

VI-2-2-14 排気筒の耐震性についての計算書

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	評価方針	7
2.4	適用規格・基準等	9
3.	応力解析による評価方針	10
3.1	評価対象部位及び評価方針	10
3.2	使用材料及び材料の許容応力度	12
3.3	荷重及び荷重の組合せ	13
3.3.1	荷重	13
3.3.2	荷重の組合せ	18
3.4	許容限界	19
3.5	応力解析による評価方法	21
3.5.1	応力解析方法	21
3.5.2	断面の評価方法	23
4.	部材応力	25
5.	鉄塔及び筒身の応力評価結果	31
6.	鉄塔脚部及び筒身脚部の断面評価	37
6.1	評価方法	37
6.2	鉄塔脚部の評価	38
6.3	筒身脚部の評価	51
7.	制震装置（粘性ダンパ）支持点部の評価	66
8.	S G T S用排気筒の評価	68
8.1	筒身部の評価	68
8.2	支持部の評価	73

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、排気筒の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は応力解析により行う。

排気筒のうち鉄塔及び空調換気系用排気筒（以下「筒身」という。）は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

排気筒のうち非常用ガス処理系用排気筒（以下「SGTS用排気筒」という。）は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。

以下、鉄塔及び筒身の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価並びにSGTS用排気筒の「Sクラスの施設」及び「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

排気筒の設置位置を図 2-1 に示す。

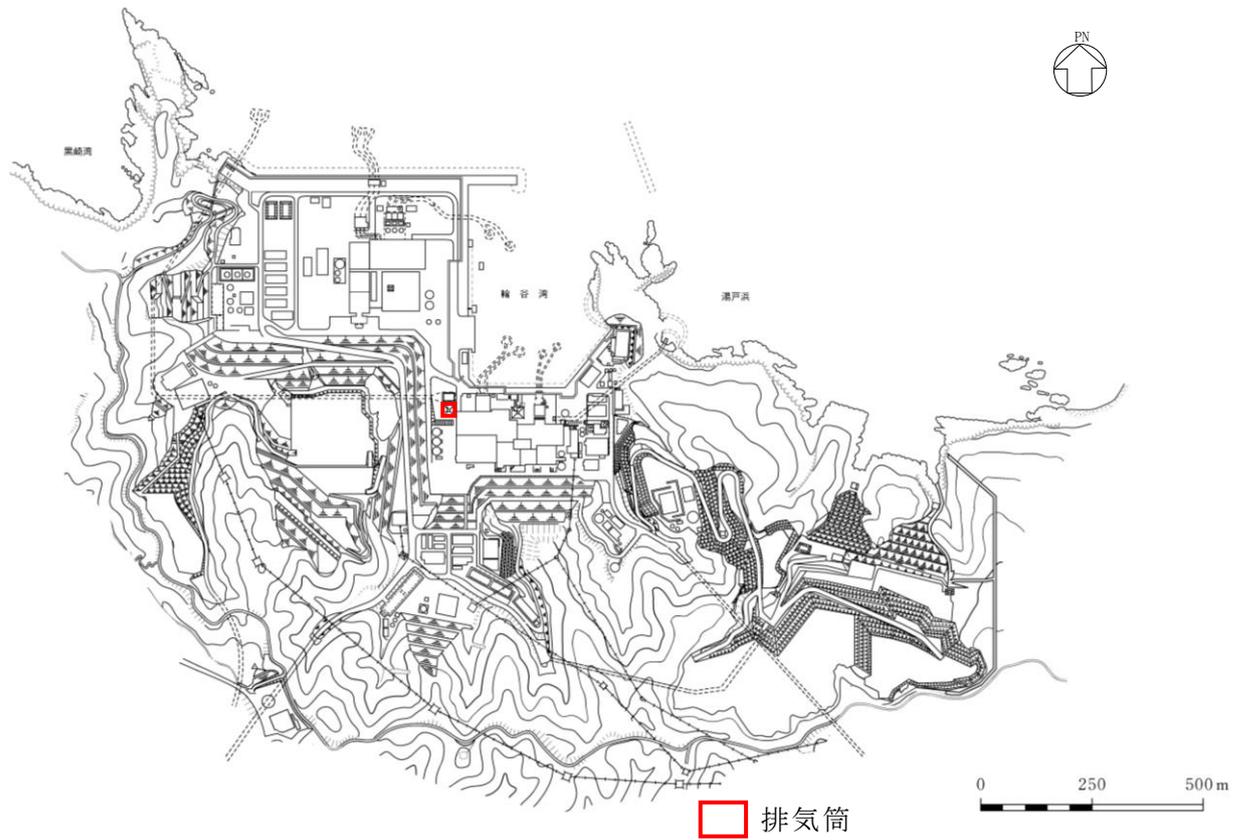


図 2-1 排気筒の設置位置

2.2 構造概要

排気筒は、地盤面からの高さ 120m である内径 3.3m の鋼板製筒身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 S G T S 用排気筒が筒身に支持されている。

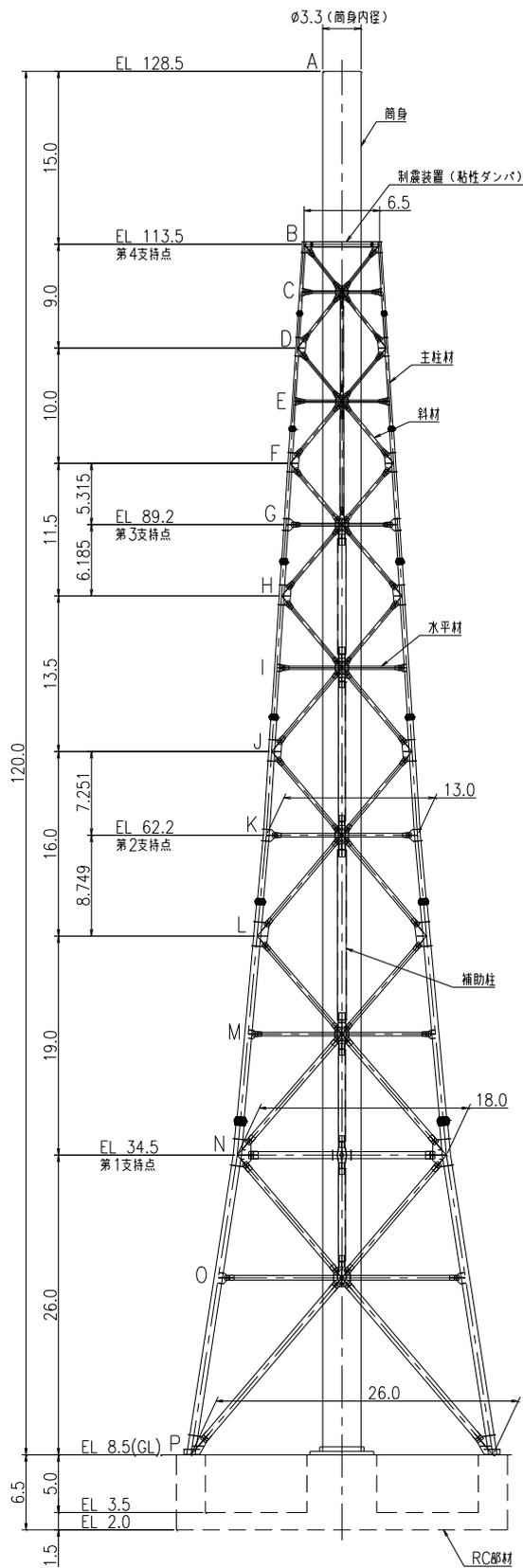
筒身は第 4 支持点位置 (EL 113.5m*) にて制震装置 (粘性ダンパ) を介して鉄塔と接合されている。

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	-
$\phi 267.4 \times 6.6$	$\phi 216.3 \times 5.8$	H-450x300 x10x15*2	12	$\phi 267.4 \times 6.0$
$\phi 355.6 \times 6.4$	$\phi 216.3 \times 5.8$	$\phi 216.3 \times 5.8$	10	$\phi 318.5 \times 6.0$
$\phi 406.4 \times 7.9$	$\phi 267.4 \times 6.6$	$\phi 267.4 \times 6.6$	12	$\phi 711.2 \times 7.9$
$\phi 508.0 \times 9.5$	$\phi 318.5 \times 6.9$	$\phi 267.4 \times 6.6$	10	$\phi 609.6 \times 12.7$
$\phi 609.6 \times 12.7$	$\phi 355.6 \times 7.9$	$\phi 318.5 \times 6.9$	12	$\phi 762.0 \times 12.7 * 3$
$\phi 711.2 \times 12.7$ 8PLs-22x100*1	$\phi 457.2 \times 9.5$	$\phi 609.6 \times 9.5$	10	$\phi 609.6 \times 12.7 * 3$
$\phi 558.8 \times 9.5$	$\phi 406.4 \times 9.5$	t=10	12	-
STK41 (STK400相当)				STK400
				SMA41A (SMA400AP相当)

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)

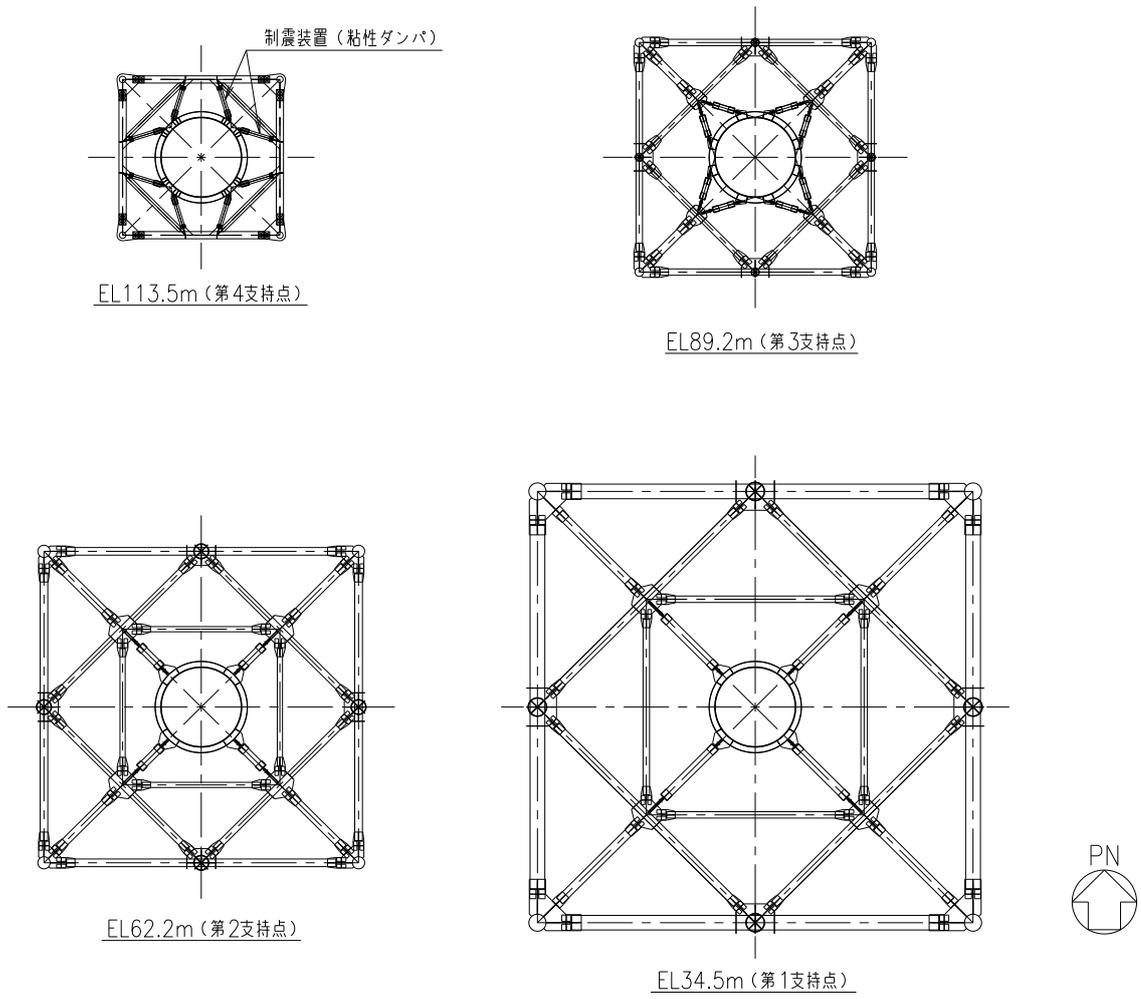
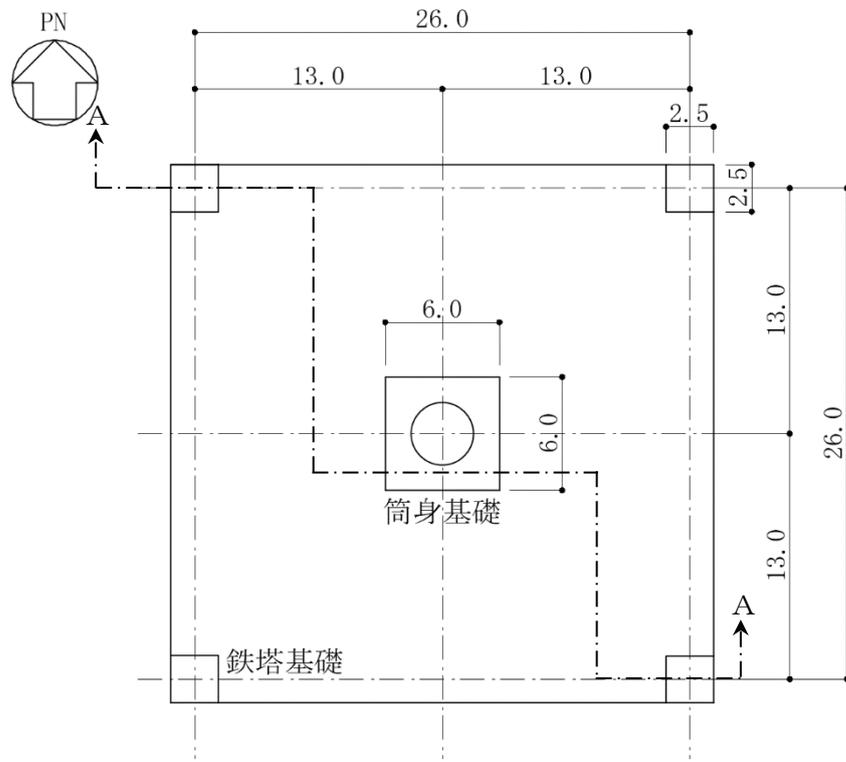
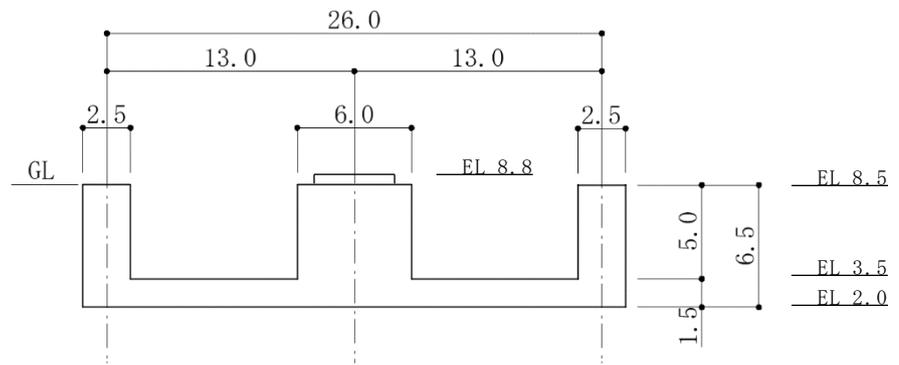


図 2-3 主要レベルの概略平面図



(a) 平面図



(b) 断面図 (A-A断面)

図 2-4 基礎の概要図 (単位 : m)

2.3 評価方針

鉄塔及び筒身は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

鉄塔及び筒身の設計基準対象施設としての評価においては、風荷重に対する評価及び基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、 S_s 地震時に対する評価はVI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。鉄塔及び筒身は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価において、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

S G T S用排気筒は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。

S G T S用排気筒の設計基準対象施設としての評価においては、風荷重に対する評価、 S_s 地震時に対する評価及び弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下「 S_d 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、 S_s 地震時に対する評価及び S_d 地震時に対する評価はVI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。S G T S用排気筒は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価において、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

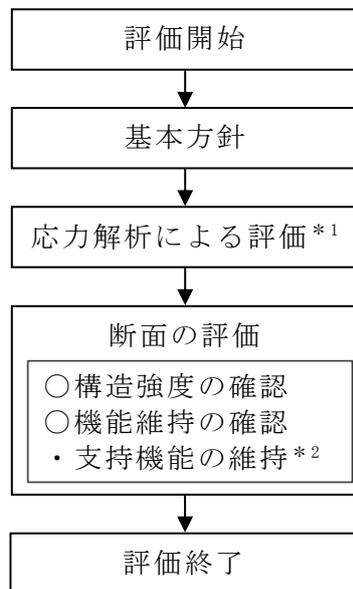
なお、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行う。ここで、排気筒では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態における圧力、温度等の条件に有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

表 2-1 に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。また、図 2-5 に排気筒の評価フローを示す。

表 2-1 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	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 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%) *	標準値	8	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-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 × 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 × 0.7	7	

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



注記*1 : VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

*2 : 鉄塔及び筒身について実施する。

図 2-5 排気筒の評価フロー

2.4 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 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)
- ・各種合成構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 2010 改定)
- ・2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所)

3. 応力解析による評価方針

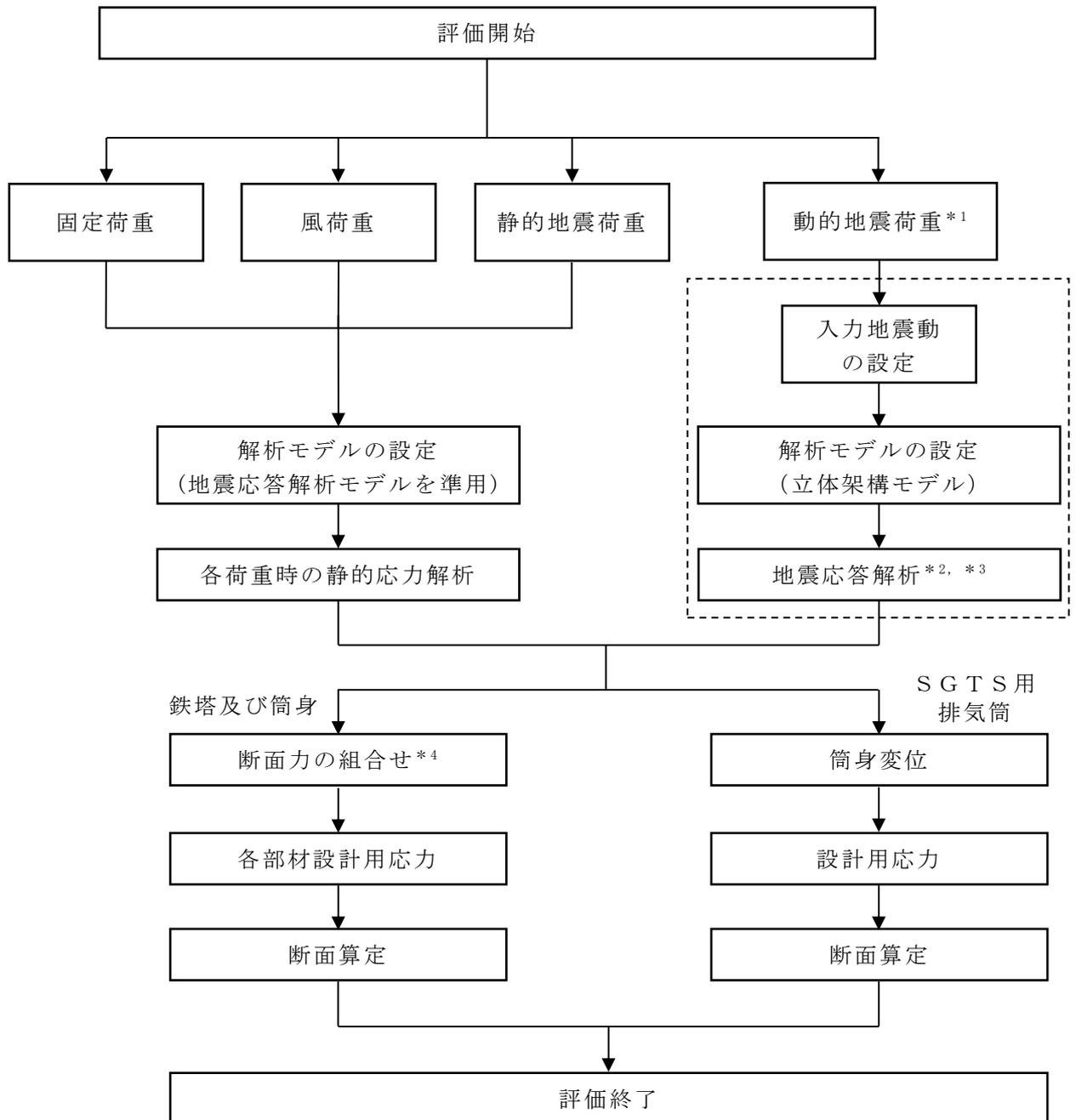
3.1 評価対象部位及び評価方針

排気筒の応力解析による評価対象部位は、鉄塔及び筒身並びにSGTS用排気筒とし、立体架構モデルを用いた応力解析により評価を行う。

鉄塔及び筒身の評価にあたっては、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」より得られた結果及び「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す風荷重による応力解析結果を用いて、各部材の断面評価を行う。

SGTS用排気筒は、筒身に支持されており、SGTS用排気筒の剛性は筒身の剛性と比べて小さいため、筒身の水平方向の変形に追従する。したがって、SGTS用排気筒の評価にあたっては、筒身及びSGTS用排気筒で構成される解析モデルに筒身の水平方向変位を強制的に与えることにより応力を算定し、断面の評価を行う。なお、鉛直方向の地震荷重は、鉛直震度として考慮する。

図3-1に応力解析による評価フローを示す。



注記*1：SGTS用排気筒の許容限界は短期許容応力度とし，基準地震動 S_s により生じる応力が短期許容応力度を超えないことを確認することで弾性設計用地震動 S_d による評価は省略する。

*2：鉛直荷重を考慮した応答値

*3：材料物性の不確かさを考慮する。

*4：組合せは「3.3.2 荷重の組合せ」による。

---: VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果による。

図 3-1 応力解析による評価フロー

3.2 使用材料及び材料の許容応力度

鋼材は、JIS G 3101で規定される一般構造用圧延鋼材 SS400 (SS41) *、JIS G 3106で規定される溶接構造用圧延鋼材 SM400A 及び SM490A、JIS G 3114で規定される溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 SMA400AP (SMA 41A) *、JIS G 3444で規定される一般構造用炭素鋼鋼管 STK400 (STK41) * 及び STK490を使用する。

また、基礎で使用するコンクリートは普通コンクリートとし、設計基準強度 F_c は 20.6 N/mm^2 とする。

各使用材料の許容応力度を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

注記* : () 内は従来表記を示す。

表 3-1 鋼材及びボルトの許容応力度

板厚	材料	基準強度 F (N/mm^2)	許容応力度
$t \leq 40 \text{ mm}$	SS400 (SS41) SMA400AP (SMA41A) STK400 (STK41) SM400A	235	許容応力度は F 値より求める。
	STK490 SM490A	325	

注：アンカーボルトは公称軸径を板厚と読み替える。

表 3-2 コンクリートの許容応力度

(単位： N/mm^2)

$F_c = 20.6$	圧縮	せん断	付着*	
			上端筋	その他
長期	6.8	0.68	0.72	0.90
短期	13.6	1.02	1.05	1.35

注記* : 付着は丸鋼の許容付着応力度とし、筒身脚部のアンカーボルトの検討に用いる。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重

(1) 固定荷重

鉄塔及び筒身自重の他に，制震装置（粘性ダンパ），歩廊等の付属設備の重量を考慮する。

(2) 積載荷重

排気筒に積載物はない。また，排気筒上部に作業員が常駐することもない。よって，積載荷重は考慮しない。

(3) 積雪荷重

歩廊の床材はグレーチングのため，雪が積もらない構造となっている。よって，積雪荷重は考慮しない。

(4) 風荷重

風荷重は，「建築基準法・同施行令」に基づき次式によって算定することとし， 0° 方向及び 45° 方向について考慮する。

排気筒に作用する風圧力（ P ）は，（3.1）式によって算定する。

$$P = q \cdot C_f \cdot A \quad (3.1)$$

ここで，

$$q \quad : \text{速度圧 (N/m}^2\text{)} = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2$$

$$V_0 \quad : \text{当該地の基準風速 (= 30 m/s)}$$

$$E \quad : \text{国土交通大臣が定める方法により算出した数値}$$

$$= E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r \quad : \text{平均風速の高さ方向の分布を表す係数}$$

$$= 1.7 \cdot \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha \quad (H \leq Z_b)$$

$$= 1.7 \cdot \left(\frac{H}{Z_G} \right)^\alpha \quad (H > Z_b)$$

$$H \quad : \text{建築物の高さ (m) (鉄塔 : 105 m, 筒身 : 120 m)}$$

$$Z_b, Z_G, \alpha \quad : \text{地表面粗度区分に応じて示される数値}$$

$$(\text{当該地の地表面粗度区分 II : } Z_b = 5 \text{ m, } Z_G = 350 \text{ m, } \alpha = 0.15)$$

$$G_f \quad : \text{ガスト影響係数 (= 2.0)}$$

$$C_f \quad : \text{風力係数 (表 3-3 ~ 表 3-5 による)}$$

$$A \quad : \text{見付面積 (m}^2\text{)} (\text{図 3-2 による})$$

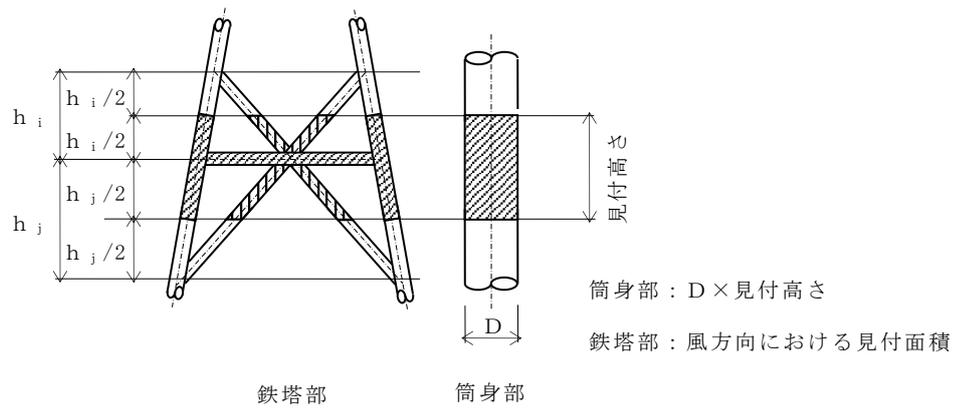


図 3-2 鉄塔及び筒身の見付面積

表 3-3 鉄塔の風力係数 C_f

種類		ϕ^*	(1)	(2)	(3)
			0.1 以下	0.1 を超え 0.6 未満	0.6
鋼管	0° (正面)		2.2 k_z	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.5 k_z
	45° (斜め)		1.7 k_z		1.3 k_z

注記* : 充実率 (風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合)

表 3-4 筒身の風力係数 C_f

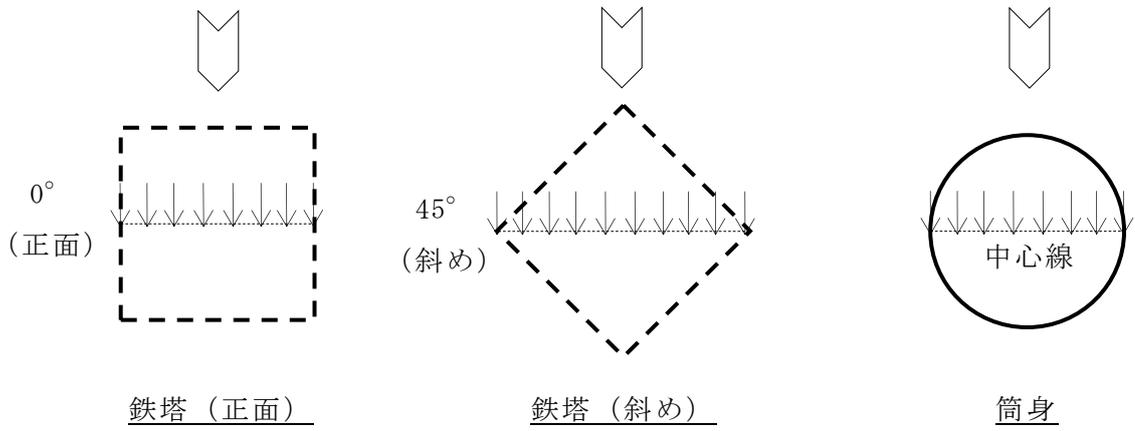
H/B^*	(1)	(2)	(3)
		1 以下	1 を超え 8 未満
C_f	0.7 k_z	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	0.9 k_z

注記* : 風向に対する見付幅 (m)

表 3-5 高さ方向係数 k_z の算出

H が Z_b 以下の場合		1.0
H が Z_b を超える場合	Z^* が Z_b 以下の場合	$\left(\frac{Z_b}{H}\right)^{2\alpha}$
	Z^* が Z_b を超える場合	$\left(\frac{Z}{H}\right)^{2\alpha}$

注記* : 当該部分の地盤面からの高さ (m)



注：風圧作用面積は、 Σ の作用する方向から見た鉄塔及び筒身の見付面積とする。

図 3-3 鉄塔及び筒身の風圧作用面積

以上より算定した風荷重を表3-6に示す。

表 3-6 風荷重計算表

鉄塔部

高さ EL (m)	速度圧 q (kN/m ²)	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
		見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)	見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)
113.5	2.175	5.2	1.88	22	7.9	1.49	26
109.4	2.175	10.4	2.03	46	17.2	1.57	59
99.9	2.175	16.4	1.99	71	27.8	1.53	93
89.2	2.175	24.9	1.88	102	42.4	1.45	134
76.8	2.175	33.2	1.80	130	57.0	1.38	172
62.2	2.175	45.6	1.68	167	77.7	1.29	219
45.0	2.175	45.9	1.50	150	77.3	1.15	194
34.5	2.175	46.3	1.33	134	75.5	1.03	170
23.9	2.175	53.5	1.17	137	86.3	0.91	171
8.5	2.175	25.4	0.87	49	41.4	0.67	61

筒身部

高さ EL (m)	速度圧 q (kN/m ²)	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
		見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)	見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)
128.5	2.264	24.9	0.90	51	24.9	0.90	51
113.5	2.264	31.8	0.86	62	31.8	0.86	62
109.4	2.264	23.0	0.85	45	23.0	0.85	45
99.9	2.264	33.2	0.83	63	33.2	0.83	63
89.2	2.264	38.1	0.80	70	38.1	0.80	70
76.8	2.264	44.8	0.76	78	44.8	0.76	78
62.2	2.264	53.1	0.71	86	53.1	0.71	86
45.0	2.264	45.7	0.63	66	45.7	0.63	66
34.5	2.264	35.1	0.57	46	35.1	0.57	46
23.9	2.264	42.7	0.49	48	42.7	0.49	48
8.8	2.264	25.0	0.49	28	25.0	0.49	28

(5) 地震荷重

地震荷重は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」による動的地震力及び静的地震力を考慮する。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表3-7に示す荷重の組合せを用いる。

表 3-7 荷重の組合せ

荷重状態	荷重の組合せ	水平荷重方向
S _s 地震時 S _d 地震時*	G + S _{s1}	0° 方向
		45° 方向
	G + S _{s2}	方位に準じる
暴風時	G + W	0° 方向
		45° 方向

注：記号の説明

G : 固定荷重

S_{s1} : 方向性のない地震動 (S_s-D, S_s-N1, S_d-D, S_d-N1, S_d-1) 又は静的地震力による地震荷重

S_{s2} : 方向性のある地震動 (S_s-F1, S_s-F2, S_s-N2, S_d-F1, S_d-F2, S_d-N2) による地震荷重

W : 風荷重

注記* : SGT S用排気筒の許容限界は短期許容応力度とし、基準地震動S_sにより生じる応力が短期許容応力度を超えないことを確認することで弾性設計用地震動S_dによる評価は省略する。

3.4 許容限界

排気筒の鉄塔及び筒身並びにSGTS用排気筒の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表3-8及び表3-9のとおり設定する。

表3-8 応力評価における許容限界（設計基準対象施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界 ^{*1, *2}
			SGTS用排気筒		
		弾性設計用地震動 S_d 及び静的地震力	SGTS用排気筒	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度 ^{*3}
支持機能	機器・配管系の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して妥当な安全裕度を有する許容限界 ^{*1}

注記*1：許容限界は終局耐力に対して妥当な裕度を有する弾性限強度を用いる。鋼材の基準強度を「平12建告第2464号」に準拠して1.1Fと読み替え、鉄塔の許容限界は「平13国交告第1024号」による材料強度、筒身の許容限界は「容器構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」（以下「容器構造設計指針」という。）によって求めた地震時許容応力度とする。

*2：SGTS用排気筒の許容限界は更なる裕度を考慮して短期許容応力度とする。

*3：基準地震動 S_s により生じる応力が短期許容応力度を超えないことを確認することで弾性設計用地震動 S_d による評価は省略する。

表 3-9 応力評価における許容限界（重大事故等対処施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	鉄塔及び筒身 S G T S 用排気筒	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界*
支持機能	機器・配管系の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界*

注記*：許容限界は終局耐力に対して適切な裕度を有する弾性限強度を用いる。鋼材の基準強度を「平 12 建告第 2464 号」に準拠して 1.1F と読み替え、鉄塔の許容限界は「平 13 国交告第 1024 号」による材料強度、筒身の許容限界は「容器構造設計指針」によって求めた地震時許容応力度とする。

3.5 応力解析による評価方法

3.5.1 応力解析方法

排気筒の断面の評価に用いる応力は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」で用いた立体架構モデルによる弾性応力解析により算定する。排気筒の応力解析モデルを図 3-4 に示す。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。

なお，動的地震荷重については，VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。

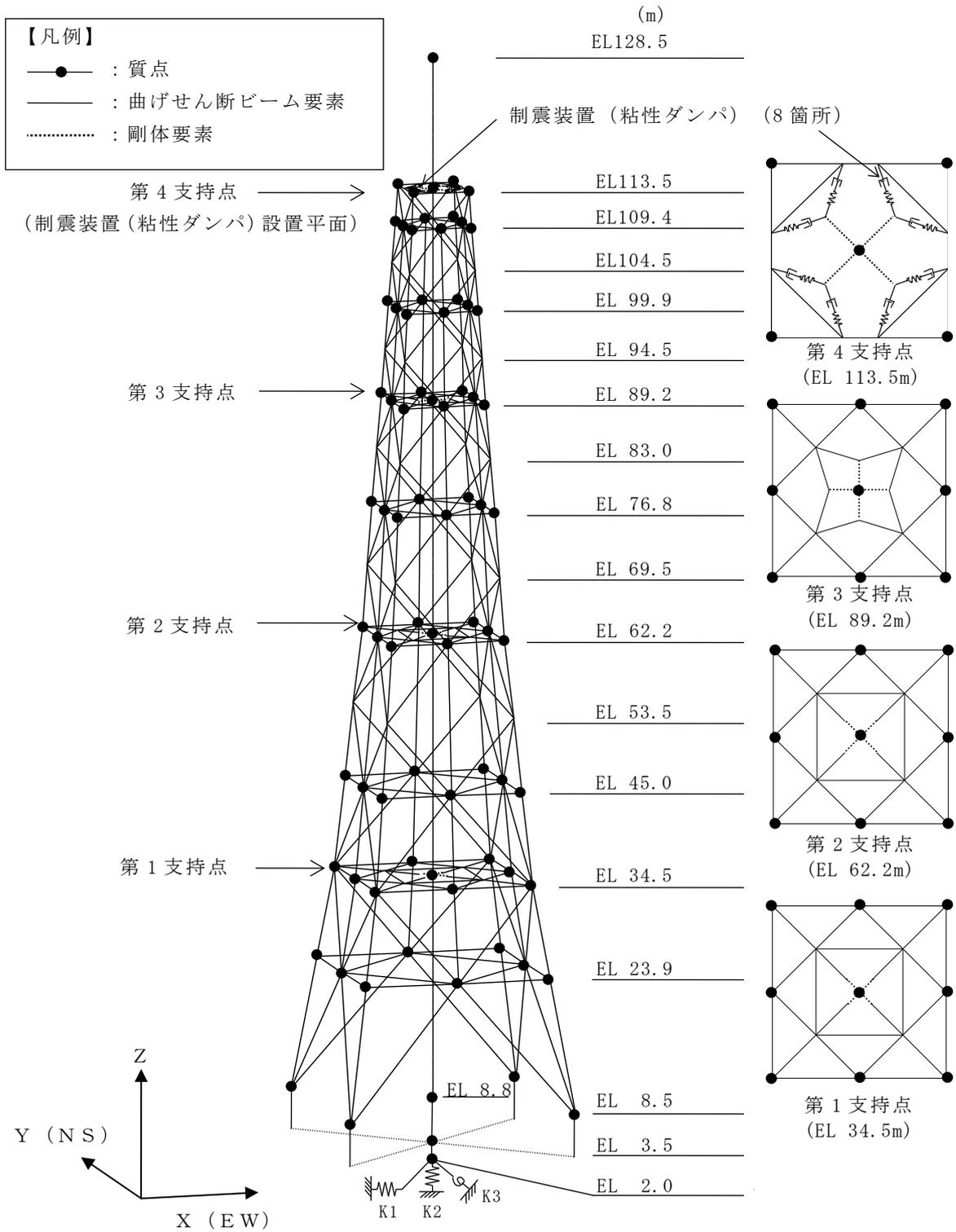


図 3-4 応力解析モデル

3.5.2 断面の評価方法

「3.3 荷重及び荷重の組合せ」により組み合わせた荷重に対して鉄塔及び筒身の各部材の断面評価を次のとおり行う。

(1) 鉄塔に対する断面の評価方法

鉄塔を構成する支柱材，斜材，水平材及び補助柱材の断面算定は，以下の式により行う。

なお，断面性能の算定において腐食代は考慮しない。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1 \quad (\text{支柱材，水平材})$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1 \quad (\text{斜材，補助柱材})$$

ここで，

σ_c : 圧縮応力度 ($\sigma_c = N/A$) (N/mm^2)

N : 圧縮力 (N)

A : 断面積 (mm^2)

σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = M/Z_t$) (N/mm^2)

M : 曲げモーメント ($N\cdot m$)

Z_t : 断面係数 (mm^3)

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm^2)

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm^2)

f_c 及び f_b は「平 13 国交告第 1024 号」による材料強度の評価式に「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値×1.1 を適用して算定する。

(2) 筒身に対する断面の評価方法

筒身部材の断面算定は、「容器構造設計指針」に準拠して以下の式により行う。
なお、断面性能の算定において腐食代 2mm（内側 1mm，外側 1mm）を考慮する。

$$\frac{\sigma_c}{c f_{c r}} + \frac{\sigma_b}{b f_{c r}} \leq 1$$

ここで、

σ_c : 圧縮応力度 ($\sigma_c = N / A$) (N/mm²)

N : 圧縮力 (N)

A : 円筒の断面積 (mm²)

σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = M / Z_c$) (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・m)

Z_c : 断面係数 (mm³)

$c f_{c r}$: 局部座屈を考慮した圧縮応力度に対する許容値 (N/mm²)

$b f_{c r}$: 局部座屈を考慮した曲げ応力度に対する許容値 (N/mm²)

$c f_{c r}$ 及び $b f_{c r}$ は「容器構造設計指針」による許容応力度の評価式に「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値×1.1 を適用して算定する。

4. 部材応力

「3. 応力解析による評価方針」で示した解析により求まる各部材の評価用応力を表 4-1～表 4-5 に示す。

主 柱 材	表 4-1
斜 材	表 4-2
水 平 材	表 4-3
補助柱材	表 4-4
筒 身	表 4-5

なお、評価用応力は、表 3-7 に示した荷重の組合せのうち応力度比が最大となる解析ケースの応力を用いることとし、表 4-1～表 4-5 に併せて示す。

また、地震荷重については、応力度比が最大となる地震動及び地震応答解析ケースを示す。

表 4-1 主柱材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
113.5- 104.5	B-D	36.7	1.1	32.9	1.4	<u>168.8</u>	<u>3.5</u>	S s - N 1 (ケース 4) (45° 方向)	168.8	3.5
104.5- 94.5	D-F	77.3	2.5	99.4	1.2	<u>468.4</u>	<u>8.1</u>	S s - N 1 (ケース 4) (45° 方向)	468.4	8.1
94.5- 83.0	F-H	105.7	5.6	143.7	3.3	<u>672.3</u>	<u>13.0</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	672.3	13.0
83.0- 69.5	H-J	348.9	9.7	502.7	11.3	<u>919.7</u>	<u>19.6</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	919.7	19.6
69.5- 53.5	J-L	680.8	18.0	992.8	25.2	<u>1408.8</u>	<u>43.3</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	1408.8	43.3
53.5- 34.5	L-N	1097.1	21.4	1623.1	31.0	<u>2043.5</u>	<u>46.3</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	2043.5	46.3
34.5- 8.5	N-P	1943.0	23.4	2801.0	30.9	<u>3218.8</u>	<u>46.1</u>	S s - N 2 (ケース 4)	3218.8	46.1

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

表 4-2 斜材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重*1		地震荷重*1		評価用応力*1 N (kN)
		0° 方向	45° 方向	N (kN)	地震動 (ケース) (方向)*2	
		N (kN)	N (kN)			
113.5- 99.9	B-E	25.5	30.2	<u>207.5</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	207.5
99.9- 89.2	E-G	51.4	79.7	<u>258.7</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	258.7
89.2- 76.8	G-I	268.8	297.5	<u>426.0</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	426.0
76.8- 62.2	I-K	286.2	308.8	<u>420.4</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	420.4
62.2- 45.0	K-M	266.1	245.6	<u>527.2</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	527.2
45.0- 23.9	M-O	337.2	490.7	<u>697.1</u>	S s - N 2 (ケース 4)	697.1
23.9- 8.5	O-P	547.5	664.5	<u>1018.0</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	1018.0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

表4-3 水平材応力

高さ EL (m)	部材 位置	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
113.5	B	-5.5	22.1* ³	-3.5	22.1* ³	<u>47.8</u>	46.5* ³	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	47.8	46.5* ³
			0.0* ⁴		0.0* ⁴		57.9* ⁴			57.9* ⁴
109.4	C	12.6	0.1	11.7	0.1	<u>48.2</u>	<u>0.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	48.2	0.1
99.9	E	18.5	0.1	17.8	0.1	<u>35.5</u>	<u>0.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	35.5	0.1
89.2	G	93.8	0.3	120.4	0.9	<u>169.1</u>	<u>1.5</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	169.1	1.5
76.8	I	34.8	0.1	35.1	0.8	<u>38.5</u>	<u>1.1</u>	S s - N 2 (ケース 5)	38.5	1.1
62.2	K	23.6	1.0	40.1	0.9	<u>167.1</u>	<u>0.9</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	167.1	0.9
45.0	M	47.8	0.0	47.1	0.2	<u>106.9</u>	<u>0.3</u>	S s - F 2 (ケース 3)	106.9	0.3
34.5	N	91.7	5.4	70.9	4.6	<u>126.9</u>	<u>9.0</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	126.9	9.0
23.9	O	60.6	0.3	56.8	1.4	<u>189.5</u>	<u>1.5</u>	S s - F 2 (ケース 3)	189.5	1.5

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

*3：強軸まわりの曲げモーメントを示す。

*4：弱軸まわりの曲げモーメントを示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

表 4-4 補助柱材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重*1		地震荷重*1		評価用応力*1 N (kN)
		0° 方向	45° 方向	N (kN)	地震動 (ケース) (方向)*2	
		N (kN)	N (kN)			
109.4- 99.9	C-E	47.4	44.8	<u>227.4</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	227.4
99.9- 89.2	E-G	155.5	140.3	<u>529.2</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	529.2
89.2- 76.8	G-I	444.8	379.4	<u>987.0</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	987.0
76.8- 62.2	I-K	825.3	691.8	<u>1387.4</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	1387.4
62.2- 45.0	K-M	1064.6	897.6	<u>1586.9</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	1586.9
45.0- 34.5	M-N	677.7	576.7	<u>936.5</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	936.5
34.5- 23.9	N-O	710.0	608.4	<u>982.0</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	982.0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

表 4-5 筒身応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
128.5- 113.5	A-B	93.7	701.3	93.7	702.0	<u>184.6</u>	<u>3323.5</u>	S s - F 2 (ケース 3)	184.6	3323.5
113.5- 89.2	B-G	321.4	4818.3	321.4	4825.2	<u>685.6</u>	<u>11509.1</u>	S s - N 2 (ケース 5)	685.6	11509.1
89.2- 62.2	G-K	611.8	4824.2	611.8	4835.6	<u>1257.2</u>	<u>11374.0</u>	S s - N 2 (ケース 5)	1257.2	11374.0
62.2- 34.5	K-N	935.3	715.6	935.3	788.4	<u>1888.6</u>	<u>2122.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	1888.6	2122.1
34.5- 8.8	N-P	1240.9	843.7	1240.9	981.6	<u>2736.3</u>	<u>1867.9</u>	S s - D (ケース 3) (0° 方向)	2736.3	1867.9

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

5. 鉄塔及び筒身の応力評価結果

表 4-1～表 4-5 の評価用応力に対して、「3.5.2 断面の評価方法」に基づき各部材の断面算定を行う。

各部材の断面算定結果を表 5-1～表 5-5 に示す。

主 柱 材	表 5-1
斜 材	表 5-2
水 平 材	表 5-3
補助柱材	表 5-4
筒 身	表 5-5

各部材に生じる応力が許容限界を超えないことを確認した。

表 5-1 主柱材の断面算定結果 (STK400, SS400)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力		使用部材				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)	i (mm)							
113.5- 104.5	B-D	168.8	3.5	$\phi 267.4 \times 6.6$	5408	344	92.2	4883	53	235	258	31	10	0.18
104.5- 94.5	D-F	468.4	8.1	$\phi 267.4 \times 6.6$	5408	344	92.2	5405	59	230	258	87	24	0.48
94.5- 83.0	F-H	672.3	13.0	$\phi 355.6 \times 6.4$	7021	602	123.5	6210	50	238	258	96	22	0.49
83.0- 69.5	H-J	919.7	19.6	$\phi 406.4 \times 7.9$	9890	967	140.9	7294	52	236	258	93	20	0.48
69.5- 53.5	J-L	1408.8	43.3	$\phi 508.0 \times 9.5$	14880	1820	176.3	8820	50	238	258	95	24	0.50
53.5- 34.5	L-N	2043.5	46.3	$\phi 609.6 \times 12.7$	23820	3480	211.1	10583	50	238	258	86	13	0.42
34.5- 8.5	N-P	3218.8	46.1	$\phi 711.2 \times 12.7^*$	45470	6570	256.5	15723	61	228	258	71	7	0.34

注記* : 補強リブ 8PLs-22 \times 100 (SS400)付きの鋼管とする。

注 : 許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

f_c : 許容圧縮応力度

M : 曲げモーメント

f_b : 許容曲げ応力度

A : 断面積

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

Z : 断面係数

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

表5-2 斜材の断面算定結果 (STK400)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力	使用部材			ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c}$
		N (kN)	寸法 (mm)	A (mm ²)	i (mm)					
113.5- 99.9	B-E	207.5	ϕ 216.3×5.8	3836	74.5	6192	83	203	54	0.27
99.9- 89.2	E-G	258.7	ϕ 267.4×6.6	5408	92.2	6996	76	212	48	0.23
89.2- 76.8	G-I	426.0	ϕ 267.4×6.6	5408	92.2	8080	88	196	79	0.41
76.8- 62.2	I-K	420.4	ϕ 318.5×6.9	6755	110.2	9459	86	199	62	0.32
62.2- 45.0	K-M	527.2	ϕ 355.6×7.9	8629	123.0	11414	93	189	61	0.33
45.0- 23.9	M-O	697.1	ϕ 457.2×9.5	13360	158.3	13860	88	196	52	0.27
23.9- 8.5	O-P	1018.0	ϕ 558.8×9.5	16390	194.2	20264	104	172	62	0.37

注：許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

f_c : 許容圧縮応力度

A : 断面積

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

表 5-3 水平材の断面算定結果 (STK400, SS400)

高さ EL (m)	部材 位置	評価用応力		使用部材				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3 \text{mm}^3$)	i (mm)							
113.5	B	47.8	46.5 ^{*1} 57.9 ^{*2}	H-450×300×10×15 ^{*3}	13200	2170 ^{*4} 450 ^{*5}	71.5 ^{*6}	6500	91	192	258	4	150 ^{*7}	0.61
109.4	C	48.2	0.1	φ216.3×5.8	3836	197	74.5	3512	47	240	258	13	1	0.06
99.9	E	35.5	0.1	φ216.3×5.8	3836	197	74.5	4114	55	234	258	9	1	0.05
89.2	G	169.1	1.5	φ267.4×6.6	5408	344	92.2	4792	52	236	258	31	4	0.15
76.8	I	38.5	1.1	φ267.4×6.6	5408	344	92.2	5580	61	228	258	7	3	0.05
62.2	K	167.1	0.9	φ318.5×6.9	6755	515	110.2	6500	59	230	258	25	2	0.12
45.0	M	106.9	0.3	φ318.5×6.9	6755	515	110.2	8054	73	215	258	16	1	0.08
34.5	N	126.9	9.0	φ609.6×9.5	17910	2650	212.2	9000	42	244	258	7	3	0.05
23.9	O	189.5	1.5	φ406.4×9.5	11850	1150	140.4	10636	76	212	258	16	1	0.08

注記*1：強軸まわりの曲げモーメントを示す。

*2：弱軸まわりの曲げモーメントを示す。

*3：材質はSS400とする（注記のない部材の材質はSTK400）。

*4：強軸まわりの断面係数を示す。

*5：弱軸まわりの断面係数を示す。

*6：最小断面二次半径とする。

*7：H形鋼における σ_b は2軸の足し合わせとする。

注：許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする） λ ：細長比 (ℓ_k / i)

M：曲げモーメント f_c ：許容圧縮応力度

A：断面積 f_b ：許容曲げ応力度

Z：断面係数 σ_c ：圧縮応力度 (N/A)

i：断面二次半径 σ_b ：曲げ応力度 (M/Z)

ℓ_k ：座屈長さ

表 5-4 補助柱材の断面算定結果 (STK400, STK490)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力	使用部材			ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c}$
		N (kN)	寸法 (mm)	A (mm ²)	i (mm)					
109.4- 99.9	C-E	227.4	ϕ 267.4×6.0	4927	92.4	9499	103	174	46	0.27
99.9- 89.2	E-G	529.2	ϕ 318.5×6.0	5891	110.5	10720	97	183	90	0.50
89.2- 76.8	G-I	987.0	ϕ 711.2×7.9	17450	248.7	12445	50	238	57	0.24
76.8- 62.2	I-K	1387.4	ϕ 609.6×12.7	23820	211.1	14545	69	220	58	0.27
62.2- 45.0	K-M	1586.9	ϕ 762.0×12.7*	29900	265.0	17321	65	293	53	0.19
45.0- 34.5	M-N	936.5	ϕ 609.6×12.7*	23820	211.1	10541	50	319	39	0.13
34.5- 23.9	N-O	982.0	ϕ 609.6×12.7*	23820	211.1	10762	51	317	41	0.13

注記* : 材質は STK490 とする (注記のない部材の材質は STK400)。

注 : 許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

A : 断面積

f_c : 許容圧縮応力度

i : 断面二次半径

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

ℓ_k : 座屈長さ

表 5-5 筒身の断面算定結果 (SMA400A)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力		使用部材*			$c f_{c r}$ (N/mm ²)	$b f_{c r}$ (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{c f_{c r}} + \frac{\sigma_b}{b f_{c r}}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3 \text{mm}^3$)					
128.5- 113.5	A-B	184.6	3323.5	$\phi 3320 \times 10$	83189	68700	196	209	2	48	0.24
113.5- 89.2	B-G	685.6	11509.1						8	168	0.85
89.2- 62.2	G-K	1257.2	11374.0						15	166	0.88
62.2- 34.5	K-N	1888.6	2122.1						23	31	0.27
34.5- 8.8	N-P	2736.3	1867.9						33	27	0.30

注記* : 腐食代 2mm (内側 : 1mm, 外側 : 1mm) を考慮した断面により算定した断面性能により断面算定

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

M : 曲げモーメント

A : 断面積

Z : 断面係数

$c f_{c r}$: 局部座屈を考慮した圧縮応力度に対する許容値

$b f_{c r}$: 局部座屈を考慮した曲げ応力度に対する許容値

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

6. 鉄塔脚部及び筒身脚部の断面評価

6.1 評価方法

脚部の断面算定に用いる評価用応力は、立体架構モデルを用いた応力解析により得られた脚部反力を用いて算定する。

なお、動的地震荷重については、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。

6.2 鉄塔脚部の評価

(1) 鉄塔脚部の概要

鉄塔脚部の概要図を図 6-1 に示す。

なお、鉄塔脚部は竜巻に対する補強を行っており、既設部の断面には期待せず、補強部のみの評価を行う。

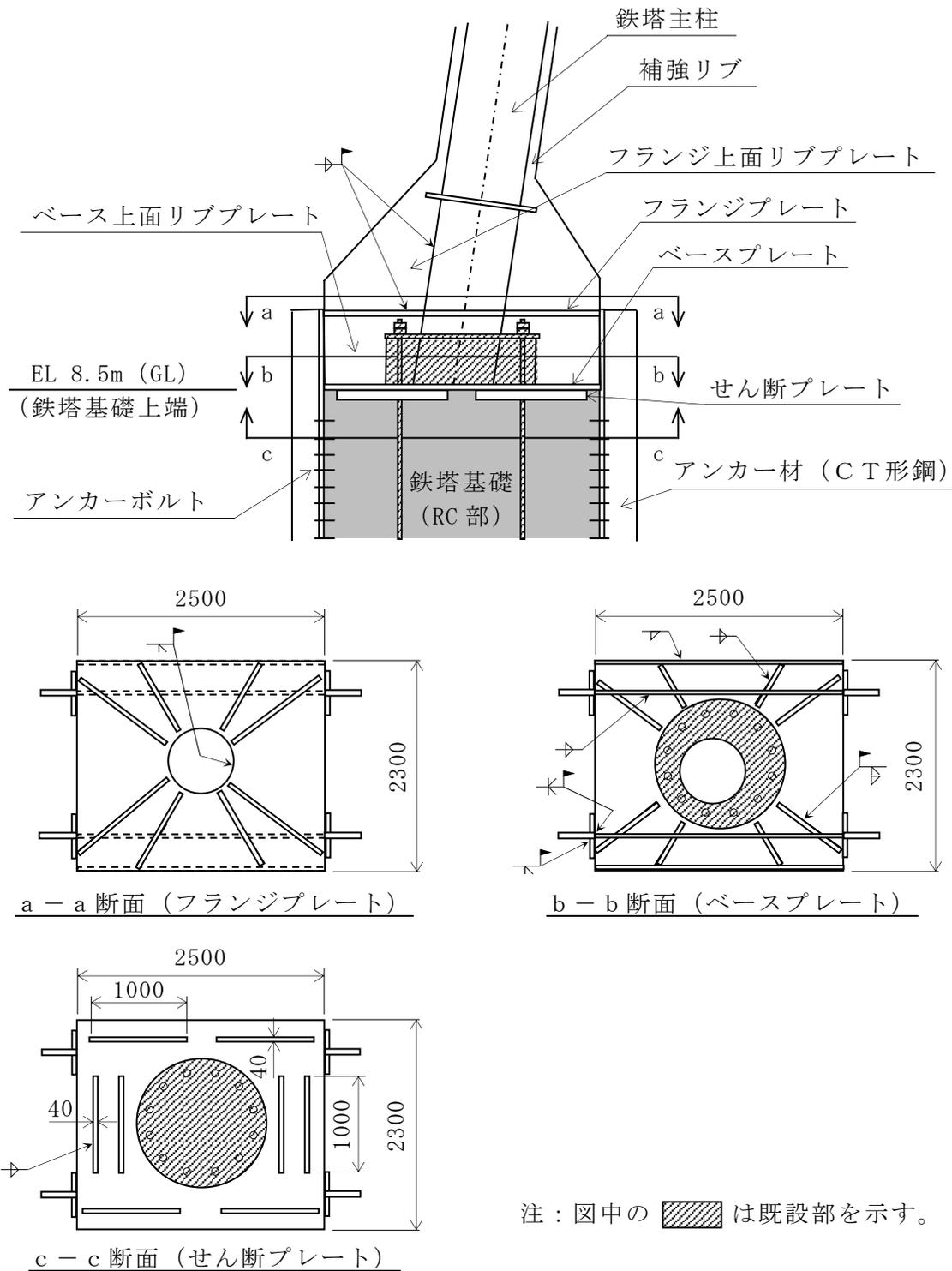


図 6-1 鉄塔脚部の概要図 (単位: mm)

(2) 評価用応力

評価用応力は地震荷重及び風荷重による発生応力の最大値とする。

鉄塔脚部の評価用応力を表 6-1 に示す。

表 6-1 鉄塔脚部の評価用応力

部材力	地震荷重 *1		風荷重 *1		評価用応力
		地震動 (ケース)	0° 方向	45° 方向	
圧縮側軸力 N_c (kN) *2	<u>4481.4</u>	S s - N 2 (ケース 4)	2746.4	3894.5	4481.4
引張側軸力 N_t (kN) *2	<u>-2551.2</u>	S s - N 2 (ケース 4)	-816.2	-1964.3	-2551.2
せん断力 Q (kN)	<u>1643.0</u>	S s - N 2 (ケース 3)	915.9	1321.4	1643.0
曲げモーメント M (kN・m)	0	-	0	0	0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：圧縮を正とする。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

(3) せん断プレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

せん断プレートの概要図を図 6-2 に示す。

鉄塔脚部に作用する水平力は、せん断プレートの抵抗力によって基礎に伝達される。ここでは、せん断プレート側面のコンクリートについて、せん断プレートを介して圧縮応力度が作用するものとして評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する水平力を各方向 4 枚のせん断プレートで均等に負担するものとする。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$Q_s = \frac{Q}{n} = \frac{1643}{4} = 411 \text{ kN/枚}$$

$$\sigma_c = \frac{Q_s}{L \cdot b}$$

ここで、

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

Q_s : せん断プレート 1 枚あたりの水平力 (kN/枚)

Q : 鉄塔脚部のせん断力 (kN)

n : せん断プレートの枚数 (枚)

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

L : せん断プレートの長さ (mm)

b : せん断プレートの幅 (深さ) (mm)

以上より、

$$\sigma_c = \frac{411 \times 1000}{1000 \times 80} = 5.2 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

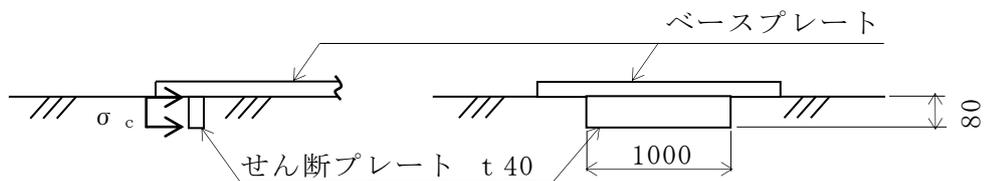


図 6-2 せん断プレートの概要図 (単位: mm)

b. せん断プレートの曲げ応力度に対する評価

ここでは、せん断プレートの曲げ応力度の評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する水平力を各方向4枚のせん断プレートで均等に負担するものとする。また、水平力の作用位置は、せん断プレートの幅（深さ）方向の中央に作用するものとする。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$M_s = Q_s \cdot \frac{b}{2} = 411 \times \frac{80}{2} = 16440 \text{ kN}\cdot\text{mm/枚}$$

$$Z = \frac{L \cdot t^2}{6} = \frac{1000 \times 40^2}{6} = 267000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_s}{Z}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_s : せん断プレート1枚あたりの曲げモーメント (kN・mm/枚)

Q_s : せん断プレート1枚あたりの水平力 (kN/枚)

b : せん断プレートの幅（深さ） (mm)

L : せん断プレートの長さ (mm)

t : せん断プレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

Z : せん断プレートの断面係数 (mm³)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{16440 \times 1000}{267000} = 62 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

(4) フランジプレート及びベースプレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

コンクリートに作用する圧縮力の概要図を図 6-3 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、ベースプレート下面のコンクリートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、圧縮力がウェブプレート間の図 6-3 に示すコンクリート圧縮領域に作用するものとする。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 2 \cdot L \cdot L_b = 2 \times 382 \times 2500 = 1910000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A}$$

ここで、

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

A : 圧縮領域の面積 (mm²)

L : ウェブプレート間の距離 (mm)

L_b : ベースプレートの長さ (mm)

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

N_c : 鉄塔脚部の圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_c = \frac{4481.4 \times 1000}{1910000} = 2.4 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

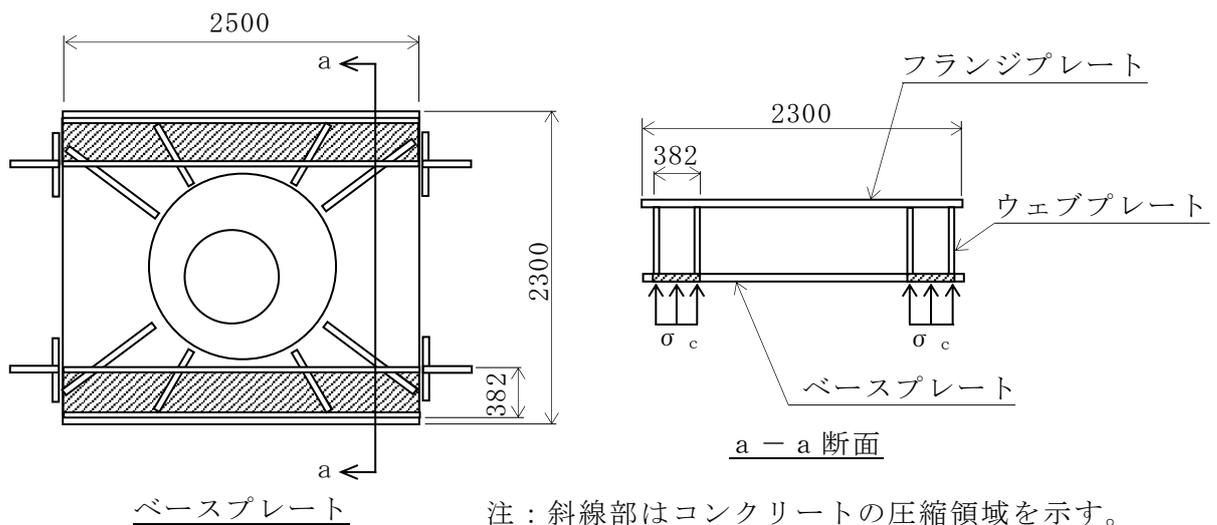


図 6-3 コンクリートに作用する圧縮力の概要図 (単位: mm)

- b. フランジプレート、ベースプレート及びウェブプレートの曲げ応力度及びせん断応力度に対する評価

フランジプレート、ベースプレート及びウェブプレートから成る合成断面の概要図を図 6-4 に、荷重及び支持条件を図 6-5 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、図 6-4 に示す合成断面の曲げ応力度及びせん断応力度の評価を行う。評価においては、引張力が図 6-5 に示す単純支持はりの中央部に集中荷重として作用するものとする。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$f_s = \frac{1.1 \cdot F}{\sqrt{3}} = \frac{357}{\sqrt{3}} = 206 \text{ N/mm}^2$$

$$M_f = \frac{(N_t / 2) \cdot L_{br}}{4} = \frac{(2551.2 / 2) \times 2500}{4} = 797300 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

$$Z_{min} = 12400000 \text{ mm}^3$$

$$A_s = t_{br} \cdot h_{br} = 22 \times 620 = 13640 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M_f}{Z_{min}}$$

$$\tau = \frac{N_t / 4}{A_s}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

f_s : 鋼材の許容せん断応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_f : 評価断面における曲げモーメント (kN・mm)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

L_{br} : ウェブプレートの長さ (mm)

Z_{min} : 合成断面の最小断面係数 (mm³)

A_s : 合成断面のせん断断面積 (mm²)

t_{br} : ウェブプレートの板厚 (mm)

h_{br} : ウェブプレートの高さ (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より,

$$\sigma_b = \frac{797300 \times 1000}{12400000} = 65 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

$$\tau = \frac{2551.2 / 4 \times 1000}{13640} = 47 \text{ N/mm}^2 \leq 206 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} = 105 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

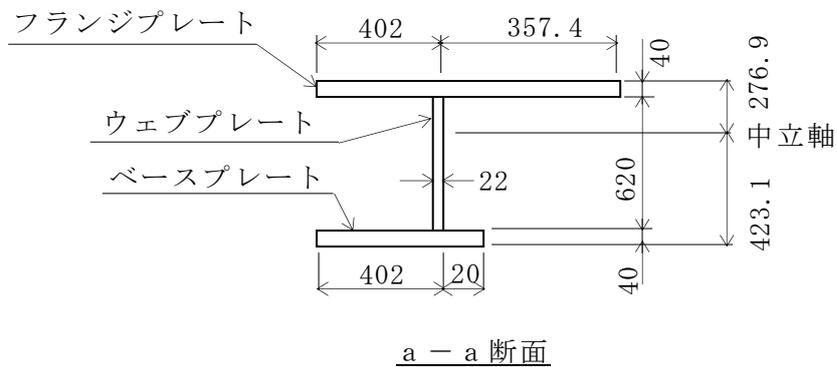
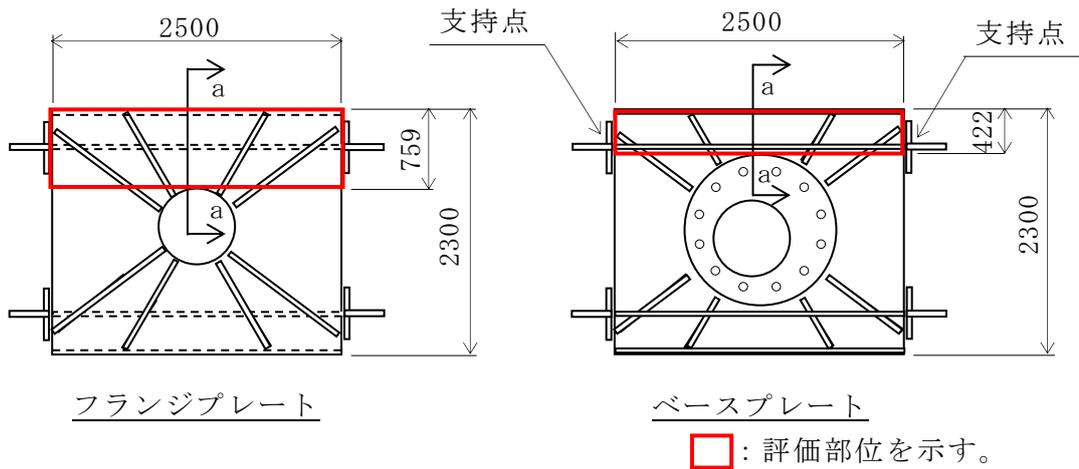
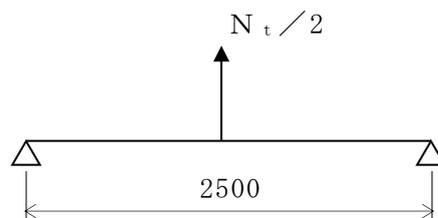


図 6-4 フランジプレート, ベースプレート及びウェブプレートから成る合成断面の概要図 (単位: mm)



注: アンカー材 (C T形鋼) の位置を支点とする。

図 6-5 荷重及び支持条件 (単位: mm)

c. ベースプレート圧縮領域の曲げ応力度に対する評価

ベースプレートに作用する圧縮力の概要図を図 6-6 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、ベースプレートの圧縮領域の曲げ応力度の評価を行う。評価においては、圧縮領域はウェブプレート間とし、その間のベースプレートの評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$M_b = \sigma_c \cdot \frac{L^2}{8} = 2.4 \times \frac{382^2}{8} = 43780 \text{ N}\cdot\text{mm/mm}$$

$$Z = \frac{t^2}{6} = \frac{40^2}{6} = 267 \text{ mm}^3/\text{mm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_b : ベースプレート圧縮領域の曲げモーメント (N・mm/mm)

σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)

L : ウェブプレート間の距離 (mm)

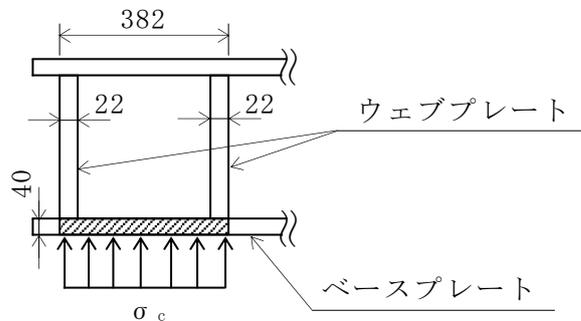
Z : ベースプレート圧縮領域の単位幅あたりの断面係数 (mm³/mm)

t : ベースプレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{43780}{267} = 164 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$



注：斜線部はベースプレートの圧縮領域を示す。

図 6-6 ベースプレートに作用する圧縮力の概要図 (単位: mm)

(5) ベース上面リブプレートの評価

a. ベース上面リブプレートの圧縮応力度に対する評価

ベース上面リブプレートの概要図を図 6-7 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、リブプレートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、ベース上面リブプレートを三辺単純支持一辺自由端とみなす。許容座屈応力度は図 6-7 に示す代表とするリブプレートにより算定する。

$$F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$K_r = 0.42 + \left(\frac{b_r}{h_r}\right)^2 = 0.42 + \left(\frac{645}{620}\right)^2 = 1.502$$

$$\begin{aligned}\sigma_{rk} &= \frac{K_r}{\mu_r} \cdot \pi^2 \cdot \frac{E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t_r}{b_r}\right)^2 \\ &= \frac{1.502}{1.5} \times \pi^2 \times \frac{205000}{12 \times (1 - 0.3^2)} \times \left(\frac{22}{645}\right)^2 = 215 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

よって、

$$\sigma_{rk} = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{N_c}{4 \cdot t_r \cdot (b_{r1} + b_{r2})}$$

ここで、

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²) (F 値は 1.1 倍とする。)

K_r : 係数

b_r : ベース上面リブプレートの幅 (mm)

h_r : ベース上面リブプレートの高さ (mm)

σ_{rk} : 許容座屈応力度 (N/mm²) (F と σ_{rk} の小さい方の値をとる)

μ_r : 座屈安全率 (1.5 とする)

E : 鋼材のヤング係数 (N/mm²)

ν : 鋼材のポアソン比

σ_r : 座屈応力度 (N/mm²)

t_r : ベース上面リブプレートの板厚 (mm)

b_{r1} : ベース上面リブプレート 1 の幅 (mm)

b_{r2} : ベース上面リブプレート 2 の幅 (mm)

N_c : 鉄塔脚部の圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_r = \frac{4481.4 \times 1000}{4 \times 22 \times (487 + 725)} = 43 \text{ N/mm}^2 \leq 215 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

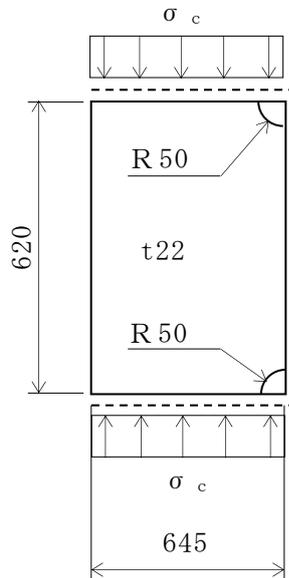
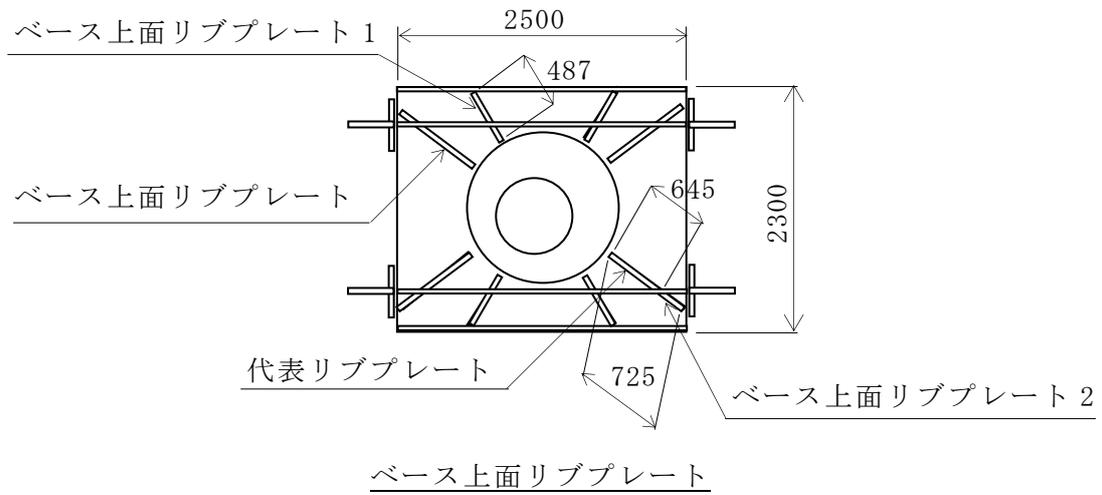


図 6-7 ベース上面リブプレートの概要図 (単位 : mm)

(6) アンカー部の評価

a. アンカー材（C T形鋼）の引張応力度に対する評価

アンカー材（C T形鋼）の概要図を図 6-8 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、アンカー材（C T形鋼）の引張応力度の評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、4本のアンカー材（C T形鋼）で均等に負担するものとする。

$$f_t = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{N_t}{n \cdot A_H}$$

$$\begin{aligned} A_H &= B_f \cdot t_f + (h_T - t_f) \cdot t_w - 2 \cdot D_b \cdot t_f \\ &= 422 \times 36 + (260 - 36) \times 36 - 2 \times 22 \times 36 = 21672 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

ここで、

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

n : アンカー材の本数 (本)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

σ_t : 引張応力度 (N/mm²)

A_H : アンカー材の断面積 (mm²)

B_f : アンカー材の幅 (mm)

t_f : アンカー材フランジの板厚 (mm)

h_T : アンカー材の高さ (mm)

t_w : アンカー材ウェブの板厚 (mm)

D_b : ボルト穴の直径 (mm)

以上より、

$$\sigma_t = \frac{2551.2 \times 1000}{4 \times 21672} = 30 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

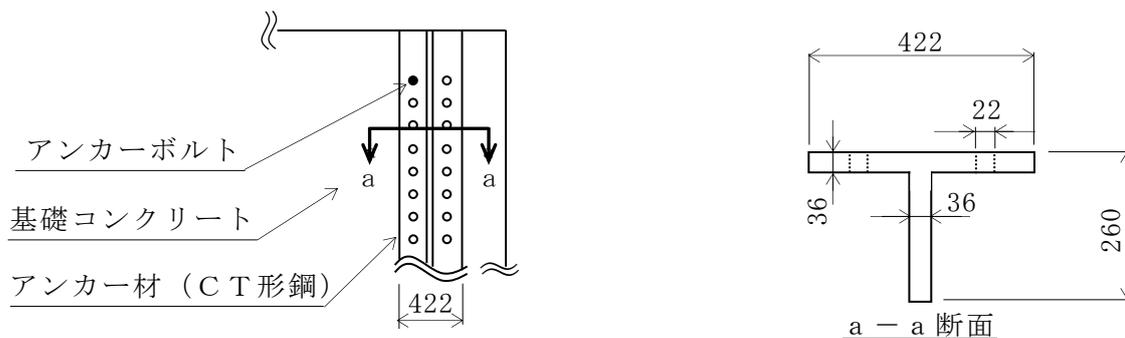


図 6-8 アンカー材（C T形鋼）の概要図（単位：mm）

b. アンカーボルトのせん断応力度に対する評価

アンカーボルトのコーン状破壊の概要図を図 6-9 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、アンカーボルトのせん断応力度の評価を行う。アンカー材（C T形鋼）に引張力が作用すると、アンカー材とコンクリートの接合面にせん断力が生じる。評価においては、接合面に生じるせん断力をすべてのアンカーボルトで均等に負担するものとする。

アンカーボルト 1 本あたりの許容せん断力 q_a は、以下の式で算定される値のうち最小値とする。

アンカーボルトのせん断強度で決まる場合の許容せん断力 q_{a1}

$${}_s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot {}_s \sigma_y = 0.7 \times 240 = 168 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot {}_s \sigma_{qa} \cdot A_a = 1.0 \times 168 \times 245 = 41 \text{ kN}$$

定着した躯体の支圧強度で決まる場合の許容せん断力 q_{a2}

$${}_c \sigma_{qa} = 0.5 \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c} = 0.5 \times \sqrt{20.6 \times 21500} = 332 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot {}_c \sigma_{qa} \cdot A_a = 2/3 \times 332 \times 245 = 54 \text{ kN}$$

定着した躯体のコーン状破壊で決まる場合の許容せん断力 q_{a3}

$${}_c \sigma_t = 0.31 \cdot \sqrt{F_c} = 0.31 \times \sqrt{20.6} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot {}_c \sigma_t \cdot A_{qc} = 2/3 \times 1.4 \times 76566 = 71 \text{ kN}$$

よって、

$$q_a = 41 \text{ kN}$$

ここで、

${}_s \sigma_{qa}$: 接着系アンカーボルトのせん断強度 (N/mm²)

${}_s \sigma_y$: 接着系アンカーボルトの規格降伏点強度 (N/mm²) (強度区分 4.8)

A_a : アンカーボルトの有効断面積 (M20) (mm²)

ϕ_1 : 低減係数 (=1.0)

${}_c \sigma_{qa}$: コンクリートの支圧強度 (N/mm²)

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

ϕ_2 : 低減係数 (=2/3)

${}_c \sigma_t$: コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度 (N/mm²)

A_{qc} : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積 (mm²)

$$Q_a = \frac{N_t}{n}$$

ここで、

Q_a : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力 (kN)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

n : アンカーボルトの本数 (本)

以上より、

$$Q_a = \frac{2551.2}{248} = 11 \text{ kN} \leq 41 \text{ kN} \quad \text{可}$$

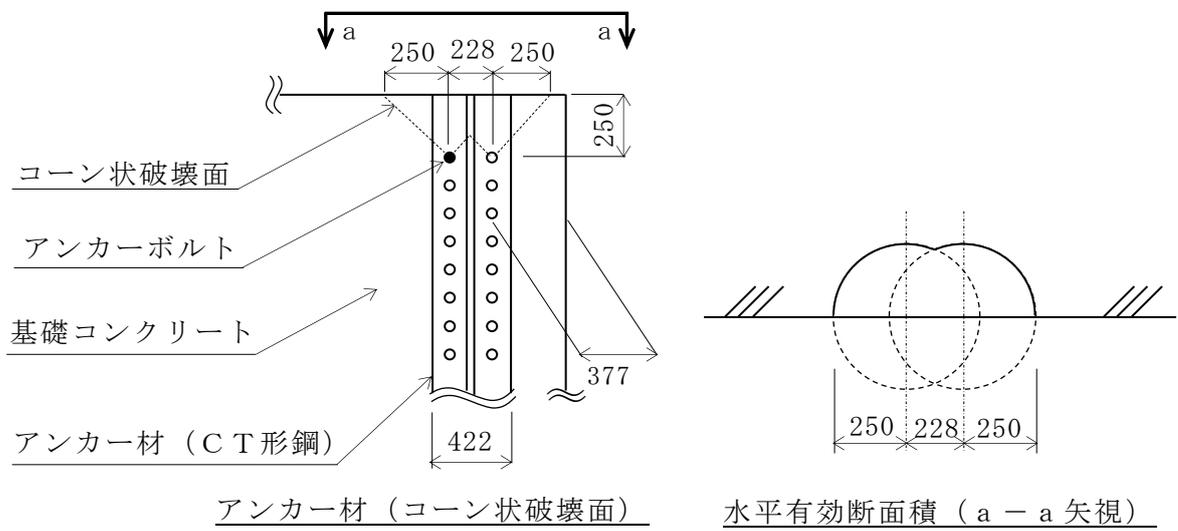


図 6-9 アンカーボルトのコーン状破壊の概要図 (単位 : mm)

6.3 筒身脚部の評価

(1) 筒身脚部の概要

筒身脚部の概要図を図 6-10 に示す。

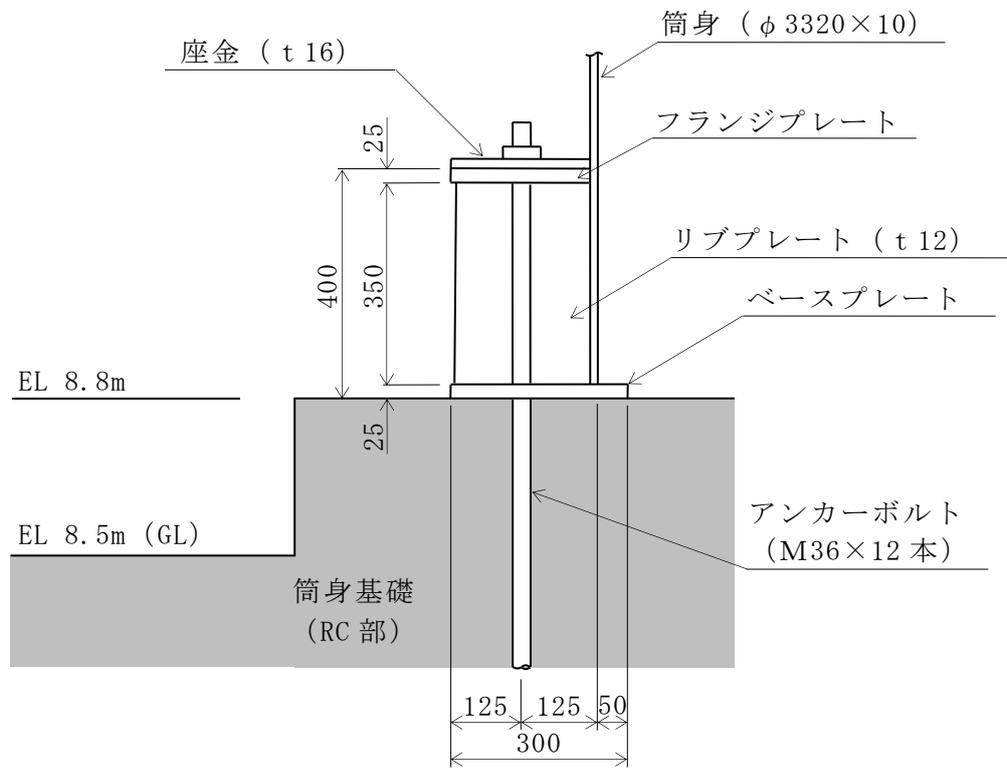


図 6-10 筒身脚部の概要図 (単位 : mm)

(2) 評価用応力

評価用応力は地震荷重及び風荷重による発生応力の最大値とする。

筒身脚部の評価用応力を表 6-2 に示す。

表 6-2 筒身脚部の評価用応力

部材力	地震荷重*1		風荷重*1		評価用応力
		地震動 (ケース)	0° 方向	45° 方向	
圧縮側軸力 N_c (kN) *2	<u>3097.5</u>	S s - D (ケース 3)	1523.8	1523.8	3097.5
引張側軸力 N_t (kN) *2	<u>-49.9</u>	S s - D (ケース 3)	1523.8	1523.8	-49.9
せん断力 Q (kN)	<u>424.2</u>	S s - F 2 (ケース 3)	50.2	52.8	424.2
曲げモーメント M (kN・m)	<u>2385.1</u>	S s - F 2 (ケース 3)	843.7	981.6	2385.1

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：圧縮を正とする。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

(3) アンカーボルトの評価

a. アンカーボルトのせん断応力度に対する評価

アンカーボルトの概要図を図 6-11 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する水平力に対して、アンカーボルトのせん断応力度の評価を行う。評価においては、筒身脚部に作用する水平力をすべてのアンカーボルトで均等に負担するものとする。

$$f_s = \frac{1.1 \cdot F}{\sqrt{3}} = \frac{258}{\sqrt{3}} = 148 \text{ N/mm}^2$$

$$Q_A = \frac{Q}{n} = \frac{424.2}{12} = 35 \text{ kN/本}$$

$$\tau = \frac{Q_A}{A_a}$$

ここで、

f_s : 許容せん断応力度 (N/mm²)

F : アンカーボルトの基準強度 (N/mm²)

Q_A : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力 (kN/本)

Q : 筒身脚部のせん断力 (kN)

n : アンカーボルトの本数 (本)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

A_a : アンカーボルトの有効断面積 (mm²)

以上より、

$$\tau = \frac{35 \times 1000}{817} = 43 \text{ N/mm}^2 \leq 148 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

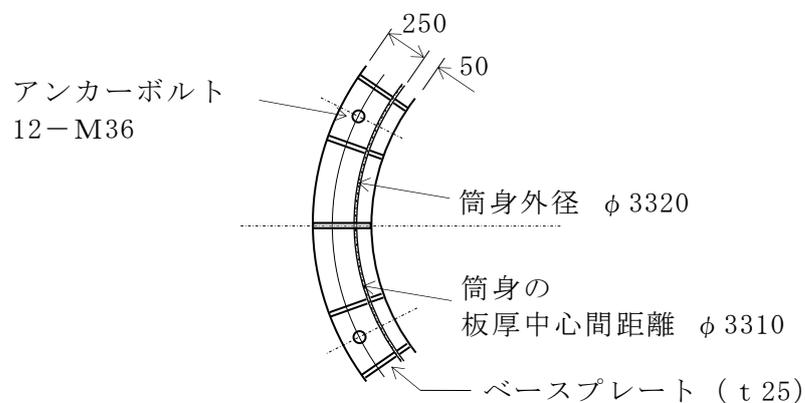


図 6-11 アンカーボルトの概要図 (単位: mm)

b. アンカーボルトの引張とせん断を同時に受ける場合に対する評価

ここでは、引張とせん断を同時に受ける場合のアンカーボルトの評価を行う。

$$f_{t0} = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau = 1.4 \times 258 - 1.6 \times 43 = 292 \text{ N/mm}^2$$

$f_{ts} > f_{t0}$ より、

$$f_{ts} = 258 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

f_{t0} : せん断力が作用しないときの許容引張応力度 (N/mm²)

f_{ts} : せん断力が同時に作用するときの許容引張応力度 (N/mm²)

アンカーボルトの引張力 T_A の算定にあたって、鉄筋コンクリート構造計算規
準・同解説（（社）日本建築学会，1988年改定，1991年一部改定）を参考に、筒
身内壁から外側のベースプレート下面を円筒断面の鉄筋コンクリート柱とみなし、
中立軸が断面内にある状態（主筋に相当するアンカーボルトの一部が引張りとな
る状態）を考慮する。この時、引張側のアンカーボルトに作用する最大引張力を
 T_A とする。

$$T_A = 157 \text{ kN}$$

$$\sigma_t = \frac{T_A}{A_a}$$

ここで、

T_A : アンカーボルトの最大引張力 (kN)

σ_t : 引張応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_t = \frac{157 \times 1000}{817} = 193 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

c. アンカーボルト埋込長さに対する評価

アンカーボルトの概要図を図 6-12 に示す。

ここでは、アンカーボルト埋込長さの評価を行う。

$$f_a = 1.35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_a = \frac{T_A}{\pi \cdot d \cdot L}$$

ここで、

f_a : 許容付着応力度 (丸鋼) (N/mm²)

σ_a : 付着応力度 (N/mm²)

d : アンカーボルト径 (mm)

L : アンカーボルト埋込長さ (mm)

以上より、

$$\sigma_a = \frac{157 \times 1000}{\pi \times 36 \times 1500} = 0.93 \text{ N/mm}^2 \leq 1.35 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

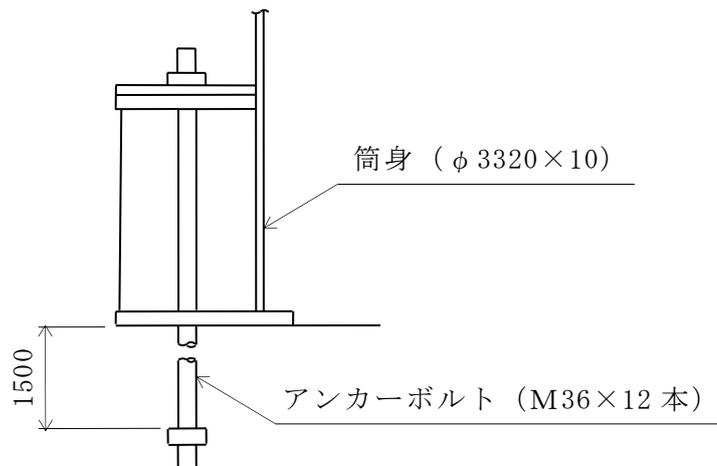


図 6-12 アンカーボルトの概要図 (単位 : mm)

(4) フランジプレートの評価

フランジプレートの概要図を図 6-13 に示す。

a. フランジプレートの曲げ応力度に対する評価

フランジプレートは、ベース上面リブプレート位置を支持点とする周方向連続はりとみなし、アンカーボルトの引張力 T_A が作用する状態の評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$L_f = 300 \text{ mm}$$

$$M = T_A \cdot \frac{L_f}{8} = 157 \times 1000 \times \frac{300}{8} = 5888000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(B - d_f) \cdot (t_f + t_f')^2}{6} \\ &= \frac{(240 - 46) \times (25 + 16)^2}{6} = 54400 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : フランジプレートの基準強度 (N/mm²)

L_f : リブ間距離 (mm)

M : 曲げモーメント (N·mm)

T_A : アンカーボルト 1 本あたりの引張力 (kN/本)

Z : 断面係数 (mm³)

B : フランジプレート幅 (mm)

d_f : ボルト孔径 (mm)

t_f : フランジプレートの板厚 (mm)

t_f' : 座金厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{5888000}{54400} = 109 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

- b. フランジプレートの円周方向応力度に対する評価

ここでは、フランジプレートの円周方向応力の評価を行う。

$$w_1 = T_A \cdot \frac{e_1}{h \cdot L_f} = 157 \times 1000 \times \frac{120}{375 \times 300} = 167 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_{rf} = D_f \cdot \frac{w_1}{2 \cdot (B - d_f) \cdot (t_f + t_f')}$$

ここで、

w_1 : 偏心距離 e_1 によって発生する水平力 (N/mm)

e_1 : 偏心距離 (mm)

h : フランジプレートからベースプレート間の板厚中心間距離 (mm)

σ_{rf} : 水平力 w_1 による円周方向応力度 (N/mm²)

D_f : フランジプレート中心径 (mm)

以上より、

$$\begin{aligned} \sigma_{rf} &= 3560 \times \frac{167}{2 \times (240 - 46) \times (25 + 16)} \\ &= 38 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可} \end{aligned}$$

- c. フランジプレートの合成応力度に対する評価

ここでは、曲げ応力度及び円周方向応力度の合成応力度の評価を行う。

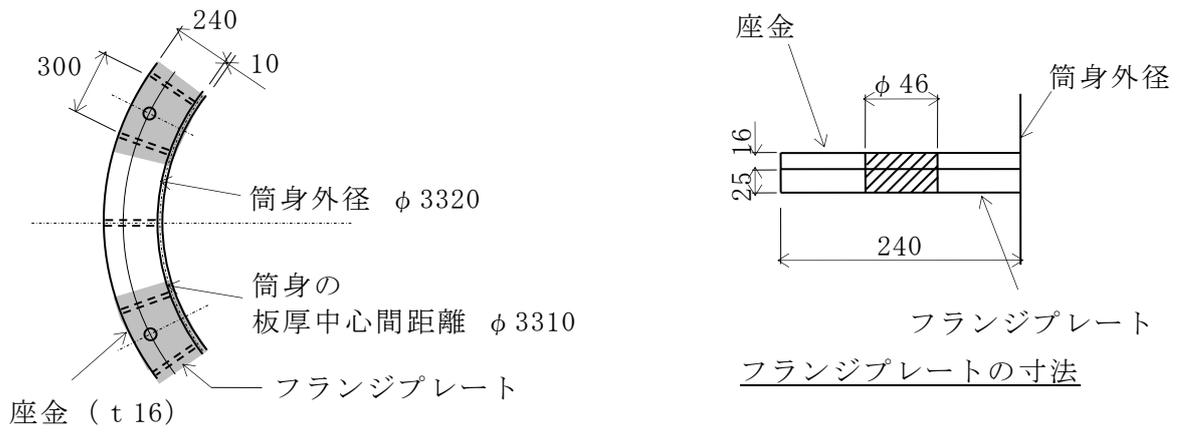
$$\sigma = \sigma_b + \sigma_{rf}$$

ここで、

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より

$$\sigma = 109 + 38 = 147 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$



フランジプレートの評価部位

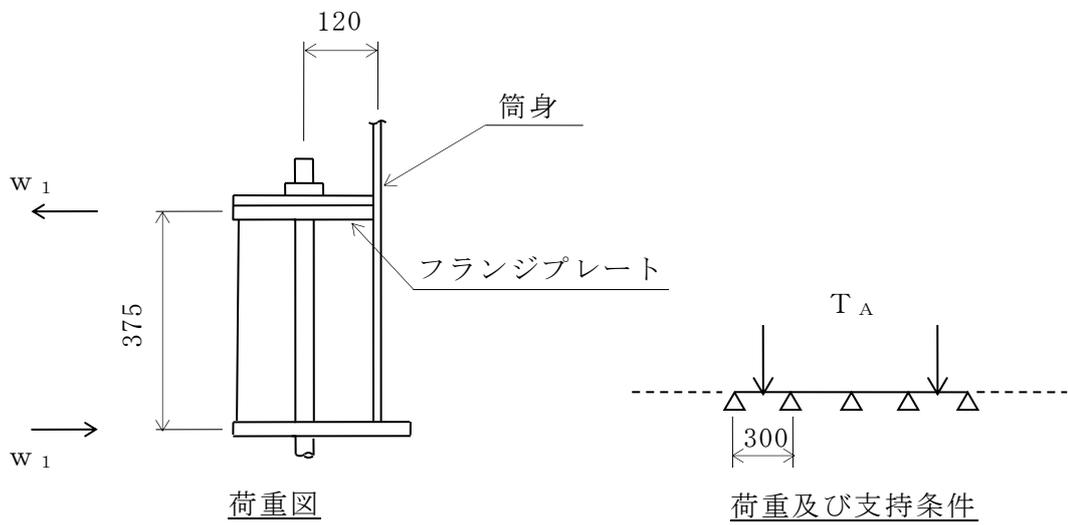


図 6-13 フランジプレートの概要図 (単位 : mm)

(5) ベースプレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

ベースプレートの概要図及びコンクリートの圧縮力分布図を図 6-14 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する圧縮力及び曲げモーメントによる圧縮応力度に対して、ベースプレート下面のコンクリートの評価を行う。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} P_c &= \left(\frac{N_c}{A} + \frac{M}{Z} \right) \cdot A_2 \\ &= \left(\frac{3097.5}{83189} + \frac{2385.1 \times 1000}{68700000} \right) \times 2383 = 171 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A_b}$$

ここで、

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm²)

P_c : リブプレート間に作用する圧縮力 (kN)

N_c : 筒身脚部の圧縮力 (kN)

A : 筒身の断面積 (mm²) (腐食代 2mm を考慮)

M : 筒身脚部の曲げモーメント (kN・m)

Z : 筒身の断面係数 (mm³) (腐食代 2mm を考慮)

A_2 : 筒身のリブプレート間の断面積 (mm²)

σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)

A_b : リブプレート間のベースプレートの接地面積 (mm²)

以上より

$$\sigma_c = \frac{171 \times 1000}{94500} = 1.9 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

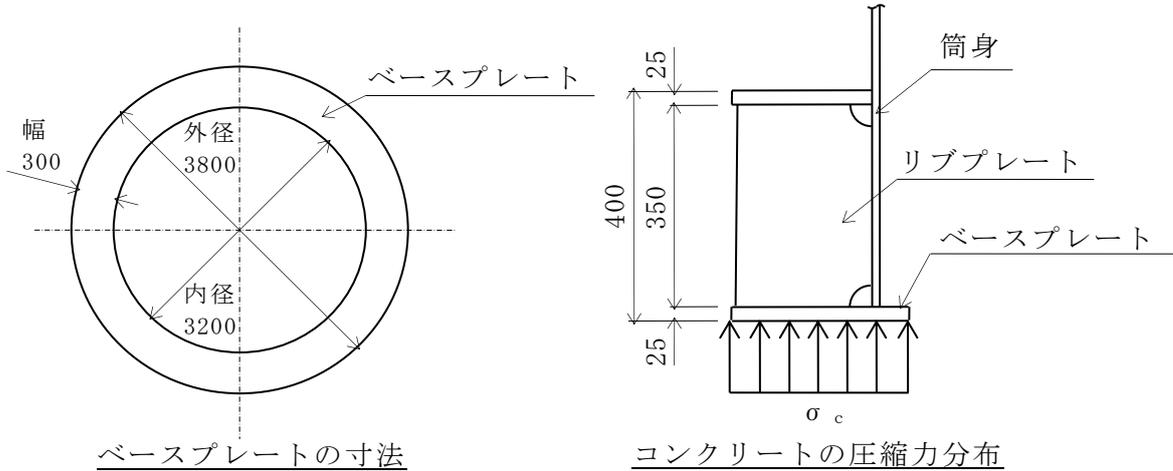


図 6-14 ベースプレートの概要図及びコンクリートの圧縮力分布図（単位：mm）

b. ベースプレートの曲げ応力度に対する評価

ベースプレートの概要図を図 6-15 に示す。

ベースプレートは、ベース上面リブプレート位置を支持点とする周方向連続はりとみなし、リブプレート間に作用する圧縮応力度 σ_{rc} が作用する状態の評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$L_b = 315 \text{ mm}$$

$$M = \sigma_{rc} \cdot \frac{L_b^2}{12} = 1.9 \times \frac{315^2}{12} = 15710 \text{ N}\cdot\text{mm/mm}$$

$$Z = \frac{t_b^2}{6} = \frac{25^2}{6} = 104 \text{ mm}^3/\text{mm}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : ベースプレートの基準強度 (N/mm²)

L_b : リブ間距離 (mm)

M : 曲げモーメント (N・mm/mm)

σ_{rc} : リブプレート間に作用する圧縮応力度 (N/mm²)

Z : 断面係数 (mm³/mm)

t_b : ベースプレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より

$$\sigma_b = \frac{15710}{104} = 152 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

c. ベースプレートの円周方向応力度に対する評価

ここでは、ベースプレートの円周方向応力の評価を行う。

$$w_2 = P_c \cdot \frac{e_2}{h \cdot L_b} = 171 \times 1000 \times \frac{95}{375 \times 315} = 138 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_{rb} = D_b \cdot \frac{w_2}{2 \cdot B \cdot t_b}$$

ここで、

w_2 : 偏心距離 e_2 によって発生する水平力 (N/mm)

e_2 : 偏心距離 (mm)

h : ベースプレート板厚中心間距離 (mm)

σ_{rb} : 水平力 w_2 による円周方向応力度 (N/mm²)

D_b : ベースプレート中心径 (mm)

B : ベースプレート幅 (mm)

以上より、

$$\sigma_{rb} = 3500 \times \frac{138}{2 \times 300 \times 25} = 33 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

d. ベースプレートの合成応力度に対する評価

ここでは、曲げ応力度及び円周方向応力度の合成応力度の評価を行う。

$$\sigma = \sigma_b + \sigma_{rb}$$

ここで、

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma = 152 + 33 = 185 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

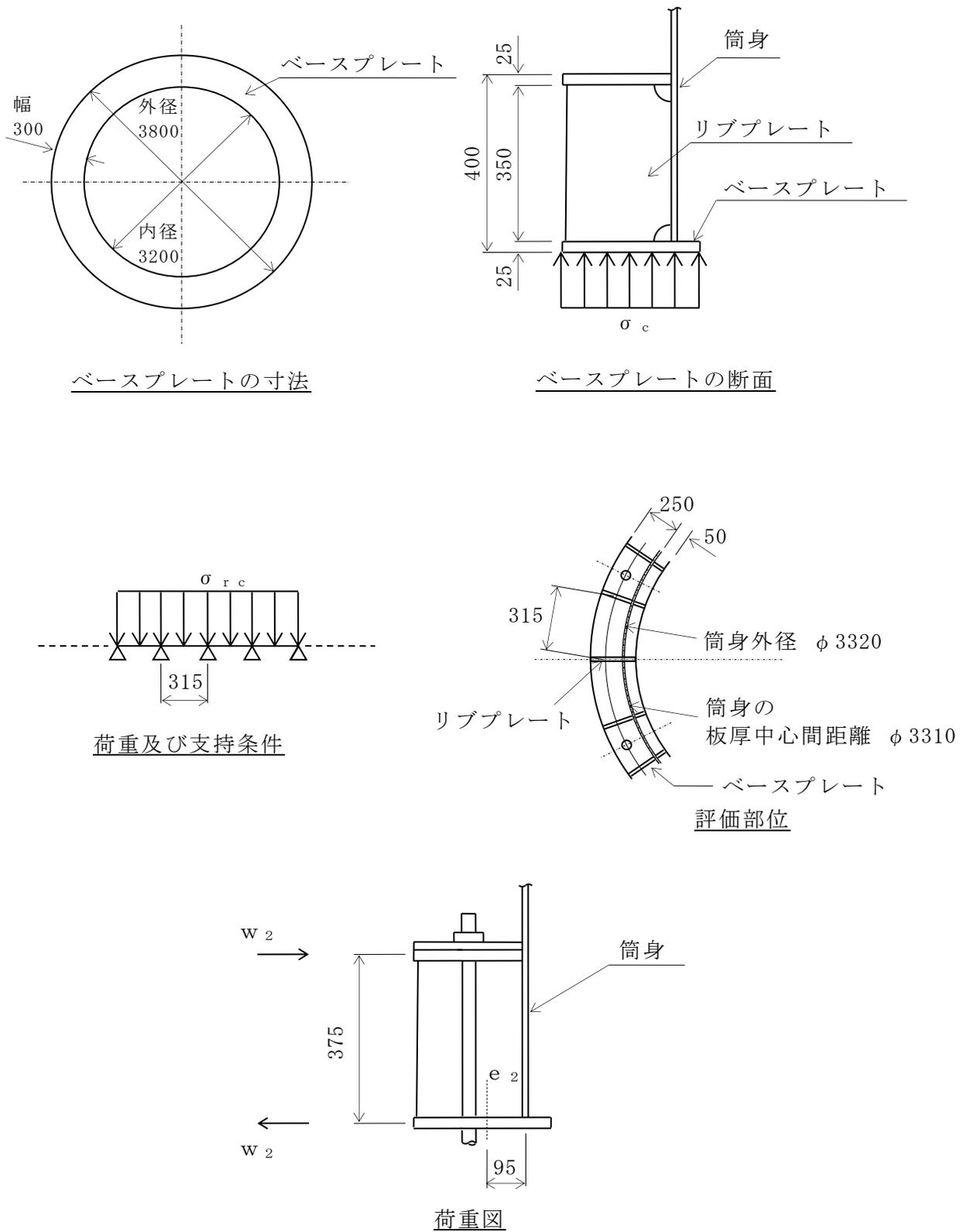


図 6-15 ベースプレートの概要図 (単位 : mm)

(6) リブプレートの評価

a. リブプレートの圧縮応力度に対する評価

リブプレートの概要図を図 6-16 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する圧縮力に対して、リブプレートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、リブプレートを三辺単純支持一辺自由端とみなす。

$$F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$K_r = 0.42 + \left(\frac{b_r}{h_r}\right)^2 = 0.42 + \left(\frac{230}{350}\right)^2 = 0.8518$$

$$\begin{aligned}\sigma_{rk} &= \frac{K_r}{\mu_r} \cdot \pi^2 \cdot \frac{E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t_r}{b_r}\right)^2 \\ &= \frac{0.8518}{1.5} \times \pi^2 \times \frac{205000}{12 \times (1 - 0.3^2)} \times \left(\frac{12}{230}\right)^2 = 286 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

よって、

$$\sigma_{rk} = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{P_c}{b_r \cdot t_r}$$

ここで、

F : リブプレートの基準強度 (F 値は 1.1 倍とする。) (N/mm^2)

K_r : 係数

b_r : リブプレートの幅 (mm)

h_r : リブプレートの高さ (mm)

σ_{rk} : 許容座屈応力度 (N/mm^2) (F と σ_{rk} の小さい方の値をとる)

μ_r : 座屈安全率 (=1.5)

E : ヤング係数 (N/mm^2)

ν : ポアソン比

t_r : リブプレートの板厚 (mm)

σ_r : 座屈応力度 (N/mm^2)

P_c : リブプレート間に作用する圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_r = \frac{171 \times 1000}{230 \times 12} = 62 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

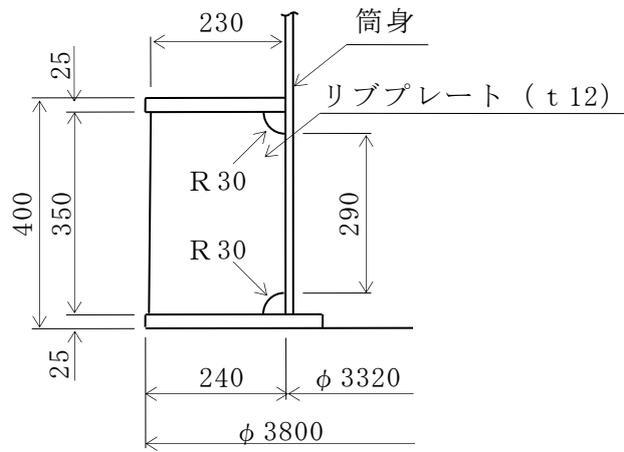


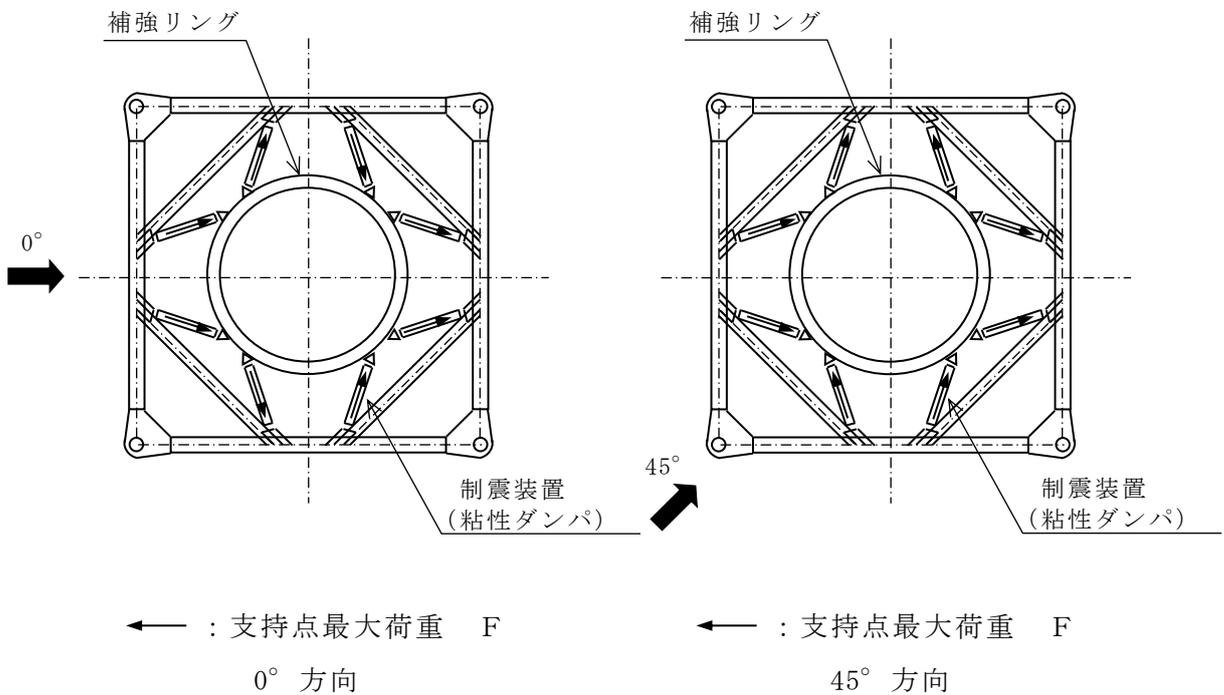
図 6-16 リブプレートの概要図 (単位 : mm)

7. 制震装置（粘性ダンパ）支持点部の評価

制震装置（粘性ダンパ）における鉄塔と筒身の支持点部の設計は、基準地震動 S_s による地震荷重に対して行う。地震荷重として補強リングに加わる荷重は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースより求まる制震装置（粘性ダンパ）の反力から設定した値とし、「 0° 方向」と「 45° 方向」に入力する。支持点部平面図及び補強リングに加わる荷重を図 7-1 に示す。

補強リングの評価用応力は、支持点最大荷重 F を全ての制震装置（粘性ダンパ）に作用させて算定する。

補強リングの評価用応力及び断面算定結果を表 7-1 に示す。



支持点レベル EL (m)	支持点最大荷重 F (kN/箇所)
113.5	86.1

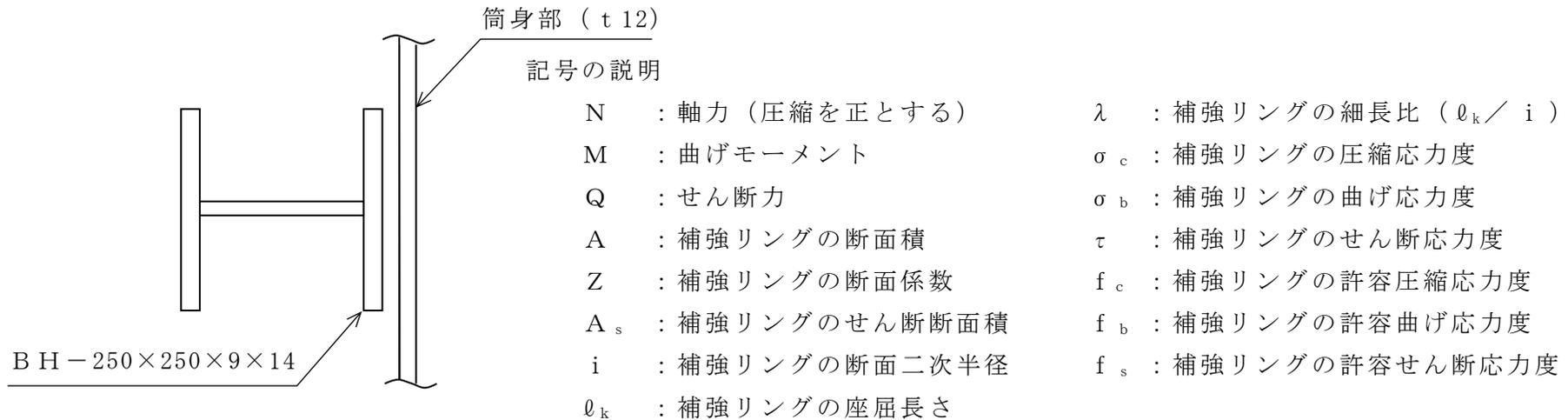
図 7-1 制震装置（粘性ダンパ）支持点部平面図及び支持点荷重

表 7-1 補強リングの断面算定結果 (SS400)

検討 ケース	使用部材	評価用応力			A (mm ²)	Z (×10 ³ mm ³)	A _s (mm ²)	i (mm)	ℓ _k (mm)	λ
		N (kN)	M (kN・m)	Q (kN)						
0°	BH-250×250×9×14	100.4	11.8	24.2	8998	846	1998	63.7	2807	44
45°		76.2	16.7	40.2						

検討 ケース	σ _c (N/mm ²)	σ _b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	f _c (N/mm ²)	f _b (N/mm ²)	f _s (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
0°	11	14	12	242	258	148	0.10	0.09
45°	8	20	20				0.12	0.14

67



8. S G T S 用排気筒の評価

8.1 筒身部の評価

S G T S 用排気筒については、「3.1 評価対象部位及び評価方針」に示す評価方針に基づいて断面の算定を行う。また、S G T S 用排気筒の各支持点間での 1 次固有振動数は高いため、筒身と共振することはない。

S G T S 用排気筒の評価の概要を図 8-1 に示す。

設計用応力のうち軸力については、動的地震荷重及び静的地震荷重による鉛直震度を算定し、大きい方の震度を用いて各部材間の応力を算定する。このとき、動的地震荷重による鉛直震度は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースによる筒身脚部の最大応答加速度により算定する。また、静的地震荷重による鉛直震度は、鉛直震度 0.3 を基準として、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して設定する。図 8-1 に示すとおり、静的地震荷重より動的地震荷重による鉛直震度が大きいことから、軸力は動的地震荷重による鉛直震度に基づき設定する。

設計用応力のうち曲げモーメントについては、風荷重、動的地震荷重及び静的地震荷重による筒身の変位のうち最大変位を強制載荷することにより設定する。各荷重による筒身の変位を表 8-1 に示す。このとき、風荷重による変位は、表 3-6 に示す風荷重を用いた静的解析における応答変位である。また、動的地震荷重による変位は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースによる最大応答変位であり、静的地震荷重による変位は、地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_1$ による静的地震力を用いた静的解析における応答変位である。表 8-1 に示すとおり、静的地震荷重による変位が大きいことから、曲げモーメントは静的地震荷重による変位を用いた静的解析に基づき設定する。

S G T S 用排気筒の概要図を図 8-2 に、断面算定結果を表 8-2 に示す。

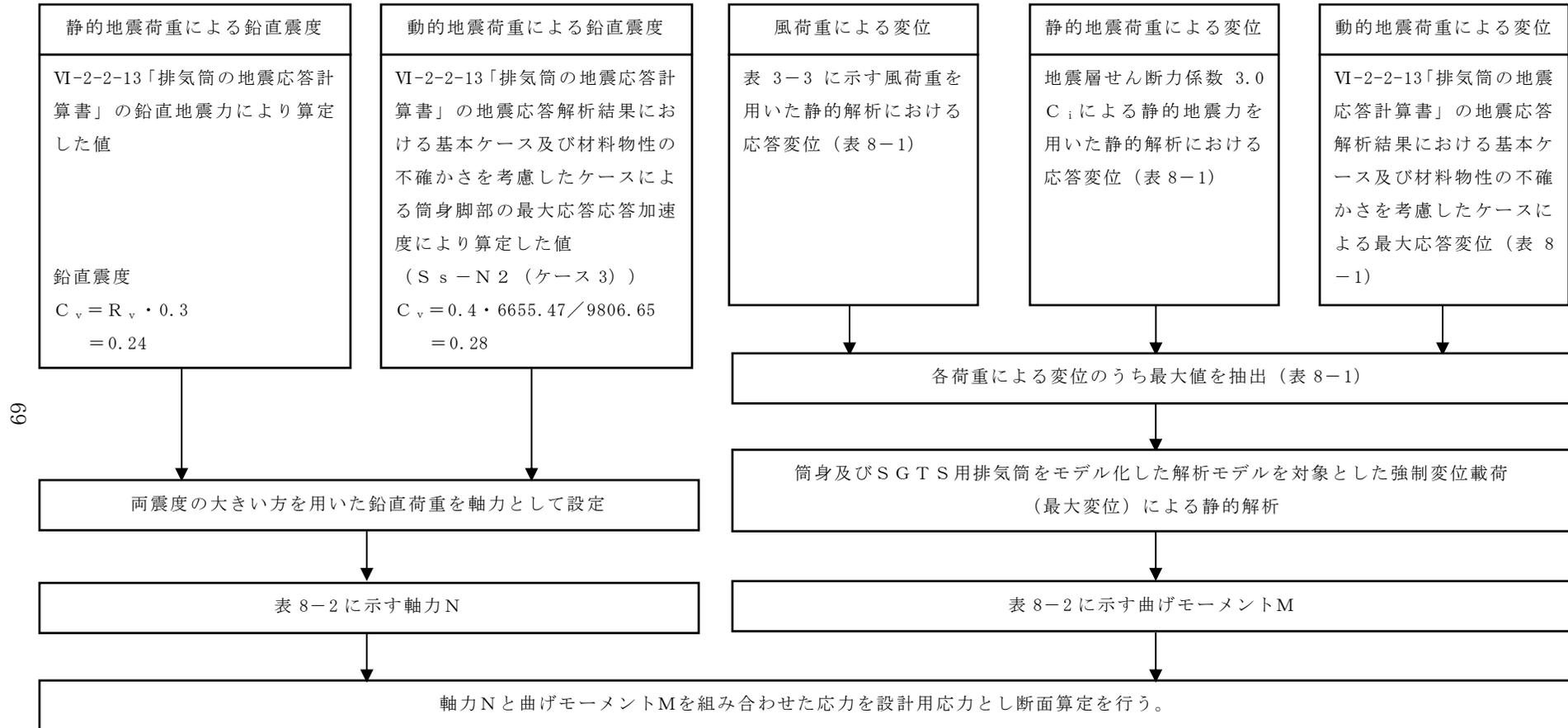


図 8-1 SGT S 用排気筒の評価の概要

表 8-1 筒身の変位

(単位：mm)

支持点	高さ EL (m)	風荷重		動的*	地震荷重		最大変位
		0° 方向	45° 方向		静的		
					0° 方向	45° 方向	
A	128.5	269.5	288.7	467.2	<u>1498.0</u>	<u>1498.0</u>	1498.0
B	113.5	187.0	202.8	300.8	<u>1068.9</u>	<u>1068.9</u>	1068.9
C	89.2	74.8	85.3	111.7	<u>481.8</u>	<u>481.8</u>	481.8
D	62.2	29.7	34.6	45.9	<u>201.8</u>	<u>201.8</u>	201.8
E	34.5	7.9	9.3	13.8	<u>59.4</u>	<u>59.4</u>	59.4

注記*：材料物性の不確かさを考慮した値であり，S_s-N2（ケース5）による。

注：下線部は各荷重による変位のうち最大値を示す。

筒身 (φ 3300mm)

S G T S 用排気筒 (φ 406.4mm)

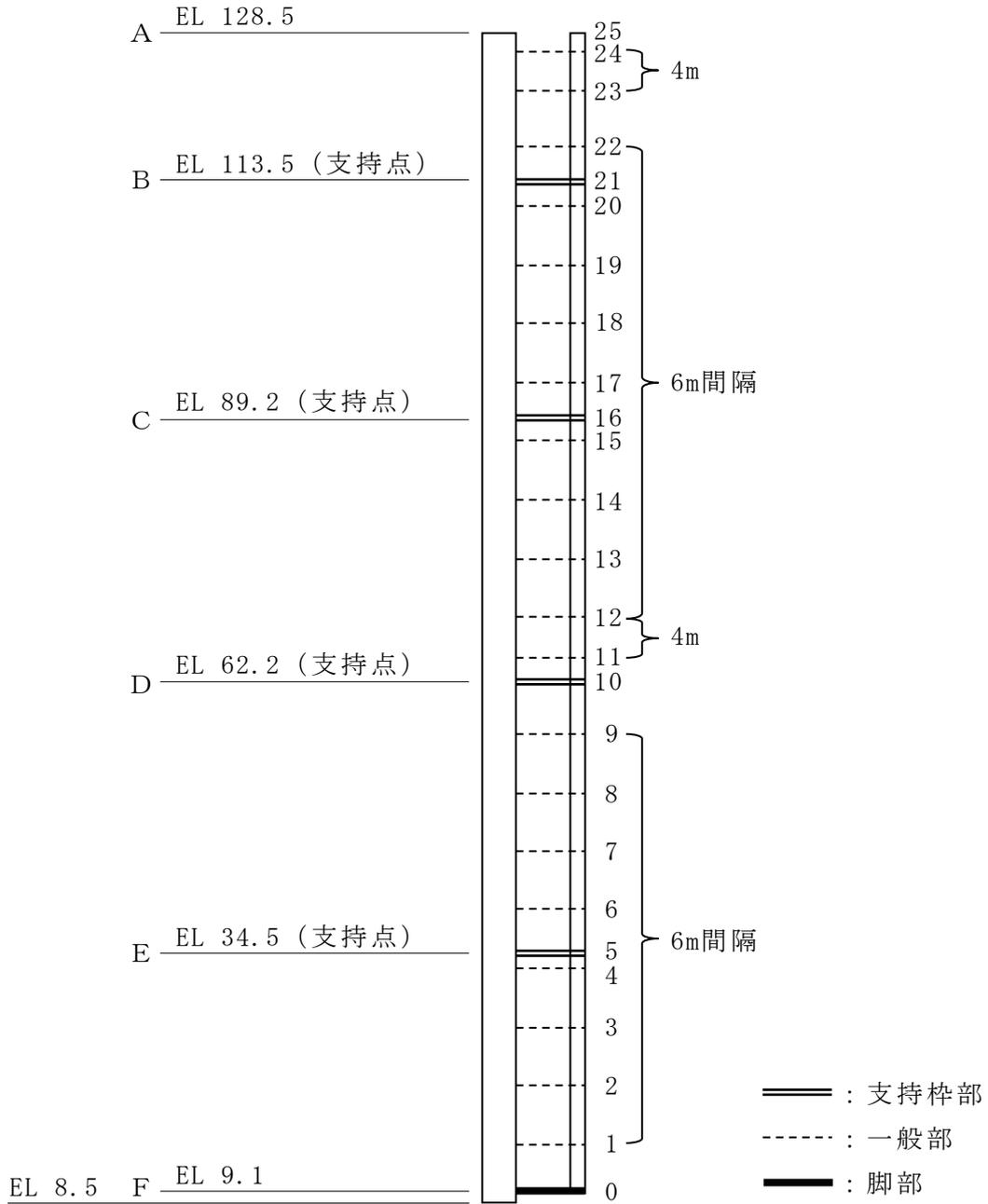


図 8-2 S G T S 用排気筒概要図 (単位 : m)

表 8-2 SGT S用排気筒の断面算定結果 (STK400)

部材間		評価用応力		使用部材*				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN·m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)	i (mm)							
A-B	25 - 24	2.4	0	$\phi 406.4 \times 9.5$	9352	911	140.4	4200	30	222	235	0	0	0.00
	24 - 23	7.2	2.1					4000	28	224		1	2	0.02
	23 - 22	13.8	6.1					5594	40	213		1	7	0.04
	22 - 21	17.9	6.1					3406	24	227		2	7	0.04
B-C	21 - 20	21.0	10.1					2594	18	230		2	11	0.06
	20 - 19	28.0	16.2					6000	43	210		3	18	0.10
	19 - 18	35.1	24.3					6000	43	210		4	27	0.14
	18 - 17	42.1	30.7					6000	43	210		5	34	0.17
C-D	17 - 16	46.5	37.4					3721	27	225		5	41	0.20
	16 - 15	49.2	37.4					2279	16	231		5	41	0.20
	15 - 14	56.2	33.1					6000	43	210		6	36	0.19
	14 - 13	63.2	26.4					6000	43	210		7	29	0.16
	13 - 12	70.3	19.2					6000	43	210		8	21	0.13
D-E	12 - 11	75.0	12.6					4000	28	224		8	14	0.10
	11 - 10	78.2	7.4					2657	19	230		8	8	0.07
	10 - 9	84.5	5.1	5343	38	215	9	6	0.07					
	9 - 8	91.5	5.1	6000	43	210	10	6	0.08					
E-F	8 - 7	98.6	4.6	6000	43	210	11	5	0.08					
	7 - 6	105.6	4.4	6000	43	210	11	5	0.08					
	6 - 5	110.8	4.2	4406	31	222	12	5	0.08					
	5 - 4	112.8	4.2	1594	11	233	12	5	0.08					
	4 - 3	119.8	6.5	6000	43	210	13	7	0.10					
E-F	3 - 2	126.8	7.6	6000	43	210	14	8	0.11					
	2 - 1	133.9	8.6	6000	43	210	14	9	0.11					
	1 - 0	139.5	11.5	4781	34	219	15	13	0.13					

注記* : 断面性能は 2mm (内側 1mm, 外側 1mm) の腐食代を考慮した。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

M : 曲げモーメント

A : 断面積

Z : 断面係数

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

f_c : 許容圧縮応力度

f_b : 許容曲げ応力度

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

8.2 支持部の評価

SGTS用排気筒は、図8-2に示す位置において、支持枠部、一般部及び脚部のいずれかの方法により筒身に支持されている。支持部材の設計は、SGTS用排気筒の解析結果より、各部材の設計用応力を算定して検討を行う。

(1) 支持部材

a. 支持枠部の検討

支持枠部の部材（ $[-150 \times 75 \times 6.5 \times 10 : SS400]$ ）について検討を行う。

支持枠部の形状及び設計モデルを図8-3に、評価用荷重を表8-3に、評価用応力を表8-4に、断面算定結果を表8-5にそれぞれ示す。

評価用荷重は、各支持枠部における評価用荷重のうち最大値を用いる。

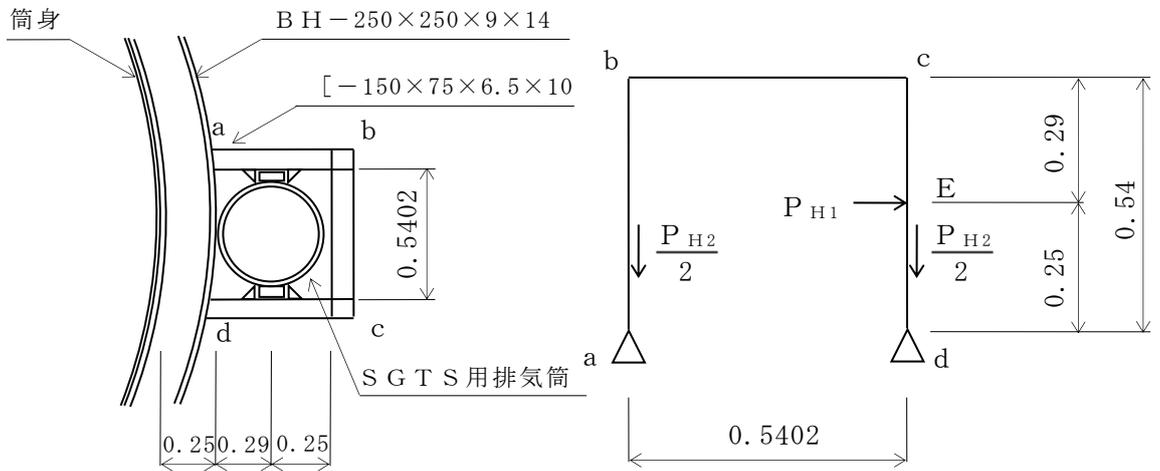


図8-3 支持枠部の形状及び設計モデル（単位：m）

表8-3 支持枠部の評価用荷重

（単位：kN）

支持点	EL (m)	各支持枠部における 評価用荷重		評価用荷重	
		P_{H1}	P_{H2}	P_{H1}	P_{H2}
B	113.5	<u>3.8</u>	<u>5.0</u>	3.8	5.0
C	89.2	2.4	3.9		
D	62.2	1.8	2.9		
E	34.5	0.4	0.5		

注：下線部は最大値を示す。

表 8-4 支持枠部の評価用応力

部位	軸力 N (kN)	曲げモーメント M (kN・m)	せん断力 Q (kN)
部材 a b	1.8	0.5	1.0
部材 b c	1.0	0.5	1.8
部材 c d	<u>4.3</u>	<u>0.7</u>	<u>2.8</u>
評価用応力	4.3	0.7	2.8

注 1：軸力，曲げモーメント及びせん断力は絶対値とする。

注 2：下線部は断面算定に用いた値を示す。

表 8-5 支持枠部の断面算定結果 (SS400)

使用部材					ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _s (mm ²)	Z (×10 ³ mm ³)	i (mm)										
[-150×75×6.5×10	2371	1500	22.4	22.2	540	24	227	235	135	2	31	2	0.15	0.02

記号の説明

A : 支持部材の断面積

A_s : 支持部材のせん断断面積

Z : 支持部材の断面係数

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

σ_c : 支持部材の圧縮応力度

σ_b : 支持部材の曲げ応力度

τ : 支持部材のせん断応力度

f_c : 支持部材の許容圧縮応力度

f_b : 支持部材の許容曲げ応力度

f_s : 支持部材の許容せん断応力度

b. 一般部の検討

一般部の部材（H-200×200×8×12：SS400）について検討を行う。

一般部の形状及び設計モデルを図8-4に、評価用荷重を表8-6に、評価用応力を表8-7に、断面算定結果を表8-8にそれぞれ示す。

評価用荷重は、各一般部における評価用荷重のうち最大値を用いる。

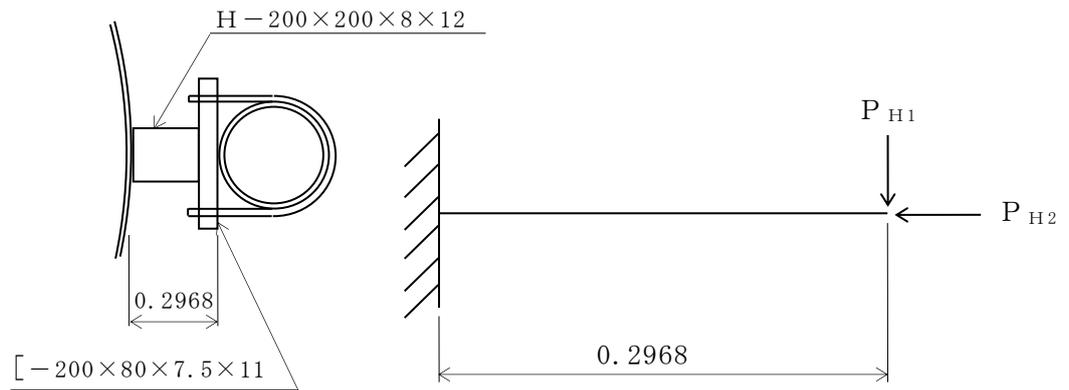


図8-4 一般部の形状及び設計モデル（単位：m）

表 8-6 一般部の評価用荷重

(単位：kN)

EL (m)	各一般部における 評価用荷重		評価用荷重	
	P _{H1}	P _{H2}	P _{H1}	P _{H2}
126.5	0.4	0.5	1.8	2.6
122.5	0.1	0.2		
116.9	1.7	2.2		
110.9	<u>1.8</u>	<u>2.6</u>		
104.9	0.2	0.5		
98.9	0.1	0.4		
92.9	0.4	0.8		
86.9	0.3	1.1		
80.9	0.0	0.2		
74.9	0.0	0.0		
68.9	0.2	0.2		
64.9	0.3	1.1		
56.9	0.4	0.9		
50.9	0.1	0.2		
44.9	0.1	0.1		
38.9	0.0	0.1		
32.9	0.8	0.9		
26.9	0.3	0.3		
20.9	0.1	0.1		
14.9	0.3	0.4		

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

表 8-7 一般部の評価用応力

軸力 N (kN)	曲げモーメント M (kN・m)	せん断 Q (kN)
2.6	0.5	1.8

表 8-8 一般部の断面算定結果 (SS400)

使用部材					ℓ_k	λ	f_c	f_b	f_s	σ_c	σ_b	τ	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _s (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)	i (mm)										
H-200×200×8×12	6353	4800	160	50.2	623	12	233	235	135	0	3	0	0.02	0.00

記号の説明

A : 支持部材の断面積

A_s : 支持部材のせん断断面積

Z : 支持部材の断面係数

i : 断面二次半径

 ℓ_k : 座屈長さ λ : 細長比 (ℓ_k / i) σ_c : 支持部材の圧縮応力度 σ_b : 支持部材の曲げ応力度 τ : 支持部材のせん断応力度 f_c : 支持部材の許容圧縮応力度 f_b : 支持部材の許容曲げ応力度 f_s : 支持部材の許容せん断応力度

c. 脚部の検討

脚部の部材 (BC-180×90×9×16 : SM490A) について検討を行う。

脚部の形状及び検討モデルを図 8-5 に、部材寸法を図 8-6 に、評価用荷重を表 8-9 に、評価用応力を表 8-10 に、断面算定結果を表 8-11 にそれぞれ示す。

なお、断面算定の結果、部材 c k が最大応力度比となったことから、断面算定結果は部材 c k に対するものを示す。

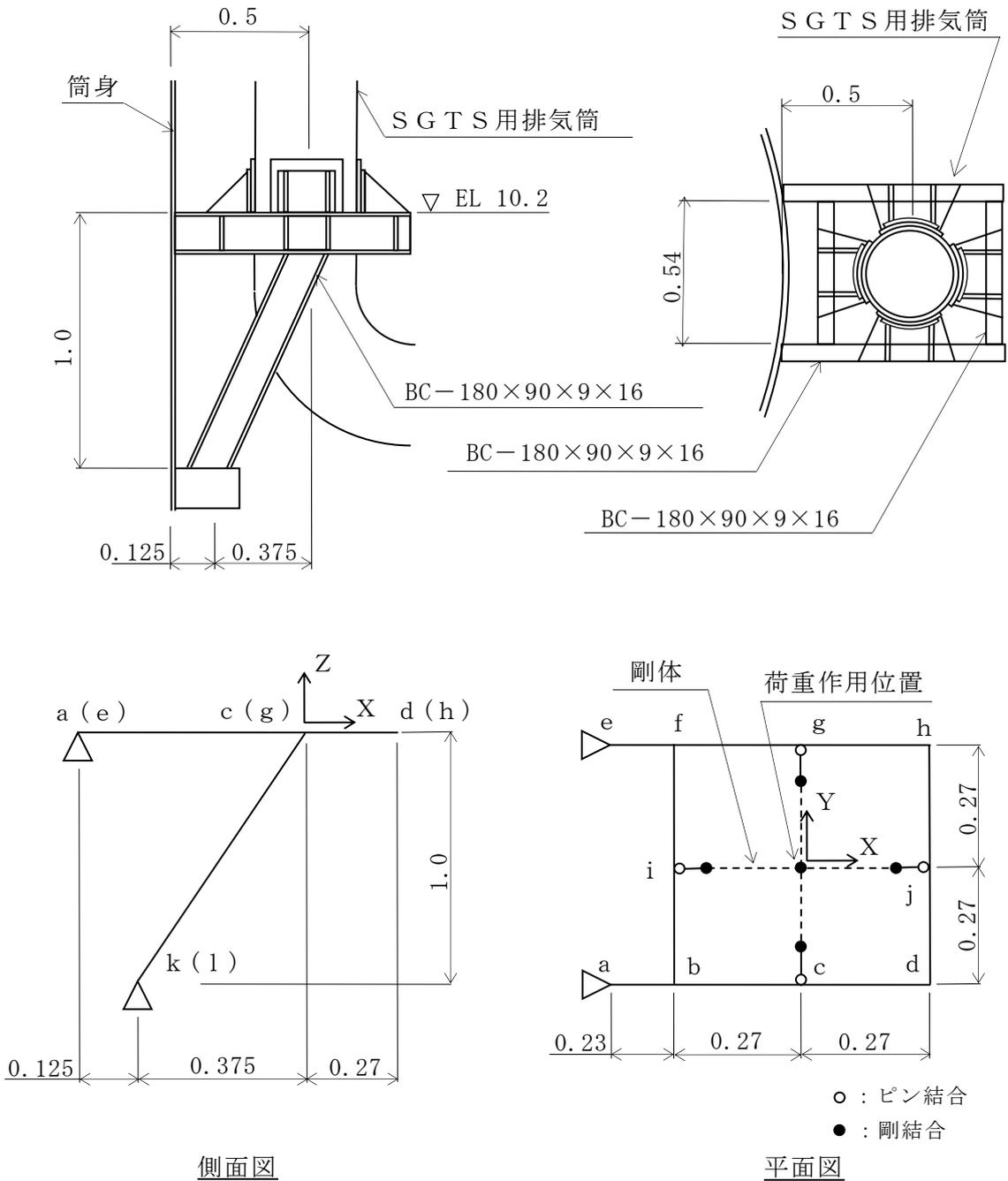


図 8-5 脚部の形状及び検討モデル (単位 : m)

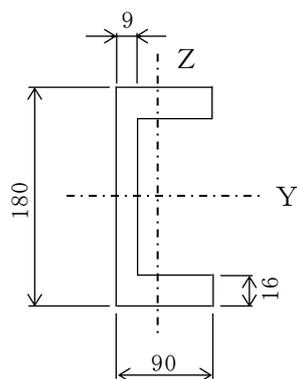


図 8-6 部材寸法 (BC-180×90×9×16) (単位 : mm)

表 8-9 脚部の評価用荷重

(単位 : kN, kN・m)

支持点	EL (m)	荷重	評価用荷重
F	9.1	P_x	0.5
		P_y	0.4
		P_z	139.5
		M_x	8.2
		M_y	11.1
		M_z	0.9

記号の説明

P_x : X 軸方向の荷重

P_y : Y 軸方向の荷重

P_z : Z 軸方向の荷重

M_x : X 軸回りのモーメント荷重

M_y : Y 軸回りのモーメント荷重

M_z : Z 軸回りのモーメント荷重

(X, Y, Z 軸は図 8-5 を参照)

表 8-10 脚部の評価用応力

部位	軸力 N (kN)	曲げモーメント		せん断力	
		M_y (kN・m)	M_z (kN・m)	Q_z (kN)	Q_y (kN)
部材 a b (部材 e f)	38.9	2.6	0.2	11.5	0.7
部材 c k (部材 g l)	97.9	2.6	0.0	2.4	0.0
部材 b c (部材 f g)	36.7	2.6	0.2	6.7	0.7
部材 c d (部材 g h)	0.0	2.2	0.0	8.0	0.1
部材 b i (部材 f i)	0.5	3.9	0.3	14.3	2.2
部材 d j (部材 h j)	0.1	2.1	0.0	8.0	0.0

記号の説明

N : 支持部材の軸力

 M_y : Y 軸回りの曲げモーメント M_z : Z 軸回りの曲げモーメント Q_z : Z 軸方向のせん断力 Q_y : Y 軸方向のせん断力

表 8-11 脚部 (部材 c k) の断面算定結果 (SM490A)

使用部材							ℓ_k	λ	f_c	f_b	f_s	σ_c	σ_b	τ	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _{s z} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)	Z _y (×10 ³ mm ³)	Z _z (×10 ³ mm ³)	i (mm)										
B C - 180×90×9×16	4212	1332	2880	243	59.6	28.6	2136	75	205	325	187	23	11	2	0.15	0.02

記号の説明

A : 支持部材の断面積

A_{s z} : 支持部材のせん断断面積 (Z 軸方向)A_{s y} : 支持部材のせん断断面積 (Y 軸方向)Z_y : 支持部材の断面係数 (Y 軸回り)Z_z : 支持部材の断面係数 (Z 軸回り)

i : 断面二次半径

 ℓ_k : 座屈長さ λ : 細長比 (ℓ_k / i) σ_c : 支持部材の圧縮応力度 σ_b : 支持部材の曲げ応力度 τ : 支持部材のせん断応力度 f_c : 支持部材の許容圧縮応力度 f_b : 支持部材の許容曲げ応力度 f_s : 支持部材の許容せん断応力度

VI-2-2-15 排気筒の基礎の耐震性についての計算書

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 評価方針	6
2.4 適用規格・基準等	8
3. 応力解析による評価方法	9
3.1 評価対象部位及び評価方針	9
3.2 荷重及び荷重の組合せ	11
3.2.1 荷重	11
3.2.2 荷重の組合せ	14
3.3 許容限界	15
3.4 解析モデル及び諸元	18
3.4.1 モデル化の基本方針	18
3.4.2 解析諸元	20
3.5 評価方法	21
3.5.1 応力解析方法	21
3.5.2 断面の評価方法	22
4. 評価結果	25
4.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果	25
4.2 基礎版の評価結果	28
4.3 接地圧の評価結果	32

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、排気筒の基礎の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、応力解析により評価を行う。

排気筒の基礎は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「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）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。

以下、それぞれの分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

排気筒の基礎を含む排気筒の設置位置を図 2-1 に示す。

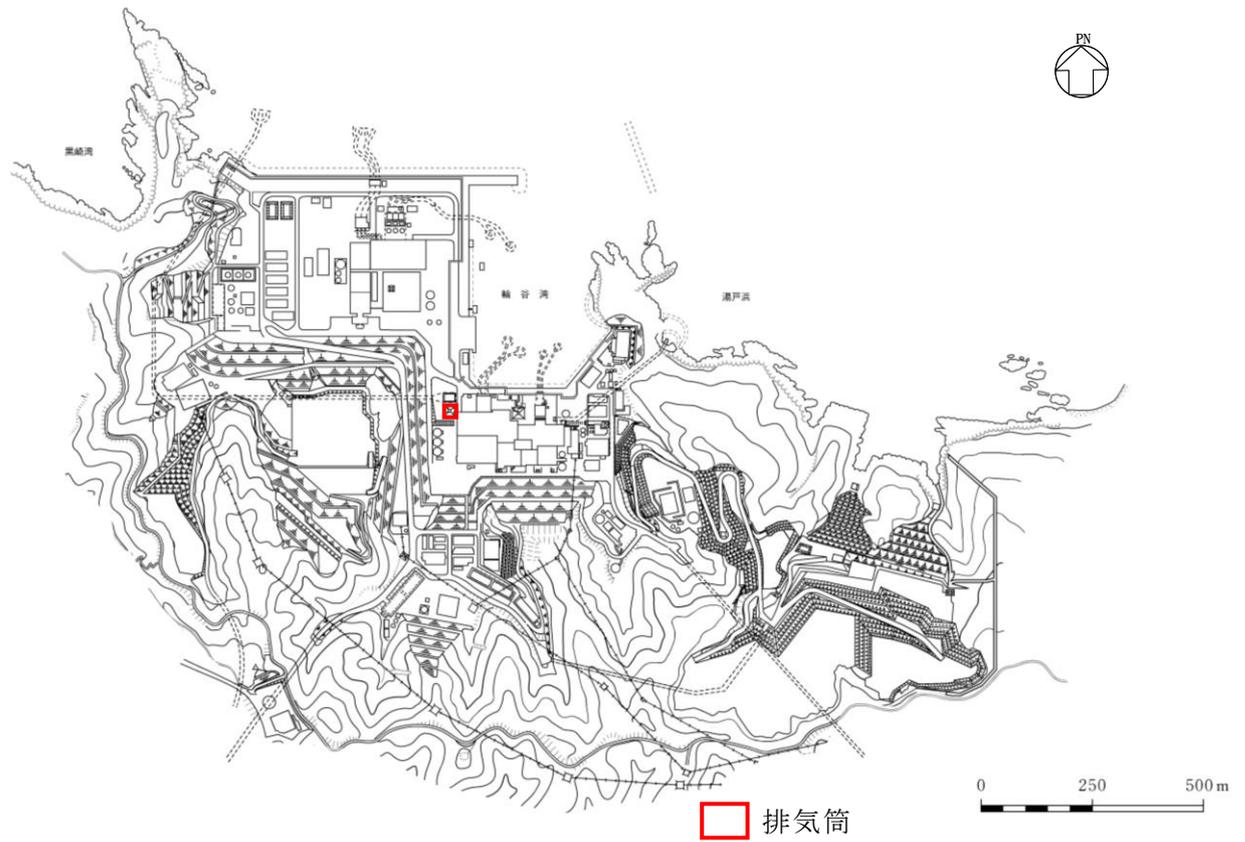


図 2-1 排気筒の設置位置

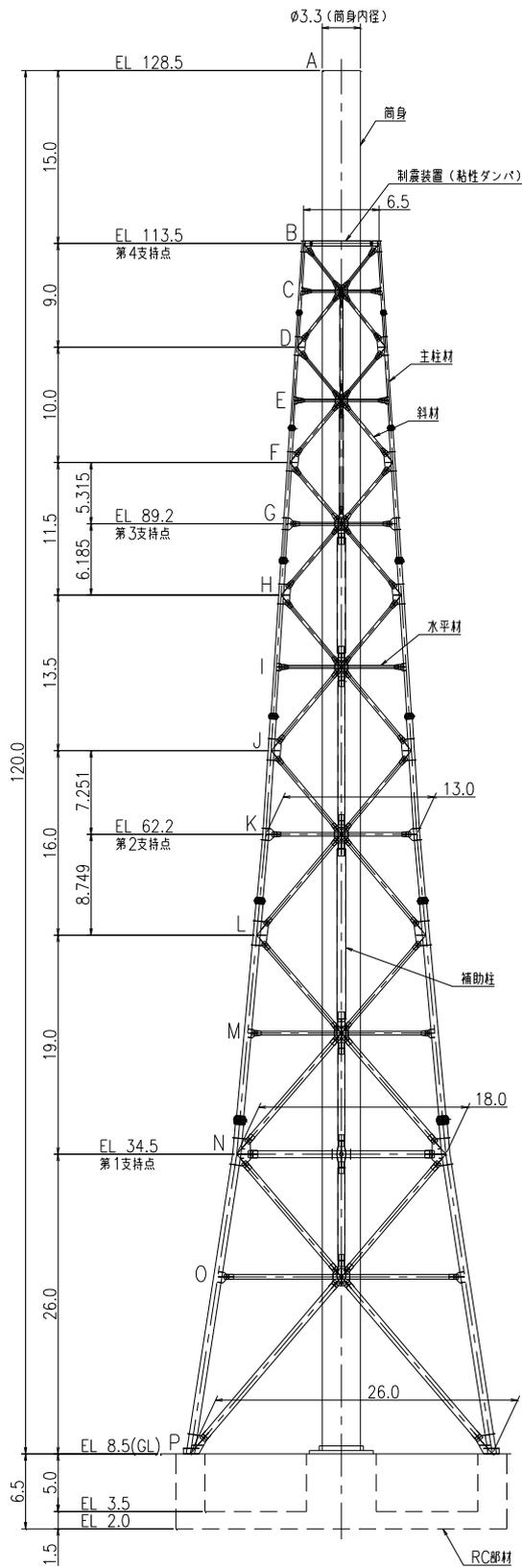
2.2 構造概要

排気筒の基礎は、高さ 120.0m、内径 3.3m の筒身を配した鋼製鉄塔支持型排気筒（制震装置（粘性ダンパ）付）を支持する鉄筋コンクリート構造物で岩盤に直接設置している。

排気筒の基礎は、周囲の 4 隅で鉄塔を支持する鉄塔基礎、中央部で筒身を支持する筒身基礎及びこれらを支持する基礎版で構成されている。

鉄塔基礎の形状は、平面形状 2.5m×2.5m、高さ 5.0m であり、筒身基礎の形状は、平面形状 6.0m×6.0m、高さ 5.0m であり、基礎版の形状は、平面形状 28.5m×28.5m、厚さ 1.5m である。

排気筒の概要図を図 2-2 に、基礎の概要図を図 2-3 に示す。



部材リスト (単位:mm)				
主柱材	斜材	水平材	筒身	補助柱
-	-	-	10	-
-	-	450x300 x10x15*2	12	-
φ267.4x6.6	φ216.3x5.8	φ216.3x5.8	10	φ267.4x6.0
φ355.6x6.4	φ267.4x6.6	φ267.4x6.6	12	φ318.5x6.0
φ406.4x7.9	φ267.4x6.6	φ267.4x6.6	10	φ711.2x7.9
φ508.0x9.5	φ318.5x6.9	φ318.5x6.6	12	φ609.6x12.7
φ609.6x12.7	φ355.6x7.9	φ318.5x6.9	10	φ762.0x12.7*3
φ711.2x12.7 8PLs-22x100*1	φ457.2x9.5	φ609.6x9.5	12	φ609.6x12.7*3
φ558.8x9.5	φ406.4x9.5	t=10	-	-
STK41 (STK400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。

注: 「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 排気筒の概要図 (単位:m)

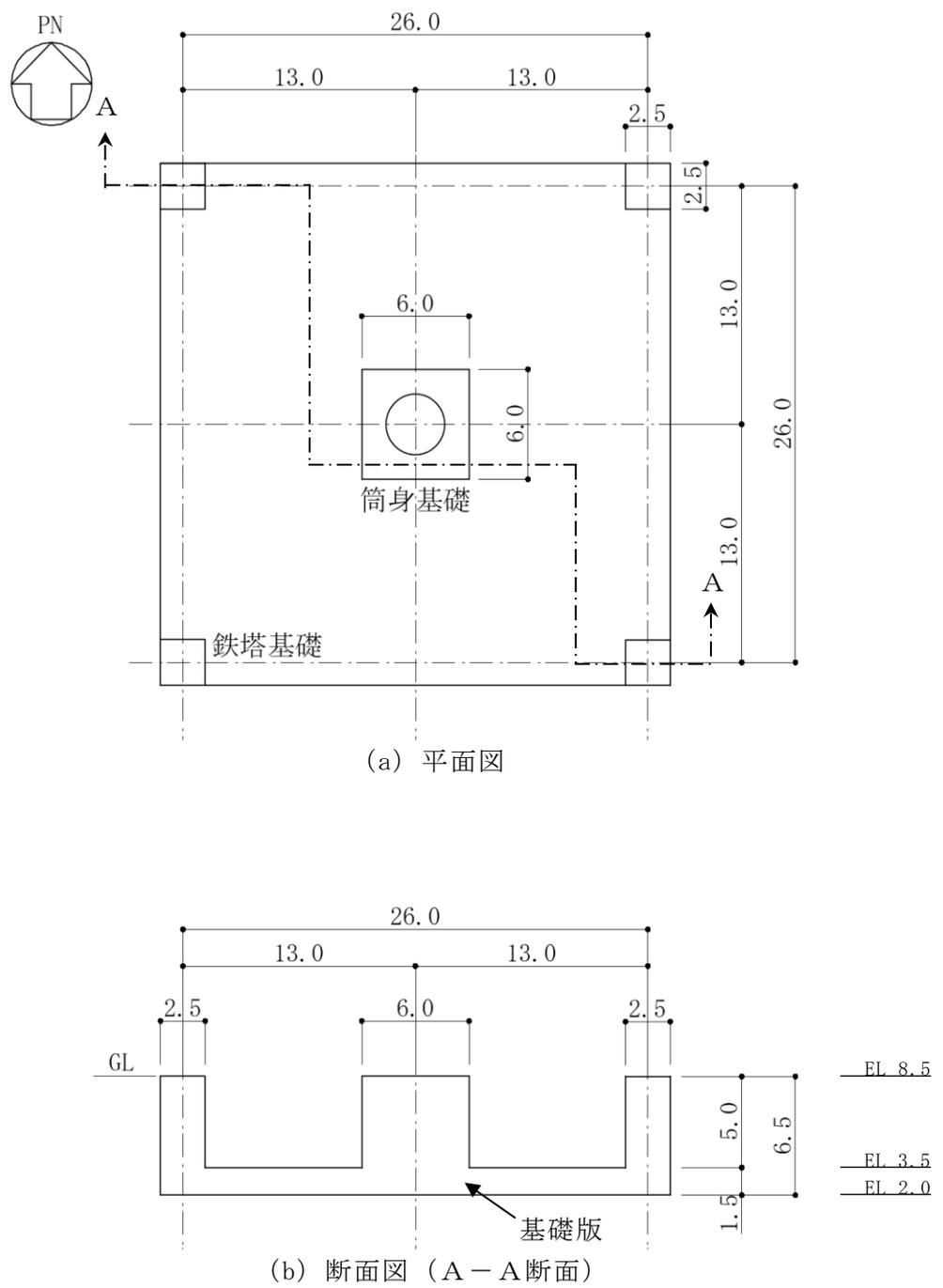


図 2-3 基礎の概要図 (単位 : m)

2.3 評価方針

排気筒の基礎の評価対象部位は、鉄塔基礎、筒身基礎及び基礎版とし、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととする。なお、地震時及び暴風時に排気筒より受ける荷重を排気筒の基礎に作用させる。

排気筒の基礎の設計基準対象施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」及びVI-2-2-14「排気筒の耐震性についての計算書」の結果を踏まえたものとする。排気筒の基礎の評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価において断面の評価及び接地圧の評価を行うことで、排気筒の基礎の地震時の構造強度及び支持機能の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表2-1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

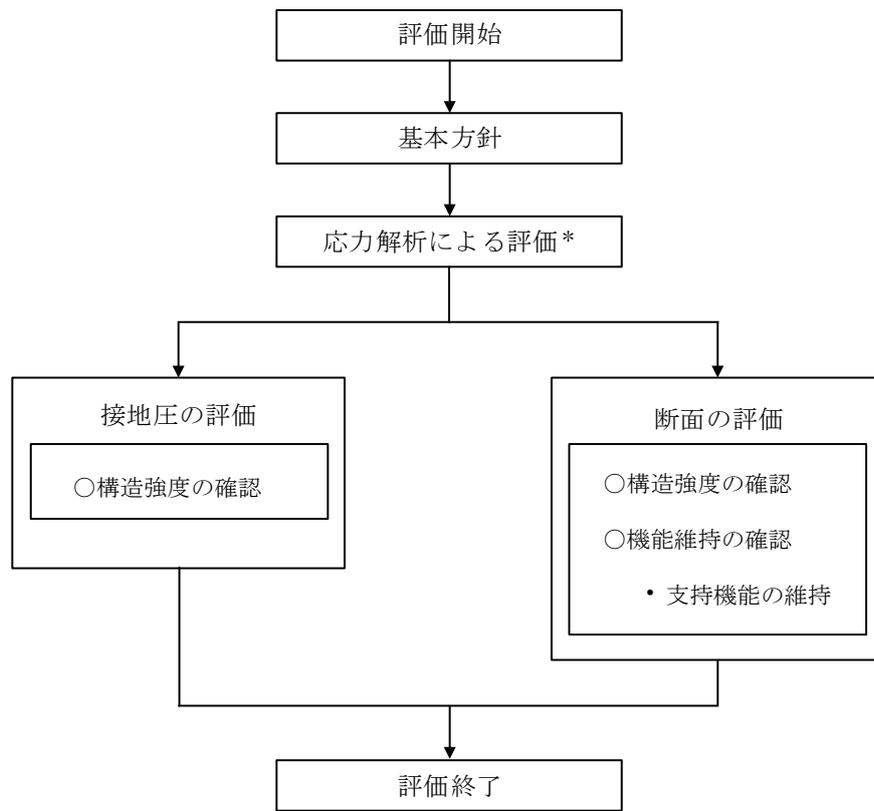
また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行うこととする。ここで、排気筒の基礎では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態における荷重条件は変わらないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図2-4に排気筒の基礎の評価フローを示す。

表2-1 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	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 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%) *	標準値	8	
ケース3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-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	

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



注記* : VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」及びVI-2-2-14「排気筒の耐震性についての計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 排気筒の基礎の評価フロー

2.4 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。

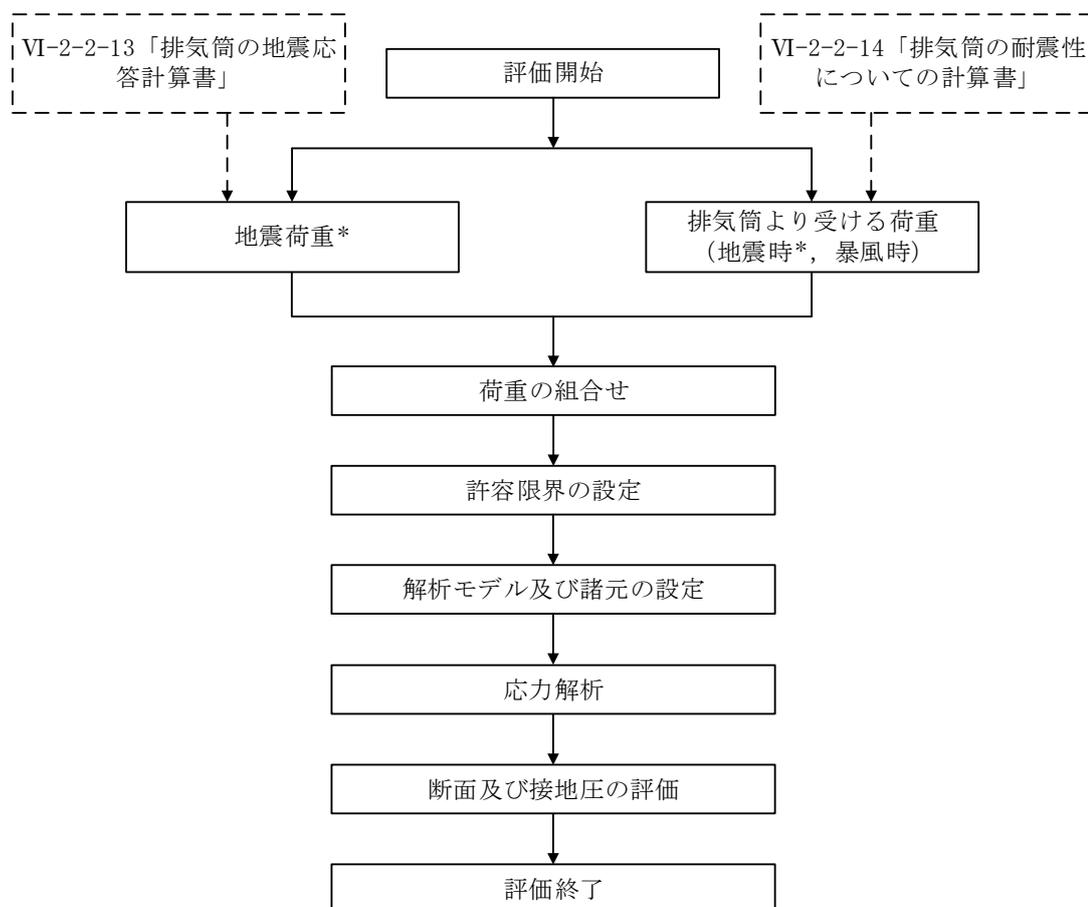
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構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

3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

排気筒の基礎の応力解析による評価対象部位は鉄塔基礎,筒身基礎及び基礎版とし,3次元FEMモデルを用いた応力解析により評価を行う。3次元FEMモデルを用いた応力解析にあたっては,VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」により算定された荷重の組合せを行う。応力解析による評価フローを図3-1に示す。

Ss地震時に対する評価は,材料物性の不確かさを考慮した地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果,発生する応力が,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) (以下「RC-N規準」という。)に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 3-1 応力解析による評価フロー

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (DL)

排気筒の基礎に作用する固定荷重として、次のものを考慮する。

- ・鉄筋コンクリート構造体（鉄塔基礎、筒身基礎及び基礎版）の自重：23.5kN/m³

(2) 積載荷重 (P)

積載物はないため、積載荷重は考慮しない。

(3) 地震荷重 (S_s)

a. 慣性力 (K_v)

地震時における基礎の慣性力 (K_v) は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」から得られる基礎版上端レベル (EL 3.5m) の S_s 地震時の鉛直方向最大応答加速度より算定した鉛直震度から算定する。なお、鉛直震度は材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を用いて算定する。応力解析で考慮する S_s 地震時の最大応答鉛直加速度及び鉛直震度を表 3-1 に示す。

表 3-1 最大応答鉛直加速度及び鉛直震度

位置	最大応答鉛直加速度 (cm/s ²)	鉛直震度
基礎版 (EL 3.5m)	664	0.68

b. 地震時に排気筒より受ける荷重 (U_s)

地震時に排気筒より受ける荷重は、VI-2-2-14「排気筒の耐震性についての計算書」に基づき、排気筒に基準地震動 S_s による地震荷重が作用した際に、鉄塔基礎及び筒身基礎に作用する反力を考慮する。排気筒より受ける荷重は、材料物性の不確かさを考慮した反力を用いる。地震時に排気筒より受ける荷重を表 3-2 に示す。

(4) 風荷重 (P_k)

暴風時に排気筒より受ける荷重は、VI-2-2-14「排気筒の耐震性についての計算書」に基づき、排気筒に風荷重が作用した際に、鉄塔基礎及び筒身基礎に作用する反力を考慮する。暴風時に排気筒より受ける荷重を表 3-2 に示す。

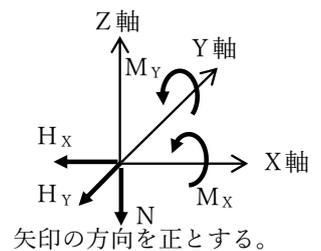
なお、暴風時に排気筒より受ける荷重は地震時に排気筒より受ける荷重に包絡されるため評価を省略する。

表 3-2 排気筒より受ける荷重

作用位置		応力	固定荷重	地震時		暴風時	
				固定荷重+地震荷重		固定荷重+風荷重	
				0° 方向	45° 方向	0° 方向	45° 方向
鉄塔基礎	C ₁	N	965	-2551	-2551	-816	-1964
		H _X	206	-779	-779	-194	-522
		H _Y	206	-747	-747	-274	-522
	C ₂	N	965	4481	1752	2746	965
		H _X	-206	-1191	779	-606	-147
		H _Y	206	1159	1159	686	265
	C ₃	N	965	4481	4481	2746	3894
		H _X	-206	-1191	-1191	-606	-934
		H _Y	-206	-1159	-1159	-686	-934
	C ₄	N	965	-2551	1752	-816	965
		H _X	206	-779	1191	-194	265
		H _Y	-206	747	747	274	-147
筒身基礎		N	1524	3098* ¹ -50* ²	3098* ¹ -50* ²	1524	1524
		H _X	0	-366	-342	-50	-37
		H _Y	0	-2	-259	0	-37
		M _X	0	38	1408	0	694
		M _Y	0	-1991	-1976	-844	-694

記号の説明

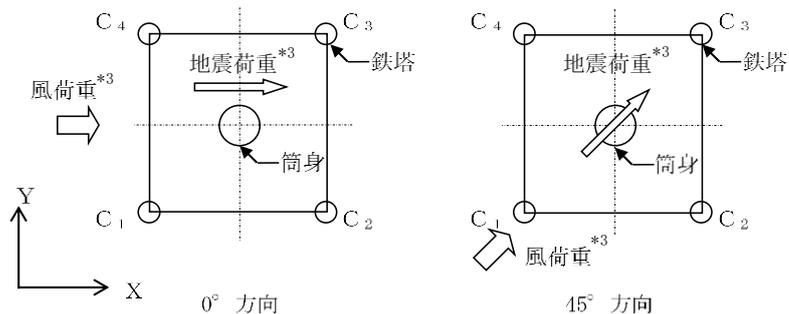
- N : 軸力 (kN)
- H_X : X 方向水平力 (kN)
- H_Y : Y 方向水平力 (kN)
- M_X : X 軸まわり曲げモーメント (kN・m)
- M_Y : Y 軸まわり曲げモーメント (kN・m)



注記*1: 鉛直方向地震荷重 (下向き) を考慮する際に用いる。

*2: 鉛直方向地震荷重 (上向き) を考慮する際に用いる。

*3: 0° 方向及び45° 方向の荷重の作用方向を矢印で示す。



3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは表 3-3 による。

表 3-3 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	D L + S _s

D L : 固定荷重

S_s : 基準地震動 S_s による地震荷重

3.3 許容限界

応力解析による評価における排気筒の基礎の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表3-4及び表3-5のとおり設定する。また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表3-6及び表3-7に示す。

表3-4 応力解析による評価における許容限界（設計基準対象施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	鉄塔基礎， 筒身基礎， 基礎版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して 妥当な安全裕度を 有する許容限界* ¹
			基礎地盤	最大接地圧が地盤の極限支持力度を超えないことを確認	極限支持力度* ² (9.8N/mm ²)
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	鉄塔基礎， 筒身基礎， 基礎版	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して 妥当な安全裕度を 有する許容限界* ¹

注記*1：許容限界は、「RC-N規準」に基づき、終局耐力に対して妥当な裕度を有する短期許容応力度を用いる。

*2：支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力度とする。

表 3-5 応力解析による評価における許容限界（重大事故等対処施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	鉄塔基礎, 筒身基礎, 基礎版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して 妥当な安全裕度を 有する許容限界* ¹
			基礎地盤	最大接地圧が地盤の極限支持力度を超えないことを確認	極限支持力度* ² (9.8N/mm ²)
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	鉄塔基礎, 筒身基礎, 基礎版	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して 妥当な安全裕度を 有する許容限界* ¹

注記*1：許容限界は、「RC-N規準」に基づき、終局耐力に対して妥当な裕度を有する短期許容応力度を用いる。

*2：支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力度とする。

表 3-6 コンクリートの許容応力度

(単位：N/mm²)

F _c = 20.6	圧縮	せん断
長期	6.8	0.68
短期	13.6	1.02

表 3-7 鉄筋の許容応力度

(単位：N/mm²)

SD35 (SD345相当)	引張及び 圧縮	せん断
長期	215*	195
	195*	
短期	345	345

注記*：上段はD25以下，下段はD29以上に適用する。

3.4 解析モデル及び諸元

3.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

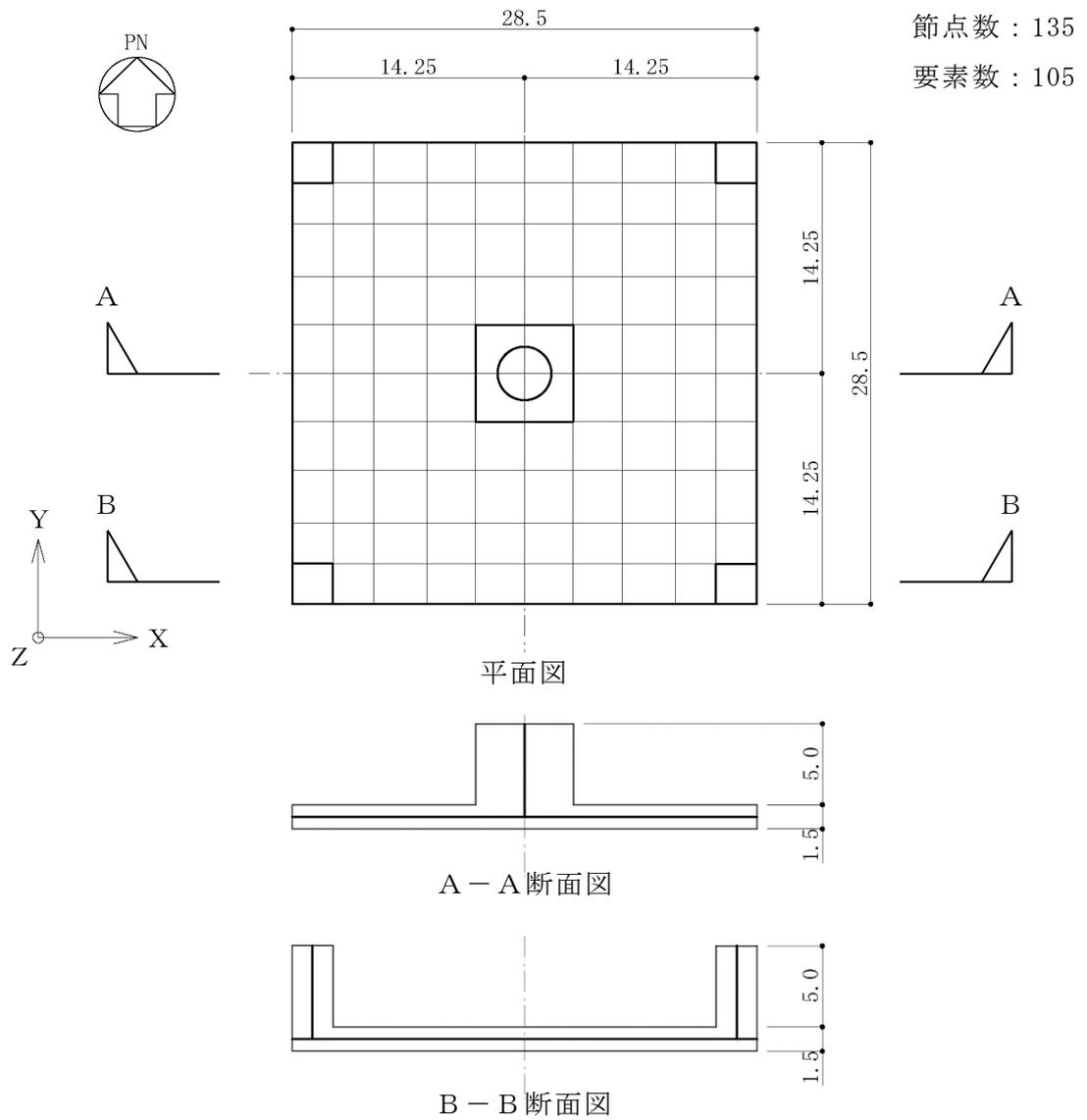
応力解析は、3次元FEMモデルを用いた応力解析を実施する。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

応力解析にあたって、鉄塔基礎及び筒身基礎をはり要素、基礎版をシェル要素にてモデル化し、これらの構造部材を耐震評価する。

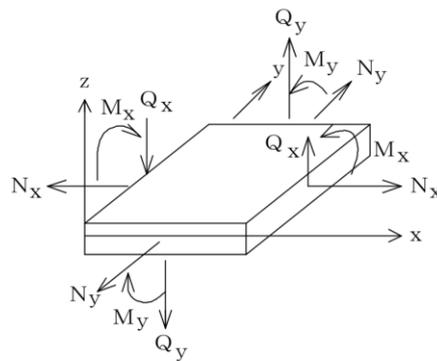
解析モデル、座標系及び応力の符号を図3-2に示す。

(2) 境界条件

3次元FEMモデルの基礎版底面に、水平方向及び鉛直方向の地盤ばねを設ける。3次元FEMモデルの水平方向及び鉛直方向の地盤ばねについては、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に記載の振動アドミッタンス理論に基づいて評価する。



(a) 解析モデル (単位 : m)



M_x, M_y : 曲げモーメント (kN・m/m)

Q_x, Q_y : せん断力 (kN/m)

N_x, N_y : 軸力 (kN/m)

(矢印の方向を正とする。)

(b) 座標系及び応力の符号

図 3-2 解析モデル, 座標系及び応力の符号

3.4.2 解析諸元

使用材料の物性値を表 3-8 及び表 3-9 に示す。

表 3-8 コンクリートの物性値

部位	設計基準強度 F_c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
鉄塔基礎 筒身基礎 基礎版	20.6	2.15×10^4	0.2

