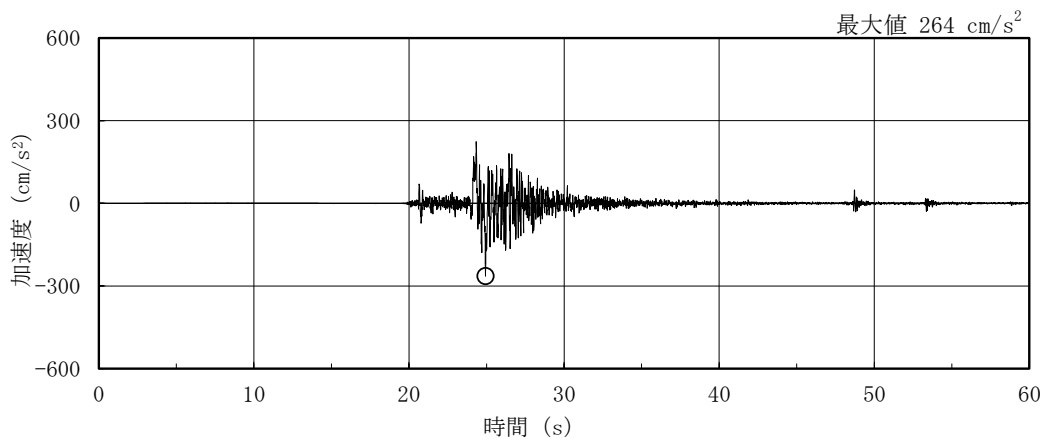


(c) S d - F 2

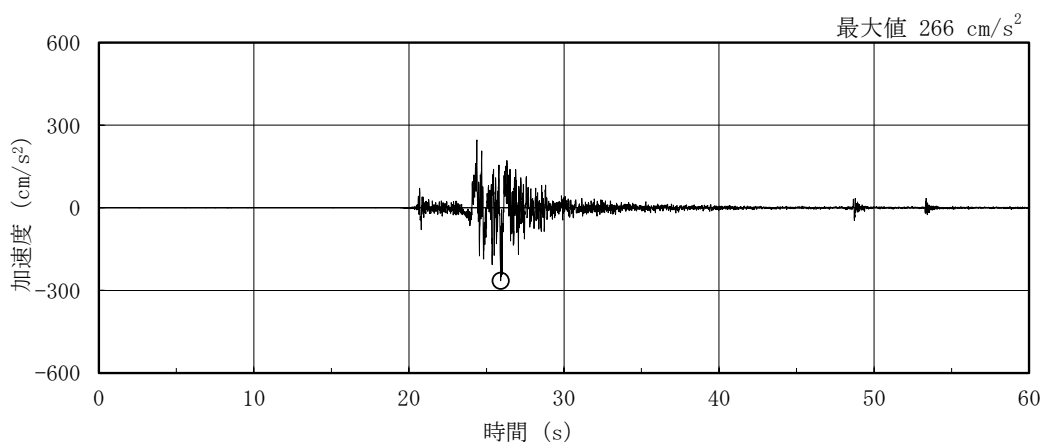
図 3-5(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(d) S d - N 1

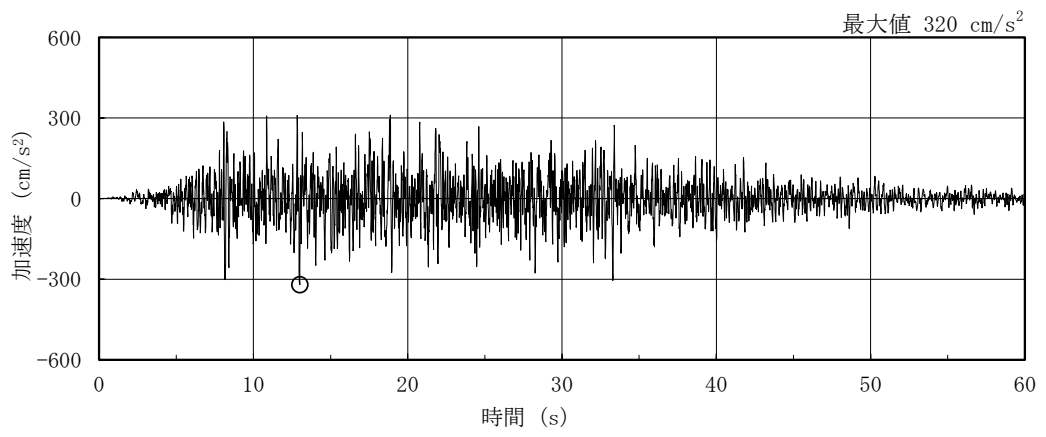


(e) S d - N 2 N S



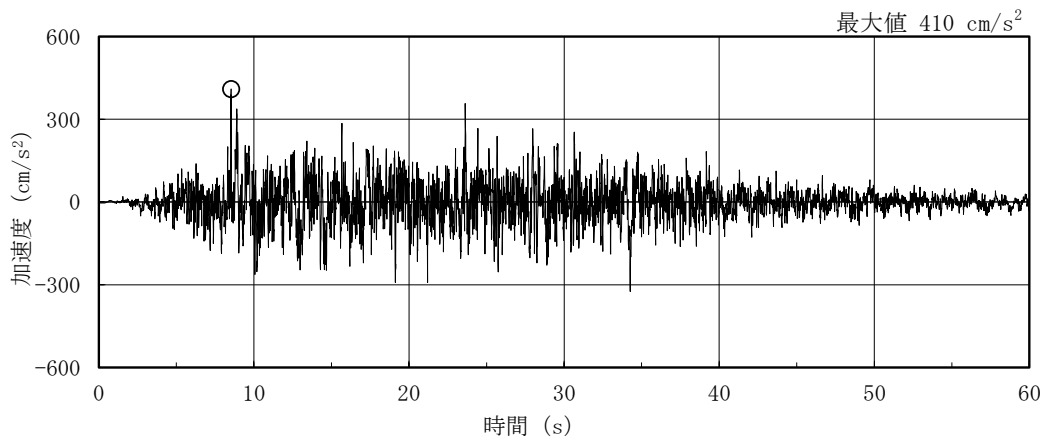
(f) S d - N 2 E W

図 3-5(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

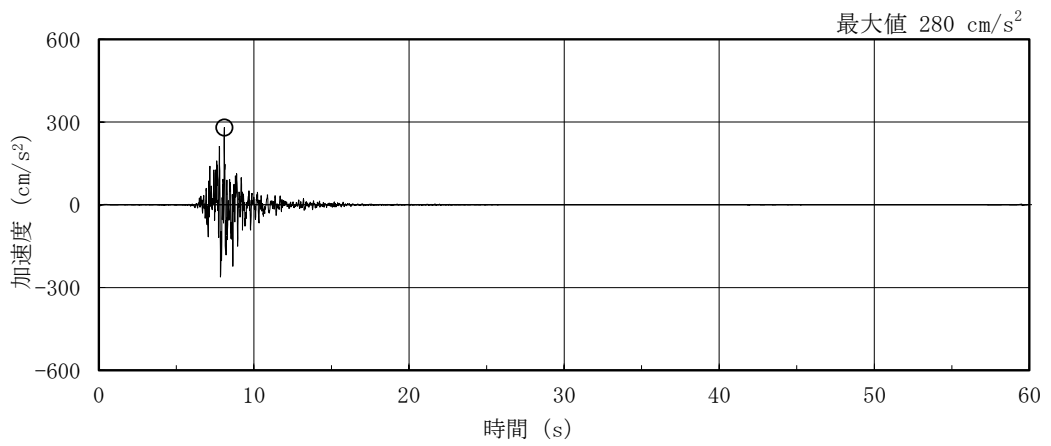


(g) S d - 1

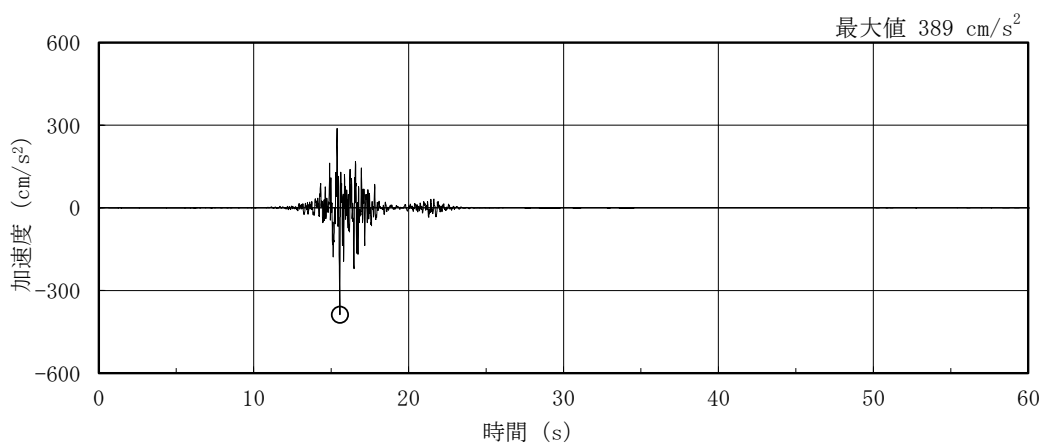
図 3-5(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(a) S d - D

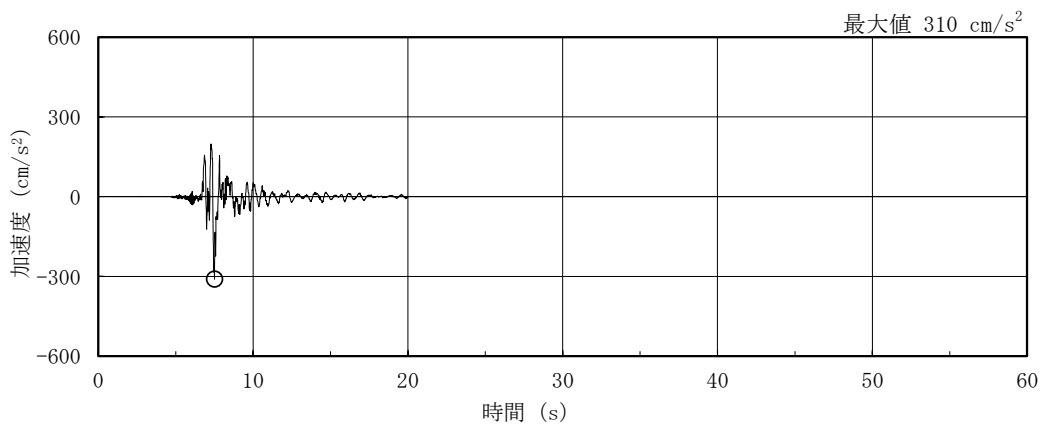


(b) S d - F 1

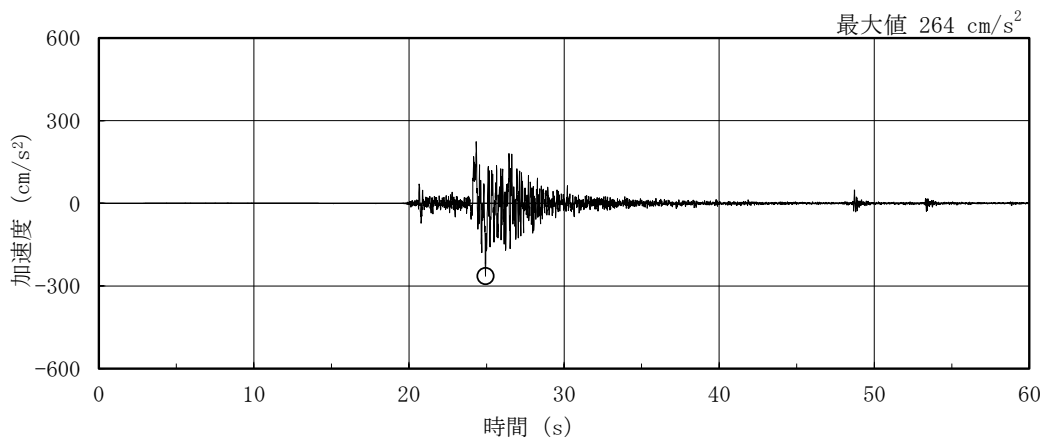


(c) S d - F 2

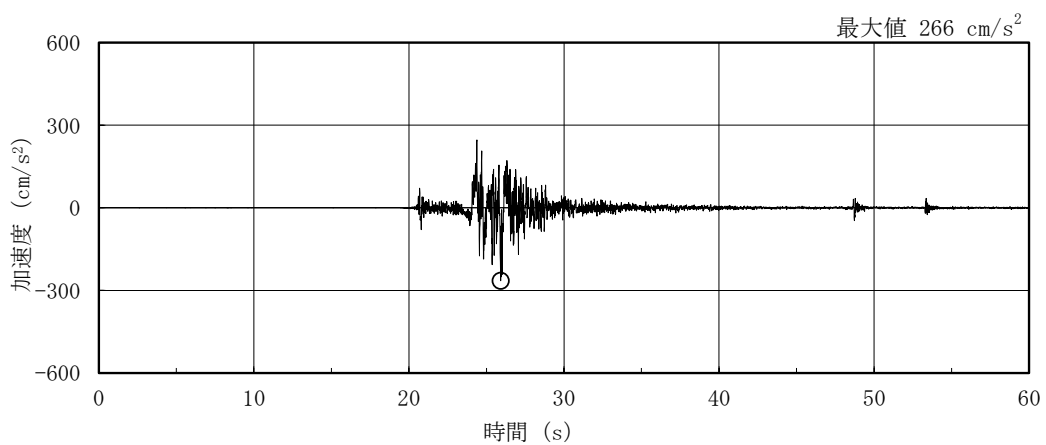
図 3-6(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(d) S d - N 1



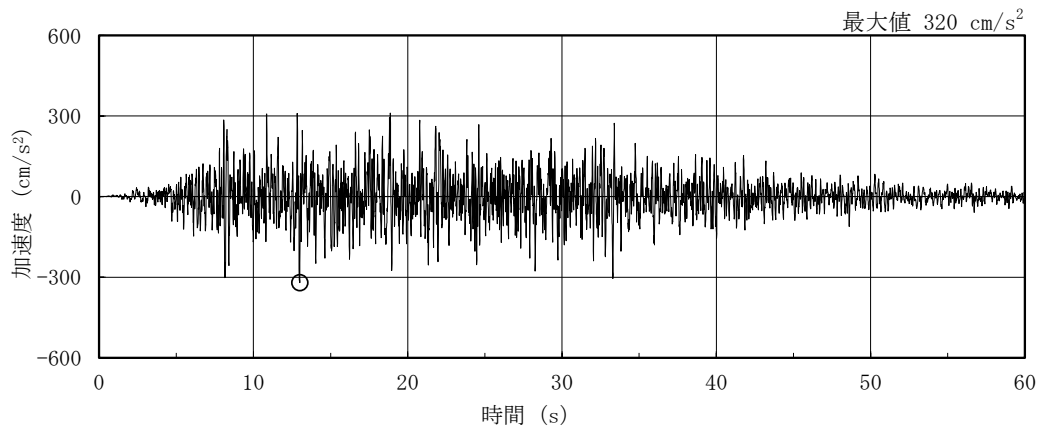
(e) S d - N 2 N S



(f) S d - N 2 E W

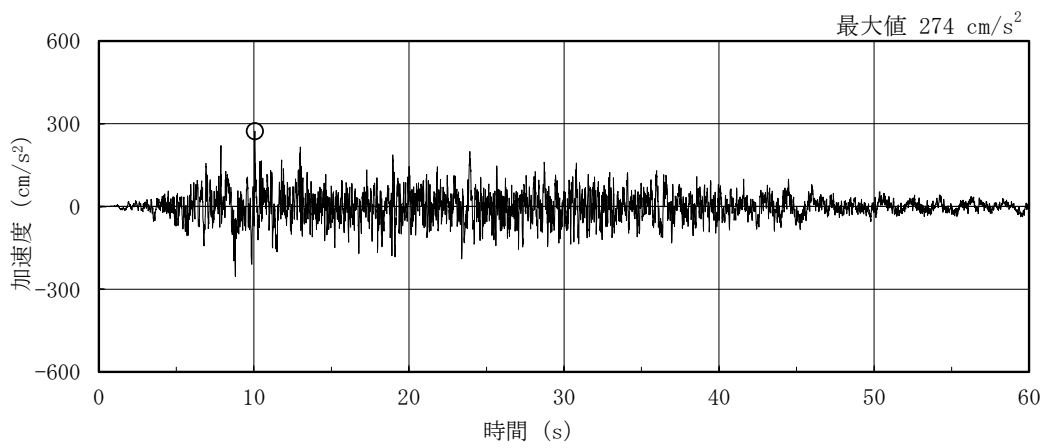
図 3-6(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



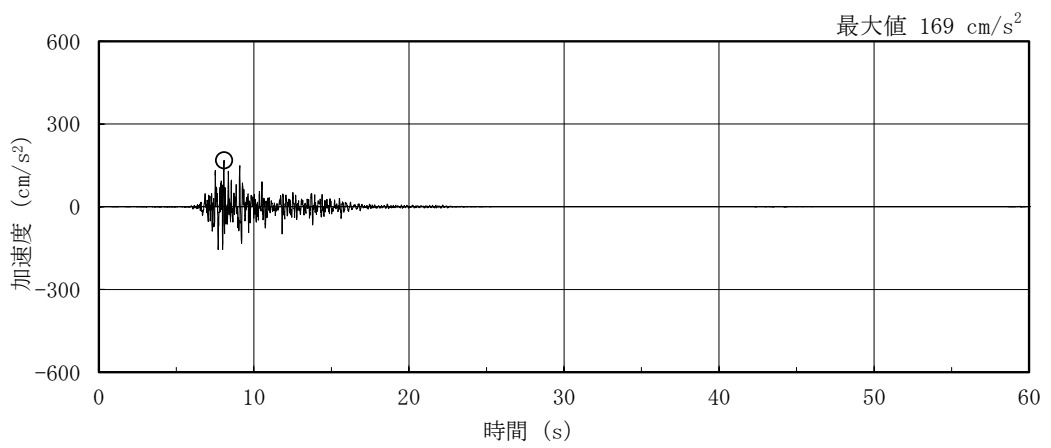


(g) S d - 1

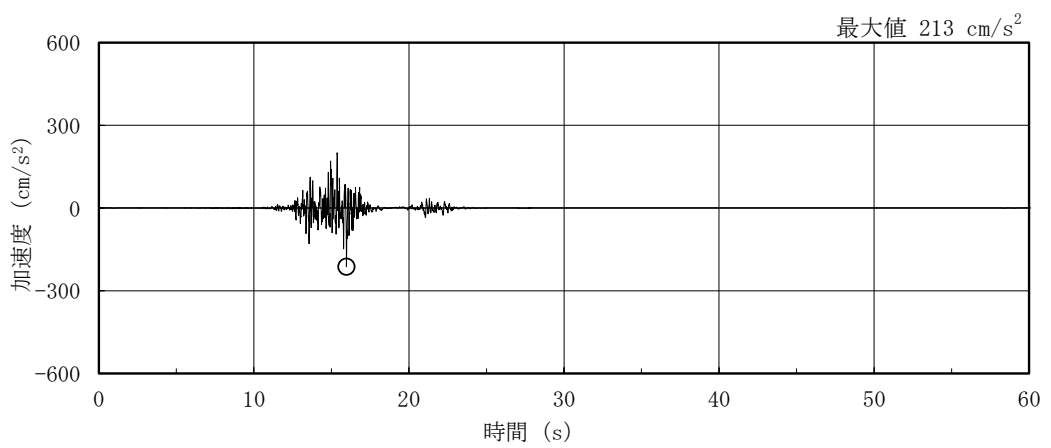
図 3-6(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(a) S d - D

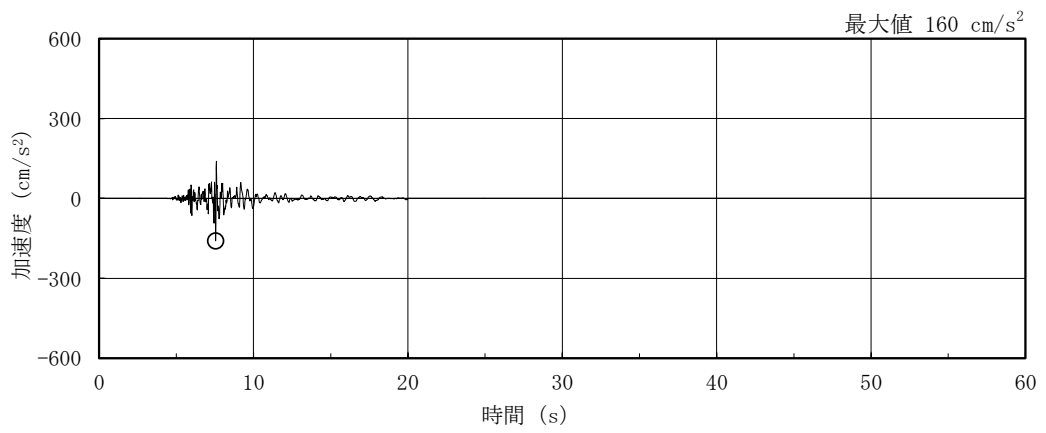


(b) S d - F 1

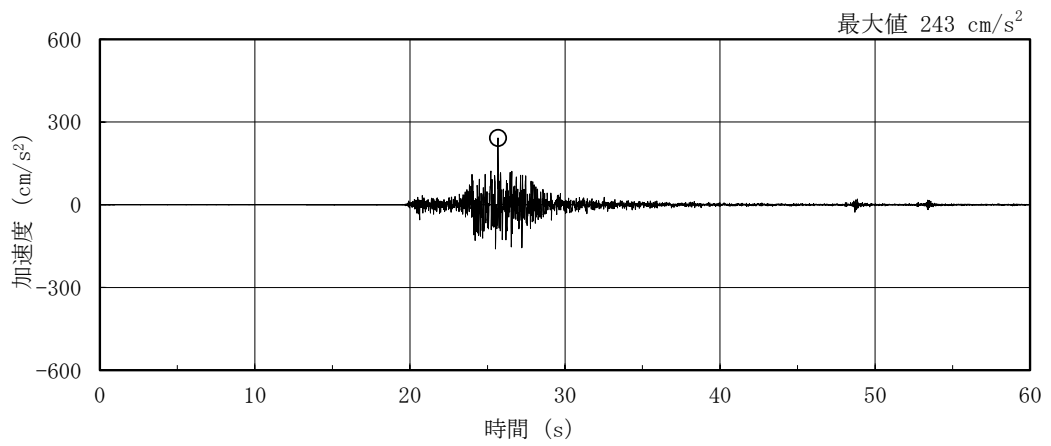


(c) S d - F 2

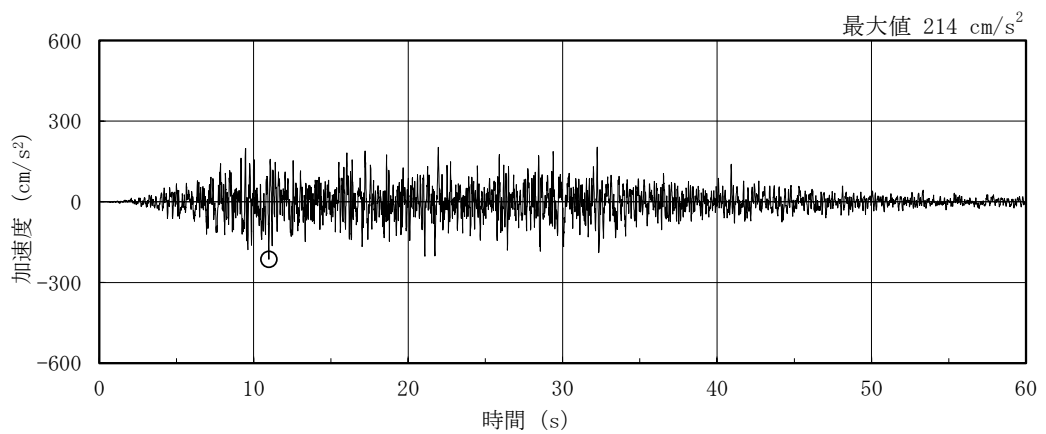
図 3-7(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



(d) S d - N 1



(e) S d - N 2



(f) S d - 1

図 3-7(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)

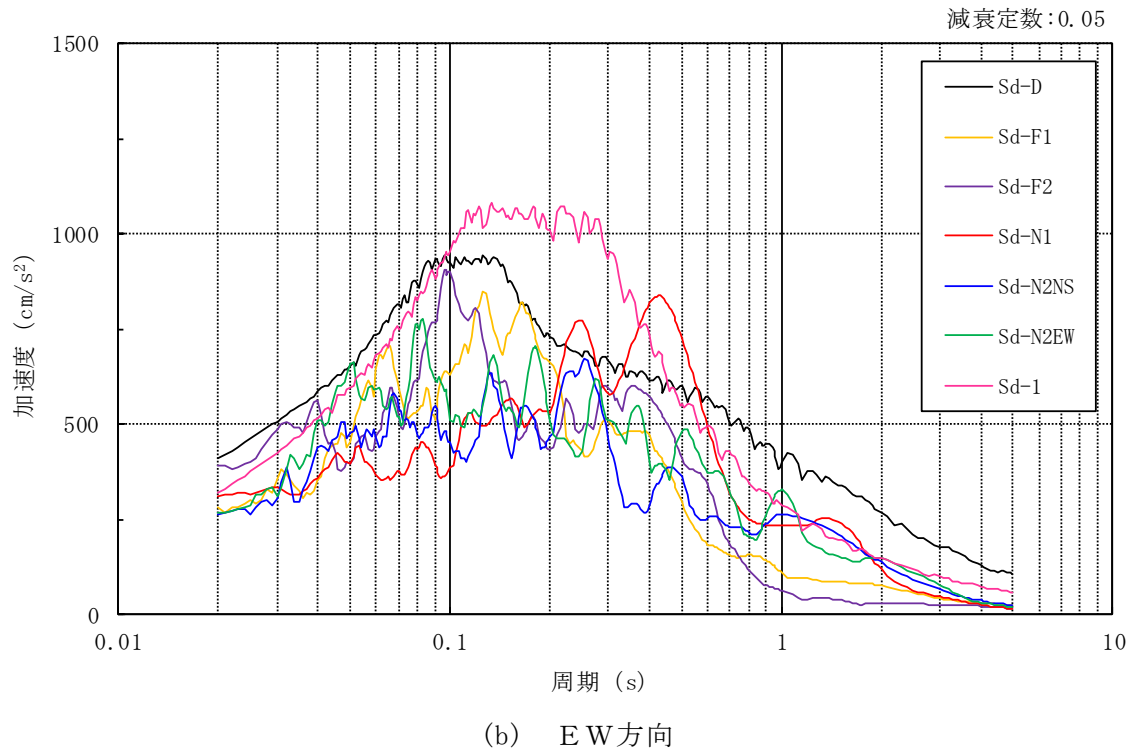
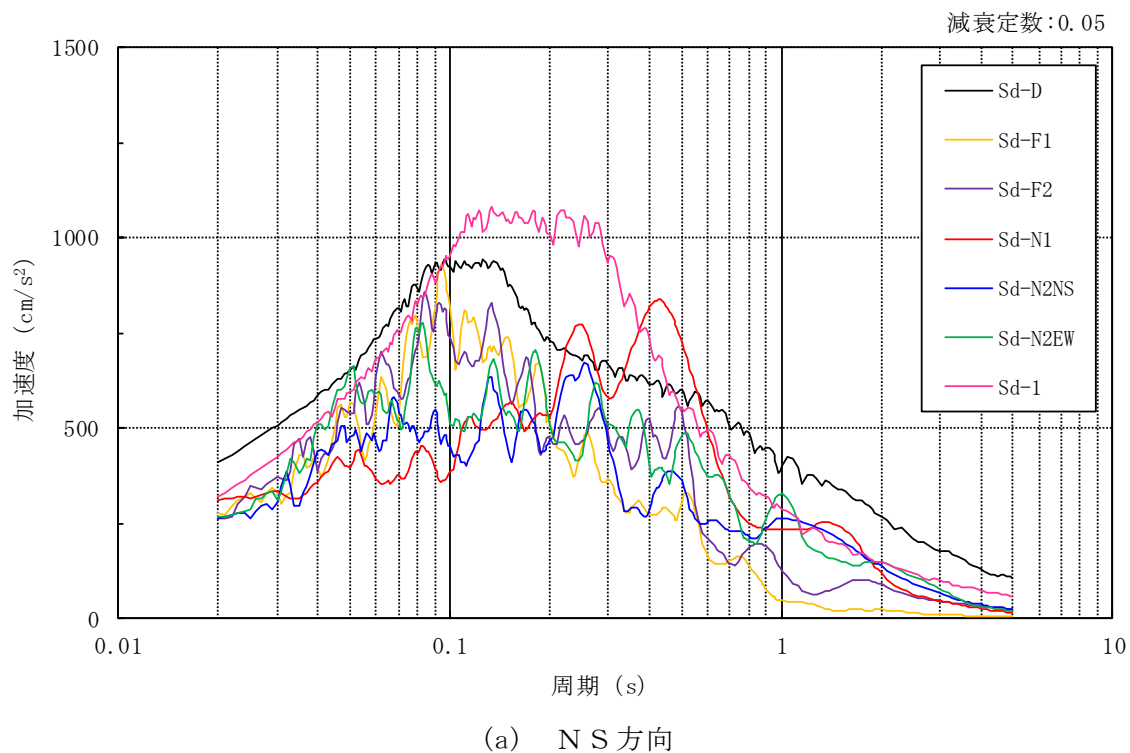


図 3-8(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

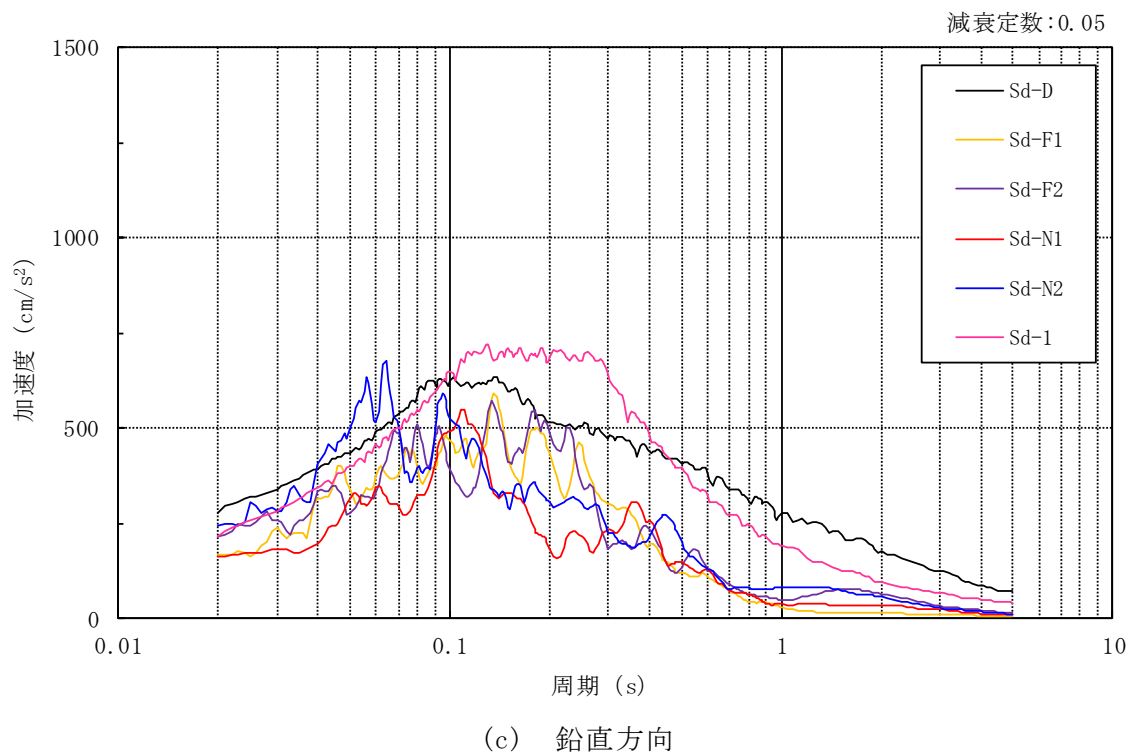


図 3-8(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=22.1 (N/mm <sup>2</sup> ) (Fc=225 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.20×10 <sup>4</sup>	9.18×10 <sup>3</sup>	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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-9に示す。

#### (2) 地盤ばね

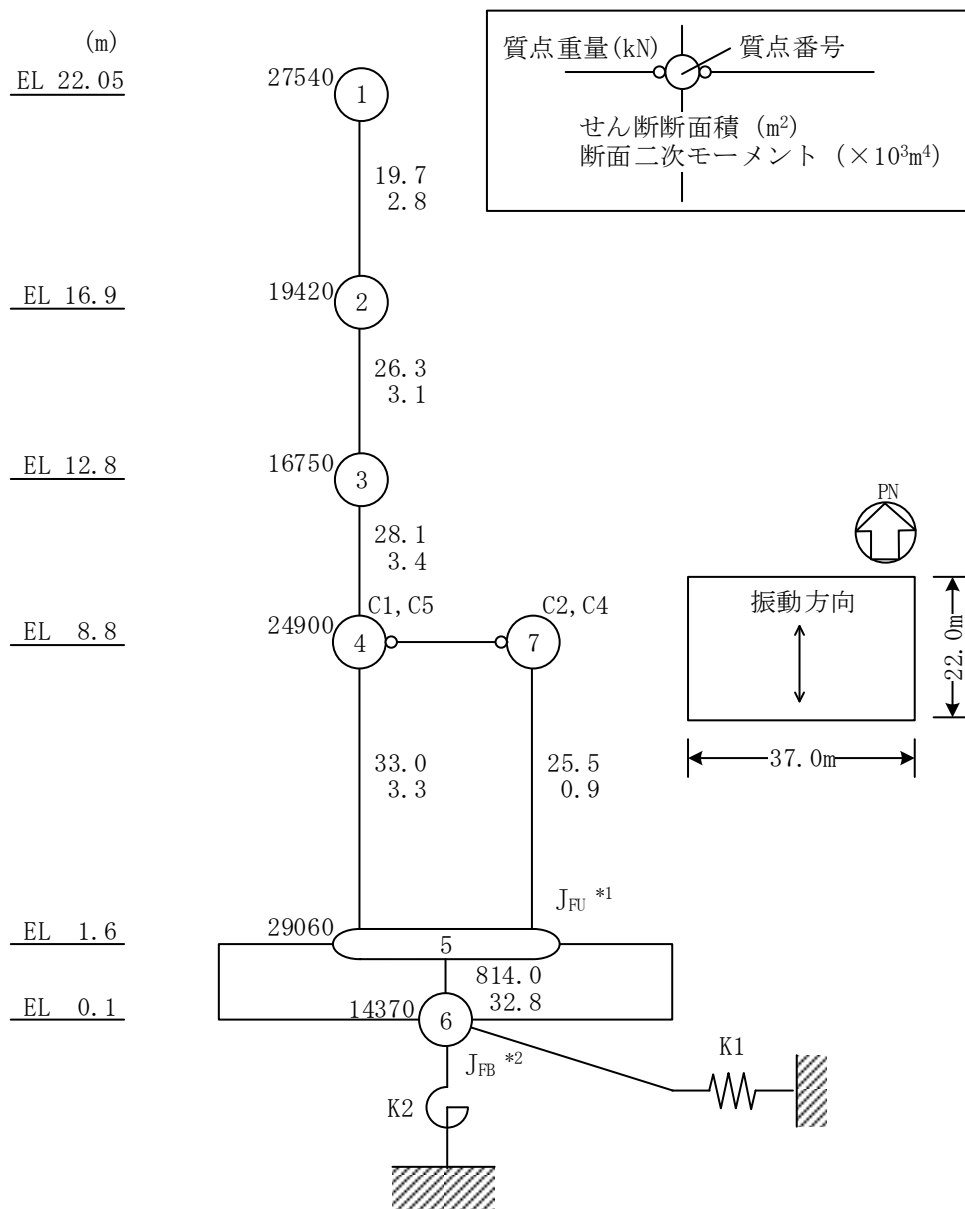
基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねは、建物基礎底面と地盤の間の付着力  $0.40\text{N/mm}^2$  を考慮し、線形とする。地盤ばねの定数化の概要を図3-10に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を1次元地盤としてモデル化し、1次元波動論に基づく評価により、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を2次元地盤に入力して有限要素法による応答計算を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。表3-3に示す地盤物性値のうち、表層①-1については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値とする。

なお、2次元FEM地盤モデルの側面はエネルギー伝達境界、底面は粘性境界を設けることにより、遠方地盤への波動の逸散を考慮する。

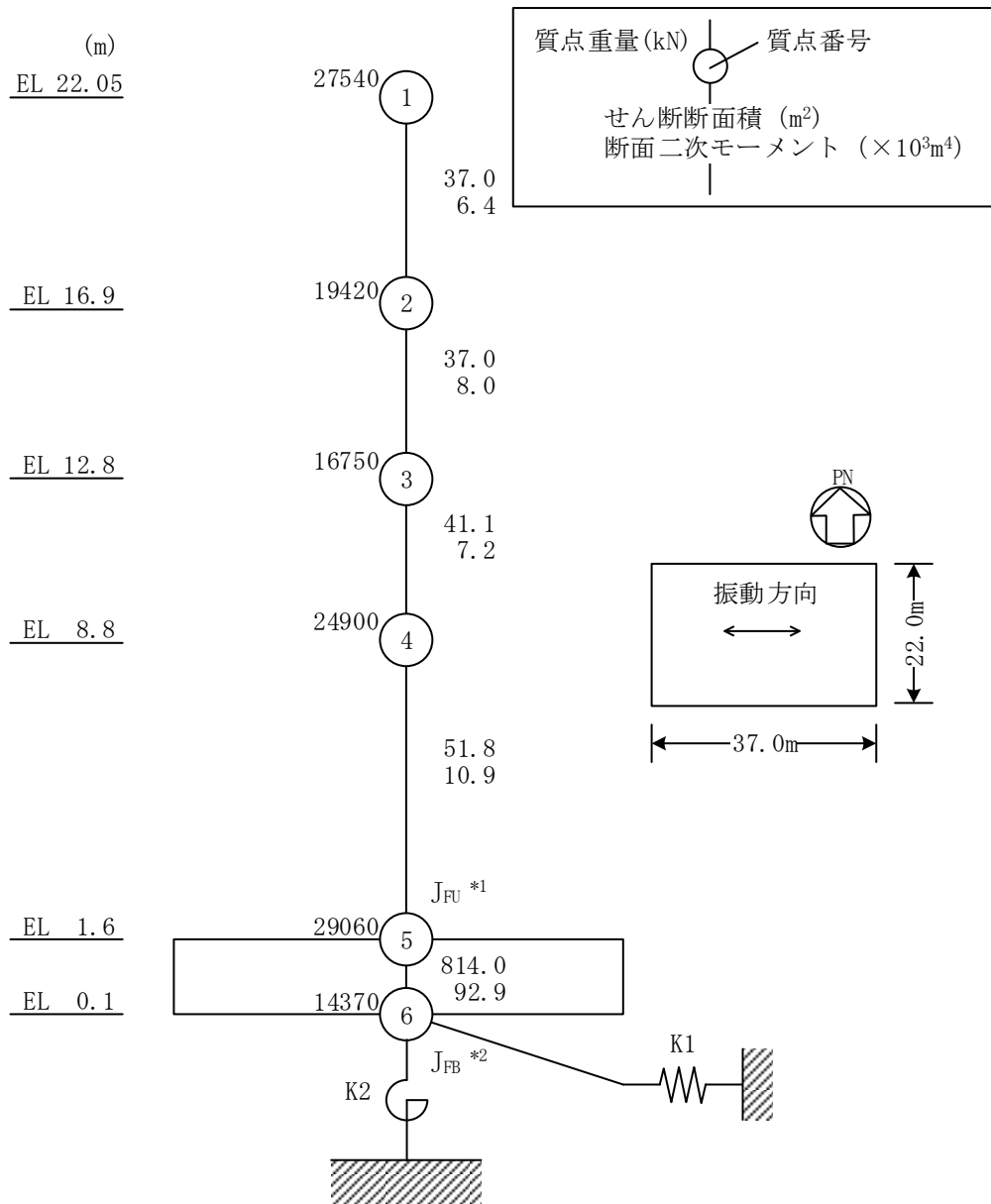
地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-11に、2次元FEM地盤モデルを図3-12に、基礎底面位置(EL 0.1m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-13及び図3-14に示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」及び「SuperFLUSH」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



注記\*1: 回転慣性重量 (基礎スラブ上端) ( $47.46 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ )  
 \*2: 回転慣性重量 (基礎スラブ下端) ( $5.79 \times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ )

図 3-9(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

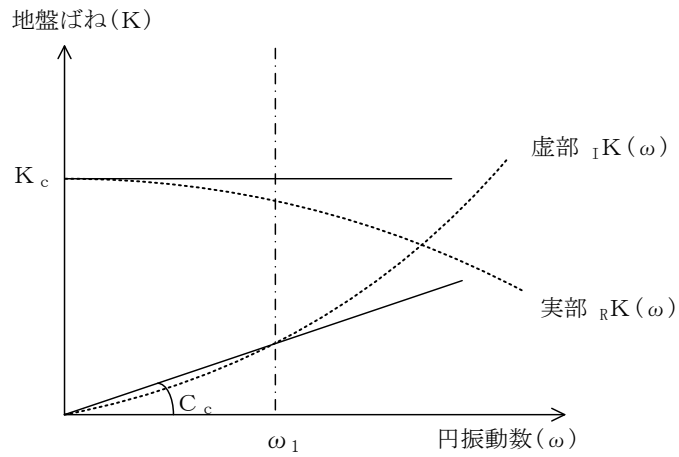




注記\*1：回転慣性重量（基礎スラブ上端）（ $13.42 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ）

\*2：回転慣性重量（基礎スラブ下端）（ $1.64 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ ）

図 3-9(2) 地震応答解析モデル（EW方向）



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-10 地盤ばねの定数化の概要

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$5.10 \times 10^8$ (kN/m)	$2.84 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$7.45 \times 10^{10}$ (kN・m/rad)	$2.13 \times 10^7$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$4.86 \times 10^8$ (kN/m)	$2.58 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$1.57 \times 10^{11}$ (kN・m/rad)	$1.19 \times 10^8$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 制御室建物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号		S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
表層①-1	S <sub>s</sub>	127*	422*	20.7	0.45	0.341*	8*
	S <sub>d</sub>	156*	516*	20.7	0.45	0.512*	7*
岩盤①-2		250	800	20.6	0.446	1.31	3
岩盤②		900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③		1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④		1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤		2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥		2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記\*：地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値

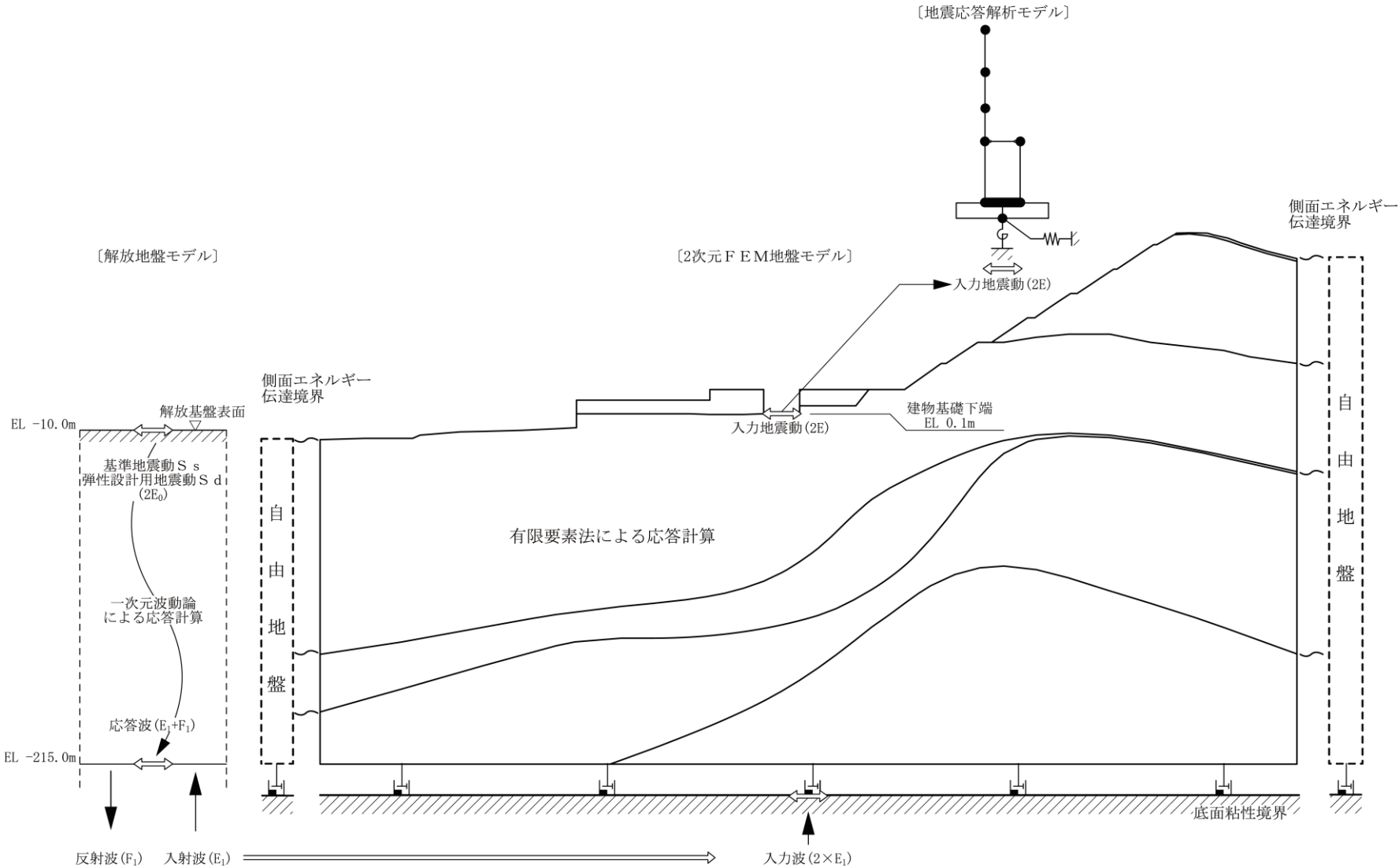
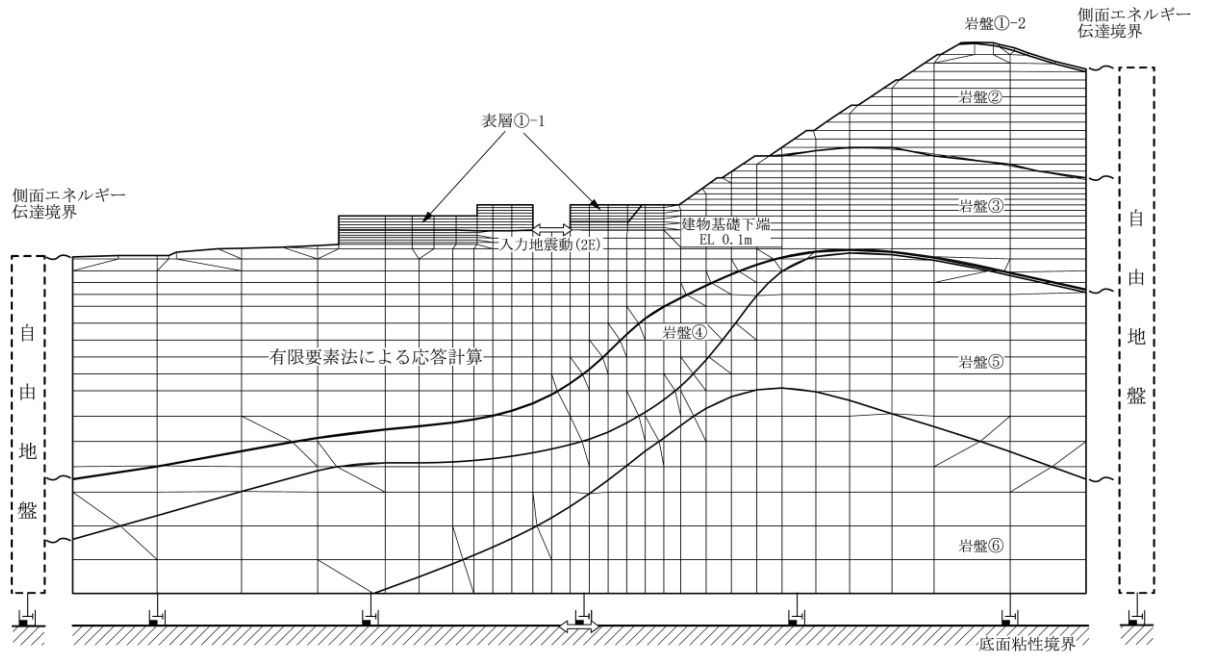
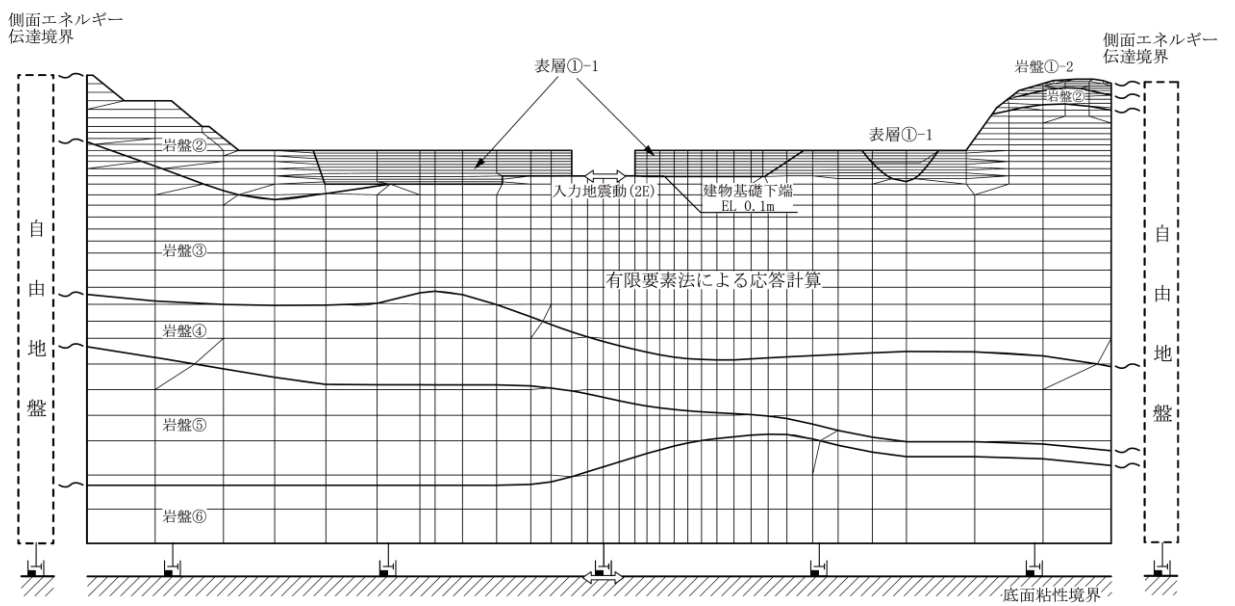


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)



(a) NS方向



(b) EW方向

図 3-12 2次元FEM地盤モデル

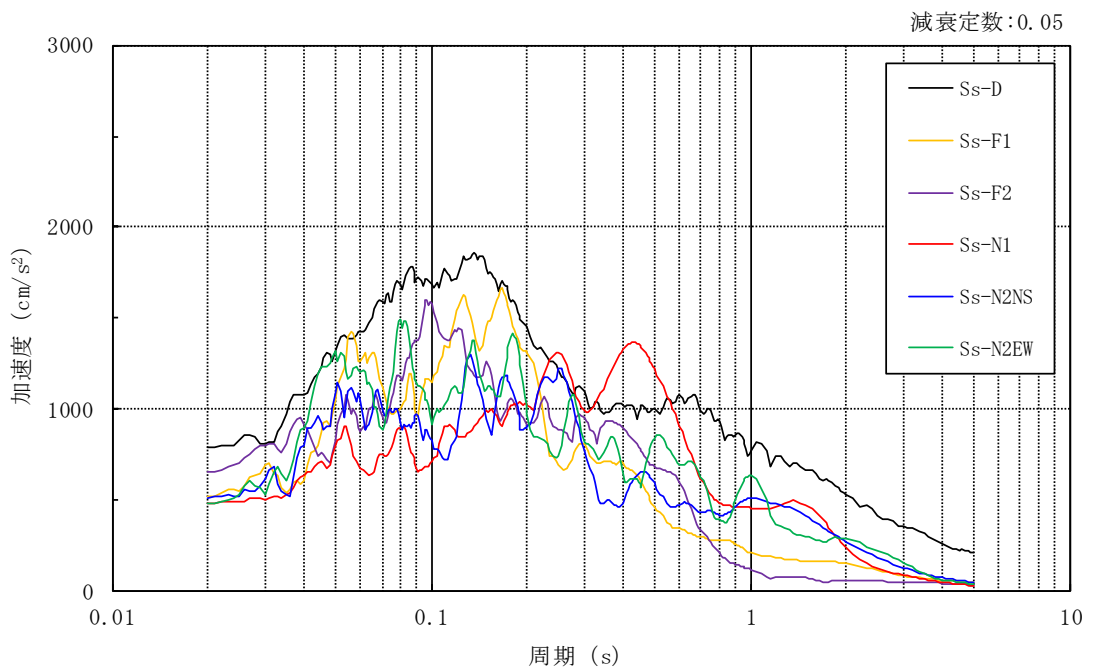
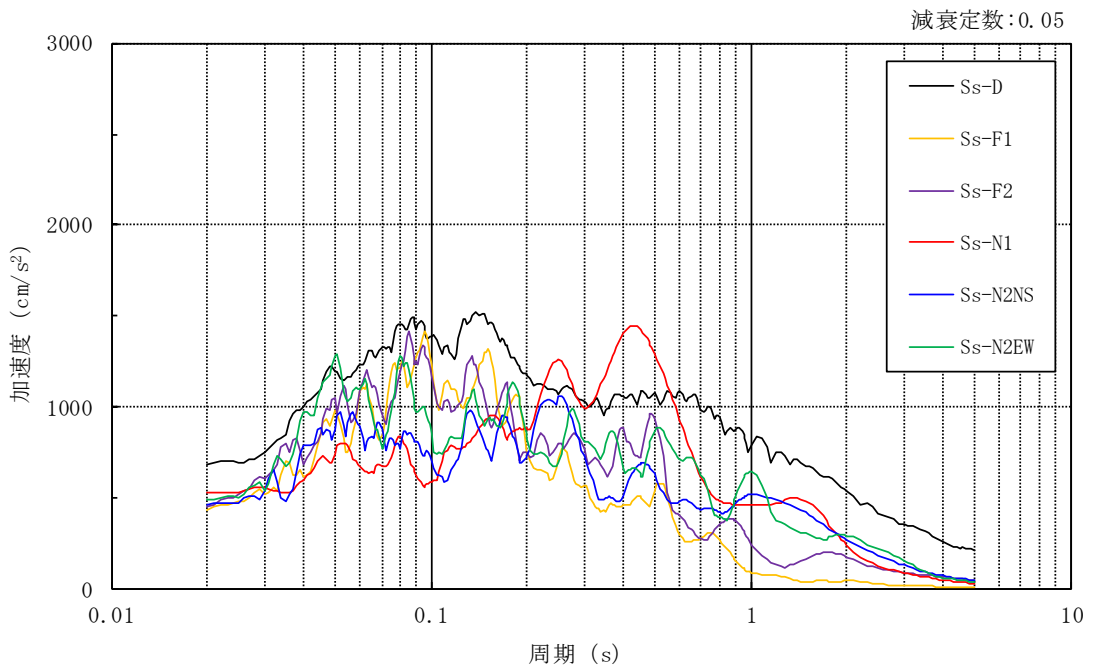
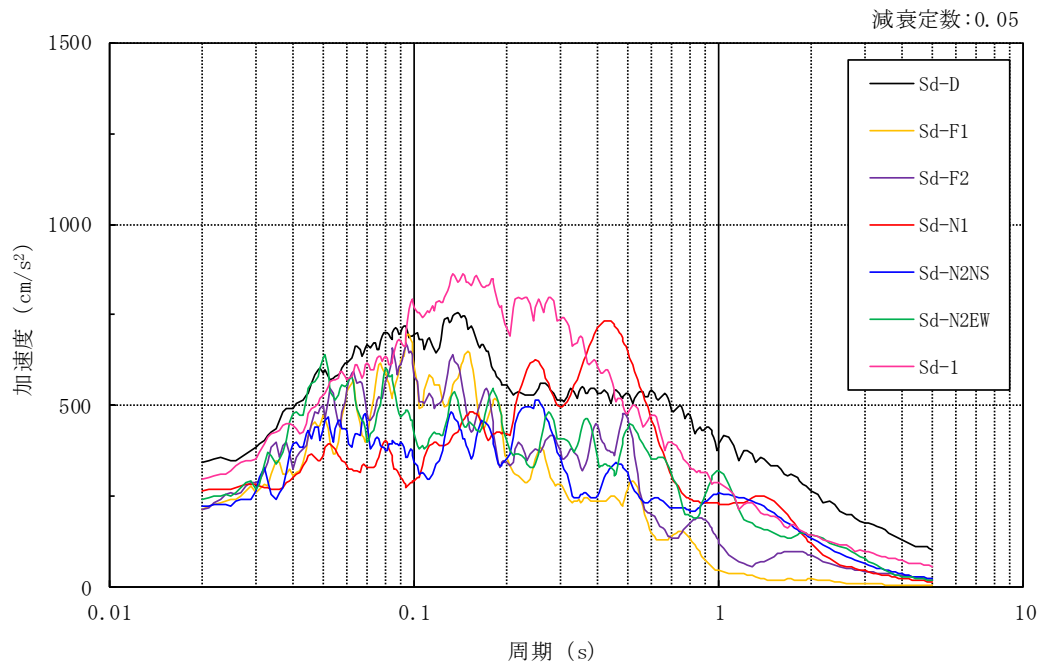
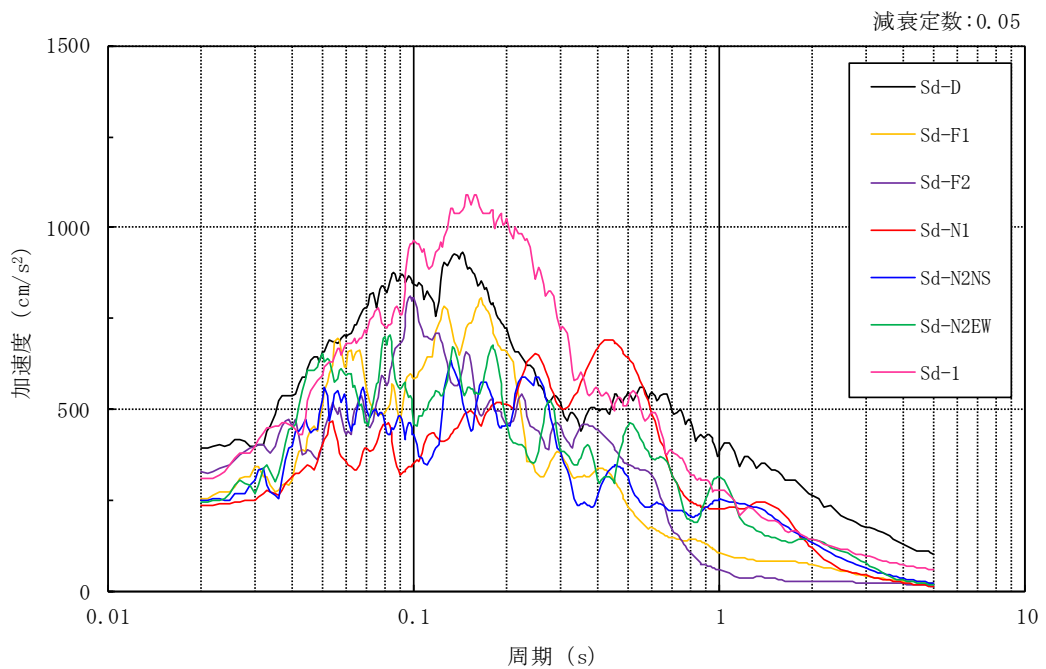


図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 0.1m)



(a) N S 方向



(b) E W 方向

図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル（弾性設計用地震動 S d , EL 0.1m）

### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-15 に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。また、建物基礎底面レベルにおける軸力（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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-16 に、1 次元地盤モデルを図 3-17 に、基礎底面位置（EL 0.1m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-18 及び図 3-19 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



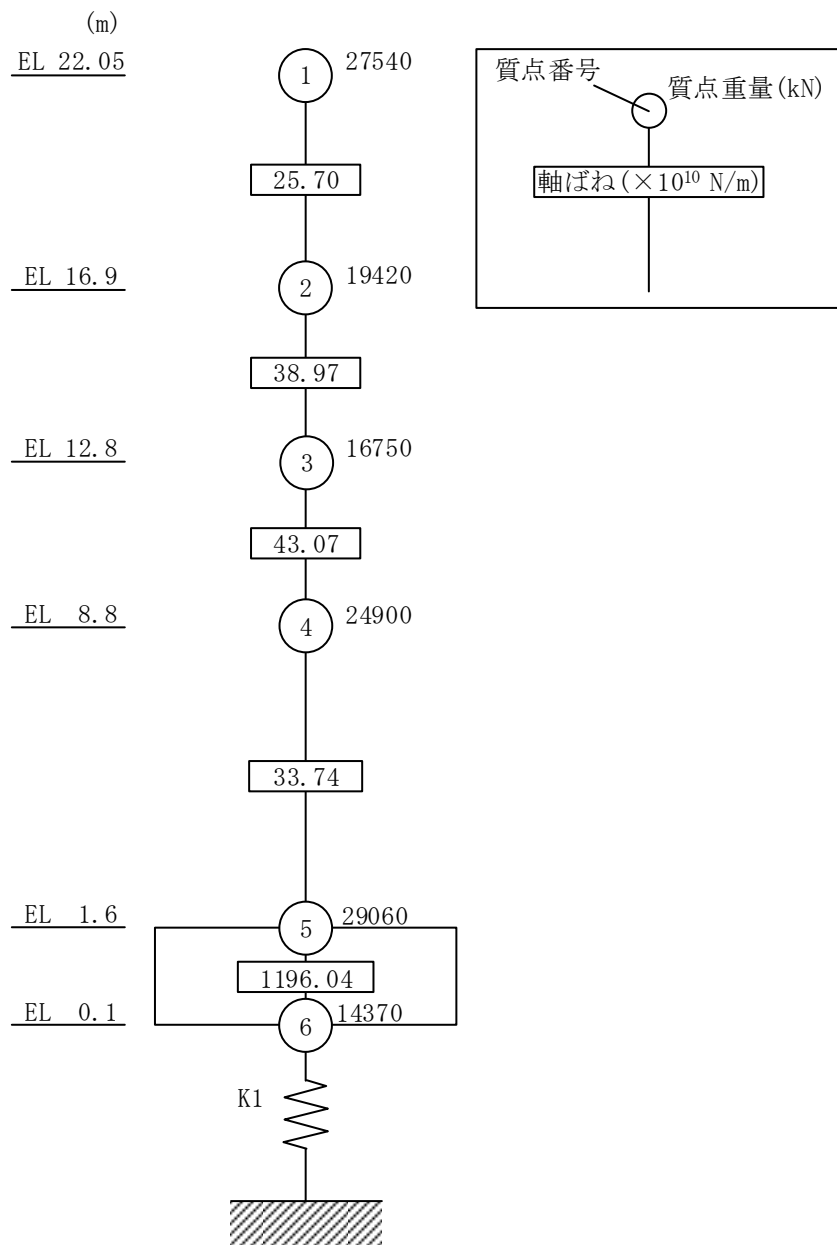


図 3-15 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$6.80 \times 10^8$ (kN/m)	$5.14 \times 10^6$ (kN・s/m)

S2 補 VI-2-2-5 R0

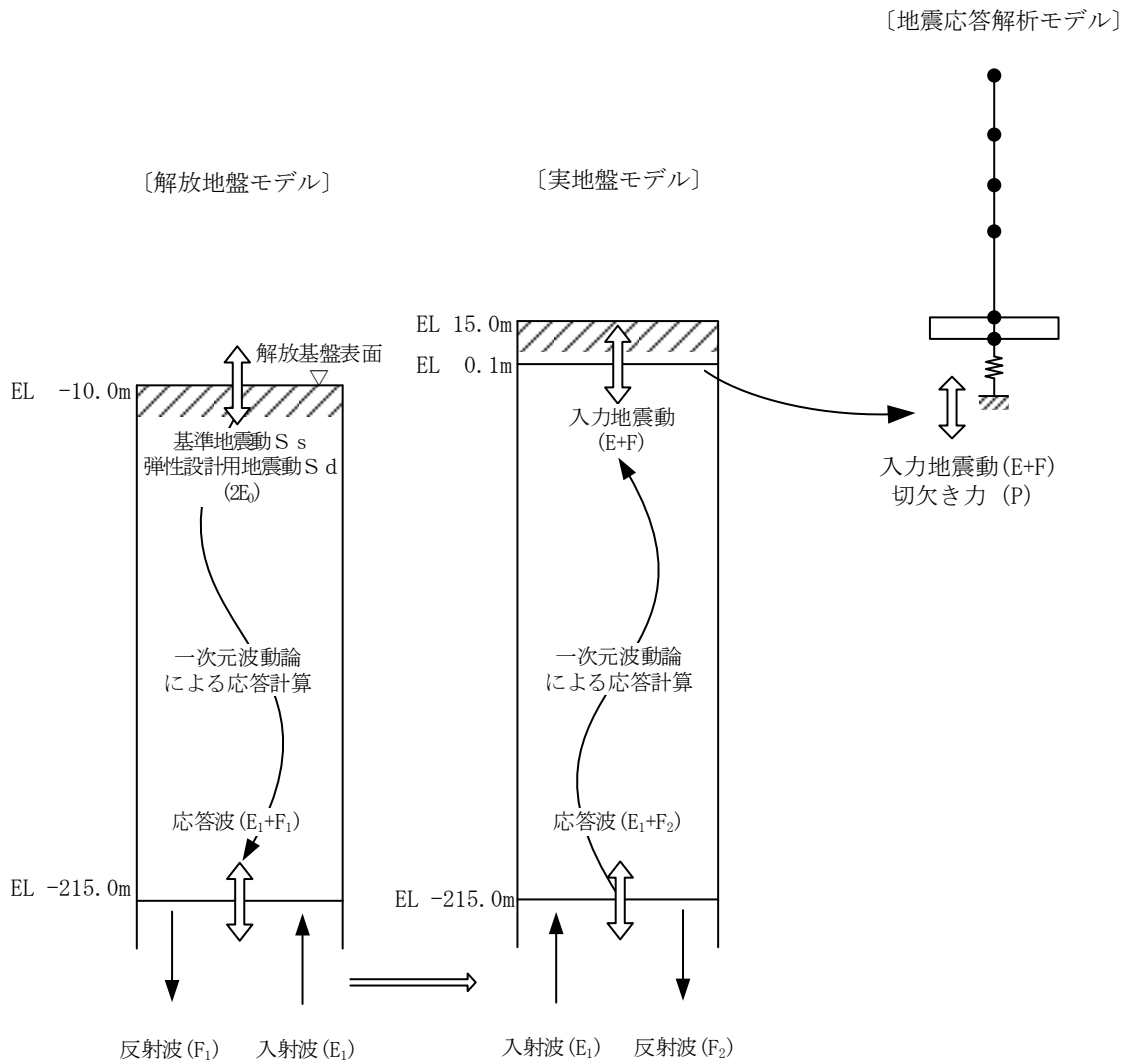


図 3-16 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

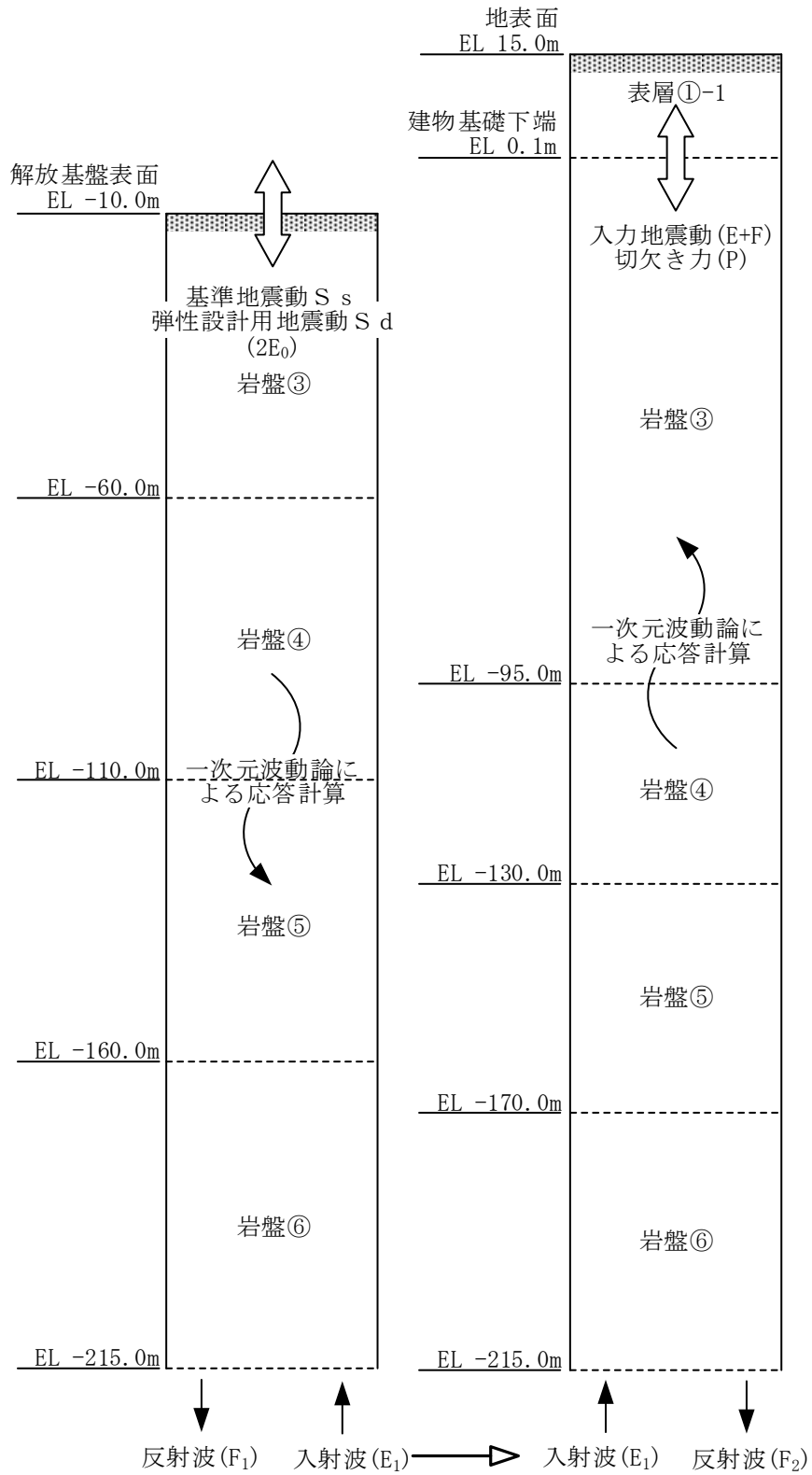


図 3-17 1次元地盤モデル

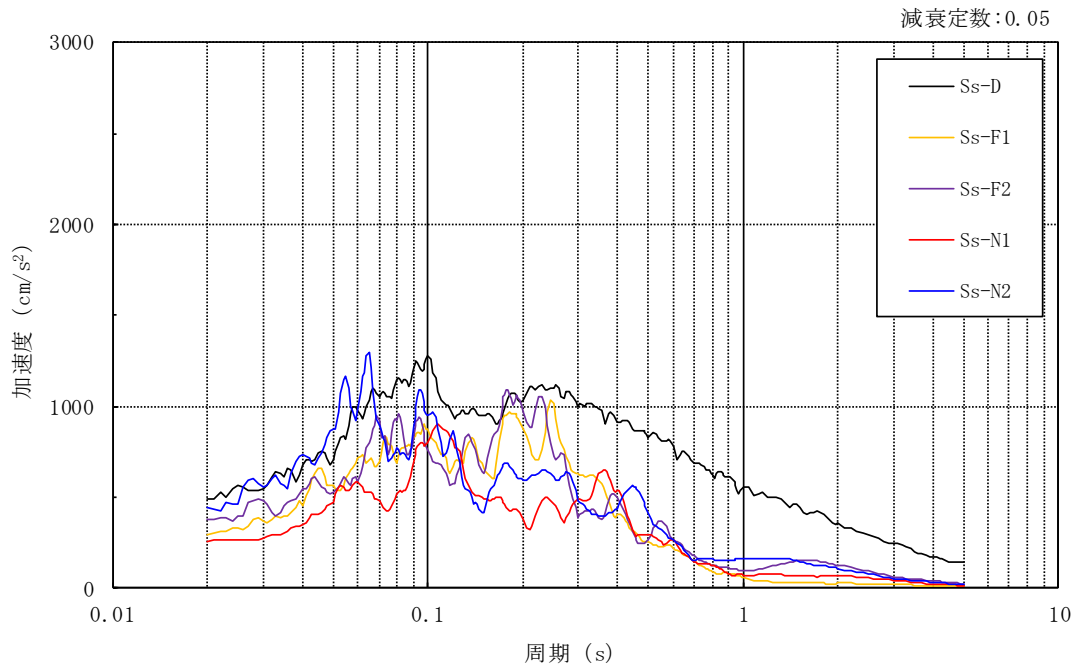


図 3-18 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動  $S_s$  , 鉛直方向, EL 0.1m)

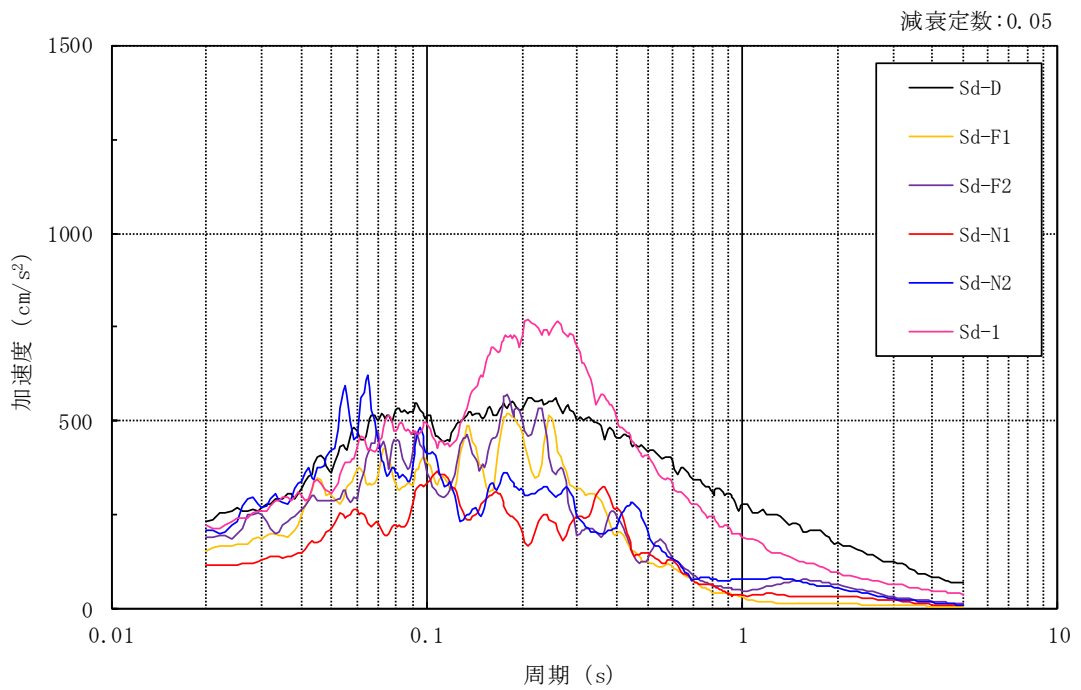


図 3-19 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(弾性設計用地震動  $S_d$  , 鉛直方向, EL 0.1m)

### 3.3 解析方法

制御室建物について、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定する。また、静的解析により静的地震力、接地圧及び必要保有水平耐力を算定する。

制御室建物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、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 1.6m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- $C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数
- $W_i$  : 第  $i$  層が支える重量
- $Z$  : 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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度  
n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)  
H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)  
Z : 地震地域係数 (1.0)  
 $\alpha$  : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

ここで、

- $C_v$  : 鉛直震度  
 $R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)

### 3.3.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は、次式により算定する。

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

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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

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

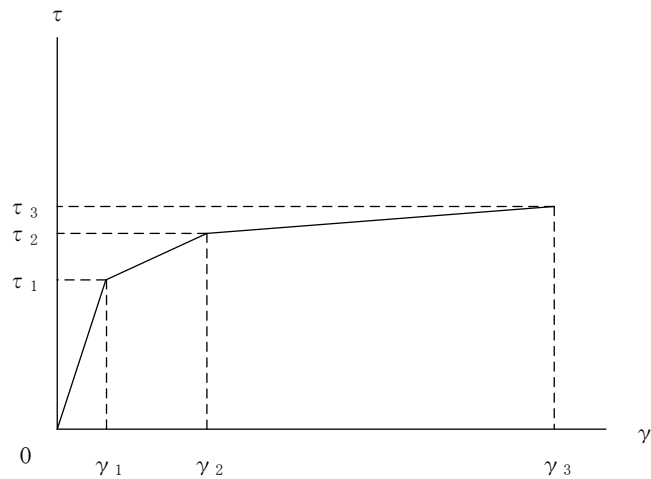
$C_0$  : 標準せん断力係数 (1.0)

### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-20 に示す。



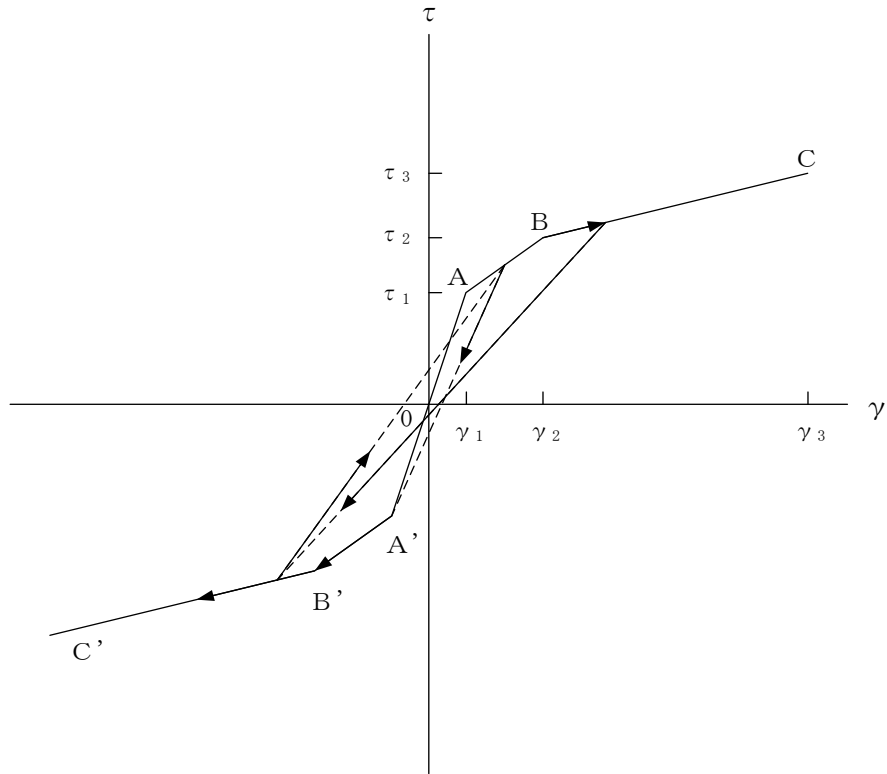
- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-20 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 3-21 に示す。

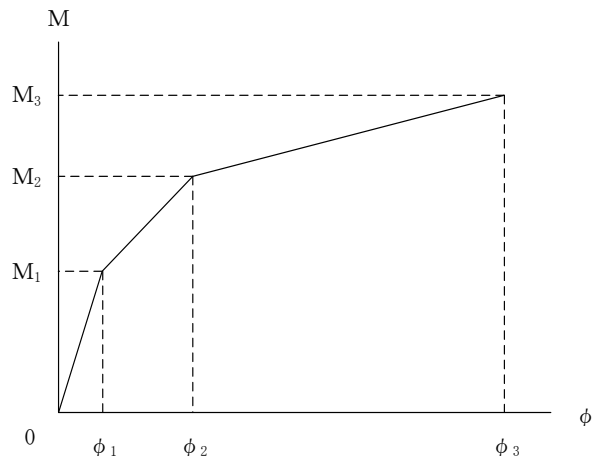


- a. 0-A 間 : 弾性範囲
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-21 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-22 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

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

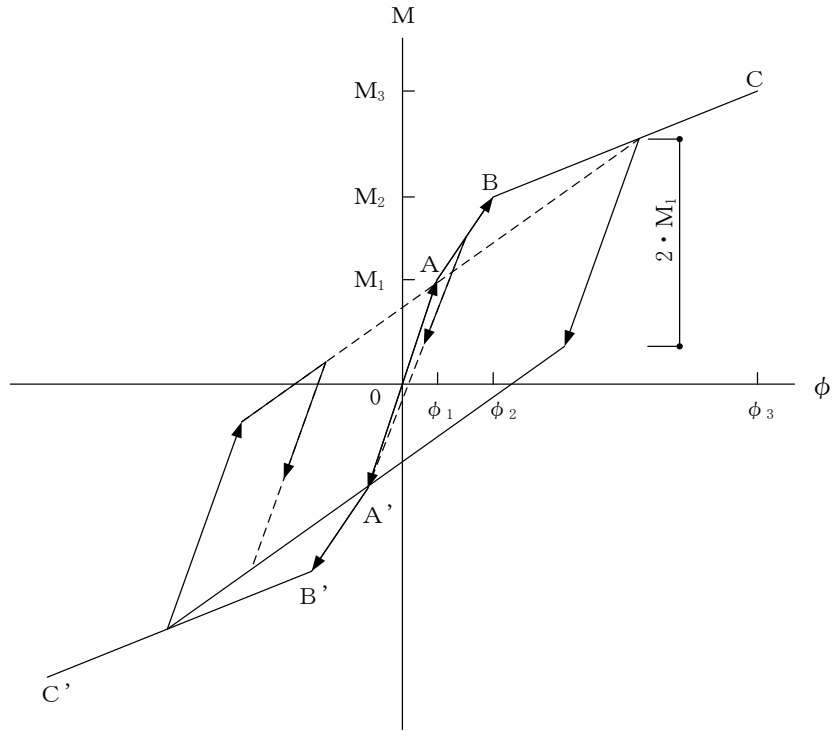
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-22 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 3-23 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折点を過ぎていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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折点を過ぎていなければ、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。
- 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。

図 3-23 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

制御室建物の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-8 に示す。

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
22.05~16.9	1.70	2.29	4.72	0.185	0.554	4.00
16.9~12.8	1.80	2.44	4.83	0.196	0.589	4.00
12.8~8.8	1.88	2.53	4.69	0.204	0.613	4.00
8.8~1.6 (C1, C5)	1.83	2.47	4.16	0.199	0.597	4.00
8.8~1.6 (C2, C4)	1.83	2.47	3.82	0.199	0.597	4.00

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
22.05~16.9	1.70	2.29	4.74	0.185	0.554	4.00
16.9~12.8	1.80	2.44	4.80	0.196	0.589	4.00
12.8~8.8	1.88	2.53	4.83	0.204	0.613	4.00
8.8~1.6	1.83	2.47	4.45	0.199	0.597	4.00

表 3-7 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
22.05~16.9	6.04	6.69	8.37	9.73	86.6	1730
16.9~12.8	7.50	10.5	13.3	10.9	91.0	1820
12.8~8.8	8.45	13.6	16.8	11.2	93.7	1870
8.8~1.6 (C1, C5)	7.26	11.6	15.0	9.95	90.6	1810
8.8~1.6 (C2, C4)	2.51	4.56	6.60	12.3	117	2330

表 3-8 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (EW 方向)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>5</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
22.05~16.9	8.17	13.6	19.4	5.79	55.6	1110
16.9~12.8	11.3	18.1	23.8	6.46	54.9	1100
12.8~8.8	11.0	19.3	26.4	6.94	57.6	1150
8.8~1.6	15.9	26.3	34.4	6.61	56.6	1130

### 3.4.2 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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3-9に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-10に示す。

表3-9 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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

表 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号		地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	127	153	102
	S d	156	187	125
岩盤①-2		250	300	200
岩盤②		900	1080	720
岩盤③		1600	1760	1440
岩盤④		1950	2145	1755
岩盤⑤		2000	2200	1800
岩盤⑥		2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号		地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	422	506	338
	S d	516	620	413
岩盤①-2		800	960	640
岩盤②		2100	2520	1680
岩盤③		3600	3960	3240
岩盤④		4000	4400	3600
岩盤⑤		4050	4455	3645
岩盤⑥		4950	5445	4455



## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 地震応答解析結果

##### (1) 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-18 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$

弾性設計用地震動  $S_d$  による最大応答値を図 4-19～図 4-29 及び表 4-16～表 4-28 に示す。また，弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大応答値を図 4-30～図 4-33 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-29 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.140	7.17	1.324	建物—地盤連成 1 次
2	0.047	21.28	0.569	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.116	8.65	1.299	建物—地盤連成 1 次
2	0.040	25.22	0.515	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.052	19.39	1.338	建物—地盤連成 1 次
2	0.020	50.32	0.532	

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

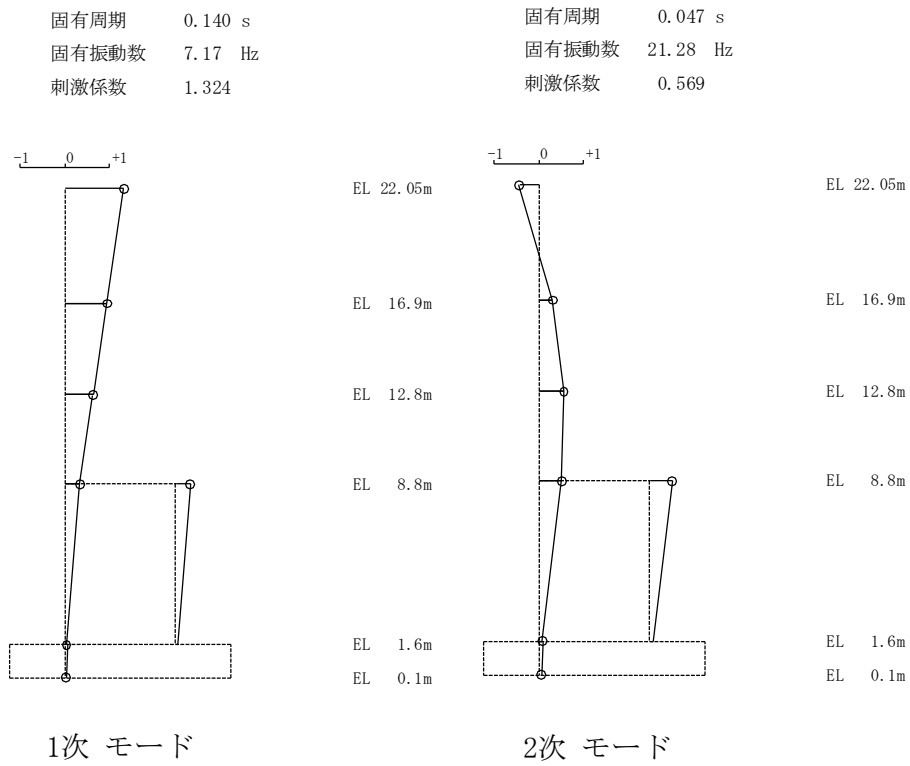


図 4-1 刺激関数図 (N S 方向)

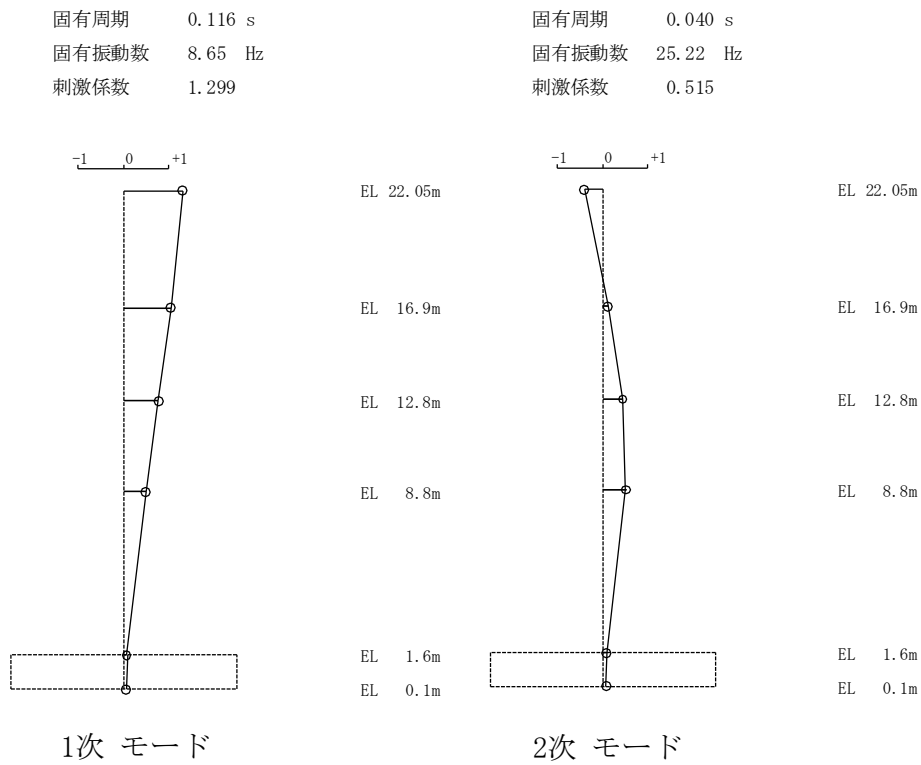
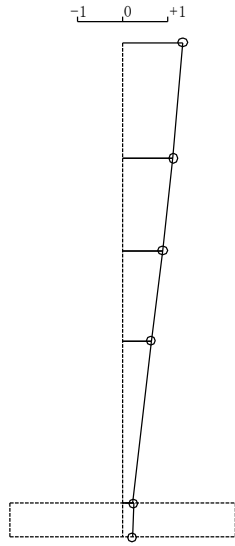


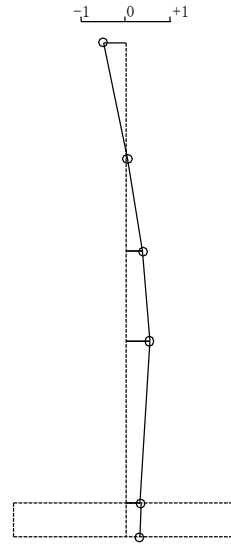
図 4-2 刺激関数図 (E W 方向)

固有周期 0.052 s  
 固有振動数 19.39 Hz  
 刺激係数 1.338

固有周期 0.020 s  
 固有振動数 50.32 Hz  
 刺激係数 0.532



EL 22.05m  
 EL 16.9m  
 EL 12.8m  
 EL 8.8m  
 EL 1.6m  
 EL 0.1m



EL 22.05m  
 EL 16.9m  
 EL 12.8m  
 EL 8.8m  
 EL 1.6m  
 EL 0.1m

1次モード

2次モード

図 4-3 刺激関数図 (鉛直方向)

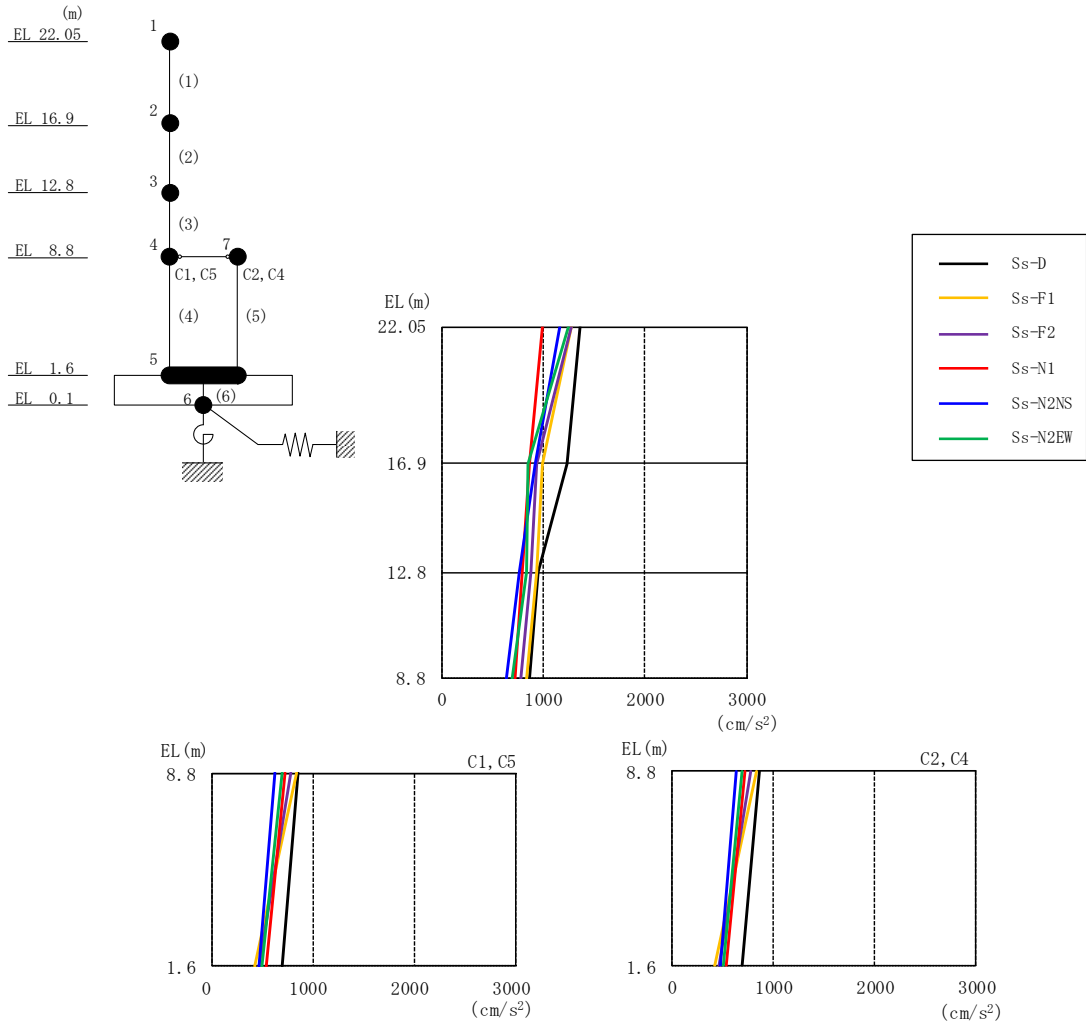


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
22.05	1	1367	1282	1272	985	1169	1251	1367
16.9	2	1229	994	940	861	927	843	1229
12.8	3	955	932	877	791	765	832	955
8.8 (C1, C5)	4	858	838	783	719	629	692	858
1.6	5	698	424	465	537	474	500	698
8.8 (C2, C4)	7	858	838	783	719	629	692	858

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

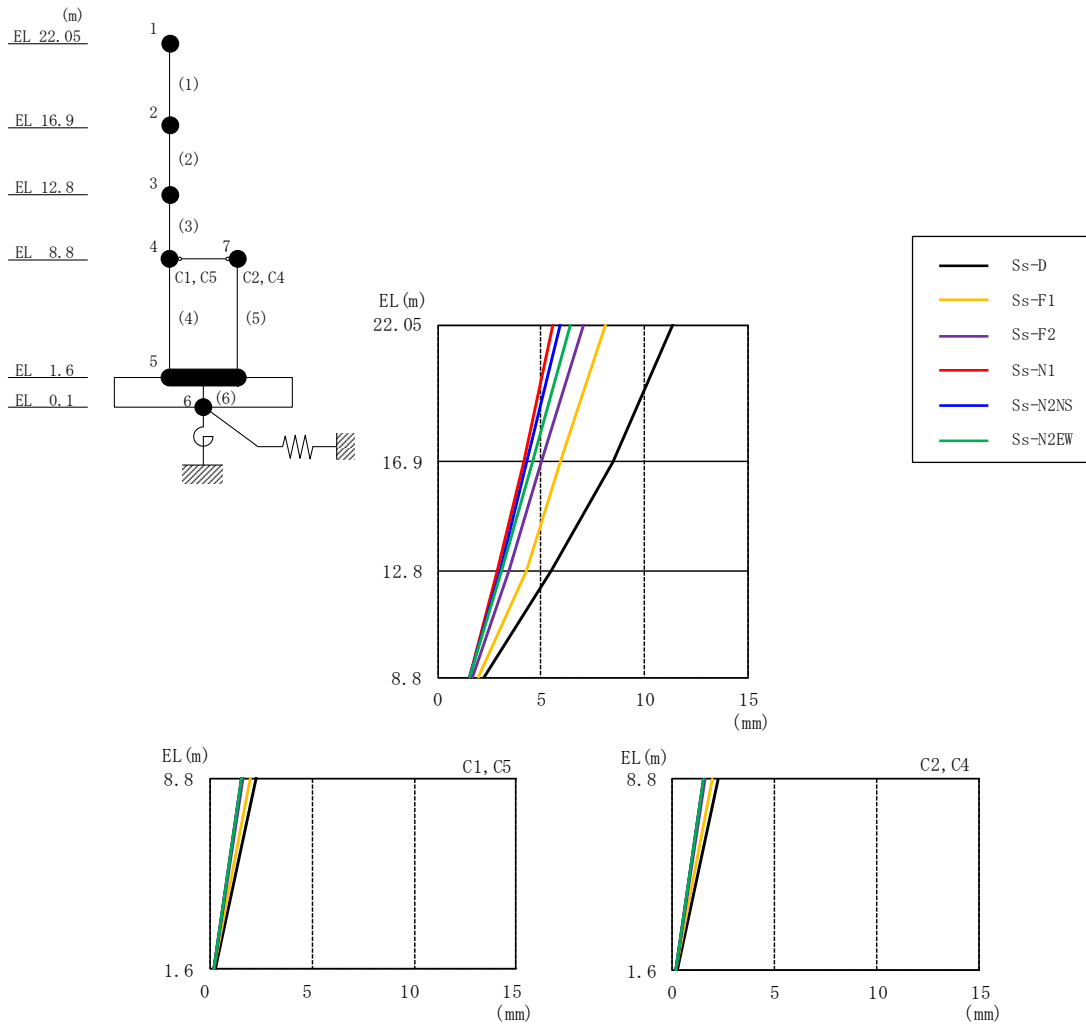


図 4-5 最大応答変位 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-3 最大応答変位一覧 (基準地震動 S s , N S 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
22.05	1	11.36	8.15	7.04	5.60	5.93	6.41	11.36
16.9	2	8.45	5.91	5.03	4.13	4.31	4.59	8.45
12.8	3	5.52	4.27	3.44	2.91	3.01	3.12	5.52
8.8(C1, C5)	4	2.26	1.97	1.65	1.57	1.56	1.55	2.26
1.6	5	0.24	0.23	0.21	0.22	0.21	0.19	0.24
8.8(C2, C4)	7	2.26	1.97	1.65	1.57	1.56	1.55	2.26

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

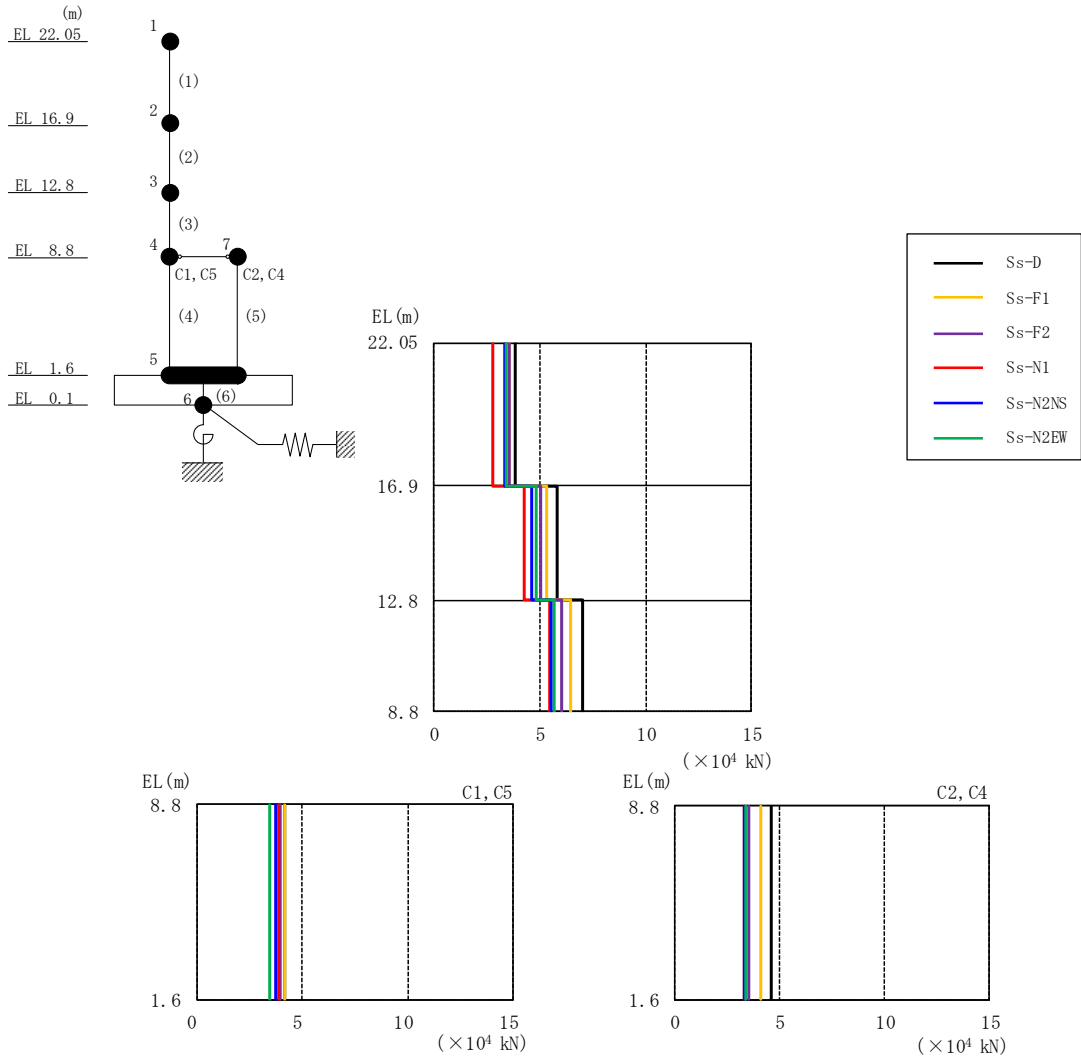


図 4-6 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-4 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
22.05~16.9	1	3.80	3.57	3.54	2.77	3.31	3.42	3.80
16.9~12.8	2	5.80	5.28	5.04	4.26	4.58	4.84	5.80
12.8~8.8	3	7.04	6.46	5.99	5.46	5.56	5.67	7.04
8.8~1.6 (C1, C5)	4	4.13	4.16	3.94	3.86	3.71	3.43	4.16
8.8~1.6 (C2, C4)	5	4.57	4.12	3.53	3.31	3.33	3.37	4.57

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

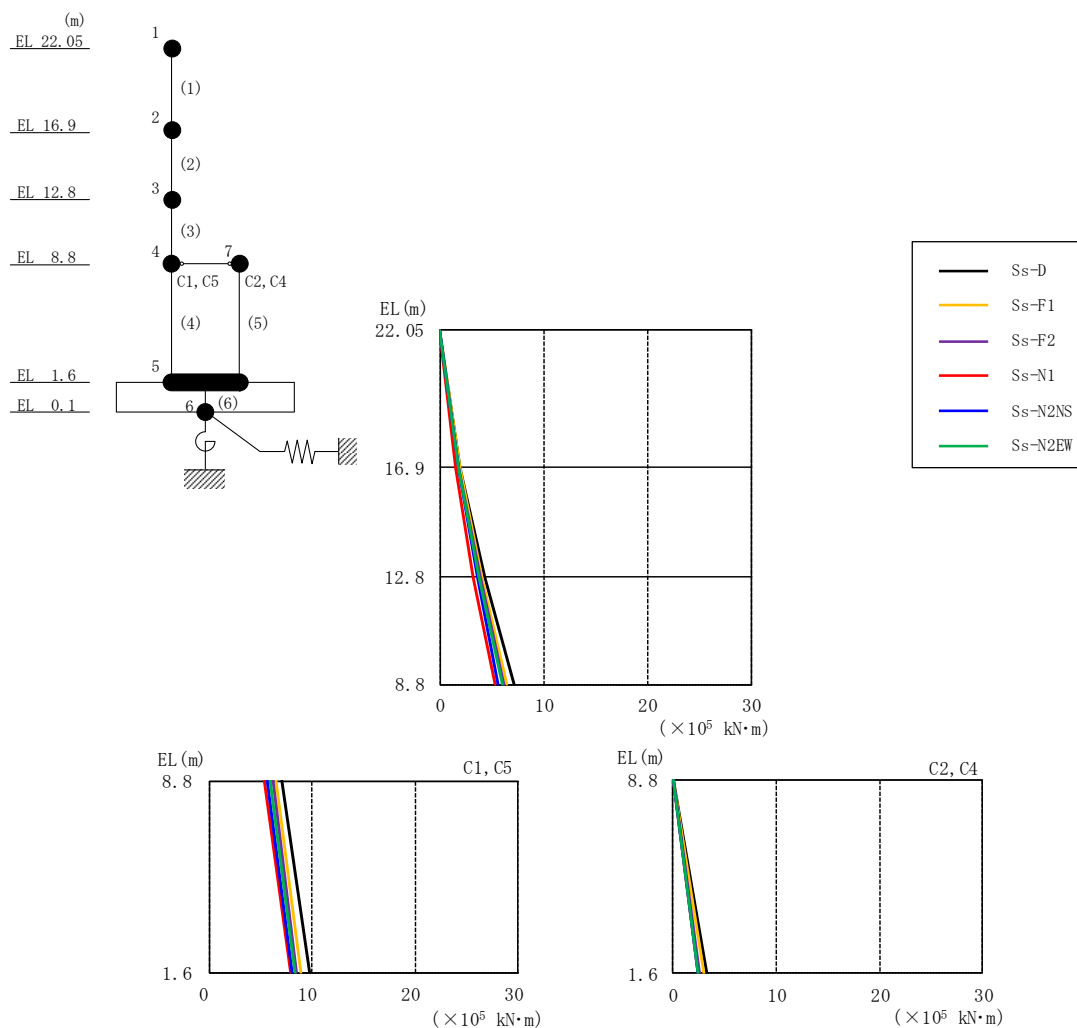


図 4-7 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

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）

EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
22.05~16.9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.96	1.84	1.82	1.43	1.70	1.76	1.96
16.9~12.8	2	1.96	1.84	1.82	1.43	1.70	1.76	1.96
		4.32	4.00	3.89	3.17	3.58	3.74	4.32
12.8~8.8	3	4.32	4.00	3.89	3.17	3.58	3.74	4.32
		7.12	6.48	6.21	5.36	5.62	5.97	7.12
8.8~1.6(C1, C5)	4	7.12	6.48	6.21	5.36	5.62	5.97	7.12
		9.75	8.95	8.44	7.95	8.12	8.34	9.75
8.8~1.6(C2, C4)	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		3.29	2.97	2.54	2.38	2.40	2.43	3.29

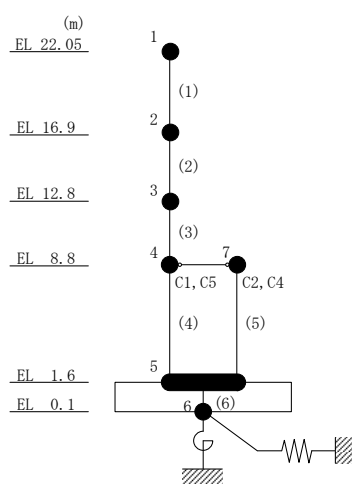
注：ハッチングは  $S_s$ -D ~  $S_s$ -N2EW の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
22.05~16.9	1	0.30	0.24	0.23	0.15	0.18	0.20	0.30
16.9~12.8	2	0.43	0.30	0.26	0.18	0.19	0.22	0.43
12.8~8.8	3	0.55	0.44	0.36	0.25	0.26	0.27	0.55
8.8~1.6 (C1, C5)	4	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.14
8.8~1.6 (C2, C4)	5	0.20	0.18	0.15	0.14	0.14	0.14	0.20

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



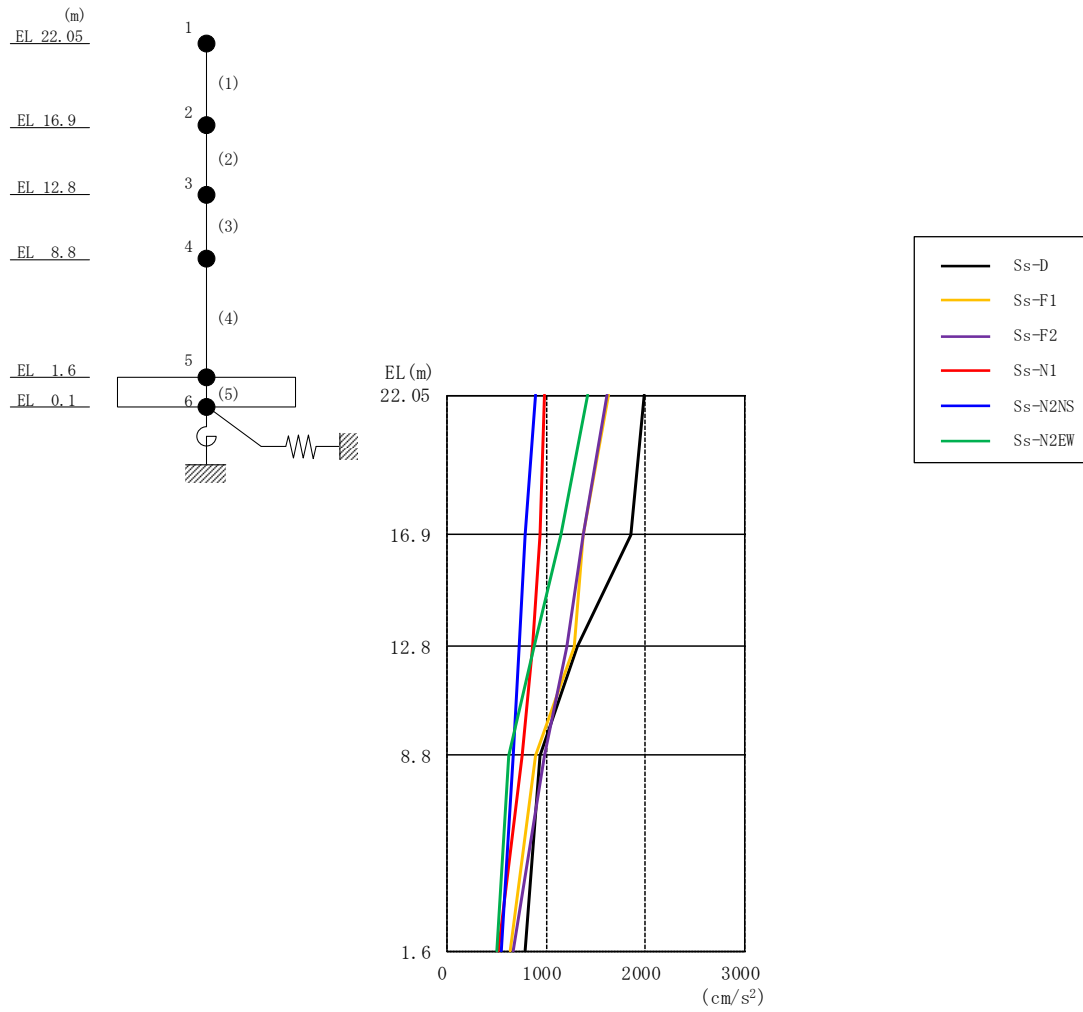


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
22.05	1	1979	1631	1604	981	893	1417	1979
16.9	2	1849	1376	1370	933	787	1148	1849
12.8	3	1315	1283	1201	861	729	870	1315
8.8	4	938	890	986	754	665	626	986
1.6	5	790	633	664	518	543	503	790

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

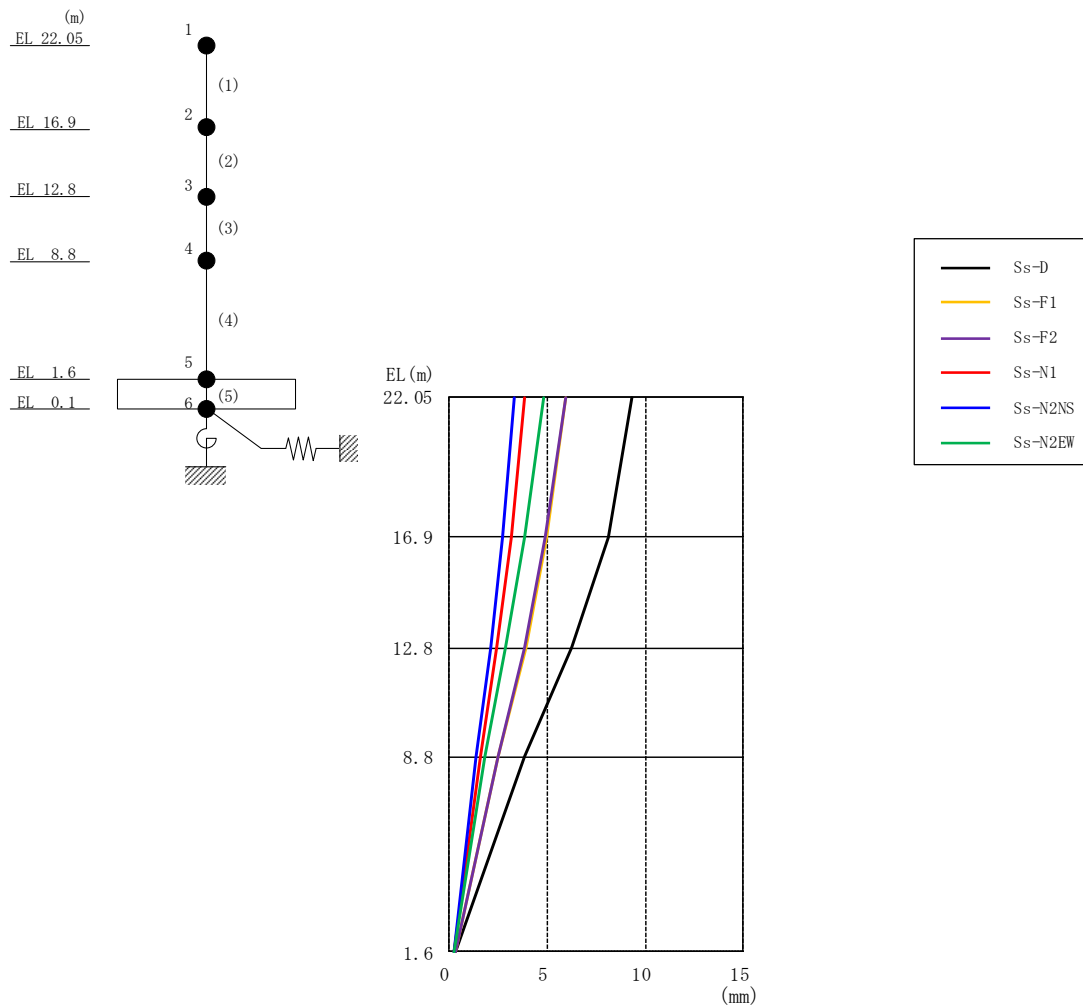


図 4-9 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-8 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
22.05	1	9.34	5.97	5.97	3.86	3.32	4.82	9.34
16.9	2	8.12	4.96	4.90	3.17	2.73	3.86	8.12
12.8	3	6.24	3.91	3.81	2.41	2.08	2.84	6.24
8.8	4	3.82	2.50	2.50	1.61	1.39	1.82	3.82
1.6	5	0.31	0.29	0.29	0.24	0.21	0.23	0.31

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

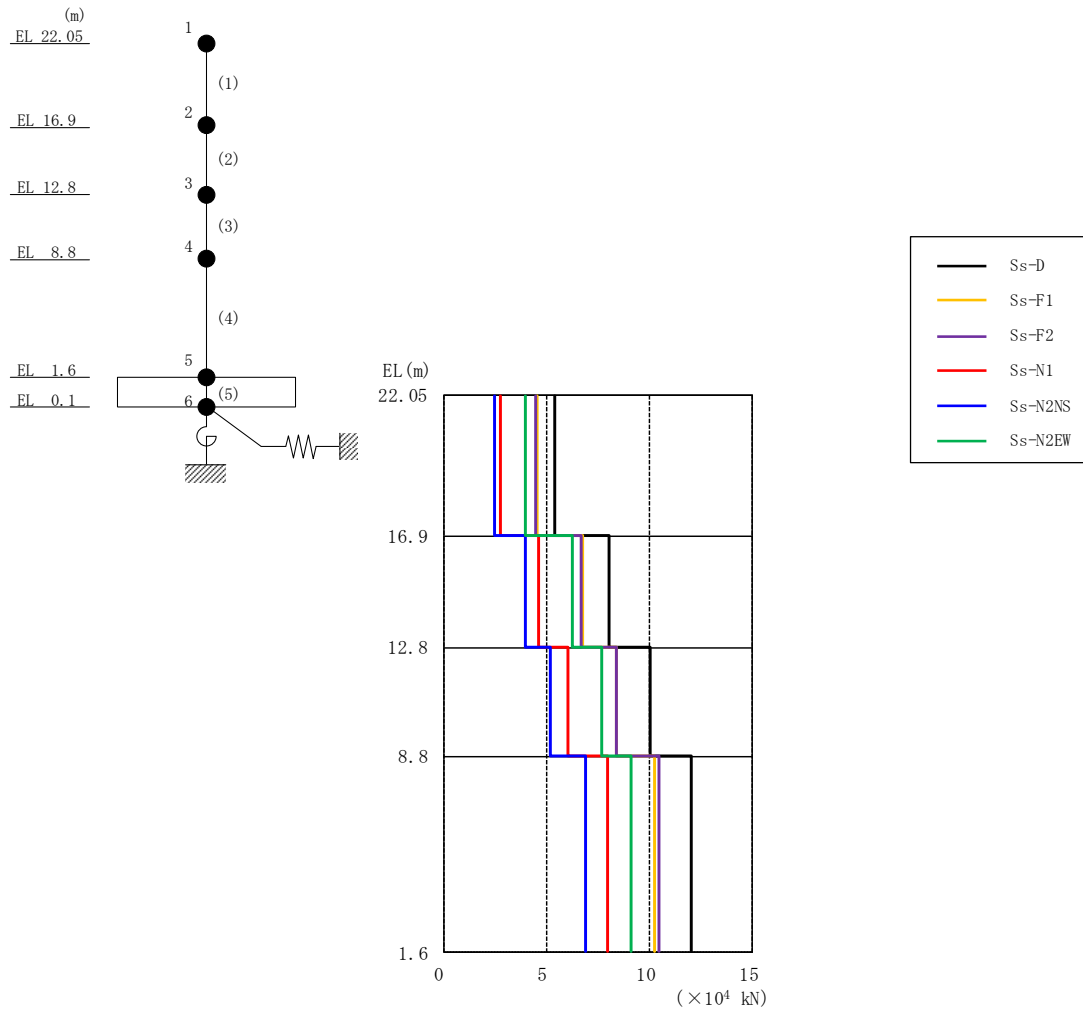


図 4-10 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

表 4-9 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
22.05~16.9	1	5.42	4.53	4.49	2.74	2.48	3.98	5.42
16.9~12.8	2	8.05	6.73	6.70	4.59	3.93	6.23	8.05
12.8~8.8	3	10.0	8.36	8.39	6.05	5.17	7.68	10.0
8.8~1.6	4	12.0	10.2	10.4	7.96	6.85	9.12	12.0

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

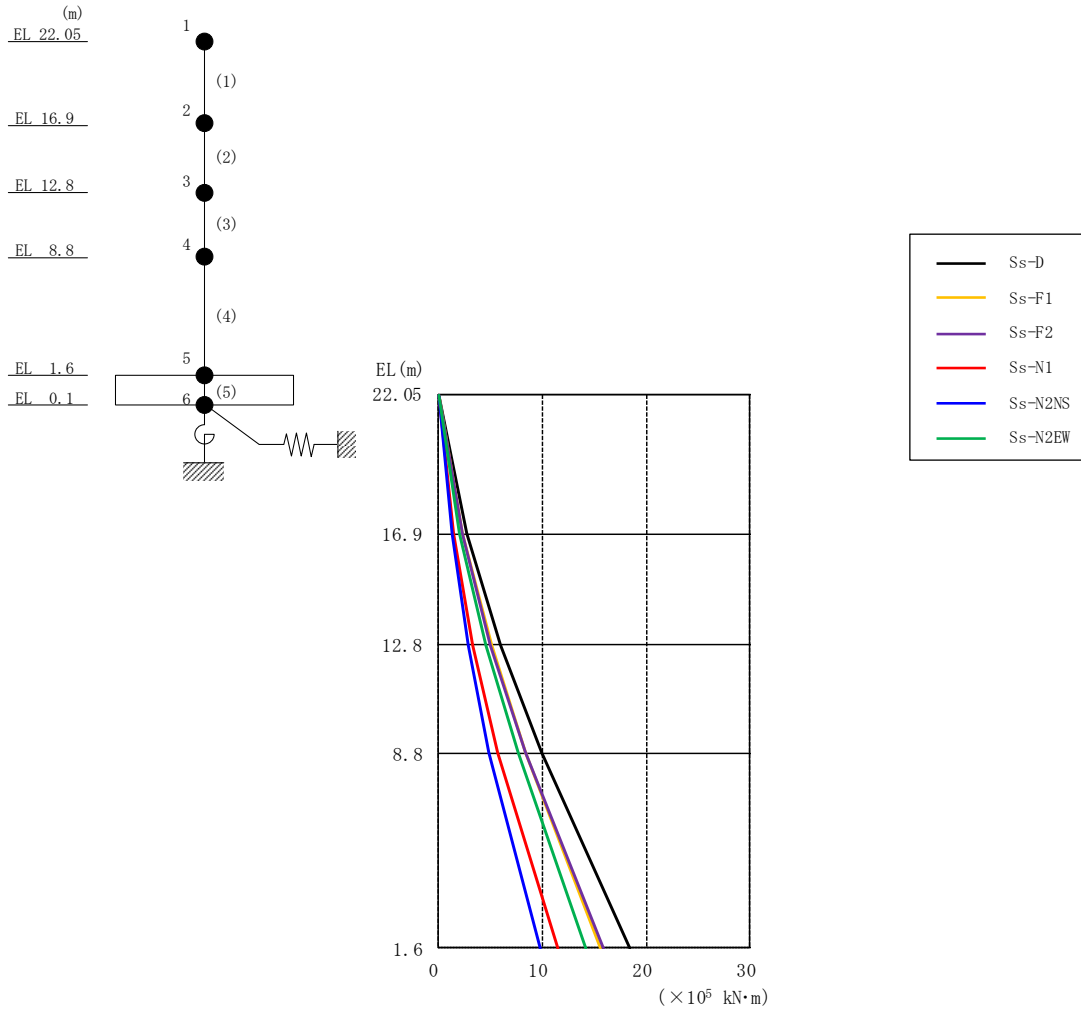


図 4-11 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

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）

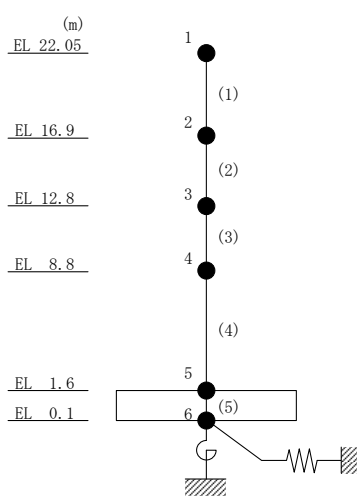
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN.m)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
22.05~16.9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		2.79	2.33	2.31	1.41	1.27	2.05	2.79
16.9~12.8	2	2.79	2.33	2.31	1.41	1.27	2.05	2.79
		5.98	5.09	5.04	3.29	2.84	4.60	5.98
12.8~8.8	3	5.98	5.09	5.04	3.29	2.84	4.60	5.98
		9.90	8.35	8.35	5.71	4.90	7.67	9.90
8.8~1.6	4	9.90	8.35	8.35	5.71	4.90	7.67	9.90
		18.5	15.6	15.8	11.4	9.82	14.2	18.5

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

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

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
22.05~16.9	1	0.16	0.13	0.13	0.08	0.07	0.12	0.16
16.9~12.8	2	0.37	0.20	0.20	0.13	0.12	0.18	0.37
12.8~8.8	3	0.53	0.30	0.28	0.16	0.14	0.20	0.53
8.8~1.6	4	0.44	0.28	0.28	0.17	0.14	0.19	0.44

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



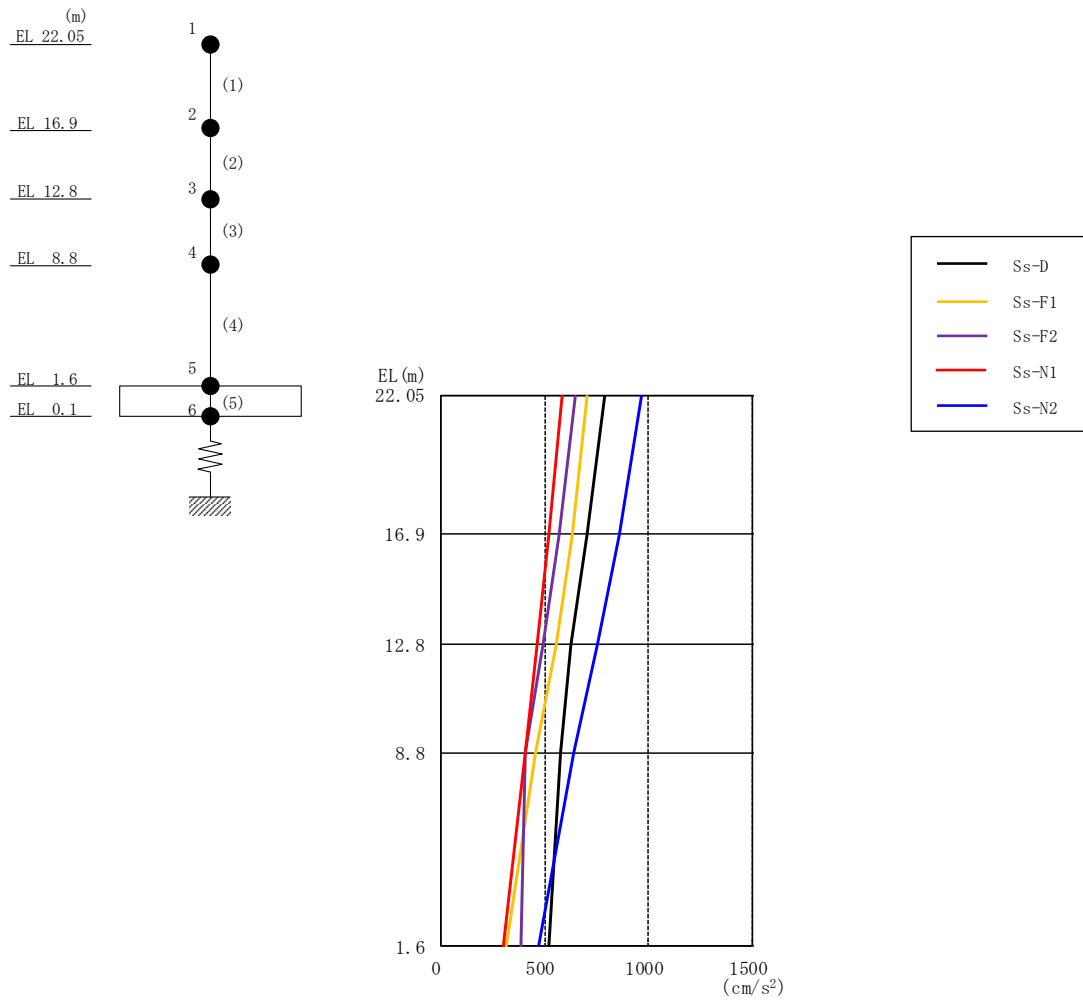


図 4-12 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
22.05	1	786	704	645	585	964	964
16.9	2	701	629	571	517	858	858
12.8	3	627	551	493	465	753	753
8.8	4	573	452	405	404	642	642
1.6	5	518	314	383	302	471	518

注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

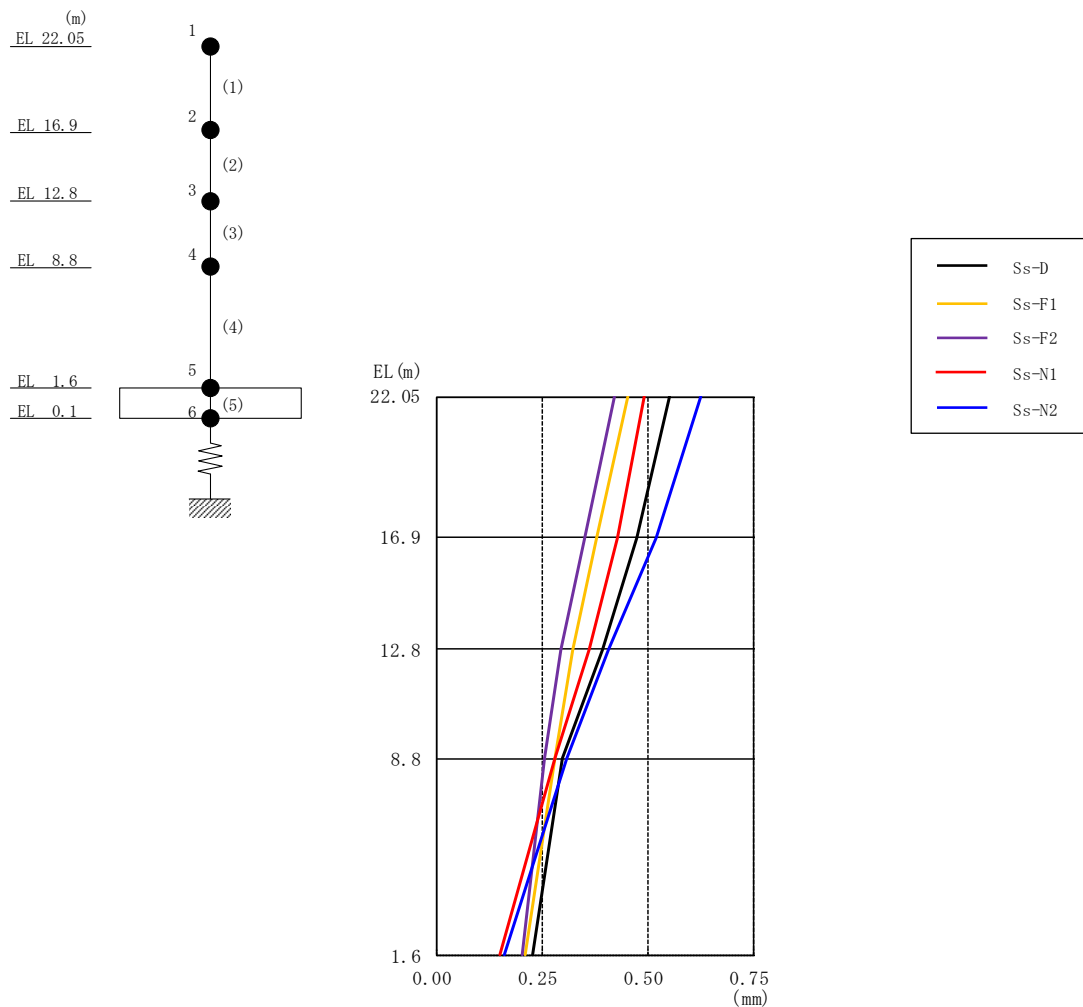


図 4-13 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
22.05	1	0.55	0.45	0.42	0.49	0.63	0.63
16.9	2	0.47	0.38	0.35	0.43	0.52	0.52
12.8	3	0.39	0.32	0.29	0.36	0.41	0.41
8.8	4	0.30	0.28	0.26	0.28	0.31	0.31
1.6	5	0.23	0.21	0.20	0.15	0.16	0.23

注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



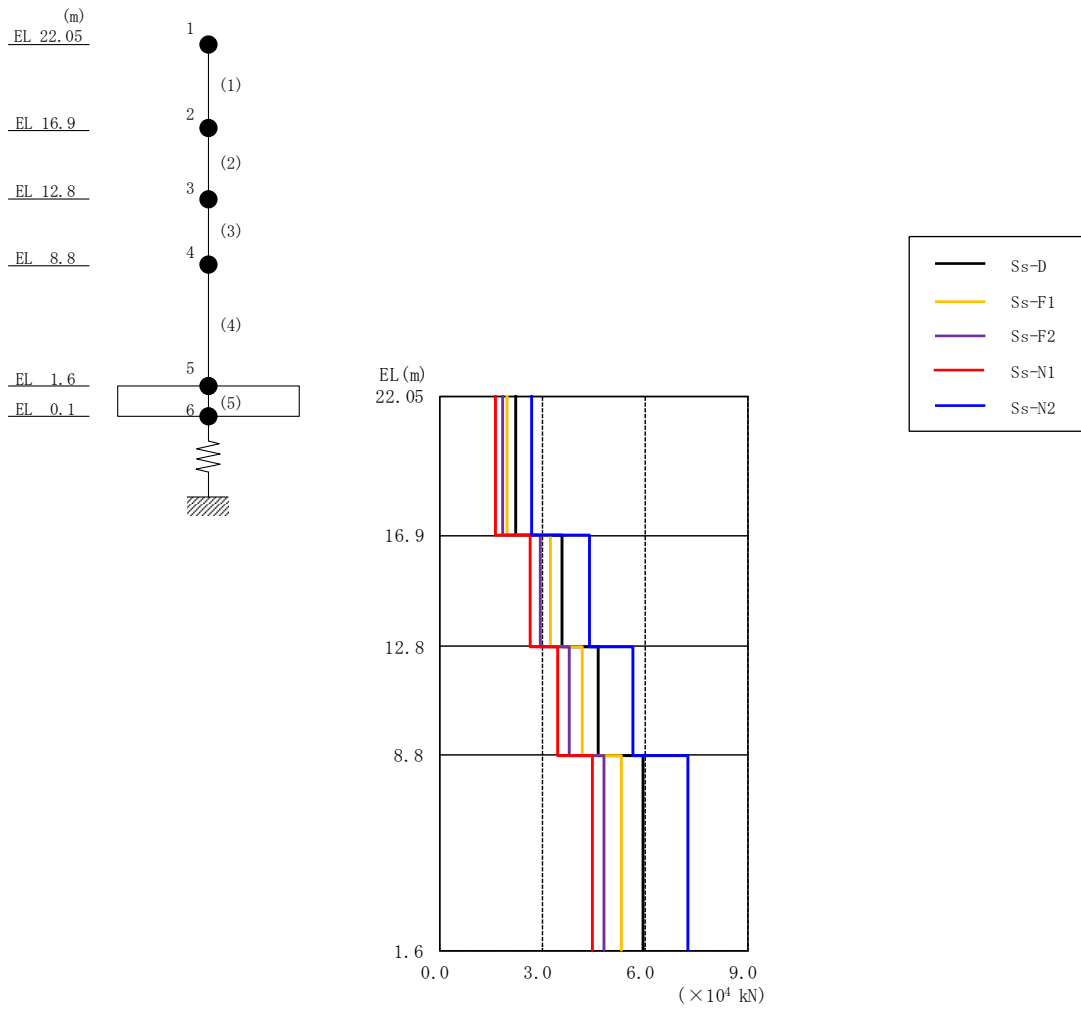
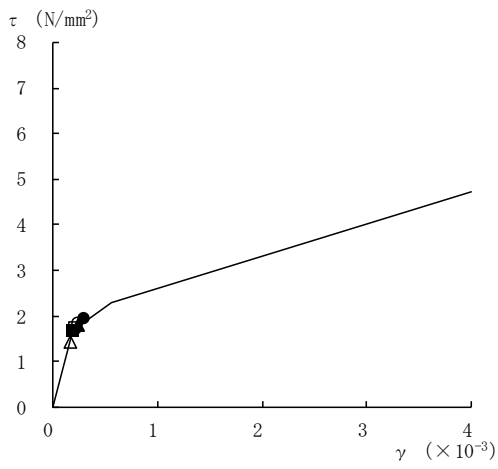
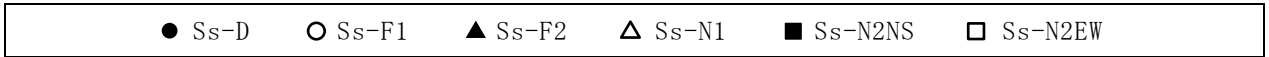


図 4-14 最大応答軸力（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

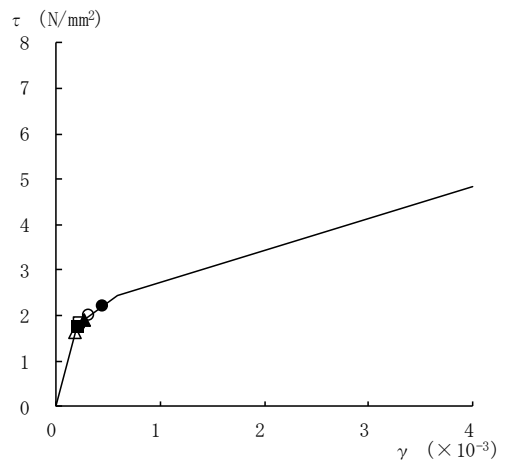
表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
22.05~16.9	1	2.20	1.97	1.81	1.64	2.70	2.70
16.9~12.8	2	3.57	3.22	2.95	2.65	4.40	4.40
12.8~8.8	3	4.62	4.16	3.79	3.45	5.67	5.67
8.8~1.6	4	5.95	5.31	4.80	4.47	7.27	7.27

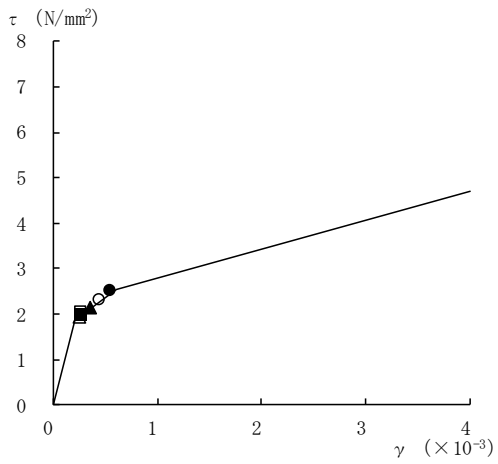
注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



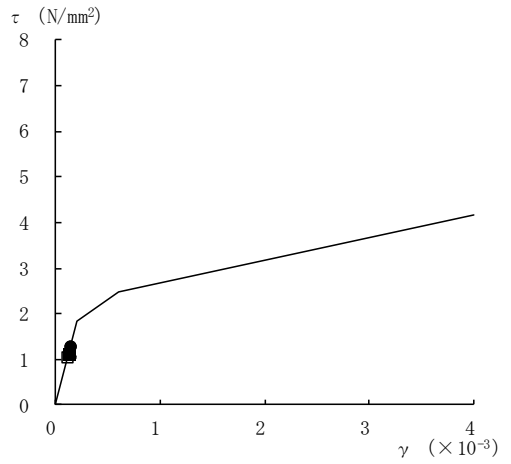
要素番号 (1)



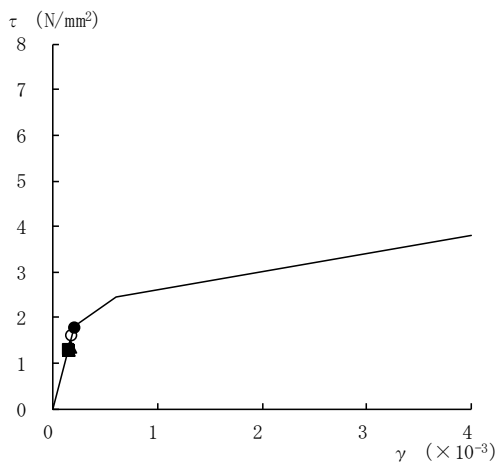
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

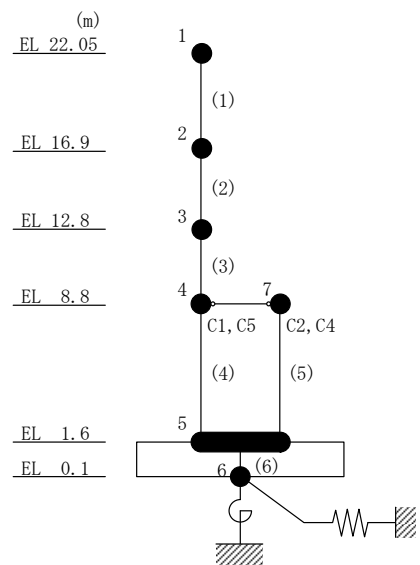
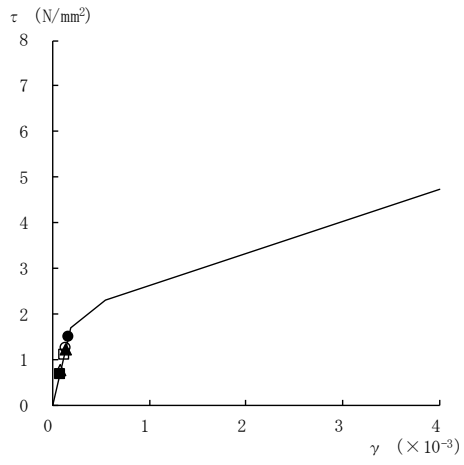
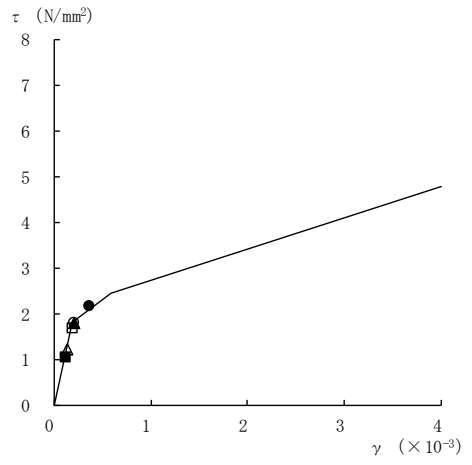


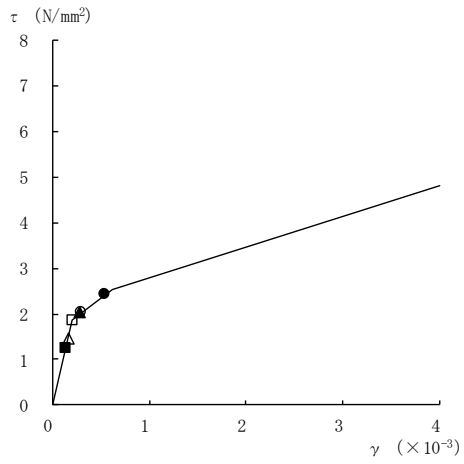
図 4-15 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



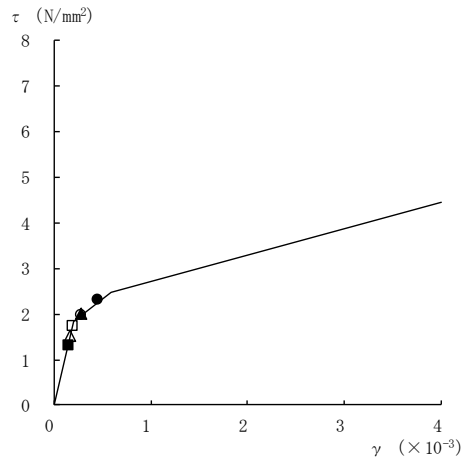
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

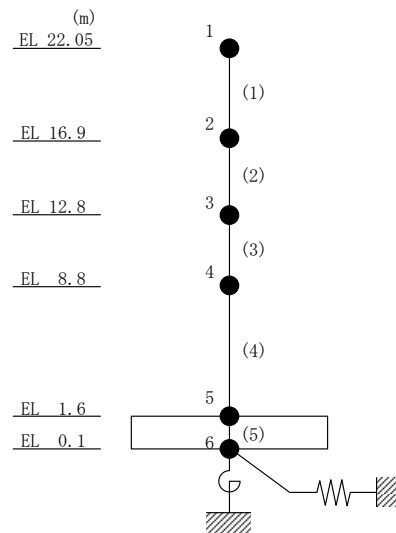
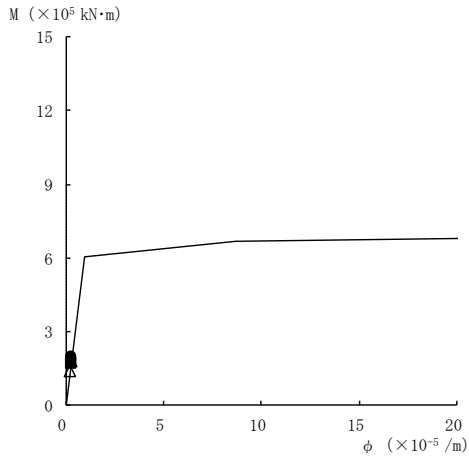
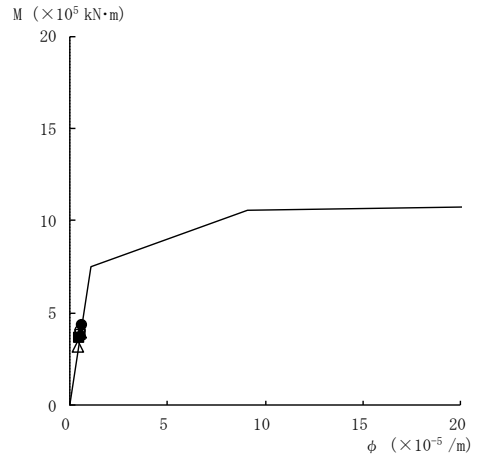


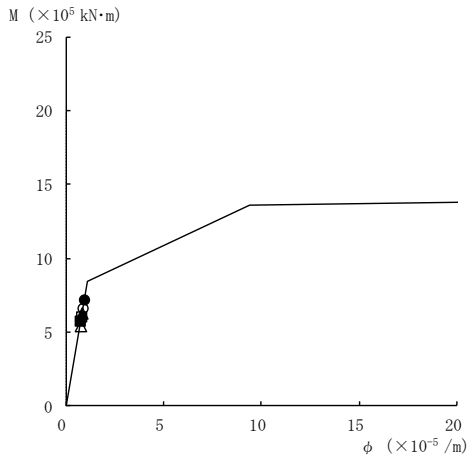
図 4-16 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



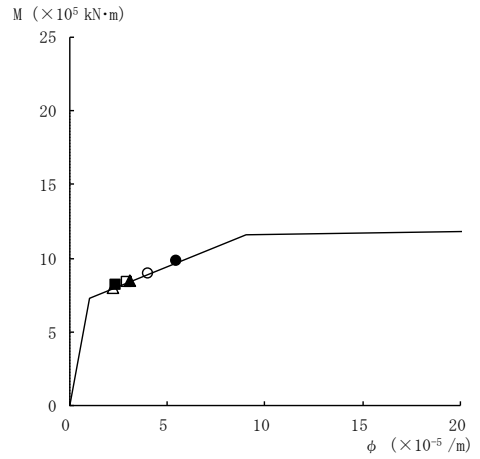
要素番号 (1)



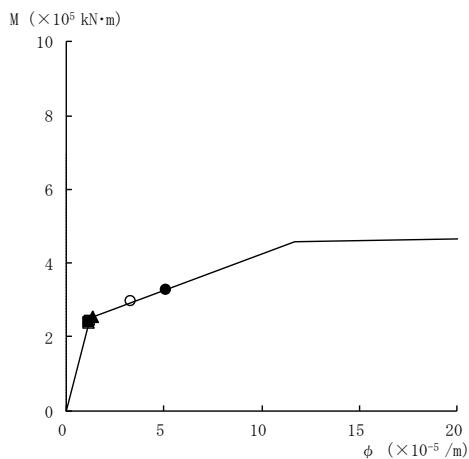
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

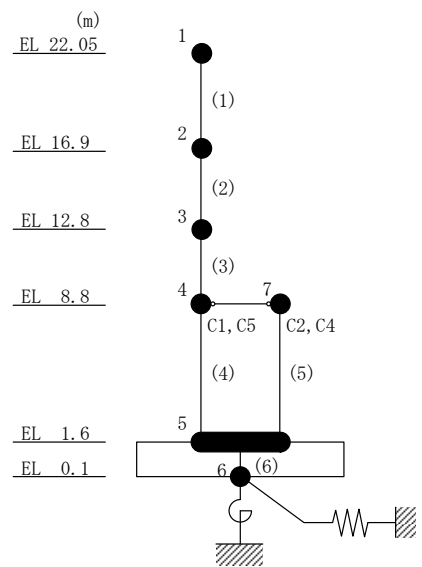
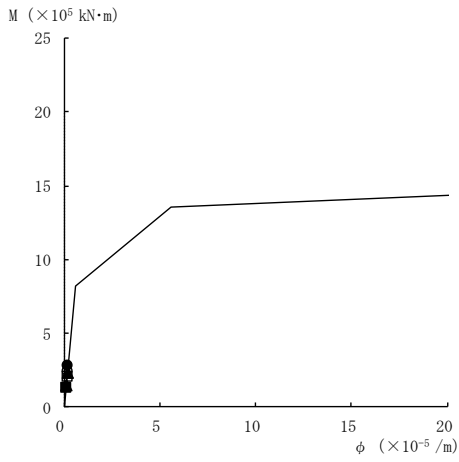
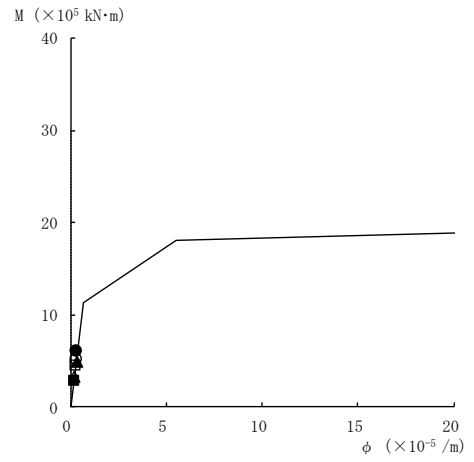


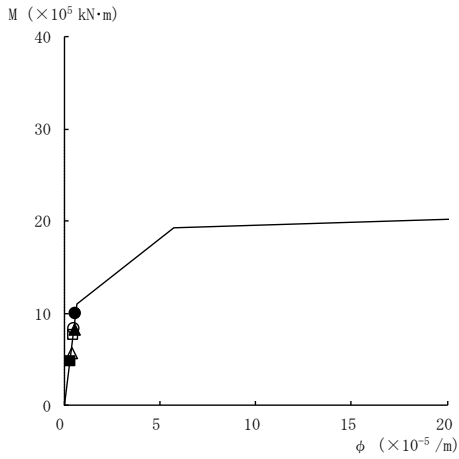
図 4-17 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



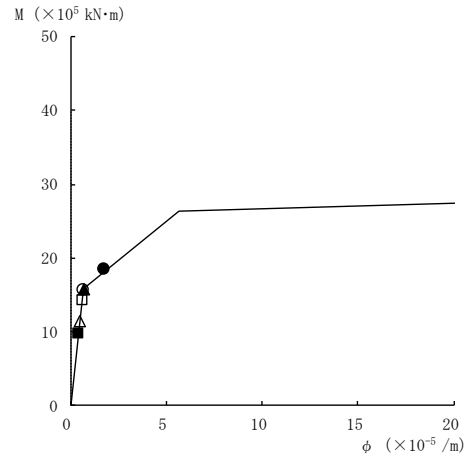
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

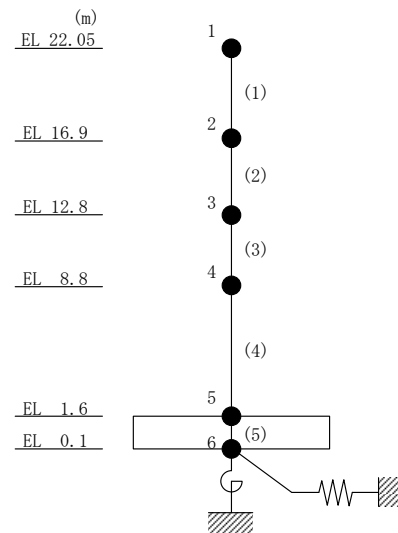


図 4-18 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.687	1.45	100
$S_s - F 1$	0.652	1.36	100
$S_s - F 2$	0.609	1.25	100
$S_s - N 1$	0.582	1.17	100
$S_s - N 2 NS$	0.602	1.18	100
$S_s - N 2 EW$	0.606	1.19	100

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	最小接地率* (%)
$S_s - D$	0.624	2.12	100
$S_s - F 1$	0.554	1.80	100
$S_s - F 2$	0.552	1.80	100
$S_s - N 1$	0.450	1.31	100
$S_s - N 2 NS$	0.431	1.12	100
$S_s - N 2 EW$	0.529	1.61	100

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

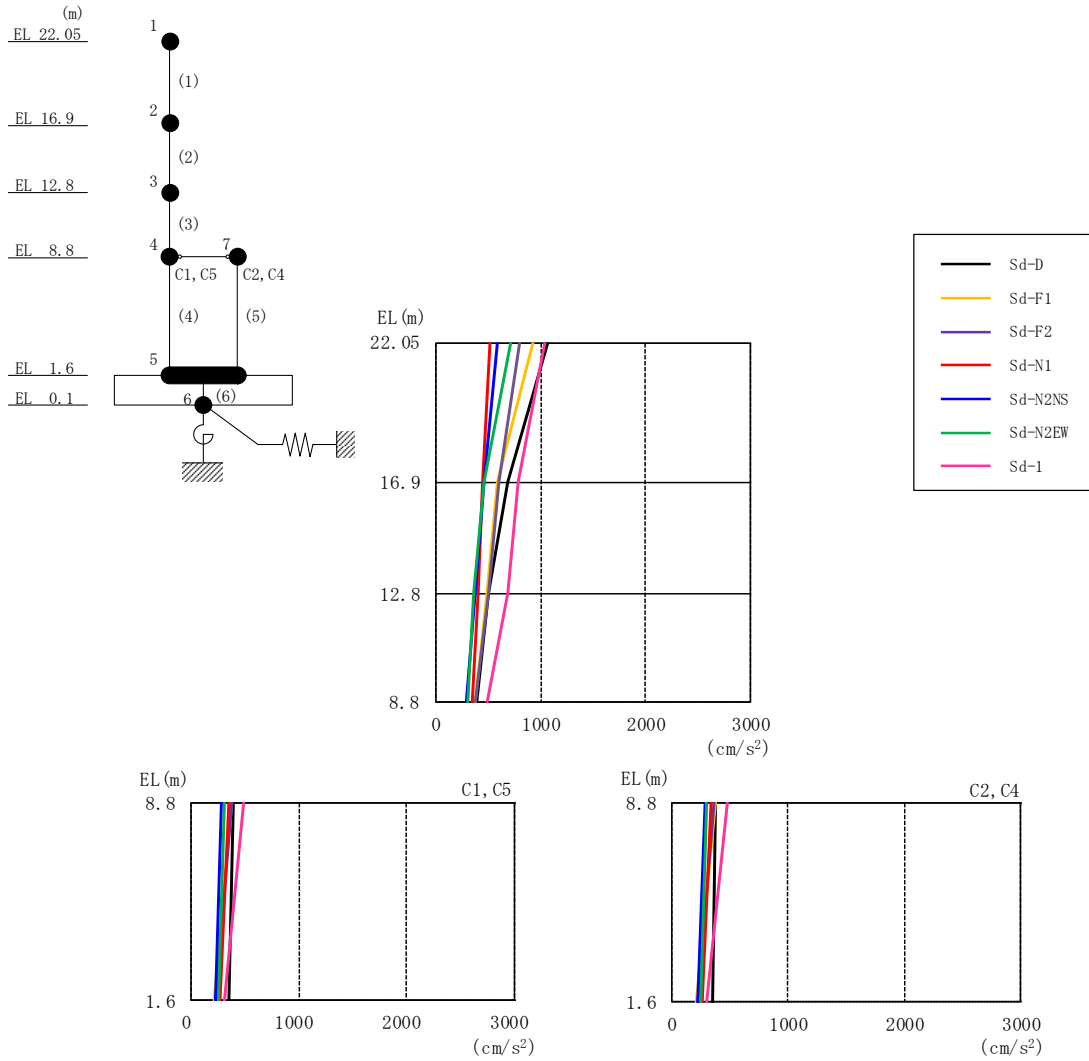


図 4-19 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-16 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05	1	1068	924	797	518	584	708	1032	1068
16.9	2	689	584	607	444	465	462	789	789
12.8	3	507	480	495	405	378	362	687	687
8.8 (C1, C5)	4	384	371	370	341	282	301	484	484
1.6	5	350	206	220	269	226	245	300	350
8.8 (C2, C4)	7	384	371	370	341	282	301	484	484

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

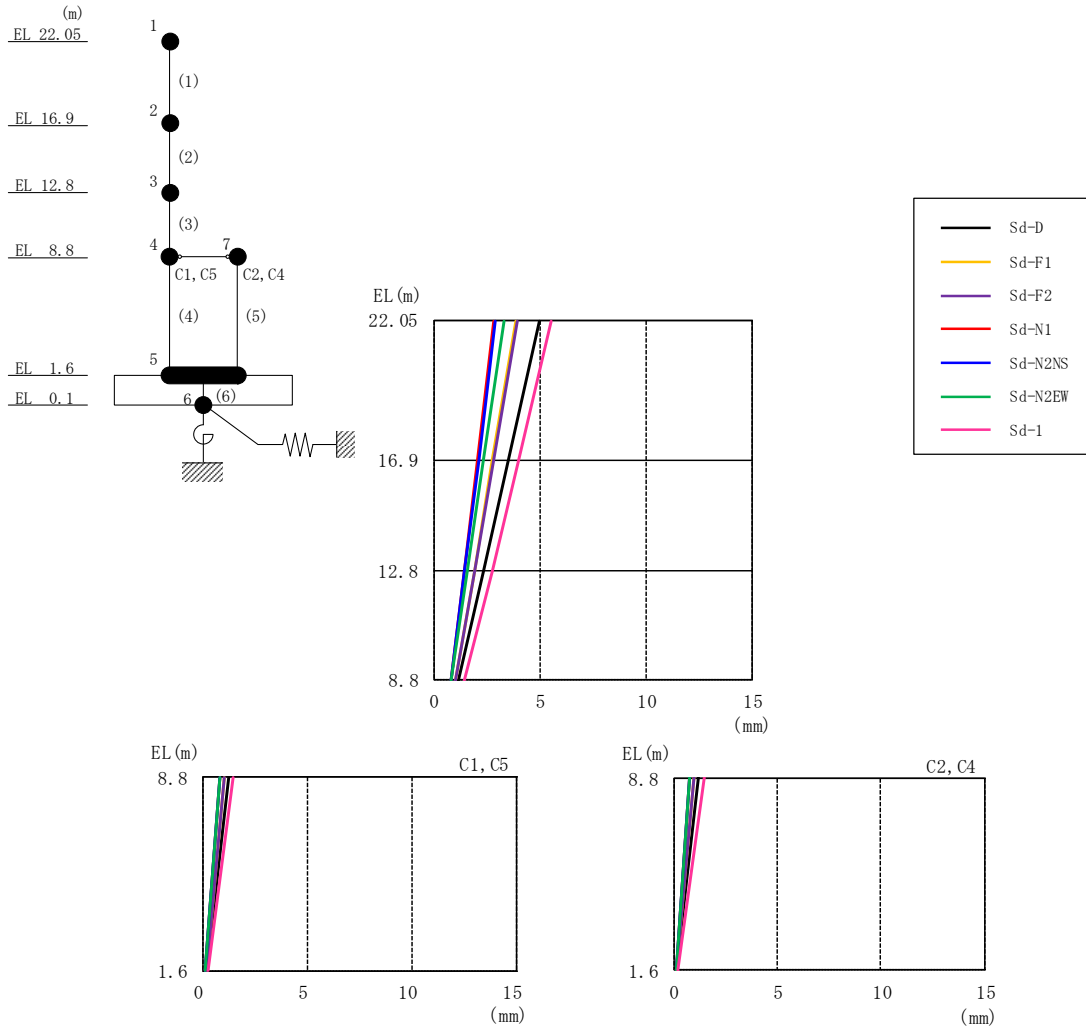


図 4-20 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d， N S 方向）

表 4-17 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d， N S 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05	1	4.99	3.85	3.92	2.81	2.90	3.30	5.52	5.52
16.9	2	3.51	2.77	2.84	2.07	2.10	2.33	4.01	4.01
12.8	3	2.32	1.88	1.93	1.45	1.44	1.55	2.76	2.76
8.8 (C1, C5)	4	1.18	1.00	1.02	0.80	0.78	0.81	1.45	1.45
1.6	5	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.19	0.19
8.8 (C2, C4)	7	1.18	1.00	1.02	0.80	0.78	0.81	1.45	1.45

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



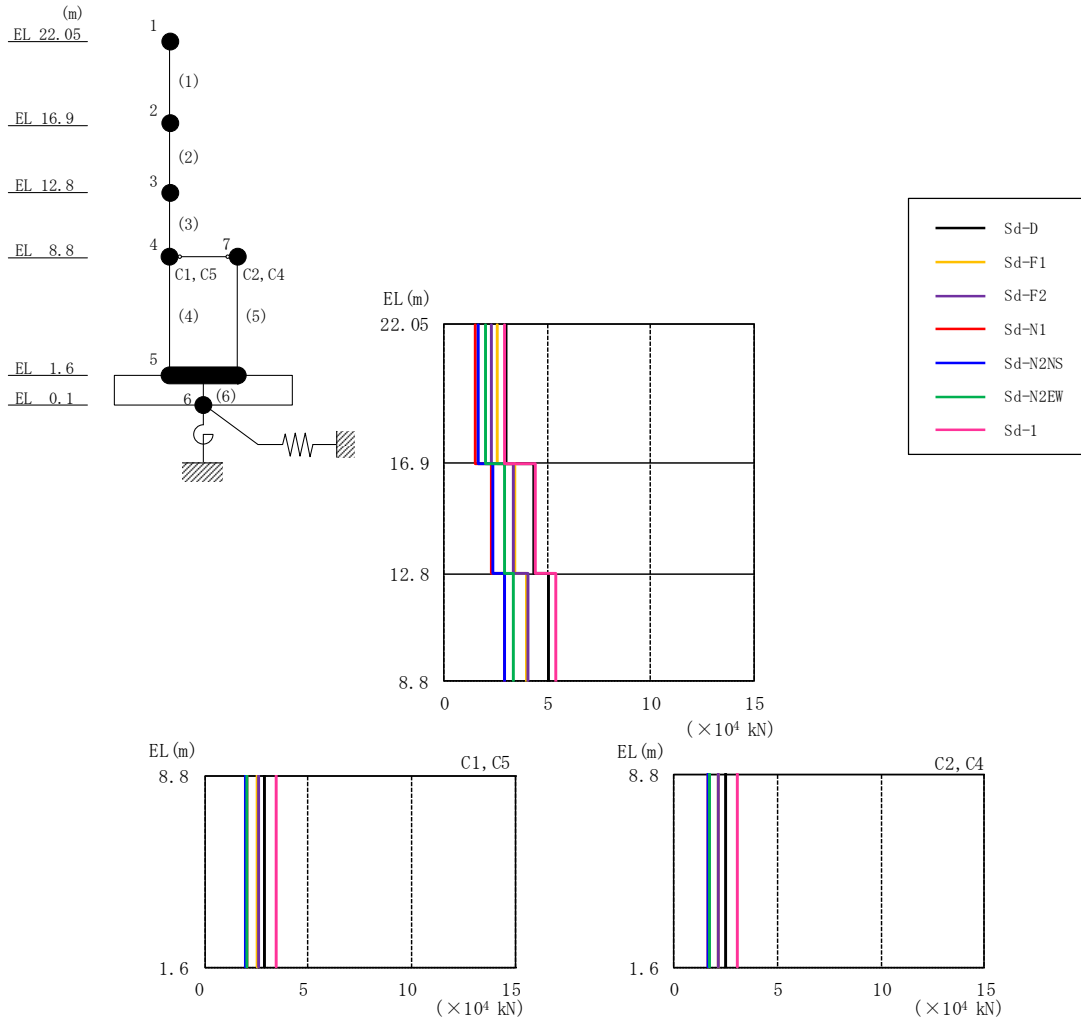


図 4-21 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d， N S 方向）

表 4-18 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d， N S 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05~16.9	1	2.99	2.59	2.26	1.46	1.65	1.97	2.89	2.99
16.9~12.8	2	4.34	3.41	3.34	2.28	2.37	2.88	4.41	4.41
12.8~8.8	3	5.02	3.97	4.06	2.89	2.91	3.33	5.38	5.38
8.8~1.6(C1, C5)	4	2.89	2.56	2.61	2.03	1.98	2.02	3.47	3.47
8.8~1.6(C2, C4)	5	2.52	2.13	2.18	1.67	1.65	1.71	3.09	3.09

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

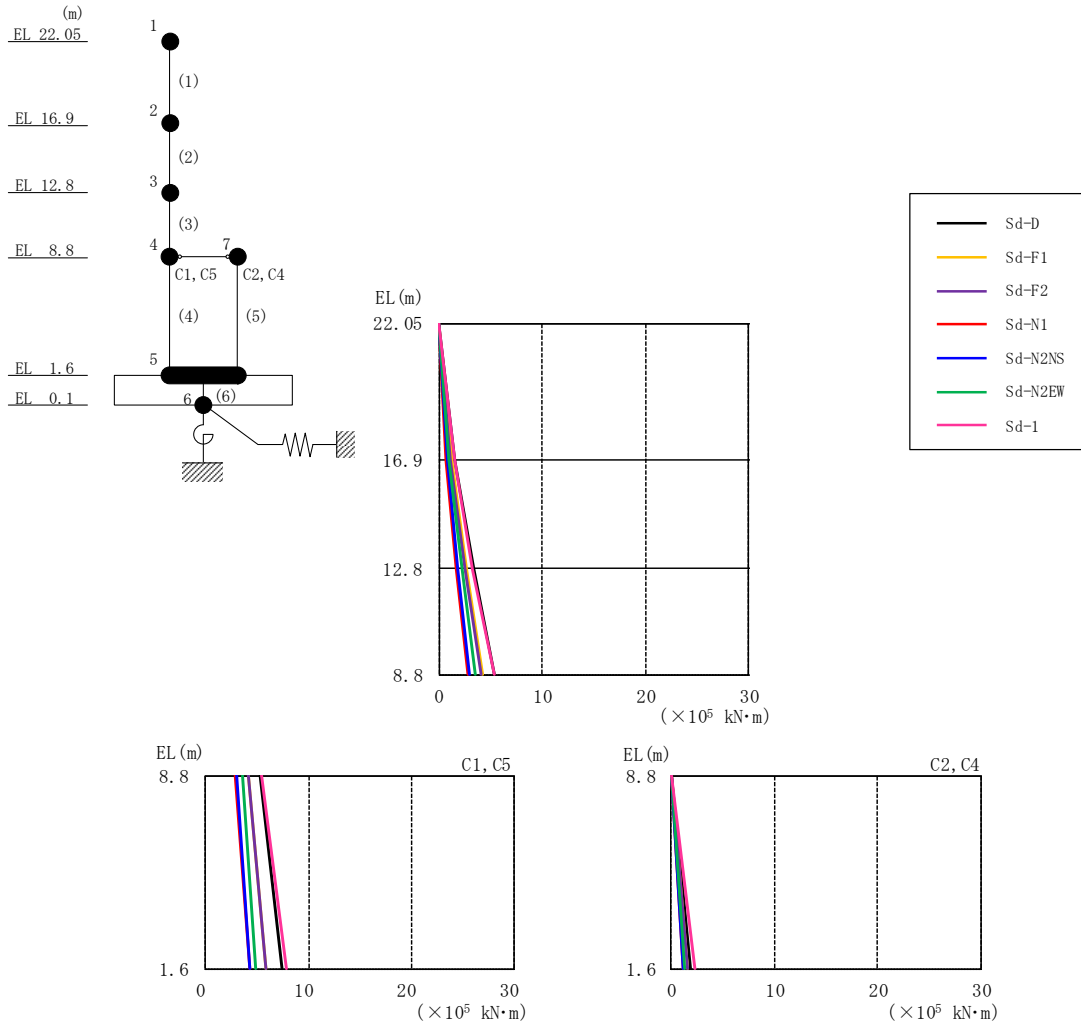


図 4-22 最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-19 最大応答曲げモーメント一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

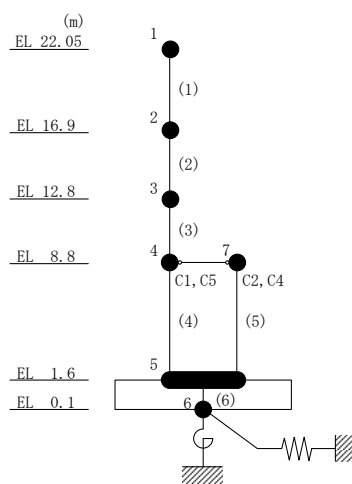
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN·m)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05~16.9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.54	1.34	1.16	0.754	0.851	1.02	1.49	1.54
16.9~12.8	2	1.54	1.34	1.16	0.754	0.851	1.02	1.49	1.54
		3.32	2.73	2.51	1.69	1.79	2.20	3.29	3.32
12.8~8.8	3	3.32	2.73	2.51	1.69	1.79	2.20	3.29	3.32
		5.33	4.20	4.10	2.83	2.95	3.53	5.43	5.43
8.8~1.6(C1, C5)	4	5.33	4.20	4.10	2.83	2.95	3.53	5.43	5.43
		7.40	5.79	5.91	4.25	4.36	4.92	7.92	7.92
8.8~1.6(C2, C4)	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.82	1.53	1.57	1.20	1.19	1.23	2.23	2.23

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 4-20 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05~16.9	1	0.17	0.14	0.12	0.08	0.09	0.11	0.16	0.17
16.9~12.8	2	0.18	0.14	0.14	0.09	0.10	0.12	0.18	0.18
12.8~8.8	3	0.19	0.15	0.16	0.11	0.11	0.13	0.23	0.23
8.8~1.6 (C1, C5)	4	0.10	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11
8.8~1.6 (C2, C4)	5	0.11	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.13	0.13

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



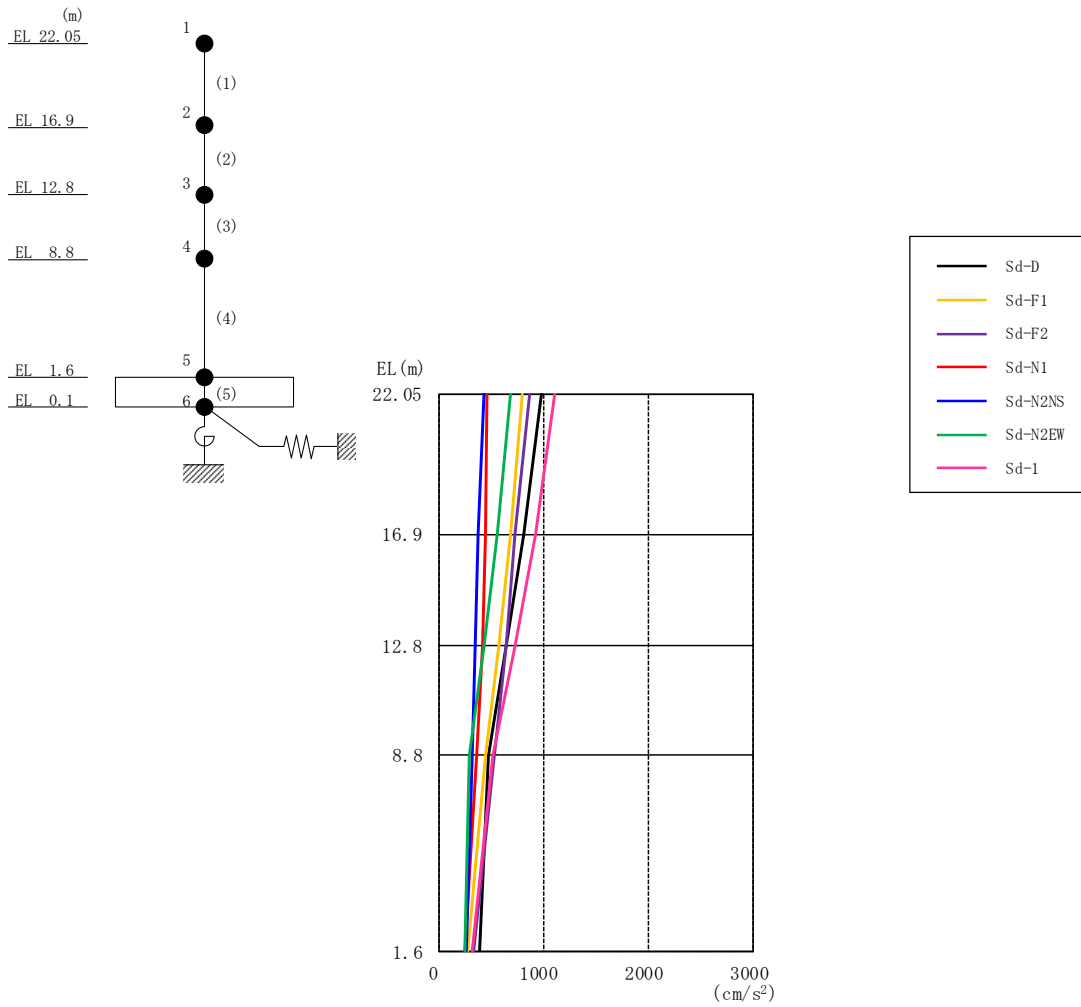


図 4-23 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d， E W 方向）

表 4-21 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d， E W 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05	1	977	795	870	467	428	692	1112	1112
16.9	2	816	689	731	447	380	564	925	925
12.8	3	646	570	648	415	352	428	724	724
8.8	4	473	446	531	365	322	300	515	531
1.6	5	393	278	329	254	265	247	318	393

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

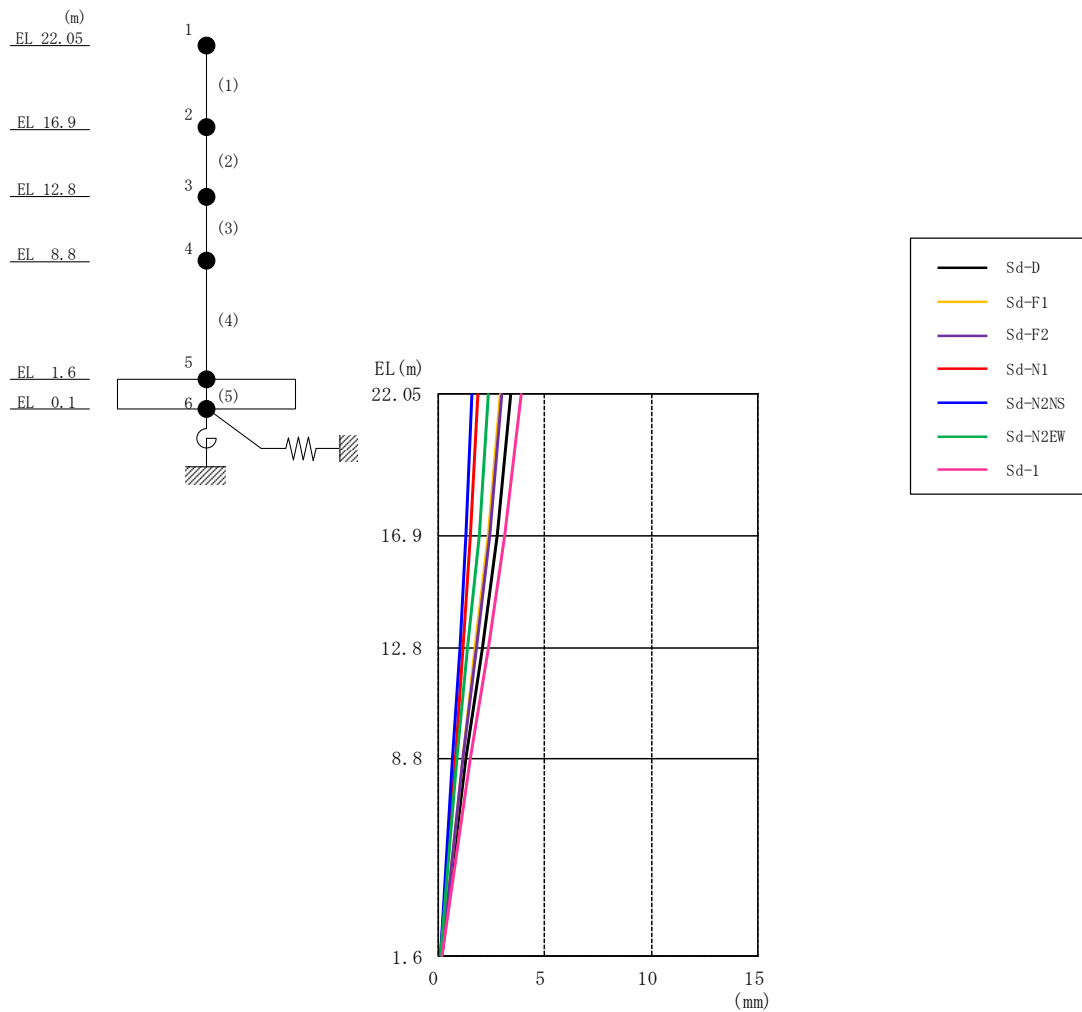


図 4-24 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d ， E W 方向）

表 4-22 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d ， E W 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05	1	3.41	2.88	2.99	1.84	1.60	2.36	3.87	3.87
16.9	2	2.75	2.33	2.42	1.52	1.32	1.89	3.12	3.12
12.8	3	2.04	1.74	1.81	1.15	1.00	1.40	2.31	2.31
8.8	4	1.31	1.14	1.18	0.77	0.67	0.89	1.49	1.49
1.6	5	0.17	0.15	0.16	0.11	0.10	0.11	0.19	0.19

注：ハッチングは S d - D ～ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

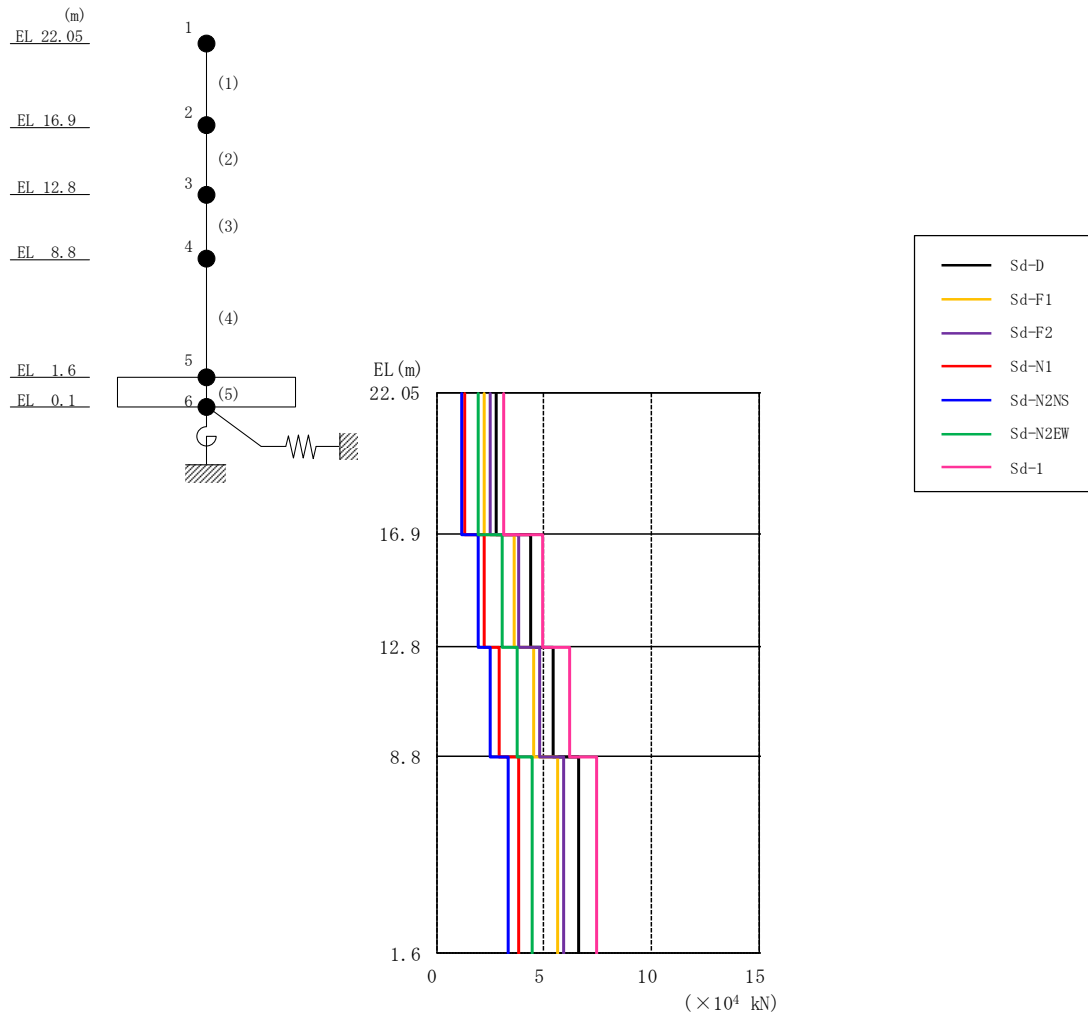


図 4-25 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d， E W 方向）

表 4-23 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d， E W 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05~16.9	1	2.74	2.24	2.48	1.30	1.19	1.95	3.11	3.11
16.9~12.8	2	4.35	3.59	3.83	2.19	1.90	3.05	4.94	4.94
12.8~8.8	3	5.44	4.55	4.77	2.89	2.49	3.76	6.17	6.17
8.8~1.6	4	6.59	5.65	5.91	3.81	3.31	4.48	7.45	7.45

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

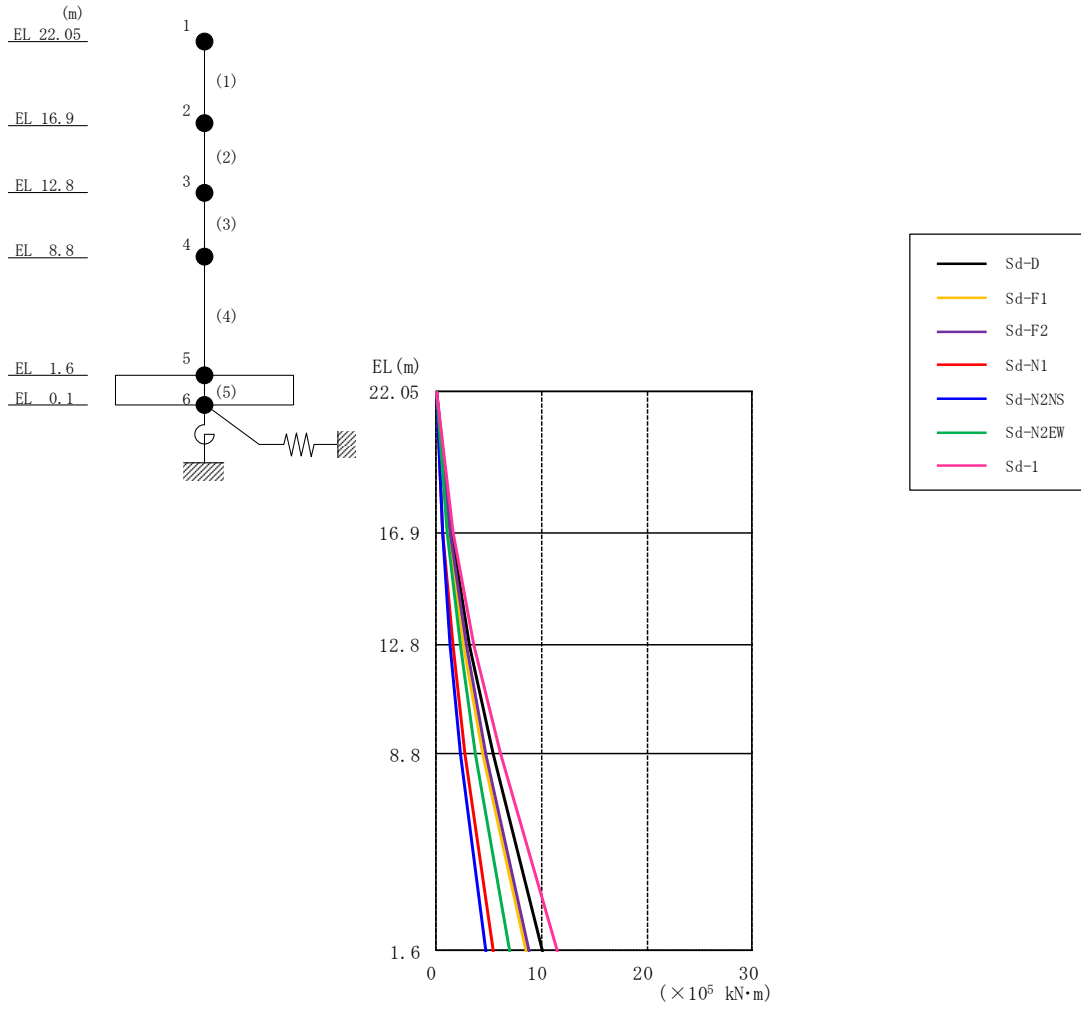


図 4-26 最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

表 4-24 最大応答曲げモーメント一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

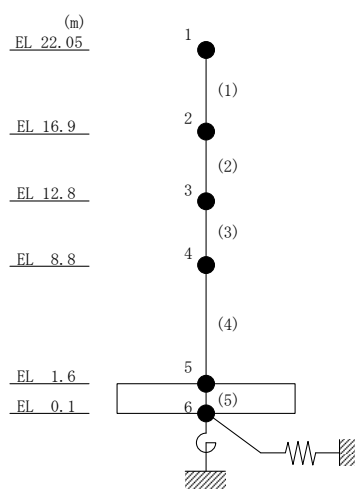
EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN·m)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
22.05~16.9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
		1.41	1.15	1.28	0.671	0.610	1.00	1.60	1.60
16.9~12.8	2	1.41	1.15	1.28	0.671	0.610	1.00	1.60	1.60
		3.19	2.62	2.84	1.57	1.37	2.25	3.62	3.62
12.8~8.8	3	3.19	2.62	2.84	1.57	1.37	2.25	3.62	3.62
		5.37	4.44	4.72	2.72	2.37	3.76	6.09	6.09
8.8~1.6	4	5.37	4.44	4.72	2.72	2.37	3.76	6.09	6.09
		10.1	8.50	8.85	5.47	4.74	6.98	11.5	11.5

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 4-25 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )							Sd-1	最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
22.05~16.9	1	0.08	0.07	0.07	0.04	0.03	0.06	0.09	0.09	
16.9~12.8	2	0.13	0.11	0.11	0.06	0.06	0.09	0.15	0.15	
12.8~8.8	3	0.14	0.12	0.13	0.08	0.07	0.10	0.16	0.16	
8.8~1.6	4	0.14	0.12	0.12	0.08	0.07	0.09	0.16	0.16	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





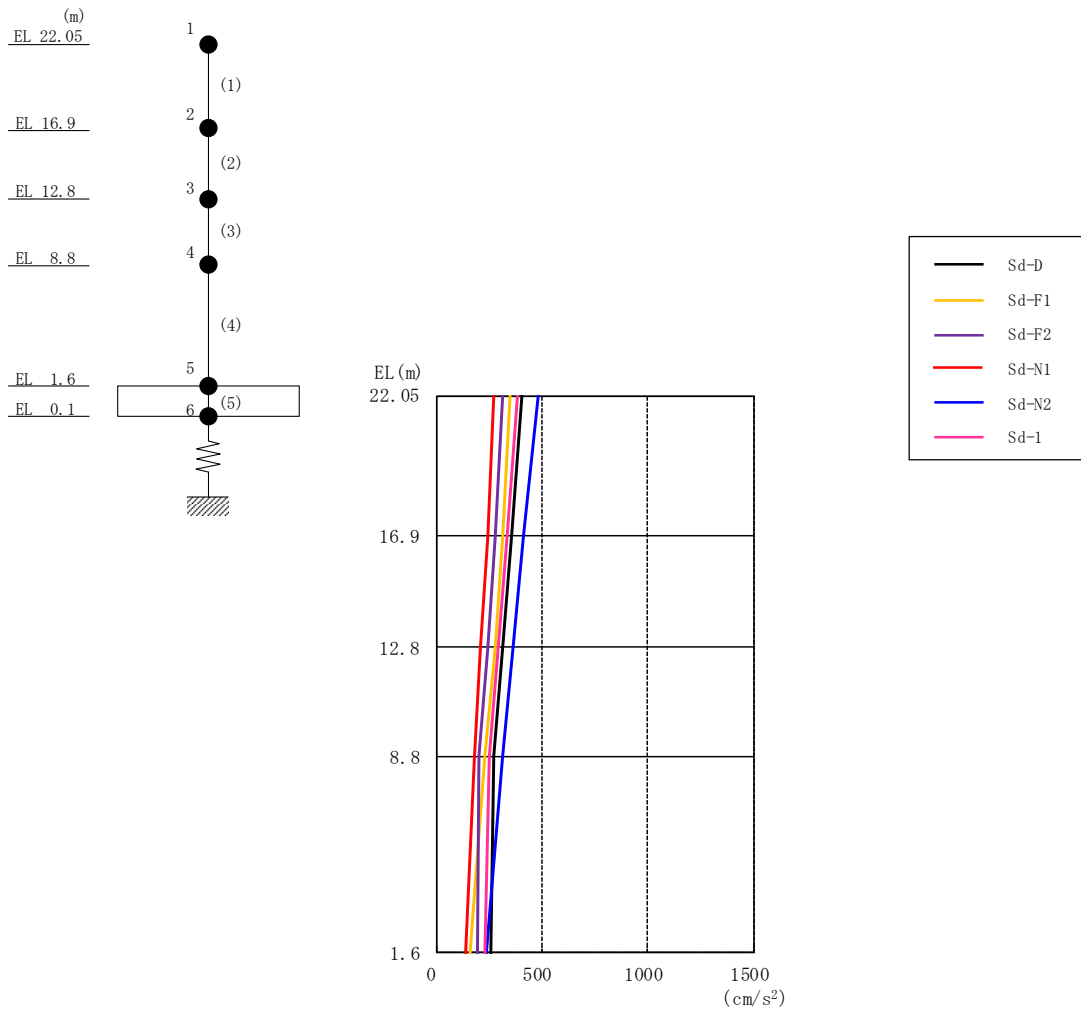


図 4-27 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d ，鉛直方向）

表 4-26 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
22.05	1	408	353	315	273	480	385	480
16.9	2	359	316	282	245	413	336	413
12.8	3	316	278	242	212	365	294	365
8.8	4	272	233	205	183	312	249	312
1.6	5	258	163	197	138	240	234	258

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

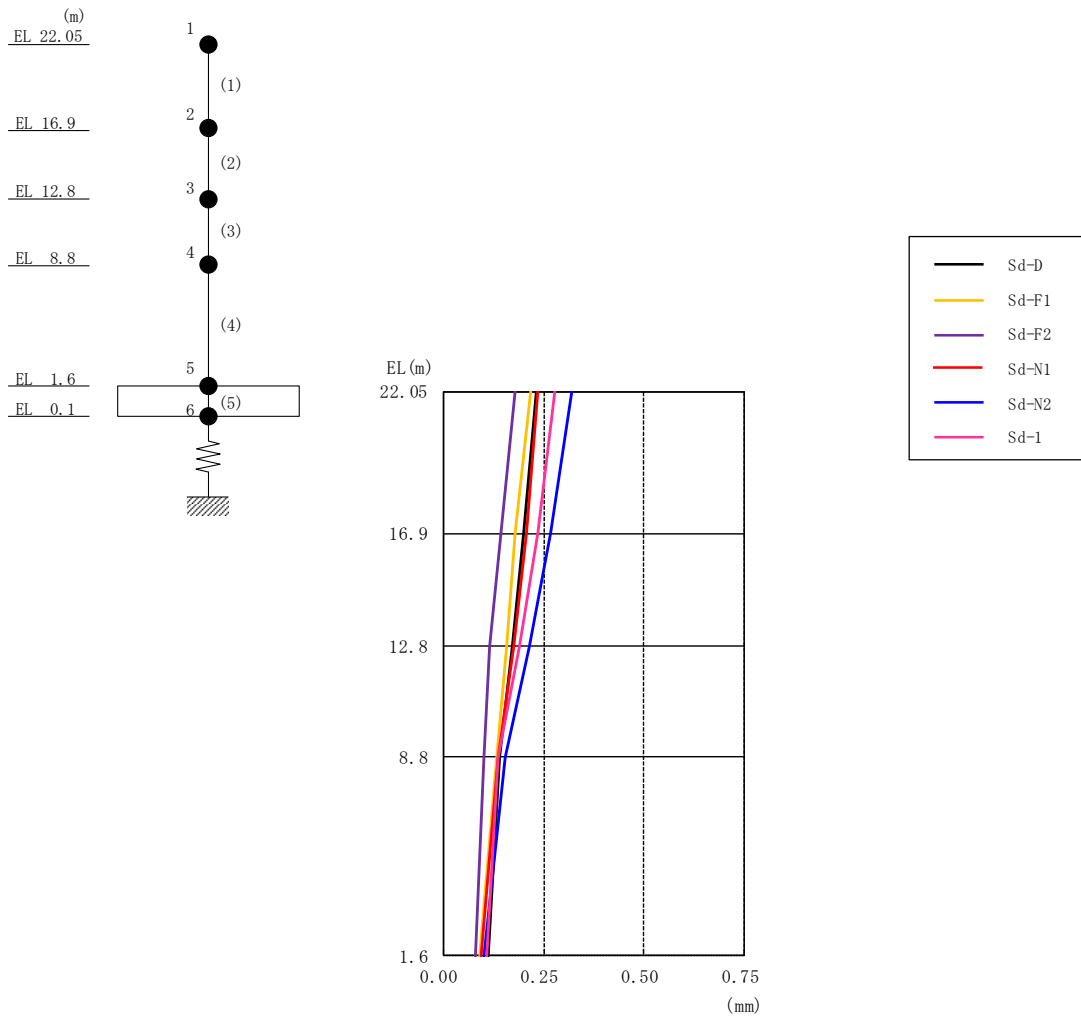


図 4-28 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

表 4-27 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
22.05	1	0.23	0.22	0.18	0.24	0.32	0.28	0.32
16.9	2	0.20	0.18	0.15	0.21	0.27	0.23	0.27
12.8	3	0.17	0.16	0.11	0.18	0.21	0.19	0.21
8.8	4	0.14	0.13	0.10	0.14	0.15	0.14	0.15
1.6	5	0.11	0.09	0.08	0.10	0.10	0.11	0.11

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

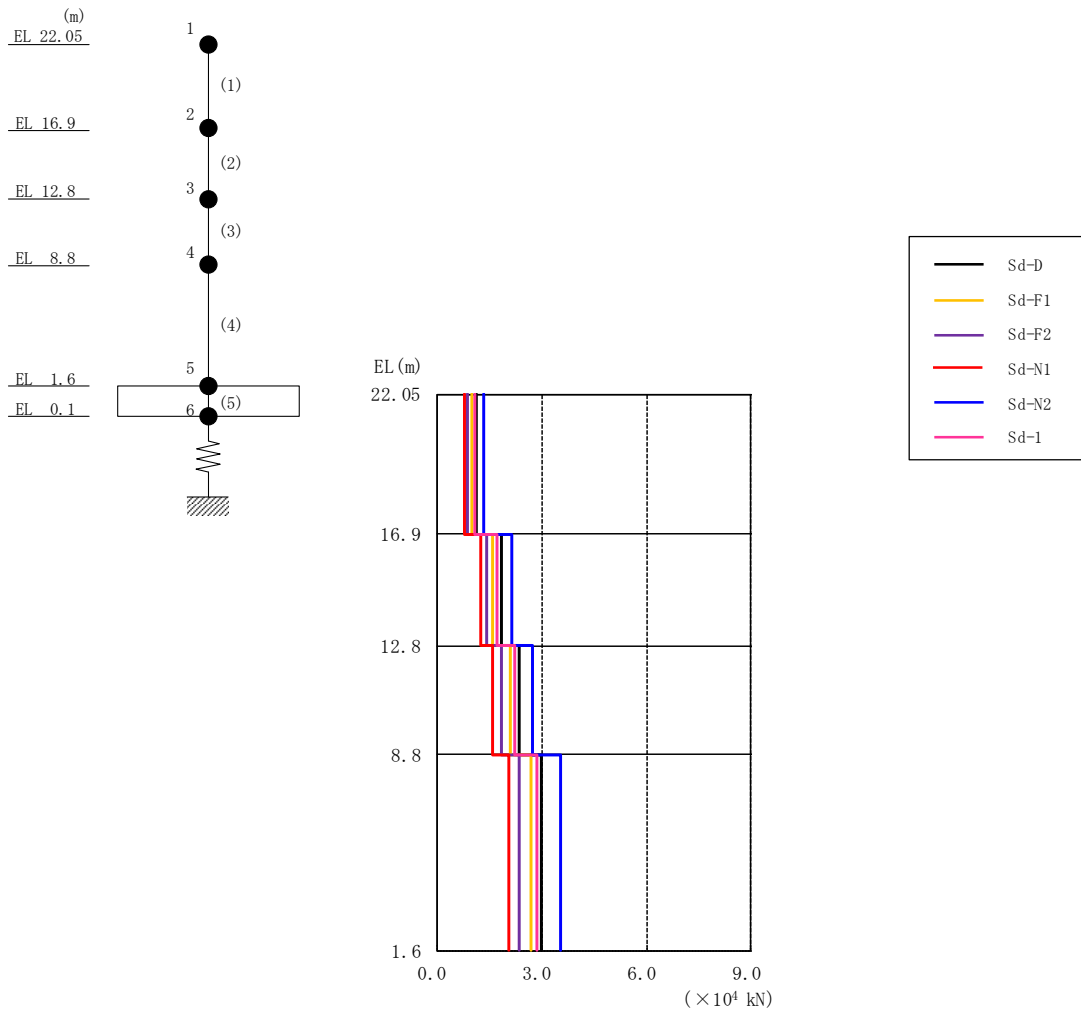
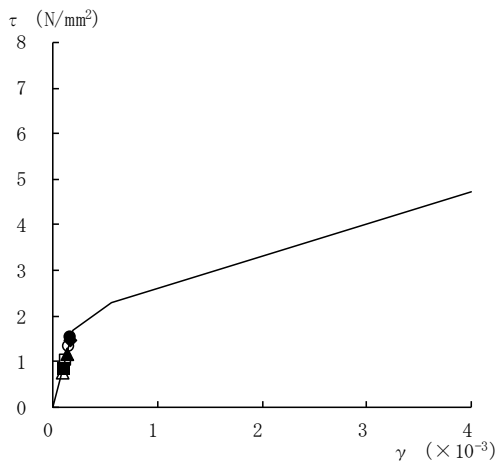
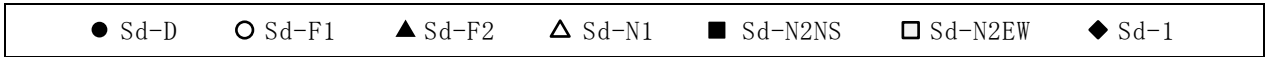


図 4-29 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

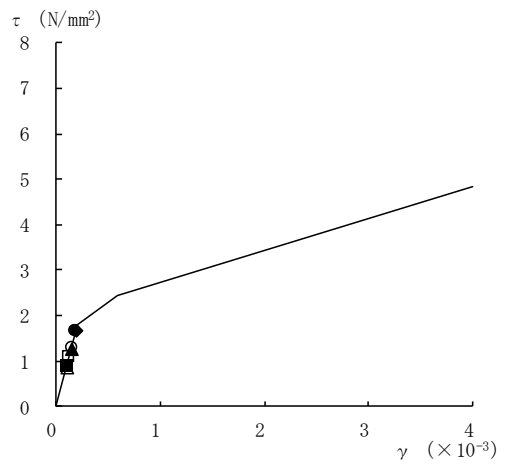
表 4-28 最大応答軸力一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
22.05~16.9	1	1.14	0.988	0.888	0.767	1.34	1.08	1.34
16.9~12.8	2	1.83	1.61	1.44	1.24	2.13	1.74	2.13
12.8~8.8	3	2.35	2.08	1.85	1.61	2.74	2.24	2.74
8.8~1.6	4	3.01	2.67	2.35	2.07	3.53	2.85	3.53

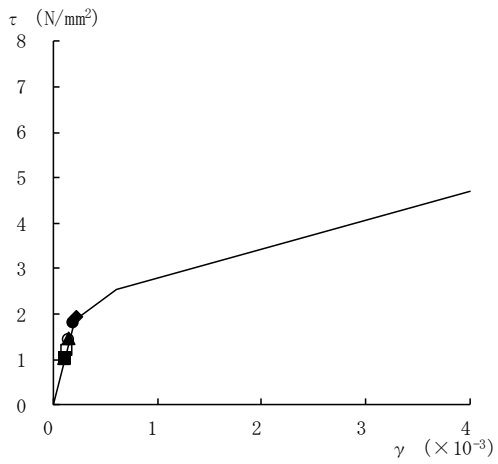
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



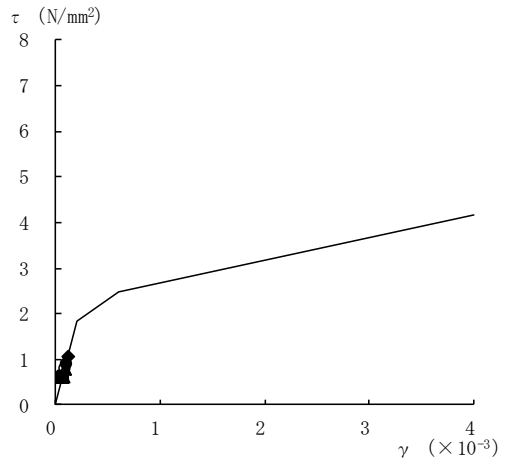
要素番号 (1)



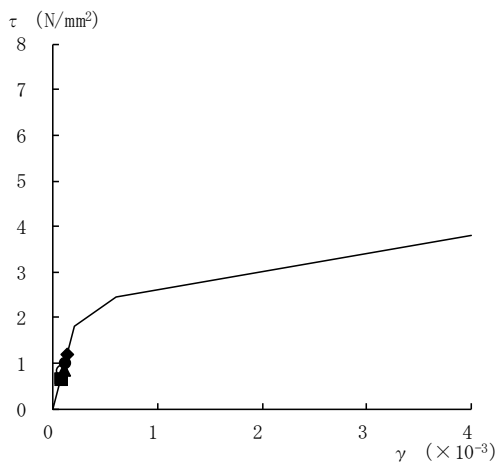
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

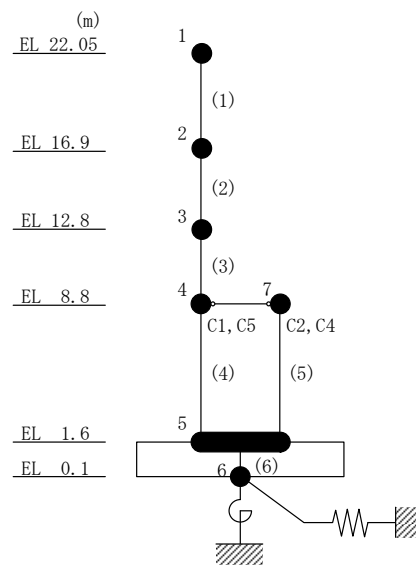
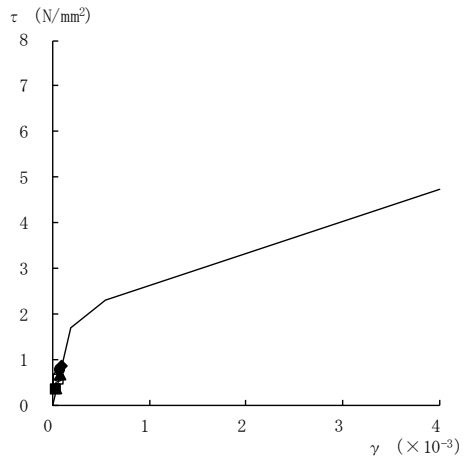
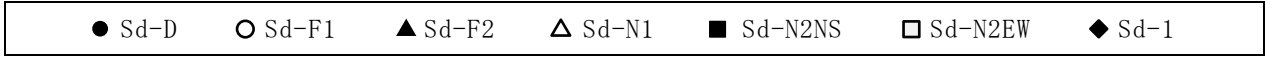
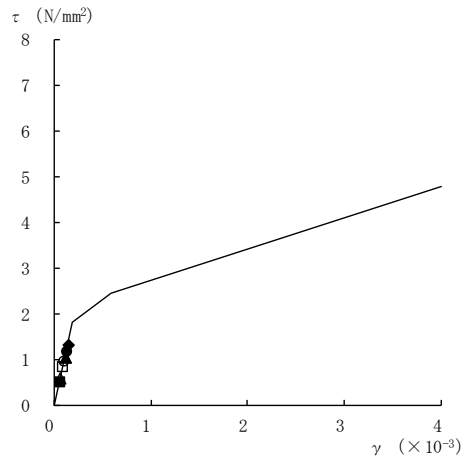


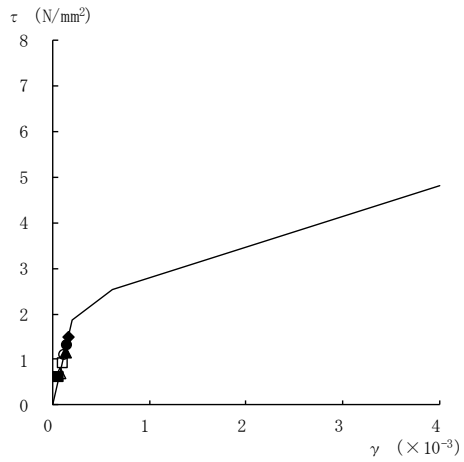
図 4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



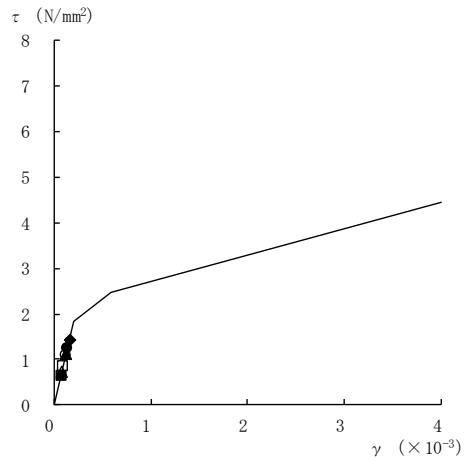
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

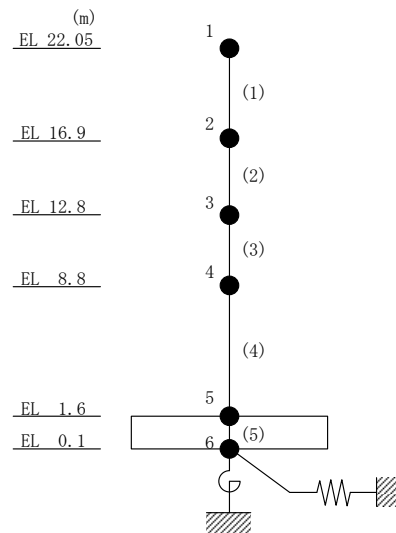
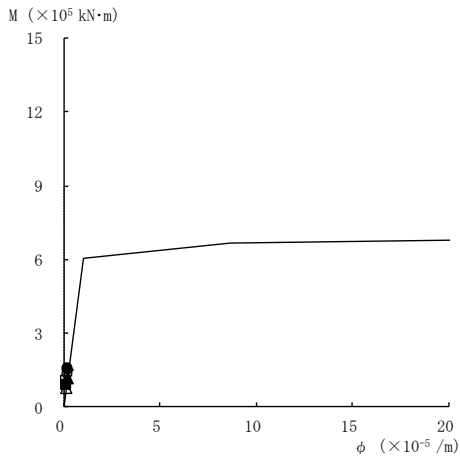
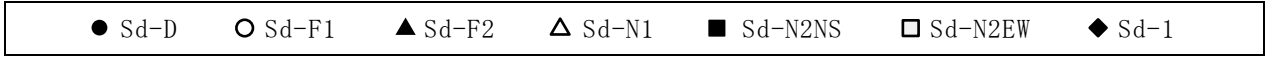
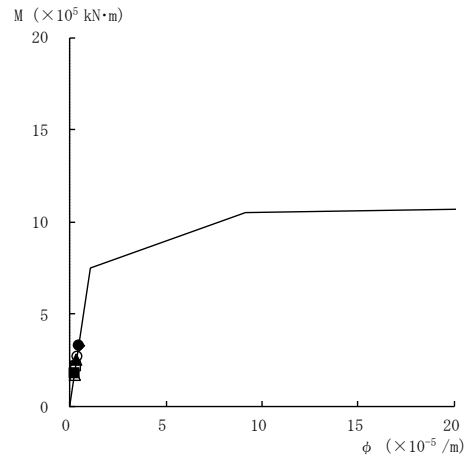


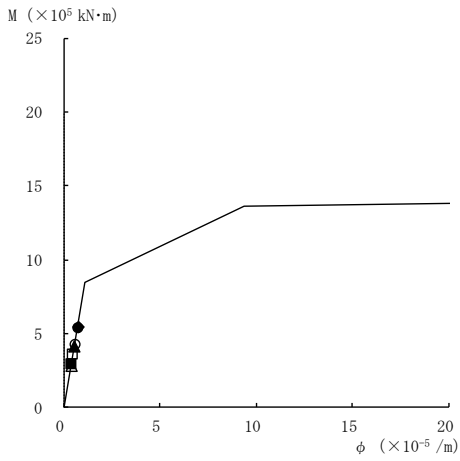
図 4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



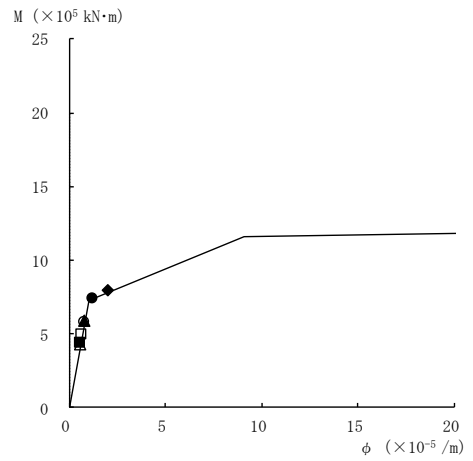
要素番号 (1)



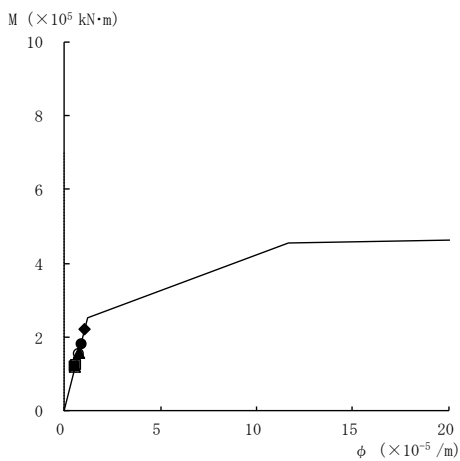
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

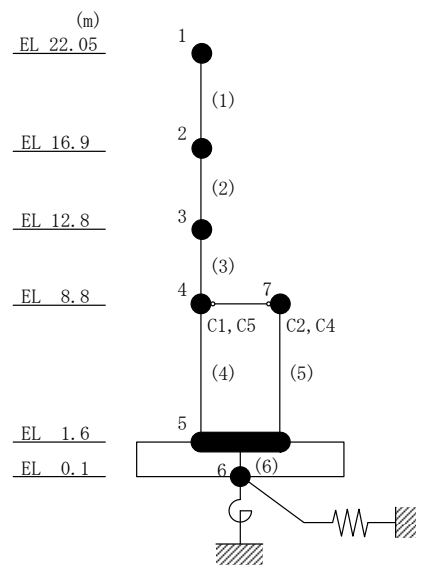
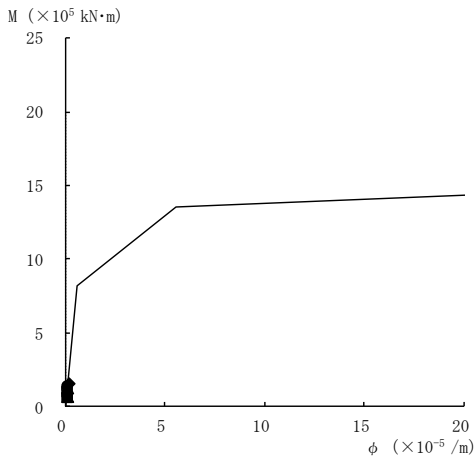
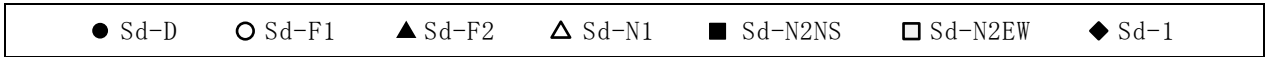
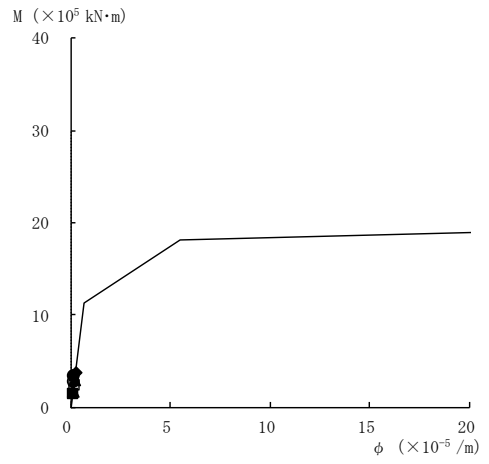


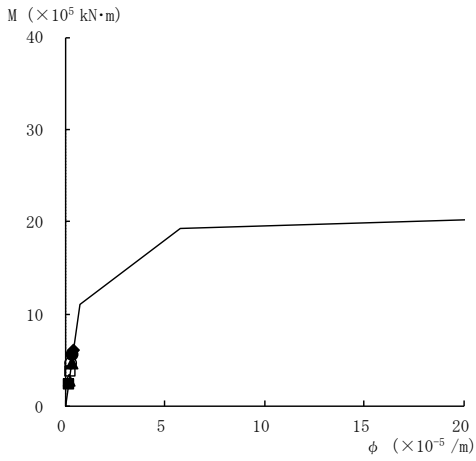
図 4-32 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



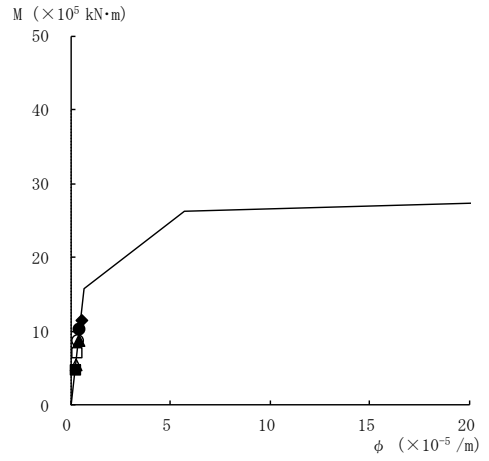
要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)

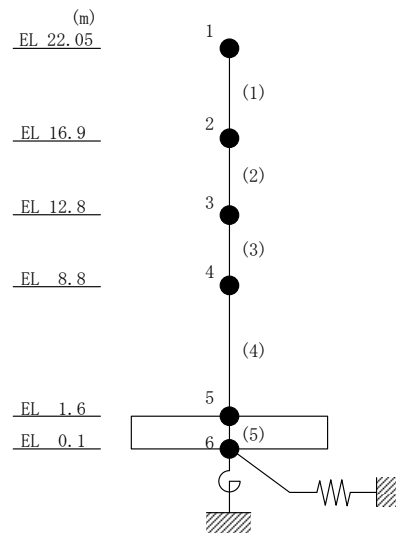


図 4-33 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-29 弾性設計用地震動 S d による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率* (%)
S d - D	0.523	1.02	100
S d - F 1	0.451	0.813	100
S d - F 2	0.456	0.834	100
S d - N 1	0.381	0.615	100
S d - N 2 NS	0.393	0.623	100
S d - N 2 EW	0.412	0.680	100
S d - 1	0.560	1.14	100

(b) EW 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率* (%)
S d - D	0.410	1.15	100
S d - F 1	0.371	0.966	100
S d - F 2	0.377	1.01	100
S d - N 1	0.300	0.624	100
S d - N 2 NS	0.292	0.541	100
S d - N 2 EW	0.342	0.790	100
S d - 1	0.439	1.30	100

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



## 4.2 静的解析

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した地震層せん断力係数  $3.0 \cdot C_i$  及び静的地震力（水平地震力）を表 4-30 及び表 4-31，図 4-34 及び図 4-35 に，最大接地圧を表 4-32 に示す。

表 4-30 地震層せん断力係数 ( $3.0 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (NS 方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
22.05~16.9	27540	0.789	21.73
16.9~12.8	46960	0.663	31.13
12.8~8.8	63710	0.582	37.08
8.8~1.6	88610	0.480	42.53

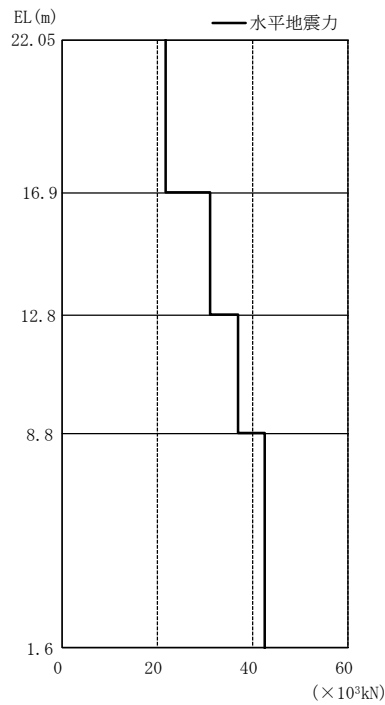


図 4-34 水平地震力 (NS 方向)

表 4-31 地震層せん断力係数 ( $3.0 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (EW方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
22.05~16.9	27540	0.711	19.58
16.9~12.8	46960	0.630	29.58
12.8~8.8	63710	0.561	35.74
8.8~1.6	88610	0.480	42.53

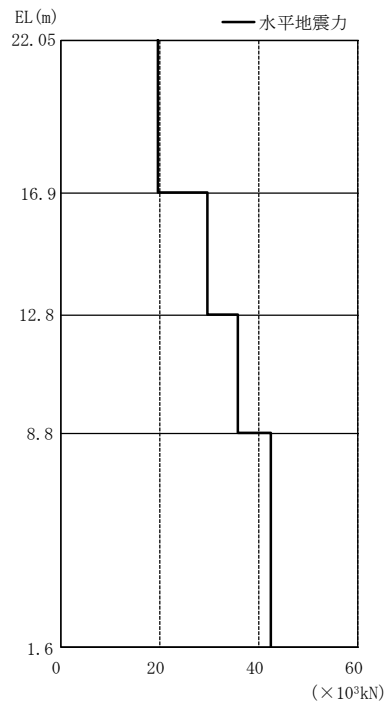


図 4-35 水平地震力 (EW方向)

表 4-32 最大接地压 (静的地震力)

方向	最大接地压 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )
N S	0.451
E W	0.345

#### 4.3 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-33 及び表 4-34, 図 4-36 及び図 4-37 に示す。

表 4-33 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (m)	構造特性係数 $D_s$	形状特性係数 $F_{e s}$	必要保有水平耐力 $Q_{u n}$ ( $\times 10^3$ kN)
22.05~16.9	0.55	1.00	19.93
16.9~12.8	0.55	1.00	28.59
12.8~8.8	0.55	1.00	33.99
8.8~1.6	0.55	1.00	38.99

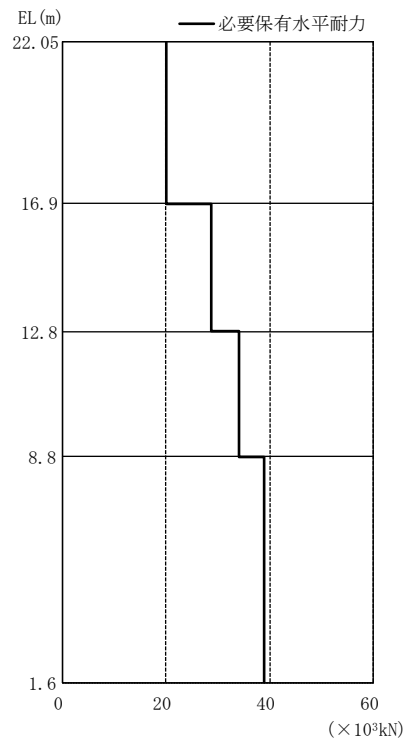


图 4-36 必要保有水平耐力 (N S 方向)

表 4-34 必要保有水平耐力 (EW方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
22.05~16.9	0.55	1.00	17.98
16.9~12.8	0.55	1.00	27.09
12.8~8.8	0.55	1.00	32.83
8.8~1.6	0.55	1.00	38.99

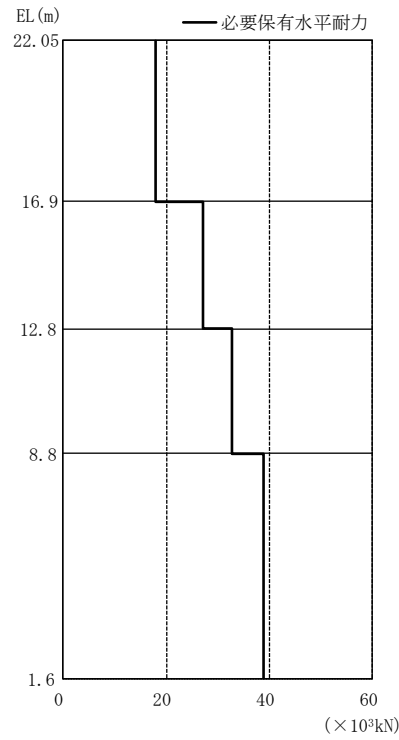


図 4-37 必要保有水平耐力 (EW方向)

VI-2-2-7 タービン建物の地震応答計算書



## 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	30
3.2.1 水平方向	31
3.2.2 鉛直方向	40
3.3 解析方法	45
3.3.1 動的解析	45
3.3.2 静的解析	45
3.3.3 必要保有水平耐力	47
3.4 解析条件	48
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	48
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	61
3.4.3 材料物性の不確かさ等	62
4. 解析結果	64
4.1 動的解析	64
4.1.1 固有値解析結果	64
4.1.2 地震応答解析結果	64
4.2 静的解析	162
4.3 必要保有水平耐力	166

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づくタービン建物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定した各種応答値及び静的地震力は、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

タービン建物の設置位置を図 2-1 に示す。

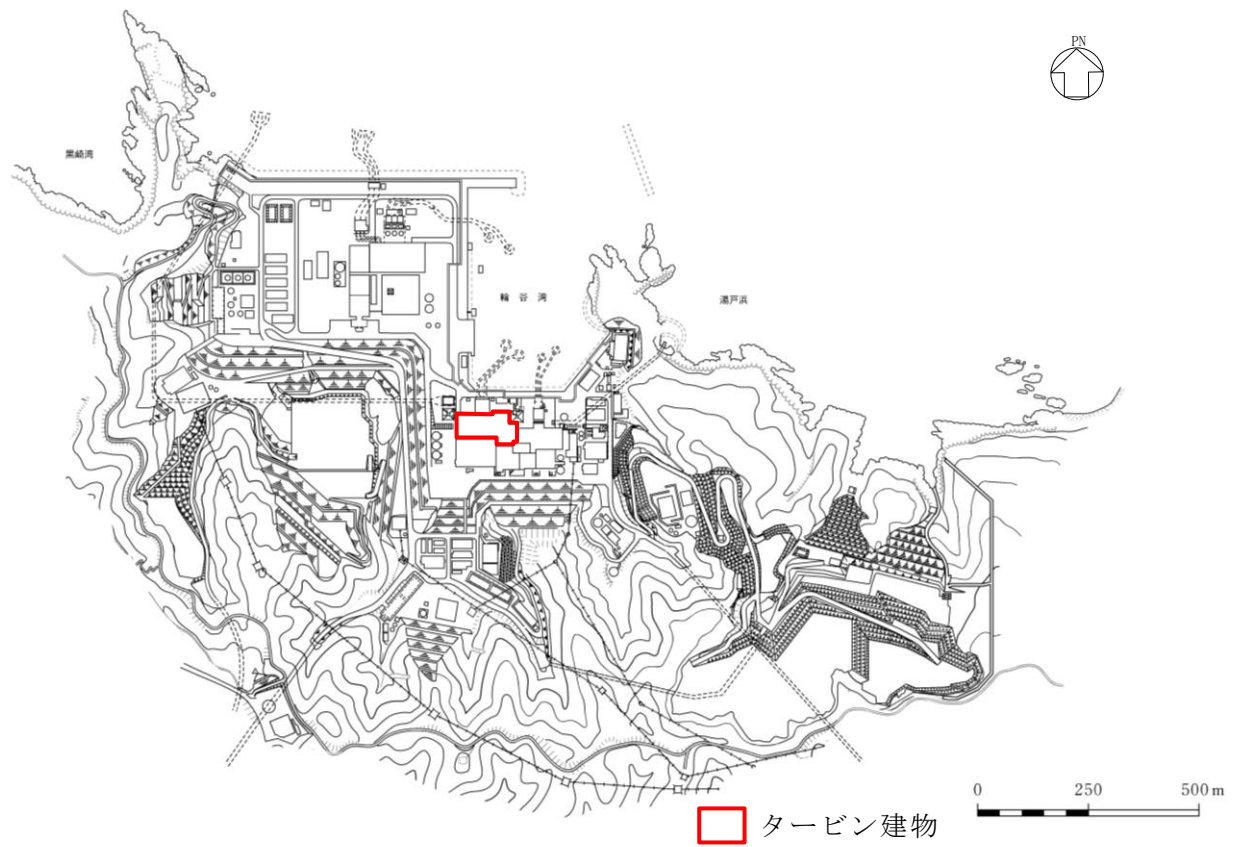


図 2-1 タービン建物の設置位置

## 2.2 構造概要

タービン建物は、地上3階（一部地上4階）、地下1階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

タービン建物の平面寸法は72.0m（一部51.4m）\*（NS）×138.0m\*（EW）である。基礎スラブ底面からの高さは41.6mである。また、タービン建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

タービン建物の基礎は厚さ2.0m～2.5mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。建物に加わる地震時の水平力は、すべて耐震壁及びフレームで負担させている。タービン建物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\*：建物寸法は壁外面寸法とする。

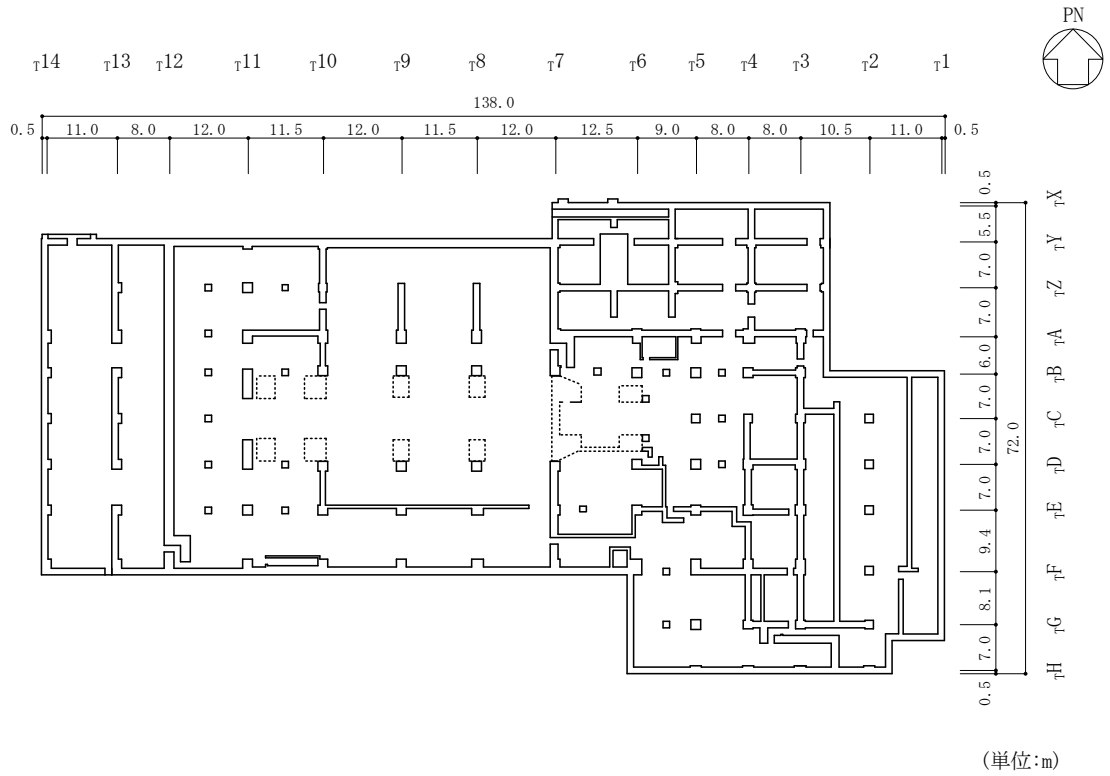


図 2-2(1) タービン建物の概略平面図 (EL 2.0m\*)

注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

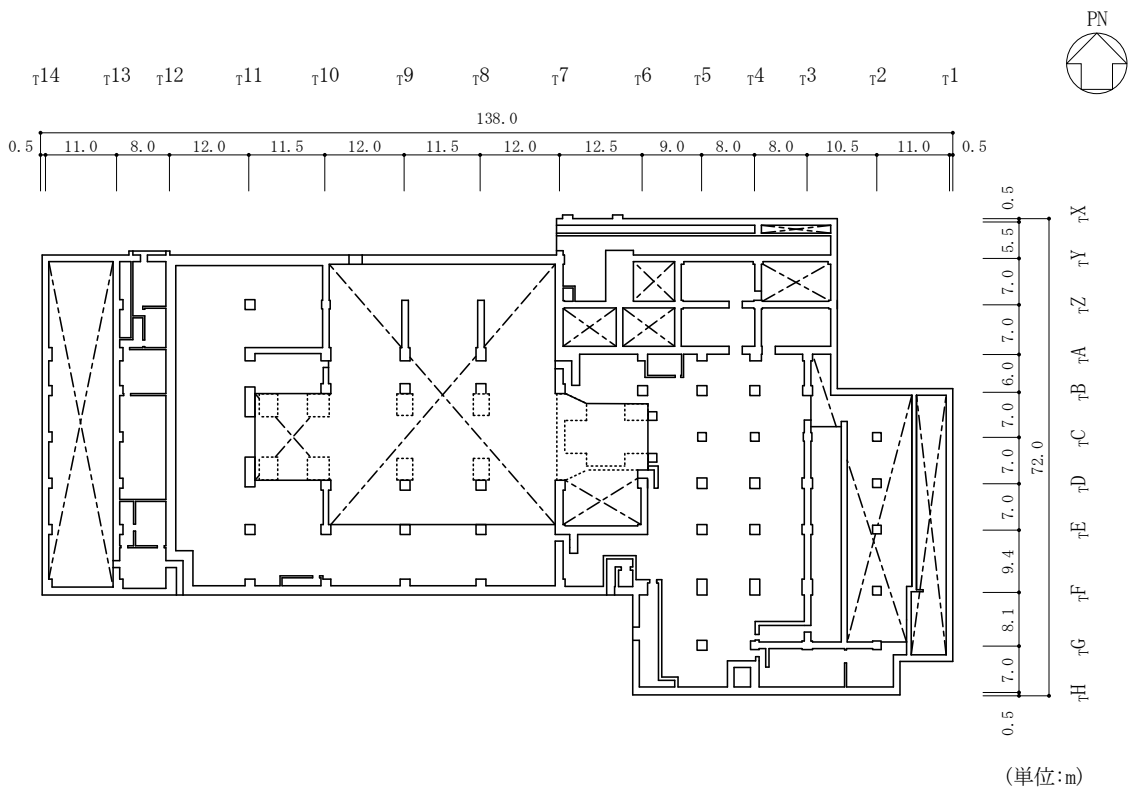


図 2-2(2) タービン建物の概略平面図 (EL 5.5m)

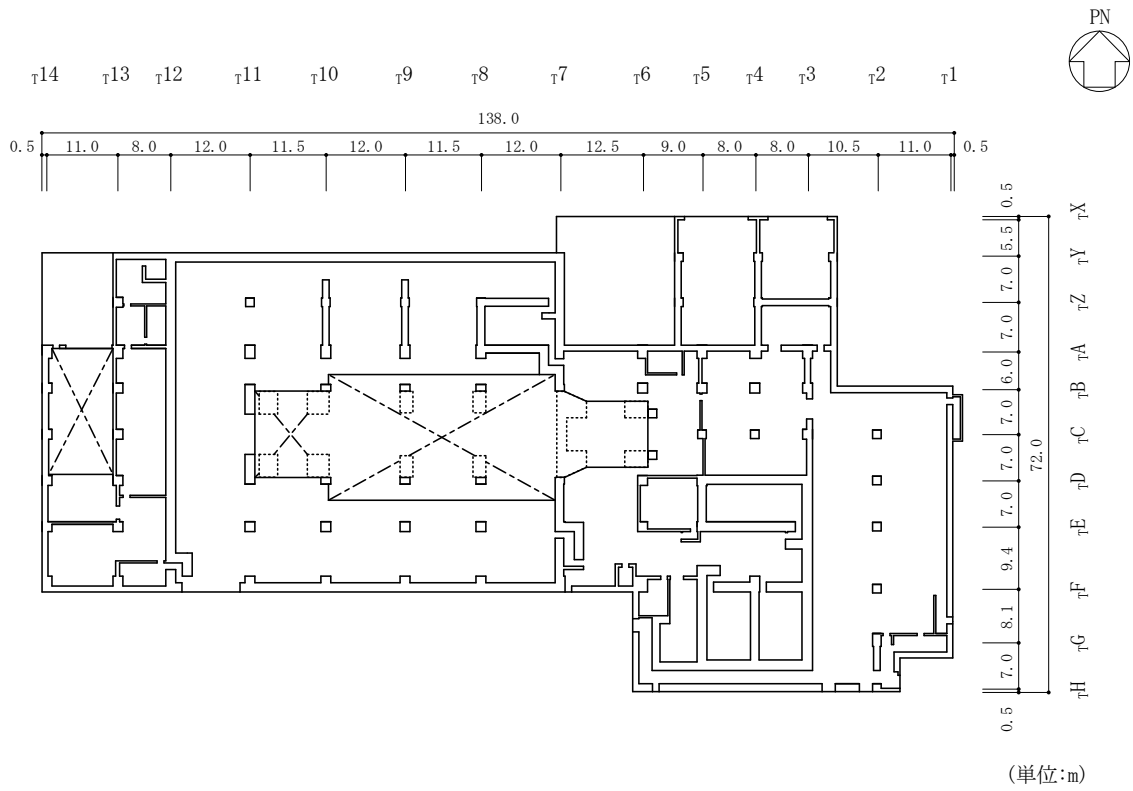


図 2-2(3) タービン建物の概略平面図 (EL 12.5m)

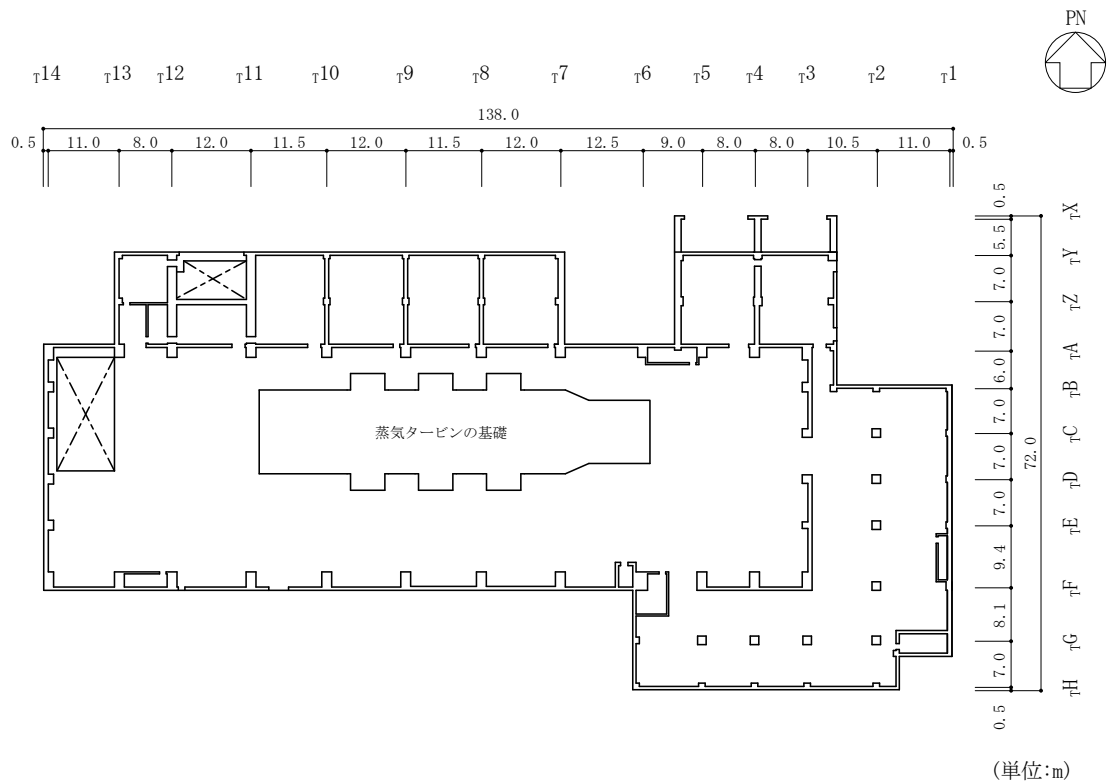


図 2-2(4) タービン建物の概略平面図 (EL 20.6m)

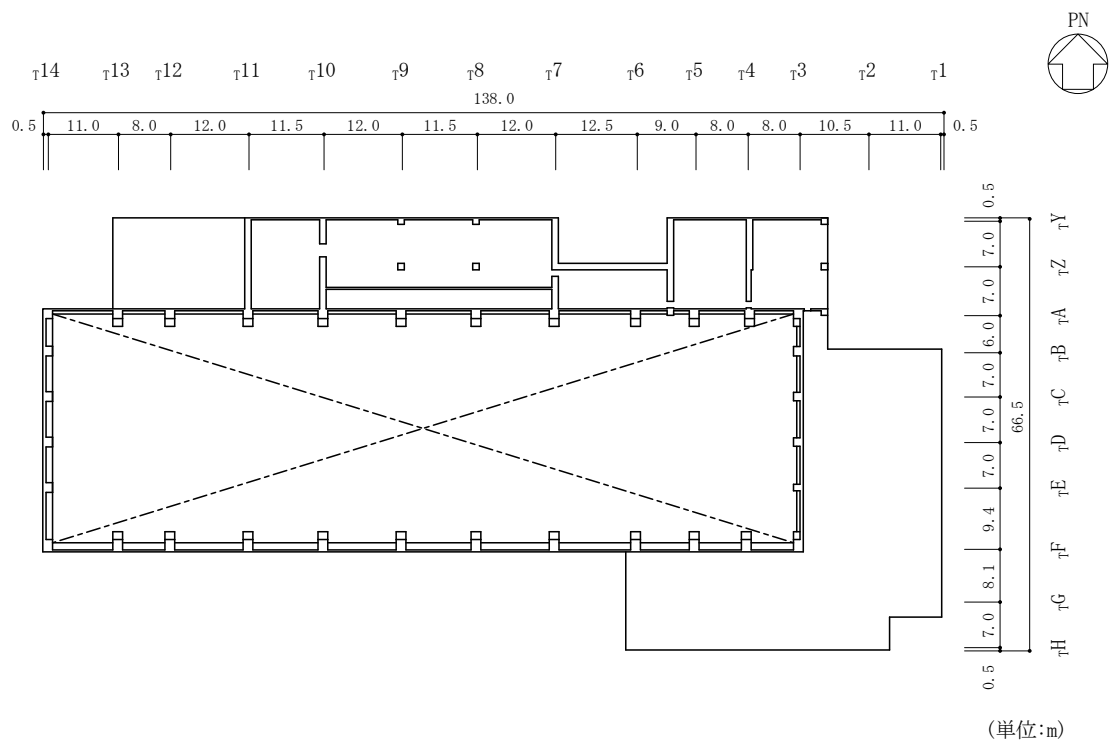


図 2-2(5) タービン建物の概略平面図 (EL 32.0m)

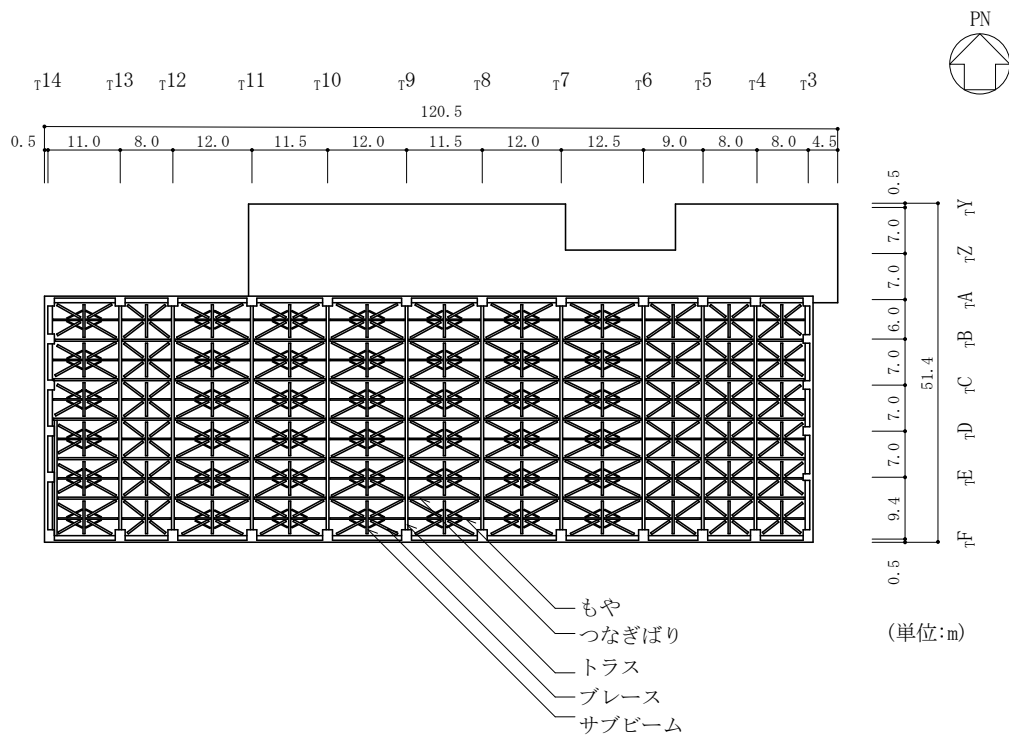


図 2-2(6) タービン建物の概略平面図 (EL 41.6m)

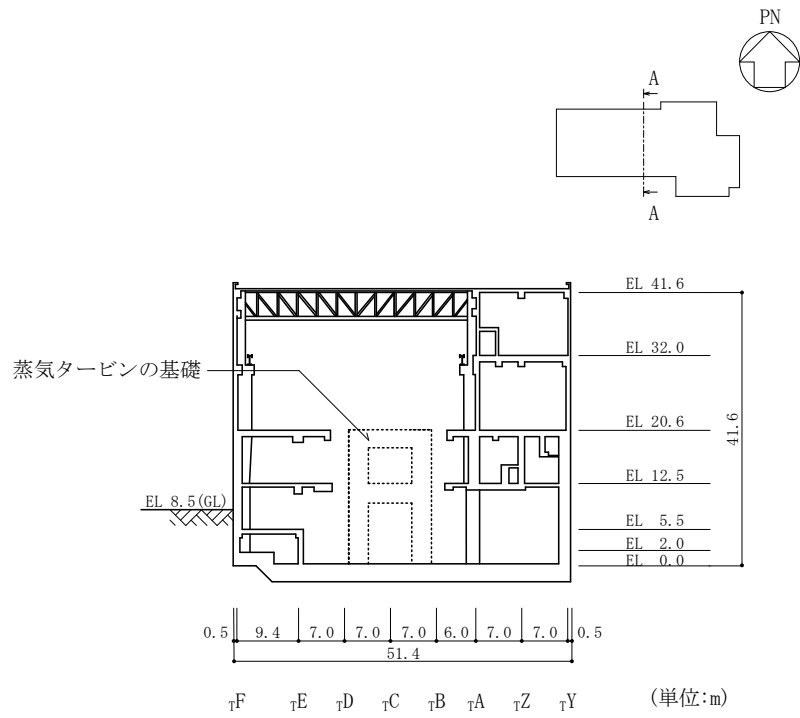


図2-3(1) タービン建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

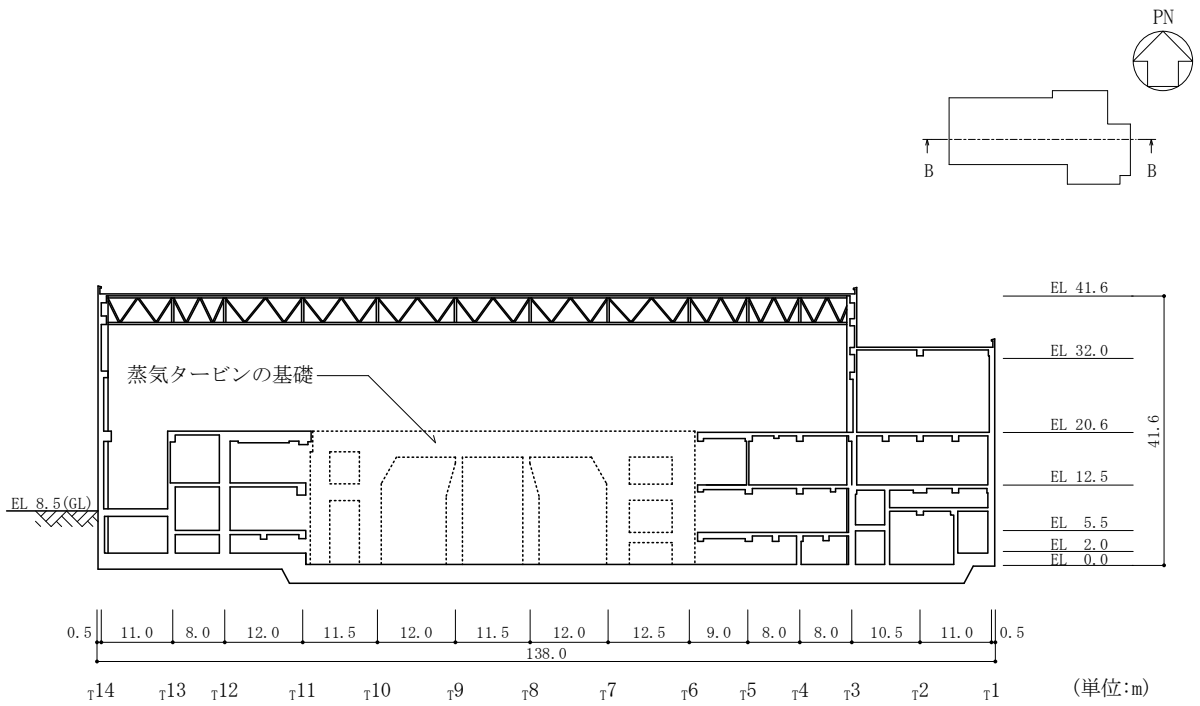


図2-3(2) タービン建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)



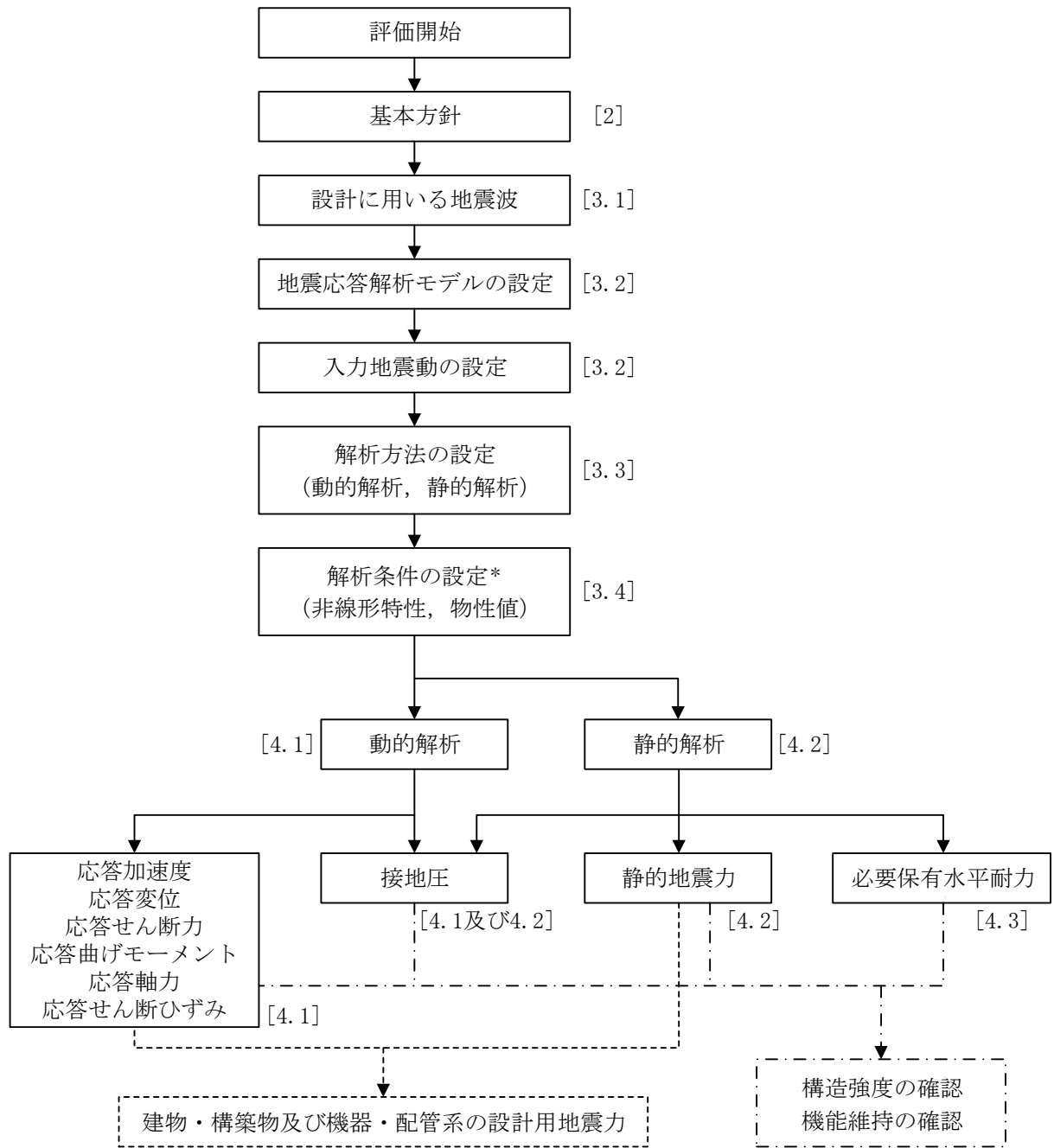
## 2.3 解析方針

タービン建物の地震応答解析は、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にタービン建物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算定する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力及び接地圧を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算定する。



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 タービン建物の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

タービン建物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。

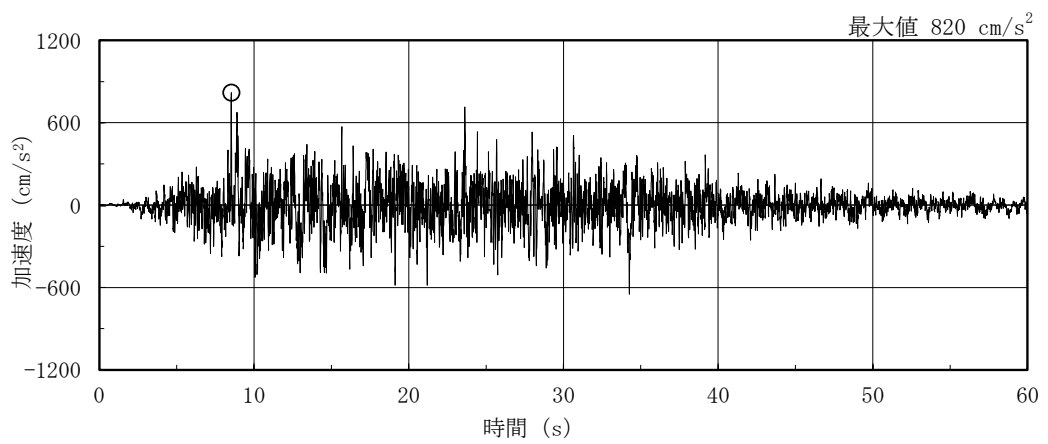
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 2005 改定)

### 3. 解析方法

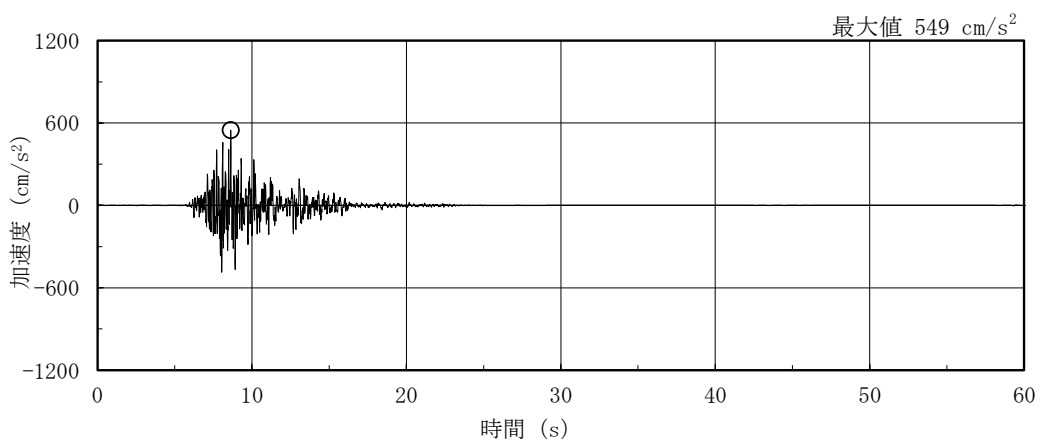
#### 3.1 設計に用いる地震波

タービン建物の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、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に想定する地震波を用いることとする。

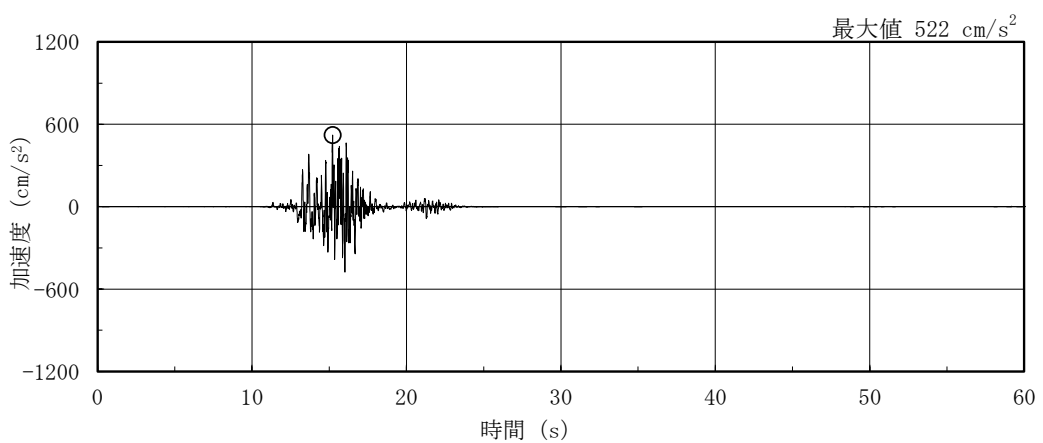
基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-8 に示す。



(a) S s - D

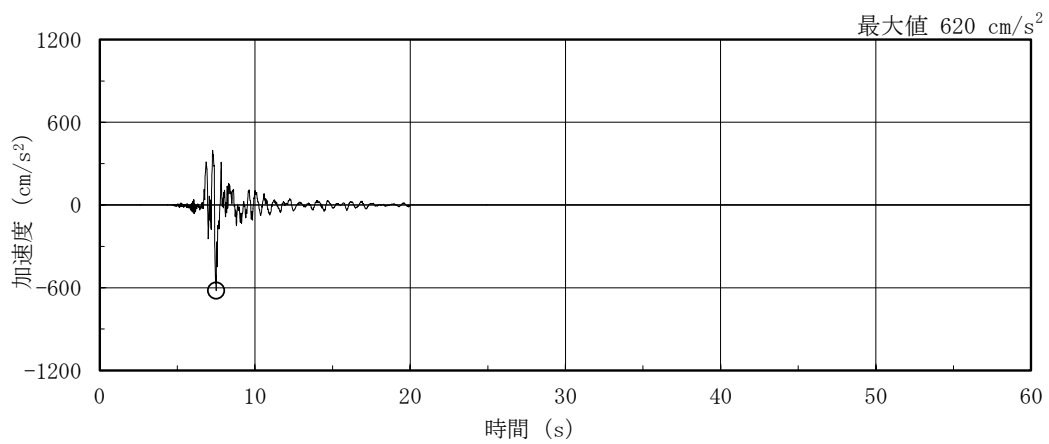


(b) S s - F 1

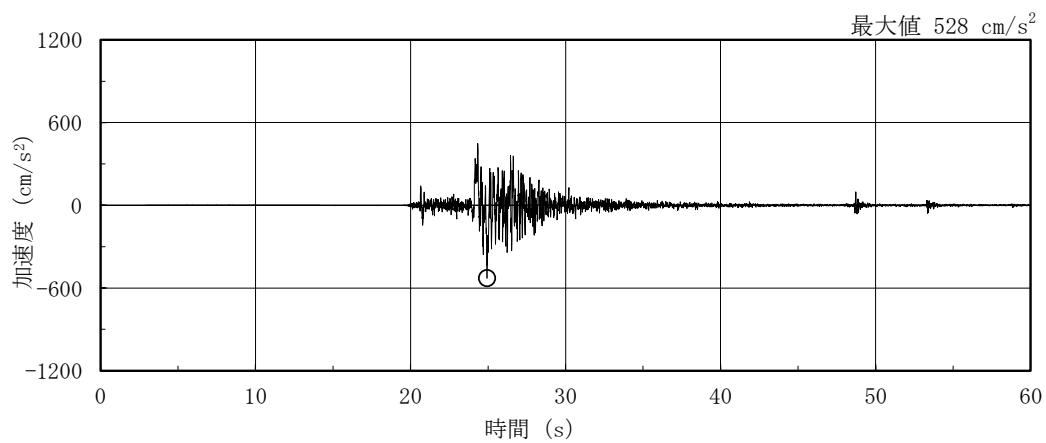


(c) S s - F 2

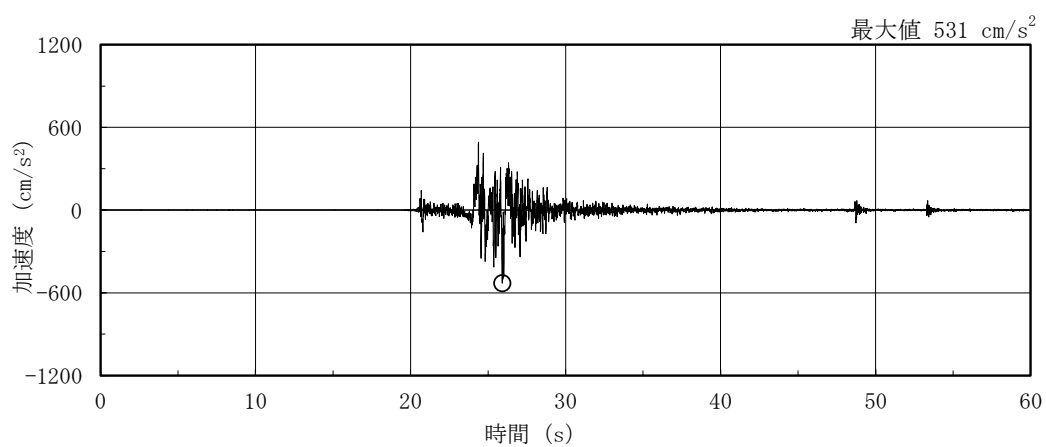
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