表 3-9 鉄筋の物性値

部位	鉄筋の種類	ヤング係数 E (N/mm ²)
鉄塔基礎 筒身基礎 基礎版	SD35 (SD345 相当)	2.05×10^5

3.5 評価方法

3.5.1 応力解析方法

排気筒の基礎について、S s 地震時に対して 3 次元 F E M モデルを用いた線形解析を実施する。

(1) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 3-10 に示す。

基礎の評価は、基礎の自重による固定荷重、上部の排気筒より受ける固定荷重及び地震荷重を組み合わせた荷重のうち、最も不利な組合せについて考慮する。

表 3-10 荷重の組合せケース

外力の状態	組合せ ケース	鉛直荷重	排気筒より受ける荷重
S s 地震時	1	$1.27 \cdot D L$	$U_s (0^\circ) *$
	2	$0.73 \cdot D L$	
	3	$1.27 \cdot D L$	$U_s (45^\circ) *$
	4	$0.73 \cdot D L$	

注記*：地震応答解析結果に基づく軸力、水平力及び曲げモーメントの最大値を組み合わせた 0° 方向及び 45° 方向の荷重とする。

(2) 荷重の入力方法

排気筒の基礎の固定荷重及び作用する地震荷重（慣性力）については，解析モデルの各要素の質量に応じて分配し，分布荷重として入力する。

排気筒から排気筒の基礎に作用する荷重については，筒身脚部，鉄塔脚部からの曲げモーメント，軸力及びせん断力を節点荷重として入力する。

3.5.2 断面の評価方法

排気筒の基礎について，軸力及び曲げモーメント並びに面外せん断力が，各許容値を超えないことを確認する。

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量が設計配筋量を超えないことを確認する。

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

鉄塔基礎及び筒身基礎における断面の評価は「RC-N規準」の柱の評価式に基づき評価を行う。基礎版における断面の評価は「RC-N規準」のはりの評価式に基づき評価を行う。

面外せん断力が，次の a. 及び b. に示す式を基に算定した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

a. 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価

$$Q_A = b \cdot j \{ f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの $7/8$ の値 (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 3-6 に示す値 (N/mm²)

${}_w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表 3-7 に示す値 (N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする。*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm²)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* : せん断補強筋がない領域及びせん断補強筋比が 0.002 に満たない領域については、第 2 項を 0 とする。

b. 基礎版の評価

$$Q_A = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの $7/8$ の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。また、引張軸力が 2N/mm^2 を超える場合は 1 とする。)

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

M : 曲げモーメント ($\text{N}\cdot\text{mm}$)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 3-6 に示す値 (N/mm^2)

$w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表 3-7 に示す値 (N/mm^2)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする。*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm^2)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* : せん断補強筋がない領域については、第 2 項を 0 とする。

4. 評価結果

4.1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

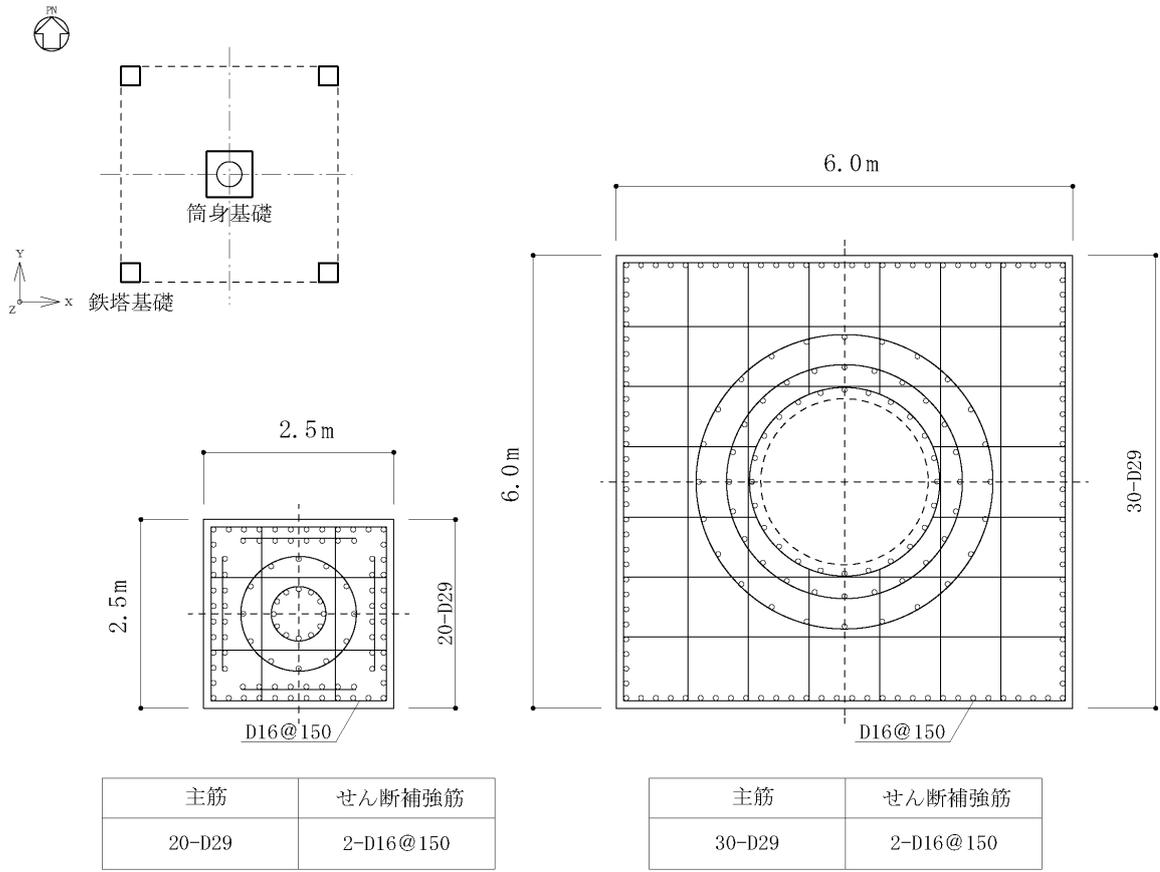
「3.5.2 断面の評価方法」に基づいた鉄塔基礎及び筒身基礎の断面の評価結果を以下に示す。また、鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図を図4-1に示す。

軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量及び面外せん断力が最大となる荷重の組合せケースについての評価結果を表4-1に示す。

Ss地震時において、軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量及び面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。

表4-1 に用いる記号の説明

N	: 軸力
M	: 曲げモーメント
b	: 材の幅
D	: 材の全せい
p_t	: 引張鉄筋比
a_t	: 引張鉄筋の断面積
Q	: 検討用応力
Q_A	: 許容せん断力



(a) 鉄塔基礎配筋図

(b) 筒身基礎配筋図

図 4-1 鉄塔基礎及び筒身基礎の概略配筋図

表 4-1 鉄塔基礎及び筒身基礎の評価結果

部位	方向	軸力及び曲げモーメントの検討										せん断力の検討			
		荷重 組合せ ケース	検討応力		$N/(b \cdot D)$ (N/mm ²)	$M/(b \cdot D^2)$ (N/mm ²)	p_t (%)	a_t (mm ²)	設計配筋 (断面積mm ²)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重 組合せ ケース	Q (kN)	Q _A (kN)	Q/Q _A	
			N* (kN)	M (kN・m)											
鉄塔基礎	C ₁	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	1	779	5304	0.15
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
	C ₂	X	4	2019	3895	0.323	0.249	0.034	2125	20-D29 (12840)	0.17	1	1191	5304	0.23
		Y	4	2019	5795	0.323	0.371	0.075	4688	20-D29 (12840)	0.37	1	1159	5304	0.22
	C ₃	X	2	4748	5955	0.760	0.381	0.019	1188	20-D29 (12840)	0.10	1	1191	5304	0.23
		Y	2	4748	5795	0.760	0.371	0.016	1000	20-D29 (12840)	0.08	1	1159	5304	0.22
	C ₄	X	2	-2284	3895	-0.365	0.249	0.132	8250	20-D29 (12840)	0.65	3	1191	5304	0.23
		Y	2	-2284	3735	-0.365	0.239	0.129	8063	20-D29 (12840)	0.63	1	747	5304	0.15
筒身基礎	X	1	5788	3821	0.161	0.018	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	1	366	31640	0.02	
	Y	3	5788	2703	0.161	0.013	0.000	0	30-D29 (19260)	0.00	3	259	31640	0.01	

注記* : 圧縮を正とする。

4.2 基礎版の評価結果

「3.5.2 断面の評価方法」に基づいた基礎版の断面の評価結果を以下に示す。また、基礎版の概略配筋図を図4-2に示す。

軸力及び曲げモーメント並びに面外せん断力に対する評価において、許容値に対する発生値の割合が最大となる要素の位置を図4-3に、評価結果を表4-2に示す。

S_s地震時において、軸力及び曲げモーメントに対する必要鉄筋量及び面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。

表4-2に用いる記号の説明

N	: 軸力
M	: 曲げモーメント
b	: 材の幅
D	: 材の全せい
p _t	: 引張鉄筋比
a _t	: 引張鉄筋の断面積
Q	: 検討用応力
Q _A	: 許容せん断力

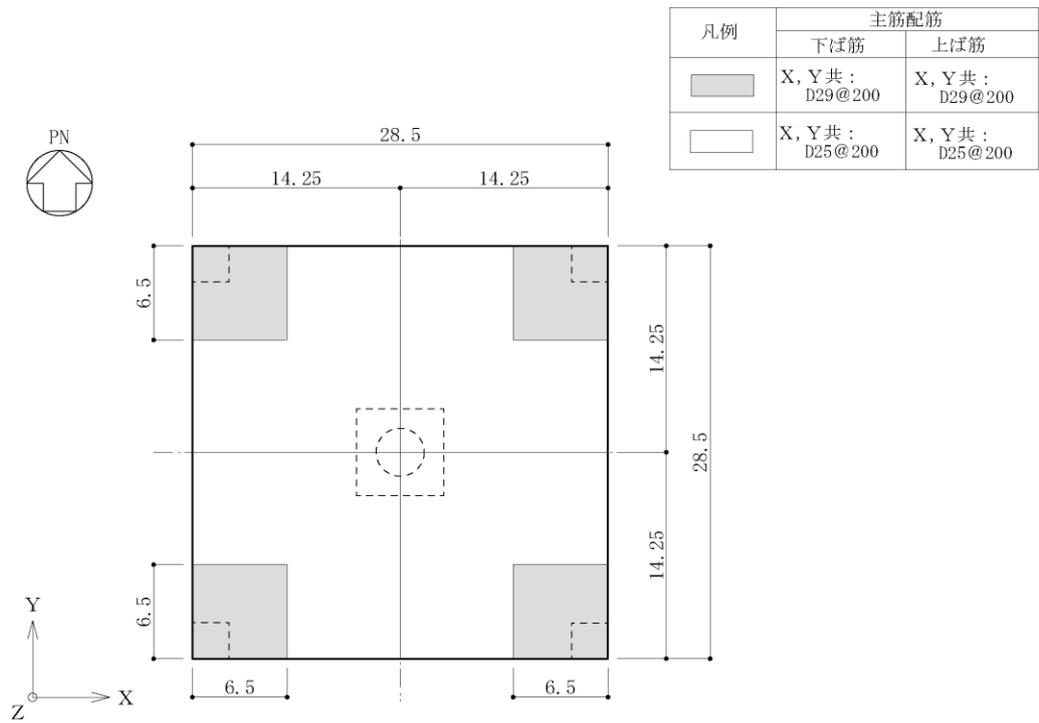


図 4-2(1) 基礎版の概略配筋図（主筋）（単位：m）

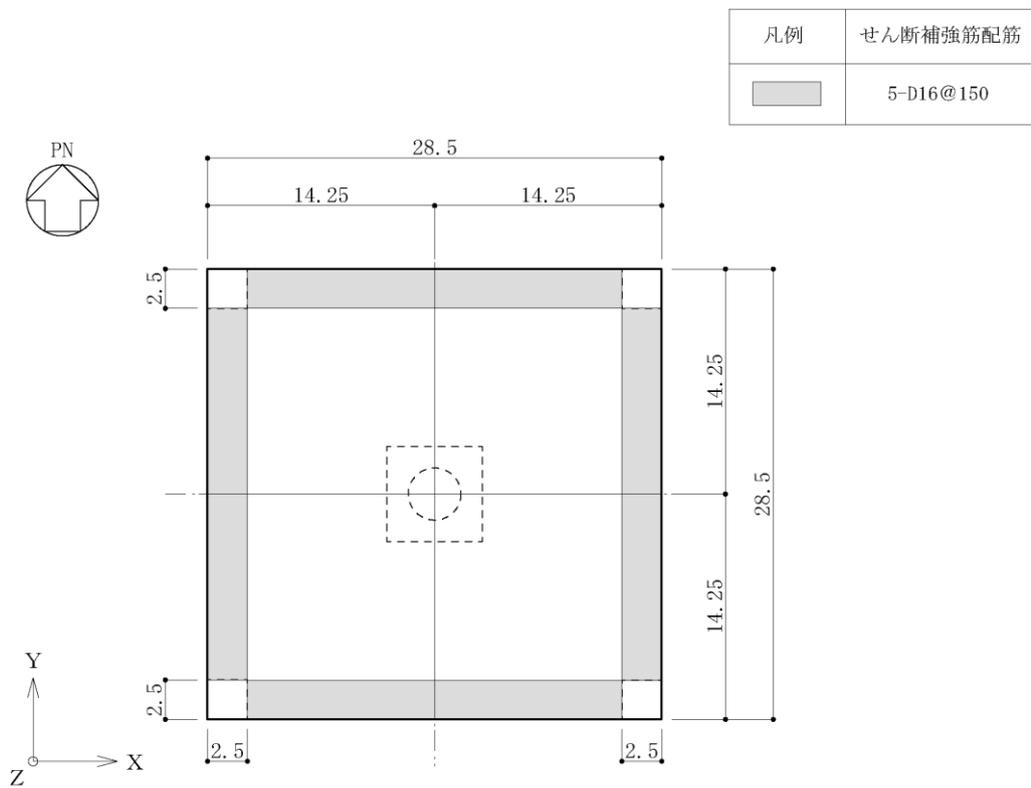


図 4-2(2) 基礎版の概略配筋図（せん断補強筋）（単位：m）

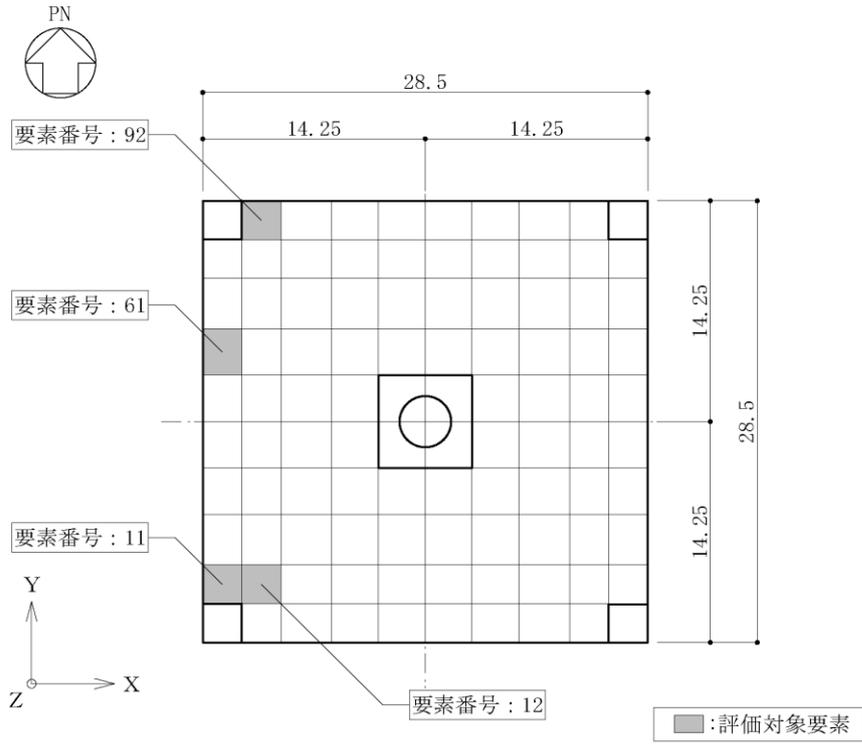


図 4-3 要素位置 (単位 : m)

表 4-2 基礎版の評価結果

部位	要素 番号	方向	軸力及び曲げモーメントの検討									せん断力の検討			
			荷重 組合せ ケース	検討応力		$N/(b \cdot D)$ (N/mm ²)	$M/(b \cdot D^2)$ (N/mm ²)	p_t (%)	a_t (mm ² /m)	設計配筋 (断面積mm ² /m)	必要配筋量 /設計配筋量	荷重 組合せ ケース	Q (kN/m)	Q _A (kN/m)	Q/Q _A
				N* (kN/m)	M (kN・m/m)										
基礎版	11	X	1	26	193	0.017	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	104	2372	0.05
		Y	1	152	563	0.101	0.250	0.066	990	D29@200 (3210)	0.31	2	445	2690	0.17
	12	X	2	88	788	0.059	0.350	0.104	1560	D29@200 (3210)	0.49	3	154	1275	0.13
		Y	2	86	775	0.057	0.344	0.102	1530	D29@200 (3210)	0.48	1	155	1275	0.13
	61	X	2	2	124	0.001	0.055	0.017	255	D25@200 (2535)	0.11	2	30	1462	0.03
		Y	2	44	779	0.029	0.346	0.107	1605	D25@200 (2535)	0.64	2	128	1415	0.10
	92	X	4	-394	521	-0.263	0.232	0.111	1665	D29@200 (3210)	0.52	2	432	2690	0.17
		Y	1	27	194	0.018	0.086	0.024	360	D29@200 (3210)	0.12	2	102	2357	0.05

注記* : 圧縮を正とする。

4.3 接地圧の評価結果

S s 地震時の最大接地圧が，基礎地盤の許容限界を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した S s 地震時の最大接地圧は 1.12N/mm^2 （ケース 1）であり，地盤の極限支持力度（ 9.8N/mm^2 ）を超えないことを確認した。

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 基本ケースの地震応答解析結果	44
4.1.2 材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果	66
4.2 必要保有水平耐力	78

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。

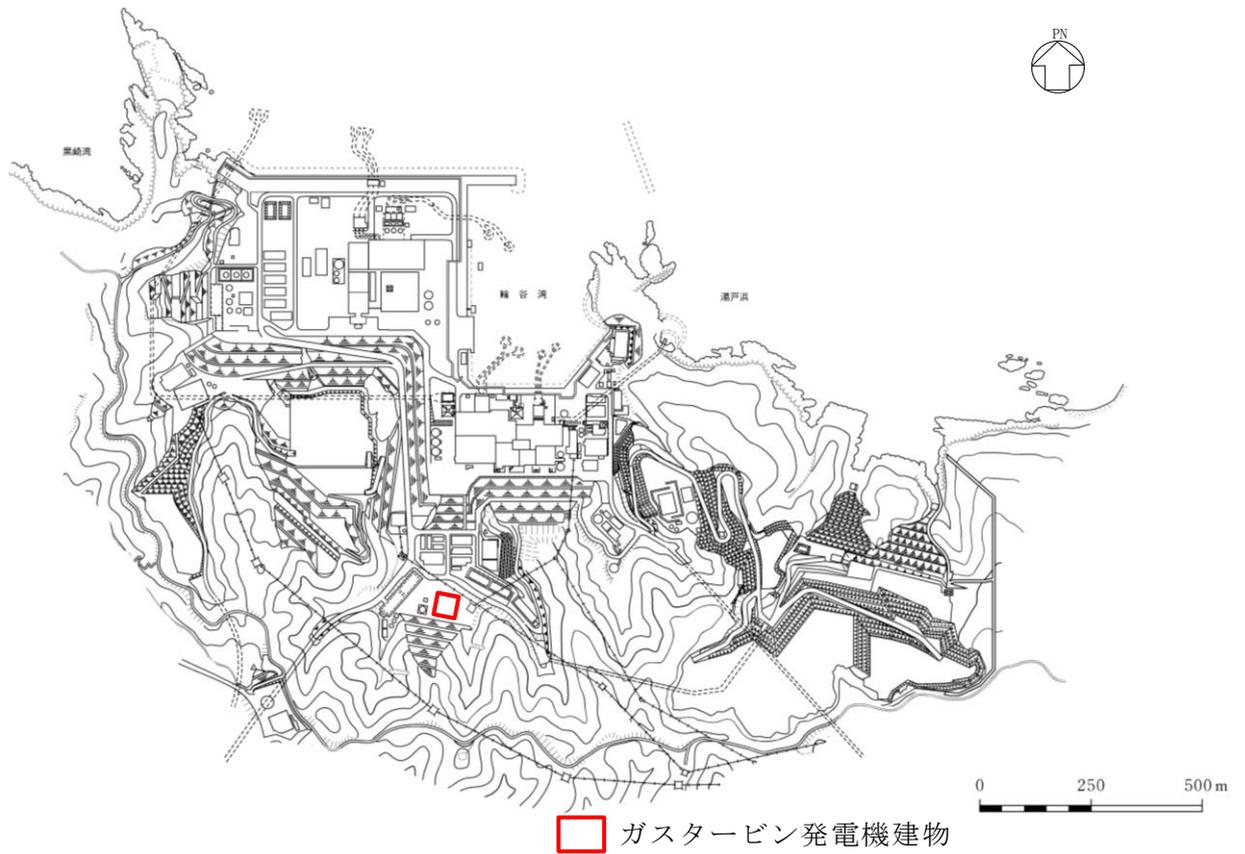


図 2-1 ガスタービン発電機建物の設置位置

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。

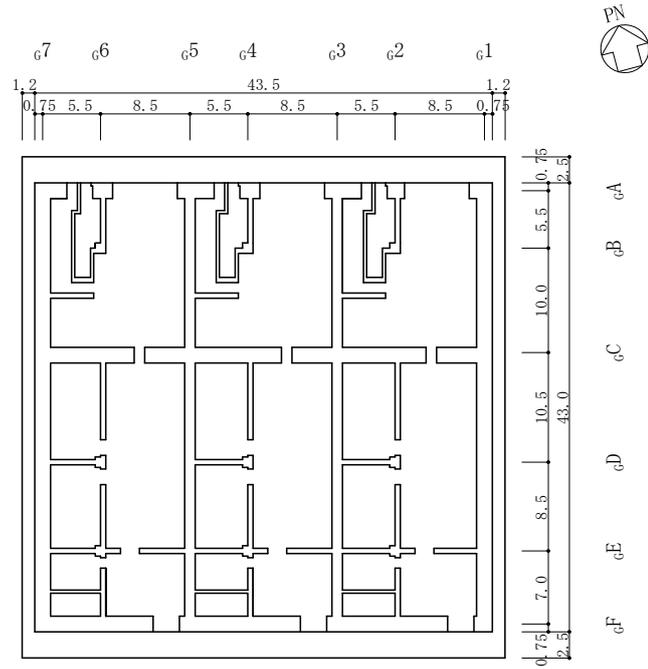
ガスタービン発電機建物の平面寸法は、43.0m*（N S）×43.5m*（E W）である。基礎スラブ底面からの高さは 17.5m である。

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。

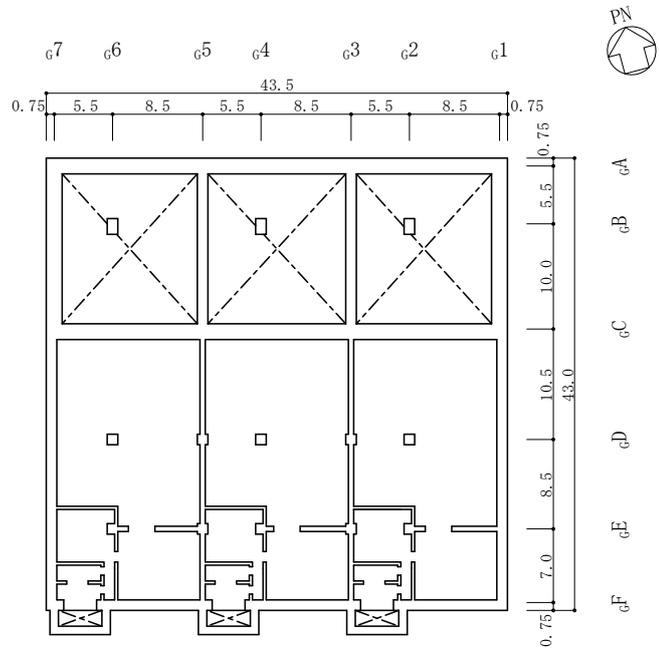
注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

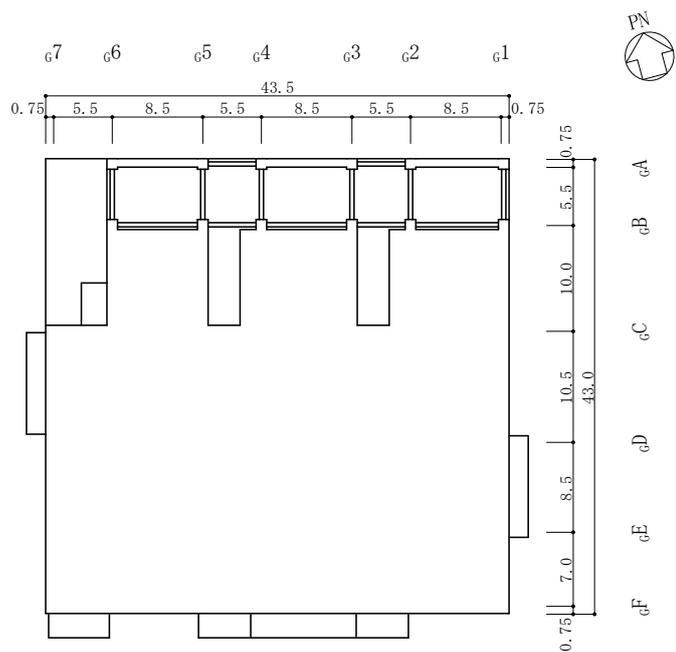
図 2-2(1) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 47.5m*)

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)

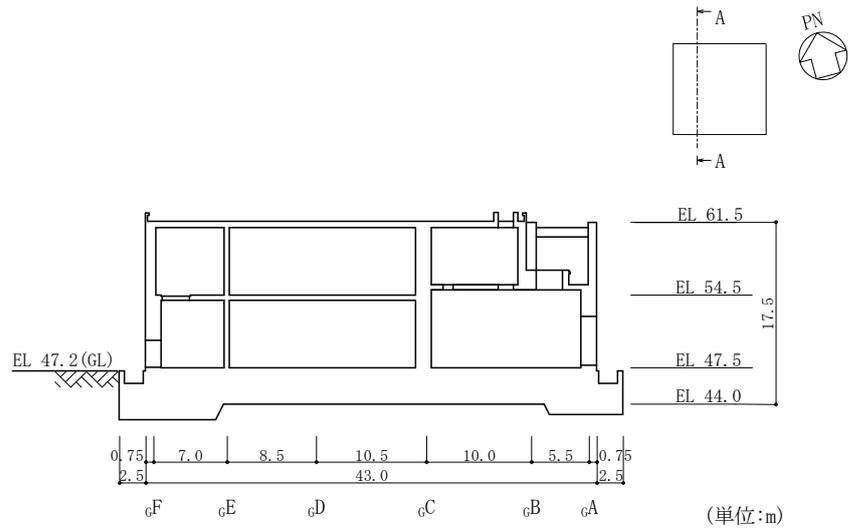


図 2-3(1) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (A-A断面, N S 方向)

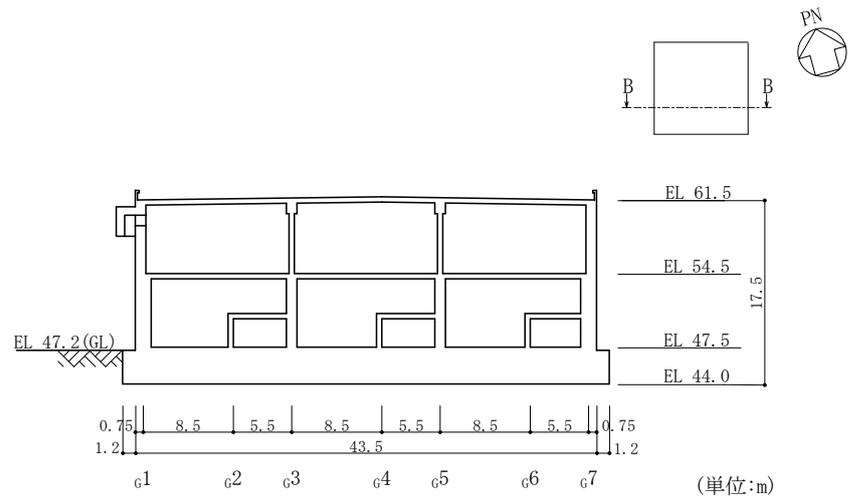


図 2-3(2) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (B-B断面, E W 方向)

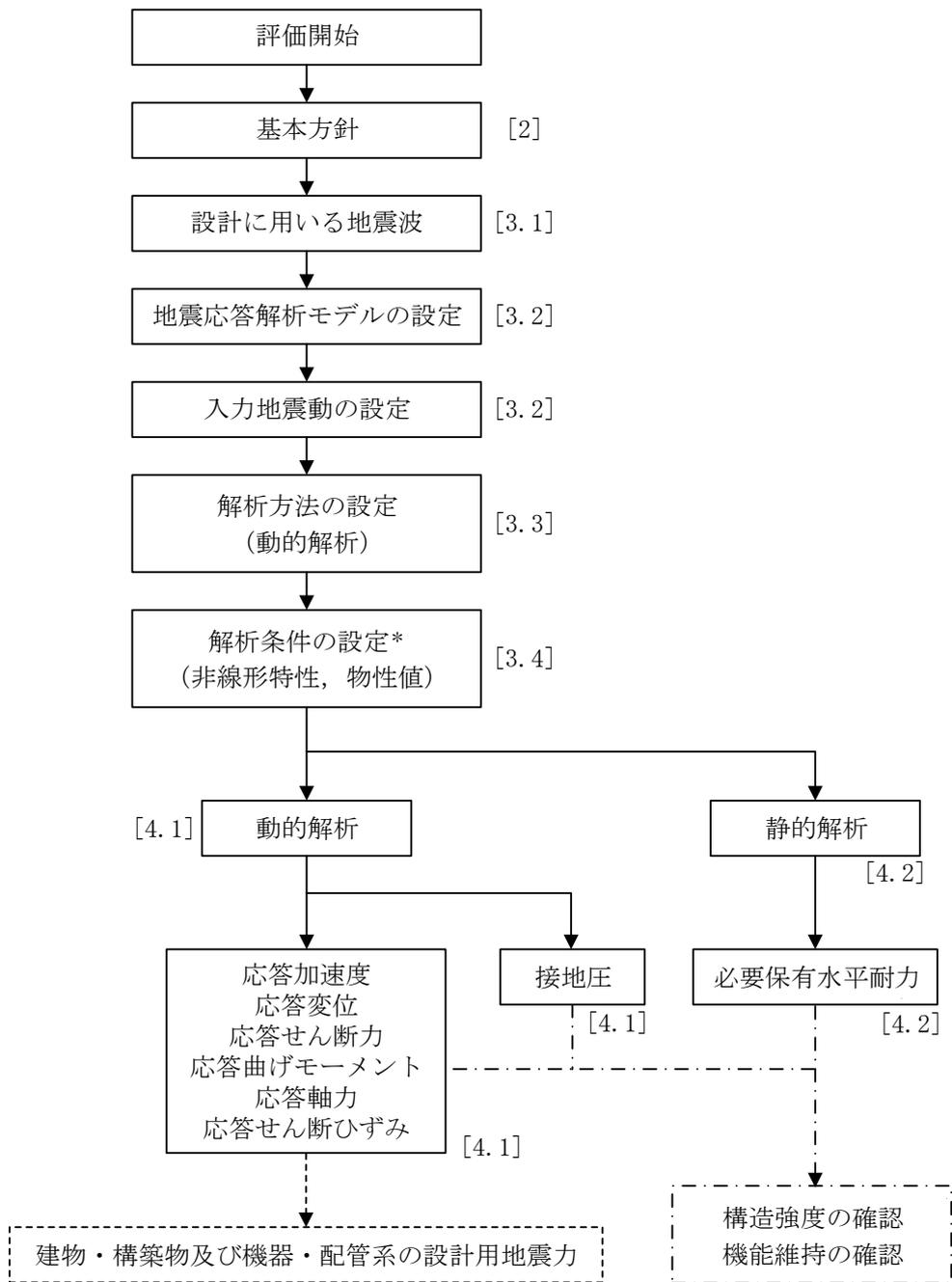
2.3 解析方針

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。

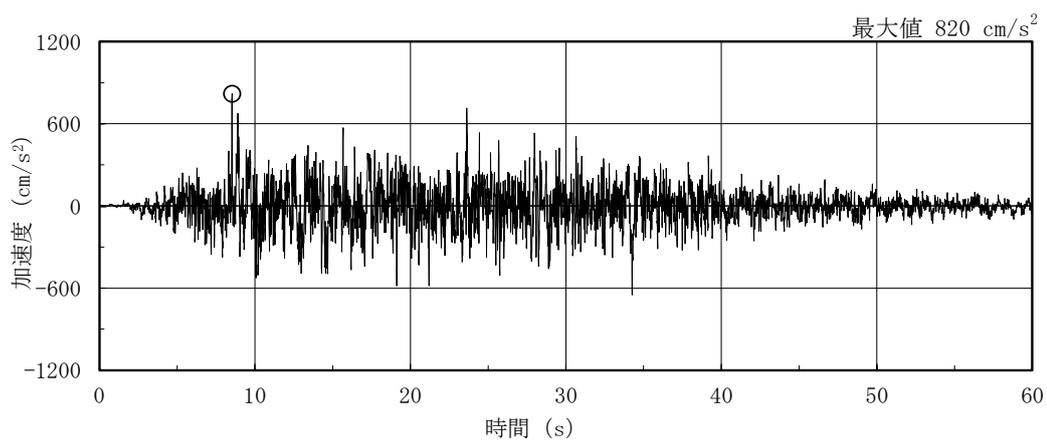
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構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

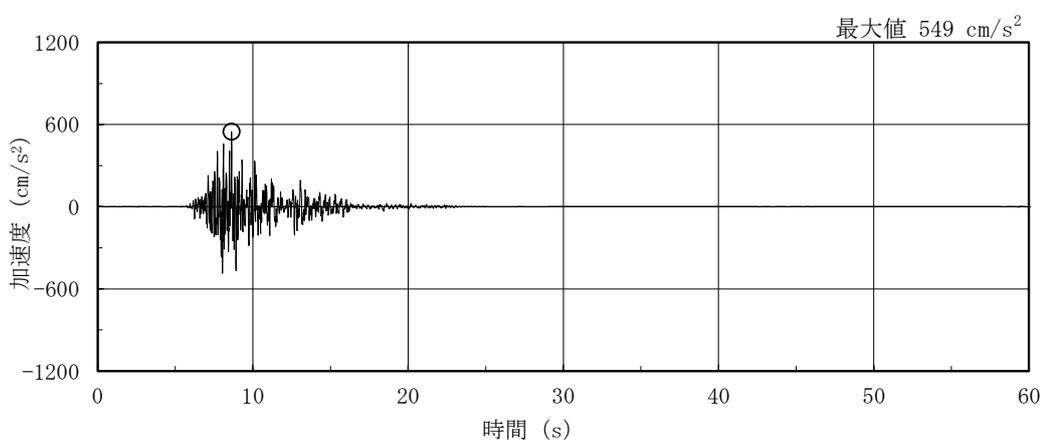
3.1 設計に用いる地震波

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。

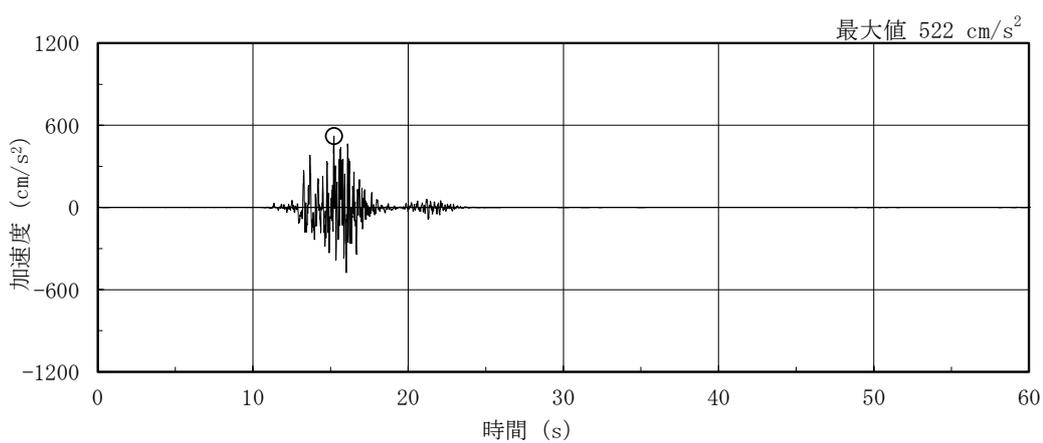
基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-4 に示す。



(a) S s - D

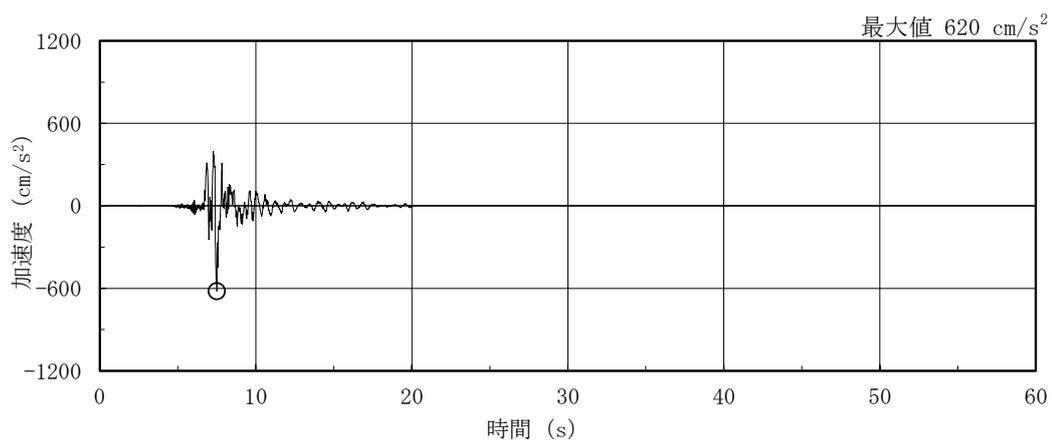


(b) S s - F 1

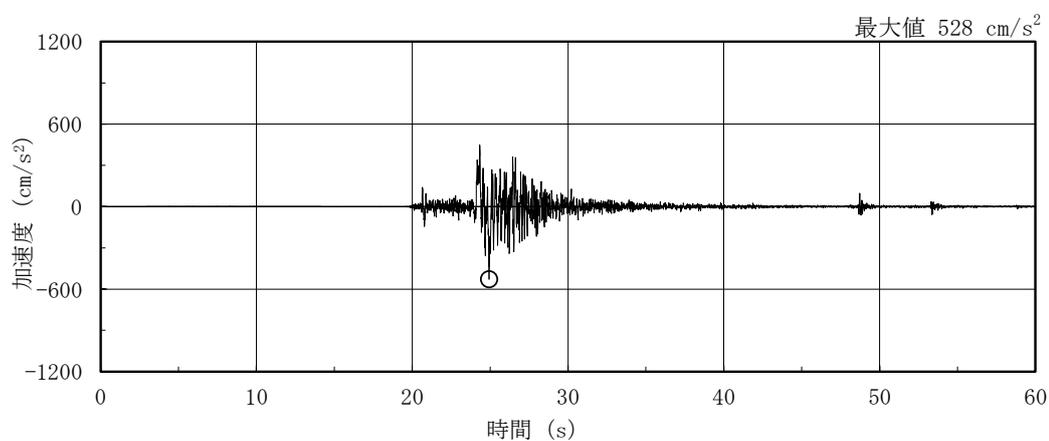


(c) S s - F 2

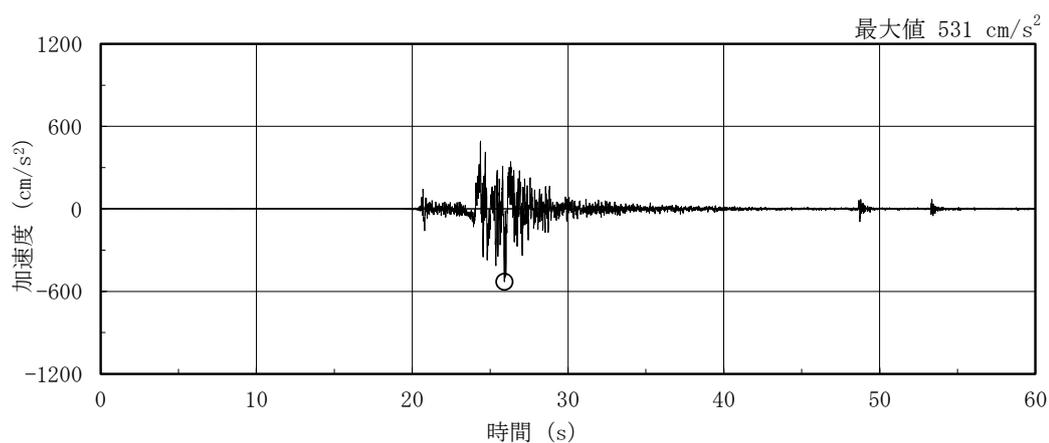
図 3-1(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , NS 方向)



(d) S s - N 1

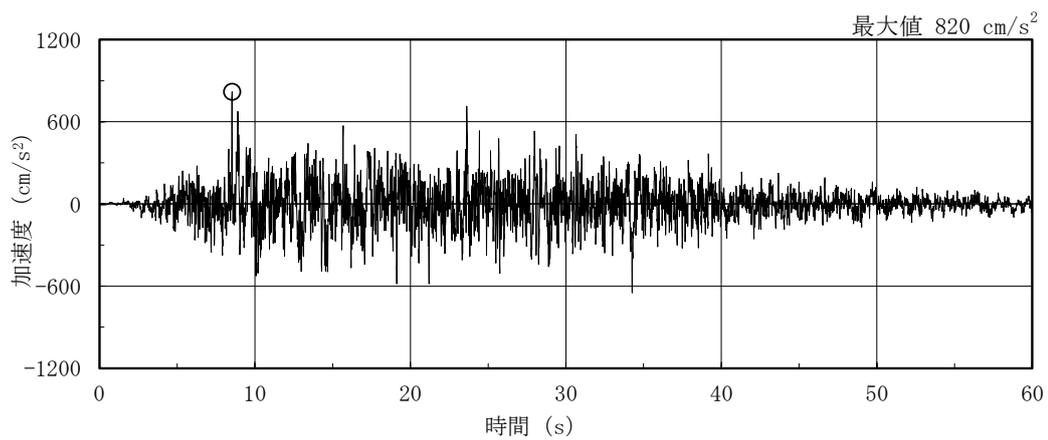


(e) S s - N 2 N S

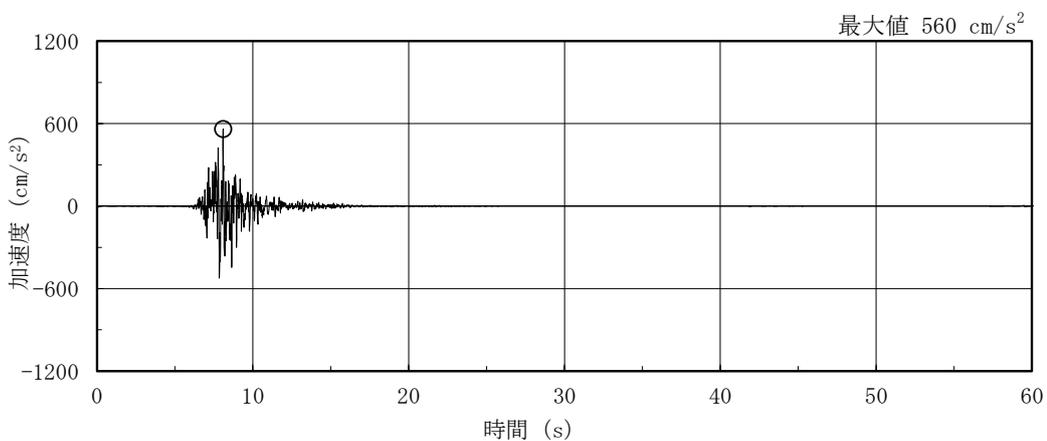


(f) S s - N 2 E W

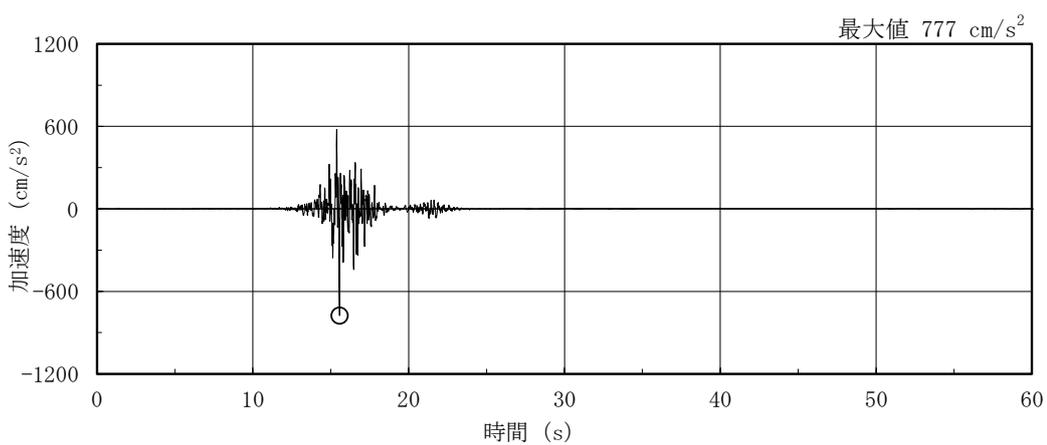
図 3-1(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , N S 方向)



(a) S s - D

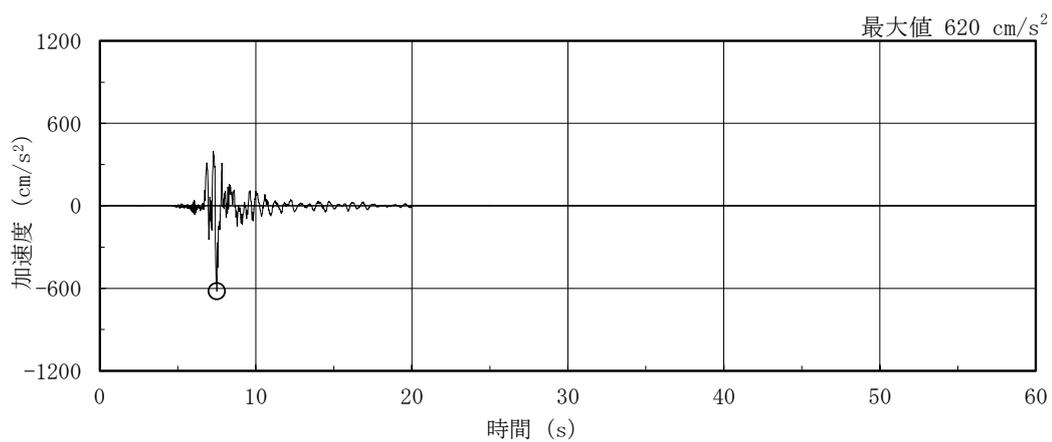


(b) S s - F 1

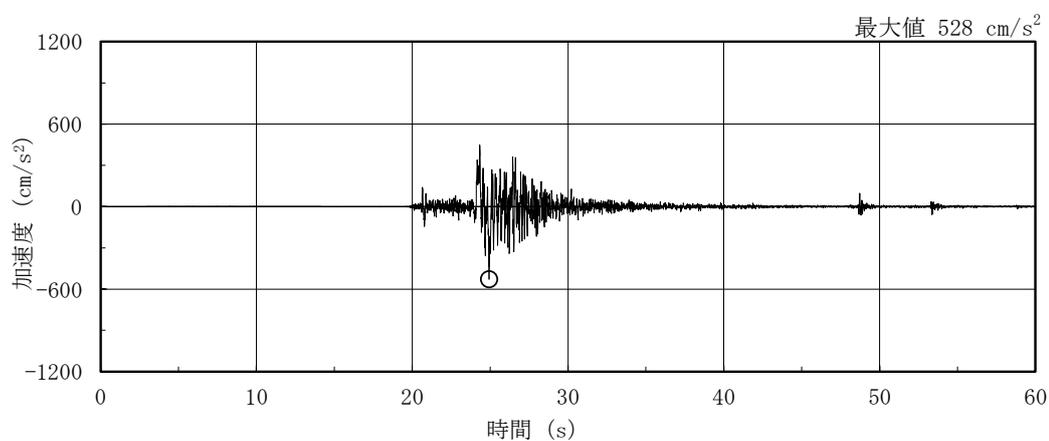


(c) S s - F 2

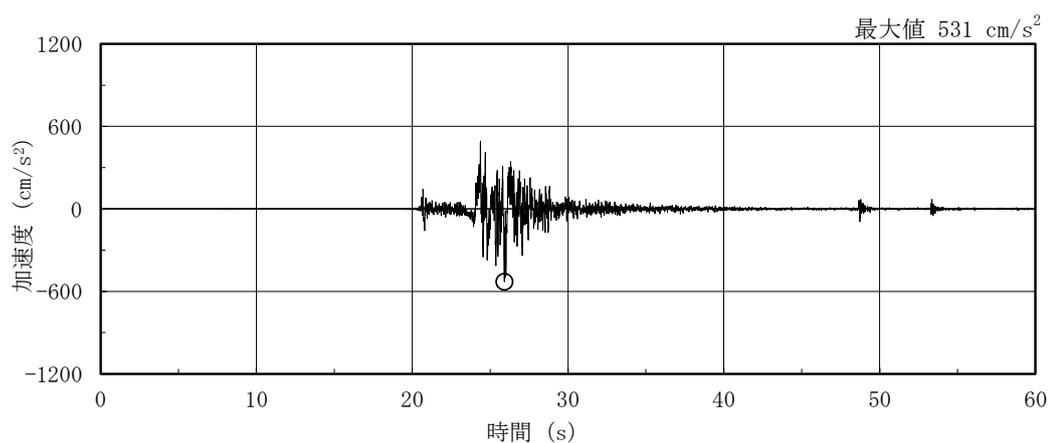
図 3-2(1) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, E W 方向)



(d) S s - N 1

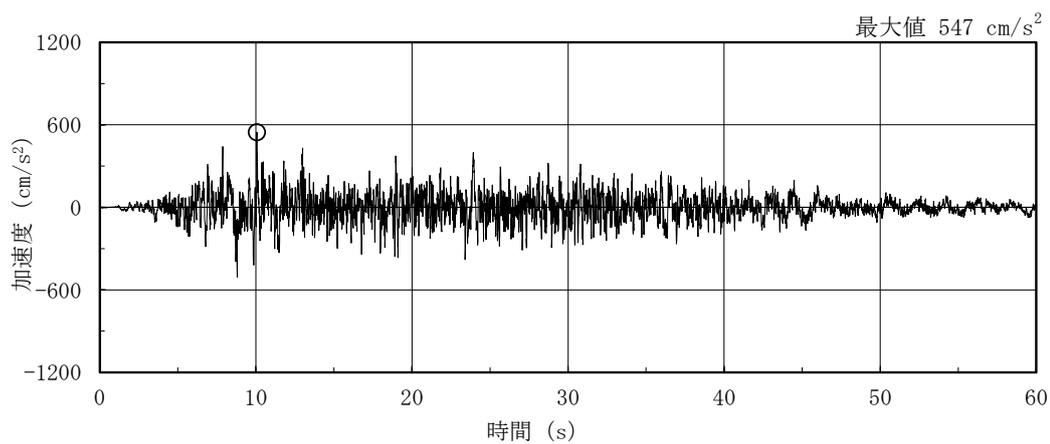


(e) S s - N 2 N S

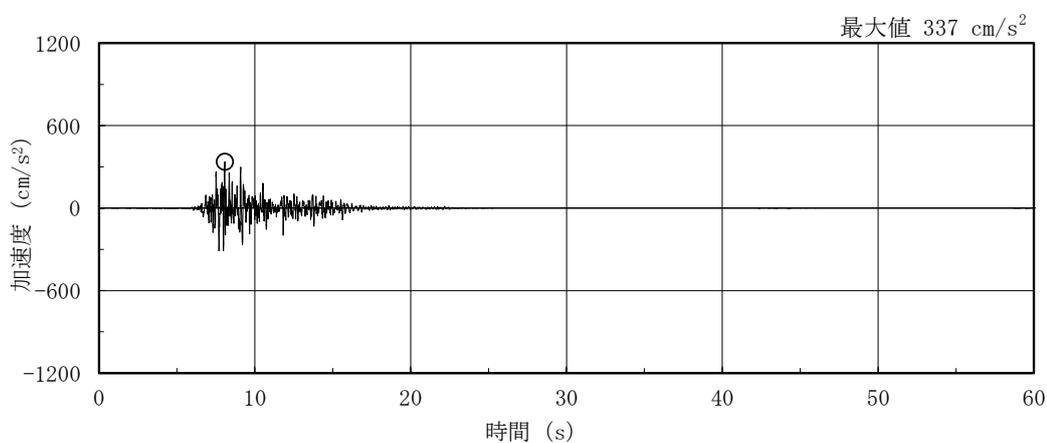


(f) S s - N 2 E W

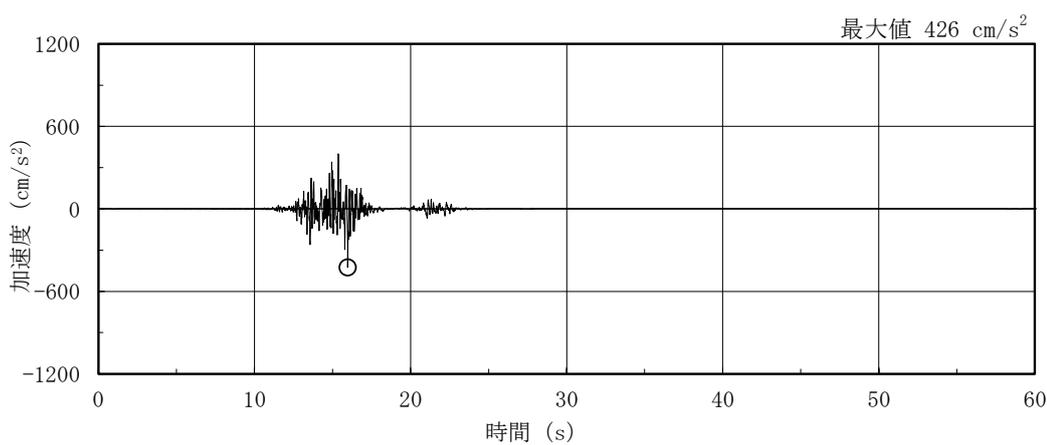
図 3-2(2) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s , E W 方向)



(a) S s - D

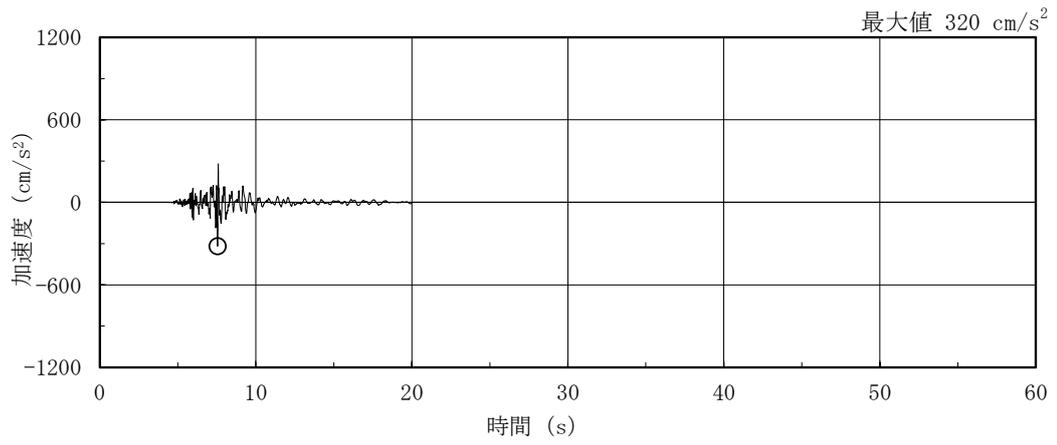


(b) S s - F 1

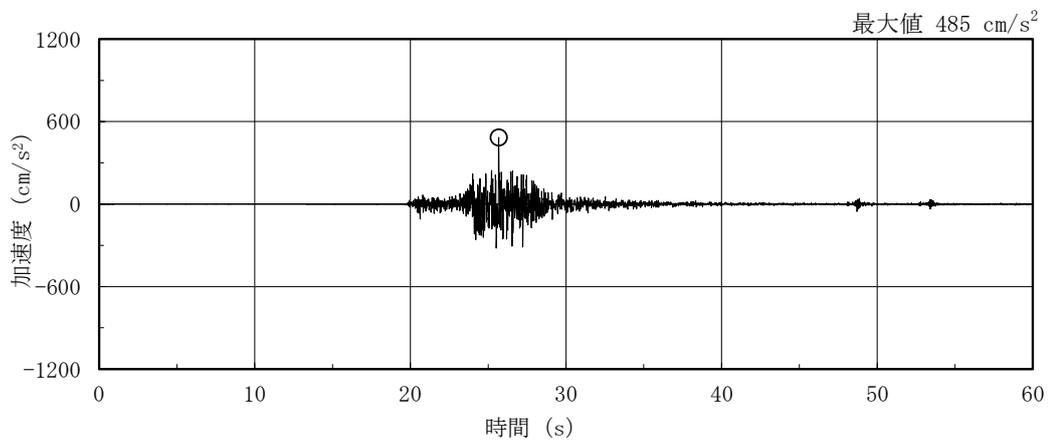


(c) S s - F 2

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)

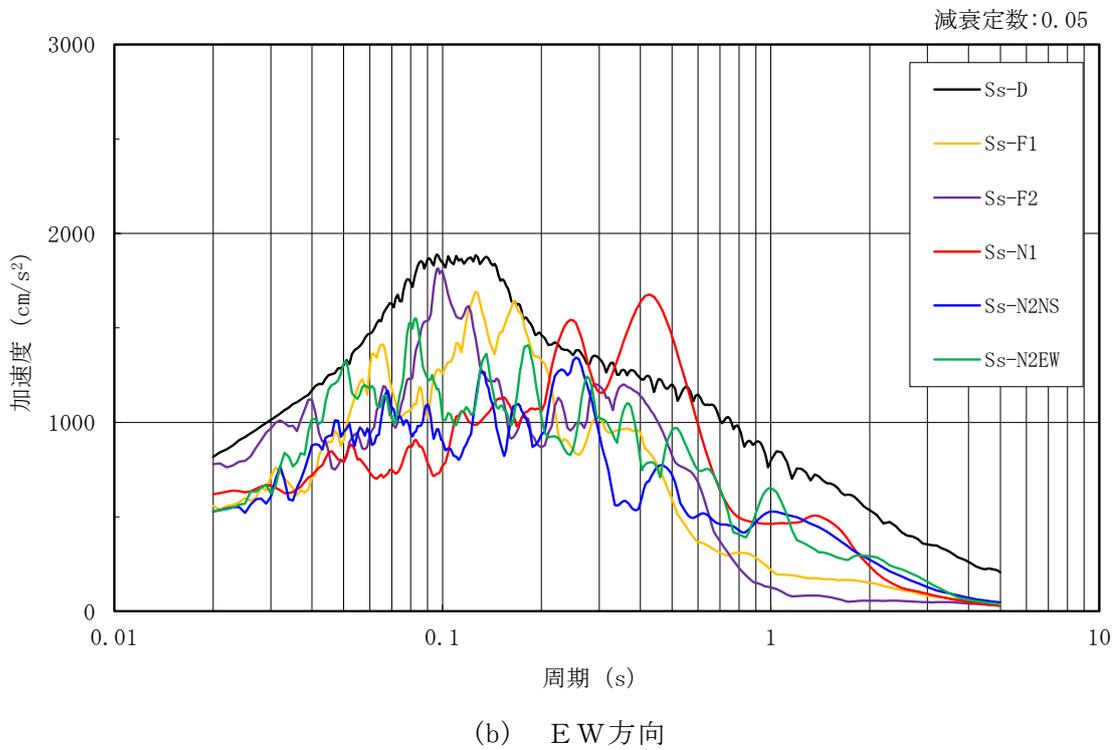
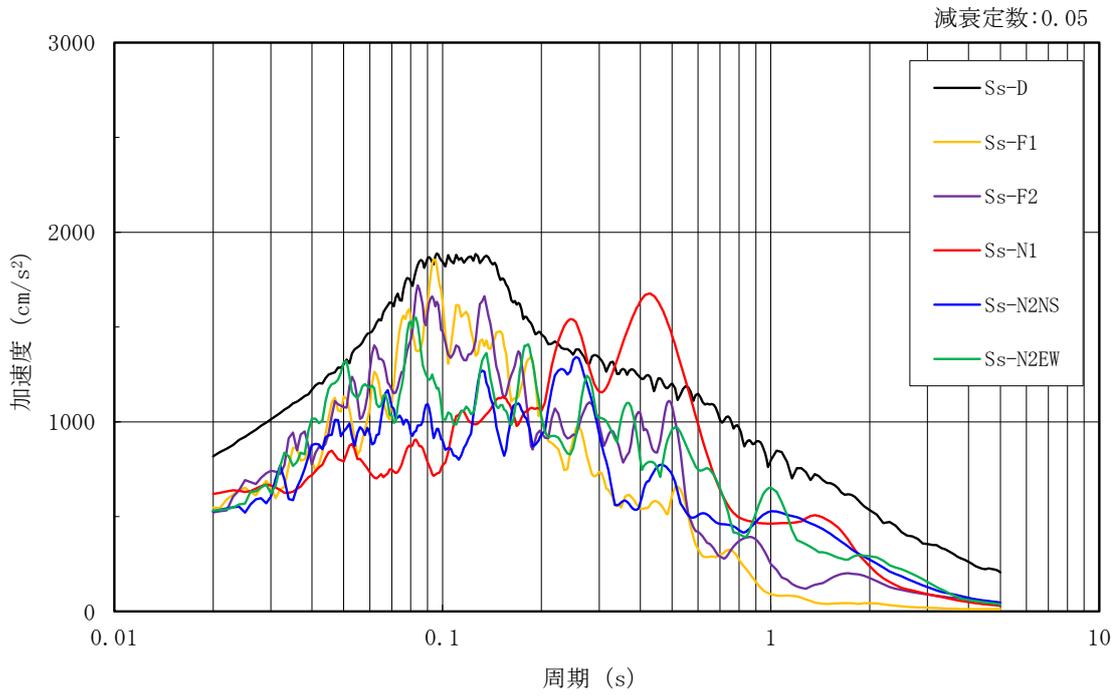
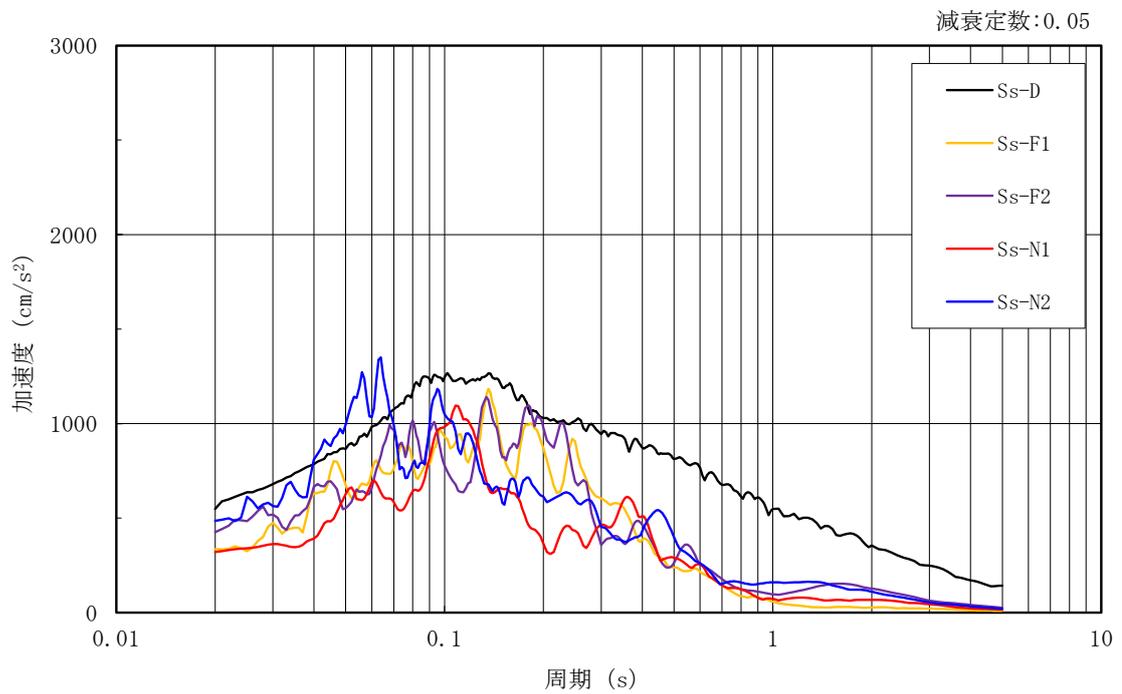


図 3-4(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)



(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 ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	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 ²) 鉄筋：SD345	2.44×10 ⁴	1.02×10 ⁴	5	—

3.2.1 水平方向

(1) 地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、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。

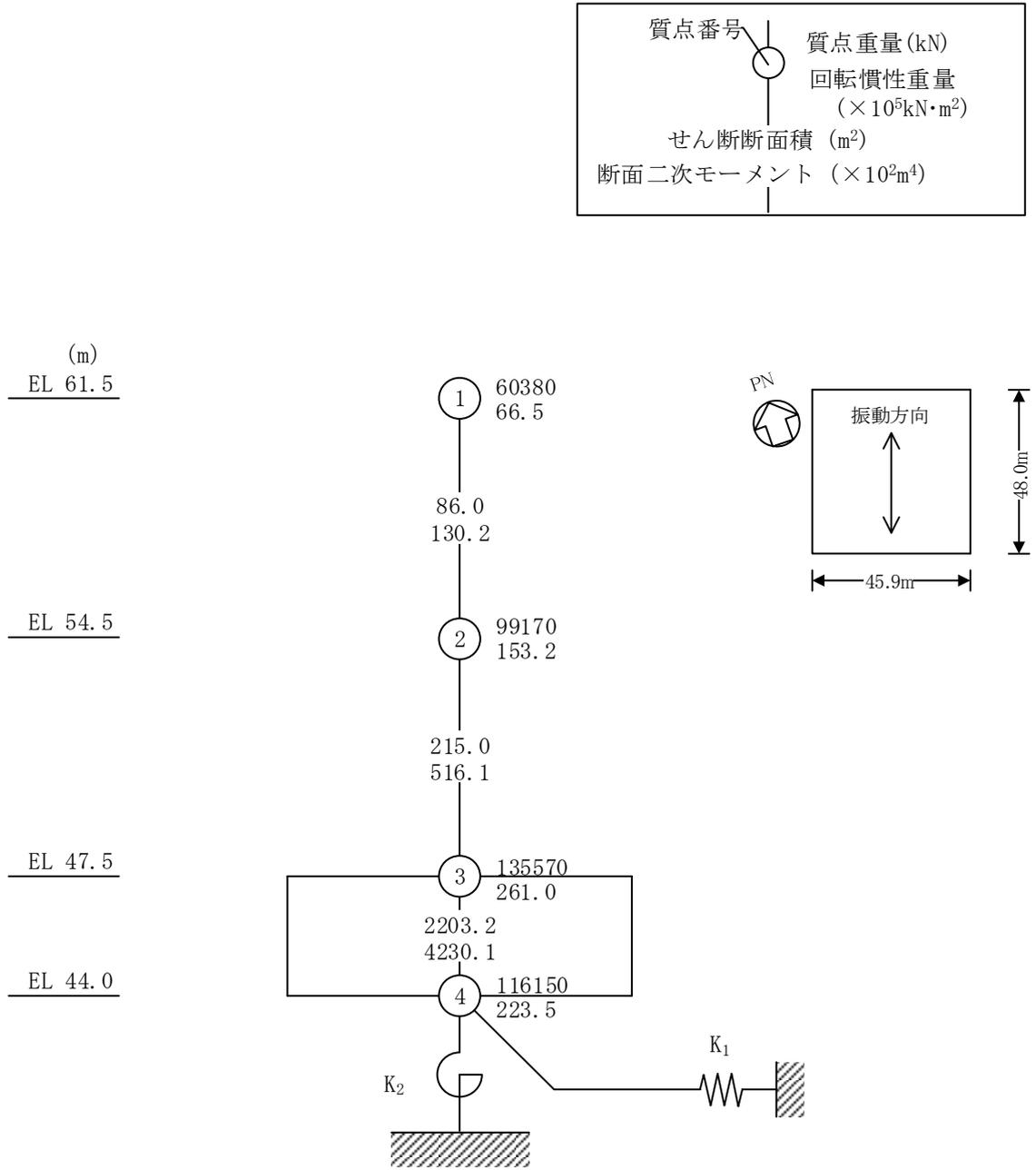


図 3-5(1) 地震応答解析モデル (NS 方向)

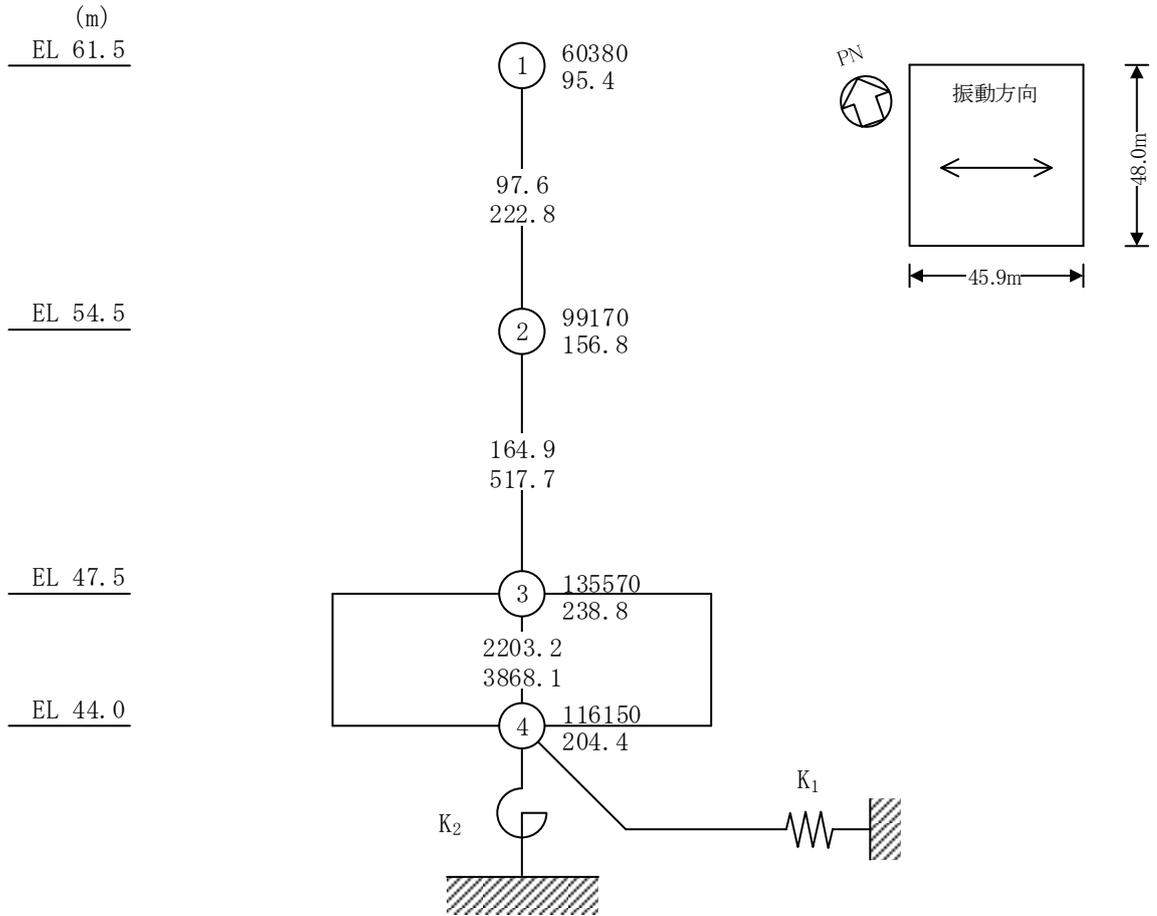
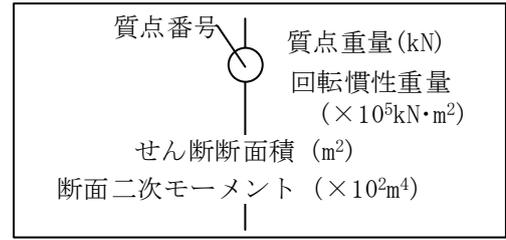
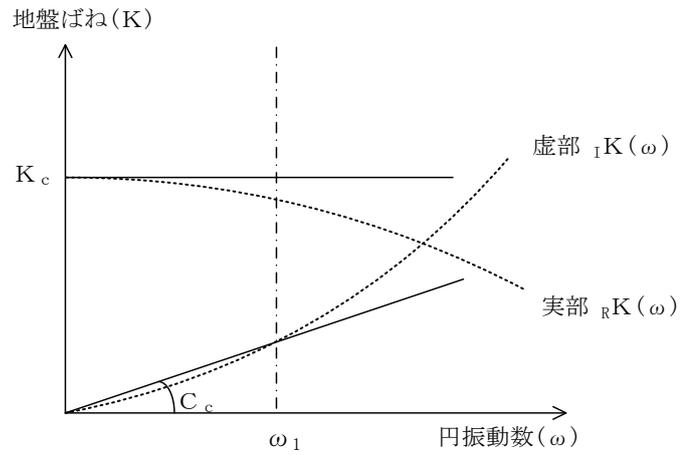


図 3-5(2) 地震応答解析モデル (EW方向)



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 ω_1 に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き C_c で定数化

図 3-6 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	4.32×10^8 (kN/m)	5.33×10^6 (kN・s/m)
K2	底面・回転	3.21×10^{11} (kN・m/rad)	1.26×10^9 (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	4.34×10^8 (kN/m)	5.38×10^6 (kN・s/m)
K2	底面・回転	3.01×10^{11} (kN・m/rad)	1.11×10^9 (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 _s (m/s)	P波速度 V _p (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 ⁵ kN/m ²)	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

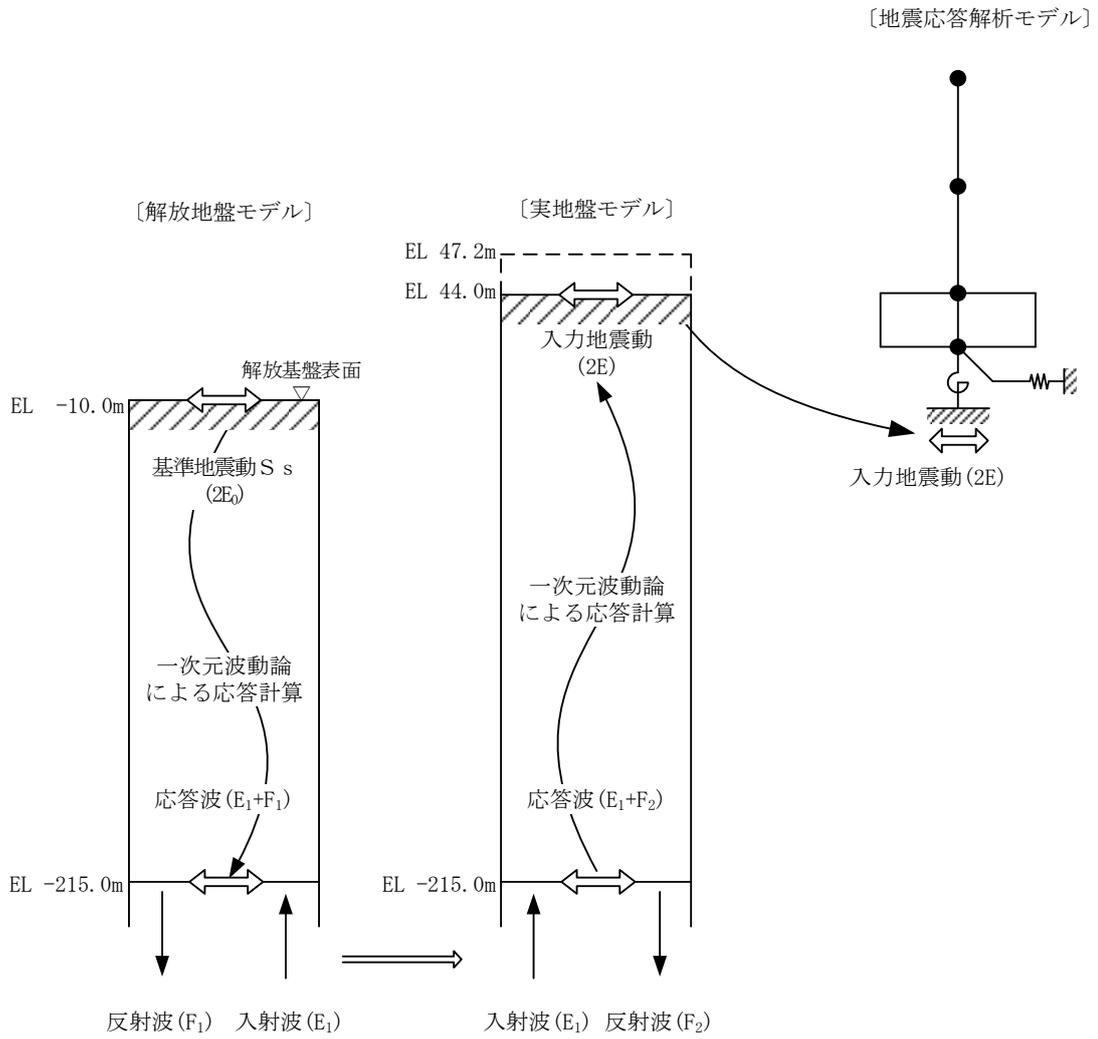


図 3-7 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

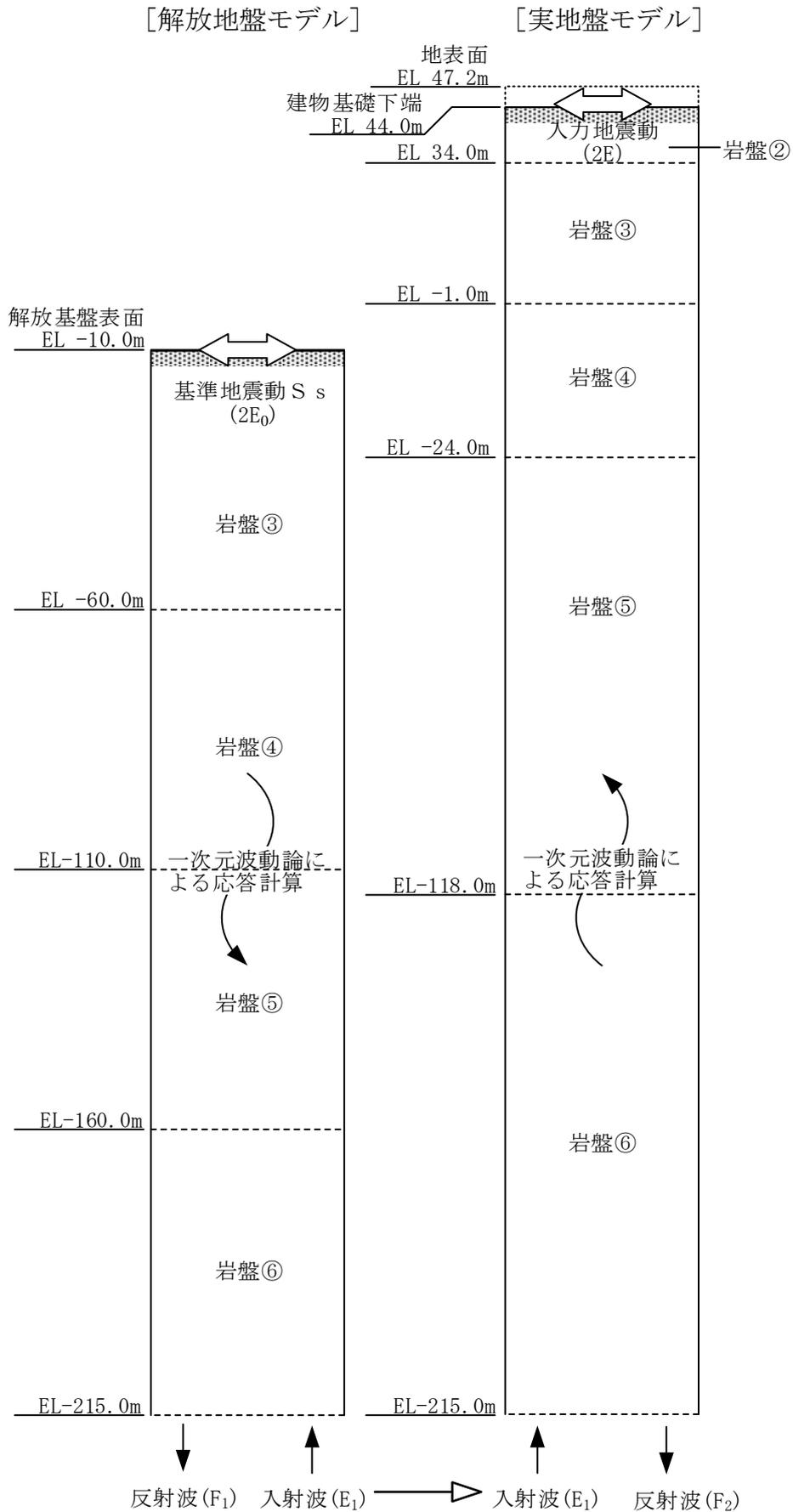


図 3-8 1次元地盤モデル (水平方向)

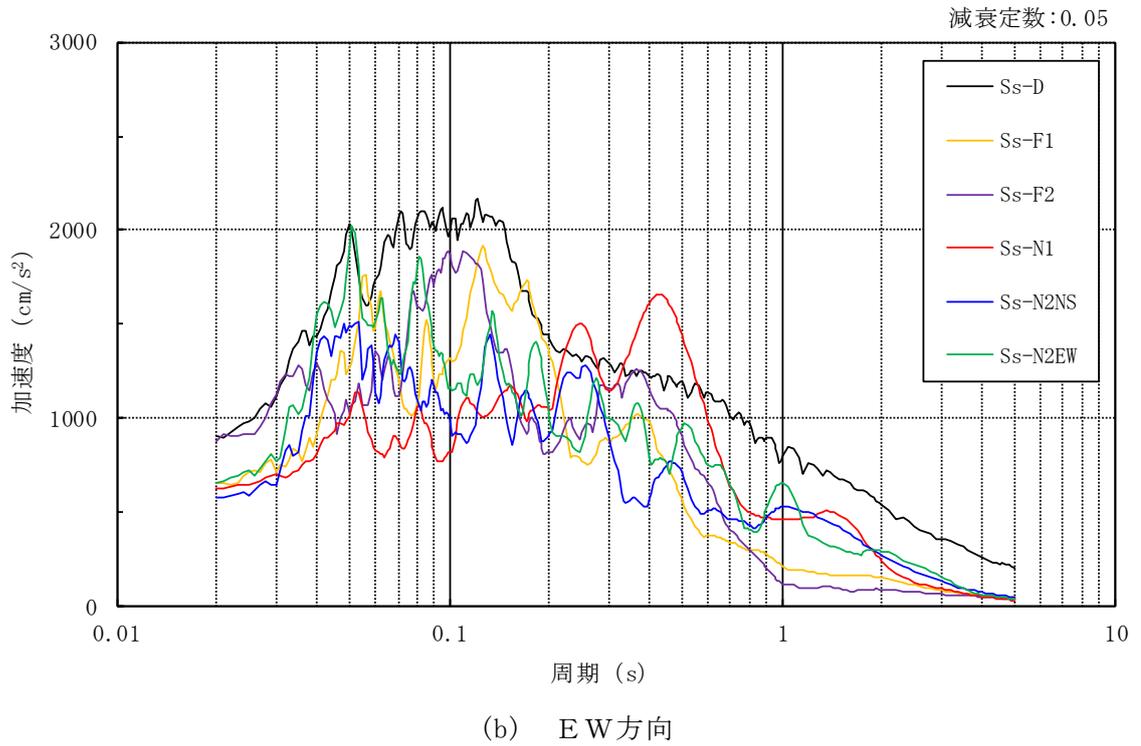
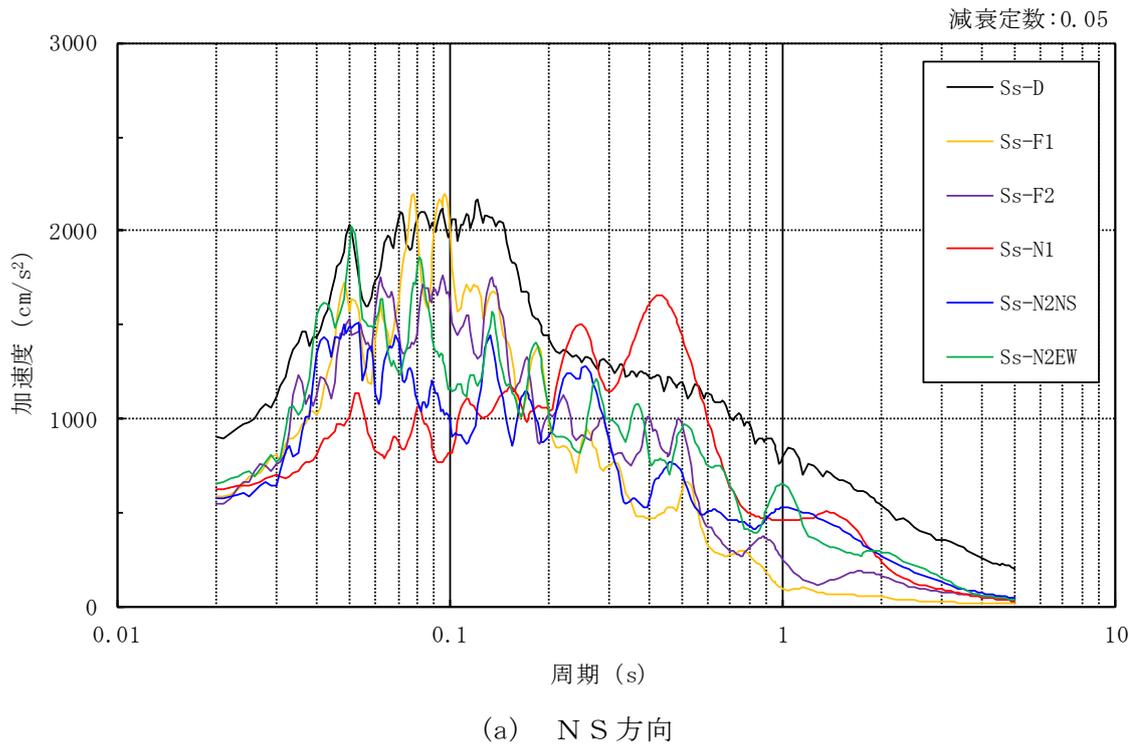


図 3-9 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動 S_s , EL 44.0m)

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。

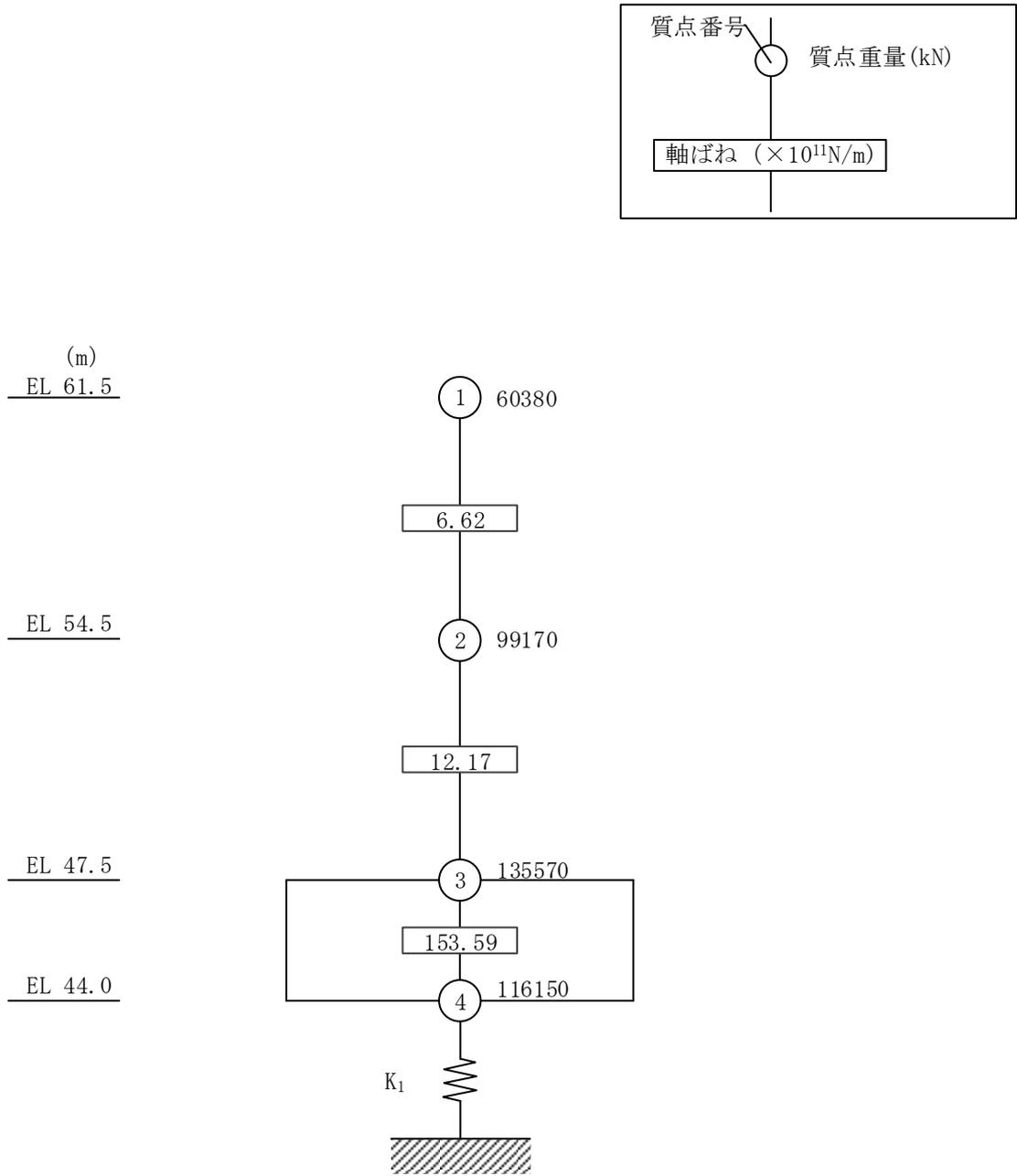


図 3-10 地震応答解析モデル (鉛直方向)

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	9.86×10^8 (kN/m)	1.42×10^7 (kN・s/m)

S2 補 VI-2-2-16 R1

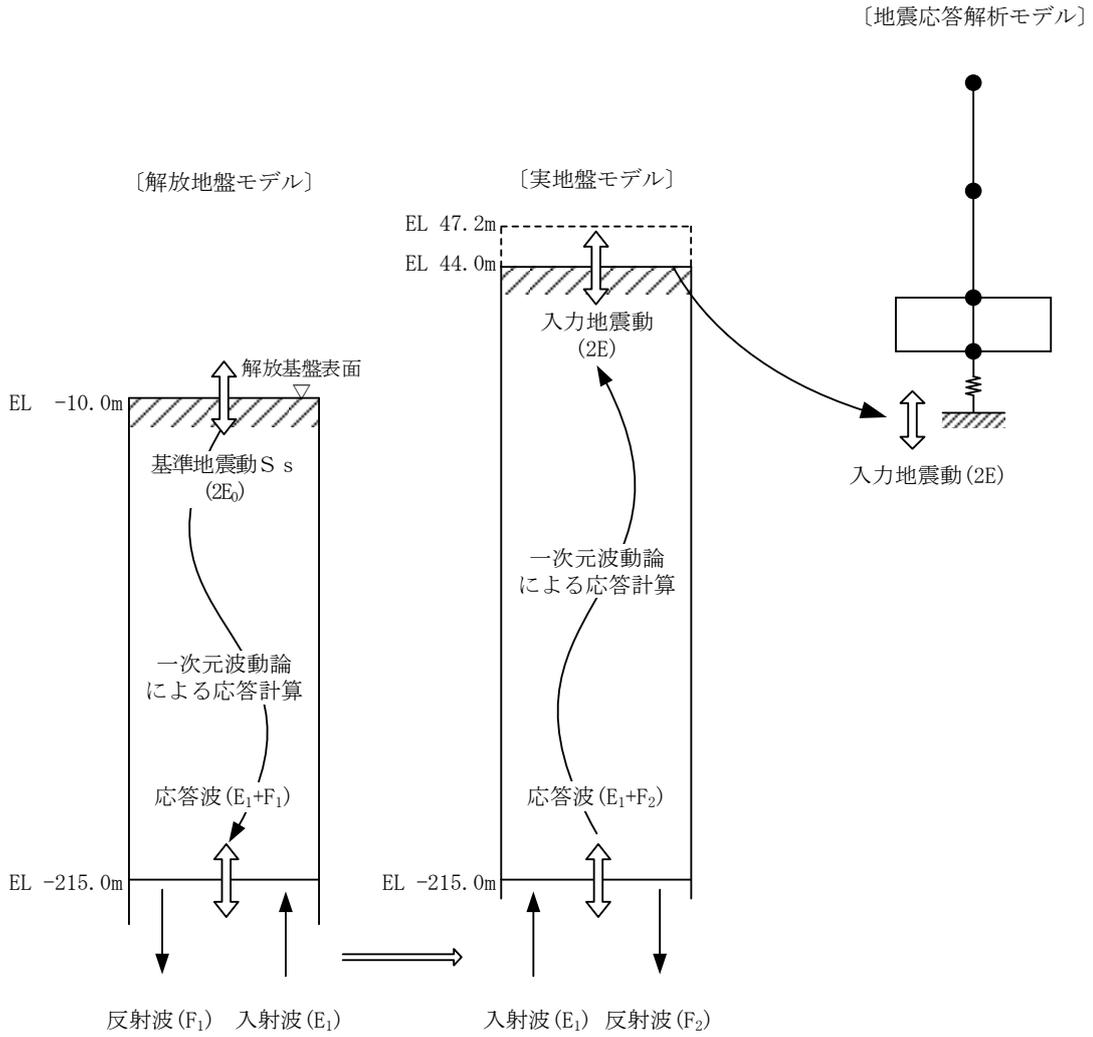


図 3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

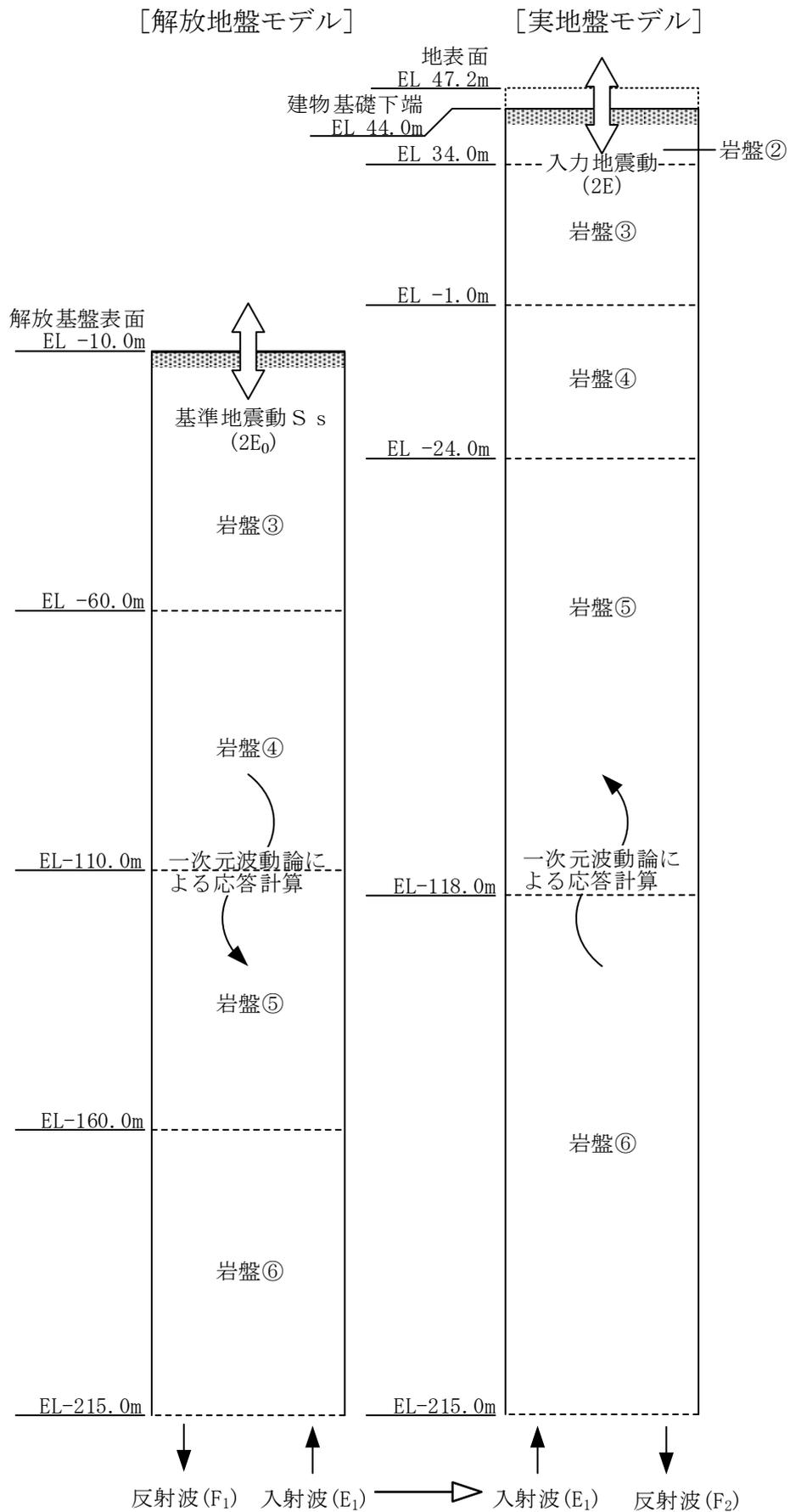


図 3-12 1次元地盤モデル (鉛直方向)

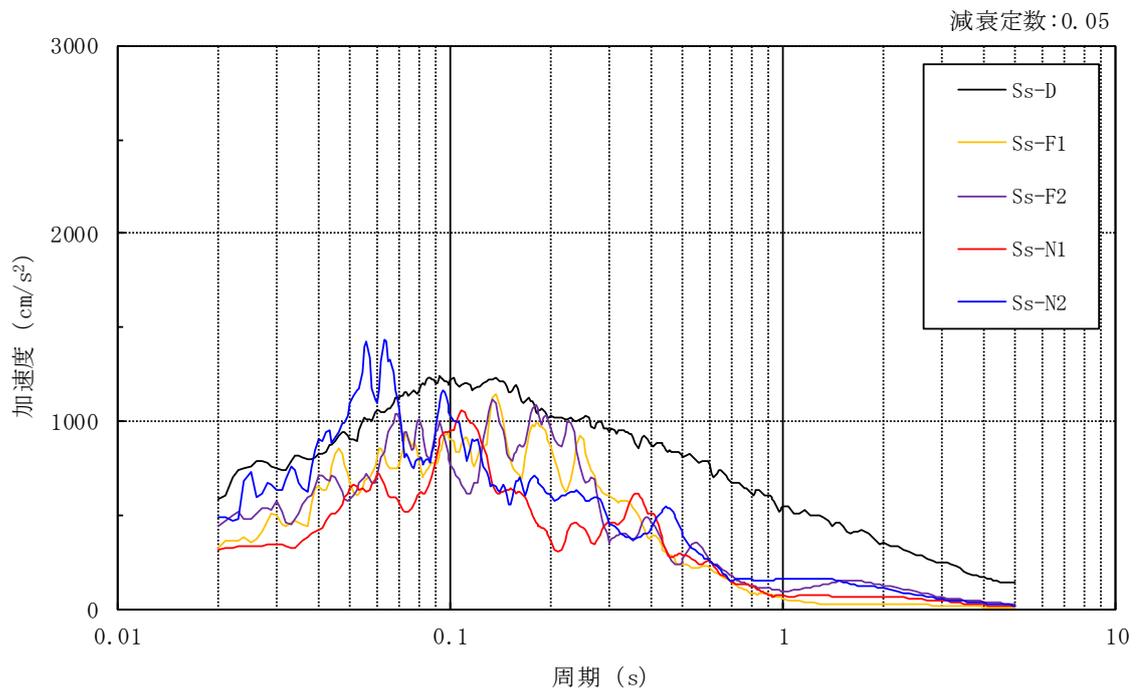


図 3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S s , 鉛直方向, EL 44.0m)

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、

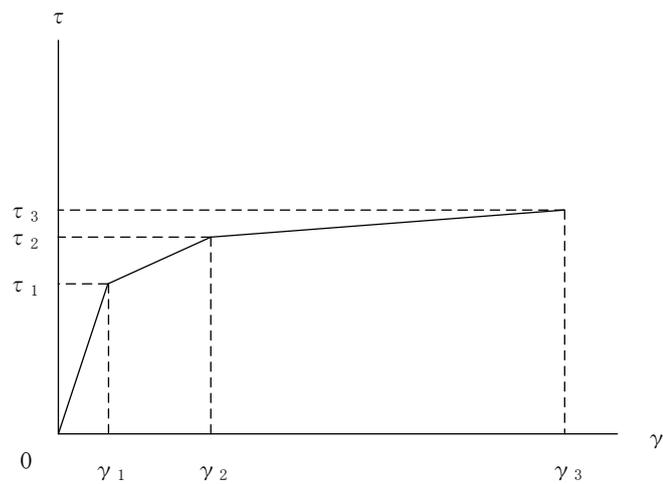
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- R_t : 振動特性係数 (0.8)
- A_i : 第 i 層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数
- C_0 : 標準せん断力係数 (1.0)

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。

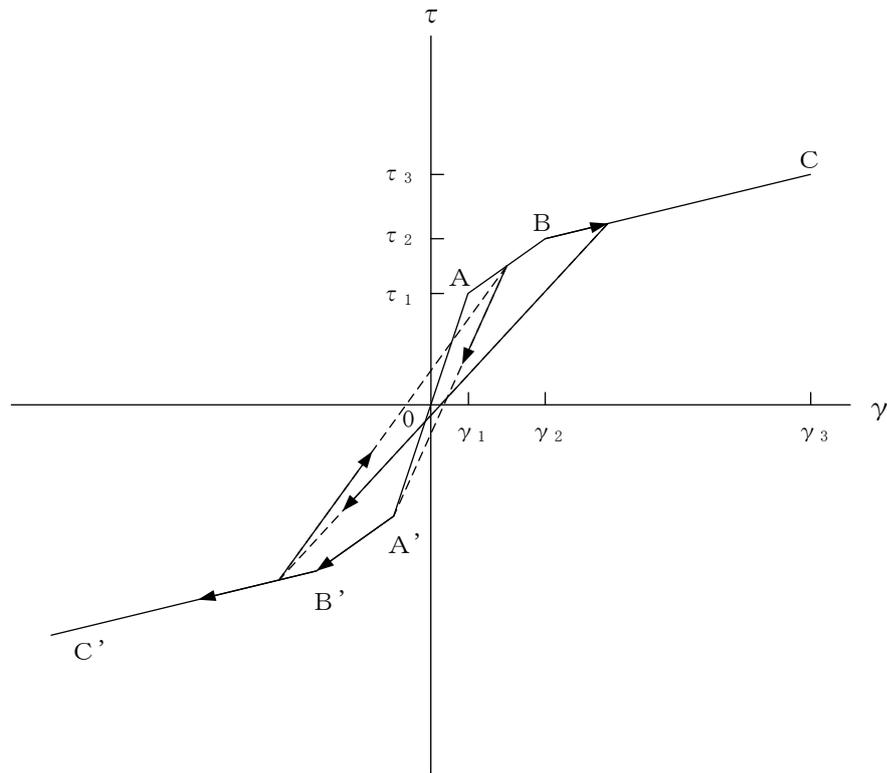


- τ_1 : 第 1 折点のせん断応力度
- τ_2 : 第 2 折点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第 1 折点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第 2 折点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図 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。

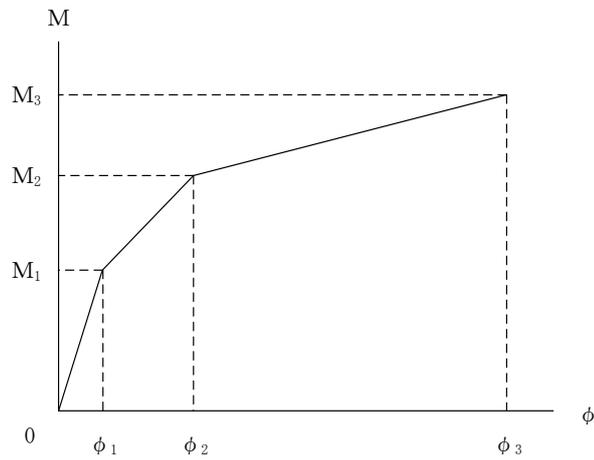


- a. 0-A 間 : 弾性範囲
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

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- ϕ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係) は, 「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき, トリリニア型スケルトン曲線とする。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

ϕ_1 : 第 1 折点の曲率

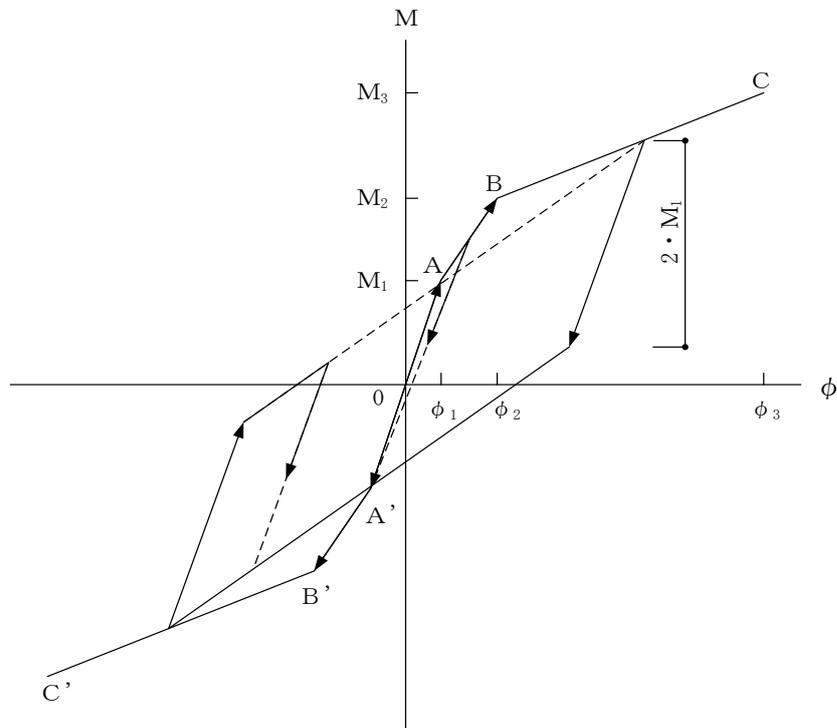
ϕ_2 : 第 2 折点の曲率

ϕ_3 : 終局点の曲率

図 3-16 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 3-17 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)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
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)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
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)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$ /m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$ /m)	ϕ_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

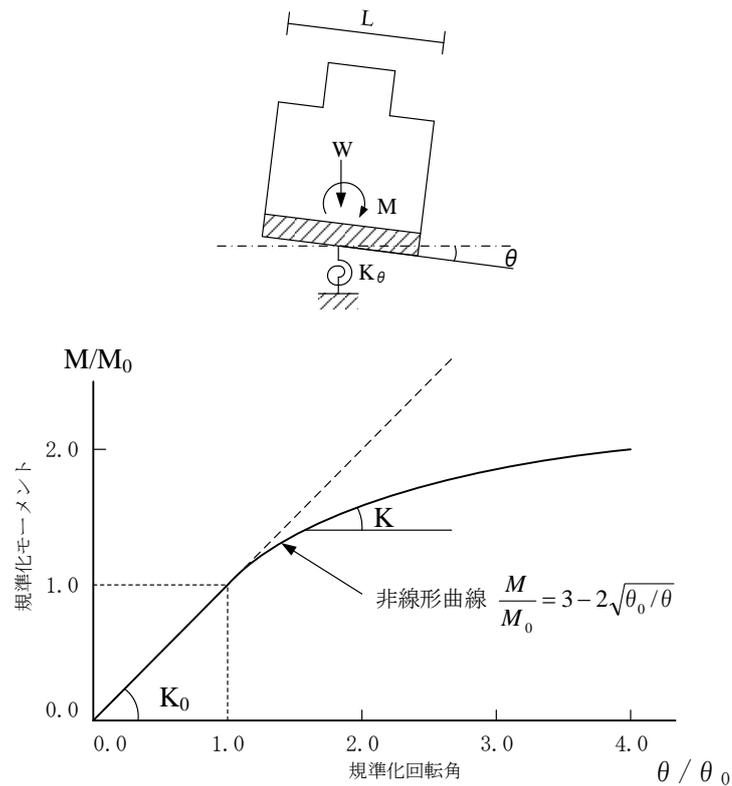
表 3-8 曲げスケルトン曲線 ($M - \phi$ 関係) (EW 方向)

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)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$ /m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$ /m)	ϕ_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 ($=W \cdot L / 6$)

θ : 回転角

θ_0 : 浮上り限界回転角

K_0 : 地盤の回転ばね定数 (浮上り前)

K : 地盤の回転ばね定数 (浮上り後)

W : 建物総重量

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

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

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	+ σ 相当	- σ 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	+ σ 相当	- σ 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 基本ケースの地震応答解析結果

(1) 固有値解析結果

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

(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。

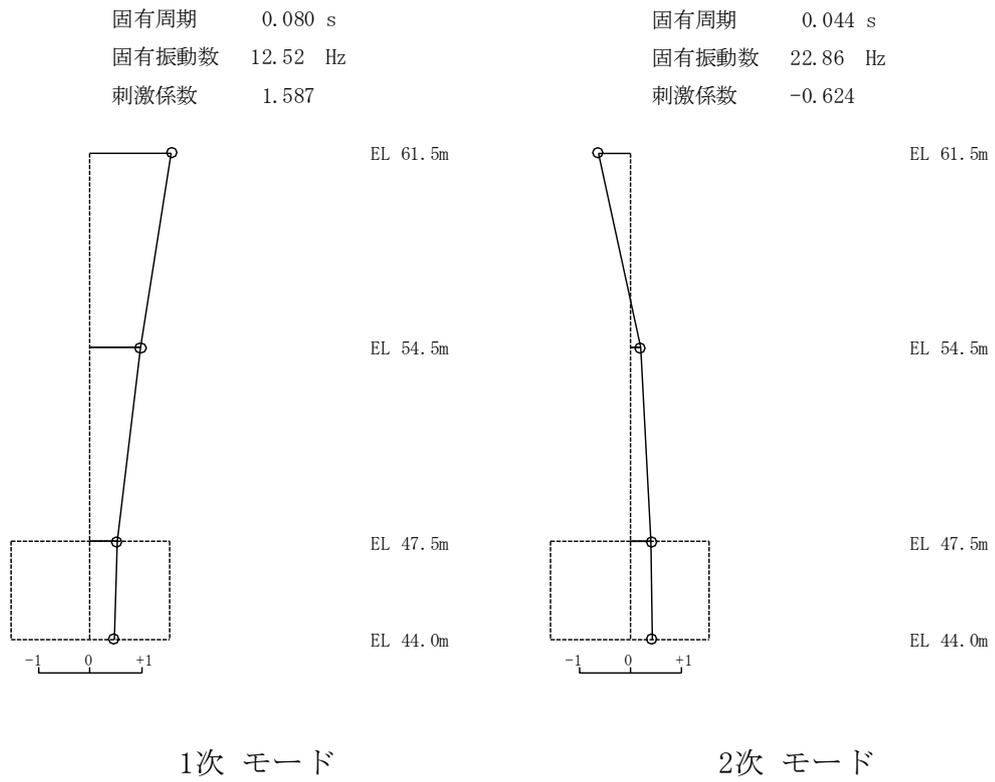


図 4-1 刺激関数図 (N S 方向)

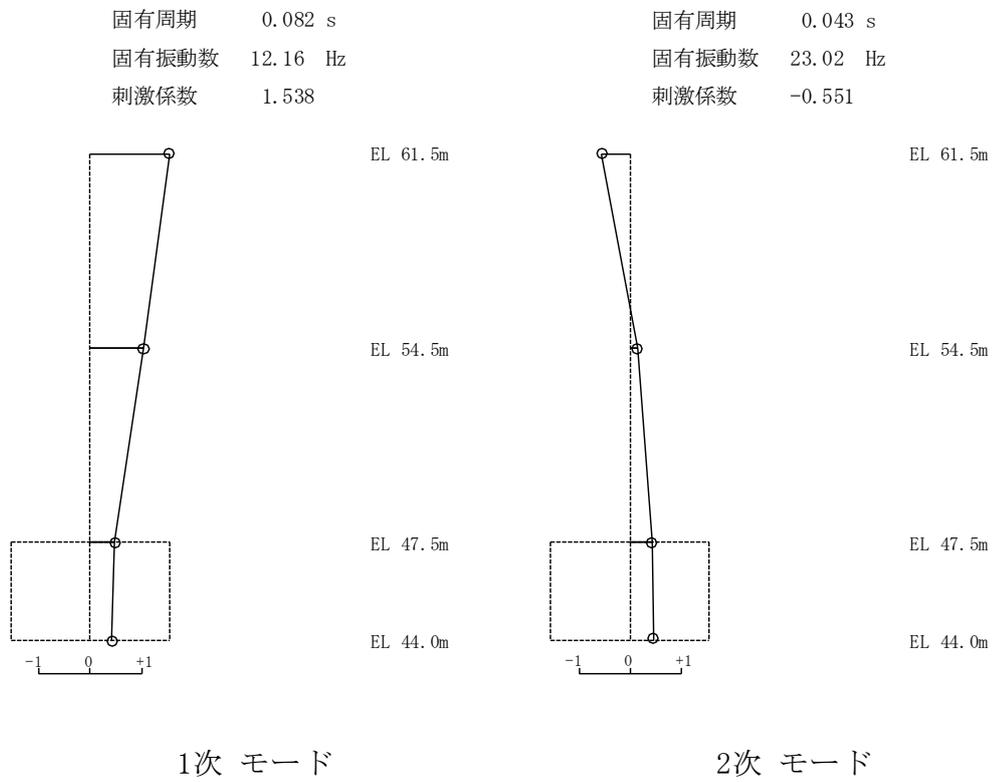
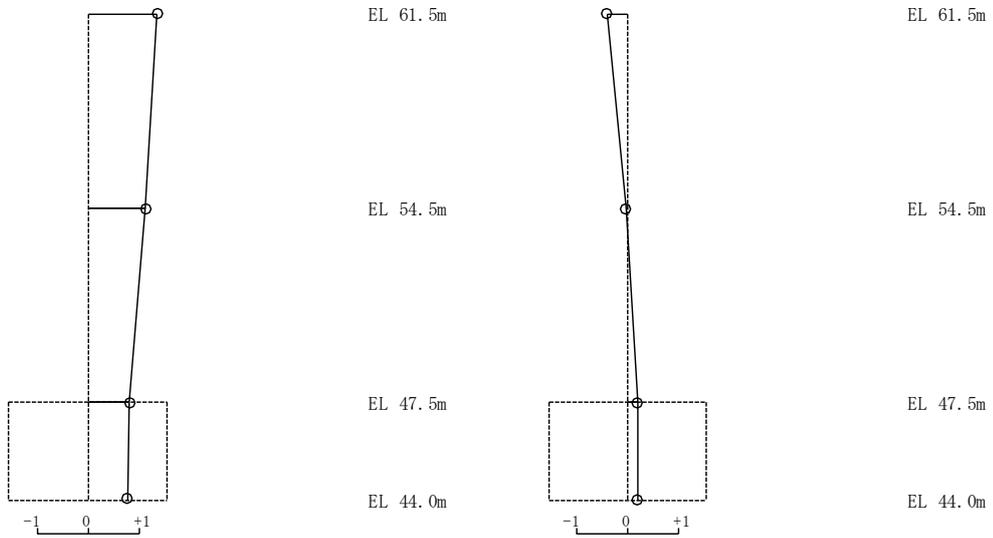


図 4-2 刺激関数図 (E W 方向)

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)

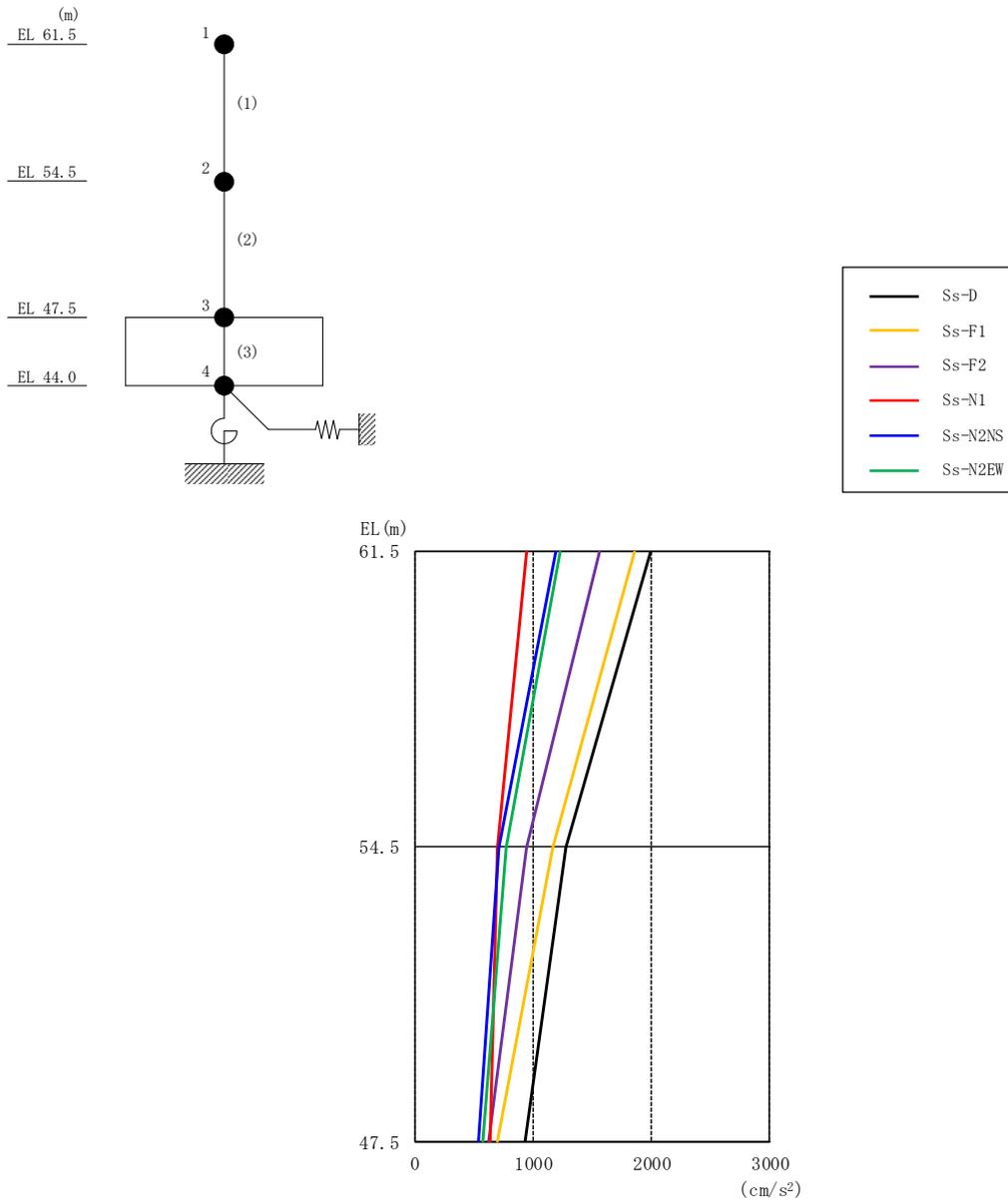


図 4-4 最大応答加速度 (基準地震動 S_s , NS 方向)

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 (cm/s ²)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-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。

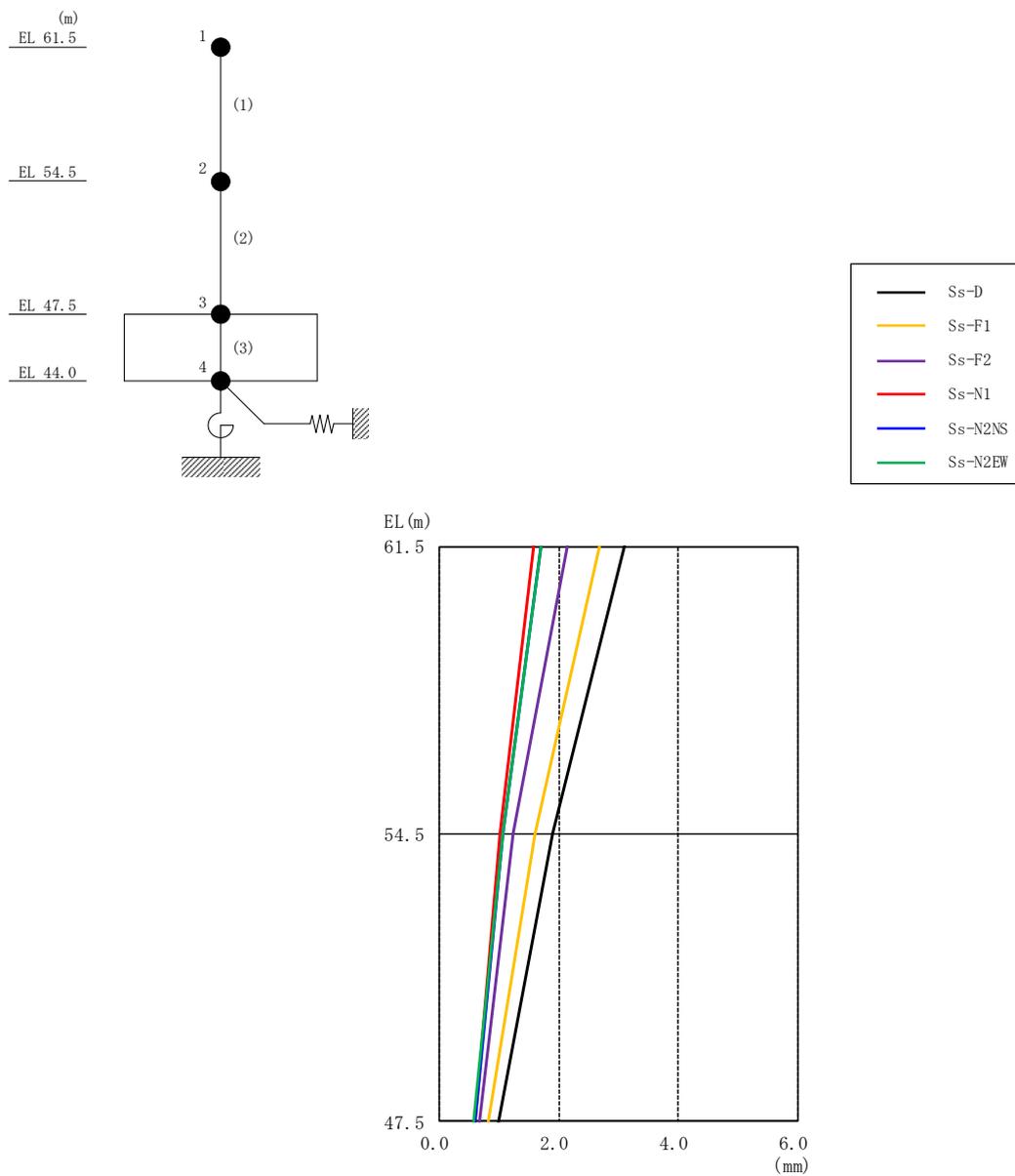


図 4-5 最大応答変位 (基準地震動 S_s , NS 方向)

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。

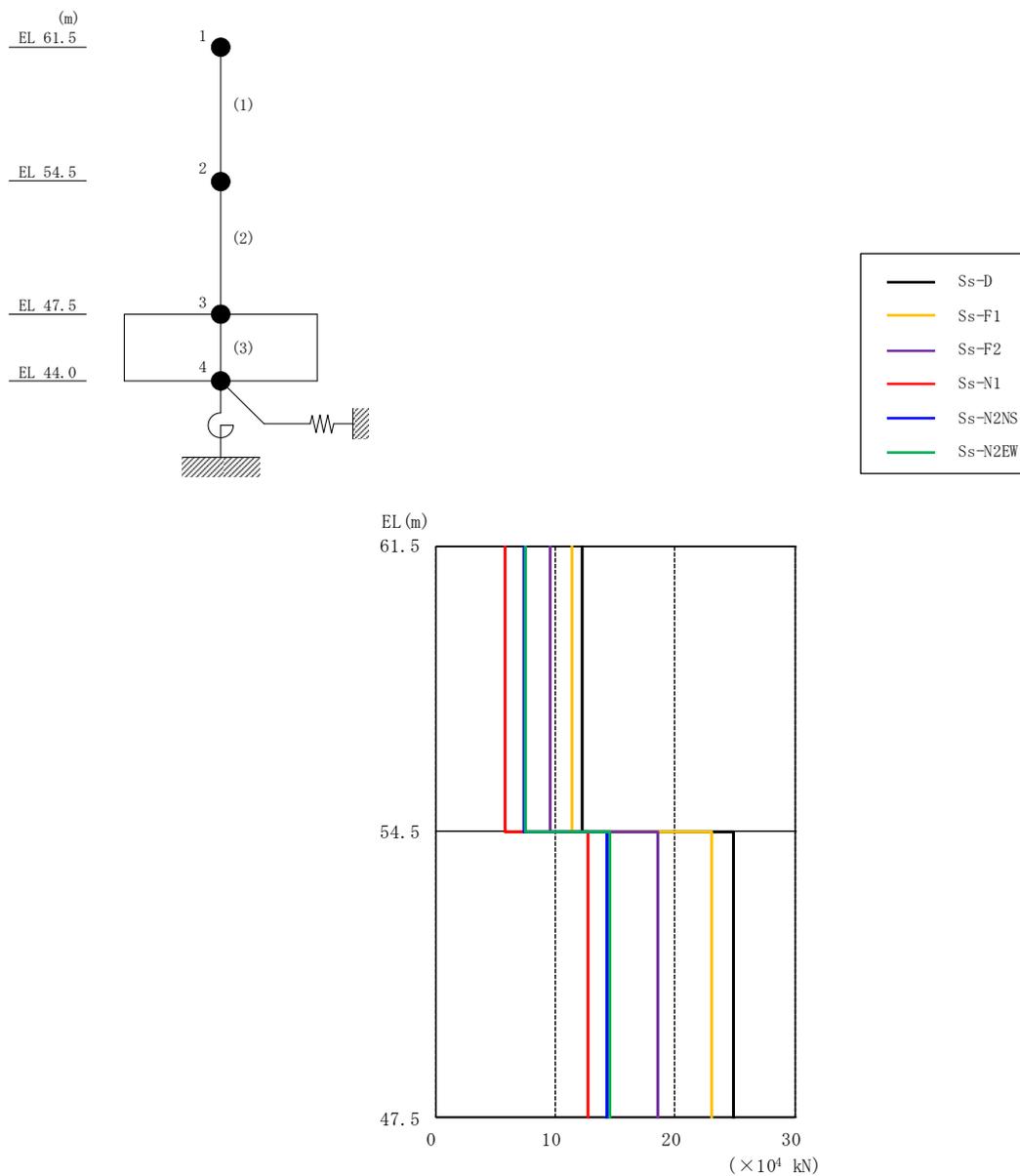


図 4-6 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，NS 方向）

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。

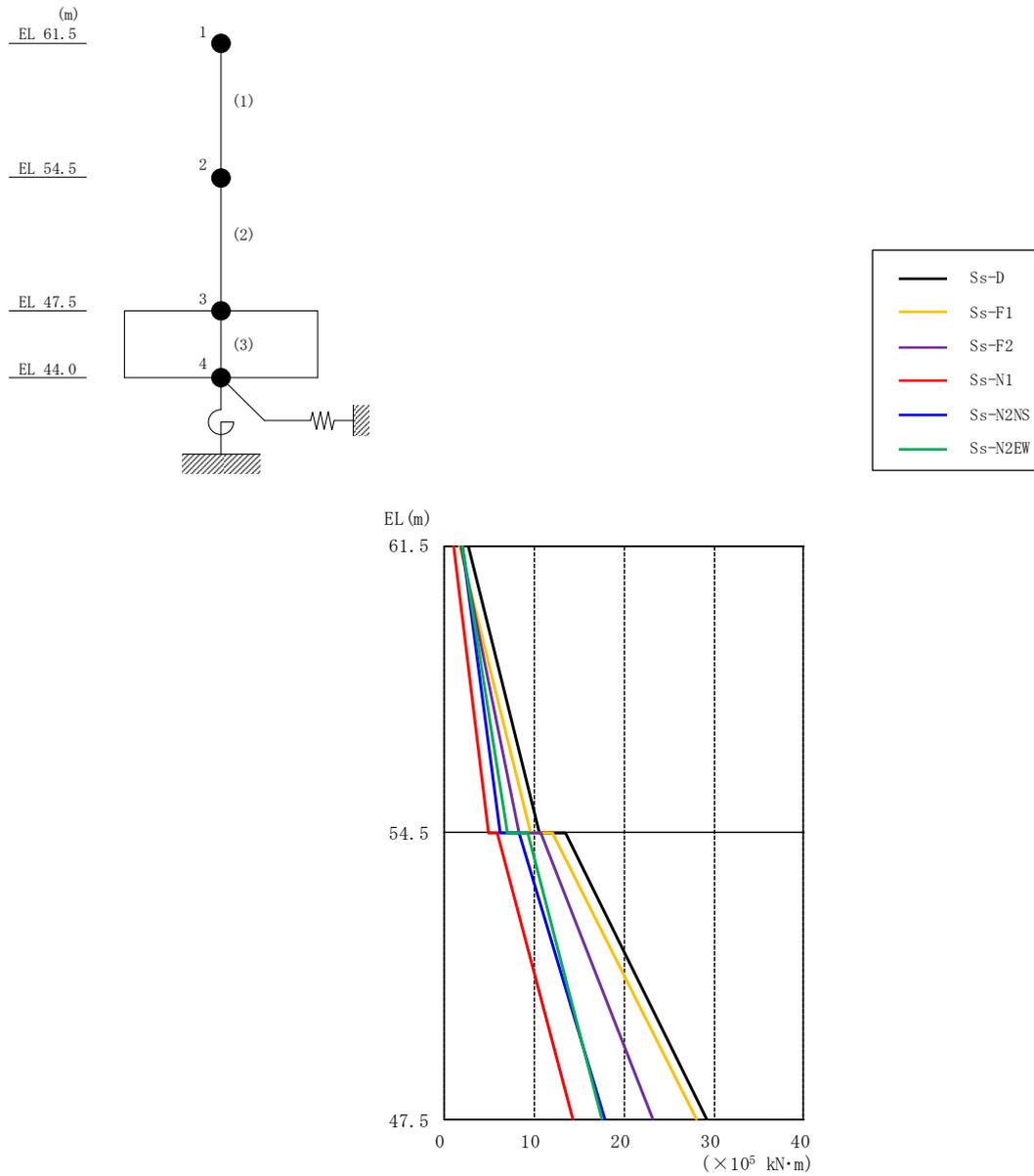


図 4-7 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，NS 方向）

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）

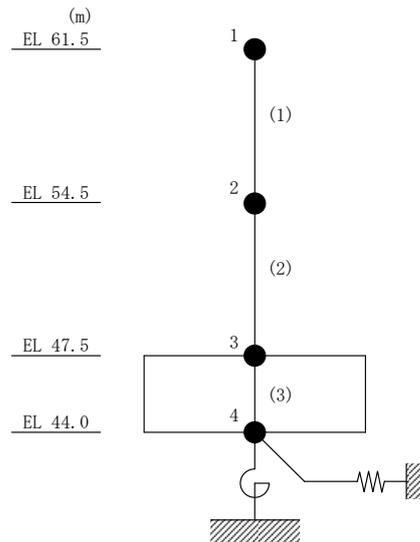
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5~54.5	1	2.63	1.70	1.77	1.02	1.93	1.98	2.63
		10.5	9.57	8.33	4.83	6.25	7.06	10.5
54.5~47.5	2	13.4	12.0	10.7	5.81	8.28	9.32	13.4
		29.1	28.1	23.1	14.2	17.8	17.5	29.1

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。



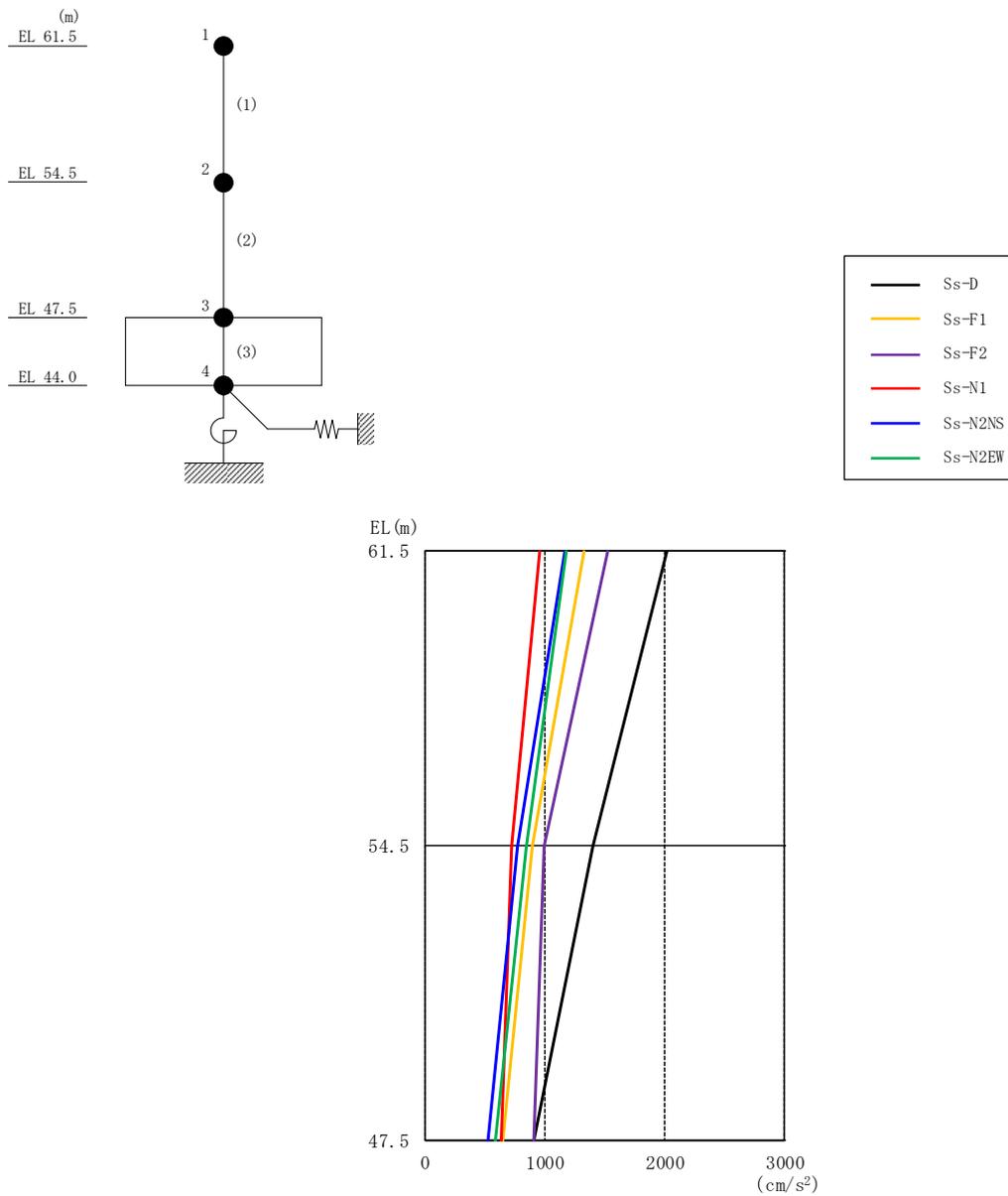


図 4-8 最大応答加速度 (基準地震動 S_s , EW 方向)

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 (cm/s ²)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-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。

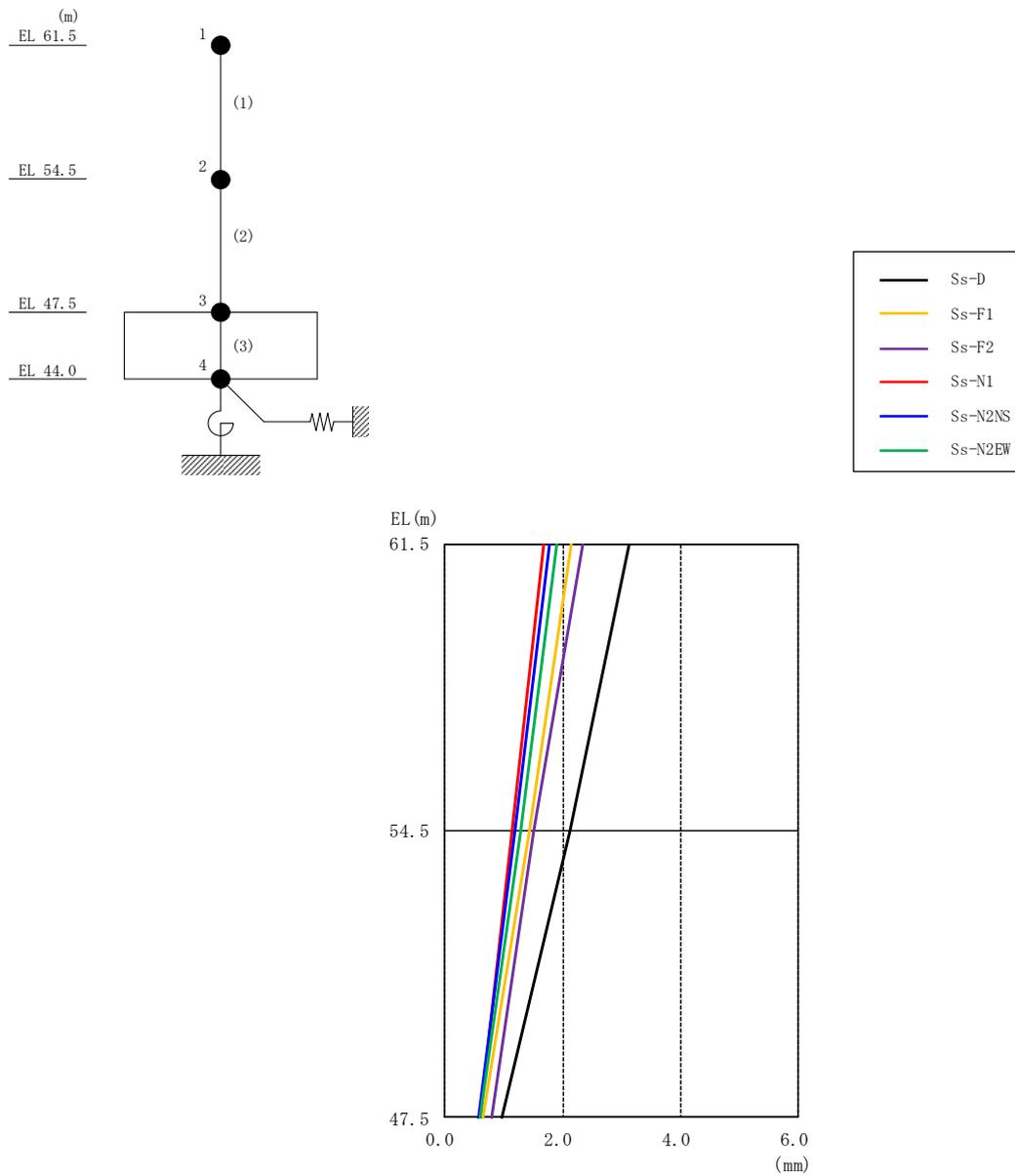


図 4-9 最大応答変位 (基準地震動 S_s , EW 方向)

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。

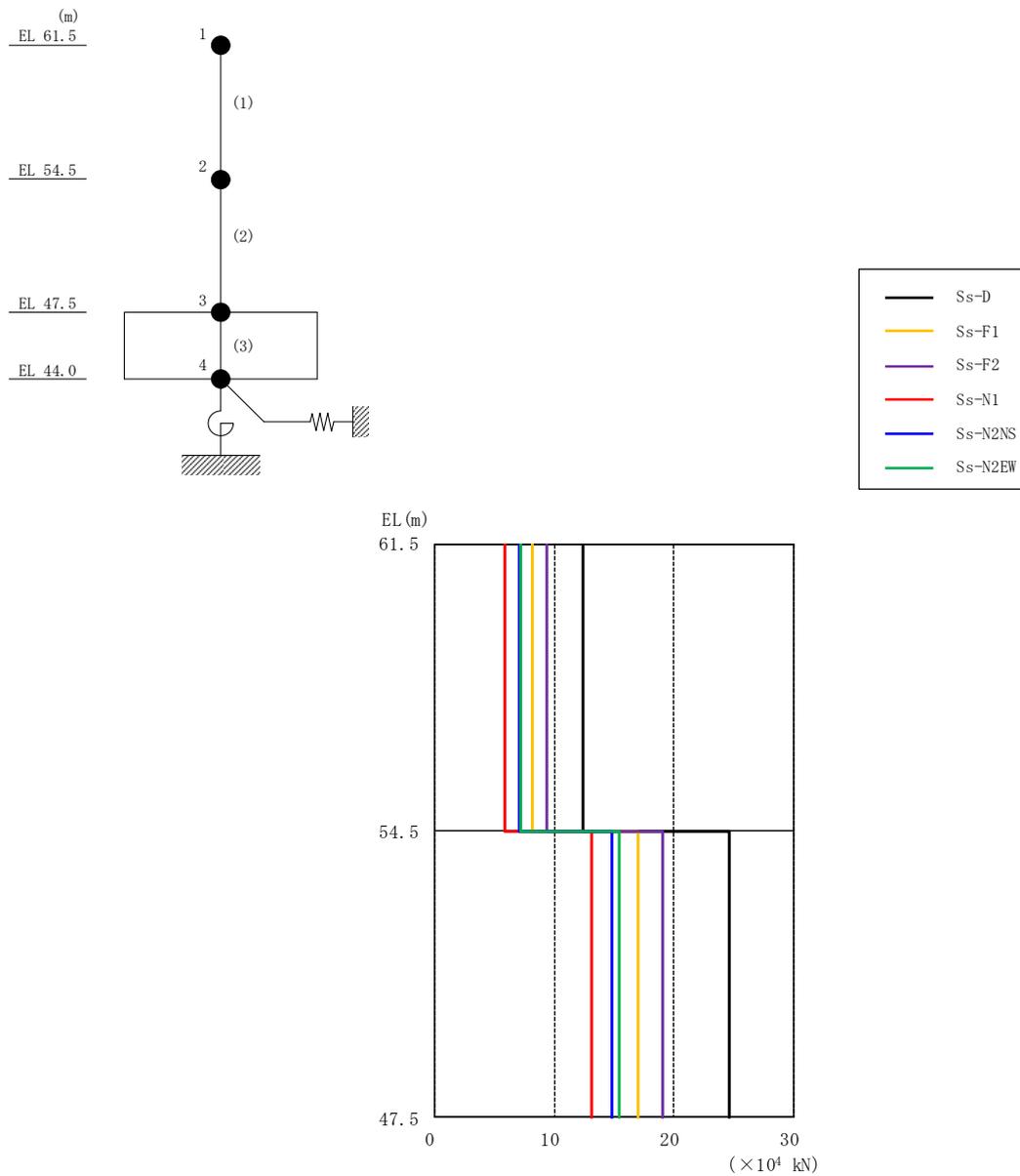


図 4-10 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，EW 方向）

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
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-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。

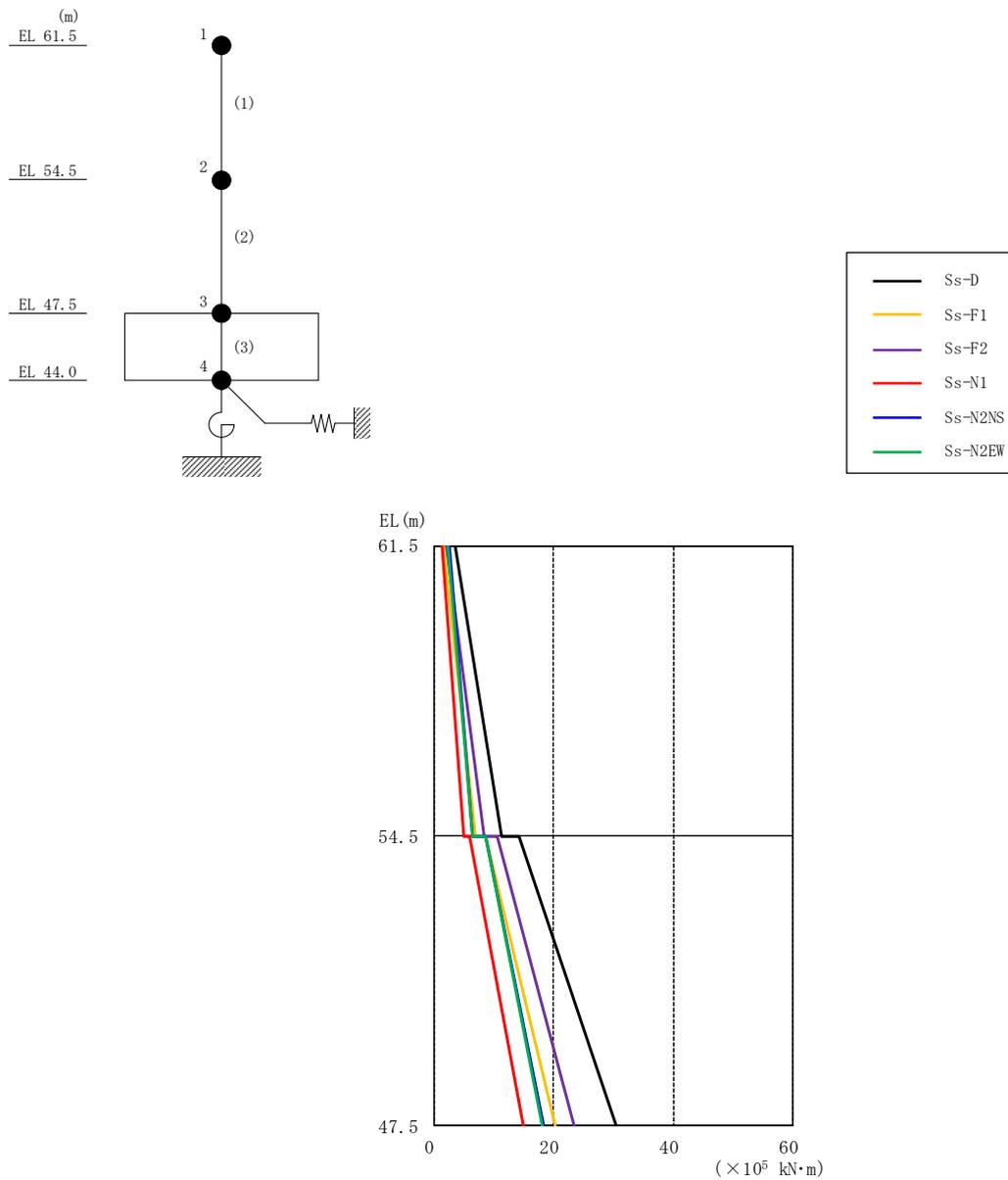


図 4-11 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，EW 方向）

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）

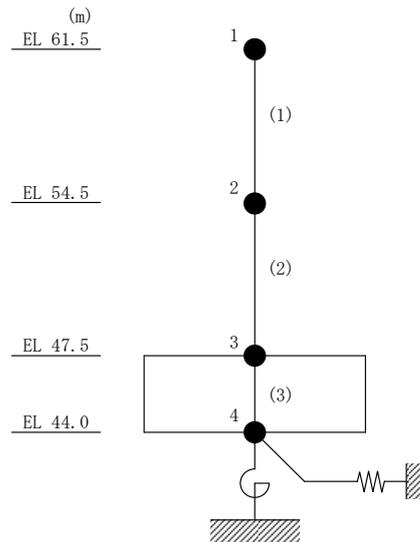
EL (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5$ kN·m)						最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2NS	Ss-N2EW	
61.5~54.5	1	3.51	1.62	2.07	1.31	2.42	2.37	3.51
		11.3	6.99	8.38	4.94	6.35	6.44	11.3
54.5~47.5	2	14.2	8.73	10.7	5.98	8.54	8.73	14.2
		30.6	20.3	23.5	14.8	18.3	18.1	30.6

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。



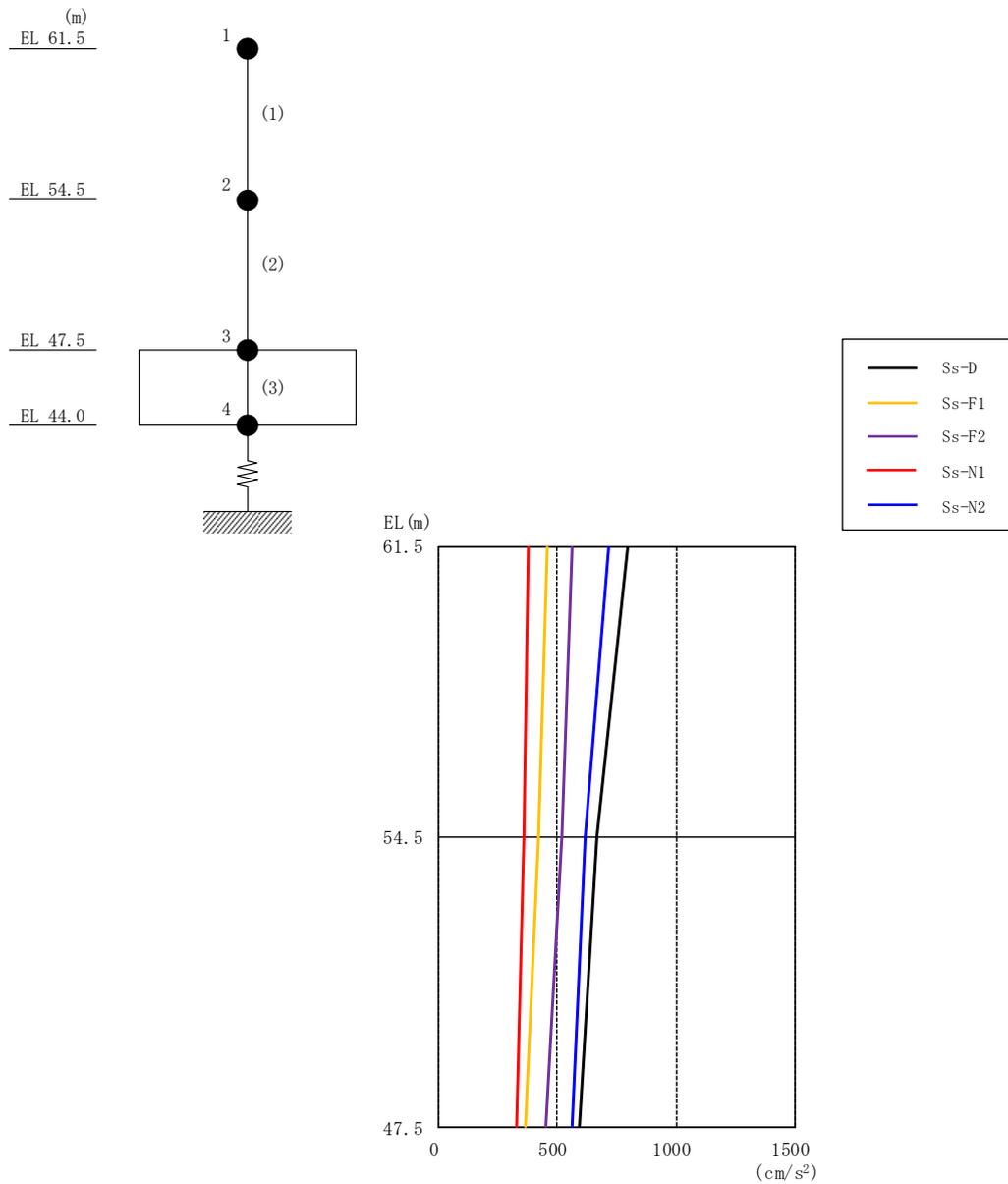


図 4-12 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

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^2)					最大値
		S_s -D	S_s -F1	S_s -F2	S_s -N1	S_s -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 -N2 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

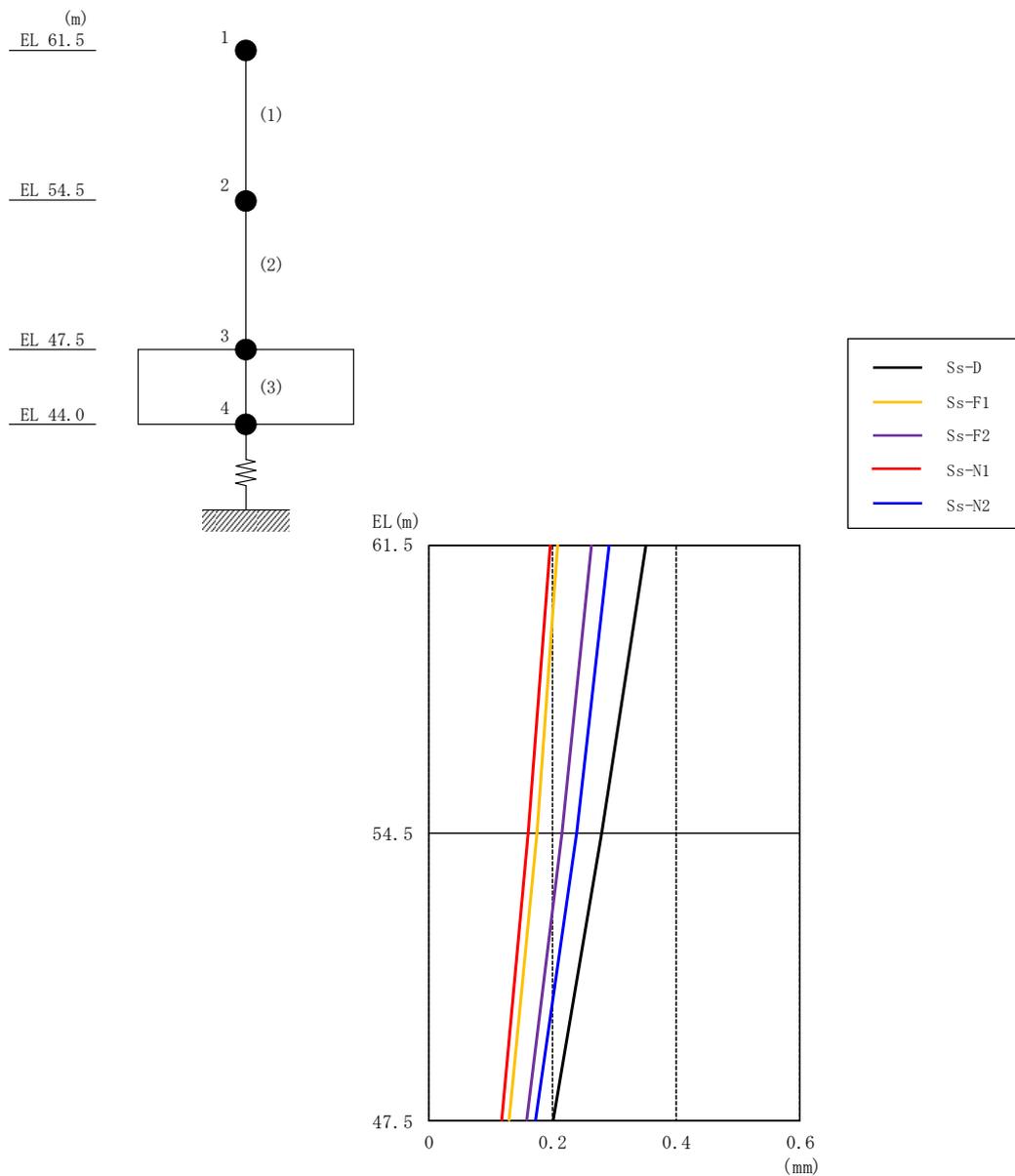


図 4-13 最大応答変位（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

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	
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。

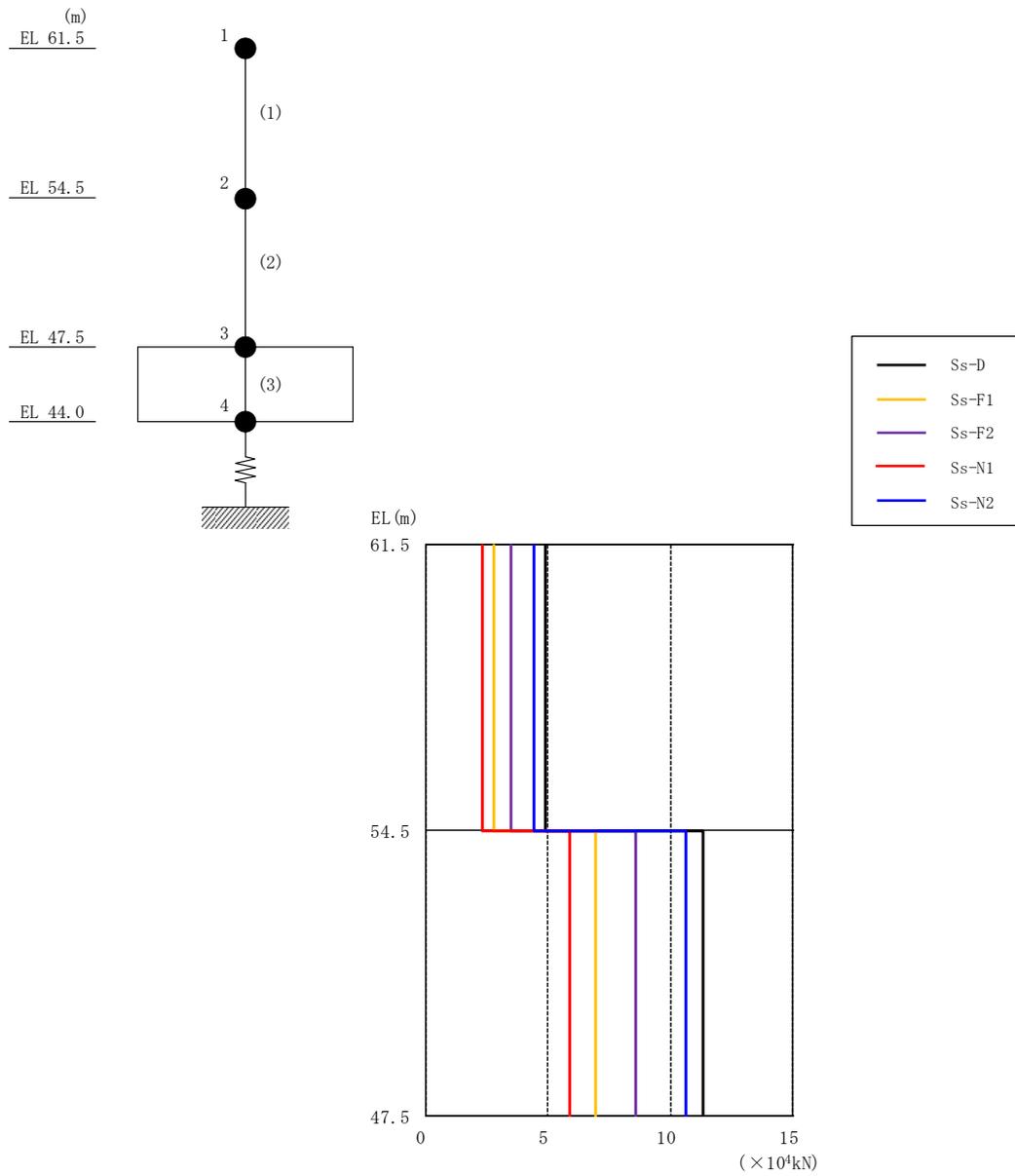


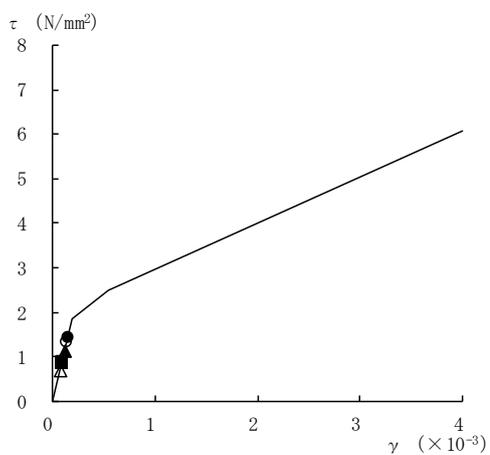
図 4-14 最大応答軸力（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

表 4-14 最大応答軸力一覧（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

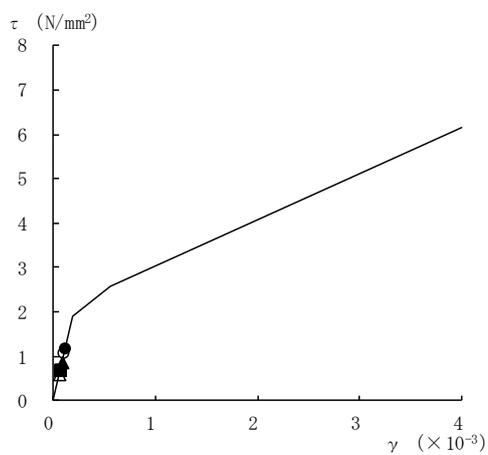
EL (m)	要素番号	最大応答軸力 ($\times 10^4$ kN)					最大値
		Ss-D	Ss-F1	Ss-F2	Ss-N1	Ss-N2	
61.5~54.5	1	4.91	2.82	3.49	2.33	4.43	4.91
54.5~47.5	2	11.3	6.96	8.61	5.90	10.7	11.3

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_S-D ○ S_S-F1 ▲ S_S-F2 △ S_S-N1 ■ S_S-N2NS □ S_S-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

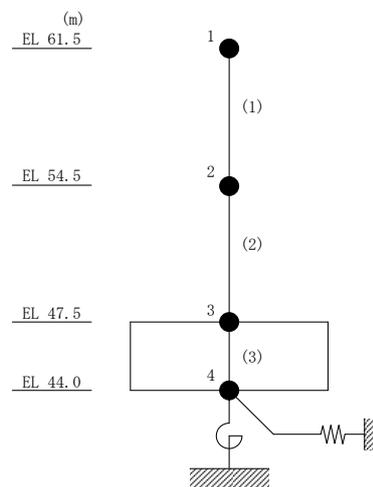
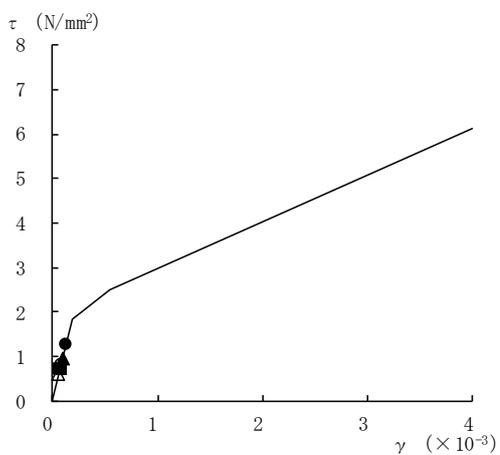
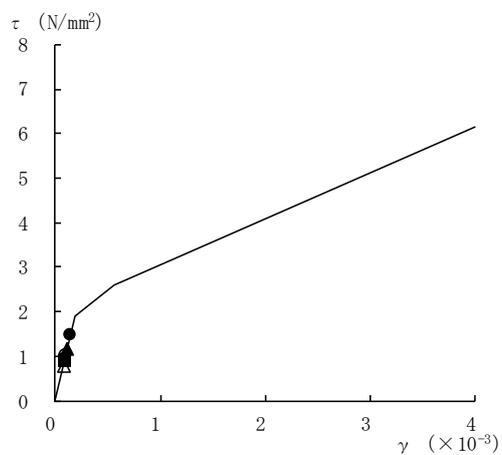


図 4-15 せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s, N S 方向)

● S_s-D ○ S_s-F1 ▲ S_s-F2 △ S_s-N1 ■ S_s-N2NS □ S_s-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

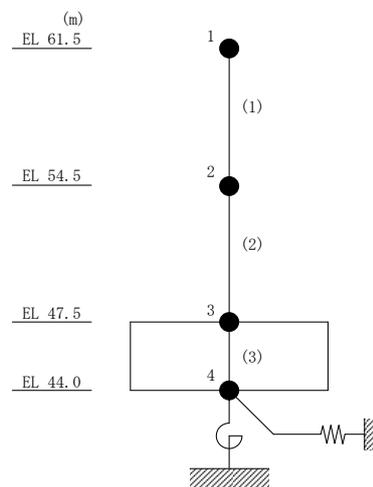
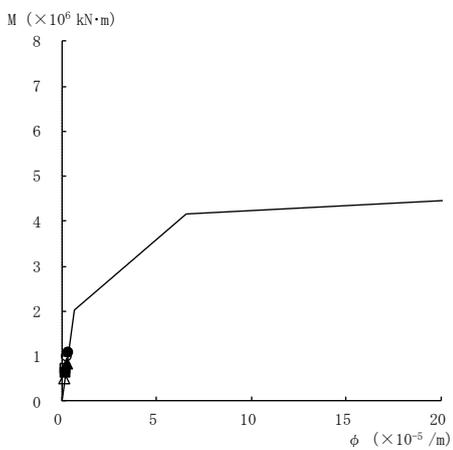
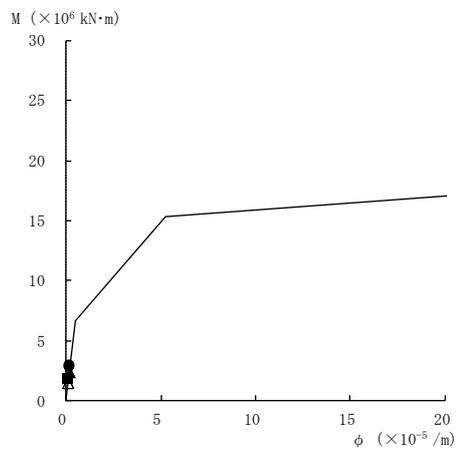


図 4-16 せん断スケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s, E W 方向)

● S_S-D ○ S_S-F1 ▲ S_S-F2 △ S_S-N1 ■ S_S-N2NS □ S_S-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

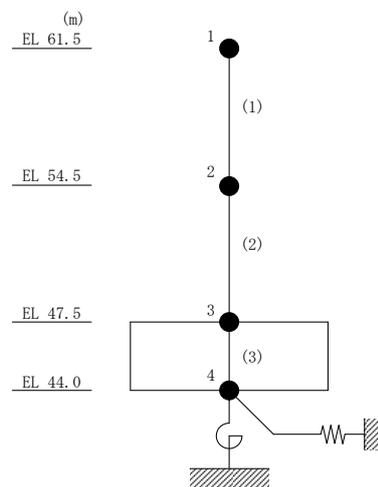
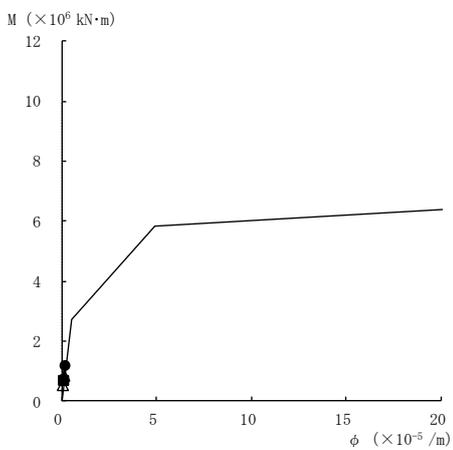
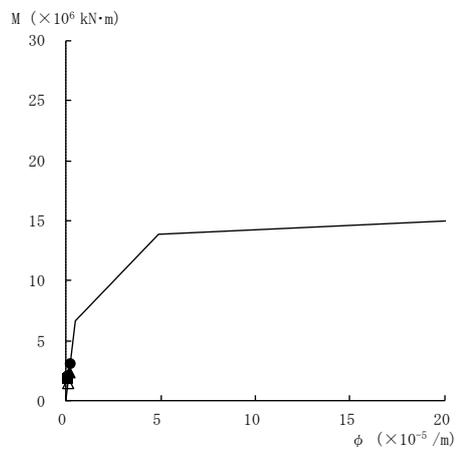


図 4-17 曲げスケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s, N S 方向)

● S_s-D ○ S_s-F1 ▲ S_s-F2 △ S_s-N1 ■ S_s-N2NS □ S_s-N2EW



要素番号 (1)



要素番号 (2)

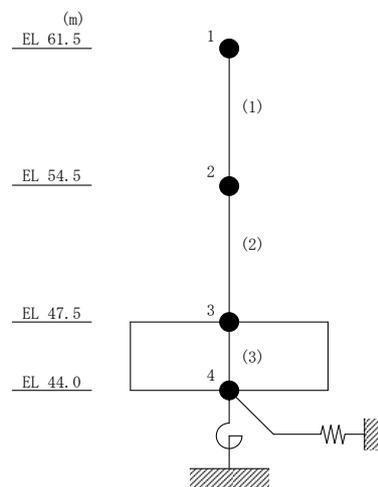


図 4-18 曲げスケルトン曲線上の最大応答値
(基準地震動 S_s, E W 方向)

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 ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	浮上り限界転倒 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	3.29	85.5
$S_s - F 1$	0.455	4.04	3.29	88.6
$S_s - F 2$	0.418	3.29	3.29	99.9
$S_s - N 1$	0.338	2.14	3.29	100
$S_s - N 2 \text{ NS}$	0.386	2.60	3.29	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	0.378	2.49	3.29	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 ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	浮上り限界転倒 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	3.15	83.0
$S_s - F 1$	0.397	2.96	3.15	100
$S_s - F 2$	0.427	3.32	3.15	97.2
$S_s - N 1$	0.346	2.20	3.15	100
$S_s - N 2 \text{ NS}$	0.396	2.67	3.15	100
$S_s - N 2 \text{ EW}$	0.394	2.66	3.15	100

4.1.2 材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果

(1) 地震応答解析結果

基準地震動 S_s による最大応答値を表 4-16～表 4-26 に示す。

表 4-16 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)			
		Ss-D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	1990	1985	1907	1996
54.5	2	1281	1293	1304	1281
47.5	3	927	895	915	926

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-17 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，NS 方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)			
		Ss-D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	3.09	2.81	3.40	3.10
54.5	2	1.91	1.66	2.24	1.91
47.5	3	0.99	0.76	1.34	0.99

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-18 最大応答せん断力一覧表（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)			
		S_s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5~54.5	1	12.2	12.2	11.7	12.4
54.5~47.5	2	24.8	24.9	23.8	24.9

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-19 最大応答曲げモーメント一覧表（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)			
		S _s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5~54.5	1	2.63	2.77	2.49	2.67
		10.5	10.2	10.4	10.7
54.5~47.5	2	13.4	12.7	13.8	13.6
		29.1	28.7	28.4	29.2

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-20 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，EW方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)			
		Ss-D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	2022	2069	1896	2024
54.5	2	1395	1402	1398	1399
47.5	3	909	888	885	906

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-21 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，EW方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)			
		Ss-D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	3.14	2.89	3.46	3.15
54.5	2	2.12	1.90	2.46	2.12
47.5	3	0.97	0.75	1.34	0.97

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-22 最大応答せん断力一覧表（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)			
		S_s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5~54.5	1	12.4	12.7	11.7	12.5
54.5~47.5	2	24.7	24.9	24.9	25.0

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-23 最大応答曲げモーメント一覧表（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)			
		S _s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5~54.5	1	3.51	3.52	3.20	3.57
		11.3	11.1	11.0	11.5
54.5~47.5	2	14.2	13.7	14.6	14.4
		30.6	30.5	29.8	30.8

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-24 最大応答加速度一覧表（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^2)			
		Ss-D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	795	837	901	795
54.5	2	667	628	674	667
47.5	3	594	539	597	594

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-25 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

EL (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)			
		S _s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5	1	0.35	0.31	0.39	0.35
54.5	2	0.28	0.24	0.33	0.28
47.5	3	0.20	0.16	0.25	0.20

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

表 4-26 最大応答軸力一覧表（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)			
		S_s -D			
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
61.5~54.5	1	4.91	5.15	5.55	4.96
54.5~47.5	2	11.3	11.1	11.3	11.4

注 1：ケース 1：工認モデル（基本ケース），ケース 2：地盤物性 + σ ，
 ケース 3：地盤物性 - σ ，ケース 4：積雪

注 2：ハッチングは基準地震動 S_s の各ケースの最大値を表示。

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 4-27 及び表 4-28, 図 4-19 及び図 4-20 に示す。

表 4-27 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

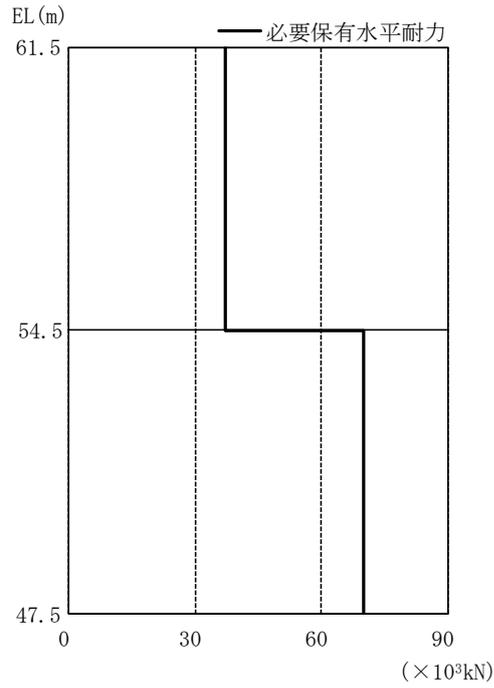


図 4-19 必要保有水平耐力 (N S 方向)

表 4-28 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

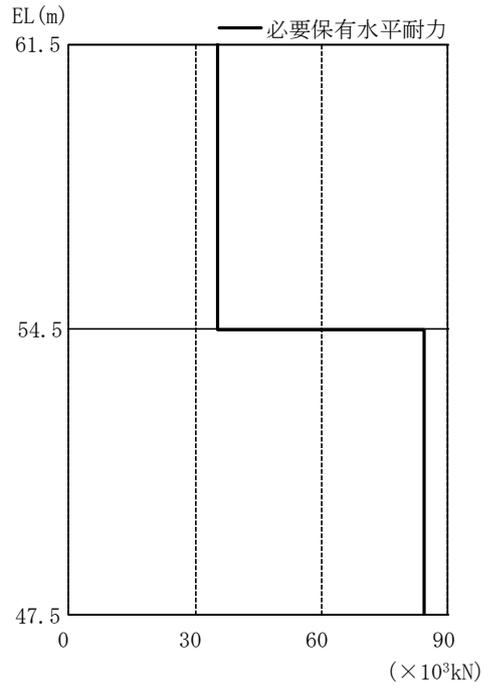


图 4-20 必要保有水平耐力 (E W 方向)

VI-2-2-17 ガスタービン発電機建物の耐震性についての計算書

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 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 地震応答解析による評価方法	10
4. 応力解析による評価方法	12
4.1 評価対象部位及び評価方針	12
4.2 荷重及び荷重の組合せ	13
4.2.1 荷重	13
4.2.2 荷重の組合せ	16
4.3 許容限界	17
4.4 解析モデル及び諸元	19
4.4.1 モデル化の基本方針	19
4.4.2 解析諸元	20
4.5 評価方法	21
4.5.1 応力解析方法	21
4.5.2 断面の評価方法	24
5. 地震応答解析による評価結果	25
5.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果	25
5.2 接地圧の評価結果	28
5.3 保有水平耐力の評価結果	29
6. 応力解析による評価結果	30

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、ガスタービン発電機建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、地震応答解析による評価及び応力解析による評価により行う。

ガスタービン発電機建物は、重大事故等対処施設において「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の間接支持構造物」に分類される。

以下、「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の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

なお、ガスタービン発電機建物に内包するガスタービン駆動補機に関して、仮想的に回転体の損壊を想定しても、ケーシング板厚はタービンミサイルの防護上必要な板厚を上回ることから、損壊した回転体がケーシングを貫通することなくケーシング内部に留まるため、タービンミサイルは発生しない設計としている。仮想的損壊時のミサイル評価結果は、VI-1-1-10「発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書」にて実施する。

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。

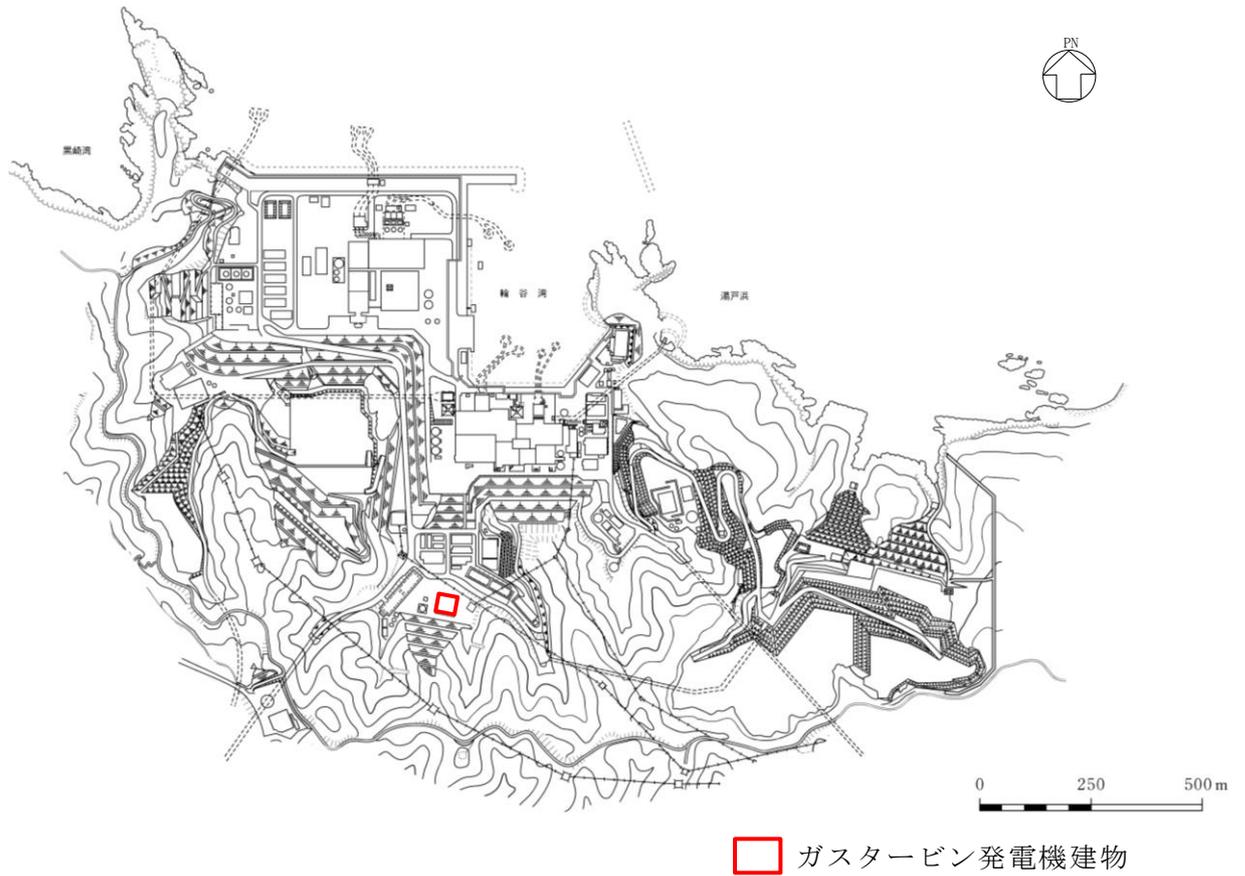


図 2-1 ガスタービン発電機建物の設置位置

2.2 構造概要

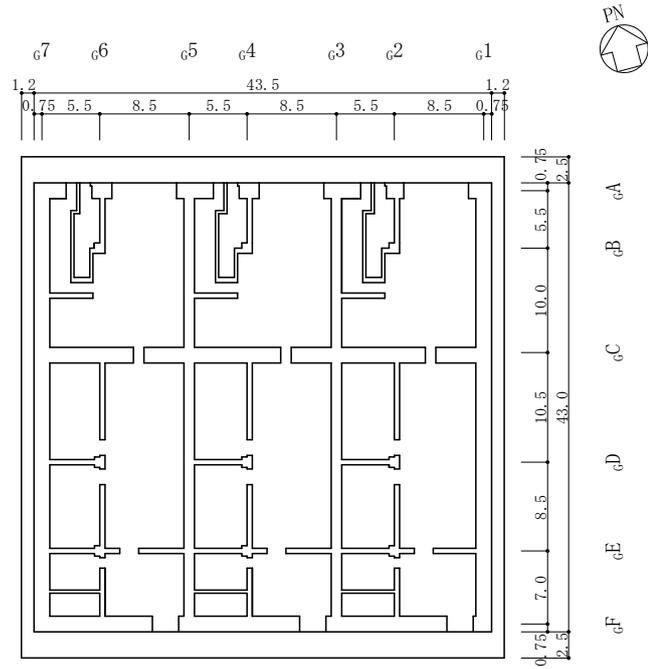
ガスタービン発電機建物は、地上2階建の鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

ガスタービン発電機建物の平面寸法は、43.0m*（NS）×43.5m*（EW）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。

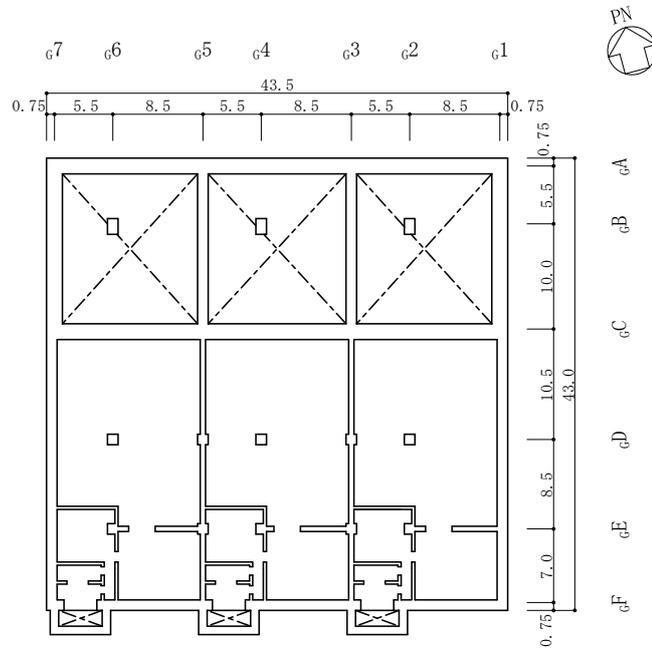
注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

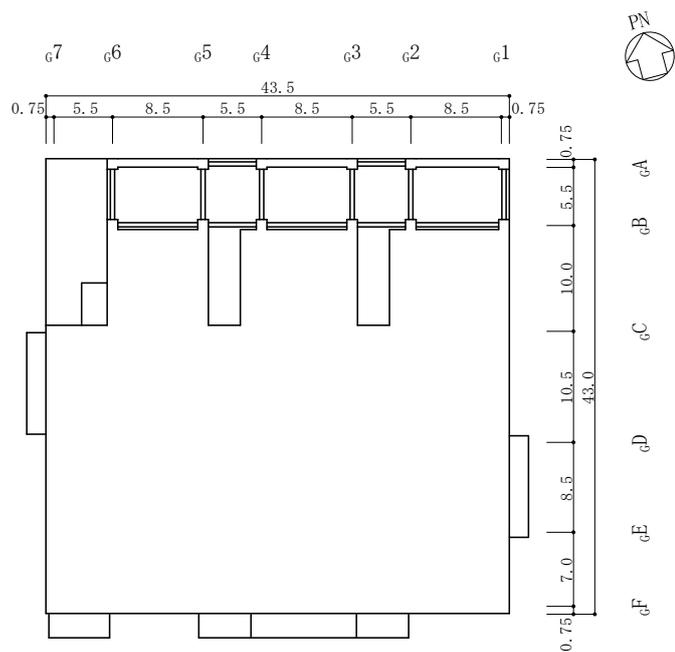
図 2-2(1) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 47.5m*)

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)

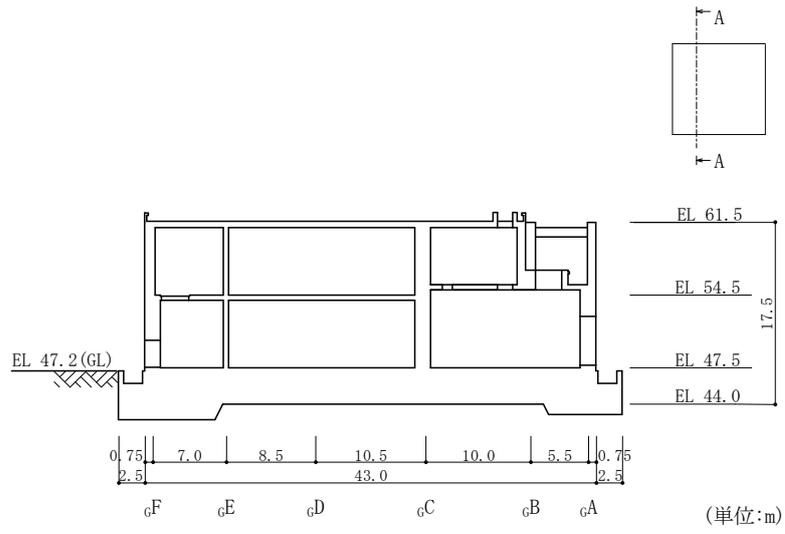


図 2-3(1) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (A-A 断面, N S 方向)

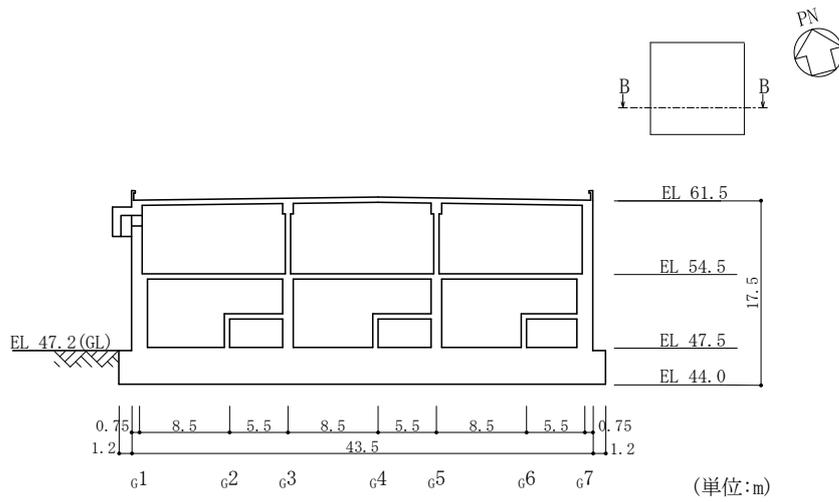


図 2-3(2) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (B-B 断面, E W 方向)

2.3 評価方針

ガスタービン発電機建物は、重大事故等対処施設において「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の間接支持構造物」に分類される。

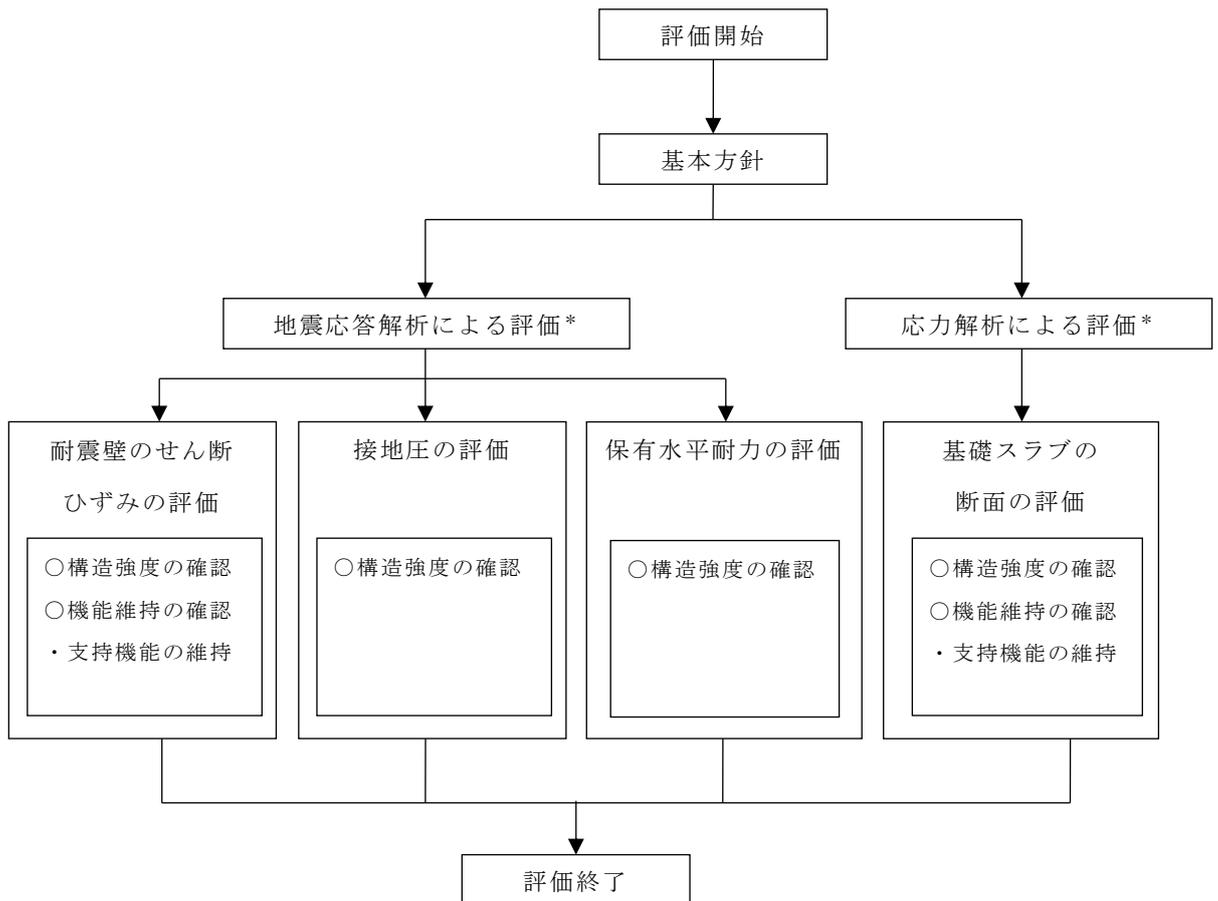
ガスタービン発電機建物の評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。ガスタービン発電機建物の評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においては耐震壁のせん断ひずみ、接地圧及び保有水平耐力の評価を、応力解析による評価においては基礎スラブの断面の評価を行うことで、ガスタービン発電機建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表 2-1 に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

図 2-4 にガスタービン発電機建物の評価フローを示す。

表 2-1 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 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%) *	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%) *	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮

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



注記* : VI-2-2-16 「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 ガスタービン発電機建物の評価フロー

2.4 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 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)
- ・発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格 ((社) 日本機械学会, 2003)
- ・2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所)

3. 地震応答解析による評価方法

ガスタービン発電機建物の構造強度については、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみ及び最大接地圧が許容限界を超えないこと並びに保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価におけるガスタービン発電機建物の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表 3-1 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
			基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	極限支持力度*2 (3.9×10 ³ kN/m ²)
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*3	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1：建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2：支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力度とする。

*3：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

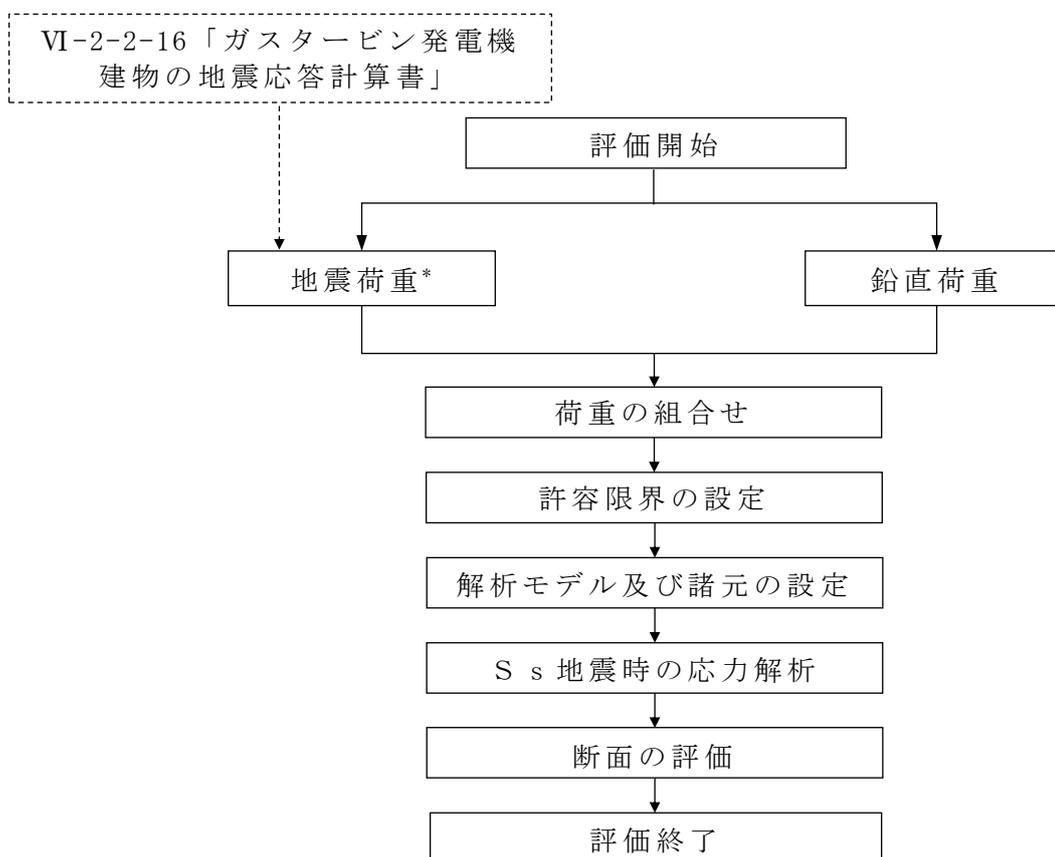
4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

ガスタービン発電機建物の応力解析による評価対象部位は、基礎スラブとし、S s 地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

S s 地震時に対する評価は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「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）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析にあたっては、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」より得られた結果を用いて、荷重の組合せを行う。応力解析による評価フローを図4-1に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図4-1 応力解析による評価フロー

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重及び積載荷重

固定荷重及び積載荷重は，建物自重，機器，配管等の重量を考慮する。

(2) 地震荷重

水平地震力及び鉛直地震力は，基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される動的地震力及び軸力係数より設定する。このとき，基準地震動 S_s に対する地震応答解析より算定される動的地震力及び軸力係数は，VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」に基づき，材料物性の不確かさを考慮して設定する。

地震荷重を表 4-1～表 4-3 に示す。

表 4-1 水平地震荷重 (せん断力)

(a) N S 方向

部 位	せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)
	S s
耐震壁 (G1 通り)	76.9
耐震壁 (G3 通り)	51.3
耐震壁 (G5 通り)	50.8
耐震壁 (G7 通り)	76.2

(b) E W 方向

部 位	せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)
	S s
耐震壁 (GA 通り)	48.1
耐震壁 (GC 通り)	102
耐震壁 (GE 通り)	20.1
耐震壁 (GF 通り)	92.4

表 4-2 水平地震荷重 (曲げモーメント)

(a) N S 方向

部 位	曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)
	S s
耐震壁 (g1 通り)	73.5
耐震壁 (g3 通り)	71.1
耐震壁 (g5 通り)	76.1
耐震壁 (g7 通り)	79.3

(b) E W 方向

部 位	曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)
	S s
耐震壁 (gA 通り)	65.9
耐震壁 (gC 通り)	139
耐震壁 (gE 通り)	31.6
耐震壁 (gF 通り)	92.6

表 4-3 鉛直地震荷重 (軸力係数)

部 位	軸力係数
	S s
上部構造物	0.72
基礎スラブ	0.58

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-4 に示す。

表 4-4 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重

4.3 許容限界

応力解析による評価におけるガスタービン発電機建物の基礎スラブの許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表4-5のとおり設定する。

また、表4-6及び表4-7にコンクリート及び鉄筋の許容応力度を示す。

表4-5 応力解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	基礎スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力* ¹
支持機能* ²	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	基礎スラブ	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力* ¹

注記*1：曲げモーメントに対する評価については、「平12建告第2464号」に基づき、鉄筋の基準強度を1.1倍とする。せん断力に対する評価については、短期許容応力度を適用する。

*2：「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 4-6 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F_c	圧縮	せん断
30.0	20.0	1.18

表 4-7 鉄筋の許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	引張及び圧縮	せん断
SD345	345*	345

注記*：設計に用いる材料強度は「平 12 建告第 2464 号」に基づき、短期許容応力度を 1.1 倍して算定する。

4.4 解析モデル及び諸元

4.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析とする。解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。また、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。

基礎スラブについては、EL 44.0m～EL 47.5mをモデル化する。上部構造については、EL 47.5m～EL 61.5mの耐震壁及び一部間仕切壁をモデル化し、剛性を考慮する。なお、間仕切壁については、耐震壁と連続し、同等の厚さを有する壁の剛性を考慮する。基礎スラブの解析モデルを図4-2に示す。

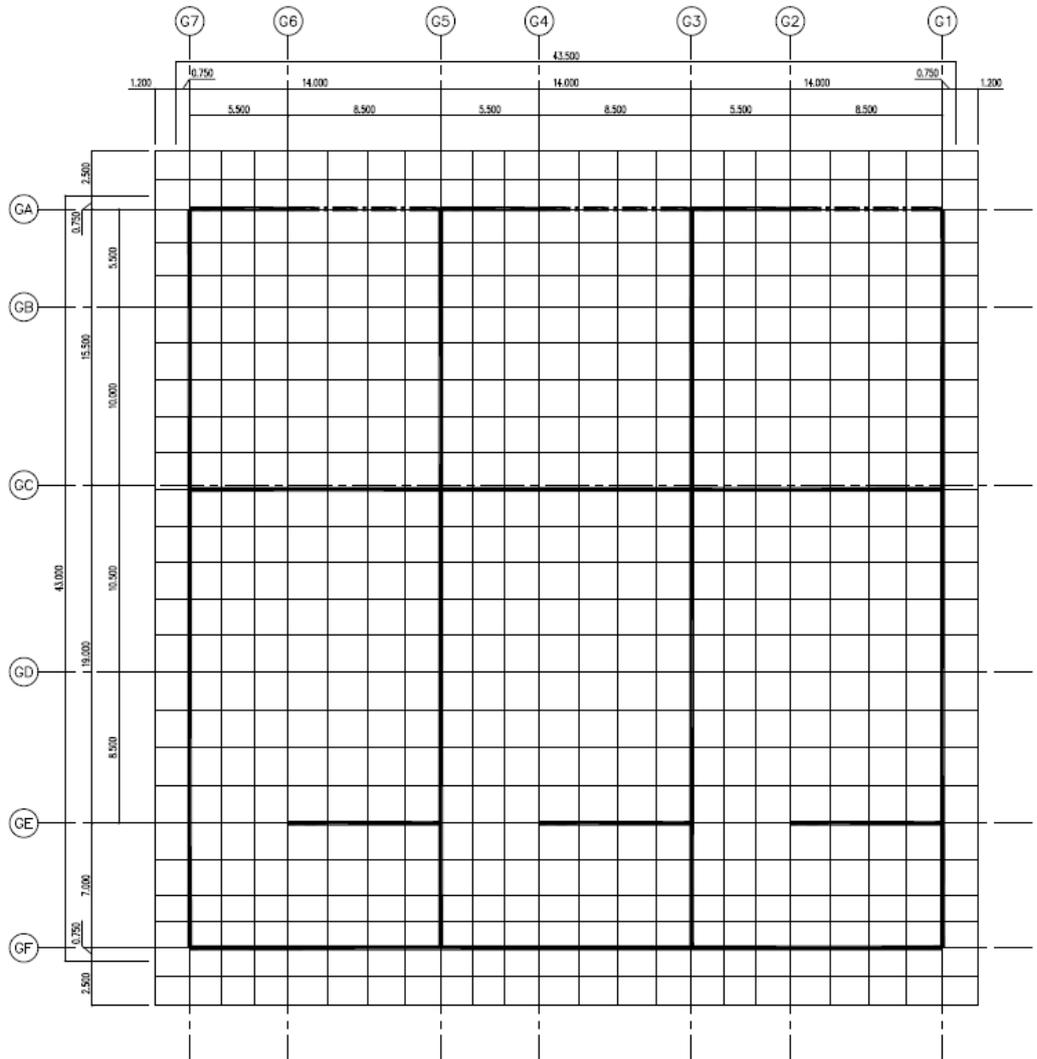
(2) 使用要素

解析モデルに使用するFEM要素は、基礎スラブについてはシェル要素とする。また、基礎スラブより立ち上がっている壁については、EL 47.5m～EL 61.5mをはり要素として剛性を考慮する。解析モデルの節点数は1248、要素数は1349である。

(3) 境界条件

3次元FEMモデルの基礎スラブ底面に、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」に示す地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを設ける。3次元FEMモデルの水平方向のばねについては、地震応答解析モデルのスウェイばねを、鉛直方向のばねについては、地震応答解析モデルのロッキングばねを基に設定を行う。

なお、基礎スラブ底面の地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。



—— : 耐震壁
 - - - - : 間仕切壁 (単位 : m)

図 4-2 基礎スラブの解析モデル図

4.4.2 解析諸元

使用材料の物性値を表 4-8 に示す。

表 4-8 使用材料の物性値

コンクリートの 設計基準強度 F_c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
30.0	2.44×10^4	0.2

4.5 評価方法

4.5.1 応力解析方法

ガスタービン発電機建物の基礎スラブについて、 S_s 地震時に対して3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。

(1) 荷重ケース

S_s 地震時の応力は、次の荷重を組み合わせる。

G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S_{SSN}	: S→N方向 S_s 地震荷重
S_{SNS}	: N→S方向 S_s 地震荷重
S_{SEW}	: E→W方向 S_s 地震荷重
S_{SWE}	: W→E方向 S_s 地震荷重
S_{SUD}	: 鉛直方向（下向き） S_s 地震荷重
S_{SDU}	: 鉛直方向（上向き） S_s 地震荷重

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 4-9 に示す。

水平地震力と鉛直地震力の組合せは、「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、組合せ係数法 (組合せ係数は 1.0 と 0.4) を用いるものとする。

表 4-9 荷重の組合せケース

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

(3) 荷重の入力方法

a. 地震荷重

基礎スラブに上部構造物から作用する水平地震力については，上部構造物からのせん断力及び曲げモーメントを基礎スラブの当該位置の節点に離散化して節点荷重として入力する。

基礎スラブに上部構造物から作用する鉛直地震力については，上部構造物からの軸力とし，鉛直力に置換し，モデル上の各節点における支配面積に応じた節点荷重として入力する。

基礎スラブ内に作用する荷重については，地震時の上部構造物からの入力荷重と基礎スラブ底面に発生する荷重の差をFEMモデルの各要素の大きさに応じて分配し，節点荷重として入力する。

b. 地震荷重以外の荷重

地震荷重以外の荷重については，FEMモデルの各節点又は各要素に，集中荷重又は分布荷重として入力する。

4.5.2 断面の評価方法

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

各断面は、軸力及び曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート造長方形仮想柱として算定する。

軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比が設計鉄筋比を超えないことを確認する。

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき行う。

面外せん断力が、次式を基に算定した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。また、引張軸応力度が 2N/mm^2 を超える場合は 1 とする。)

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

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 4-6 に示す値 (N/mm^2)

$w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表 4-7 に示す値 (N/mm^2)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする。*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm^2)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* : せん断補強筋がない領域については、第 2 項を 0 とする。

5. 地震応答解析による評価結果

5.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

鉄筋コンクリート造耐震壁について、S s 地震時の各層の最大応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは 0.15×10^{-3} (EW方向, S s -D, ケース 4, 要素番号 2) であり, 許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表 5-1 に示す。各表において, 各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について, せん断スケルトン曲線上にプロットした図を図 5-1 に示す。

表 5-1(1) 最大応答せん断ひずみ一覧 (NS 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
61.5~54.5	1	0.14	2.0
54.5~47.5	2	0.11	2.0

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

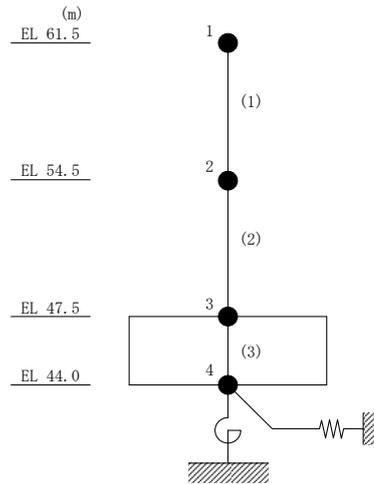
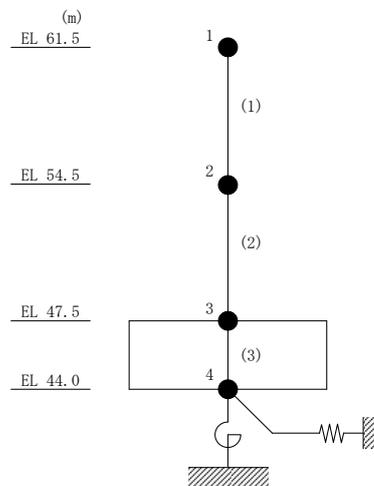
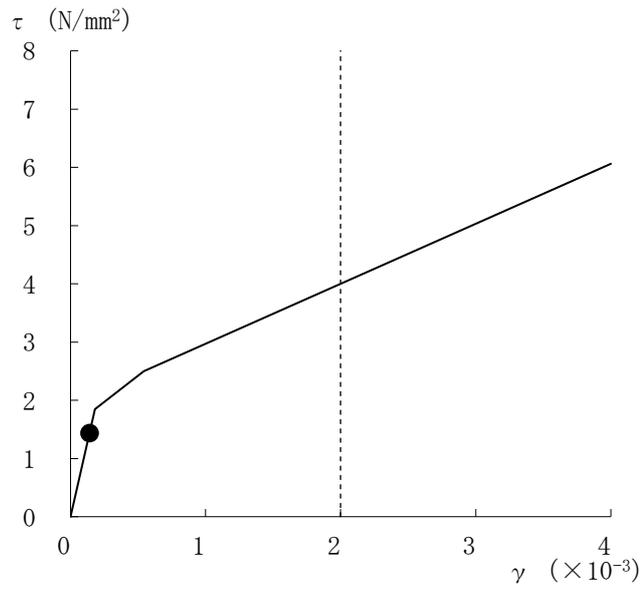


表 5-1(2) 最大応答せん断ひずみ一覧 (EW 方向)

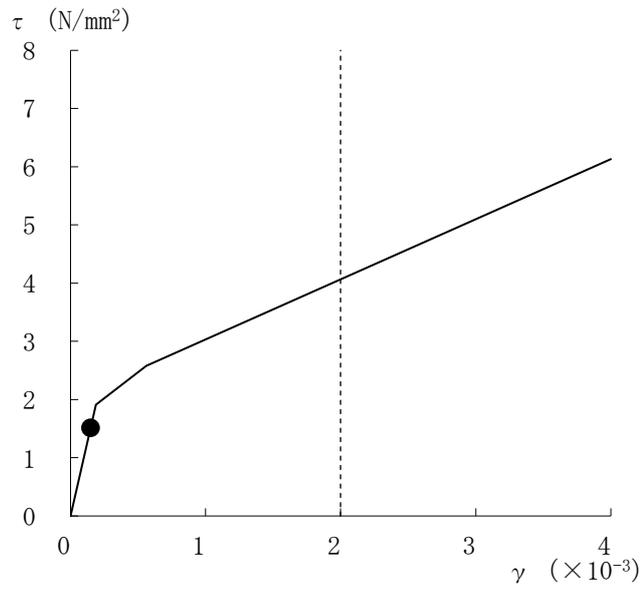
EL (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
61.5~54.5	1	0.13	2.0
54.5~47.5	2	0.15	2.0

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。





(a) NS方向 (S s -D, ケース 4, 要素番号 1)



(b) EW方向 (S s -D, ケース 4, 要素番号 2)

図 5-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答せん断ひずみ

5.2 接地圧の評価結果

S s 地震時の最大接地圧が、地盤の許容限界を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した地震時の最大接地圧が $0.491 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ (S s - D, E W 方向, ケース 4) であることから、岩盤の極限支持力度 ($3.9 \times 10^3 \text{kN/m}^2$) を超えないことを確認した。

S s 地震時の最大接地圧を表 5-2 に示す。

表 5-2 S s 地震時の最大接地圧

検討ケース	NS 方向	EW 方向
	S s - D, ケース 4	S s - D, ケース 4
鉛直力 N ($\times 10^4 \text{kN}$)	25.3	25.3
転倒モーメント M ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$)	4.39	4.34
最大接地圧 ($\times 10^3 \text{kN/m}^2$)	0.483	0.491

5.3 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認する。なお、各層の保有水平耐力 Q_u は、VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」に示すせん断力のスケルトン曲線の τ_3 に基づき算定する。

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を表5-3に示す。各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 Q_{un} に対する保有水平耐力 Q_u の比は最小で12.00である。

表5-3 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
61.5~54.5	37.26	521.57	13.99
54.5~47.5	70.20	1323.01	18.84

(b) EW方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
61.5~54.5	35.30	596.37	16.89
54.5~47.5	84.24	1011.42	12.00

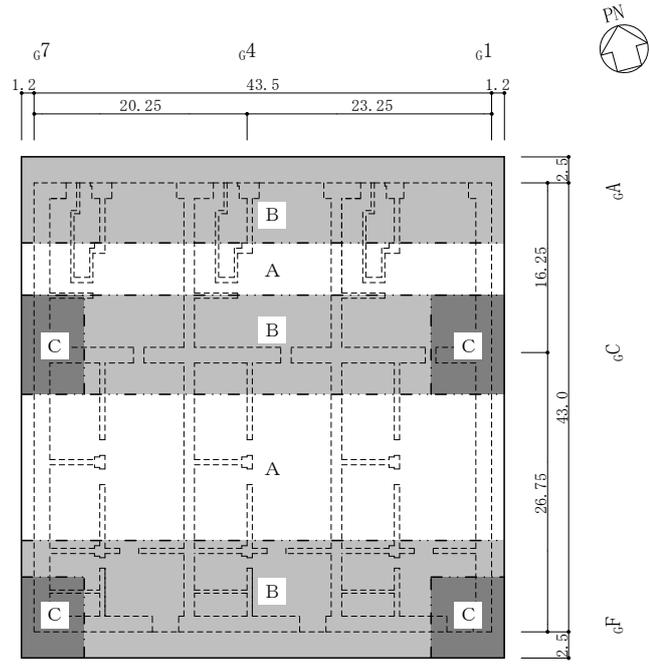
6. 応力解析による評価結果

「4.5.2 断面の評価方法」に基づいた断面の評価結果を以下に示す。また、3次元FEMモデルの配筋領域図を図6-1に、配筋一覧を表6-1に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントに対する評価については、設計鉄筋比に対する軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比の割合が最大となる要素を選定し、面外せん断力に対する評価については、短期許容せん断力に対する面外せん断力の割合が最大となる要素をそれぞれ選定する。

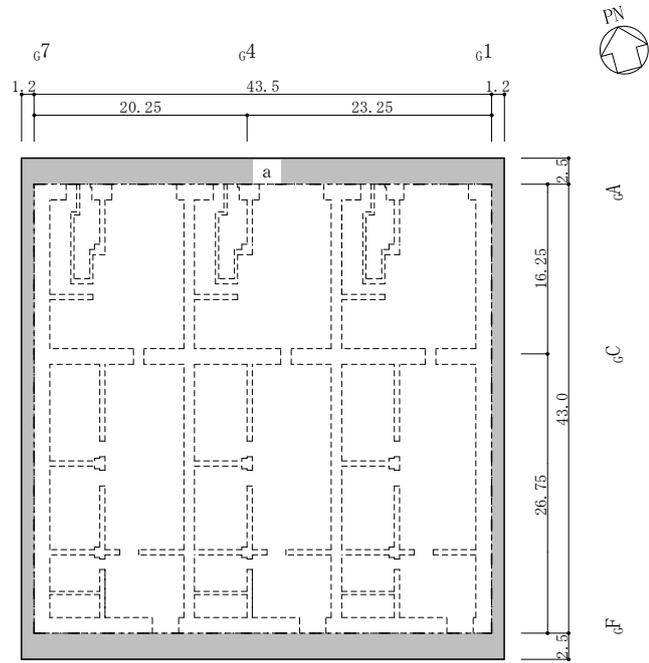
選定した要素の位置を図6-2に、評価結果を表6-2に示す。

S_s地震時において、軸力及び曲げモーメントによる必要鉄筋比が設計鉄筋比を超えないことを確認した。また、面外せん断力が短期許容せん断力を超えないことを確認した。



(単位:m)

(a) 主筋



(単位:m)

(b) せん断補強筋

図 6-1 配筋領域図

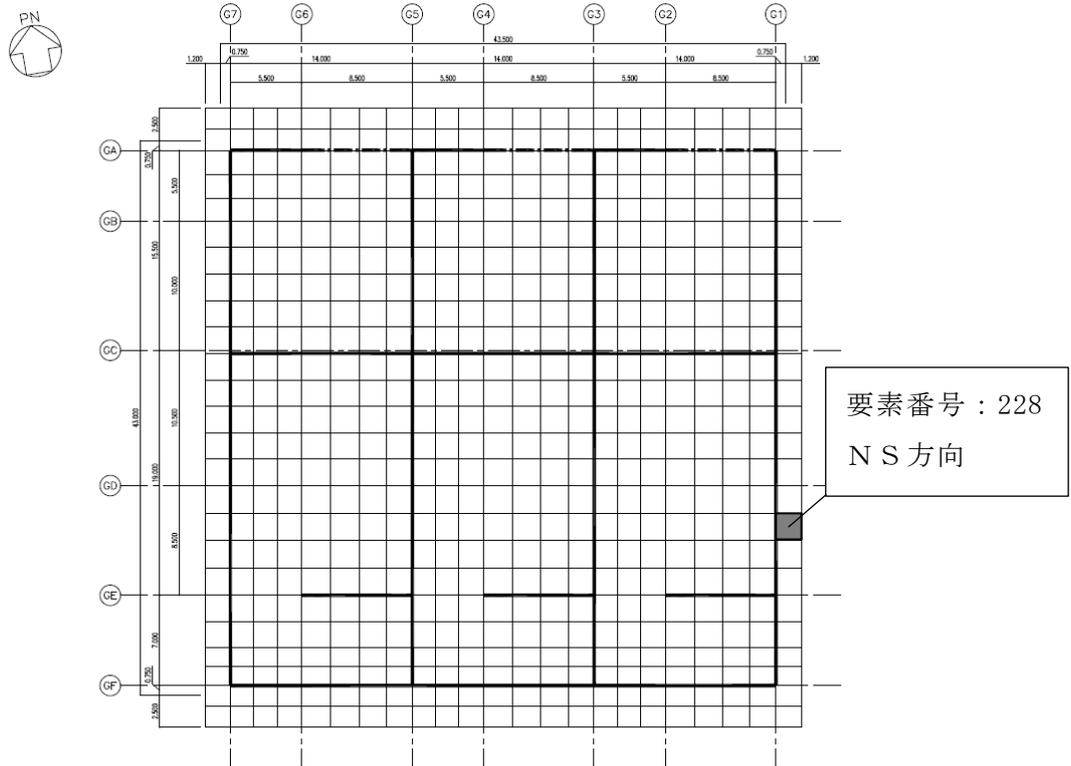
表 6-1 配筋一覧

(a) 主筋

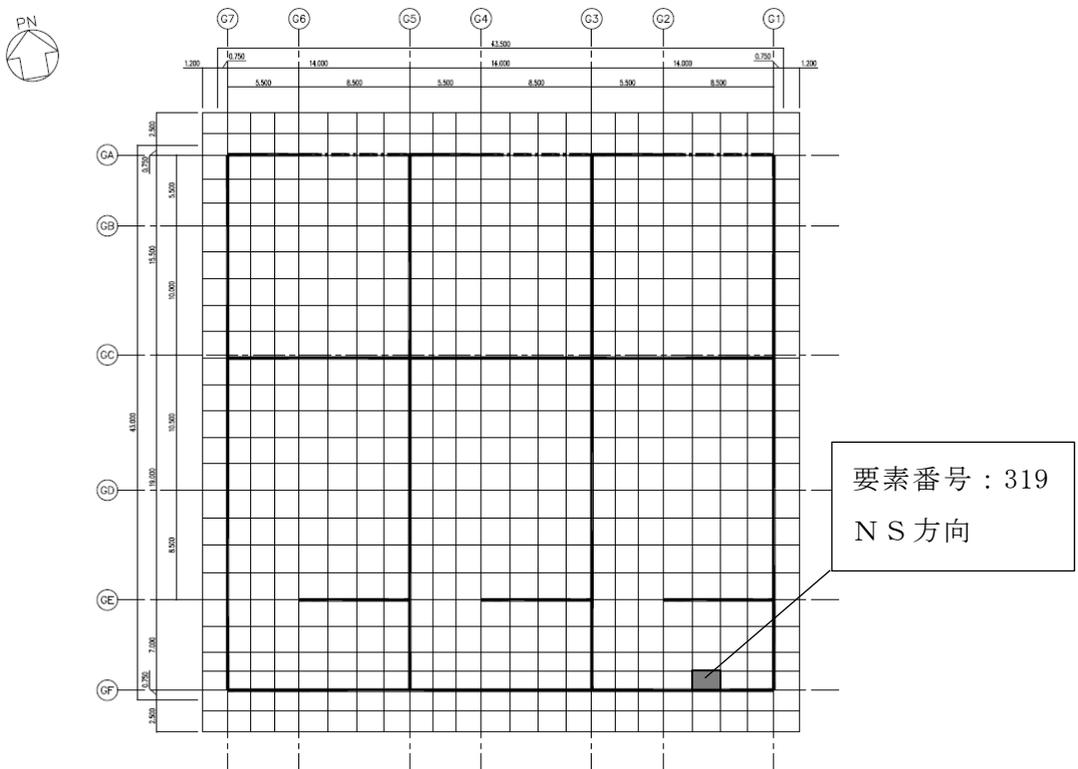
領域	方向	上ば筋	下ば筋
A	N S	2-D38@200	2-D38@200
	E W	2-D38@200	2-D38@200
B	N S	2-D38@200	3-D38@200
	E W	2-D38@200	2-D38@200
C	N S	2-D38@200	3-D38@200
	E W	2-D38@200	3-D38@200

(b) せん断補強筋

領域	配筋
a	D29@600×400



(a) 軸力+曲げモーメント



(b) 面外せん断力

図 6-2 選定した要素の位置

表 6-2 評価結果

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	必要鉄筋比 (%)	N S	228	5	0.072	0.356
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3$ kN/m)	N S	319	6	1.29	5.57

VI-2-2-18 取水槽の地震応答計算書

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 地震時荷重算出断面	9
3.2 解析方法	12
3.2.1 構造部材	13
3.2.2 地盤	13
3.2.3 減衰定数	15
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	17
3.3 荷重及び荷重の組合せ	24
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	24
3.3.2 荷重	24
3.3.3 荷重の組合せ	25
3.4 入力地震動	26
3.4.1 A-A断面, B-B断面及びC-C断面の入力地震動	27
3.4.2 D-D断面の入力地震動	53
3.5 解析モデル及び諸元	79
3.5.1 解析モデル	79
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	82
3.5.3 地盤の物性値	82
3.5.4 地下水位	83
4. 解析結果	84
4.1 A-A断面の解析結果	84
4.2 B-B断面の解析結果	205
4.3 C-C断面の解析結果	326
4.4 D-D断面の解析結果	347

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する取水槽の地震応答解析について説明するものである。

本地震応答解析は、取水槽が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

取水槽は、面部材として加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を有する箱型構造物であることから、2次元地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を3次元構造解析モデルに作用させて耐震評価を実施するものである。地震応答解析により抽出する応答値は、基礎地盤に発生する接地圧並びに3次元構造解析モデルに作用させる地震時土圧及び慣性力である。また、機器・配管系が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

取水槽の位置図を図 2-1 に示す。

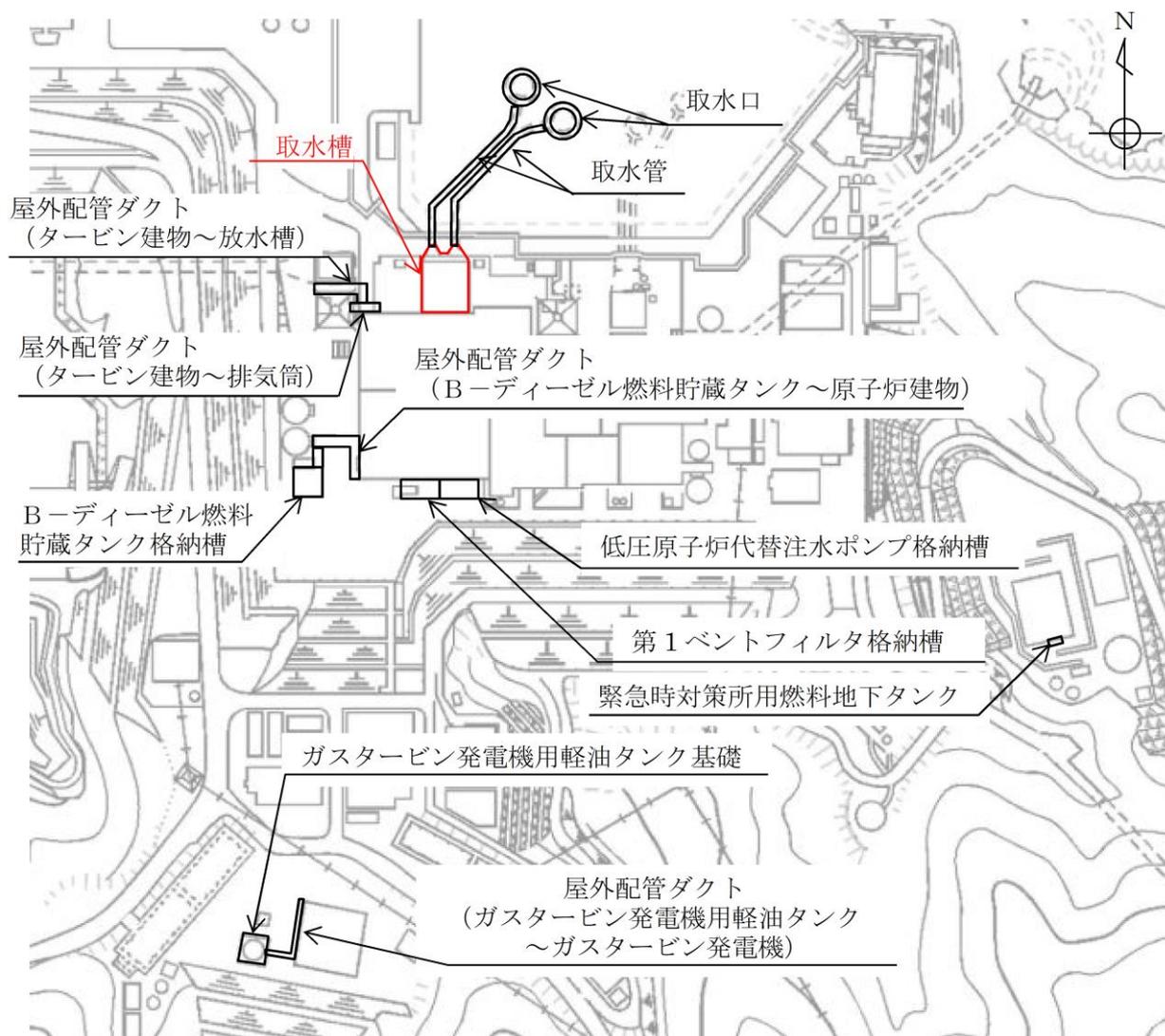


図 2-1 取水槽 位置図

2.2 構造概要

取水槽の平面図を図 2-2、断面図を図 2-3～図 2-6 に示す。

取水槽は、原子炉補機海水ポンプ等を間接支持する鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、十分な支持性能を有するC_M～C_L級岩盤に支持される。

取水槽は、地下2階構造となっており、上部は除じん機エリア、海水ポンプエリア、ストレーナエリアの3エリアに分かれている。下部は水路となっており、除じん機エリアの下部は6連のボックスカルバート構造、海水ポンプエリアの下部は3連のボックスカルバート構造となっている。また、上部は各エリアが隔壁により仕切られ、各エリアによって開口部の存在や中床版の設置レベルが異なる等の構造となっている。

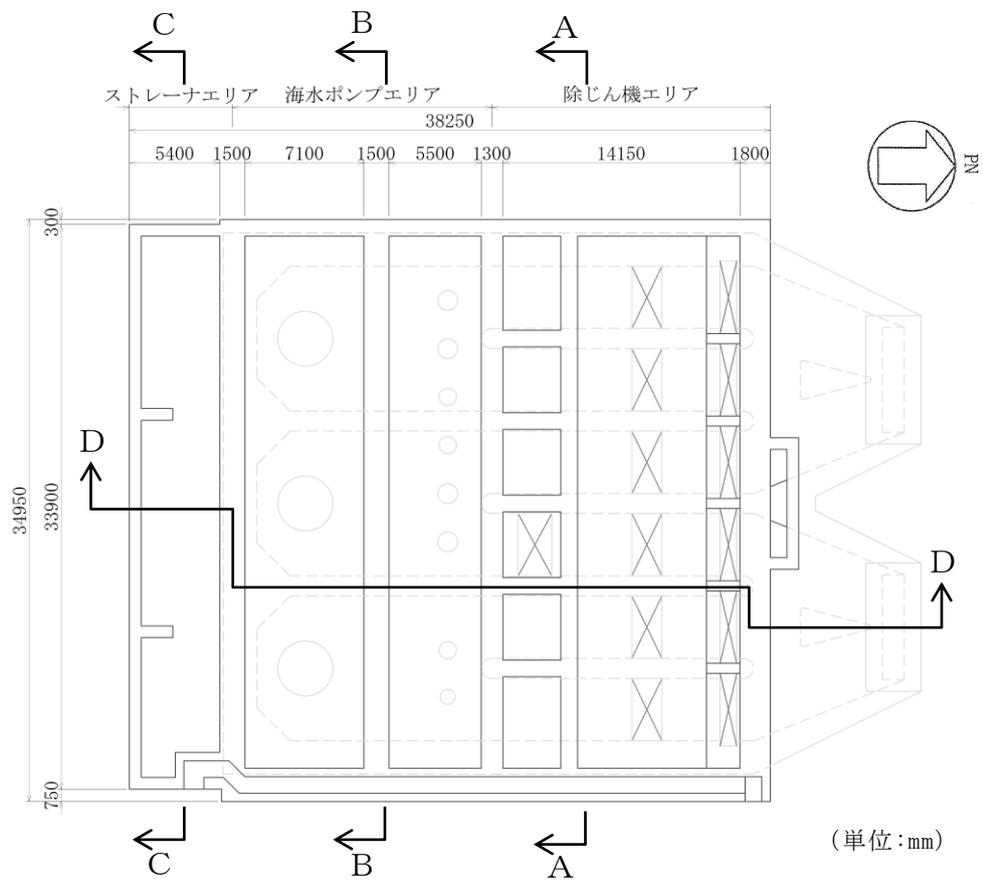


図 2-2 取水槽 平面図

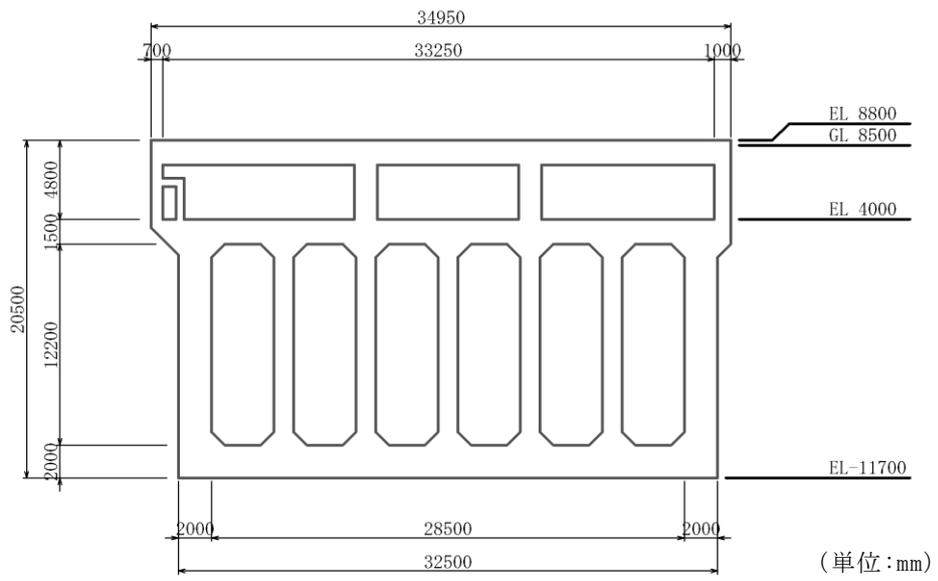


图 2-3 取水槽 断面图 (A-A 断面)

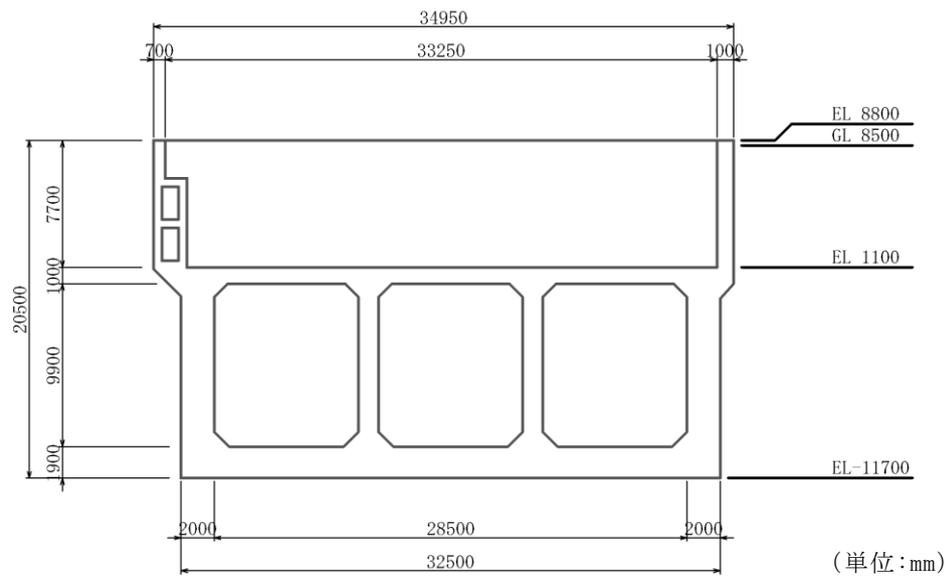


图 2-4 取水槽 断面图 (B-B 断面)

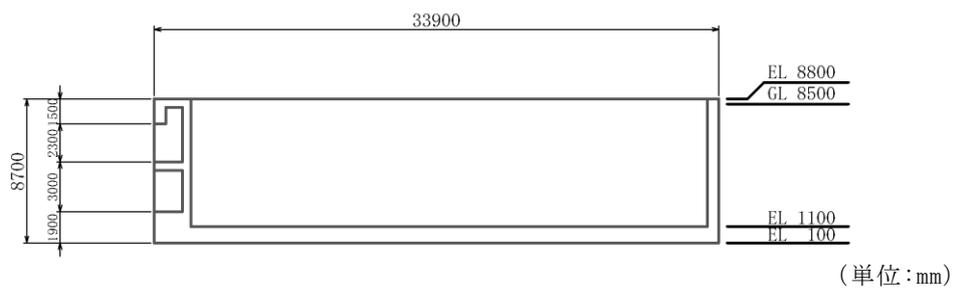


图 2-5 取水槽 断面图 (C-C 断面)

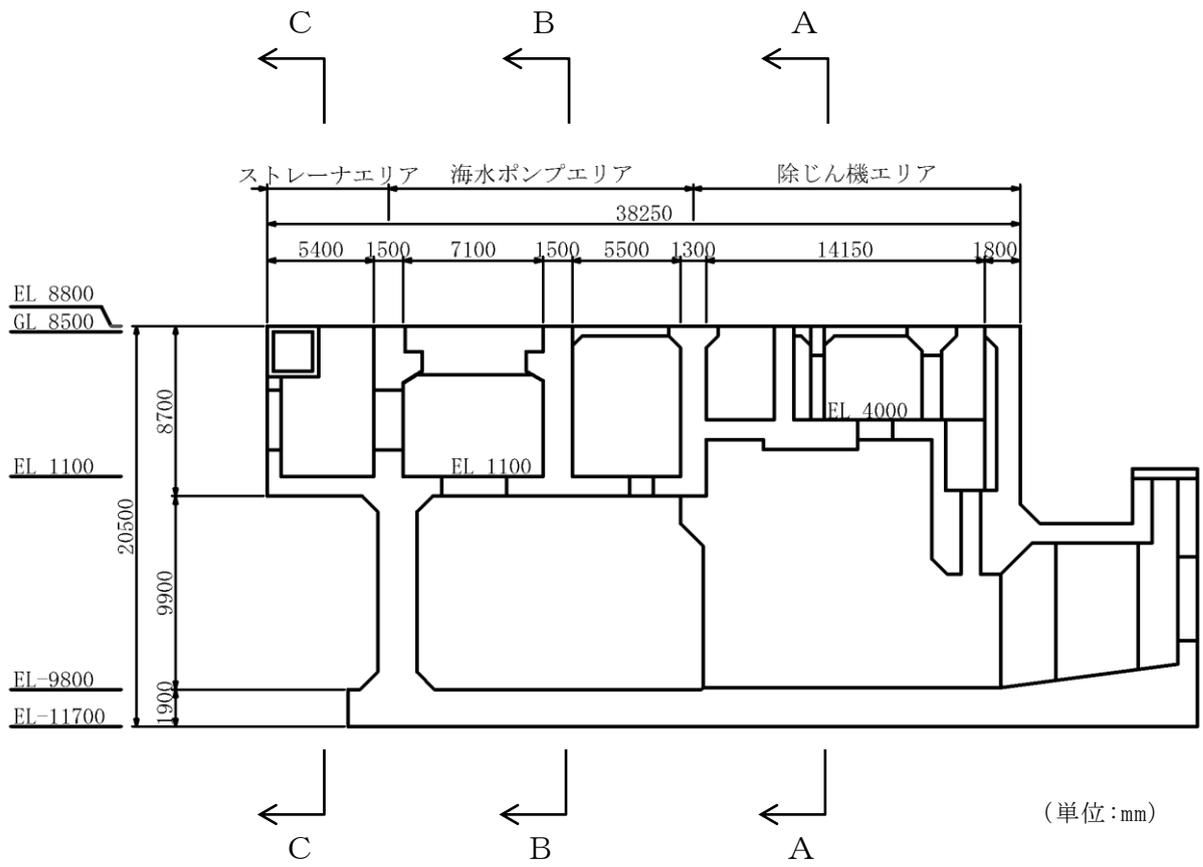


図 2-6 取水槽 断面図 (D-D 断面)

2.3 解析方針

取水槽は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して地震応答解析を実施する。

図 2-7 に取水槽の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 地震時荷重算出断面」に示す断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による 2次元有限要素法を用いた時刻歴応答解析により行うこととし、地盤物性のばらつきを適切に考慮する。

2次元有限要素法による時刻歴応答解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による応答加速度は、機器・配管系の設計用床応答スペクトルの作成並びに浸水防護施設及び防護対策設備の設計震度設定に用い、地震時土圧、慣性力及び基礎地盤の接地圧は、取水槽の耐震評価に用いる。

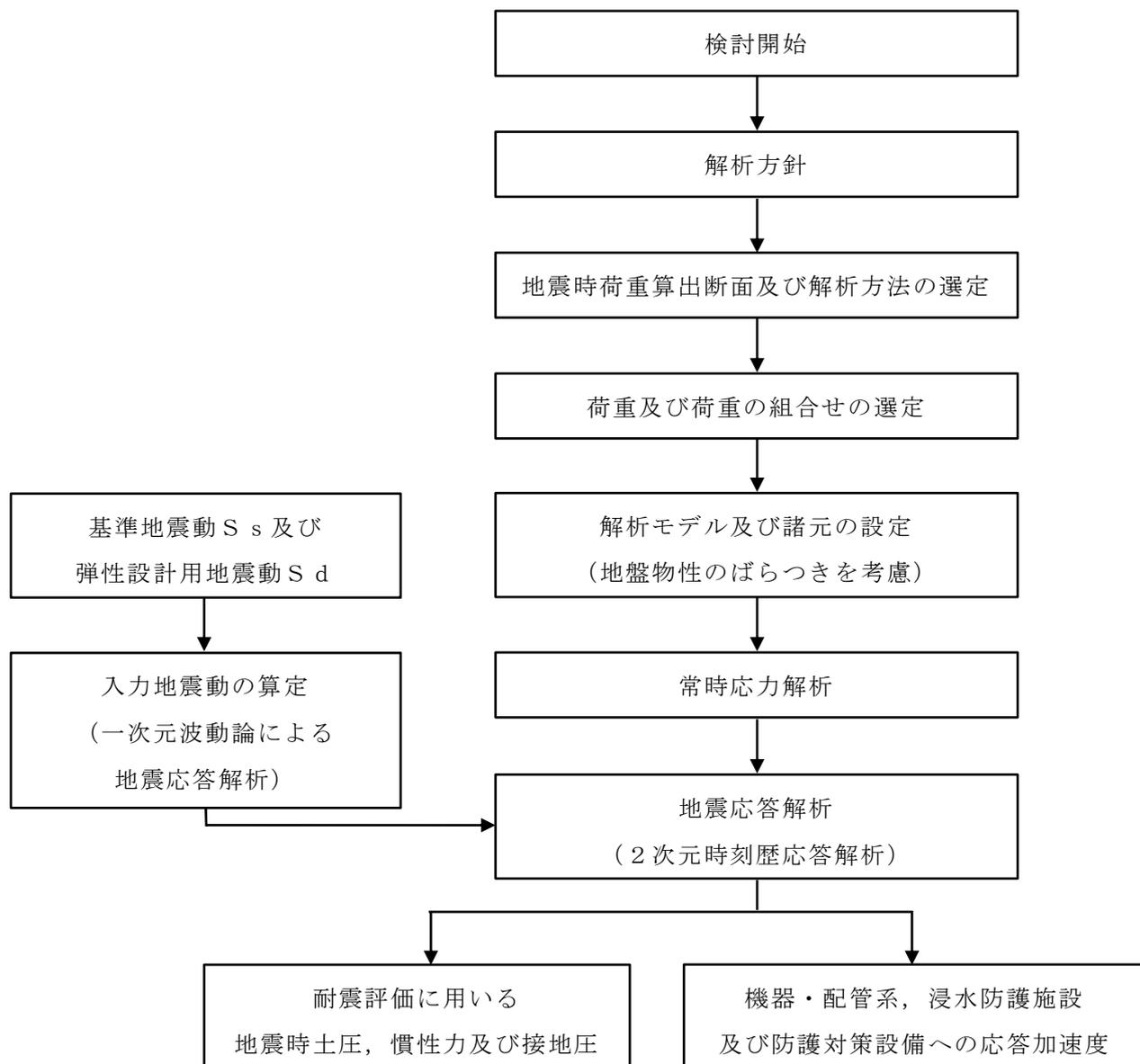


図 2-7 取水槽 地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書〔設計編〕（（社）土木学会，2017年制定）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005年）
- ・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）
- ・道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）

3. 解析方法

3.1 地震時荷重算出断面

取水槽の地震時荷重算出断面位置図を図 3-1 に示す。地震時荷重算出断面は、東西方向では妻壁や隔壁の配置が異なることによる剛性差を考慮して、除じん機エリア（A-A断面）、海水ポンプエリア（B-B断面）及びストレーナエリア（C-C断面）を通る断面とし、南北方向ではD-D断面とする。

東西方向（A-A断面、B-B断面及びC-C断面）及び南北方向（D-D断面）の地震時荷重算出断面図を図 3-2～図 3-5 に示す。なお、加振方向に平行に配置された耐震上見込むことができる面部材の配置から、東西方向が弱軸方向となり、南北方向が強軸方向となる。よって、構造物の耐震評価に用いる応答値の抽出は、弱軸方向に対して実施し、機器・配管系、浸水防護施設及び防護対策設備の耐震評価に用いる応答値の抽出は、弱軸方向及び強軸方向に対して実施する。

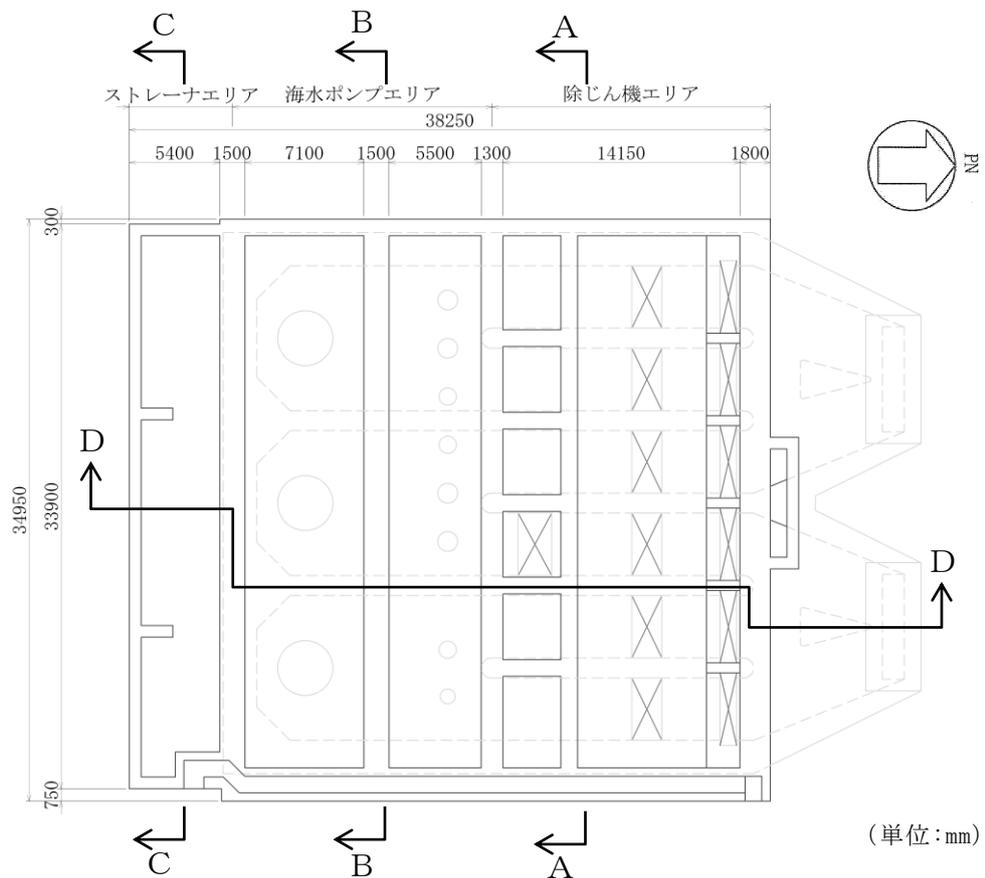


図 3-1 取水槽 地震時荷重算出断面位置図

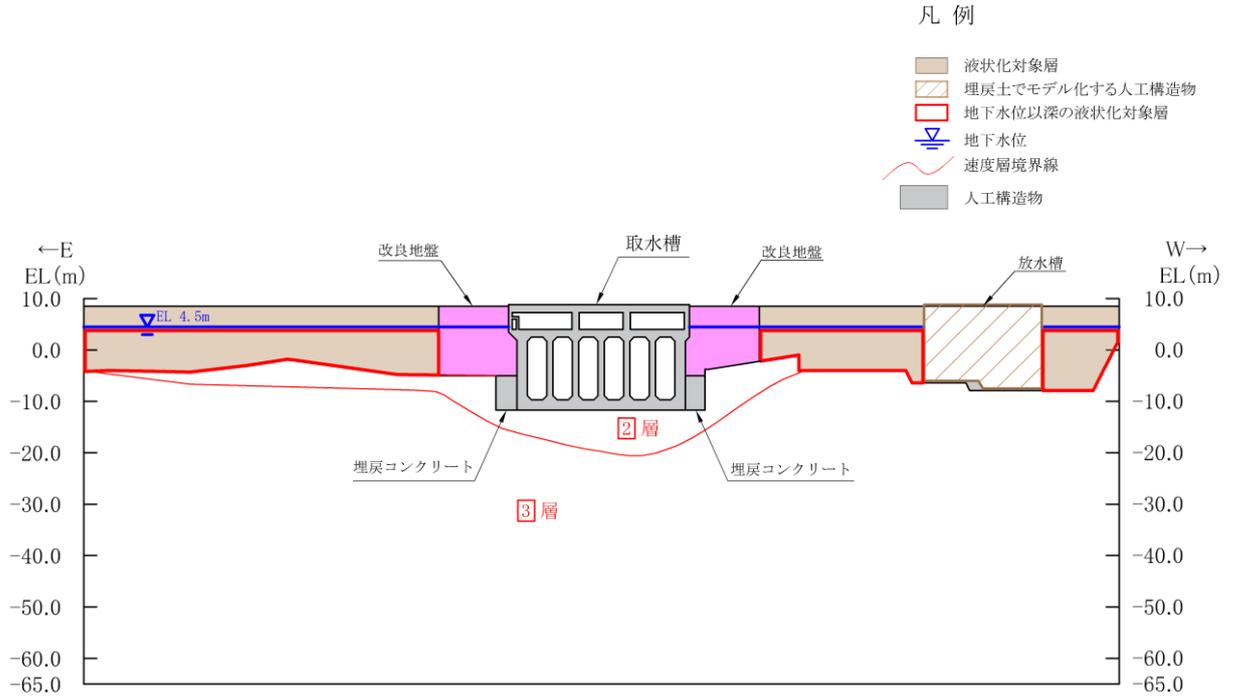


図 3-2 取水槽 地震時荷重算出断面図 (A-A 断面位置)

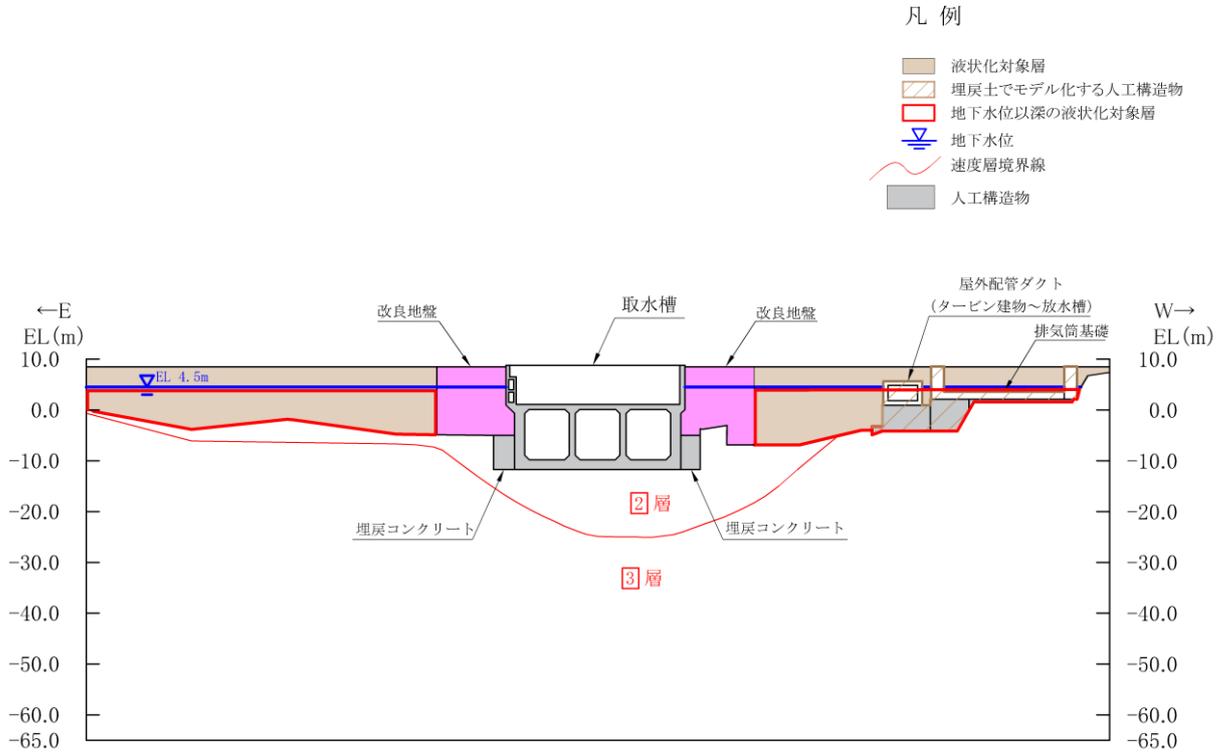


図 3-3 取水槽 地震時荷重算出断面図 (B-B 断面位置)

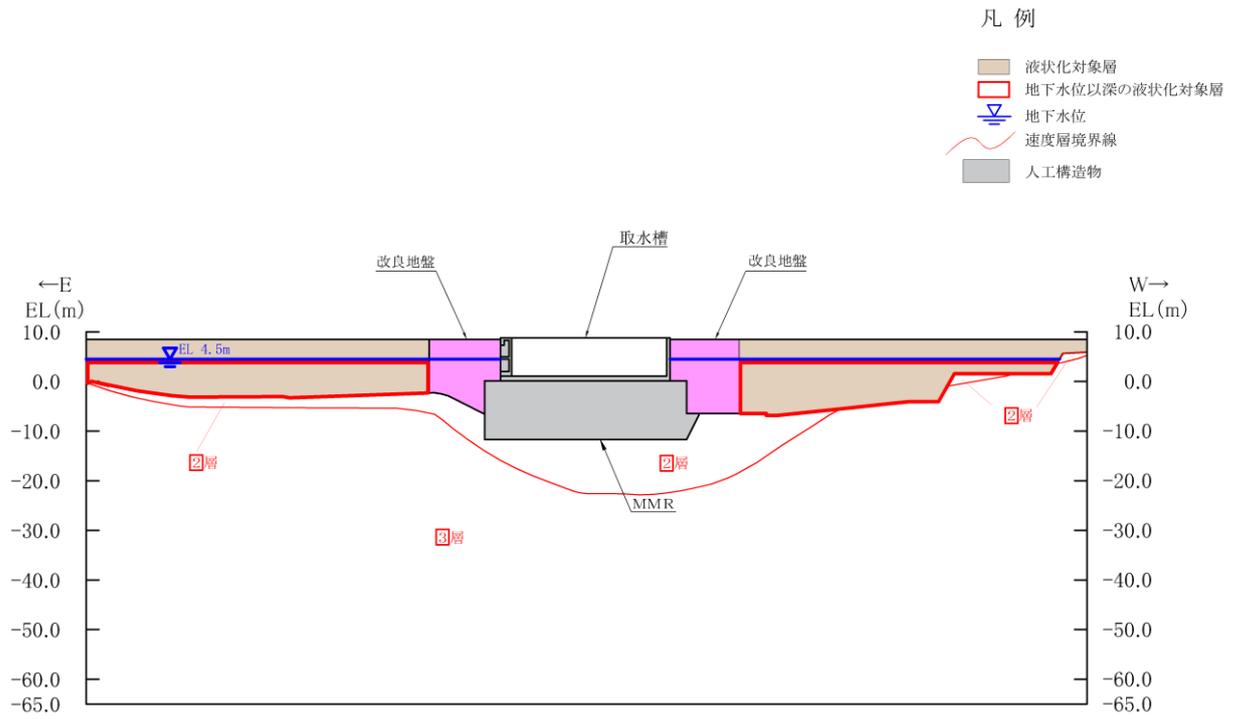


図 3-4 取水槽 地震時荷重算出断面図 (C-C 断面位置)

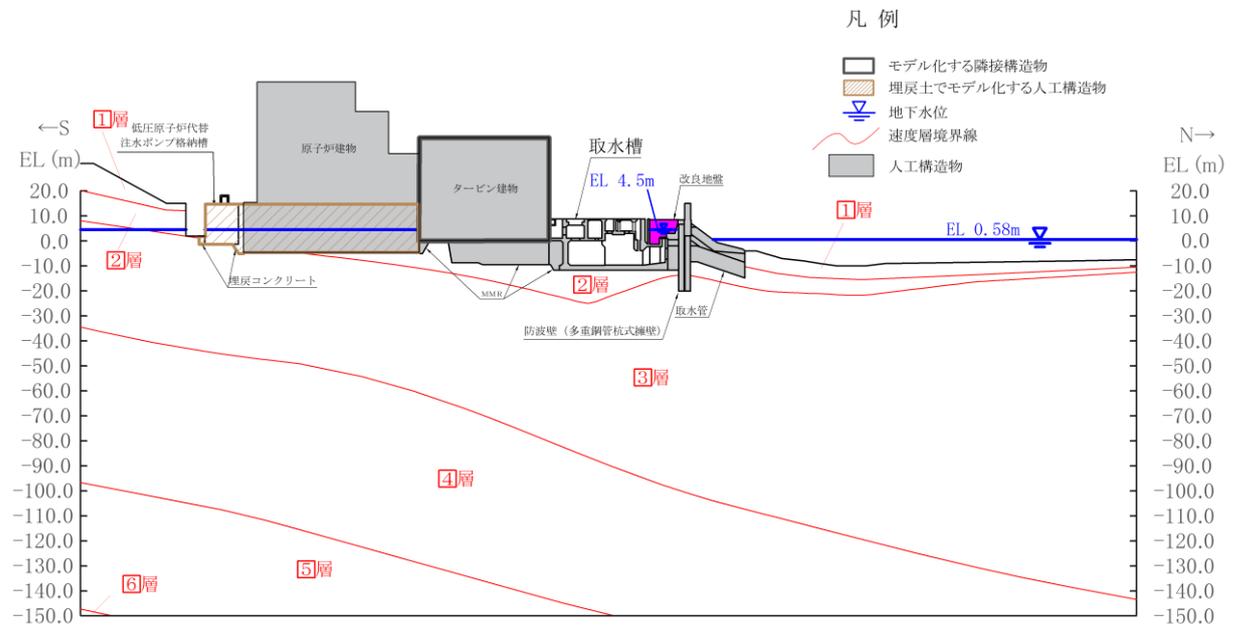


図 3-5 取水槽 地震時荷重算出断面図 (D-D 断面位置)

3.2 解析方法

取水槽の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととする。

東西方向断面（A-A断面，B-B断面及びC-C断面）は，地下水位以深の液状化対象層が施設と接する又は施設側方に広範囲に分布していることから，有効応力解析を実施する。南北方向断面（D-D断面）は，地下水位以深の液状化対象層が施設と接する又は施設側方に広範囲に分布しないことから，全応力解析とする。なお，東西方向断面については，有効応力解析に加え，液状化しない場合の影響を確認するため，全応力解析も実施する。

構造部材については，中床版，底版及び地震時荷重算出断面に垂直な壁部材は線形はり要素，断面に平行な壁部材は平面応力要素とし，構造物の奥行方向の長さ各部材の奥行方向の長さの比率や3次元構造解析モデルとの変位を整合させるためのヤング係数の調整を行い，3次元構造解析モデルと等価な剛性となるようモデル化する。また，地盤については地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようモデル化する。

地震応答解析は，有効応力解析については解析コード「FLIP」，全応力解析については解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお，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。

3.2.1 構造部材

鉄筋コンクリート部材は、線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

取水槽周辺の地質状況及び地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 及び表 3-2 に示す解析ケースを設定する。

取水槽は南側を除く 3 方向を改良地盤に囲まれている。東西方向断面については、改良地盤の外側に埋戻土が分布しており、主たる荷重は埋戻土の土圧となることから、埋戻土の初期せん断弾性係数のばらつきを考慮する。南北方向断面については、耐震評価における 3 次元構造解析の条件をそろえるため、埋戻土の初期せん断弾性係数のばらつきを考慮する。

ばらつきを考慮する物性値は地盤のせん断変形を定義するせん断弾性係数とし、平均値を基本ケース（表 3-1 に示すケース①及び表 3-2 に示すケース⑥）とした場合に加えて、平均値 $\pm 1.0 \times$ 標準偏差（ σ ）のケース（表 3-1 に示すケース②及び③並びに表 3-2 に示すケース⑦及び⑧）について確認を行う。

また、東西方向断面（A-A 断面、B-B 断面及び C-C 断面）については、非液状化の条件を仮定したケース（表 3-1 に示すケース④及び⑤）を実施することにより地盤物性のばらつきの影響を網羅的に考慮する。

地盤のばらつきの設定方法の詳細は、「3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定」に示す。

表 3-1 解析ケース（東西方向断面）

解析ケース	解析手法	地盤物性	
		埋戻土 (G_o : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	有効応力解析	平均値	平均値
ケース②	有効応力解析	平均値 + 1σ	平均値
ケース③	有効応力解析	平均値 - 1σ	平均値
ケース④	全応力解析	平均値	平均値
ケース⑤	全応力解析	平均値 + 1σ	平均値

表 3-2 解析ケース（南北方向断面）

解析ケース	解析手法	地盤物性	
		埋戻土 (G_o : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース⑥ (基本ケース)	全応力解析	平均値	平均値
ケース⑦	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値
ケース⑧	全応力解析	平均値 - 1 σ	平均値

3.2.3 減衰定数

構造部材の減衰定数は、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

全応力解析では、粘性減衰を考慮することとし、固有値解析にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。

有効応力解析では、Rayleigh 減衰を考慮することとし、剛性比例型減衰 ($\alpha = 0$, $\beta = 0.002$) とする。

Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定結果を表 3-3 及び表 3-4 に示す。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

[C] : 減衰係数マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

表 3-3 Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定結果
(解析手法：有効応力解析)

地震時荷重算出断面	α	β
A - A 断面	0.000	2.000×10^{-3}
B - B 断面	0.000	2.000×10^{-3}
C - C 断面	0.000	2.000×10^{-3}

表 3-4 Rayleigh 減衰における係数 α , β の設定結果
(解析手法：全応力解析)

地震時荷重算出断面	α	β
A - A 断面	6.740×10^{-1}	2.017×10^{-4}
B - B 断面	6.740×10^{-1}	1.986×10^{-4}
C - C 断面	7.080×10^{-1}	1.240×10^{-4}
D - D 断面	6.090×10^{-1}	1.377×10^{-3}

3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定

(1) 耐震評価における解析ケース

a. 有効応力解析を基本ケースとする構造物

有効応力解析を基本ケースとする東西方向断面（A－A断面，B－B断面及びC－C断面）の耐震評価においては，基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し，解析ケース①（基本ケース）を実施する。解析ケース①（基本ケース）において，曲げ・軸力系の破壊，せん断破壊及び地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が0.5を超えるすべての照査項目に対して，最も厳しい地震動を用いて，表3-1に示す解析ケース②～⑤を実施する。耐震評価における解析ケースを表3-5に示す。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合，照査値が最も厳しくなる地震動を用いて解析ケース②～⑤を実施する。

表 3-5 耐震評価における解析ケース（有効応力解析を基本ケースとする構造物）

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	
基本ケース		平均値	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース	非液化化の条件を仮定した解析ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮して非液化化の条件を仮定した解析ケース	
地盤物性		平均値	平均値 + 1σ	平均値 - 1σ	平均値	平均値 + 1σ	
地震動 (位相)	S s - D	++*	○				
		-+*	○				
	S s - F 1	+ - *	○				
		- - *	○				
	S s - F 2	+ + *	○				
		+ + *	○				
	S s - N 1	+ + *	○				
		- + *	○				
	S s - N 2 (N S)	+ + *	○				
		- + *	○				
S s - N 2 (E W)	+ + *	○					
	- + *	○					

基準地震動 S s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全 12 波に対し、ケース① (基本ケース) を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各照査項目ごとに照査値が 0.5 を超える照査項目に対して、最も厳しい (許容限界に対する裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②～⑤を実施する。
すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 以下の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～⑤を実施する。

注記* : 地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

b. 全応力解析を基本ケースとする構造物

全応力解析を基本ケースとする南北方向断面（D-D断面）の耐震評価においては、基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し、解析ケース⑥（基本ケース）を実施する。解析ケース⑥（基本ケース）において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が0.5を超えるすべての照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いて、表3-2に示す解析ケース⑦及び⑧を実施する。耐震評価における解析ケースを表3-6に示す。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合には、照査値が最も厳しくなる地震動を用いて解析ケース⑦及び⑧を実施する。

表3-6 耐震評価における解析ケース（全応力解析を基本ケースとする構造物）

解析ケース		ケース⑥	ケース⑦	ケース⑧
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ)を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ)を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動 (位相)	S_s-D	++*	○	基準地震動 S_s （6波）に位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波に対し、ケース⑥（基本ケース）を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して、最も厳しい（許容限界に対する裕度が最も小さい）地震動を用いてケース⑦及び⑧を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合には、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース⑦及び⑧を実施する。
		-+*	○	
		+ -*	○	
		--*	○	
	S_s-F1	++*	○	
	S_s-F2	++*	○	
	S_s-N1	++*	○	
		-+*	○	
	S_s-N2 (NS)	++*	○	
		-+*	○	
S_s-N2 (EW)	++*	○		
	-+*	○		

注記*：地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

(2) 機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース

a. 有効応力解析を基本ケースとする構造物

有効応力解析を基本ケースとする東西方向断面（A-A断面及びB-B断面）の機器・配管系に対する応答加速度抽出においては、床応答への保守的な配慮として解析ケース①に加え、表 3-1 に示す解析ケース②，③及び⑤を実施する。機器・配管系の応答加速度抽出における解析ケースを表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(有効応力解析を基本ケースとする構造物)

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	ケース⑤	
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	非液状化の条件を仮定した解析ケース	
地盤物性		平均値	平均値 + 1 σ	平均値 - 1 σ	平均値 + 1 σ	
地震動 (位相)	S _s -D	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
		+ -*	○	○	○	○
		--*	○	○	○	○
	S _s -F 1	++*	○	○	○	○
	S _s -F 2	++*	○	○	○	○
	S _s -N 1	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S _s -N 2 (NS)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S _s -N 2 (EW)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○

注記*：地震動の位相について，++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し，「-」は位相を反転させたケースを示す。

表 3-8 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
 (有効応力解析を基本ケースとする構造物 (弾性設計用地震動 S d))

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③	ケース⑤
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	非液状化の条件を仮定した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値 + 1 σ	平均値 - 1 σ	平均値 + 1 σ
地震動 (位相)	S d - D	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
		+ - *	○	○	○	○
		--*	○	○	○	○
	S d - F 1	++*	○	○	○	○
	S d - F 2	++*	○	○	○	○
	S d - N 1	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - N 2 (NS)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - N 2 (EW)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - 1	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
		+ - *	○	○	○	○
		--*	○	○	○	○

注記* : 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

b. 全応力解析を基本ケースとする構造物

全応力解析を基本ケースとする南北方向断面（D-D断面）の機器・配管系に対する応答加速度抽出においては、床応答への保守的な配慮として解析ケース⑥に加え、表3-2に示す解析ケース⑦及び⑧を実施する。機器・配管系の応答加速度抽出における解析ケースを表3-9及び表3-10に示す。

表3-9 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(全応力解析を基本ケースとする構造物)

解析ケース		ケース⑥	ケース⑦	ケース⑧	
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ)を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ)を考慮した解析ケース	
地盤物性		平均値	平均値+1σ	平均値-1σ	
地震動 (位相)	S s - D	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
		+ -*	○	○	○
		--*	○	○	○
	S s - F 1	++*	○	○	○
	S s - F 2	++*	○	○	○
	S s - N 1	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
	S s - N 2 (NS)	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
	S s - N 2 (EW)	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○

注記*：地震動の位相について，++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し，「-」は位相を反転させたケースを示す。

表 3-10 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
 (全応力解析を基本ケースとする構造物 (弾性設計用地震動 S d))

解析ケース		ケース⑥		ケース⑦		ケース⑧	
		基本ケース		地盤物性のばらつき (+1 σ)を考慮した 解析ケース		地盤物性のばらつき (-1 σ)を考慮した 解析ケース	
地盤物性		平均値		平均値+1 σ		平均値-1 σ	
地震動 (位相)	S d-D	++*	○	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○	
		+ -*	○	○	○	○	
		--*	○	○	○	○	
	S d-F 1	++*	○	○	○	○	
	S d-F 2	++*	○	○	○	○	
	S d-N 1	++*	○	○	○	○	
		-+*	○	○	○	○	
	S d-N 2 (NS)	++*	○	○	○	○	
		-+*	○	○	○	○	
	S d-N 2 (EW)	++*	○	○	○	○	
		-+*	○	○	○	○	
	S d-1	++*	○	○	○	○	
		-+*	○	○	○	○	
		+ -*	○	○	○	○	
		--*	○	○	○	○	

注記* : 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

取水槽の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪を考慮する。埋設構造物であるため風の影響は考慮しない。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

取水槽の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重、機器・配管荷重、浸水防止設備及び防護対策設備荷重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として、水圧及び積雪荷重 P_s を考慮する。

(3) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し 35.0 cmとする。積雪荷重については、「松江市建築基準法施行細則(平成17年3月31日, 松江市規則第234号)」により、積雪量1cmごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(5) 地震荷重 (S_d)

弾性設計用地震動 S_d による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-11 に示す。

表 3-11 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P + S _s
地震時 (S _d) *	G + P + S _d

注記* : 機器・配管系の耐震設計に用いる。

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

S_d : 地震荷重 (弾性設計用地震動 S_d)

3.4 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、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 を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

入力地震動算定の概念図を図 3-6 に示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」及び「microSHAKE/3D」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

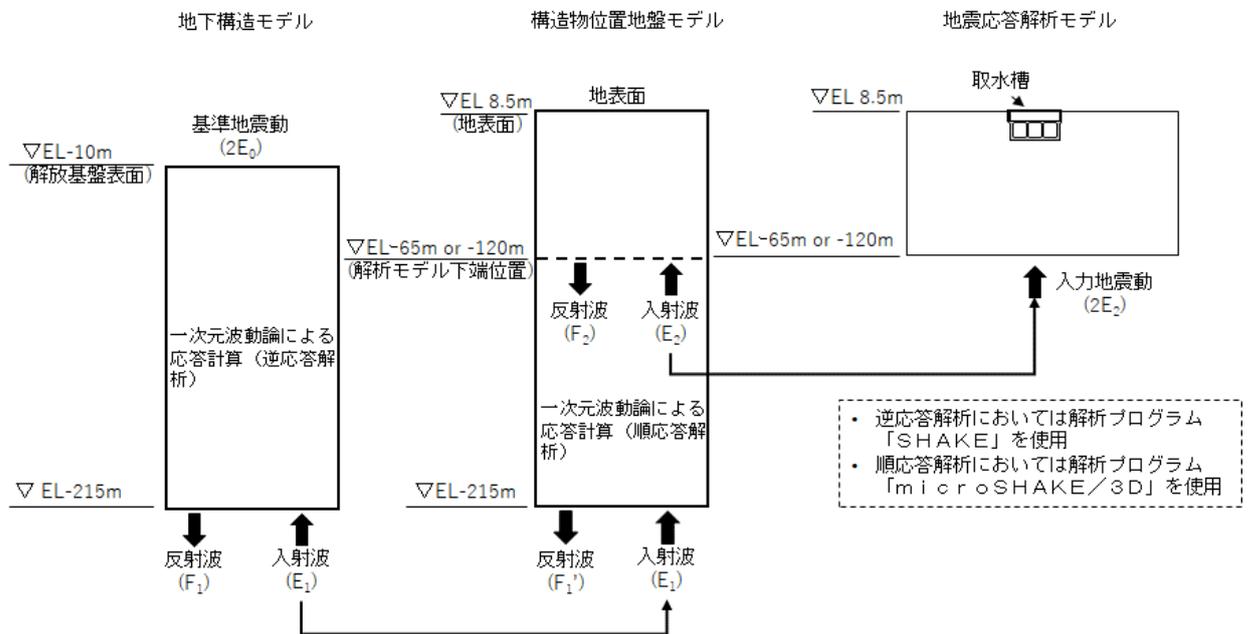
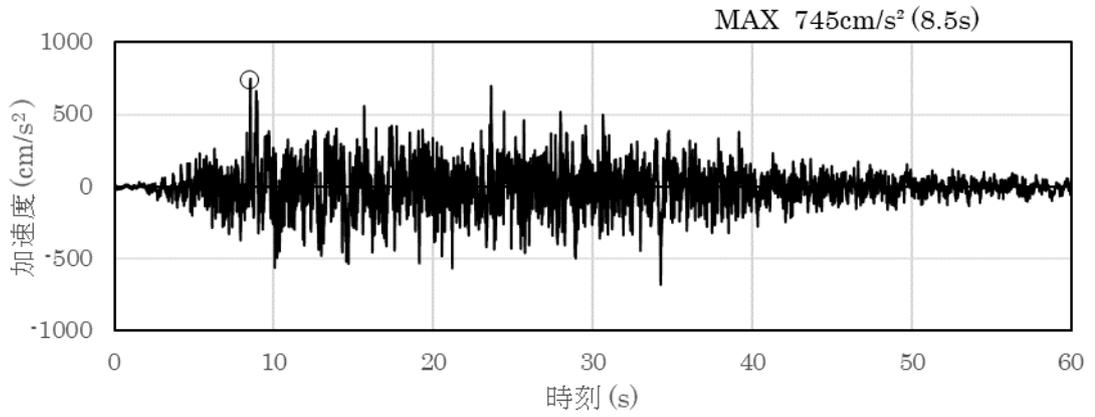


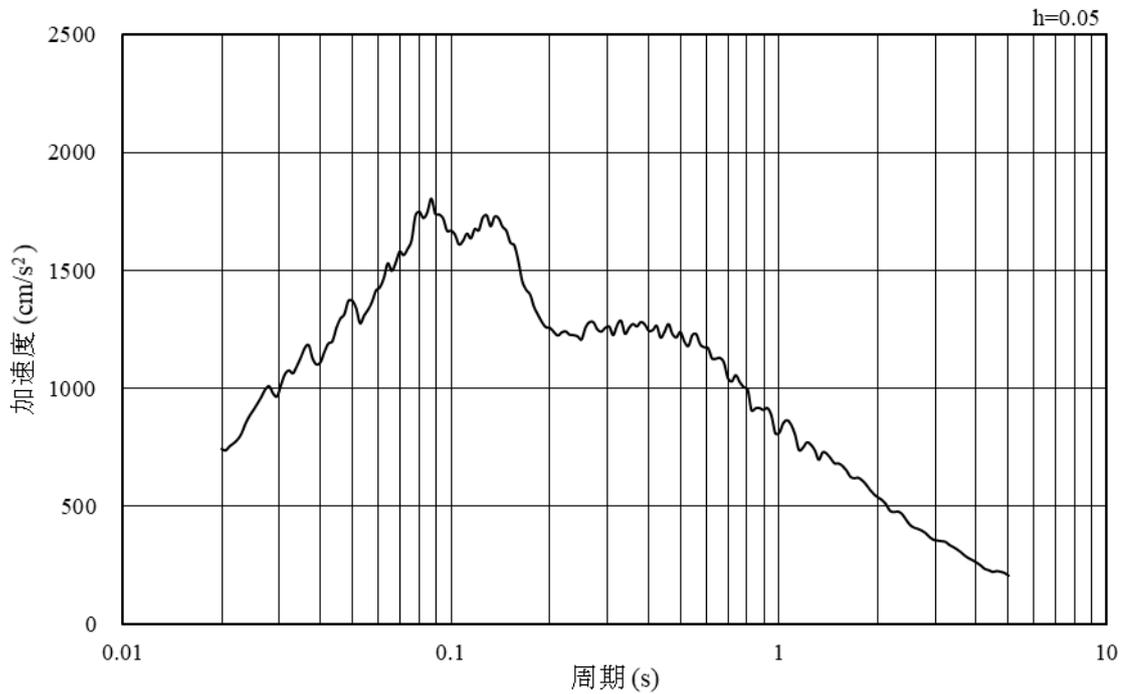
図 3-6 入力地震動算定の概念図

3.4.1 A-A断面, B-B断面及びC-C断面の入力地震動

図3-7～図3-32にA-A断面, B-B断面及びC-C断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

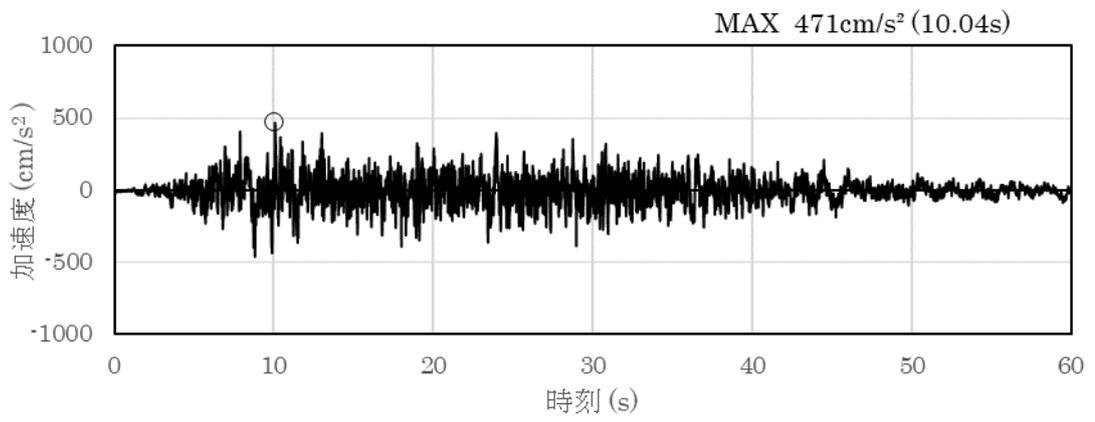


(a) 加速度時刻歴波形

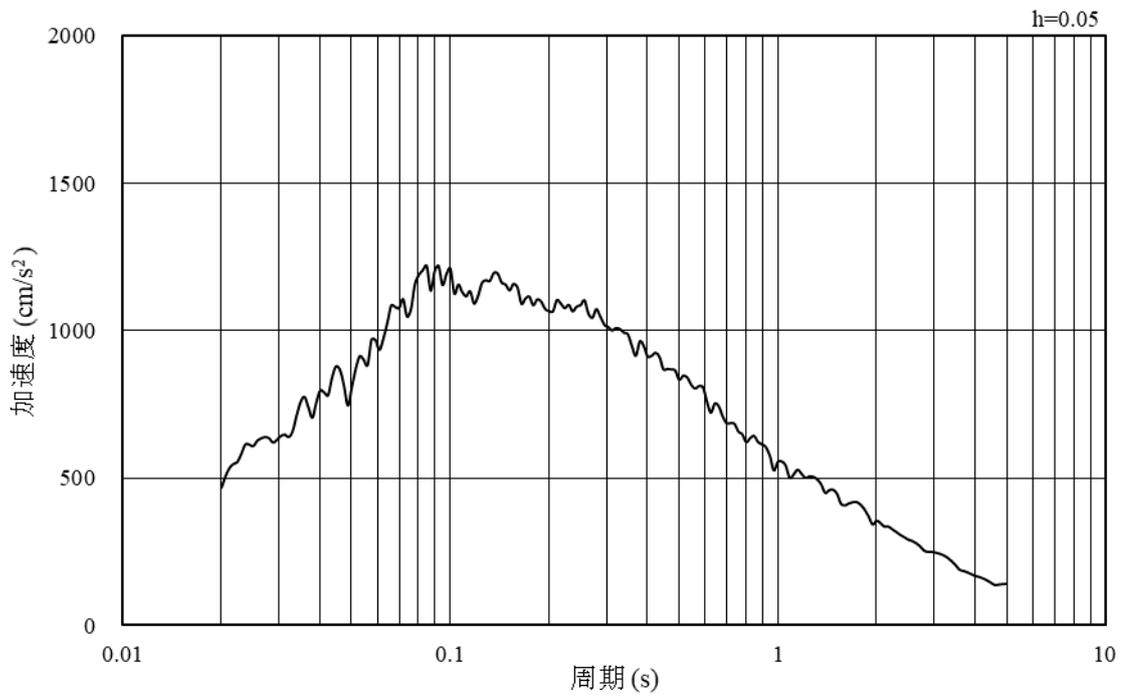


(b) 加速度応答スペクトル

図3-7 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分: S s - D, EL-65m)

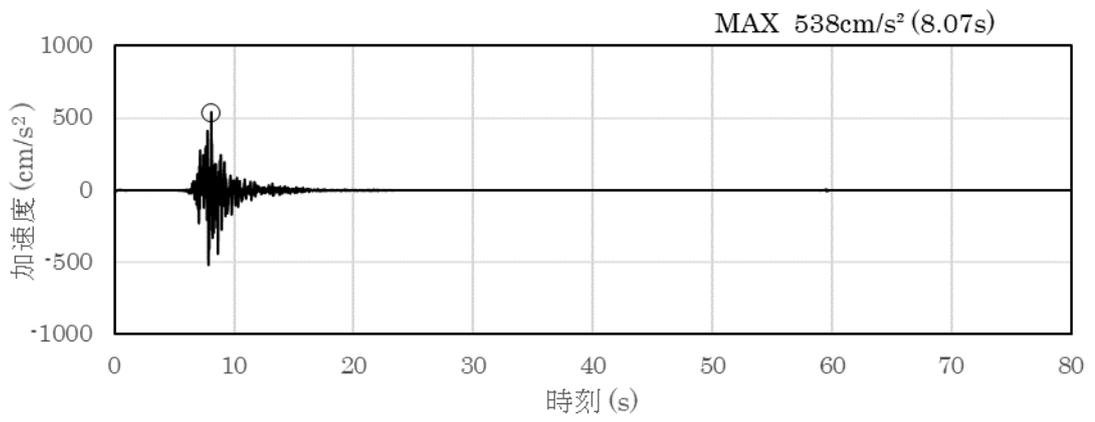


(a) 加速度時刻歴波形

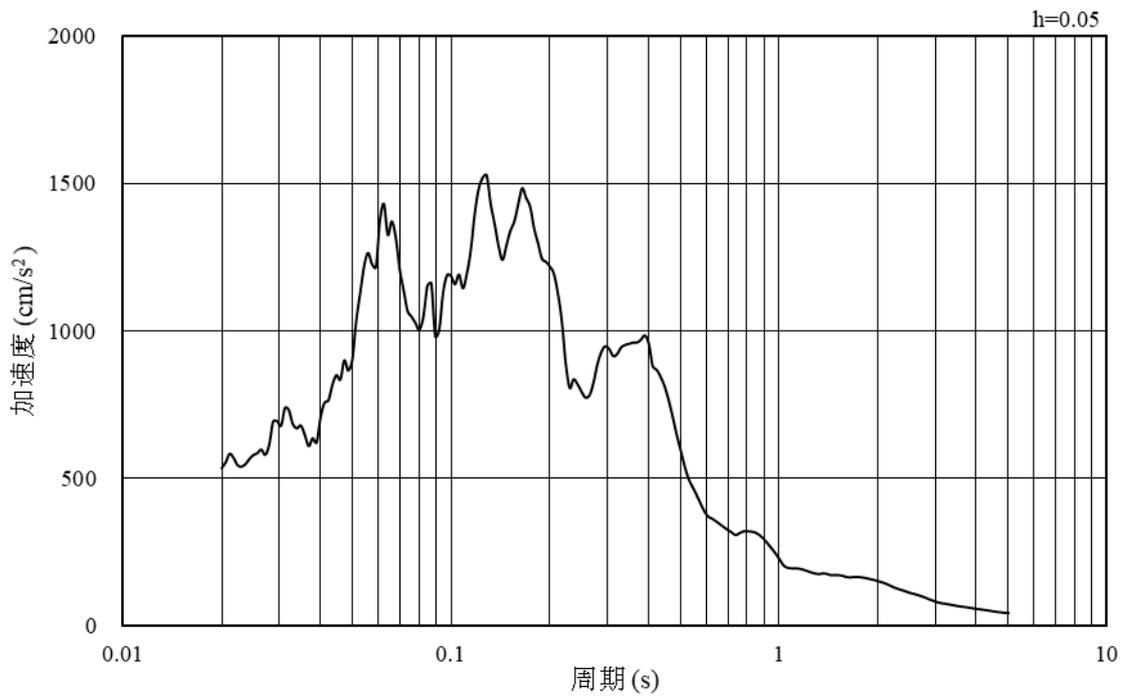


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - D, EL-65m)

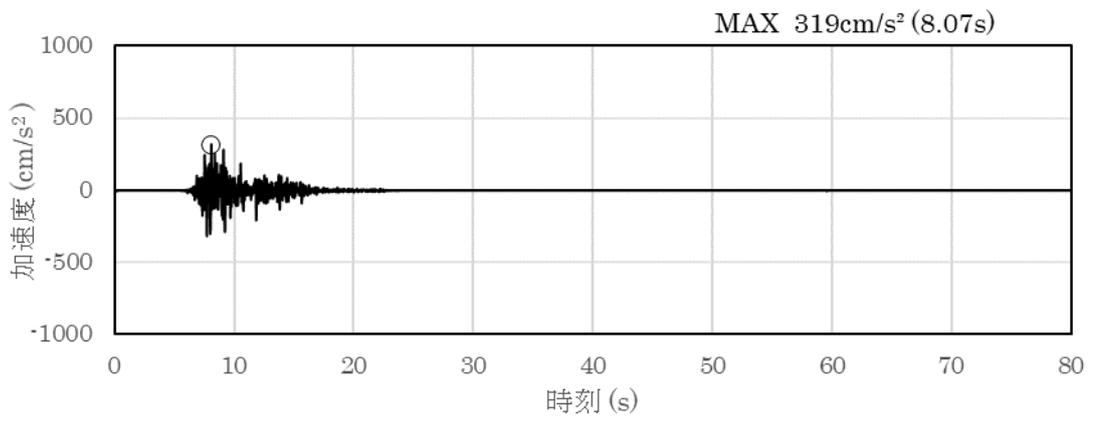


(a) 加速度時刻歴波形

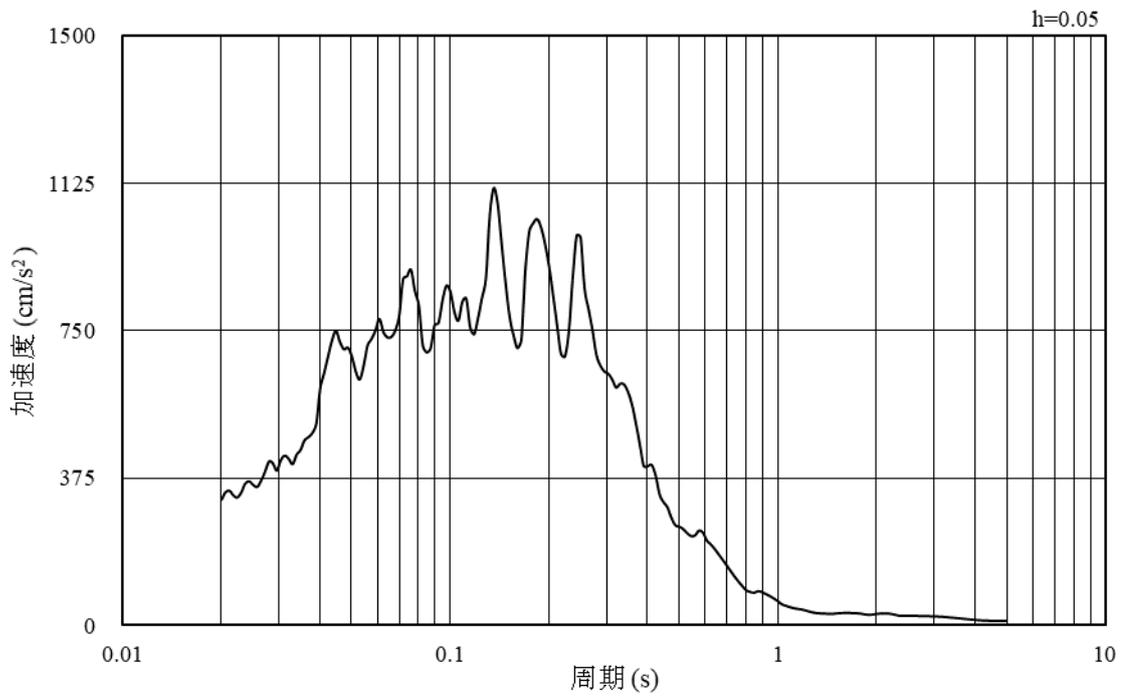


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1, EL-65m)

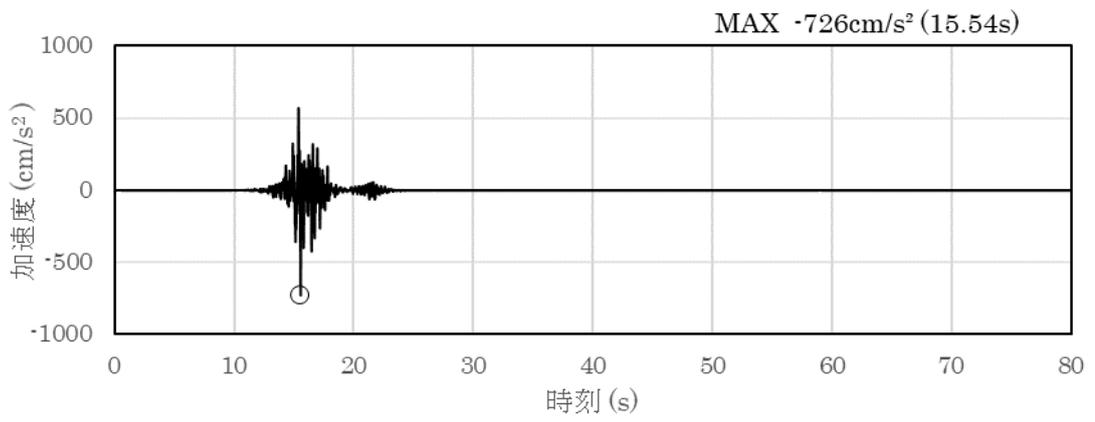


(a) 加速度時刻歴波形

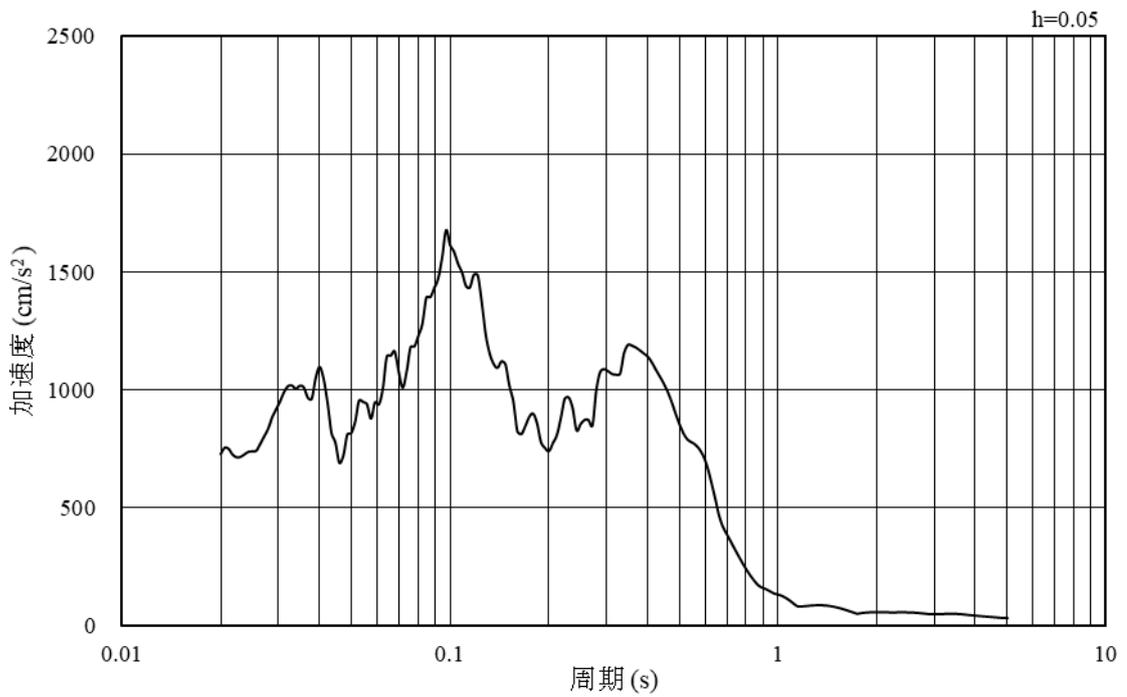


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-10 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1, EL-65m)

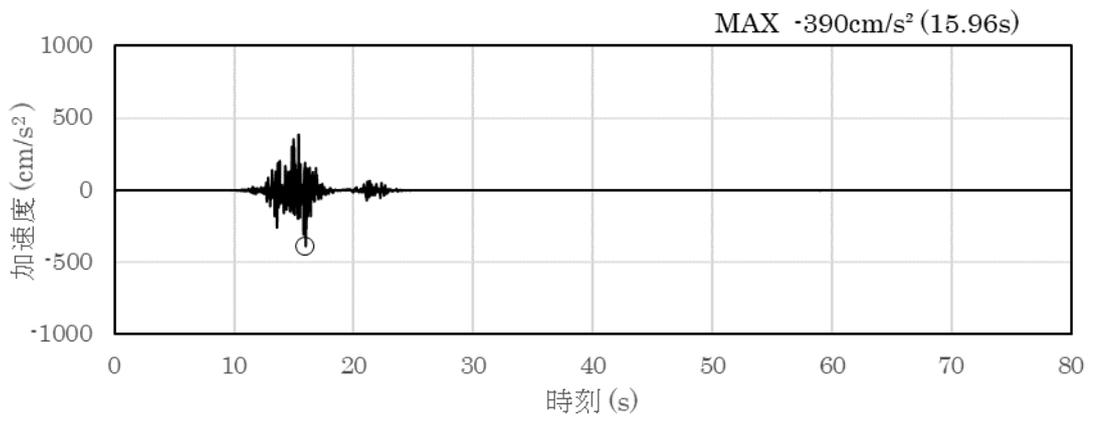


(a) 加速度時刻歴波形

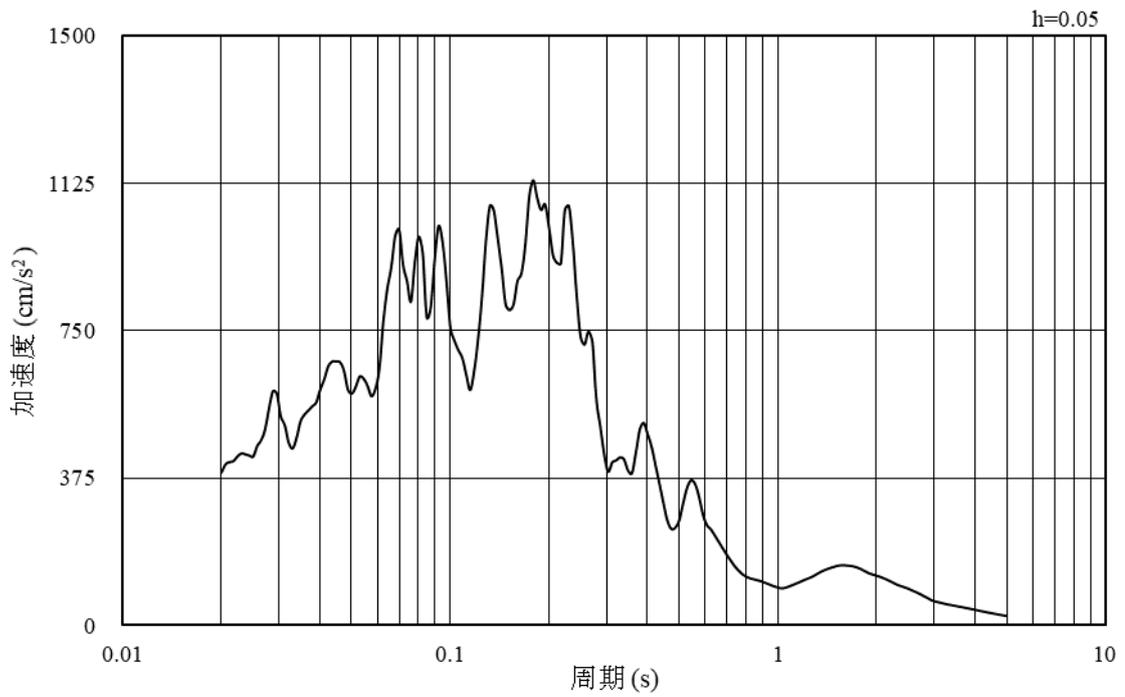


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-11 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 2, EL-65m)

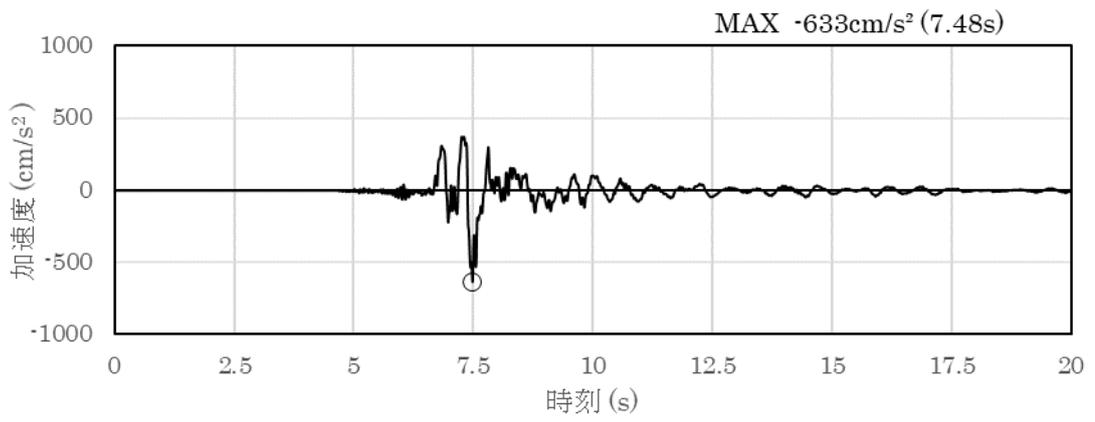


(a) 加速度時刻歴波形

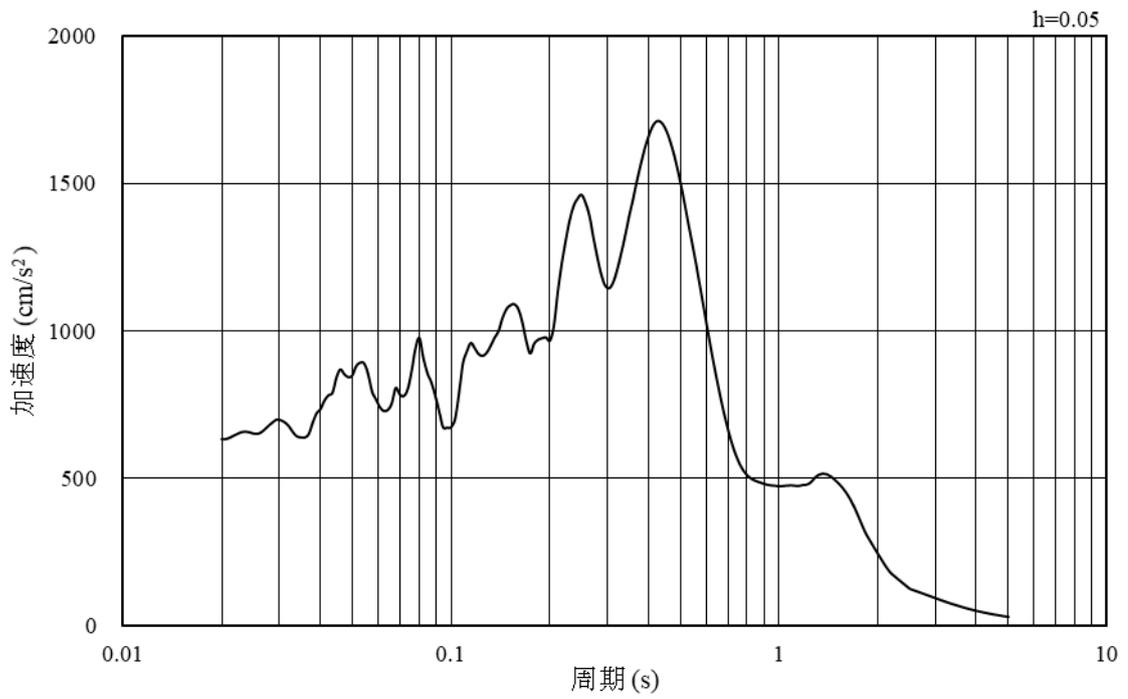


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-12 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2, EL-65m)

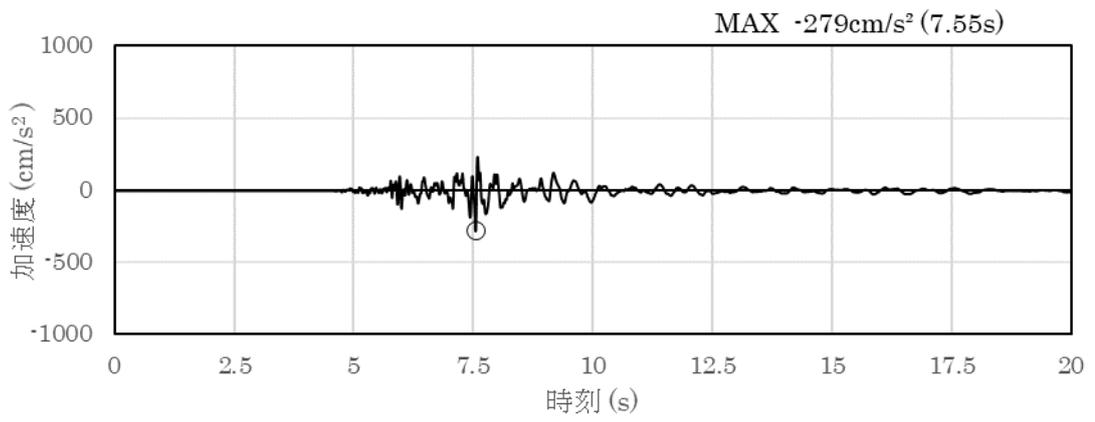


(a) 加速度時刻歴波形

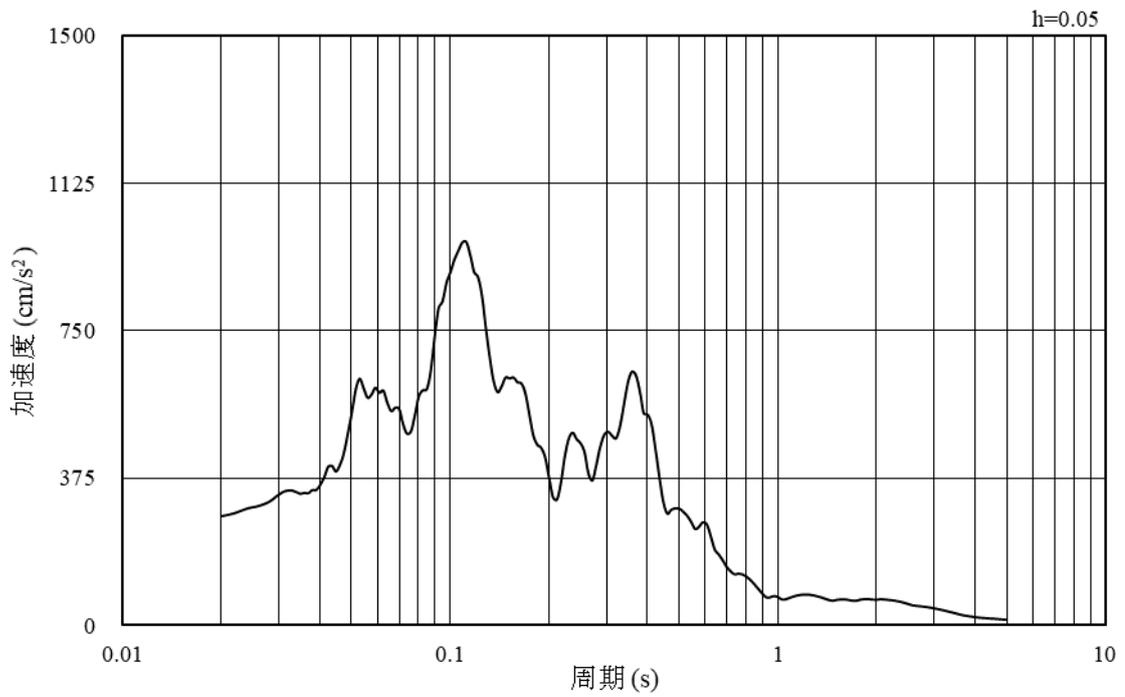


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - N 1, EL-65m)

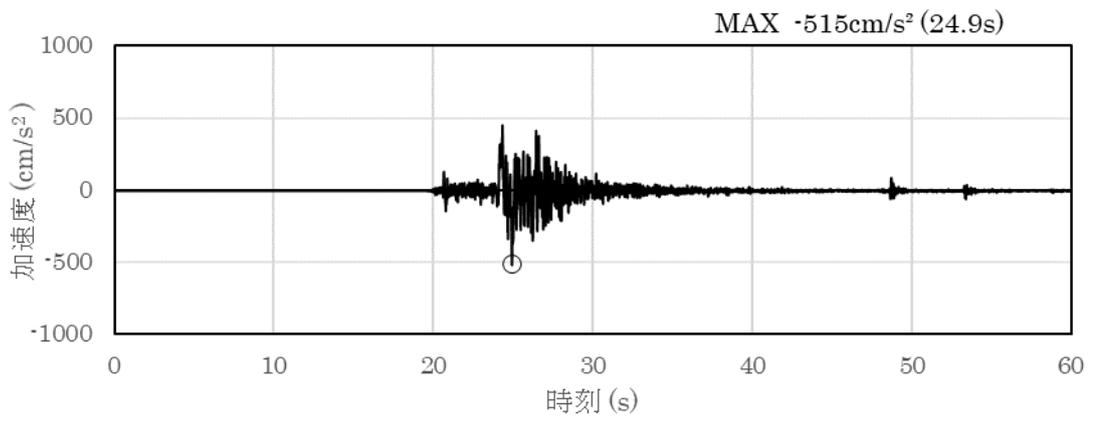


(a) 加速度時刻歴波形

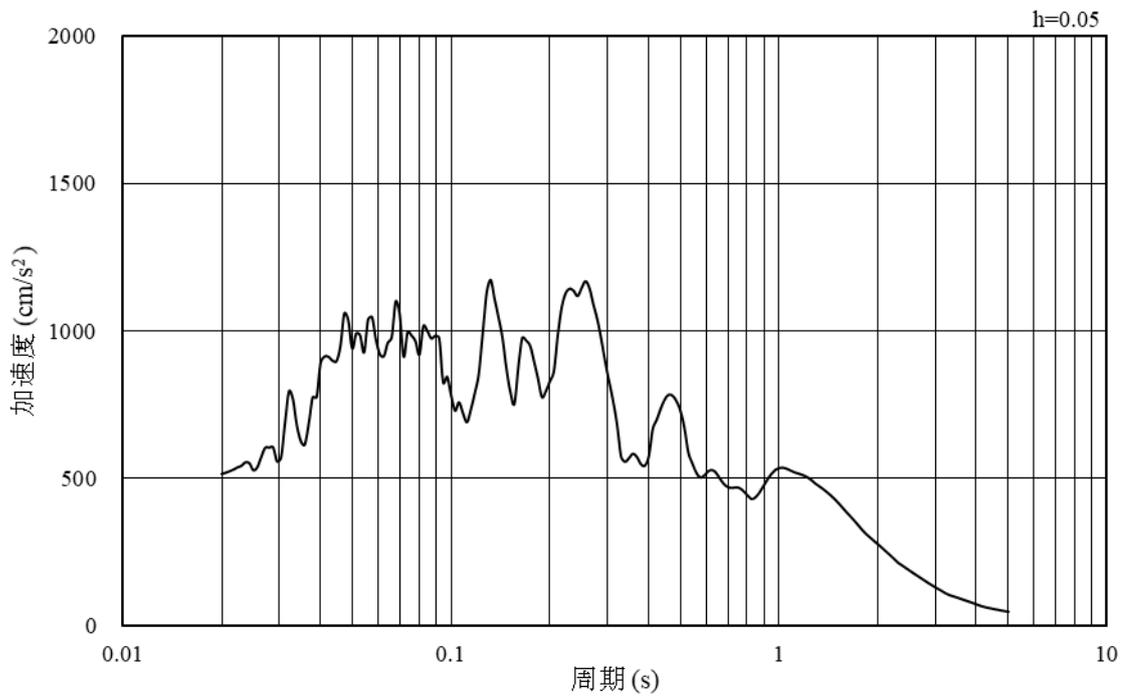


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1, EL-65m)

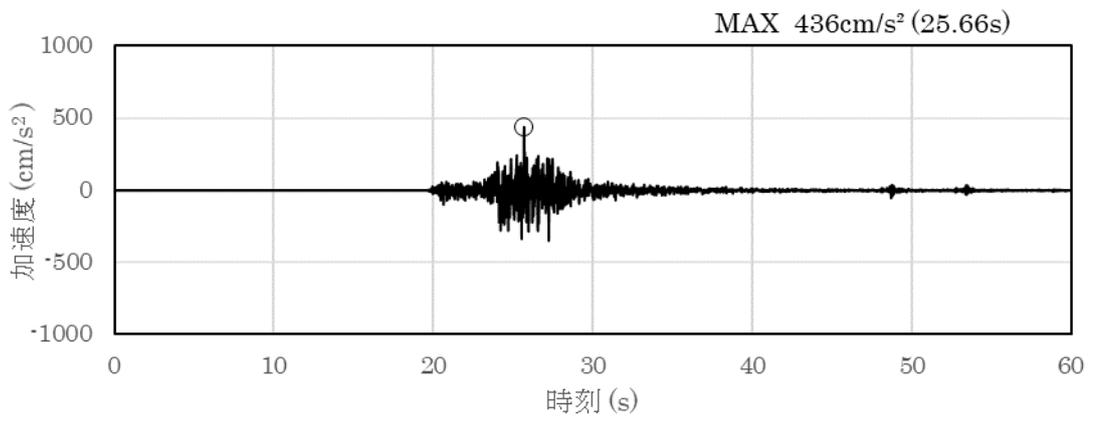


(a) 加速度時刻歴波形

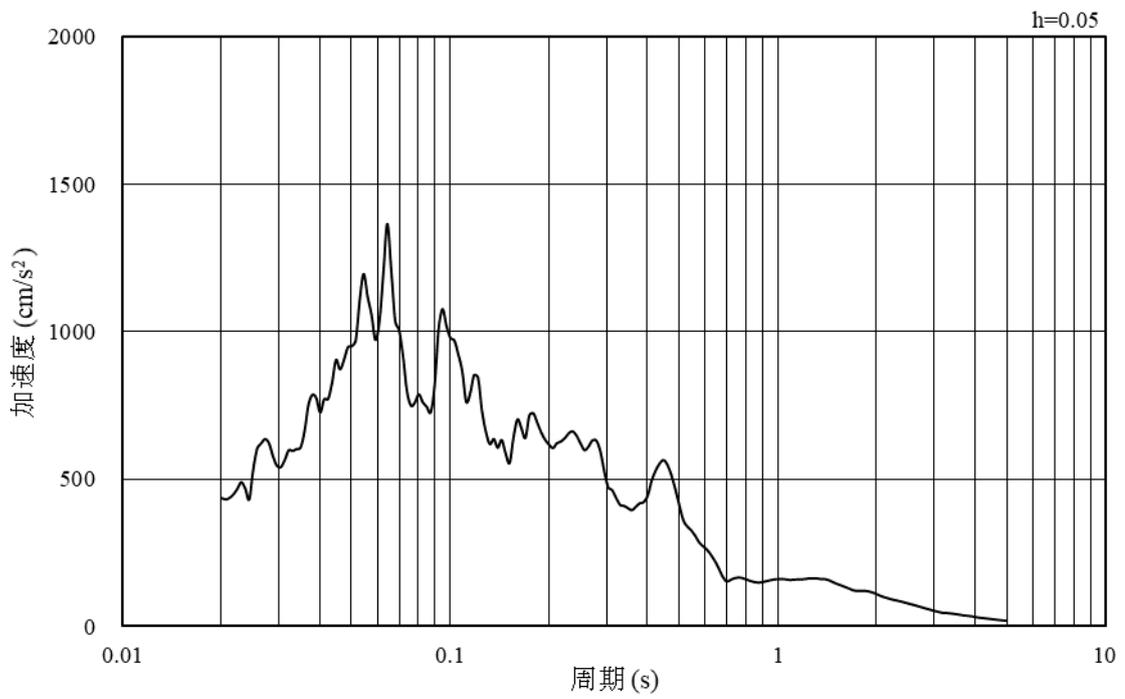


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分 : S s - N 2 (N S), EL-65m)

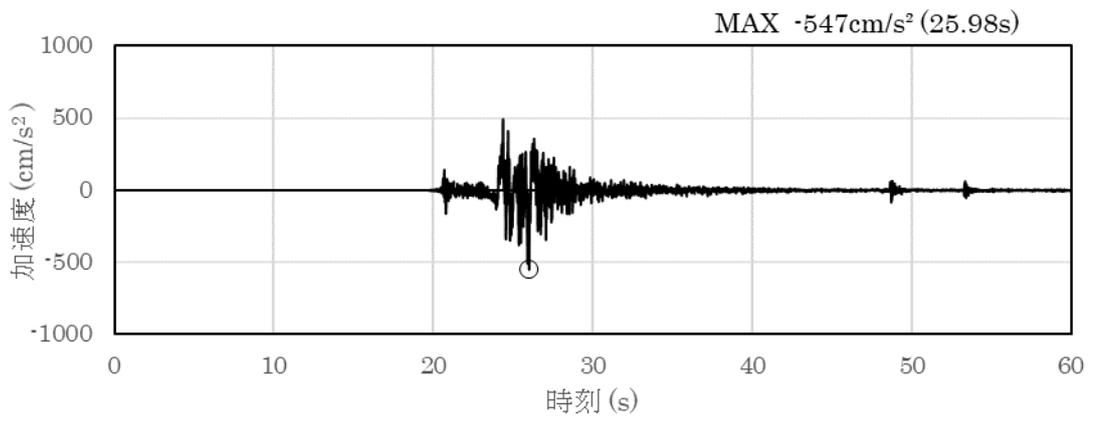


(a) 加速度時刻歴波形

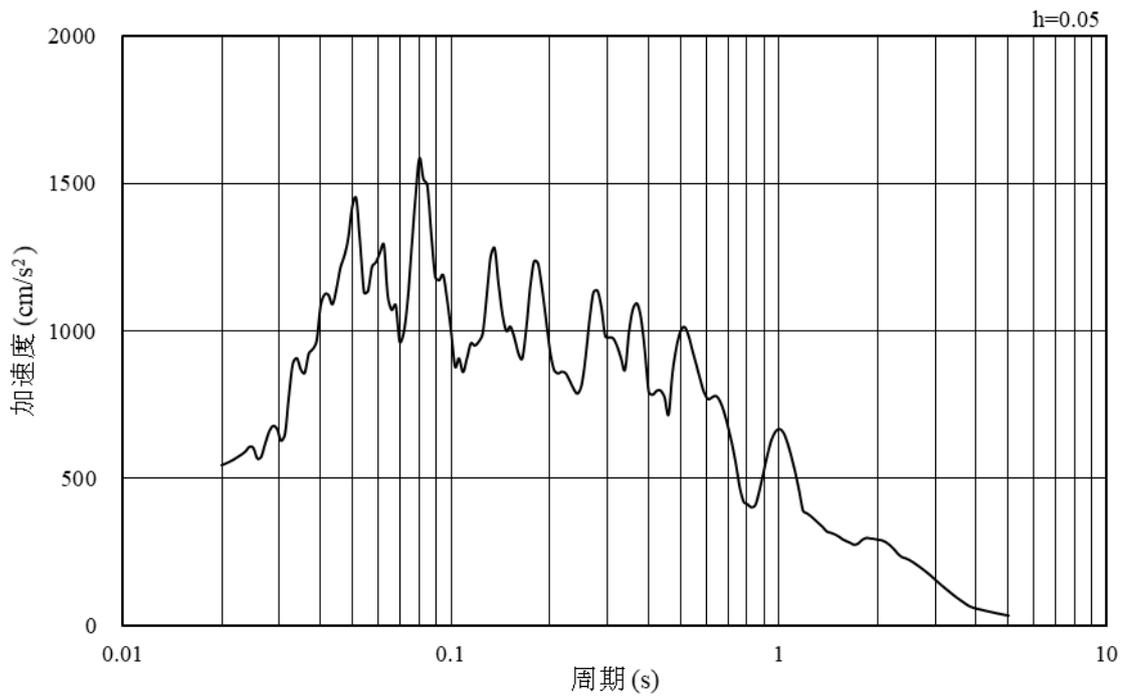


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (鉛直成分：S s - N 2 (N S), EL-65m)

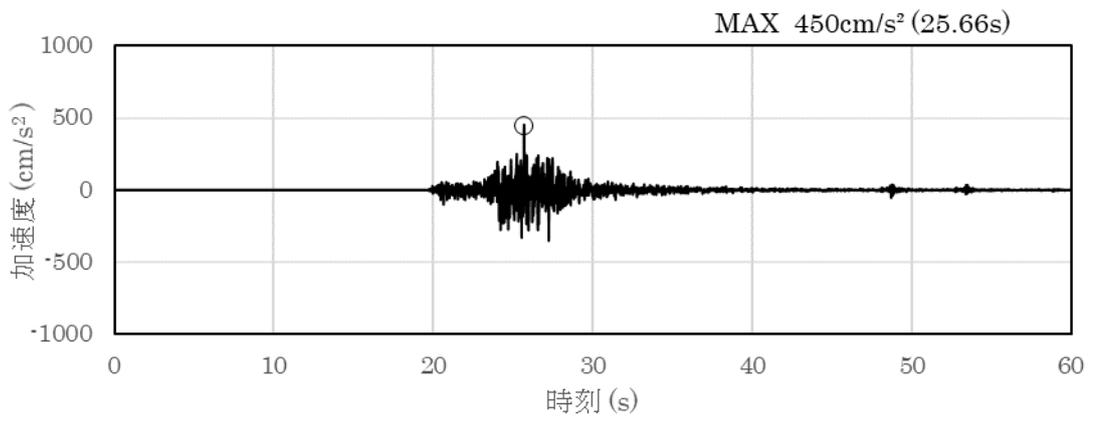


(a) 加速度時刻歴波形

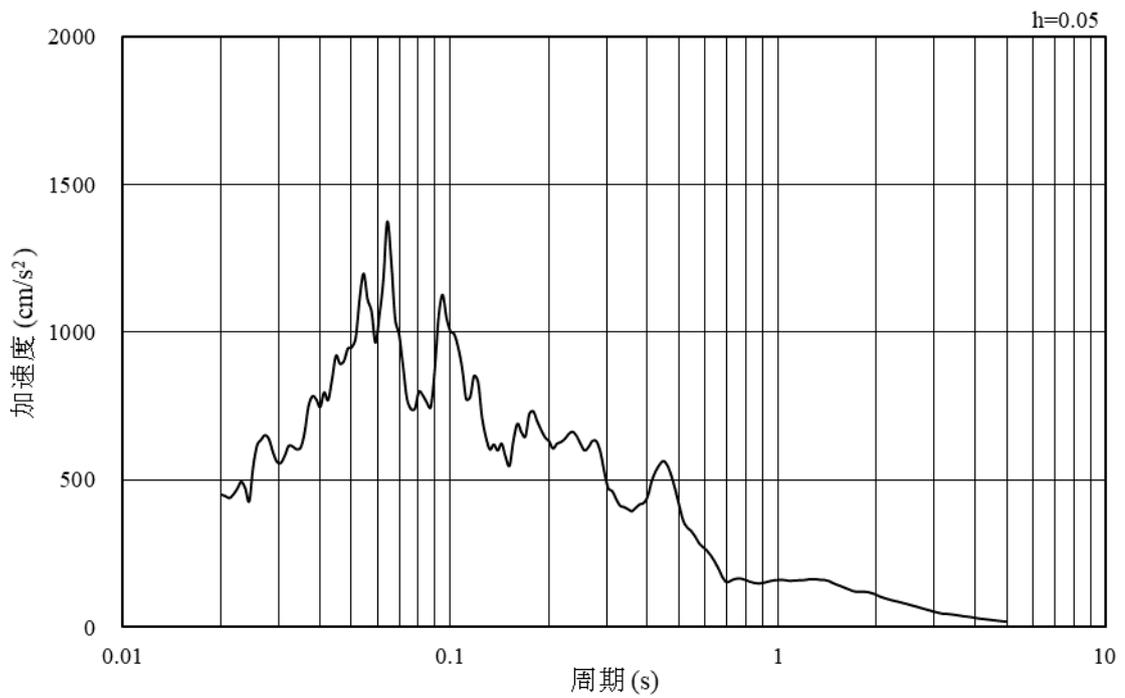


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分 : S s - N 2 (E W), EL-65m)

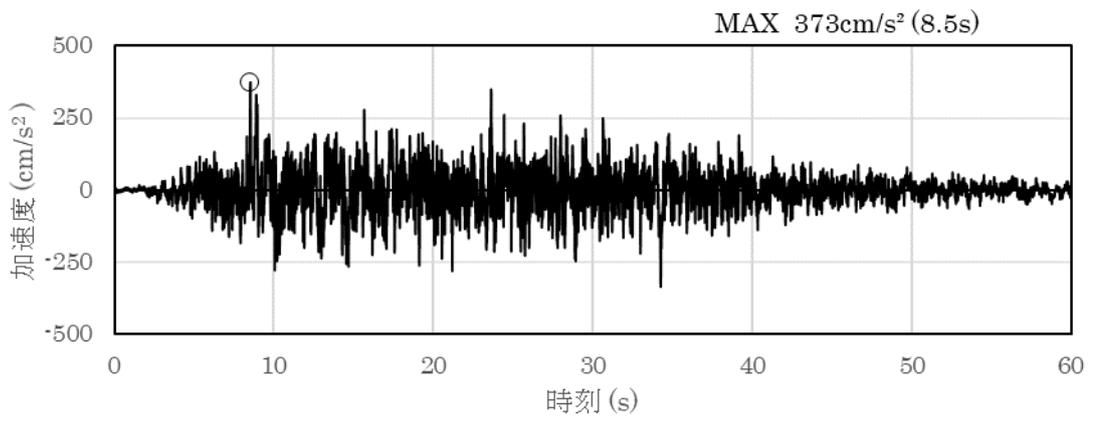


(a) 加速度時刻歴波形

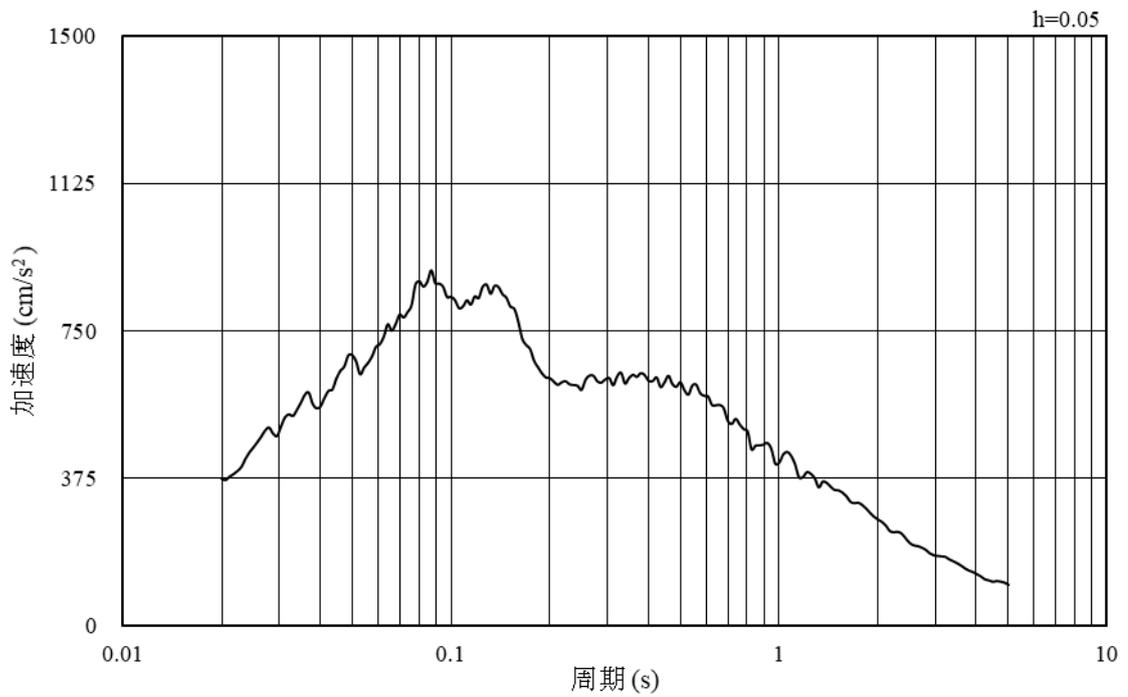


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (鉛直成分：S s - N 2 (EW) , EL-65m)

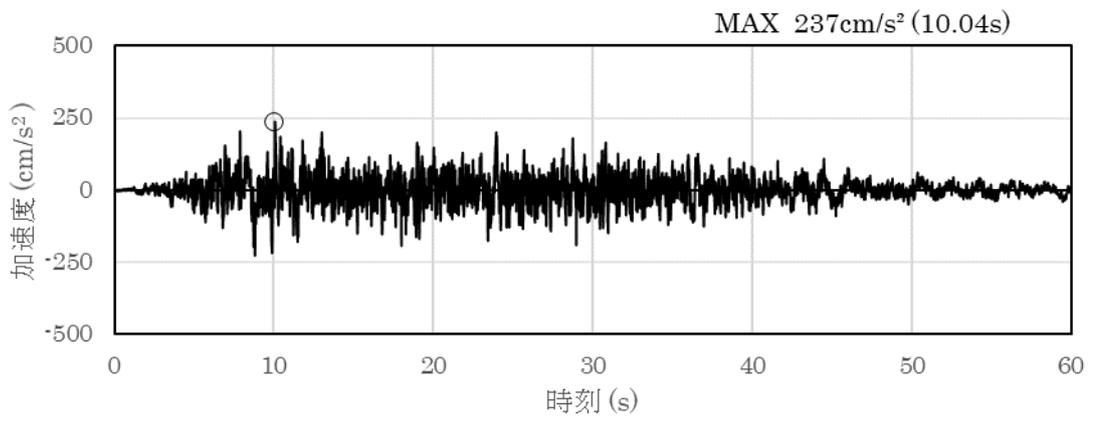


(a) 加速度時刻歴波形

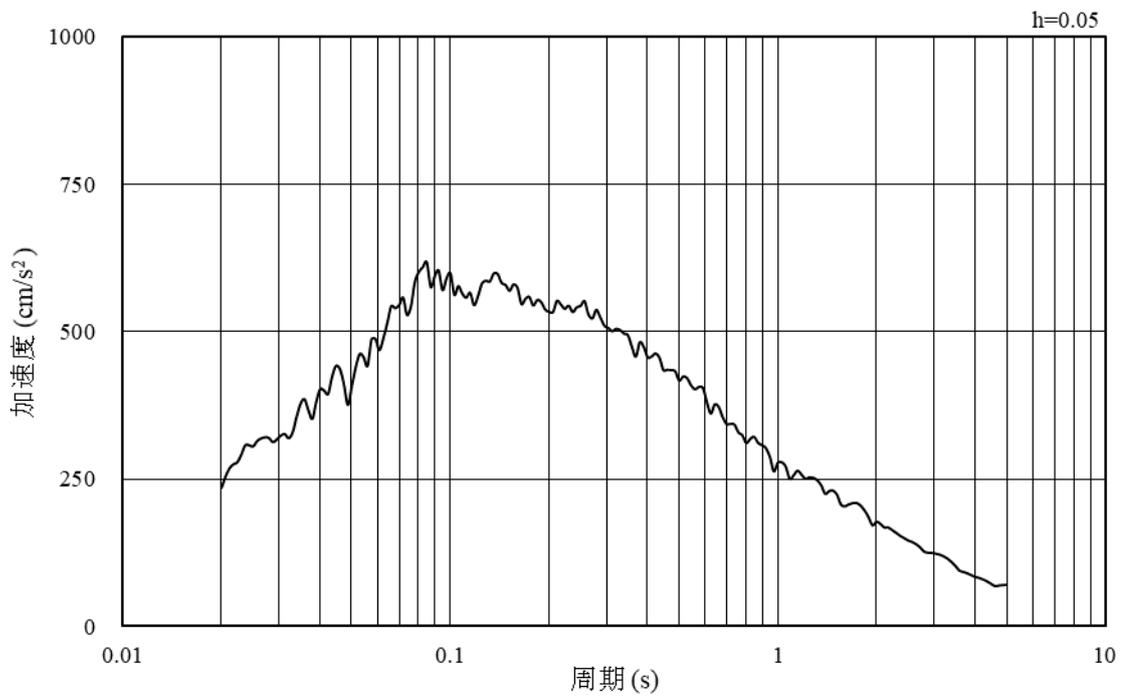


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S d - D, EL-65m)

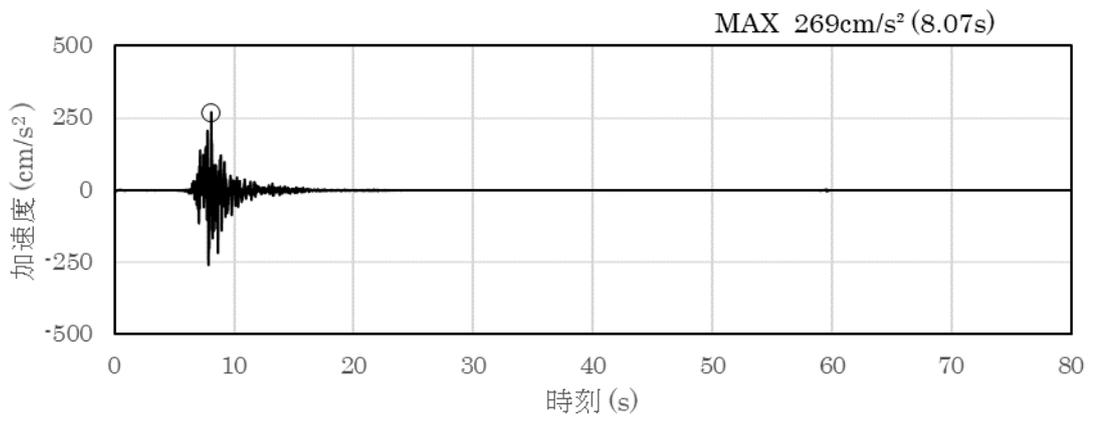


(a) 加速度時刻歴波形

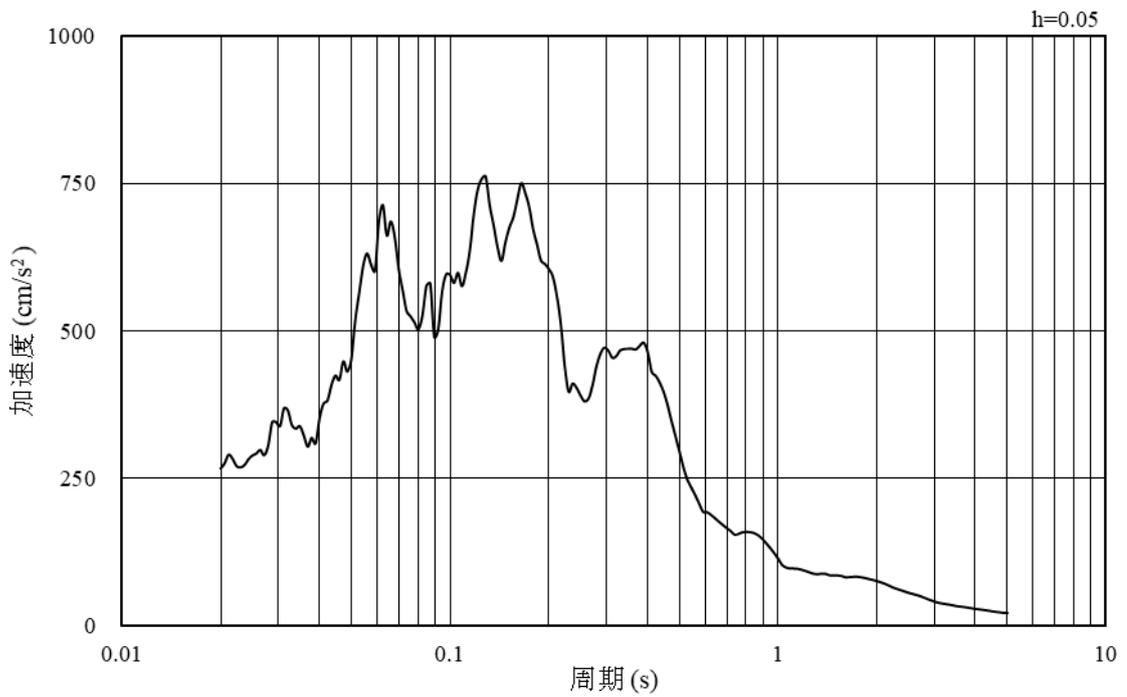


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D, EL-65m)

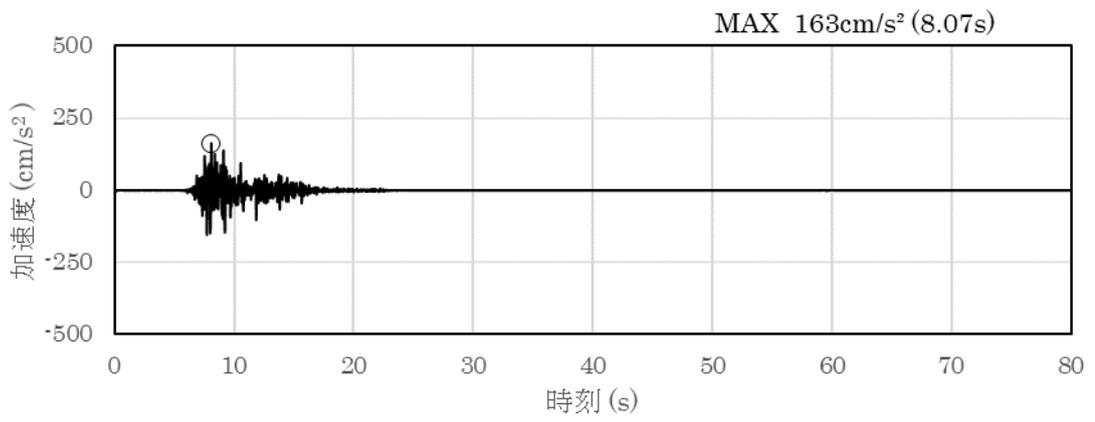


(a) 加速度時刻歴波形

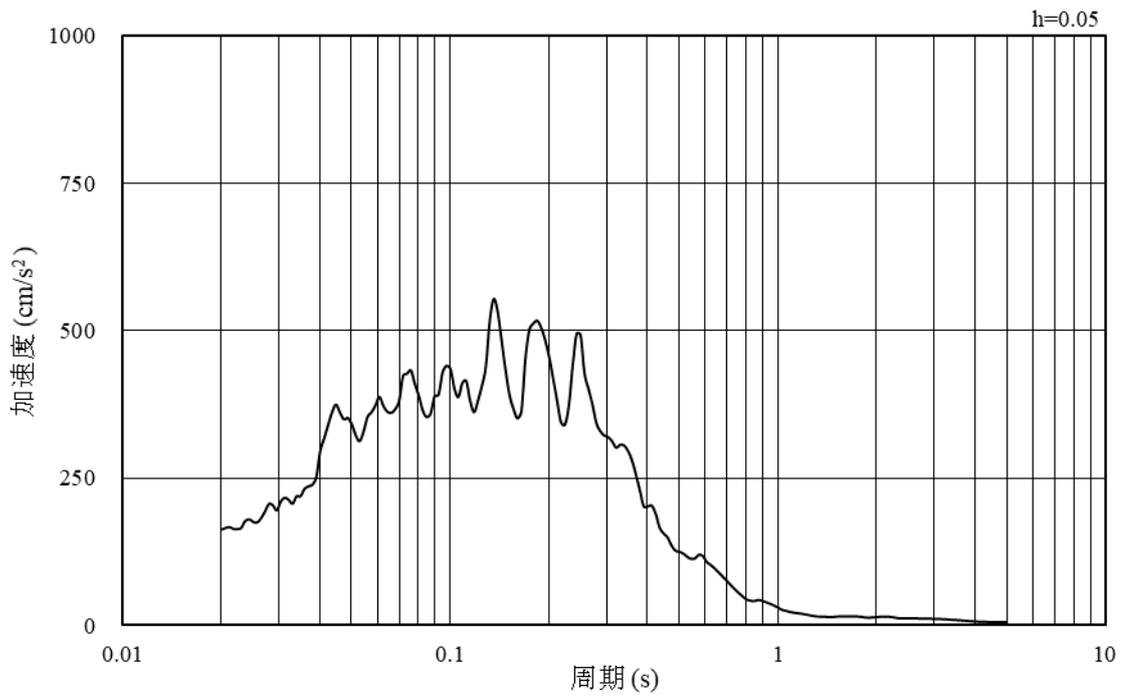


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - F 1, EL-65m)

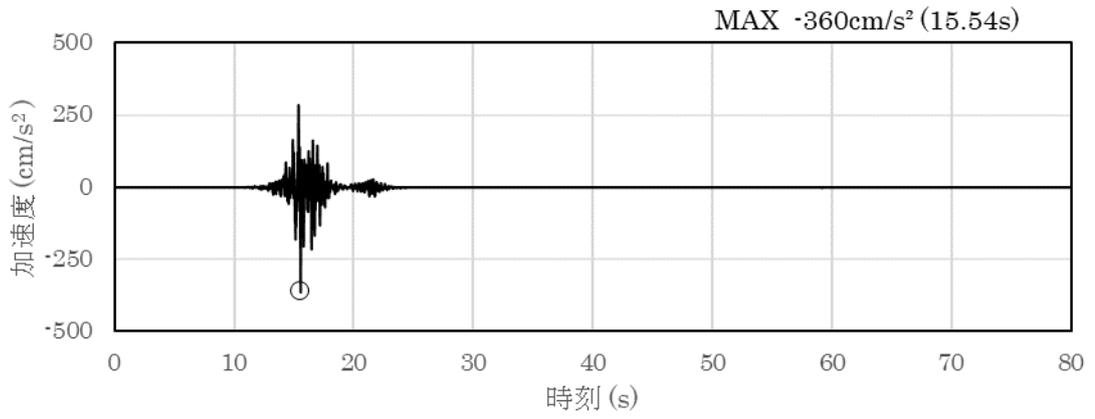


(a) 加速度時刻歴波形

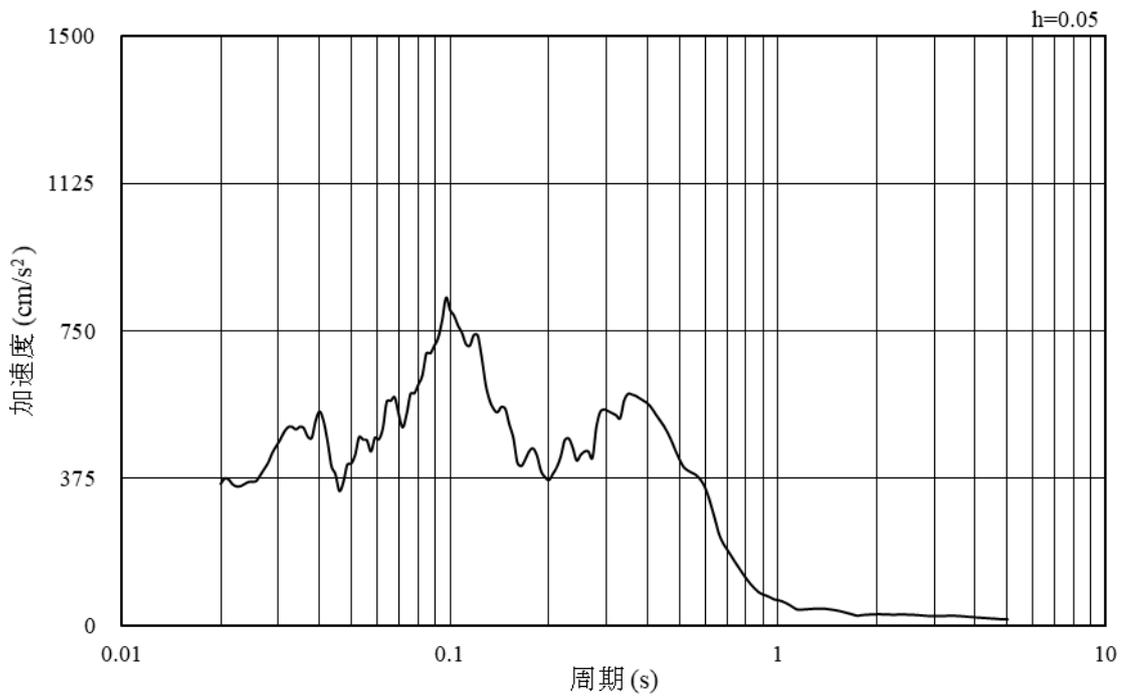


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - F 1, EL-65m)