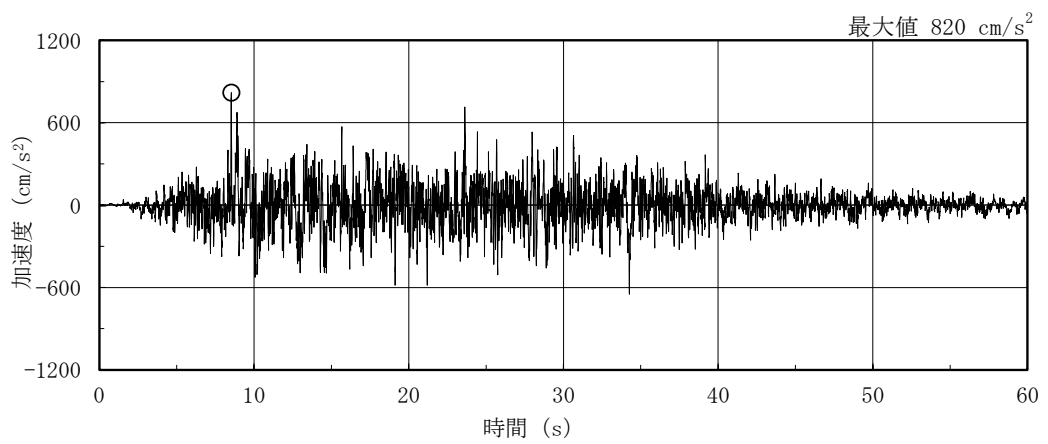


(e) S s - N 2 N S

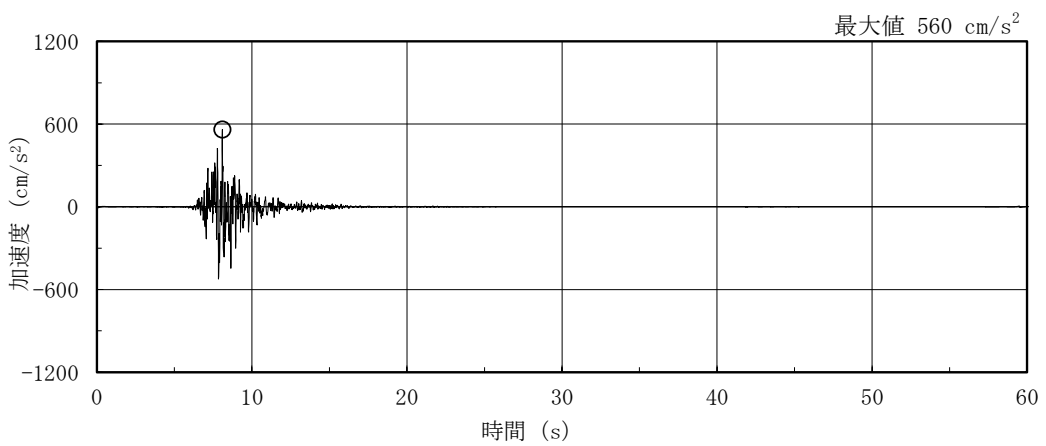


(f) S s - N 2 E W

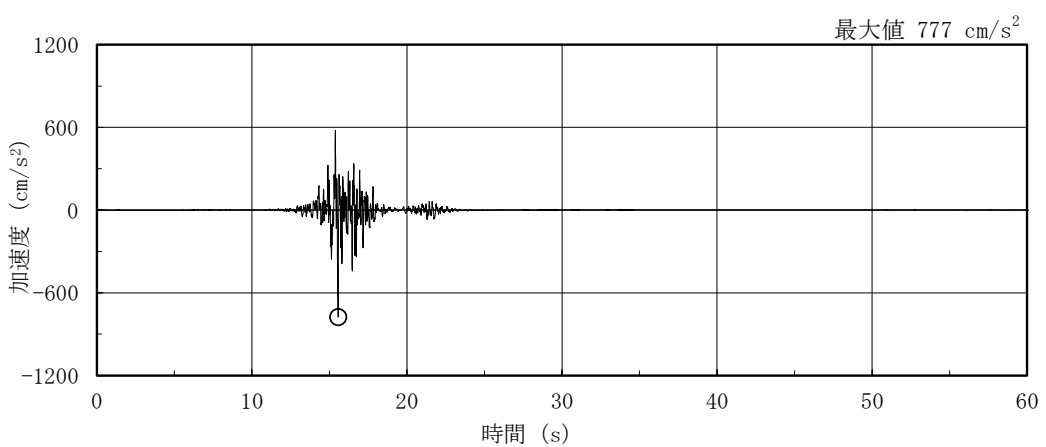
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

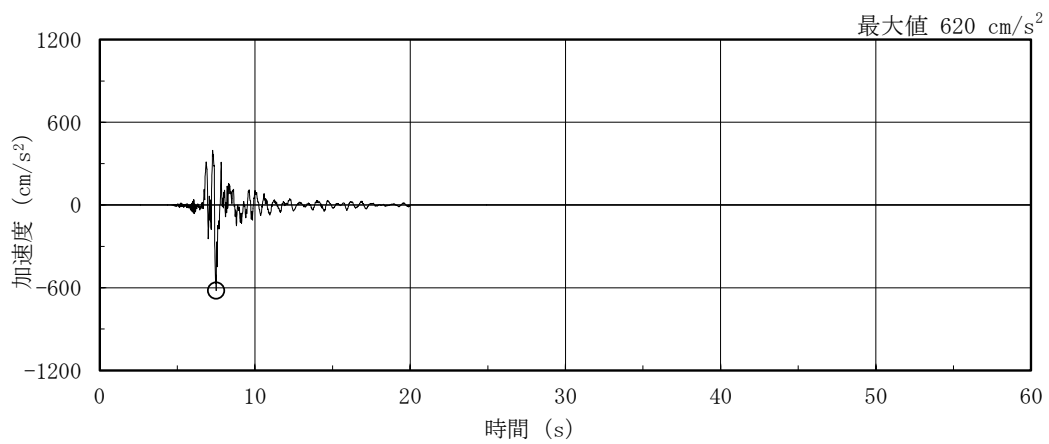


(b) S s - F 1

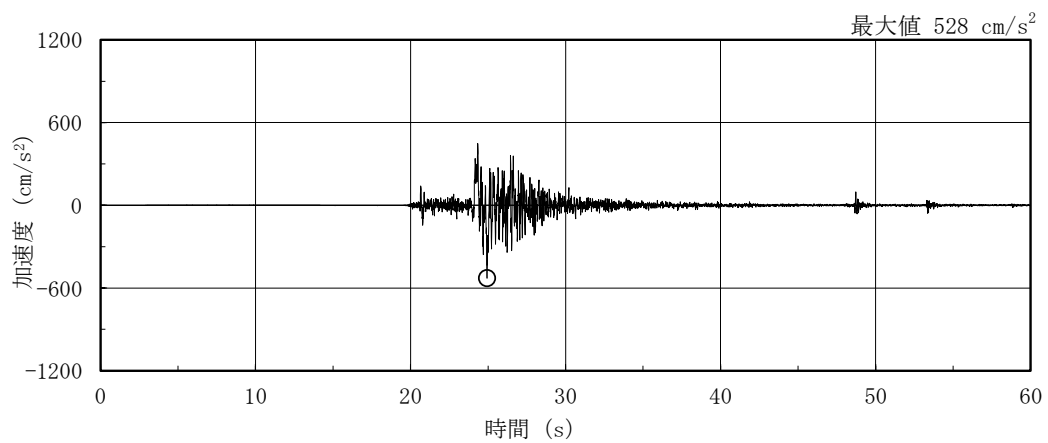


(c) S s - F 2

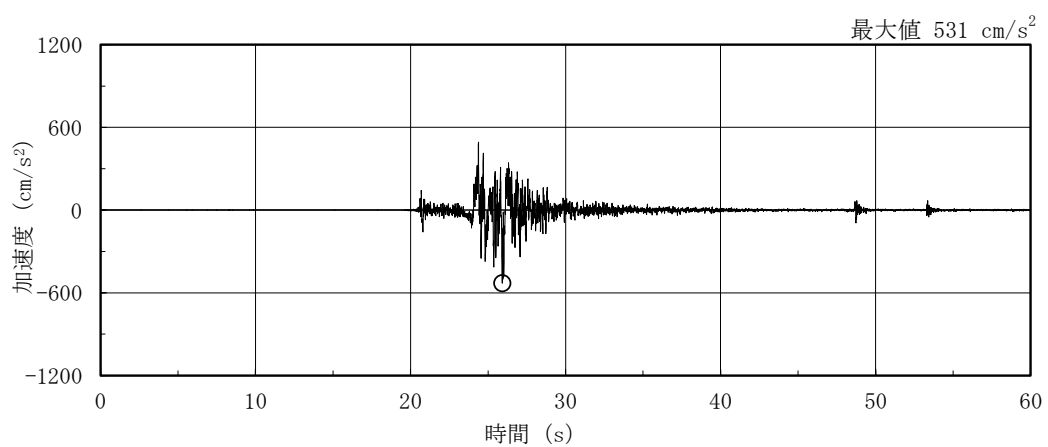
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(d) S s - N 1



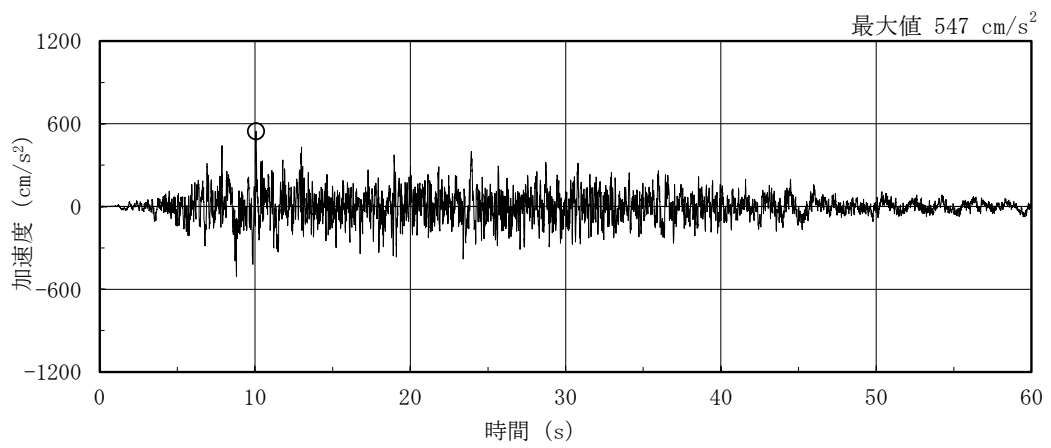
(e) S s - N 2 N S



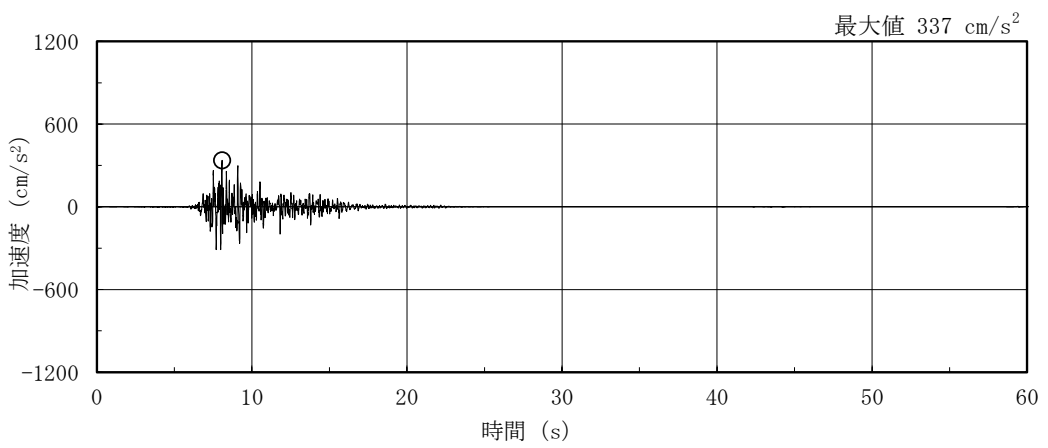
(f) S s - N 2 E W

図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)

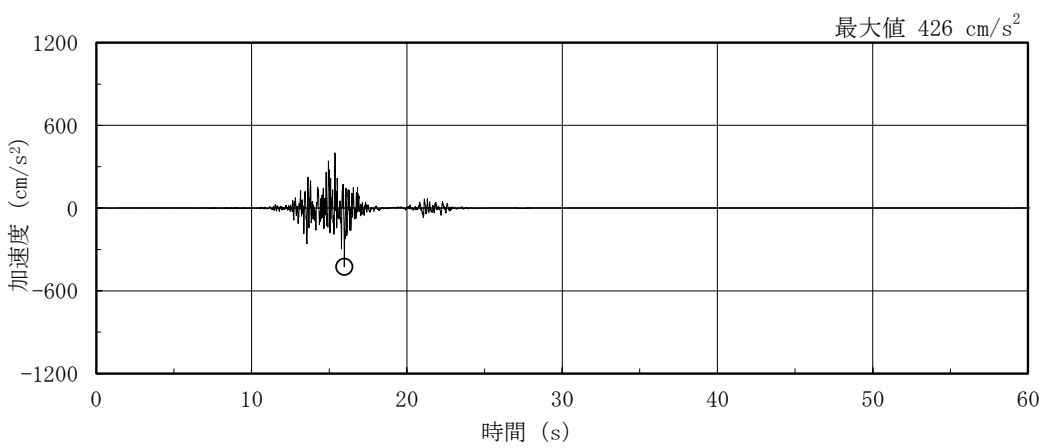




(a) S s - D

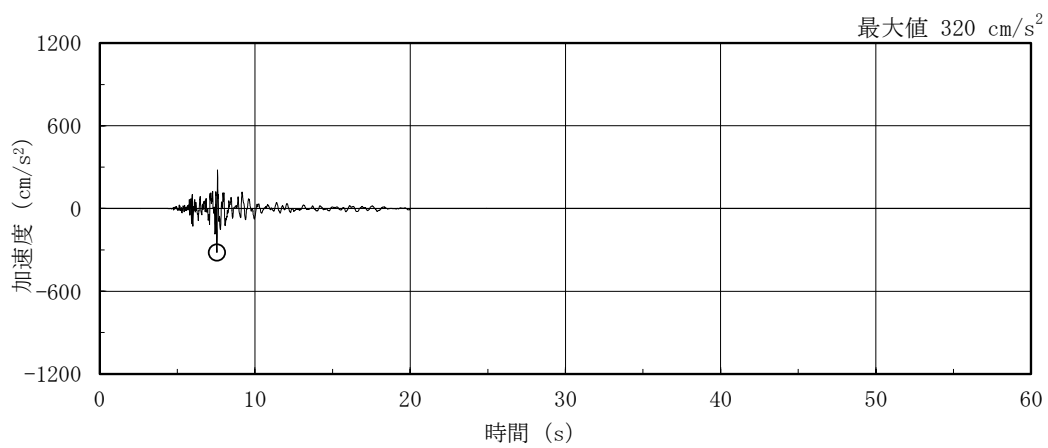


(b) S s - F 1

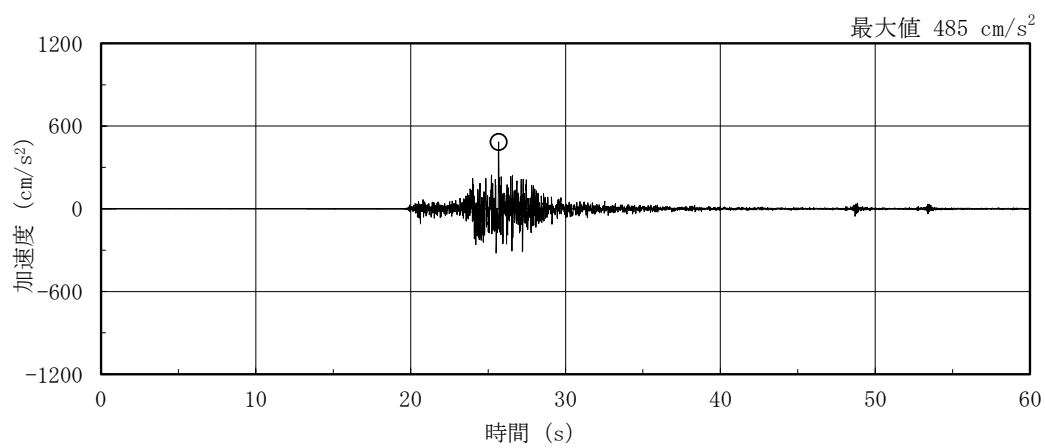


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)



(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

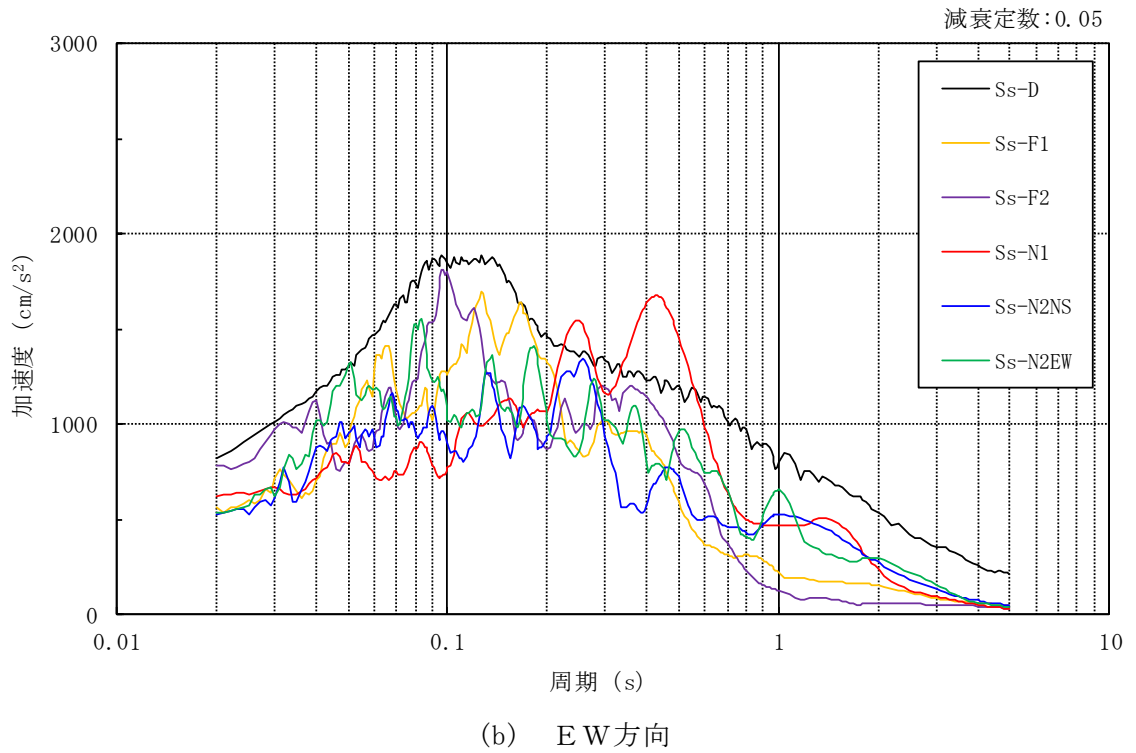
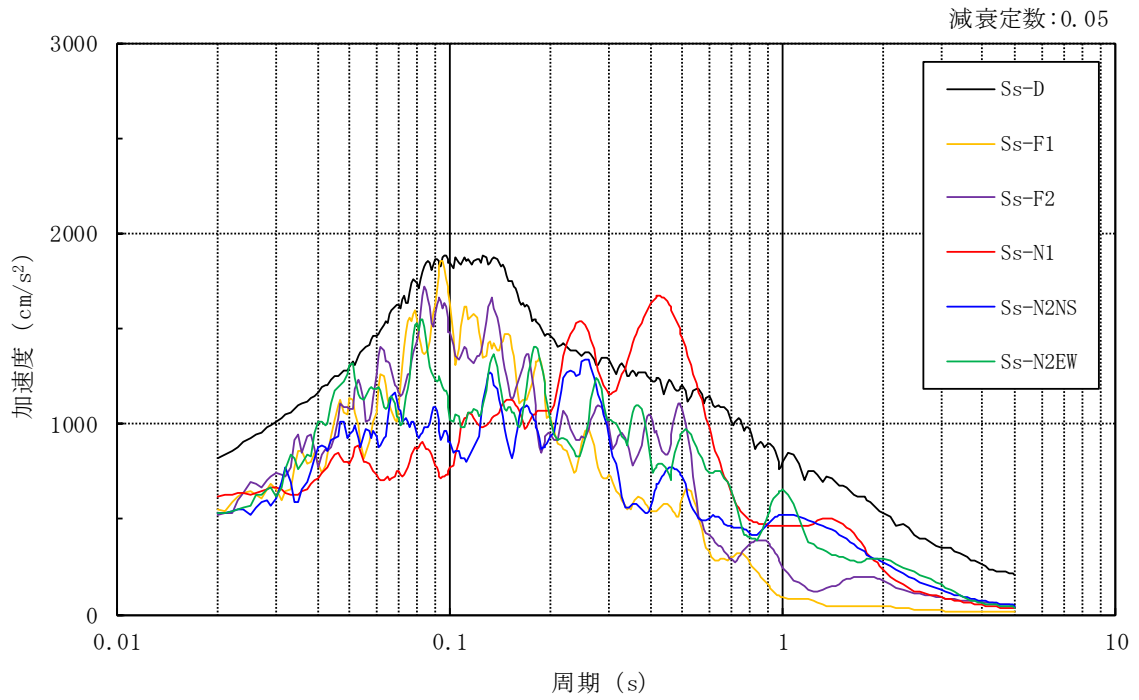


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

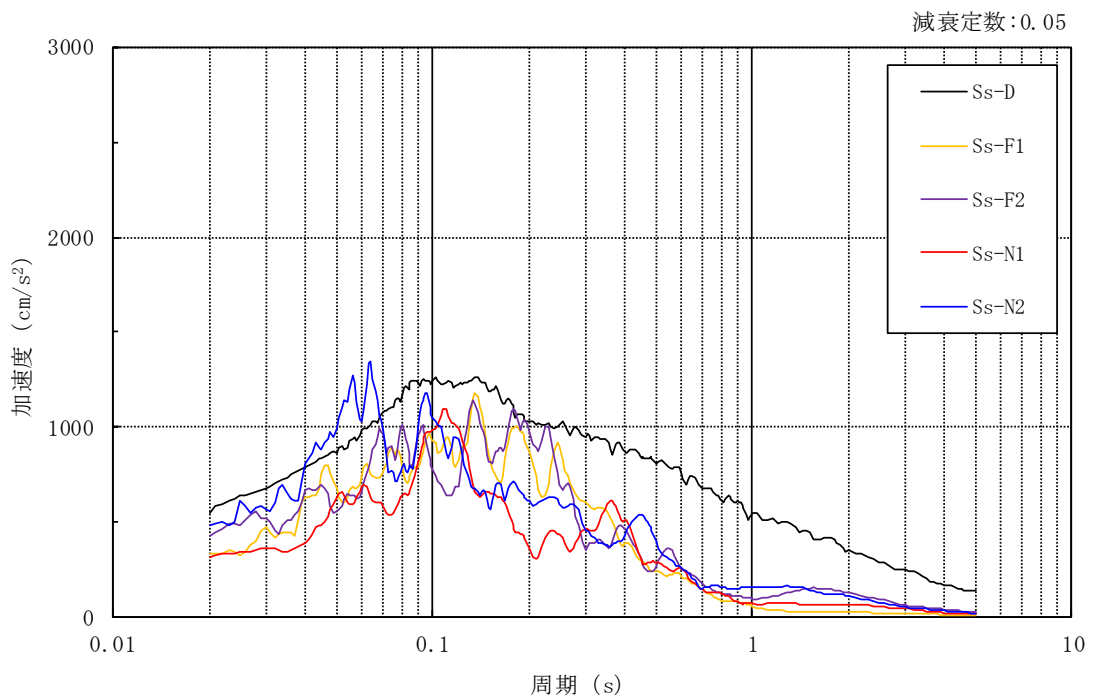
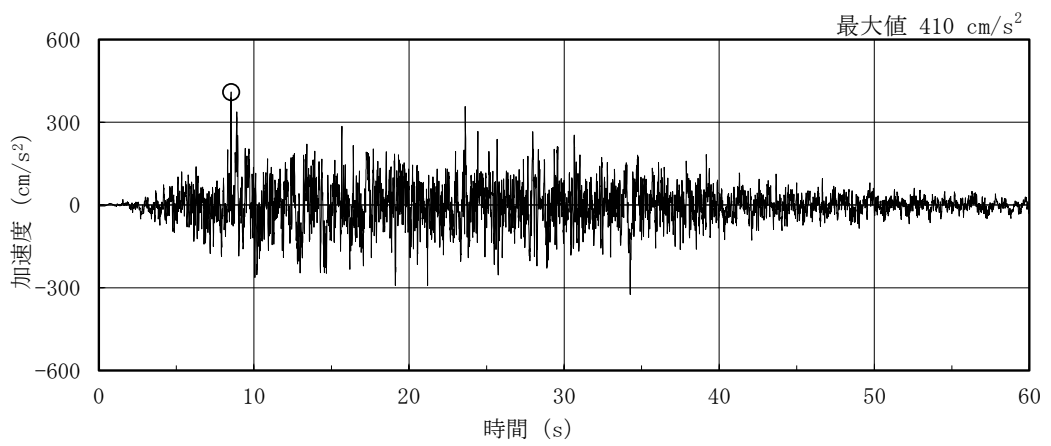
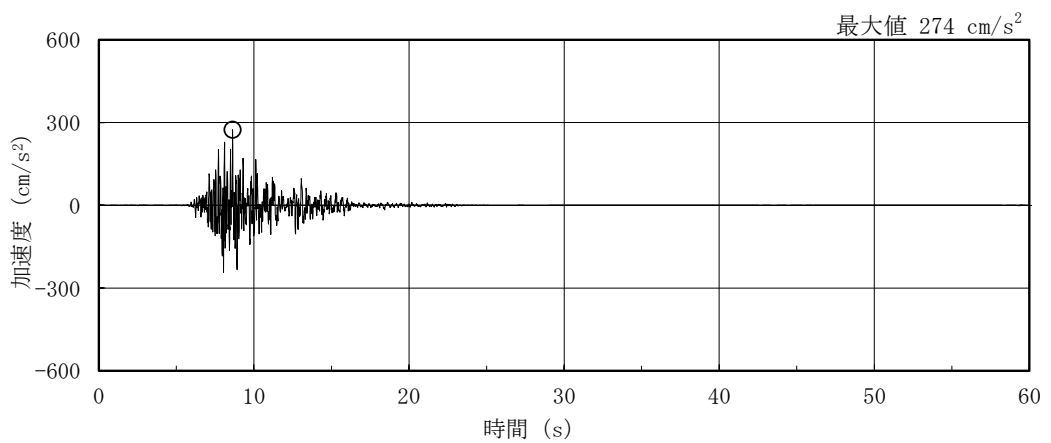


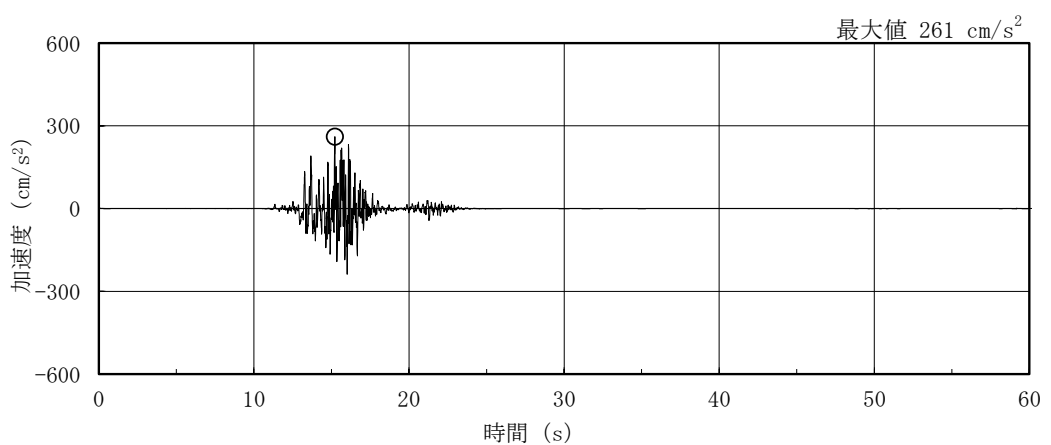
図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)



(a) S d - D

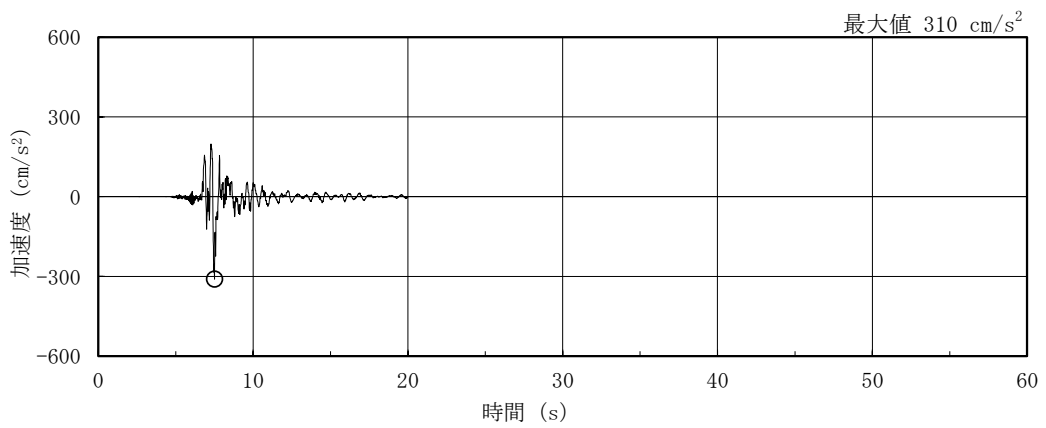


(b) S d - F 1

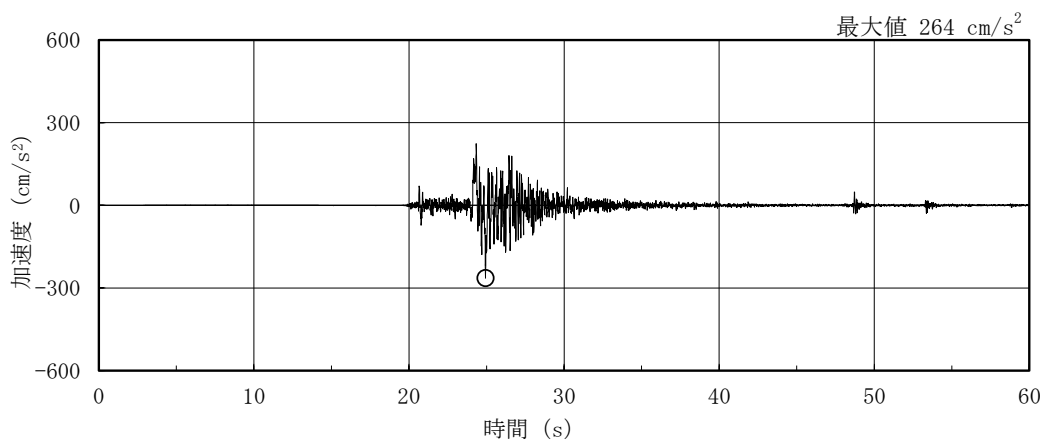


(c) S d - F 2

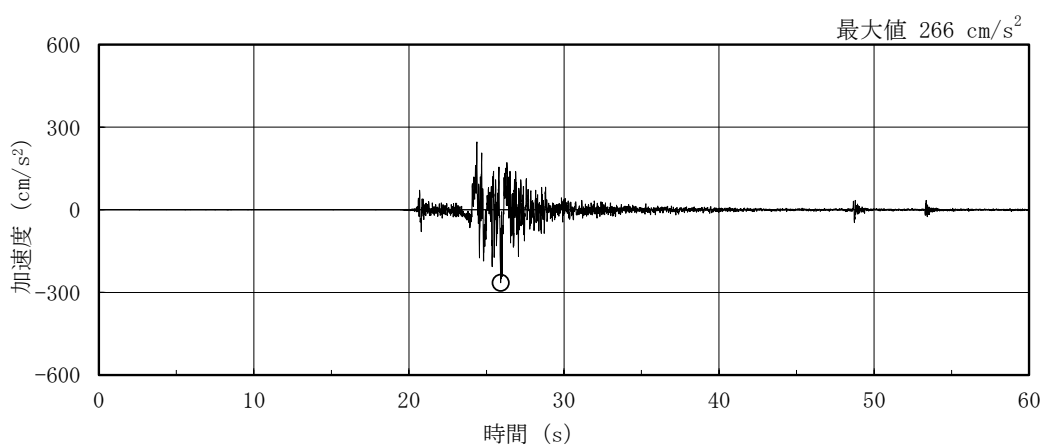
図 3-5(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(d) S d - N 1

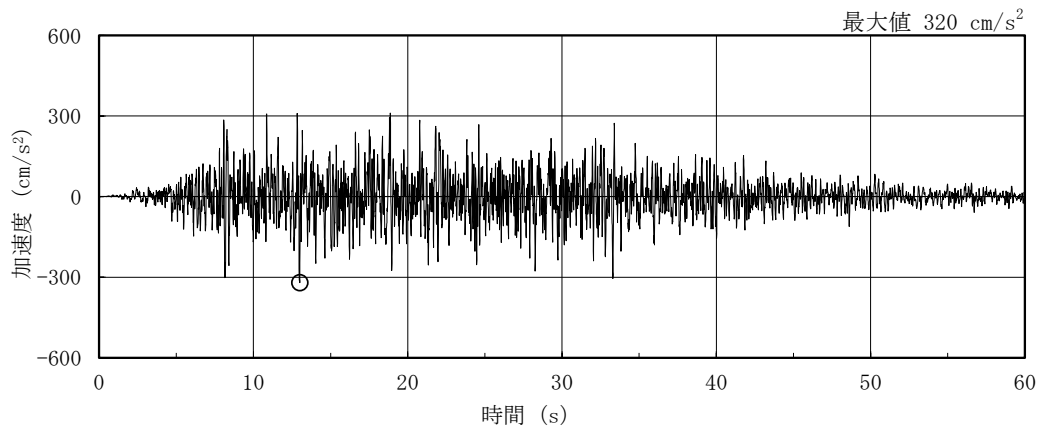


(e) S d - N 2 N S



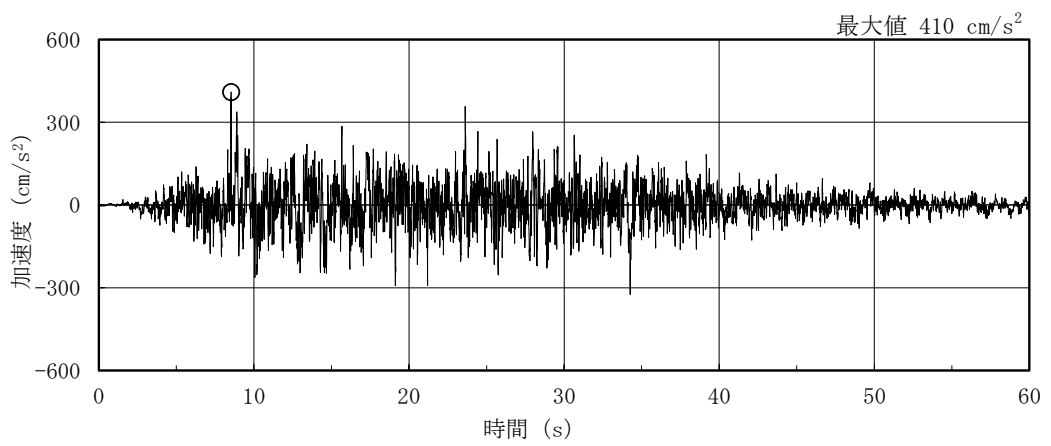
(f) S d - N 2 E W

図 3-5(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

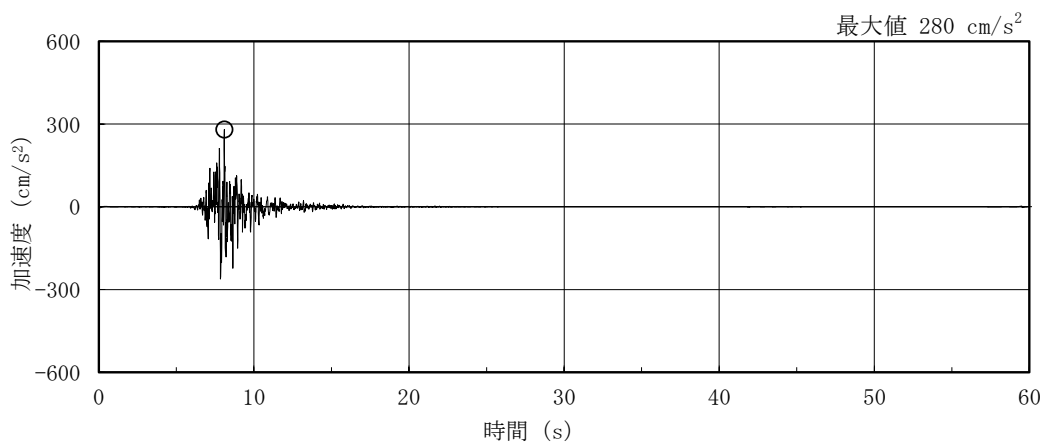


(g) S d - 1

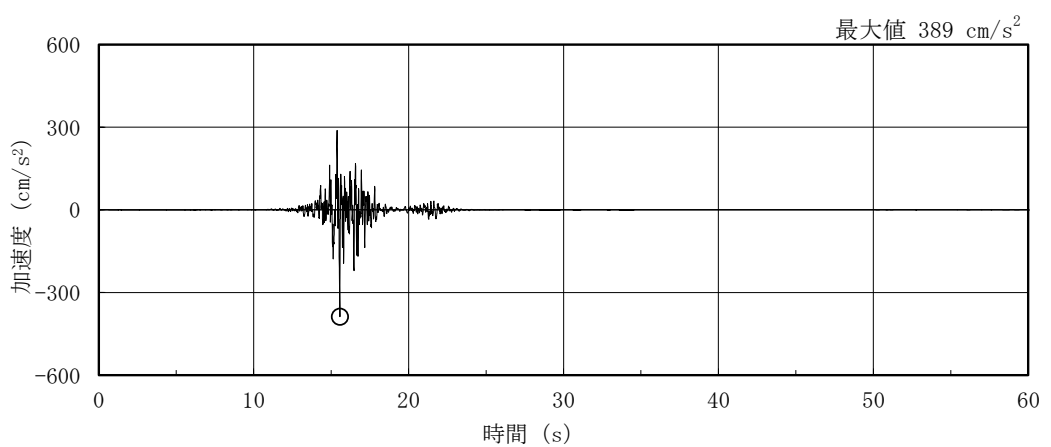
図 3-5(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(a) S d - D



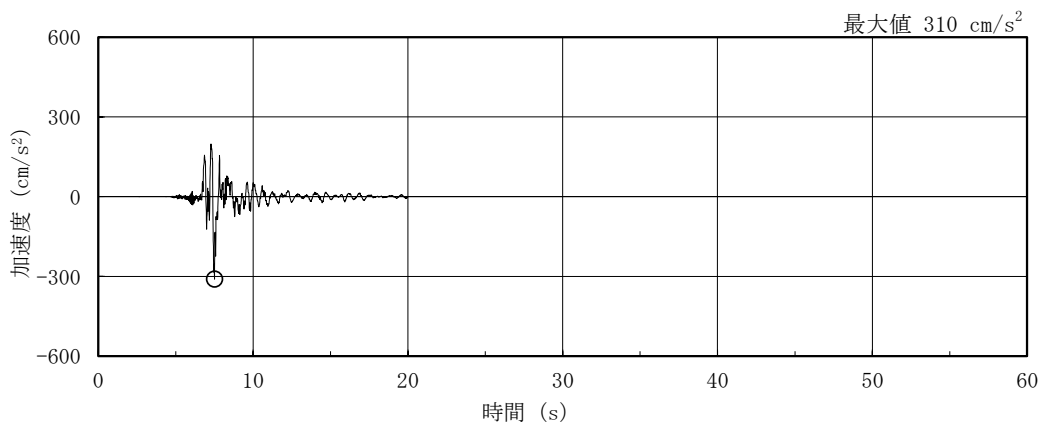
(b) S d - F 1



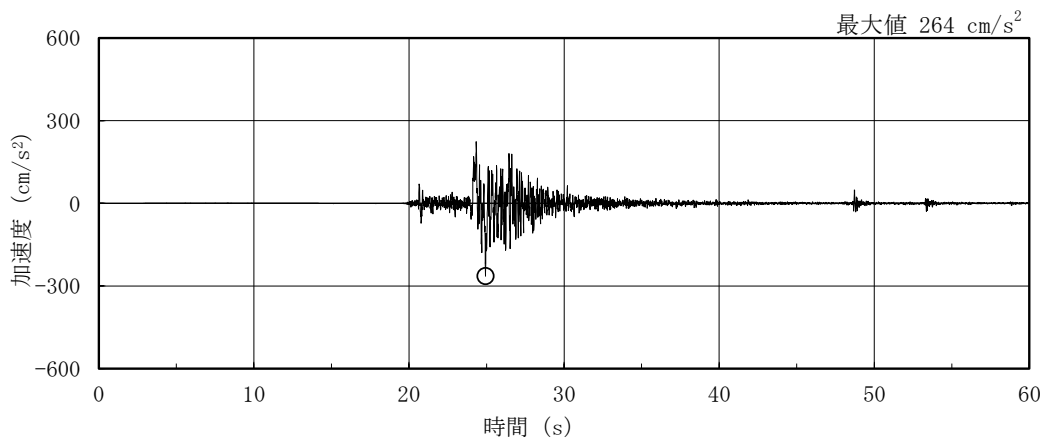
(c) S d - F 2

図 3-6(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

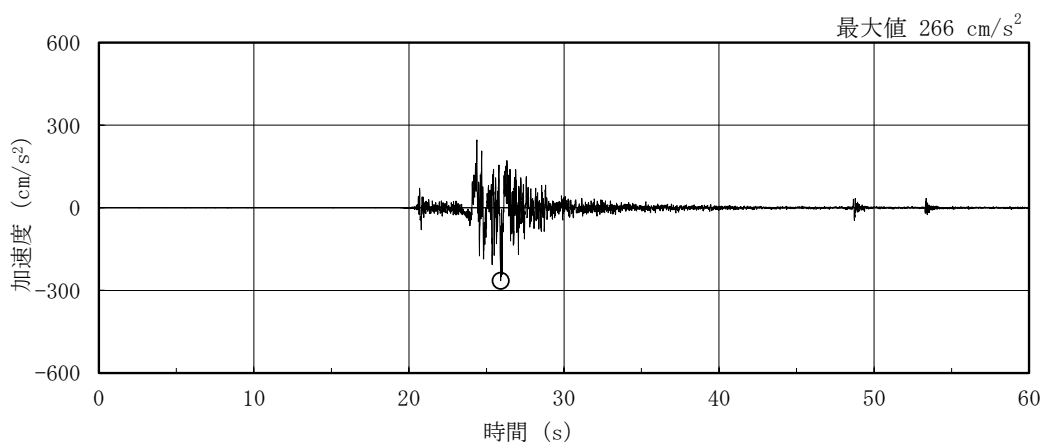




(d) S d - N 1

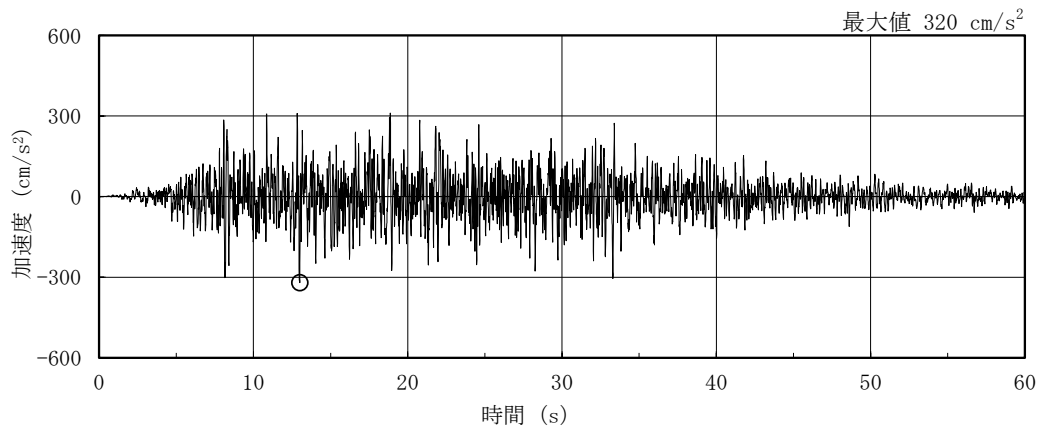


(e) S d - N 2 N S



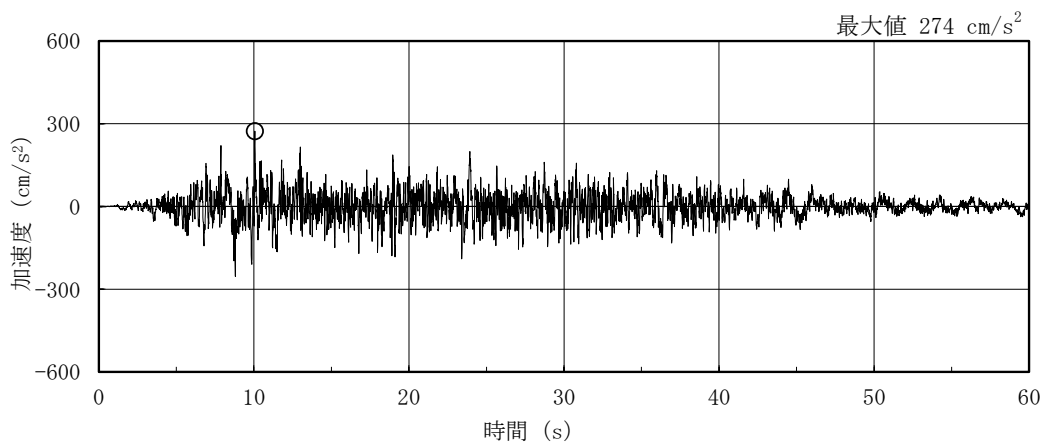
(f) S d - N 2 E W

図 3-6(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

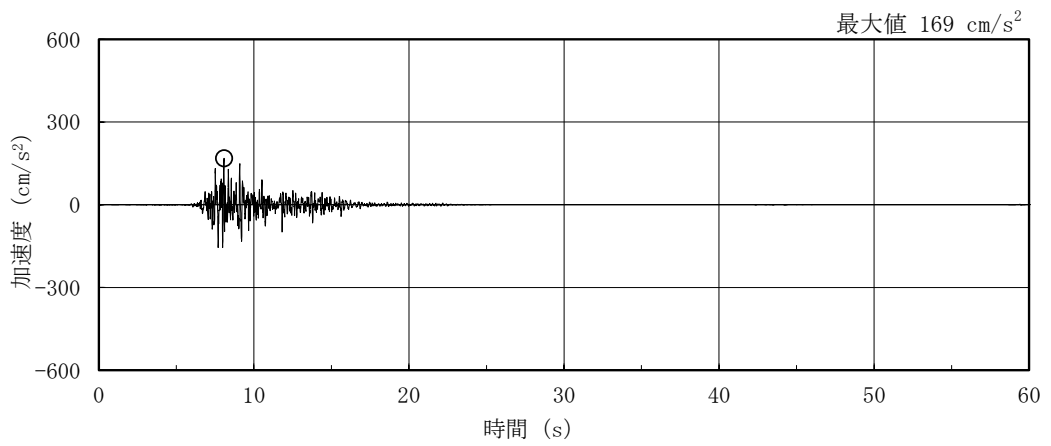


(g) S d - 1

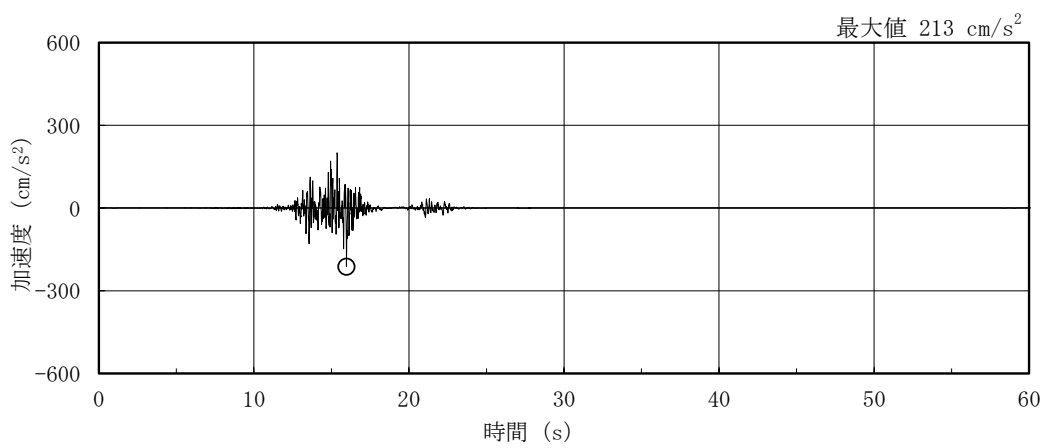
図 3-6(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(a) S d - D

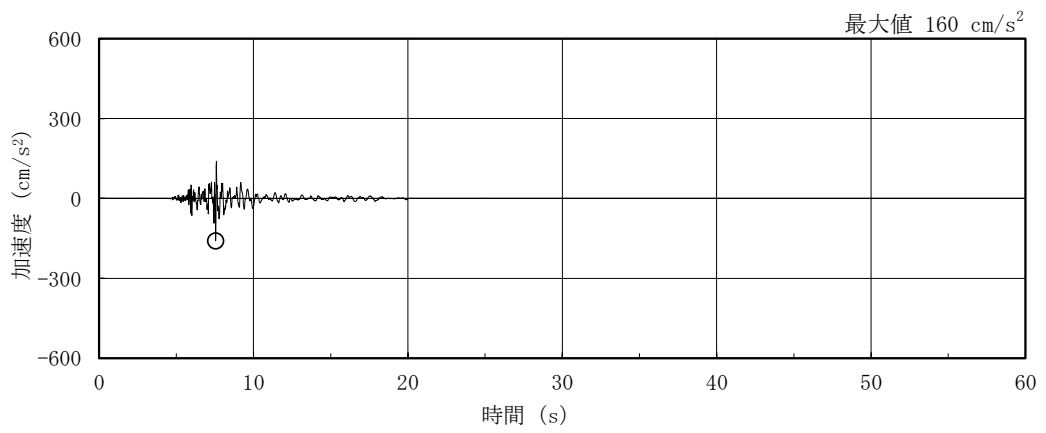


(b) S d - F 1

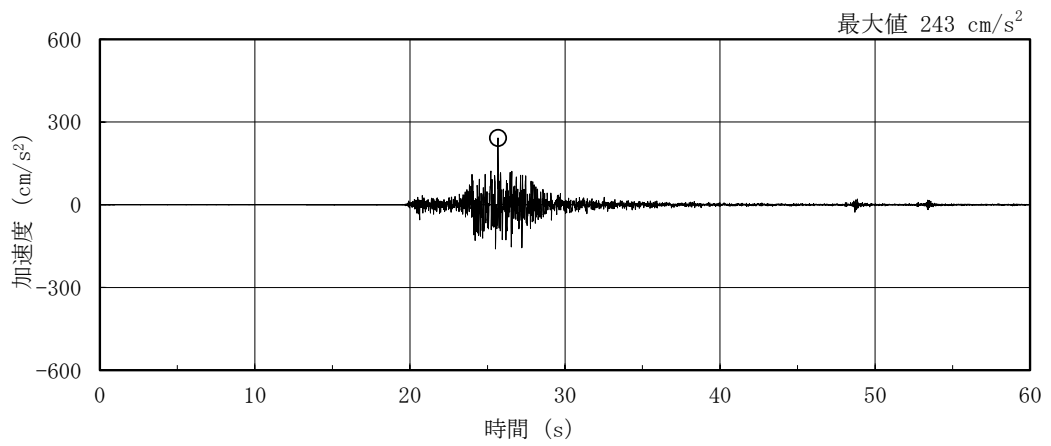


(c) S d - F 2

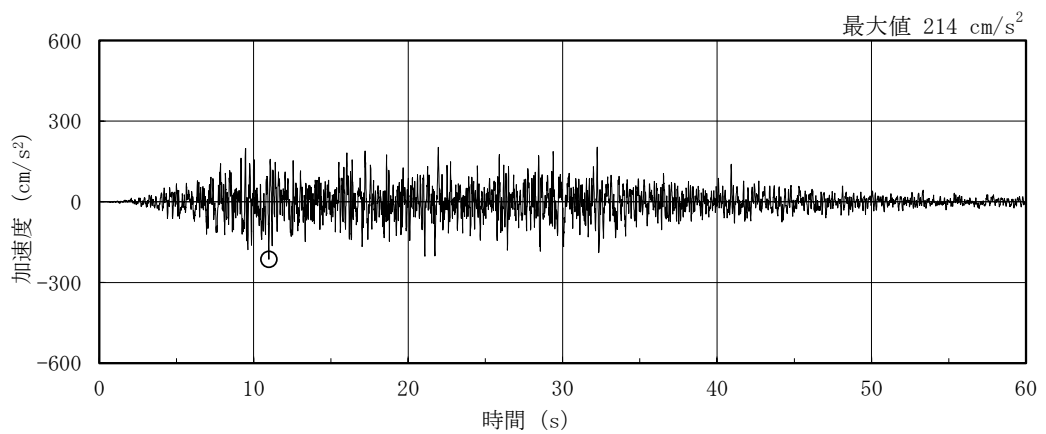
図 3-7(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



(d) S d - N 1



(e) S d - N 2



(f) S d - 1

図 3-7(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)

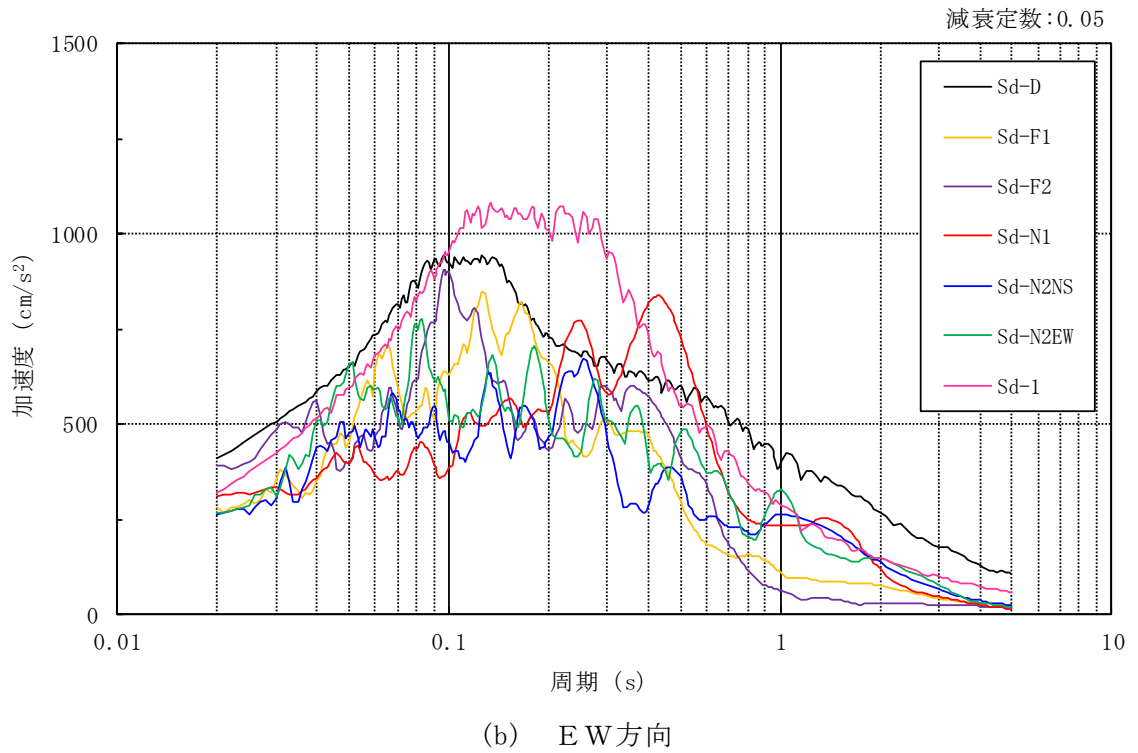
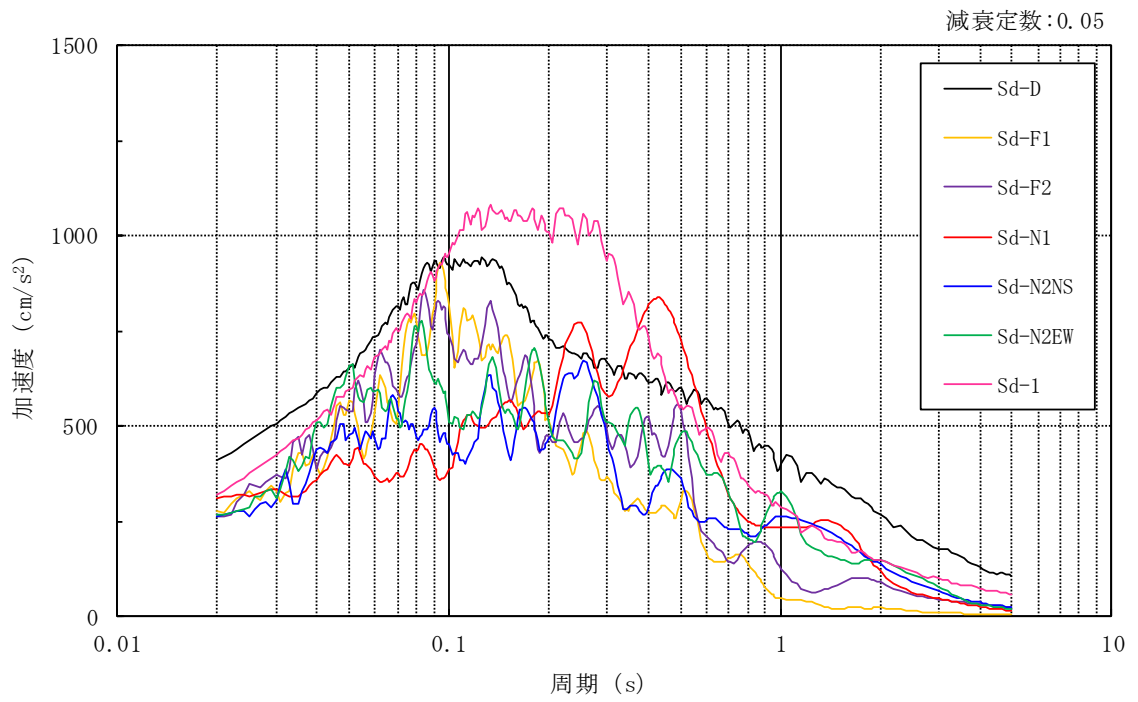


図 3-8(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

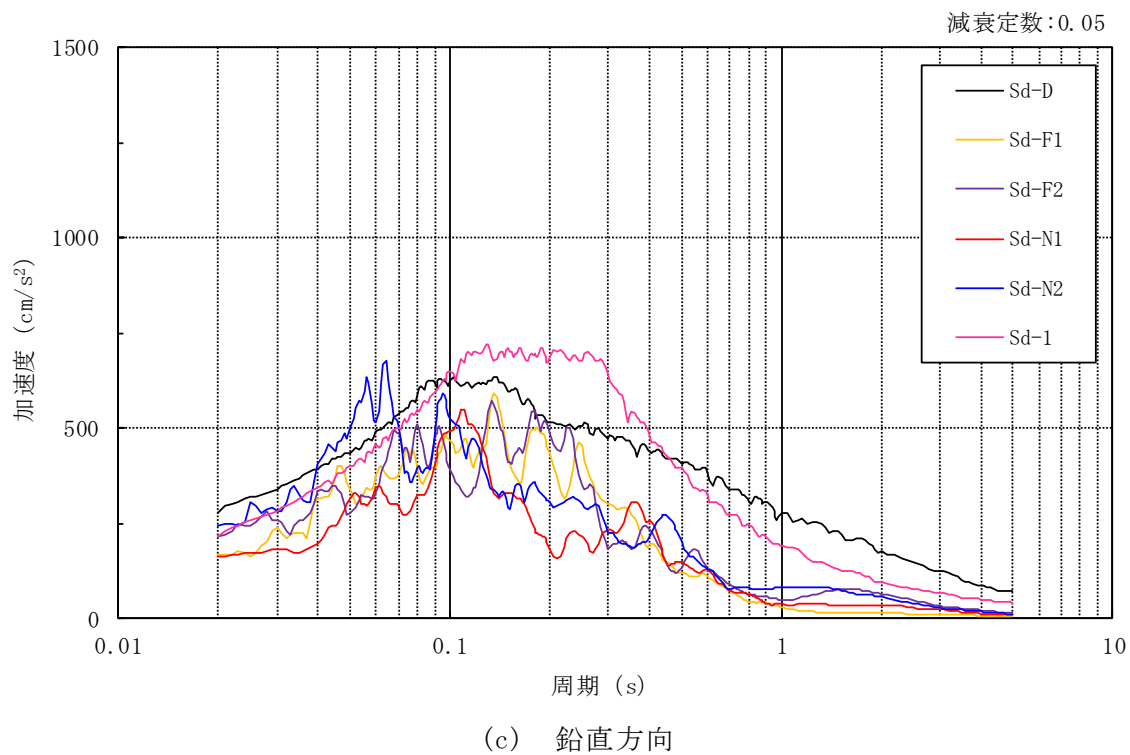


図 3-8(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc = 23.5 (N/mm <sup>2</sup> ) (Fc = 240 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.25 × 10 <sup>4</sup>	9.38 × 10 <sup>3</sup>	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当) SM50A (SM490 相当)	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2	屋根トラス

### 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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-9に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤ばねの定数化の概要を図3-10に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を1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、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を建物位置での地盤をモデル化した1次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。表3-3に示す地盤物性値のうち、表層①-1については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値とする。また、建物基礎底面レベルにおけるせん断力(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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-11に、1次元地盤モデルを図3-12に、基礎底面位置(EL 0.0m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-13及び図3-14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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



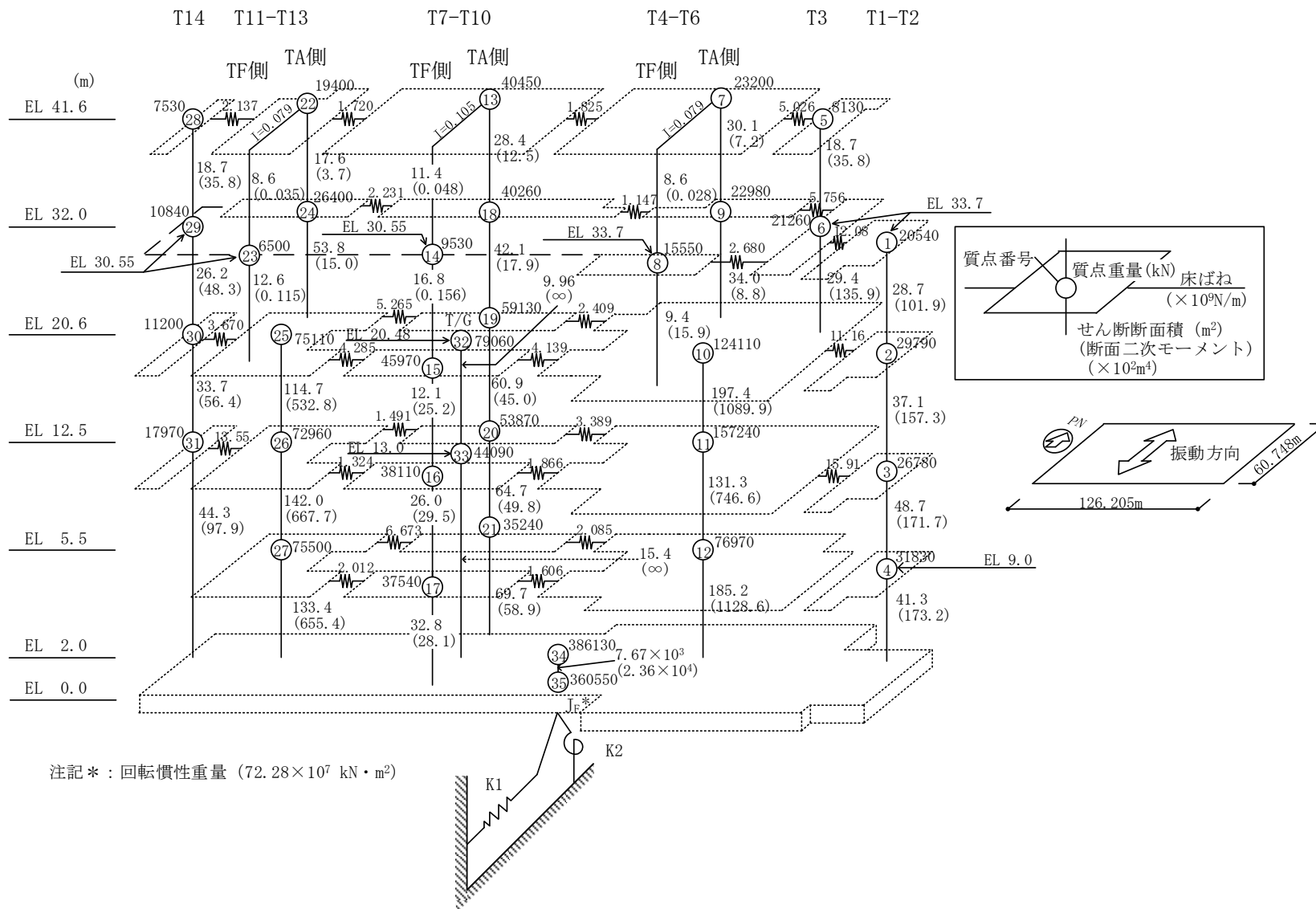


図 3-9(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

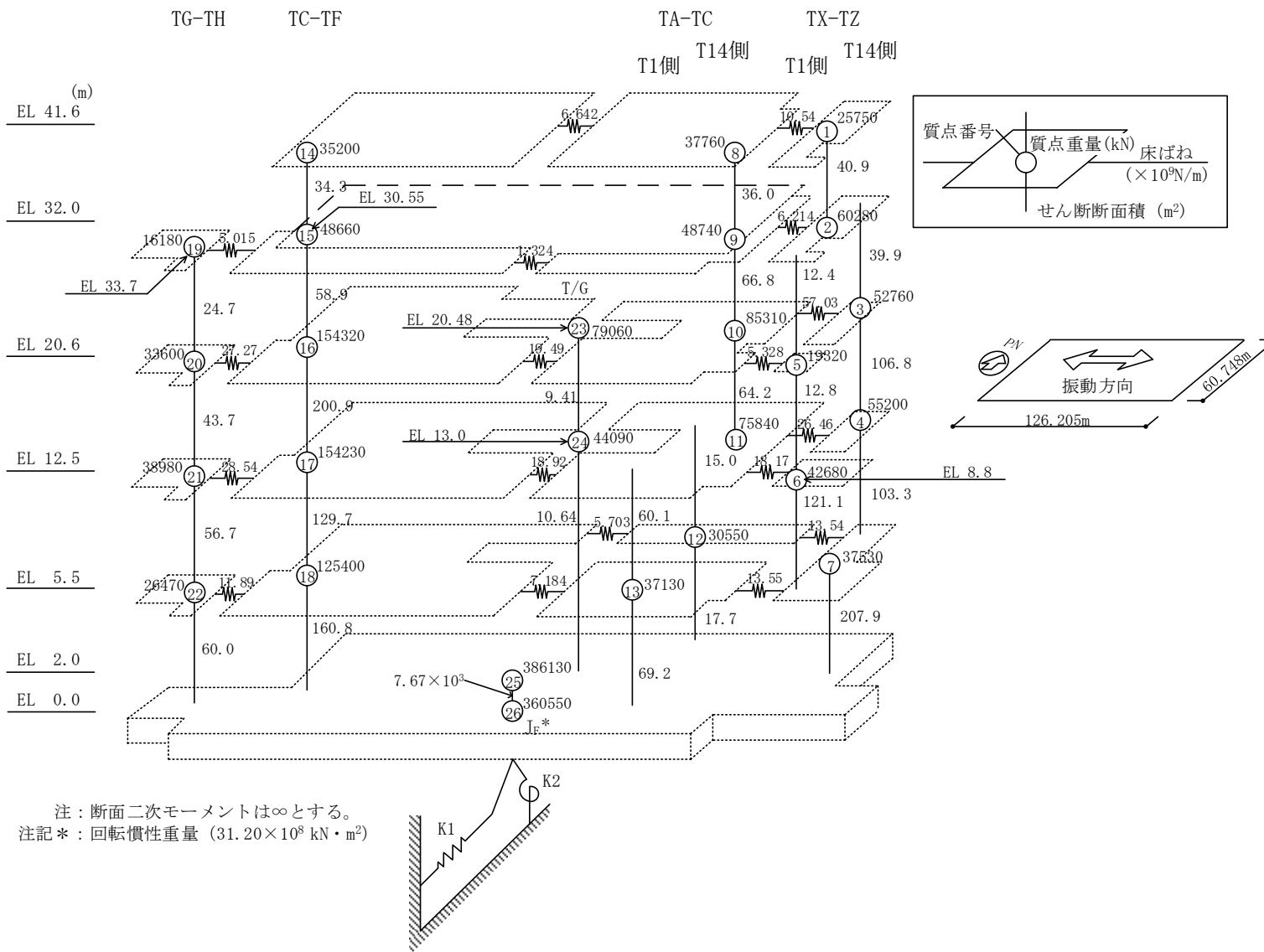
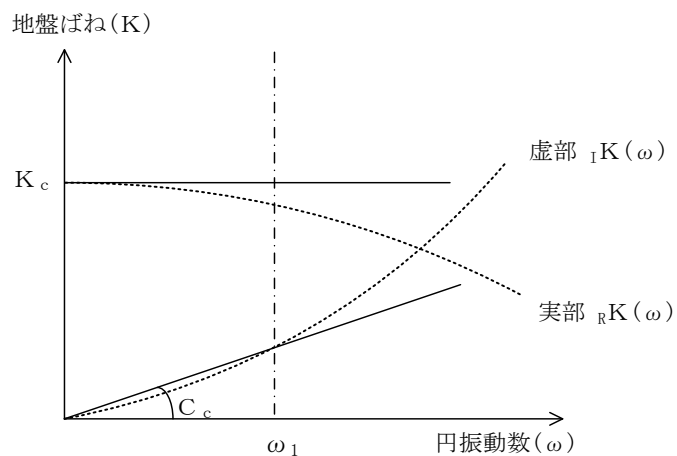


図 3-9(2) 地震応答解析モデル (E-W方向)



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-10 地盤ばねの定数化の概要

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$9.38 \times 10^8$ (kN/m)	$2.15 \times 10^7$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$1.37 \times 10^{12}$ (kN・m/rad)	$4.48 \times 10^9$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$8.79 \times 10^8$ (kN/m)	$1.86 \times 10^7$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$3.93 \times 10^{12}$ (kN・m/rad)	$3.40 \times 10^{10}$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 タービン建物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号		S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
表層①-1	S <sub>s</sub>	127*	422*	20.7	0.45	0.341*	8*
	S <sub>d</sub>	156*	516*	20.7	0.45	0.512*	7*
岩盤②		900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③		1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④		1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤		2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥		2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記\* : 地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値

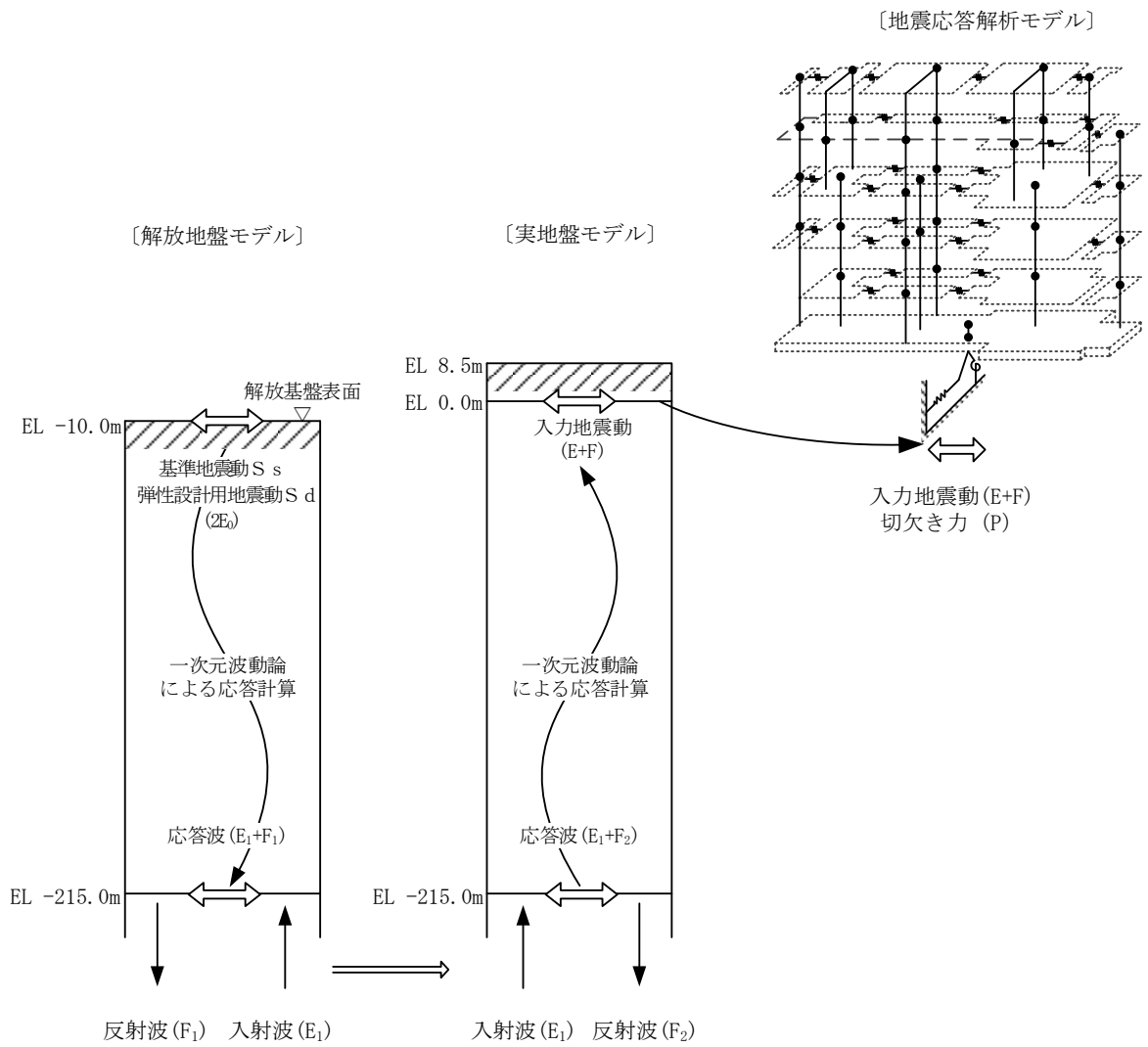


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

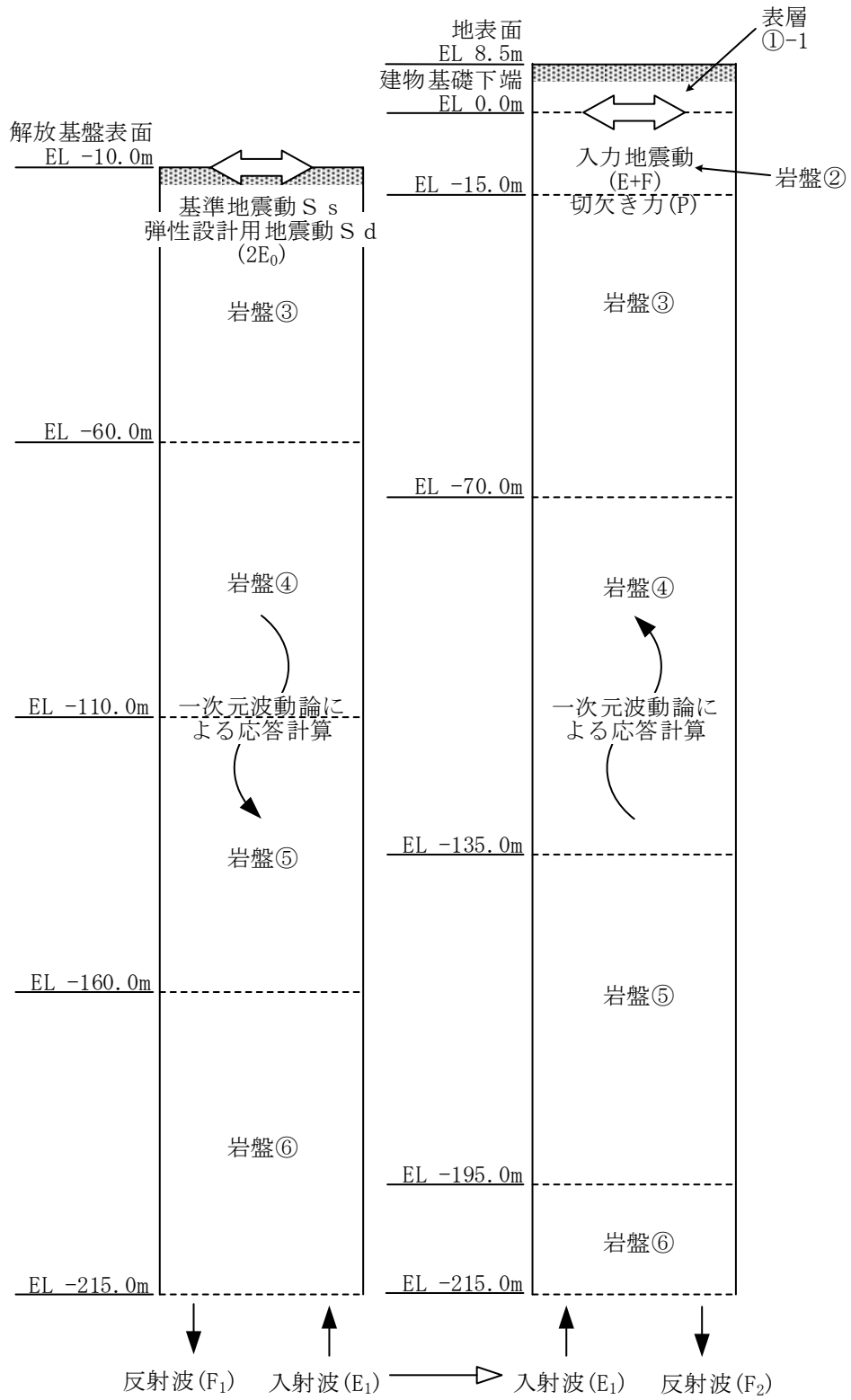


図 3-12 1次元地盤モデル (水平方向)

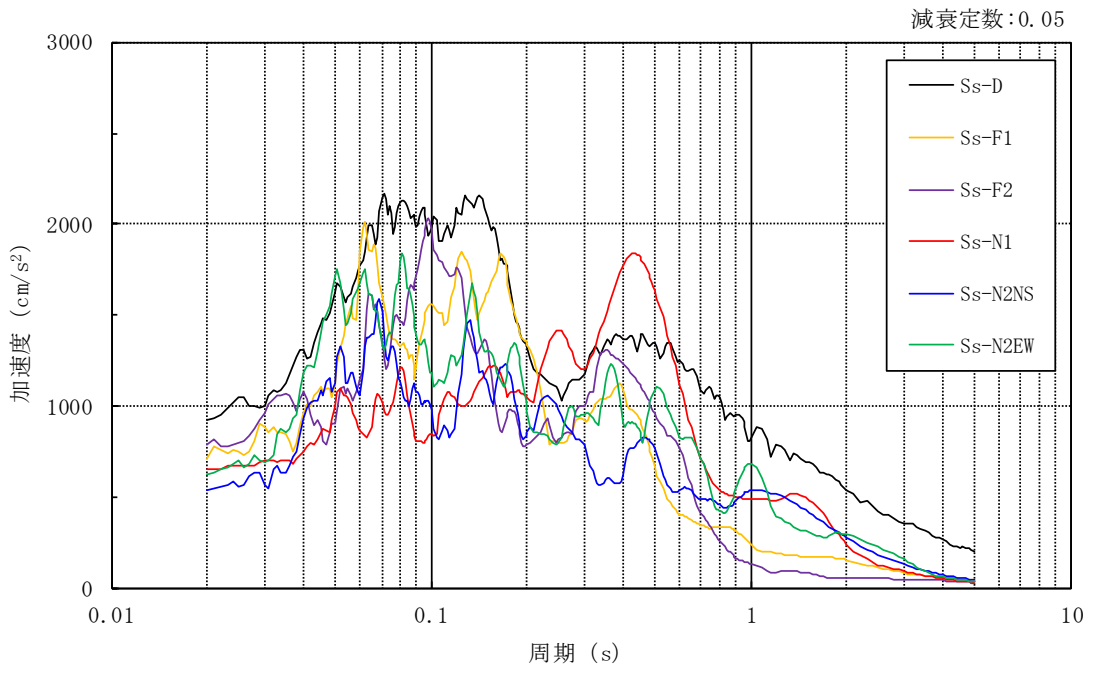
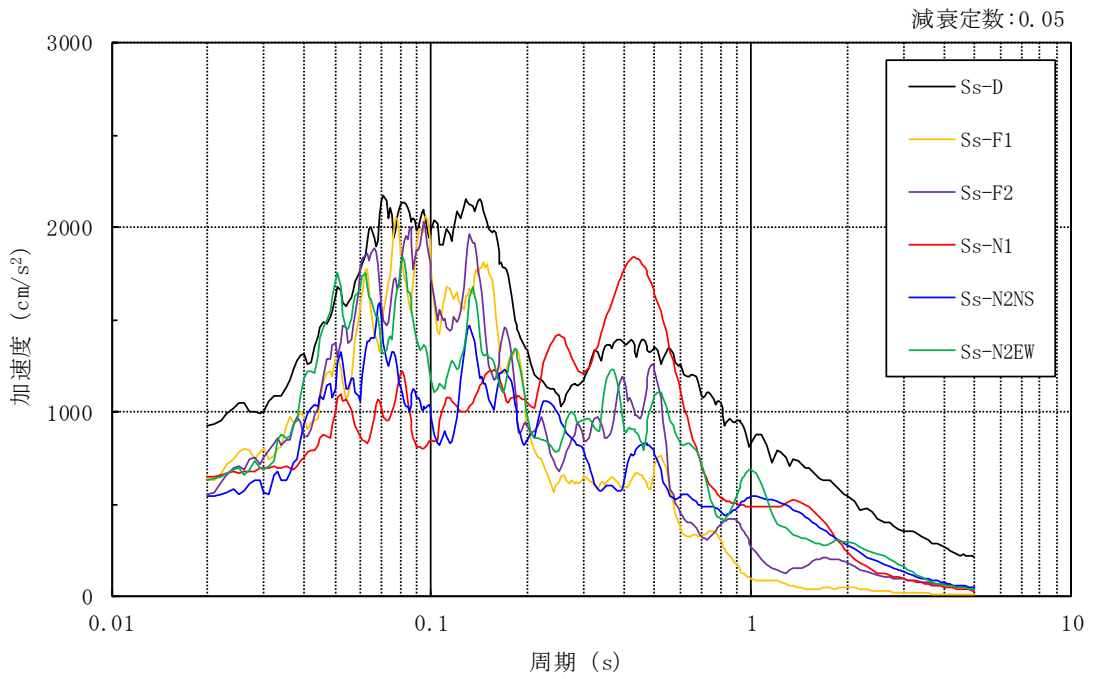


図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 0.0m)

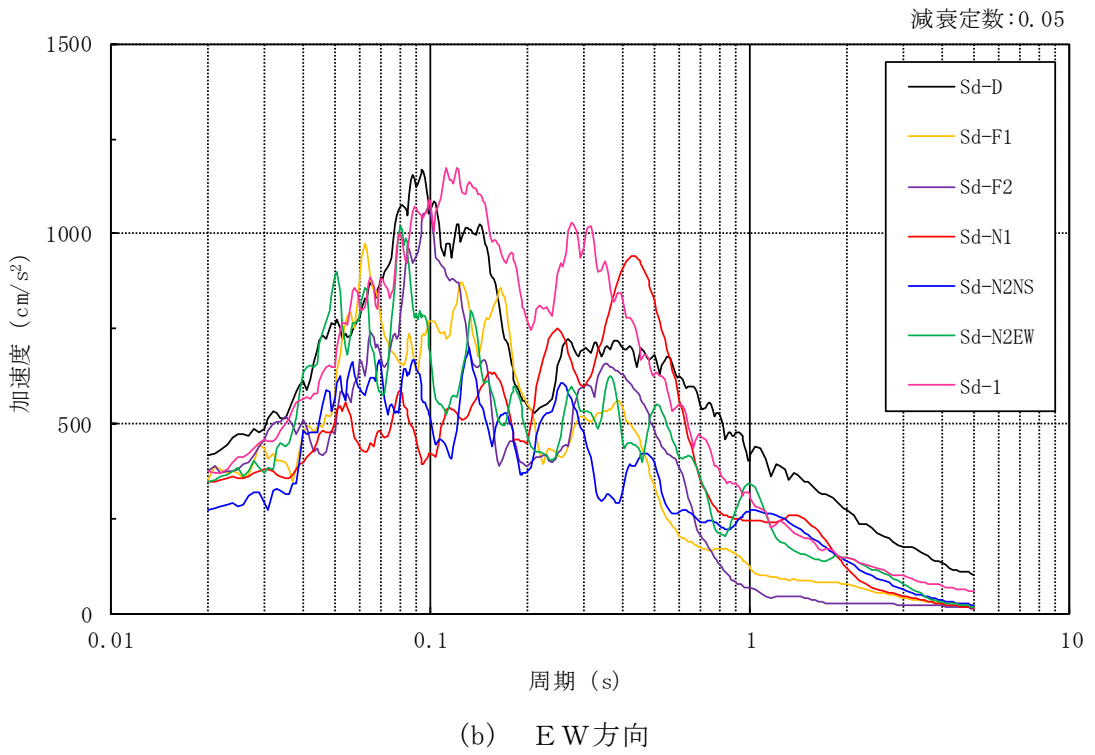
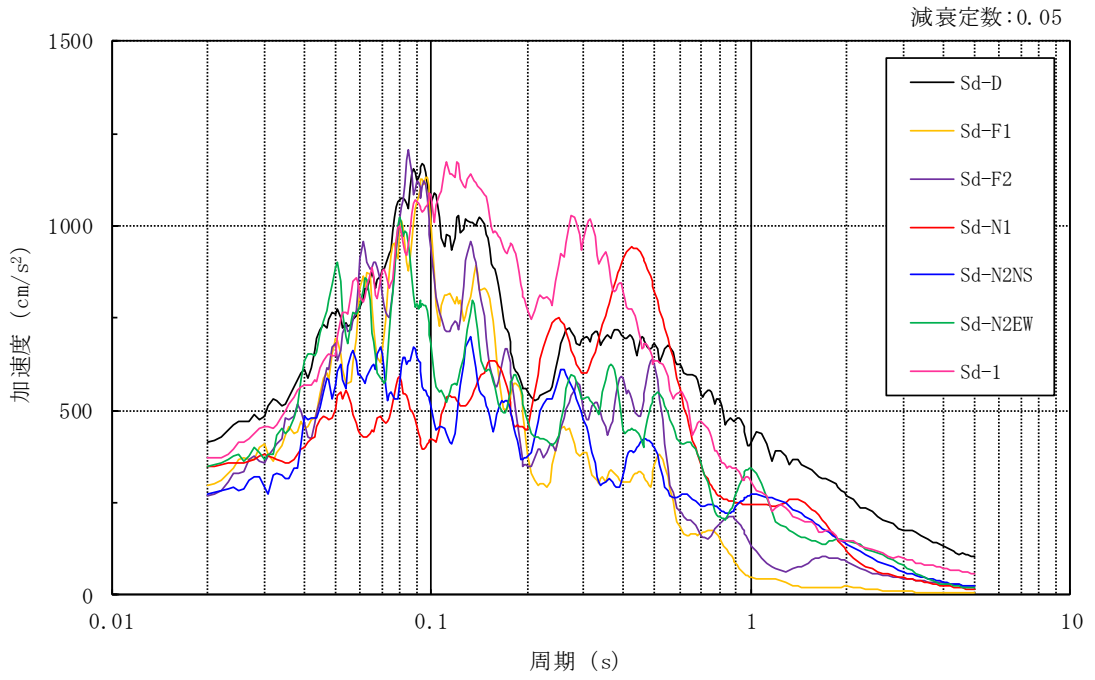


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d, EL 0.0m)



### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-15 に示す。

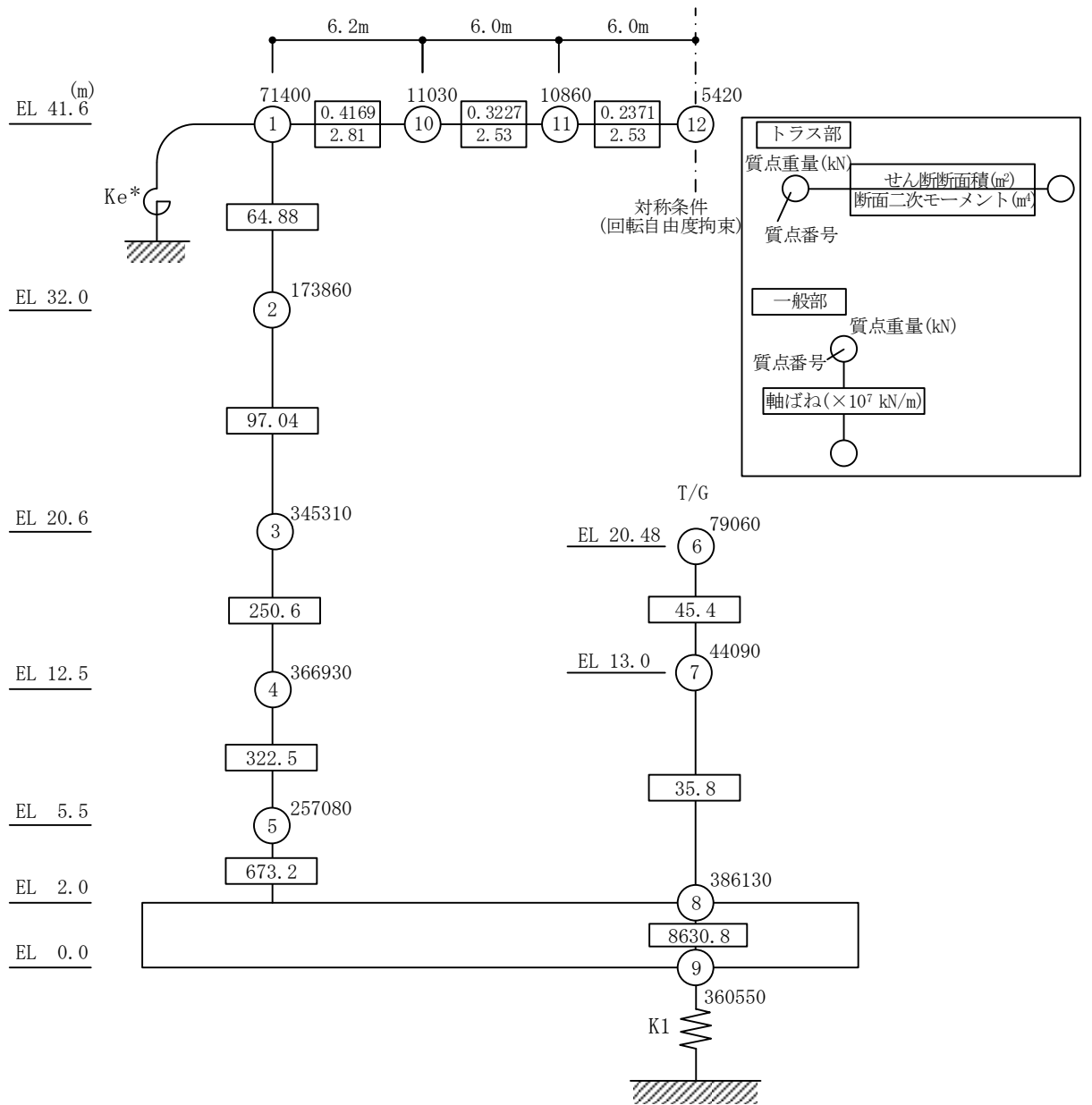
#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。また、建物基礎底面レベルにおける軸力（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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-16 に、1 次元地盤モデルを図 3-17 に、基礎底面位置（EL 0.0m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-18 及び図 3-19 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注記\* : 屋根トラス端部回転拘束ばね ( $362.9 \times 10^7$  kN · m/rad)

図 3-15 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$2.08 \times 10^9$ (kN/m)	$5.52 \times 10^7$ (kN・s/m)

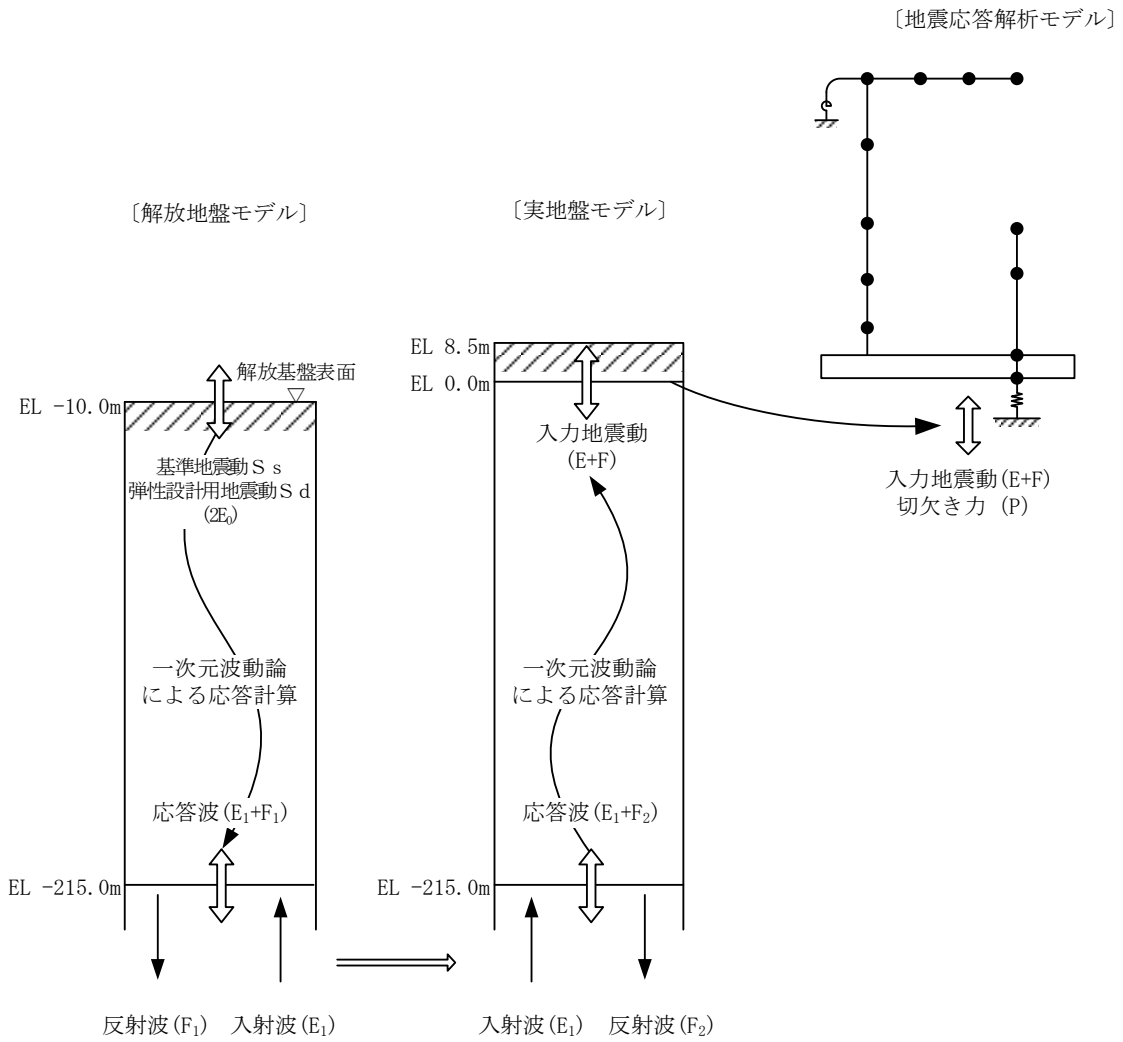


図 3-16 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

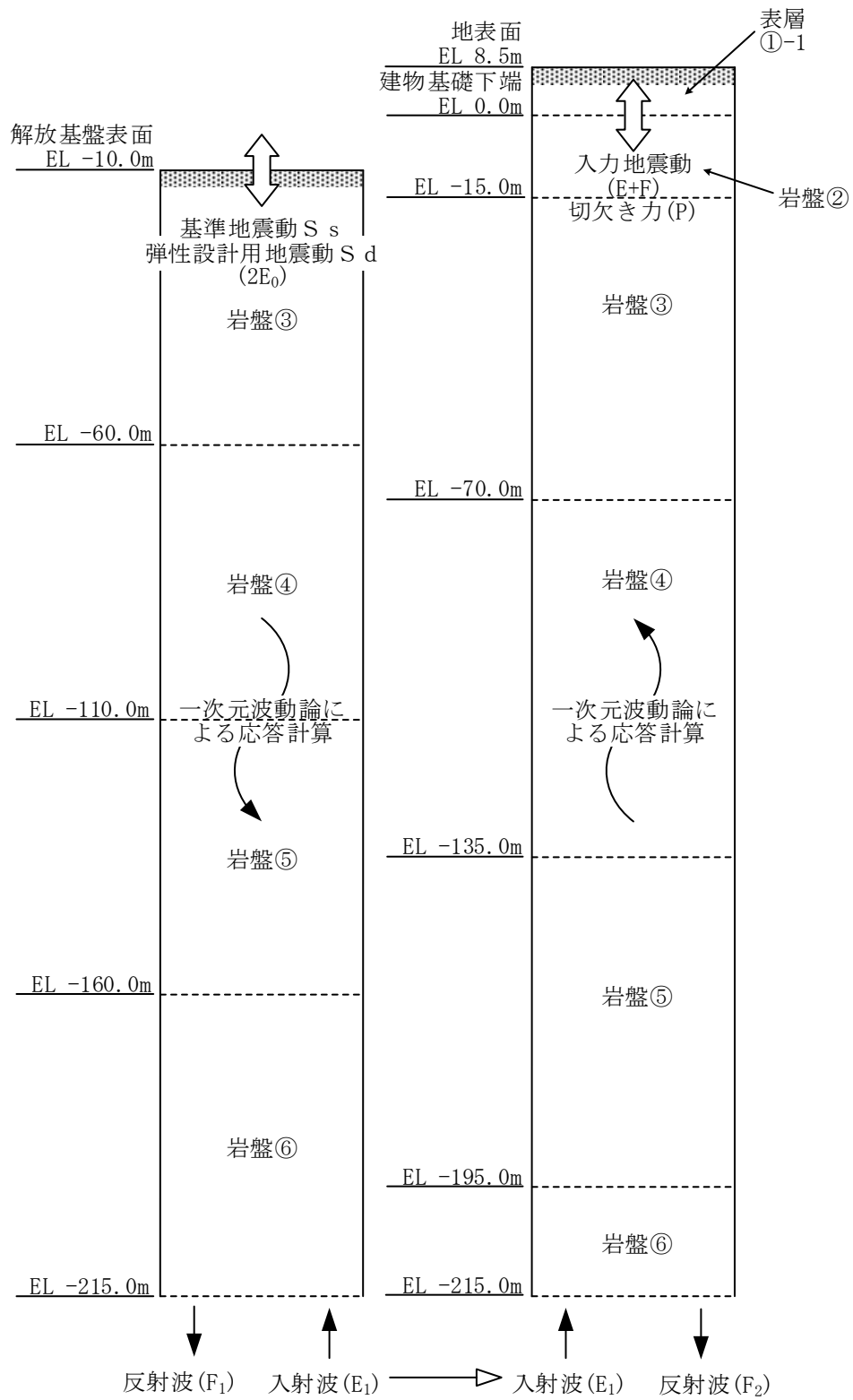


図 3-17 1次元地盤モデル (鉛直方向)

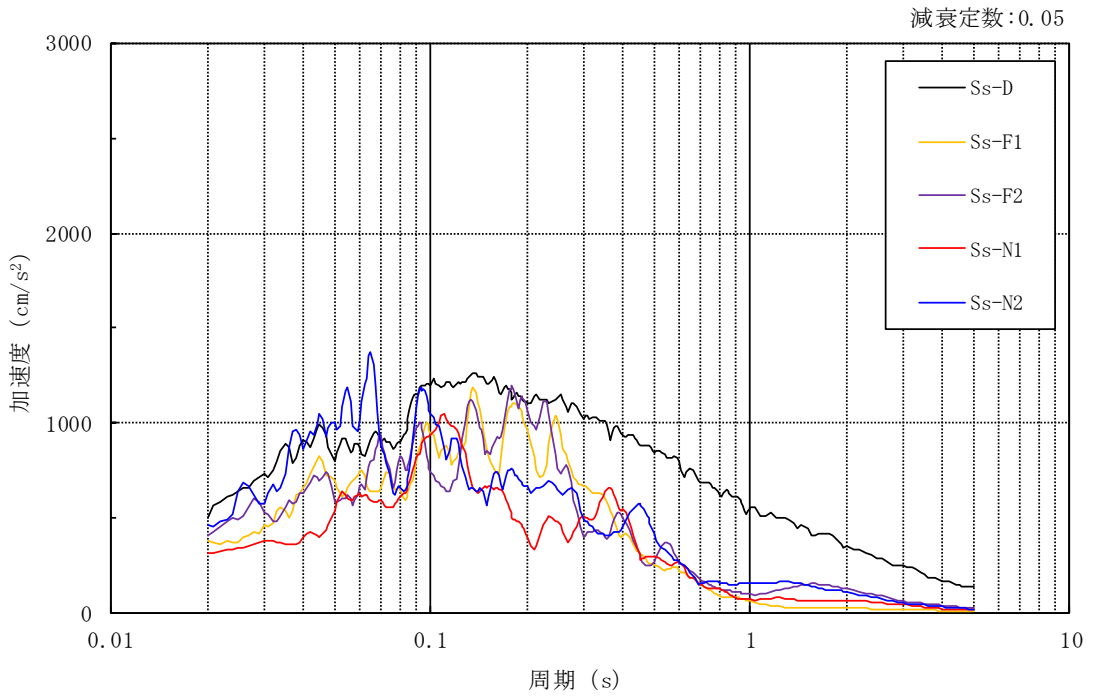


図 3-18 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動 S s , 鉛直方向, EL 0.0m)

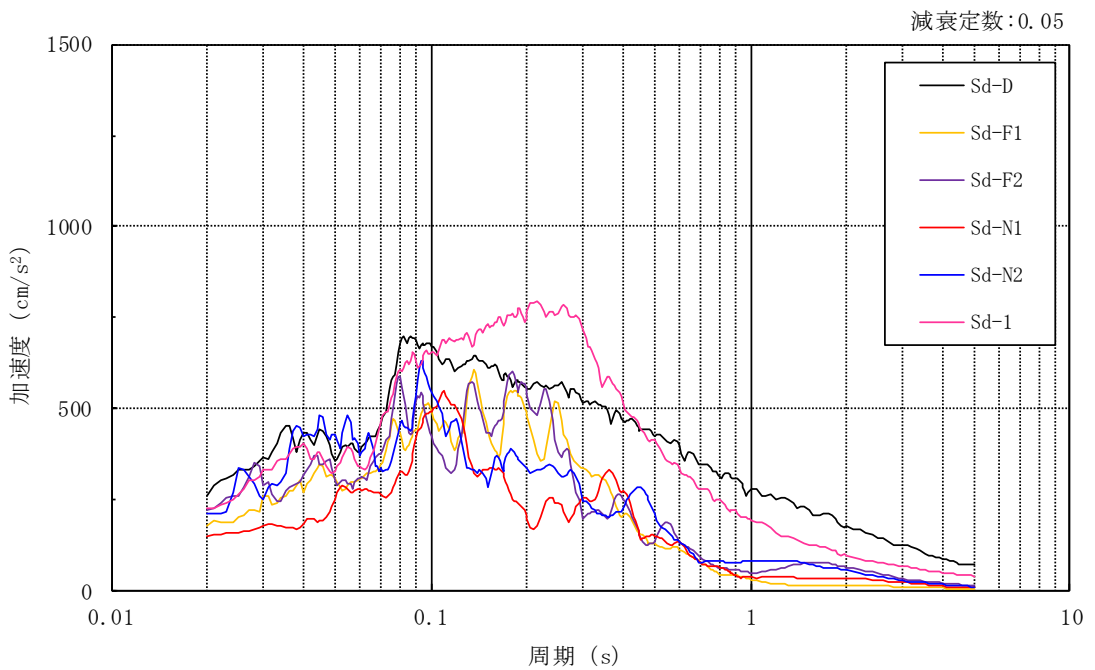


図 3-19 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向, EL 0.0m)

### 3.3 解析方法

タービン建物について、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定する。また、静的解析により静的地震力、接地圧及び必要保有水平耐力を算定する。

タービン建物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、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 2.0m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.5)
- $C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数
- $W_i$  : 第  $i$  層が支える重量
- $Z$  : 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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.5)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- $\alpha$  : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

### 3.3.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は、次式により算定する。

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

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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

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)

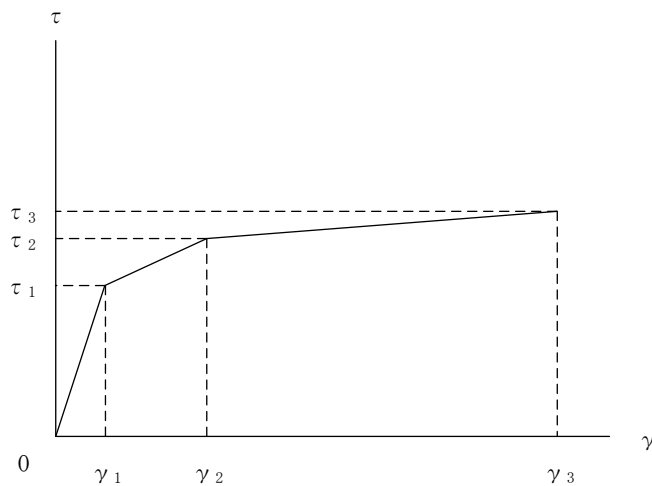


### 3.4 解析条件

#### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-20 に示す。

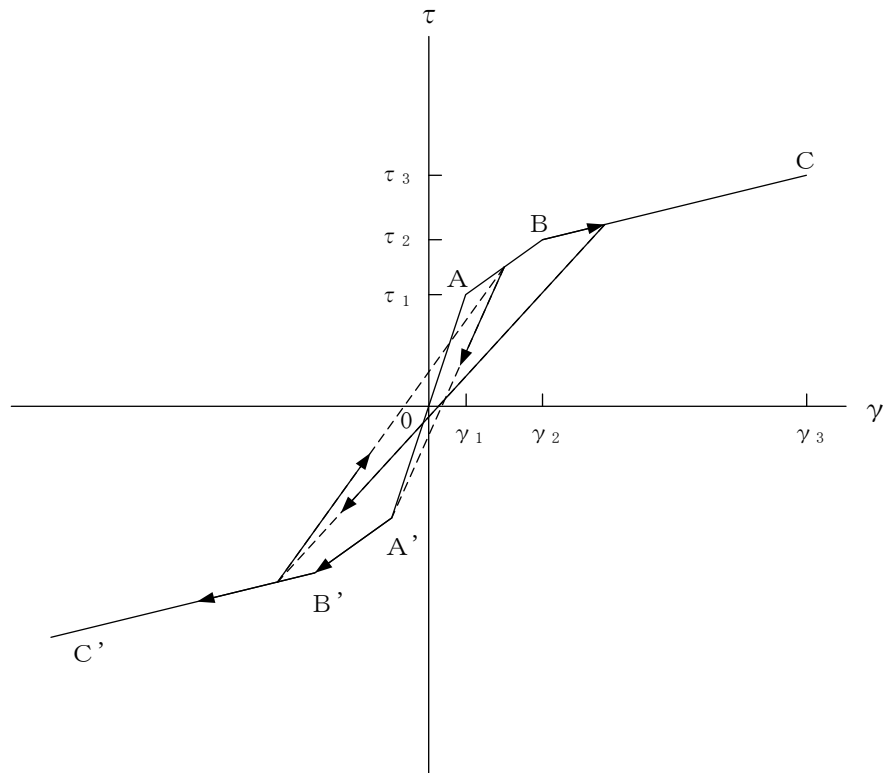


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-20 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 3-21 に示す。

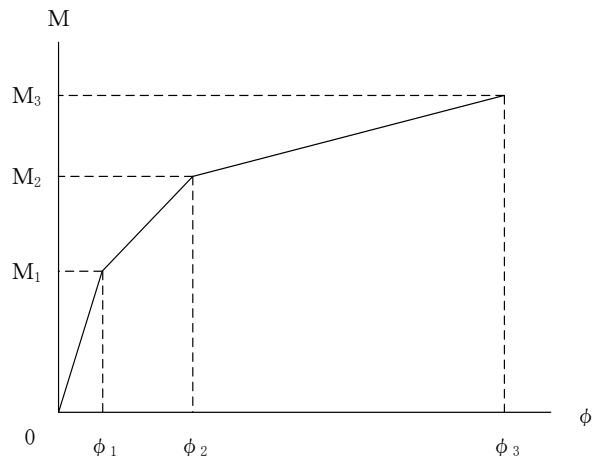


- a. 0-A 間 : 弾性範囲
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-21 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-22 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

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

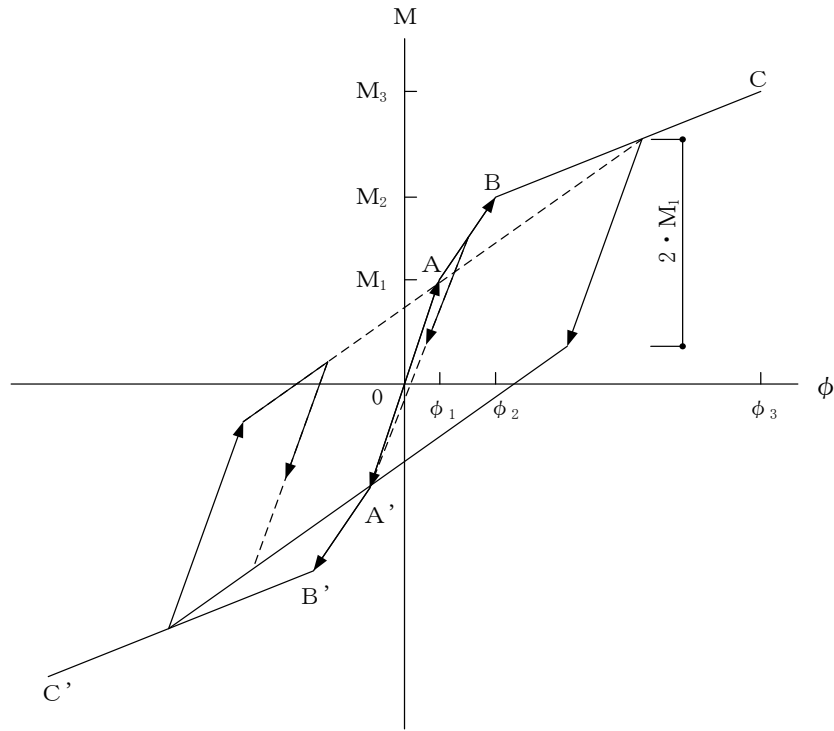
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-22 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 3-23 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折点を超えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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。
- 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。

図 3-23 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

タービン建物の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-7 に示す。

表 3-5(1) せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (NS 方向)

T1-T2

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
33.7~20.6	1.61	2.17	4.66	0.171	0.514	4.00
20.6~12.5	1.69	2.28	4.55	0.180	0.540	4.00
12.5~9.0	1.74	2.35	4.67	0.186	0.557	4.00
9.0~2.0	1.82	2.45	4.60	0.194	0.581	4.00

T3

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~33.7	1.64	2.21	5.10	0.175	0.524	4.00
33.7~20.6	1.80	2.43	4.88	0.192	0.576	4.00

T4-T6 (TA側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~32.0	1.67	2.25	3.95	0.178	0.534	4.00
32.0~20.6	1.86	2.51	3.73	0.198	0.595	4.00

T4-T6 (TF側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~33.7	—*					
33.7~20.6	1.64	2.21	4.07	0.174	0.523	4.00

T3-T6

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
20.6~12.5	1.74	2.34	4.77	0.185	0.555	4.00
12.5~5.5	1.93	2.60	4.85	0.205	0.616	4.00
5.5~2.0	1.95	2.63	4.84	0.208	0.624	4.00

注記\* : 線形部材

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

T7-T10(TA側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~32.0	1.69	2.28	4.06	0.180	0.539	4.00
32.0~20.6	2.00	2.70	4.18	0.213	0.640	4.00
20.6~12.5	1.95	2.64	3.60	0.208	0.625	4.00
12.5~5.5	2.06	2.78	3.69	0.220	0.659	4.00
5.5~2.0	2.14	2.89	3.79	0.228	0.683	4.00

T7-T10(TF側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~30.55	—*					
30.55~20.6	—*					
20.6~12.5	1.56	2.10	4.07	0.166	0.498	4.00
12.5~5.5	1.72	2.32	3.81	0.183	0.549	4.00
5.5~2.0	1.80	2.42	3.61	0.191	0.574	4.00

T11-T13(TA側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~32.0	1.69	2.28	4.17	0.180	0.539	4.00
32.0~20.6	1.68	2.27	3.84	0.179	0.537	4.00

T11-T13(TF側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~30.55	—*					
30.55~20.6	—*					

注記\* : 線形部材

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

T11-T13

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
20.6~12.5	1.73	2.33	4.66	0.184	0.552	4.00
12.5~5.5	1.82	2.45	4.46	0.193	0.580	4.00
5.5~2.0	1.96	2.64	4.47	0.209	0.626	4.00

T14

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~30.55	1.67	2.26	5.01	0.178	0.535	4.00
30.55~20.6	1.78	2.41	4.31	0.190	0.570	4.00
20.6~12.5	1.83	2.48	3.98	0.195	0.586	4.00
12.5~2.0	1.88	2.53	4.50	0.200	0.600	4.00



表 3-6(1) せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (EW方向)

TX-TZ

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~32.0	1.69	2.27	4.95	0.180	0.539	4.00

TX-TZ (T14側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
32.0~20.6	1.82	2.46	5.49	0.194	0.583	4.00
20.6~12.5	1.76	2.37	5.00	0.187	0.561	4.00
12.5~5.5	1.84	2.48	4.93	0.196	0.587	4.00

TX-TZ (T1側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
32.0~20.6	1.66	2.24	5.14	0.177	0.531	4.00
20.6~8.8	1.90	2.56	4.13	0.202	0.606	4.00
8.8~5.5	2.06	2.78	4.29	0.220	0.659	4.00

TX-TZ

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
5.5~2.0	1.91	2.57	5.09	0.203	0.609	4.00

TA-TC

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~32.0	1.89	2.55	5.06	0.201	0.604	4.00
32.0~20.6	1.94	2.62	5.25	0.207	0.620	4.00
20.6~12.5	1.94	2.62	5.00	0.207	0.621	4.00

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

TA-TC (T14側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
12.5~5.5	2.45	3.31	4.49	0.261	0.783	4.00
5.5~2.0	2.47	3.34	4.54	0.263	0.790	4.00

TA-TC (T1側)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
12.5~5.5	1.93	2.61	5.07	0.206	0.617	4.00
5.5~2.0	2.03	2.75	4.91	0.217	0.650	4.00

TC-TF

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
41.6~30.55	1.85	2.50	5.04	0.197	0.592	4.00
30.55~20.6	1.89	2.56	5.12	0.202	0.605	4.00
20.6~12.5	1.83	2.48	5.01	0.195	0.586	4.00
12.5~5.5	1.92	2.59	5.11	0.204	0.612	4.00
5.5~2.0	2.18	2.94	5.24	0.232	0.695	4.00

TG-TH

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
33.7~20.6	1.65	2.23	4.91	0.176	0.528	4.00
20.6~12.5	1.71	2.31	4.75	0.182	0.546	4.00
12.5~5.5	1.90	2.56	4.75	0.202	0.607	4.00
5.5~2.0	2.07	2.80	4.80	0.221	0.662	4.00

表 3-7(1) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

T1-T2

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
33.7~20.6	0.929	2.01	2.91	4.05	44.5	890
20.6~12.5	1.56	2.41	3.38	4.40	42.0	841
12.5~9.0	1.80	3.00	4.18	4.65	42.9	859
9.0~2.0	1.96	3.11	4.32	5.02	43.2	865

T3

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~33.7	0.422	0.824	1.20	5.23	55.4	1110
33.7~20.6	1.05	2.00	3.18	3.44	33.6	390

T4-T6 (TA側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~32.0	0.209	0.344	0.513	12.9	130	2590
32.0~20.6	0.301	0.539	0.776	15.2	131	2620

T4-T6 (TF側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~33.7	—*					
33.7~20.6	0.390	0.614	0.792	10.9	111	2220

T3-T6

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
20.6~12.5	7.89	13.5	20.1	3.22	30.2	604
12.5~5.5	6.52	14.7	20.4	3.88	33.9	415
5.5~2.0	9.29	22.4	31.2	3.65	30.0	600

注記\* : 線形部材

表 3-7(2) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (N S 方向)

T7-T10(TA側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~32.0	0.370	0.608	0.824	13.1	132	2630
32.0~20.6	0.702	1.32	1.69	17.4	141	2820
20.6~12.5	1.27	1.84	2.54	12.6	94.2	1880
12.5~5.5	1.55	2.40	3.14	13.8	97.2	1940
5.5~2.0	1.55	2.90	3.76	11.7	94.7	671

T7-T10(TF側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~30.55	—*					
30.55~20.6	—*					
20.6~12.5	0.422	0.630	0.959	7.44	106	2110
12.5~5.5	0.625	0.929	1.27	9.40	110	2190
5.5~2.0	0.676	1.01	1.34	10.7	110	2210

T11-T13(TA側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~32.0	0.110	0.195	0.292	13.2	139	2790
32.0~20.6	0.427	0.809	1.15	12.6	135	2690

T11-T13(TF側)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~30.55	—*					
30.55~20.6	—*					

注記\* : 線形部材

表 3-7(3) 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (N S 方向)

T11-T13

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
20.6~12.5	4.94	8.15	11.1	4.12	39.1	781
12.5~5.5	6.75	11.0	14.3	4.49	39.3	786
5.5~2.0	7.56	12.3	15.6	5.12	40.9	817

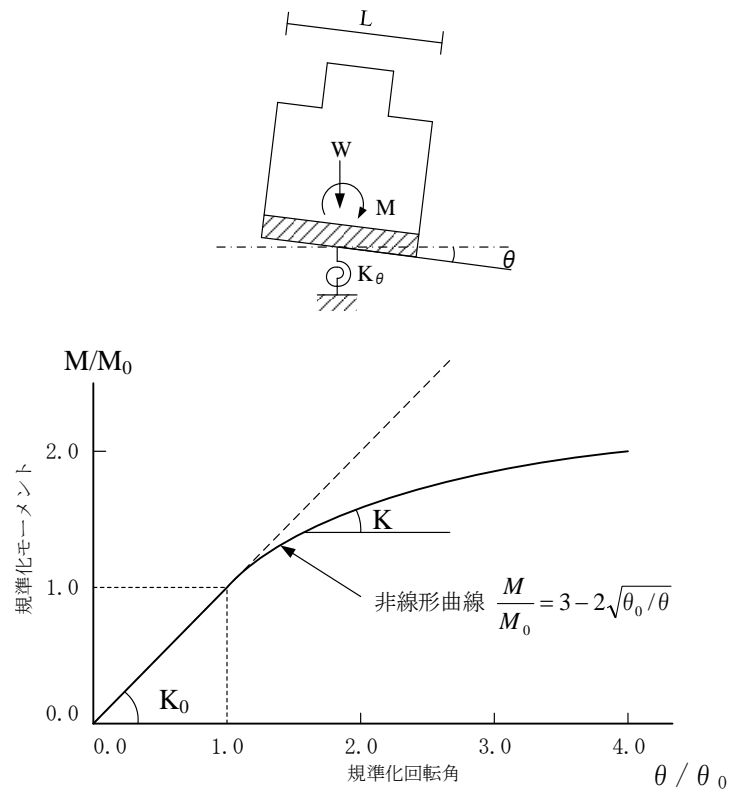
T14

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
41.6~30.55	0.437	0.822	1.19	5.42	54.8	1100
30.55~20.6	0.650	1.09	1.47	5.98	55.9	1120
20.6~12.5	0.796	1.42	1.98	6.27	56.4	1130
12.5~2.0	1.06	3.36	4.89	4.82	41.6	832

### 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 3-24 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図 3-24 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 ( $=W \cdot L / 6$ )

$\theta$  : 回転角

$\theta_0$  : 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)

$W$  : 建物総重量

$L$  : 建物基礎幅

図 3-24 地盤の回転ばねの曲げモーメントー回転角関係

### 3.4.3 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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値を表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

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

表 3-9 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号		地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	127	153	102
	S d	156	187	125
岩盤②		900	1080	720
岩盤③		1600	1760	1440
岩盤④		1950	2145	1755
岩盤⑤		2000	2200	1800
岩盤⑥		2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号		地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	422	506	338
	S d	516	620	413
岩盤②		2100	2520	1680
岩盤③		3600	3960	3240
岩盤④		4000	4400	3600
岩盤⑤		4050	4455	3645
岩盤⑥		4950	5445	4455



## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 地震応答解析結果

##### (1) 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-17 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$

弾性設計用地震動  $S_d$  による最大応答値を図 4-18～図 4-28 及び表 4-16～表 4-28 に示す。また，弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大応答値を図 4-29～図 4-31 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-29 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.241	4.15	1.537	T/G1 次
2	0.206	4.85	2.460	建物—地盤連成 1 次
3	0.142	7.06	1.789	
4	0.136	7.36	-1.393	
5	0.129	7.75	2.233	
6	0.109	9.15	-2.595	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.274	3.65	1.297	T/G1 次
2	0.157	6.37	1.817	建物—地盤連成 1 次
3	0.105	9.53	-0.452	
4	0.084	11.83	0.801	
5	0.080	12.49	-1.661	
6	0.071	14.18	-0.341	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.288	3.48	1.466	屋根トラス 1 次
2	0.087	11.51	-3.118	
3	0.077	12.97	3.171	建物—地盤連成 1 次
4	0.060	16.55	0.549	
5	0.045	22.17	0.522	
6	0.034	29.40	-0.643	

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

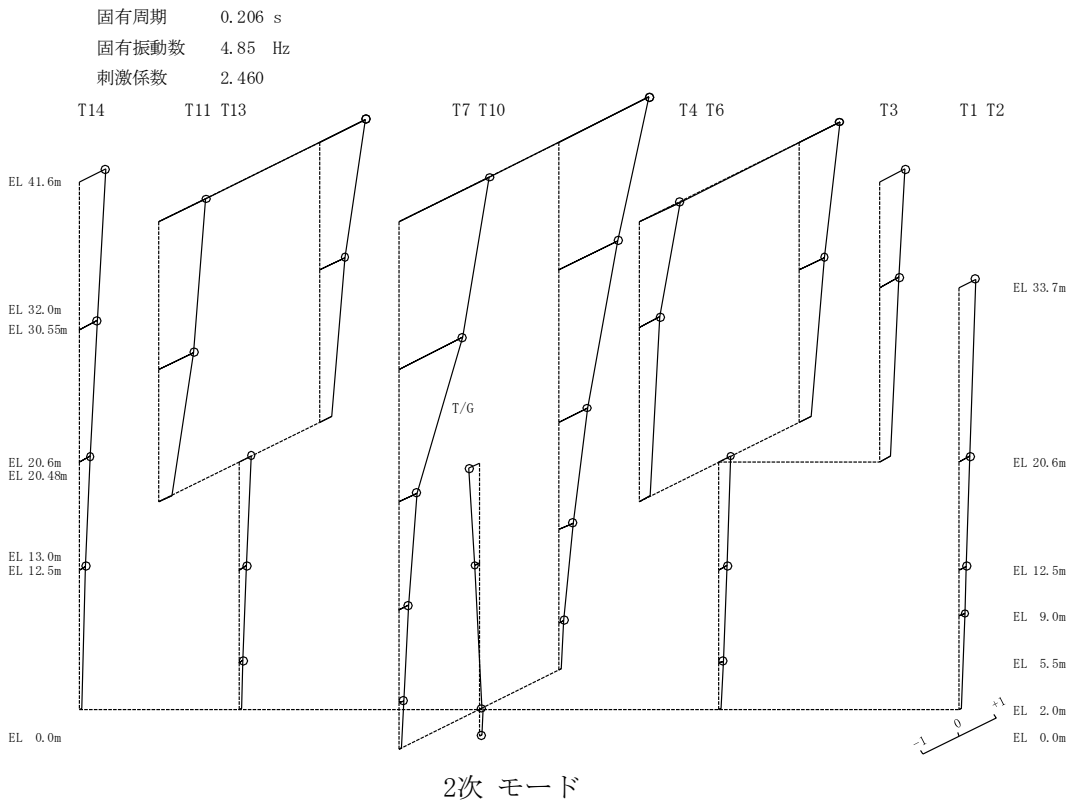
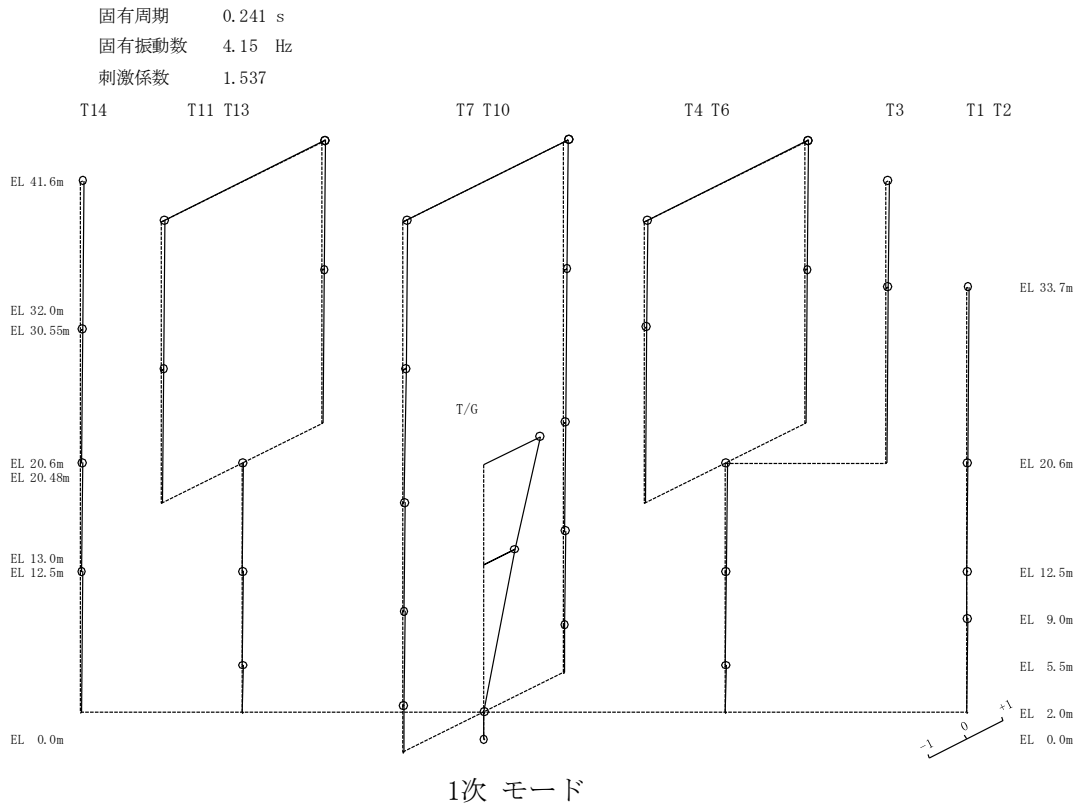
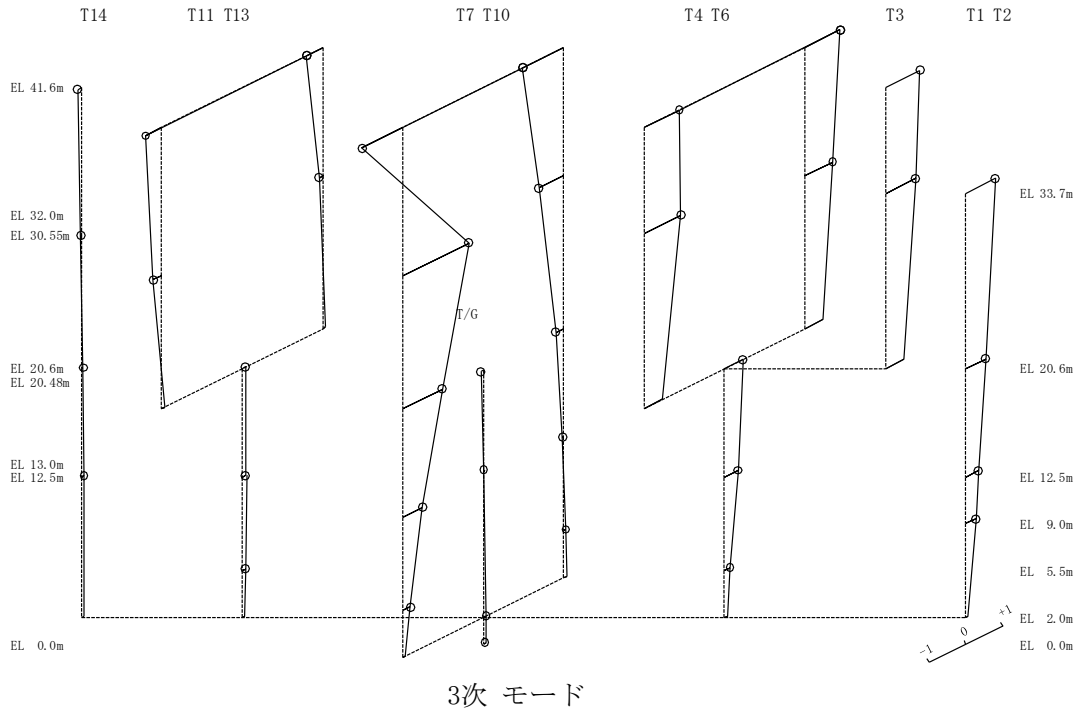


図 4-1(1) 刺激関数図 (NS 方向)

固有周期 0.142 s  
 固有振動数 7.06 Hz  
 刺激係数 1.789



固有周期 0.136 s  
 固有振動数 7.36 Hz  
 刺激係数 -1.393

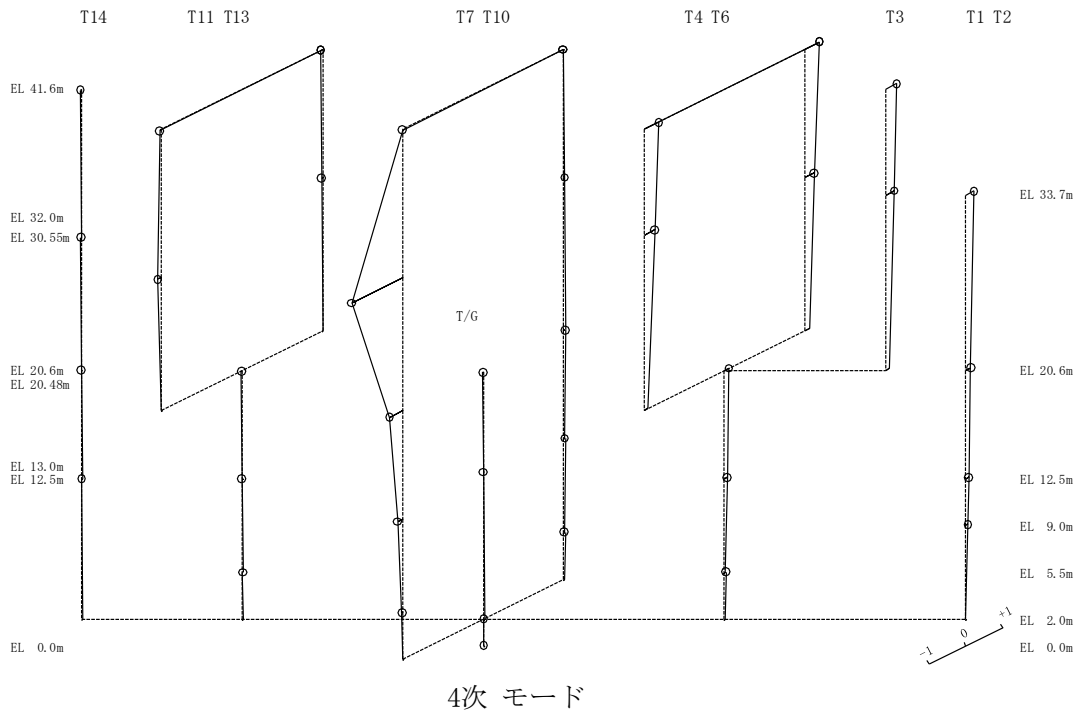


図 4-1(2) 刺激関数図 (NS方向)

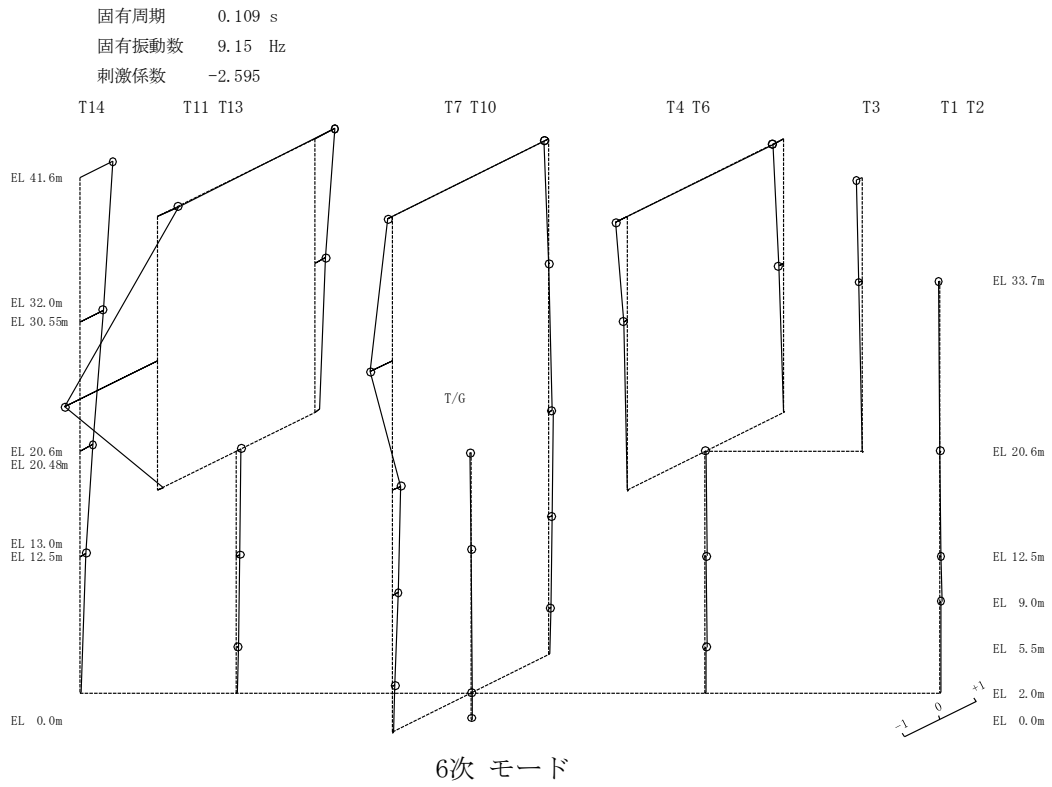
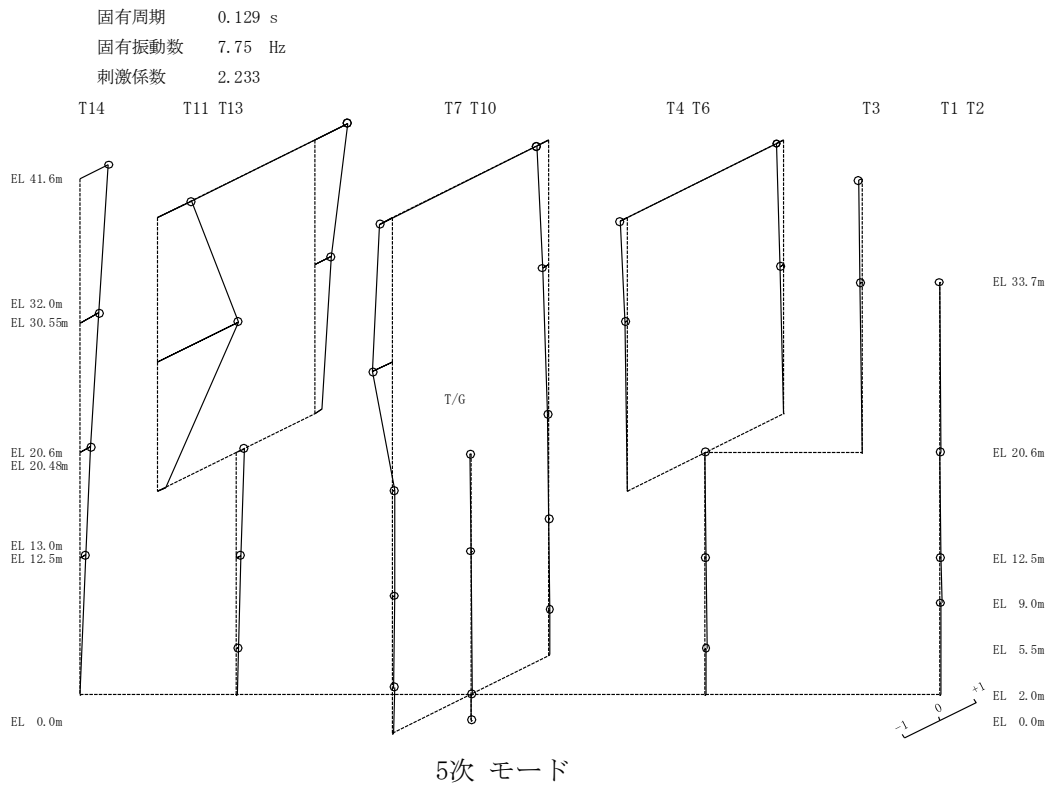


図 4-1(3) 刺激関数図 (NS 方向)

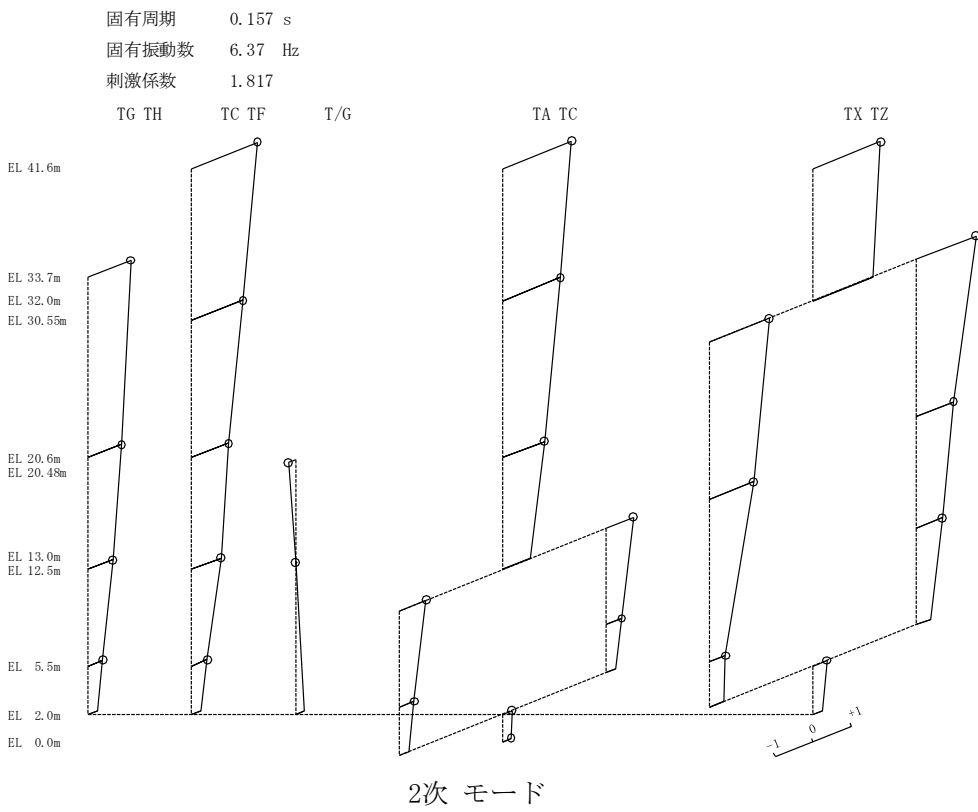
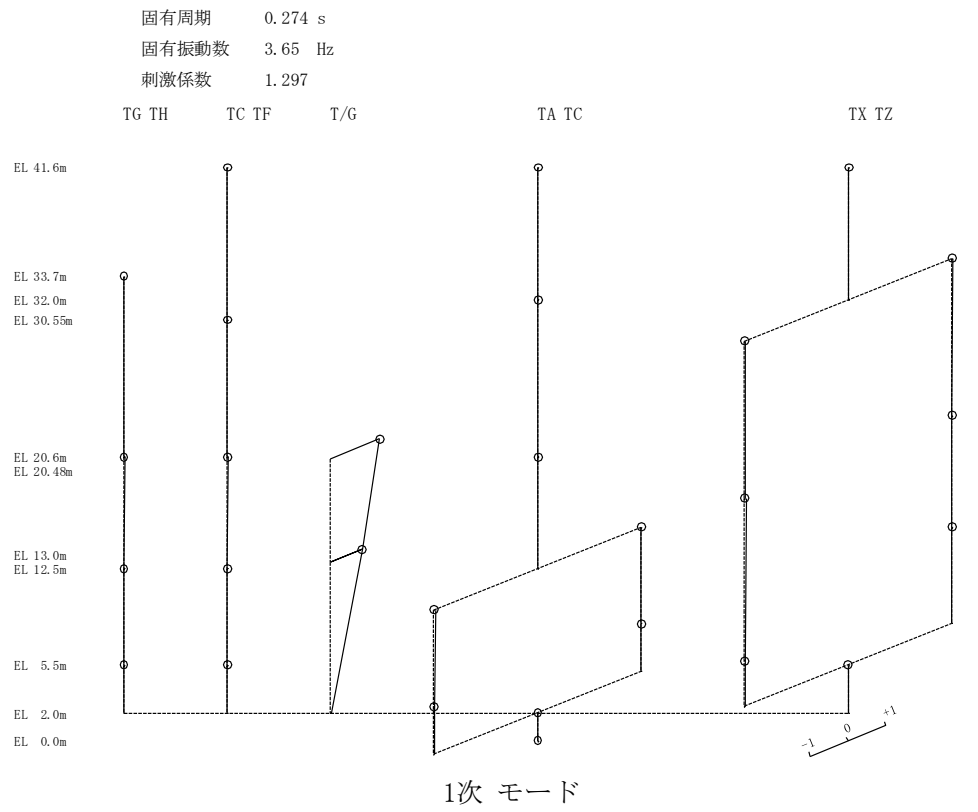


図 4-2(1) 刺激関数図 (E W方向)

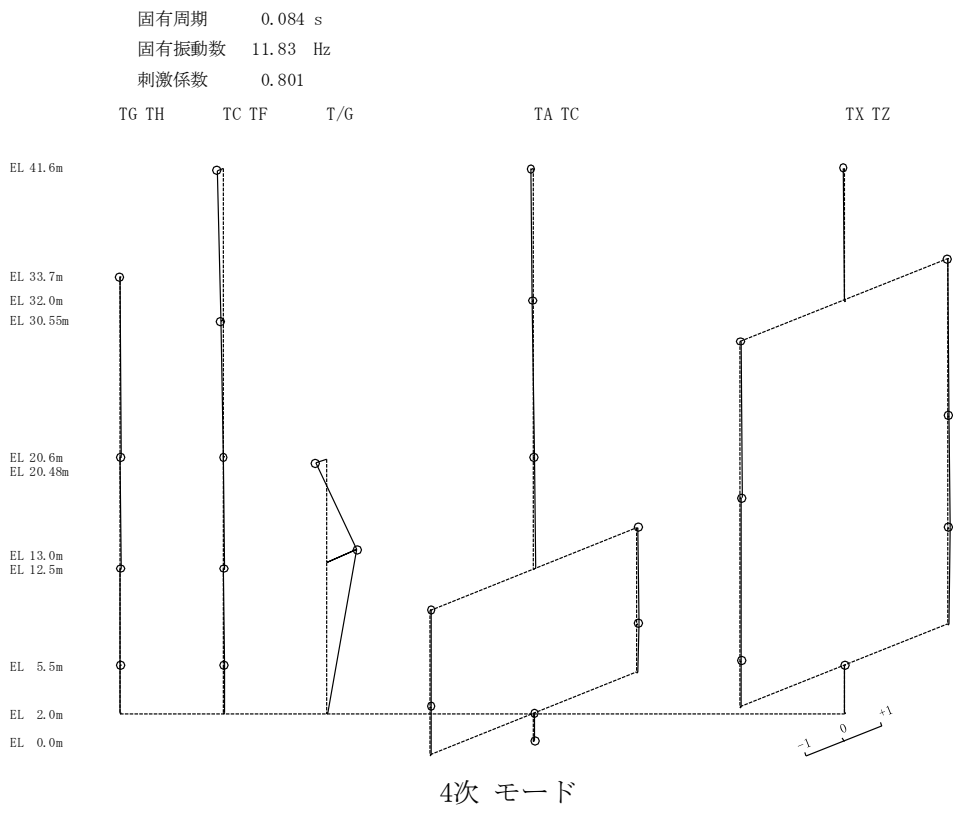
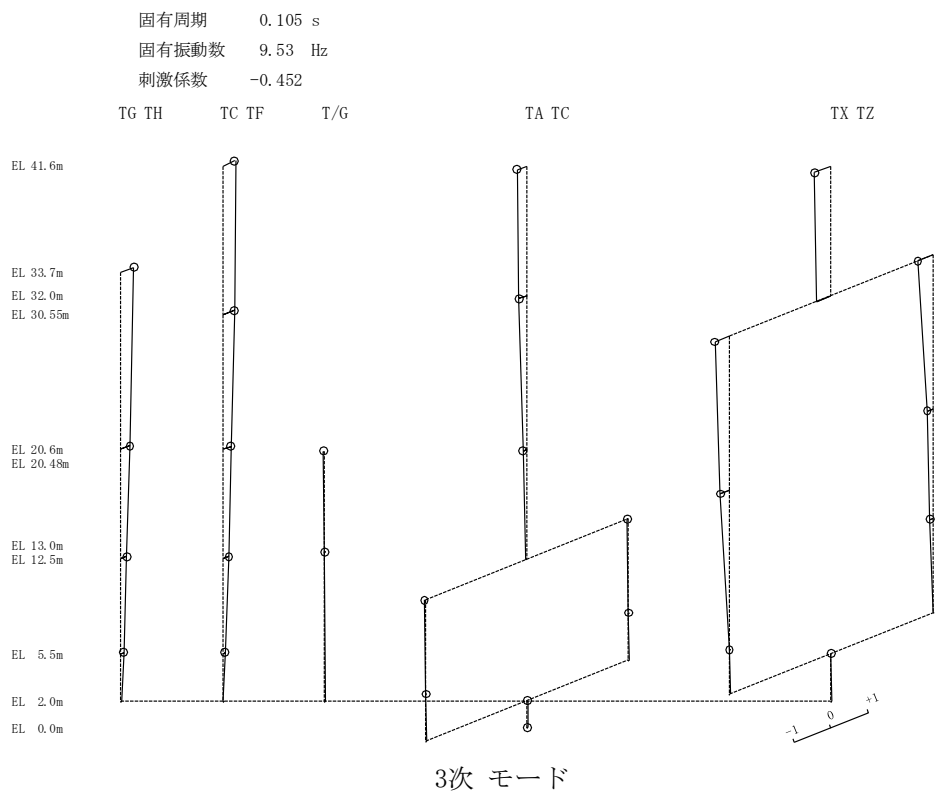


図 4-2(2) 刺激関数図 (EW方向)

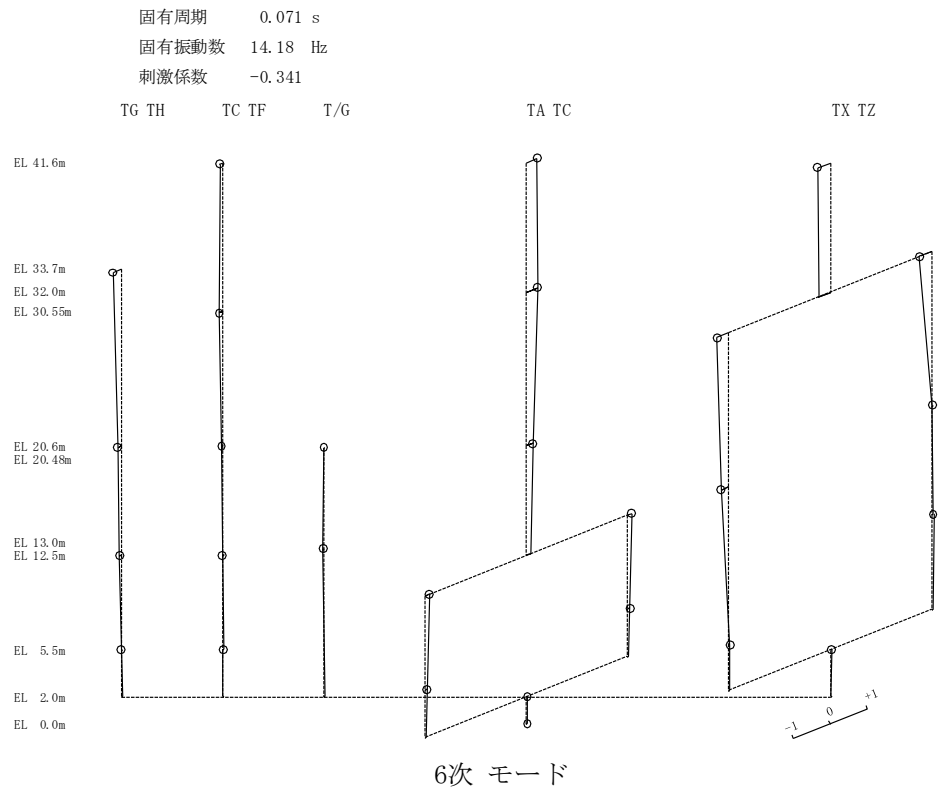
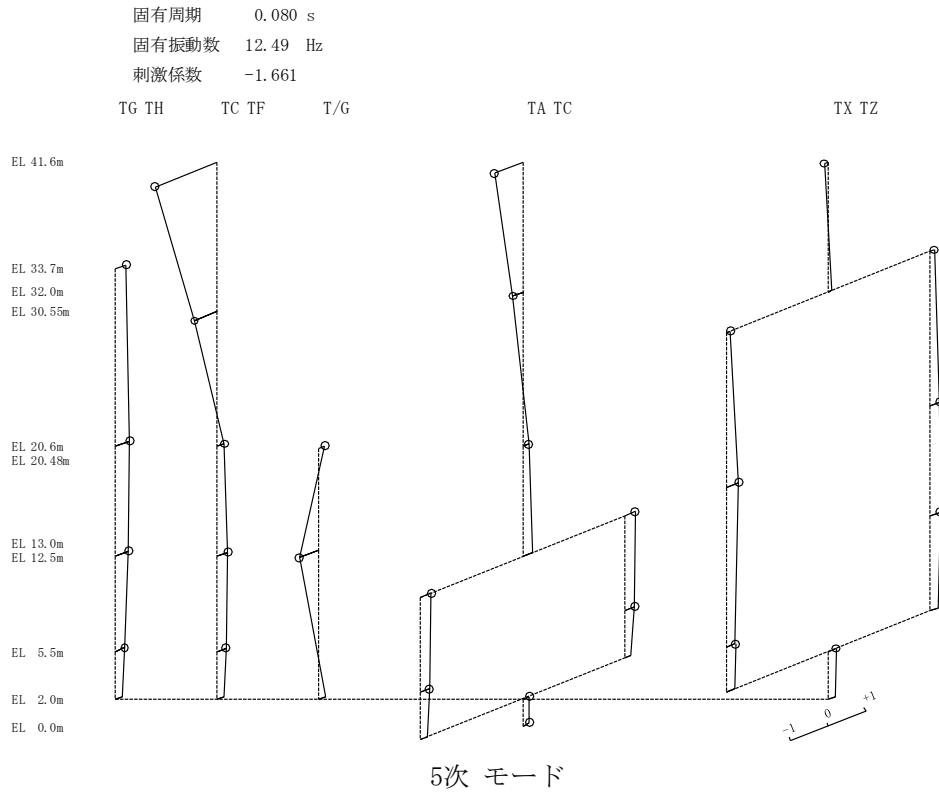


図 4-2(3) 刺激関数図 (EW方向)



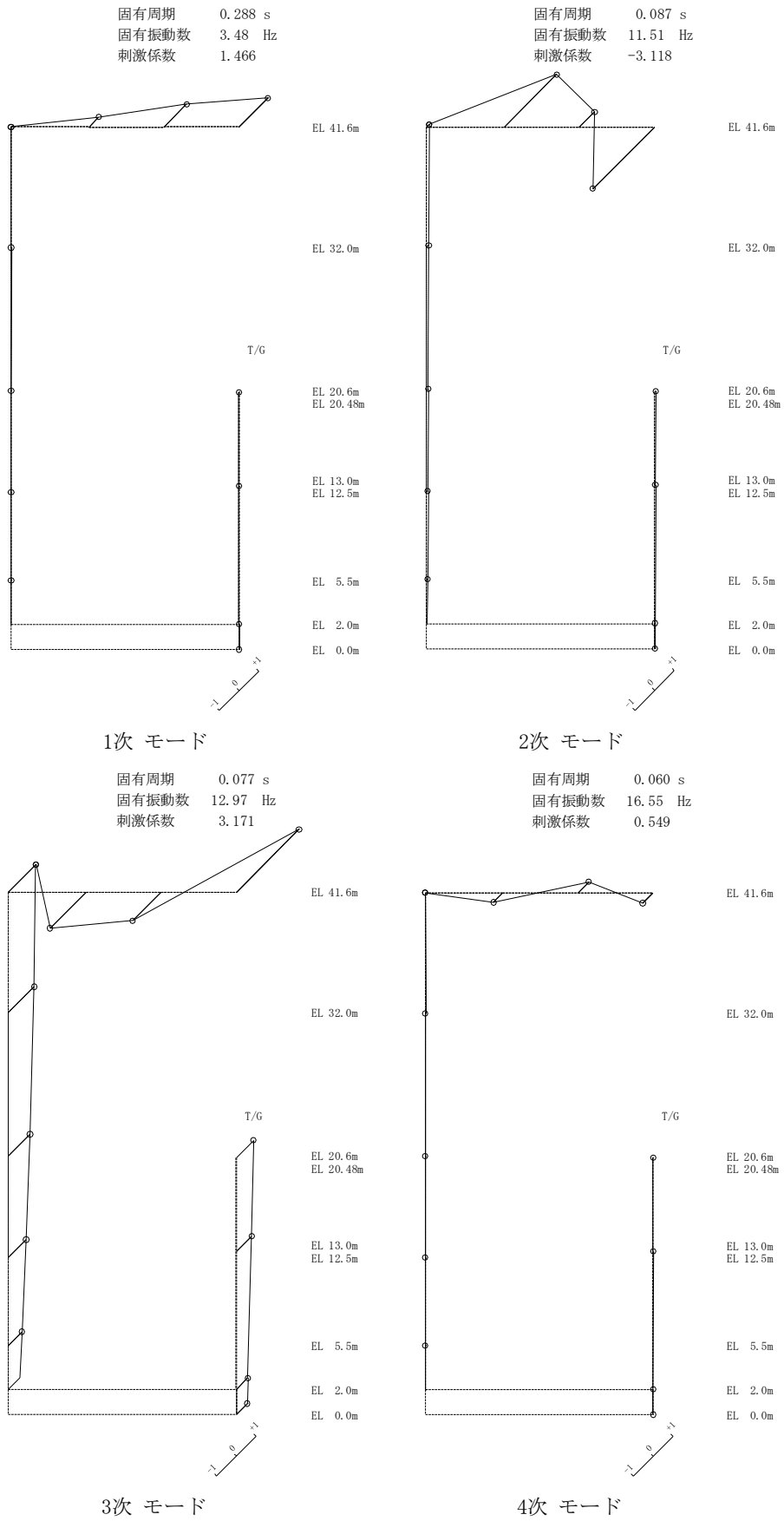
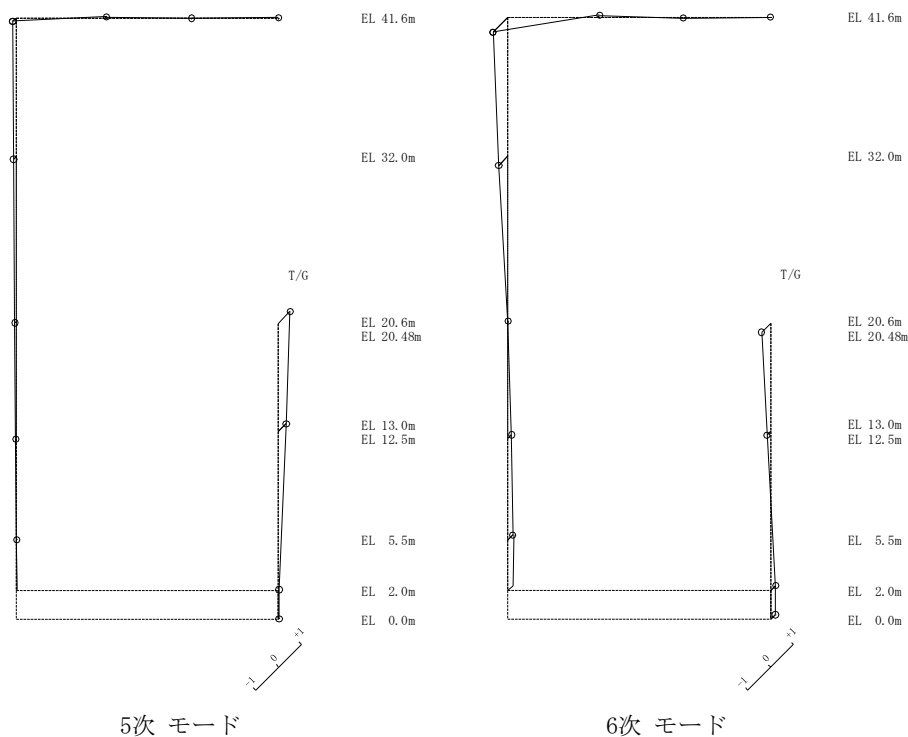


図 4-3(1) 刺激関数図 (鉛直方向)

固有周期 0.045 s  
 固有振動数 22.17 Hz  
 刺激係数 0.522

固有周期 0.034 s  
 固有振動数 29.40 Hz  
 刺激係数 -0.643



5次 モード

6次 モード

図 4-3(2) 刺激関数図 (鉛直方向)

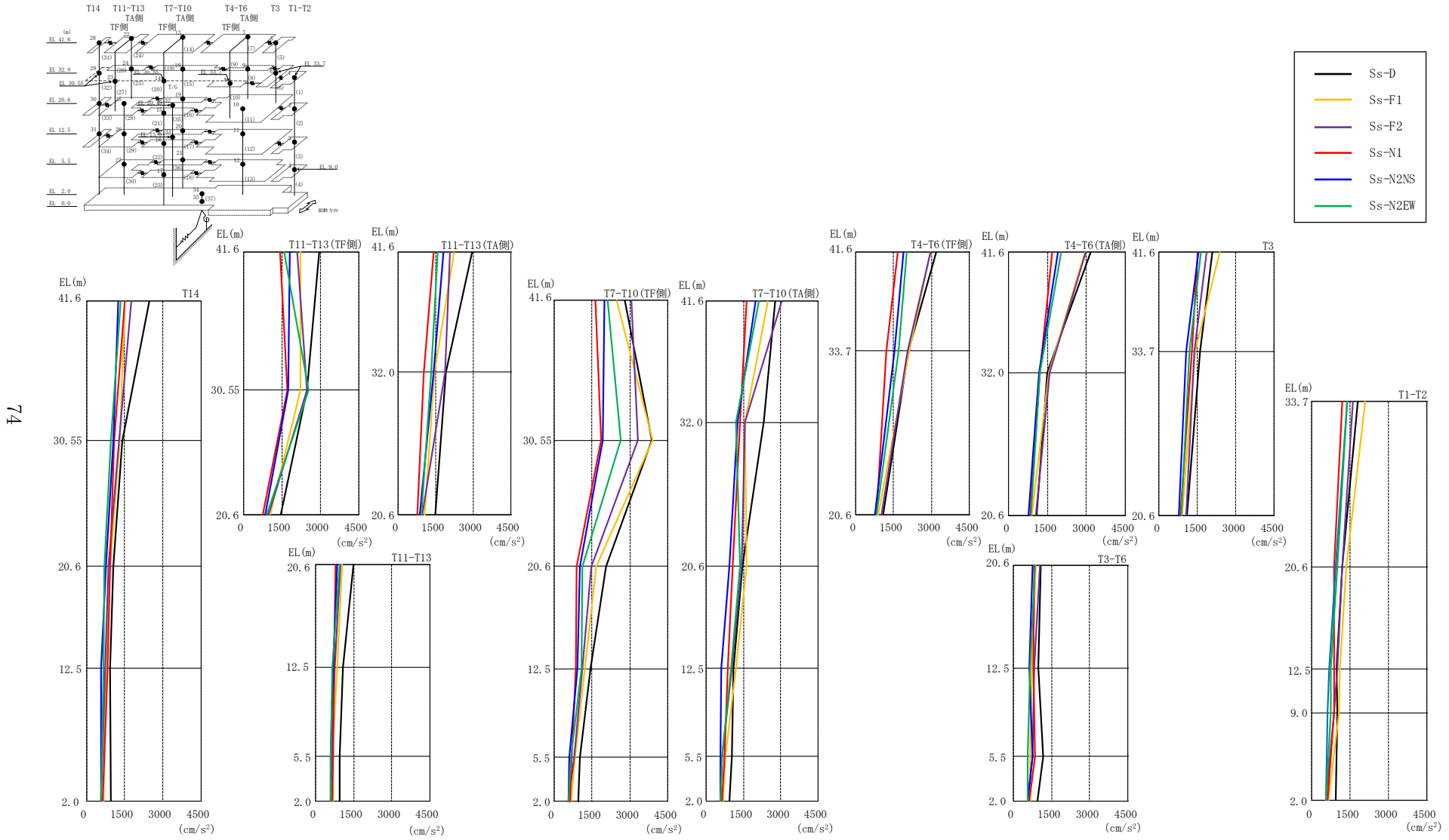
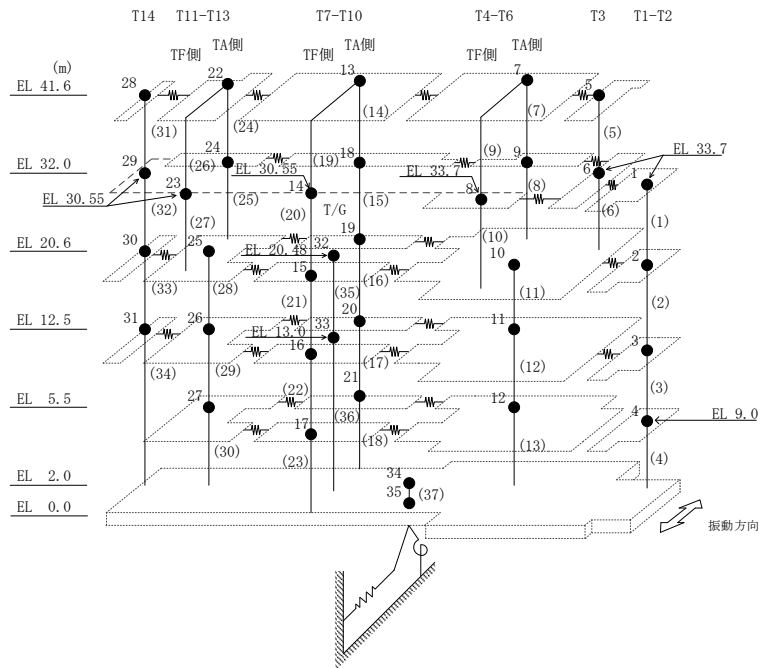


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
T1-T2	33.7	1	1824	2095	1625	1224	1396	1400	2095
	20.6	2	1217	1363	1220	874	943	1012	1363
	12.5	3	995	1113	1003	903	695	769	1113
	9.0	4	1012	1067	887	893	622	748	1067
T3	41.6	5	2085	2376	1866	1503	1536	1642	2376
	33.7	6	1599	1401	1379	1265	1063	1195	1599
T4-T6 (TA側)	41.6	7	3183	2958	2963	1670	1896	2031	3183
	32.0	9	1476	1568	1580	1202	1188	1195	1580
T4-T6 (TF側)	33.7	8	2078	2125	2052	1224	1540	1699	2125
T3-T6	20.6	10	1077	905	1043	832	754	847	1077
	12.5	11	985	740	816	807	628	669	985
	5.5	12	1183	663	774	863	750	583	1183
T7-T10 (TA側)	41.6	13	2795	2475	3048	1639	1989	2116	3048
	32.0	18	2319	1555	1574	1368	1273	1195	2319
	20.6	19	1466	1633	1417	1063	939	1373	1633
	12.5	20	1106	1217	1041	870	626	1009	1217
	5.5	21	1029	765	649	732	593	658	1029
T7-T10 (TF側)	30.55	14	3868	3888	3319	1876	1938	2628	3888
	20.6	15	2064	1668	1494	912	1020	1117	2064
	12.5	16	1430	1219	1114	858	945	1102	1430
	5.5	17	1037	823	815	714	600	684	1037
T11-T13 (TA側)	41.6	22	2969	2246	2091	1438	1820	1590	2969
	32.0	24	1902	1454	1870	1014	1408	1338	1902
T11-T13 (TF側)	30.55	23	2482	2240	2487	1714	1757	2559	2559
T11-T13	20.6	25	1481	1048	976	781	854	927	1481
	12.5	26	1072	839	756	702	679	651	1072
	5.5	27	927	665	640	685	581	577	927
T14	41.6	28	2478	1499	1762	1500	1243	1340	2478
	30.55	29	1415	1300	1267	1080	1052	970	1415
	20.6	30	1053	940	871	936	770	714	1053
	12.5	31	915	763	733	819	589	663	915
	2.0	34	947	667	576	640	577	573	947

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



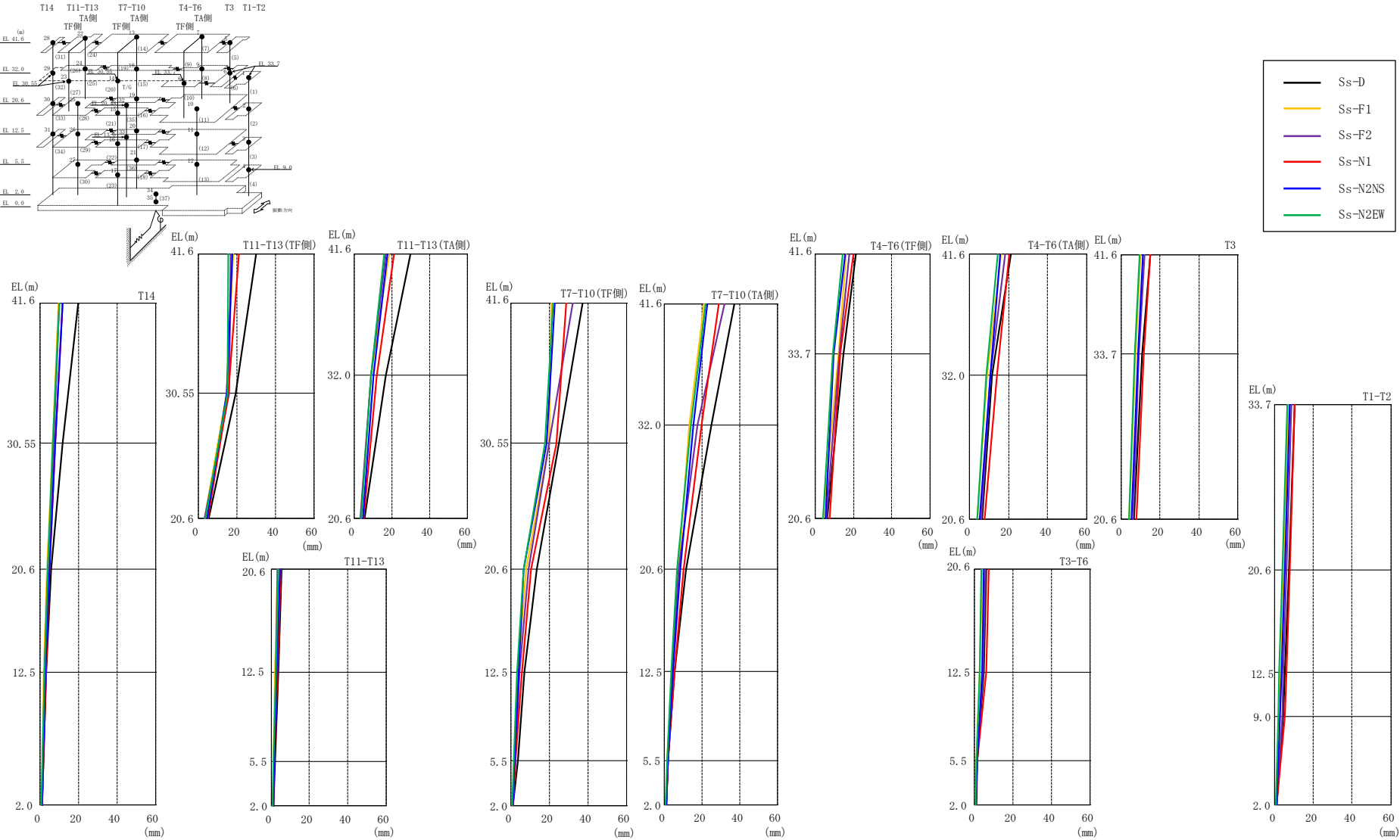
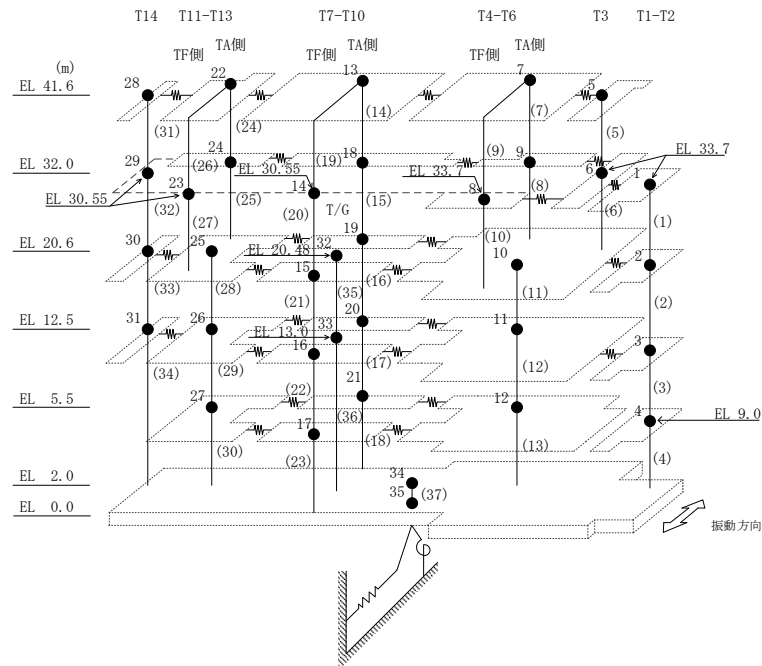


图 4-5 最大応答変位 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-3 最大応答変位一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T1-T2	33.7	1	10.33	6.88	8.61	10.49	7.87	6.53	10.49
	20.6	2	7.28	4.71	6.28	7.78	5.21	4.10	7.78
	12.5	3	5.33	3.24	4.65	6.05	3.51	2.54	6.05
	9.0	4	4.57	2.74	3.96	5.29	2.82	1.95	5.29
T3	41.6	5	14.92	9.75	12.16	15.05	11.23	9.48	15.05
	33.7	6	10.87	7.35	9.17	11.55	8.68	7.11	11.55
T4-T6 (TA側)	41.6	7	21.08	16.12	18.03	20.19	15.59	14.34	21.08
	32.0	9	11.54	9.11	10.79	13.79	10.49	8.61	13.79
T4-T6 (TF側)	33.7	8	14.93	12.35	12.91	13.07	9.53	9.49	14.93
T3-T6	20.6	10	6.42	4.06	5.98	7.59	5.24	4.00	7.59
	12.5	11	5.22	3.04	4.74	6.21	4.04	2.88	6.21
	5.5	12	1.87	1.42	1.55	1.74	1.67	1.18	1.87
T7-T10 (TA側)	41.6	13	37.40	20.90	32.08	28.68	22.63	21.82	37.40
	32.0	18	24.81	13.08	17.76	19.62	15.16	13.91	24.81
	20.6	19	11.51	7.48	7.37	9.99	8.23	6.45	11.51
	12.5	20	5.15	3.91	3.99	5.35	4.48	3.45	5.35
	5.5	21	1.88	1.46	1.79	1.97	1.75	1.24	1.97
T7-T10 (TF側)	30.55	14	24.75	19.72	19.74	23.50	18.49	17.75	24.75
	20.6	15	13.26	7.96	8.99	10.18	6.52	6.62	13.26
	12.5	16	6.72	3.66	4.26	5.55	3.78	3.13	6.72
	5.5	17	3.31	1.77	2.05	2.42	1.95	1.30	3.31
T11-T13 (TA側)	41.6	22	30.02	18.29	16.81	21.02	17.70	15.82	30.02
	32.0	24	16.73	8.74	8.96	12.08	10.35	8.88	16.73
T11-T13 (TF側)	30.55	23	19.29	14.94	16.13	15.80	14.63	15.17	19.29
T11-T13	20.6	25	5.27	3.18	3.45	4.85	4.41	3.76	5.27
	12.5	26	3.54	1.94	2.41	3.14	2.93	2.35	3.54
	5.5	27	2.09	1.24	1.46	1.73	1.68	1.22	2.09
T14	41.6	28	19.87	9.71	10.06	11.78	11.47	9.73	19.87
	30.55	29	11.51	6.33	6.73	7.97	7.85	6.54	11.51
	20.6	30	5.66	3.61	4.01	5.00	4.81	3.92	5.66
	12.5	31	2.92	1.89	2.28	2.96	2.81	2.21	2.96
	2.0	34	1.12	0.87	0.88	0.89	0.96	0.62	1.12

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



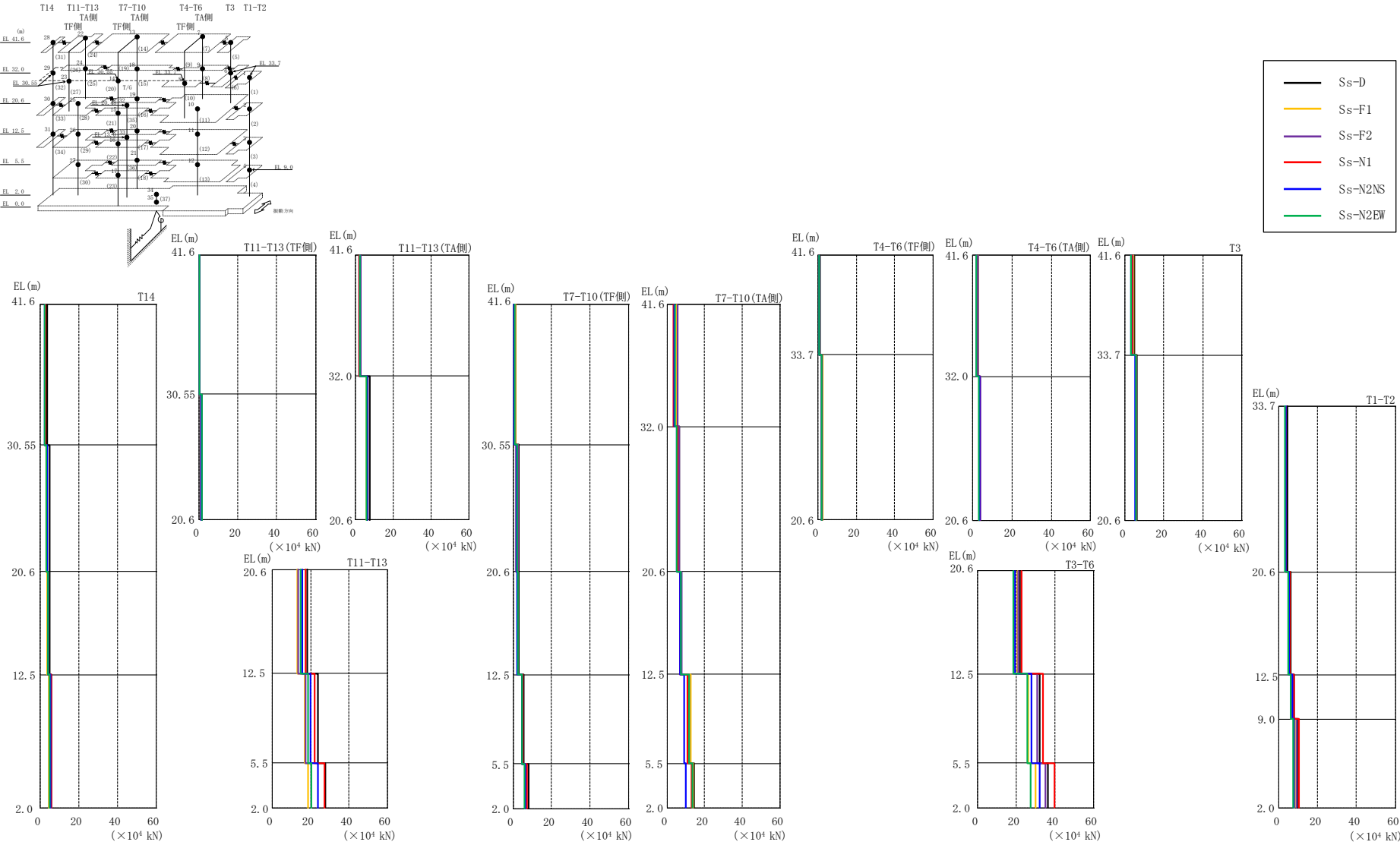
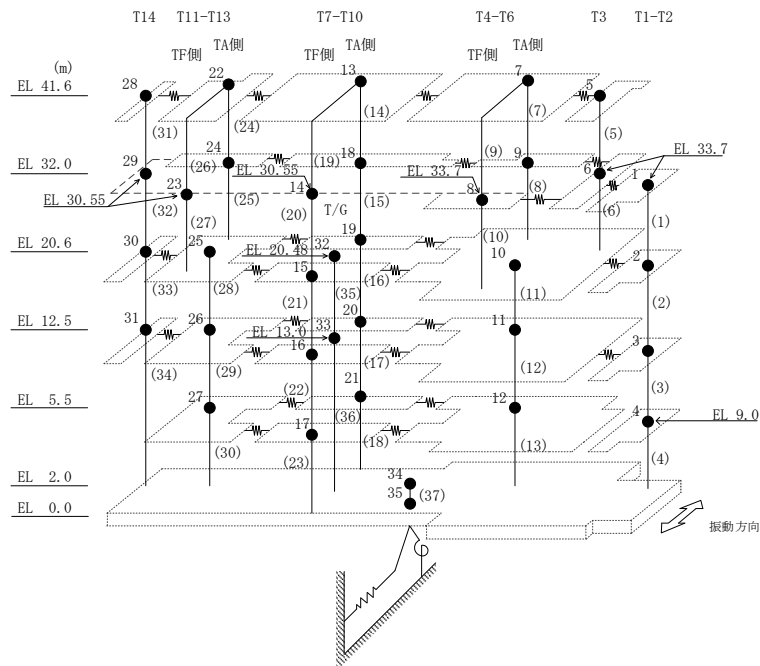


図 4-6 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-4 最大応答せん断力一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T1-T2	33.7~20.6	1	4.37	3.55	3.66	3.52	3.51	3.24	4.37
	20.6~12.5	2	6.26	5.71	5.40	5.80	5.23	4.88	6.26
	12.5~9.0	3	7.84	6.70	7.32	7.91	7.10	6.16	7.91
	9.0~2.0	4	9.87	8.21	9.28	10.3	7.99	7.57	10.3
T3	41.6~33.7	5	4.65	4.18	3.90	3.68	3.27	3.28	4.65
	33.7~20.6	6	6.21	5.75	5.77	5.52	5.35	5.49	6.21
T4-T6 (TA側)	41.6~32.0	7	2.54	2.54	2.44	1.61	1.81	1.86	2.54
	32.0~20.6	8	3.50	3.44	3.66	3.49	3.38	3.03	3.66
T4-T6 (TF側)	41.6~33.7	9	0.945	0.711	0.806	0.541	0.569	0.553	0.945
	33.7~20.6	10	2.20	2.16	2.10	1.86	1.74	1.98	2.20
T3-T6	20.6~12.5	11	21.9	20.7	21.2	22.7	19.4	18.7	22.7
	12.5~5.5	12	32.1	26.3	30.8	33.9	28.1	25.7	33.9
	5.5~2.0	13	36.3	30.2	35.0	39.9	32.2	27.7	39.9
T7-T10 (TA側)	41.6~32.0	14	5.70	5.35	5.46	3.62	4.11	4.13	5.70
	32.0~20.6	15	6.71	6.18	6.70	5.50	5.31	5.13	6.71
	20.6~12.5	16	7.29	7.56	8.03	6.76	6.76	7.23	8.03
	12.5~5.5	17	12.0	12.6	11.9	10.7	9.26	12.0	12.6
T7-T10 (TF側)	41.6~30.55	19	1.35	1.05	0.915	0.292	0.593	0.623	1.35
	30.55~20.6	20	3.05	2.72	2.33	1.61	1.57	2.04	3.05
	20.6~12.5	21	2.77	2.66	2.61	2.38	2.30	2.60	2.77
	12.5~5.5	22	5.59	4.64	4.83	5.00	4.54	4.78	5.59
T11-T13 (TA側)	41.6~32.0	24	2.56	2.41	2.54	2.02	2.20	2.16	2.56
	32.0~20.6	25	7.37	5.72	6.09	6.06	6.06	5.68	7.37
	41.6~30.55	26	0.421	0.396	0.376	0.178	0.328	0.402	0.421
	30.55~20.6	27	1.41	1.25	1.34	1.01	0.993	1.34	1.41
T11-T13 (TF側)	20.6~12.5	28	18.3	12.9	13.5	17.5	15.4	14.9	18.3
	12.5~5.5	29	23.8	16.7	17.5	22.1	19.8	18.4	23.8
	5.5~2.0	30	27.5	18.5	20.3	27.1	23.6	20.1	27.5
T14	41.6~30.55	31	3.62	2.67	2.59	2.65	2.30	2.30	3.62
	30.55~20.6	32	4.68	3.23	3.35	3.23	3.45	3.16	4.68
	20.6~12.5	33	4.61	3.67	3.94	4.09	4.07	3.74	4.61
	12.5~2.0	34	5.54	4.47	4.80	5.70	5.08	4.64	5.70

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





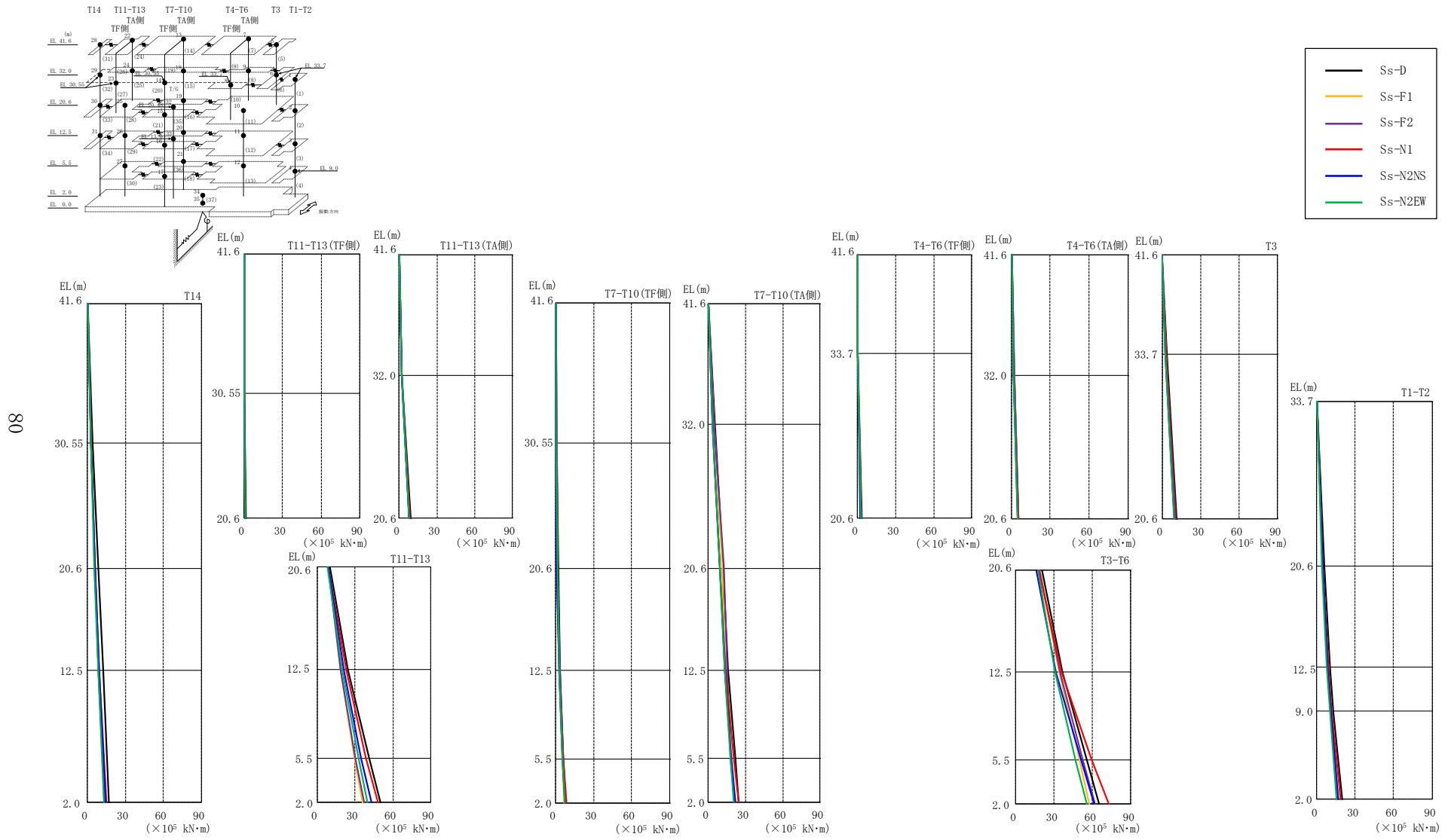


図 4-7 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , N S 方向)

表 4-5(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
T1-T2	33.7~20.6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.72	4.65	4.80	4.61	4.60	4.25	5.72
	20.6~12.5	2	5.72	4.65	4.80	4.61	4.60	4.25	5.72
			10.5	8.97	9.09	9.29	8.82	8.12	10.5
12.5~9.0	3	10.5	8.97	9.09	9.29	8.82	8.12	10.5	
		13.2	11.1	11.4	12.1	11.3	10.3	13.2	
9.0~2.0	4	13.2	11.1	11.4	12.1	11.3	10.3	13.2	
		20.1	16.4	17.1	19.0	16.9	15.4	20.1	
T3	41.6~33.7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			3.68	3.30	3.08	2.91	2.58	2.59	3.68
33.7~20.6	6	3.68	3.30	3.08	2.91	2.58	2.59	3.68	
		11.6	10.4	10.6	10.0	9.57	9.70	11.6	
T4-T6 (TA側)	41.6~32.0	7	0.264	0.196	0.185	0.162	0.145	0.139	0.264
			2.17	2.25	2.16	1.39	1.61	1.65	2.25
32.0~20.6	8	2.17	2.25	2.16	1.39	1.61	1.65	2.25	
		5.68	5.44	5.47	5.35	4.96	4.92	5.68	
T4-T6 (TF側)	41.6~33.7	9	0.285	0.213	0.233	0.168	0.171	0.163	0.285
			0.461	0.349	0.404	0.260	0.279	0.274	0.461
33.7~20.6	10	0.461	0.349	0.404	0.260	0.279	0.274	0.461	
		3.17	2.99	2.83	2.68	2.40	2.76	3.17	
T3-T6	20.6~12.5	11	20.4	18.8	18.9	17.8	16.5	17.4	20.4
			36.4	33.7	34.6	36.0	31.7	30.5	36.4
	12.5~5.5	12	36.4	33.7	34.6	36.0	31.7	30.5	36.4
5.5~2.0	13	55.4	49.9	52.4	59.5	51.3	46.9	59.5	
		65.4	57.8	62.0	72.9	61.3	55.8	72.9	
T7-T10 (TA側)	41.6~32.0	14	0.385	0.244	0.344	0.196	0.195	0.181	0.385
			5.24	4.94	4.89	3.36	3.77	3.84	5.24
	32.0~20.6	15	5.24	4.94	4.89	3.36	3.77	3.84	5.24
			12.0	11.5	12.4	9.20	9.46	9.51	12.4
	20.6~12.5	16	12.0	11.5	12.4	9.20	9.46	9.51	12.4
15.8			13.1	15.1	14.1	13.1	13.3	15.8	
5.5~2.0	17	15.8	13.1	15.1	14.1	13.1	13.3	15.8	
		21.6	18.3	18.0	20.4	18.7	18.0	21.6	
		24.7	21.8	21.5	24.4	22.0	20.8	24.7	

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

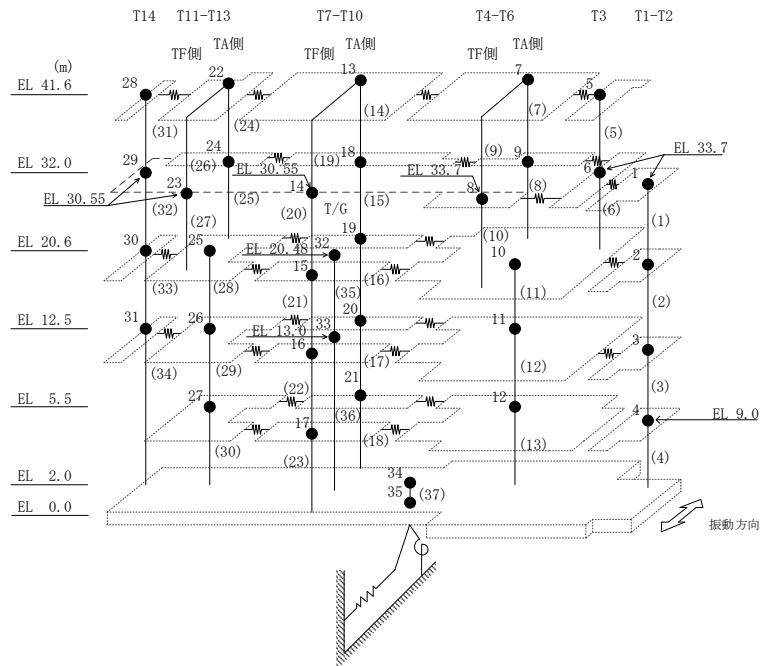


表 4-5(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
T7-T10 (TF側)	41.6~30.55	19	0.552	0.340	0.289	0.176	0.221	0.259	0.552
			0.941	0.863	0.752	0.313	0.435	0.497	0.941
	30.55~20.6	20	0.941	0.863	0.752	0.313	0.435	0.497	0.941
			2.44	1.86	1.64	1.34	1.22	1.56	2.44
	20.6~12.5	21	2.44	1.86	1.64	1.34	1.22	1.56	2.44
3.78			2.70	3.32	3.07	2.96	2.97	3.78	
12.5~5.5	22	3.78	2.70	3.32	3.07	2.96	2.97	3.78	
		6.33	5.34	6.22	6.38	5.37	5.41	6.38	
5.5~2.0	23	6.33	5.34	6.22	6.38	5.37	5.41	6.38	
		8.22	6.92	7.93	8.79	7.31	7.42	8.79	
T11-T13 (TA側)	41.6~32.0	24	0.303	0.195	0.230	0.160	0.140	0.160	0.303
			2.25	2.12	2.21	1.79	2.00	1.96	2.25
32.0~20.6	25	2.25	2.12	2.21	1.79	2.00	1.96	2.25	
		9.08	8.04	7.74	8.31	8.02	7.74	9.08	
T11-T13 (TF側)	41.6~30.55	26	0.189	0.139	0.192	0.120	0.118	0.145	0.192
			0.330	0.303	0.307	0.172	0.258	0.334	0.334
30.55~20.6	27	0.330	0.303	0.307	0.172	0.258	0.334	0.334	
		1.18	0.994	1.03	0.836	0.799	1.00	1.18	
T11-T13	20.6~12.5	28	10.3	9.03	8.71	9.08	8.81	8.48	10.3
			24.6	18.4	18.6	23.2	21.2	20.2	24.6
	12.5~5.5	29	24.6	18.4	18.6	23.2	21.2	20.2	24.6
5.5~2.0	30	41.0	29.9	30.3	38.6	34.9	32.8	41.0	
		50.2	36.3	37.3	48.0	42.8	39.7	50.2	
T14	41.6~30.55	31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			4.00	2.96	2.86	2.93	2.54	2.54	4.00
	30.55~20.6	32	4.00	2.96	2.86	2.93	2.54	2.54	4.00
			8.53	5.94	6.11	6.14	5.95	5.65	8.53
20.6~12.5	33	8.53	5.94	6.11	6.14	5.95	5.65	8.53	
		12.2	8.73	8.78	9.18	9.20	8.54	12.2	
12.5~2.0	34	12.2	8.73	8.78	9.18	9.20	8.54	12.2	
		17.2	13.0	13.4	14.9	14.4	13.1	17.2	

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

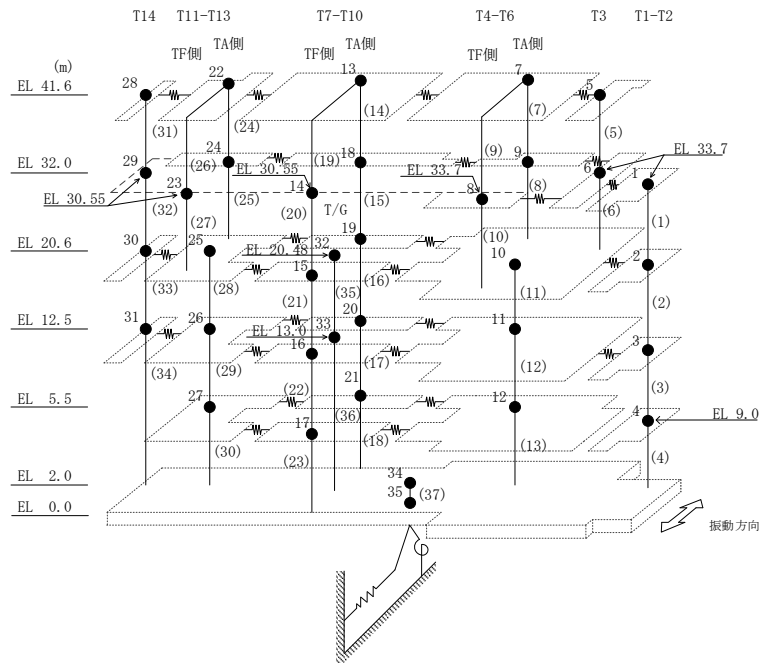
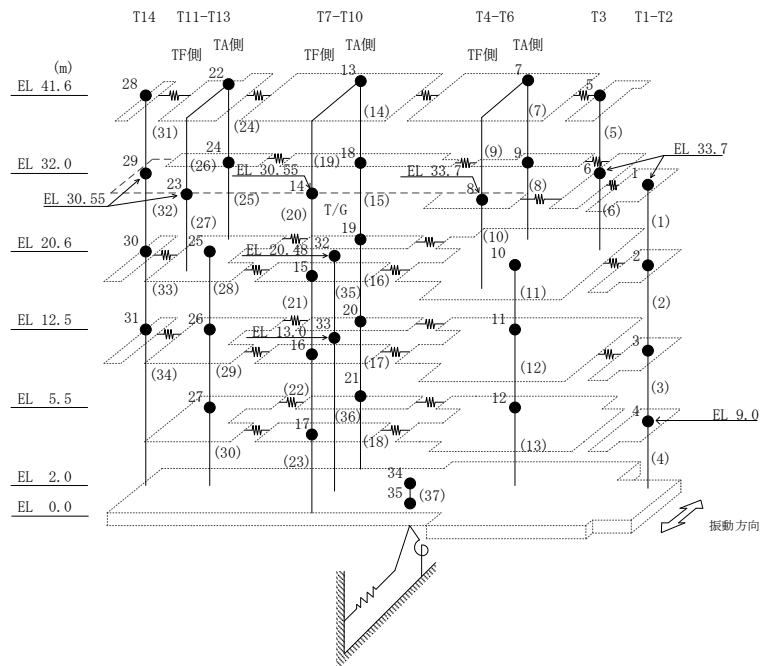


表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
T1-T2	33.7~20.6	1	0.16	0.13	0.14	0.13	0.13	0.12	0.16
	20.6~12.5	2	0.18	0.16	0.16	0.17	0.15	0.14	0.18
	12.5~9.0	3	0.17	0.15	0.16	0.17	0.16	0.13	0.17
	9.0~2.0	4	0.54	0.29	0.43	0.64	0.26	0.20	0.64
T3	41.6~33.7	5	0.85	0.55	0.42	0.36	0.24	0.24	0.85
	33.7~20.6	6	0.38	0.28	0.28	0.23	0.20	0.21	0.38
T4-T6 (TA側)	41.6~32.0	7	0.09	0.09	0.09	0.06	0.06	0.07	0.09
	32.0~20.6	8	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.09	0.11
T4-T6 (TF側)	33.7~20.6	10	0.74	0.69	0.47	0.35	0.30	0.39	0.74
T3-T6	20.6~12.5	11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10	0.10	0.12
	12.5~5.5	12	0.52	0.25	0.45	0.60	0.33	0.22	0.60
	5.5~2.0	13	0.21	0.17	0.20	0.32	0.19	0.16	0.32
T7-T10 (TA側)	41.6~32.0	14	0.37	0.30	0.32	0.14	0.15	0.16	0.37
	32.0~20.6	15	0.17	0.16	0.17	0.14	0.13	0.13	0.17
	20.6~12.5	16	0.13	0.13	0.14	0.12	0.12	0.13	0.14
	12.5~5.5	17	0.20	0.21	0.20	0.18	0.15	0.20	0.21
T7-T10 (TF側)	5.5~2.0	18	0.22	0.21	0.21	0.20	0.15	0.20	0.22
	20.6~12.5	21	0.81	0.65	0.51	0.41	0.37	0.48	0.81
	12.5~5.5	22	0.44	0.22	0.25	0.30	0.20	0.24	0.44
T11-T13 (TA側)	5.5~2.0	23	0.62	0.33	0.30	0.41	0.25	0.19	0.62
	41.6~32.0	24	0.16	0.15	0.15	0.12	0.13	0.13	0.16
	32.0~20.6	25	0.15	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.15
T11-T13 (TF側)	20.6~12.5	28	0.17	0.12	0.13	0.16	0.14	0.14	0.17
	12.5~5.5	29	0.18	0.13	0.13	0.17	0.15	0.14	0.18
	5.5~2.0	30	0.27	0.15	0.16	0.25	0.19	0.16	0.27
T14	41.6~30.55	31	0.34	0.15	0.15	0.15	0.13	0.13	0.34
	30.55~20.6	32	0.19	0.13	0.14	0.13	0.14	0.13	0.19
	20.6~12.5	33	0.15	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.15
	12.5~2.0	34	0.13	0.11	0.12	0.14	0.12	0.11	0.14

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



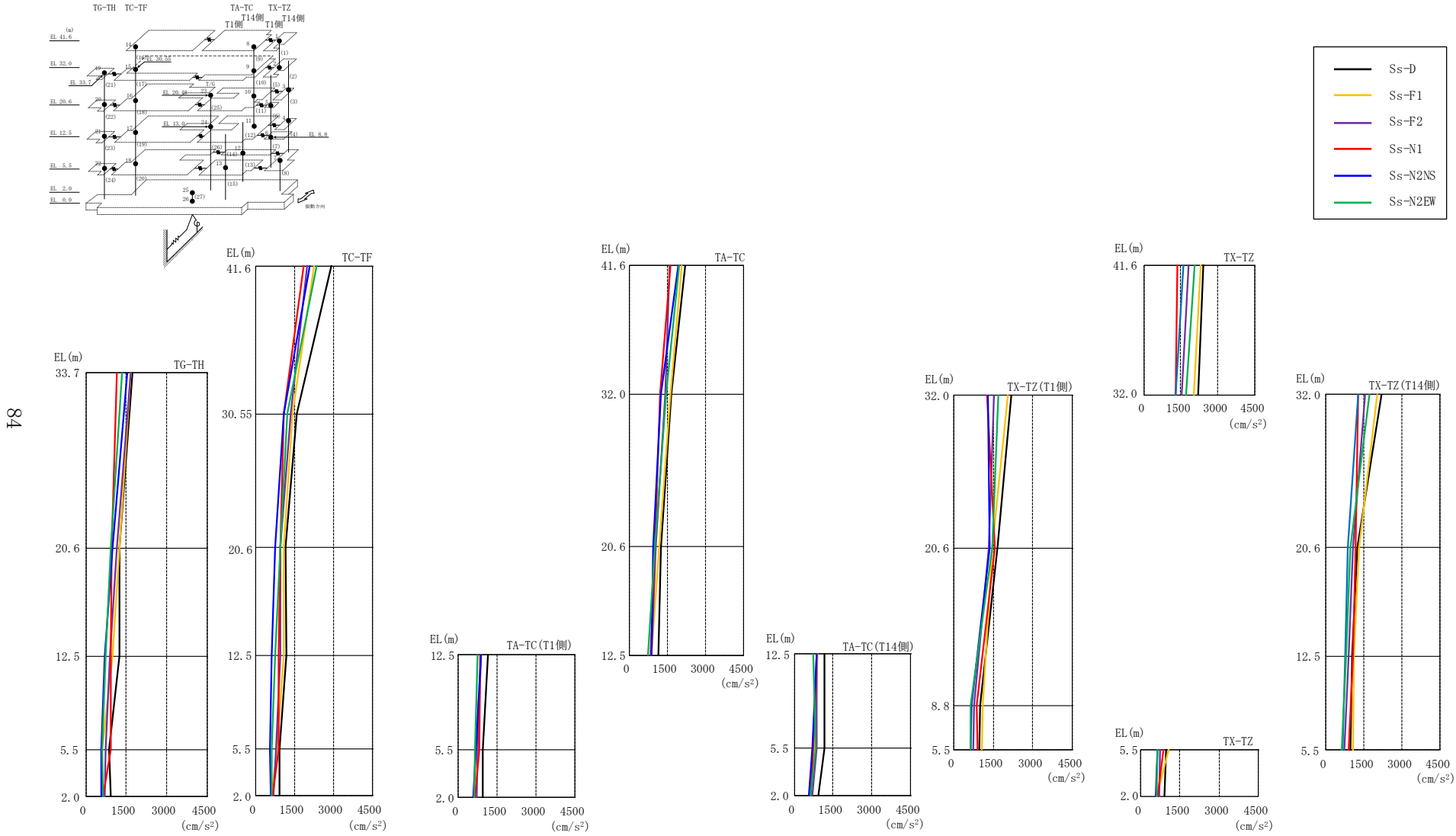
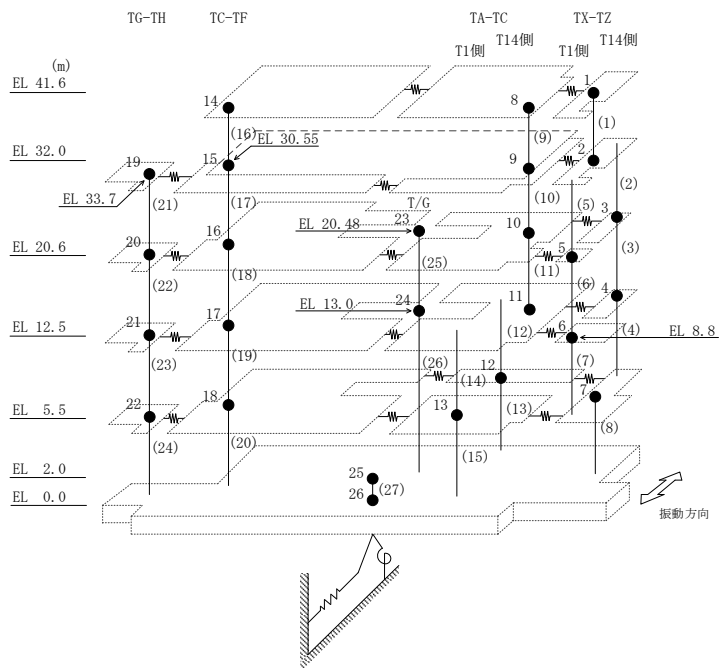


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

表 4-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )						最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
TX-TZ	41.6	1	2410	2307	1807	1377	1605	2051	2410
	32.0	2	2192	2047	1541	1276	1288	1709	2192
TX-TZ (T14側)	20.6	3	1239	1313	1065	1181	870	973	1313
	12.5	4	1047	1127	912	1073	759	823	1127
TX-TZ (T1側)	20.6	5	1656	1461	1340	1568	1353	1468	1656
	8.8	6	1001	1106	777	881	673	649	1106
TX-TZ	5.5	7	967	1081	757	893	660	638	1081
TA-TC	41.6	8	2194	2055	1584	1621	1932	1963	2194
	32.0	9	1671	1615	1407	1232	1251	1460	1671
	20.6	10	1244	1173	1052	1015	959	1019	1244
	12.5	11	1158	892	882	860	880	730	1158
TA-TC (T14側)	5.5	12	1179	803	856	722	709	825	1179
TA-TC (T1側)	5.5	13	959	694	754	808	685	660	959
TC-TF	41.6	14	2926	2266	1978	1843	2085	2352	2926
	30.55	15	1605	1422	1355	1081	1084	1239	1605
	20.6	16	1167	1097	973	962	741	972	1167
	12.5	17	1185	1092	967	895	606	749	1185
	5.5	18	921	816	802	885	560	606	921
TG-TH	33.7	19	1735	1667	1656	1145	1543	1348	1735
	20.6	20	1249	1258	1147	970	993	924	1258
	12.5	21	1252	1003	886	930	695	738	1252
	5.5	22	856	605	732	940	578	613	940
	2.0	25	928	616	699	647	581	622	928

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



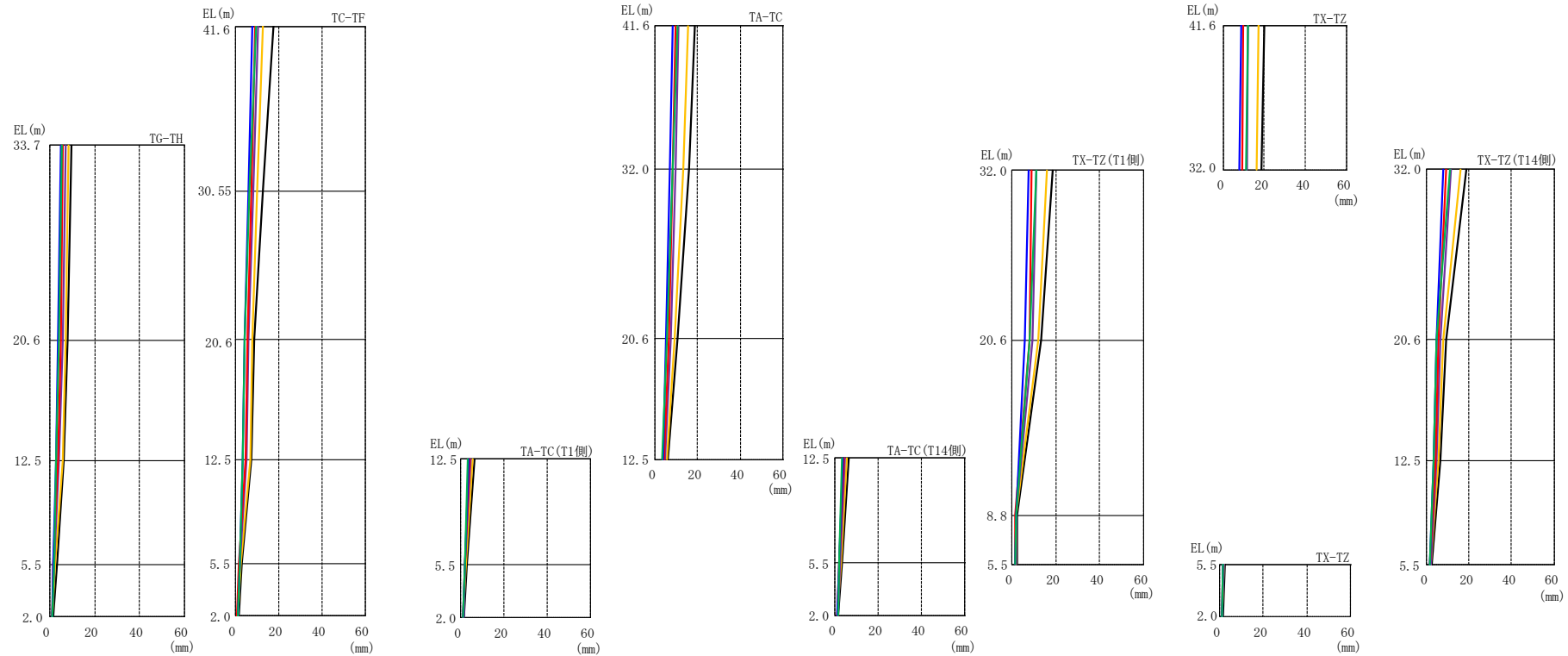
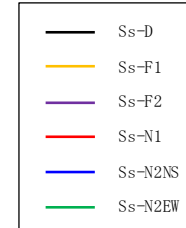
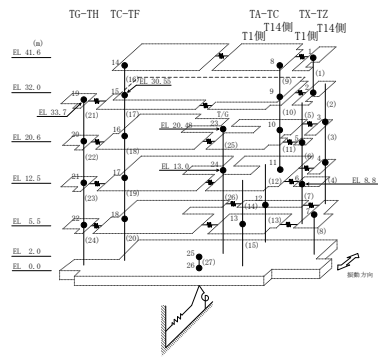
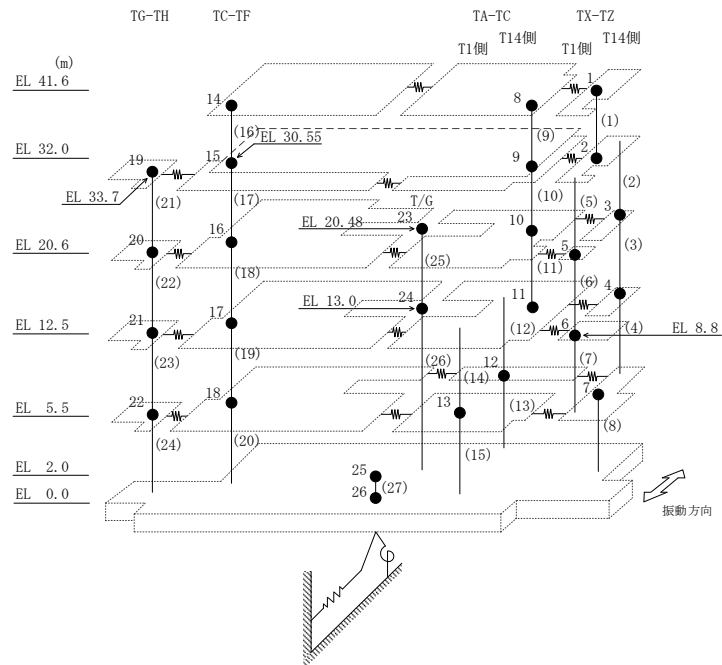


図 4-9 最大応答変位 (基準地震動 S s , E W 方向)

表 4-8 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
TX-TZ	41.6	1	19.88	17.03	12.31	9.86	8.61	11.94	19.88
	32.0	2	18.85	16.09	11.41	9.23	7.92	11.01	18.85
TX-TZ (T14側)	20.6	3	9.31	7.98	6.33	5.61	4.63	4.74	9.31
	12.5	4	6.31	5.69	4.63	4.08	3.31	3.30	6.31
TX-TZ (T1側)	20.6	5	13.31	12.09	9.24	8.00	5.98	8.08	13.31
	8.8	6	2.60	2.24	2.15	1.71	1.92	1.86	2.60
TX-TZ	5.5	7	2.25	1.88	1.89	1.42	1.67	1.66	2.25
TA-TC	41.6	8	18.88	15.42	11.18	9.63	8.36	10.58	18.88
	32.0	9	15.87	13.24	9.60	8.29	7.08	8.28	15.87
	20.6	10	10.41	9.05	7.29	6.38	5.26	5.76	10.41
	12.5	11	6.16	5.40	4.47	4.05	3.55	3.21	6.16
TA-TC (T14側)	5.5	12	2.98	2.67	2.21	2.03	2.03	1.98	2.98
TA-TC (T1側)	5.5	13	2.80	2.34	2.10	1.73	1.89	1.83	2.80
TC-TF	41.6	14	17.58	12.75	10.50	9.29	8.00	9.74	17.58
	30.55	15	12.58	10.14	8.22	7.36	5.96	6.68	12.58
	20.6	16	8.69	7.94	6.14	5.80	4.15	4.41	8.69
	12.5	17	7.47	6.79	5.18	4.86	3.36	3.49	7.47
	5.5	18	3.06	2.40	2.10	1.81	1.85	1.85	3.06
TG-TH	33.7	19	9.54	8.58	7.09	6.03	5.03	5.29	9.54
	20.6	20	7.87	7.21	5.66	5.12	3.80	3.97	7.87
	12.5	21	6.31	5.78	4.31	3.90	2.77	2.90	6.31
	5.5	22	3.06	2.50	2.15	1.75	1.69	1.78	3.06
	2.0	25	1.51	1.14	1.31	0.93	1.16	1.21	1.51

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





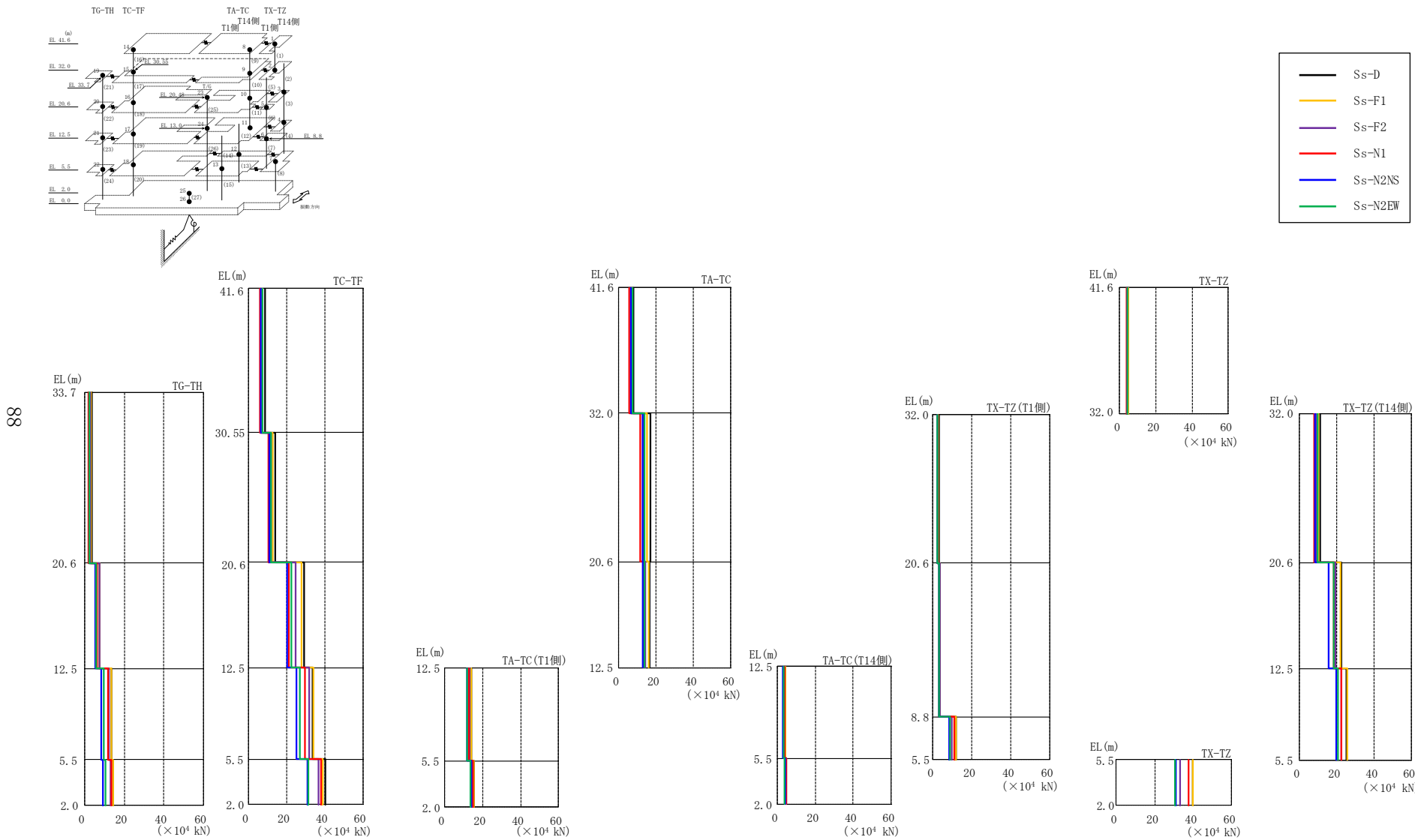
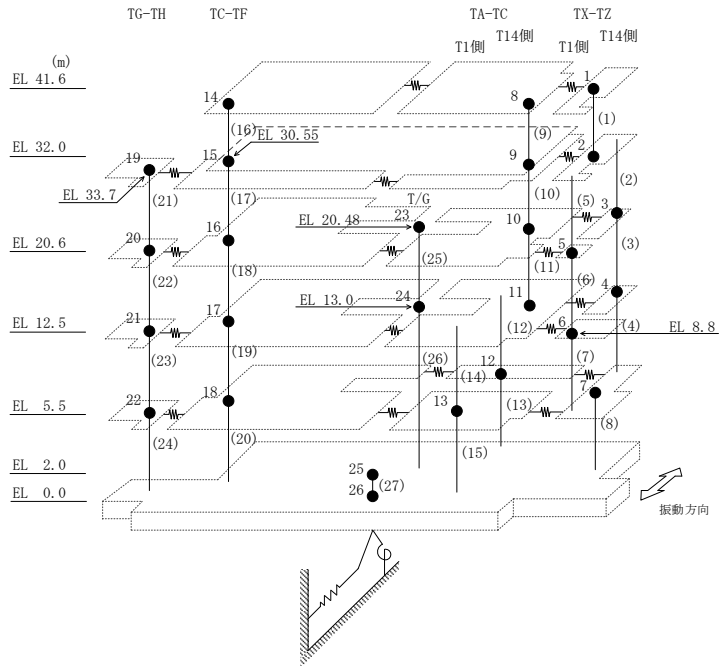


図 4-10 最大応答せん断力 (基準地震動  $S_s$ , EW方向)

表 4-9 最大応答せん断力一覧（基準地震動 S s， E W 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)						
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	最大値
TX-TZ	41.6~32.0	1	4.88	4.99	4.20	3.98	4.27	4.54	4.99
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	11.5	10.5	9.27	8.12	8.32	9.83	11.5
	20.6~12.5	3	22.6	22.1	19.2	18.4	15.9	18.5	22.6
	12.5~5.5	4	25.4	25.6	22.4	22.5	19.8	20.9	25.6
TX-TZ (T1側)	32.0~20.6	5	2.85	2.50	2.12	1.99	2.16	2.36	2.85
	20.6~8.8	6	3.50	3.53	3.30	3.17	2.92	3.28	3.53
	8.8~5.5	7	11.7	11.8	9.79	10.7	8.45	8.54	11.8
TX-TZ	5.5~2.0	8	39.7	39.7	32.9	37.3	30.8	30.4	39.7
TA-TC	41.6~32.0	9	7.75	7.23	6.49	5.50	6.76	7.26	7.75
	32.0~20.6	10	17.1	15.0	13.0	11.4	12.7	14.0	17.1
	20.6~12.5	11	16.5	16.2	14.3	13.5	12.7	13.8	16.5
TA-TC (T14側)	12.5~5.5	12	4.15	4.15	3.87	3.74	2.98	3.42	4.15
	5.5~2.0	13	4.82	4.86	4.55	4.80	4.28	3.87	4.86
TA-TC (T1側)	12.5~5.5	14	14.3	14.4	13.2	13.0	12.0	12.2	14.4
	5.5~2.0	15	15.7	15.7	14.7	14.9	14.1	13.6	15.7
TC-TF	41.6~30.55	16	8.62	7.30	6.70	6.01	6.49	7.51	8.62
	30.55~20.6	17	13.9	12.8	11.7	10.7	10.8	11.7	13.9
	20.6~12.5	18	29.5	28.0	25.0	21.4	20.2	22.6	29.5
	12.5~5.5	19	33.8	34.1	31.8	29.8	25.1	27.0	34.1
	5.5~2.0	20	40.4	39.1	37.0	38.2	31.0	31.4	40.4
TG-TH	33.7~20.6	21	3.66	3.26	2.98	2.16	2.51	2.34	3.66
	20.6~12.5	22	7.74	7.60	7.51	6.32	5.50	5.72	7.74
	12.5~5.5	23	13.5	13.7	12.2	11.8	8.27	9.86	13.7
	5.5~2.0	24	14.6	14.4	13.1	13.7	9.14	10.5	14.6

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



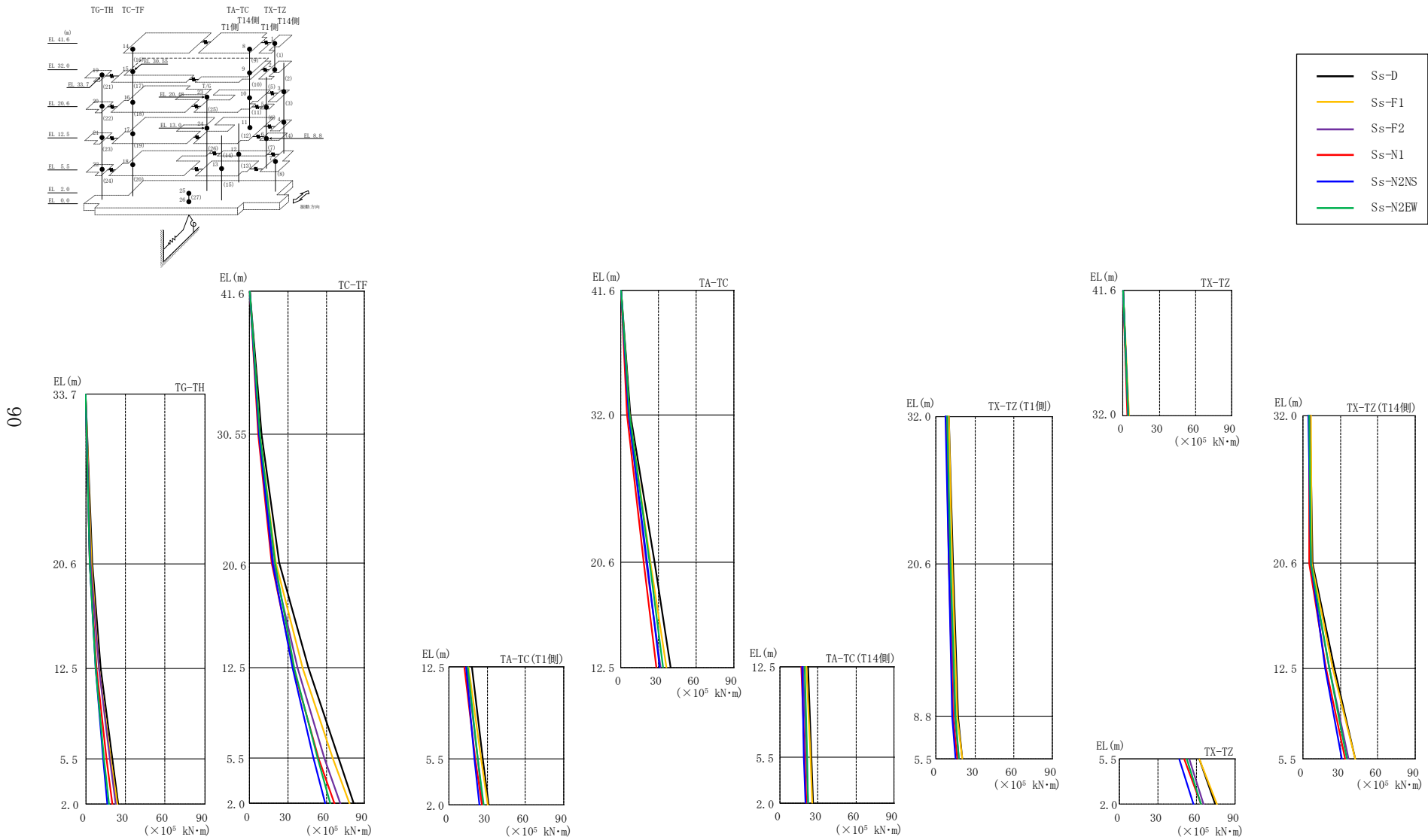


図 4-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , E W 方向)

表 4-10(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
TX-TZ	41.6~32.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			4.69	4.79	4.03	3.82	4.10	4.35	4.79
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	6.02	6.42	5.25	5.34	4.48	5.05	6.42
			7.54	7.30	6.06	5.00	6.23	6.65	7.54
	20.6~12.5	3	7.54	7.30	6.06	5.00	6.23	6.65	7.54
			25.1	24.0	21.1	18.8	17.8	21.1	25.1
12.5~5.5	4	25.1	24.0	21.1	18.8	17.8	21.1	25.1	
		41.9	41.9	36.6	34.3	31.3	35.1	41.9	
TX-TZ (T1側)	32.0~20.6	5	10.1	9.76	8.35	7.63	7.35	8.44	10.1
			13.0	12.4	10.7	9.89	9.73	11.1	13.0
	20.6~8.8	6	13.0	12.4	10.7	9.89	9.73	11.1	13.0
17.1			16.6	14.6	13.2	12.7	14.8	17.1	
8.8~5.5	7	17.1	16.6	14.6	13.2	12.7	14.8	17.1	
		20.2	20.2	17.4	16.4	15.2	17.5	20.2	
TX-TZ	5.5~2.0	8	62.1	62.1	54.0	50.3	46.5	52.5	62.1
			74.2	75.8	65.4	63.1	57.3	63.2	75.8
TA-TC	41.6~32.0	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			7.44	6.94	6.23	5.28	6.49	6.97	7.44
	32.0~20.6	10	7.44	6.94	6.23	5.28	6.49	6.97	7.44
26.9			23.5	20.3	18.1	21.0	22.9	26.9	
20.6~12.5	11	26.9	23.5	20.3	18.1	21.0	22.9	26.9	
		39.5	36.6	31.7	28.7	30.8	33.8	39.5	

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

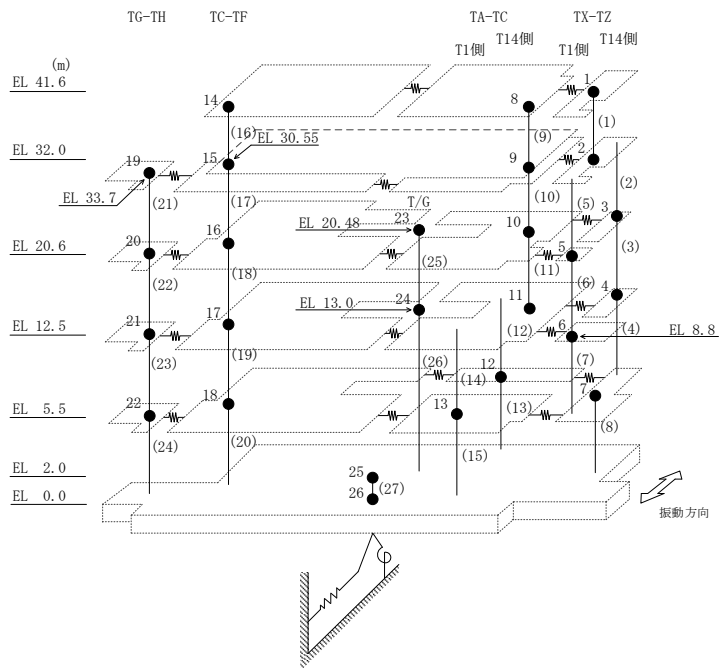


表 4-10(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)						最大値
			S <sub>s</sub> -D	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1	S <sub>s</sub> -N2NS	S <sub>s</sub> -N2EW	
TA-TC(T14側)	12.5~5.5	12	22.2	20.9	18.2	16.7	17.2	19.2	22.2
	5.5~2.0	13	25.0	23.8	20.9	19.2	18.9	21.1	25.0
TA-TC(T1側)	12.5~5.5	14	26.2	25.2	22.1	20.8	19.8	22.4	26.2
	5.5~2.0	15	17.8	15.7	13.9	12.0	13.7	14.7	17.8
TC-TF	41.6~30.55	16	26.6	25.5	22.5	20.7	20.0	22.7	26.6
	30.55~20.6	17	31.4	30.8	26.7	25.8	23.7	27.1	31.4
	20.6~12.5	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	12.5~5.5	19	9.53	8.06	7.40	6.64	7.17	8.30	9.53
	5.5~2.0	20	22.9	20.8	18.7	17.3	17.9	19.9	22.9
TG-TH	33.7~20.6	21	46.1	41.7	37.7	34.4	33.4	35.0	46.1
	20.6~12.5	22	46.1	41.7	37.7	34.4	33.4	35.0	46.1
	12.5~5.5	23	69.7	65.5	58.9	53.9	50.2	53.7	69.7
	5.5~2.0	24	69.7	65.5	58.9	53.9	50.2	53.7	69.7
TG-TH	33.7~20.6	21	81.7	78.4	71.2	66.4	59.3	63.0	81.7
	20.6~12.5	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	12.5~5.5	23	4.79	4.26	3.90	2.83	3.29	3.06	4.79
	5.5~2.0	24	4.79	4.26	3.90	2.83	3.29	3.06	4.79

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

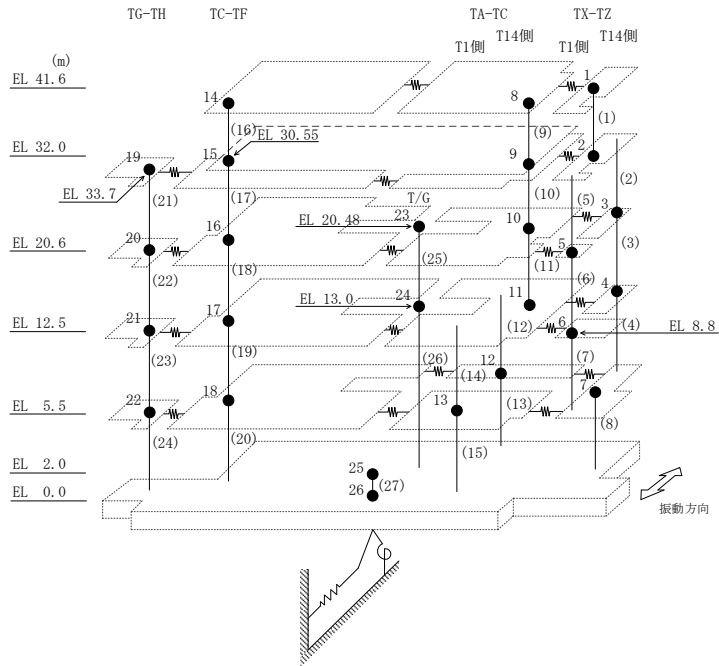
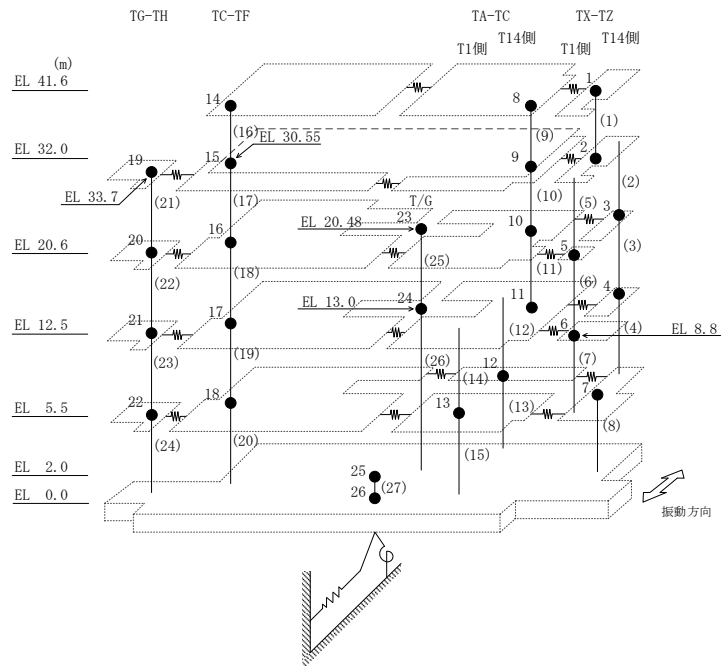


表 4-11 最大応答せん断ひずみ一覧（基準地震動 S s , E W 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )						最大値
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
TX-TZ	41.6~32.0	1	0.13	0.13	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	1.04	0.72	0.44	0.32	0.33	0.57	1.04
	20.6~12.5	3	0.41	0.34	0.21	0.18	0.16	0.18	0.41
	12.5~5.5	4	0.57	0.54	0.39	0.39	0.23	0.29	0.57
TX-TZ (T1側)	32.0~20.6	5	0.60	0.38	0.20	0.17	0.21	0.28	0.60
	20.6~8.8	6	0.96	0.87	0.60	0.53	0.38	0.56	0.96
	8.8~5.5	7	0.10	0.10	0.09	0.09	0.07	0.08	0.10
TX-TZ	5.5~2.0	8	0.21	0.20	0.17	0.19	0.16	0.16	0.21
TA-TC	41.6~32.0	9	0.36	0.27	0.19	0.16	0.20	0.25	0.36
	32.0~20.6	10	0.58	0.37	0.21	0.18	0.20	0.27	0.58
	20.6~12.5	11	0.59	0.51	0.35	0.28	0.22	0.32	0.59
TA-TC (T14側)	12.5~5.5	12	0.45	0.42	0.32	0.28	0.21	0.24	0.45
	5.5~2.0	13	0.41	0.43	0.30	0.39	0.26	0.23	0.43
TA-TC (T1側)	12.5~5.5	14	0.48	0.44	0.34	0.34	0.23	0.26	0.48
	5.5~2.0	15	0.36	0.34	0.24	0.28	0.22	0.21	0.36
TC-TF	41.6~30.55	16	0.60	0.32	0.23	0.19	0.21	0.32	0.60
	30.55~20.6	17	0.48	0.37	0.24	0.19	0.20	0.24	0.48
	20.6~12.5	18	0.16	0.15	0.13	0.11	0.11	0.12	0.16
	12.5~5.5	19	0.63	0.63	0.50	0.43	0.21	0.30	0.63
	5.5~2.0	20	0.44	0.35	0.28	0.35	0.21	0.21	0.44
TG-TH	33.7~20.6	21	0.16	0.14	0.13	0.09	0.11	0.10	0.16
	20.6~12.5	22	0.22	0.19	0.19	0.15	0.13	0.14	0.22
	12.5~5.5	23	0.49	0.48	0.33	0.30	0.16	0.19	0.49
	5.5~2.0	24	0.44	0.39	0.27	0.35	0.16	0.19	0.44

注：ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 E W の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



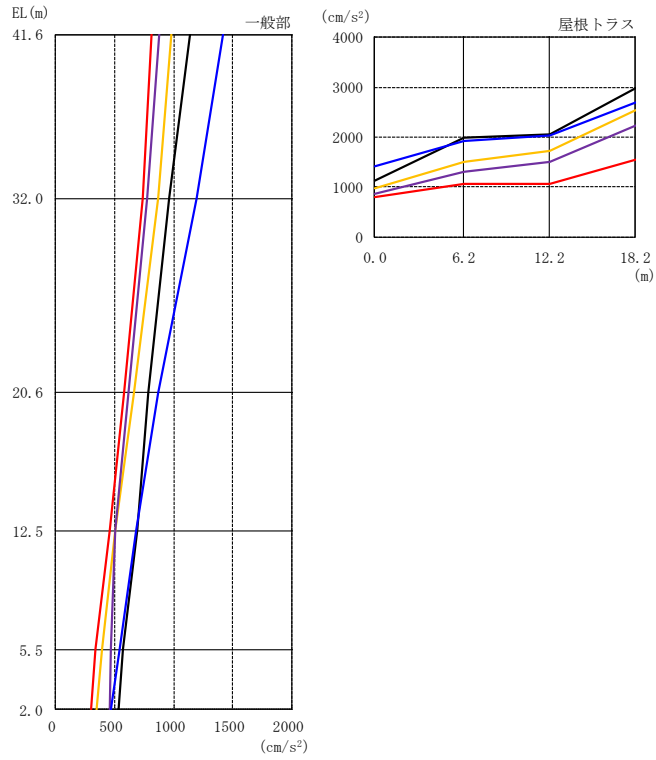


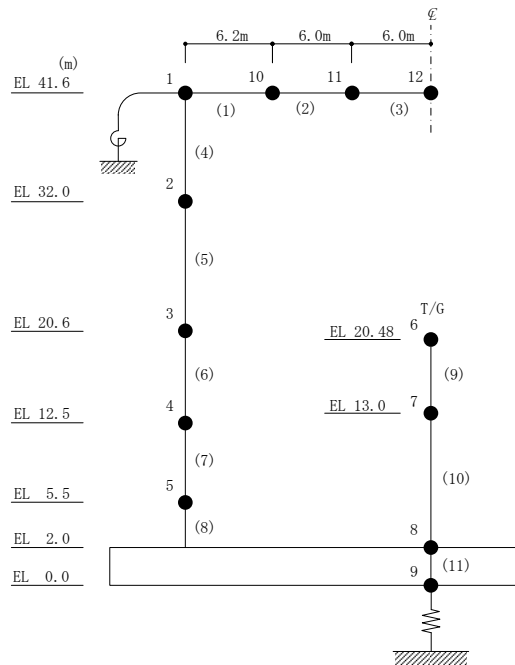
図 4-12 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	最大値
一般部	41.6	1	1139	983	874	808	1413	1413
	32.0	2	956	872	771	736	1193	1193
	20.6	3	787	661	615	578	863	863
	12.5	4	690	504	504	459	680	690
	5.5	5	571	396	468	337	541	571
	2.0	8	535	349	458	298	467	535
屋根 トラス	0.0	1	1139	983	874	808	1413	1413
	6.2	10	2000	1499	1302	1054	1915	2000
	12.2	11	2060	1716	1507	1066	2038	2060
	18.2	12	2975	2539	2242	1553	2697	2975

注：ハッチングは  $S_s$ -D～ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは端部からの距離を示す。





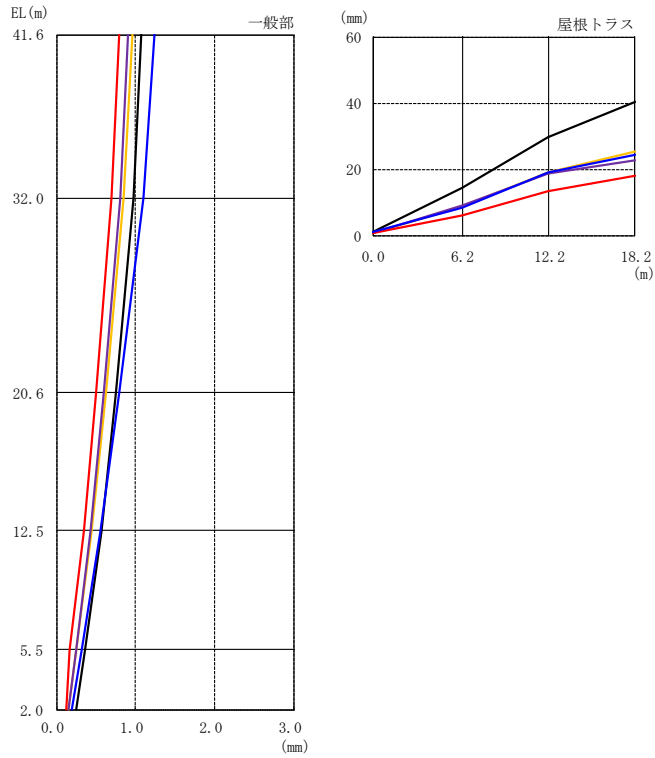
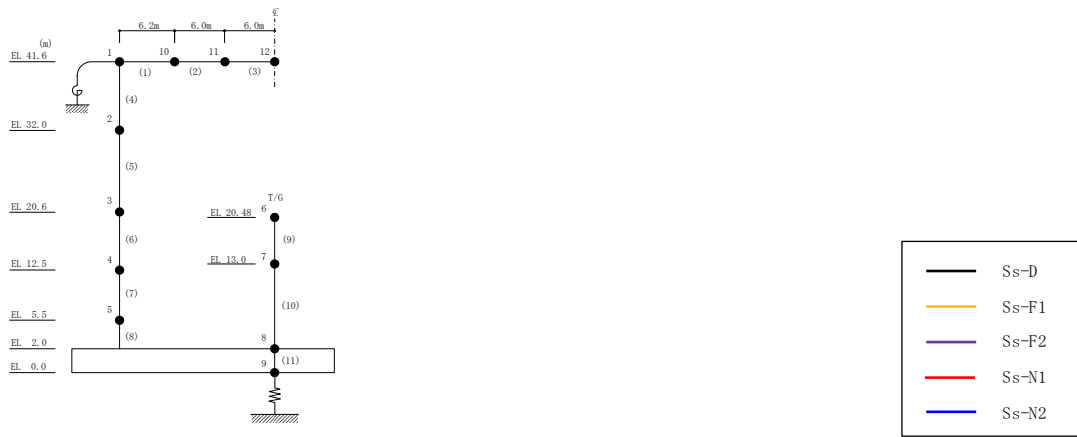


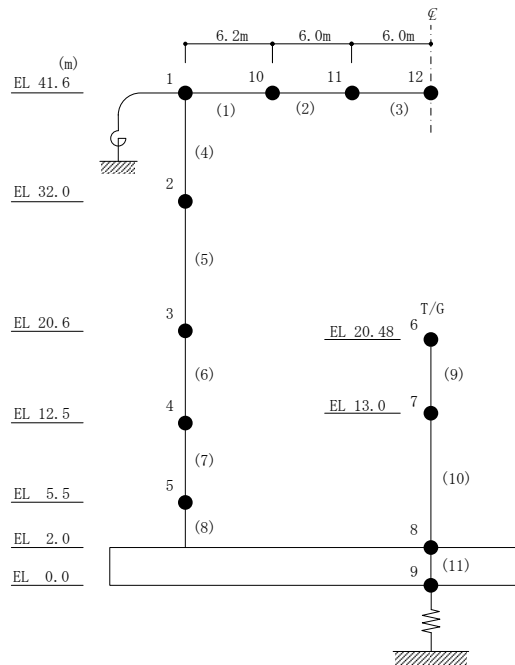
図 4-13 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)

表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)					最大値
			$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	
一般部	41.6	1	1.08	0.96	0.90	0.79	1.24	1.24
	32.0	2	0.98	0.85	0.80	0.70	1.10	1.10
	20.6	3	0.76	0.62	0.59	0.50	0.79	0.79
	12.5	4	0.57	0.44	0.43	0.35	0.55	0.57
	5.5	5	0.36	0.25	0.25	0.17	0.32	0.36
	2.0	8	0.25	0.15	0.16	0.12	0.19	0.25
屋根 トラス	0.0	1	1.08	0.96	0.90	0.79	1.24	1.24
	6.2	10	14.30	8.72	9.10	5.97	8.63	14.30
	12.2	11	29.92	19.12	18.80	13.37	19.10	29.92
	18.2	12	40.52	25.61	22.86	18.02	24.58	40.52

注：ハッチングは  $S_s$ -D～ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは端部からの距離を示す。



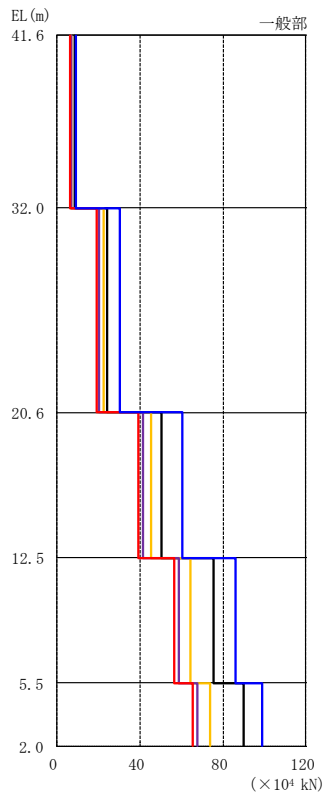
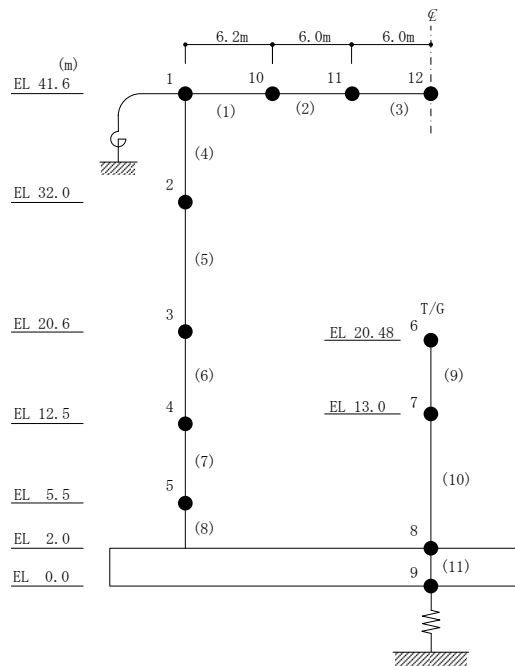


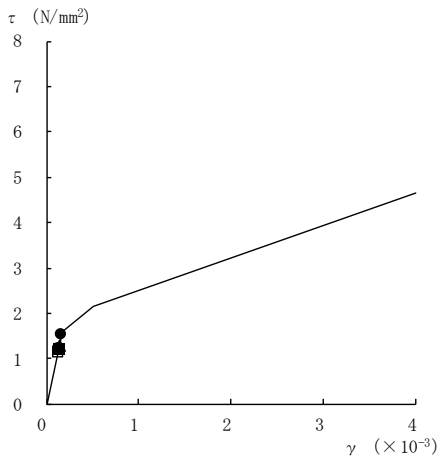
図 4-14 最大応答軸力 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

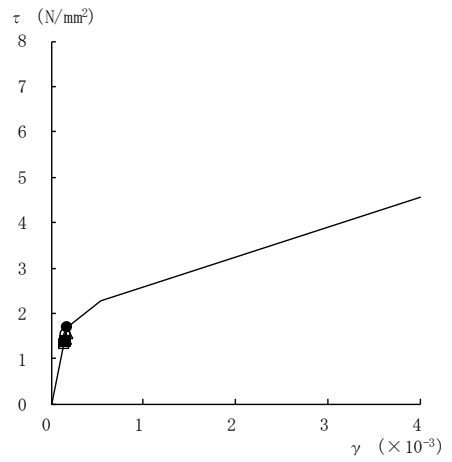
部位	EL (m)	要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)					
			Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	最大値
一般部	41.6~32.0	4	8.65	7.03	6.68	6.07	9.22	9.22
	32.0~20.6	5	24.2	22.4	20.3	19.1	30.2	30.2
	20.6~12.5	6	50.5	45.3	41.1	39.4	60.6	60.6
	12.5~5.5	7	75.6	64.1	58.6	56.5	85.8	85.8
	5.5~2.0	8	89.7	73.7	67.9	65.2	98.8	98.8

注：ハッチングは  $S_s - D \sim S_s - N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

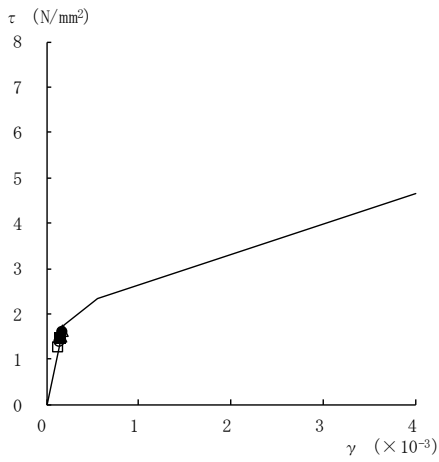




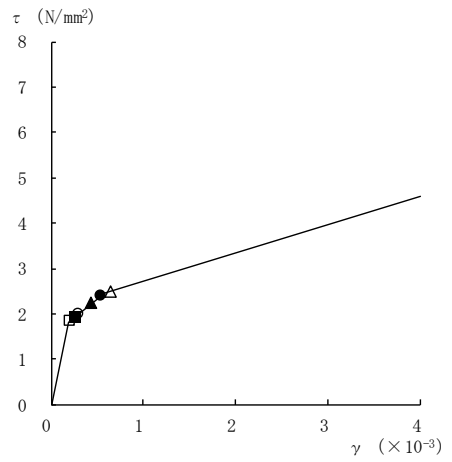
要素番号 (1)



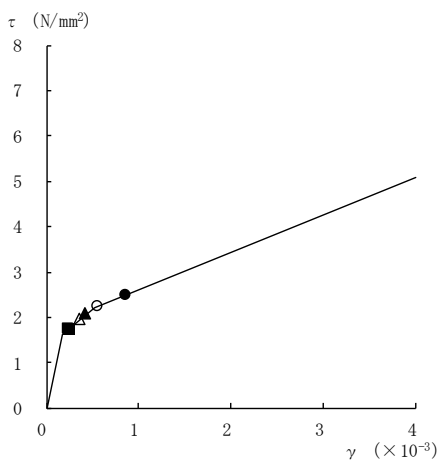
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

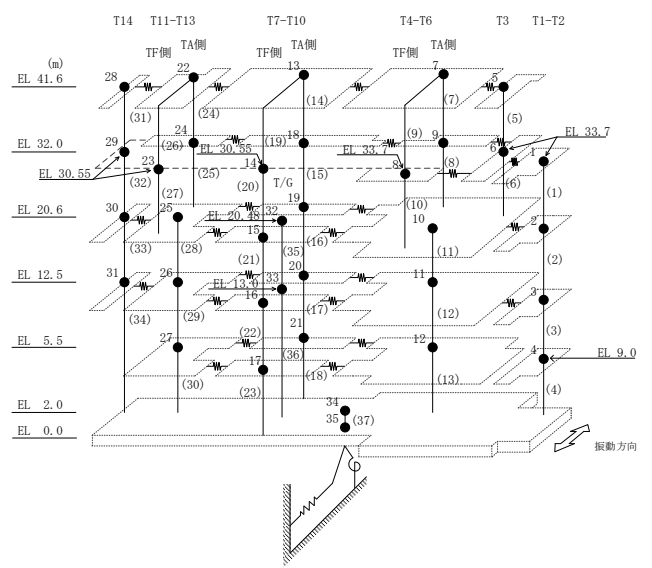
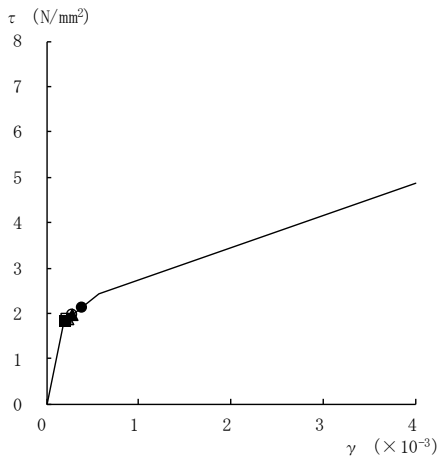
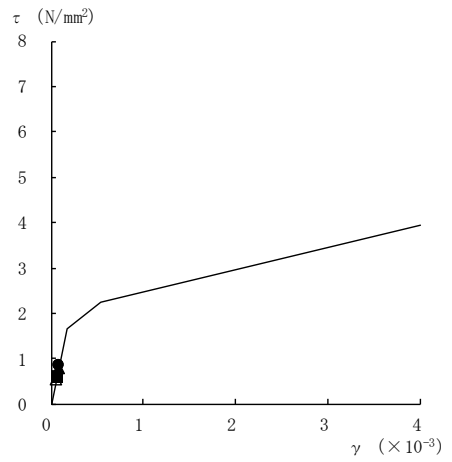


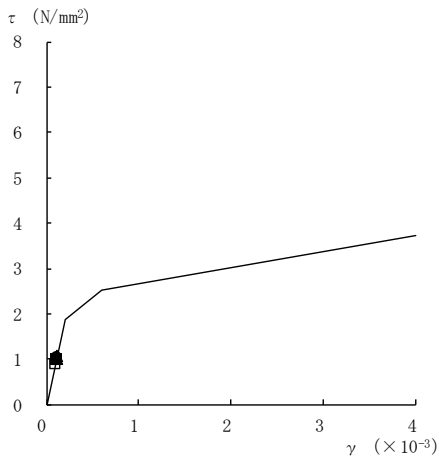
図 4-15(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S s, NS 方向)



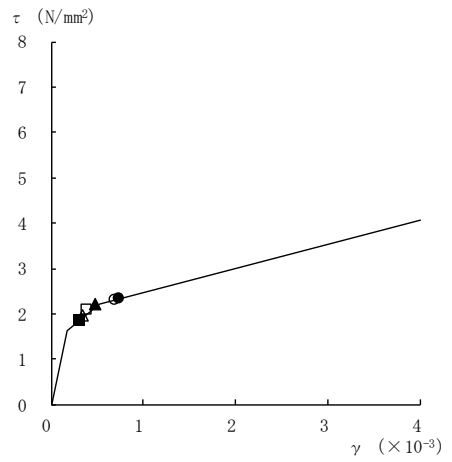
要素番号 (6)



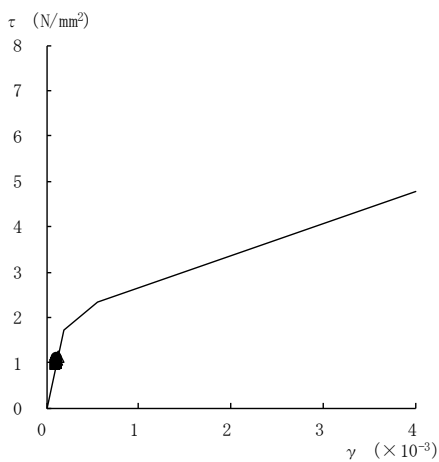
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (10)



要素番号 (11)

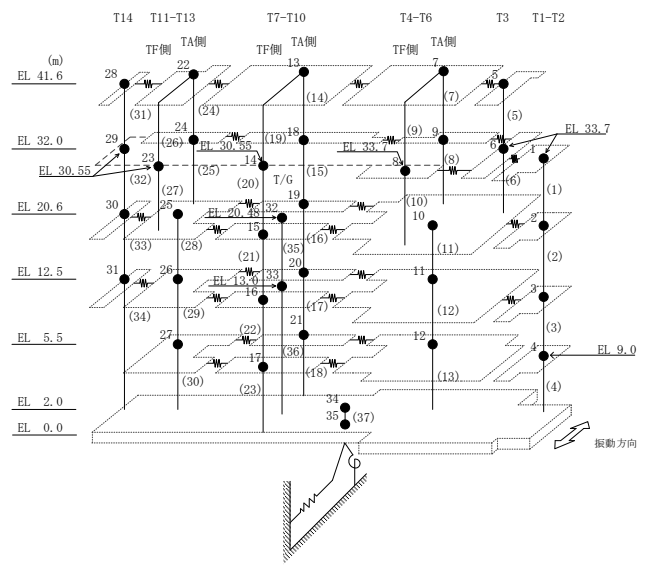
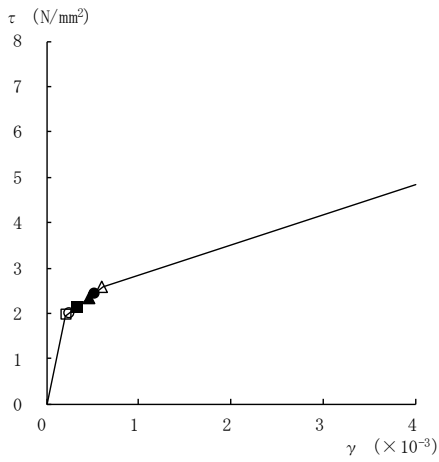
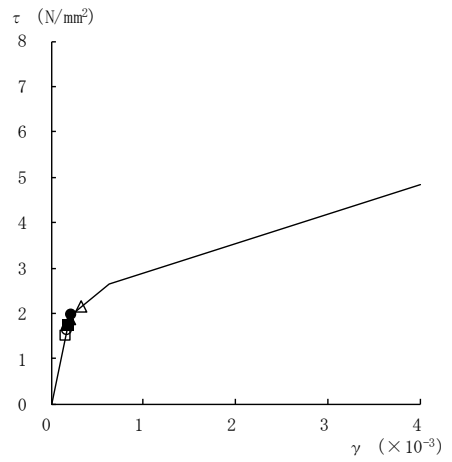


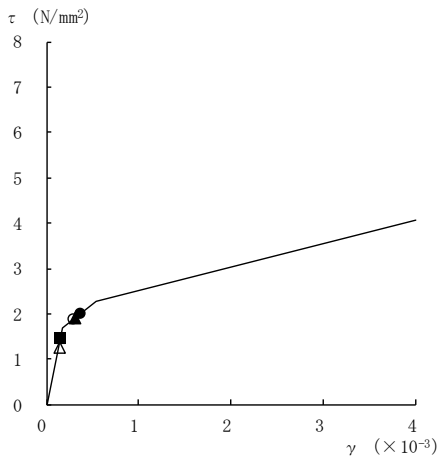
図 4-15(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



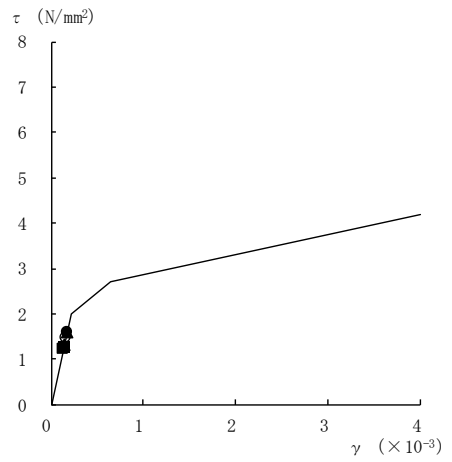
要素番号 (12)



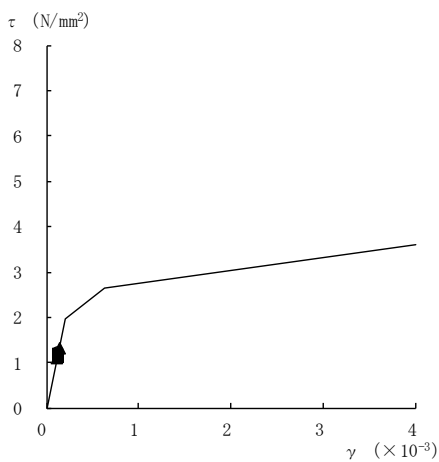
要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)