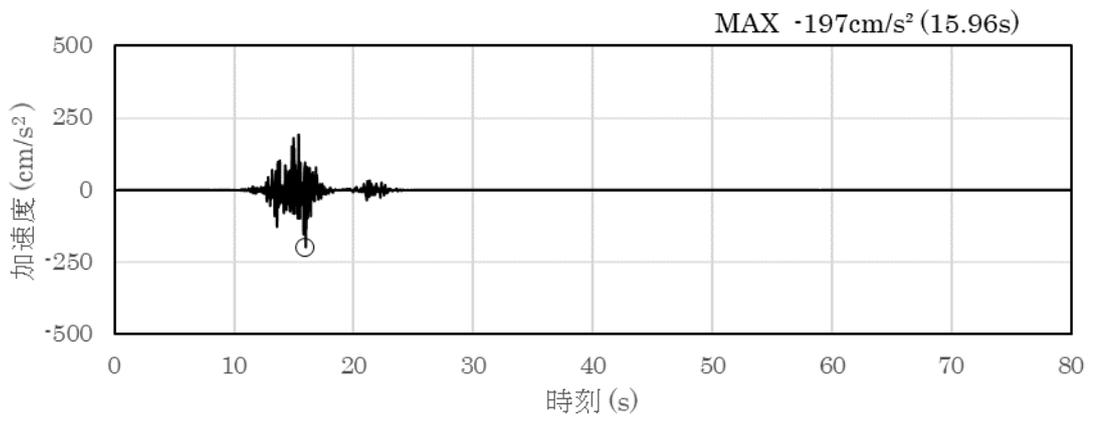


(a) 加速度時刻歴波形

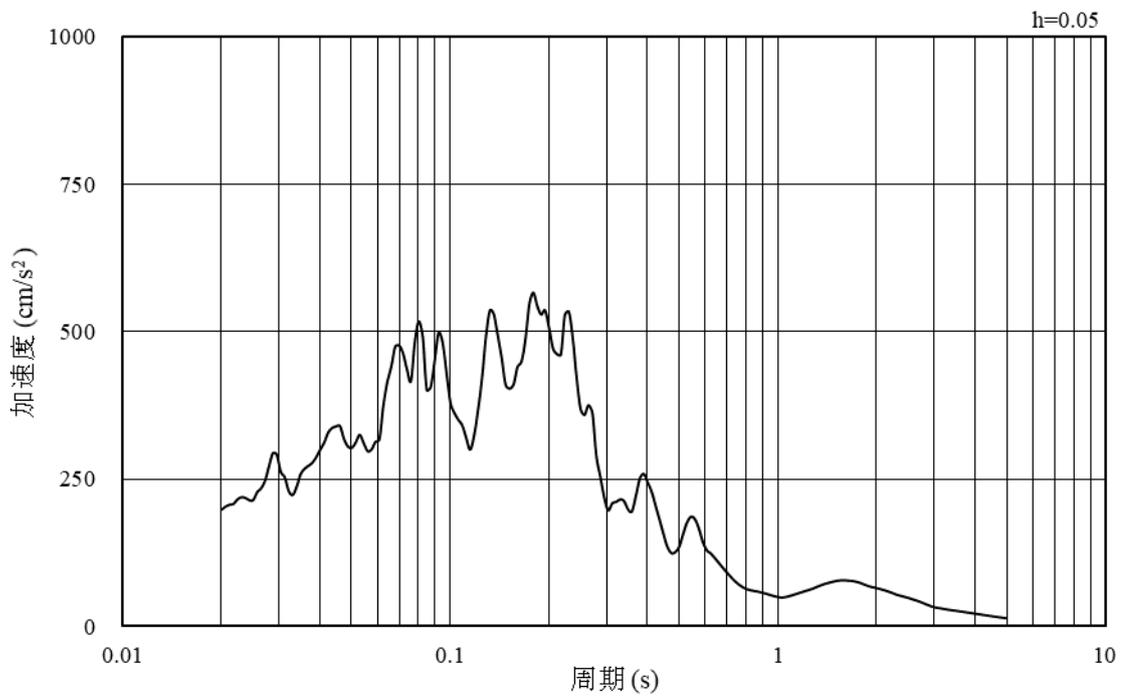


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - F 2, EL-65m)

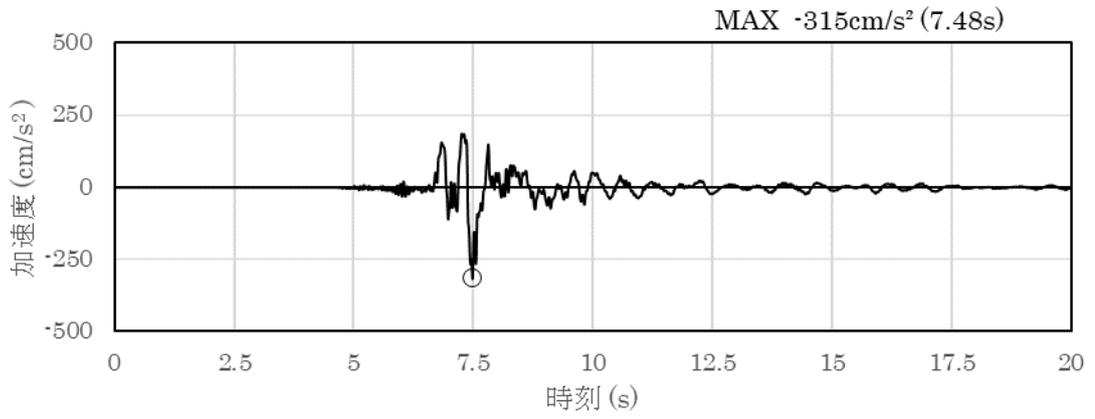


(a) 加速度時刻歴波形

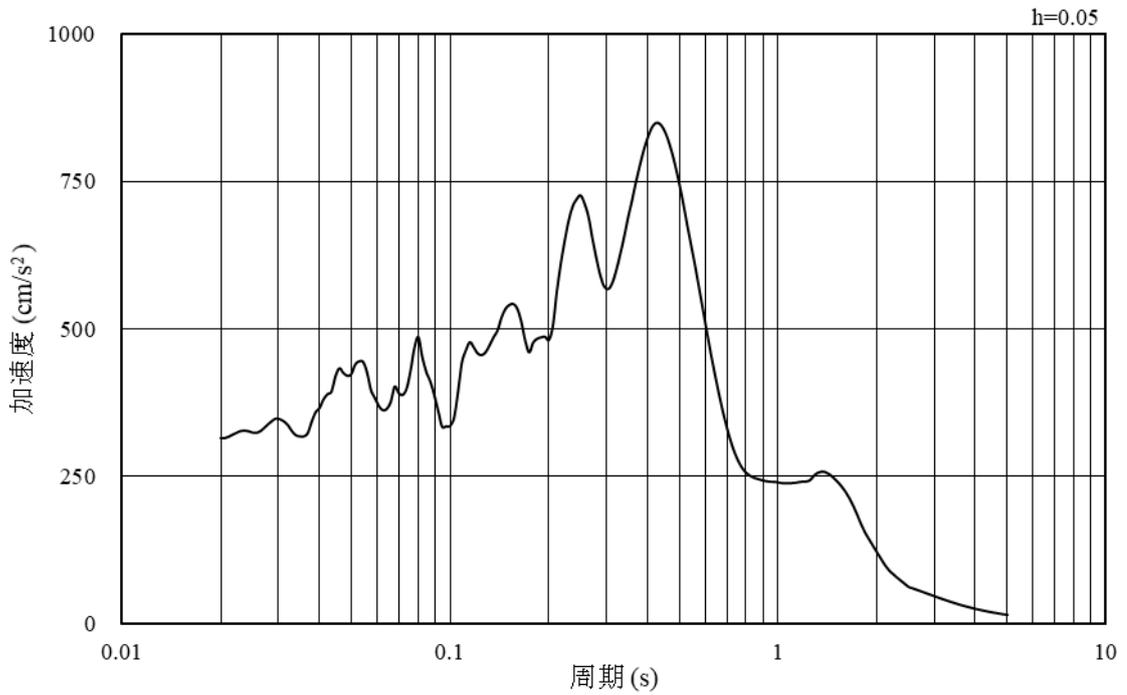


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - F 2, EL-65m)

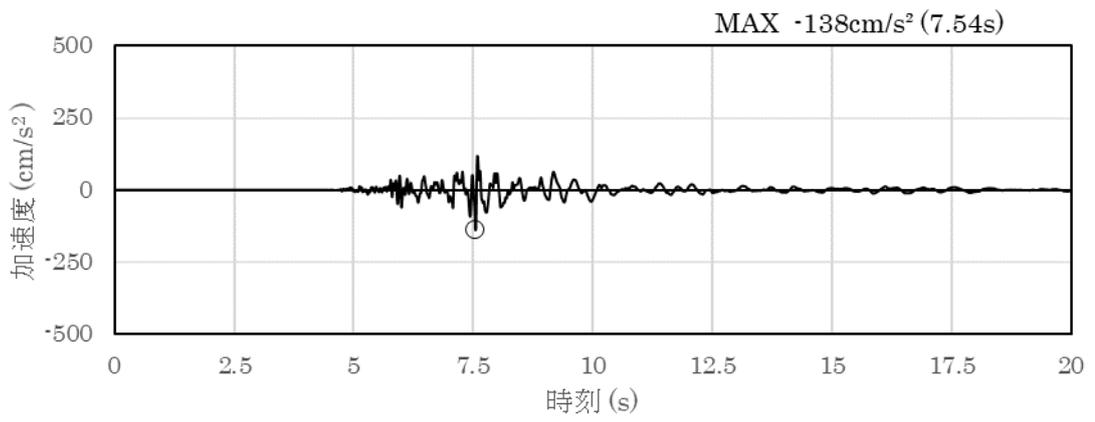


(a) 加速度時刻歴波形

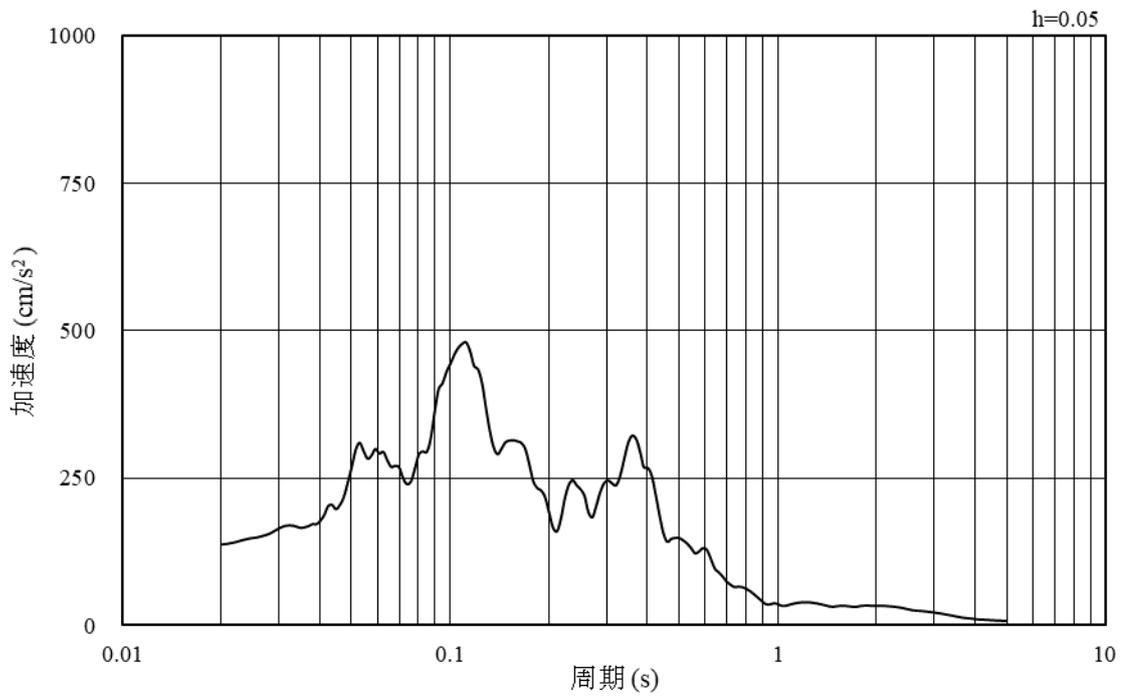


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - N 1, EL-65m)

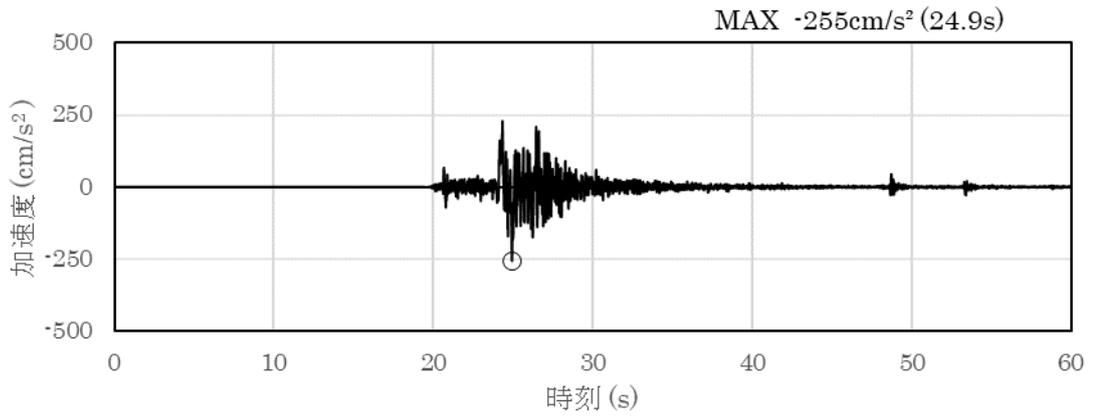


(a) 加速度時刻歴波形

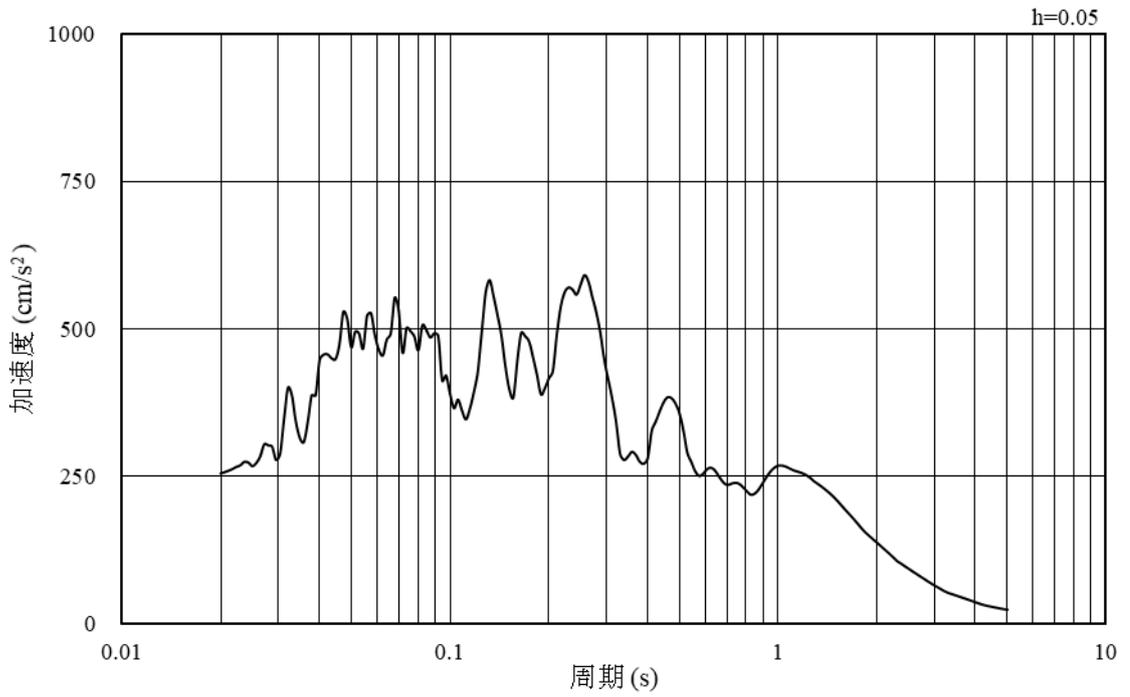


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - N 1, EL-65m)

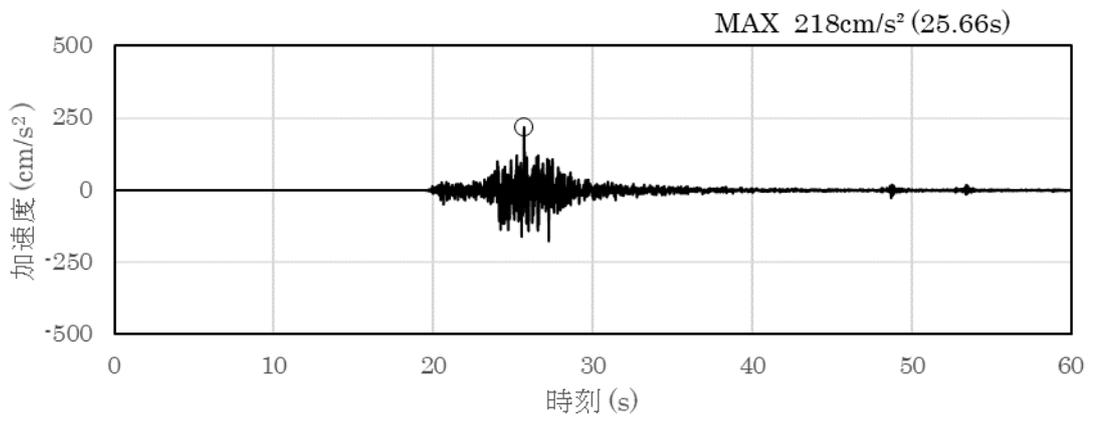


(a) 加速度時刻歴波形

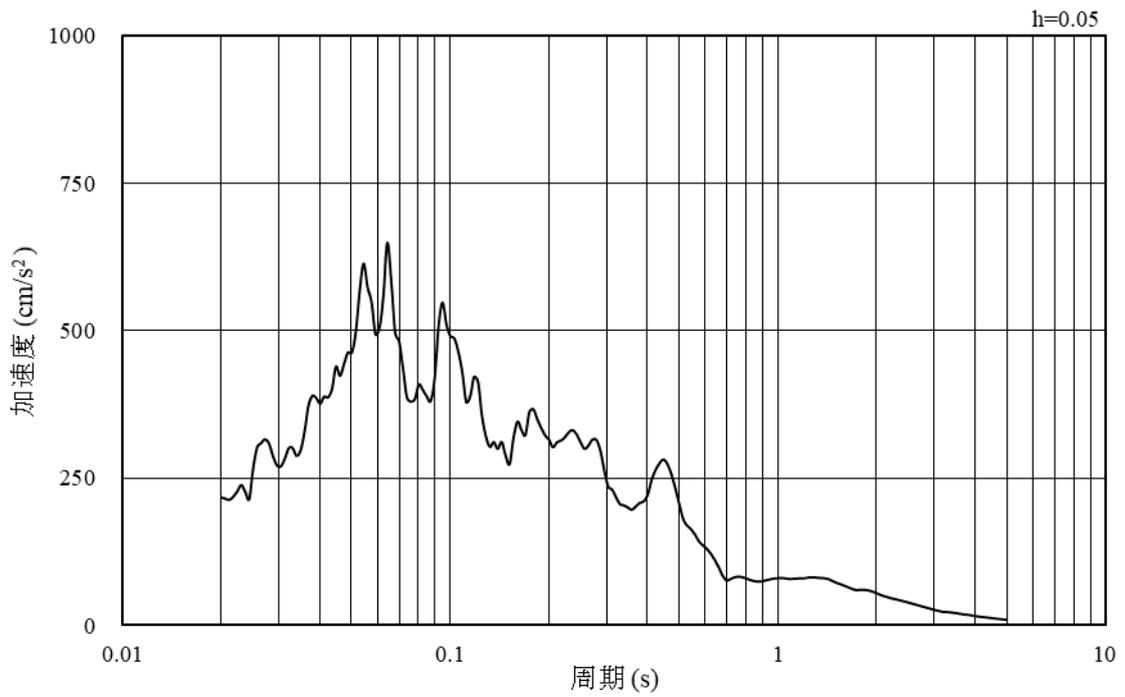


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S d - N 2 (N S), EL-65m)

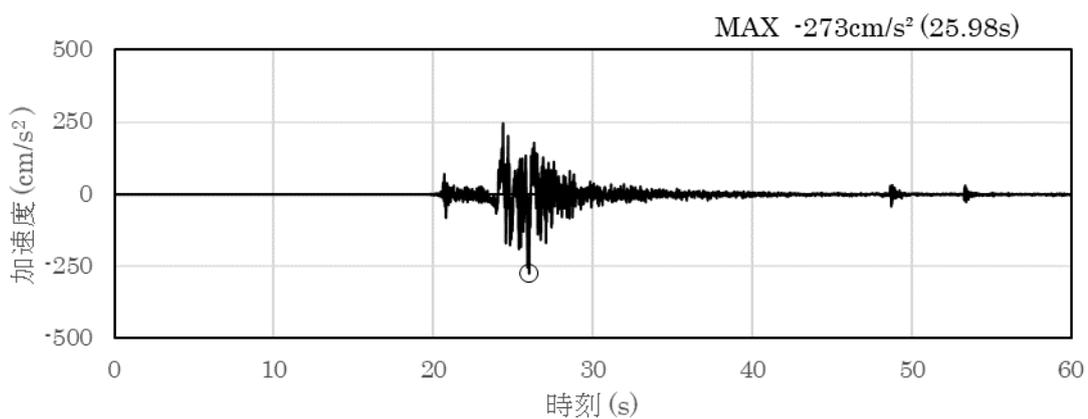


(a) 加速度時刻歴波形

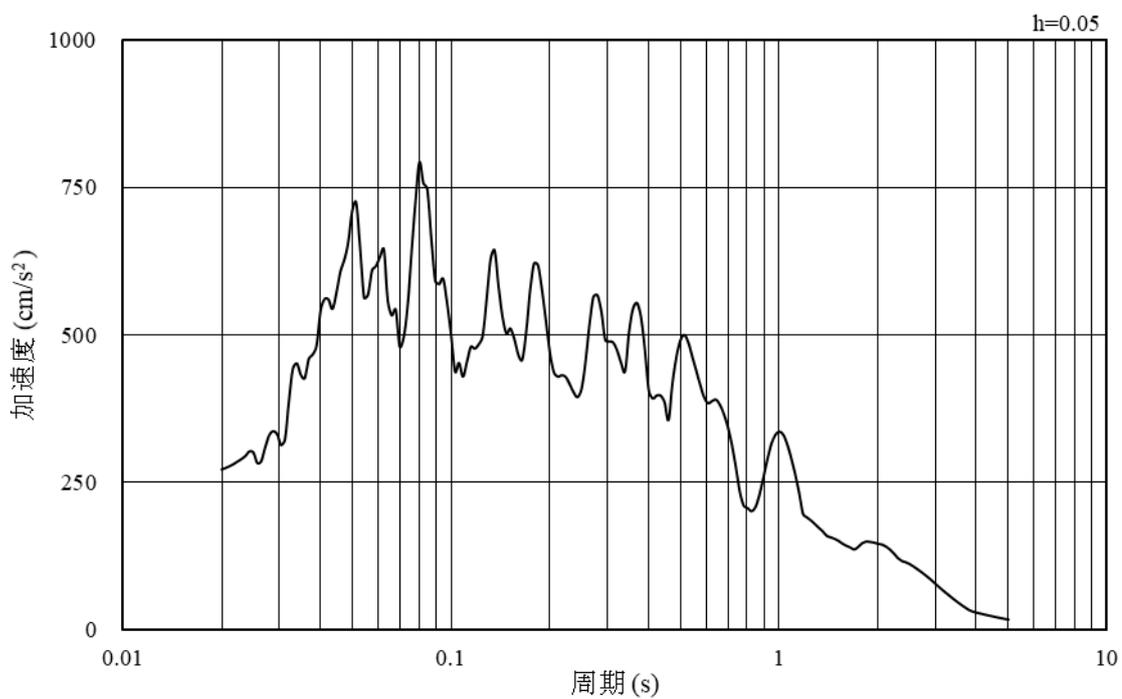


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - N 2 (N S), EL-65m)

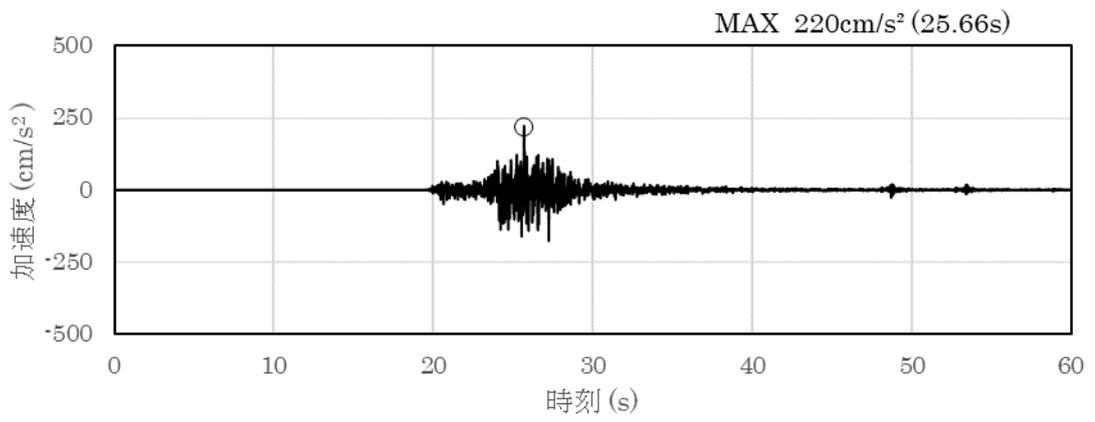


(a) 加速度時刻歴波形

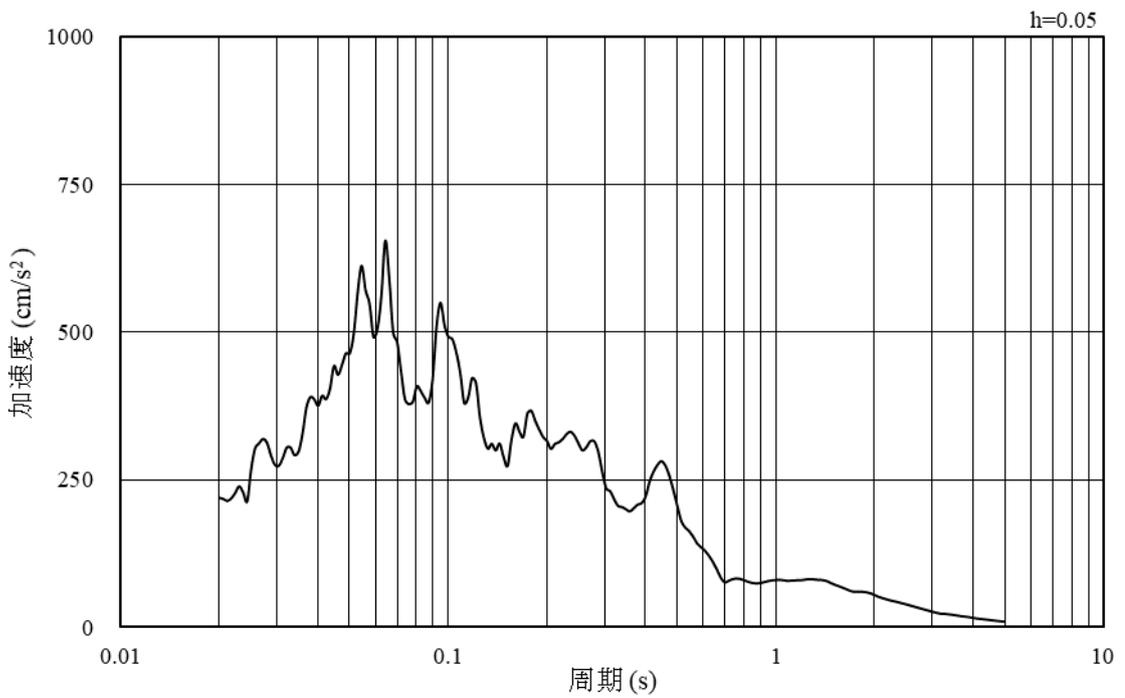


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分 : S d - N 2 (E W), EL-65m)

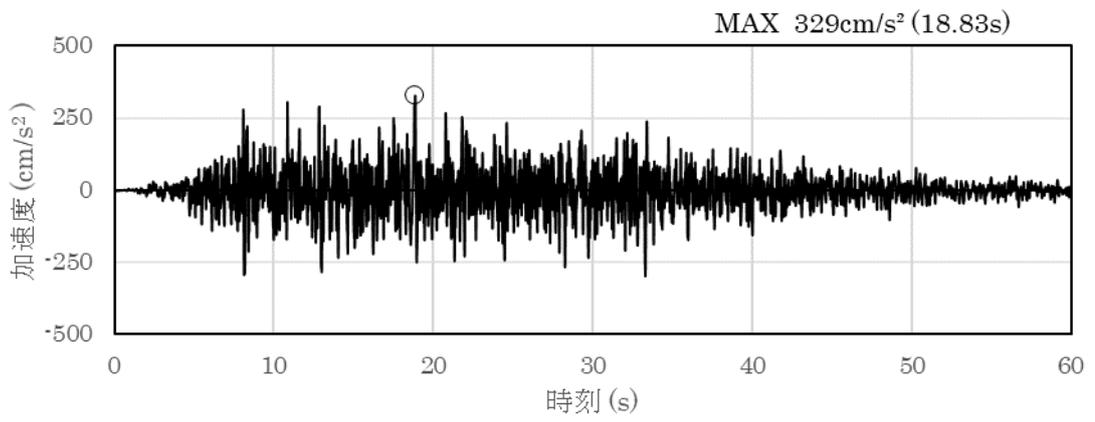


(a) 加速度時刻歴波形

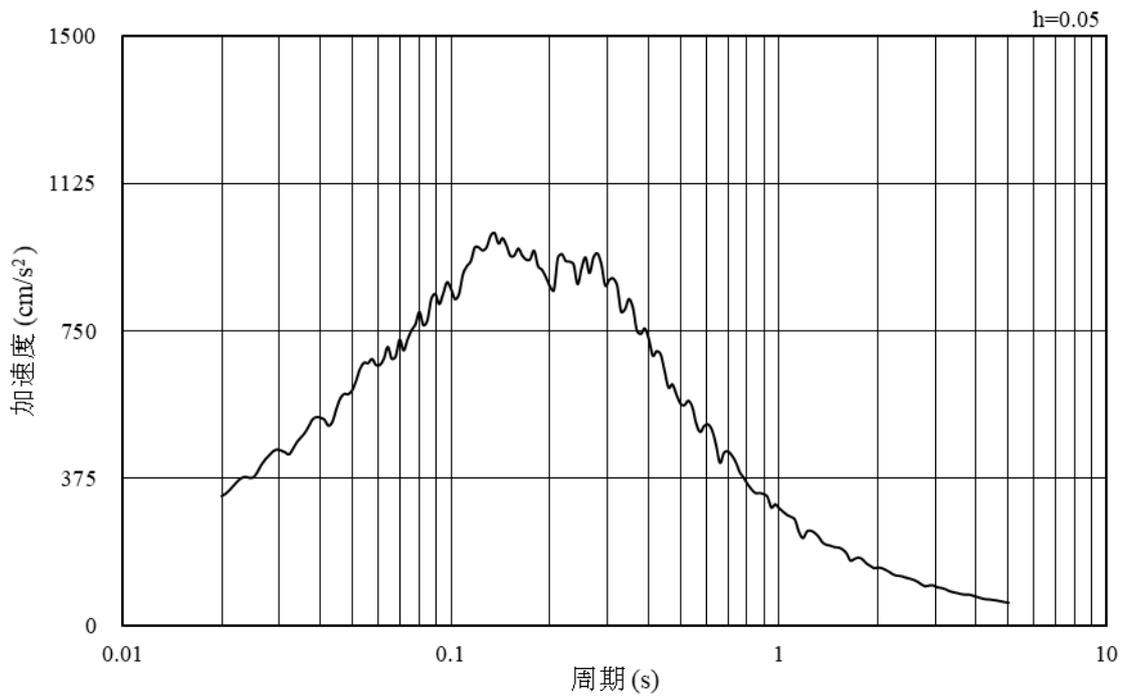


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (鉛直成分：S d - N 2 (E W), EL-65m)

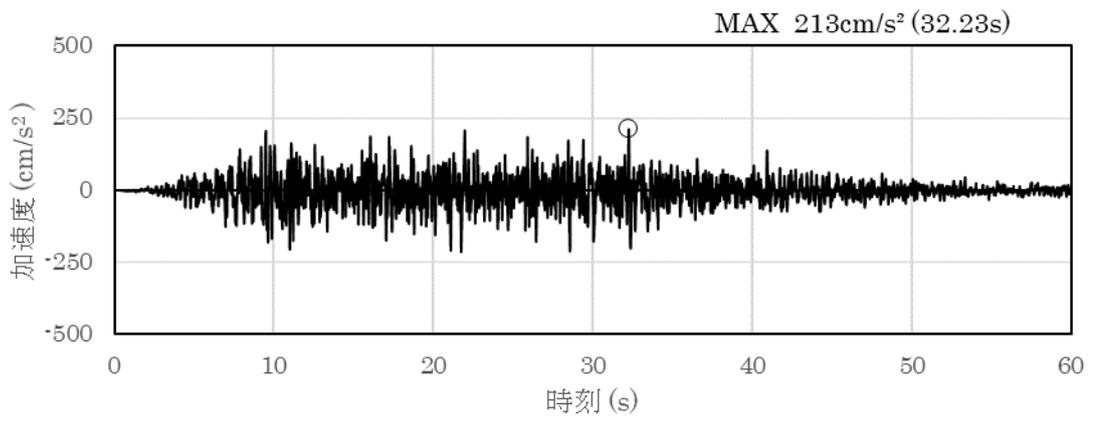


(a) 加速度時刻歴波形

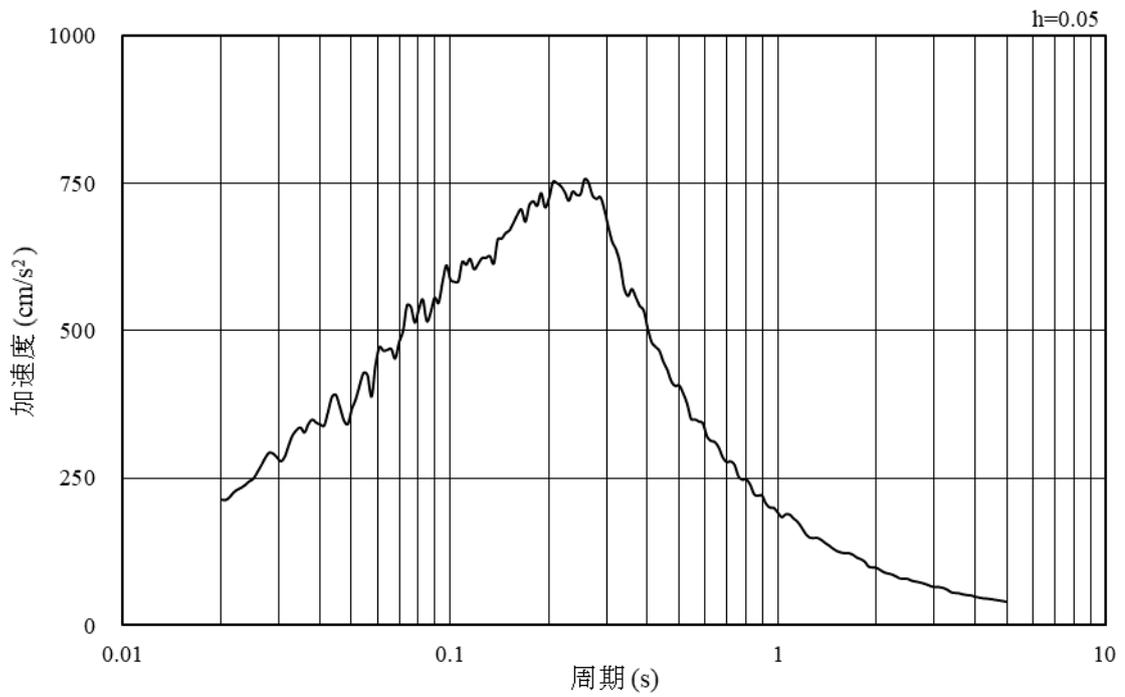


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S d - 1 , EL-65m)



(a) 加速度時刻歴波形

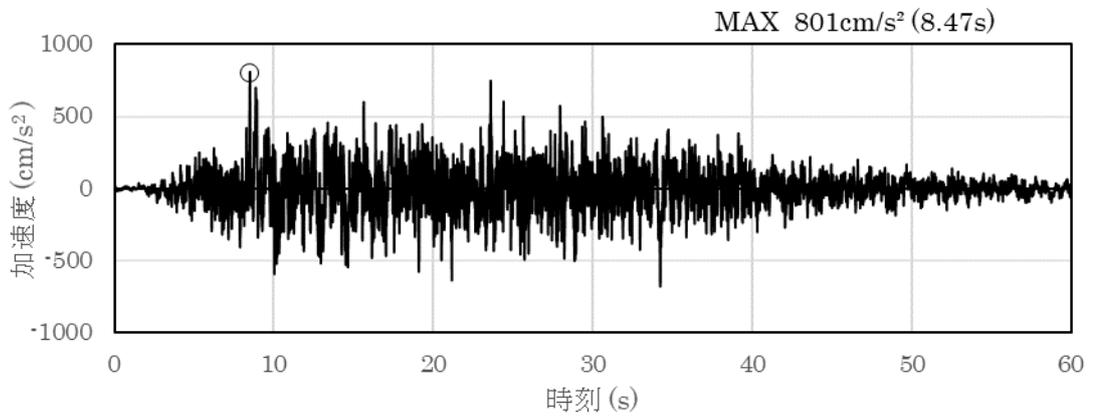


(b) 加速度応答スペクトル

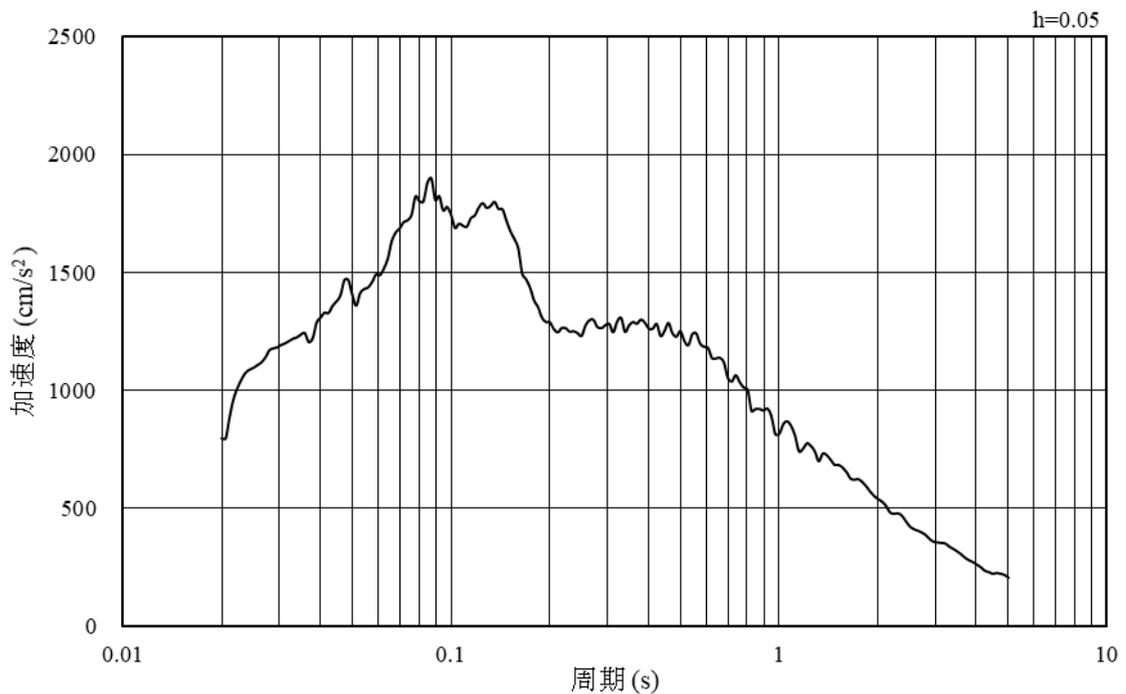
図 3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - 1, EL-65m)

3.4.2 D-D断面の入力地震動

図 3-33～図 3-58 に入力地震動（南北方向加振）の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

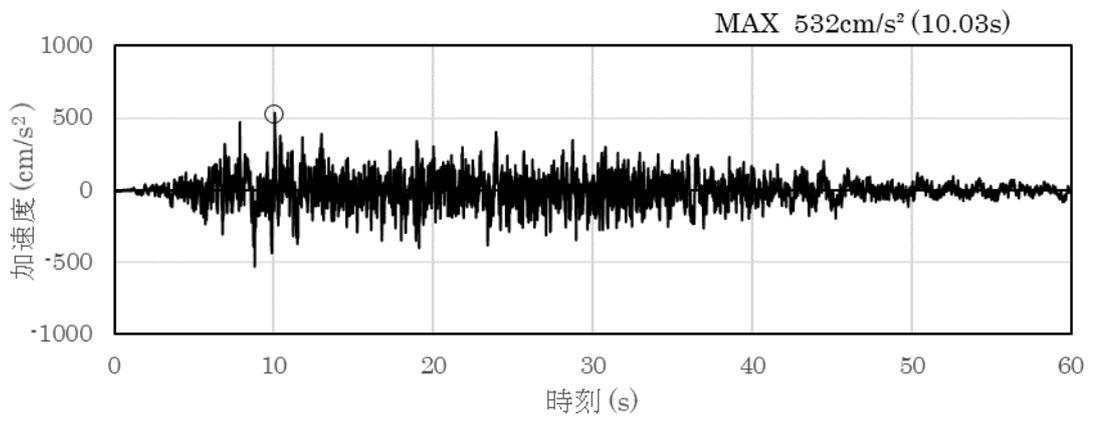


(a) 加速度時刻歴波形

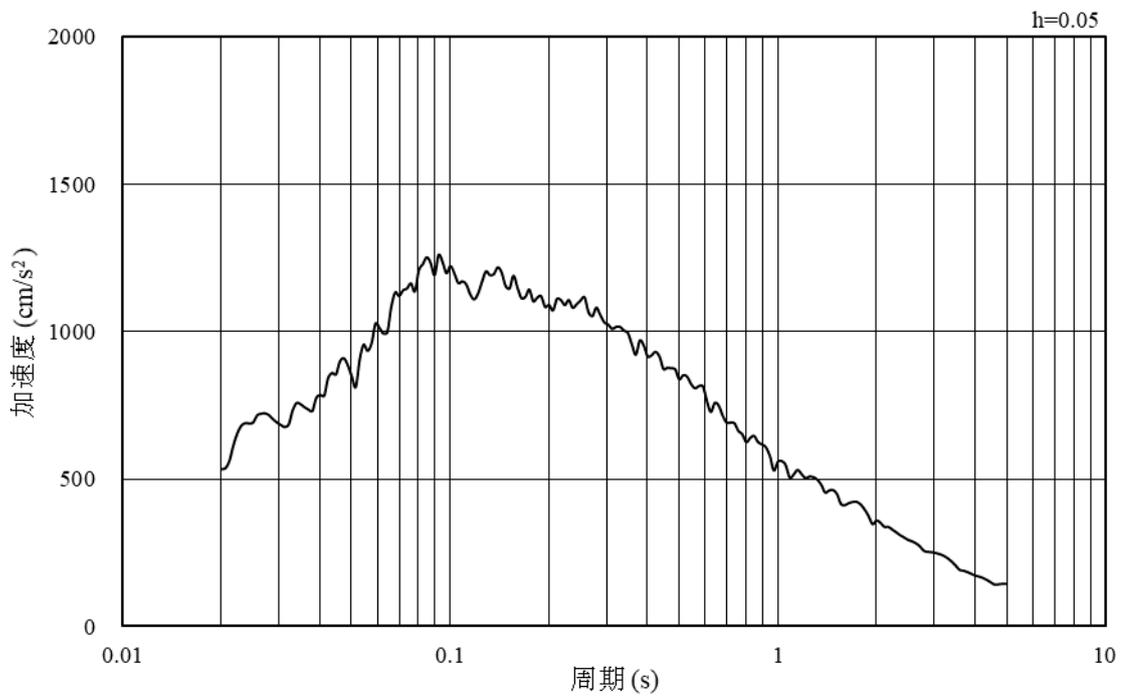


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - D, EL-120m)

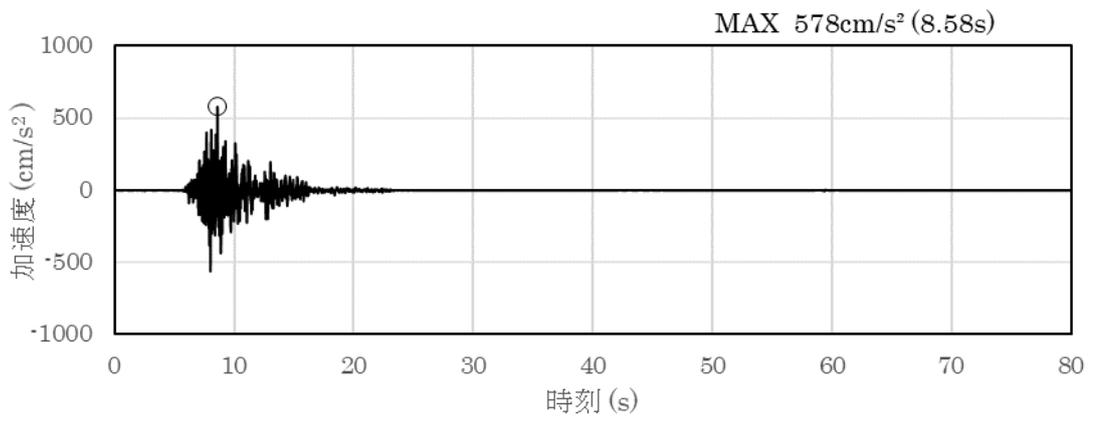


(a) 加速度時刻歴波形

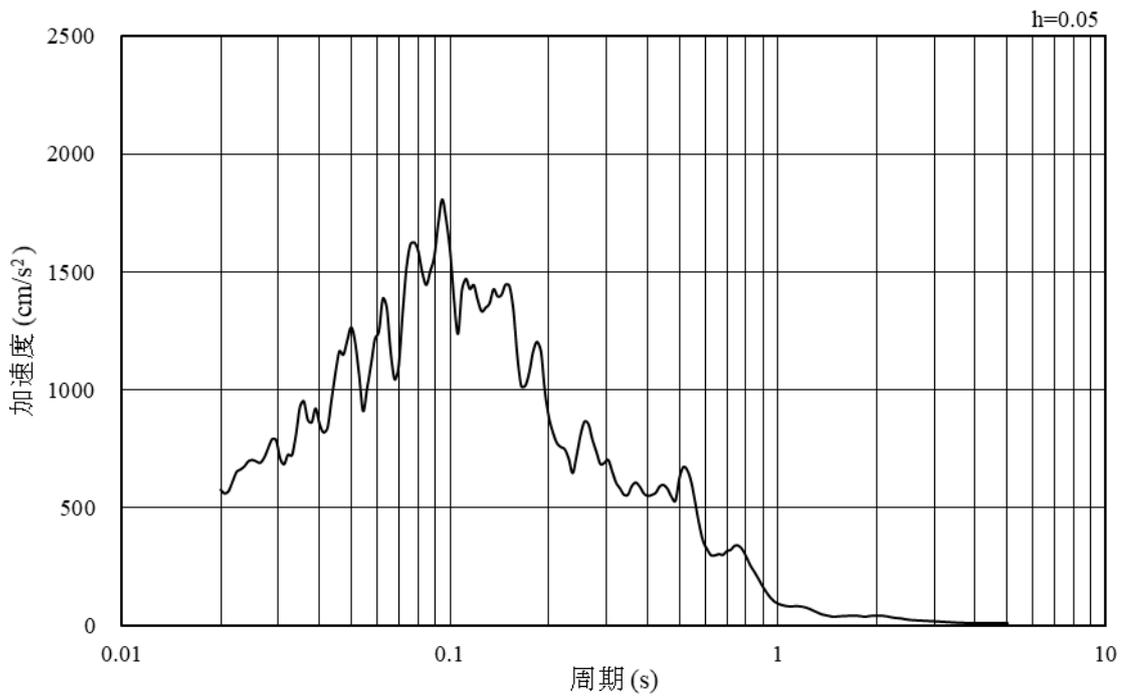


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s -D, EL-120m)

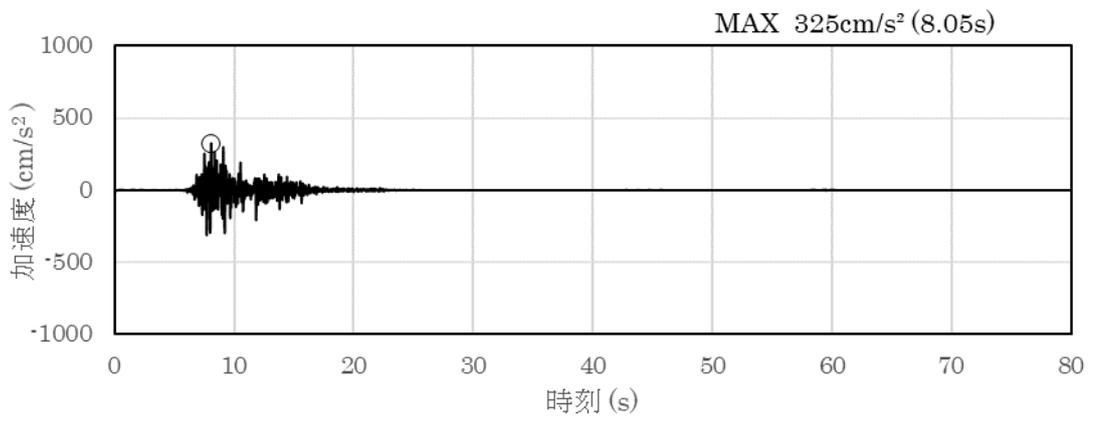


(a) 加速度時刻歴波形

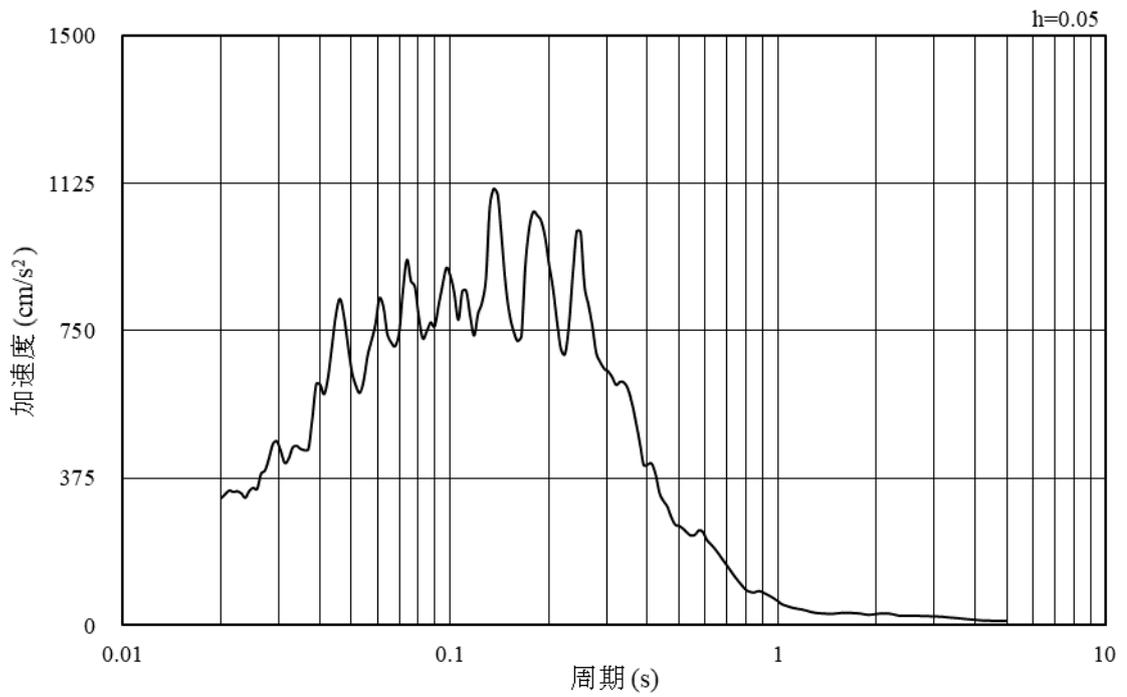


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 1, EL-120m)

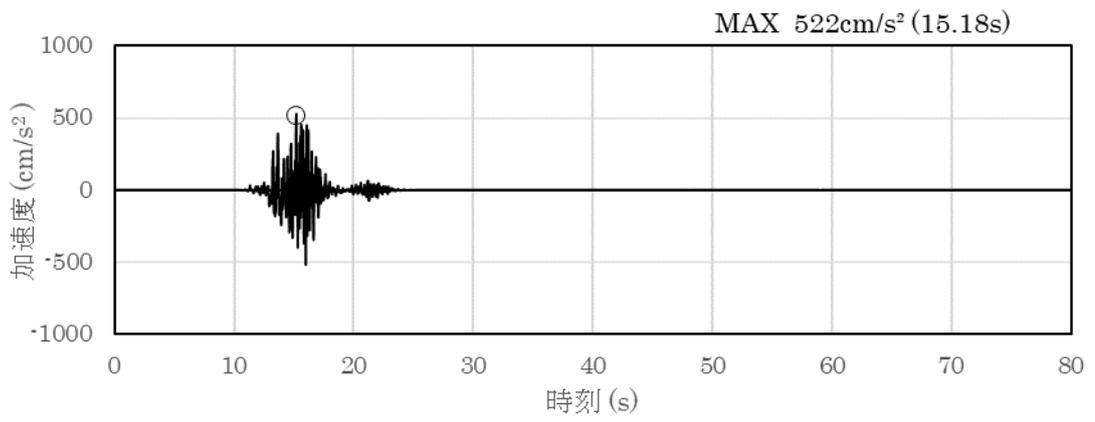


(a) 加速度時刻歴波形

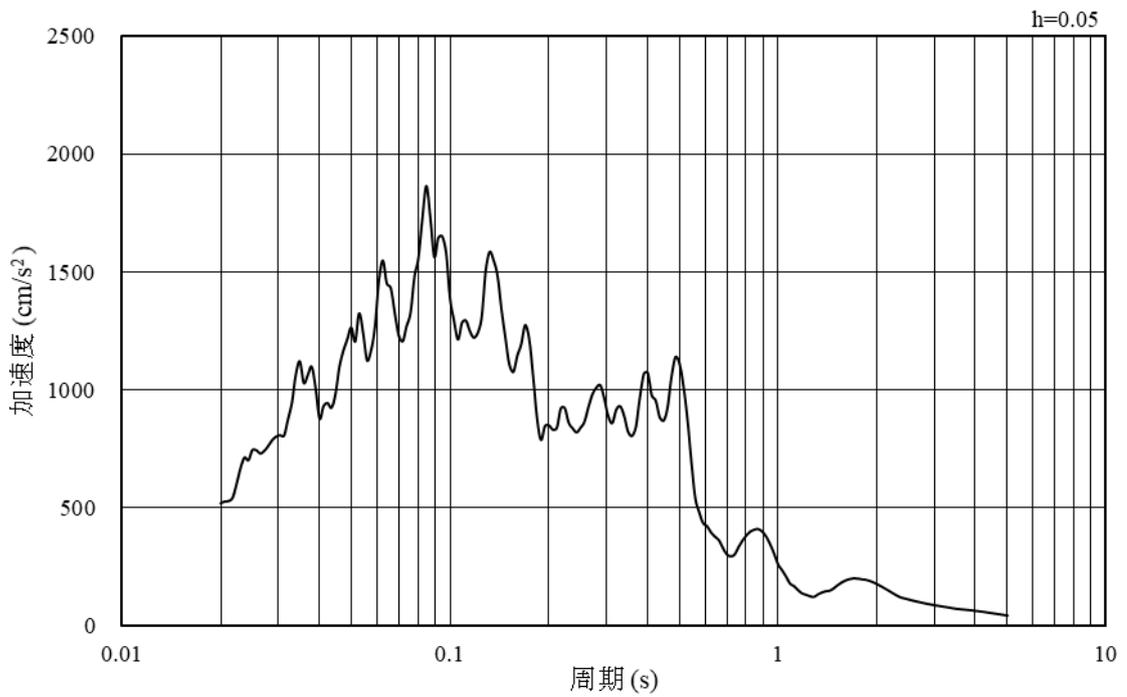


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 1, EL-120m)

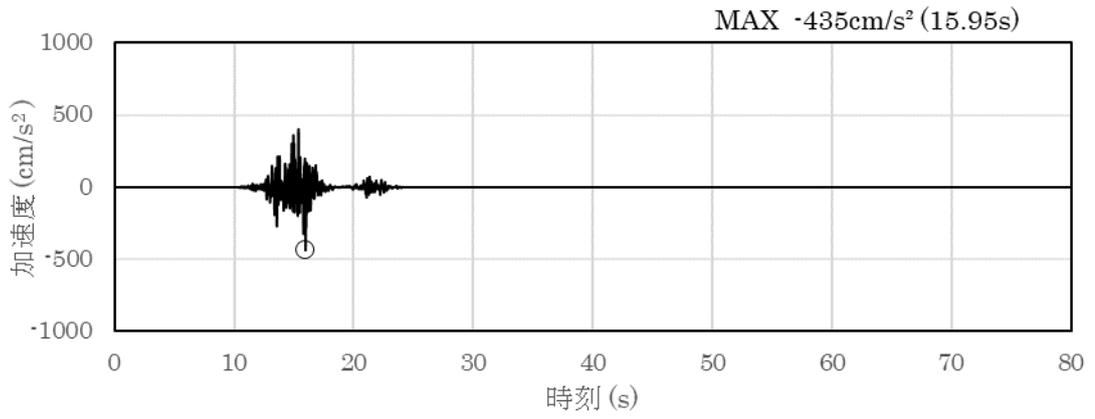


(a) 加速度時刻歴波形

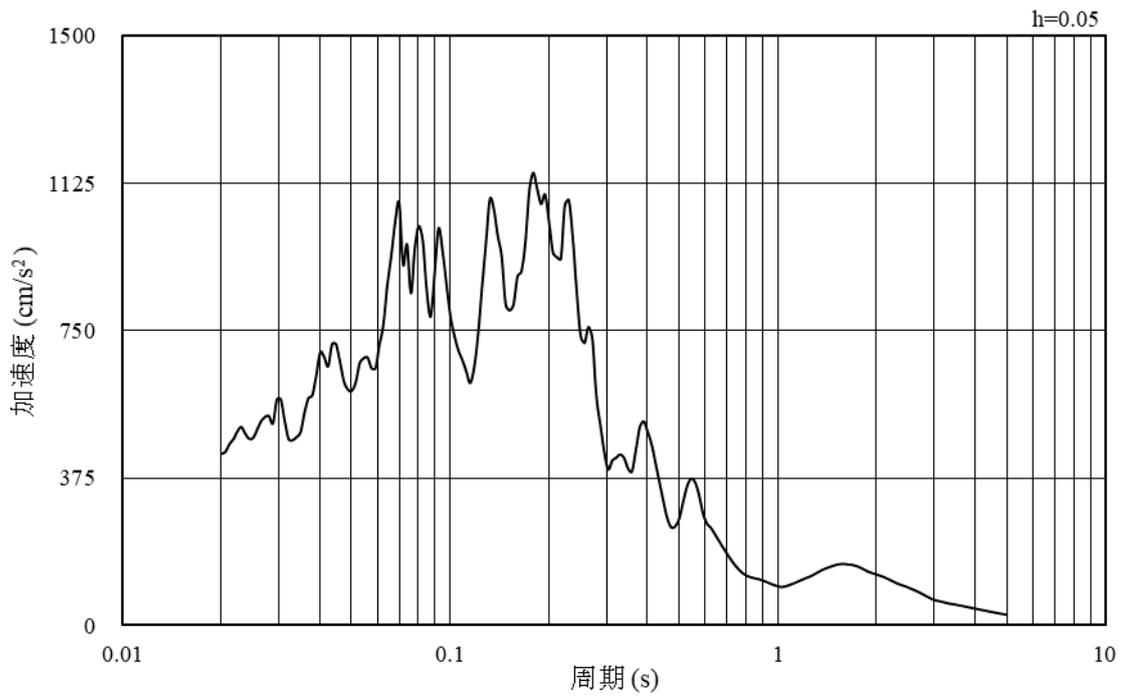


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S s - F 2, EL-120m)

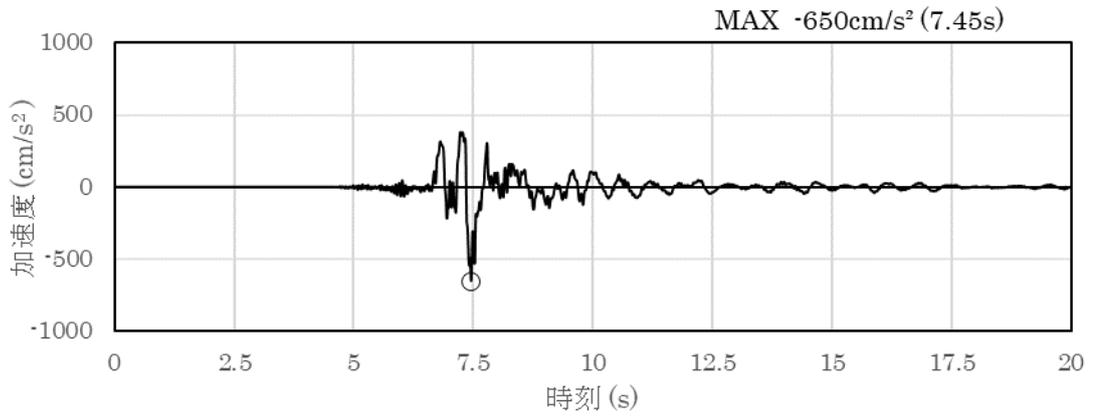


(a) 加速度時刻歴波形

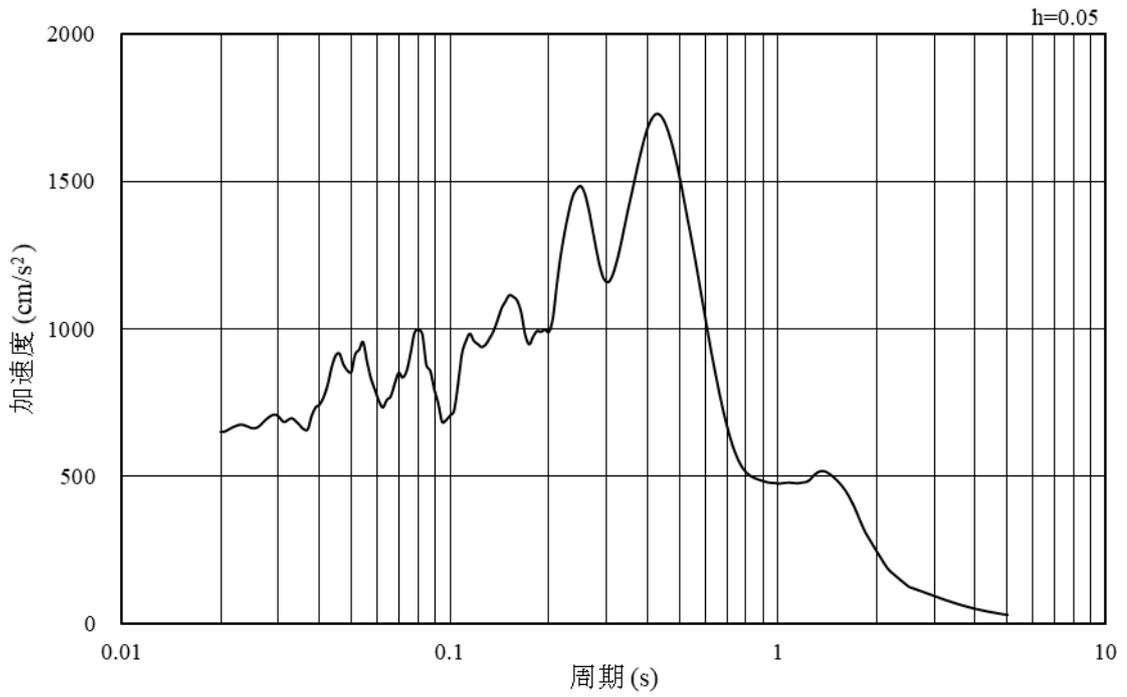


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - F 2, EL-120m)

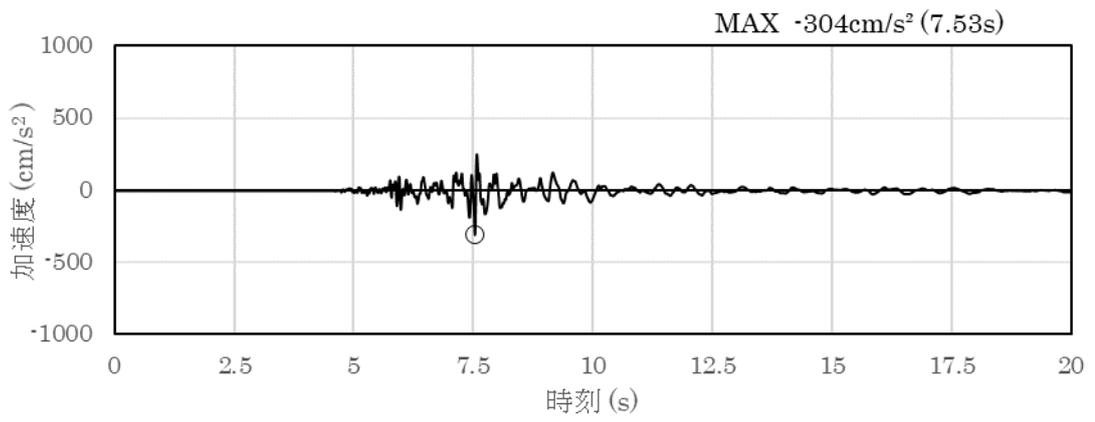


(a) 加速度時刻歴波形

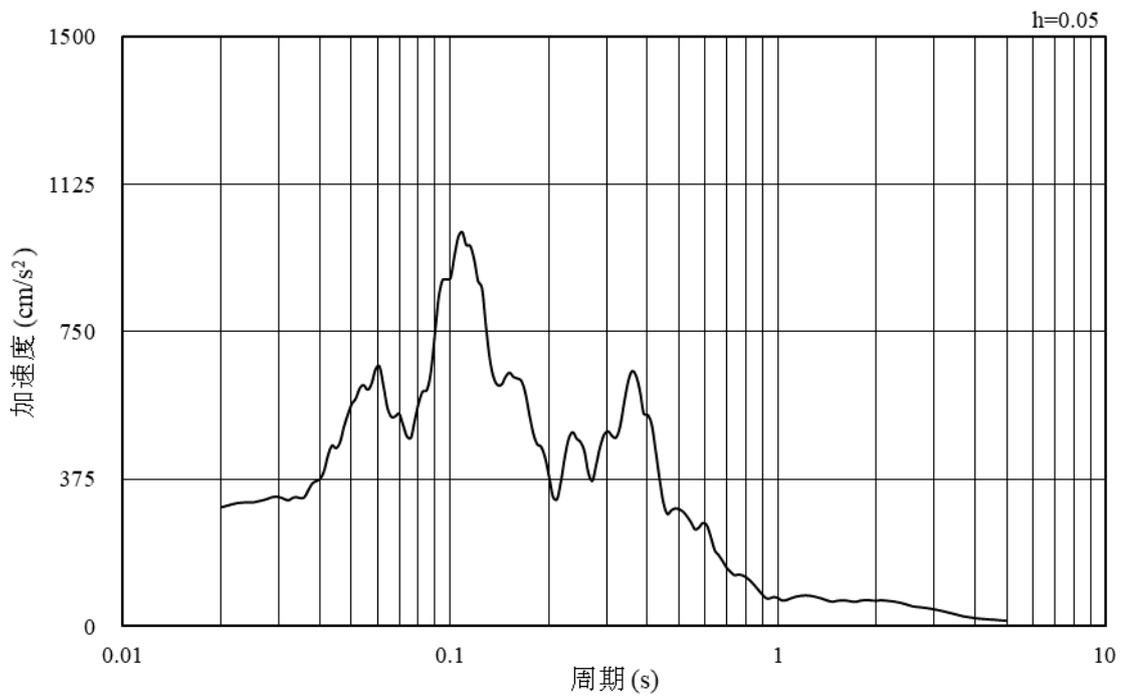


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分 : S s - N 1 , EL-120m)

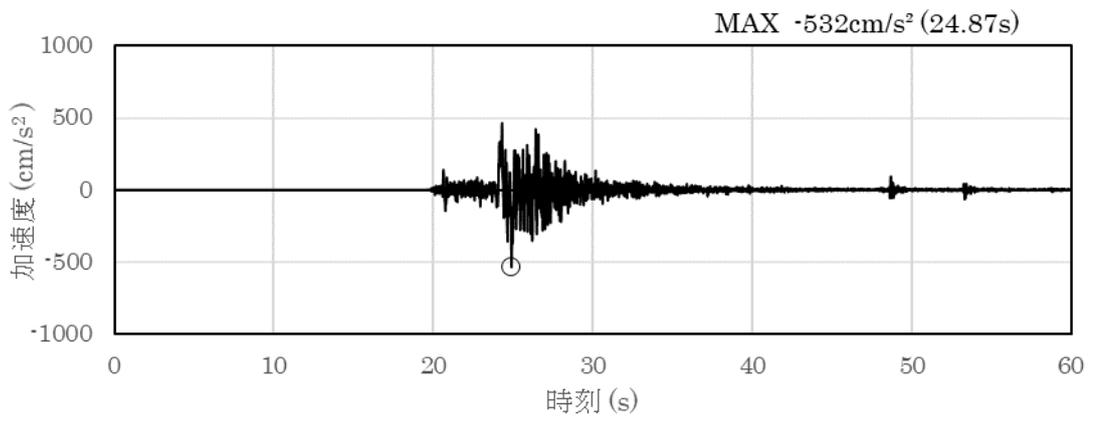


(a) 加速度時刻歴波形

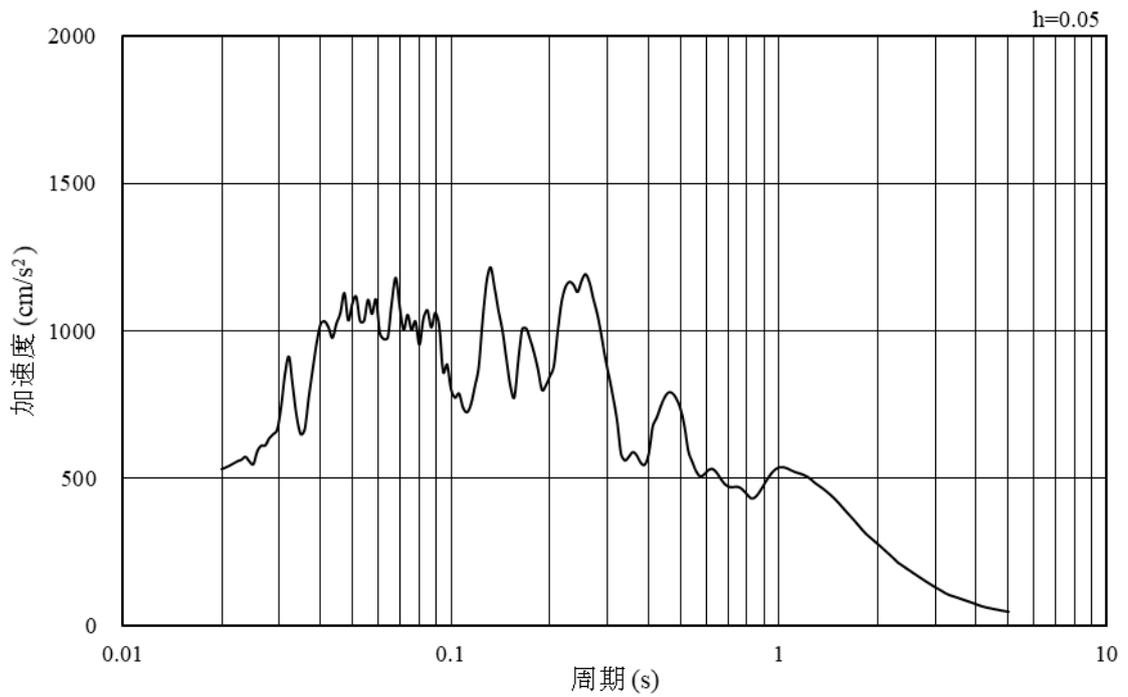


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 1, EL-120m)

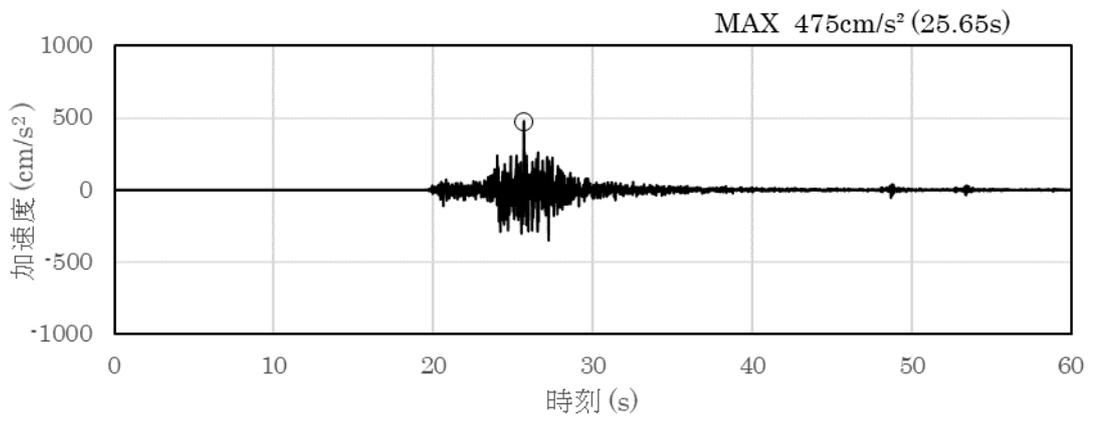


(a) 加速度時刻歴波形

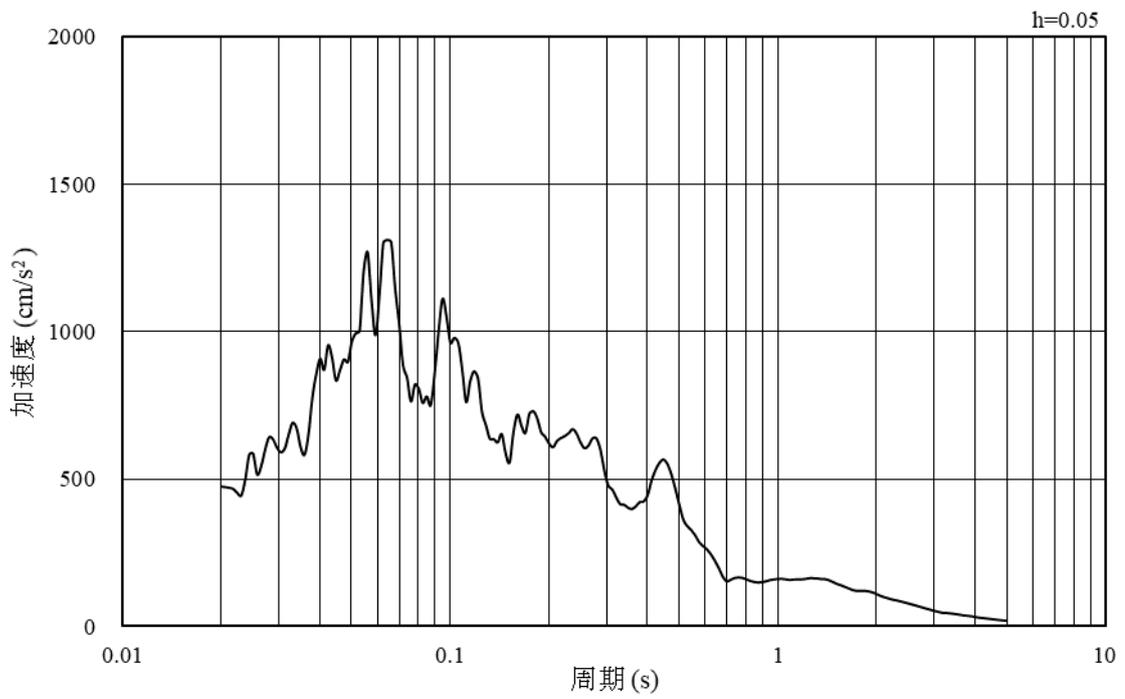


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分：S s - N 2 (N S) , EL-120m)

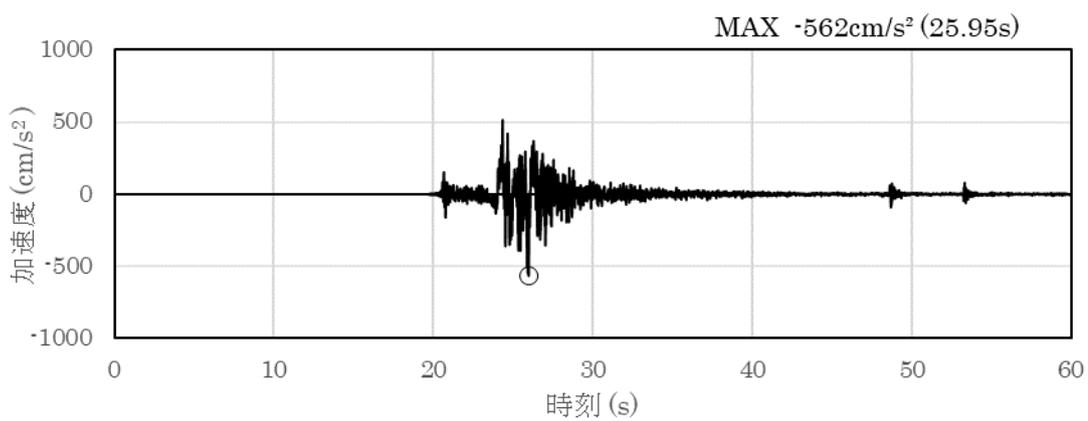


(a) 加速度時刻歴波形

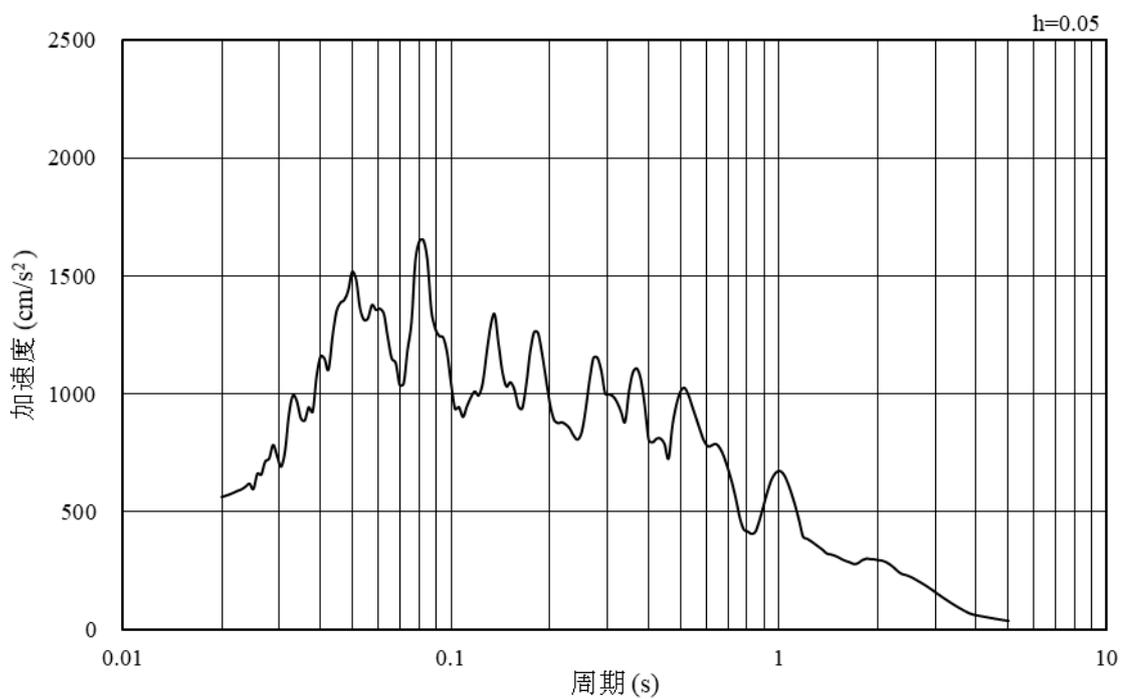


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-42 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (鉛直成分：S s - N 2 (N S) , EL-120m)

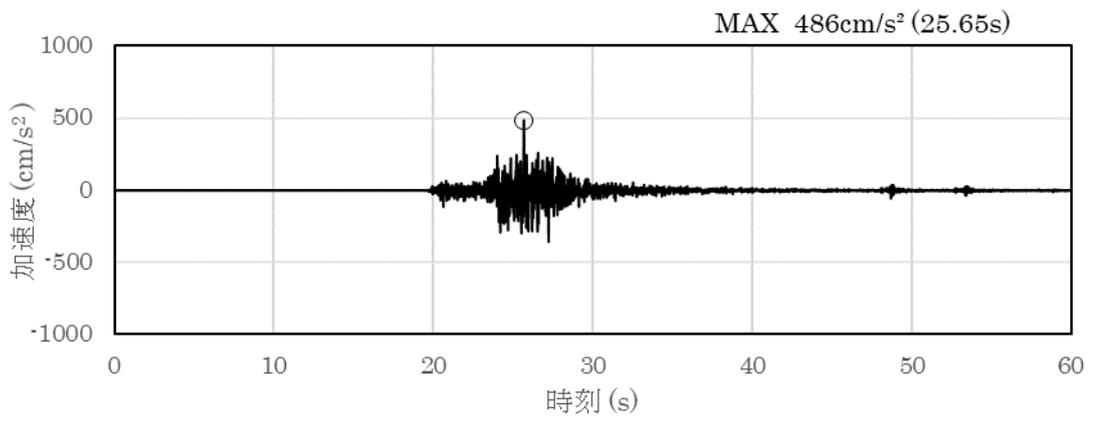


(a) 加速度時刻歴波形

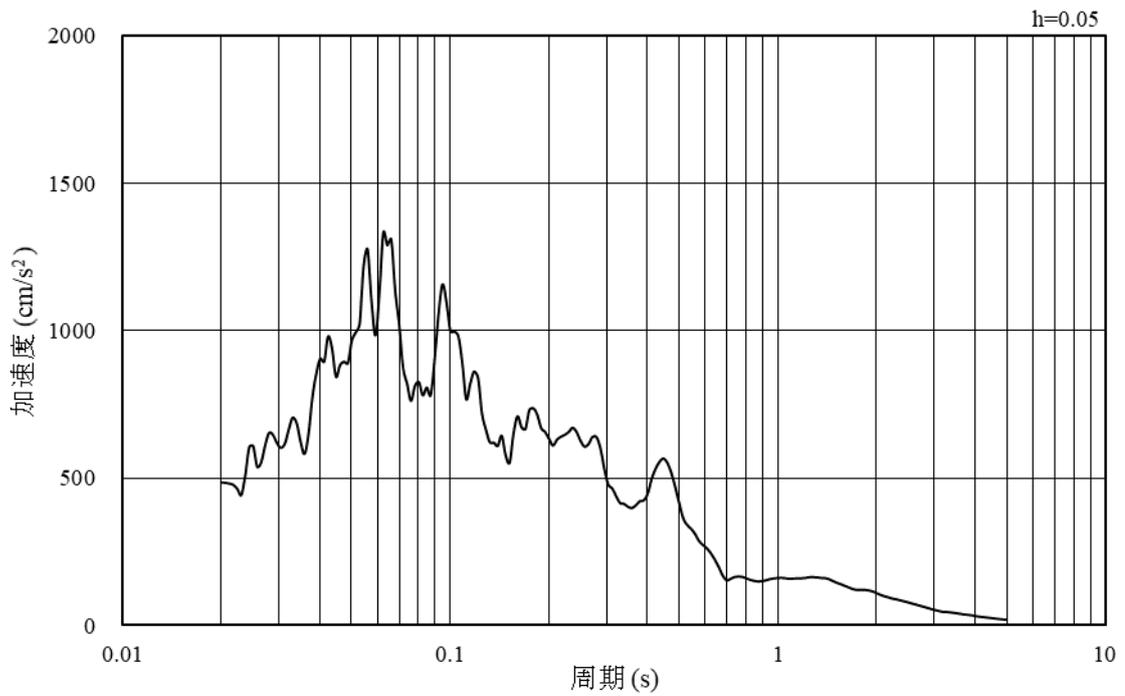


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-43 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分 : S s - N 2 (E W) , EL-120m)

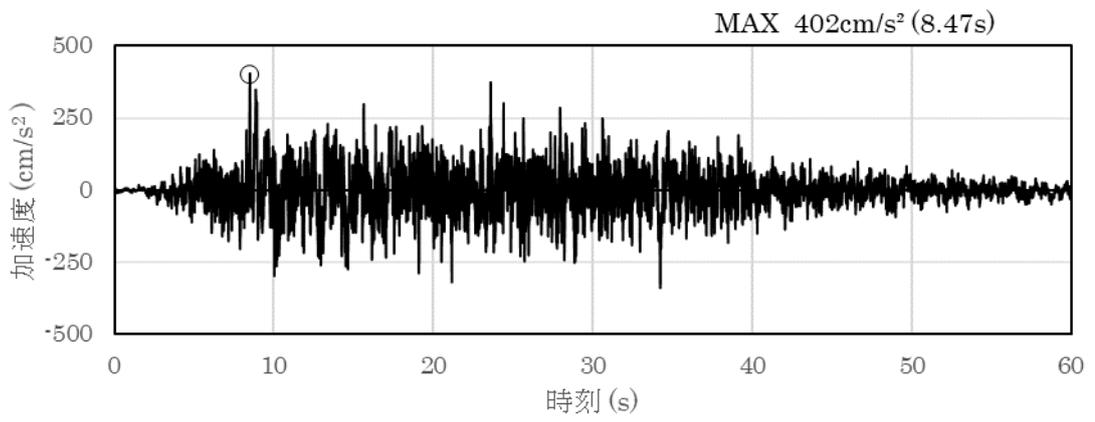


(a) 加速度時刻歴波形

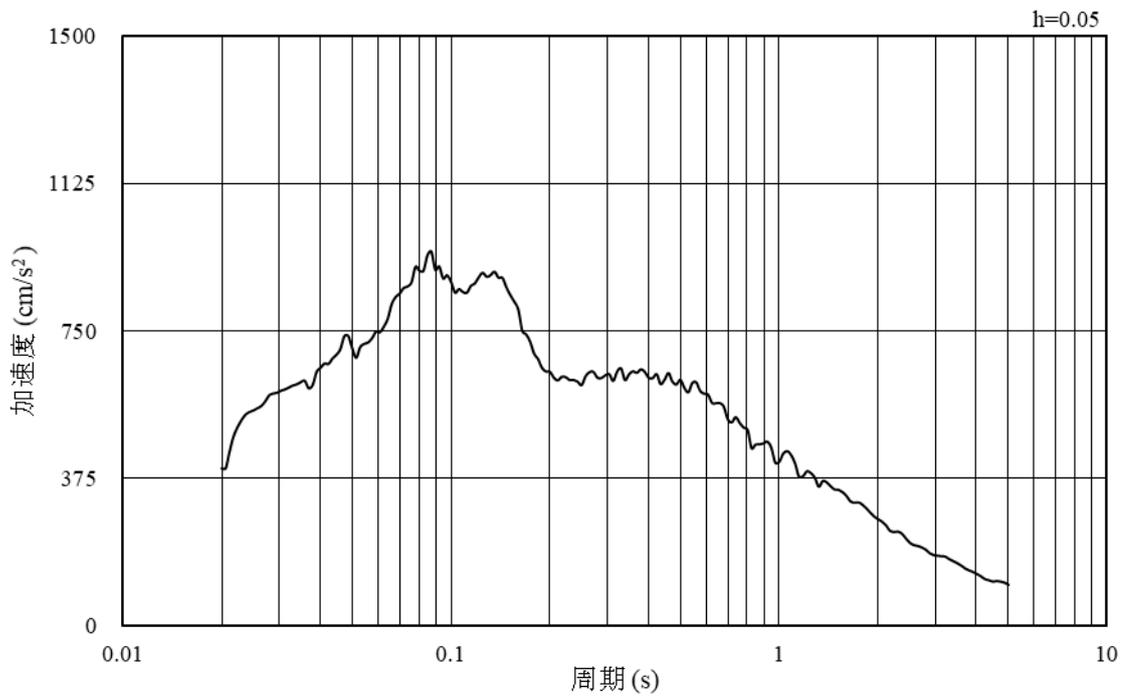


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-44 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S s - N 2 (E W) , EL-120m)

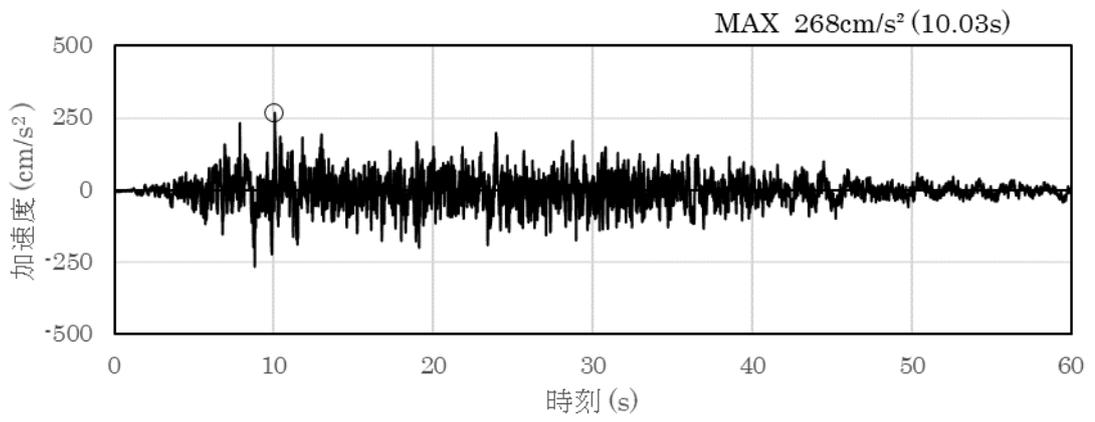


(a) 加速度時刻歴波形

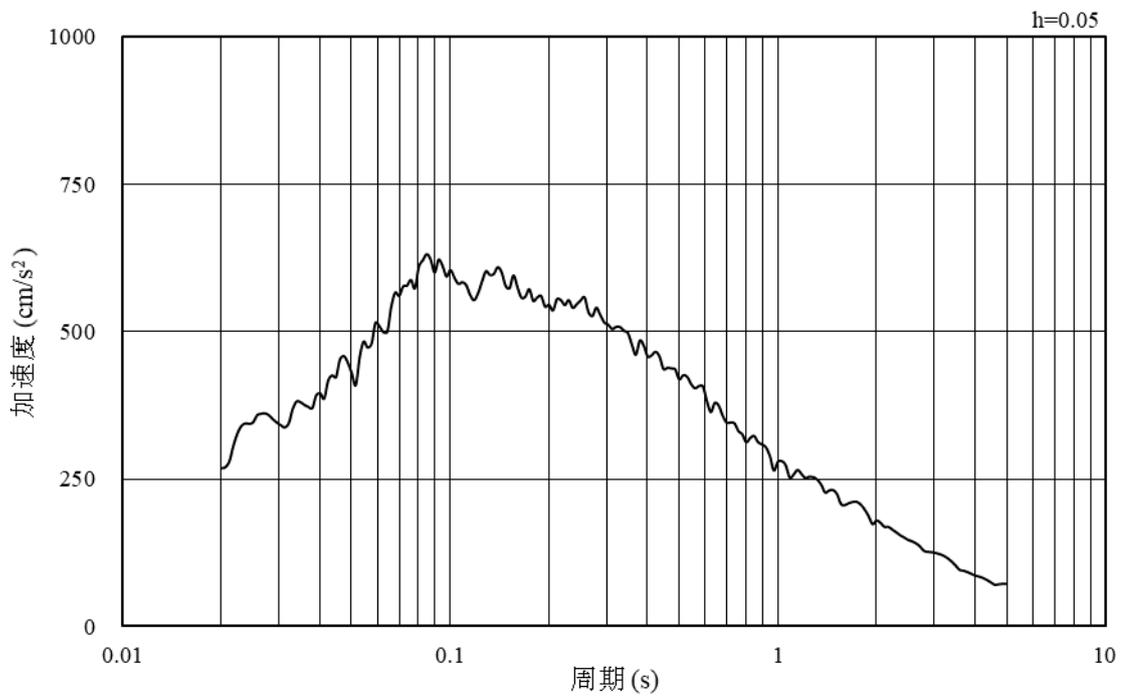


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-45 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - D, EL-120m)

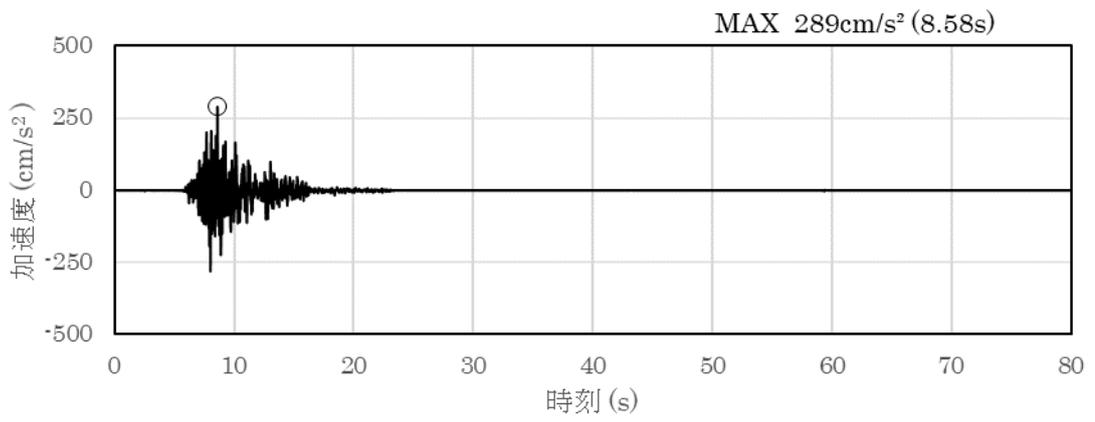


(a) 加速度時刻歴波形

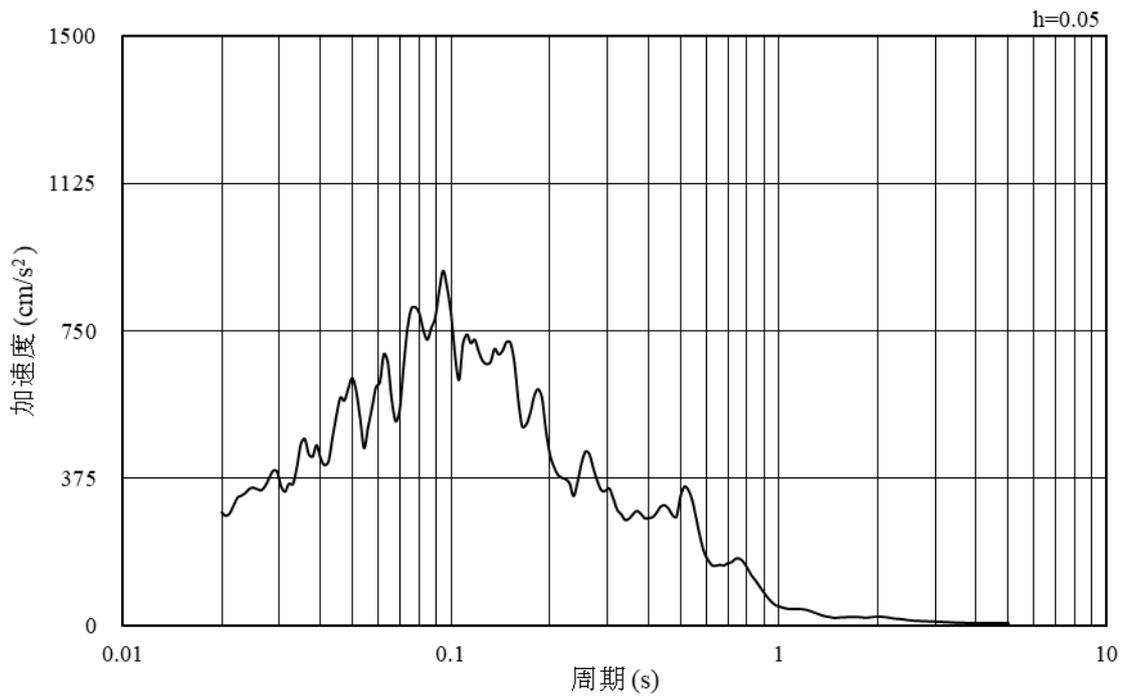


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-46 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - D, EL-120m)

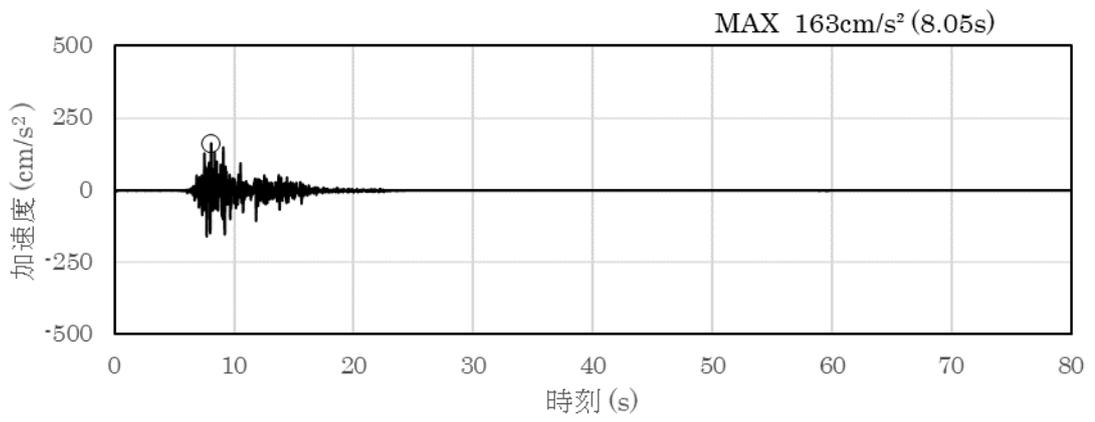


(a) 加速度時刻歴波形

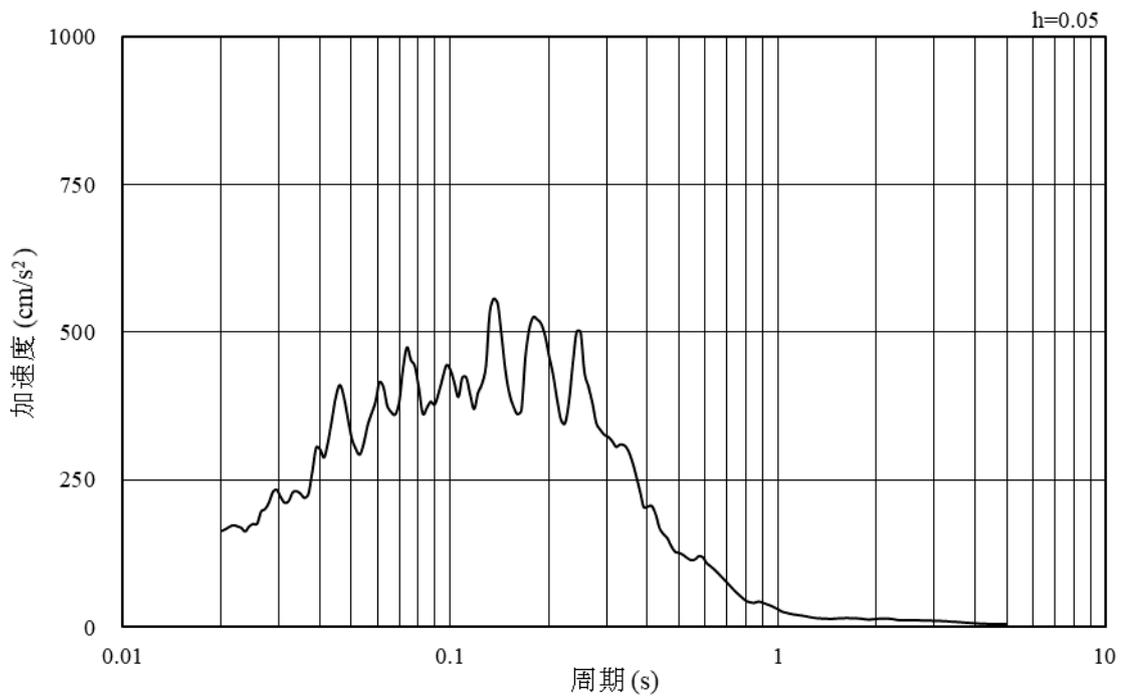


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-47 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - F 1, EL-120m)

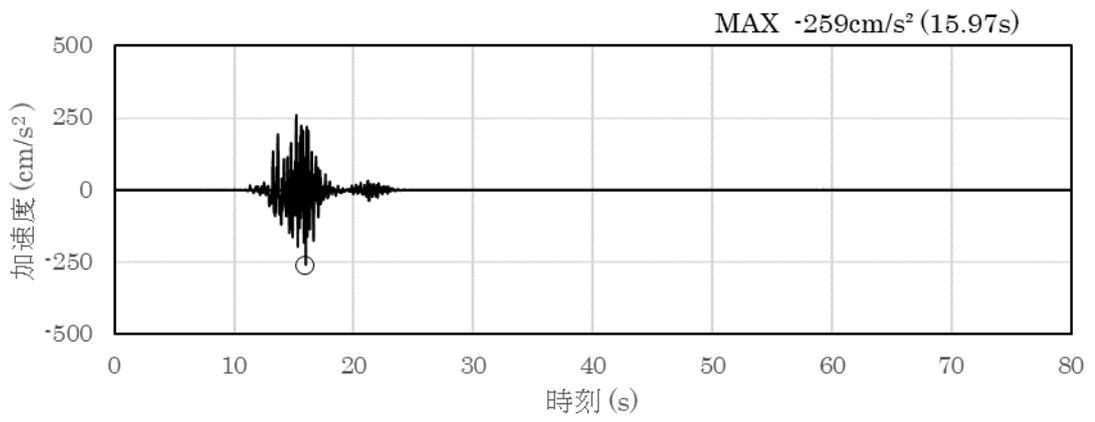


(a) 加速度時刻歴波形

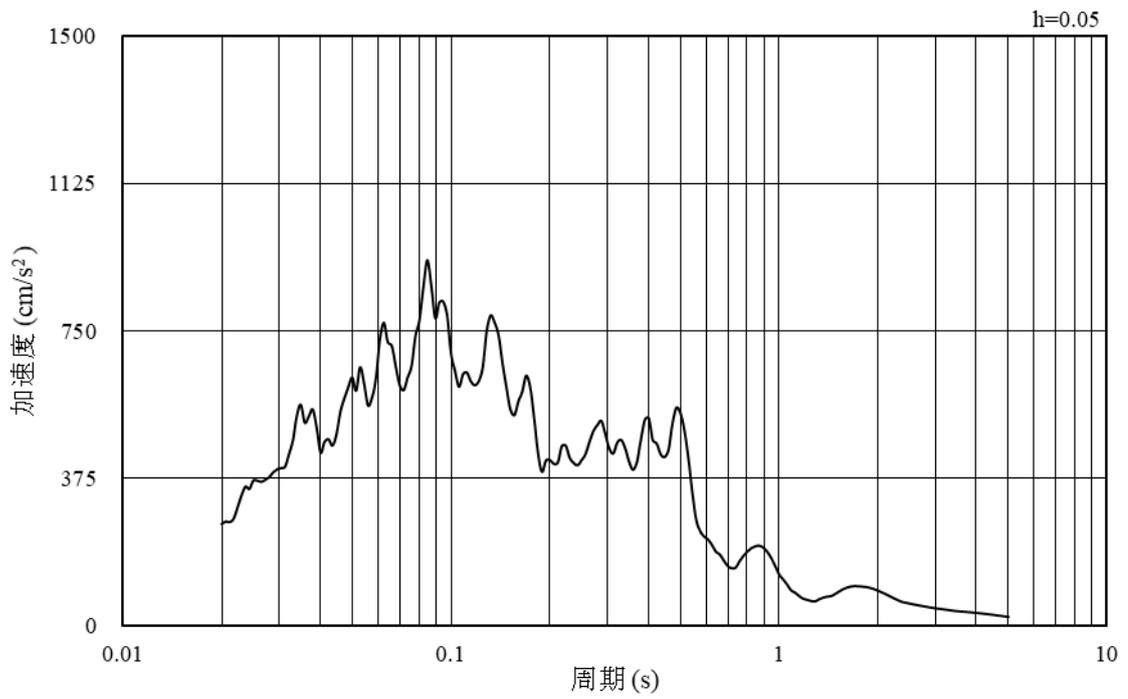


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-48 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - F 1, EL-120m)

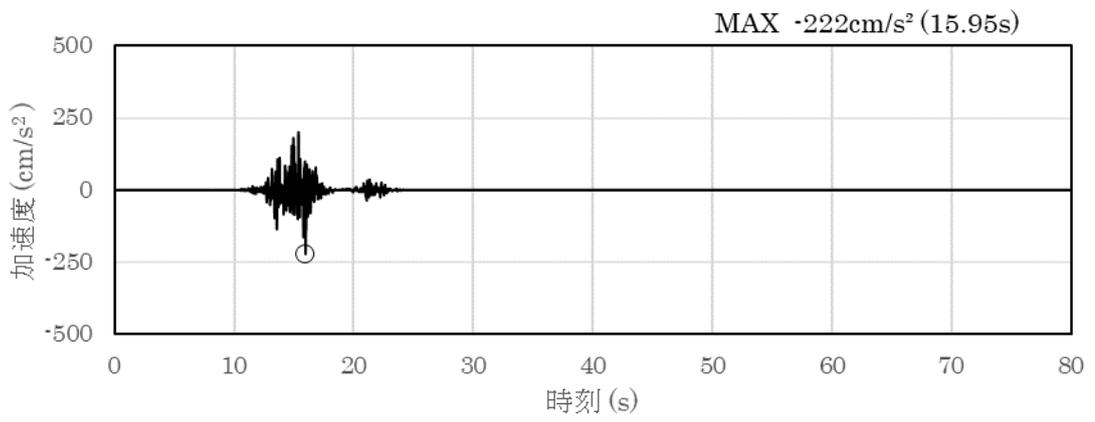


(a) 加速度時刻歴波形

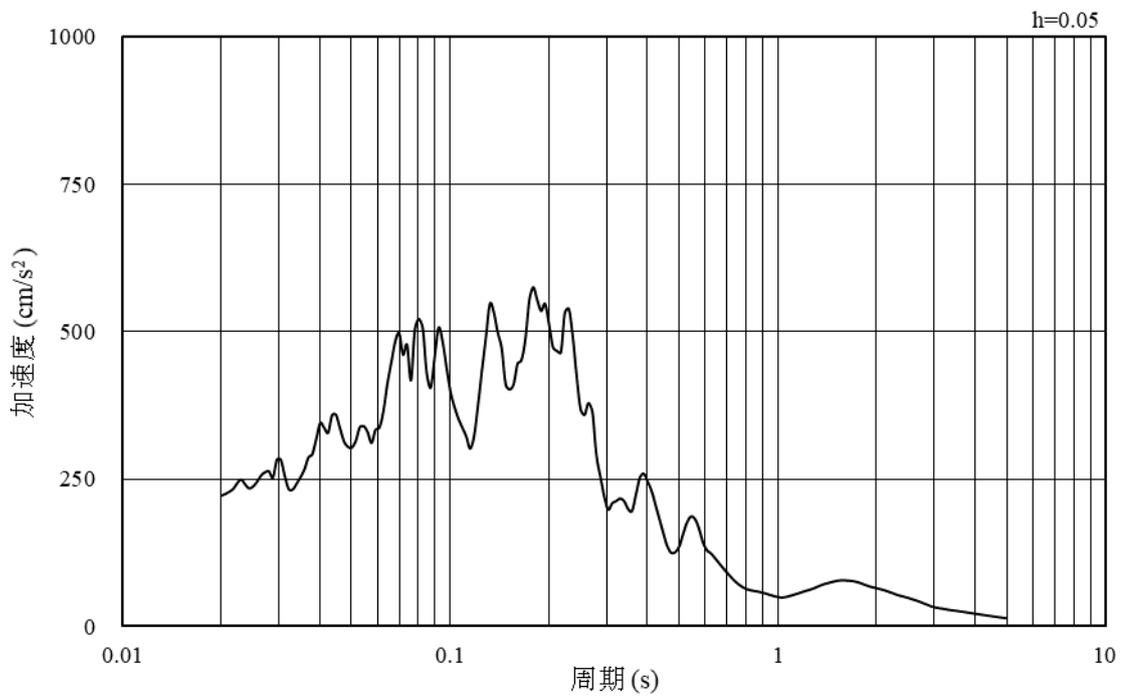


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-49 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - F 2, EL-120m)

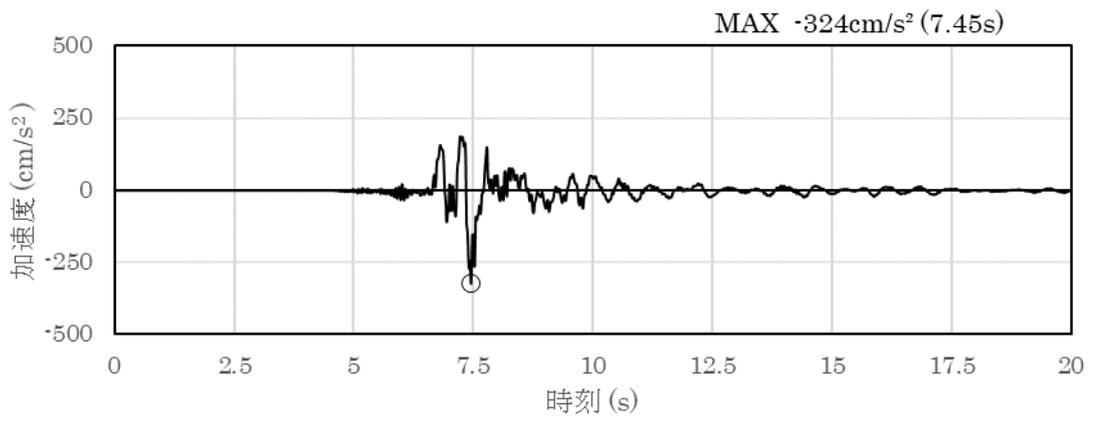


(a) 加速度時刻歴波形

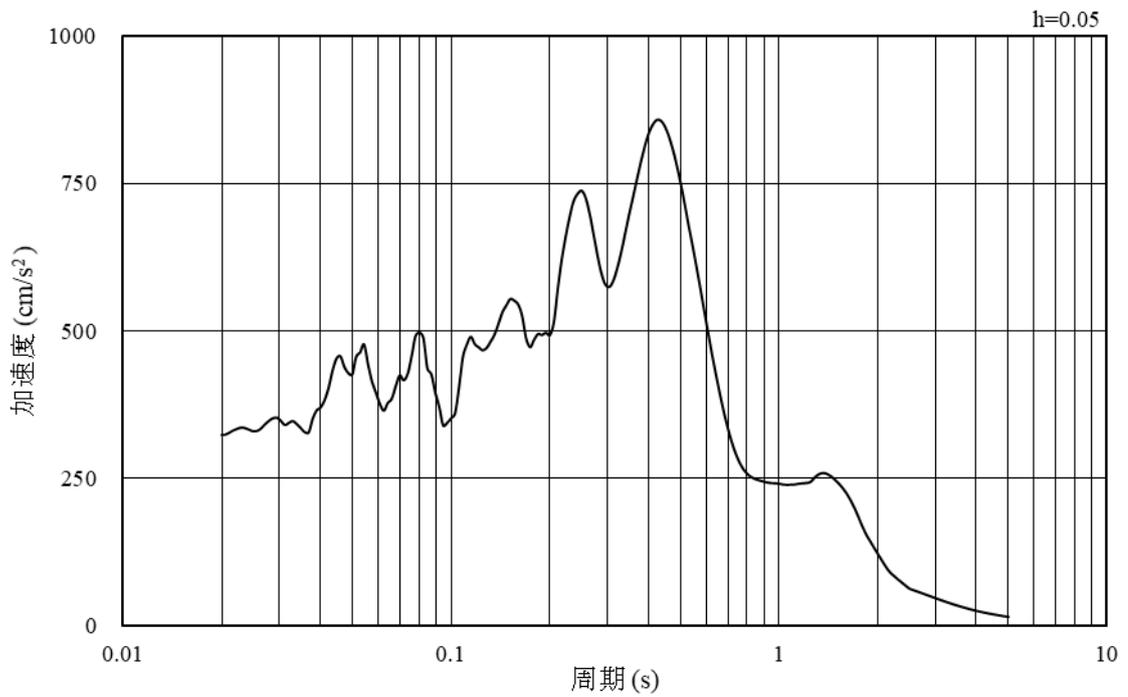


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-50 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - F 2, EL-120m)

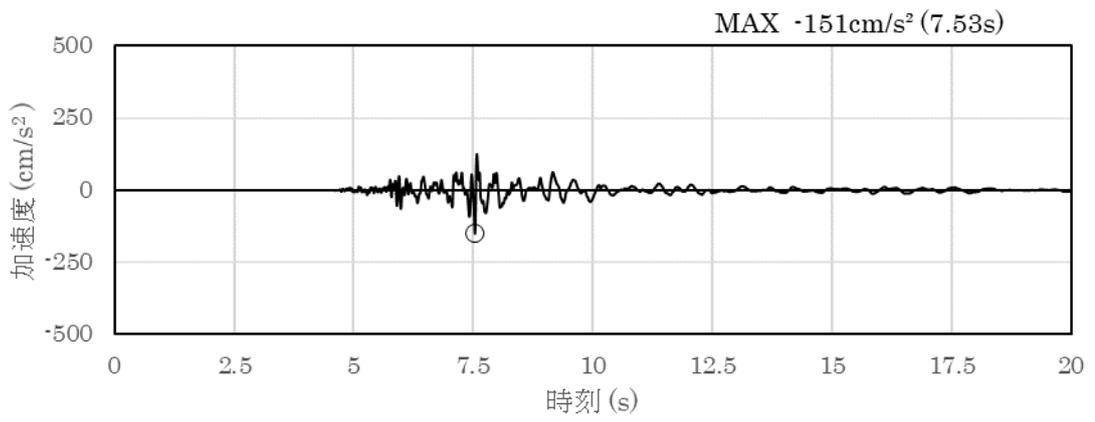


(a) 加速度時刻歴波形

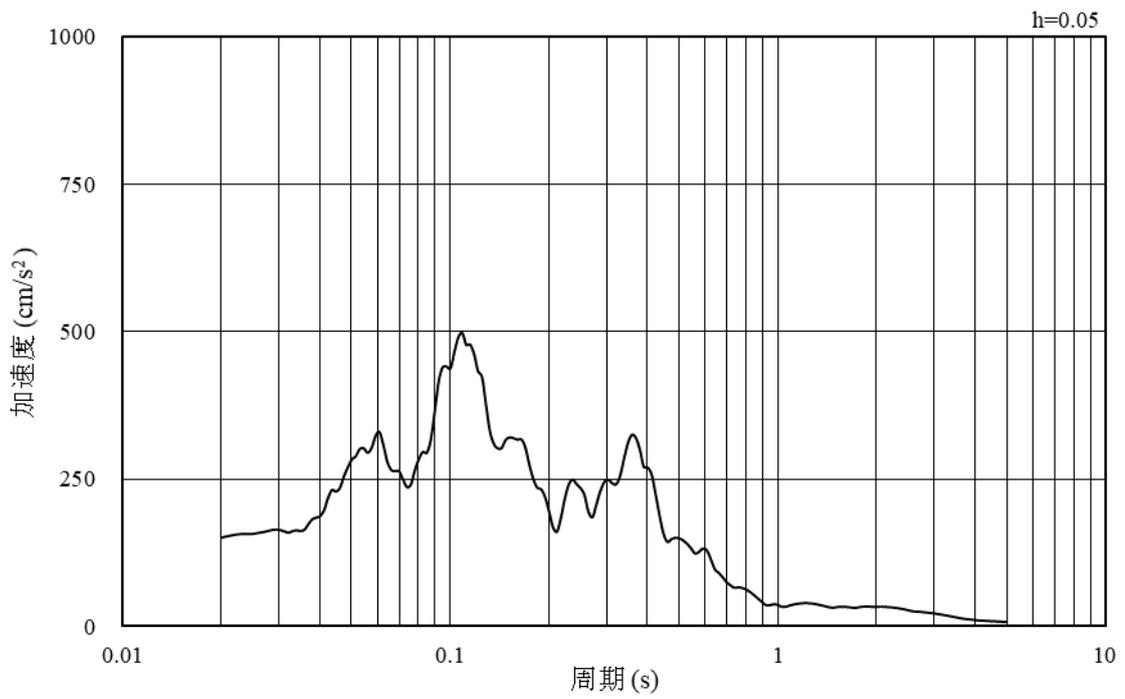


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-51 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - N 1, EL-120m)

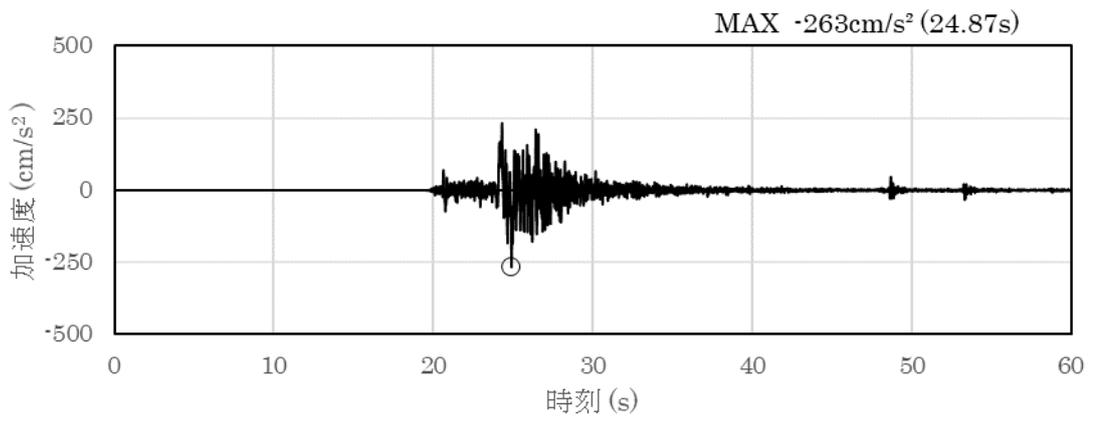


(a) 加速度時刻歴波形

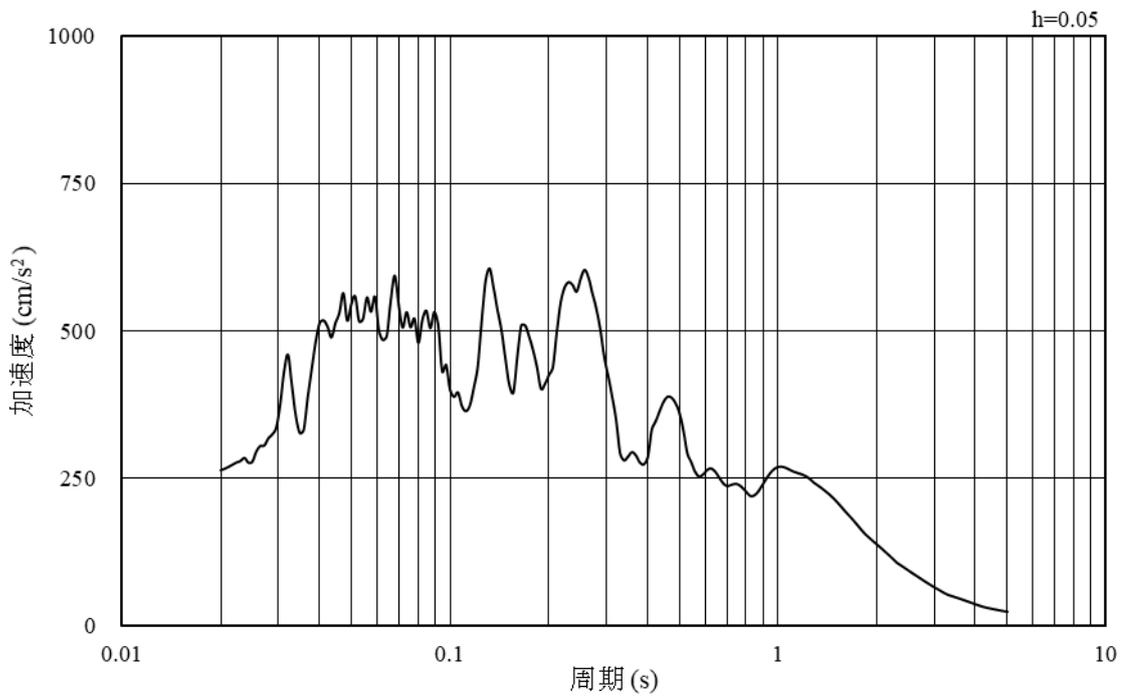


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-52 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - N 1, EL-120m)

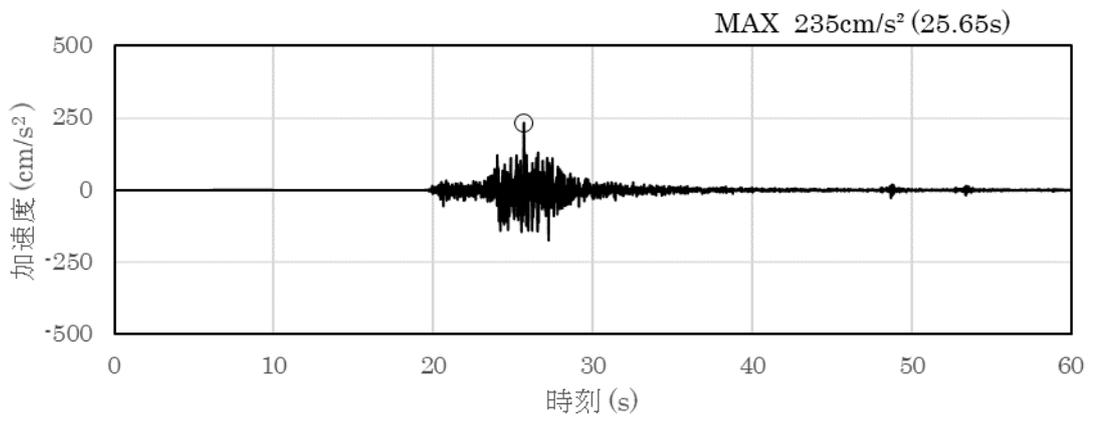


(a) 加速度時刻歴波形

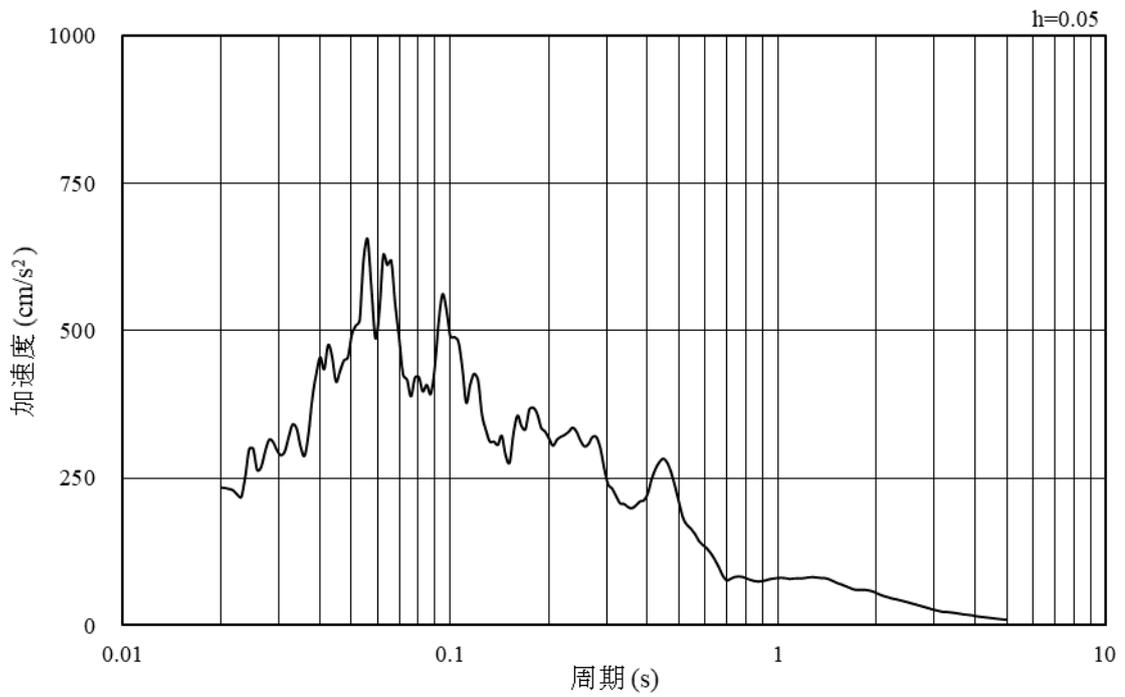


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-53 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分 : S d - N 2 (N S) , EL-120m)

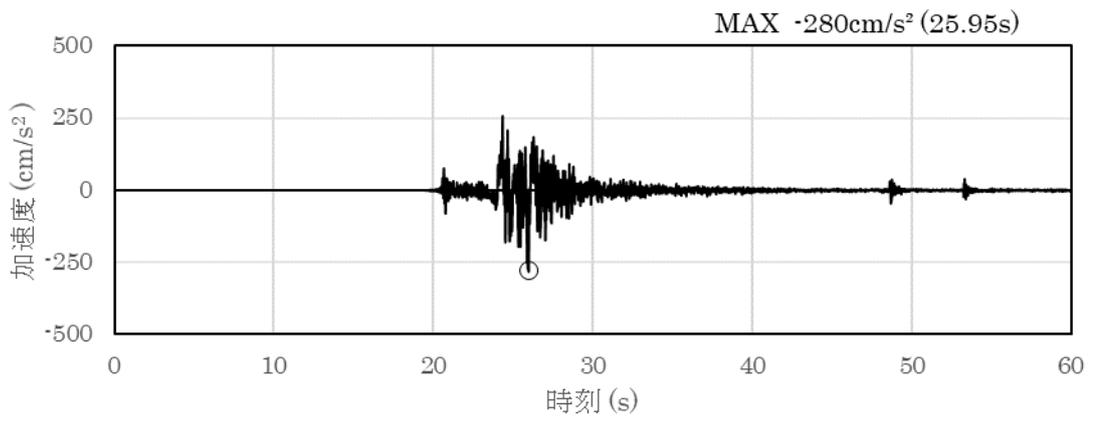


(a) 加速度時刻歴波形

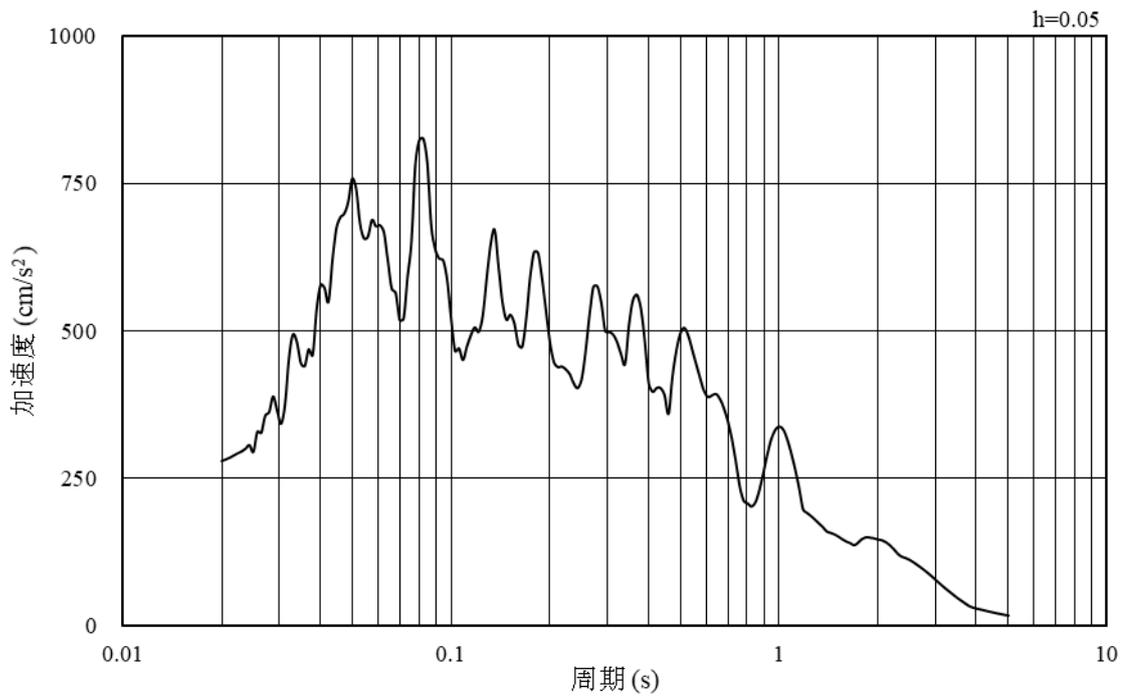


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-54 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - N 2 (N S) , EL-120m)

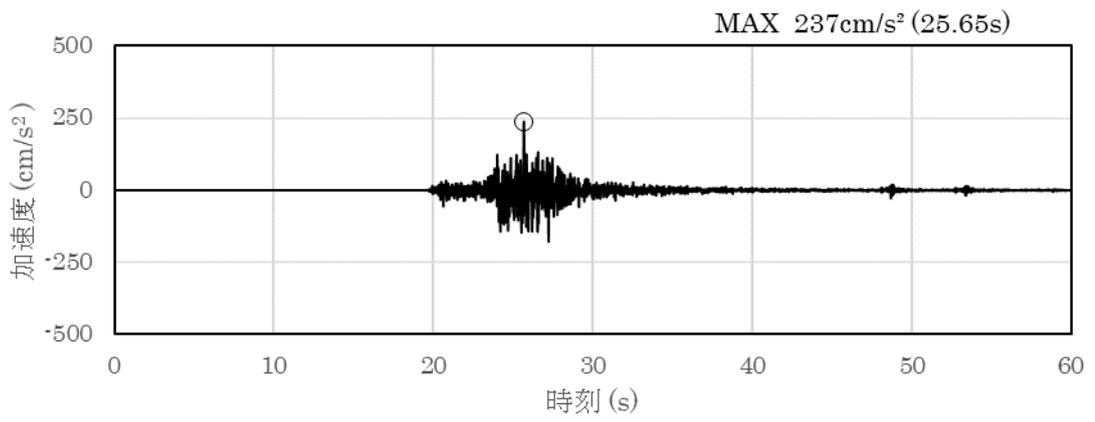


(a) 加速度時刻歴波形

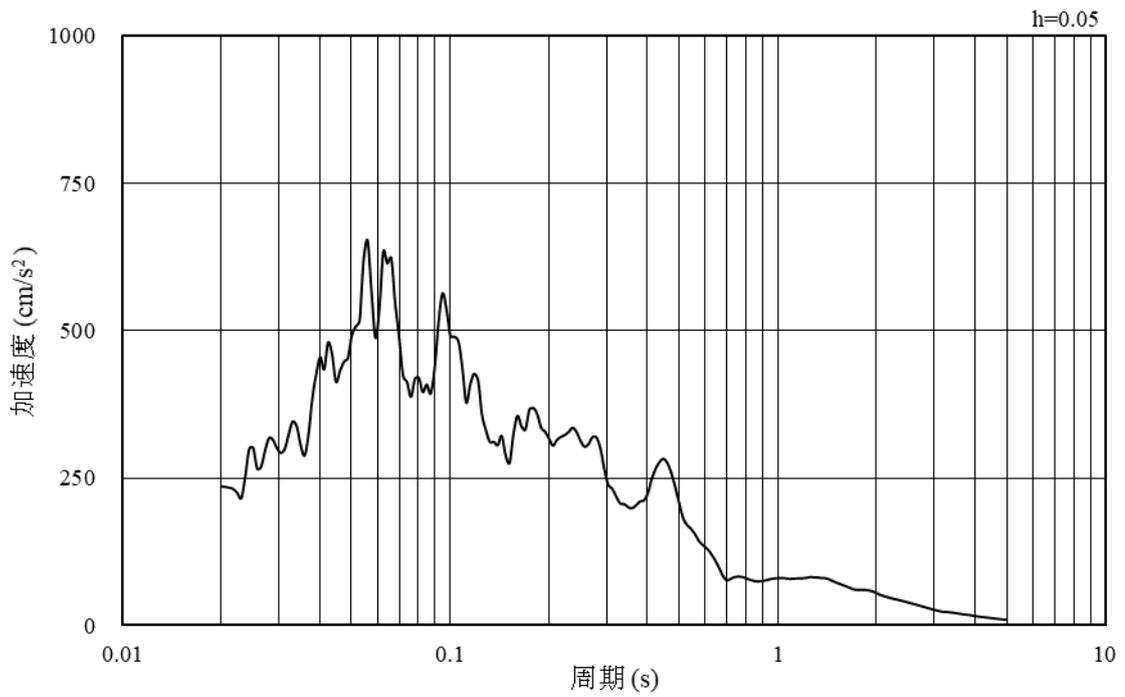


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-55 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
 (水平成分：S d - N 2 (E W) , EL-120m)

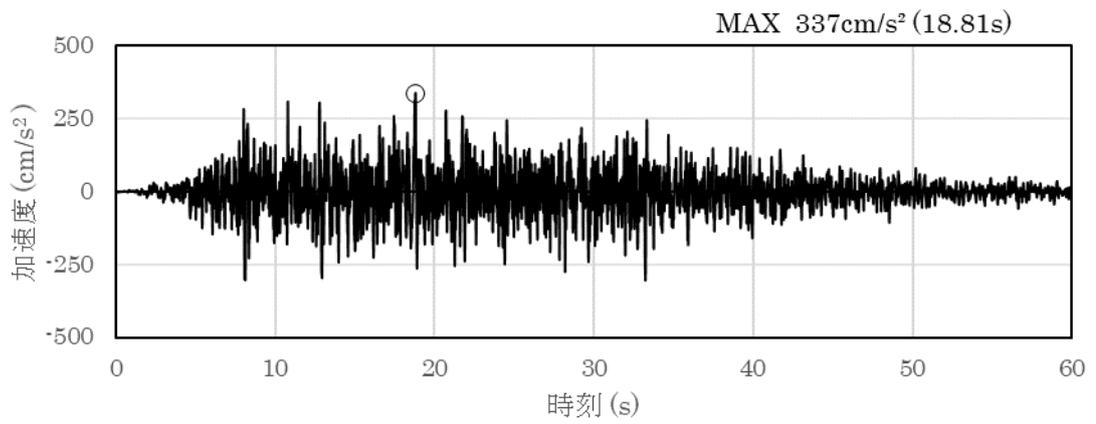


(a) 加速度時刻歴波形

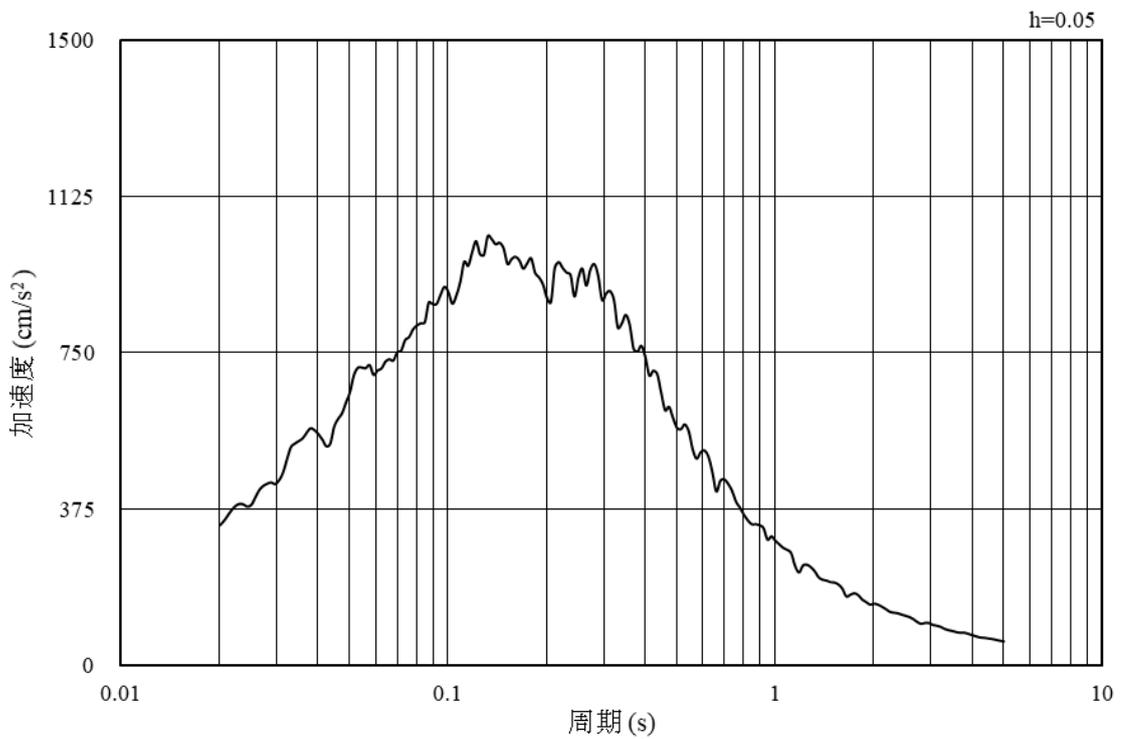


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-56 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - N 2 (E W) , EL-120m)

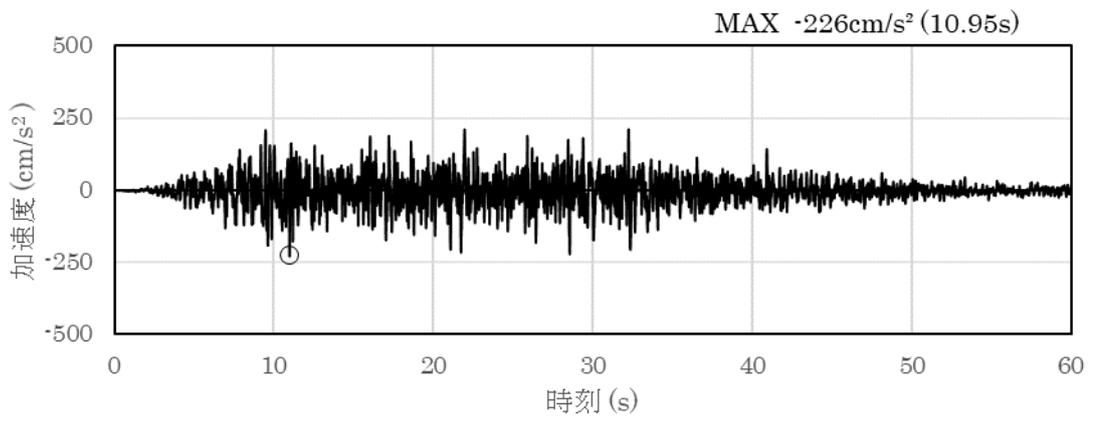


(a) 加速度時刻歴波形

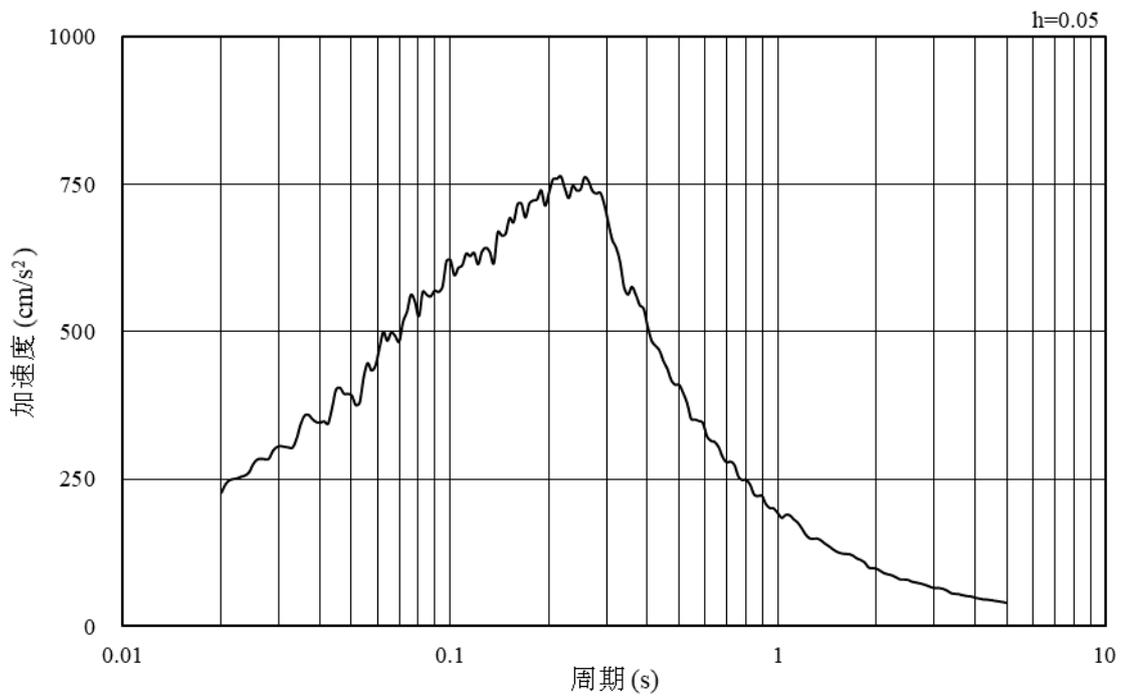


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-57 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平成分：S d - 1, EL-120m)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-58 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直成分：S d - 1, EL-120m)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

取水槽の地震応答解析モデルを図 3-59～図 3-62 に示す。

(1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

(2) 境界条件

解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

等価な剛性を有する 2 次元等価剛性モデルを作成して実施することとし、構造部材については、線形はり要素及び平面応力要素によりモデル化する。

機器・配管荷重は解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤及びマンメイドロック（以下「MMR」という。）は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土及び改良地盤は、地盤の非線形性を考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。

(5) 隣接構造物のモデル化

D-D 断面の解析モデル範囲において隣接構造物となるタービン建物は、等価剛性として線形の平面ひずみ要素としてモデル化する。また、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、線形はり要素でモデル化する。

(6) ジョイント要素の設定

地震時の「地盤と構造物等」との接合面における接触、剥離及びすべりを考慮するため、これらの接合面にジョイント要素を設定する。

(7) 水位条件

取水槽の内水位は、朔望平均干潮位からポンプ通常運転時の水位低下を加味した EL-0.30m とする。

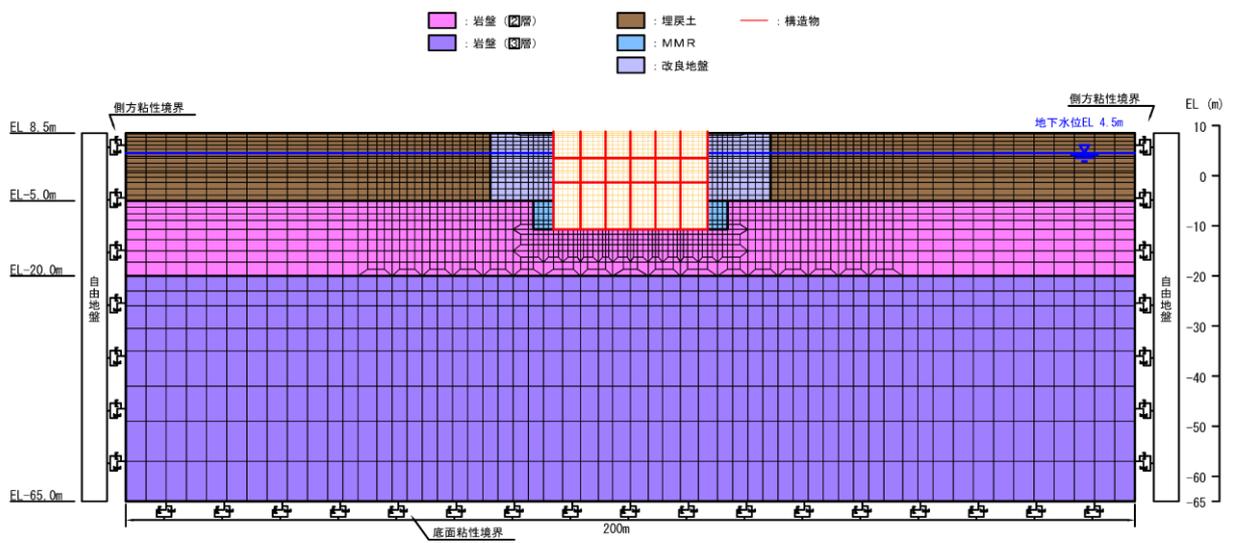


図 3-59 取水槽 地震応答解析モデル図 (A-A断面)

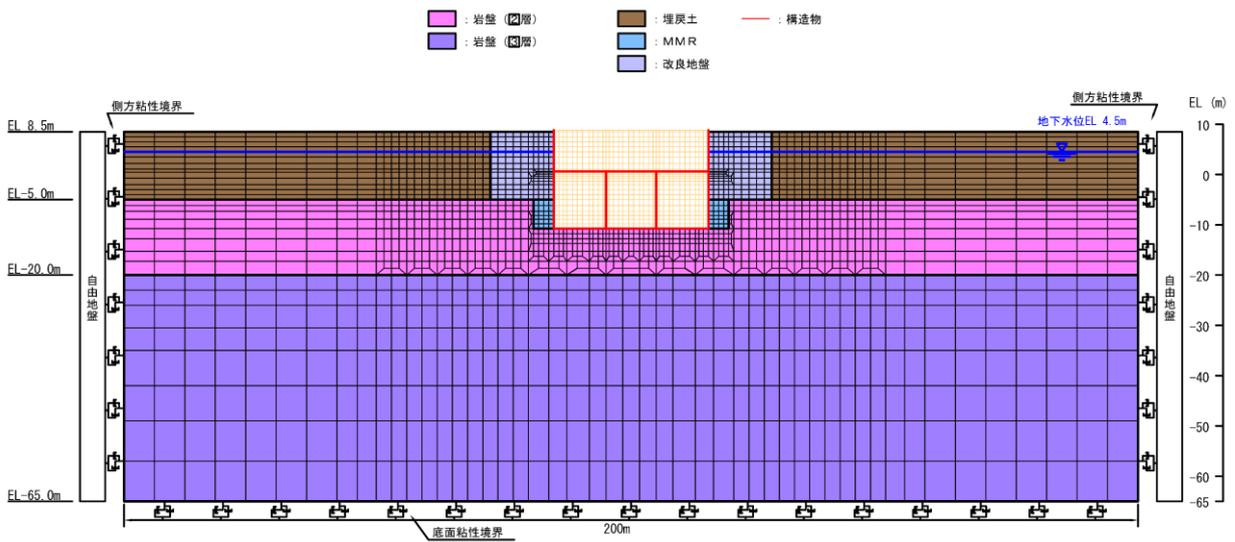


図 3-60 取水槽 地震応答解析モデル図 (B-B断面)

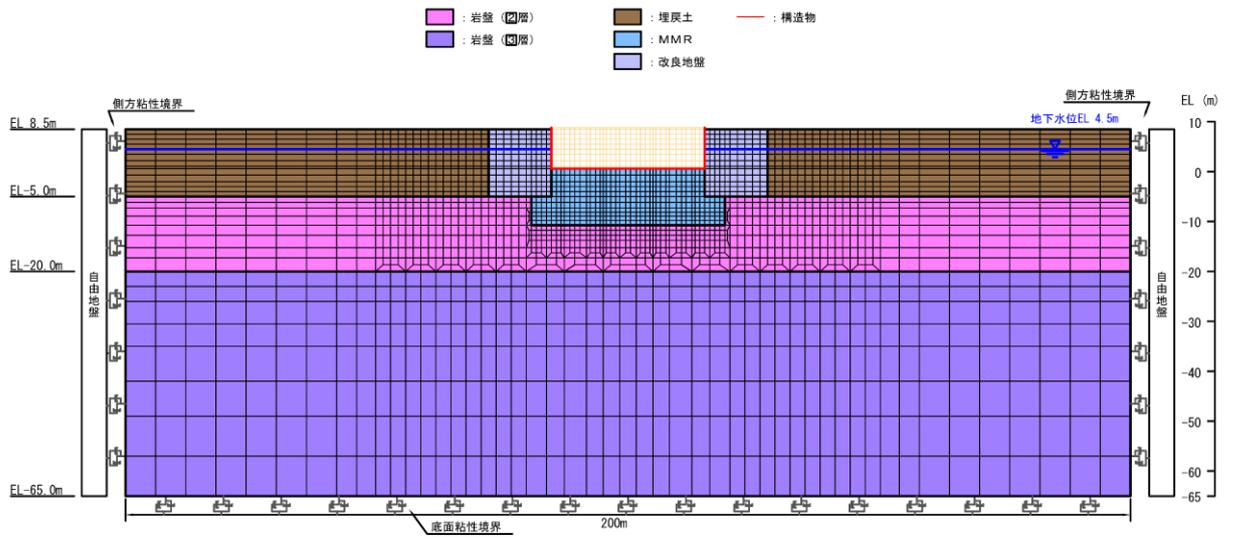


図 3-61 取水槽 地震応答解析モデル図 (C-C断面)

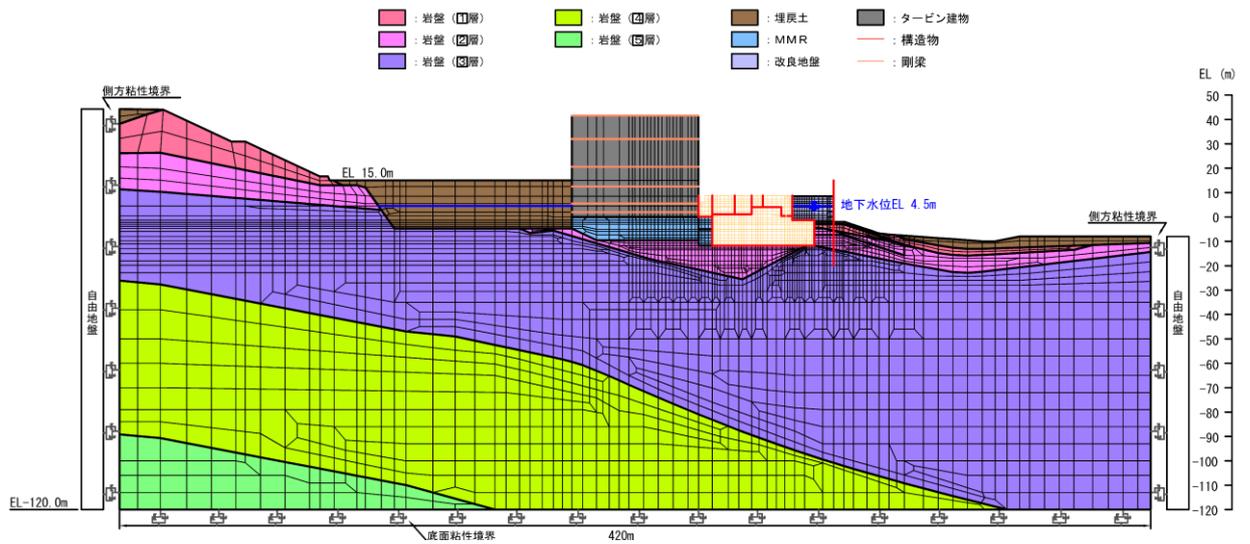


図 3-62 取水槽 地震応答解析モデル図 (D-D断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-12 に、材料の物性値を表 3-13 に示す。

表 3-12 使用材料

材料		仕様
鉄筋 コンクリート	底版, 側壁, 隔壁, 妻壁*, 導流壁, 中床版*	設計基準強度 23.5 N/mm ²
	分離壁, 控壁	設計基準強度 24.0 N/mm ²
鉄筋		SD345
MMR		設計基準強度 15.6 N/mm ²
		設計基準強度 18.0 N/mm ²
		設計基準強度 23.5 N/mm ²
埋戻コンクリート		設計基準強度 18.0 N/mm ²

注記* : 妻壁及び中床版の一部新設部材は、設計基準強度 24.0N/mm²である。

表 3-13 材料の物性値

材料	設計基準強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	23.5	2.48×10 ⁴	24.0	0.2
	24.0	2.50×10 ⁴		
MMR	15.6	2.08×10 ⁴	22.6	
	18.0	2.20×10 ⁴		
	23.5	2.48×10 ⁴		
埋戻コンクリート	18.0	2.20×10 ⁴		

注記*1 : 鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

*2 : 無筋コンクリートの単位体積重量を示す。

3.5.3 地盤の物性値

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。設計地下水位の一覧を表3-14に示す。

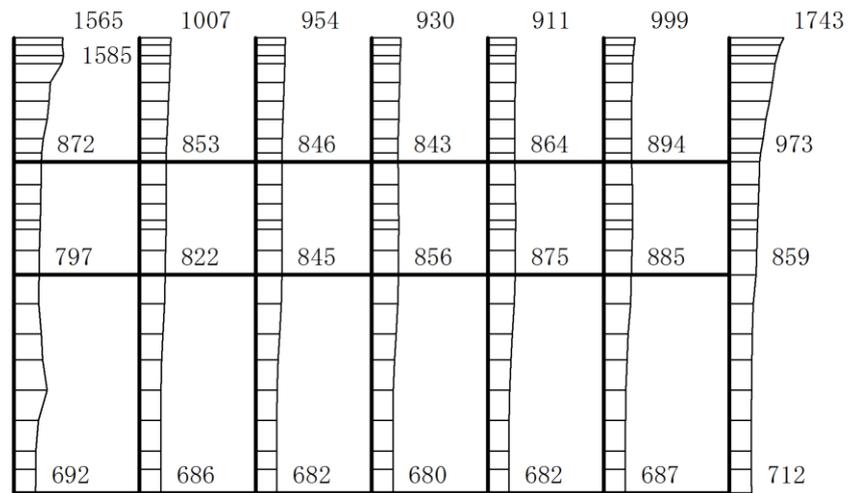
表3-14 設計用地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
取水槽	A-A断面	4.50
	B-B断面	
	C-C断面	
	D-D断面	

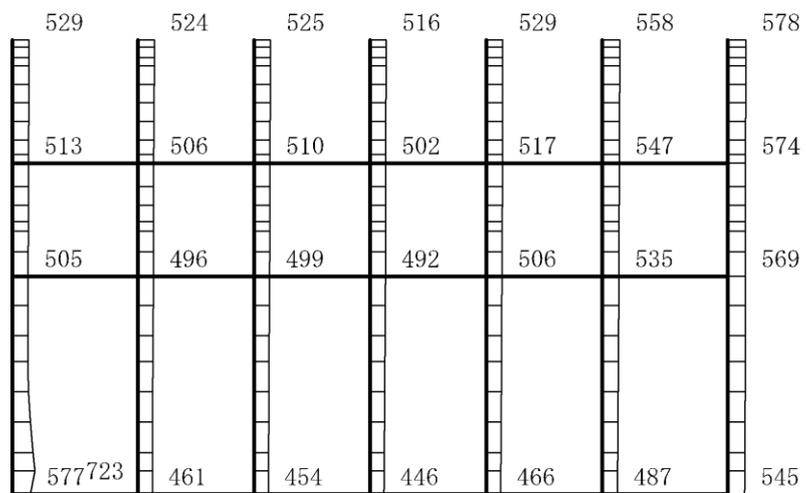
4. 解析結果

4.1 A-A断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図4-1～図4-12に示す。また、解析ケース①において、照査項目ごとに照査値が0.5を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース②～⑤の最大応答加速度分布図を図4-13～図4-20に示す。さらに、機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース②、③及び⑤のすべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図4-21～図4-56に示す。これらに加え、解析ケース①～③及び⑤のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大応答加速度分布図を図4-57～図4-120に示す。



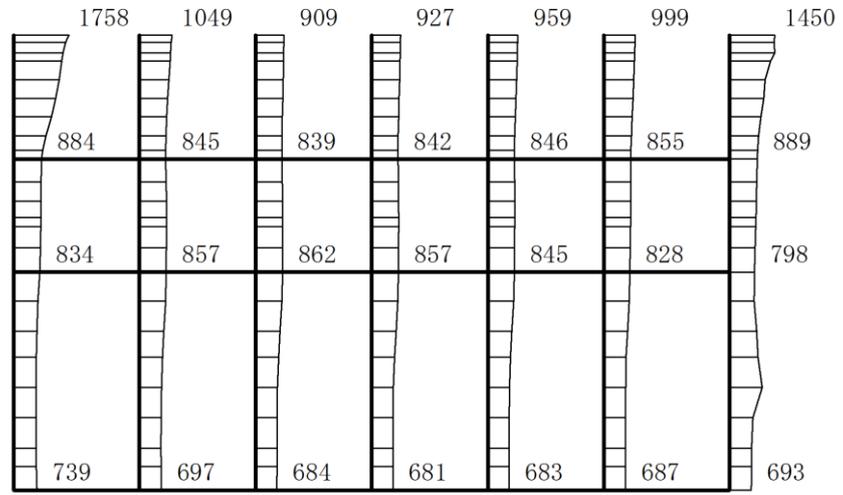
(a) S s - D (++) 水平



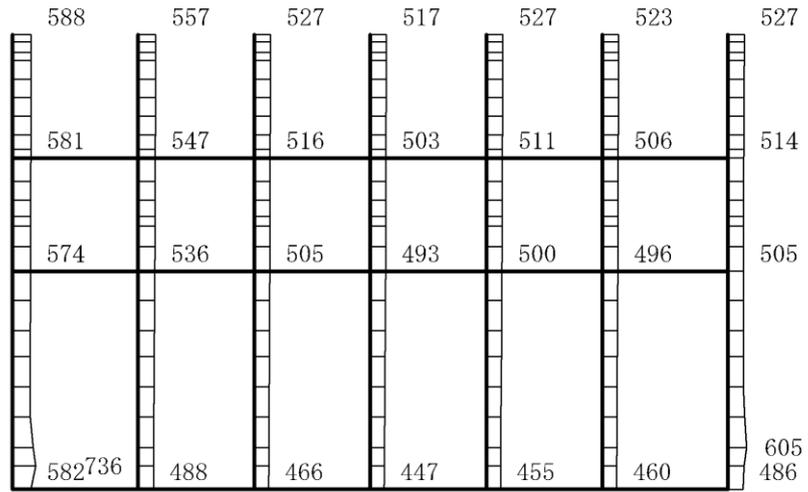
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-1 最大応答加速度分布図 (1/120) (解析ケース①)



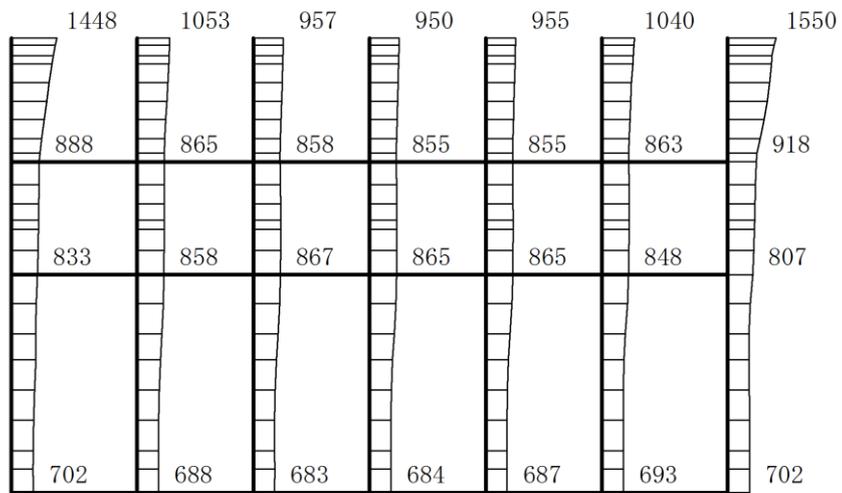
(a) S s - D (-+) 水平



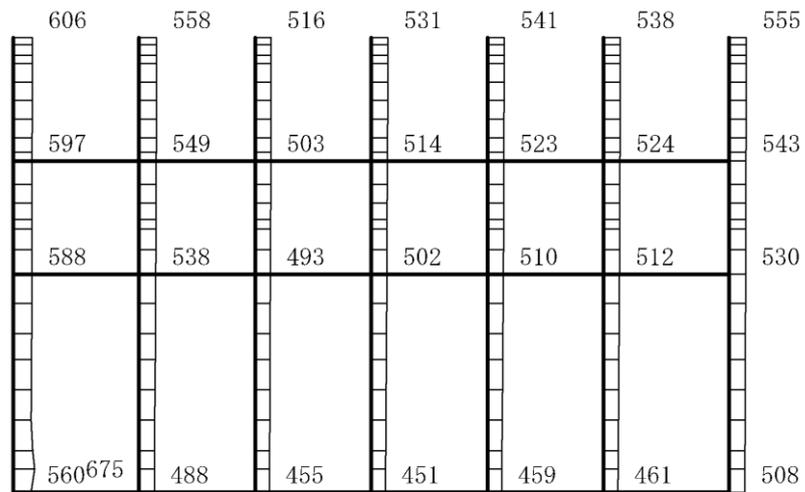
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/120) (解析ケース①)



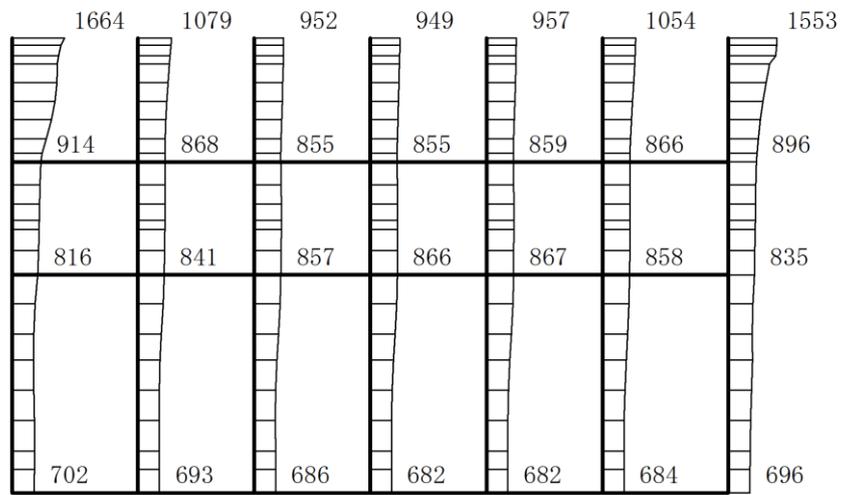
(a) S s - D (+-) 水平



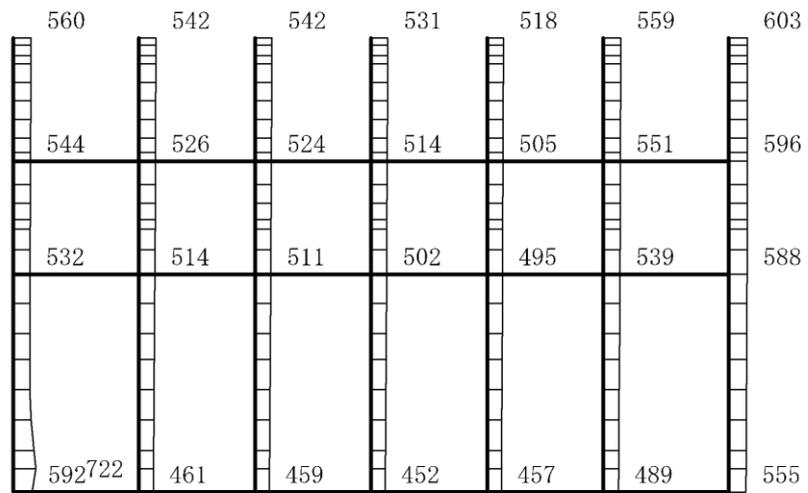
(b) S s - D (+-) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/120) (解析ケース①)



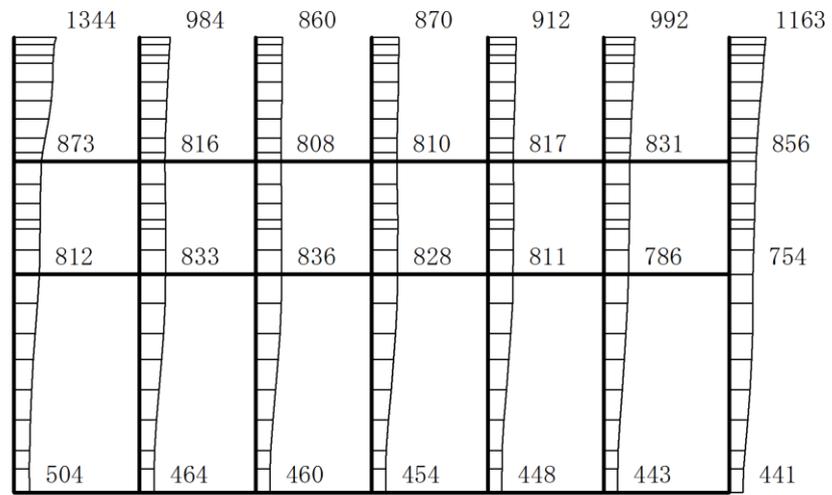
(a) S s - D (--) 水平



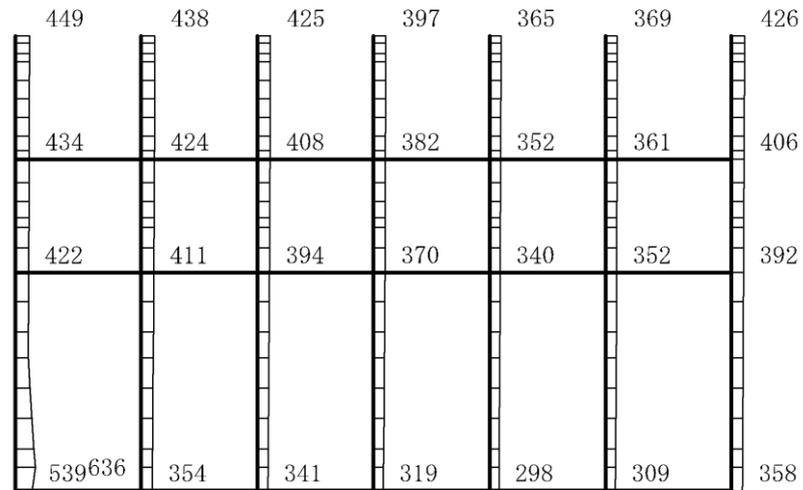
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/120) (解析ケース①)



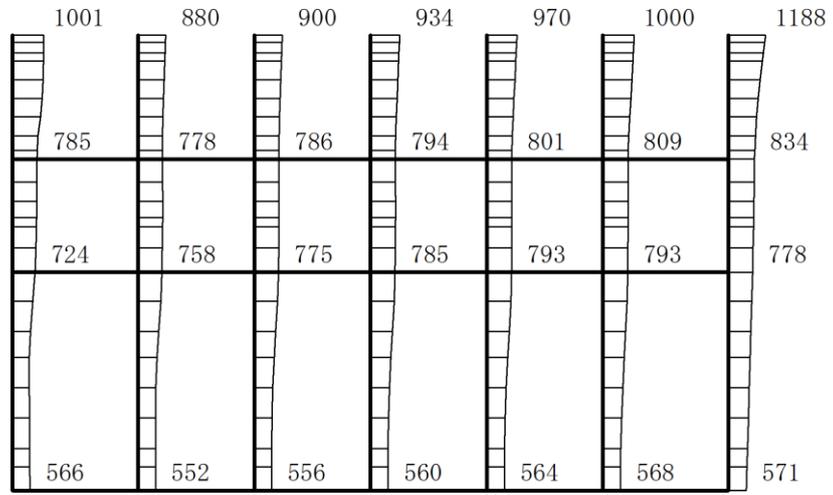
(a) $S_s - F1$ (++) 水平



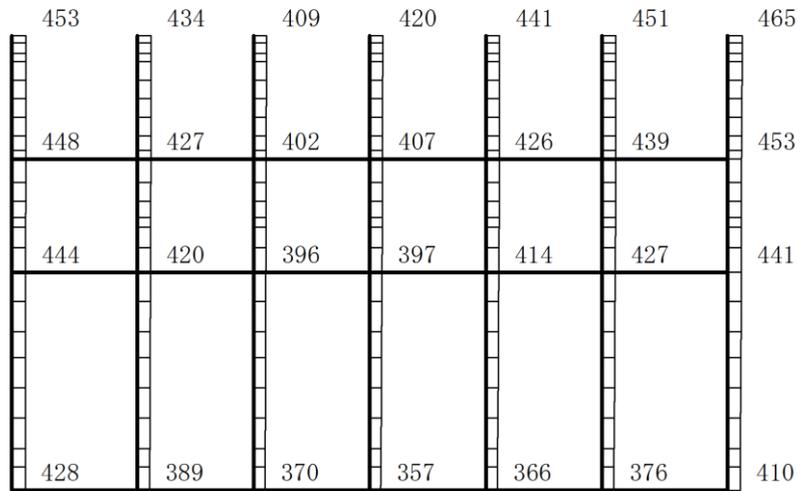
(b) $S_s - F1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 1500$ (cm/s²)

図 4-5 最大応答加速度分布図 (5/120) (解析ケース①)



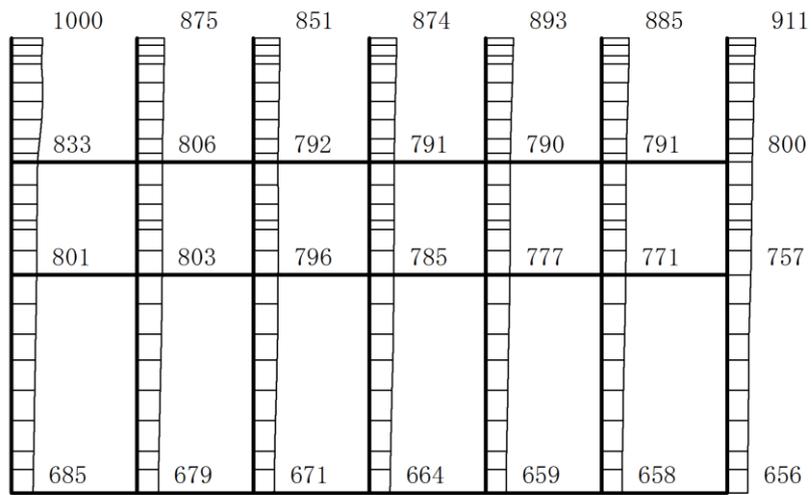
(a) S_s-F₂(++) 水平



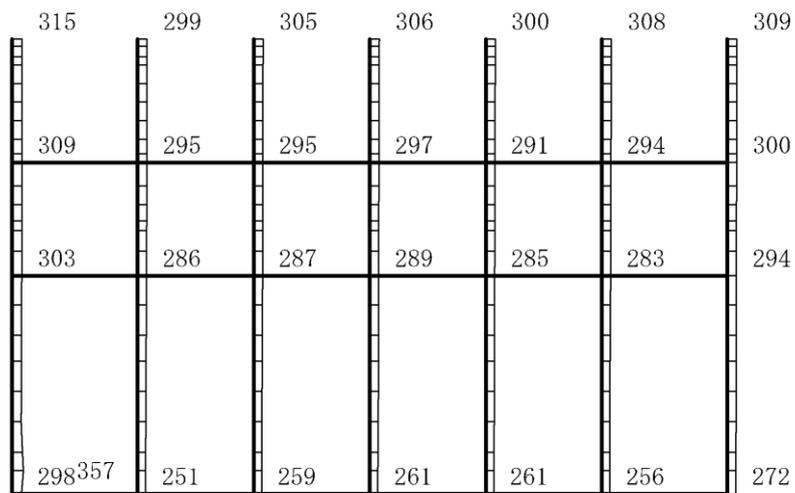
(b) S_s-F₂(++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-6 最大応答加速度分布図 (6/120) (解析ケース①)