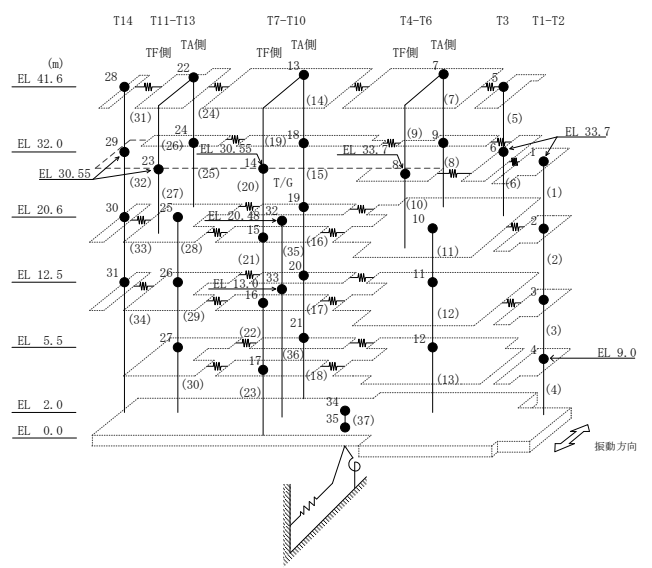
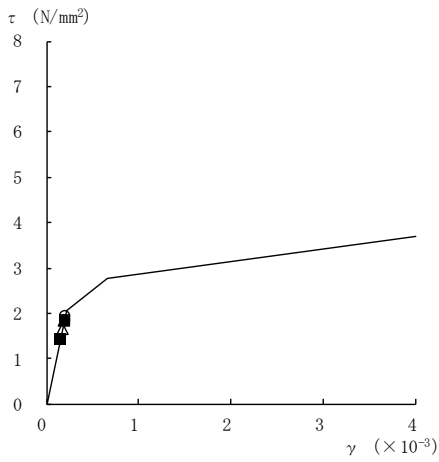
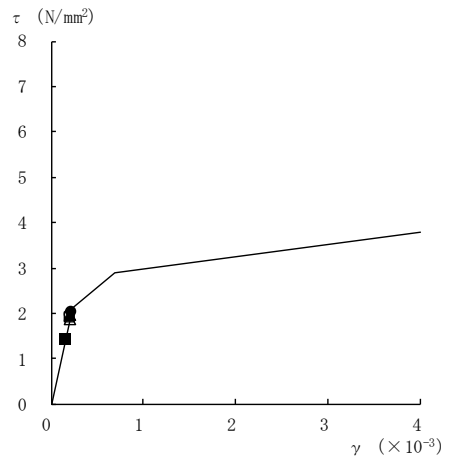


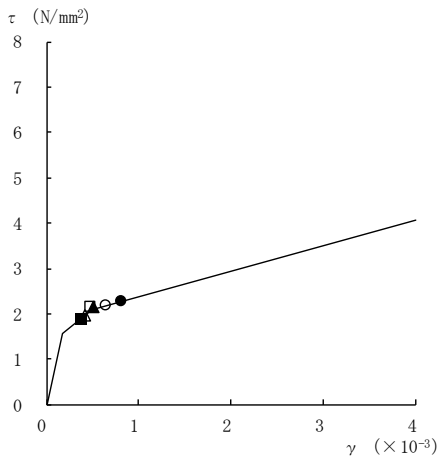
図 4-15(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



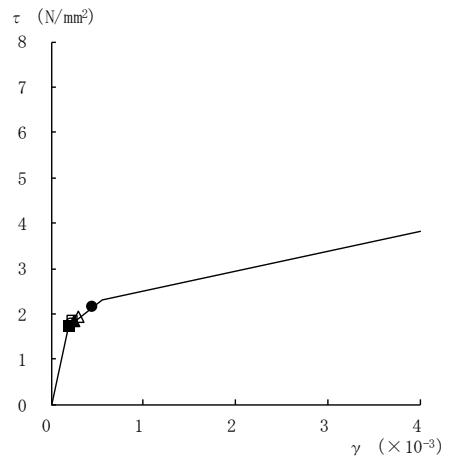
要素番号 (17)



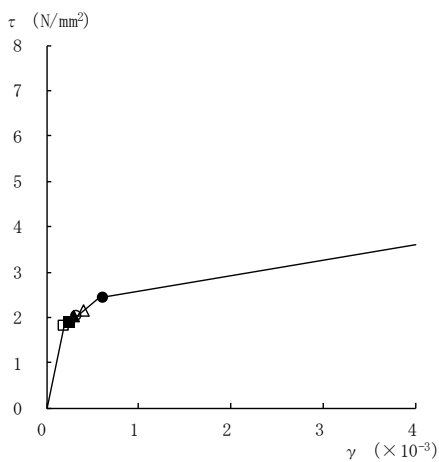
要素番号 (18)



要素番号 (21)



要素番号 (22)



要素番号 (23)

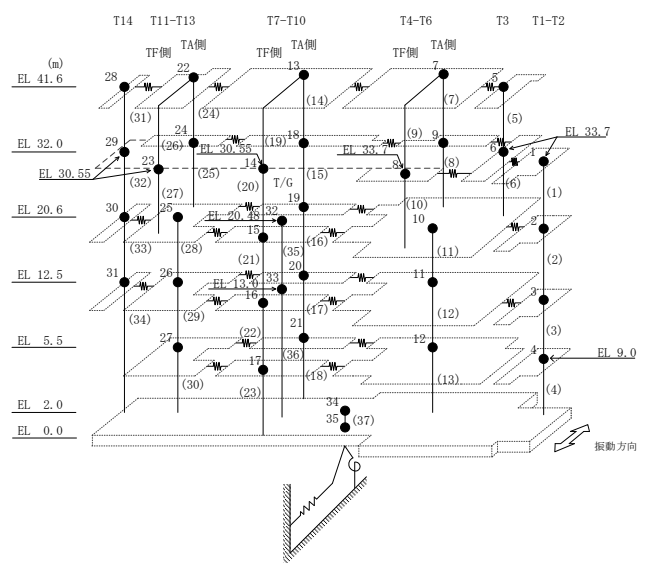
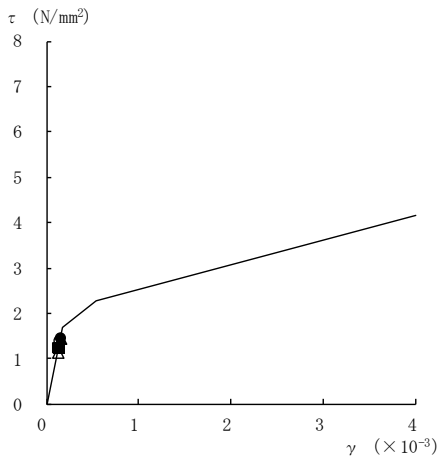
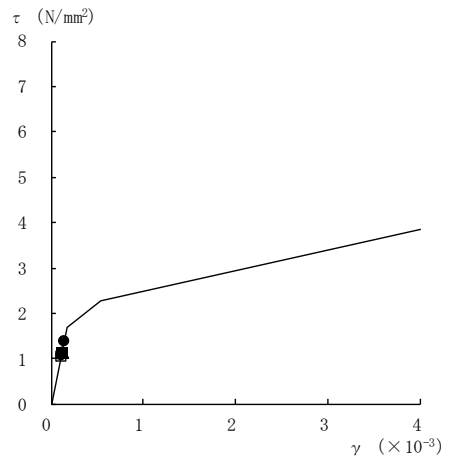


図 4-15(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

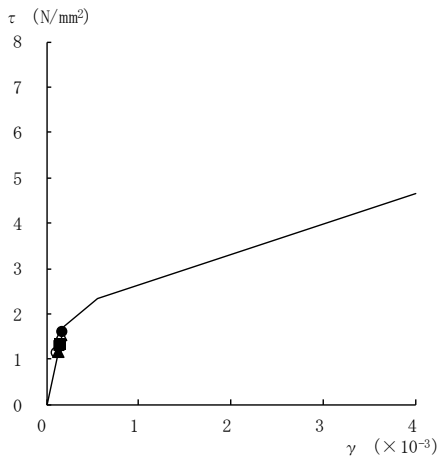




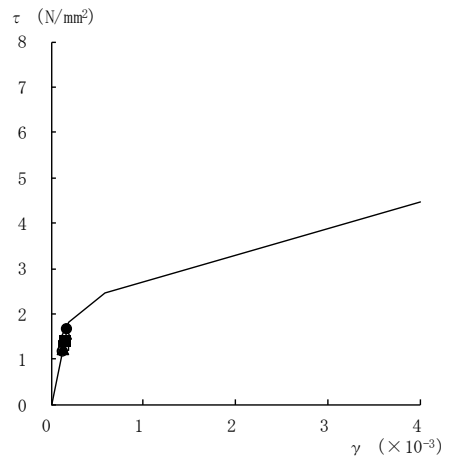
要素番号 (24)



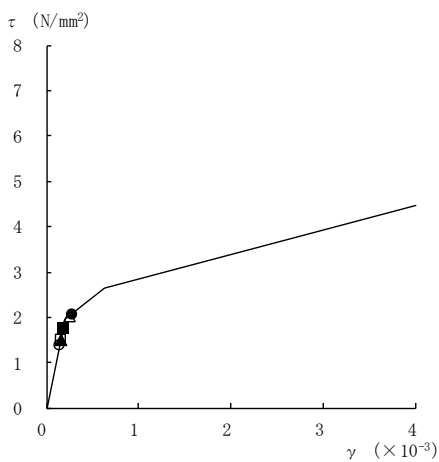
要素番号 (25)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

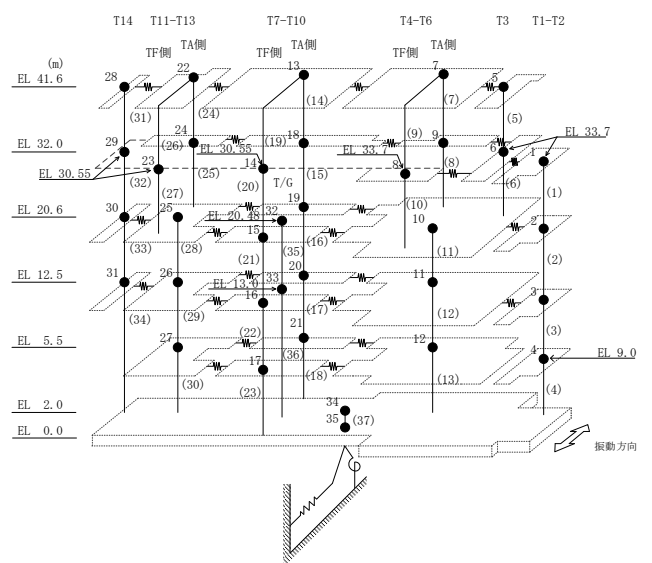
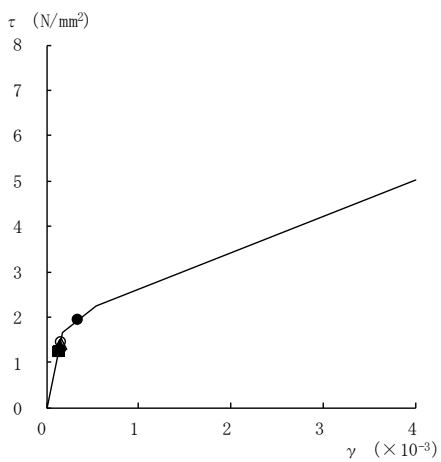
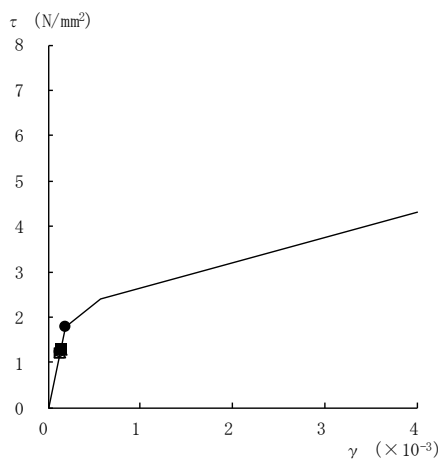


図 4-15(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

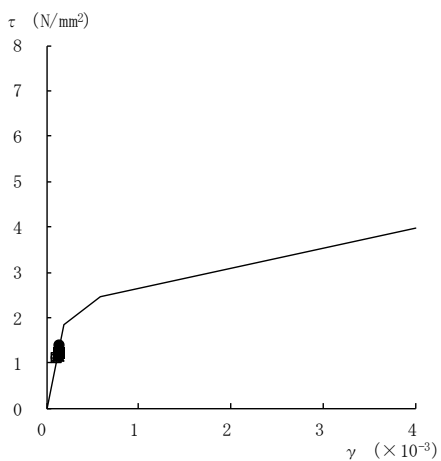
● S<sub>S</sub>-D   ○ S<sub>S</sub>-F1   ▲ S<sub>S</sub>-F2   △ S<sub>S</sub>-N1   ■ S<sub>S</sub>-N2NS   □ S<sub>S</sub>-N2EW



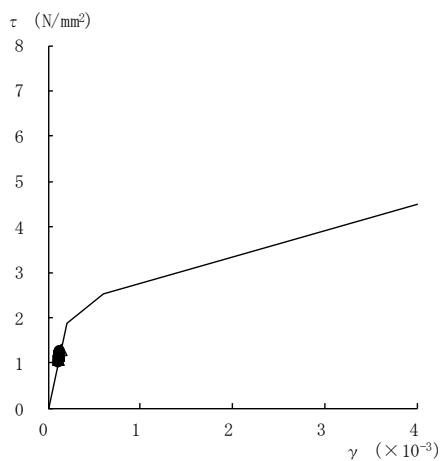
要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)



要素番号 (34)

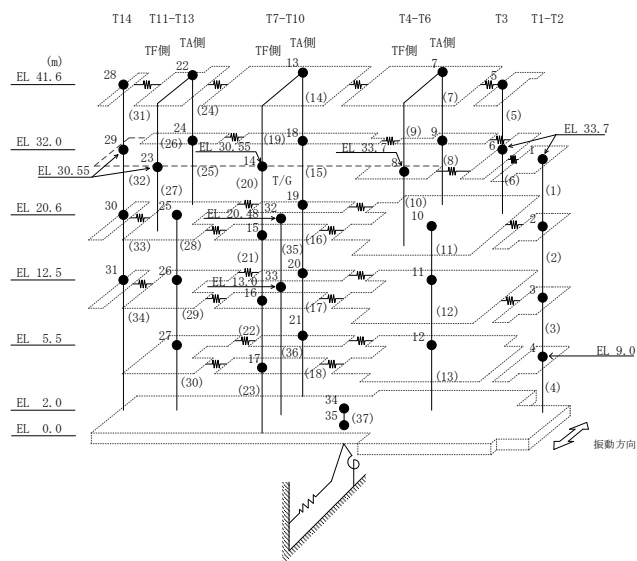
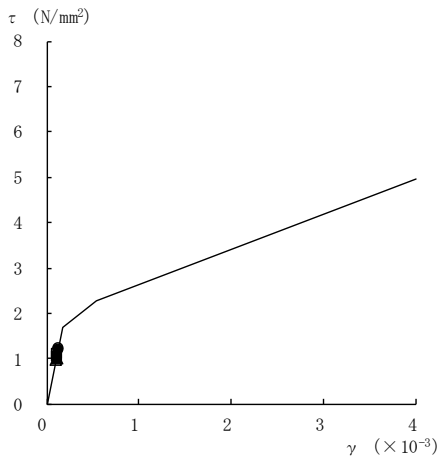
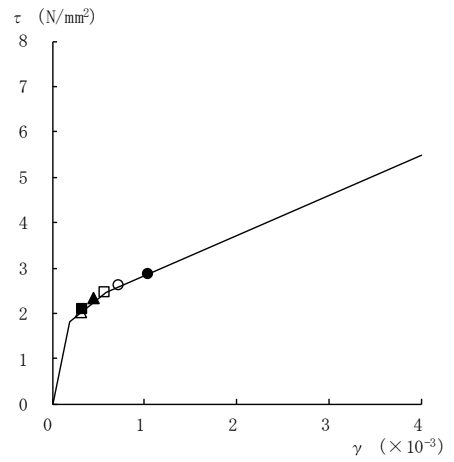


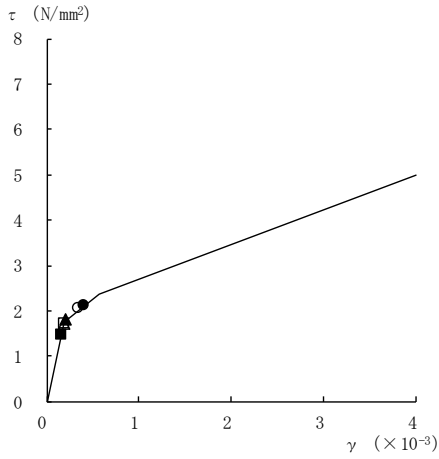
図 4-15(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



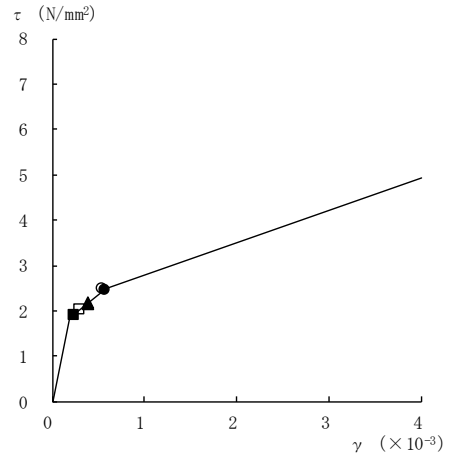
要素番号 (1)



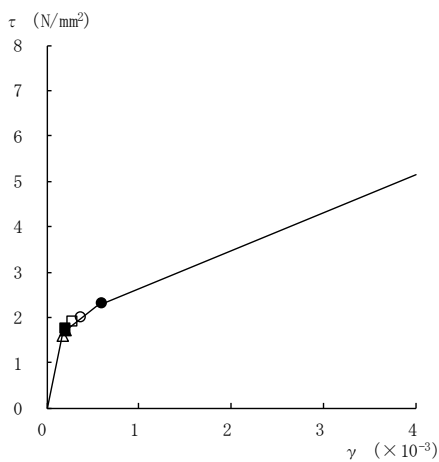
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

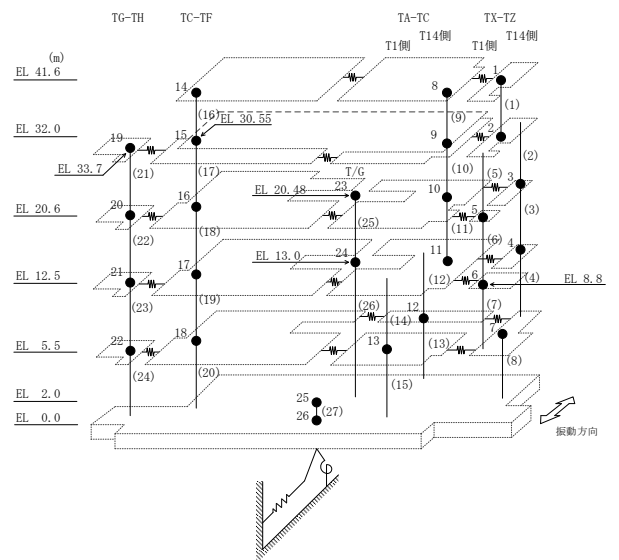
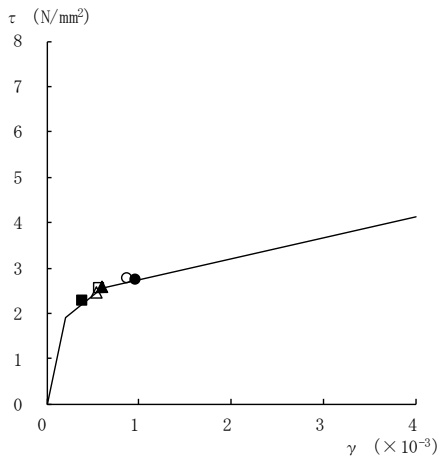
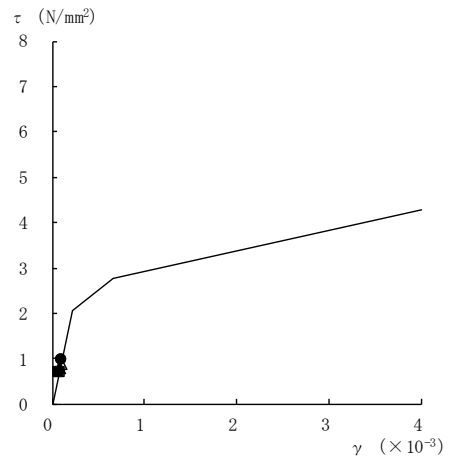


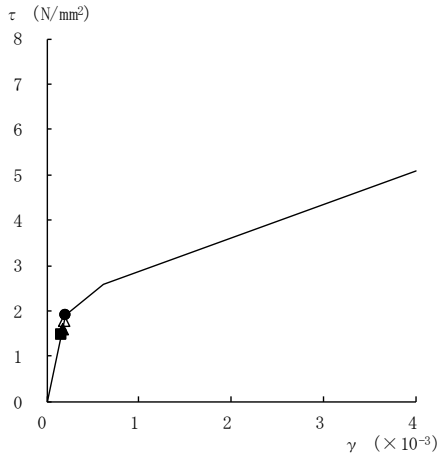
図 4-16(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



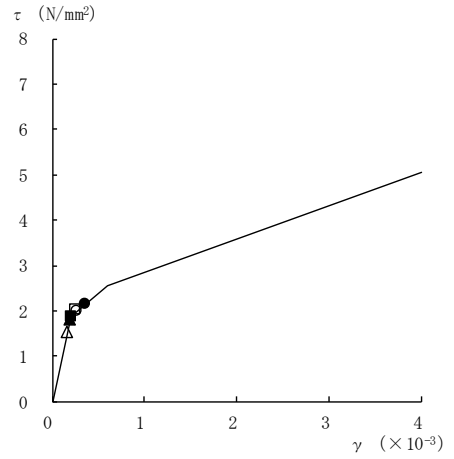
要素番号 (6)



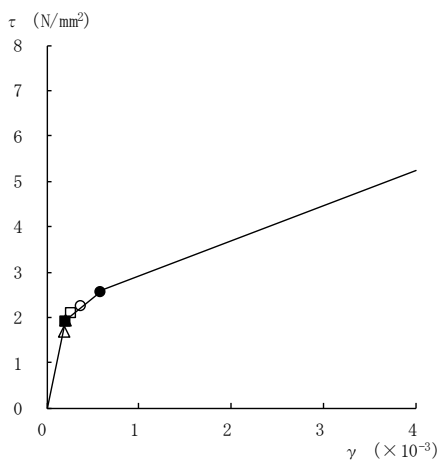
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

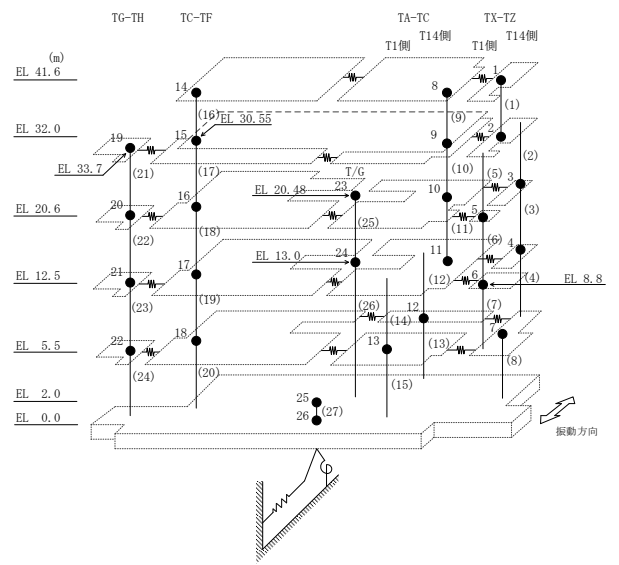
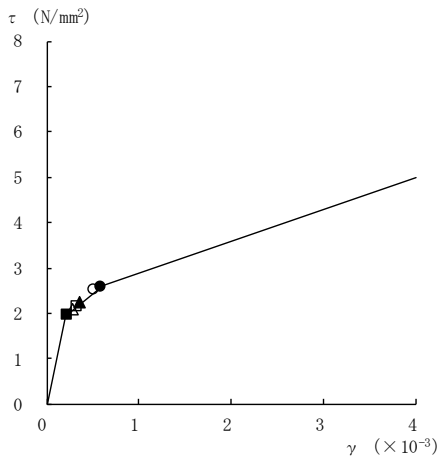
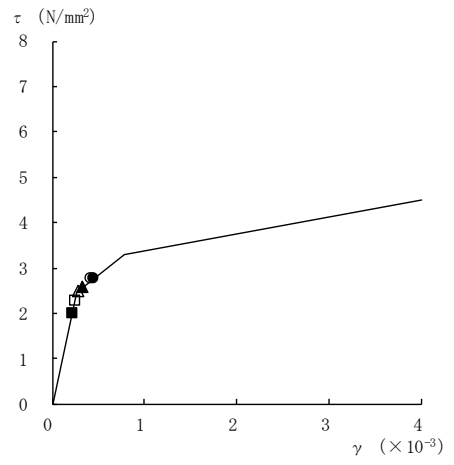


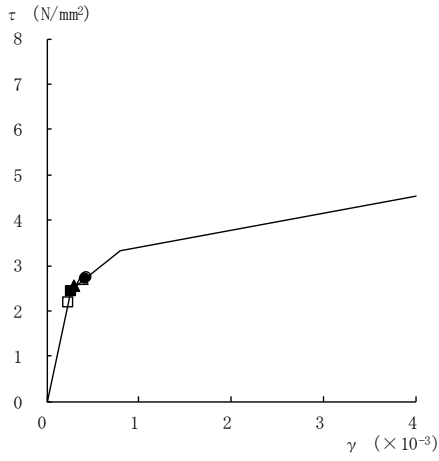
図 4-16(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



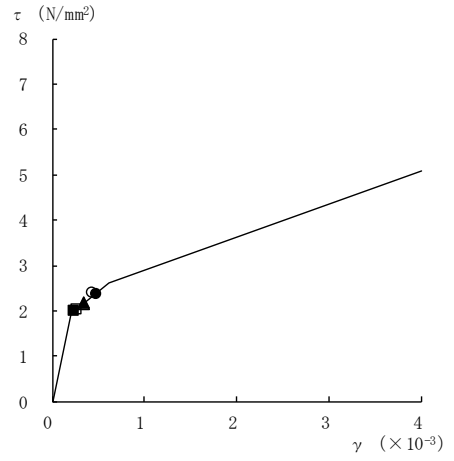
要素番号 (11)



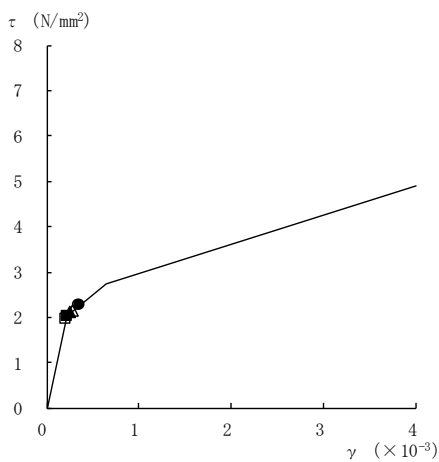
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

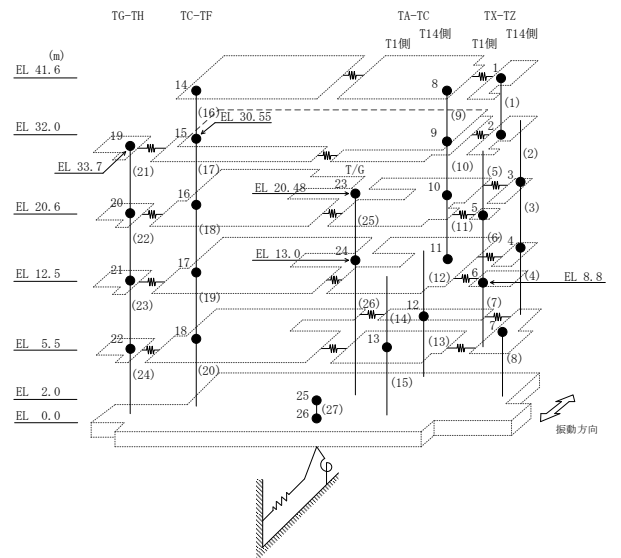
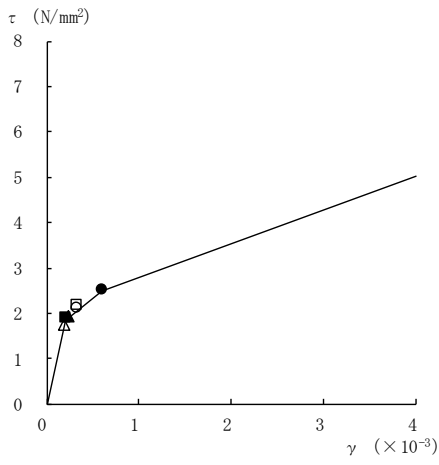
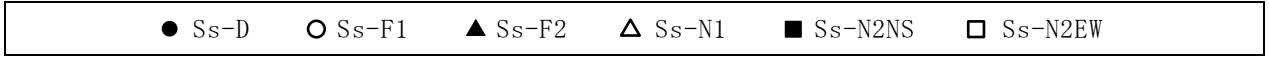
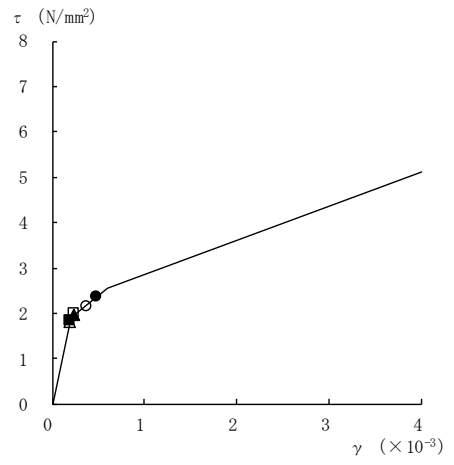


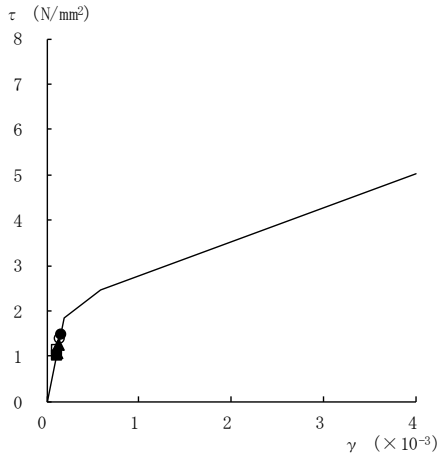
図 4-16(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



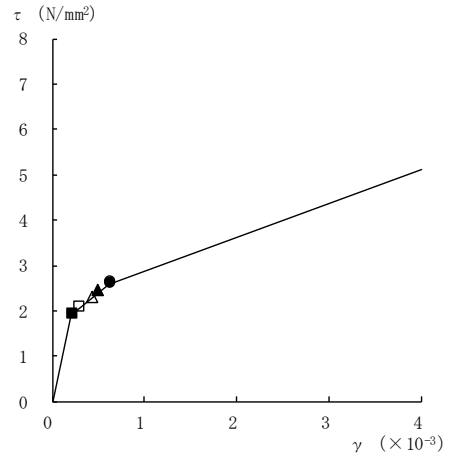
要素番号 (16)



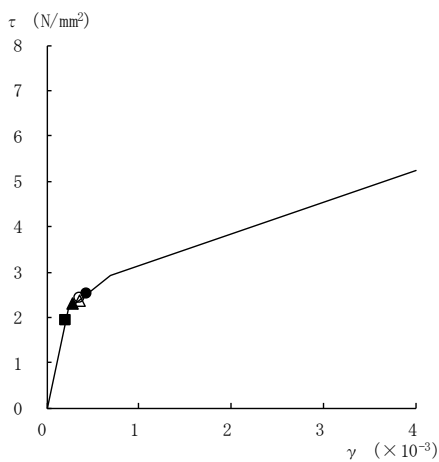
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

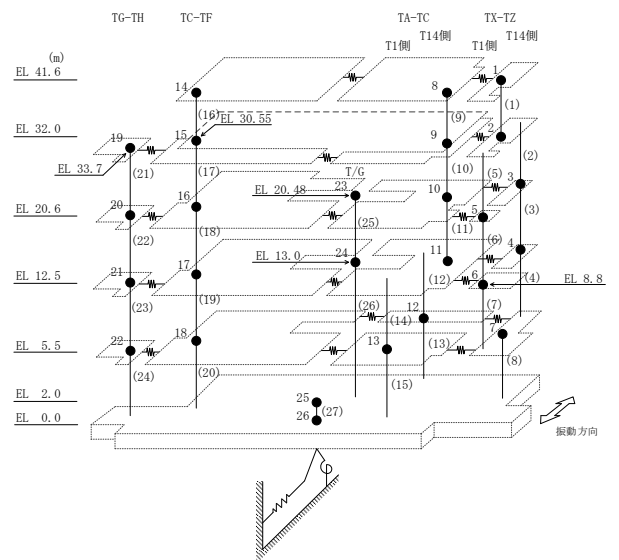
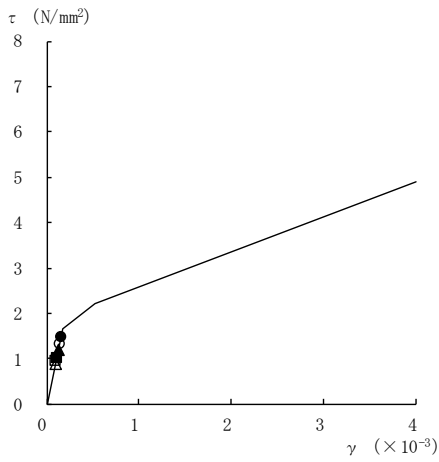
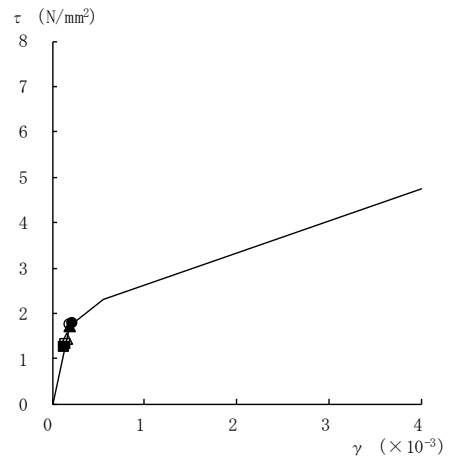


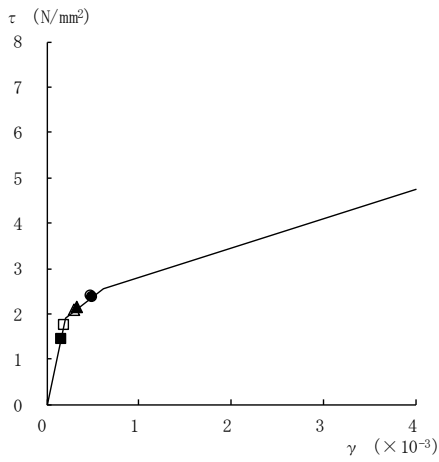
図 4-16(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



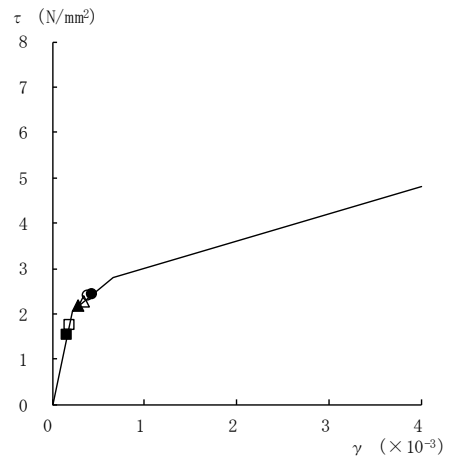
要素番号 (21)



要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)

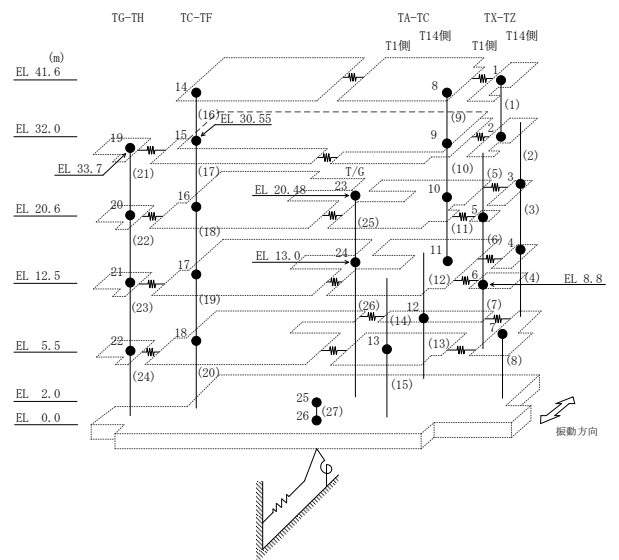
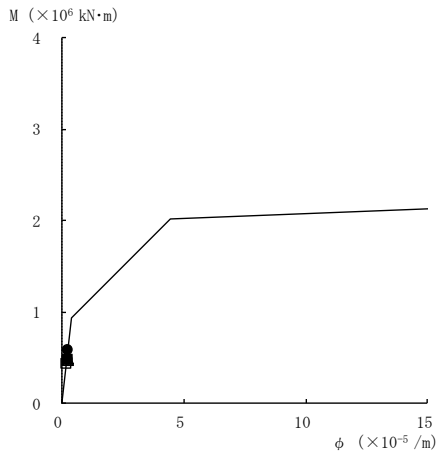
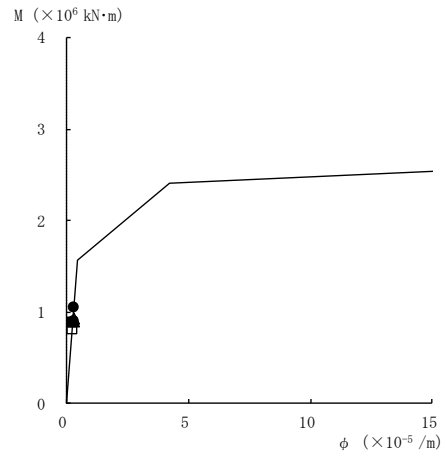


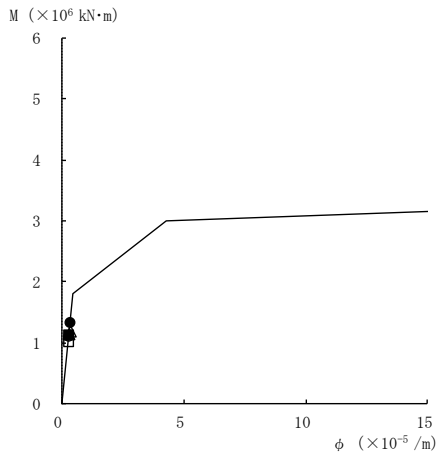
図 4-16(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



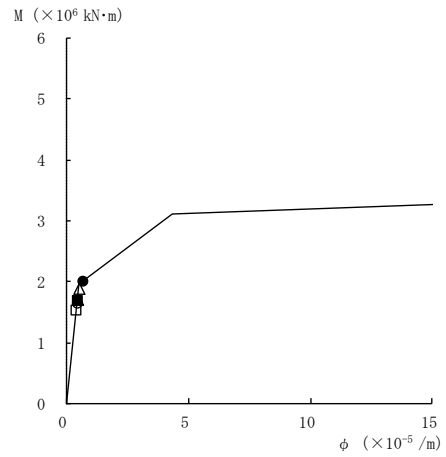
要素番号 (1)



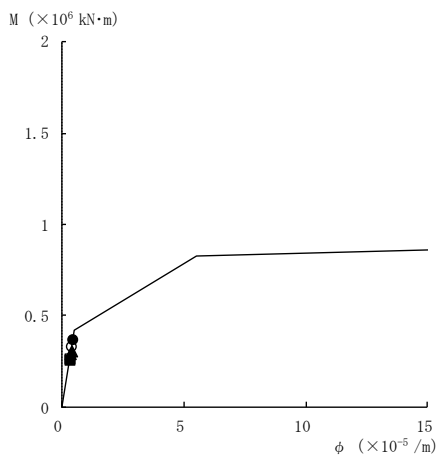
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

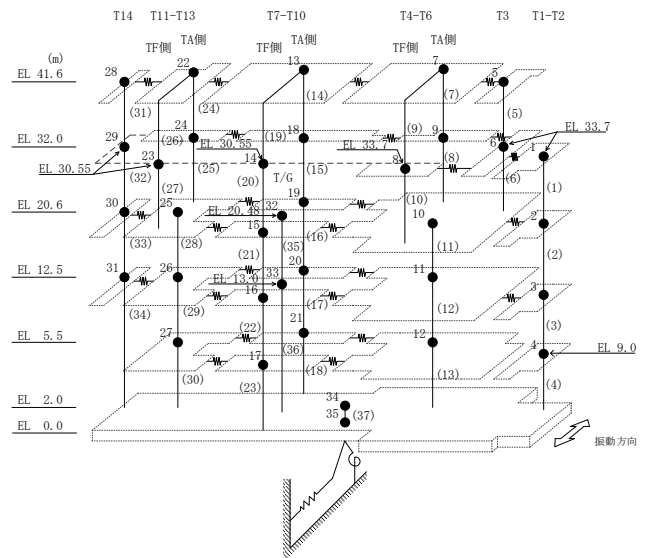
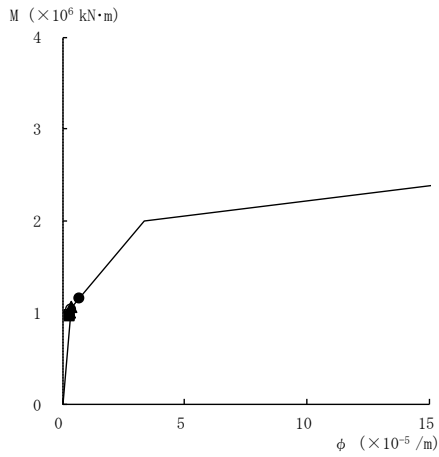
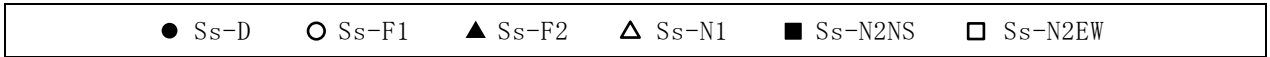
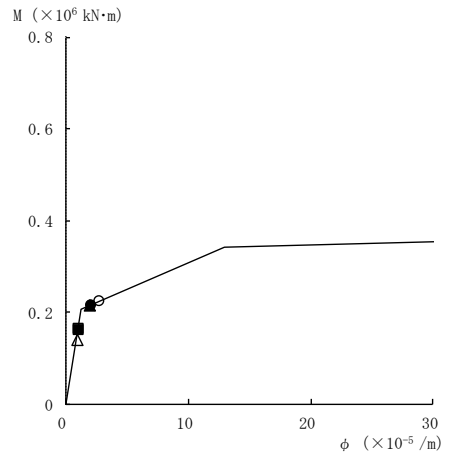


図 4-17(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

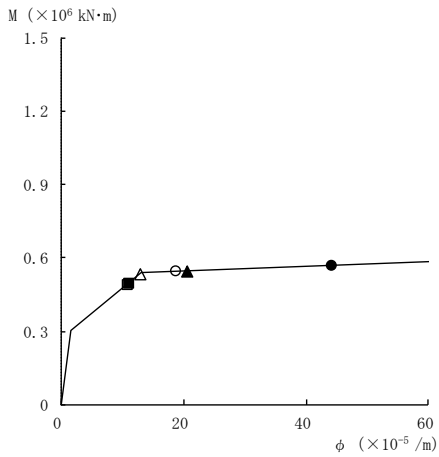




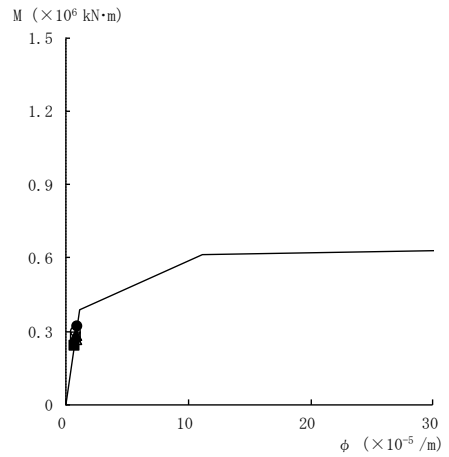
要素番号 (6)



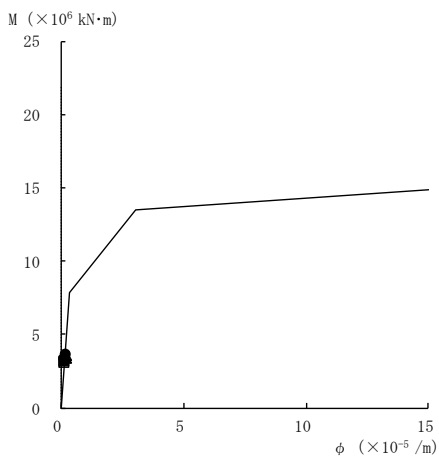
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (10)



要素番号 (11)

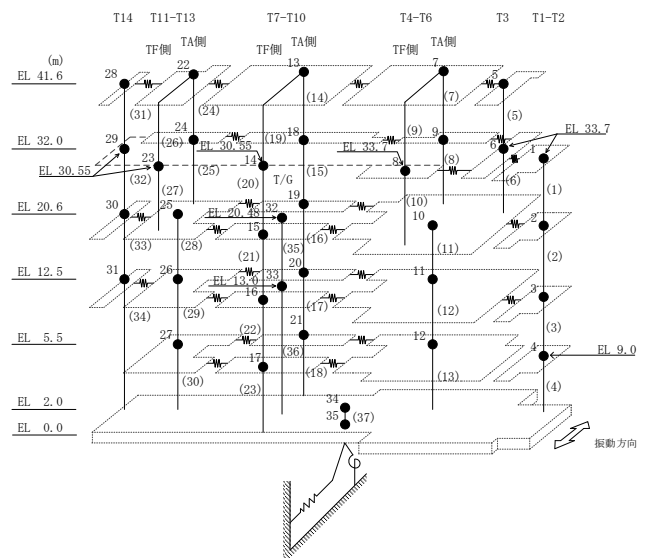
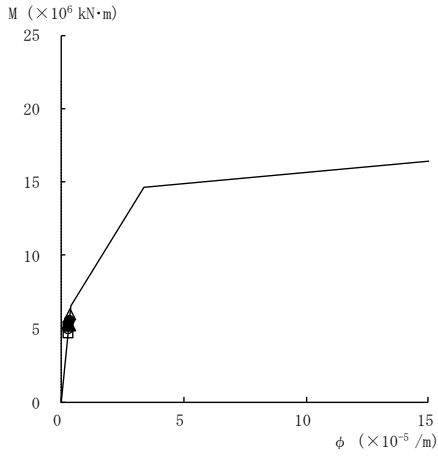
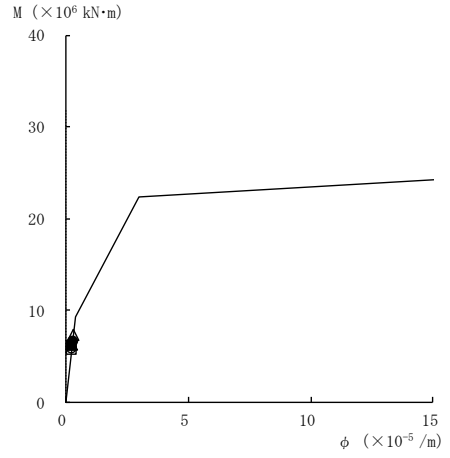


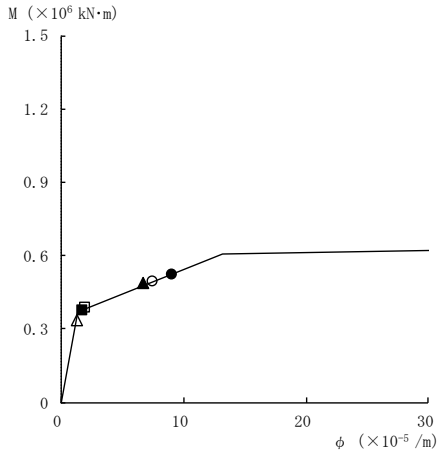
図 4-17(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



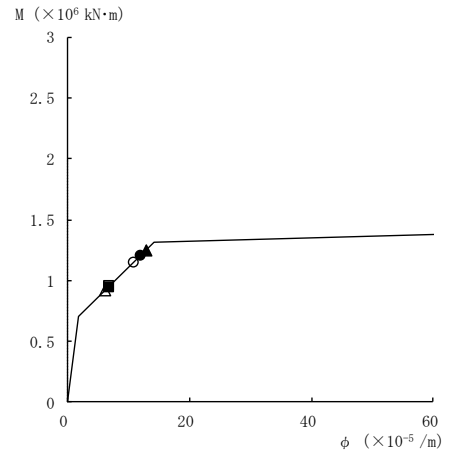
要素番号 (12)



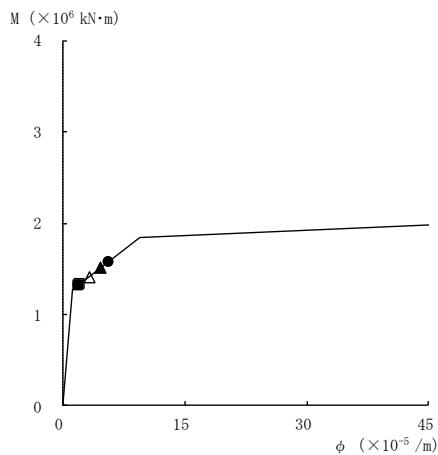
要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)

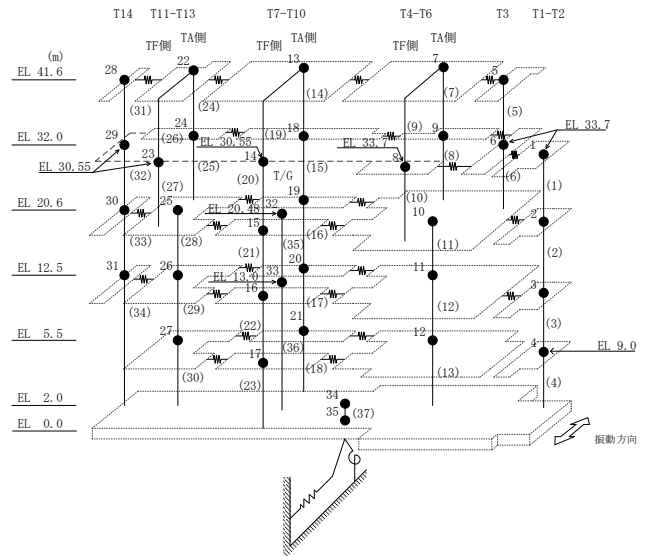
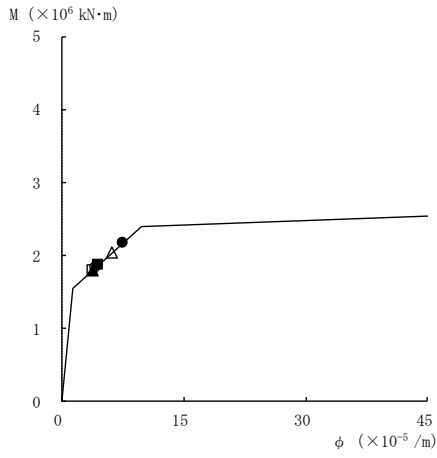
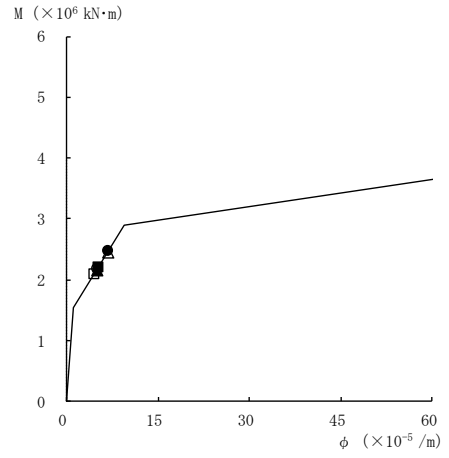


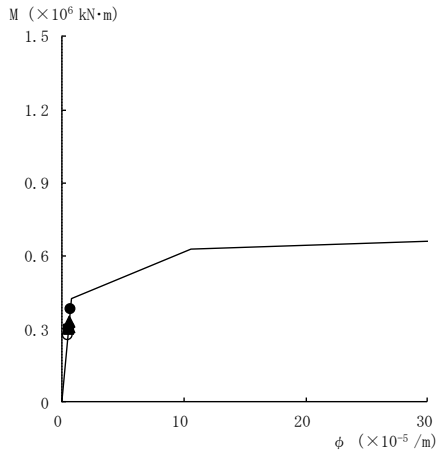
図 4-17(3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



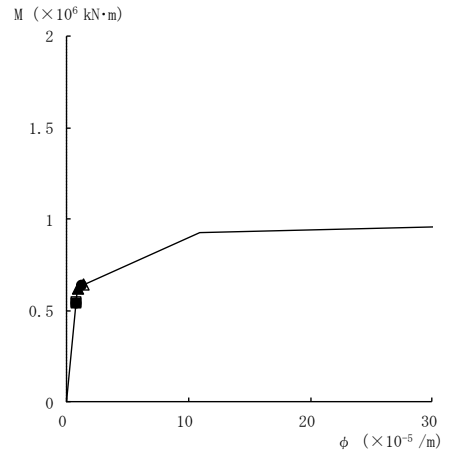
要素番号 (17)



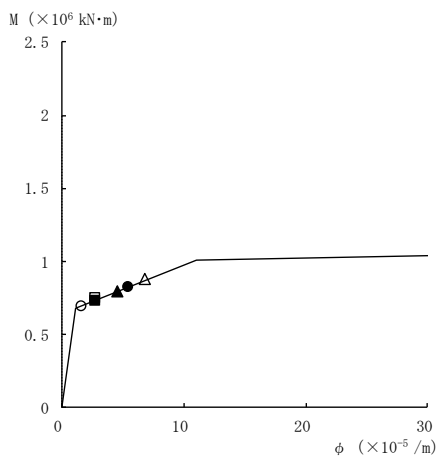
要素番号 (18)



要素番号 (21)



要素番号 (22)



要素番号 (23)

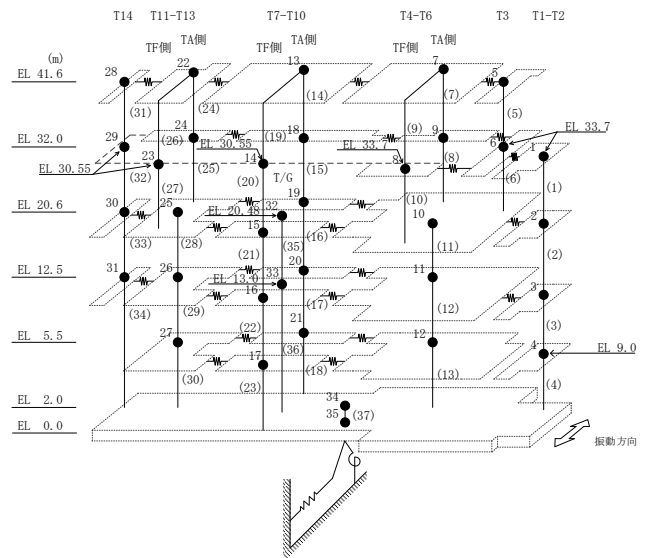
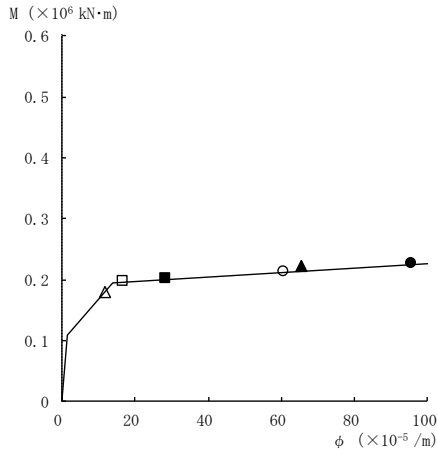
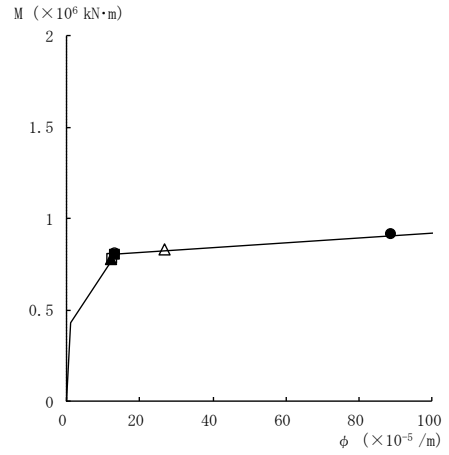


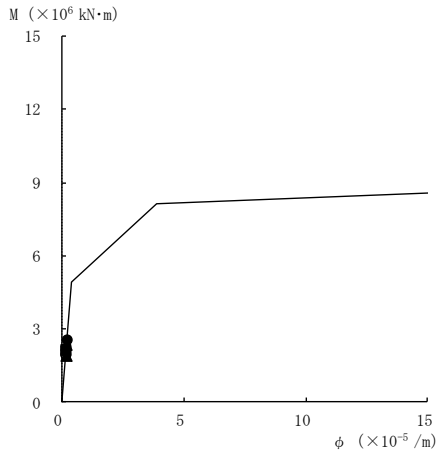
図 4-17(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



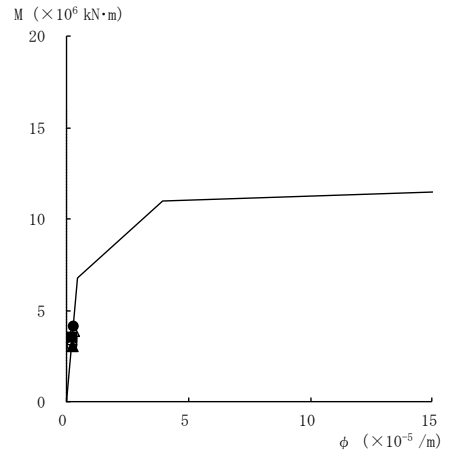
要素番号 (24)



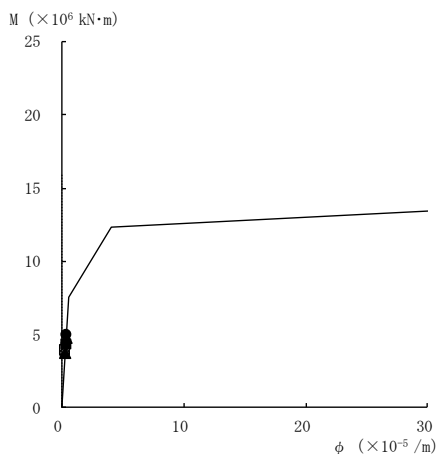
要素番号 (25)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

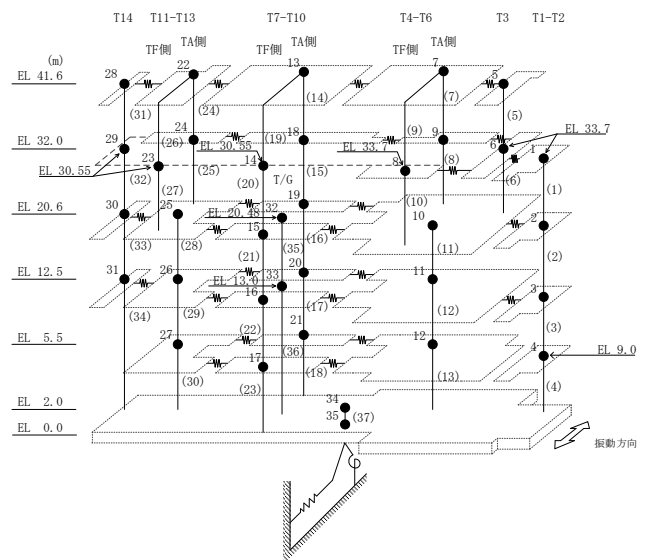
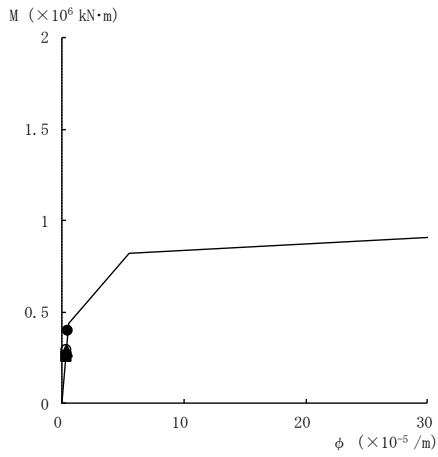
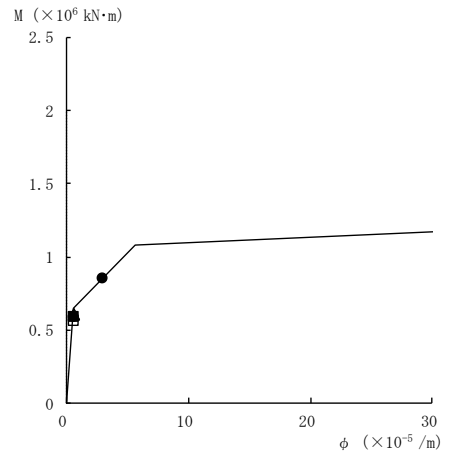


図 4-17(5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

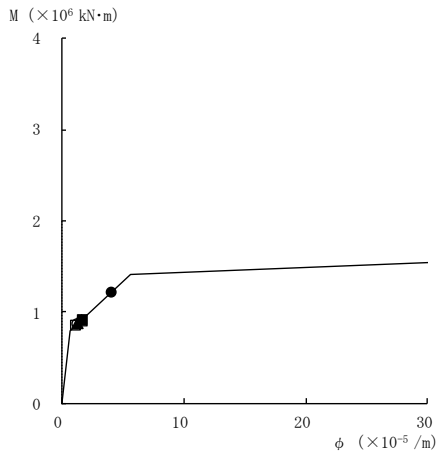
● S<sub>S</sub>-D    ○ S<sub>S</sub>-F1    ▲ S<sub>S</sub>-F2    △ S<sub>S</sub>-N1    ■ S<sub>S</sub>-N2NS    □ S<sub>S</sub>-N2EW



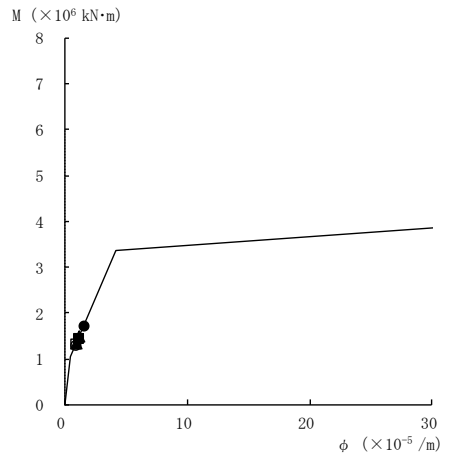
要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)



要素番号 (34)

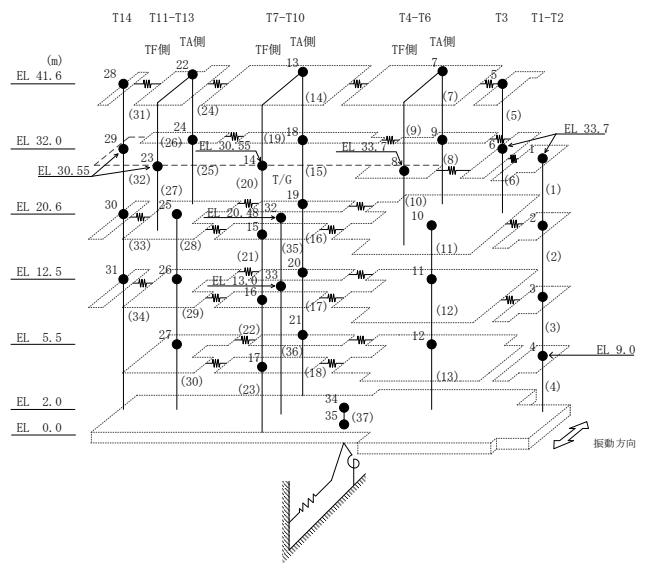


図 4-17(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.623	21.5	99.8
$S_s - F1$	0.523	15.0	100
$S_s - F2$	0.558	17.7	100
$S_s - N1$	0.640	24.7	92.3
$S_s - N2NS$	0.621	21.1	100
$S_s - N2EW$	0.593	18.9	100

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.518	26.4	100
$S_s - F1$	0.514	28.7	100
$S_s - F2$	0.503	26.4	100
$S_s - N1$	0.484	25.1	100
$S_s - N2NS$	0.479	20.0	100
$S_s - N2EW$	0.495	22.3	100

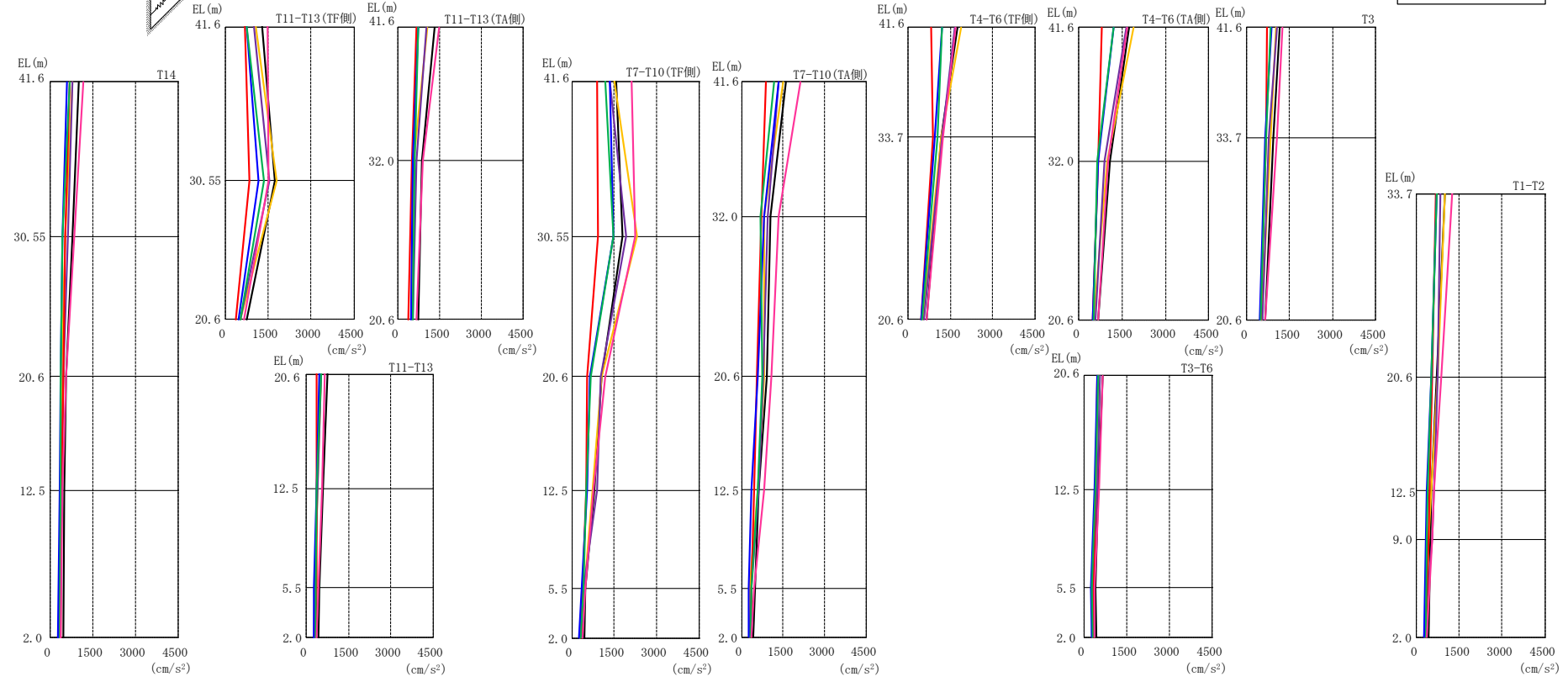
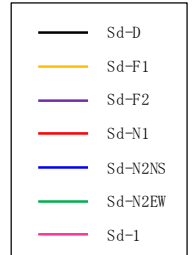
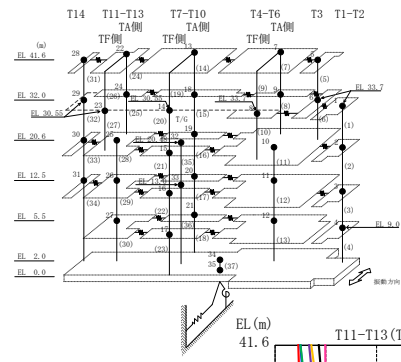
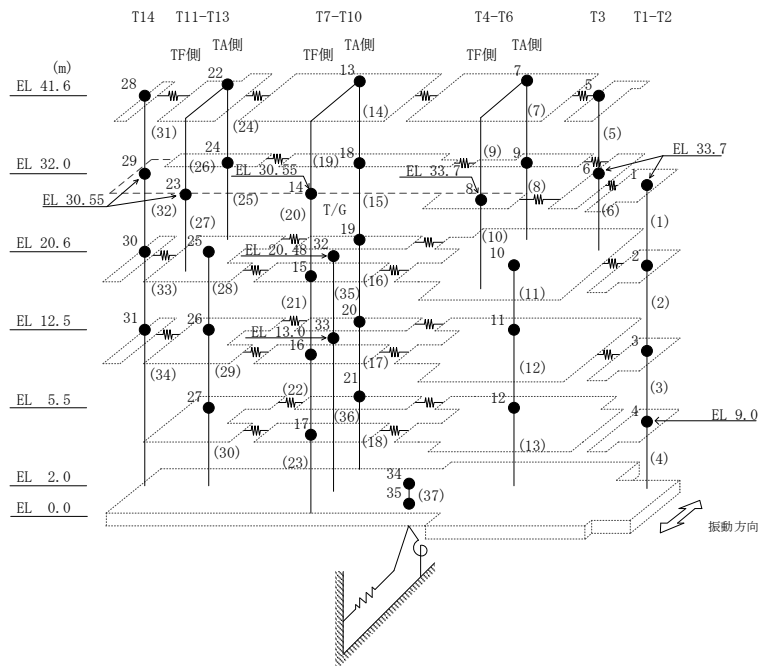


図 4-18 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

表 4-16 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
T1-T2	33.7	1	1014	997	831	685	703	704	1239	1239
	20.6	2	709	734	731	544	507	526	870	870
	12.5	3	536	509	619	474	374	386	614	619
	9.0	4	480	418	543	436	341	368	563	563
T3	41.6	5	1145	1033	1055	722	854	836	1238	1238
	33.7	6	942	842	763	666	646	682	1045	1045
T4-T6 (TA側)	41.6	7	1745	1889	1648	805	1212	1202	1678	1889
	32.0	9	1080	988	887	654	680	628	1026	1080
T4-T6 (TF側)	33.7	8	1187	1166	1198	888	949	1052	1239	1239
T3-T6	20.6	10	651	516	560	481	468	492	651	651
	12.5	11	500	405	470	418	390	396	530	530
	5.5	12	411	287	311	348	264	280	387	411
T7-T10 (TA側)	41.6	13	1586	1499	1343	896	1341	1175	2129	2129
	32.0	18	1048	815	942	715	826	693	1332	1332
	20.6	19	930	814	781	541	588	757	1081	1081
	12.5	20	627	593	607	441	372	578	821	821
	5.5	21	497	308	349	363	259	345	440	497
T7-T10 (TF側)	30.55	14	1800	2313	1918	920	1460	1481	2231	2313
	20.6	15	1071	1051	1010	546	648	668	1200	1200
	12.5	16	817	750	899	503	550	517	767	899
	5.5	17	489	442	416	367	345	419	482	489
T11-T13 (TA側)	41.6	22	1301	1064	1014	667	735	737	1482	1482
	32.0	24	842	558	654	514	528	606	875	875
T11-T13 (TF側)	30.55	23	1728	1803	1552	833	1162	1338	1506	1803
T11-T13	20.6	25	734	511	530	376	450	519	664	734
	12.5	26	583	389	393	354	352	376	549	583
	5.5	27	451	311	291	351	281	321	430	451
T14	41.6	28	1001	770	767	666	582	686	1162	1162
	30.55	29	760	503	610	527	433	430	837	837
	20.6	30	540	404	459	447	357	362	548	548
	12.5	31	476	346	380	392	315	365	431	476
	2.0	34	439	297	278	344	270	316	369	439

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





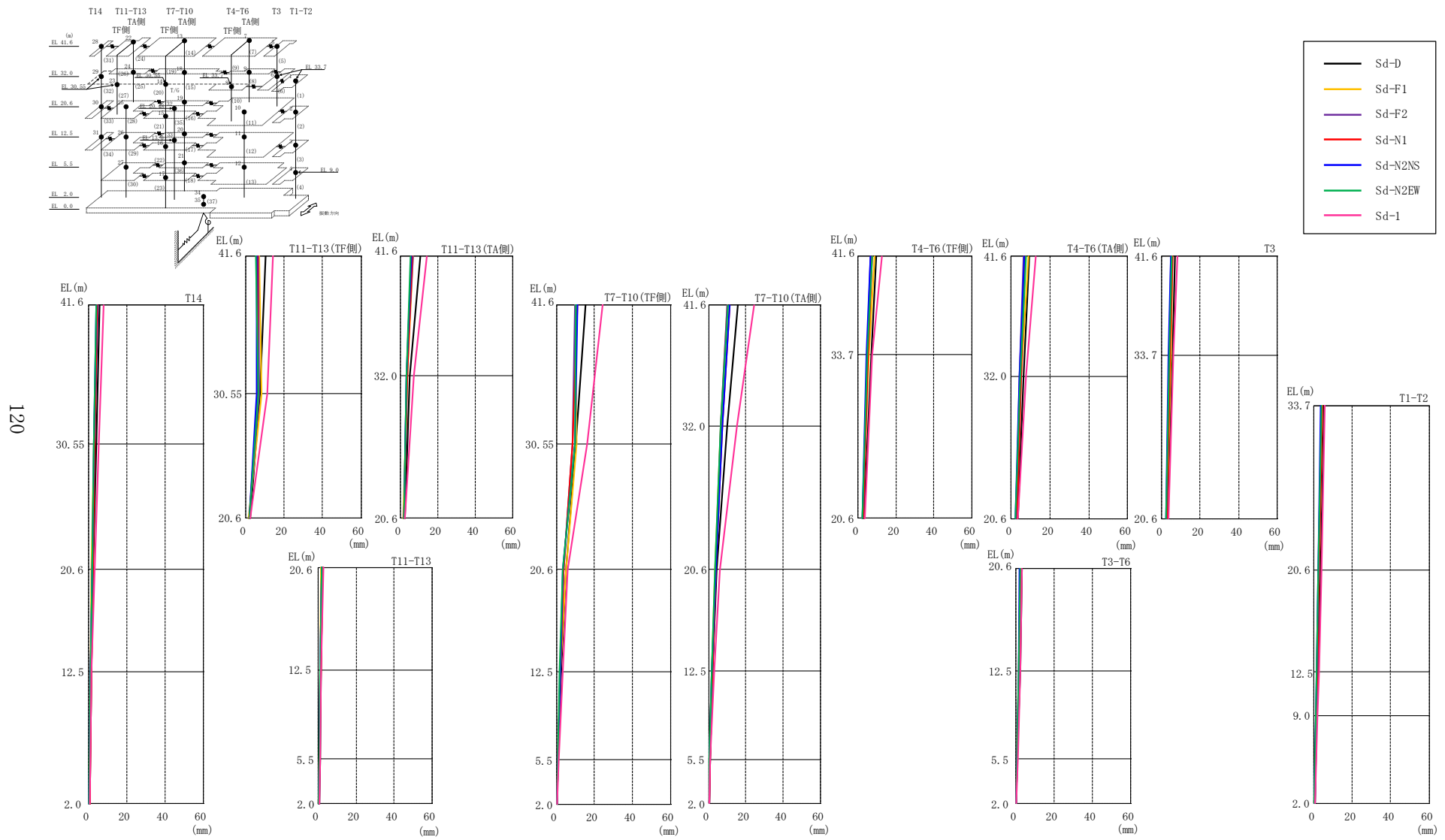
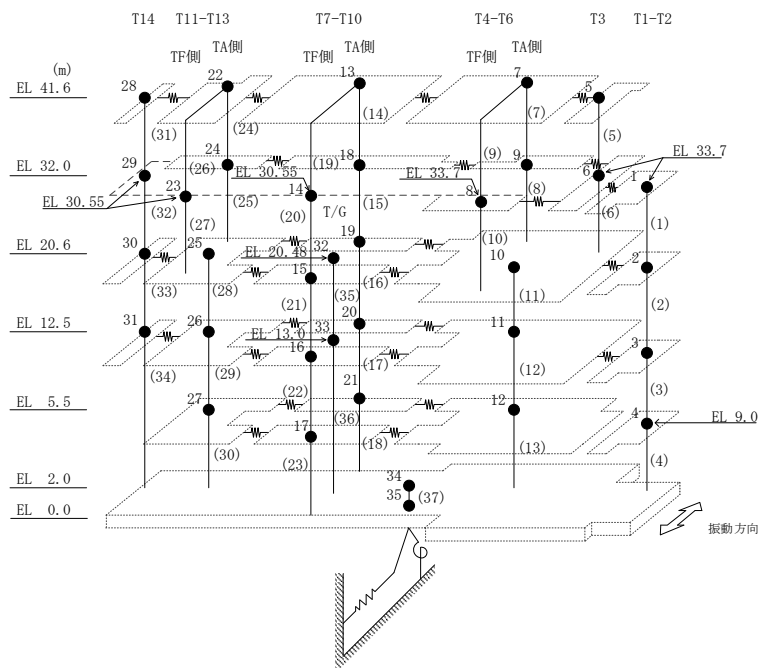


図 4-19 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

表 4-17 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

部位	EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
T1-T2	33.7	1	5.26	4.23	3.89	4.25	3.44	3.81	5.82	5.82
	20.6	2	3.43	2.70	2.93	2.92	2.35	2.42	3.91	3.91
	12.5	3	2.16	1.65	2.04	1.92	1.54	1.47	2.54	2.54
	9.0	4	1.64	1.26	1.63	1.48	1.20	1.09	1.98	1.98
T3	41.6	5	6.98	5.81	4.82	5.52	4.64	5.20	8.10	8.10
	33.7	6	5.63	4.57	3.78	4.56	3.72	4.11	6.08	6.08
T4-T6 (TA側)	41.6	7	9.46	8.68	6.55	7.34	6.59	7.50	12.69	12.69
	32.0	9	6.18	5.21	4.21	5.05	4.29	4.70	7.69	7.69
T4-T6 (TF側)	33.7	8	6.87	5.88	5.08	5.42	4.72	4.78	7.57	7.57
T3-T6	20.6	10	3.21	2.46	2.65	2.81	2.24	2.32	3.51	3.51
	12.5	11	2.28	1.66	2.00	2.01	1.60	1.61	2.53	2.53
	5.5	12	0.87	0.64	0.85	0.76	0.62	0.56	1.07	1.07
T7-T10 (TA側)	41.6	13	15.60	9.87	9.90	11.13	11.31	10.34	24.34	24.34
	32.0	18	9.88	6.62	6.72	7.60	7.52	6.60	15.24	15.24
	20.6	19	4.26	3.60	3.75	3.93	3.75	3.26	6.10	6.10
	12.5	20	2.21	1.83	2.03	2.01	1.85	1.76	3.02	3.02
	5.5	21	0.90	0.61	0.73	0.75	0.58	0.60	1.02	1.02
T7-T10 (TF側)	30.55	14	10.04	10.78	8.34	8.72	9.78	9.62	16.32	16.32
	20.6	15	4.98	4.93	4.02	3.98	3.30	3.46	6.12	6.12
	12.5	16	2.38	2.30	2.33	2.20	1.94	1.86	3.27	3.27
	5.5	17	0.95	0.74	0.99	0.87	0.76	0.71	1.32	1.32
T11-T13 (TA側)	41.6	22	10.36	6.83	6.47	6.22	5.80	5.50	14.13	14.13
	32.0	24	5.10	3.42	3.26	3.71	3.19	3.37	7.14	7.14
T11-T13 (TF側)	30.55	23	7.47	8.11	6.85	6.23	5.84	6.69	11.10	11.10
T11-T13	20.6	25	2.42	1.54	1.72	2.08	1.84	1.92	2.48	2.48
	12.5	26	1.54	0.89	1.04	1.32	1.15	1.16	1.44	1.54
	5.5	27	0.77	0.46	0.64	0.67	0.55	0.53	0.79	0.79
T14	41.6	28	5.44	4.29	4.58	4.42	3.76	3.73	7.88	7.88
	30.55	29	3.70	2.76	3.14	3.16	2.67	2.64	5.14	5.14
	20.6	30	2.25	1.50	1.86	2.02	1.69	1.67	2.85	2.85
	12.5	31	1.30	0.85	1.00	1.20	0.98	0.96	1.39	1.39
	2.0	34	0.45	0.29	0.42	0.31	0.27	0.23	0.52	0.52

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



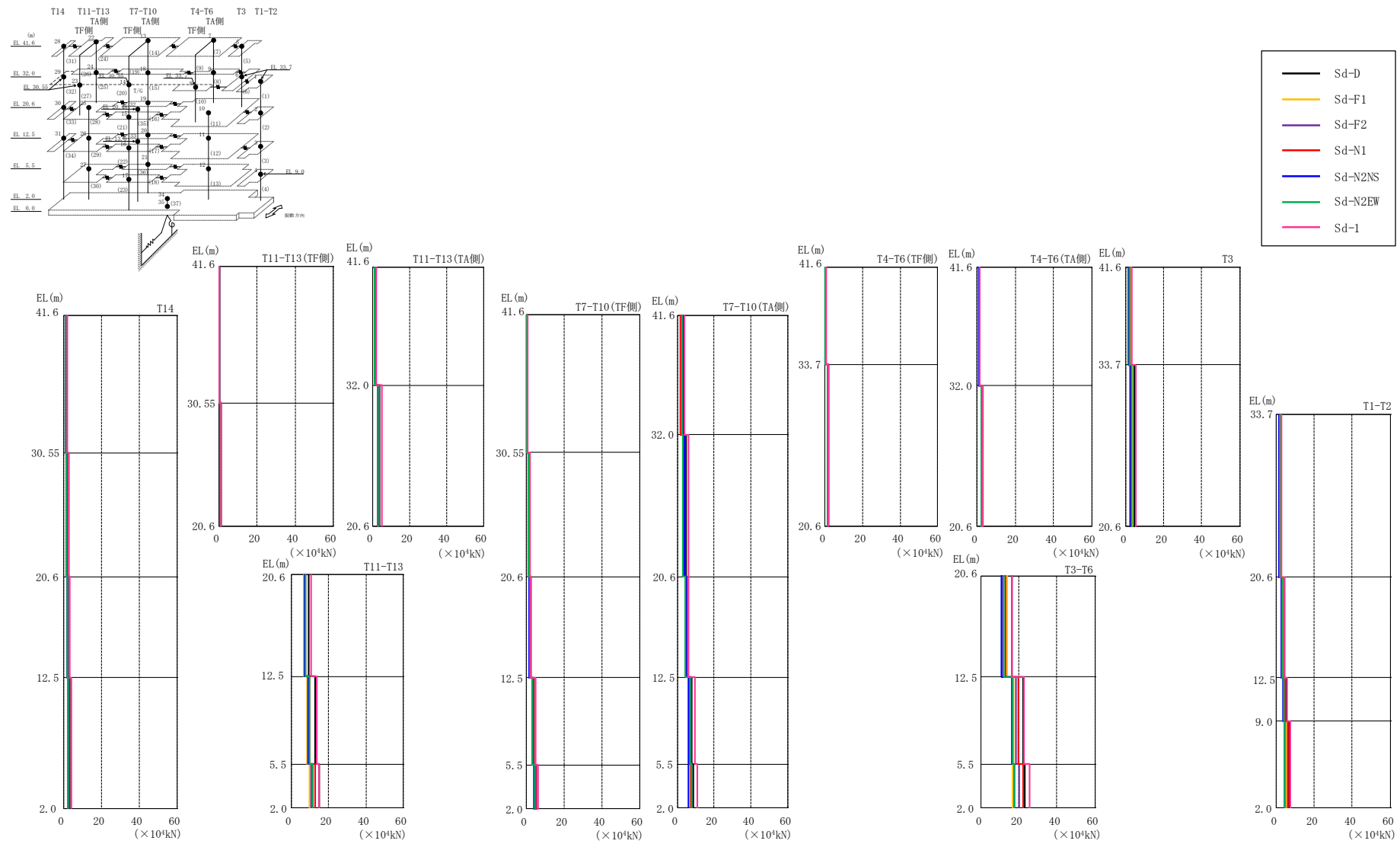
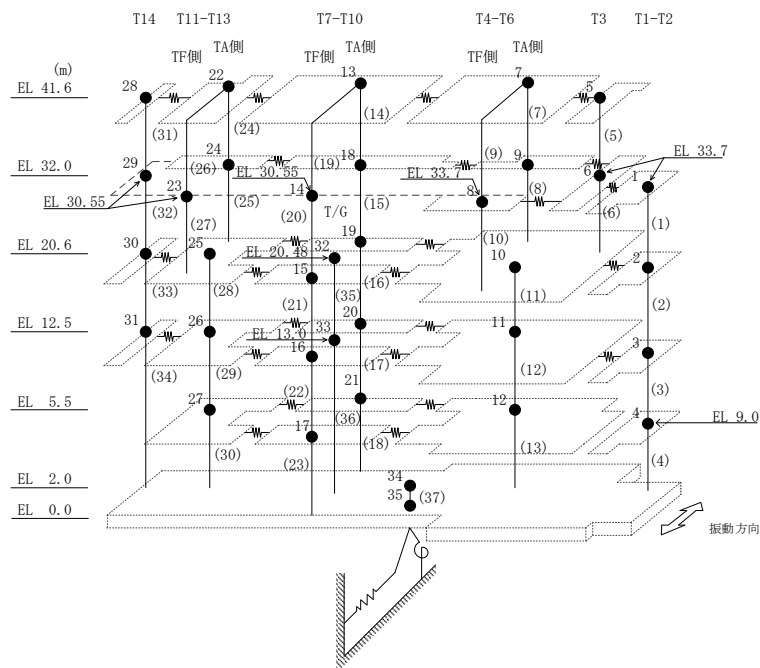


図 4-20 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

表 4-18 最大応答せん断力一覧 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
T1-T2	33.7~20.6	1	2.52	2.12	1.59	1.68	1.55	1.84	2.80	2.80	
	20.6~12.5	2	4.16	3.44	2.94	3.14	2.72	3.00	4.44	4.44	
	12.5~9.0	3	5.41	4.33	4.49	4.57	3.69	3.88	5.85	5.85	
	9.0~2.0	4	6.37	5.12	6.19	5.98	4.64	4.55	7.34	7.34	
T3	41.6~33.7	5	2.44	2.72	1.82	1.45	1.64	1.86	3.18	3.18	
	33.7~20.6	6	4.39	3.62	2.89	2.64	2.51	3.15	5.15	5.15	
T4-T6(TA側)	41.6~32.0	7	1.61	1.61	1.55	1.09	1.19	1.38	1.66	1.66	
	32.0~20.6	8	2.71	2.59	2.18	2.31	2.22	2.33	3.05	3.05	
T4-T6(TF側)	41.6~33.7	9	0.437	0.412	0.342	0.206	0.271	0.276	0.513	0.513	
	33.7~20.6	10	1.67	1.62	1.37	1.29	1.29	1.36	1.73	1.73	
T3-T6	20.6~12.5	11	16.2	13.9	11.3	12.9	10.7	11.8	16.5	16.5	
	12.5~5.5	12	22.3	16.9	18.5	19.5	16.2	16.5	22.8	22.8	
	5.5~2.0	13	23.1	16.8	20.3	22.1	17.7	17.4	25.5	25.5	
T7-T10(TA側)	41.6~32.0	14	3.54	3.62	3.31	1.85	3.06	2.52	3.96	3.96	
	32.0~20.6	15	4.85	4.05	3.70	3.36	4.10	3.23	5.92	5.92	
	20.6~12.5	16	5.22	4.88	5.03	4.76	4.88	4.23	6.01	6.01	
	12.5~5.5	17	7.65	6.86	7.23	6.51	6.08	6.90	9.70	9.70	
T7-T10(TF側)	5.5~2.0	18	8.60	7.41	7.94	7.36	6.24	7.69	10.9	10.9	
	41.6~30.55	19	0.507	0.608	0.553	0.155	0.324	0.309	0.555	0.608	
	30.55~20.6	20	1.36	1.64	1.31	0.775	1.09	1.13	1.76	1.76	
	20.6~12.5	21	2.22	2.10	2.04	1.77	1.55	1.70	2.25	2.25	
	12.5~5.5	22	3.77	4.17	4.08	3.33	3.11	2.97	4.64	4.64	
T11-T13(TA側)	5.5~2.0	23	4.85	4.07	5.27	4.67	3.86	4.25	5.98	5.98	
	41.6~32.0	24	1.87	1.65	1.64	1.37	1.56	1.45	1.95	1.95	
T11-T13(TF側)	32.0~20.6	25	4.02	3.28	3.05	3.08	3.01	2.95	5.13	5.13	
	41.6~30.55	26	0.294	0.292	0.261	0.112	0.199	0.208	0.242	0.294	
T11-T13	30.55~20.6	27	0.853	0.906	0.772	0.441	0.571	0.680	0.857	0.906	
	20.6~12.5	28	9.43	6.81	7.16	7.52	7.08	7.84	10.6	10.6	
	12.5~5.5	29	12.7	8.58	9.12	10.0	9.47	10.0	13.5	13.5	
T14	5.5~2.0	30	15.1	9.91	10.9	12.6	11.4	11.4	15.1	15.1	
	41.6~30.55	31	1.41	1.11	1.03	0.796	0.868	0.791	1.98	1.98	
	30.55~20.6	32	1.97	1.58	1.65	1.35	1.16	1.16	2.82	2.82	
	20.6~12.5	33	2.26	1.70	1.98	1.86	1.60	1.62	3.23	3.23	
12.5~2.0	34	3.06	2.07	2.52	2.72	2.33	2.34	3.77	3.77		

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



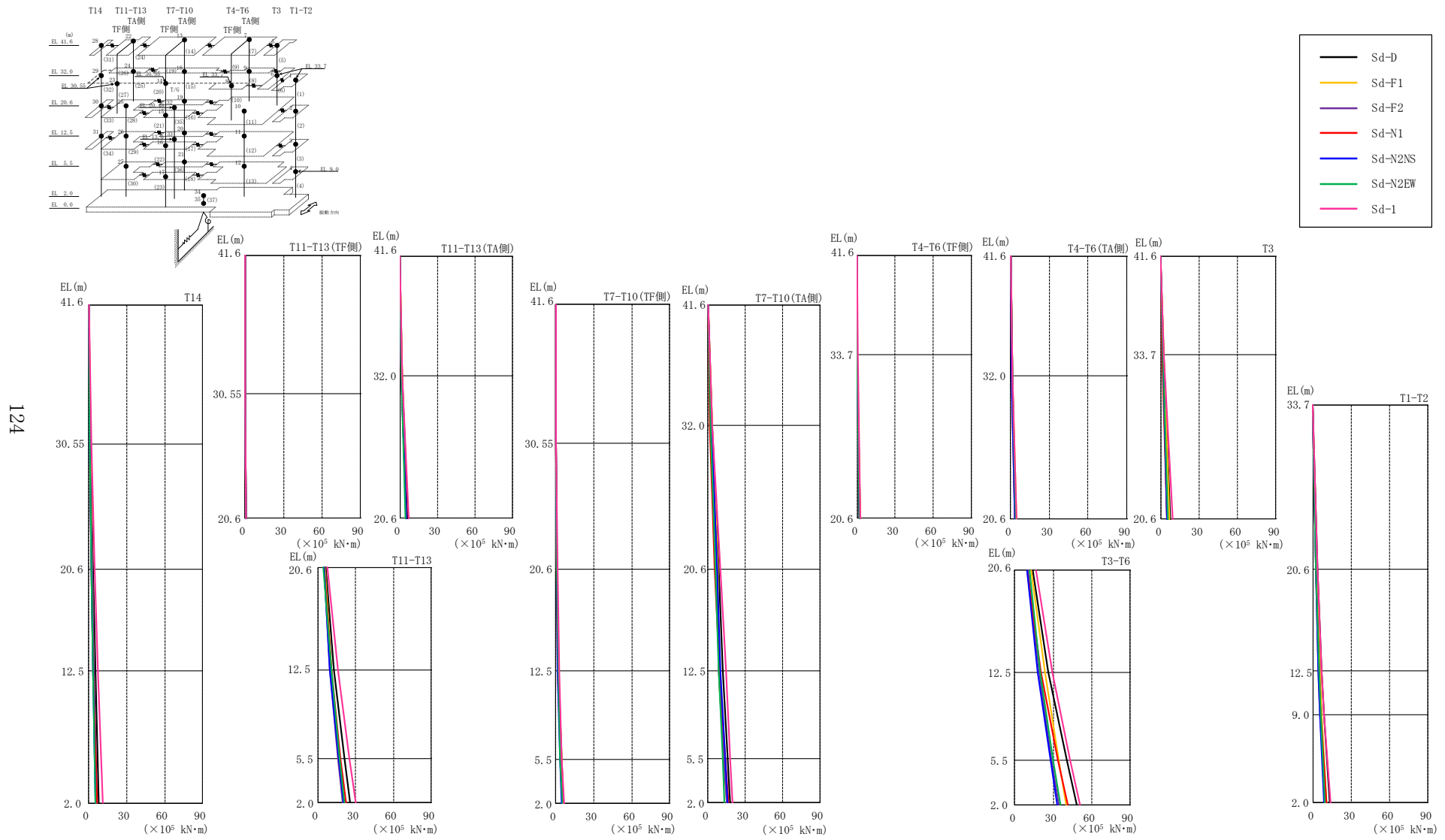


図 4-21 最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-19(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
T1-T2	33.7~20.6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	20.6~12.5	2	3.30	2.78	2.08	2.20	2.03	2.41	3.67	3.67	3.67
			6.61	5.51	4.25	4.71	4.21	4.79	6.83	6.83	
	12.5~9.0	3	6.61	5.51	4.25	4.71	4.21	4.79	6.83	6.83	6.83
9.0~2.0	4	8.45	6.98	5.64	6.28	5.47	6.12	8.87	8.87	8.87	
		12.8	10.4	9.70	10.4	8.46	9.28	14.0	14.0		
T3	41.6~33.7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	
	33.7~20.6	6	1.93	2.15	1.44	1.15	1.29	1.47	2.51	2.51	2.51
7.61			6.57	5.08	4.51	4.56	5.51	9.21	9.21		
T4-T6 (TA側)	41.6~32.0	7	0.0999	0.107	0.0764	0.0569	0.0612	0.0716	0.133	0.133	
	32.0~20.6	8	1.45	1.44	1.42	0.994	1.08	1.25	1.46	1.46	
4.21			4.30	3.64	3.57	3.60	3.80	4.82	4.82		
T4-T6 (TF側)	41.6~33.7	9	0.128	0.124	0.0993	0.0633	0.0781	0.0832	0.154	0.154	
	33.7~20.6	10	0.217	0.202	0.171	0.0996	0.136	0.135	0.251	0.251	
2.29			2.21	1.86	1.75	1.73	1.87	2.44	2.44		
T3-T6	20.6~12.5	11	14.1	12.8	10.4	9.73	9.59	11.2	16.4	16.4	
	12.5~5.5	12	26.2	23.3	19.0	20.2	18.0	19.8	29.3	29.3	
			40.6	34.4	29.0	33.8	28.1	30.1	43.5	43.5	
5.5~2.0	13	48.3	39.9	34.3	41.5	33.4	36.0	51.2	51.2		
T7-T10 (TA側)	41.6~32.0	14	0.141	0.120	0.0923	0.0683	0.106	0.0865	0.220	0.220	
	32.0~20.6	15	3.32	3.37	3.09	1.72	2.83	2.36	3.60	3.60	
			8.47	7.80	7.30	5.54	7.45	5.90	10.3	10.3	
	20.6~12.5	16	8.47	7.80	7.30	5.54	7.45	5.90	10.3	10.3	
	12.5~5.5	17	12.2	8.95	8.93	9.31	9.86	8.38	14.4	14.4	
15.8			12.8	12.5	13.8	13.9	11.6	18.1	18.1		
5.5~2.0	18	15.8	12.8	12.5	13.8	13.9	11.6	18.1	18.1		
			17.9	15.4	15.2	16.3	16.0	13.6	19.9	19.9	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

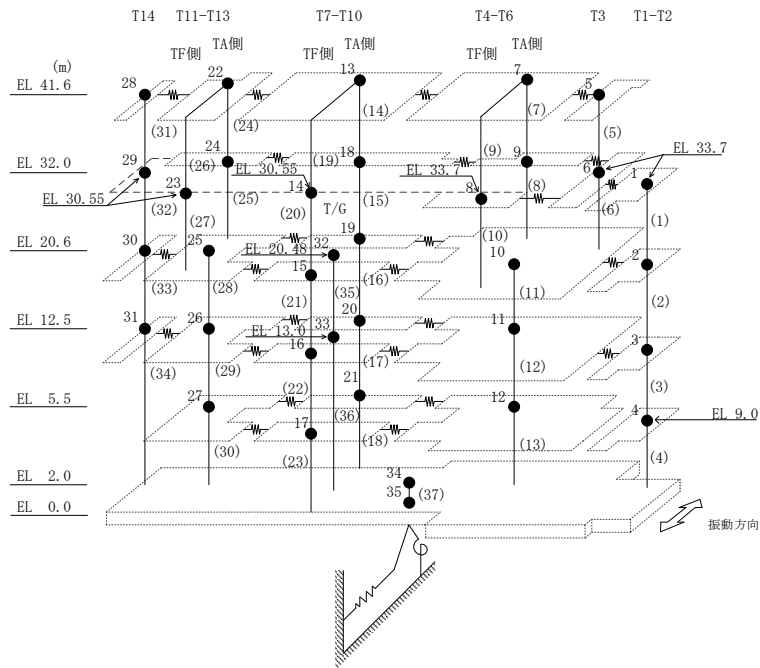


表 4-19(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
T7-T10 (TF側)	41.6~30.55	19	0.177	0.178	0.173	0.0653	0.111	0.112	0.236	0.236
			0.393	0.504	0.440	0.154	0.288	0.283	0.421	0.504
	30.55~20.6	20	0.393	0.504	0.440	0.154	0.288	0.283	0.421	0.504
			0.999	1.13	0.870	0.629	0.810	0.852	1.35	1.35
	20.6~12.5	21	0.999	1.13	0.870	0.629	0.810	0.852	1.35	1.35
2.27			1.93	1.91	1.80	1.74	1.88	2.71	2.71	
12.5~5.5	22	2.27	1.93	1.91	1.80	1.74	1.88	2.71	2.71	
		4.46	4.46	4.06	4.06	3.45	3.69	5.02	5.02	
5.5~2.0	23	4.46	4.46	4.06	4.06	3.45	3.69	5.02	5.02	
		5.81	5.86	5.38	5.69	4.77	5.17	6.80	6.80	
T11-T13 (TA側)	41.6~32.0	24	0.0903	0.0554	0.0610	0.0315	0.0504	0.0524	0.143	0.143
			1.73	1.56	1.52	1.28	1.46	1.38	1.76	1.76
32.0~20.6	25	1.73	1.56	1.52	1.28	1.46	1.38	1.76	1.76	
		6.23	5.18	4.79	4.79	4.88	4.53	7.38	7.38	
T11-T13 (TF側)	41.6~30.55	26	0.0928	0.0953	0.0770	0.0308	0.0565	0.0666	0.118	0.118
			0.248	0.250	0.221	0.107	0.167	0.184	0.205	0.250
30.55~20.6	27	0.248	0.250	0.221	0.107	0.167	0.184	0.205	0.250	
		0.601	0.652	0.548	0.332	0.401	0.493	0.688	0.688	
T11-T13	20.6~12.5	28	6.59	5.53	5.02	5.10	5.23	4.68	7.76	7.76
			13.0	10.6	9.74	10.9	9.69	10.7	16.2	16.2
	12.5~5.5	29	13.0	10.6	9.74	10.9	9.69	10.7	16.2	16.2
5.5~2.0	30	21.0	16.5	16.0	17.9	16.3	17.6	25.1	25.1	
		25.9	19.9	19.8	22.3	20.3	21.4	30.3	30.3	
T14	41.6~30.55	31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			1.56	1.22	1.14	0.879	0.959	0.874	2.19	2.19
	30.55~20.6	32	1.56	1.22	1.14	0.879	0.959	0.874	2.19	2.19
			3.33	2.80	2.75	2.20	2.03	1.98	4.93	4.93
20.6~12.5	33	3.33	2.80	2.75	2.20	2.03	1.98	4.93	4.93	
		5.09	4.18	4.30	3.71	3.21	3.21	7.53	7.53	
12.5~2.0	34	5.09	4.18	4.30	3.71	3.21	3.21	7.53	7.53	
			8.03	5.95	6.78	6.55	5.65	5.58	11.4	11.4

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

S2 補 VI-2-2-7 R0

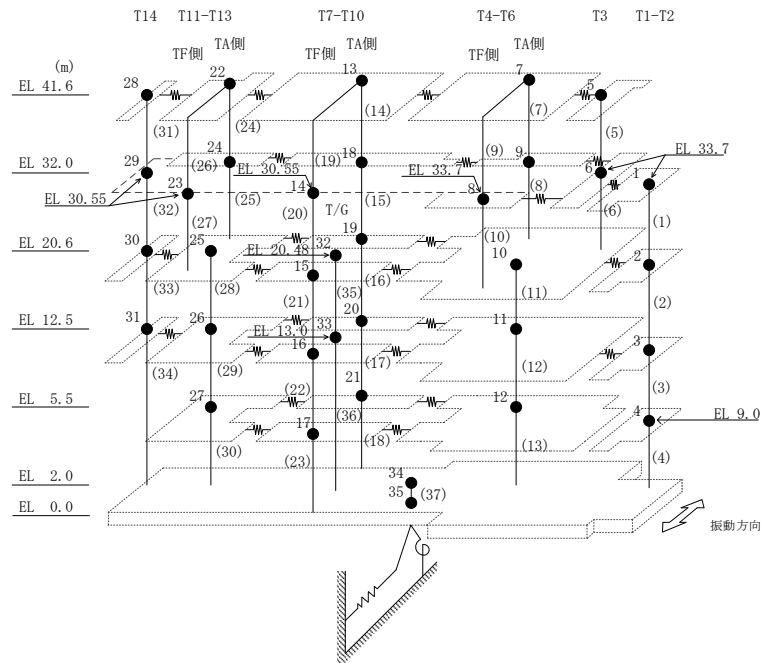
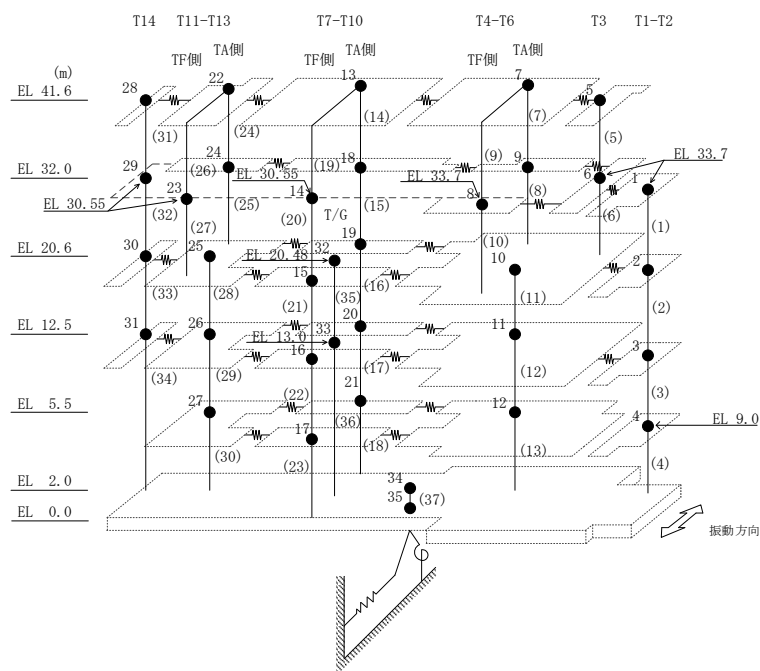


表 4-20 最大応答せん断ひずみ一覧 (弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
T1-T2	33.7~20.6	1	0.09	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.10	0.10
	20.6~12.5	2	0.12	0.10	0.08	0.09	0.08	0.09	0.13	0.13
	12.5~9.0	3	0.12	0.09	0.10	0.10	0.08	0.08	0.13	0.13
	9.0~2.0	4	0.16	0.13	0.16	0.15	0.12	0.12	0.19	0.19
T3	41.6~33.7	5	0.14	0.16	0.10	0.08	0.09	0.11	0.21	0.21
	33.7~20.6	6	0.16	0.13	0.10	0.10	0.09	0.11	0.19	0.19
T4-T6(TA側)	41.6~32.0	7	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
	32.0~20.6	8	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10
T4-T6(TF側)	33.7~20.6	10	0.24	0.22	0.16	0.15	0.15	0.15	0.28	0.28
T3-T6	20.6~12.5	11	0.09	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06	0.09	0.09
	12.5~5.5	12	0.18	0.14	0.15	0.16	0.13	0.13	0.19	0.19
	5.5~2.0	13	0.13	0.10	0.12	0.13	0.10	0.10	0.15	0.15
T7-T10(TA側)	41.6~32.0	14	0.13	0.14	0.12	0.07	0.11	0.09	0.15	0.15
	32.0~20.6	15	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.08	0.15	0.15
	20.6~12.5	16	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.07	0.11	0.11
	12.5~5.5	17	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.11	0.16	0.16
	5.5~2.0	18	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.12	0.17	0.17
T7-T10(TF側)	20.6~12.5	21	0.30	0.27	0.22	0.16	0.14	0.15	0.30	0.30
	12.5~5.5	22	0.15	0.17	0.17	0.14	0.13	0.12	0.22	0.22
	5.5~2.0	23	0.16	0.13	0.17	0.15	0.13	0.14	0.20	0.20
T11-T13(TA側)	41.6~32.0	24	0.11	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.12	0.12
	32.0~20.6	25	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10
T11-T13	20.6~12.5	28	0.09	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.10
	12.5~5.5	29	0.10	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.10
	5.5~2.0	30	0.12	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.12	0.12
T14	41.6~30.55	31	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.11	0.11
	30.55~20.6	32	0.08	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.11	0.11
	20.6~12.5	33	0.07	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.10	0.10
	12.5~2.0	34	0.07	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.09	0.09

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





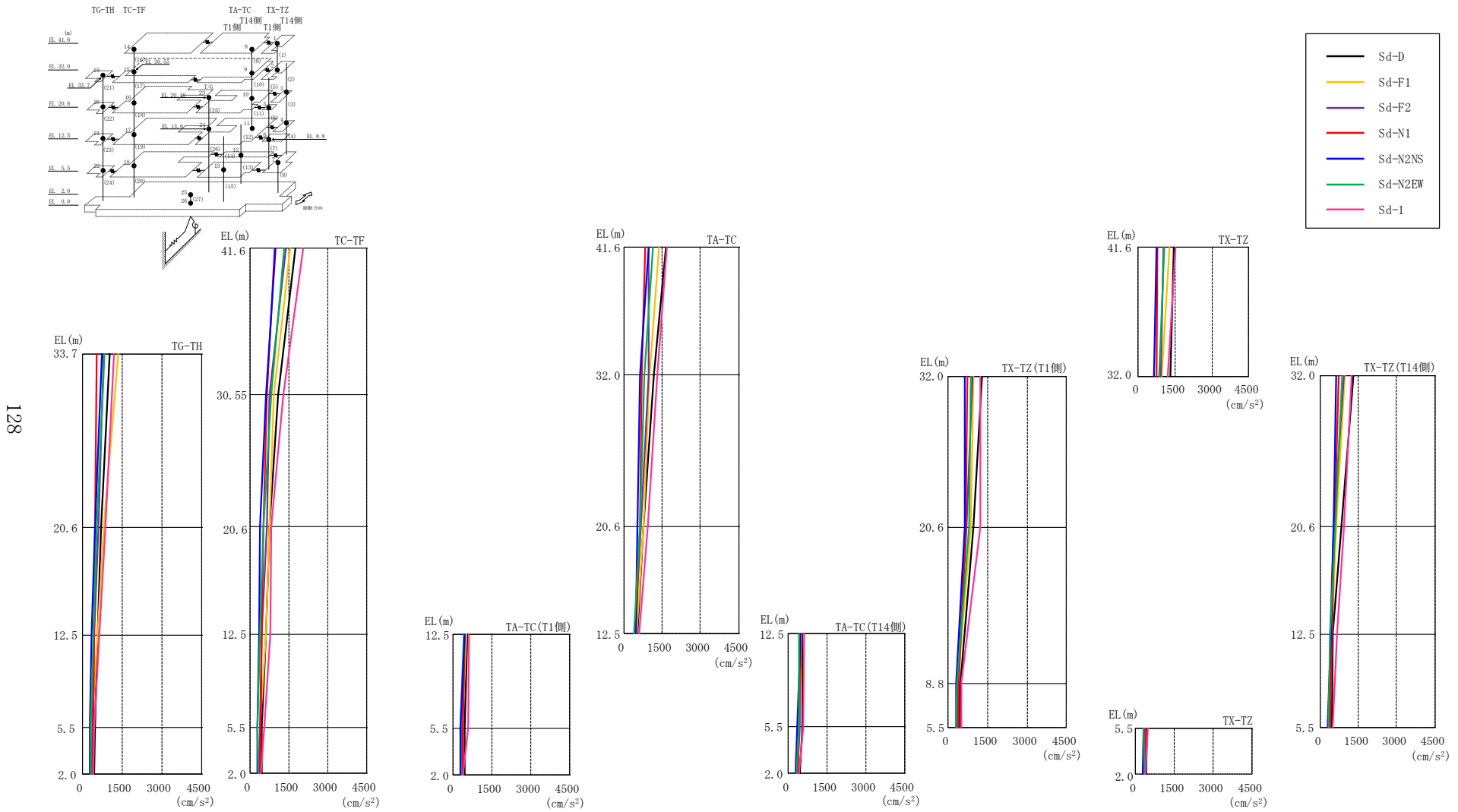
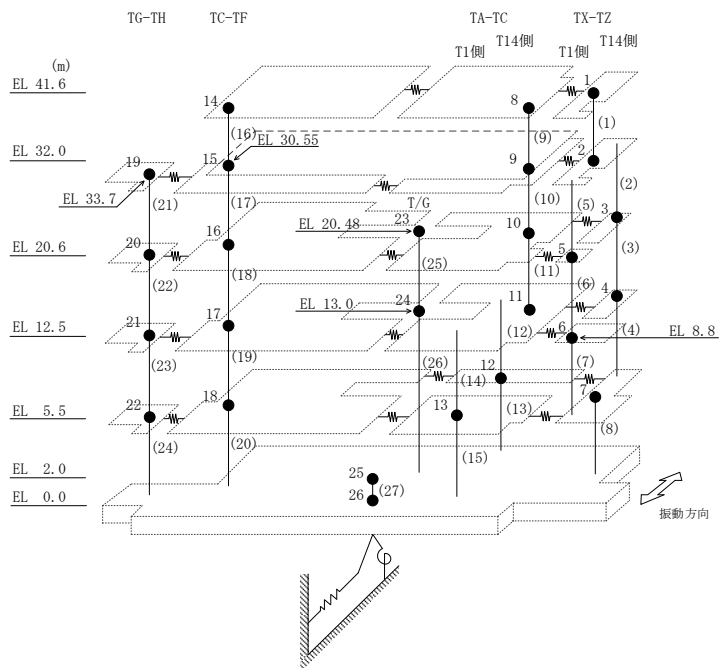


図 4-22 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，E W 方向）

表 4-21 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
TX-TZ	41.6	1	1464	1273	1030	773	756	1077	1531	1531
	32.0	2	1296	975	937	735	633	861	1220	1296
TX-TZ(T14側)	20.6	3	813	630	520	571	538	580	923	923
	12.5	4	492	453	400	453	426	377	656	656
TX-TZ(T1側)	20.6	5	962	874	710	656	626	807	1235	1235
	8.8	6	459	365	370	403	308	331	501	501
TX-TZ	5.5	7	448	346	359	390	291	311	505	505
TA-TC	41.6	8	1636	1372	963	832	965	1152	1682	1682
	32.0	9	1177	1004	987	713	644	795	1314	1314
	20.6	10	766	770	674	620	520	643	925	925
	12.5	11	541	515	448	461	463	403	604	604
TA-TC(T14側)	5.5	12	548	404	423	417	354	419	579	579
TA-TC(T1側)	5.5	13	439	362	362	392	288	295	570	570
TC-TF	41.6	14	1729	1534	1369	931	963	1311	2037	2037
	30.55	15	1083	924	756	634	594	795	1285	1285
	20.6	16	727	755	646	500	388	497	822	822
	12.5	17	594	604	458	437	331	377	770	770
	5.5	18	443	365	367	400	270	291	550	550
		19	1020	1356	813	533	734	840	1189	1356
TG-TH	33.7	19	1020	1356	813	533	734	840	1189	1356
	20.6	20	709	802	587	457	477	554	879	879
	12.5	21	556	559	439	450	345	397	637	637
	5.5	22	466	330	366	395	284	318	447	466
	2.0	25	435	316	340	366	278	313	395	435

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



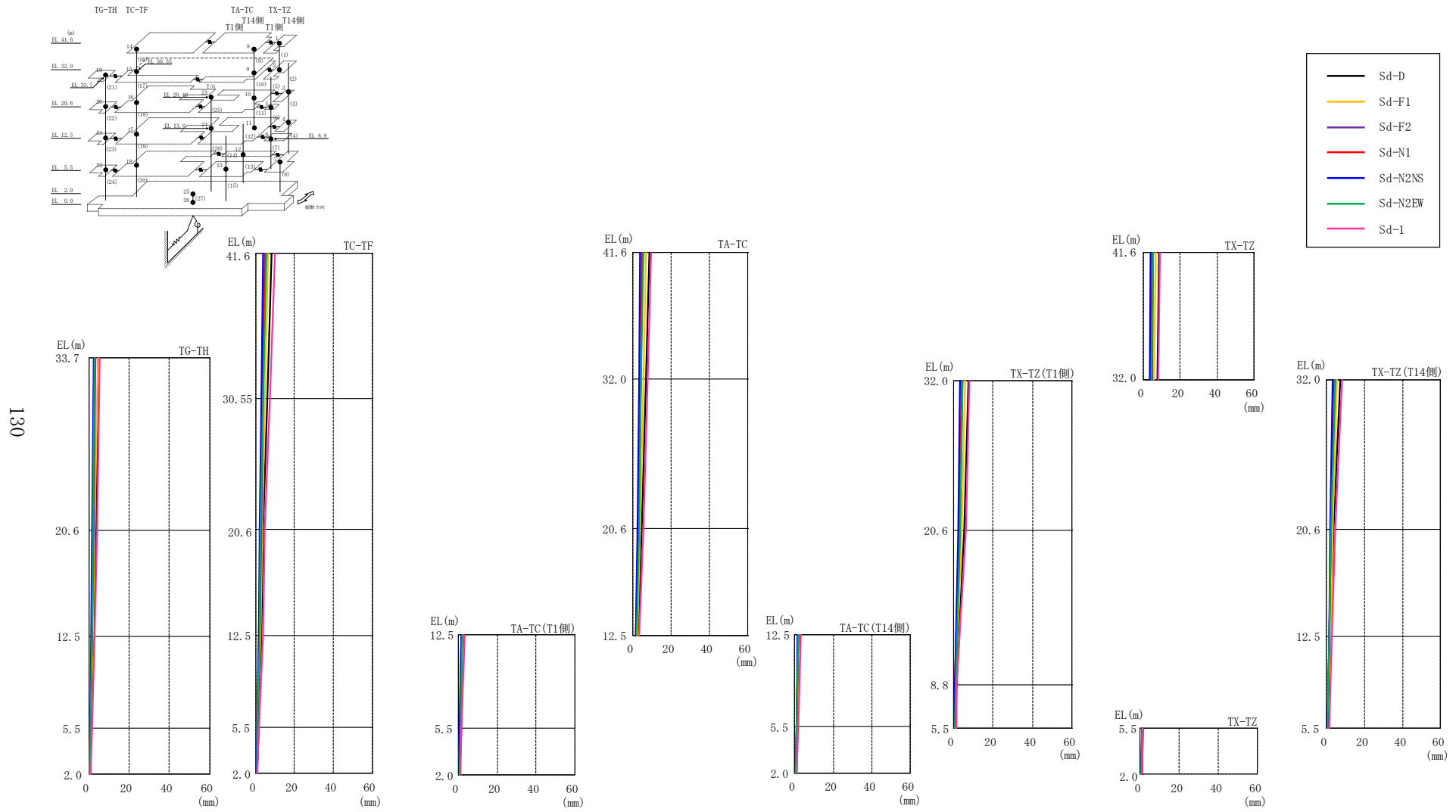
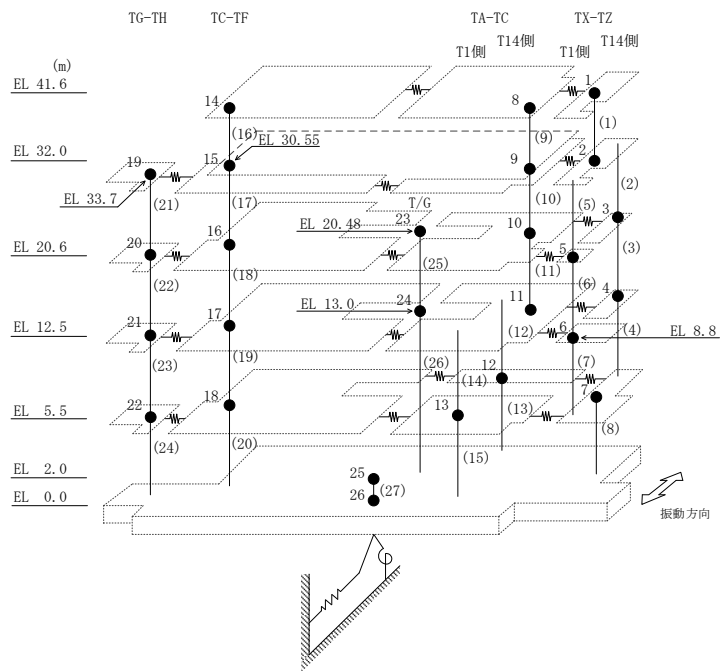


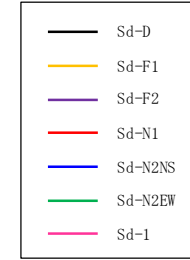
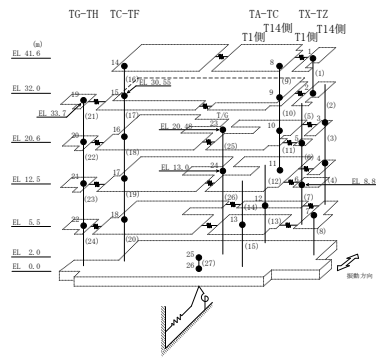
図 4-23 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>, E W 方向)

表 4-22 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)							
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	最大値
TX-TZ	41.6	1	8.55	6.61	5.27	4.68	3.93	5.22	9.08	9.08
	32.0	2	7.58	5.78	4.65	4.14	3.46	4.62	8.19	8.19
TX-TZ(T14側)	20.6	3	3.95	3.45	2.60	2.49	2.18	2.74	4.53	4.53
	12.5	4	2.67	2.34	1.80	1.60	1.51	1.83	3.16	3.16
TX-TZ(T1側)	20.6	5	5.58	4.33	3.33	3.03	2.59	3.47	6.58	6.58
	8.8	6	1.50	1.33	1.08	0.81	0.84	1.03	1.69	1.69
TX-TZ	5.5	7	1.31	1.15	0.94	0.71	0.73	0.88	1.48	1.48
TA-TC	41.6	8	8.57	6.72	5.19	4.73	3.98	5.38	9.60	9.60
	32.0	9	6.81	5.58	4.36	4.00	3.30	4.36	7.85	7.85
	20.6	10	4.62	3.98	3.00	2.88	2.44	3.13	5.53	5.53
	12.5	11	2.85	2.51	1.90	1.74	1.60	1.94	3.28	3.28
TA-TC(T14側)	5.5	12	1.52	1.33	1.11	0.84	0.87	1.00	1.74	1.74
TA-TC(T1側)	5.5	13	1.46	1.29	1.04	0.79	0.81	0.98	1.68	1.68
TC-TF	41.6	14	8.18	6.26	5.19	4.56	3.78	5.44	10.14	10.14
	30.55	15	5.94	4.76	4.01	3.50	2.84	3.81	7.44	7.44
	20.6	16	3.95	3.49	2.77	2.45	1.93	2.55	4.74	4.74
	12.5	17	3.05	2.72	2.04	1.85	1.52	1.99	3.85	3.85
	5.5	18	1.47	1.36	1.04	0.86	0.83	1.00	1.69	1.69
TG-TH	33.7	19	4.76	4.40	3.31	2.79	2.47	2.99	5.29	5.29
	20.6	20	3.55	3.08	2.46	2.13	1.84	2.23	4.03	4.03
	12.5	21	2.51	2.22	1.68	1.44	1.33	1.61	2.89	2.89
	5.5	22	1.38	1.24	0.99	0.80	0.79	0.91	1.63	1.63
	2.0	25	0.86	0.73	0.63	0.49	0.51	0.57	0.97	0.97

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。





132

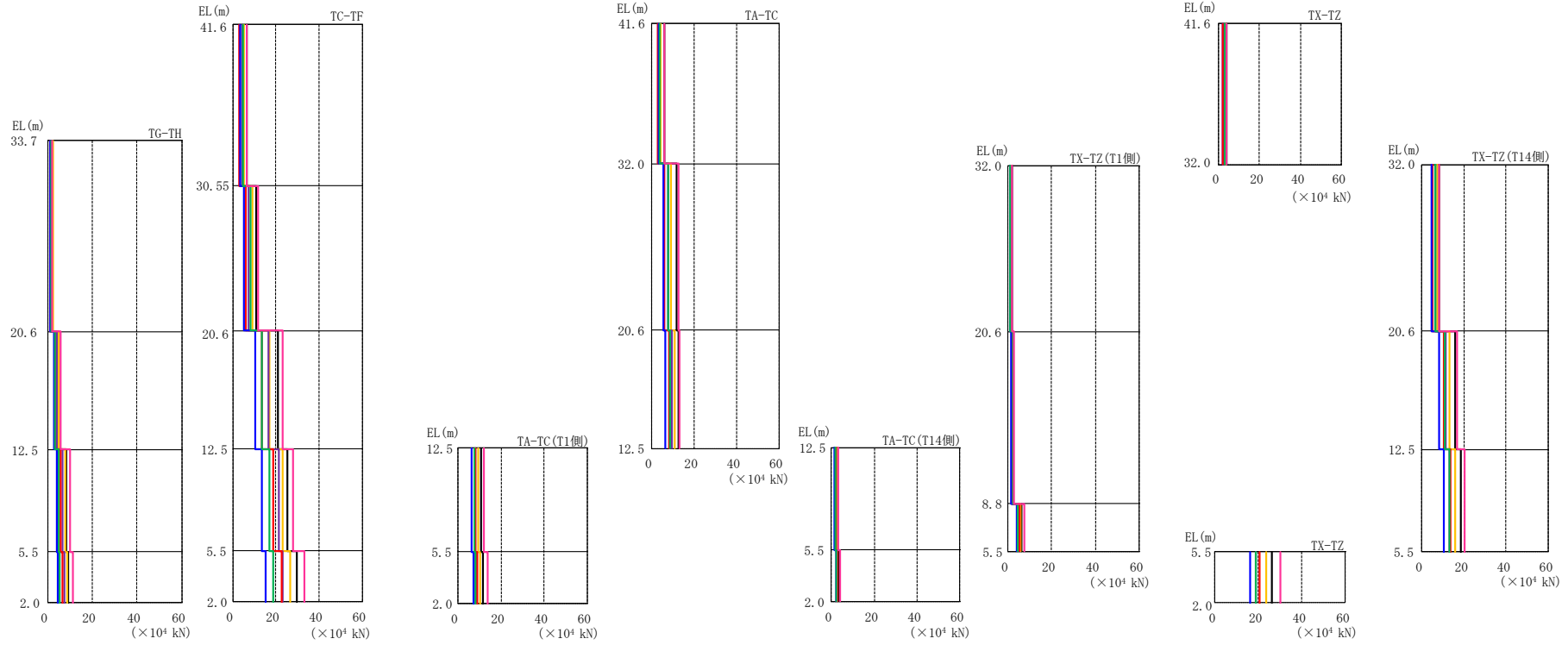
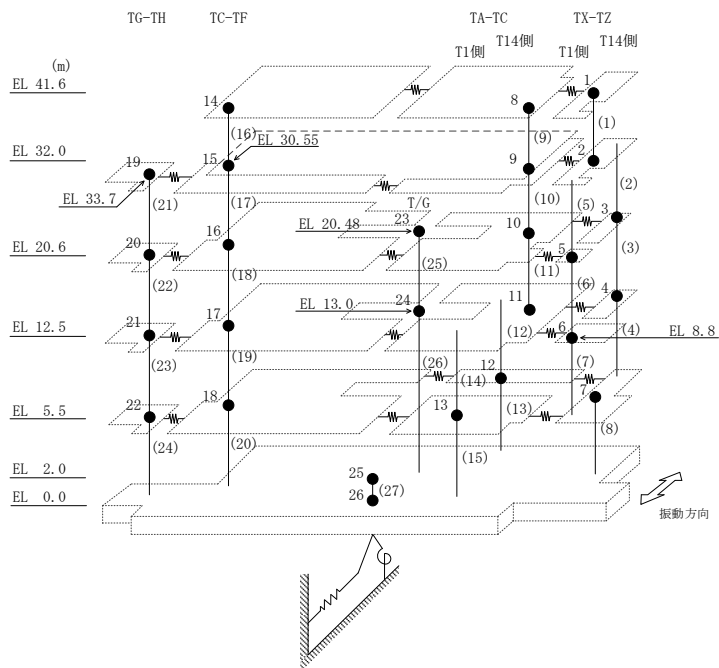


図 4-24 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-23 最大応答せん断力一覧 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
TX-TZ	41.6~32.0	1	3.79	3.37	2.60	2.15	2.30	2.96	4.14	4.14
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	8.27	7.48	6.67	5.31	4.62	6.46	8.19	8.27
	20.6~12.5	3	15.8	13.3	11.4	10.6	8.14	11.0	16.8	16.8
	12.5~5.5	4	18.6	16.1	13.3	13.5	10.7	13.2	20.2	20.2
TX-TZ (T1側)	32.0~20.6	5	2.06	1.58	1.34	1.15	1.11	1.38	1.96	2.06
	20.6~8.8	6	2.75	2.56	2.45	2.25	1.75	2.44	2.90	2.90
	8.8~5.5	7	6.29	6.02	4.87	5.51	4.30	4.81	7.80	7.80
TX-TZ	5.5~2.0	8	26.2	23.4	18.8	20.7	16.3	18.7	29.9	29.9
TA-TC	41.6~32.0	9	6.01	4.34	3.53	2.85	3.17	3.85	6.20	6.20
	32.0~20.6	10	11.7	9.08	7.56	6.02	5.73	7.65	12.6	12.6
	20.6~12.5	11	12.8	10.7	9.38	8.27	6.39	8.69	13.2	13.2
TA-TC (T14側)	12.5~5.5	12	2.69	2.33	2.07	1.89	1.45	1.87	3.19	3.19
	5.5~2.0	13	3.24	2.82	2.43	2.62	2.13	2.23	4.06	4.06
TA-TC (T1側)	12.5~5.5	14	10.9	9.58	8.07	8.01	6.29	7.71	12.2	12.2
	5.5~2.0	15	11.6	10.5	8.43	9.17	7.17	8.18	13.9	13.9
TC-TF	41.6~30.55	16	6.44	5.12	4.31	3.18	3.19	4.65	6.60	6.60
	30.55~20.6	17	11.0	9.02	7.36	5.83	5.34	8.06	11.9	11.9
	20.6~12.5	18	20.7	17.2	16.4	13.3	10.2	13.6	23.3	23.3
	12.5~5.5	19	25.4	23.3	21.4	18.6	13.5	17.0	27.9	27.9
	5.5~2.0	20	29.7	26.8	23.1	22.7	15.4	18.8	33.0	33.0
TG-TH	33.7~20.6	21	2.09	2.32	1.50	1.09	1.28	1.59	2.17	2.32
	20.6~12.5	22	5.15	5.08	4.18	3.31	2.72	3.49	5.91	5.91
	12.5~5.5	23	8.44	7.95	6.78	5.85	4.14	5.14	10.2	10.2
	5.5~2.0	24	9.38	8.73	7.33	6.81	4.62	5.55	11.2	11.2

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



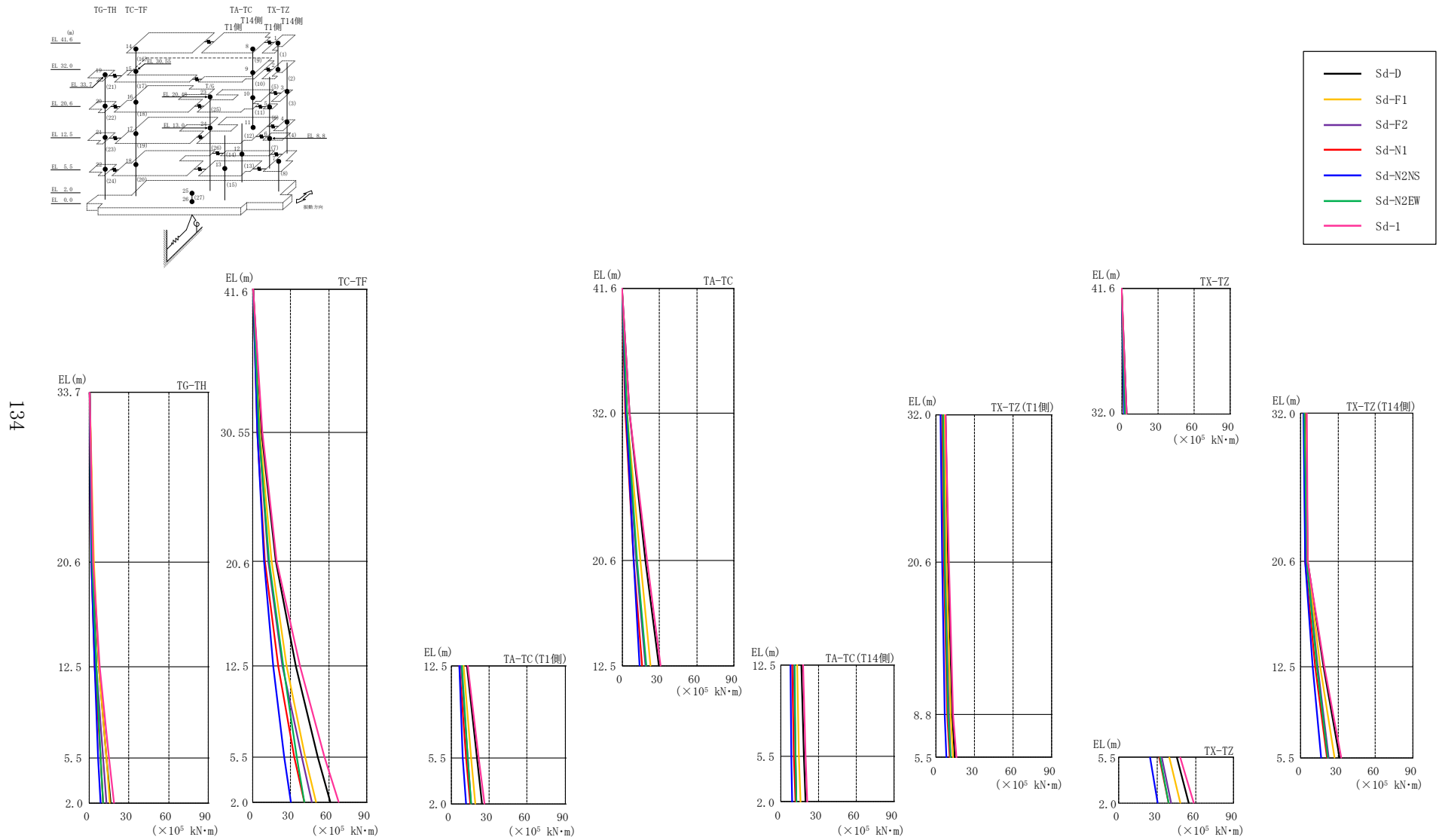


図 4-25 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>, E-W 方向)

表 4-24(1) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
TX-TZ	41.6~32.0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			3.64	3.23	2.49	2.06	2.21	2.84	3.97	3.97
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	3.89	3.62	3.17	2.83	2.16	3.05	4.65	4.65
			5.55	5.21	4.64	3.30	3.39	4.71	5.24	5.55
	20.6~12.5	3	5.55	5.21	4.64	3.30	3.39	4.71	5.24	5.55
			18.1	15.6	13.5	11.8	9.48	13.2	18.8	18.8
12.5~5.5	4	18.1	15.6	13.5	11.8	9.48	13.2	18.8	18.8	
		31.0	26.8	22.6	21.3	16.5	21.9	32.6	32.6	
TX-TZ (T1側)	32.0~20.6	5	7.39	6.58	5.53	4.74	3.89	5.45	7.73	7.73
			9.69	8.36	7.02	6.04	5.15	6.97	9.96	9.96
	20.6~8.8	6	9.69	8.36	7.02	6.04	5.15	6.97	9.96	9.96
			12.9	11.3	9.89	8.65	6.95	9.70	13.2	13.2
8.8~5.5	7	12.9	11.3	9.89	8.65	6.95	9.70	13.2	13.2	
		14.9	13.2	11.4	10.5	8.28	11.1	15.8	15.8	
TX-TZ	5.5~2.0	8	45.8	39.8	34.1	31.7	24.8	32.8	48.4	48.4
			55.0	47.9	40.7	39.0	30.3	39.3	58.7	58.7
TA-TC	41.6~32.0	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			5.77	4.17	3.39	2.74	3.04	3.70	5.95	5.95
	32.0~20.6	10	5.77	4.17	3.39	2.74	3.04	3.70	5.95	5.95
			19.1	14.5	11.5	9.45	9.56	12.3	20.3	20.3
20.6~12.5	11	19.1	14.5	11.5	9.45	9.56	12.3	20.3	20.3	
		29.3	22.8	18.8	15.9	14.0	19.2	30.9	30.9	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

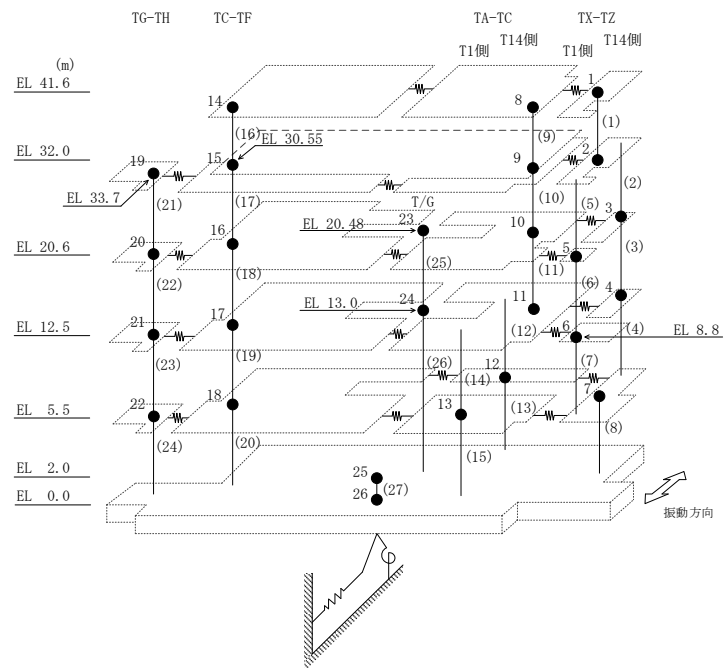




表 4-24(2) 最大応答曲げモーメント一覧 (弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN・m)							最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
TA-TC (T14側)	12.5~5.5	12	16.8	13.2	10.8	9.55	7.82	11.0	17.8	17.8
	5.5~2.0	13	18.6	14.7	12.2	10.9	8.69	12.2	20.0	20.0
TA-TC (T1側)	12.5~5.5	14	12.5	9.56	7.97	6.38	6.21	8.26	13.1	13.1
	5.5~2.0	15	20.1	15.9	13.2	11.9	9.40	13.1	21.5	21.5
TC-TF	41.6~30.55	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			7.12	5.66	4.76	3.52	3.53	5.13	7.29	7.29
	30.55~20.6	17	7.12	5.66	4.76	3.52	3.53	5.13	7.29	7.29
			18.0	14.5	12.1	9.28	8.78	13.1	19.1	19.1
	20.6~12.5	18	18.0	14.5	12.1	9.28	8.78	13.1	19.1	19.1
TC-TF	12.5~5.5	19	33.8	26.9	23.6	19.8	16.2	23.8	37.5	37.5
			51.3	41.4	38.6	32.6	25.0	34.7	56.4	56.4
TG-TH	33.7~20.6	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
			2.74	3.04	1.96	1.43	1.68	2.09	2.85	3.04
	20.6~12.5	22	2.74	3.04	1.96	1.43	1.68	2.09	2.85	3.04
			6.91	7.10	5.26	4.11	3.87	4.91	7.64	7.64
TG-TH	12.5~5.5	23	6.91	7.10	5.26	4.11	3.87	4.91	7.64	7.64
			12.7	12.6	10.0	8.21	6.70	8.50	14.6	14.6
TG-TH	5.5~2.0	24	12.7	12.6	10.0	8.21	6.70	8.50	14.6	14.6
			16.0	15.6	12.6	10.6	8.19	10.4	18.4	18.4

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

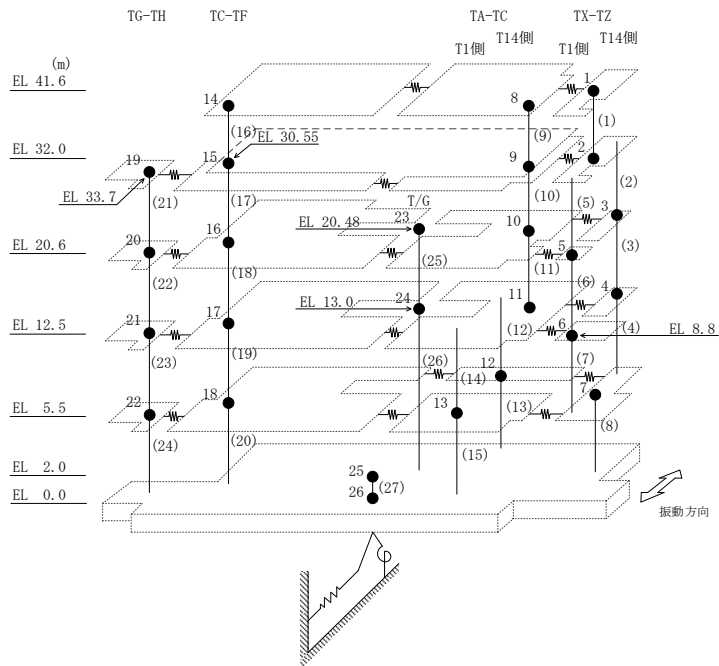
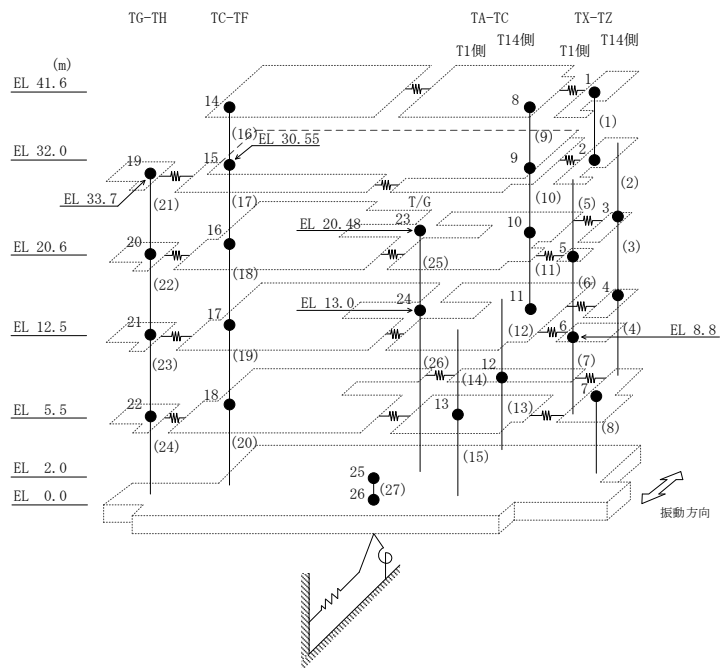


表 4-25 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )							Sd-1	最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW			
TX-TZ	41.6~32.0	1	0.10	0.09	0.07	0.06	0.06	0.08	0.11	0.11	
TX-TZ (T14側)	32.0~20.6	2	0.32	0.21	0.18	0.14	0.12	0.17	0.32	0.32	
	20.6~12.5	3	0.16	0.13	0.11	0.11	0.08	0.11	0.17	0.17	
	12.5~5.5	4	0.19	0.17	0.14	0.14	0.11	0.14	0.26	0.26	
	32.0~20.6	5	0.18	0.14	0.12	0.10	0.10	0.12	0.17	0.18	
TX-TZ (T1側)	20.6~8.8	6	0.34	0.25	0.21	0.19	0.15	0.21	0.42	0.42	
	8.8~5.5	7	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.07	0.07	
TX-TZ	5.5~2.0	8	0.13	0.12	0.10	0.11	0.08	0.10	0.15	0.15	
TA-TC	41.6~32.0	9	0.18	0.13	0.10	0.08	0.09	0.11	0.18	0.18	
	32.0~20.6	10	0.19	0.14	0.12	0.10	0.09	0.12	0.20	0.20	
TA-TC (T14側)	20.6~12.5	11	0.22	0.18	0.16	0.14	0.11	0.14	0.27	0.27	
	12.5~5.5	12	0.19	0.17	0.15	0.13	0.10	0.13	0.23	0.23	
TA-TC (T1側)	5.5~2.0	13	0.20	0.17	0.15	0.16	0.13	0.13	0.24	0.24	
	12.5~5.5	14	0.19	0.17	0.14	0.14	0.11	0.14	0.25	0.25	
	5.5~2.0	15	0.18	0.16	0.13	0.14	0.11	0.13	0.21	0.21	
	41.6~30.55	16	0.20	0.16	0.13	0.10	0.10	0.14	0.24	0.24	
TC-TF	30.55~20.6	17	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.15	0.27	0.27	
	20.6~12.5	18	0.11	0.09	0.09	0.07	0.05	0.07	0.12	0.12	
	12.5~5.5	19	0.22	0.19	0.18	0.15	0.11	0.14	0.33	0.33	
	5.5~2.0	20	0.20	0.18	0.15	0.15	0.10	0.12	0.22	0.22	
TG-TH	33.7~20.6	21	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	
	20.6~12.5	22	0.13	0.12	0.10	0.08	0.07	0.09	0.14	0.14	
	12.5~5.5	23	0.16	0.15	0.13	0.11	0.08	0.10	0.19	0.19	
	5.5~2.0	24	0.17	0.16	0.13	0.12	0.08	0.10	0.20	0.20	

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



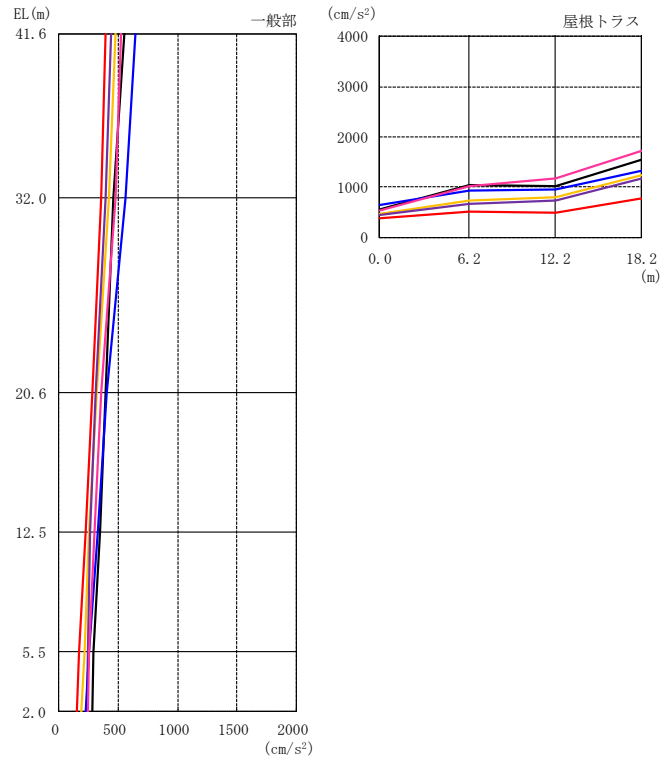
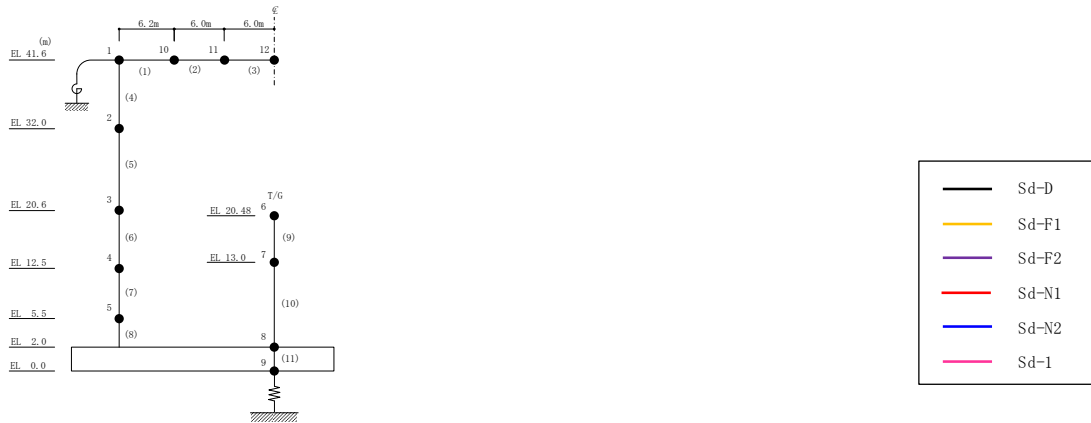


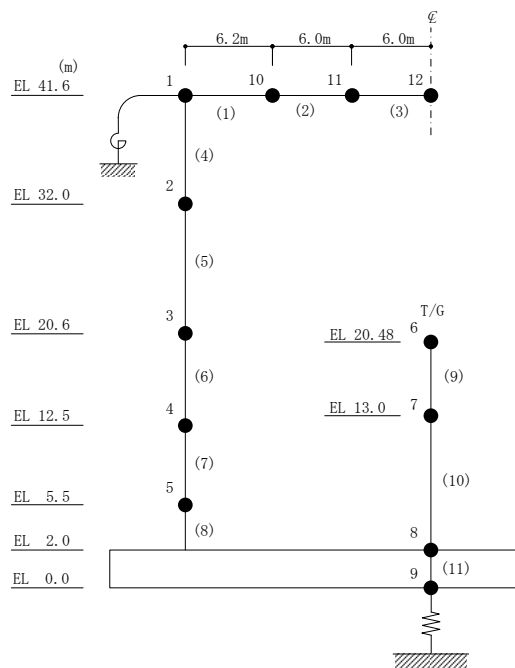
図 4-26 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)

表 4-26 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	最大値
一般部	41.6	1	553	473	442	388	642	525	642
	32.0	2	461	420	391	355	559	473	559
	20.6	3	394	320	310	281	402	355	402
	12.5	4	348	253	257	228	324	300	348
	5.5	5	289	214	246	169	254	257	289
	2.0	8	277	189	235	147	220	238	277
屋根 トラス	0.0	1	553	473	442	388	642	525	642
	6.2	10	1030	732	663	514	921	1011	1030
	12.2	11	1008	805	735	498	962	1183	1183
	18.2	12	1544	1230	1166	770	1317	1723	1723

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは端部からの距離を示す。



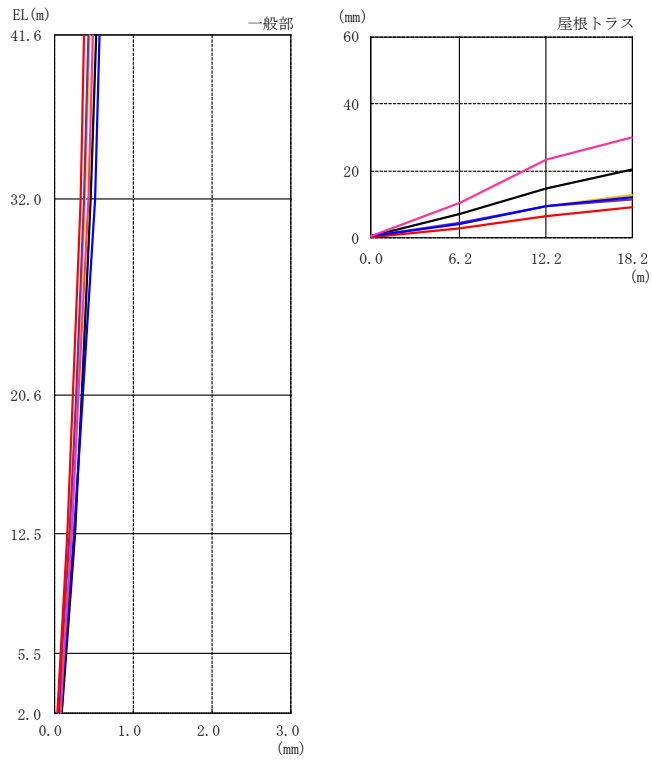
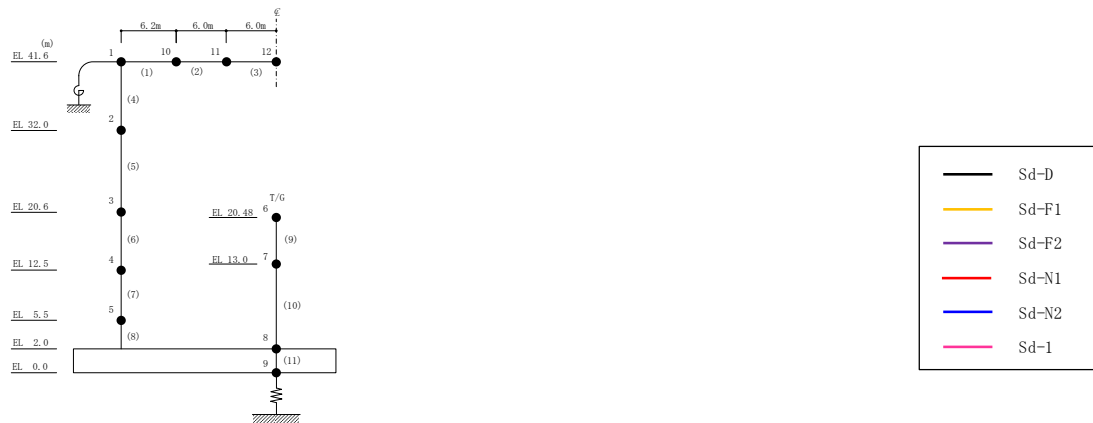


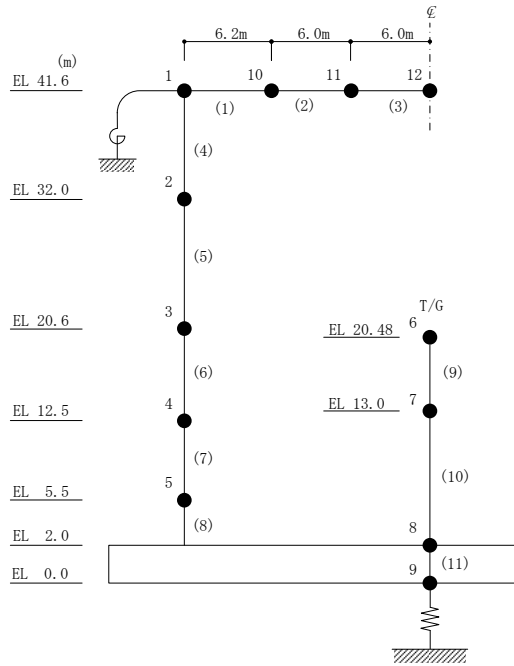
図 4-27 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)

表 4-27 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向）

部位	EL* (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)						最大値
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
一般部	41.6	1	0.52	0.45	0.43	0.38	0.57	0.50	0.57
	32.0	2	0.47	0.40	0.38	0.33	0.51	0.43	0.51
	20.6	3	0.35	0.29	0.27	0.24	0.37	0.31	0.37
	12.5	4	0.26	0.20	0.19	0.16	0.26	0.22	0.26
	5.5	5	0.15	0.11	0.10	0.08	0.14	0.13	0.15
	2.0	8	0.09	0.05	0.07	0.04	0.07	0.08	0.09
屋根 トラス	0.0	1	0.52	0.45	0.43	0.38	0.57	0.50	0.57
	6.2	10	7.24	4.28	4.55	2.96	4.30	10.34	10.34
	12.2	11	14.94	9.60	9.42	6.67	9.49	23.29	23.29
	18.2	12	20.29	12.84	11.48	9.01	12.28	29.86	29.86

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：屋根トラスは端部からの距離を示す。



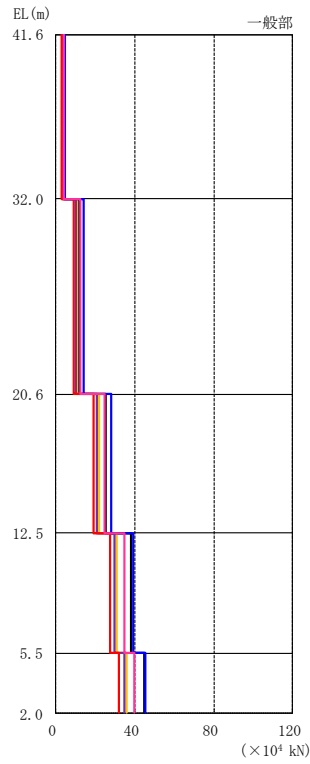
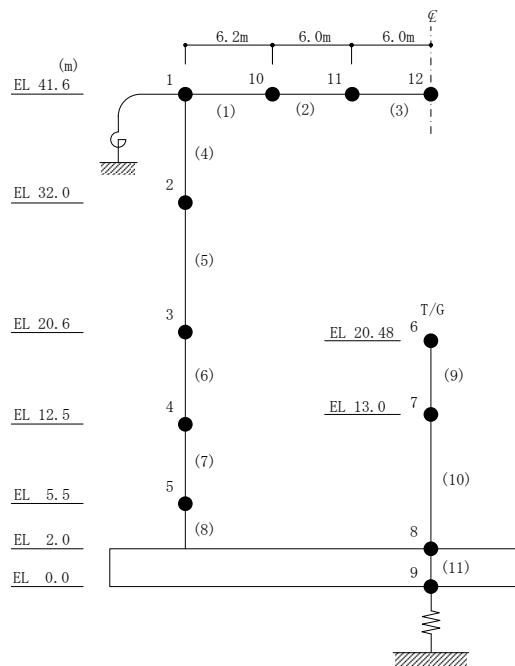


図 4-28 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

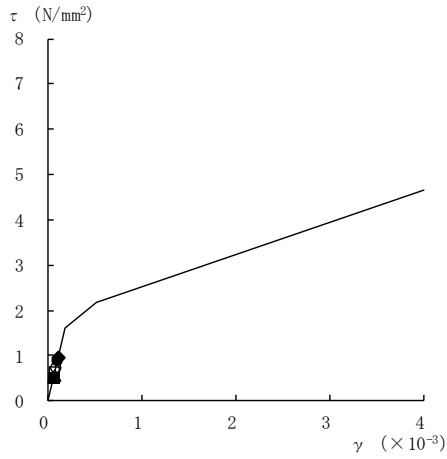
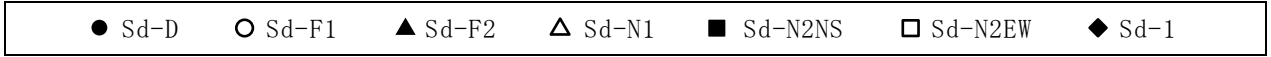
表 4-28 最大応答軸力一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

部位	EL (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 <sup>4</sup> kN)						
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	最大値
一般部	41.6~32.0	4	4.20	3.40	3.35	2.93	4.35	4.02	4.35
	32.0~20.6	5	12.0	10.8	10.2	9.21	13.9	12.4	13.9
	20.6~12.5	6	25.2	21.6	20.6	19.1	27.9	24.8	27.9
	12.5~5.5	7	37.9	31.0	29.7	27.6	39.2	34.9	39.2
	5.5~2.0	8	44.9	35.8	34.5	31.9	45.3	39.7	45.3

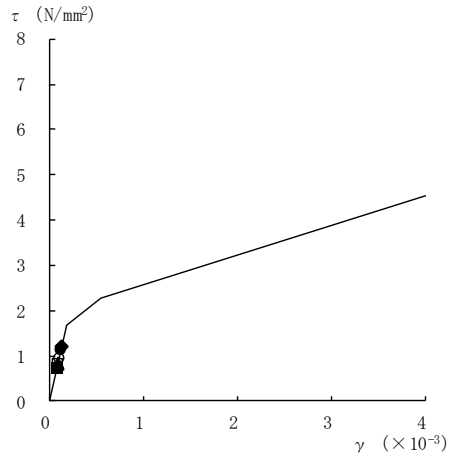
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



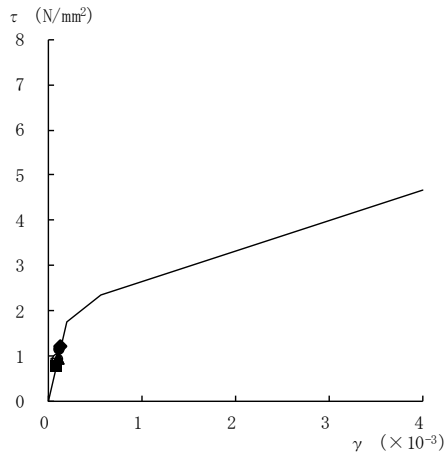




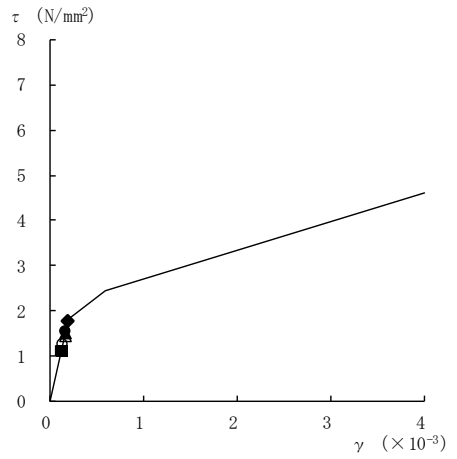
要素番号 (1)



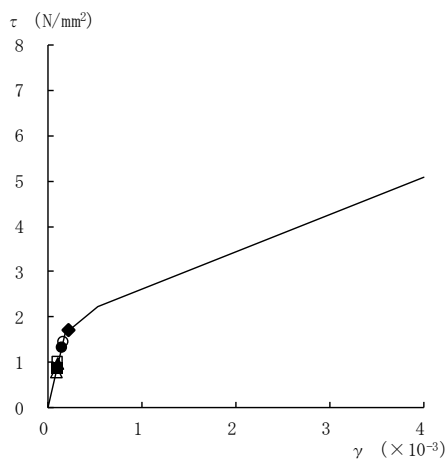
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

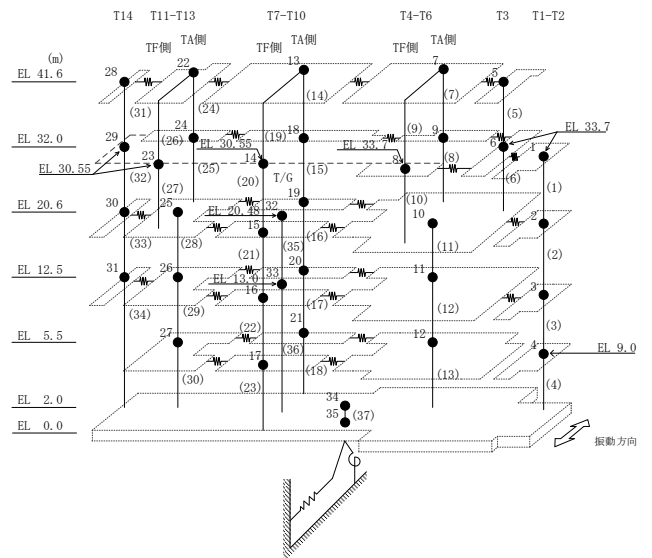
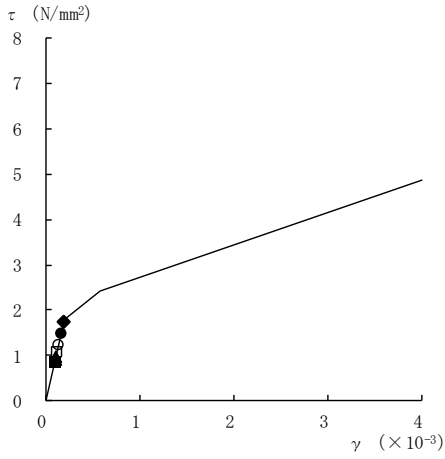
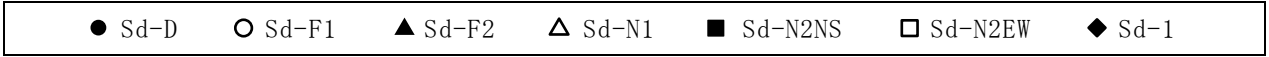
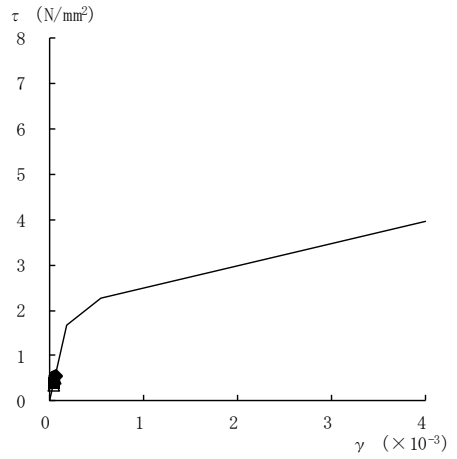


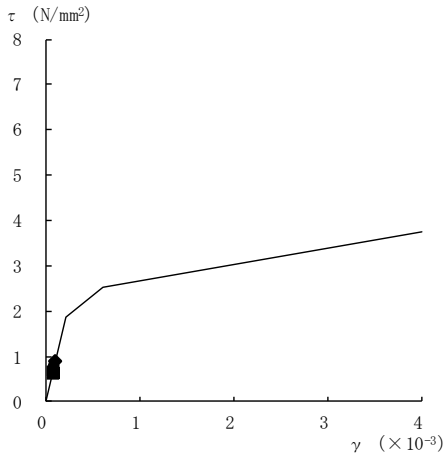
図 4-29(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



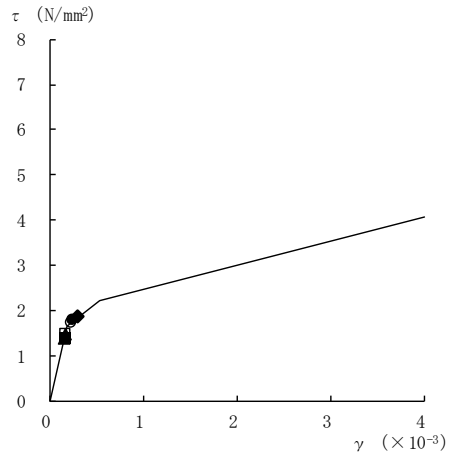
要素番号 (6)



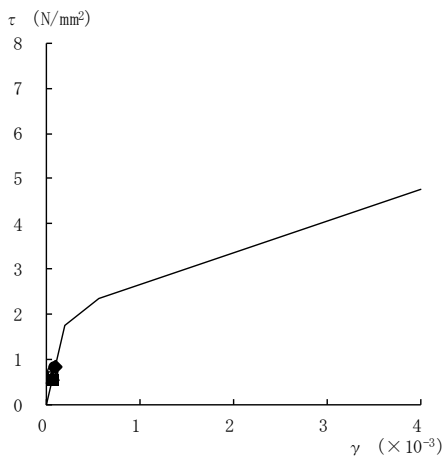
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (10)



要素番号 (11)

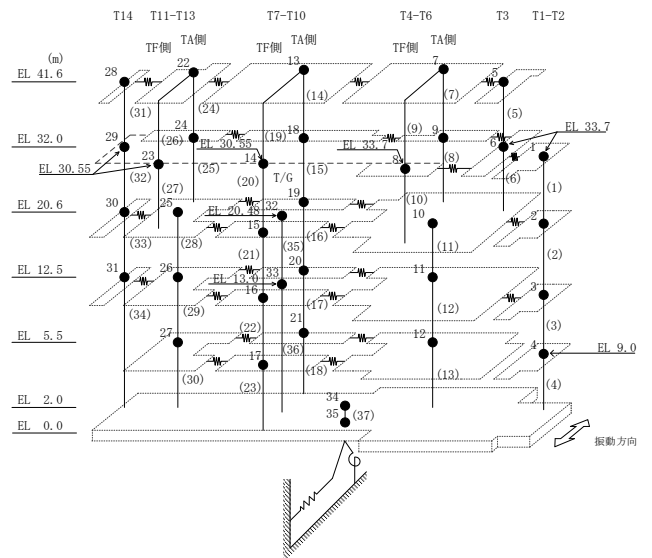
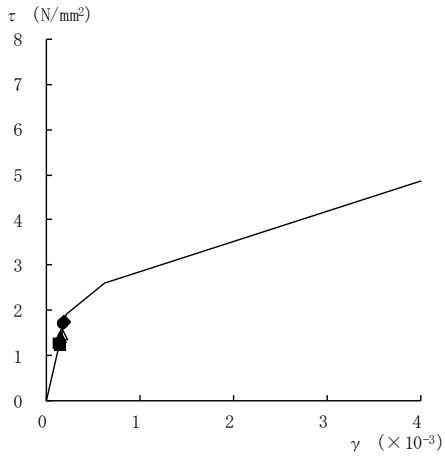
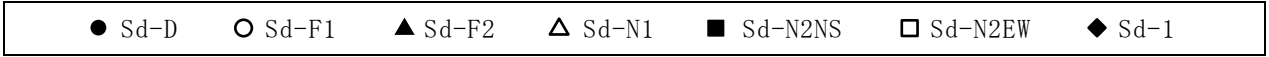
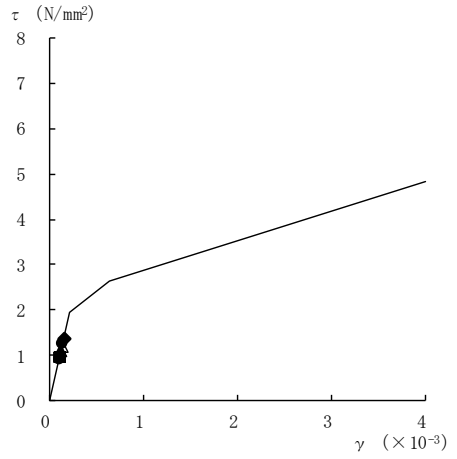


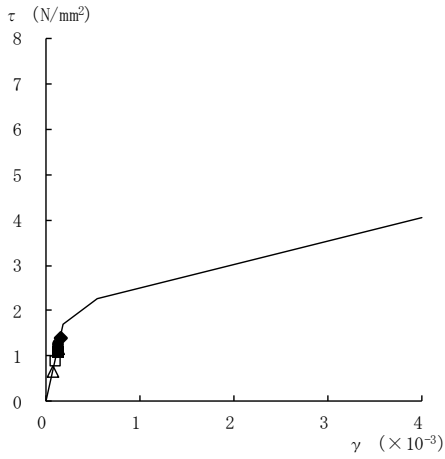
図 4-29(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



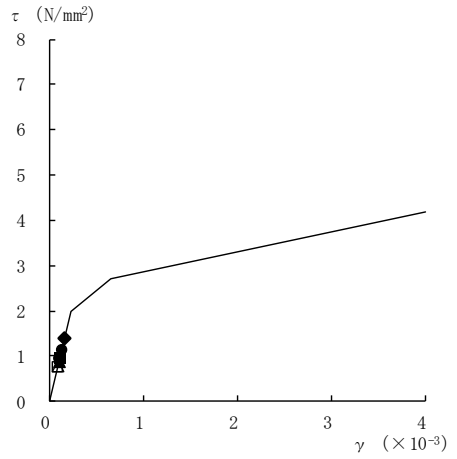
要素番号 (12)



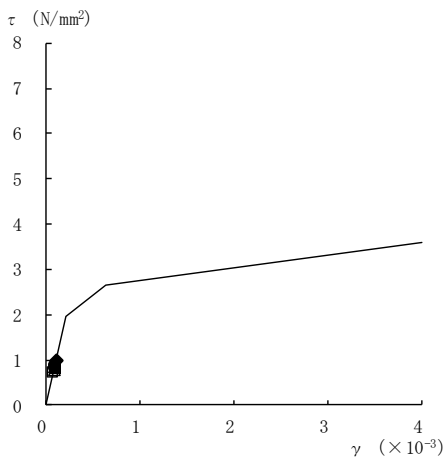
要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)

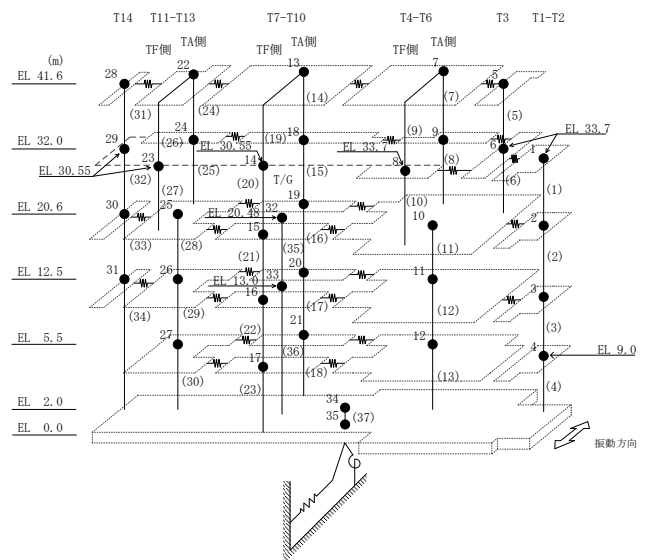
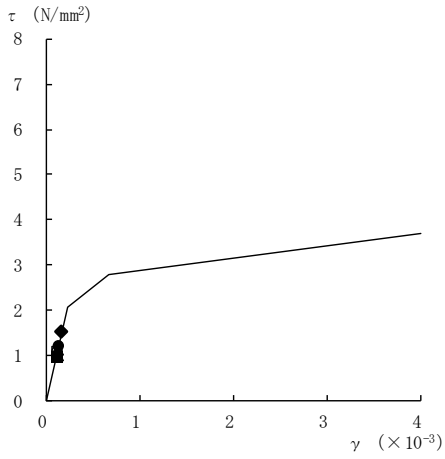
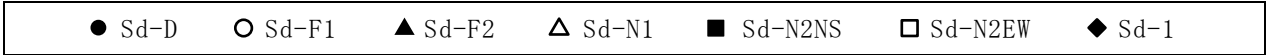
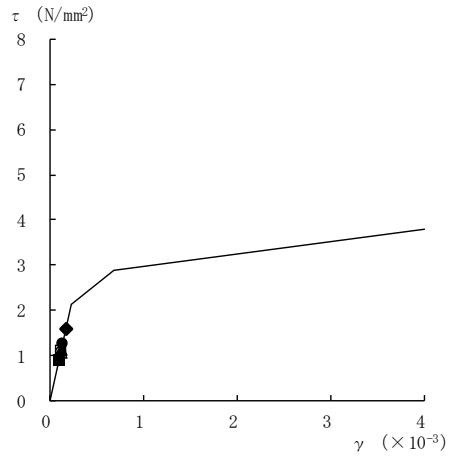


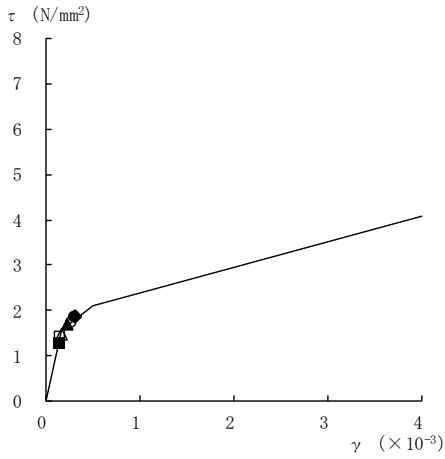
図 4-29(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



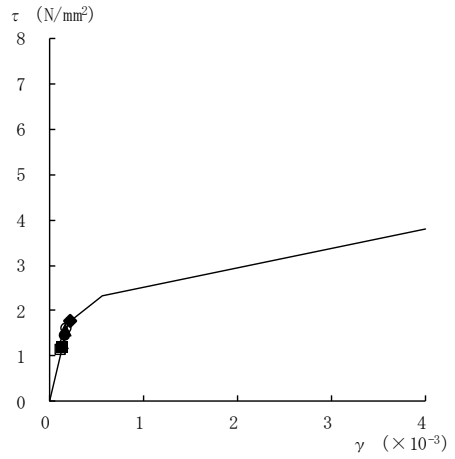
要素番号 (17)



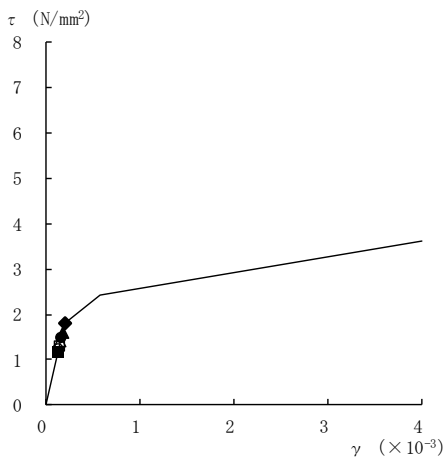
要素番号 (18)



要素番号 (21)



要素番号 (22)



要素番号 (23)

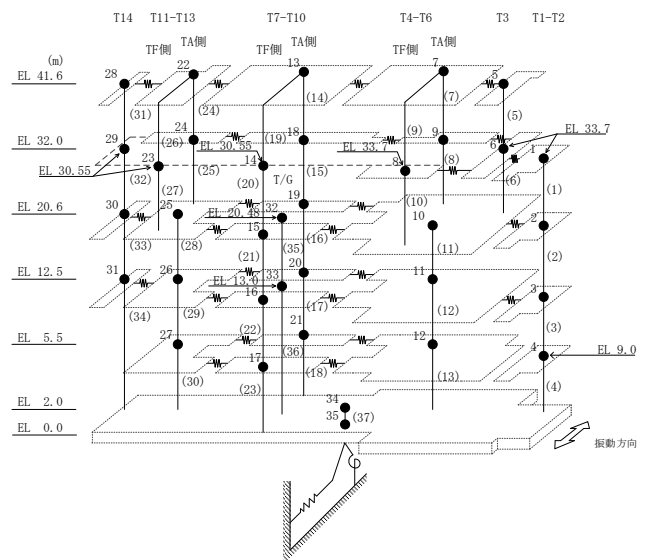
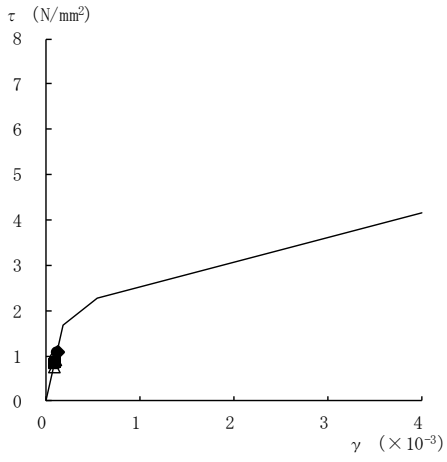
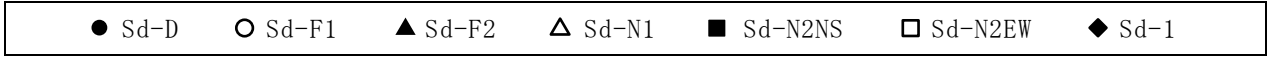
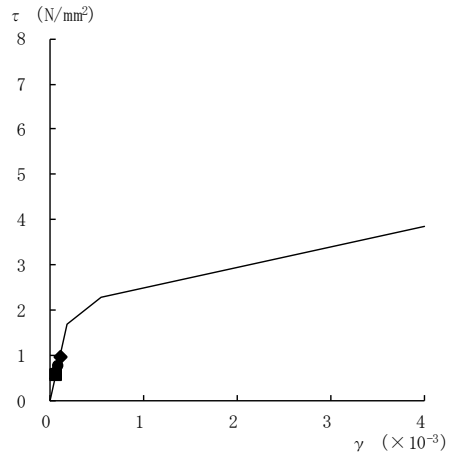


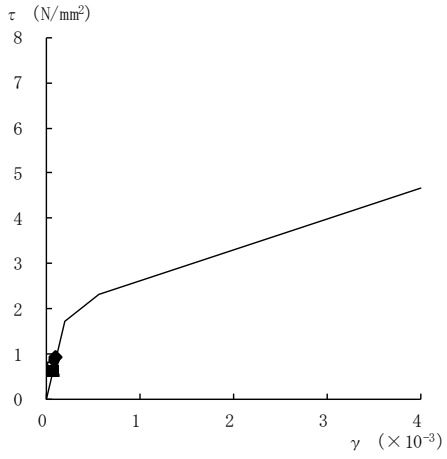
図 4-29(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



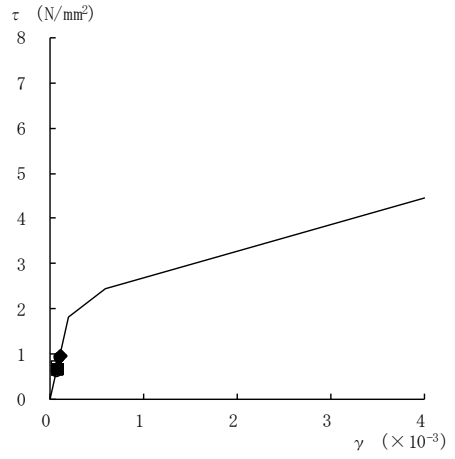
要素番号 (24)



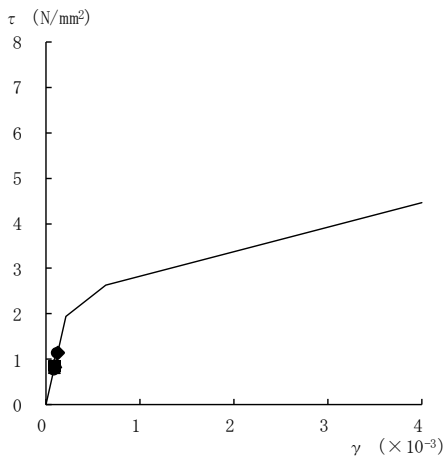
要素番号 (25)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

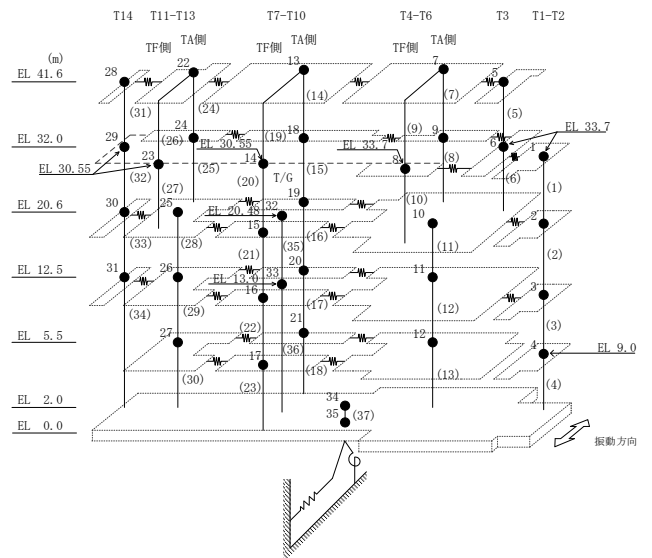
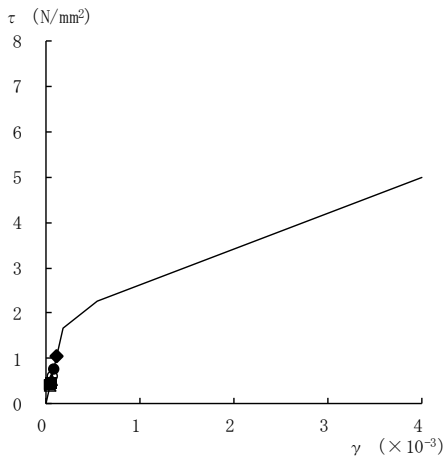
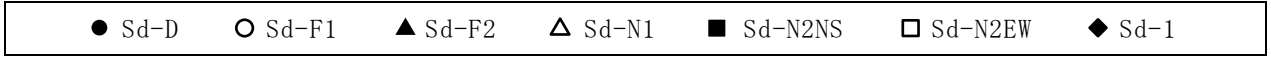
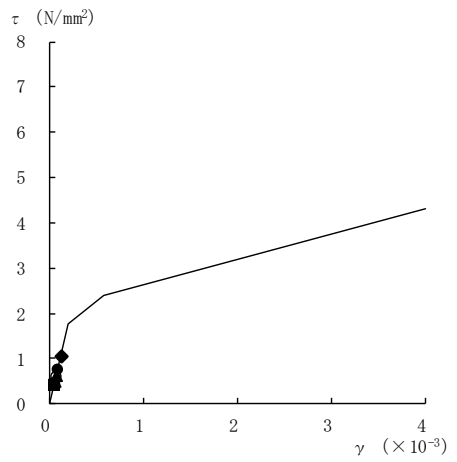


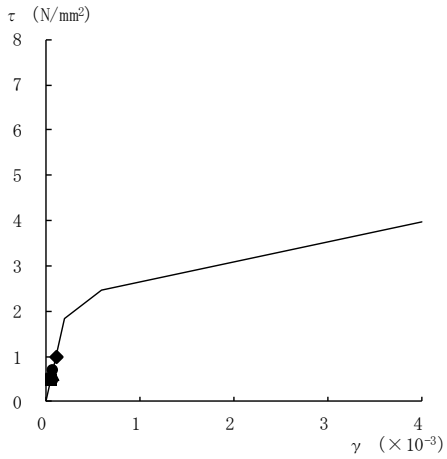
図 4-29(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



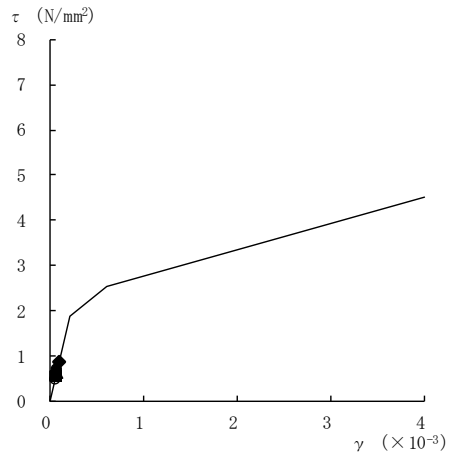
要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)



要素番号 (34)

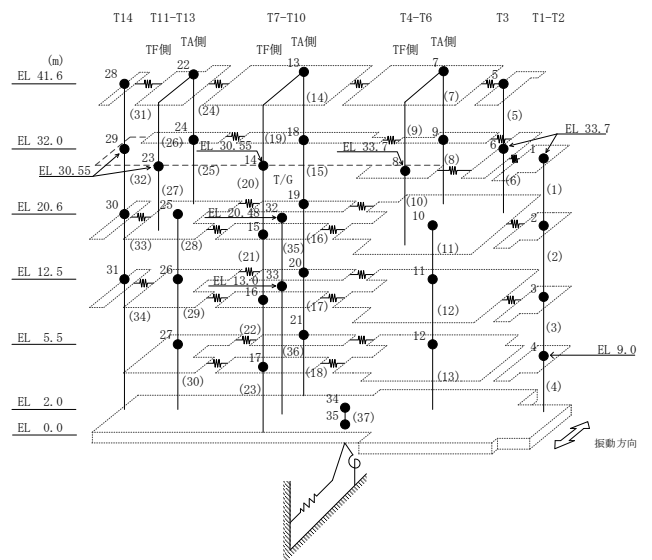
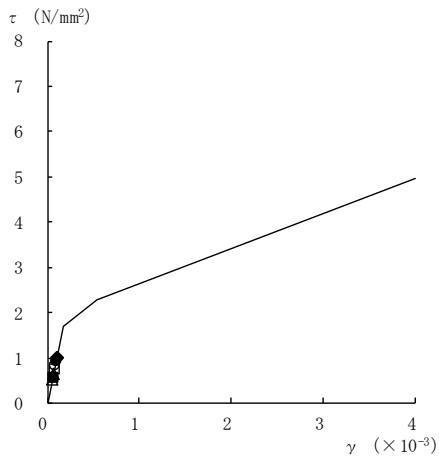
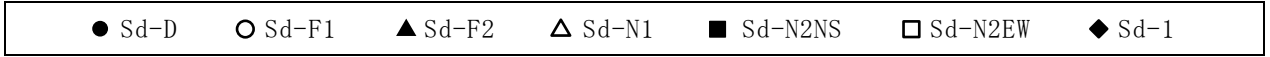
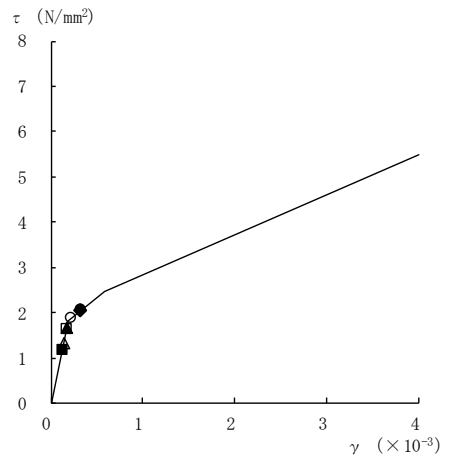


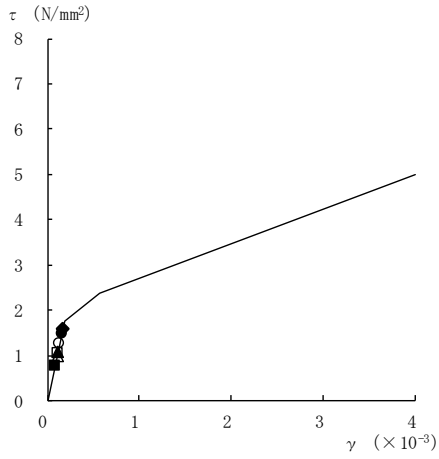
図 4-29(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



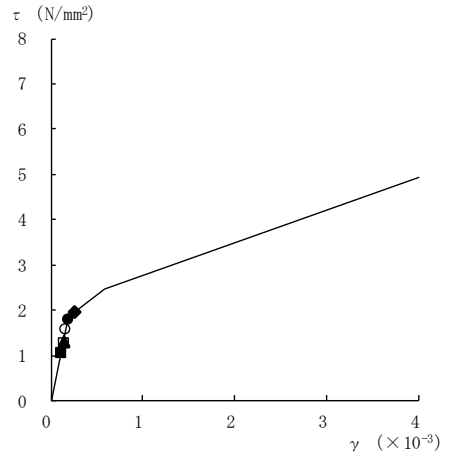
要素番号 (1)



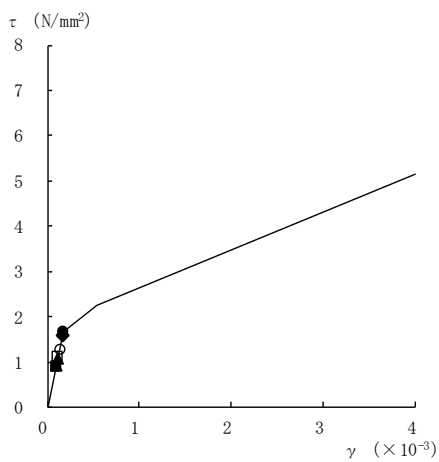
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

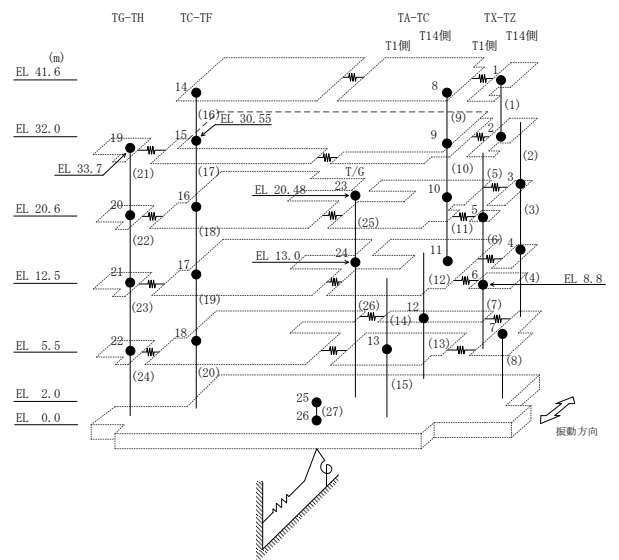
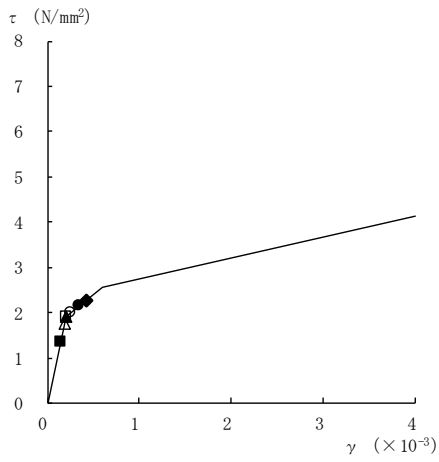
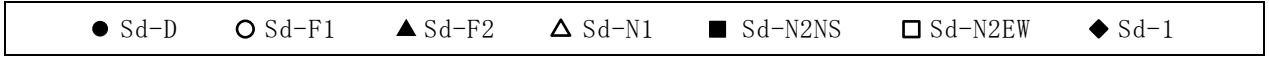
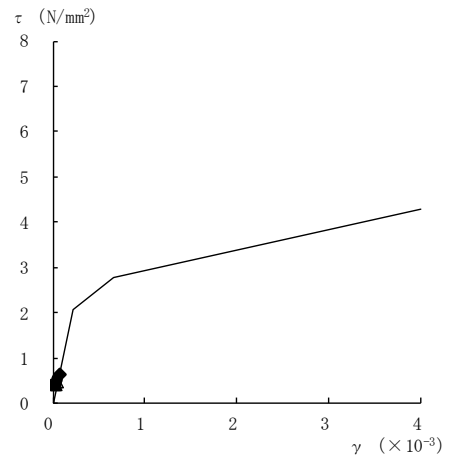


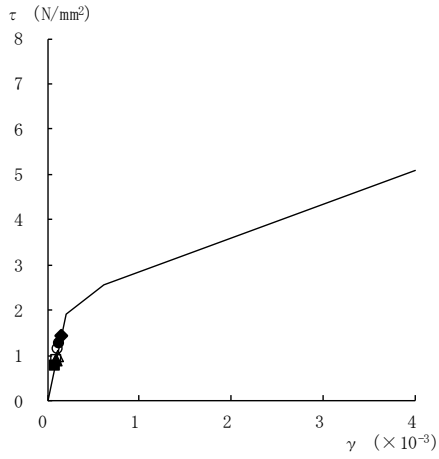
図 4-30(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



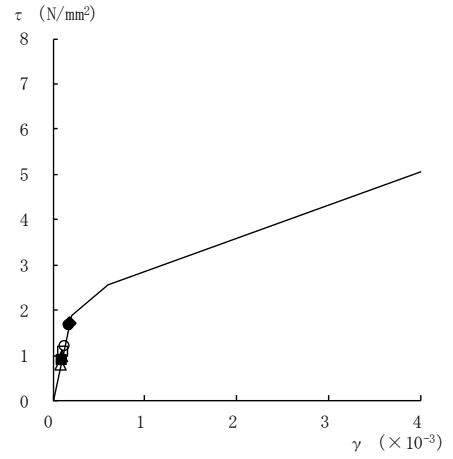
要素番号 (6)



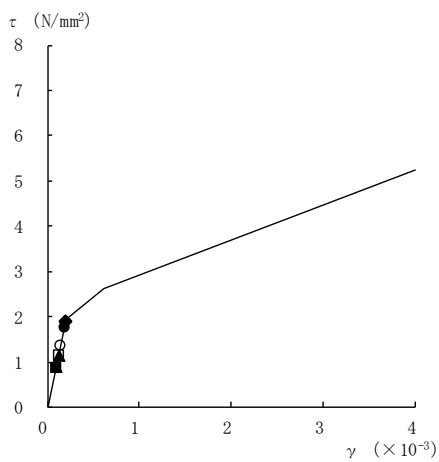
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

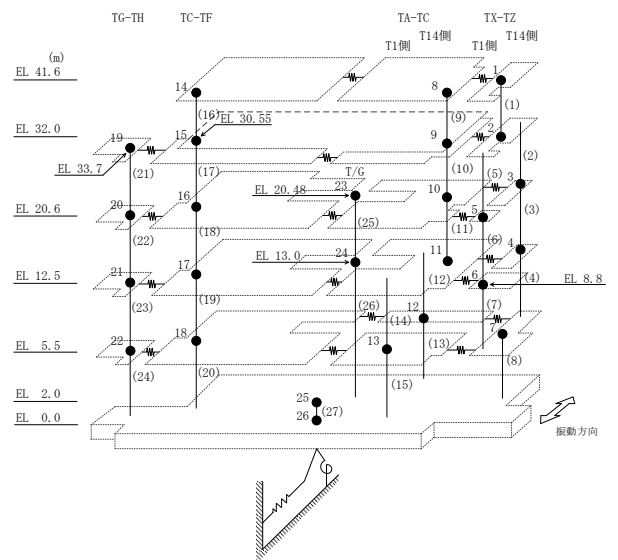
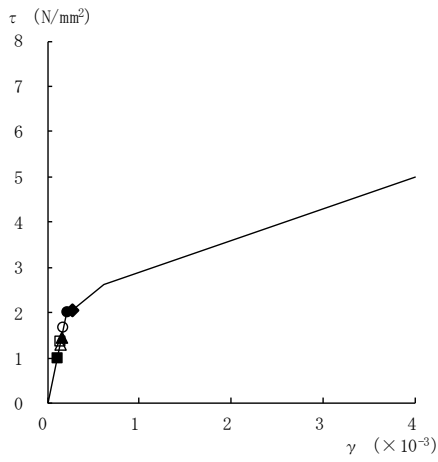
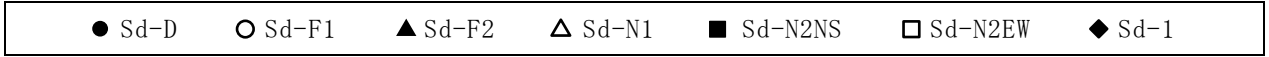
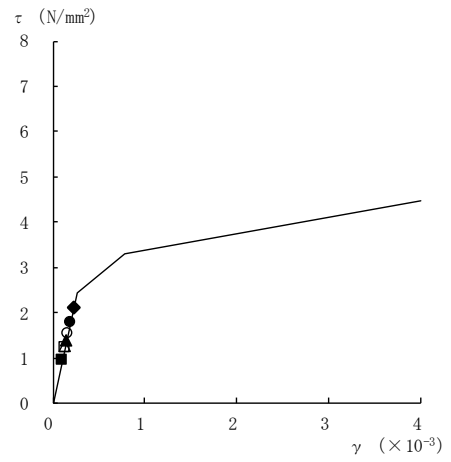


図 4-30(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

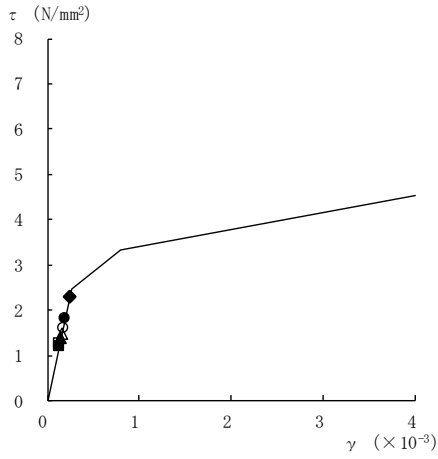




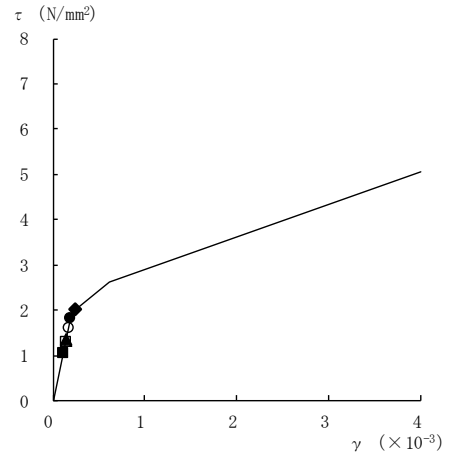
要素番号 (11)



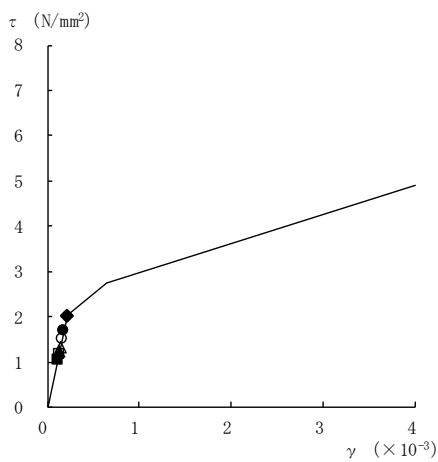
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

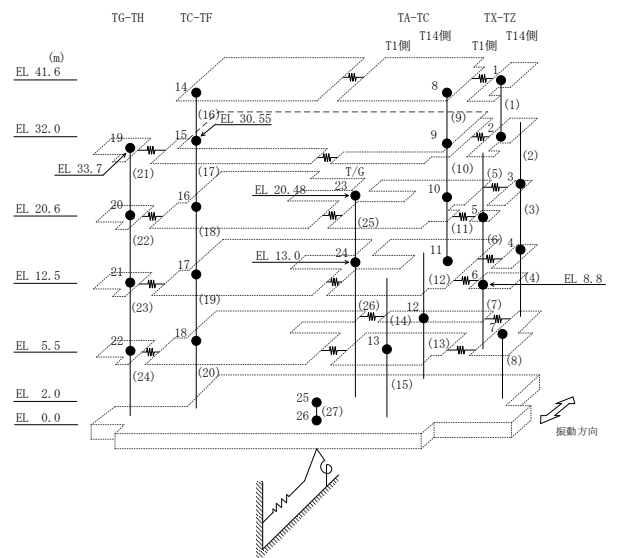
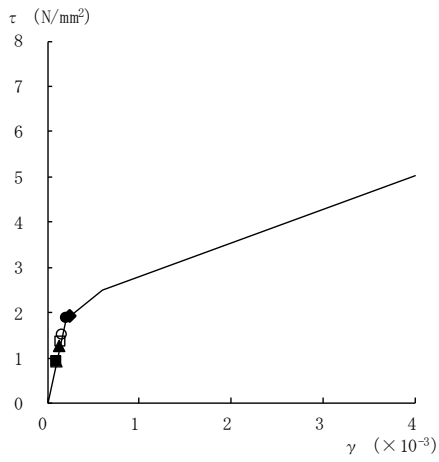
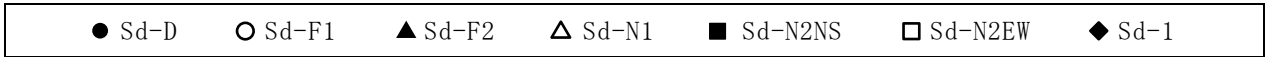
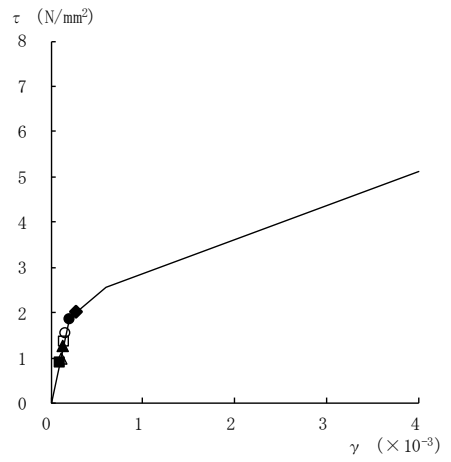


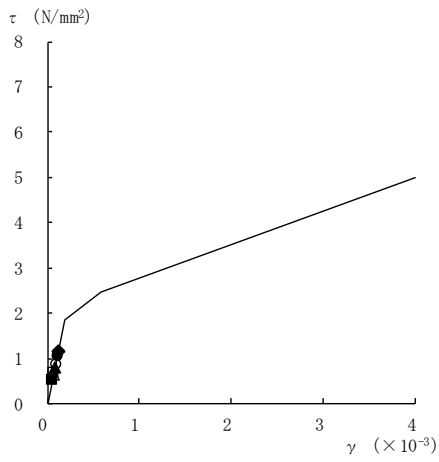
図 4-30(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



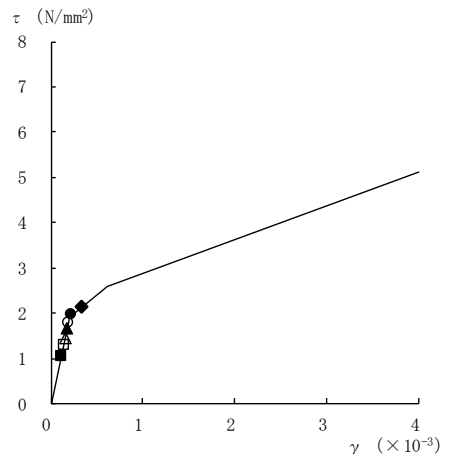
要素番号 (16)



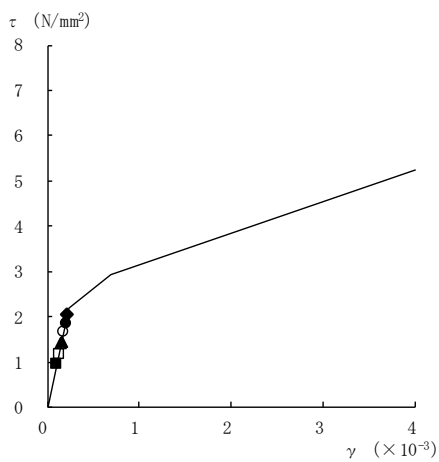
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

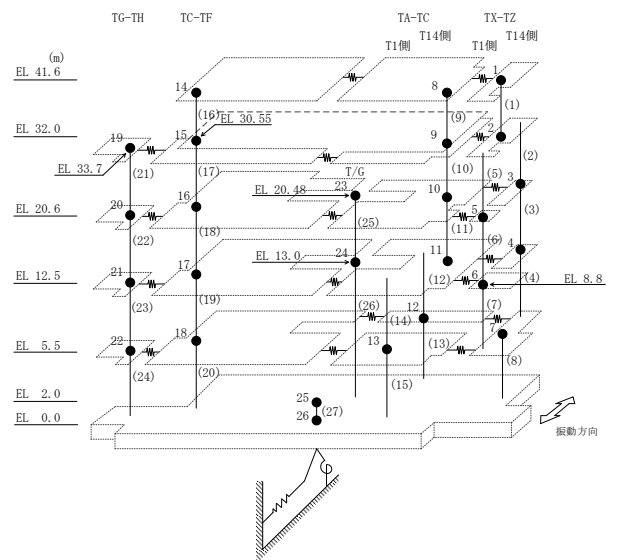
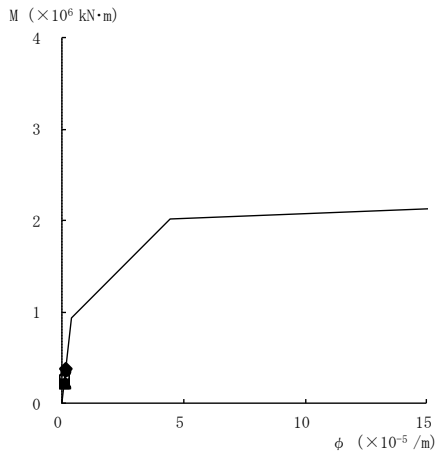
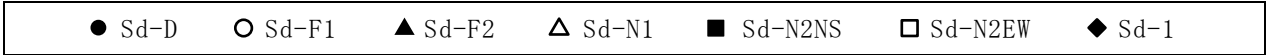
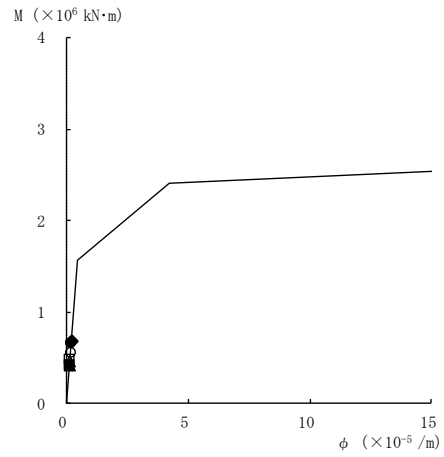


図 4-30(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

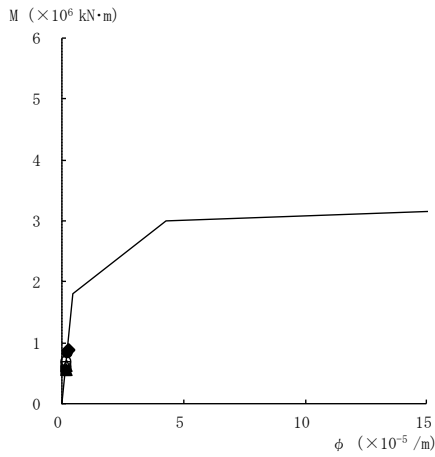




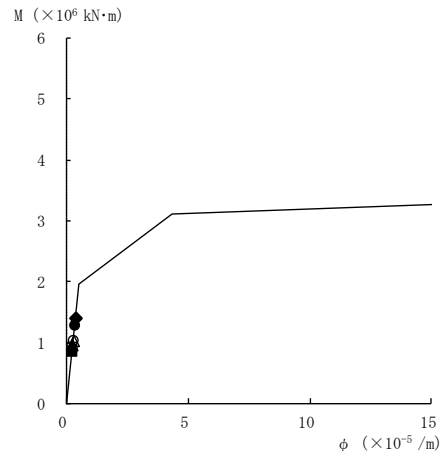
要素番号 (1)



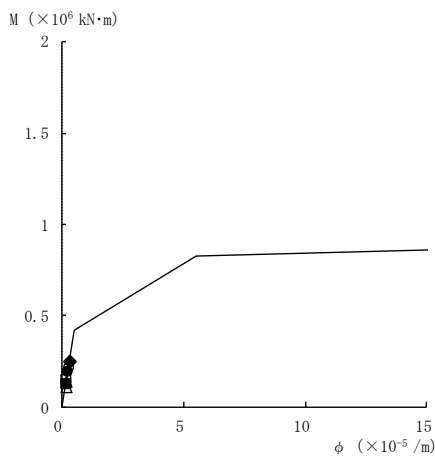
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

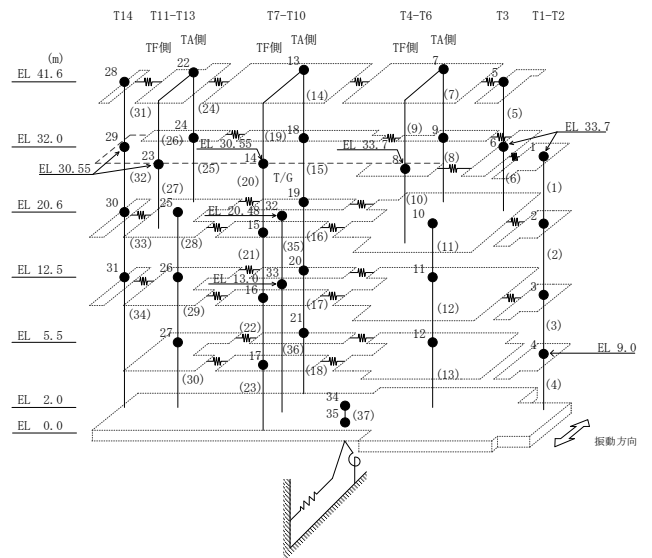
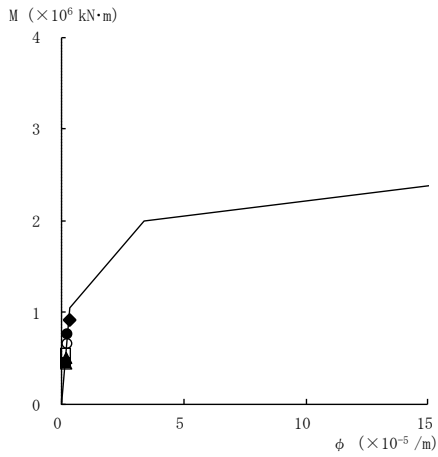
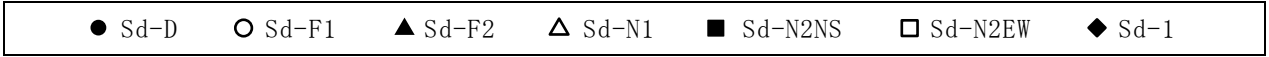
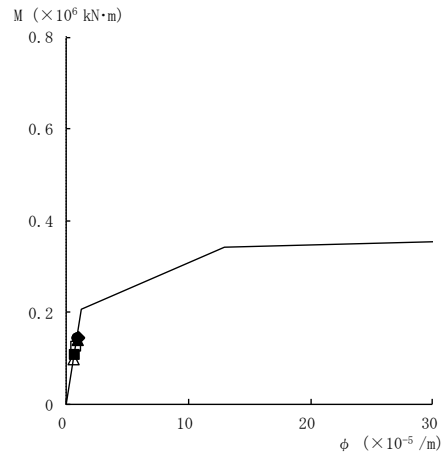


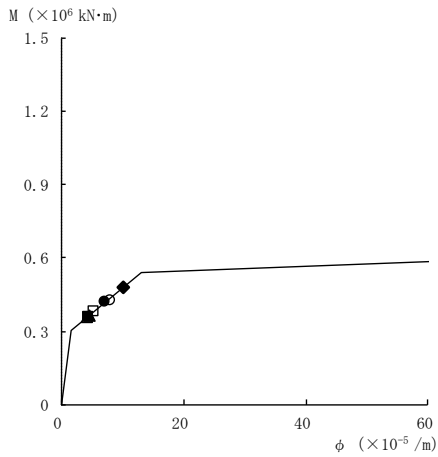
図 4-31(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, NS 方向)



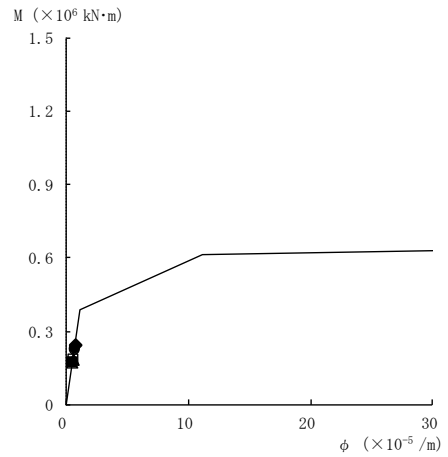
要素番号 (6)



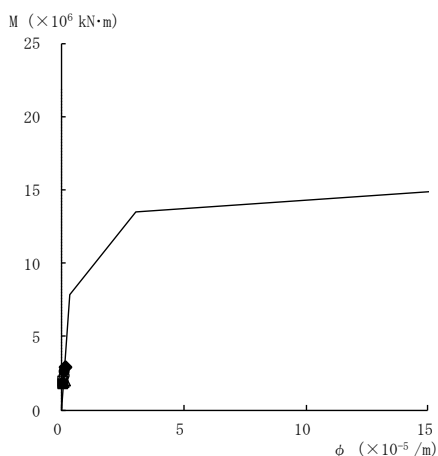
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (10)



要素番号 (11)

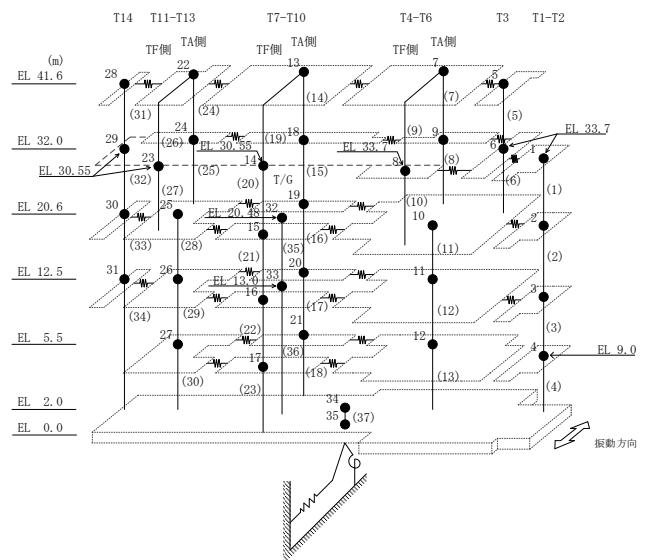
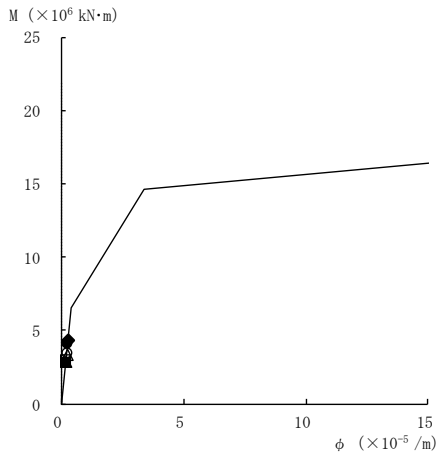
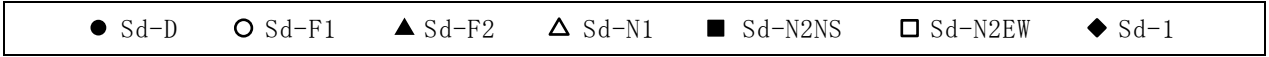
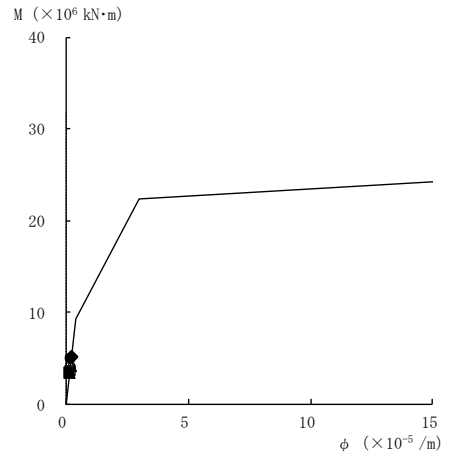


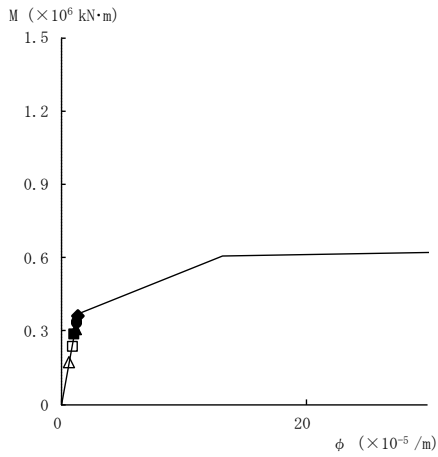
図 4-31(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



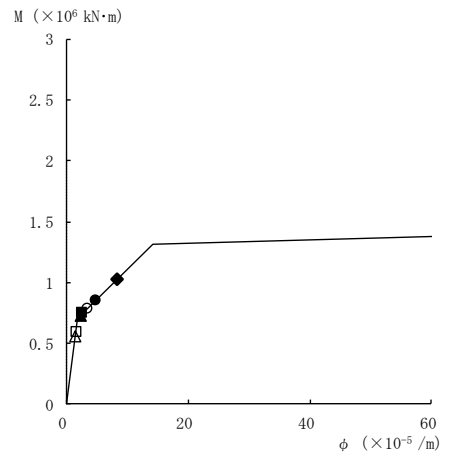
要素番号 (12)



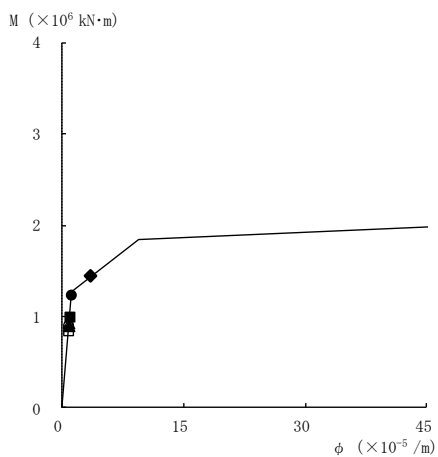
要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)



要素番号 (16)

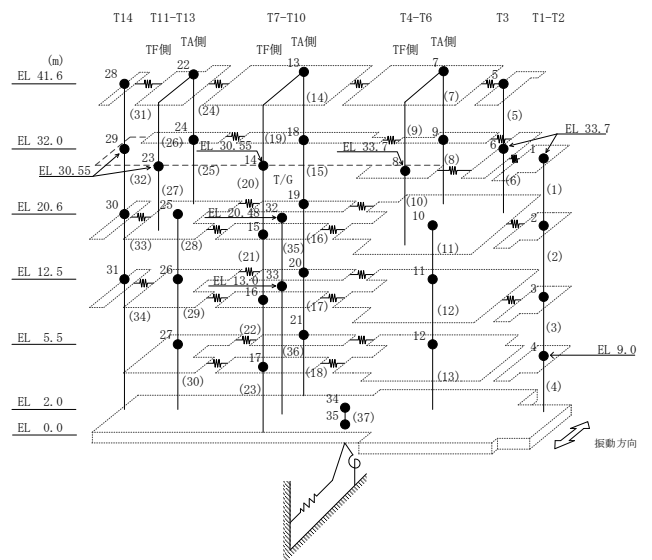
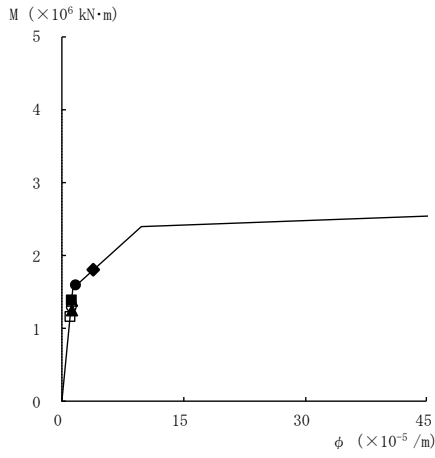
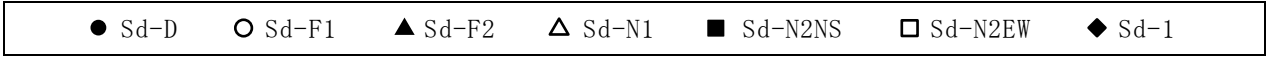
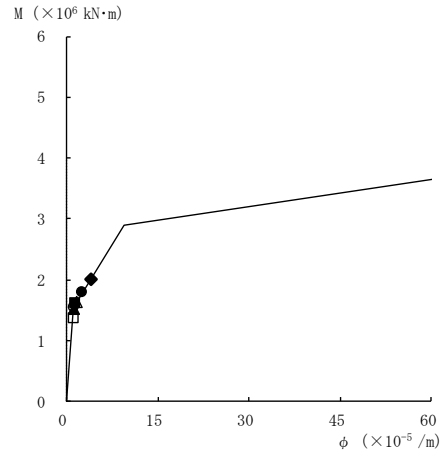


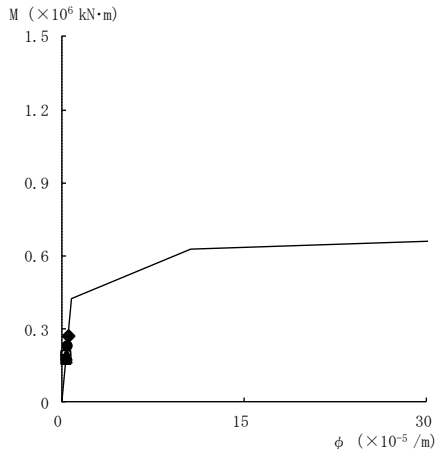
図 4-31 (3) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



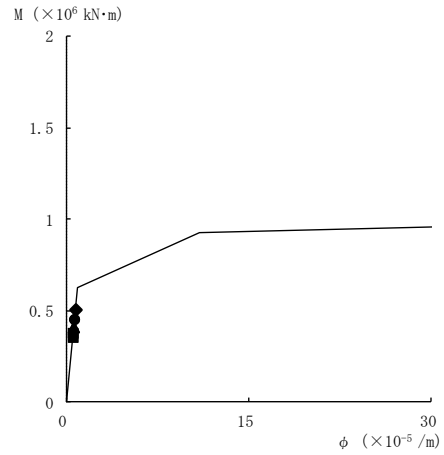
要素番号 (17)



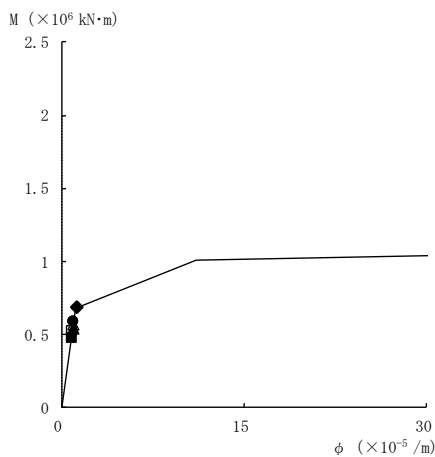
要素番号 (18)



要素番号 (21)



要素番号 (22)



要素番号 (23)

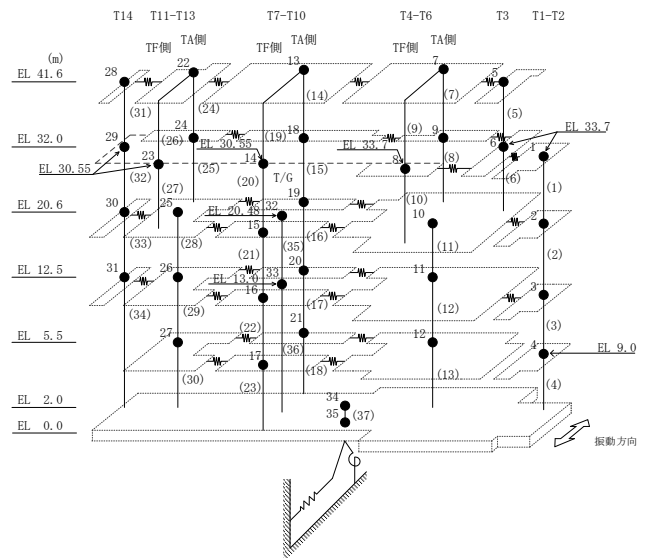
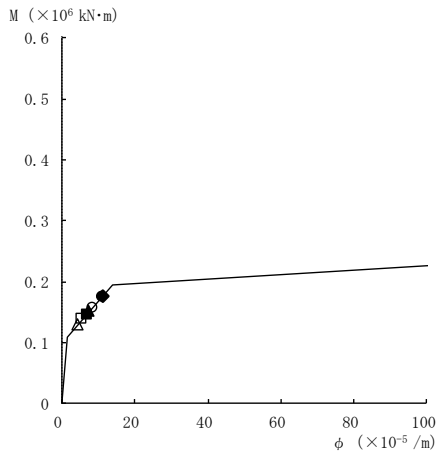
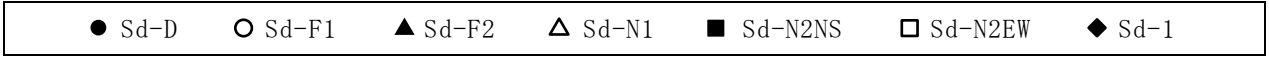
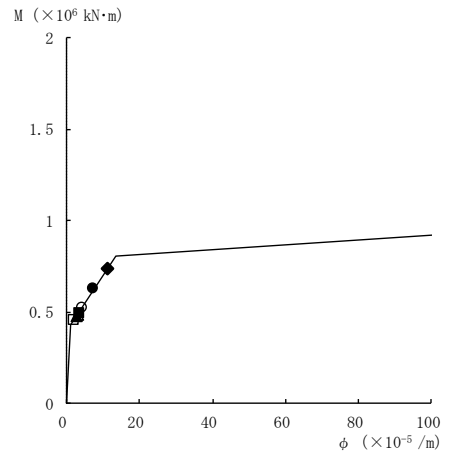


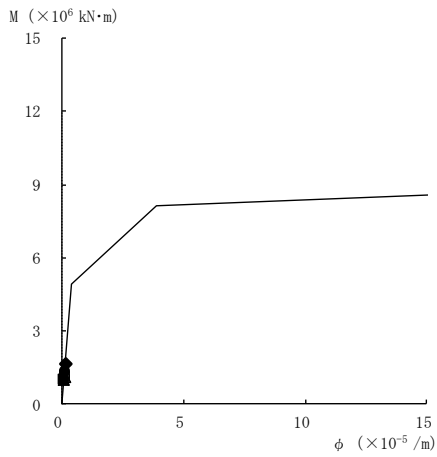
図 4-31(4) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



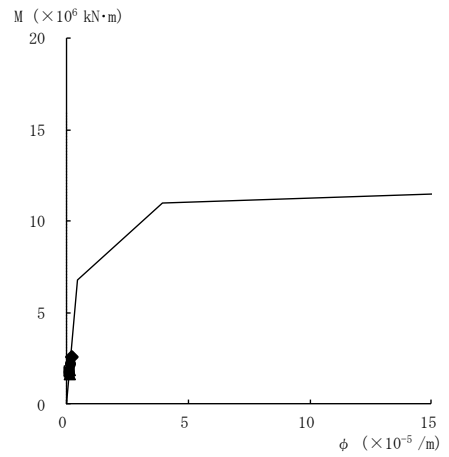
要素番号 (24)



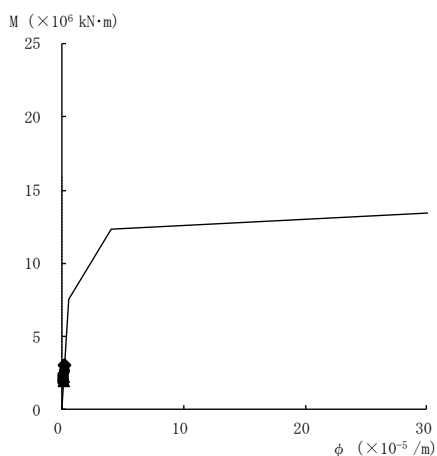
要素番号 (25)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

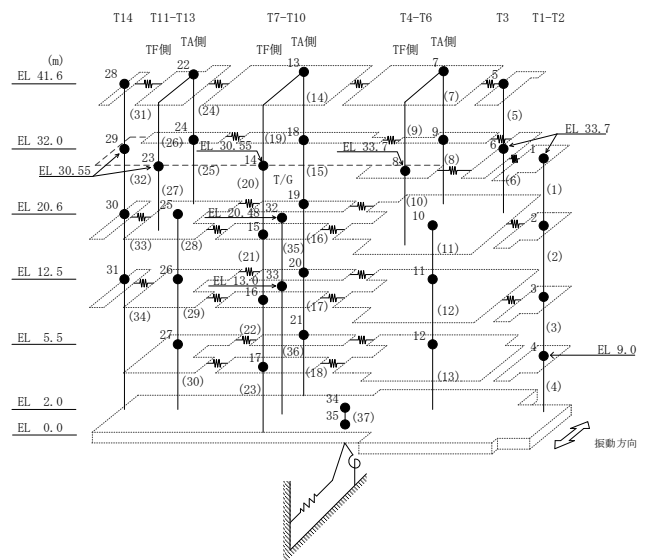
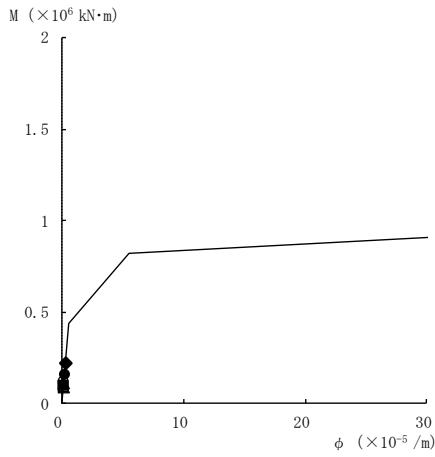
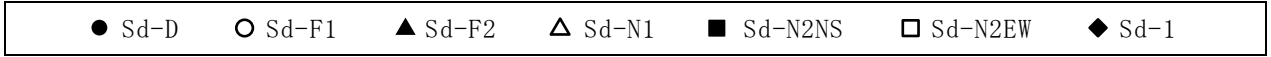
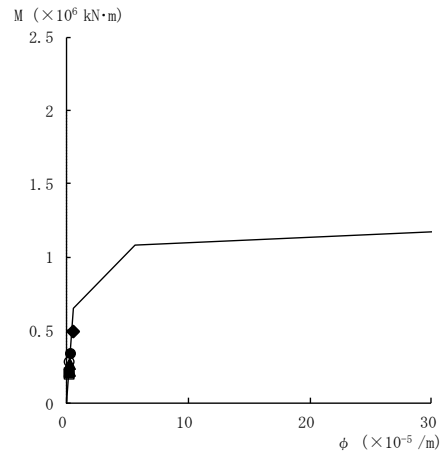


図 4-31(5) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

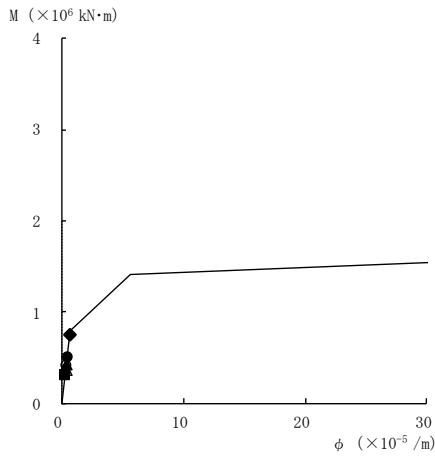




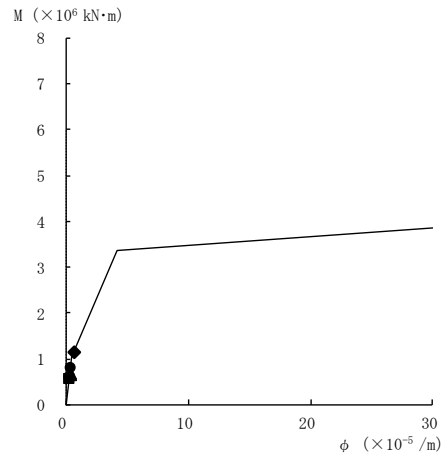
要素番号 (31)



要素番号 (32)



要素番号 (33)



要素番号 (34)

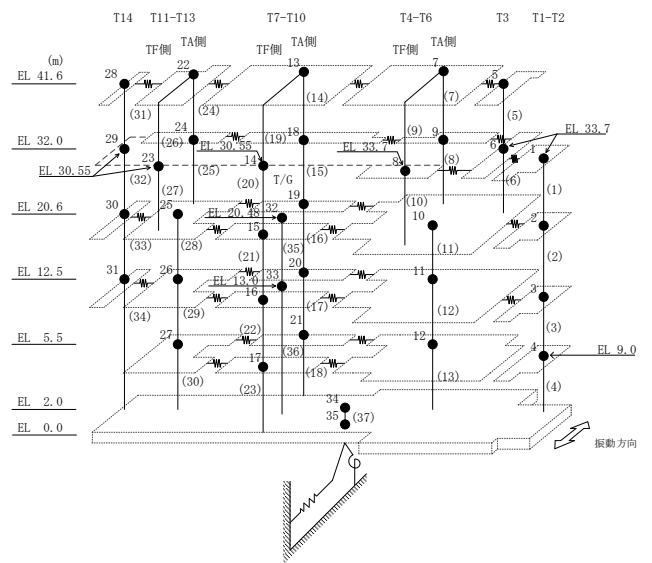


図 4-31(6) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

表 4-29 弾性設計用地震動 S d による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) N S 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S d - D	0.464	11.8	100
S d - F 1	0.427	9.66	100
S d - F 2	0.409	8.20	100
S d - N 1	0.462	12.6	100
S d - N 2 N S	0.444	10.4	100
S d - N 2 E W	0.453	11.1	100
S d - 1	0.511	15.9	100

(b) E W 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
S d - D	0.448	20.9	100
S d - F 1	0.414	17.2	100
S d - F 2	0.405	15.5	100
S d - N 1	0.391	14.5	100
S d - N 2 N S	0.375	10.2	100
S d - N 2 E W	0.403	14.3	100
S d - 1	0.455	22.7	100

## 4.2 静的解析

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した地震層せん断力係数  $1.5 \cdot C_i$  及び静的地震力（水平地震力）を表 4-30 及び表 4-31，図 4-32 及び図 4-33 に，最大接地圧を表 4-32 に示す。

表 4-30 地震層せん断力係数 ( $1.5 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (NS 方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
41.6~32.0	98710	0.807	79.66
32.0~20.6	272570	0.537	146.37
20.6~12.5	617880	0.356	219.97
12.5~5.5	984810	0.279	274.76
5.5~2.0	1241890	0.240	298.05

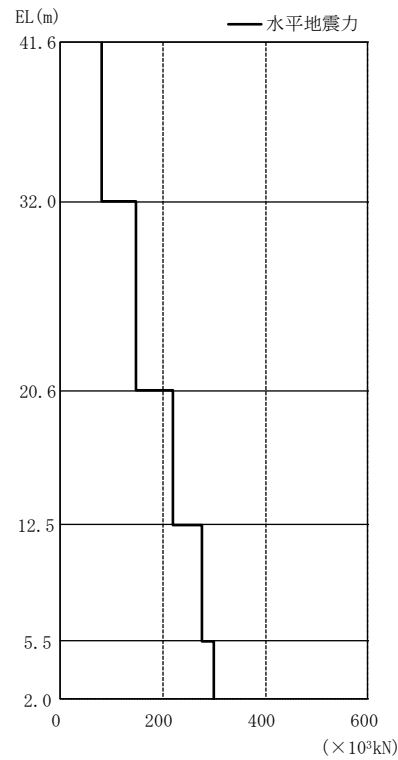


図 4-32 水平地震力 (NS 方向)

表 4-31 地震層せん断力係数 ( $1.5 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (EW方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
41.6~32.0	98710	0.533	52.61
32.0~20.6	272570	0.429	116.93
20.6~12.5	617880	0.330	203.90
12.5~5.5	984810	0.275	270.82
5.5~2.0	1241890	0.240	298.05

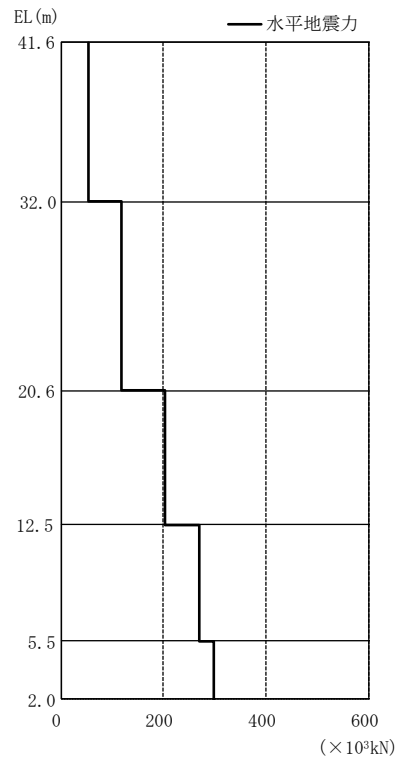


図 4-33 水平地震力 (EW方向)

表 4-32 最大接地压 (静的地震力)

方向	最大接地压 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )
N S	0.375
E W	0.319

#### 4.3 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-33 及び表 4-34, 図 4-34 及び図 4-35 に示す。

表 4-33 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
41.6~32.0	0.55	1.00	145.99
32.0~20.6	0.55	1.00	268.20
20.6~12.5	0.55	1.00	402.70
12.5~5.5	0.55	1.00	504.81
5.5~2.0	0.55	1.00	546.43

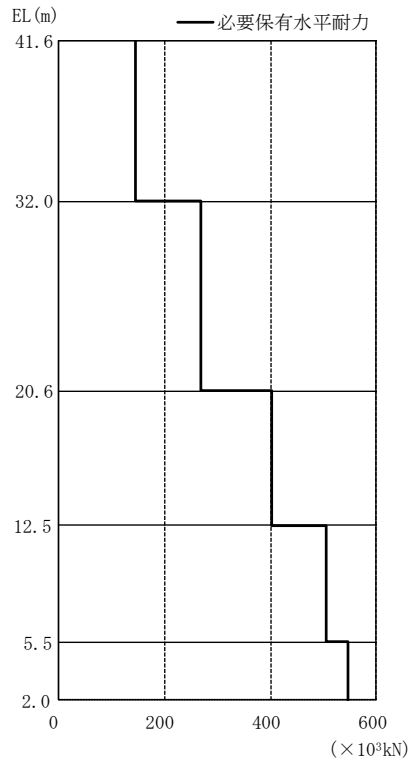


图 4-34 必要保有水平耐力 (N S 方向)



表 4-34 必要保有水平耐力 (EW方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
41.6~32.0	0.55	1.00	96.31
32.0~20.6	0.55	1.00	214.68
20.6~12.5	0.55	1.00	374.16
12.5~5.5	0.55	1.00	495.06
5.5~2.0	0.55	1.00	546.43

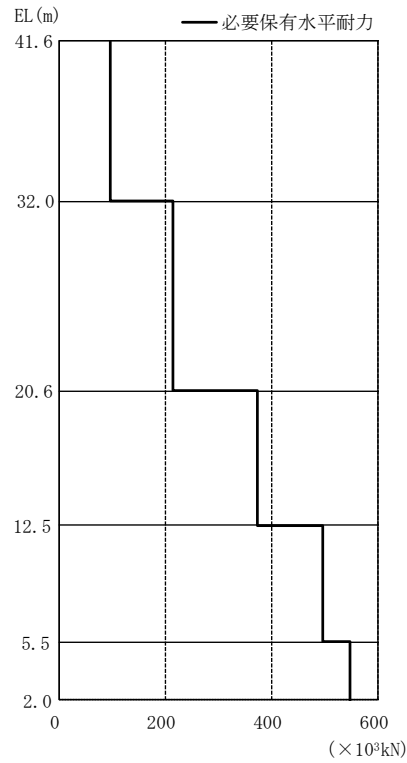


图 4-35 必要保有水平耐力 (EW方向)

VI-2-2-9 廃棄物処理建物の地震応答計算書

## 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	10
2.4 適用規格・基準等	12
3. 解析方法	13
3.1 設計に用いる地震波	13
3.2 地震応答解析モデル	32
3.2.1 水平方向	33
3.2.2 鉛直方向	45
3.3 解析方法	51
3.3.1 動的解析	51
3.3.2 静的解析	51
3.3.3 必要保有水平耐力	53
3.4 解析条件	54
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	54
3.4.2 材料物性の不確かさ等	61
4. 解析結果	63
4.1 動的解析	63
4.1.1 固有値解析結果	63
4.1.2 地震応答解析結果	63
4.2 静的解析	112
4.3 必要保有水平耐力	116

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく廃棄物処理建物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定した各種応答値及び静的地震力は、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

廃棄物処理建物の設置位置を図 2-1 に示す。

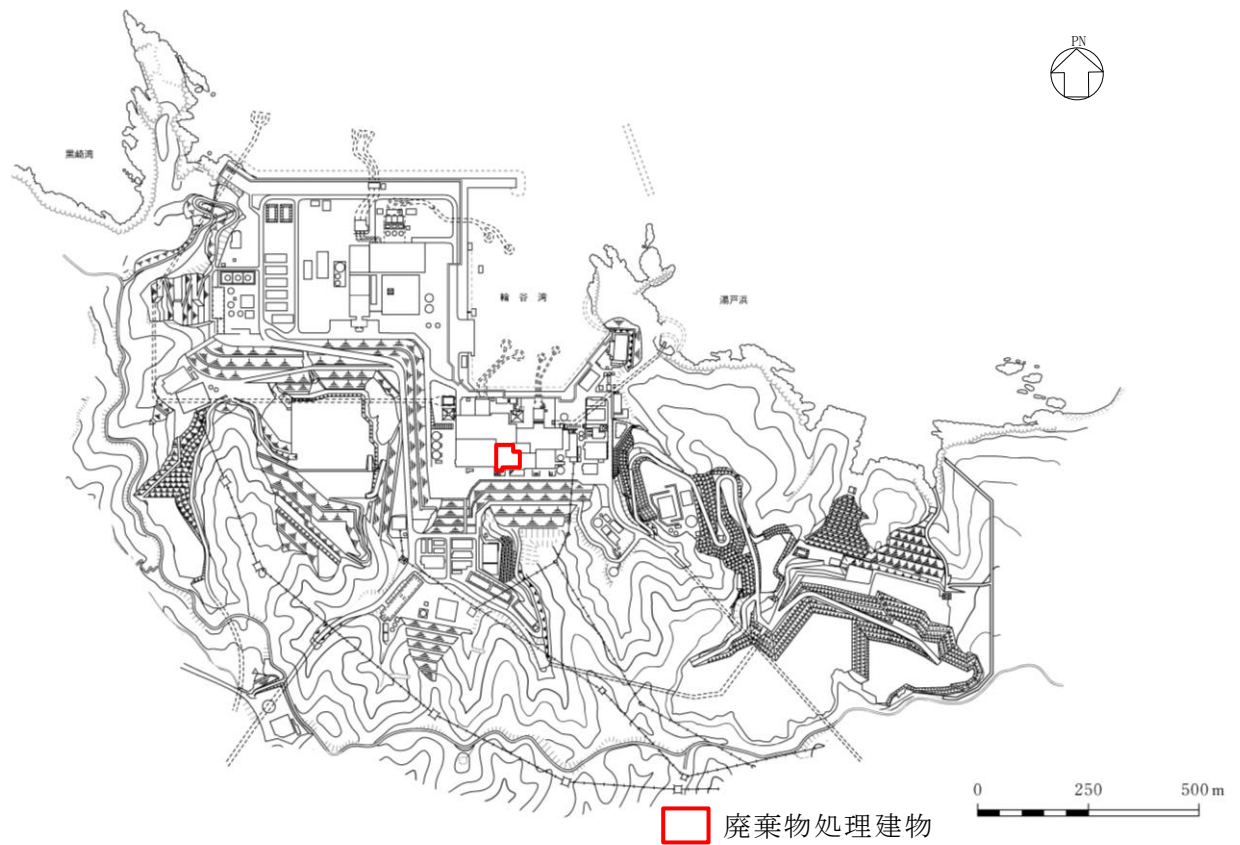


図 2-1 廃棄物処理建物の設置位置

## 2.2 構造概要

廃棄物処理建物は、地上5階、地下2階建の鉄筋コンクリート造の建物である。

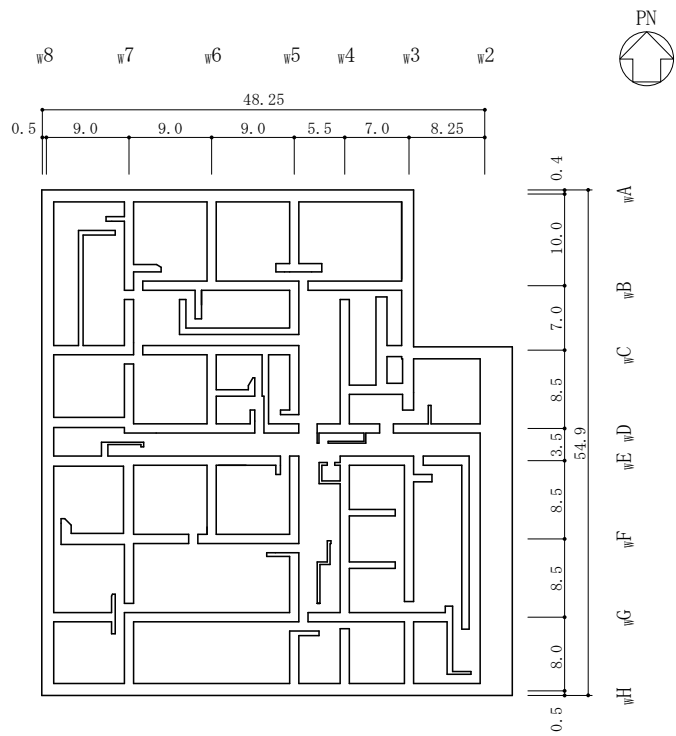
廃棄物処理建物の平面寸法は、54.9m（一部37.86m）\*（NS）×56.97m（一部40.5m）\*（EW）である。基礎スラブ底面からの高さは42.0mである。また、廃棄物処理建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

廃棄物処理建物の基礎は厚さ3.0mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

廃棄物処理建物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。

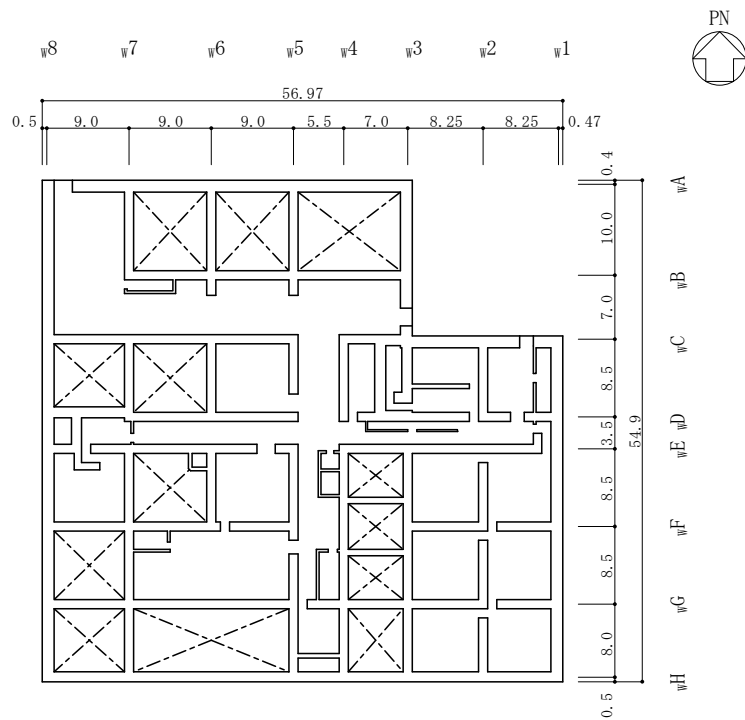
注記\*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

図 2-2(1) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 3.0m\*)

注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(単位:m)

図 2-2(2) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 8.8m)

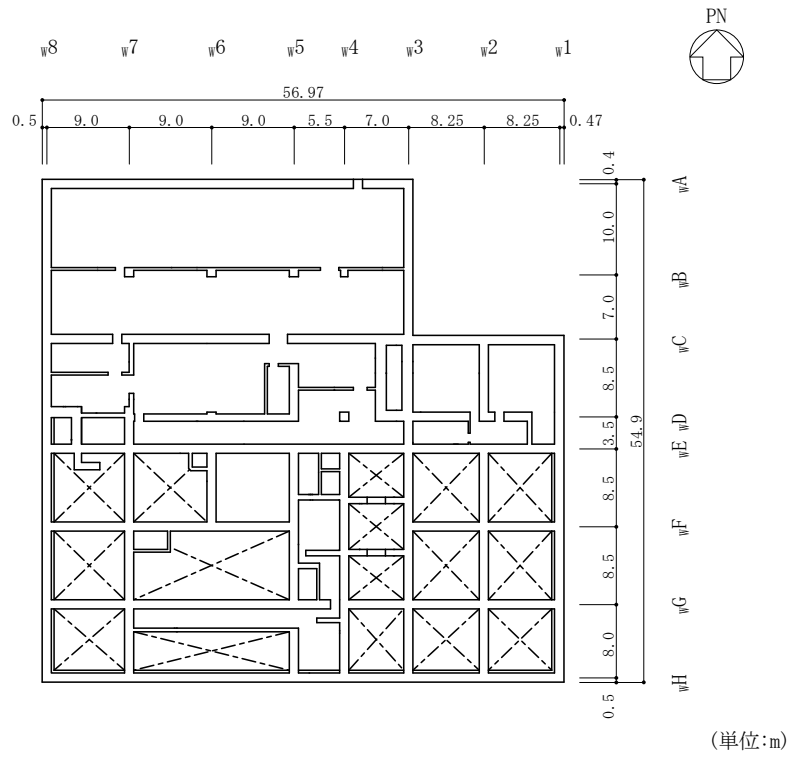


図 2-2(3) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 12.3m)

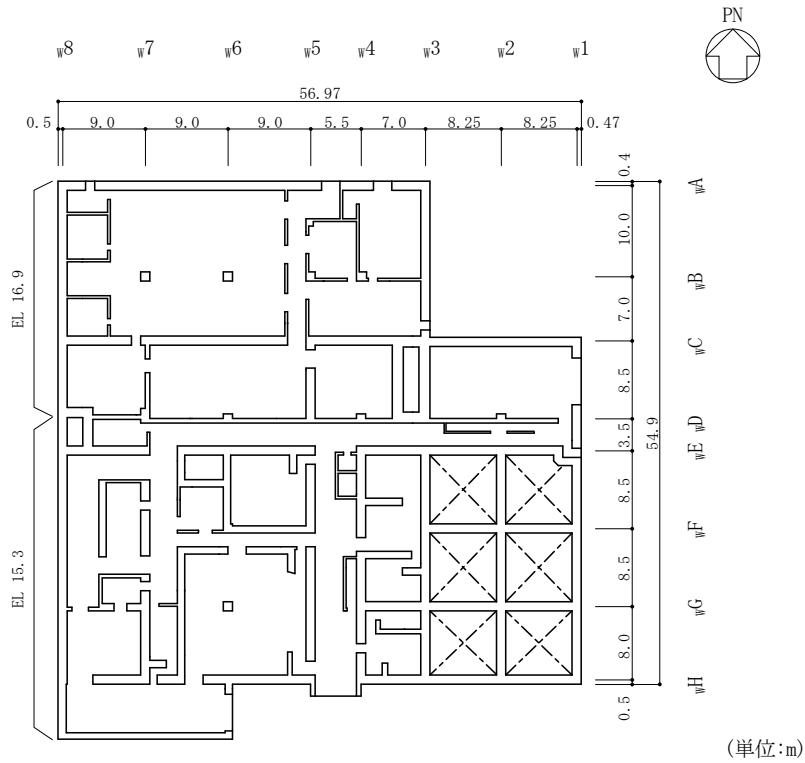


図 2-2(4) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 15.3m, EL 16.9m)



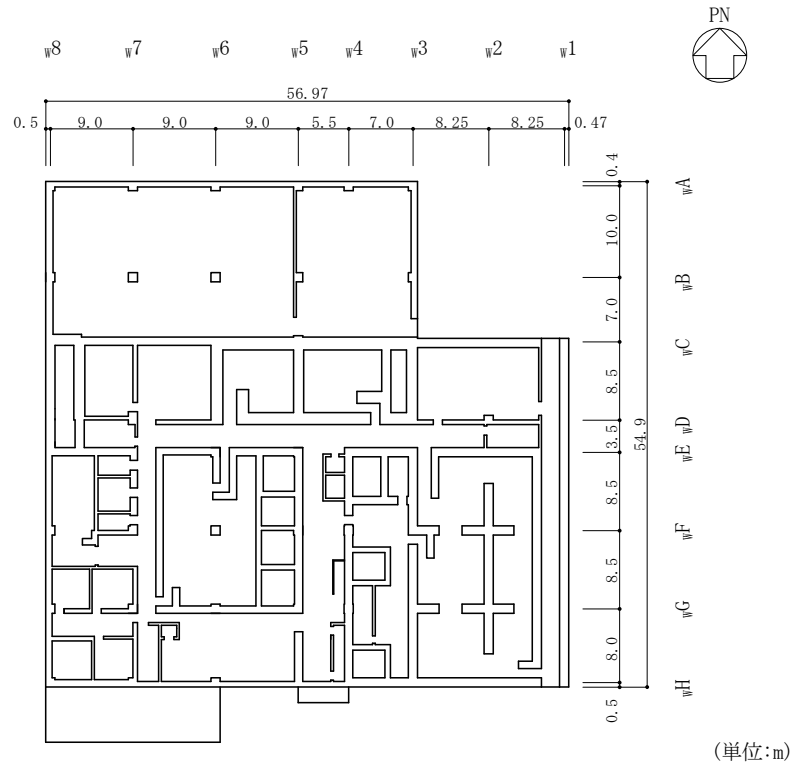


図 2-2(5) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 22.1m)

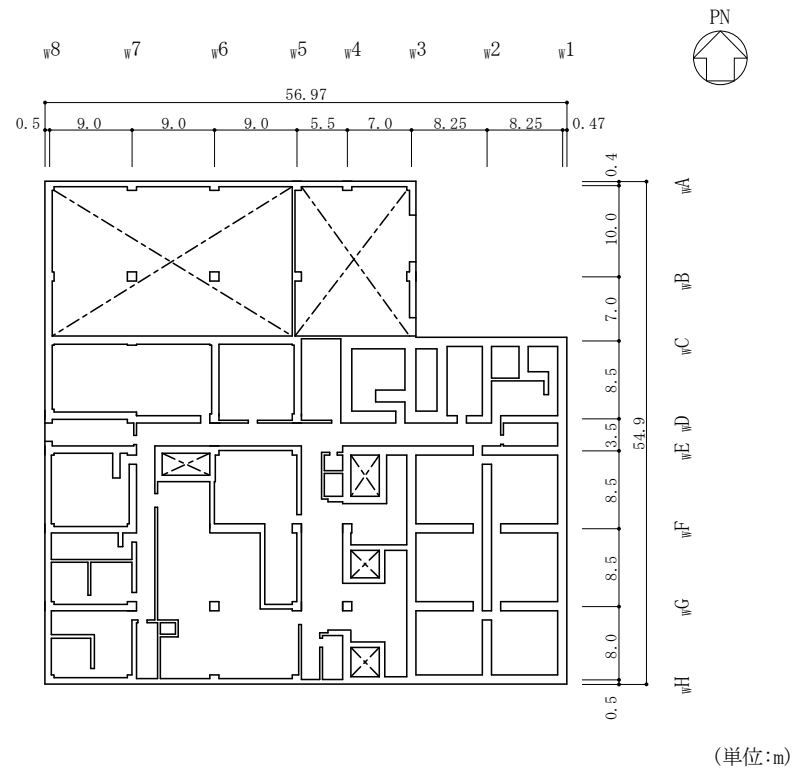


図 2-2(6) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 26.7m)

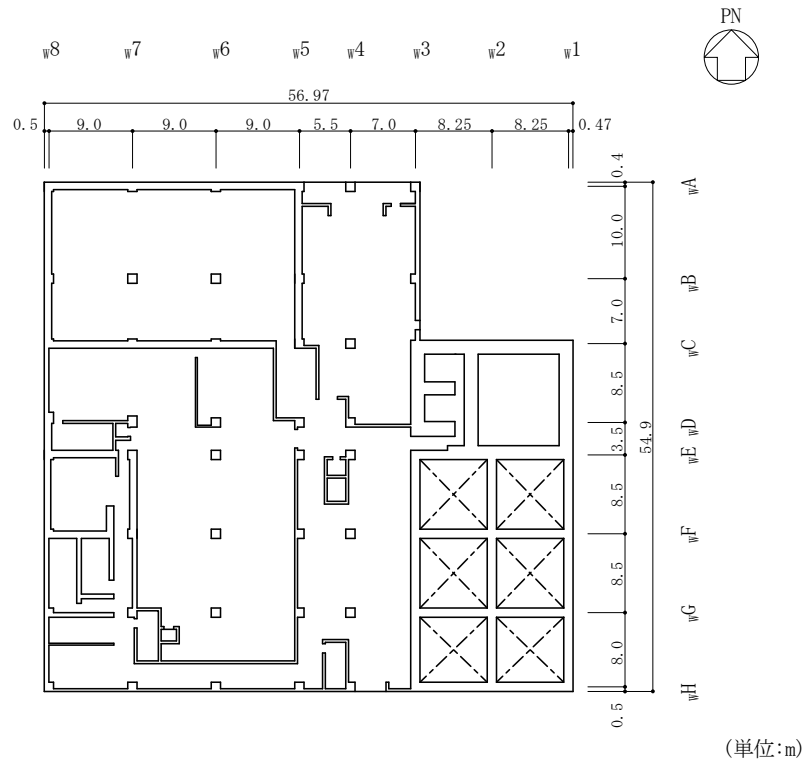


図 2-2(7) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 32.0m)

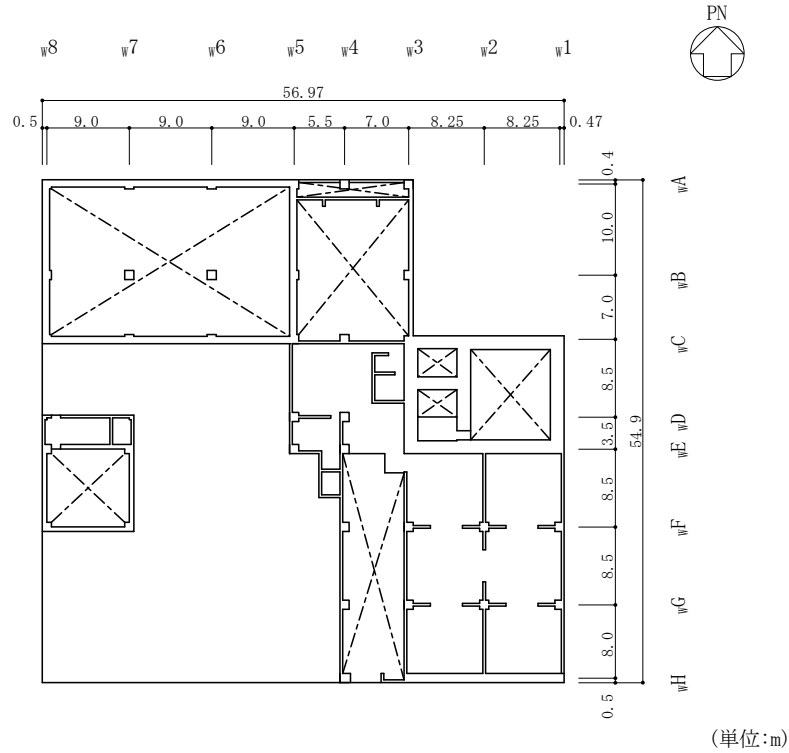
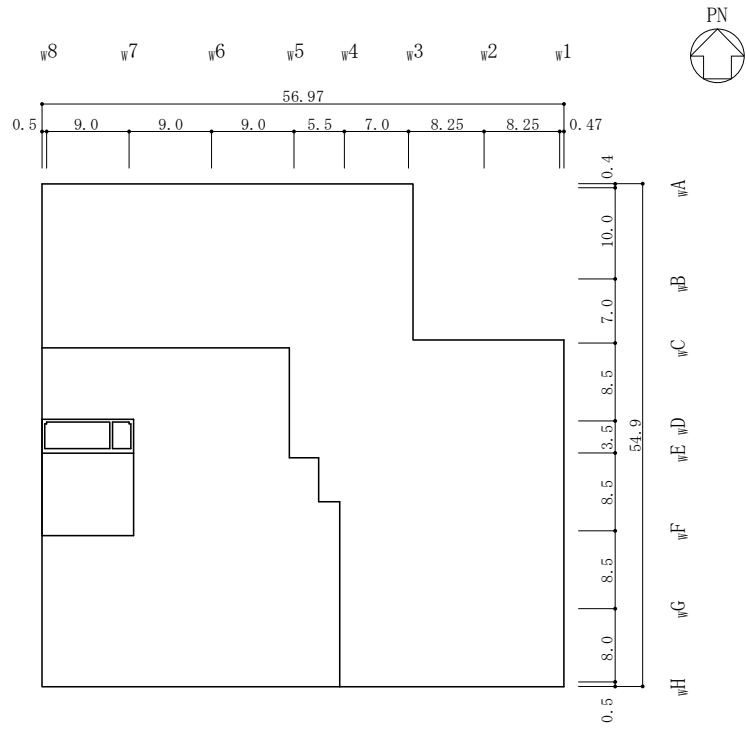


図 2-2(8) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 37.5m)



(単位:m)

図 2-2(9) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 42.0m)

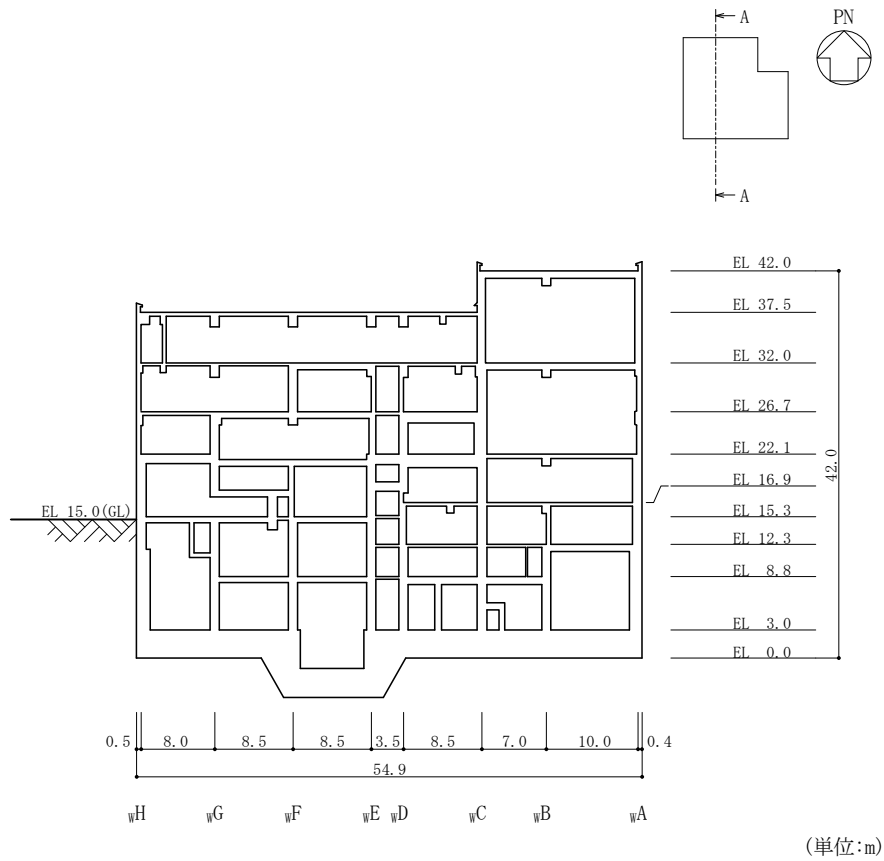


図 2-3(1) 廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

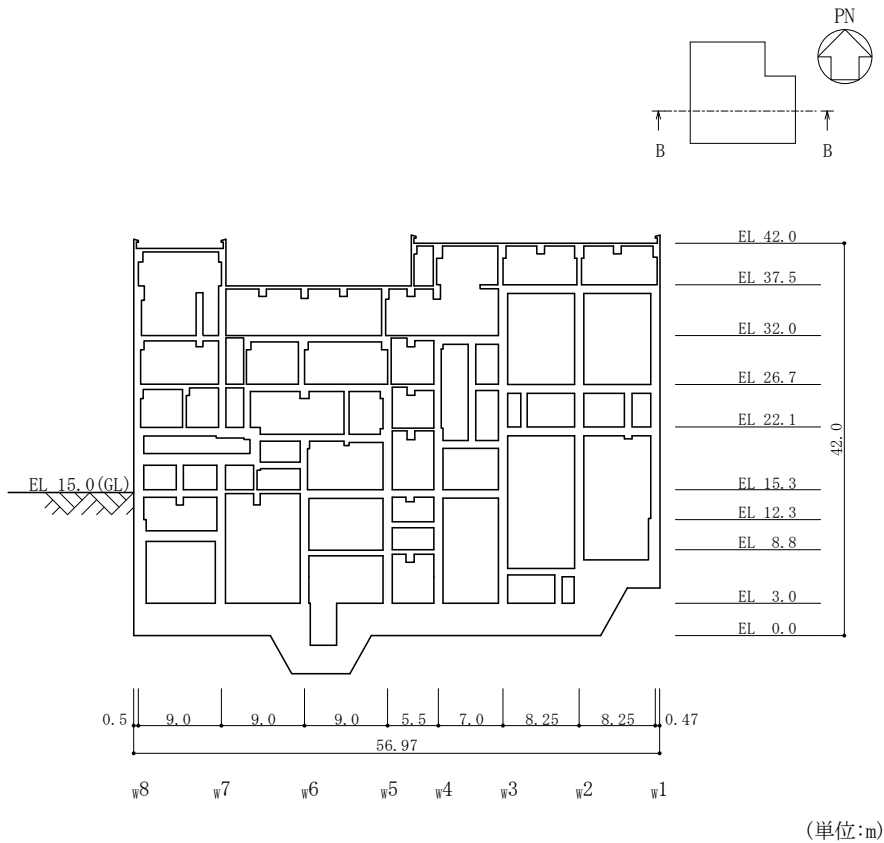


図 2-3(2) 廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

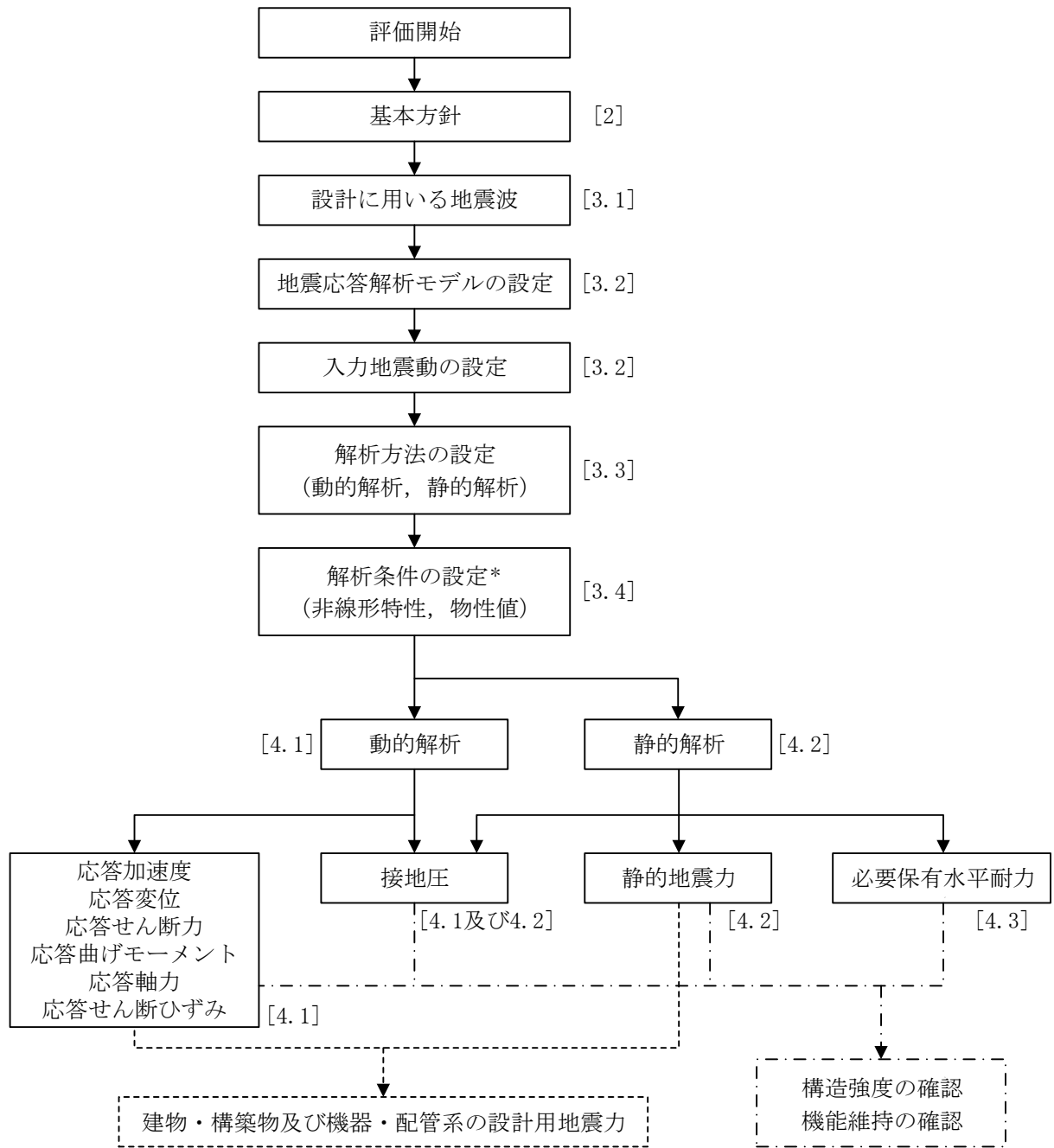
### 2.3 解析方針

廃棄物処理建物の地震応答解析は、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に廃棄物処理建物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算定する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力及び接地圧を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算定する。



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 廃棄物処理建物の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

廃棄物処理建物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。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・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 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 2005 改定)

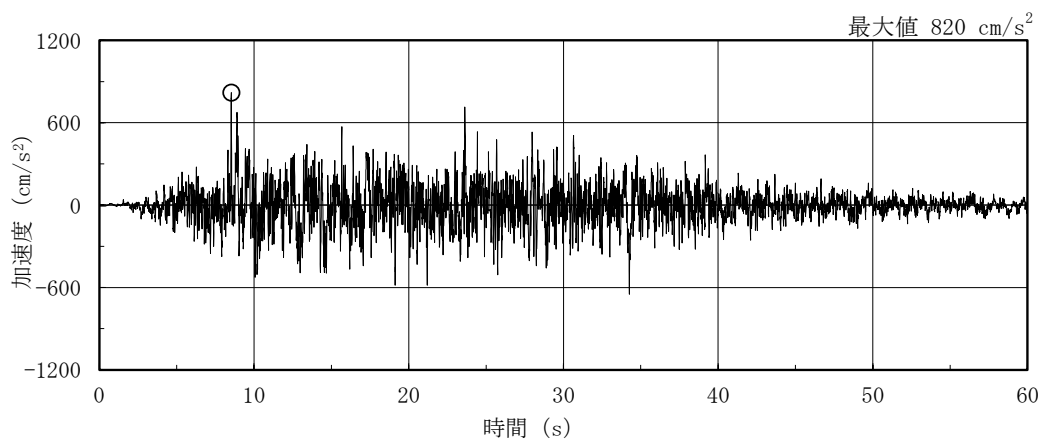
### 3. 解析方法

#### 3.1 設計に用いる地震波

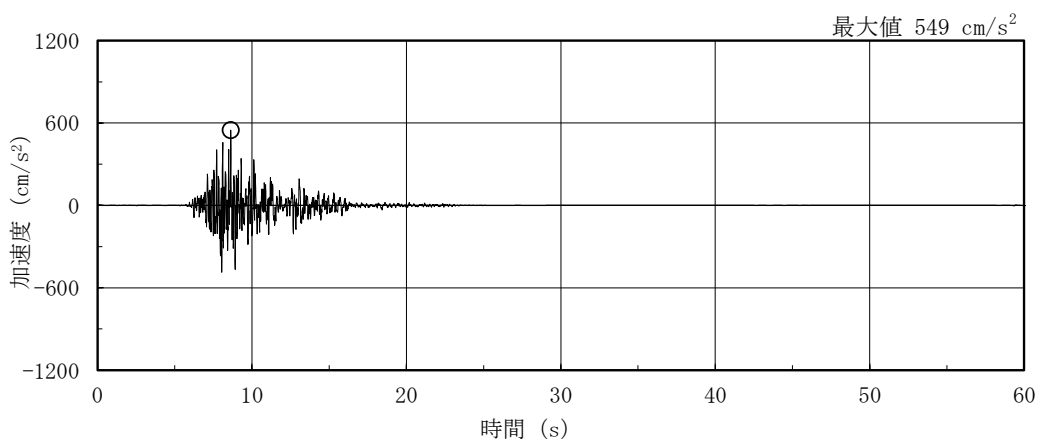
廃棄物処理建物の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、VI-2-1-2「基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する地震波を用いることとする。

基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図3-1～図3-8に示す。

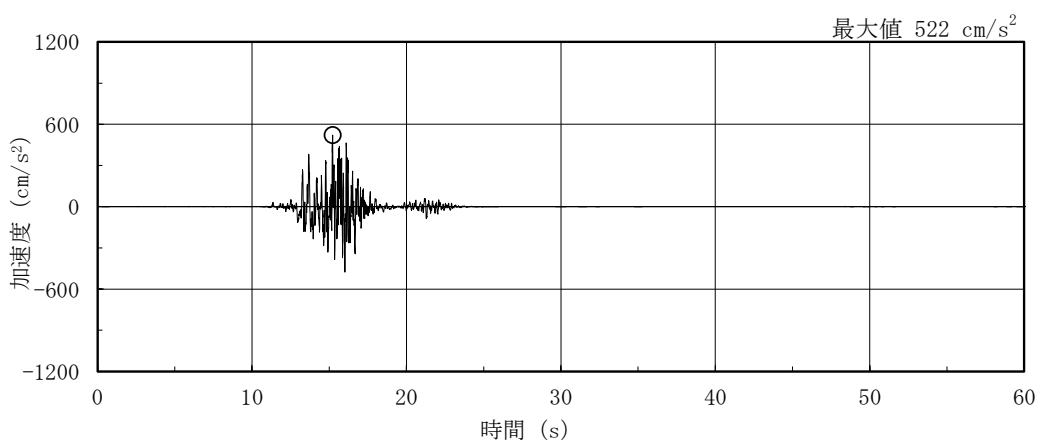




(a) S s - D

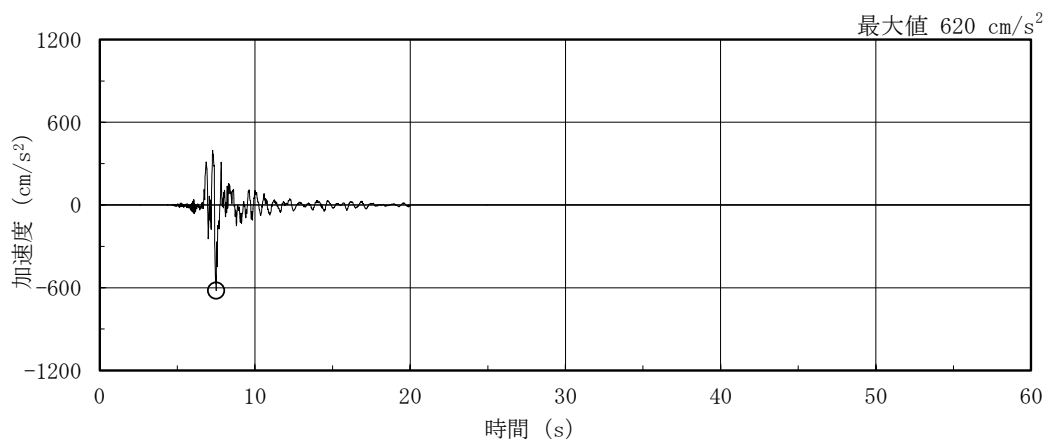


(b) S s - F 1

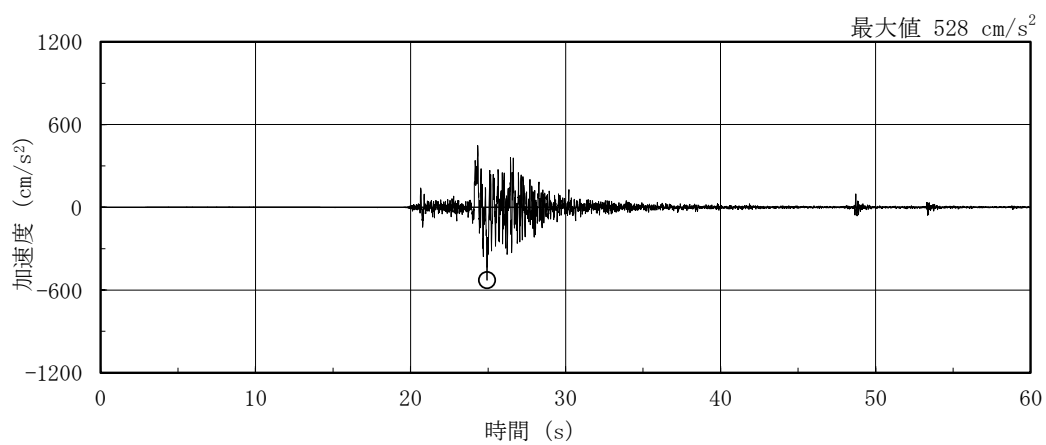


(c) S s - F 2

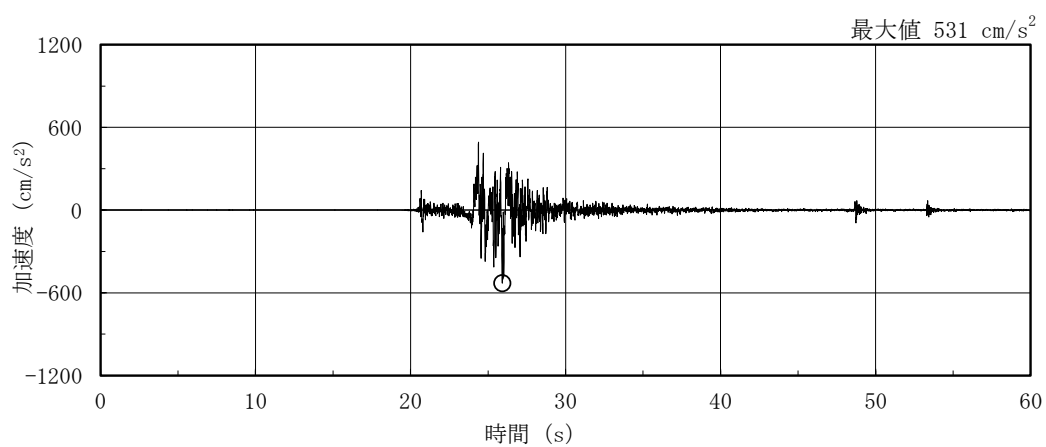
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

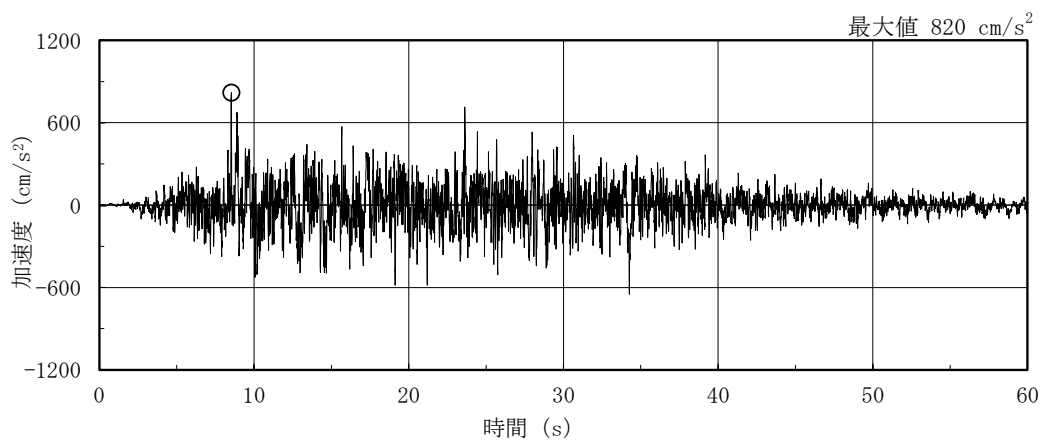


(e) S s - N 2 N S

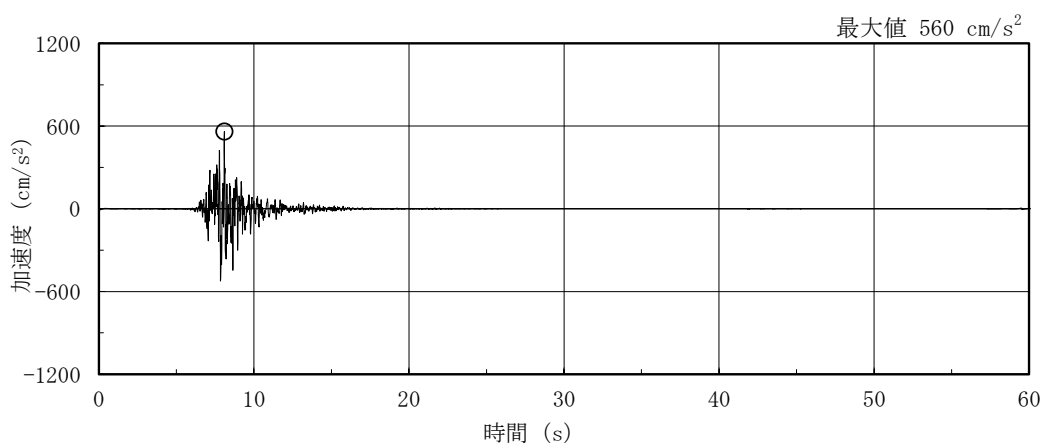


(f) S s - N 2 E W

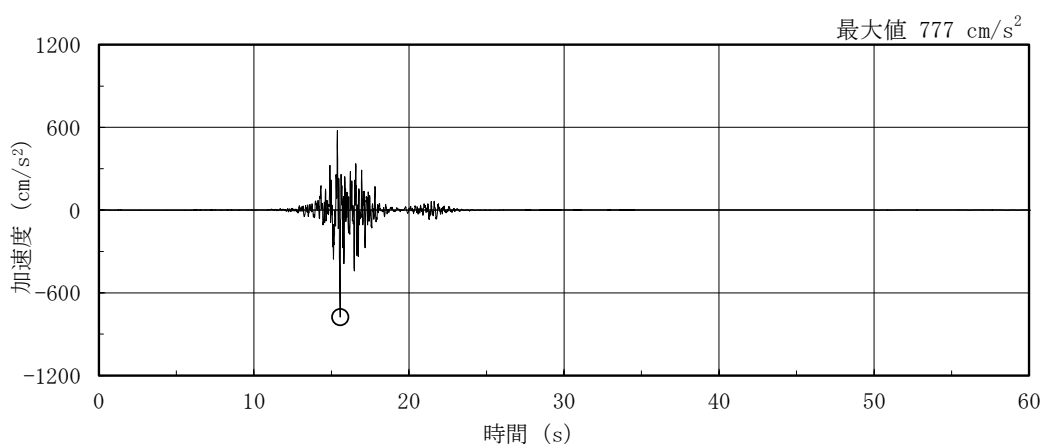
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

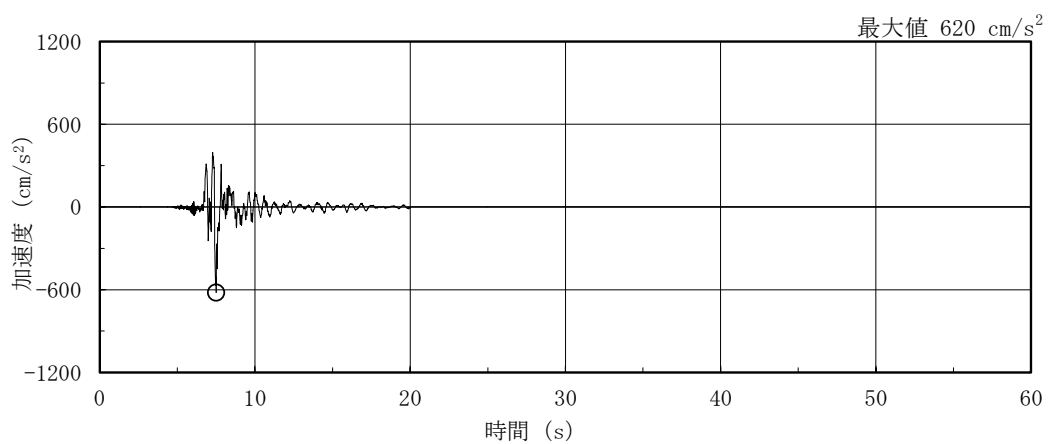


(b) S s - F 1

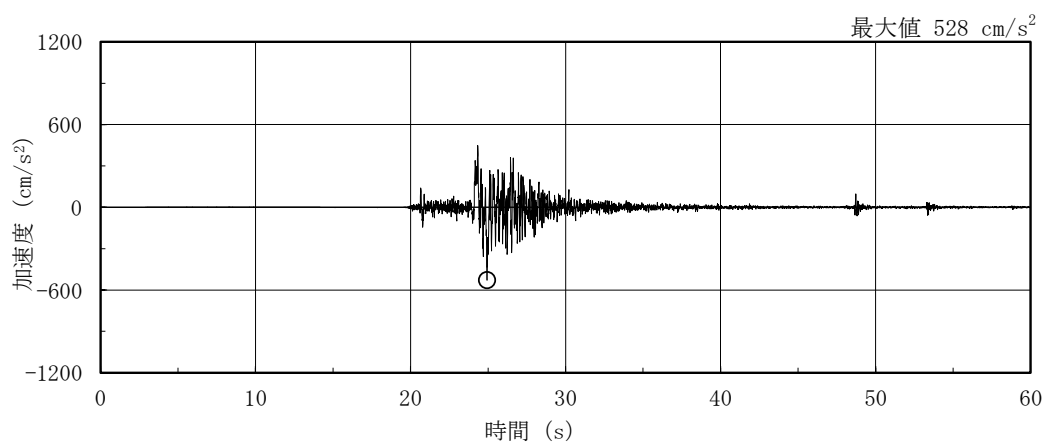


(c) S s - F 2

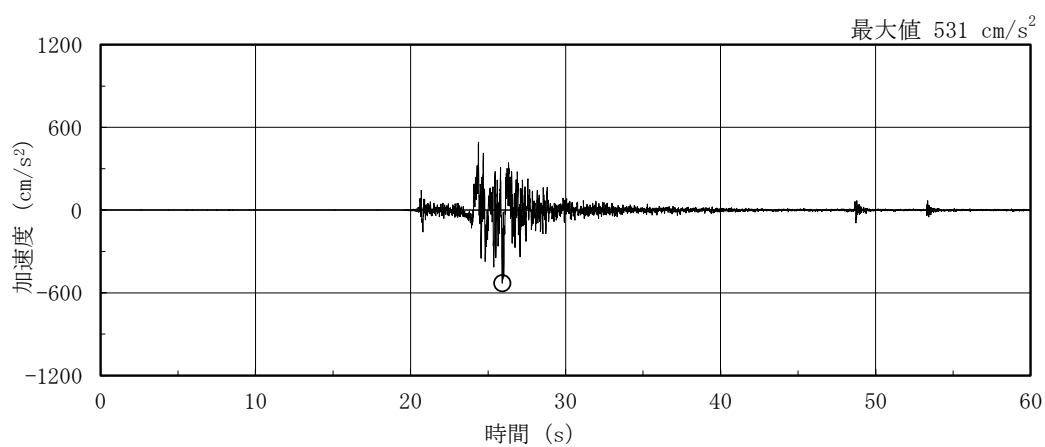
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(d) S s - N 1

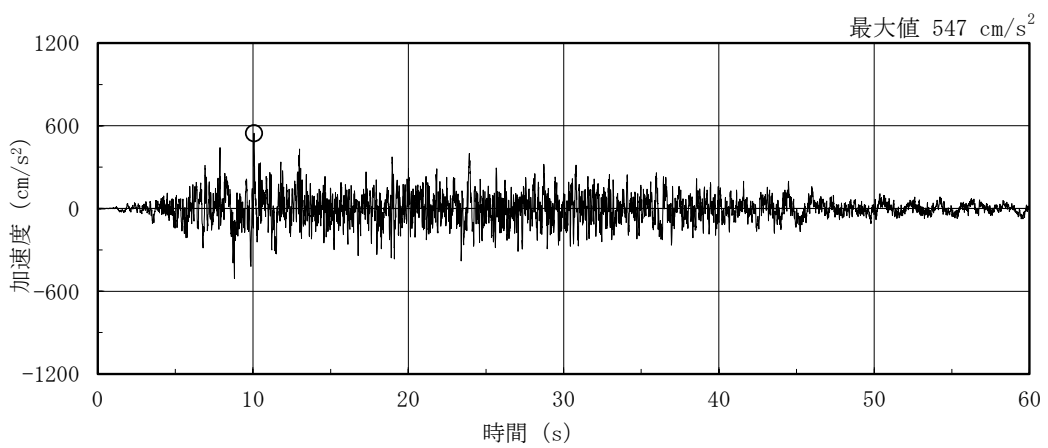


(e) S s - N 2 N S

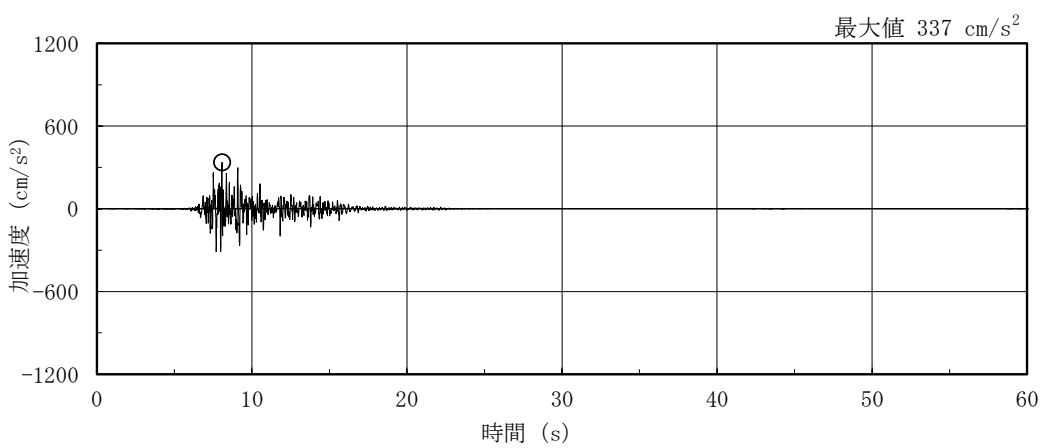


(f) S s - N 2 E W

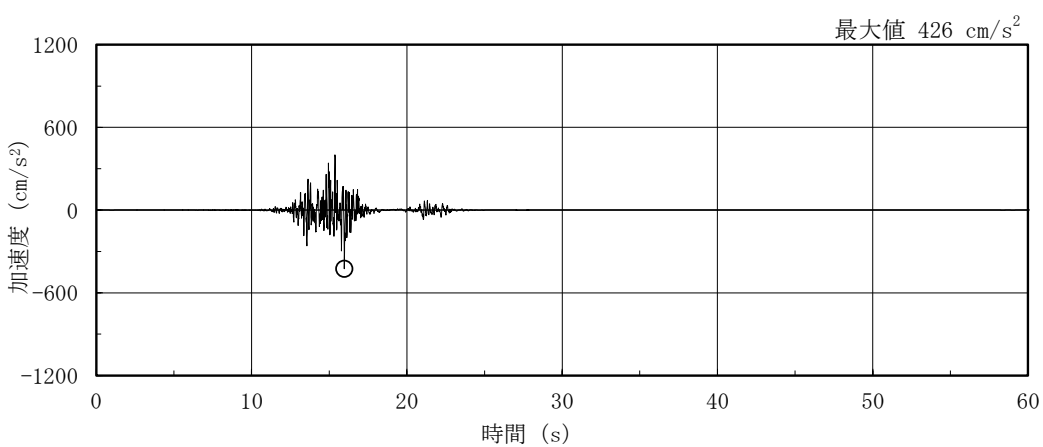
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(a) S s - D

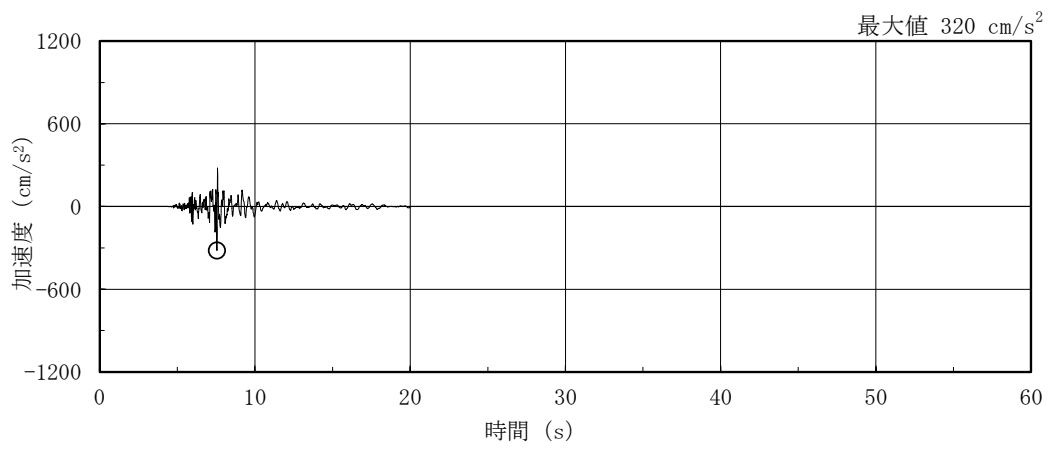


(b) S s - F 1

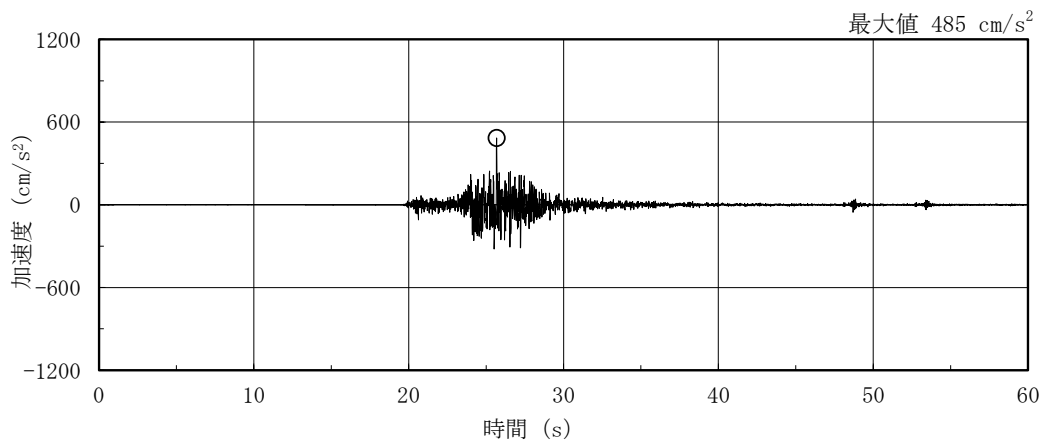


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)



(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

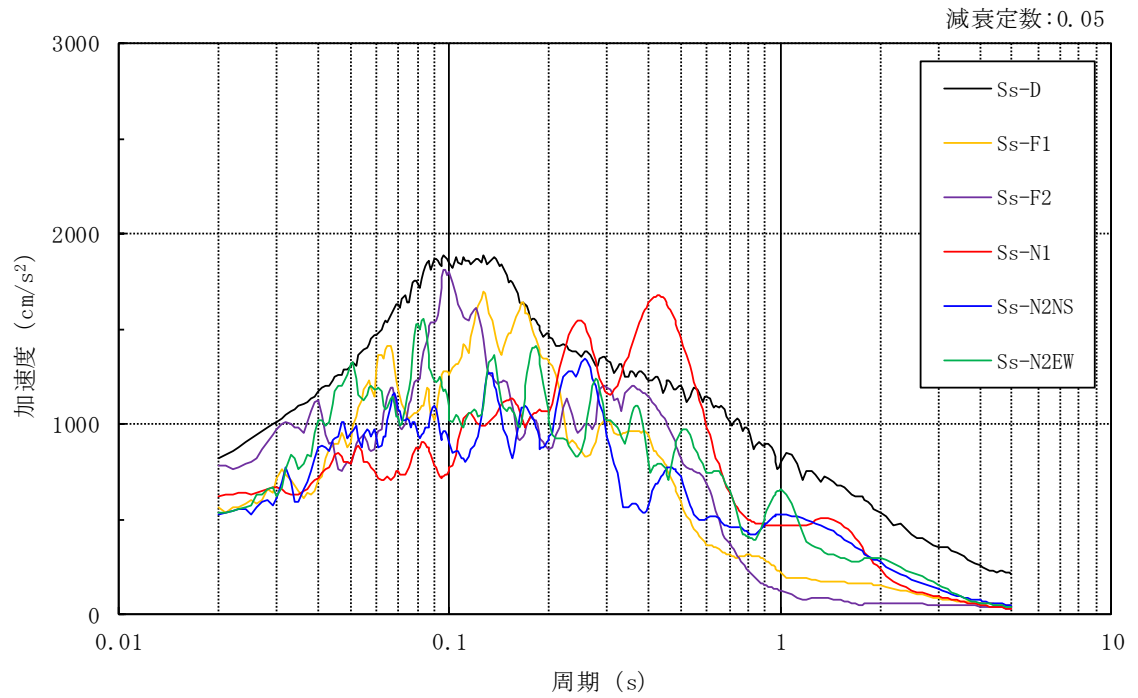
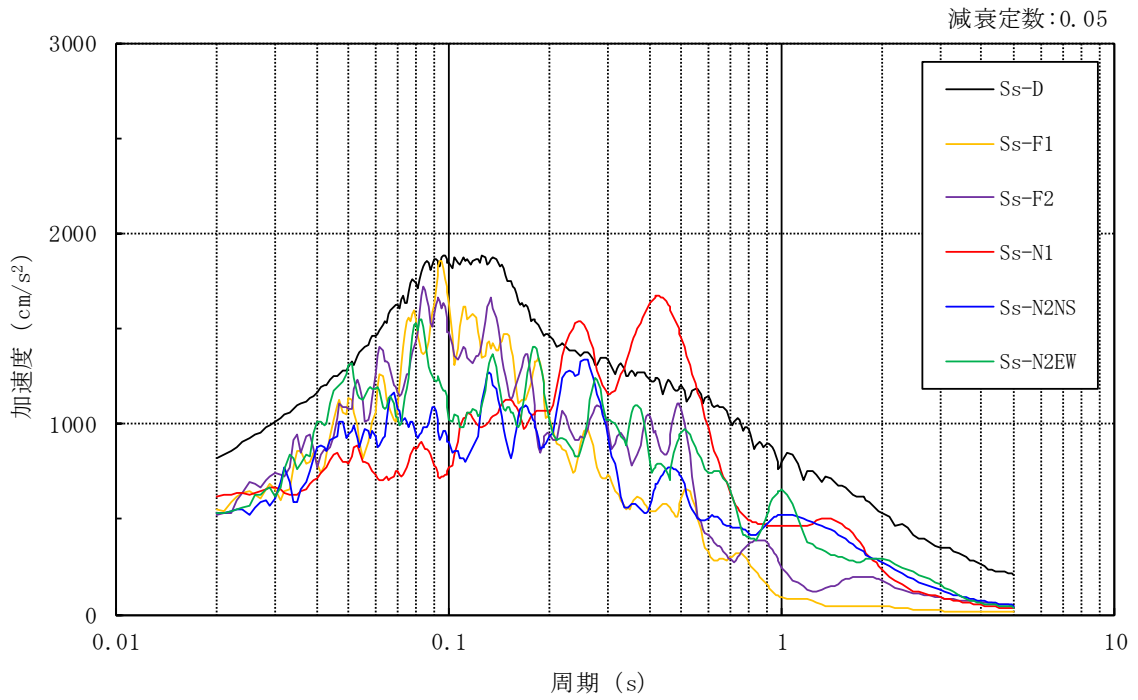


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

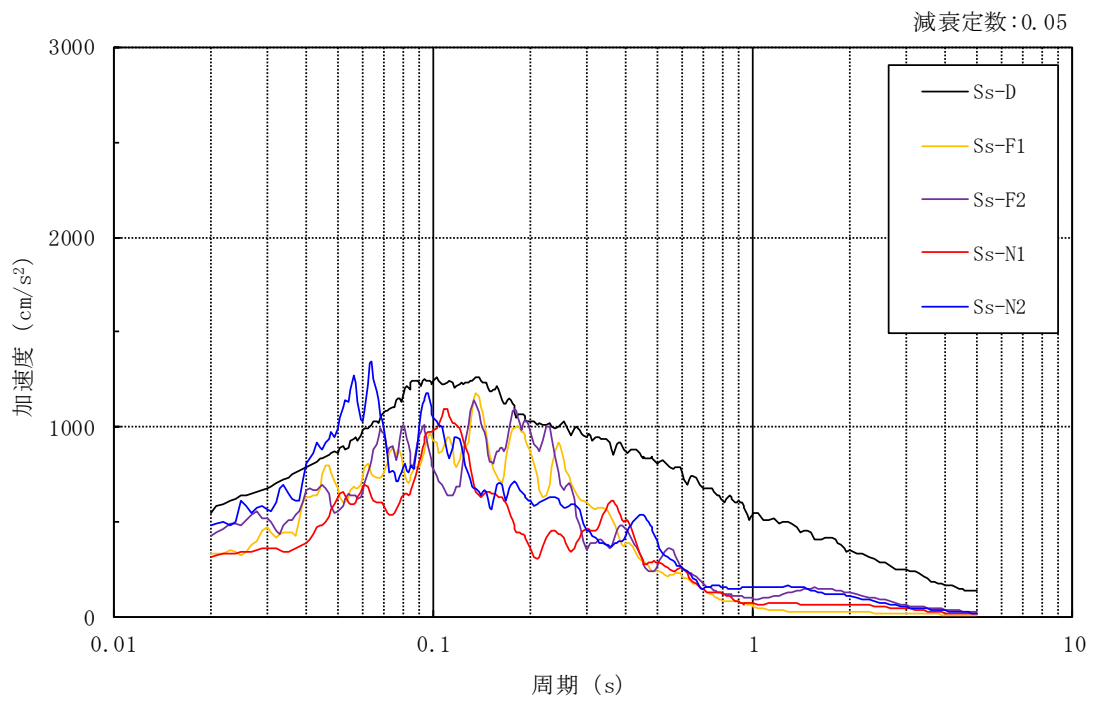
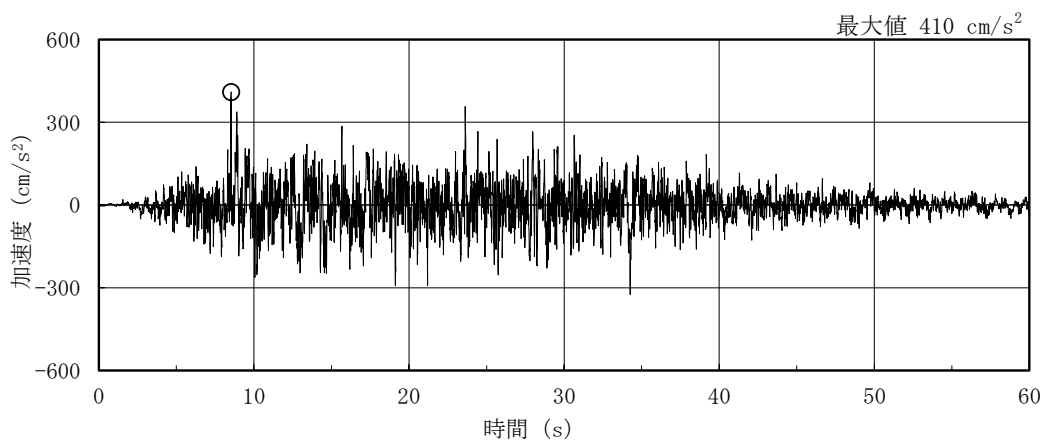
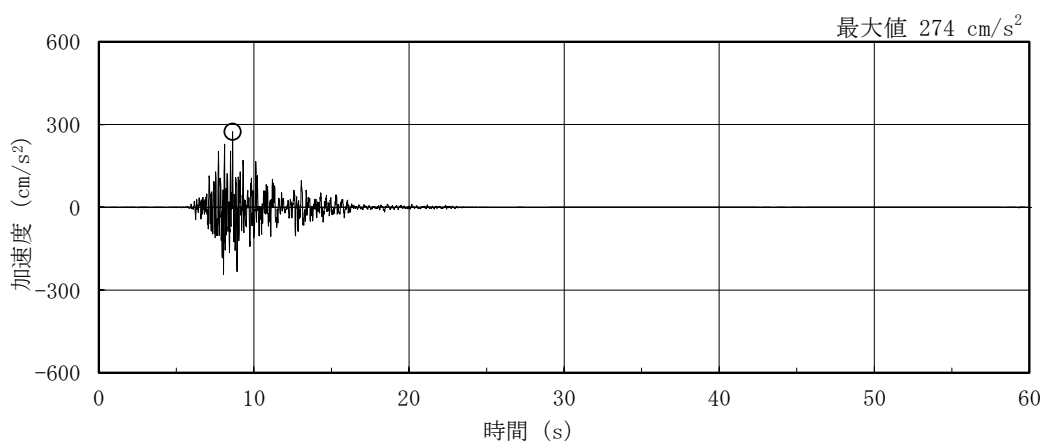


図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

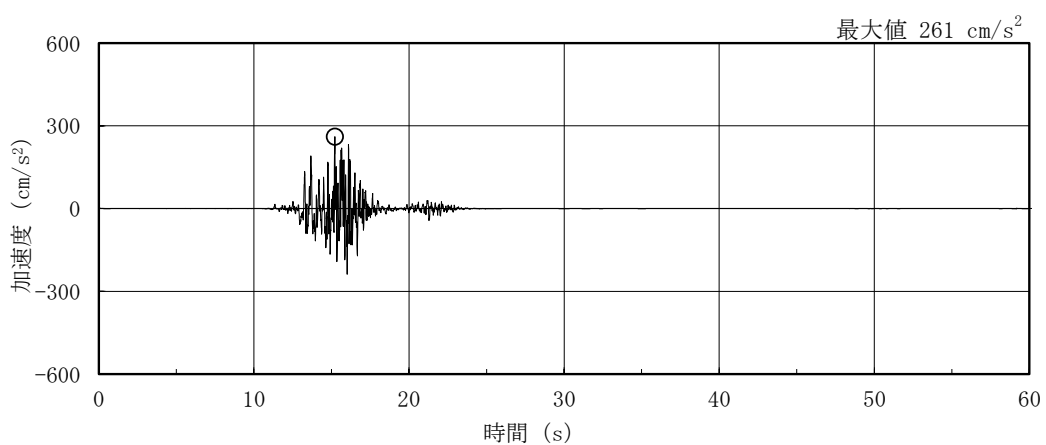




(a) S d - D

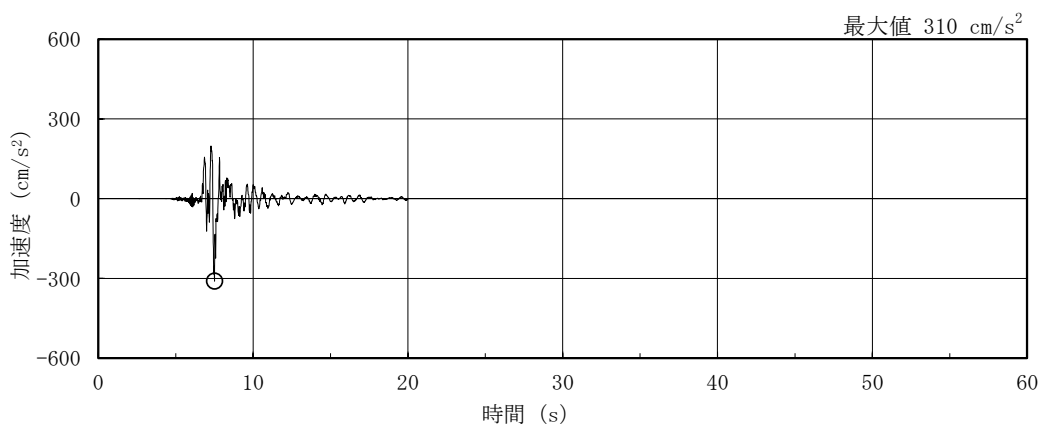


(b) S d - F 1

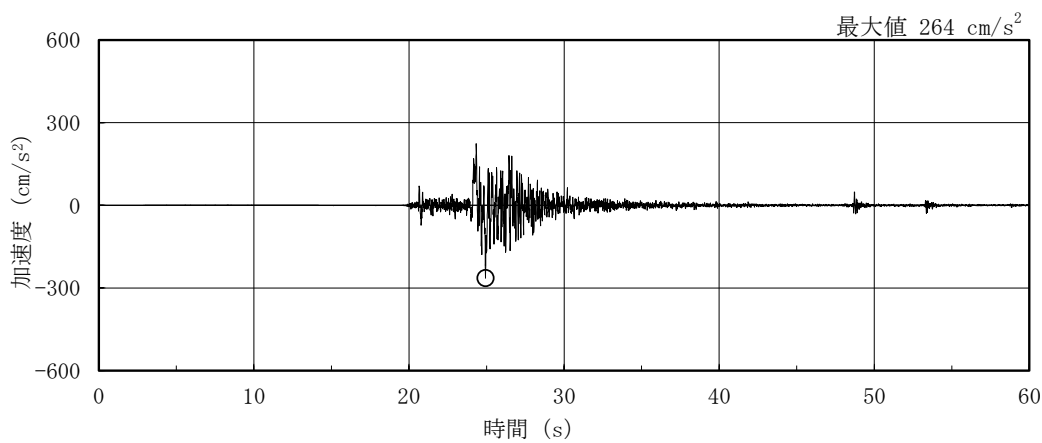


(c) S d - F 2

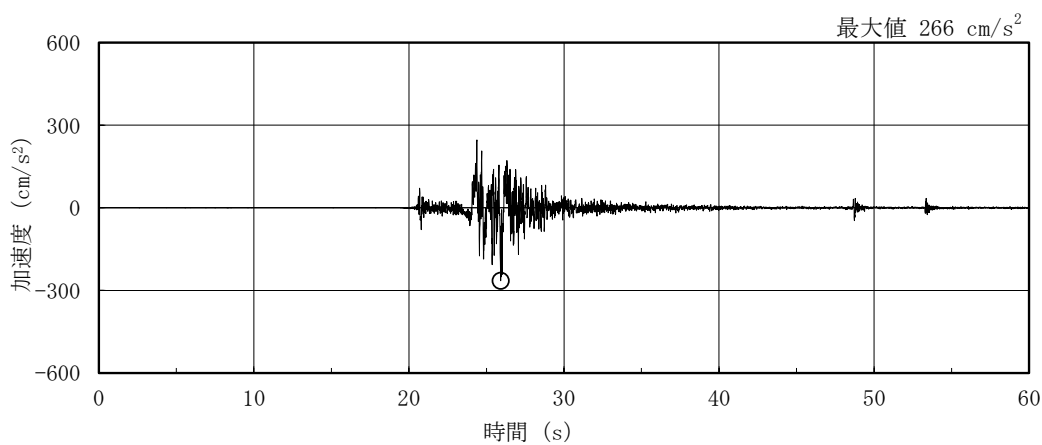
図 3-5(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(d) S d - N 1

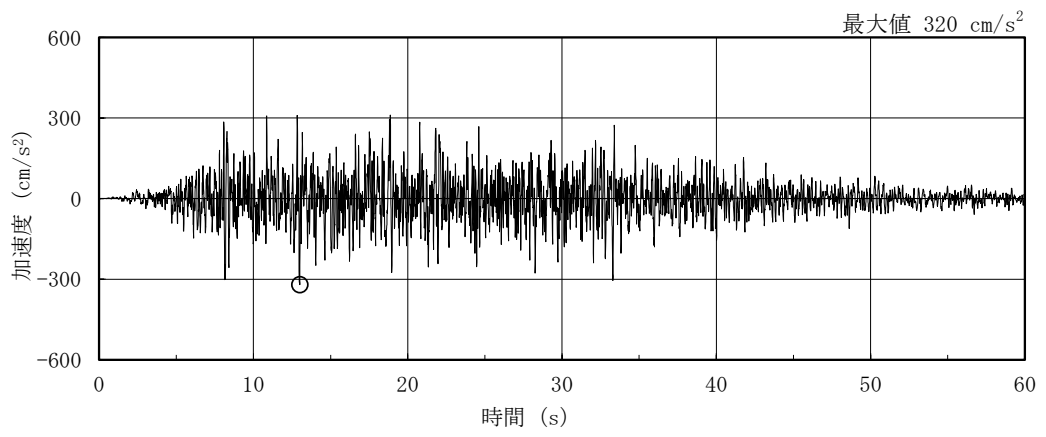


(e) S d - N 2 N S



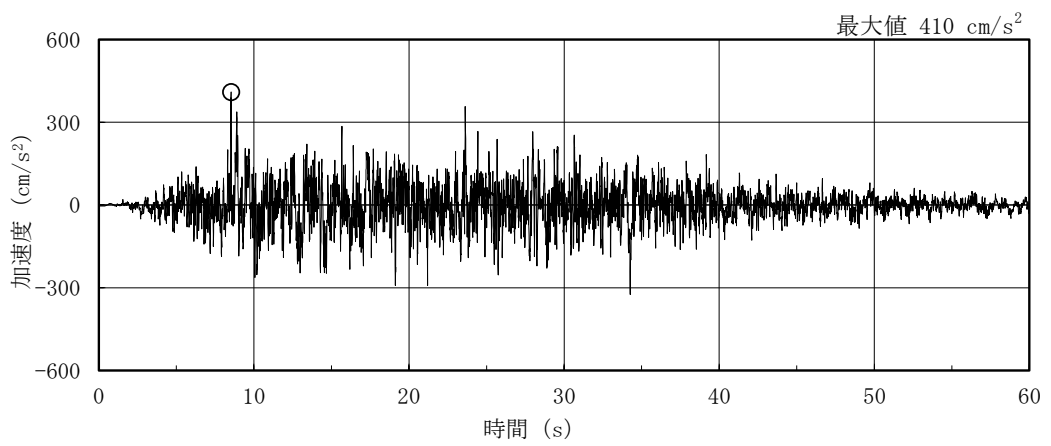
(f) S d - N 2 E W

図 3-5(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

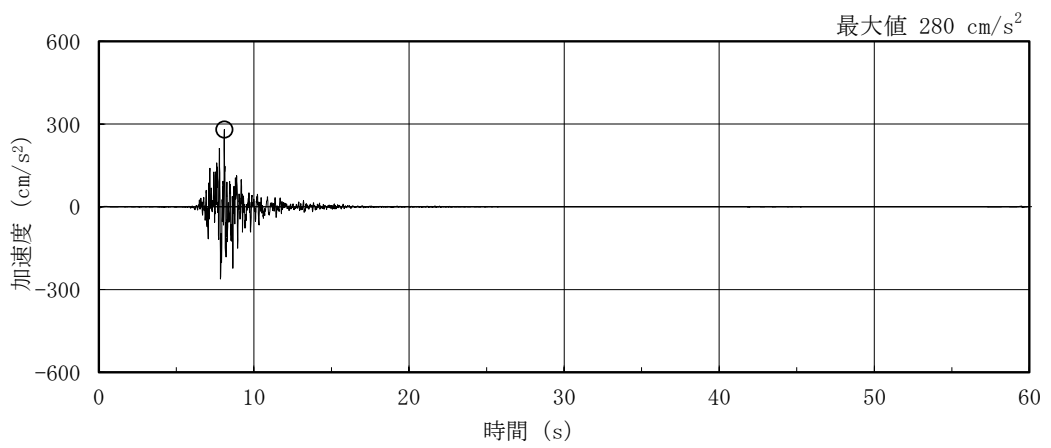


(g) S d - 1

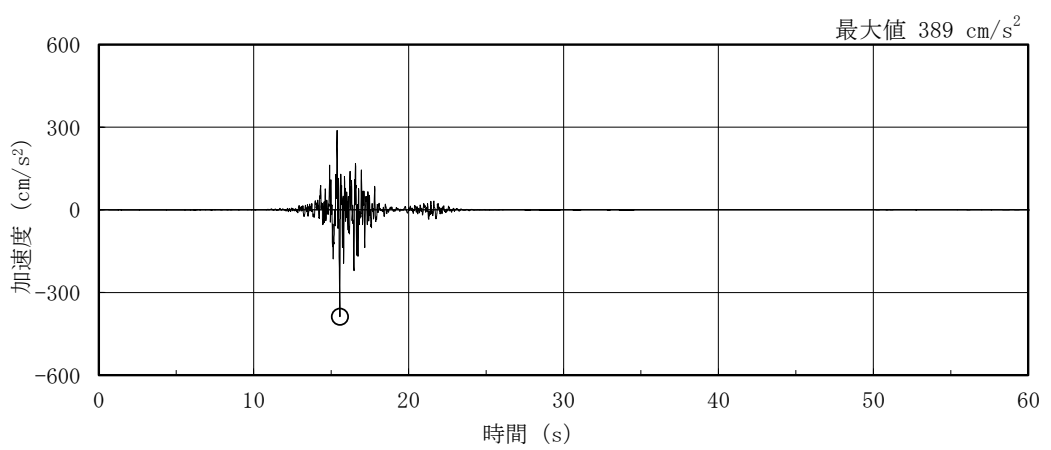
図 3-5(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(a) S d - D

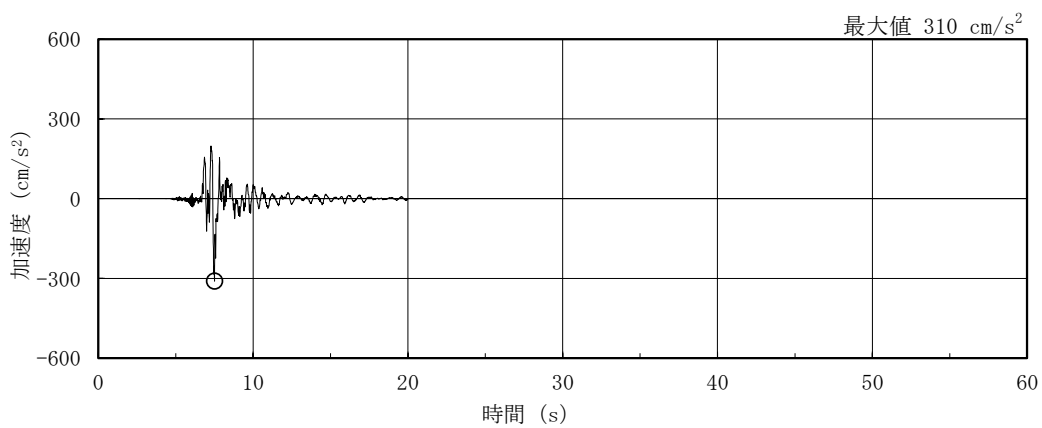


(b) S d - F 1

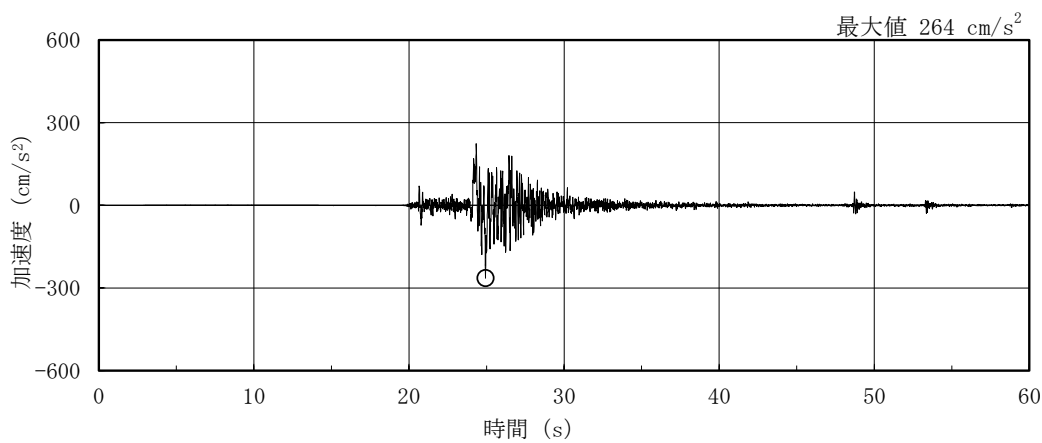


(c) S d - F 2

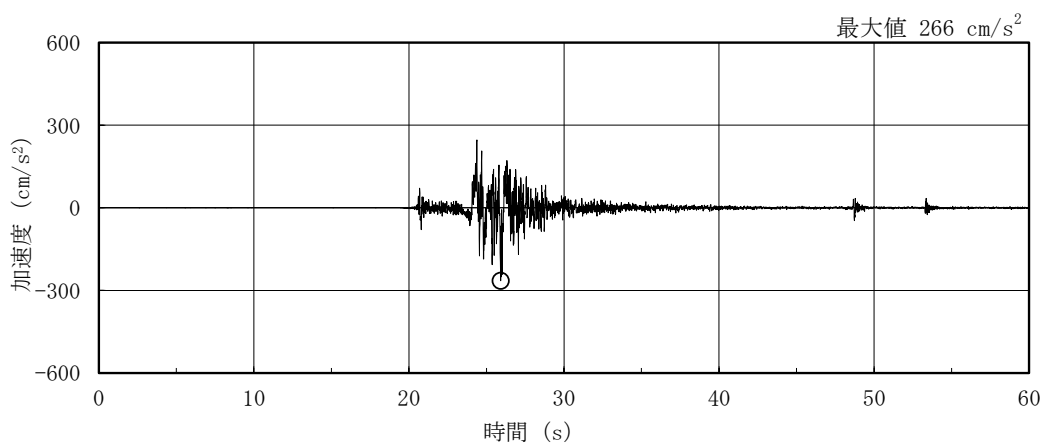
図 3-6(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(d) S d - N 1

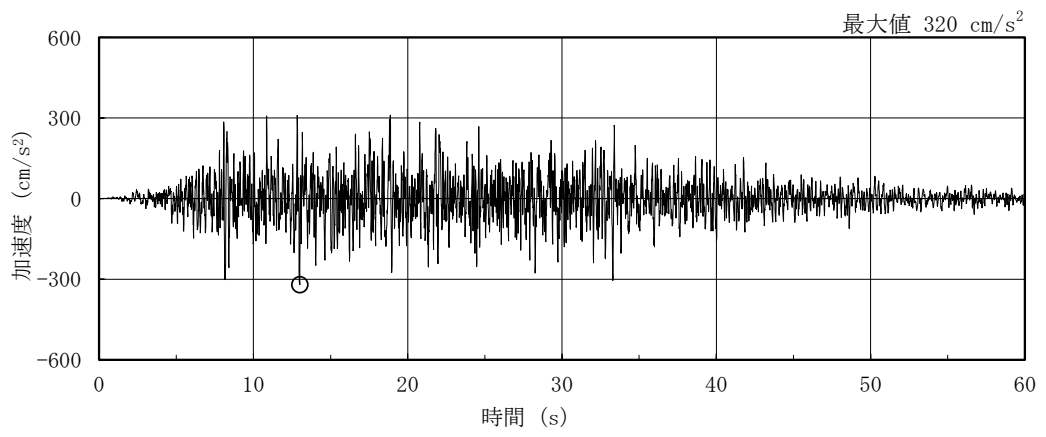


(e) S d - N 2 N S



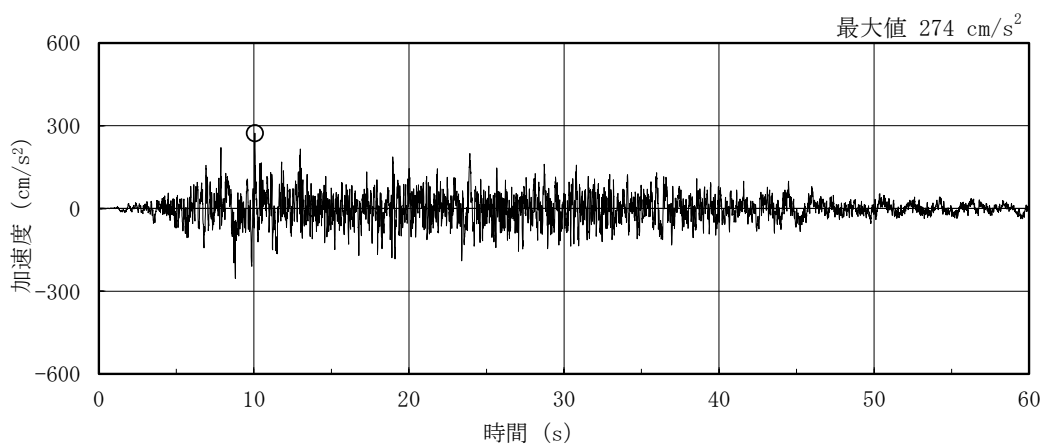
(f) S d - N 2 E W

図 3-6(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

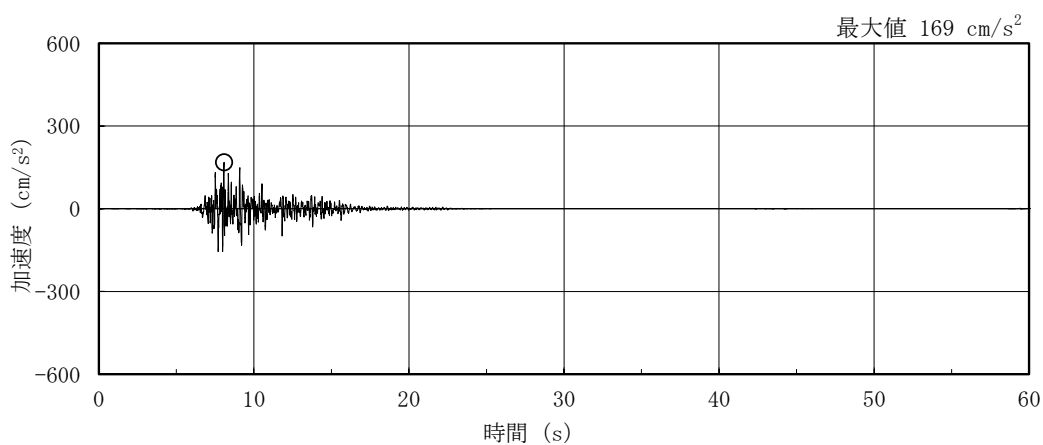


(g) S d - 1

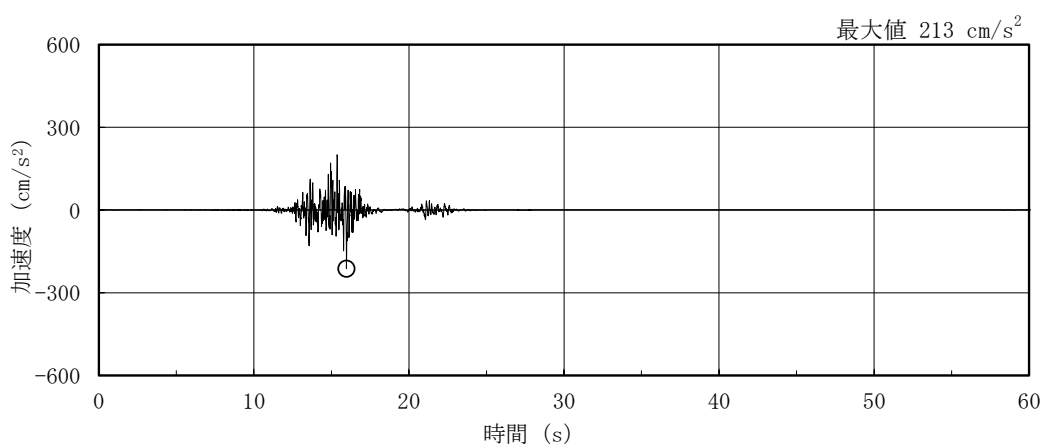
図 3-6(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(a) S d - D

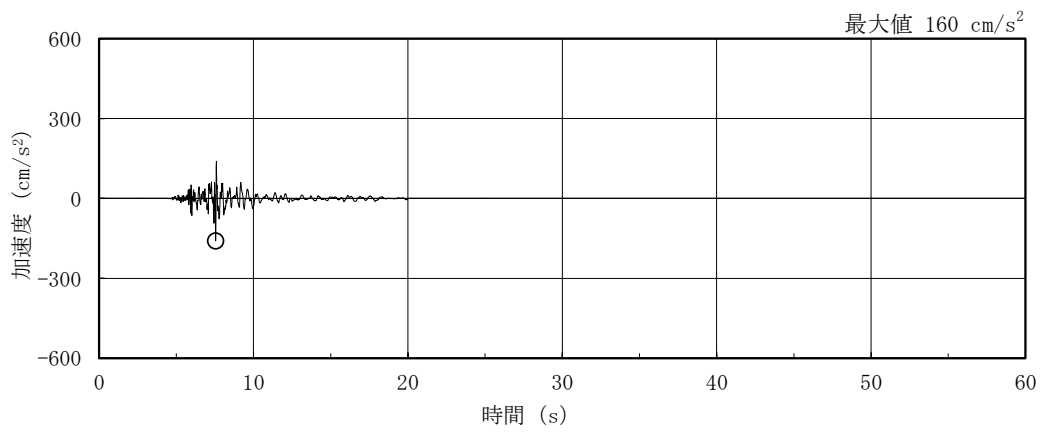


(b) S d - F 1

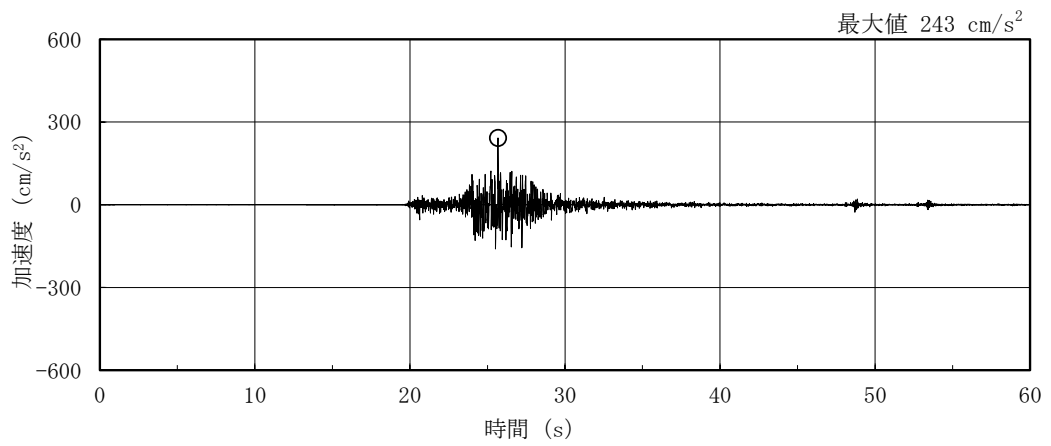


(c) S d - F 2

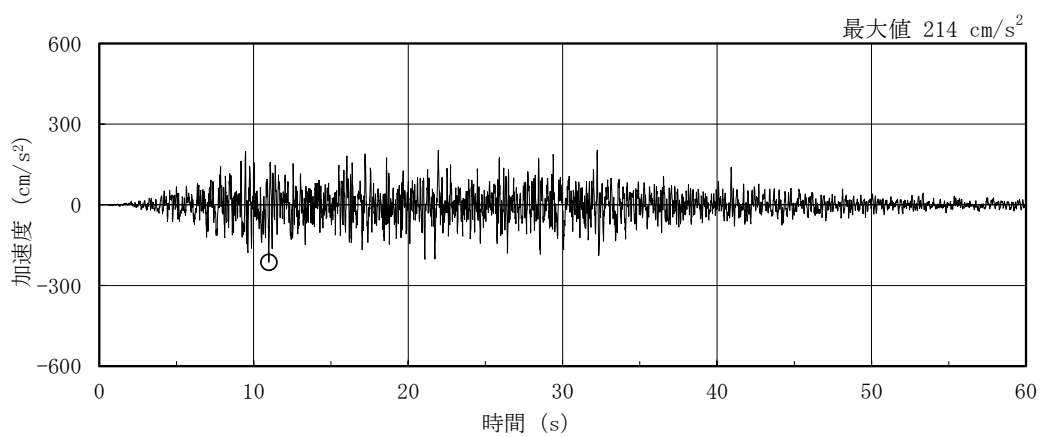
図 3-7(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



(d) S d - N 1



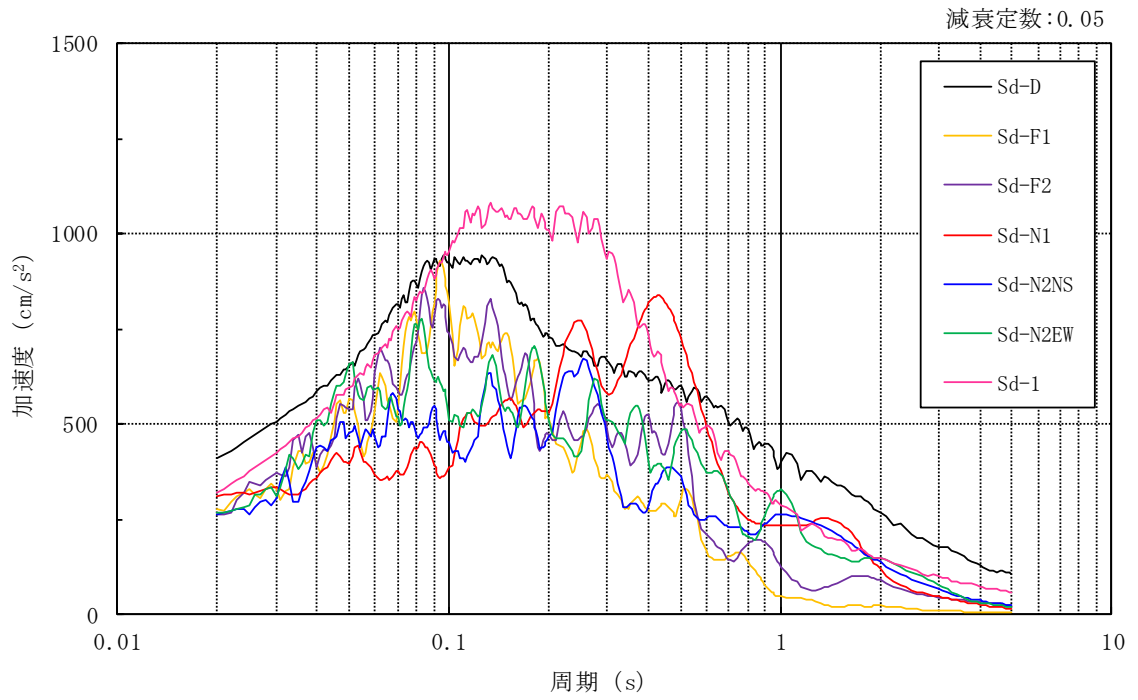
(e) S d - N 2



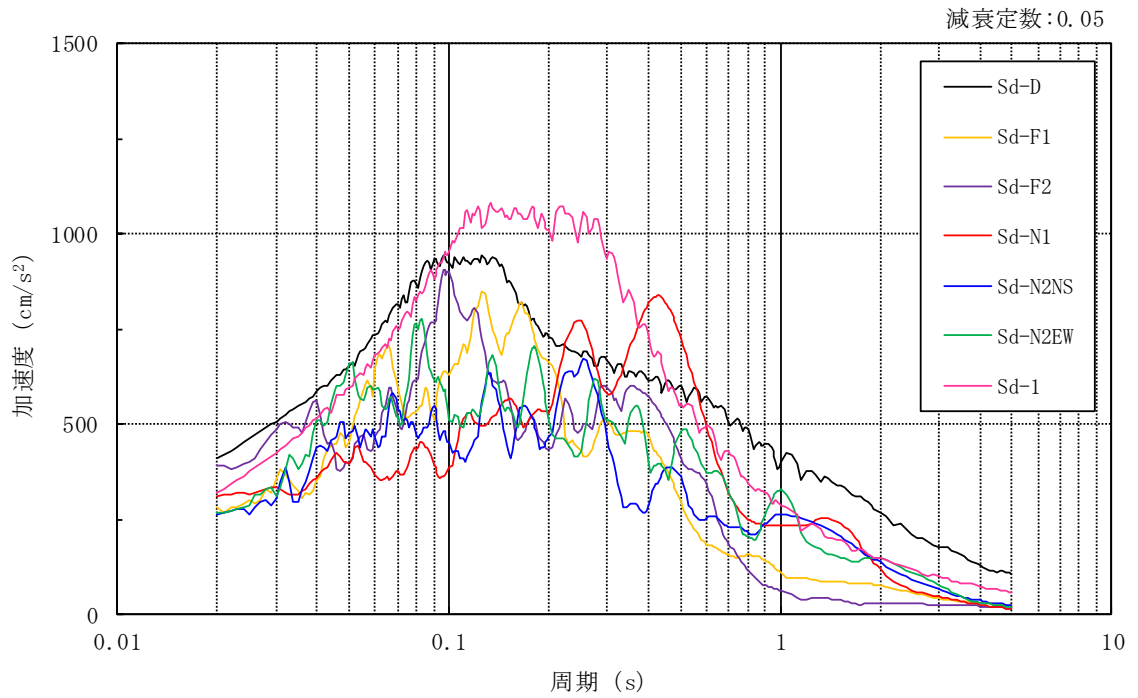
(f) S d - 1

図 3-7(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)





(a) N S 方向



(b) E W 方向

図 3-8(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

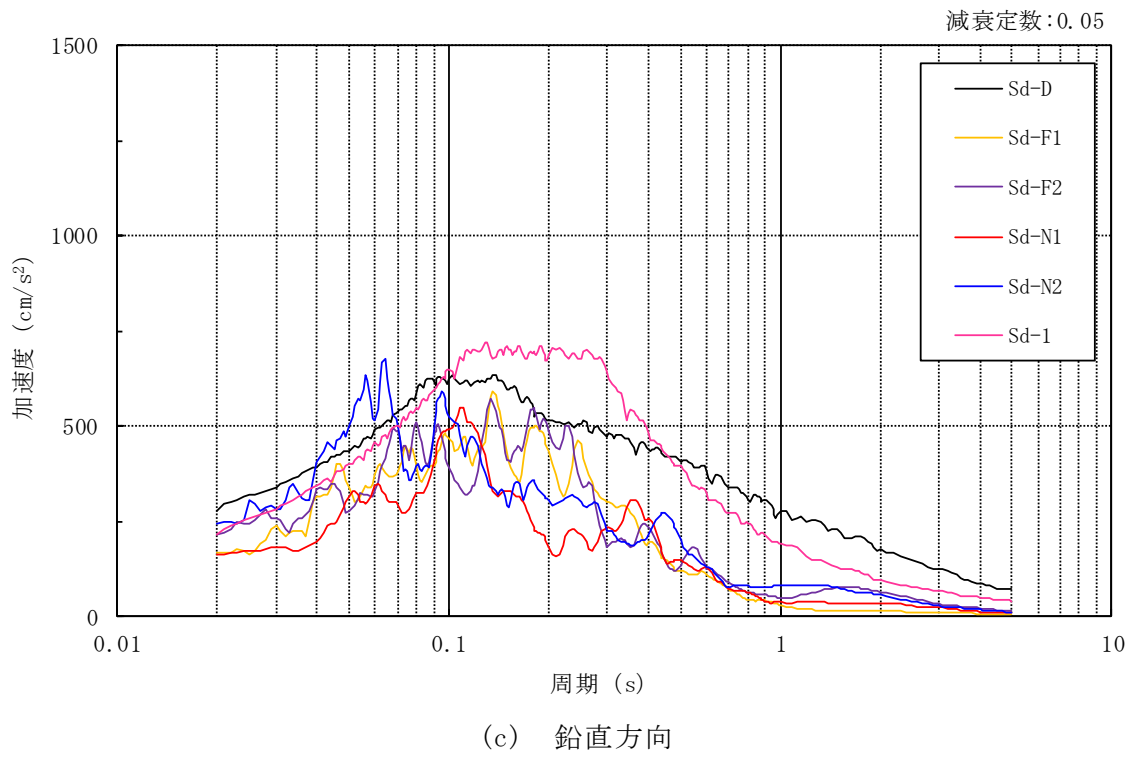


図 3-8(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc = 23.5 (N/mm <sup>2</sup> ) (Fc = 240 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.25 × 10 <sup>4</sup>	9.38 × 10 <sup>3</sup>	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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-9及び図3-10に示す。

地震応答解析モデルについては、図3-9に弾性設計用地震動 $S_d$ の評価に用いる地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合の地震応答解析モデル、図3-10に基準地震動 $S_s$ の評価に用いる地盤を3次元FEMでモデル化した場合の地震応答解析モデルを示す。図3-10のモデルは、地盤-建物の一体モデルとし、基礎スラブは剛板と仮定した多点拘束を設定する。

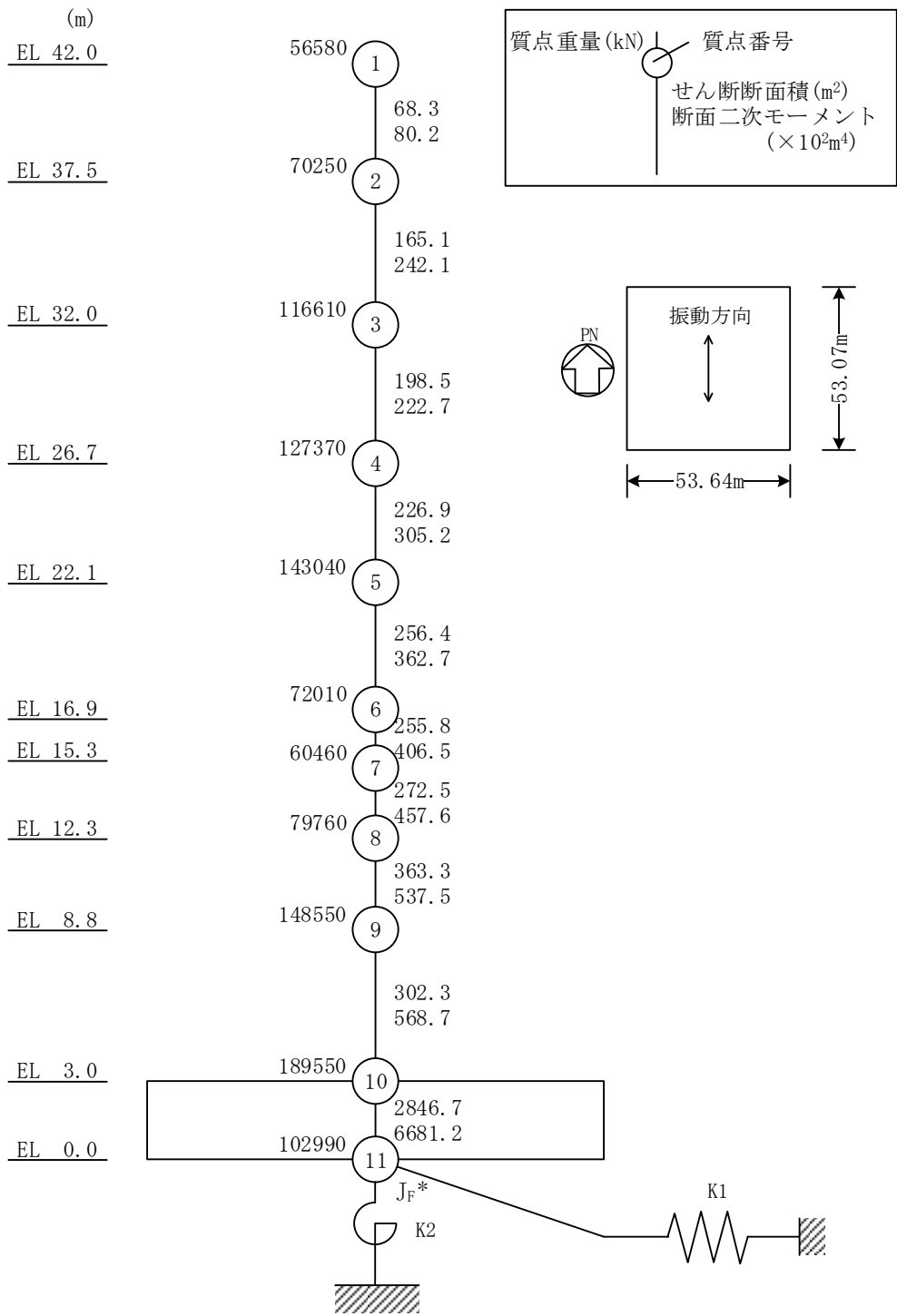
#### (2) 地盤ばね

図3-9のモデルに用いる基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版 ((社)日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねは、建物基礎底面と地盤の間の付着力  $0.40\text{N/mm}^2$  を考慮し、線形とする。地盤ばねの定数化の概要を図3-11に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。また、図3-10のモデルにおける地盤は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、等価な一様地盤としての物性値を定め、3次元FEMを用いてモデル化する。なお、基礎底面と地盤の各節点の間には付着力  $0.40\text{N/mm}^2$  を考慮したジョイント要素を設けることにより基礎の浮上りを評価する。基礎底面のジョイント要素のばね定数は、解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値とする。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

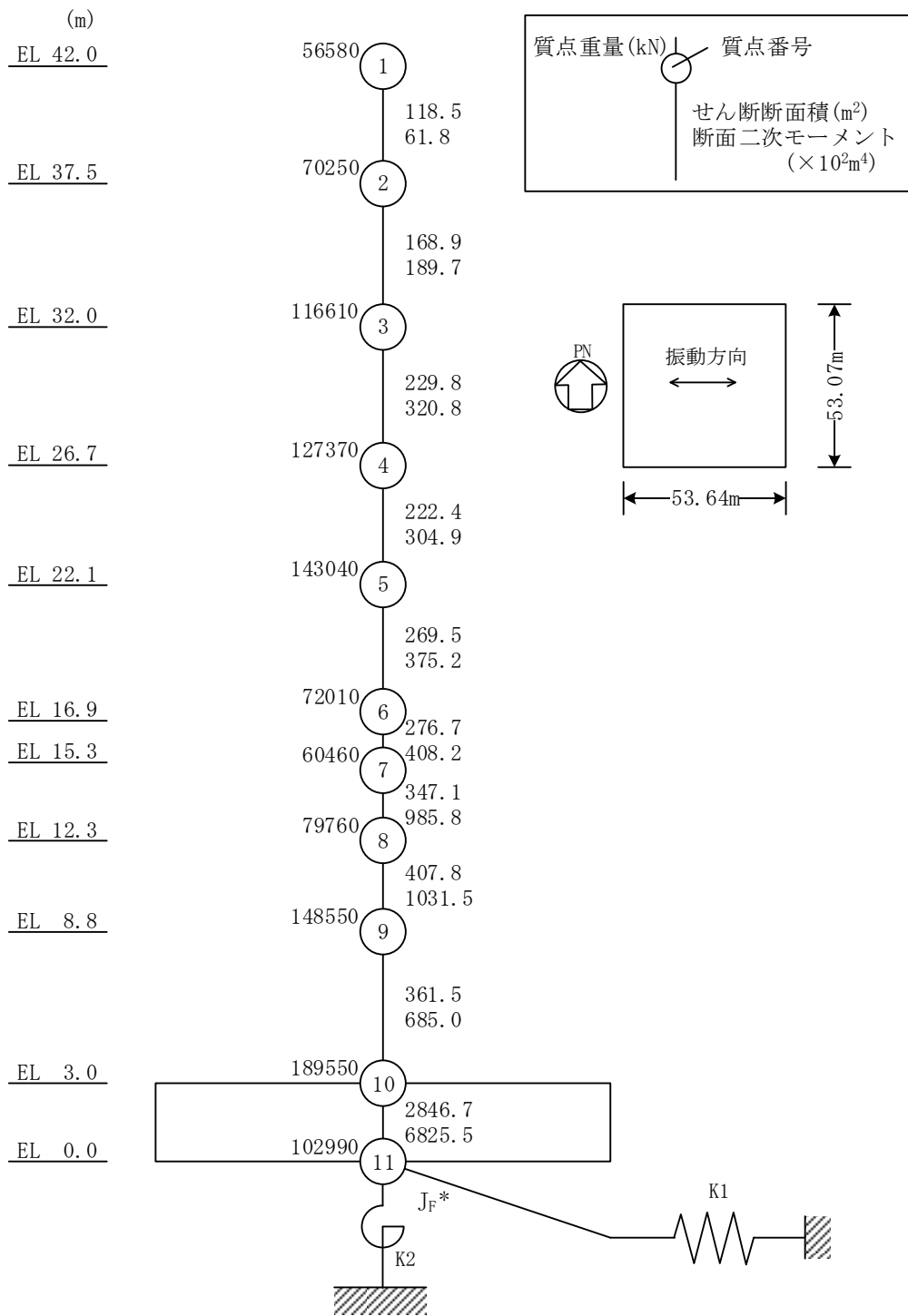
水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を1次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を建物位置での地盤をモデル化した1次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。表3-3に示す地盤物性値のうち、表層①-1については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した

等価物性値とする。また，建物基礎底面レベルにおけるせん断力（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。地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-12 に，1次元地盤モデルを図 3-13 に，基礎底面位置（EL 0.0m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-14 及び図 3-15 に示す。基準地震動  $S_s$  の評価に用いる地震応答解析モデルは地盤を 3次元 FEM でモデル化していることから，基礎底面レベルにおける地盤の応答が入力地震動と一致するように補正した地震動を，地盤モデル底面に入力する。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，妥当性確認等の概要については，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



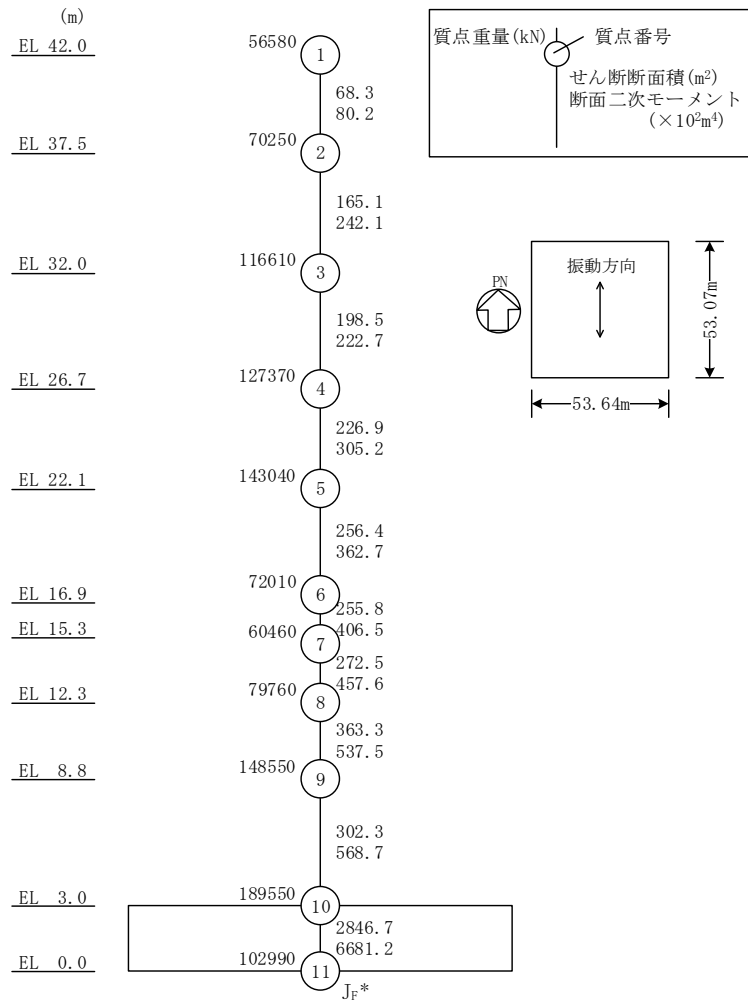
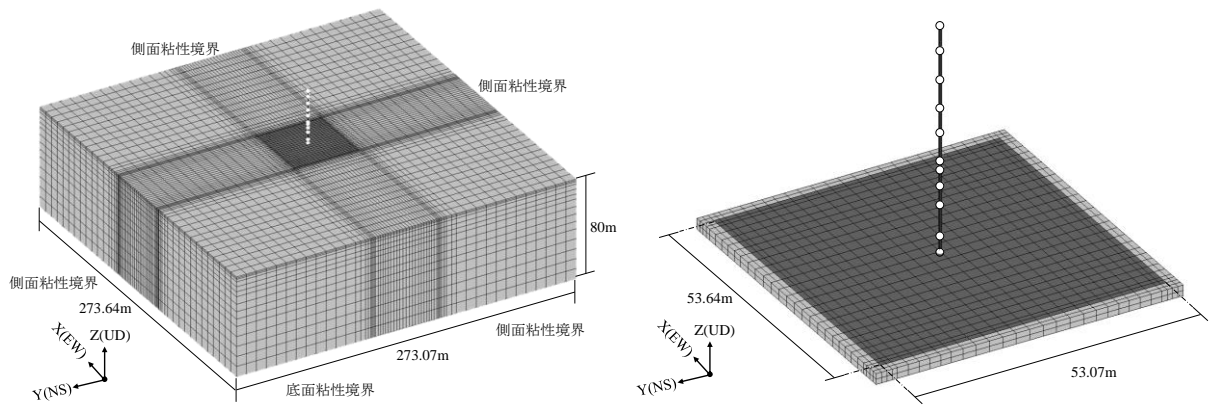
注記\* : 回転慣性重量 ( $29.35 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ )

図 3-9(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)  
 (地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合 (弾性設計用地震動 S d))



注記\* : 回転慣性重量(31.61×10<sup>7</sup> kN・m<sup>2</sup>)

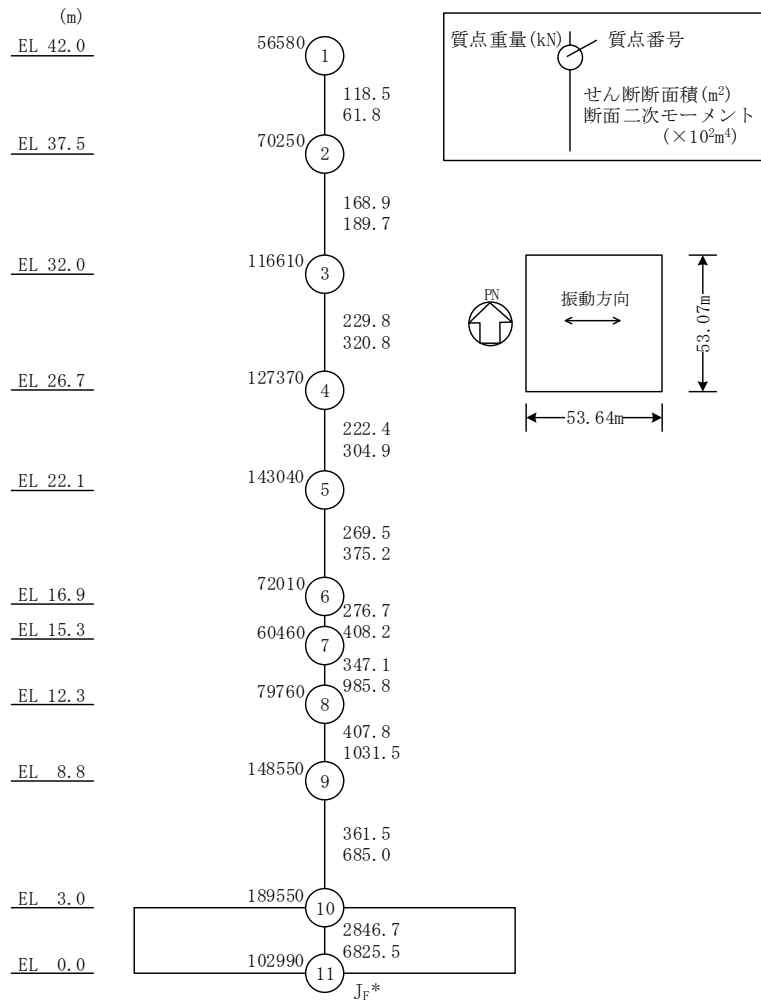
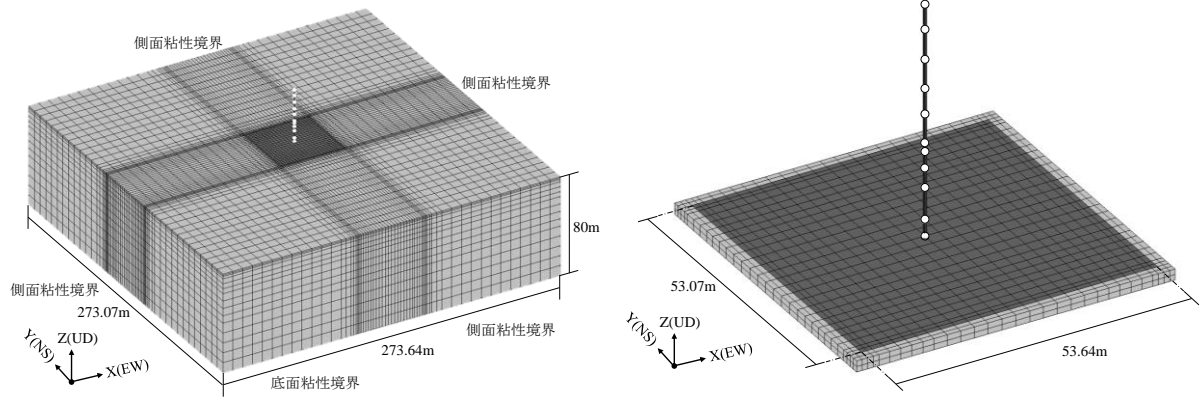
図 3-9(2) 地震応答解析モデル (EW方向)  
(地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合 (弾性設計用地震動 S d))



注記\* : 回転慣性重量(29.35×10<sup>7</sup>kN・m<sup>2</sup>)

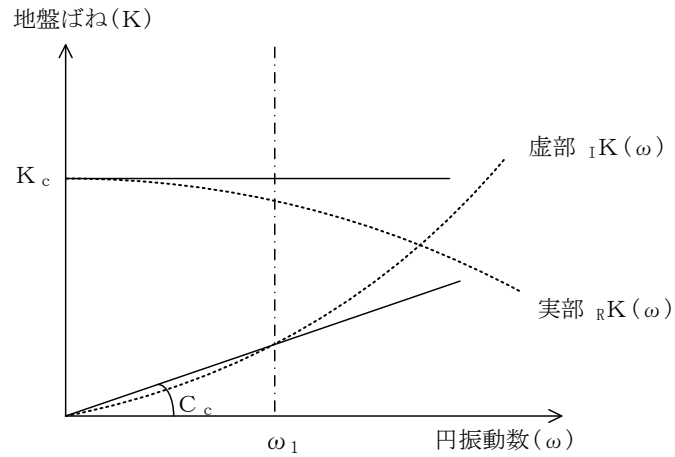
図 3-10(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)  
 (地盤を 3 次元 F E M でモデル化した場合 (基準地震動 S s))





注記\* : 回転慣性重量 (31.61 × 10<sup>7</sup> kN · m<sup>2</sup>)

図 3-10(2) 地震応答解析モデル (EW方向)  
(地盤を 3次元 FEM でモデル化した場合 (基準地震動 S<sub>s</sub>))



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-11 地盤ばねの定数化の概要

(地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合 (弾性設計用地震動 S d) )

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合 (弾性設計用地震動 S d) )

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$9.56 \times 10^8$ (kN/m)	$9.43 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$7.04 \times 10^{11}$ (kN・m/rad)	$7.55 \times 10^8$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$9.55 \times 10^8$ (kN/m)	$9.42 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$7.14 \times 10^{11}$ (kN・m/rad)	$8.70 \times 10^8$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 廃棄物処理建物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号		S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
表層①-1	S <sub>s</sub>	127*	422*	20.7	0.45	0.341*	8*
	S <sub>d</sub>	156*	516*	20.7	0.45	0.512*	7*
岩盤③		1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④		1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤		2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥		2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記\*：地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値

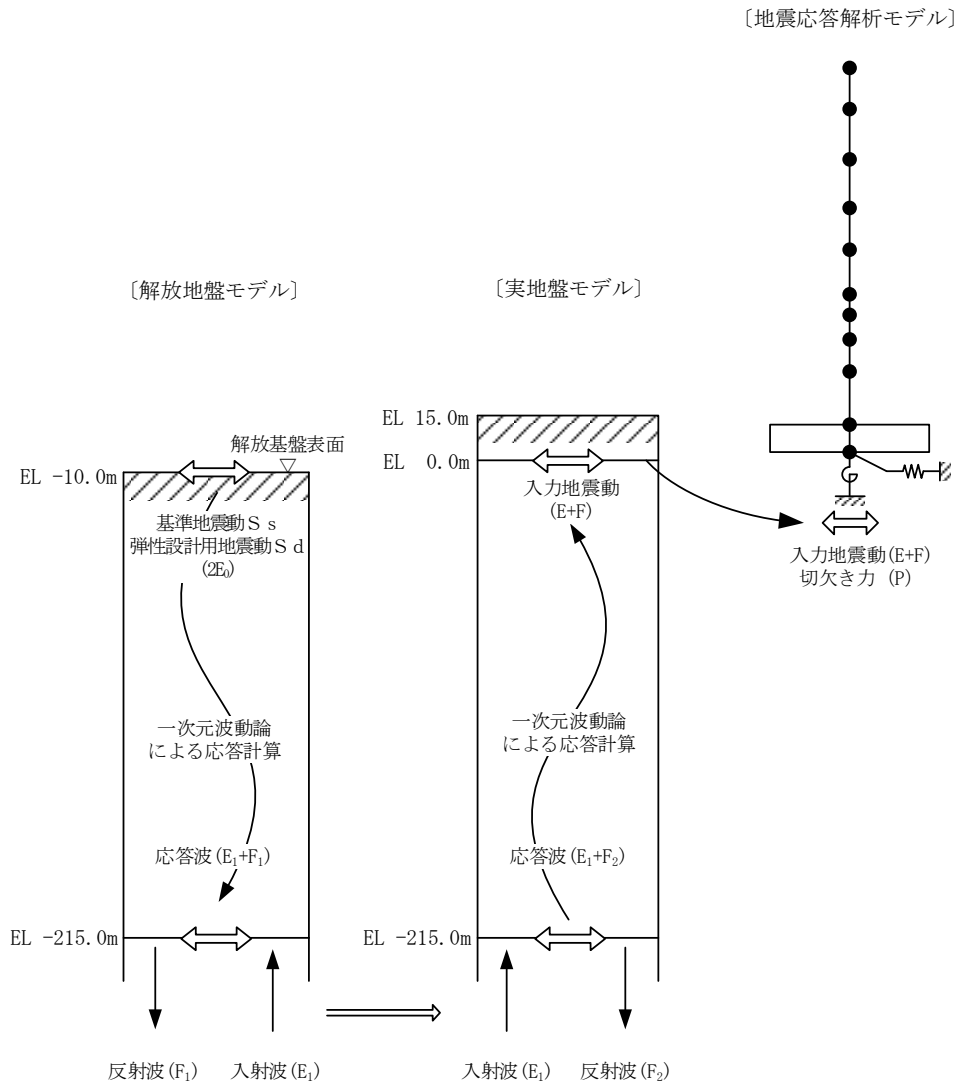


図 3-12 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

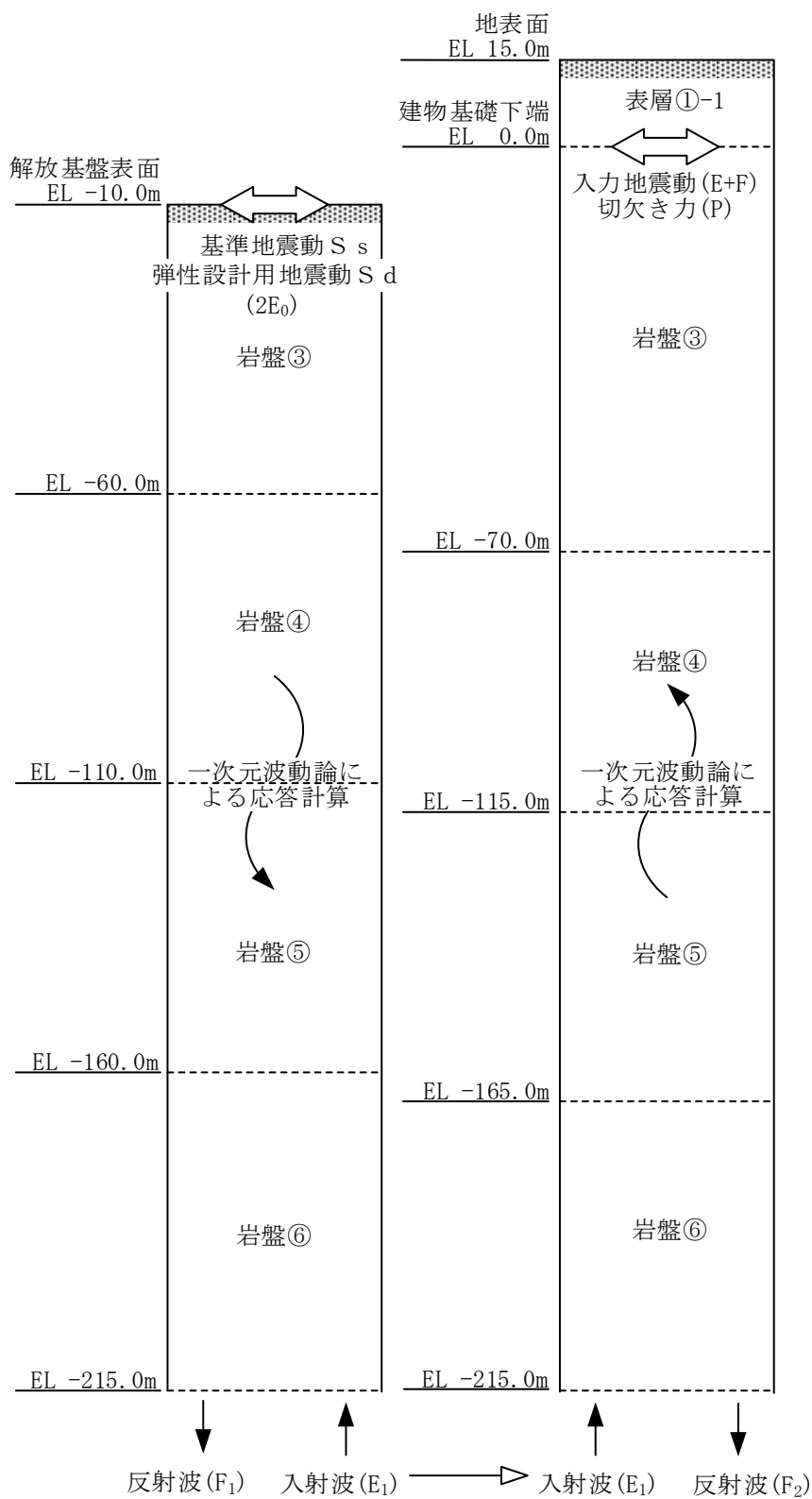


図 3-13 1次元地盤モデル (水平方向)

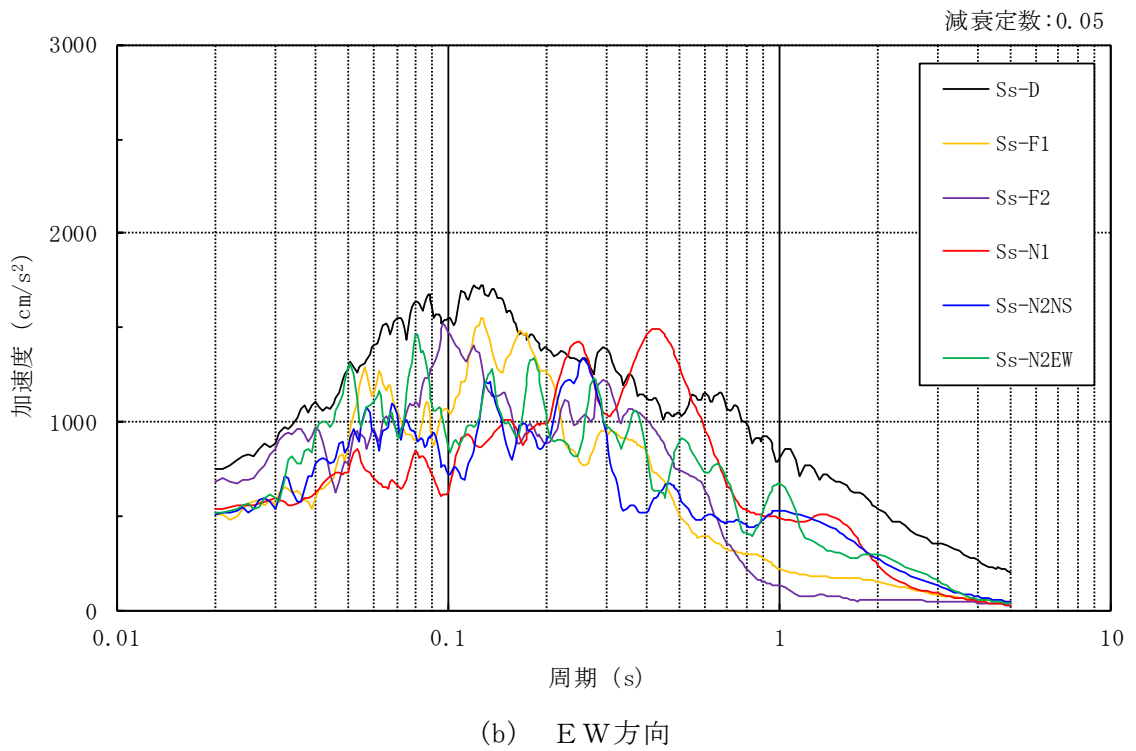
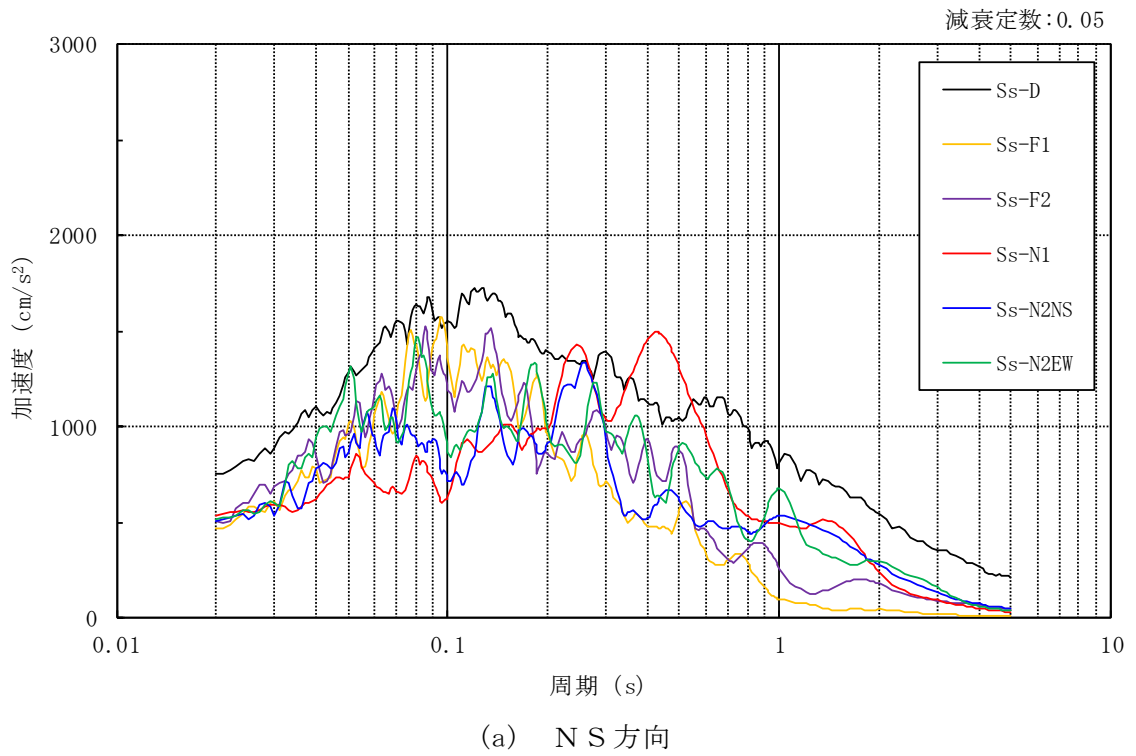


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 0.0m)

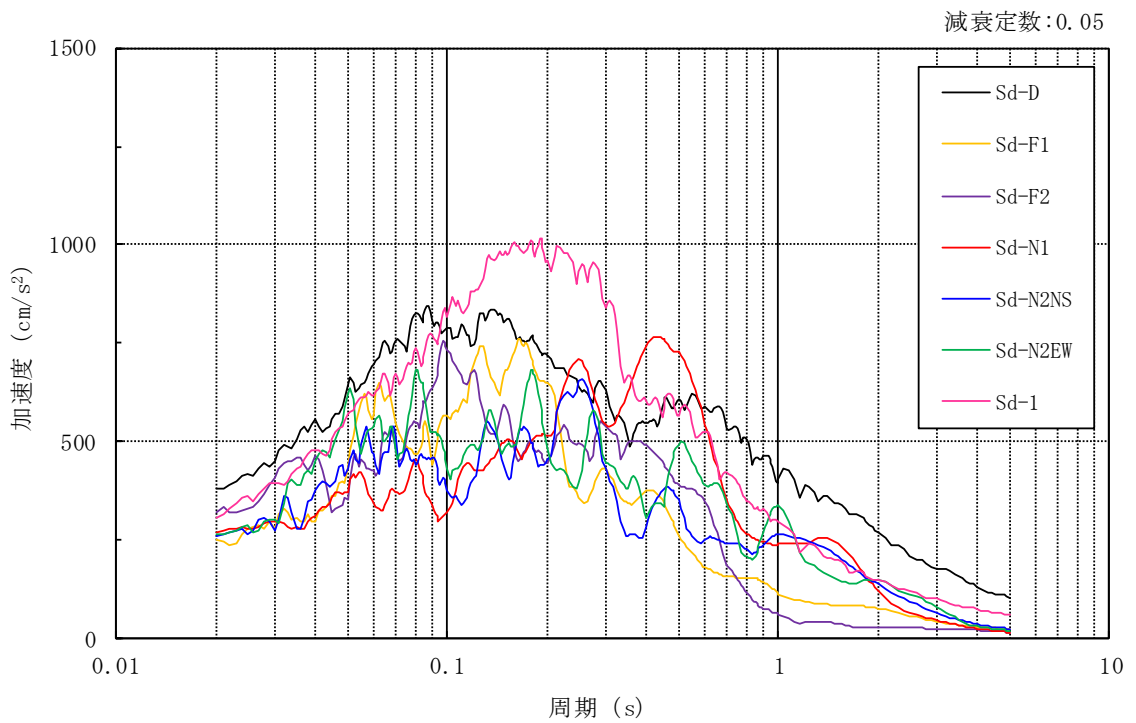
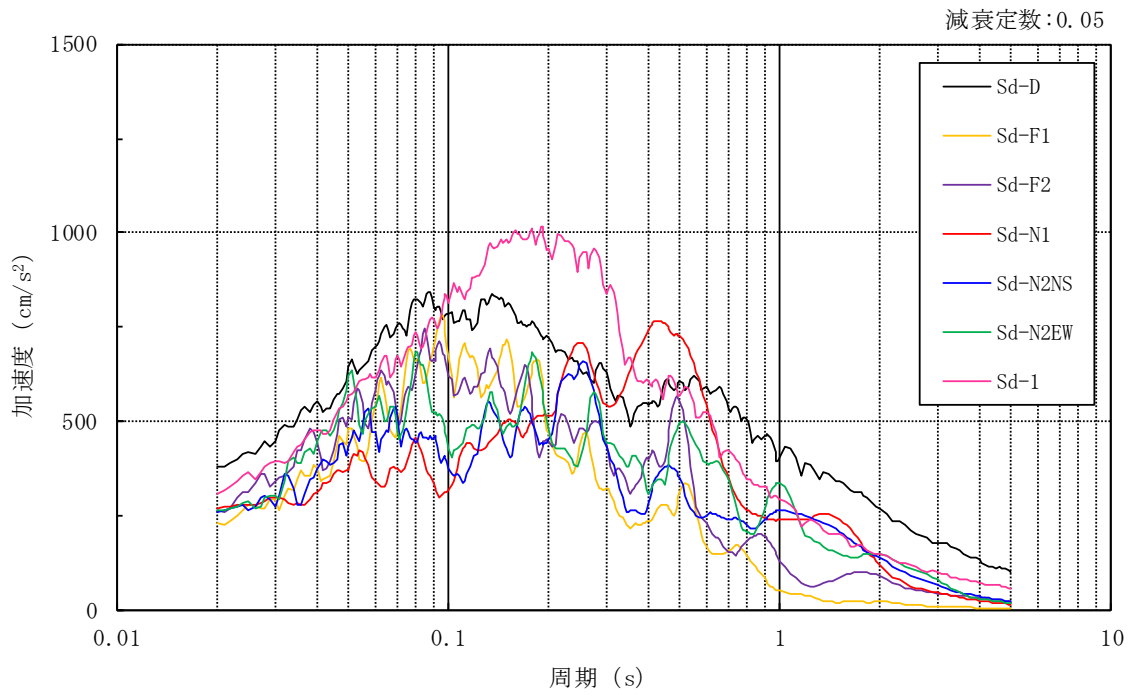


図 3-15 入力地震動の加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d , EL 0.0m)

### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-16 及び図 3-17 に示す。

地震応答解析モデルについては、図 3-16 に弾性設計用地震動  $S_d$  の評価に用いる地盤を鉛直ばねでモデル化した場合の地震応答解析モデル、図 3-17 に基準地震動  $S_s$  の評価に用いる地盤を 3 次元 FEM でモデル化した場合の地震応答解析モデルを示す。図 3-17 のモデルは、地盤-建物の一体モデルとし、基礎スラブは剛板と仮定した多点拘束を設定する。

#### (2) 地盤ばね

図 3-16 のモデルに用いる基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。また、図 3-17 のモデルにおける地盤は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、等価な一様地盤としての物性値を定め、3 次元 FEM を用いてモデル化する。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。また、建物基礎底面レベルにおける軸力（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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-18 に、1 次元地盤モデルを図 3-19 に、基礎底面位置（EL 0.0m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-20 及び図 3-21 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。基準地震動  $S_s$  の評価に用いる地震応答解析モデルは地盤を 3 次元 FEM でモデル化していることから、基礎底面レベルにおける地盤の応答が入力地震動と一致するように補正した地震動を、地盤モデル底面に入力する。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



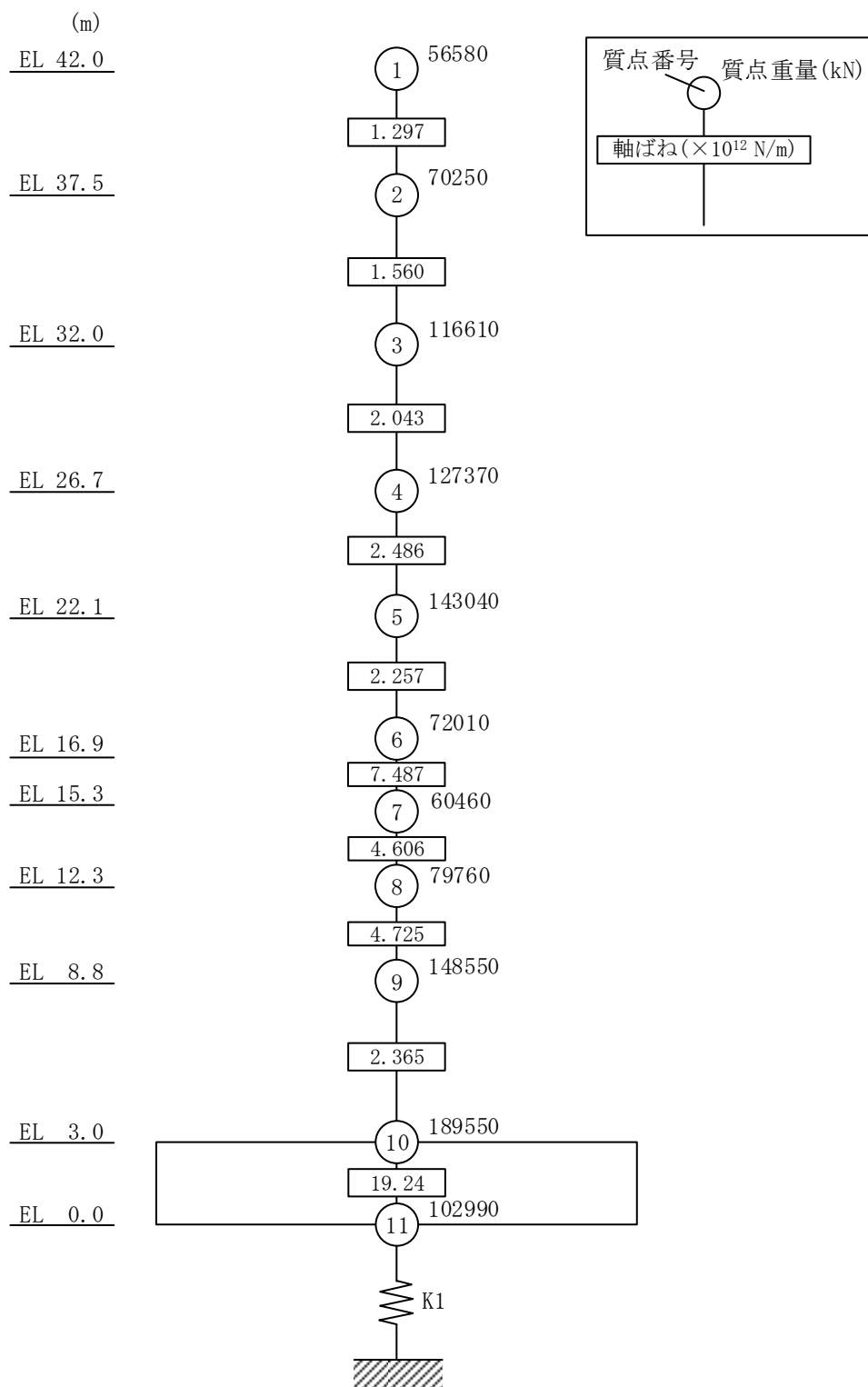


図 3-16 地震応答解析モデル (鉛直方向)  
 (地盤を鉛直ばねでモデル化した場合 (弾性設計用地震動 S d))

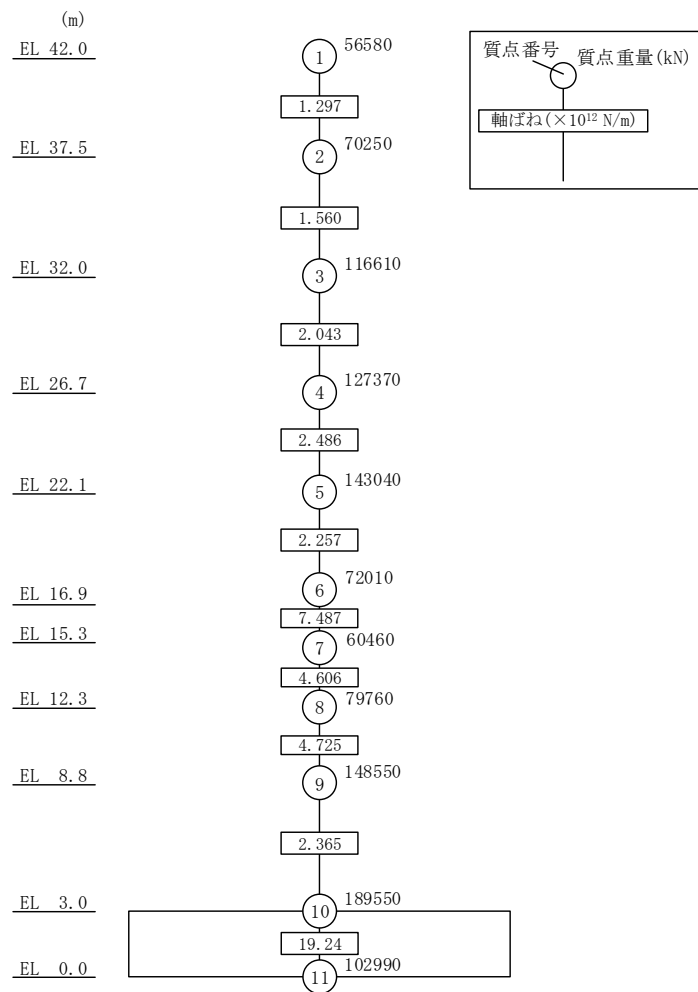
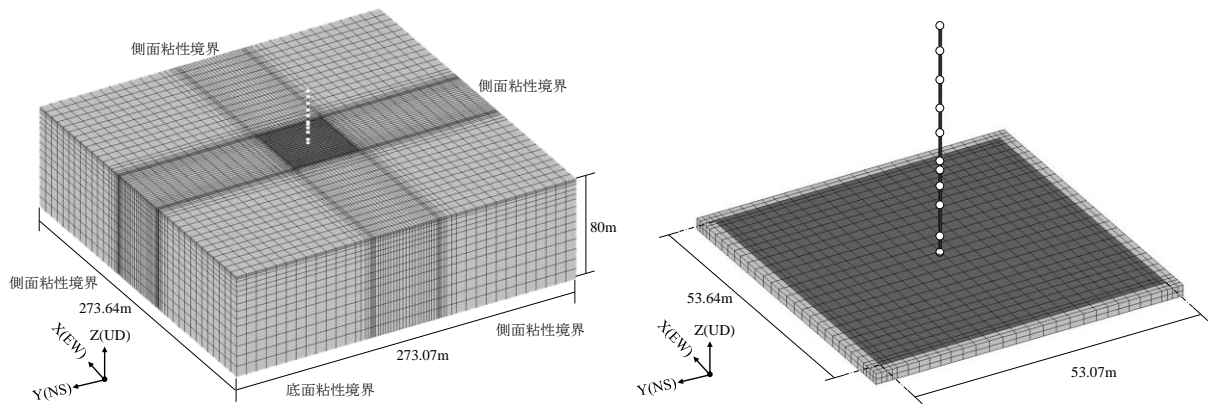


図 3-17 地震応答解析モデル（鉛直方向）  
 （地盤を 3 次元 F E M でモデル化した場合（基準地震動 S s））

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）  
 （地盤を鉛直ばねでモデル化した場合（弾性設計用地震動 S d））

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$1.39 \times 10^9$ (kN/m)	$1.84 \times 10^7$ (kN・s/m)

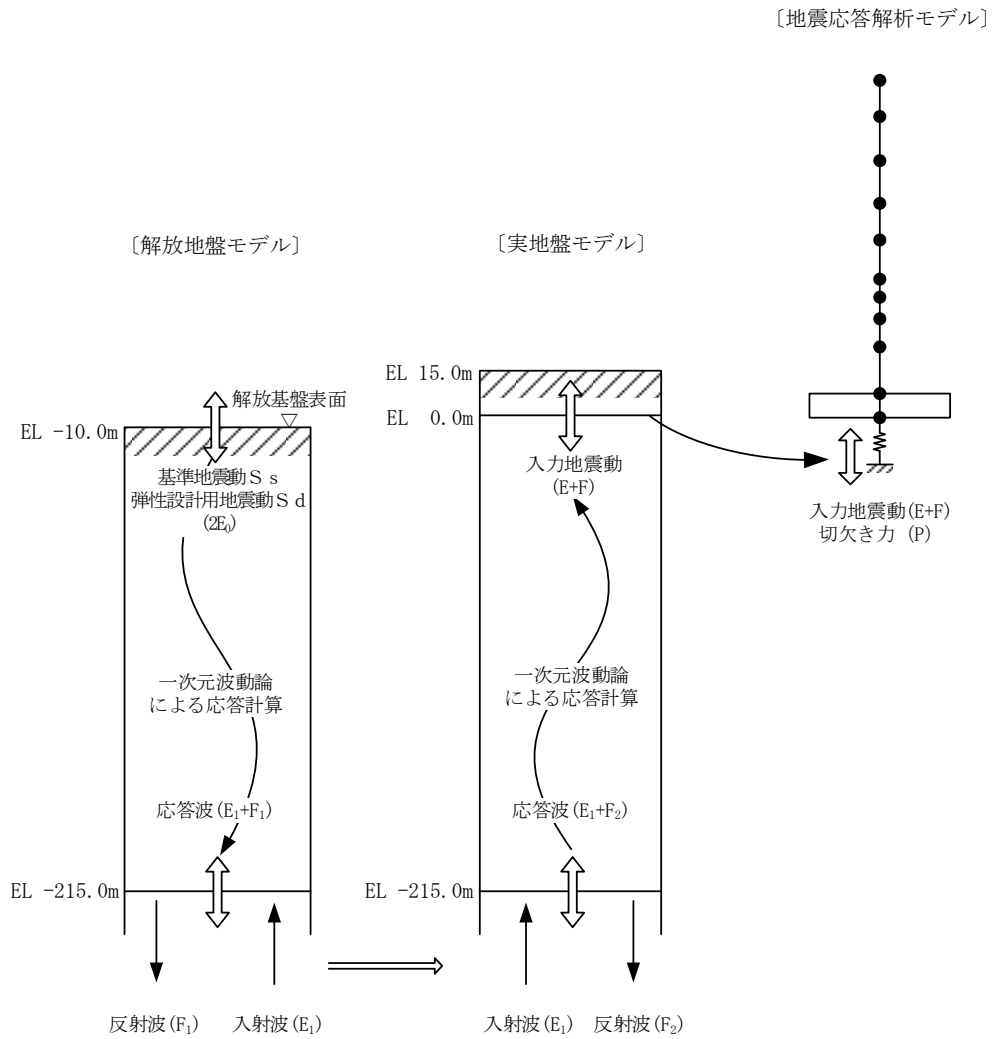


図 3-18 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

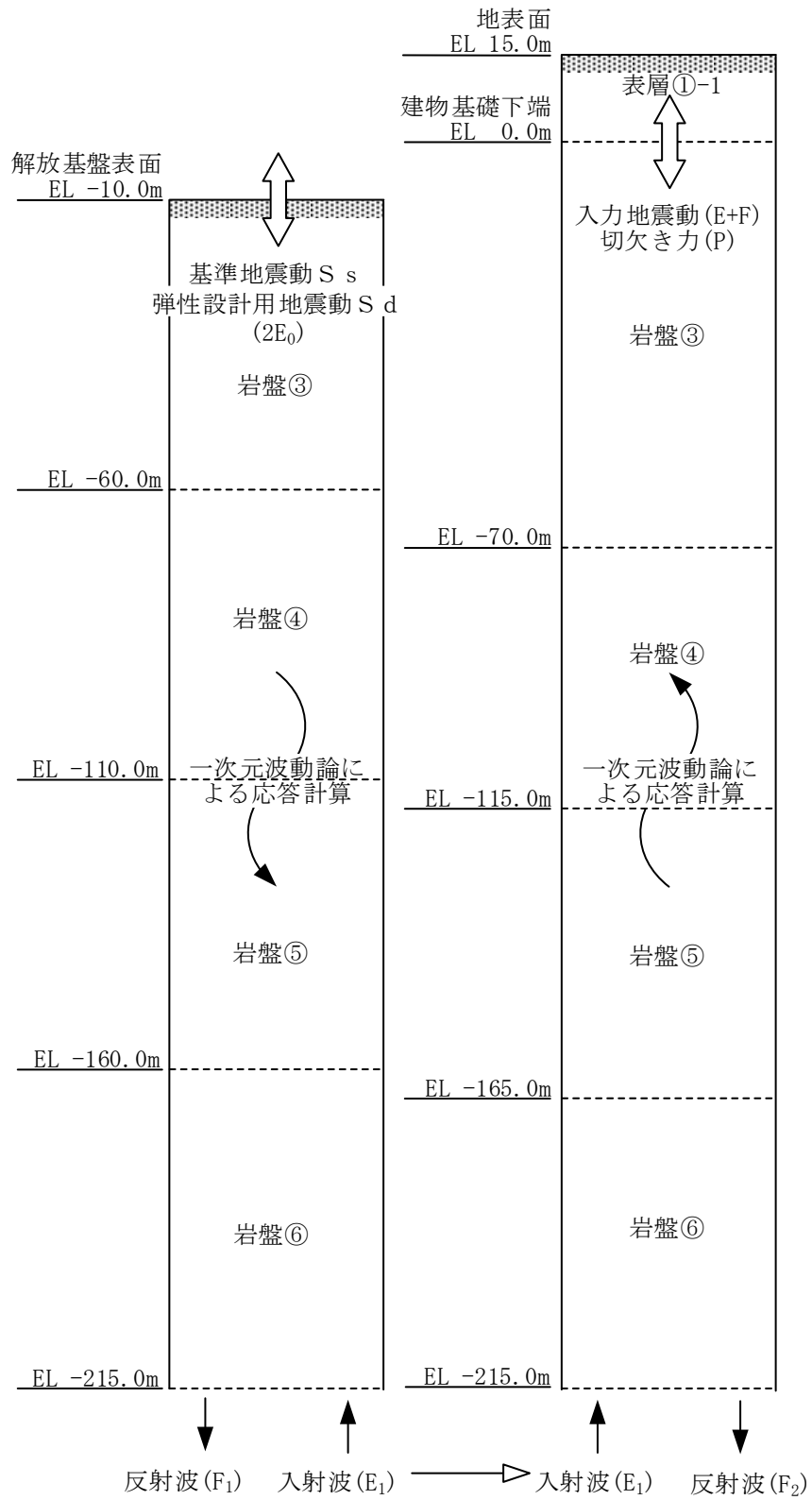


図 3-19 1次元地盤モデル (鉛直方向)

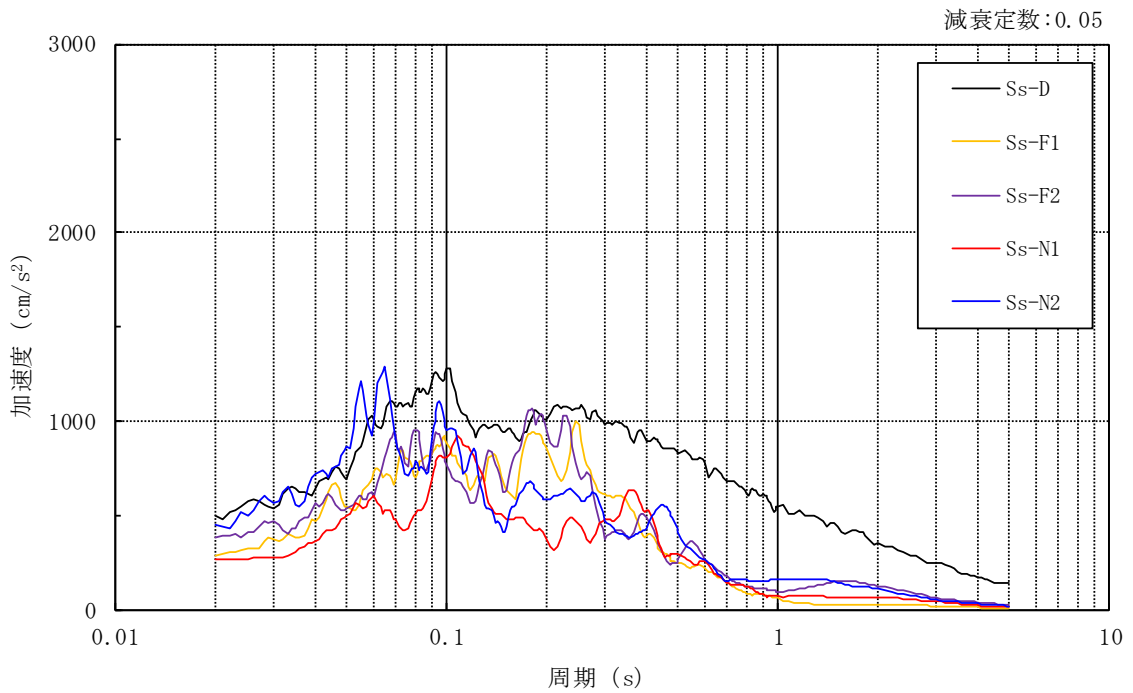


図 3-20 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動  $S_s$  , 鉛直方向, EL 0.0m)

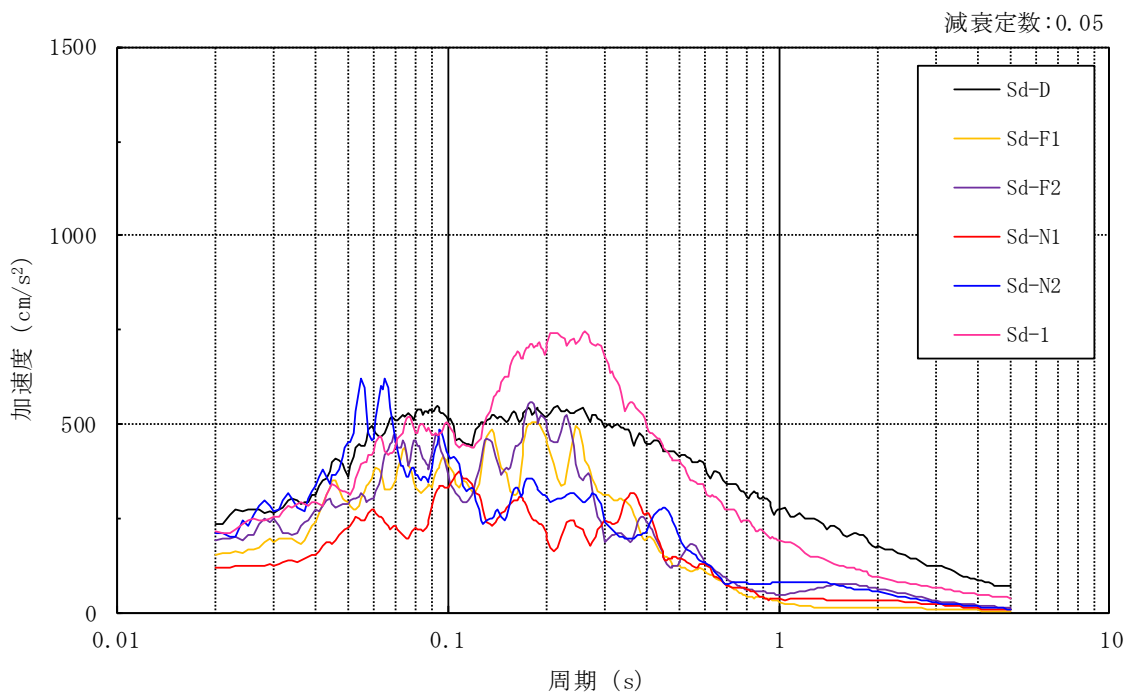


図 3-21 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(弾性設計用地震動  $S_d$  , 鉛直方向, EL 0.0m)

### 3.3 解析方法

廃棄物処理建物について、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定する。また、静的解析により静的地震力、接地圧及び必要保有水平耐力を算定する。

廃棄物処理建物の地震応答解析には、解析コード「NUPP4」及び「NAPIS OS」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 3.0m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.5)
- $C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数
- $W_i$  : 第  $i$  層が支える重量
- $Z$  : 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 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.5)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- $\alpha$  : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

### 3.3.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は、次式により算定する。

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

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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

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)

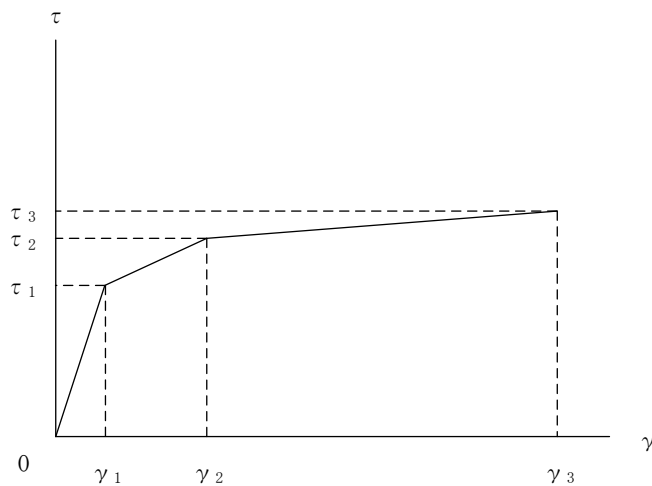


### 3.4 解析条件

#### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-22 に示す。

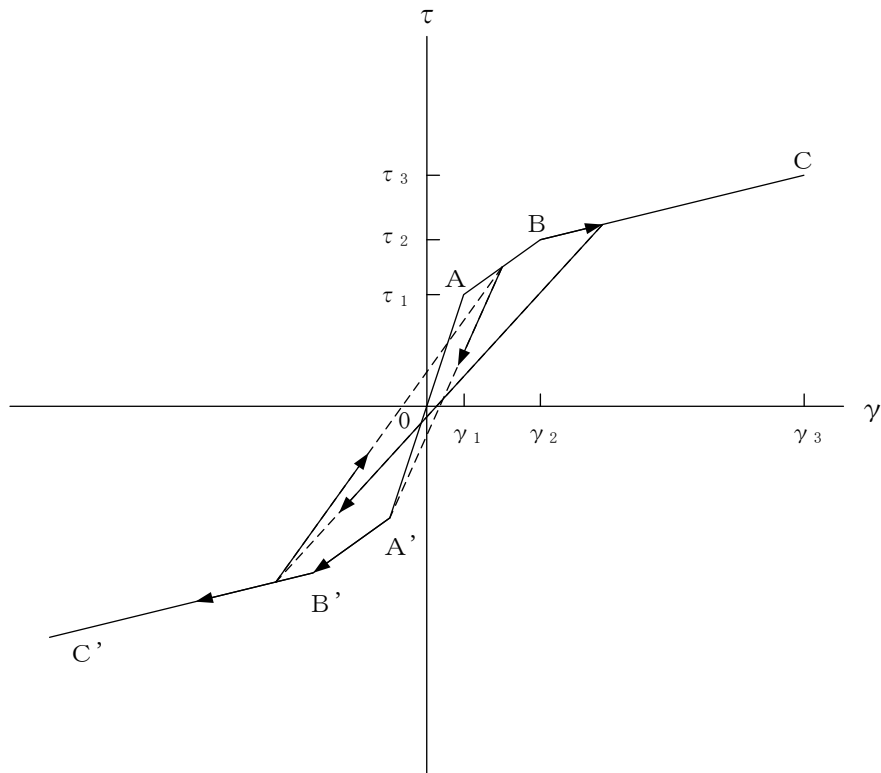


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-22 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 3-23 に示す。

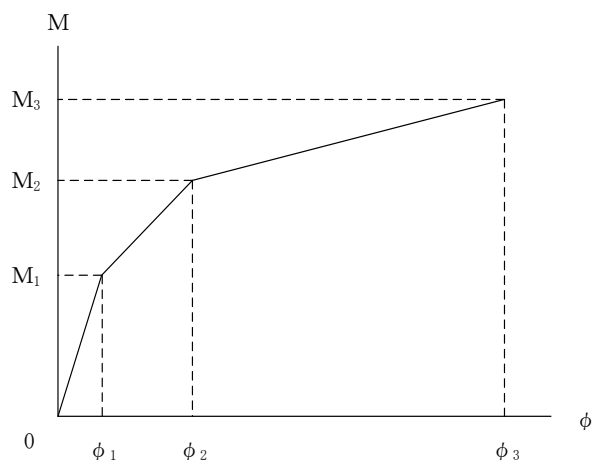


- 0-A 間 : 弾性範囲
- A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- B-C 間 : 負側最大点指向
- 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- 安定ループは面積を持たない。

図 3-23 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-24 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

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

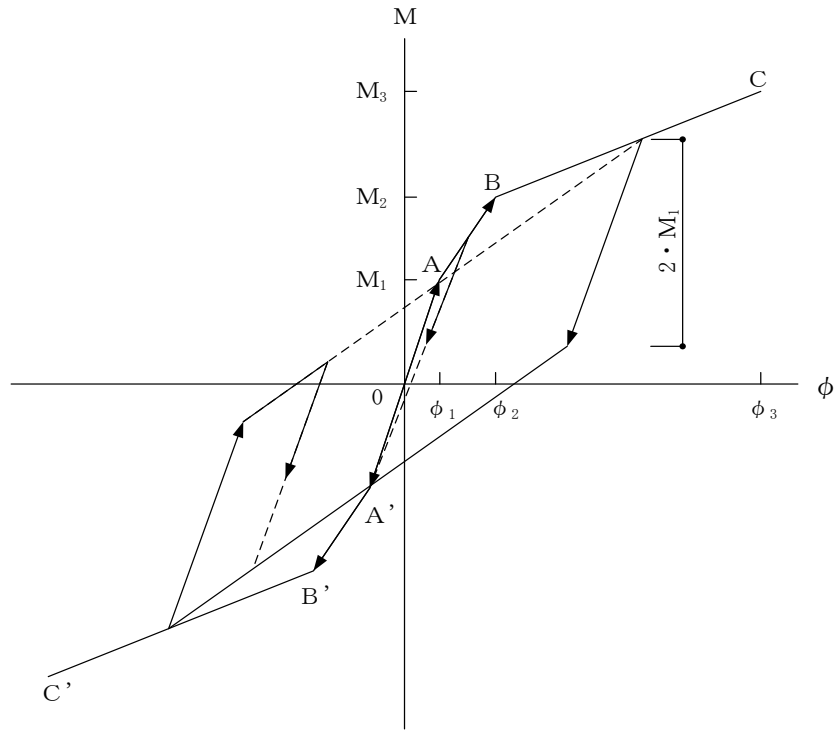
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-24 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 3-25 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折点を超えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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。
- 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。

図 3-25 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

廃棄物処理建物の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-8 に示す。

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
42.0~37.5	1.62	2.19	4.58	0.173	0.519	4.00
37.5~32.0	1.67	2.26	4.53	0.178	0.535	4.00
32.0~26.7	1.79	2.42	4.31	0.191	0.573	4.00
26.7~22.1	1.89	2.55	4.34	0.201	0.604	4.00
22.1~16.9	1.95	2.63	4.42	0.208	0.624	4.00
16.9~15.3	2.00	2.69	4.43	0.213	0.638	4.00
15.3~12.3	1.99	2.69	4.45	0.212	0.637	4.00
12.3~8.8	1.97	2.67	4.27	0.210	0.631	4.00
8.8~3.0	2.03	2.74	4.17	0.216	0.648	4.00

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
42.0~37.5	1.61	2.17	4.64	0.171	0.514	4.00
37.5~32.0	1.67	2.26	4.33	0.178	0.535	4.00
32.0~26.7	1.79	2.42	4.30	0.191	0.573	4.00
26.7~22.1	1.89	2.55	4.35	0.202	0.605	4.00
22.1~16.9	1.98	2.67	4.37	0.211	0.633	4.00
16.9~15.3	2.10	2.84	4.43	0.224	0.673	4.00
15.3~12.3	2.03	2.74	4.54	0.216	0.649	4.00
12.3~8.8	1.97	2.66	4.28	0.210	0.629	4.00
8.8~3.0	2.06	2.78	4.34	0.220	0.659	4.00

表 3-7 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
42.0~37.5	1.25	1.42	2.23	6.93	67.7	1350
37.5~32.0	2.98	4.09	6.13	5.46	55.2	1100
32.0~26.7	3.98	4.86	6.60	7.94	72.6	1420
26.7~22.1	5.02	7.88	10.6	7.31	63.7	1150
22.1~16.9	6.36	11.1	15.5	7.79	64.4	1290
16.9~15.3	7.12	11.7	16.2	7.78	62.4	1250
15.3~12.3	8.20	14.1	19.6	7.96	64.1	1200
12.3~8.8	9.97	15.6	21.6	8.24	66.4	1310
8.8~3.0	10.6	17.4	23.6	8.29	64.2	1230

表 3-8 曲げスケルトン曲線 (M-φ 関係) (EW 方向)

EL (m)	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
42.0~37.5	1.18	1.65	2.51	8.49	91.7	1830
37.5~32.0	2.54	2.95	4.31	5.93	59.2	1180
32.0~26.7	4.45	5.90	8.31	6.16	57.9	1140
26.7~22.1	4.81	6.85	9.43	7.01	59.9	1200
22.1~16.9	6.22	9.93	13.7	7.36	60.8	1160
16.9~15.3	8.48	10.6	14.3	9.23	65.4	1190
15.3~12.3	13.1	21.5	29.8	5.89	47.3	785
12.3~8.8	14.5	24.5	33.7	6.25	51.2	975
8.8~3.0	11.8	20.0	27.1	7.65	59.6	1020

### 3.4.2 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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3-9に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-10に示す。

表3-9 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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



表 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号		地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	127	153	102
	S d	156	187	125
岩盤③		1600	1760	1440
岩盤④		1950	2145	1755
岩盤⑤		2000	2200	1800
岩盤⑥		2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号		地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	422	506	338
	S d	516	620	413
岩盤③		3600	3960	3240
岩盤④		4000	4400	3600
岩盤⑤		4050	4455	3645
岩盤⑥		4950	5445	4455

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 固有値解析結果

地盤をスウェイ・ロッキングばねでモデル化した場合の地震応答解析モデルによる基本ケースの固有値解析結果（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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 地震応答解析結果

##### (1) 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-18 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$

弾性設計用地震動  $S_d$  による最大応答値を図 4-19～図 4-29 及び表 4-16～表 4-28 に示す。また，弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大応答値を図 4-30～図 4-33 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-29 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.205	4.88	1.614	建物—地盤連成 1 次
2	0.075	13.35	-1.027	
3	0.045	22.14	0.636	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.191	5.25	1.598	建物—地盤連成 1 次
2	0.070	14.22	-0.977	
3	0.042	23.55	0.554	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.084	11.92	1.359	建物—地盤連成 1 次
2	0.032	31.24	-0.545	
3	0.020	49.58	0.271	

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



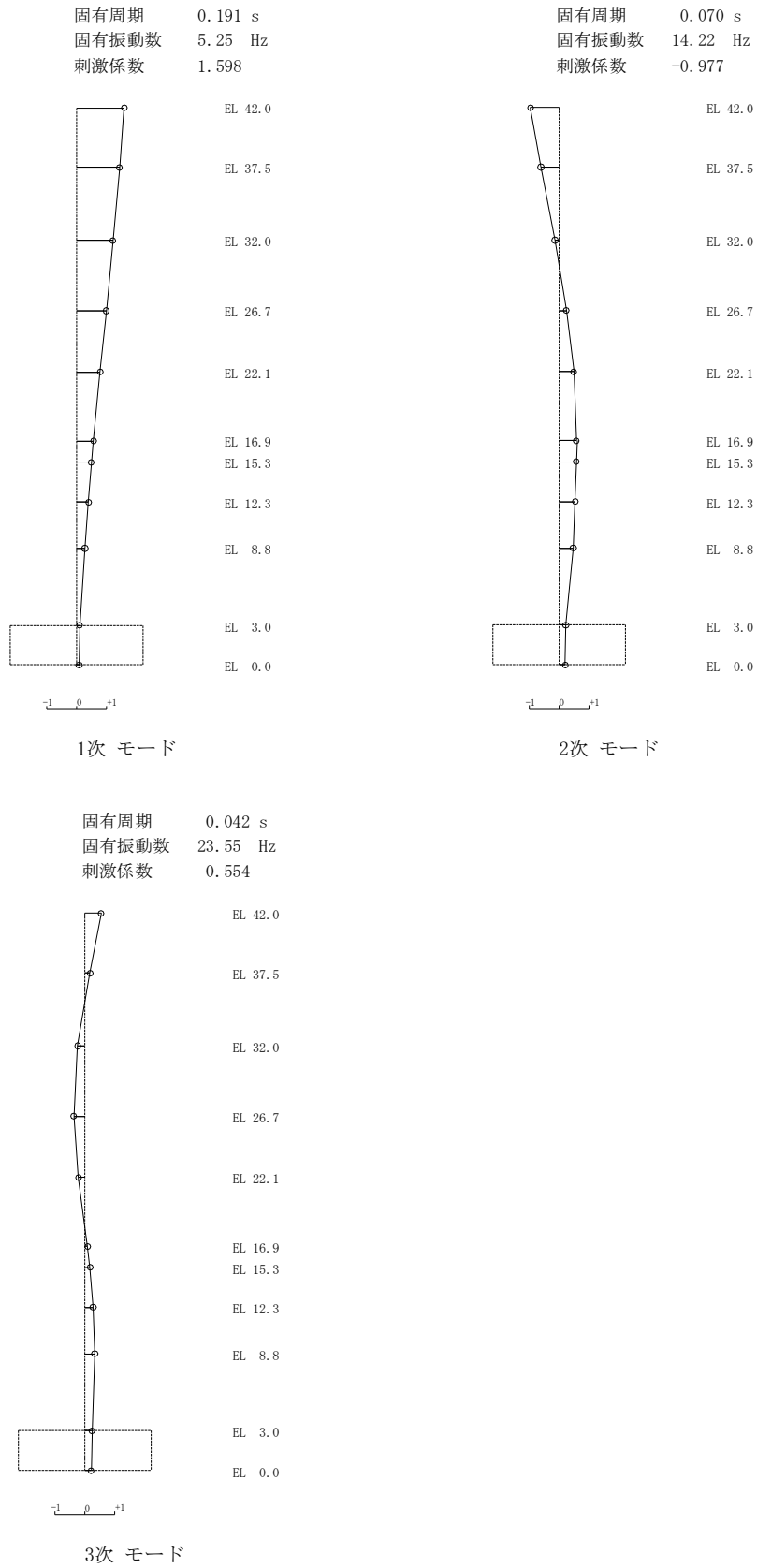


図 4-2 刺激関数図 (E W方向)



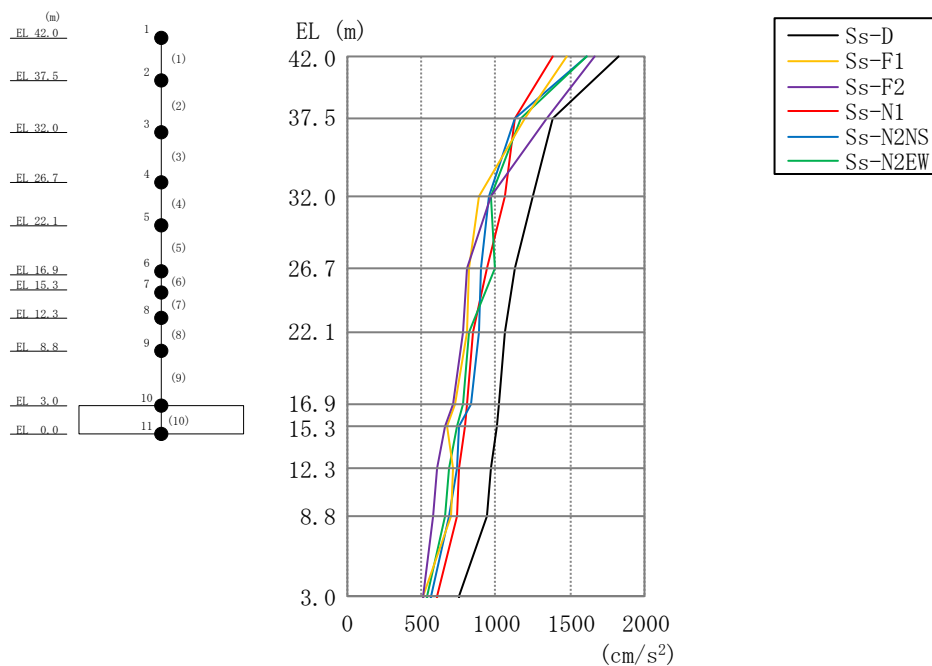


図 4-4 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-2 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
42.0	1	1824	1484	1665	1381	1615	1613	1824
37.5	2	1388	1202	1339	1127	1122	1166	1388
32.0	3	1245	887	967	1055	959	973	1245
26.7	4	1125	822	801	946	898	988	1125
22.1	5	1058	800	781	851	890	825	1058
16.9	6	1021	731	707	812	831	775	1021
15.3	7	1003	676	662	789	759	741	1003
12.3	8	966	713	605	756	736	688	966
8.8	9	943	698	577	736	689	654	943
3.0	10	752	517	514	604	558	540	752

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

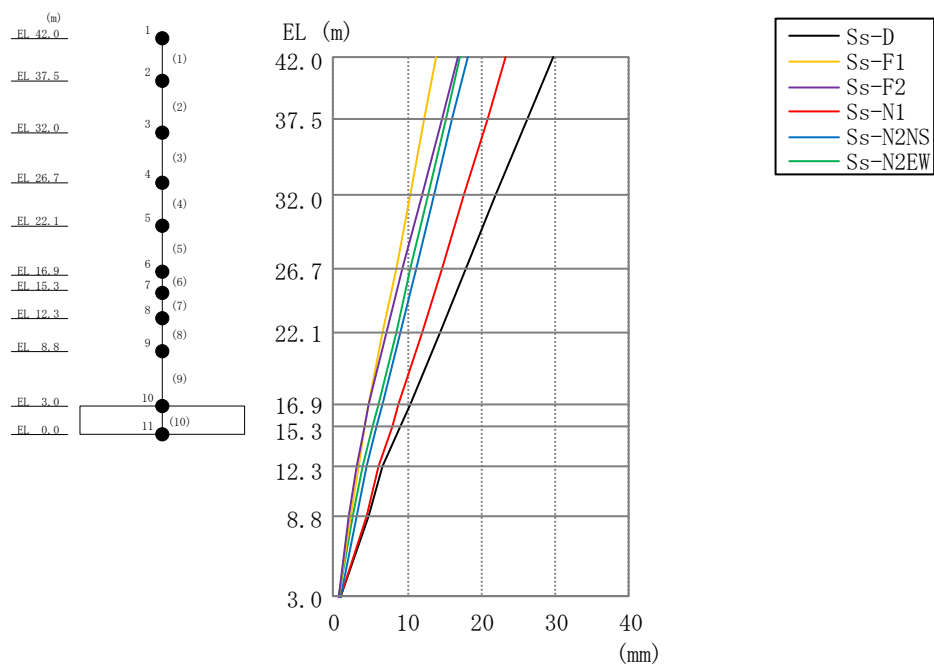


図 4-5 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-3 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0	1	29.64	13.97	16.86	23.29	18.15	17.14	29.64
37.5	2	26.17	12.27	14.54	20.74	16.08	15.09	26.17
32.0	3	22.05	10.35	11.89	17.73	13.66	12.79	22.05
26.7	4	17.91	8.42	9.24	14.64	11.18	10.48	17.91
22.1	5	14.27	6.73	7.03	11.90	9.00	8.40	14.27
16.9	6	10.33	4.81	4.79	8.81	6.62	6.02	10.33
15.3	7	9.04	4.26	4.15	7.84	5.88	5.29	9.04
12.3	8	6.66	3.28	3.05	6.04	4.54	3.98	6.66
8.8	9	4.83	2.32	2.06	4.38	3.18	2.67	4.83
3.0	10	0.93	0.76	0.69	0.95	0.84	0.79	0.95

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



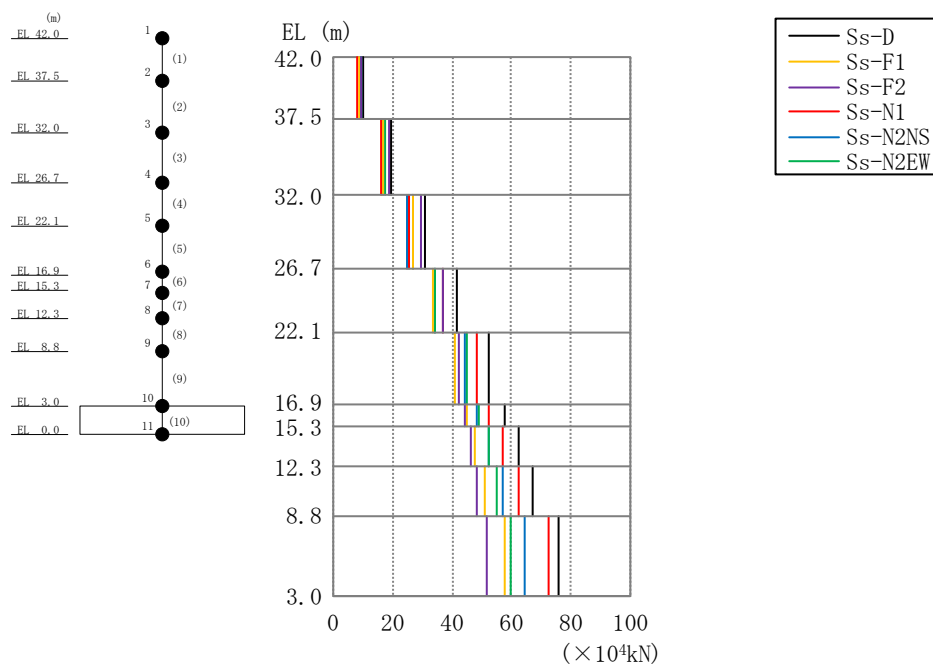


図 4-6 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-4 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0~37.5	1	10.3	8.47	9.65	7.95	9.20	9.14	10.3
37.5~32.0	2	19.7	16.7	18.9	15.9	16.5	17.2	19.7
32.0~26.7	3	31.2	26.9	29.4	25.6	25.0	26.6	31.2
26.7~22.1	4	41.6	33.8	36.8	36.7	34.3	34.1	41.6
22.1~16.9	5	52.7	40.7	42.0	48.1	44.5	45.2	52.7
16.9~15.3	6	57.7	44.7	44.2	52.5	48.4	49.3	57.7
15.3~12.3	7	62.4	47.6	46.4	56.8	52.5	52.2	62.4
12.3~8.8	8	67.4	51.0	48.4	62.7	56.9	55.0	67.4
8.8~3.0	9	75.7	57.6	51.5	72.4	64.7	60.0	75.7

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

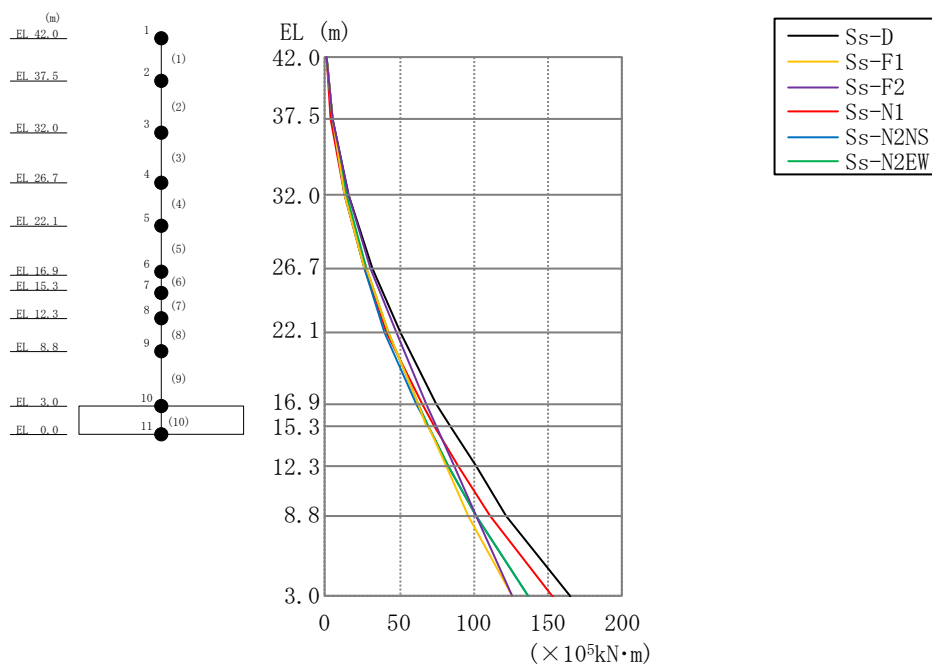


図 4-7 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

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)

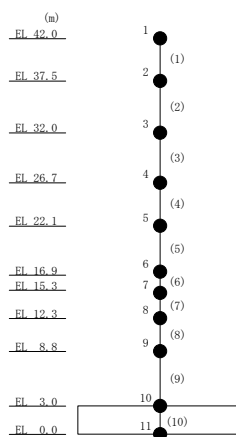
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
42.0~37.5	1	0.837	0.767	0.690	0.651	0.651	0.730	0.837
		5.11	4.14	4.59	3.87	4.32	4.50	5.11
37.5~32.0	2	5.15	4.30	4.85	4.08	4.72	4.99	5.15
		15.5	13.0	14.9	12.3	13.2	14.0	15.5
32.0~26.7	3	15.7	13.1	15.1	12.6	13.3	14.1	15.7
		32.0	26.9	30.4	25.8	25.8	27.7	32.0
26.7~22.1	4	32.2	27.3	30.5	25.9	25.8	27.8	32.2
		50.6	42.4	47.1	40.9	40.0	42.8	50.6
22.1~16.9	5	50.6	42.7	47.4	41.2	40.0	42.7	50.6
		74.8	62.1	68.2	64.7	61.4	63.0	74.8
16.9~15.3	6	74.9	62.3	68.4	65.0	61.7	62.8	74.9
		83.6	68.5	74.9	73.2	68.6	69.5	83.6
15.3~12.3	7	83.6	68.7	74.8	73.2	68.7	69.5	83.6
		101	80.7	86.9	89.9	82.9	82.7	101
12.3~8.8	8	101	80.8	87.1	90.0	82.9	82.8	101
		122	95.9	102	111	102	101	122
8.8~3.0	9	122	95.8	102	111	102	101	122
		164	126	126	153	137	136	164

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

表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0~37.5	1	0.16	0.13	0.15	0.12	0.14	0.14	0.16
37.5~32.0	2	0.13	0.11	0.12	0.10	0.11	0.11	0.13
32.0~26.7	3	0.17	0.14	0.16	0.14	0.13	0.14	0.17
26.7~22.1	4	0.20	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.20
22.1~16.9	5	0.27	0.17	0.17	0.20	0.19	0.19	0.27
16.9~15.3	6	0.37	0.19	0.18	0.25	0.20	0.21	0.37
15.3~12.3	7	0.39	0.19	0.18	0.27	0.21	0.20	0.39
12.3~8.8	8	0.20	0.15	0.14	0.18	0.17	0.16	0.20
8.8~3.0	9	0.51	0.20	0.18	0.44	0.29	0.21	0.51

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



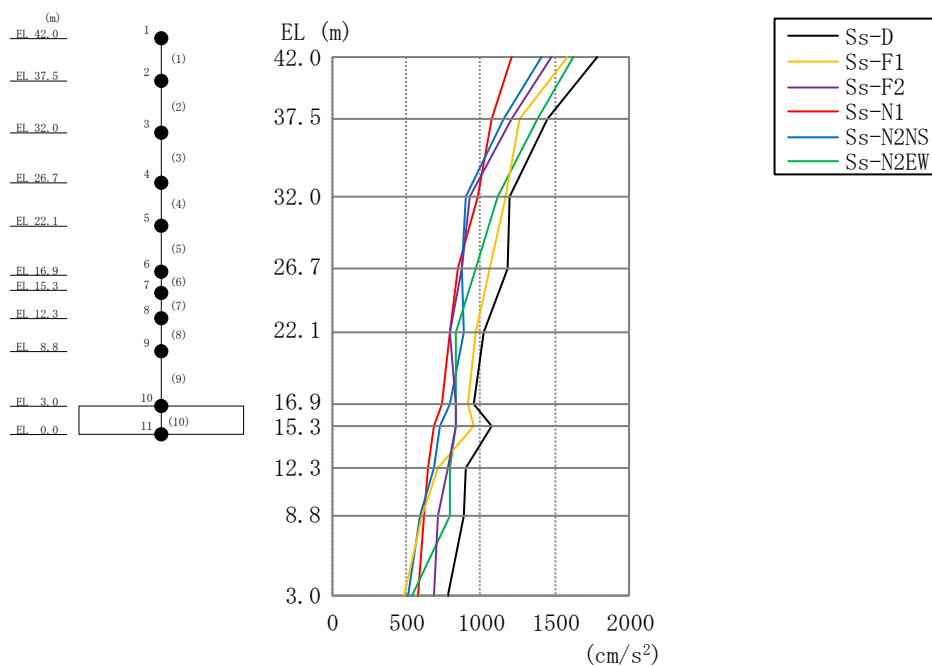


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
42.0	1	1785	1584	1479	1203	1409	1632	1785
37.5	2	1457	1264	1203	1072	1155	1390	1457
32.0	3	1197	1163	928	979	906	1110	1197
26.7	4	1182	1057	868	850	873	973	1182
22.1	5	1018	968	794	796	890	839	1018
16.9	6	960	916	834	733	790	834	960
15.3	7	1074	958	829	691	725	833	1074
12.3	8	906	714	781	643	679	787	906
8.8	9	886	608	715	620	586	791	886
3.0	10	784	486	689	582	517	539	784

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

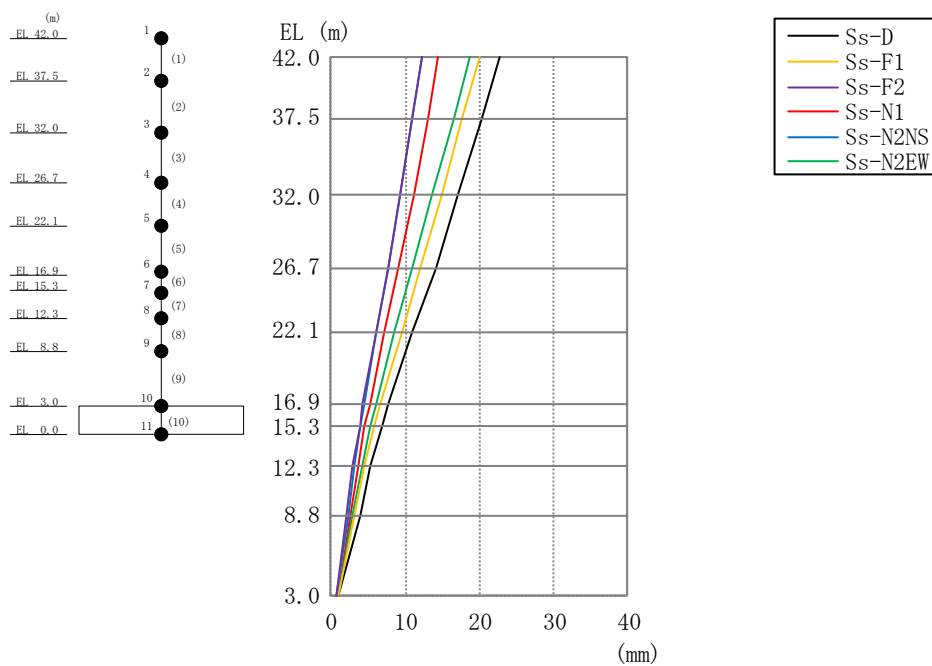


図 4-9 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

表 4-8 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0	1	22.59	19.96	12.18	14.50	12.36	18.64	22.59
37.5	2	20.19	17.74	10.96	13.01	11.03	16.45	20.19
32.0	3	17.10	14.90	9.36	11.05	9.34	13.64	17.10
26.7	4	14.02	12.10	7.70	9.06	7.70	10.94	14.02
22.1	5	10.99	9.46	6.08	7.17	6.14	8.48	10.99
16.9	6	7.67	6.65	4.32	5.16	4.46	5.95	7.67
15.3	7	6.75	5.84	3.80	4.56	3.95	5.25	6.75
12.3	8	5.37	4.49	2.95	3.57	3.12	4.06	5.37
8.8	9	3.87	3.03	2.11	2.50	2.22	2.77	3.87
3.0	10	1.07	0.93	0.79	0.91	0.80	0.94	1.07

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

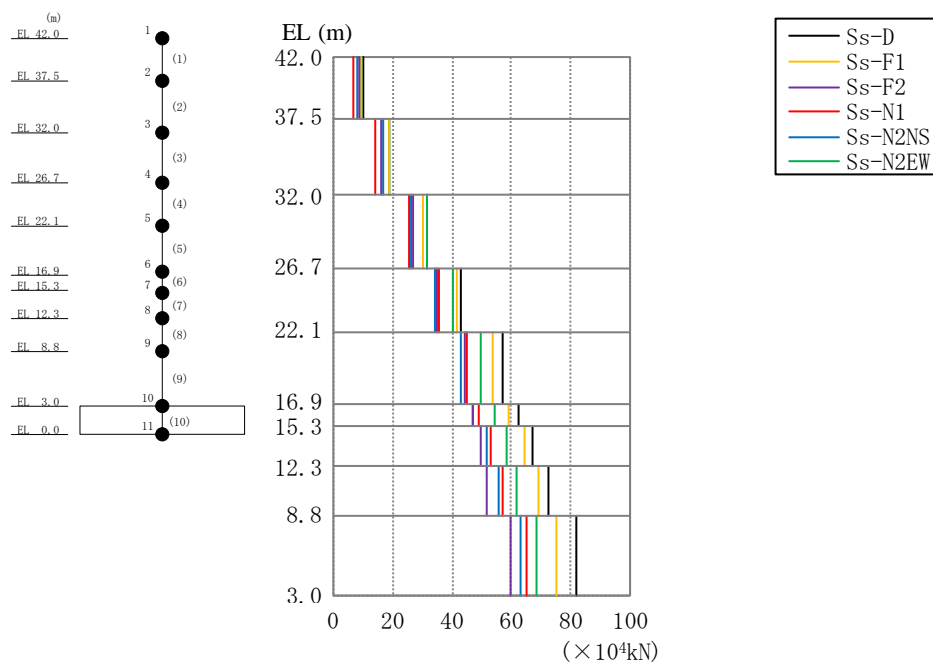


図 4-10 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，EW方向）

表 4-9 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0~37.5	1	9.87	9.27	8.67	6.92	8.16	9.42	9.87
37.5~32.0	2	19.0	18.5	16.4	14.2	16.5	18.9	19.0
32.0~26.7	3	31.6	30.2	26.8	25.7	26.3	31.6	31.6
26.7~22.1	4	43.2	41.5	34.9	35.7	34.1	40.6	43.2
22.1~16.9	5	56.8	53.6	44.3	45.2	42.7	49.9	56.8
16.9~15.3	6	62.6	59.3	47.3	49.3	47.1	54.5	62.6
15.3~12.3	7	67.1	64.5	49.5	52.9	51.5	58.3	67.1
12.3~8.8	8	72.4	69.2	51.9	56.9	55.8	61.9	72.4
8.8~3.0	9	81.7	75.0	60.1	65.3	63.0	68.2	81.7

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

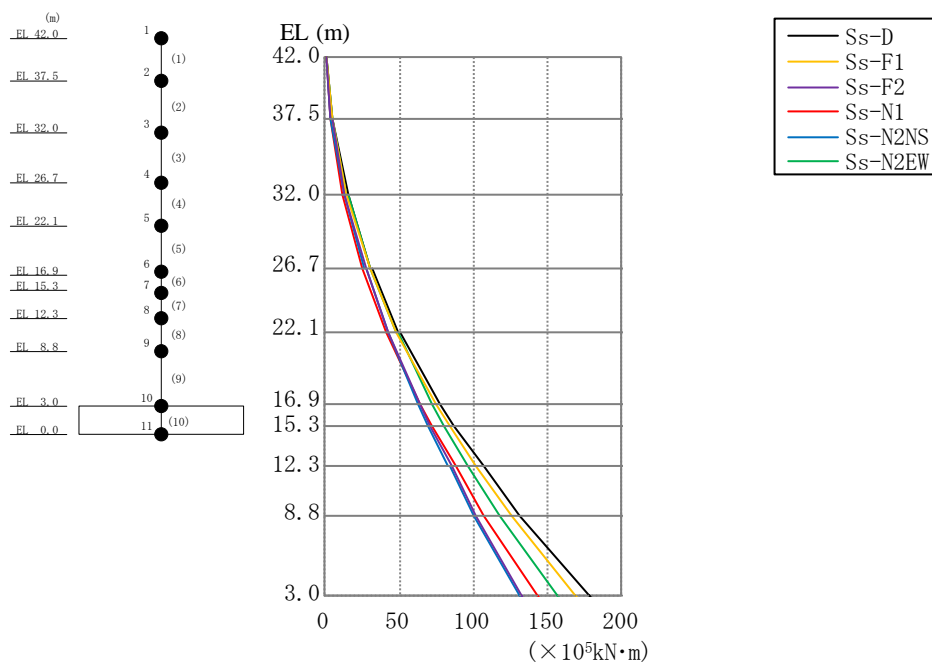


図 4-11 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

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）

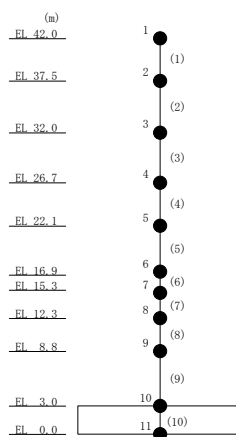
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0~37.5	1	0.914	1.03	0.727	0.733	0.588	0.957	1.03
		4.87	4.43	4.09	3.40	3.98	4.50	4.87
37.5~32.0	2	4.99	4.90	4.55	3.69	3.97	4.85	4.99
		15.3	14.7	13.3	11.1	13.0	14.8	15.3
32.0~26.7	3	15.3	14.8	13.3	11.3	13.2	14.9	15.3
		30.8	29.7	27.2	24.3	26.9	30.7	30.8
26.7~22.1	4	31.1	29.7	27.1	24.5	27.1	30.9	31.1
		49.7	47.1	42.7	40.6	42.3	48.4	49.7
22.1~16.9	5	49.8	47.3	42.8	40.7	42.0	48.6	49.8
		77.1	74.0	63.9	64.0	62.5	72.3	77.1
16.9~15.3	6	77.3	74.2	64.0	64.0	62.6	72.6	77.3
		87.1	83.4	71.0	71.8	69.5	80.5	87.1
15.3~12.3	7	87.3	83.6	71.2	71.8	69.8	80.5	87.3
		107	102	84.7	87.5	83.3	96.5	107
12.3~8.8	8	107	102	84.9	87.6	83.5	96.6	107
		131	126	101	107	100	118	131
8.8~3.0	9	131	126	101	107	100	118	131
		178	169	132	143	131	157	178

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

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

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
42.0~37.5	1	0.09	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.09
37.5~32.0	2	0.12	0.12	0.10	0.09	0.10	0.12	0.12
32.0~26.7	3	0.15	0.14	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15
26.7~22.1	4	0.23	0.20	0.17	0.17	0.16	0.19	0.23
22.1~16.9	5	0.29	0.22	0.18	0.18	0.17	0.20	0.29
16.9~15.3	6	0.32	0.25	0.18	0.19	0.18	0.21	0.32
15.3~12.3	7	0.21	0.20	0.15	0.16	0.16	0.18	0.21
12.3~8.8	8	0.19	0.18	0.14	0.15	0.15	0.16	0.19
8.8~3.0	9	0.34	0.23	0.18	0.19	0.19	0.20	0.34

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





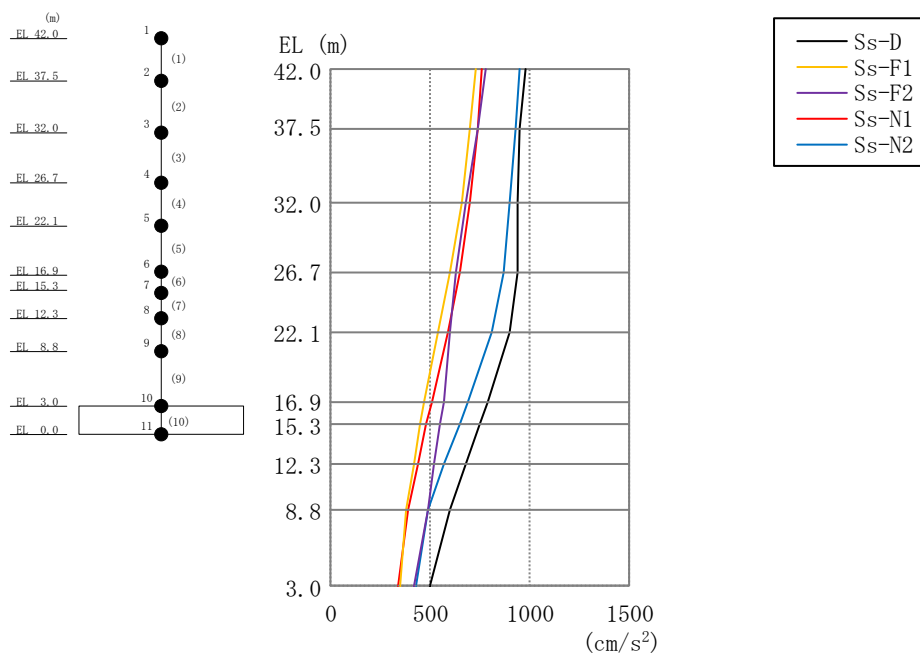


図 4-12 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
42.0	1	983	731	778	765	949	983
37.5	2	949	706	742	743	927	949
32.0	3	943	661	683	705	906	943
26.7	4	939	599	628	653	874	939
22.1	5	897	541	605	593	814	897
16.9	6	792	470	566	509	696	792
15.3	7	752	449	551	482	653	752
12.3	8	680	417	521	436	575	680
8.8	9	605	383	487	389	492	605
3.0	10	505	346	417	342	429	505

注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

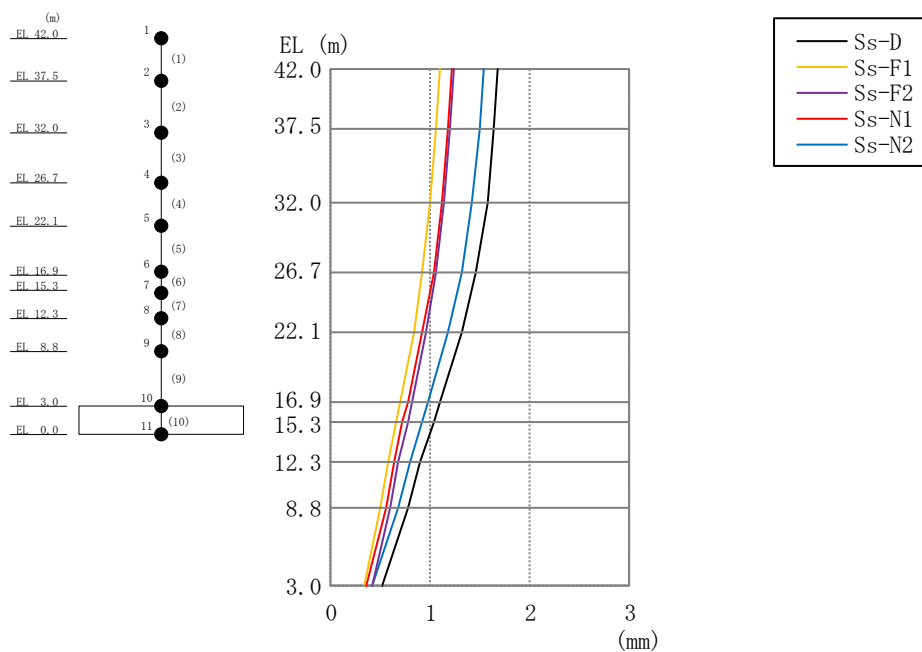


図 4-13 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位(mm)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
42.0	1	1.68	1.09	1.23	1.21	1.54	1.68
37.5	2	1.64	1.06	1.19	1.17	1.50	1.64
32.0	3	1.57	1.00	1.14	1.11	1.42	1.57
26.7	4	1.45	0.92	1.05	1.03	1.31	1.45
22.1	5	1.31	0.83	0.95	0.92	1.17	1.31
16.9	6	1.10	0.69	0.81	0.77	0.97	1.10
15.3	7	1.03	0.65	0.77	0.72	0.91	1.03
12.3	8	0.90	0.57	0.69	0.64	0.79	0.90
8.8	9	0.78	0.49	0.60	0.55	0.67	0.78
3.0	10	0.52	0.33	0.41	0.36	0.42	0.52

注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

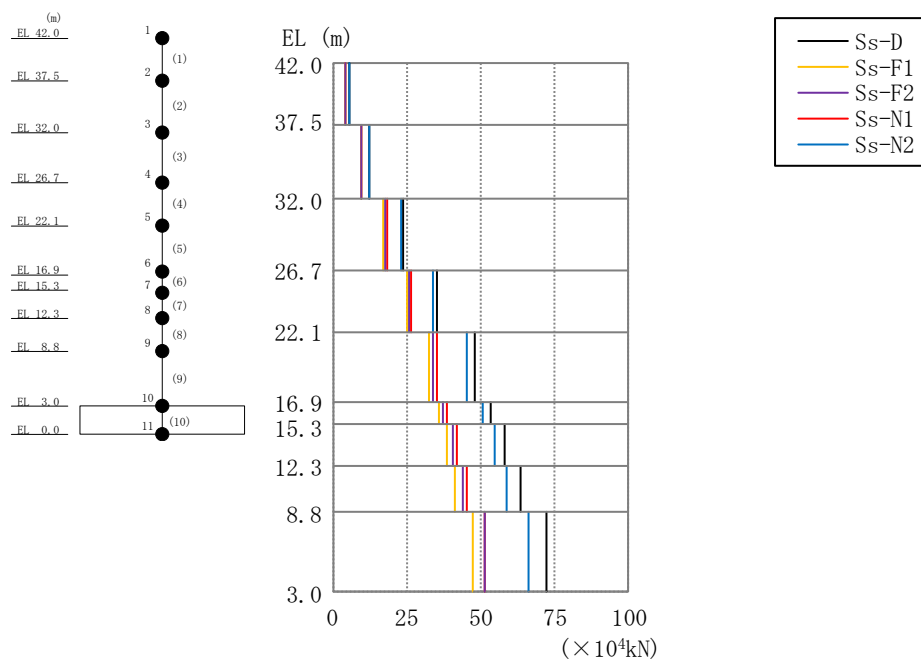
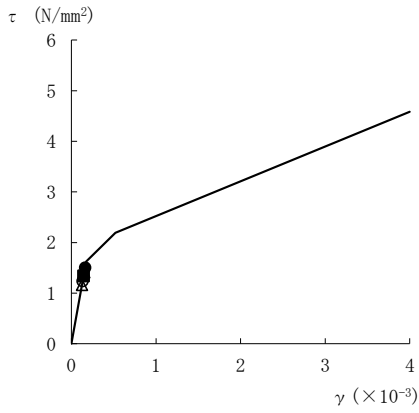


図 4-14 最大応答軸力（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

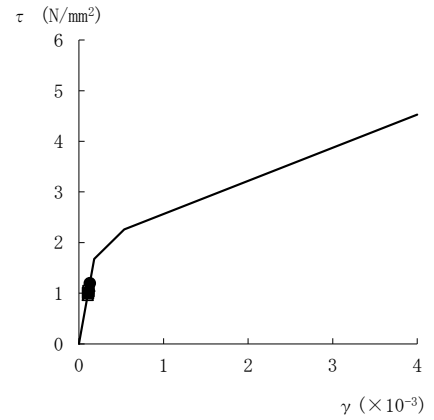
表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
42.0~37.5	1	5.71	4.19	4.45	4.38	5.50	5.71
37.5~32.0	2	12.5	9.22	9.73	9.68	12.1	12.5
32.0~26.7	3	23.4	17.0	17.7	18.0	22.7	23.4
26.7~22.1	4	35.1	24.7	25.7	26.4	33.9	35.1
22.1~16.9	5	47.9	32.4	33.9	35.0	45.5	47.9
16.9~15.3	6	53.6	35.5	37.4	38.7	50.5	53.6
15.3~12.3	7	58.1	38.2	40.3	41.7	54.4	58.1
12.3~8.8	8	63.4	41.5	44.1	45.2	58.9	63.4
8.8~3.0	9	72.0	47.0	51.1	51.0	66.1	72.0

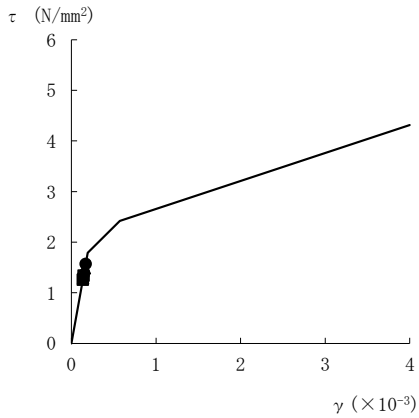
注：ハッチングは  $S_s - D \sim S_s - N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



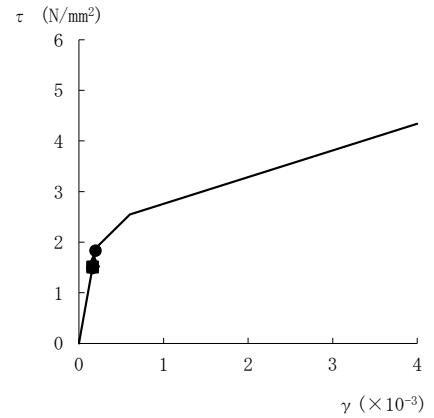
要素番号 (1)



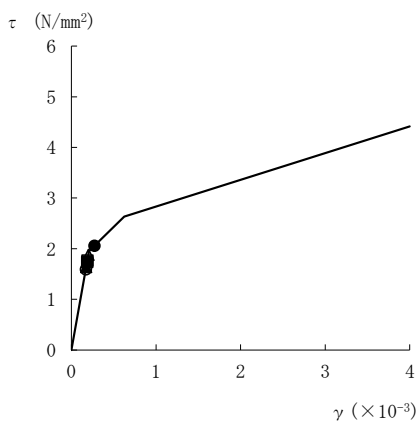
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

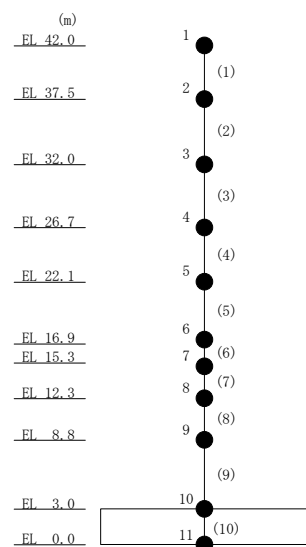
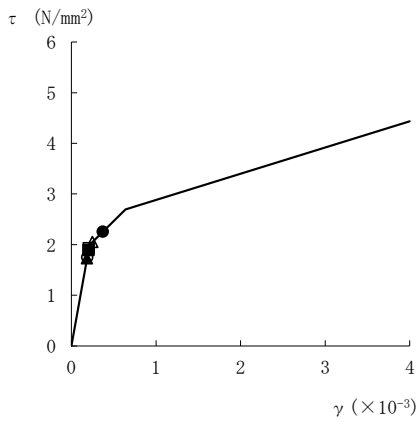
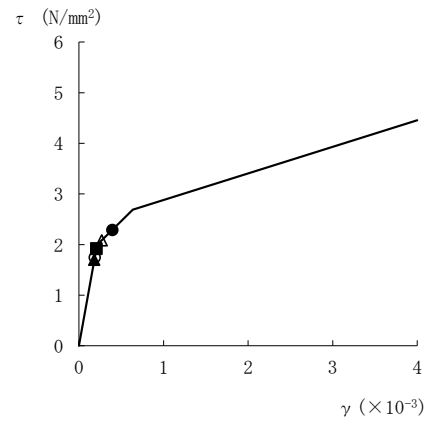


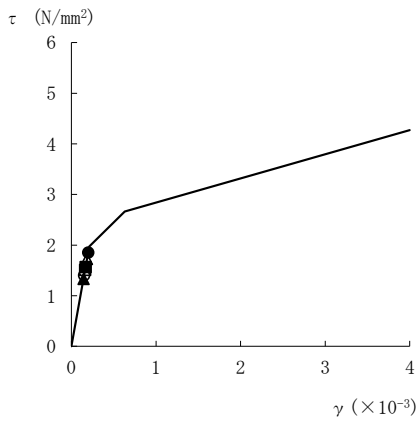
図 4-15(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



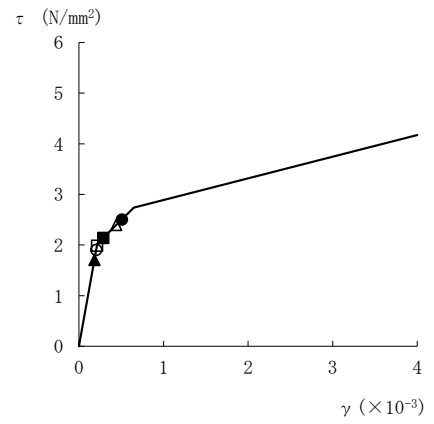
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

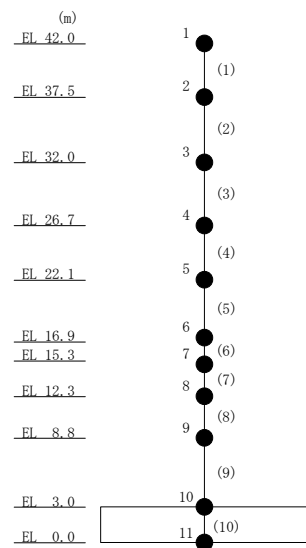
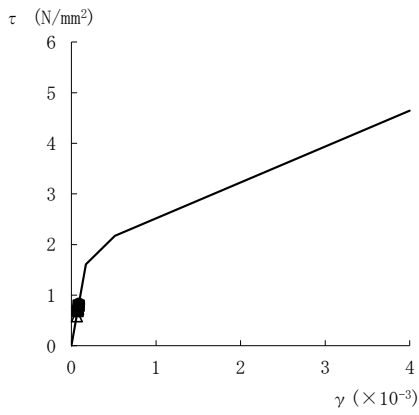
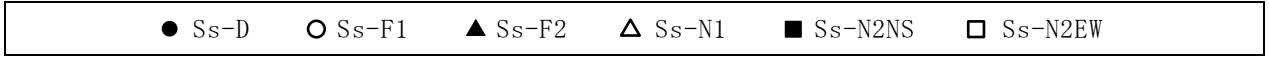
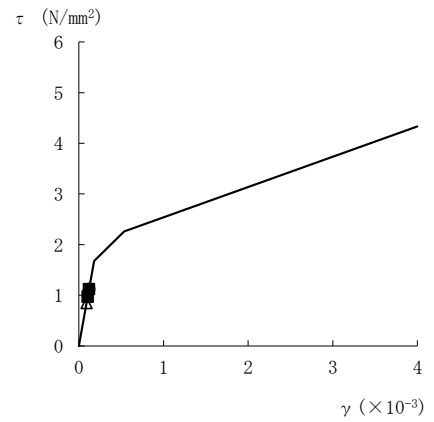


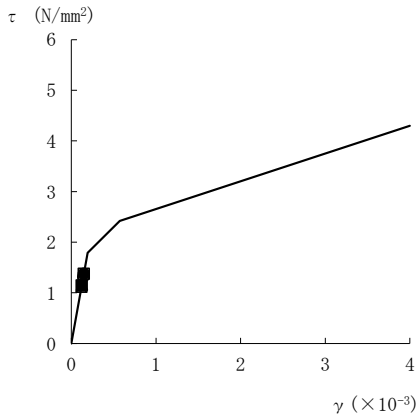
図 4-15(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



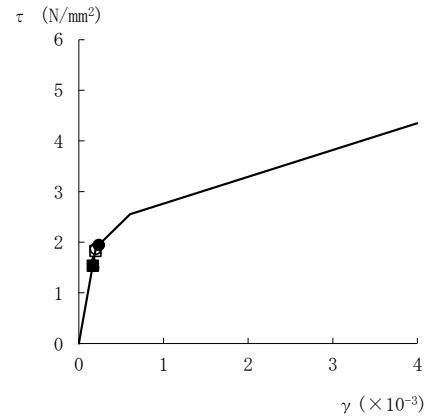
要素番号 (1)



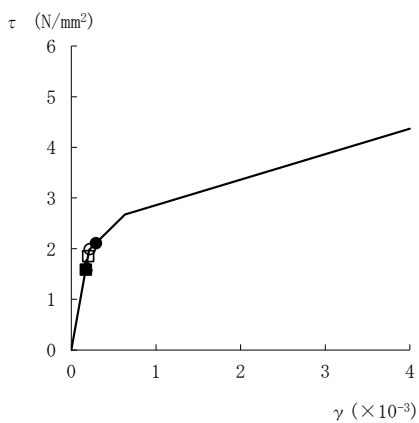
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

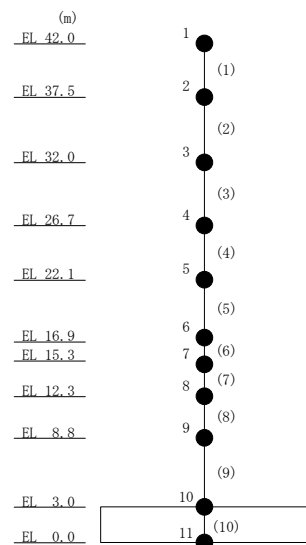
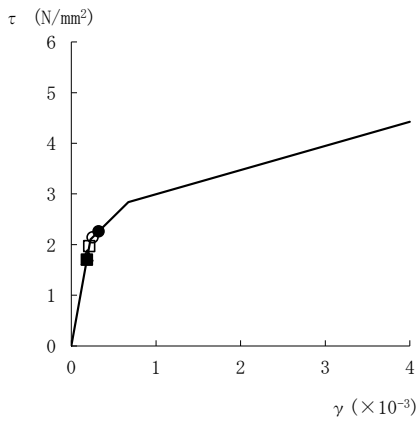
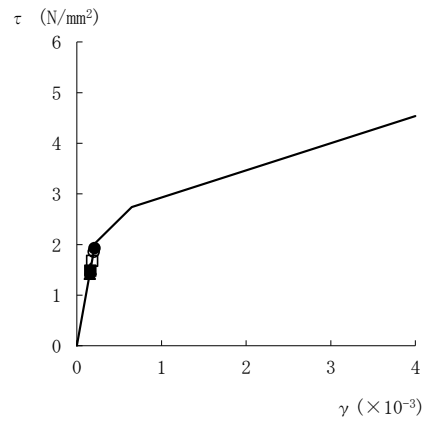


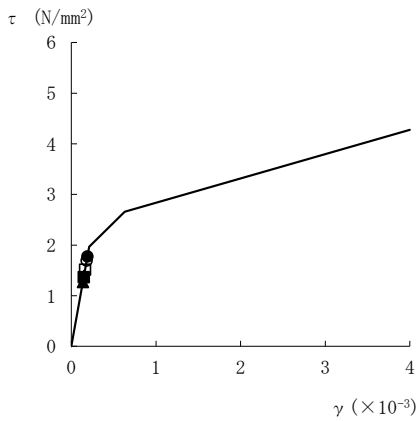
図 4-16(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



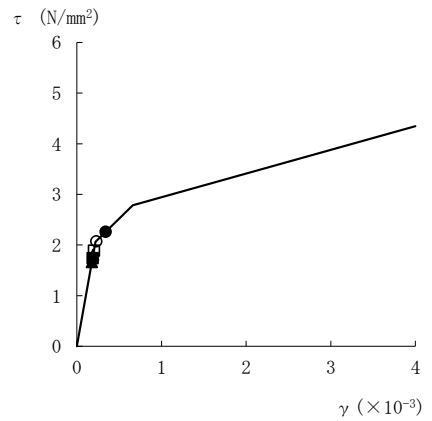
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

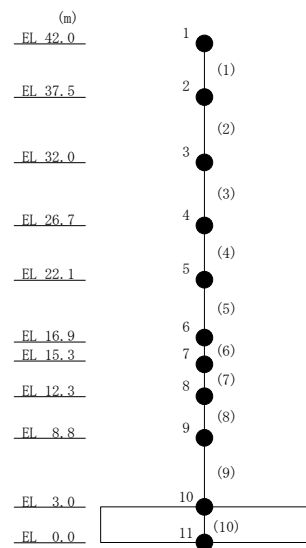
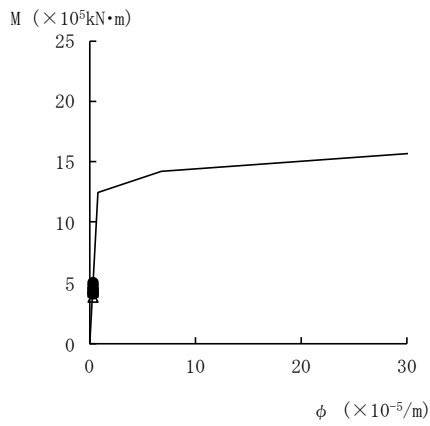
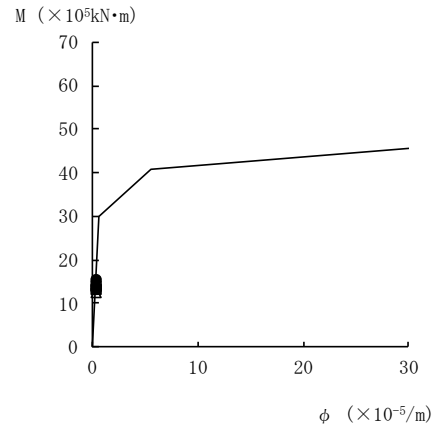


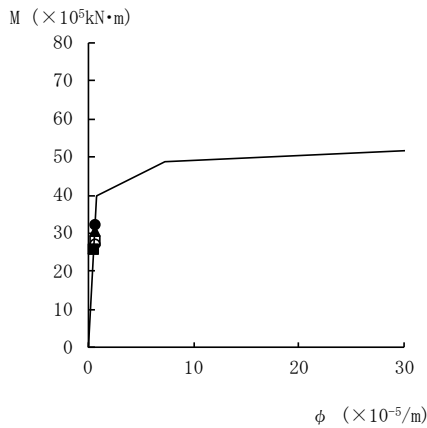
図 4-16(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



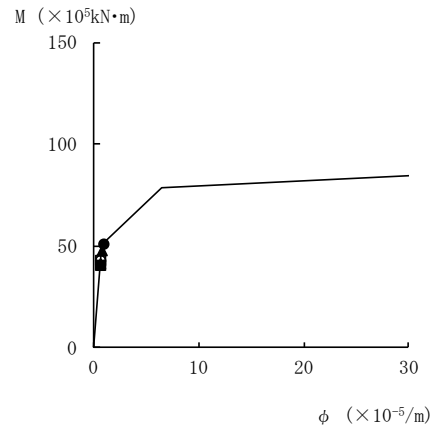
要素番号 (1)



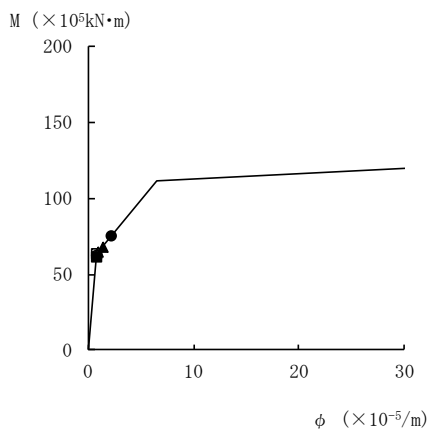
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

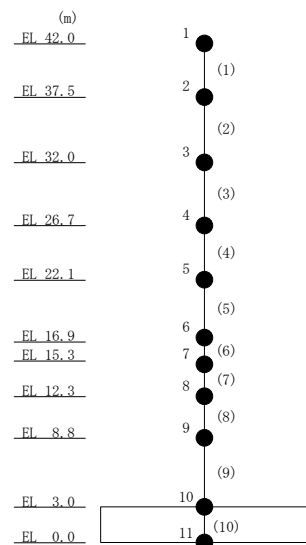
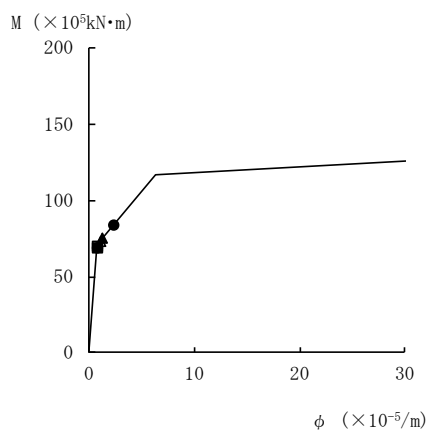


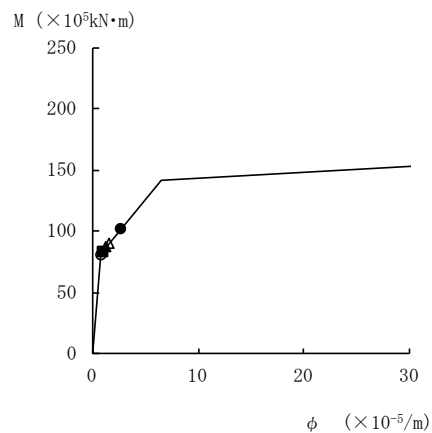
図 4-17(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



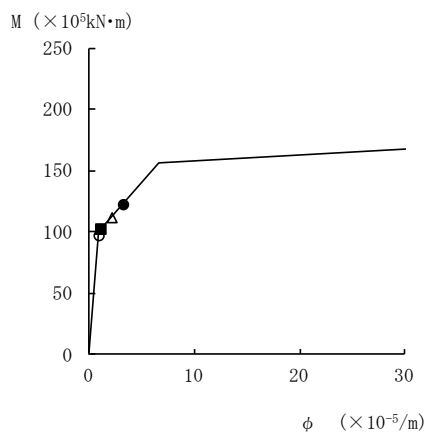
● S<sub>s</sub>-D    ○ S<sub>s</sub>-F1    ▲ S<sub>s</sub>-F2    △ S<sub>s</sub>-N1    ■ S<sub>s</sub>-N2NS    □ S<sub>s</sub>-N2EW



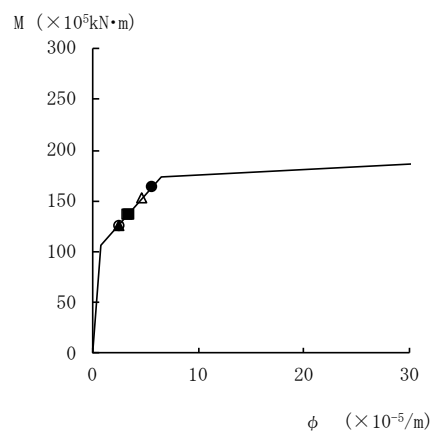
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

S2 補 VI-2-2-9 R0

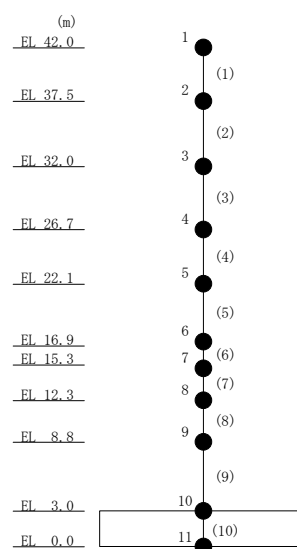
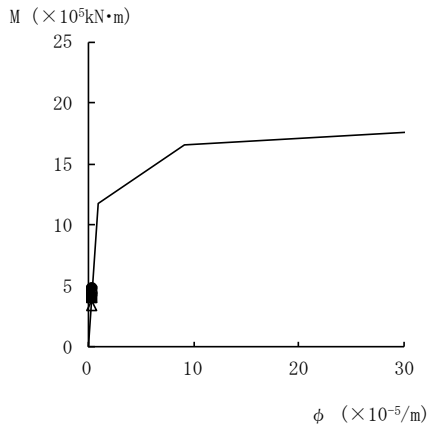
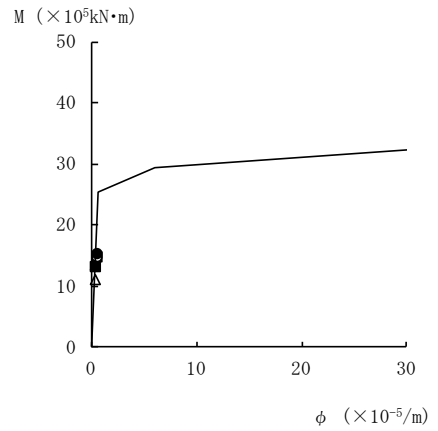


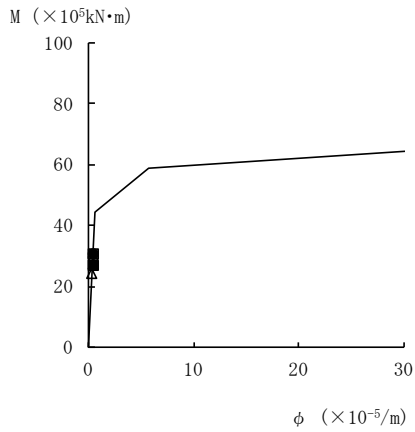
図 4-17(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)



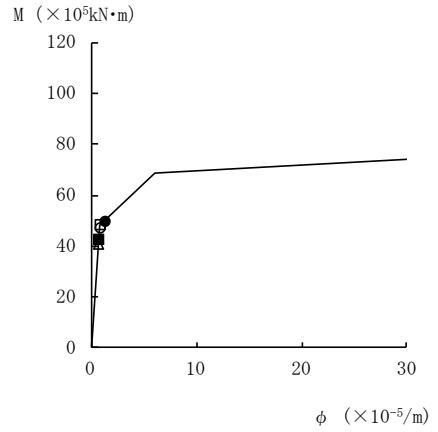
要素番号 (1)



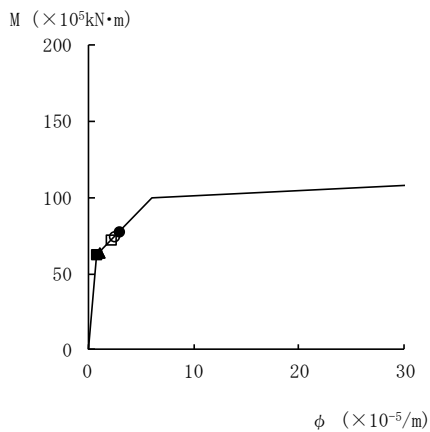
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

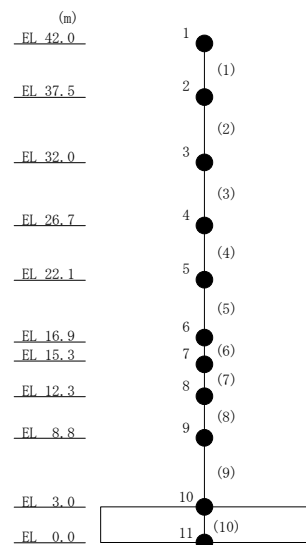
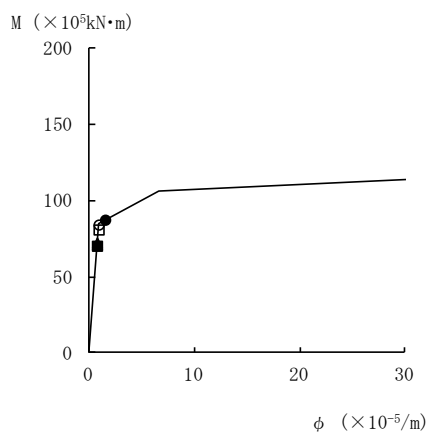
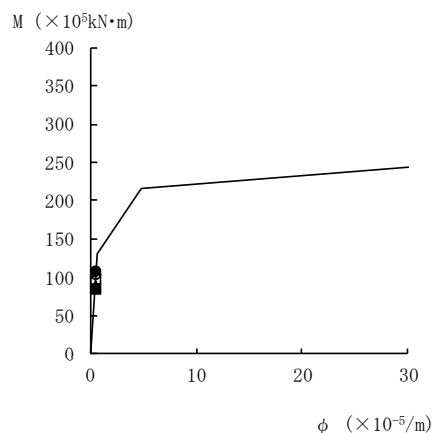


図 4-18(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

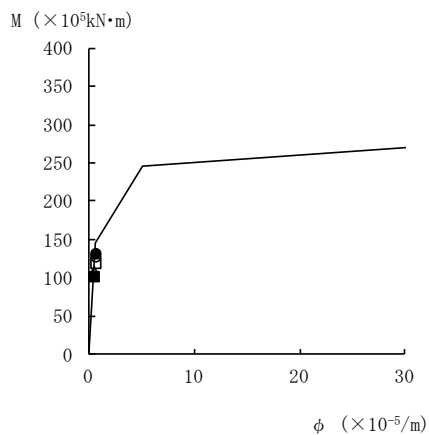
● S<sub>s</sub>-D    ○ S<sub>s</sub>-F1    ▲ S<sub>s</sub>-F2    △ S<sub>s</sub>-N1    ■ S<sub>s</sub>-N2NS    □ S<sub>s</sub>-N2EW



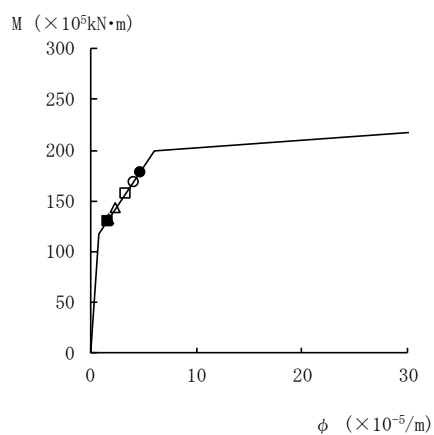
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

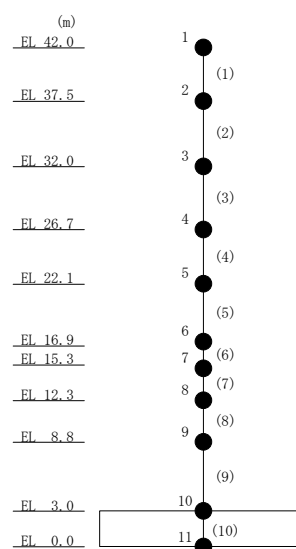


図 4-18(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	6.46	18.9	98.8
$S_s - F 1$	5.39	14.2	100
$S_s - F 2$	5.73	15.3	100
$S_s - N 1$	6.06	17.9	99.0
$S_s - N 2 \text{ NS}$	5.86	15.9	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	5.74	15.5	100

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	6.83	20.8	93.9
$S_s - F 1$	6.22	19.4	98.5
$S_s - F 2$	5.76	15.7	100
$S_s - N 1$	5.83	16.5	100
$S_s - N 2 \text{ NS}$	5.92	16.1	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	6.18	17.7	99.0

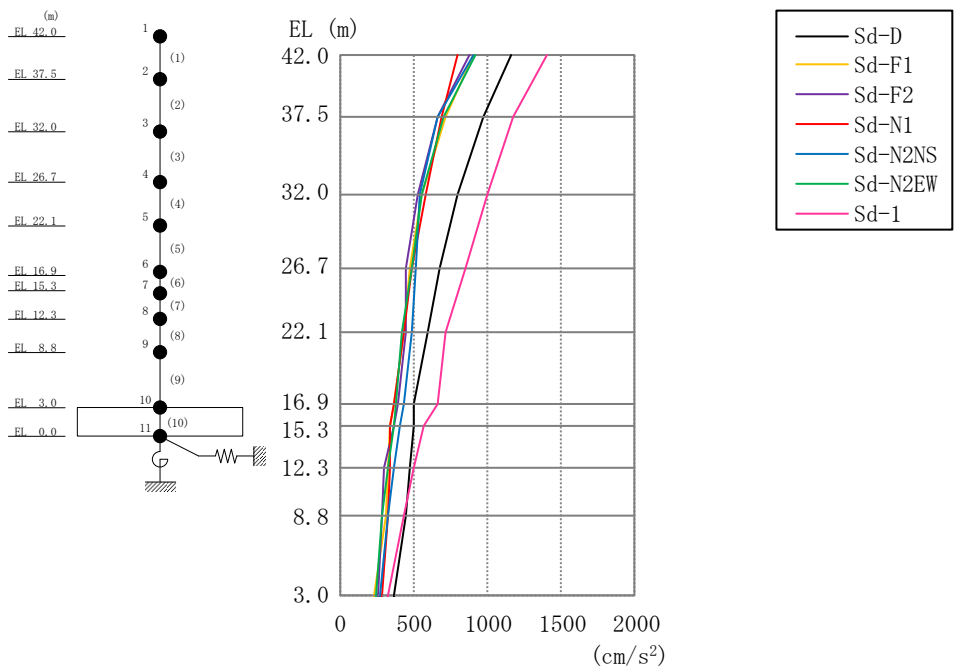


図 4-19 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-16 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0	1	1158	900	873	796	899	922	1400	1400
37.5	2	972	721	660	689	655	706	1169	1169
32.0	3	796	548	531	579	547	550	993	993
26.7	4	677	478	445	481	513	480	844	844
22.1	5	591	436	443	426	489	424	722	722
16.9	6	506	365	388	359	432	385	667	667
15.3	7	496	341	361	341	410	367	564	564
12.3	8	474	328	301	332	367	328	497	497
8.8	9	448	318	279	323	326	291	427	448
3.0	10	372	225	259	288	270	247	323	372

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

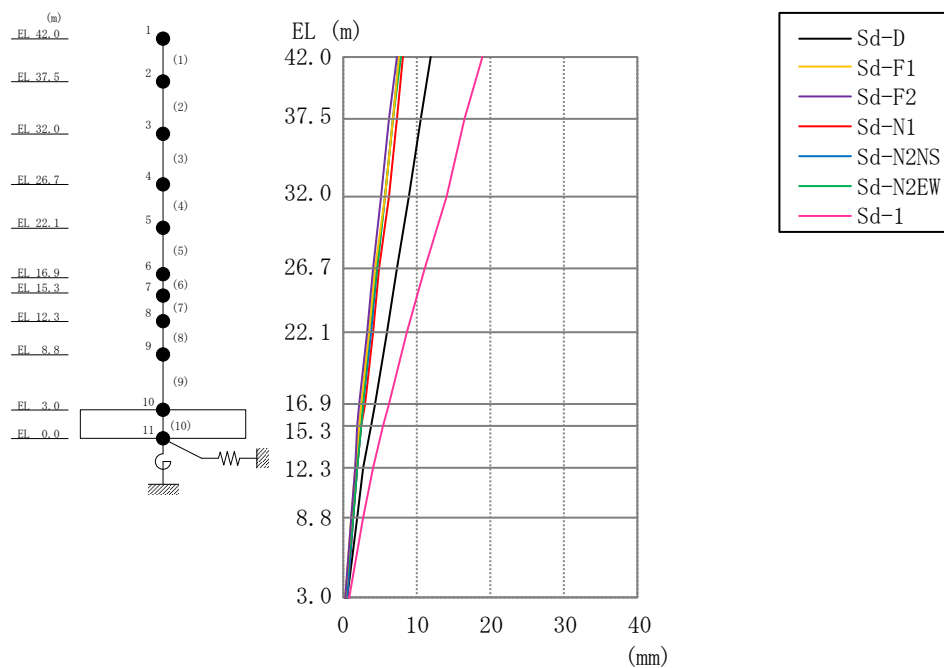


図 4-20 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-17 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位(mm)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0	1	12.02	7.72	7.24	8.26	7.67	7.81	18.93	18.93
37.5	2	10.57	6.74	6.29	7.28	6.71	6.81	16.62	16.62
32.0	3	8.94	5.63	5.24	6.16	5.65	5.71	13.94	13.94
26.7	4	7.30	4.49	4.16	4.98	4.70	4.60	11.21	11.21
22.1	5	5.86	3.52	3.25	4.00	3.83	3.67	8.81	8.81
16.9	6	4.24	2.51	2.31	2.94	2.81	2.67	6.16	6.16
15.3	7	3.75	2.22	2.04	2.62	2.50	2.36	5.38	5.38
12.3	8	2.87	1.71	1.56	2.04	1.93	1.83	3.98	3.98
8.8	9	2.03	1.22	1.11	1.51	1.39	1.32	2.64	2.64
3.0	10	0.66	0.41	0.44	0.57	0.50	0.44	0.90	0.90

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

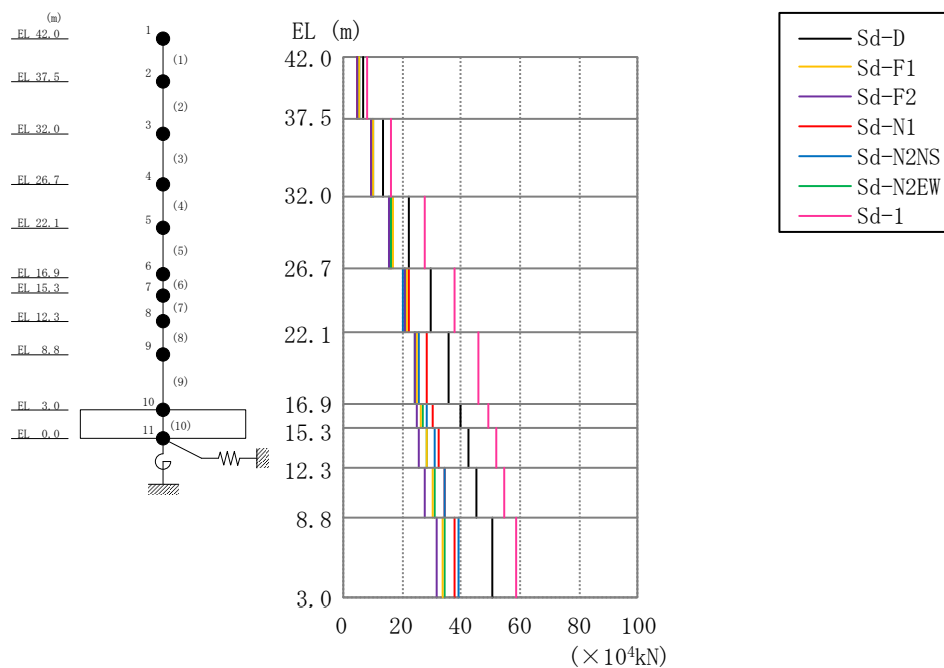


図 4-21 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-18 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 <sup>4</sup> kN)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0~37.5	1	6.64	5.15	5.00	4.56	5.21	5.33	8.05	8.05
37.5~32.0	2	13.5	10.3	9.70	9.48	9.94	10.3	16.2	16.2
32.0~26.7	3	22.0	16.7	15.7	16.3	15.6	16.2	27.4	27.4
26.7~22.1	4	29.4	21.5	20.7	22.5	20.4	20.8	37.5	37.5
22.1~16.9	5	36.0	25.0	24.2	28.2	25.5	24.4	46.1	46.1
16.9~15.3	6	39.7	26.1	25.1	30.5	28.7	26.8	49.0	49.0
15.3~12.3	7	42.5	28.2	25.9	32.4	31.2	28.7	51.9	51.9
12.3~8.8	8	45.4	30.4	27.7	34.5	34.2	30.8	54.6	54.6
8.8~3.0	9	50.5	33.9	31.6	38.0	39.0	34.2	58.4	58.4

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

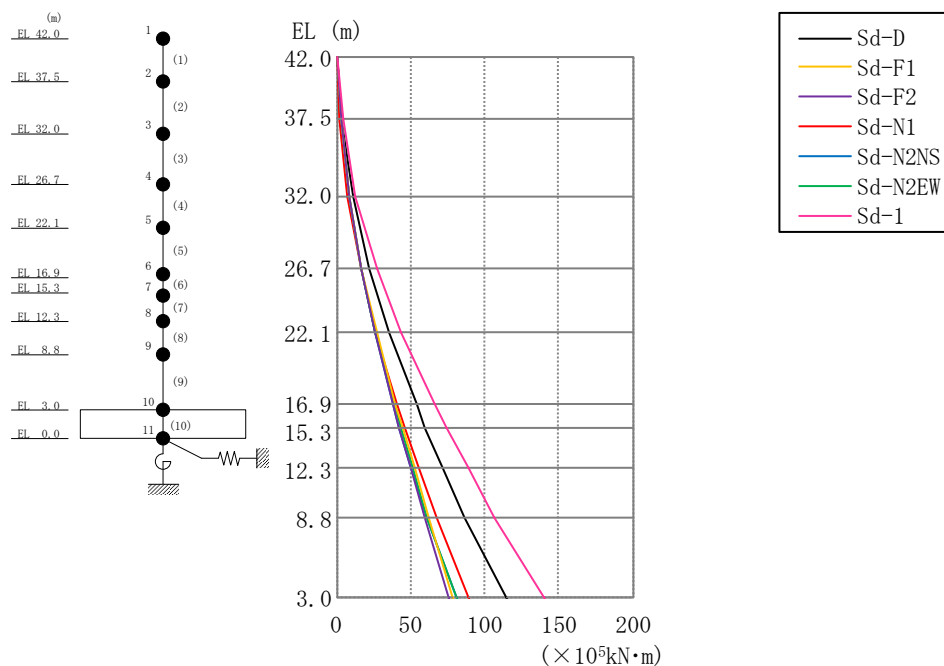


図 4-22 最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

表 4-19 最大応答曲げモーメント一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0~37.5	1	0.486	0.0234	0.0214	0.0135	0.0200	0.0184	0.869	0.869
		3.29	2.34	2.27	2.07	2.36	2.42	3.83	3.83
37.5~32.0	2	3.54	2.35	2.29	2.08	2.38	2.43	4.07	4.07
		10.6	8.00	7.62	7.29	7.85	8.07	12.8	12.8
32.0~26.7	3	10.7	8.02	7.63	7.30	7.87	8.09	12.8	12.8
		22.0	16.9	15.9	16.0	16.2	16.6	26.7	26.7
26.7~22.1	4	22.0	16.9	15.9	16.0	16.2	16.6	26.8	26.8
		35.3	26.8	25.3	26.3	25.5	26.1	42.9	42.9
22.1~16.9	5	35.4	26.8	25.3	26.3	25.5	26.1	42.9	42.9
		53.4	39.8	37.9	40.9	38.2	38.7	66.1	66.1
16.9~15.3	6	53.5	39.8	37.9	40.9	38.3	38.7	66.2	66.2
		59.4	44.0	41.9	45.8	42.4	42.8	73.7	73.7
15.3~12.3	7	59.5	44.0	41.9	45.8	42.4	42.8	73.9	73.9
		71.3	52.0	49.6	55.5	50.5	51.0	88.8	88.8
12.3~8.8	8	71.5	52.0	49.6	55.5	50.5	51.0	88.9	88.9
		86.7	61.7	58.9	67.5	60.4	61.2	107	107
8.8~3.0	9	86.7	61.7	58.9	67.5	60.4	61.2	107	107
		115	78.5	75.0	89.6	80.8	80.5	140	140

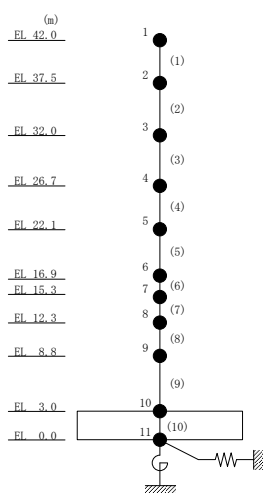
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



表 4-20 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , N S 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0~37.5	1	0.10	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.13	0.13
37.5~32.0	2	0.09	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.10	0.10
32.0~26.7	3	0.12	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.15	0.15
26.7~22.1	4	0.14	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.18	0.18
22.1~16.9	5	0.15	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.19	0.19
16.9~15.3	6	0.17	0.11	0.10	0.13	0.12	0.11	0.20	0.20
15.3~12.3	7	0.17	0.11	0.10	0.13	0.12	0.11	0.20	0.20
12.3~8.8	8	0.13	0.09	0.08	0.10	0.10	0.09	0.16	0.16
8.8~3.0	9	0.18	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.21	0.21

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



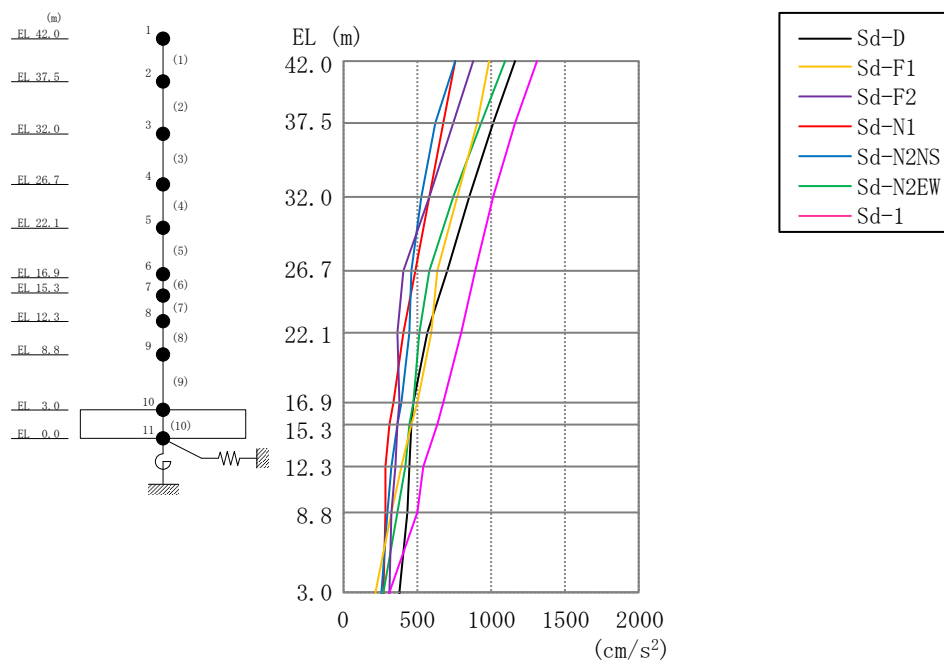


図 4-23 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

表 4-21 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0	1	1166	996	889	760	757	1099	1321	1321
37.5	2	1012	909	752	682	628	939	1161	1161
32.0	3	862	779	580	581	536	748	1024	1024
26.7	4	712	641	413	488	467	591	896	896
22.1	5	573	594	365	409	452	519	804	804
16.9	6	478	502	377	339	393	473	679	679
15.3	7	469	467	375	319	366	456	633	633
12.3	8	454	401	360	288	326	421	544	544
8.8	9	439	324	329	282	304	374	498	498
3.0	10	387	218	316	279	263	273	313	387

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

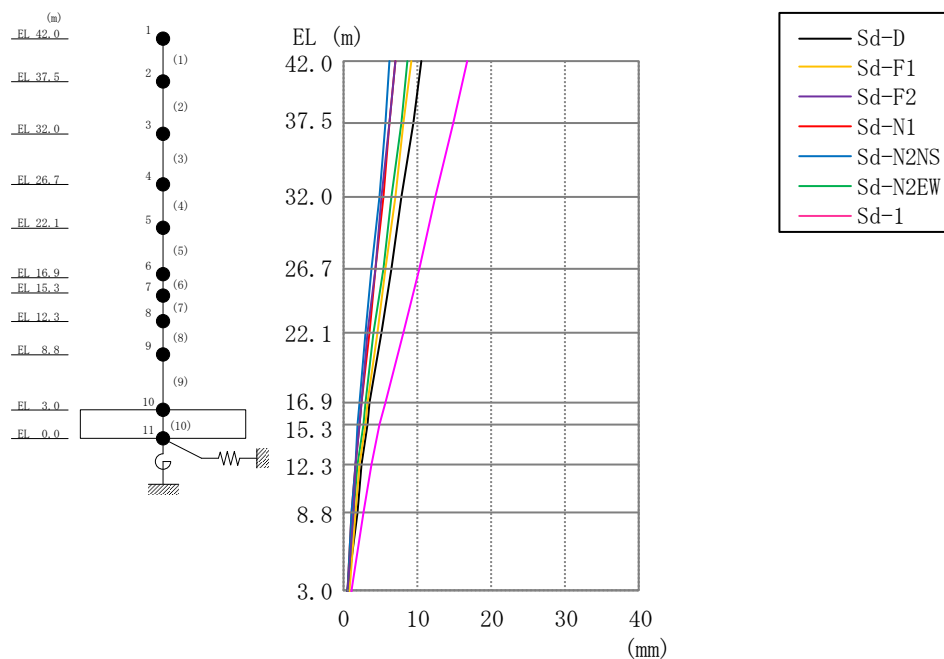


図 4-24 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

表 4-22 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位(mm)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0	1	10.44	9.11	7.01	7.01	6.23	8.71	16.68	16.68
37.5	2	9.35	8.20	6.26	6.30	5.59	7.78	14.86	14.86
32.0	3	7.89	6.98	5.26	5.34	4.73	6.53	12.52	12.52
26.7	4	6.42	5.75	4.26	4.36	3.86	5.29	10.19	10.19
22.1	5	5.02	4.55	3.32	3.42	3.07	4.11	7.98	7.98
16.9	6	3.57	3.27	2.37	2.42	2.26	2.91	5.64	5.64
15.3	7	3.15	2.89	2.10	2.12	2.02	2.57	4.97	4.97
12.3	8	2.46	2.27	1.67	1.65	1.62	2.02	3.85	3.85
8.8	9	1.77	1.64	1.28	1.15	1.21	1.48	2.64	2.64
3.0	10	0.67	0.68	0.63	0.52	0.51	0.56	0.98	0.98

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

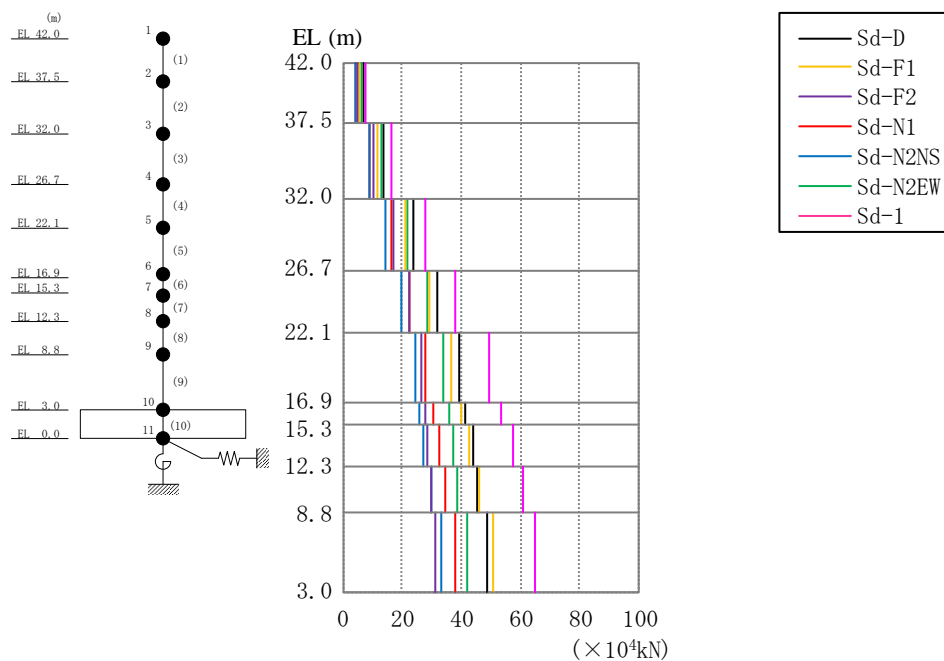


図 4-25 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

表 4-23 最大応答せん断力一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 <sup>4</sup> kN)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0~37.5	1	6.82	5.64	5.09	4.38	4.44	6.40	7.91	7.91
37.5~32.0	2	14.0	12.0	10.4	9.26	8.81	13.1	16.4	16.4
32.0~26.7	3	23.9	21.2	17.3	16.1	14.7	21.7	27.9	27.9
26.7~22.1	4	32.2	29.2	22.6	22.4	20.1	28.5	38.2	38.2
22.1~16.9	5	39.4	36.6	26.6	28.2	24.6	33.9	49.3	49.3
16.9~15.3	6	41.7	40.0	27.9	30.6	26.2	35.7	53.8	53.8
15.3~12.3	7	43.8	42.7	28.8	32.4	27.4	37.1	57.4	57.4
12.3~8.8	8	45.7	45.9	29.8	34.6	29.6	38.8	60.8	60.8
8.8~3.0	9	49.0	50.8	31.0	38.3	33.1	42.0	64.9	64.9

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

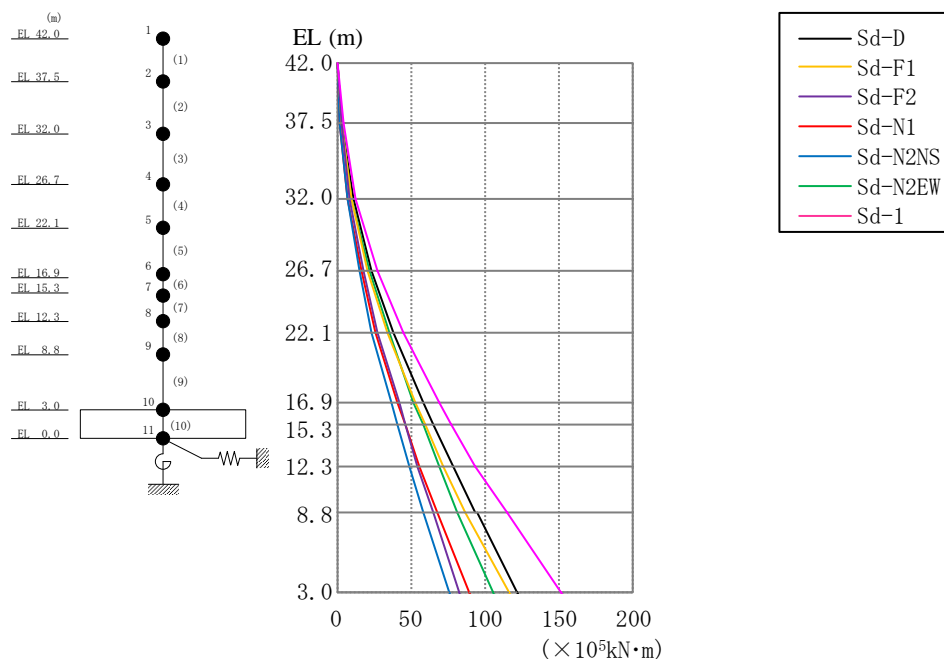


図 4-26 最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動 S d ， E W 方向）

表 4-24 最大応答曲げモーメント一覧（弾性設計用地震動 S d ， E W 方向）

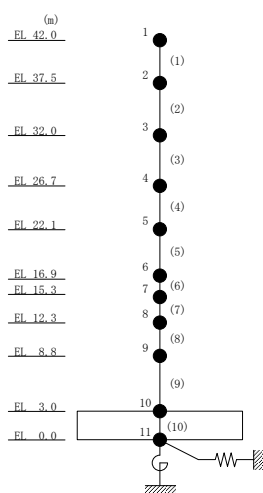
EL (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN·m)							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0～37.5	1	0.354	0.0282	0.0196	0.0119	0.0187	0.0231	0.619	0.619
		3.28	2.56	2.31	1.98	2.01	2.90	3.79	3.79
37.5～32.0	2	3.30	2.57	2.33	2.00	2.03	2.92	3.94	3.94
		10.9	9.20	8.07	7.09	6.87	10.1	12.8	12.8
32.0～26.7	3	11.1	9.21	8.08	7.10	6.89	10.1	12.8	12.8
		23.5	20.4	17.2	15.7	14.4	21.6	27.4	27.4
26.7～22.1	4	23.5	20.4	17.3	15.7	14.4	21.6	27.3	27.3
		37.9	33.8	27.7	26.0	23.6	34.6	44.5	44.5
22.1～16.9	5	38.0	33.9	27.7	26.0	23.6	34.6	44.6	44.6
		58.1	52.7	41.5	40.6	36.3	51.9	68.7	68.7
16.9～15.3	6	58.1	52.7	41.5	40.7	36.3	51.9	68.7	68.7
		64.8	58.9	46.0	45.5	40.5	57.5	77.0	77.0
15.3～12.3	7	64.9	58.9	46.0	45.5	40.5	57.6	77.2	77.2
		77.9	71.4	54.7	55.3	48.7	68.5	93.7	93.7
12.3～8.8	8	78.0	71.4	54.7	55.3	48.7	68.5	93.9	93.9
		93.9	87.0	65.1	67.4	58.7	81.7	115	115
8.8～3.0	9	94.0	87.0	65.1	67.4	58.7	81.7	115	115
		122	116	83.0	89.6	76.4	105	152	152

注：ハッチングは S d - D ～ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

表 4-25 最大応答せん断ひずみ一覧（弾性設計用地震動 S d , E W 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )							最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-1	
42.0~37.5	1	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07
37.5~32.0	2	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.08	0.10	0.10
32.0~26.7	3	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.10	0.13	0.13
26.7~22.1	4	0.15	0.14	0.11	0.11	0.10	0.14	0.18	0.18
22.1~16.9	5	0.16	0.14	0.11	0.11	0.10	0.13	0.20	0.20
16.9~15.3	6	0.16	0.15	0.11	0.12	0.10	0.14	0.21	0.21
15.3~12.3	7	0.13	0.13	0.09	0.10	0.08	0.11	0.18	0.18
12.3~8.8	8	0.12	0.12	0.08	0.09	0.08	0.10	0.16	0.16
8.8~3.0	9	0.14	0.15	0.09	0.11	0.10	0.12	0.19	0.19

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



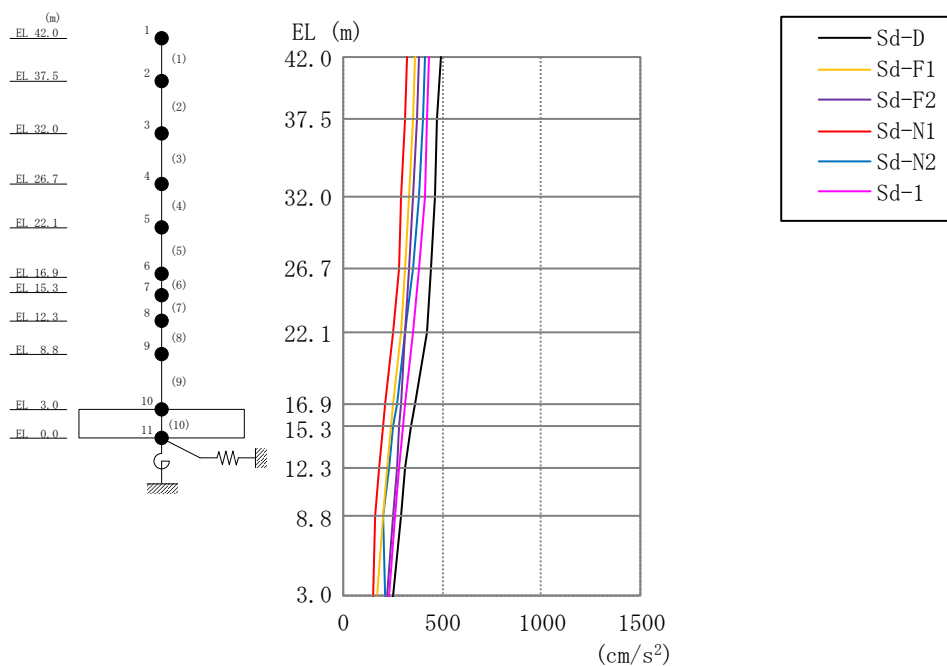


図 4-27 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

表 4-26 最大応答加速度一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
42.0	1	489	359	386	325	415	437	489
37.5	2	474	350	369	309	401	428	474
32.0	3	461	333	349	295	379	409	461
26.7	4	447	312	332	280	351	385	447
22.1	5	419	288	312	251	316	355	419
16.9	6	362	254	289	214	269	315	362
15.3	7	344	242	282	202	254	302	344
12.3	8	309	222	268	183	228	279	309
8.8	9	288	201	253	165	205	260	288
3.0	10	248	175	219	149	216	231	248

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

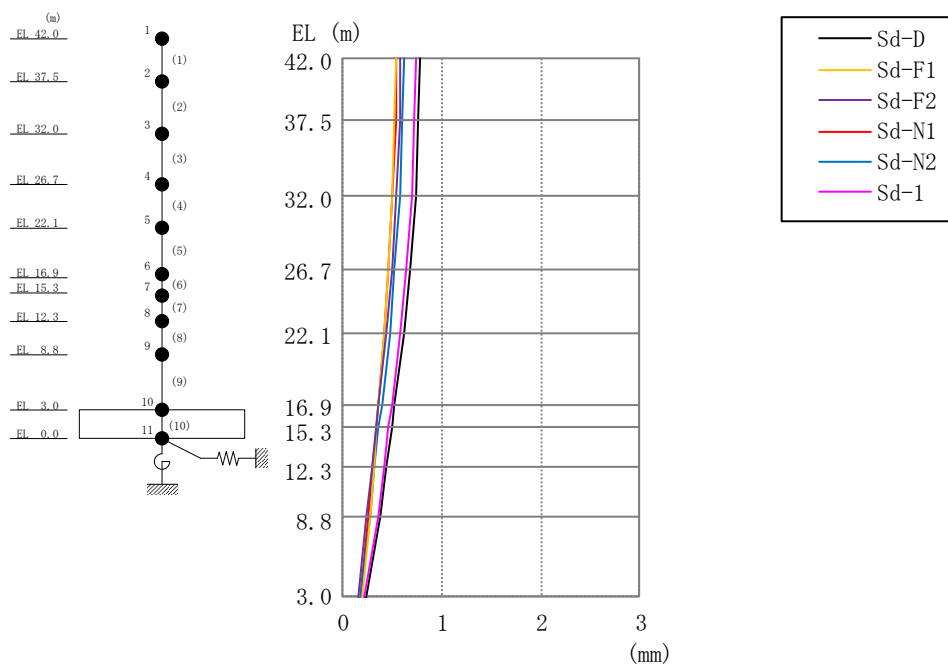


図 4-28 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

表 4-27 最大応答変位一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位(mm)						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
42.0	1	0.79	0.53	0.58	0.54	0.62	0.75	0.79
37.5	2	0.77	0.52	0.57	0.53	0.61	0.73	0.77
32.0	3	0.73	0.50	0.54	0.50	0.57	0.69	0.73
26.7	4	0.68	0.46	0.49	0.46	0.52	0.64	0.68
22.1	5	0.62	0.42	0.44	0.42	0.47	0.58	0.62
16.9	6	0.52	0.36	0.36	0.35	0.39	0.49	0.52
15.3	7	0.49	0.34	0.34	0.33	0.36	0.46	0.49
12.3	8	0.43	0.31	0.29	0.29	0.31	0.41	0.43
8.8	9	0.37	0.27	0.24	0.25	0.26	0.35	0.37
3.0	10	0.24	0.19	0.16	0.17	0.17	0.22	0.24

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



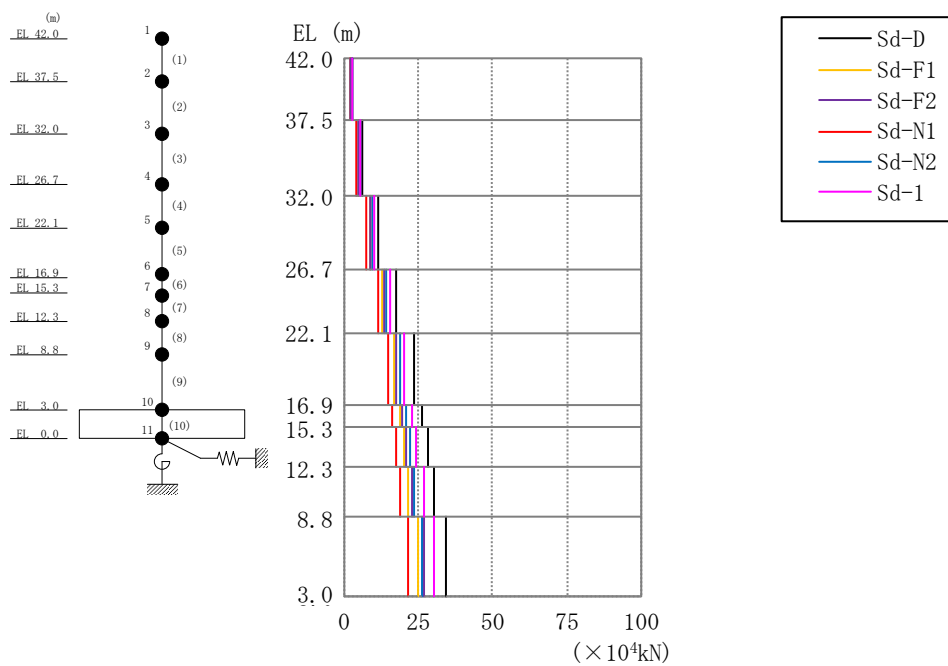
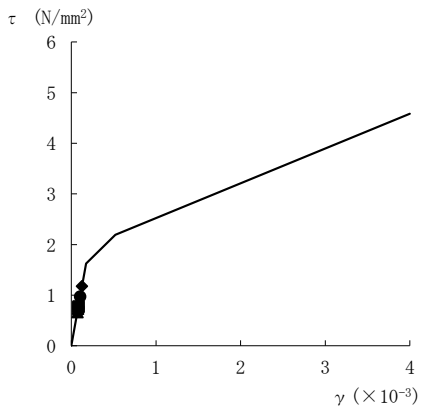
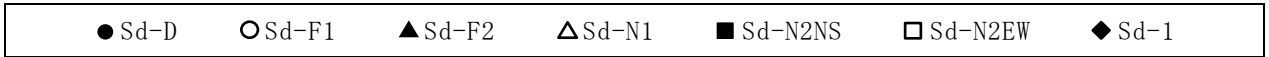


図 4-29 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

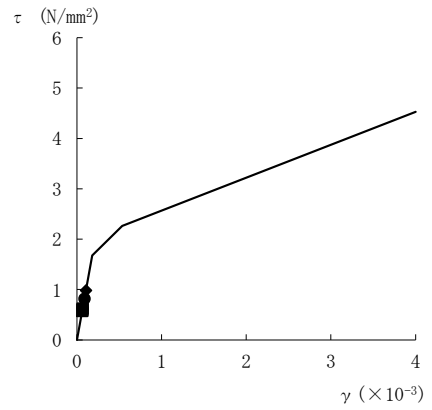
表 4-28 最大応答軸力一覧（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>4</sup> kN)						最大値
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2	Sd-1	
42.0~37.5	1	2.84	2.06	2.21	1.87	2.40	2.52	2.84
37.5~32.0	2	6.25	4.56	4.83	4.08	5.25	5.57	6.25
32.0~26.7	3	11.6	8.49	8.90	7.60	9.74	10.4	11.6
26.7~22.1	4	17.3	12.5	13.2	11.2	14.3	15.3	17.3
22.1~16.9	5	23.3	16.7	17.6	14.9	18.8	20.4	23.3
16.9~15.3	6	25.9	18.6	19.5	16.4	20.6	22.7	25.9
15.3~12.3	7	28.0	20.1	21.1	17.6	21.9	24.4	28.0
12.3~8.8	8	30.4	21.8	23.1	19.1	23.6	26.6	30.4
8.8~3.0	9	34.4	24.9	26.6	21.6	26.5	30.4	34.4

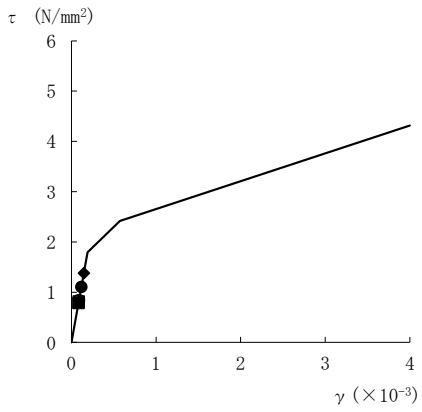
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



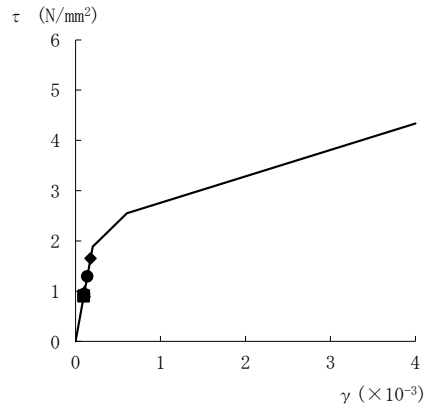
要素番号 (1)



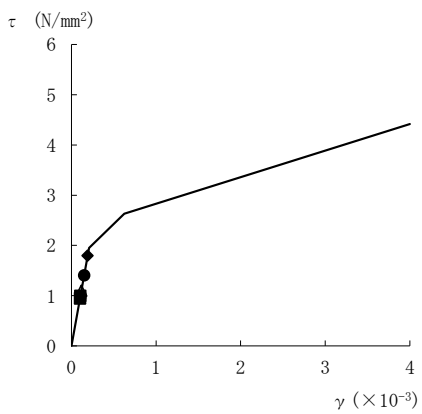
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

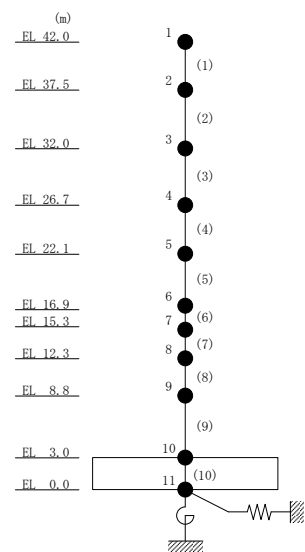
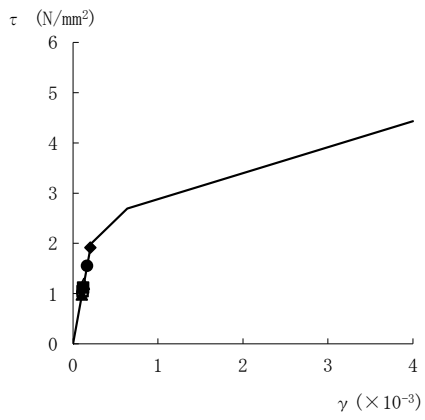
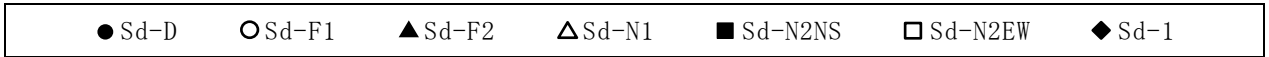
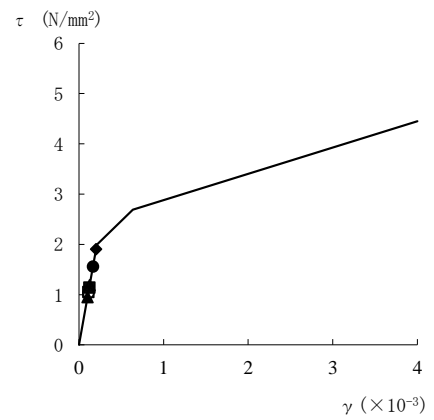


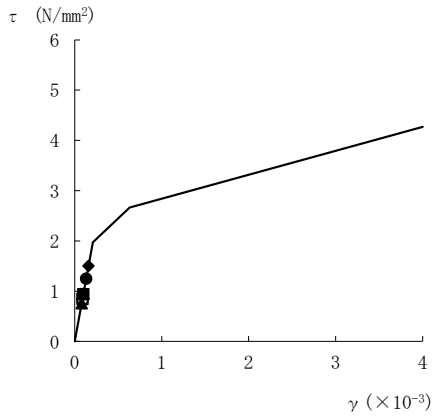
図 4-30(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



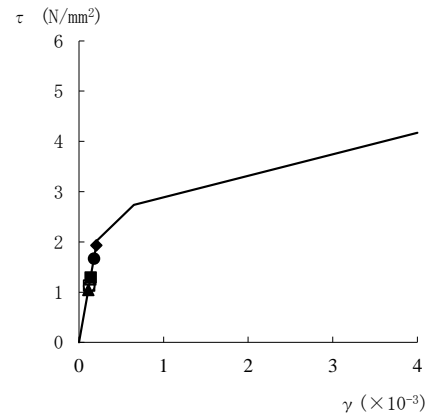
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

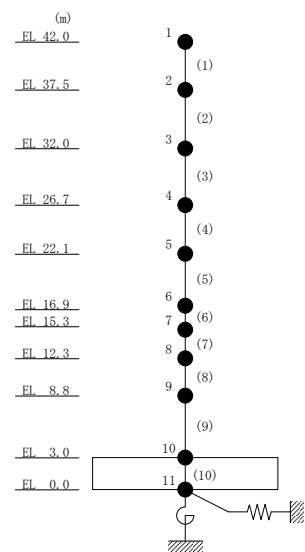
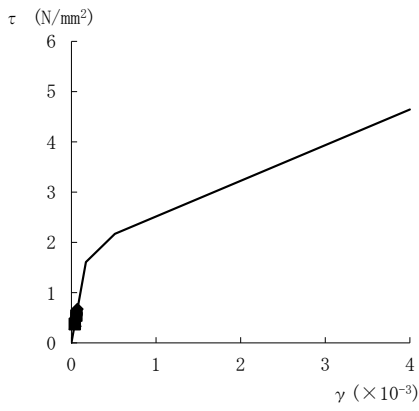
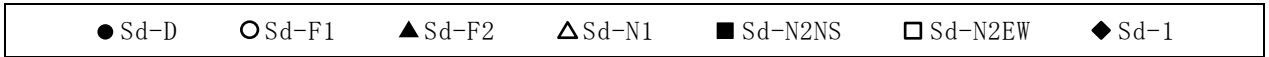
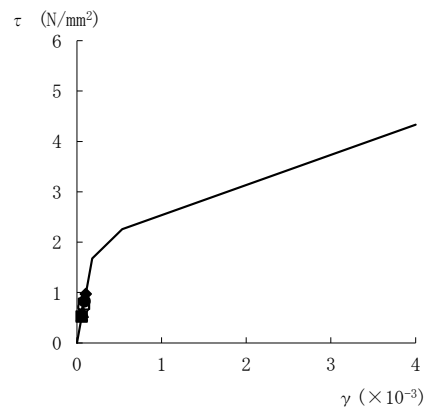


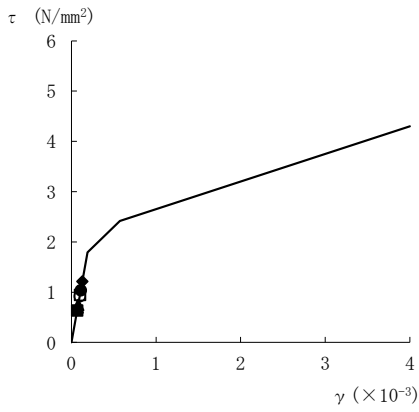
図 4-30(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



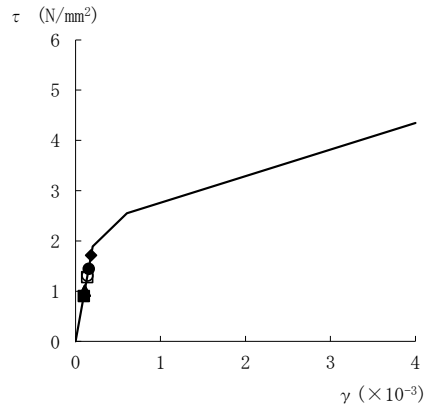
要素番号 (1)



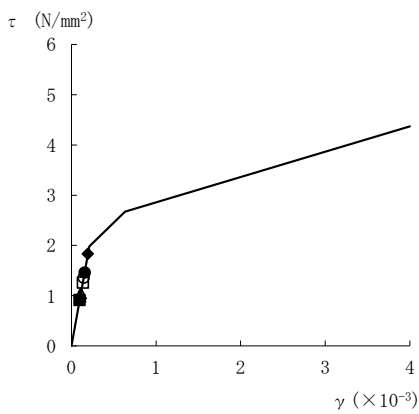
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

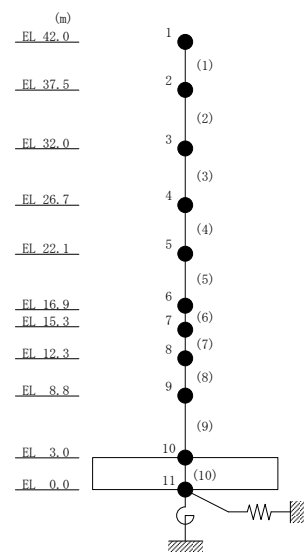
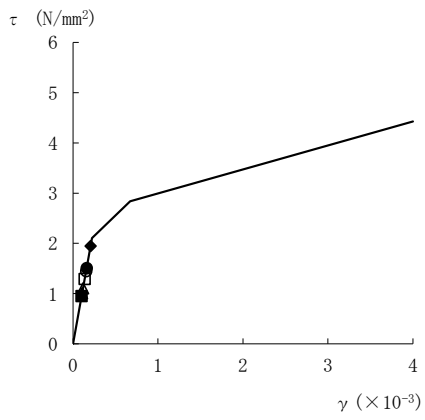
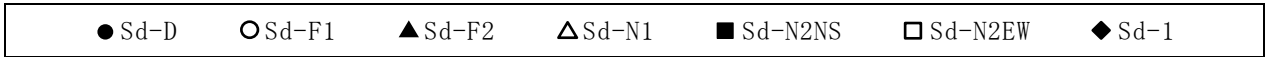
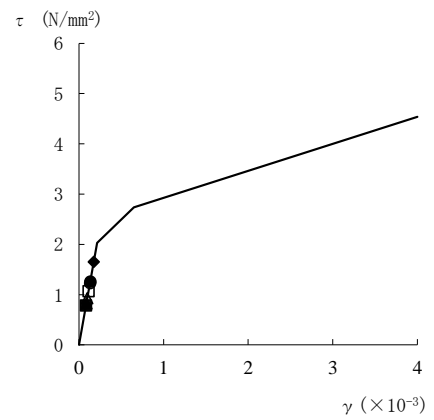