(a) S_s-N1 (++) 水平

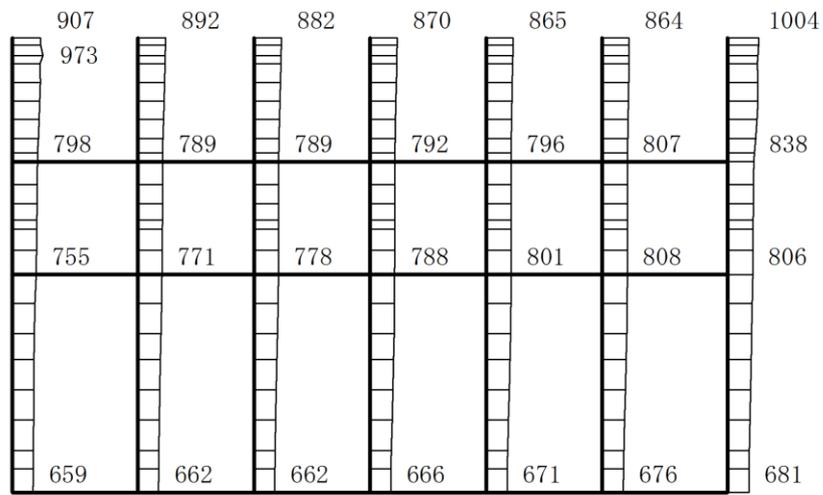


(b) S_s-N1 (++) 鉛直

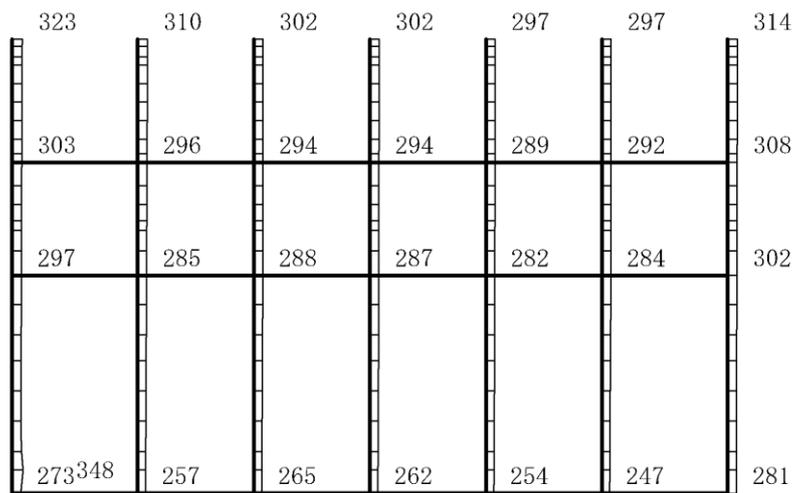
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-7 最大応答加速度分布図 (7/120) (解析ケース①)



(a) S_s-N1 (-+) 水平

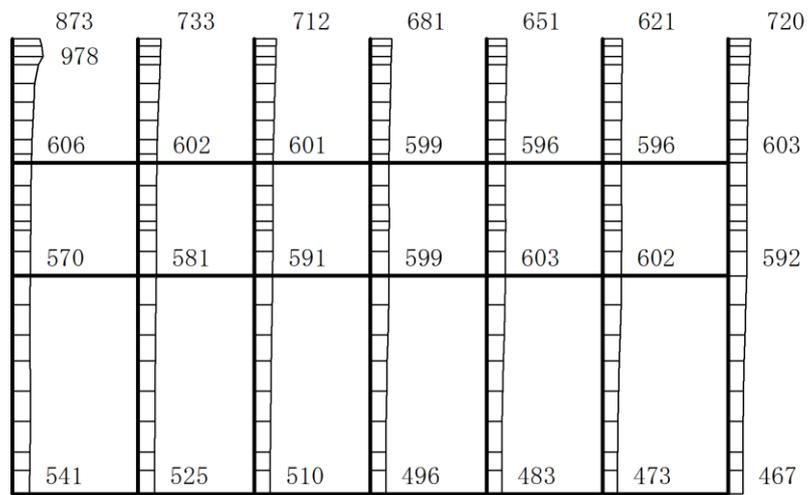


(b) S_s-N1 (-+) 鉛直

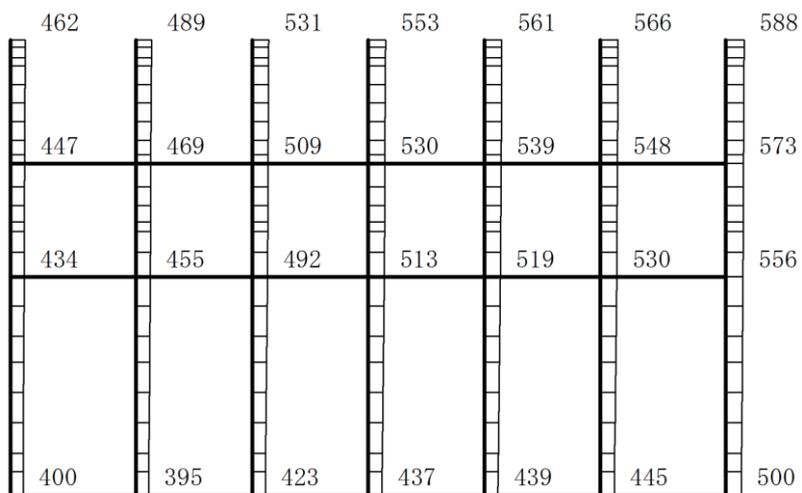
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-8 最大応答加速度分布図 (8/120) (解析ケース①)



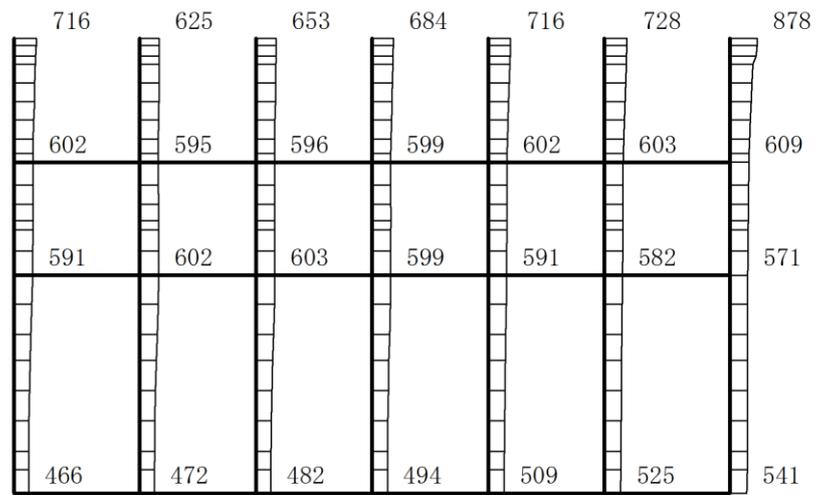
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



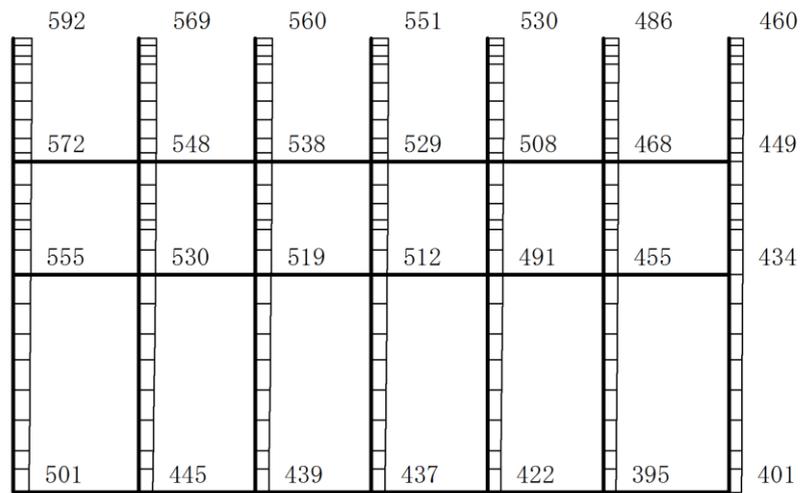
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/120) (解析ケース①)



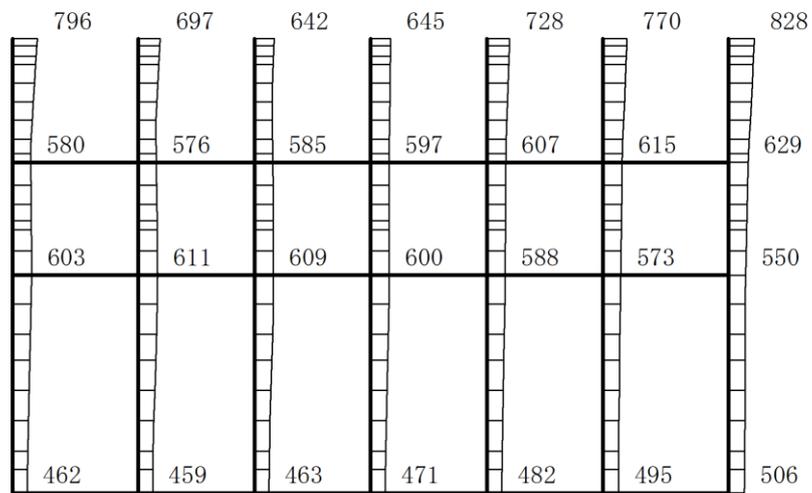
(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平



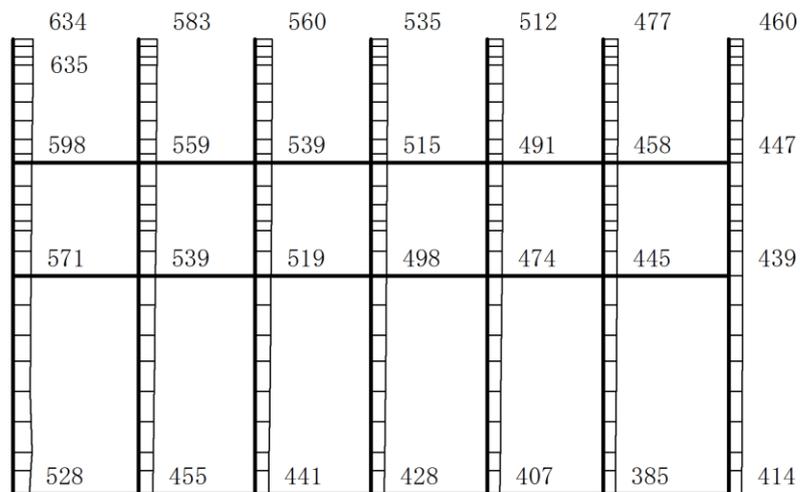
(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-10 最大応答加速度分布図 (10/120) (解析ケース①)



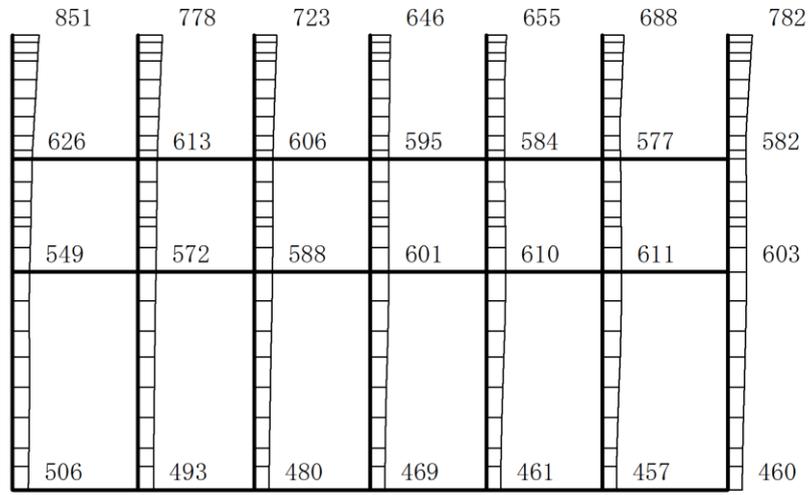
(a) S_s-N2 (EW) (++) 水平



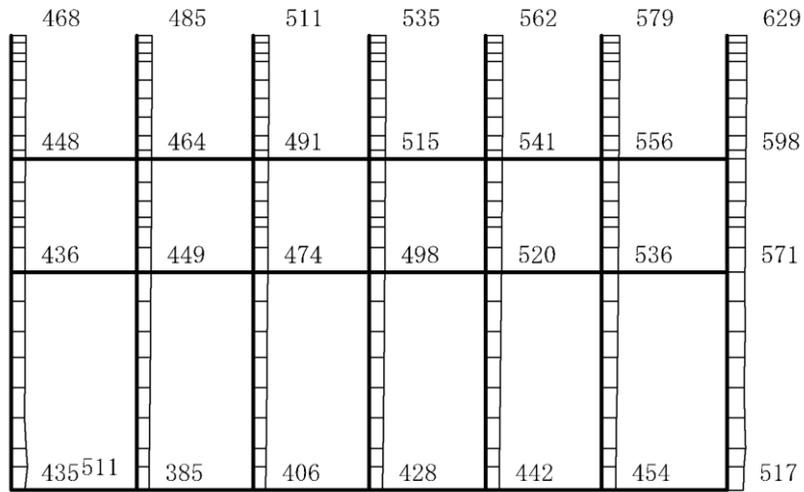
(b) S_s-N2 (EW) (++) 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$ 応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図4-11 最大応答加速度分布図 (11/120) (解析ケース①)



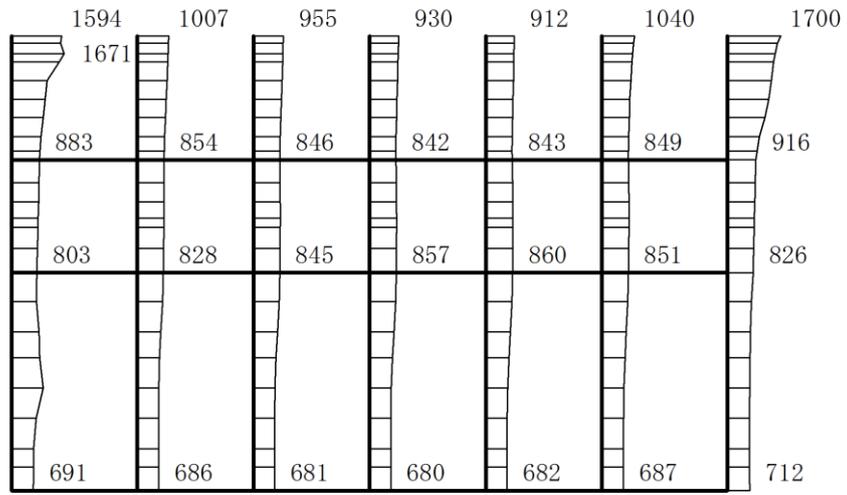
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



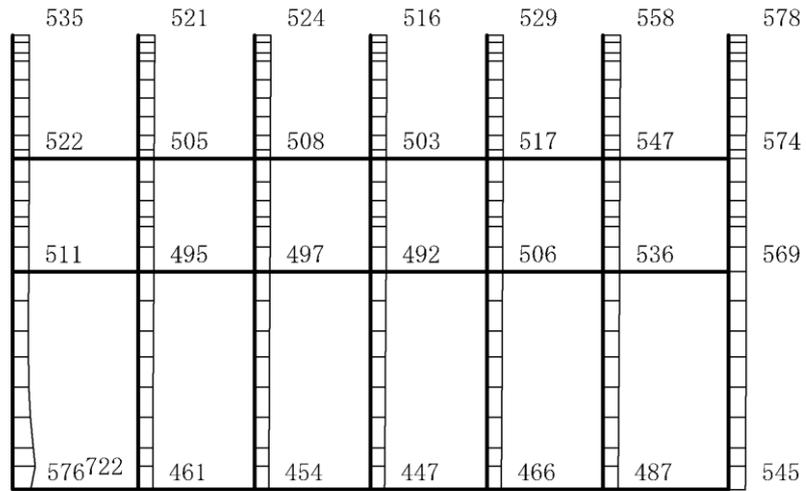
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-12 最大応答加速度分布図 (12/120) (解析ケース①)



(a) S s - D (++) 水平

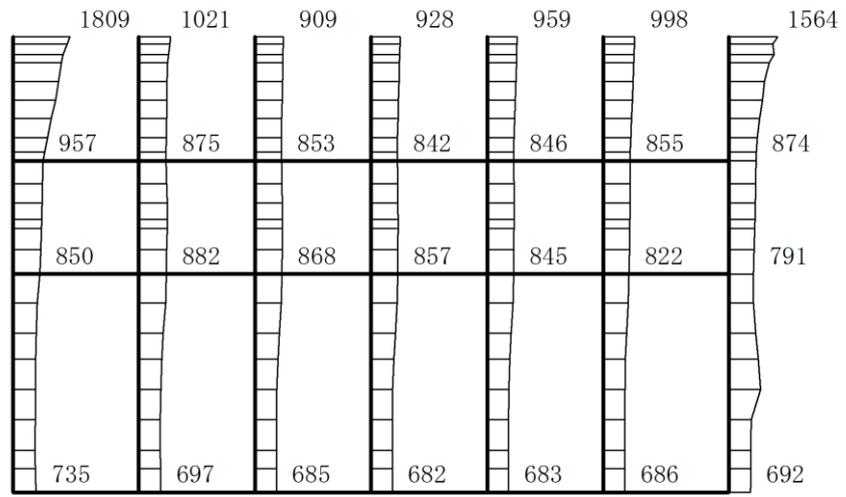


(b) S s - D (++) 鉛直

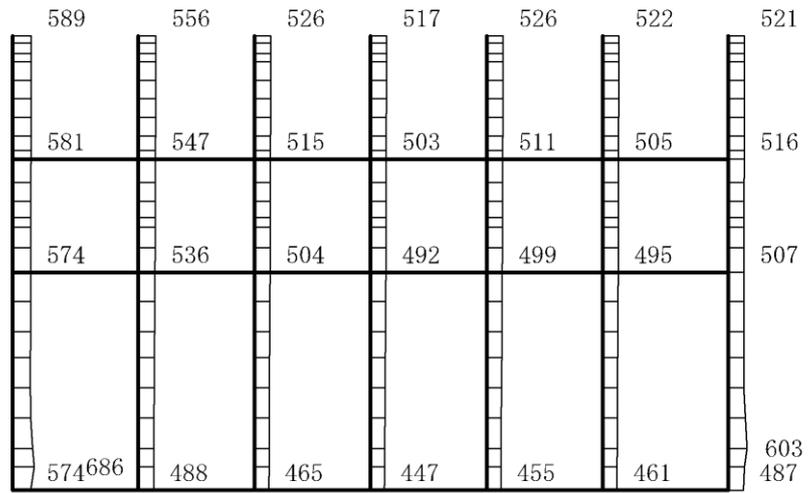
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-13 最大応答加速度分布図 (13/120) (解析ケース②)



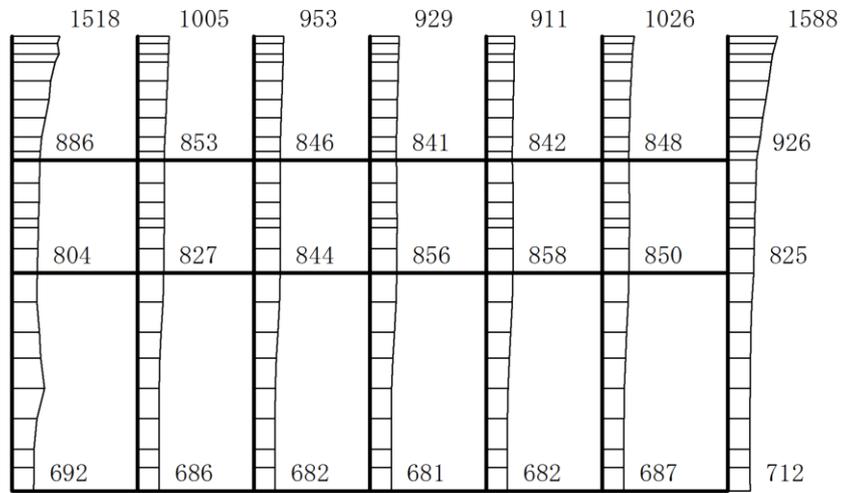
(a) S s - D (-+) 水平



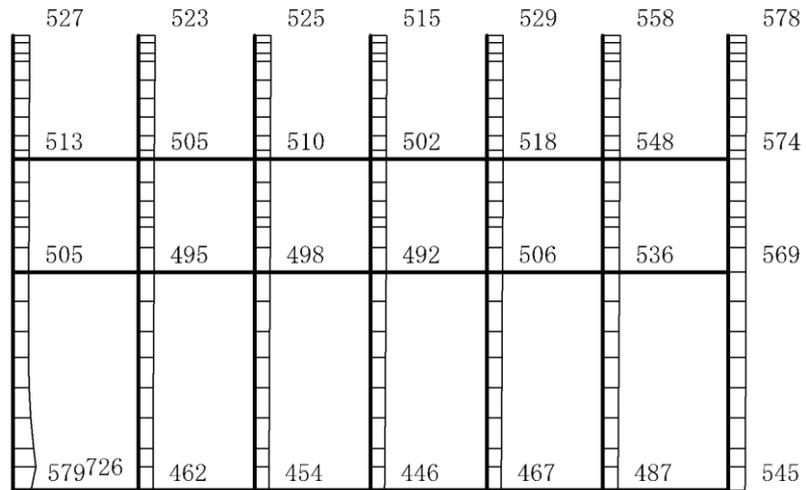
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-14 最大応答加速度分布図 (14/120) (解析ケース②)



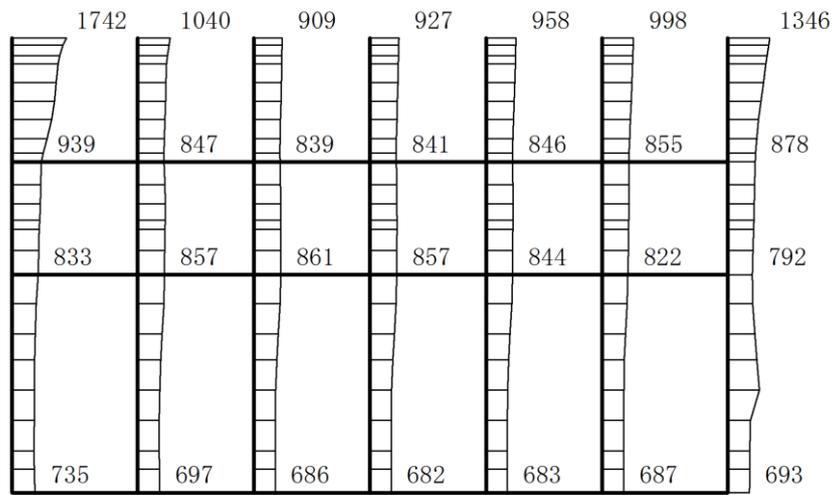
(a) S s - D (++) 水平



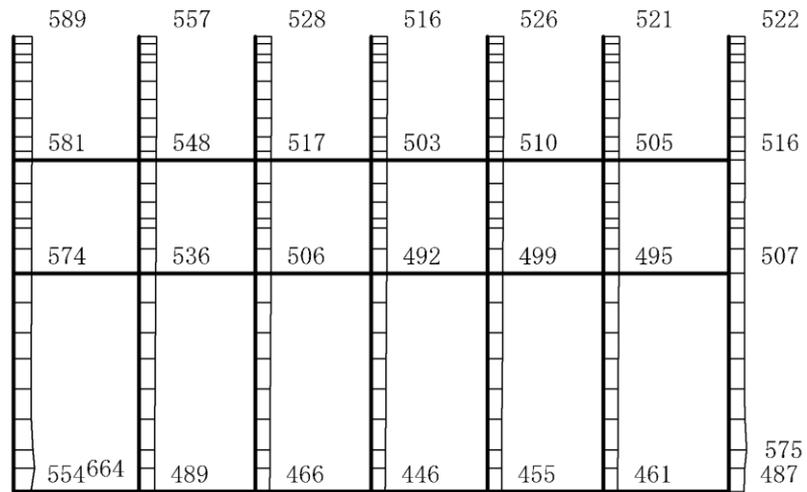
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-15 最大応答加速度分布図 (15/120) (解析ケース③)



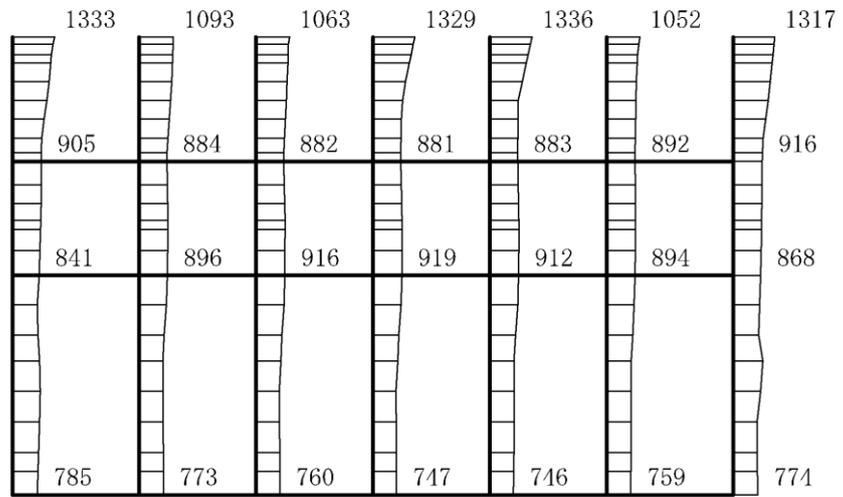
(a) S s - D (-+) 水平



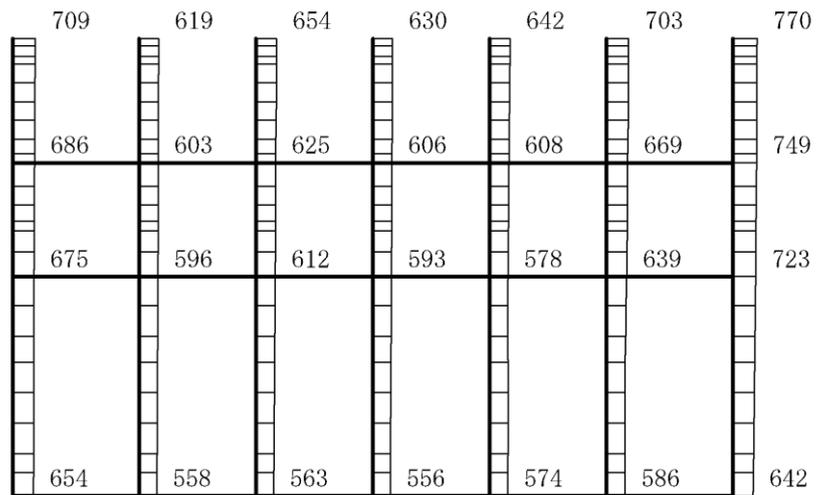
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-16 最大応答加速度分布図 (16/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - D(++)$ 水平

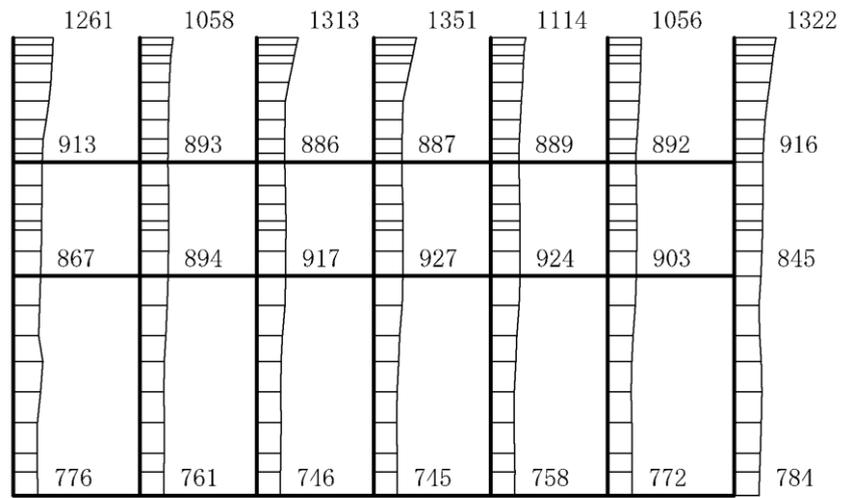


(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

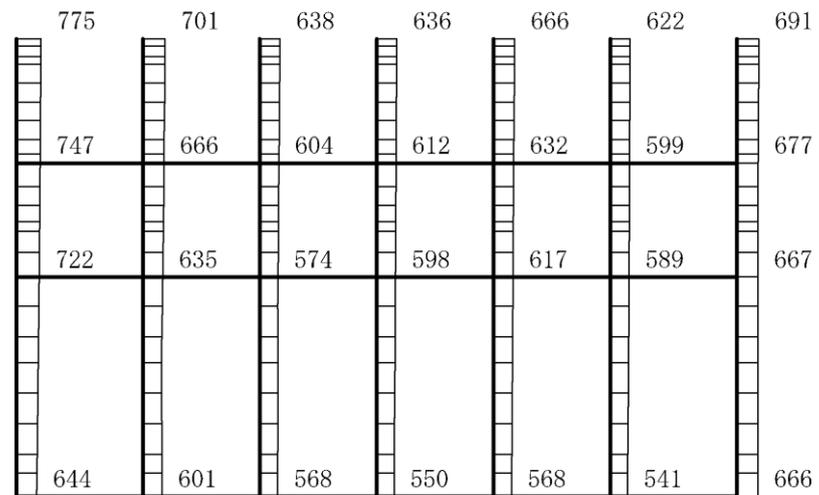
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図 (17/120) (解析ケース④)



(a) S s - D (- +) 水平

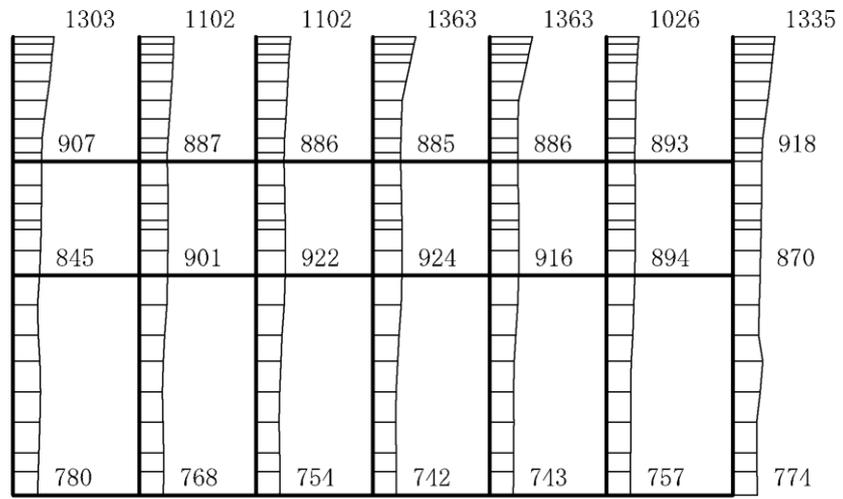


(b) S s - D (- +) 鉛直

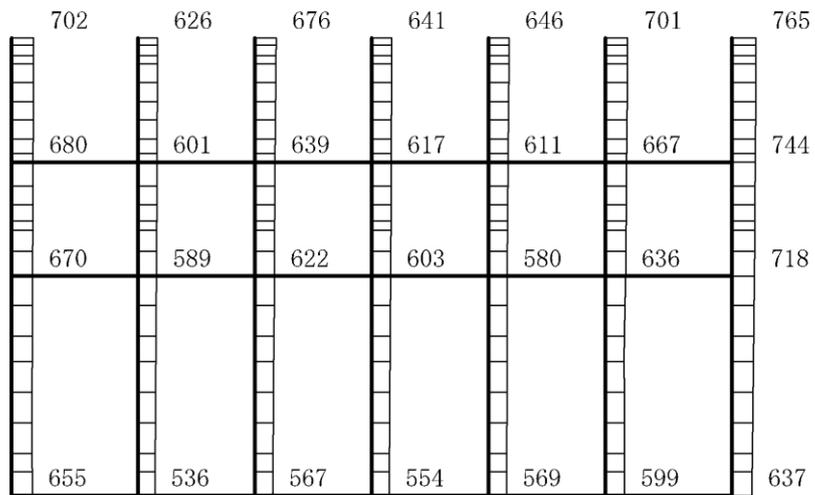
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図 (18/120) (解析ケース④)



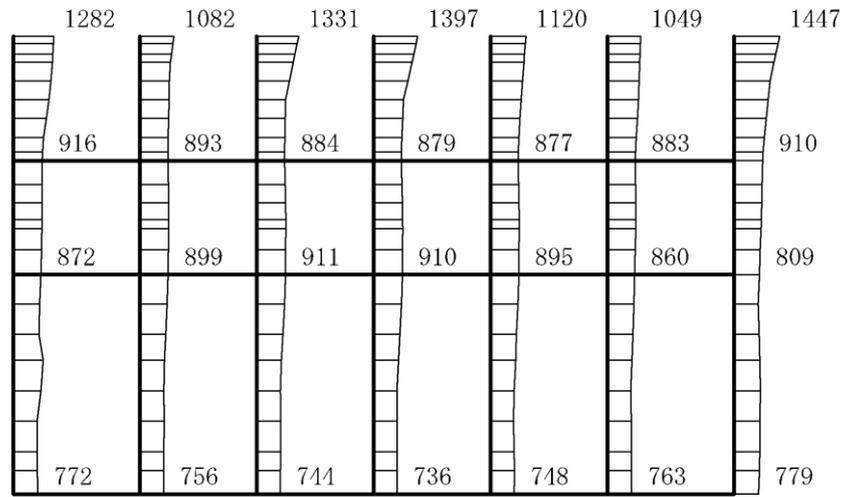
(a) S s - D (++) 水平



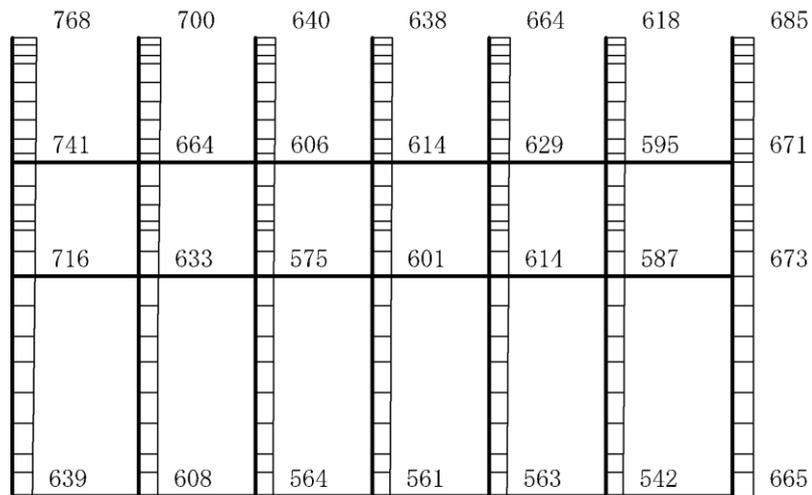
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-19 最大応答加速度分布図 (19/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (-+) 水平

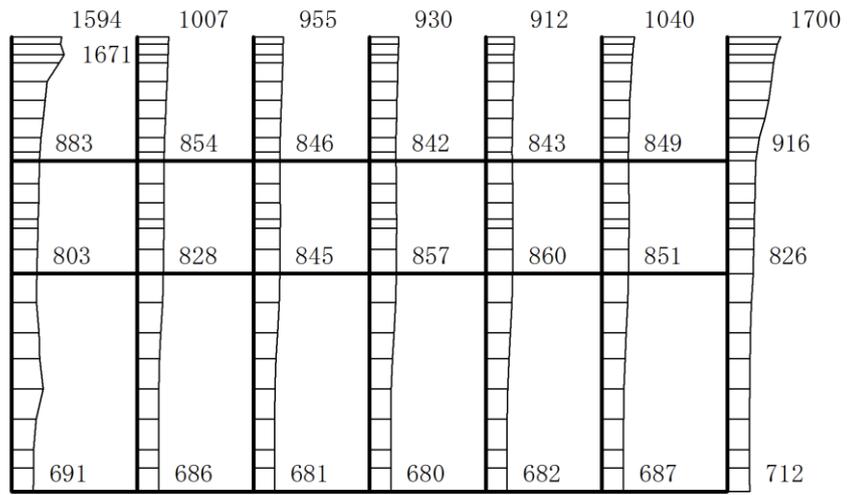


(b) S s - D (-+) 鉛直

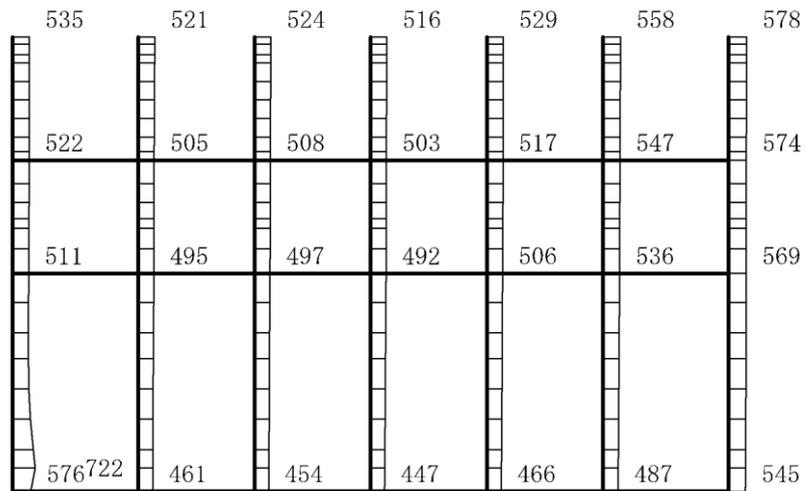
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-20 最大応答加速度分布図 (20/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (++) 水平

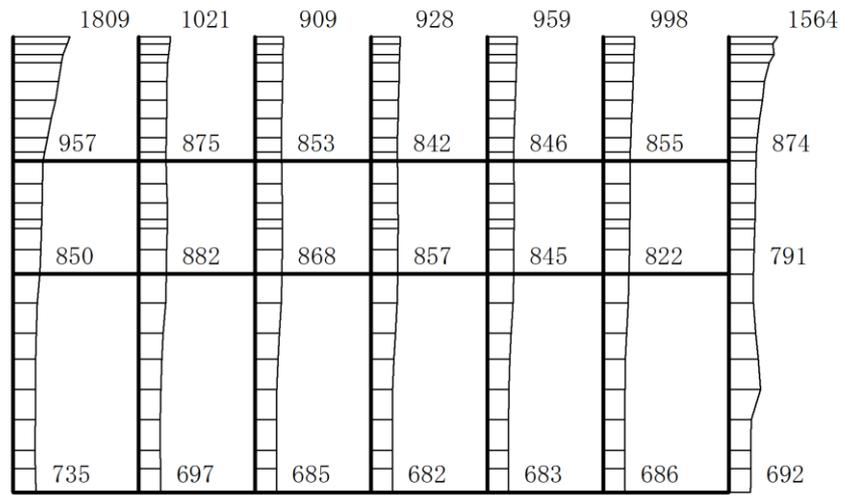


(b) S s - D (++) 鉛直

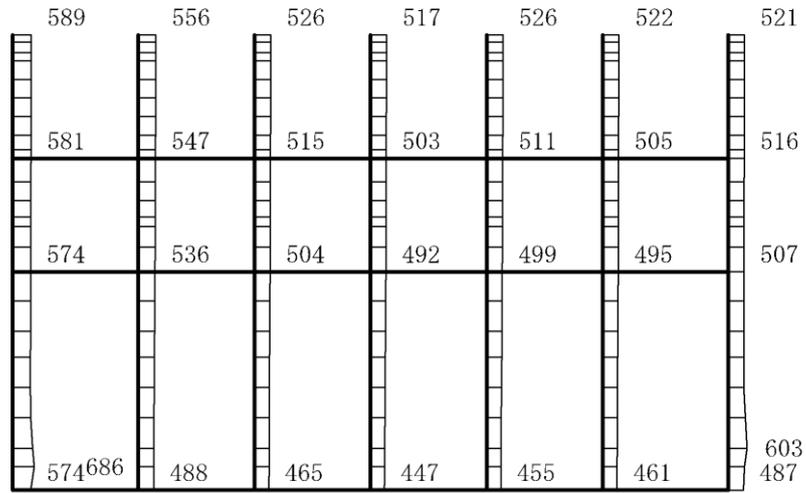
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-21 最大応答加速度分布図 (21/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (- +) 水平

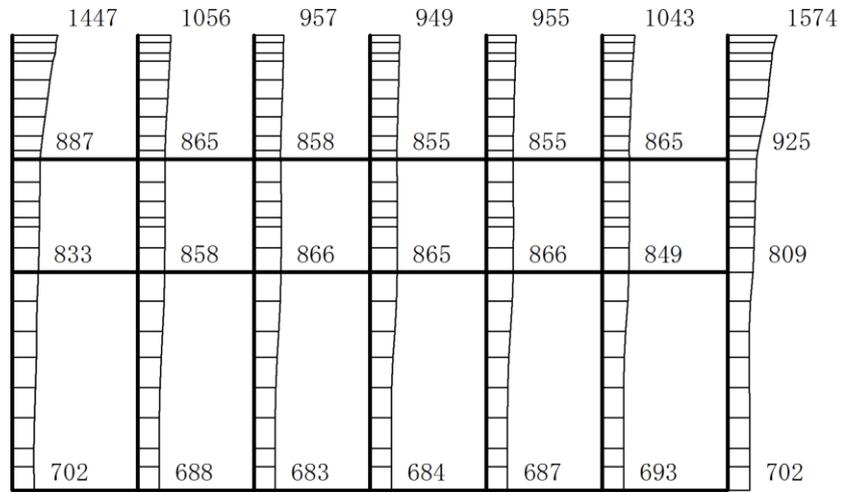


(b) S s - D (- +) 鉛直

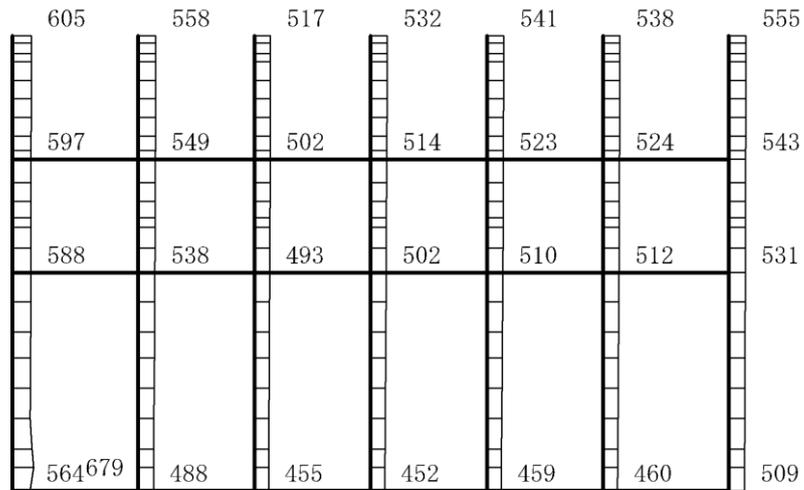
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-22 最大応答加速度分布図 (22/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (+ -) 水平

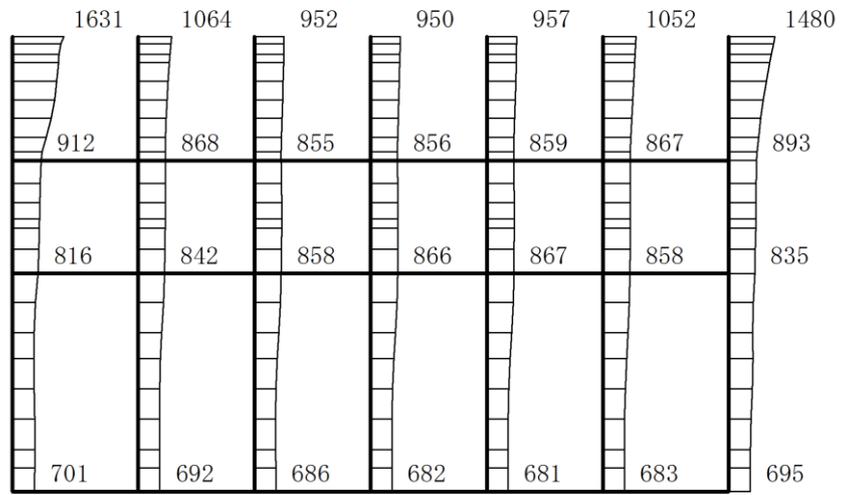


(b) S s - D (+ -) 鉛直

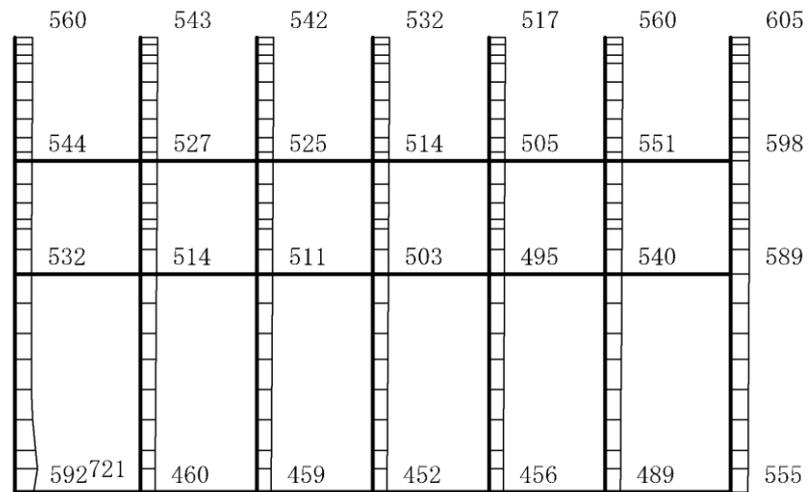
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-23 最大応答加速度分布図 (23/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (---) 水平

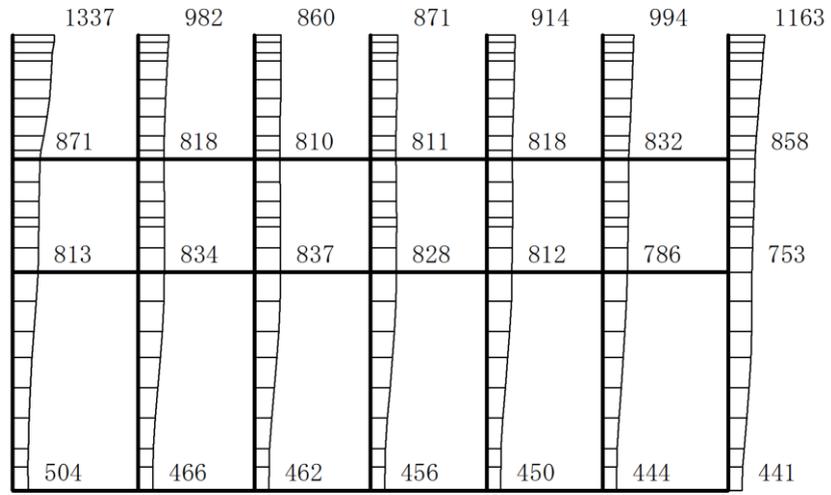


(b) S s - D (---) 鉛直

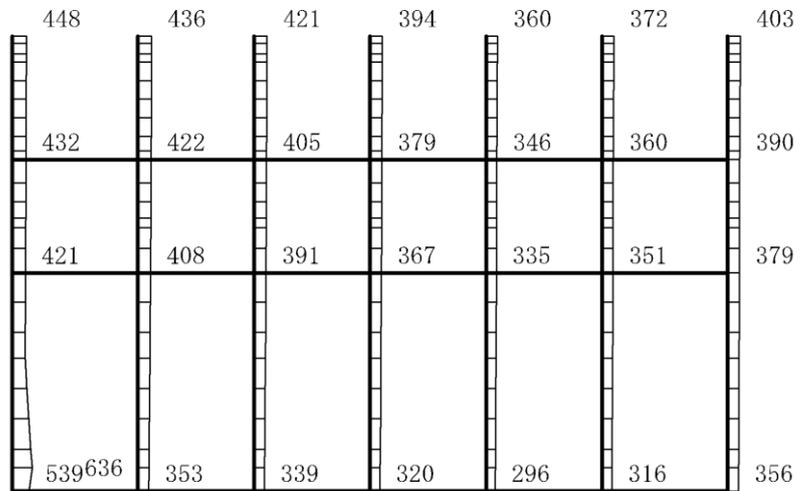
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図 (24/120) (解析ケース②)



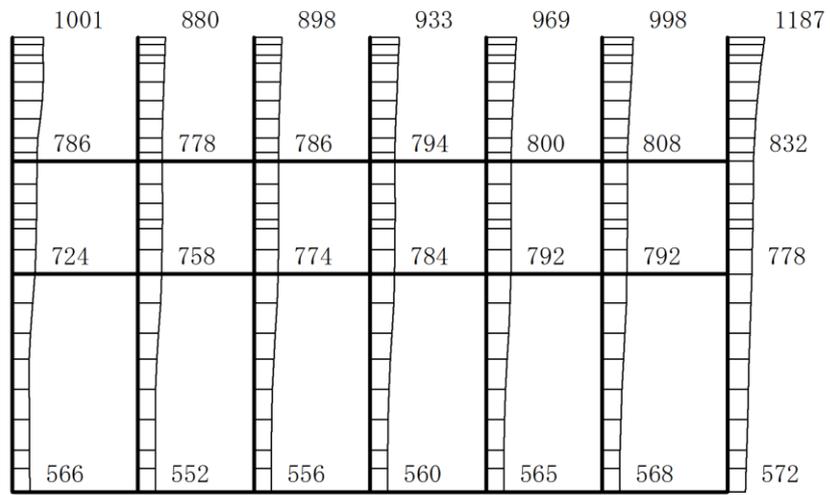
(a) S s - F 1 (++) 水平



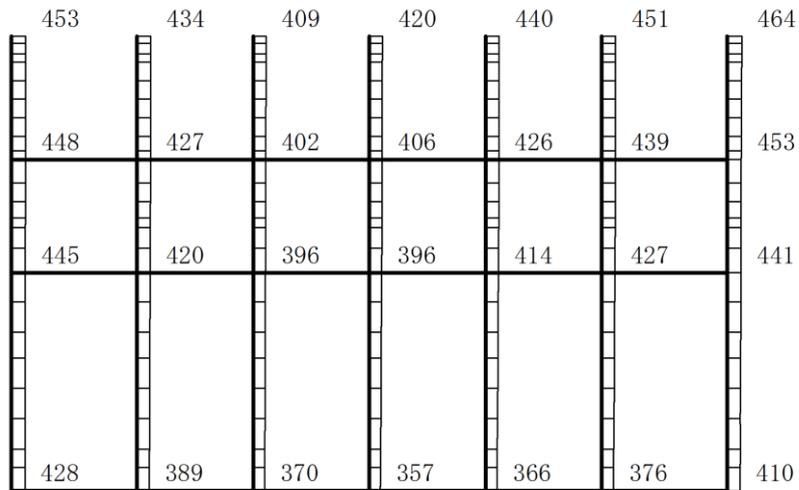
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-25 最大応答加速度分布図 (25/120) (解析ケース②)



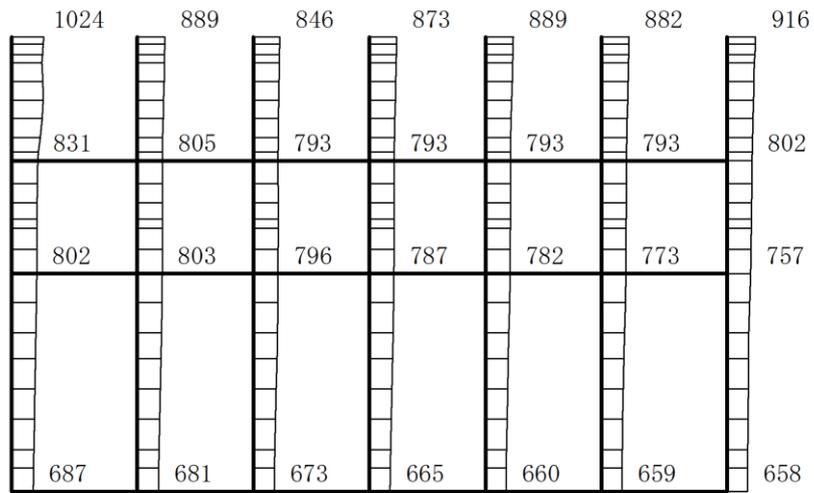
(a) S_s-F₂(++) 水平



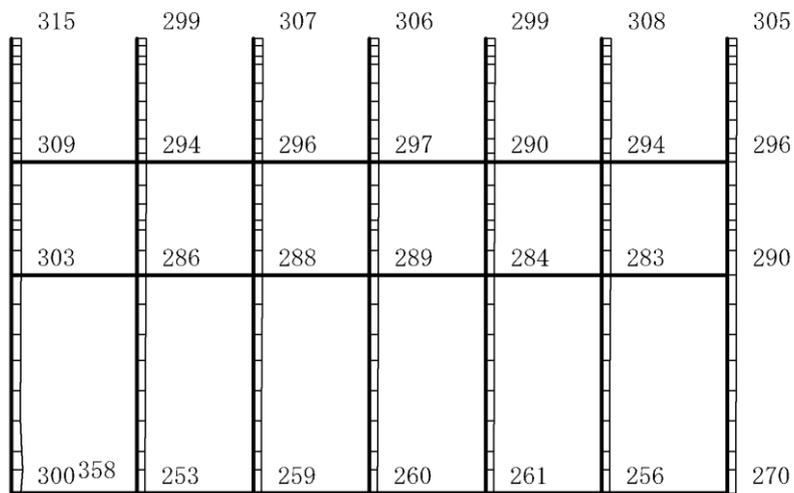
(b) S_s-F₂(++) 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2(m)}$ 応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-26 最大応答加速度分布図 (26/120) (解析ケース②)



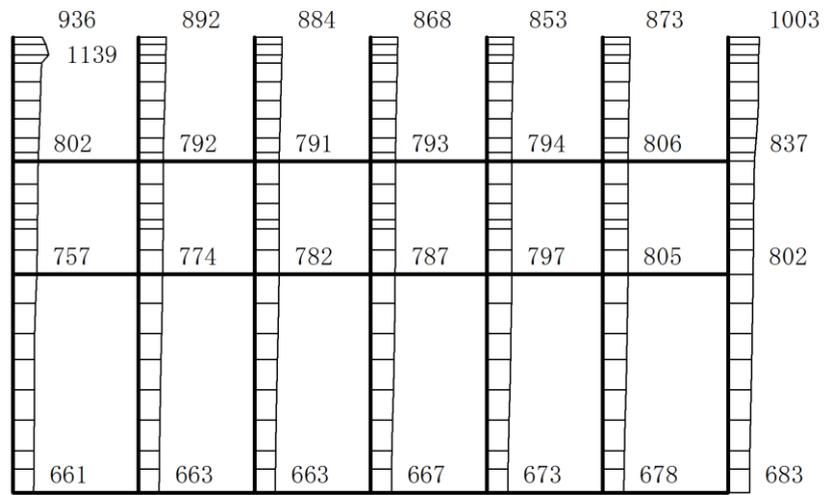
(a) S s - N 1 (++) 水平



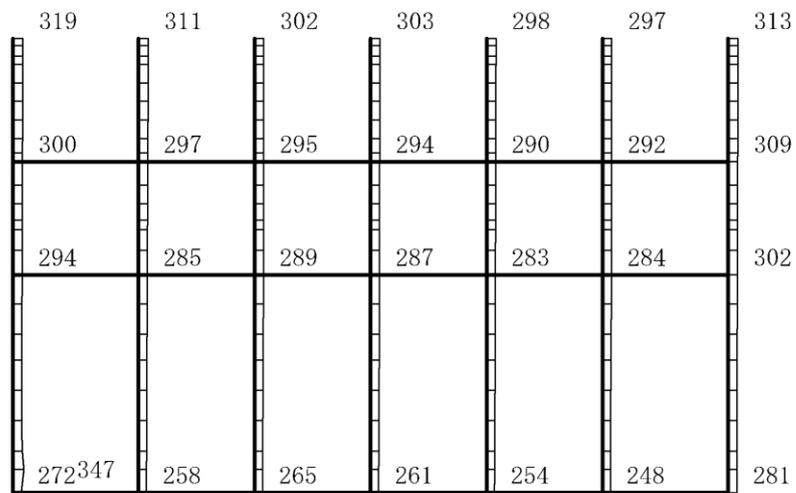
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-27 最大応答加速度分布図 (27/120) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

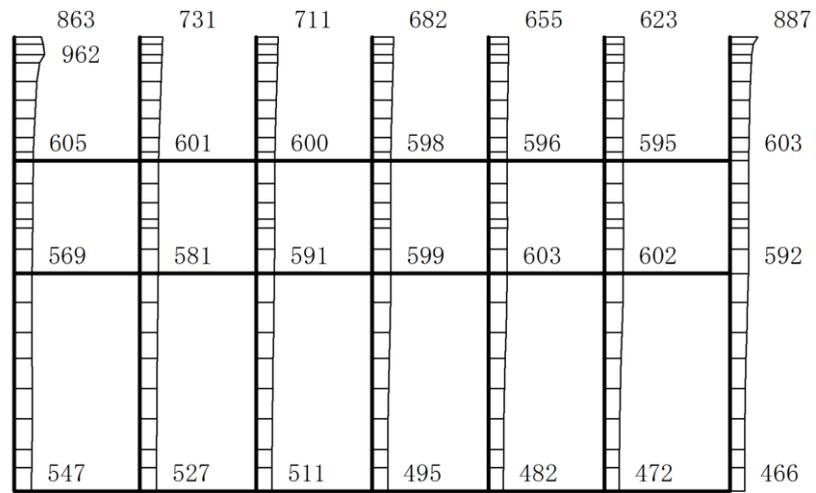


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

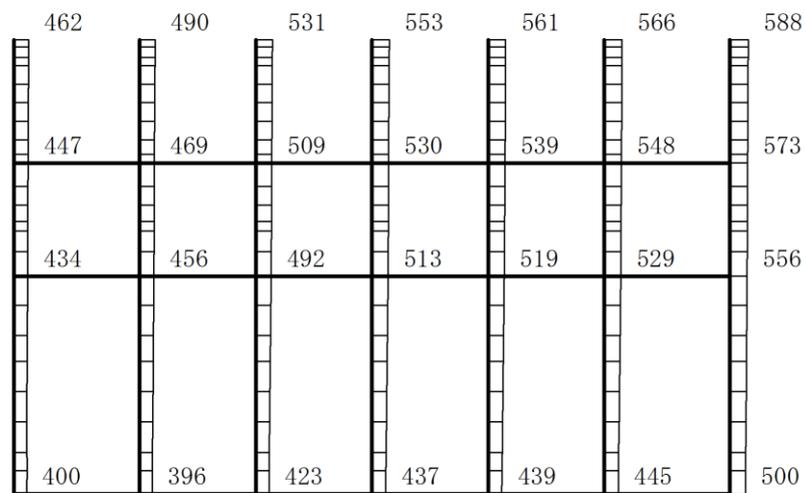
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-28 最大応答加速度分布図 (28/120) (解析ケース②)



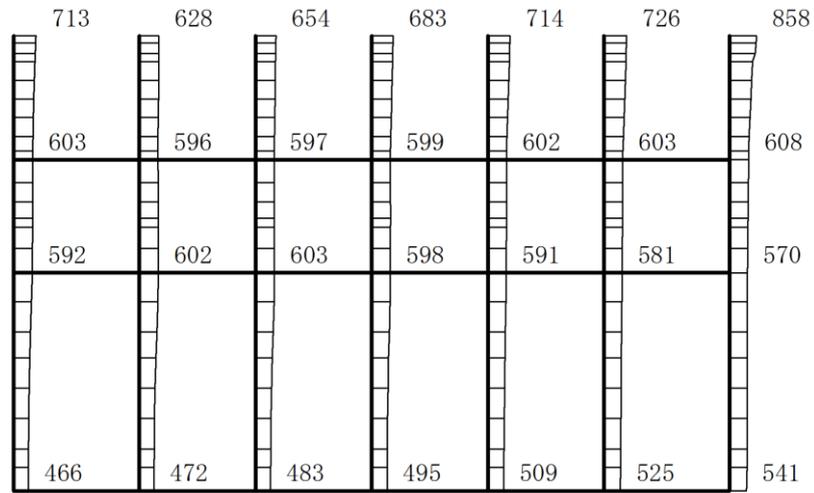
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



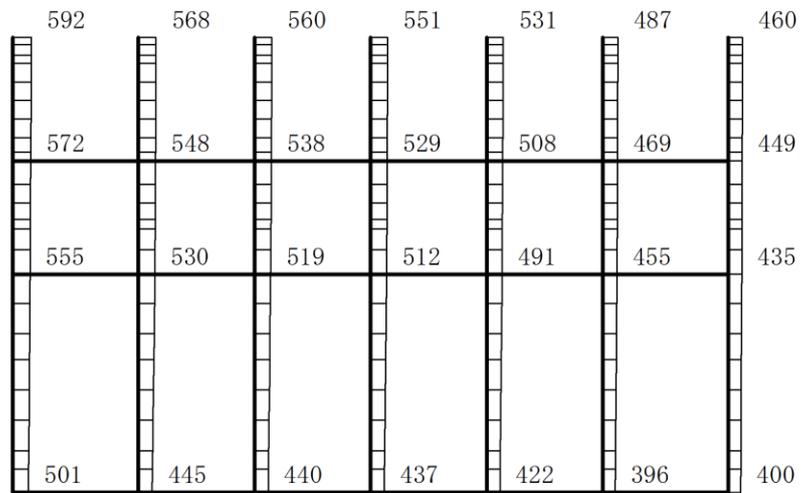
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-29 最大応答加速度分布図 (29/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

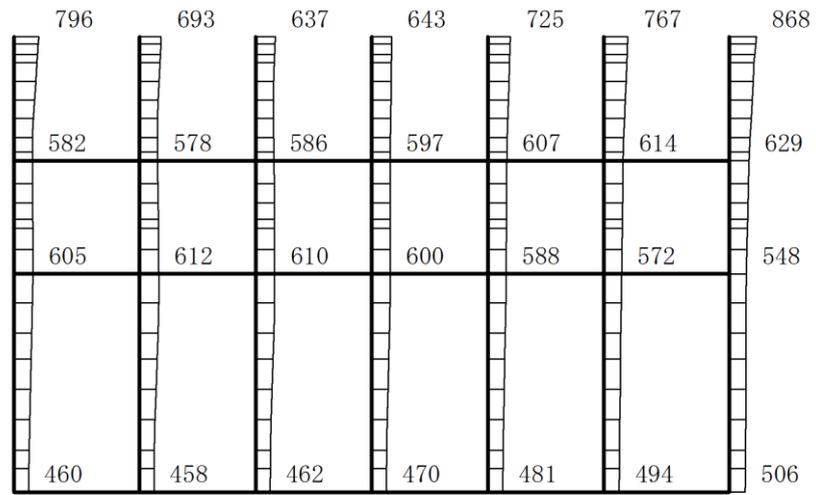


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

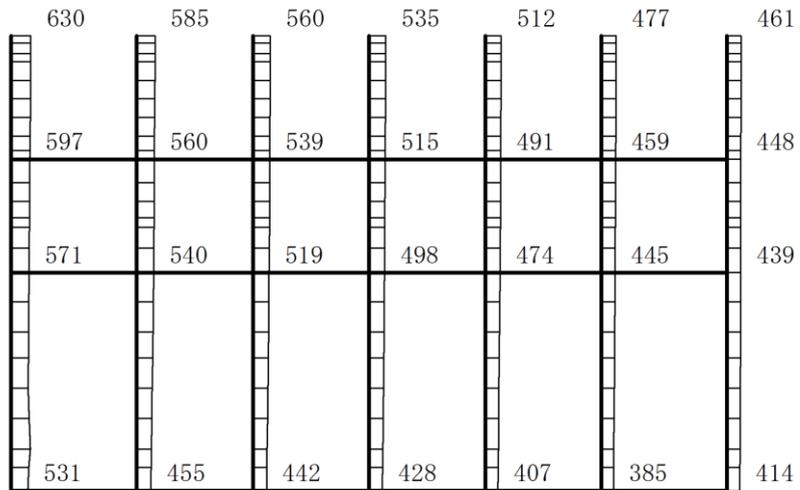
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-30 最大応答加速度分布図 (30/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

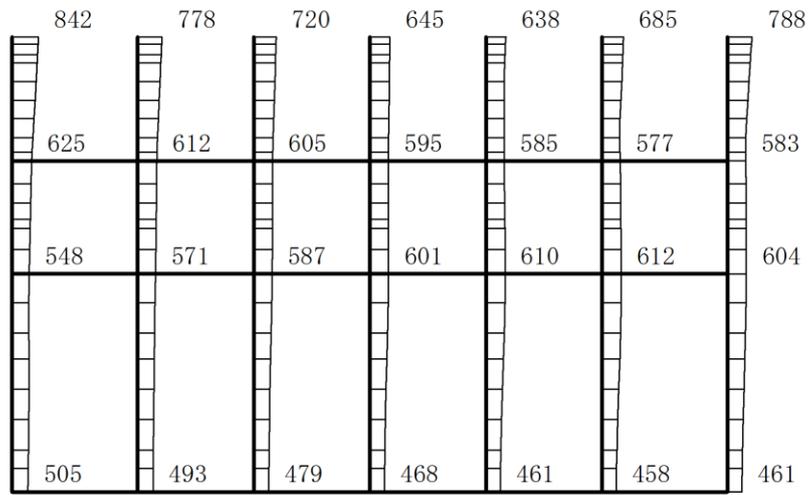


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

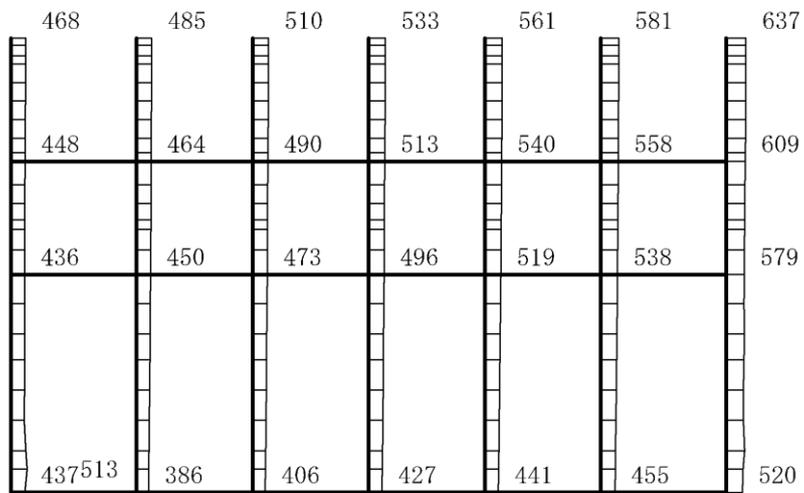
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-31 最大応答加速度分布図 (31/120) (解析ケース②)



(a) S_s - N 2 (EW) (-+) 水平

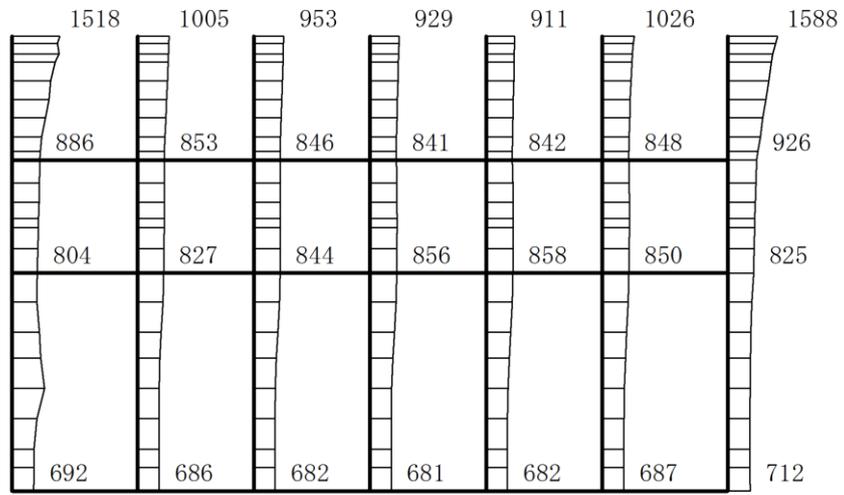


(b) S_s - N 2 (EW) (-+) 鉛直

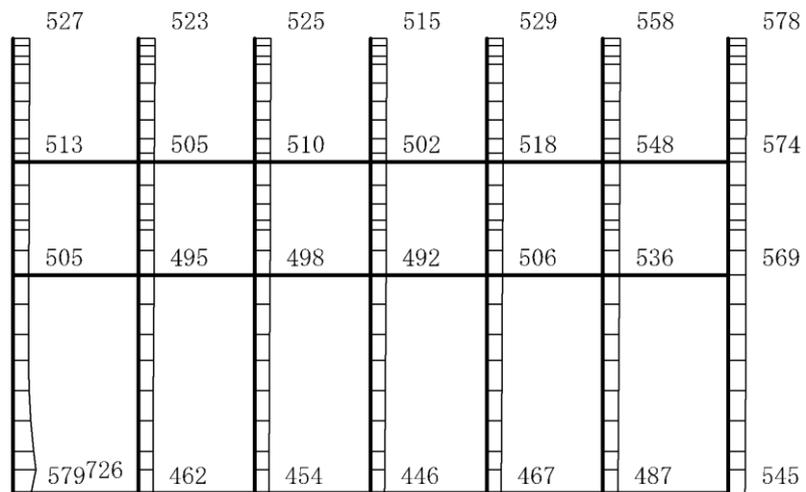
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-32 最大応答加速度分布図 (32/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

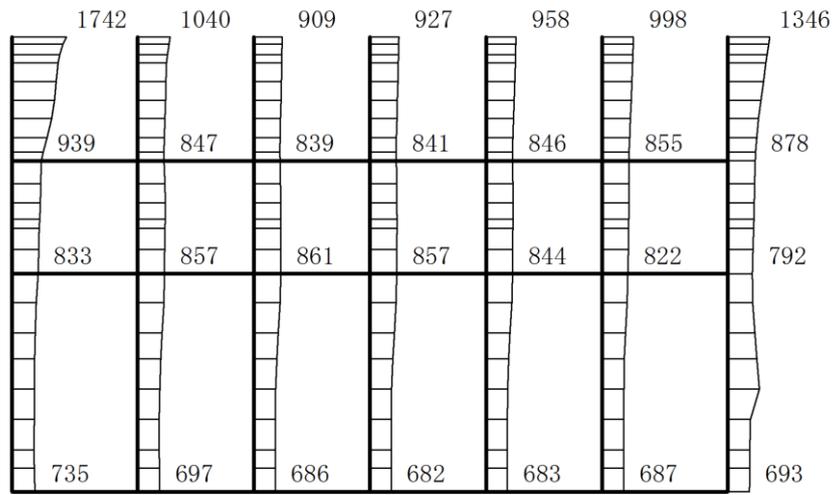


(b) S s - D (++) 鉛直

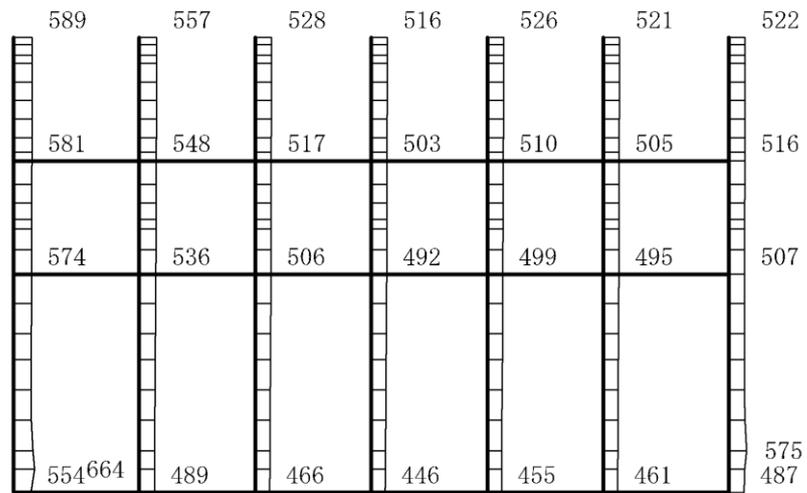
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図 (33/120) (解析ケース③)



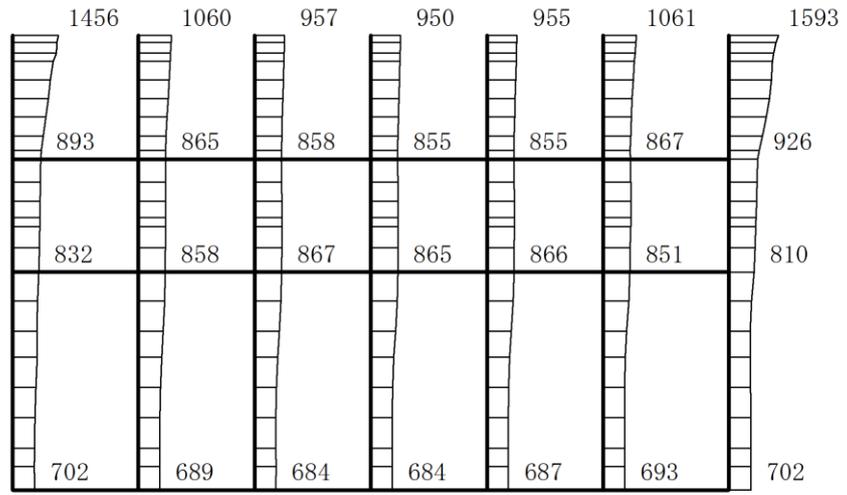
(a) S s - D (- +) 水平



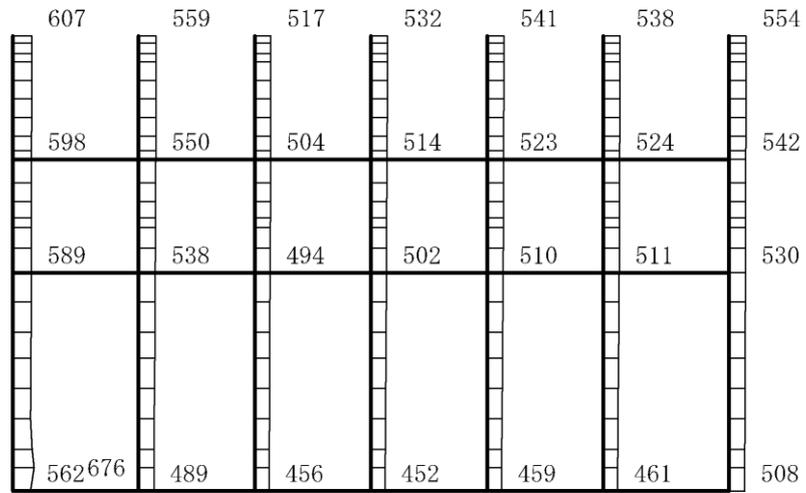
(b) S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-34 最大応答加速度分布図 (34/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (+ -) 水平

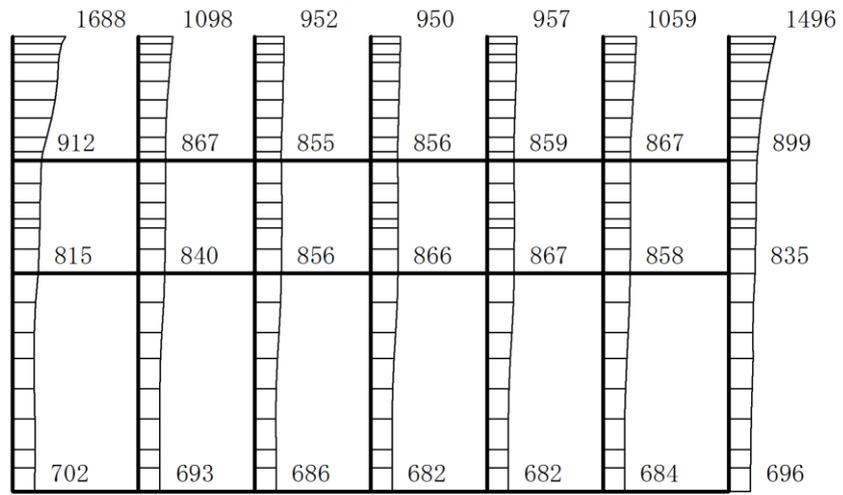


(b) S s - D (+ -) 鉛直

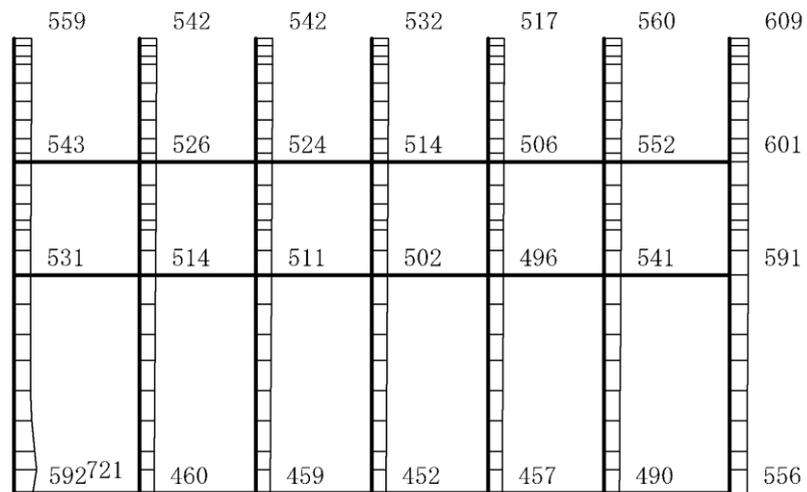
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-35 最大応答加速度分布図 (35/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (--) 水平

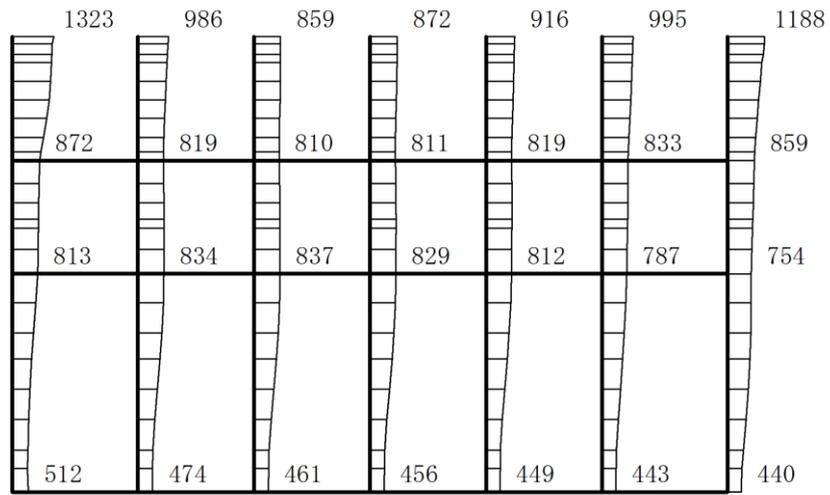


(b) S s - D (--) 鉛直

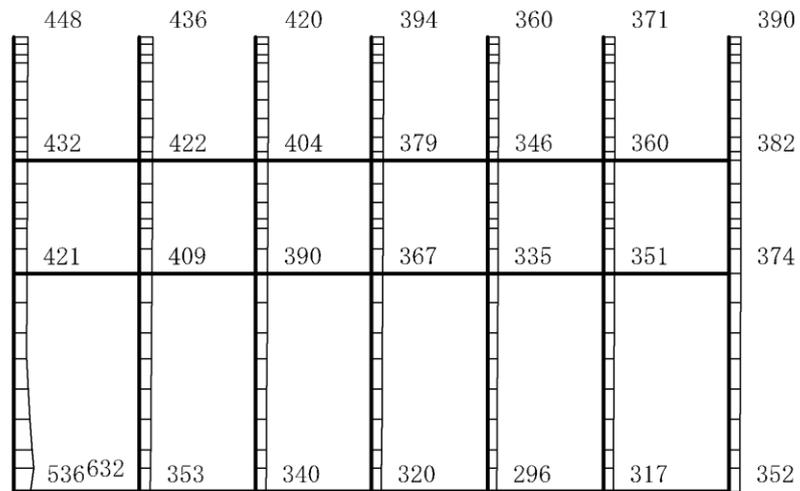
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-36 最大応答加速度分布図 (36/120) (解析ケース③)



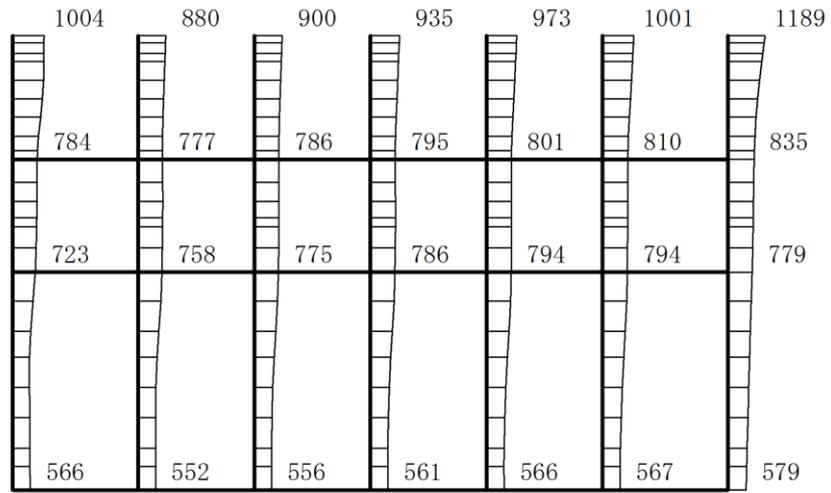
(a) S s - F 1 (++) 水平



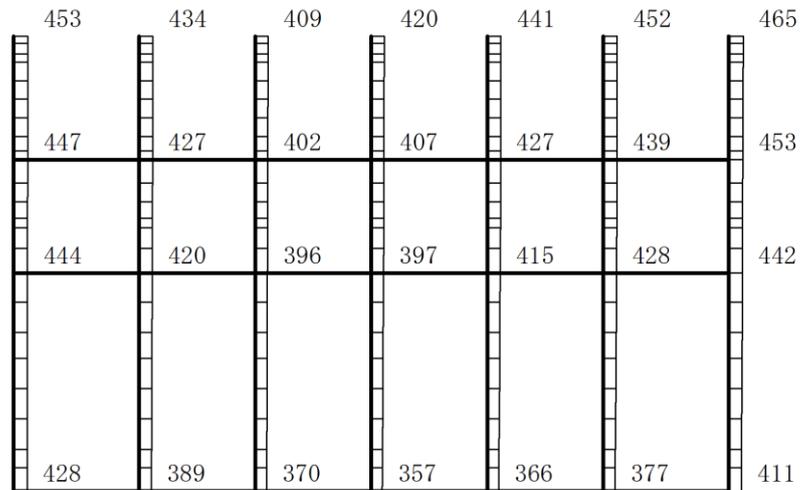
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-37 最大応答加速度分布図 (37/120) (解析ケース③)



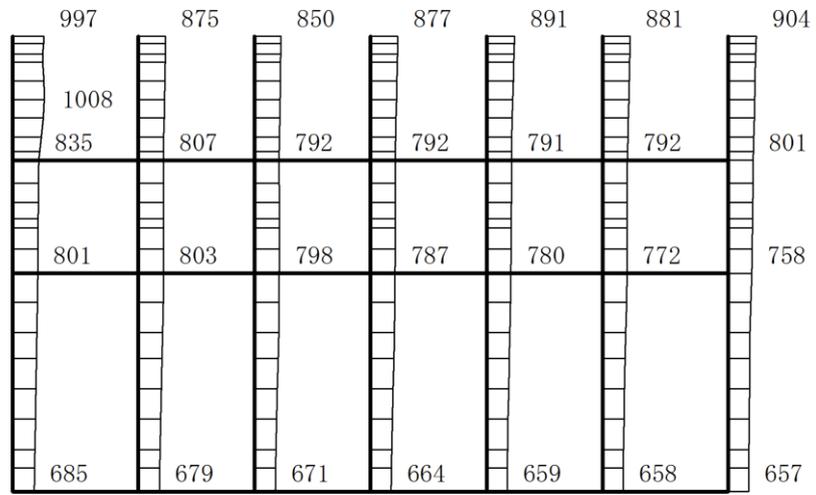
(a) S s - F 2 (++) 水平



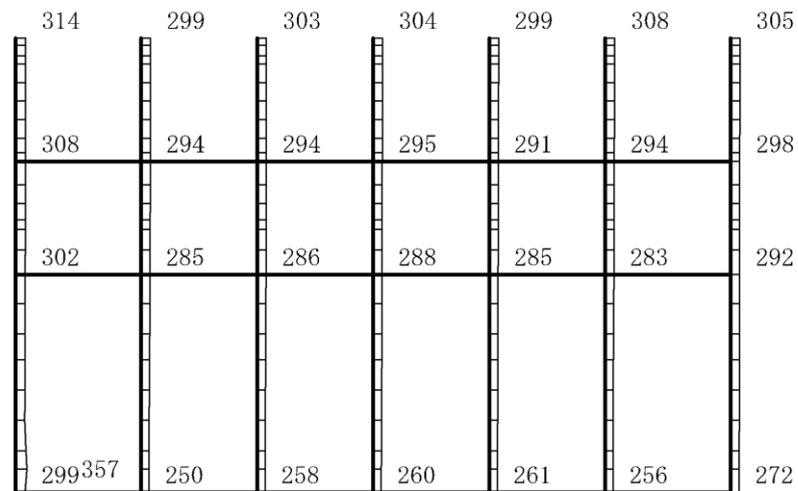
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-38 最大応答加速度分布図 (38/120) (解析ケース③)



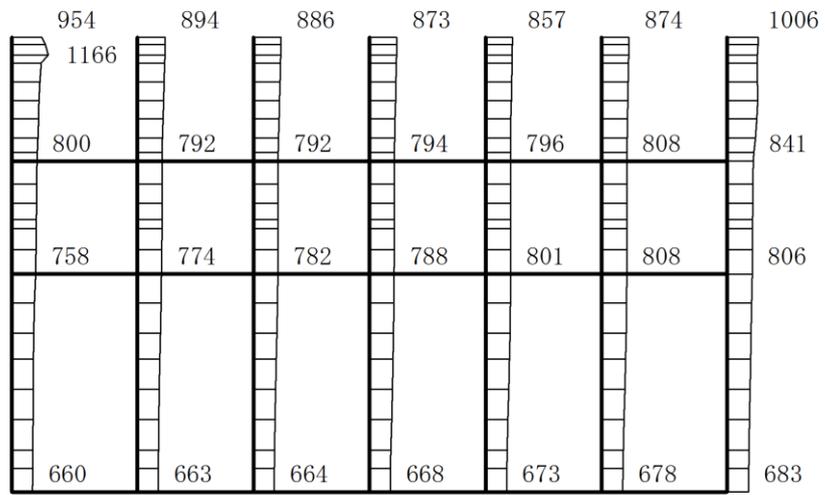
(a) S s - N 1 (++) 水平



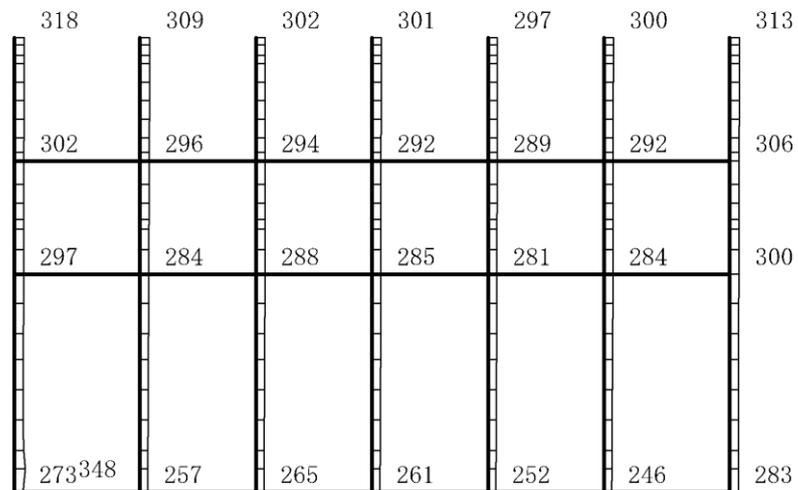
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-39 最大応答加速度分布図 (39/120) (解析ケース③)



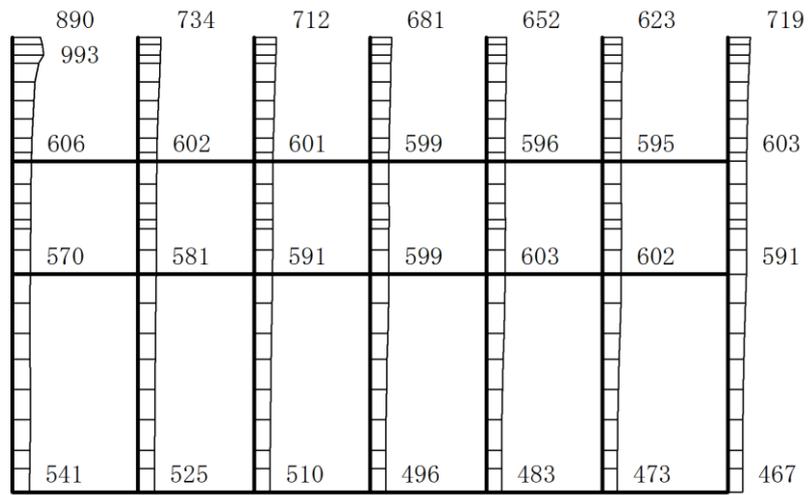
(a) S s - N 1 (- +) 水平



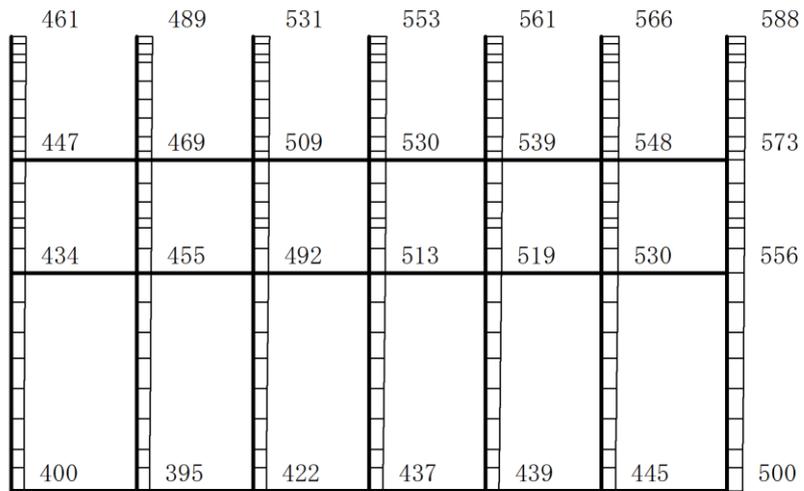
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-40 最大応答加速度分布図 (40/120) (解析ケース③)



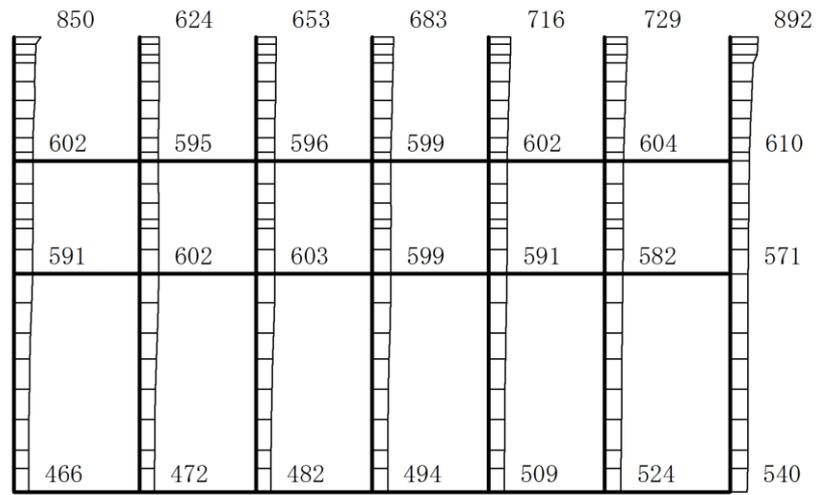
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



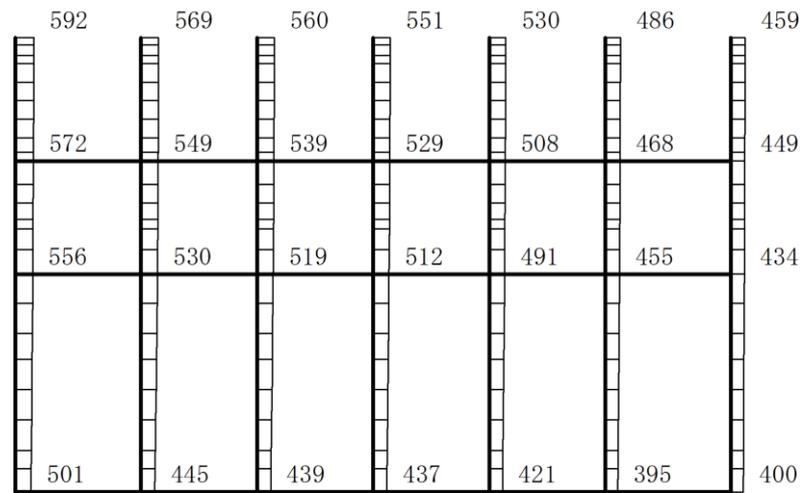
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-41 最大応答加速度分布図 (41/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

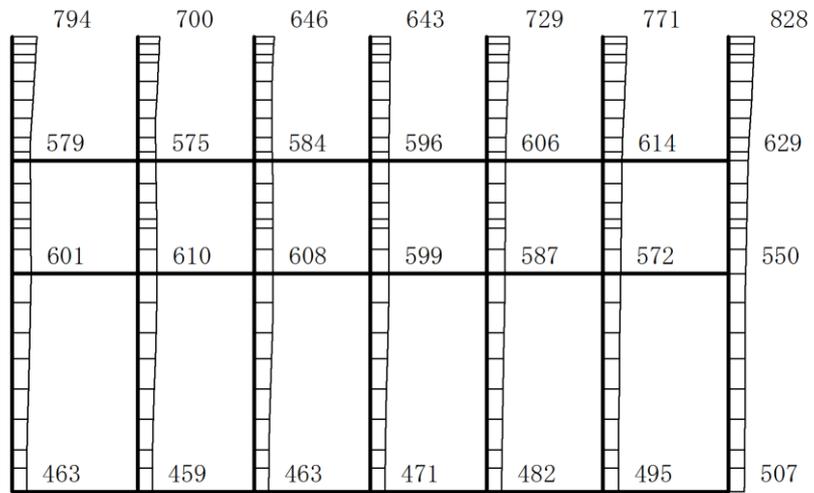


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

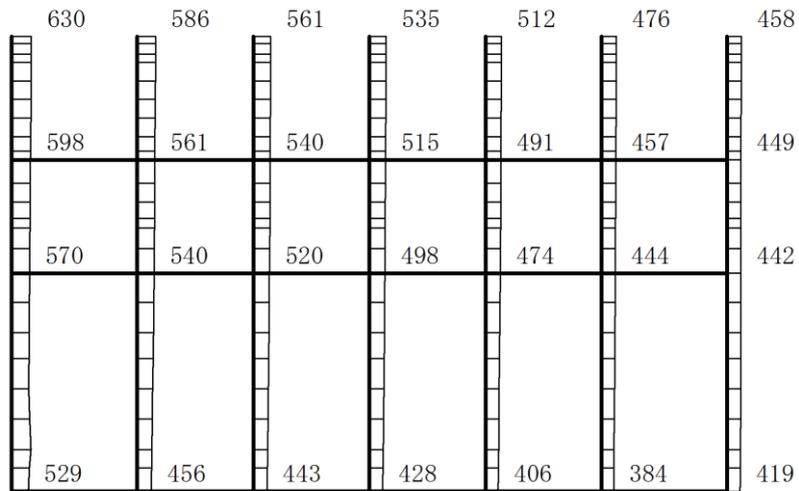
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-42 最大応答加速度分布図 (42/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

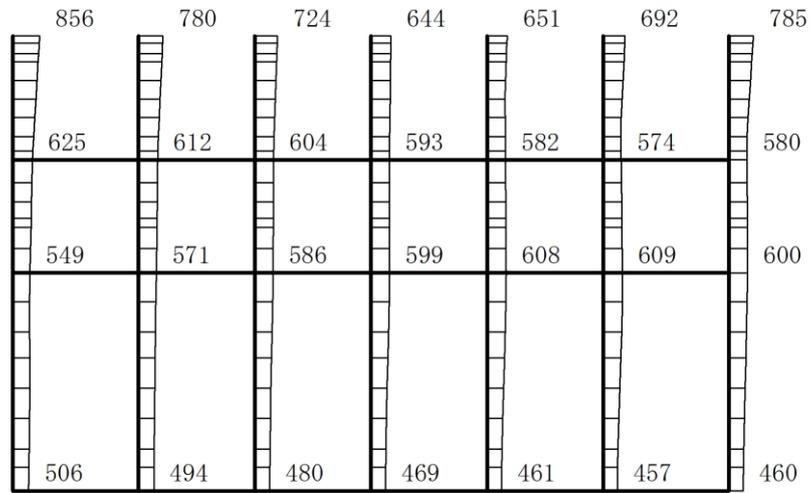


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

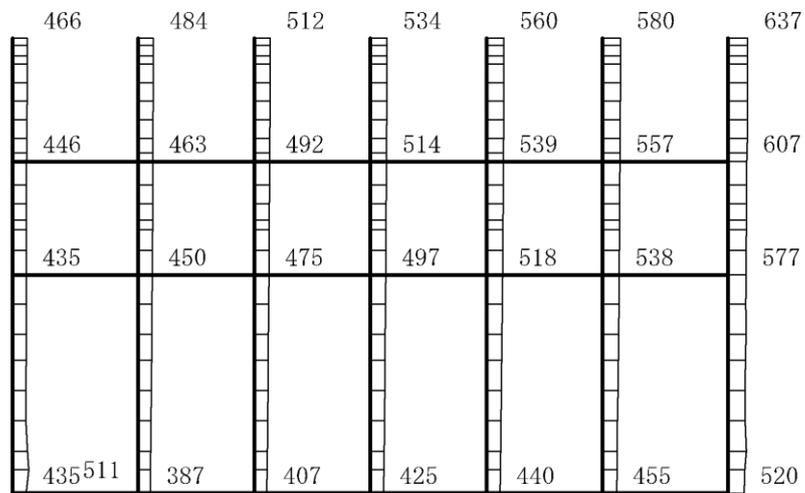
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-43 最大応答加速度分布図 (43/120) (解析ケース③)



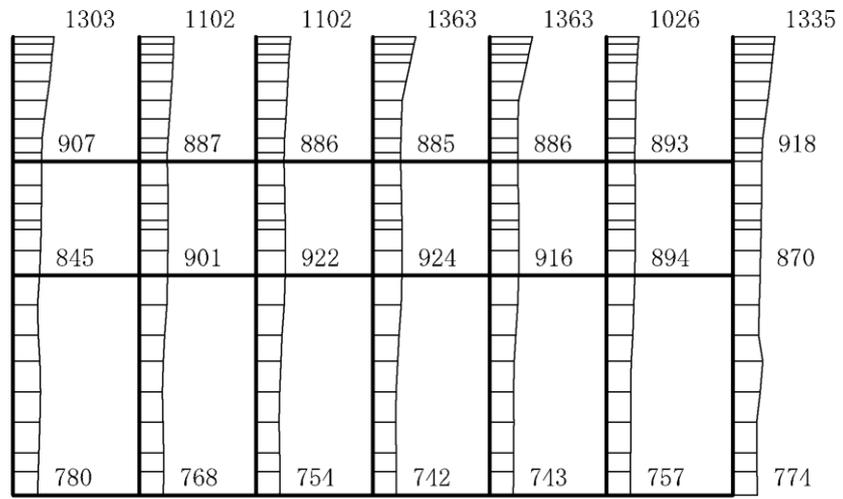
(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平



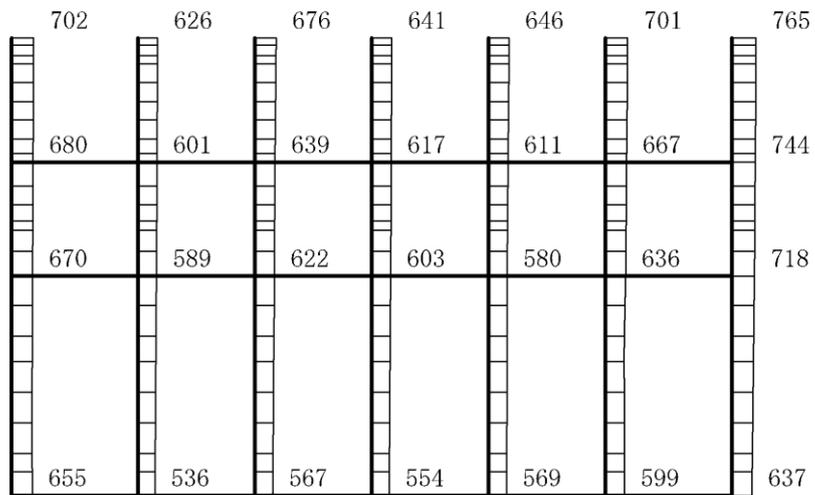
(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-44 最大応答加速度分布図 (44/120) (解析ケース③)



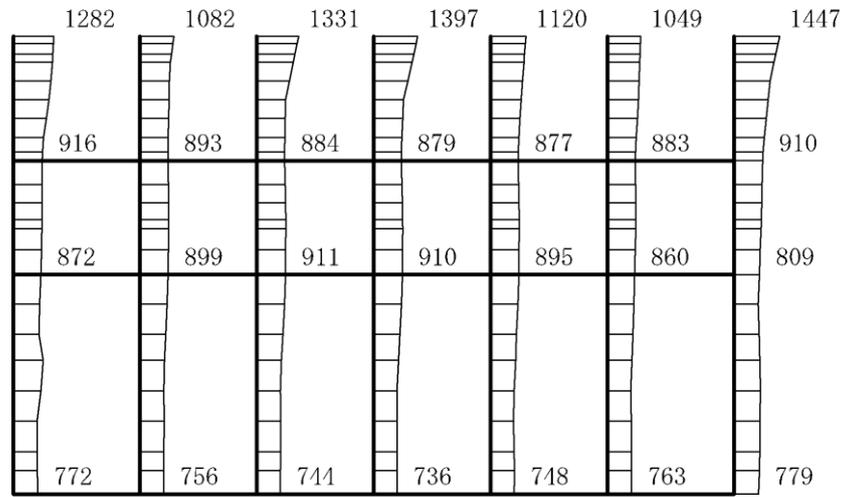
(a) S s - D (++) 水平



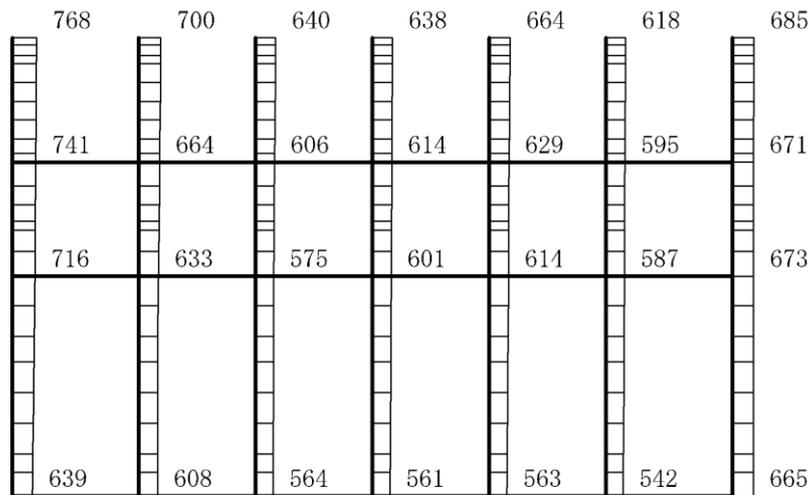
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-45 最大応答加速度分布図 (45/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (- +) 水平

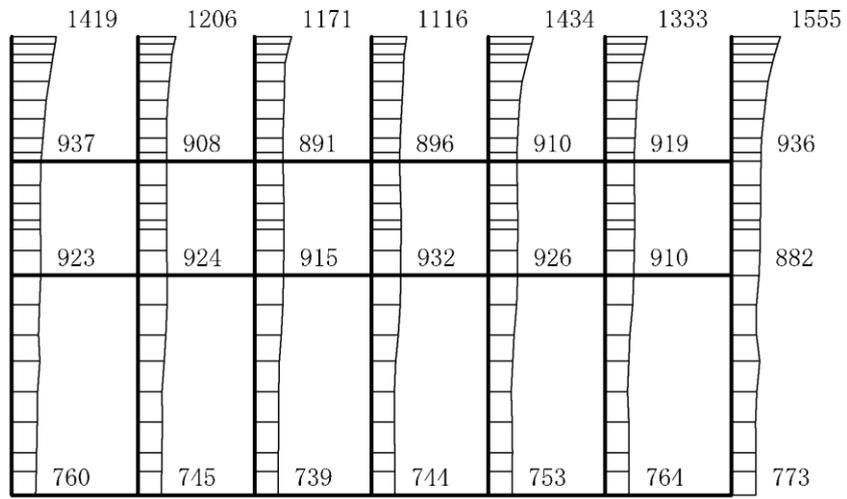


(b) S s - D (- +) 鉛直

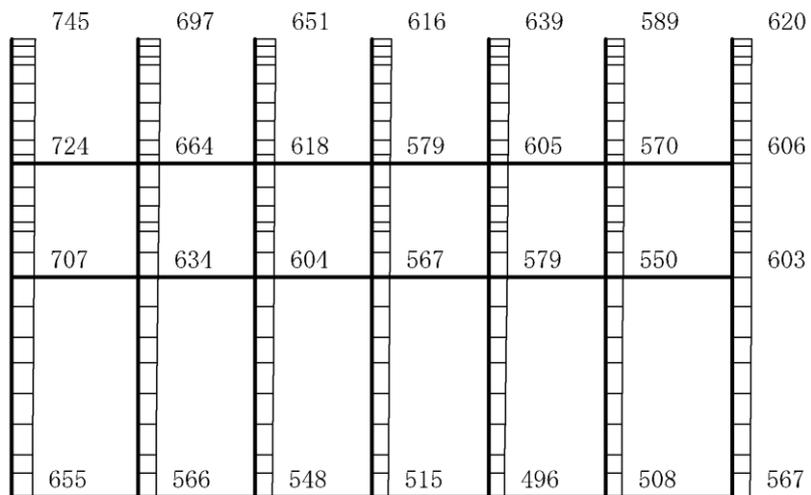
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-46 最大応答加速度分布図 (46/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (+-) 水平

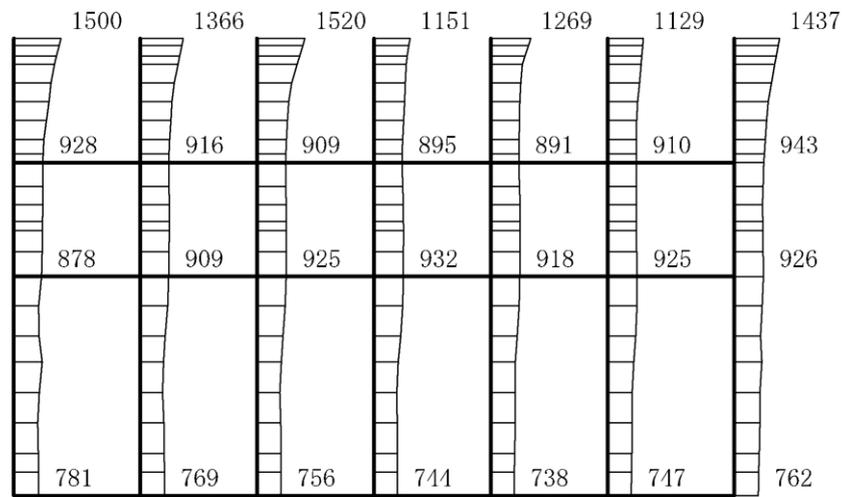


(b) S s - D (+-) 鉛直

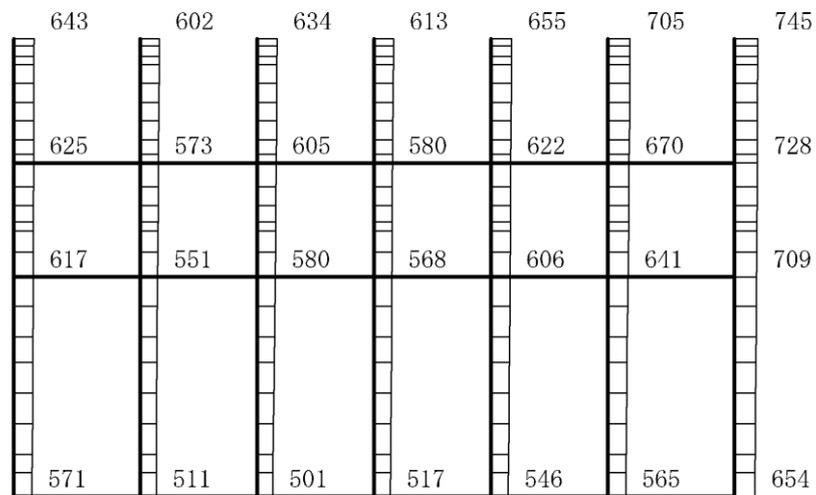
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-47 最大応答加速度分布図 (47/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (---) 水平

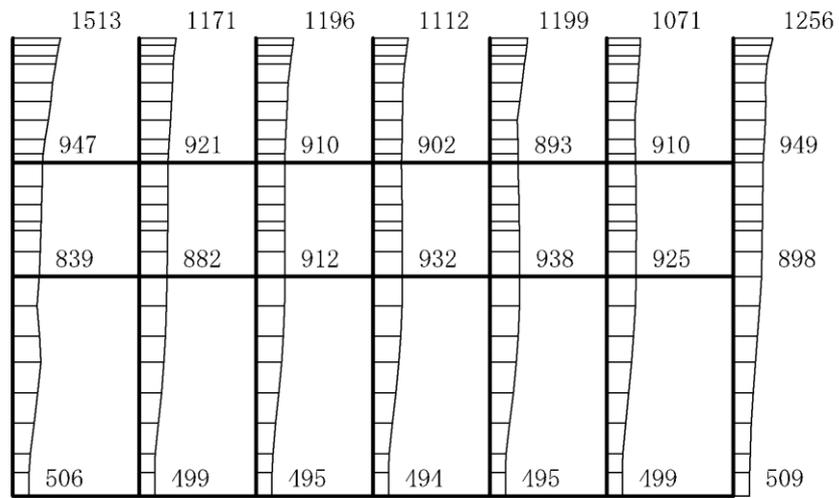


(b) S s - D (---) 鉛直

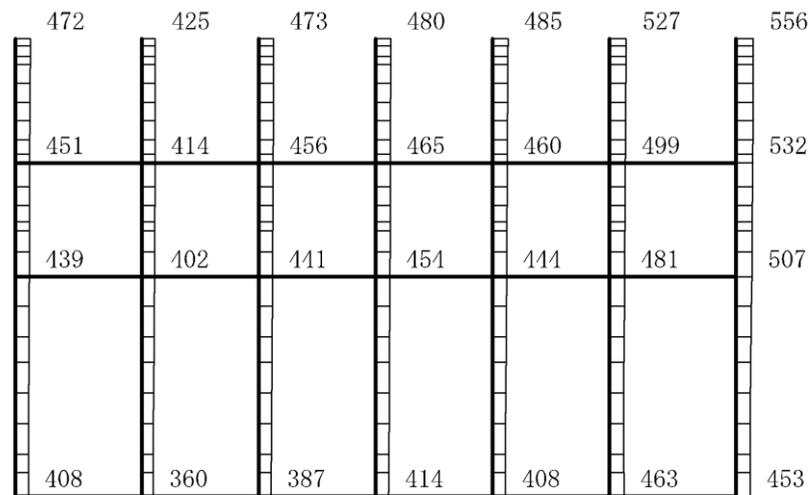
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-48 最大応答加速度分布図 (48/120) (解析ケース⑤)



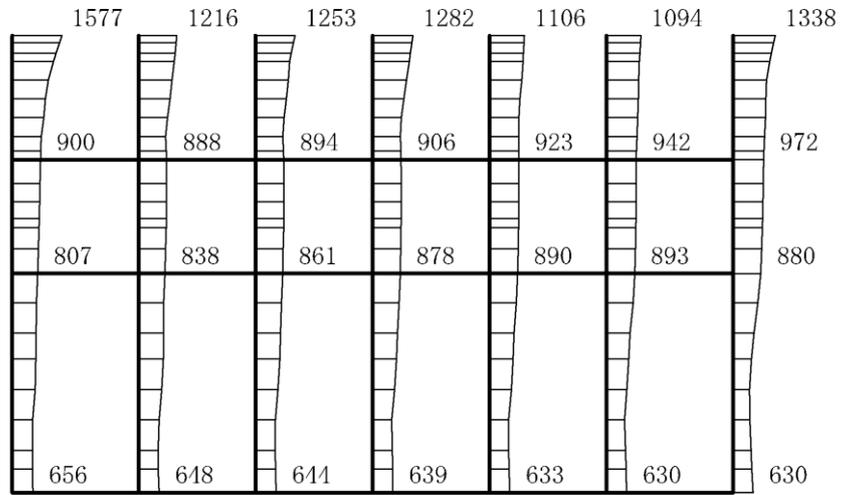
(a) S s - F 1 (++) 水平



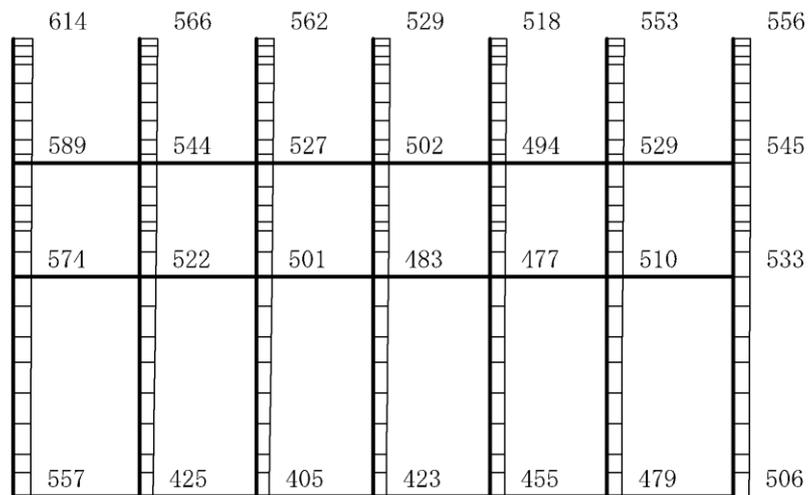
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-49 最大応答加速度分布図 (49/120) (解析ケース⑤)



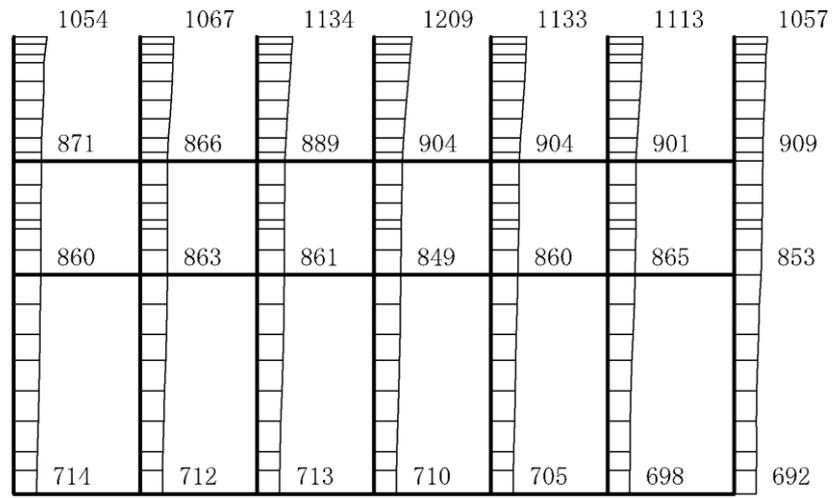
(a) S s - F 2 (++) 水平



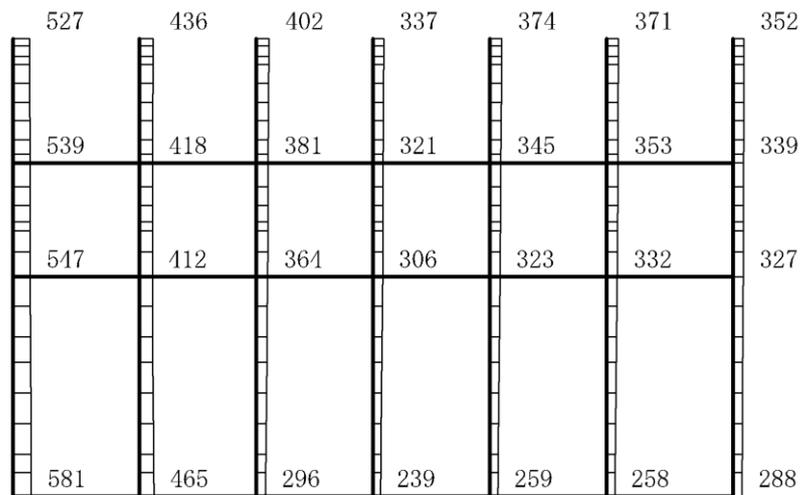
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-50 最大応答加速度分布図 (50/120) (解析ケース⑤)



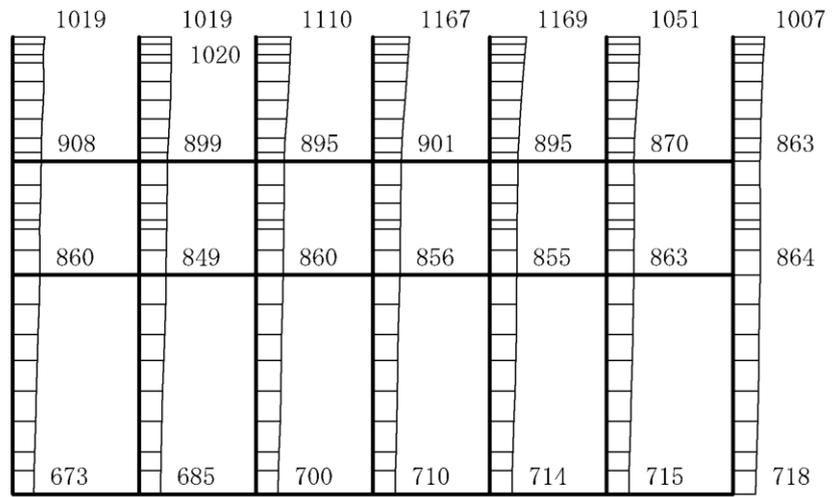
(a) S s - N 1 (++) 水平



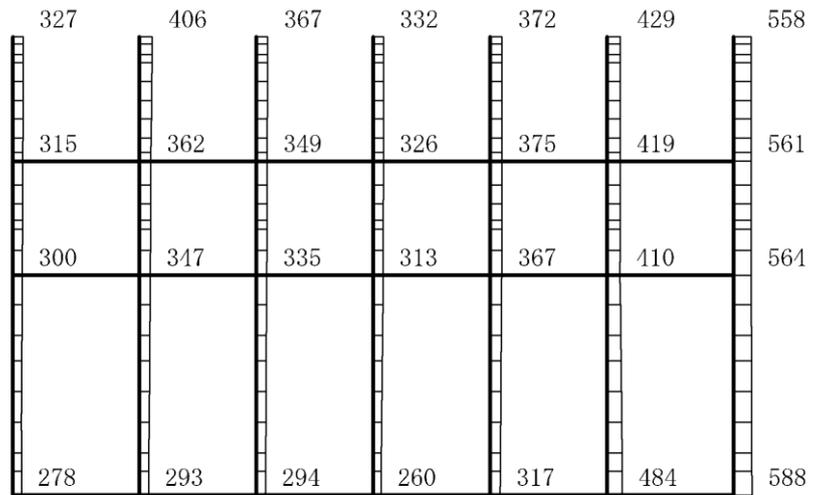
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-51 最大応答加速度分布図 (51/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

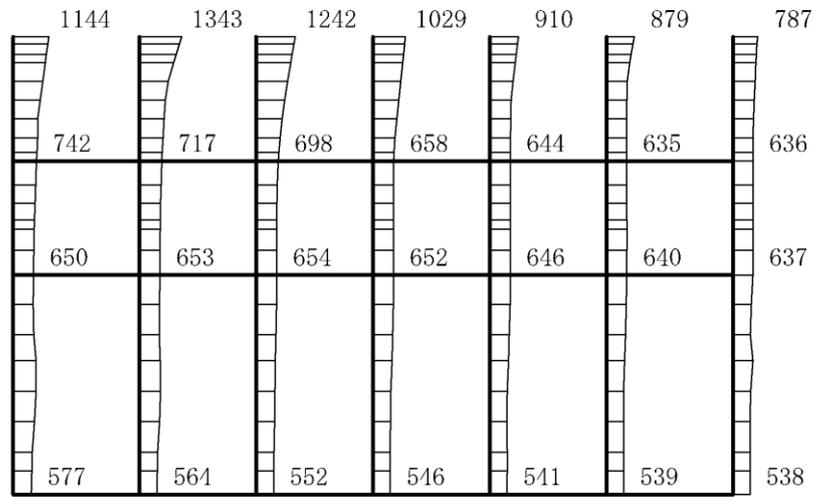


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

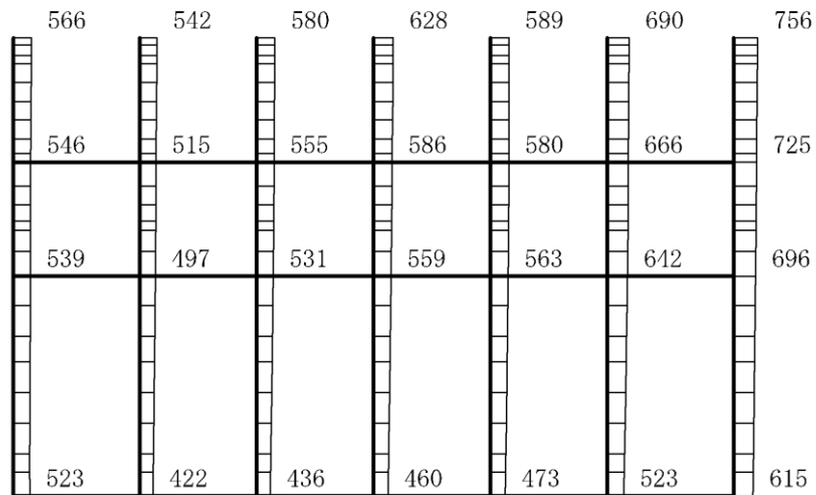
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-52 最大応答加速度分布図 (52/120) (解析ケース⑤)



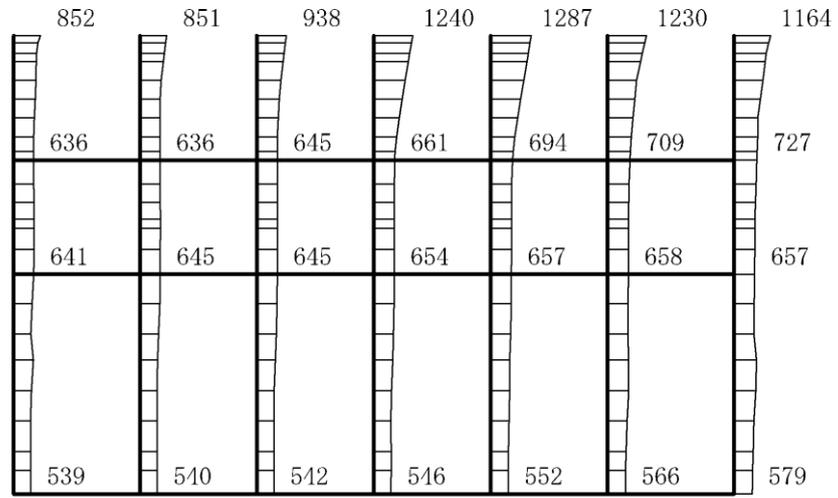
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



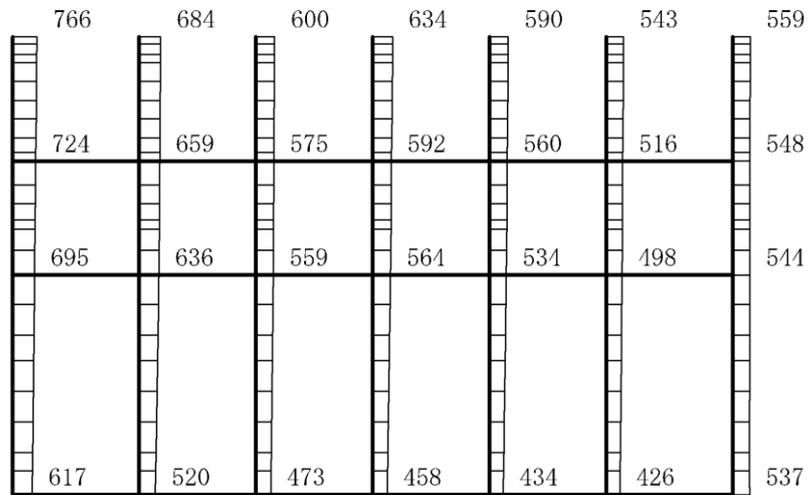
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-53 最大応答加速度分布図 (53/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

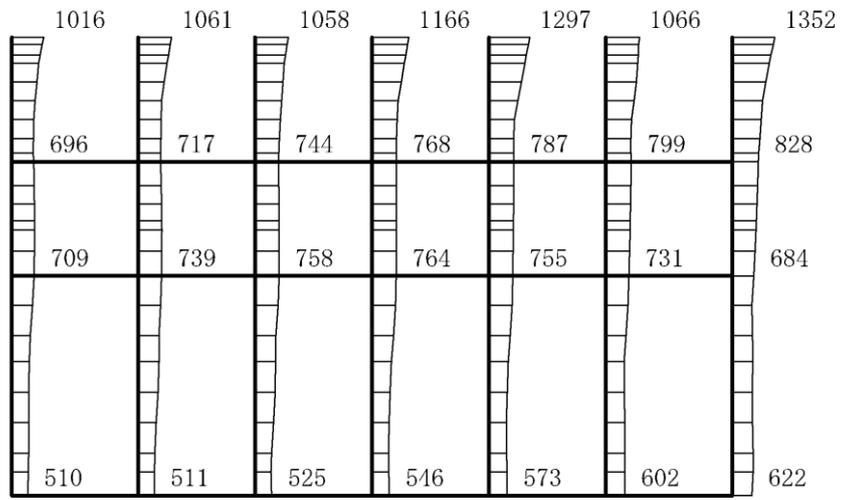


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

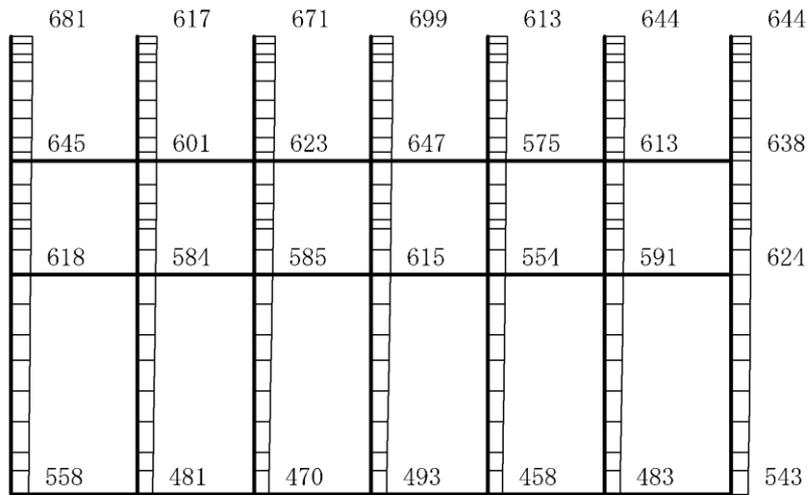
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-54 最大応答加速度分布図 (54/120) (解析ケース⑤)



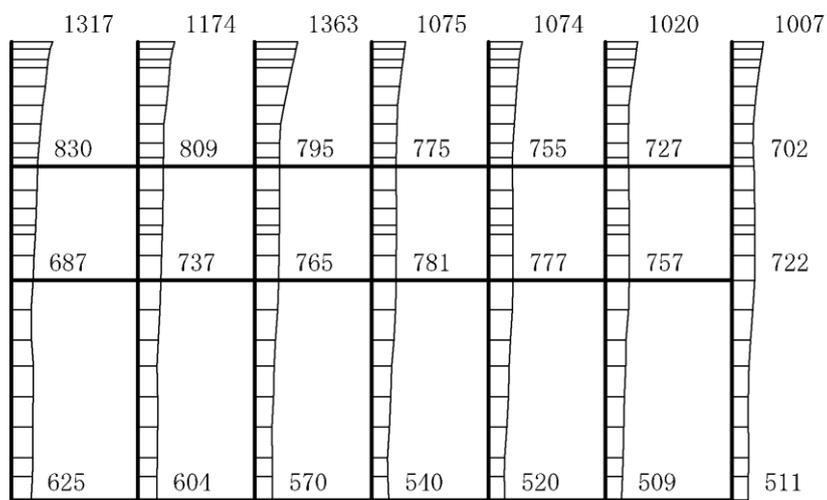
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



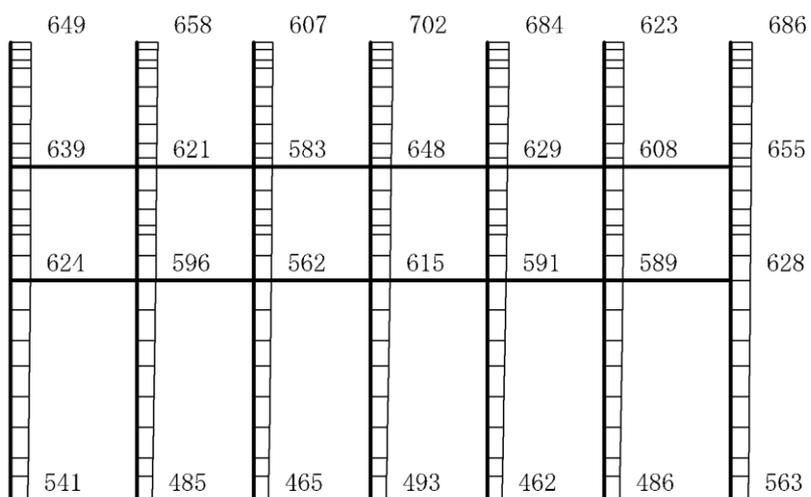
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-55 最大応答加速度分布図 (55/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平

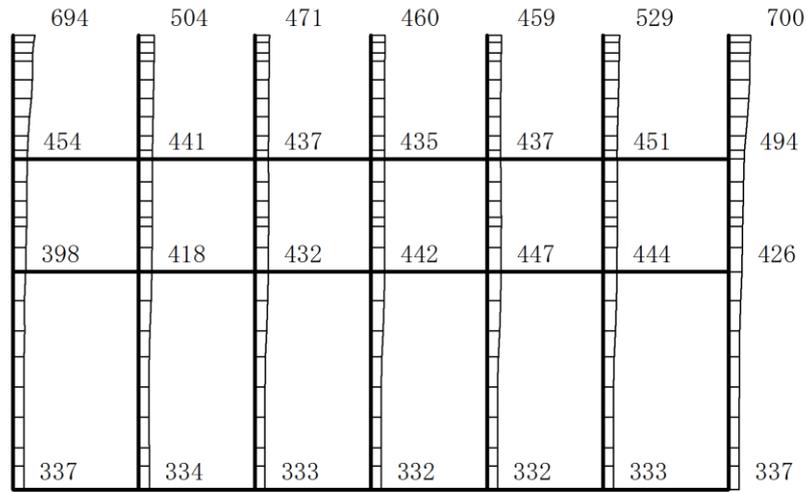


(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

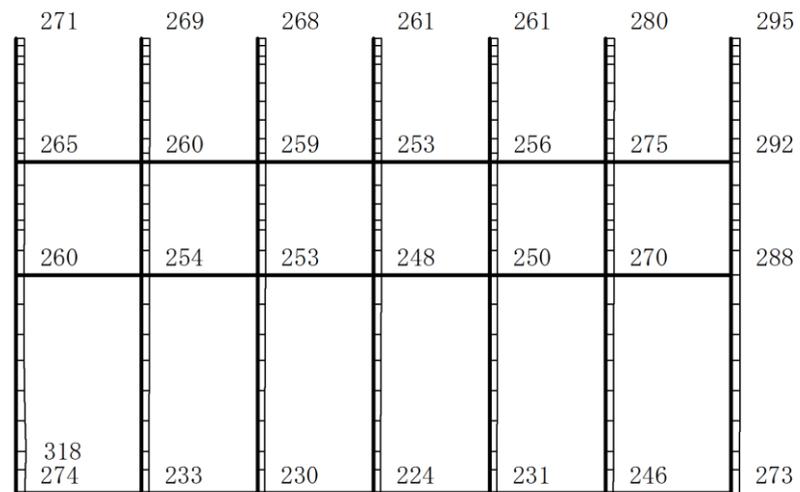
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-56 最大応答加速度分布図 (56/120) (解析ケース⑤)



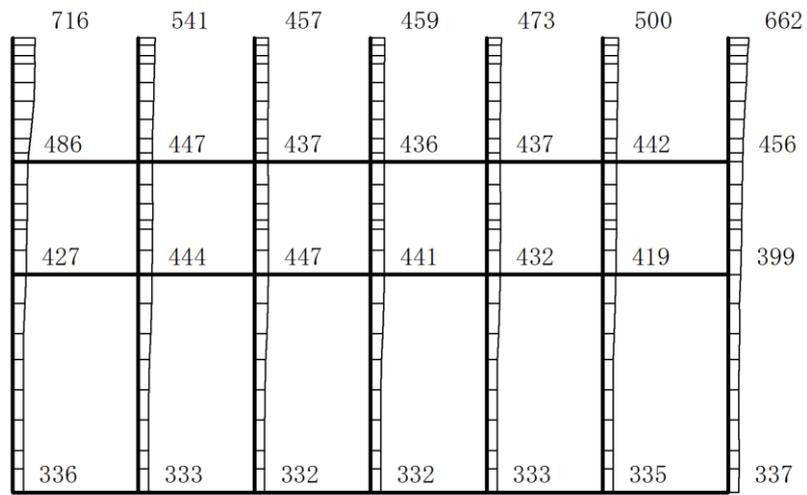
(a) S d - D (+ +) 水平



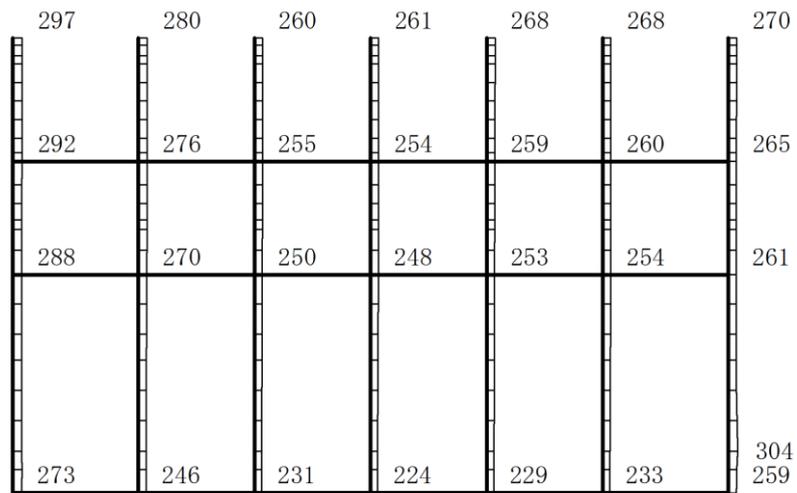
(b) S d - D (+ +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-57 最大応答加速度分布図 (57/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (- +) 水平

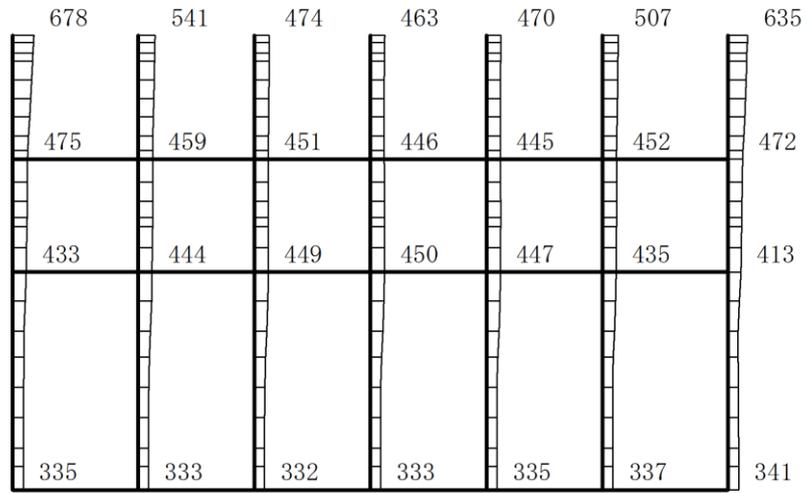


(b) S d - D (- +) 鉛直

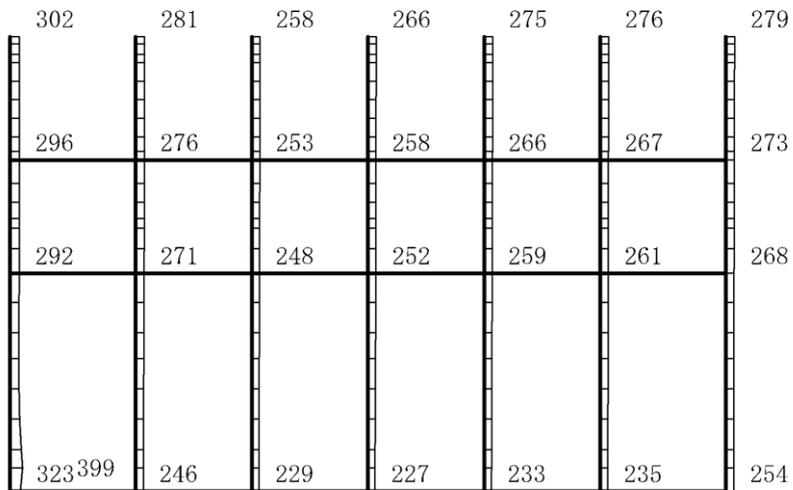
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-58 最大応答加速度分布図 (58/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (+ -) 水平

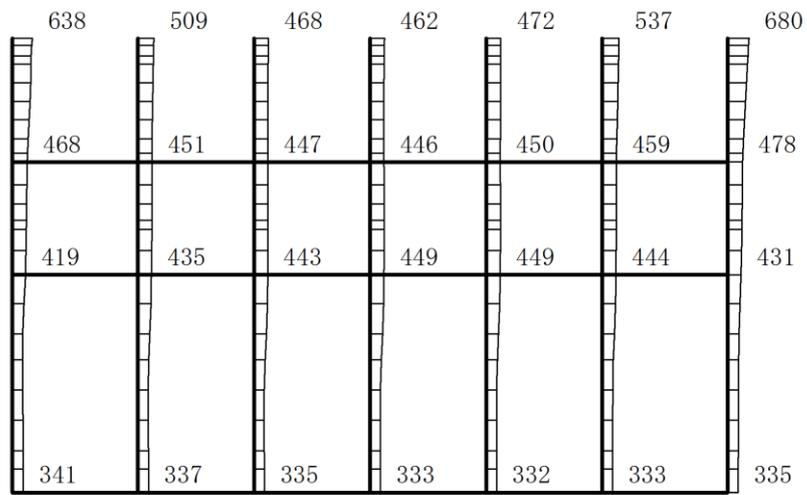


(b) S d - D (+ -) 鉛直

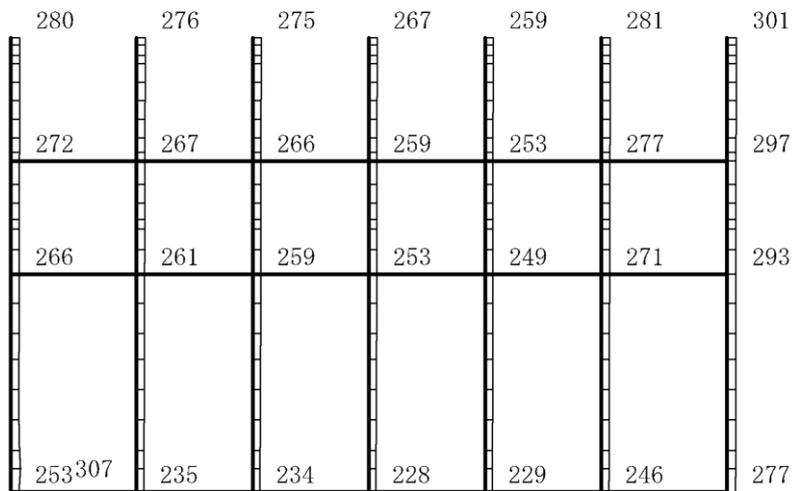
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-59 最大応答加速度分布図 (59/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (--) 水平

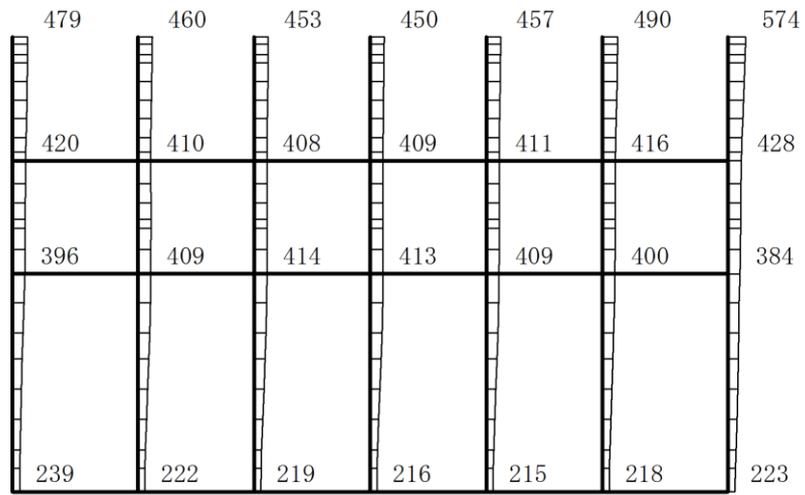


(b) S d - D (--) 鉛直

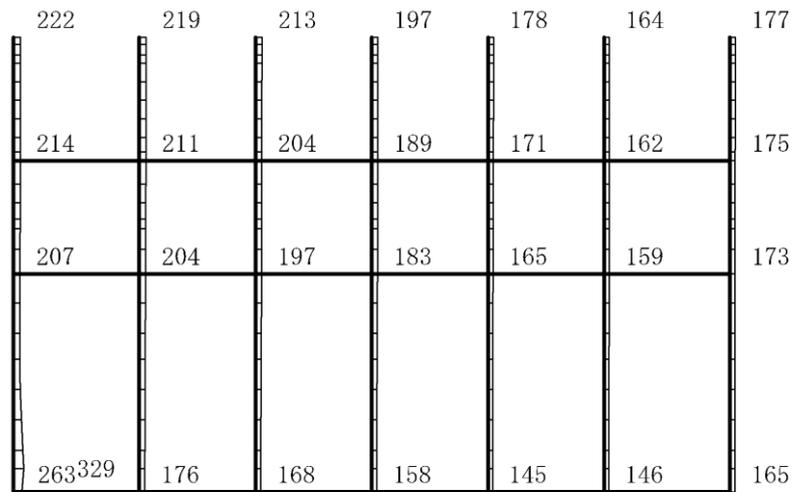
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-60 最大応答加速度分布図 (60/120) (解析ケース①)



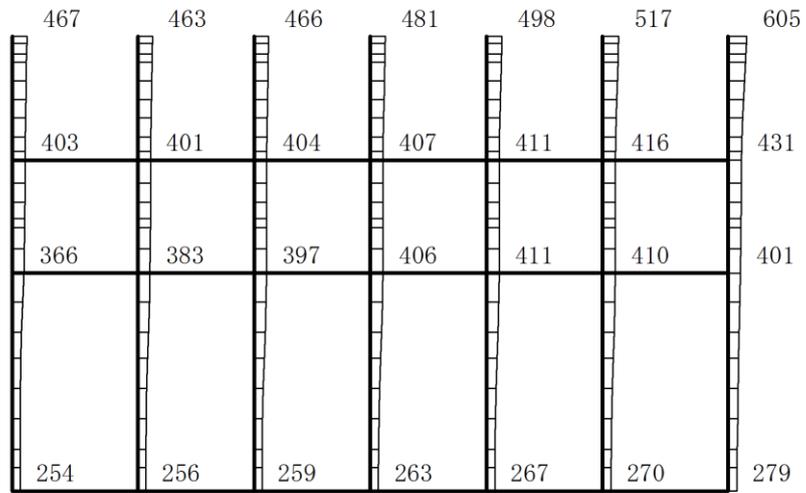
(a) S d - F 1 (++) 水平



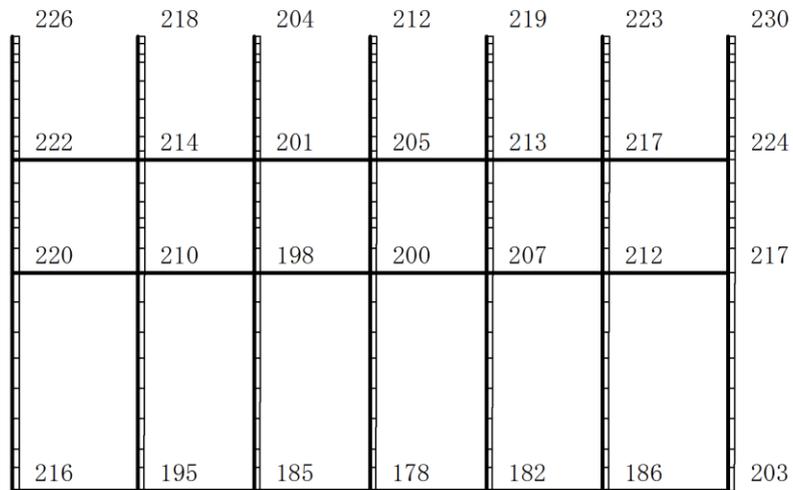
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-61 最大応答加速度分布図 (61/120) (解析ケース①)



(a) S d - F 2 (++) 水平

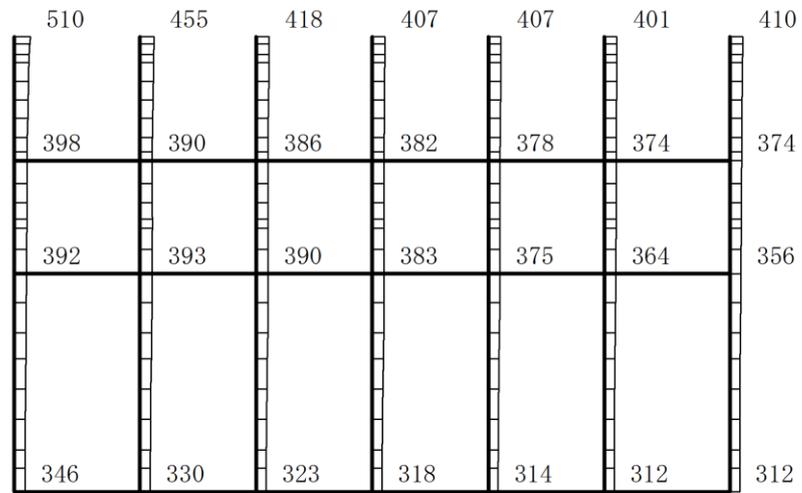


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

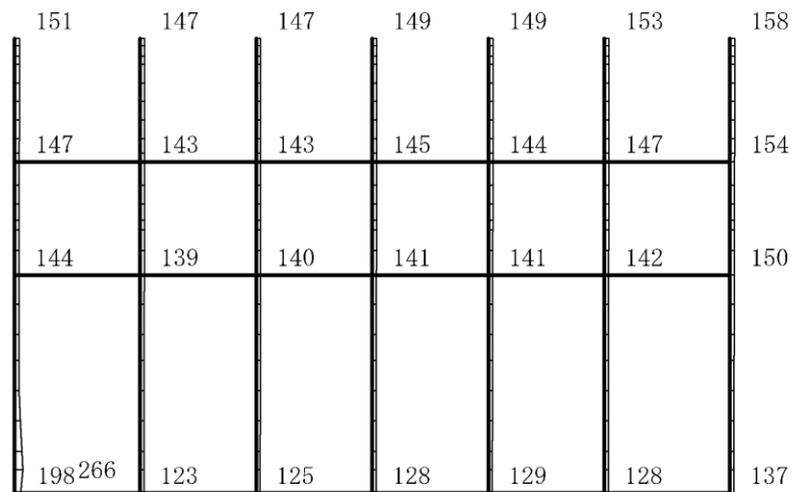
構造スケール $0 \sim 2(m)$

応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-62 最大応答加速度分布図 (62/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

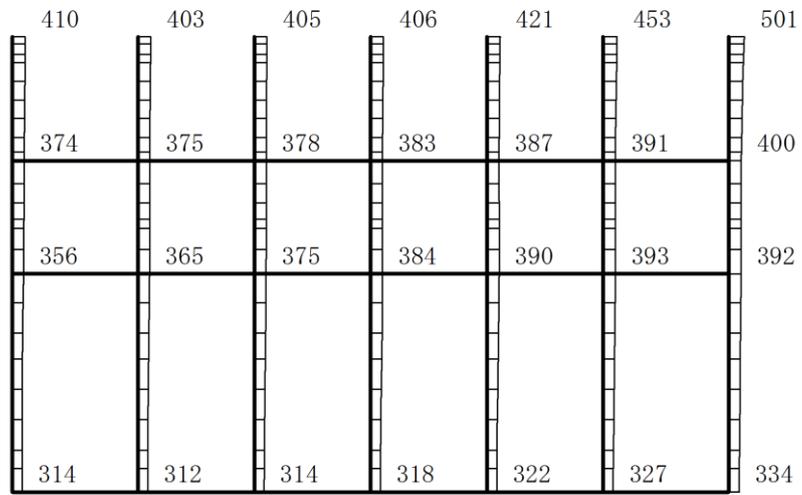


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

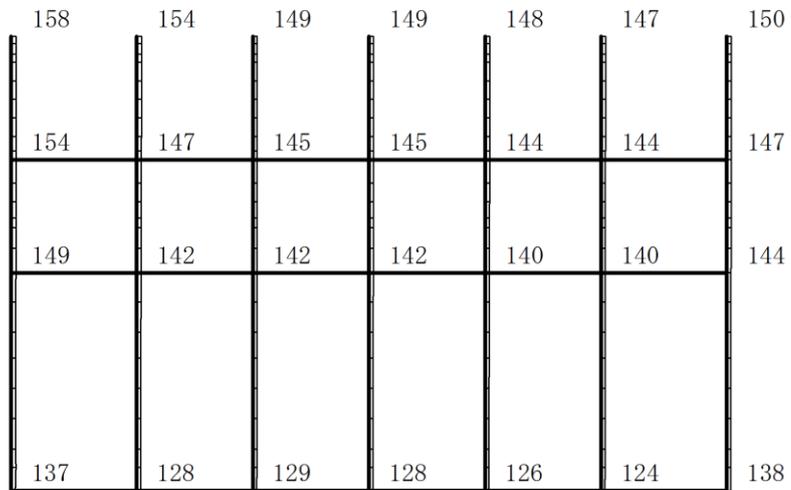
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-63 最大応答加速度分布図 (63/120) (解析ケース①)



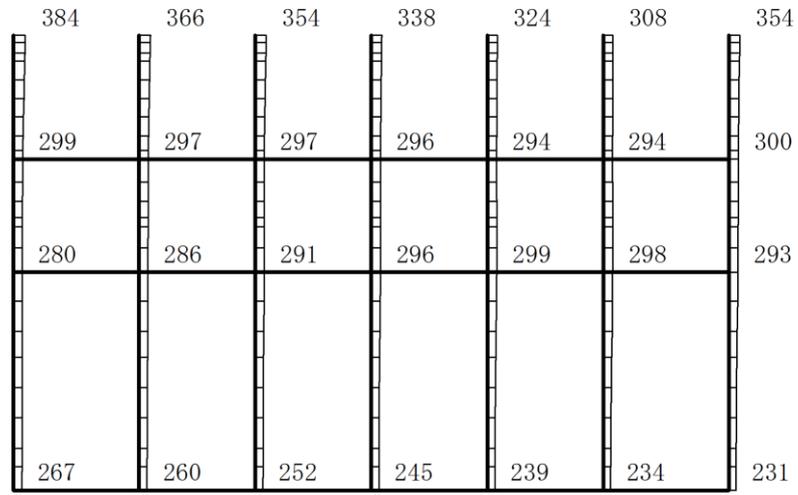
(a) S d - N 1 (- +) 水平



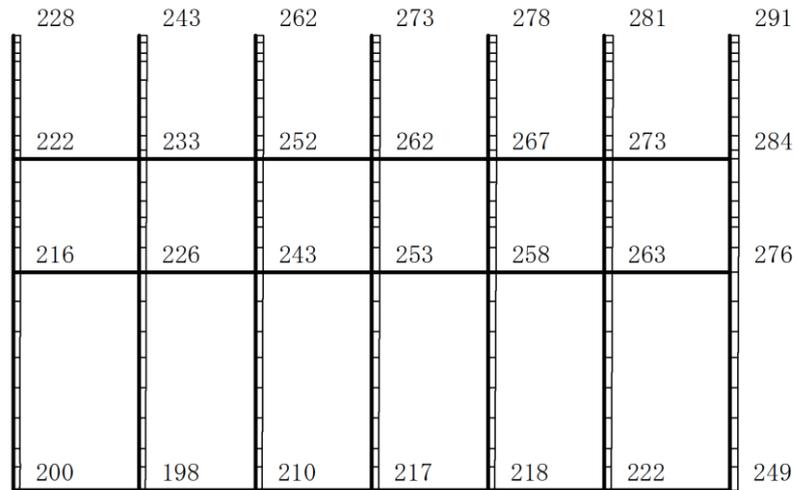
(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-64 最大応答加速度分布図 (64/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

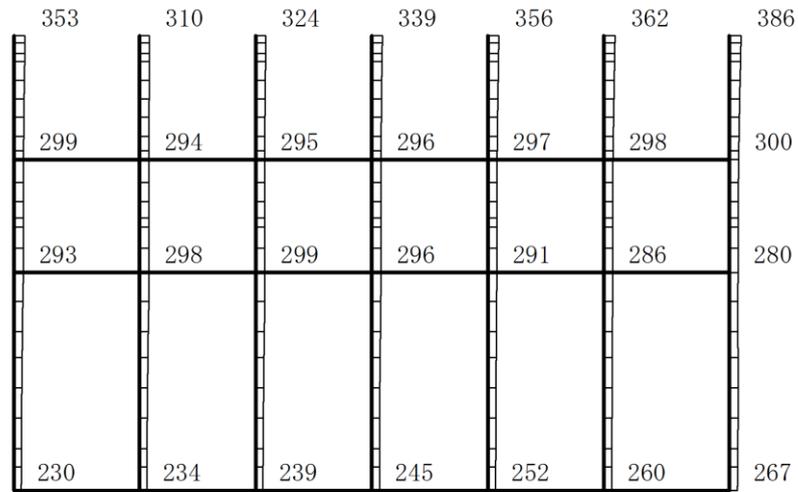


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

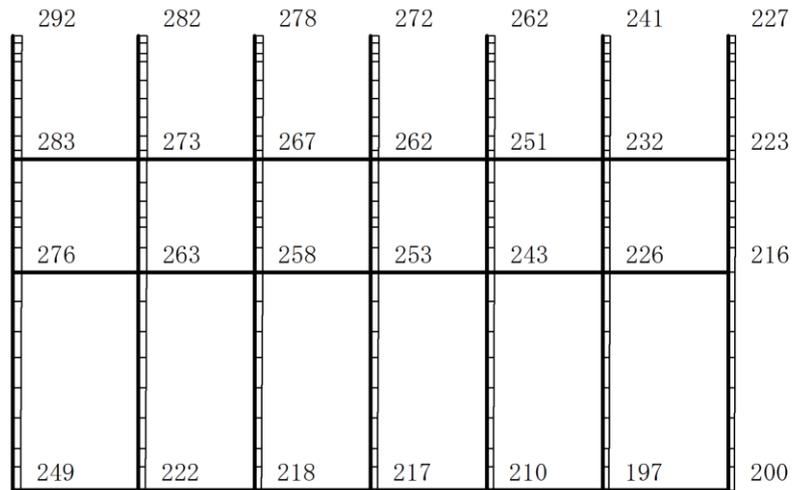
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-65 最大応答加速度分布図 (65/120) (解析ケース①)



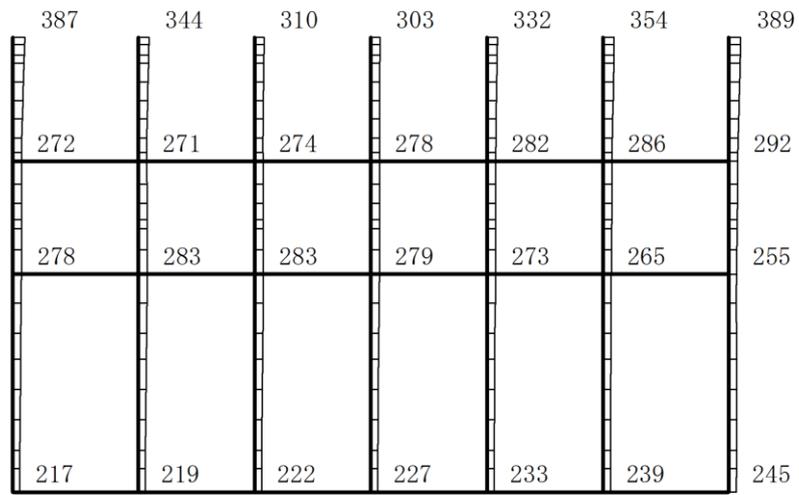
(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平



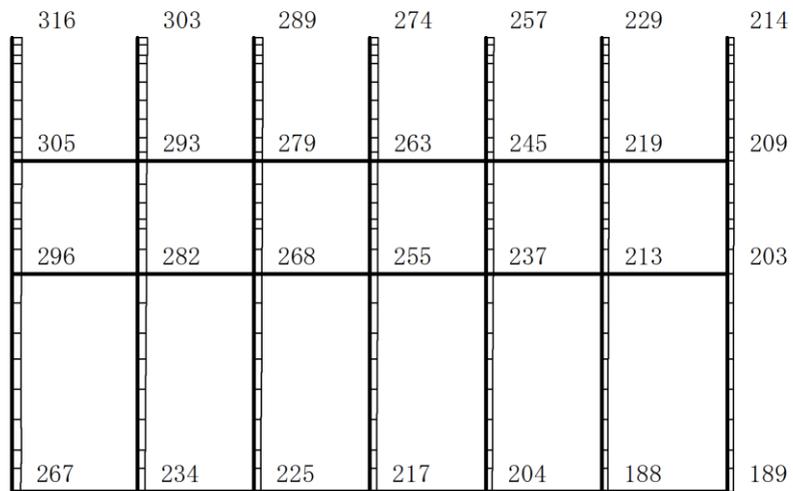
(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-66 最大応答加速度分布図 (66/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

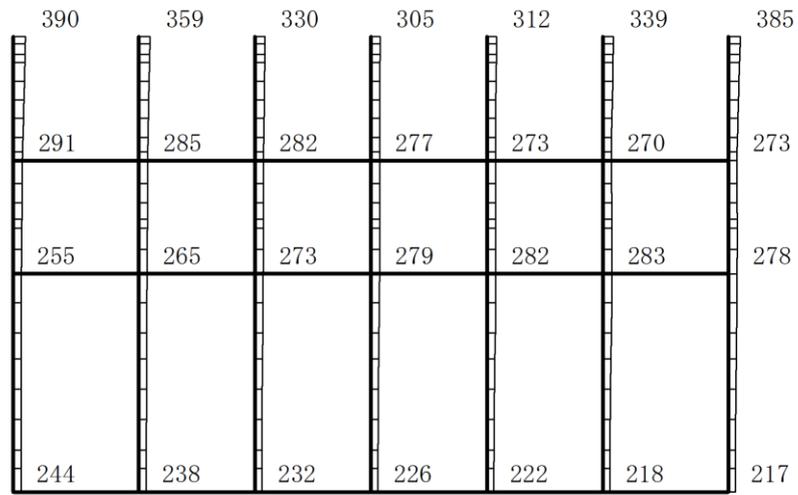


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

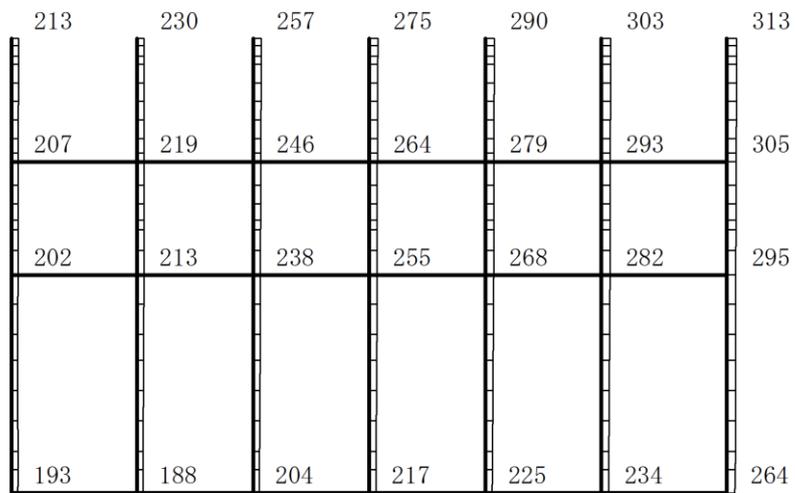
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-67 最大応答加速度分布図 (67/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

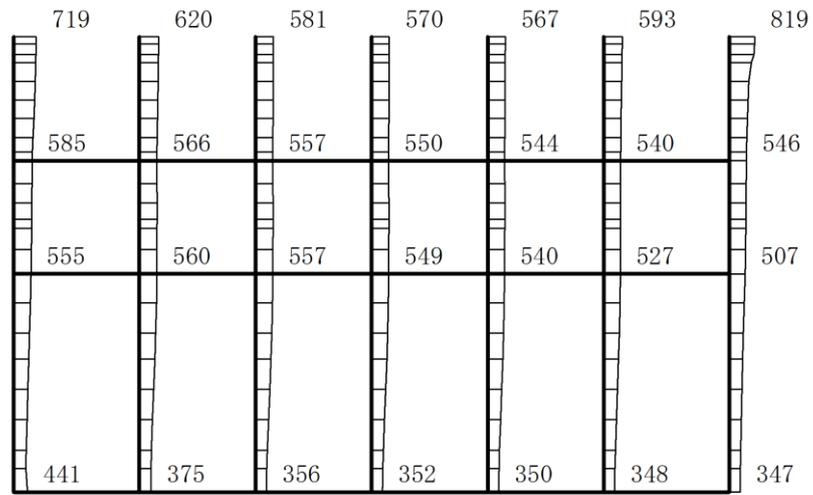


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

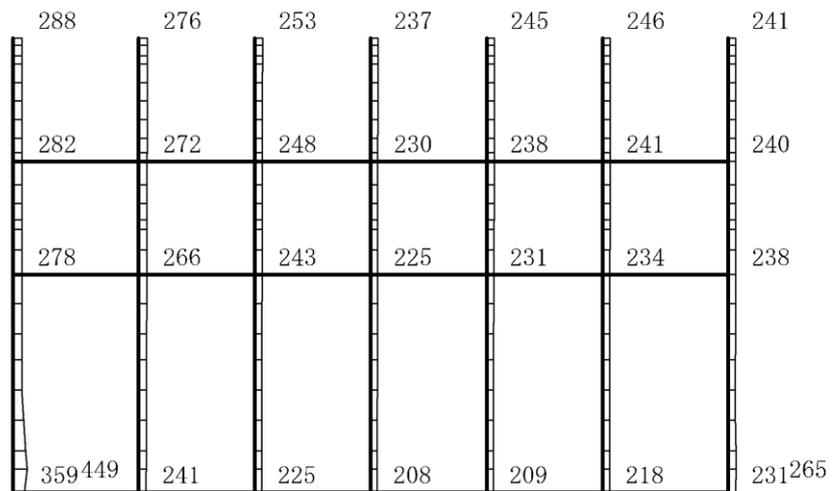
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-68 最大応答加速度分布図 (68/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (++) 水平

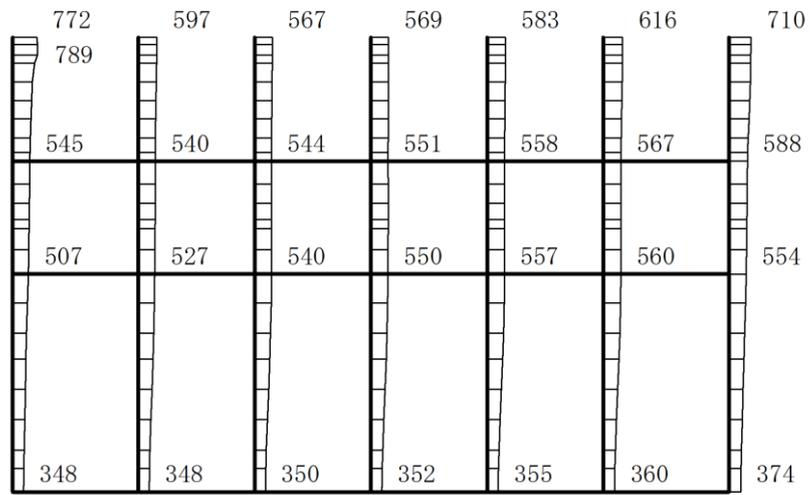


(b) S d - 1 (++) 鉛直

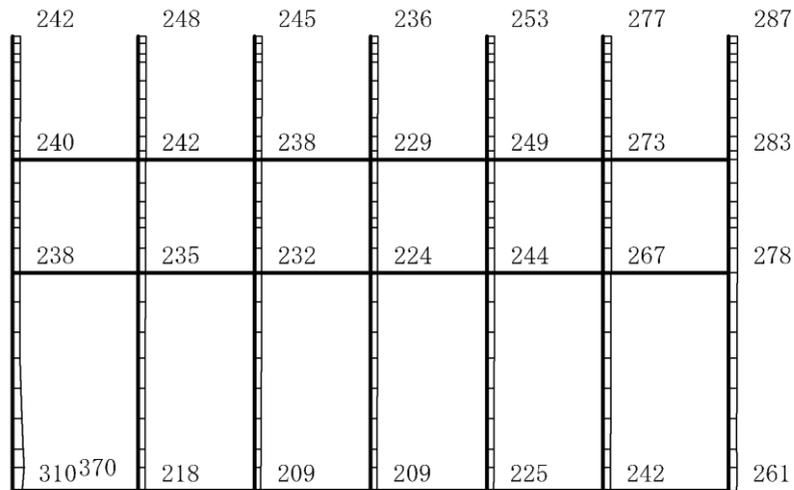
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-69 最大応答加速度分布図 (69/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (- +) 水平

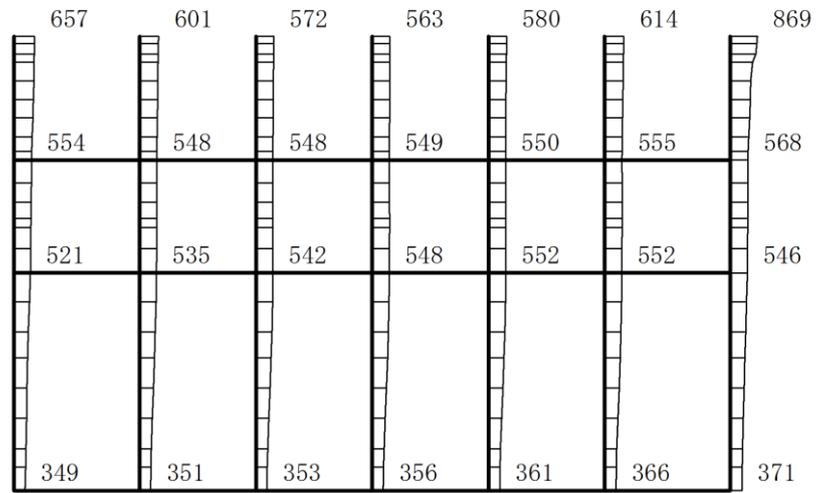


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

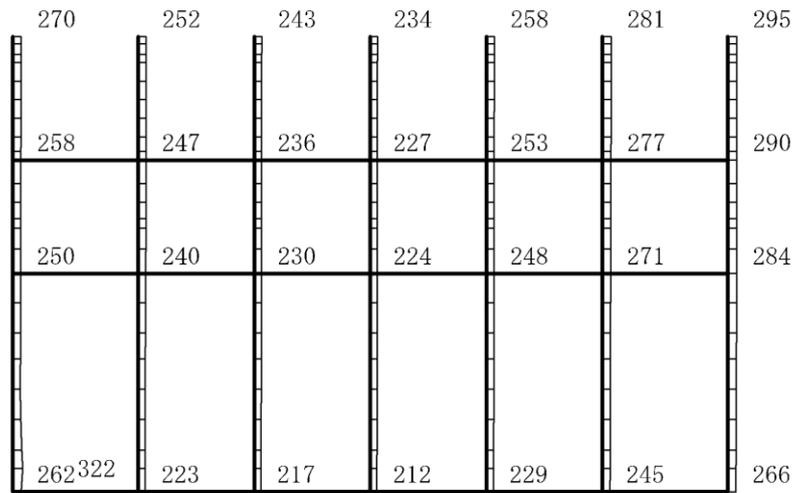
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-70 最大応答加速度分布図 (70/120) (解析ケース①)