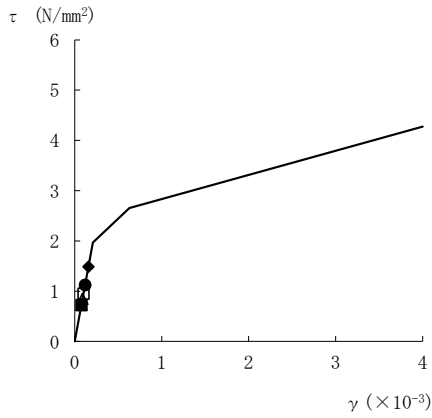
図 4-31(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)



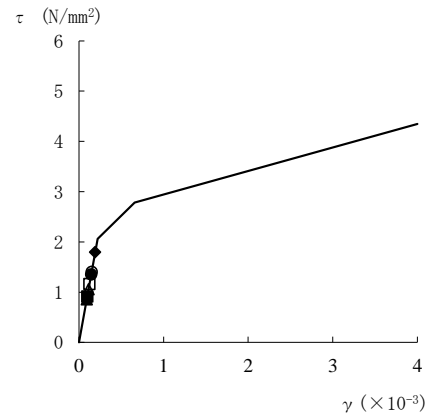
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

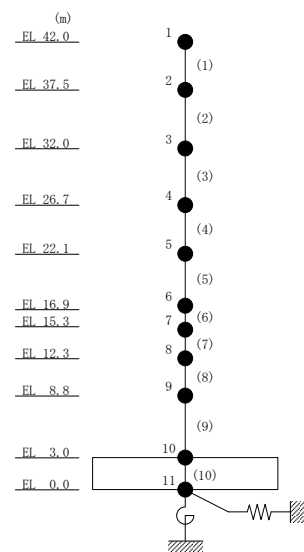
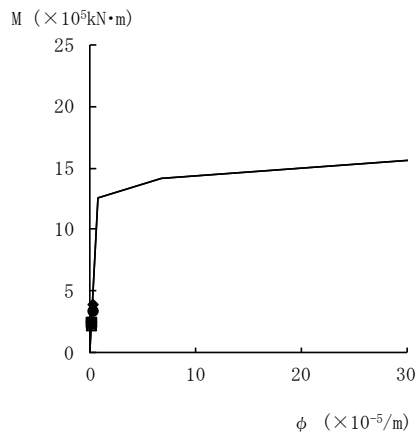
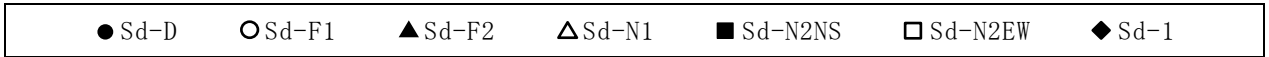
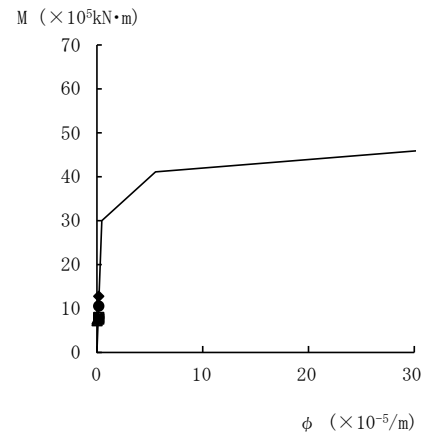


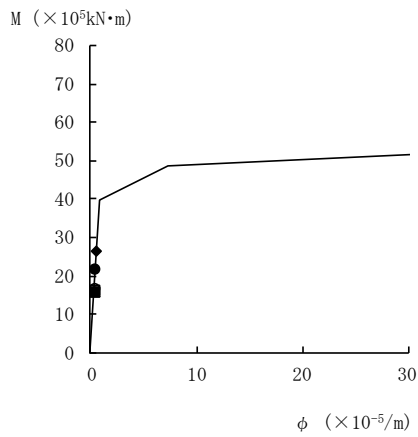
図 4-31(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



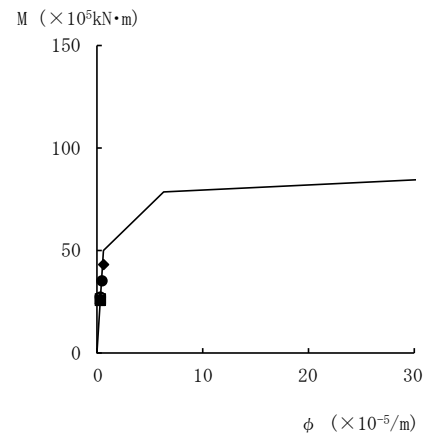
要素番号 (1)



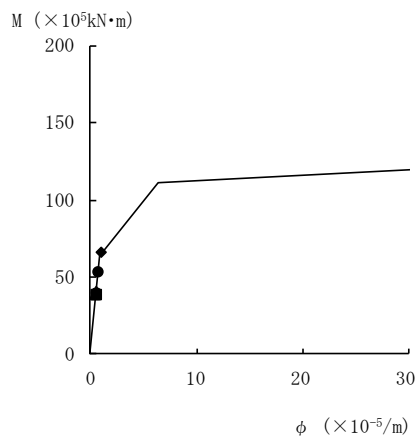
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

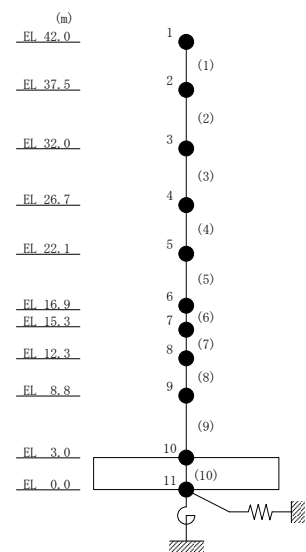
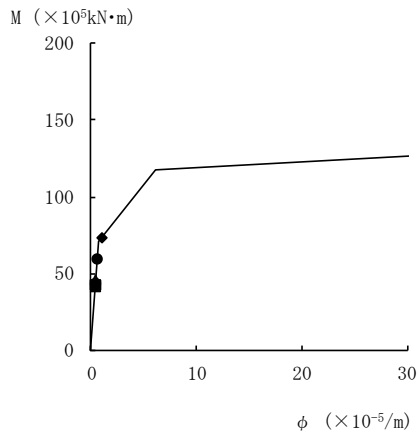
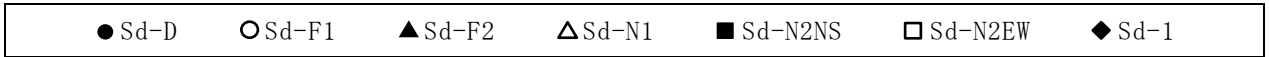
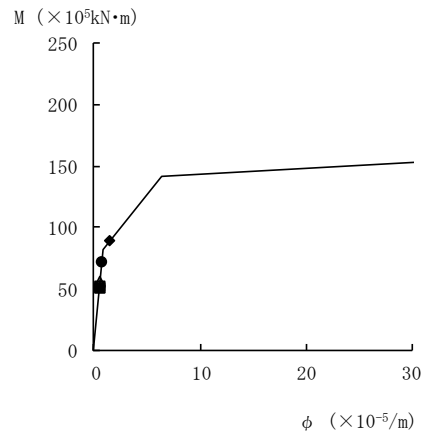


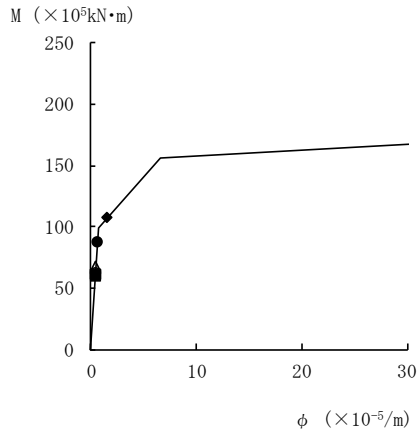
図 4-32(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)



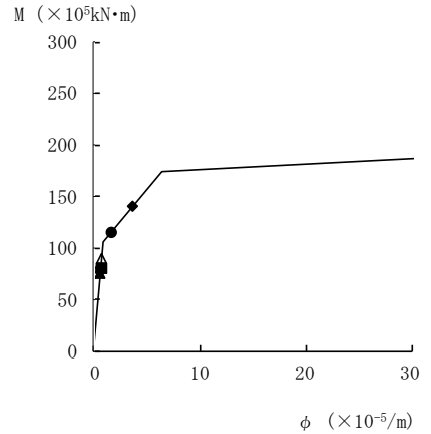
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

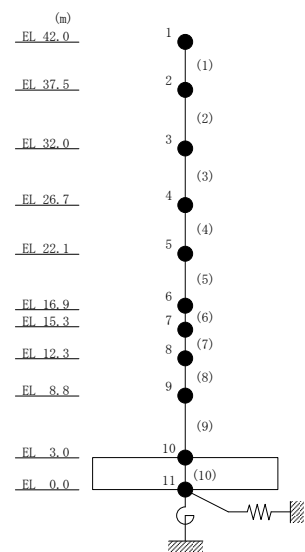


図 4-32(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , N S 方向)

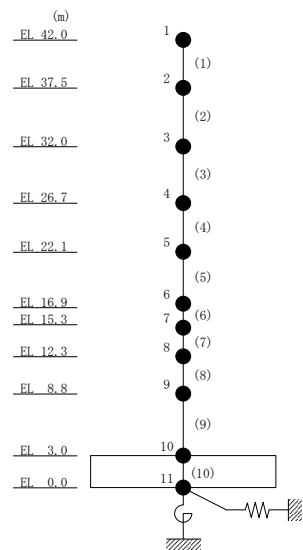
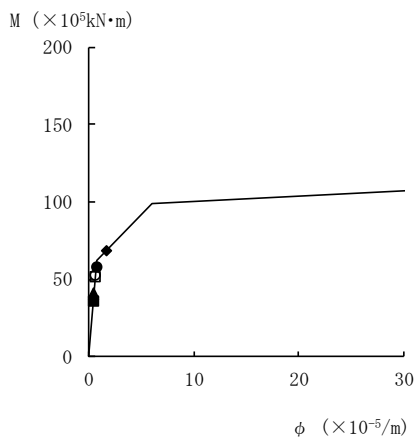
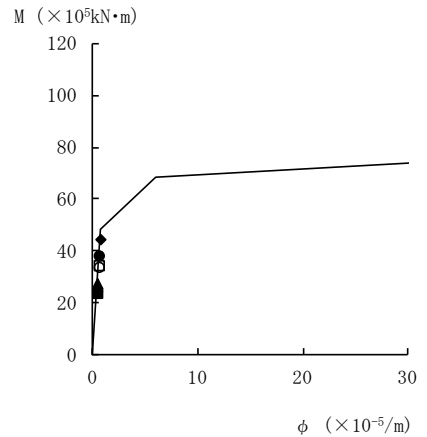
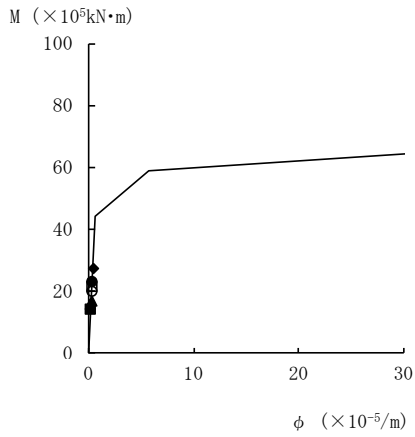
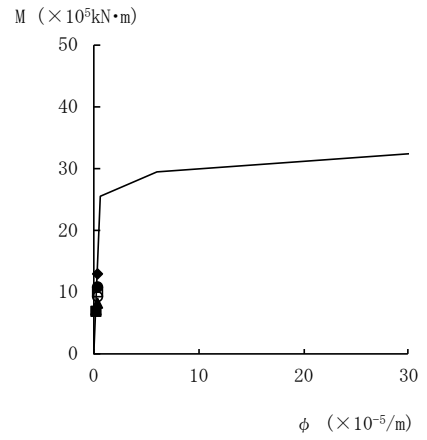
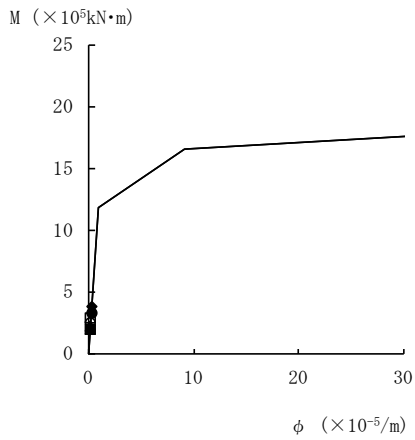
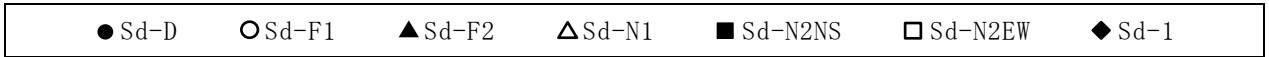
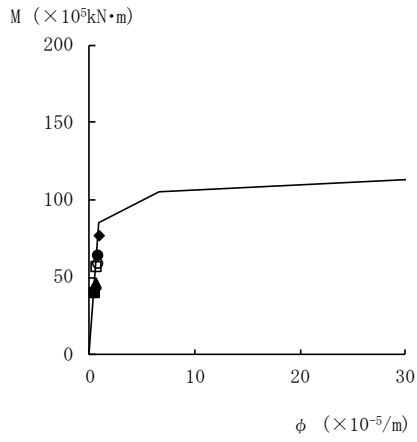
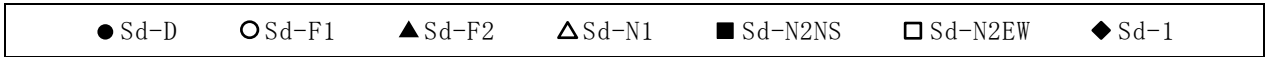
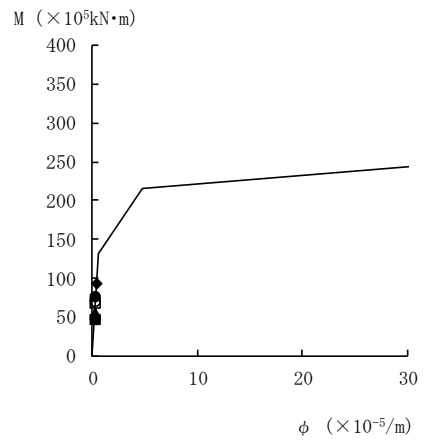


図 4-33(1) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

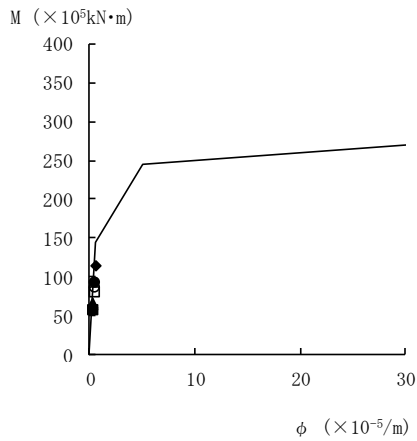




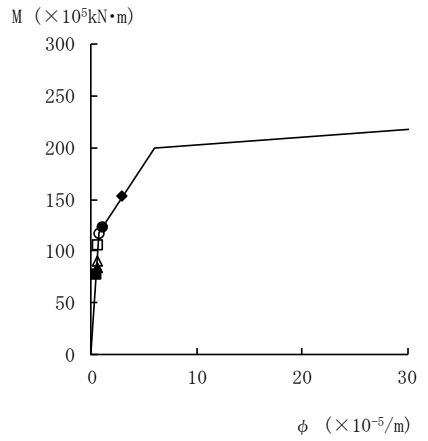
要素番号 (6)



要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)

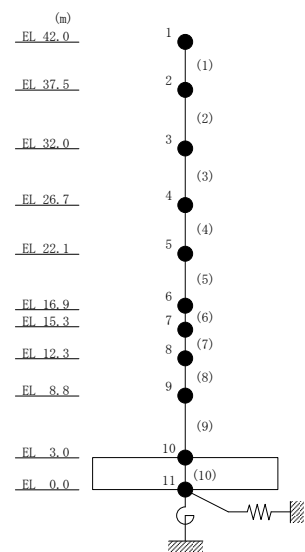


図 4-33(2) 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d , E W 方向)

表 4-29 弾性設計用地震動 S d による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率* (%)
S d - D	0.994	13.3	100
S d - F 1	0.809	9.01	100
S d - F 2	0.802	8.72	100
S d - N 1	0.858	10.4	100
S d - N 2 NS	0.838	9.69	100
S d - N 2 EW	0.822	9.30	100
S d - 1	1.12	16.6	100

(b) EW 方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率* (%)
S d - D	1.04	14.7	100
S d - F 1	0.989	13.7	100
S d - F 2	0.840	9.76	100
S d - N 1	0.858	10.5	100
S d - N 2 NS	0.805	8.97	100
S d - N 2 EW	0.936	12.3	100
S d - 1	1.18	18.2	100

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

## 4.2 静的解析

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した地震層せん断力係数  $1.5 \cdot C_i$  及び静的地震力（水平地震力）を表 4-30 及び表 4-31，図 4-34 及び図 4-35 に，最大接地圧を表 4-32 に示す。

表 4-30 地震層せん断力係数 ( $1.5 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (NS 方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
42.0~37.5	56580	0.591	33.44
37.5~32.0	126830	0.495	62.78
32.0~26.7	243440	0.416	101.27
26.7~22.1	370810	0.360	133.49
22.1~16.9	513850	0.320	164.43
16.9~15.3	585860	0.300	175.76
15.3~12.3	646320	0.287	185.49
12.3~8.8	726080	0.269	195.32
8.8~3.0	874630	0.240	209.91

S2 補 VI-2-2-9 R0

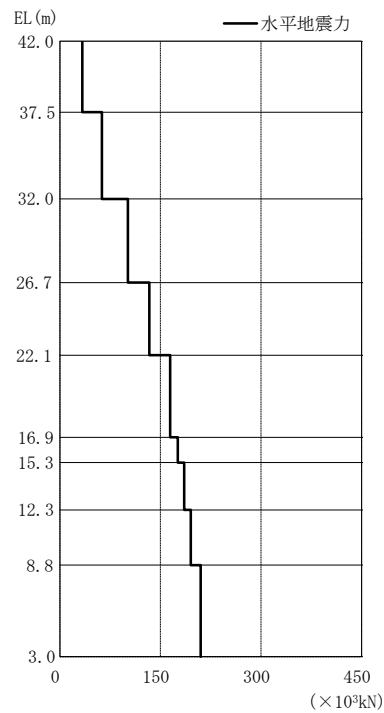


図 4-34 水平地震力 (NS 方向)

表 4-31 地震層せん断力係数 ( $1.5 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力 (EW方向)

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ ( $\times 10^3$ kN)
42.0~37.5	56580	0.566	32.02
37.5~32.0	126830	0.494	62.65
32.0~26.7	243440	0.414	100.78
26.7~22.1	370810	0.360	133.49
22.1~16.9	513850	0.320	164.43
16.9~15.3	585860	0.299	175.17
15.3~12.3	646320	0.285	184.20
12.3~8.8	726080	0.267	193.86
8.8~3.0	874630	0.240	209.91

S2 補 VI-2-2-9 R0

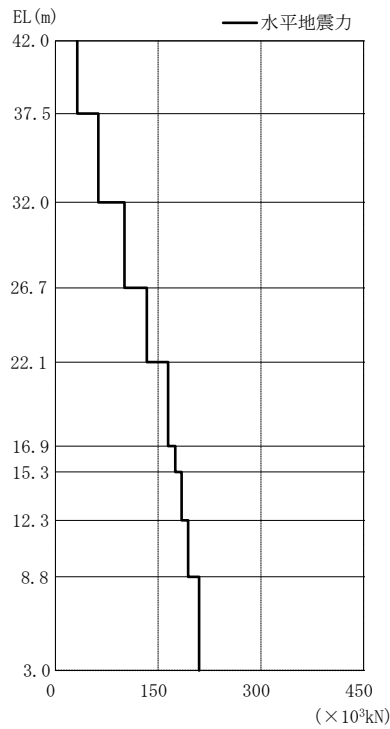


図 4-35 水平地震力 (EW方向)

表 4-32 最大接地压 (静的地震力)

方向	最大接地压 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )
N S	0.637
E W	0.634

#### 4.3 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-33 及び表 4-34, 図 4-36 及び図 4-37 に示す。

表 4-33 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
42.0~37.5	0.55	1.13	69.31
37.5~32.0	0.55	1.00	115.10
32.0~26.7	0.55	1.00	185.31
26.7~22.1	0.55	1.00	245.14
22.1~16.9	0.55	1.00	301.27
16.9~15.3	0.55	1.00	322.22
15.3~12.3	0.55	1.00	338.77
12.3~8.8	0.55	1.00	357.01
8.8~3.0	0.55	1.13	434.87

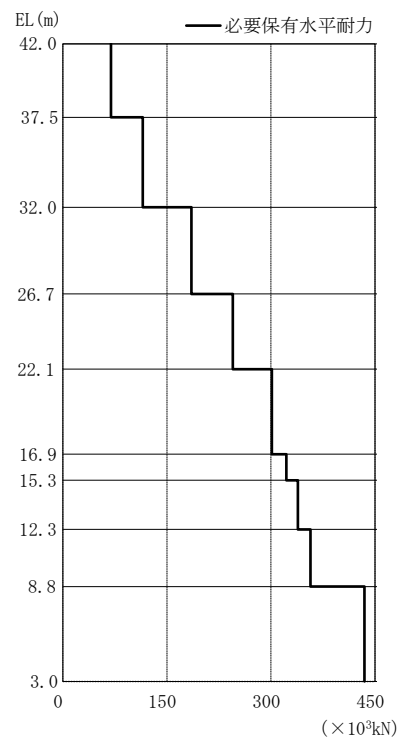


图 4-36 必要保有水平耐力 (N S 方向)



表 4-34 必要保有水平耐力 (EW方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
42.0~37.5	0.55	1.00	58.60
37.5~32.0	0.55	1.00	114.61
32.0~26.7	0.55	1.00	184.50
26.7~22.1	0.55	1.00	245.14
22.1~16.9	0.55	1.00	300.42
16.9~15.3	0.55	1.00	321.26
15.3~12.3	0.55	1.00	337.70
12.3~8.8	0.55	1.00	356.21
8.8~3.0	0.55	1.00	384.84

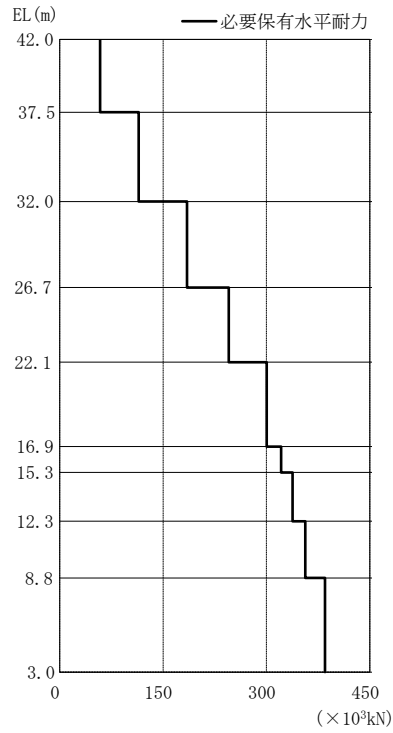


図 4-37 必要保有水平耐力 (EW方向)

VI-2-2-11 緊急時対策所の地震応答計算書

## 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	6
2.4 適用規格・基準等	8
3. 解析方法	9
3.1 設計に用いる地震波	9
3.2 地震応答解析モデル	18
3.2.1 水平方向	19
3.2.2 鉛直方向	27
3.3 解析方法	32
3.3.1 動的解析	32
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	40
3.4.3 材料物性の不確かさ等	41
4. 解析結果	43
4.1 動的解析	43
4.1.1 固有値解析結果	43
4.1.2 地震応答解析結果	43
4.2 必要保有水平耐力	63

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく緊急時対策所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定した各種応答値は、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

緊急時対策所の設置位置を図 2-1 に示す。

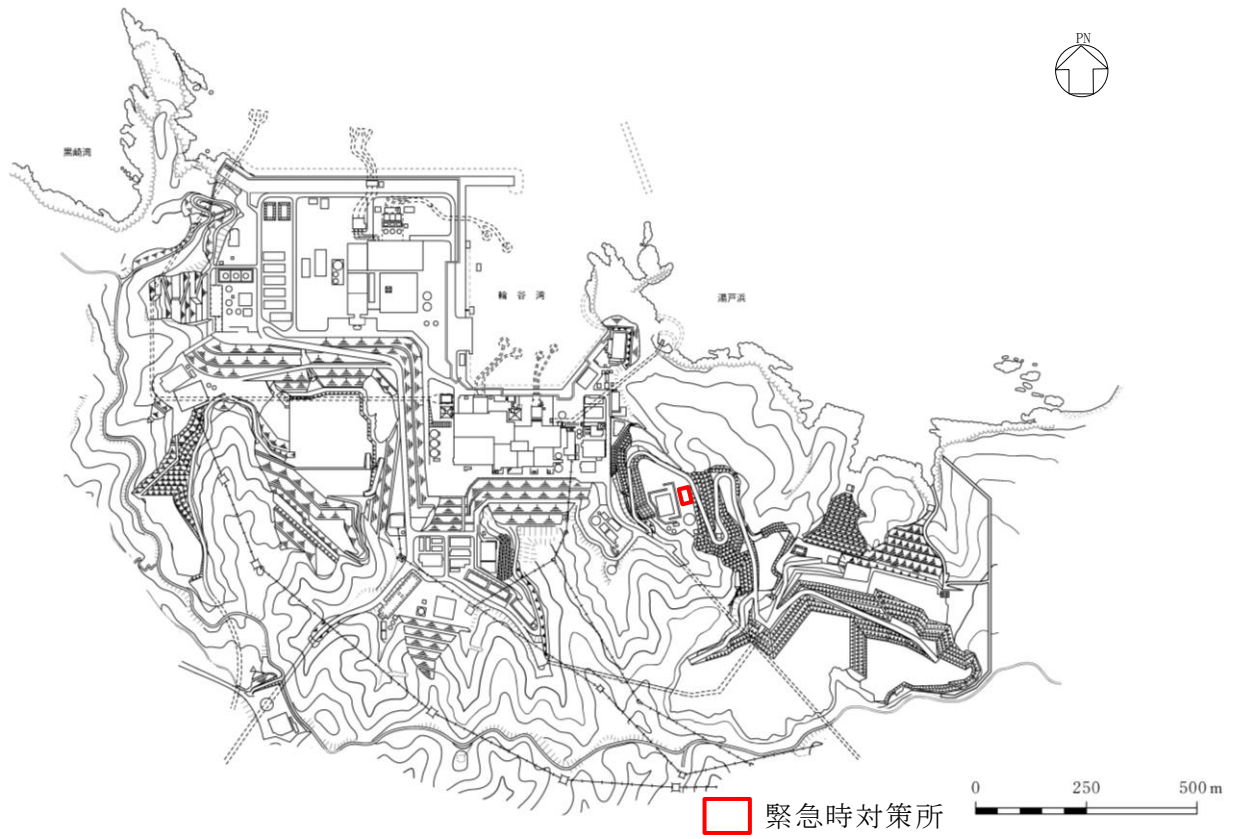


図 2-1 緊急時対策所の設置位置

## 2.2 構造概要

緊急時対策所は、地上1階建の鉄筋コンクリート造の建物である。

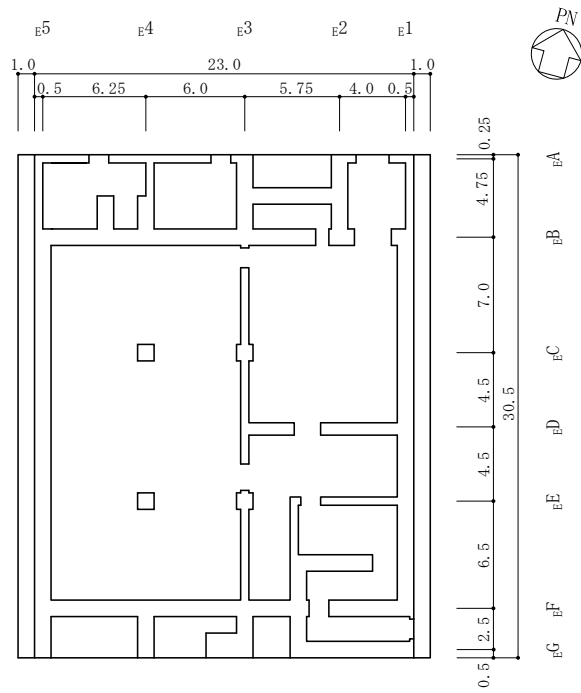
緊急時対策所の平面寸法は、30.5m\*（NS）×23.0m\*（EW）である。基礎スラブ底面からの高さは8.35mである。

緊急時対策所の基礎は厚さ2.0mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

緊急時対策所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。

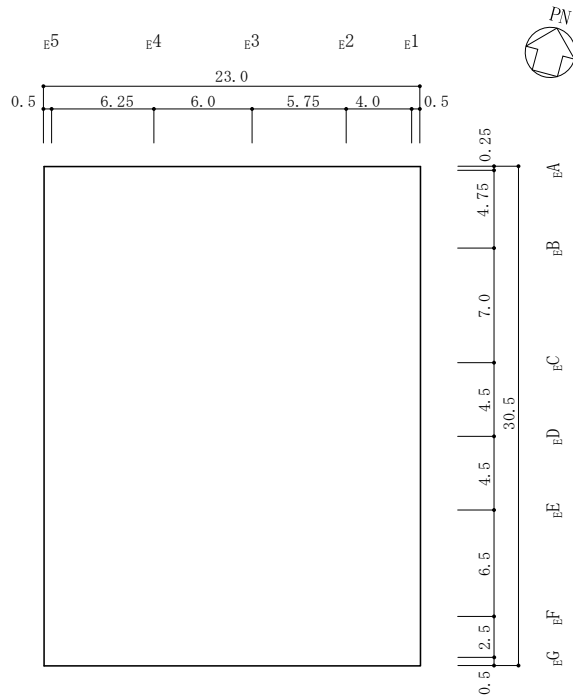
注記\*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

図 2-2(1) 緊急時対策所の概略平面図 (EL 50.25m\*)

注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(単位:m)

図 2-2(2) 緊急時対策所の概略平面図 (EL 56.6m)

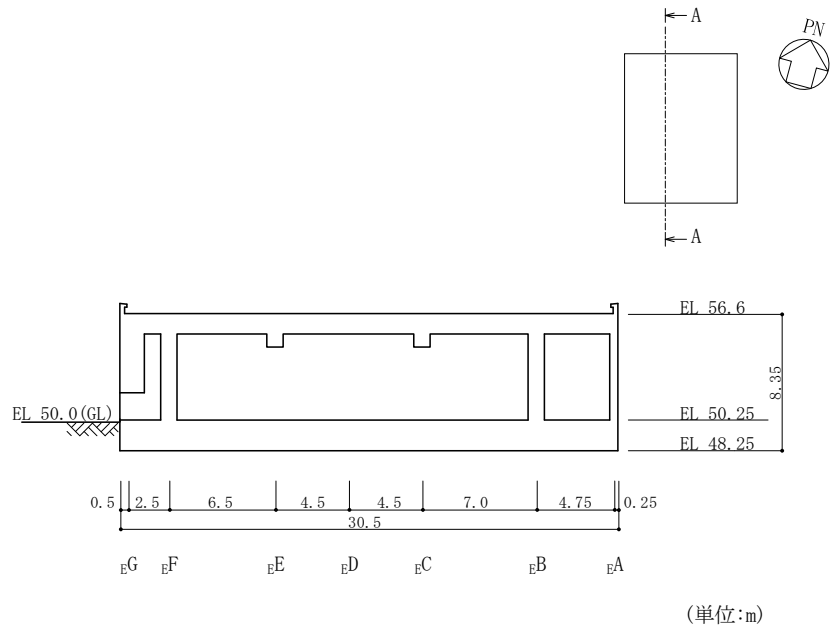


図 2-3(1) 緊急時対策所の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

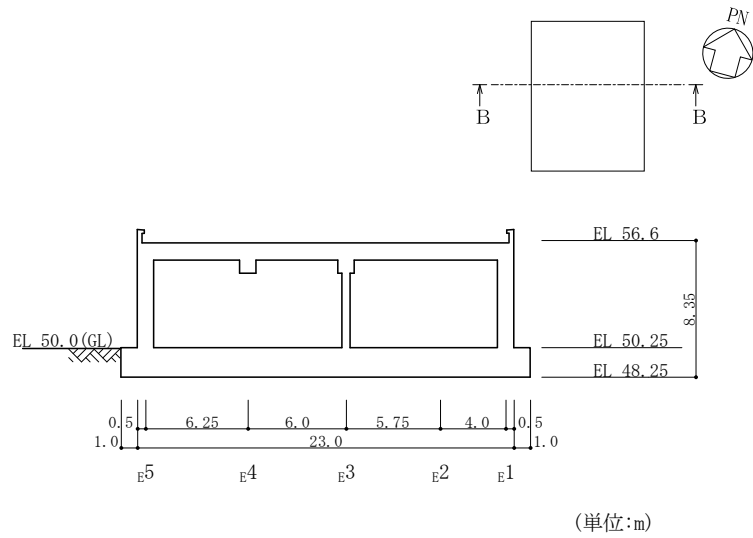


図 2-3(2) 緊急時対策所の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)



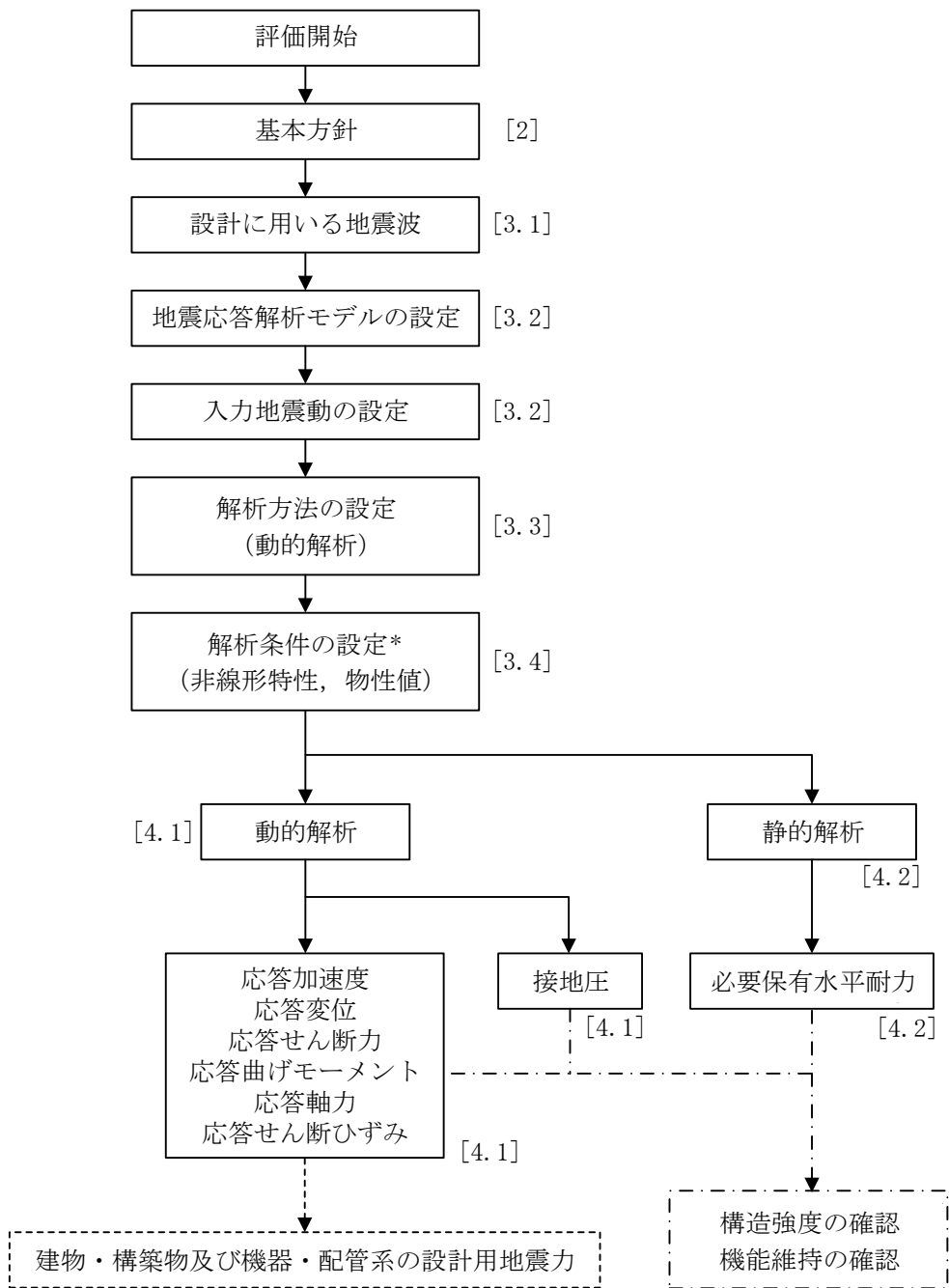
## 2.3 解析方針

緊急時対策所の地震応答解析は、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に緊急時対策所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算定する。

「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定する。



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 緊急時対策所の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

緊急時対策所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。

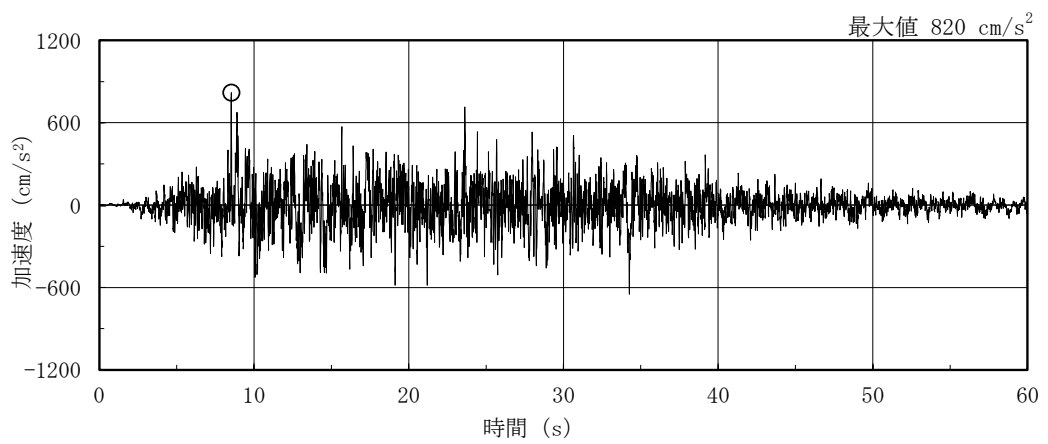
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

### 3. 解析方法

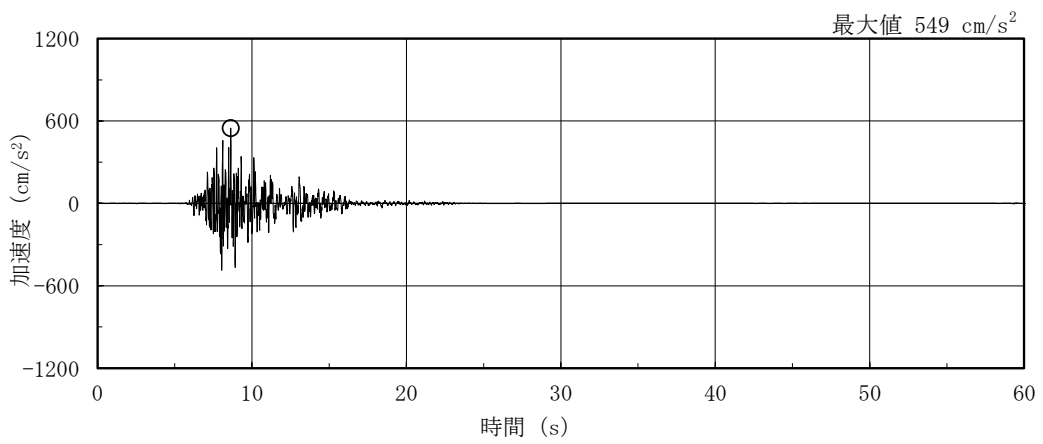
#### 3.1 設計に用いる地震波

緊急時対策所の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、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に想定する地震波を用いることとする。

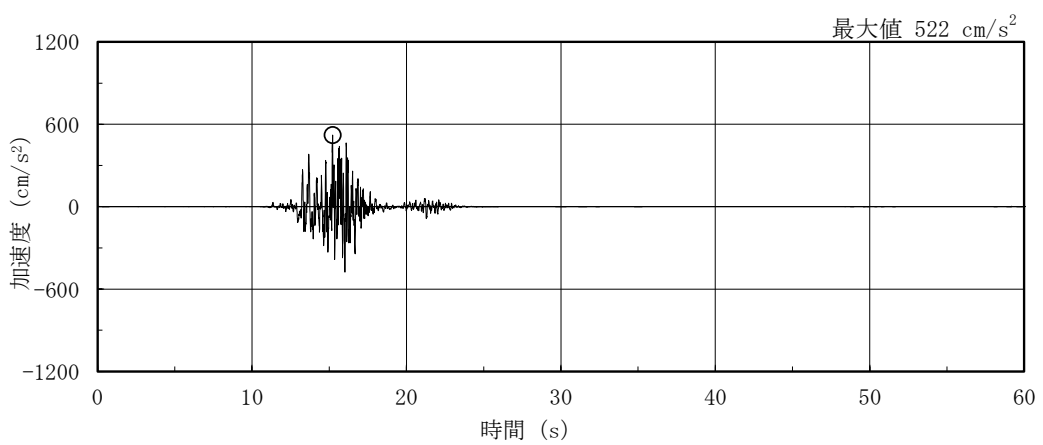
基準地震動  $S_s$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-4 に示す。



(a) S s - D

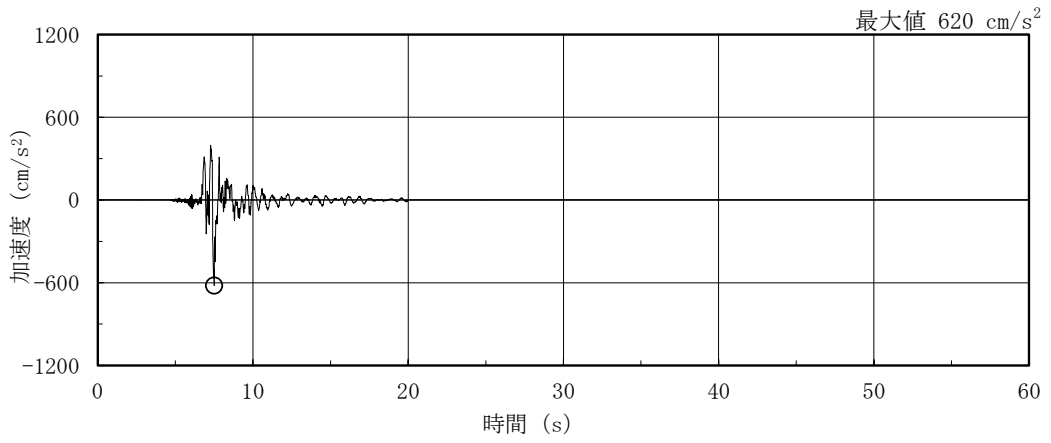


(b) S s - F 1

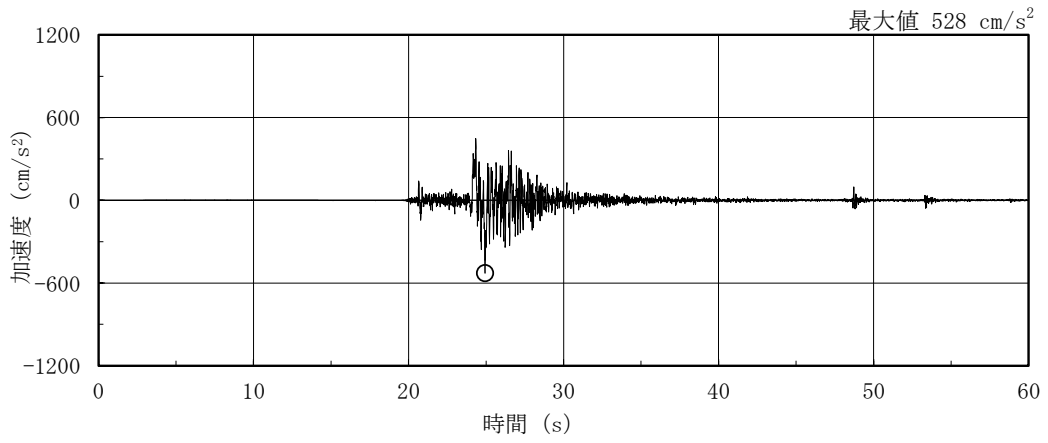


(c) S s - F 2

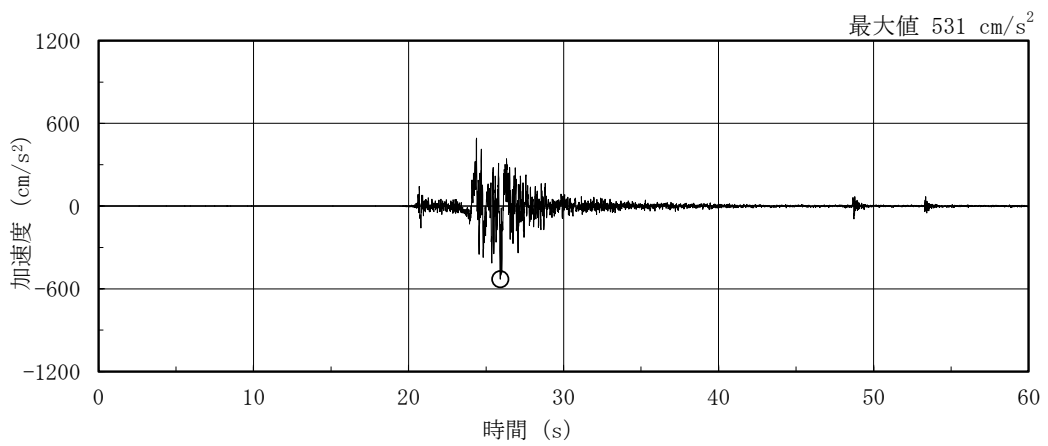
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

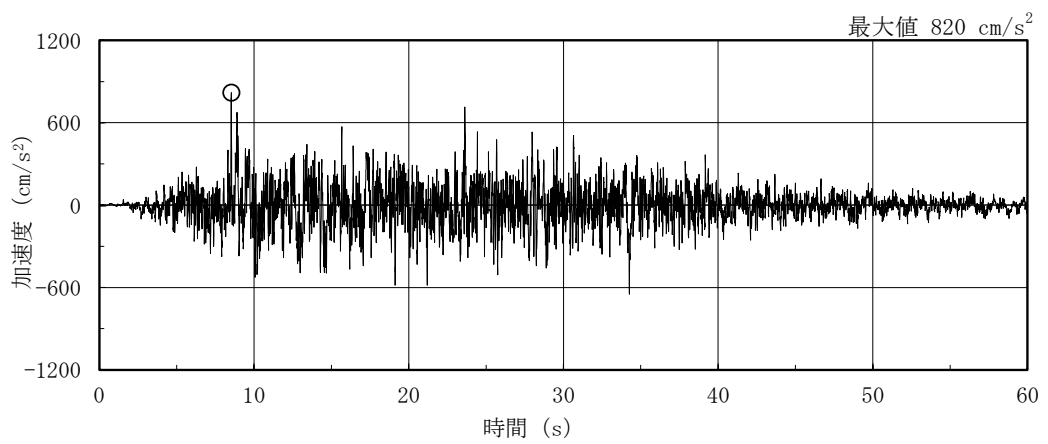


(e) S s - N 2 N S

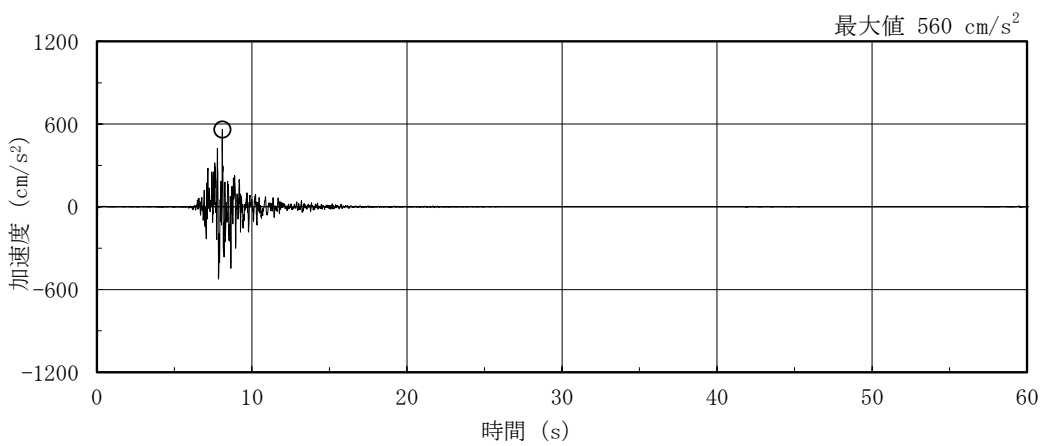


(f) S s - N 2 E W

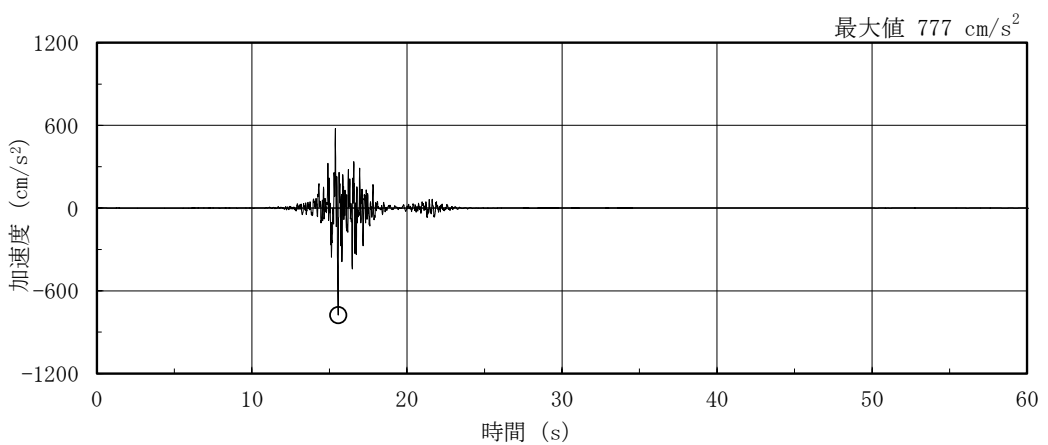
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

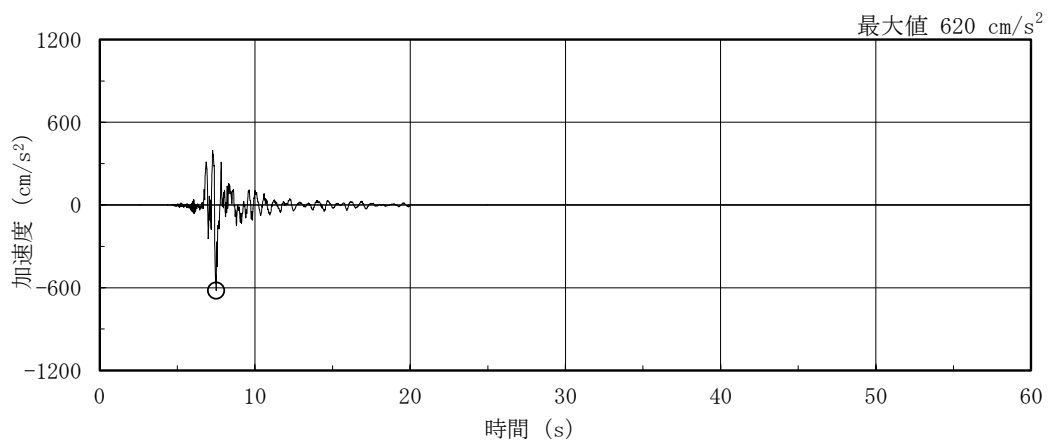


(b) S s - F 1

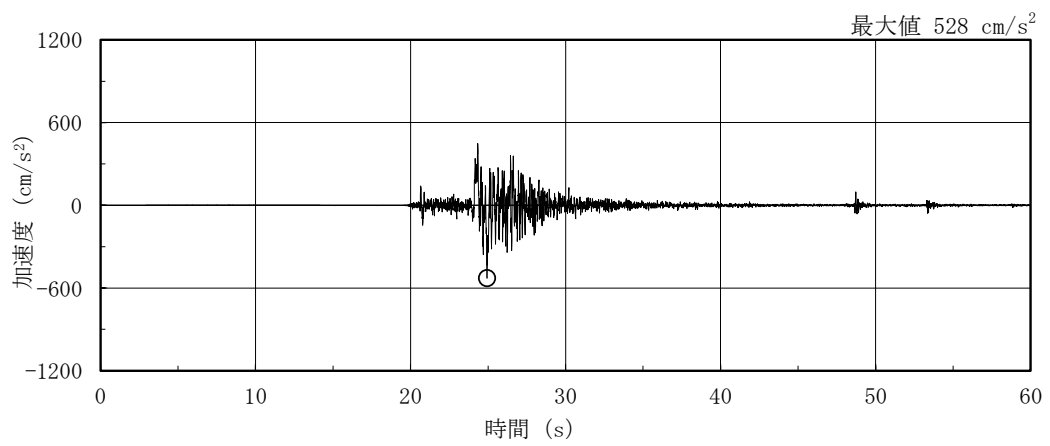


(c) S s - F 2

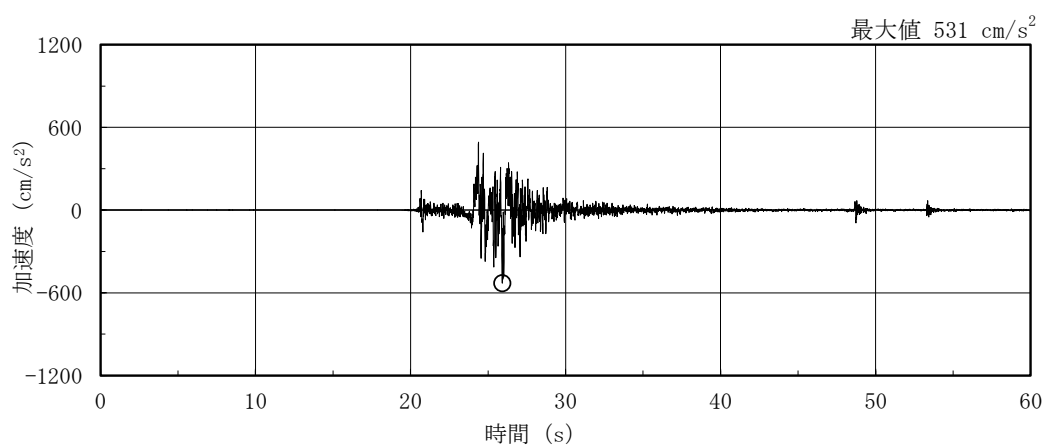
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(d) S s - N 1



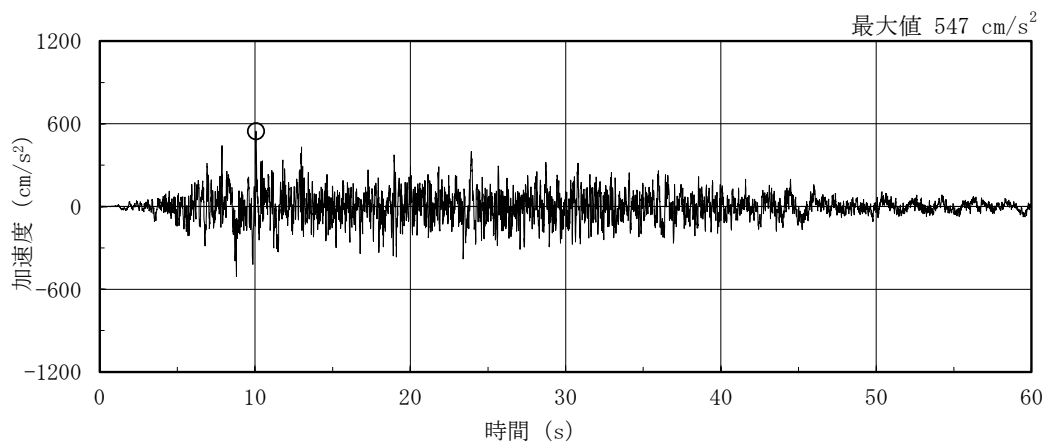
(e) S s - N 2 N S



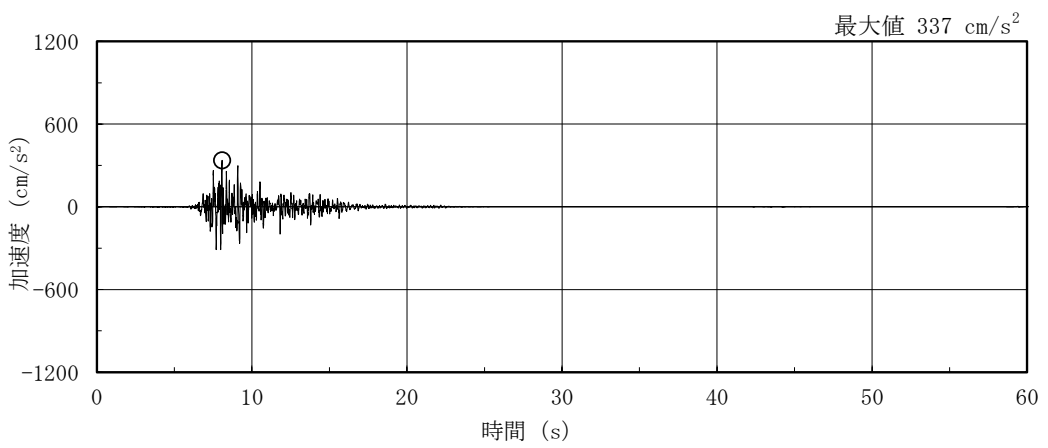
(f) S s - N 2 E W

図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)

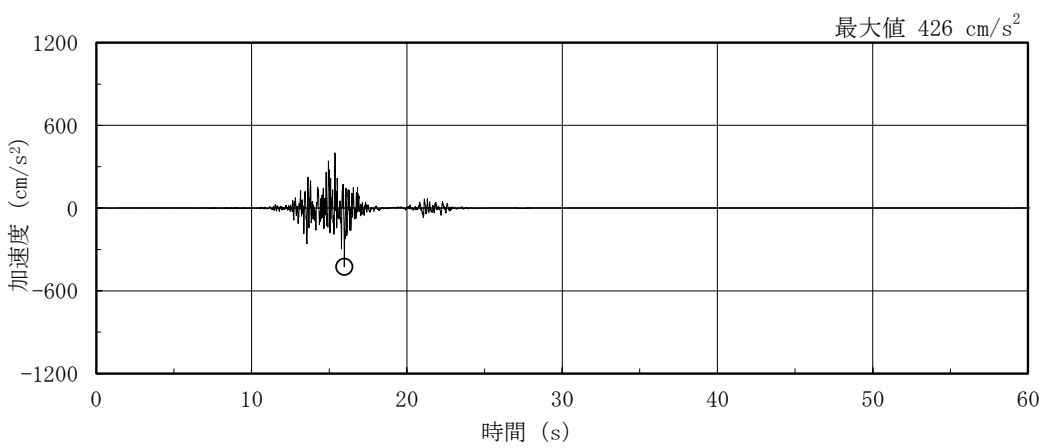




(a) S s - D

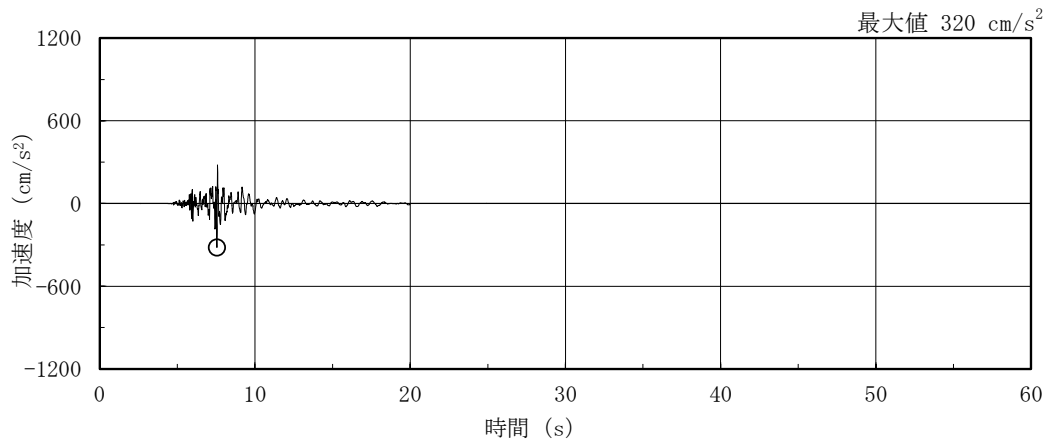


(b) S s - F 1

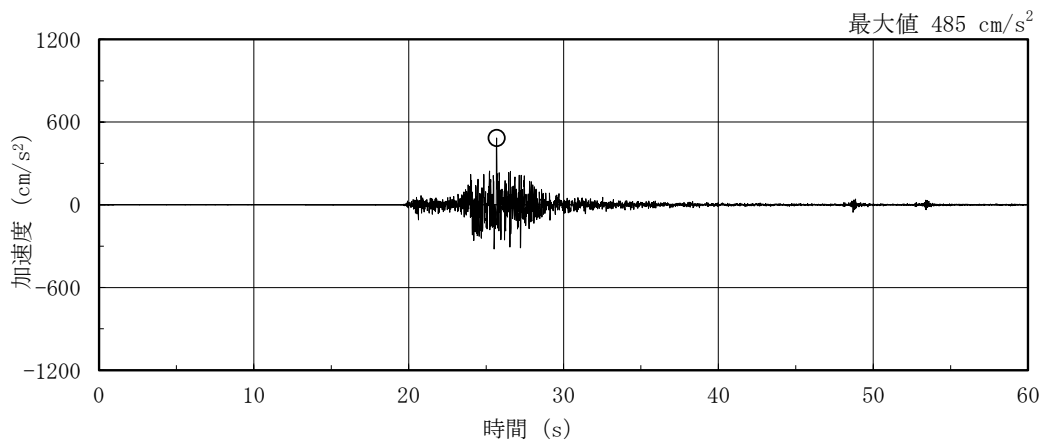


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)



(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

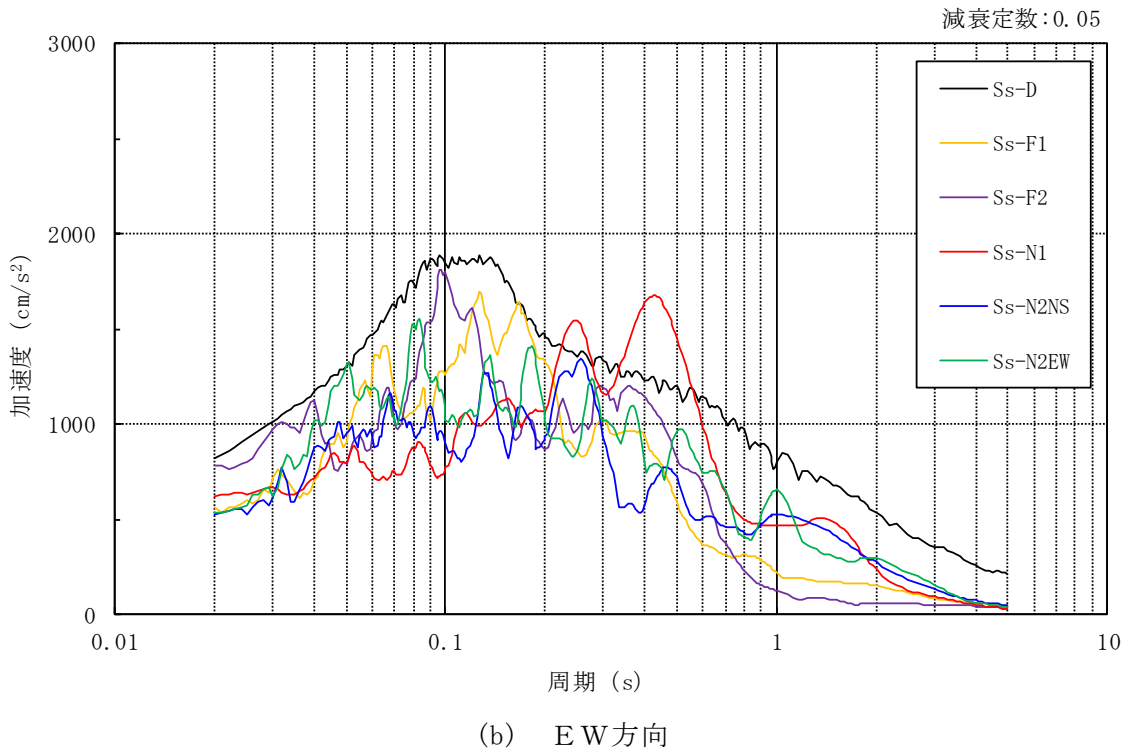
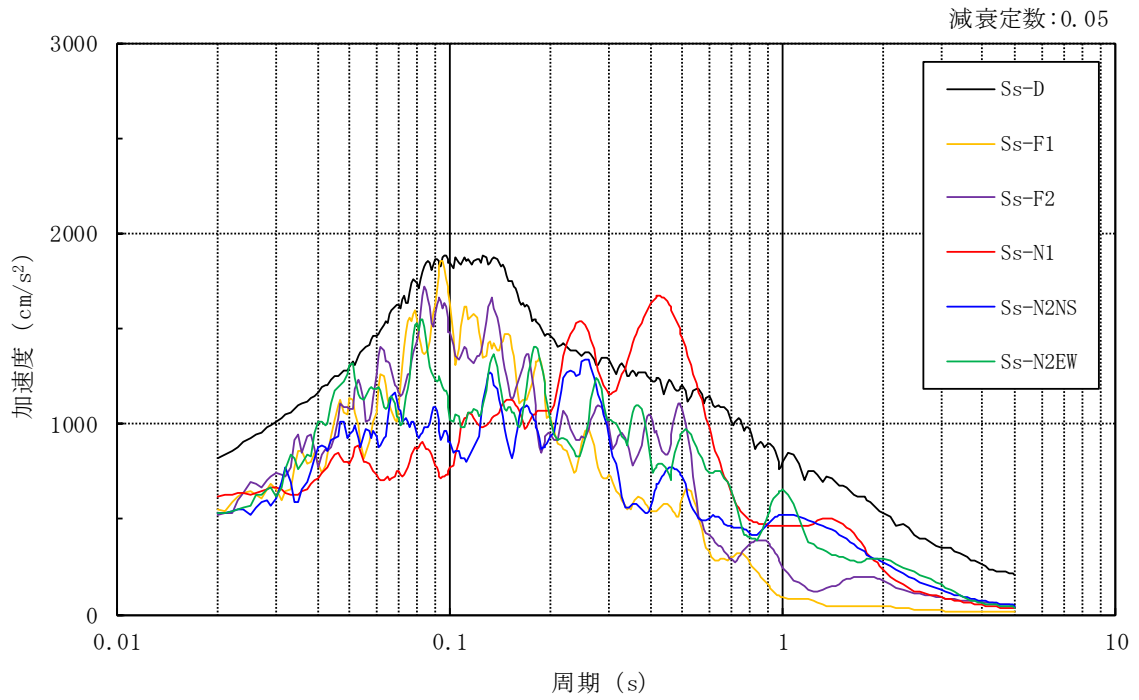


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

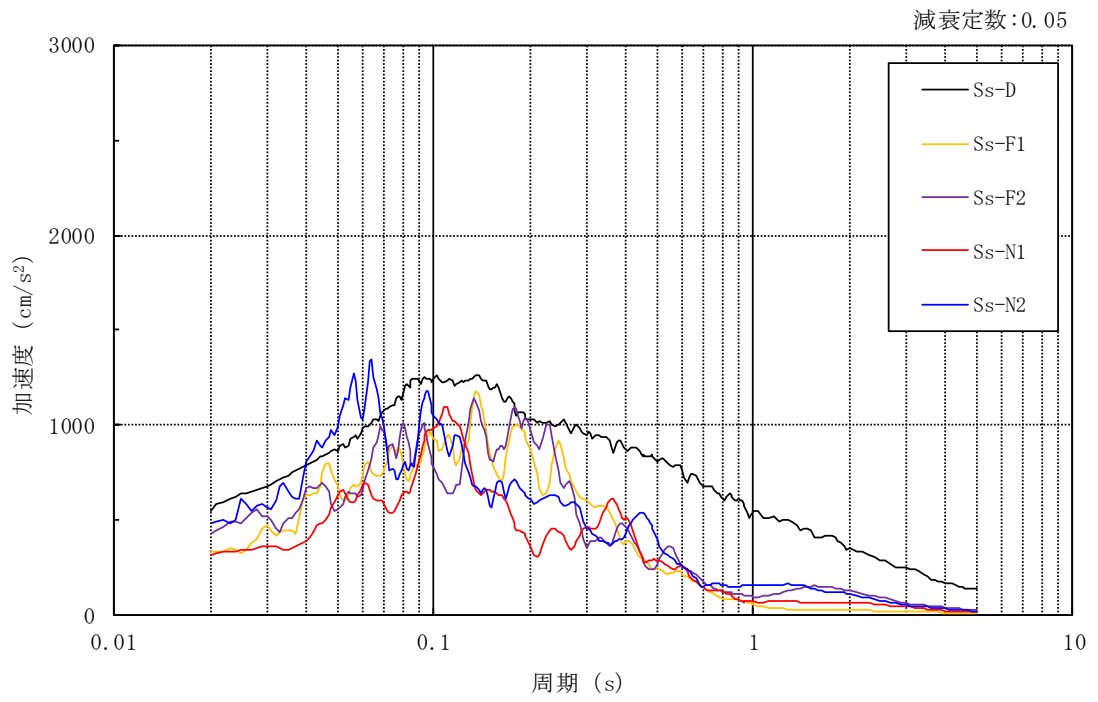


図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=30.0 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD345	2.44×10 <sup>4</sup>	1.02×10 <sup>4</sup>	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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-5に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤ばねの定数化の概要を図3-6に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面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、解放基盤表面以深の地盤を1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、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を建物位置での地盤をモデル化した1次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。

なお、基準地震動 $S_s - F_1$ 及び $S_s - F_2$ に関しては、緊急時対策所の配置に応じて方位を補正した波形を用いる。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-7に、1次元地盤モデルを図3-8に、基礎底面位置(EL 48.25m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-9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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

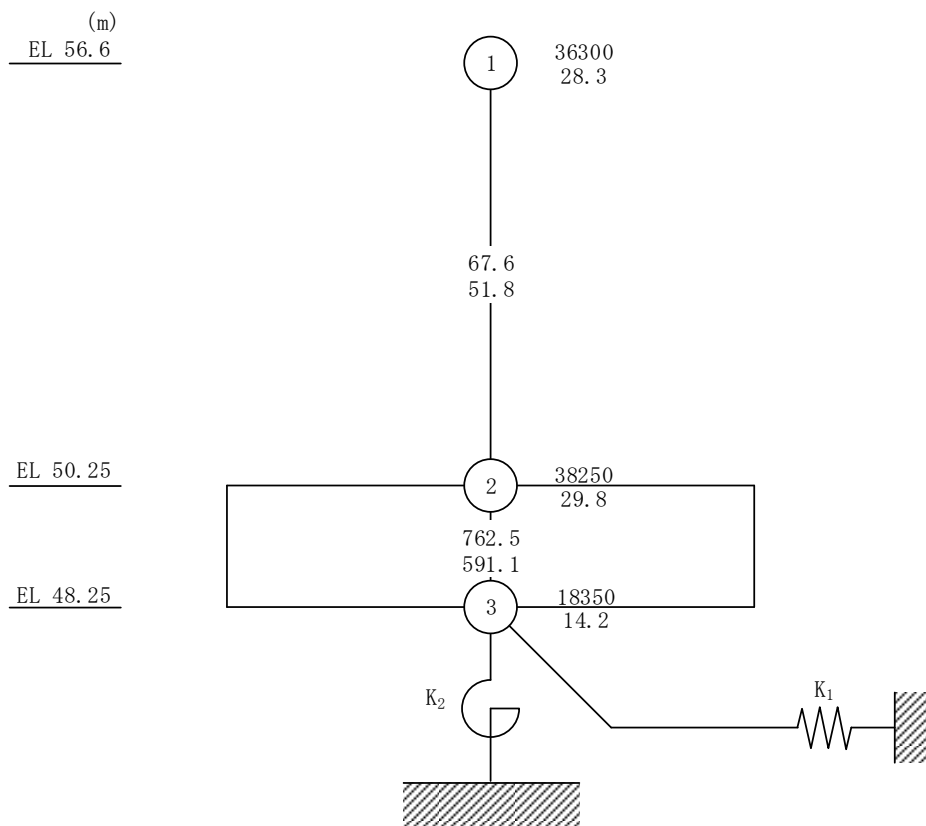
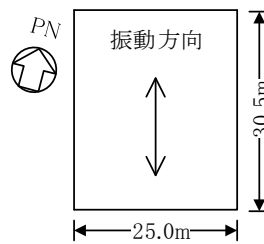
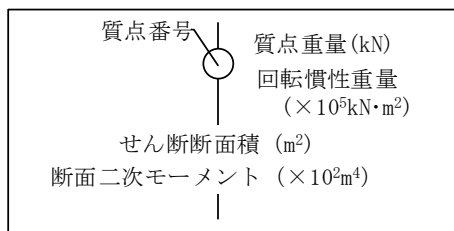
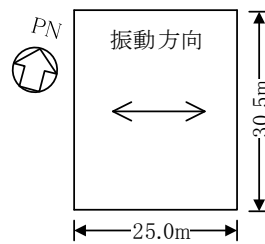
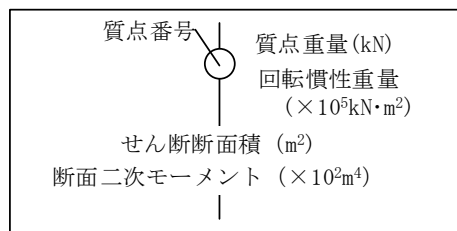


図 3-5(1) 地震応答解析モデル (NS方向)



S2 補 VI-2-2-11 R0

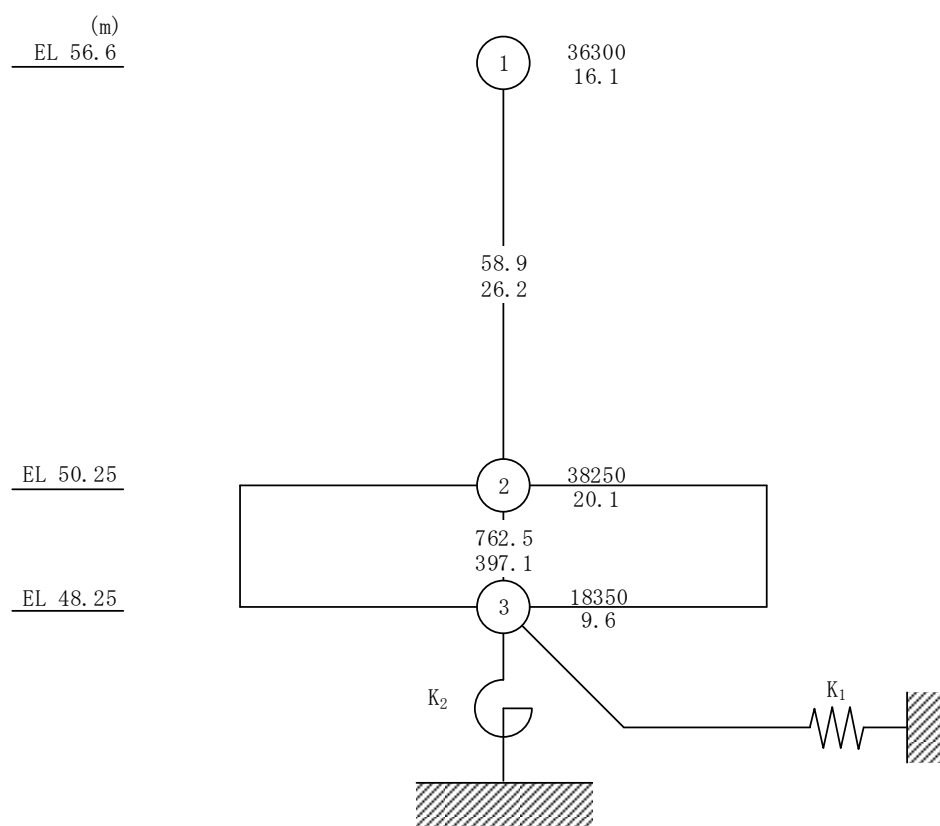
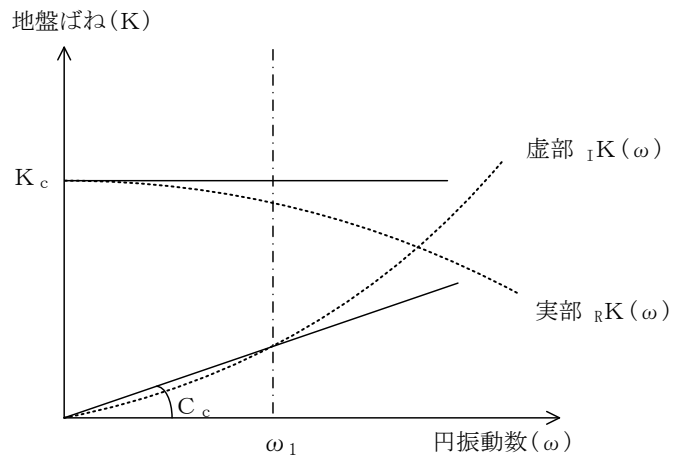


図 3-5(2) 地震応答解析モデル (EW方向)





ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-6 地盤ばねの定数化の概要

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$1.54 \times 10^8$ (kN/m)	$1.42 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$3.49 \times 10^{10}$ (kN・m/rad)	$1.34 \times 10^8$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$1.57 \times 10^8$ (kN/m)	$1.48 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$2.63 \times 10^{10}$ (kN・m/rad)	$8.33 \times 10^7$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 緊急時対策所の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号	S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
岩盤②	900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③	1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④	1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤	2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥	2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

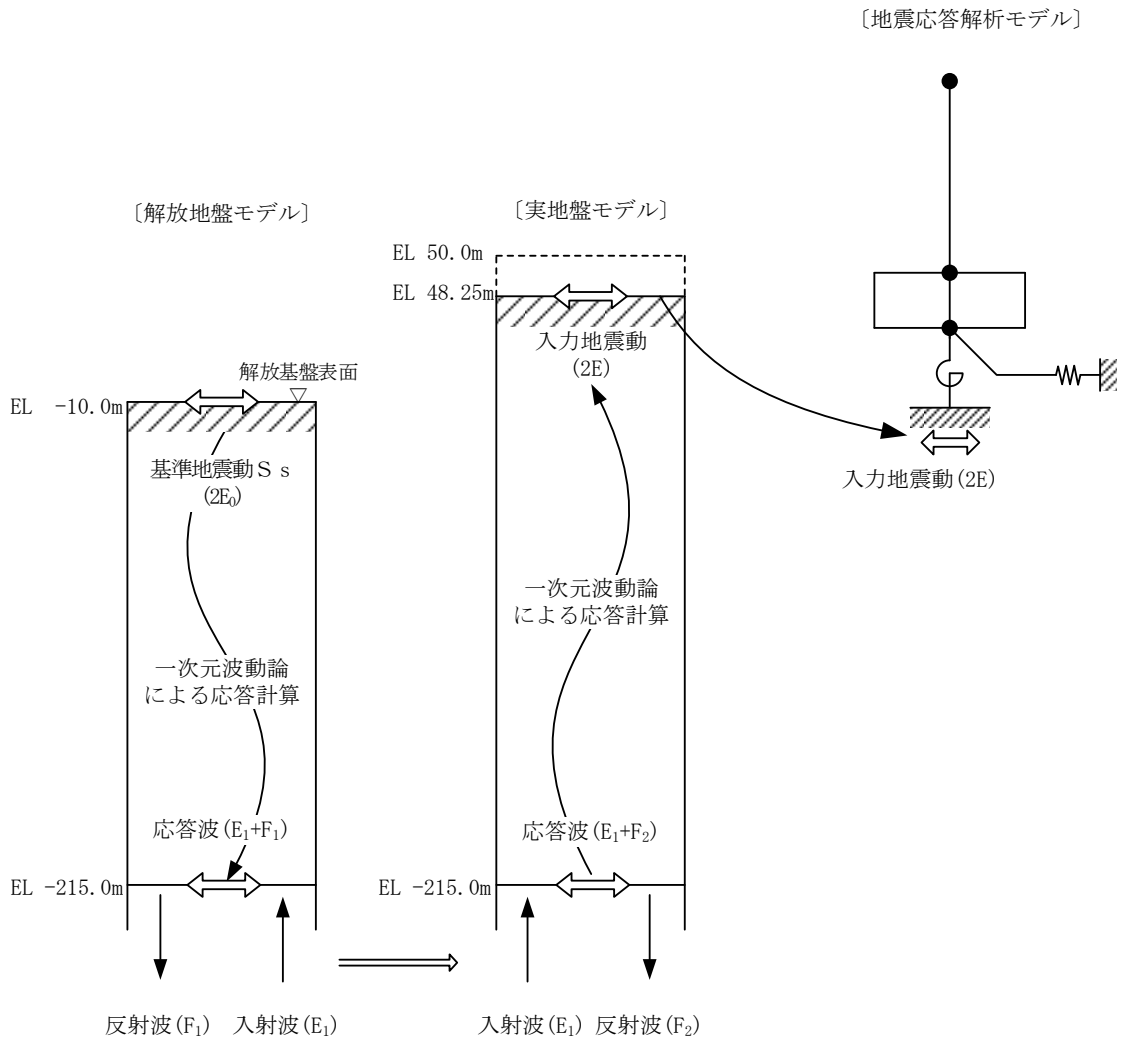


図 3-7 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

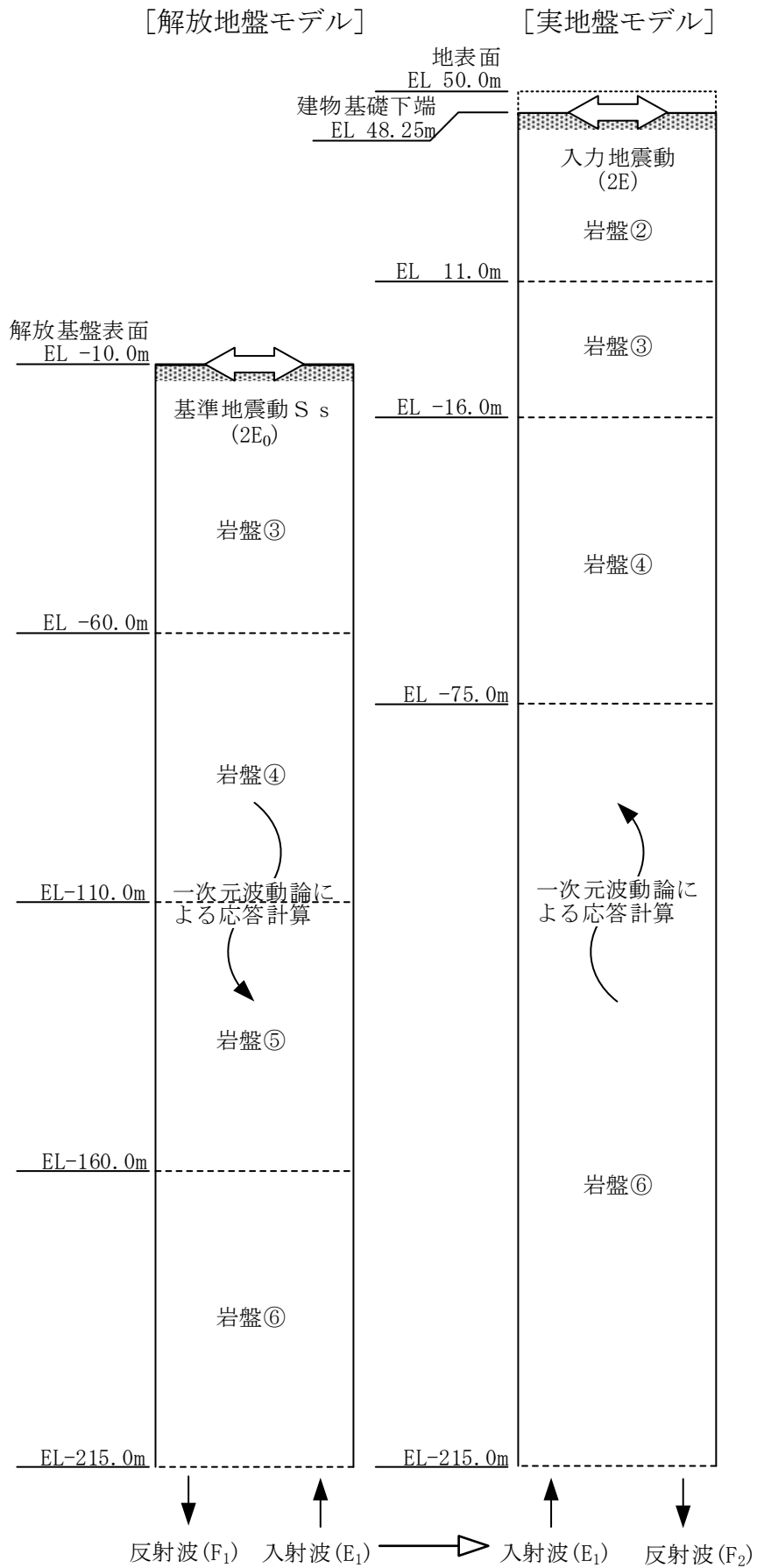


図 3-8 1次元地盤モデル (水平方向)

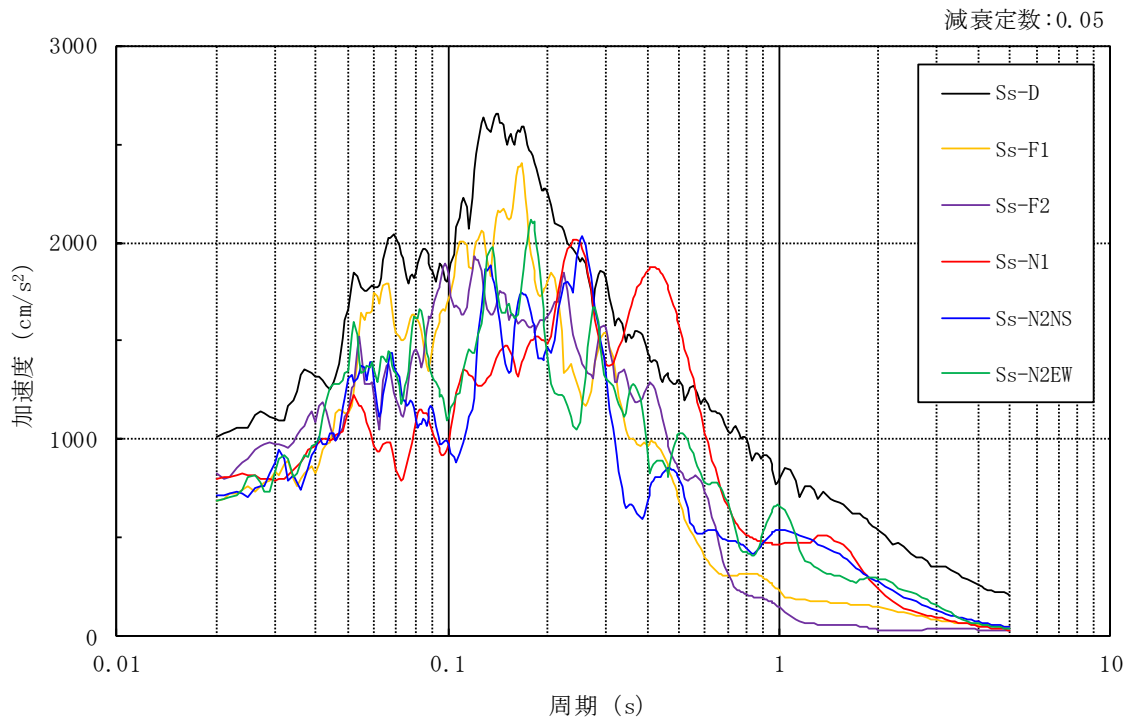
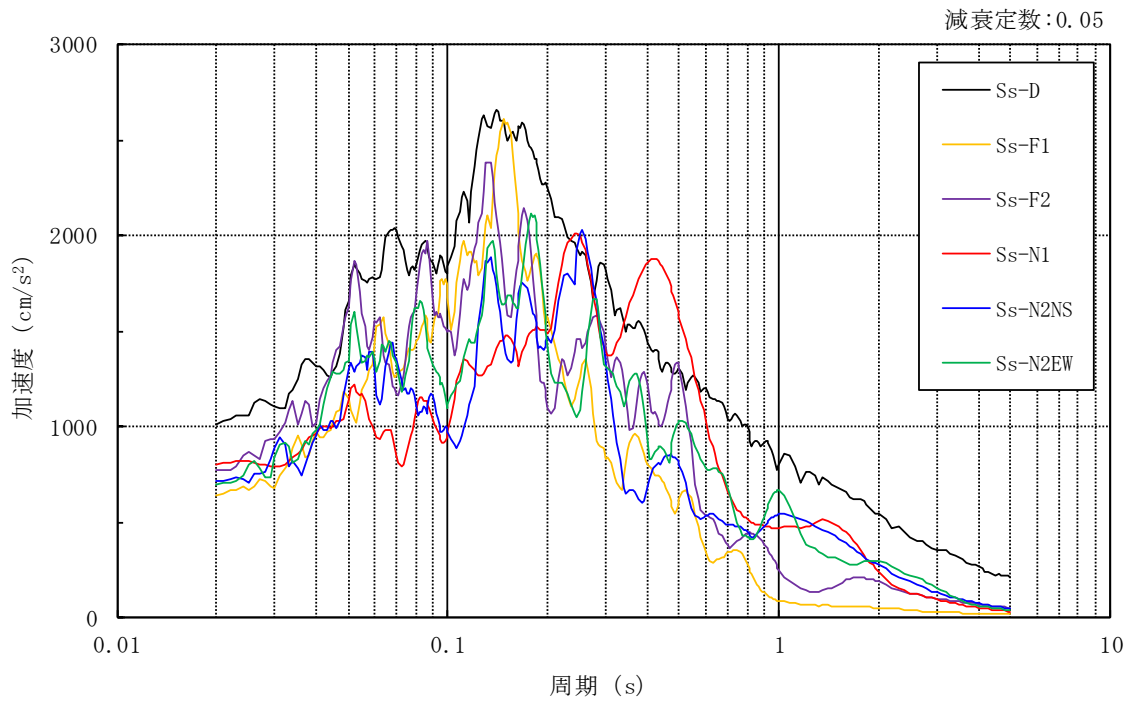


図 3-9 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 48.25m)

### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-10 に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面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、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-11 に、1 次元地盤モデルを図 3-12 に、基礎底面位置 (EL 48.25m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-13 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

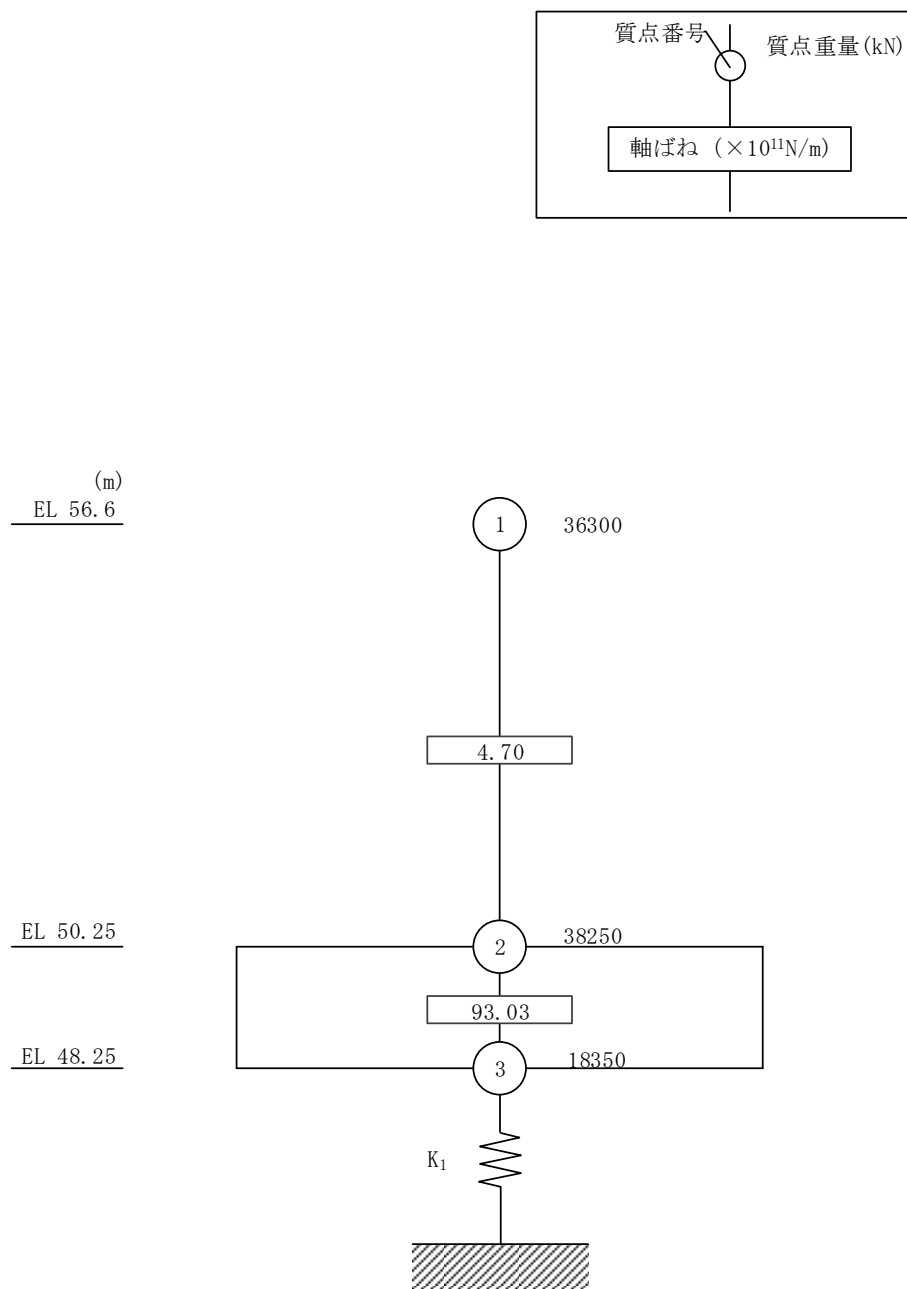


図 3-10 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$2.52 \times 10^8$ (kN/m)	$3.27 \times 10^6$ (kN・s/m)

S2 補 VI-2-2-11 R0

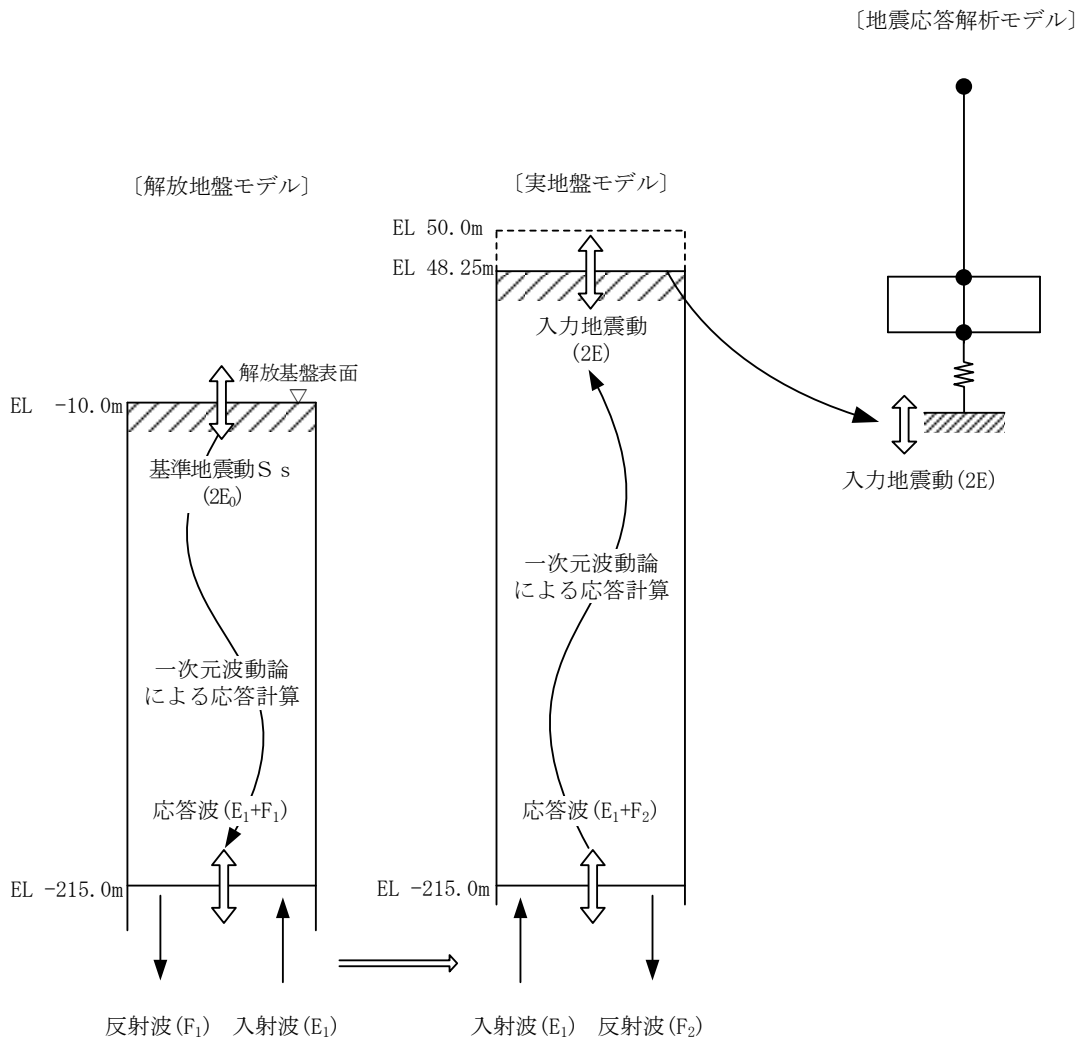


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）



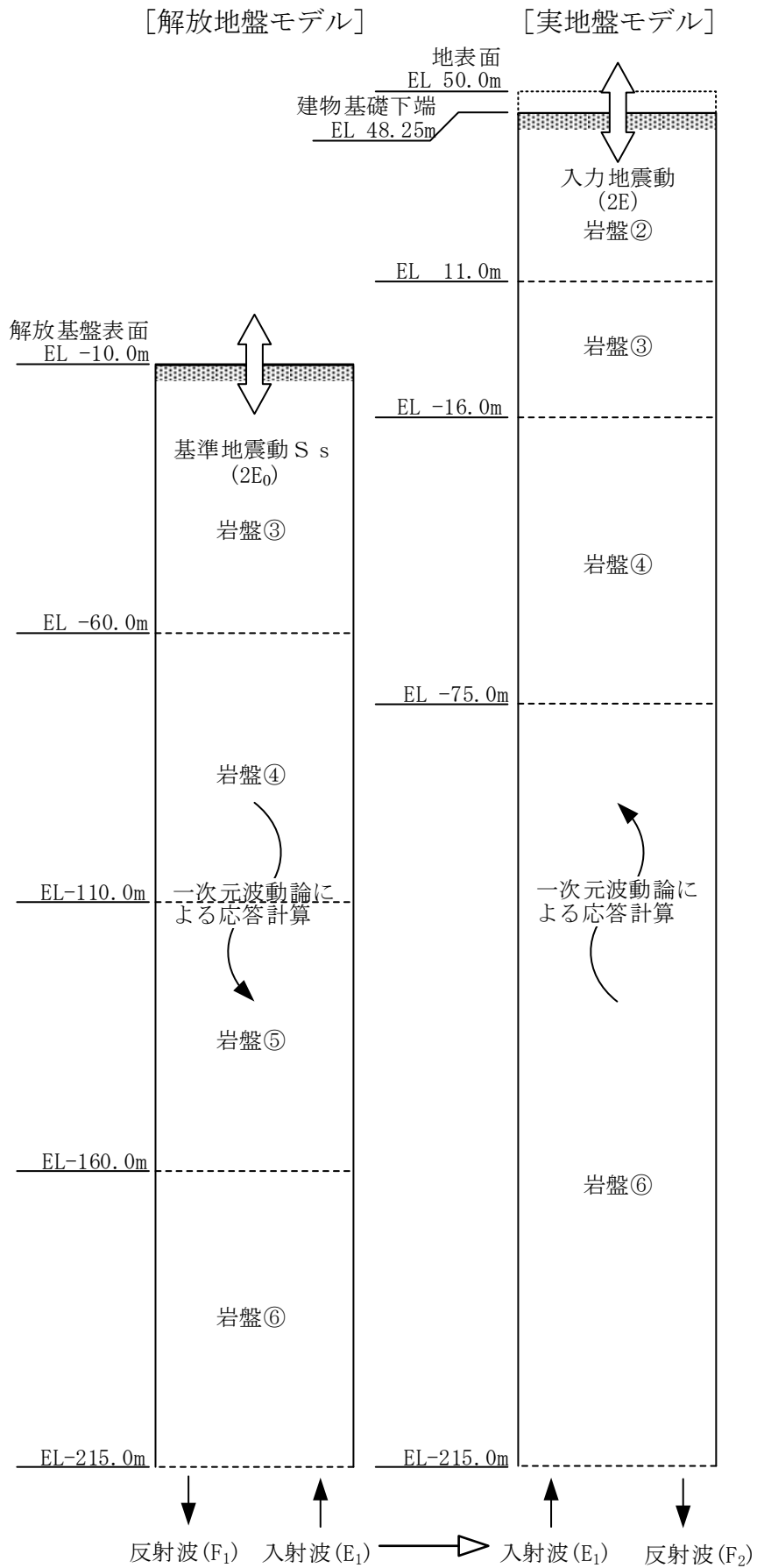


図 3-12 1次元地盤モデル (鉛直方向)

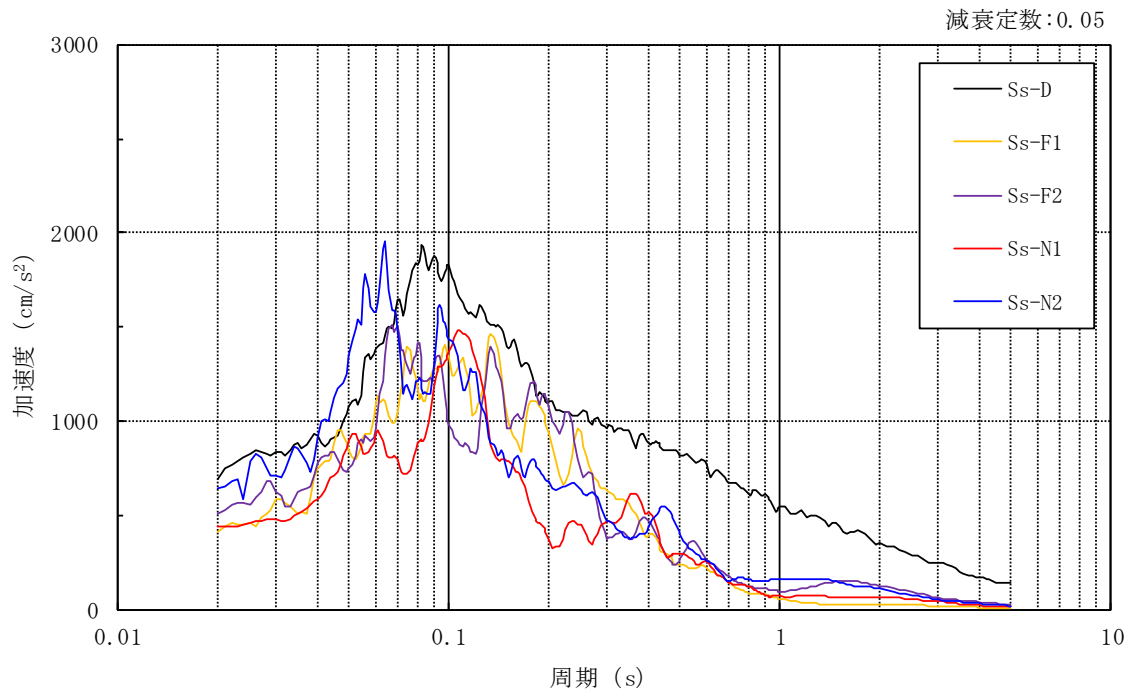


図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動  $S_s$  , 鉛直方向, EL 48.25m)

### 3.3 解析方法

緊急時対策所について、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定する。また、静的解析により必要保有水平耐力を算定する。

緊急時対策所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、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 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、次式により算定する。必要保有水平耐力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 50.25m）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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

ここで、

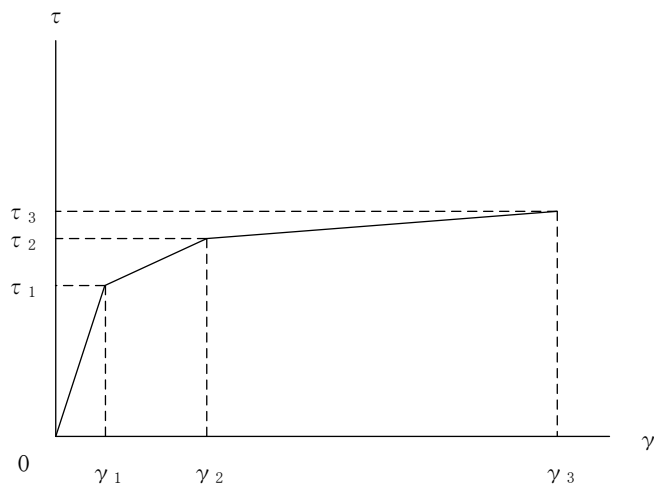
- $Z$  : 地震地域係数 (1.0)
- $R_t$  : 振動特性係数 (0.8)
- $A_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数
- $C_0$  : 標準せん断力係数 (1.0)

### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-14 に示す。

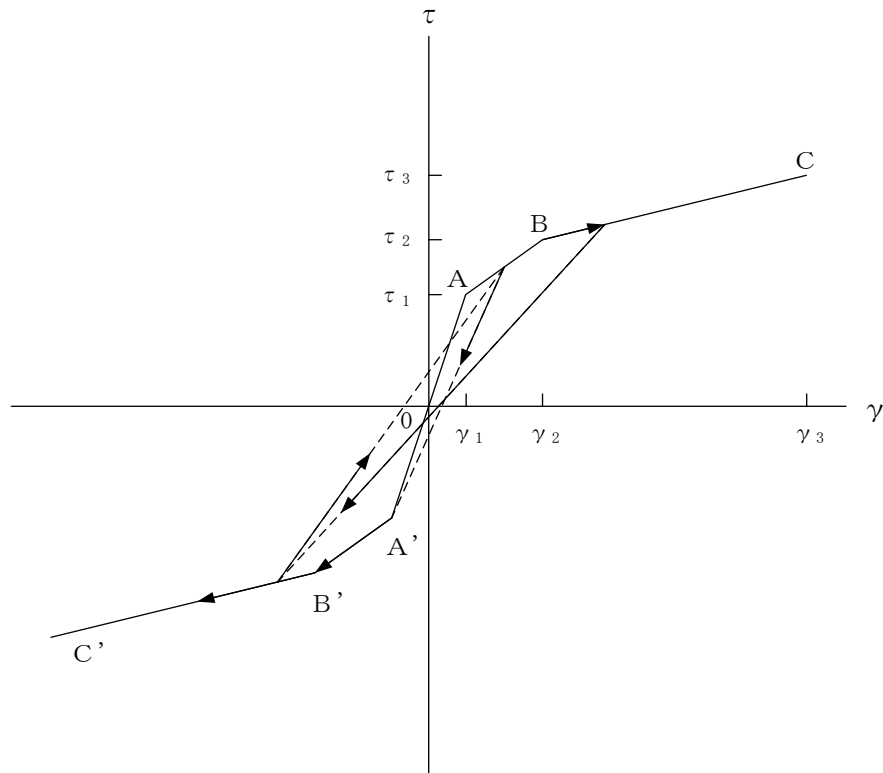


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-14 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 3-15 に示す。

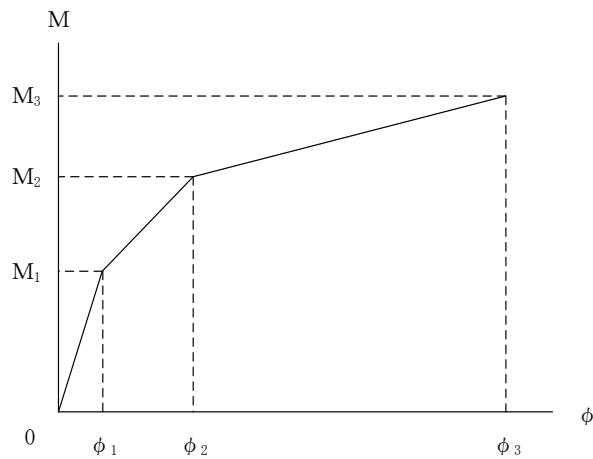


- a. 0-A 間 : 弾性範囲
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-15 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-16 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

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

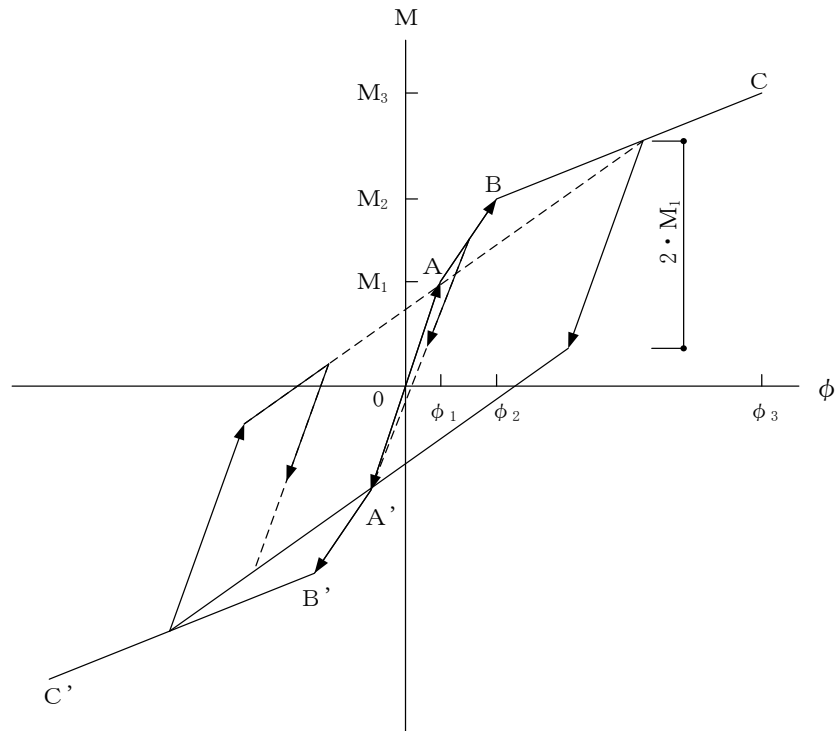
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-16 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 3-17 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折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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折点を越えていなければ、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。
- 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。

図 3-17 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性



(5) スケルトン曲線の諸数値

緊急時対策所の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-8 に示す。

表 3-5 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (N S 方向)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
56.6~50.25	1.80	2.43	5.92	0.176	0.528	4.00

表 3-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (E W 方向)

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
56.6~50.25	1.81	2.44	5.47	0.177	0.531	4.00

表 3-7 曲げスケルトン曲線 ( $M - \phi$  関係) (N S 方向)

EL (m)	$M_1$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-6}$ /m)
56.6~50.25	0.865	2.13	3.62	6.84	78.0	1520

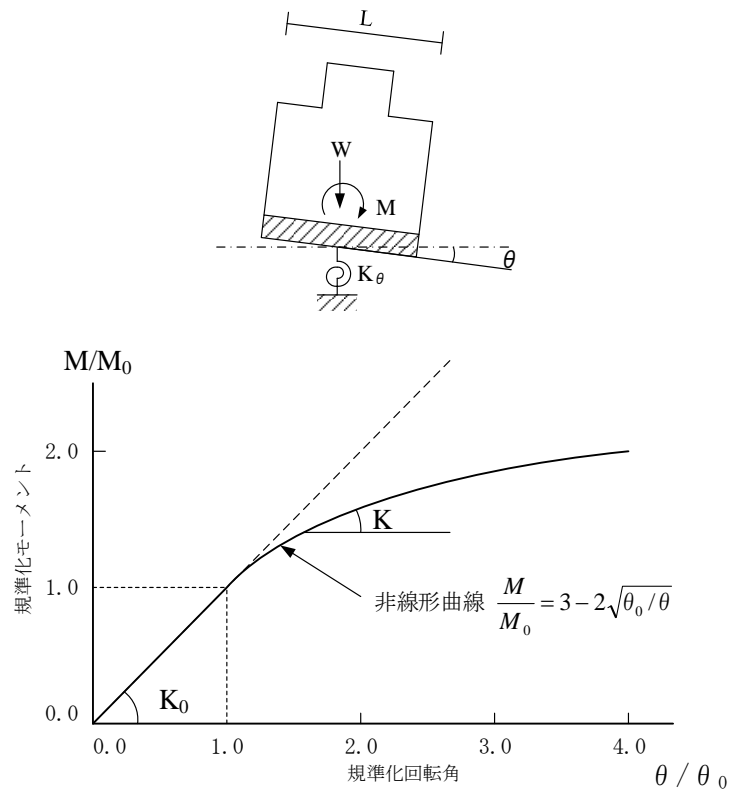
表 3-8 曲げスケルトン曲線 ( $M - \phi$  関係) (E W 方向)

EL (m)	$M_1$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-6}$ /m)
56.6~50.25	0.656	1.54	2.24	10.2	114	2240

### 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－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－回転角の関係を図 3-18 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図 3-18 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 ( $=W \cdot L / 6$ )

$\theta$  : 回転角

$\theta_0$  : 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)

$W$  : 建物総重量

$L$  : 建物基礎幅

図 3-18 地盤の回転ばねの曲げモーメント－回転角関係

### 3.4.3 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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3-9に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-10に示す。

表3-9 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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

表 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号	地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
	基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
岩盤②	900	1080	720
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号	地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
	基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
岩盤②	2100	2520	1680
岩盤③	3600	3960	3240
岩盤④	4000	4400	3600
岩盤⑤	4050	4455	3645
岩盤⑥	4950	5445	4455

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 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 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-18 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.061	16.47	1.212	建物—地盤連成 1 次
2	0.034	29.09	0.274	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.063	15.83	1.221	建物—地盤連成 1 次
2	0.034	29.66	0.378	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.041	24.63	1.121	建物—地盤連成 1 次
2	0.013	75.92	-0.121	

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

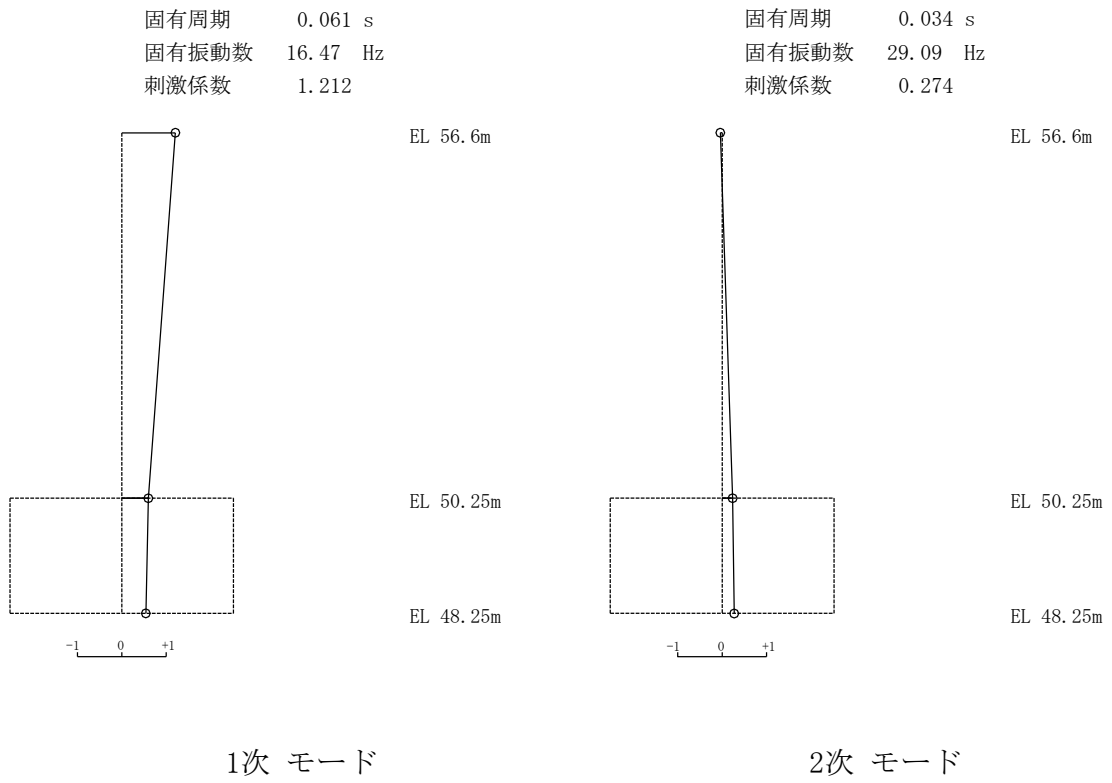


図 4-1 刺激関数図 (N S 方向)

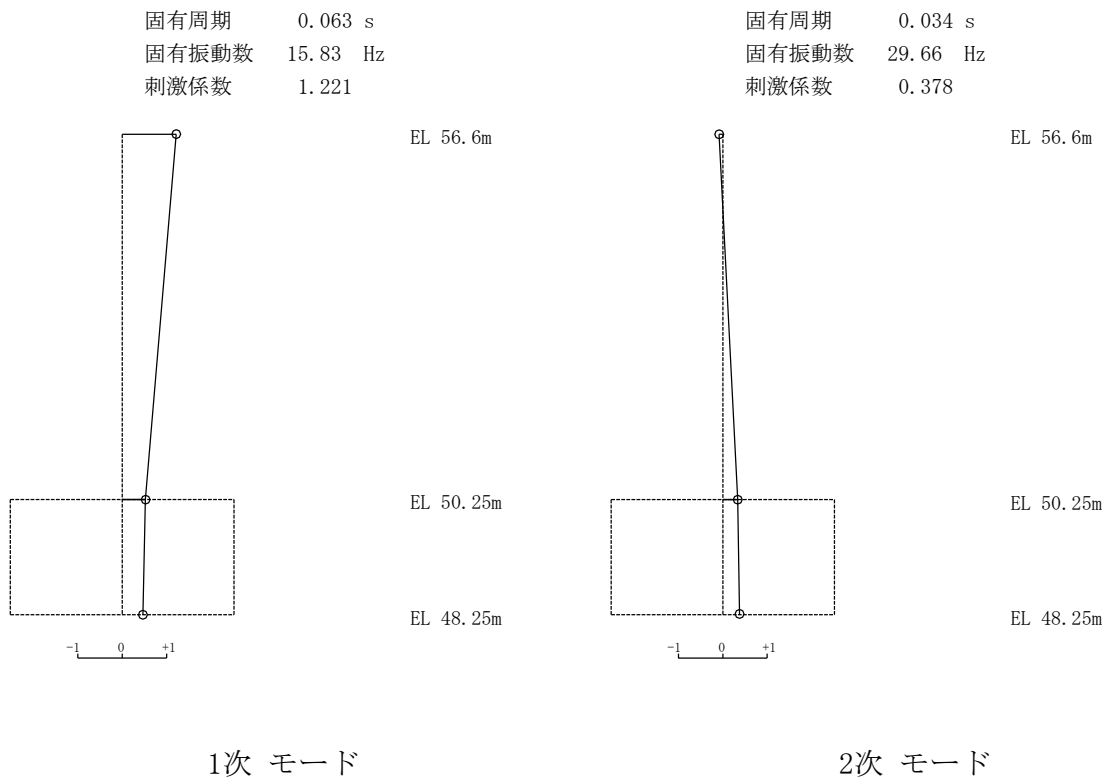
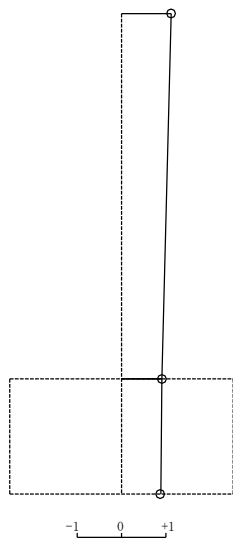


図 4-2 刺激関数図 (E W 方向)



固有周期 0.041 s  
固有振動数 24.63 Hz  
刺激係数 1.121

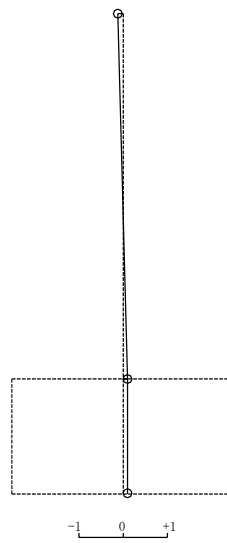
固有周期 0.013 s  
固有振動数 75.92 Hz  
刺激係数 -0.121



EL 56.6m

EL 50.25m

EL 48.25m



EL 56.6m

EL 50.25m

EL 48.25m

1次 モード

2次 モード

図 4-3 刺激関数図 (鉛直方向)

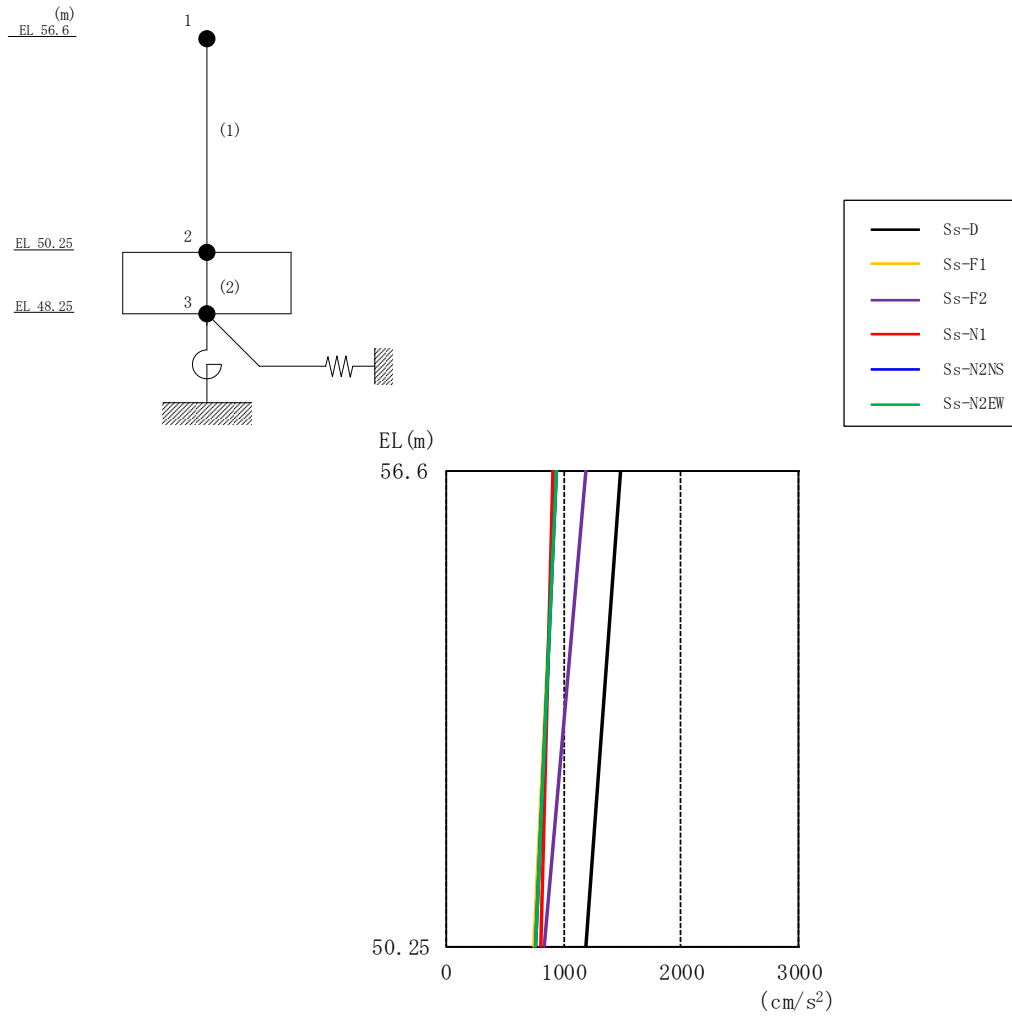


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
56.6	1	1489	931	1185	914	943	944	1489
50.25	2	1195	748	834	800	764	753	1195

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

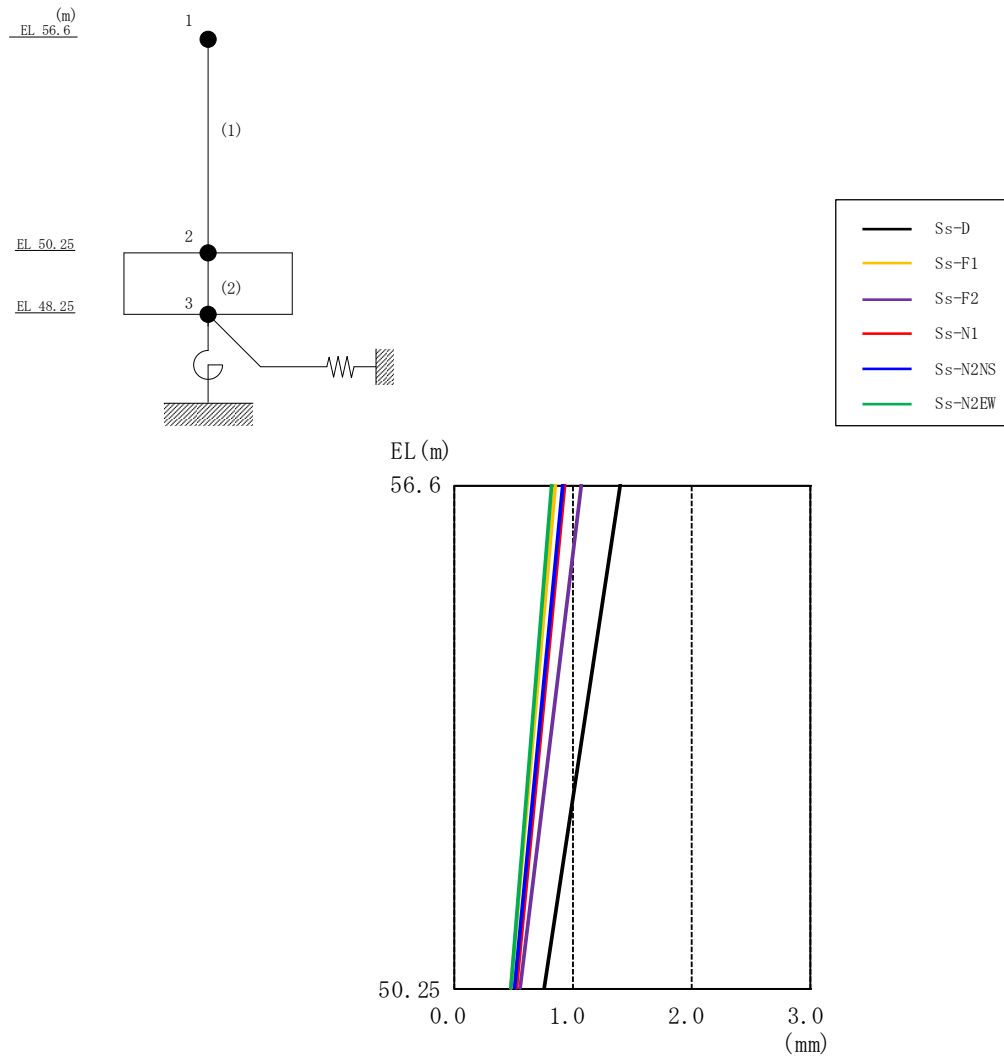


図 4-5 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-3 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6	1	1.40	0.85	1.06	0.93	0.91	0.82	1.40
50.25	2	0.76	0.47	0.56	0.53	0.50	0.47	0.76

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

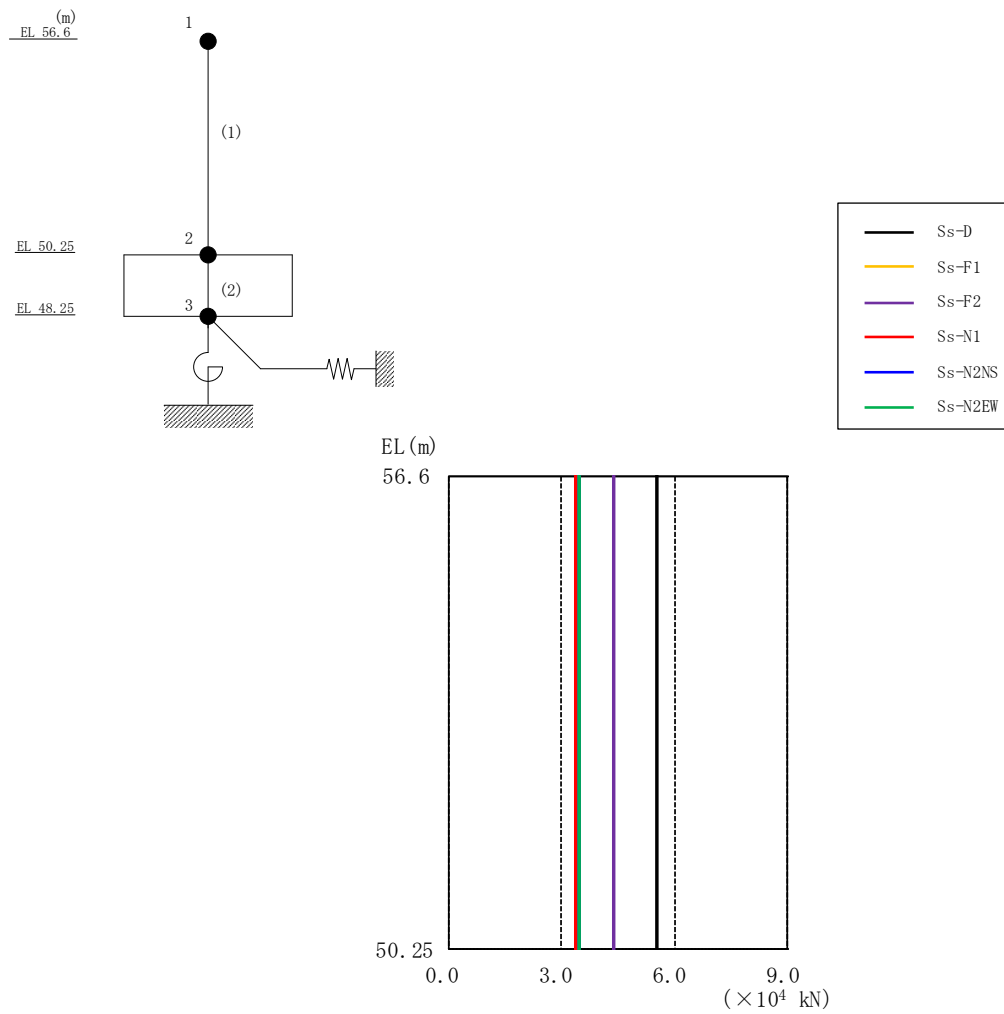


図 4-6 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-4 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
56.6~50.25	1	5.51	3.44	4.38	3.38	3.49	3.49	5.51

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

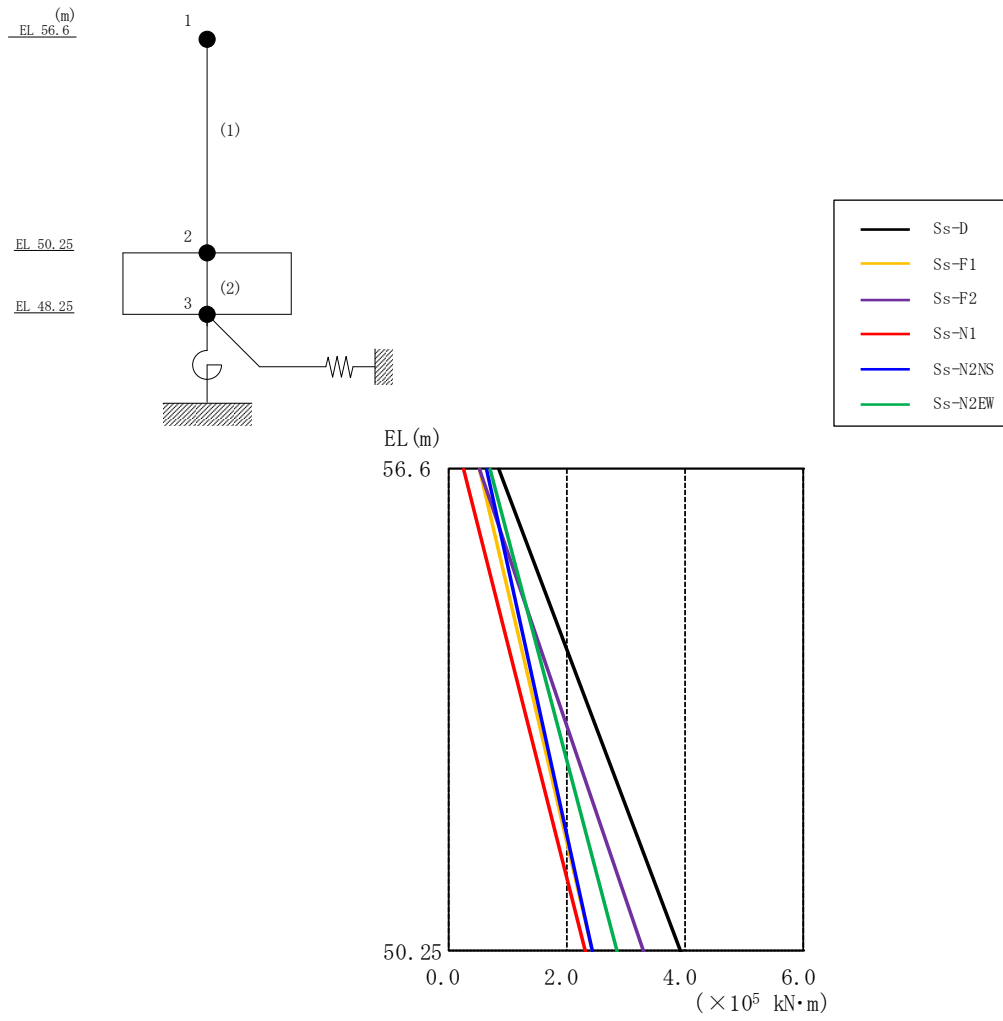


図 4-7 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

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）

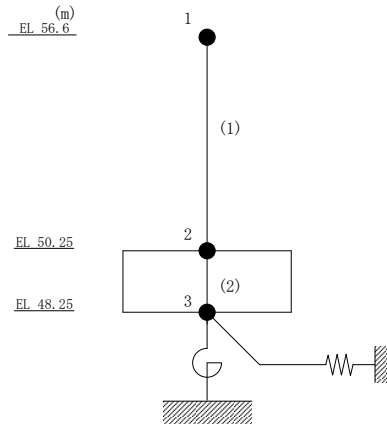
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$ )						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6~50.25	1	0.831	0.521	0.526	0.262	0.625	0.694	0.831
		3.93	2.43	3.28	2.31	2.44	2.83	3.93

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

表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	最大値
56.6~50.25	1	0.08	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.08

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



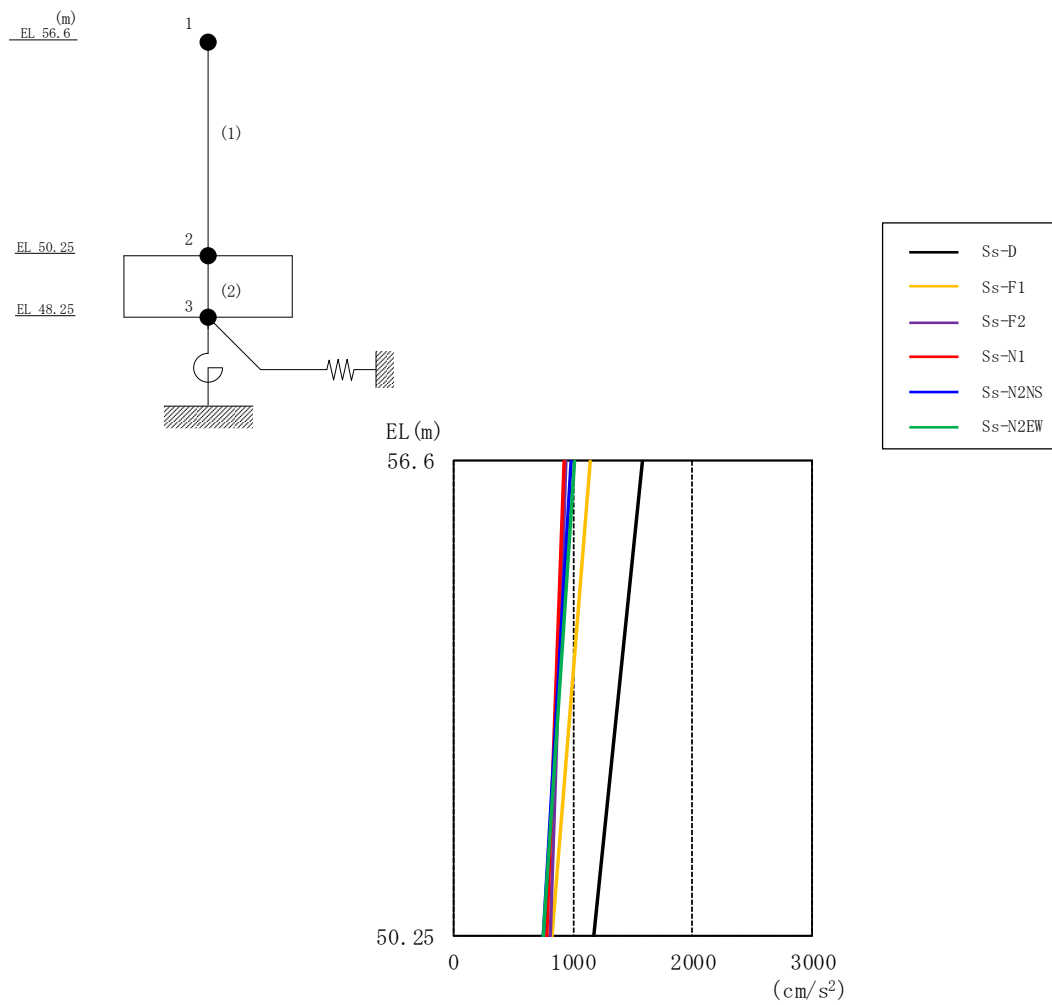


図 4-8 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

表 4-7 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6	1	1578	1148	941	922	983	1009	1578
50.25	2	1176	818	803	775	749	756	1176

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

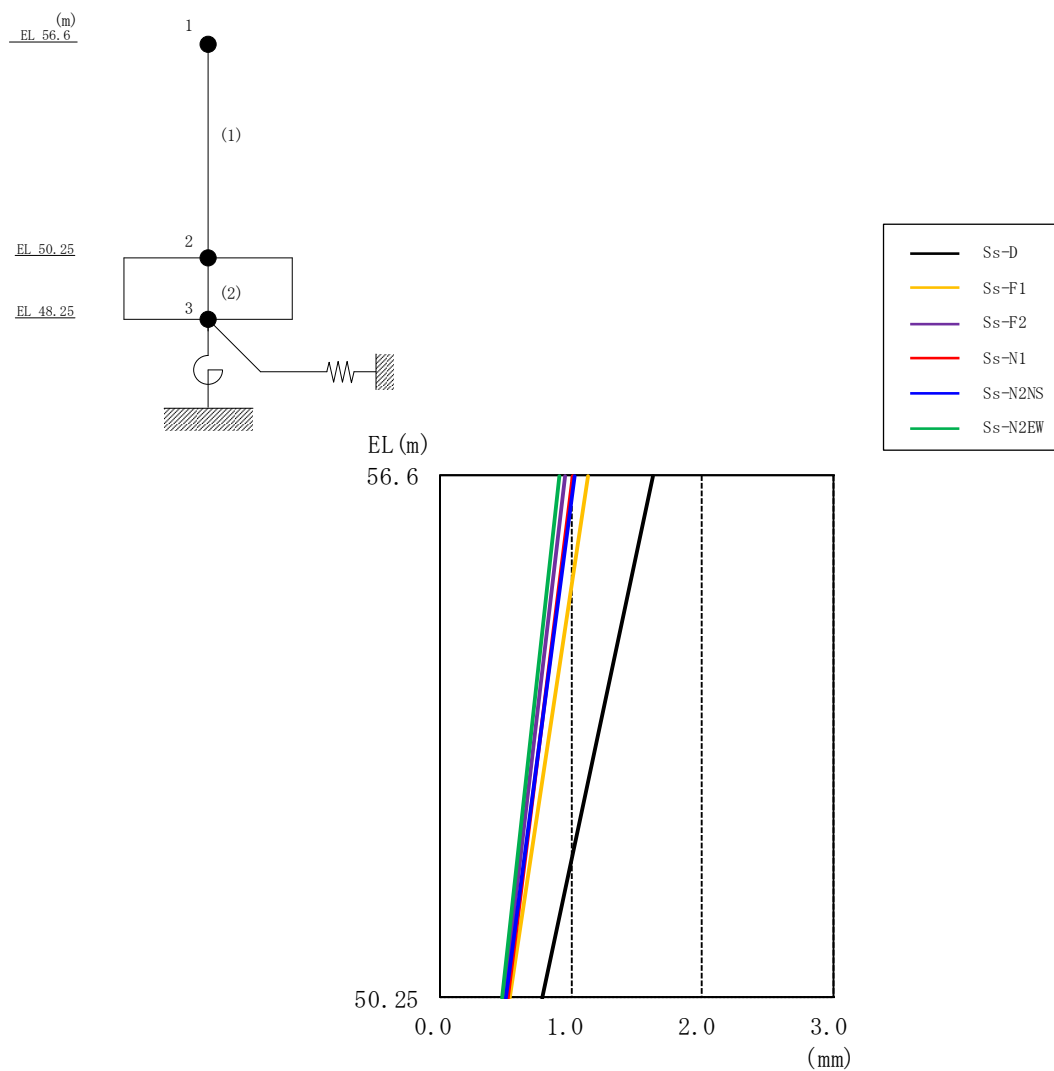


図 4-9 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-8 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6	1	1.63	1.13	0.95	1.02	1.03	0.92	1.63
50.25	2	0.78	0.53	0.48	0.52	0.50	0.48	0.78

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



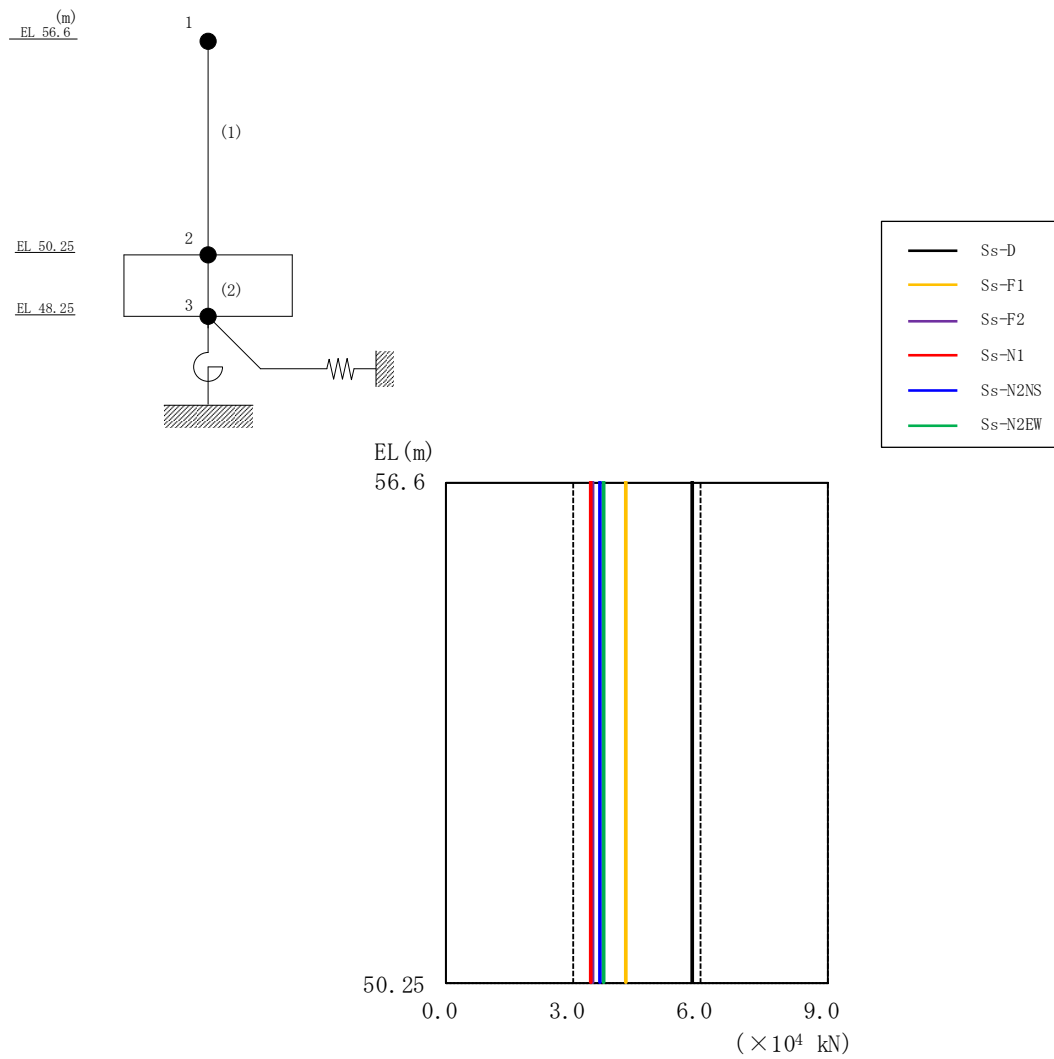


図 4-10 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

表 4-9 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6~50.25	1	5.82	4.24	3.48	3.41	3.64	3.73	5.82

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

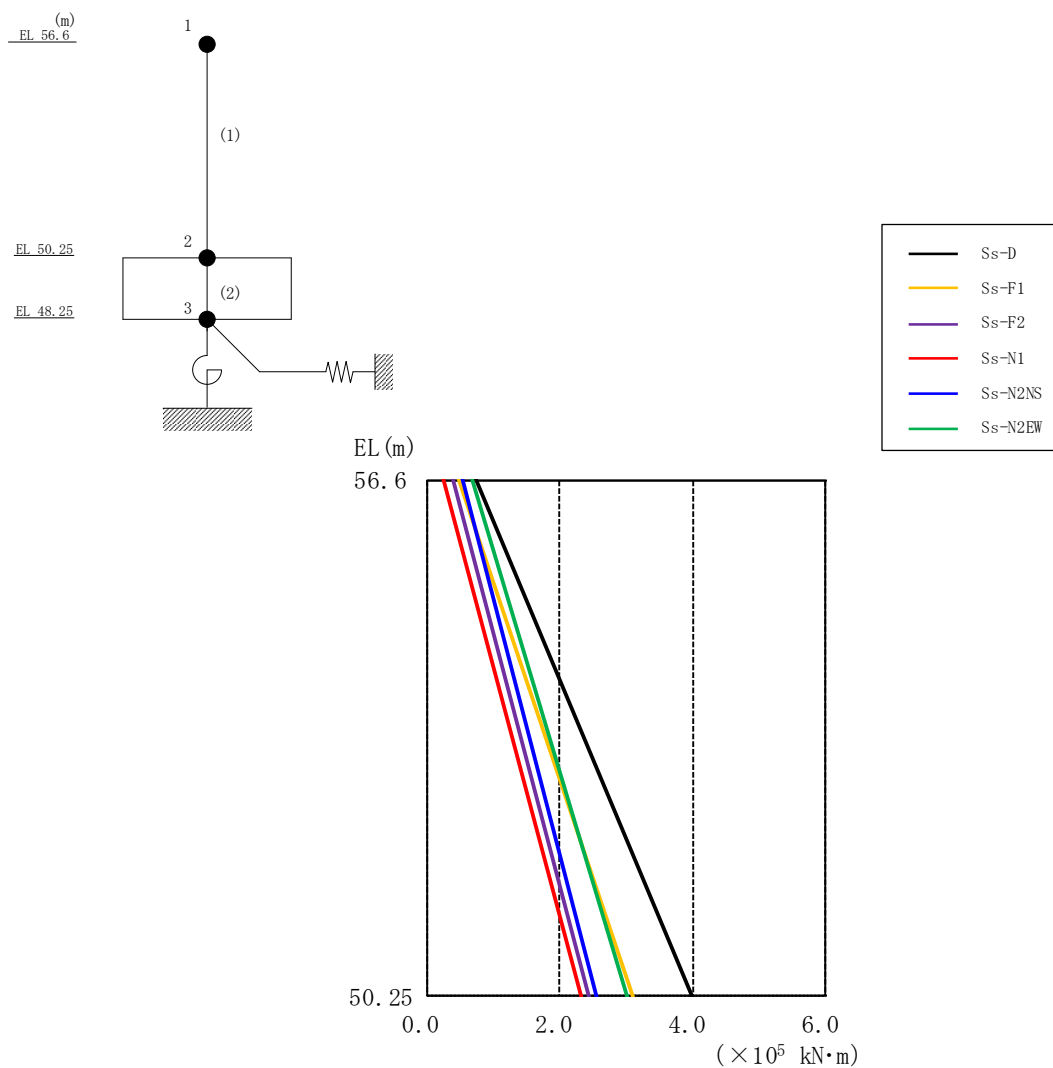


図 4-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

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)

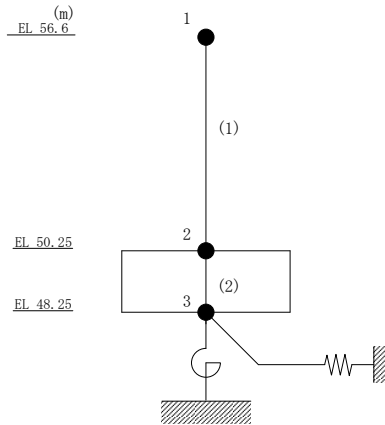
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
56.6~50.25	1	0.739	0.464	0.390	0.257	0.525	0.673	0.739
		3.99	3.11	2.43	2.33	2.54	3.00	3.99

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

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

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	最大値
56.6~50.25	1	0.10	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10

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



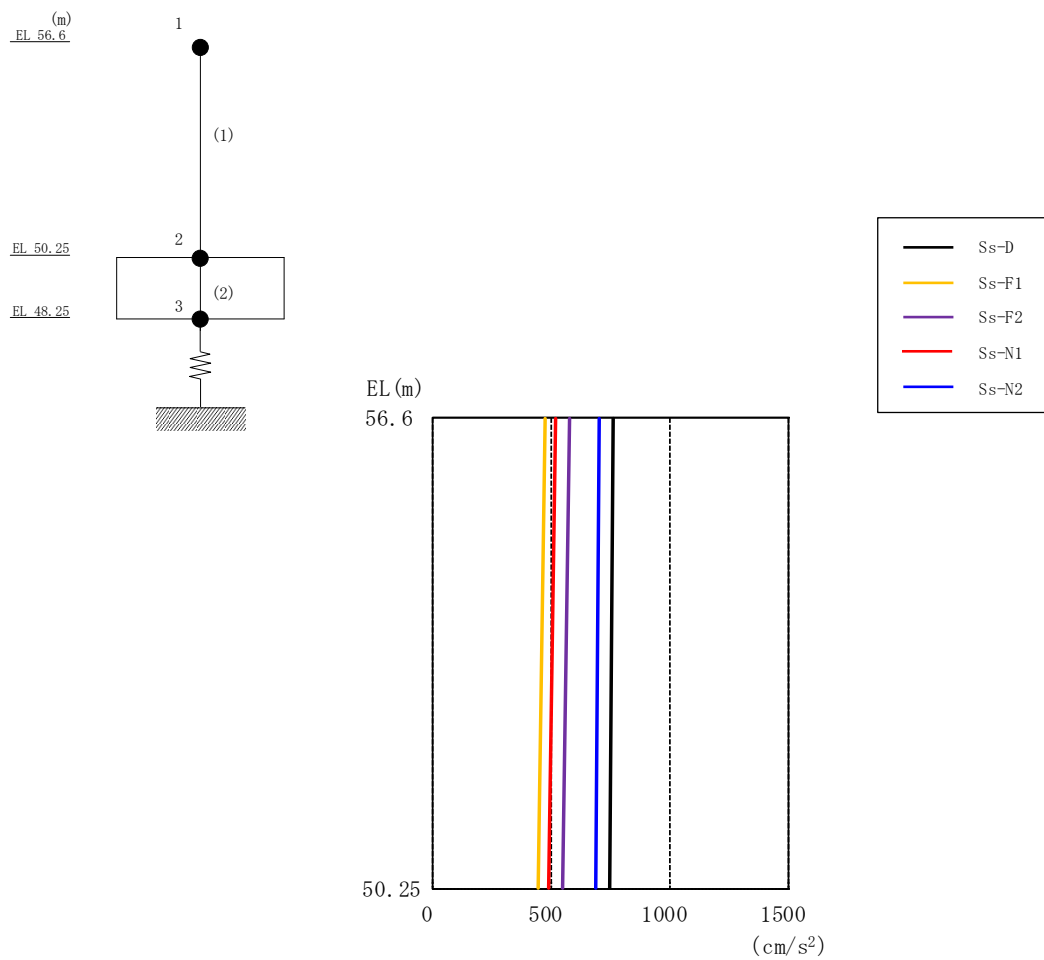


図 4-12 最大応答加速度（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	
56.6	1	765	476	577	516	701	765
50.25	2	747	446	547	490	687	747

注：ハッチングは  $S_s$ -D～ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

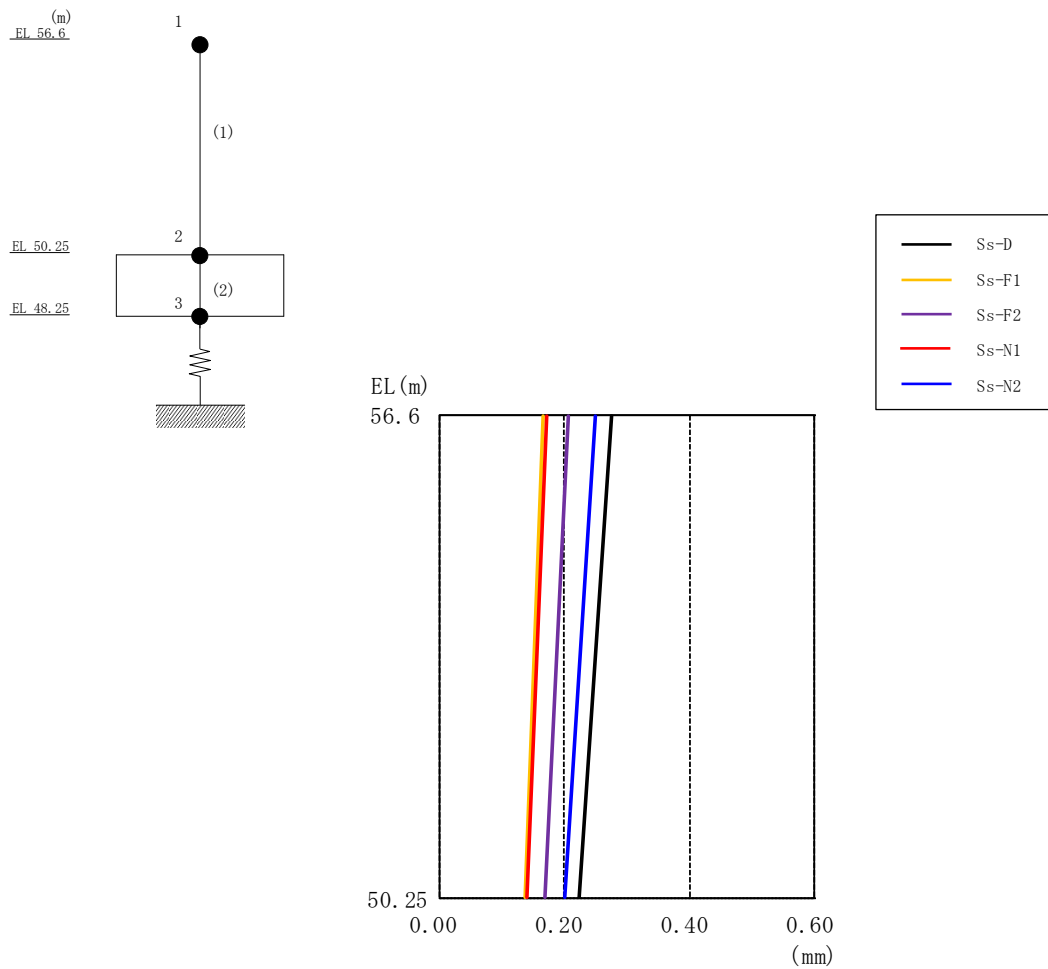


図 4-13 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)					最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2	
56.6	1	0.27	0.17	0.21	0.17	0.25	0.27
50.25	2	0.22	0.14	0.17	0.14	0.20	0.22

注：ハッチングは  $S_s$ -D～ $S_s$ -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

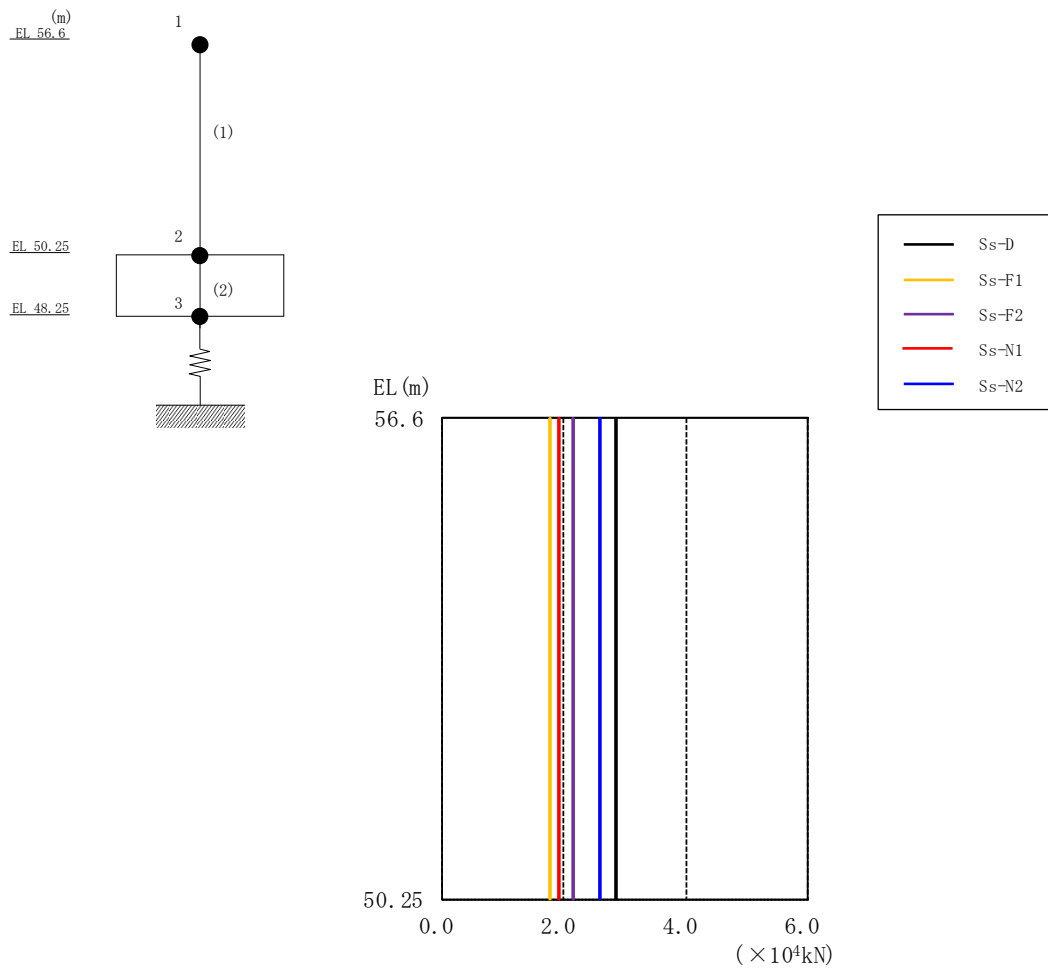


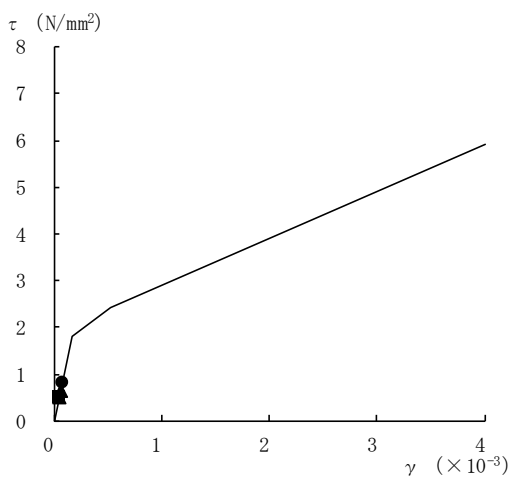
図 4-14 最大応答軸力（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 (×10 <sup>4</sup> kN)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
56.6~50.25	1	2.84	1.77	2.14	1.92	2.60	2.84

注：ハッチングは S<sub>s</sub>-D ~ S<sub>s</sub>-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

● S<sub>s</sub>-D ○ S<sub>s</sub>-F1 ▲ S<sub>s</sub>-F2 △ S<sub>s</sub>-N1 ■ S<sub>s</sub>-N2NS □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)

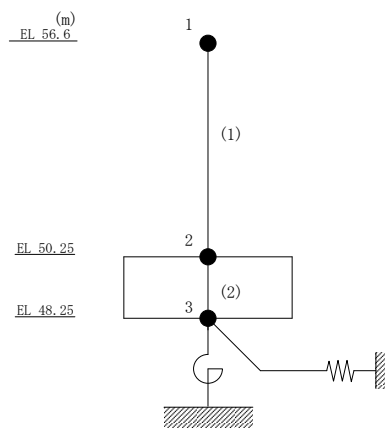
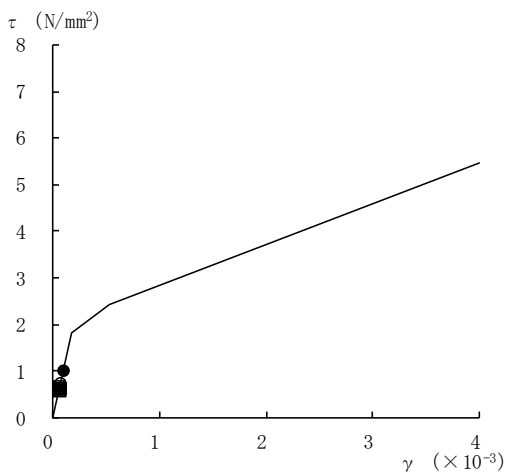


図 4-15 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

● S<sub>s</sub>-D ○ S<sub>s</sub>-F1 ▲ S<sub>s</sub>-F2 △ S<sub>s</sub>-N1 ■ S<sub>s</sub>-N2NS □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)

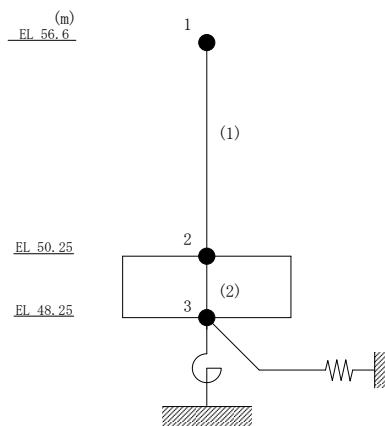
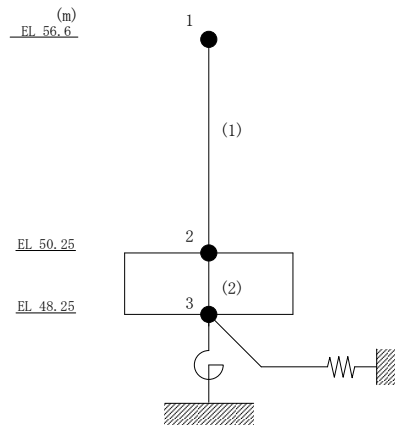
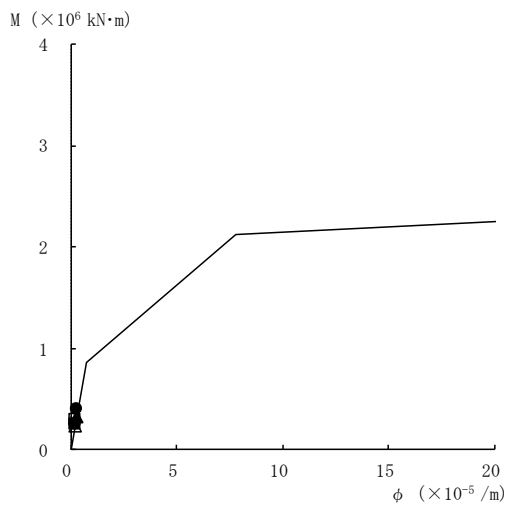


図 4-16 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

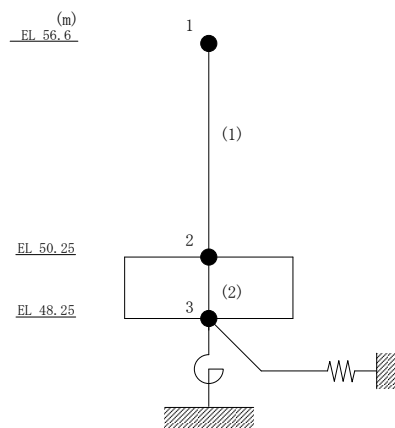
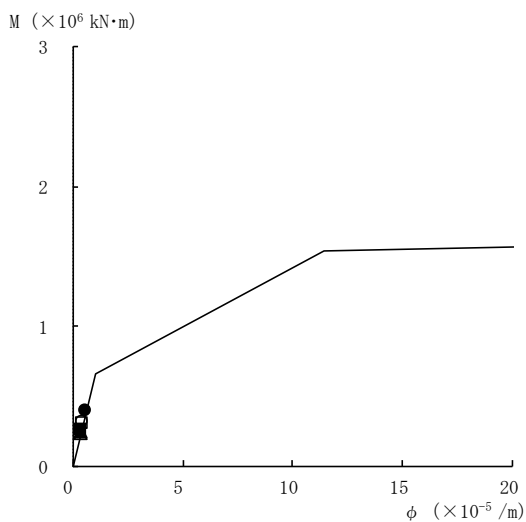
● S<sub>s</sub>-D ○ S<sub>s</sub>-F1 ▲ S<sub>s</sub>-F2 △ S<sub>s</sub>-N1 ■ S<sub>s</sub>-N2NS □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)

図 4-17 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

● S<sub>s</sub>-D ○ S<sub>s</sub>-F1 ▲ S<sub>s</sub>-F2 △ S<sub>s</sub>-N1 ■ S<sub>s</sub>-N2NS □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)

図 4-18 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)



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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.319	0.602	86.3
$S_s - F1$	0.244	0.373	100
$S_s - F2$	0.283	0.494	97.7
$S_s - N1$	0.243	0.365	100
$S_s - N2NS$	0.257	0.379	100
$S_s - N2EW$	0.269	0.405	100

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.502	0.616	70.5
$S_s - F1$	0.295	0.464	90.0
$S_s - F2$	0.269	0.373	100
$S_s - N1$	0.264	0.366	100
$S_s - N2NS$	0.283	0.394	99.1
$S_s - N2EW$	0.298	0.427	94.9

#### 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定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-16 及び表 4-17, 図 4-19 及び図 4-20 に示す。

表 4-16 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (m)	構造特性係数 $D_s$	形状特性係数 $F_{e s}$	必要保有水平耐力 $Q_{u n} (\times 10^3 \text{kN})$
56.6~50.25	0.55	1.00	15.97

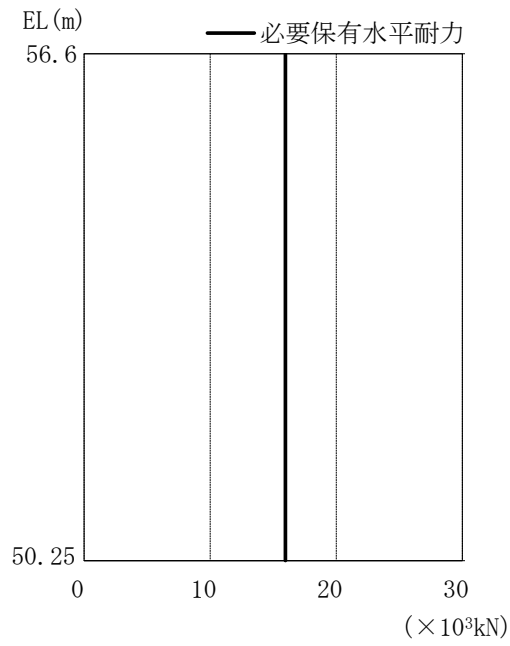


图 4-19 必要保有水平耐力 (N S 方向)

表 4-17 必要保有水平耐力 (E W 方向)

EL (m)	構造特性係数 $D_s$	形状特性係数 $F_{e s}$	必要保有水平耐力 $Q_{u n} (\times 10^3 \text{kN})$
56.6~50.25	0.55	1.30	20.76

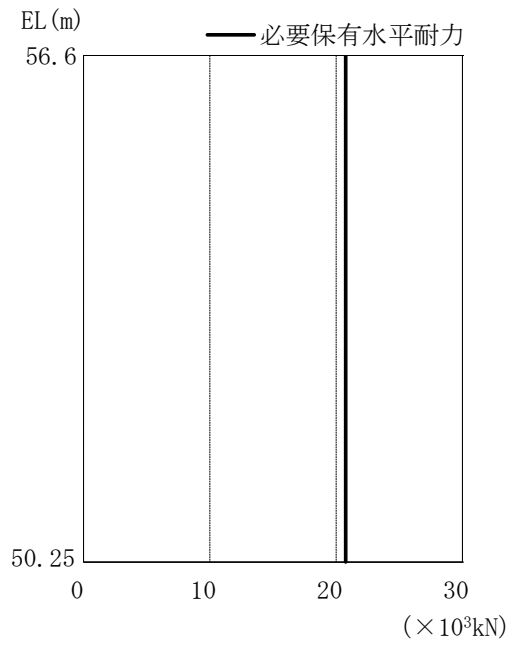


图 4-20 必要保有水平耐力 (E W 方向)

VI-2-2-13 排気筒の地震応答計算書

## 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	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 解析方法	10
3.1 設計に用いる地震波	10
3.2 地震応答解析モデル	29
3.2.1 水平方向及び鉛直方向	30
3.3 解析方法	46
3.3.1 動的解析	46
3.3.2 静的解析	46
3.4 解析条件	48
3.4.1 材料物性の不確かさ等	48
4. 解析結果	50
4.1 動的解析	50
4.1.1 固有値解析結果	50
4.1.2 地震応答解析結果	50
4.2 静的解析	83

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく排気筒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定した各種応答値及び静的地震力は、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、各種応答値については排気筒の構造強度の確認に用いる。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

排気筒の設置位置を図 2-1 に示す。

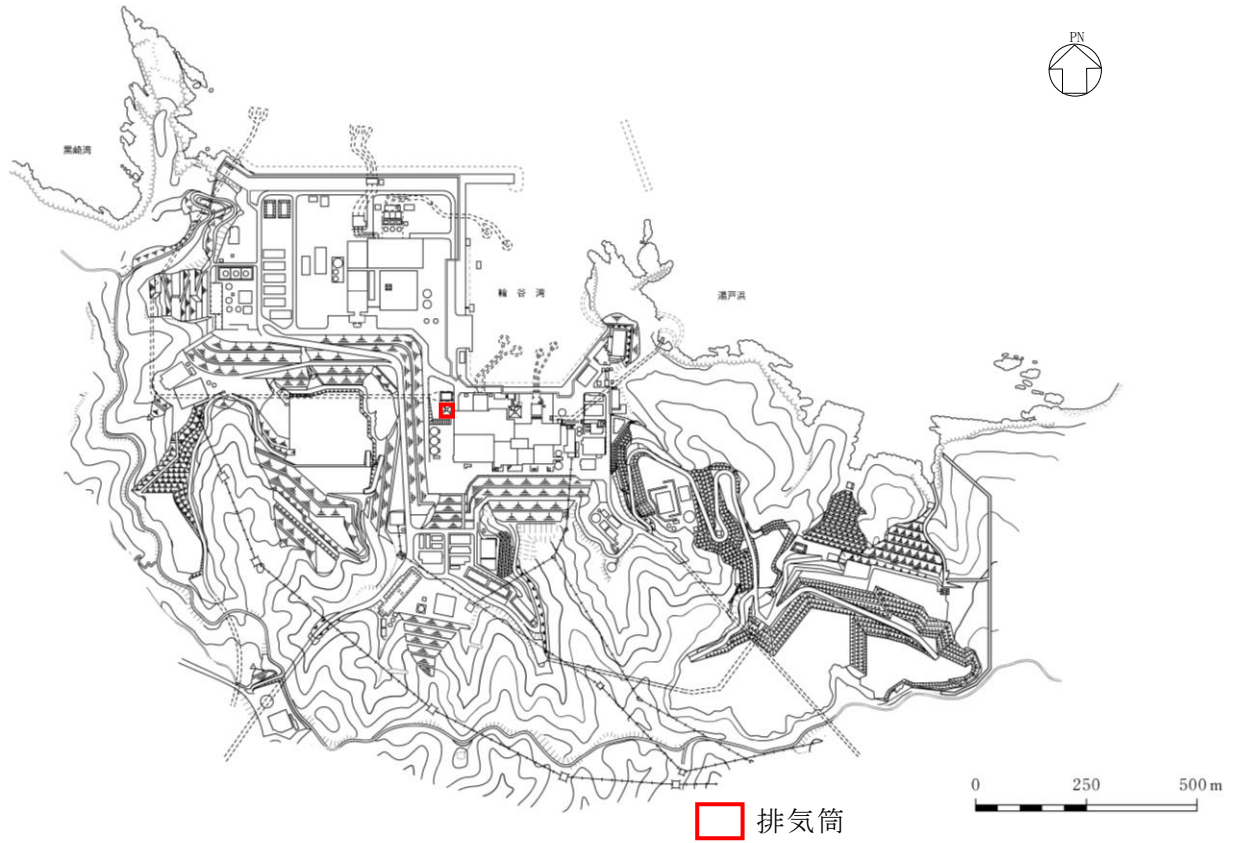


図 2-1 排気筒の設置位置



## 2.2 構造概要

排気筒は、地盤からの高さ 120m である内径 3.3m の鋼板製筒身（空調換気系用排気筒）を鋼管四角形鉄塔で支えた鋼製鉄塔支持型排気筒である。

排気筒の基礎は鉄筋コンクリート造であり、岩盤に直接設置している。

また、筒身外部には非常用ガス処理系用排気筒が筒身に支持されている。

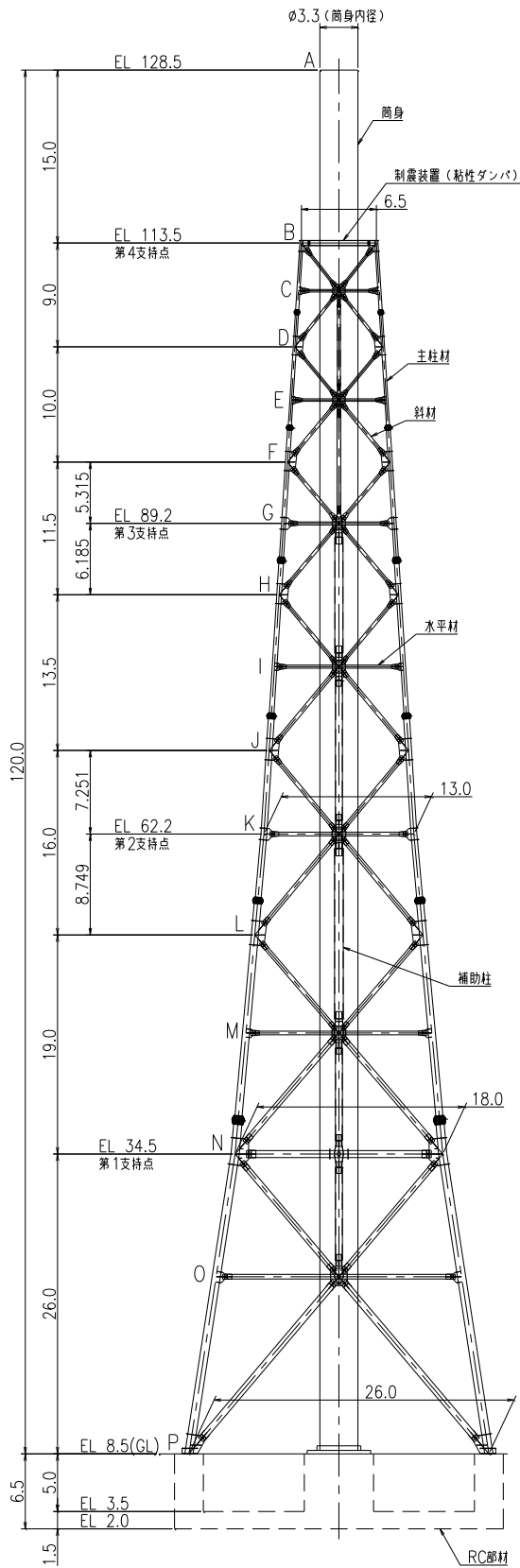
筒身は第 4 支持点位置（EL 113.5m\*）にて制震装置（粘性ダンパ）を介して鉄塔と接合されている。

排気筒の概要図を図 2-2 に、主要レベルの概略平面図を図 2-3 に、基礎の概要図を図 2-4 に示す。

### 構造概要

構造形状	鋼製鉄塔支持型（制震装置（粘性ダンパ）付）
排気筒高さ	筒身 120.0m（EL 128.5m）
鉄塔高さ	105.0m（EL 113.5m）
鉄塔幅	頂部 6.5m 根開き 26.0m
筒身支持点位置	EL 34.5m, EL 62.2m, EL 89.2m, EL 113.5m
基礎	鉄筋コンクリート造

注記\*：「EL」は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたレベルを示す。



部材リスト (単位:mm)				
主柱材	斜材	水平材	筒身	補助柱
-	-	-	10	-
φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	H-450×300 x10x15*2	12	-
φ355.6×6.4	φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	10	φ267.4×6.0
φ406.4×7.9	φ267.4×6.6	φ267.4×6.6	12	φ318.5×6.0
φ508.0×9.5	φ318.5×6.9	φ267.4×6.6	10	φ711.2×7.9
φ609.6×12.7	φ355.6×7.9	φ318.5×6.9	12	φ609.6×12.7
φ711.2×12.7 8PLs-22x100*1	φ457.2×9.5	φ609.6×9.5	10	φ762.0×12.7*3
φ558.8×9.5	φ609.6×9.5	t=10	12	φ609.6×12.7*3
φ406.4×9.5	-	-	-	-
STK41 (STK400相当)	-	-	-	-
SMA41A (SMA400AP相当)	-	-	-	-
STK400	-	-	-	-

注記\*1: SS400材を示す。  
 \*2: SS41材 (SS400相当) を示す。  
 \*3: STK490材を示す。

図 2-2 排気筒の概要図 (単位:m)

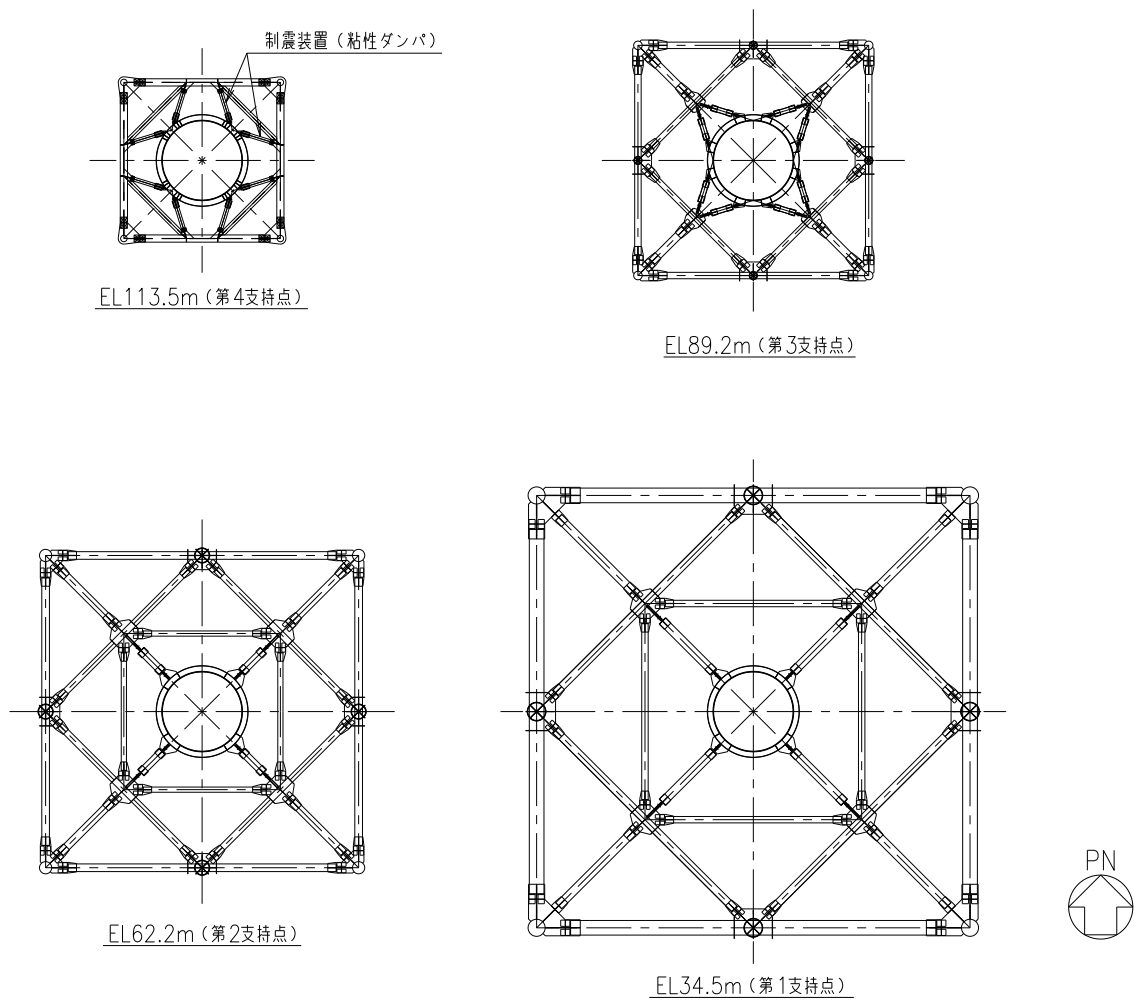


図 2-3 主要レベルの概略平面図

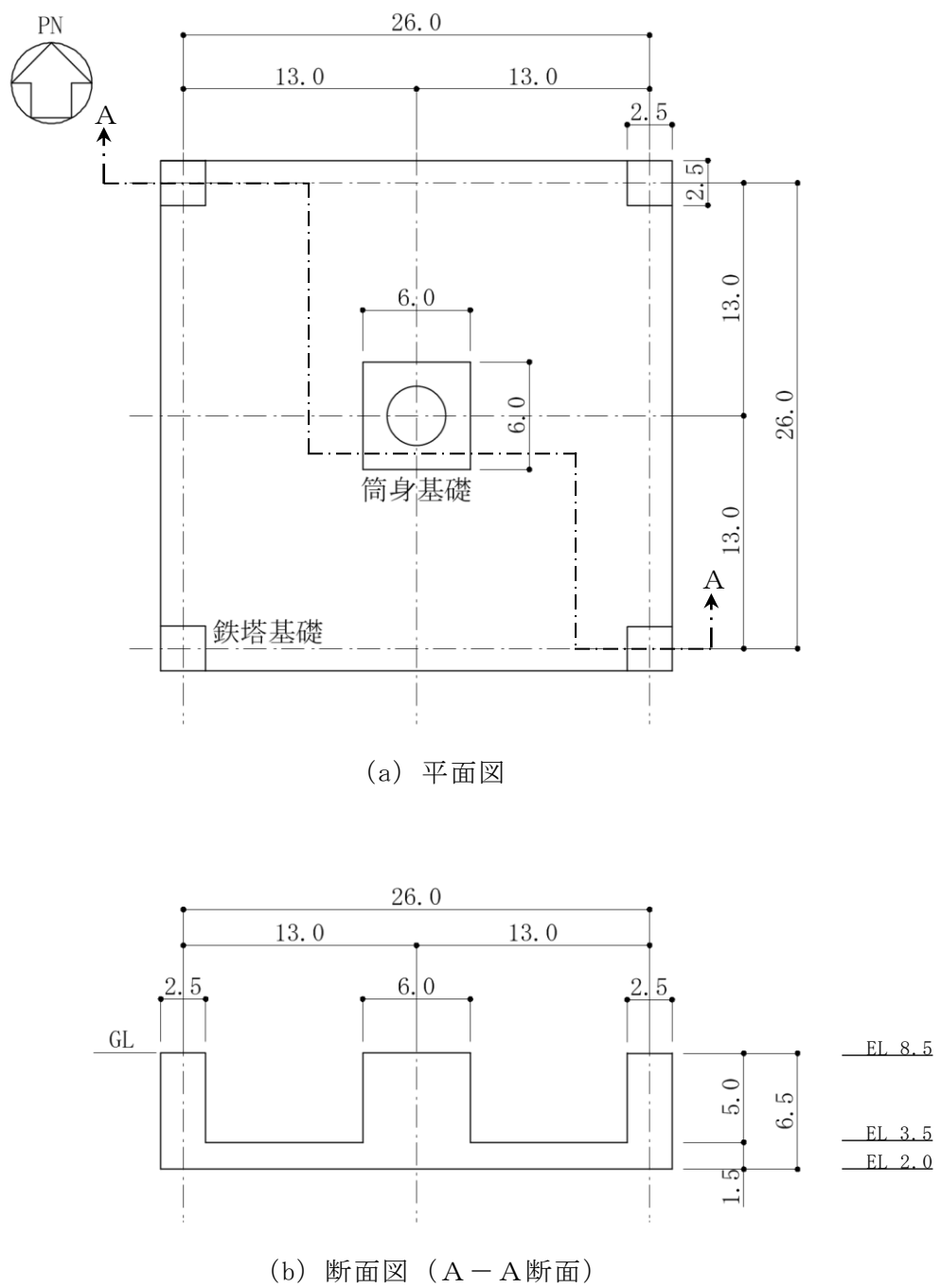


図 2-4 基礎の概要図 (単位 : m)

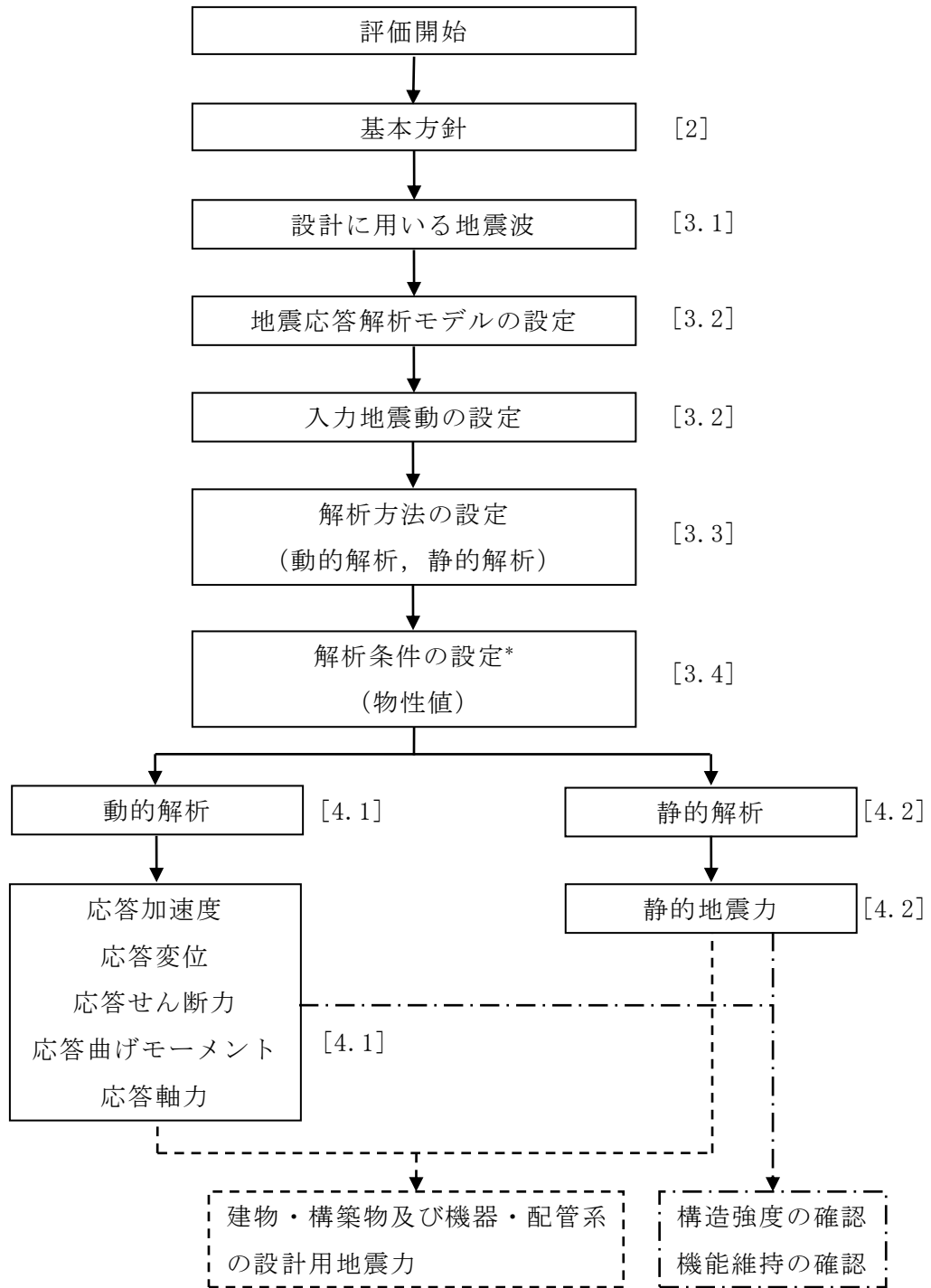
### 2.3 解析方針

排気筒の地震応答解析は，VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2-5に排気筒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，変位等を含む各種応答値を算定する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力を算定する。



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 2-5 排気筒の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

排気筒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。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・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 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 2005 改定)
- ・煙突構造設計施工指針 ( (財) 日本建築センター, 1982 年版)
- ・煙突構造設計指針 ( (社) 日本建築学会, 2007 制定)
- ・塔状鋼構造設計指針・同解説 ( (社) 日本建築学会, 1980 制定)
- ・鋼構造座屈設計指針 ( (社) 日本建築学会, 1996 改定)
- ・容器構造設計指針・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2010 改定)

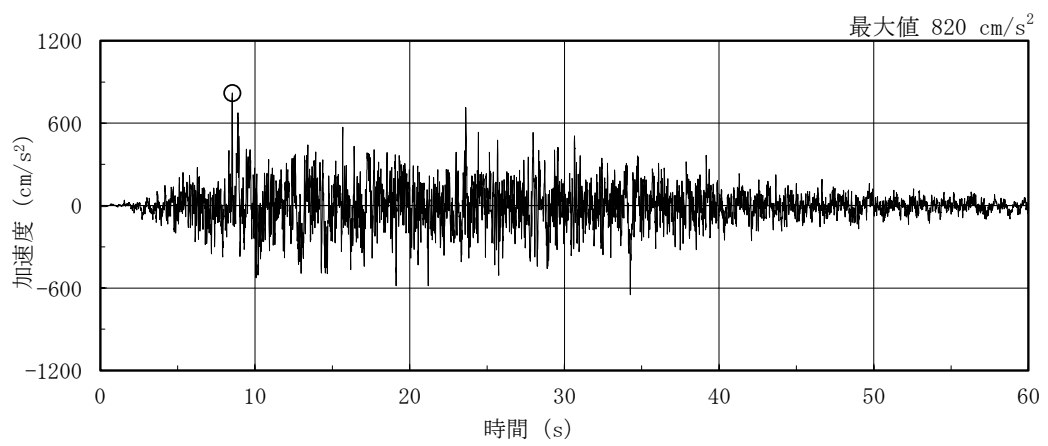
### 3. 解析方法

#### 3.1 設計に用いる地震波

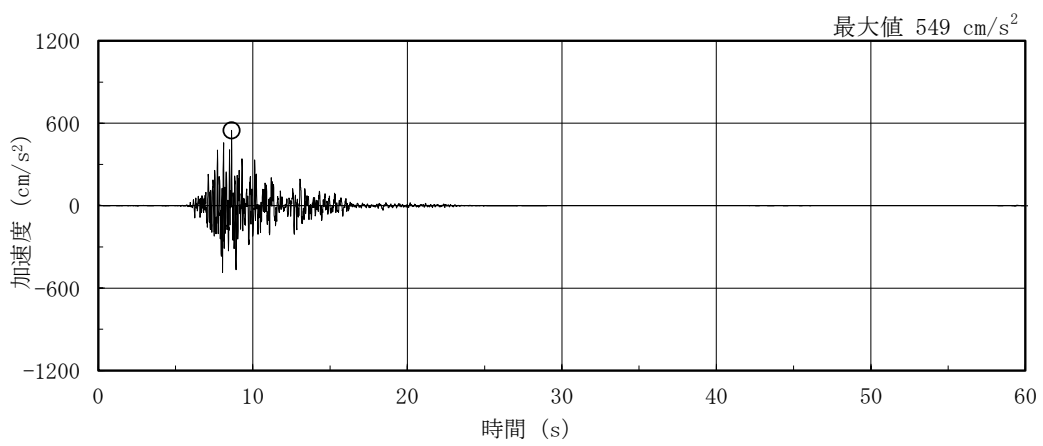
排気筒の地震応答解析モデルは、構造物と地盤の相互作用を評価した構造物－地盤連成モデルとする。この構造物－地盤連成モデルへの入力地震動は、VI-2-1-2「基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する地震波を用いることとする。

基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-8 に示す。

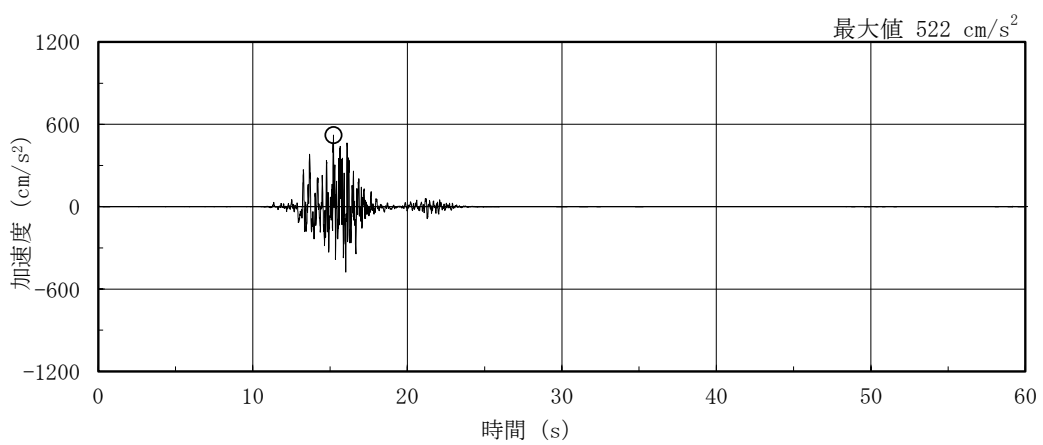




(a) S s - D

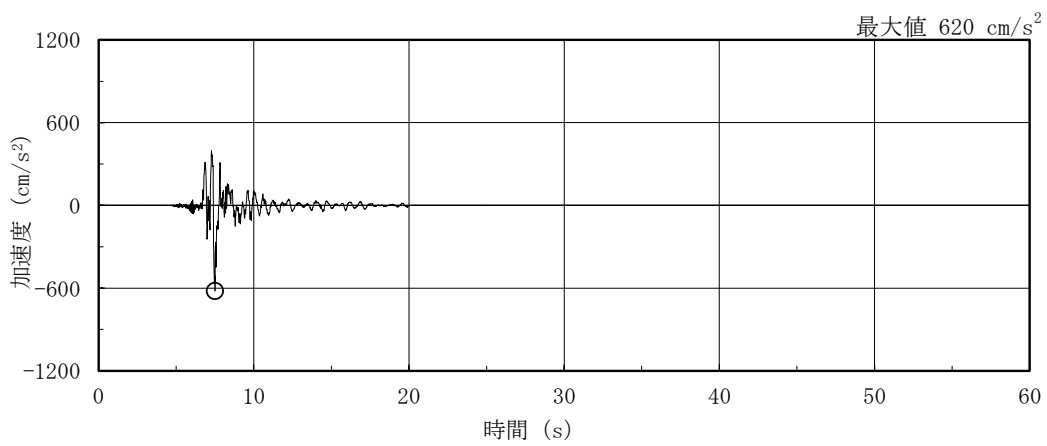


(b) S s - F 1

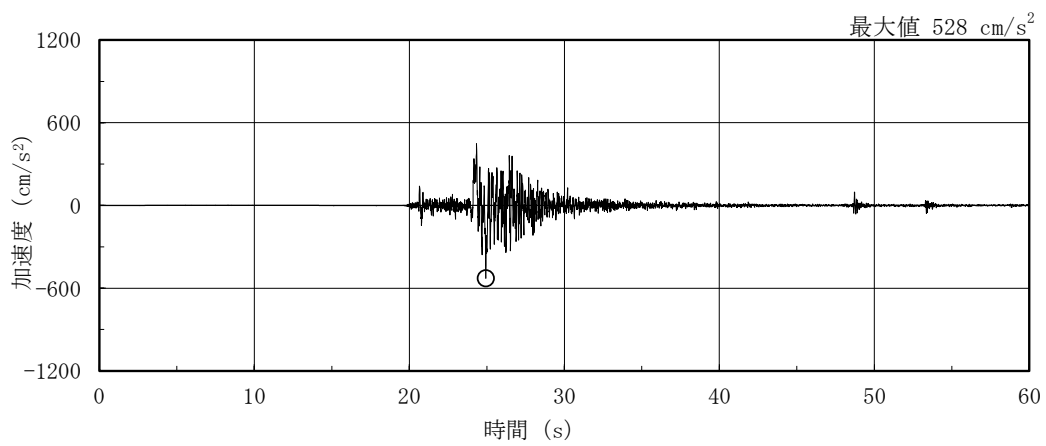


(c) S s - F 2

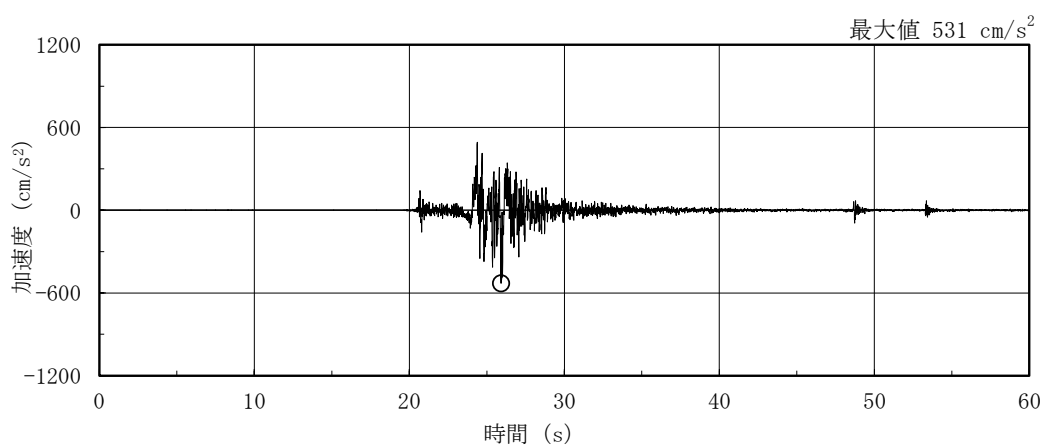
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1

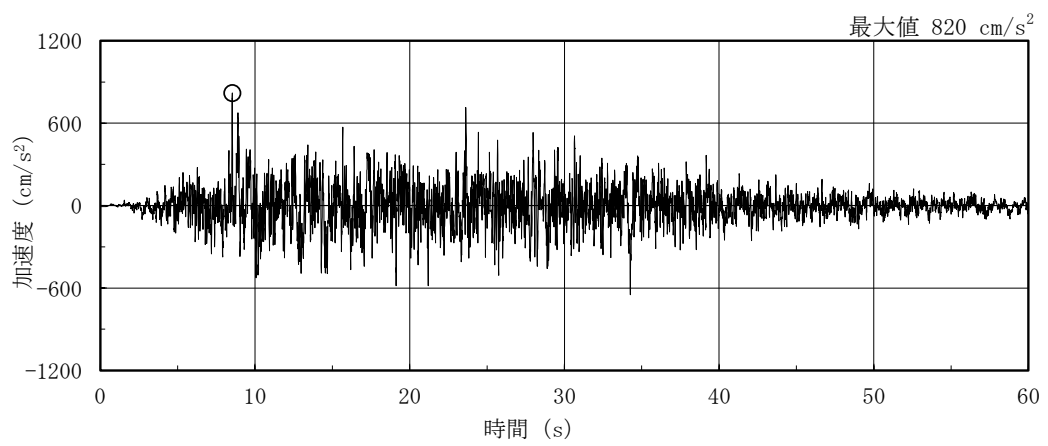


(e) S s - N 2 N S

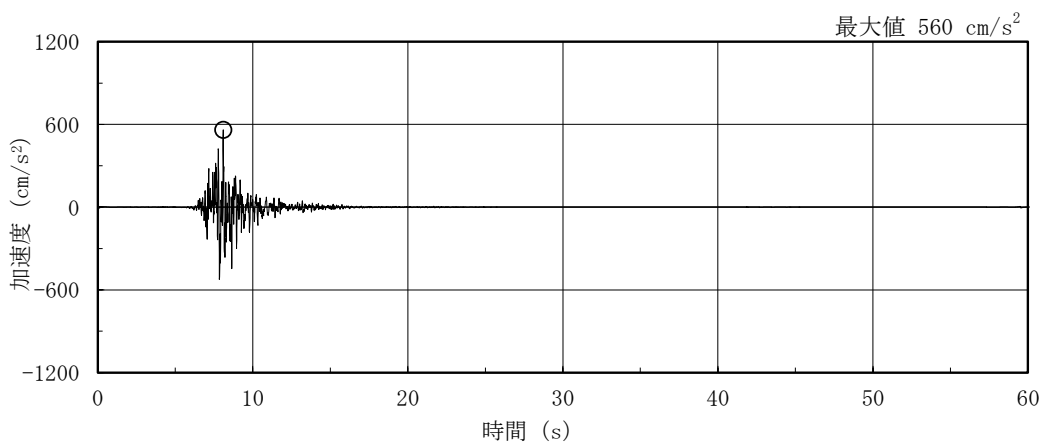


(f) S s - N 2 E W

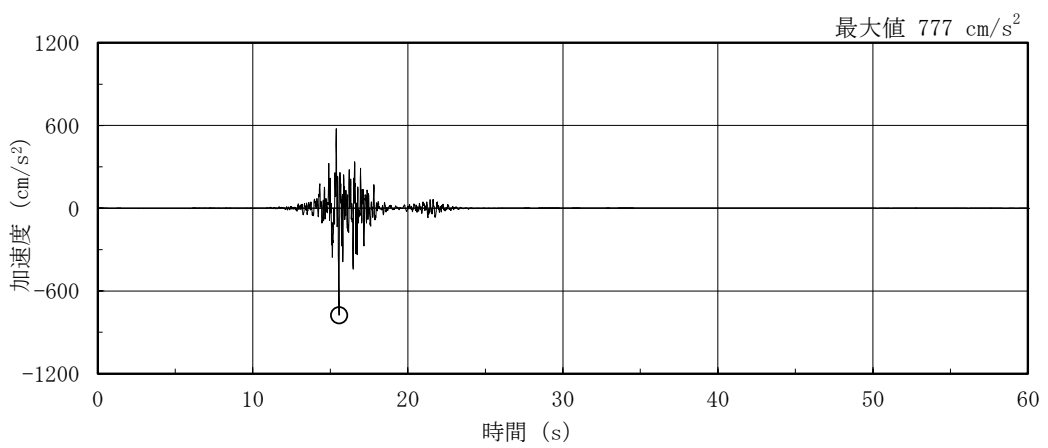
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

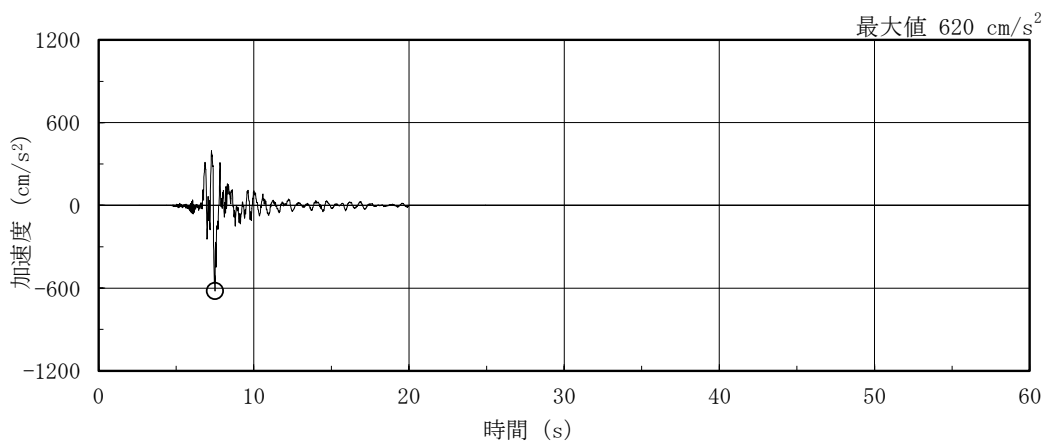


(b) S s - F 1

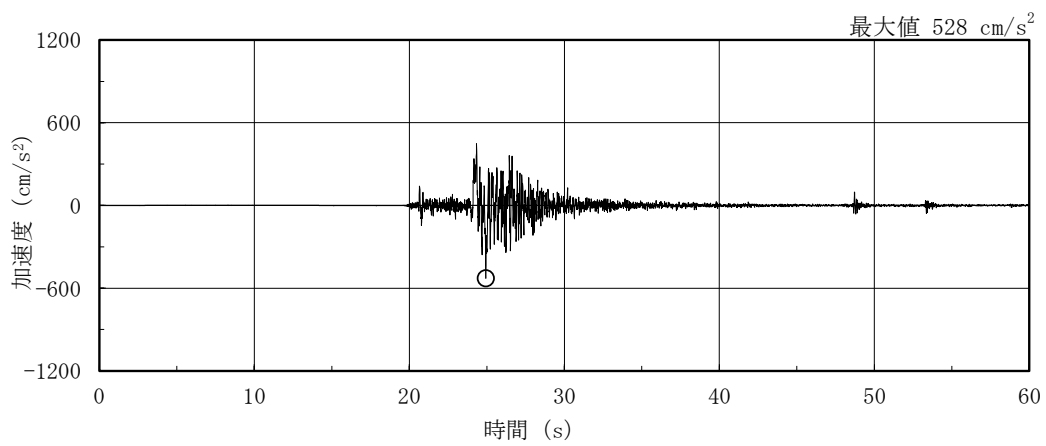


(c) S s - F 2

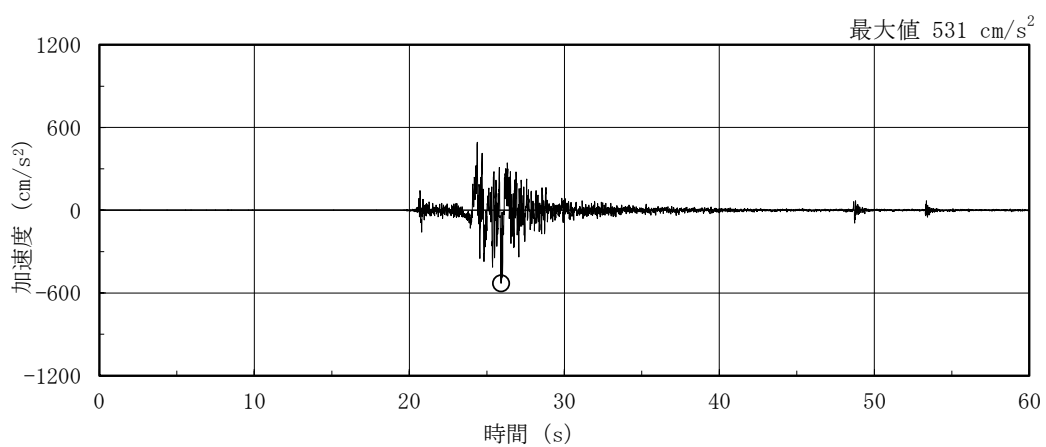
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(d) S s - N 1

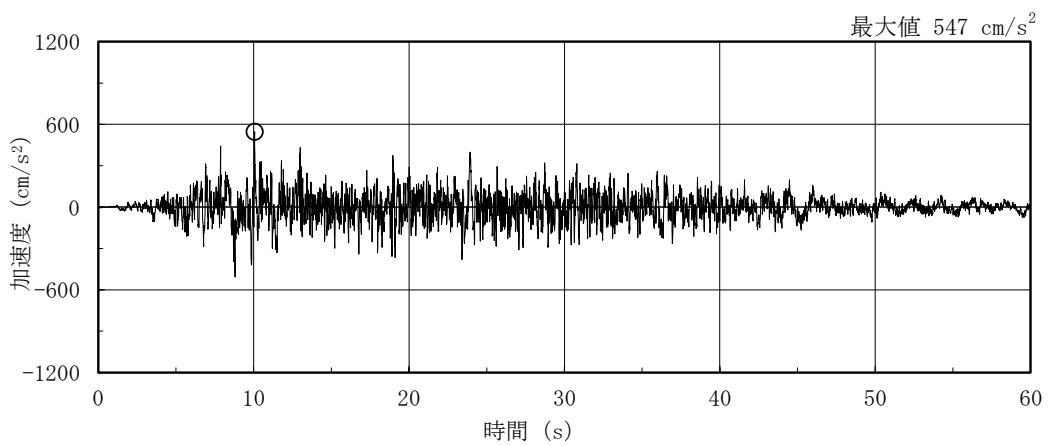


(e) S s - N 2 N S

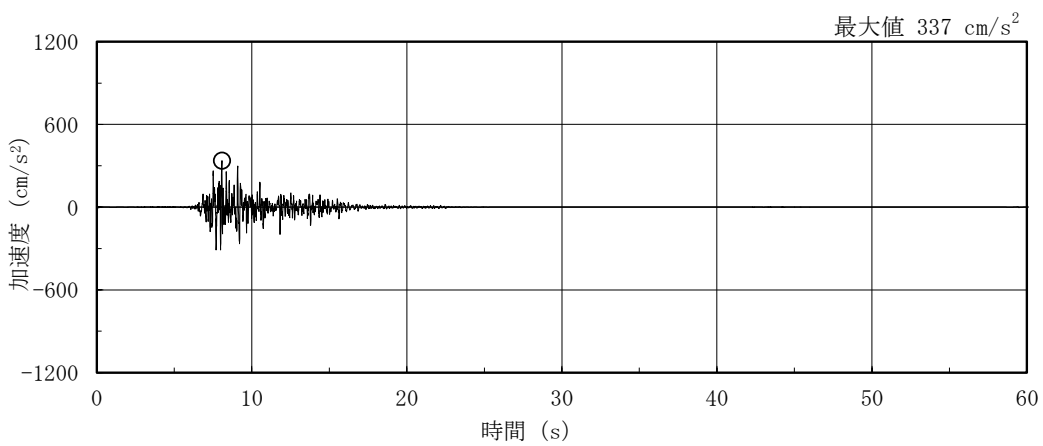


(f) S s - N 2 E W

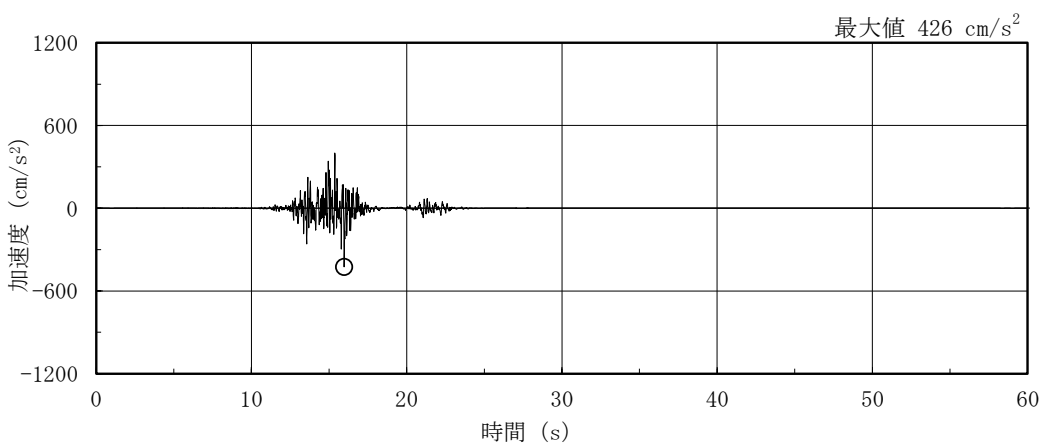
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, E W 方向)



(a) S s - D

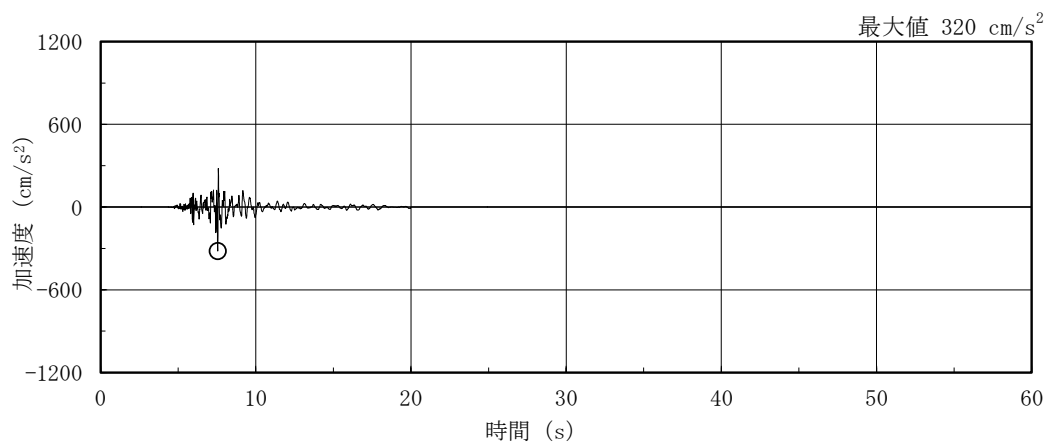


(b) S s - F 1

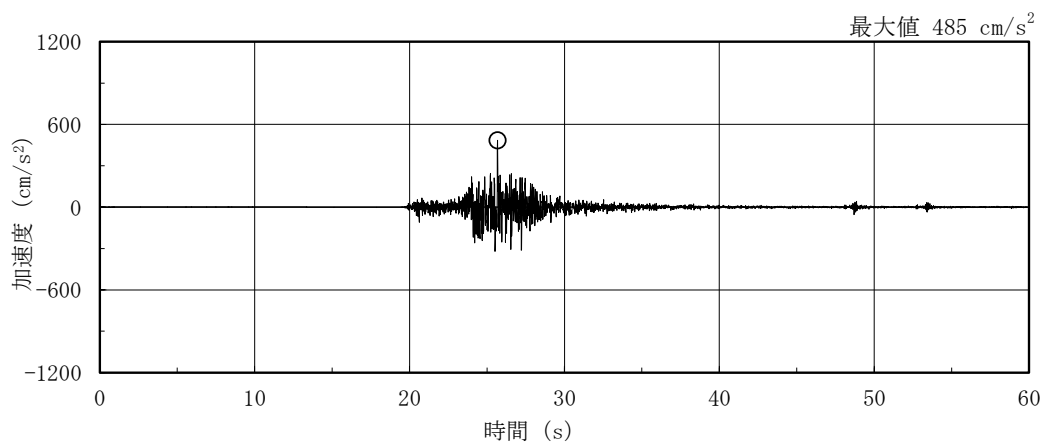


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)



(d) S s - N 1



(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

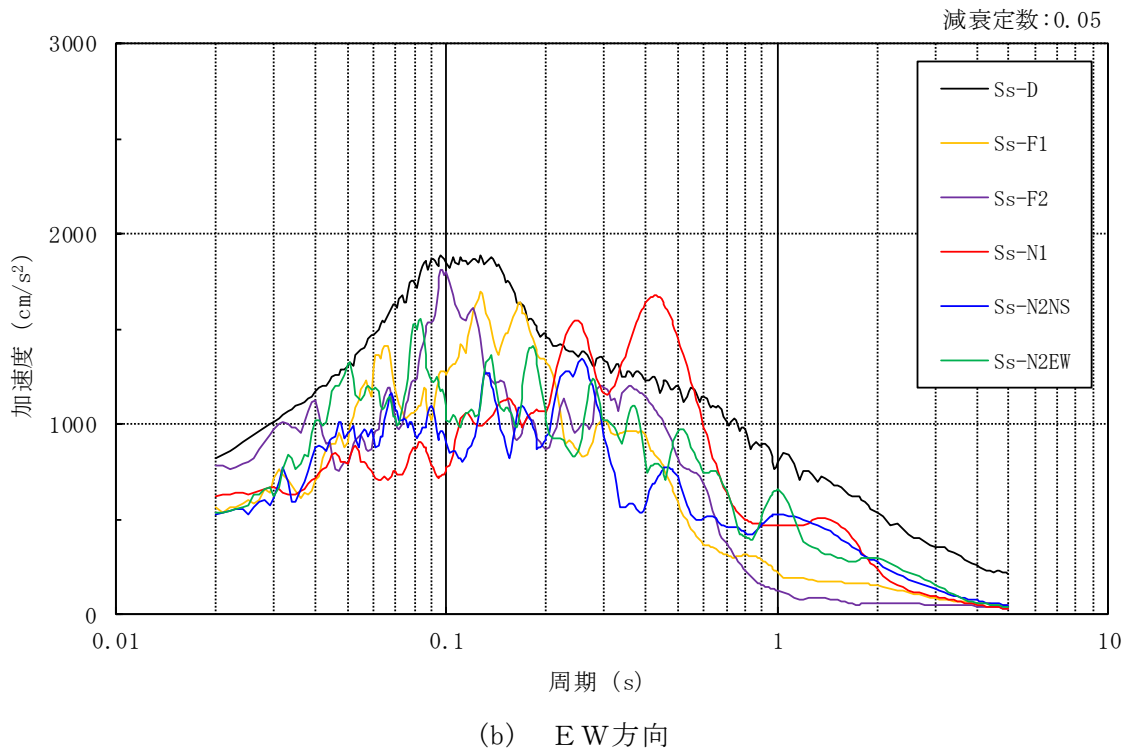
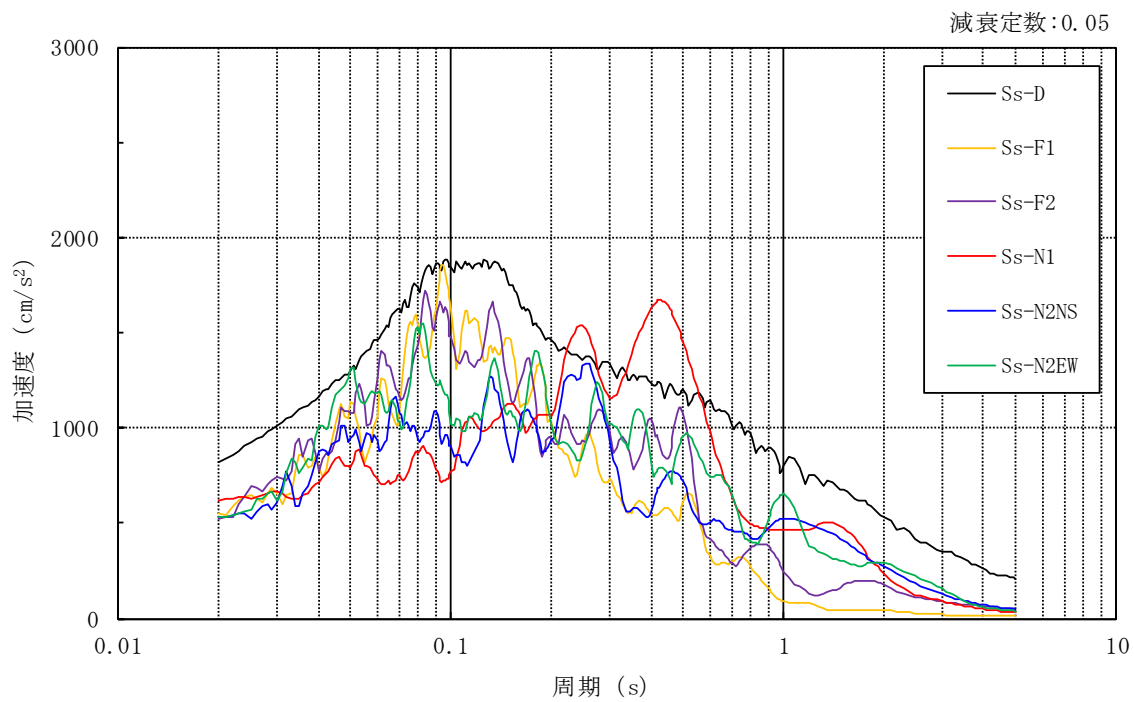


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

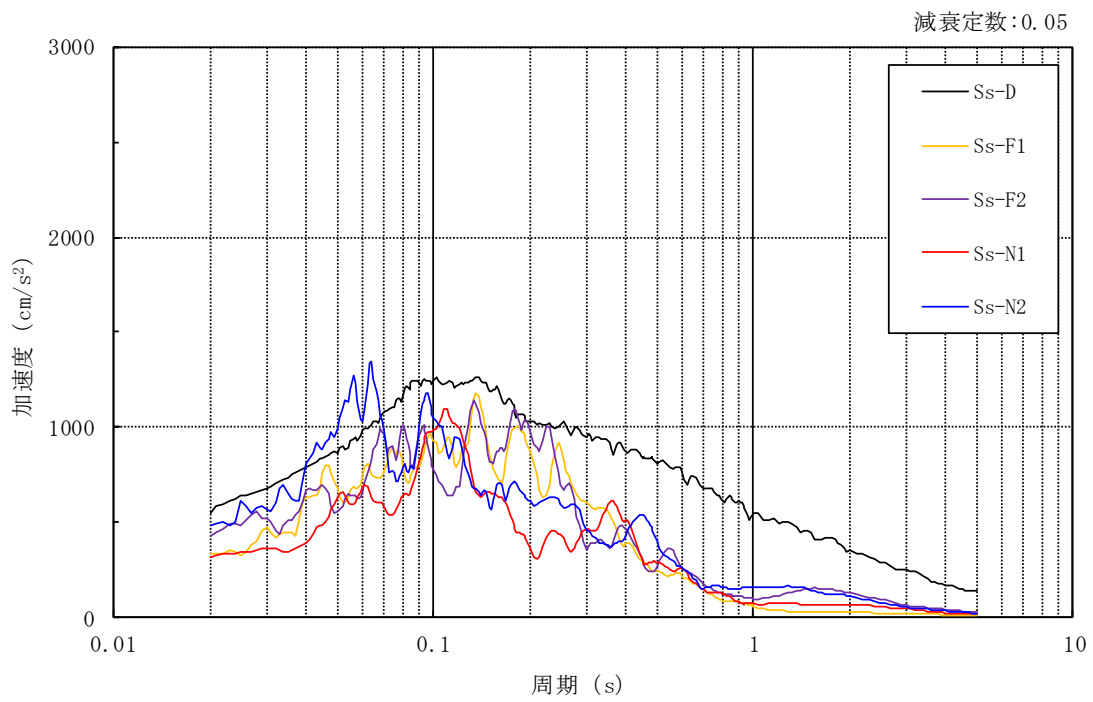
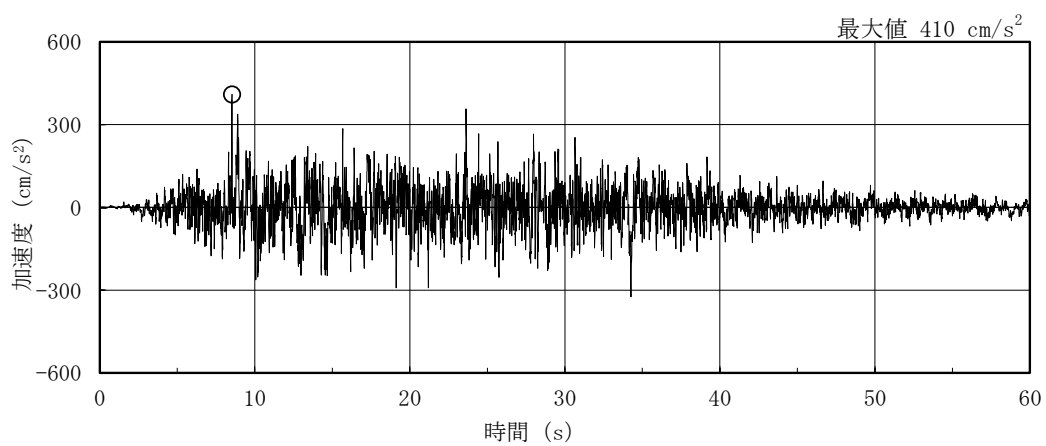
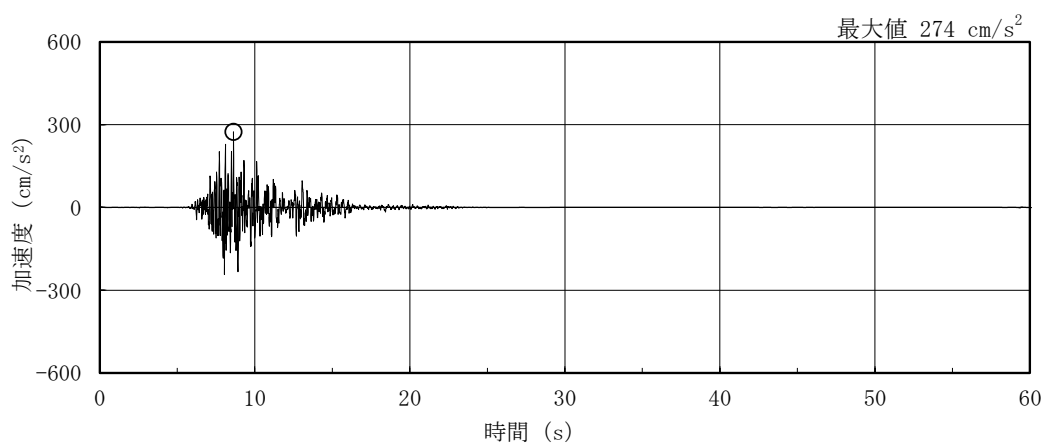


図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

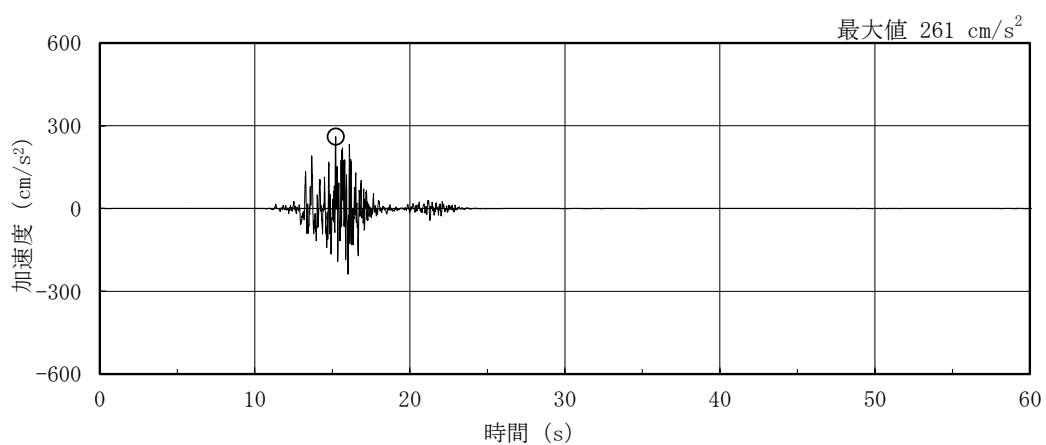




(a) S d - D

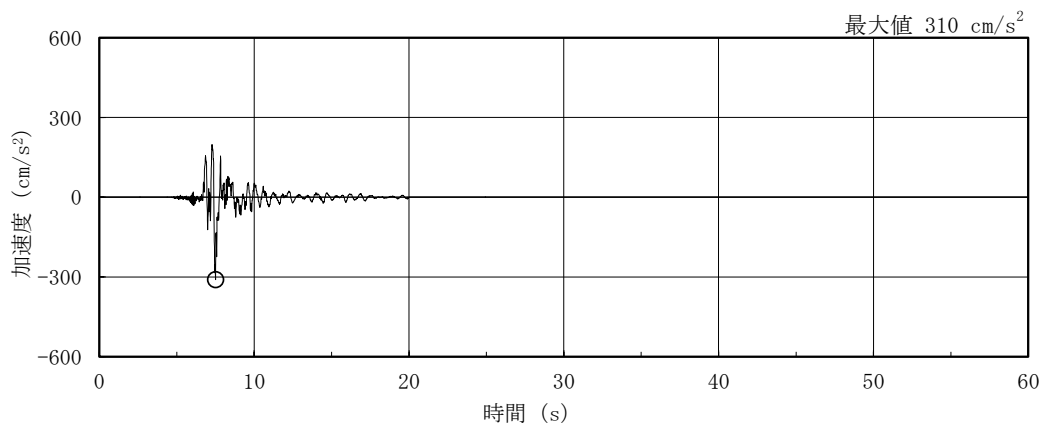


(b) S d - F 1

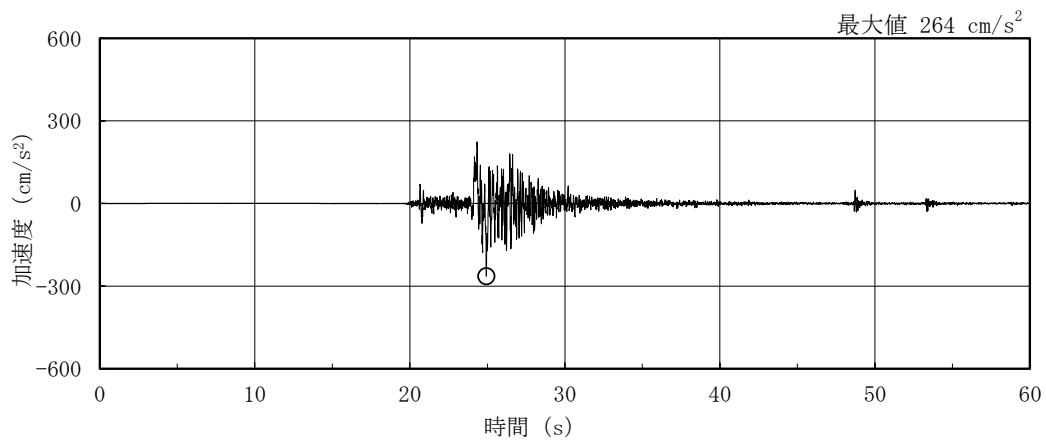


(c) S d - F 2

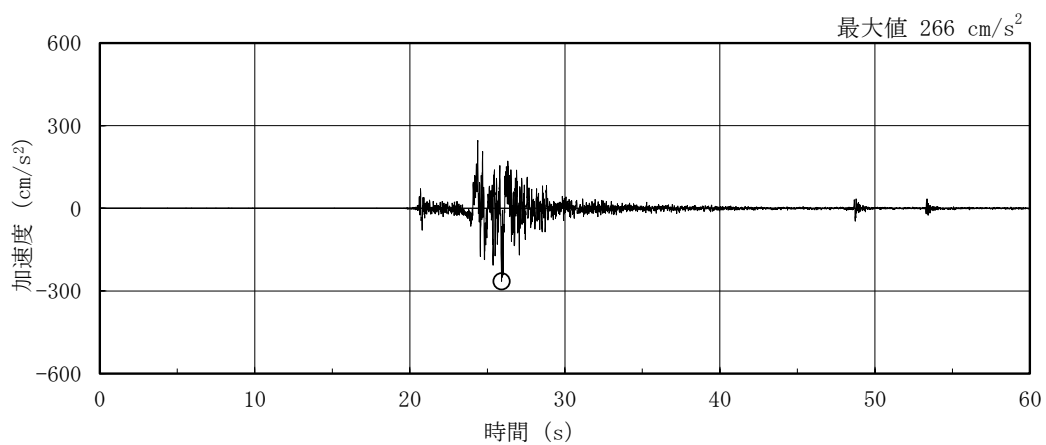
図 3-5(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(d) S d - N 1

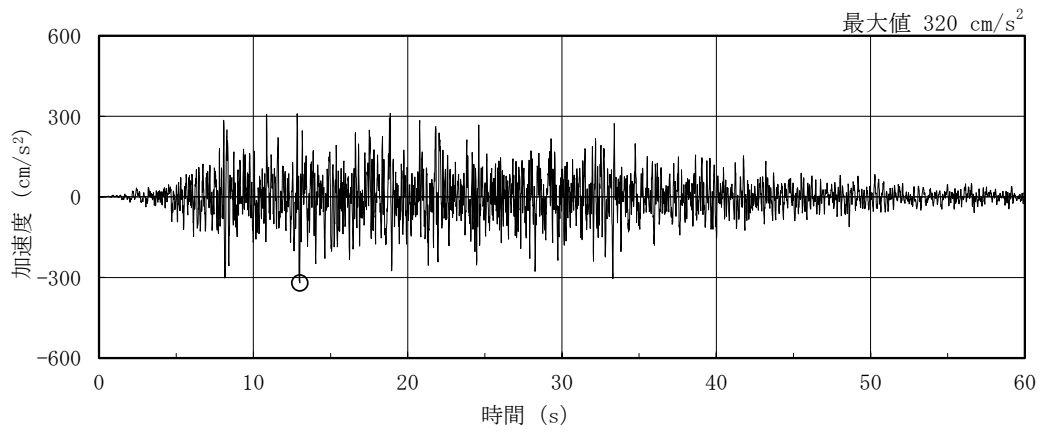


(e) S d - N 2 N S



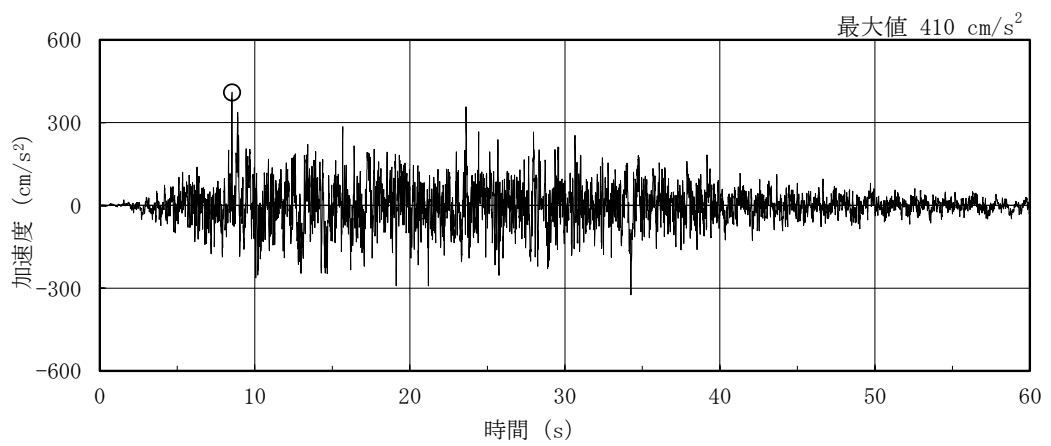
(f) S d - N 2 E W

図 3-5 (2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)

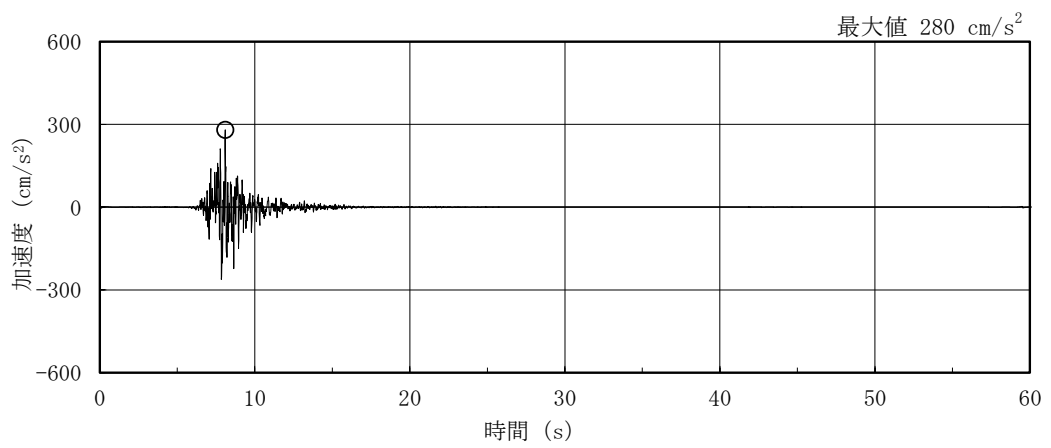


(g) S d - 1

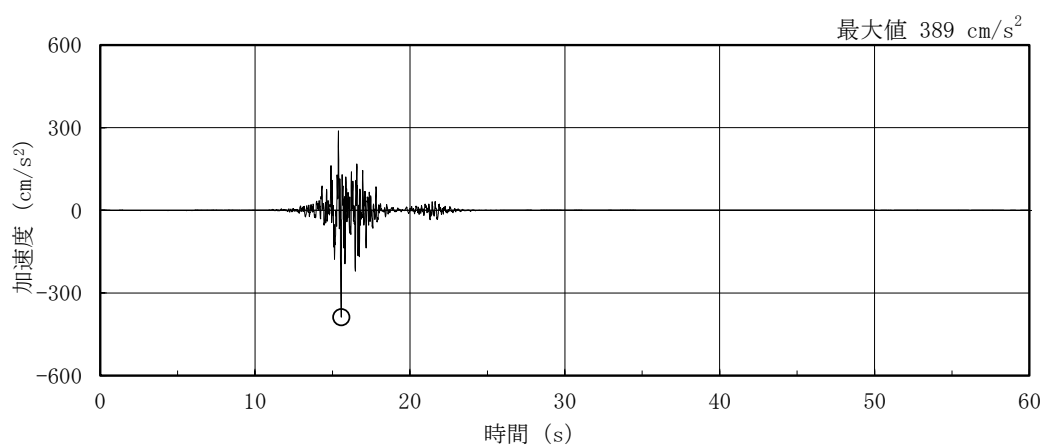
図 3-5(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, N S 方向)



(a) S d - D

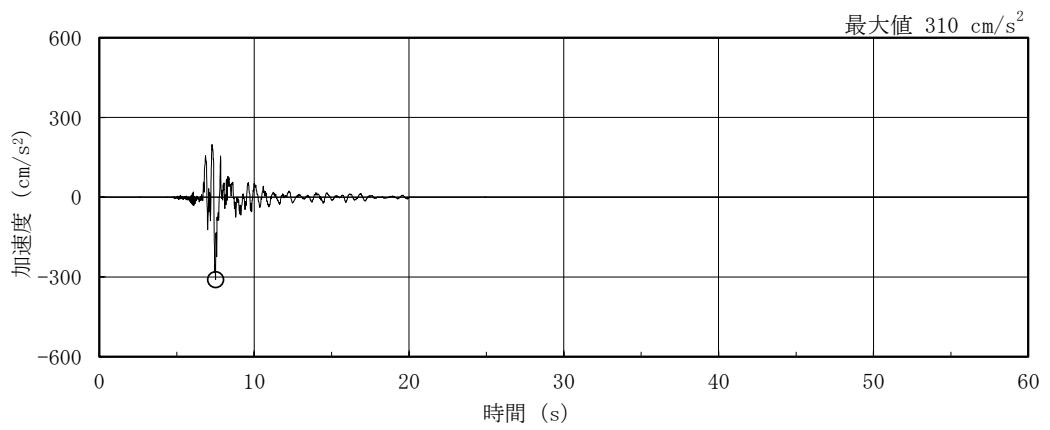


(b) S d - F 1

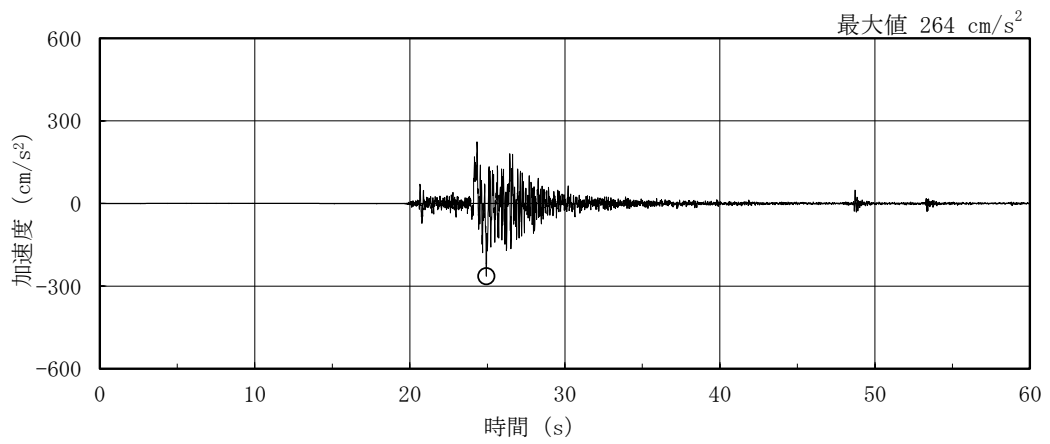


(c) S d - F 2

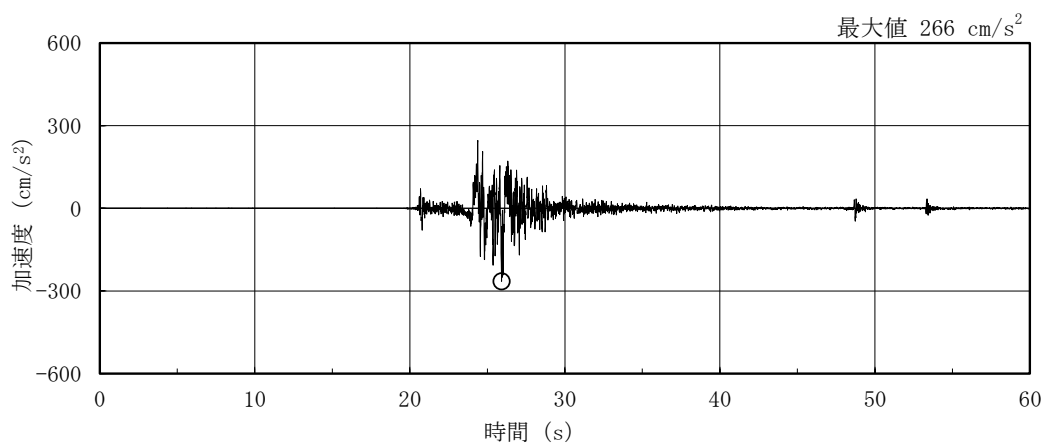
図 3-6(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(d) S d - N 1

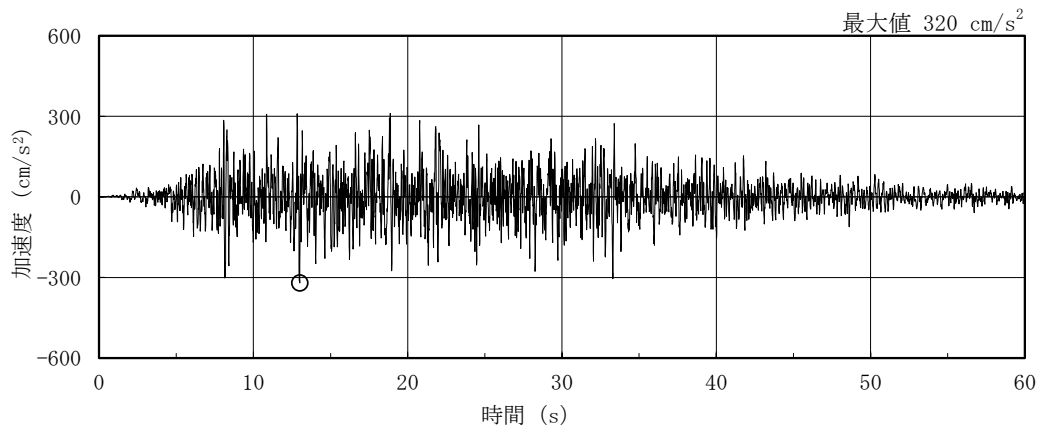


(e) S d - N 2 N S



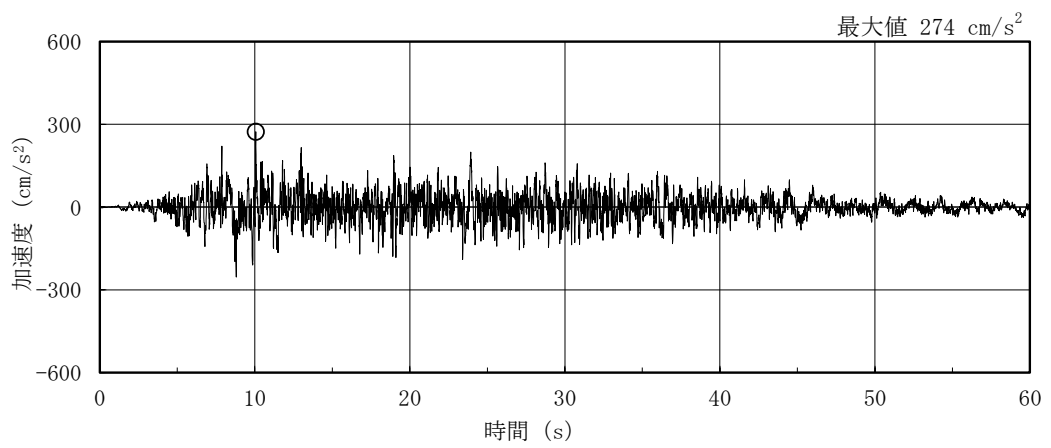
(f) S d - N 2 E W

図 3-6(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)

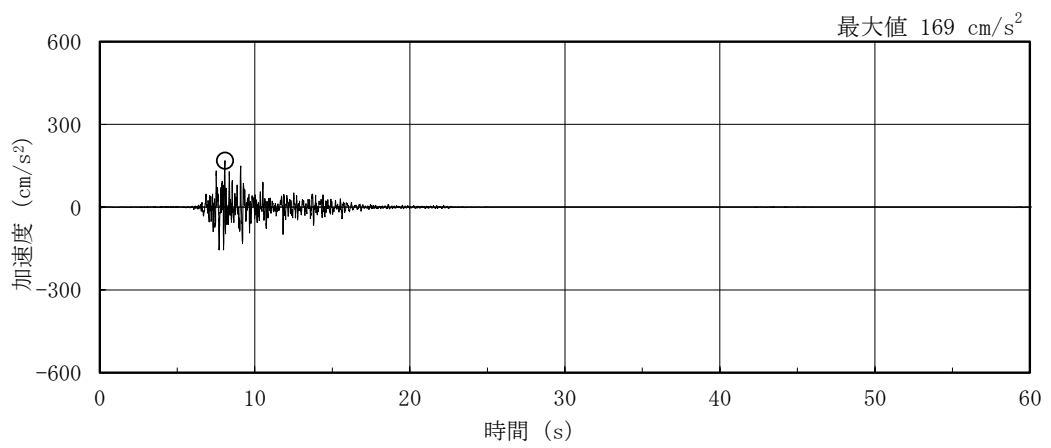


(g) S d - 1

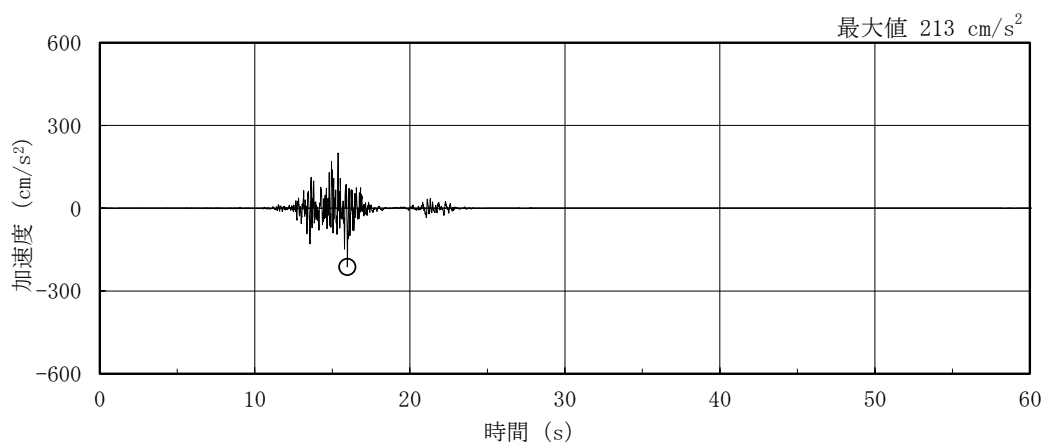
図 3-6(3) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, E W 方向)



(a) S d - D

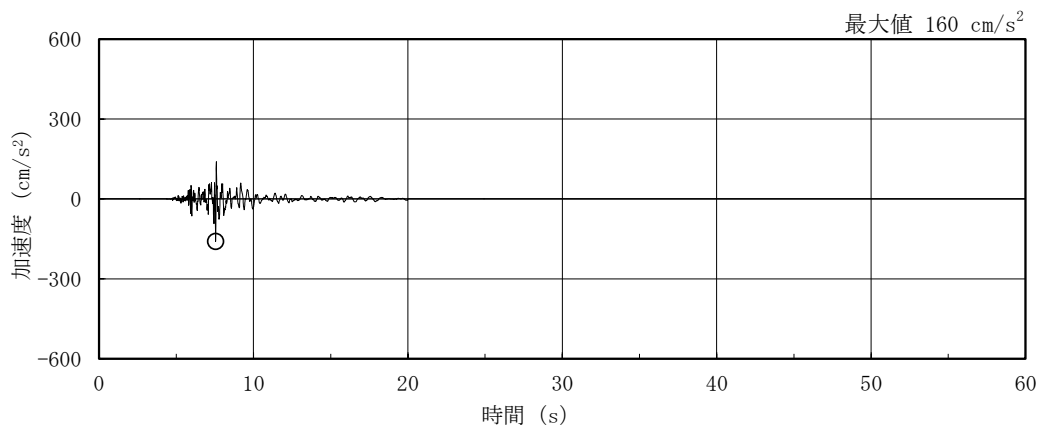


(b) S d - F 1

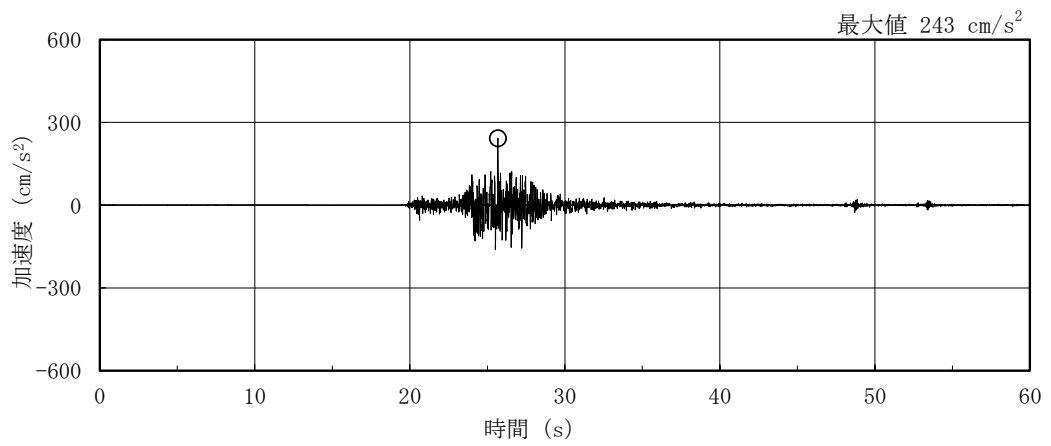


(c) S d - F 2

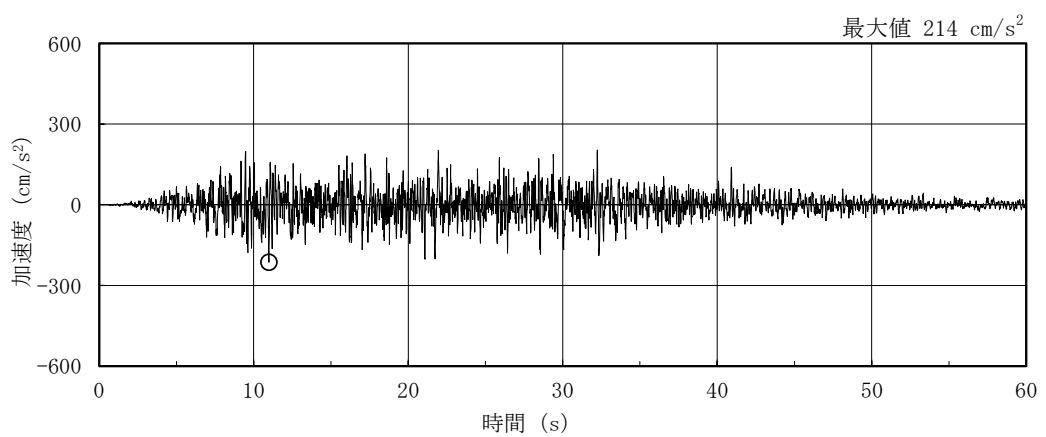
図 3-7(1) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



(d) S d - N 1



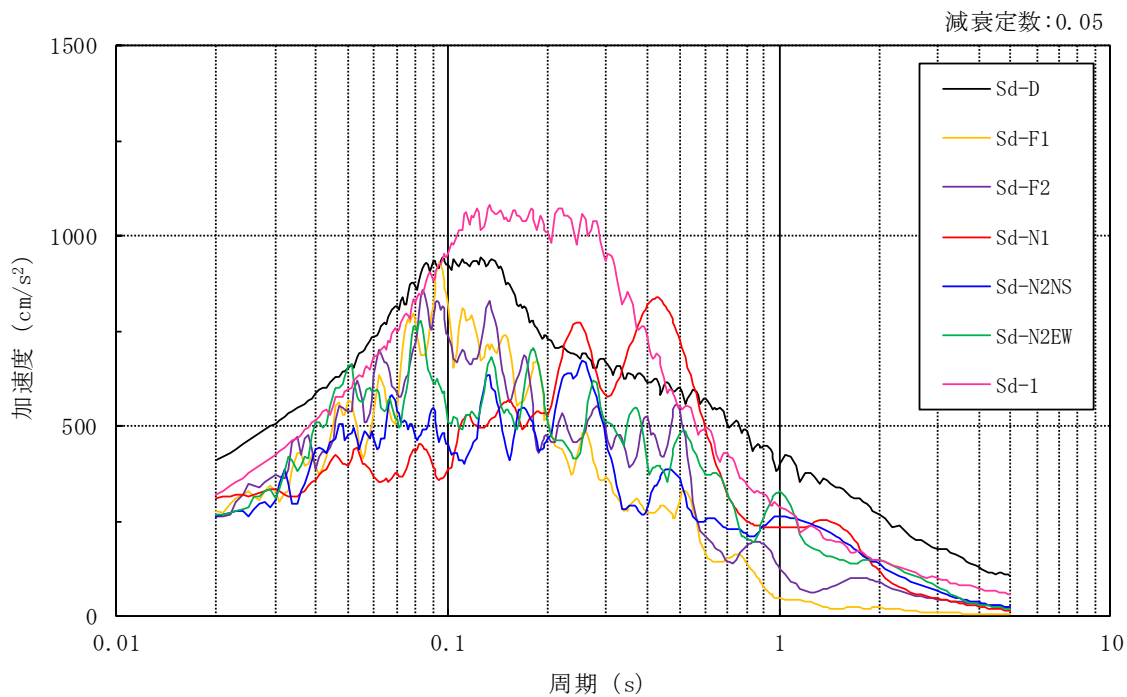
(e) S d - N 2



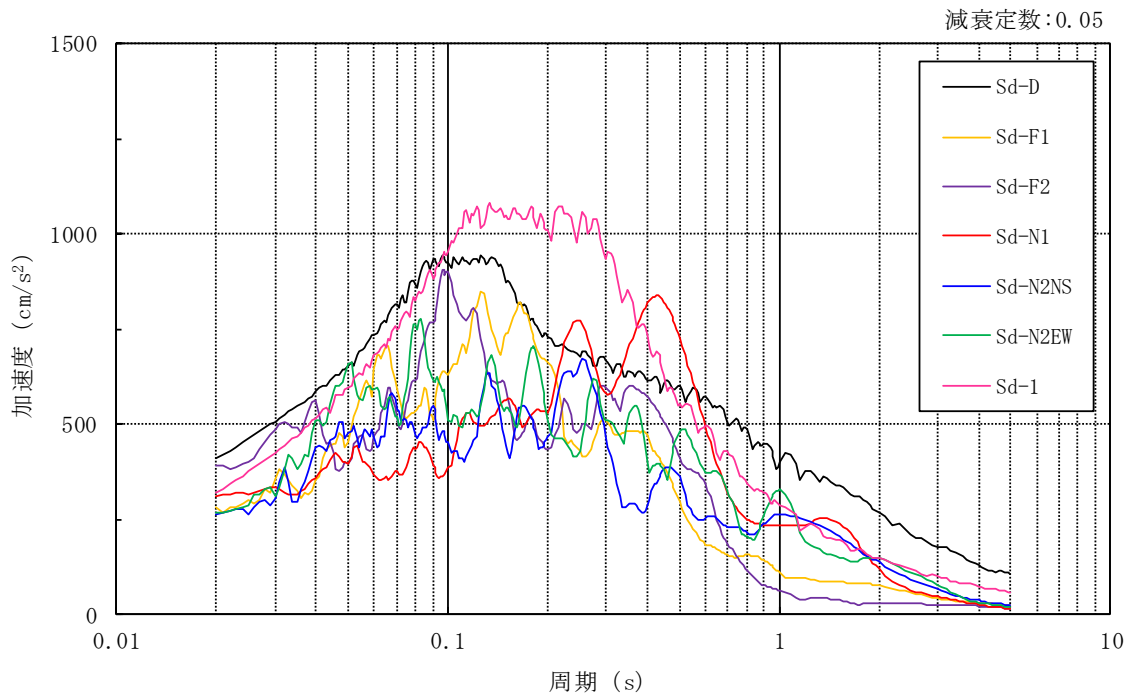
(f) S d - 1

図 3-7(2) 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)