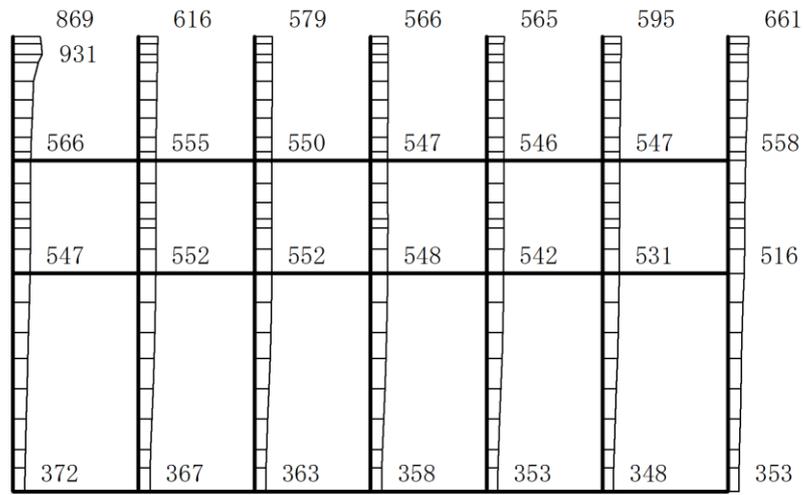
(a) S d - 1 (+ -) 水平



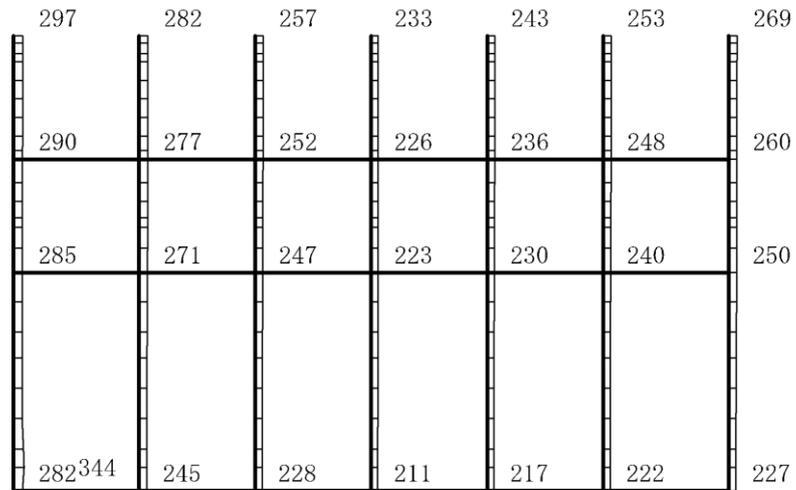
(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-71 最大応答加速度分布図 (71/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (- -) 水平

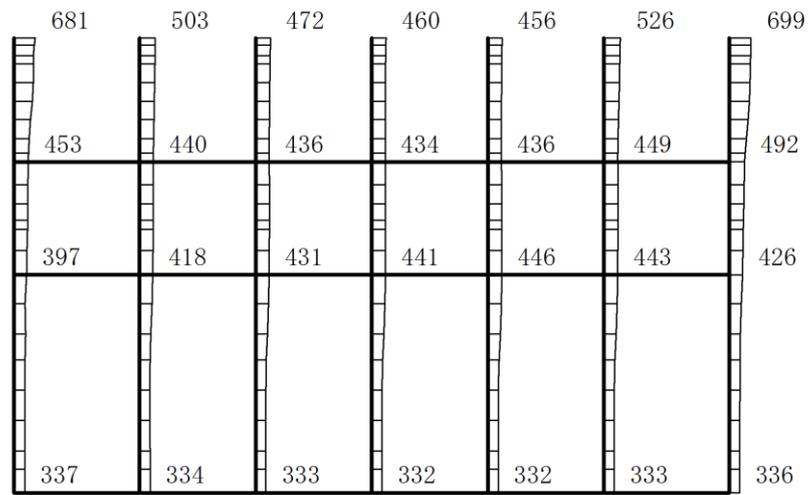


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

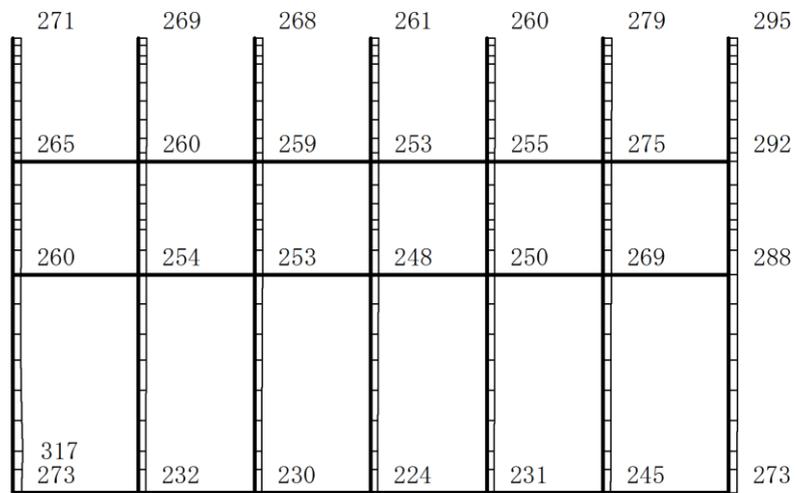
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-72 最大応答加速度分布図 (72/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (++) 水平

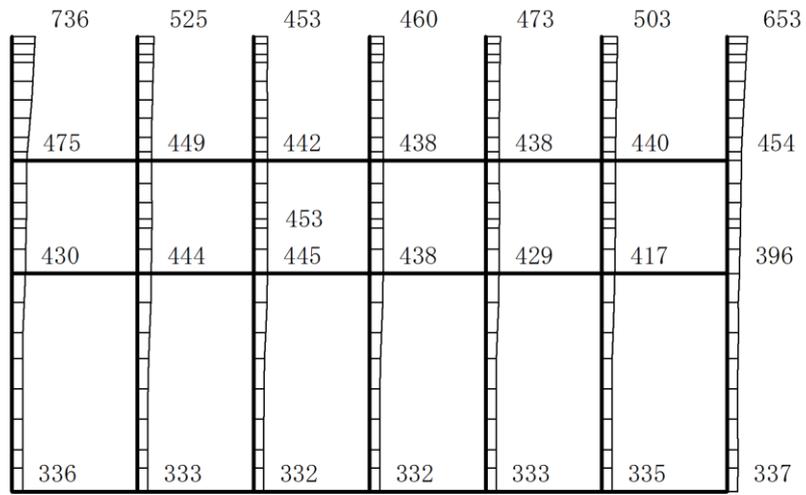


(b) S d - D (++) 鉛直

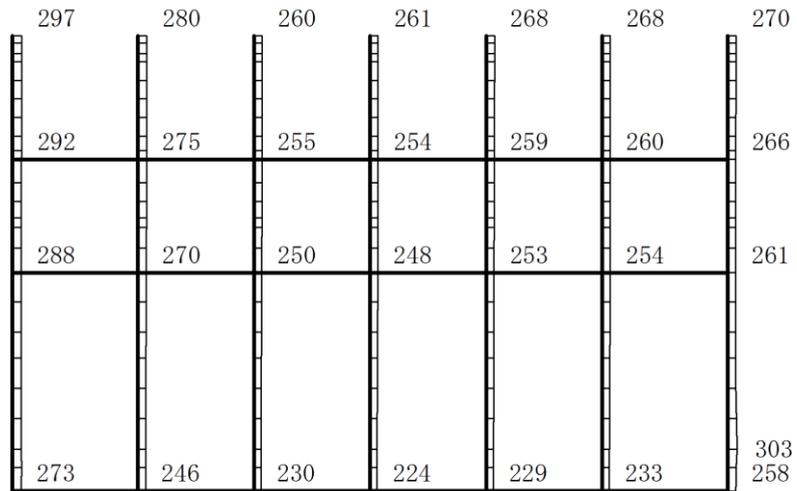
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-73 最大応答加速度分布図 (73/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (- +) 水平

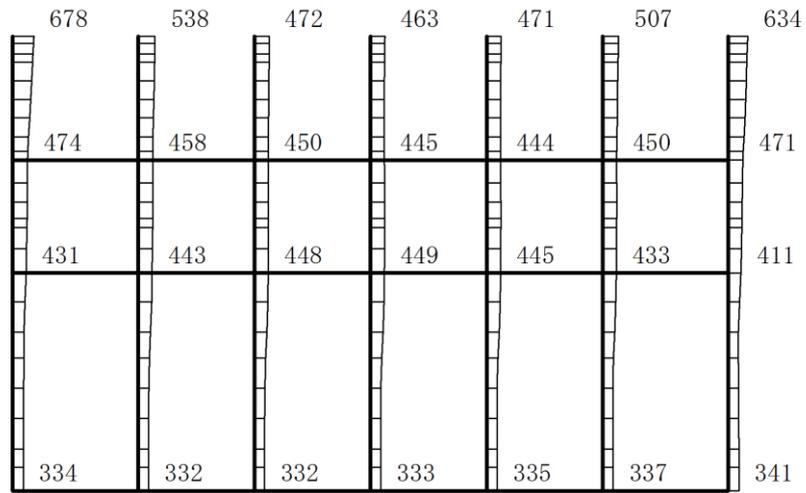


(b) S d - D (- +) 鉛直

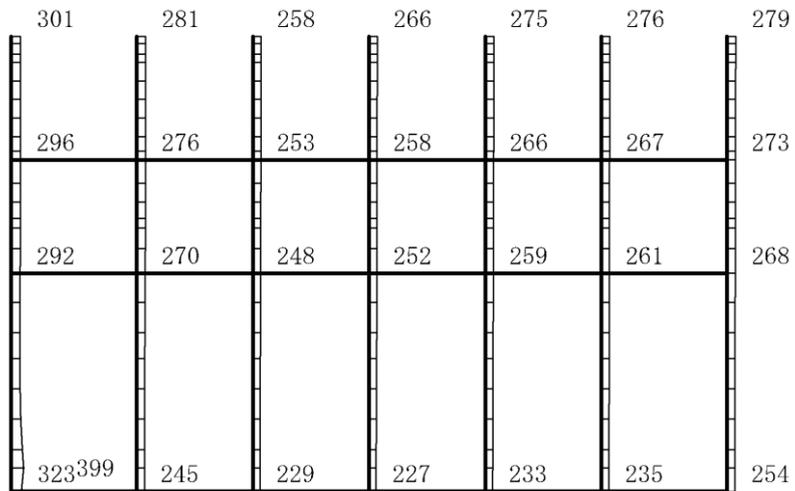
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-74 最大応答加速度分布図 (74/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (+ -) 水平

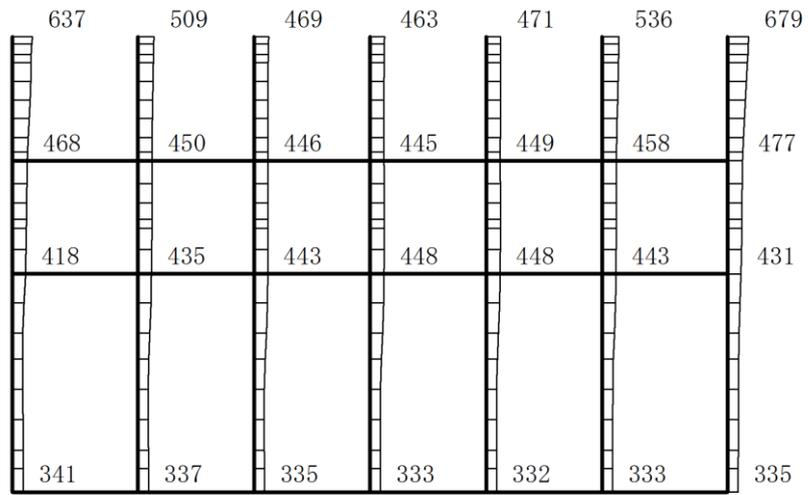


(b) S d - D (+ -) 鉛直

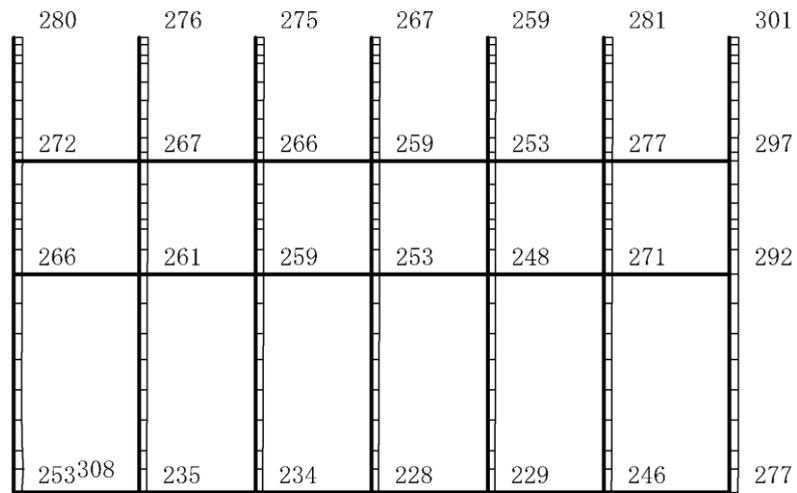
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-75 最大応答加速度分布図 (75/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (--) 水平

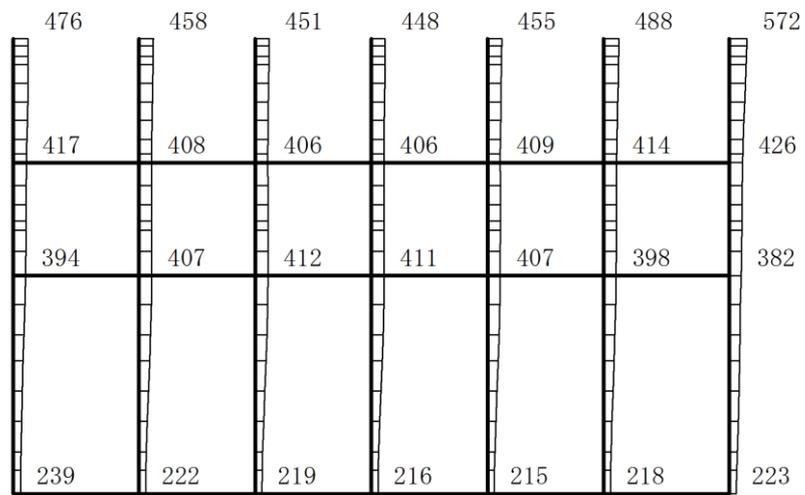


(b) S d - D (--) 鉛直

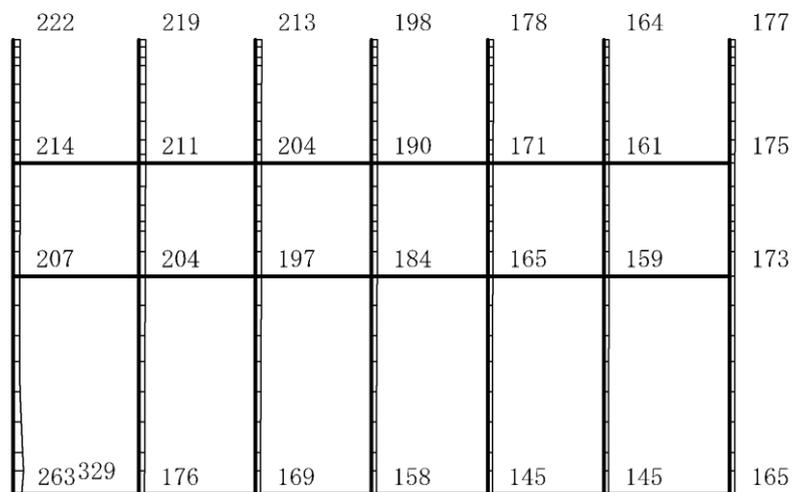
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-76 最大応答加速度分布図 (76/120) (解析ケース②)



(a) S d - F 1 (++) 水平

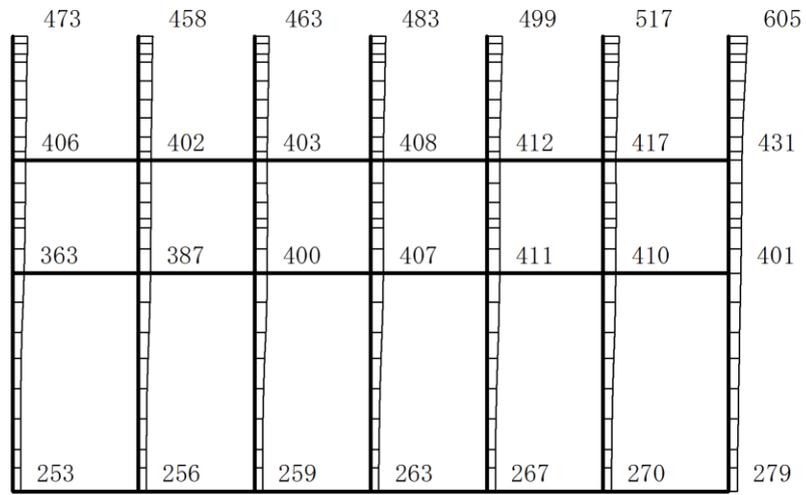


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

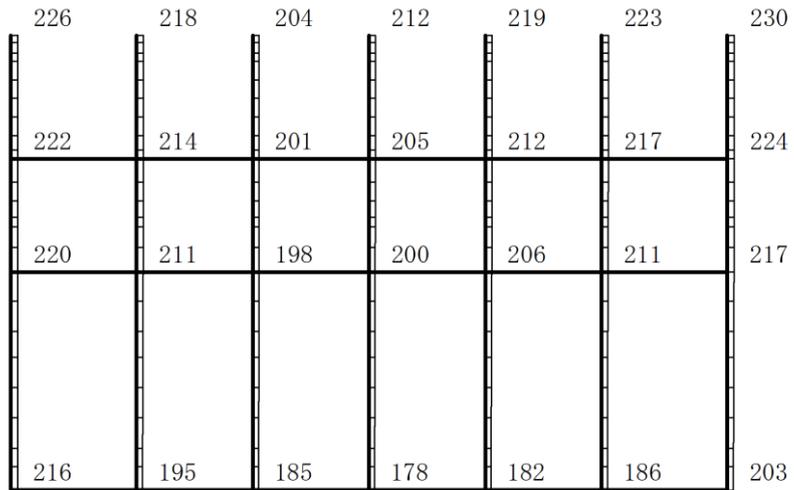
構造スケール $0 \sim 2(m)$

応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-77 最大応答加速度分布図 (77/120) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平

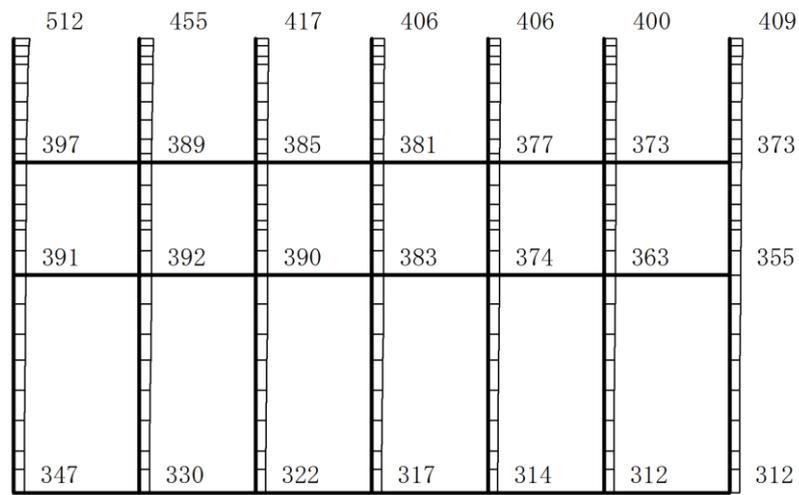


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

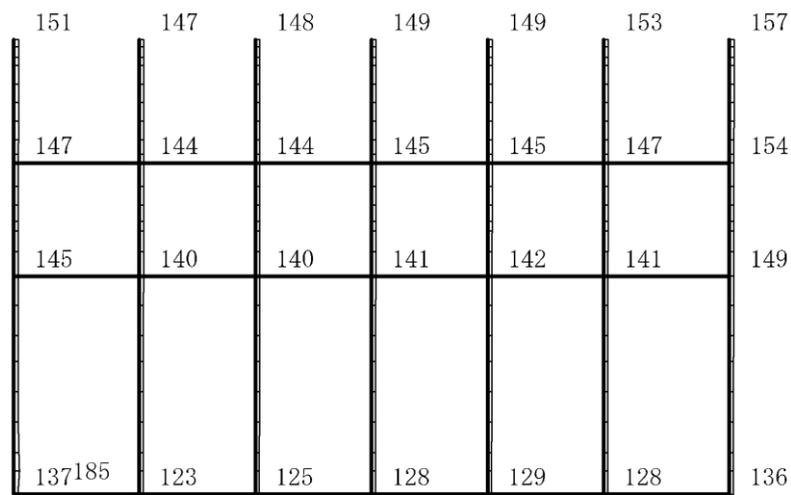
構造スケール $0 \sim 2(m)$

応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-78 最大応答加速度分布図 (78/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (++) 水平

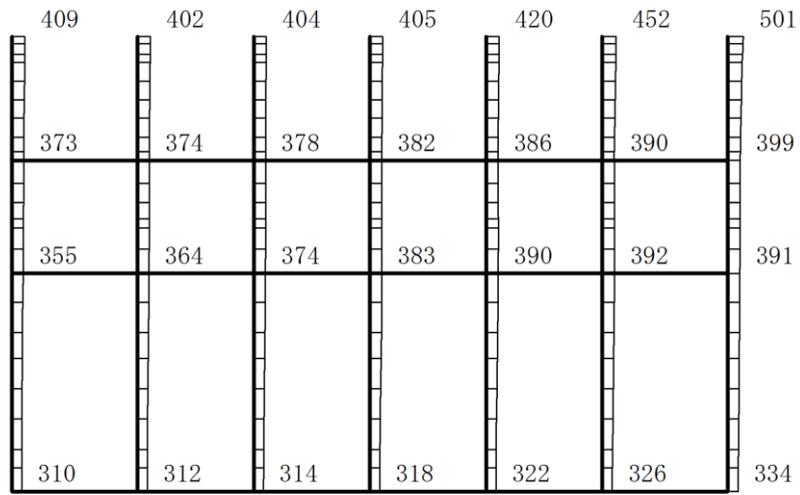


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

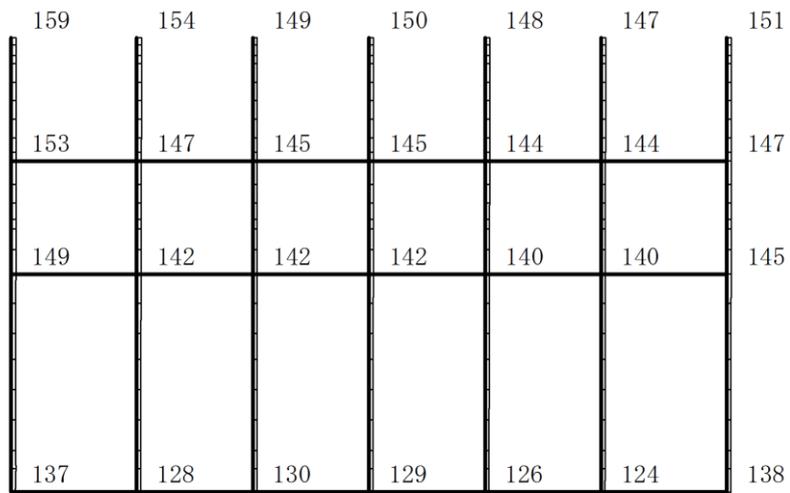
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-79 最大応答加速度分布図 (79/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

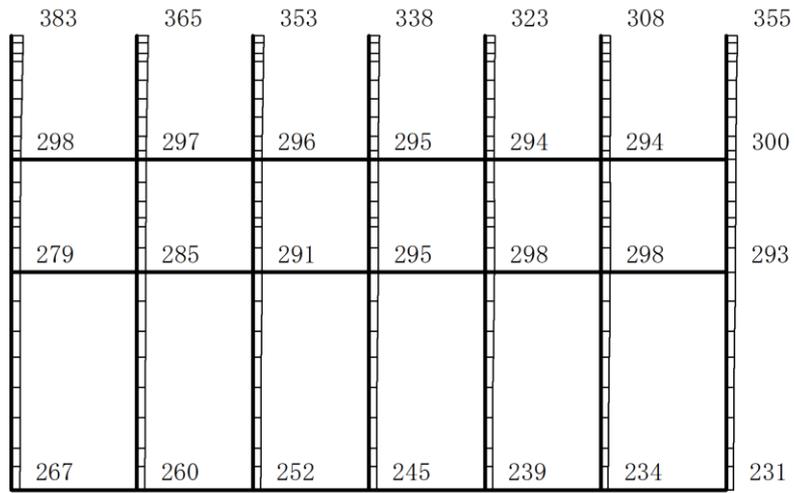


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

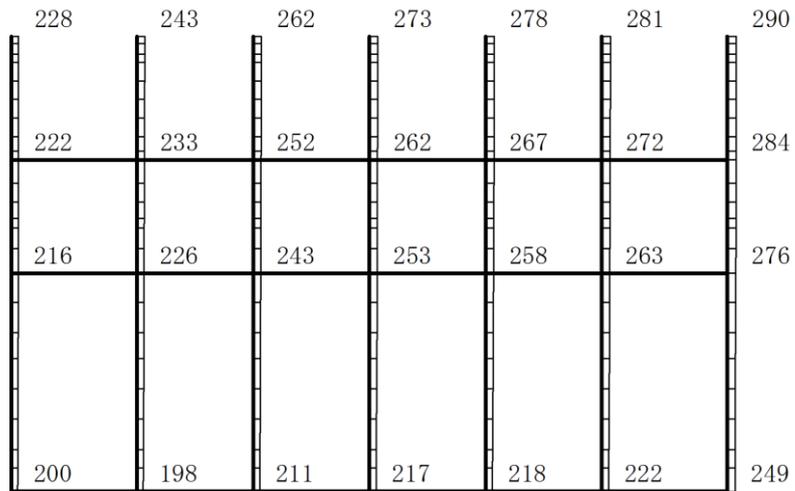
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-80 最大応答加速度分布図 (80/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

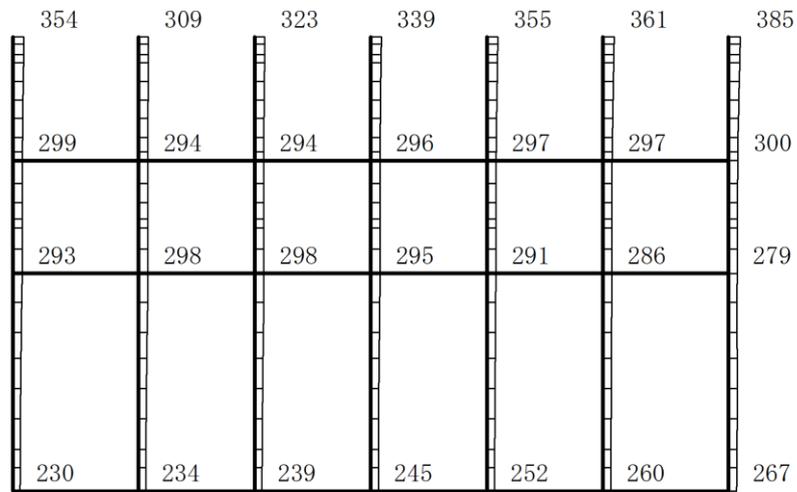


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

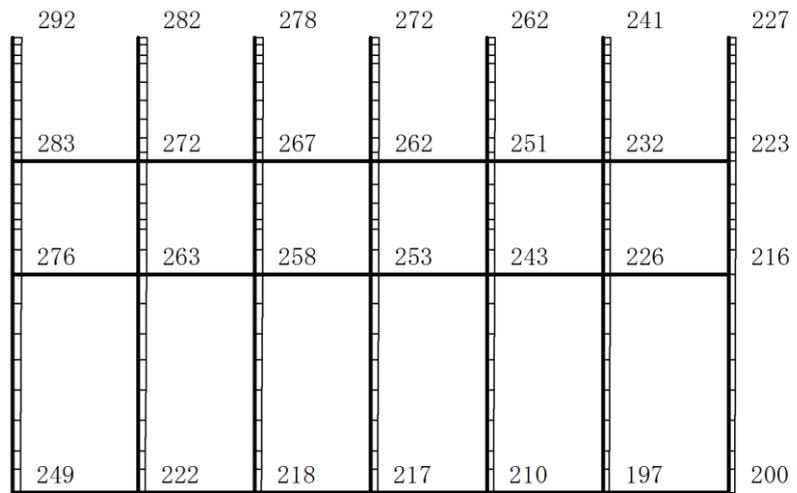
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-81 最大応答加速度分布図 (81/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

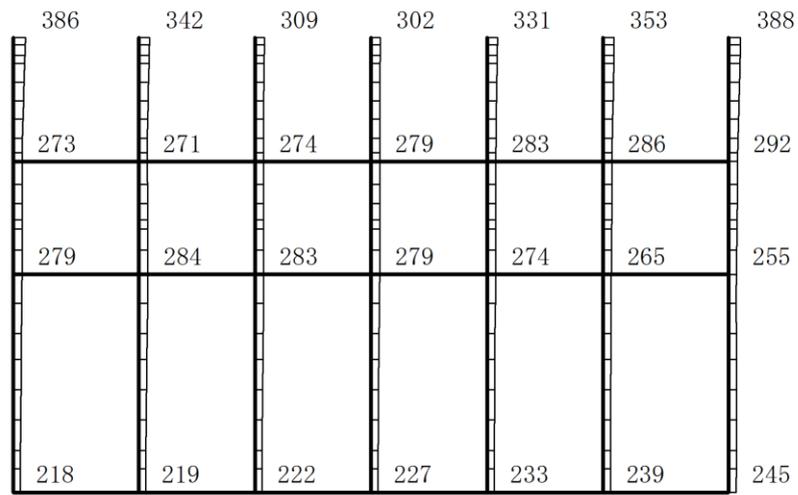


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

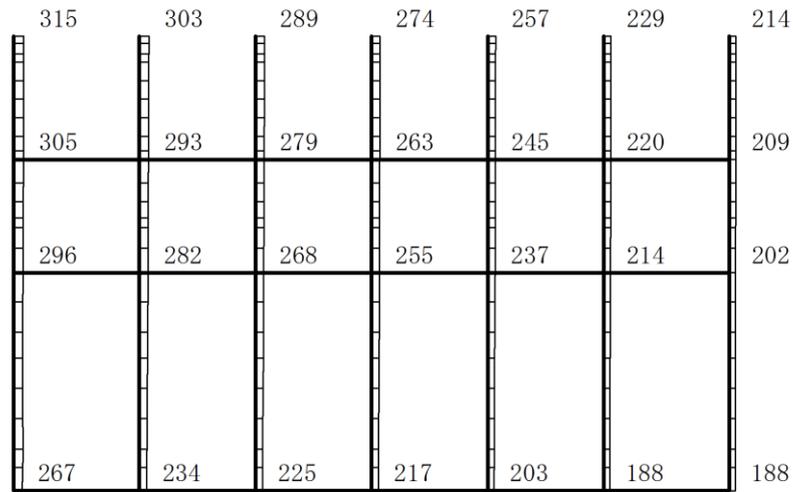
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-82 最大応答加速度分布図 (82/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

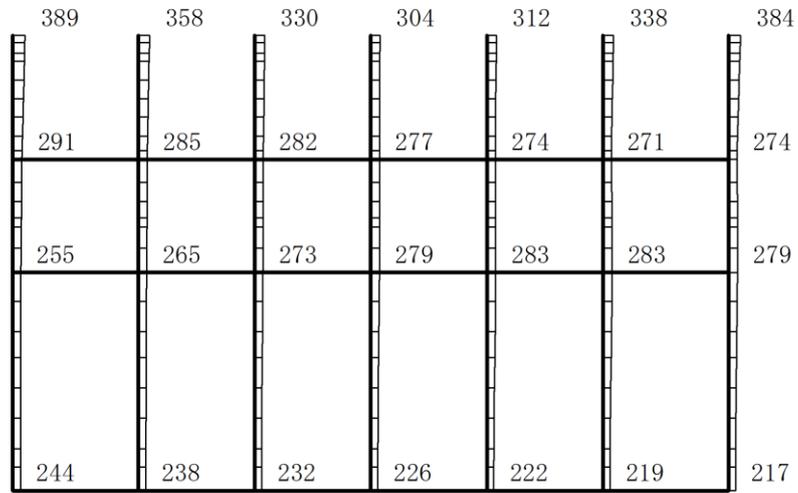


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

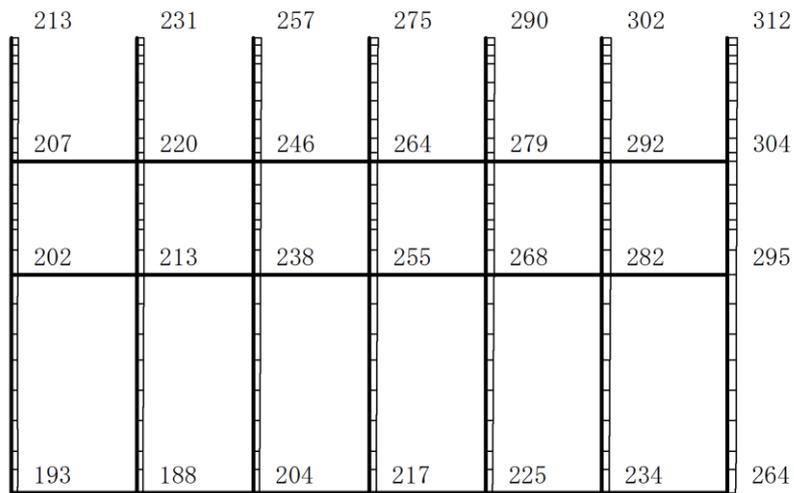
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-83 最大応答加速度分布図 (83/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

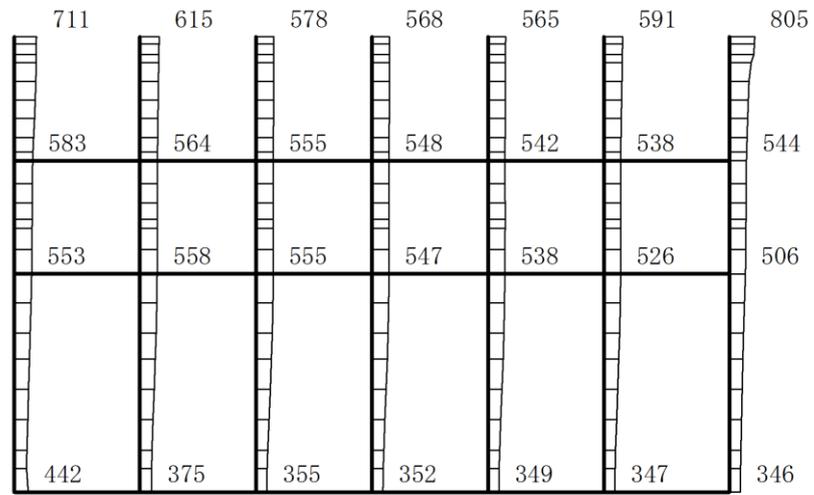


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

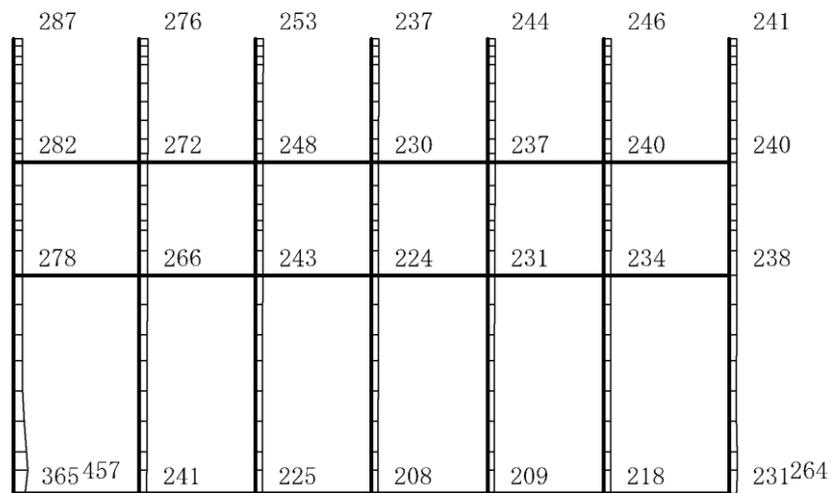
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-84 最大応答加速度分布図 (84/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (++) 水平

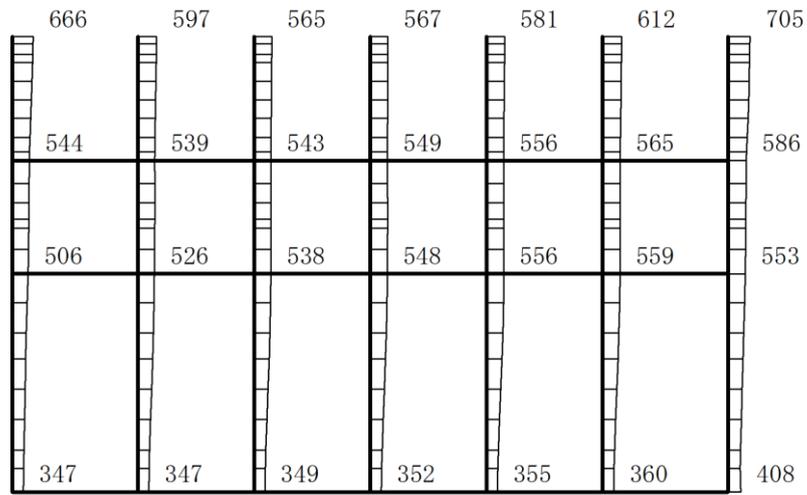


(b) S d - 1 (++) 鉛直

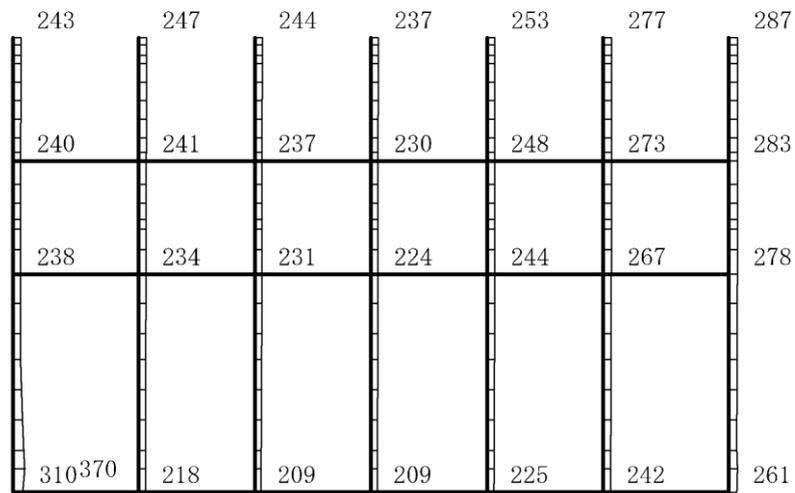
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-85 最大応答加速度分布図 (85/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (- +) 水平

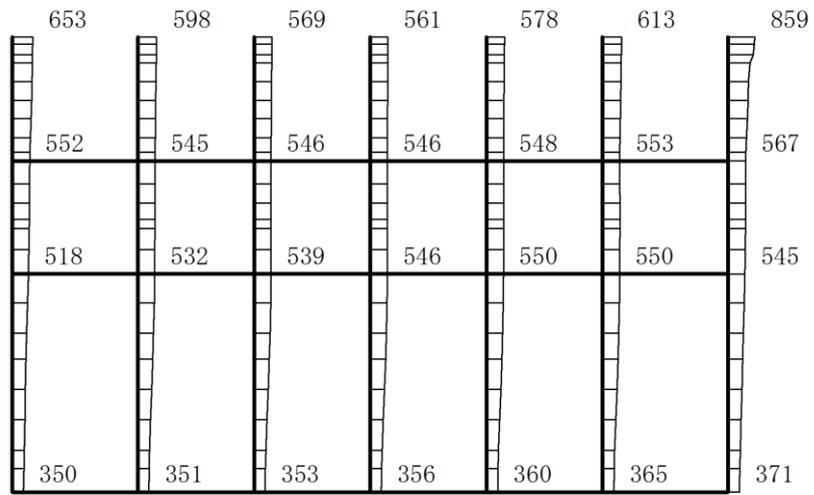


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

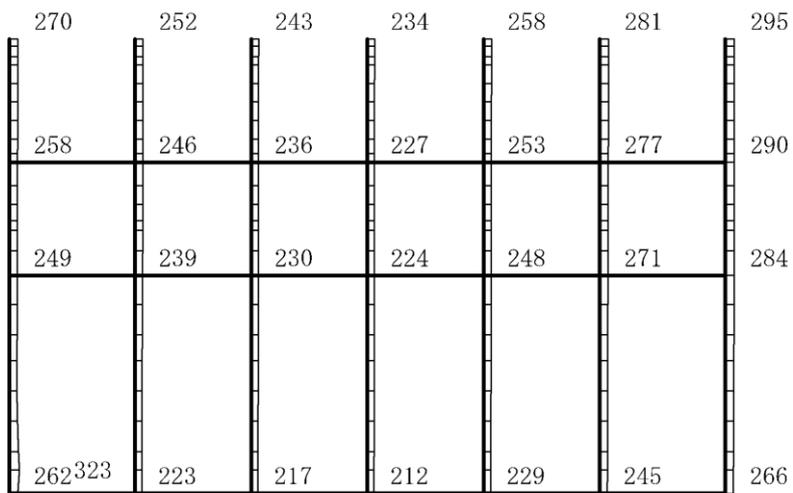
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-86 最大応答加速度分布図 (86/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

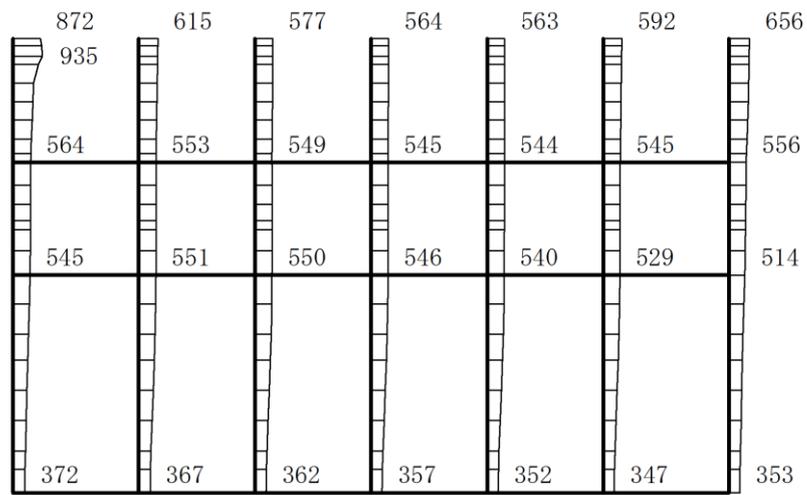


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

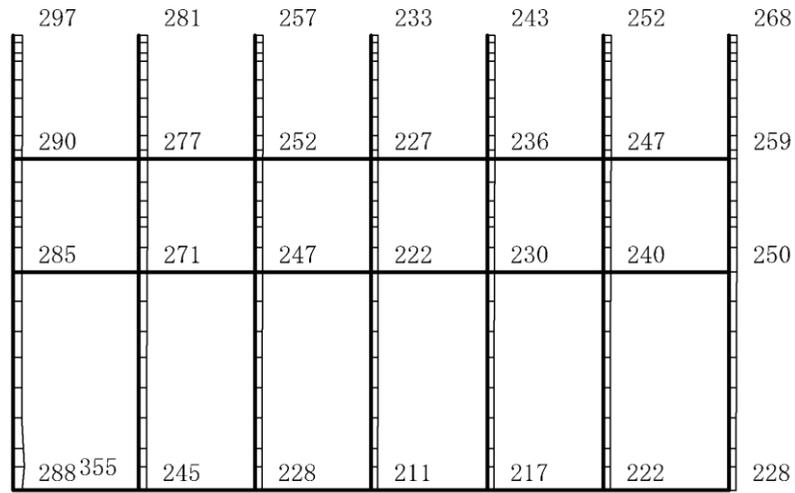
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-87 最大応答加速度分布図 (87/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (- -) 水平

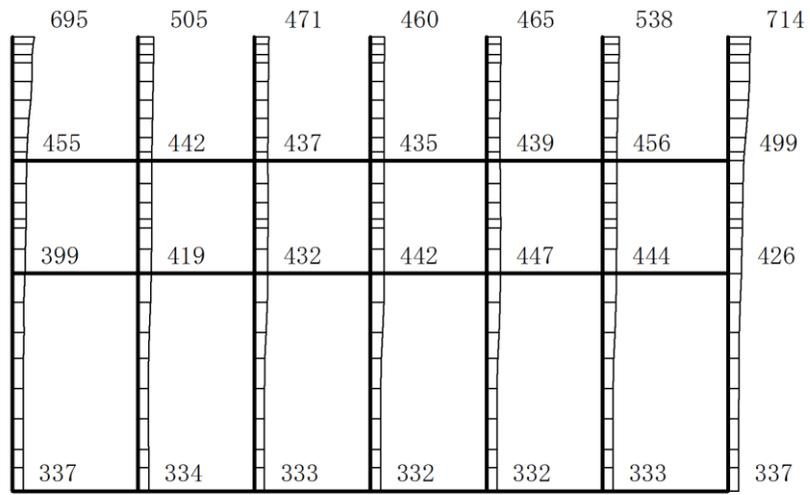


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

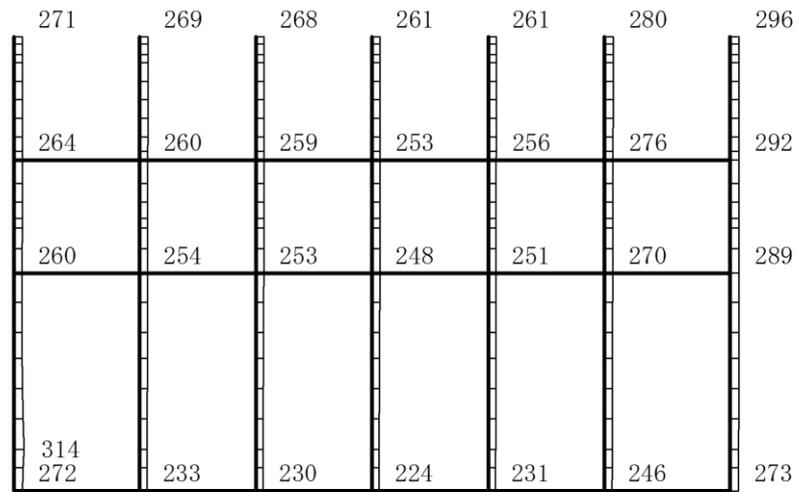
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-88 最大応答加速度分布図 (88/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (++) 水平

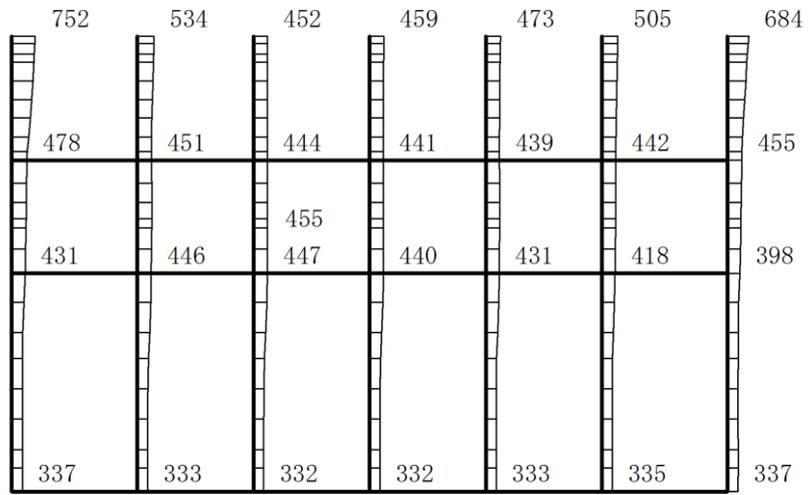


(b) S d - D (++) 鉛直

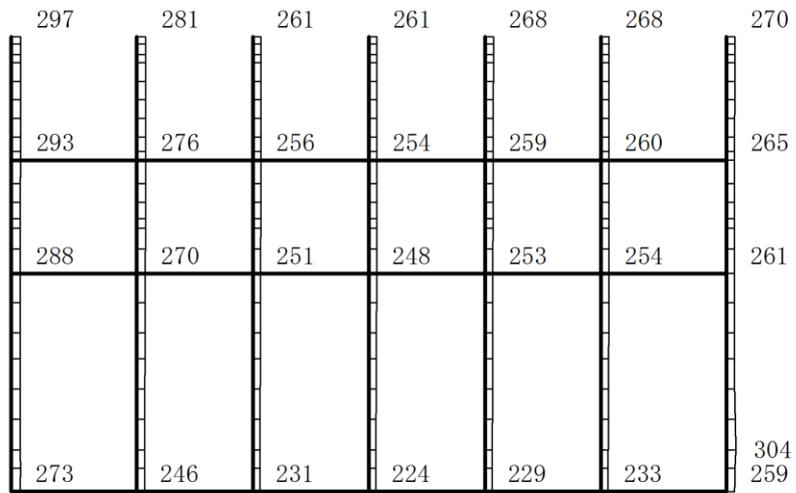
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-89 最大応答加速度分布図 (89/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (-+) 水平

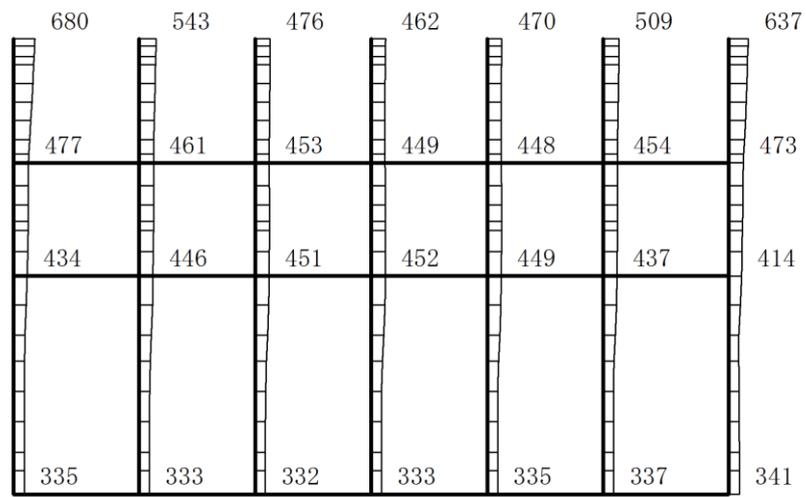


(b) S d - D (-+) 鉛直

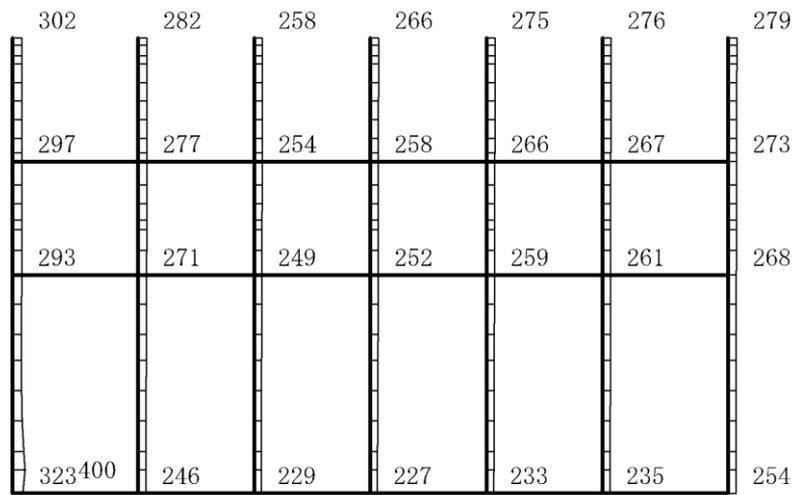
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-90 最大応答加速度分布図 (90/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (+ -) 水平

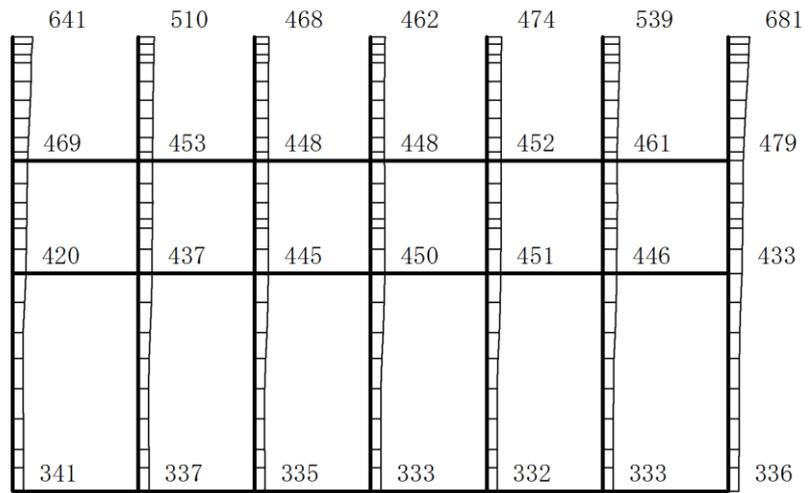


(b) S d - D (+ -) 鉛直

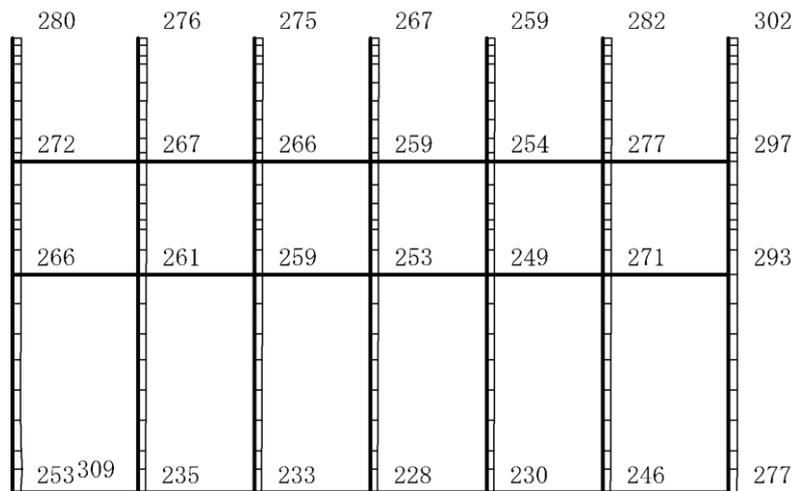
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-91 最大応答加速度分布図 (91/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (--) 水平

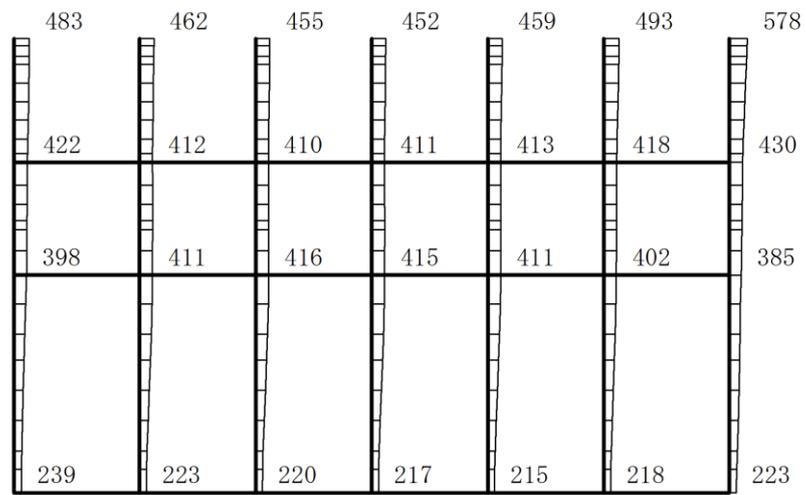


(b) S d - D (--) 鉛直

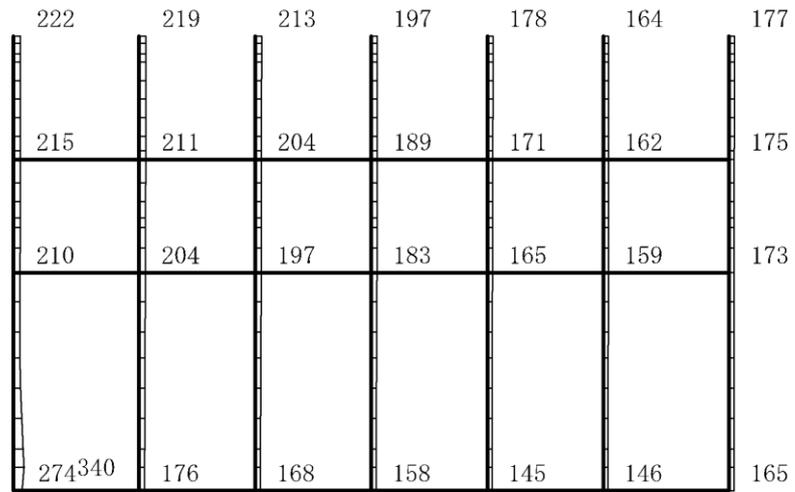
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-92 最大応答加速度分布図 (92/120) (解析ケース③)



(a) S d - F 1 (++) 水平

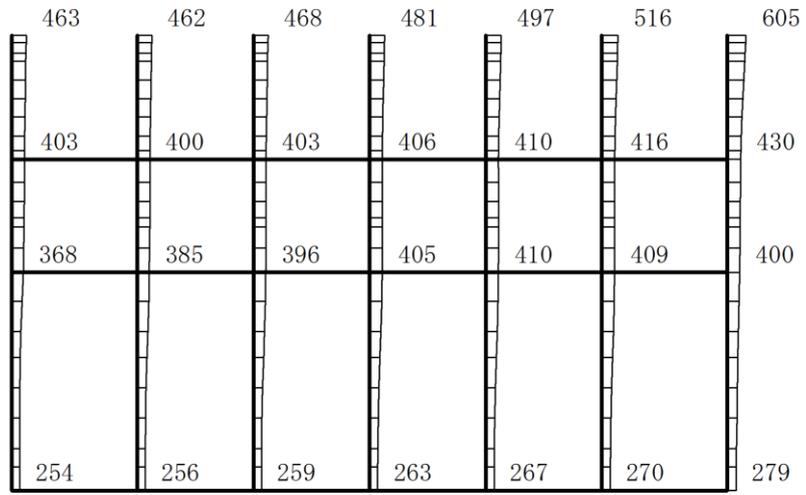


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

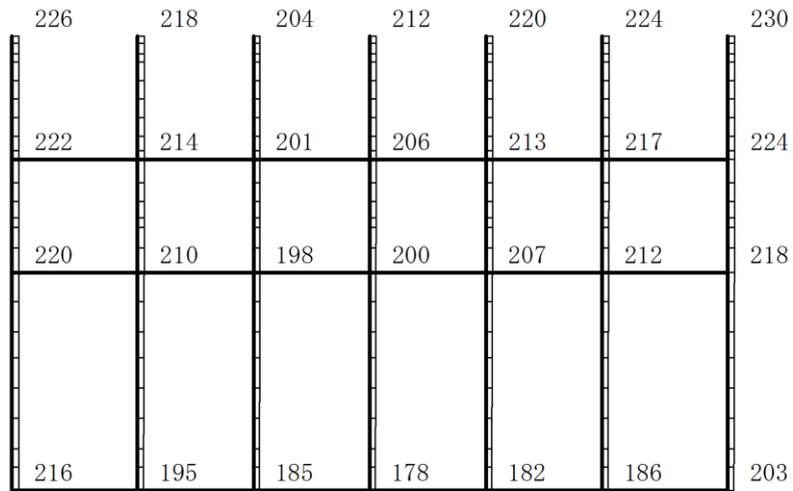
構造スケール $0 \sim 2(m)$

応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-93 最大応答加速度分布図 (93/120) (解析ケース③)



(a) S d - F 2 (++) 水平

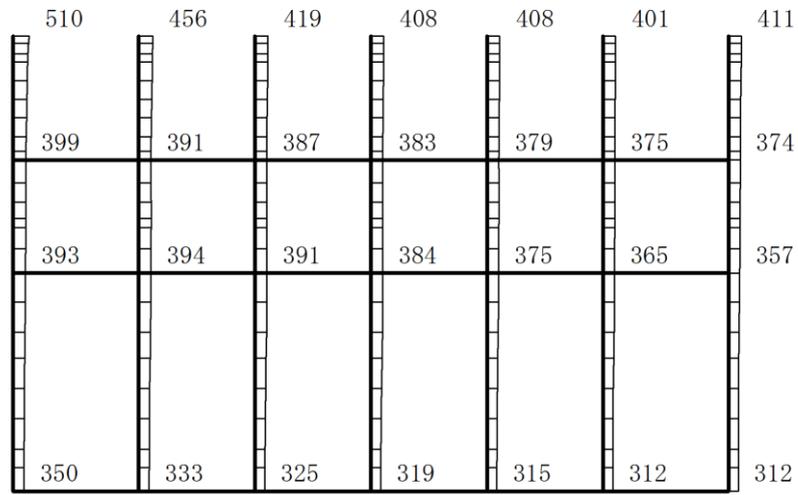


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

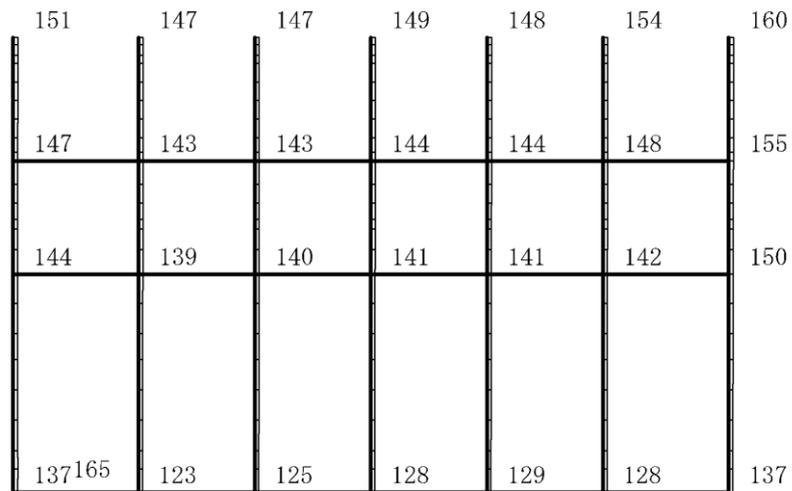
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-94 最大応答加速度分布図 (94/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

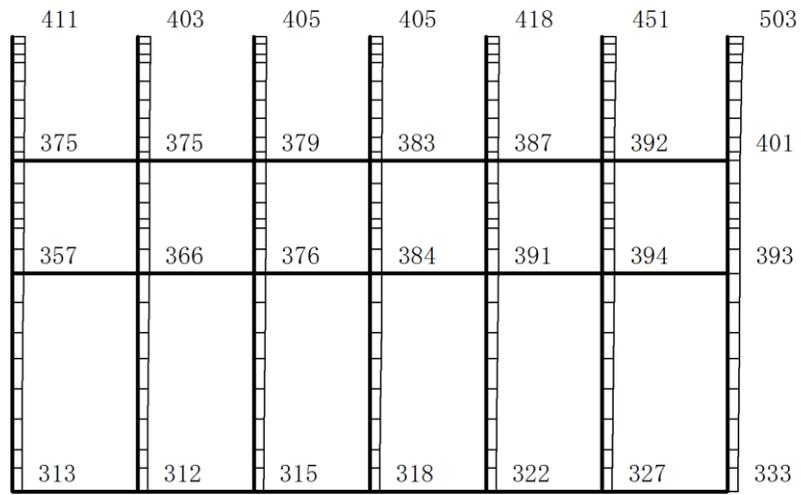


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

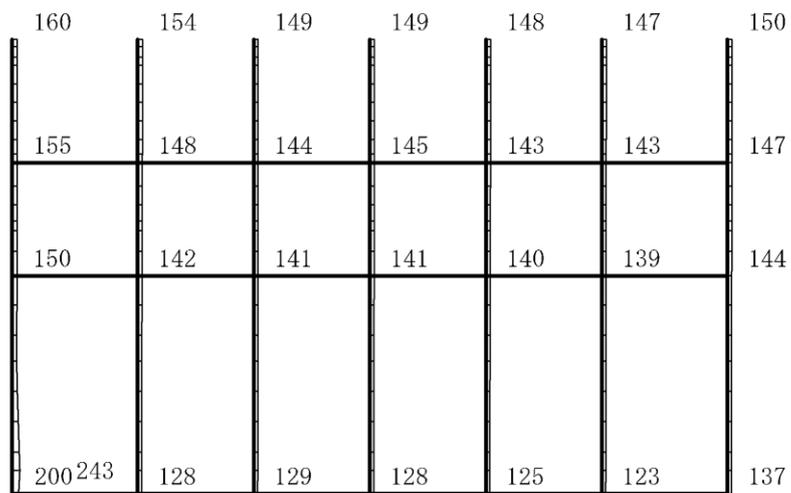
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-95 最大応答加速度分布図 (95/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

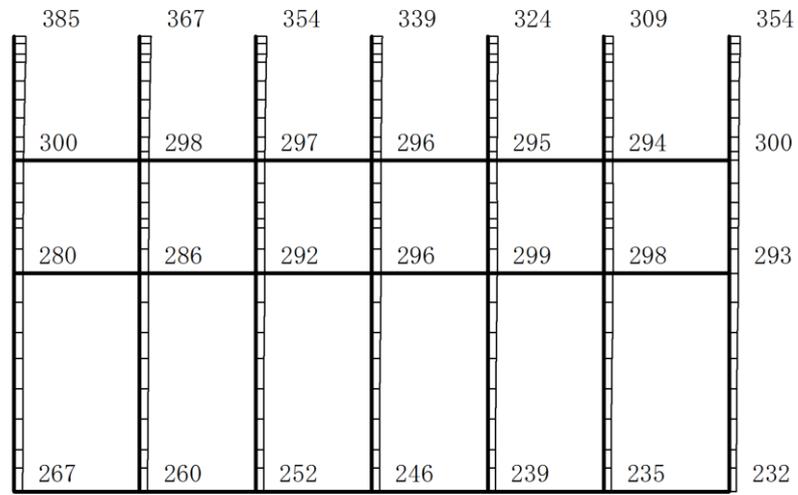


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

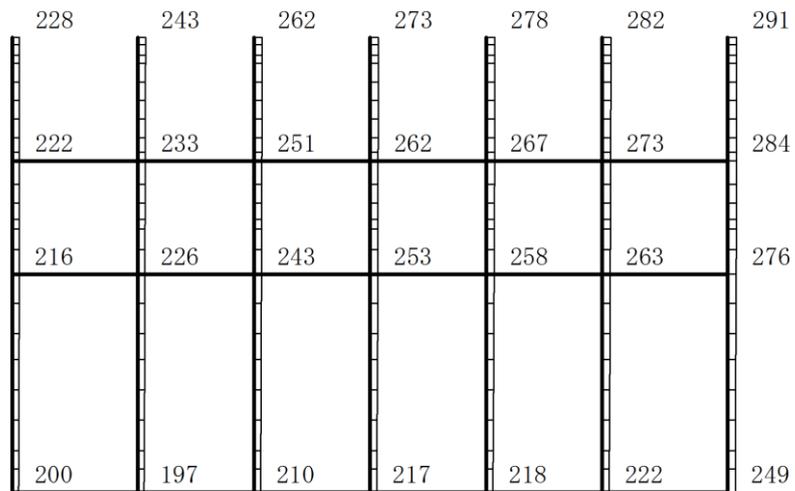
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-96 最大応答加速度分布図 (96/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

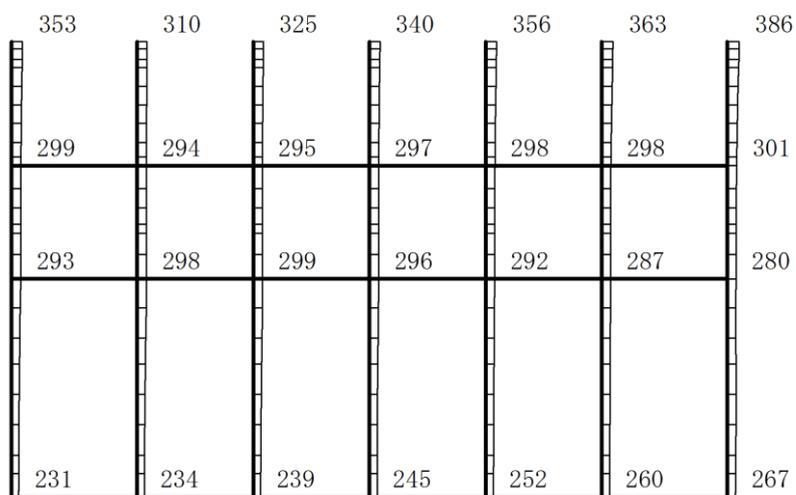


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

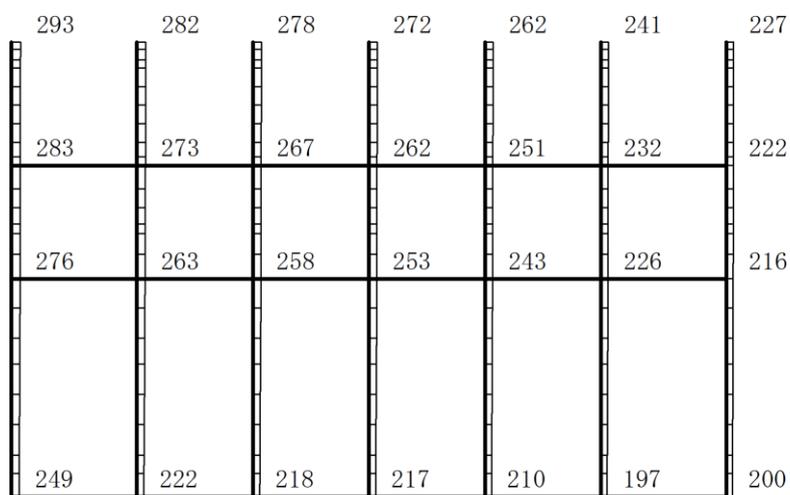
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-97 最大応答加速度分布図 (97/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

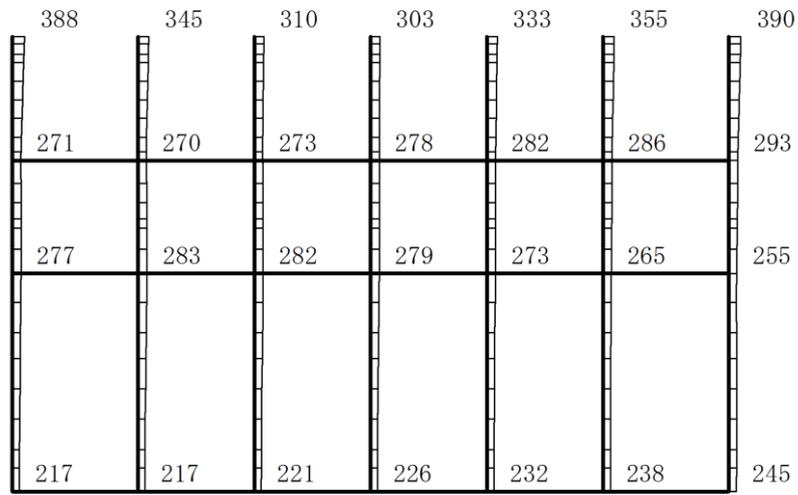


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

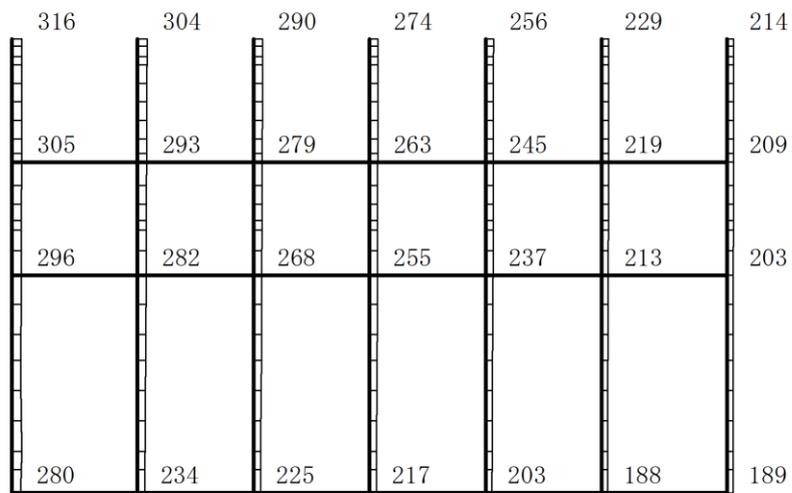
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-98 最大応答加速度分布図 (98/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

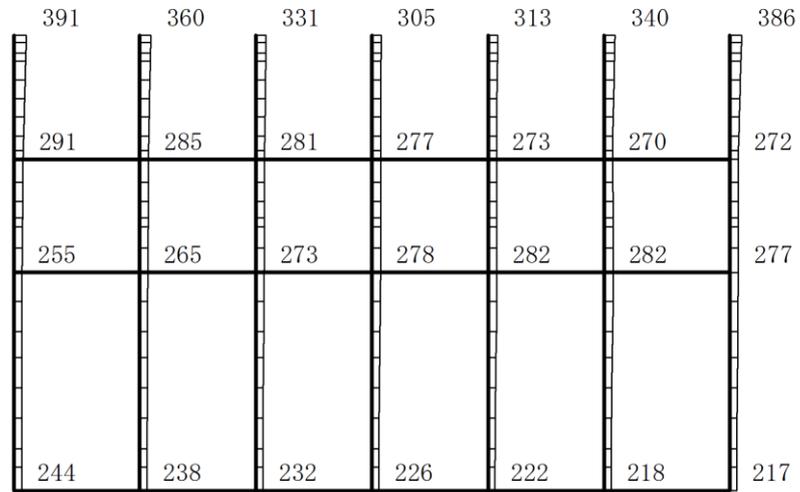


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

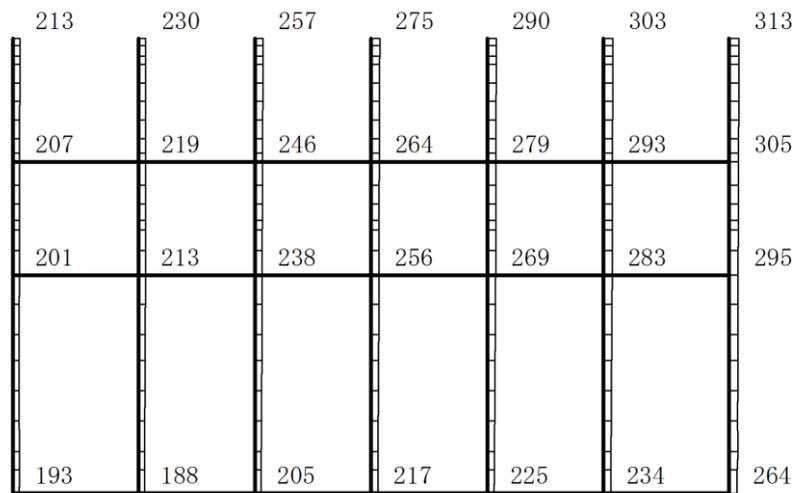
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-99 最大応答加速度分布図 (99/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

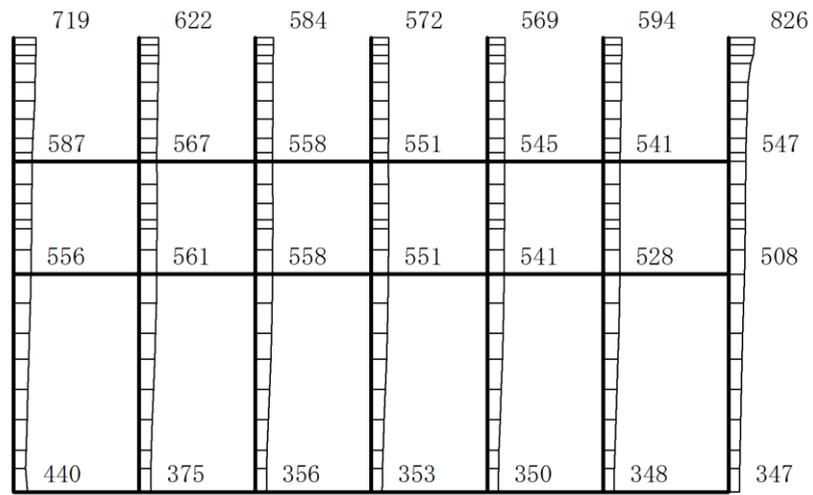


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

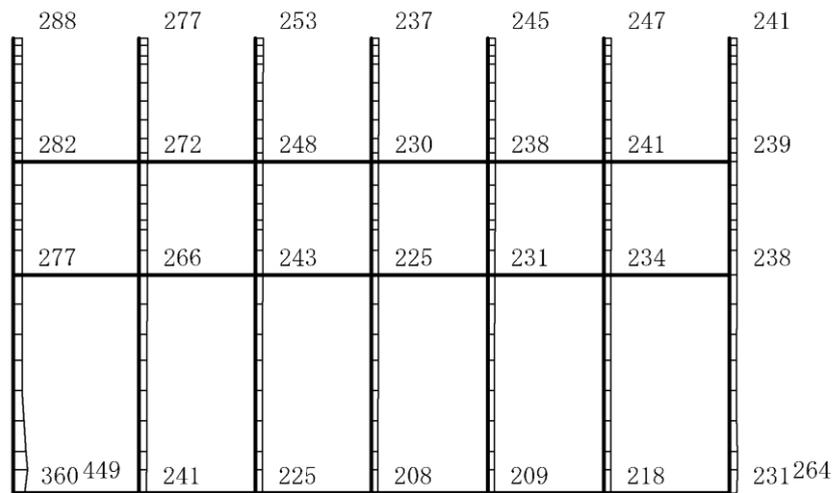
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-100 最大応答加速度分布図 (100/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (++) 水平

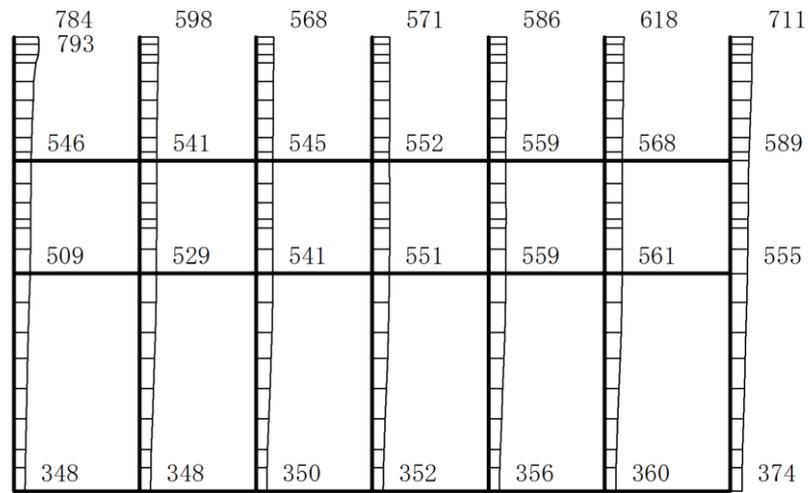


(b) S d - 1 (++) 鉛直

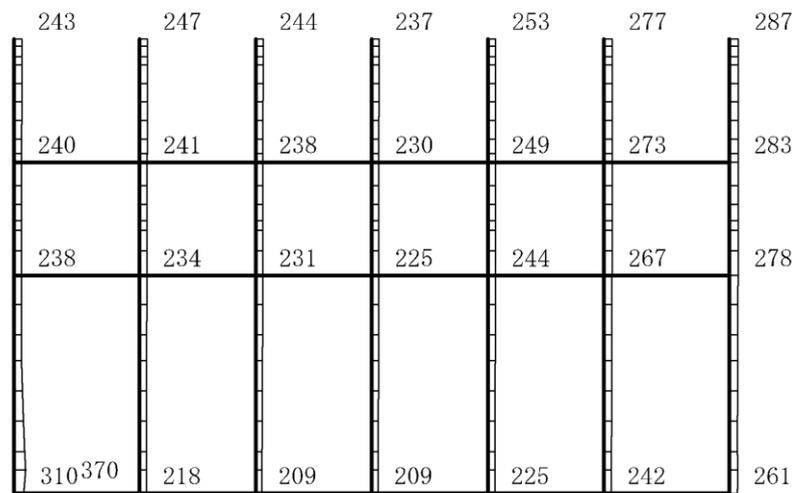
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-101 最大応答加速度分布図 (101/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (- +) 水平

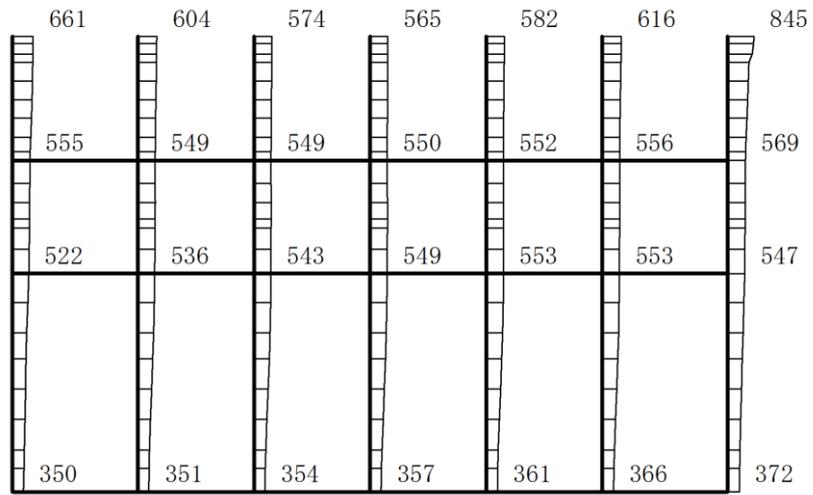


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

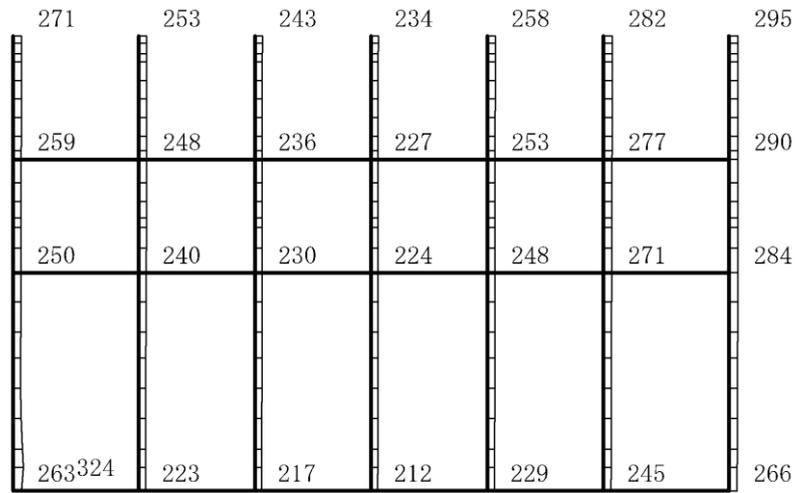
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-102 最大応答加速度分布図 (102/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

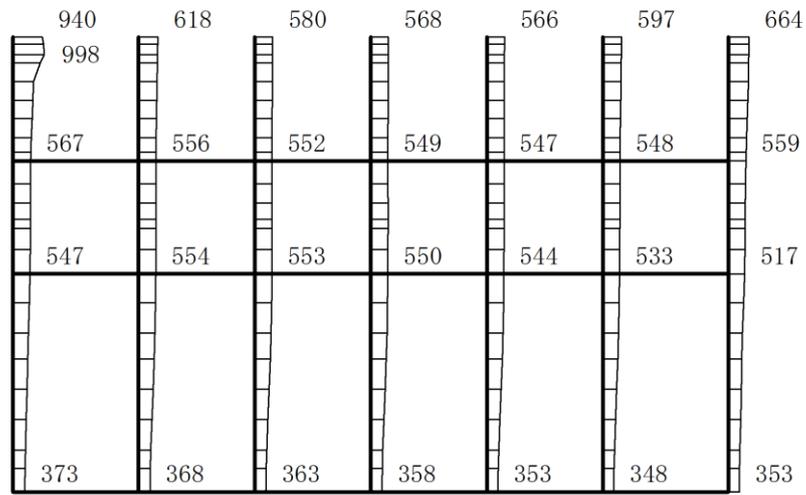


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

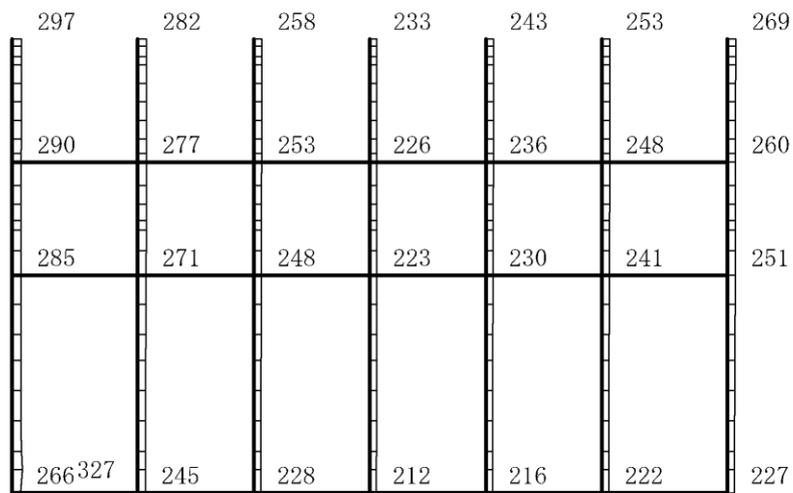
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-103 最大応答加速度分布図 (103/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (- -) 水平

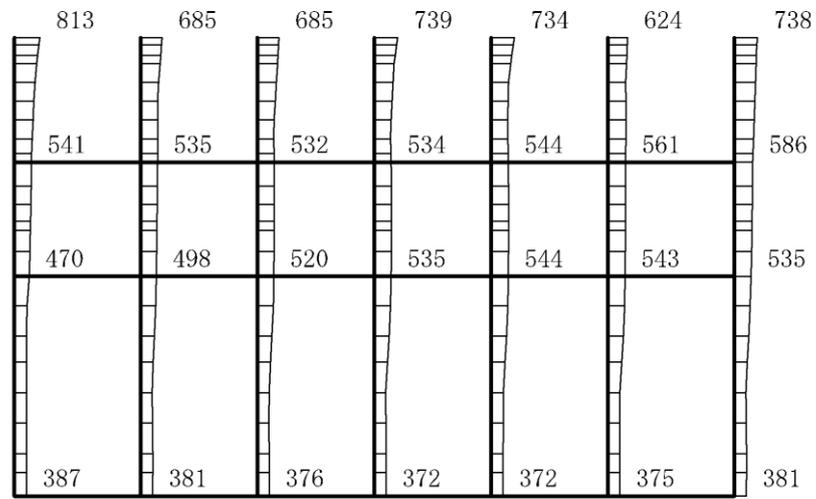


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

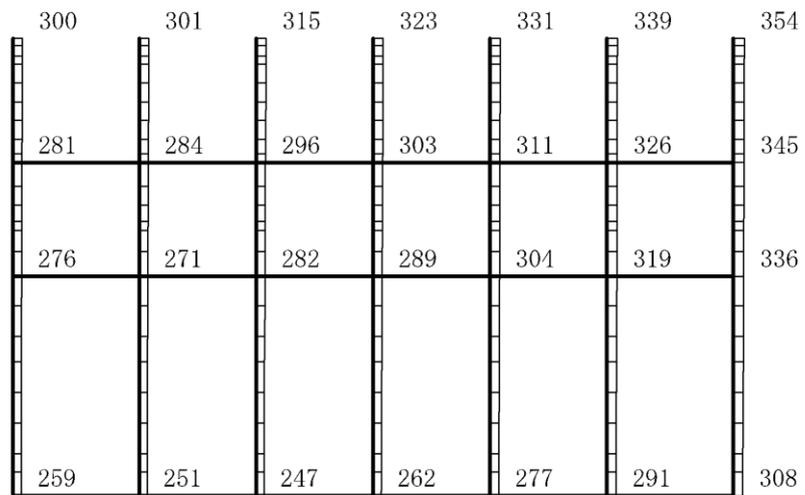
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-104 最大応答加速度分布図 (104/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平

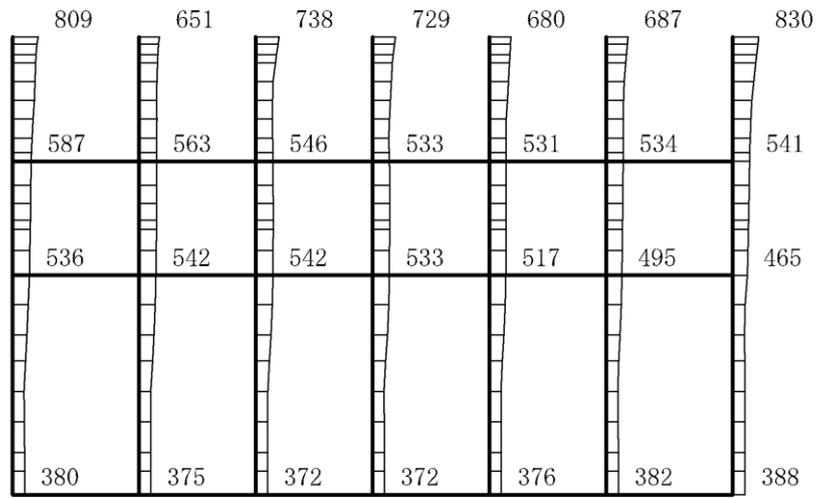


(b) S d - D (++) 鉛直

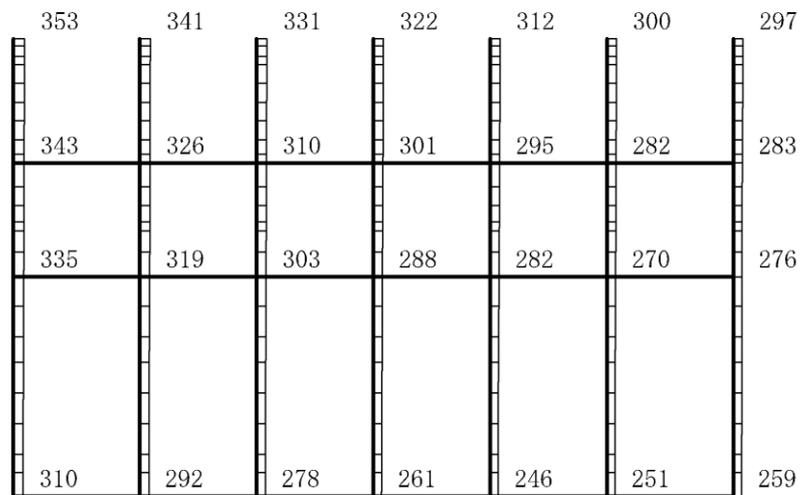
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-105 最大応答加速度分布図 (105/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (- +) 水平

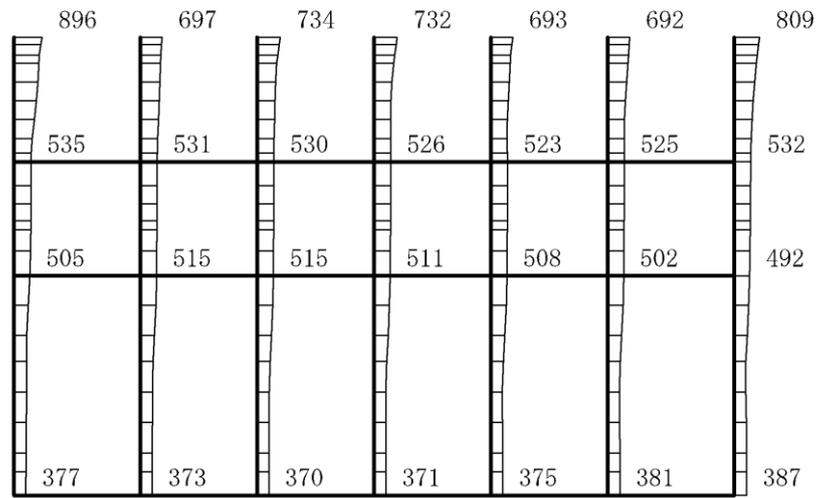


(b) S d - D (- +) 鉛直

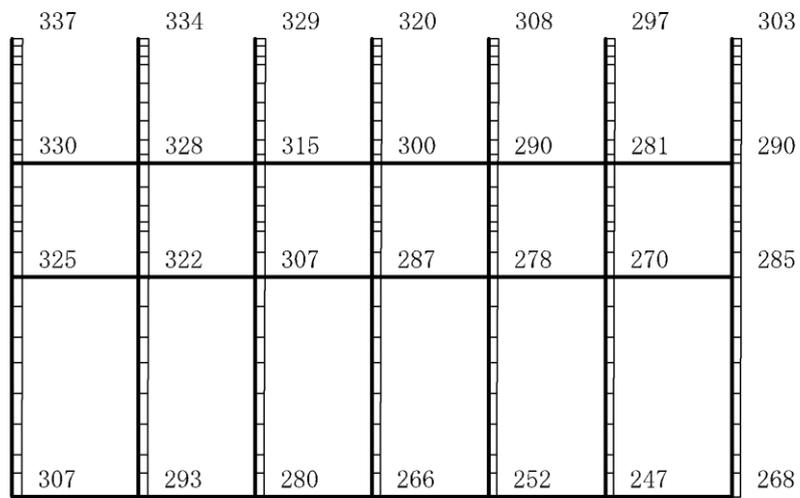
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-106 最大応答加速度分布図 (106/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (+ -) 水平

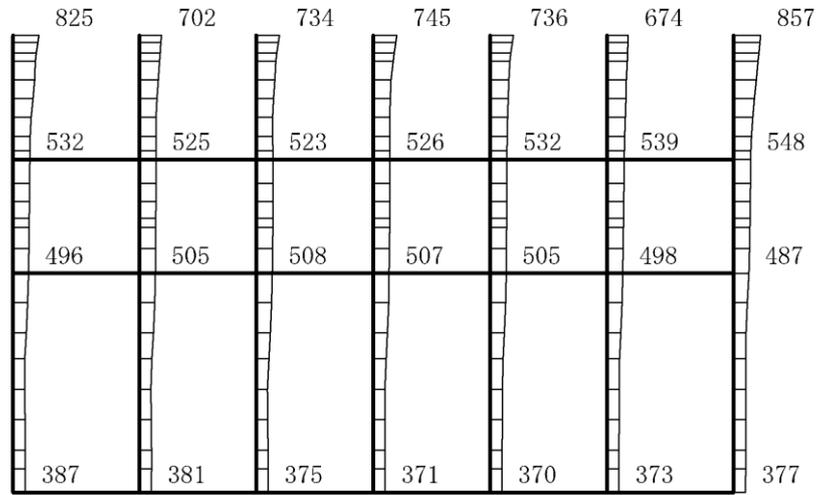


(b) S d - D (+ -) 鉛直

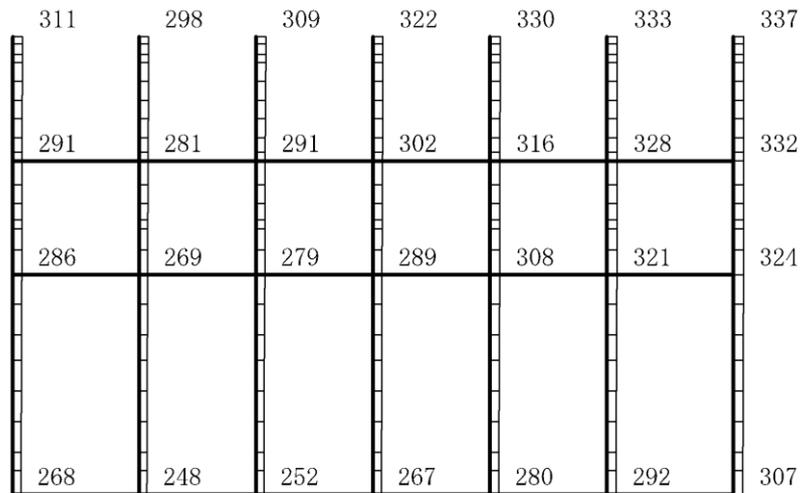
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-107 最大応答加速度分布図 (107/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (---) 水平

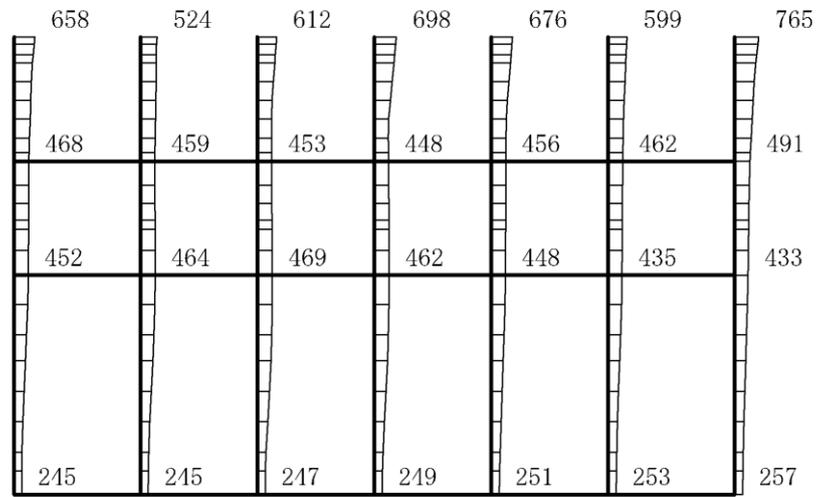


(b) S d - D (---) 鉛直

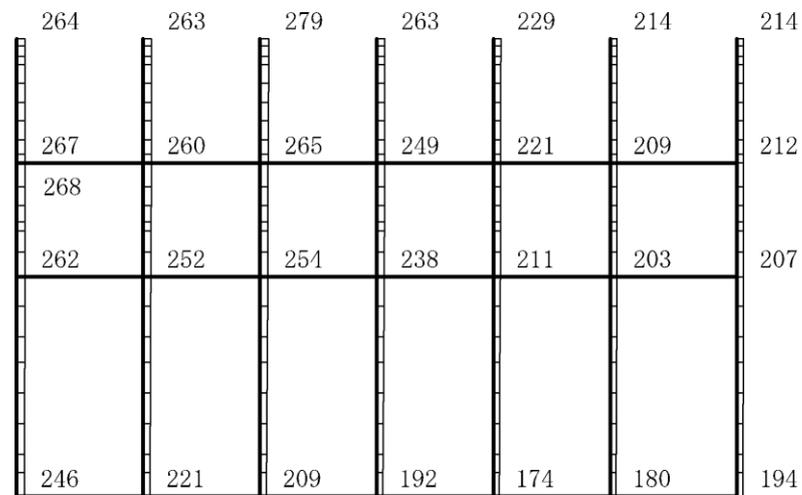
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-108 最大応答加速度分布図 (108/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - F 1 (++) 水平

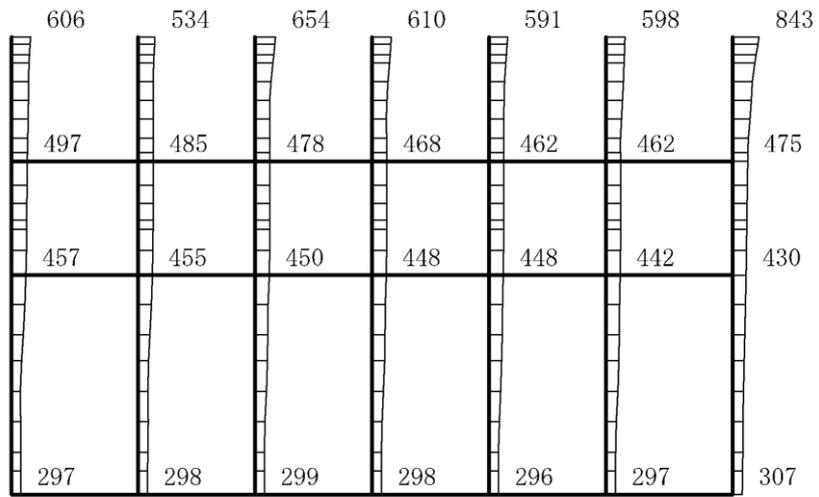


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

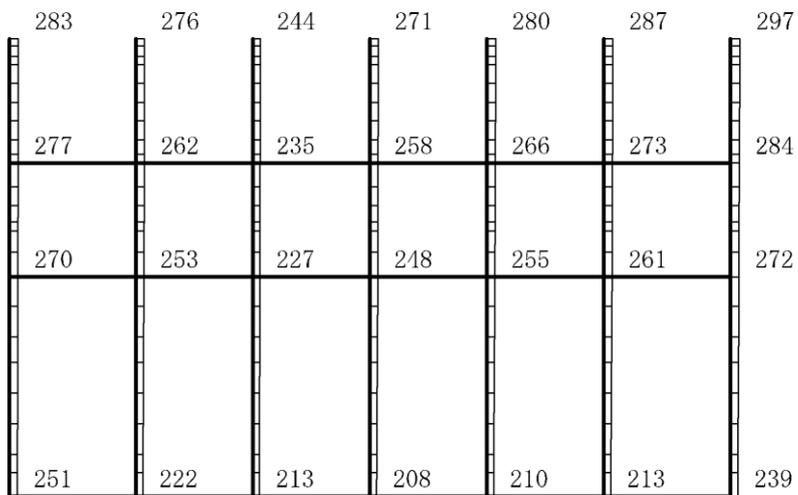
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-109 最大応答加速度分布図 (109/120) (解析ケース⑤)



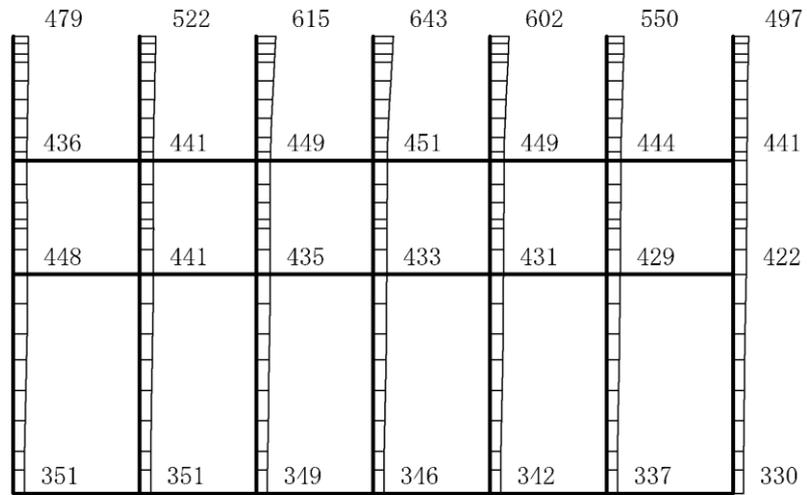
(a) S d - F 2 (+ +) 水平



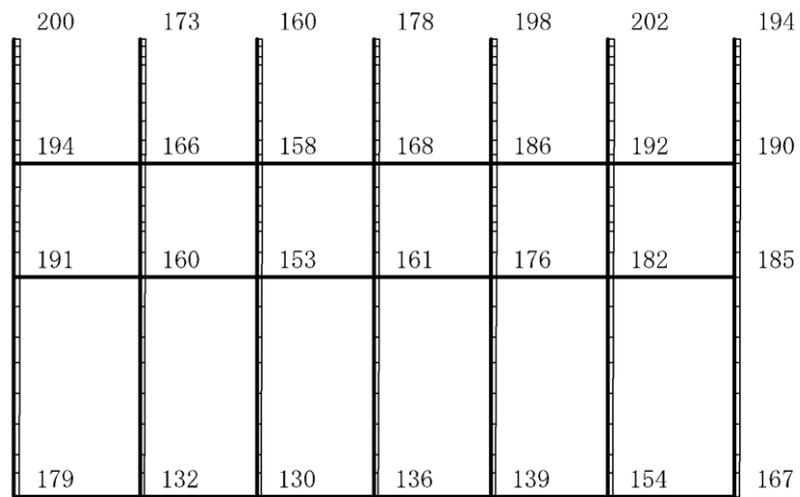
(b) S d - F 2 (+ +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-110 最大応答加速度分布図 (110/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 1 (++) 水平

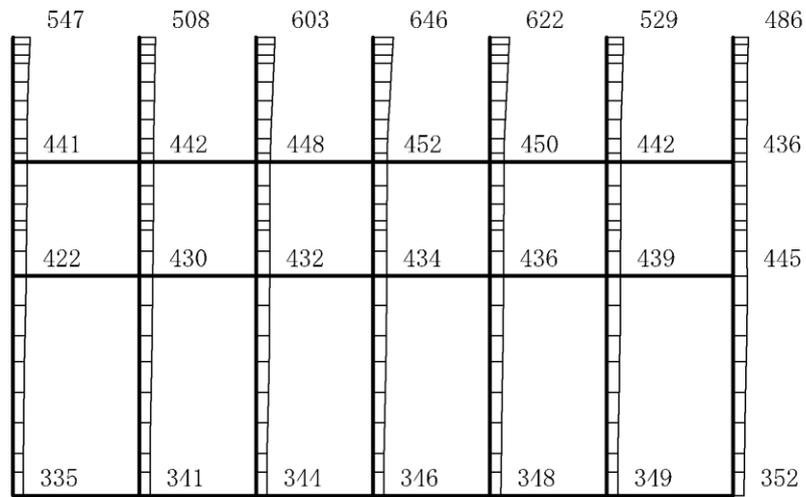


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

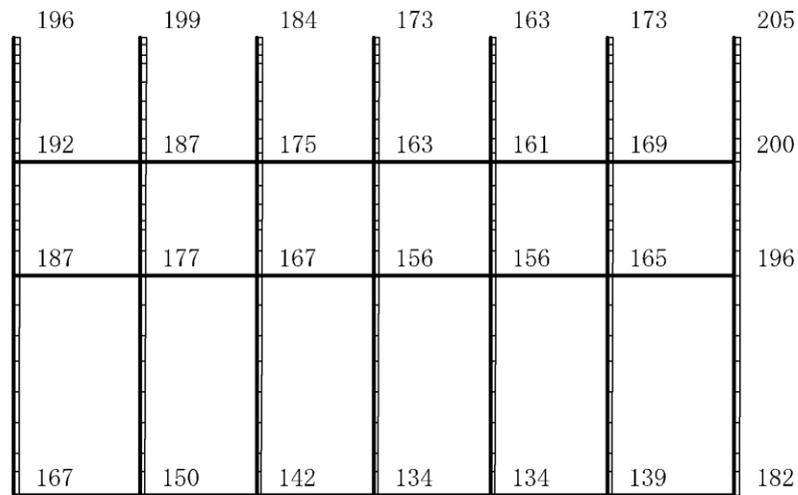
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-111 最大応答加速度分布図 (111/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

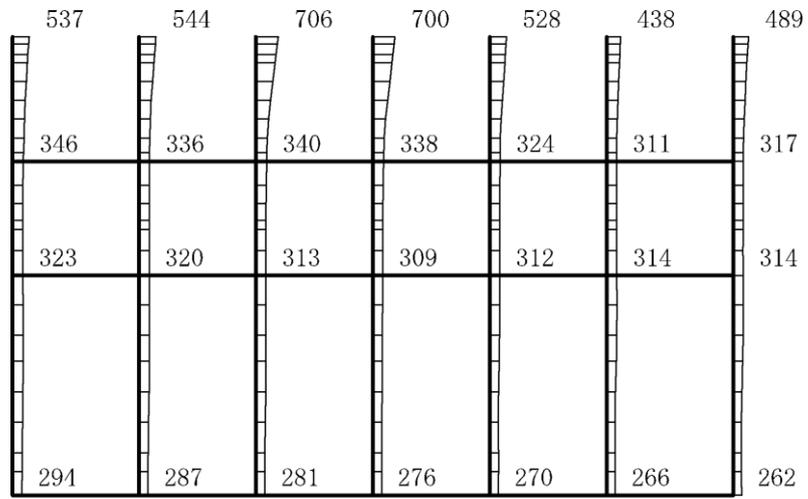


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

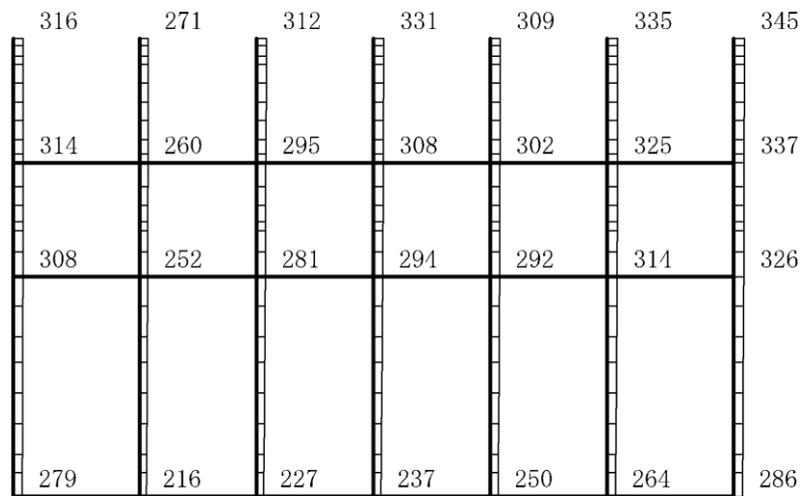
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-112 最大応答加速度分布図 (112/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

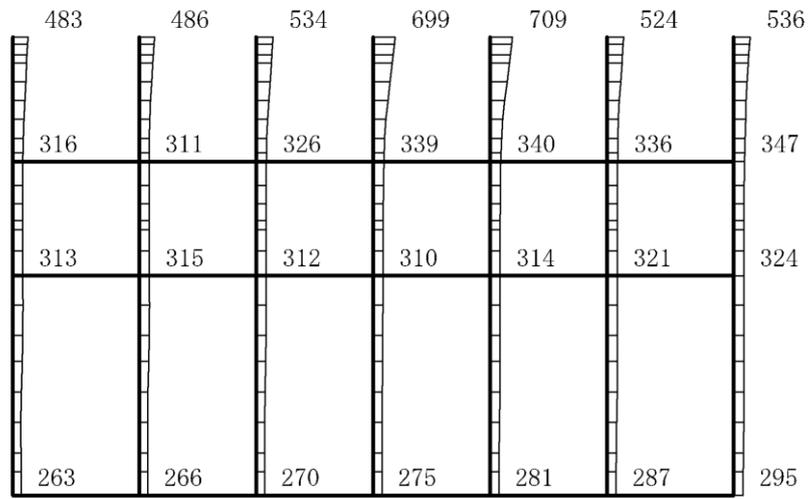


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

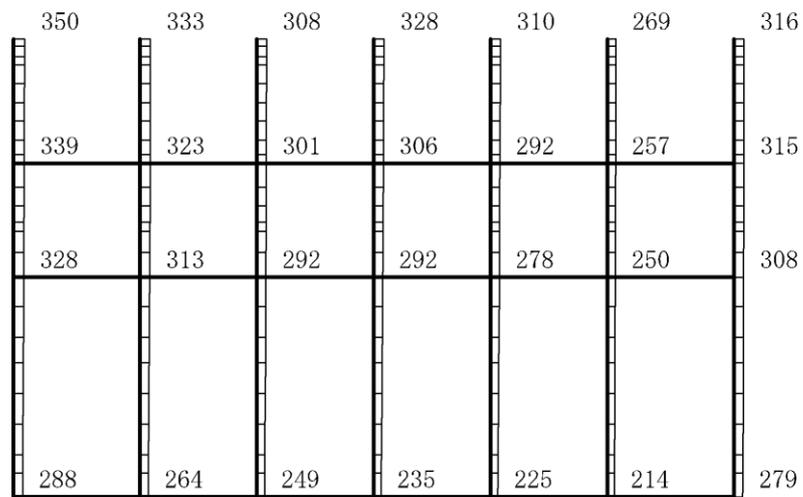
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-113 最大応答加速度分布図 (113/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

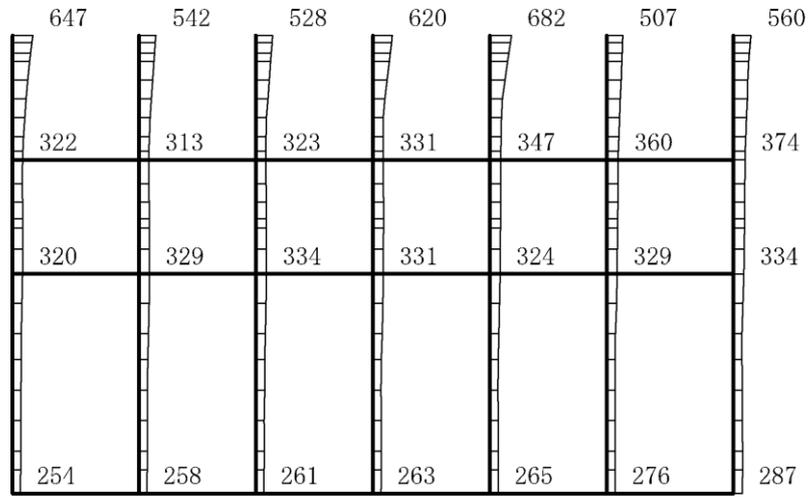


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

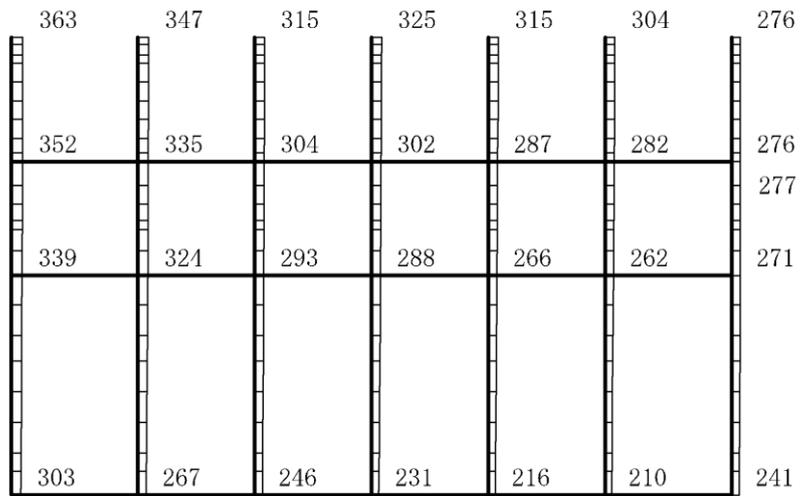
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-114 最大応答加速度分布図 (114/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

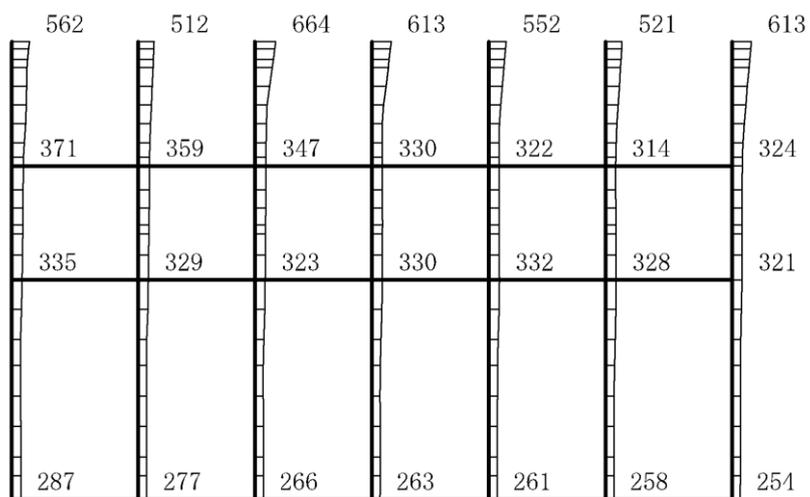


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

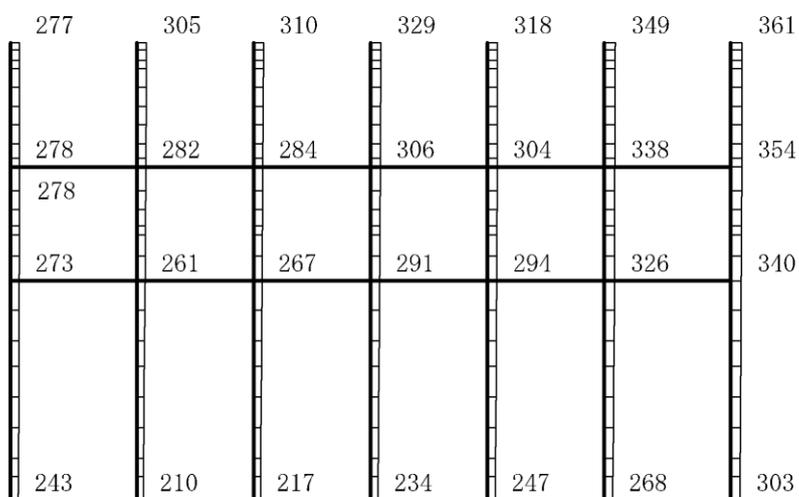
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-115 最大応答加速度分布図 (115/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

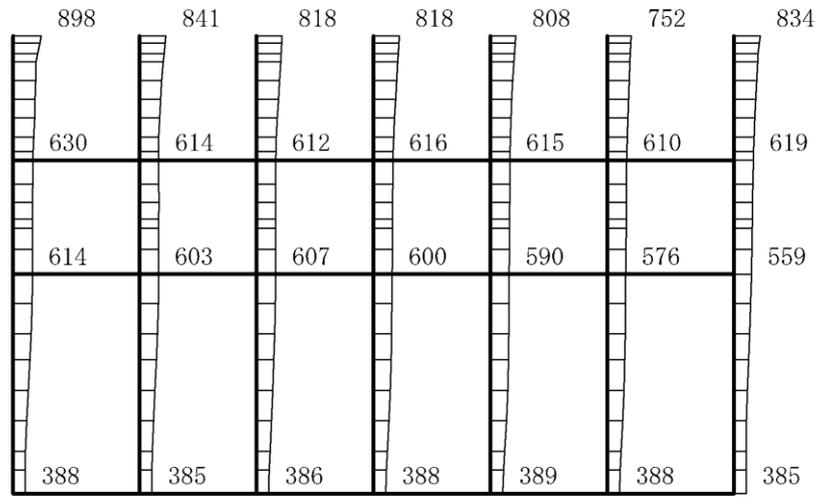


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

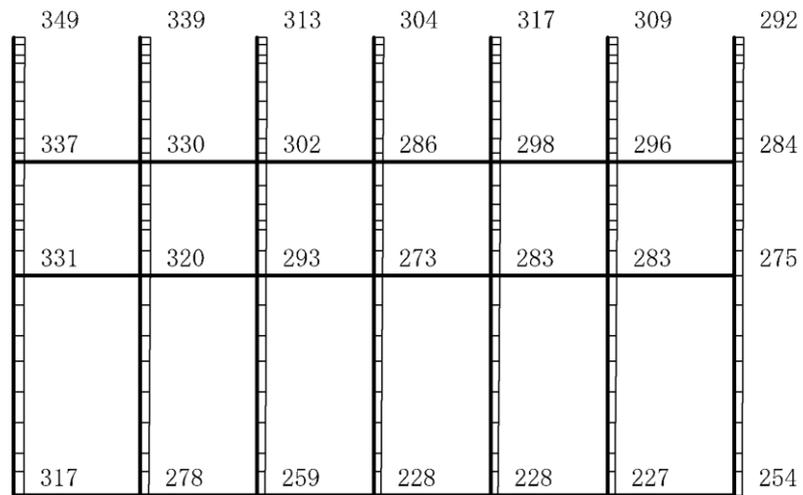
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-116 最大応答加速度分布図 (116/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (++) 水平

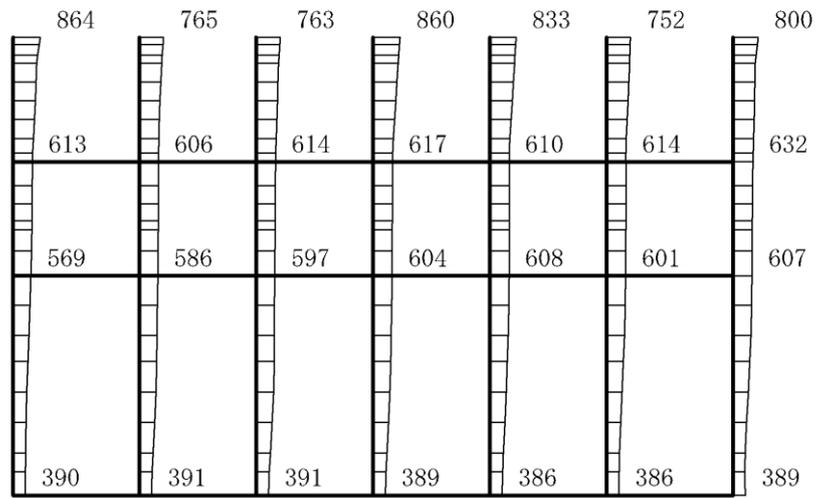


(b) S d - 1 (++) 鉛直

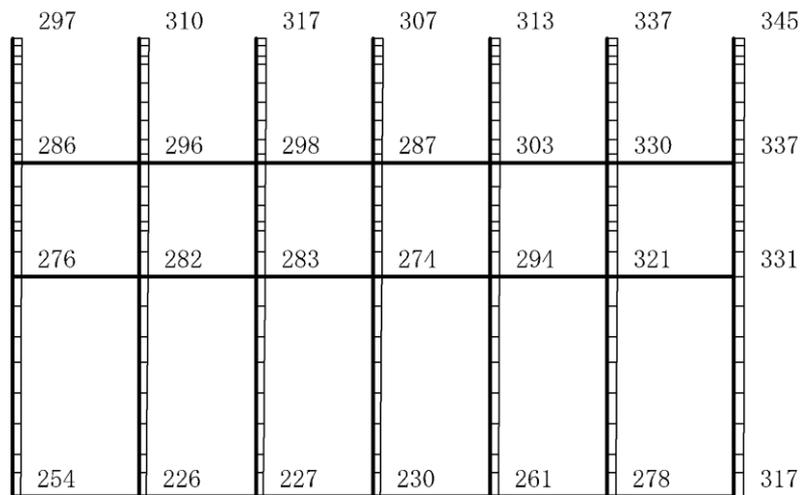
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-117 最大応答加速度分布図 (117/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (- +) 水平

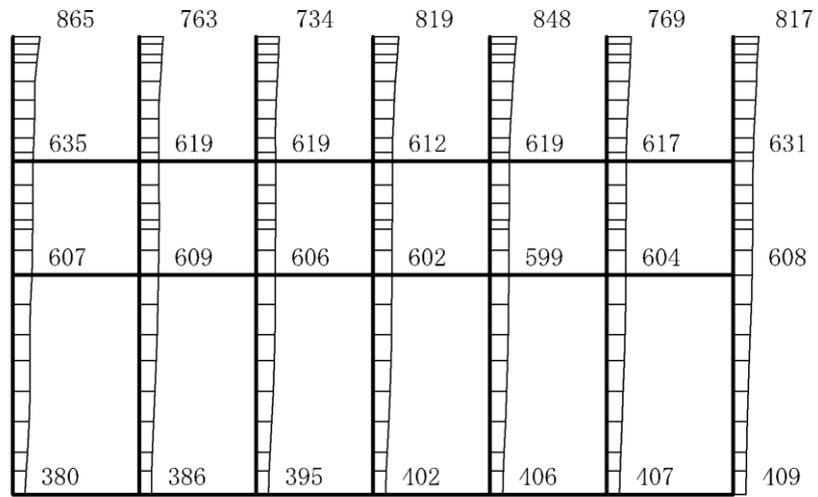


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

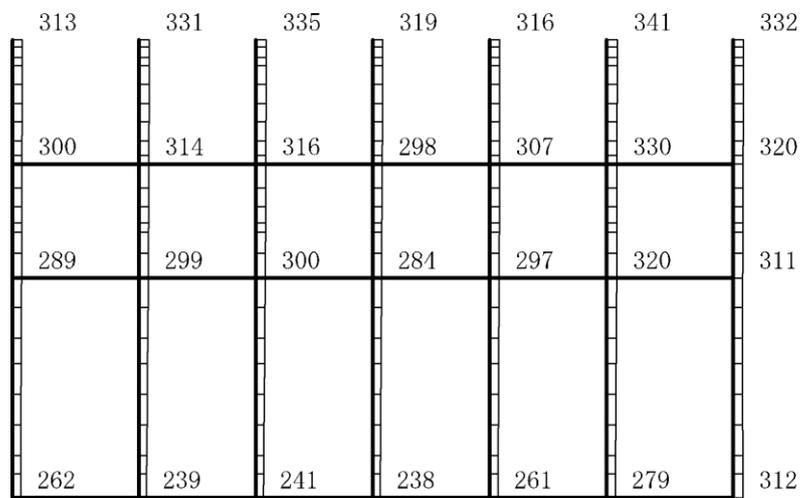
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-118 最大応答加速度分布図 (118/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

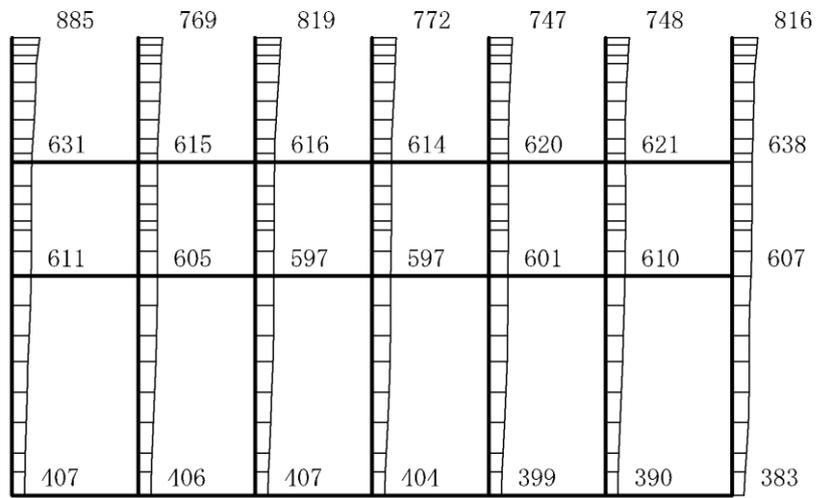


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

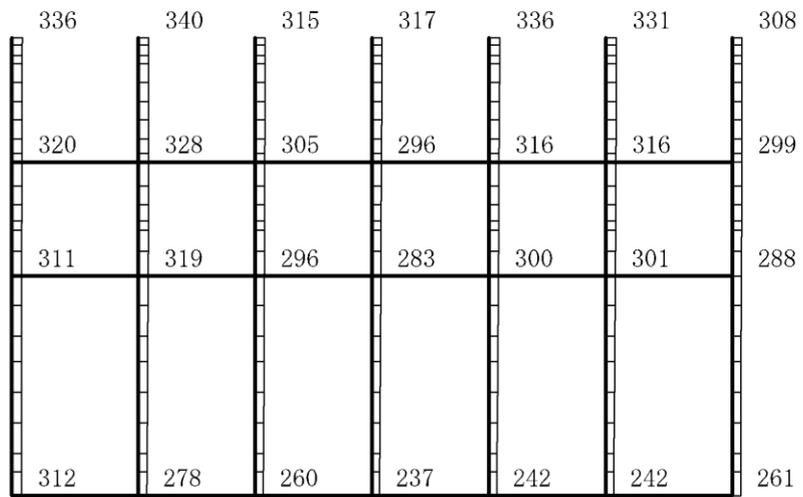
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-119 最大応答加速度分布図 (119/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (--) 水平



(b) S d - 1 (--) 鉛直

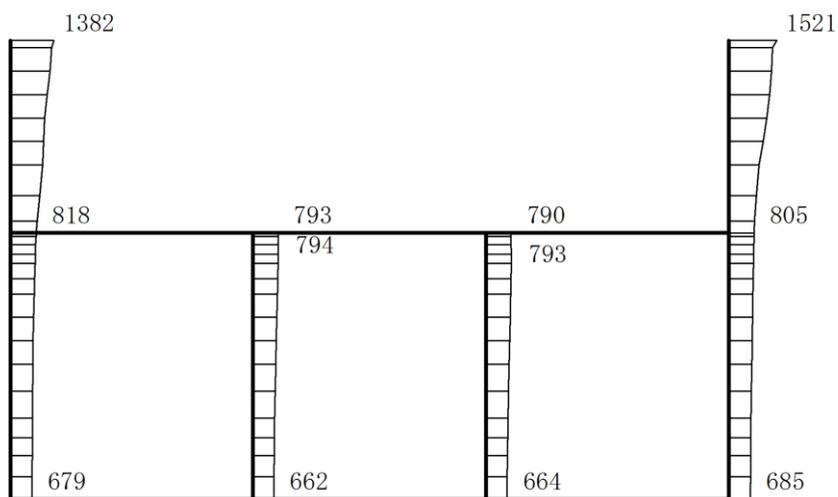
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

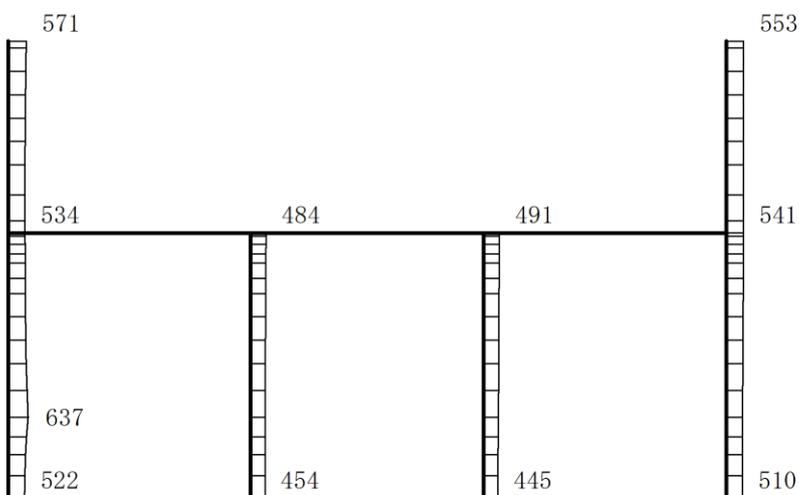
図 4-120 最大応答加速度分布図 (120/120) (解析ケース⑤)

4.2 B－B断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-121～図 4-132 に示す。また、解析ケース①において、照査項目ごとに照査値が 0.5 を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース②～⑤の最大応答加速度分布図を図 4-133～図 4-140 に示す。さらに、機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース②、③及び⑤のすべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-141～図 4-176 に示す。これらに加え、解析ケース①～③及び⑤のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大応答加速度分布図を図 4-177～図 4-240 に示す。



(a) S s - D (++) 水平

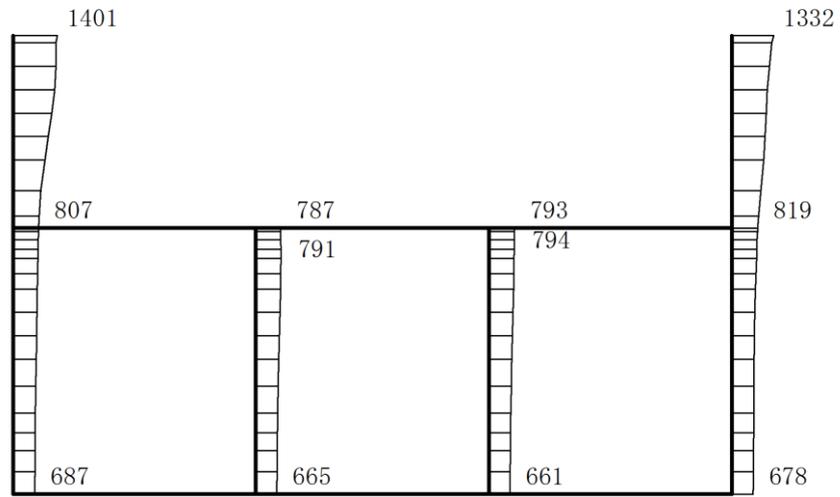


(b) S s - D (++) 鉛直

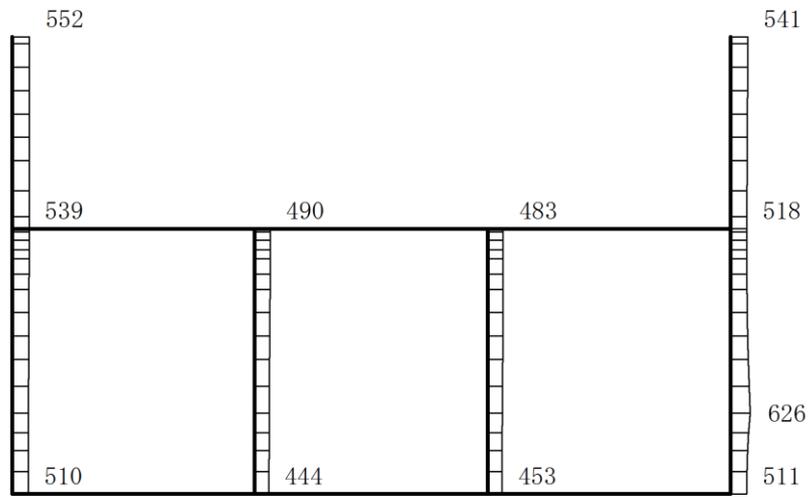
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-121 最大応答加速度分布図 (1/120) (解析ケース①)



(a) S s - D (-+) 水平

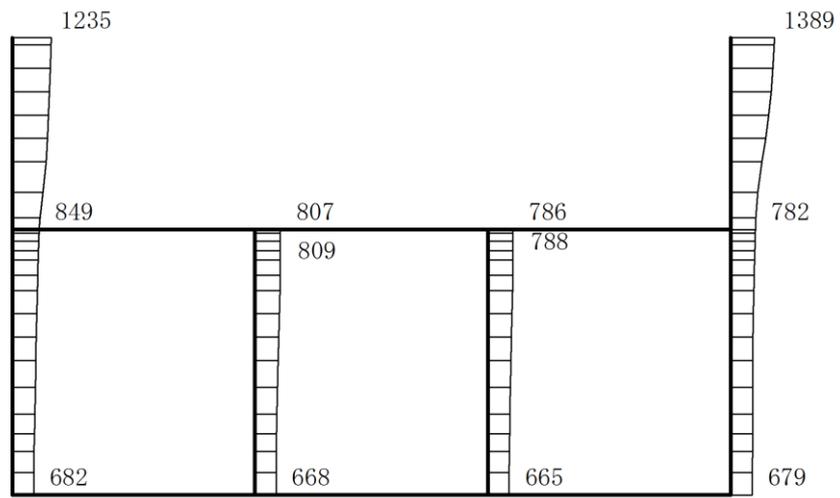


(b) S s - D (-+) 鉛直

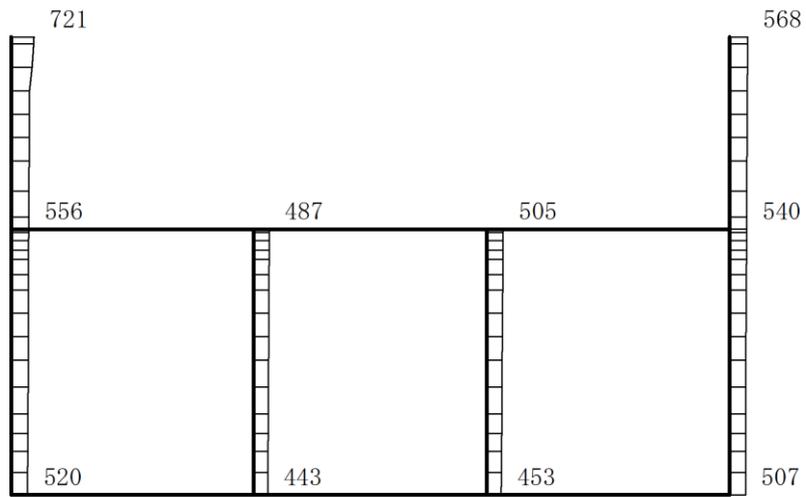
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-122 最大応答加速度分布図 (2/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - D (+ -)$ 水平

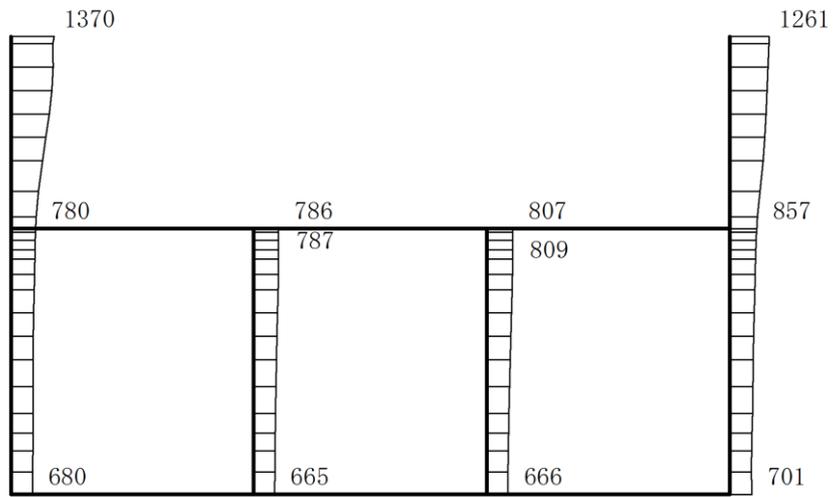


(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

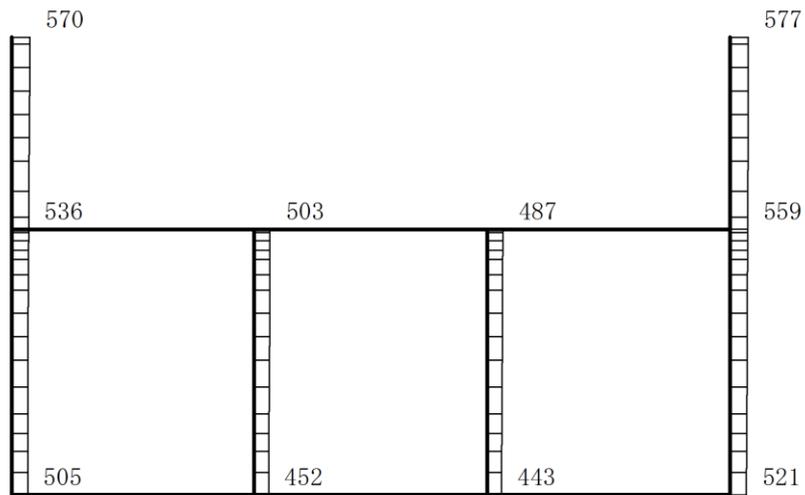
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-123 最大応答加速度分布図 (3/120) (解析ケース①)



(a) S s - D (---) 水平

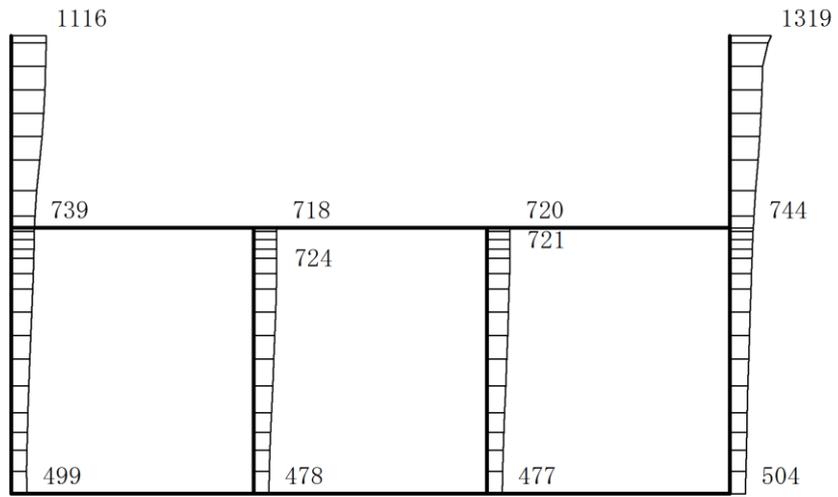


(b) S s - D (---) 鉛直

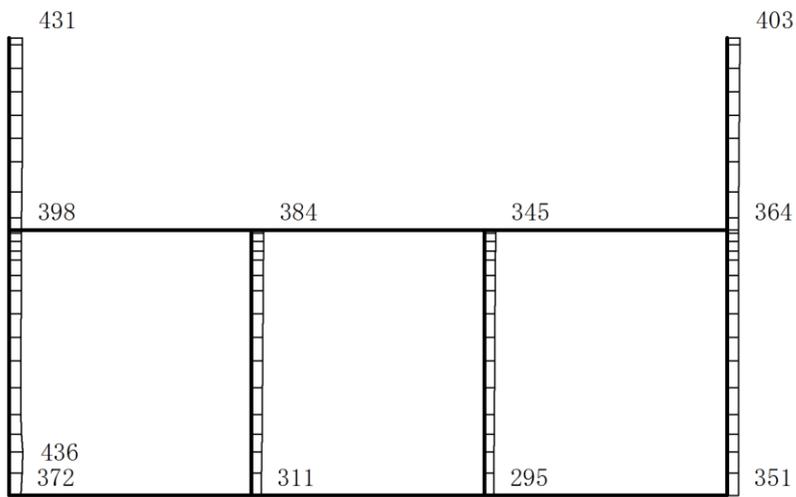
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-124 最大応答加速度分布図 (4/120) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平

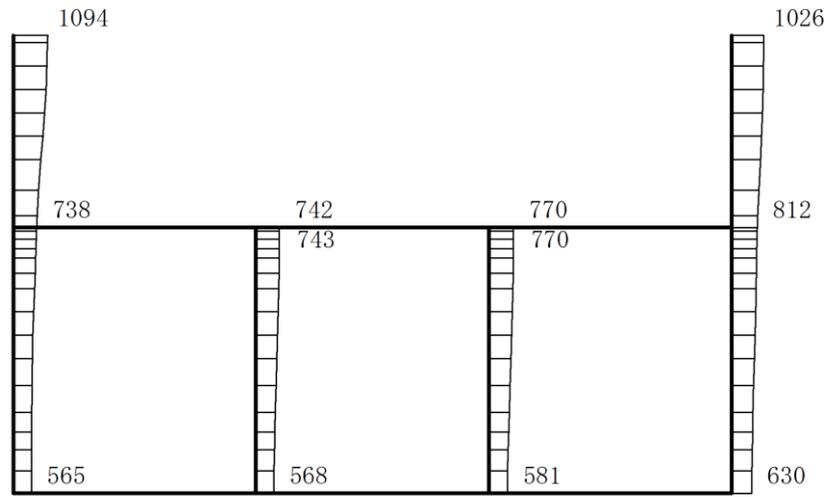


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

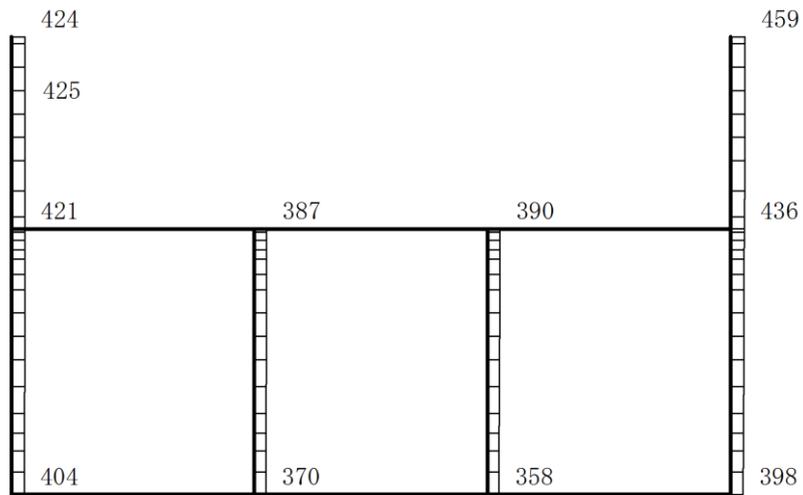
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-125 最大応答加速度分布図 (5/120) (解析ケース①)



(a) S s - F 2 (++) 水平

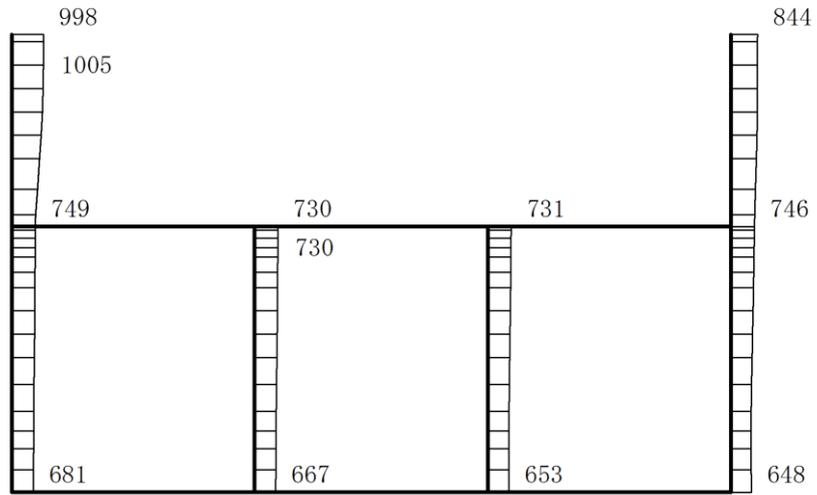


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

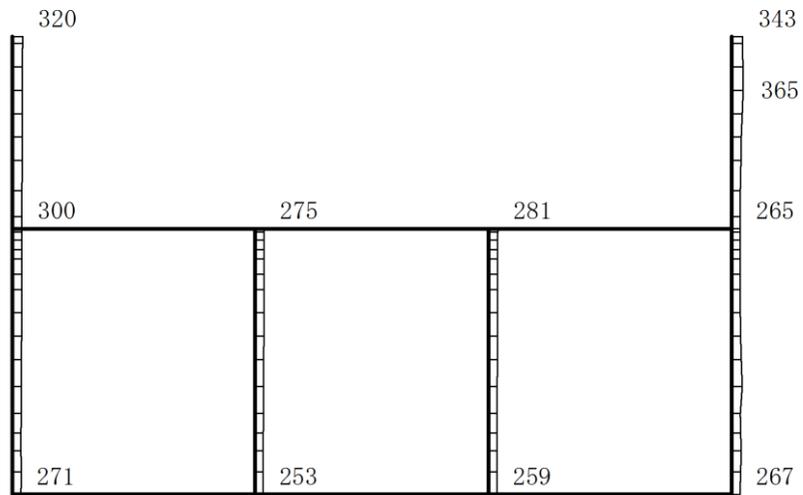
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-126 最大応答加速度分布図 (6/120) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (++) 水平

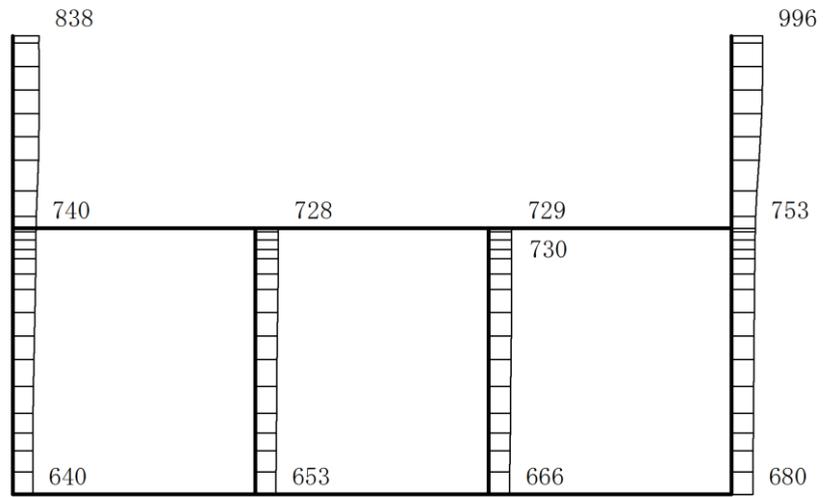


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

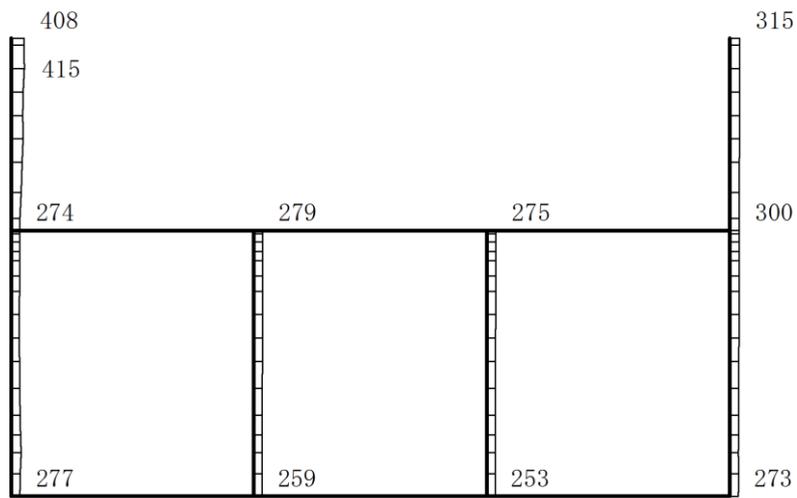
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-127 最大応答加速度分布図 (7/120) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

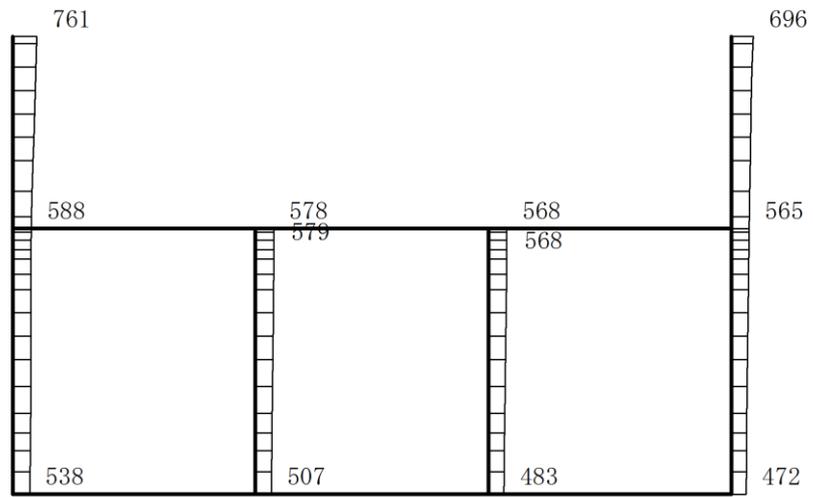


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

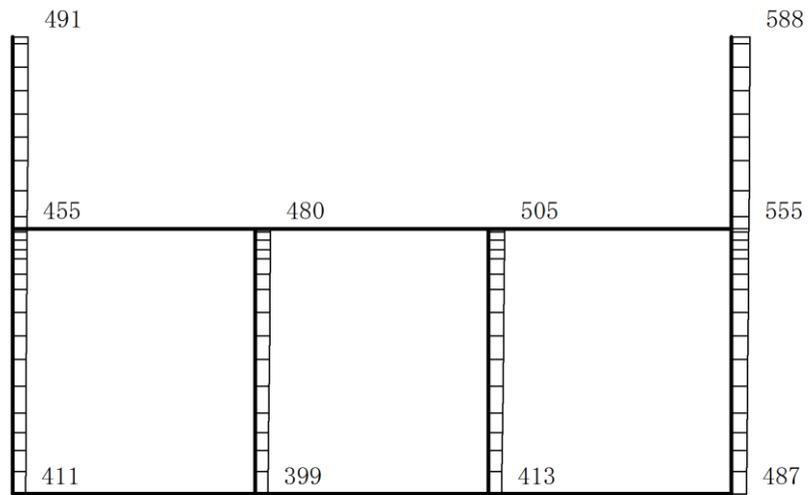
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-128 最大応答加速度分布図 (8/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

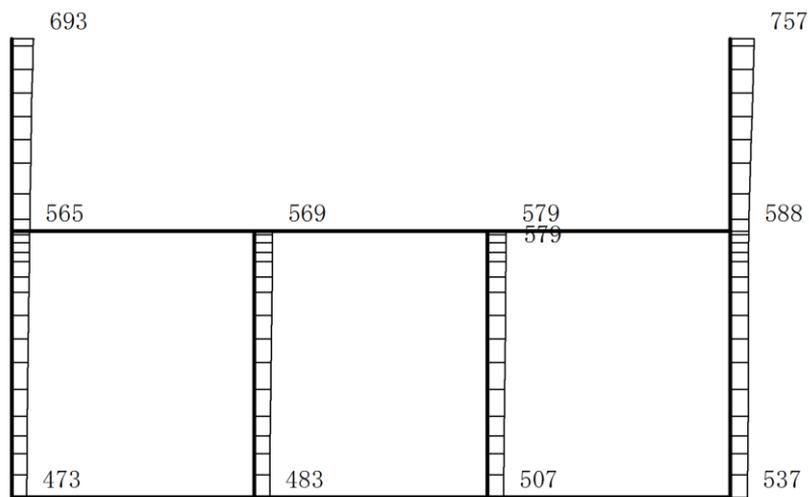


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

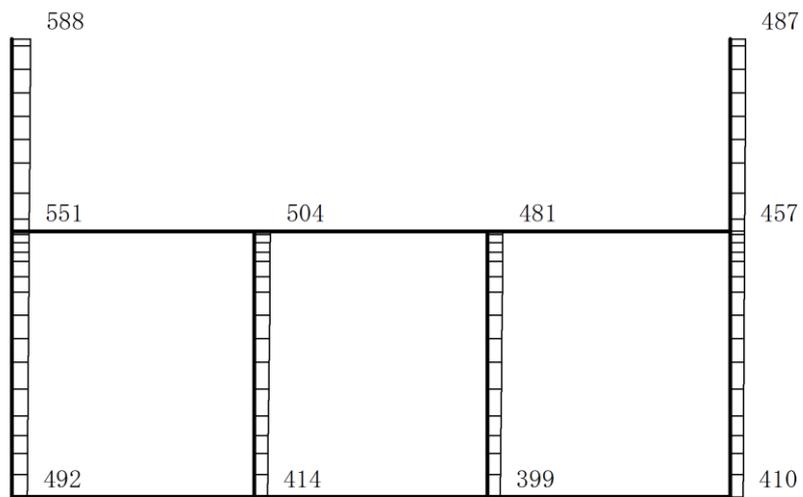
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-129 最大応答加速度分布図 (9/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

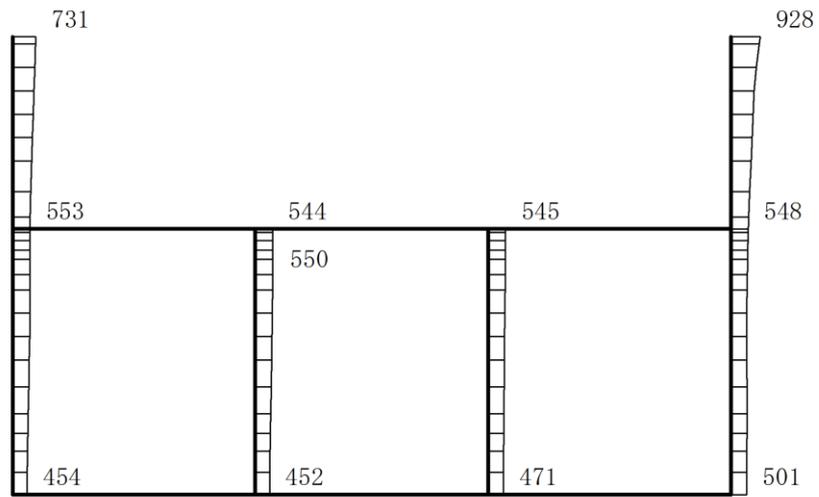


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

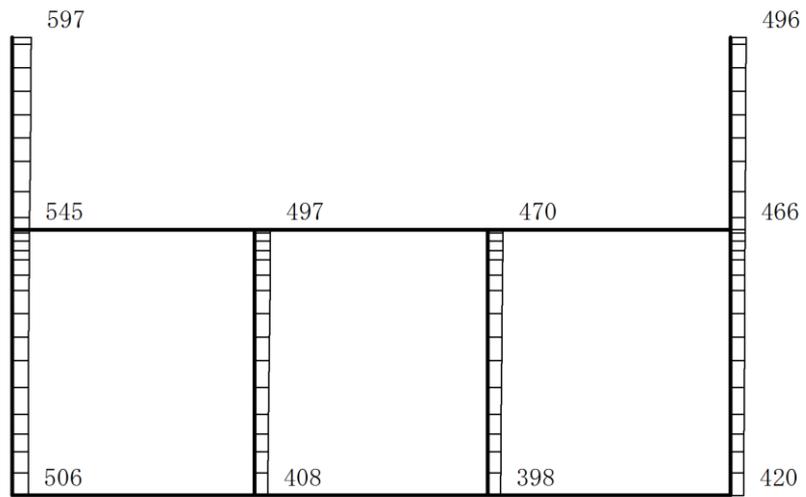
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-130 最大応答加速度分布図 (10/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

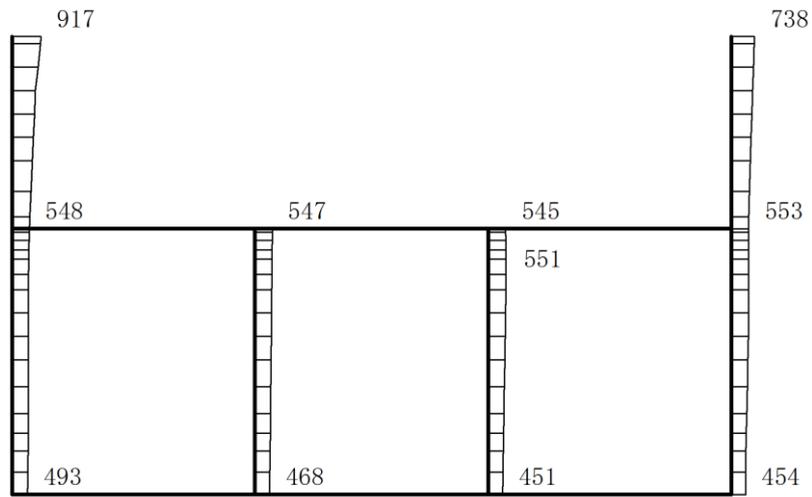


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

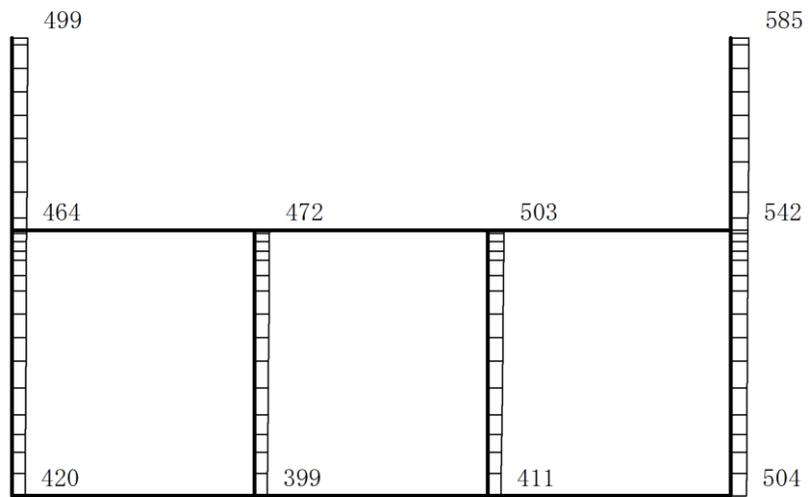
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(m)$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-131 最大応答加速度分布図 (11/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平

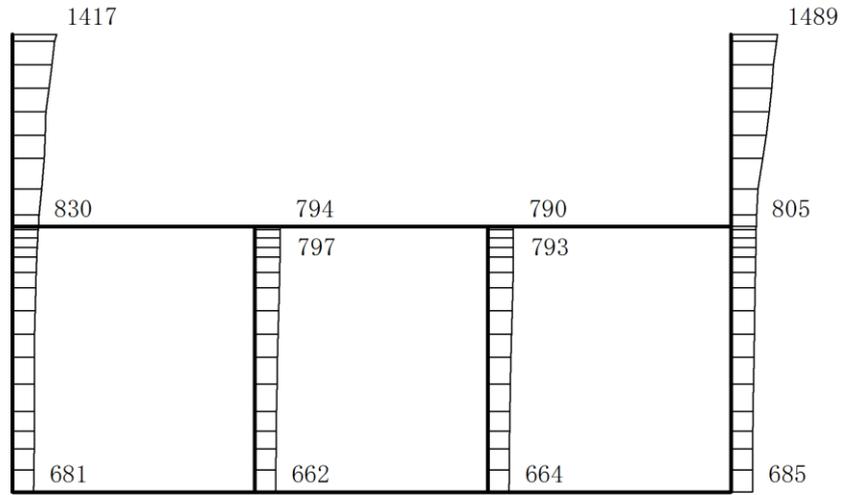


(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

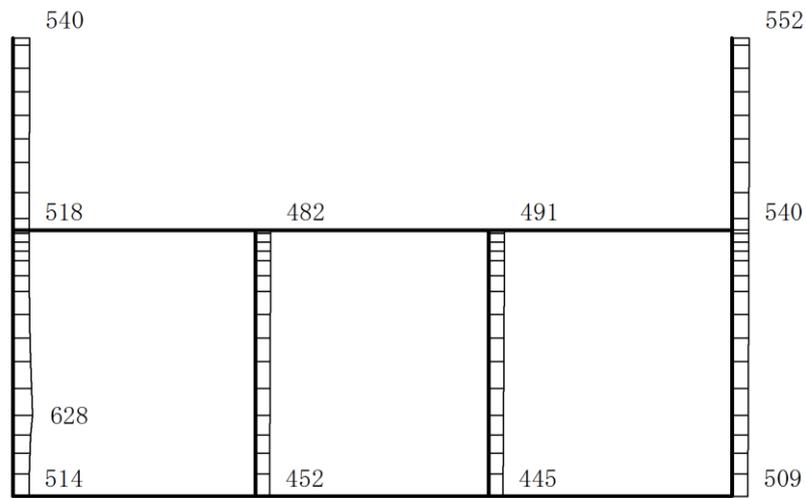
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-132 最大応答加速度分布図 (12/120) (解析ケース①)



(a) $S_s - D(++)$ 水平

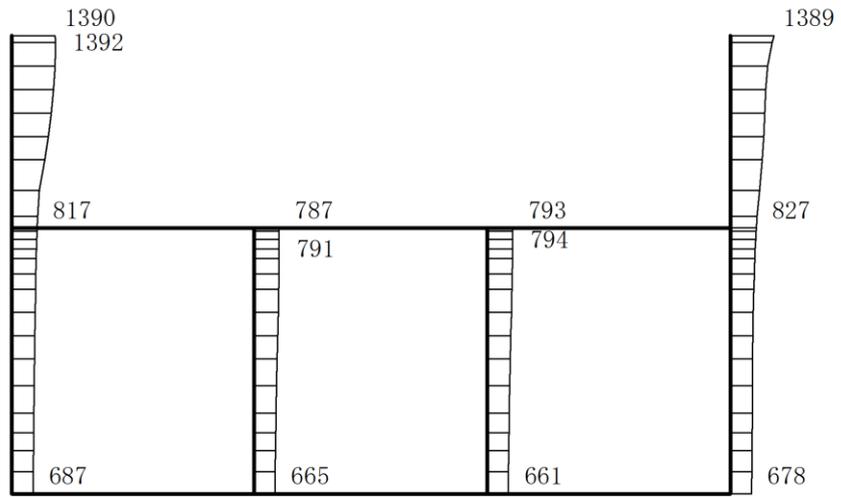


(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

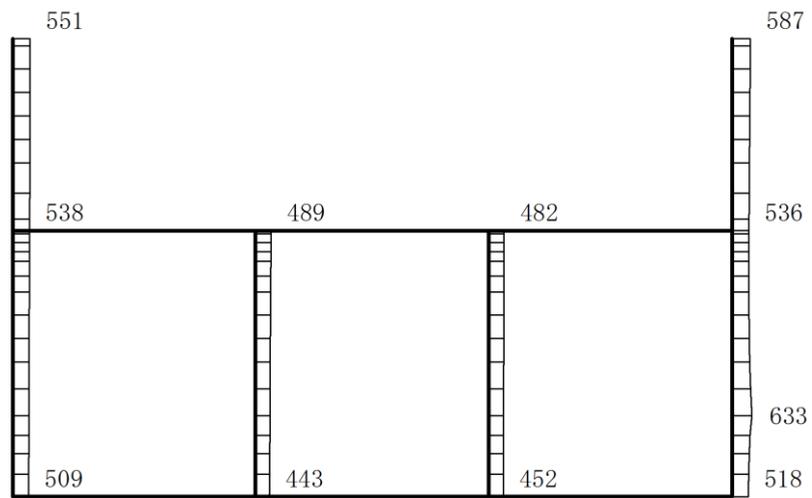
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-133 最大応答加速度分布図 (13/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - D (-+)$ 水平

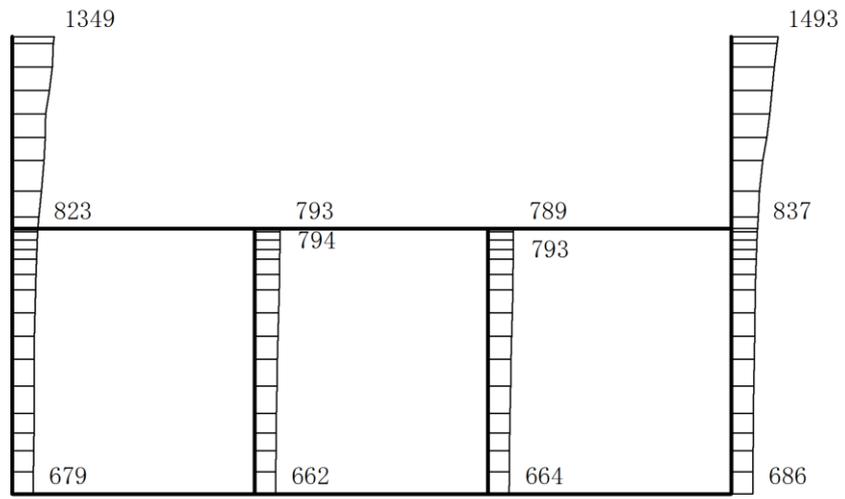


(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

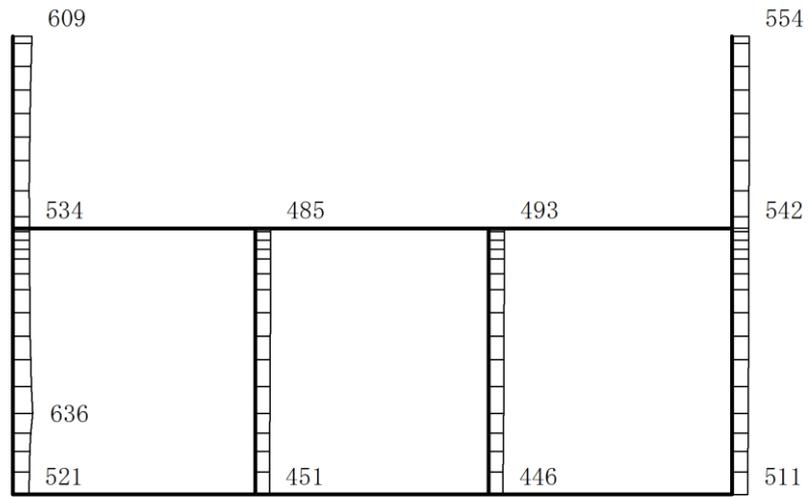
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-134 最大応答加速度分布図 (14/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