(a) NS方向



(b) EW方向

図 3-8(1) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

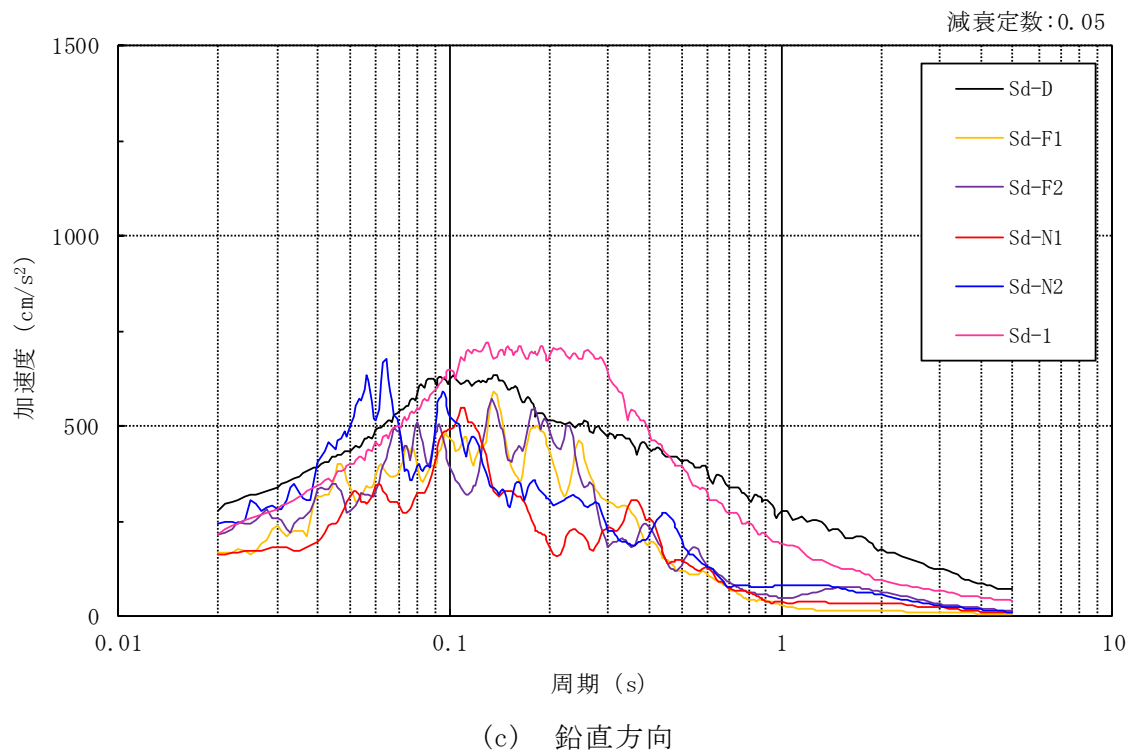


図 3-8(2) 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、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3-1に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=20.6 (N/mm <sup>2</sup> ) (Fc=210 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.15×10 <sup>4</sup>	8.98×10 <sup>3</sup>	5	基礎
鋼材： SS41 (SS400 相当) SS400 STK41 (STK400 相当) STK400 STK490	2.05×10 <sup>5</sup>	7.90×10 <sup>4</sup>	2	鉄塔
鋼材： SMA41A (SMA400AP 相当)	2.05×10 <sup>5</sup>	7.90×10 <sup>4</sup>	1	筒身

### 3.2.1 水平方向及び鉛直方向

#### (1) 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、構造物－地盤連成の立体架構モデルとする。排気筒の地震応答解析モデルを図 3-9 に、部材諸元一覧を表 3-2～表 3-7 に示す。また、排気筒の EL 113.5m には 8 台の制震装置（粘性ダンパ）が設置されている。制震装置（粘性ダンパ）の概要を図 3-10 に、諸元を表 3-8 に示す。

地震応答解析は、時刻歴応答解析により行う。なお、減衰は剛性比例型減衰（排気筒の水平方向 1 次固有振動数に対し、筒身は 1%、鉄塔は 2%、基礎は 5% と設定）として評価する。

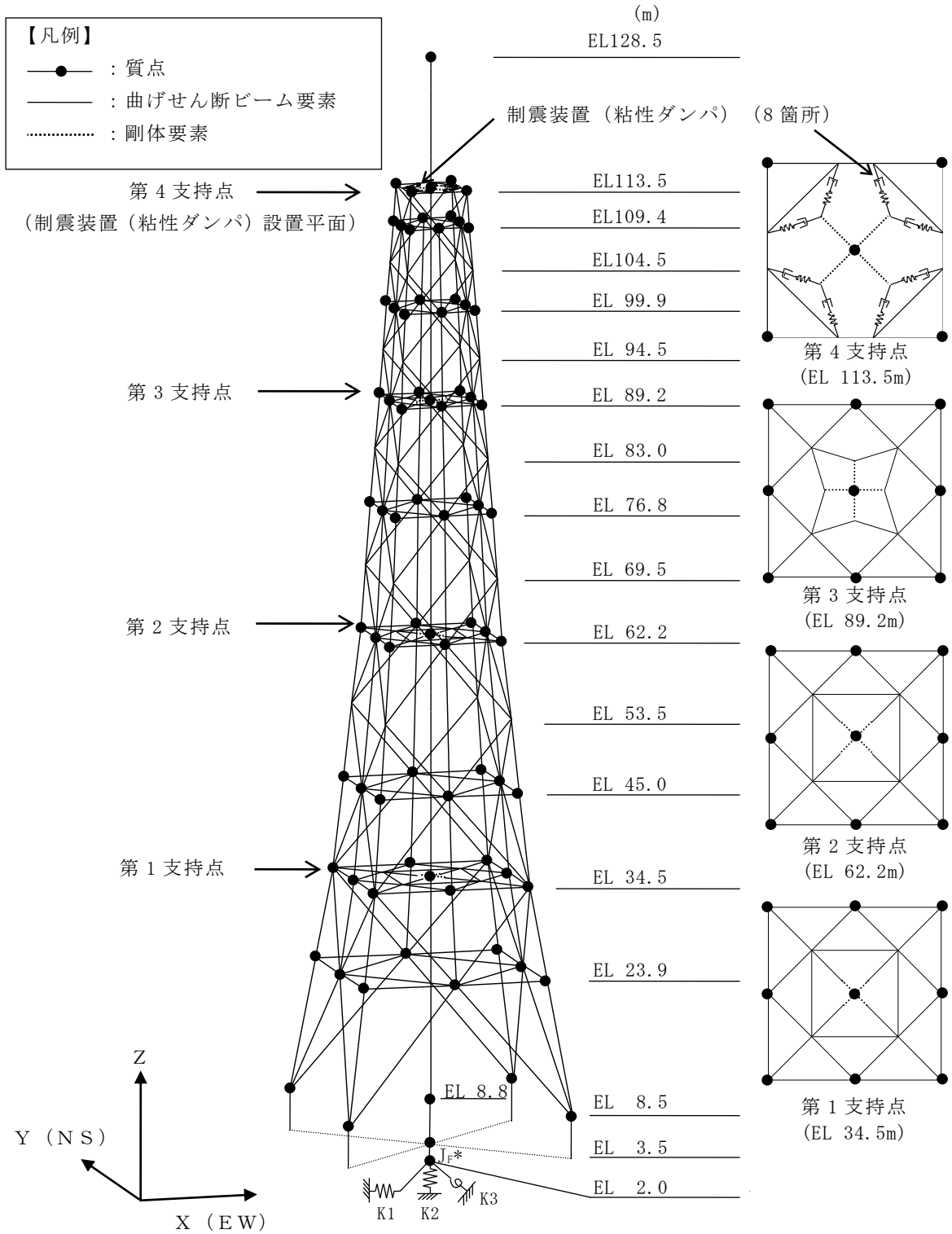
#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（（社）日本電気協会）」により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ、ロッキング及び鉛直の地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。地盤ばねの定数化の概要を図 3-11 に、地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-9 に示す。基礎底面ばねの評価には解析コード「A D M I T H F」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」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、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を排気筒位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、排気筒基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表 3-10 に示す。表 3-10 に示す地盤物性値のうち、表層①-1 については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値とする。また、排気筒基礎底面レベルにおけるせん断力及び軸力（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。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-12 に、1 次元地盤モデルを図 3-13 に、基礎底面位置（EL 2.0m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-14 及び図 3-15 に示す。入力地震動の算定には、解析コード「S H A K E」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注記\* : 回転慣性重量 ( $8407.5 \times 10^3 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ )

図 3-9 地震応答解析モデル

表 3-2 筒身部モデル諸元 (断面諸元)

高さ EL (m)	断面形状 (mm)	断面性能			
		断面積 A ( $\times 10^3$ mm <sup>2</sup> )	せん断 断面積 $A_{sx, y}$ ( $\times 10^3$ mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント $I_{x, y}$ ( $\times 10^9$ mm <sup>4</sup> )	ねじり 定数 J ( $\times 10^9$ mm <sup>4</sup> )
128.5 ~ 8.8	$\phi 3,320 \times 10.0$	104.0	52.00	142.4	284.8
128.5 ~ 8.8	$\phi 3,324 \times 12.0^*$	124.9	62.45	171.2	342.4

注記\* : 第 1~4 支持点の上下 1250 mm の区間の断面形状。

表 3-3 筒身部モデル諸元 (質点重量)

高さ EL (m)	質点重量* (kN)
128.5	93.7
113.5	227.7
89.2	290.4
62.2	323.5
34.5	305.6
8.8	282.9

注記\* : 非常用ガス処理系用排気筒の重量を含む。

表 3-4(1) 鉄塔部モデル諸元 (断面諸元)

部材	高さ EL (m)	使用部材 (mm)	断面性能			
			断面積 A (mm <sup>2</sup> )	せん断 断面積 A <sub>S<sub>x</sub>, y</sub> (mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント I <sub>x, y</sub> (×10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )	ねじり 定数 J (×10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )
主柱材	113.5 ~ 94.5	φ 267.4×6.6	5408	2704	46.0	92.0
	94.5 ~ 83.0	φ 355.6×6.4	7021	3511	107.0	214.1
	83.0 ~ 69.5	φ 406.4×7.9	9890	4945	196.0	392.8
	69.5 ~ 53.5	φ 508.0×9.5	14880	7440	462.0	924.6
	53.5 ~ 34.5	φ 609.6×12.7	23820	11910	1060.0	2122.2
	34.5 ~ 8.5	φ 711.2×12.7 8PLs-22×100*1	45470	22735	2992.0	3400.4
斜材	113.5 ~ 99.9	φ 216.3×5.8	3836	1918	21.3	42.5
	99.9 ~ 76.8	φ 267.4×6.6	5408	2704	46.0	92.0
	76.8 ~ 62.2	φ 318.5×6.9	6755	3378	82.0	164.0
	62.2 ~ 45.0	φ 355.6×7.9	8629	4315	130.0	260.9
	45.0 ~ 23.9	φ 457.2×9.5	13360	6680	335.0	669.8
	23.9 ~ 8.5	φ 558.8×9.5	16390	8195	619.0	1237.0
水平材	113.5	H-450×300×10×15*2	13200	9000	487.7	0.815
				4200	67.5	
	109.4, 99.9	φ 216.3×5.8	3836	1918	21.3	42.5
	89.2, 76.8	φ 267.4×6.6	5408	2704	46.0	92.0
	62.2, 45.0	φ 318.5×6.9	6755	3378	82.0	164.0
	34.5	φ 609.6×9.5	17910	8955	806.0	1612.8
23.9	φ 406.4×9.5	11850	5925	233.0	466.8	

注記\*1: リブ付きの主柱材の断面二次モーメントは最小値とし、ねじり定数は鋼管のみの値とする。

\*2: H形鋼のせん断断面積及び断面二次モーメントは上段が A<sub>S<sub>x</sub></sub> 及び I<sub>x</sub>, 下段が A<sub>S<sub>y</sub></sub> 及び I<sub>y</sub> を示す。

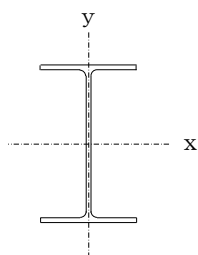


表 3-4(2) 鉄塔部モデル諸元 (断面諸元)

部材	高さ EL (m)	使用部材 (mm)	断面性能			
			断面積 A (mm <sup>2</sup> )	せん断 断面積 A <sub>Sx, y</sub> (mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント I <sub>x, y</sub> (×10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )	ねじり 定数 J (×10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> )
補助柱	109.4 ~ 99.9	φ 267.4×6.0	4927	2464	42.1	84.2
	99.9 ~ 89.2	φ 318.5×6.0	5891	2946	71.9	143.9
	89.2 ~ 76.8	φ 711.2×7.9	17450	8725	1080.0	2158.7
	76.8 ~ 62.2	φ 609.6×12.7	23820	11910	1060.0	2122.2
	62.2 ~ 45.0	φ 762.0×12.7	29900	14950	2100.0	4197.5
	45.0 ~ 23.9	φ 609.6×12.7	23820	11910	1060.0	2122.2

表 3-5 鉄塔部モデル諸元 (質点重量)

高さ EL (m)	質点重量* (kN)
113.5	107.2
109.4	113.2
99.9	146.4
89.2	246.4
76.8	315.6
62.2	528.0
45.0	525.2
34.5	611.2
23.9	669.6
8.5	597.6

注記\* : 各高さの総重量を示す。



表 3-6 基礎部モデル諸元 (断面諸元)

高さ EL (m)	断面形状 (m)	断面性能			
		断面積 A (m <sup>2</sup> )	せん断 断面積 A <sub>Sx, y</sub> (m <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント I <sub>x, y</sub> (m <sup>4</sup> )	ねじり 定数 J (m <sup>4</sup> )
8.8 ~ 3.5 (筒身部)	6.0 × 6.0	36.00	30.00	108.00	182.30
8.5 ~ 3.5 (鉄塔部)	2.5 × 2.5	6.25	5.21	3.26	5.49
3.5 ~ 2.0	28.5 × 28.5	812.3	676.9	54980	92780

表 3-7 基礎部モデル諸元 (質点重量)

高さ EL (m)	質点重量 (kN)
8.8	2118.3
8.5	1471.2
3.5	95283.2
2.0	14337.9

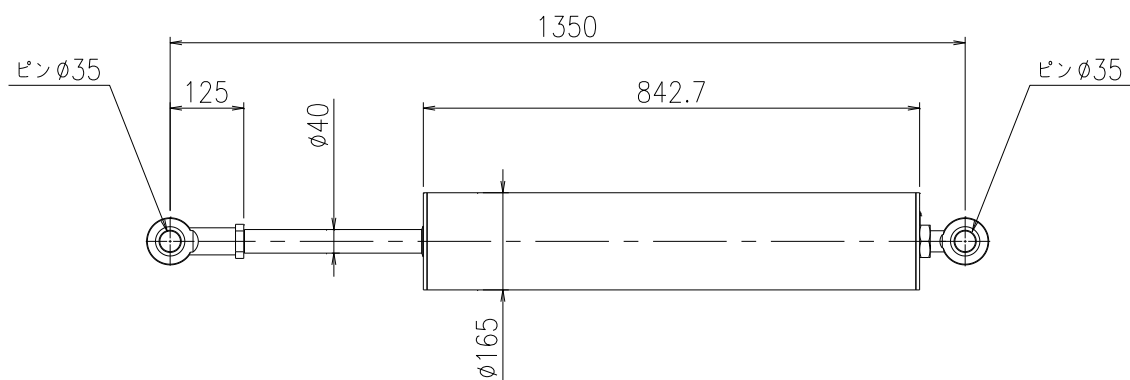
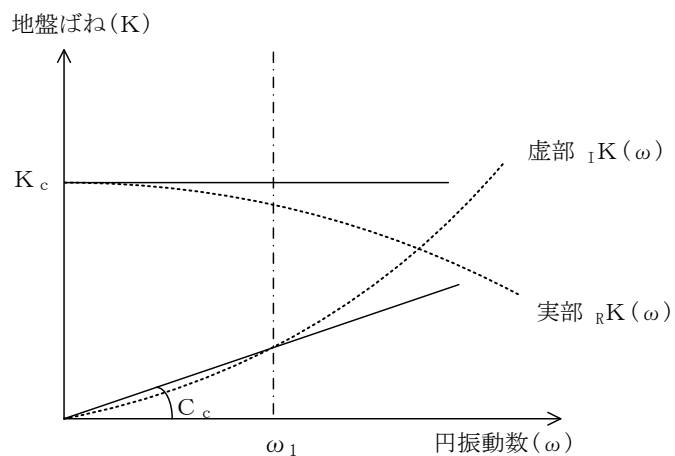


図 3-10 制震装置（粘性ダンパ）の概要図（単位：mm）

表 3-8 制震装置（粘性ダンパ）の諸元

ばね定数 K (kN/m/台)	減衰係数 C (kN・s/m/台)
$1.5 \times 10^4$	72



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤—構造物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-11 地盤ばねの定数化の概要

表 3-9 地盤ばね定数と減衰係数

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$1.74 \times 10^8$ (kN/m)	$1.51 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・鉛直	$3.15 \times 10^8$ (kN/m)	$3.26 \times 10^6$ (kN・s/m)
K3	底面・回転	$3.67 \times 10^{10}$ (kN・m/rad)	$2.32 \times 10^5$ (kN・m・s/rad)

表 3-10 排気筒の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号		S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
表層①-1	S <sub>s</sub>	127*	422*	20.7	0.45	0.341*	8*
	S <sub>d</sub>	156*	516*	20.7	0.45	0.512*	7*
岩盤②		900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③		1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④		1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤		2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥		2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記\*：地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値

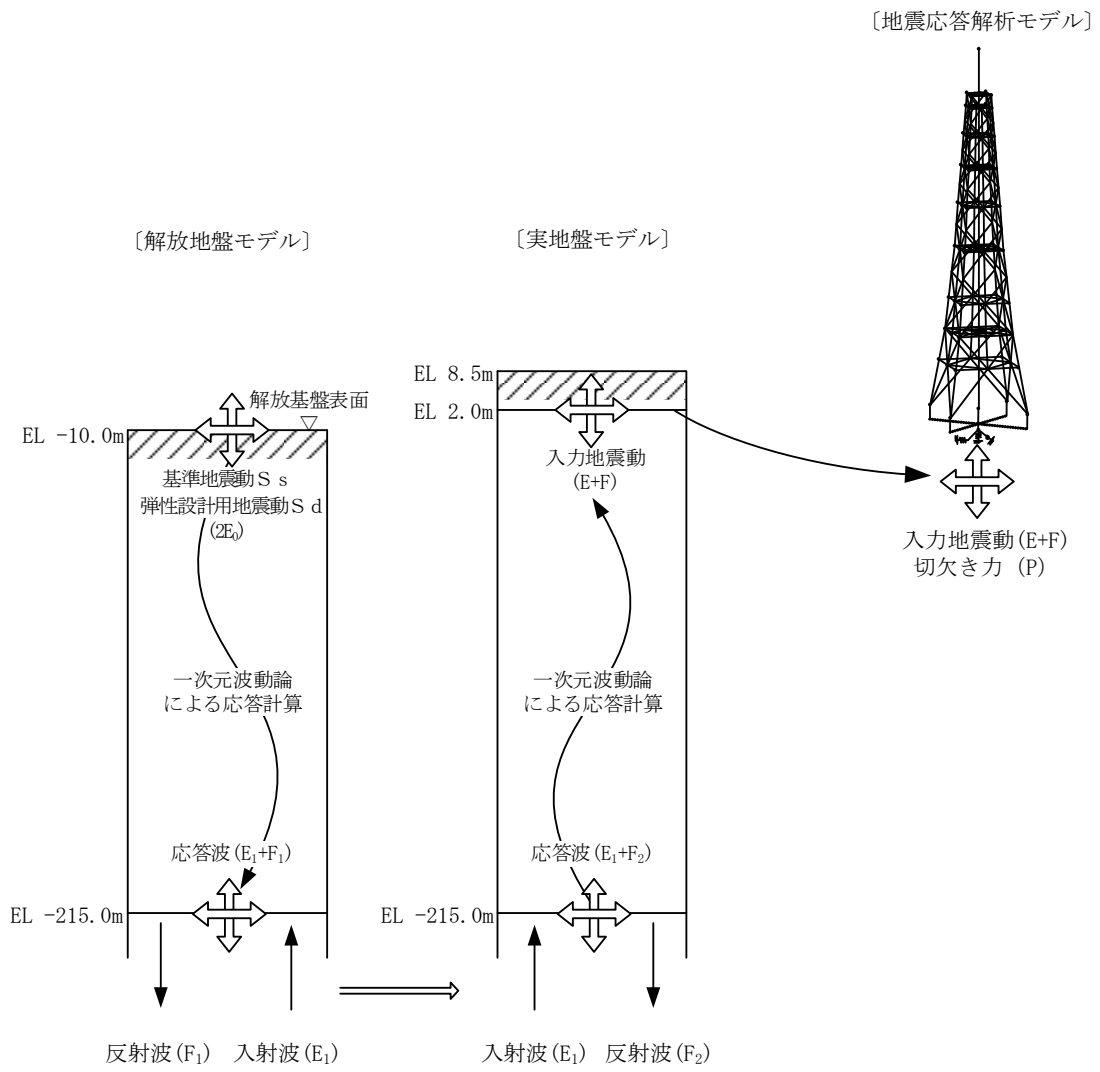


図 3-12 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

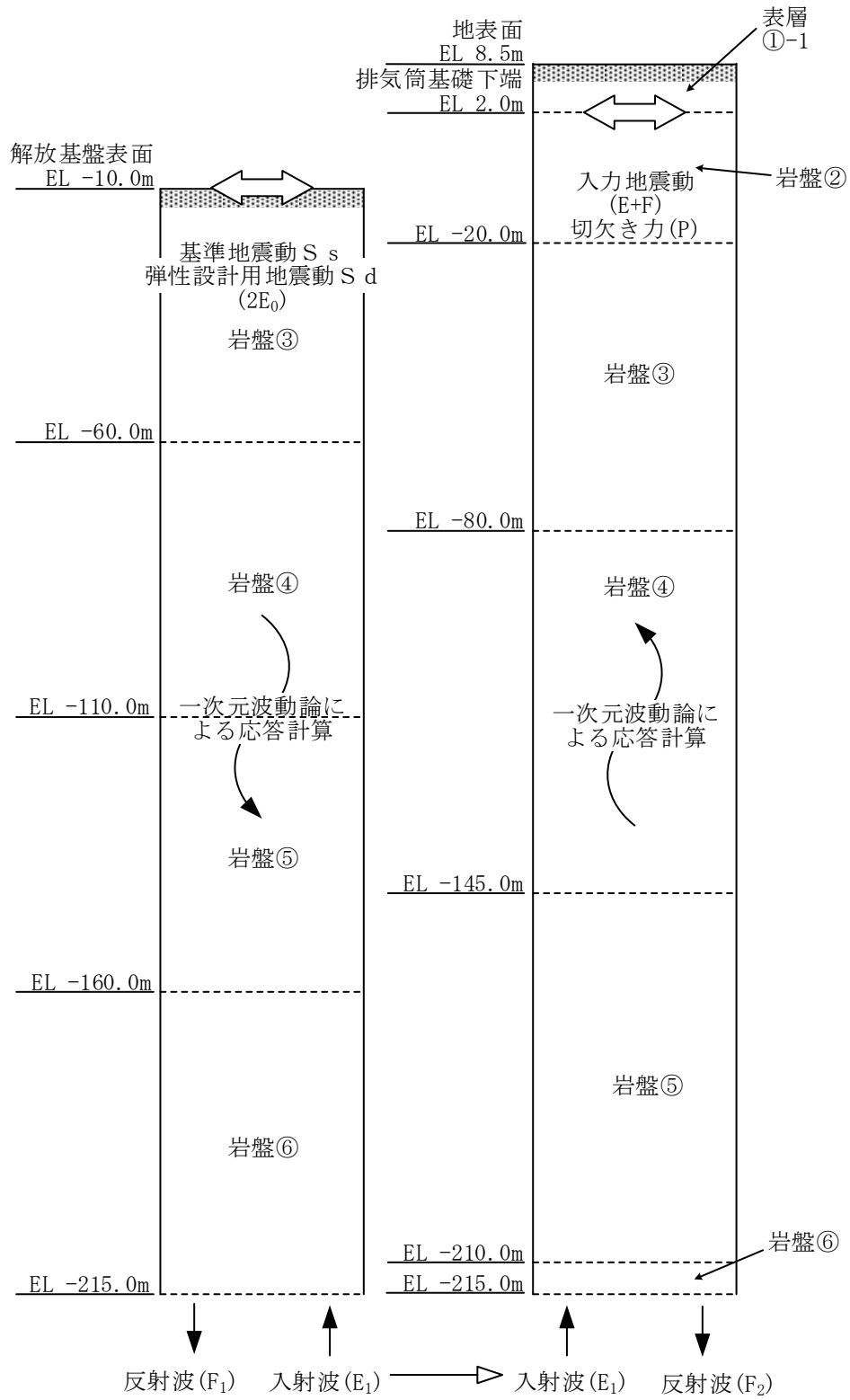


図 3-13(1) 1次元地盤モデル (水平方向)

[解放地盤モデル]

[実地盤モデル]

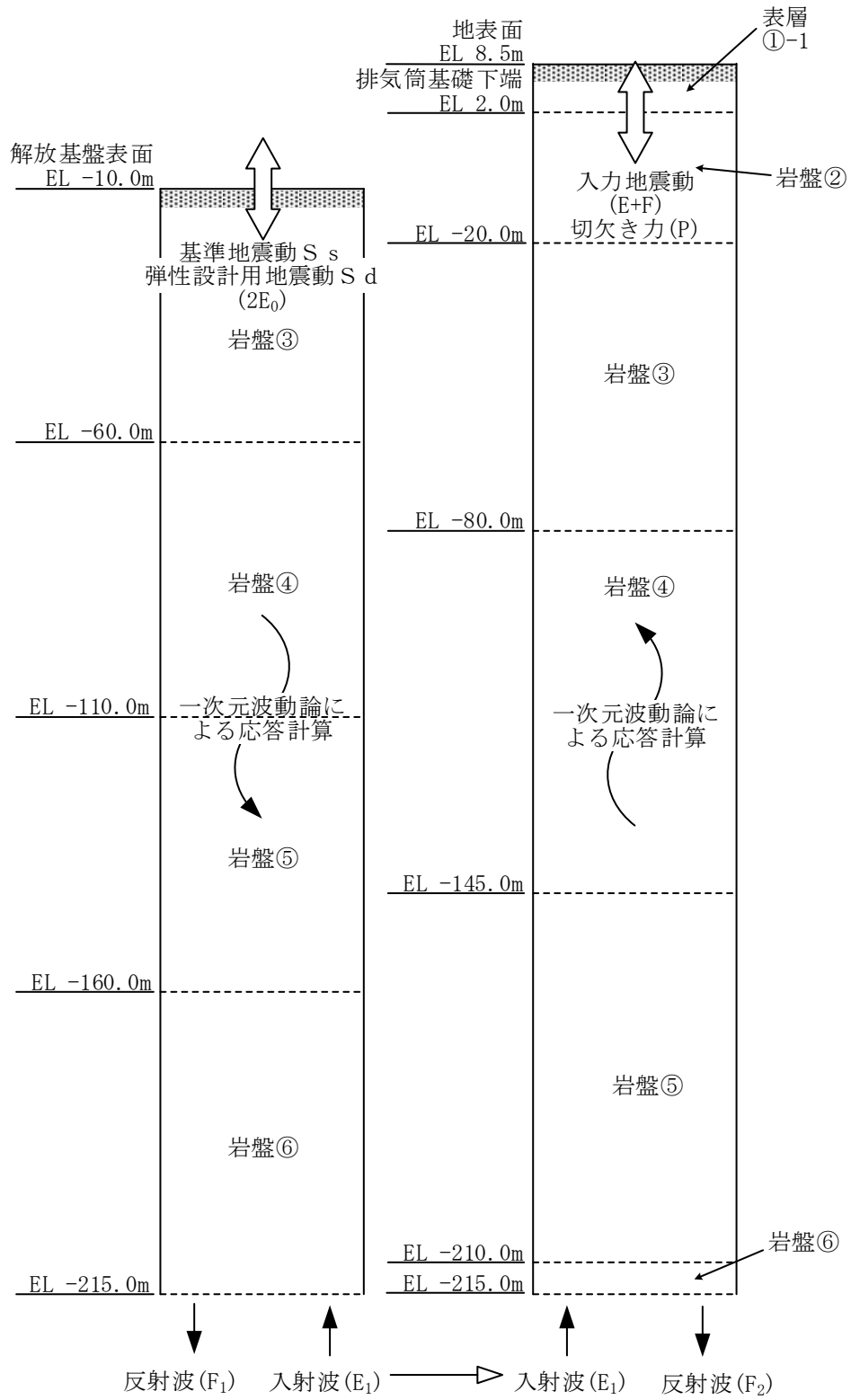
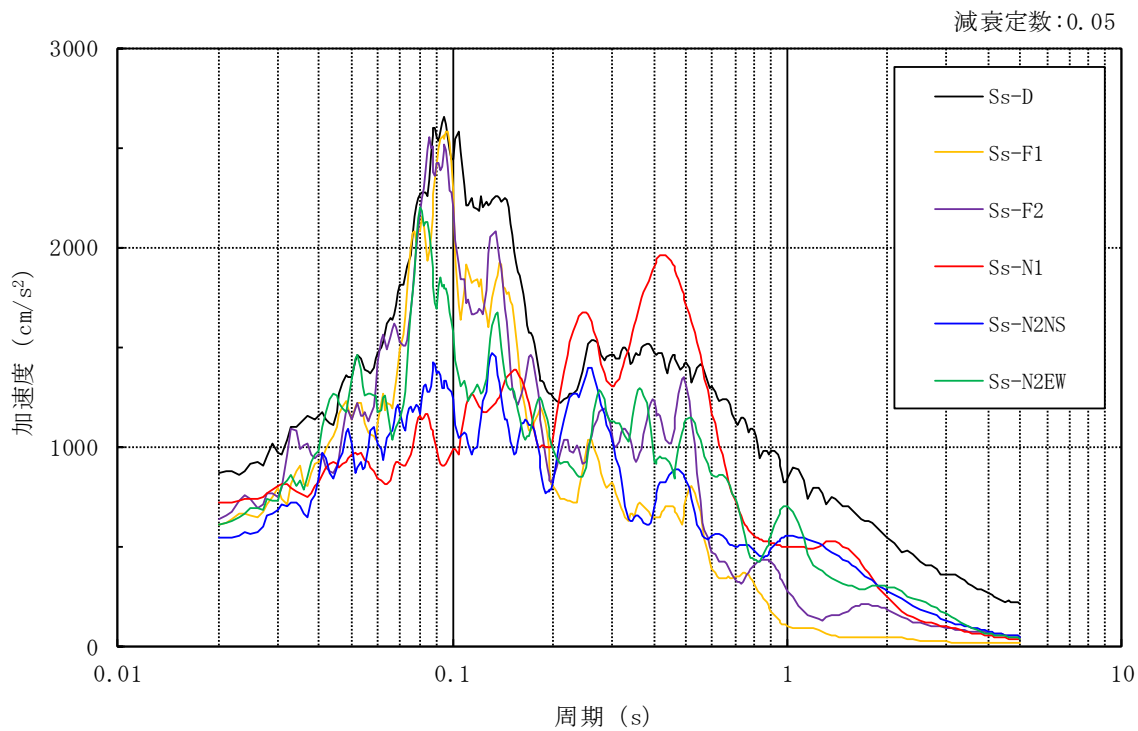
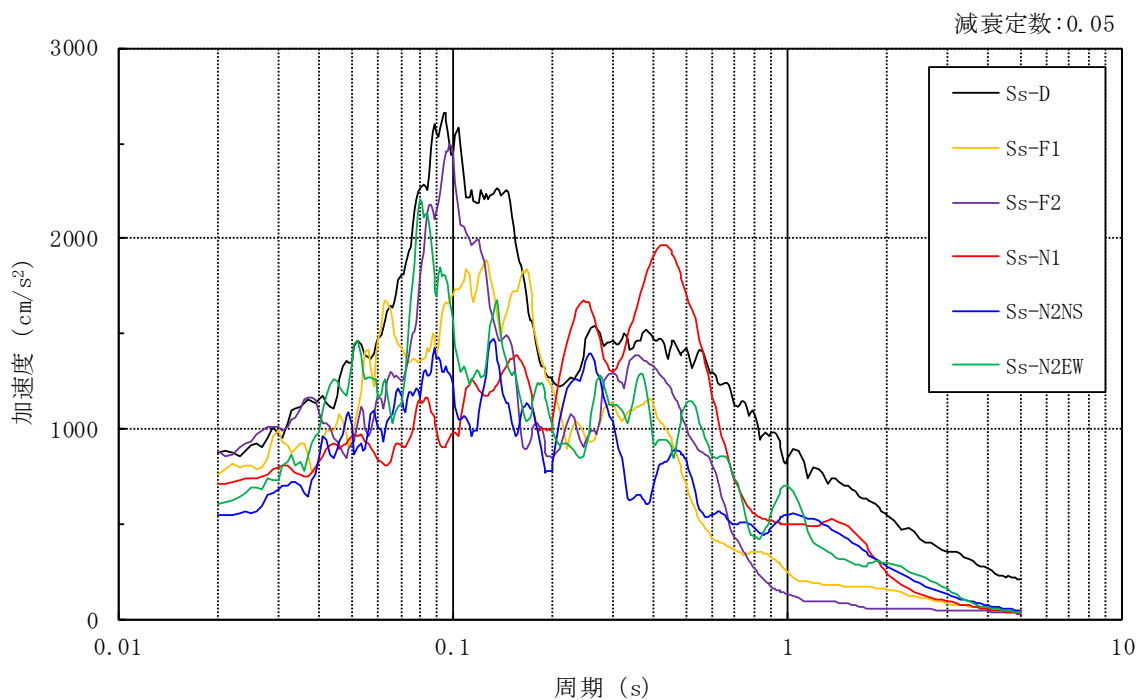


図 3-13 (2) 1次元地盤モデル (鉛直方向)



(a) N S 方向



(b) E W 方向

図 3-14(1) 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 2.0m)



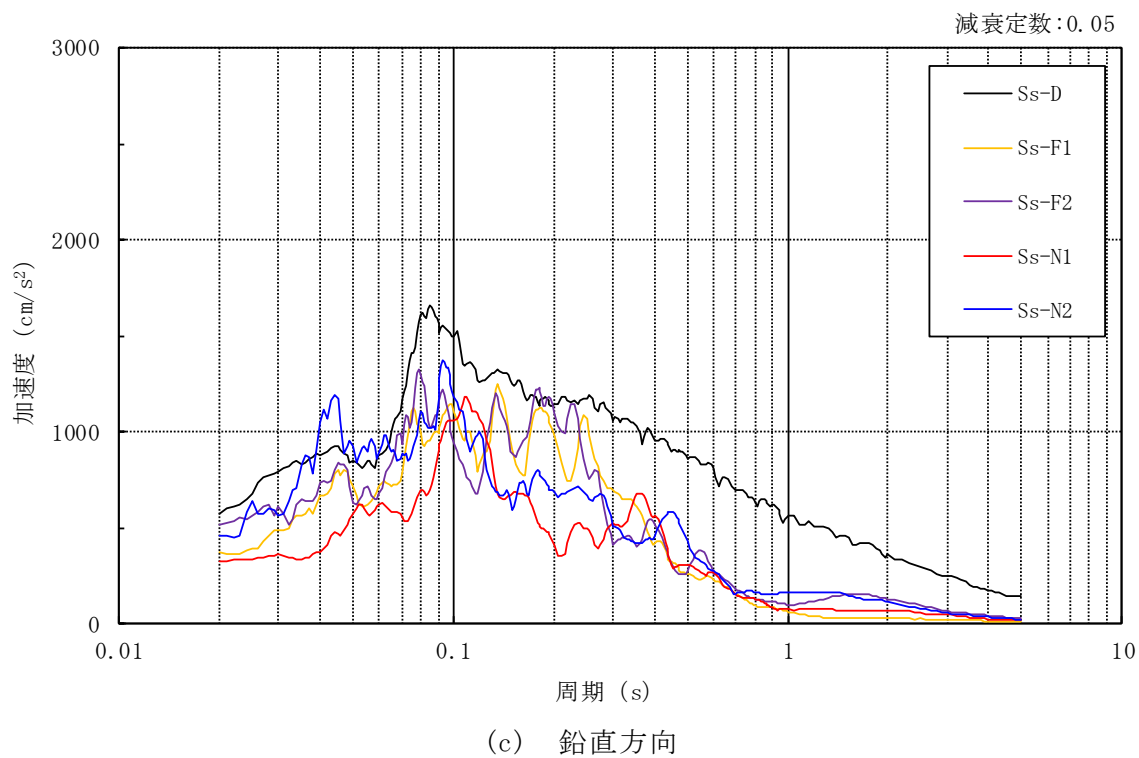


図 3-14(2) 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 2.0m)

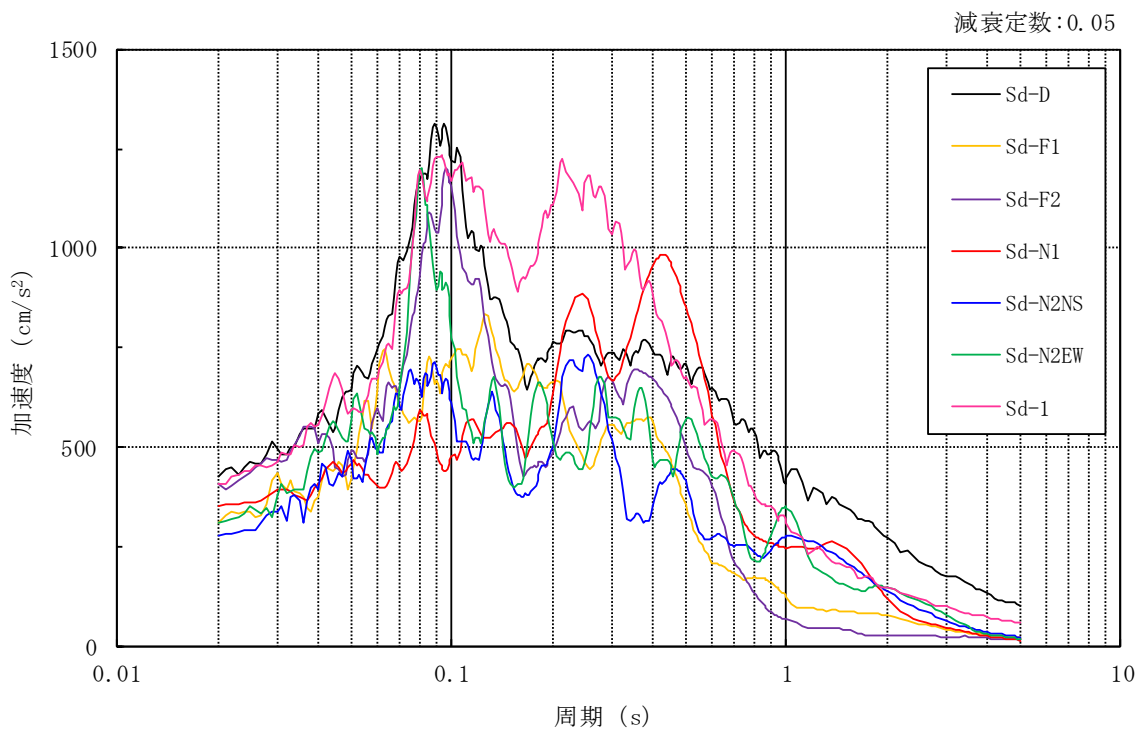
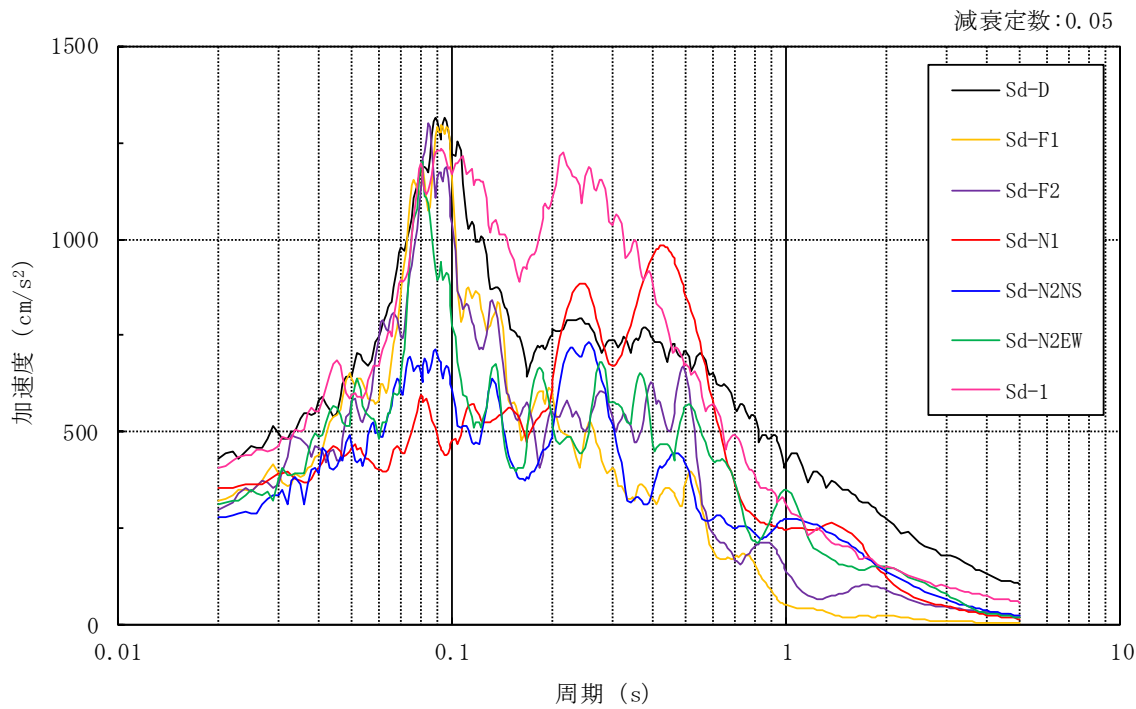


図 3-15(1) 入力地震動の加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d, EL 2.0m)

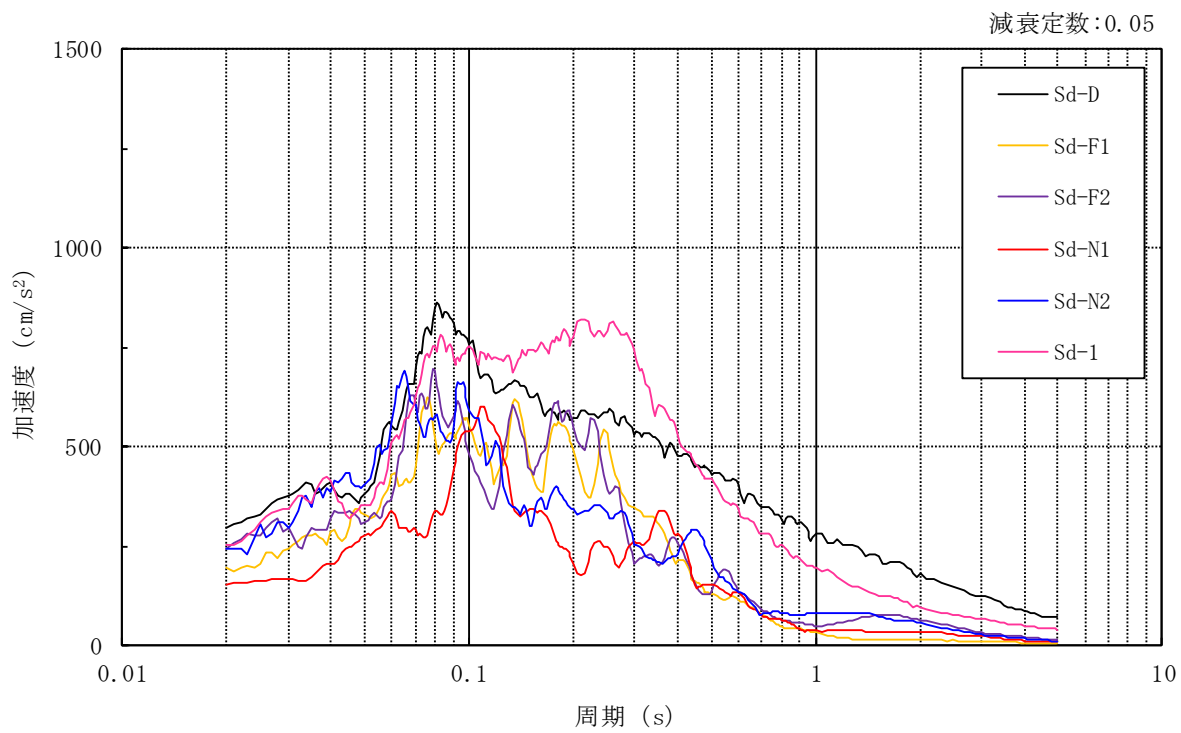


図 3-15(2) 入力地震動の加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d, EL 2.0m)

### 3.3 解析方法

排気筒について、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及び応答軸力を算定する。また、静的解析により静的地震力を算定する。

排気筒の地震応答解析には、解析コード「SNAP-LE」を用いる。評価に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、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

排気筒の動的解析は、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。

基準地震動  $S_s - D$  及び  $S_s - N 1$  並びに弾性設計用地震動  $S_d - D$ 、 $S_d - N 1$  及び  $S_d - 1$  については、2方向（水平1方向（ $0^\circ$  方向又は  $45^\circ$  方向）及び鉛直方向）の同時入力とする。また、基準地震動  $S_s - F 1$ 、 $S_s - F 2$  及び  $S_s - N 2$  並びに弾性設計用地震動  $S_d - F 1$ 、 $S_d - F 2$  及び  $S_d - N 2$  については、3方向（水平2方向及び鉛直方向）の同時入力とする。

#### 3.3.2 静的解析

##### (1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は基礎版上端（EL 3.5m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

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

ここで、

- $Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力
- $n$  : 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
- $Z$  : 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 (0.2)

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

ここで、

$C_v$  : 鉛直震度

$R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)

### 3.4 解析条件

#### 3.4.1 材料物性の不確かさ等

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、排気筒応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。

また、制震装置（粘性ダンパ）の減衰係数については、性能変動としての $\pm 30\%$ に加えて、維持管理時に8台のうち1台を取り外す場合を想定して、上限値は標準値の1.3倍、下限値は制震装置（粘性ダンパ）を7台としたうえで標準値の0.7倍とする。

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3-11に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-12に示す。

表3-11 材料物性の不確かさを考慮する地盤応答解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	地盤物性	制震装置 (粘性ダンパ)		備考
			減衰係数	台数	
ケース1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	標準値	8	基本 ケース
ケース2 (地盤物性 $+\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤 $+\sigma$ (+10%, +20%)	標準値	8	
ケース3 (地盤物性 $-\sigma$ )	設計基準強度	標準地盤 $-\sigma$ (-10%, -20%)	標準値	8	
ケース4 (減衰係数上限)	設計基準強度	標準地盤	標準値 $\times 1.3$	8	
ケース5 (減衰係数下限)	設計基準強度	標準地盤	標準値 $\times 0.7$	7	

表 3-12 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号		地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	127	153	102
	S d	156	187	125
岩盤②		900	1080	720
岩盤③		1600	1760	1440
岩盤④		1950	2145	1755
岩盤⑤		2000	2200	1800
岩盤⑥		2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号		地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層①-1	S s	422	506	338
	S d	516	620	413
岩盤②		2100	2520	1680
岩盤③		3600	3960	3240
岩盤④		4000	4400	3600
岩盤⑤		4050	4455	3645
岩盤⑥		4950	5445	4455

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

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

#### 4.1.2 地震応答解析結果

##### (1) 基準地震動 $S_s$

基準地震動  $S_s$  による最大応答値を図 4-2～図 4-8 に示す。また，基準地震動  $S_s$  による制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値及び許容値を表 4-2 に示す。

##### (2) 弾性設計用地震動 $S_d$

弾性設計用地震動  $S_d$  による最大応答値を図 4-9～図 4-15 に示す。また，弾性設計用地震動  $S_d$  による制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値及び許容値を表 4-3 に示す。

表 4-1 固有値解析結果

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*			備考
			X 方向	Y 方向	Z 方向	
1	1.106	0.904	2.225	0.001	0.000	水平 X 方向 1 次
2	1.106	0.904	-0.001	2.225	0.000	水平 Y 方向 1 次
5	0.560	1.785	1.485	0.013	0.000	水平 X 方向 2 次
6	0.560	1.785	-0.013	1.485	0.000	水平 Y 方向 2 次
20	0.113	8.832	0.000	0.000	-1.504	鉛直方向 1 次(筒身部)
21	0.110	9.090	0.000	0.000	-1.854	鉛直方向 2 次(鉄塔部)

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



$T_i$  :  $i$  次の固有周期  
 $\beta_{xi}$  : X方向の  $i$  次の刺激係数  
 $\beta_{yi}$  : Y方向の  $i$  次の刺激係数  
 $\beta_{zi}$  : Z方向の  $i$  次の刺激係数

$T_1 = 1.106s$   
 $\beta_{x1} = 2.225$   
 $\beta_{y1} = 0.001$   
 $\beta_{z1} = 0.000$

$T_2 = 1.106s$   
 $\beta_{x2} = -0.001$   
 $\beta_{y2} = 2.225$   
 $\beta_{z2} = 0.000$

$T_5 = 0.560s$   
 $\beta_{x5} = 1.485$   
 $\beta_{y5} = 0.013$   
 $\beta_{z5} = 0.000$

$T_6 = 0.560s$   
 $\beta_{x6} = -0.013$   
 $\beta_{y6} = 1.485$   
 $\beta_{z6} = 0.000$

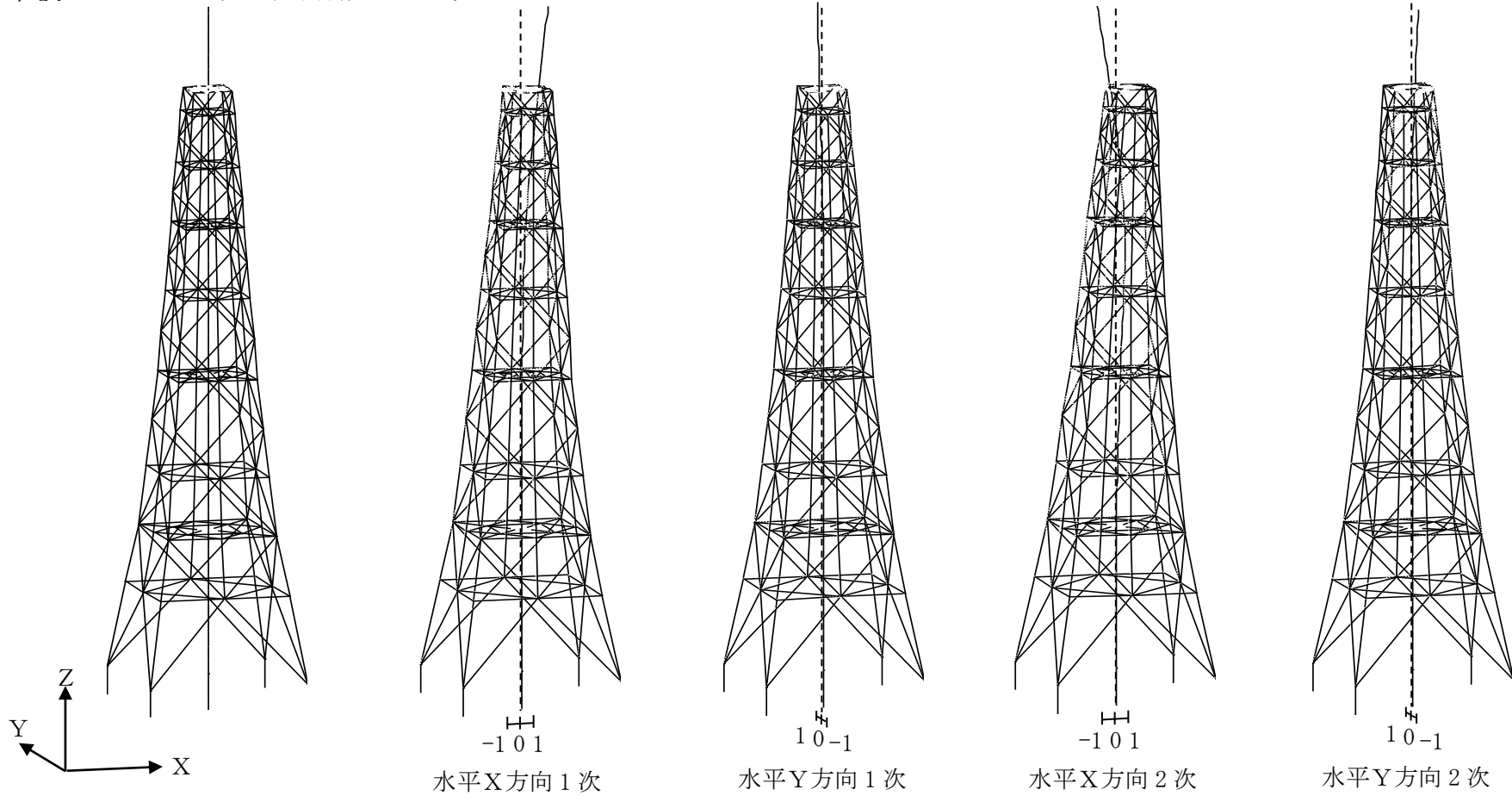
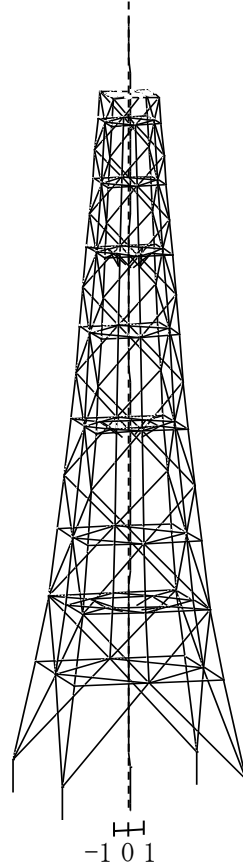
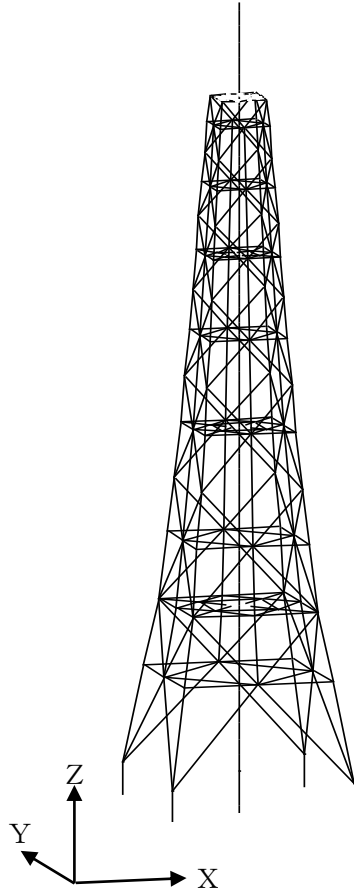


図4-1(1) 刺激関数図

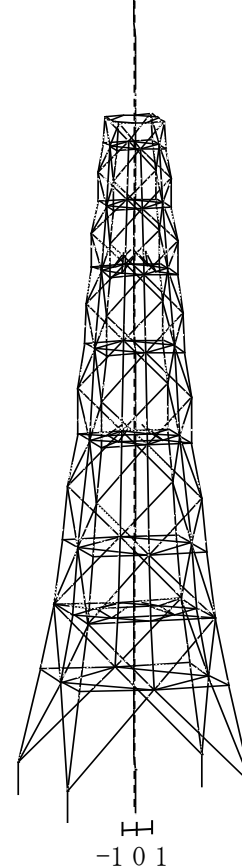
$T_i$  :  $i$  次の固有周期  
 $\beta_{Xi}$  : X方向の  $i$  次の刺激係数  
 $\beta_{Yi}$  : Y方向の  $i$  次の刺激係数  
 $\beta_{Zi}$  : Z方向の  $i$  次の刺激係数

$T_{20} = 0.113s$   
 $\beta_{X20} = 0.000$   
 $\beta_{Y20} = 0.000$   
 $\beta_{Z20} = -1.504$

$T_{21} = 0.110s$   
 $\beta_{X21} = 0.000$   
 $\beta_{Y21} = 0.000$   
 $\beta_{Z21} = -1.854$



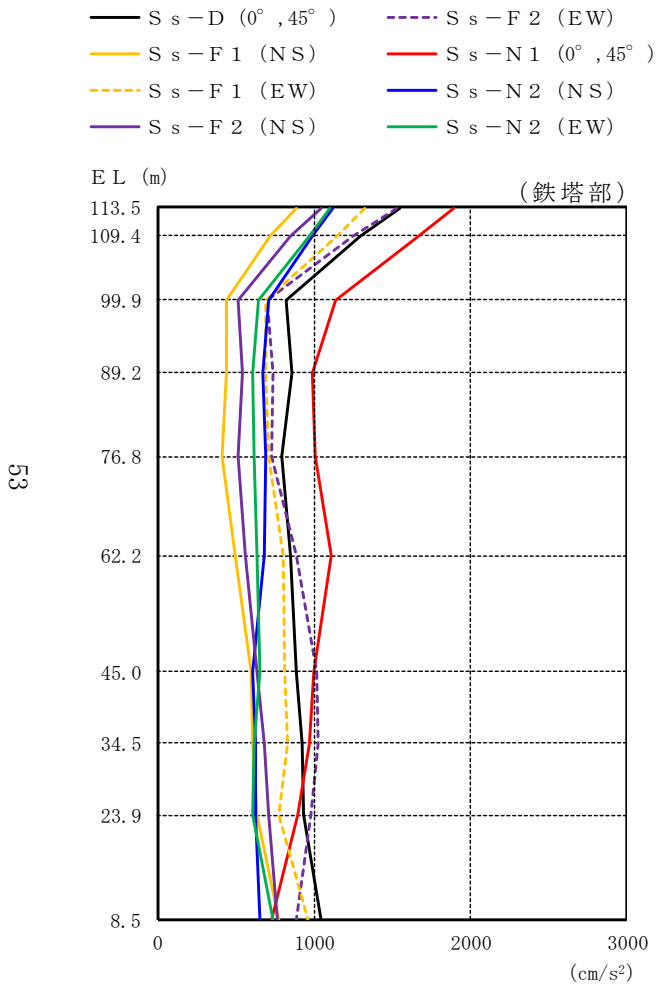
鉛直方向1次 (筒身部)



鉛直方向2次 (鉄塔部)

図 4-1(2) 刺激関数図

(単位 :  $\text{cm/s}^2$ )



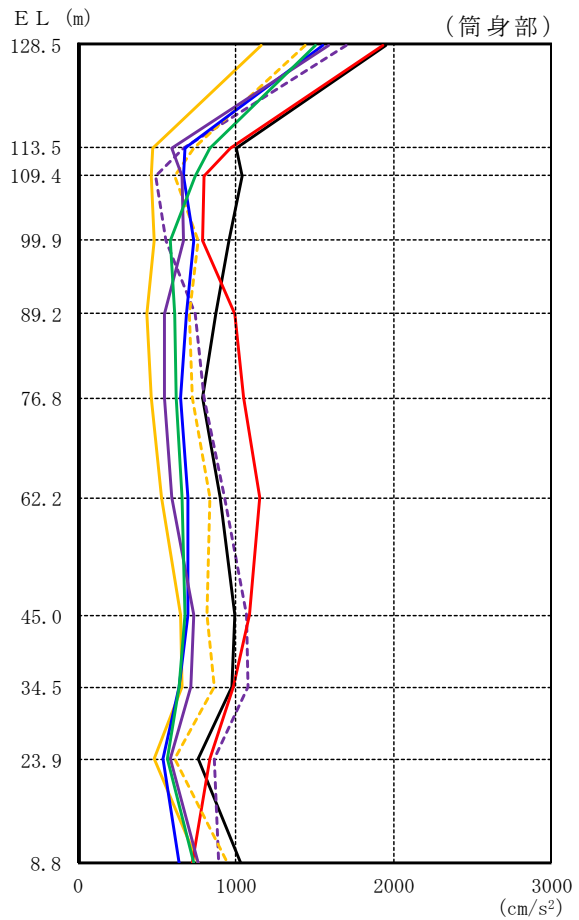
鉄塔部										
$S_s - D$		$S_s - F 1$		$S_s - F 2$		$S_s - N 1$		$S_s - N 2$		最大値
$0^\circ$	$45^\circ$	NS	EW	NS	EW	$0^\circ$	$45^\circ$	NS*	EW*	
1545	886	1328	1043	1528	1895	1120	1096	1895		
1293	715	1150	851	1248	1670	989	966	1670		
817	440	693	510	702	1140	709	648	1140		
856	435	690	538	734	986	670	603	986		
794	411	707	515	727	1009	693	615	1009		
853	491	799	562	883	1114	681	635	1114		
884	600	808	632	1018	995	606	653	1018		
922	605	828	680	1025	970	624	613	1025		
934	631	773	708	977	893	625	602	977		
1043	770	957	767	888	731	650	733	1043		

注：ハッチングは  $S_s - D \sim S_s - N 2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、 $S_s - N 2$  のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-2(1) 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , 水平方向)

- S<sub>s</sub>-D (0°, 45°)
- S<sub>s</sub>-F 1 (NS)
- - - S<sub>s</sub>-F 1 (EW)
- S<sub>s</sub>-F 2 (NS)
- - - S<sub>s</sub>-F 2 (EW)
- - - S<sub>s</sub>-N 1 (0°, 45°)
- S<sub>s</sub>-N 2 (NS)
- S<sub>s</sub>-N 2 (EW)



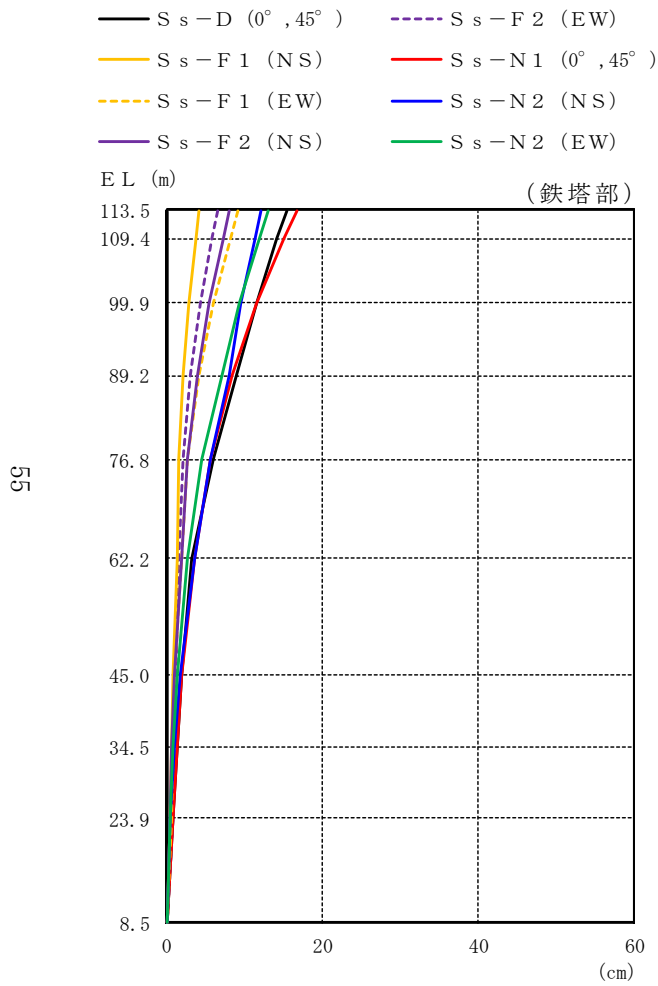
(単位: cm/s<sup>2</sup>)

筒身部										
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F 1		S <sub>s</sub> -F 2		S <sub>s</sub> -N 1		S <sub>s</sub> -N 2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
1957		1164	1440	1586	1702	1934		1557	1504	1957
999		477	736	596	673	965		682	838	999
1042		468	609	655	490	795		666	739	1042
961		484	760	669	553	787		732	583	961
872		439	710	548	744	998		683	613	998
792		465	728	544	795	1054		652	618	1054
899		528	835	596	932	1148		694	658	1148
998		652	819	732	1065	1091		699	680	1091
973		663	861	715	1081	989		644	645	1081
759		478	616	581	860	838		535	563	860
1029		760	952	763	894	722		644	731	1029

注: ハッチングはS<sub>s</sub>-D~S<sub>s</sub>-N 2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*: 排気筒は対称構造物であるため, S<sub>s</sub>-N 2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-2(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 水平方向)



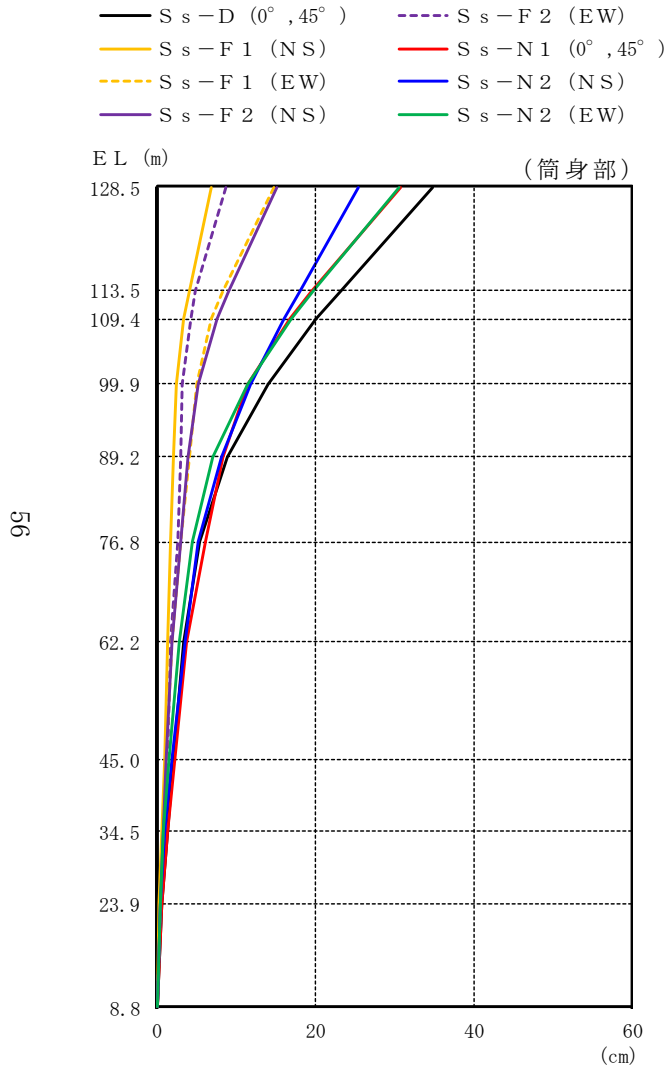
(単位 : cm)

鉄塔部										
S s - D		S s - F 1		S s - F 2		S s - N 1		S s - N 2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS *	EW *	
15.34	4.19	9.09	8.07	6.52	16.69	12.02	13.07	16.69		
14.16	3.74	8.14	7.24	5.82	15.10	11.27	11.89	15.10		
11.47	2.82	6.00	5.41	4.32	11.58	9.59	9.38	11.58		
8.88	2.10	4.11	3.87	3.08	8.34	7.97	7.07	8.88		
5.91	1.59	2.72	2.71	2.14	5.54	5.67	4.57	5.91		
3.30	1.29	1.87	1.82	1.56	3.59	3.51	2.74	3.59		
1.86	0.83	0.96	0.97	1.15	1.89	1.64	1.33	1.89		
1.29	0.65	0.78	0.69	0.98	1.36	0.99	0.83	1.36		
0.73	0.43	0.61	0.46	0.71	0.85	0.45	0.43	0.85		
0.10	0.07	0.08	0.07	0.06	0.09	0.06	0.07	0.10		

注 : ハッチングは S s - D ~ S s - N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\* : 排気筒は対称構造物であるため, S s - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-3(1) 最大応答変位 (基準地震動 S s, 水平方向)



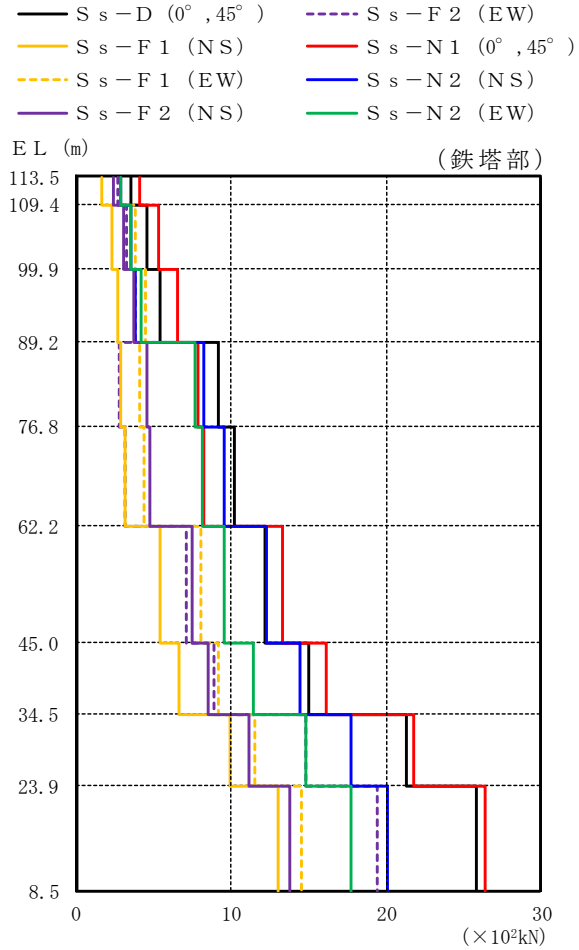
(単位 : cm)

筒身部										
S s-D		S s-F 1		S s-F 2		S s-N 1		S s-N 2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
34.87		6.77	14.77	15.06	8.60	30.84		25.50	30.51	34.87
23.21		4.03	8.38	9.09	4.89	19.50		17.99	19.74	23.21
20.18		3.39	6.94	7.67	4.19	16.72		16.07	16.97	20.18
14.02		2.36	5.06	5.21	3.25	11.54		11.91	11.39	14.02
8.95		2.11	4.11	3.87	3.07	8.34		8.05	7.11	8.95
5.43		1.77	3.05	2.99	2.59	6.03		5.28	4.43	6.03
3.32		1.34	1.95	1.87	1.63	3.68		3.52	2.77	3.68
2.14		0.92	1.12	1.07	1.32	2.19		1.87	1.48	2.19
1.35		0.67	0.81	0.72	1.03	1.41		1.03	0.87	1.41
0.57		0.32	0.42	0.34	0.49	0.61		0.40	0.36	0.61
0.08		0.06	0.08	0.07	0.05	0.04		0.05	0.06	0.08

注：ハッチングは S s-D ~ S s-N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S s-N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-3(2) 最大応答変位 (基準地震動 S s, 水平方向)



(単位 :  $\times 10^2 \text{kN}$ )

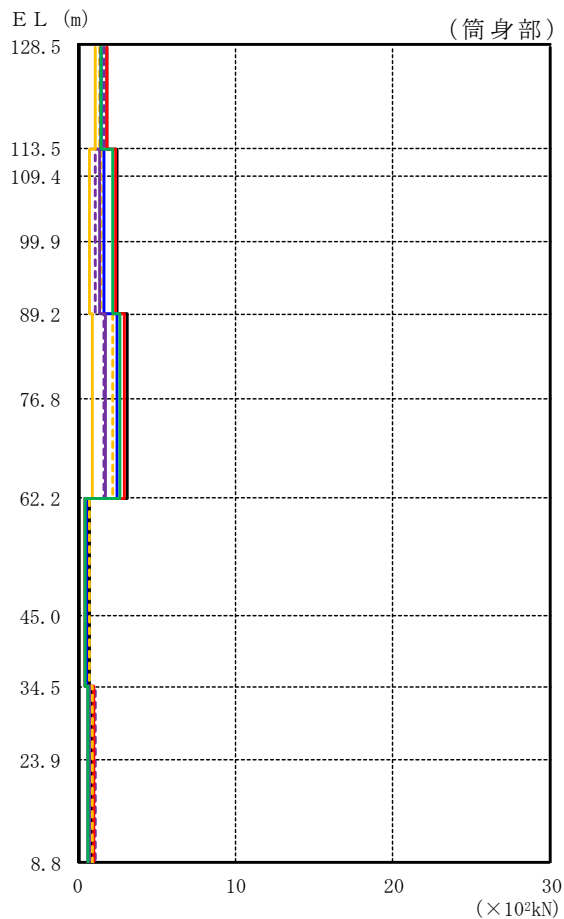
鉄塔部										
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F 1		S <sub>s</sub> -F 2		S <sub>s</sub> -N 1		S <sub>s</sub> -N 2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
3.58		1.68	2.89	2.40	2.74	4.15		2.86	2.93	4.15
4.58		2.36	3.80	3.11	3.28	5.37		3.53	3.57	5.37
5.42		2.67	4.50	3.69	3.79	6.58		3.87	4.21	6.58
9.21		2.91	4.07	4.58	2.75	7.86		8.28	7.66	9.21
10.2		3.12	4.43	4.74	3.12	8.22		9.54	8.19	10.2
12.2		5.46	8.09	7.50	7.10	13.3		12.3	9.54	13.3
15.0		6.61	9.17	8.51	8.91	16.1		14.4	11.4	16.1
21.3		9.98	11.5	11.2	14.8	21.8		17.7	14.8	21.8
25.8		13.0	14.5	13.8	19.4	26.4		20.1	17.7	26.4

注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N 2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S<sub>s</sub>-N 2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-4(1) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>)

- S<sub>s</sub>-D (0°, 45°)
- S<sub>s</sub>-F1 (NS)
- - - S<sub>s</sub>-F1 (EW)
- S<sub>s</sub>-F2 (NS)
- S<sub>s</sub>-F2 (EW)
- - - S<sub>s</sub>-N1 (0°, 45°)
- S<sub>s</sub>-N2 (NS)
- S<sub>s</sub>-N2 (EW)



(単位 : ×10<sup>2</sup>kN)

筒身部										
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F1		S <sub>s</sub> -F2		S <sub>s</sub> -N1		S <sub>s</sub> -N2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
	1.86	1.11	1.37	1.51	1.62	1.84	1.48	1.43	1.86	
	2.45	0.766	1.44	1.37	1.14	2.41	1.67	2.20	2.45	
	2.45	0.766	1.44	1.37	1.14	2.41	1.67	2.20	2.45	
	2.45	0.766	1.44	1.37	1.14	2.41	1.67	2.20	2.45	
	3.10	0.934	2.19	1.73	1.65	2.94	2.51	2.66	3.10	
	3.10	0.934	2.19	1.73	1.65	2.94	2.51	2.66	3.10	
	0.731	0.443	0.698	0.489	0.567	0.457	0.579	0.491	0.731	
	0.731	0.443	0.698	0.489	0.567	0.457	0.579	0.491	0.731	
	0.901	0.624	0.922	0.763	1.10	1.03	0.609	0.628	1.10	
	0.901	0.624	0.922	0.763	1.10	1.03	0.609	0.628	1.10	

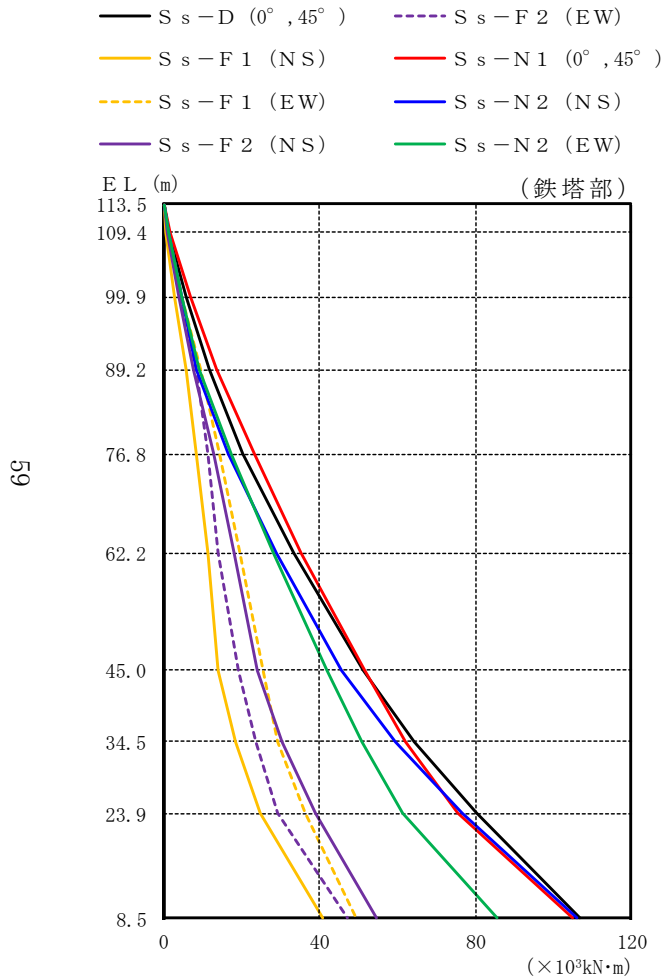
注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S<sub>s</sub>-N2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-4(2) 最大応答せん断力 (基準地震動 S<sub>s</sub>)



(単位 :  $\times 10^3 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

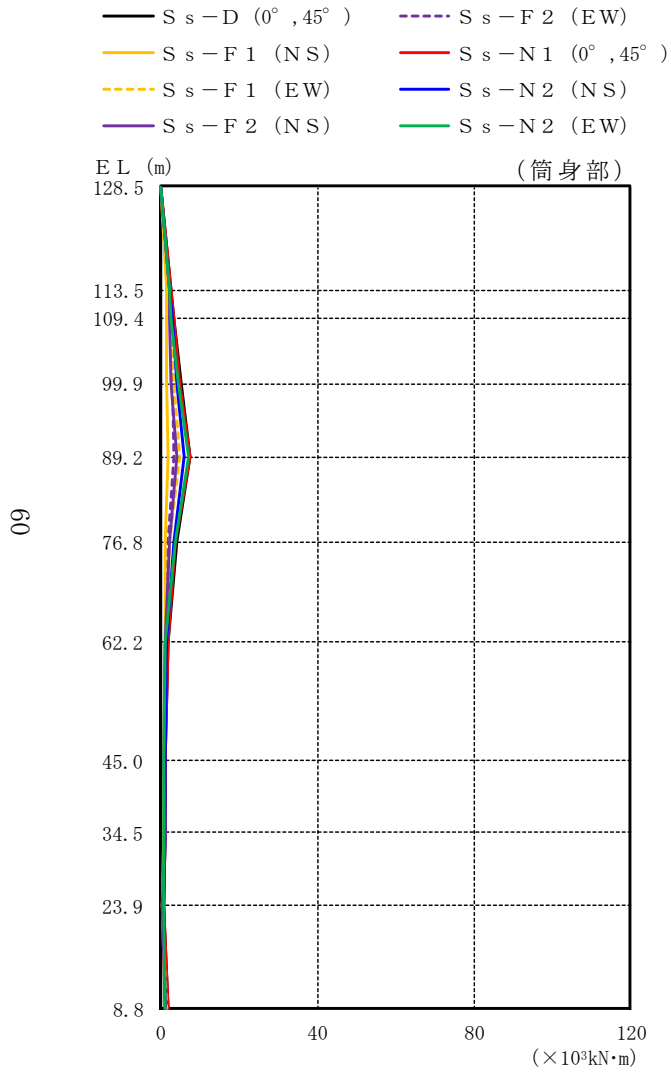


鉄塔部										
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F 1		S <sub>s</sub> -F 2		S <sub>s</sub> -N 1		S <sub>s</sub> -N 2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
1.48	0.696	1.20	0.994	1.13	1.72	1.18	1.21	1.72	1.72	
5.80	2.91	4.75	3.92	4.21	6.77	4.50	4.60	6.77		
11.6	5.72	9.47	7.81	8.21	13.7	8.57	9.09	13.7		
20.4	8.26	14.2	12.8	11.4	23.4	16.7	17.3	23.4		
33.5	11.2	19.4	18.2	14.0	35.3	28.8	28.3	35.3		
51.3	14.1	25.4	24.2	19.1	51.5	45.5	41.8	51.5		
64.4	18.3	29.4	30.3	23.8	62.1	59.3	50.8	64.4		
80.4	24.7	36.2	38.8	29.2	75.5	76.7	61.3	80.4		
107	40.9	49.6	54.7	47.1	105	106	85.7	107		

注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N 2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S<sub>s</sub>-N 2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-5(1) 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S<sub>s</sub>)



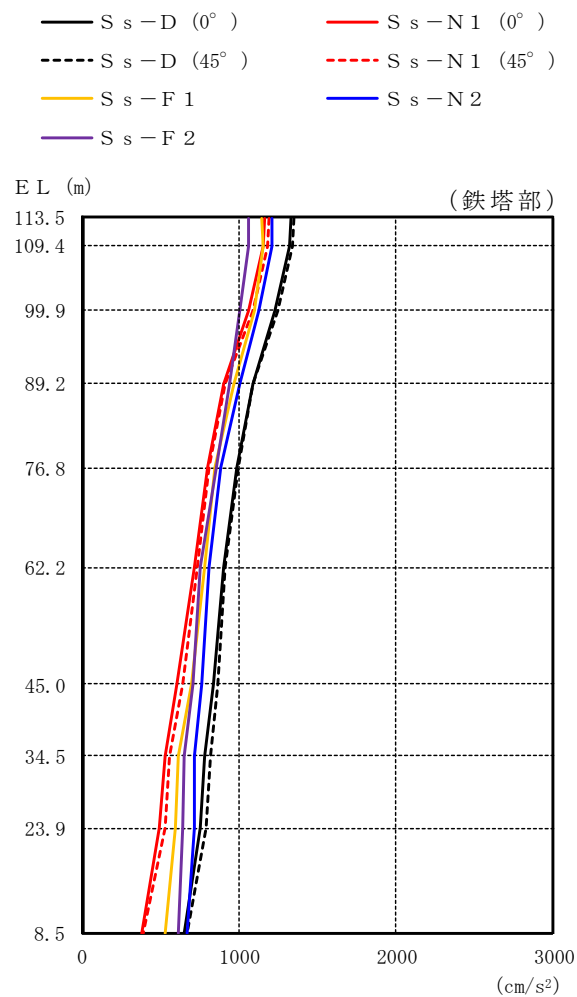
(単位：×10<sup>3</sup>kN·m)

筒身部										
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F1		S <sub>s</sub> -F2		S <sub>s</sub> -N1		S <sub>s</sub> -N2		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	
0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	—
2.80		1.66	2.06	2.26	2.43	2.76		2.22	2.15	2.80
3.54		1.60	2.48	2.34	2.54	3.24		2.83	2.72	3.54
5.29		1.57	3.52	2.65	2.83	4.94		4.30	4.61	5.29
7.65		1.92	4.77	4.10	3.47	7.45		5.96	6.95	7.65
4.03		0.960	2.39	2.13	1.70	3.93		3.19	3.73	4.03
1.78		0.989	1.51	1.24	1.30	1.82		1.42	1.18	1.82
1.06		0.599	0.860	0.854	1.04	1.18		0.945	0.900	1.18
1.21		0.735	1.09	1.06	1.07	1.01		1.05	0.878	1.21
0.741		0.321	0.460	0.440	0.446	0.781		0.771	0.577	0.781
1.73		1.05	1.41	1.18	1.80	1.95		1.25	1.12	1.95

注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S<sub>s</sub>-N2のNS成分及びEW成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図4-5(2) 最大応答曲げモーメント (基準地震動S<sub>s</sub>)



(単位 : cm/s<sup>2</sup>)

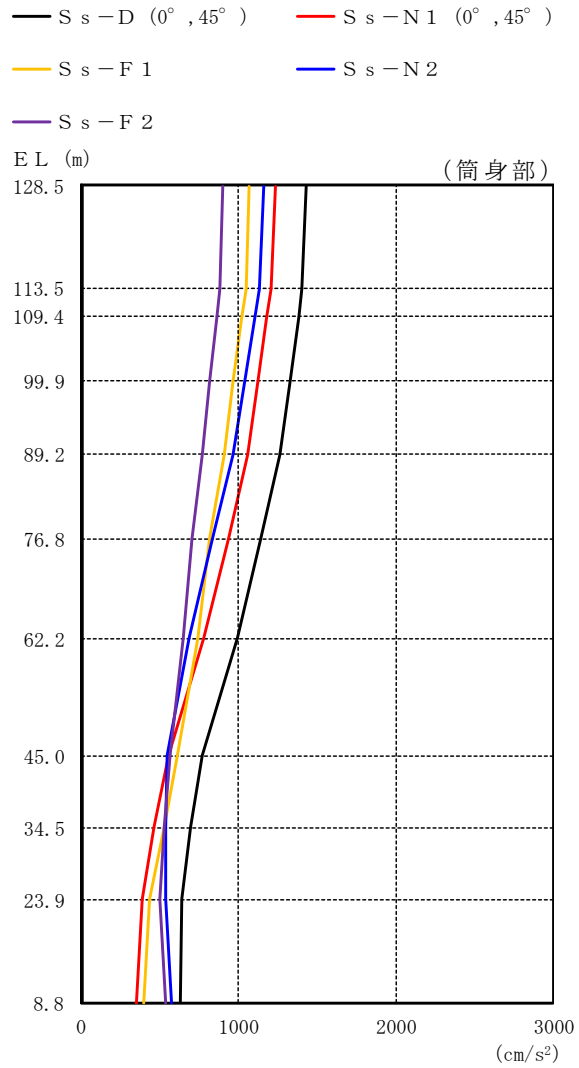
鉄塔部							
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F 1	S <sub>s</sub> -F 2	S <sub>s</sub> -N 1		S <sub>s</sub> -N 2	最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		
1330	1348	1143	1064	1164	1194	1213	1348
1318	1338	1149	1057	1153	1184	1207	1338
1227	1244	1099	1001	1058	1085	1124	1244
1084	1089	964	935	904	913	1001	1089
981	992	845	856	796	809	879	992
900	908	781	756	711	736	810	908
836	864	699	702	602	639	761	864
782	818	617	648	524	558	714	818
755	794	597	642	492	531	714	794
648	668	526	613	379	392	672	672

注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N 2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：0° 方向又は45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-6(1) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)

(単位: cm/s<sup>2</sup>)



筒身部							
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1		S <sub>s</sub> -N2	最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		
1429		1070	899	1234		1160	1429
1403		1045	878	1207		1130	1403
1380		1023	859	1184		1104	1380
1325		968	815	1126		1040	1325
1265		908	766	1063		970	1265
1141		815	702	934		837	1141
996		741	647	784		690	996
766		608	565	553		548	766
694		532	532	464		539	694
640		437	496	386		534	640
632		401	534	353		575	632

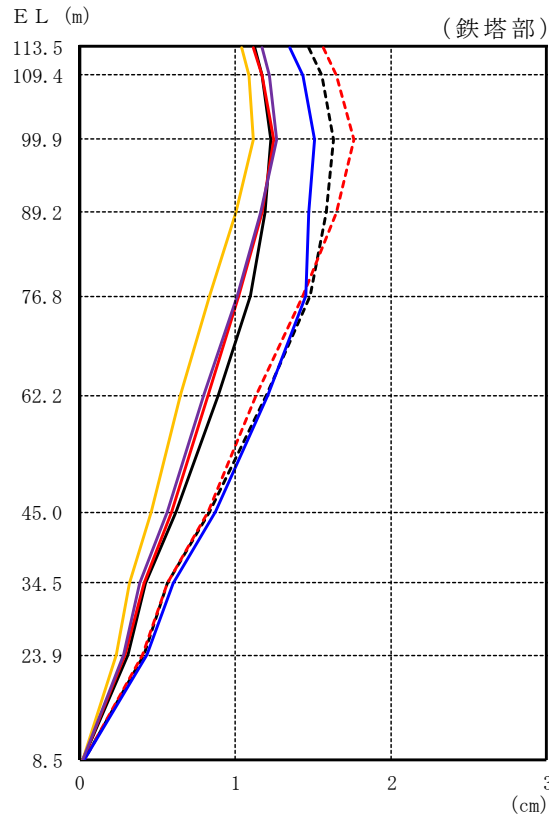
注: ハッチングは S<sub>s</sub>-D ~ S<sub>s</sub>-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*: 0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-6(2) 最大応答加速度 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)

(単位 : cm)

- S<sub>s</sub>-D (0°)
- S<sub>s</sub>-D (45°)
- S<sub>s</sub>-F 1
- S<sub>s</sub>-F 2
- S<sub>s</sub>-N 1 (0°)
- S<sub>s</sub>-N 1 (45°)
- S<sub>s</sub>-N 2

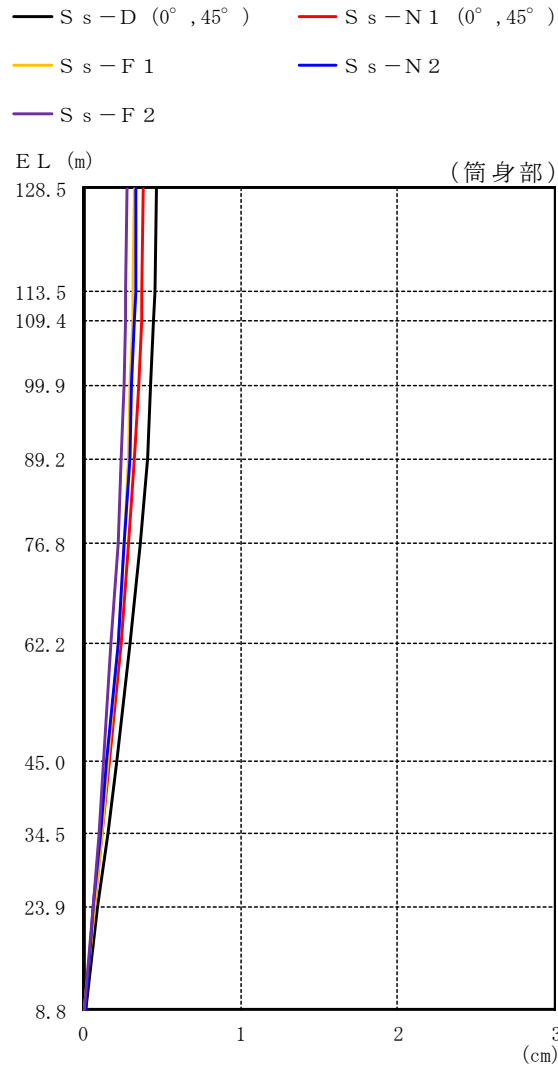


鉄塔部							
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F 1	S <sub>s</sub> -F 2	S <sub>s</sub> -N 1		S <sub>s</sub> -N 2	最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		
1.12	1.47	1.04	1.17	1.11	1.56	1.35	1.56
1.17	1.55	1.09	1.22	1.17	1.65	1.43	1.65
1.23	1.63	1.11	1.26	1.25	1.76	1.51	1.76
1.19	1.58	1.00	1.16	1.17	1.65	1.47	1.65
1.10	1.48	0.83	1.01	1.02	1.43	1.45	1.48
0.89	1.20	0.65	0.80	0.82	1.13	1.21	1.21
0.62	0.83	0.46	0.56	0.59	0.82	0.87	0.87
0.42	0.56	0.32	0.38	0.41	0.56	0.60	0.60
0.31	0.41	0.23	0.28	0.29	0.40	0.43	0.43
0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03

注：ハッチングはS<sub>s</sub>-D～S<sub>s</sub>-N 2の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-7(1) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)



(単位 : cm)

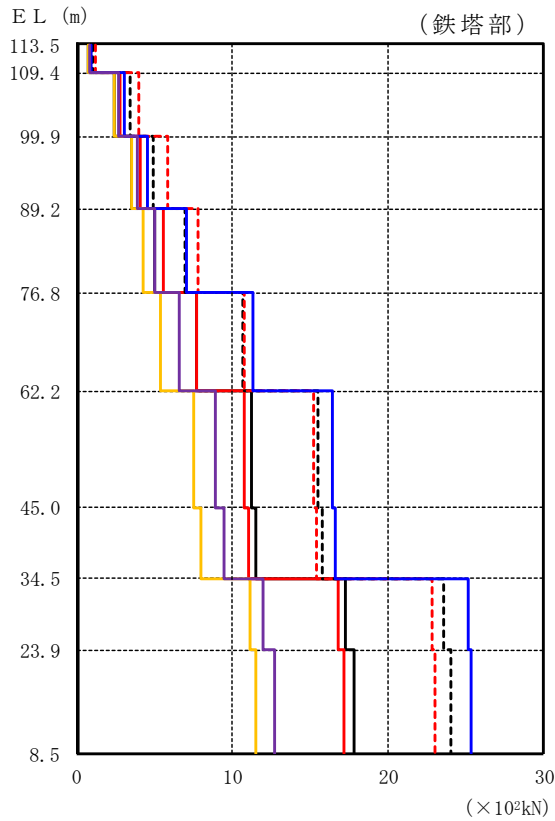
筒身部							
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1		S <sub>s</sub> -N2	最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		
0.47	0.47	0.33	0.28	0.38	0.34	0.47	
0.46	0.46	0.32	0.27	0.37	0.34	0.46	
0.45	0.45	0.32	0.27	0.37	0.33	0.45	
0.43	0.43	0.30	0.26	0.35	0.31	0.43	
0.41	0.41	0.29	0.24	0.33	0.30	0.41	
0.36	0.36	0.26	0.22	0.29	0.26	0.36	
0.30	0.30	0.22	0.18	0.24	0.22	0.30	
0.21	0.21	0.16	0.13	0.17	0.15	0.21	
0.16	0.16	0.12	0.10	0.12	0.11	0.16	
0.09	0.09	0.07	0.06	0.07	0.06	0.09	
0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	

注 : ハッチングは S<sub>s</sub>-D ~ S<sub>s</sub>-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。  
 注記\* : 0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-7(2) 最大応答変位 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向)

(単位 :  $\times 10^2 \text{kN}$ )

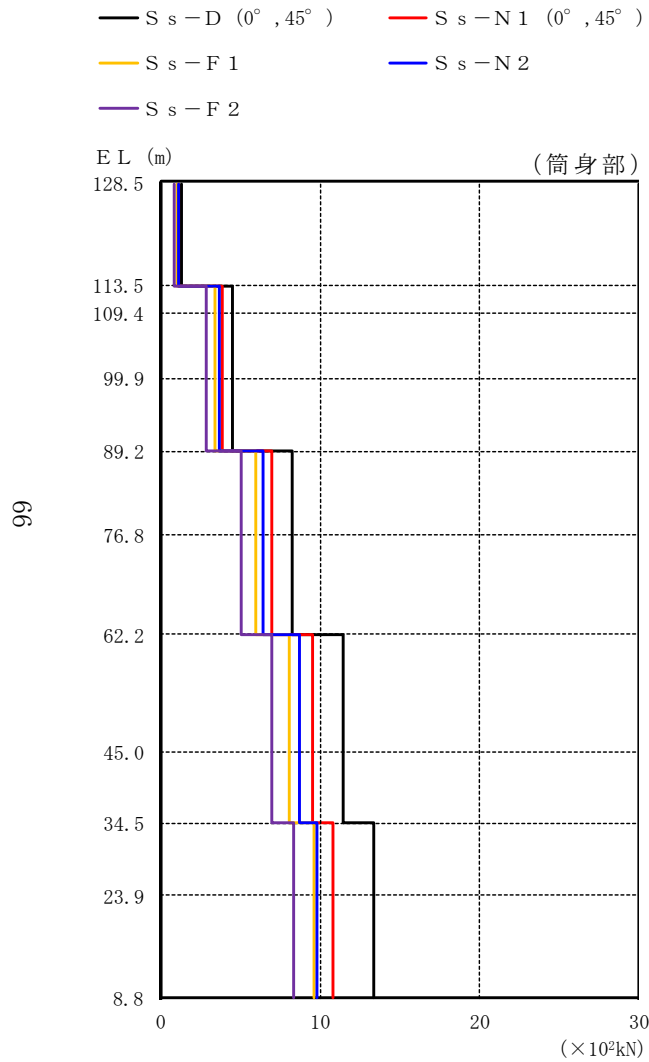
—  $S_s - D (0^\circ)$       —  $S_s - N1 (0^\circ)$   
 - - -  $S_s - D (45^\circ)$     - - -  $S_s - N1 (45^\circ)$   
 —  $S_s - F1$               —  $S_s - N2$   
 —  $S_s - F2$



鉄塔部							
$S_s - D$		$S_s - F1$	$S_s - F2$	$S_s - N1$		$S_s - N2$	最大値
$0^\circ$	$45^\circ$			$0^\circ$	$45^\circ$		
0.721	1.02	0.721	0.831	0.830	1.17	0.955	1.17
2.43	3.42	2.45	2.72	2.80	3.96	3.06	3.96
3.50	4.93	3.54	3.88	4.11	5.81	4.51	5.81
5.01	6.98	4.26	5.00	5.55	7.84	7.02	7.84
7.72	10.7	5.41	6.60	7.67	10.8	11.3	11.3
11.2	15.5	7.48	8.92	10.8	15.2	16.4	16.4
11.5	15.8	8.02	9.45	11.0	15.4	16.6	16.6
17.3	23.6	11.1	12.0	16.8	22.8	25.2	25.2
17.8	24.0	11.5	12.7	17.2	23.0	25.3	25.3

注 : ハッチングは  $S_s - D \sim S_s - N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4-8(1) 最大応答軸力 (基準地震動  $S_s$ )



(単位 : ×10<sup>2</sup>kN)

筒身部							
S <sub>s</sub> -D		S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -N1		S <sub>s</sub> -N2	最大値
0°	45°			0°	45°		
	1.34	1.00	0.840	1.16	1.08	1.34	1.34
	4.54	3.37	2.84	3.90	3.64	4.54	4.54
	4.54	3.37	2.84	3.90	3.64	4.54	4.54
	4.54	3.37	2.84	3.90	3.64	4.54	4.54
	8.23	5.99	5.07	6.99	6.45	8.23	8.23
	8.23	5.99	5.07	6.99	6.45	8.23	8.23
	11.5	8.04	6.93	9.53	8.67	11.5	11.5
	11.5	8.04	6.93	9.53	8.67	11.5	11.5
	13.4	9.63	8.32	10.8	9.78	13.4	13.4
	13.4	9.63	8.32	10.8	9.78	13.4	13.4

注 : ハッチングは S<sub>s</sub>-D ~ S<sub>s</sub>-N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4-8(2) 最大応答軸力 (基準地震動 S<sub>s</sub>)

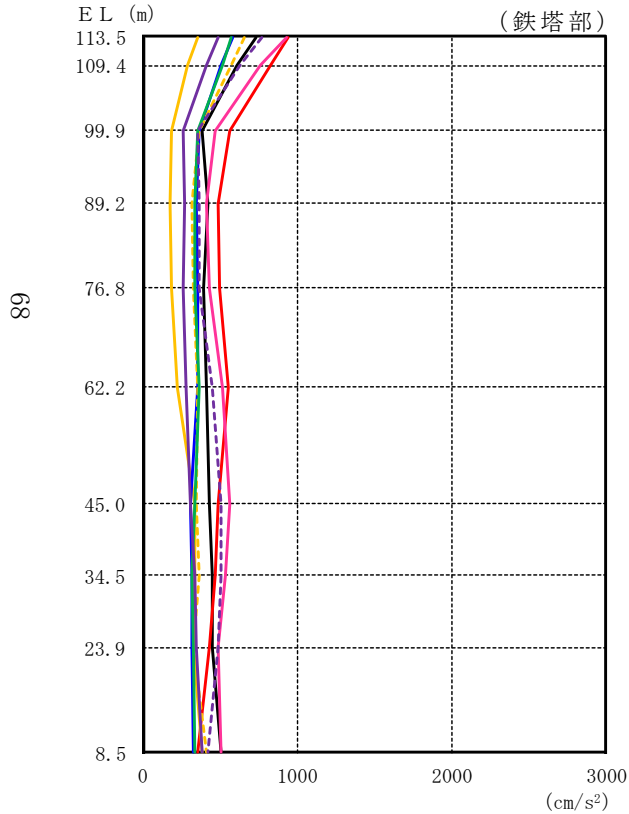


表 4-2 制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値及び許容値（基準地震動  $S_s$ ）

	制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値							許容値
	$S_s - D$		$S_s - F 1$	$S_s - F 2$	$S_s - N 1$		$S_s - N 2$	
	0°	45°			0°	45°		
速度 (m/s)	0.91	0.84	0.78	0.77	1.04	0.96	0.98	2.00
変位 (mm)	115	106	73	70	112	104	115	300

(単位: cm/s<sup>2</sup>)

- S d - D (0°, 45°)
- S d - F 1 (NS)
- - - S d - F 1 (EW)
- S d - F 2 (NS)
- - - S d - F 2 (EW)
- S d - N 1 (0°, 45°)
- S d - N 2 (NS)
- S d - N 2 (EW)
- S d - 1 (0°, 45°)

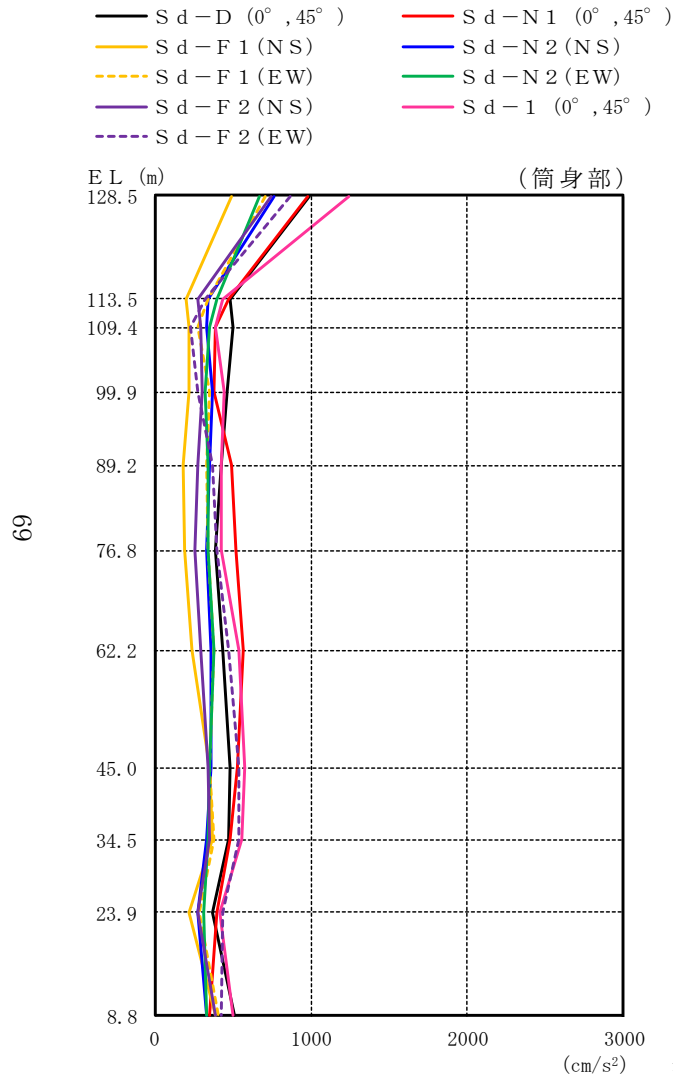


鉄塔部												最大値
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
732		357	658	492	772	946		580	578	934		946
616		288	570	412	633	833		512	515	766		833
389		187	365	263	354	569		365	354	469		569
419		181	320	268	370	485		346	335	416		485
392		190	327	259	369	500		358	342	433		500
418		225	361	281	447	552		354	362	515		552
433		338	351	314	509	491		313	343	564		564
451		342	365	336	511	475		320	323	533		533
456		332	331	347	485	434		321	332	487		487
511		390	413	386	424	361		332	335	511		511

注: ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*: 排気筒は対称構造物であるため, S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-9(1) 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向)



(単位 : cm/s<sup>2</sup>)

筒身部												
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
988		490	712	747	866	977		768	670	1246		1246
487		197	338	279	325	472		342	403	432		487
501		223	274	295	233	386		332	355	393		501
467		219	350	303	278	376		372	325	442		467
427		186	329	273	375	490		352	343	422		490
390		192	338	255	399	521		337	340	431		521
440		241	378	296	470	566		360	376	535		566
486		355	351	343	536	531		363	354	578		578
477		373	376	353	537	484		331	344	557		557
371		221	285	280	434	403		276	317	414		434
507		388	410	386	428	356		329	334	504		507

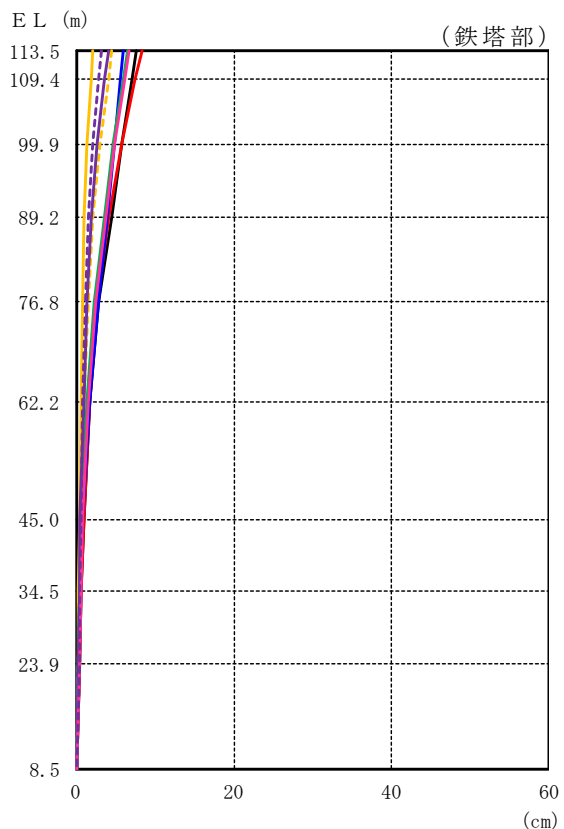
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-9(2) 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向)

(単位 : cm)

- S d - D ( 0° , 45° )
- S d - F 1 ( NS )
- - - S d - F 1 ( EW )
- S d - F 2 ( NS )
- - - S d - F 2 ( EW )
- S d - N 1 ( 0° , 45° )
- S d - N 2 ( NS )
- S d - N 2 ( EW )
- S d - 1 ( 0° , 45° )

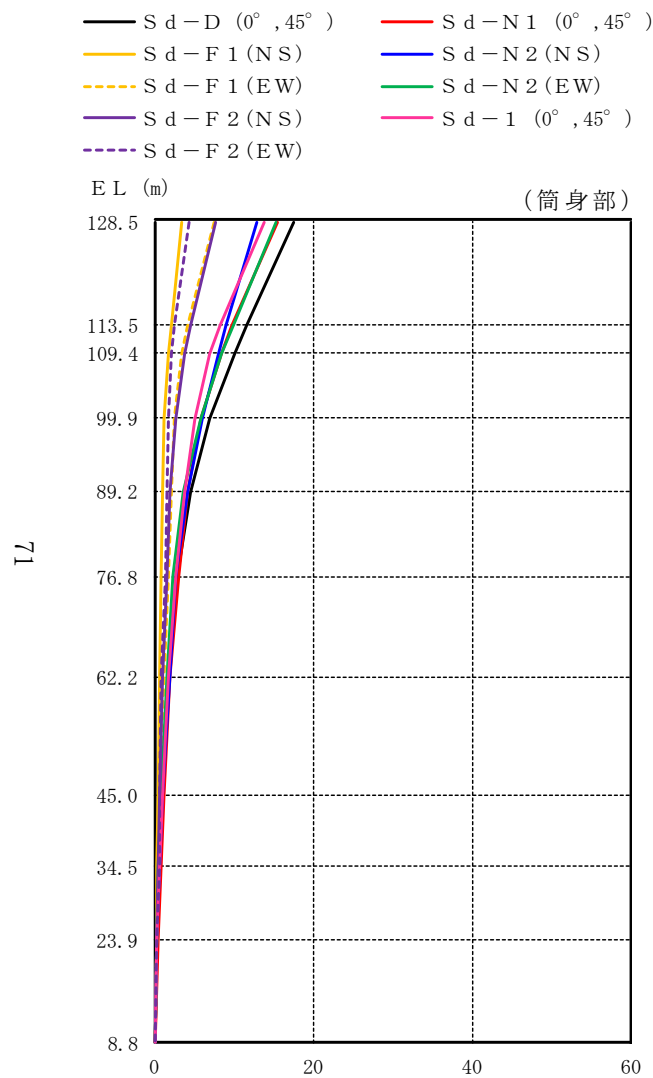


鉄塔部												最大値
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
7.66		2.06	4.54	4.05	3.24	8.31		6.06	6.49	6.77		8.31
7.07		1.85	4.06	3.63	2.90	7.52		5.67	5.92	6.15		7.52
5.72		1.41	3.00	2.71	2.16	5.76		4.81	4.69	4.83		5.76
4.42		1.04	2.11	1.96	1.55	4.14		4.00	3.55	3.67		4.42
2.90		0.73	1.48	1.40	1.09	2.73		2.85	2.29	2.49		2.90
1.65		0.56	1.04	0.94	0.76	1.78		1.78	1.40	1.62		1.78
0.91		0.35	0.52	0.49	0.57	0.95		0.83	0.68	0.86		0.95
0.63		0.27	0.35	0.35	0.49	0.68		0.51	0.45	0.57		0.68
0.36		0.19	0.26	0.23	0.36	0.42		0.24	0.25	0.38		0.42
0.05		0.04	0.05	0.04	0.03	0.05		0.03	0.04	0.05		0.05

注 : ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記 \* : 排気筒は対称構造物であるため、 S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-10(1) 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d , 水平方向)



(単位: cm)

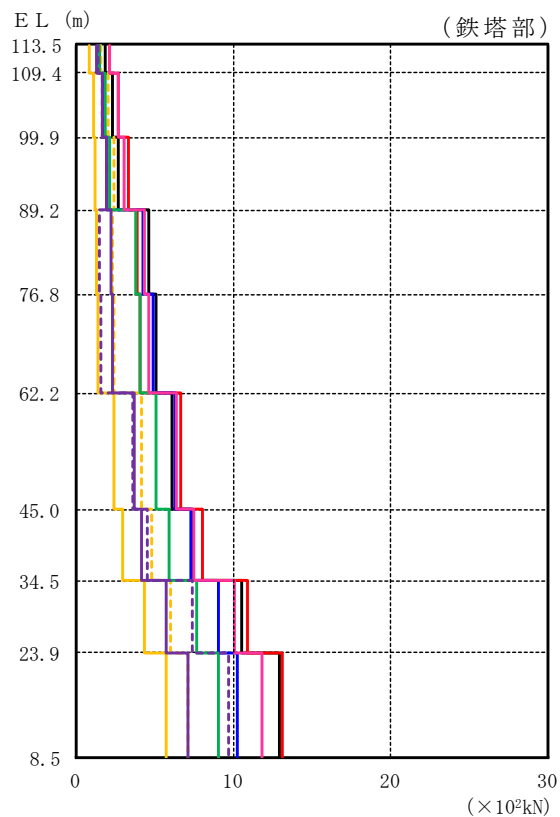
筒身部												
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		最大値
0°	45°	N S	E W	N S	E W	0°	45°	N S *	E W *	0°	45°	
17.48		3.39	7.53	7.62	4.32	15.38		12.77	15.28	13.81		17.48
11.61		2.00	4.20	4.56	2.45	9.75		8.98	9.86	8.12		11.61
10.08		1.69	3.44	3.83	2.10	8.37		8.03	8.47	6.95		10.08
6.98		1.18	2.53	2.56	1.62	5.78		5.96	5.70	5.05		6.98
4.46		1.04	2.11	1.96	1.54	4.14		4.04	3.58	3.69		4.46
2.75		0.83	1.64	1.54	1.32	2.98		2.66	2.22	2.55		2.98
1.67		0.58	1.07	0.97	0.80	1.82		1.79	1.42	1.66		1.82
1.04		0.39	0.60	0.55	0.66	1.10		0.95	0.77	1.02		1.10
0.66		0.28	0.37	0.37	0.51	0.71		0.53	0.47	0.60		0.71
0.28		0.13	0.17	0.17	0.25	0.31		0.21	0.20	0.26		0.31
0.04		0.03	0.04	0.04	0.03	0.02		0.03	0.03	0.05		0.05

注: ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

(cm) 注記\*: 排気筒は対称構造物であるため、S d - N 2 の N S 成分及び E W 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図4-10(2) 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, 水平方向)

- S d - D (0°, 45°)
- S d - F 1 (NS)
- - - S d - F 1 (EW)
- S d - F 2 (NS)
- - - S d - F 2 (EW)
- S d - N 1 (0°, 45°)
- S d - N 2 (NS)
- S d - N 2 (EW)
- S d - 1 (0°, 45°)



(単位 : ×10<sup>2</sup>kN)

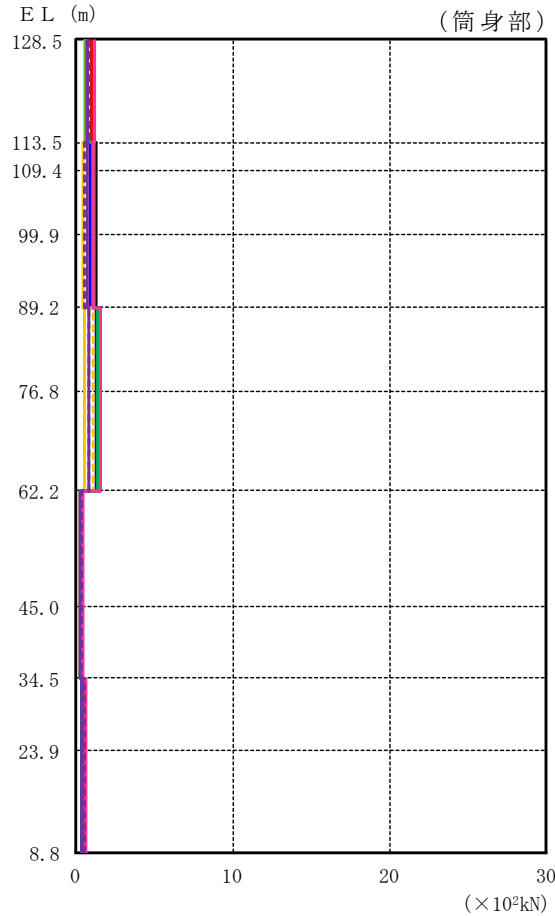
鉄塔部												
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
1.78		0.759	1.53	1.24	1.39	2.06		1.42	1.49	2.07		2.07
2.26		1.04	2.00	1.62	1.66	2.68		1.74	1.80	2.69		2.69
2.68		1.18	2.34	1.91	1.90	3.28		1.91	2.12	3.05		3.28
4.56		1.30	2.27	2.23	1.40	3.88		4.18	3.80	4.27		4.56
5.05		1.38	2.38	2.30	1.52	4.07		4.82	4.03	4.59		5.05
6.08		2.35	4.10	3.63	3.59	6.59		6.27	5.08	6.34		6.59
7.33		2.88	4.81	4.15	4.48	8.03		7.29	5.88	7.50		8.03
10.5		4.35	5.98	5.71	7.38	10.9		9.03	7.64	10.0		10.9
12.9		5.68	7.12	7.04	9.68	13.1		10.2	9.07	11.8		13.1

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図4-11(1) 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d)

- S d - D ( 0° , 45° )
- S d - F 1 ( NS )
- - - S d - F 1 ( EW )
- S d - F 2 ( NS )
- - - S d - F 2 ( EW )
- S d - N 1 ( 0° , 45° )
- S d - N 2 ( NS )
- S d - N 2 ( EW )
- S d - 1 ( 0° , 45° )



(単位 :  $\times 10^2 \text{kN}$ )

筒身部												最大値
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
	0.942	0.466	0.679	0.710	0.823		0.930	0.732	0.638		1.19	1.19
	1.21	0.394	0.663	0.694	0.553		1.19	0.835	1.09		1.08	1.21
	1.21	0.394	0.663	0.694	0.553		1.19	0.835	1.09		1.08	1.21
	1.21	0.394	0.663	0.694	0.553		1.19	0.835	1.09		1.08	1.21
	1.55	0.479	1.06	0.827	0.817		1.48	1.26	1.33		1.57	1.57
	1.55	0.479	1.06	0.827	0.817		1.48	1.26	1.33		1.57	1.57
	0.337	0.221	0.288	0.226	0.282		0.226	0.280	0.230		0.377	0.377
	0.337	0.221	0.288	0.226	0.282		0.226	0.280	0.230		0.377	0.377
	0.428	0.354	0.409	0.353	0.548		0.502	0.298	0.314		0.565	0.565
	0.428	0.354	0.409	0.353	0.548		0.502	0.298	0.314		0.565	0.565

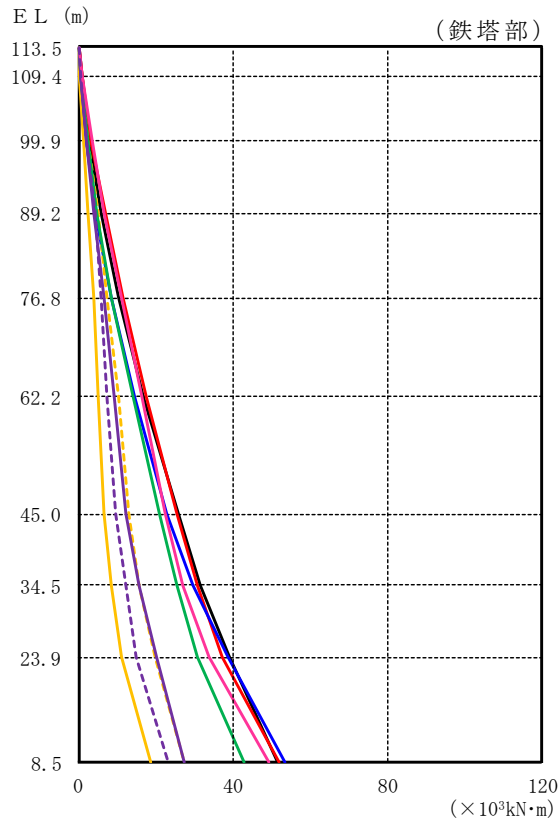
注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：排気筒は対称構造物であるため、S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図4-11(2) 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d)

(単位 :  $\times 10^3 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

- S d - D (  $0^\circ, 45^\circ$  )
- S d - F 1 ( NS )
- - - S d - F 1 ( EW )
- S d - F 2 ( NS )
- - - S d - F 2 ( EW )
- S d - N 1 (  $0^\circ, 45^\circ$  )
- S d - N 2 ( NS )
- S d - N 2 ( EW )
- S d - 1 (  $0^\circ, 45^\circ$  )



鉄塔部												最大値
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		
$0^\circ$	$45^\circ$	NS	EW	NS	EW	$0^\circ$	$45^\circ$	NS*	EW*	$0^\circ$	$45^\circ$	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
0.735	0.314	0.632	0.515	0.574	0.854	0.587	0.616	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857
2.86	1.29	2.51	2.04	2.13	3.37	2.23	2.31	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
5.71	2.53	4.97	4.04	4.14	6.83	4.23	4.59	6.59	6.59	6.59	6.59	6.83
10.3	3.78	7.53	6.58	5.82	11.6	8.49	8.52	11.0	11.0	11.0	11.0	11.6
16.9	5.20	10.3	9.35	7.17	17.5	14.5	14.3	16.5	16.5	16.5	16.5	17.5
25.7	6.71	13.1	12.4	9.67	25.5	22.9	21.1	22.5	22.5	22.5	22.5	25.7
31.7	8.43	15.8	15.5	12.1	30.7	29.8	25.5	27.0	27.0	27.0	27.0	31.7
39.2	11.2	19.9	20.0	15.0	37.3	38.7	30.6	33.8	33.8	33.8	33.8	39.2
51.5	18.5	27.4	27.4	23.1	51.9	53.6	42.7	49.2	49.2	49.2	49.2	53.6

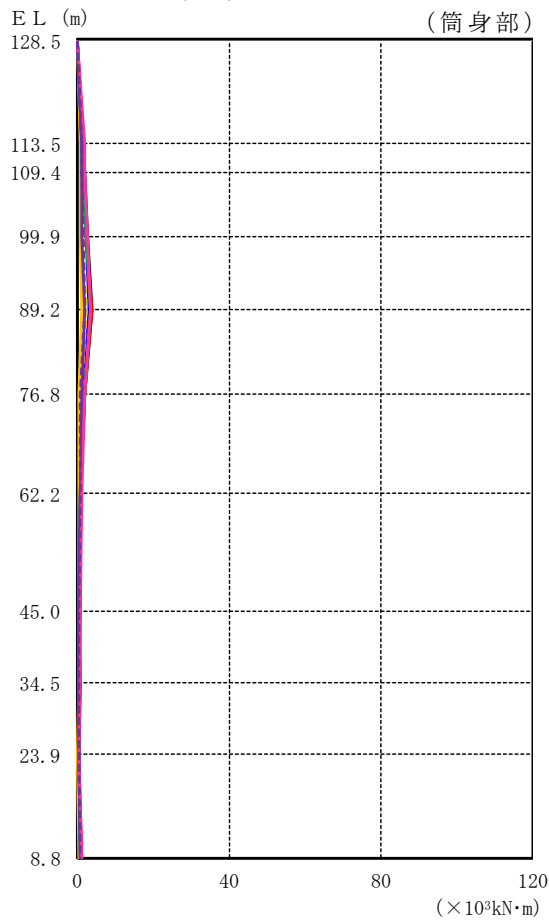
注 : ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\* : 排気筒は対称構造物であるため, S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-12(1) 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d)



- S d - D ( 0° , 45° )
- S d - F 1 ( NS )
- - - S d - F 1 ( EW )
- S d - F 2 ( NS )
- - - S d - F 2 ( EW )
- S d - N 1 ( 0° , 45° )
- S d - N 2 ( NS )
- S d - N 2 ( EW )
- S d - 1 ( 0° , 45° )



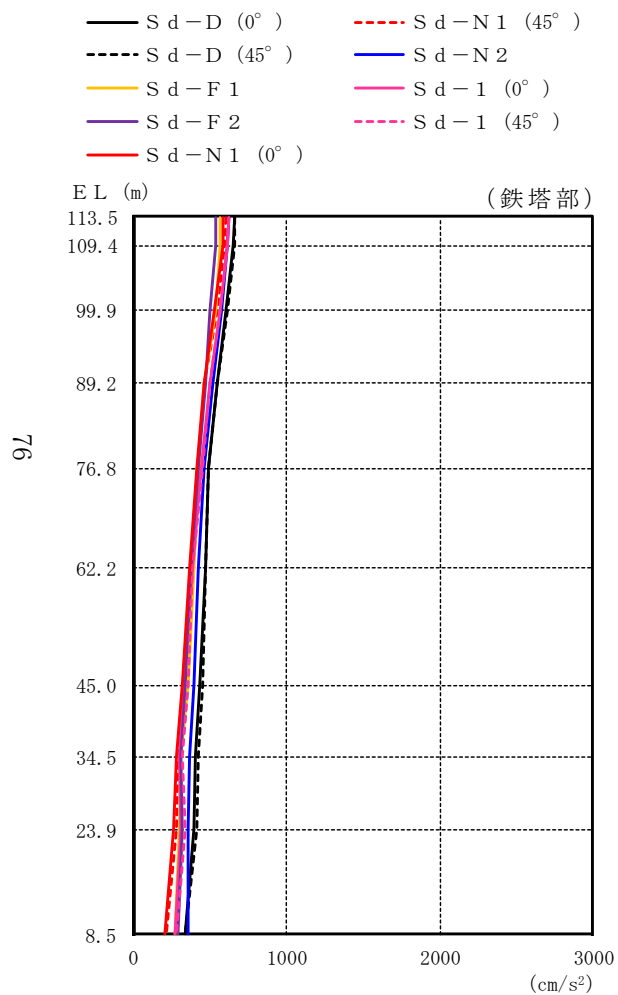
(単位 :  $\times 10^3 \text{kN}\cdot\text{m}$ )

筒身部												
S d - D		S d - F 1		S d - F 2		S d - N 1		S d - N 2		S d - 1		最大値
0°	45°	NS	EW	NS	EW	0°	45°	NS*	EW*	0°	45°	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
1.41	0.699	1.02	1.06	1.24	1.40	1.10	0.957	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
1.78	0.696	1.14	1.12	1.29	1.58	1.42	1.28	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
2.66	0.773	1.70	1.31	1.43	2.46	2.16	2.31	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
3.82	0.985	2.34	2.01	1.73	3.73	2.99	3.47	3.60	3.60	3.60	3.60	3.82
2.01	0.463	1.15	1.04	0.839	1.97	1.60	1.86	1.79	1.79	1.79	1.79	2.01
0.853	0.421	0.713	0.625	0.661	0.917	0.701	0.632	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
0.542	0.279	0.413	0.408	0.525	0.582	0.474	0.411	0.701	0.701	0.701	0.701	0.701
0.574	0.379	0.489	0.493	0.534	0.504	0.513	0.416	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
0.364	0.135	0.231	0.211	0.226	0.387	0.392	0.302	0.391	0.391	0.391	0.391	0.392
0.871	0.538	0.606	0.583	0.896	0.955	0.642	0.619	0.946	0.946	0.946	0.946	0.955

注 : ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\* : 排気筒は対称構造物であるため、S d - N 2 の NS 成分及び EW 成分を入れ替えた地震動による最大応答値の記載は省略する。

図 4-12(2) 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d)



(単位 : cm/s<sup>2</sup>)

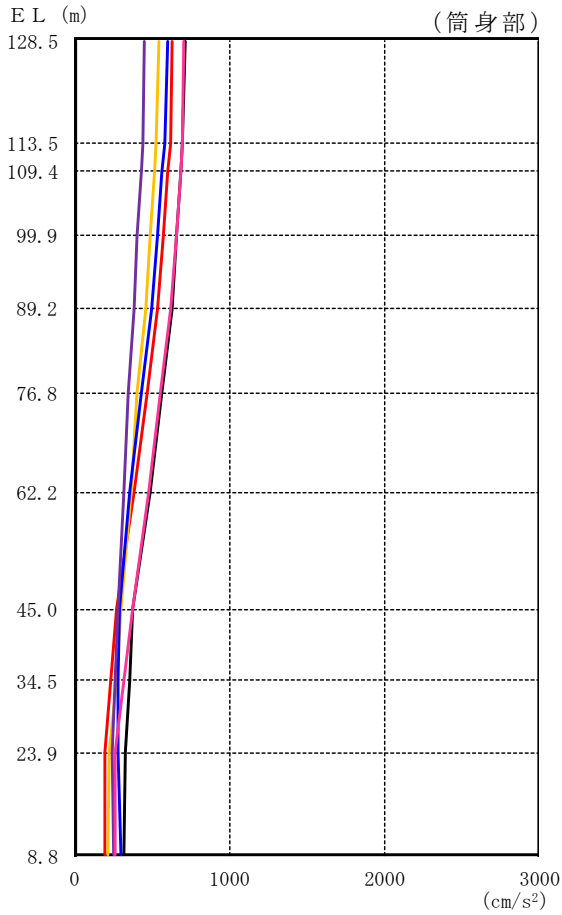
鉄塔部									
S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		0°*	45°*	
660	665	569	537	588	599	620	623	624	665
653	659	569	535	582	593	616	616	617	659
607	610	533	502	532	542	574	567	568	610
546	549	463	466	458	459	519	502	502	549
494	494	423	426	413	420	464	439	451	494
466	472	394	375	368	381	423	382	388	472
435	452	352	339	314	331	392	326	353	452
407	427	311	312	276	292	369	300	319	427
394	417	300	318	259	278	359	311	335	417
333	340	275	290	205	211	355	275	284	355

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*：0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-13(1) 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)

— S d - D (0° , 45°)    — S d - N 1 (0° , 45°)  
 — S d - F 1                — S d - N 2  
 — S d - F 2                — S d - 1 (0° , 45°)



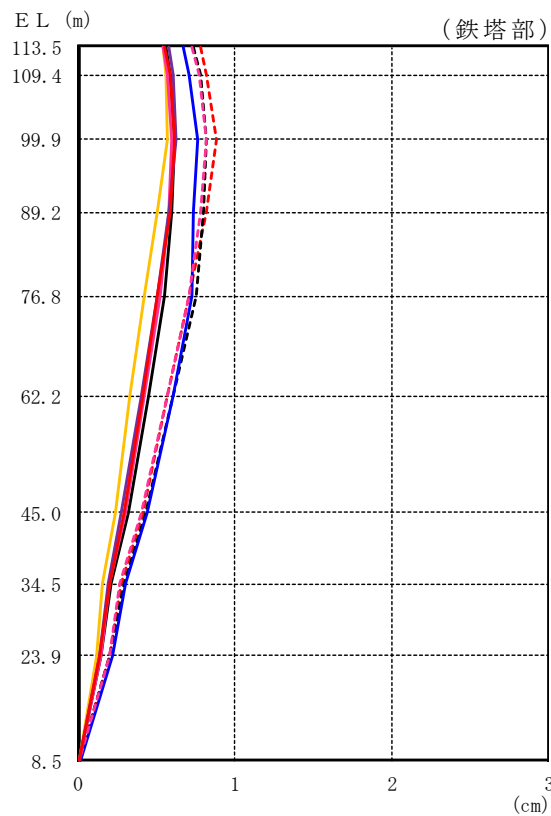
(単位 : cm/s<sup>2</sup>)

筒身部									
S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		0°*	45°*	
714		544	448	633		599	710		714
701		531	438	619		583	697		701
690		519	429	606		569	685		690
662		491	408	575		536	656		662
631		460	385	540		499	625		631
568		405	351	471		429	559		568
494		369	323	390		356	484		494
379		305	279	271		290	378		379
355		268	260	234		286	316		355
328		222	241	194		282	267		328
323		219	257	194		305	262		323

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。  
 注記\*：0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-13(2) 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)

- S d - D ( 0° )
- - - S d - D ( 45° )
- S d - F 1
- S d - F 2
- S d - N 1 ( 0° )
- - - S d - N 1 ( 45° )
- S d - N 2
- S d - 1 ( 0° )
- - - S d - 1 ( 45° )



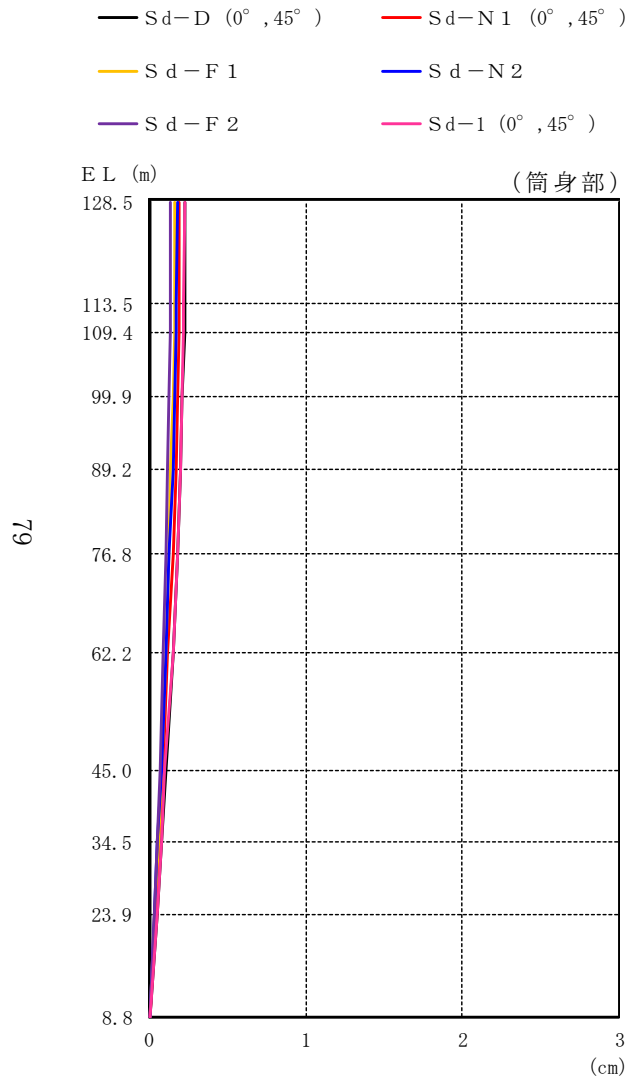
(単位 : cm)

S d - D		S d - F 1	S d - F 2	鉄塔部		S d - N 2	S d - 1		最大値
0°*	45°*			S d - N 1	S d - N 1		0°*	45°*	
0.56	0.74	0.54	0.58	0.55	0.78	0.67	0.54	0.73	0.78
0.59	0.78	0.56	0.61	0.59	0.82	0.71	0.57	0.77	0.82
0.62	0.82	0.57	0.63	0.62	0.88	0.76	0.60	0.82	0.88
0.60	0.80	0.51	0.58	0.59	0.82	0.74	0.58	0.78	0.82
0.55	0.75	0.42	0.51	0.51	0.71	0.73	0.52	0.71	0.75
0.45	0.61	0.33	0.40	0.41	0.57	0.61	0.42	0.57	0.61
0.32	0.43	0.24	0.28	0.29	0.41	0.44	0.30	0.40	0.44
0.21	0.29	0.16	0.19	0.20	0.28	0.30	0.20	0.27	0.30
0.15	0.20	0.12	0.14	0.14	0.20	0.22	0.15	0.20	0.22
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02

注 : ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記 \* : 0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-14(1) 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向)



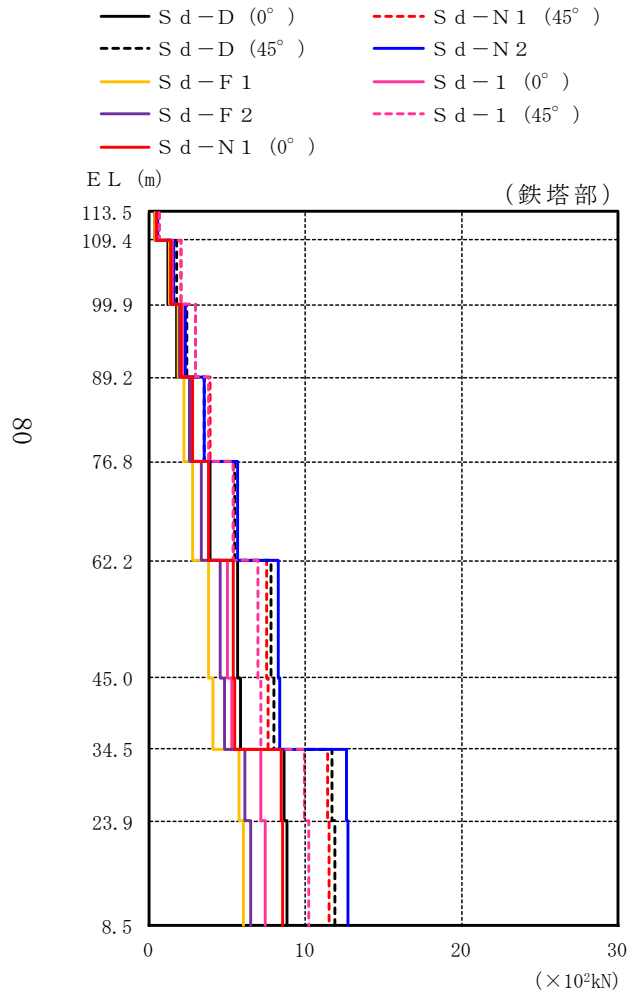
(単位: cm)

筒身部									
S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		最大値
0°*	45°*			0°*	45°*		0°*	45°*	
0.23	0.23	0.16	0.14	0.19	0.19	0.18	0.23	0.23	
0.23	0.23	0.16	0.14	0.19	0.19	0.17	0.22	0.23	
0.23	0.23	0.16	0.14	0.19	0.19	0.17	0.22	0.23	
0.21	0.21	0.15	0.13	0.18	0.18	0.16	0.21	0.21	
0.20	0.20	0.14	0.12	0.17	0.17	0.15	0.20	0.20	
0.18	0.18	0.13	0.11	0.15	0.15	0.13	0.18	0.18	
0.15	0.15	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	0.15	0.15	
0.11	0.11	0.08	0.07	0.09	0.09	0.08	0.10	0.11	
0.08	0.08	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08	
0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	

注: ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注記\*: 0° 方向又は 45° 方向と鉛直方向の同時入力による鉛直成分の応答を示す。

図 4-14(2) 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)

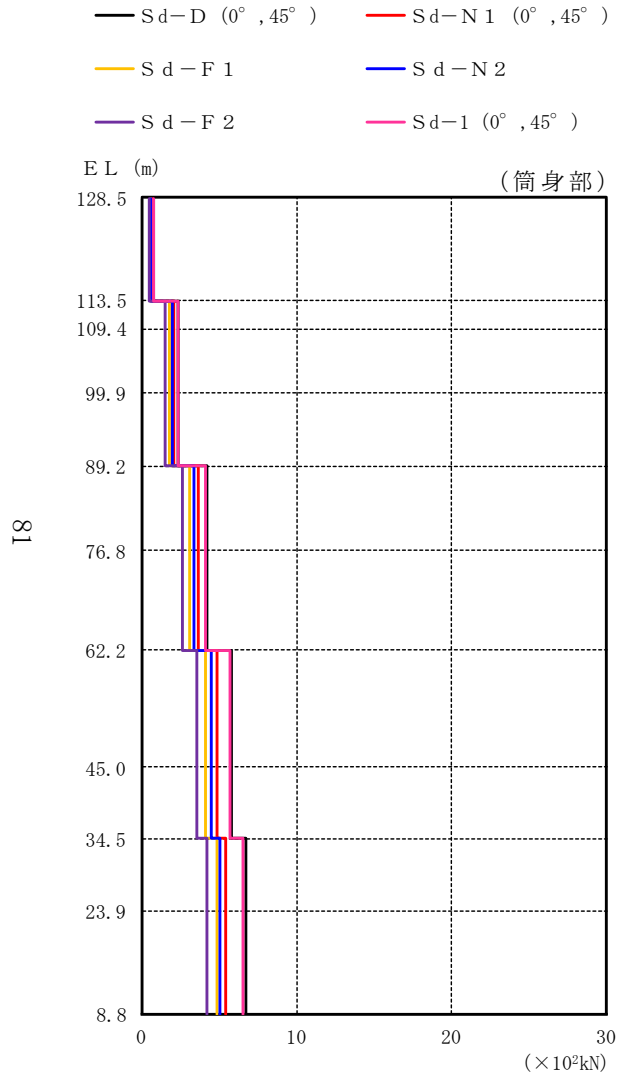


(単位 :  $\times 10^2 \text{kN}$ )

鉄塔部									
S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		最大値
0°	45°			0°	45°		0°	45°	
0.357	0.503	0.377	0.418	0.411	0.580	0.483	0.426	0.599	0.599
1.20	1.69	1.29	1.38	1.40	1.97	1.55	1.44	2.02	2.02
1.72	2.43	1.87	1.96	2.05	2.90	2.29	2.11	2.97	2.97
2.54	3.54	2.22	2.53	2.76	3.90	3.51	2.70	3.80	3.90
3.89	5.42	2.79	3.32	3.81	5.38	5.64	3.81	5.32	5.64
5.66	7.82	3.79	4.50	5.37	7.52	8.21	5.00	6.93	8.21
5.85	8.00	4.07	4.77	5.48	7.64	8.31	5.24	7.17	8.31
8.58	11.7	5.78	6.09	8.41	11.4	12.6	7.14	9.89	12.6
8.85	11.9	5.98	6.45	8.57	11.5	12.7	7.41	10.2	12.7

注：ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4-15(1) 最大応答軸力 (弾性設計用地震動 S d)



(単位 :  $\times 10^2 \text{kN}$ )

S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		最大値
				0°	45°		0°	45°	
0.671	0.671	0.508	0.418	0.592	0.558	0.665	0.671	0.671	
2.27	2.27	1.71	1.41	2.00	1.88	2.25	2.27	2.27	
2.27	2.27	1.71	1.41	2.00	1.88	2.25	2.27	2.27	
2.27	2.27	1.71	1.41	2.00	1.88	2.25	2.27	2.27	
4.11	4.11	3.04	2.53	3.57	3.33	4.07	4.11	4.11	
4.11	4.11	3.04	2.53	3.57	3.33	4.07	4.11	4.11	
5.72	5.72	4.07	3.48	4.83	4.45	5.63	5.72	5.72	
5.72	5.72	4.07	3.48	4.83	4.45	5.63	5.72	5.72	
6.67	6.67	4.80	4.17	5.41	4.98	6.47	6.67	6.67	
6.67	6.67	4.80	4.17	5.41	4.98	6.47	6.67	6.67	

注 : ハッチングは S d - D ~ S d - 1 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4-15(2) 最大応答軸力 (弾性設計用地震動 S d)

表 4-3 制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値及び許容値（弾性設計用地震動 S d）

	制震装置（粘性ダンパ）の最大応答値									許容値
	S d - D		S d - F 1	S d - F 2	S d - N 1		S d - N 2	S d - 1		
	0°	45°			0°	45°		0°	45°	
速度 (m/s)	0.45	0.41	0.40	0.39	0.52	0.48	0.49	0.53	0.49	2.00
変位 (mm)	58	53	37	36	56	51	58	56	52	300



## 4.2 静的解析

「3.3 解析方法」による解析方法で算定した地震層せん断力係数  $1.0 \cdot C_i$  及び静的地震力（水平地震力）を表 4-4 及び図 4-16 に示す。

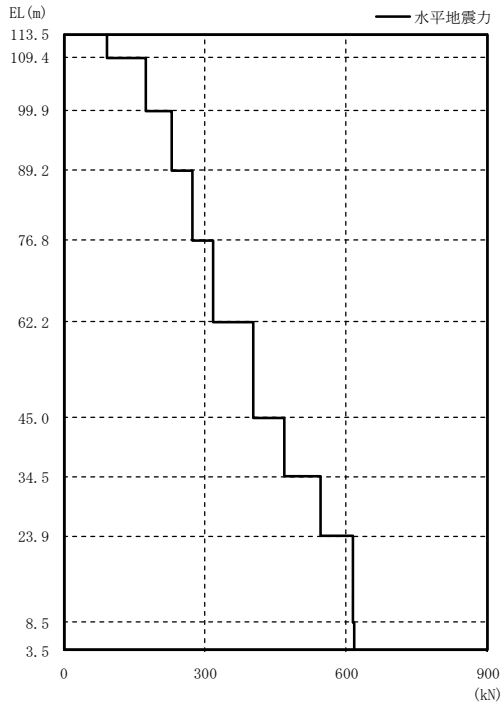
表 4-4 地震層せん断力係数 ( $1.0 \cdot C_i$ ) 及び水平地震力

### (a) 鉄塔

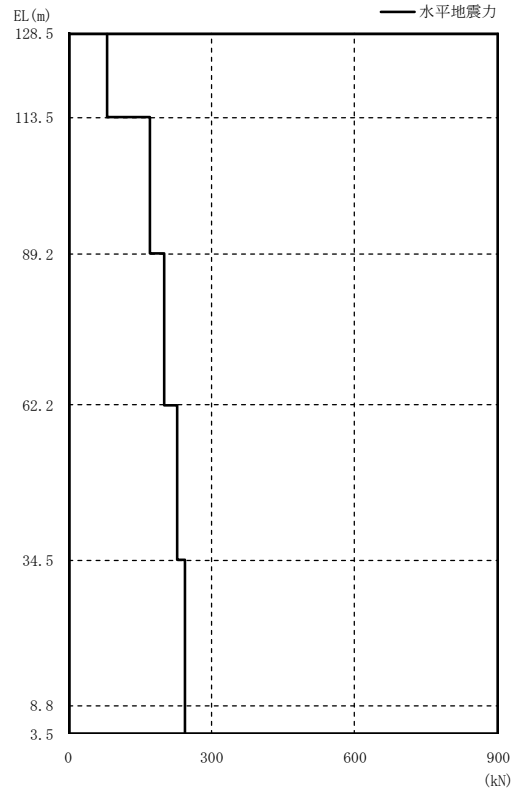
EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ (kN)
113.5~109.4	107	0.867	92.77
109.4~99.9	220	0.791	174.02
99.9~89.2	367	0.625	229.38
89.2~76.8	613	0.445	272.79
76.8~62.2	929	0.342	317.72
62.2~45.0	1457	0.277	403.59
45.0~34.5	1982	0.236	467.75
34.5~23.9	2593	0.210	544.53
23.9~8.5	3263	0.188	613.44
8.5~3.5	3860	0.160	617.60

### (b) 筒身

EL (m)	第 i 層が支える重量 $W_i$ (kN)	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	水平地震力 $Q_i$ (kN)
128.5~113.5	94	0.843	79.24
113.5~89.2	321	0.534	171.41
89.2~62.2	612	0.328	200.74
62.2~34.5	935	0.243	227.21
34.5~8.8	1241	0.196	243.24
8.8~3.5	1524	0.160	243.84



(a) 铁塔



(b) 筒身

图 4-16 水平地震力

VI-2-2-16 ガスタービン発電機建物の地震応答計算書

## 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	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 解析方法	10
3.1 設計に用いる地震波	10
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	28
3.3 解析方法	33
3.3.1 動的解析	33
3.3.2 必要保有水平耐力	33
3.4 解析条件	35
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	35
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等	42
4. 解析結果	44
4.1 動的解析	44
4.1.1 固有値解析結果	44
4.1.2 地震応答解析結果	44
4.2 必要保有水平耐力	66

## 1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づくガスタービン発電機建物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定した各種応答値は、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

ガスタービン発電機建物の設置位置を図 2-1 に示す。

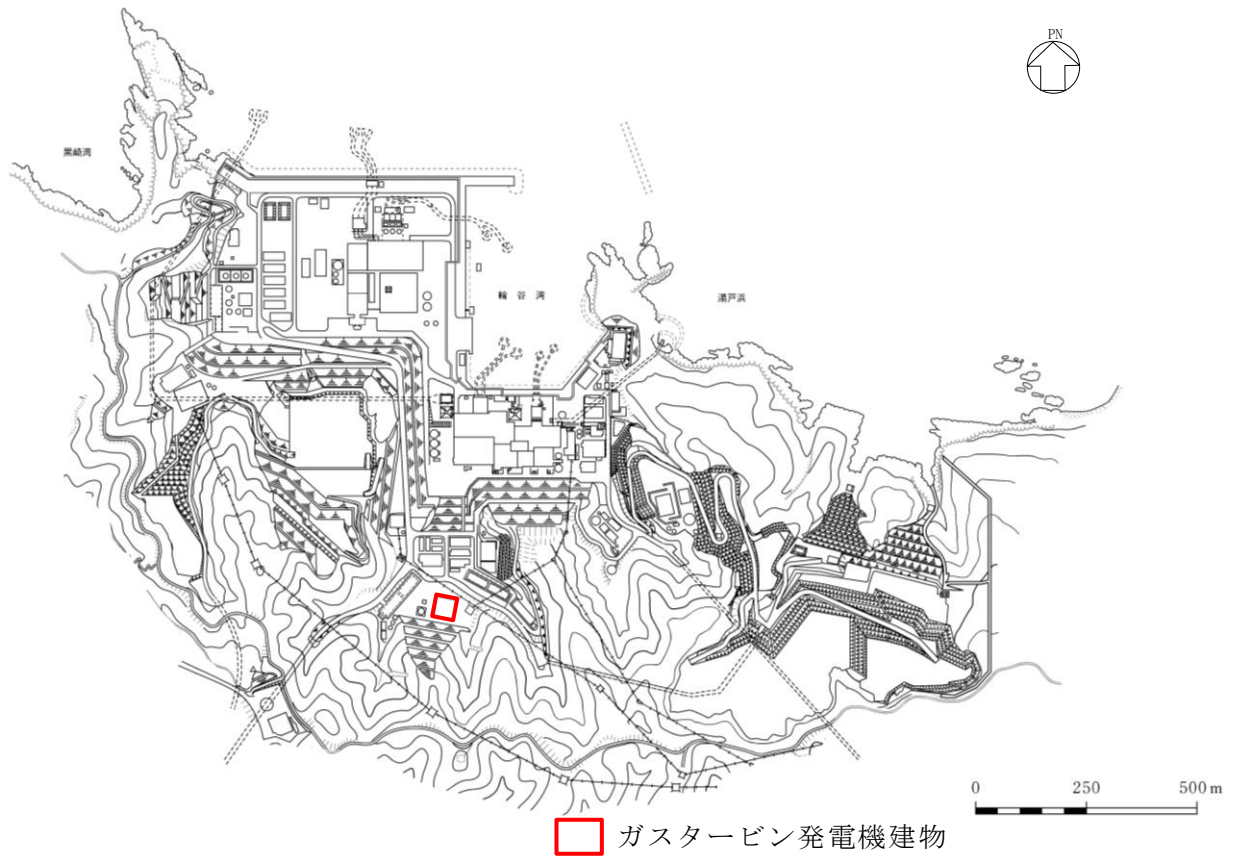


図 2-1 ガスタービン発電機建物の設置位置

## 2.2 構造概要

ガスタービン発電機建物は、地上 2 階建の鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

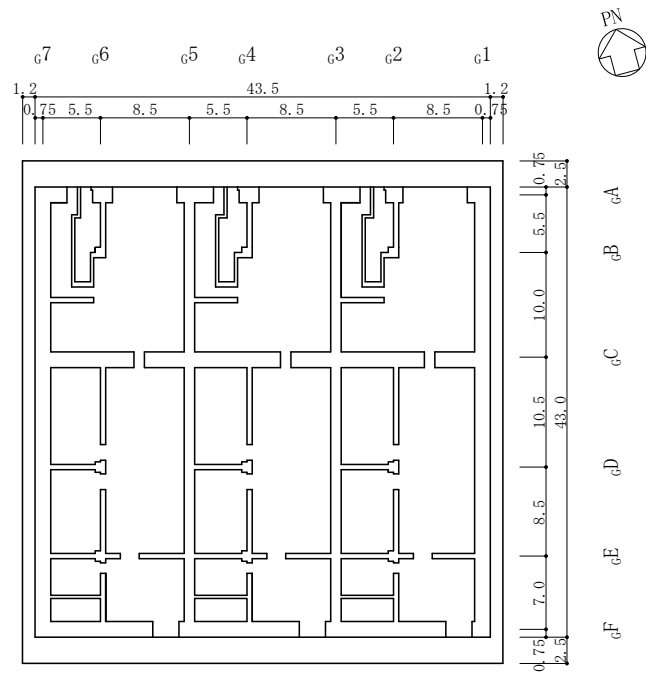
ガスタービン発電機建物の平面寸法は、43.0m\*（N S）×43.5m\*（E W）である。基礎スラブ底面からの高さは 17.5m である。

ガスタービン発電機建物の基礎は厚さ 3.5m のべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

ガスタービン発電機建物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。

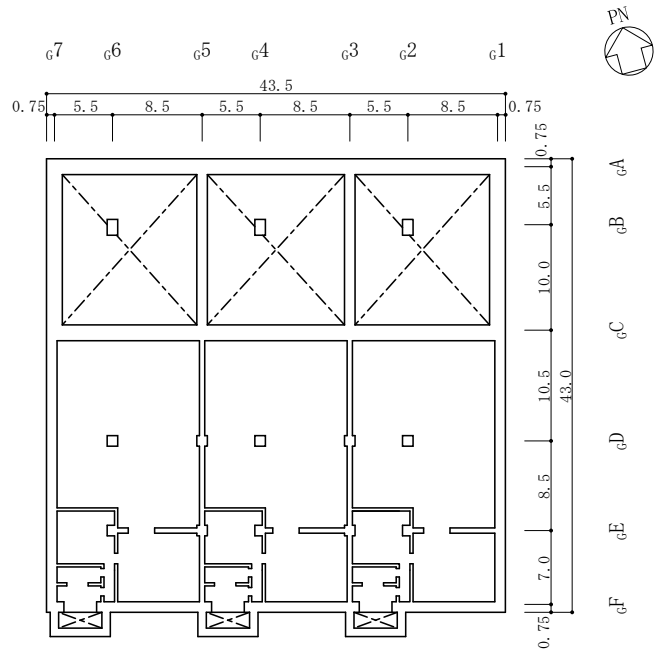
注記\*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

図 2-2(1) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 47.5m\*)

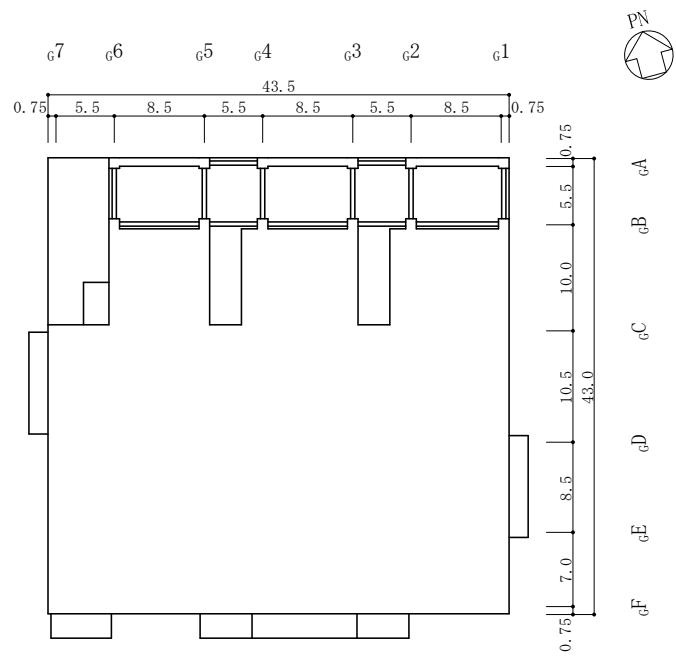
注記\* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(単位:m)

図 2-2(2) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 54.5m)





(単位:m)

図 2-2(3) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 61.5m)

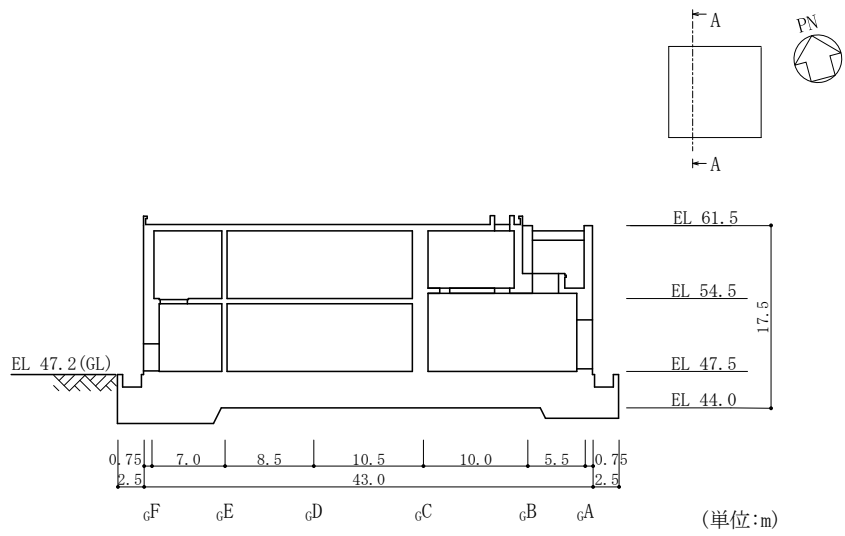


図 2-3(1) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (A-A断面, N S 方向)

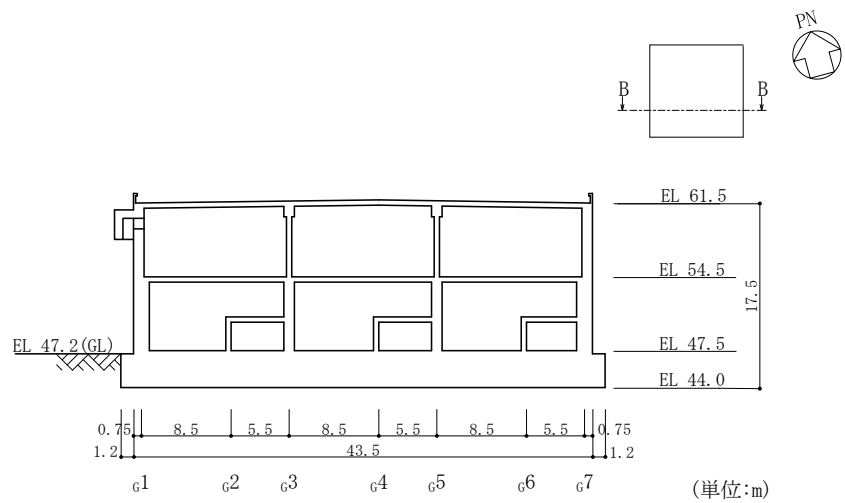


図 2-3(2) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (B-B断面, E W 方向)

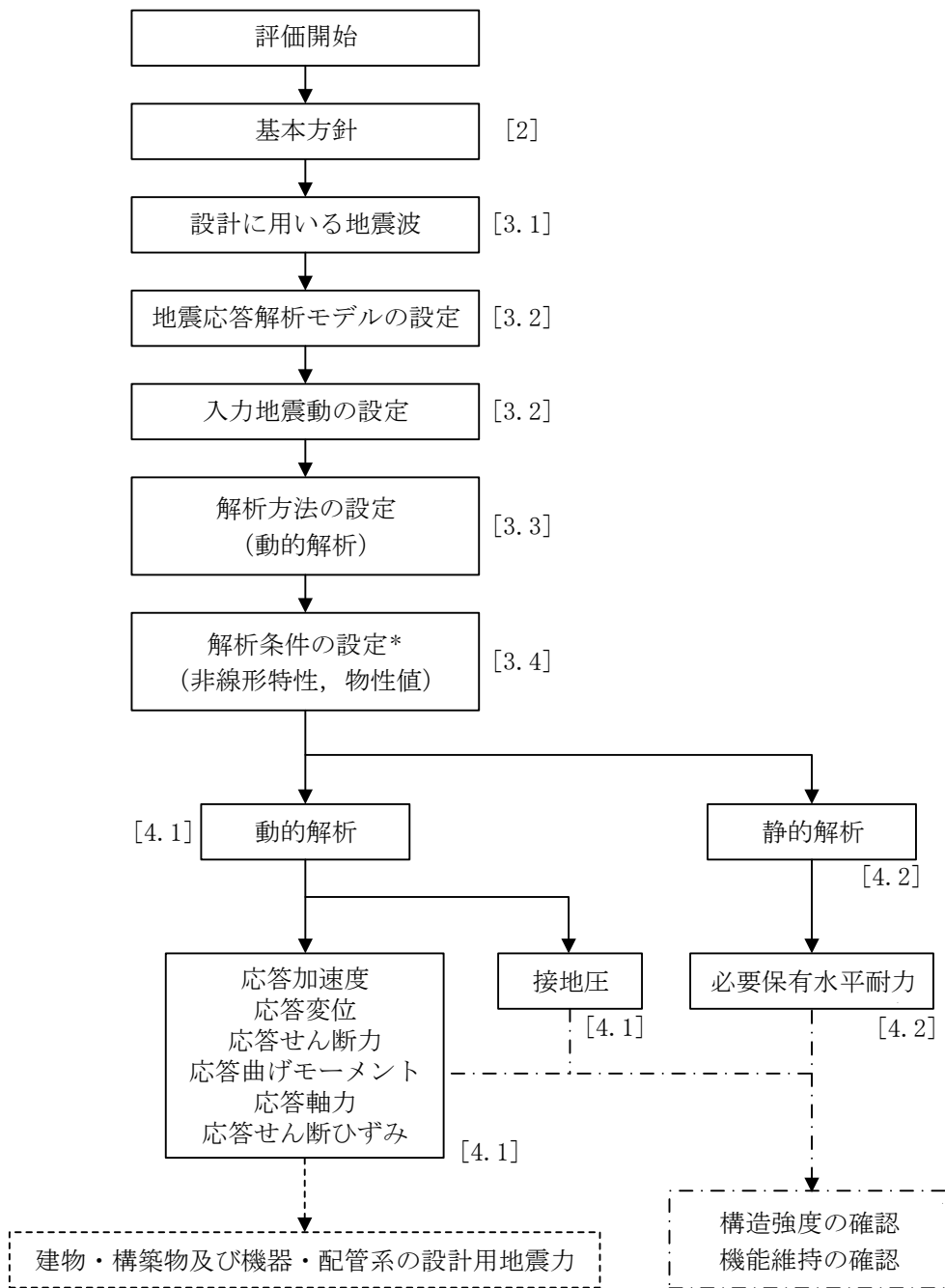
## 2.3 解析方針

ガスタービン発電機建物の地震応答解析は、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にガスタービン発電機建物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算定する。

「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定する。



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 ガスタービン発電機建物の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

ガスタービン発電機建物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。

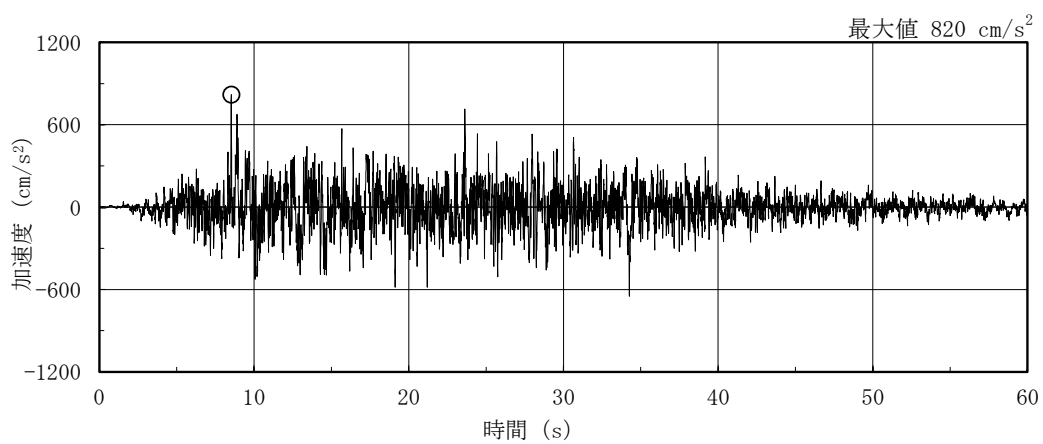
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ( (社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ( (社) 日本建築学会, 2005 改定)

### 3. 解析方法

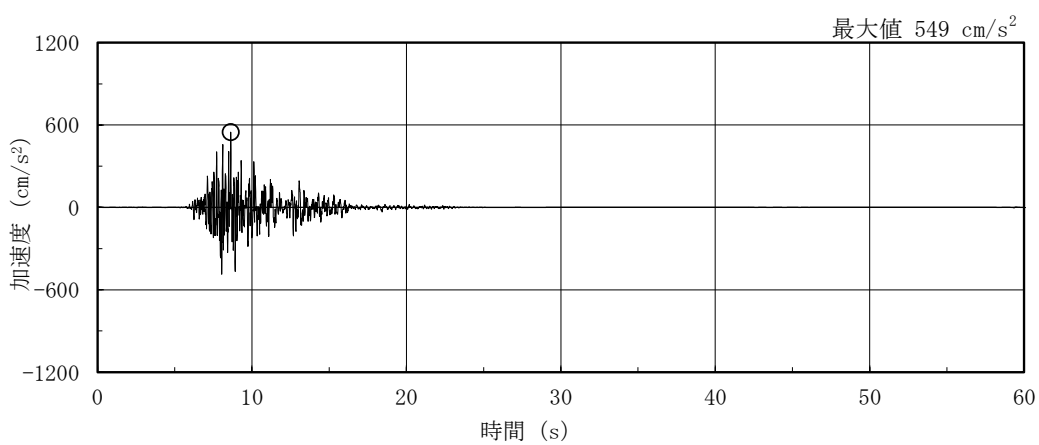
#### 3.1 設計に用いる地震波

ガスタービン発電機建物の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を評価した建物－地盤連成モデルとする。この建物－地盤連成モデルへの入力地震動は、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に想定する地震波を用いることとする。

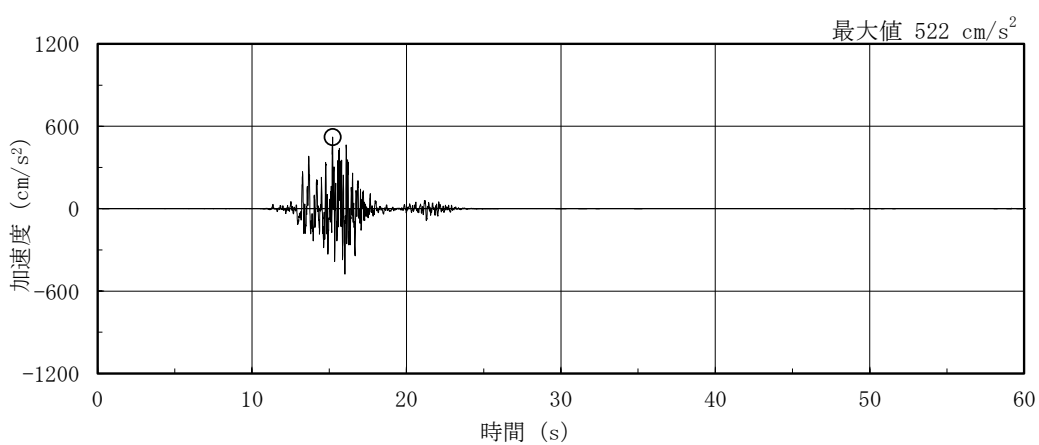
基準地震動  $S_s$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-4 に示す。



(a) S s - D

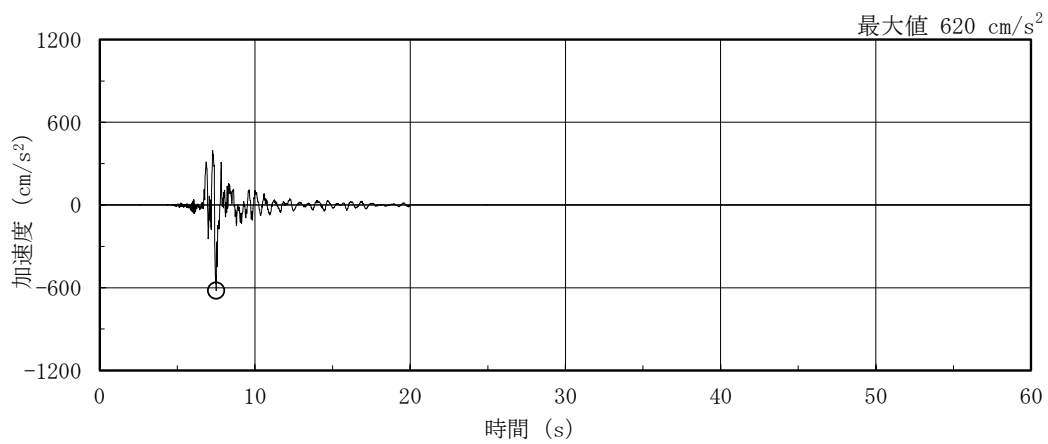


(b) S s - F 1

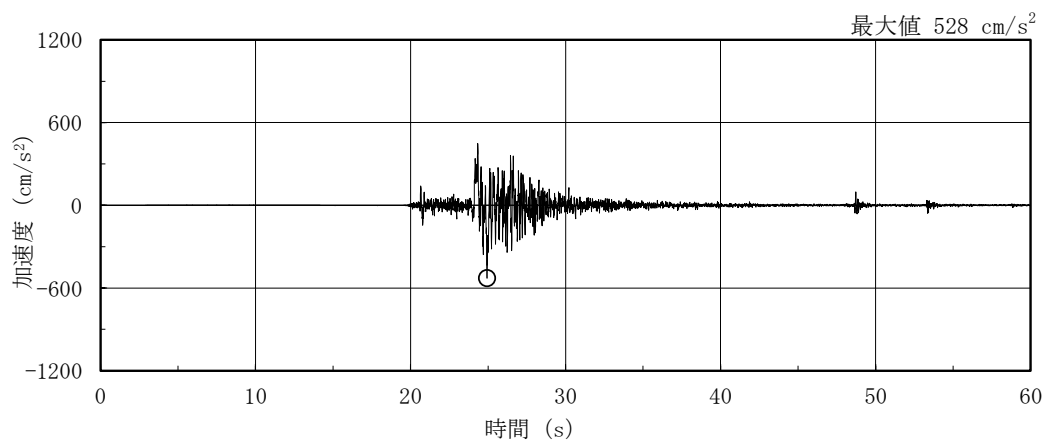


(c) S s - F 2

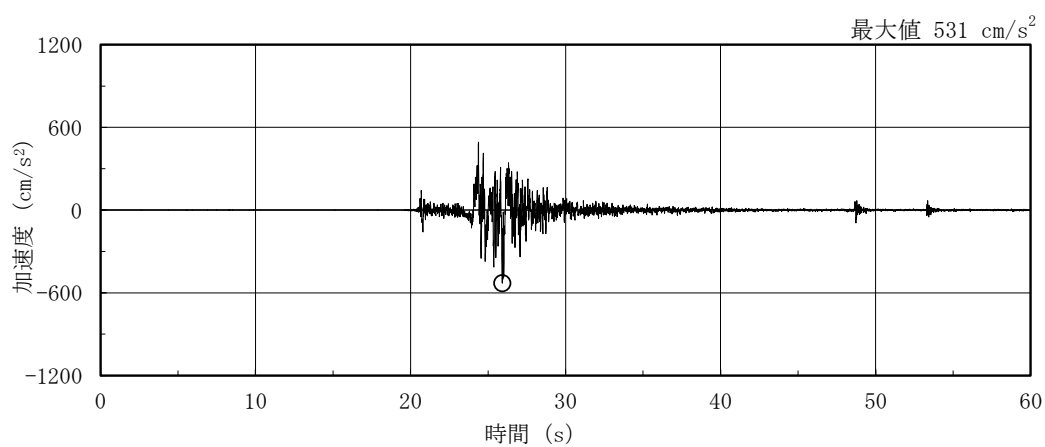
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, NS 方向)



(d) S s - N 1



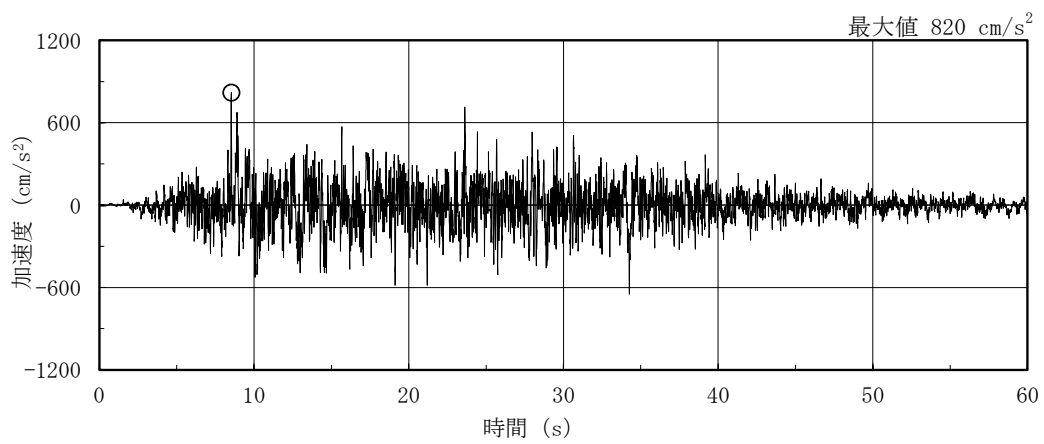
(e) S s - N 2 N S



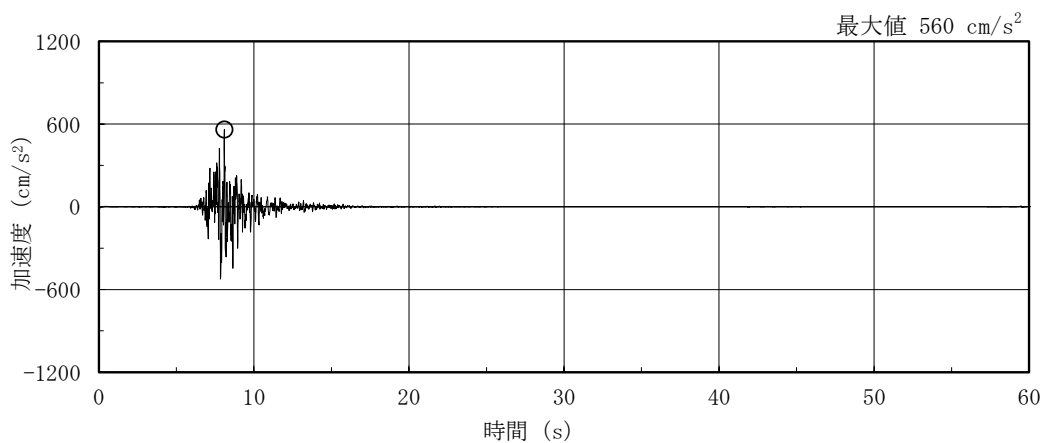
(f) S s - N 2 E W

図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)

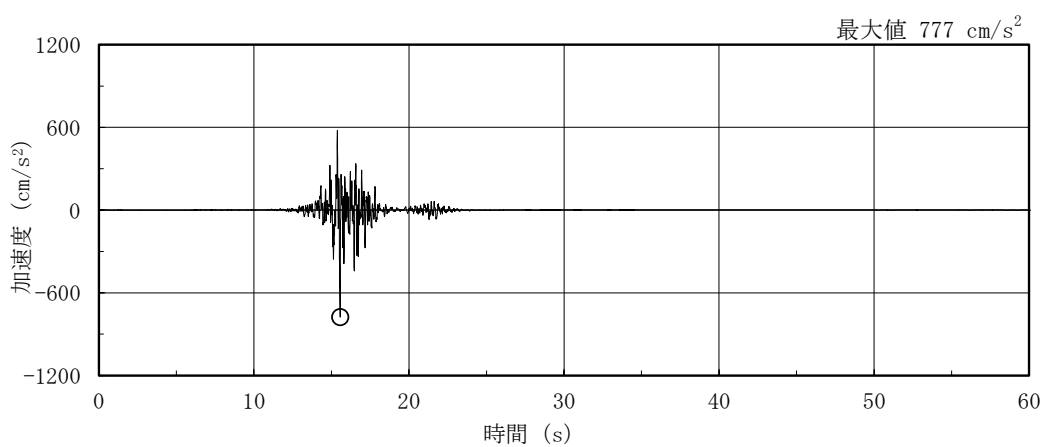




(a) S s - D

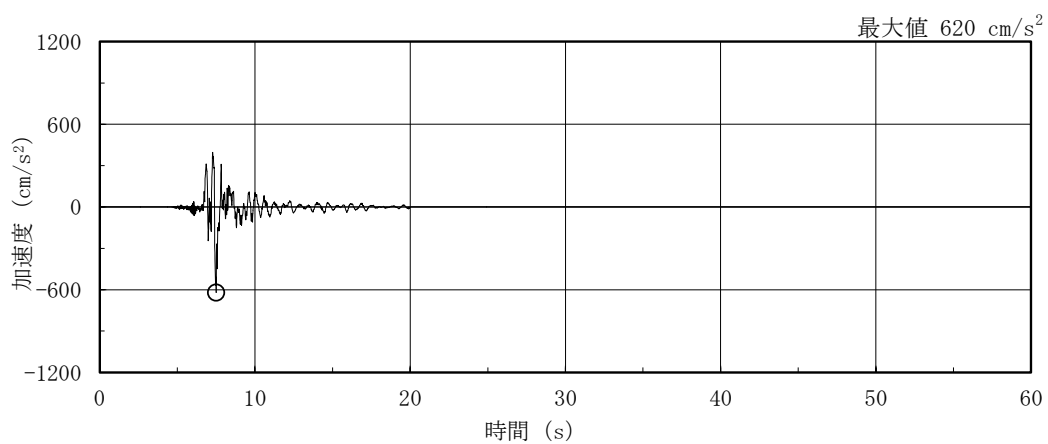


(b) S s - F 1

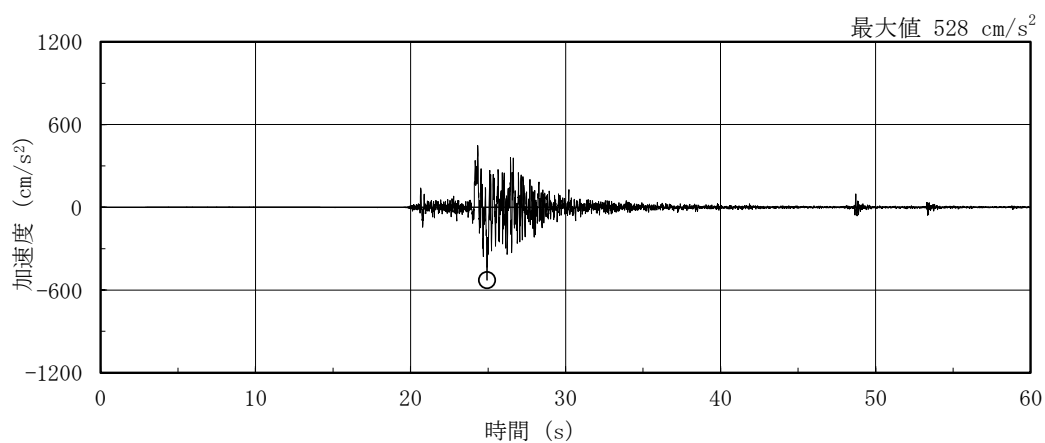


(c) S s - F 2

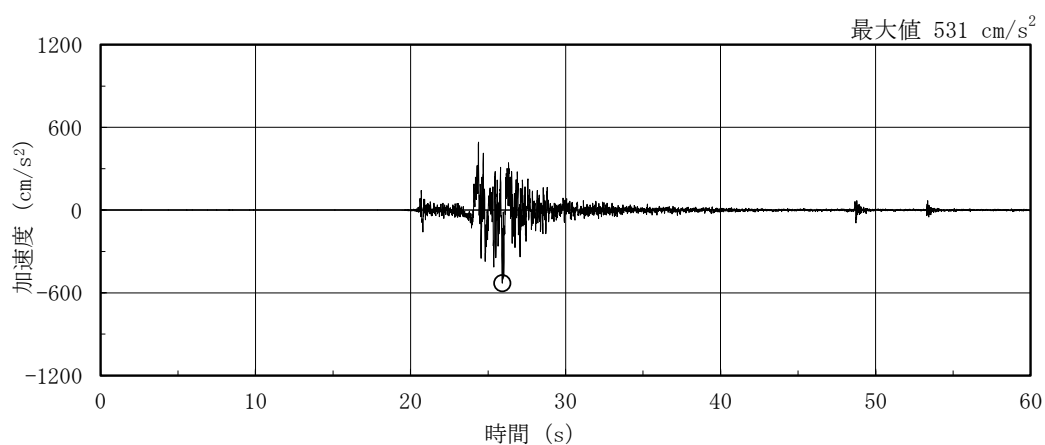
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(d) S s - N 1

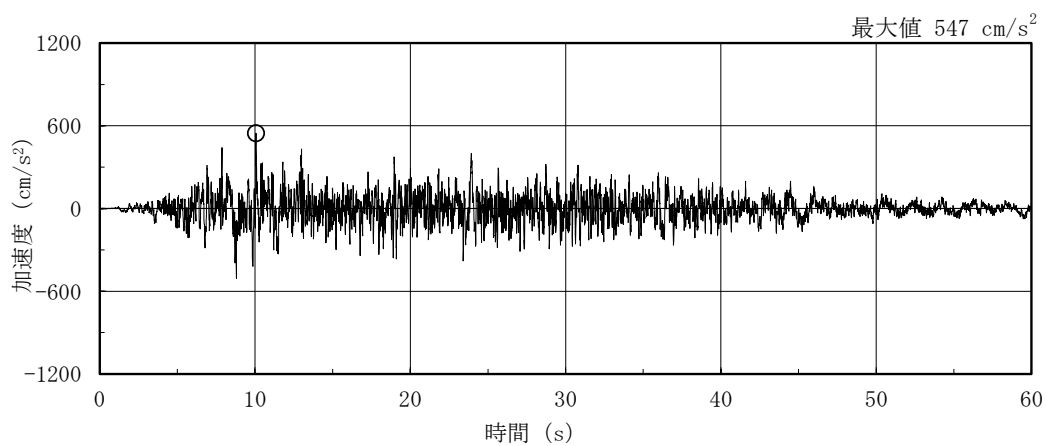


(e) S s - N 2 N S

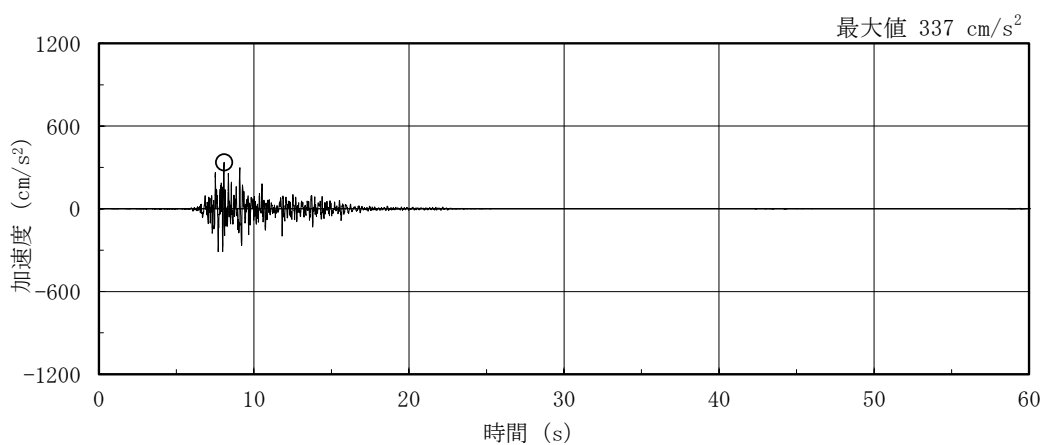


(f) S s - N 2 E W

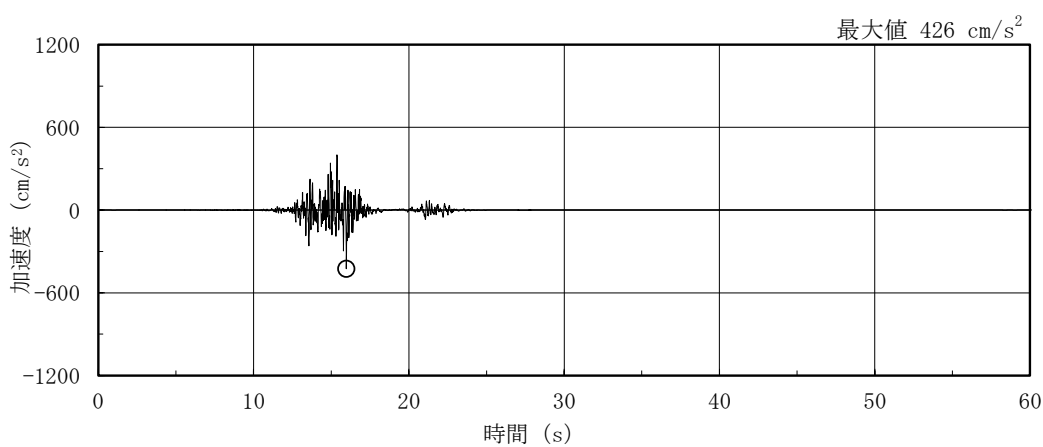
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(a) S s - D

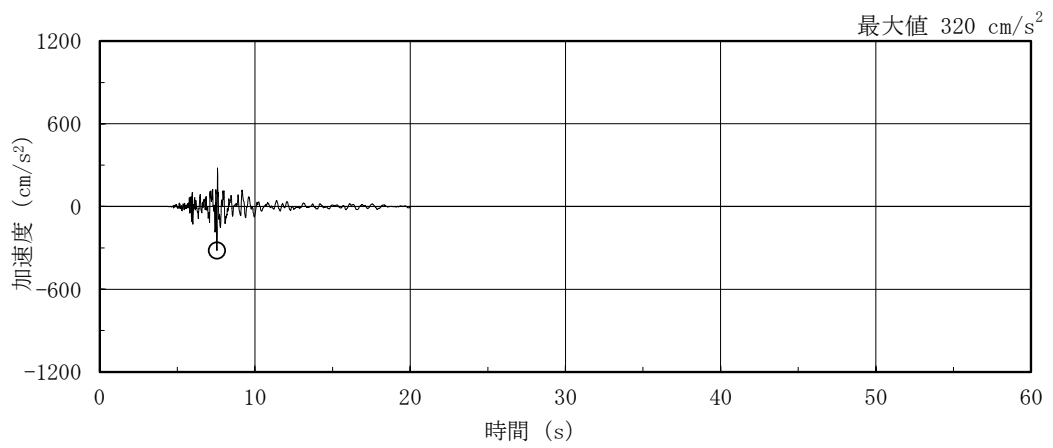


(b) S s - F 1

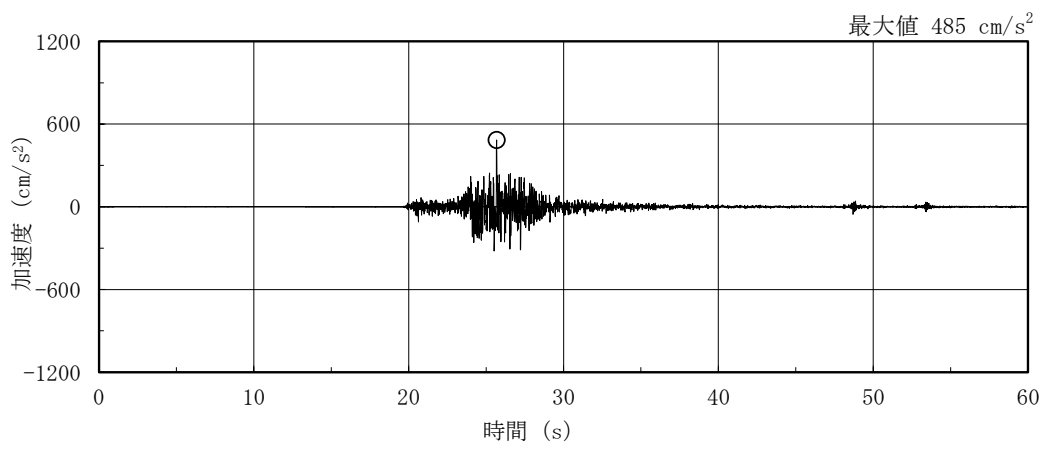


(c) S s - F 2

図 3-3(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向)

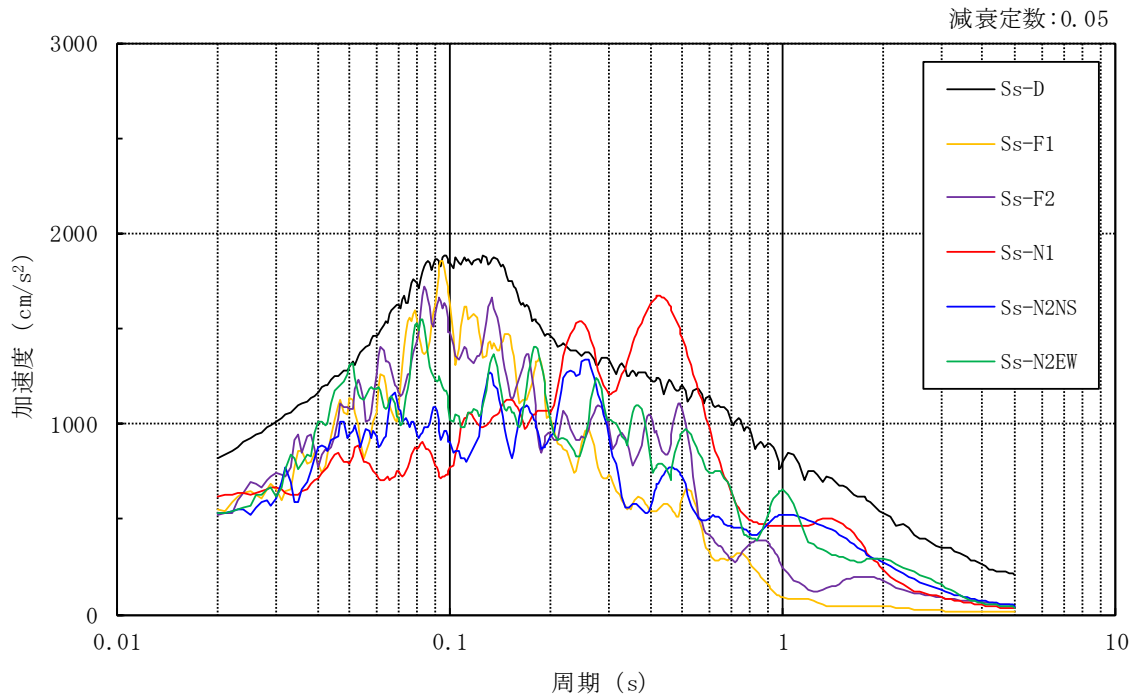


(d) S s - N 1

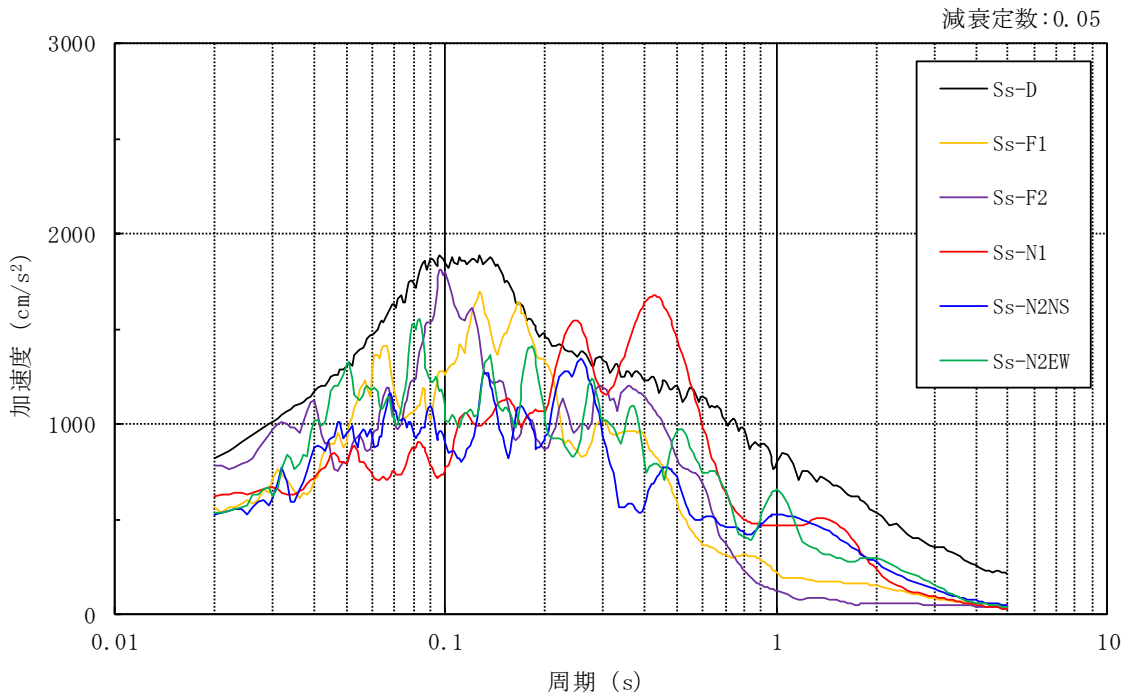


(e) S s - N 2

図 3-3(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

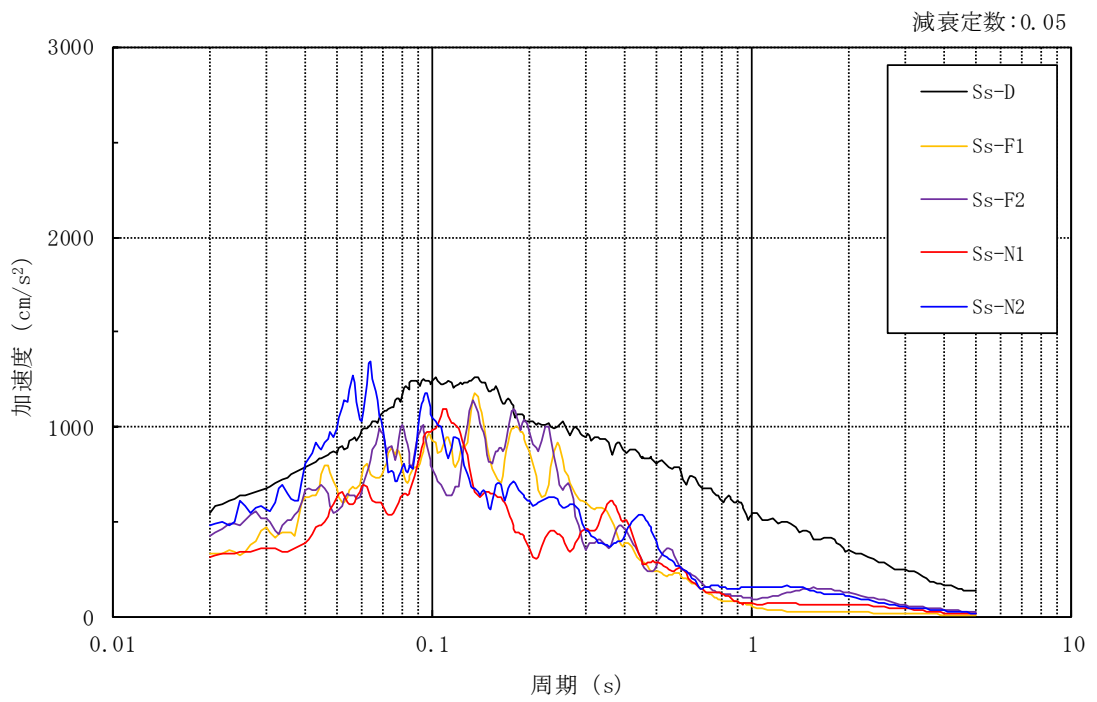


(a) N S 方向



(b) E W 方向

図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)



(c) 鉛直方向

図 3-4(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは，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 3-1 に示す。

表 3-1 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=30.0 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD345	2.44×10 <sup>4</sup>	1.02×10 <sup>4</sup>	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、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。建物のモデル化は、NS方向及びEW方向それぞれについて行っている。

水平方向の地震応答解析モデルを図3-5に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)」(以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤ばねの定数化の概要を図3-6に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-2に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

水平方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面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、解放基盤表面以深の地盤を1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、EL-215mの入射波を算定する。算定したEL-215mの入射波を建物位置での地盤をモデル化した1次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表3-3に示す。

なお、基準地震動 $S_s - F_1$ 及び $S_s - F_2$ に関しては、ガスタービン発電機建物の配置に応じて方位を補正した波形を用いる。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-7に、1次元地盤モデルを図3-8に、基礎底面位置(EL 44.0m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-9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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



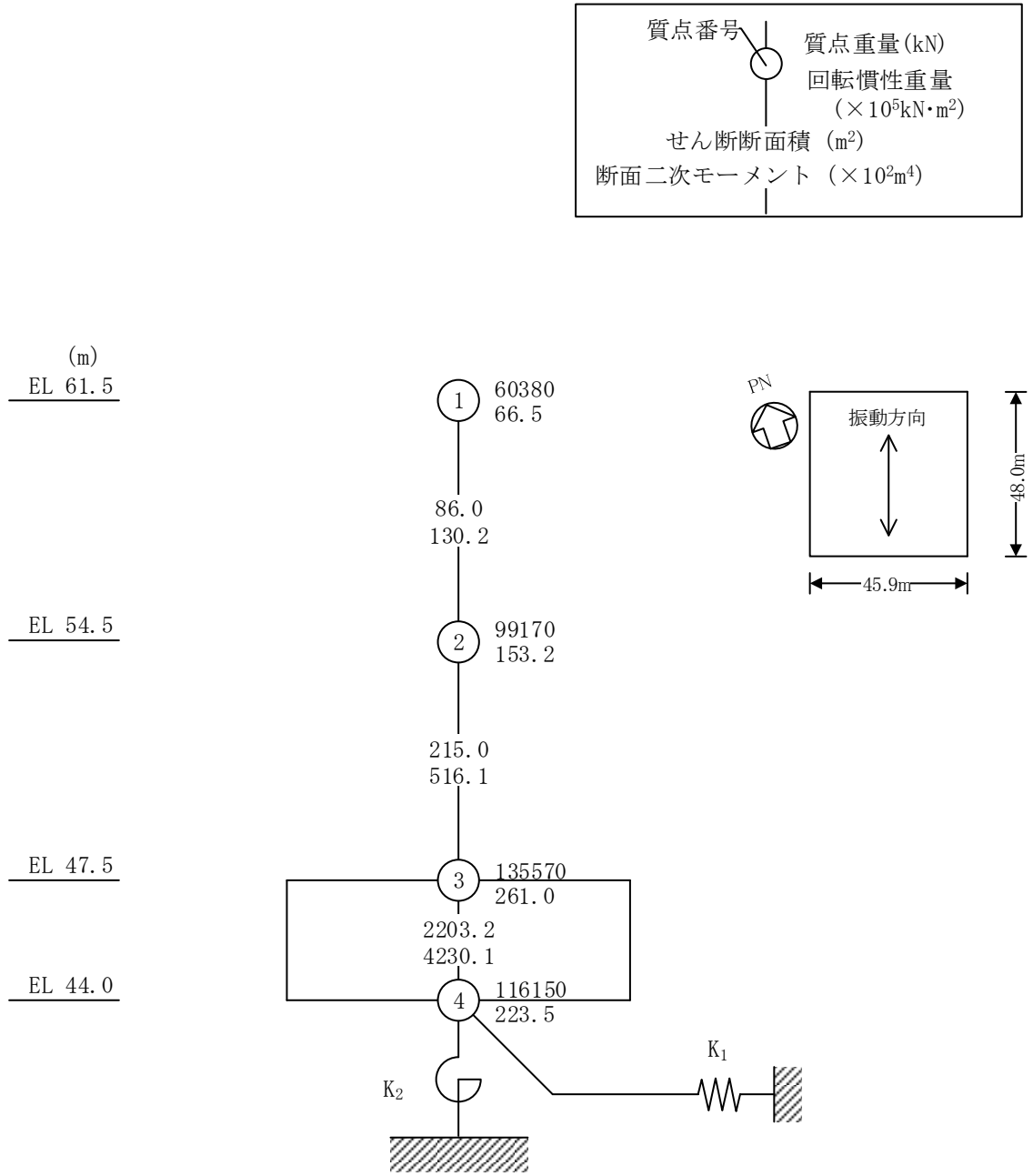


図 3-5(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

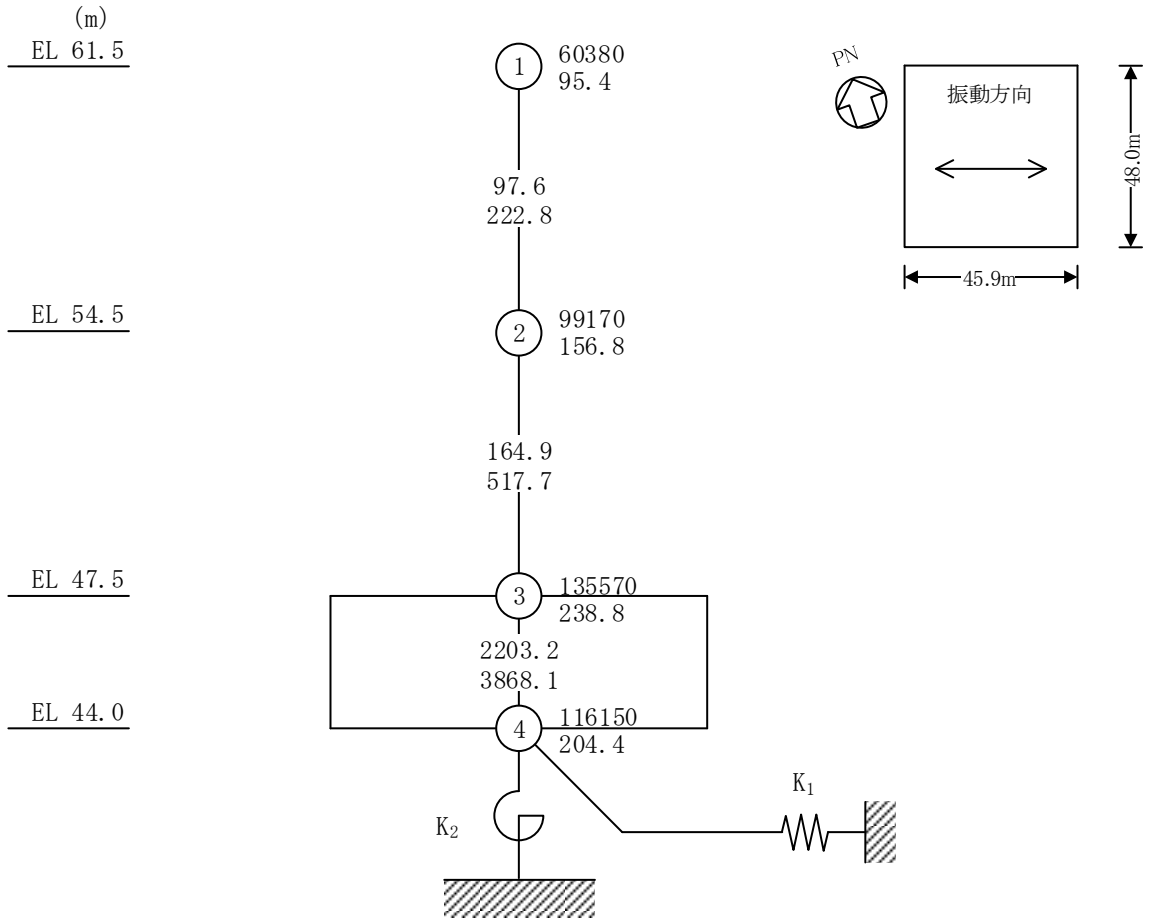
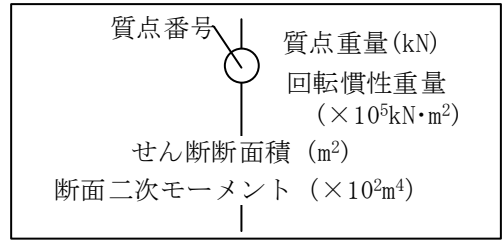
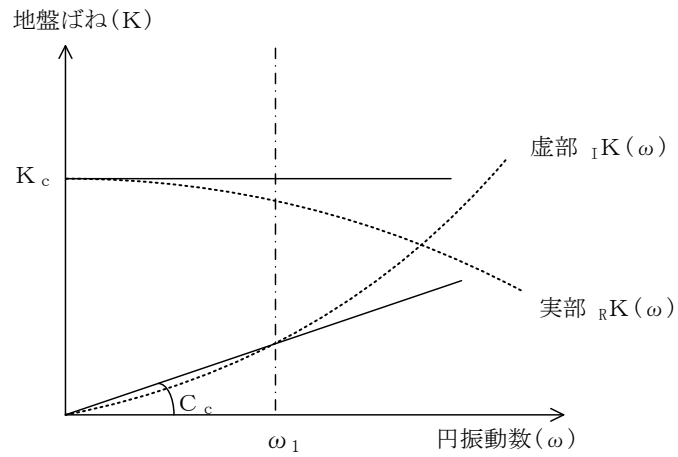


図 3-5(2) 地震応答解析モデル (EW方向)



ばね定数 : 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数 : 地盤-建物連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  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 3-6 地盤ばねの定数化の概要

表 3-2 地盤ばね定数と減衰係数 (水平方向)

(a) NS 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$4.32 \times 10^8$ (kN/m)	$5.33 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$3.21 \times 10^{11}$ (kN・m/rad)	$1.26 \times 10^9$ (kN・m・s/rad)

(b) EW 方向

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
K1	底面・水平	$4.34 \times 10^8$ (kN/m)	$5.38 \times 10^6$ (kN・s/m)
K2	底面・回転	$3.01 \times 10^{11}$ (kN・m/rad)	$1.11 \times 10^9$ (kN・m・s/rad)

表 3-3 ガスタービン発電機建物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号	S波速度 V <sub>s</sub> (m/s)	P波速度 V <sub>p</sub> (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
岩盤②	900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③	1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④	1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤	2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥	2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

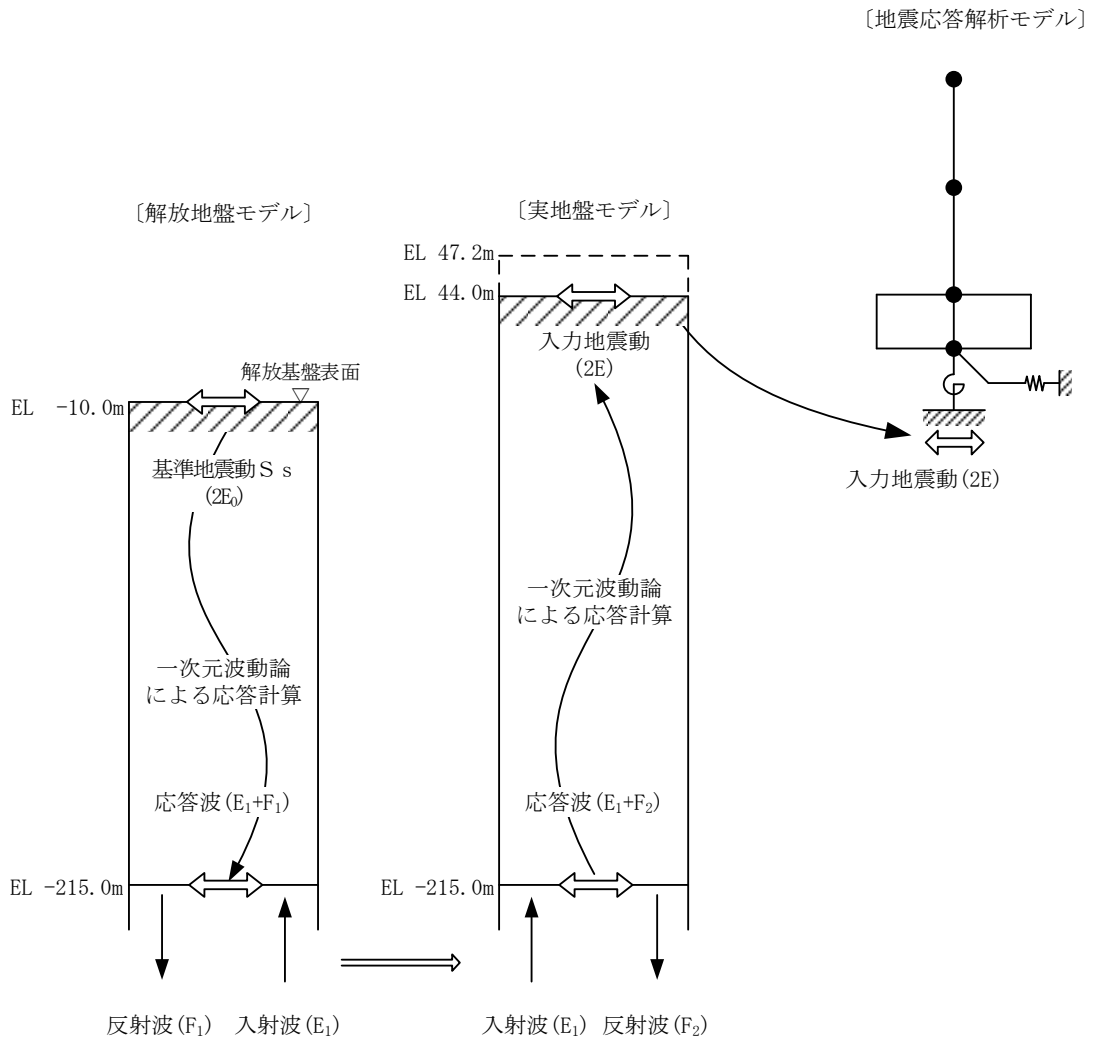


図 3-7 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

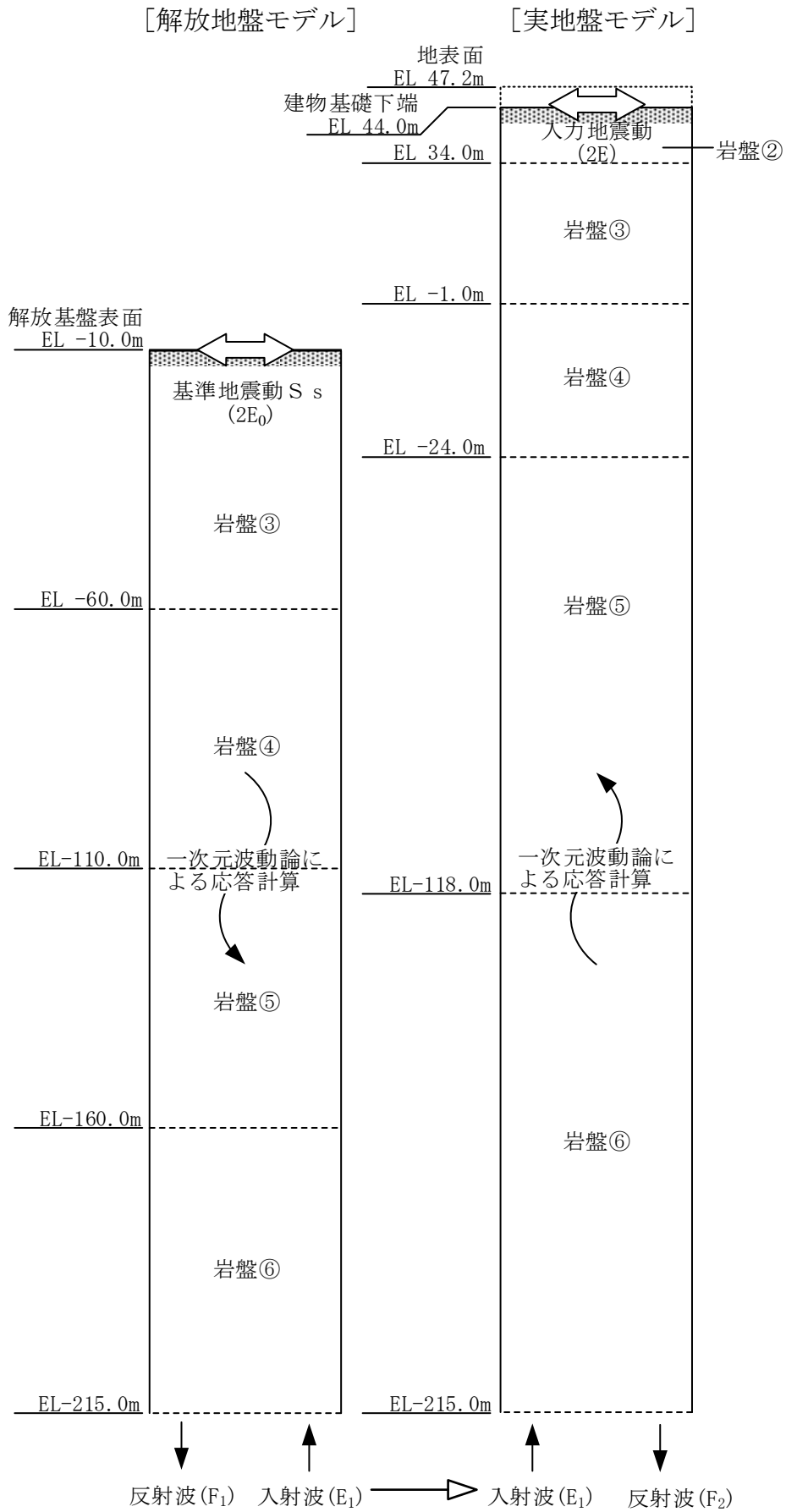


図 3-8 1次元地盤モデル (水平方向)

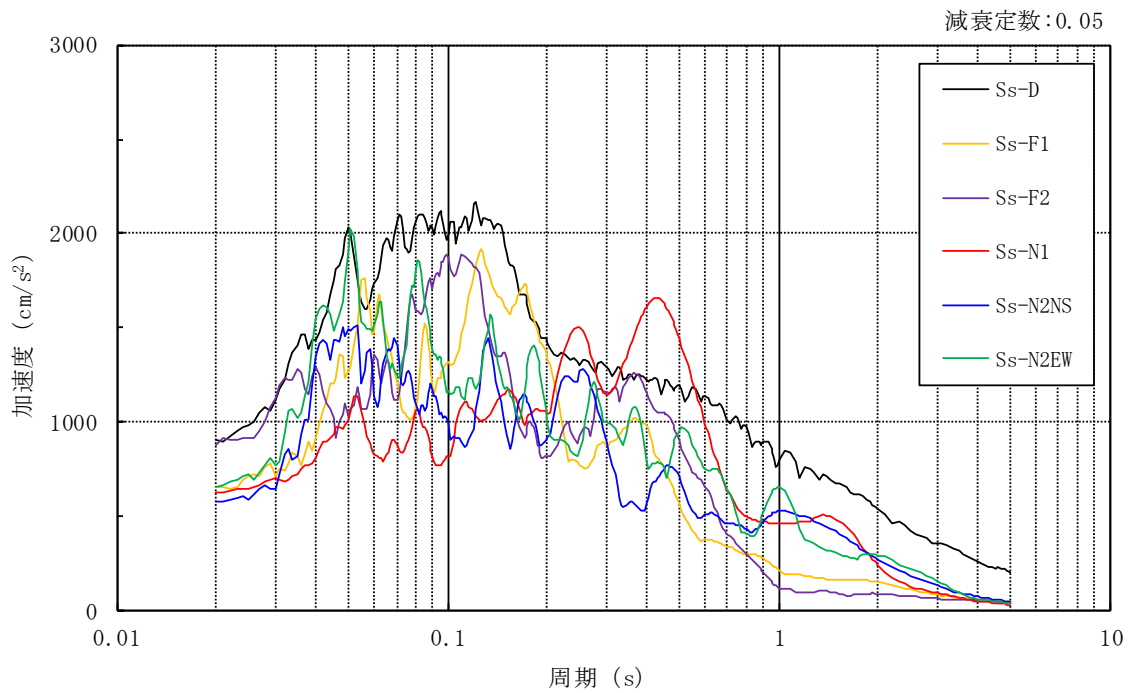
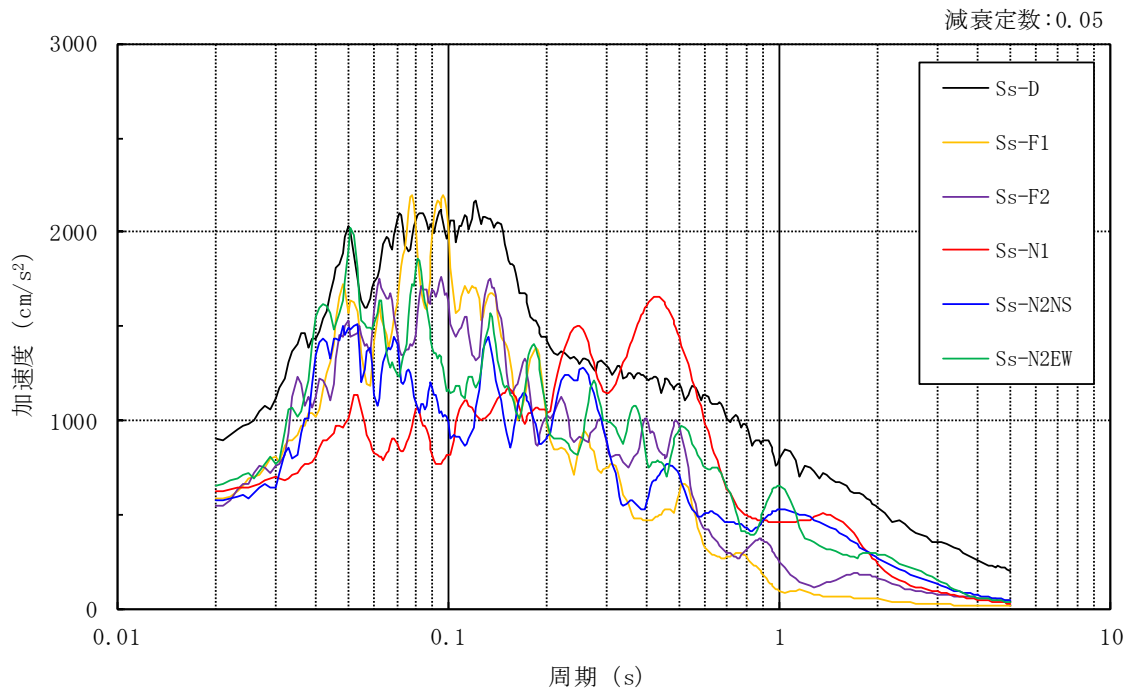


図 3-9 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$ , EL 44.0m)

### 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、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。

鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-10 に示す。

#### (2) 地盤ばね

基礎底面の地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に示す。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### (3) 入力地震動

鉛直方向モデルへの入力地震動は、解放基盤表面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、解放基盤表面以深の地盤を 1 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、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 3-11 に、1 次元地盤モデルを図 3-12 に、基礎底面位置 (EL 44.0m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-13 に示す。なお、地盤物性値は表 3-3 に示すとおりである。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、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



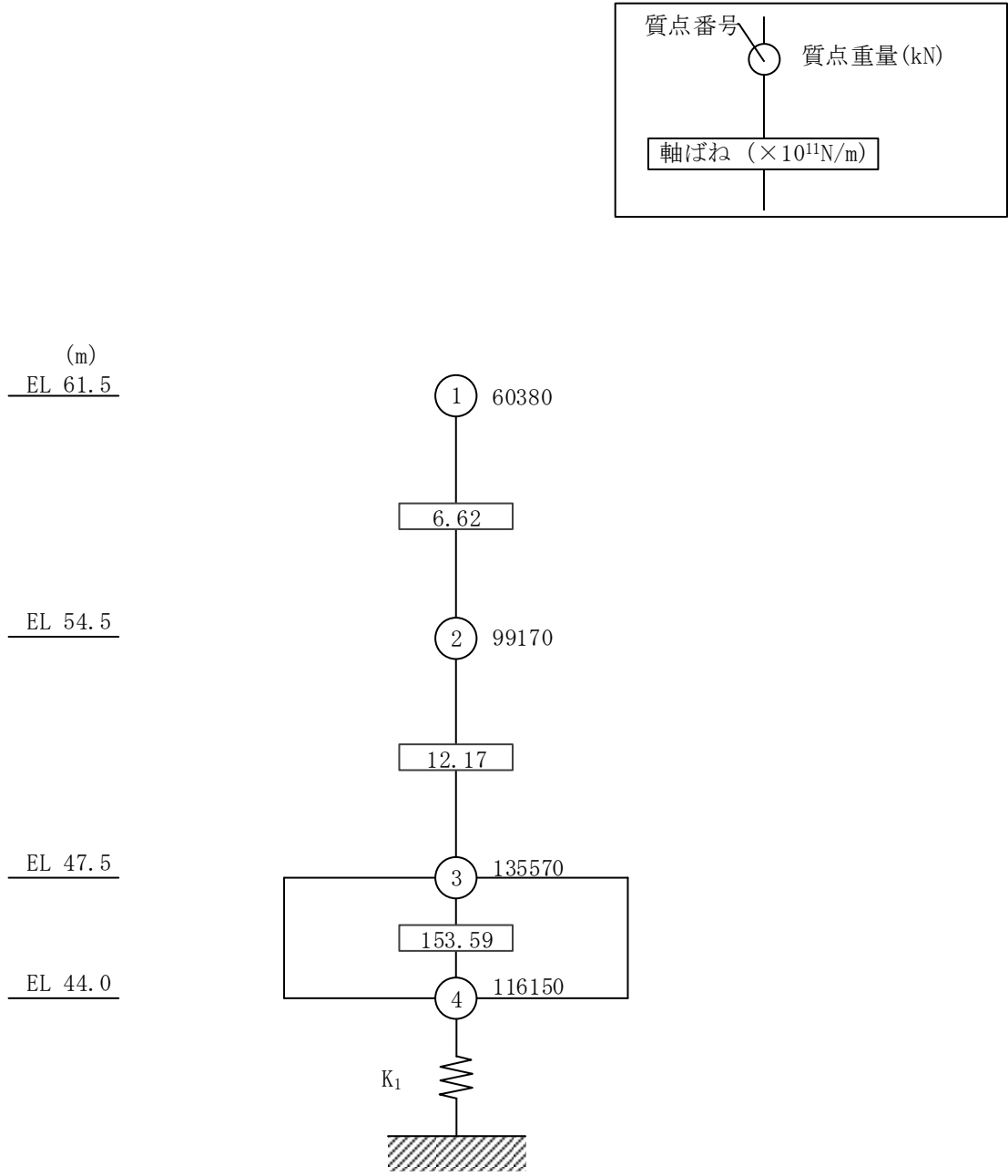


図 3-10 地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

ばね 番号	地盤ばね 成分	ばね定数 K c	減衰係数 C c
K1	底面・鉛直	$9.86 \times 10^8$ (kN/m)	$1.42 \times 10^7$ (kN・s/m)

S2 補 VI-2-2-16 R0

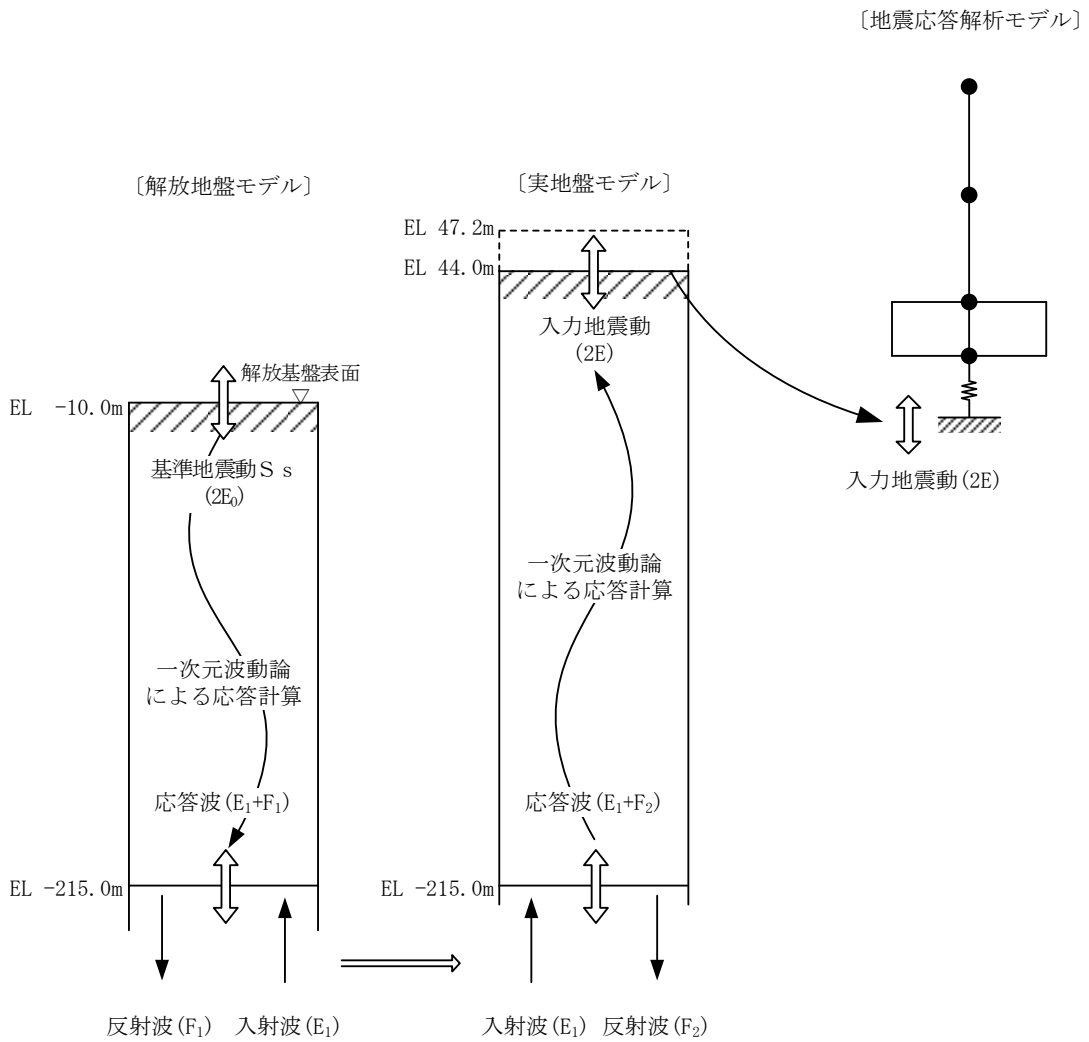


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

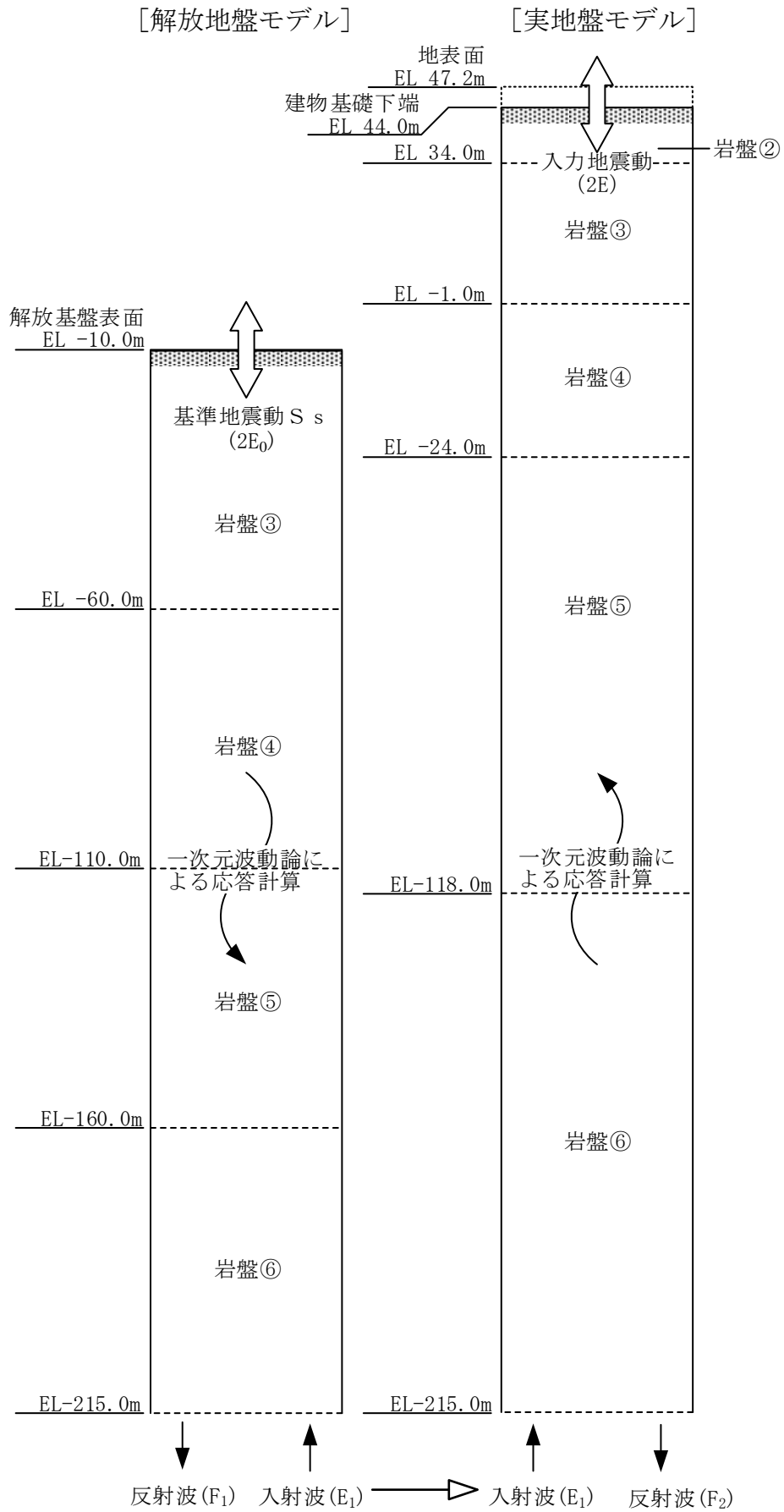


図 3-12 1次元地盤モデル (鉛直方向)

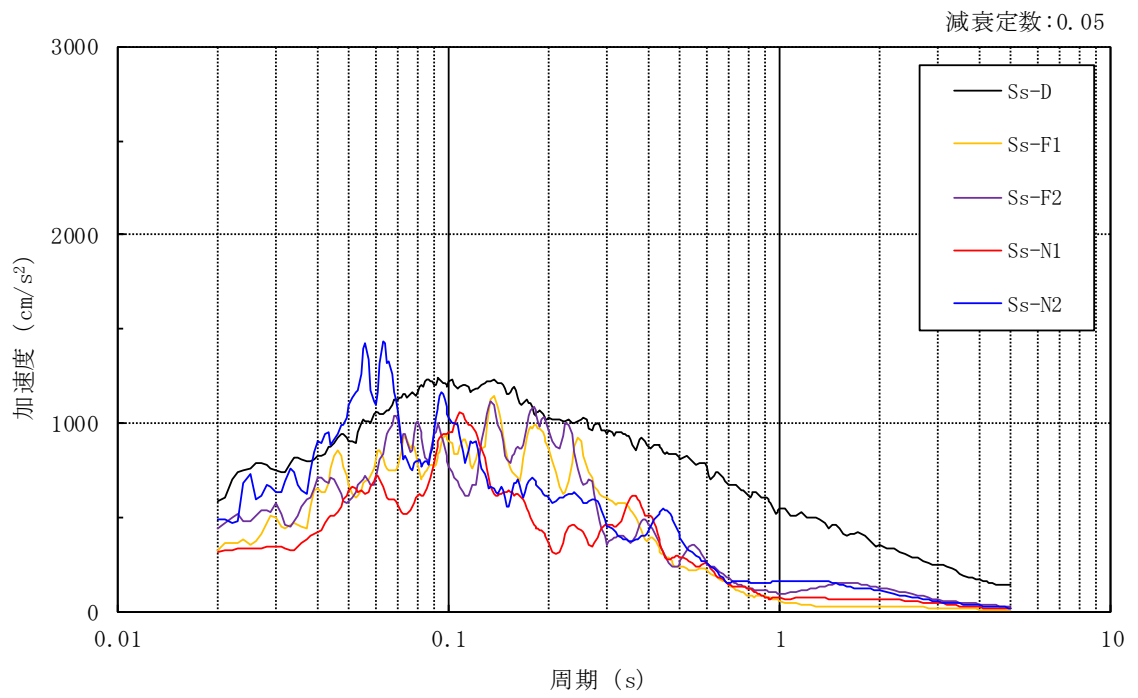


図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動 S s , 鉛直方向, EL 44.0m)

### 3.3 解析方法

ガスタービン発電機建物について、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定する。また、静的解析により必要保有水平耐力を算定する。

ガスタービン発電機建物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、妥当性確認等の概要については、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、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 -2008（（社）日本電気協会）」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）を用いて算定する。

#### 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、次式により算定する。必要保有水平耐力算定用の基準面は基礎スラブ上端（EL 47.5m）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

地震力によって各層に生じる水平力 $Q_{ud}$ は、次式により算定する。

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

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、次式により算定する。

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

ここで、

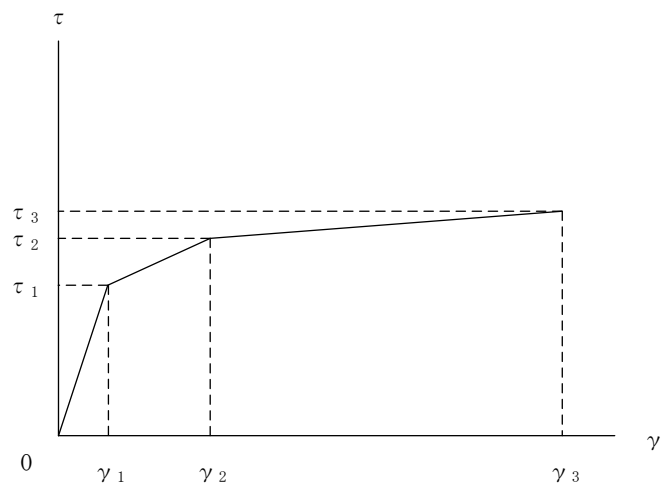
- $Z$  : 地震地域係数 (1.0)
- $R_t$  : 振動特性係数 (0.8)
- $A_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数
- $C_0$  : 標準せん断力係数 (1.0)

### 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曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-14 に示す。

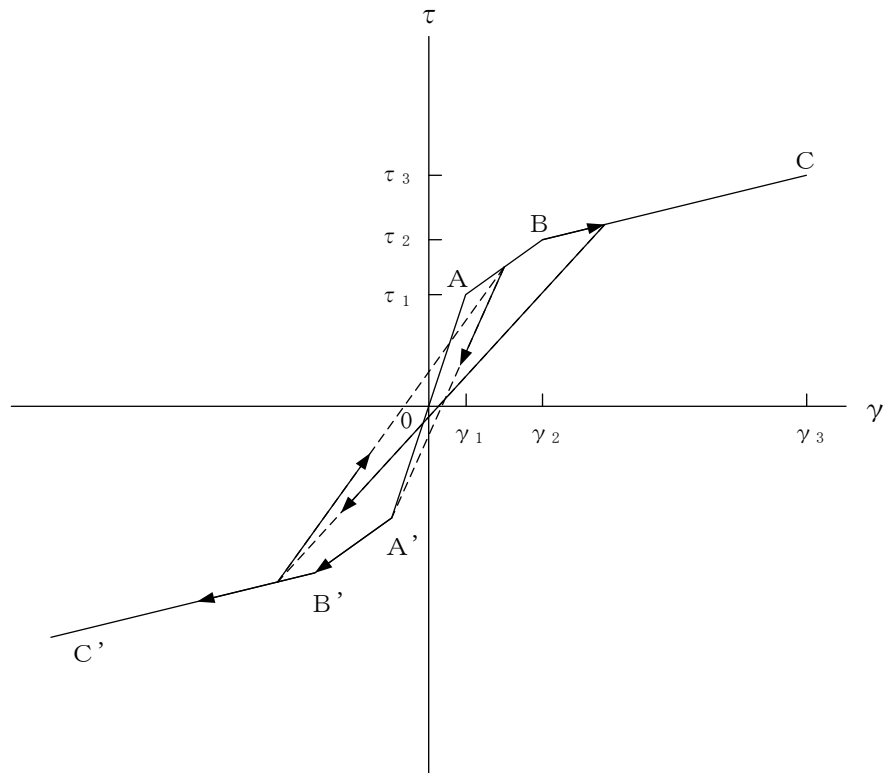


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-14 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 3-15 に示す。



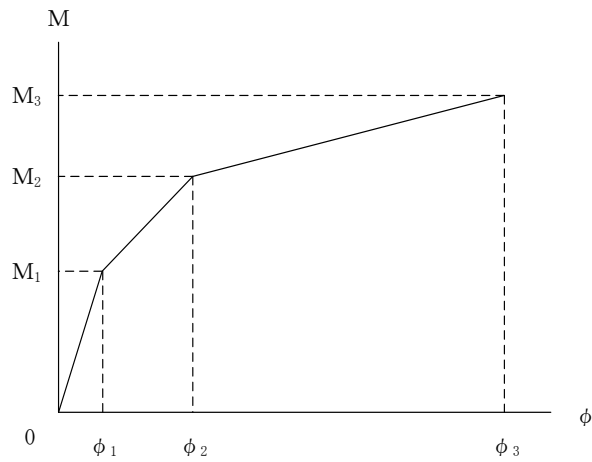
- a. 0-A 間 : 弾性範囲
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-15 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- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  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曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-16 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

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

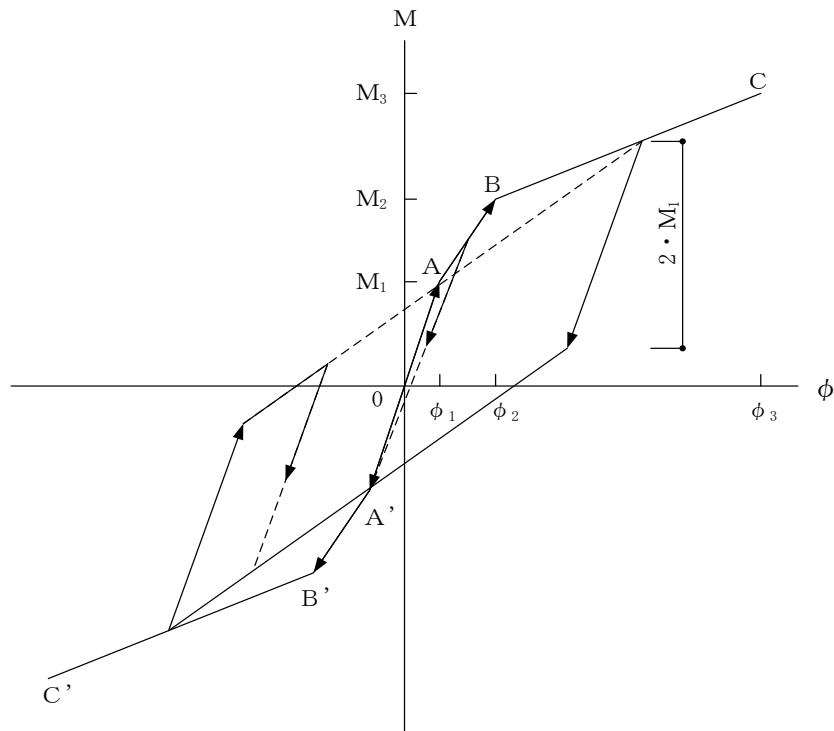
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-16 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 3-17 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折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、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折点を越えていなければ、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。
- 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。

図 3-17 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

ガスタービン発電機建物の各耐震壁について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を表 3-5～表 3-8 に示す。

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
61.5~54.5	1.85	2.50	6.06	0.181	0.543	4.00
54.5~47.5	1.91	2.58	6.15	0.188	0.563	4.00

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

EL (m)	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
61.5~54.5	1.85	2.50	6.11	0.181	0.544	4.00
54.5~47.5	1.91	2.58	6.13	0.188	0.562	4.00

表 3-7 曲げスケルトン曲線 ( $M - \phi$  関係) (NS 方向)

EL (m)	$M_1$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-6}$ /m)
61.5~54.5	2.04	4.16	6.39	6.41	65.3	1080
54.5~47.5	6.61	15.3	24.4	5.25	52.5	828

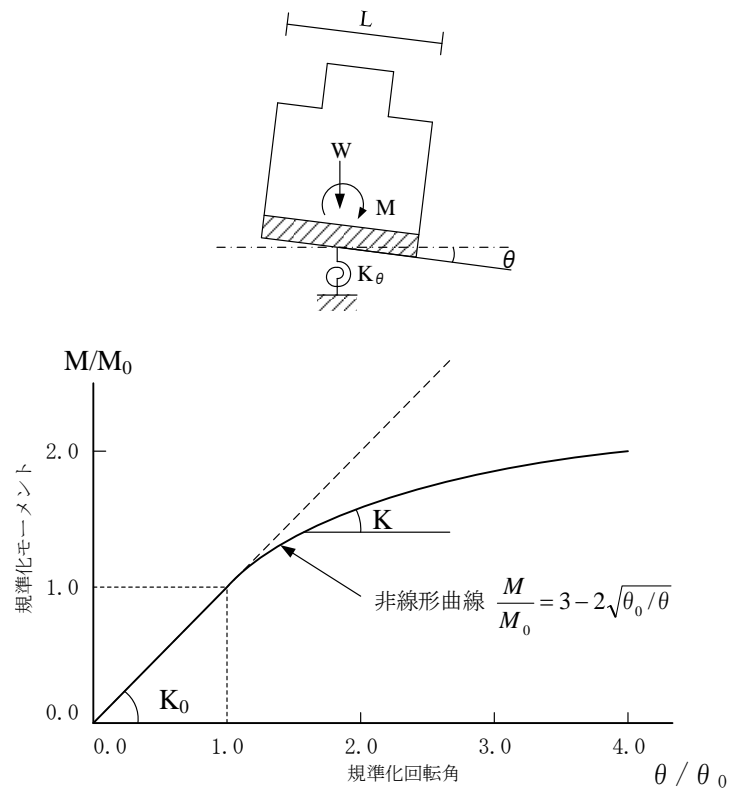
表 3-8 曲げスケルトン曲線 ( $M - \phi$  関係) (EW 方向)

EL (m)	$M_1$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-6}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-6}$ /m)
61.5~54.5	2.71	5.82	9.21	4.99	48.8	976
54.5~47.5	6.65	13.8	20.6	5.26	48.7	974

### 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 3-18 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図 3-18 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 ( $=W \cdot L / 6$ )

$\theta$  : 回転角

$\theta_0$  : 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)

$W$  : 建物総重量

$L$  : 建物基礎幅

図 3-18 地盤の回転ばねの曲げモーメントー回転角関係

### 3.4.3 材料物性の不確かさ等

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、建物応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動に対し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基に設定した数値を基本ケースとし、地盤物性の不確かさ検討にあたっては、S波速度及びP波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。なお、建物剛性の不確かさについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建物剛性として考慮していない壁の建物剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

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3-9に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値を表3-10に示す。

表3-9 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

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

表 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性値

(a) S波速度

層番号	地盤の S 波速度 $V_s$ (m/s)		
	基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
岩盤②	900	1080	720
岩盤③	1600	1760	1440
岩盤④	1950	2145	1755
岩盤⑤	2000	2200	1800
岩盤⑥	2350	2585	2115

(b) P波速度

層番号	地盤の P 波速度 $V_p$ (m/s)		
	基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
岩盤②	2100	2520	1680
岩盤③	3600	3960	3240
岩盤④	4000	4400	3600
岩盤⑤	4050	4455	3645
岩盤⑥	4950	5445	4455

## 4. 解析結果

### 4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動  $S_s$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。

#### 4.1.1 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～図 4-3 に示す。

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

#### 4.1.2 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 4-4～図 4-14 及び表 4-2～表 4-14 に示す。また，基準地震動  $S_s$  に対する最大応答値を図 4-15～図 4-18 の耐震壁のスケルトン曲線上にプロットして示す。

接地率を表 4-15 に示す。



表 4-1 固有値解析結果

(a) N S 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.080	12.52	1.587	建物—地盤連成 1 次
2	0.044	22.86	-0.624	

(b) E W 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.082	12.16	1.538	建物—地盤連成 1 次
2	0.043	23.02	-0.551	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.046	21.96	1.354	建物—地盤連成 1 次
2	0.020	49.39	-0.405	

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

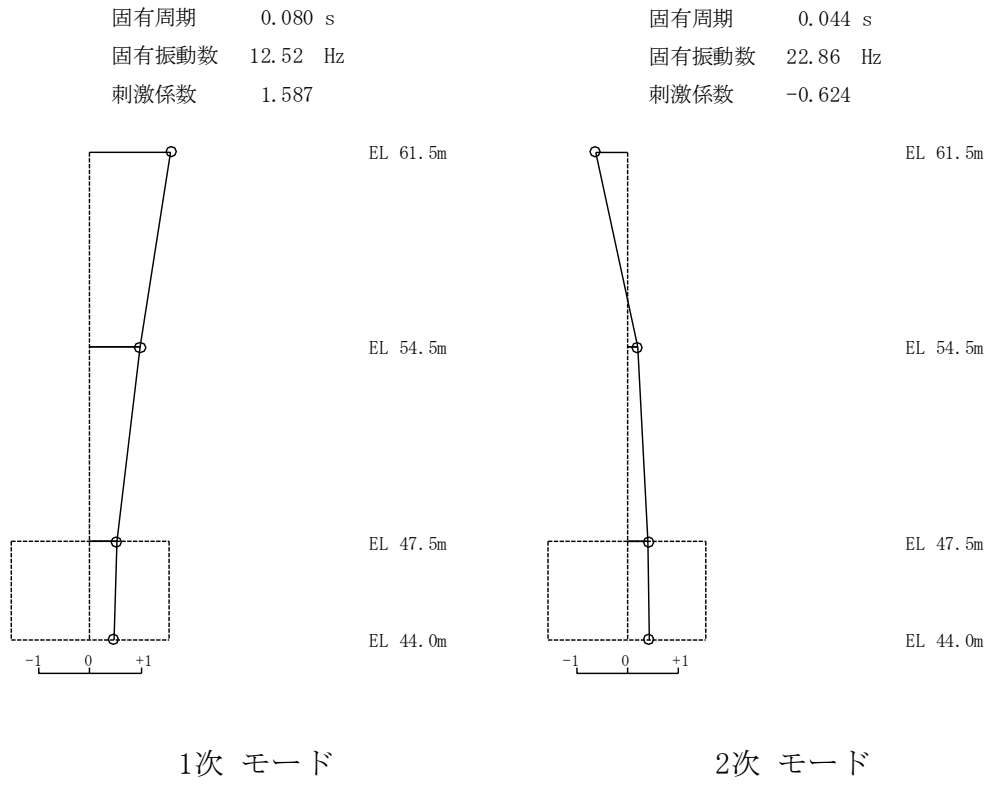


図 4-1 刺激関数図 (N S 方向)

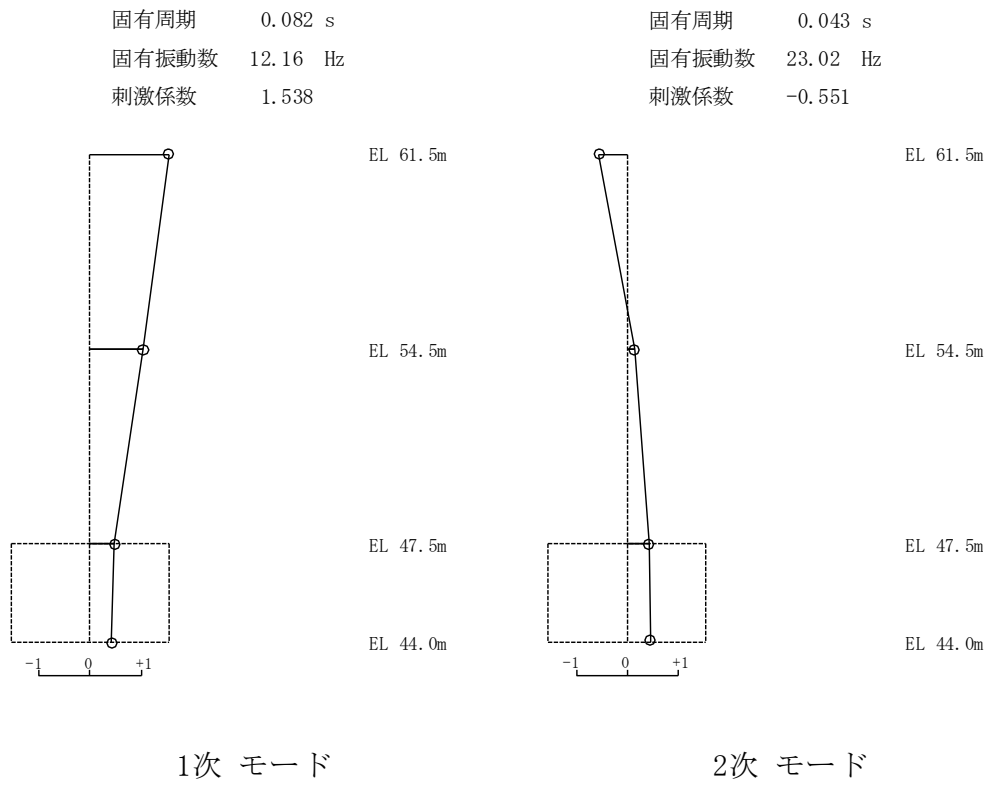
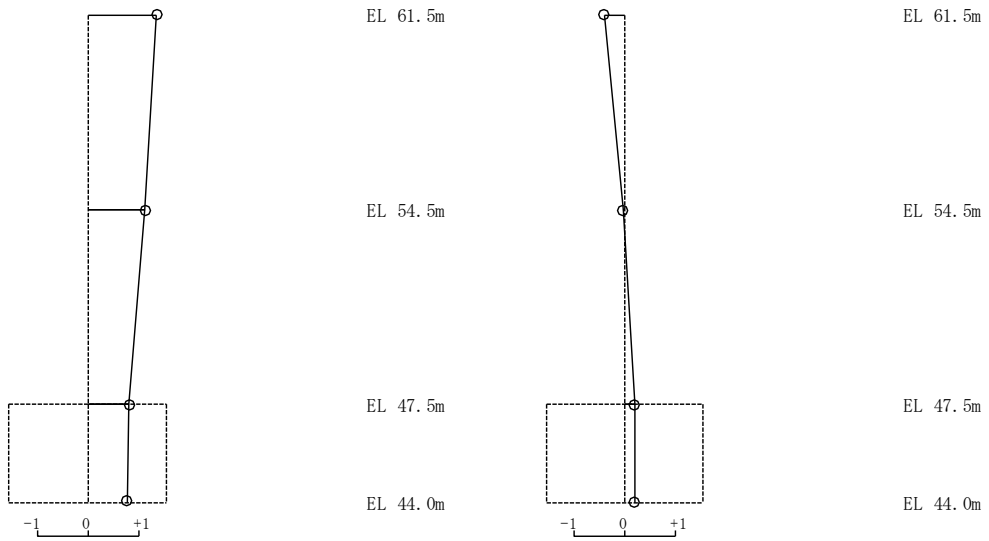


図 4-2 刺激関数図 (E W 方向)

固有周期 0.046 s  
 固有振動数 21.96 Hz  
 刺激係数 1.354

固有周期 0.020 s  
 固有振動数 49.39 Hz  
 刺激係数 -0.405



1次 モード

2次 モード

図 4-3 刺激関数図 (鉛直方向)

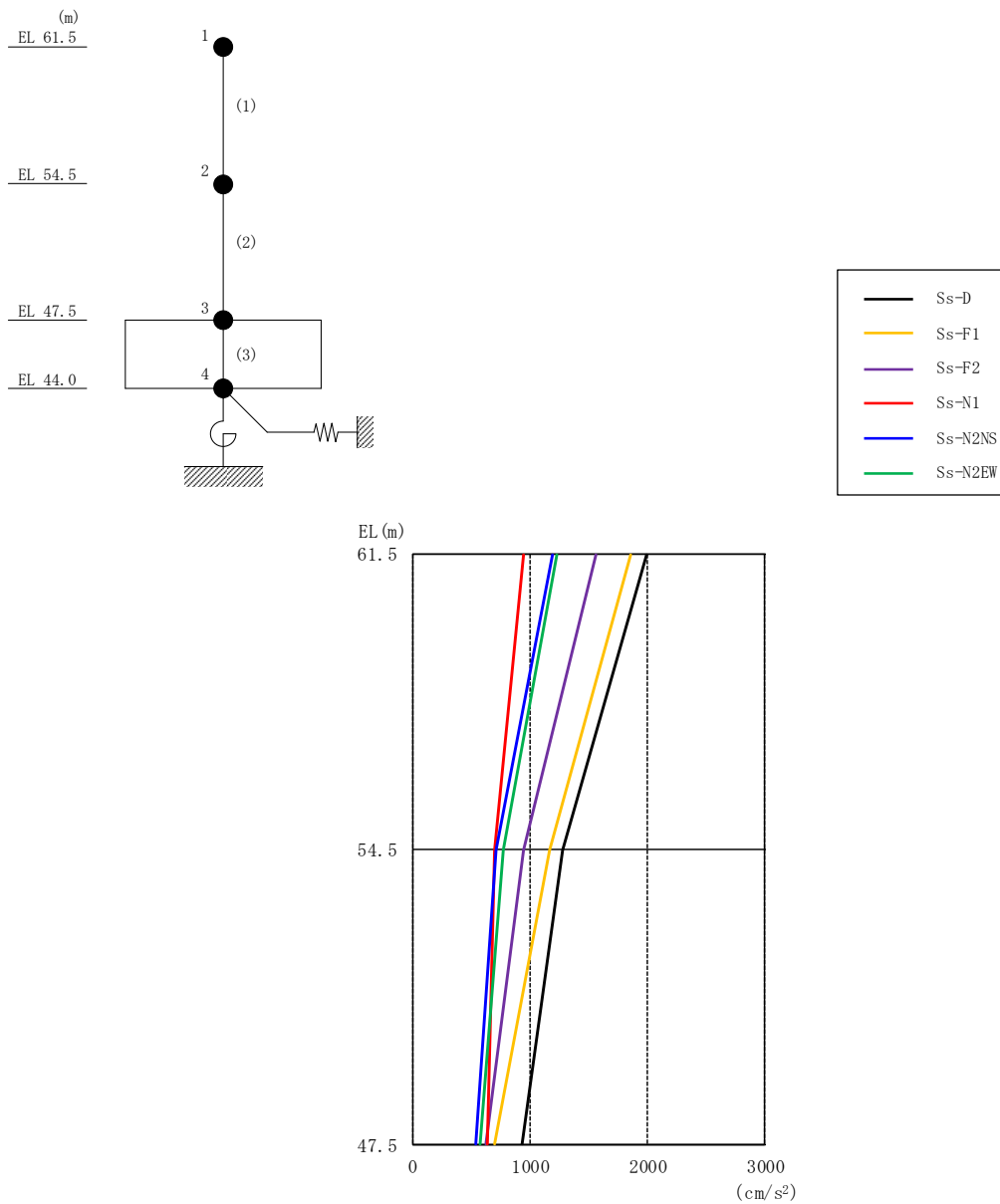


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-2 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
61.5	1	1990	1854	1555	944	1194	1222	1990
54.5	2	1281	1164	939	694	707	769	1281
47.5	3	927	700	626	631	532	571	927

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

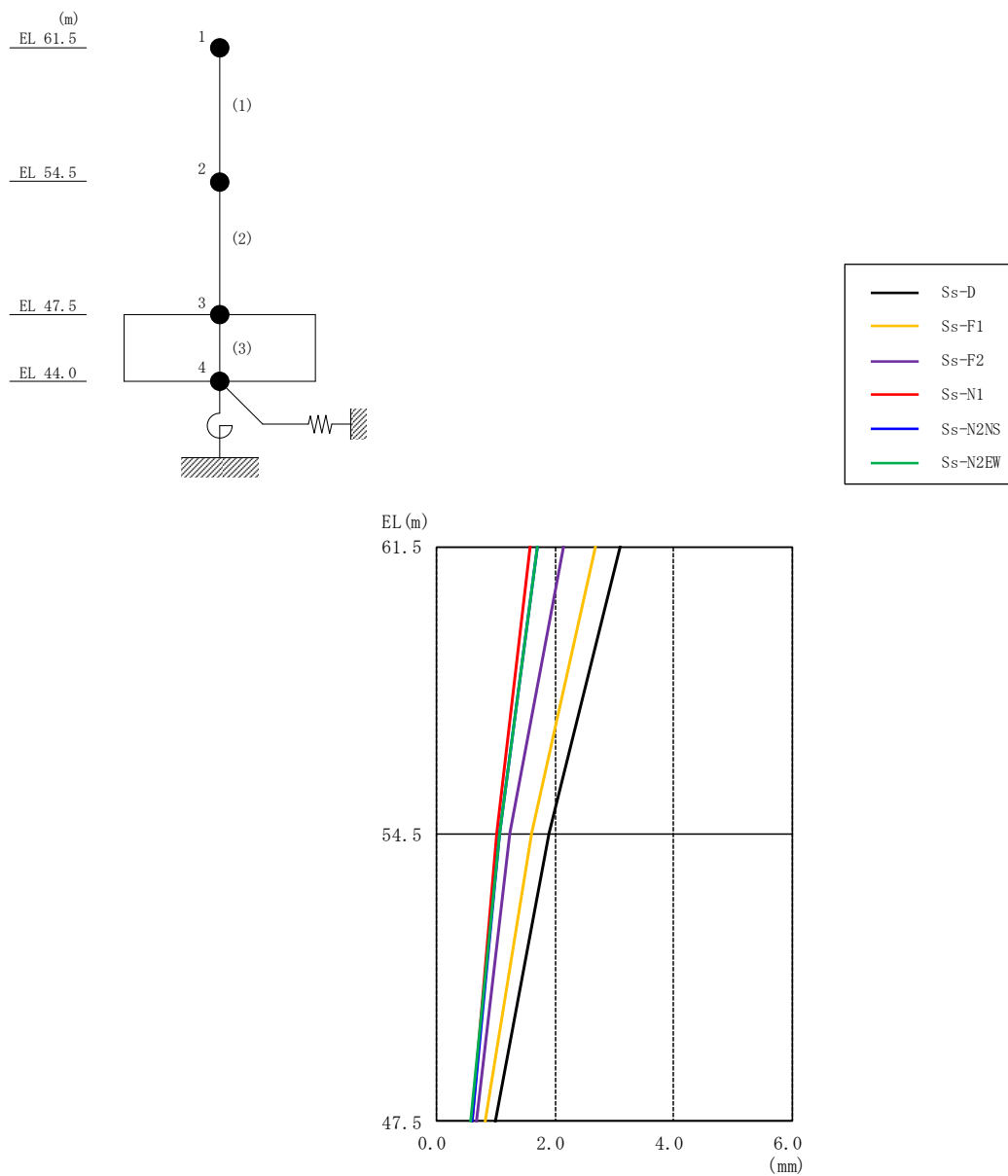


図 4-5 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

表 4-3 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5	1	3.09	2.69	2.14	1.58	1.69	1.71	3.09
54.5	2	1.91	1.59	1.22	1.01	1.07	1.06	1.91
47.5	3	0.99	0.81	0.66	0.60	0.58	0.58	0.99

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

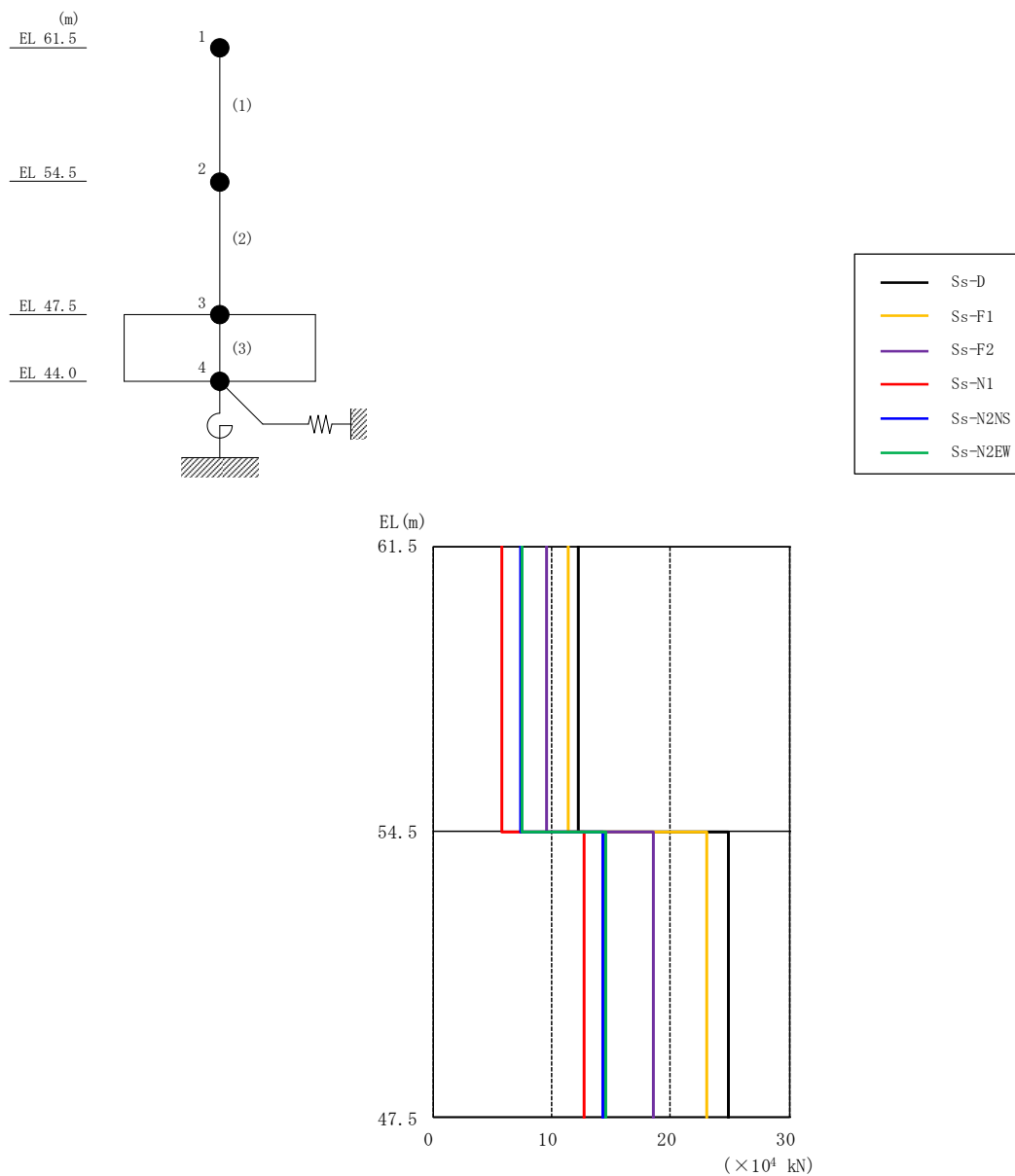


図 4-6 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

表 4-4 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
61.5~54.5	1	12.2	11.4	9.55	5.79	7.31	7.51	12.2
54.5~47.5	2	24.8	23.0	18.5	12.7	14.3	14.5	24.8

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

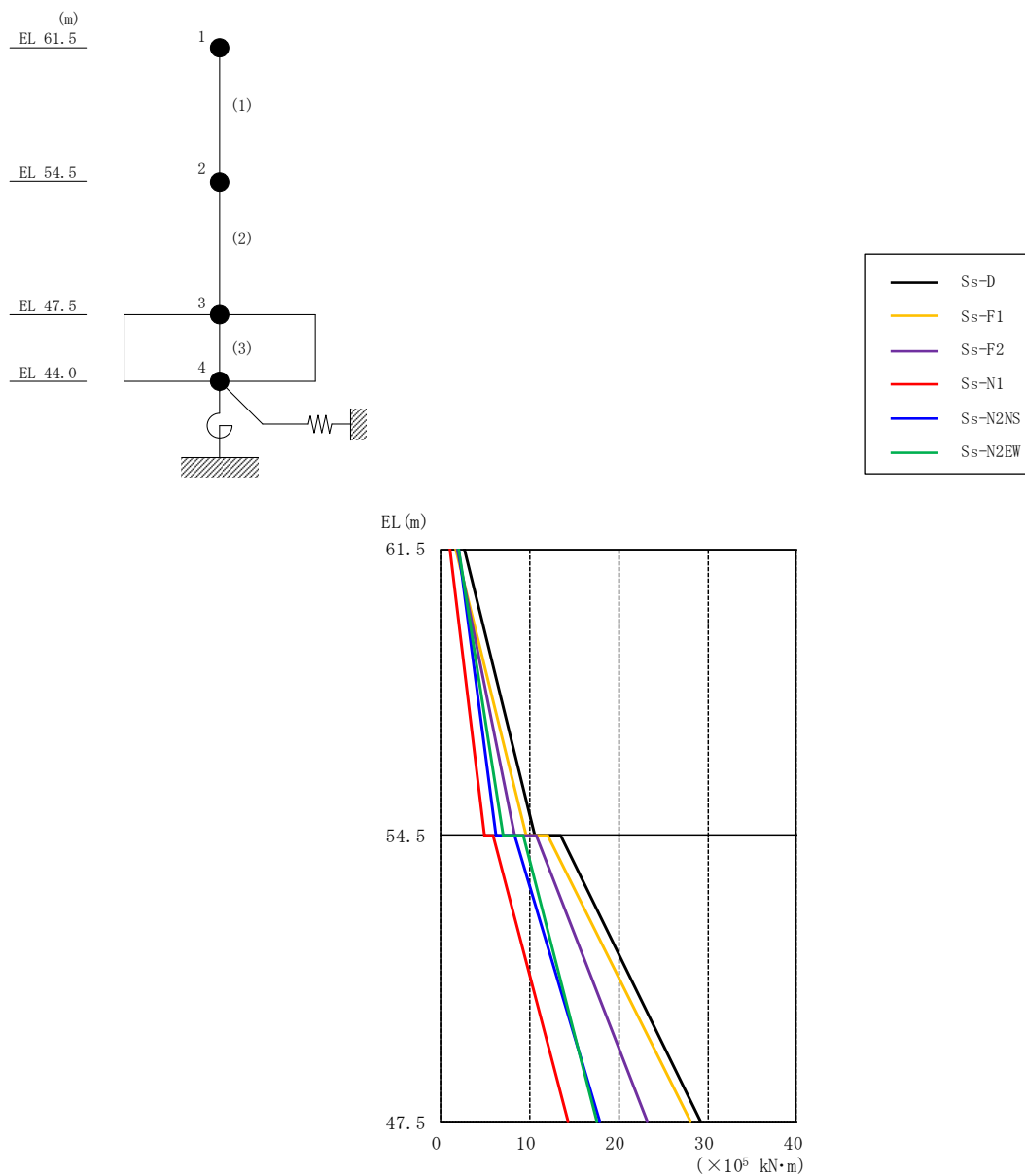


図 4-7 最大応答曲げモーメント（基準地震動  $S_s$ ，NS 方向）

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）

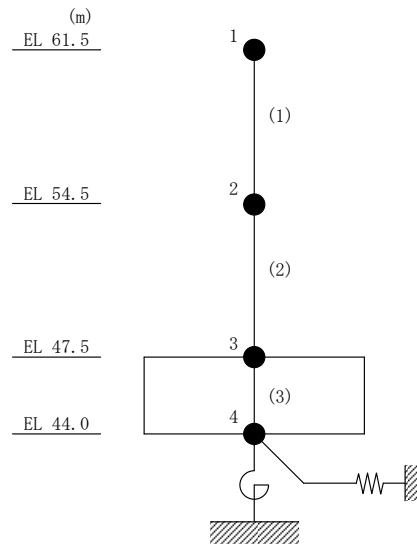
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5~54.5	1	2.63	1.70	1.77	1.02	1.93	1.98	2.63
		10.5	9.57	8.33	4.83	6.25	7.06	10.5
54.5~47.5	2	13.4	12.0	10.7	5.81	8.28	9.32	13.4
		29.1	28.1	23.1	14.2	17.8	17.5	29.1

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

表 4-6 最大応答せん断ひずみ一覧 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	最大値
61.5~54.5	1	0.14	0.13	0.11	0.07	0.08	0.09	0.14
54.5~47.5	2	0.11	0.11	0.08	0.06	0.07	0.07	0.11

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





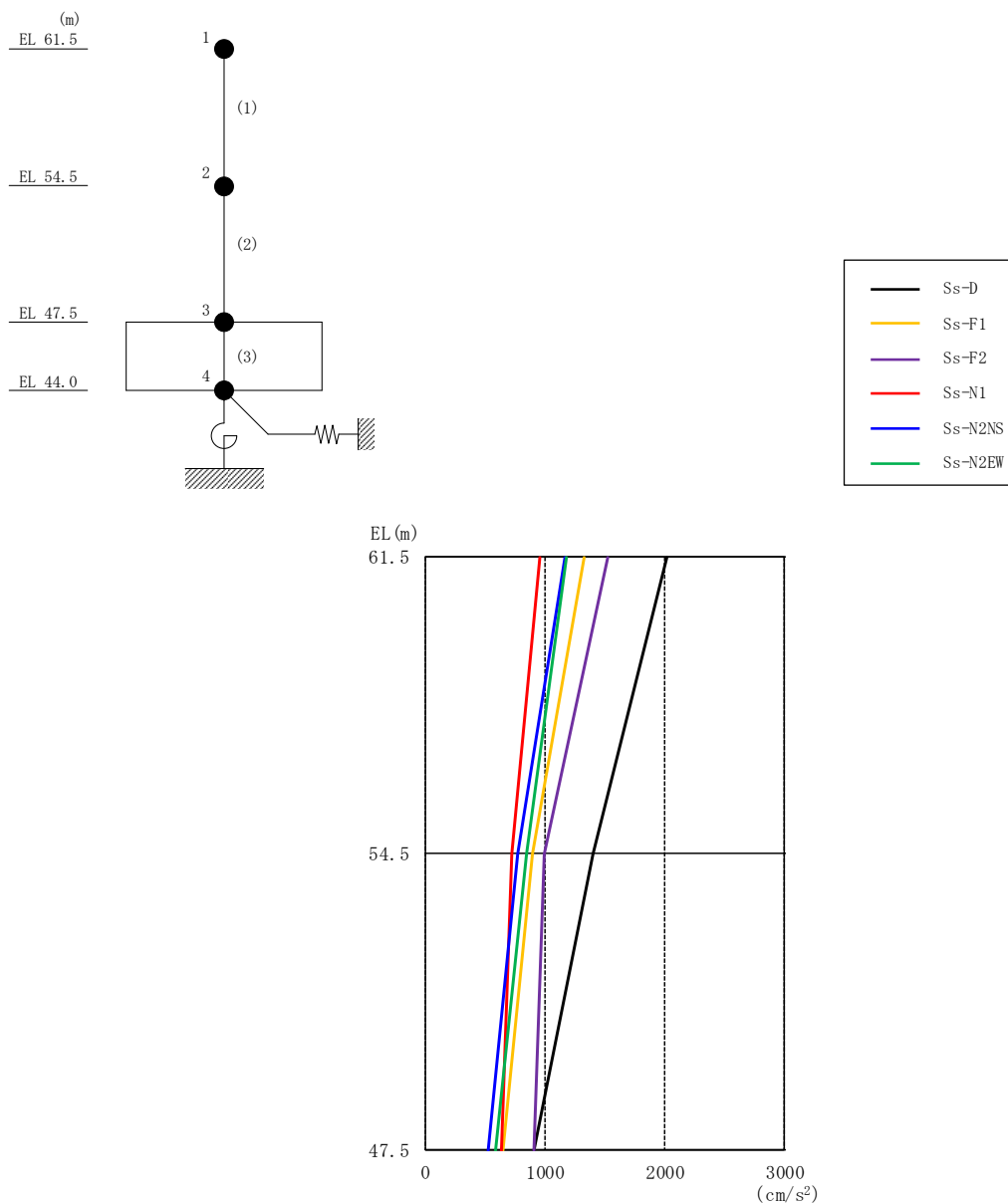


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-7 最大応答加速度一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
61.5	1	2022	1326	1529	957	1160	1176	2022
54.5	2	1395	890	996	727	773	839	1395
47.5	3	909	648	908	629	529	582	909

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

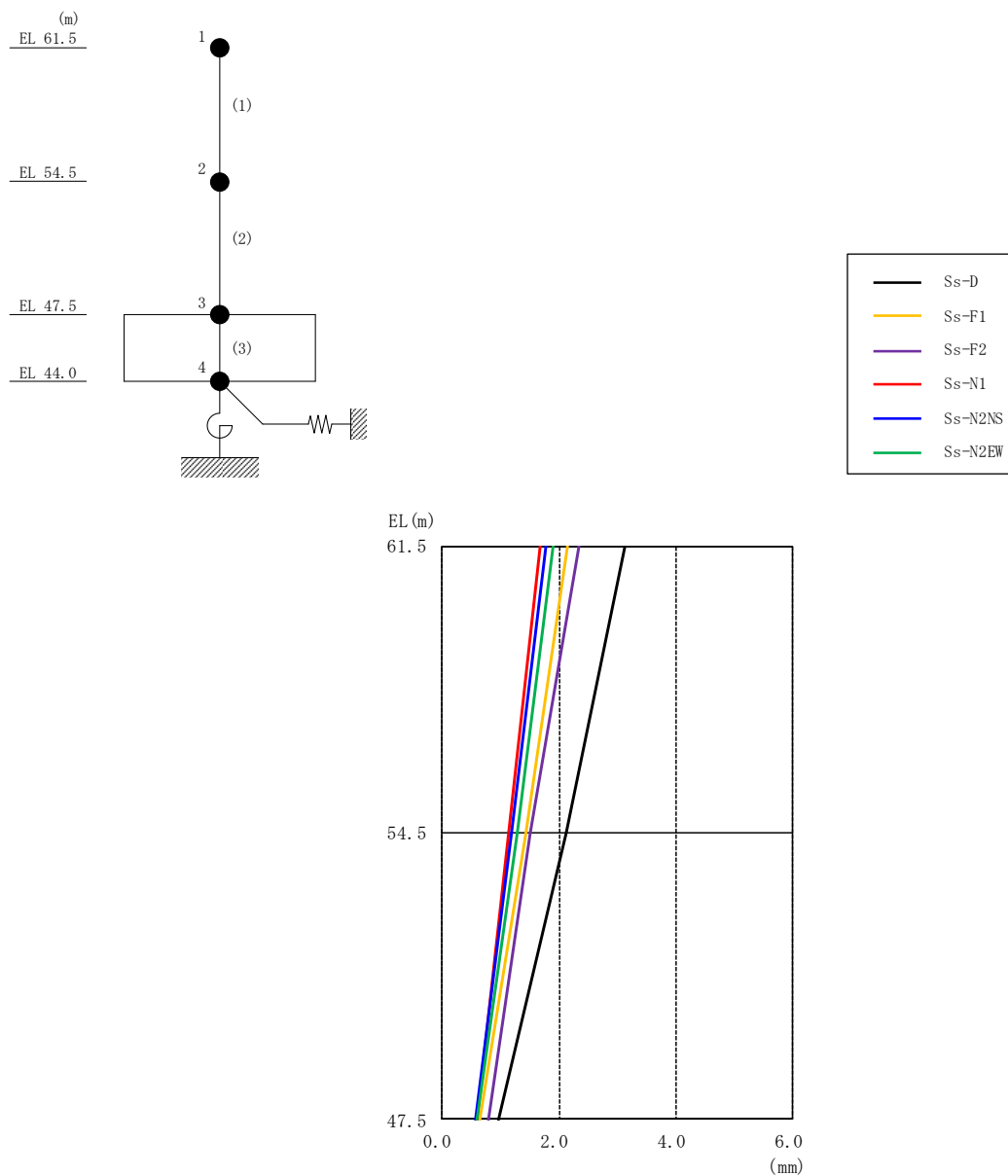


図 4-9 最大応答変位 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

表 4-8 最大応答変位一覧 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5	1	3.14	2.16	2.33	1.67	1.77	1.91	3.14
54.5	2	2.12	1.44	1.50	1.15	1.18	1.28	2.12
47.5	3	0.97	0.65	0.80	0.59	0.57	0.59	0.97

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

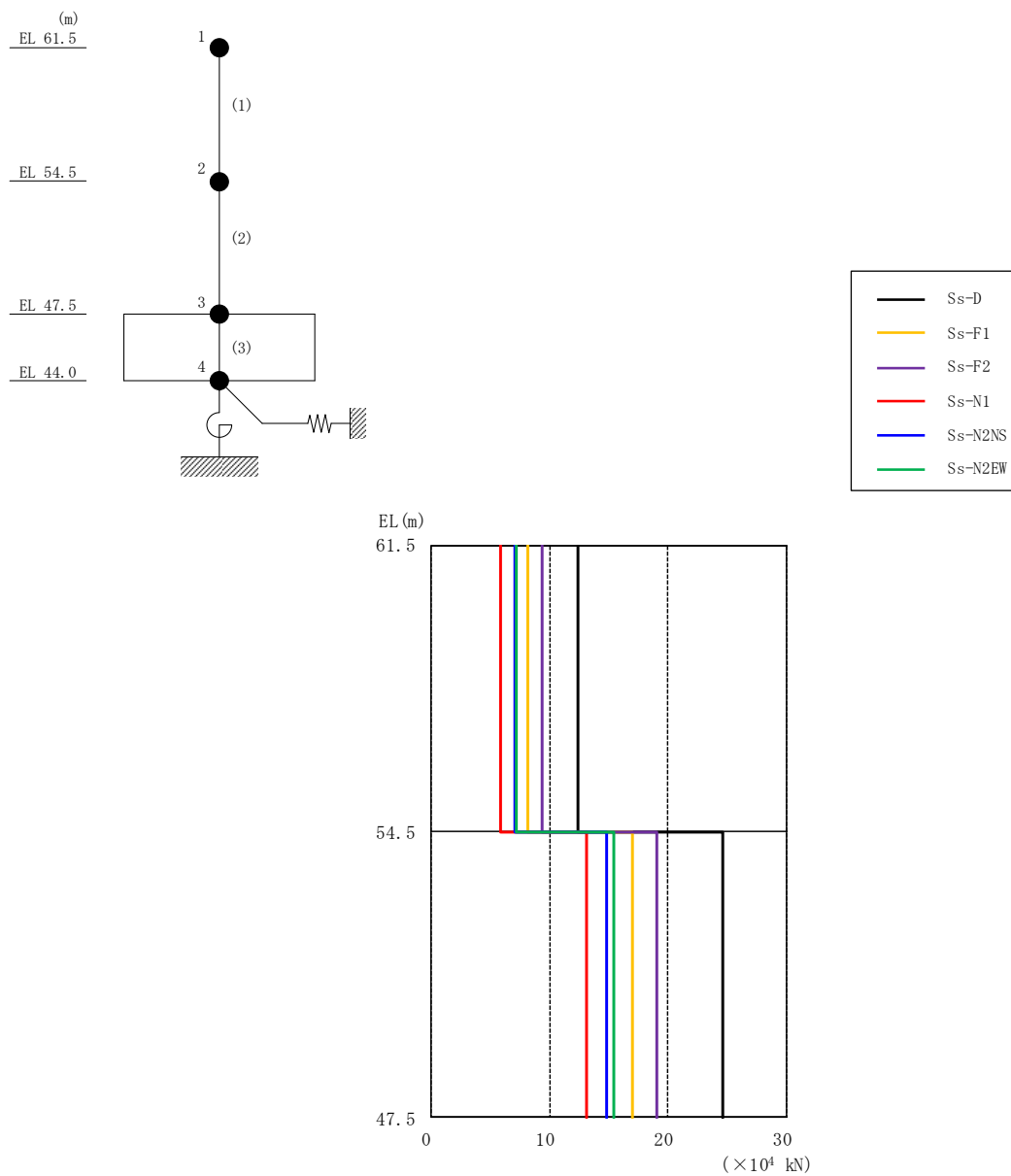


図 4-10 最大応答せん断力（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

表 4-9 最大応答せん断力一覧（基準地震動  $S_s$ ，EW 方向）

EL (m)	要素番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^4$ kN)						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
61.5~54.5	1	12.4	8.13	9.39	5.88	7.09	7.22	12.4
54.5~47.5	2	24.7	17.0	19.0	13.1	14.8	15.4	24.7

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

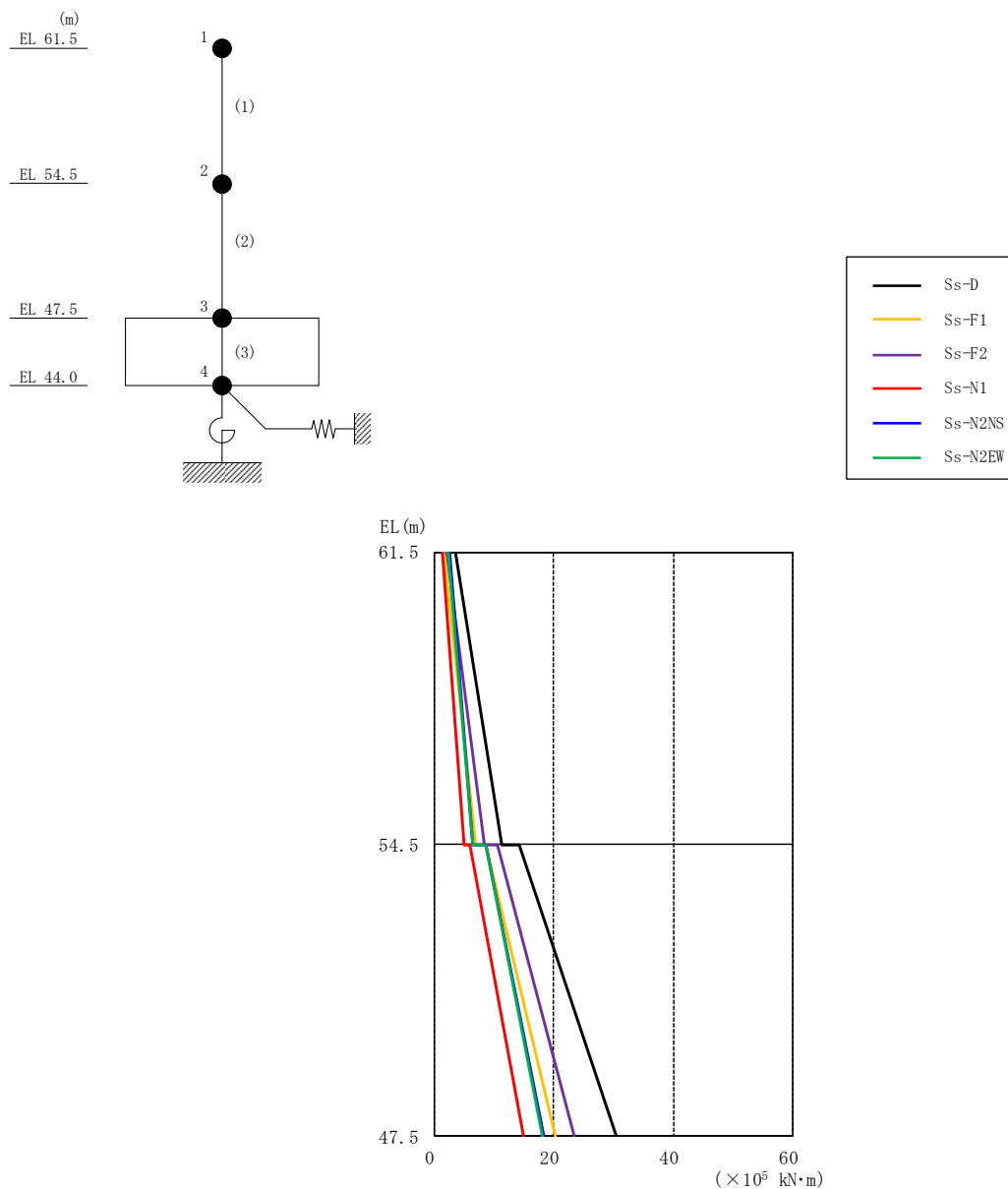


図 4-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

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)

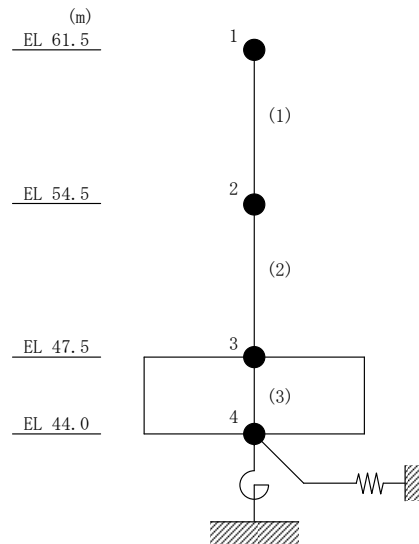
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5~54.5	1	3.51	1.62	2.07	1.31	2.42	2.37	3.51
		11.3	6.99	8.38	4.94	6.35	6.44	11.3
54.5~47.5	2	14.2	8.73	10.7	5.98	8.54	8.73	14.2
		30.6	20.3	23.5	14.8	18.3	18.1	30.6

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

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

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )						最大値
		$S_s$ -D	$S_s$ -F1	$S_s$ -F2	$S_s$ -N1	$S_s$ -N2NS	$S_s$ -N2EW	
61.5~54.5	1	0.12	0.08	0.09	0.06	0.07	0.07	0.12
54.5~47.5	2	0.15	0.10	0.11	0.08	0.09	0.09	0.15

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



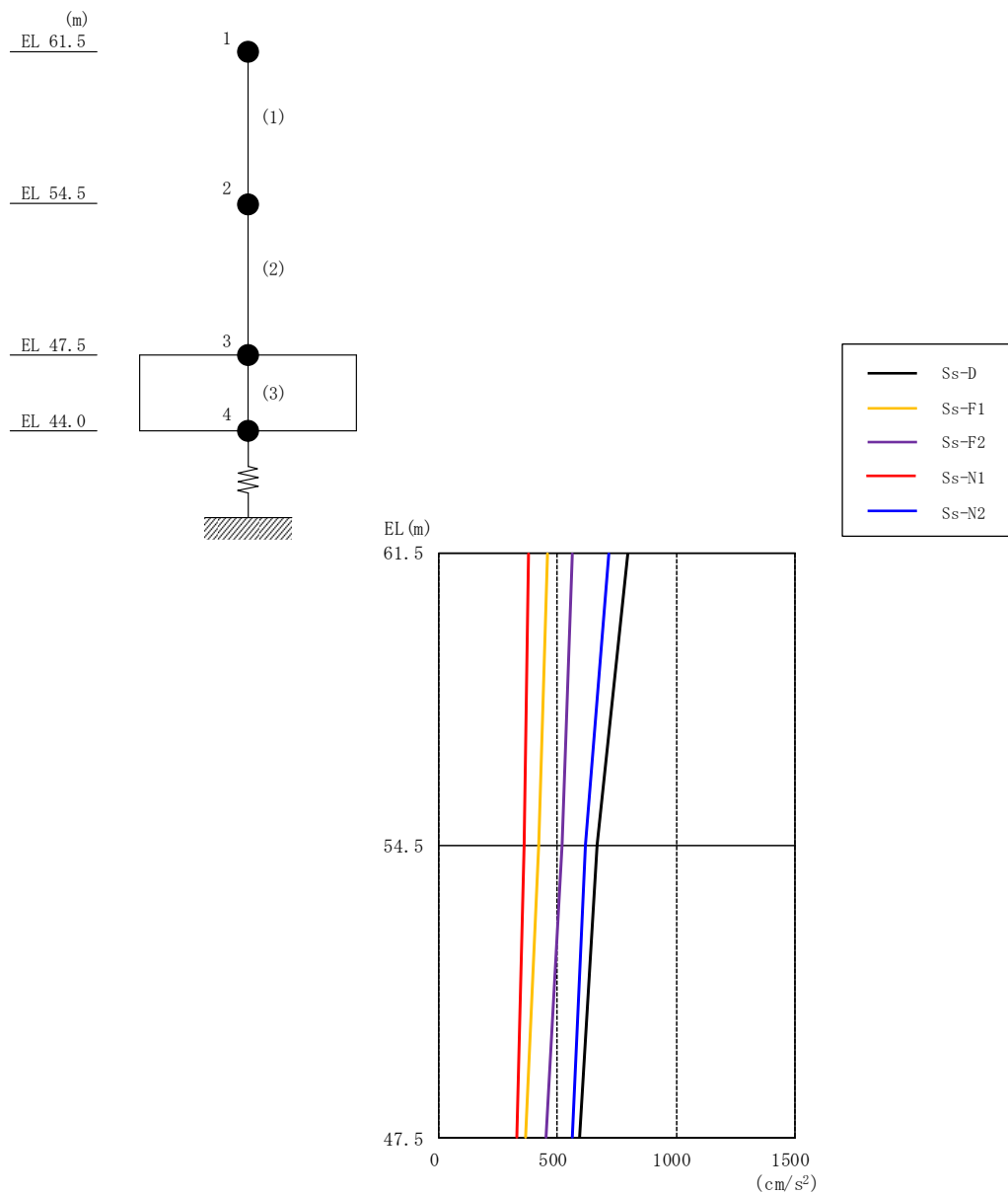


図 4-12 最大応答加速度（基準地震動 S s ，鉛直方向）

表 4-12 最大応答加速度一覧（基準地震動 S s ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
61.5	1	795	455	564	376	716	795
54.5	2	667	422	516	357	618	667
47.5	3	594	362	452	327	560	594

注：ハッチングは S s -D ~ S s -N 2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

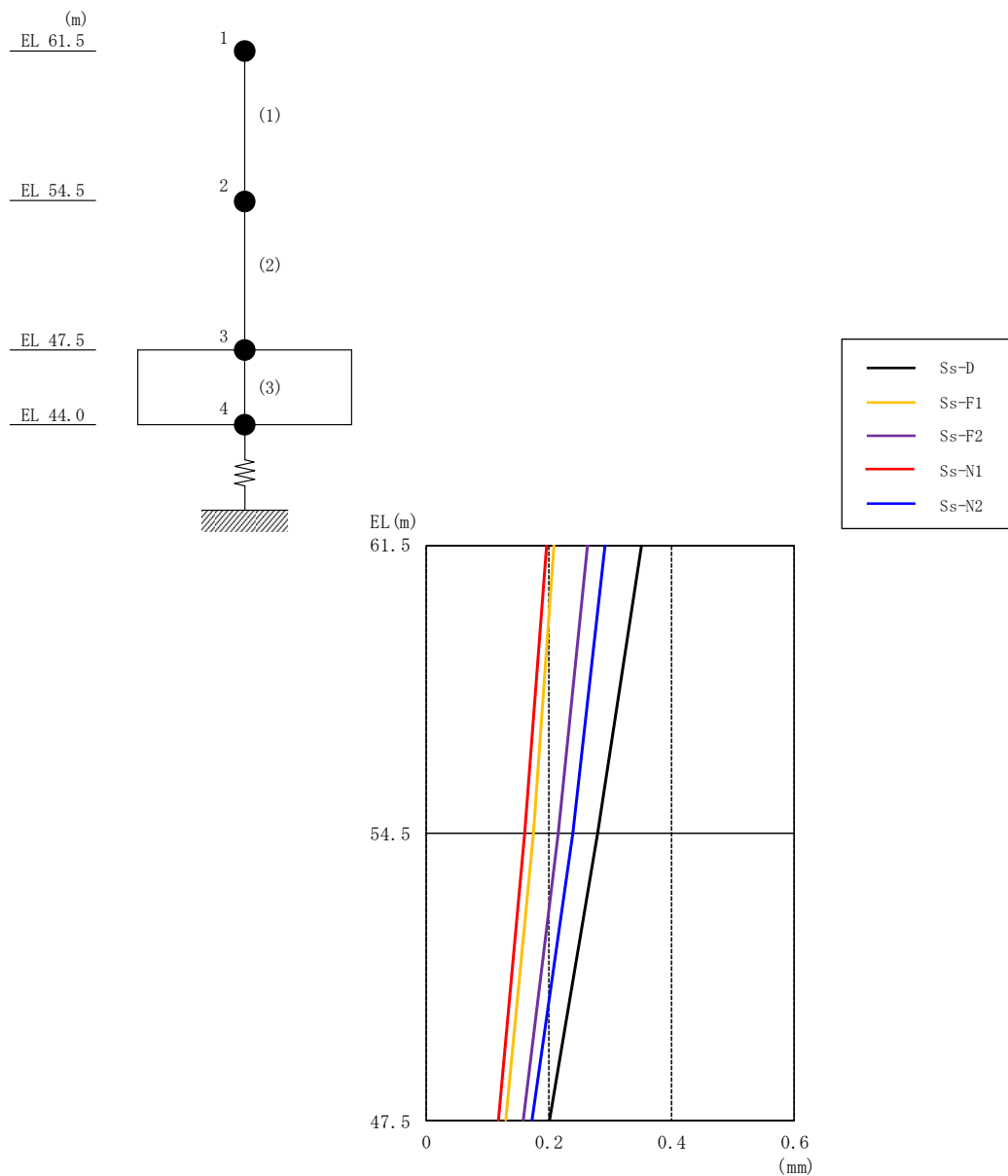


図 4-13 最大応答変位（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

表 4-13 最大応答変位一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
61.5	1	0.35	0.21	0.26	0.20	0.29	0.35
54.5	2	0.28	0.17	0.22	0.16	0.24	0.28
47.5	3	0.20	0.13	0.16	0.12	0.17	0.20

注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

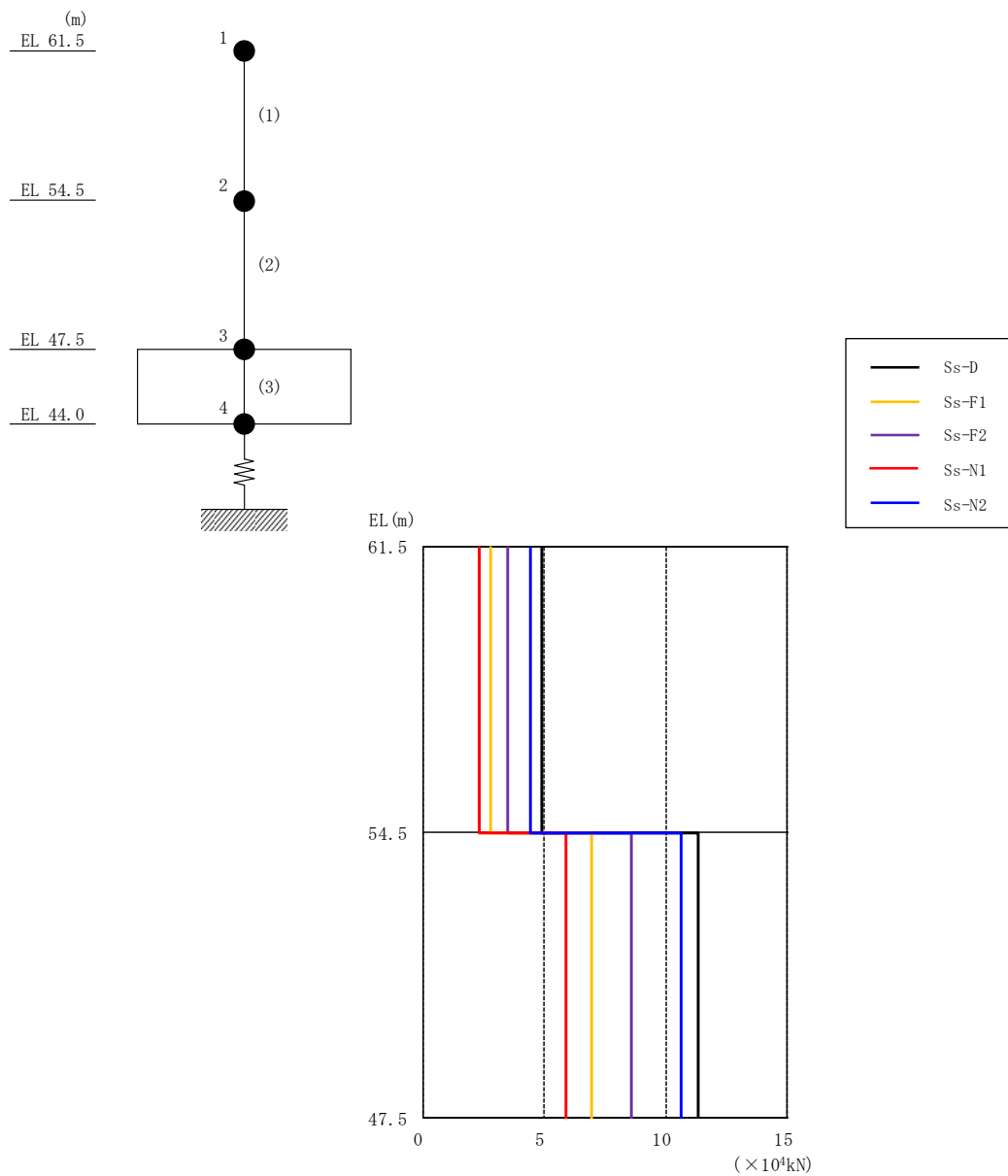


図 4-14 最大応答軸力（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

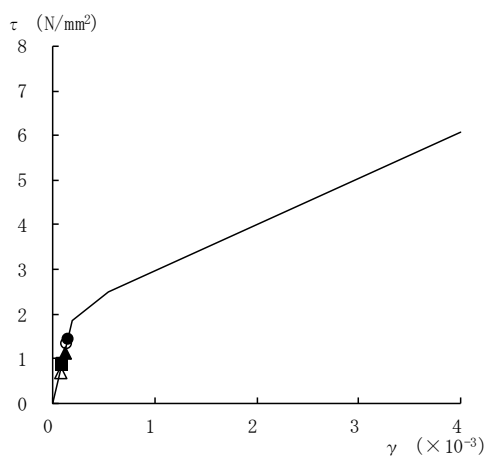
表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動  $S_s$ ，鉛直方向）

EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ( $\times 10^4$ kN)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
61.5~54.5	1	4.91	2.82	3.49	2.33	4.43	4.91
54.5~47.5	2	11.3	6.96	8.61	5.90	10.7	11.3

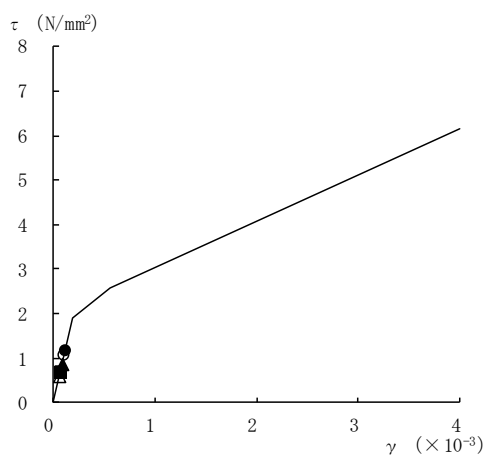
注：ハッチングは  $S_s-D \sim S_s-N2$  の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



● S<sub>S</sub>-D    ○ S<sub>S</sub>-F1    ▲ S<sub>S</sub>-F2    △ S<sub>S</sub>-N1    ■ S<sub>S</sub>-N2NS    □ S<sub>S</sub>-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

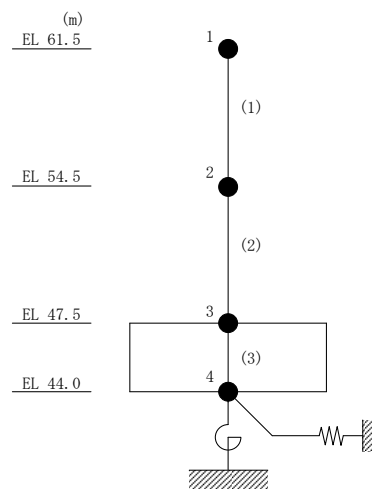
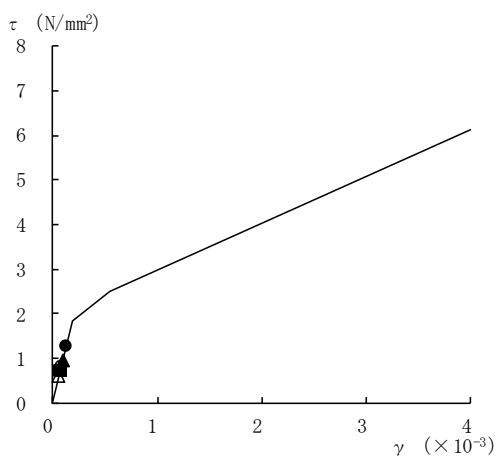
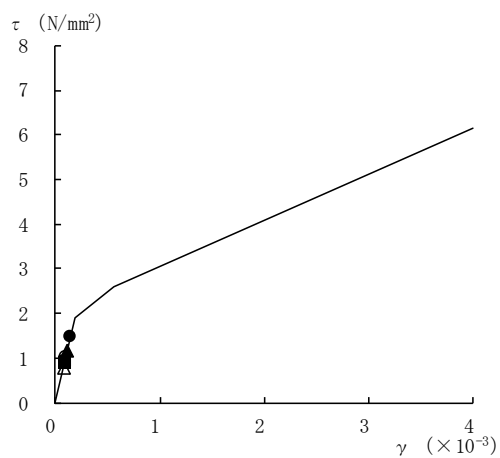


図 4-15 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

● S<sub>s</sub>-D    ○ S<sub>s</sub>-F1    ▲ S<sub>s</sub>-F2    △ S<sub>s</sub>-N1    ■ S<sub>s</sub>-N2NS    □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

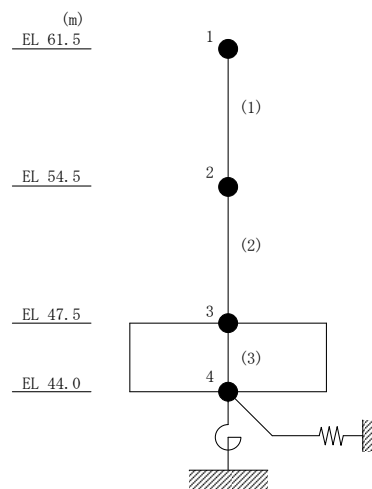
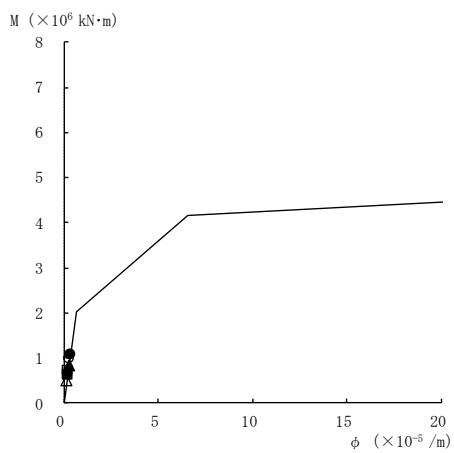
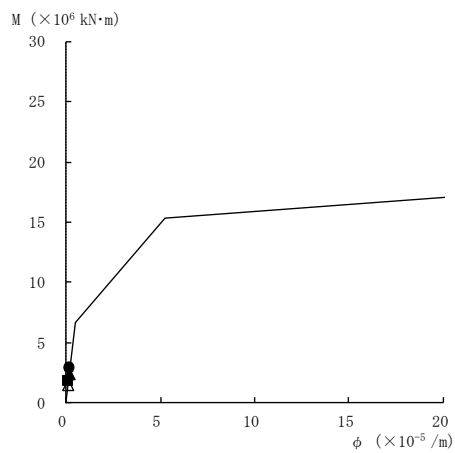


図 4-16 せん断スケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

● S<sub>s</sub>-D    ○ S<sub>s</sub>-F1    ▲ S<sub>s</sub>-F2    △ S<sub>s</sub>-N1    ■ S<sub>s</sub>-N2NS    □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

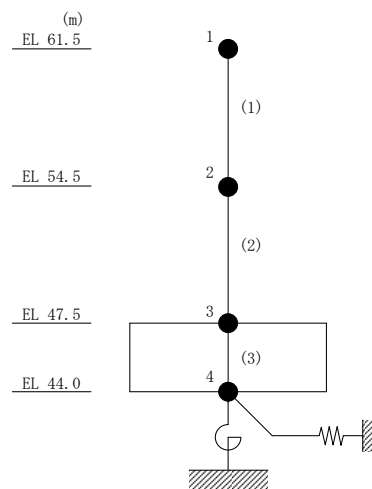
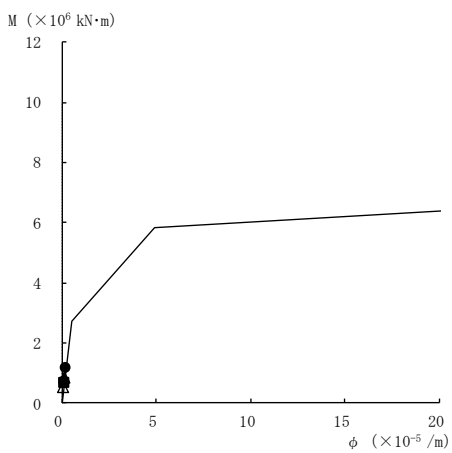
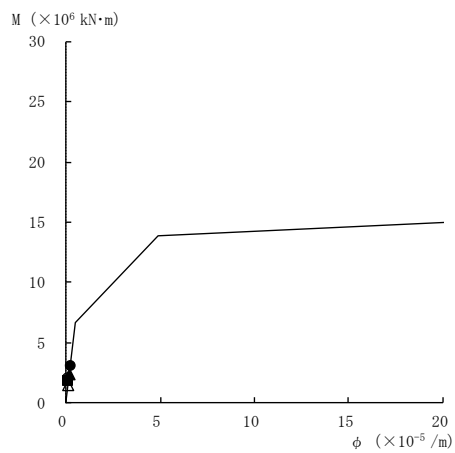


図 4-17 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, N S 方向)

● S<sub>s</sub>-D    ○ S<sub>s</sub>-F1    ▲ S<sub>s</sub>-F2    △ S<sub>s</sub>-N1    ■ S<sub>s</sub>-N2NS    □ S<sub>s</sub>-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

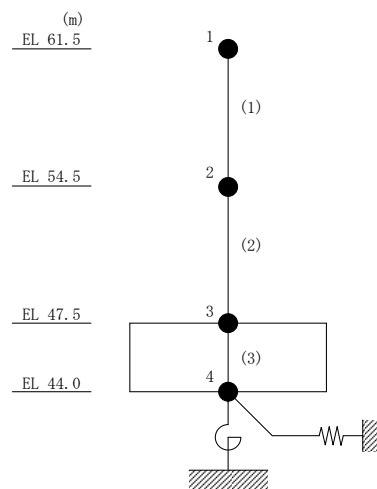


図 4-18 曲げスケルトン曲線上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, E W 方向)

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

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.481	4.24	85.5
$S_s - F 1$	0.455	4.04	88.6
$S_s - F 2$	0.418	3.29	99.9
$S_s - N 1$	0.338	2.14	100
$S_s - N 2 \text{ NS}$	0.386	2.60	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	0.378	2.49	100

(b) EW方向

基準地震動 $S_s$	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D$	0.491	4.21	83.0
$S_s - F 1$	0.397	2.96	100
$S_s - F 2$	0.427	3.32	97.2
$S_s - N 1$	0.346	2.20	100
$S_s - N 2 \text{ NS}$	0.396	2.67	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	0.394	2.66	100

#### 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定した必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を表 4-16 及び表 4-17, 図 4-19 及び図 4-20 に示す。

表 4-16 必要保有水平耐力 (N S 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
61.5~54.5	0.55	1.00	37.26
54.5~47.5	0.55	1.00	70.20

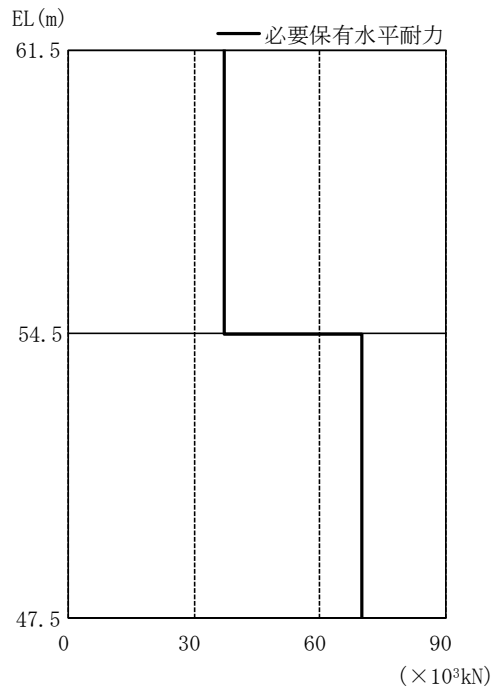


图 4-19 必要保有水平耐力 (N S 方向)

表 4-17 必要保有水平耐力 (E W 方向)

EL (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 $Q_{un}$ ( $\times 10^3$ kN)
61.5~54.5	0.55	1.00	35.30
54.5~47.5	0.55	1.20	84.24

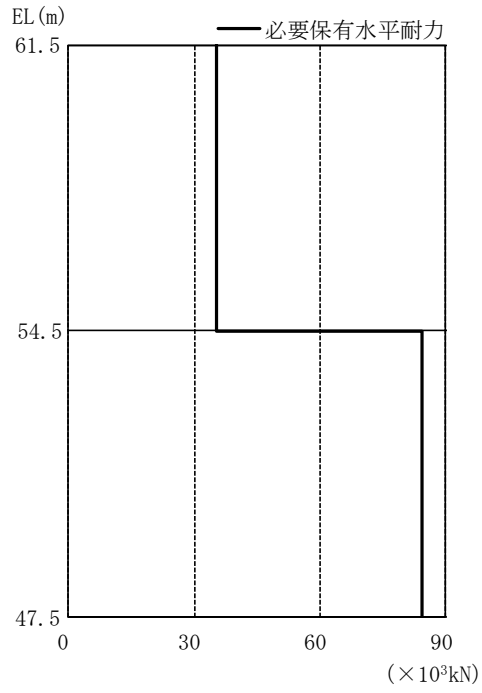


図 4-20 必要保有水平耐力 (E W 方向)



## VI-2-3 原子炉本体の耐震性に関する説明書

## VI-2-3-2 炉心の耐震性についての計算書

## VI-2-3-2-2 炉心支持構造物の耐震性についての計算書

## VI-2-3-2-2-1 炉心支持構造物の応力解析の方針

## 目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	2
2.1	構造計画	2
2.2	評価方針	4
2.3	適用規格・基準等	4
2.4	記号の説明	5
3.	計算条件	7
3.1	評価対象機器	7
3.2	形状及び寸法	7
3.3	荷重の組合せ及び許容応力状態	7
3.4	許容応力	7
3.5	許容応力評価条件	7
3.6	溶接部の継手効率	8
4.	荷重条件	9
4.1	設計条件	9
4.2	運転条件	9
4.3	荷重の組合せ及び応力評価	9
5.	応力評価の手順	10
5.1	応力の評価	10
5.1.1	主応力	10
5.1.2	応力強さ	10
5.1.3	一次応力強さ	10
5.2	特別な応力の評価	11
5.2.1	支圧応力の評価	11
5.2.2	座屈の評価	11
6.	評価結果の添付	12
6.1	応力評価結果	12
7.	引用文献	13
8.	参照図書	13
	添付1 溶接部の継手効率	27

## 図 表 目 次

図2-1	炉心支持構造物の耐震評価フロー	4
図3-1	全体断面図	14
表2-1	炉心支持構造物の構造計画	3
表3-1	荷重の組合せ及び許容応力状態	15
表3-2	許容応力（炉心支持構造物）	17
表3-3	許容応力評価条件	18
表4-1	外荷重	19
表4-2	荷重の組合せ	26

## 1. 概要

本書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、炉心支持構造物に関する応力解析の方針を説明するものである。

なお、本書においては、設計用地震力に対する評価について記載するものとし、設計用地震力を除く荷重による炉心支持構造物（燃料支持金具を除く。）の応力評価は、8章に示す以下の工事計画認可申請書 添付書類及び工事計画届出書 添付書類（以下「既工認」という。）による。

- ・ 第5回工事計画認可申請書 添付書類

（60資庁第11431号 昭和60年12月25日認可）

シュラウドサポート

上部格子板

炉心支持板

制御棒案内管

- ・ 炉心シュラウド修理工事 工事計画届出書 添付書類

（電原運第24号 平成16年7月1日届出）

炉心シュラウド

注1：本書に記載していない特別な内容がある場合は、各計算書に示す。

注2：図表は、原則として巻末に示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

炉心支持構造物の構造計画を表 2-1 に示す。

炉心支持構造物は、下記の機器により構成される。

- (1) 炉心シュラウド
- (2) シュラウドサポート
- (3) 上部格子板
- (4) 炉心支持板
- (5) 燃料支持金具
- (6) 制御棒案内管



表 2-1 炉心支持構造物の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>炉心を構成する燃料集合体，制御棒は，炉心シュラウド内に設けられる。</p> <p>炉心シュラウドは，原子炉圧力容器下鏡に溶接されたシュラウドサポートにより支持される。</p> <p>燃料集合体は，燃料支持金具を介して制御棒案内管（ただし，周辺燃料支持金具を介する場合は炉心支持板）によって支持される。また，水平方向については，上部格子板及び炉心支持板によって支持される。</p>	<p>炉心支持構造物は，炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，燃料支持金具，制御棒案内管により構成される。</p>	

## 2.2 評価方針

炉心支持構造物の構造強度評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」及び「3. 計算条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容応力に基づき、「2.1 構造計画」にて示す炉心支持構造物の各機器を踏まえ各計算書にて設定する箇所において、「4. 荷重条件」にて設定した荷重に基づく応力が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価の手順」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を各計算書に示す。

炉心支持構造物の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

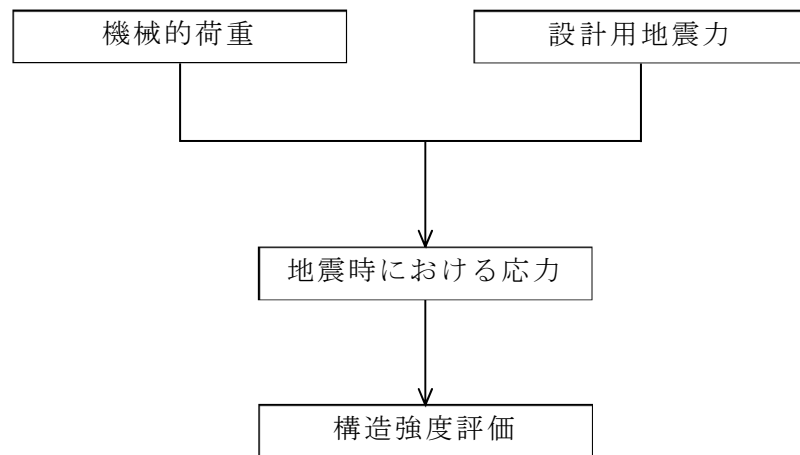


図 2-1 炉心支持構造物の耐震評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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  
( (社) 日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1・補-1984」という。)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ( (社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

注：本書及び各計算書において、設計・建設規格の条項は「設計・建設規格 ○○○-△△△△(◇)a. (a)」として示す。

## 2.4 記号の説明

本書及び各計算書において、以下の記号を使用する。ただし、本書添付及び各計算書中に別途記載ある場合は、この限りでない。

なお、各計算書における記号の字体及び大きさについては、本書と異なる場合がある。

記号	記号の説明	単位
H	水平力	N
M	モーメント	N・mm
$P_b$	一次曲げ応力	MPa
$P_m$	一次一般膜応力	MPa
$S_{12}$	主応力差 $\sigma_1 - \sigma_2$	MPa
$S_{23}$	主応力差 $\sigma_2 - \sigma_3$	MPa
$S_{31}$	主応力差 $\sigma_3 - \sigma_1$	MPa
$S_d^*$	弾性設計用地震動 $S_d$ により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力	—
$S_m$	設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 に定める値	MPa
$S_s$	基準地震動 $S_s$ により定まる地震力	—
$S_u$	設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
$S_y$	設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_y (RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における設計降伏点	MPa
V	鉛直力	N
$\eta$	溶接部の継手効率	—
$\sigma_1$	主応力	MPa
$\sigma_2$	主応力	MPa
$\sigma_3$	主応力	MPa
$\sigma_\ell$	軸方向応力	MPa
$\sigma_r$	半径方向応力	MPa
$\sigma_t$	周方向応力	MPa
$\tau_{\ell r}$	せん断応力	MPa
$\tau_{r t}$	せん断応力	MPa
$\tau_{t \ell}$	せん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
Ⅲ A S	設計・建設規格の供用状態C相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—
Ⅳ A S	設計・建設規格の供用状態D相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—
V A S	運転状態V（重大事故等時の状態）相当の応力評価を行う許容応力状態を基本として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—

### 3. 計算条件

#### 3.1 評価対象機器

応力評価を行う機器は、次のとおりである。(表 2-1 及び図 3-1 参照)

機器名称		評価対象	
		耐震性についての計算書 (許容応力状態に対する評価)	
		Ⅲ A S, Ⅳ A S	V A S
(1)	炉心シュラウド	○	○
(2)	シュラウドサポート	○	○
(3)	上部格子板	○	○
(4)	炉心支持板	○	○
(5)	燃料支持金具	○	○
(6)	制御棒案内管	○	○

注:「○」は評価対象を示す。

#### 3.2 形状及び寸法

各部の形状及び寸法は、各計算書に示す。

#### 3.3 荷重の組合せ及び許容応力状態

炉心支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1(1)に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-1(2)に示す。また、各許容応力状態で考慮する荷重は、4章に示すとおりである。

なお、炉心支持構造物については、重大事故等対処設備の評価は、設計基準対象施設の評価に包絡される。

#### 3.4 許容応力

炉心支持構造物の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-2に示す。

#### 3.5 許容応力評価条件

- (1) 許容応力状態Ⅲ A S及び許容応力状態Ⅳ A Sの一次応力の評価には、運転状態Ⅰ及びⅡにおける流体の最高温度(  ℃)に対する許容応力を用いる。
- (2) 炉心支持構造物の許容応力評価条件を表 3-3 に示す。  
 なお、各機器で使用される材料は、各計算書に示す。

### 3.6 溶接部の継手効率

- (1) 溶接部の継手効率は、継手の種類と分類及び継手に適用する検査の種類により、設計・建設規格 CSS-3150 に従って定める。溶接部の継手効率を添付 1 に示す。
- (2) 溶接部の許容応力は、材料の許容応力に継手効率を乗じたものとし、各計算書に示す。

#### 4. 荷重条件

炉心支持構造物は、以下の荷重条件に耐えることを確認する。

各機器の応力評価には、本章に示す荷重を考慮する。

##### 4.1 設計条件

設計条件は既工認からの変更はなく、参照図書(1)a.及び参照図書(2)a.に定めるとおりである。

##### 4.2 運転条件

運転条件及び記号は、既工認からの変更はなく、参照図書(1)a.及び参照図書(2)a.に定めるとおりである。

各機器の応力評価において考慮する外荷重の値を表4-1に示す。

表4-1において考慮する設計用地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」及びVI-2-2-1「炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた荷重，若しくはそれらの条件を包絡するように定めた保守的な荷重とする。

なお、既工認に記載のない燃料支持金具の運転条件については、計算書に示す。

##### 4.3 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価項目の対応を表4-2に示す。表4-2及び各計算書において、荷重の種類と記号は以下のとおりである。

なお、荷重の組合せについては、機器ごとに適切に組み合わせる。

荷重	記号
(1) 原子炉圧力容器の内圧（シュラウドサポートのみ）*	[L01]
(2) 差圧*	[L02]
(3) 死荷重	[L04]
(4) 配管又は機器の地震時の慣性力による地震荷重 $S_d^*$ （一次荷重）	[L14]
(5) 配管又は機器の地震時の慣性力による地震荷重 $S_s$ （一次荷重）	[L16]

注記\*：許容応力状態ⅢA S及び許容応力状態ⅣA Sの応力評価には、運転状態Ⅰ及びⅡにおける内圧及び差圧を用いる。

なお、許容応力状態ⅤA Sで考慮する内圧及び差圧は、設計基準対象施設としての応力評価における内圧及び差圧に包絡される。

## 5. 応力評価の手順

応力評価の手順について述べる。

### 5.1 応力の評価

外荷重による応力は表 4-1 に示す外荷重より計算する。

#### 5.1.1 主応力

計算した応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求める。

組合せ応力は、一般に  $\sigma_t$ ,  $\sigma_l$ ,  $\sigma_r$ ,  $\tau_{tl}$ ,  $\tau_{lr}$ ,  $\tau_{rt}$  の 6 成分を持つが、主応力  $\sigma$  は、引用文献(1)の 1・3・6 項により、次式を満足する 3 根  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  として計算する。

$$\begin{aligned} \sigma^3 - (\sigma_t + \sigma_l + \sigma_r) \cdot \sigma^2 + (\sigma_t \cdot \sigma_l + \sigma_l \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_t - \tau_{tl}^2 \\ - \tau_{lr}^2 - \tau_{rt}^2) \cdot \sigma - \sigma_t \cdot \sigma_l \cdot \sigma_r + \sigma_t \cdot \tau_{lr}^2 + \sigma_l \cdot \tau_{rt}^2 \\ + \sigma_r \cdot \tau_{tl}^2 - 2 \cdot \tau_{tl} \cdot \tau_{lr} \cdot \tau_{rt} = 0 \end{aligned}$$

上式により主応力を求める。

#### 5.1.2 応力強さ

以下の 3 つの主応力差の絶対値で最大のを応力強さとする。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1$$

#### 5.1.3 一次応力強さ

許容応力状態 III A S 及び許容応力状態 IV A S において生じる一次一般膜応力及び一次一般膜＋一次曲げ応力の応力強さが、3.4 節に示す許容応力を満足することを示す。



## 5.2 特別な応力の評価

### 5.2.1 支圧応力の評価

支圧荷重を受ける部分は，設計・建設規格 CSS-3115 により評価する。解析箇所を以下に示す。評価方法は参照図書(2)a. に示し，許容応力は表 3-2 に示す。

- (1) 炉心シュラウドの上部格子板支持面
- (2) 炉心シュラウドの炉心支持板支持面

### 5.2.2 座屈の評価

軸圧縮荷重を受ける部分は，J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 又は設計・建設規格 SSB-3121.1 に従って評価する。解析箇所を以下に示す。評価方法及び許容応力は，参照図書(2)a. 及び各計算書に示す。

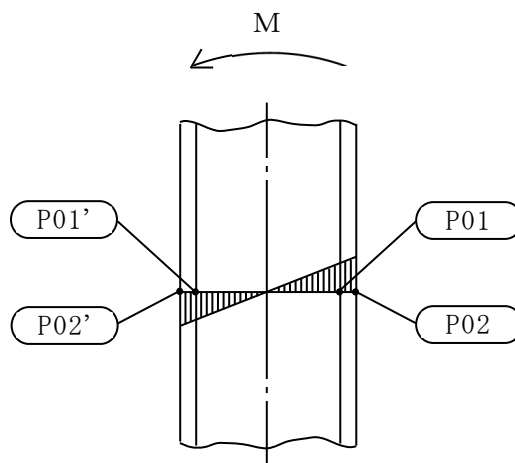
- (1) 炉心シュラウドのひび除去加工部
- (2) シュラウドサポートレグ

## 6. 評価結果の添付

応力評価点番号は、機器ごとに記号 P01 からの連番とする。奇数番号を内面の点、偶数番号を外面の点として、各計算書の形状・寸法・材料・応力評価点を示す図において定義する。

なお、軸対称モデル解析において、非軸対称な外荷重による応力評価を行った場合、荷重の入力方位と応力評価点の方位の関係により応力に極大値と極小値が生じる。外荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は〔例 P01〕と表し、極小となる方位の応力評価点にはプライム（'）を付けて〔例 P01'〕と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面（応力評価面）について行う。



### 6.1 応力評価結果

- (1) 次の応力評価結果は、全応力評価点（面）について添付する。
  - a. 一次一般膜応力強さの評価のまとめ
  - b. 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ
  
- (2) 次の特別な評価は、対象となるすべての部位について評価し、結果を記載する。
  - a. 支圧応力
  - b. 座屈

## 7. 引用文献

文献番号は、本書及び各計算書において共通である。

- (1) 機械工学便覧 基礎編 α 3 (日本機械学会)

## 8. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
  - a. IV-2-2-3(1) 炉心支持構造物の応力解析の方針
  - b. IV-2-2-3(2)b シュラウドサポートの応力計算書
  - c. IV-2-2-3(2)c 上部格子板の応力計算書
  - d. IV-2-2-3(2)d 炉心支持板の応力計算書
  - e. IV-2-2-3(2)e 制御棒案内管の応力計算書
- (2) 島根原子力発電所第2号機 炉心シュラウド修理工事 工事計画届出書 添付書類
  - a. IV-3-1-1 炉心シュラウドの応力計算書

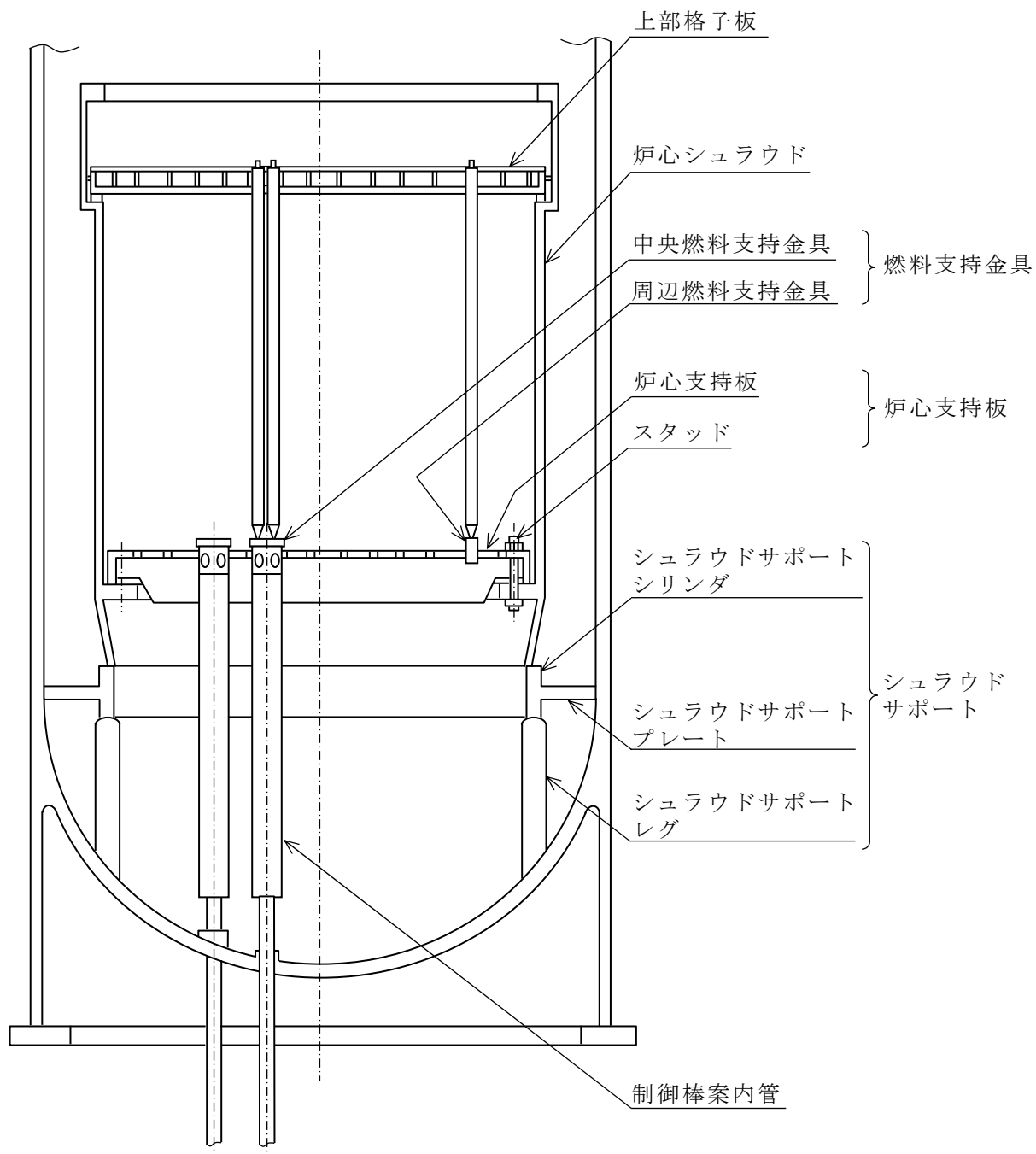


図 3-1 全体断面図

表 3-1(1) 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 本体	炉心支持 構造物	炉心シュラウド シュラウドサポート 上部格子板 炉心支持板 燃料支持金具 制御棒案内管	S	炉心支持構造物	$D+P+M+S d^*$	ⅢA S
					$D+P_L+M_L+S d^*$	ⅣA S
					$D+P+M+S_s$	

[記号の説明]

- D : 死荷重
- P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）で設備に作用している機械的荷重
- $S d^*$  : 弾性設計用地震動  $S d$  により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力
- $P_L$  : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている圧力荷重
- $M_L$  : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力

表 3-1(2) 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 本体	炉心支持 構造物	炉心シュラウド シュラウドサポート 上部格子板 炉心支持板 燃料支持金具 制御棒案内管	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止 (DB 拡張)	—	$D + P_L + M_L + S_d^*$	IVAS
					$D + P + M + S_s$	
					$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	VAS (VASとしてIVASの 許容限界を用いる。)
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	

[記号の説明]

- D : 死荷重
- $P_L$  : 地震との組合せが独立な運転状態IVの事故の直後を除き、その後に生じている圧力荷重
- $M_L$  : 地震との組合せが独立な運転状態IVの事故の直後を除き、その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
- $S_d^*$  : 弾性設計用地震動 $S_d$ により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力
- P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態IV，Vは除く。）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態IV，Vは除く。）で設備に作用している機械的荷重
- $S_s$  : 基準地震動 $S_s$ により定まる地震力
- $P_{SAL}$  : 重大事故等時の状態（運転状態V）で長期的（長期（L））に作用する圧力荷重
- $M_{SAL}$  : 重大事故等時の状態（運転状態V）で長期的（長期（L））に作用する機械的荷重
- $S_d$  : 弾性設計用地震動 $S_d$ により定まる地震力
- $P_{SALL}$  : 重大事故等時の状態（運転状態V）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する圧力荷重
- $M_{SALL}$  : 重大事故等時の状態（運転状態V）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する機械的荷重

注記\* : 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

表 3-2 許容応力 (炉心支持構造物)

許容応力状態	許容限界*		
	一次一般膜応力	一次一般膜+一次曲げ応力	支圧応力
ⅢAS	$1.5 \cdot S_m$	左欄の 1.5 倍の値	$1.5 \cdot S_y$
ⅣAS	$2/3 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	$2 \cdot S_y$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣASの 許容限界を用いる。)	ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。		

注記\*：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3 許容応力評価条件

評価部位	材料		温度条件 (°C)	$S_m$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (R T) (MPa)
炉心支持 構造物	オーステナイト系 ステンレス鋼及び 高ニッケル合金	SUS304L	流体の最高温度				
		SUS316L	流体の最高温度				
		SUS316LTP	流体の最高温度				
		SCS19A	流体の最高温度				
		NCF600	流体の最高温度				



表 4-1(1) 外荷重

炉心シュラウド外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	鉛直力	水平力	モーメント
			V (kN)	H (kN)	M (kN・m)
L04	死荷重	A			
		B			
		C			
		D			
		E			
		F			
		G			
L14	地震荷重 S <sub>d</sub> *	A			
		B			
		C			
		D			
		E			
		F			
		G			
L16	地震荷重 S <sub>s</sub>	A			
		B			
		C			
		D			
		E			
		F			
		G			

--

S2 補 VI-2-3-2-2-1 R0

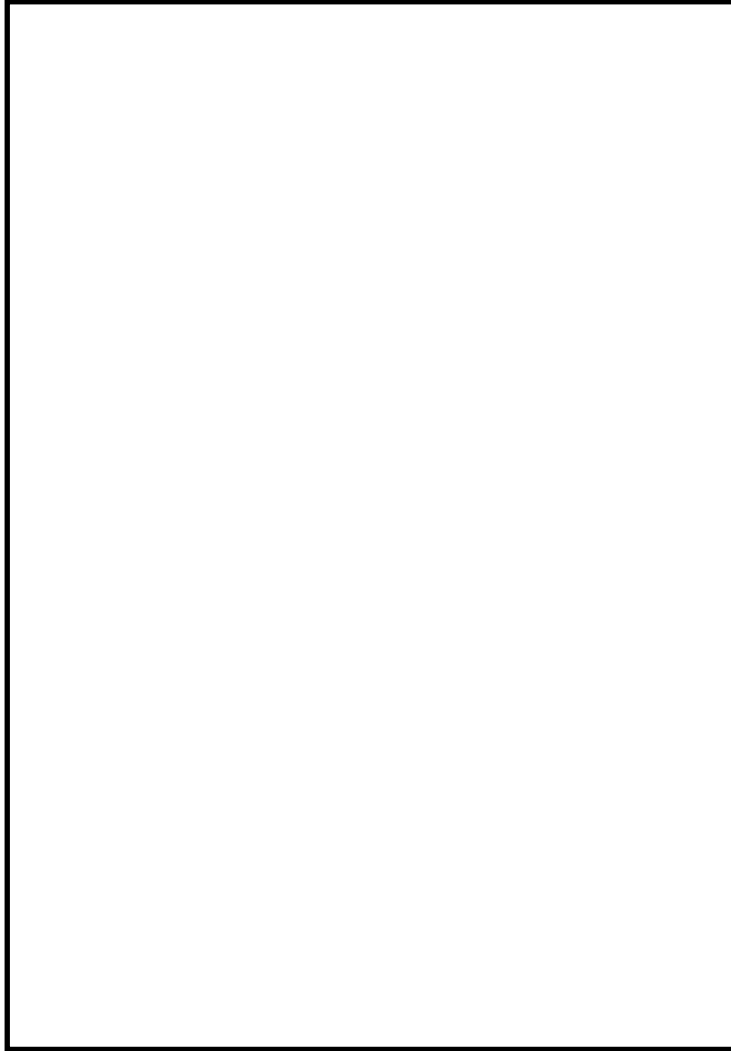


表 4-1(2) 外荷重

シュラウドサポート外荷重

記号	荷重名称	鉛直力	水平力	モーメント
		V (kN)	H (kN)	M (kN・m)
L04	死荷重			
L14	地震荷重 S d *			
L16	地震荷重 S s			

--	--	--	--	--	--

表 4-1(3) 外荷重

上部格子板外荷重

記号	荷重名称	鉛直力*1	水平力*2
		V (kN)	H (kN)
L04	死荷重		
L14	地震荷重 S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>		
L16	地震荷重 S <sub>s</sub>		

表 4-1(4) 外荷重

炉心支持板外荷重

記号	荷重名称	鉛直力			水平力*1
		$V_1^{*2}$ (kN)	$V_2^{*3}$ (kN)	$V_3^{*4}$ (kN)	H (kN)
L04	死荷重				
L14	地震荷重 S d *				
L16	地震荷重 S s				

表 4-1(5) 外荷重

燃料支持金具外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点 *1	鉛直力	水平力
			V *2 (kN)	H *2 (kN)
L04	死荷重			
L14	地震荷重 S d *			
L16	地震荷重 S s			

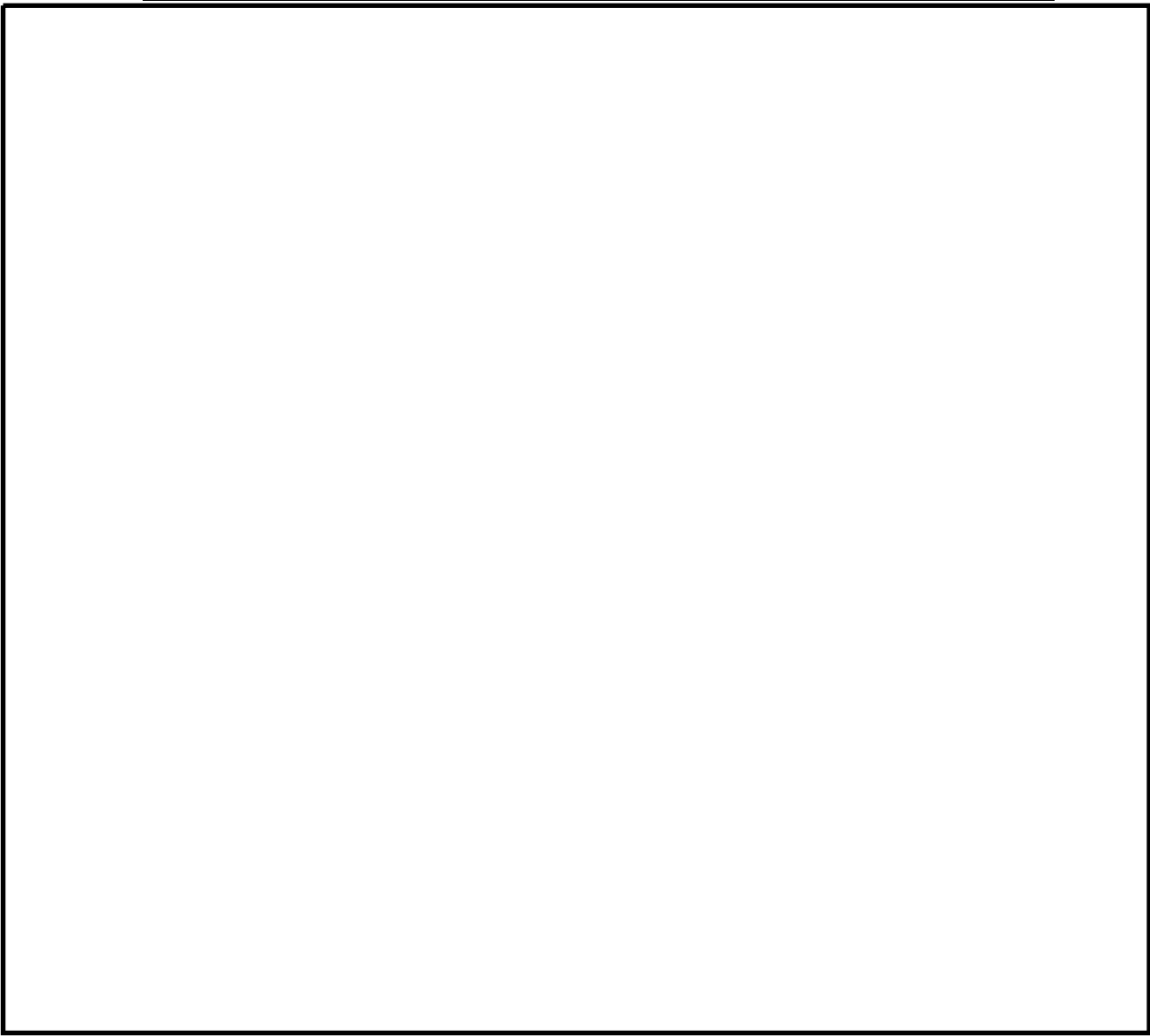


表 4-1(6) 外荷重

制御棒案内管外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	鉛直力	水平力	モーメント
			V* (kN)	H* (kN)	M* (kN・m)
L04	死荷重				
L14	地震荷重 S d *				
L16	地震荷重 S s				

--	--	--	--	--	--

表 4-2 荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	応力評価
Ⅲ A S	(L01) * + L02 + L04 + L14	$P_m$ $P_m + P_b$
Ⅳ A S	(L01) * + L02 + L04 + L16	$P_m$ $P_m + P_b$

注記\* : シュラウドサポートについては ( ) 内の荷重を組み合わせる。



添付 1 溶接部の継手効率

炉心支持構造物の主な溶接部の継手効率は、設計・建設規格 CSS-3150 に従い、  
付表-1 のとおりに定められる。

付表-1(1)

継手の箇所	継手の分類	継手の種類	検査の種類*	継手効率 $\eta$
炉心シュラウド	胴とリングの周継手			
	胴と胴の周継手			
炉心シュラウド とシュラウドサ ポートシリンダ の溶接継手	胴と胴の周継手			
シュラウド サポート	胴（シリンダ）の長手 継手			
	プレートとプレートの 継手			
	胴（シリンダ）とプレ ートの継手			
	プレートと原子炉圧力 容器の周継手			
	胴（シリンダ）とレグ の継手			
	レグと原子炉圧力容器 の継手			
上部格子板	胴の長手継手			
	リングセクタ同士の継 手			
	胴とリングの周継手			

注記\*：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

P T + R T：設計・建設規格 CSS-3150 に定める A の検査

P P T：設計・建設規格 CSS-3150 に定める C の検査

P T：設計・建設規格 CSS-3150 に定める E の検査

付表-1(2)

継手の箇所	継手の分類	継手の種類	検査の種類*	継手効率 $\eta$
炉心支持板	板と板の継手			
	胴の長手継手			
	胴と補強ビームの継手			
	板と補強ビームの継手			
燃料支持金具	周辺燃料支持金具と 炉心支持板の継手			
	胴の長手継手			
制御棒案内管	胴の周継手			
	胴とベースの周継手			

注記\*：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

P T + R T：設計・建設規格 CSS-3150 に定める A の検査

P T：設計・建設規格 CSS-3150 に定める E の検査

VI-2-3-2-2-2 炉心シュラウドの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	1
1.2 形状・寸法・材料	1
1.3 解析範囲	1
1.4 計算結果の概要	1
2. 計算条件	5
2.1 設計条件	5
2.2 運転条件	5
2.3 材料	5
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	5
2.6 許容応力	5
2.7 応力の記号と方向	5
3. 応力計算	6
3.1 応力評価点	6
3.2 差圧による応力	6
3.2.1 荷重条件 (L02)	6
3.2.2 計算方法	6
3.3 外荷重による応力	7
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	7
3.3.2 計算方法	7
3.4 応力の評価	7
4. 応力強さの評価	8
4.1 一次一般膜応力強さの評価	8
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8
5. 特別な応力の評価	9
5.1 支圧応力の評価	9
5.1.1 支圧面積	9
5.1.2 支圧荷重	9
5.1.3 平均支圧応力	9
5.1.4 支圧応力の評価	9
5.2 座屈に対する評価	10
5.2.1 座屈評価の方法	10
5.2.2 座屈に対する評価	10

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 5-1	支圧荷重の支持面	11
表 1-1	計算結果の概要	3
表 3-1	断面性状	12
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	13
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	14
表 5-1	支圧応力の評価	15
表 5-2	座屈に対する評価	15

## 1. 一般事項

本計算書は、炉心シュラウドの耐震性についての計算書である。

炉心シュラウドは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、炉心シュラウドは、炉心支持構造物であるため、VI-2-3-2-2-1「炉心支持構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
D <sub>i</sub>	内径	mm
D <sub>o</sub>	外径	mm
f <sub>b</sub>	曲げモーメントに対する座屈応力	MPa
f <sub>c</sub>	軸圧縮荷重に対する座屈応力	MPa
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
Z	断面係数	mm <sup>3</sup>
α	安全率	—
δ	断面二次モーメントを定義する中立軸の図心からのずれ	mm
σ <sub>c</sub>	平均支圧応力	MPa
σ <sub>ca</sub>	許容支圧応力	MPa

### 1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.3 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

なお、下部胴とシュラウドサポートとの接合部の応力解析及び評価は、VI-2-3-2-2-3「シュラウドサポートの耐震性についての計算書」に記載する。

### 1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

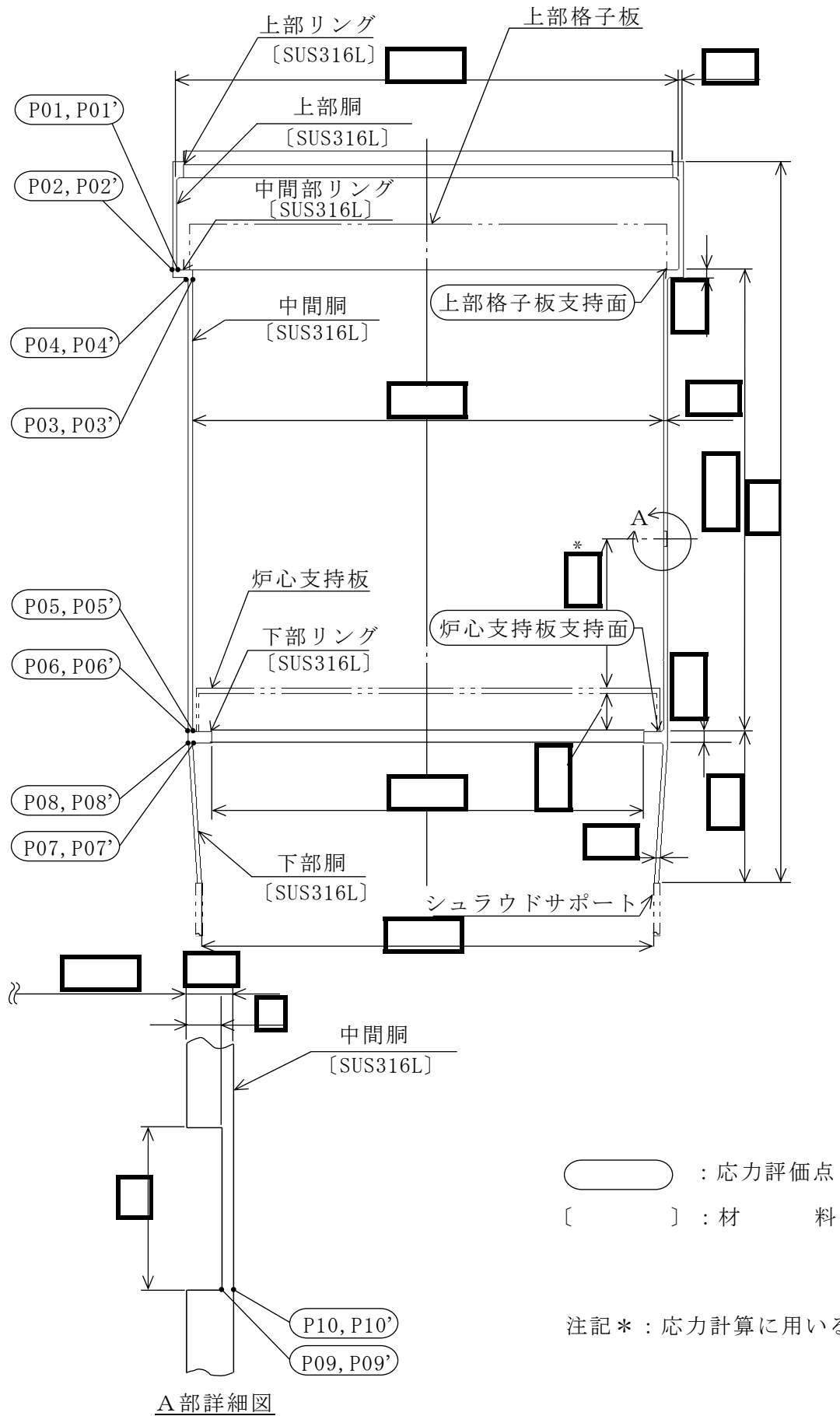


図1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1(1) 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
上部胴 SUS316L	Ⅲ A S	14	92*	P01'-P02'	14	139*	P01'-P02'
	Ⅳ A S	25	148*	P01'-P02'	25	222*	P01'-P02'
中間胴 SUS316L	Ⅲ A S	26	92*	P03'-P04'	26	139*	P03'-P04'
	Ⅳ A S	43	148*	P03'-P04'	43	222*	P03'-P04'
中間胴 SUS316L	Ⅲ A S	54	92*	P05'-P06'	54	139*	P05'-P06'
	Ⅳ A S	95	148*	P05'-P06'	95	222*	P05'-P06'
下部胴 SUS316L	Ⅲ A S	67	92*	P07'-P08'	67	139*	P07'-P08'
	Ⅳ A S	110	148*	P07'-P08'	110	222*	P07'-P08'
中間胴 SUS316L	Ⅲ A S	63	142	P09'-P10'	63	214	P09'-P10'
	Ⅳ A S	97	228	P09'-P10'	97	342	P09'-P10'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。



表 1-1(2) 計算結果の概要

(単位 : MPa)

部分及び材料	許容応力状態	支圧応力	
		平均支圧応力	許容応力
上部格子板支持面 SUS316L	Ⅲ A S	3	157
	Ⅳ A S	5	210
炉心支持板支持面 SUS316L	Ⅲ A S	1	157
	Ⅳ A S	2	210

表 1-1(3) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	座屈評価	
		座屈応力 との比	許容値
中間胴 (P09', P10') SUS316L	Ⅲ A S	0.45	1
	Ⅳ A S	0.78	1

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

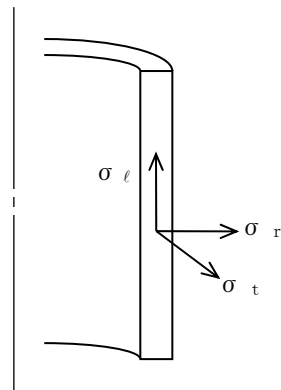
許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 2.7 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

- $\sigma_t$  : 周方向応力
- $\sigma_\ell$  : 軸方向応力
- $\sigma_r$  : 半径方向応力
- $\tau_{t\ell}$  : せん断応力



### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 3-1 に示すとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)a.に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

###### (1) 一次一般膜応力

差圧 P による一次一般膜応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し、次式で求める。

$$\sigma_t = \frac{1}{Y-1} \cdot P$$

$$\sigma_\ell = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4 \cdot A} \cdot P$$

$$\sigma_r = -\frac{1}{Y+1} \cdot P$$

ここで、 $Y = \frac{D_o}{D_i}$  下記評価点以外

$$Y = \frac{D_o}{D_i + 2 \cdot d} \quad \text{ひび除去加工部 (P09, P10)}$$

###### (2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

差圧による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜＋一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

### 3.3 外荷重による応力

#### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(1)に示す。

#### 3.3.2 計算方法

##### (1) 一次一般膜応力

外荷重による一次一般膜応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{V}{A} + \frac{M}{I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

$$\tau_{t\ell} = \frac{H}{A}$$

ただし、ひび除去加工部 (P09, P10) については次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{V}{A} + \frac{M}{I} \cdot \left( \frac{D_o}{2} + \delta \right)$$

##### (2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

外荷重による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜＋一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



## 5.2 座屈に対する評価

### 5.2.1 座屈評価の方法

各許容応力状態において，軸圧縮応力の座屈応力（ $f_c$ ）に対する比と曲げ応力の座屈応力（ $f_b$ ）に対する比の和が1以下であることを示す。

ひび除去加工部（P09'，P10'）の座屈に対する評価は次式による。

$$\frac{\alpha \cdot \left(\frac{V}{A}\right)}{f_c} + \frac{\alpha \cdot \left(\frac{M}{Z}\right)}{f_b} \leq 1$$

ここで，

$$Z = \frac{I}{\left(\frac{D_o}{2} + \delta\right)}$$

なお， $\alpha$ ， $f_c$ ， $f_b$ は，「応力解析の方針」の参照図書(2)a.より以下の値である。

$$\alpha = 1.21$$

$$f_c = 106 \text{ MPa}$$

$$f_b = 116 \text{ MPa}$$

評価においては，軸圧縮荷重に対して死荷重及び地震荷重による鉛直力を，曲げモーメントに対して地震荷重によるモーメントを考慮する。ただし，炉心支持構造物差圧による軸方向応力は引張応力であるため，保守的に考慮しない。それぞれの荷重を「応力解析の方針」の表4-1(1)に示す。

### 5.2.2 座屈に対する評価

各許容応力状態における座屈に対する評価を，表5-2に示す。

表5-2より，各許容応力状態の軸圧縮荷重及び曲げモーメントは，ひび除去加工部（P09'，P10'）において座屈に対する評価式を満足する。

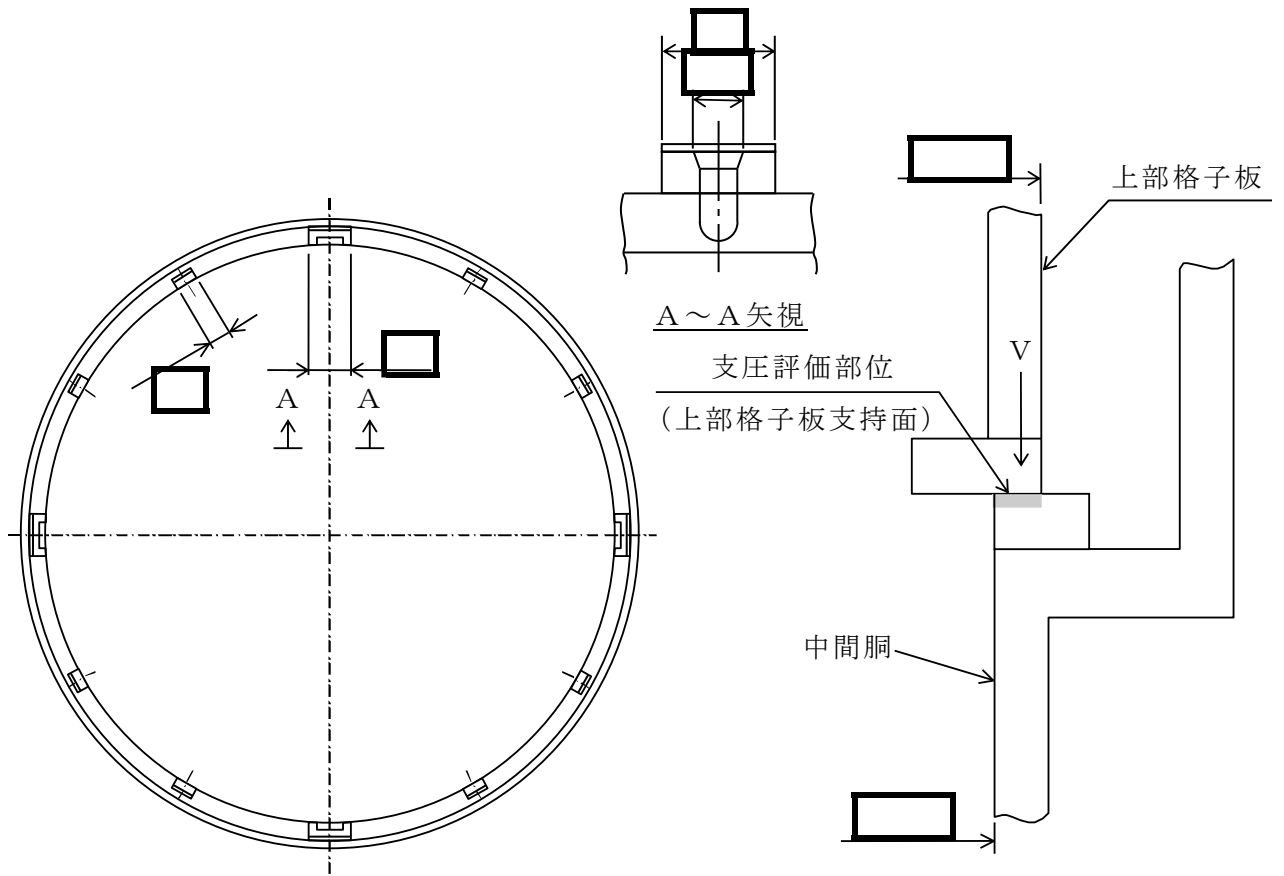


図5-1(1) 支圧荷重の支持面（上部格子板）（単位：mm）

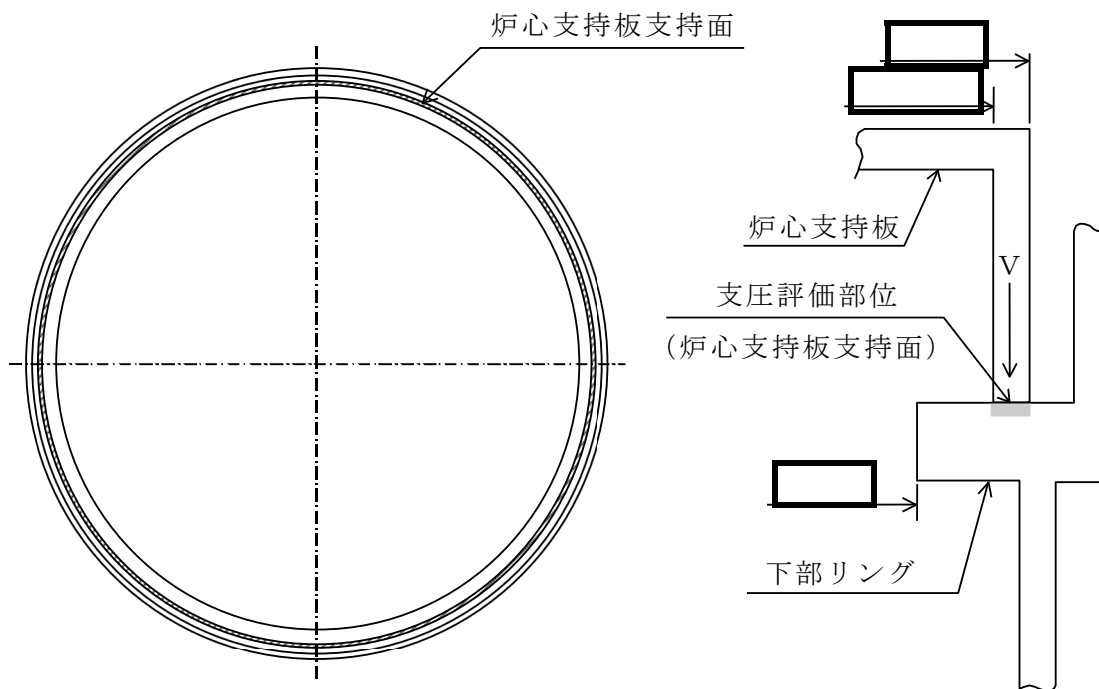


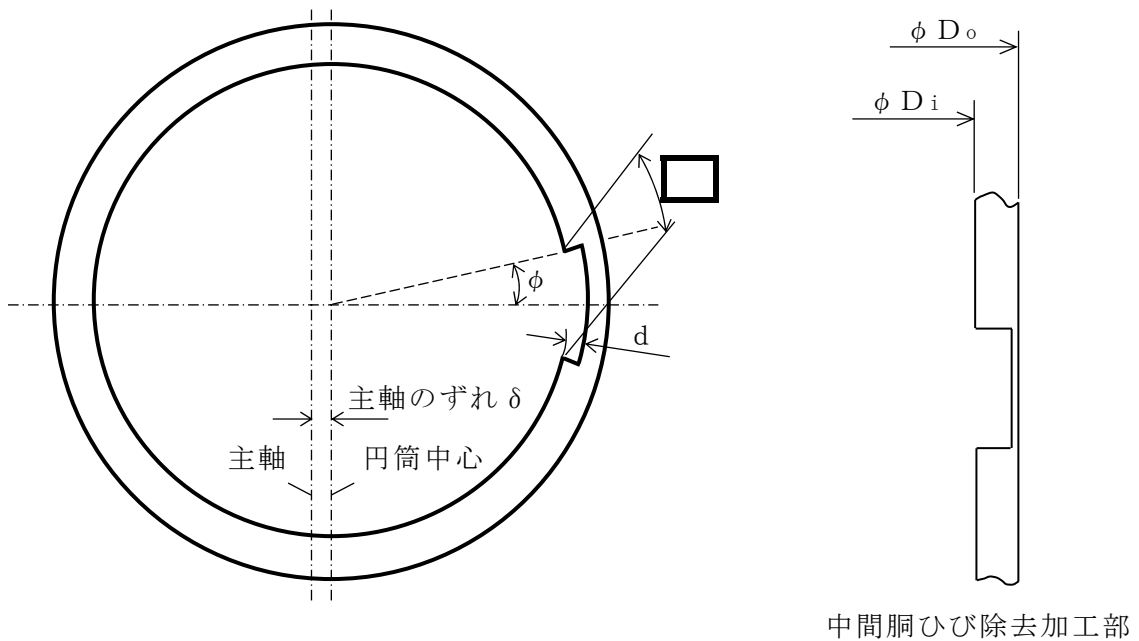
図5-1(2) 支圧荷重の支持面（炉心支持板）（単位：mm）



表 3-1 断面性状

応力評価点	D <sub>o</sub> (mm)	D <sub>i</sub> (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )	備考
P01, P02					
P03, P04					
P05, P06					
P07, P08					
P09, P10					加工部位

注記\*：断面積A及び断面二次モーメントIの算出式を以下に示す。



(1) 断面積

$$A = \frac{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)}{4} - \phi \cdot (D_i \cdot d + d^2)$$

(2) 断面二次モーメント

$$I = \frac{\pi \cdot (D_o^4 - D_i^4)}{64} - \frac{2 \cdot \phi + \sin 2\phi}{16} \cdot (D_i^3 \cdot d + 3 \cdot D_i^2 \cdot d^2 + 4 \cdot D_i \cdot d^3 + 2 \cdot d^4) - \delta^2 \cdot A$$

ここで、

$$\delta = \frac{1}{6} \cdot \frac{3 \cdot D_i^2 \cdot d + 6 \cdot D_i \cdot d^2 + 4 \cdot d^3}{A} \cdot \sin \phi = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

$$\phi = \frac{\boxed{\phantom{000}}}{D_i} = \boxed{\phantom{000}} \text{ rad}$$

$$d = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	11	92*	22	148*
P01' P02'	14	92*	25	148*
P03 P04	23	92*	39	148*
P03' P04'	26	92*	43	148*
P05 P06	50	92*	89	148*
P05' P06'	54	92*	95	148*
P07 P08	61	92*	102	148*
P07' P08'	67	92*	110	148*
P09 P10	44	142	77	228
P09' P10'	63	142	97	228

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	11	139*	22	222*
P01' P02'	14	139*	25	222*
P03 P04	23	139*	39	222*
P03' P04'	26	139*	43	222*
P05 P06	50	139*	89	222*
P05' P06'	54	139*	95	222*
P07 P08	61	139*	102	222*
P07' P08'	67	139*	110	222*
P09 P10	44	214	77	342
P09' P10'	63	214	97	342

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 5-1(1) 支圧応力の評価

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態	平均支圧応力	許容応力
上部格子板 支持面	Ⅲ A S	3	157
	Ⅳ A S	5	210

表 5-1(2) 支圧応力の評価

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態	平均支圧応力	許容応力
炉心支持板 支持面	Ⅲ A S	1	157
	Ⅳ A S	2	210

表 5-2 座屈に対する評価

部分及び材料	許容応力状態	座屈評価	
		座屈応力 との比	許容値
中間胴 (P09', P10')	Ⅲ A S	0.45	1
	Ⅳ A S	0.78	1

VI-2-3-2-2-4 上部格子板の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	1
1.2 形状・寸法・材料	1
1.3 解析範囲	1
1.4 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
2.7 応力の記号と方向	4
3. 応力計算	5
3.1 応力評価点	5
3.2 差圧による応力	5
3.2.1 荷重条件 (L02)	5
3.2.2 計算方法	5
3.3 外荷重による応力	6
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
3.3.2 計算方法	6
3.4 応力の評価	7
4. 応力強さの評価	8
4.1 一次一般膜応力強さの評価	8
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	応力計算モデル	9
表 1-1	計算結果の概要	3
表 3-1	断面性状	10
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	11
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	11

## 1. 一般事項

本計算書は、上部格子板の耐震性についての計算書である。

上部格子板は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、上部格子板は、炉心支持構造物であるため、VI-2-3-2-2-1「炉心支持構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
b	グリッドプレートの厚さ	mm
h	グリッドプレートの高さ	mm
L	最長グリッドプレートの長さ	mm
ℓ	グリッドプレート1スパンの長さ	mm
Z <sub>y</sub>	断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>z</sub>	断面係数	mm <sup>3</sup>

### 1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.3 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。



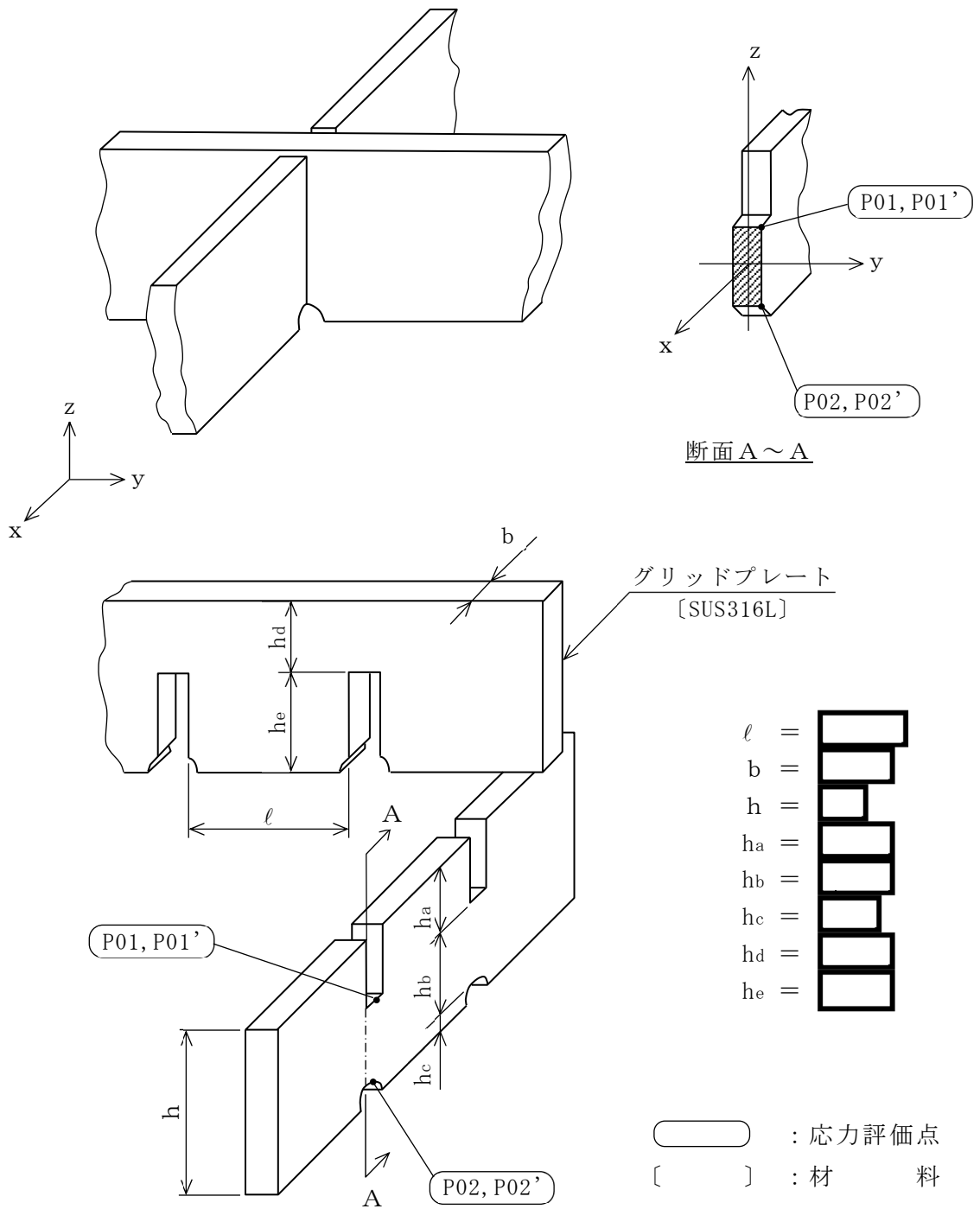


図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点
グリッド プレート SUS316L	Ⅲ A S	14	142	P01-P02	157	214	P01
	Ⅳ A S	22	228	P01-P02	256	342	P01

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

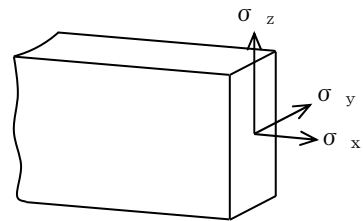
許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

### 2.7 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

なお、主応力の算出は、「応力解析の方針」の 5.1.1 項に示される式において、 $\sigma_t$ 、 $\sigma_l$ 、 $\sigma_r$ 、 $\tau_{tl}$ 、 $\tau_{lr}$ 、 $\tau_{rt}$  をそれぞれ  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$ 、 $\tau_{xy}$ 、 $\tau_{yz}$ 、 $\tau_{zx}$  に添字を置き換えて求める。

$\sigma_x$  : x 方向応力  
 $\sigma_y$  : y 方向応力  
 $\sigma_z$  : z 方向応力  
 $\tau_{xy}$  : せん断応力  
 $\tau_{yz}$  : せん断応力  
 $\tau_{zx}$  : せん断応力



### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 3-1 に示すとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)a. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

差圧  $P_{34}$  による一次応力は、最大応力の発生する最長グリッドプレートを、図 3-1(1)に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し、以下により求める。

##### (1) 差圧 $P_{34}$ による荷重

$$W_p = -P_{34} \cdot b \cdot L$$

##### (2) 端部におけるモーメント

$$M = \frac{W_p \cdot L}{12}$$

##### (3) 曲げ応力

$$\sigma_x = \frac{M}{Z_y}$$

##### (4) せん断応力

$$\tau_{zx} = \frac{W_p}{2 \cdot A}$$

### 3.3 外荷重による応力

#### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(3)に示す。

#### 3.3.2 計算方法

外荷重による一次応力は、以下により求める。

##### (1) 鉛直方向荷重による応力

最大応力の発生する最長グリッドプレートを，図 3-1(1)に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し，以下により求める。

##### a. グリッドプレートの端部における鉛直方向荷重

$$W_v = V$$

##### b. グリッドプレートの端部におけるモーメント

$$M_v = \frac{W_v \cdot L}{12}$$

##### c. 曲げ応力

$$\sigma_x = \frac{M_v}{Z_y}$$

##### d. せん断応力

$$\tau_{zx} = \frac{W_v}{2 \cdot A}$$

(2) 水平方向荷重による応力

格子 1 個当たりのグリッドプレートを，図 3-1(2)に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し，以下により求める。

- a. 格子 1 個当たりの水平方向荷重

$$W_H = \frac{4 \cdot H}{\square}$$

- b. 格子の端部におけるモーメント

$$M_H = \frac{W_H \cdot \ell}{12}$$

- c. 曲げ応力

$$\sigma_x = \frac{M_H}{Z_z}$$

- d. せん断応力

$$\tau_{xy} = \frac{W_H}{2 \cdot A}$$

3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め，応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は，「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より，各許容応力状態の一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より，各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節に示す許容応力を満足する。

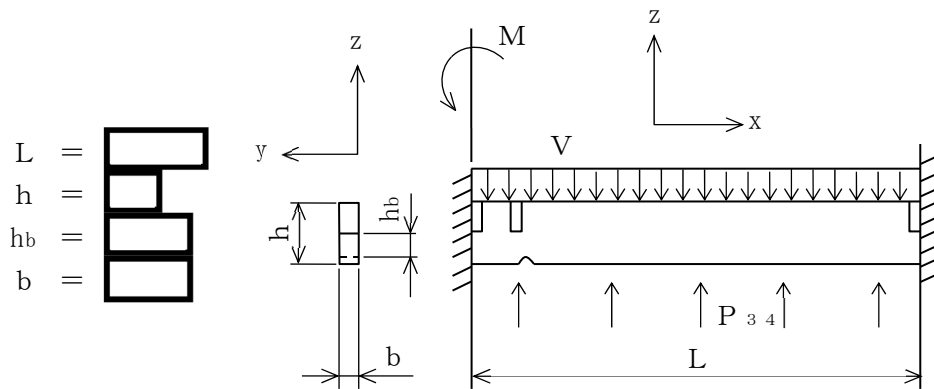


図 3-1(1) 応力計算モデル (鉛直方向荷重) (単位: mm)

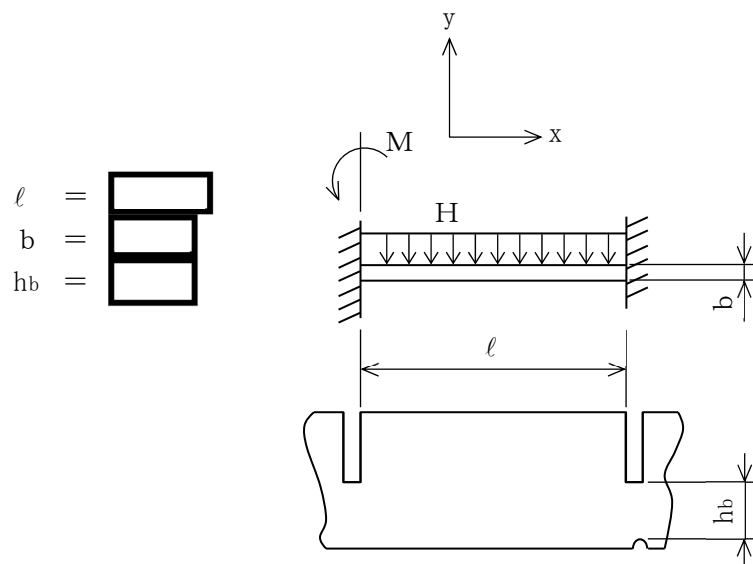


図 3-1(2) 応力計算モデル (水平方向荷重) (単位: mm)



表 3-1 断面性状

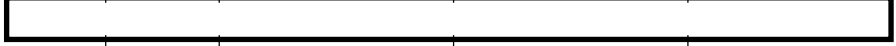
応力評価点	b (mm)	hb (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>y</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>z</sub> (mm <sup>3</sup> )
P01, P02					

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	14	142	22	228
P01' P02'	14	142	22	228

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	157	214	256	342
P01'	141	214	240	342
P02	141	214	240	342
P02'	157	214	256	342

VI-2-3-2-2-5 炉心支持板の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	1
1.2 形状・寸法・材料	2
1.3 解析範囲	2
1.4 計算結果の概要	2
2. 計算条件	7
2.1 設計条件	7
2.2 運転条件	7
2.3 材料	7
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	7
2.6 許容応力	7
2.7 応力の記号と方向	8
3. 応力計算	9
3.1 応力評価点	9
3.2 差圧による応力	9
3.2.1 荷重条件 (L02)	9
3.2.2 計算方法	9
3.3 外荷重による応力	15
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	15
3.3.2 計算方法	15
3.4 応力の評価	18
4. 応力強さの評価	19
4.1 一次一般膜応力強さの評価	19
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	19

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	3
図 3-1	補強ビームの応力計算モデル	20
図 3-2	支持板の応力計算モデル	22
表 1-1	計算結果の概要	6
表 3-1	断面性状	24
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	25
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	26

## 1. 一般事項

本計算書は、炉心支持板の耐震性についての計算書である。

炉心支持板は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、炉心支持板は、炉心支持構造物であるため、VI-2-3-2-2-1「炉心支持構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
a <sub>i</sub>	補強ビーム長さ	mm
b <sub>e</sub>	等価幅	mm
D	制御棒案内管用穴径	mm
D <sub>o</sub>	支持板の外径	mm
e	中立軸からの距離	mm
h <sub>c</sub>	支持板の厚さ	mm
h <sub>o</sub>	補強ビーム高さ	mm
h <sub>1</sub>	補強ビーム高さ	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
l <sub>i</sub>	補強ビーム長さ	mm
l <sub>p</sub>	補強ビーム1スパン当たりの長さ	mm
t	補強ビーム厚さ	mm

## 1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を図 1-1 に示す。

## 1.3 解析範囲

解析範囲を図 1-1 に示す。

## 1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表 1-1 に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部，溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し，応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

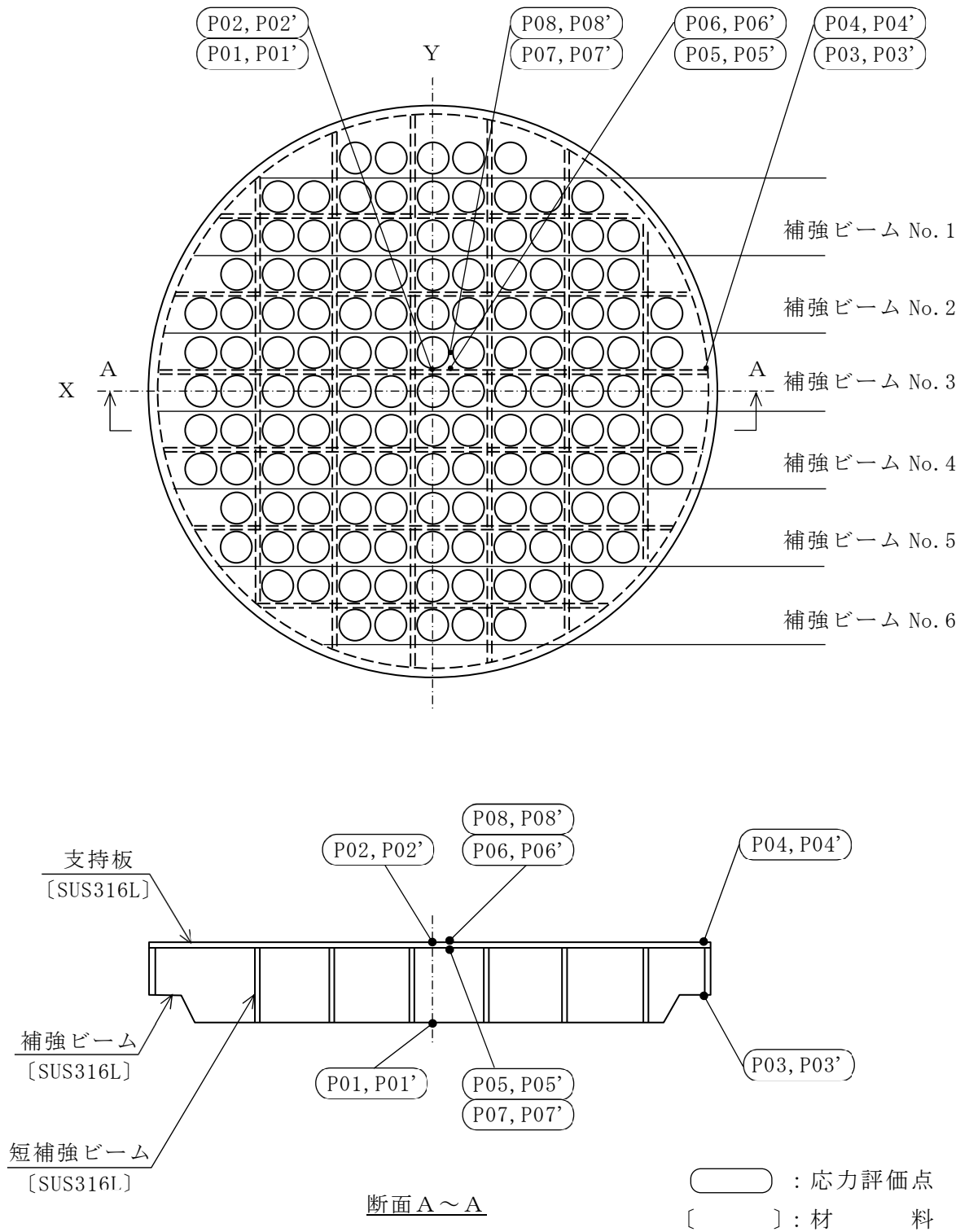
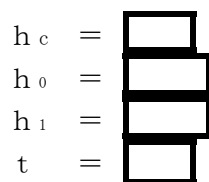
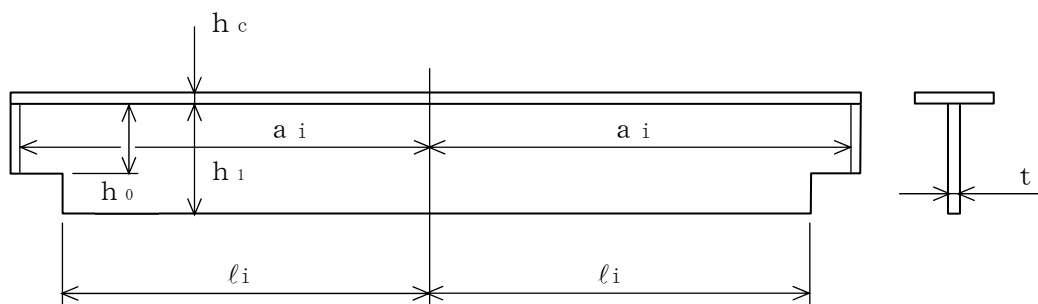


図 1-1(1) 形状・寸法・材料・応力評価点 (炉心支持板)

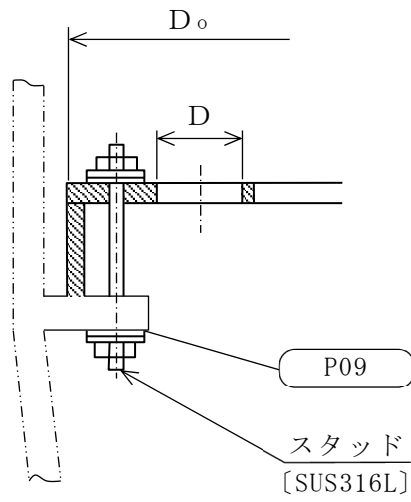




各補強ビームの  $a_i$ ,  $l_i$  の寸法 (単位: mm)

番号 $i$	補強ビーム番号	$a_i$	$l_i$
1	No. 1	[Large empty box for dimensions]	[Large empty box for dimensions]
2	No. 2		
3	No. 3		
4	No. 4		
5	No. 5		
6	No. 6		

図 1-1(2) 形状・寸法・材料・応力評価点 (補強ビーム) (単位: mm)



$D =$    
 $D_o =$    
 $d_i =$   (逃げの径)

: 応力評価点  
 : 材 料

図 1-1(3) 形状・寸法・材料・応力評価点 (スタッド) (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点
補強ビーム SUS316L	Ⅲ A S	10	85* <sup>1</sup>	P04	52	139* <sup>2</sup>	P03'
	Ⅳ A S	11	136* <sup>1</sup>	P04	56	222* <sup>2</sup>	P03'
支持板 SUS316L	Ⅲ A S	43	142	P07	168	214	P08'
	Ⅳ A S	59	228	P07	228	342	P08'
スタッド SUS316L	Ⅲ A S	15	142	P09	15	214	P09
	Ⅳ A S	16	228	P09	16	342	P09

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

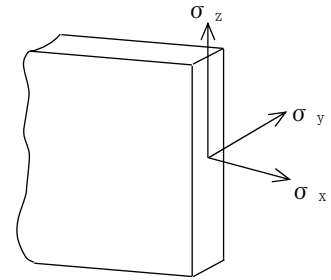
溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

## 2.7 応力の記号と方向

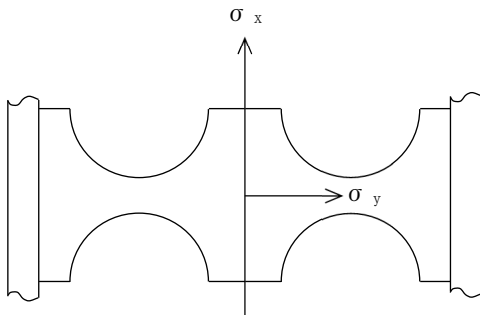
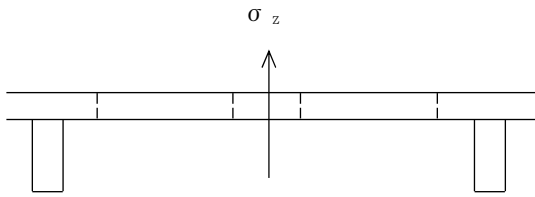
応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

なお、補強ビーム及び支持板の主応力の算出は、「応力解析の方針」の 5.1.1 項に示される式において、 $\sigma_t$ ,  $\sigma_\ell$ ,  $\sigma_r$ ,  $\tau_{t\ell}$ ,  $\tau_{\ell r}$ ,  $\tau_{rt}$  をそれぞれ  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$ ,  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yz}$ ,  $\tau_{zx}$  に添字を置き換えて求める。

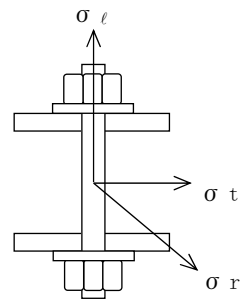
$\sigma_x$  : x 方向応力  
 $\sigma_y$  : y 方向応力  
 $\sigma_z$  : z 方向応力  
 $\tau_{xy}$  : せん断応力  
 $\tau_{yz}$  : せん断応力  
 $\tau_{zx}$  : せん断応力



補強ビーム



支持板



スタッド

$\sigma_t$  : 周方向応力  
 $\sigma_\ell$  : 軸方向応力  
 $\sigma_r$  : 半径方向応力

### 3. 応力計算

応力計算において、荷重は各補強ビームに加わると考えて計算する。

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 3-1 に示すとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)a. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

###### (1) 補強ビーム

補強ビームの差圧による各応力は、図 3-1 に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し、以下により求める。

###### a. 差圧による荷重

差圧による単位長さ当たりの分布荷重  $w_b$  は、次式で求める。

$$w_b = P_{13} \cdot \frac{1}{l_p} \cdot (2 \cdot l_p^2 - 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2)$$

###### b. 曲げ応力 (一次応力)

図 3-1 に示す補強ビームのモデルにより曲げ応力を求める。ここで、断面二次モーメント  $I_0$ 、 $I_1$  は、支持板を穴の部分の面積を除いたものと等しい面積を持つ穴のない帯状の板に置き換えて計算する。穴としては、制御棒案内管の入る穴及び原子炉中性子計装案内管の入る穴を考慮する。

###### (a) $0 \leq x \leq l_i$ のとき

イ. モーメント

$$M = -M_A + \frac{w_b}{2} \cdot (a_i^2 - x^2)$$

ロ. 曲げ応力

$$\sigma_x = \frac{M}{I_1} \cdot e_1 \quad (\text{補強ビームの下端})$$

$$\sigma_x = \frac{M}{I_1} \cdot e_1' \quad (\text{補強ビームの上端})$$

(b)  $l_i \leq x \leq a_i$  のとき

イ. モーメント

$$M = M_A + \frac{w_b}{2} \cdot (a_i^2 - x^2)$$

ロ. 曲げ応力

$$\sigma_x = \frac{M}{I_0} \cdot e_0 \quad (\text{補強ビームの下端})$$

$$\sigma_x = \frac{M}{I_0} \cdot e_0' \quad (\text{補強ビームの上端})$$

ここで,  $M_A$ : 固定端モーメント

$$M_A = \frac{\frac{w_b}{2} \cdot l_i \cdot \left( a_i^2 - \frac{l_i^2}{3} \right) \cdot (I_0 - I_1) + I_1 \cdot \frac{w_b}{3} \cdot a_i^3}{(I_0 - I_1) \cdot l_i + I_1 \cdot a_i}$$

$I_0$ :  $I_0$ 部の断面二次モーメント =  mm<sup>4</sup>

$I_1$ :  $I_1$ 部の断面二次モーメント =  mm<sup>4</sup>

c. せん断応力（一次一般膜応力）

補強ビームの固定端でせん断力は最大となり，補強ビームの中央でせん断力は 0 になる。

補強ビームの固定端におけるせん断応力は，次式で求める。

$$\tau_{zx} = \frac{F}{A_0}$$

ここで， $F$  : 固定端におけるせん断力

$$F = w_b \cdot a_i$$

$A_0$  : 固定端の断面積

$$A_0 = b_e \cdot h_c + h_o \cdot t$$



## (2) 支持板

支持板の差圧による各応力は，図 3-2 に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し，以下により求める。

## a. 差圧による荷重

差圧による単位長さ当たりの分布荷重  $w_p$  は，次式で求める。

$$w_p = P_{13} \cdot \frac{1}{2 \cdot l_4} \cdot (2 \cdot l_4 \cdot l_p - 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2)$$

## b. 曲げ応力（一次応力）

図 3-2 に示す支持板の応力計算モデルにより曲げ応力を求める。

## (a) モーメント

$$M = M_A - w_p \cdot l_4 \cdot y + \frac{w_p}{2} \cdot y^2$$

## (b) 曲げ応力

固定端における曲げ応力は，次式で求める。

$$\sigma_y = \frac{M_A}{I_2} \cdot \left(\frac{h_c}{2}\right) \quad (\text{支持板の下面})$$

$$\sigma_y = \frac{M_A}{I_2} \cdot \left(-\frac{h_c}{2}\right) \quad (\text{支持板の上面})$$

また，  $y = \boxed{\phantom{000}}$  mm における曲げ応力は，次式で求める。

$$\sigma_y = \frac{M(y = \boxed{\phantom{000}})}{I_3} \cdot \left(\frac{h_c}{2}\right) \quad (\text{支持板の下面})$$

$$\sigma_y = \frac{M(y = \boxed{\phantom{000}})}{I_3} \cdot \left(-\frac{h_c}{2}\right) \quad (\text{支持板の上面})$$

ここで、 $M_A$ ：固定端モーメント

$$M_A = \left[ \frac{2 \cdot l_4^3 - \left( \frac{I_2}{I_3} - 1 \right) \cdot (l_3^3 - l_2^3 - 3 \cdot l_3^2 \cdot l_4 + 3 \cdot l_2^2 \cdot l_4)}{6 \cdot \left\{ l_4 + \left( \frac{I_2}{I_3} - 1 \right) \cdot (l_3 - l_2) \right\}} \right] \cdot w_p$$

$$I_2 : I_2 \text{ 部の断面二次モーメント} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ mm}^4$$

$$I_3 : I_3 \text{ 部の断面二次モーメント} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ mm}^4$$

c. せん断応力（一次一般膜応力）

固定端におけるせん断応力は、次式で求める。

$$\tau_{yz} = \frac{w_p \cdot l_4}{h_c \cdot l_5}$$

$y = \boxed{\phantom{0000}}$  mm におけるせん断応力は、次式で求める。

$$\tau_{yz} = \frac{w_p}{h_c \cdot l_6} \cdot (l_4 - y)$$

(3) スタッド

スタッドの形状，寸法及び計算モデルを，図 1-1(3)に示す。

a. 差圧による荷重

差圧によりスタッドに加わる荷重は，次式で求める。

$$W_s = P_{13} \cdot \left( \frac{\pi}{4} \cdot D_o^2 - n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \right)$$

b. 引張応力

$$\sigma_\ell = \frac{W_s}{\square \cdot A_i}$$

ここで， $n$ ：制御棒案内管用穴の総数 =

$$A_i = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = \square \text{ mm}^2$$

$d_i$ ：スタッドの逃げの径 =  mm

### 3.3 外荷重による応力

#### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(4)に示す。

#### 3.3.2 計算方法

##### (1) 補強ビーム

補強ビームの外荷重による各応力は，図 3-1 に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し，以下により求める。

##### a. 死荷重による単位長さ当たりの分布荷重

死荷重による単位長さ当たりの分布荷重  $w_b$  は，次式で求める。

$$w_b = - \frac{V_2}{\ell_p}$$

##### b. 鉛直方向地震荷重による単位長さ当たりの分布荷重

鉛直方向地震荷重による単位長さ当たりの分布荷重  $w_b$  は，次式で求める。

$$w_b = \pm \frac{V_2}{\ell_p}$$

##### c. 曲げ応力及びせん断応力

3.2.2(1)項と同様にして求める。

## (2) 支持板

支持板の外荷重による応力は、図 3-2 に示す等分布荷重を受ける両端固定ばりにモデル化し、以下により求める。

## a. 死荷重による単位長さ当たりの分布荷重

死荷重による単位長さ当たりの分布荷重  $w_p$  は、次式で求める。

$$w_p = - \frac{V_3}{2 \cdot \ell_4}$$

## b. 鉛直方向地震荷重による単位長さ当たりの分布荷重

鉛直方向地震荷重による単位長さ当たりの分布荷重  $w_p$  は、次式で求める。

$$w_p = \pm \frac{V_3}{2 \cdot \ell_4}$$

## c. 水平方向地震荷重による荷重

図 3-2 に示す 1 本の制御棒案内管が支持板に与える水平方向荷重  $H_p$  は、次の値を用いる。

$$H_p = \frac{4 \cdot H}{\square}$$

ここで、 $H$  は水平方向地震荷重で、「応力解析の方針」の表 4-1(4) に示すとおりである。

## d. 曲げ応力及びせん断応力

## (a) 鉛直方向荷重（死荷重及び鉛直方向地震荷重）

3.2.2(2) 項と同様にして求める。

## (b) 水平方向地震荷重

図 3-2 に示す支持板の応力計算モデルにより曲げ応力を求める。

## イ. モーメント

固定端におけるモーメント  $M_A$

$$M_A = \left( -\boxed{\phantom{000}} + \frac{\boxed{\phantom{000}}}{2 \cdot \ell_4} \right) \cdot H_p$$

$y = \boxed{\phantom{000}}$  mm におけるモーメント  $M_B$

$$M_B = \frac{\boxed{\phantom{000}}}{2 \cdot \ell_4} \cdot H_p$$

- ロ. 曲げ応力 (一次応力)  
固定端における曲げ応力

$$\sigma_y = \frac{M_A}{I_A} \cdot \frac{\ell_5}{2}$$

$y = \boxed{\phantom{000}}$  mm における曲げ応力

$$\sigma_y = \frac{M_B}{I_B} \cdot \frac{\ell_6}{2}$$

ここで,

$$I_A = \frac{h_c \cdot \ell_5^3}{12} = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^4$$

$$I_B = \frac{h_c \cdot \ell_6^3}{12} = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^4$$

- ハ. せん断応力 (一次一般膜応力)  
固定端におけるせん断応力

$$\tau_{xy} = \frac{H_p}{h_c \cdot \ell_5}$$

$y = \boxed{\phantom{000}}$  mm におけるせん断応力

$$\tau_{xy} = \frac{H_p}{h_c \cdot \ell_6}$$

## (3) スタッド

スタッドの形状，寸法及び計算モデルを，図 1-1(3)に示す。

スタッドに加わる外荷重のうち，鉛直下向きの荷重による応力は発生しない。また，水平方向の地震荷重を受けた場合，炉心支持板のスタッド用穴と，スタッドとは十分にギャップがあり，かつ，球面座を介して取付けられているので，水平方向の地震荷重を受けても応力は発生しない。

スタッドの応力は，鉛直上方向の荷重を受けたときのみ発生する。よって地震荷重としては，鉛直上向きのみを考慮する。

## a. 鉛直上向きの地震荷重

鉛直上向きの地震荷重は，「応力解析の方針」の表 4-1(4)に示すとおりである。

## b. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{W_s}{A_i}$$

ここで， $W_s$ ：炉心支持板に加わる鉛直上向きの地震荷重

$$A_i = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = \text{[ ] mm}^2$$

$$d_i = \text{スタッドの逃げの径} = \text{[ ] mm}$$

## 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め，応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は，「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



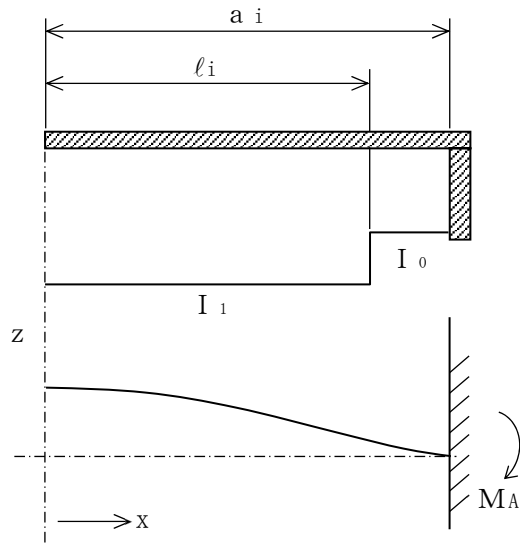
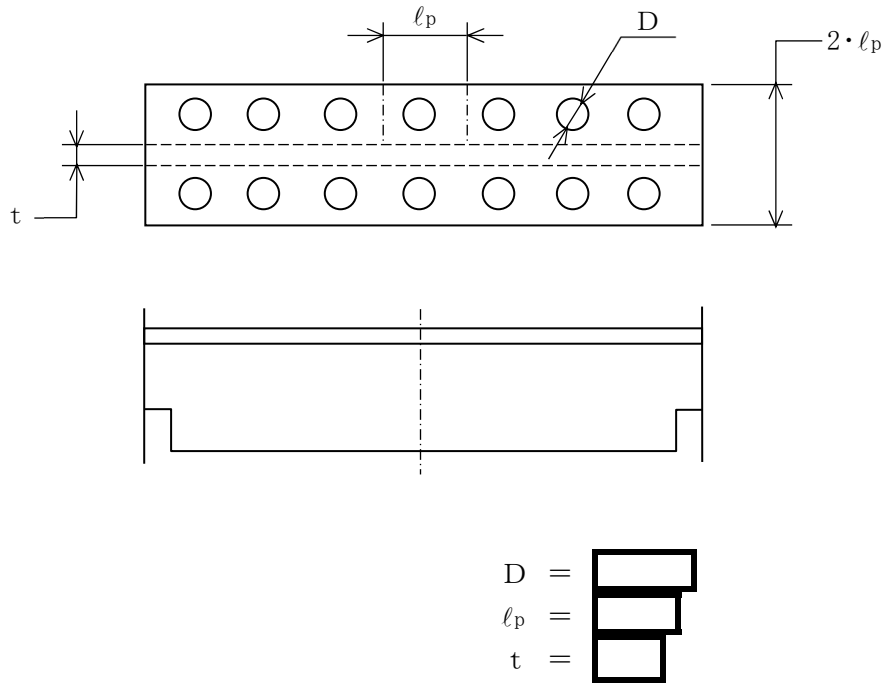


図 3-1(1) 補強ビームの応力計算モデル (単位: mm)

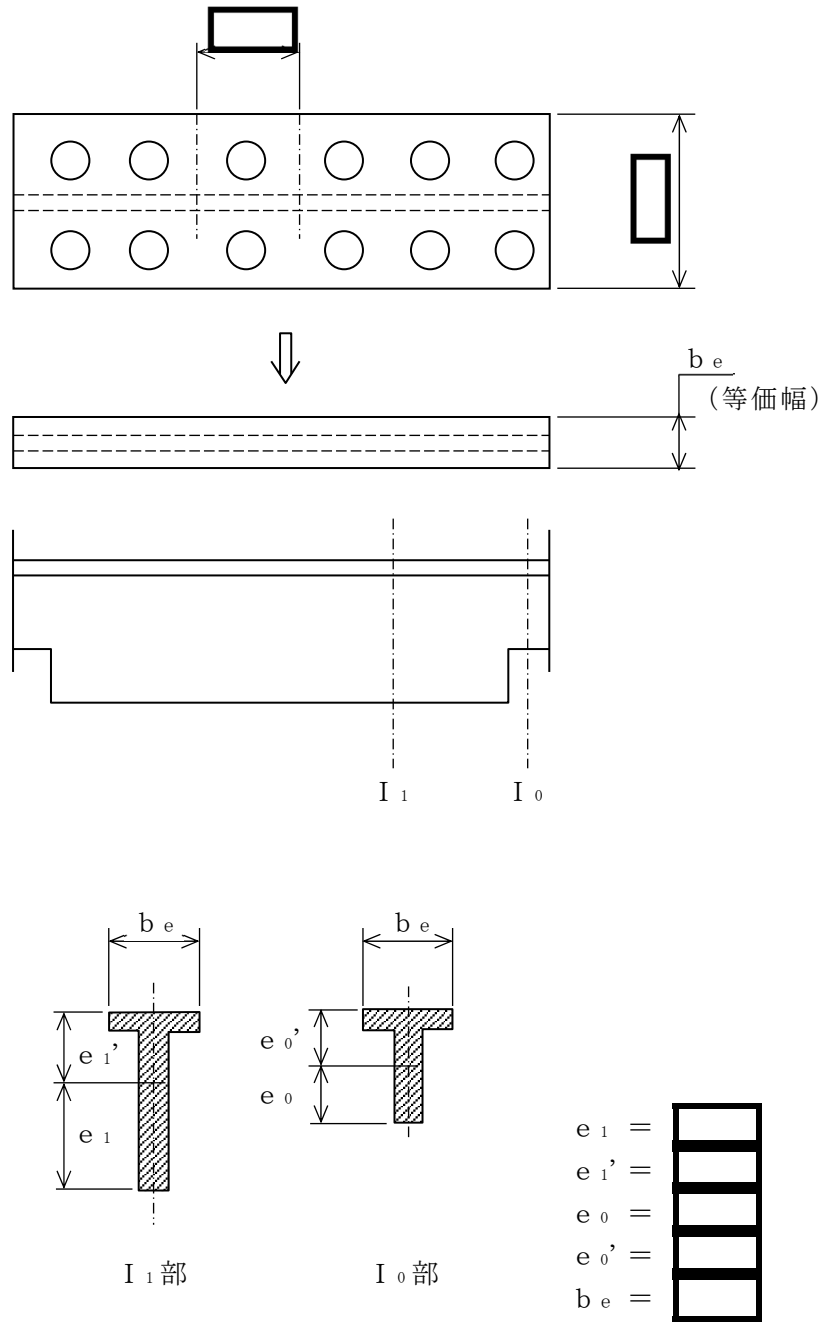
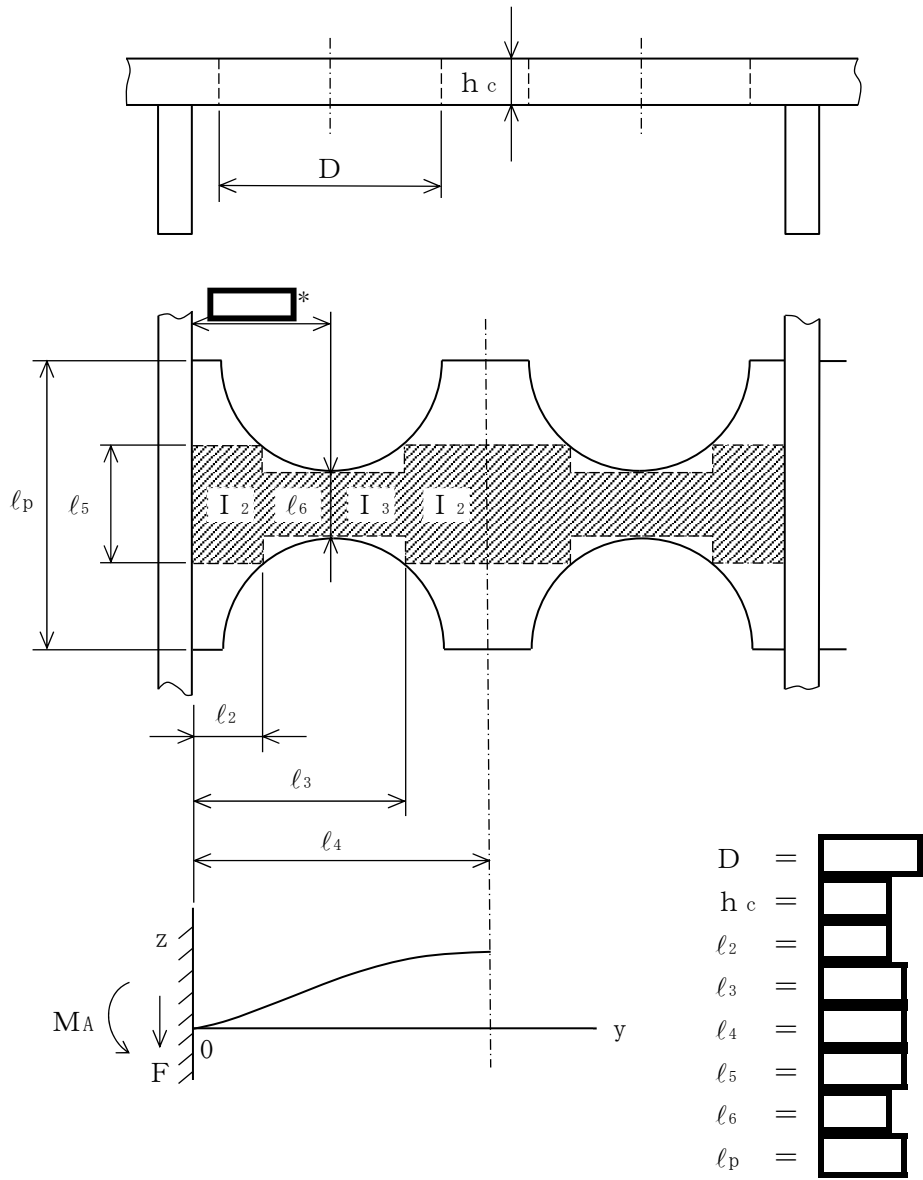


図 3-1(2) 補強ビームの応力計算モデル (単位: mm)



注記\* : 固定端から最小幅になる部分までの距離

図 3-2(1) 支持板の応力計算モデル (単位 : mm)

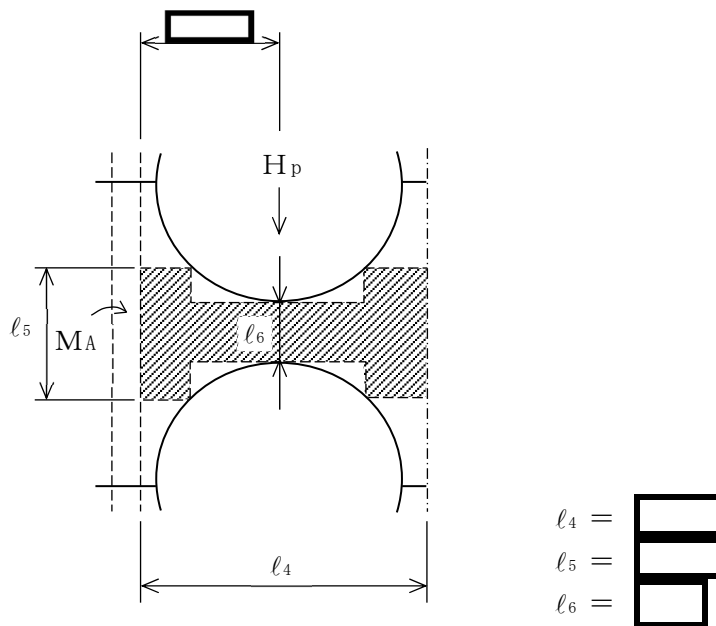


図3-2(2) 支持板の応力計算モデル (単位: mm)

表 3-1 断面性状

応力 評価点	断面積 A (mm <sup>2</sup> )	補強ビームに平行な軸		補強ビームに垂直な軸	
		断面二次モーメント I (mm <sup>4</sup> )	中立軸からの距離 e (mm)	断面二次モーメント I (mm <sup>4</sup> )	中立軸からの距離 e (mm)
P01, P01'					
P02, P02'					
P03, P03'					
P04, P04'					
P05, P05'					
P06, P06'					
P07, P07'					
P08, P08'					

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	0	142	0	228
P01'	0	142	0	228
P02	0	85 <sup>*1</sup>	0	136 <sup>*1</sup>
P02'	0	85 <sup>*1</sup>	0	136 <sup>*1</sup>
P03	10	92 <sup>*2</sup>	11	148 <sup>*2</sup>
P03'	10	92 <sup>*2</sup>	9	148 <sup>*2</sup>
P04	10	85 <sup>*1</sup>	11	136 <sup>*1</sup>
P04'	10	85 <sup>*1</sup>	9	136 <sup>*1</sup>
P05	12	85 <sup>*1</sup>	16	136 <sup>*1</sup>
P05'	12	85 <sup>*1</sup>	16	136 <sup>*1</sup>
P06	12	142	16	228
P06'	12	142	16	228
P07	43	142	59	228
P07'	43	142	59	228
P08	43	142	59	228
P08'	43	142	59	228
P09	15	142	16	228

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	18	214	16	342
P01'	20	214	22	342
P02	8	128 <sup>*1</sup>	8	205 <sup>*1</sup>
P02'	9	128 <sup>*1</sup>	10	205 <sup>*1</sup>
P03	47	139 <sup>*2</sup>	43	222 <sup>*2</sup>
P03'	52	139 <sup>*2</sup>	56	222 <sup>*2</sup>
P04	21	128 <sup>*1</sup>	20	205 <sup>*1</sup>
P04'	22	128 <sup>*1</sup>	23	205 <sup>*1</sup>
P05	45	128 <sup>*1</sup>	58	205 <sup>*1</sup>
P05'	33	128 <sup>*1</sup>	47	205 <sup>*1</sup>
P06	24	214	36	342
P06'	54	214	68	342
P07	157	214	215	342
P07'	162	214	222	342
P08	151	214	209	342
P08'	168	214	228	342
P09	15	214	16	342

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-2-2-6 燃料支持金具の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	1
1.2 形状・寸法・材料	1
1.3 解析範囲	1
1.4 計算結果の概要	1
2. 計算条件	5
2.1 設計条件	5
2.2 運転条件	5
2.3 材料	5
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	5
2.6 許容応力	5
2.7 応力の記号と方向	5
3. 応力計算	6
3.1 応力評価点	6
3.2 差圧による応力	6
3.2.1 荷重条件 (L02)	6
3.2.2 計算方法	6
3.3 外荷重による応力	7
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	7
3.3.2 計算方法	7
3.4 応力の評価	7
4. 応力強さの評価	8
4.1 一次一般膜応力強さの評価	8
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	中央燃料支持金具の差圧による応力計算モデル	9
図 3-2	中央燃料支持金具の外荷重による応力計算モデル	9
表 1-1	計算結果の概要	4
表 3-1	断面性状	10
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	11
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	12

## 1. 一般事項

本計算書は、燃料支持金具の耐震性についての計算書である。

燃料支持金具は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、燃料支持金具は、炉心支持構造物であるため、VI-2-3-2-2-1「炉心支持構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
D <sub>i</sub>	内径	mm
D <sub>o</sub>	外径	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
ℓ	高さ	mm
t	厚さ	mm

### 1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

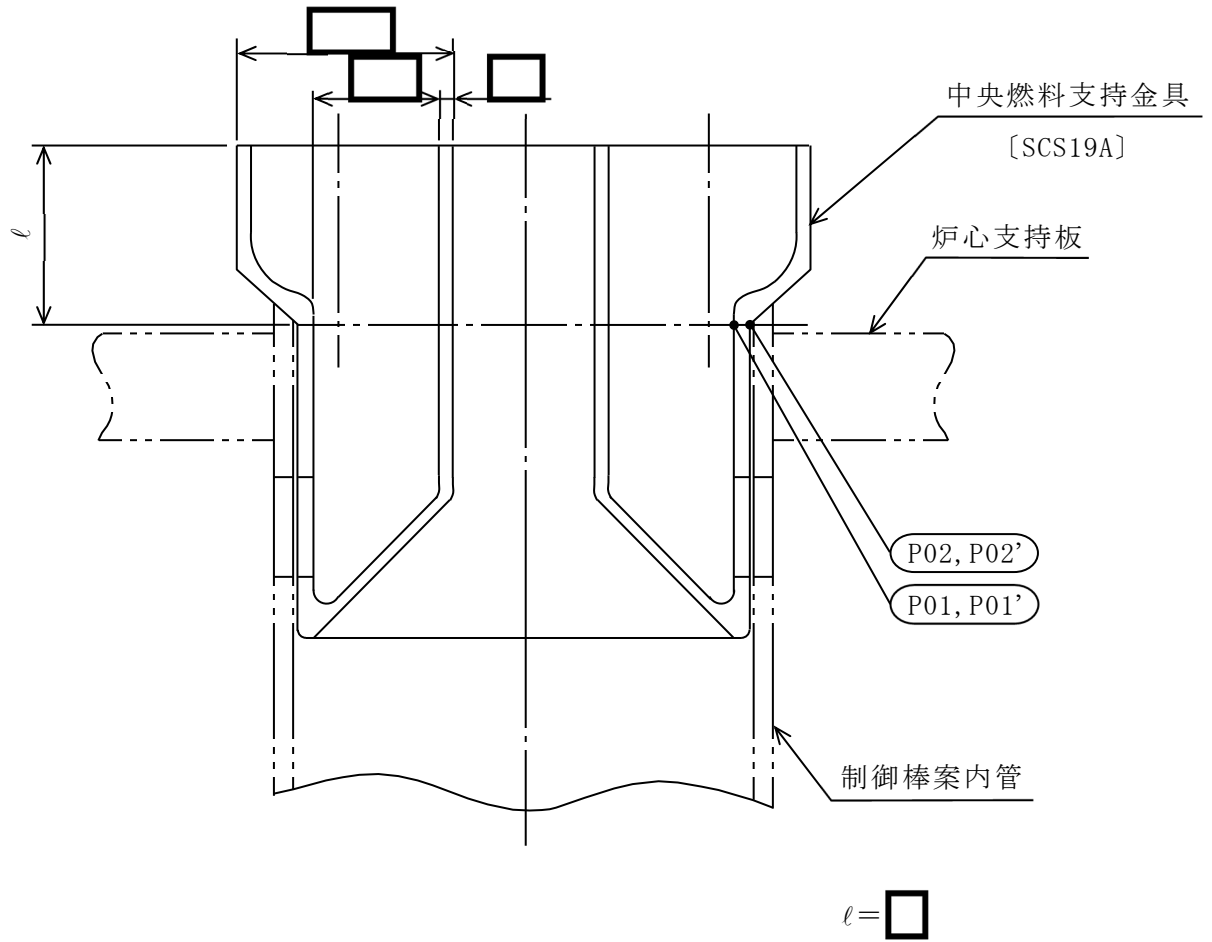
### 1.3 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。



○ : 応力評価点  
[ ] : 材 料

図1-1(1) 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

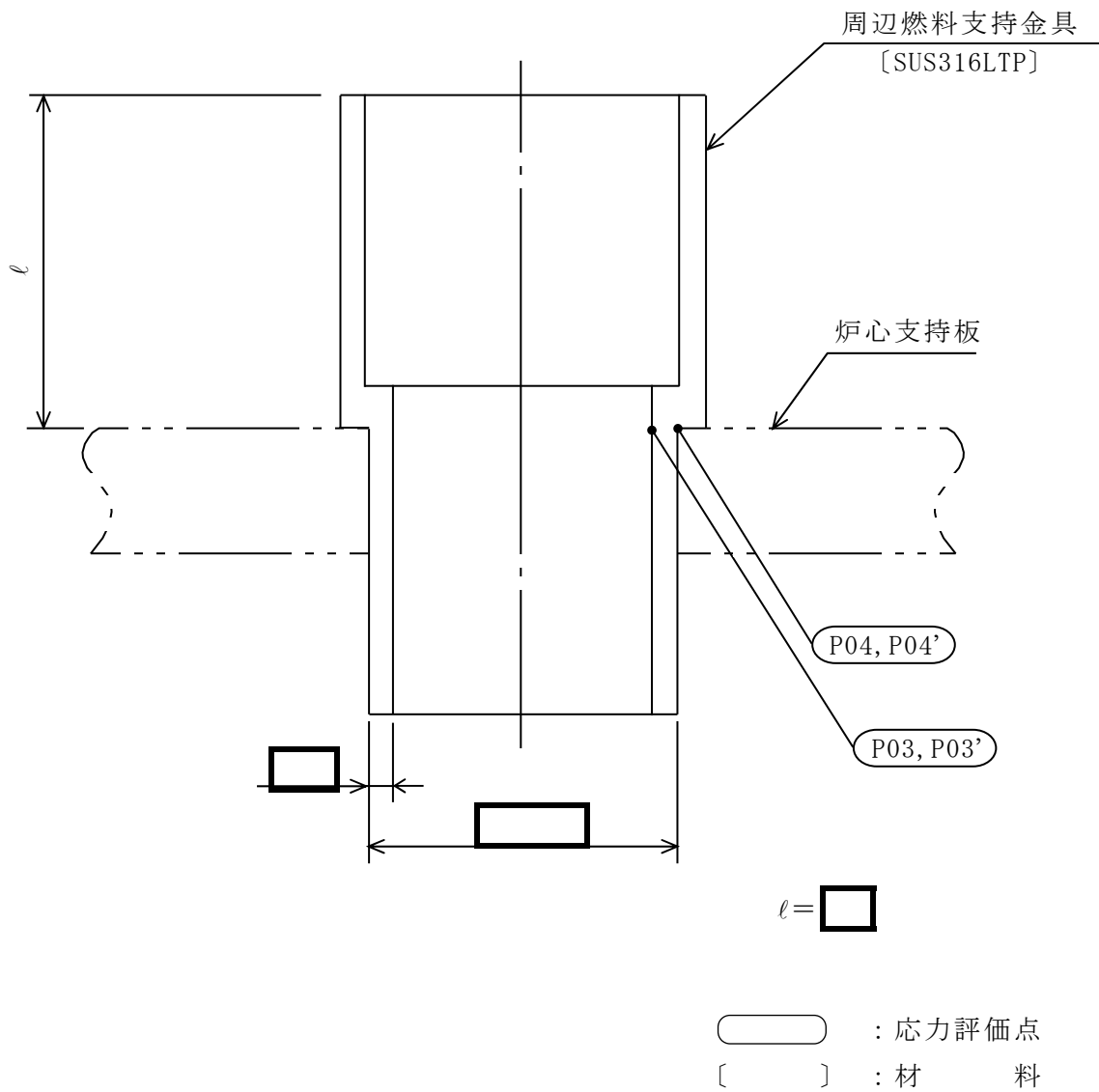


図1-1(2) 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
中央燃料 支持金具 SCS19A	Ⅲ A S	36	172	P01'-P02'	36	259	P01'-P02'
	Ⅳ A S	44	248	P01'-P02'	44	372	P01'-P02'
周辺燃料 支持金具 SUS316LTP	Ⅲ A S	20	56*	P03'-P04'	20	85*	P03'-P04'
	Ⅳ A S	24	91*	P03'-P04'	24	136*	P03'-P04'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

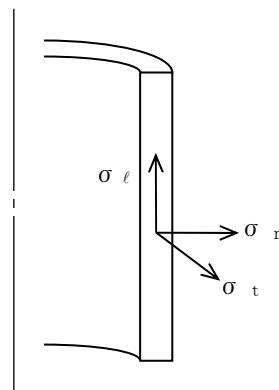
許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 2.7 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

- $\sigma_t$  : 周方向応力
- $\sigma_\ell$  : 軸方向応力
- $\sigma_r$  : 半径方向応力
- $\tau_{t\ell}$  : せん断応力



### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 3-1 に示すとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、「応力解析の方針」の参照図書(2)a.に定める差圧  $P_{13}$  である。

##### 3.2.2 計算方法

中央燃料支持金具の差圧による応力は、応力評価点の位置における断面で、外径を  mm とし、かつ、厚さが最小となる円筒を考え、内圧を受ける円筒にモデル化し、計算する。

中央燃料支持金具の差圧による応力計算のモデルを図 3-1 に示す。

周辺燃料支持金具の差圧による応力は、応力評価点の位置における断面の円筒を考え計算する。

##### (1) 一次一般膜応力

差圧  $P_{13}$  による一次一般膜応力は、次式で求める。

$$\sigma_t = \frac{1}{Y-1} \cdot P_{13}$$

$$\sigma_\ell = \frac{1}{Y^2-1} \cdot P_{13}$$

$$\sigma_r = -\frac{1}{Y+1} \cdot P_{13}$$

$$\text{ここで, } Y = \frac{D_o}{D_i}$$

##### (2) 一次一般膜+一次曲げ応力

差圧による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。



### 3.3 外荷重による応力

#### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(5)に示す。

#### 3.3.2 計算方法

中央燃料支持金具の外荷重による応力は、応力評価点の位置における断面で、その断面の最小幅を内径とし、かつ、厚さが最小となる円筒を考え計算する。

中央燃料支持金具の外荷重による応力計算のモデルを図 3-2 に示す。

周辺燃料支持金具の外荷重による応力は、応力評価点の位置における断面の円筒を考え計算する。

##### (1) 一次一般膜応力

外荷重による一次一般膜応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{V}{A} + \frac{M}{I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

$$\tau_{t\ell} = \frac{H}{A}$$

ここで、M：応力評価点での水平力Hにより発生するモーメント

$$M = H \cdot \ell$$

##### (2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

外荷重による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜＋一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

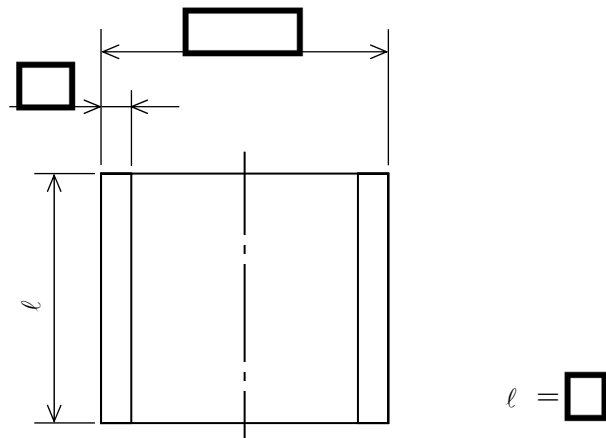


図 3-1 中央燃料支持金具の差圧による応力計算モデル (単位 : mm)

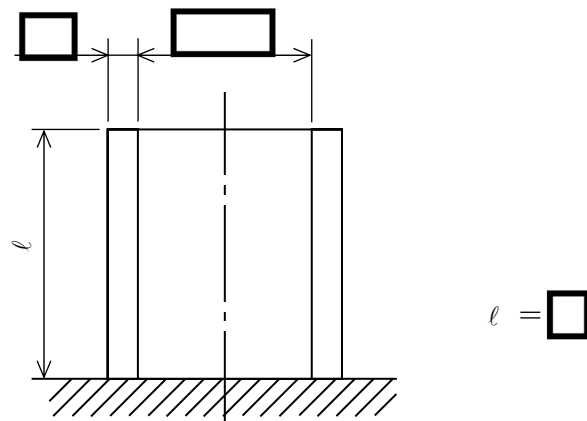


図 3-2 中央燃料支持金具の外荷重による応力計算モデル (単位 : mm)

表 3-1 断面性状

応力評価点	t (mm)	D <sub>o</sub> (mm)	D <sub>i</sub> (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )
P01, P02*					
P03, P04					

注記\*：上段は差圧による応力計算モデルの断面性状を示し，下段は外荷重による応力計算モデルの断面性状を示す。

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	31	172	39	248
P01' P02'	36	172	44	248
P03 P04	17	56*	21	91*
P03' P04'	20	56*	24	91*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	31	259	39	372
P01' P02'	36	259	44	372
P03 P04	17	85*	21	136*
P03' P04'	20	85*	24	136*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-2-2-7 制御棒案内管の耐震性についての計算書

## 目 次

1.	一般事項	1
1.1	記号の説明	1
1.2	形状・寸法・材料	1
1.3	解析範囲	1
1.4	計算結果の概要	1
2.	計算条件	4
2.1	設計条件	4
2.2	運転条件	4
2.3	材料	4
2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5	荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6	許容応力	4
2.7	応力の記号と方向	4
3.	応力計算	5
3.1	応力評価点	5
3.2	差圧による応力	5
3.2.1	荷重条件 (L02)	5
3.2.2	計算方法	5
3.3	外荷重による応力	6
3.3.1	荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
3.3.2	計算方法	6
3.4	応力の評価	6
4.	応力強さの評価	7
4.1	一次一般膜応力強さの評価	7
4.2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7



## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
表 1-1	計算結果の概要	3
表 3-1	断面性状	8
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10

## 1. 一般事項

本計算書は、制御棒案内管の耐震性についての計算書である。

制御棒案内管は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、制御棒案内管は、炉心支持構造物であるため、VI-2-3-2-2-1「炉心支持構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
D <sub>i</sub>	内径	mm
D <sub>o</sub>	外径	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
t	厚さ	mm

### 1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.3 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

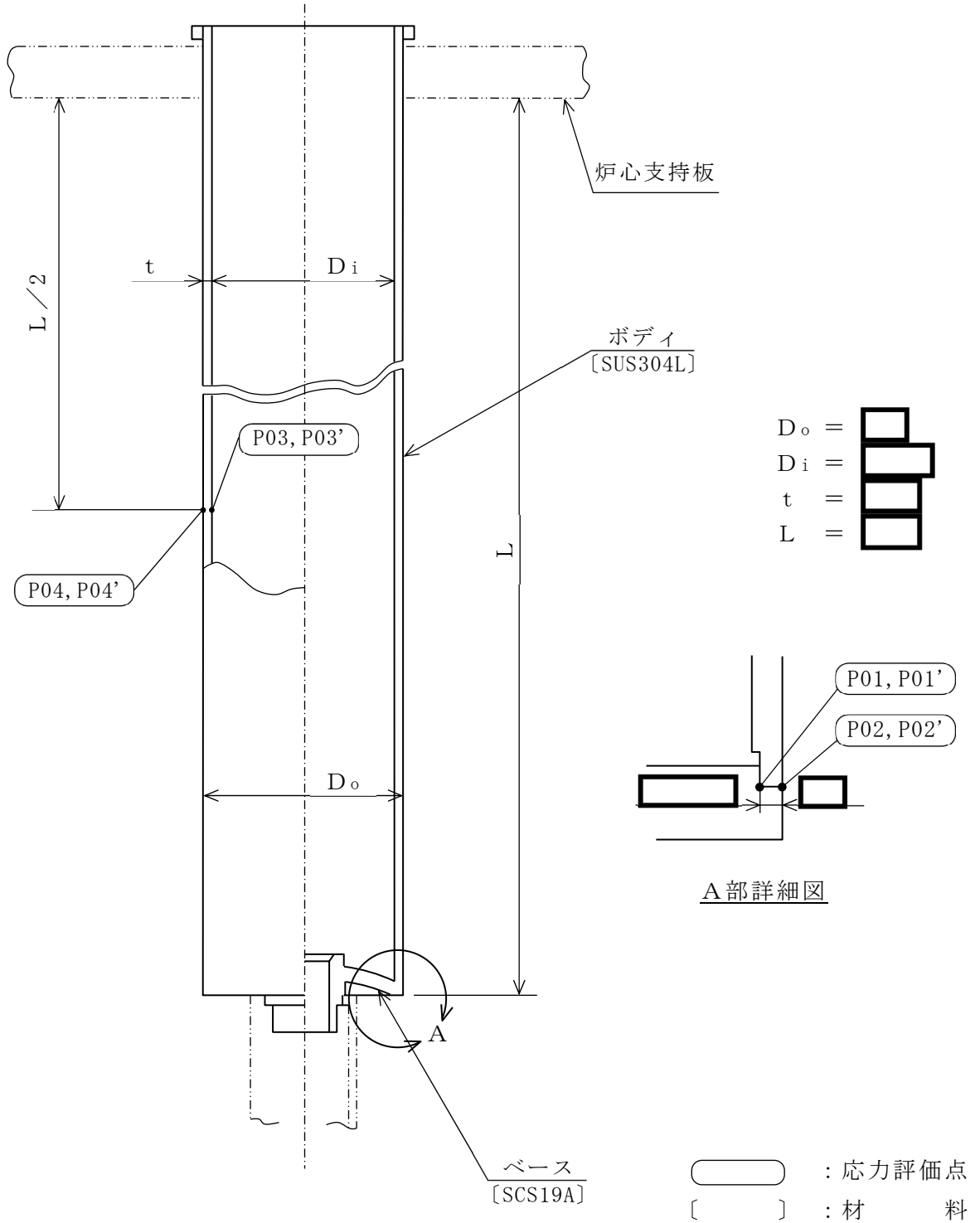


図1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
下部溶接部 SUS304L	Ⅲ A S	10	94*	P01'-P02'	10	141*	P01'-P02'
	Ⅳ A S	15	151*	P01'-P02'	15	226*	P01'-P02'
長手中央部 SUS304L	Ⅲ A S	43	145	P03'-P04'	43	218	P03'-P04'
	Ⅳ A S	58	233	P03'-P04'	58	349	P03'-P04'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

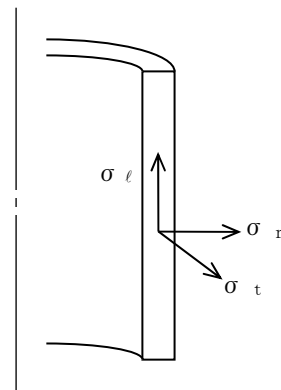
許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 2.7 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

- $\sigma_t$  : 周方向応力
- $\sigma_\ell$  : 軸方向応力
- $\sigma_r$  : 半径方向応力
- $\tau_{t\ell}$  : せん断応力



### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 3-1 に示すとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)a. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

###### (1) 一次一般膜応力

差圧  $P_{13}$  による一次一般膜応力は、外圧を受ける円筒にモデル化し、次式で求める。

なお、制御棒案内管は片端開放であるから、軸方向応力は発生しない。

$$\sigma_t = -\frac{Y}{Y-1} \cdot P_{13}$$

$$\sigma_l = 0$$

$$\sigma_r = -\frac{Y}{Y+1} \cdot P_{13}$$

$$\text{ここで、 } Y = \frac{D_o}{D_i}$$

###### (2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

差圧による一次曲げ応力は存在しない。したがって、一次一般膜＋一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

### 3.3 外荷重による応力

#### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(6)に示す。

#### 3.3.2 計算方法

##### (1) 一次一般膜応力

外荷重による一次一般膜応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{V}{A} + \frac{M}{I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

$$\tau_{t\ell} = \frac{H}{A}$$

##### (2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

外荷重による一次曲げ応力は存在しない。したがって、一次一般膜＋一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



表 3-1 断面性状

応力評価点	$D_o$ (mm)	$D_i$ (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )
P01, P02				
P03, P04				

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	8	94*	12	151*
P01' P02'	10	94*	15	151*
P03 P04	40	145	56	233
P03' P04'	43	145	58	233

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	8	141*	12	226*
P01' P02'	10	141*	15	226*
P03 P04	40	218	56	349
P03' P04'	43	218	58	349

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

### VI-2-3-3 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書

## VI-2-3-3-2 原子炉压力容器附属構造物の耐震性についての計算書

VI-2-3-3-2-1 原子炉压力容器スタビライザの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	2
2.1 構造計画	2
2.2 評価方針	4
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
3. 評価部位	6
4. 構造強度評価	7
4.1 構造強度評価方法	7
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	7
4.3 計算方法	8
4.4 応力の評価	8
5. 参照図書	9

## 図 表 目 次

図 2-1	スタビライザの耐震評価フロー	4
図 3-1	スタビライザの形状・寸法・材料	10
図 3-2	スタビライザの応力評価点	11
表 2-1	構造計画	3
表 4-1	荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）	12
表 4-2	許容応力（クラス 1 支持構造物）	13
表 4-3	使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）	14
表 4-4	スタビライザに加わる荷重	15
表 4-5	評価結果まとめ	16



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉圧力容器スタビライザ（以下「スタビライザ」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

スタビライザは設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

注：本計算書においては、昭和60年12月25日付け60資庁第11431号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）を「既工認」という。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

スタビライザの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>スタビライザは、原子炉遮蔽壁に設置されたサポートブラケットに溶接される。</p>	<p>ブラケット、ロッド及び皿ばねで構成される、原子炉圧力容器が揺れた場合にこれを支持するためのものであり、原子炉圧力容器外周に8個等間隔に配置されている鋼製の支持構造物である。</p>	<p>概略構造図</p> <p>スタビライザ</p> <p>原子炉遮蔽壁</p> <p>スタビライザ</p> <p>スタビライザブラケット</p> <p>皿ばね</p> <p>ヨーク</p> <p>ブラケット</p> <p>サポートブラケット</p> <p>ロッド</p> <p>M110</p> <p>ナット</p> <p>スタビライザ 拡大図</p>

## 2.2 評価方針

スタビライザの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

スタビライザの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

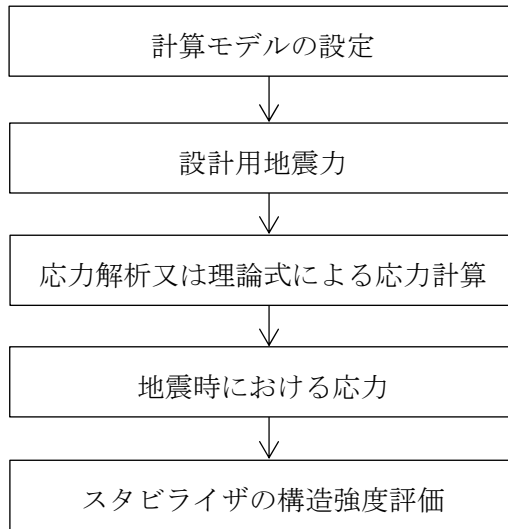


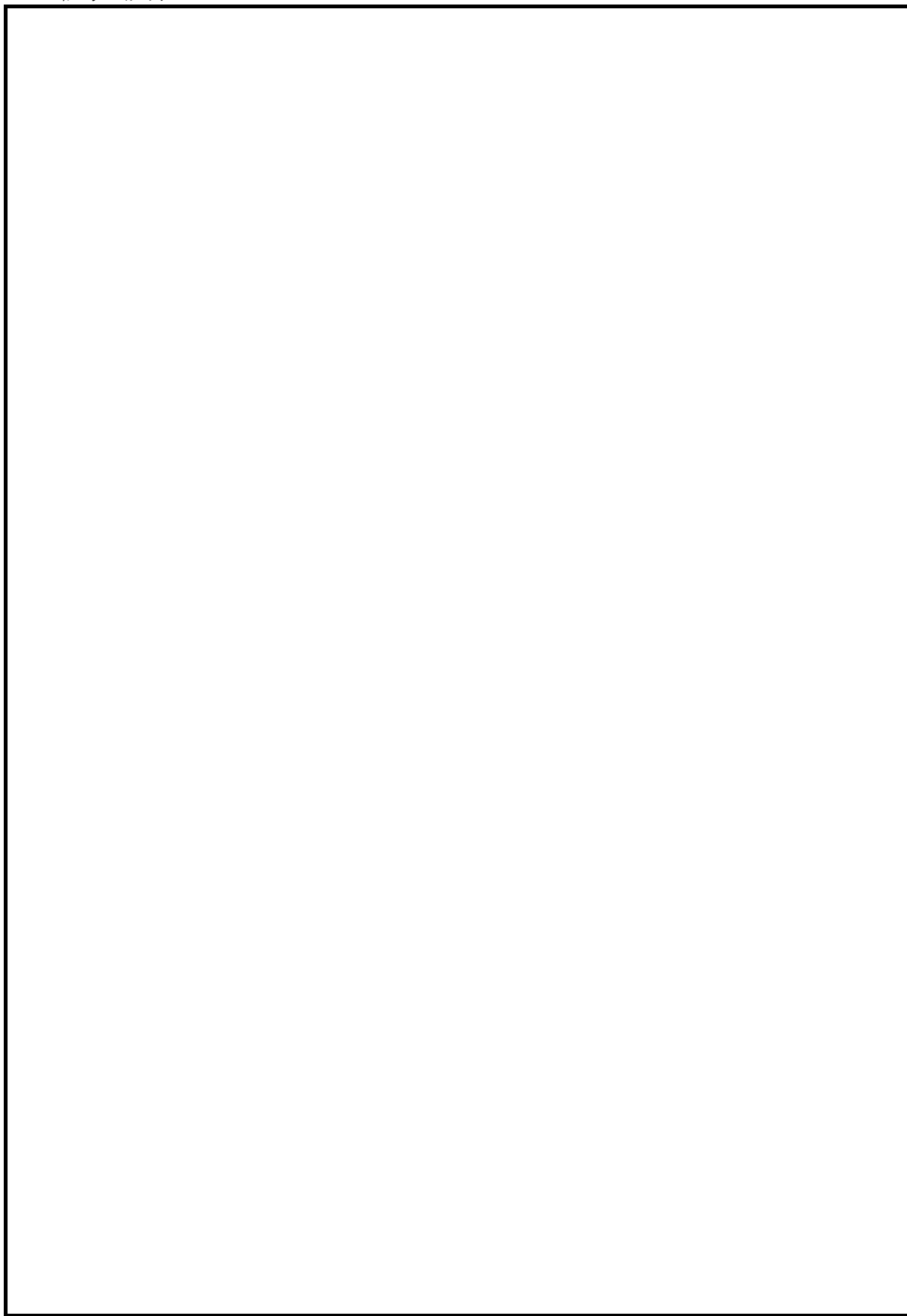
図 2-1 スタビライザの耐震評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

## 2.4 記号の説明



### 3. 評価部位

本計算書で解析する箇所<sup>①</sup>の形状・寸法・材料を図 3-1 に示す。

なお、スタビライザの応力評価点は、スタビライザを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を図 3-2 に示す。

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

- (1) スタビライザは、原子炉遮蔽壁に設置されたサポートブラケット上に溶接され、原子炉圧力容器の水平地震荷重を原子炉遮蔽壁に伝達させる構造である。スタビライザの耐震評価は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた水平地震荷重、若しくはその条件を包絡するように定めた保守的な水平地震荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い、「4.3 計算方法」に示す手法により構造強度評価を行う。
- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-1 に示す。

#### 4.2.2 許容応力

許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 に示す。

#### 4.2.3 許容応力評価条件

許容応力評価条件を表 4-3 に示す。

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 最高使用温度

最高使用温度は、既工認からの変更はなく、参照図書(1)に定めるとおりである。

##### (2) スタビライザに加わる荷重及び設計用地震力

スタビライザに加わる荷重を表 4-4 に示す。

スタビライザの評価に用いる設計用地震力は、水平地震荷重として、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた水平地震荷重、若しくはその条件を包絡するように定めた保守的な水平地震荷重を用いる。

また、スタビライザ全体に加わる水平地震荷重は、8個のスタビライザで分担されるので、スタビライザ1個の受け持つ最大地震荷重 $F_H$ は下記の値となる。

$$F_{H1} = \frac{1}{4} H_1 \quad \boxed{\phantom{0000}} \text{ N}$$

$$F_{H2} = \frac{1}{4} H_2 \quad \boxed{\phantom{0000}} \text{ N}$$

スタビライザ1個の受け持つ最大荷重 $W$ は以下の式に基づく。

$$\begin{aligned}
 W &= F_0 + \frac{1}{2} \cdot F_H && \left( \frac{1}{2} \cdot F_H \leq F_0 \text{ でばねが両効きとなる場合} \right) \\
 &= F_H && \left( \frac{1}{2} \cdot F_H > F_0 \text{ でばねが片効きとなる場合} \right)
 \end{aligned}$$

なお、鉛直地震を考慮してもスタビライザとスタビライザブラケットの鉛直方向の干渉は無く、また、鉛直地震時のスタビライザの質量による鉛直方向荷重は小さく無視できるため、鉛直地震荷重に対する評価は行わない。

#### 4.3 計算方法

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

なお、応力評価点 P 2 については、既工認の各荷重による応力を比倍(荷重比)して評価する。

#### 4.4 応力の評価

各許容応力状態における評価を表 4-5 に示す。

表 4-5 より、各許容応力状態の各応力は、「4.2.2 許容応力」に示す許容応力を満足する。



5. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第5回工事計画認可申請書  
IV-3-1-3-1「原子炉圧力容器スタビライザの応力計算書」

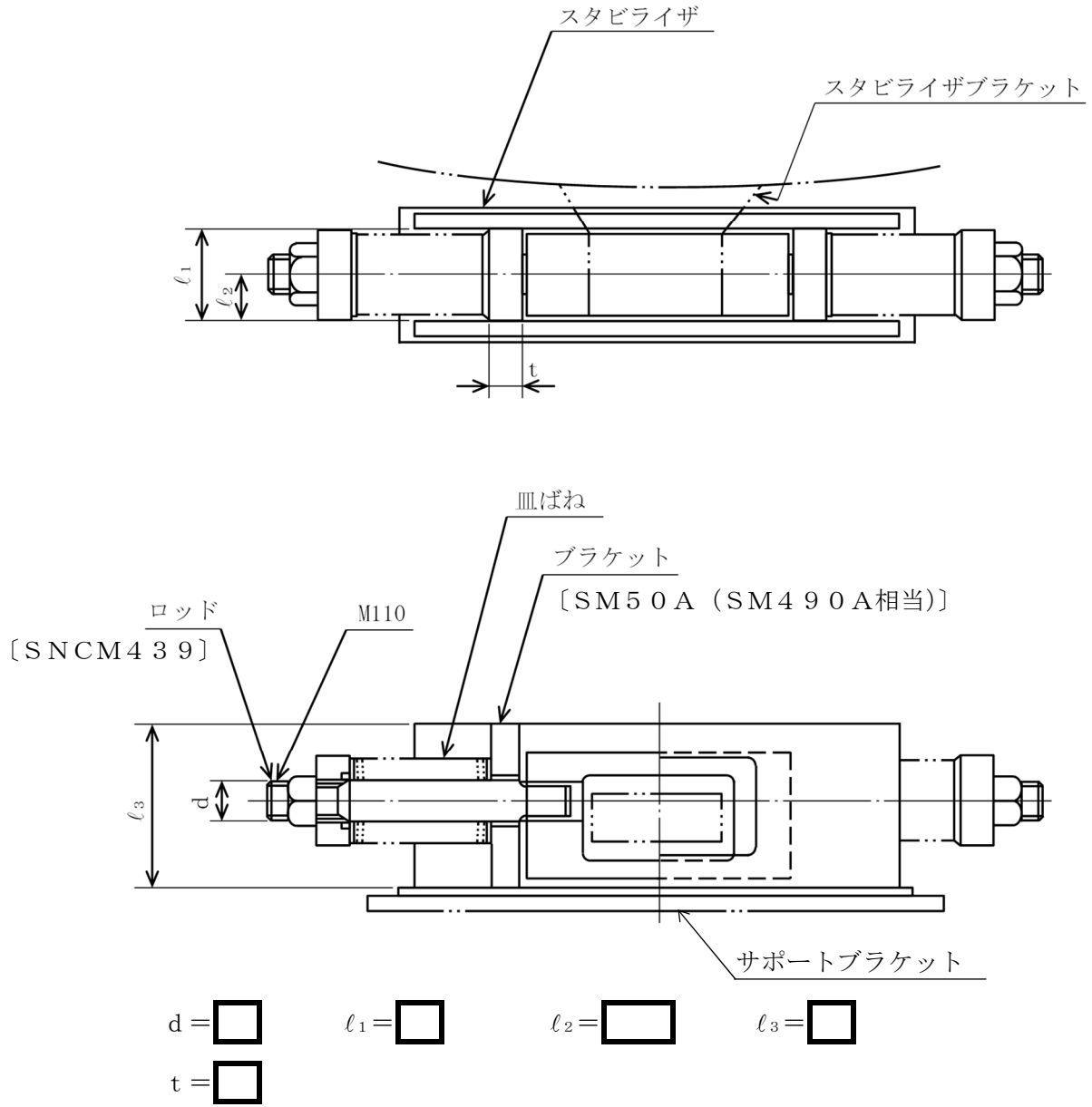


図 3-1 スタビライザの形状・寸法・材料 (単位 : mm)

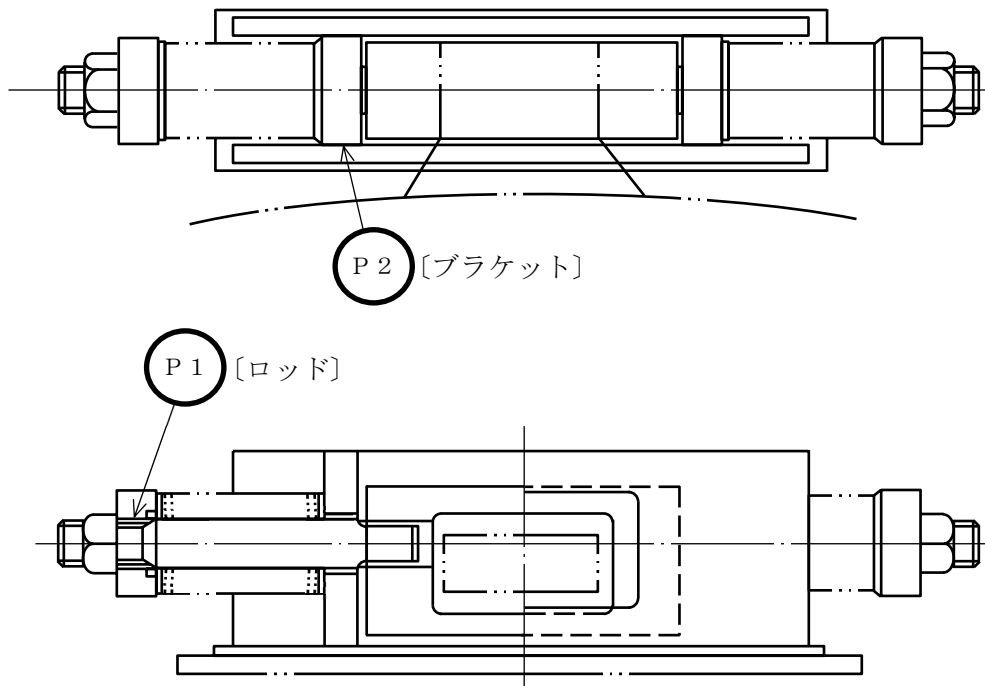


図 3-2 スタビライザの応力評価点

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉本体	原子炉压力容器 付属構造物	スタビライザ	S	—*	$D + P + M + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P + M + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス1支持構造物の荷重の組合せ及び許容限界を準用する。

表4-2 許容応力 (クラス1支持構造物)

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)		許容限界*2 (ボルト等)
	一次応力		一次応力
	せん断	曲げ	引張り
ⅢAS	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_{s^*}$	$1.5 \cdot f_{b^*}$	$1.5 \cdot f_{t^*}$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料		温度条件		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
			(°C)					
ロッド	棒鋼	SNCM439	最高使用温度	302	—	679	839	—
ブラケット	鋼板	SM50A*	最高使用温度	302	—	203	441	—

注記\* : SM490A相当

表 4-4 スタビライザに加わる荷重

種別	記号	荷重(N)
初期締付荷重	$F_0$	<input type="text"/>
スタビライザ全体に加わる $S_d^*$ 地震時の 水平地震荷重 <sup>*1</sup>	$H_1$	<input type="text"/>
スタビライザ全体に加わる $S_s$ 地震時の 水平地震荷重 <sup>*1</sup>	$H_2$	<input type="text"/>
スタビライザ 1 個に加わる $S_d^*$ 地震時の 最大荷重 $W^{*2}$	$W_1$	<input type="text"/>
スタビライザ 1 個に加わる $S_s$ 地震時の 最大荷重 $W^{*3}$	$W_2$	<input type="text"/>

注記\*1：VI-2-2-1「炉心，原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた水平地震荷重を上回る荷重

\*2： $\frac{1}{2} \cdot F_{H1} \leq F_0$  より，ばねは両効きになる。

\*3： $\frac{1}{2} \cdot F_{H2} > F_0$  より，ばねは片効きになる。

表 4-5 評価結果まとめ

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ <sub>A</sub> S		Ⅳ <sub>A</sub> S	
				算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
				MPa	MPa	MPa	MPa
スタビライザ	P 1	ロッド	引張応力	315	440	419	440
	P 2	ブラケット	曲げ応力	171	234	227	281
			せん断応力	53	117	70	140



VI-2-3-3-2-2 原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	2
2.1 構造計画	2
2.2 評価方針	4
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
3. 評価部位	6
4. 地震応答解析及び構造強度評価	7
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	7
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	7
4.3 解析モデル及び諸元	7
4.4 固有周期	8
4.5 設計用地震力	8
4.6 計算方法	8
4.7 計算条件	8
4.8 応力の評価	8
5. 参照図書	9

## 図 表 目 次

図 2-1	スタビライザの耐震評価フロー	4
図 3-1	スタビライザの形状・寸法・材料	10
図 3-2	スタビライザの応力評価点	11
図 4-1	解析モデル	15
図 4-2	振動モード図	17
表 2-1	構造計画	3
表 4-1	荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）	12
表 4-2	許容応力（クラス 1 支持構造物）	13
表 4-3	使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）	14
表 4-4	機器諸元	15
表 4-5	固有周期	16
表 4-6	設計用地震力（水平方向）	18
表 4-7	設計用地震力（鉛直方向）	18
表 4-8	評価結果まとめ	19

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉格納容器スタビライザ（以下「スタビライザ」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

スタビライザは設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

注：本計算書においては、昭和59年9月17日付け59資庁第8283号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）を「既工認」という。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

スタビライザの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>スタビライザは、原子炉遮蔽壁に溶接され、もう一端はシヤラグにフランジで接続されている。</p> <p>原子炉格納容器とはシヤラグを介して取り合い、原子炉遮蔽壁の水平地震荷重を原子炉格納容器に伝達する。</p>	<p>ガセットプレート1箇所及びパイプ2本を1組として、原子炉遮蔽壁外周に8組等間隔に配置されている鋼製の支持構造物である。</p>	<p>概略構造図</p> <p>断面A-A スタビライザ 拡大図</p>

## 2.2 評価方針

スタビライザの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

スタビライザの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

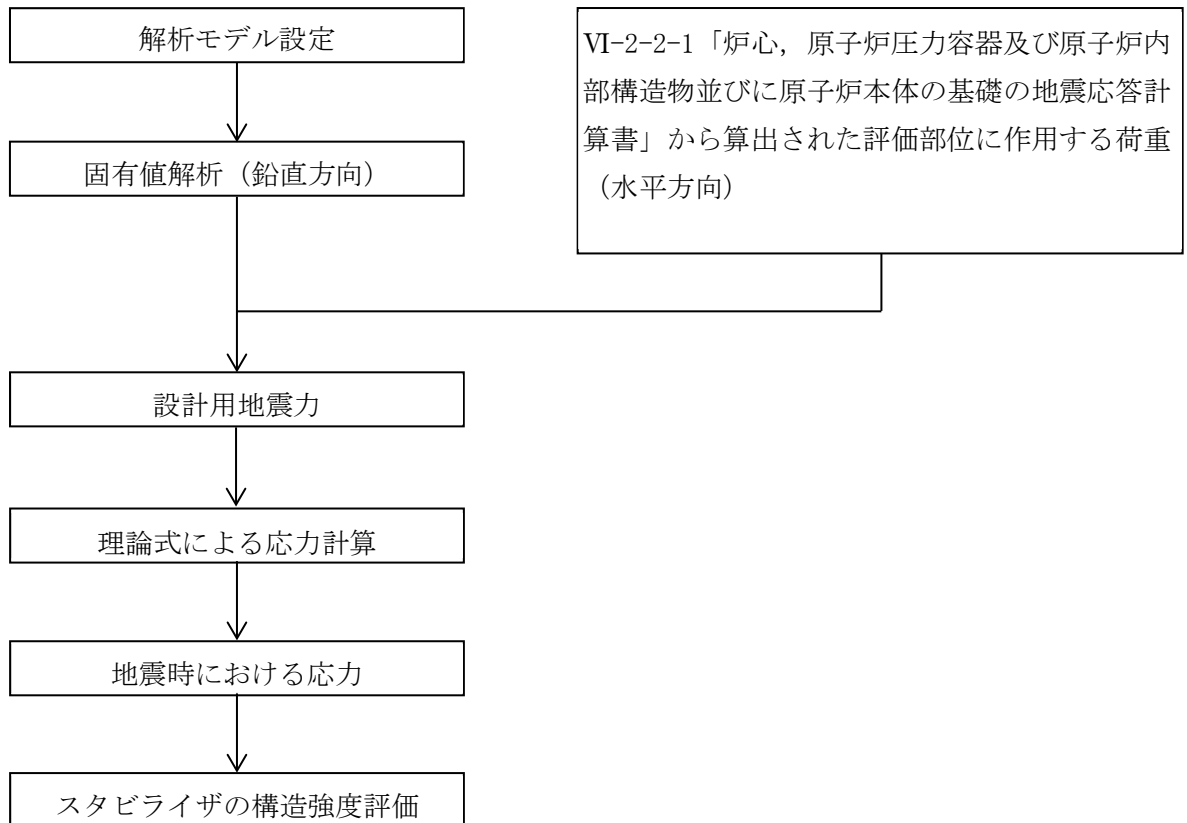


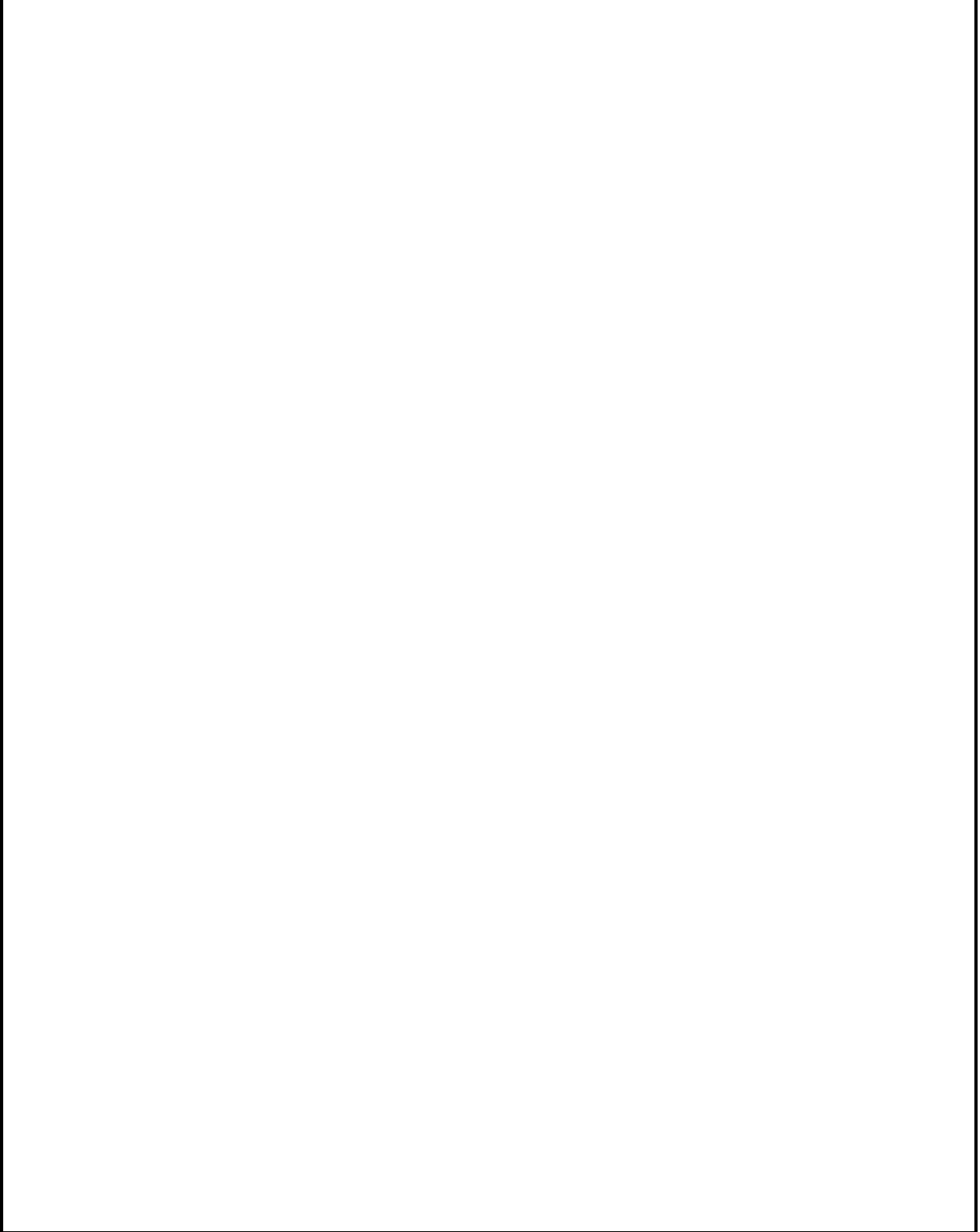
図 2-1 スタビライザの耐震評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

## 2.4 記号の説明





### 3. 評価部位

本計算書で解析する箇所<sup>①</sup>の形状・寸法・材料を図 3-1 に示す。

なお、スタビライザの応力評価点は、スタビライザを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を図 3-2 に示す。

#### 4. 地震応答解析及び構造強度評価

##### 4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

(1) スタビライザは、原子炉遮蔽壁に溶接され、シヤラグを介して原子炉遮蔽壁の水平地震荷重を原子炉格納容器に伝達する構造である。

スタビライザの耐震評価は、「4.5 設計用地震力」に示す水平地震荷重及び鉛直地震力を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い、「4.6 計算方法」に示す手法により構造強度評価を行う。

(2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

(3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 許容応力評価条件

許容応力評価条件を表 4-3 に示す。

###### 4.2.4 設計荷重

###### (1) 最高使用温度

最高使用温度は、既工認から変更はなく、参照図書(1)に定めるとおりである。

###### (2) 死荷重

$W = \text{[ ] kg}$  (パイプ 1 本当たり)

##### 4.3 解析モデル及び諸元

スタビライザの解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元について表 4-4 に示す。

(1) 3次元はり要素及び3次元シェル要素による有限要素解析手法を適用する。

(2) 拘束条件は、スタビライザの原子炉遮蔽壁に対する固定部を固定条件とし、周期対称形状の構造に対してパイプ 2 本分をモデル化範囲としていることから、対称面は対称条件とする。

(3) 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、固有値を求める。

なお、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、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### 4.4 固有周期

固有値解析の結果を表 4-5 に、振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は 0.05 秒を超えており、柔構造であることを確認した。また、水平方向については、原子炉遮蔽壁側はガセットプレート部にて拘束され、原子炉格納容器側はシヤラグ部にて拘束されたトラス形状であることから、構造上明らかに剛構造(0.05 秒以下)である。

#### 4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-6 及び表 4-7 に示す。

スタビライザに加わる地震荷重  $S_d^*$  及び地震荷重  $S_s$  での水平地震荷重は、VI-2-2-1「炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において、スタビライザがばね要素としてモデル化されているため、ばね反力として求めた水平地震荷重、若しくはその条件を包絡するように定めた保守的な水平地震荷重を用いる。

「弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的地震力」及び「基準地震動  $S_s$ 」による鉛直地震力は、「4.4 固有周期」に示すとおり鉛直方向で柔構造であることから、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

ここで、スタビライザの評価においては、上記により得られた地震荷重及び地震力に対して設計裕度を考慮した地震荷重及び地震力を用いることとする。

#### 4.6 計算方法

応力計算方法は、既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

#### 4.7 計算条件

応力解析に用いる荷重を「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.5 設計用地震力」に示す。

#### 4.8 応力の評価

各許容応力状態における評価を表 4-8 に示す。

表 4-8 より、各許容応力状態の各応力は、「4.2.2 許容応力」に示す許容応力を満足する。

5. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
IV-3-1-1 「原子炉格納容器スタビライザの強度計算書」

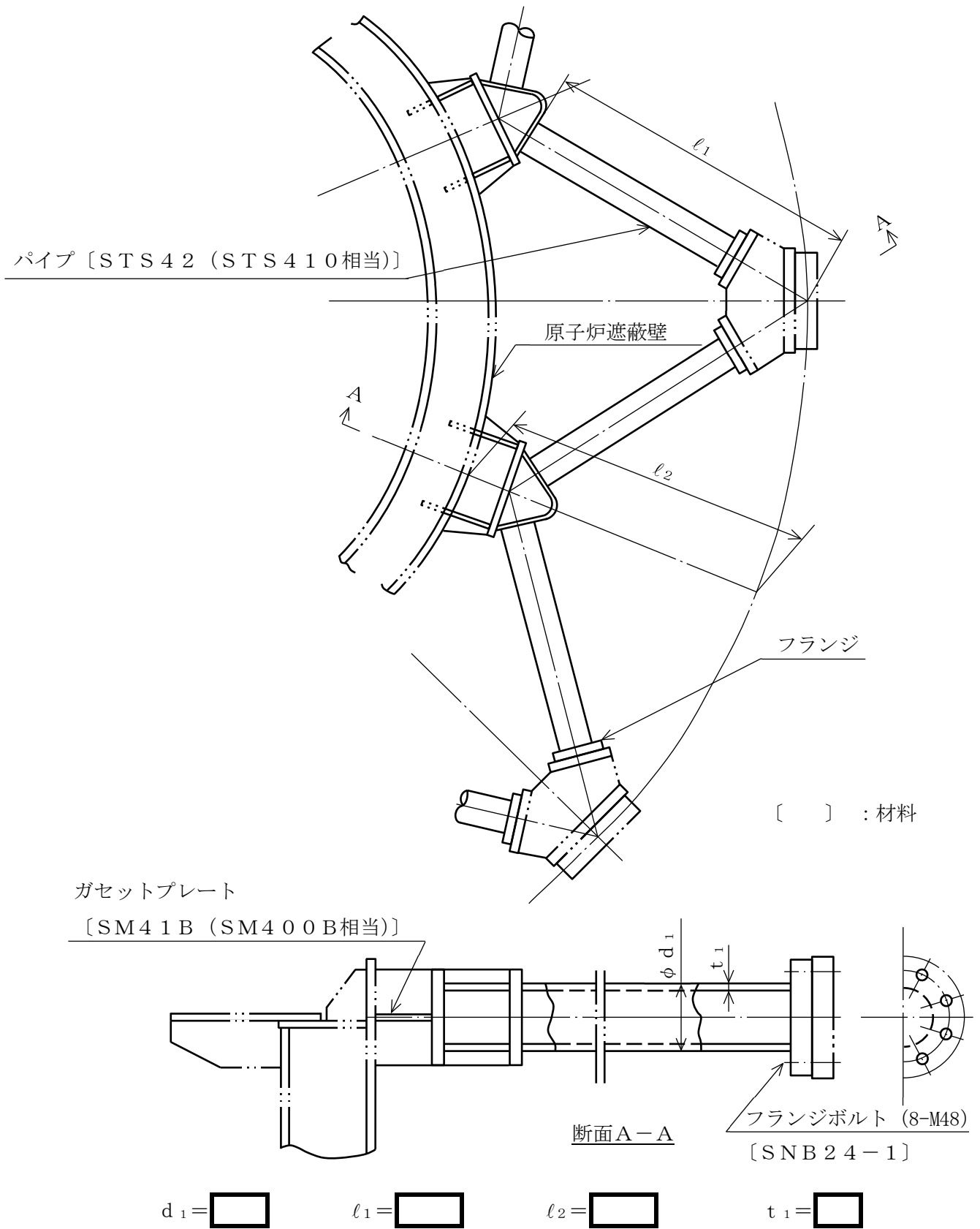


図3-1 スタビライザの形状・寸法・材料 (単位: mm)

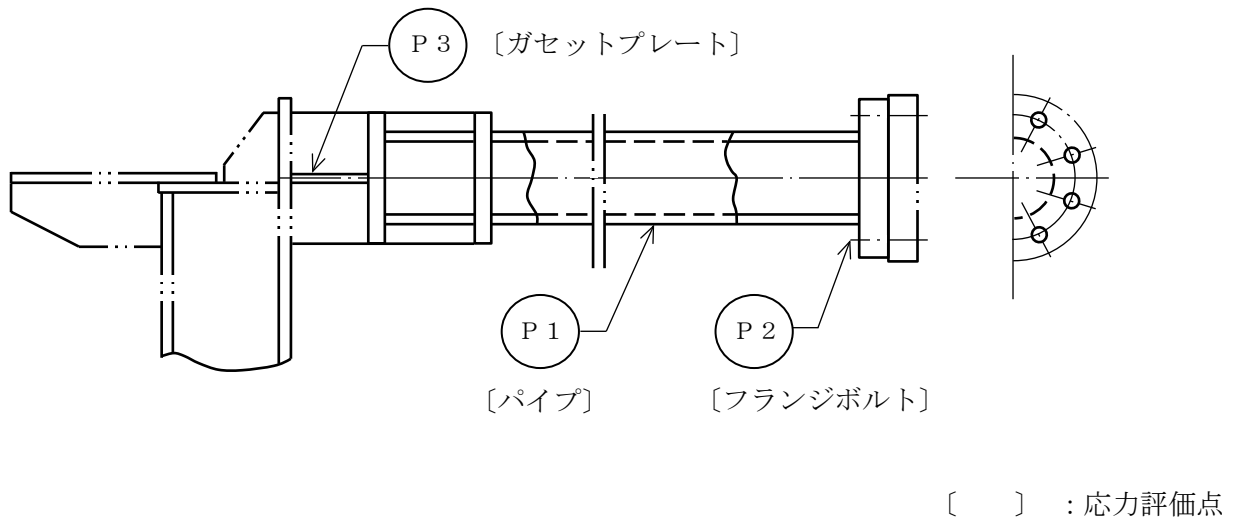


図 3-2 スタビライザの応力評価点

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉本体	原子炉圧力容器 付属構造物	スタビライザ	S	—*	$D + P + M + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P + M + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス1支持構造物の荷重の組合せ及び許容限界を準用する。

表4-2 許容応力 (クラス1支持構造物)

許容応力状態	許容限界 *1, *2 (ボルト等以外)				許容限界 *2 (ボルト等)
	一次応力				一次応力
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_t^*$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされてる場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料		温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
			周囲環境温度					
パイプ	鋼管	STS42* <sup>1</sup>	周囲環境温度	171	—	211	404	—
フランジボルト	棒鋼	SNB24-1	周囲環境温度	171	—	944	1018	—
ガセットプレート	鋼板	SM41B* <sup>2</sup>	周囲環境温度	171	—	176	373	—

注記\*1：STS410相当

\*2：SM400B相当

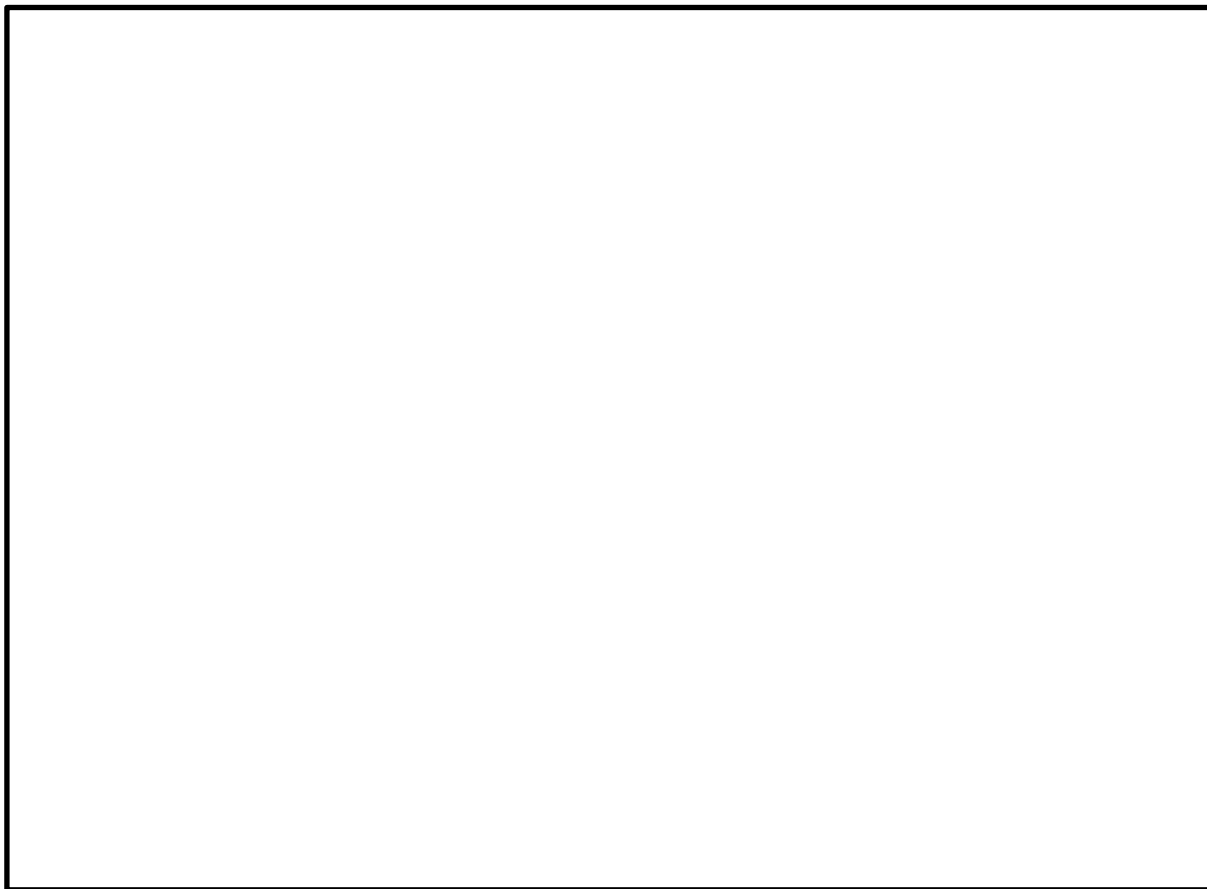


図 4-1 解析モデル

表 4-4 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STS42 (STS410相当) SM41B (SM400B相当) SGV49 (SGV480相当) *
質量	m <sub>0</sub>	kg	<input type="text"/>
温度条件	T	℃	57
縦弾性係数	E	MPa	201000
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	—	<input type="text"/>
節点数	—	—	<input type="text"/>

注記\*：解析モデルに含まれるシヤラグ部の材料を示す。

表 4-5 固有周期

モード	卓越方向	固有周期 (s)	刺激係数*		
			X	Y	Z
1次	鉛直				
2次	鉛直				

注記\*：刺激係数は，モード質量を正規化し，固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

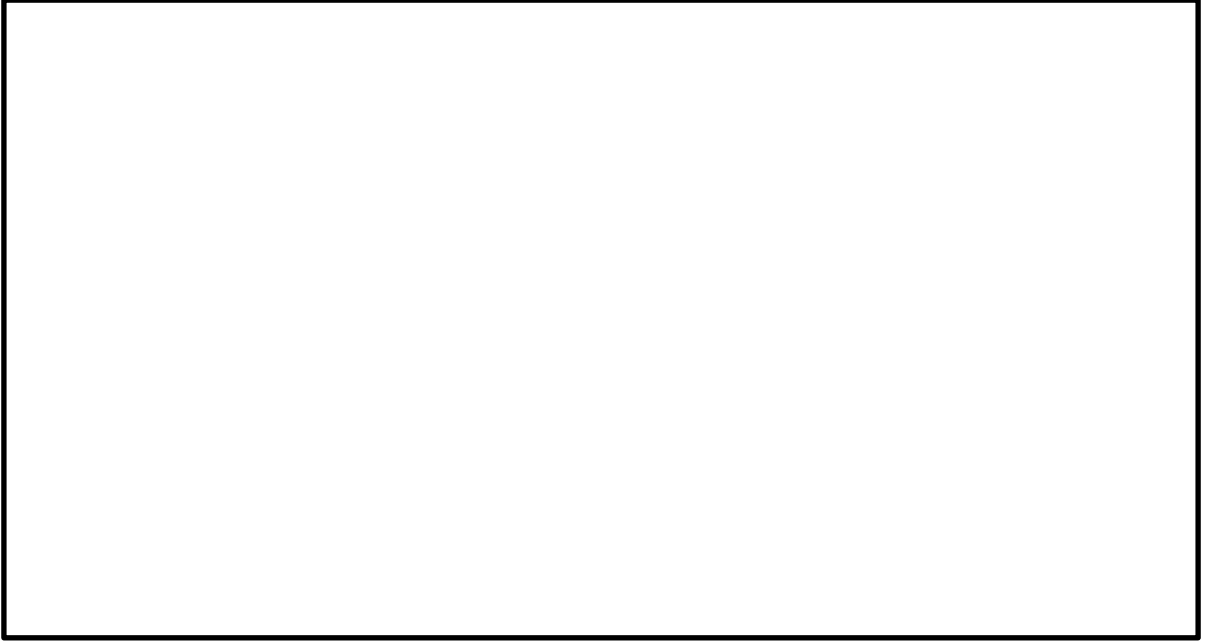


図 4-2 振動モード図

表 4-6 設計用地震力（水平方向）

	地震荷重 S d *	地震荷重 S s
水平地震荷重 (N) *	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記\*：VI-2-2-1「炉心，原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた水平地震荷重を上回る荷重

表 4-7 設計用地震力（鉛直方向）

据付場所及び床面高さ(m)		原子炉遮蔽壁 EL <input type="text"/>	
固有周期(s)		<input type="text"/> *1	
減衰定数(%)		1.0 *2	
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
モード	固有周期(s)	応答鉛直震度 *3	応答鉛直震度 *4
1次	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
動的地震力 *5		0.86	1.78
静的地震力 *6		0.32	—

注記\*1：1次固有周期について記載

\*2：溶接構造物に適用される減衰定数

\*3：設計用床応答スペクトル I（弾性設計用地震動 S d）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*4：設計用床応答スペクトル I（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*5：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）又はこれを上回る設計震度及び設計用震度 I（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度

\*6： $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

表 4-8 評価結果まとめ

評価対象 設備	評価部位		応力分類	Ⅲ <sub>A</sub> S		Ⅳ <sub>A</sub> S	
				算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
				MPa	MPa	MPa	MPa
スタビライザ	P 1	パイプ	引張応力	66	211	117	253
			圧縮応力	66	201	117	239
			曲げ応力	43	211	71	253
			せん断応力	2	121	3	146
			組合せ応力	109	211	188	253
	P 2	フランジボルト	引張応力	253	534	450	534
	P 3	ガセットプレート	曲げ応力	103	176	173	211
			せん断応力	30	101	52	122
			組合せ応力	116	176	195	211

VI-2-3-3-3 原子炉压力容器内部構造物の耐震性についての計算書

## VI-2-3-3-3-1 原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	2
2.1 構造計画	2
2.2 評価方針	4
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
3. 計算条件	7
3.1 評価対象機器	7
3.2 形状及び寸法	7
3.3 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
3.4 許容応力	7
3.5 許容応力評価条件	8
3.6 溶接部の継手効率	8
4. 荷重条件	9
4.1 設計条件	9
4.2 運転条件	9
4.3 荷重の組合せ及び応力評価	9
5. 応力評価の手順	10
5.1 応力の評価	10
5.1.1 主応力	10
5.1.2 応力強さ	10
5.1.3 一次応力強さ	10
5.2 特別な応力の評価	10
5.2.1 純せん断応力の評価	10
6. 評価結果の添付	11
6.1 応力評価結果	11
7. 引用文献	12
8. 参照図書	12
添付1 溶接部の継手効率	30

## 図 表 目 次

図2-1	原子炉圧力容器内部構造物の耐震評価フロー	4
図3-1	全体断面図	13
表2-1	原子炉圧力容器内部構造物の構造計画	3
表3-1	荷重の組合せ及び許容応力状態	14
表3-2	許容応力（炉内構造物）	16
表3-3	許容応力評価条件	17
表4-1	外荷重	18
表4-2	荷重の組合せ	29

## 1. 概要

本書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉圧力容器内部構造物に関する応力解析の方針を説明するものである。

なお、本書においては、設計用地震力に対する評価について記載するものとし、設計用地震力を除く荷重による原子炉圧力容器内部構造物の応力評価は、8章に示す以下の工事計画認可申請書 添付書類（以下「既工認」という。）による。

- ・ 第5回工事計画認可申請書 添付書類

（60 資庁第 11431 号 昭和 60 年 12 月 25 日認可）

蒸気乾燥器

気水分離器及びスタンドパイプ

シュラウドヘッド

ジェットポンプ

給水スパーージャ

高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャ

低圧注水系配管（原子炉圧力容器内部）

高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉圧力容器内部）

差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉圧力容器内部）

原子炉中性子計装案内管

注1：本書に記載していない特別な内容がある場合は、各計算書に示す。

注2：図表は、原則として巻末に示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉圧力容器内部構造物の構造計画を表 2-1 に示す。

原子炉圧力容器内部構造物は、下記の機器により構成される。

- (1) 蒸気乾燥器
- (2) 気水分離器及びスタンドパイプ
- (3) シュラウドヘッド
- (4) ジェットポンプ
- (5) 給水スパージャ
- (6) 高圧及び低圧炉心スプレイスパージャ
- (7) 低圧注水系配管（原子炉圧力容器内部）
- (8) 高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉圧力容器内部）
- (9) 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉圧力容器内部）
- (10) 原子炉中性子計装案内管

表 2-1 原子炉圧力容器内部構造物の構造計画

計画の概要		概略構造図	
基礎・支持構造	主体構造		
<p>蒸気乾燥器は原子炉圧力容器内部のブラケットにより支持される。気水分離器及びスタンドパイプはシュラウドヘッドに溶接により接続され、シュラウドヘッドは炉心シュラウド上にボルトによりフランジ接続される。ジェットポンプは原子炉圧力容器ノズルから接続されシュラウドサポートプレート及び原子炉圧力容器により支持される。給水スパージャは原子炉圧力容器ノズルから接続され原子炉圧力容器内部のブラケットにより支持される。高圧及び低圧炉心スプレイスパージャは炉心シュラウドにより支持される。低圧注水系配管は、原子炉圧力容器ノズルから接続され炉心シュラウドにより支持される。高圧及び低圧炉心スプレイ系配管は原子炉圧力容器ノズルから接続され原子炉圧力容器内部のブラケット及び炉心シュラウドにより支持される。差圧検出・ほう酸水注入系配管は原子炉圧力容器ノズルから接続され、炉心シュラウド及びシュラウドサポートに設置されたサポートにより支持される。原子炉中性子計装案内管は下部を原子炉中性子計装ハウジングに溶接され、上部は炉心支持板により水平方向を支持される。</p>	<p>原子炉圧力容器内部構造物は蒸気乾燥器、気水分離器及びスタンドパイプ、シュラウドヘッド、ジェットポンプ、給水スパージャ、高圧及び低圧炉心スプレイスパージャ、低圧注水系配管、高圧及び低圧炉心スプレイ系配管、差圧検出・ほう酸水注入系配管、原子炉中性子計装案内管により構成される。</p>		

## 2.2 評価方針

原子炉圧力容器内部構造物の構造強度評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」及び「3. 計算条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容応力に基づき、「2.1 構造計画」にて示す原子炉圧力容器内部構造物の各機器を踏まえ各計算書にて設定する箇所において、「4. 荷重条件」にて設定した荷重に基づく応力が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価の手順」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を各計算書に示す。

原子炉圧力容器内部構造物の耐震評価フローを図2-1に示す。

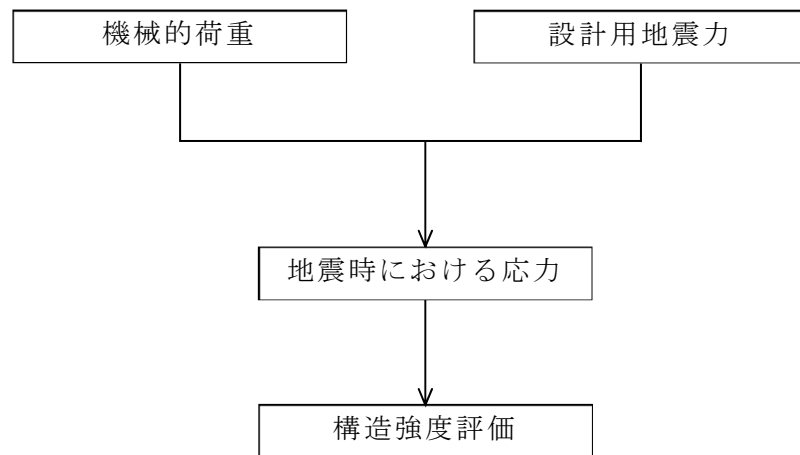


図2-1 原子炉圧力容器内部構造物の耐震評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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  
( (社) 日本電気協会 )
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987 ( (社) 日本電気協会 )
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991追補版 ( (社) 日本電気協会 )
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ( (社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

注：本書及び各計算書において、設計・建設規格の条項は「設計・建設規格 ○○○-△△△△(◇)a.(a)」として示す。

## 2.4 記号の説明

本書及び各計算書において、以下の記号を使用する。ただし、本書添付及び各計算書中に別途記載ある場合は、この限りでない。

なお、各計算書における記号の字体及び大きさについては、本書と異なる場合がある。

記号	記号の説明	単位
F	軸力	N
S	せん断力	N
H	水平力	N
M	モーメント	N・mm
$P_b$	一次曲げ応力	MPa
$P_m$	一次一般膜応力	MPa
$S_{12}$	主応力差 $\sigma_1 - \sigma_2$	MPa
$S_{23}$	主応力差 $\sigma_2 - \sigma_3$	MPa
$S_{31}$	主応力差 $\sigma_3 - \sigma_1$	MPa
$S_d^*$	弾性設計用地震動 $S_d$ により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力	—
$S_m$	設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 に定める値	MPa
$S_s$	基準地震動 $S_s$ により定まる地震力	—
$S_u$	設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
$S_y$	設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_y (RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における設計降伏点	MPa
T	ねじりモーメント	N・mm
V	鉛直力	N
$\eta$	溶接部の継手効率	—
$\sigma_1$	主応力	MPa
$\sigma_2$	主応力	MPa
$\sigma_3$	主応力	MPa
$\sigma_\ell$	軸方向応力	MPa
$\sigma_r$	半径方向応力	MPa
$\sigma_t$	周方向応力	MPa
$\tau_{\ell r}$	せん断応力	MPa
$\tau_{rt}$	せん断応力	MPa
$\tau_{t\ell}$	せん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
Ⅲ A S	設計・建設規格の供用状態C相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—
Ⅳ A S	設計・建設規格の供用状態D相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—
Ⅴ A S	運転状態Ⅴ（重大事故等時の状態）相当の応力評価を行う許容応力状態を基本として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態	—



### 3. 計算条件

#### 3.1 評価対象機器

応力評価を行う機器は、次のとおりである。(表 2-1 及び図 3-1 参照)

機器名称		評価対象	
		耐震性についての計算書 (許容応力状態に対する評価)	
		Ⅲ A S, Ⅳ A S	V A S
(1)	蒸気乾燥器	○	×*
(2)	気水分離器及びスタンドパイプ	○	×*
(3)	シュラウドヘッド	○	×*
(4)	ジェットポンプ	○	○
(5)	給水スパージャ	○	○
(6)	高圧及び低圧炉心スプレイ スパージャ	○	○
(7)	低圧注水系配管 (原子炉圧力容器内部)	○	○
(8)	高圧及び低圧炉心スプレイ系配管 (原子炉圧力容器内部)	○	○
(9)	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内部)	○	○
(10)	原子炉中性子計装案内管	○	×*

注：「○」は評価対象，「×」は評価対象外を示す。

注記\*：設計基準対象施設としてのみ申請する機器。

#### 3.2 形状及び寸法

各部の形状及び寸法は、各計算書に示す。

#### 3.3 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉圧力容器内部構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1(1)に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-1(2)に示す。また、各許容応力状態で考慮する荷重は、4 章に示すとおりである。

#### 3.4 許容応力

原子炉圧力容器内部構造物の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-2 に示す。

### 3.5 許容応力評価条件

- (1) 許容応力状態Ⅲ<sub>A S</sub>及び許容応力状態Ⅳ<sub>A S</sub>の一次応力の評価には，運転状態Ⅰ及びⅡにおける流体の最高温度（℃）に対する許容応力を用いる。
- (2) 許容応力状態Ⅴ<sub>A S</sub>の一次応力の評価には，運転状態Ⅴにおける流体の最高温度（℃）を上回る運転状態Ⅲにおける流体の最高温度（℃）に対する許容応力を用いる。
- (3) 原子炉圧力容器内部構造物の許容応力評価条件を表3-3に示す。  
なお，各機器で使用される材料は，各計算書に示す。

### 3.6 溶接部の継手効率

- (1) 溶接部の継手効率は，継手の種類と分類及び継手に適用する検査の種類により，設計・建設規格 CSS-3150 に従って定める。溶接部の継手効率を添付1に示す。
- (2) 溶接部の許容応力は，材料の許容応力に継手効率を乗じたものとし，各計算書に示す。

#### 4. 荷重条件

原子炉压力容器内部構造物は、以下の荷重条件に耐えることを確認する。  
各機器の応力評価には、本章に示す荷重を考慮する。

##### 4.1 設計条件

設計条件は既工認からの変更はなく、参照図書(1)h.に定めるとおりである。

##### 4.2 運転条件

運転条件及び記号は、既工認からの変更はなく、参照図書(1)h.に定めるとおりである。

各機器の応力評価において考慮する外荷重の値を表4-1に示す。

表4-1において考慮する設計用地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」及びVI-2-2-1「炉心、原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた荷重、若しくはそれらの条件を包絡するよう定めた保守的な荷重とする。

##### 4.3 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価項目の対応を表4-2に示す。表4-2及び各計算書において、荷重の種類と記号は以下のとおりである。

なお、荷重の組合せについては、機器ごとに適切に組み合わせる。

荷重	記号
(1) 差圧*	[L02]
(2) 死荷重	[L04]
(3) 配管又は機器の地震時の慣性力による地震荷重 $S_d^*$ (一次荷重)	[L14]
(4) 配管又は機器の地震時の慣性力による地震荷重 $S_s$ (一次荷重)	[L16]

注記\*：許容応力状態Ⅲ A S 及び許容応力状態Ⅳ A S の応力評価には、運転状態Ⅰ及びⅡにおける差圧を用いる。

また、許容応力状態Ⅴ A S の応力評価には、重大事故等時の運転状態を考慮して設定した差圧を用いることとし、各計算書に示す。

## 5. 応力評価の手順

応力評価の手順について述べる。

### 5.1 応力の評価

外荷重による応力は表 4-1 に示す外荷重より計算する。

#### 5.1.1 主応力

計算した応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求める。

組合せ応力は、一般に  $\sigma_t$ ,  $\sigma_l$ ,  $\sigma_r$ ,  $\tau_{tl}$ ,  $\tau_{lr}$ ,  $\tau_{rt}$  の 6 成分を持つが、主応力  $\sigma$  は、引用文献(1)の 1・3・6 項により、次式を満足する 3 根  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  として計算する。

$$\begin{aligned} \sigma^3 - (\sigma_t + \sigma_l + \sigma_r) \cdot \sigma^2 + (\sigma_t \cdot \sigma_l + \sigma_l \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_t - \tau_{tl}^2 \\ - \tau_{lr}^2 - \tau_{rt}^2) \cdot \sigma - \sigma_t \cdot \sigma_l \cdot \sigma_r + \sigma_t \cdot \tau_{lr}^2 + \sigma_l \cdot \tau_{rt}^2 \\ + \sigma_r \cdot \tau_{tl}^2 - 2 \cdot \tau_{tl} \cdot \tau_{lr} \cdot \tau_{rt} = 0 \end{aligned}$$

上式により主応力を求める。

#### 5.1.2 応力強さ

以下の 3 つの主応力差の絶対値で最大のを応力強さとする。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1$$

#### 5.1.3 一次応力強さ

許容応力状態Ⅲ A S, 許容応力状態Ⅳ A S 及び許容応力状態Ⅴ A S において生じる一次一般膜応力及び一次一般膜＋一次曲げ応力の応力強さが、3.4 節に示す許容応力を満足することを示す。

## 5.2 特別な応力の評価

### 5.2.1 純せん断応力の評価

純せん断荷重を受ける部分は、設計・建設規格 CSS-3114 により評価する。解析箇所を以下に示す。評価方法は参照図書(1)i. に示し、許容応力は表 3-2 に示す。

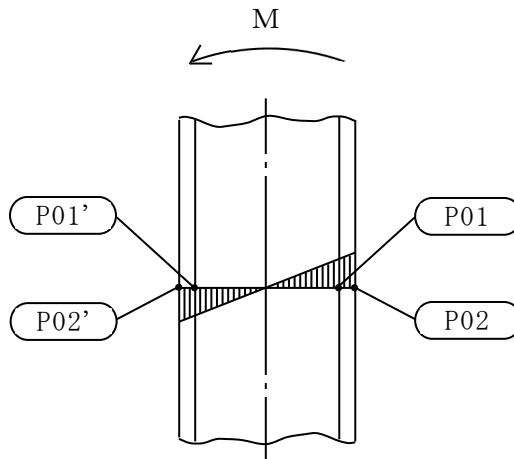
- (1) 蒸気乾燥器の耐震用ブロック

## 6. 評価結果の添付

応力評価点番号は、機器ごとに記号 P01 からの連番とする。奇数番号を内面の点、偶数番号を外面の点として、各計算書の形状・寸法・材料・応力評価点を示す図において定義する。

なお、軸対称モデル解析において、非軸対称な外荷重による応力評価を行った場合、荷重の入力方位と応力評価点の方位の関係により応力に極大値と極小値が生じる。外荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は〔例 P01〕と表し、極小となる方位の応力評価点にはプライム（'）を付けて〔例 P01'〕と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面（応力評価面）について行う。



### 6.1 応力評価結果

- (1) 次の応力評価結果は、全応力評価点（面）について添付する。
  - a. 一次一般膜応力強さの評価のまとめ
  - b. 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ
- (2) 次の特別な評価は、対象となるすべての部位について評価し、結果を記載する。
  - a. 純せん断応力

## 7. 引用文献

文献番号は、本書及び各計算書において共通である。

- (1) 機械工学便覧 基礎編 α 3 (日本機械学会)

## 8. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
  - a. IV-2-2-4 給水スパーージャの耐震性についての計算書
  - b. IV-2-2-5 高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャの耐震性についての計算書
  - c. IV-2-2-6 ジェットポンプの耐震性についての計算書
  - d. IV-2-2-7 低圧注水系配管（原子炉压力容器内部）の耐震性についての計算書
  - e. IV-2-2-8 高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）の耐震性についての計算書
  - f. IV-2-2-9 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部及びティーよりN11ノズルまでの外管）の耐震性についての計算書
  - g. IV-2-2-10 原子炉中性子計装案内管の耐震性についての計算書
  - h. IV-3-1-2-1 压力容器内部構造物の応力解析の方針
  - i. IV-3-1-2-2 蒸気乾燥器の応力計算書
  - j. IV-3-1-2-3 シュラウドヘッドの応力計算書
  - k. IV-3-1-2-4 気水分離器及びスタンドパイプの応力計算書
  - l. IV-3-1-2-5 給水スパーージャの応力計算書
  - m. IV-3-1-2-6 高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャの応力計算書
  - n. IV-3-1-2-7 ジェットポンプの応力計算書
  - o. IV-3-1-2-8 低圧注水系配管（原子炉压力容器内部）の応力計算書
  - p. IV-3-1-2-9 高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）の応力計算書
  - q. IV-3-1-2-10 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）の応力計算書
  - r. IV-3-1-2-11 原子炉中性子計装案内管の応力計算書

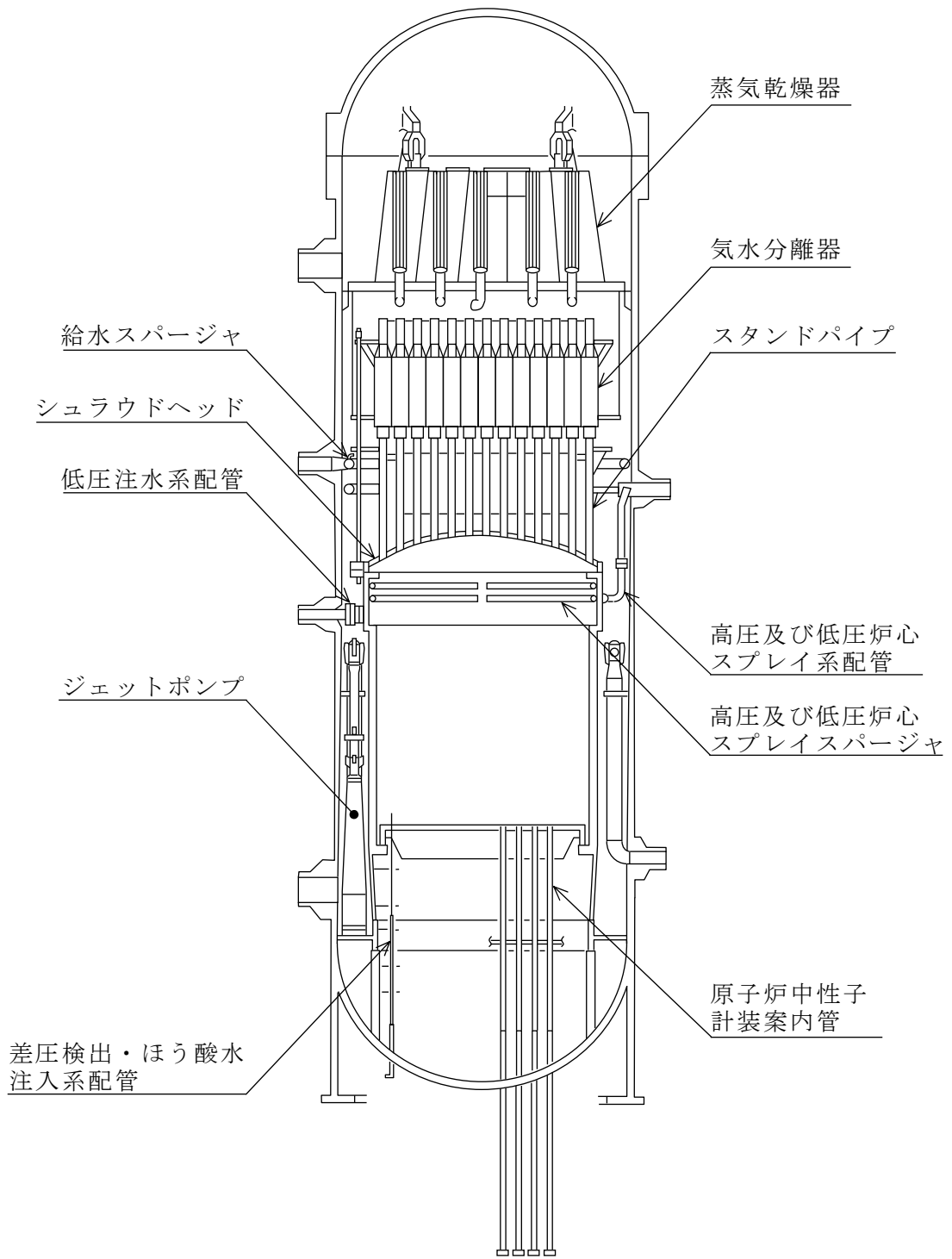


図 3-1 全体断面図

表 3-1(1) 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 本体	原子炉 圧力容器 内部 構造物	蒸気乾燥器 気水分離器及び スタンドパイプ シュラウドヘッド ジェットポンプ 給水スパージャ 高圧及び低圧炉心 スプレイスパージャ	S	—	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ A S
		低圧注水系配管 高圧及び低圧炉心 スプレイ系配管 差圧検出・ほう酸水 注入系配管 原子炉中性子計装案内管			$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ A S

[記号の説明]

- D : 死荷重
- $P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_d^*$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力



表 3-1(2) 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 本体	原子炉 圧力容器 内部 構造物	ジェットポンプ 高圧及び低圧炉心 スプレイスパージャ	常設／防止 (DB 拡張)	—	$D + P_D + M_D + S_s$	IVAS
		高圧及び低圧炉心 スプレイ系配管			$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとしてIVAS の許容限界を用いる。)
		給水スパージャ	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止 (DB 拡張)	—	$D + P_D + M_D + S_s$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとしてIVAS の許容限界を用いる。)
		低圧注水系配管 差圧検出・ほう酸水 注入系配管	常設耐震／防止 常設／緩和	—	$D + P_D + M_D + S_s$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとしてIVAS の許容限界を用いる。)

## [記号の説明]

- D : 死荷重
- $P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力
- $P_{SAD}$  : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた設計圧力による荷重
- $M_{SAD}$  : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた機械的荷重

注記\* : 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備, 「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) を示す。

表 3-2 許容応力 (炉内構造物)

許容応力状態	許容限界*		
	一次一般膜応力	一次一般膜+一次曲げ応力	純せん断応力
ⅢAS	$1.5 \cdot S_m$	左欄の 1.5 倍の値	$0.9 \cdot S_m$
ⅣAS	$2/3 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	$1.2 \cdot S_m$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣASの 許容限界を用いる。)	ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方		

注記\*：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3(1) 許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部位	材料		温度条件 (°C)	$S_m$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (RT) (MPa)
原子炉 圧力容器 内部 構造物	オーステナイト 系ステンレス鋼 及び高ニッケル 合金	SUS304L	流体の最高温度				
		SUS304LTP	流体の最高温度				
		SUS316	流体の最高温度				
		SUS316L	流体の最高温度				
		SUS316LTP	流体の最高温度				
		SUSF316L	流体の最高温度				
		SCS19A	流体の最高温度				
		NCF600	流体の最高温度				

表 3-3(2) 許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部位	材料		温度条件 (°C)	$S_m$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (RT) (MPa)
原子炉 圧力容器 内部 構造物	オーステナイト 系ステンレス鋼 及び高ニッケル 合金	SUS316	流体の最高温度				
		SUS316L	流体の最高温度				
		SUS316LTP	流体の最高温度				
		SUSF316L	流体の最高温度				

表 4-1(1) 外荷重

蒸気乾燥器外荷重

記号	荷重名称	鉛直力		水平力	
		$V_1^{*1}$ (kN)	$V_2^{*2}$ (kN)	$H_1^{*3}$ (kN)	$H_2^{*4}$ (kN)
L04	死荷重				
L14	地震荷重 S d *				
L16	地震荷重 S s				

S2 補 VI-2-3-3-3-1 R0

表 4-1(2) 外荷重

気水分離器及びスタンドパイプ外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	鉛直力	水平力	モーメント
			V (kN)	H (kN)	M (kN・m)
L04	死荷重	A			
L14	地震荷重 S d *	A			
L16	地震荷重 S s	A			

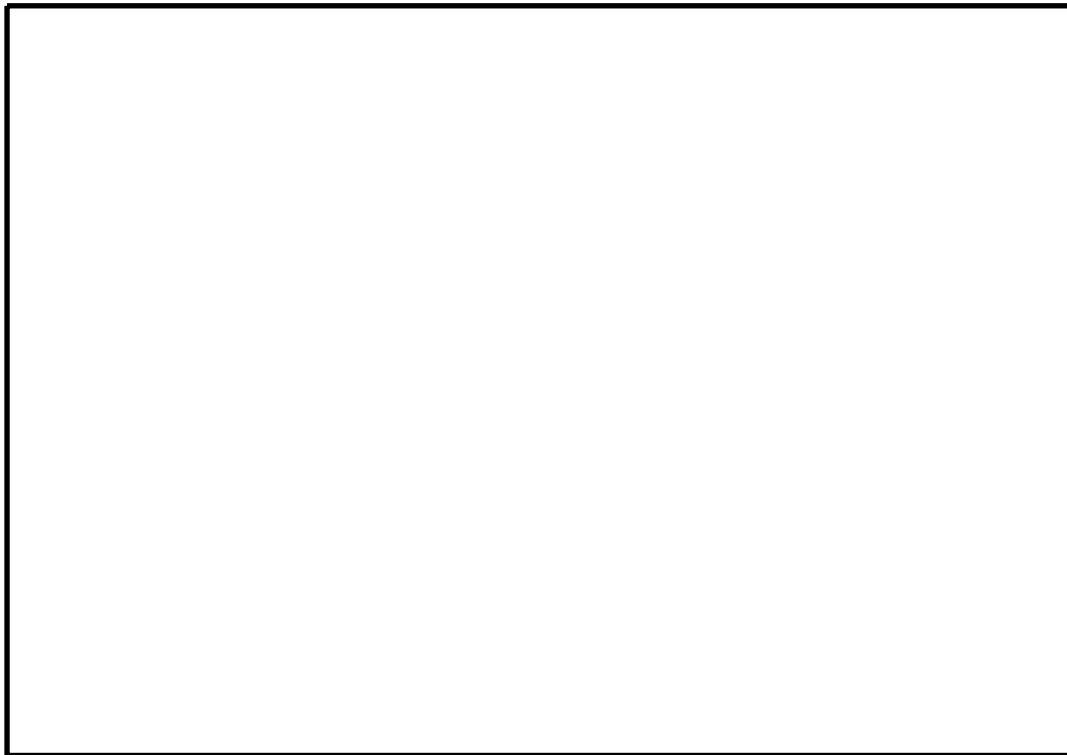


表 4-1(3) 外荷重

シュラウドヘッド外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	鉛直力	水平力	モーメント
			V (kN)	H (kN)	M (kN・m)
L04	死荷重	A			
L14	地震荷重 S d *	A			
L16	地震荷重 S s	A			

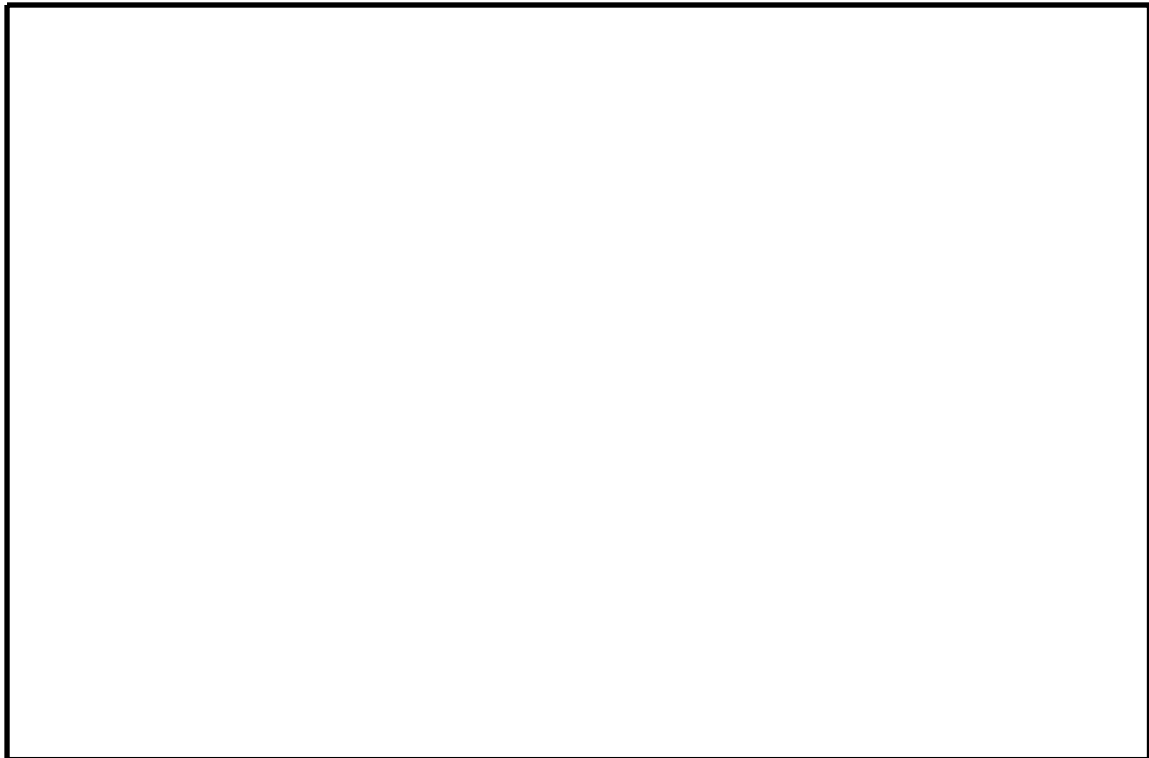


表 4-1(4) 外荷重

ジェットポンプ外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	軸力	せん断力	ねじり モーメント	曲げ モーメント
			F (N)	S (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
		C				
L14	地震荷重 S <sub>d</sub> *	A				
		B				
		C				
L16	地震荷重 S <sub>s</sub>	A				
		B				
		C				

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

S2 補 VI-2-3-3-3-1 R0





表 4-1(6) 外荷重

高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャ外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	軸力	せん断力	ねじり モーメント	曲げ モーメント
			F (N)	S (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
L14	地震荷重 S d *	A				
		B				
L16	地震荷重 S s	A				
		B				

--



表 4-1(8)-1 外荷重

高压炉心スプレイ系配管外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	軸力	せん断力	ねじり モーメント	曲げ モーメント
			F (N)	S (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
		C				
L14	地震荷重 S d *	A				
		B				
		C				
L16	地震荷重 S s	A				
		B				
		C				

--

表 4-1(8)-2 外荷重

低圧炉心スプレイ系配管外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	軸力	せん断力	ねじり モーメント	曲げ モーメント
			F (N)	S (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
		C				
L14	地震荷重 S d *	A				
		B				
		C				
L16	地震荷重 S s	A				
		B				
		C				

--

S2 補 VI-2-3-3-3-1 R0



表 4-1(10) 外荷重

原子炉中性子計装案内管外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	鉛直力	水平力	モーメント
			V (N)	H (N)	M (N・m)
L04	死荷重	A			
L14	地震荷重 S d *	A			
L16	地震荷重 S s	A			

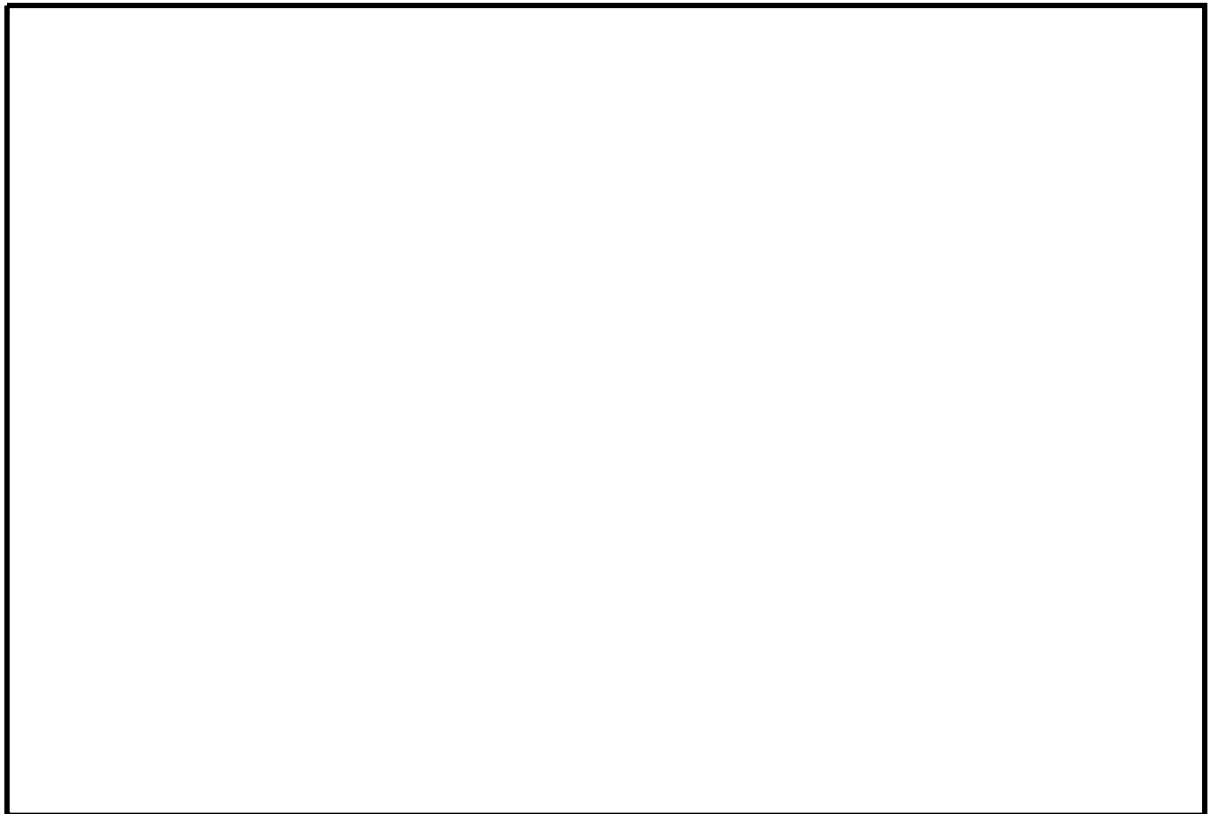


表 4-2 荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	応力評価
Ⅲ A S	L02+L04+L14	$P_m$ $P_m + P_b$
Ⅳ A S	L02+L04+L16	$P_m$ $P_m + P_b$
Ⅴ A S	L02+L04+L16	$P_m$ $P_m + P_b$

添付 1 溶接部の継手効率

原子炉圧力容器内部構造物の主な溶接部の継手効率は、設計・建設規格 CSS-3150 に従い、付表-1 のとおりに定められる。

付表-1(1)

継手の箇所	継手の分類	継手の種類	検査の種類*	継手効率 $\eta$
蒸気乾燥器	リングとブロックの継手			
気水分離器及びスタンドパイプ	管と鏡板の周継手			
シュラウドヘッド	鏡板と胴の周継手			
ジェットポンプ	ディフューザ下部の周継手			
	ライザブレースと原子炉圧力容器内壁との継手			
給水スパージャ	管と管の周継手			
	ティーとヘッダの周継手			
高圧及び低圧炉心スプレイスパージャ	管と管の周継手			
低圧注水系配管	フランジネックとリングの周継手			
	サーマルスリーブとフランジネックの周継手			
高圧及び低圧炉心スプレイ系配管	ヘッダと管の周継手			
	管と管の周継手			

注記\*：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

- P P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する C の検査
- R P T + P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する D の検査
- P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する E の検査



付表-1(2)

継手の箇所	継手の分類	継手の種類	検査の種類*	継手効率 $\eta$
差圧検出・ほう酸水 注入系配管	管と管の周継手			
	管とアダプタの周 継手			
原子炉中性子計装 案内管	管と管の周継手			

注記\*：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

P P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する C の検査

R P T + P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する D の検査

P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する E の検査

VI-2-3-3-3-2 蒸気乾燥器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	6
2.1 設計条件	6
2.2 運転条件	6
2.3 材料	6
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	6
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	6
2.6 許容応力	6
3. 応力計算	7
3.1 応力評価点	7
3.2 差圧による応力	7
3.2.1 荷重条件 (L02)	7
3.2.2 計算方法	7
3.3 外荷重による応力	7
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	7
3.3.2 計算方法	7
3.4 応力の評価	7
4. 応力強さの評価	8
4.1 一次一般膜応力強さの評価	8
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8
5. 特別な応力の評価	9
5.1 純せん断応力の評価	9

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
表 1-1	計算結果の概要	5
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	10
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10
表 4-3	純せん断応力の評価	11

## 1. 一般事項

本計算書は、蒸気乾燥器の耐震性についての計算書である。

蒸気乾燥器は、設計基準対象施設においてSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

なお、蒸気乾燥器は、原子炉圧力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を図1-1に示す。

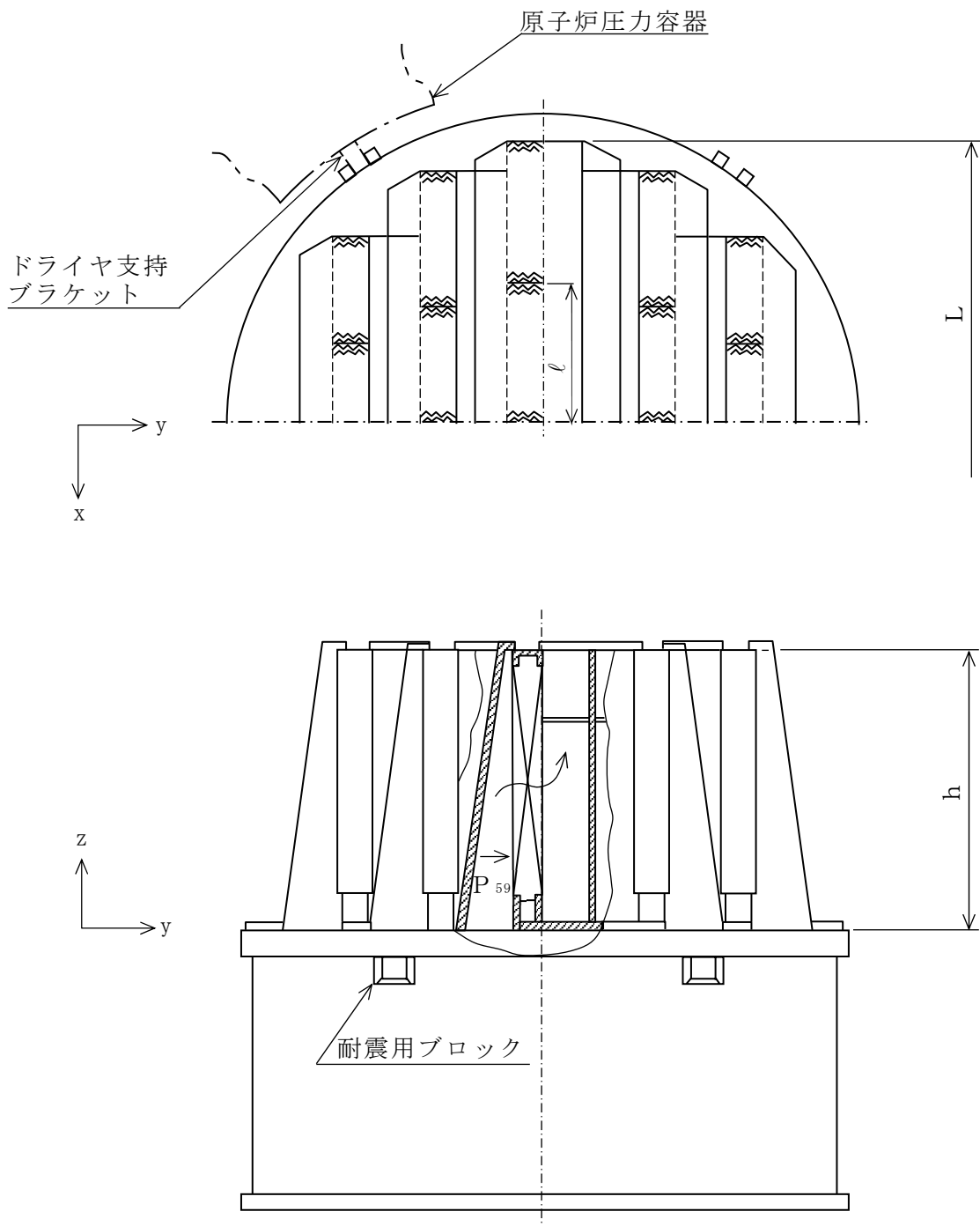
### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。






- L =  (最長蒸気乾燥器ユニット列の全長)
- l =  (最長蒸気乾燥器ユニット長さ)
- h =  (蒸気乾燥器ユニット高さ)

図 1-1(1) 形状・寸法・材料・応力評価点 (蒸気乾燥器) (単位: mm)

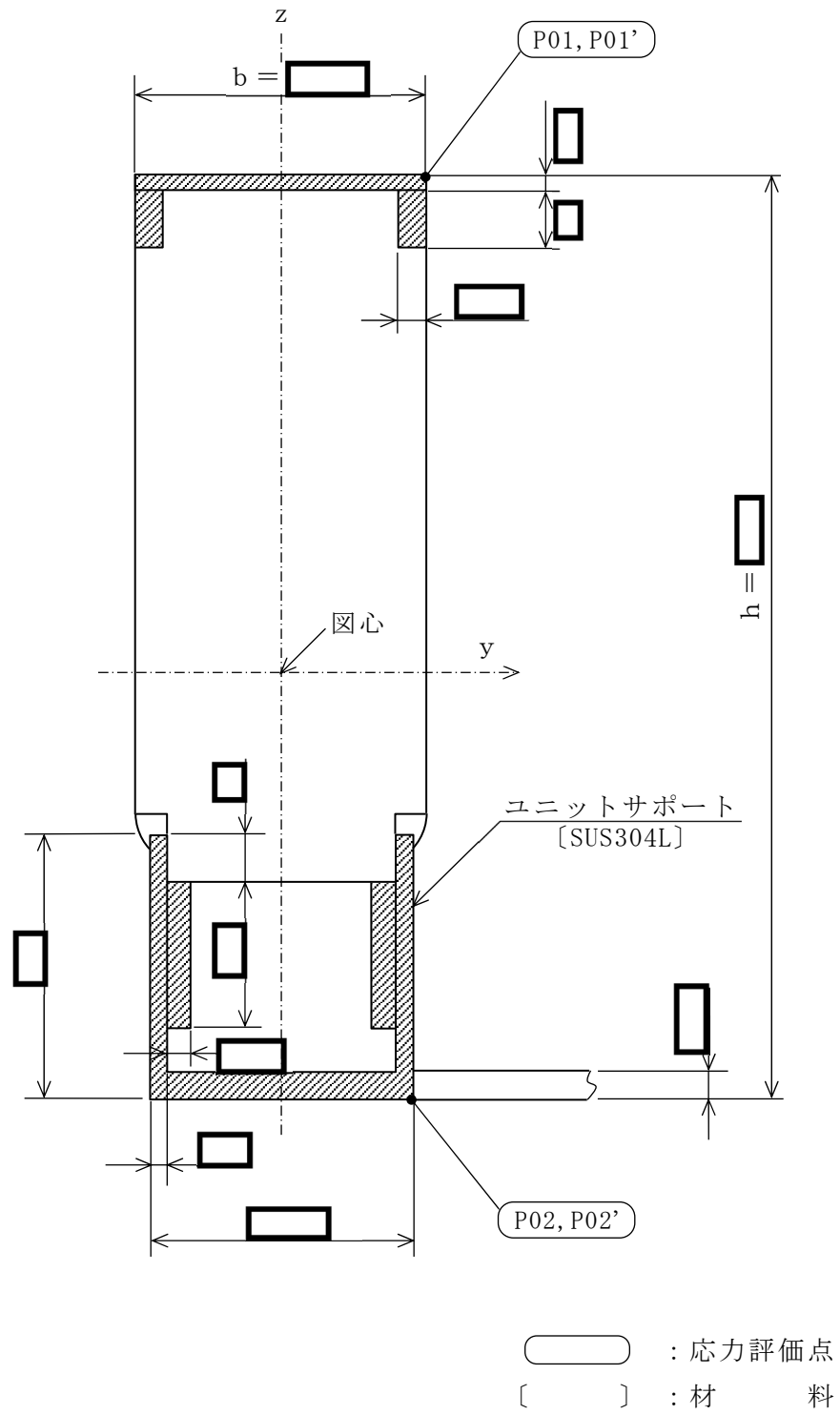


図 1-1(2) 形状・寸法・材料・応力評価点 (蒸気乾燥器ユニット) (単位: mm)

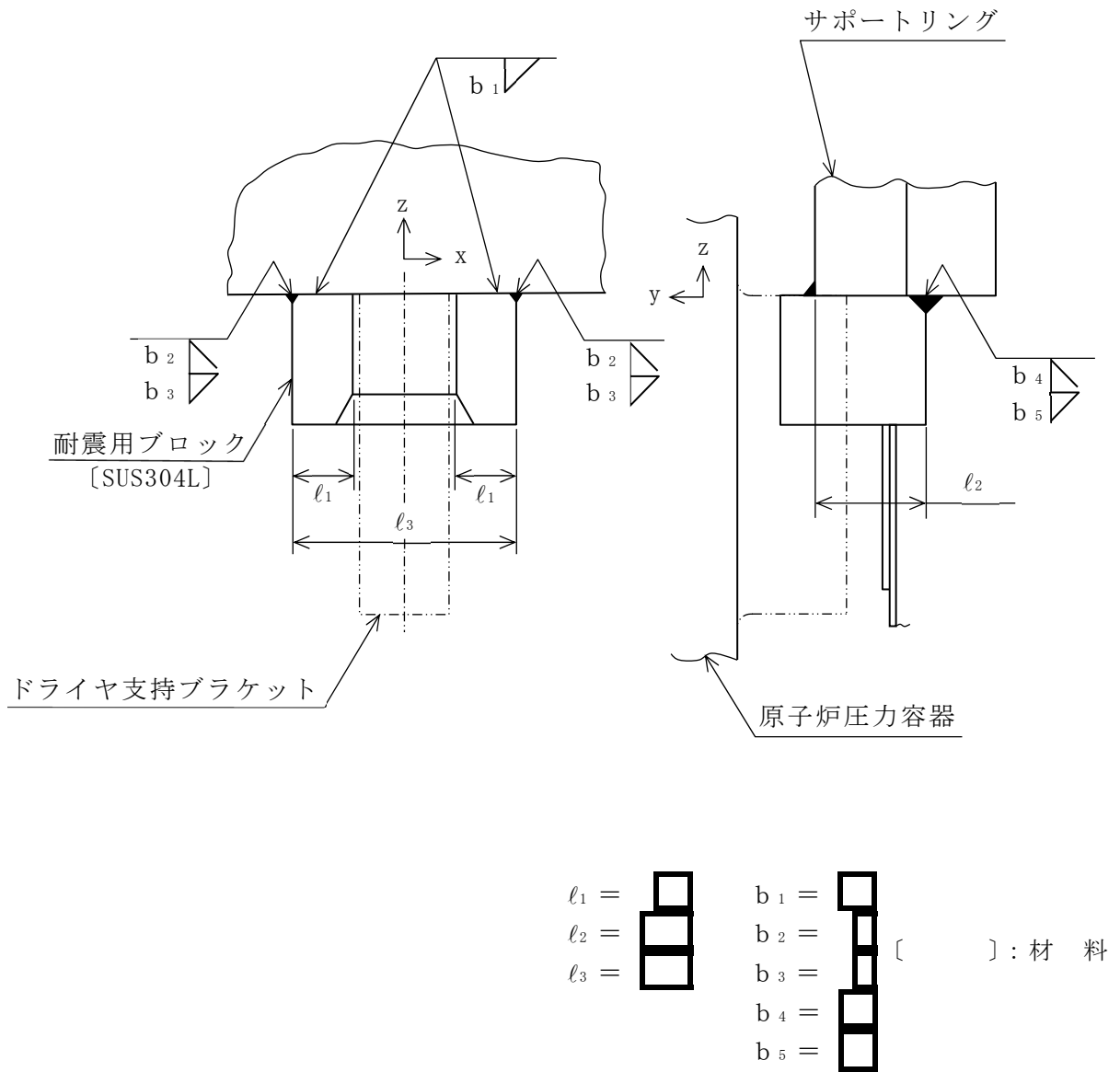


図 1-1(3) 形状・寸法・材料・応力評価点（耐震用ブロック）（単位：mm）



表 1-1(1) 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点
蒸気乾燥器 ユニット SUS304L	Ⅲ A S	4	145	P01-P02	11	218	P01'
	Ⅳ A S	6	233	P01-P02	20	349	P01'

表 1-1(2) 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	純せん断応力	
		平均せん断応力	許容応力
耐震用ブロック SUS304L	Ⅲ A S	38	52*
	Ⅳ A S	65	69*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

蒸気乾燥器には、5 列の蒸気乾燥器ユニットが配置されているが、このうち最長のものについて最大応力の生じる部分について考え、強度は、図 1-1(2)の斜線で示した部分が有効であるとする。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i. に定めるとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i. に定めるとおりである。

なお、水平方向荷重による応力は等分布荷重を受ける両端固定ばりに、鉛直方向荷重による応力は等分布荷重を受ける両端支持ばりにモデル化し、各荷重と応力評価断面の断面性状より計算する。

#### 3.3 外荷重による応力

##### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(1)に示す。

##### 3.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i. に定めるとおりである。

なお、水平方向荷重による応力は等分布荷重を受ける両端固定ばりに、鉛直方向荷重による応力は等分布荷重を受ける両端支持ばりにモデル化し、各荷重と応力評価断面の断面性状より計算する。

#### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より，各許容応力状態の一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より，各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節に示す許容応力を満足する。

## 5. 特別な応力の評価

### 5.1 純せん断応力の評価

#### (1) 計算方法

純せん断応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i.に定めるとおりである。

なお、水平力による純せん断応力は、水平力と耐震用ブロック溶接部のせん断面積により計算する。

#### (2) 純せん断応力の評価

各許容応力状態における評価を表4-3に示す。

表4-3より、各許容応力状態の平均せん断応力は、「応力解析の方針」の3.4節及び3.6節に示す許容応力を満足する。

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	4	145	6	233
P01' P02'	2	145	4	233

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	6	218	14	349
P01'	11	218	20	349
P02	8	218	13	349
P02'	3	218	8	349

表 4-3 純せん断応力の評価

(単位：MPa)

許容応力状態	平均せん断応力	許容応力
Ⅲ A S	38	52*
Ⅳ A S	65	69*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-3 気水分離器及びスタンドパイプの  
耐震性についての計算書



## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	5
2.1 設計条件	5
2.2 運転条件	5
2.3 材料	5
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	5
2.6 許容応力	5
3. 応力計算	6
3.1 応力評価点	6
3.2 差圧による応力	6
3.2.1 荷重条件 (L02)	6
3.2.2 計算方法	6
3.3 外荷重による応力	6
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
3.3.2 計算方法	6
3.4 応力の評価	6
4. 応力強さの評価	7
4.1 一次一般膜応力強さの評価	7
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
表 1-1	計算結果の概要	4
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	8
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	9

## 1. 一般事項

本計算書は、気水分離器及びスタンドパイプの耐震性についての計算書である。

気水分離器及びスタンドパイプは、設計基準対象施設においてSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