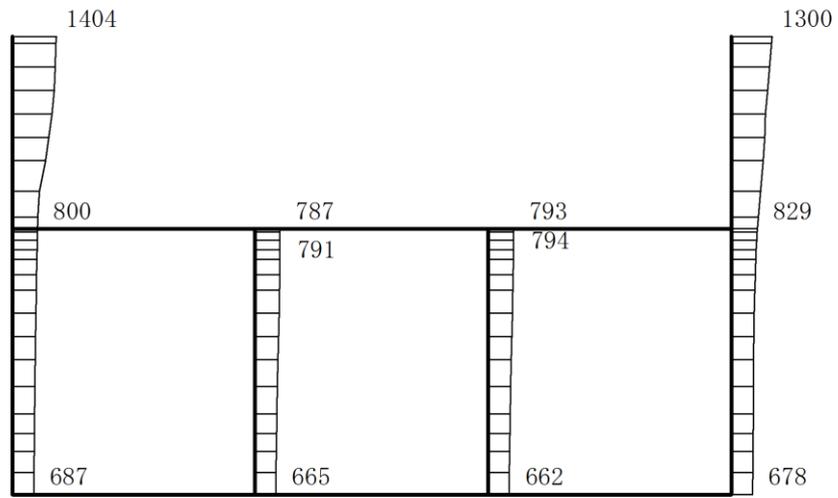


(b) S s - D (++) 鉛直

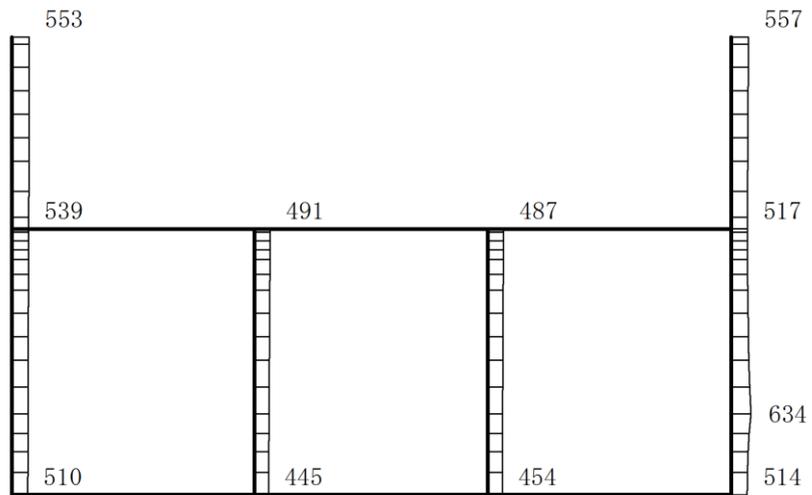
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-135 最大応答加速度分布図 (15/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (-+) 水平

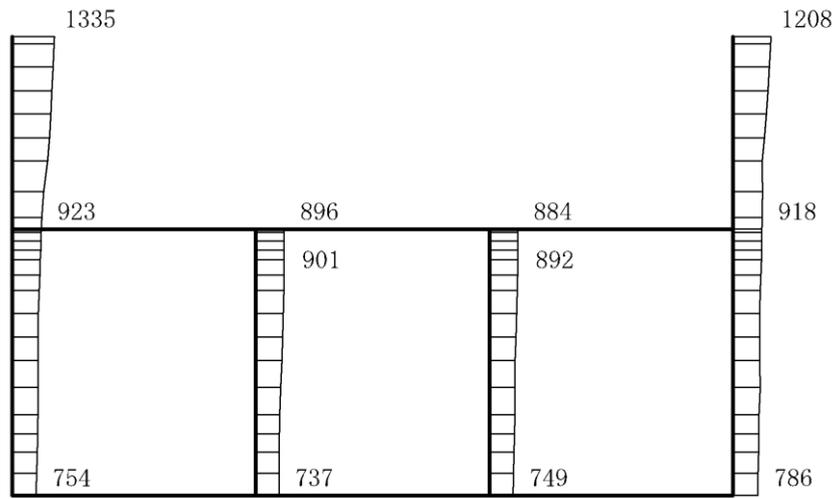


(b) S s - D (-+) 鉛直

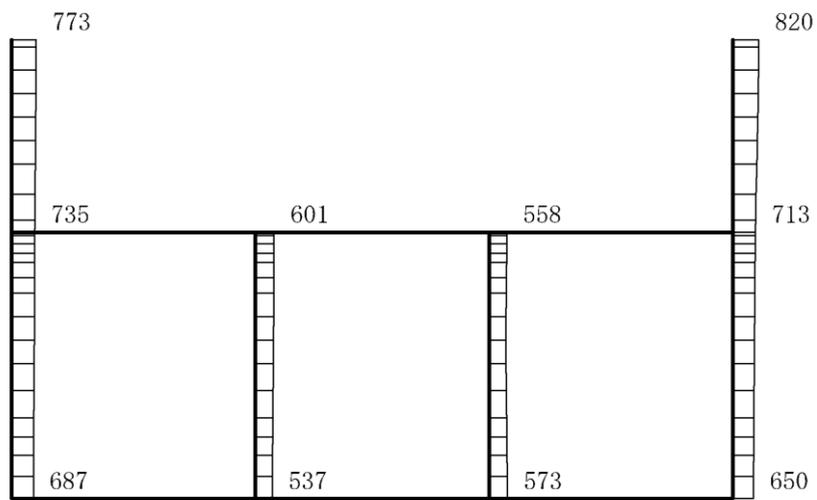
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-136 最大応答加速度分布図 (16/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (+ +) 水平

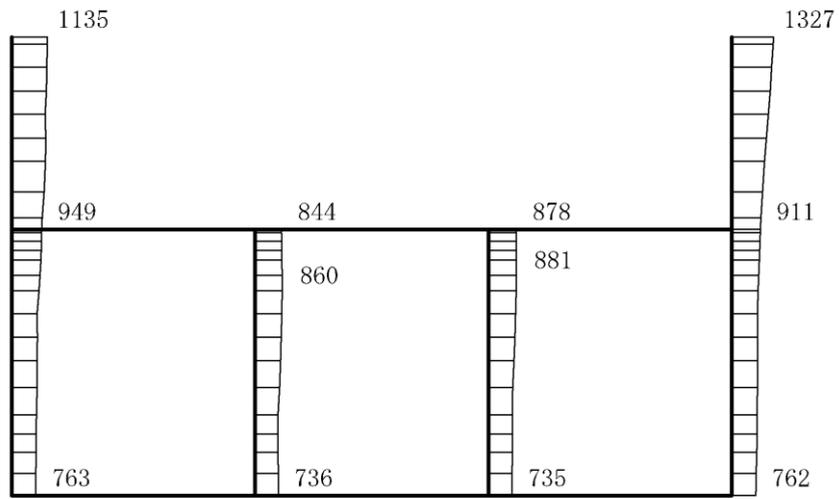


(b) S s - D (+ +) 鉛直

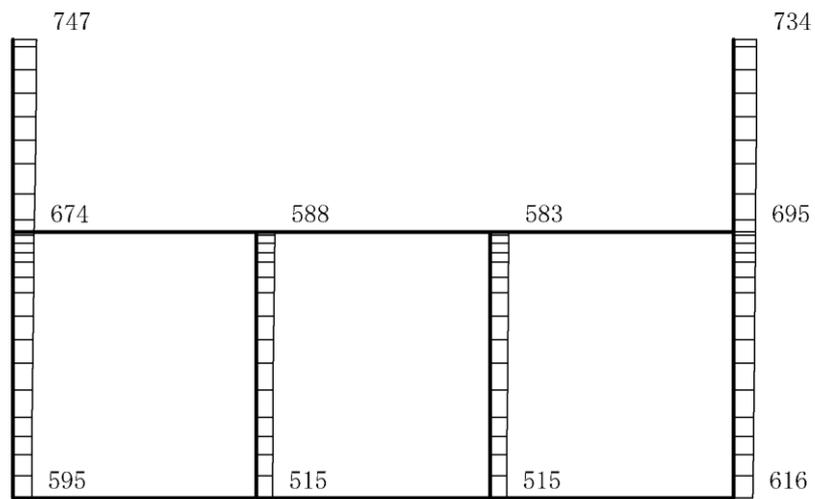
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-137 最大応答加速度分布図 (17/120) (解析ケース④)



(a) S s - D (-+) 水平

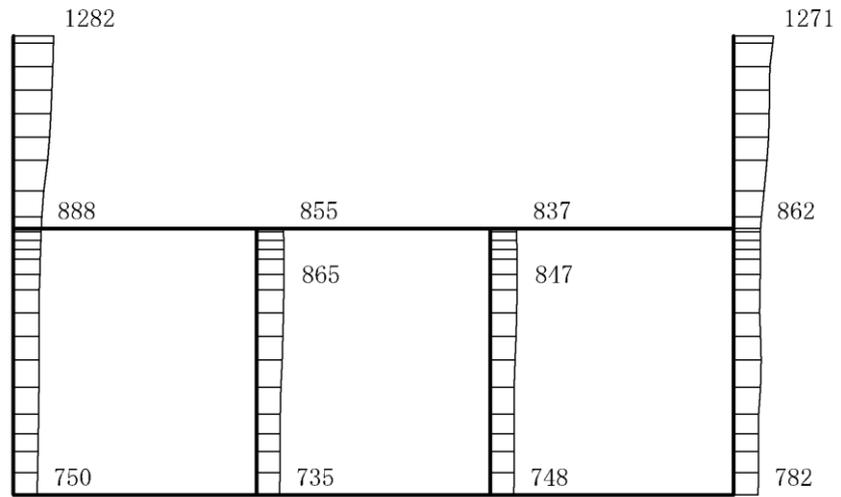


(b) S s - D (-+) 鉛直

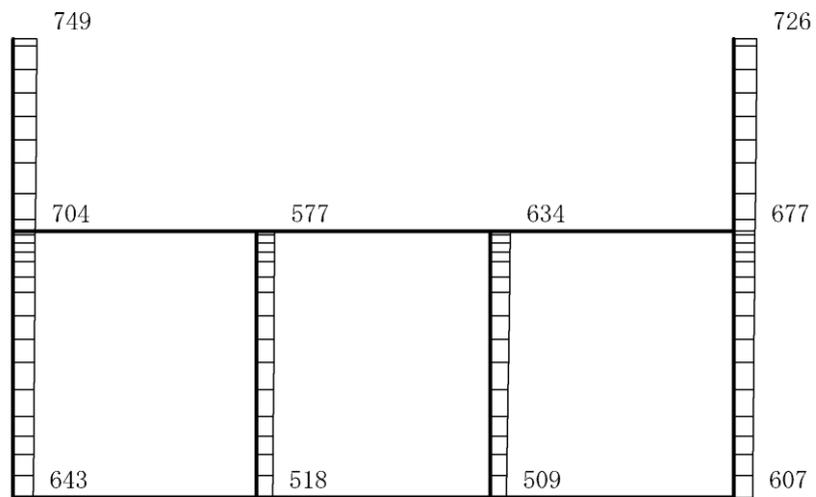
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-138 最大応答加速度分布図 (18/120) (解析ケース④)



(a) S s - D (++) 水平

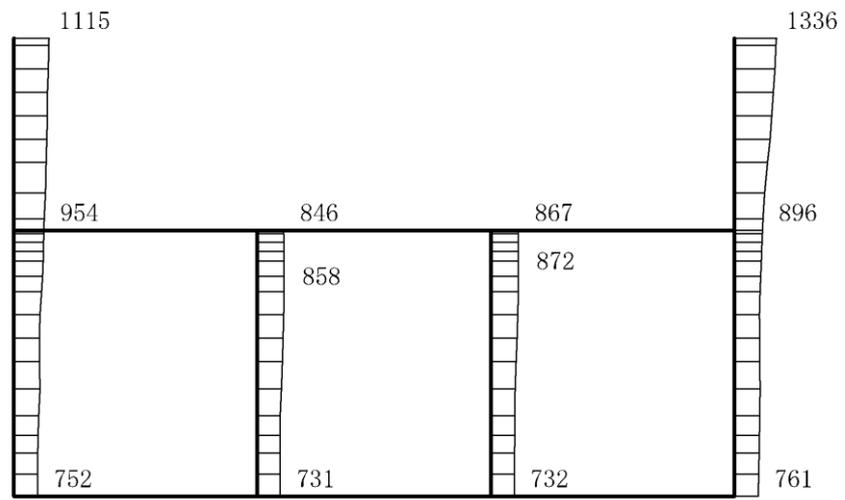


(b) S s - D (++) 鉛直

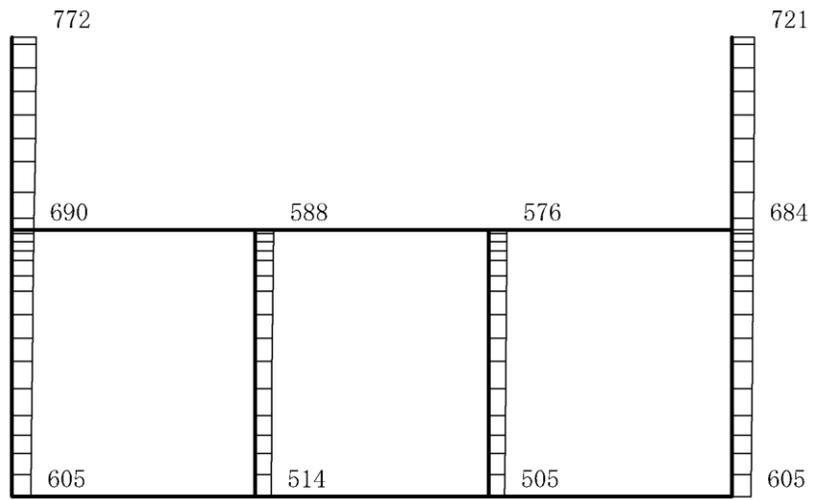
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-139 最大応答加速度分布図 (19/120) (解析ケース⑤)



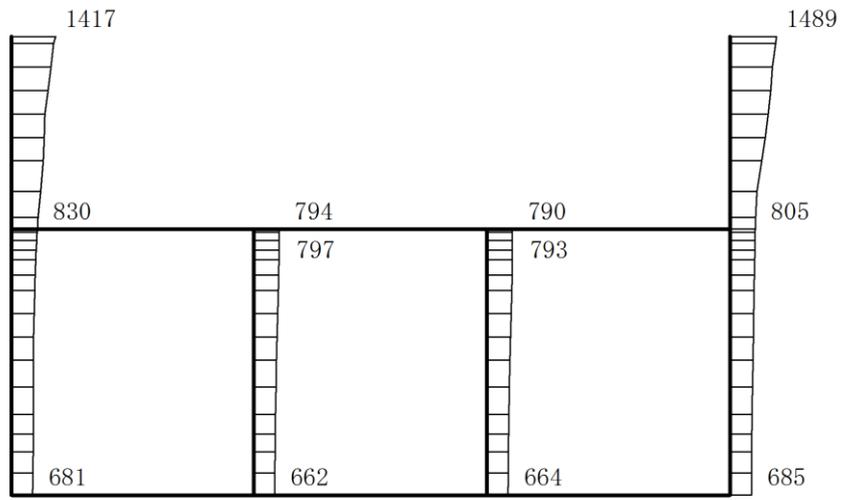
(a) S s - D (- +) 水平



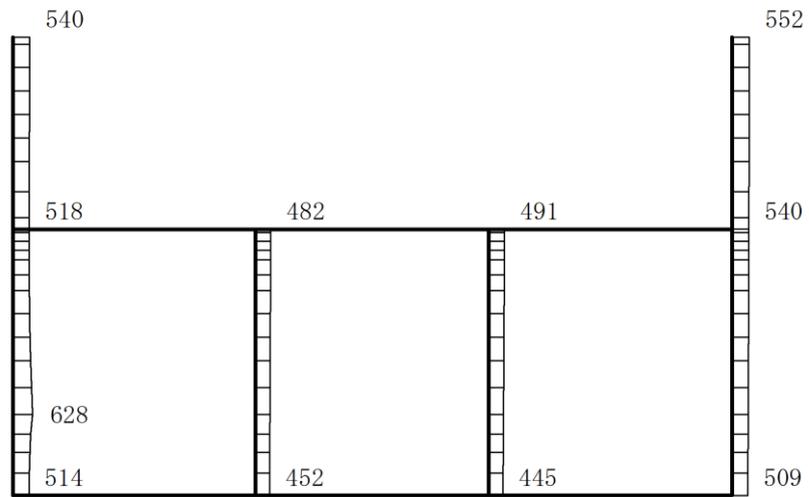
(b) S s - D (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(\text{m})$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (\text{cm}/\text{s}^2)$

図 4-140 最大応答加速度分布図 (20/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (++) 水平

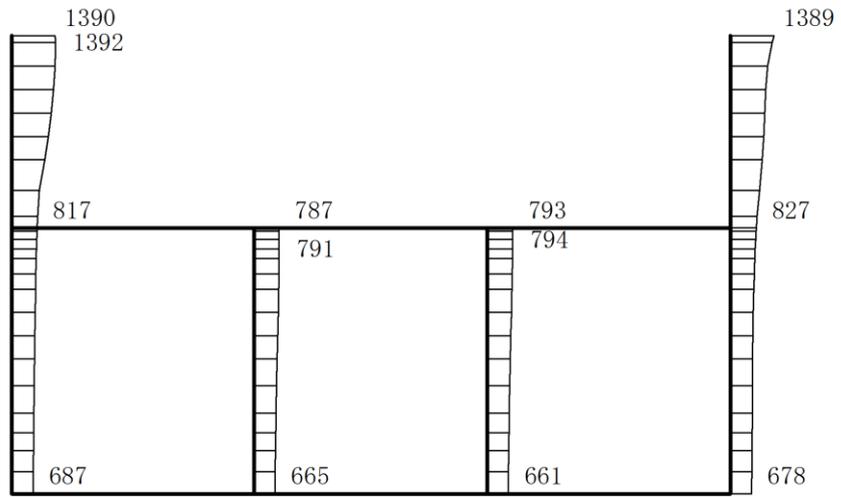


(b) S s - D (++) 鉛直

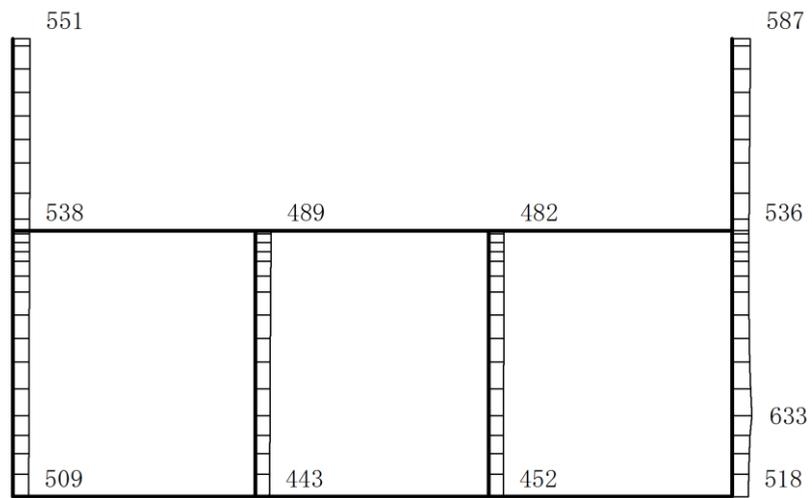
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-141 最大応答加速度分布図 (21/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (-+) 水平

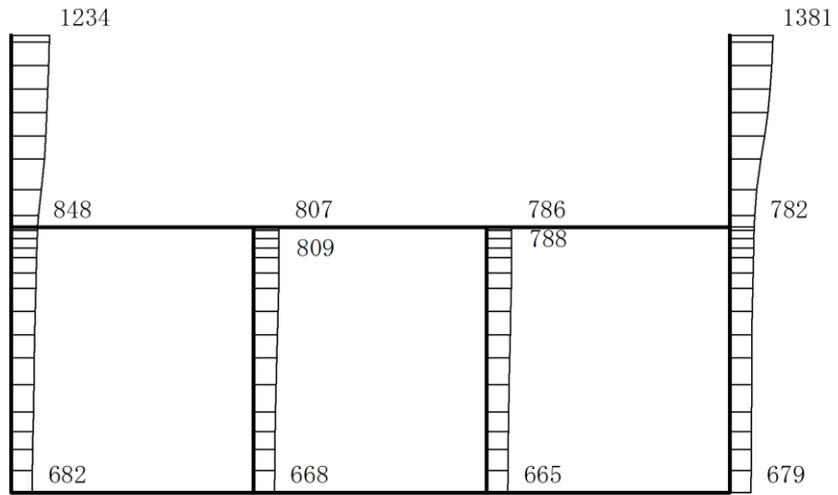


(b) S s - D (-+) 鉛直

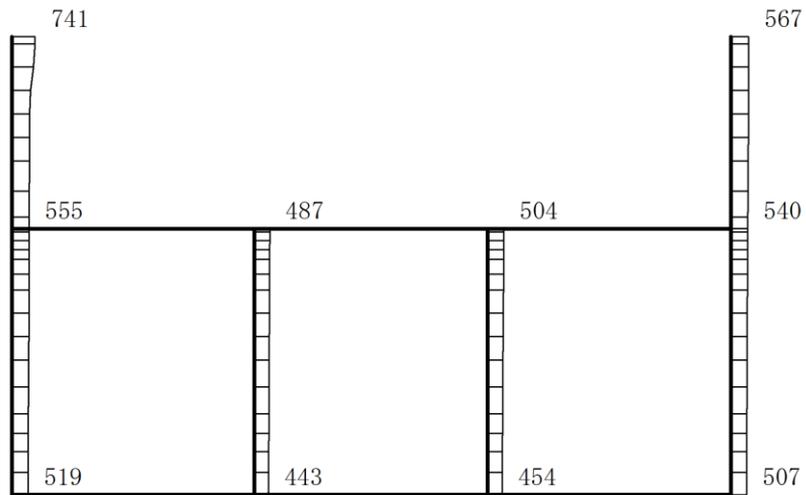
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-142 最大応答加速度分布図 (22/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - D (+ -)$ 水平

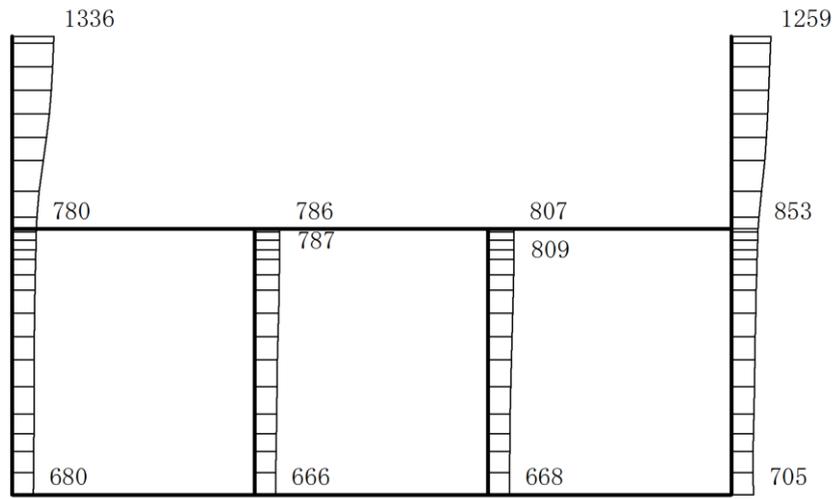


(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

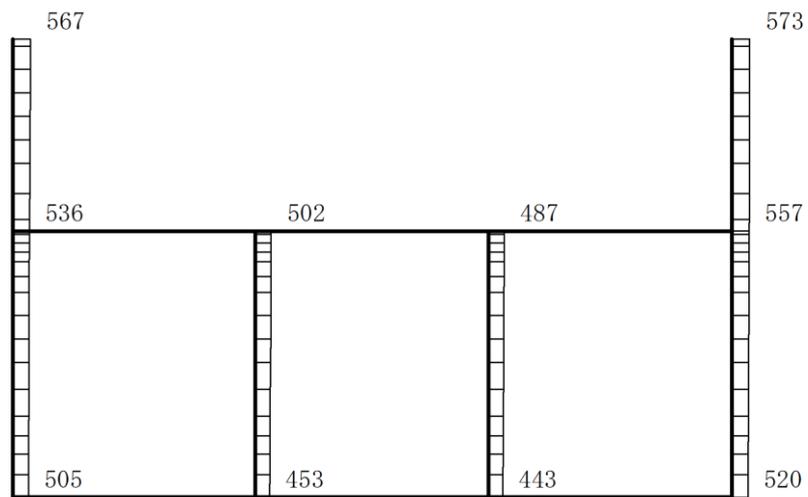
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-143 最大応答加速度分布図 (23/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (---) 水平

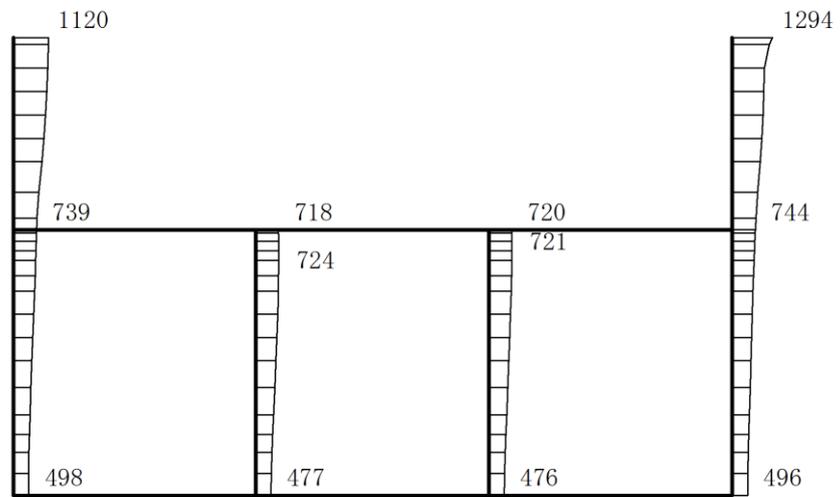


(b) S s - D (---) 鉛直

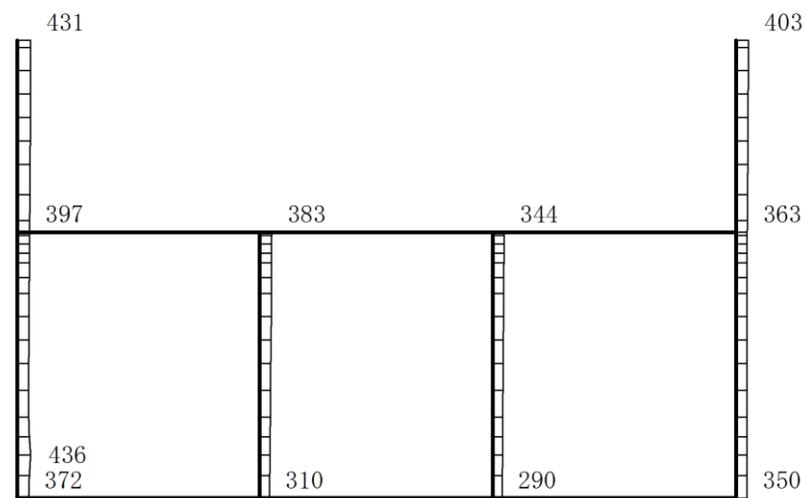
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-144 最大応答加速度分布図 (24/120) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平

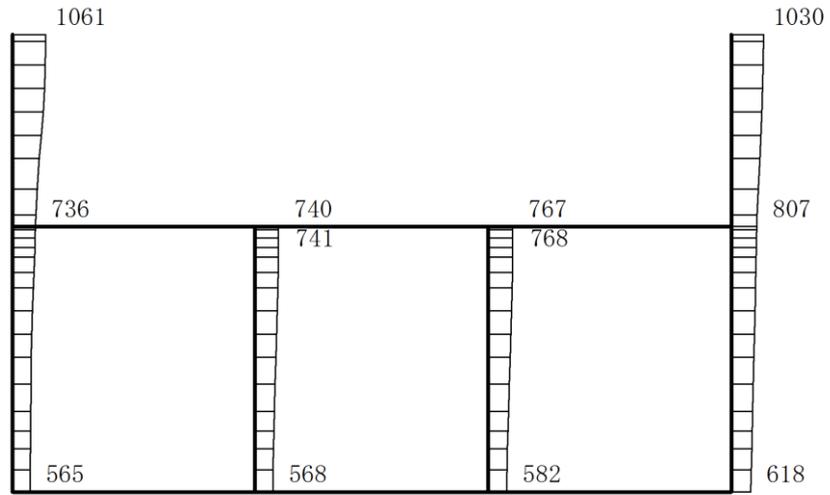


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

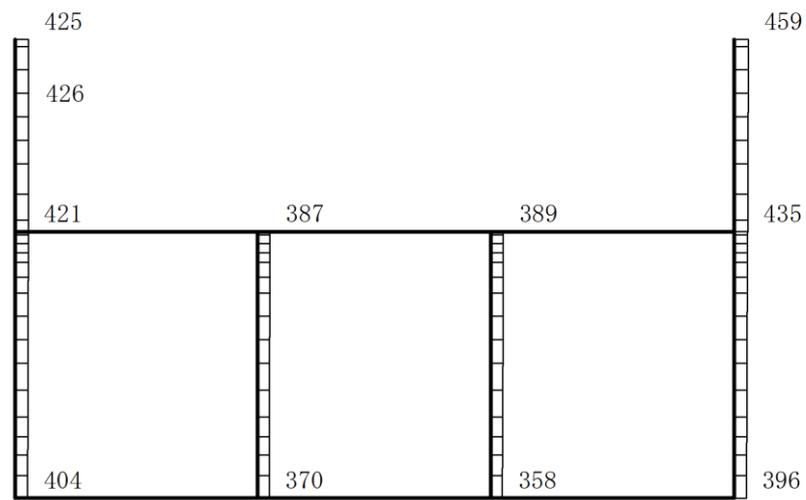
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-145 最大応答加速度分布図 (25/120) (解析ケース②)



(a) S s - F 2 (++) 水平

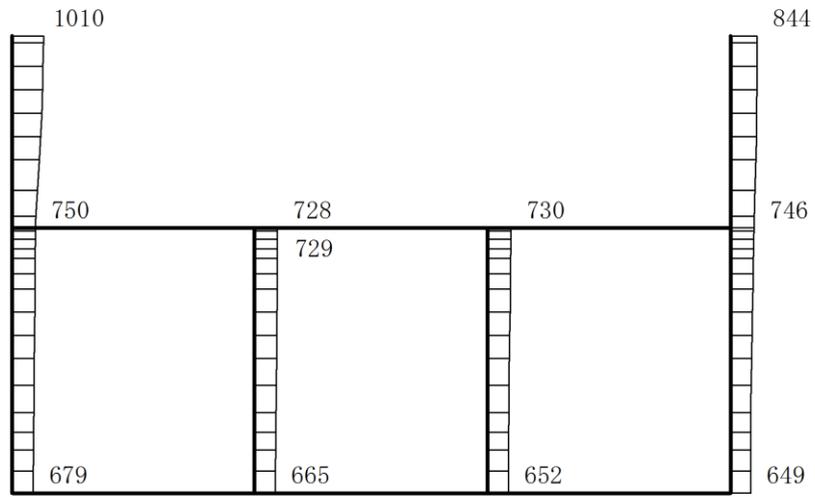


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

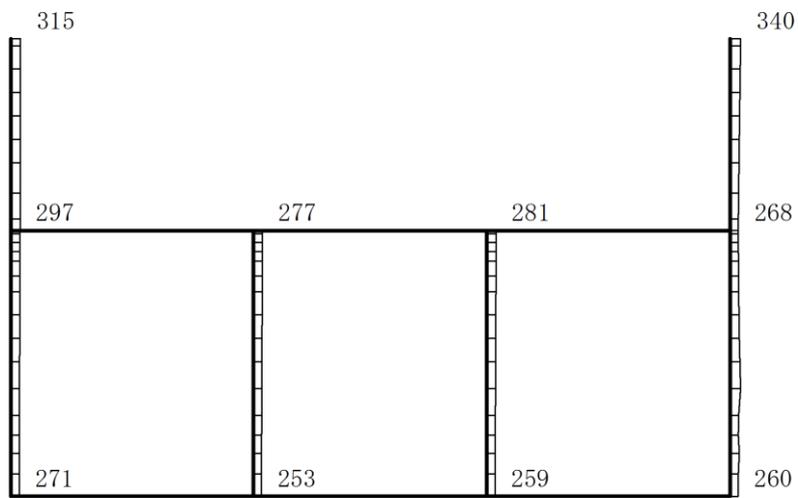
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-146 最大応答加速度分布図 (26/120) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (++) 水平

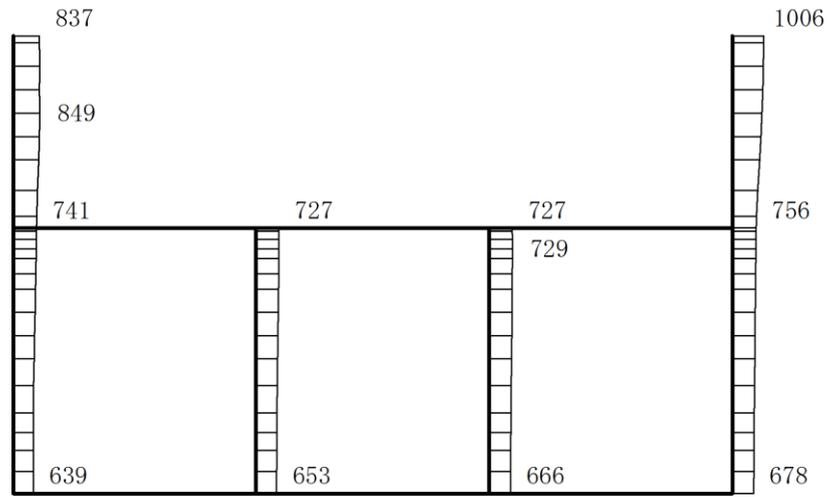


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

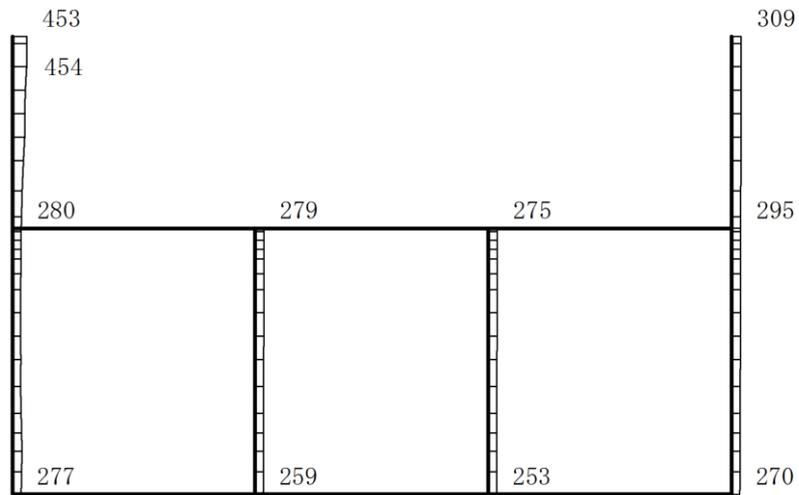
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-147 最大応答加速度分布図 (27/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N1 (-+)$ 水平

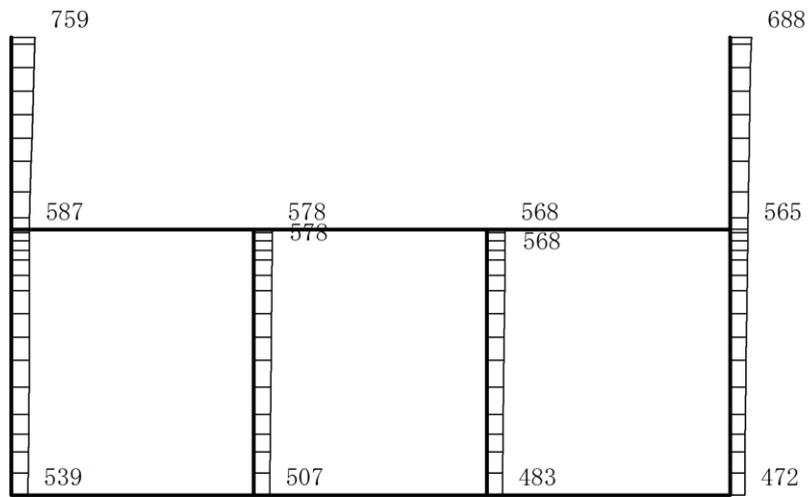


(b) $S_s - N1 (-+)$ 鉛直

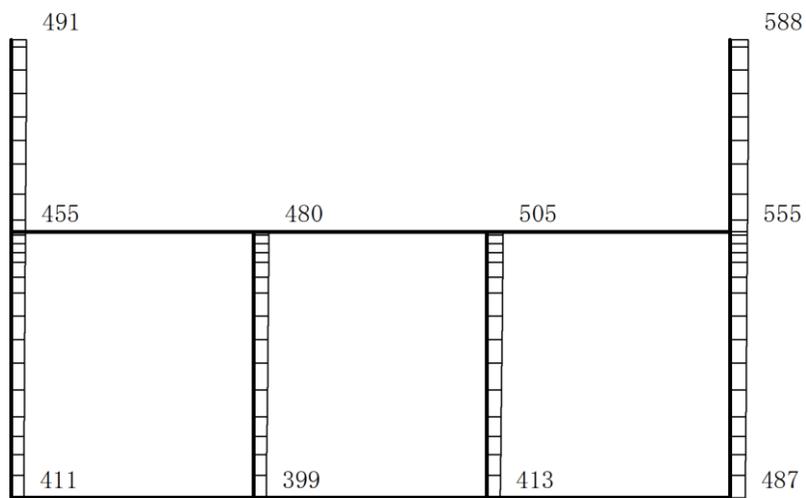
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-148 最大応答加速度分布図 (28/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

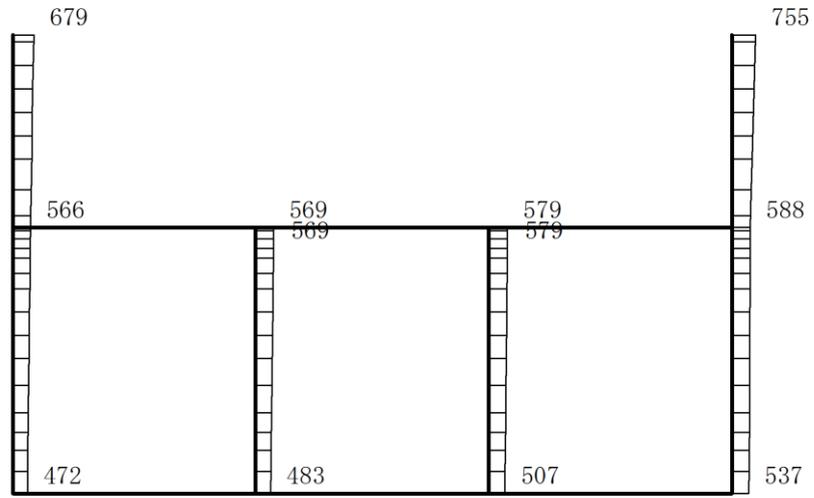


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

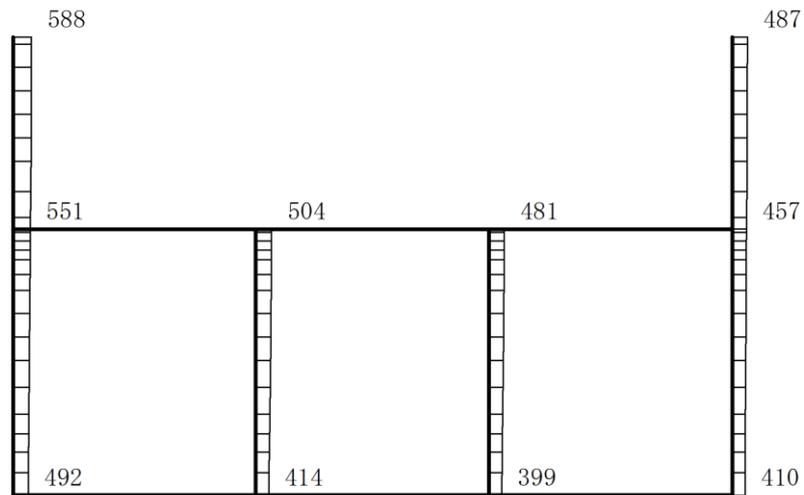
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-149 最大応答加速度分布図 (29/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

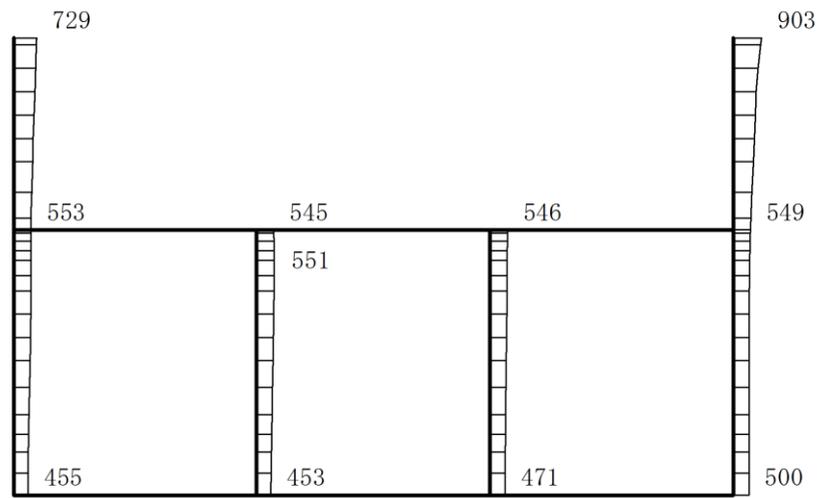


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

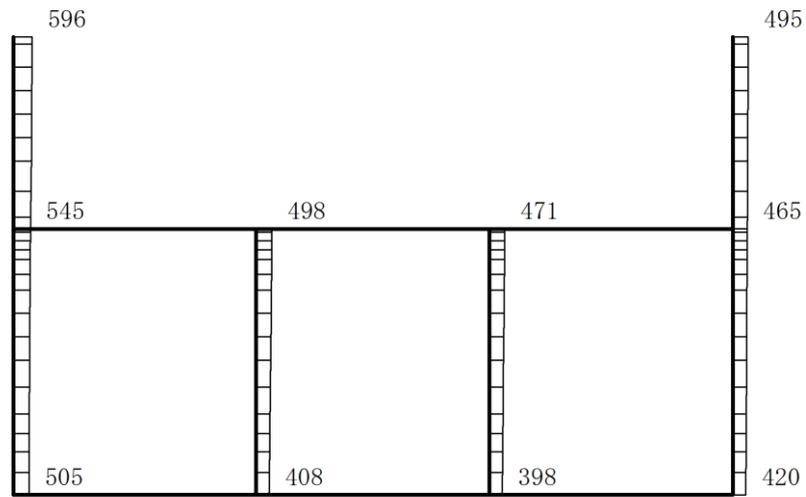
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-150 最大応答加速度分布図 (30/120) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

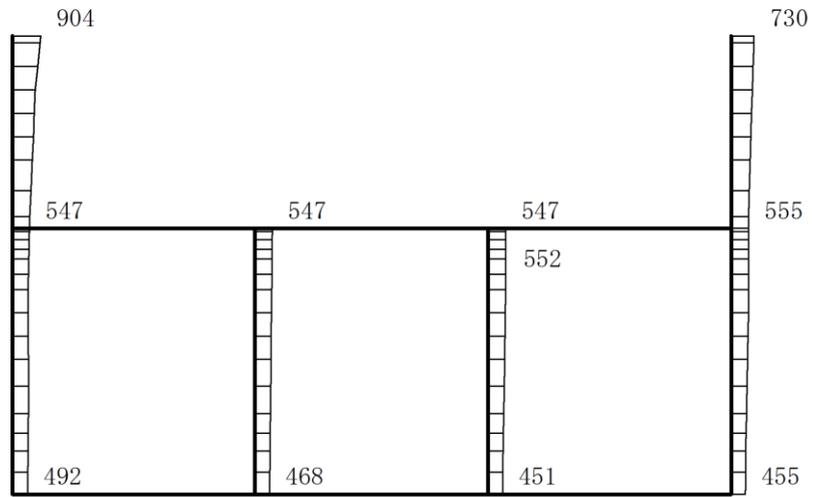


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

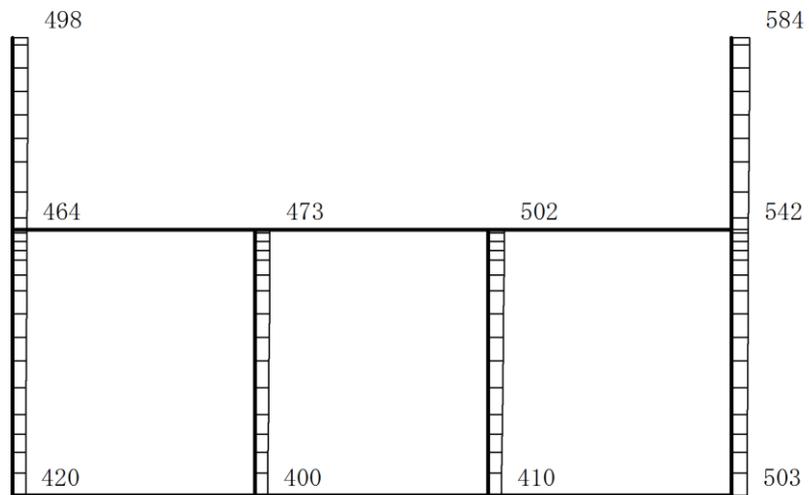
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-151 最大応答加速度分布図 (31/120) (解析ケース②)



(a) S_s - N 2 (E W) (- +) 水平

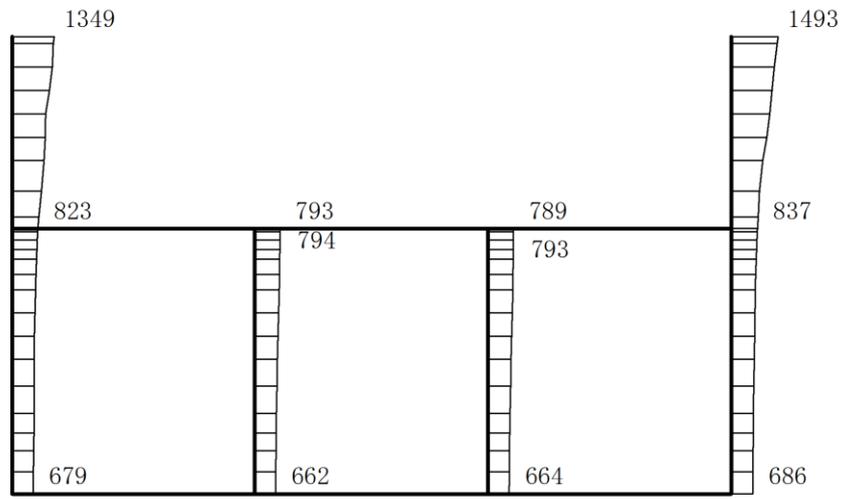


(b) S_s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

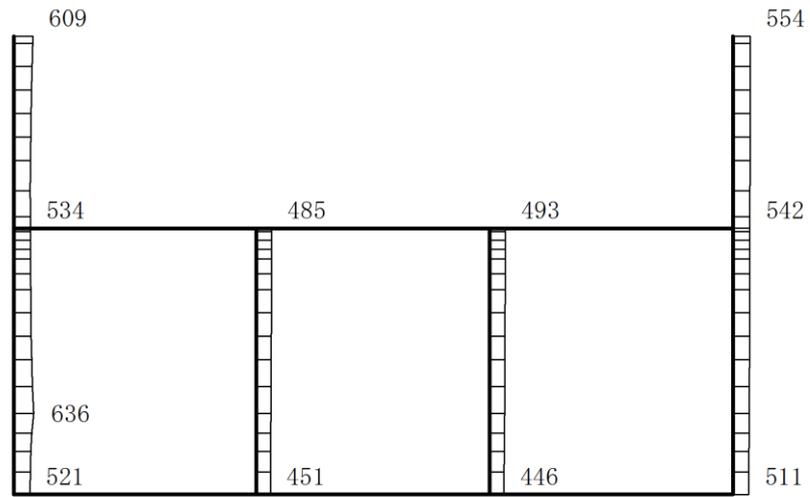
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-152 最大応答加速度分布図 (32/120) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

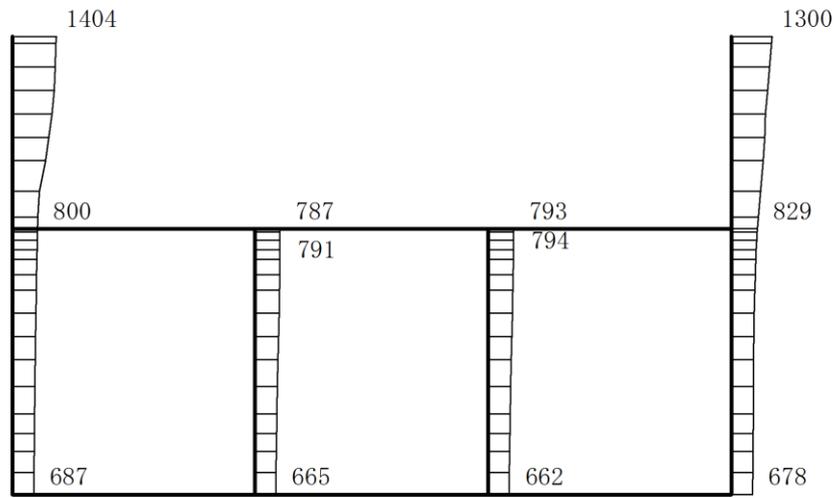


(b) S s - D (++) 鉛直

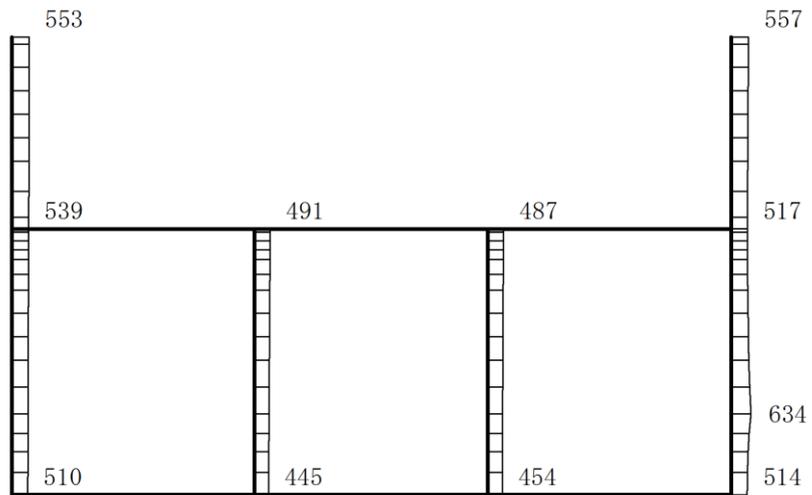
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-153 最大応答加速度分布図 (33/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (-+) 水平

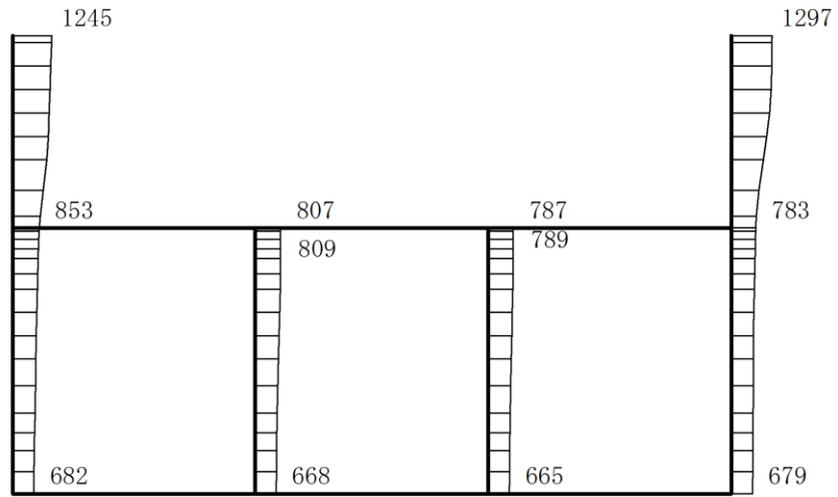


(b) S s - D (-+) 鉛直

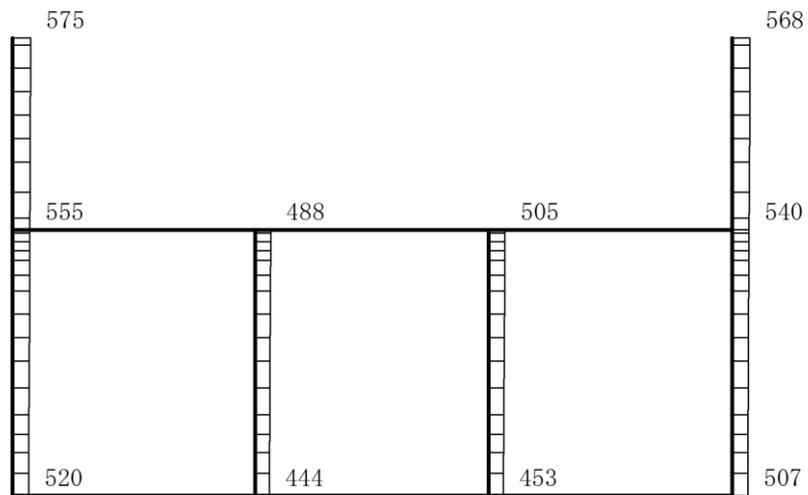
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-154 最大応答加速度分布図 (34/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (+ -) 水平

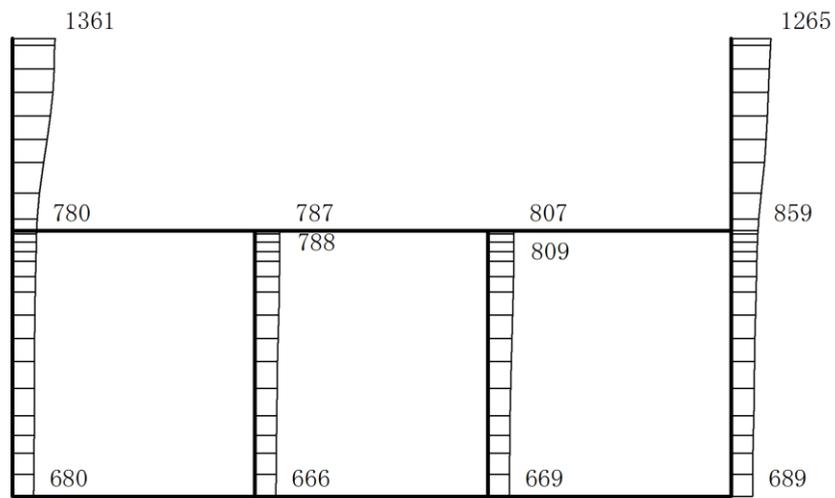


(b) S s - D (+ -) 鉛直

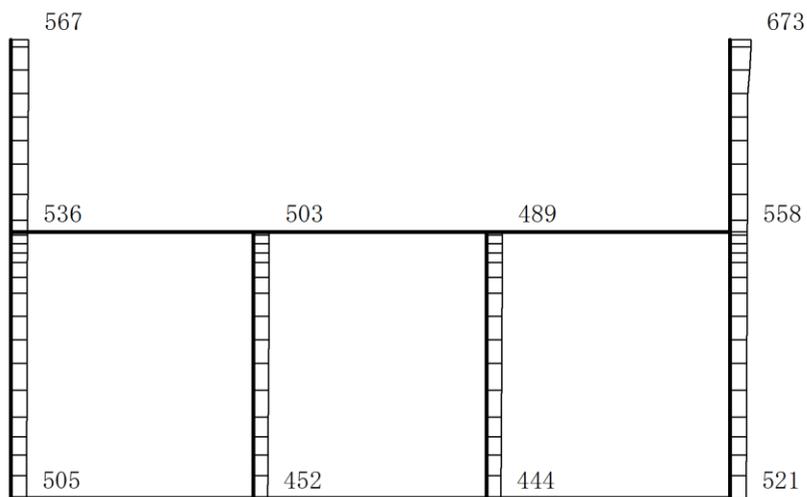
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-155 最大応答加速度分布図 (35/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (--) 水平

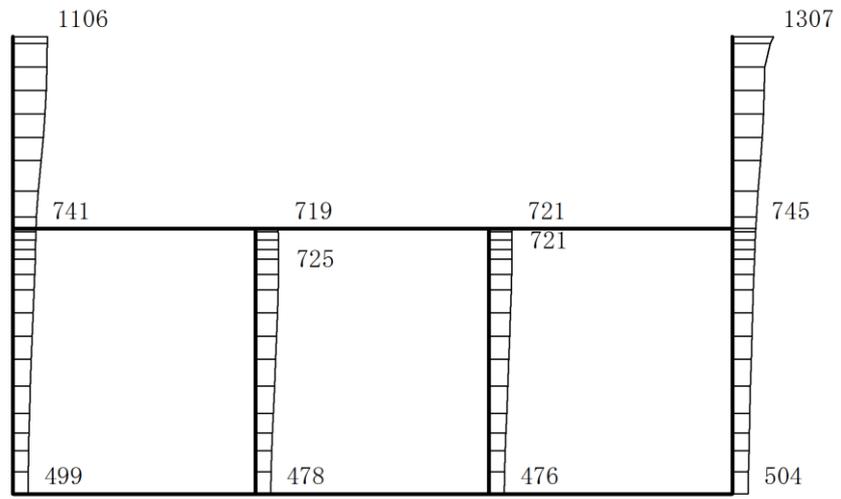


(b) S s - D (--) 鉛直

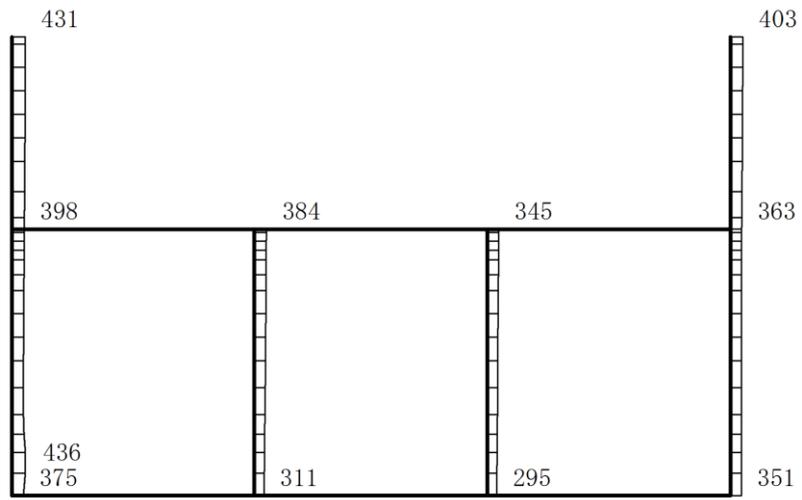
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-156 最大応答加速度分布図 (36/120) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平

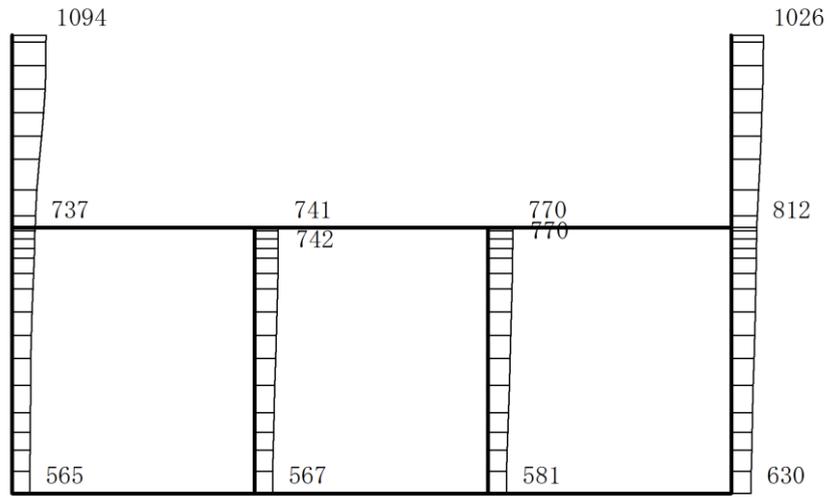


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

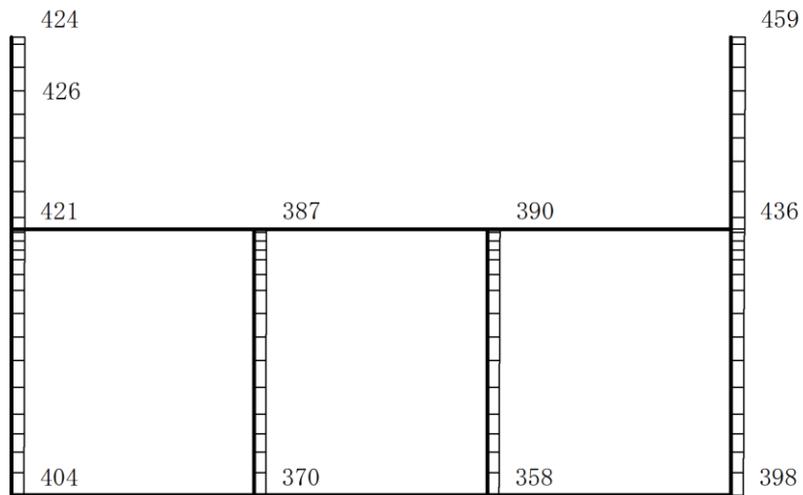
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-157 最大応答加速度分布図 (37/120) (解析ケース③)



(a) S s - F 2 (++) 水平

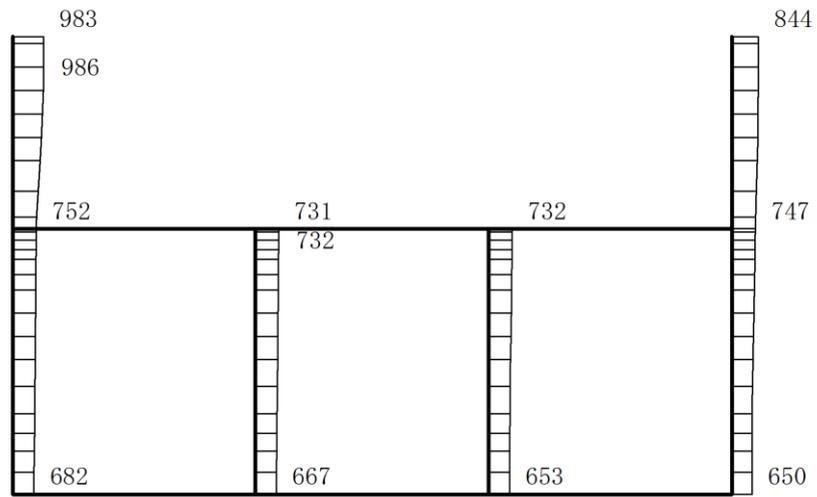


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

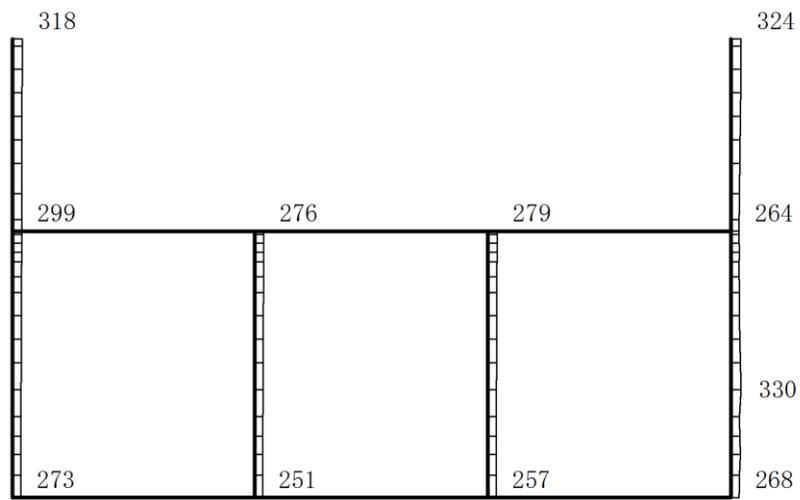
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-158 最大応答加速度分布図 (38/120) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平

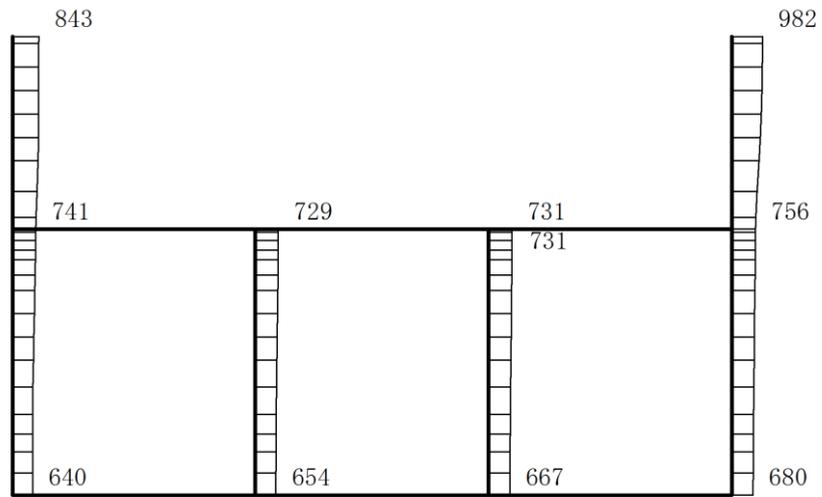


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

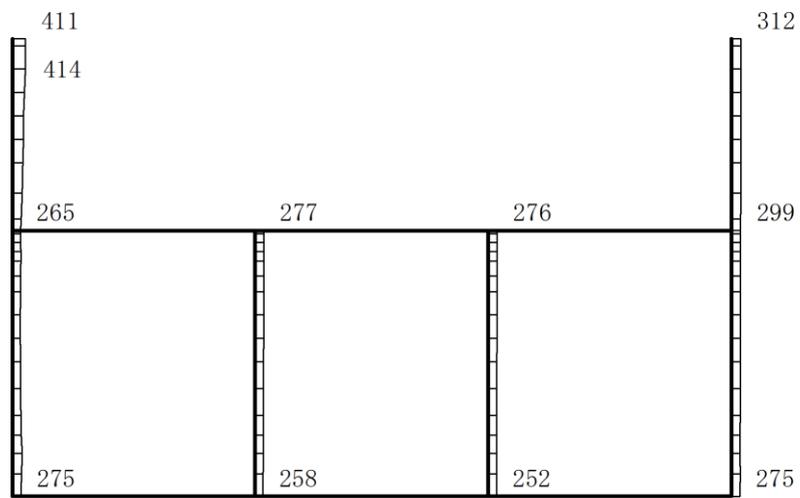
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-159 最大応答加速度分布図 (39/120) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

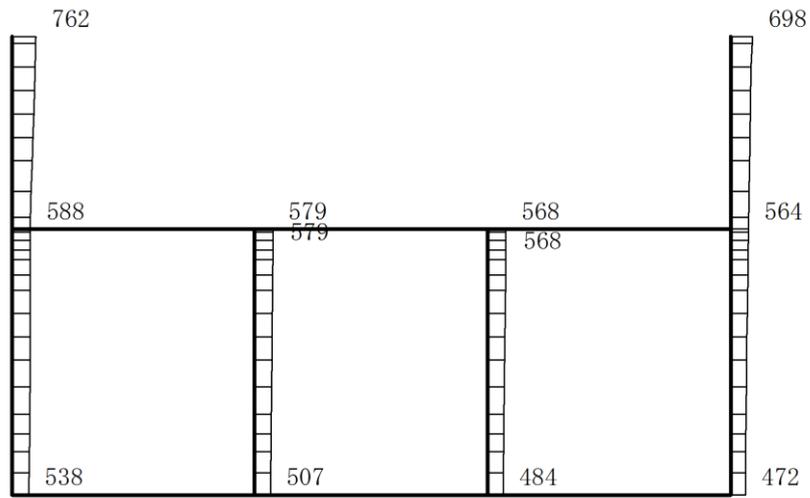


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

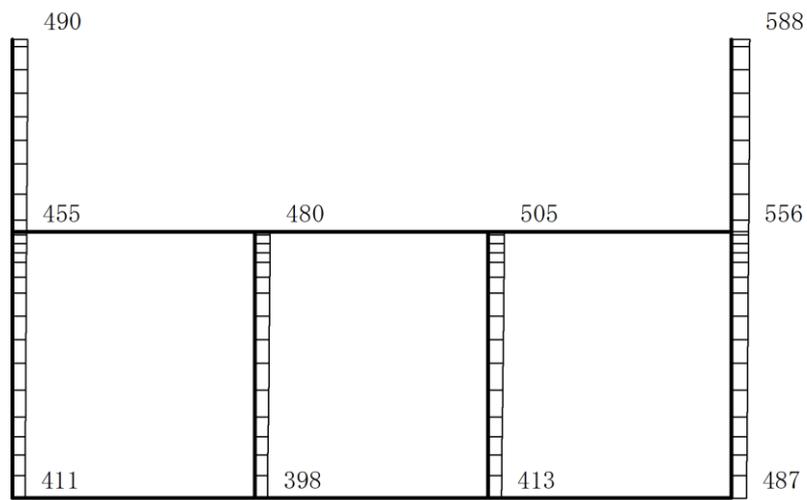
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-160 最大応答加速度分布図 (40/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

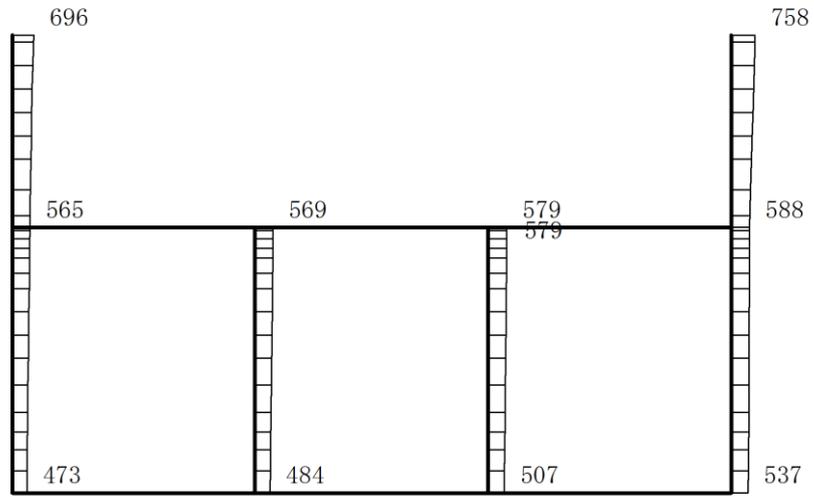


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

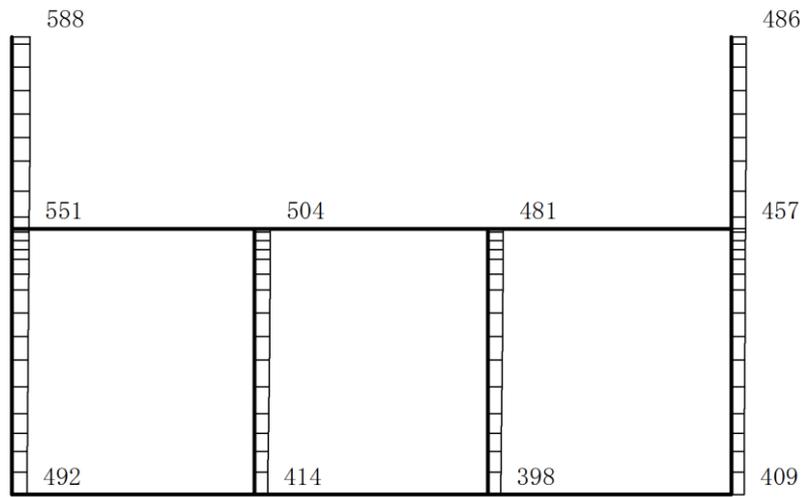
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-161 最大応答加速度分布図 (41/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

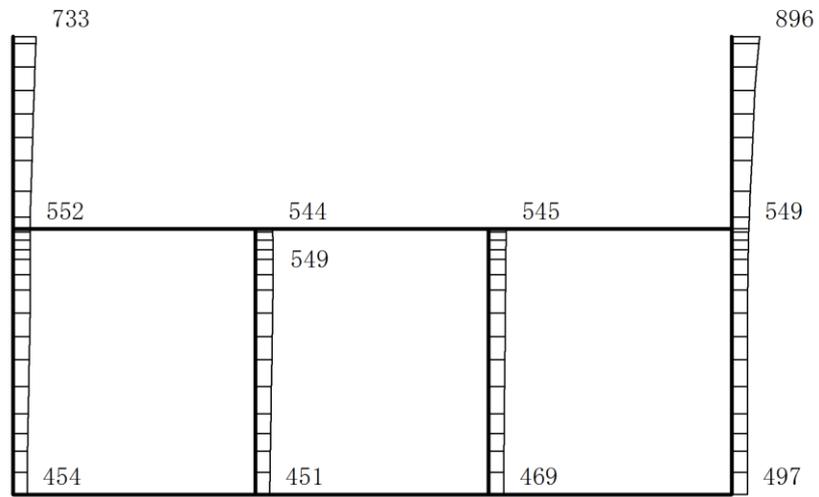


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

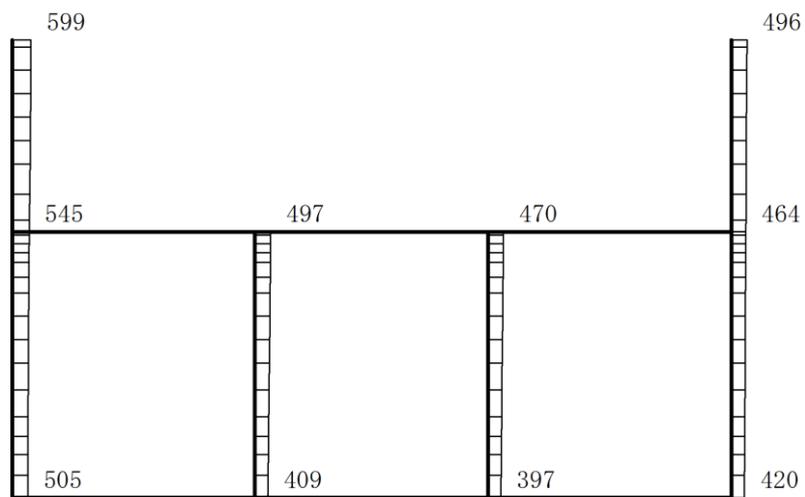
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-162 最大応答加速度分布図 (42/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

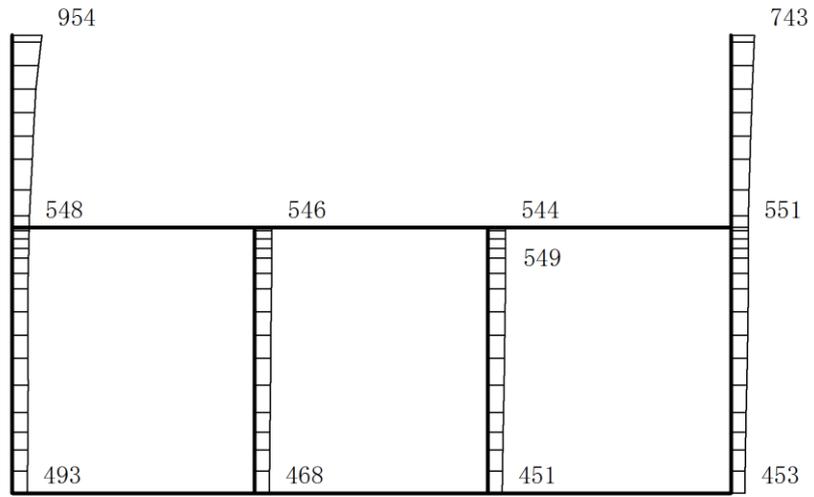


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

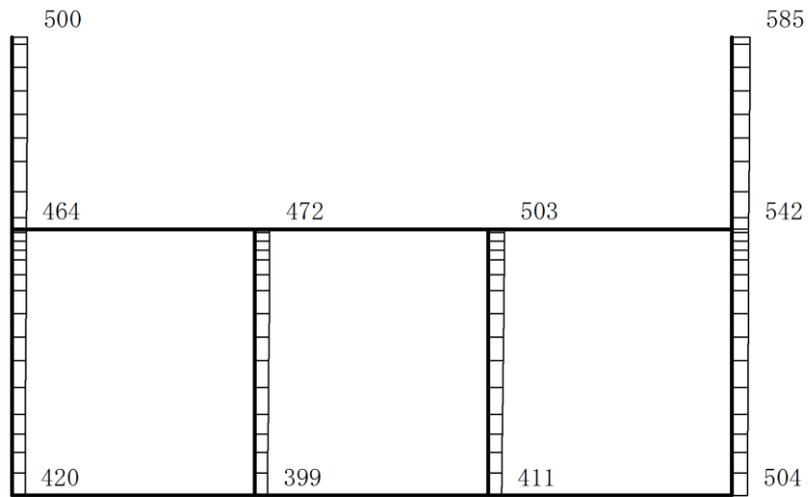
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-163 最大応答加速度分布図 (43/120) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平

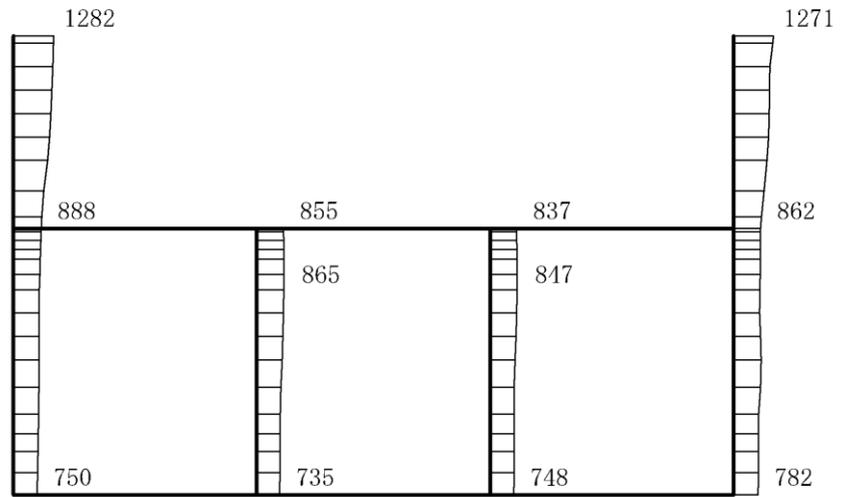


(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

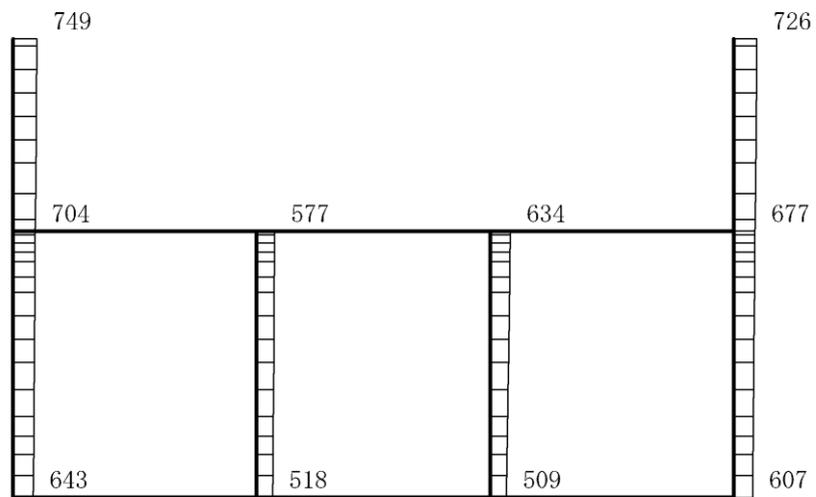
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(m)$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-164 最大応答加速度分布図 (44/120) (解析ケース③)



(a) S s - D (++) 水平

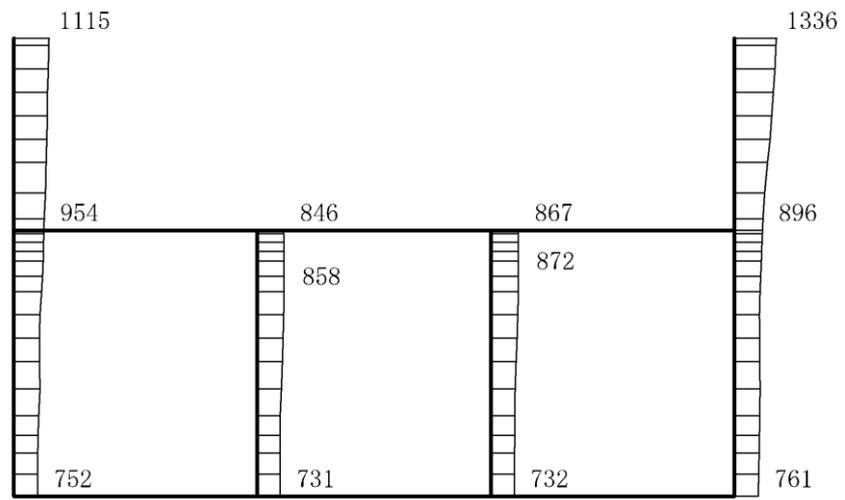


(b) S s - D (++) 鉛直

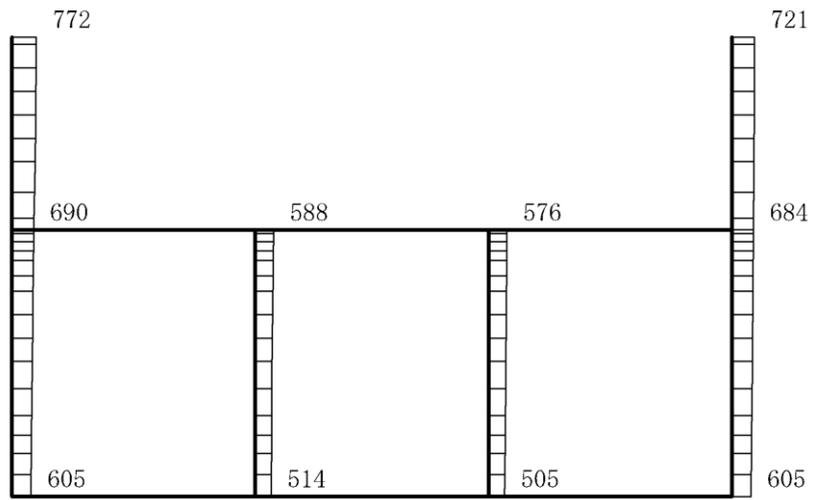
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-165 最大応答加速度分布図 (45/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (- +) 水平

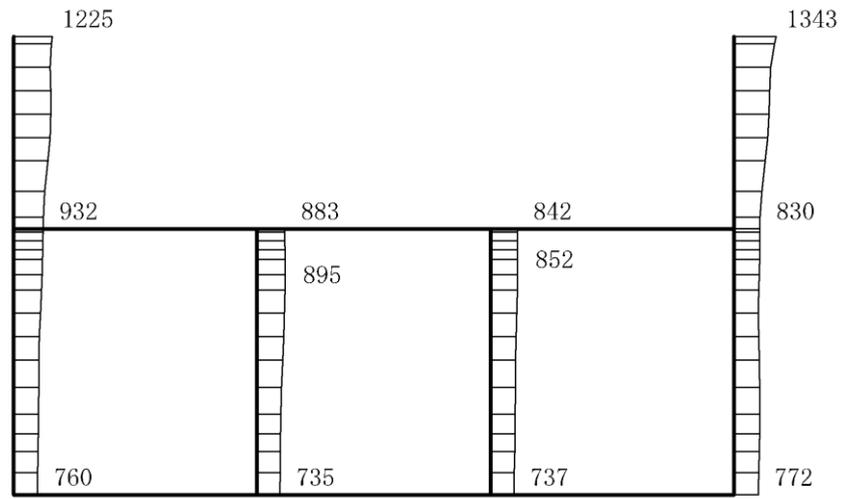


(b) S s - D (- +) 鉛直

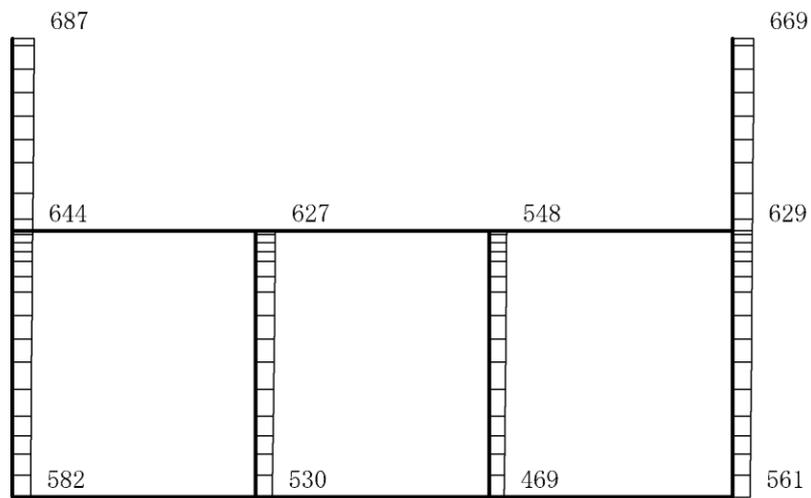
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-166 最大応答加速度分布図 (46/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (+ -) 水平

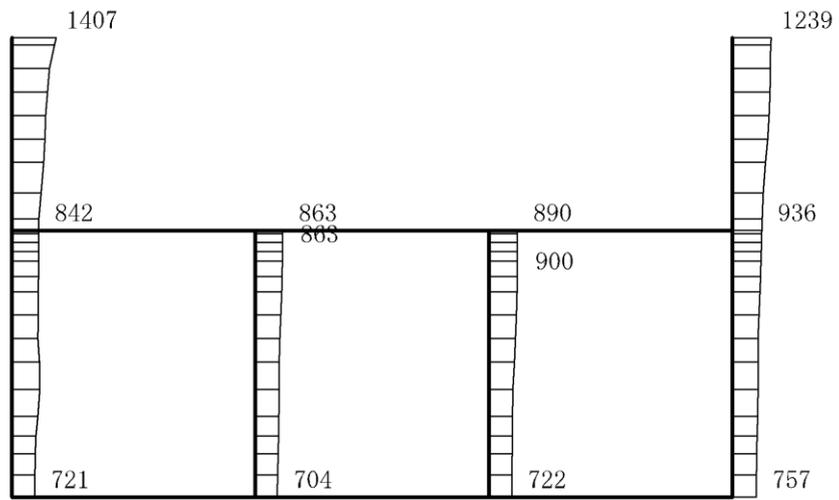


(b) S s - D (+ -) 鉛直

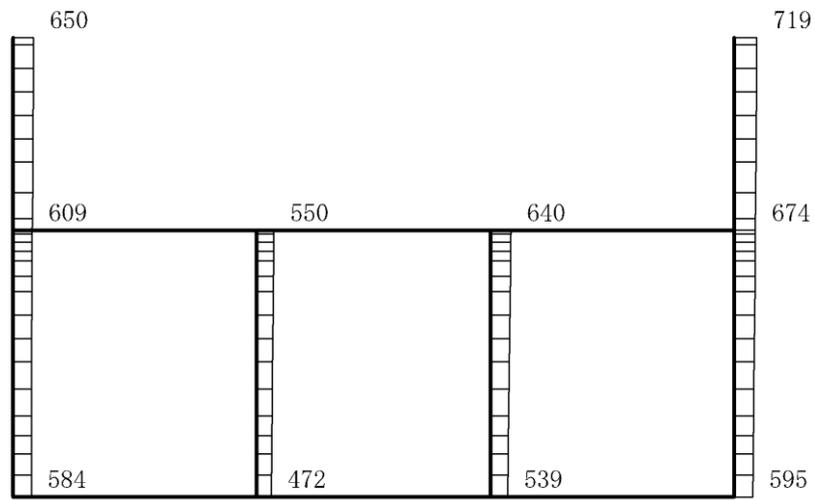
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-167 最大応答加速度分布図 (47/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (--) 水平

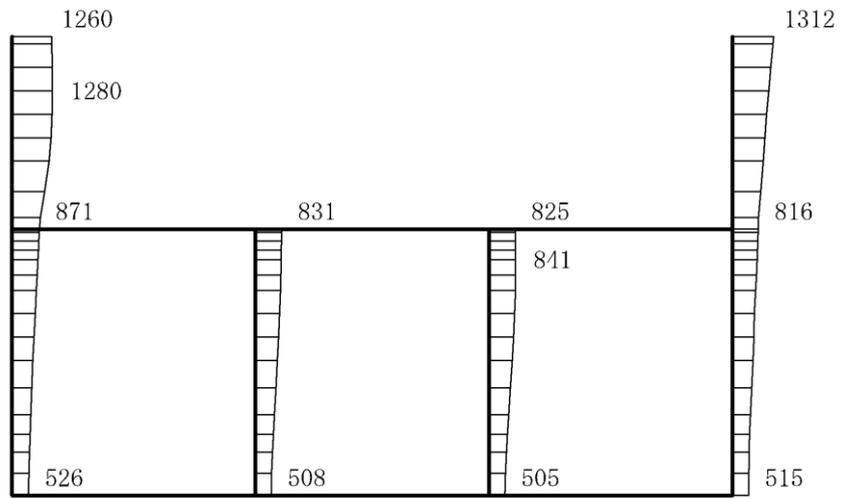


(b) S s - D (--) 鉛直

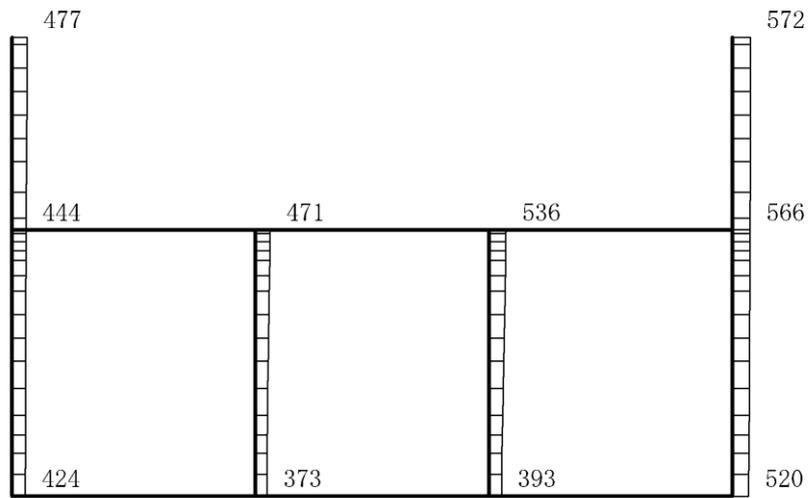
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-168 最大応答加速度分布図 (48/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - F 1 (++) 水平

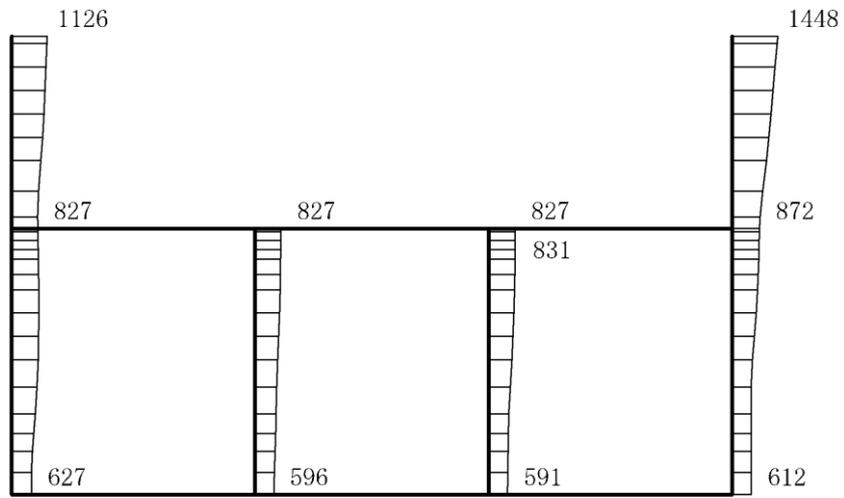


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

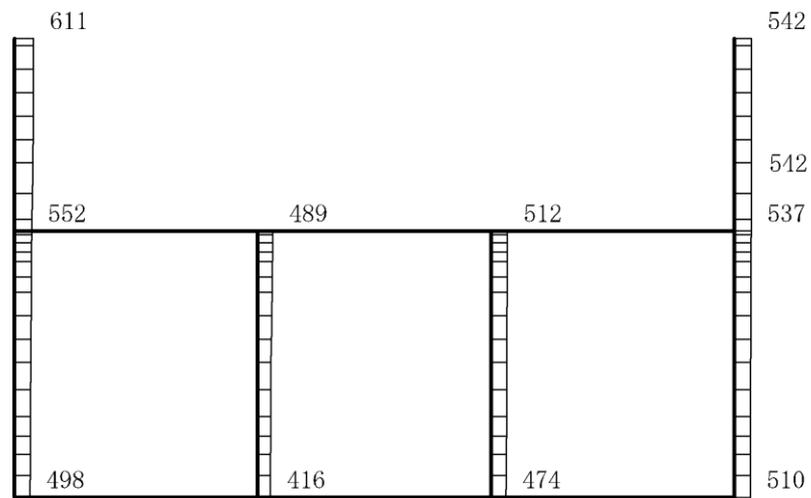
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-169 最大応答加速度分布図 (49/120) (解析ケース⑤)



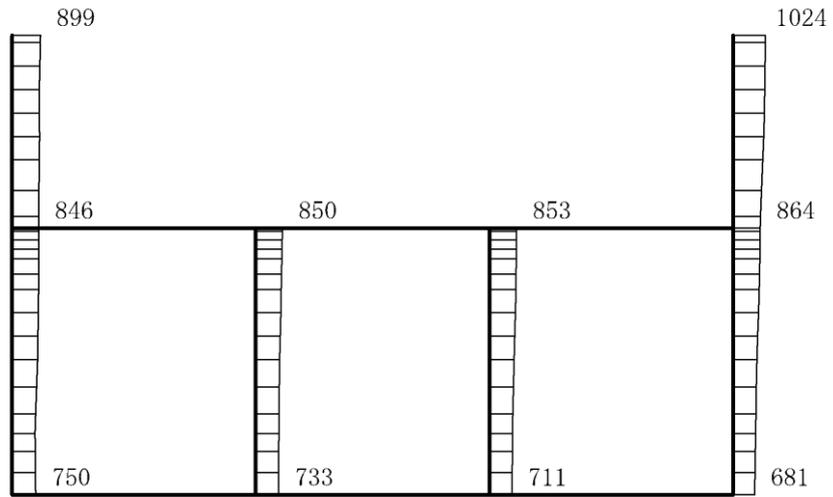
(a) S s - F 2 (++) 水平



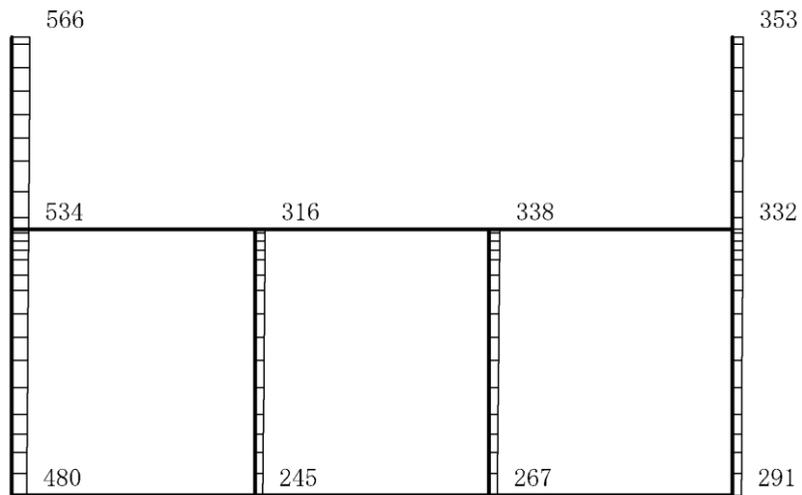
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2(m)$ 応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-170 最大応答加速度分布図 (50/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - N 1 (++) 水平

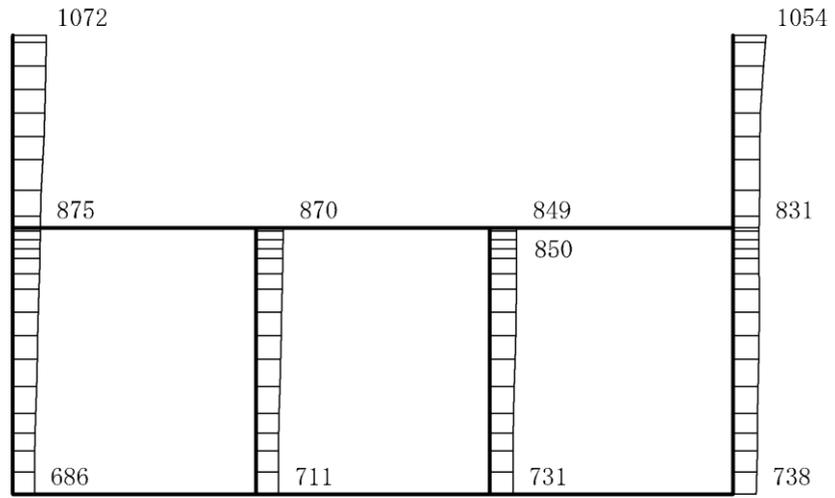


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

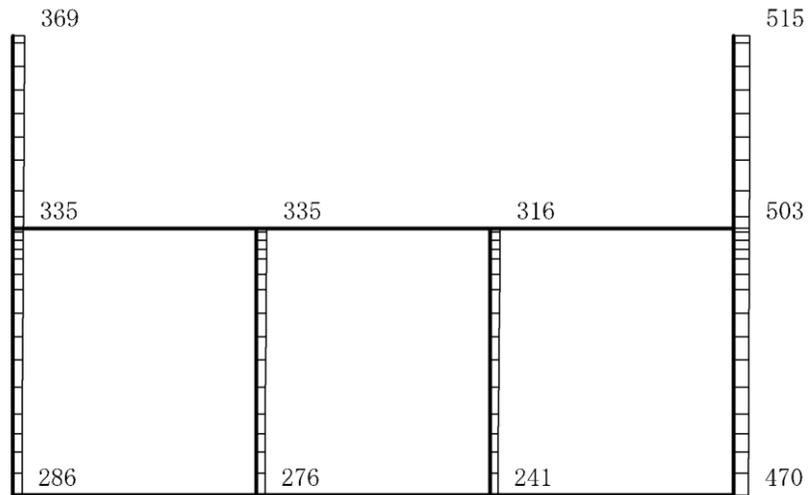
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-171 最大応答加速度分布図 (51/120) (解析ケース⑤)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

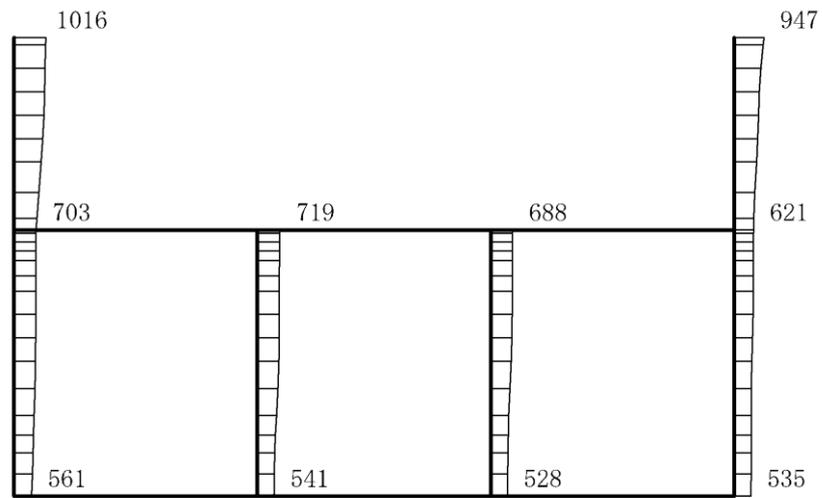


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

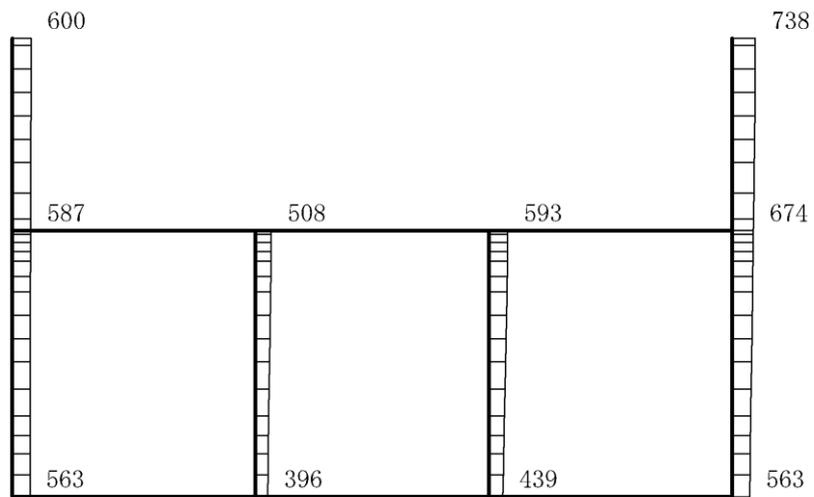
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-172 最大応答加速度分布図 (52/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

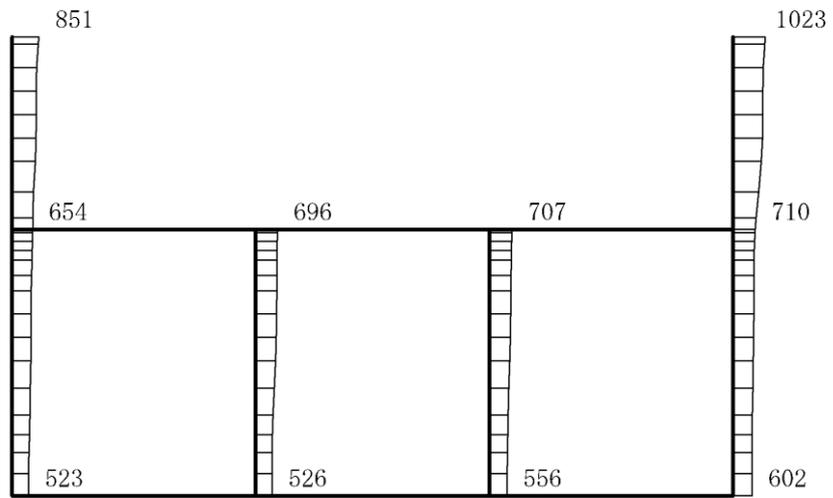


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

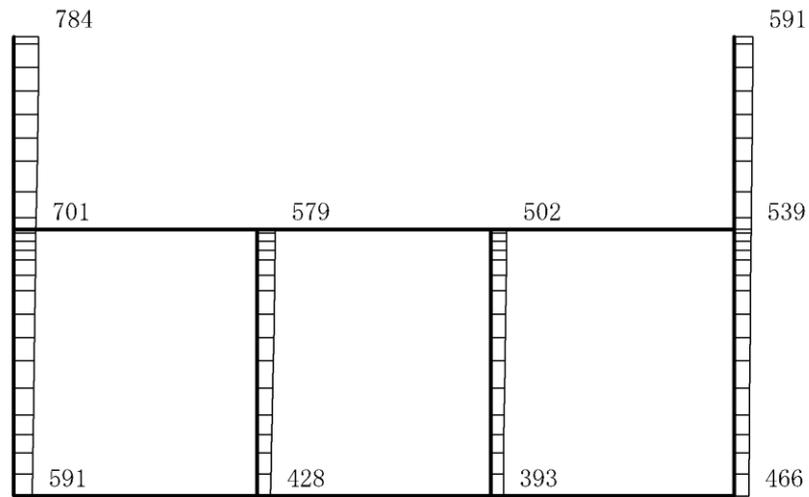
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-173 最大応答加速度分布図 (53/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

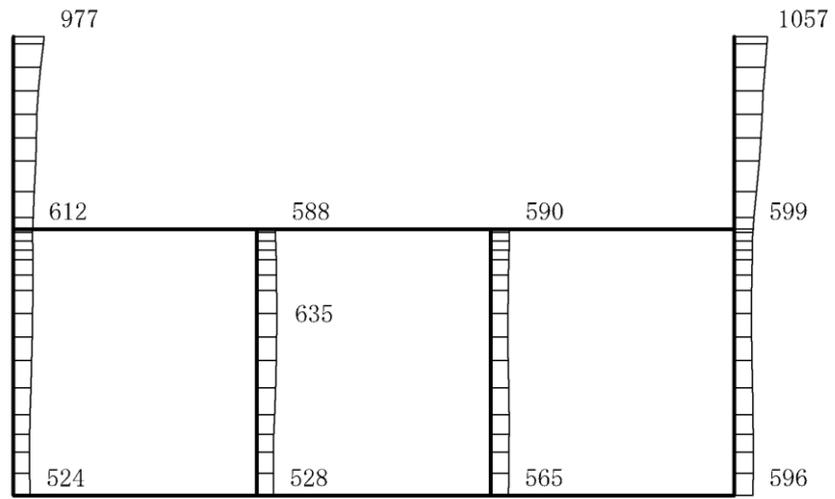


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

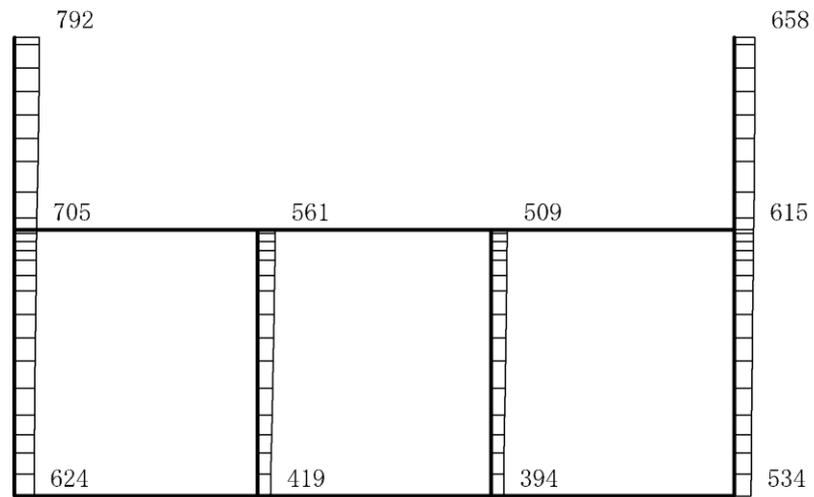
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-174 最大応答加速度分布図 (54/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

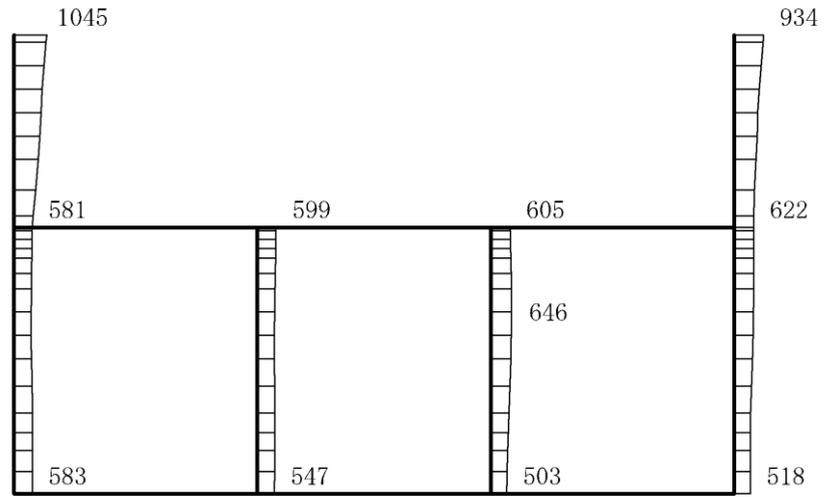


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

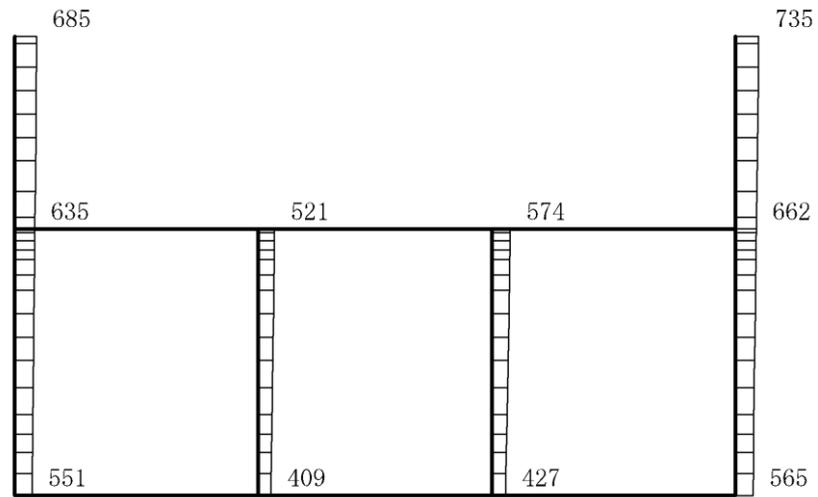
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-175 最大応答加速度分布図 (55/120) (解析ケース⑤)



(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平

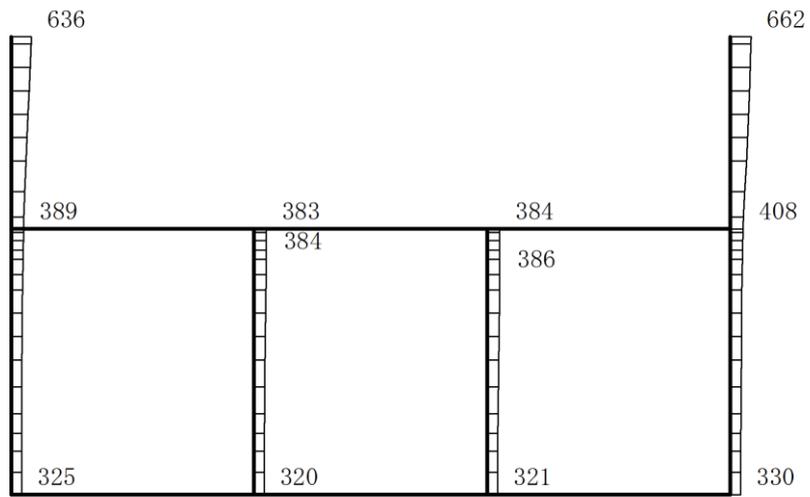


(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

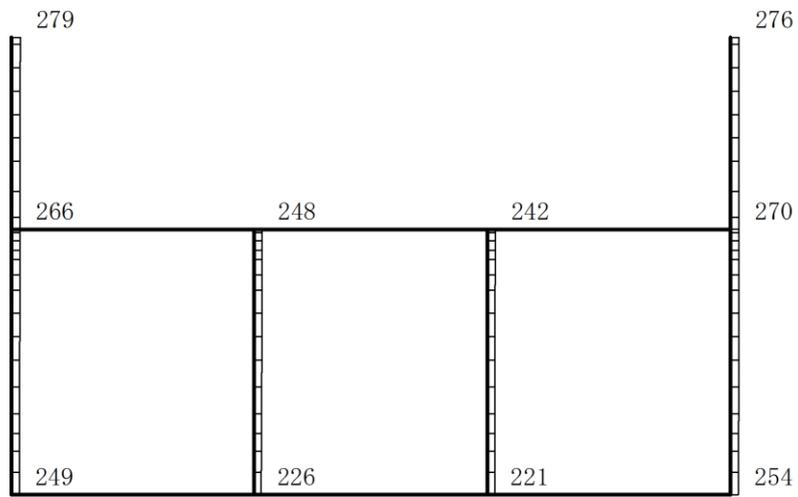
構造スケール $0 \sim 2$ (m)

応答値スケール $0 \sim 1500$ (cm/s²)

図 4-176 最大応答加速度分布図 (56/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (++) 水平

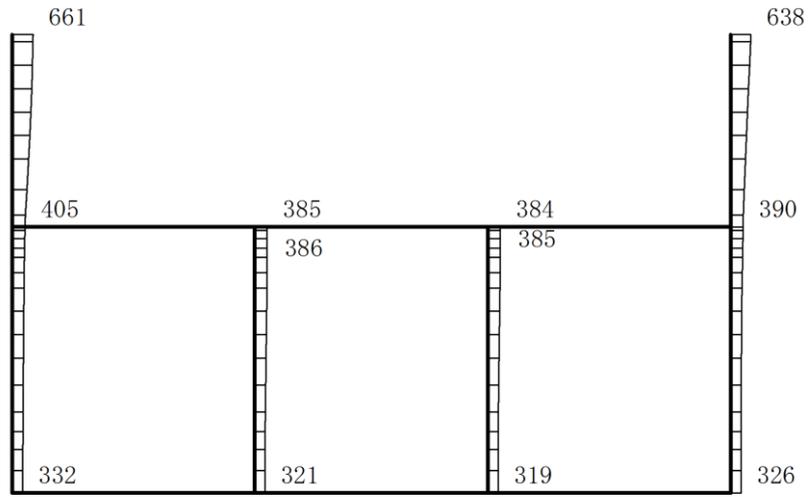


(b) S d - D (++) 鉛直

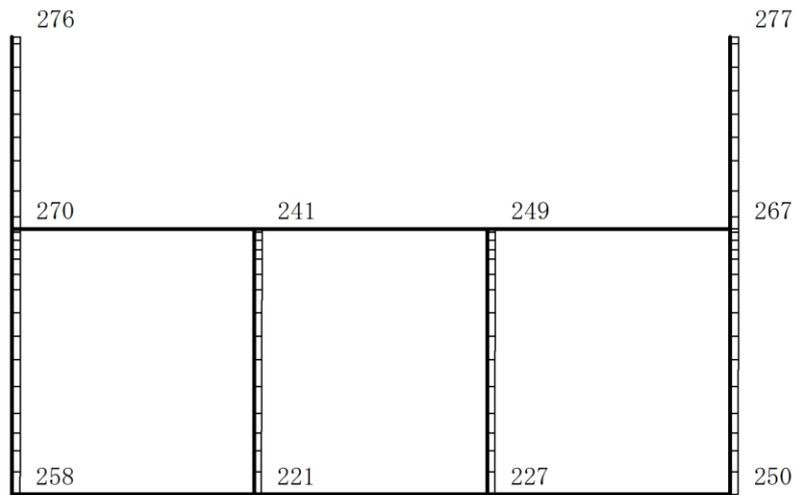
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-177 最大応答加速度分布図 (57/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (- +) 水平

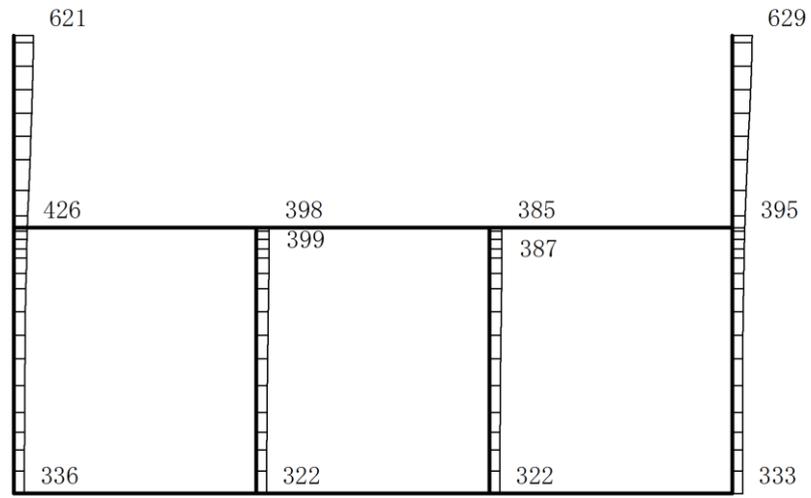


(b) S d - D (- +) 鉛直

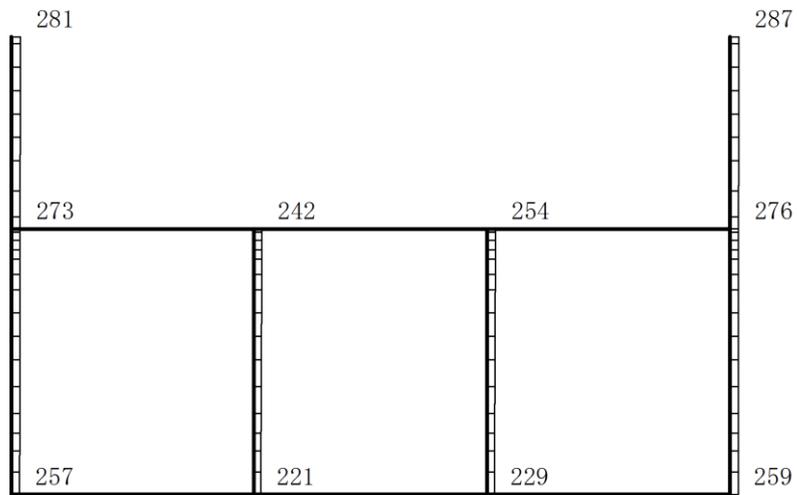
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-178 最大応答加速度分布図 (58/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (+ -) 水平

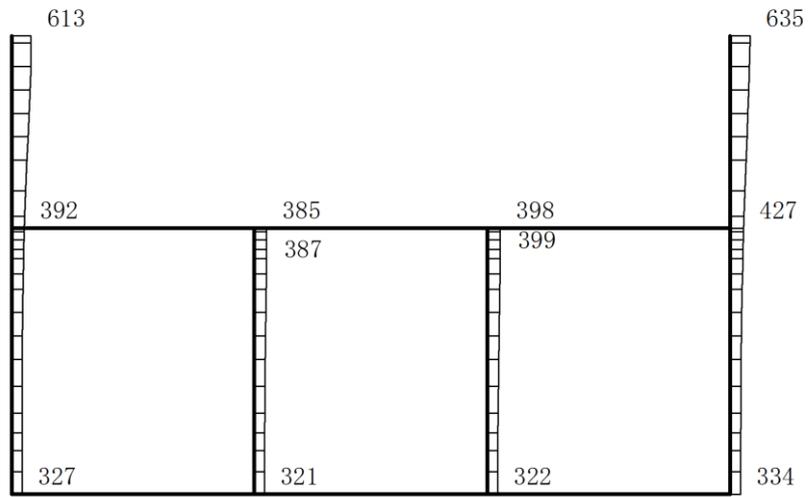


(b) S d - D (+ -) 鉛直

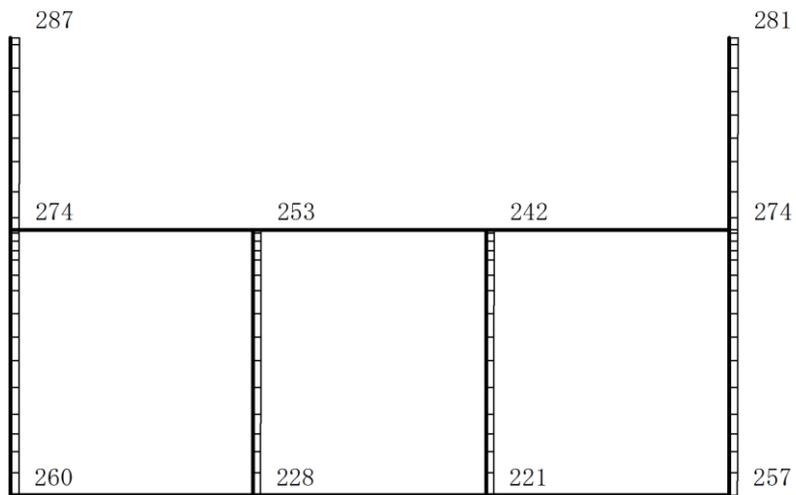
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-179 最大応答加速度分布図 (59/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (- -) 水平

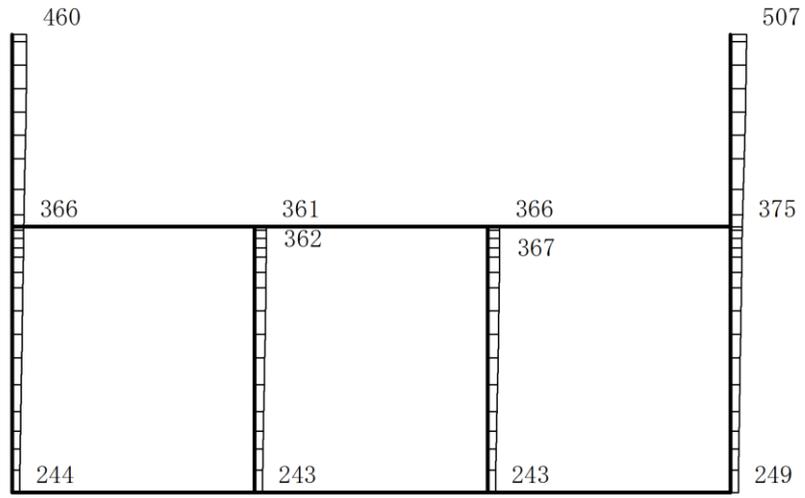


(b) S d - D (- -) 鉛直

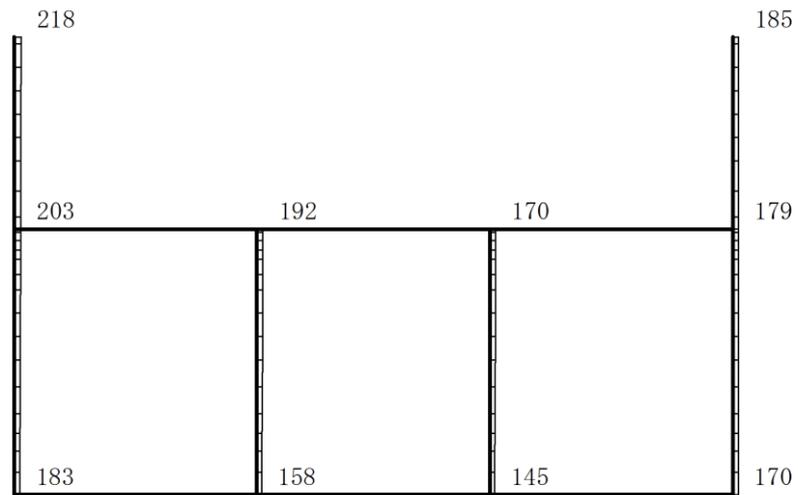
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-180 最大応答加速度分布図 (60/120) (解析ケース①)



(a) S d - F 1 (++) 水平

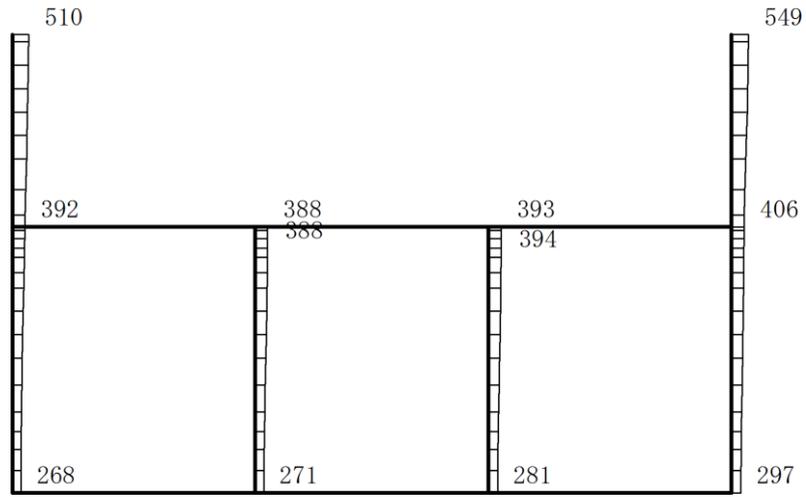


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

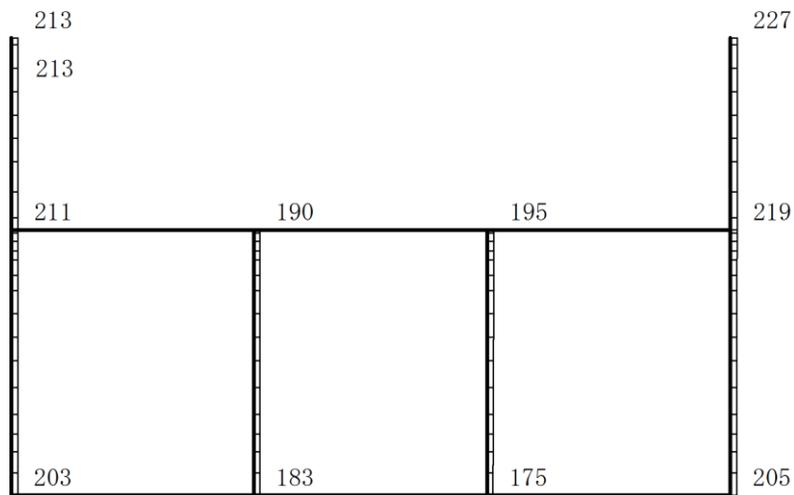
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-181 最大応答加速度分布図 (61/120) (解析ケース①)



(a) S d - F 2 (++) 水平

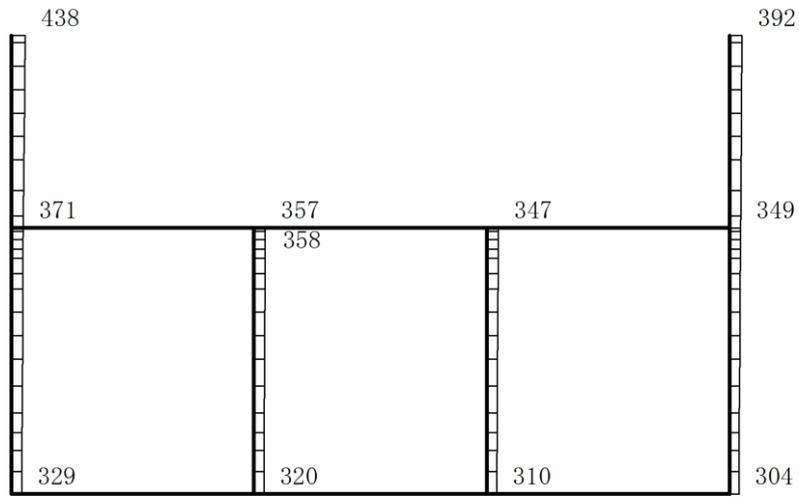


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

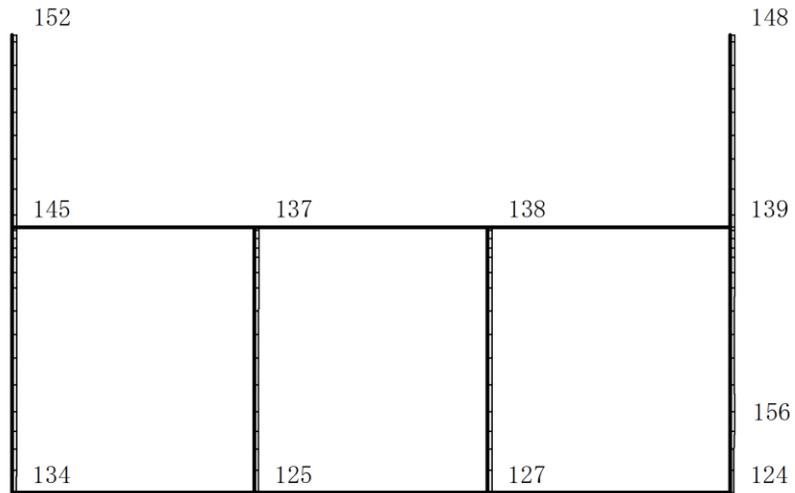
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-182 最大応答加速度分布図 (62/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (++) 水平

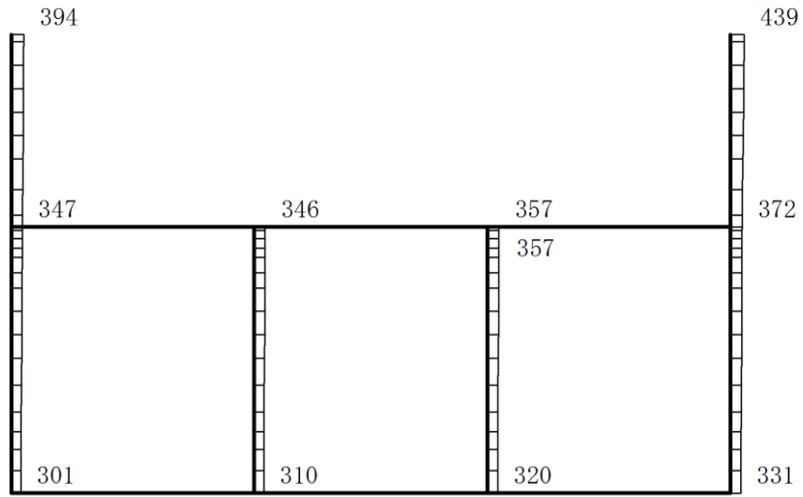


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

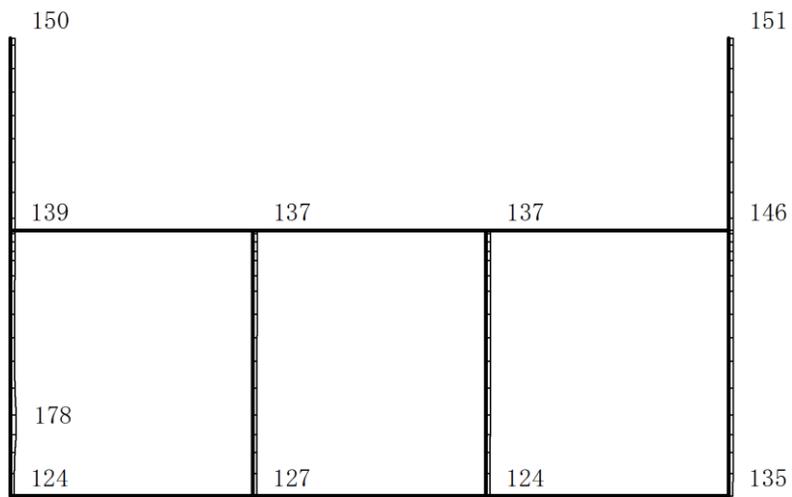
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-183 最大応答加速度分布図 (63/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

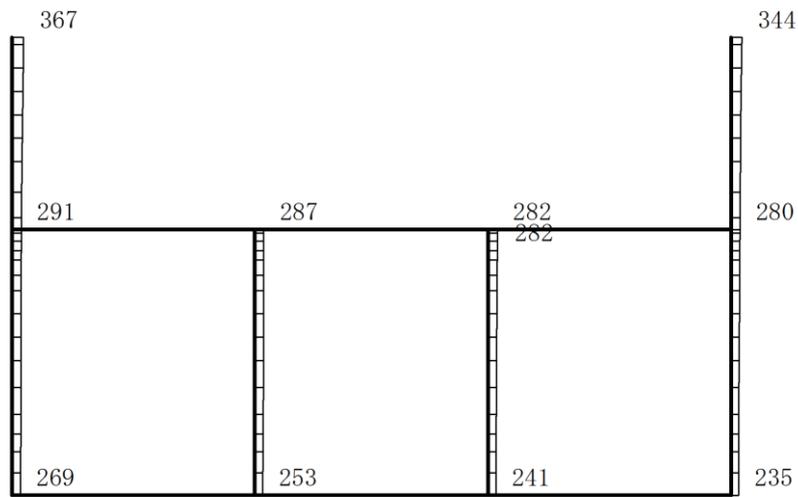


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

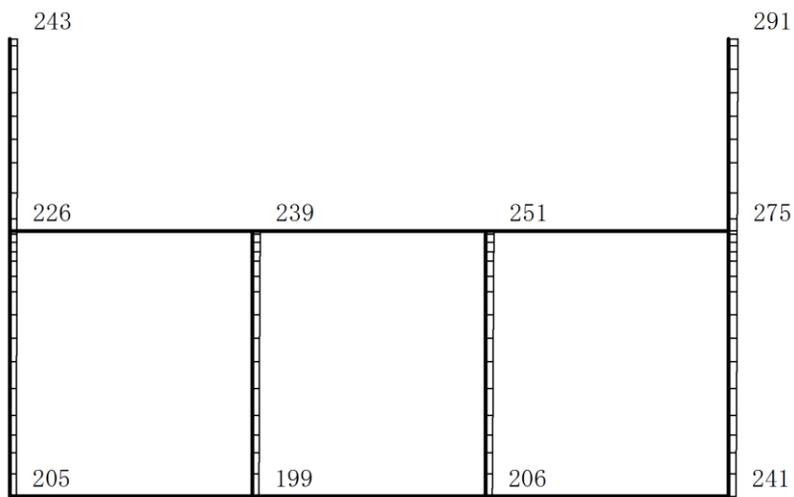
構造スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-184 最大応答加速度分布図 (64/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

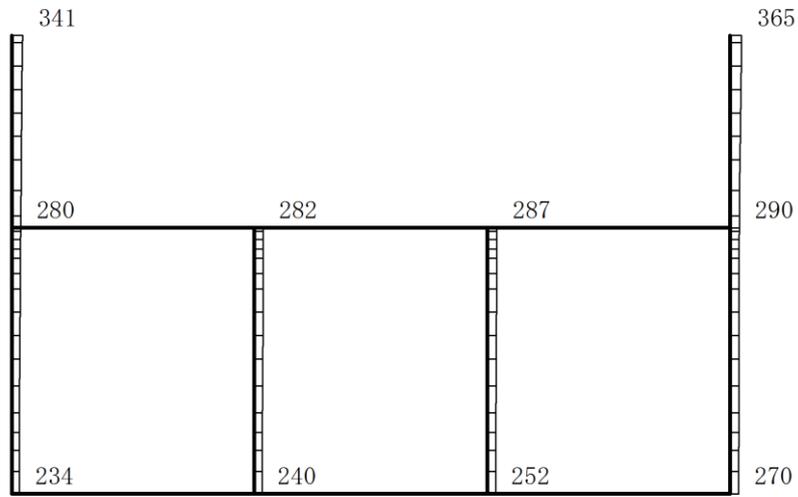


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

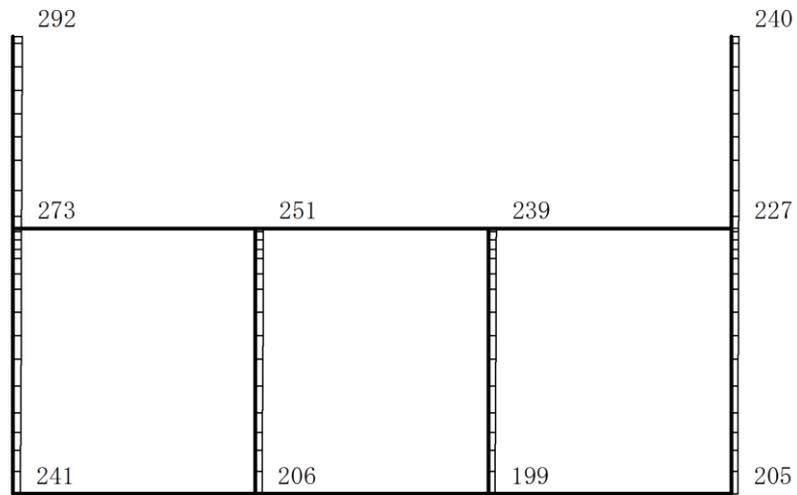
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-185 最大応答加速度分布図 (65/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

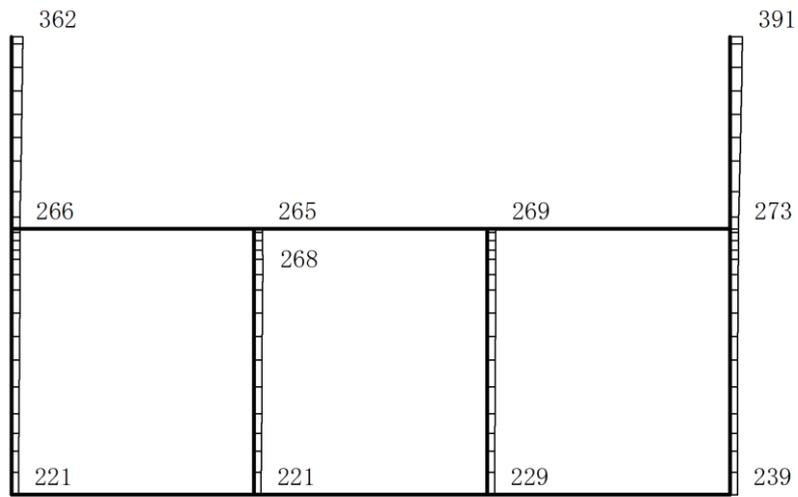


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

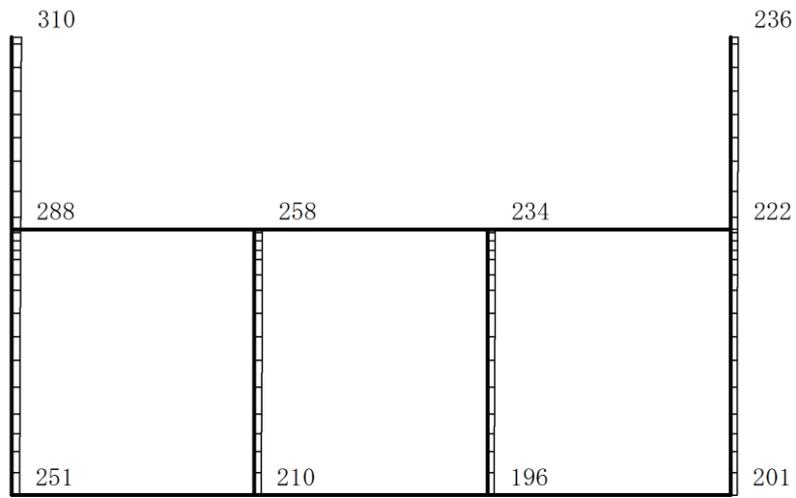
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-186 最大応答加速度分布図 (66/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

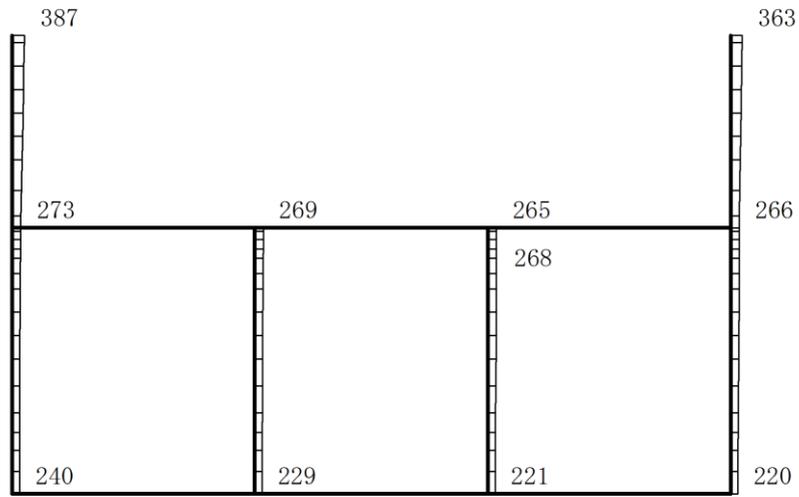


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

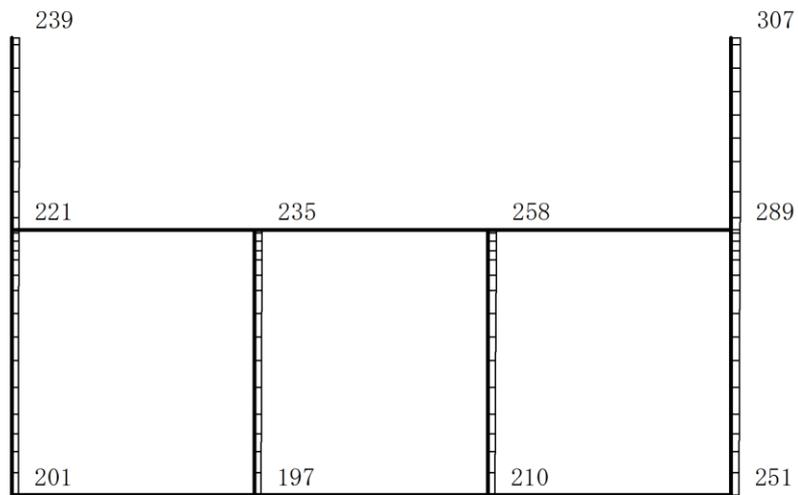
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-187 最大応答加速度分布図 (67/120) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

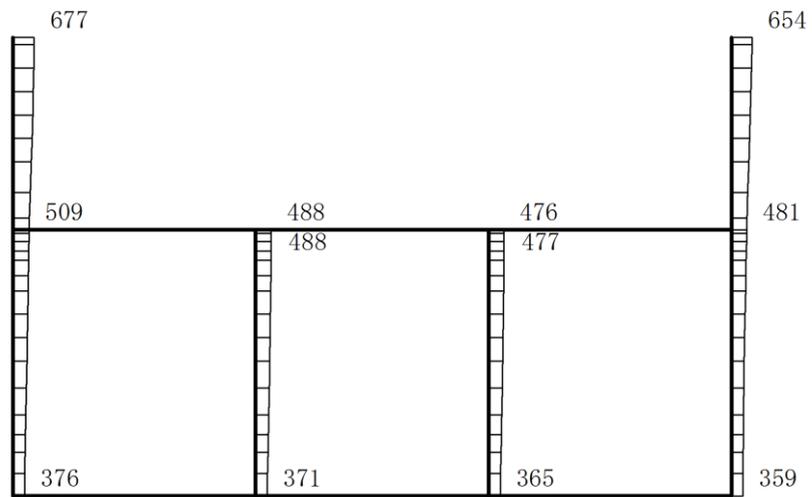


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

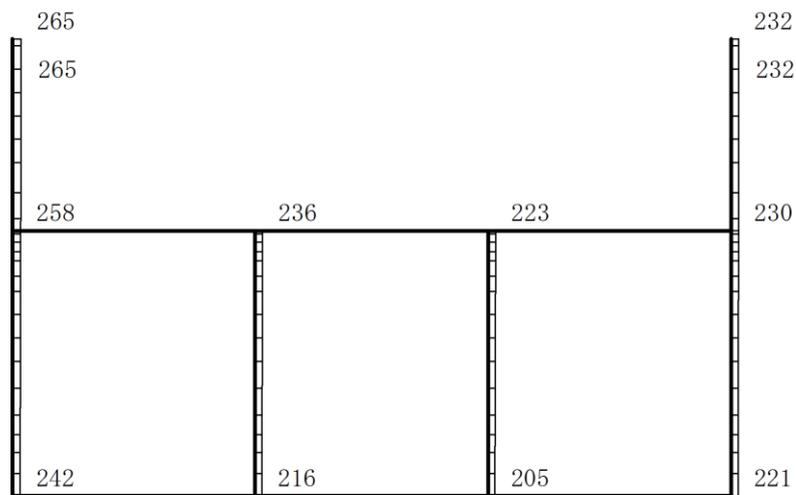
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-188 最大応答加速度分布図 (68/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (++) 水平

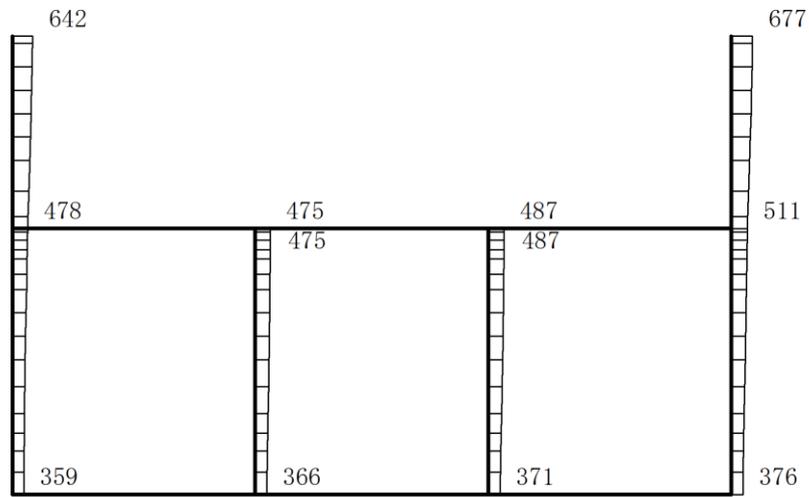


(b) S d - 1 (++) 鉛直

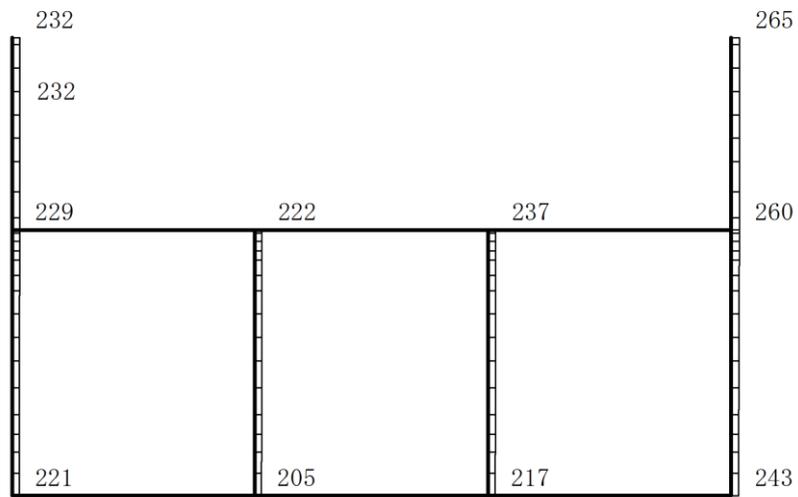
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-189 最大応答加速度分布図 (69/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (- +) 水平

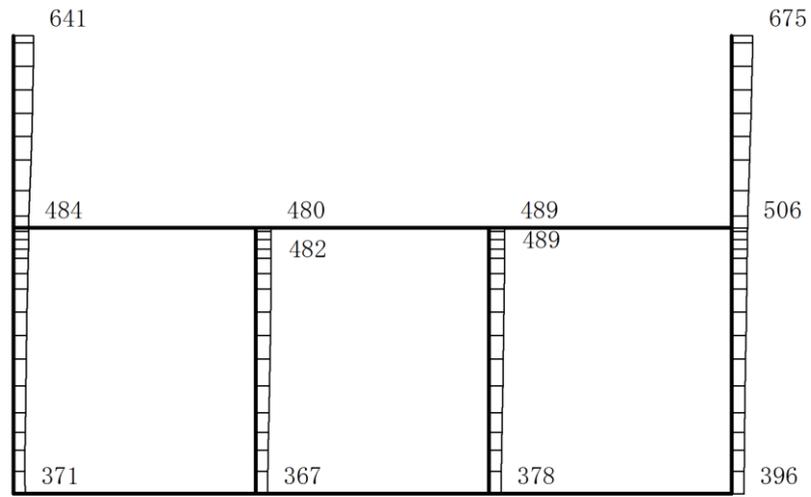


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

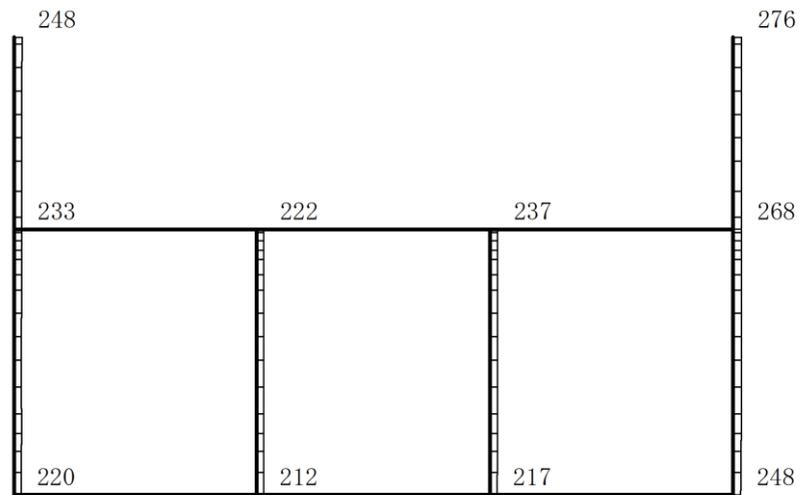
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-190 最大応答加速度分布図 (70/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

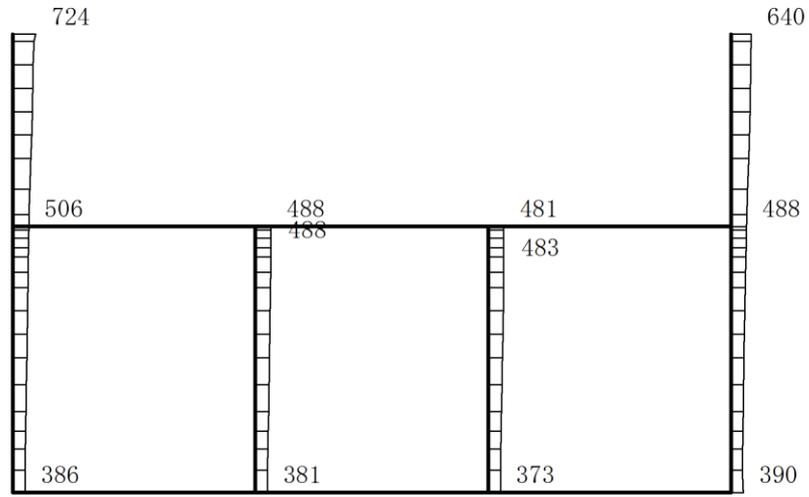


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

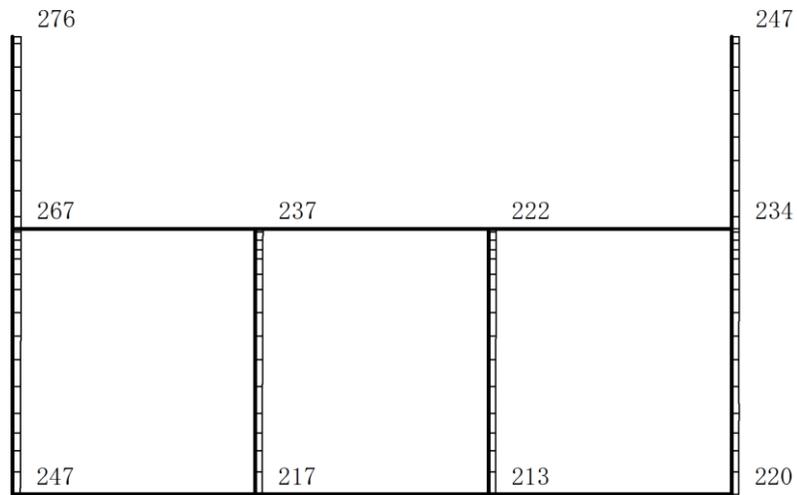
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-191 最大応答加速度分布図 (71/120) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (--) 水平

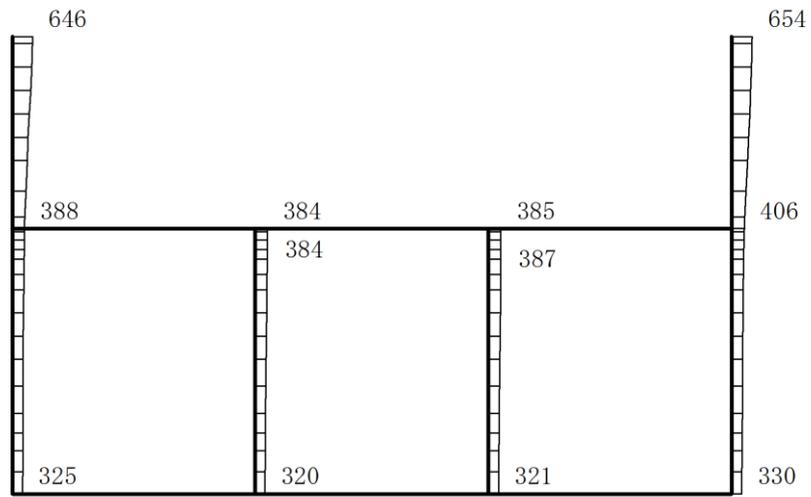


(b) S d - 1 (--) 鉛直

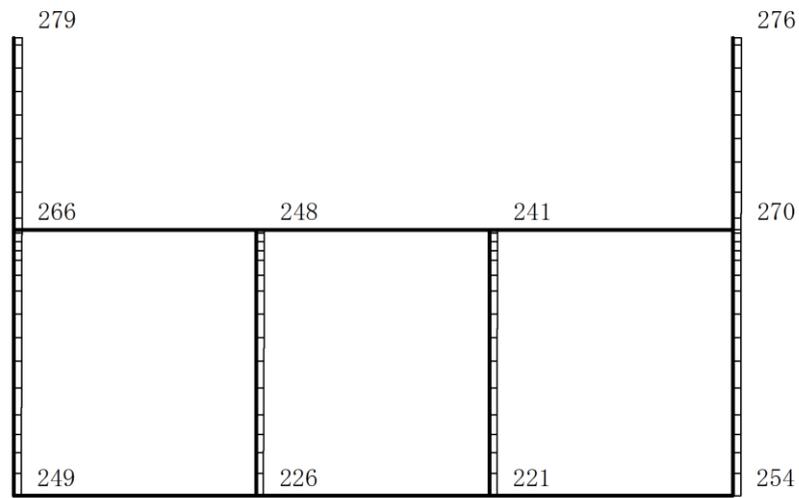
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-192 最大応答加速度分布図 (72/120) (解析ケース①)



(a) S d - D (++) 水平

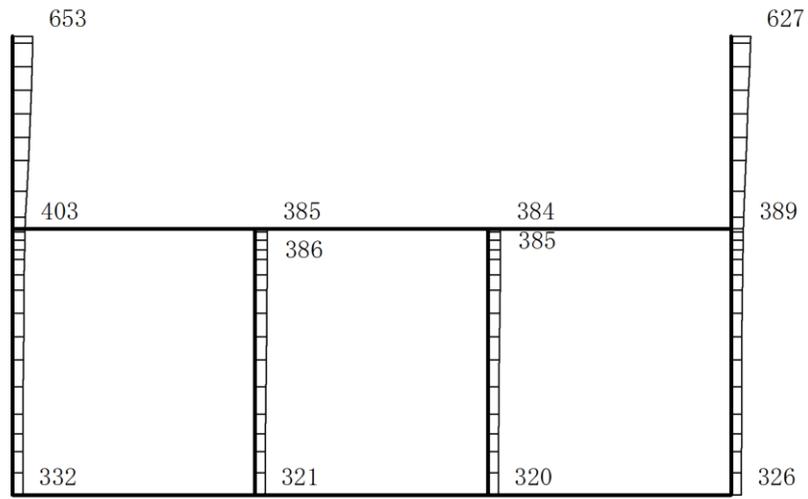


(b) S d - D (++) 鉛直

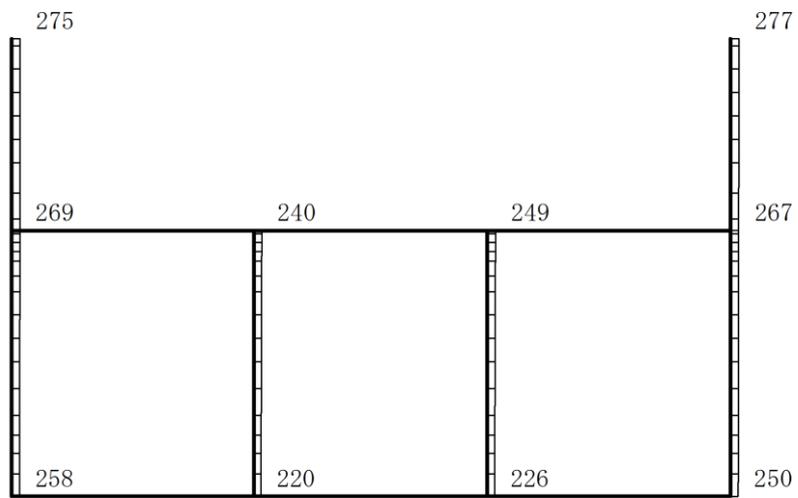
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-193 最大応答加速度分布図 (73/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (- +) 水平

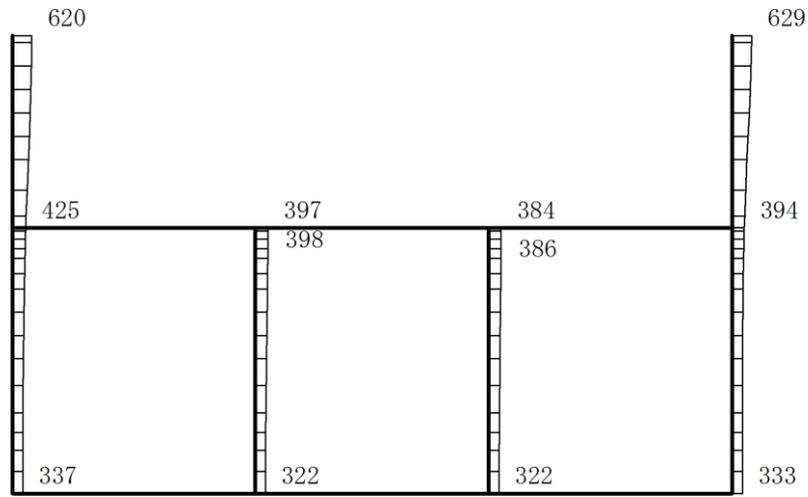


(b) S d - D (- +) 鉛直

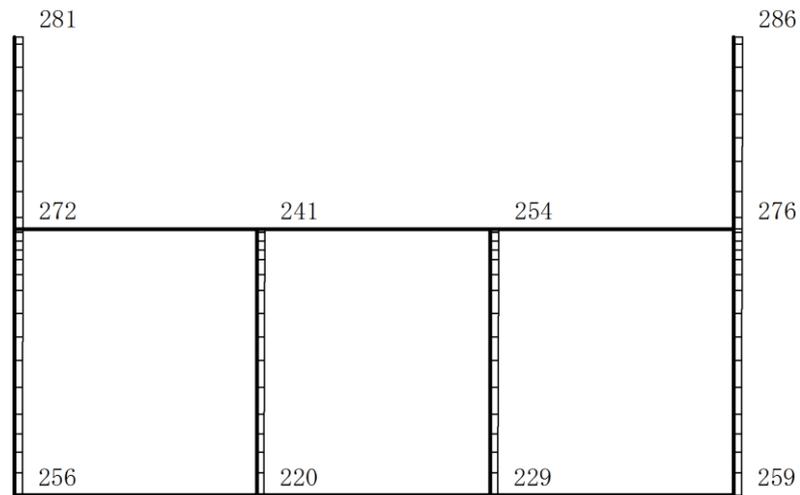
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-194 最大応答加速度分布図 (74/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (+ -) 水平

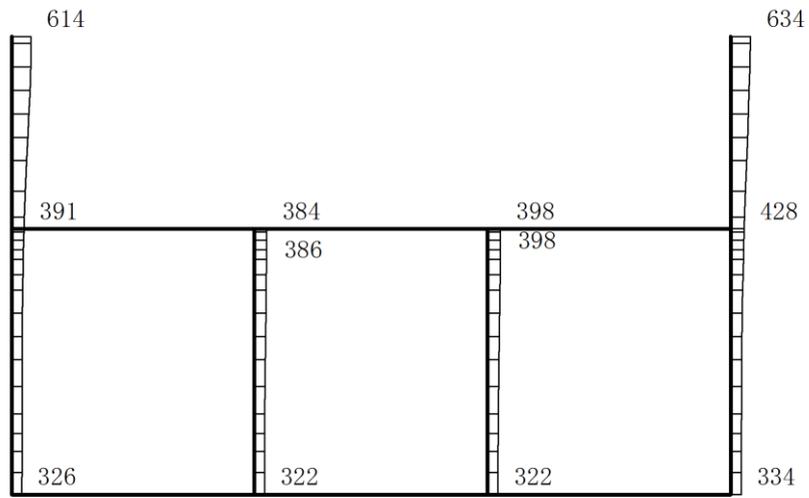


(b) S d - D (+ -) 鉛直

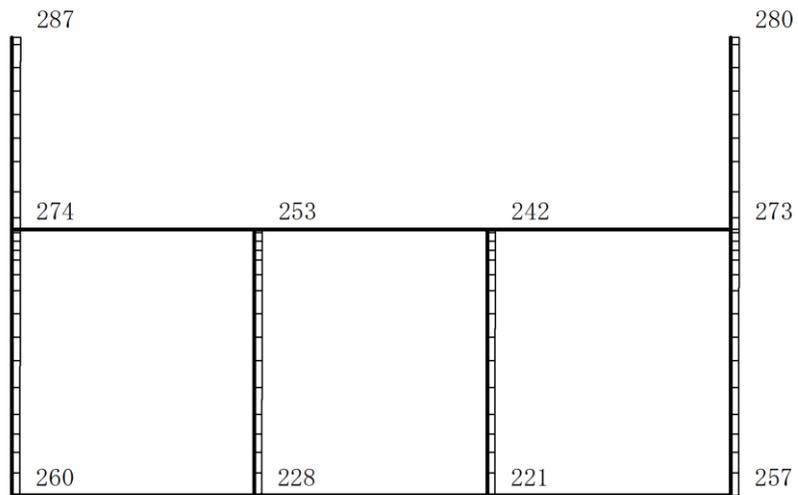
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-195 最大応答加速度分布図 (75/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (--) 水平

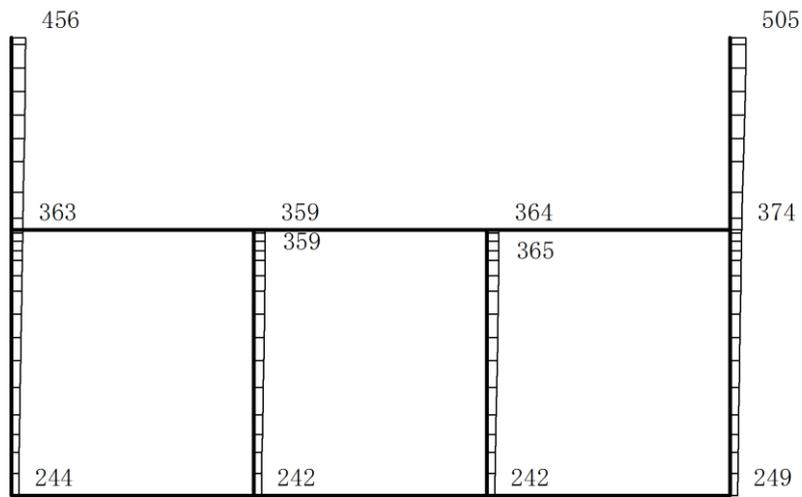


(b) S d - D (--) 鉛直

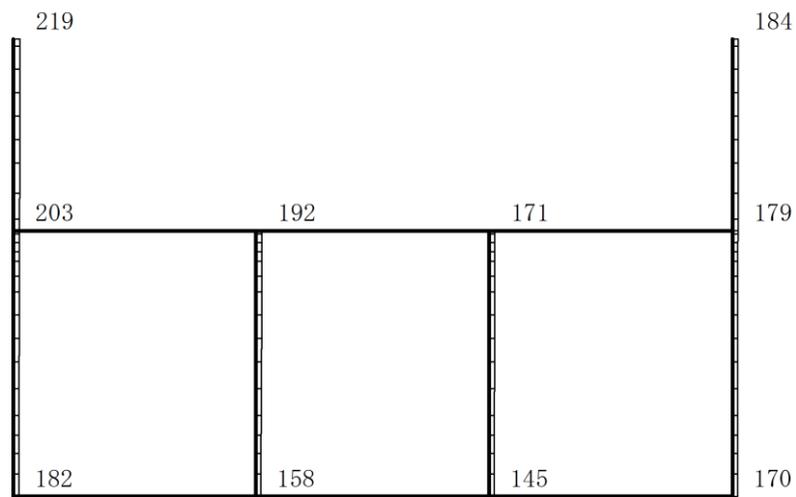
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-196 最大応答加速度分布図 (76/120) (解析ケース②)



(a) S d - F 1 (++) 水平

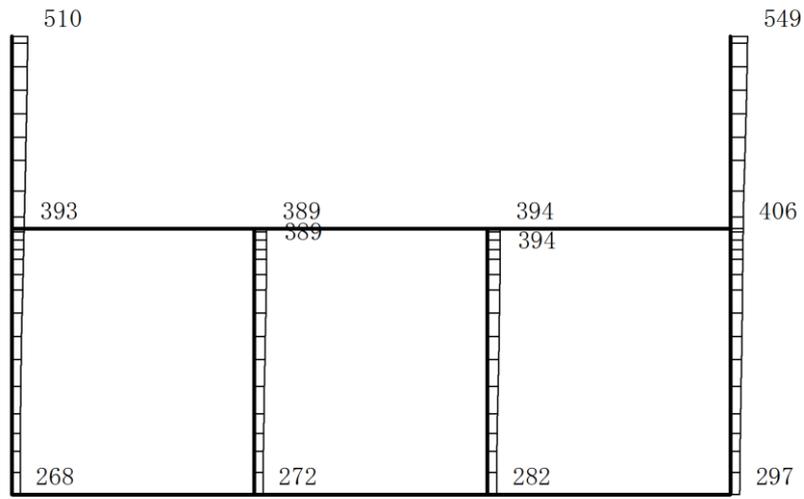


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

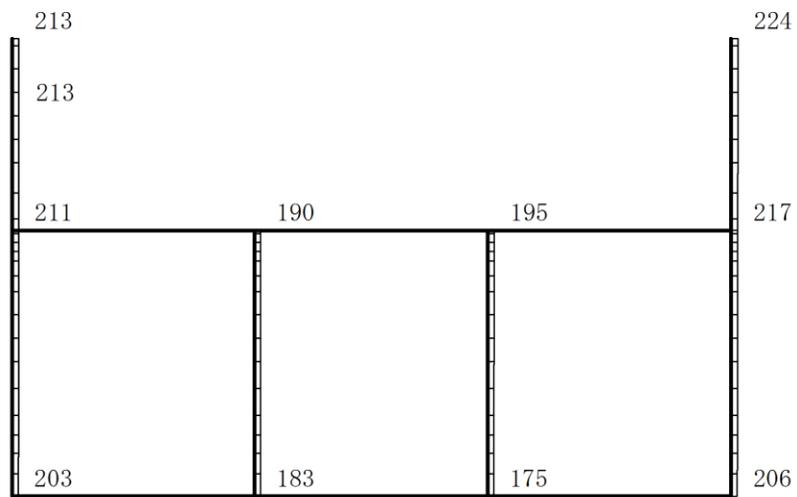
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-197 最大応答加速度分布図 (77/120) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平

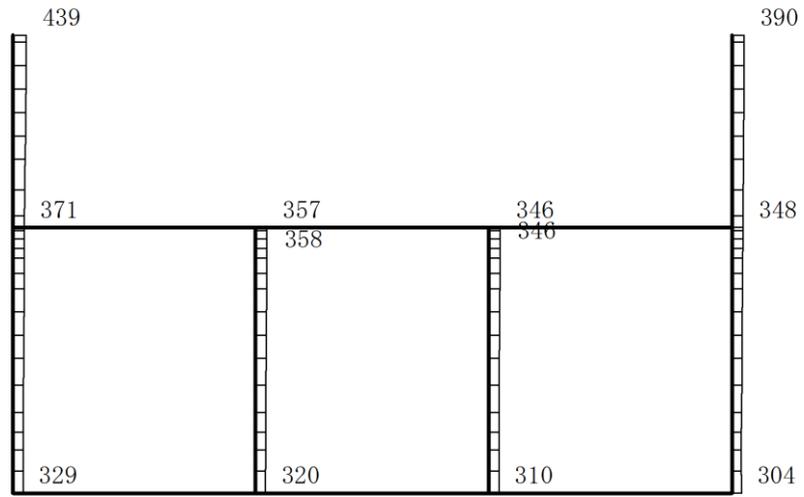


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

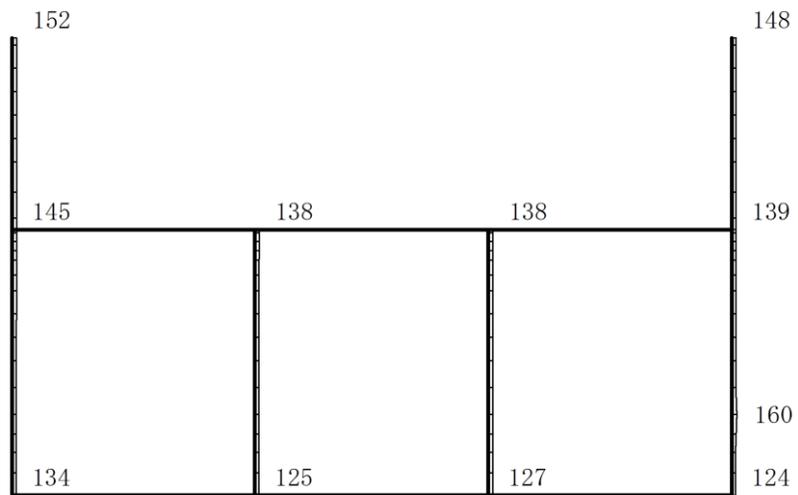
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-198 最大応答加速度分布図 (78/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (++) 水平

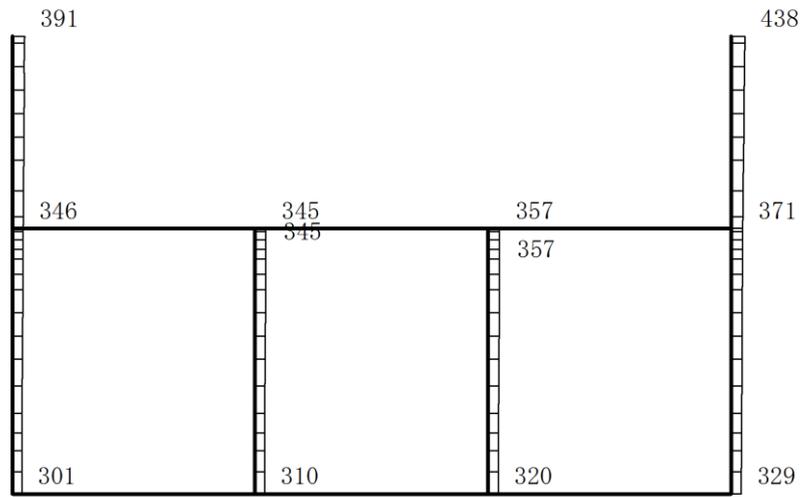


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

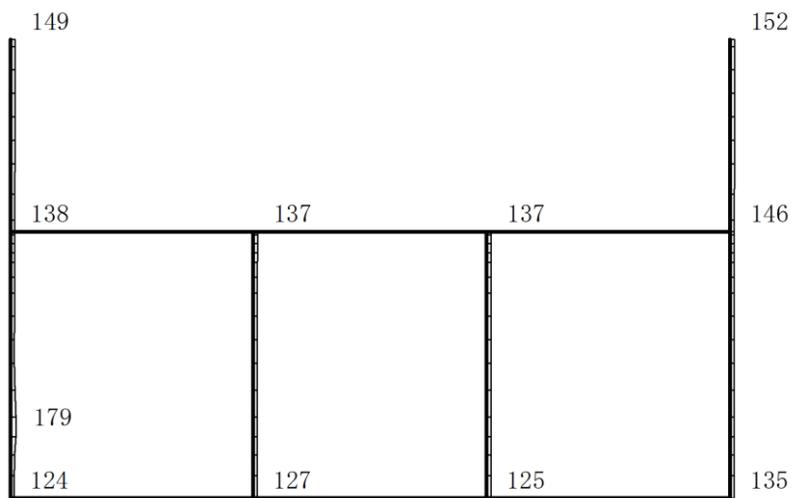
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-199 最大応答加速度分布図 (79/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