なお、気水分離器及びスタンドパイプは、原子炉圧力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

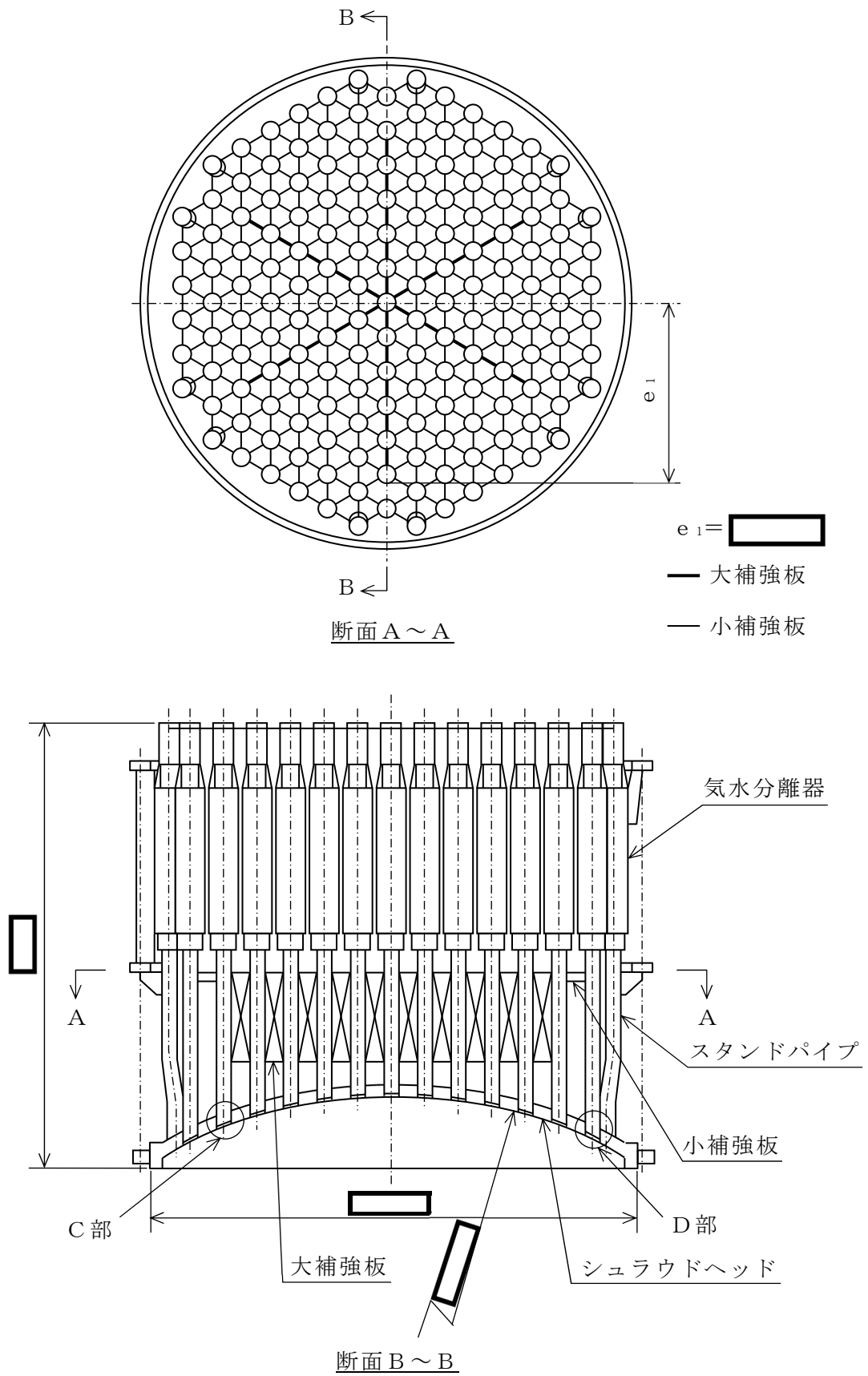


図 1-1(1) 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

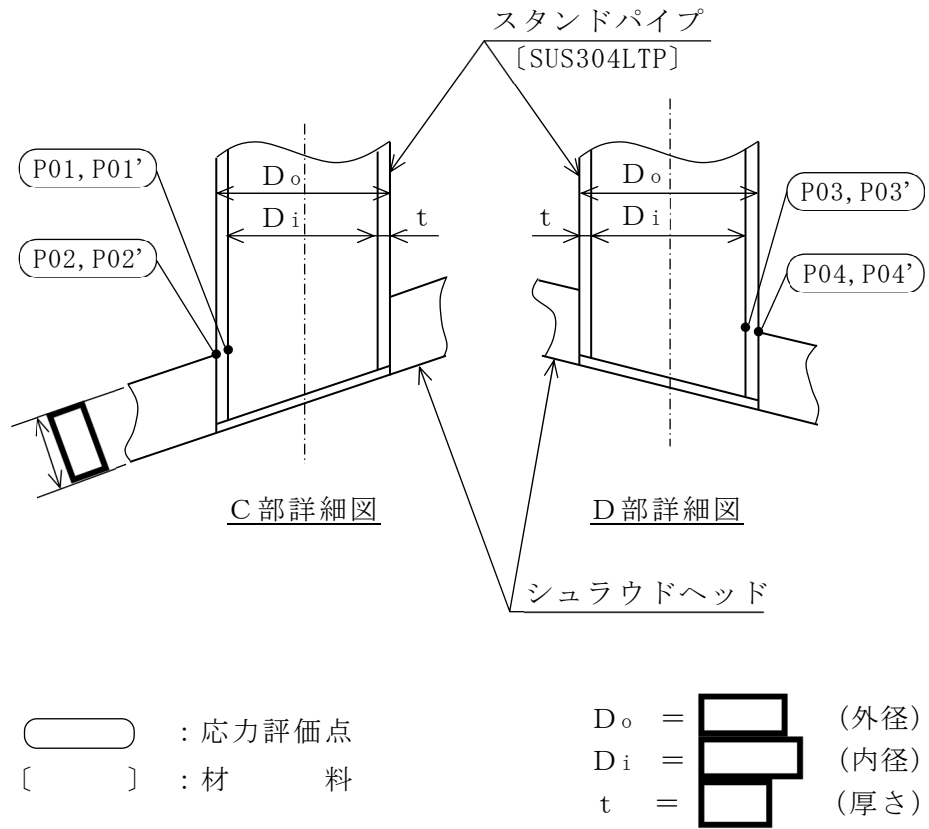


図 1-1(2) 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
スタンド パイプ SUS304LTP	Ⅲ A S	4	101*	P01'-P02'	57	152*	P01'-P02'
	Ⅳ A S	11	163*	P01'-P02'	169	244*	P01'-P02'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)k. に定めるとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)k. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)k. に定めるとおりである。

なお、差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し、差圧と各応力評価断面の断面性状により計算する。

#### 3.3 外荷重による応力

##### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(2)に示す。

##### 3.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)k. に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

#### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。



#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	4	101*	11	163*
P01' P02'	4	101*	11	163*
P03 P04	4	101*	11	163*
P03' P04'	4	101*	11	163*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	55	152*	167	244*
P01' P02'	57	152*	169	244*
P03 P04	4	152*	13	244*
P03' P04'	6	152*	15	244*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-4 シュラウドヘッドの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
3. 応力計算	5
3.1 応力評価点	5
3.2 差圧による応力	5
3.2.1 荷重条件 (L02)	5
3.2.2 計算方法	5
3.3 外荷重による応力	5
3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	5
3.3.2 計算方法	5
3.4 応力の評価	5
4. 応力強さの評価	6
4.1 一次一般膜応力強さの評価	6
4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	6

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	7
表 1-1	計算結果の概要	3
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	8
表 4-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	8

## 1. 一般事項

本計算書は、シュラウドヘッドの耐震性についての計算書である。

シュラウドヘッドは、設計基準対象施設においてSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

なお、シュラウドヘッドは、原子炉圧力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

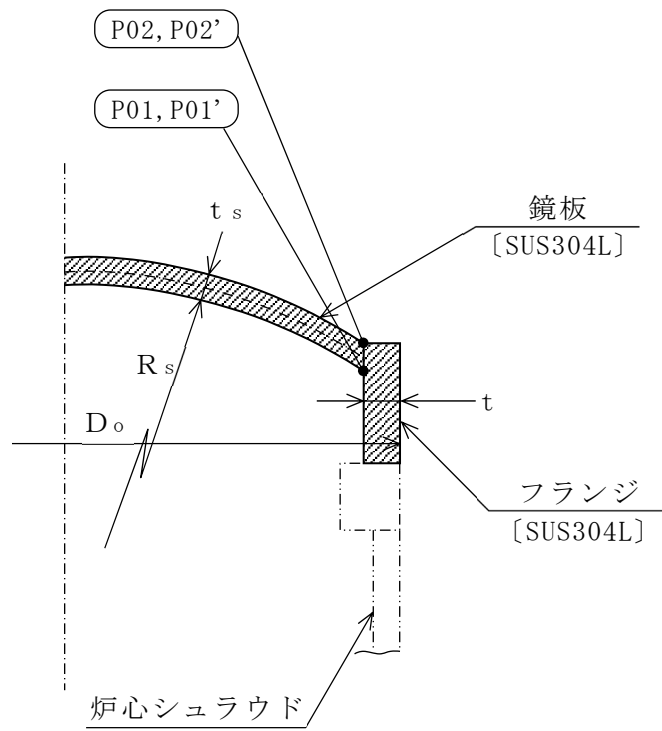
### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。



- |         |  |          |  |         |
|---------|--|----------|--|---------|
| $D_o =$ |  | (外径)     |  | : 応力評価点 |
| $R_s =$ |  | (球殻の内半径) |  | : 材 料   |
| $t_s =$ |  | (鏡板厚さ)   |  |         |
| $t =$   |  | (フランジ厚さ) |  |         |

図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)



表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点
シュラウド ヘッド SUS304L	Ⅲ A S	31	94*	P01'-P02'	71	141*	P01'
	Ⅳ A S	80	151*	P01'-P02'	188	226*	P01'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

### 2.3 材料

材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 3. 応力計算

#### 3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)j. に定めるとおりである。

#### 3.2 差圧による応力

##### 3.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)j. に定めるとおりである。

##### 3.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)j. に定めるとおりである。

なお、差圧による応力は、内圧を受ける薄肉球殻にモデル化し、差圧と応力評価断面の断面性状により計算する。

#### 3.3 外荷重による応力

##### 3.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(3)に示す。

##### 3.3.2 計算方法

外荷重による一次一般膜応力及び一次一般膜＋一次曲げ応力は、解析コード「ABAQUS」により求める。

なお、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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

解析モデル及び仮定した境界条件を、図 3-1 に示す。

#### 3.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

#### 4. 応力強さの評価

##### 4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

##### 4.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

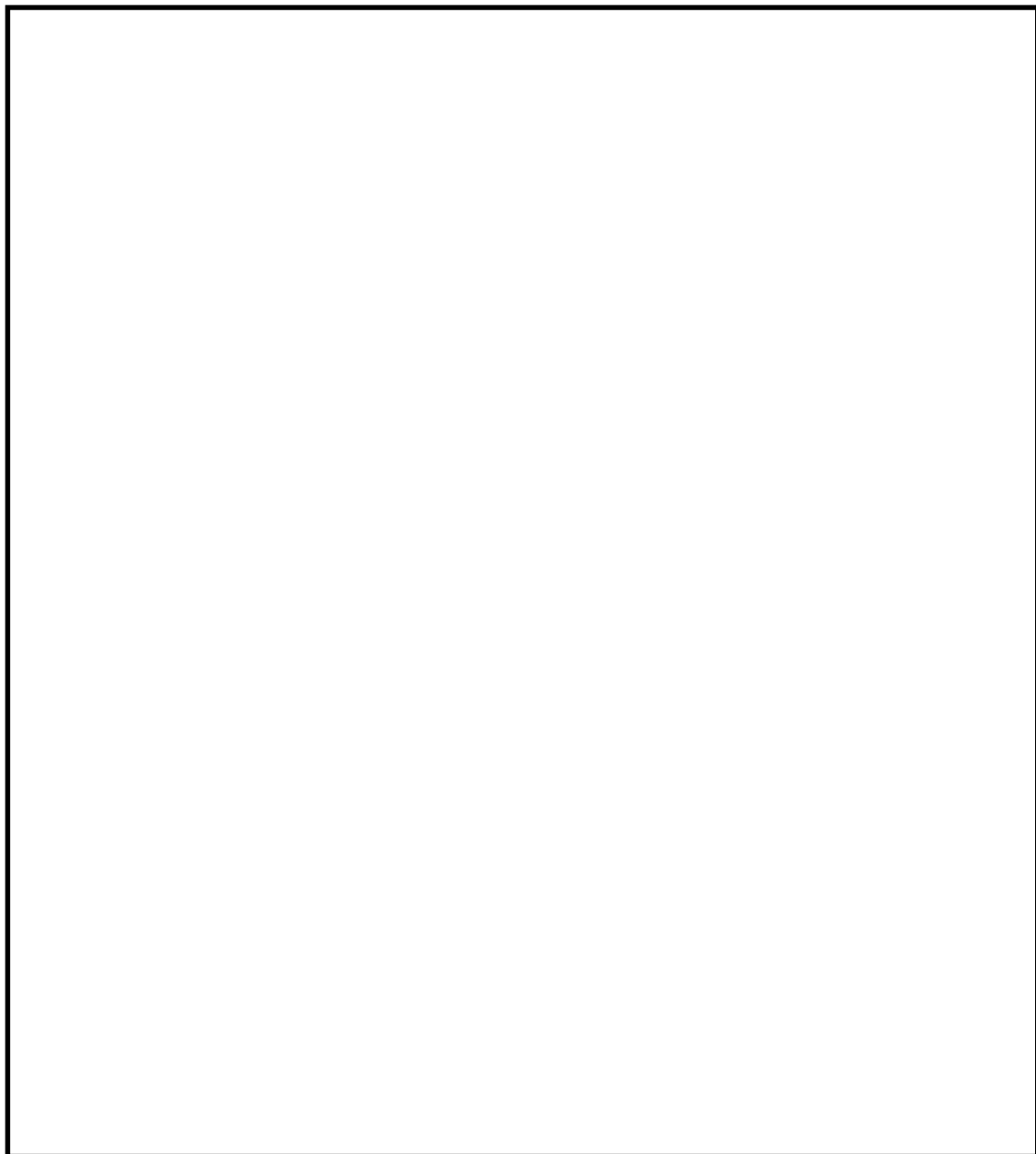


図 3-1 解析モデル (単位 : mm)

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	21	94*	70	151*
P01' P02'	31	94*	80	151*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 4-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	52	141*	168	226*
P01'	71	141*	188	226*
P02	52	141*	134	226*
P02'	33	141*	115	226*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-5 ジェットポンプの耐震性  
についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
3. 外荷重の条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル	5
3.3 設計震度	5
3.4 計算結果	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 死荷重及び地震荷重	5
4. 応力計算	6
4.1 応力評価点	6
4.2 差圧による応力	6
4.2.1 荷重条件 (L02)	6
4.2.2 計算方法	6
4.3 外荷重による応力	6
4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
4.3.2 計算方法	6
4.4 応力の評価	6
5. 応力強さの評価	7
5.1 一次一般膜応力強さの評価	7
5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7



## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	8
表 1-1	計算結果の概要	3
表 4-1	断面性状	9
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	10
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	11

## 1. 一般事項

本計算書は、ジェットポンプの耐震性についての計算書である。

ジェットポンプは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、ジェットポンプは、原子炉圧力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

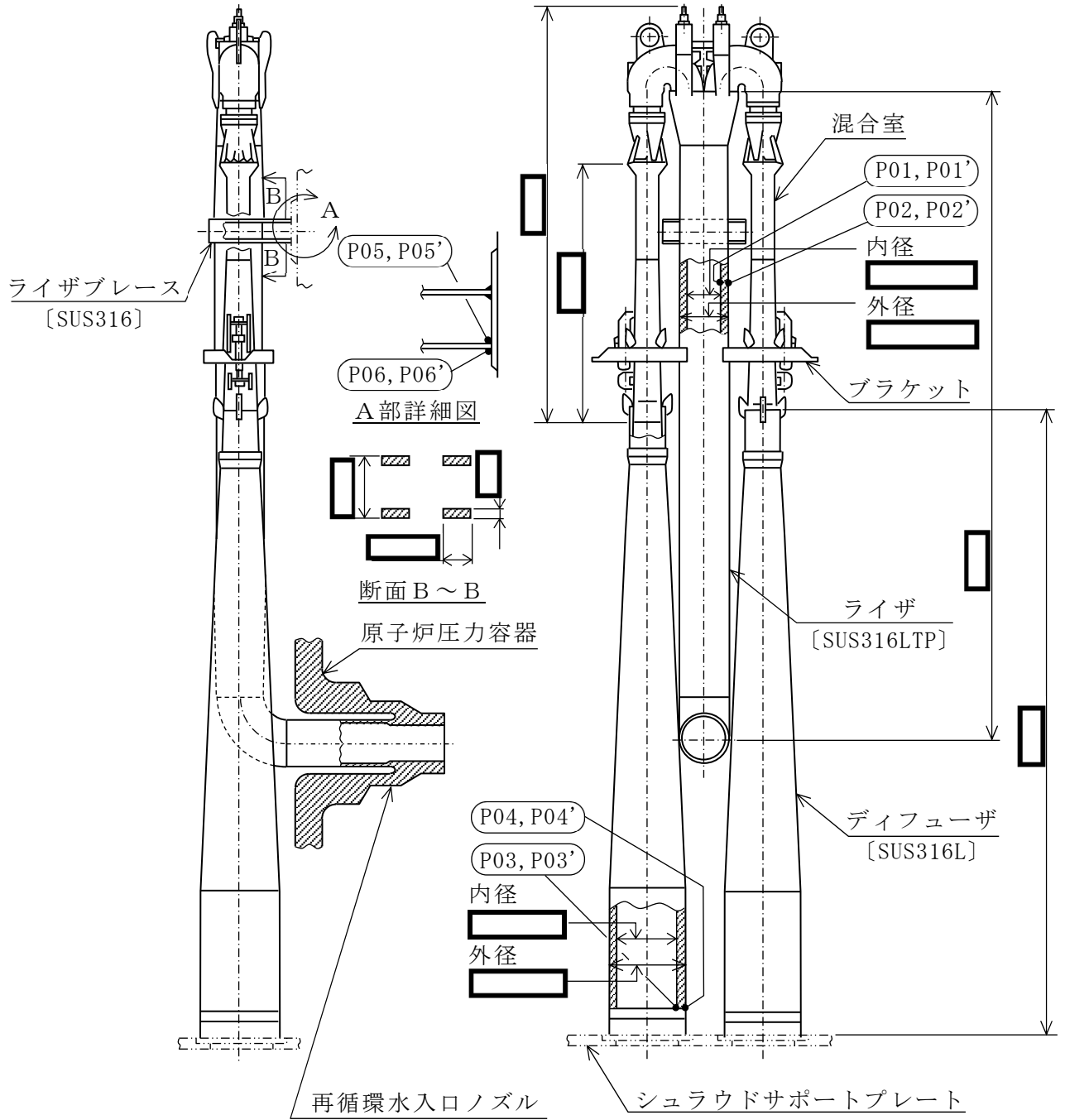
### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。



○ : 応力評価点  
 [ ] : 材 料

図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点
ライザ SUS316LTP	Ⅲ A S	48	142	P01-P02	100	214	P02
	Ⅳ A S	62	228	P01-P02	160	342	P02
	Ⅴ A S	62	226	P01-P02	160	339	P02
ディフューザ SUS316L	Ⅲ A S	9	92*	P03-P04	38	139*	P04
	Ⅳ A S	15	148*	P03'-P04'	73	222*	P04'
	Ⅴ A S	16	146*	P03-P04	75	220*	P04'
ライザ ブレース SUS316	Ⅲ A S	40	115*	P05-P06	146	174*	P06
	Ⅳ A S	76	184*	P05-P06	268	277*	P06
	Ⅴ A S	76	184*	P05-P06	268	276*	P06

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅲ又は運転状態Ⅳと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 3. 外荷重の条件

#### 3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

#### 3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)c.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)c.に定める解析モデルを図3-1に示す。

#### 3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	2.25 <sup>*1</sup>	0.90 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	3.77 <sup>*2</sup>	1.83 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

#### 3.4 計算結果

##### 3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)c.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
		X 方向	Z 方向	
1 次		—	—	—

##### 3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(4)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、表 4-1 に示すとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)n.に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)n.に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(4)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)n.に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



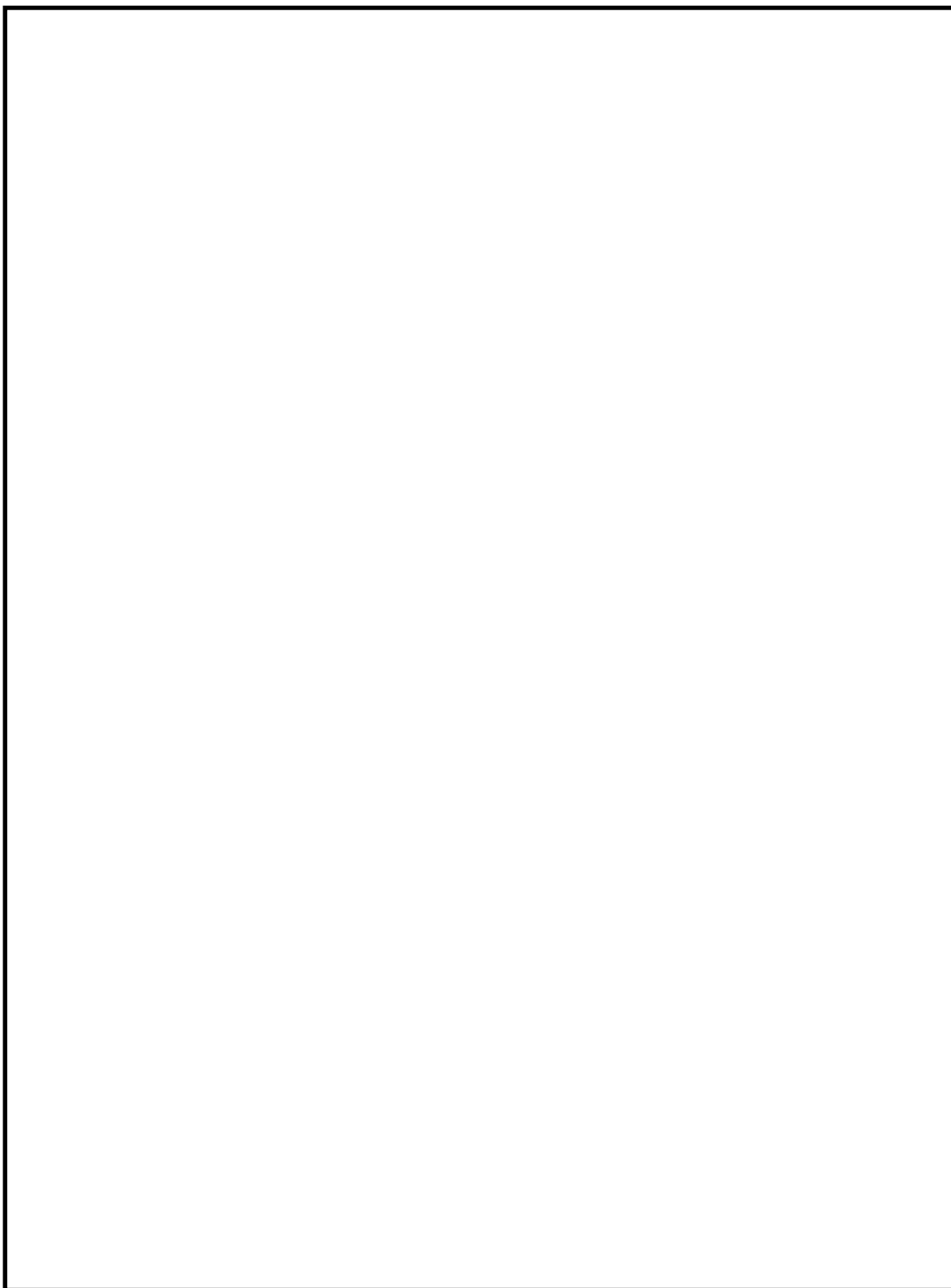


図 3-1 解析モデル

表 4-1 断面性状

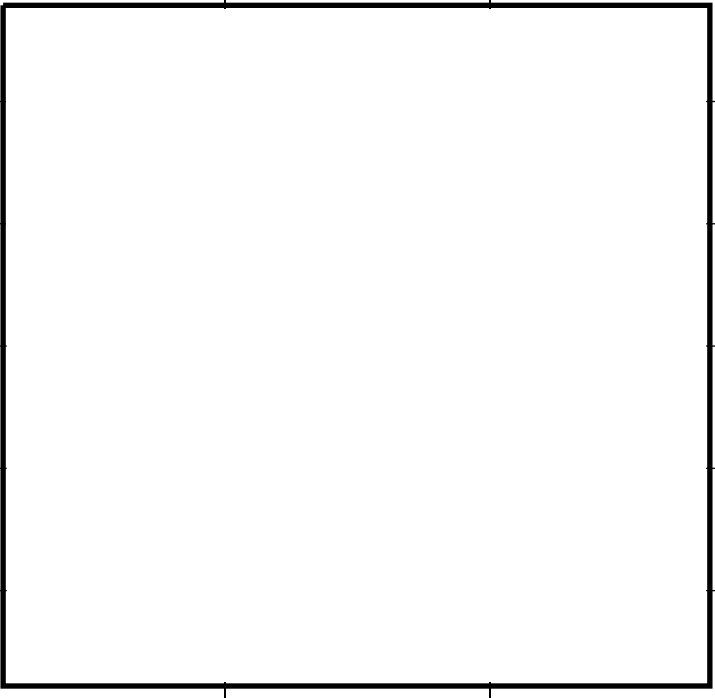
部 分		ライザ	ディフューザ	ライザブレース
内 径	$D_i$ (mm)			
外 径	$D_o$ (mm)			
板 厚	$t$ (mm)			
幅	$b$ (mm)			
断面積	$A$ (mm <sup>2</sup> )			
断面二次 モーメント	$I$ (mm <sup>4</sup> )			

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	48	142	62	228	62	226
P01' P02'	46	142	56	228	56	226
P03 P04	9	92*	15	148*	16	146*
P03' P04'	9	92*	15	148*	15	146*
P05 P06	40	115*	76	184*	76	184*
P05' P06'	40	115*	75	184*	75	184*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 5-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01	97	214	154	342	154	339
P01'	65	214	124	342	124	339
P02	100	214	160	342	160	339
P02'	68	214	131	342	131	339
P03	36	139*	70	222*	72	220*
P03'	36	139*	70	222*	72	220*
P04	38	139*	73	222*	75	220*
P04'	38	139*	73	222*	75	220*
P05	122	174*	224	277*	224	276*
P05'	122	174*	224	277*	224	276*
P06	146	174*	268	277*	268	276*
P06'	146	174*	267	277*	267	276*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-6 給水スパー ज्याの耐震性についての計算書

## 目 次

1.	一般事項	1
1.1	形状・寸法・材料	1
1.2	解析範囲	1
1.3	計算結果の概要	1
2.	計算条件	4
2.1	設計条件	4
2.2	運転条件	4
2.3	材料	4
2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5	荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6	許容応力	4
3.	外荷重の条件	5
3.1	計算方法	5
3.2	解析モデル	5
3.3	設計震度	5
3.4	計算結果	5
3.4.1	固有周期	5
3.4.2	死荷重及び地震荷重	5
4.	応力計算	6
4.1	応力評価点	6
4.2	差圧による応力	6
4.2.1	荷重条件 (L02)	6
4.2.2	計算方法	6
4.3	外荷重による応力	6
4.3.1	荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
4.3.2	計算方法	6
4.4	応力の評価	6
5.	応力強さの評価	7
5.1	一次一般膜応力強さの評価	7
5.2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	8
表 1-1	計算結果の概要	3
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10

## 1. 一般事項

本計算書は、給水スパー ज्याの耐震性についての計算書である。

給水スパー ज्याは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、給水スパー ज्याは、原子炉圧力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.2 解析範囲

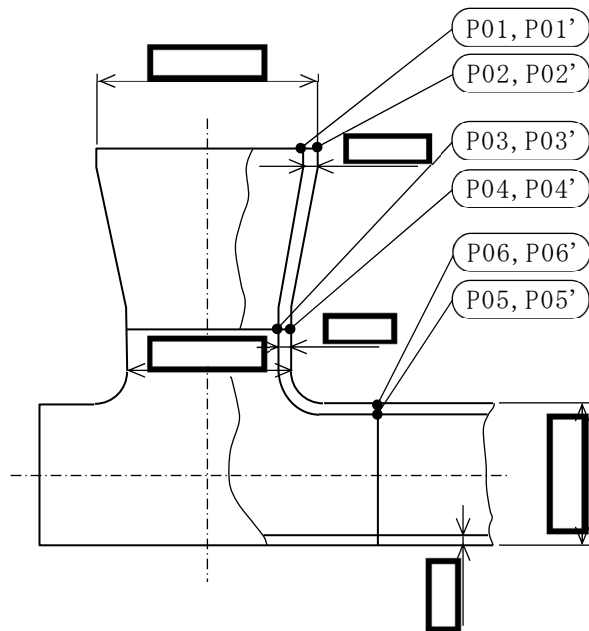
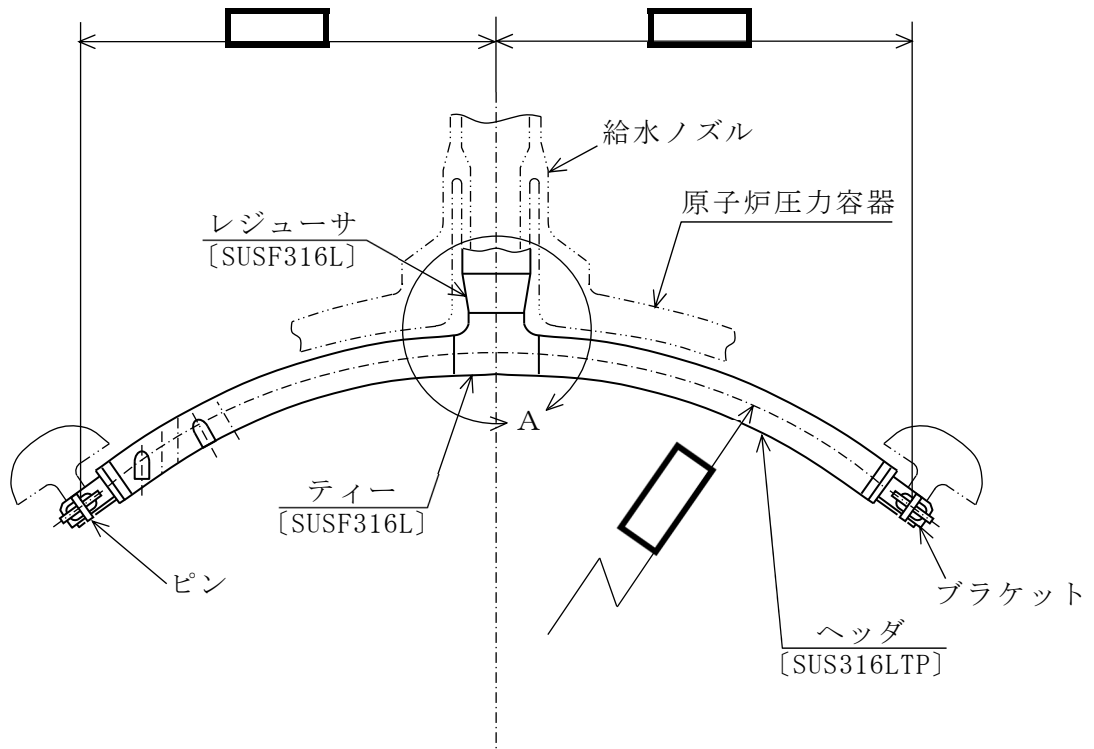
解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。





A部詳細図

○ : 応力評価点  
[ ] : 材 料

図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
レジューサ SUSF316L	Ⅲ A S	6	92*	P01-P02	16	139*	P01-P02
	Ⅳ A S	12	148*	P01'-P02'	38	222*	P01-P02
	Ⅴ A S	12	146*	P01'-P02'	38	220*	P01-P02
ティー SUSF316L	Ⅲ A S	8	92*	P03-P04	18	139*	P03-P04
	Ⅳ A S	16	148*	P03-P04	43	222*	P03-P04
	Ⅴ A S	16	146*	P03-P04	43	220*	P03-P04
ヘッダ SUS316LTP	Ⅲ A S	5	92*	P05-P06	17	139*	P05'-P06'
	Ⅳ A S	11	148*	P05'-P06'	44	222*	P05'-P06'
	Ⅴ A S	11	146*	P05'-P06'	44	220*	P05'-P06'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅲと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

3. 外荷重の条件

3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)a.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)a.に定める解析モデルを図3-1に示す。

3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	2.93 <sup>*1</sup>	0.68 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	5.36 <sup>*2</sup>	1.95 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

3.4 計算結果

3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)a.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
		X 方向	Z 方向	
1 次		—	—	—

3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(5)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)1.に定めるとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)1.に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)1.に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(5)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)1.に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

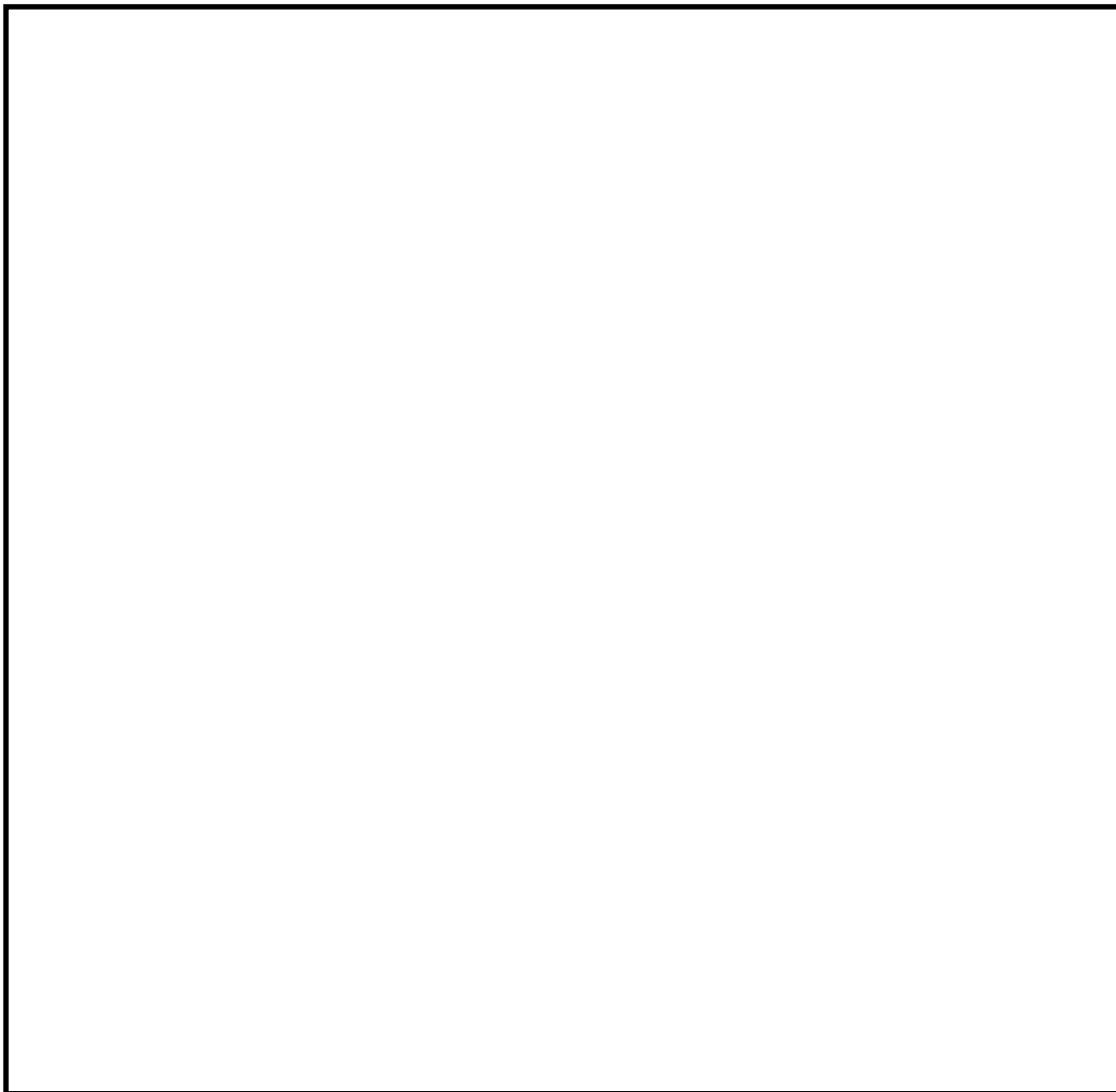


図 3-1 解析モデル

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	6	92*	11	148*	11	146*
P01' P02'	5	92*	12	148*	12	146*
P03 P04	8	92*	16	148*	16	146*
P03' P04'	6	92*	16	148*	16	146*
P05 P06	5	92*	10	148*	10	146*
P05' P06'	5	92*	11	148*	11	146*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。



表 5-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	16	139*	38	222*	38	220*
P01' P02'	14	139*	36	222*	36	220*
P03 P04	18	139*	43	222*	43	220*
P03' P04'	15	139*	40	222*	40	220*
P05 P06	17	139*	44	222*	44	220*
P05' P06'	17	139*	44	222*	44	220*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-7 高圧及び低圧炉心スプレイスパージャの  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
3. 外荷重の条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル	5
3.3 設計震度	5
3.4 計算結果	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 死荷重及び地震荷重	5
4. 応力計算	6
4.1 応力評価点	6
4.2 差圧による応力	6
4.2.1 荷重条件 (L02)	6
4.2.2 計算方法	6
4.3 外荷重による応力	6
4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
4.3.2 計算方法	6
4.4 応力の評価	6
5. 応力強さの評価	7
5.1 一次一般膜応力強さの評価	7
5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	8
表 1-1	計算結果の概要	3
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10

## 1. 一般事項

本計算書は、高圧及び低圧炉心スプレイスパージャの耐震性についての計算書である。

高圧及び低圧炉心スプレイスパージャは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、高圧及び低圧炉心スプレイスパージャは、原子炉压力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

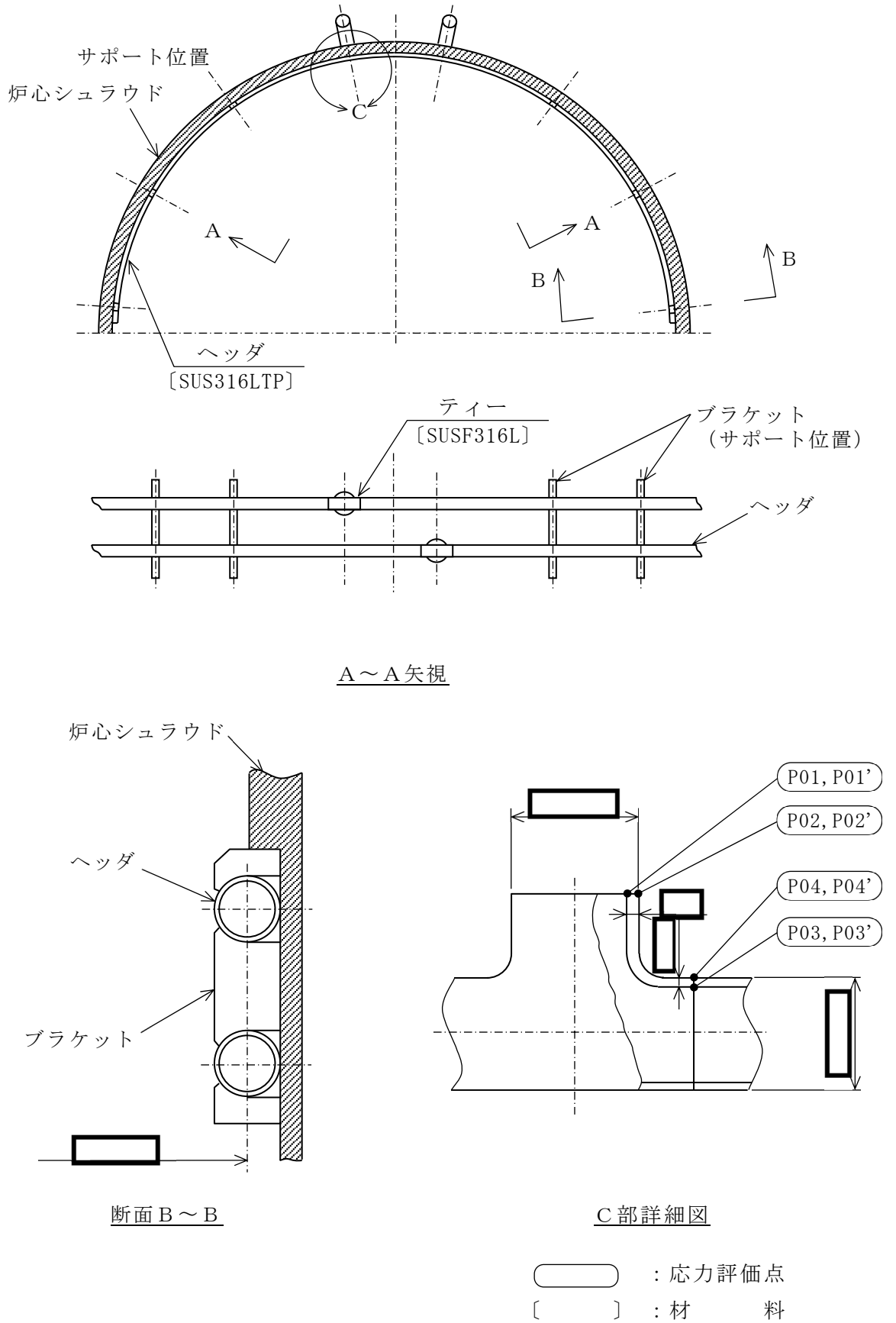


図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
ティー SUSF316L	Ⅲ A S	10	92*	P01-P02	18	139*	P01-P02
	Ⅳ A S	16	148*	P01-P02	35	222*	P01-P02
	Ⅴ A S	16	146*	P01-P02	35	220*	P01-P02
ヘッダ SUS316LTP	Ⅲ A S	8	92*	P03-P04	23	139*	P03'-P04'
	Ⅳ A S	13	148*	P03'-P04'	53	222*	P03'-P04'
	Ⅴ A S	13	146*	P03'-P04'	53	220*	P03'-P04'

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅳと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。



### 3. 外荷重の条件

#### 3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

#### 3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)b.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)b.に定める解析モデルを図 3-1 に示す。

#### 3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	1.54 <sup>*1</sup>	0.77 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	3.05 <sup>*2</sup>	2.06 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

#### 3.4 計算結果

##### 3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)b.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
		X 方向	Z 方向	
1 次		—	—	—

##### 3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(6)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)m.に定めるとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)m.に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)m.に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(6)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)m.に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



図 3-1 解析モデル

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	10	92*	16	148*	16	146*
P01' P02'	9	92*	16	148*	16	146*
P03 P04	8	92*	12	148*	12	146*
P03' P04'	7	92*	13	148*	13	146*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

表 5-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	18	139*	35	222*	35	220*
P01' P02'	13	139*	31	222*	31	220*
P03 P04	23	139*	53	222*	53	220*
P03' P04'	23	139*	53	222*	53	220*

注記\*：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-8 低圧注水系配管（原子炉圧力容器内部）の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
3. 外荷重の条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル	5
3.3 設計震度	5
3.4 計算結果	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 死荷重及び地震荷重	5
4. 応力計算	6
4.1 応力評価点	6
4.2 差圧による応力	6
4.2.1 荷重条件 (L02)	6
4.2.2 計算方法	6
4.3 外荷重による応力	6
4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
4.3.2 計算方法	6
4.4 応力の評価	6
5. 応力強さの評価	7
5.1 一次一般膜応力強さの評価	7
5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7



## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	8
表 1-1	計算結果の概要	3
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10

## 1. 一般事項

本計算書は、低圧注水系配管（原子炉压力容器内部）の耐震性についての計算書である。

低圧注水系配管（原子炉压力容器内部）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、低圧注水系配管（原子炉压力容器内部）は、原子炉压力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

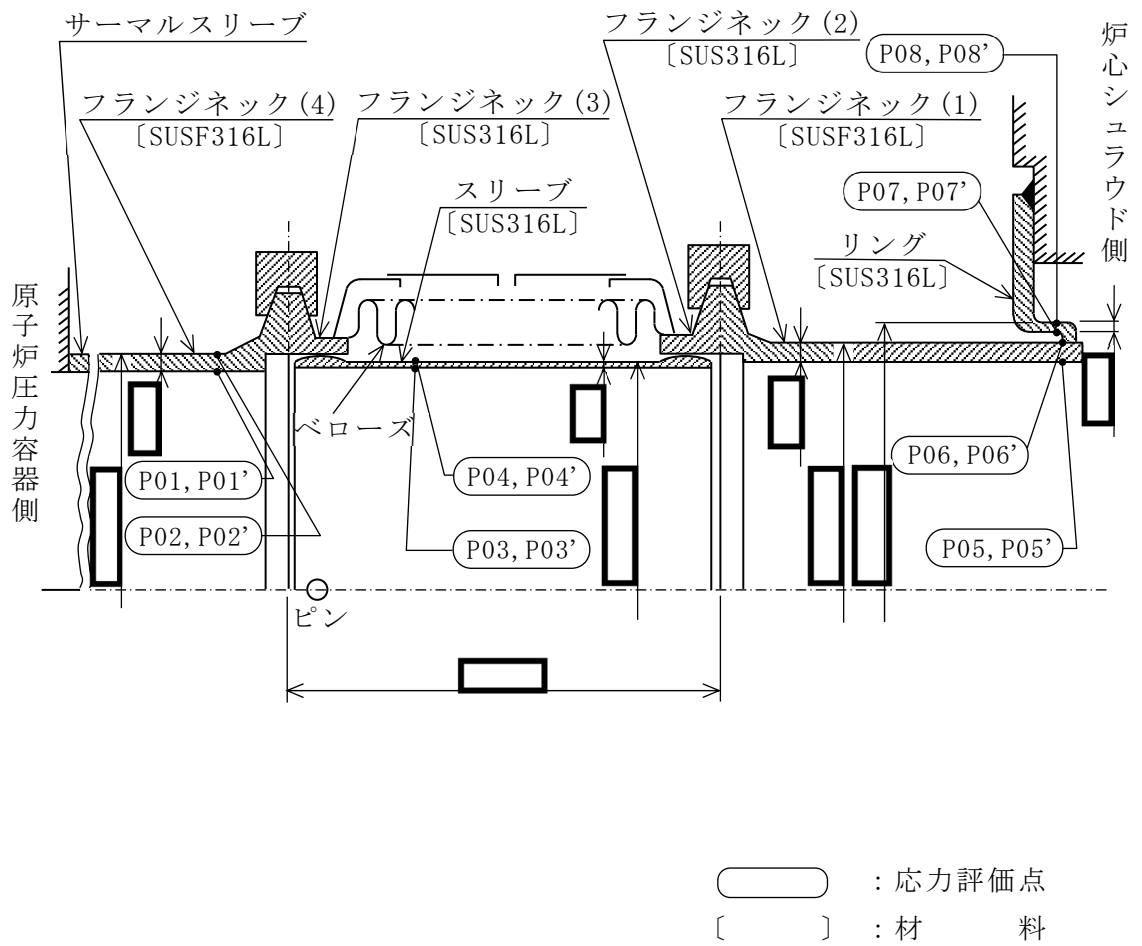


図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
フランジネック (4) SUSF316L	Ⅲ A S	1	92 <sup>*1</sup>	P01'-P02'	3	139 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
	Ⅳ A S	2	148 <sup>*1</sup>	P01'-P02'	6	222 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
	Ⅴ A S	4	146 <sup>*1</sup>	P01-P02	7	220 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
スリーブ SUS316L	Ⅲ A S	2	142	P03-P04	2	214	P03-P04
	Ⅳ A S	3	228	P03-P04	4	342	P03'-P04'
	Ⅴ A S	9	226	P03-P04	9	339	P03-P04
フランジネック (1) SUSF316L	Ⅲ A S	1	56 <sup>*2</sup>	P05-P06	2	85 <sup>*2</sup>	P05'-P06'
	Ⅳ A S	3	91 <sup>*2</sup>	P05'-P06'	5	136 <sup>*2</sup>	P05'-P06'
	Ⅴ A S	4	90 <sup>*2</sup>	P05-P06	6	135 <sup>*2</sup>	P05-P06
リング SUS316L	Ⅲ A S	4	142	P07'-P08'	6	214	P07-P08
	Ⅳ A S	7	228	P07-P08	13	342	P07-P08
	Ⅴ A S	13	226	P07'-P08'	17	339	P07-P08

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅳと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

3. 外荷重の条件

3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)d.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)d.に定める解析モデルを図3-1に示す。

3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	2.57 <sup>*1</sup>	0.77 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	4.47 <sup>*2</sup>	2.06 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

3.4 計算結果

3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)d.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
		X 方向	Z 方向	
1 次		—	—	—

3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(7)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ο.に定めるとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ο.に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ο.に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(7)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ο.に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。



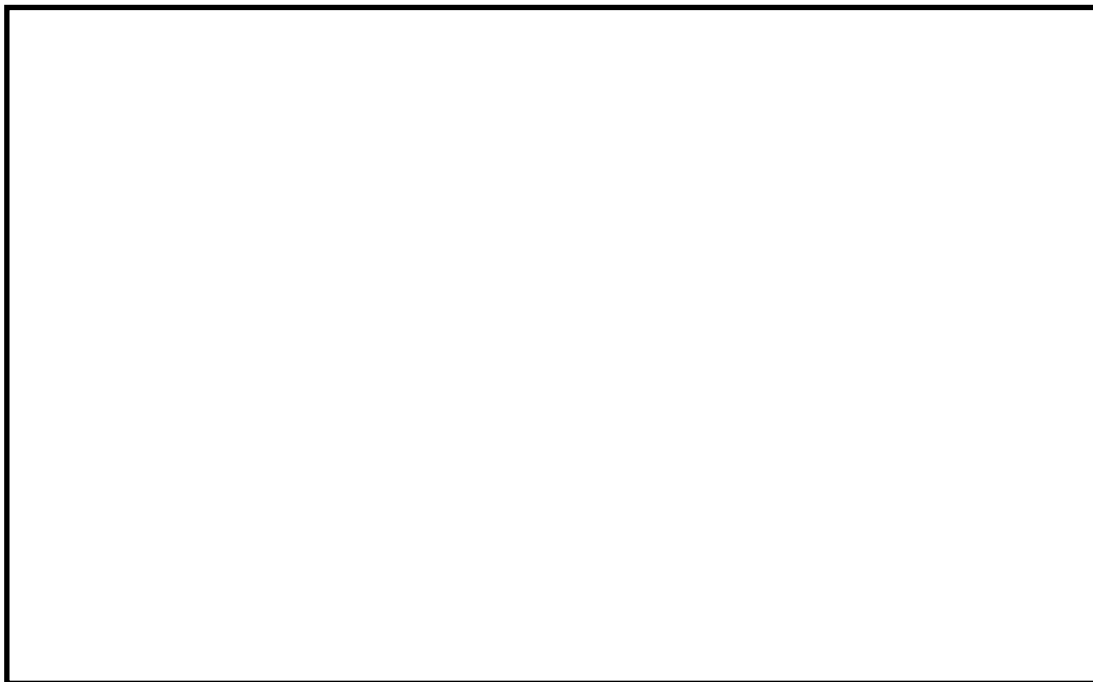


図 3-1 解析モデル

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	1	92 <sup>*1</sup>	2	148 <sup>*1</sup>	4	146 <sup>*1</sup>
P01' P02'	1	92 <sup>*1</sup>	2	148 <sup>*1</sup>	3	146 <sup>*1</sup>
P03 P04	2	142	3	228	9	226
P03' P04'	2	142	3	228	9	226
P05 P06	1	56 <sup>*2</sup>	3	91 <sup>*2</sup>	4	90 <sup>*2</sup>
P05' P06'	1	56 <sup>*2</sup>	3	91 <sup>*2</sup>	4	90 <sup>*2</sup>
P07 P08	4	142	7	228	12	226
P07' P08'	4	142	7	228	13	226

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

表 5-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	3	139 <sup>*1</sup>	6	222 <sup>*1</sup>	7	220 <sup>*1</sup>
P01' P02'	3	139 <sup>*1</sup>	6	222 <sup>*1</sup>	7	220 <sup>*1</sup>
P03 P04	2	214	4	342	9	339
P03' P04'	2	214	4	342	9	339
P05 P06	2	85 <sup>*2</sup>	5	136 <sup>*2</sup>	6	135 <sup>*2</sup>
P05' P06'	2	85 <sup>*2</sup>	5	136 <sup>*2</sup>	6	135 <sup>*2</sup>
P07 P08	6	214	13	342	17	339
P07' P08'	6	214	12	342	17	339

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-9 高圧及び低圧炉心スプレイ系配管  
（原子炉圧力容器内部）の耐震性  
についての計算書

## 目 次

1.	一般事項	1
1.1	形状・寸法・材料	1
1.2	解析範囲	1
1.3	計算結果の概要	1
2.	計算条件	4
2.1	設計条件	4
2.2	運転条件	4
2.3	材料	4
2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5	荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6	許容応力	4
3.	外荷重の条件	5
3.1	計算方法	5
3.2	解析モデル	5
3.3	設計震度	5
3.4	計算結果	5
3.4.1	固有周期	5
3.4.2	死荷重及び地震荷重	6
4.	応力計算	7
4.1	応力評価点	7
4.2	差圧による応力	7
4.2.1	荷重条件 (L02)	7
4.2.2	計算方法	7
4.3	外荷重による応力	7
4.3.1	荷重条件 (L04, L14 及び L16)	7
4.3.2	計算方法	7
4.4	応力の評価	7
5.	応力強さの評価	8
5.1	一次一般膜応力強さの評価	8
5.2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	9
表 1-1	計算結果の概要	3
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	10
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	11

## 1. 一般事項

本計算書は、高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）の耐震性についての計算書である。

高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）は、原子炉压力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を図1-1に示す。

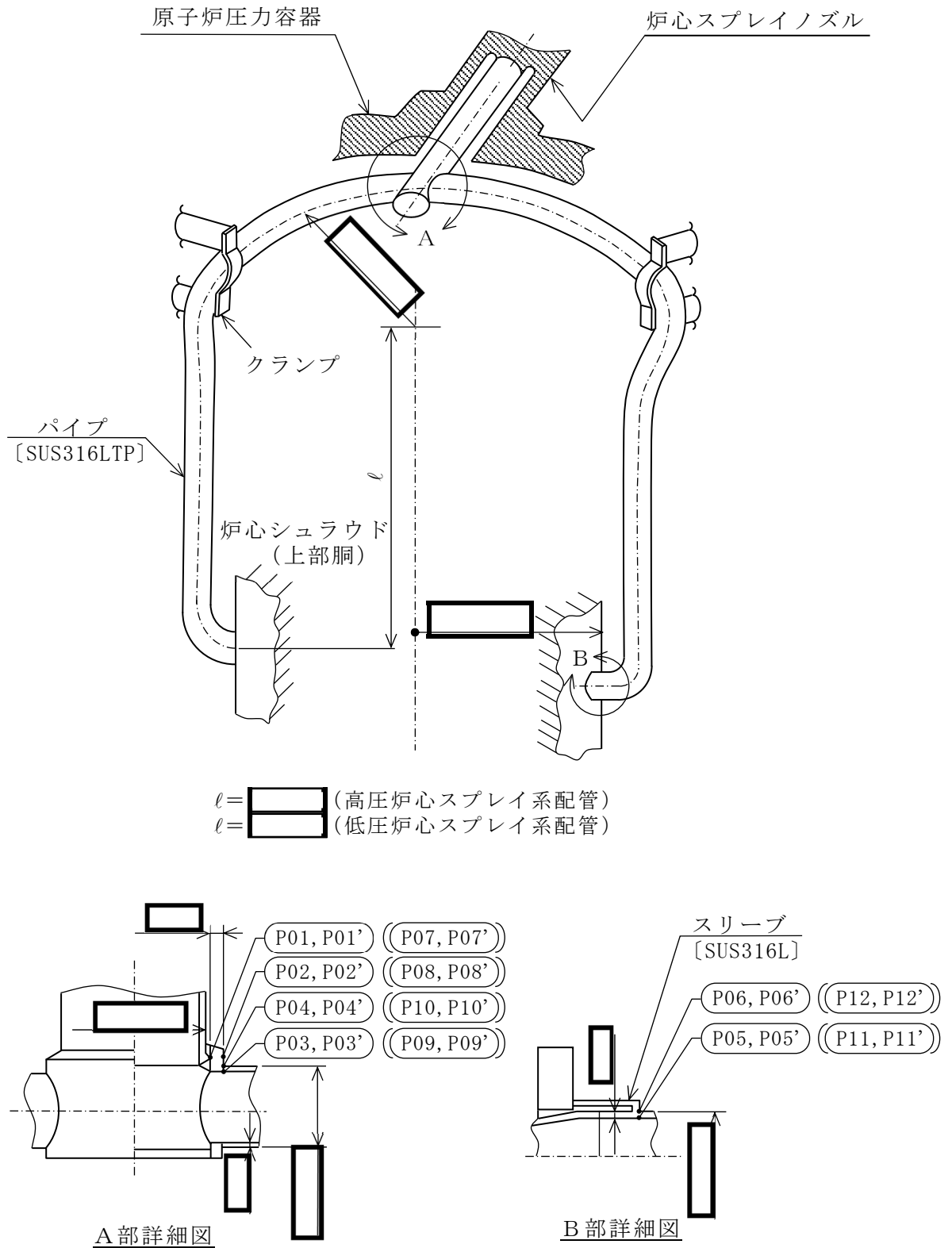
### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。



注：( ) 内は低圧炉心スプレイ系配管に適用する。 : 応力評価点  
 : 材 料

図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位：mm)



表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
高圧炉心 スプレイ系配管 SUS316LTP	Ⅲ A S	16	63 <sup>*1</sup>	P05'-P06'	69	192 <sup>*2</sup>	P03'-P04'
	Ⅳ A S	38	102 <sup>*1</sup>	P05'-P06'	166	307 <sup>*2</sup>	P03'-P04'
	Ⅴ A S	38	101 <sup>*1</sup>	P05'-P06'	166	305 <sup>*2</sup>	P03'-P04'
低圧炉心 スプレイ系配管 SUS316LTP	Ⅲ A S	18	63 <sup>*1</sup>	P11'-P12'	71	192 <sup>*2</sup>	P09'-P10'
	Ⅳ A S	44	102 <sup>*1</sup>	P11'-P12'	171	307 <sup>*2</sup>	P09'-P10'
	Ⅴ A S	44	101 <sup>*1</sup>	P11'-P12'	171	305 <sup>*2</sup>	P09'-P10'

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅳと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。

### 3. 外荷重の条件

#### 3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

#### 3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)e.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)e.に定める解析モデルを図3-1に示す。

#### 3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	2.93 <sup>*1</sup>	0.77 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	5.03 <sup>*2</sup>	2.06 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

#### 3.4 計算結果

##### 3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)e.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

部分	モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			X 方向	Z 方向	
高圧炉心 スプレイ系配管	1 次	<input type="text"/>	—	—	—
低圧炉心 スプレイ系配管	1 次	<input type="text"/>	—	—	—

### 3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(8)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)p. に定めるとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)p. に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)p. に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(8)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)p. に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

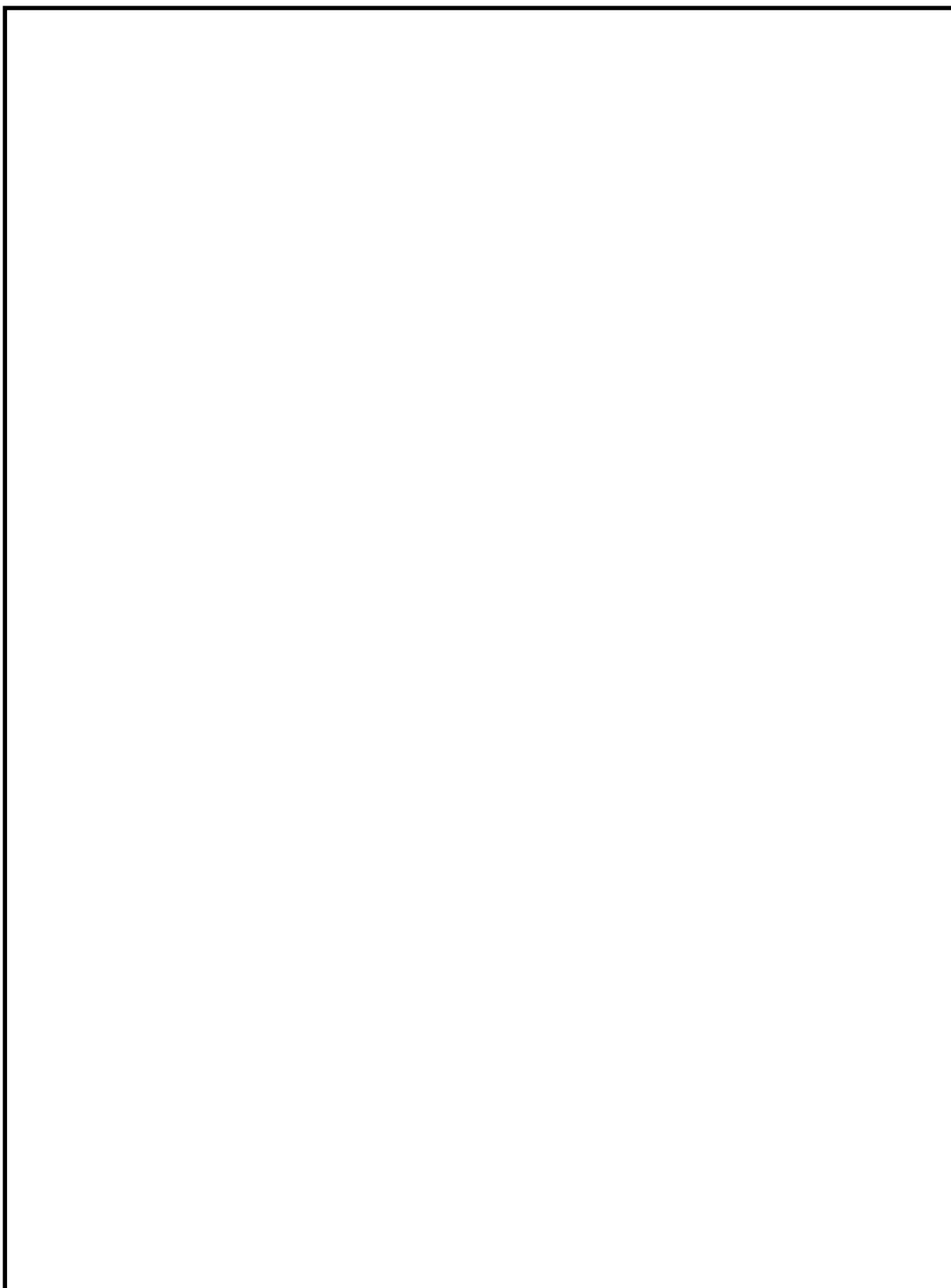


図 3-1 解析モデル

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	5	63 <sup>*1</sup>	8	102 <sup>*1</sup>	8	101 <sup>*1</sup>
P01' P02'	5	63 <sup>*1</sup>	6	102 <sup>*1</sup>	6	101 <sup>*1</sup>
P03 P04	19	127 <sup>*2</sup>	47	205 <sup>*2</sup>	47	203 <sup>*2</sup>
P03' P04'	20	127 <sup>*2</sup>	48	205 <sup>*2</sup>	48	203 <sup>*2</sup>
P05 P06	15	63 <sup>*1</sup>	38	102 <sup>*1</sup>	38	101 <sup>*1</sup>
P05' P06'	16	63 <sup>*1</sup>	38	102 <sup>*1</sup>	38	101 <sup>*1</sup>
P07 P08	5	63 <sup>*1</sup>	8	102 <sup>*1</sup>	8	101 <sup>*1</sup>
P07' P08'	5	63 <sup>*1</sup>	6	102 <sup>*1</sup>	6	101 <sup>*1</sup>
P09 P10	21	127 <sup>*2</sup>	52	205 <sup>*2</sup>	52	203 <sup>*2</sup>
P09' P10'	22	127 <sup>*2</sup>	53	205 <sup>*2</sup>	53	203 <sup>*2</sup>
P11 P12	17	63 <sup>*1</sup>	43	102 <sup>*1</sup>	43	101 <sup>*1</sup>
P11' P12'	18	63 <sup>*1</sup>	44	102 <sup>*1</sup>	44	101 <sup>*1</sup>

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。



表 5-2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	11	96 <sup>*1</sup>	23	153 <sup>*1</sup>	23	152 <sup>*1</sup>
P01' P02'	9	96 <sup>*1</sup>	20	153 <sup>*1</sup>	20	152 <sup>*1</sup>
P03 P04	67	192 <sup>*2</sup>	162	307 <sup>*2</sup>	162	305 <sup>*2</sup>
P03' P04'	69	192 <sup>*2</sup>	166	307 <sup>*2</sup>	166	305 <sup>*2</sup>
P05 P06	24	96 <sup>*1</sup>	54	153 <sup>*1</sup>	54	152 <sup>*1</sup>
P05' P06'	26	96 <sup>*1</sup>	59	153 <sup>*1</sup>	59	152 <sup>*1</sup>
P07 P08	11	96 <sup>*1</sup>	22	153 <sup>*1</sup>	22	152 <sup>*1</sup>
P07' P08'	9	96 <sup>*1</sup>	20	153 <sup>*1</sup>	20	152 <sup>*1</sup>
P09 P10	68	192 <sup>*2</sup>	166	307 <sup>*2</sup>	166	305 <sup>*2</sup>
P09' P10'	71	192 <sup>*2</sup>	171	307 <sup>*2</sup>	171	305 <sup>*2</sup>
P11 P12	27	96 <sup>*1</sup>	62	153 <sup>*1</sup>	62	152 <sup>*1</sup>
P11' P12'	29	96 <sup>*1</sup>	67	153 <sup>*1</sup>	67	152 <sup>*1</sup>

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

VI-2-3-3-3-10 差圧検出・ほう酸水注水系配管  
（原子炉压力容器内部）の耐震性  
についての計算書

## 目 次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 解析範囲	1
1.3 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 材料	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4
2.6 許容応力	4
3. 外荷重の条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル	5
3.3 設計震度	5
3.4 計算結果	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 死荷重及び地震荷重	5
4. 応力計算	6
4.1 応力評価点	6
4.2 差圧による応力	6
4.2.1 荷重条件 (L02)	6
4.2.2 計算方法	6
4.3 外荷重による応力	6
4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	6
4.3.2 計算方法	6
4.4 応力の評価	6
5. 応力強さの評価	7
5.1 一次一般膜応力強さの評価	7
5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	7

## 図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	8
表 1-1	計算結果の概要	3
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10

## 1. 一般事項

本計算書は、差圧検出・ほう酸水注水系配管（原子炉压力容器内部）の耐震性についての計算書である。

差圧検出・ほう酸水注水系配管（原子炉压力容器内部）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、差圧検出・ほう酸水注水系配管（原子炉压力容器内部）は、原子炉压力容器内部構造物であるため、VI-2-3-3-3-1「原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

### 1.1 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を図1-1に示す。

### 1.2 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

### 1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

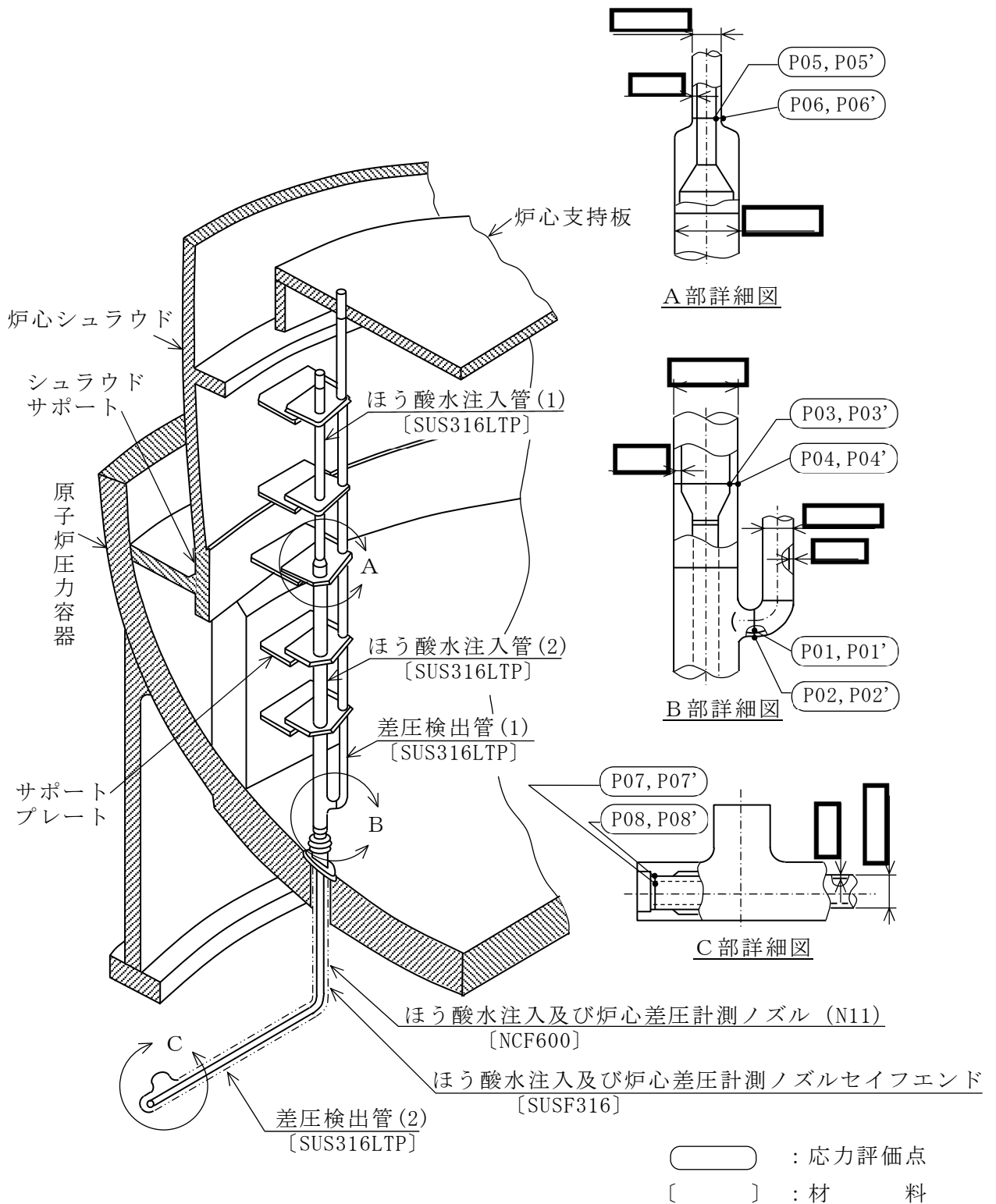


図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ			一次一般膜＋一次曲げ応力強さ		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面
差圧検出管 SUS316LTP	Ⅲ A S	2	106 <sup>*1</sup>	P01'-P02'	18	160 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
	Ⅳ A S	3	171 <sup>*1</sup>	P01'-P02'	40	256 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
	Ⅴ A S	3	169 <sup>*1</sup>	P01'-P02'	40	254 <sup>*1</sup>	P01'-P02'
ほう酸水注入管 SUS316LTP	Ⅲ A S	17	78 <sup>*2</sup>	P07'-P08'	41	117 <sup>*2</sup>	P07'-P08'
	Ⅳ A S	44	125 <sup>*2</sup>	P07'-P08'	100	188 <sup>*2</sup>	P07'-P08'
	Ⅴ A S	44	124 <sup>*2</sup>	P07'-P08'	100	186 <sup>*2</sup>	P07'-P08'

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

## 2. 計算条件

### 2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

なお、重大事故等時の条件は以下のとおりである。

温度条件：運転状態Ⅲと同じ。

差圧条件：運転状態Ⅲ又は運転状態Ⅳと同じ。

### 2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

### 2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

### 2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.6 節に示す。



### 3. 外荷重の条件

#### 3.1 計算方法

固有周期，死荷重及び地震荷重は，「3.2 解析モデル」に示す解析モデルにより求める。

#### 3.2 解析モデル

解析モデルは，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)f.に定めるとおりである。

「応力解析の方針」の参照図書(1)f.に定める解析モデルを図3-1に示す。

#### 3.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	1.41 <sup>*1</sup>	0.69 <sup>*1</sup>
基準地震動 S <sub>s</sub>	2.58 <sup>*2</sup>	1.83 <sup>*2</sup>

注記\*1：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度のいずれか大きい方，若しくはこれを上回る設計震度

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）又はこれを上回る設計震度

#### 3.4 計算結果

##### 3.4.1 固有周期

固有周期を下表に示す。

固有周期は，既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)f.に示すとおり 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

モード	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
		X 方向	Z 方向	
1 次		—	—	—

##### 3.4.2 死荷重及び地震荷重

解析により求めた死荷重及び地震荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(9)に示す。

#### 4. 応力計算

##### 4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

なお、各応力評価点の断面性状は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)q. に定めるとおりである。

##### 4.2 差圧による応力

###### 4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転状態による差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)q. に定めるとおりである。

なお、重大事故等時の差圧は、「2.2 運転条件」による。

###### 4.2.2 計算方法

差圧による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)q. に定めるとおりである。

なお、各許容応力状態での差圧による応力は、内圧又は外圧を受ける円筒にモデル化し計算する。

##### 4.3 外荷重による応力

###### 4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(9)に示す。

###### 4.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)q. に定めるとおりである。

なお、外荷重による各応力は、外荷重と各応力評価断面の断面性状により計算する。

##### 4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力を分類ごとに重ね合わせて組合せ応力を求め、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

## 5. 応力強さの評価

### 5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-1 に示す。

表 5-1 より，各許容応力状態の一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

### 5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 5-2 に示す。

表 5-2 より，各許容応力状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節に示す許容応力を満足する。

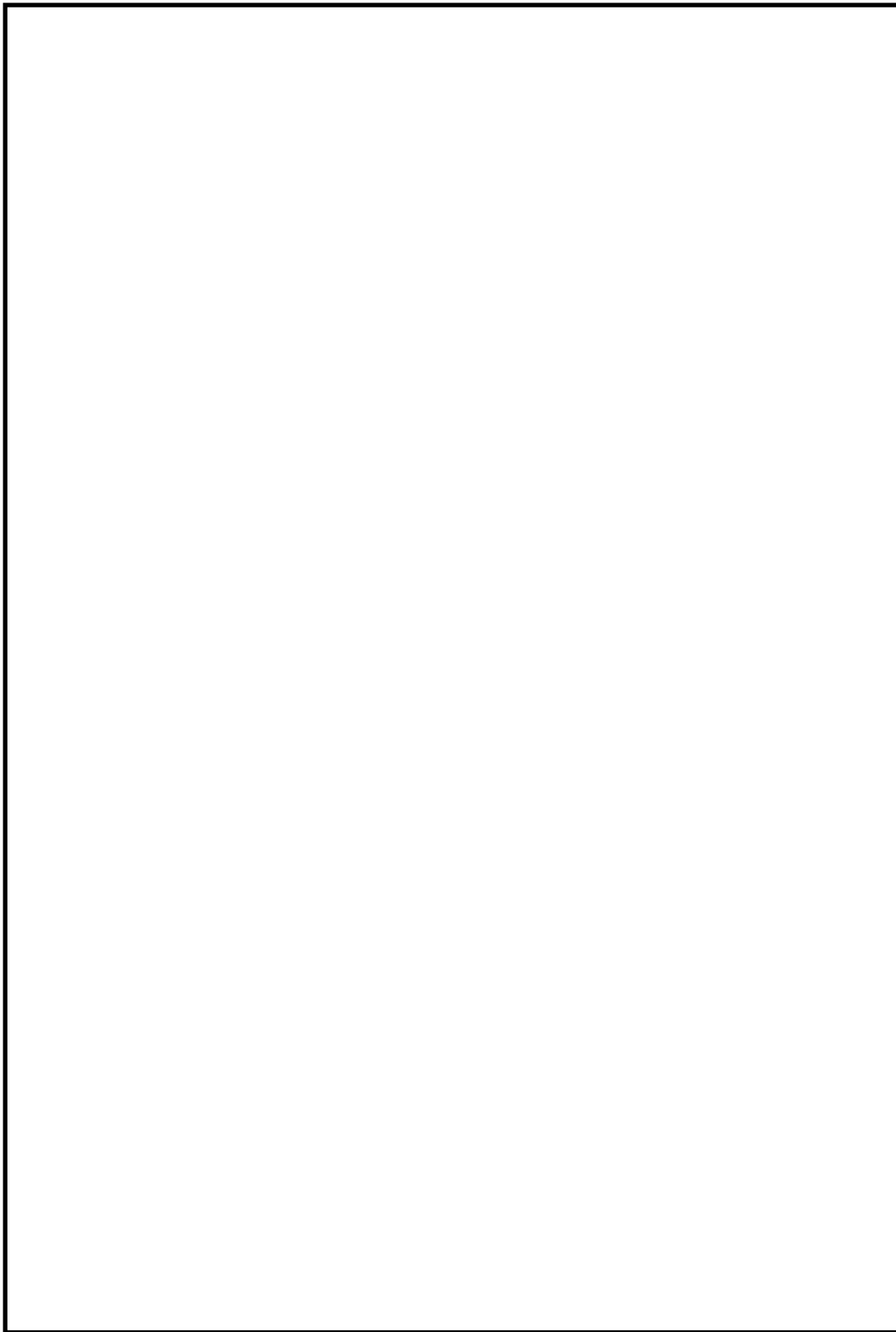


図 3-1 解析モデル

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	2	106 <sup>*1</sup>	3	171 <sup>*1</sup>	3	169 <sup>*1</sup>
P01' P02'	2	106 <sup>*1</sup>	3	171 <sup>*1</sup>	3	169 <sup>*1</sup>
P03 P04	5	106 <sup>*1</sup>	7	171 <sup>*1</sup>	7	169 <sup>*1</sup>
P03' P04'	5	106 <sup>*1</sup>	7	171 <sup>*1</sup>	7	169 <sup>*1</sup>
P05 P06	3	106 <sup>*1</sup>	3	171 <sup>*1</sup>	3	169 <sup>*1</sup>
P05' P06'	3	106 <sup>*1</sup>	3	171 <sup>*1</sup>	3	169 <sup>*1</sup>
P07 P08	17	78 <sup>*2</sup>	44	125 <sup>*2</sup>	44	124 <sup>*2</sup>
P07' P08'	17	78 <sup>*2</sup>	44	125 <sup>*2</sup>	44	124 <sup>*2</sup>

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

表 5-2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S		許容応力状態Ⅴ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	17	160 <sup>*1</sup>	39	256 <sup>*1</sup>	39	254 <sup>*1</sup>
P01' P02'	18	160 <sup>*1</sup>	40	256 <sup>*1</sup>	40	254 <sup>*1</sup>
P03 P04	7	160 <sup>*1</sup>	14	256 <sup>*1</sup>	14	254 <sup>*1</sup>
P03' P04'	8	160 <sup>*1</sup>	15	256 <sup>*1</sup>	15	254 <sup>*1</sup>
P05 P06	17	160 <sup>*1</sup>	43	256 <sup>*1</sup>	43	254 <sup>*1</sup>
P05' P06'	18	160 <sup>*1</sup>	43	256 <sup>*1</sup>	43	254 <sup>*1</sup>
P07 P08	40	117 <sup>*2</sup>	98	188 <sup>*2</sup>	98	186 <sup>*2</sup>
P07' P08'	41	117 <sup>*2</sup>	100	188 <sup>*2</sup>	100	186 <sup>*2</sup>

注記\*1：継手効率  を乗じた値を示す。

\*2：継手効率  を乗じた値を示す。

## VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性に関する説明書

## VI-2-7-2 液体廃棄物処理系の耐震性についての計算書



## VI-2-7-2-1 ドレン移送系の耐震性についての計算書

VI-2-7-2-1-1 管の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 計算方法	6
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
3.3 設計条件	8
3.4 材料及び許容応力	12
3.5 設計用地震力	13
4. 解析結果及び評価	14
4.1 固有周期及び設計震度	14
4.2 評価結果	19
4.2.1 管の応力評価結果	19
4.2.2 支持構造物評価結果	20
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	21
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	22

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全4モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。





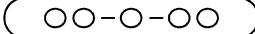


### (3) 弁

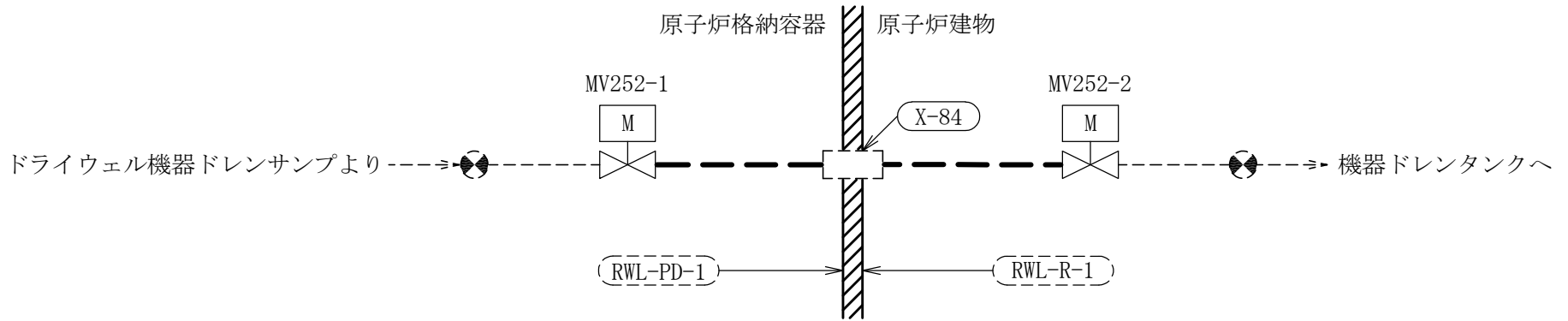
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

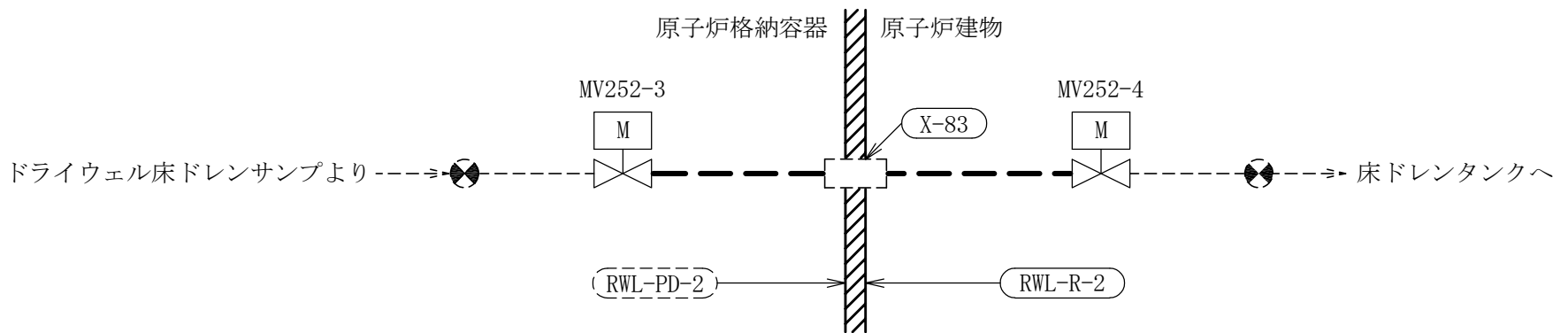
## 2.1 概略系統図

## 概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管，又は工事計画記載範囲の管 のうち他系統の管であって，系統の概略を示すために 表記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



3



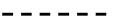


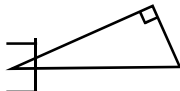
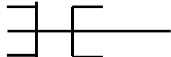

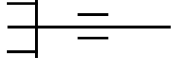
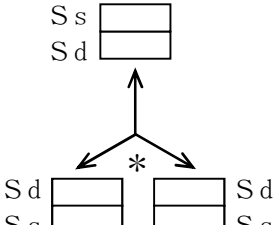


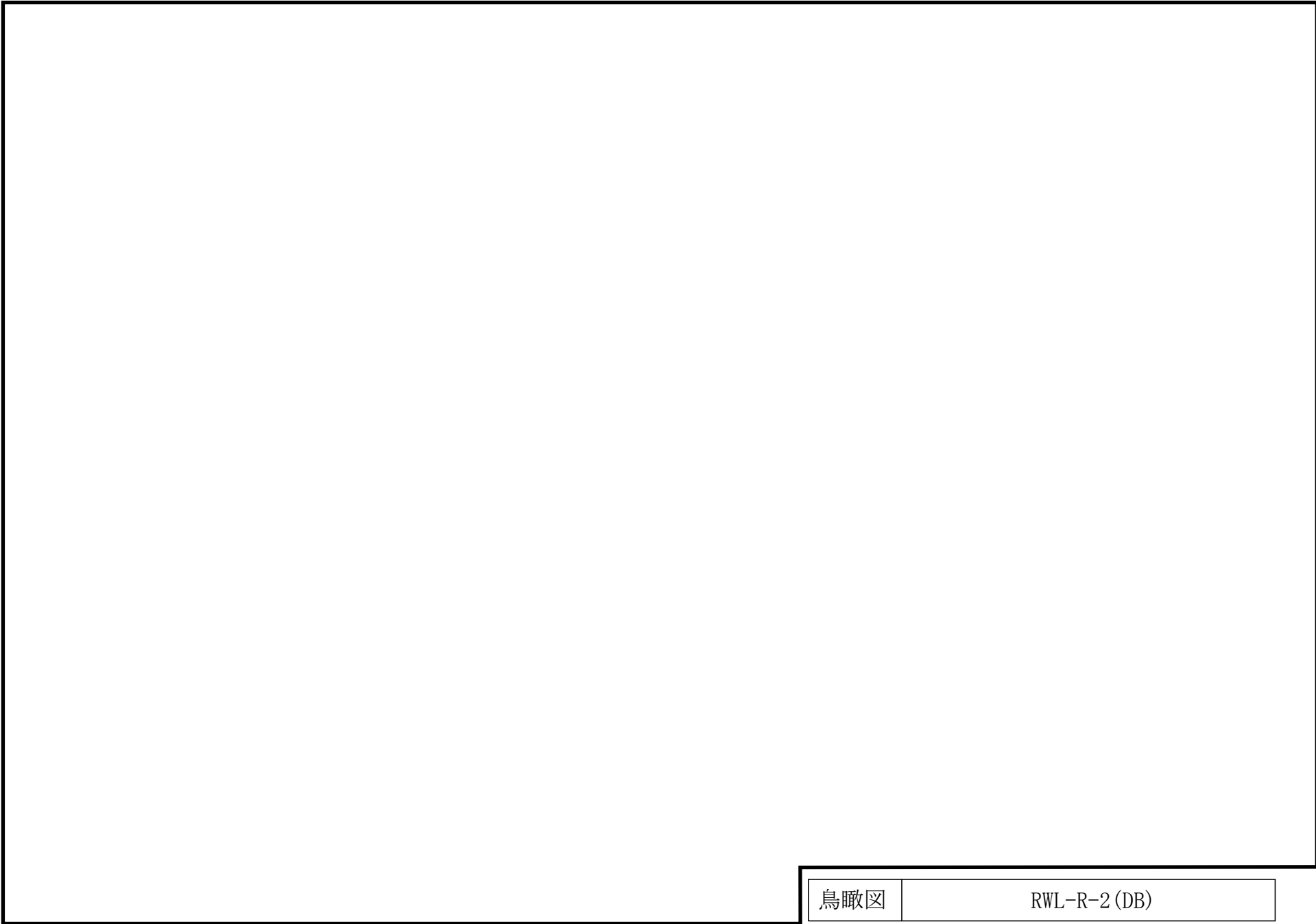
[注] 太破線範囲の管クラス : DB2

液体廃棄物処理系(ドレン移送系)概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本システムの管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)
注：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	



鳥瞰図	RWL-R-2 (DB)
-----	--------------



### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*2, *3</sup>	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	気体, 液体 又は固体廃棄物 処理設備	液体廃棄物 処理系 (ドレン移送系)	DB	—	クラス2管	S	I <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	

注記\*1: DBは設計基準対象施設を示す。

\*2: 運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*3: 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RWL-R-2

管 番号	対応する評価点	最高 使用 圧力 (MPa)	最高 使用 温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性 係数 (MPa)
1	4～13	0.98	171	76.3	5.2	STPT42	S	200720

弁部の質量

鳥 瞰 図 RWL-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	13, 18	<input type="checkbox"/>	14
<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	17

弁部の寸法

鳥 瞰 図 RWL-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
13~14				14~15			
15~16				16~17			
14~18							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RWL-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
** 1N **						
** 1N **						
900						
** 900 **						
12						
** 16 **						

S2 補 VI-2-7-2-1-1 R0

### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STPT42	171	—	211	404	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
RWL-R-2	原子炉建物		



4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RWL-R-2

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s			
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3	
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向	
1次	□	□						
2次								
動的震度*4								
静的震度*5								

注記\*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：各モードの固有周期に対し、設計用床応答スペクトルⅡ（弾性設計用地震動 S d）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*3：各モードの固有周期に対し、設計用床応答スペクトルⅡ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*4：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）及び設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度

\*5： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 RWL-R-2

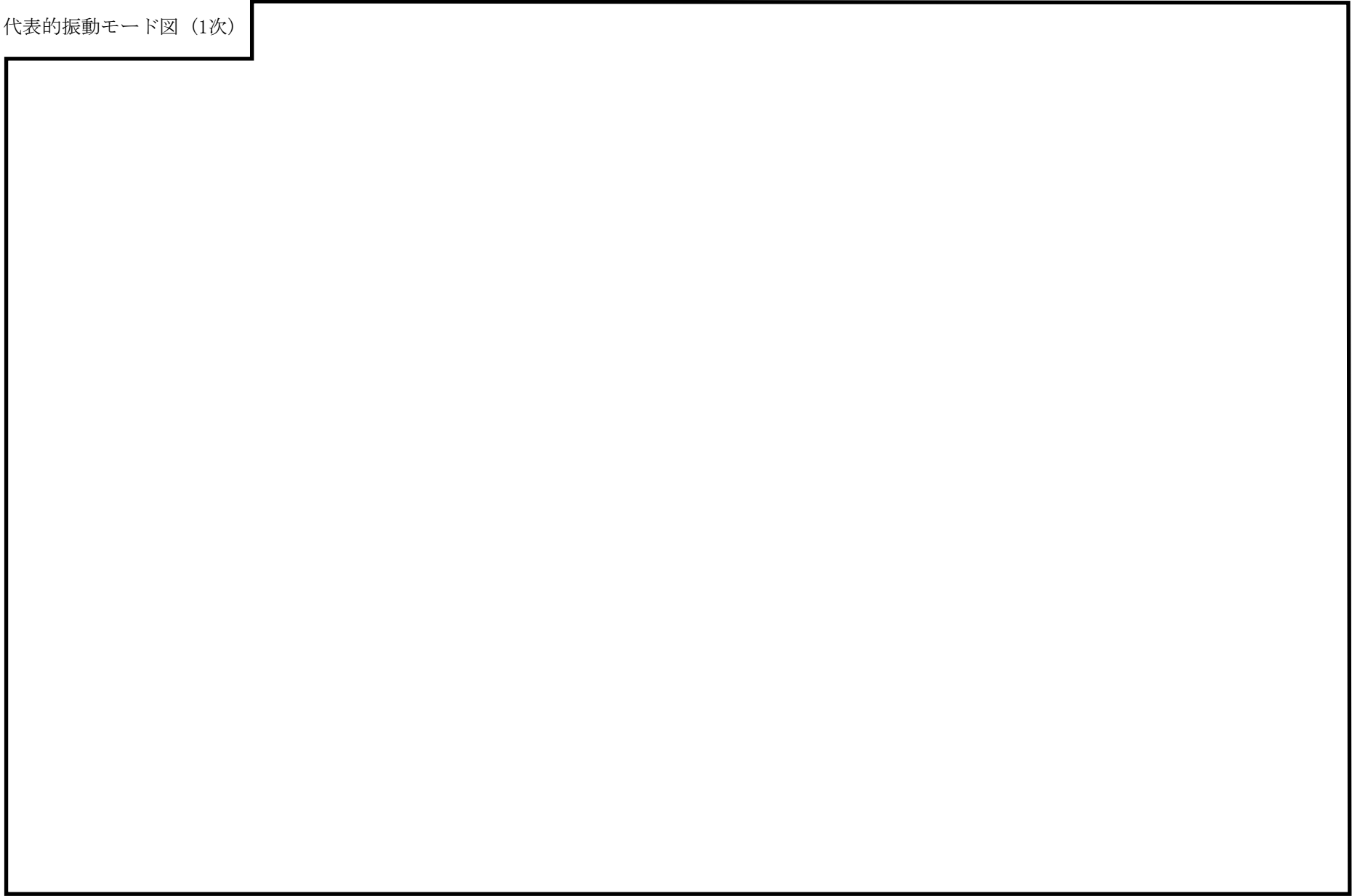
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				

注記\*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

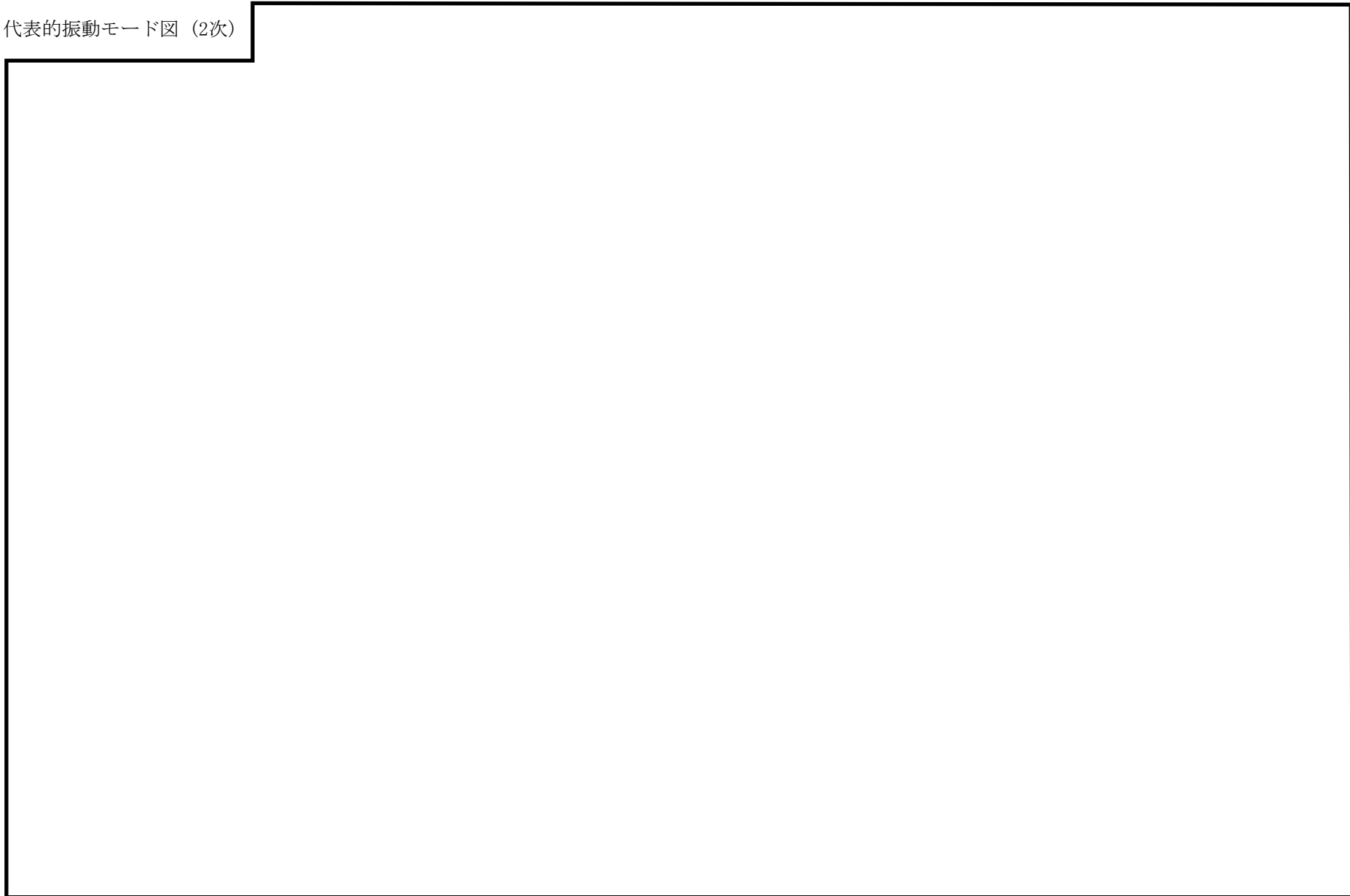
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)

18



## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
Ⅲ <sub>A</sub> S	一次応力( $S_y^*$ )	RWL-R-2	900	96	211	—
	一次+二次応力( $2 \cdot S_y$ )	RWL-R-2	900	174	422	—
Ⅳ <sub>A</sub> S	一次応力( $0.9 \cdot S_u$ )	RWL-R-2	900	171	363	—
	一次+二次応力( $2 \cdot S_y$ )	RWL-R-2	900	340	422	—

注記\* : オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $S_y$ と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。

## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—
—	オイルスナッパ	—			—	—
RE-RWL-202A	ロッドレストレイント	RTS-06			10.6	10.8
—	スプリングハンガ	—			—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—
—	リジットハンガ	—			—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-RWL-205A	レストレイント	Uプレート	SM400B	171	0	10	6	—	—	—	せん断	20	139
—	アンカ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		動作機能確認済加速度 <sup>*2</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 <sup>*2</sup> (MPa)			
			水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\alpha$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。



## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積係数	代表
1	RWL-PD-1	13	32	211	6.59	—	13	75	422	5.62	—	—
2	RWL-PD-2	17	64	211	3.29	—	18	110	422	3.83	—	—
3	RWL-R-1	11	65	211	3.24	—	9	130	422	3.24	—	—
4	RWL-R-2	900	96	211	2.19	○	900	174	422	2.42	—	○

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

クラス 2 以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	RWL-PD-1	13	42	363	8.64	—	13	141	422	2.99	—	—
2	RWL-PD-2	17	96	363	3.78	—	18	189	422	2.23	—	—
3	RWL-R-1	11	112	363	3.24	—	9	282	422	1.49	—	—
4	RWL-R-2	900	171	363	2.12	○	900	340	422	1.24	—	○

## VI-2-8 放射線管理施設の耐震性に関する説明書

### VI-2-8-3 換気設備の耐震性についての計算書

VI-2-8-3-2 中央制御室空気供給系の耐震性についての計算書

## VI-2-8-3-2-1 管の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	14
3.1 計算方法	14
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	15
3.3 設計条件	16
3.4 材料及び許容応力	22
3.5 設計用地震力	23
4. 解析結果及び評価	24
4.1 固有周期及び設計震度	24
4.2 評価結果	31
4.2.1 管の応力評価結果	31
4.2.2 支持構造物評価結果	32
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	33
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	34

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全10モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

### (3) 弁





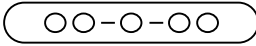
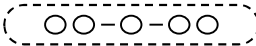

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。

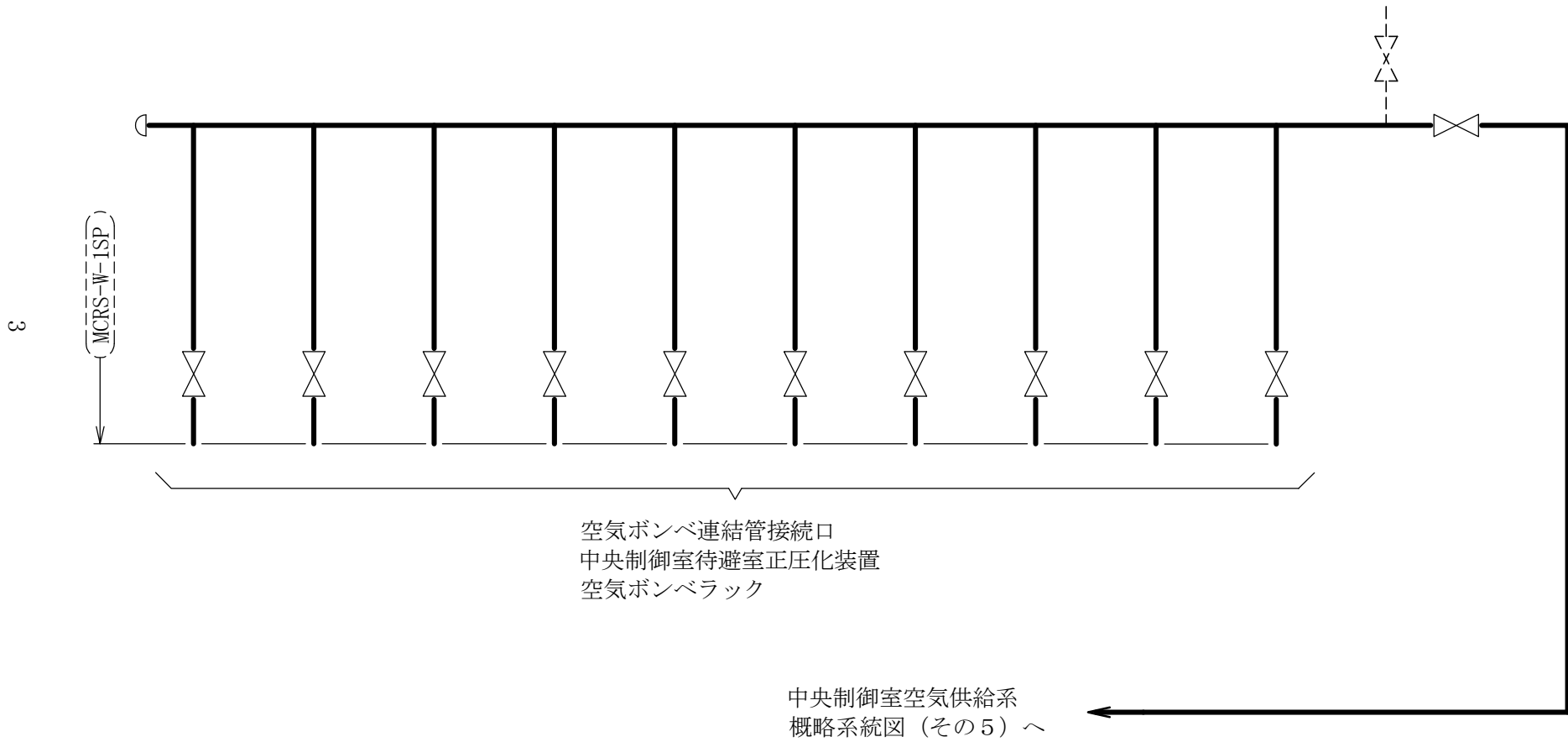


2. 概略系統図及び鳥瞰図

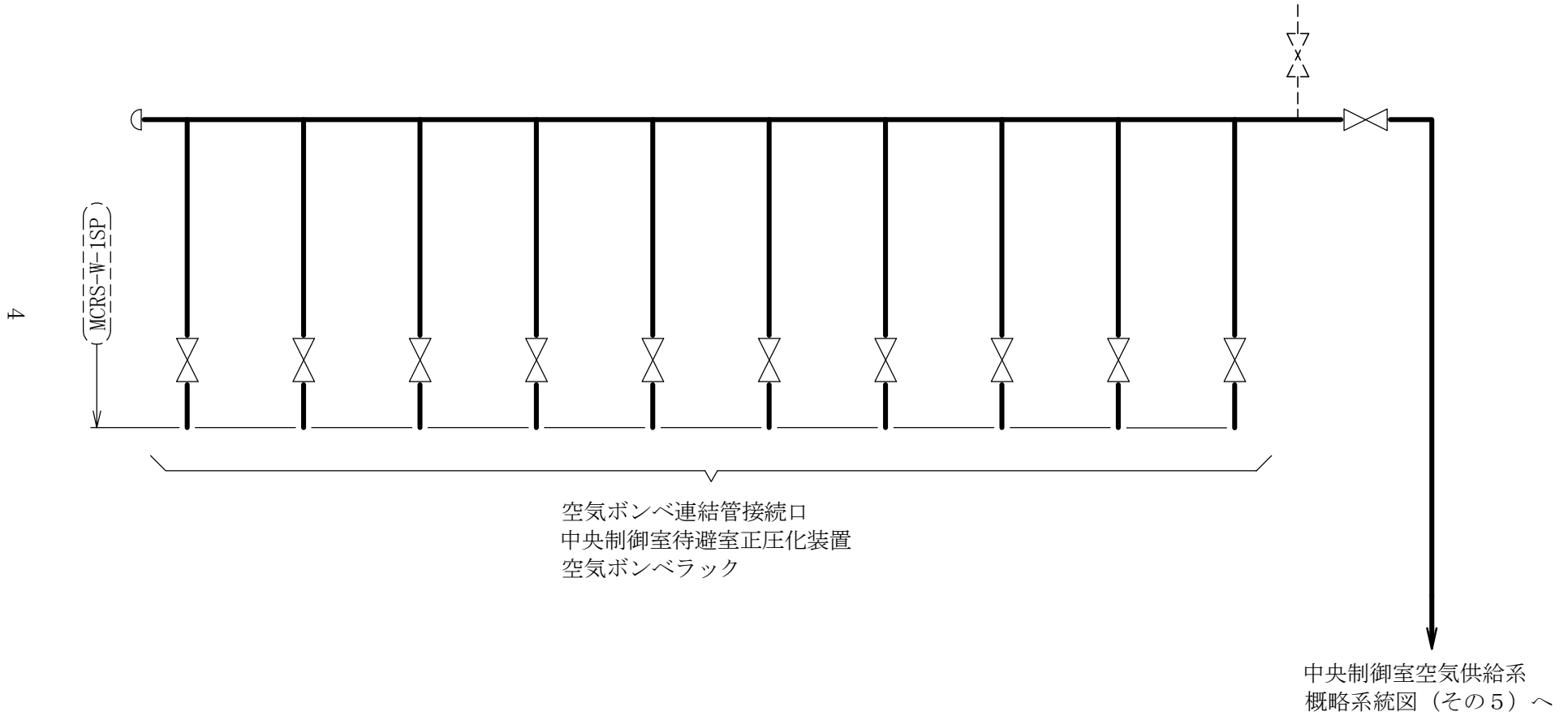
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

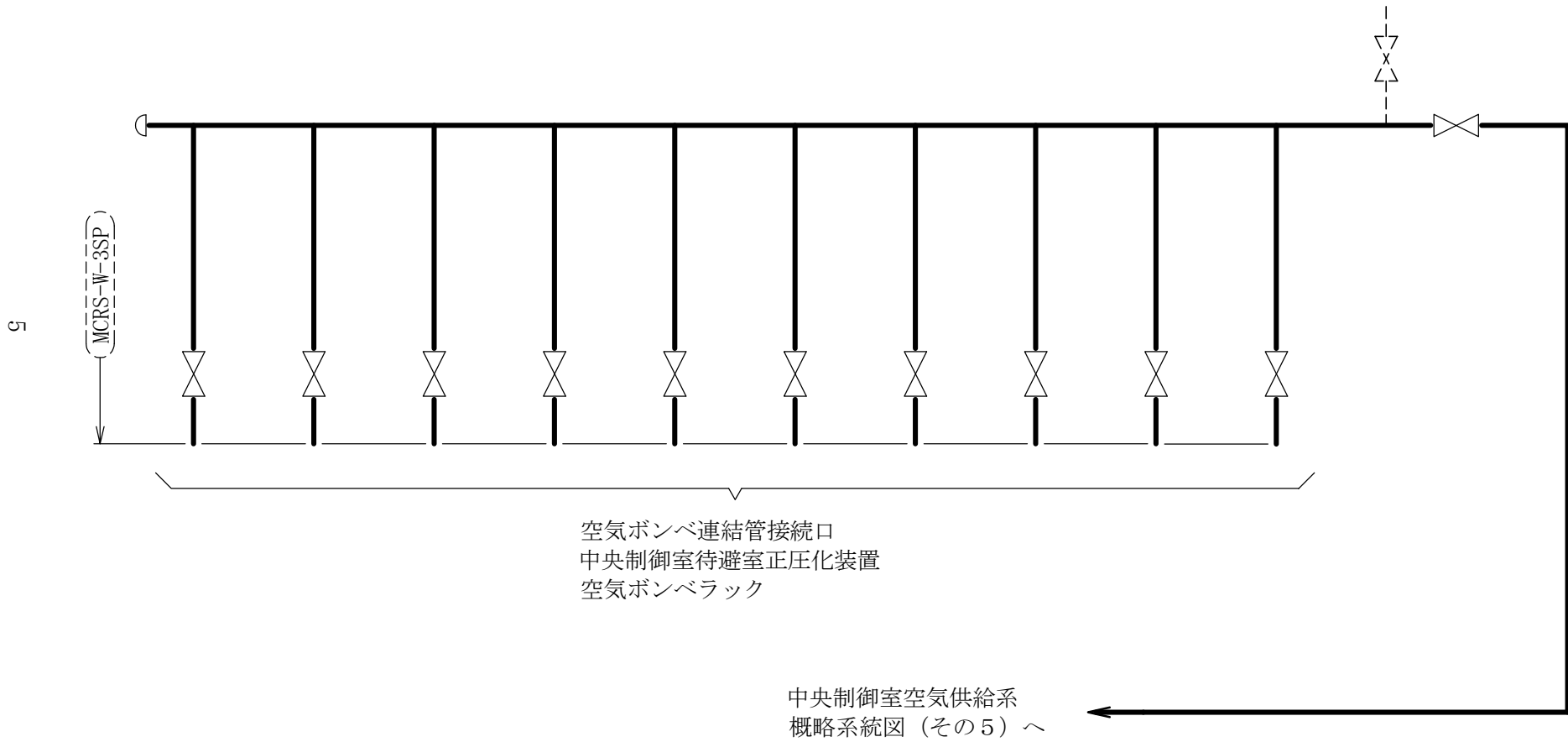
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管 のうち他系統の管であって、系統の概略を示すために 表記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



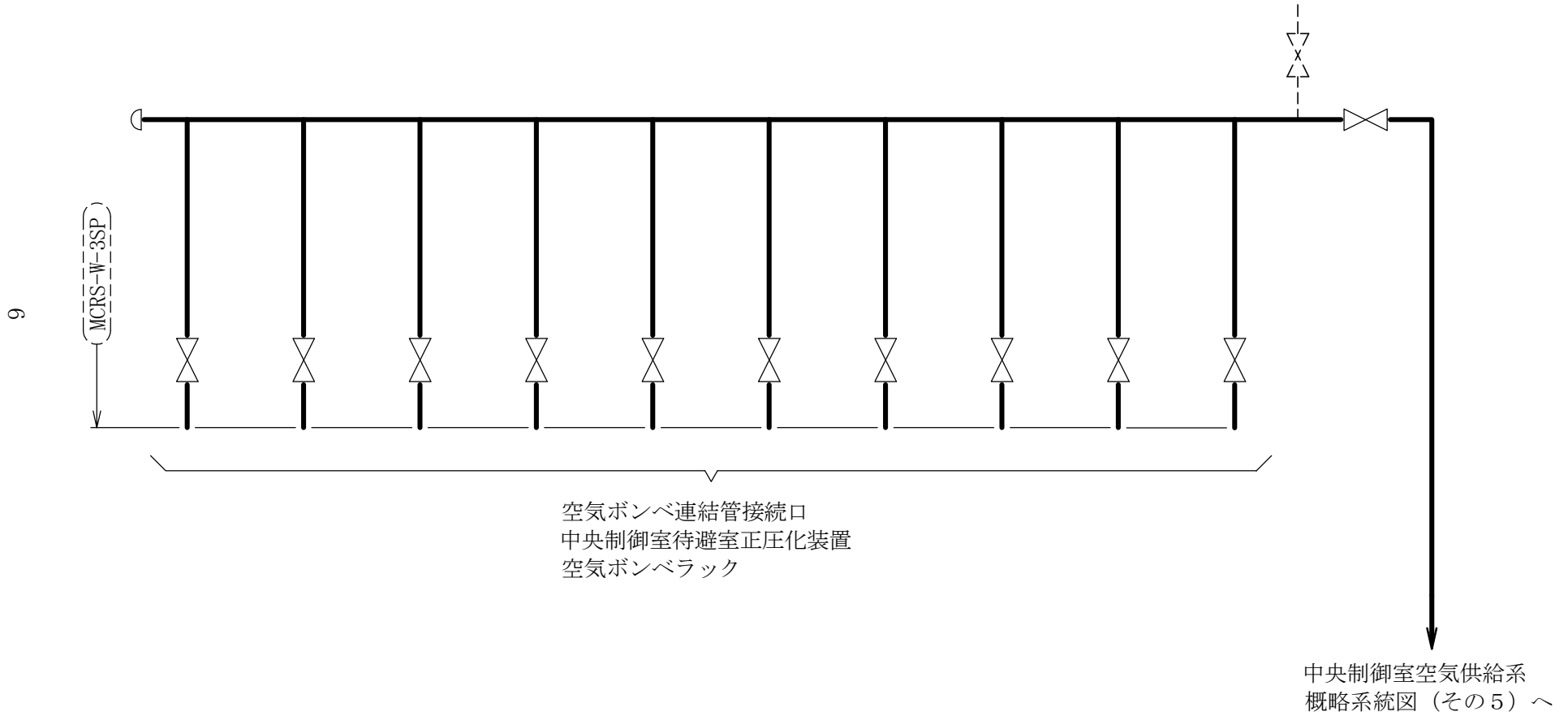
[注] 太線範囲の管クラス : SA2  
中央制御室空気供給系概略系統図 (その1)



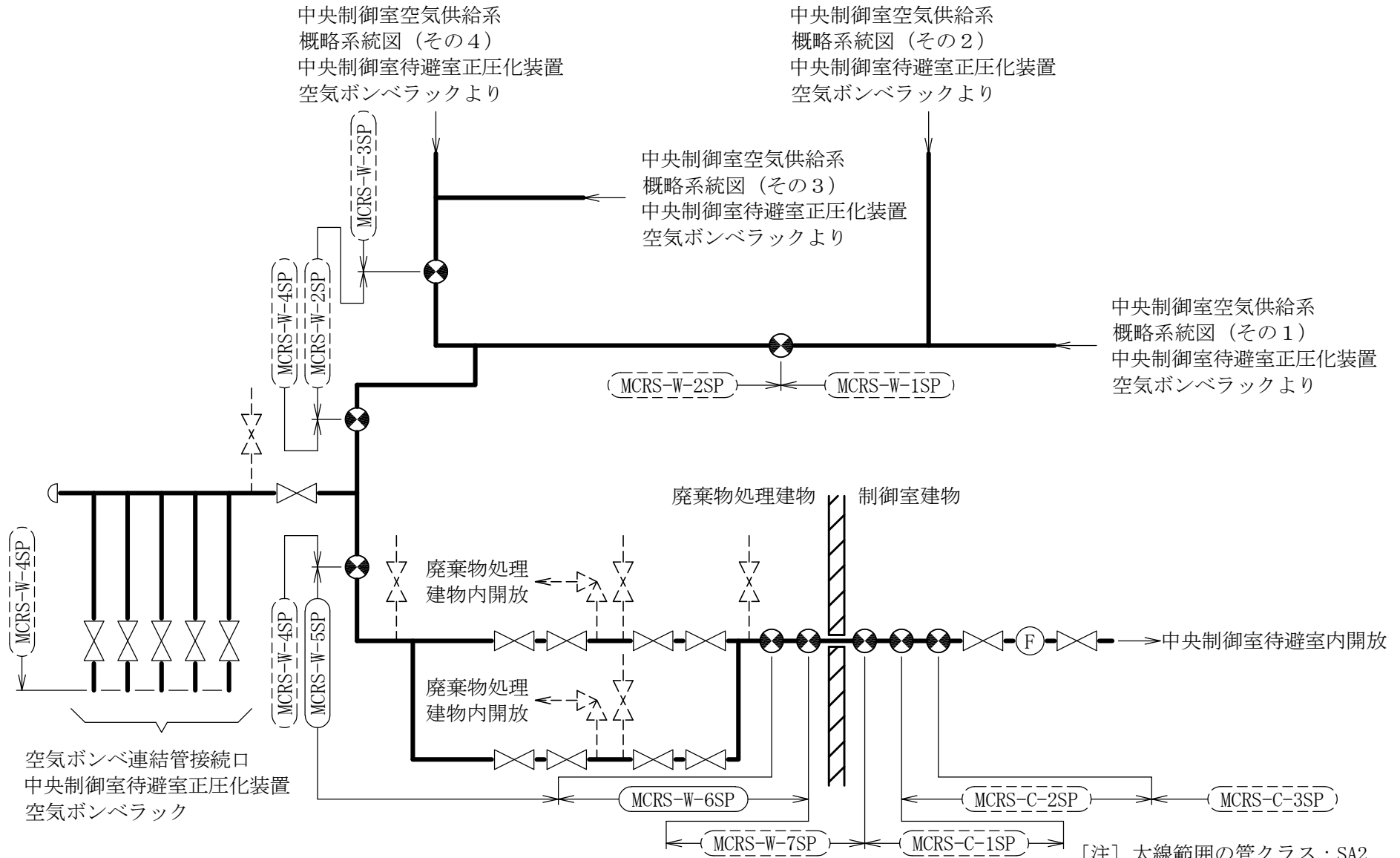
[注] 太線範囲の管クラス : SA2  
中央制御室空気供給系概略系統図 (その2)



[注] 太線範囲の管クラス : SA2  
中央制御室空気供給系概略系統図 (その3)



[注] 太線範囲の管クラス : SA2  
中央制御室空気供給系概略系統図 (その4)


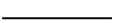



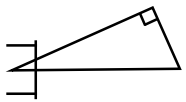
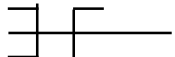

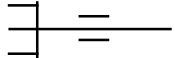
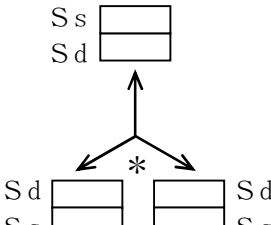


[注] 太線範囲の管クラス : SA2

中央制御室空気供給系概略系統図 (その5)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)
	注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

6

鳥瞰図

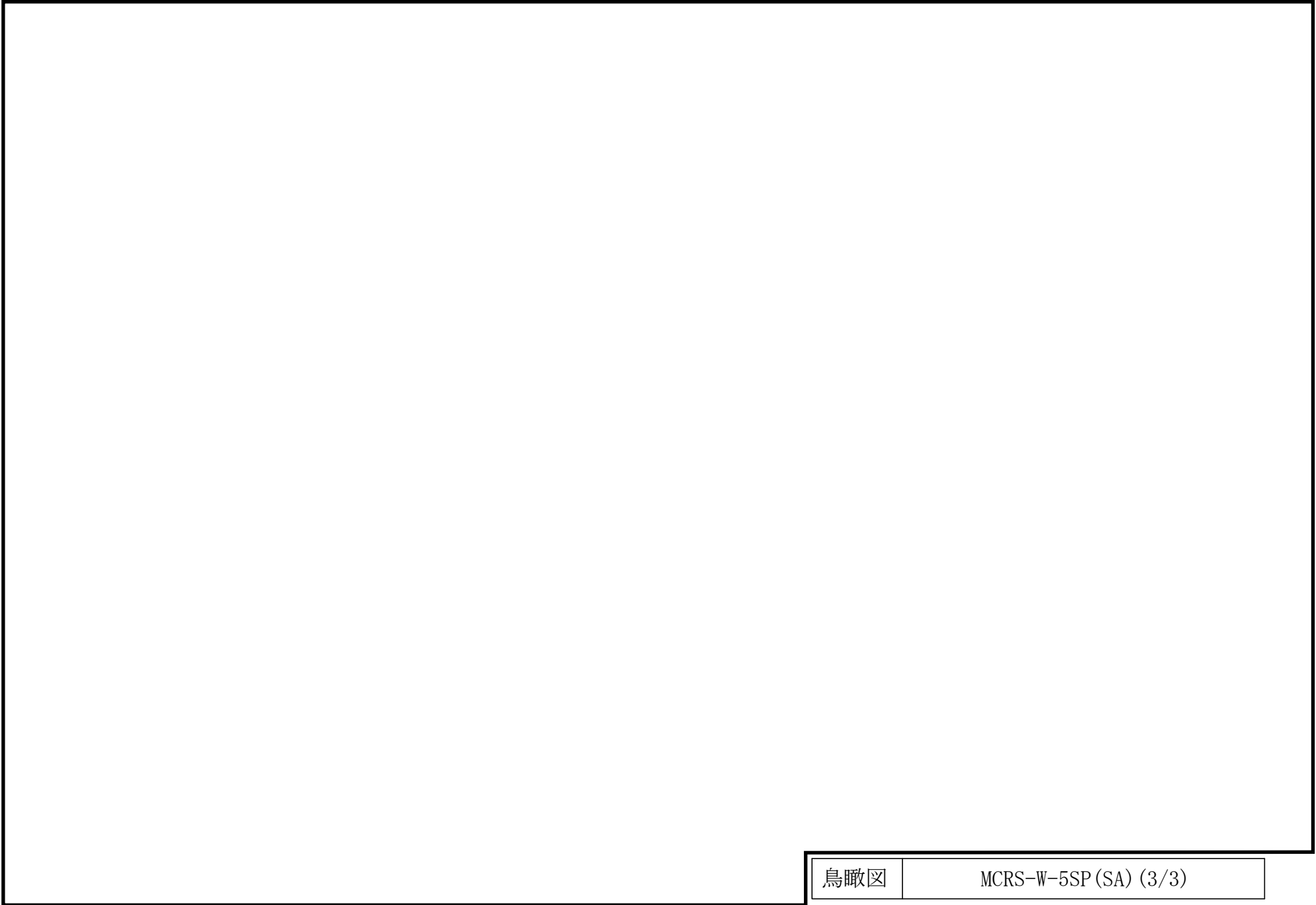
MCRS-W-5SP(SA) (1/3)

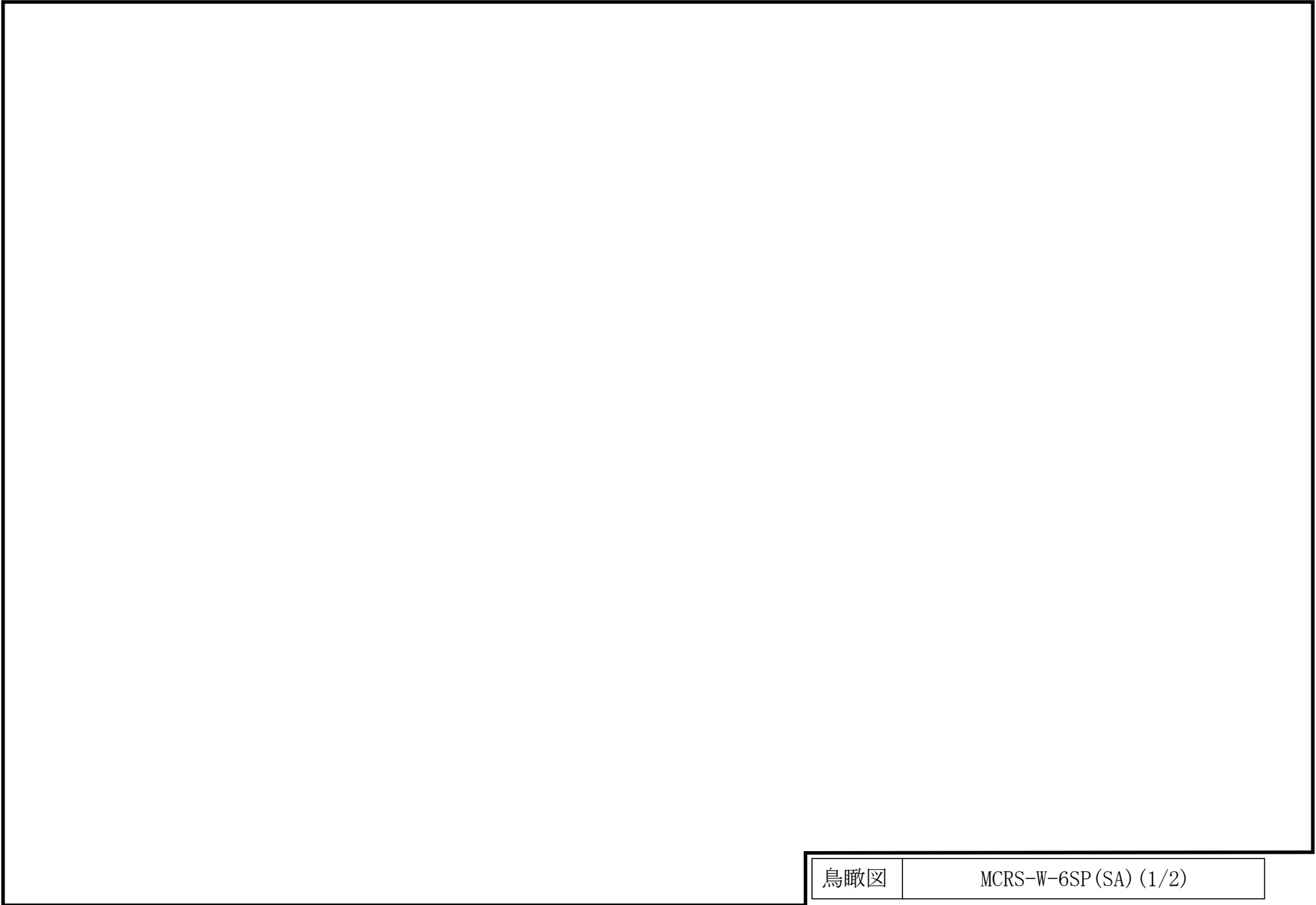


10

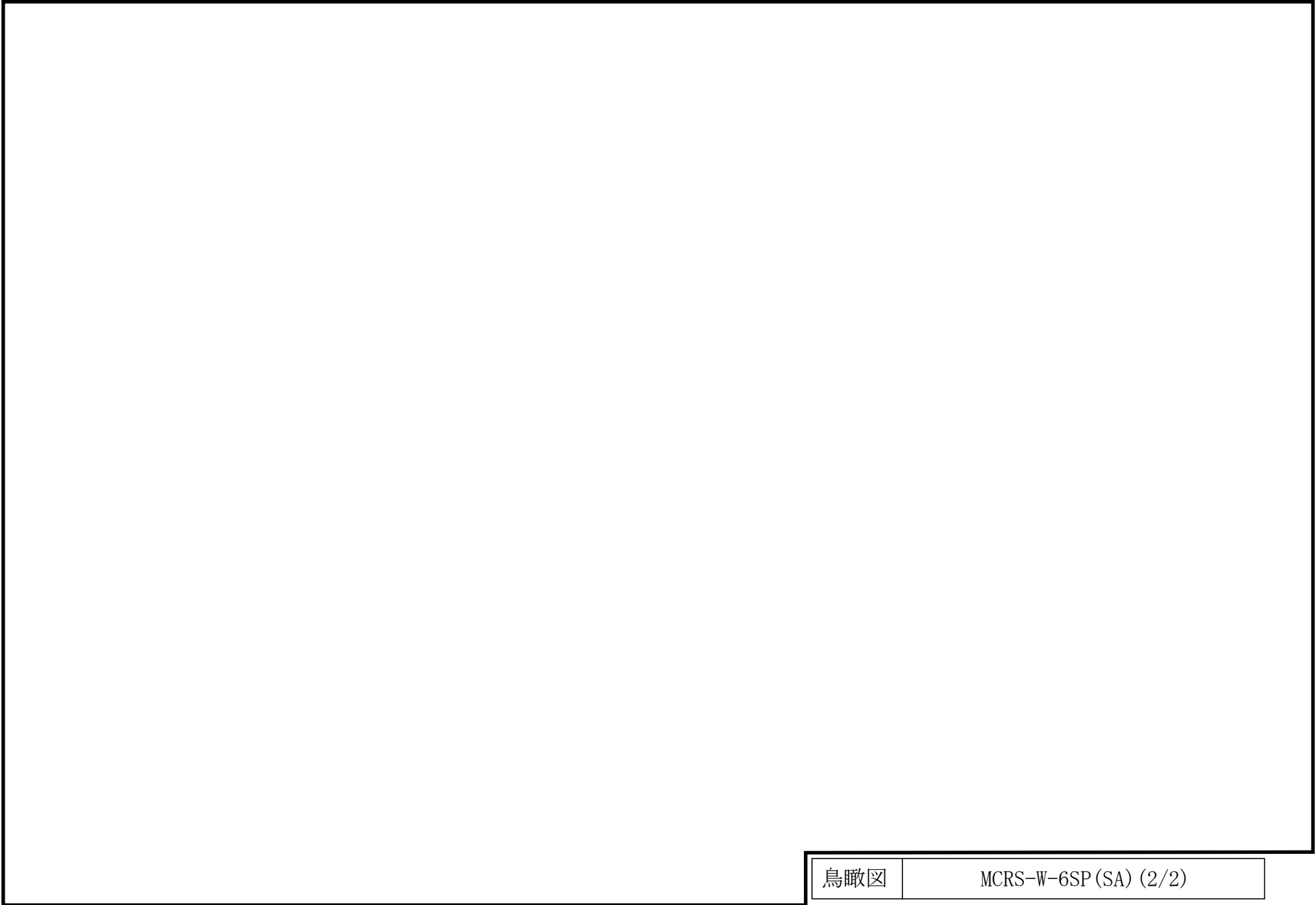
鳥瞰図

MCRS-W-5SP (SA) (2/3)





鳥瞰図	MCRS-W-6SP(SA) (1/2)
-----	----------------------



### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
放射線管理施設	換気設備	中央制御室空気供給系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
							V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	V <sub>A</sub> S

注記\*1：S Aは重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態V<sub>A</sub> Sは許容応力状態IV<sub>A</sub> Sの許容限界を使用し、許容応力状態IV<sub>A</sub> Sとして評価を実施する。

\*6：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから、重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MCRS-W-5SP

管 番号	対応する評価点	最高 使用 圧力 (MPa)	最高 使用 温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性 係数 (MPa)
1	1～14, 15～20 9～70, 71～76	19.60	40	27.2	3.9	SUS304TP	—	193667
2	24～33, 37～41 42～63, 80～89 93～97, 98～47	0.60	40	27.2	2.9	SUS304TP	—	193667

弁部の質量

鳥 瞰 図 MCRS-W-5SP

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	14~15		70~71
	20, 24, 76, 80		21, 77
	23, 79		33, 37, 89, 93
	34, 90		36, 92
	41~42, 97~98		



弁部の寸法

鳥 瞰 図 MCRS-W-5SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
14~15				20~21			
21~22				22~23			
21~24				33~34			
34~35				35~36			
34~37				41~42			
70~71				76~77			
77~78				78~79			
77~80				89~90			
90~91				91~92			
90~93				97~98			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MCRS-W-5SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
7						
16						
19						
22						
25						
32						
35						
38						
49						
56						
63						
72						
75						
78						
81						
88						
91						
94						

S2 補 VI-2-8-3-2-1 R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MCRS-W-6SP

管 番号	対応する評価点	最高 使用 圧力 (MPa)	最高 使用 温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性 係数 (MPa)
1	1～97	0.60	40	27.2	2.9	SUS304TP	—	193667

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MCRS-W-6SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
4001						
8						
17						
25						
31						
37						
42						
55						
62						
68						
76						
87						
91						
97						

S2 補 VI-2-8-3-2-1 R0

### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
SUS304TP	40	—	205	520	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
MCRS-W-5SP	廃棄物処理建物		
MCRS-W-6SP	廃棄物処理建物		

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 MCRS-W-5SP

適用する地震動等		基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
動的震度*2				

注記\*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 MCRS-W-6SP

適用する地震動等		基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直震度*2
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
動的震度*3				

注記\*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：各モードの固有周期に対し、設計用床応答スペクトルⅡ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度



各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 MCRS-W-6SP

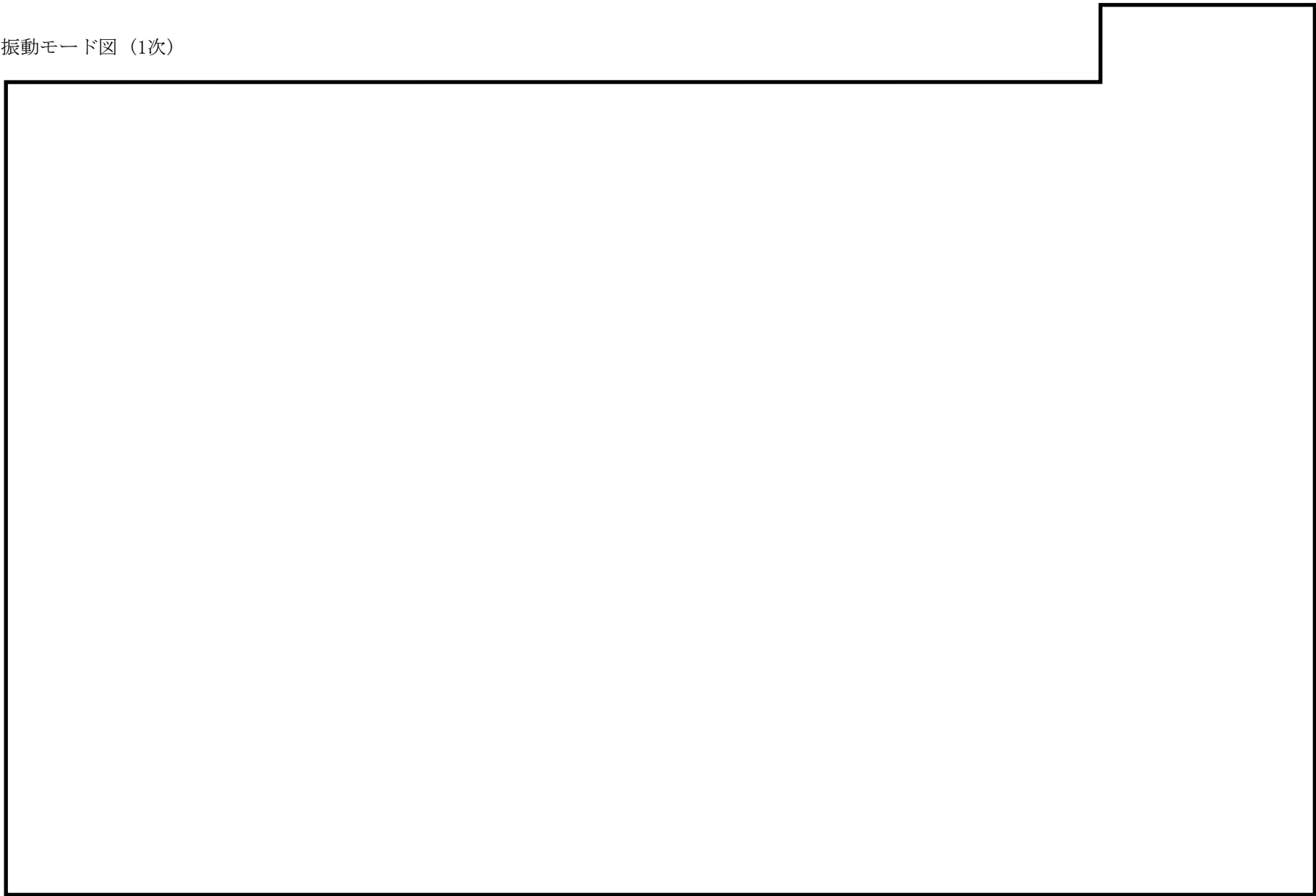
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				

注記\*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

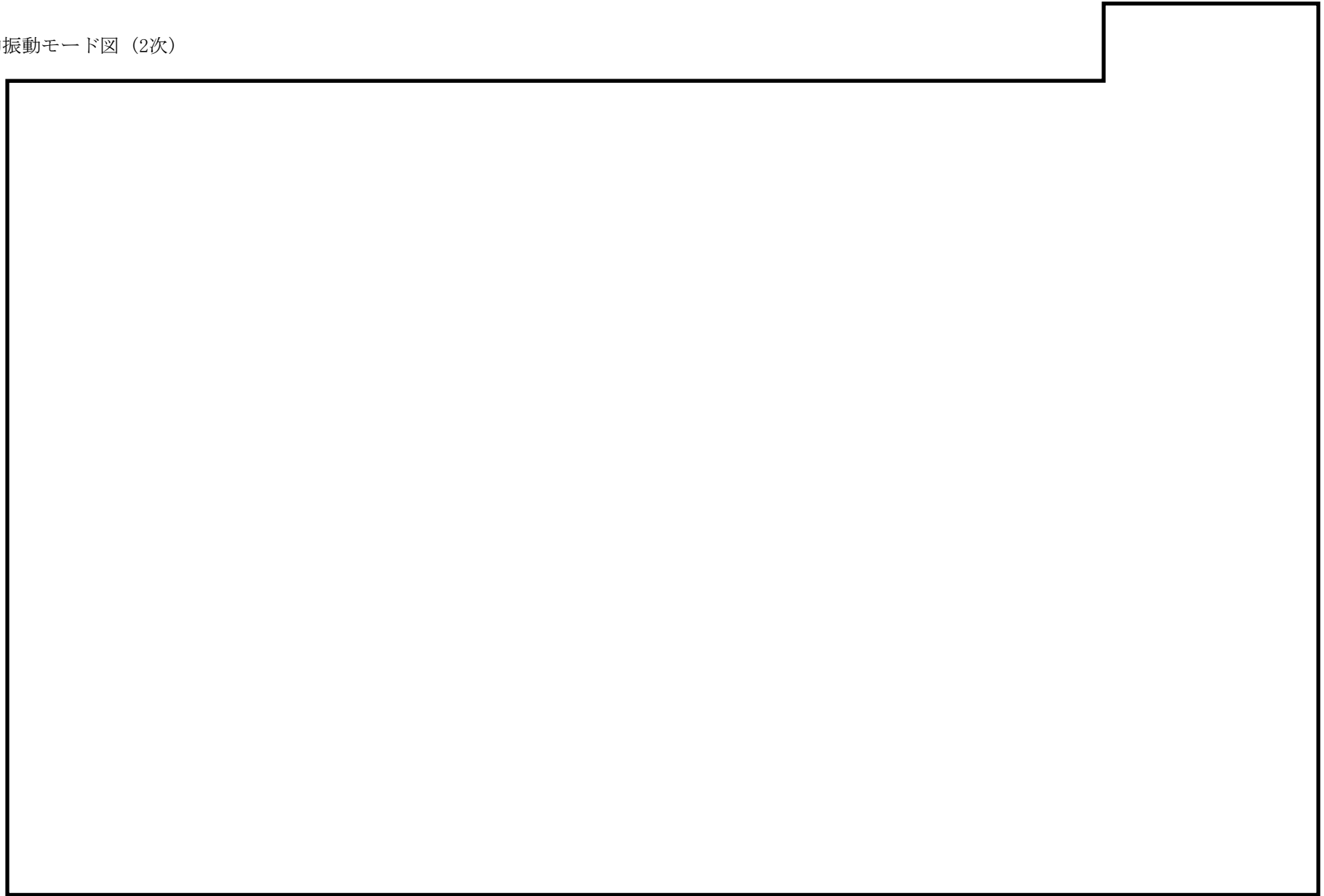
## 代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

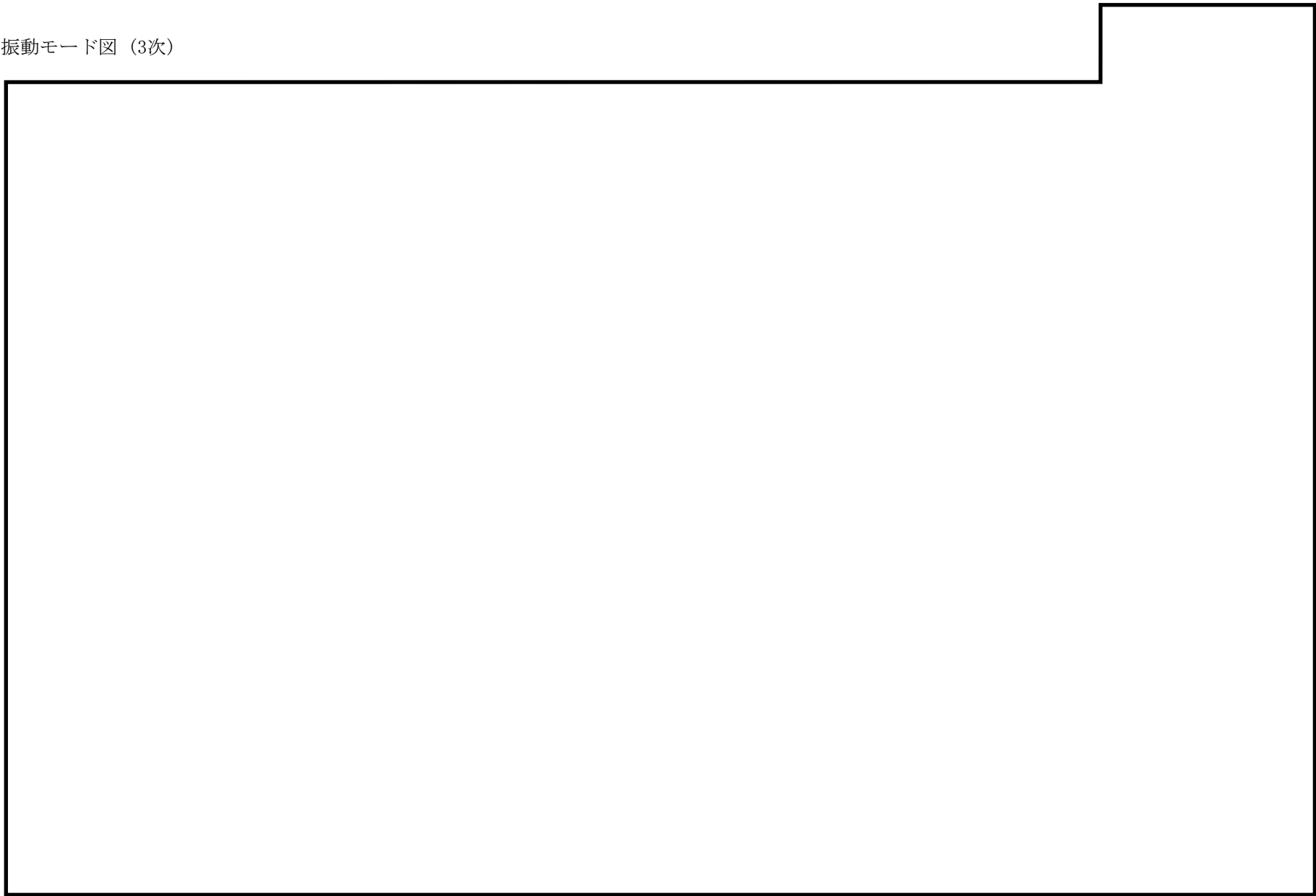
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



30

## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

## 重大事故等クラス2管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
V <sub>A</sub> S	一次応力(0.9・S <sub>u</sub> )	MCRS-W-5SP	20	239	468	—
	一次+二次応力(2・S <sub>y</sub> )	MCRS-W-6SP	8	384	410	—

注：許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価が許容応力状態V<sub>A</sub>Sの評価に包絡されるため、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価記載を省略する。

## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—
—	オイルスナッパ	—			—	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—
—	リジットハンガ	—			—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-MCRS-18713	レストレイント	Uボルト	SUS304	40	0	7	2	—	—	—	組合せ	96	153
AN-MCRS-1896	アンカ	ラグ	SUS304	40	0.3	0.2	1.0	0.2	0.1	0.1	組合せ	90	142

## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		動作機能確認済加速度 <sup>*2</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 <sup>*2</sup> (MPa)			
			水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\alpha$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。



## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

## 重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態V <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積係数	代表
1	MCRS-W-1SP	175	119	468	3.93	—	175	133	410	3.08	—	—
2	MCRS-W-2SP	48	123	468	3.80	—	48	167	410	2.45	—	—
3	MCRS-W-3SP	150	168	468	2.78	—	150	213	410	1.92	—	—
4	MCRS-W-4SP	41	103	468	4.54	—	41	102	410	4.01	—	—
5	MCRS-W-5SP	20	239	468	1.95	○	80	351	410	1.16	—	—
6	MCRS-W-6SP	8	196	468	2.38	—	8	384	410	1.06	—	○
7	MCRS-W-7SP	41	44	468	10.63	—	26	256	410	1.60	—	—
8	MCRS-C-1SP	23	57	468	8.21	—	41	97	410	4.22	—	—
9	MCRS-C-2SP	16	73	468	6.41	—	16	141	410	2.90	—	—
10	MCRS-C-3SP	22	69	468	6.78	—	18	112	410	3.66	—	—

注：許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価が許容応力状態V<sub>A</sub>Sの評価に包絡されるため、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価結果を省略する。

### VI-2-8-3-3 緊急時対策所換気空調系の耐震性についての計算書

VI-2-8-3-3-1 管の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 計算方法	6
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
3.3 設計条件	8
3.4 材料及び許容応力	13
3.5 設計用地震力	14
4. 解析結果及び評価	15
4.1 固有周期及び設計震度	15
4.2 評価結果	19
4.2.1 管の応力評価結果	19
4.2.2 支持構造物評価結果	20
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	21
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	22

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。





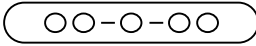
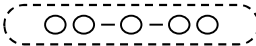

### (3) 弁

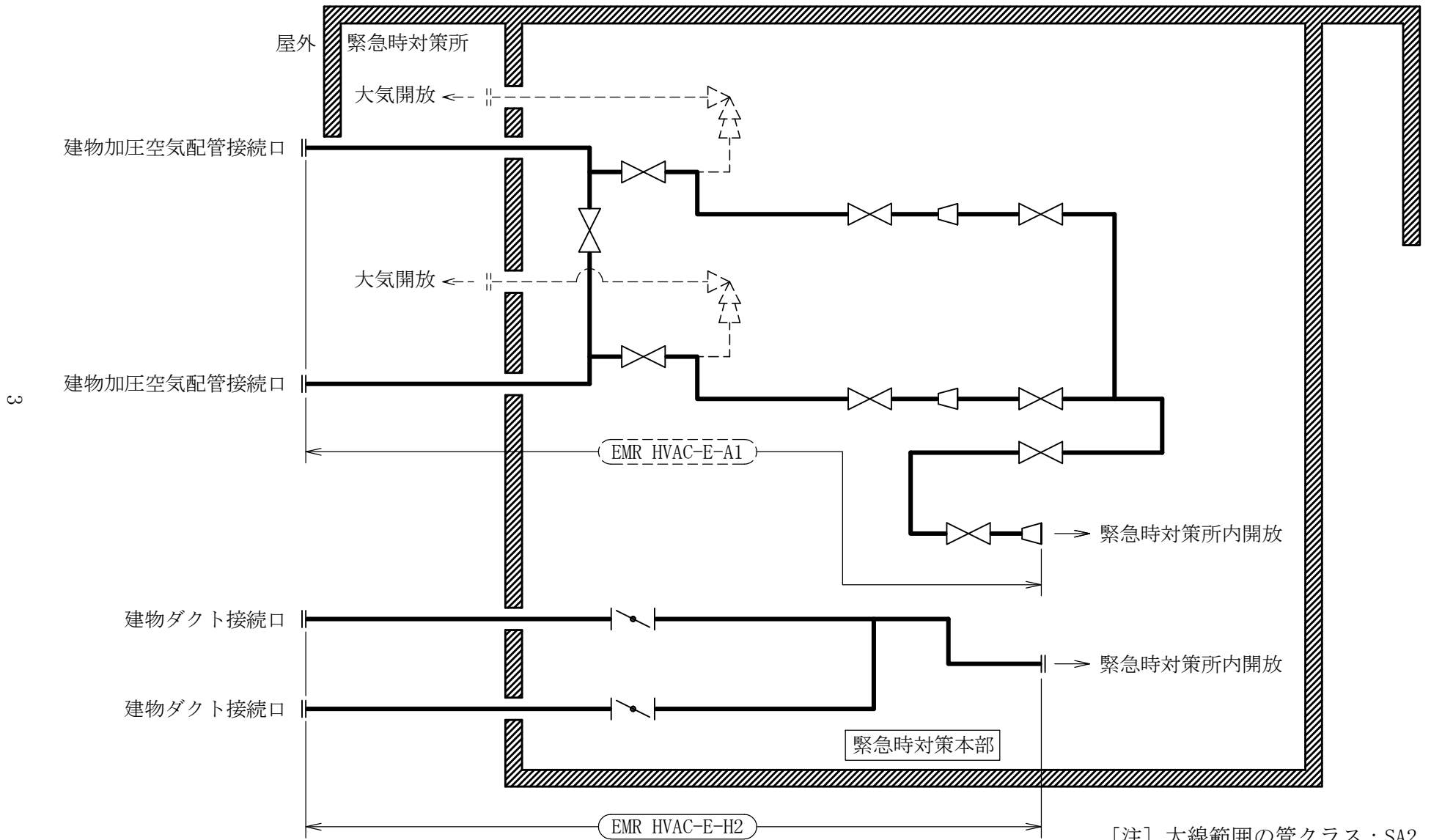
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例


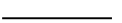
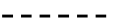


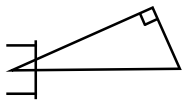
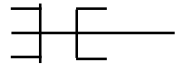

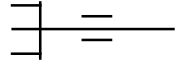
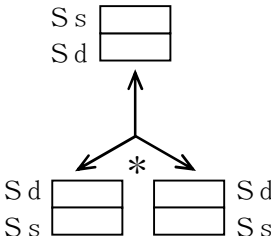
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管 のうち他系統の管であって、系統の概略を示すために 表記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



緊急時対策所換気空調系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)
注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	



鳥瞰図	EMR HVAC-E-H2 (SA)
-----	--------------------

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
放射線管理施設	換気設備	緊急時対策所換気空調系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
							V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	V <sub>A</sub> S

注記\*1：S Aは重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態V<sub>A</sub> Sは許容応力状態IV<sub>A</sub> Sの許容限界を使用し、許容応力状態IV<sub>A</sub> Sとして評価を実施する。

\*6：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから、重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

管 番号	対応する評価点	最高 使用 圧力 (MPa)	最高 使用 温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性 係数 (MPa)
1	1～10, 41～49	0.0063	50	318.5	10.3	SUS304TP	—	193667
2	10～12, 15～31 17～36, 39～41	0.0063	50	318.5	10.3	SUS304TP	—	194600

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

質量	対応する評価点
	1, 49
	12, 15, 36, 39
	19, 22, 33
	27, 28
	31

弁部の質量

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	12, 15, 36, 39	<input type="checkbox"/>	13, 37
<input type="checkbox"/>	14, 38		

弁部の寸法

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
12~13				13~14			
13~15							
37~38				36~37			
				37~39			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
2						
5						
11						
23						
30						
40						
45						
48						



### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
SUS304TP	50	—	198	504	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
EMR HVAC-E-H2	緊急時対策所		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

適用する地震動等		基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直震度*2
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
動的震度*3				

注記\*1：固有周期が0.050 s 以上のモードを示す。 0.020 s 以上0.050 s 未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：各モードの固有周期に対し、設計用床応答スペクトルⅡ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 EMR HVAC-E-H2

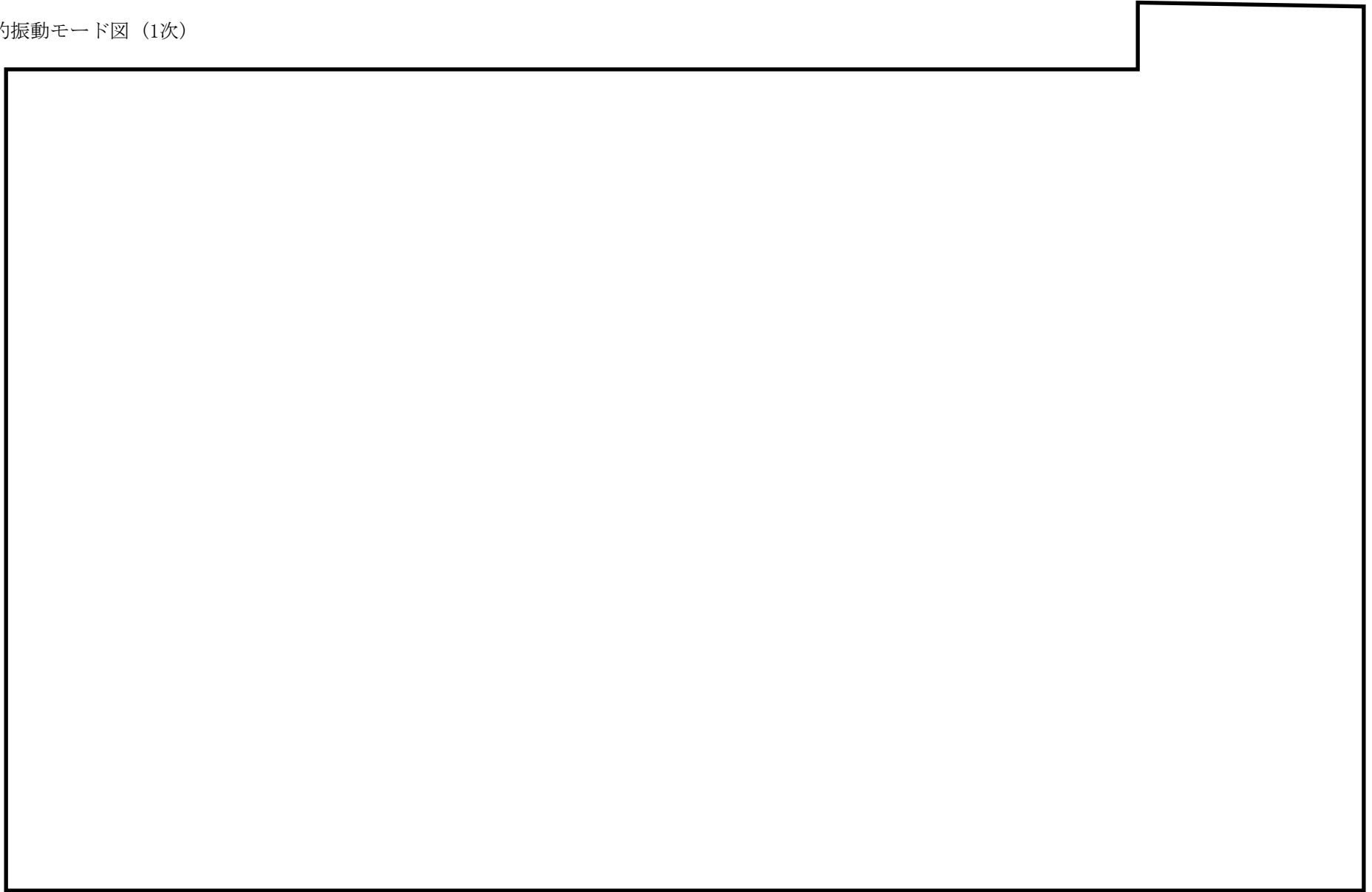
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

## 重大事故等クラス2管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
V <sub>A</sub> S	一次応力(0.9・S <sub>u</sub> )	EMR HVAC-E-H2	17	73	453	—
	一次+二次応力(2・S <sub>y</sub> )	EMR HVAC-E-H2	17	141	396	—

注：許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価が許容応力状態V<sub>A</sub>Sの評価に包絡されるため、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価記載を省略する。

## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—
—	オイルスナッパ	—			—	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—
—	リジットハンガ	—			—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-EMR HVAC-E0020	レストレイント	ビーム	STKR400	40	0	18	52	—	—	—	組合せ	12	161
—	アンカ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		動作機能確認済加速度 <sup>*2</sup> ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 <sup>*2</sup> (MPa)			
			水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\alpha$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。

## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

## 重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態V <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	EMR HVAC-E-A1	42	69	468	6.78	—	42	128	410	3.20	—	—
2	EMR HVAC-E-H2	17	73	453	6.20	○	17	141	396	2.80	—	○

注：許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価が許容応力状態V<sub>A</sub>Sの評価に包絡されるため、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの評価結果を省略する。

## VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性に関する説明書

## VI-2-9-2 原子炉格納容器の耐震性についての計算書

VI-2-9-2-1 ドライウェルの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	3
2.4 記号の説明	4
3. 評価部位	5
4. 構造強度評価	6
4.1 構造強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.3 設計用地震力	11
4.4 計算方法	14
4.5 計算条件	17
4.6 応力の評価	17
5. 評価結果	18
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	22
6. 参照図書	25

## 図 表 目 次

図 2-1	ドライウエルの耐震評価フロー	3
図 3-1	ドライウエルの形状及び主要寸法	5
図 4-1	ドライウエルの応力評価点	15
表 2-1	構造計画	2
表 3-1	使用材料表	5
表 4-1	荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）	7
表 4-2	荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）	8
表 4-3	クラスMC 容器の許容応力	9
表 4-4	使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）	10
表 4-5	使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）	10
表 4-6	鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重（設計基準対象施設）	12
表 4-7	水平方向地震荷重（設計基準対象施設）	12
表 4-8	鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重（重大事故等対処設備）	13
表 4-9	水平方向地震荷重（重大事故等対処設備）	13
表 4-10	応力評価点	14
表 5-1	許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S に対する評価結果（D + P + M + S <sub>d</sub> *）	19
表 5-2(1)	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S に対する評価結果（D + P + M + S <sub>s</sub> ）	20
表 5-2(2)	許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S に対する評価結果（D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> *）	21
表 5-3(1)	許容応力状態Ⅴ <sub>A</sub> S に対する評価結果（D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub> ）	23
表 5-3(2)	許容応力状態Ⅴ <sub>A</sub> S に対する評価結果（D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub> ）	24

## 1. 概要

本計算書は、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及びVI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ドライウエルが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ドライウエルは設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重によるドライウエルの評価は、昭和59年9月17日付け59資庁第8283号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

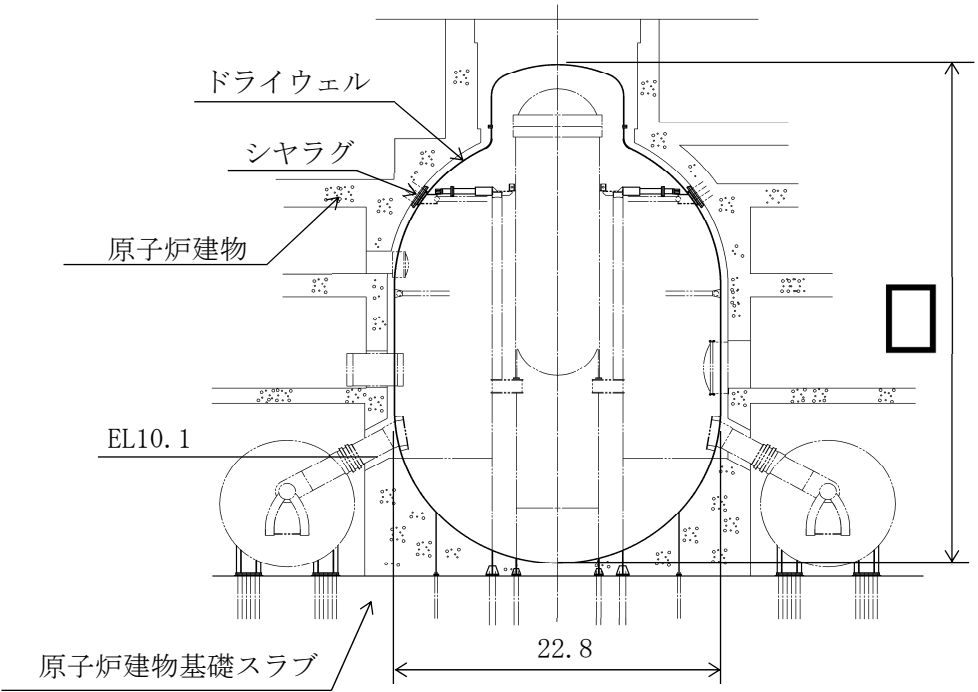
## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウエルの構造計画を表2-1に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ドライウエルは EL10.1m 以下においてコンクリートに埋設されており、原子炉建物及び原子炉建物基礎スラブと一体となっている。</p> <p>ドライウエルの水平方向地震荷重はシヤラグ及びドライウエル下部より原子炉建物を介して原子炉建物基礎スラブに伝達され、鉛直方向地震荷重はドライウエル下部より原子炉建物を介して原子炉建物基礎スラブに伝達される。</p>	<p>上下部半球胴部円筒形の鋼製容器（胴部内径 22.8m、全高 <input type="text" value=""/> m）であり、板厚は <input type="text" value=""/> mm である。</p>	 <p style="text-align: right;">(単位：m)</p>

## 2.2 評価方針

ドライウエルの応力評価は、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及びVI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ドライウエルの耐震評価フローを図2-1に示す。

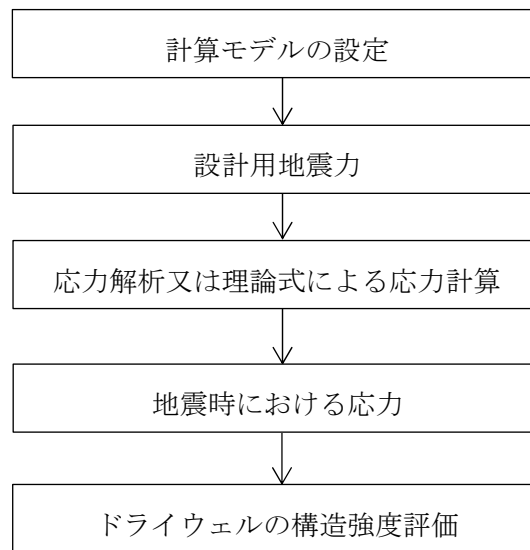


図2-1 ドライウエルの耐震評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

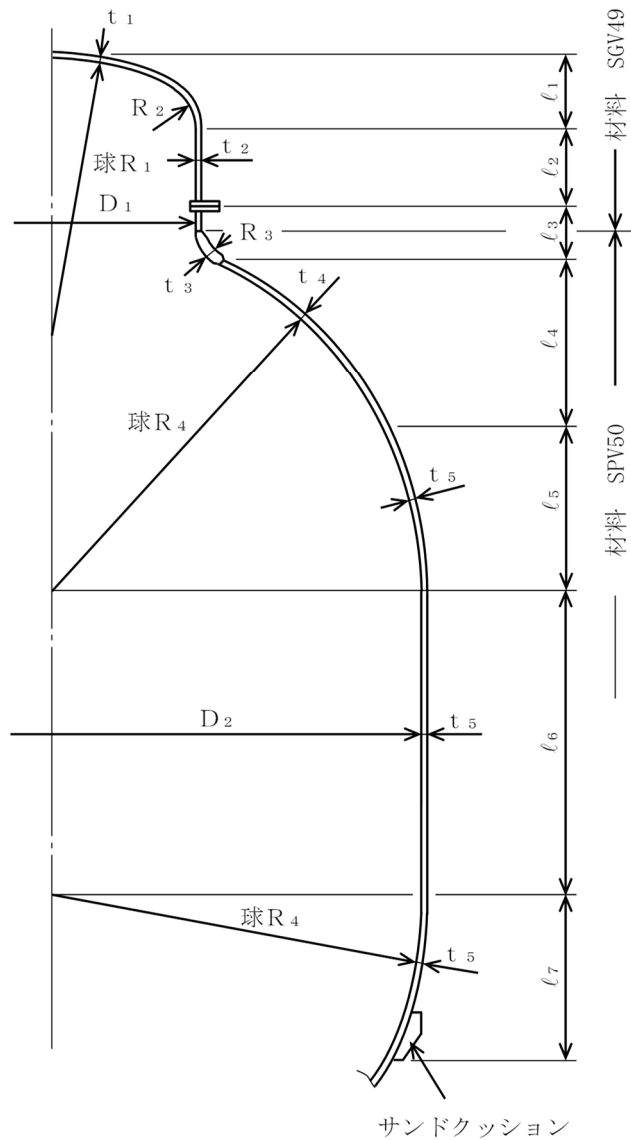
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

## 2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm <sup>2</sup>
D	死荷重	—
D <sub>i</sub>	内径 (i = 1, 2)	mm
E	縦弾性係数	MPa
f <sub>b</sub>	曲げモーメントに対する座屈応力	MPa
f <sub>c</sub>	軸圧縮荷重に対する座屈応力	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 にて定める F の値	MPa
g	重力加速度	m/s <sup>2</sup>
ℓ <sub>i</sub>	長さ (i = 1, 2, 3…)	mm
M	機械的荷重, モーメント	—, N・mm
M <sub>L</sub>	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M <sub>SAL</sub>	機械的荷重 (S A 後長期機械的荷重)	—
M <sub>SALL</sub>	機械的荷重 (S A 後長々期機械的荷重)	—
P	圧力, 軸圧縮荷重	—, N
P <sub>L</sub>	地震と組み合わせる圧力	—
P <sub>SAL</sub>	圧力 (S A 後長期圧力)	—, kPa
P <sub>SALL</sub>	圧力 (S A 後長々期圧力)	—, kPa
R	円筒の平均半径	mm
R <sub>i</sub>	半径 (i = 1, 2, 3…)	mm
S	許容引張応力	MPa
S <sub>d</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> により定まる地震力	—
S <sub>d</sub> *	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> により定まる地震力又は静的地震力	—
S <sub>m</sub>	設計応力強さ	MPa
S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub> により定まる地震力	—
S <sub>u</sub>	設計引張強さ	MPa
S <sub>y</sub>	設計降伏点	MPa
S <sub>y</sub> (R T)	40℃における設計降伏点	MPa
t	円筒の板厚	mm
t <sub>i</sub>	厚さ (i = 1, 2, 3…)	mm
T <sub>SAL</sub>	温度 (S A 後長期温度)	℃
T <sub>SALL</sub>	温度 (S A 後長々期温度)	℃
Z	断面係数	mm <sup>3</sup>
α	安全率	—
η	係数 (= R / t)	—
η <sub>i</sub>	係数 (i = 2, 3)	—

3. 評価部位

ドライウエルの形状及び主要寸法を図3-1に、使用材料及び使用部位を表3-1に示す。



$D_1 = 9220$	$D_2 = 22800$	$R_1 = 8673$	$R_2 = 1656$	$R_3 = 790$
$R_4 = 11400$	$l_1 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$l_2 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$l_3 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$l_4 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
$l_5 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$l_6 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$l_7 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$t_1 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$t_2 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
$t_3 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$t_4 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	$t_5 = $ <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>		

(単位：mm)

図3-1 ドライウエルの形状及び主要寸法

表3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
ドライウエル	SGV49	SGV480 相当
	SPV50	SPV490 相当

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

- (1) ドライウエルの水平方向地震荷重はシヤラグ及びドライウエル下部より原子炉建物を介して原子炉建物基礎スラブに伝達され、鉛直方向地震荷重はドライウエル下部より原子炉建物を介して原子炉建物基礎スラブに伝達される。

ドライウエルの耐震評価として、VI-2-2-1「炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて，参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は，公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエルの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち，設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは，VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い，対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお，考慮する荷重の組合せは，組み合わせる荷重の大きさを踏まえ，評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

ドライウエルの許容応力は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエルの使用材料の許容応力評価条件のうち，設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ* <sup>1</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	ドライウエル	S	クラスMC容器	D + P + M + S d *	(10)	Ⅲ <sub>A</sub> S
						(11)	
					(14)	(16)	
					D + P + M + S s	(12)	Ⅳ <sub>A</sub> S
						(13)	
						(15)	
					D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S d ** <sup>2</sup>	(17)	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*1：（ ）内はVI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表5-2の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：原子炉格納容器は冷却材喪失事故後の最終障壁となることから、構造全体としての安全裕度を確認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態*4
原子炉格納施設	原子炉格納容器	ドライウエル	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス 2 容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d^{*3}$	(V(L)-1)	$V_{AS}$
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	$V_{AS}$

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：（ ）内はVI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表5-3の荷重の組合せのNo.を示す。

\*3：重大事故等後の最高内圧と最高温度との組合せを考慮する。

\*4： $V_{AS}$ として $IV_{AS}$ の許容限界を用いる。

表4-3 クラスMC容器の許容応力

許容 応力状態	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界*7	
					純せん 断応力	支圧応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*2, *3 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ, Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.6・S	S <sub>y</sub> *6 (1.5・S <sub>y</sub> )
Ⅳ <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は0.6・S <sub>u</sub> , 不連続な部分はS <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、構造上の連続な部分は2・Sと0.6・S <sub>u</sub> の小さい方, 不連続な部分は1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4			0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> *6 (1.5・S <sub>u</sub> )
V <sub>A</sub> S*5						

注記\*1: 3・Sを超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。また、S<sub>m</sub>はSと読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いることができる。

\*2: 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub>又はS<sub>s</sub>地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*3: 運転状態Ⅰ, Ⅱにおいて、疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数が1.0以下であること。

\*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は1.5のいずれか小さい方の値(α)を用いる。

\*5: V<sub>A</sub>SとしてⅣ<sub>A</sub>Sの許容限界を用いる。

\*6: ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

\*7: 座屈に対する評価は、J E A G 4 6 0 1-1984の第2種容器の軸圧縮荷重及び曲げモーメントによる座屈に対する評価式を用いる。



表4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
ドライウエル	SGV49 <sup>*1</sup>	周囲環境温度	171	131	229	423	—
	SPV50 <sup>*2</sup>	周囲環境温度	171	167	429	550	—

注記\*1：SGV480 相当

\*2：SPV490 相当

表4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
ドライウエル	SGV49 <sup>*1</sup>	周囲環境温度	200 <sup>*3</sup>	131	226	422	—
		周囲環境温度	70 <sup>*4</sup>	131	248	453	—
	SPV50 <sup>*2</sup>	周囲環境温度	200 <sup>*3</sup>	167	417	545	—
		周囲環境温度	70 <sup>*4</sup>	167	478	581	—

注記\*1：SGV480 相当

\*2：SPV490 相当

\*3：SA 後長期温度

\*4：SA 後長々期温度

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，次のとおりである。

内圧（冷却材喪失事故後の最大内圧）	327 kPa
外圧	14 kPa
温度（最高使用温度）	171 °C
死荷重（自重）	
通常運転時	<input type="text"/> N
燃料交換時	<input type="text"/> N
死荷重（ウェルディングパッド支持荷重）	
通常運転時及び燃料交換時	<input type="text"/> N
活荷重（ハッチ類における活荷重）	
通常運転時	<input type="text"/> N
燃料交換時	<input type="text"/> N
活荷重（水荷重）	
燃料交換時のみ	<input type="text"/> N

##### (2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 $P_{SAL}$	660kPa（SA後長期）
内圧 $P_{SALL}$	380kPa（SA後長々期）
温度 $T_{SAL}$	200°C（SA後長期）
温度 $T_{SALL}$	70 °C（SA後長々期）

#### 4.3 設計用地震力

ドライウエルに加わる地震荷重について，VI-2-2-1「炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により求めた地震荷重を上回る荷重を設定する。

##### (1) 設計基準対象施設としての設計用地震力

設計基準対象施設としてドライウエルの応力計算に用いる鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重を表 4-6 に，水平方向地震荷重を表 4-7 に示す。

##### (2) 重大事故等対処設備としての設計用地震力

重大事故等対処設備としてドライウエルの応力計算に用いる鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重を表 4-8 に，水平方向地震荷重を表 4-9 に示す。

表 4-6 鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重（設計基準対象施設）

(単位：N)

応力評価点*	通常運転時		燃料交換時			
	鉛直荷重	地震荷重		鉛直荷重	地震荷重	
		S d*	S s		S d*	S s
P 1						
P 2						
P 3						
P 4						
P 5						
P 6						
P 7						
P 8						

注記\*：応力評価点の位置は図 4-1 参照。

表 4-7 水平方向地震荷重（設計基準対象施設）

応力評価点* <sup>1</sup>	弾性設計用地震動 S d* による地震荷重		基準地震動 S s による地震荷重	
	せん断力 (N)	モーメント (N・mm)	せん断力 (N)	モーメント (N・mm)
P 1	$3.180 \times 10^5$	$7.450 \times 10^8$	$8.680 \times 10^5$	$2.030 \times 10^9$
P 2	$5.070 \times 10^6$	$1.020 \times 10^{10}$	$1.240 \times 10^7$	$2.350 \times 10^{10}$
P 3	$5.910 \times 10^6$	$1.020 \times 10^{10}$	$1.360 \times 10^7$	$2.350 \times 10^{10}$
P 4	$2.470 \times 10^7$	$6.570 \times 10^{10}$	$5.650 \times 10^7$	$1.420 \times 10^{11}$
P 5	$2.580 \times 10^7$	$1.880 \times 10^{11}$	$5.810 \times 10^7$	$4.080 \times 10^{11}$
P 6	$2.630 \times 10^7$	$3.460 \times 10^{11}$	$5.920 \times 10^7$	$7.580 \times 10^{11}$
P 7	$2.700 \times 10^7$	$4.300 \times 10^{11}$	$6.160 \times 10^7$	$9.460 \times 10^{11}$
P 8	$2.740 \times 10^7$	$5.270 \times 10^{11}$	$6.270 \times 10^7$	$1.170 \times 10^{12}$
				$9.990 \times 10^{11*2}$

注記\* 1：応力評価点の位置は図 4-1 参照。

\* 2：座屈評価に用いる荷重。

表 4-8 鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重（重大事故等対処設備）

（単位：N）

応力評価点*	重大事故等時		
	鉛直荷重	地震荷重	
		S d	S s
P 1			
P 2			
P 3			
P 4			
P 5			
P 6			
P 7			
P 8			

注記\*：応力評価点の位置は図 4-1 参照。

表 4-9 水平方向地震荷重（重大事故等対処設備）

応力評価点* <sup>1</sup>	弾性設計用地震動 S d * による地震荷重		基準地震動 S s による地震荷重	
	せん断力 (N)	モーメント (N・mm)	せん断力 (N)	モーメント (N・mm)
P 1	$3.180 \times 10^5$	$7.450 \times 10^8$	$8.680 \times 10^5$	$2.030 \times 10^9$
P 2	$5.070 \times 10^6$	$1.020 \times 10^{10}$	$1.240 \times 10^7$	$2.350 \times 10^{10}$
P 3	$5.910 \times 10^6$	$1.020 \times 10^{10}$	$1.360 \times 10^7$	$2.350 \times 10^{10}$
P 4	$2.470 \times 10^7$	$6.570 \times 10^{10}$	$5.650 \times 10^7$	$1.420 \times 10^{11}$
P 5	$2.580 \times 10^7$	$1.880 \times 10^{11}$	$5.810 \times 10^7$	$4.080 \times 10^{11}$
P 6	$2.630 \times 10^7$	$3.460 \times 10^{11}$	$5.920 \times 10^7$	$7.580 \times 10^{11}$
P 7	$2.700 \times 10^7$	$4.300 \times 10^{11}$	$6.160 \times 10^7$	$9.460 \times 10^{11}$
P 8	$2.740 \times 10^7$	$5.270 \times 10^{11}$	$6.270 \times 10^7$	$1.170 \times 10^{12}$
				$9.990 \times 10^{11} * 2$

注記\* 1：応力評価点の位置は図 4-1 参照。

\* 2：座屈評価に用いる荷重。

#### 4.4 計算方法

##### 4.4.1 応力評価方法

ドライウエルの応力評価点は、ドライウエルを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-10 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

応力評価点 P1~P8 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比，荷重比等）し評価する。

表 4-10 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P 1	ドライウエル上ふた球形部とナックル部の接合部
P 2	円筒部とナックル部の接合部
P 3	ナックル部と球形部の接合部
P 4	球形部の板厚変化部
P 5	球形部と円筒部の接合部
P 6	円筒部
P 7	円筒部と球形部の接合部
P 8	基部

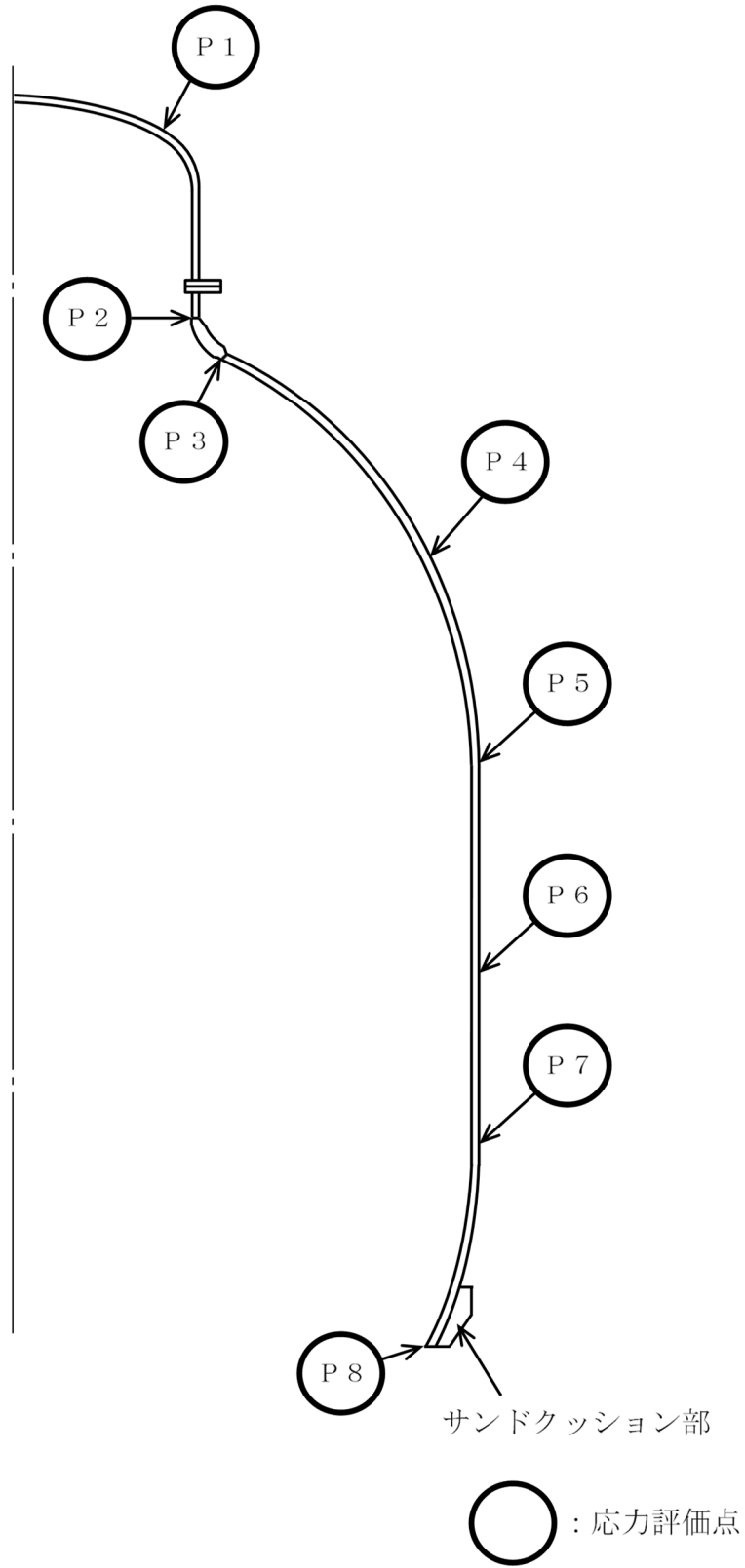


図4-1 ドライウェルの応力評価点

4.4.2 座屈評価

(1) 評価荷重

応力評価点 P 8 の座屈評価に用いる地震荷重\*1 を以下に示す。

- a. 設計基準対象施設としての評価荷重 (S s)
- 軸圧縮荷重\*2             $P = \square \text{ N}$
- 曲げモーメント         $M = 9.990 \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{mm}$
- b. 重大事故等対処設備としての評価荷重 (S s)
- 軸圧縮荷重\*2             $P = \square \text{ N}$
- 曲げモーメント         $M = 9.990 \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{mm}$

注記\*1：評価条件については組合せ係数法を採用する。

\*2：表 4-6，表 4-8 に示す鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重により算出する。

(2) 評価式

応力評価点 P 8 に対する地震時における評価は，以下の評価式を用いて行う。

$$\frac{\alpha \cdot (P/A)}{f_c} + \frac{\alpha \cdot (M/Z)}{f_b} \leq 1.0$$

ここで，

A：断面積 =  $2.14 \times 10^6 \text{ mm}^2$

Z：断面係数 =  $1.07 \times 10^{10} \text{ mm}^3$

f c：軸圧縮荷重に対する座屈応力で，次の計算式により計算した値

$$f_c = 0.6 \cdot \frac{E}{\eta} \cdot \left[ 1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{\eta}\right) \right\} \right] \quad (\eta_2 \leq \eta \leq 800 \text{ より})$$

f b：曲げモーメントに対する座屈応力で，次の計算式により計算した値

$$f_b = 0.6 \cdot \frac{E}{\eta} \cdot \left[ 1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{\eta}\right) \right\} \right] \quad (\eta_3 \leq \eta \leq 800 \text{ より})$$

$\alpha$ ：安全率 = 1.5 ( $\eta_2 \leq \eta$  より)

E：縦弾性係数 =  $1.93 \times 10^5 \text{ MPa}$  設計基準対象施設 (171°C)

$1.91 \times 10^5 \text{ MPa}$  重大事故等対処設備 (200°C)

t：円筒の板厚 =  $\square \text{ mm}$

R：円筒の平均半径 = 10002.5mm

$\eta$ ：R / t

$\eta_2$ ：8000 · g / F

$\eta_3$ ：9600 · g / F

F：設計・建設規格 SSB-3121.1 にて定める F の値

385MPa 設計基準対象施設 (171°C)

381MPa 重大事故等対処設備 (200°C)

#### 4.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.3 設計用地震力」に示す。

#### 4.6 応力の評価

「4.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。



## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

ドライウエルの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 5-1 及び表 5-2 に示す。

表中の「荷重の組合せ」欄には、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表 5-2 の荷重の組合せの No. を記載する。

なお、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」の 5.3 項にて、設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすことを確認しているため、一次+二次+ピーク応力強さの評価は不要である。

表 5-1 許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S に対する評価結果 (D + P + M + S d\*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ <sub>A</sub> S		判定	荷重の 組合せ	備考
				算出応力	許容応力			
				MPa	MPa			
ドライウエル	P 1	ドライウエル上ふた球形部と ナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	12	344	○	(10)	
			一次+二次応力	10	393	○	(10)	
	P 2	円筒部とナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	34	344	○	(11)	
			一次+二次応力	61	393	○	(11)	
	P 3	ナックル部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	38	495	○	(11)	
			一次+二次応力	95	501	○	(11)	
	P 4	球形部の板厚変化部	一次膜応力+一次曲げ応力	32	495	○	(11)	
			一次+二次応力	55	501	○	(10), (11)	
	P 5	球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	34	495	○	(11)	
			一次+二次応力	61	501	○	(10), (11)	
	P 6	円筒部	一次一般膜応力	34	330	○	(11)	
			一次膜応力+一次曲げ応力	34	495	○	(11)	
			一次+二次応力	63	501	○	(10), (11)	
	P 7	円筒部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	47	495	○	(11)	
			一次+二次応力	81	501	○	(11)	
	P 8	基部	一次膜応力+一次曲げ応力	87	495	○	(10), (11)	
			一次+二次応力	183	501	○	(11)	
			座屈	0.95*	1.0	○	—	単位なし

注記\* : 保守的に S<sub>s</sub> での評価結果を記載する。

表 5-2(1) 許容応力状態IVASに対する評価結果 (D + P + M + S s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IVAS		判定	荷重の 組合せ	備考
				算出応力	許容応力			
				MPa	MPa			
ドライウエル	P 1	ドライウエル上ふた球形部と ナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	17	380	○	(12)	
			一次+二次応力	22	393	○	(12)	
	P 2	円筒部とナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	59	380	○	(13)	
			一次+二次応力	134	393	○	(13)	
	P 3	ナックル部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	55	495	○	(13)	
			一次+二次応力	197	501	○	(13)	
	P 4	球形部の板厚変化部	一次膜応力+一次曲げ応力	65	495	○	(13)	
			一次+二次応力	120	501	○	(12), (13)	
	P 5	球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	68	495	○	(13)	
			一次+二次応力	128	501	○	(12), (13)	
	P 6	円筒部	一次一般膜応力	72	330	○	(13)	
			一次膜応力+一次曲げ応力	72	495	○	(13)	
			一次+二次応力	140	501	○	(12), (13)	
	P 7	円筒部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	89	495	○	(13)	
			一次+二次応力	163	501	○	(13)	
	P 8	基部	一次膜応力+一次曲げ応力	190	495	○	(12), (13)	
			一次+二次応力	402	501	○	(13)	
			座屈	0.95	1.0	○	—	単位なし

表 5-2(2) 許容応力状態IVASに対する評価結果 (D + P<sub>L</sub> + M<sub>L</sub> + S<sub>d</sub>\*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IVAS		判定	荷重の 組合せ	備考
				算出応力	許容応力			
				MPa	MPa			
ドライウエル	P 1	ドライウエル上ふた球形部と ナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	88	380	○	(17)	
			一次+二次応力	10	393	○	(17)	
	P 2	円筒部とナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	88	380	○	(17)	
			一次+二次応力	47	393	○	(17)	
	P 3	ナックル部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	154	495	○	(17)	
			一次+二次応力	51	501	○	(17)	
	P 4	球形部の板厚変化部	一次膜応力+一次曲げ応力	69	495	○	(17)	
			一次+二次応力	55	501	○	(17)	
	P 5	球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	96	495	○	(17)	
			一次+二次応力	61	501	○	(17)	
	P 6	円筒部	一次一般膜応力	116	330	○	(17)	
			一次膜応力+一次曲げ応力	116	495	○	(17)	
			一次+二次応力	63	501	○	(17)	
	P 7	円筒部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	98	495	○	(17)	
			一次+二次応力	77	501	○	(17)	
	P 8	基部	一次膜応力+一次曲げ応力	104	495	○	(17)	
			一次+二次応力	181	501	○	(17)	
			座屈	0.95*	1.0	○	—	単位なし

注記\* : 保守的にS<sub>s</sub>での評価結果を記載する。

## 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウエルの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 5-3 に示す。

表中の「荷重の組合せ」欄には、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表 5-3 の荷重の組合せの No. を記載する。

なお、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」の 5.3 項にて、設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすことを確認しているため、一次+二次+ピーク応力強さの評価は不要である。

表 5-3(1) 許容応力状態 V<sub>A</sub>S に対する評価結果 (D + P<sub>SAL</sub> + M<sub>SAL</sub> + S<sub>d</sub>)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V <sub>A</sub> S		判定	荷重の 組合せ	備考
				算出応力	許容応力			
				MPa	MPa			
ドライウエル	P 1	ドライウエル上ふた球形部と ナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	177	379	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	10	393	○	V(L)-1	
	P 2	円筒部とナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	168	379	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	47	393	○	V(L)-1	
	P 3	ナックル部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	301	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	51	501	○	V(L)-1	
	P 4	球形部の板厚変化部	一次膜応力+一次曲げ応力	124	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	55	501	○	V(L)-1	
	P 5	球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	180	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	61	501	○	V(L)-1	
	P 6	円筒部	一次一般膜応力	228	327	○	V(L)-1	
			一次膜応力+一次曲げ応力	228	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	63	501	○	V(L)-1	
	P 7	円筒部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	184	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	77	501	○	V(L)-1	
	P 8	基部	一次膜応力+一次曲げ応力	156	490	○	V(L)-1	
			一次+二次応力	181	501	○	V(L)-1	
			座屈	0.92*	1.0	○	—	単位なし

注記\* : 保守的に S<sub>s</sub> での評価結果を記載する。

表 5-3(2) 許容応力状態 VAS に対する評価結果 (D + P<sub>SALL</sub> + M<sub>SALL</sub> + S<sub>S</sub>)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V A S		判定	荷重の 組合せ	備考
				算出応力	許容応力			
				MPa	MPa			
ドライウエル	P 1	ドライウエル上ふた球形部と ナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	108	408	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	22	393	○	V(LL)-1	
	P 2	円筒部とナックル部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	115	408	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	108	393	○	V(LL)-1	
	P 3	ナックル部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	189	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	110	501	○	V(LL)-1	
	P 4	球形部の板厚変化部	一次膜応力+一次曲げ応力	95	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	120	501	○	V(LL)-1	
	P 5	球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	120	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	128	501	○	V(LL)-1	
	P 6	円筒部	一次一般膜応力	150	349	○	V(LL)-1	
			一次膜応力+一次曲げ応力	150	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	140	501	○	V(LL)-1	
	P 7	円筒部と球形部の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	123	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	153	501	○	V(LL)-1	
	P 8	基部	一次膜応力+一次曲げ応力	202	523	○	V(LL)-1	
			一次+二次応力	399	501	○	V(LL)-1	
			座屈	0.92	1.0	○	—	単位なし

6. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
IV-3-5-1 「ドライウエルの強度計算書」



## VI-3 強度に関する説明書

## VI-3-1 強度計算の基本方針

## VI-3-1-1 強度計算の基本方針の概要

## 目 次

1. 概要 .....	1
-------------	---

## 1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 17 条に規定されている設計基準対象施設又は第 55 条に規定されている重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁若しくはこれらの支持構造物又は設計基準対象施設に属する炉心支持構造物の材料及び構造について、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することを説明するものである。

なお、設計基準対象施設のうち材料及び構造の要求事項に変更がなく、改造を実施しない機器については、今回の申請において変更は行わない。

今回、新たに材料及び構造の要求が追加又は変更となる以下の機器が十分な強度を有することを説明するものである。

- ・クラス 1 機器のうち原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲及び「原子炉冷却材浄化設備」の主配管運用変更範囲
- ・クラス 2 機器のうち「残留熱除去設備」、「原子炉冷却材補給設備」、「原子炉格納容器調気設備」の改造に伴い強度評価が必要な範囲
- ・クラス 3 機器のうち「原子炉冷却材の循環設備」の改造に伴い強度評価が必要な範囲
- ・クラス 3 機器のうち「その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）」
- ・クラス 3 機器のうち「その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）」
- ・重大事故等クラス 2 機器
- ・重大事故等クラス 2 支持構造物
- ・重大事故等クラス 3 機器

また、クラス 1 機器を支持する支持構造物及び重大事故等クラス 2 管を支持する支持構造物であって、その損壊により重大事故等クラス 2 管に損壊を生じるおそれがある重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算については、計算方法が耐震評価と同じであり、地震荷重が支配的であることから VI-2「耐震性に関する説明書」にて説明する。

上述の機器と評価条件が異なる自然現象等特殊な荷重を考慮した評価が必要な設備のうち竜巻の荷重を考慮した評価を別添 1 に、火山の影響による荷重を考慮した評価を別添 2 に、津波又は溢水の荷重を考慮した評価を別添 3 に示す。

技術基準規則の機器区分に該当しない機器のうち、施設したガスタービン（燃料系含む。）及び内燃機関（燃料系含む。）の評価を別添 4 に、非常用発電装置（可搬型）の内燃機関の評価を別添 5 に、重大事故等対処設備としての炉心支持構造物の評価を別添 6 に、重大事故等対処設備としての原子炉压力容器内部構造物の評価を別添 7 に示す。

強度計算及び強度評価の基本方針については以下の資料により構成する。

#### VI-3-1 強度計算の基本方針

- VI-3-1-1 強度計算の基本方針の概要
- VI-3-1-2 クラス1機器の強度計算の基本方針
- VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針
- VI-3-1-4 クラス3機器の強度計算の基本方針
- VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針
- VI-3-1-6 重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針

#### VI-3-2 強度計算方法

- VI-3-2-1 強度計算方法の概要
- VI-3-2-2 クラス1管の強度計算方法
- VI-3-2-3 クラス1弁の強度計算方法
- VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法
- VI-3-2-5 クラス3容器の強度計算方法
- VI-3-2-6 クラス3管の強度計算方法
- VI-3-2-7 重大事故等クラス2容器の強度計算方法
- VI-3-2-8 重大事故等クラス2ポンプの強度計算方法
- VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法
- VI-3-2-10 重大事故等クラス2弁の強度計算方法
- VI-3-2-11 重大事故等クラス2支持構造物（容器）の強度計算方法
- VI-3-2-12 重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）の強度計算方法
- VI-3-2-13 重大事故等クラス3機器の強度評価方法

## VI-3-1-2 クラス 1 機器の強度計算の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. クラス 1 機器の強度計算の基本方針 .....	1
2.1 クラス 1 機器の構造及び強度 .....	1



## 1. 概要

クラス 1 機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 17 条第 1 項第 1 号及び第 8 号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有していることが要求されている。

本資料は、クラス 1 機器のうち材料及び構造の要求が追加又は変更となる以下の機器が十分な強度を有することを確認するための強度計算の基本方針について説明するものである。

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲となる弁
- ・原子炉冷却材浄化設備の主配管運用変更範囲

## 2. クラス 1 機器の強度計算の基本方針

クラス 1 機器の材料及び構造については、技術基準規則第 17 条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号）第 17 条 11 おいて「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）」＜第 1 編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 -2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012 年版）＜第 1 編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 -2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定される J S M E S N C 1 -2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）及び J S M E S N C 1 -2012 は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲及び原子炉冷却材浄化設備の主配管運用変更範囲は施設時の適用規格が「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 5 0 1 号）（以下「告示第 5 0 1 号」という。）であることから、設計・建設規格と告示第 5 0 1 号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

### 2.1 クラス 1 機器の構造及び強度

#### (1) 強度計算における適用規格の選定

クラス 1 管及び弁については、施設時の適用規格は告示第 5 0 1 号である。よって、設計・建設規格と告示第 5 0 1 号との比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

安全側の規格の選定は、両規格において公式による評価手法と解析による評価手法が規定されていることから、以下「a. 公式による評価の比較」及び「b. 解析

による評価の比較」に示す手法ごとに比較を行い実施する。

a. 公式による評価の比較

公式による評価において評価結果に影響を与えるものとしては、評価式、評価式に用いる許容値及び係数並びに材料の物性値がある。このうち係数については評価式を構成するものであることから評価式として扱う。材料の物性値については、物性値を割下げ率で除して許容値を設定されていることからその影響は許容値に含まれることになる。よって、評価式と許容値の2つの項目について比較する。

評価式及び許容値の比較は、評価対象部位ごとに実施する。許容値の比較は、許容値が小さい方を安全側とする。ただし、許容値のSI単位化による誤差は、単位換算によるものであり工学的な意味合いはなく、評価結果に影響を与えないため、ここでは相違するものとは見なさない。

上述の2つの項目における比較において安全側の規格が容易に判断できる場合は、安全側の規格として選定した設計・建設規格又は告示第501号のいずれかにて評価を実施する。また、安全側の規格が異なる場合等で、安全側の規格が容易に判断できない場合は設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。両規格に相違がない場合は、設計・建設規格に基づき評価を実施する。

b. 解析による評価の比較

解析による評価において安全側の規格が容易に判断できない場合は、設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。

(2) 規格の相違

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号による評価について、評価式及び許容値の2つの項目について比較を実施し整理した。その結果、クラス1弁の弁箱の疲労評価において両規格に相違があることを確認した。

(3) 選定規格

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号の比較において、確認された安全側の規格により評価を実施する。

クラス1機器の計算書に記載する強度評価結果については、安全側の規格による評価結果を記載する。なお、設計・建設規格及び告示第501号の両規格による評価を実施したものにおいては、両規格による評価結果を計算書に記載する。

### VI-3-1-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. クラス 2 機器の強度計算の基本方針 .....	1

## 1. 概要

クラス2機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第17条第1項第2号及び第9号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有していることが要求されている。

本資料は、クラス2機器のうち材料及び構造の要求が追加又は変更となる以下の機器が十分な強度を有することを確認するための強度計算の基本方針について説明するものである。

- ・「残留熱除去設備」の改造に伴い強度評価が必要となる管
- ・「原子炉冷却材補給設備」の改造に伴い強度評価が必要となる管
- ・「原子炉格納容器調気設備」の改造に伴い強度評価が必要となる管

## 2. クラス2機器の強度計算の基本方針

クラス2機器の材料及び構造については、技術基準規則第17条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」

（平成25年6月19日 原規技発第1306194号）第17条10において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）」＜第1編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 -2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第1編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 -2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定される J S M E S N C 1 -2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）及び J S M E S N C 1 -2012 は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、クラス2機器のうち「残留熱除去設備」、「原子炉冷却材補給設備」、「原子炉格納容器調気設備」の改造を実施する機器の評価は設計・建設規格による評価を実施する。

なお、クラス2機器を同位クラスである重大事故等クラス2機器として兼用し、重大事故等時の使用条件に設計基準の使用条件が包絡され、重大事故等時における評価結果がある場合は、材料、構造及び強度の要求は同じであることから、設計基準の評価結果の記載は省略する。

#### VI-3-1-4 クラス 3 機器の強度計算の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. クラス3機器の強度計算の基本方針 .....	1
2.1 クラス3機器（消火設備用ポンベ及び消火器を除く）の構造及び強度 .....	2
2.2 クラス3機器のうち消火設備用ポンベ及び消火器の材料，構造及び強度 .....	3

## 1. 概要

クラス3機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第17条第1項第3号及び第10号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することが要求されている。

本資料は、クラス3機器のうち材料及び構造の要求が追加又は変更となる以下の機器が十分な強度を有することを確認するための強度評価の基本方針について説明するものである。

- ・「原子炉冷却材の循環設備」の改造に伴い強度評価が必要となる管
- ・「その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）」の管
- ・「その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）」の容器及び管

## 2. クラス3機器の強度計算の基本方針

クラス3機器の材料及び構造については、技術基準規則第17条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成25年6月19日 原規技発第1306194号）（以下「技術基準規則の解釈」という。）第17条10において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））＜第I編 軽水炉規格＞J S M E S N C 1 -2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第I編軽水炉規格＞J S M E S N C 1 -2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定されているJ S M E S N C 1 -2005/2007及びJ S M E S N C 1 -2012は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、クラス3機器（火災防護設備のハロンボンベ（以下「消火設備用ボンベ」という。）、消火器を除く。）の評価は、基本的にJ S M E S N C 1 -2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）による評価を実施する。ただし、施設時の適用規格が「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）の場合は、設計・建設規格と告示第501号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

なお、クラス3機器を上位クラスである重大事故等クラス2機器として兼用し、重大事故等時の使用条件に設計基準の使用条件が包絡され、重大事故等時における評価結果がある場合は、設計基準の評価結果の記載は省略する。

また、技術基準規則の解釈の冒頭において「技術基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、技術基準規則に適合するものと判断



する。」ことが規定されている。

クラス3容器のうち完成品としてそれぞれ高圧ガス保安法及び消防法の規制を受ける消火設備用ポンベ及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき火災区域又は火災区画に配備する消火器（以下「消火器」という。）については、技術基準規則第17条第1項第3号及び第10号におけるクラス3容器の材料、構造及び強度の要求に照らして十分な保安水準の確保ができることを確認した上で、高圧ガス保安法又は消防法に適合したものを使用する設計とする。

消火設備用ポンベ及び消火器の材料については、技術基準規則第17条におけるクラス3容器の材料、構造及び強度の規定と高圧ガス保安法又は消防法の規定の比較評価において適切であることを確認する。

## 2.1 クラス3機器（消火設備用ポンベ及び消火器を除く）の構造及び強度

### (1) 強度計算における適用規格の選定

クラス3機器（消火設備用ポンベ及び消火器を除く。）のうち改造を実施する機器又は施設時の適用規格が設計・建設規格の機器の場合は設計・建設規格による評価を実施する。

クラス3機器（消火設備用ポンベ及び消火器を除く。）のうち施設時の適用規格が告示第501号の場合は、設計・建設規格と告示第501号との比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

安全側の適用規格の選定は、クラス3機器において解析による評価は行わないため、公式による評価について実施する。

#### a. 公式による評価の比較

公式による評価において評価結果に影響を与えるものとしては、評価式、評価式に用いる許容値及び係数並びに材料の物性値がある。このうち係数については、評価式を構成するものであることから評価式として扱う。材料の物性値については、物性値を割下げ率で除して許容値が設定されていることからその影響は許容値に含まれることになる。よって、評価式と許容値の2つの項目について比較する。

評価式及び許容値の比較は、評価対象部位ごとに実施する。許容値の比較は、許容値が小さい方を安全側とする。

ただし、許容値のSI単位化による誤差は、単位換算によるものであり工学的な意味合いはなく、評価結果に影響を与えないため、ここでは相違するものとはみなさない。

上述の2つの項目における比較において安全側の規格が容易に判断できる場合は、安全側の規格として選定した設計・建設規格又は告示第501号のいずれか

にて評価を実施する。また、安全側の規格が異なる場合等で、安全側の規格が容易に判断できない場合は設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。両規格に相違がない場合は設計・建設規格に基づき評価を実施する。

(2) 規格の相違

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号による評価について、評価式及び許容値の2つの項目について比較を実施した結果、両規格に相違がないことを確認した。

(3) 選定規格

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号の比較において、両規格に相違がないことが確認できたことから設計・建設規格に基づき評価を実施する。

2.2 クラス3機器のうち消火設備用ボンベ及び消火器の材料、構造及び強度

クラス3機器のうち消火設備用ボンベ及び消火器については、設計に適用した高圧ガス保安法及び消防法の規定が技術基準規則第17条に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があることを確認する。

(1) 技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号の要求事項

a. 材料

- ・クラス3容器に使用する材料が、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。
- ・工学的安全施設に属するクラス3容器に使用する材料にあつては、当該機器に最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。(火災防護設備は工学的安全施設に該当しないため対象外。)

b. 構造及び強度

- ・設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えること。
- ・クラス3容器に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。(消火設備用ボンベ及び消火器に対して伸縮継手を使用していないため対象外)
- ・設計上定める条件において、座屈が生じないこと。(消火設備用ボンベ及び消火器の外面には圧力が加わらないことから対象外)

c. 主要な耐圧部の溶接部

主要な耐圧部の溶接部について、不連続で特異な形状でないものであること等が規定されている。(主要な耐圧部の溶接部は、機器のうち容器及び管を対象とし、施設の安全上の重要度、圧力、口径等から技術基準規則の解釈に定められており、火災防護設備については、外径 150mm 以上の管が「主要な耐圧部の溶接部」に該当し、容器については対象外)

(2) 技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の規定の比較

a. 材料

技術基準規則第 17 条では、圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用することが要求されている。

一方、高圧ガス保安法では、容器について、充てんする高圧ガスの種類、充てん圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造することが要求されており、考慮する使用条件は以下のとおり同等であることから、材料に対して要求する保安水準は同等である。

(圧力)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、高圧ガス保安法におけるボンベ内部に受ける最高の圧力である「充てん圧力」と同等である。

(温度)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、高圧ガス保安法における「使用温度」として規定している温度の上限値と同等である。

(荷重)

技術基準規則第 17 条の要求を満たす仕様規定である設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火設備用ボンベに対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、高圧ガス保安法も充てん圧力を規定していることから、想定する荷重は同等である。

(その他の使用条件)

技術基準規則第 17 条では、機器の内部流体などの使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、具体的な使用可能材料が設計・建設規格に規定されている。

一方、高圧ガス保安法では、ボンベの材料選定として、充てんする高圧ガスの種類等、使用される環境に応じた適切な材料を選定するよう規定していることから、技術基準規則第 17 条において考慮すべき「その他の使用条件」と同

等である。

b. 構造及び強度

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えることが要求されている。

一方、高圧ガス保安法では、「溶接容器（ハロンボンベ）の必要肉厚を材料の許容応力より算出すること」が要求されており、材料の降伏点を超えることのないよう許容応力を規定していることから、要求する保安水準は同等である。

上述の a. 項及び b. 項より、技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の材料、構造及び強度の規定の水準は同等であることから、火災防護設備として使用する消火設備用ボンベについては、高圧ガス保安法の材料、構造及び強度に関する要求に適合することにより、技術基準規則第 17 条の要求に照らして十分な保安水準の確保が可能であるため、高圧ガス保安法に適合したものを使用する設計とする。

(3) 技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較

a. 材料

技術基準規則第 17 条では、圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用することが要求されている。

一方、消防法では、容器について耐食性及び耐久性を有する良質の材料を用いた堅ろうな材料を使用すること並びに腐食試験等においてさび等の異常を生じないことが要求されており、考慮する使用条件は以下のとおり同等であることから、材料に対して要求する保安水準は同等である。

(圧力)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、消防法における消火器内部に受ける最高の圧力である「調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值」と同等である。

(温度)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、消防法における「使用温度範囲」として規定している最高温度と同等である。

(荷重)

技術基準規則第 17 条の要求を満たす仕様規定である設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火器に対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、消防法も使用圧力等を規定していることから、想定される荷重は同等である。

(その他の使用条件)

技術基準規則第 17 条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、具体的な使用可能材料が設計・建設規格に規定されている。

一方、消防法では、消火器の材料選定として、充てんした消火剤に接触する部分をその消火剤に侵されない材料で造ることが規定されており、技術基準規則第 17 条において考慮すべき「その他の使用条件」と同等である。

b. 構造及び強度

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において全体的な変形を弾性域に抑えることが要求されている。

一方、消防法では、使用材料に応じた消火器の本体容器の板厚を規定しており、消火器内部に受ける最高の圧力（調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值）を超える圧力（設計上定める最高の圧力の 1.3～2.0 倍）で耐圧試験を実施し、強度上支障のある永久ひずみ（円筒部分にあつては、円周長の 0.5% 以上の永久ひずみ）を生じないことが要求されている。これは、設計上定める条件に対して十分な裕度を持って、全体的な変形を弾性域に抑えることができる水準であることから、要求する保安水準は同等である。

上述の a. 項及び b. 項より、技術基準規則第 17 条と消防法の材料、構造及び強度の規定の水準は同等であることから、火災防護設備として使用する消火器については、消防法の材料、構造及び強度に関する要求に適合することにより、技術基準規則第 17 条の要求に照らして十分な保安水準の確保が可能であるため、消防法に適合したものを使用する設計とする。

VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2  
支持構造物の強度計算の基本方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の 基本方針	1
2.1 重大事故等クラス2機器（クラス1機器及び原子炉格納容器を除く。）並びに重大 事故等クラス2支持構造物（クラス1支持構造物を除く。）の構造及び強度	2
2.1.1 クラス2機器の規定に基づく評価	5
2.1.2 クラス2機器の規定によらない場合の評価	9
2.2 重大事故等クラス2機器であってクラス1機器及び重大事故等クラス2支持 構造物であってクラス1支持構造物の構造及び強度	19
2.3 重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の構造及び強度	20
2.4 設計・建設規格又は告示第501号における材料の規定によらない場合の 評価	21

## 1. 概要

重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第55条第1項第2号及び第5号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することが要求されている。

本資料は、重大事故等クラス2機器である容器、管、ポンプ及び弁並びに重大事故等クラス2支持構造物であって、重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがある支持構造物（以下「重大事故等クラス2支持構造物」という。）が十分な強度を有することを確認するための強度評価の基本方針について説明するものである。

## 2. 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針

重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料及び構造については、技術基準規則第55条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成25年6月19日 原規技発第1306194号）（以下「技術基準規則の解釈」という。）に従い、設計基準対象施設の規定を準用する。

また、技術基準規則の解釈第17条10において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）」＜第1編軽水炉規格＞J S M E S N C 1 - 2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第1編軽水炉規格＞J S M E S N C 1 - 2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定されるJ S M E S N C 1 - 2005/2007及びJ S M E S N C 1 - 2012は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、重大事故等クラス2機器（クラス1機器及び原子炉格納容器を除く。）及び重大事故等クラス2支持構造物（クラス1支持構造物を除く。）の評価は、基本的にJ S M E S N C 1 - 2005/2007（以下「設計・建設規格」という。）による評価とする。ただし、施設時の規格が「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）の場合は、今回の設計時において技術基準規則を満たす仕様規定とされている設計・建設規格と告示第501号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

クラス2機器又はクラス2支持構造物を同位クラスである重大事故等クラス2機器又は重大事故等クラス2支持構造物として兼用し、重大事故等の使用条件が設計基準の使用条件に包絡され、クラス2機器又はクラス2支持構造物の既に認可された工事計画の



添付資料（以下「既工認」という。）における評価結果がある場合は、材料、構造及び強度の要求は同じであることから、その評価の適用性を確認し、既工認の確認による評価を実施する。

重大事故等クラス2機器であってクラス1機器及び重大事故等クラス2支持構造物であってクラス1支持構造物の評価は、重大事故等時の使用条件が設計基準の使用条件に包絡され、既工認における評価結果がある場合は、その評価の適用性を確認し、既工認の確認による評価を実施する。また、上述の評価条件がない場合は、設計・建設規格と告示第501号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の評価は、原子炉格納容器の既工事計画書の実績において重大事故等時の評価ができるものにあつては、その評価結果を用いた評価ができることを確認し、評価結果の確認による評価を実施する。また、上記を除いたものについては、VI-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において重大事故等時における原子炉格納容器の放射性物質の閉じ込め機能評価として、重大事故等時の使用条件に十分余裕をもった評価条件に対して設計・建設規格を参考として実施された結果があることから、それら評価結果を用いた評価ができることを確認し、それら評価結果の確認による評価を実施する。

重大事故等クラス2機器であって非常用炉心冷却設備に係るろ過装置（ストレーナ）の評価は、技術基準規則の解釈第17条4に記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成20・02・12原院第5号（平成20年2月27日原子力安全・保安院制定））の評価方針を考慮し、重大事故等クラス2機器としての評価を実施する。

重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料については、技術基準第55条において材料は「使用前に適用されるものとする。」と規定されていることから、重大事故等クラス2機器（原子炉格納容器を除く。）及び重大事故等クラス2支持構造物の材料については、技術基準規則施行前に工事に着手又は完成したものであつて設計・建設規格又は告示第501号における材料の規定によらない場合は、使用条件に対して適切であることを確認した材料を使用する設計とする。

## 2.1 重大事故等クラス2機器（クラス1機器及び原子炉格納容器を除く。）並びに重大事故等クラス2支持構造物（クラス1支持構造物を除く。）の構造及び強度

重大事故等クラス2機器（クラス1機器及び原子炉格納容器を除く。）並びに重大事故等クラス2支持構造物（クラス1支持構造物を除く。）の評価における適用規格、評価方法の考え方を図2-1に示す。重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物において、施設時の技術基準に対象とする施設の規定がある機器又は支持構造物で、クラスアップ又は条件アップ\*<sup>1</sup>されておらず、既工認における評価結果がある場合は、その評価結果の確認による評価を実施する（評価区分①）。

なお、クラスアップされる機器であっても既に施設されている機器であって、既工認において検定水圧試験を用いた評価結果がある場合は、既工認での試験条件とクラス2機器の規定で要求される試験条件が同じであることから、その評価の適用性を確認し、既工認の確認による評価を実施する。

施設時の技術基準に対象とする施設の規定がない機器及び支持構造物については、設計・建設規格による評価を実施する（評価区分②）。

施設時の技術基準に対象とする施設の規定がある機器又は支持構造物でクラスアップ又は条件アップされており、施設時の適用規格が告示第501号である機器又は支持構造物については、設計・建設規格又は告示第501号のいずれか安全側の規格による評価を実施する。また、クラスアップ又は条件アップされておらず、既工認における評価結果がない場合で、施設時の適用規格が告示第501号である機器又は支持構造物については同じく設計・建設規格又は告示第501号のいずれか安全側の規格による評価を実施する（評価区分③）。

上述する機器又は支持構造物以外については、設計・建設規格による評価を実施する（評価区分④）。

設計・建設規格又は告示第501号に評価式\*2が規定されていない場合、同等性を示す評価方法により評価を実施する。より精緻な評価が必要な場合は、クラス1容器の規定を準用した評価方法により十分な強度を有することを確認する。

技術基準規則において、重大事故等クラス2機器の強度評価については、延性破断、疲労破壊（各機器に属する伸縮継手及び伸縮継手を除く管に限る。）及び座屈（容器及び管に限る。）による破壊の防止が求められており、重大事故等クラス2支持構造物の強度評価については、延性破断及び座屈による破壊の防止が求められている。

ただし、重大事故等クラス2管の疲労評価については、重大事故等時は運転状態IVを超える事象であり、発生回数が少なく疲労に顕著な影響を及ぼす繰返し応力は発生しないこと、また、設計基準対象施設と機能を兼用している設備については、設計基準対象施設に対する要求事項に基づき疲労評価を実施していることから、評価を省略する。

注記\*1：クラスアップする機器とは、クラス1機器又はクラス2機器に属さない機器のうち、重大事故等クラス2機器となるものをいう。条件アップする機器とは、設計基準対象施設としての使用時における最高使用圧力及び最高使用温度に、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が包絡されないものをいう。

\*2：評価式とは設計・建設規格にて評価する場合、クラス2機器の評価式、告示第501号にて評価する場合、第3種機器の評価式を示す。

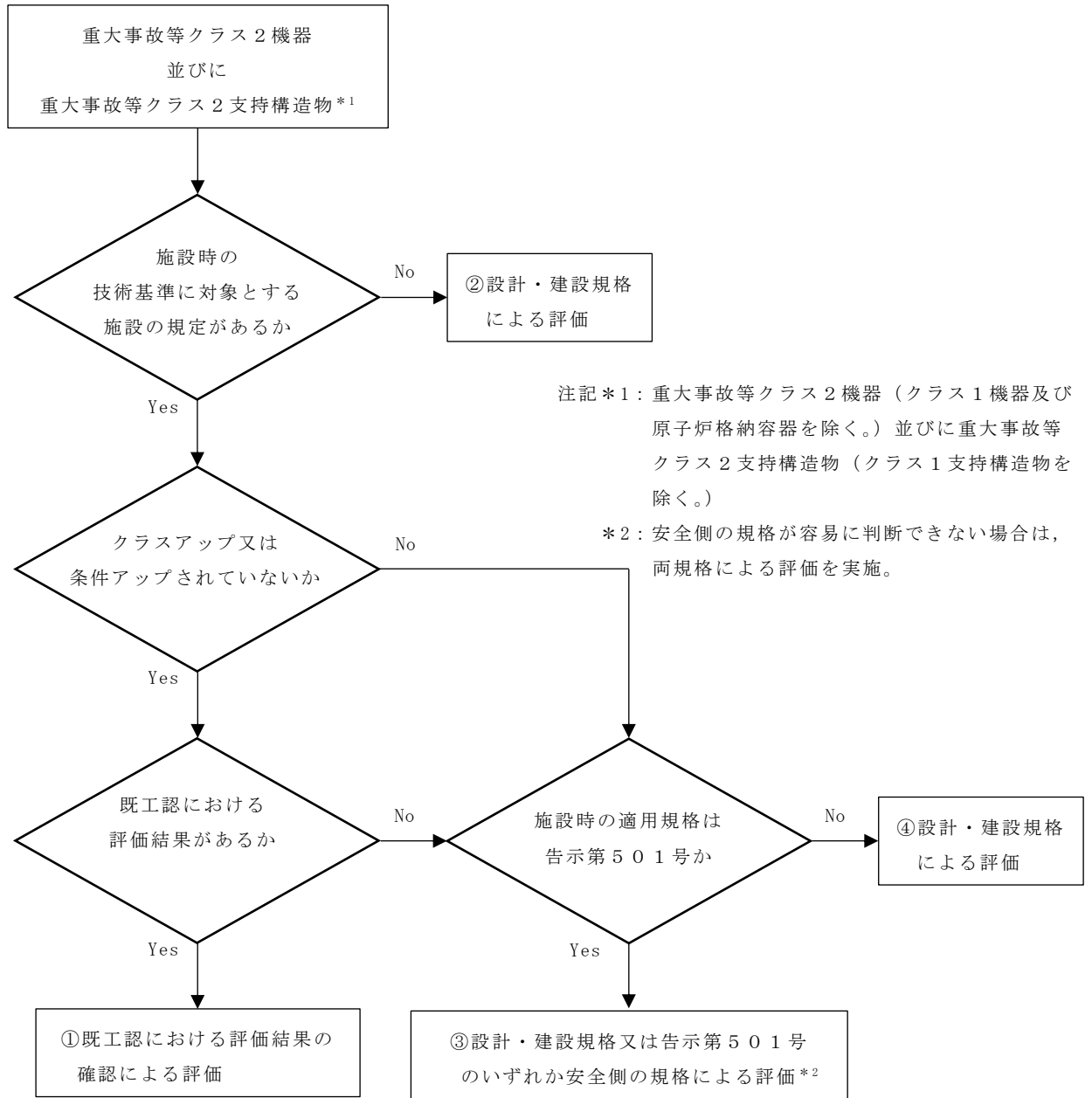


図 2-1 評価区分の整理フロー

### 2.1.1 クラス2機器の規定に基づく評価

#### (1) 強度計算における適用規格の選定

ここでは、重大事故等クラス2機器のうち図2-1において、「③設計・建設規格又は告示第501号のいずれか安全側の規格による評価」に区分された機器の適用規格について説明する。当該機器の施設時の適用規格は告示第501号であるため、設計・建設規格と告示第501号との比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を実施する。

安全側の規格の選定は、両規格において公式による評価手法と解析による評価手法が規定されていることから、以下「a. 公式による評価の比較」及び「b. 解析による評価の比較」に示す手法ごとに比較を行い実施する。

##### a. 公式による評価の比較

公式による評価において評価結果に影響を与えるものとしては、評価式、評価式に用いる許容値及び係数並びに材料の物性値がある。このうち係数については評価式を構成するものであることから評価式として扱う。材料の物性値については、物性値を割下げ率で除して許容値を設定されていることからその影響は許容値に含まれることになる。よって、評価式と許容値の2つの項目について比較する。

評価式及び許容値の比較は、評価対象部位ごとに実施する。許容値の比較は、許容値が小さい方を安全側とする。ただし、許容値のSI単位化による誤差は、単位換算によるものであり工学的な意味合いはなく、評価結果に影響を与えないため、ここでは相違するものとは見なさない。

上記2つの項目における比較において安全側の規格が容易に判断できる場合は、安全側の規格として選定した設計・建設規格又は告示第501号のいずれかにて評価を実施する。また、安全側の規格が容易に判断できない場合は設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。両規格に相違がない場合は、設計・建設規格に基づき評価を実施する。

##### b. 解析による評価の比較

解析による評価において安全側の規格が容易に判断できない場合は、設計・建設規格及び告示第501号の両規格により評価を実施する。

## (2) 規格の相違

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号による評価について、評価式及び許容値の2つの項目について比較を実施し、安全側の規格を整理した。以下に、両規格に相違が認められた評価項目例を示す。なお、本項に記載の告示第501号の評価式は、両規格の比較を行うため、SI単位系に換算したものをを用いる。

## a. 評価式

## (a) 容器\*1

評価項目	設計・建設規格	告示第501号	適用する規格	備考
平板の板厚計算における係数	[PVC-3310] 取付方法(i)の場合 K=0.33 (参考) $t = d \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$	[第34条第1項] 取付方法(i)の場合 K=0.50 (参考) $t = d \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$	告示第501号	*2

注記\*1：評価式に記載の記号は、VI-3-2-7「重大事故等クラス2容器の強度計算方法」による。

\*2：t（必要肉厚）は告示第501号の方が大きくなり安全側が明確であるため、告示第501号の評価式を適用する。

## (b) ポンプ\*1

評価項目	設計・建設規格	告示第501号	適用する規格	備考
ケーシング各部形状の規定	[PMC-3340(3)] 分流壁がケーシング壁面に交わる部分のすみの丸みの半径は、式 PMC-3 により計算した値の 0.1 倍の値又は 6mm のうちいずれか大きい値以上であること。	[第 77 条第 7 項 3] 分流壁がケーシング壁面に交わる部分のすみの丸みの半径は、第二項の計算式により計算した値の 0.1 倍の値又は 7mm のうちいずれか大きい値以上であること。	告示第 5 0 1 号	*2
うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ計算における係数 (平板形)	[PMC-3410] 取付方法 (a) の場合 $K = 0.17$ 取付方法 (その他) の場合 $K = 0.50$ (参考) $t = d \left( \frac{K \cdot P}{S} \right)^{0.5}$	[第 77 条第 5 項] 取付方法 (a) の場合 $K = 0.20$ 取付方法 (その他) の場合 $K = 0.75$ (参考) $t = d \left( \frac{K \cdot P}{S} \right)^{0.5}$	告示第 5 0 1 号	*2

注記\*1：評価式に記載の記号は、VI-3-2-8「重大事故等クラス2ポンプの強度計算方法」による。

\*2：すみの丸みの半径及びケーシングカバー厚さは告示第501号の方が大きくなり安全側が明確であるため、告示第501号の評価式を適用する。

b. 許容値

(a) 弁\*

評価項目	設計・建設規格	告示第501号	適用する規格
弁箱又は弁ふたの厚さ (mm) $t=t_1+\frac{(P-P_1)(t_2-t_1)}{(P_2-P_1)}$ (制御棒駆動水圧系 AV212-126)	6.4	6.5	告示 第501号

注記\*：評価式に記載の記号は，VI-3-2-10「重大事故等クラス2弁の強度計算方法」による。

(3) 選定規格

施設時の適用規格が告示第501号である場合の設計・建設規格及び告示第501号の比較において，確認された安全側の規格により評価を実施し，強度計算書に評価結果を記載する。

なお，設計・建設規格及び告示第501号の両規格による評価を実施したものにおいては，両規格による評価結果を計算書に記載する。

### 2.1.2 クラス2機器の規定によらない場合の評価

ここでは、設計・建設規格又は告示第501号に評価式\*1が規定されていない場合、又は、より精緻な評価を実施する必要がある場合の評価方法について説明する。

設計・建設規格及び告示第501号に評価式が規定されていない場合、同等性を示す評価式により評価を実施する。より精緻な評価が必要な場合は、クラス1容器の規定を準用した評価により十分な強度を有することを確認する。

図2-2に重大事故等クラス2機器の技術基準規則適合性確認フローを示す。今回の申請対象設備である重大事故等クラス2機器の評価のうち、フローに基づき抽出された同等性評価方法を以下に示す。

- a. 評価式が規定されていない場合
  - (a) 長方形板の大たわみ式\*2を用いた評価
  - (b) クラス3ポンプの規定を準用した評価
  - (c) ねじ山のせん断破壊式\*3を用いた評価
- b. 精緻な評価を実施する必要がある場合
  - (a) クラス1容器（第1種容器）の規定を準用した評価

注記\*1：評価式とは設計・建設規格にて評価する場合は、クラス2機器の評価式、告示第501号にて評価する場合は、第3種機器の評価式を示す。

\*2：機械工学便覧に記載されている4辺単純支持の長方形板が等分布荷重を受ける場合の長方形板の大たわみ式

\*3：機械工学便覧に記載されているねじ山のせん断破壊荷重評価式



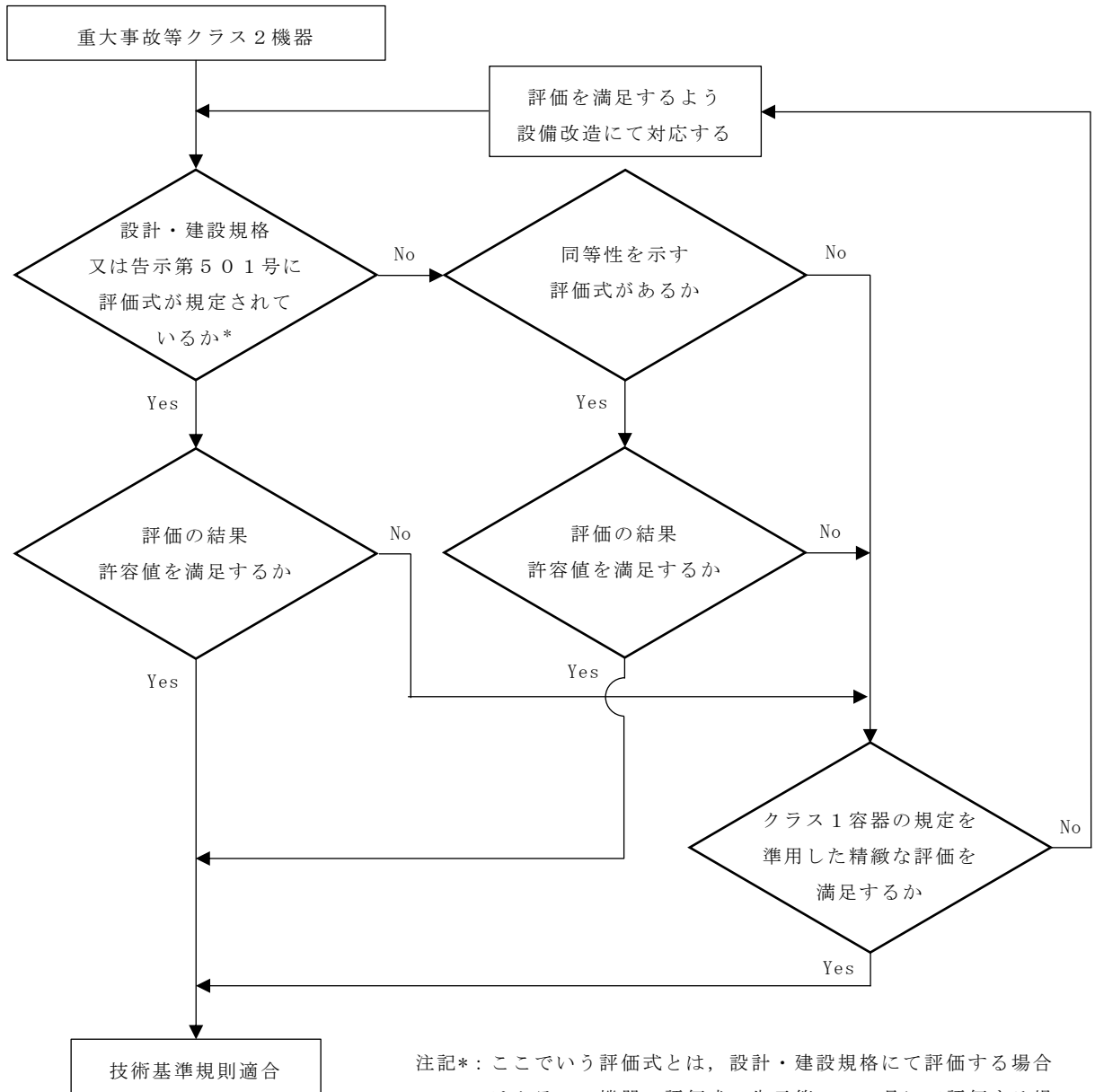


図 2-2 重大事故等クラス2機器の技術基準規則適合性確認フロー

## (1) 長方形板の大たわみ式を用いた矩形ダクトの評価

重大事故等クラス2管のうち矩形ダクトについては、形状が円形でないことから、設計・建設規格に規定されているクラス2管の円形を前提とした評価式を適用することができない。このため、矩形ダクトの強度評価については、以下に示すとおりの重大事故等クラス2管の評価手法として妥当性を確認した機械工学便覧に記載されている長方形板の大たわみ式及び判断基準を用いた評価を実施する。

## a. 評価式

クラス2管の評価式を適用できない矩形ダクトについて、矩形ダクトの任意のダクト鋼板面のうち2辺は他の2つの側面のダクト鋼板で支持されており、残りの2辺は補強部材（及び接続材）で支持された、4辺単純支持長方形板と見なすことができる。実際の使用条件では、この鋼板面に圧力と自重の等分布荷重である面外荷重が作用する。鋼板面は、この面外荷重により薄い平板が板厚の半分以上大きくたわみ、膜引張応力状態で応力の釣合いが保たれ、鋼板中心部で最大応力が発生する。このように、薄い平板が板厚の半分以上の比較的大きなたわみを生じる挙動を示す場合の応力評価には、機械工学便覧記載の長方形板の大たわみの式（次項に示す2つの式）が適していることから、矩形ダクトの強度評価には、機械工学便覧記載の4辺単純支持長方形板の大たわみ式を用いる。

図2-3に矩形ダクトの概要図を示す。

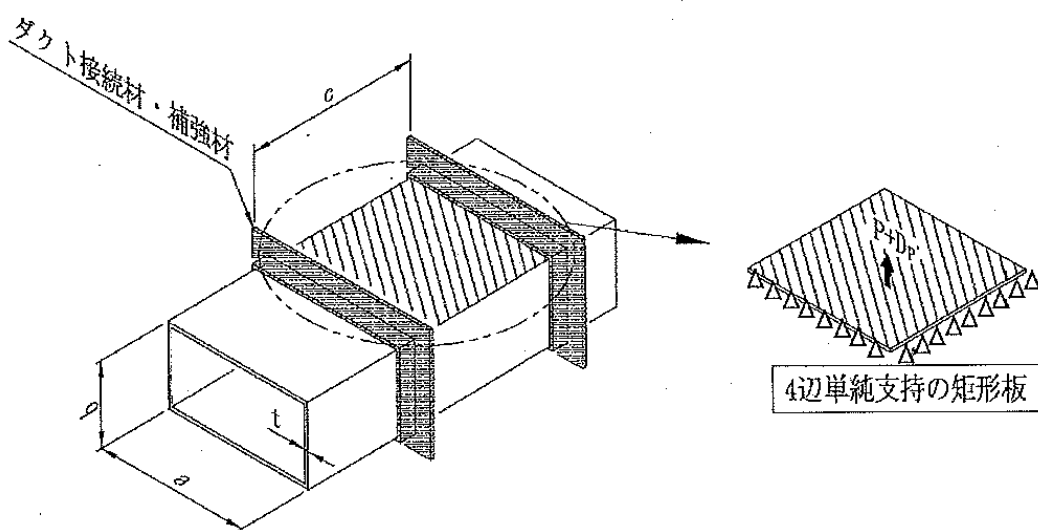


図2-3 矩形ダクト概要図

計算に使う記号

記号	単位	定義
t	mm	ダクトの厚さ
a	mm	ダクト長辺寸法
b	mm	ダクト短辺寸法
c	mm	ダクト接続材・補強材の接続ピッチ
P	MPa	最高使用圧力
g	m/s <sup>2</sup>	重力加速度
D <sub>p</sub>	kg/mm <sup>2</sup>	単位面積当たりのダクト鋼板の質量
E	MPa	ヤング率
ν	—	ポアソン比
δ <sub>max</sub>	mm	面外荷重によるダクト鋼板の最大変位量
σ <sub>max</sub>	MPa	面外荷重による一次応力

計算式
$\frac{256(1-\nu^2)}{\pi^6 E \cdot t^4} (P + g \cdot D_p) = \frac{4}{3} \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \frac{\delta_{max}}{t} + \left\{ \frac{4\nu}{a^2 \cdot c^2} + (3-\nu^2) \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \left( \frac{\delta_{max}}{t} \right)^3$ $\sigma_{max} = \frac{\pi^2 E \cdot \delta_{max}}{8(1-\nu^2)} \left\{ \frac{(2-\nu^2) \delta_{max} + 4t}{a^2} + \frac{\nu(\delta_{max} + 4t)}{c^2} \right\}$

## b. 判断基準

矩形ダクトの強度評価では、設計・建設規格のクラス2管に規定のある厚さ計算及び応力計算を参考とし、機械工学便覧記載のたわみの式を適用した評価を実施する。また、判断基準については以下のとおりとし、裕度については設計・建設規格のクラス2管の規定における許容引張応力S値を適用する。

## (a) 厚さ計算

最小板厚を求める場合は、面外荷重による一次応力 $\sigma_{max}$ を許容引張応力S値に置換えて、2式を解き、両辺を満足する $\delta_{max}$ 及び $t$ を求める。この時の $t$ を矩形ダクトの計算上必要な厚さと定義し、ダクトの実際使用厚さが計算上必要な厚さを満足することを確認する。

## (b) 応力計算

一次応力を求める場合は、ダクトの公称値を用いて、2式を解き、両辺を満足する $\delta_{max}$ 及び $\sigma_{max}$ を求める。この時の $\sigma_{max}$ を矩形ダクトの一次応力と定義し、一次応力が許容引張応力S値の1.5倍以下であることを確認する。

## (2) クラス3ポンプの規定を準用した立形ポンプの評価

重大事故等クラス2ポンプのうち立形ポンプについては、設計・建設規格におけるクラス2ポンプに評価式が規定されていないため、立形ポンプの強度評価については、以下に示すとおりの重大事故等クラス2ポンプの評価手法として妥当性を確認した設計・建設規格に規定されているクラス3ポンプの評価式及び判断基準を用いた評価を実施する。

## a. 評価式

クラス2ポンプ及びクラス3ポンプのケーシングの強度評価式を表2-1に示す。

ケーシングの厚さの評価式については、一般的な材料力学における内圧を受ける薄肉円筒の式又は内圧を受ける円筒の応力式であるLameの修正式に基づいており、横形ポンプにおいては、クラス2ポンプとクラス3ポンプの考え方は同一であり、技術的に同一の強度を有することが要求されている。この考え方については、クラス2管とクラス3管の厚さ計算についても同様であることから、クラス2ポンプに評価式が規定されていない重大事故等クラス2ポンプのうち立形ポンプのケーシングの強度評価については、クラス3ポンプに規定されている立形ポンプの評価式を用いる。

表 2-1 設計・建設規格 ケーシングの強度評価式

ポンプ型式	設計・建設規格 強度評価式		備考
	クラス 2	クラス 3	
横形ポンプ	$t = \frac{P \cdot A}{2S}$	$t = \frac{P \cdot A}{2S}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同じ式である。</li> <li>・ 内圧を受ける薄肉円筒の式に基づく。</li> </ul>
立形ポンプ	—	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内圧を受ける円筒の応力式である Lamé の修正式に基づく。</li> </ul>
配管 (参考)	$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot \eta + 0.8P}$	$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot \eta + 0.8P}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同じ式である。</li> <li>・ 内圧を受ける円筒の応力式である Lamé の修正式に基づく。</li> </ul>
<p>t : ケーシング及び吐出エルボ, 揚水管又はボウルの計算上必要な厚さ (mm)</p> <p>P : 最高使用圧力 (MPa)</p> <p>A : 設計・建設規格 図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 又は設計・建設規格 図 PMD-3320-1 から図 PMD-3320-6 までに示す寸法 (mm)</p> <p>S : 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)</p> <p>D<sub>o</sub> : 設計・建設規格 図 PMD-3310-7 に示す吐出エルボの外径寸法, 揚水管の外形寸法, 個々のボウルの吸込み側の最大外径寸法 (mm)</p> <p>η : 長手継手の効率で, 設計・建設規格 PVD-3110 に定めるところによる</p> <p>y : 0.4 (D<sub>o</sub> / t ≥ 6.0 の場合) d / (d + D<sub>o</sub>) (D<sub>o</sub> / t &lt; 6.0 の場合)</p>			

b. 判断基準

立形ポンプのケーシングの強度評価は, クラス 3 ポンプに規定されている立形ポンプの評価式を用いた評価を実施するが, 評価式に用いる許容引張応力 S 値については設計・建設規格のクラス 2 ポンプのケーシングの規定を適用する。

## (3) ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価

重大事故等クラス2管のうちねじ込み継手については端部がねじ部であるため設計・建設規格に規定されているクラス2管の評価式を適用することができない。このため、ねじ部の強度評価については、以下に示す機械工学便覧に記載されているねじ部のせん断破壊評価式を準用した評価を実施する。

## a. 評価式

クラス2管の評価式を適用できないねじ部のせん断応力評価について、使用するねじはJIS B 8246 (2004)「高圧ガス容器用弁」におけるガス充てん口ねじに適合したものを使用することから、ねじ部の強度評価に用いられる機械工学便覧記載のねじ山のせん断破壊式を用い評価する。また、継手部の厚さ計算については設計・建設規格に規定されている計算上必要な厚さの規定を用いる。

図2-4にねじ込み継手の概要図を示す。

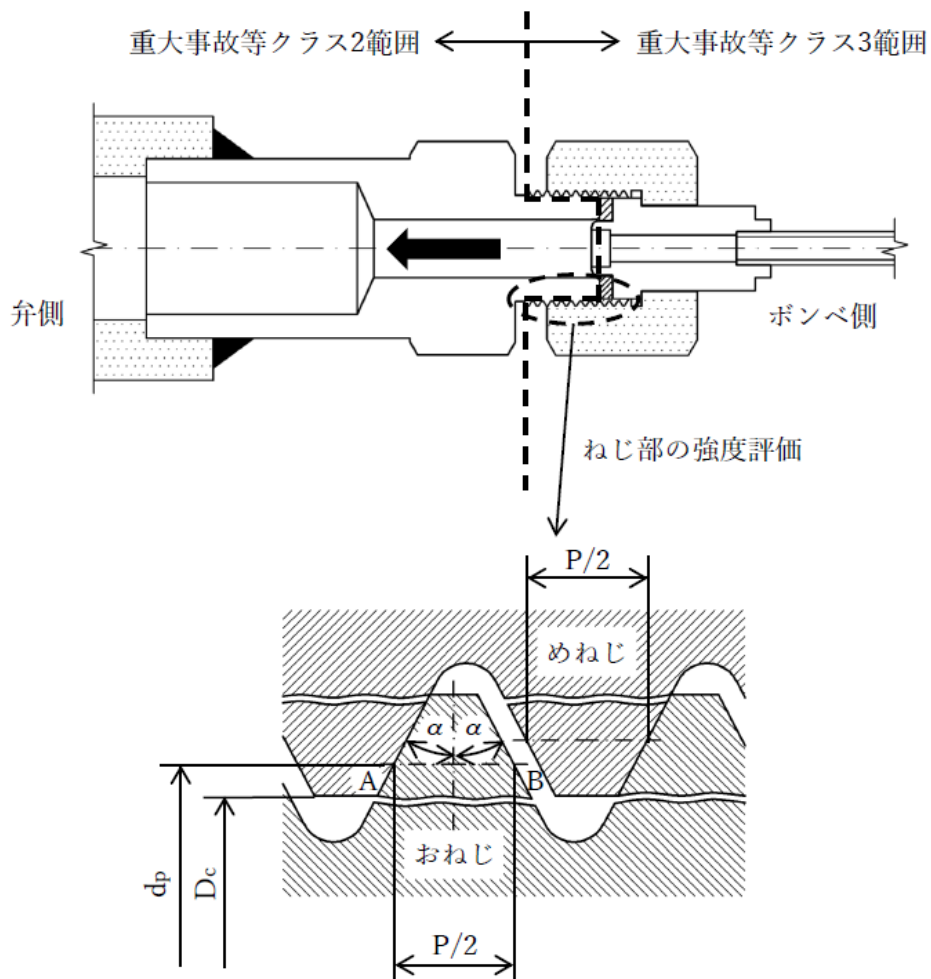


図2-4 ねじ込み継手概要図

計算に使う記号

記号	単位	定義
$AB$	mm	おねじのせん断長さ
$P$	mm	ピッチ
$d_p$	mm	おねじの有効径
$D_c$	mm	めねじの内径
$\alpha$	°	ねじ角度
$W_B$	N	おねじのねじ山の許容軸方向荷重
$z$	—	負荷能力があるとみなされる，ねじ山の数 $z = (L - 0.5P) / P$
$\tau_B$	MPa	おねじ材料の許容せん断応力
$L$	mm	ねじの基準長さ
$F_B$	MPa	おねじの耐圧力
$F_t$	N	ねじ締付トルクによる引抜荷重
$A$	mm <sup>2</sup>	内圧評価断面積

計算式
$AB = (P/2) + (d_p - D_c) \tan \alpha$ $W_B = \pi D_c (AB) z \tau_B$ $F_B = (W_B - F_t) / A$

b. 許容値

ねじ部のせん断評価は，機械工学便覧記載のせん断破壊式を準用した評価を実施するが，ねじ込み継手は管と管とを接続する継手であることから，許容値については設計・建設規格クラス2管の規定における許容引張応力 $S$ を基に求めた許容せん断応力 $S / \sqrt{3}$ を適用する。

(4) クラス1容器の規定を準用又は参考とした評価

重大事故等クラス2機器の評価において、公式による評価を満足しない部位については、より精緻な評価を実施する必要があるため、設計・建設規格にて規定されている準用規定に基づき、クラス1容器の規定を準用し、解析による評価を実施する。そのため機器によっては、公式による評価と解析による評価を組合せ、その健全性を確認する方針とする。

a. 公式による評価と解析による評価の組合せ

設計・建設規格のクラス2機器の評価は公式による評価が基本となるが、公式による評価を満足しない部位を含む機器は、公式による評価と解析による評価を組合せた評価を実施する。

(a) クラス2機器の公式による評価

設計・建設規格クラス2機器の評価については、設計・建設規格 PVC-3000 (クラス2容器の設計)、PPC-3000 (管の設計)、PMC-3000 (クラス2ポンプの設計) の各機器の規定において、胴、管、ケーシング等の一般部の板厚評価式、開口部に対する補強及びフランジの簡易評価式等、強度評価式が種々に与えられているが、構造不連続部等の局所に着目した強度評価手法については明確にされていない。

設計・建設規格のクラス2機器であっても、構造不連続部等の局所的に応力が高い部位も存在すると考えられるが、各機器の規定されている強度評価は、一般部に対し、許容値を低く設定 (許容引張応力  $S$ ) して裕度のある評価を行うことで、局所の健全性も担保している。

(b) 解析による評価

評価対象部位のうち公式による評価を満足しない部位については、より精緻な評価としてクラス1容器の規定を準用し、解析による評価を実施する。解析による評価は、構造不連続部等の局所的に応力が高い部位を模擬した詳細な解析に応じた許容値 (設計応力強さ  $S_m$ ) を設定し、より精緻な評価を行うことで、局所の健全性を確認している。



(c) 評価対象部位間の相互影響

前述の (b) 項に記載の機器は、評価対象部位ごとに公式と解析による評価が混在する機器であり、以下に示すとおり部位間の相互影響を適切に考慮することで、機器としての健全性を確認する。

イ. 一体構造体

主管に設けられた管台等の一体構造体中に存在する構造不連続部等の局所では、一般部に比べ発生応力が大きくなり、その局部応力により局所周辺も発生応力が引き上げられると考えられる。そのため、局部応力が隣接する部位に及ぼす影響の有無を適切に評価する必要がある。

局部応力が隣接する部位に及ぼす影響については、設計・建設規格解説 PVB-3513（補強面積の設置条件）及び設計・建設規格解説 PVB-3530（補強をしない穴の適合条件）では、殻理論に基づく軸対称殻上の局所が及ぼす影響範囲について示されている。設計・建設規格解説 PVB-3513 には「 $0.5\sqrt{R \cdot t}$  内に局部応力のほとんどが収まる」と示されている。

以上のことから、主配管に設けられた管台等の一体構造体内に存在する構造不連続部等の局所の評価について、局部応力が及ぼす影響範囲  $0.5\sqrt{R \cdot t}$  を網羅するように適切にモデル化することで、一体構造体として評価を実施する。

ロ. 一体でない構造体

フランジとボルト等の一体でない異なる構造体中に存在する評価対象部位間では、荷重・変位伝達等を個別に設定することで、独立した部位として個々に評価を実施する。

## 2.2 重大事故等クラス2機器であってクラス1機器及び重大事故等クラス2支持構造物であってクラス1支持構造物の構造及び強度

重大事故等クラス2機器は、技術基準規則第55条において、「設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること」が要求されている。

クラス1機器については、重大事故等時に流路としての機能が要求され、重大事故等クラス2機器となることから、設計上定める条件として重大事故等時の使用圧力、使用温度、事故時荷重等が付加された状態を想定し、全体的な変形を弾性域に抑えることについては、それと同等以上の性能を有していることを確認する。

重大事故等クラス2機器であってクラス1機器の強度評価に当たっては、既に施設された設備であることから、設計・建設規格と告示第501号の比較を行い、いずれか安全側の規格による評価を基本とし、設計上定める条件である重大事故等時における使用圧力、使用温度及び事故時荷重に対して、供用状態Dの許容応力\*を目安とした十分な裕度を有する設計とし、その評価条件においても塑性変形が小さなレベルに留まって延性破断に対して十分な余裕を有し、流路としての十分な機能が保持できることを確認する。なお、上述の評価条件及び判断基準を満たす既に実施された評価がある場合は、その評価結果の確認を実施する。

また、重大事故等クラス2支持構造物は、技術基準規則第55条において、「重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあつては、設計上定める条件において、延性破断及び座屈が生じないこと」が要求されていることから、重大事故等クラス2機器であってクラス1機器に溶接により取り付けられている支持構造物については、重大事故等クラス2機器であってクラス1機器と同様に、設計上定める条件である重大事故等時における使用圧力、使用温度及び自重に対して、供用状態Dの許容応力\*を目安とした十分な裕度を有する設計とする。なお、上述の評価条件及び判断基準を満たす既に実施された評価結果がある場合は、その評価結果の確認を実施する。

注記\*：供用状態Dの許容応力は、設計・建設規格 解説 PVB-3111において、鋼材の究極的な強さを基に、弾性計算により塑性不安定現象の評価を行うことへの理論的安全裕度を考慮して定めたものであり、一次一般膜応力（ $P_m$ ）は  $2/3 S_u$ 、一次局部膜応力（ $P_L$ ）＋一次曲げ応力（ $P_b$ ）は  $1.5 \times 2/3 S_u (= S_u)$  と規定されている。前者は、膜応力であり断面の応力が  $S_u$  に到達すると直ちに破損に至るため割下げ率 1.5 を考慮して規定されているが、後者は、断面表面が  $S_u$  に到達しても断面内部は更なる耐荷能力があり直ちに破損には至らないため割下げ率は 1.0 としている。設計・建設規格に規定されている供用状態Dの許容応力は、耐圧機能維持

の観点から、安全評価上の仮定に保証を与えるものであり、それを適用することについては、材料の究極的な強さに対して適切かつ十分な裕度を持った設計となる。

### 2.3 重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の構造及び強度

重大事故等クラス2機器は、技術基準規則第55条において、「設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること」が要求されている。

原子炉格納容器については、重大事故等時に放射性物質の閉じ込め機能が要求され、重大事故等クラス2機器となることから、設計上定める条件として重大事故等時の使用圧力、使用温度等が付加された状態を想定し、全体的な変形を弾性域に抑えることについては、それと同等以上の性能を有していることを確認する。

重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の強度評価に当たっては、設計上定める条件である重大事故等時における使用圧力及び使用温度を上回る原子炉格納容器の健全性評価の評価条件に対して、供用状態Dの許容応力\*を目安とした、十分な裕度を有する設計とし、その評価条件においても塑性変形が小さなレベルに留まって延性破断に対して十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込め機能としての十分な機能を保持できることを確認する。なお、上述の評価条件及び判断基準を満たす既に実施された評価がある場合は、その評価結果の確認を実施する。

注記\*：供用状態Dの許容応力は、設計・建設規格 解説 PVB-3111において、鋼材の究極的な強さを基に、弾性計算により塑性不安定現象の評価を行うことへの理論的安全裕度を考慮して定めたものであり、一次一般膜応力 ( $P_m$ ) は  $2/3 S_u$ 、一次局部膜応力 ( $P_L$ ) + 一次曲げ応力 ( $P_b$ ) は  $1.5 \times 2/3 S_u (= S_u)$  と規定されている。前者は、膜応力であり断面の応力が  $S_u$  に到達すると直ちに破損に至るため割下げ率 1.5 を考慮して規定されているが、後者は、断面表面が  $S_u$  に到達しても断面内部は更なる耐荷能力があり直ちに破損には至らないため割下げ率は 1.0 としている。設計・建設規格に規定されている供用状態Dの許容応力は、耐圧機能維持の観点から、安全評価上の仮定に保証を与えるものであり、それを適用することについては、材料の究極的な強さに対して適切かつ十分な裕度を有した設計となる。

## 2.4 設計・建設規格又は告示第501号における材料の規定によらない場合の評価

重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料について、技術基準規則施行前に工事に着手又は完成したものであって設計・建設規格又は告示第501号における材料の規定によらない場合の評価については、以下の方針に従って、重大事故等対処設備として使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な材料であることを確認する。

### (1) 機械的強度及び化学的成分

設計・建設規格又は告示第501号に使用可能な材料として規定されていない材料を使用している場合は、機械的強度及び化学的成分について、使用材料とクラス2機器に使用可能な材料として規定されている材料との比較又は求められる機能を考慮し、使用材料が重大事故等対処設備として使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切であることを確認する。

#### a. 機械的強度

##### (a) 評価項目の選定

機械的強度については、使用材料と比較対象となるクラス2機器に使用可能な材料として規定されている材料の材料規格である日本産業規格（以下「JIS」という。）等に規定されている機械的性質のうち機械的強度の評価について必要な項目の選定を行う。選定結果を表2-2「機械的強度における評価項目の選定結果」に示す。

表 2-2 機械的強度における評価項目の選定結果

機械的性質*	選定結果	選定理由
引張強さ	○	引張強さ，降伏点又は耐力については，強度評価に用いる設計許容応力を算出するために必要であるため確認を実施する。
降伏点 又は耐力		
伸び	×	伸びについては，材料の延性の評価に用いる値であるが，重大事故等クラス2機器の強度評価においては，全体的な変形を弾性域に抑えることが要求されていることから今回評価を省略する。また，一般的に伸びが大きいほど塑性加工の際の加工量を大きくとれるものの，対象となる重大事故等クラス2機器は既に施設された設備であるため，今回評価を省略する。
絞り	×	絞りについては，材料の延性の評価に用いる値であるが，重大事故等クラス2機器については，塑性変形する領域では使用しないことから今回評価を省略する。また，一般的に絞りが大きいほど深しぼり加工などの成型性がよくなるものの，対象となる重大事故等クラス2機器は既に施設された設備であるため，今回評価を省略する。
曲げ性	×	曲げ性については，材料の加工性を示す値であるが，一般的に曲げ性が大きいほど曲げ加工等の成型性がよくなるものの，対象となる重大事故等クラス2機器は既に施設された設備であるため，今回評価を省略する。
シャルピー 衝撃値	×	シャルピー衝撃値については，材料のじん性の評価に用いられる値であるが，じん性については「(2) 破壊じん性」において確認を実施するため，今回評価を省略する。
硬さ	×	硬さについては，耐摩耗性を示す値であり，硬いほど耐摩耗性が強くなるが，引張強さと相関関係がある値であり，引張強さについて確認を実施するため，今回評価を省略する。

注記\*：J I S等に機械的性質として規定されている項目を示す。

(b) 機械的強度の適切性の確認

評価項目として選定された引張強さ及び降伏点又は耐力について、使用材料と設計・建設規格においてクラス2機器に使用可能な材料として規定された材料との比較又は求められる機能を考慮し、使用条件に対して適切な機械的強度を有していることを確認する。

b. 化学的成分

(a) 評価項目の選定

化学的成分の評価項目は、使用材料と比較対象となるクラス2機器に使用可能な材料として規定されている材料の材料規格であるJIS等に記載されている化学的成分とする。

(b) 化学的成分の適切性の確認

評価項目として選定された化学的成分について、使用材料と設計・建設規格においてクラス2機器に使用可能な材料として規定されている材料との比較を行い、化学的成分規定値に差異があった場合は、化学的成分ごとの影響を確認し、使用条件において材料に悪影響を及ぼす差異でないことを確認する。あるいは、求められる機能を考慮し、使用条件に対して適切な材料であることを確認する。なお、各化学的成分の影響については、表2-3「化学的成分が材料に及ぼす影響整理表」のとおり整理する。

表 2-3 化学的成分が材料に及ぼす影響整理表

		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	W	影響の確認方法
機械的強度		向上	向上	向上	向上	—	向上	向上	向上	向上	向上	向上	機械的強度に影響を及ぼす化学的成分に差異がある場合は、材料の機械的強度である引張強さ、降伏点又は耐力が同等であることを確認する。
高温強度		向上	—	—	—	—	—	—	—	向上	—	—	高温強度に影響を及ぼす化学的成分に差異がある場合は、高温域（設計・建設規格 PVB-3312）で使用されていないことを確認する。
溶接性		低下	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	溶接性に影響を及ぼす化学的成分に差異がある場合は、溶接規格*にて定められた数値 0.35%以下であることを確認する。
じん性		低下	—	向上	低下	低下	—	向上	—	—	—	—	じん性については、「(2) 破壊じん性」において確認する。なお、じん性に影響を及ぼす不純物である P, S の化学的成分に差異がある場合は、成分値が影響を与えるレベル以下であることを確認する。
耐 食 性	応力 腐食 割れ	低下	—	—	—	—	—	向上	向上	—	—	—	耐食性のうち、応力腐食割れに影響を与える化学的成分には C, Ni, Cr があるが、Ni, Cr については応力腐食割れを防ぐために添加されるものであり考慮は不要であることから、悪影響を与える C の含有量が過剰でないことを確認する。全面腐食に影響を与える成分に差異がある場合は、悪影響を与える差異がないことを確認する。なお、耐食性に関しては使用環境に対して適切な水質管理やライニング処理が行われていることも確認する。
	全面 腐食	—	—	—	—	—	向上	向上	向上	向上	向上	—	

注記\*：「発電用原子力設備規格 溶接規格（2007年版）J SME S NB 1-2007」（日本機械学会）を示す。なお、施設時の適用規格である電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和 45 年通商産業省令第 81 号）も同値である。

(2) 破壊じん性

a. 破壊じん性試験不要となる材料の規定

破壊じん性については，設計・建設規格に規定されている破壊じん性試験不要となる材料の規定に該当する材料であることを確認する。

破壊じん性試験不要となる材料の規定\*

- ・厚さが 16mm 未満の材料
- ・断面積が 625mm<sup>2</sup> 未満の棒の材料
- ・呼び径が 25mm 未満のボルト等の材料
- ・外径が 169mm 未満の管の材料
- ・厚さが 16mm，又は外径が 169mm 未満の管に接続されるフランジの材料及び管継手の材料
- ・オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金
- ・非鉄金属

注記\*：一例としてクラス 2 容器の除外規定（設計・建設規格 PVC-2310）を記載している。

b. 破壊じん性の確認

破壊じん性試験不要となる材料の規定に該当しない機器の破壊じん性については，施設時の要求を考慮し，以下のとおりとする。

(a) 施設時に破壊じん性が要求されていた設備

該当施設は，施設時の規格の要求に基づき十分な破壊じん性を有していることを確認している。また，材料の破壊じん性値は，一般的に温度が低くなるにつれて低下することから，脆性破壊に対して影響を与える最低使用温度について，重大事故等対処設備として使用される値が設計基準対象施設としての値を有意に下回らないこと又は使用条件を考慮して影響がないことを確認する。



(b) 施設時に破壊じん性が要求されていなかった設備

対象設備は、機器クラスがクラス 3 機器（工学的安全施設を除く。）、クラス 4 管及び Non クラス\*に該当する設備であり、施設時における破壊じん性に対する要求がないことから、材料のじん性は確認されていないが、設計基準の使用条件に応じた材料が選定されている。重大事故等対処設備としての使用条件と設計基準対象施設としての条件が大きく変わらないことを確認することで、使用条件下での脆性破壊に対するじん性は同じであるとみなせることから、脆性破壊に対して影響を与える最低使用温度について、重大事故等対処設備としての値が設計基準対象施設としての値を有意に下回らないこと又は使用条件を考慮して影響のないことを確認する。

注記\*：技術基準規則第 2 条第 2 項第 28 号、第 32 号、第 33 号、第 34 号及び第 35 号に規定する「原子炉格納容器」、「クラス 1 容器」、「クラス 1 管」、「クラス 1 ポンプ」、「クラス 1 弁」、「クラス 2 容器」、「クラス 2 管」、「クラス 2 ポンプ」、「クラス 2 弁」、及びこれらを支持する構造物、「クラス 3 容器」、「クラス 3 管」、「クラス 4 管」、炉心支持構造物並びに発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の規定を準用するもの以外の容器、管、ポンプ、弁又は支持構造物

上述の(a)項、(b)項において比較対象となる設計基準対象施設としての最低使用温度は屋外に施設される機器においては松江地方気象台の気象観測記録における最低温度である $-8.7^{\circ}\text{C}$ 、原子炉格納容器の最低使用温度は $-8^{\circ}\text{C}$ 、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器及び屋内に設置されている機器においては建物内雰囲気温度の最低温度である $10^{\circ}\text{C}$ 、海水と接する設備は海水の最低温度である $8^{\circ}\text{C}$ がそれぞれ設定されている。

重大事故等時において屋外の最低気温が変わることはないため、原子炉格納容器及び屋外に施設される機器の最低使用温度は設計基準対象施設として設定された値を下回ることはない。屋内に施設される機器のうち、重大事故等時において通水される内部流体が高温流体の場合は、設計基準対象施設として設定されている最低使用温度 $10^{\circ}\text{C}$ を下回ることはなく、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器については、重大事故等時において原子炉冷却材圧力バウンダリは高温状態となるため、設計基準対象施設として設定されている最低使用温度 $10^{\circ}\text{C}$ を下回ることはない。また、屋内に施設される機器のうち、重大事故等時において通水される内部流体のうち最も温度が低い海水においても最低海水温度が $8^{\circ}\text{C}$ であり、設計基準対象施設として設定されている最低使用温度 $10^{\circ}\text{C}$ を有意に下回ることはない。

以上より、(a)項に該当する施設時に破壊じん性が要求されていた機器において、材料の破壊じん性に影響を与える最低使用温度が設計基準対象施設として設定されている値を重大事故等対処設備としての値が下回らない機器については、施設時に確認した破壊じん性が重大事故等対処設備としての材料要求される破壊じん性を包絡しており、重大事故等対処設備としての評価は省略する。最低使用温度が設計基準対象施設として設定されている値を重大事故等対処設備としての値が下回る機器については、使用条件を考慮して問題のない材料であることを確認する。

(b)項に該当する施設時に破壊じん性が要求されていなかった機器において、設計基準対象施設としての最低使用温度と重大事故等対処設備としての最低使用温度とを比較し、使用条件に応じた材料が規格に適合していること若しくは使用条件を考慮して問題のない材料であることを確認する。

### (3) 非破壊試験

#### a. 非破壊試験の実績確認

重大事故等クラス2機器に属する鋳造品については、非破壊試験の実施の有無を確認する。

#### b. 非破壊試験の実績の考慮

強度計算に用いる許容値に、非破壊試験実施の有無による品質係数を適用することで、材料の品質を適切に考慮した強度評価を実施する。

## VI-3-1-6 重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 重大事故等クラス 3 機器の強度計算の基本方針 .....	1
2.1 完成品を除く重大事故等クラス 3 機器の構造及び強度 .....	1
2.2 重大事故等クラス 3 機器のうち完成品の構造及び強度 .....	2

## 1. 概要

重大事故等クラス 3 機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 55 条第 1 項第 3 号及び第 6 号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有していることが要求されている。

本資料は、重大事故等クラス 3 機器である容器、管及びポンプが十分な強度を有することを確認するための強度評価の基本方針について説明するものである。

## 2. 重大事故等クラス 3 機器の強度計算の基本方針

重大事故等クラス 3 機器の材料及び構造については、技術基準規則第 55 条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号）により完成品として一般産業品の規格及び基準へ適合している場合は技術基準規則の規定を満足するものとされている。

よって、重大事故等クラス 3 機器の技術基準規則第 55 条への適合性については、技術基準規則の解釈第 55 条 6 において同解釈第 17 条 6 を準用していることから、17 条において技術基準規則を満たす仕様規定としている「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）」＜第 1 編軽水炉規格＞J S M E S N C 1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「設計・建設規格」という。）のクラス 3 機器を参考にして評価を実施する、又は完成品として一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認することで評価を実施する。

完成品を除く重大事故等クラス 3 機器の材料については設計・建設規格を参考にして適切な材料を使用する設計とする。また、重大事故等クラス 3 機器のうち完成品の材料については、完成品として一般産業品の規格及び基準に適合するものを使用する設計とする。

### 2.1 完成品を除く重大事故等クラス 3 機器の構造及び強度

#### (1) 管

管は、設計・建設規格クラス 3 機器の規定を準用し、強度評価を実施する。

#### (2) フランジ

管のフランジは、設計・建設規格 PPD-3414 に適合するものを使用する設計とする。

(3) 管継手

管継手の強度評価は、以下のいずれかによる。

- ・設計・建設規格 PPD-3415 に適合するものを使用する設計とする。
  - ・設計・建設規格で考慮されている裕度を参考にしつつ、実条件を踏まえた耐圧試験により裕度を有することが確認された型式のものを使用する設計とする。
- なお、設計・建設規格のクラス3機器の規定では、設計許容応力以下となる必要板厚は、最高使用圧力を条件として評価式により求めており、設計許容応力は降伏点に対して8分の5を基準にしていることから、降伏点に対する安全率は1.6となる。また、設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており、耐圧試験の規定では、耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍（気圧の場合は1.25倍）の106%を超えないこととしている。

2.2 重大事故等クラス3機器のうち完成品の構造及び強度

完成品は、一般産業品の規格及び基準への適合性を確認することにより材料及び構造の要求を満たしていると評価することから、適用される規格及び基準を、その規格基準に応じて、「法令\*1又は公的な規格\*2」、「メーカー規格及び基準」の2つの区分に分類し、適用される規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度を確認する。

また、使用条件が一般産業品としての評価条件を超える場合は、使用条件を考慮して評価を行う。

内燃機関を有する可搬型ポンプに附属する燃料タンク、非常用発電装置（可搬型）に附属する燃料タンク及び冷却水ポンプについては、可搬型ポンプ及び非常用発電装置（可搬型）が燃料タンク等を含む一体構造品の完成品として製作されているため、内燃機関を有する可搬型ポンプ又は非常用発電装置（可搬型）が一般産業品の規格及び基準へ適合していることを確認することで、それらの附属機器である燃料タンク又は冷却水ポンプが重大事故等時の使用条件に対する強度を有することを確認する。

注記\*1：例えば、高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則等

\*2：例えば、日本産業規格