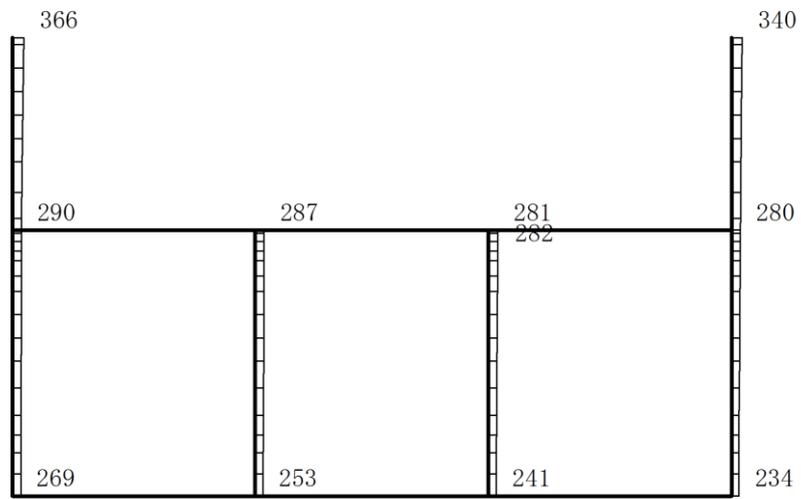


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

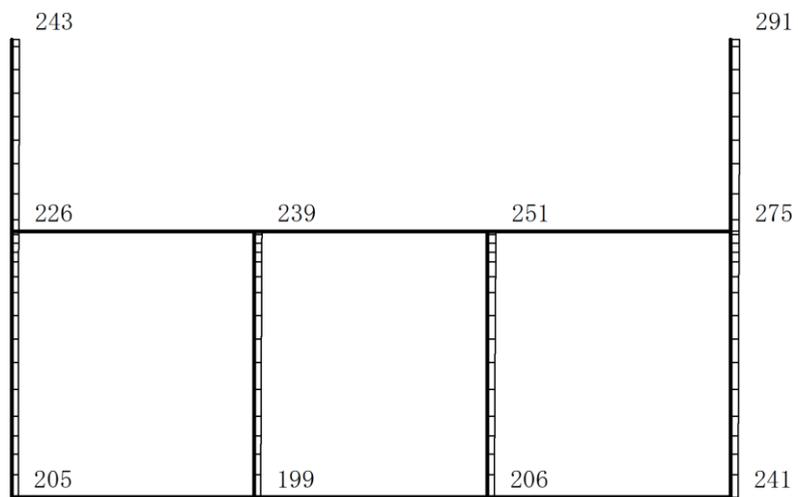
構造スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-200 最大応答加速度分布図 (80/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

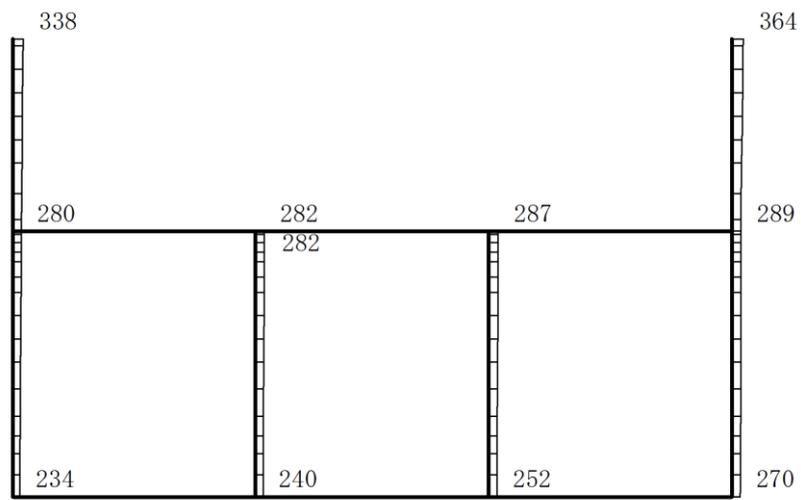


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

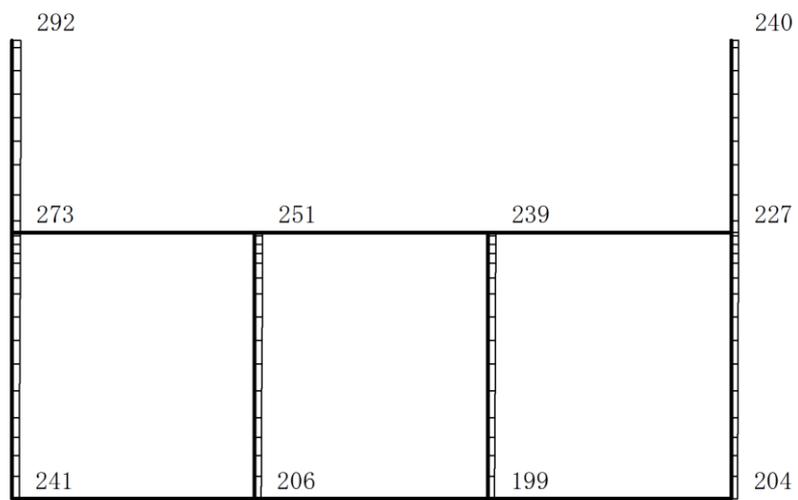
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-201 最大応答加速度分布図 (81/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

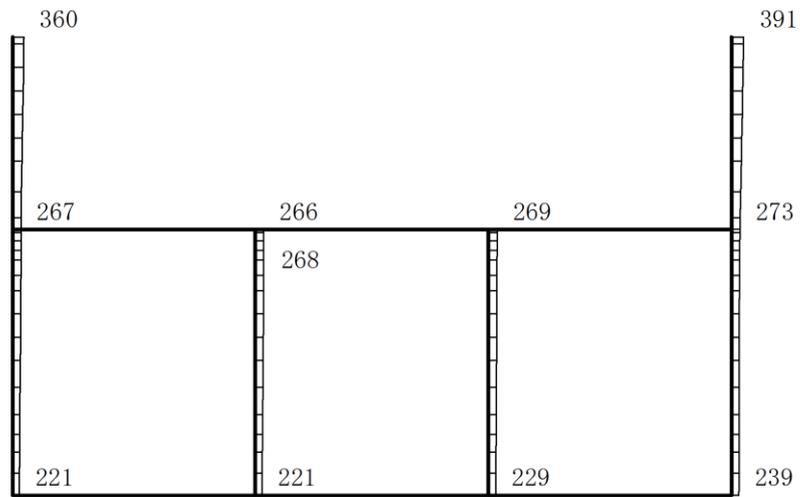


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

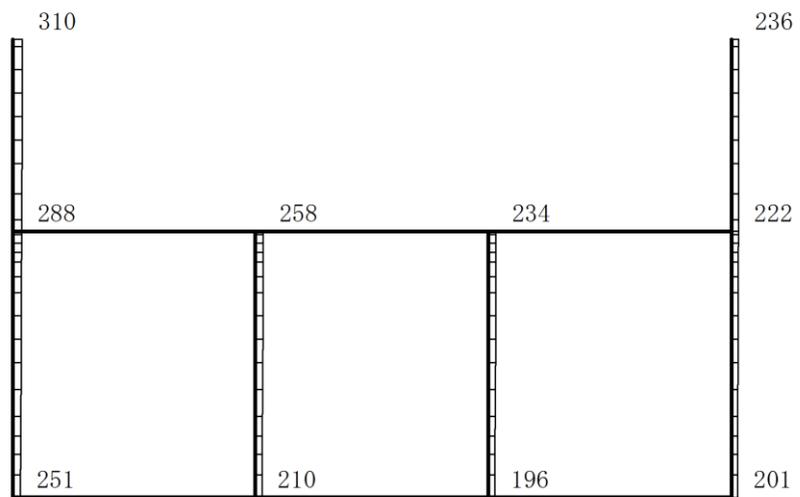
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-202 最大応答加速度分布図 (82/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

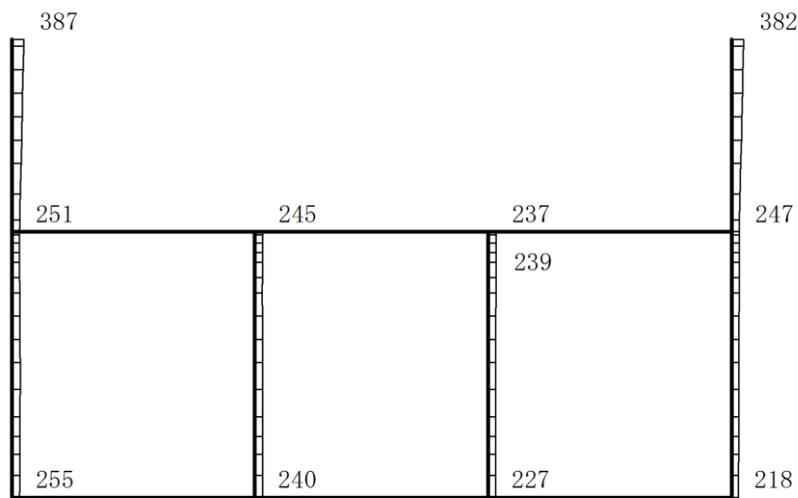


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

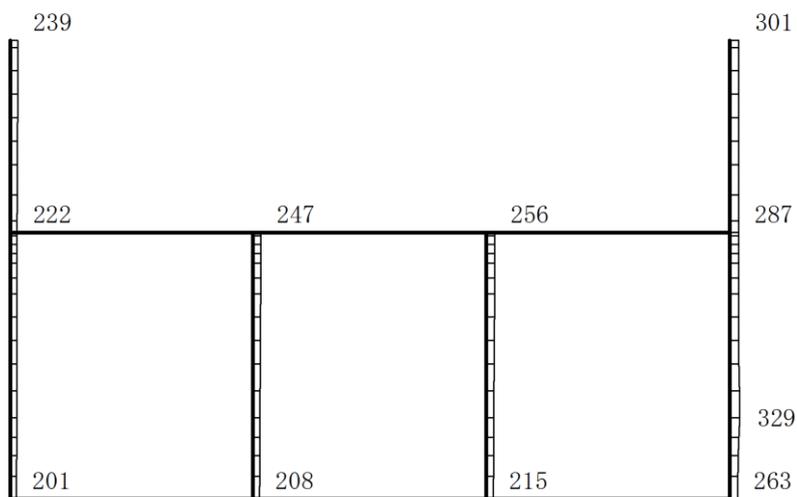
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-203 最大応答加速度分布図 (83/120) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

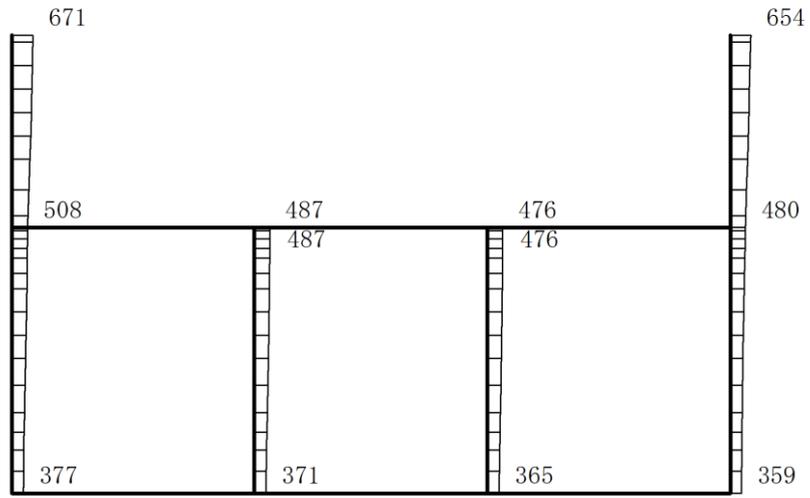


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

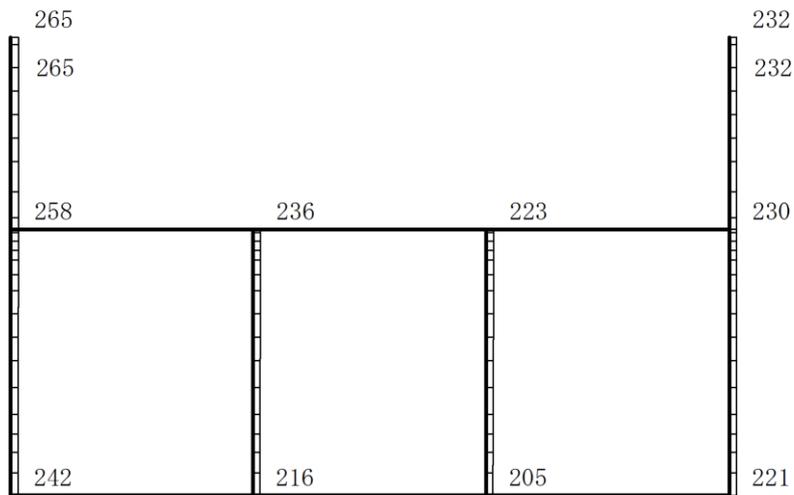
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-204 最大応答加速度分布図 (84/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (+ +) 水平

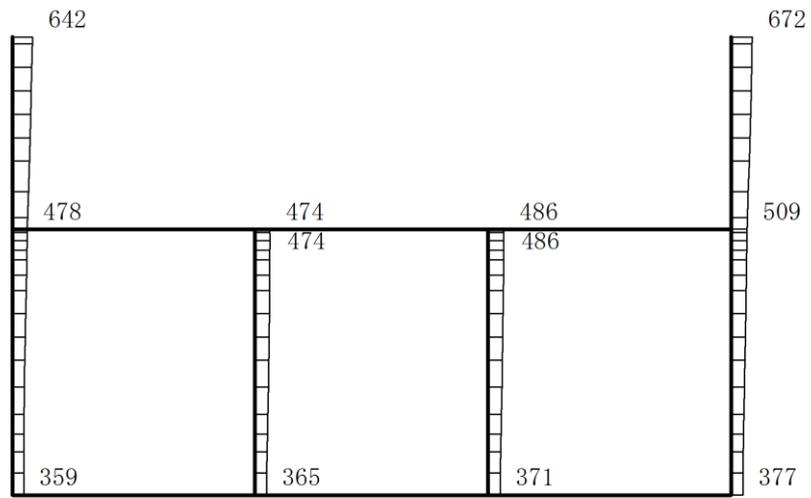


(b) S d - 1 (+ +) 鉛直

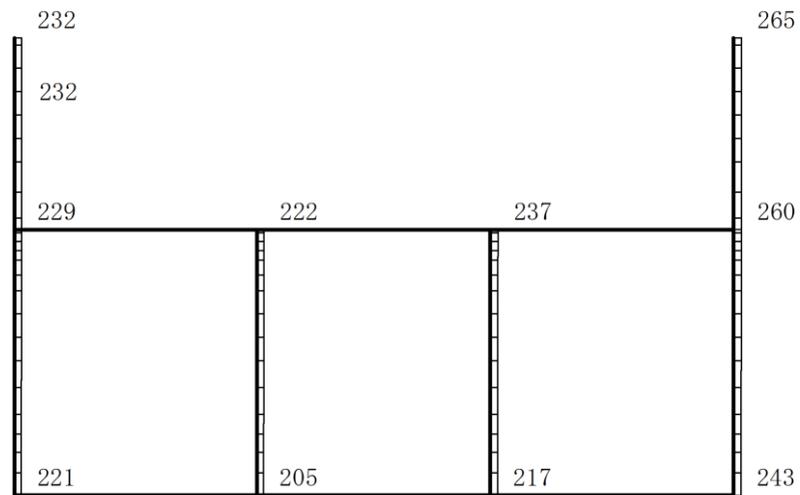
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-205 最大応答加速度分布図 (85/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (- +) 水平

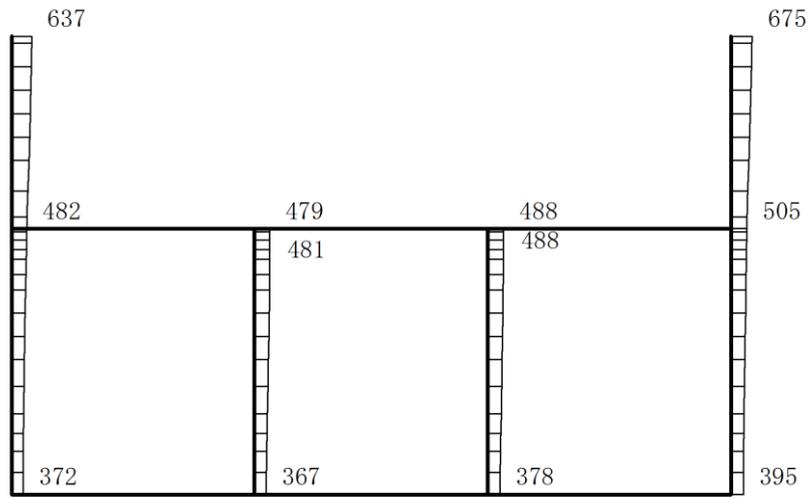


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

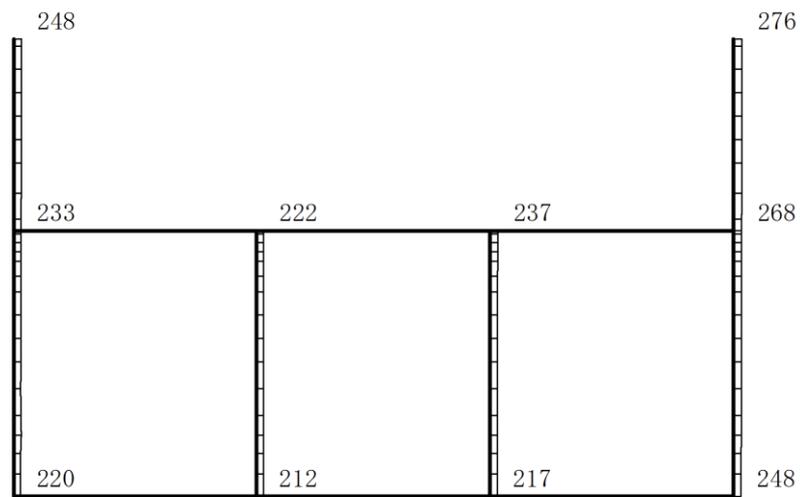
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-206 最大応答加速度分布図 (86/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

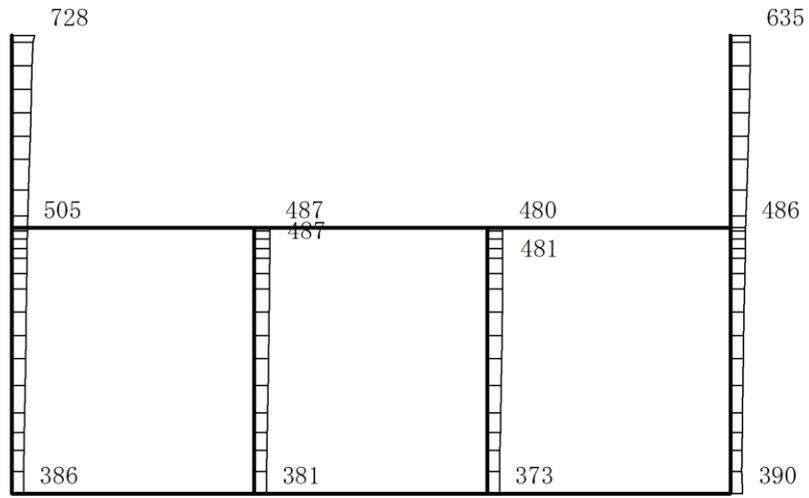


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

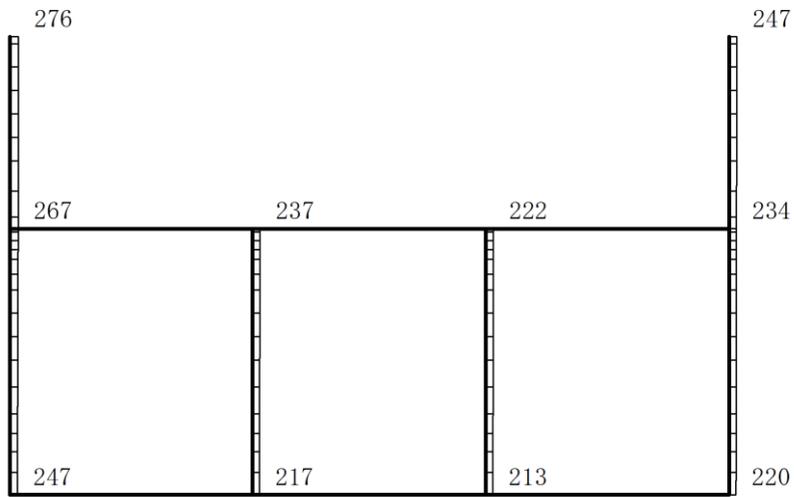
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-207 最大応答加速度分布図 (87/120) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (- -) 水平

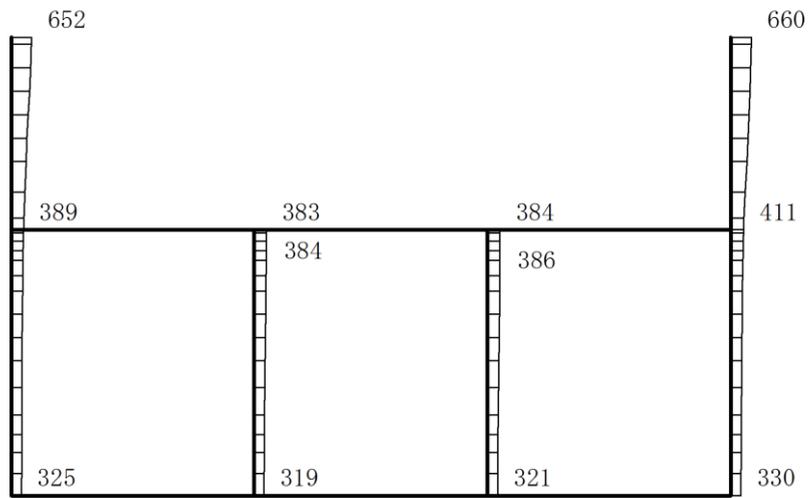


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

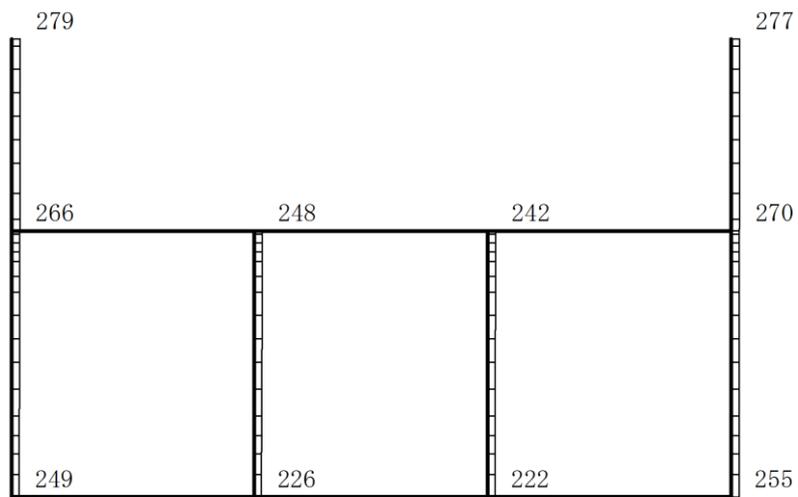
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-208 最大応答加速度分布図 (88/120) (解析ケース②)



(a) S d - D (++) 水平

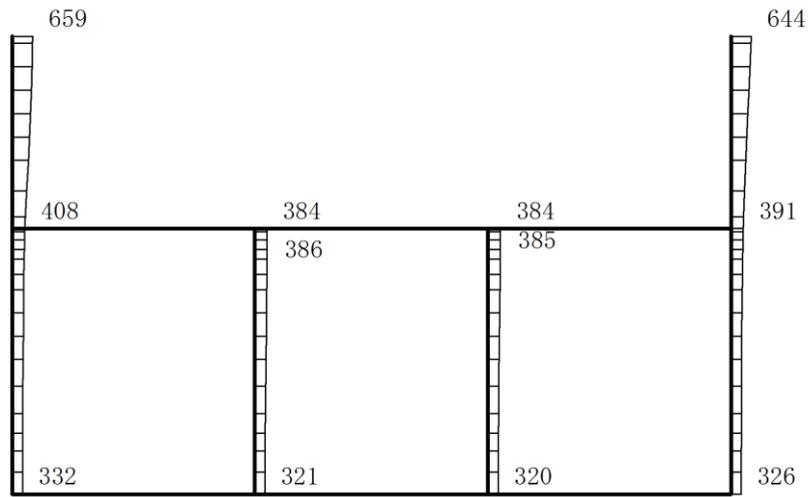


(b) S d - D (++) 鉛直

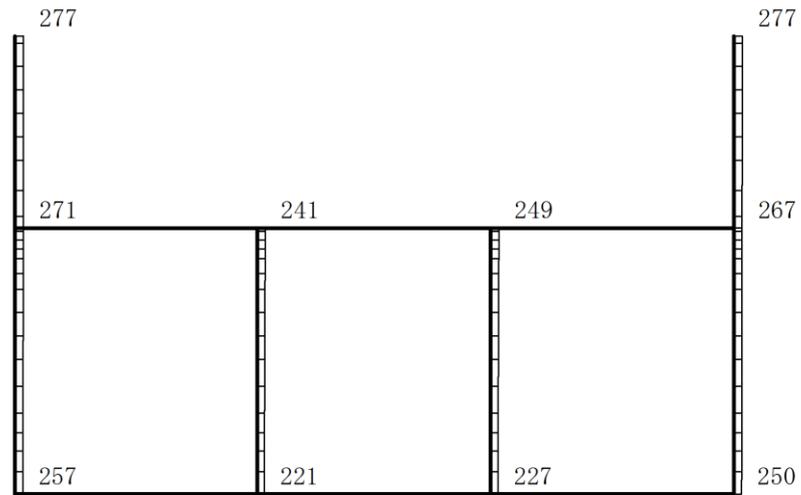
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-209 最大応答加速度分布図 (89/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (- +) 水平

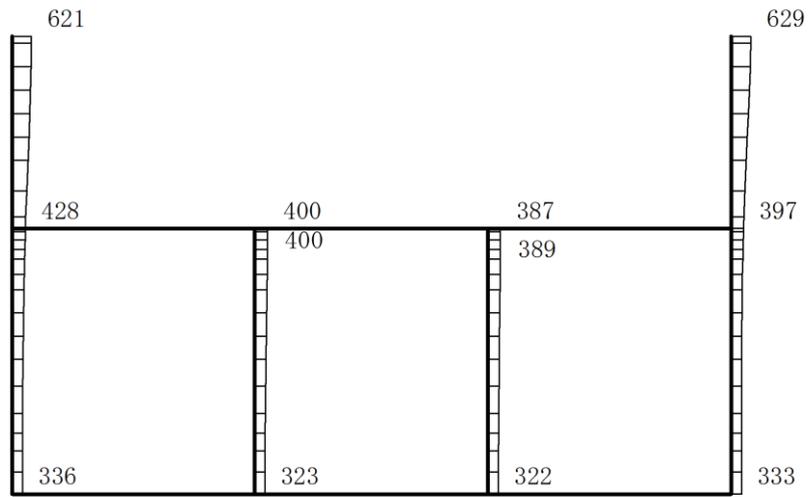


(b) S d - D (- +) 鉛直

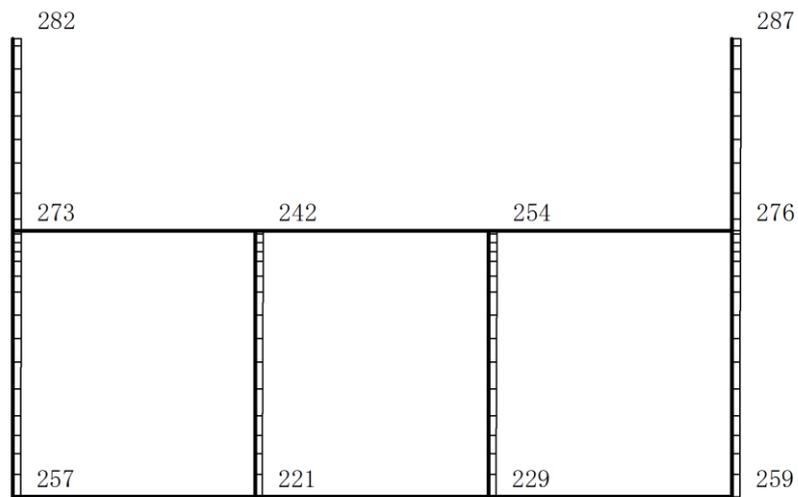
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-210 最大応答加速度分布図 (90/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (+ -) 水平

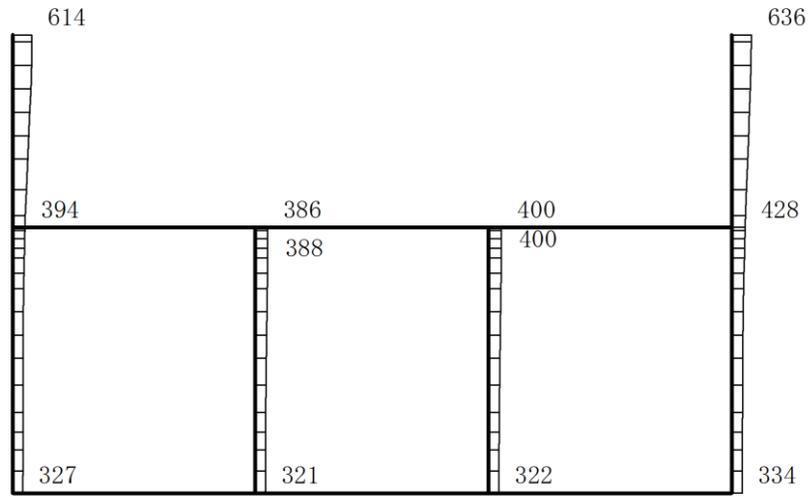


(b) S d - D (+ -) 鉛直

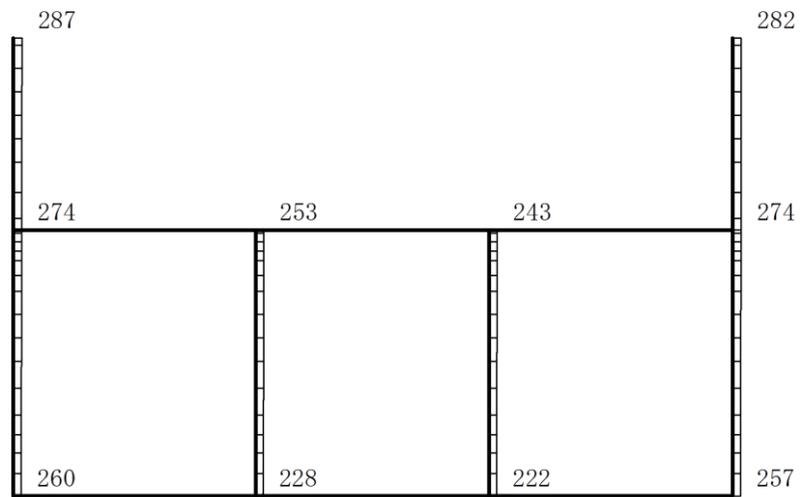
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-211 最大応答加速度分布図 (91/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (--) 水平

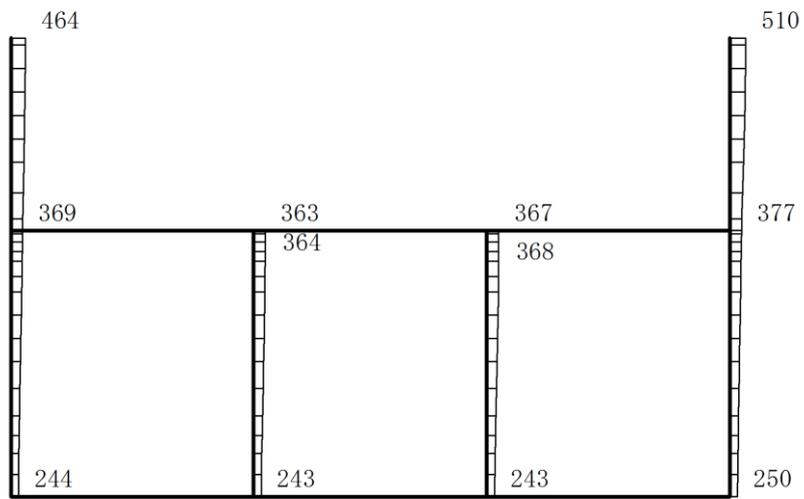


(b) S d - D (--) 鉛直

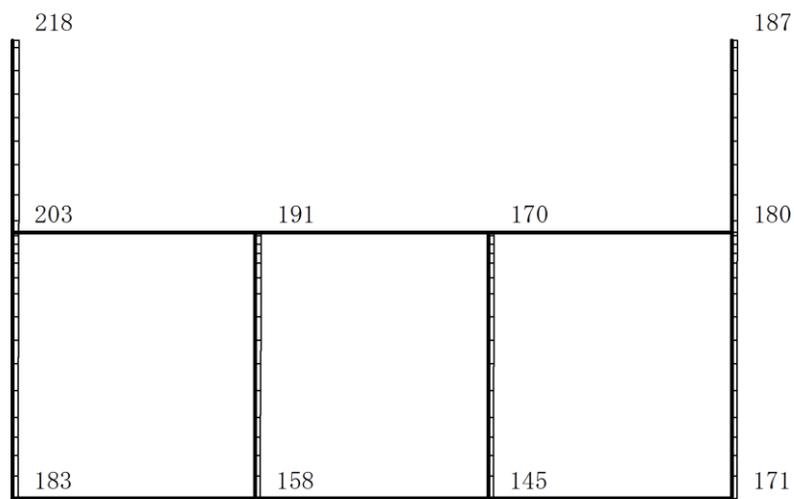
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-212 最大応答加速度分布図 (92/120) (解析ケース③)



(a) S d - F 1 (++) 水平

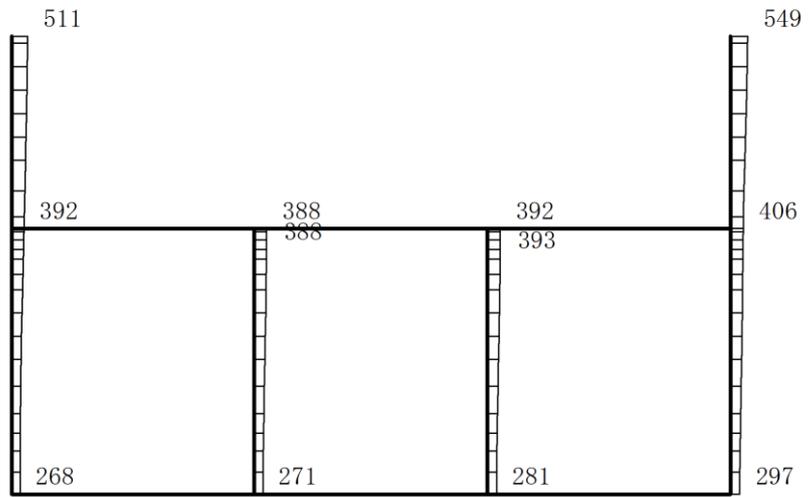


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

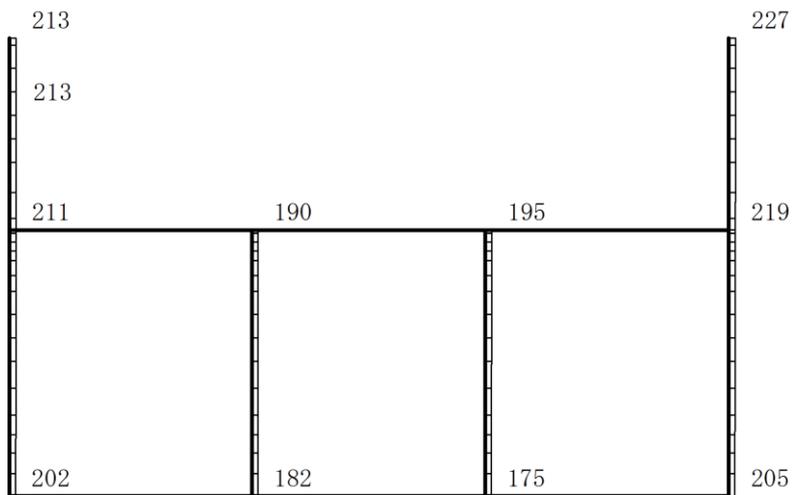
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-213 最大応答加速度分布図 (93/120) (解析ケース③)



(a) S d - F 2 (++) 水平

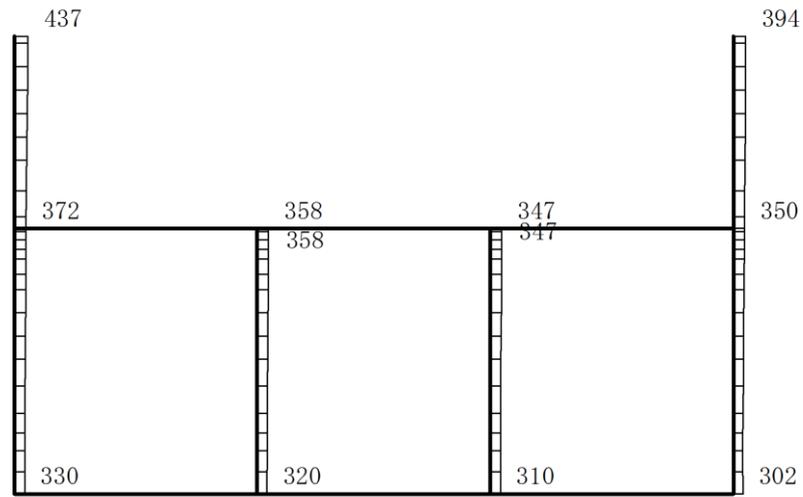


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

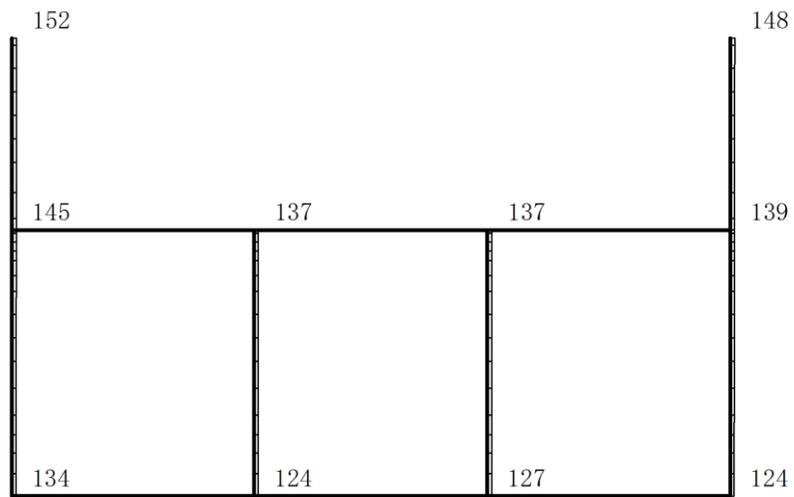
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-214 最大応答加速度分布図 (94/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (++) 水平

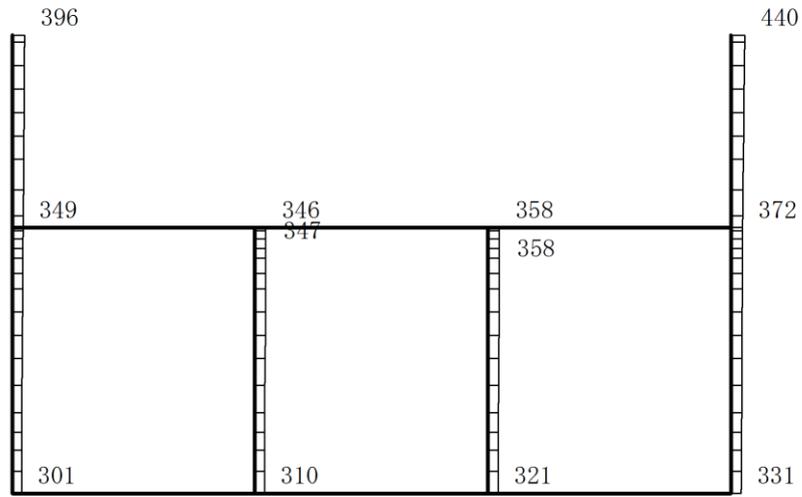


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

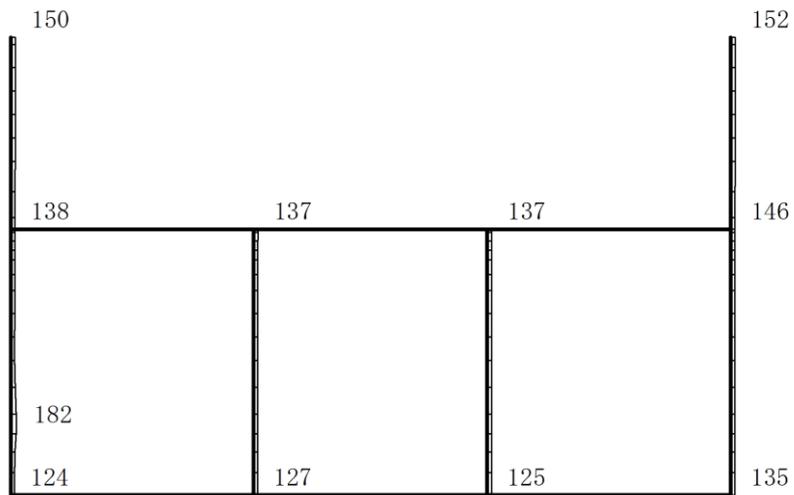
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-215 最大応答加速度分布図 (95/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

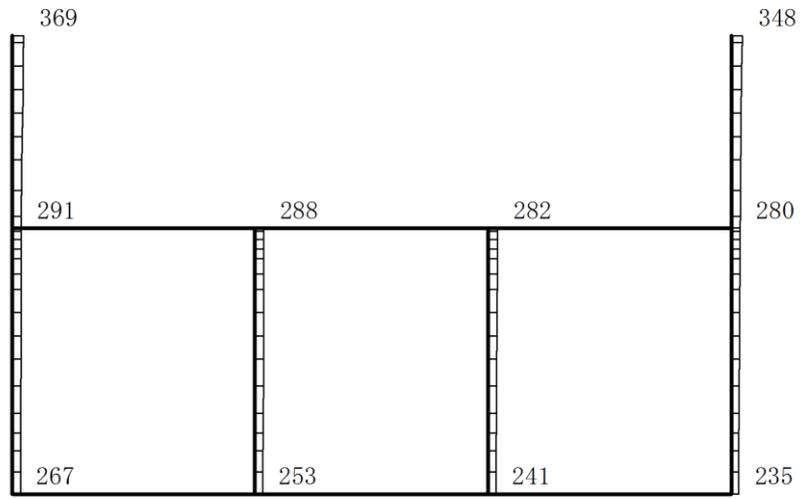


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

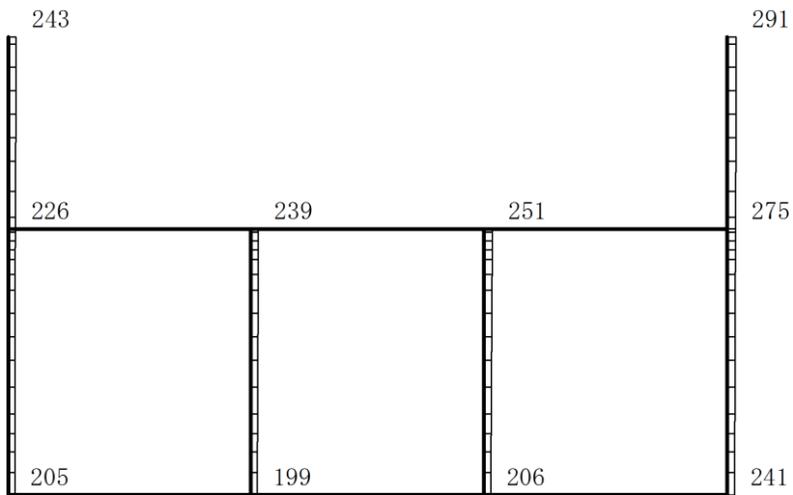
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-216 最大応答加速度分布図 (96/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

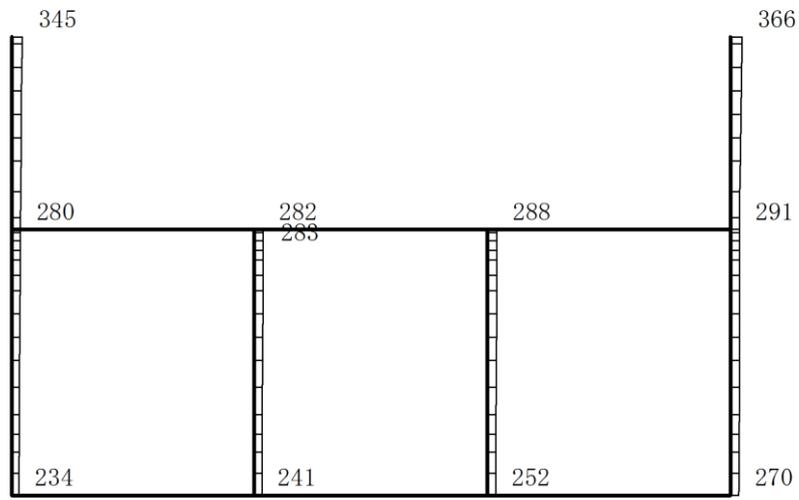


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

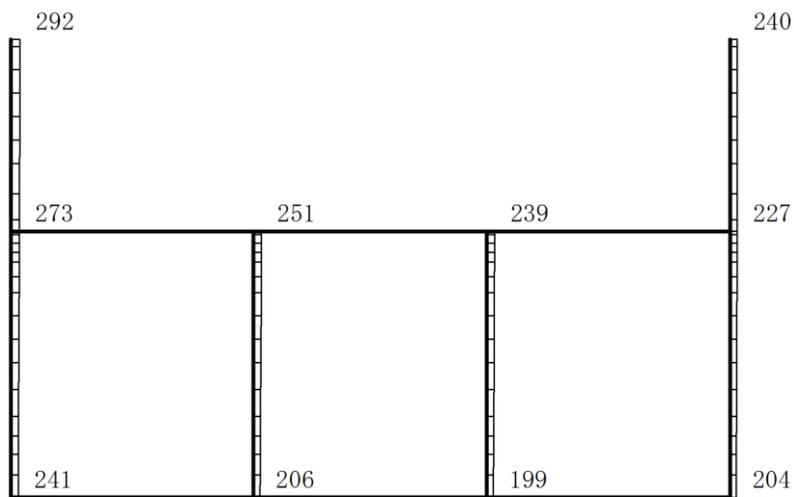
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-217 最大応答加速度分布図 (97/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

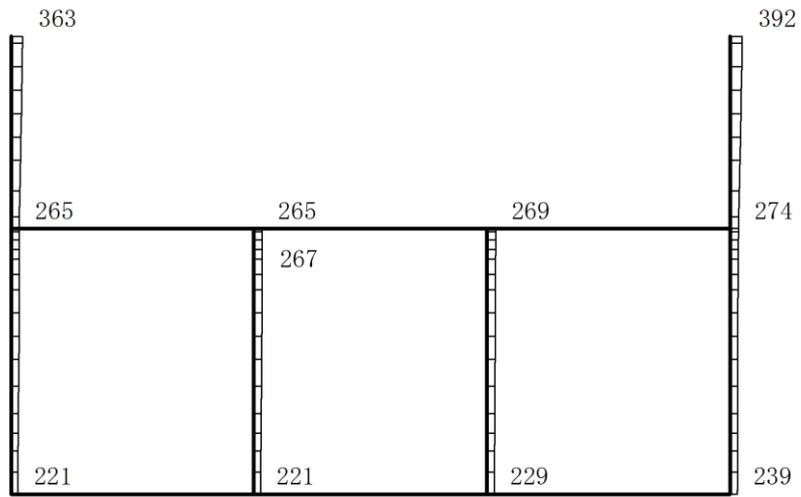


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

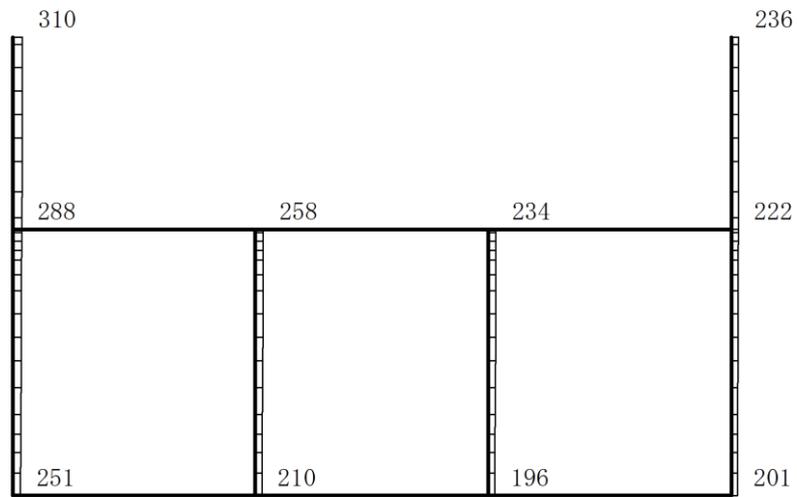
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (cm/s^2)}$

図 4-218 最大応答加速度分布図 (98/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

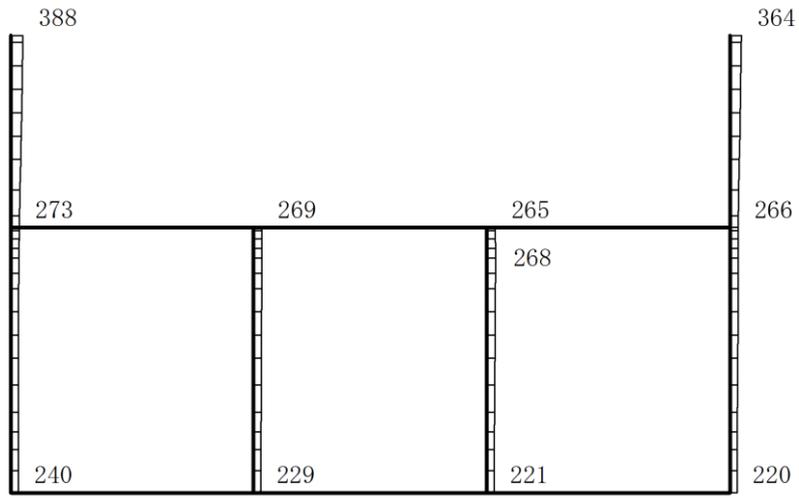


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

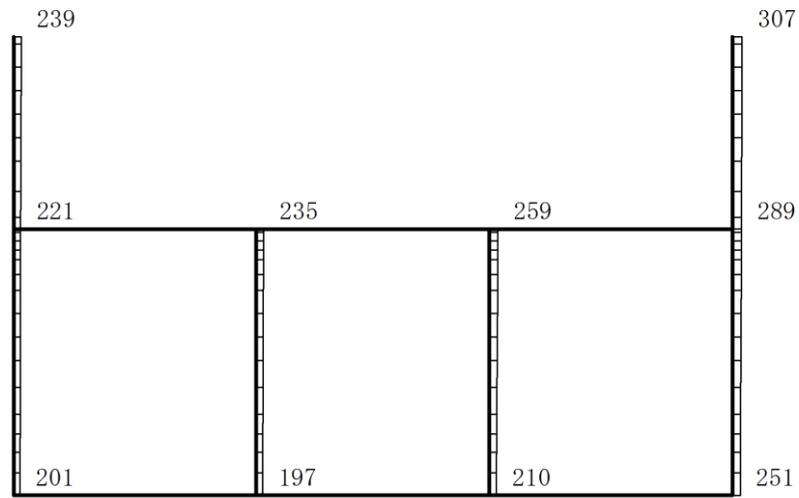
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-219 最大応答加速度分布図 (99/120) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

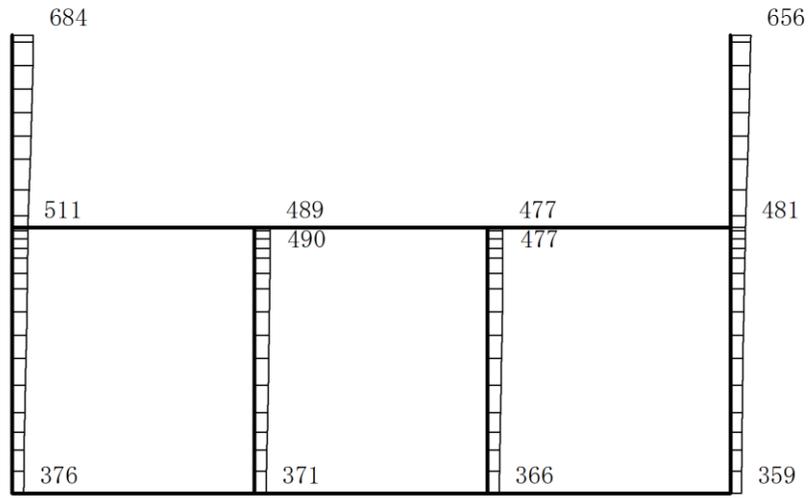


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

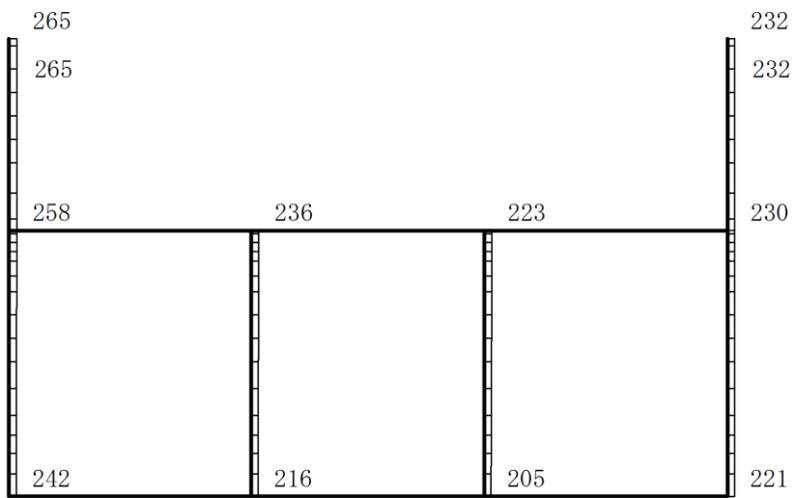
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-220 最大応答加速度分布図 (100/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (++) 水平

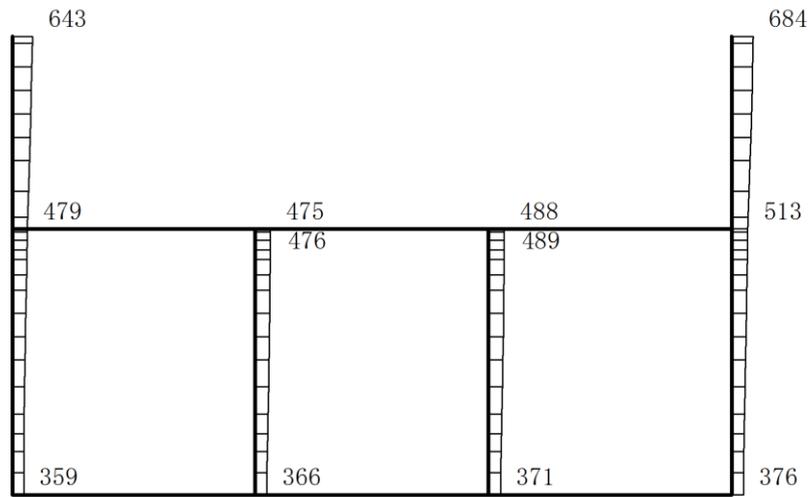


(b) S d - 1 (++) 鉛直

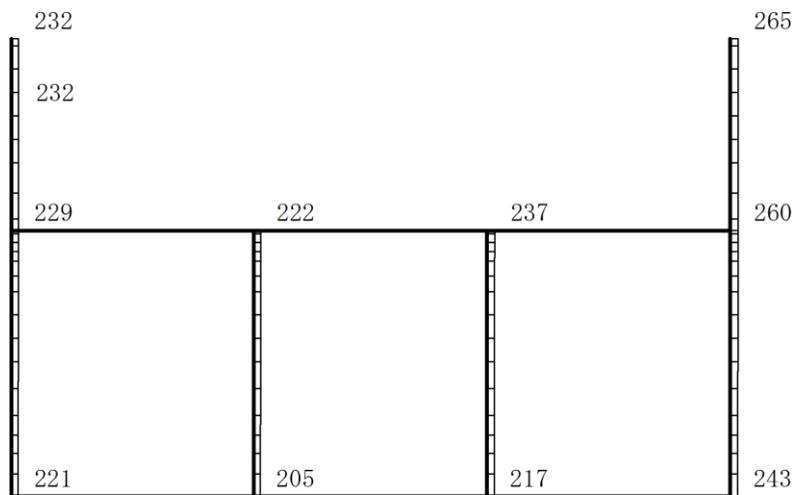
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-221 最大応答加速度分布図 (101/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (- +) 水平

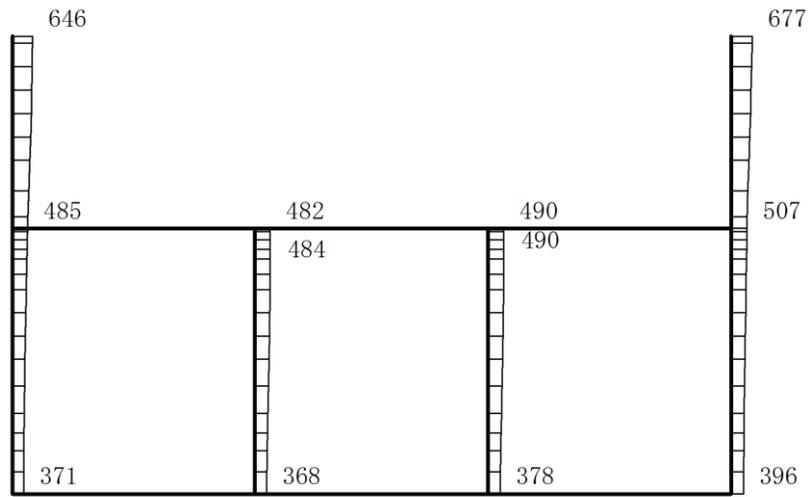


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

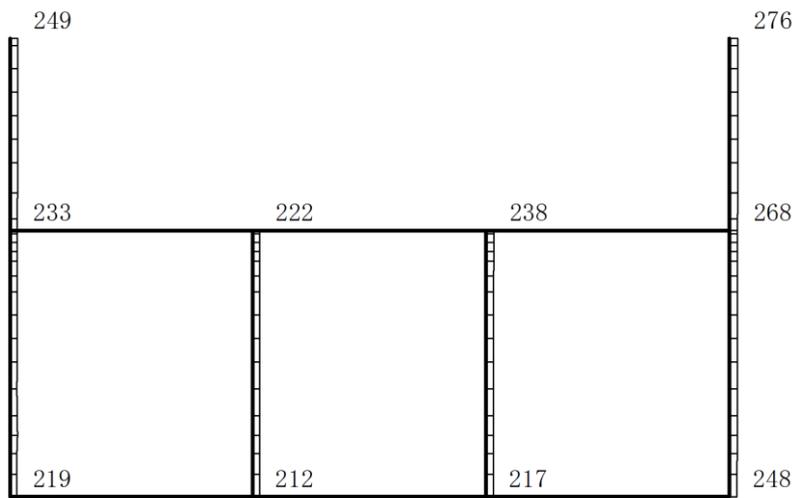
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-222 最大応答加速度分布図 (102/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

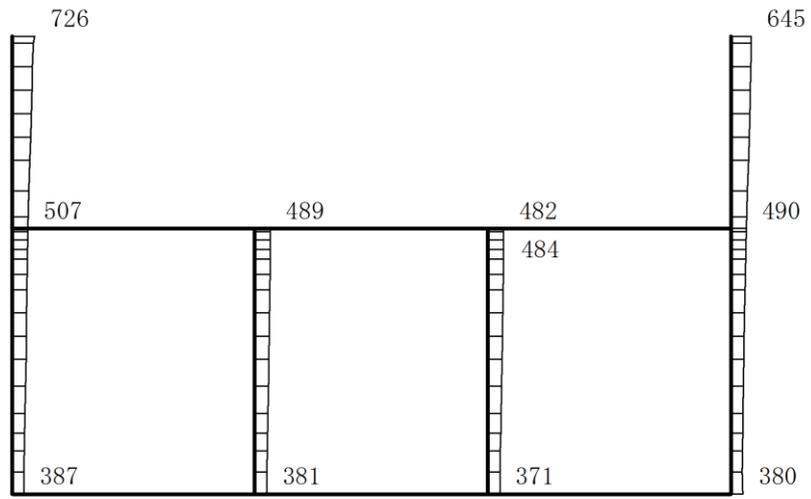


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

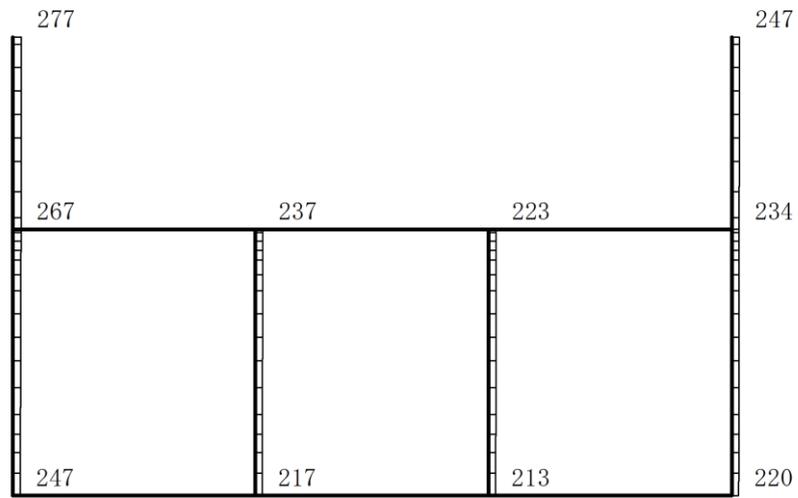
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-223 最大応答加速度分布図 (103/120) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (- -) 水平

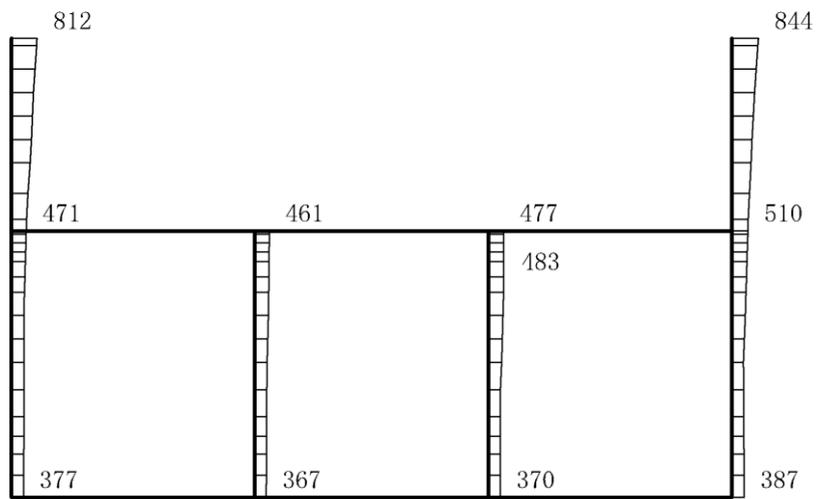


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

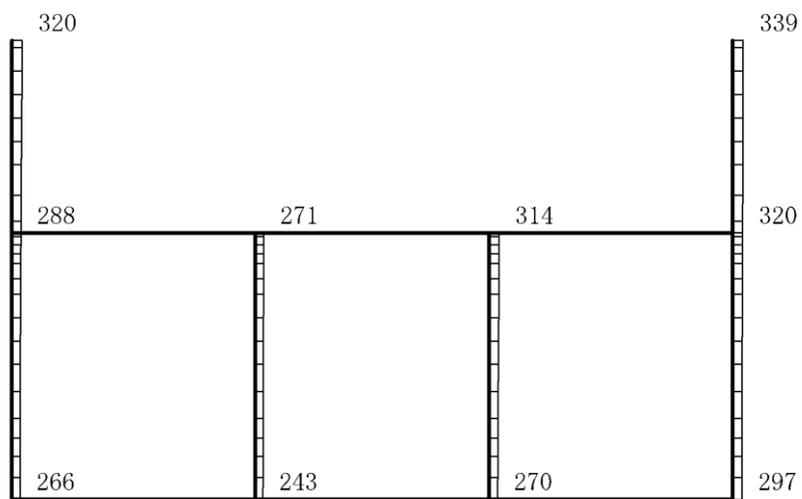
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-224 最大応答加速度分布図 (104/120) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平

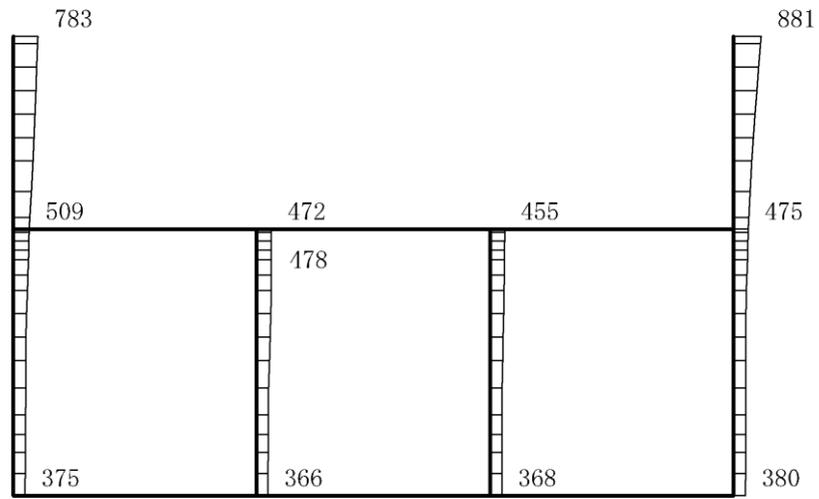


(b) S d - D (++) 鉛直

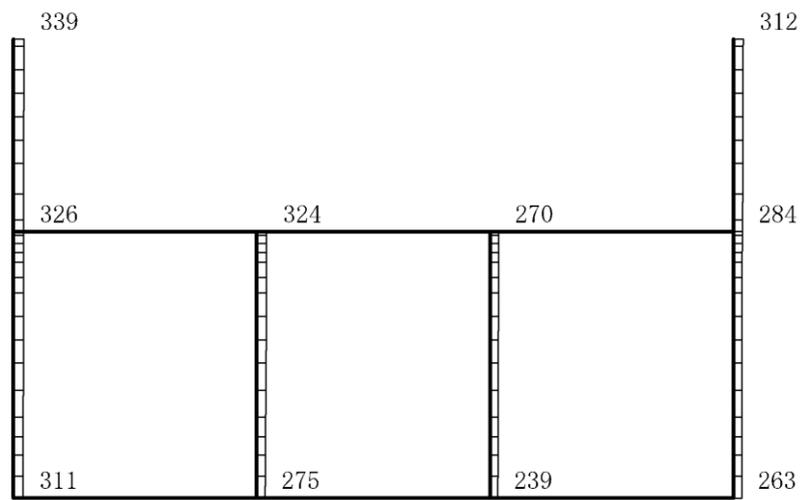
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-225 最大応答加速度分布図 (105/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (-+) 水平

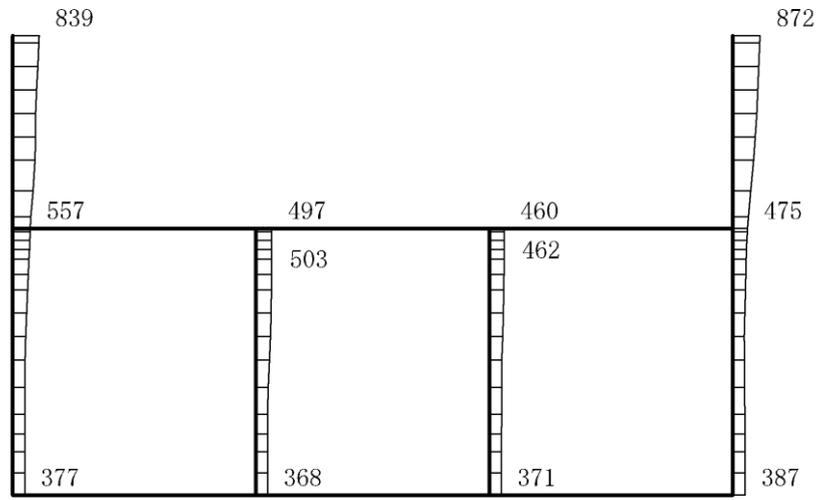


(b) S d - D (-+) 鉛直

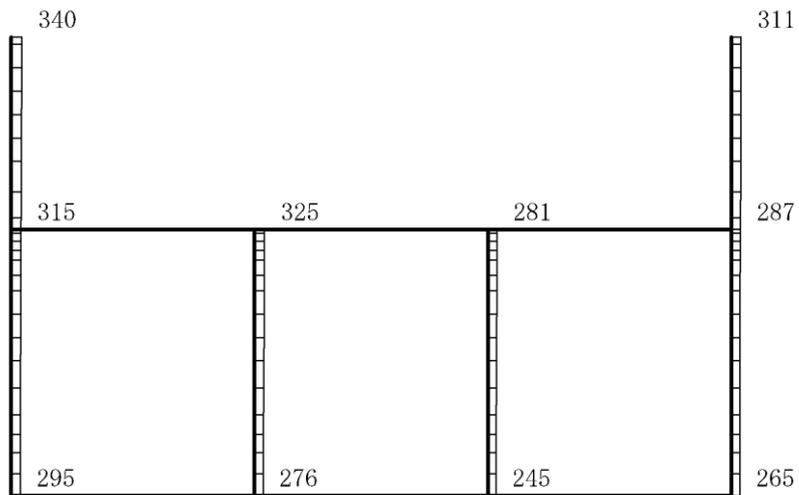
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-226 最大応答加速度分布図 (106/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (+ -) 水平

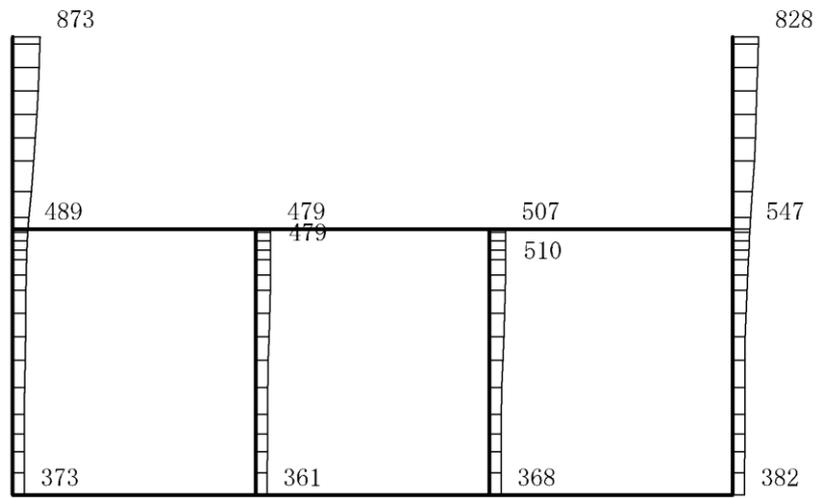


(b) S d - D (+ -) 鉛直

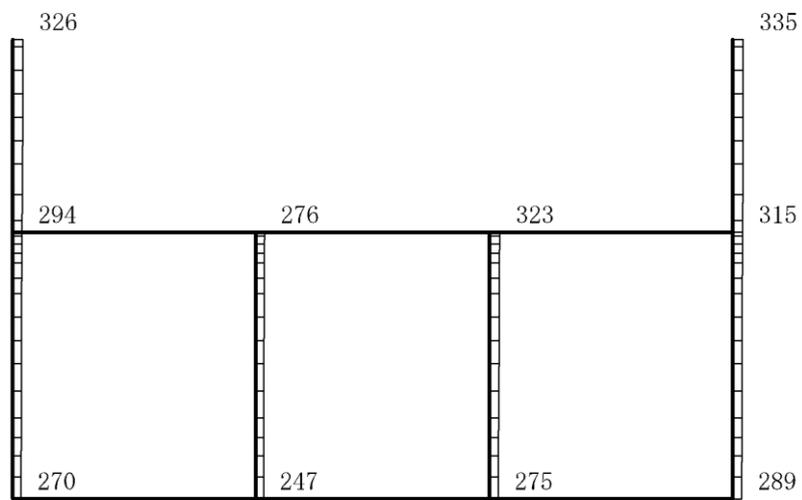
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-227 最大応答加速度分布図 (107/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - D (--) 水平

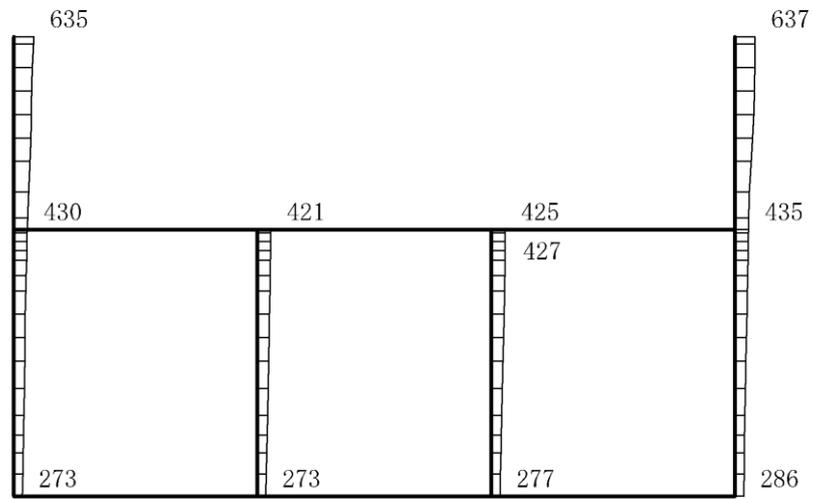


(b) S d - D (--) 鉛直

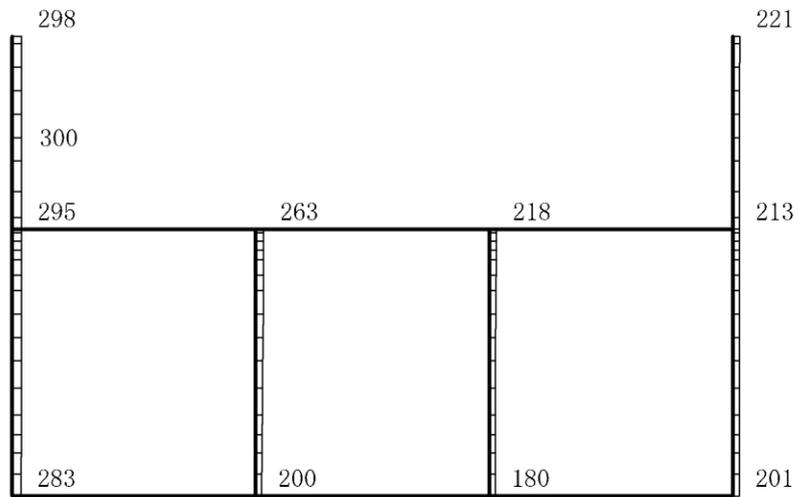
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-228 最大応答加速度分布図 (108/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - F 1 (++) 水平

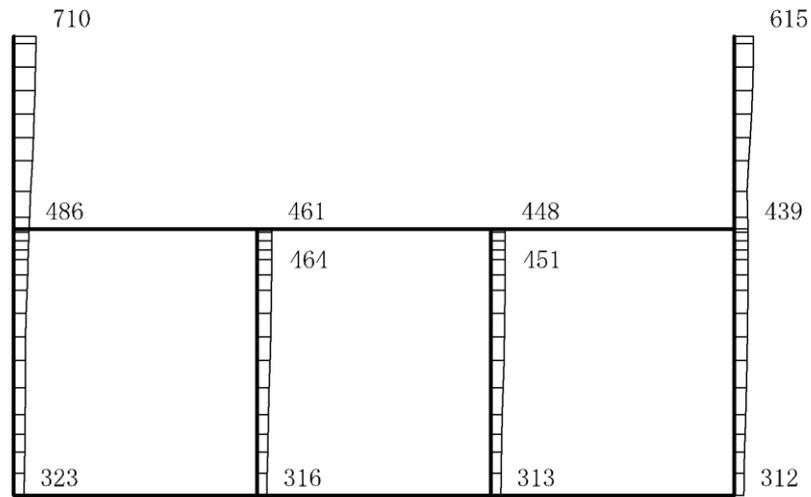


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

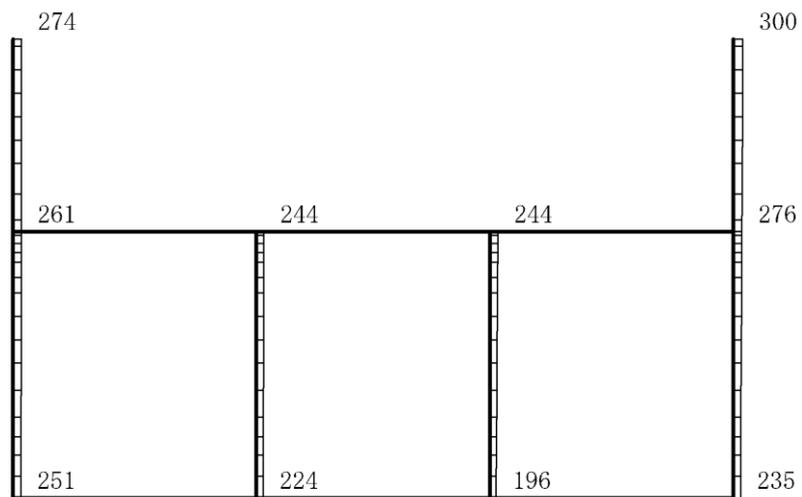
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-229 最大応答加速度分布図 (109/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - F 2 (++) 水平

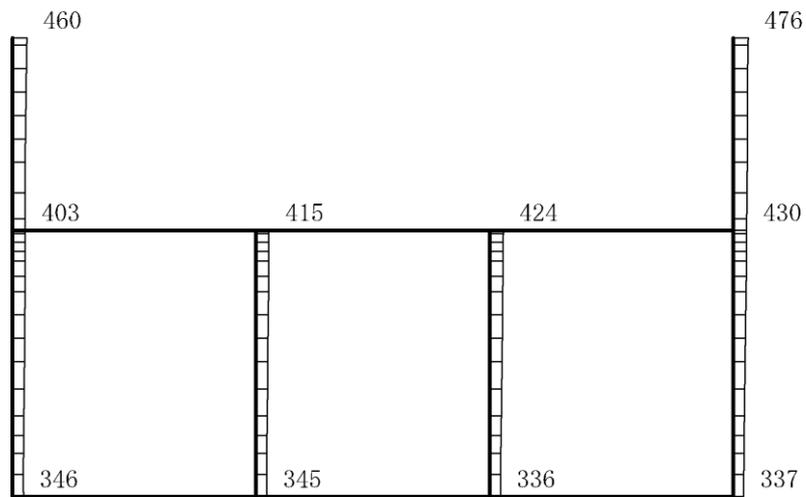


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

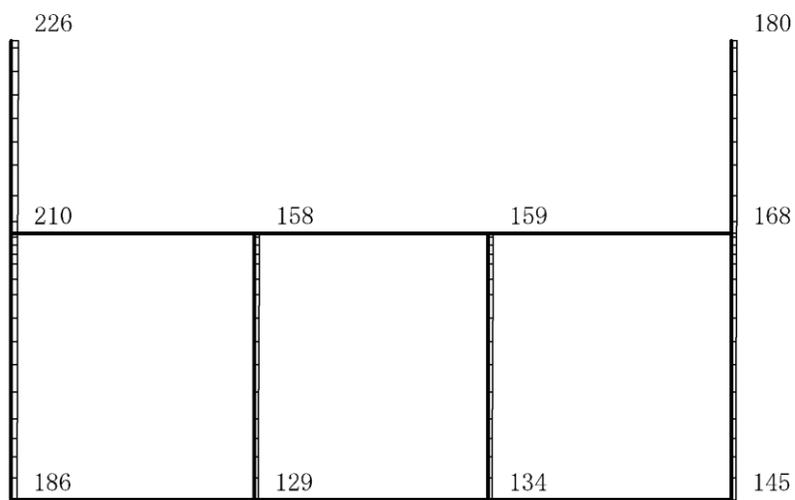
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-230 最大応答加速度分布図 (110/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 1 (++) 水平

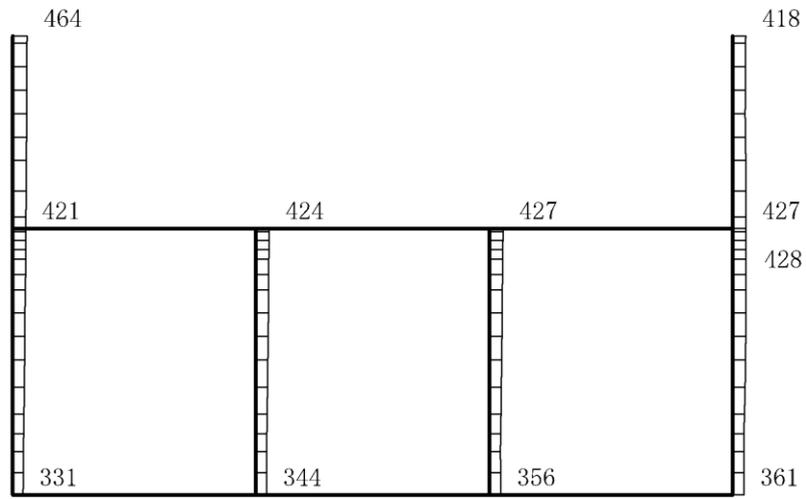


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

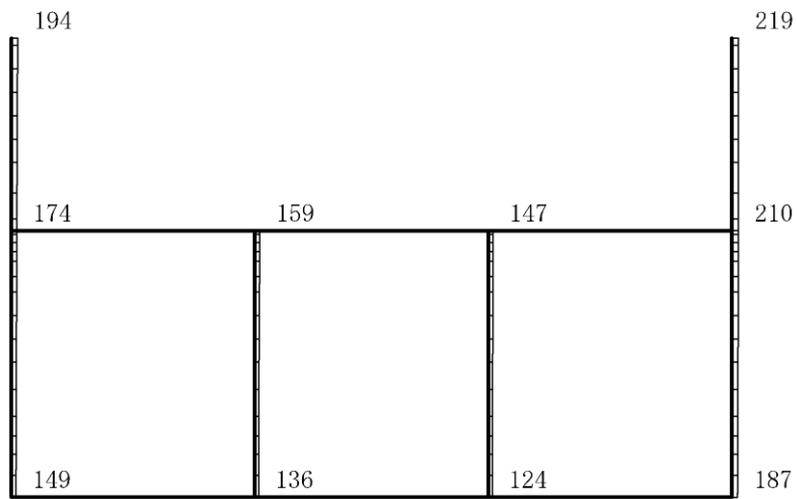
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-231 最大応答加速度分布図 (111/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

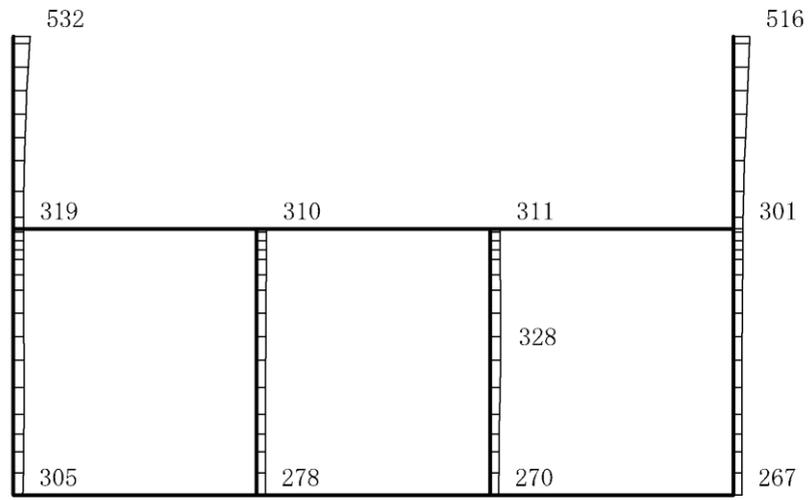


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

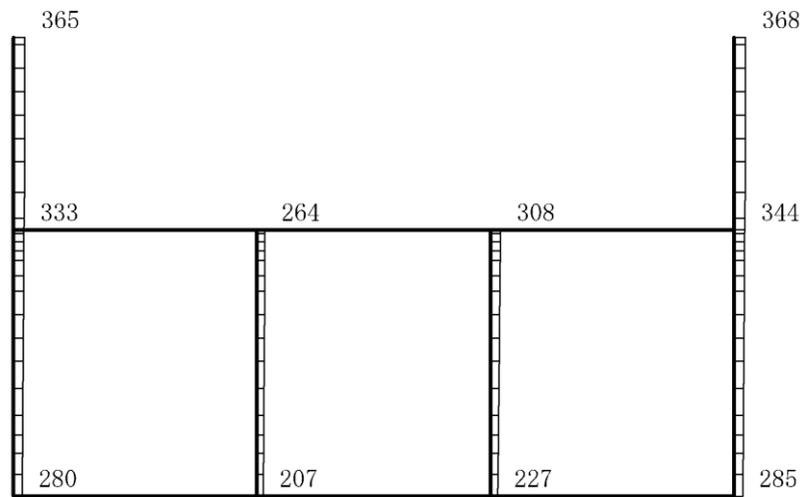
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-232 最大応答加速度分布図 (112/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

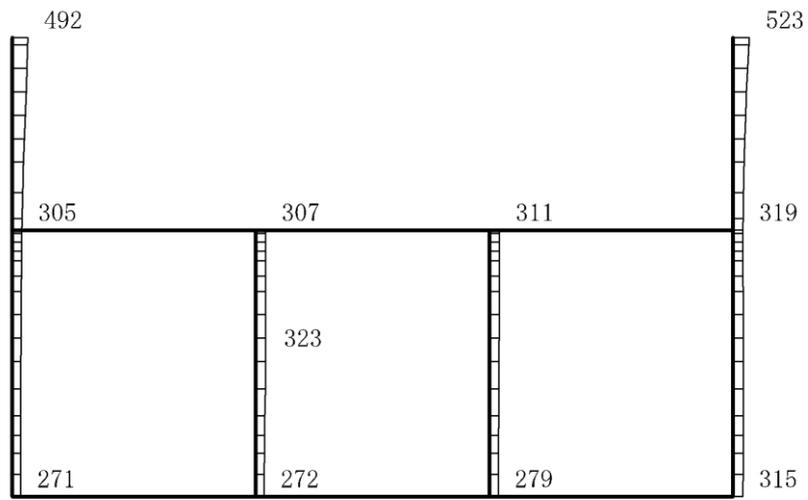


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

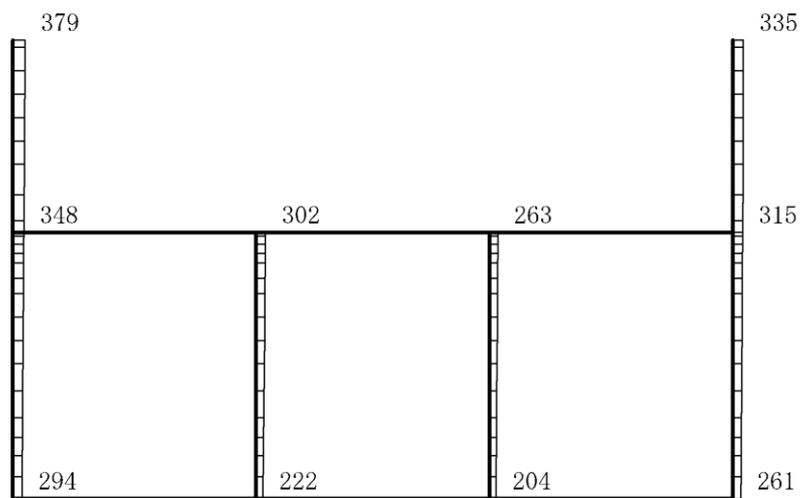
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-233 最大応答加速度分布図 (113/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

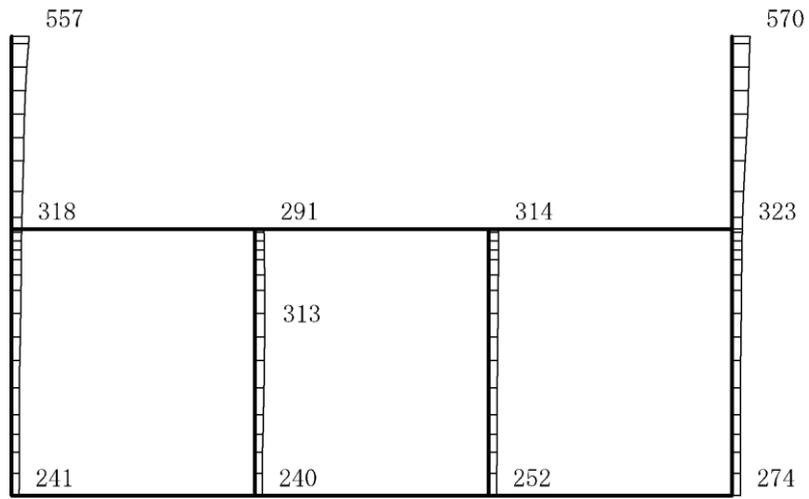


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

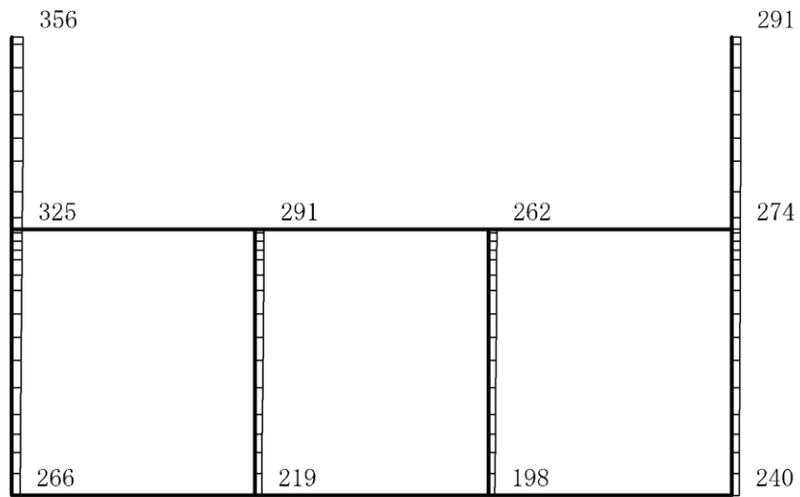
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-234 最大応答加速度分布図 (114/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

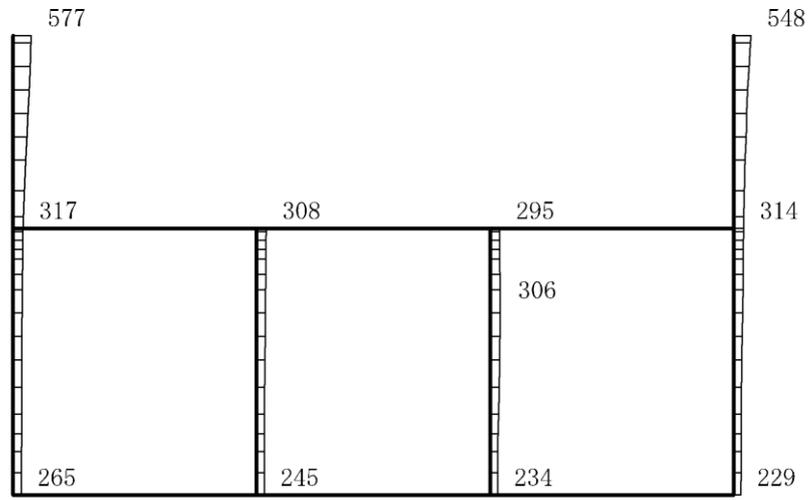


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

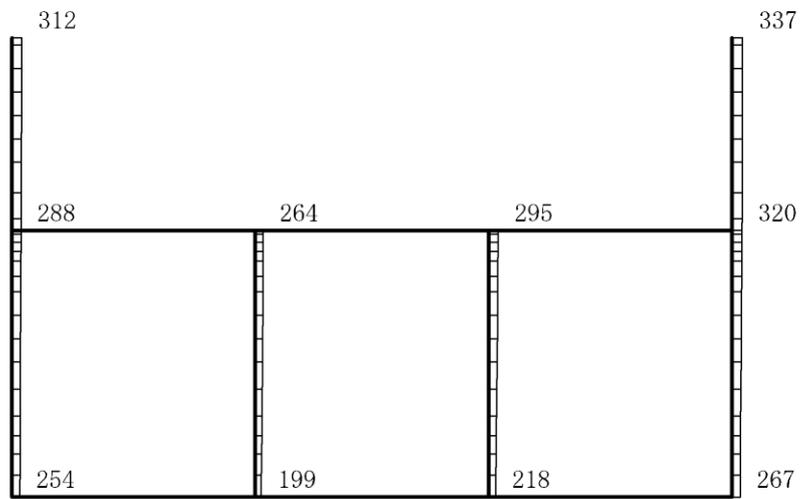
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500(\text{cm/s}^2)$

図 4-235 最大応答加速度分布図 (115/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

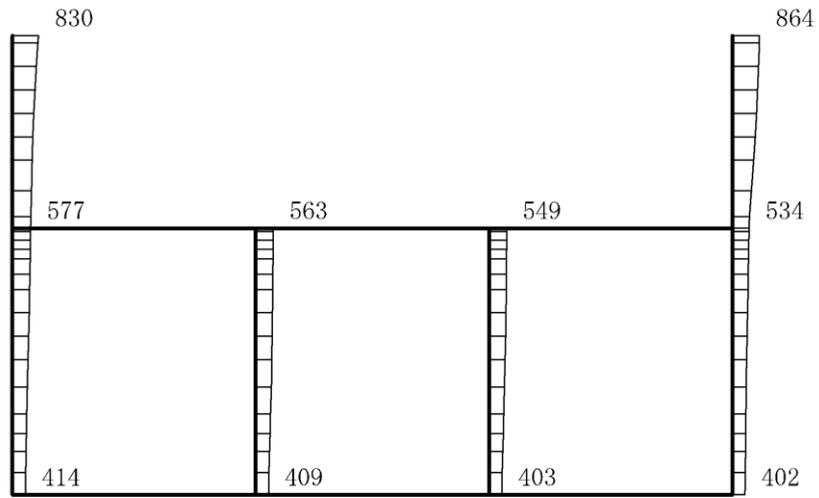


(b) S d - N 1 (E W) (- +) 鉛直

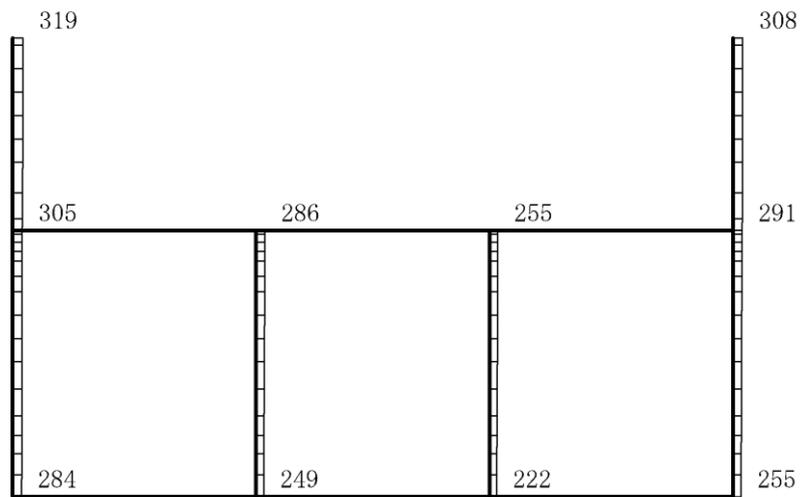
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-236 最大応答加速度分布図 (116/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (++) 水平

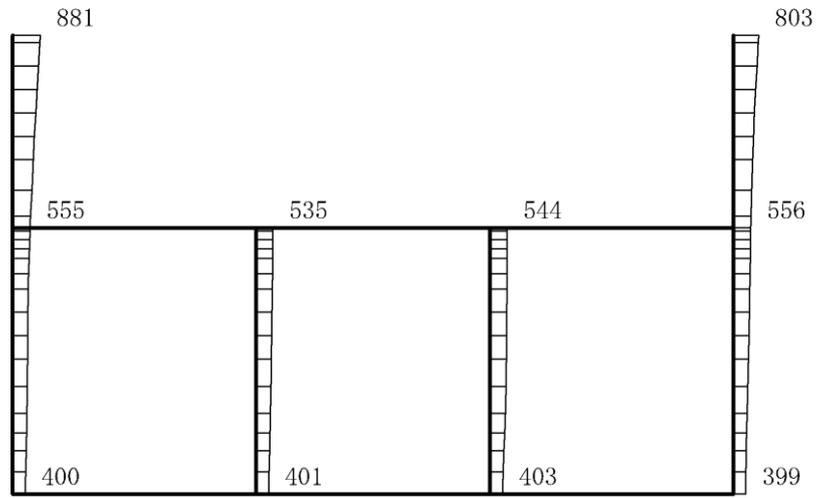


(b) S d - 1 (++) 鉛直

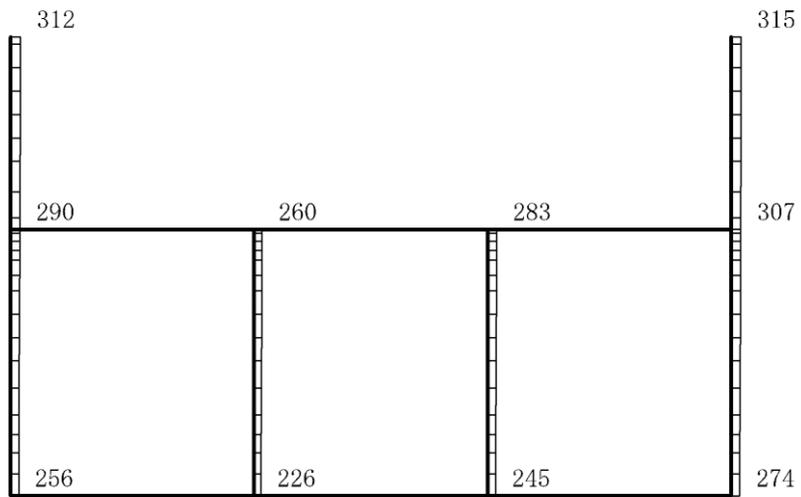
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-237 最大応答加速度分布図 (117/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (- +) 水平

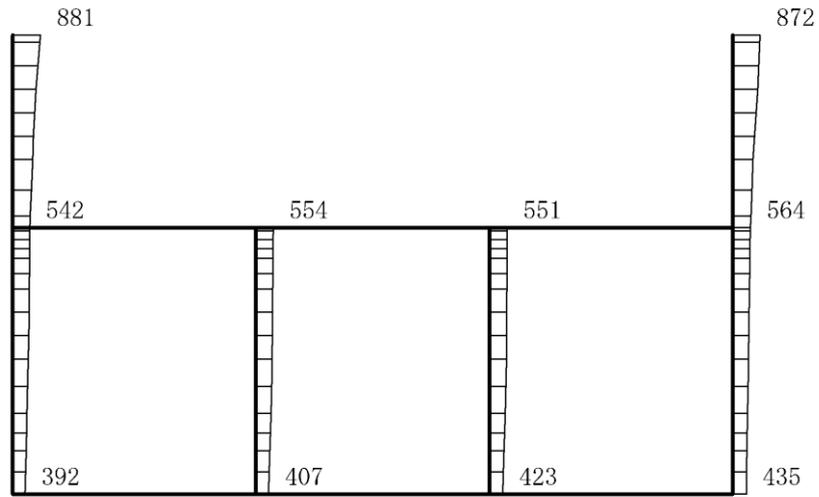


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

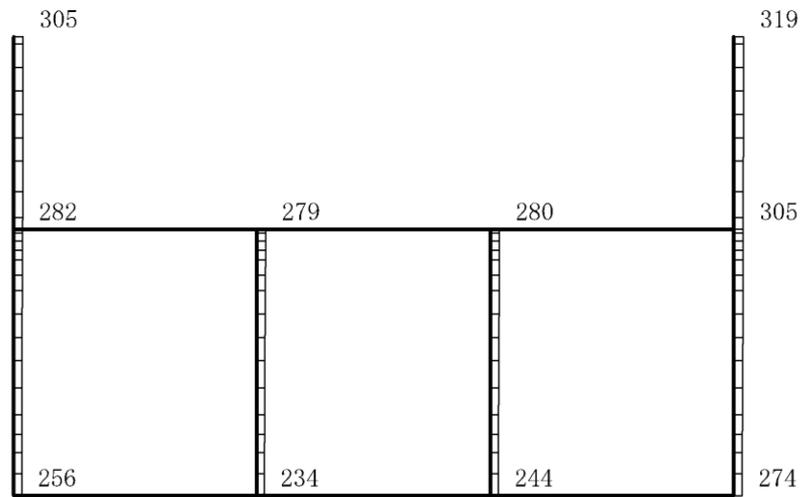
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-238 最大応答加速度分布図 (118/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

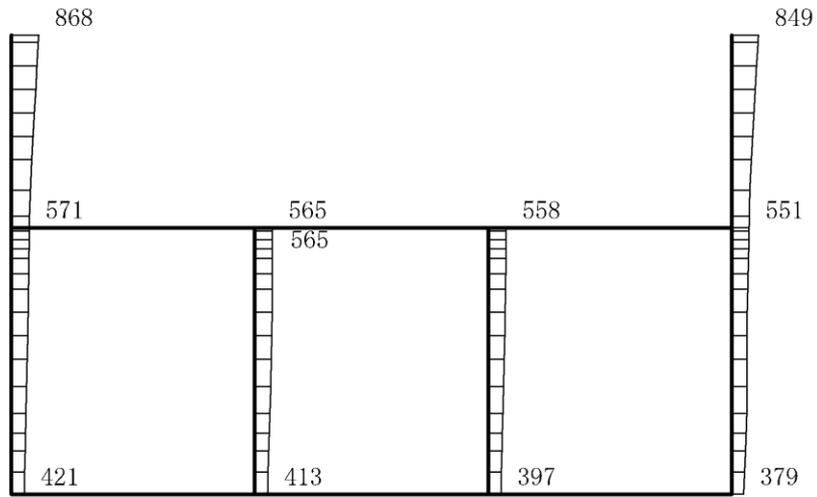


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

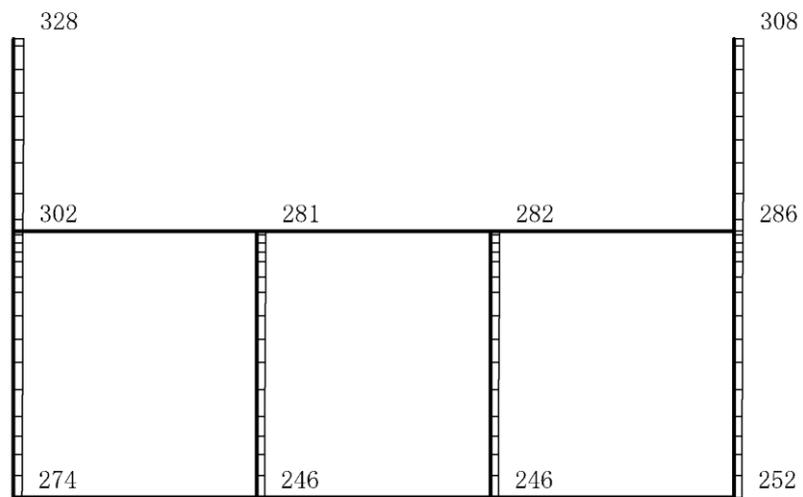
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1500}(\text{cm/s}^2)$

図 4-239 最大応答加速度分布図 (119/120) (解析ケース⑤)



(a) S d - 1 (- -) 水平



(b) S d - 1 (- -) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-240 最大応答加速度分布図 (120/120) (解析ケース⑤)

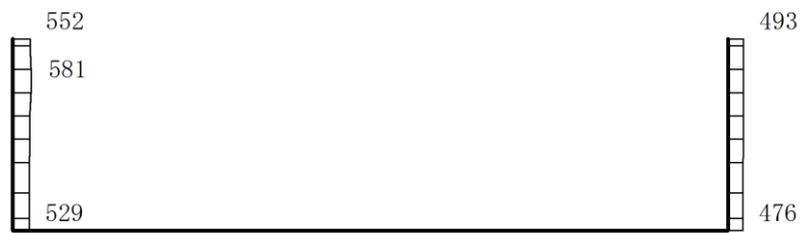
4.3 C-C断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①について、すべての基準地震動S_sに対する最大応答加速度分布図を図4-241～図4-252に示す。

また、解析ケース①において、照査項目ごとに照査値が0.5を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース②～⑤の最大応答加速度分布図を図4-253～図4-260に示す。



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-241 最大応答加速度分布図 (1/20) (解析ケース①)



(a) S s - D (-+) 水平



(b) S s - D (-+) 鉛直

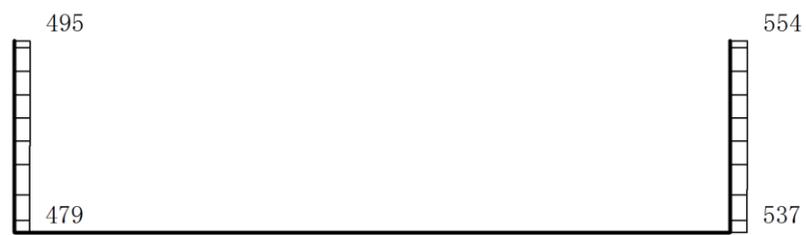
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-242 最大応答加速度分布図 (2/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2} \text{ (m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500} \text{ (cm/s}^2\text{)}$

図 4-243 最大応答加速度分布図 (3/20) (解析ケース①)



(a) S s - D (--) 水平



(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-244 最大応答加速度分布図 (4/20) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平



(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-245 最大応答加速度分布図 (5/20) (解析ケース①)



(a) S s - F 2 (++) 水平



(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2} \text{ (m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500} \text{ (cm/s}^2\text{)}$

図 4-246 最大応答加速度分布図 (6/20) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-247 最大応答加速度分布図 (7/20) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平



(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

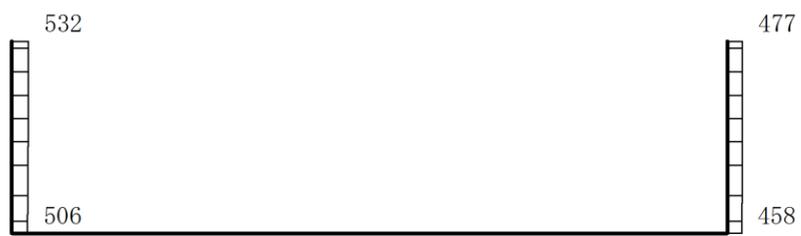
構造スケール 0 2 (m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-248 最大応答加速度分布図 (8/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平



(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2} (m)$

応答値スケール $\frac{0}{1500} (cm/s^2)$

図 4-249 最大応答加速度分布図 (9/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平



(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2} (m)$

応答値スケール $\frac{0}{1500} (cm/s^2)$

図 4-250 最大応答加速度分布図 (10/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 水平



(b) $S_s - N_2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2} (m)$

応答値スケール $\frac{0}{1500} (cm/s^2)$

図 4-251 最大応答加速度分布図 (11/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平



(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(m)$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-252 最大応答加速度分布図 (12/20) (解析ケース①)



(a) $S_s - D(++)$ 水平



(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{\quad} \frac{2}{\quad}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{\quad} \frac{1500}{\quad}(\text{cm/s}^2)$

図 4-253 最大応答加速度分布図 (13/20) (解析ケース②)



(a) $S_s - D (-+)$ 水平



(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

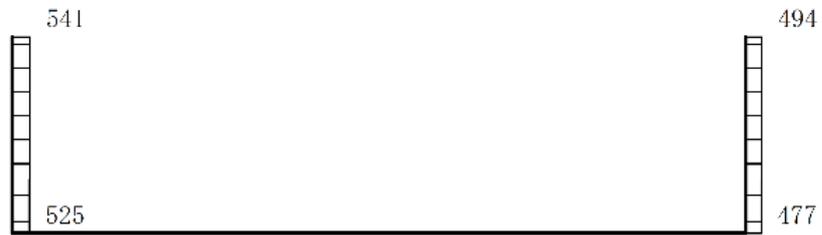
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-254 最大応答加速度分布図 (14/20) (解析ケース②)



(a) $S_s - D(++)$ 水平



(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

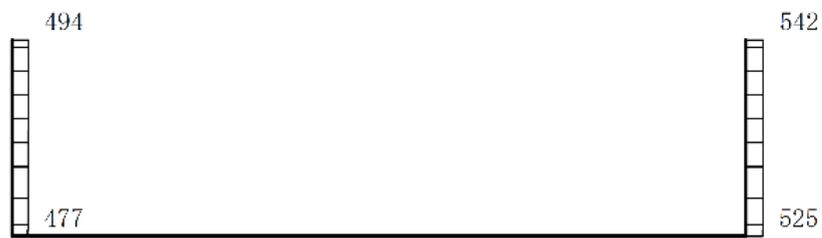
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-255 最大応答加速度分布図 (15/20) (解析ケース③)



(a) $S_s - D (-+)$ 水平



(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1500 (cm/s^2)}$

図 4-256 最大応答加速度分布図 (16/20) (解析ケース③)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(\text{m})}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)}$

図 4-257 最大応答加速度分布図 (17/20) (解析ケース④)



(a) S s - D (- +) 水平



(b) S s - D (- +) 鉛直

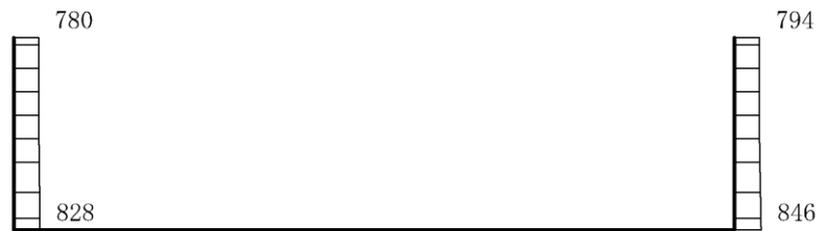
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-258 最大応答加速度分布図 (18/20) (解析ケース④)



(a) $S_s - D(++)$ 水平



(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_0 \quad 1500(\text{cm/s}^2)$

図 4-259 最大応答加速度分布図 (19/20) (解析ケース⑤)



(a) S s - D (- +) 水平



(b) S s - D (- +) 鉛直

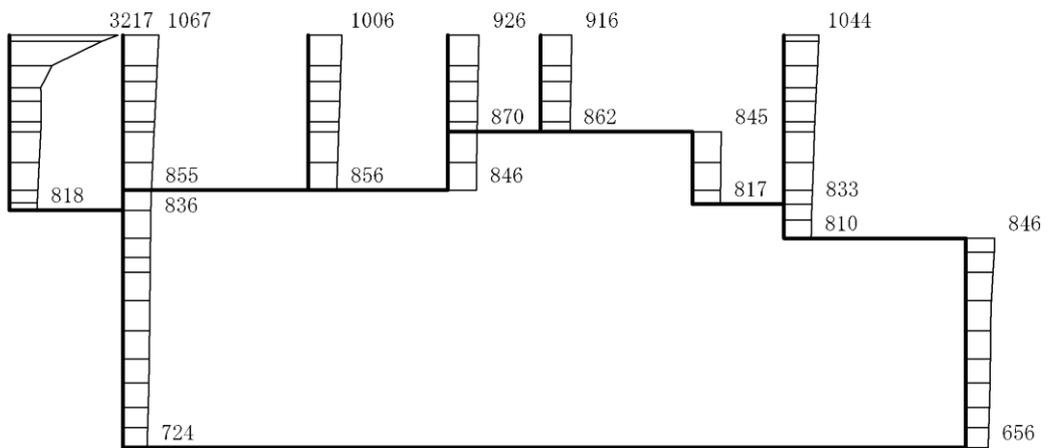
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

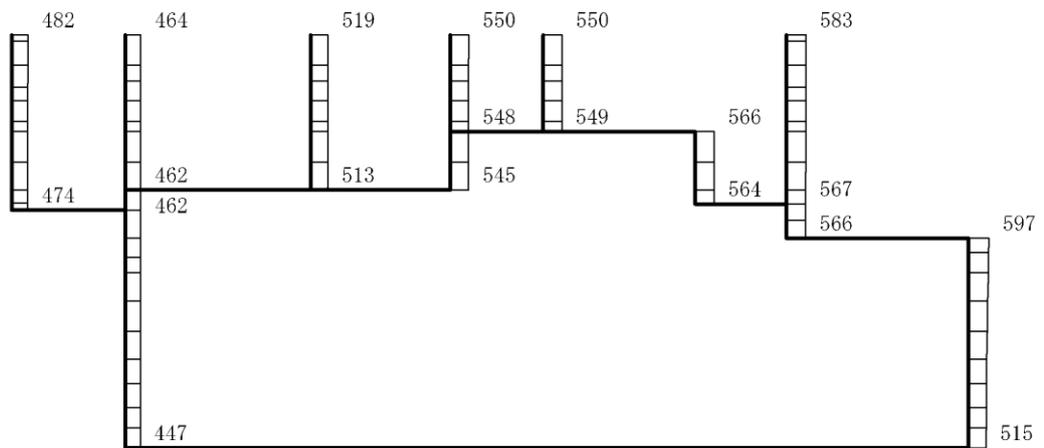
図 4-260 最大応答加速度分布図 (20/20) (解析ケース⑤)

4.4 D-D断面の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース⑥について、すべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-261～図 4-272 に示す。また、解析ケース⑥において、照査項目ごとに照査値が 0.5 を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース⑦及び⑧の最大応答加速度分布図を図 4-273～図 4-276 に示す。さらに、機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース⑦及び⑧のすべての基準地震動 S_s に対する最大応答加速度分布図を図 4-277～図 4-300 に示す。これらに加え、解析ケース⑥～⑧のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大応答加速度分布図を図 4-301～図 4-348 に示す。



(a) S s - D (++) 水平

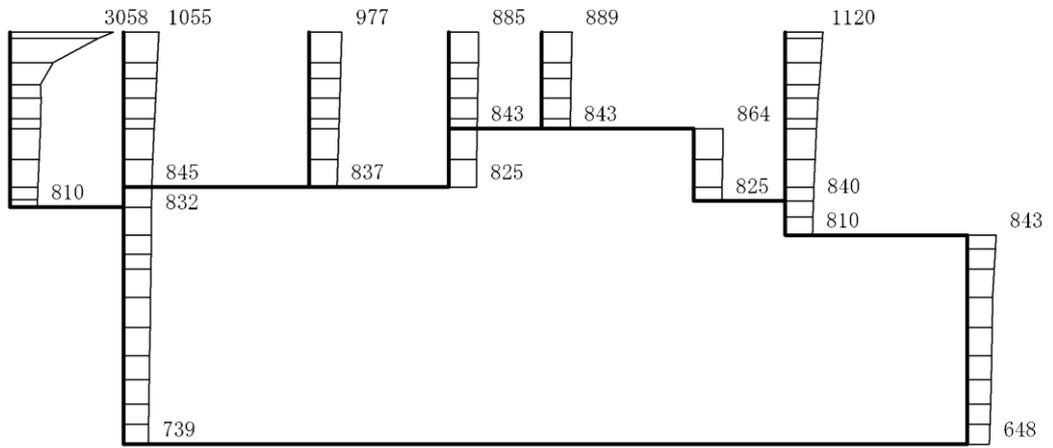


(b) S s - D (++) 鉛直

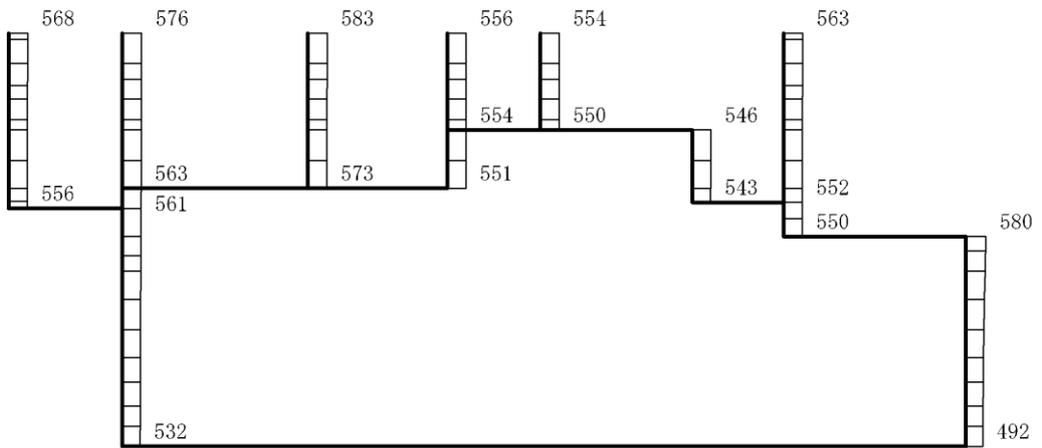
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-261 最大応答加速度分布図 (1/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - D (- +) 水平

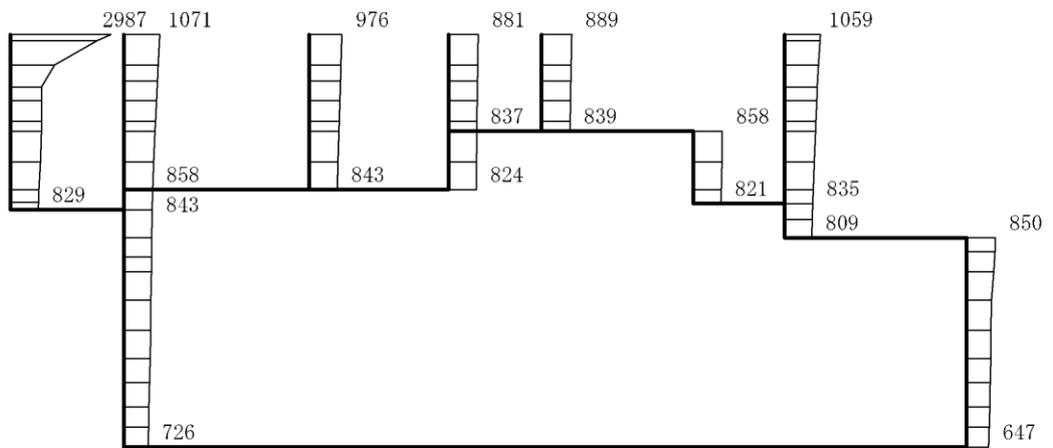


(b) S s - D (- +) 鉛直

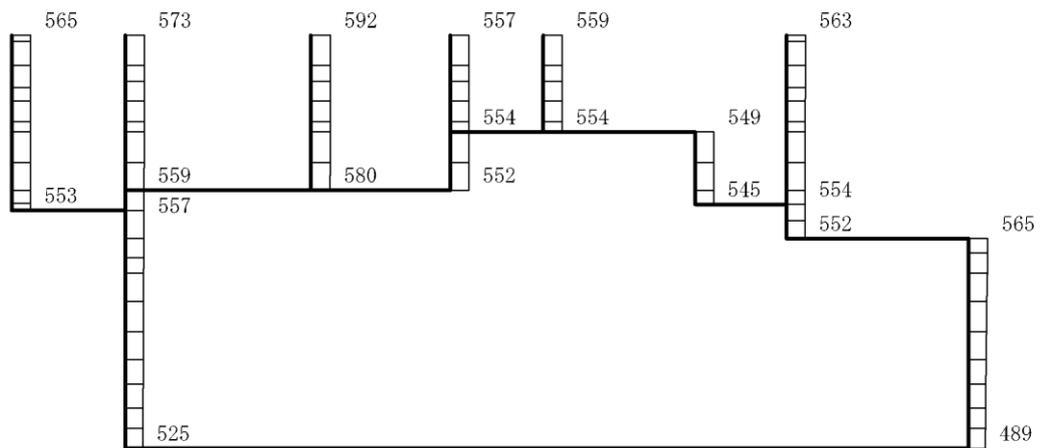
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-262 最大応答加速度分布図 (2/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - D (+ -) 水平

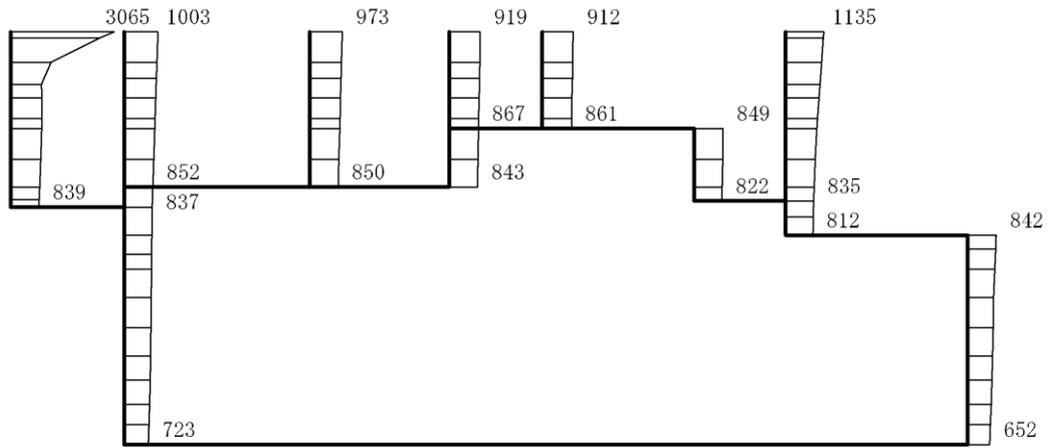


(b) S s - D (+ -) 鉛直

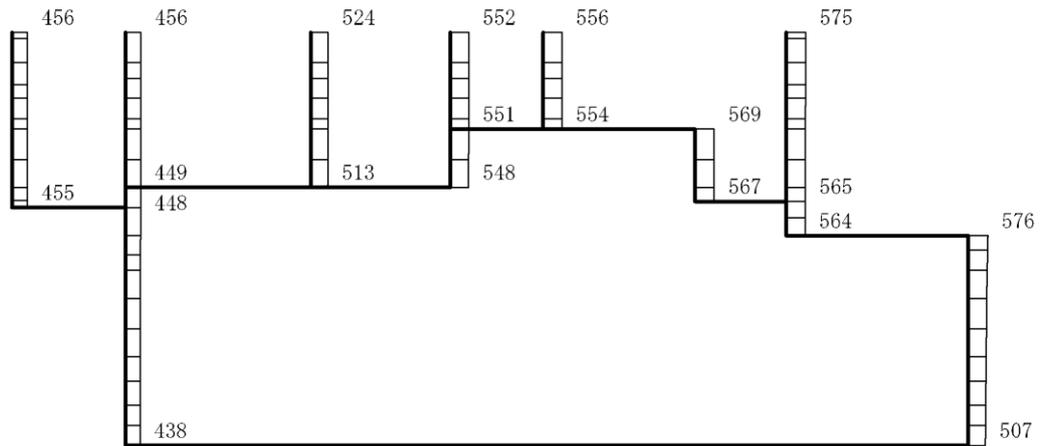
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-263 最大応答加速度分布図 (3/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - D (---) 水平

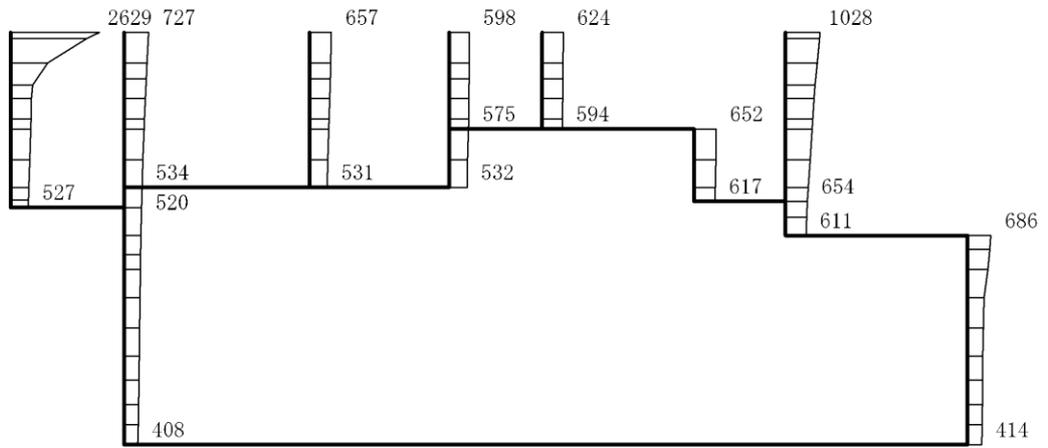


(b) S s - D (---) 鉛直

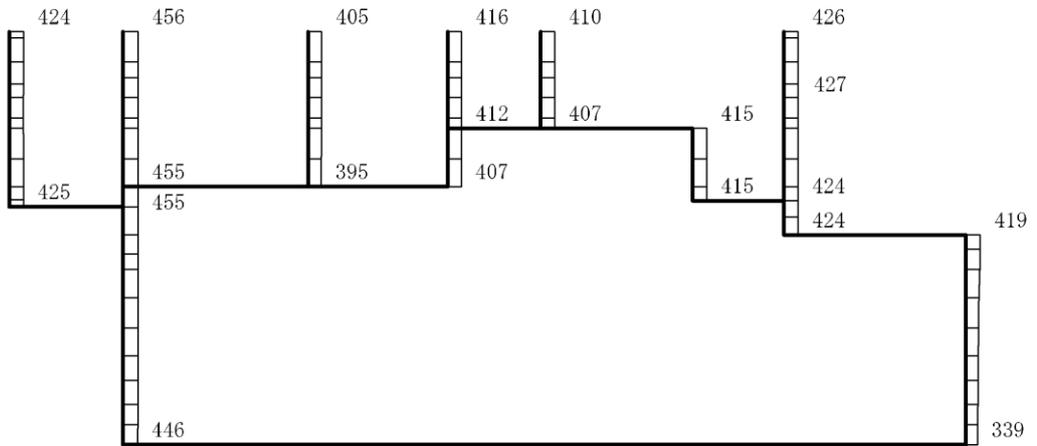
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-264 最大応答加速度分布図 (4/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - F 1 (++) 水平

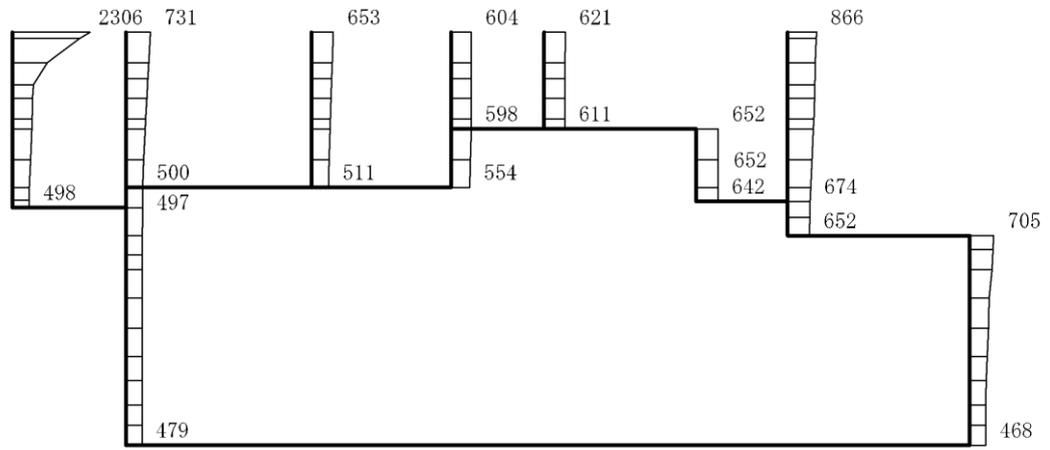


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

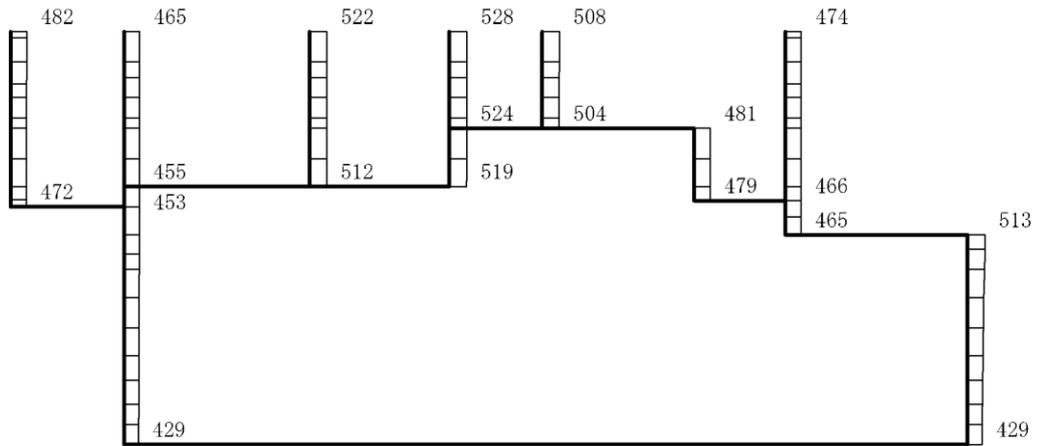
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-265 最大応答加速度分布図 (5/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - F 2 (++) 水平

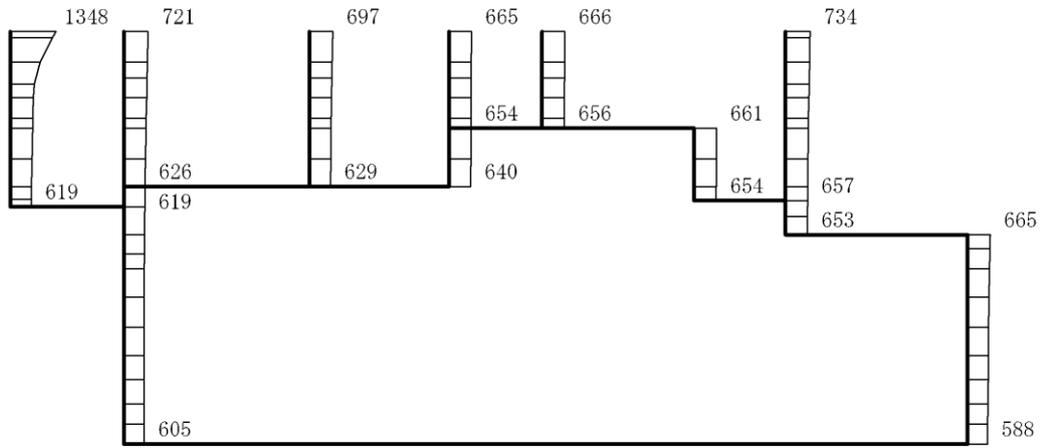


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

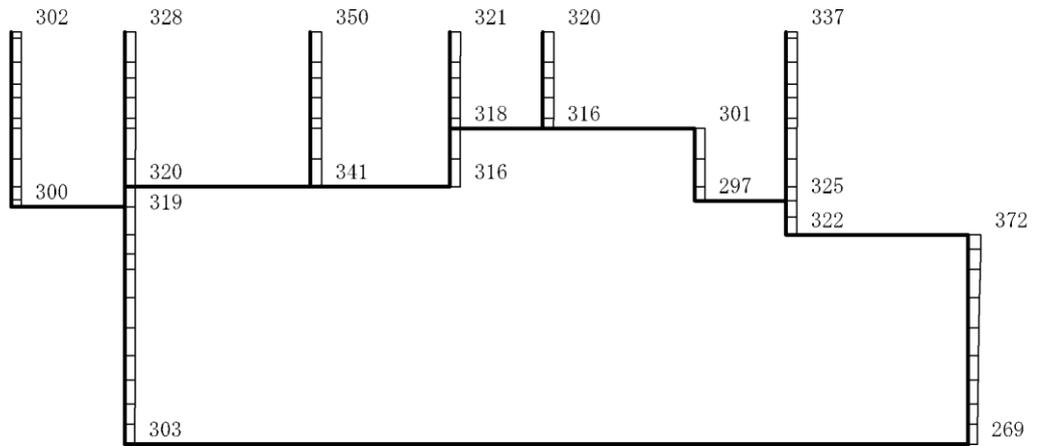
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-266 最大応答加速度分布図 (6/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - N 1 (++) 水平

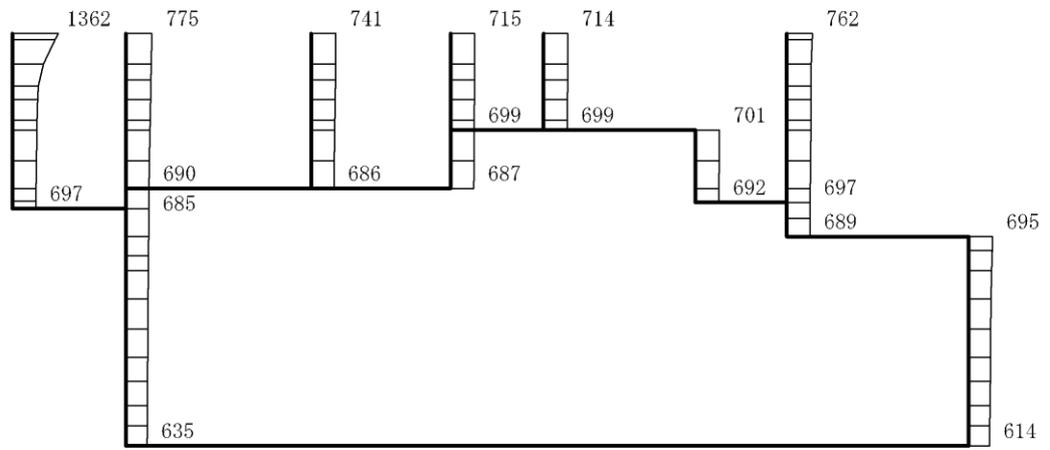


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

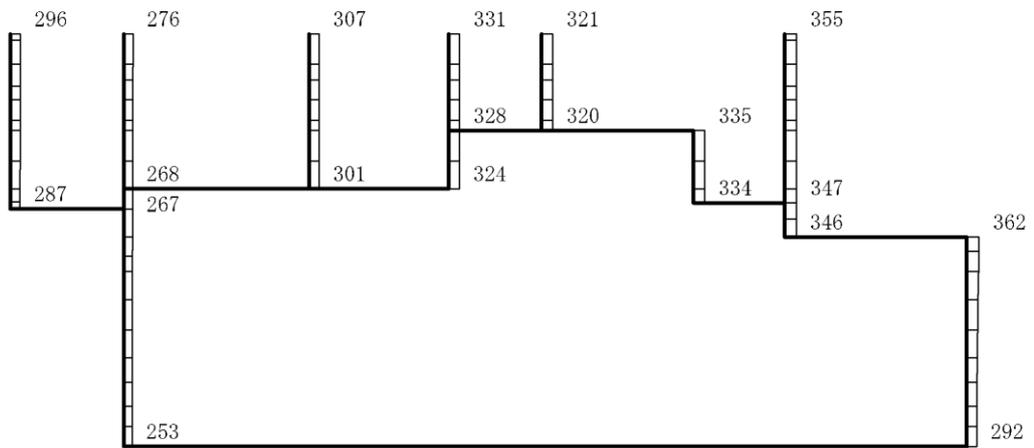
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-267 最大応答加速度分布図 (7/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

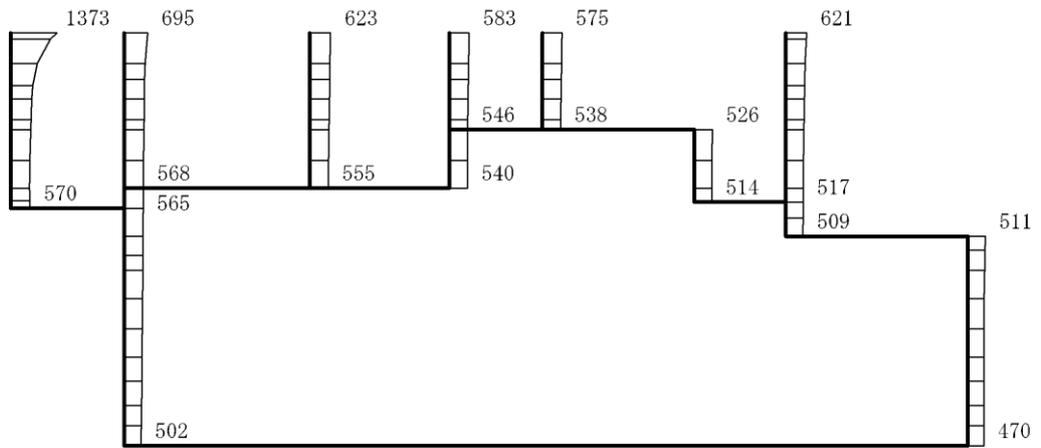


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

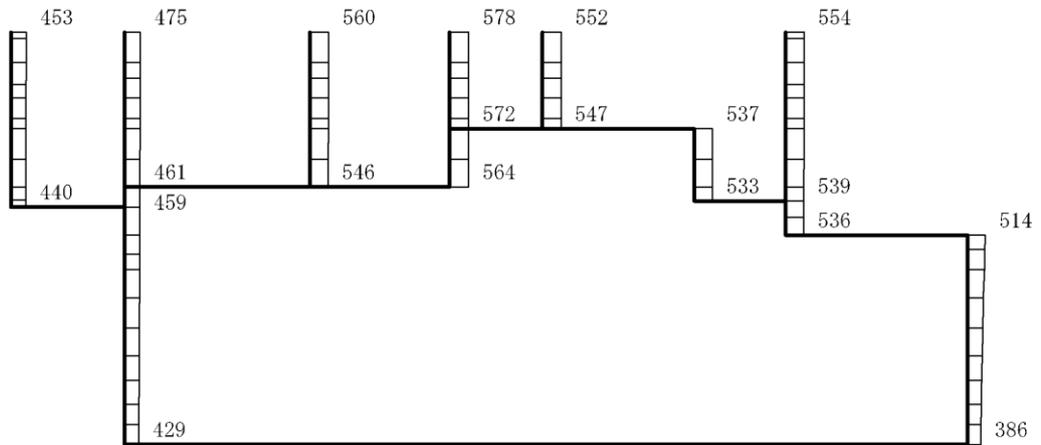
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-268 最大応答加速度分布図 (8/88) (解析ケース⑥)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

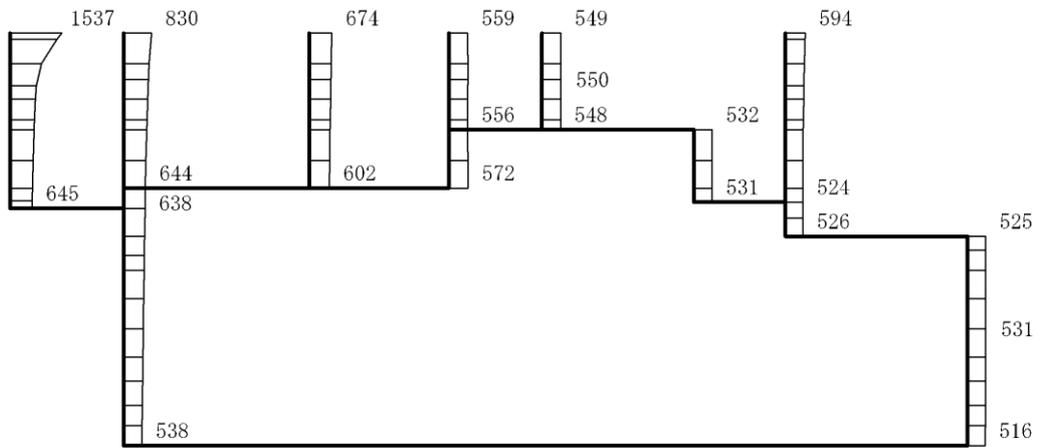


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

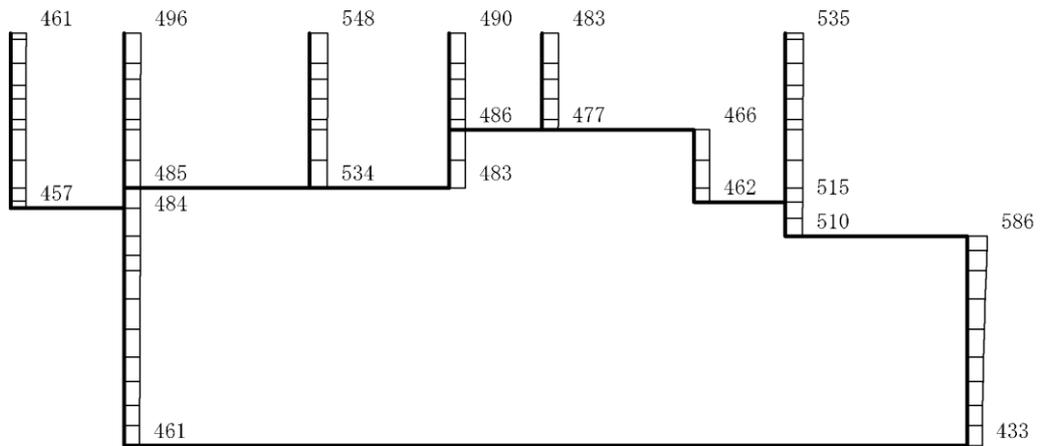
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-269 最大応答加速度分布図 (9/88) (解析ケース⑥)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

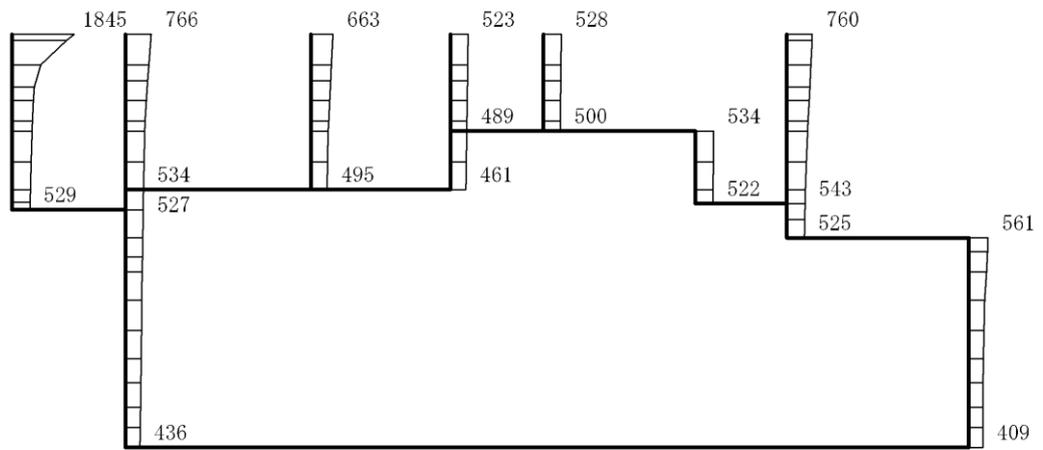


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

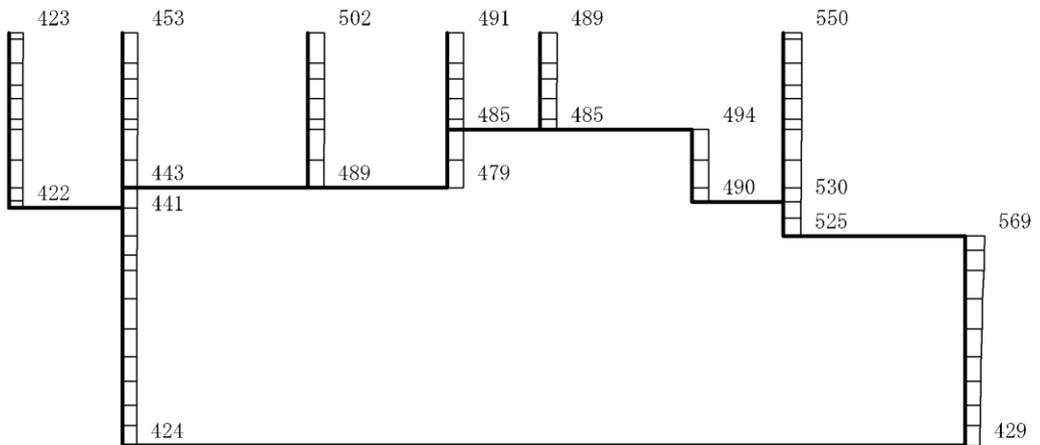
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-270 最大応答加速度分布図 (10/88) (解析ケース⑥)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

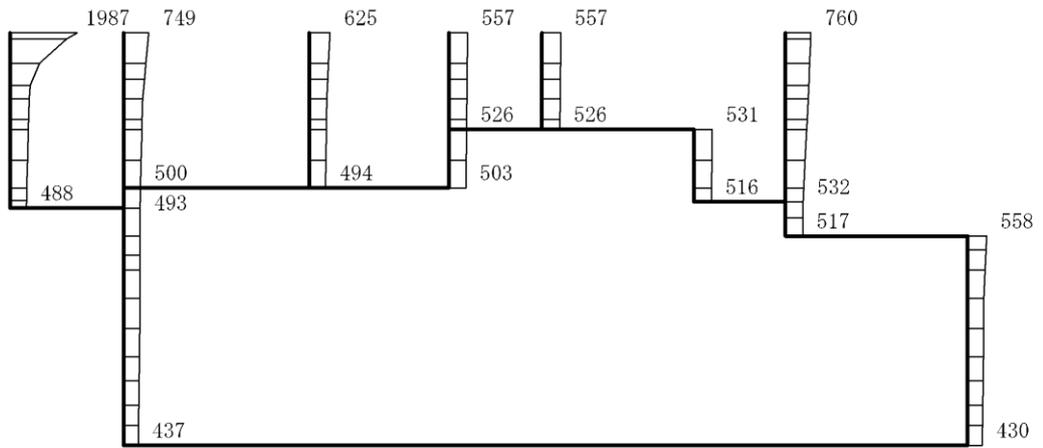


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

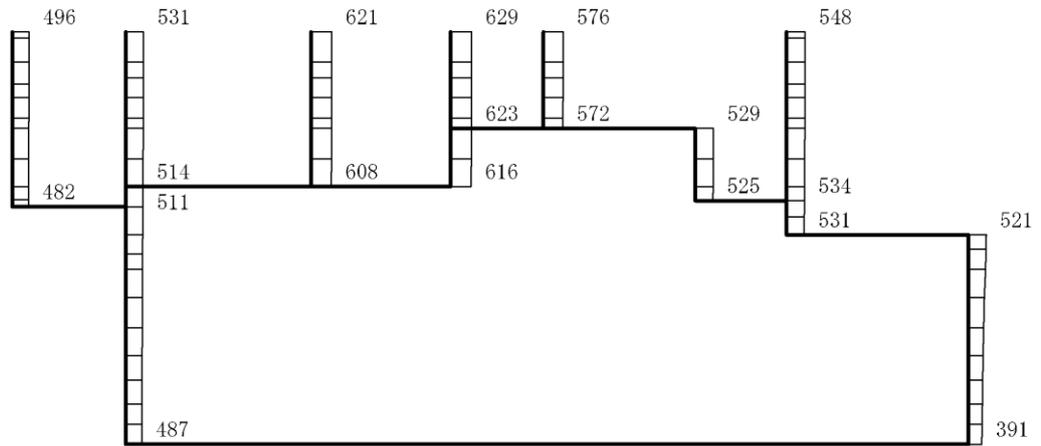
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-271 最大応答加速度分布図 (11/88) (解析ケース⑥)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平

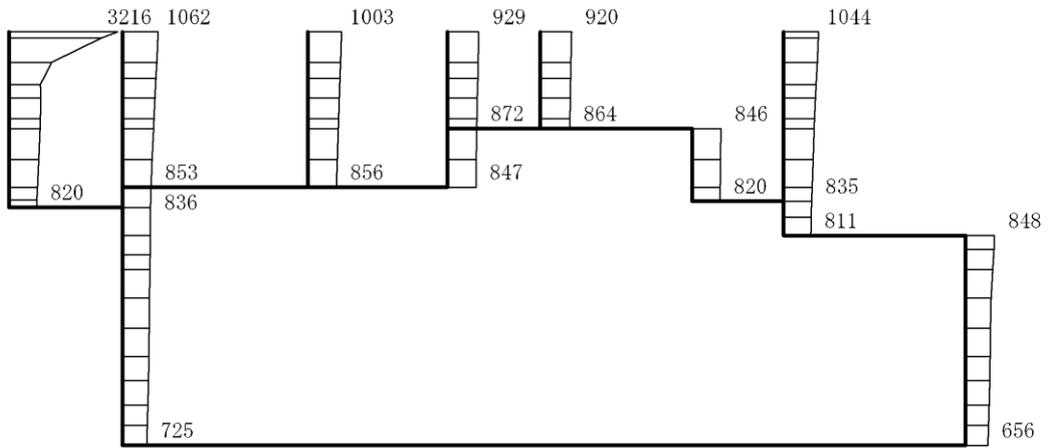


(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

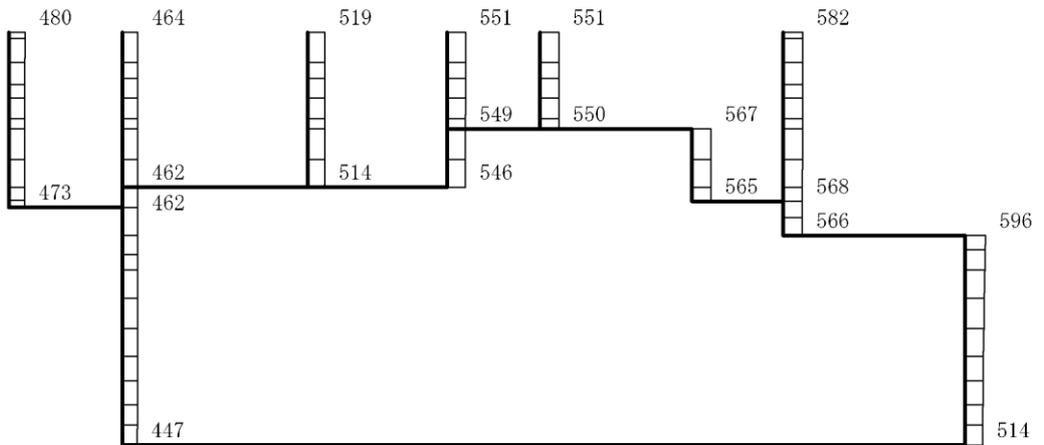
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-272 最大応答加速度分布図 (12/88) (解析ケース⑥)



(a) S s - D (++) 水平

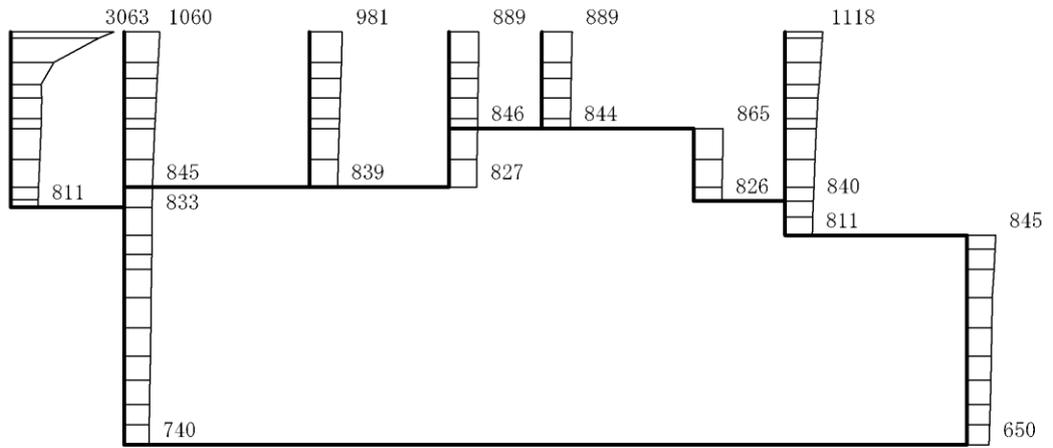


(b) S s - D (++) 鉛直

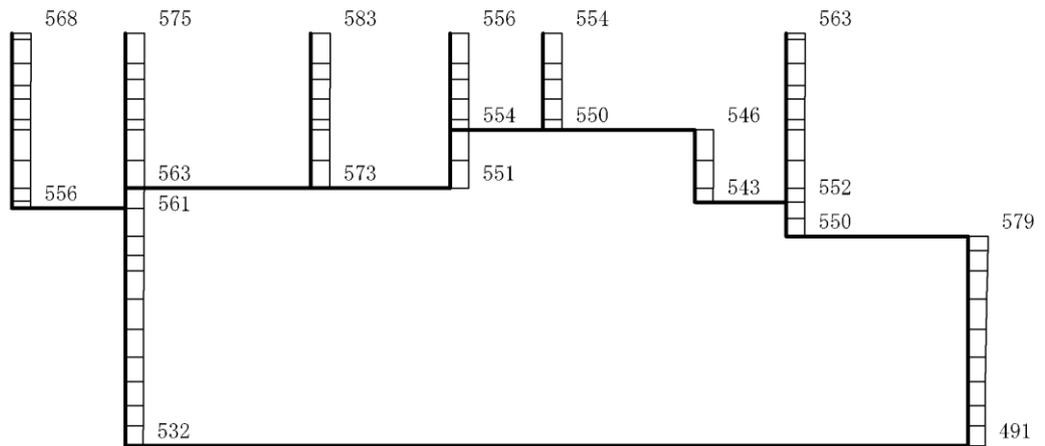
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-273 最大応答加速度分布図 (13/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (- +) 水平

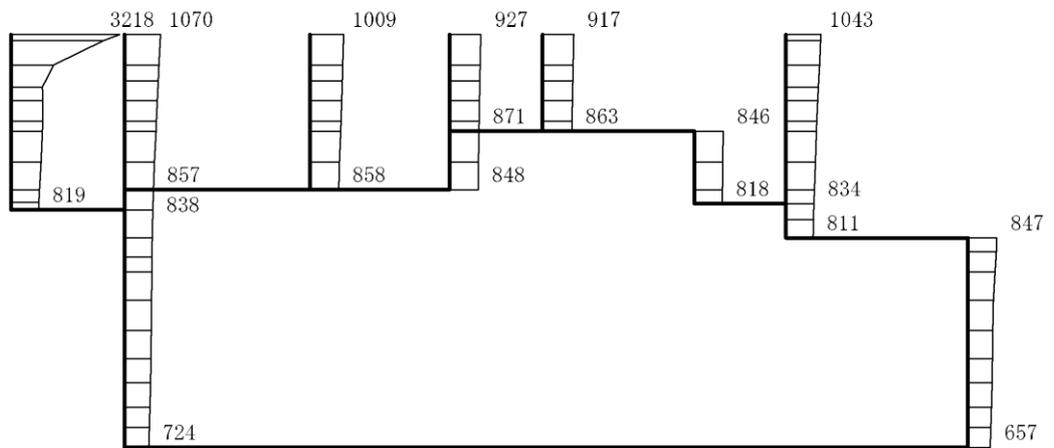


(b) S s - D (- +) 鉛直

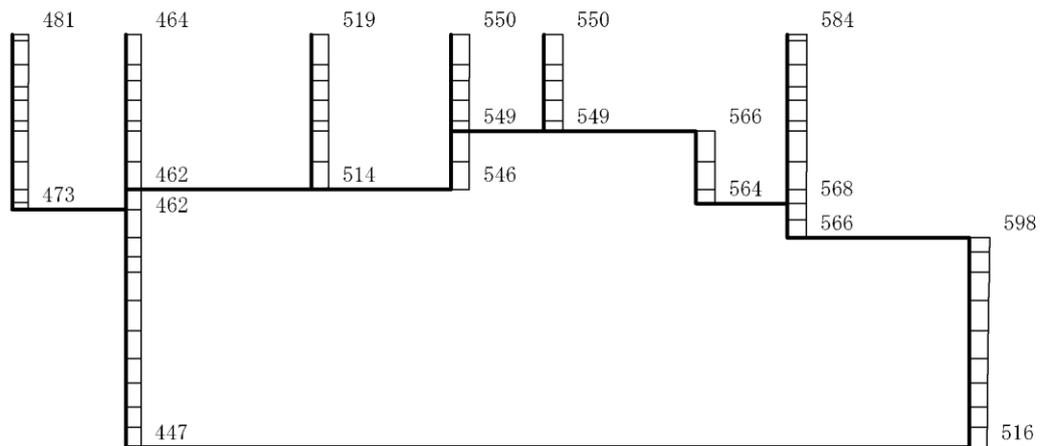
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-274 最大応答加速度分布図 (14/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (++) 水平

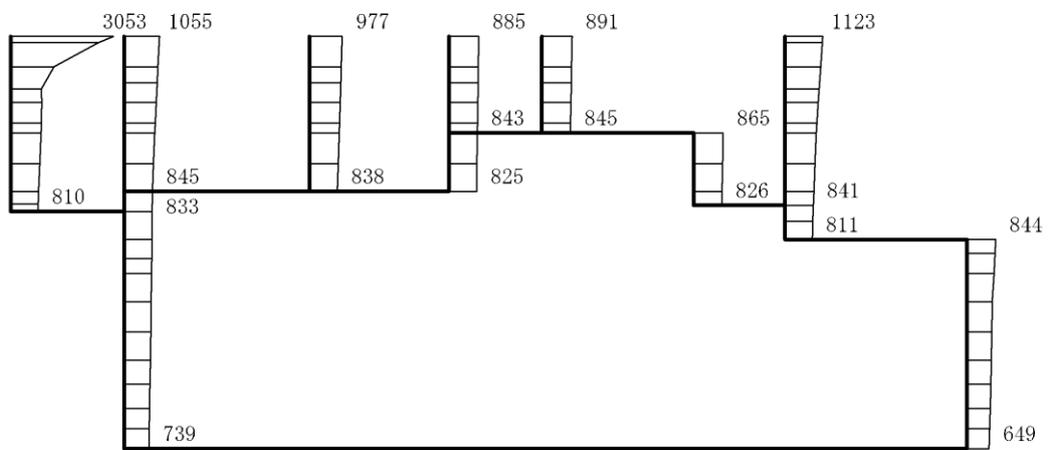


(b) S s - D (++) 鉛直

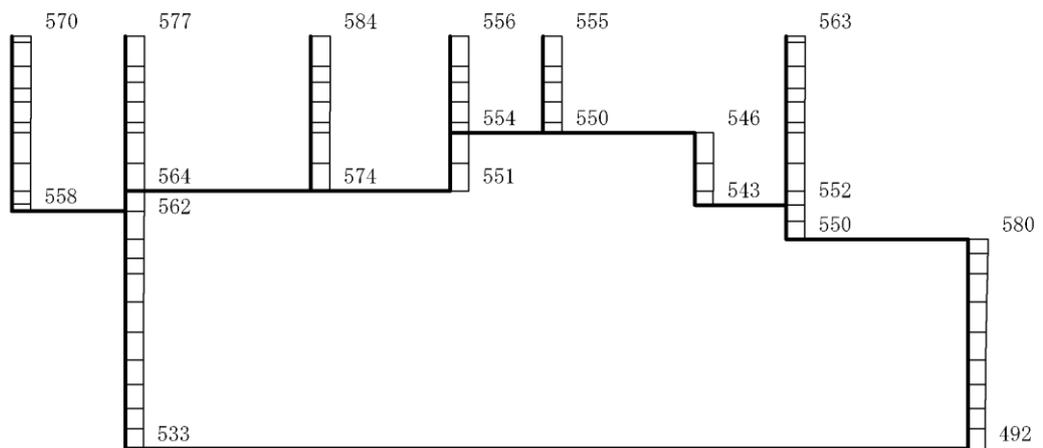
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-275 最大応答加速度分布図 (15/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - D (-+) 水平

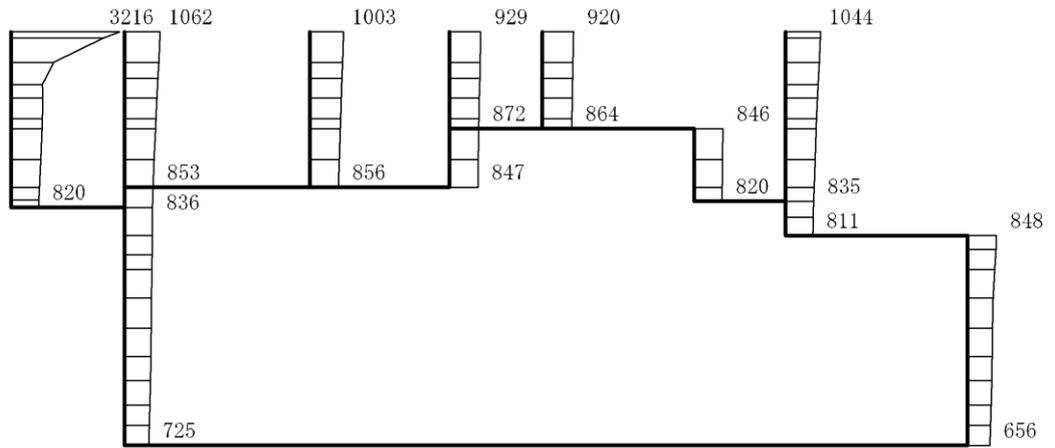


(b) S s - D (-+) 鉛直

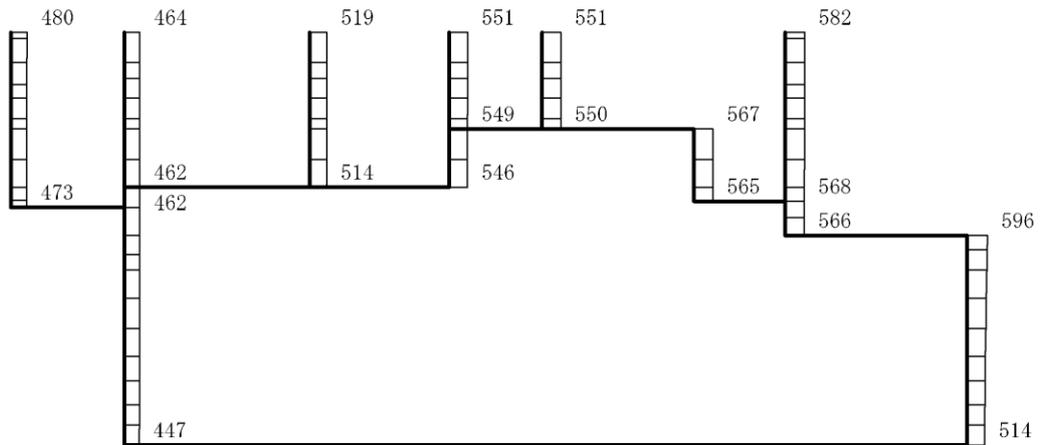
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-276 最大応答加速度分布図 (16/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - D (++) 水平

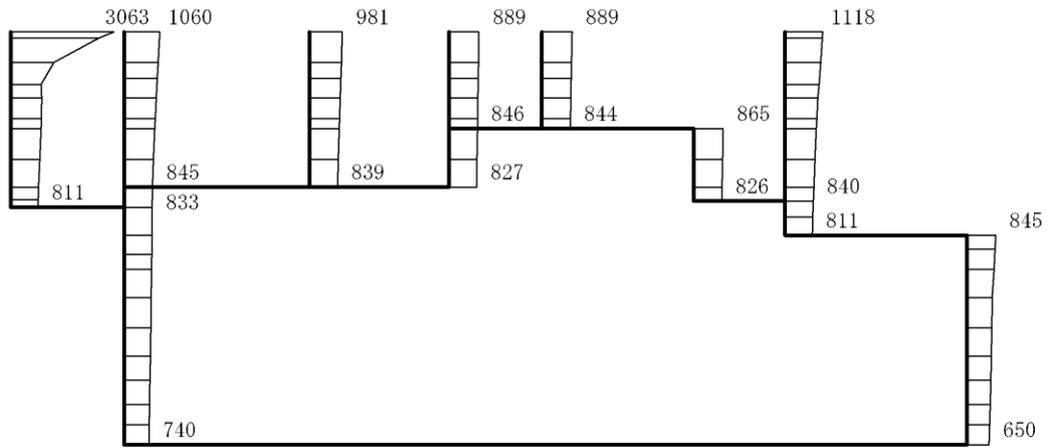


(b) S s - D (++) 鉛直

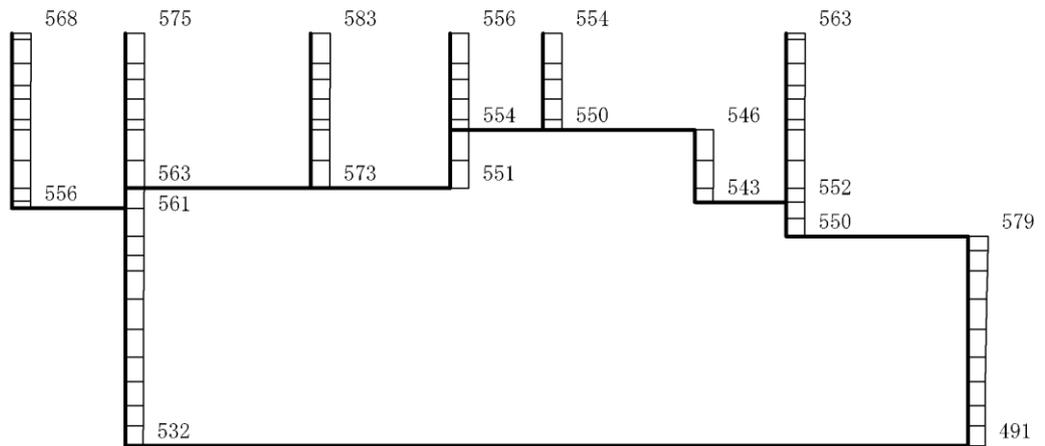
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-277 最大応答加速度分布図 (17/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (- +) 水平

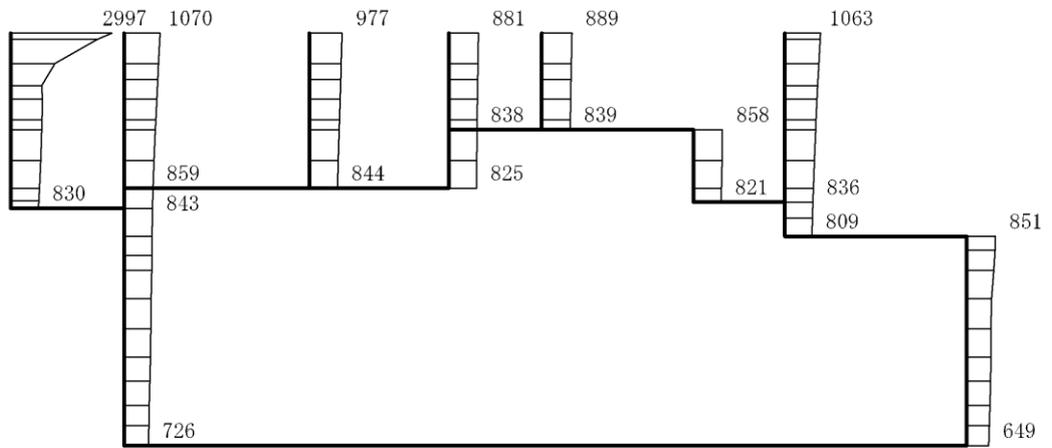


(b) S s - D (- +) 鉛直

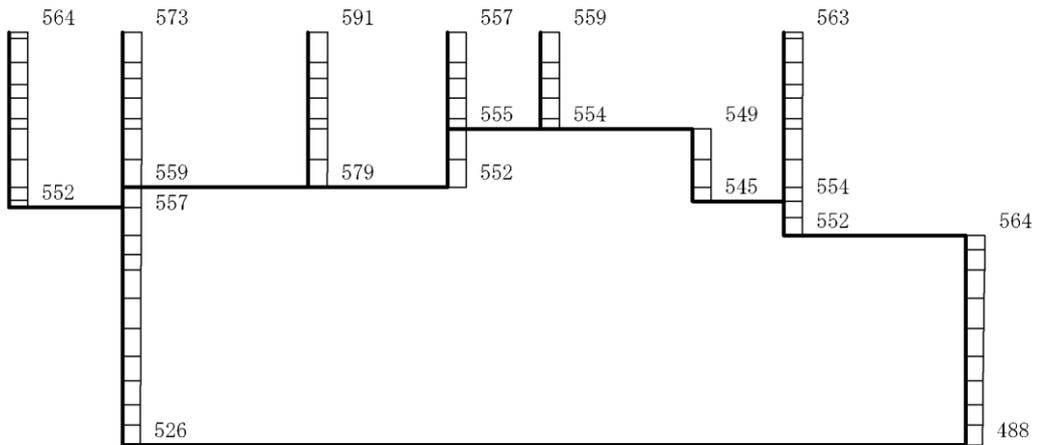
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-278 最大応答加速度分布図 (18/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (+ -) 水平

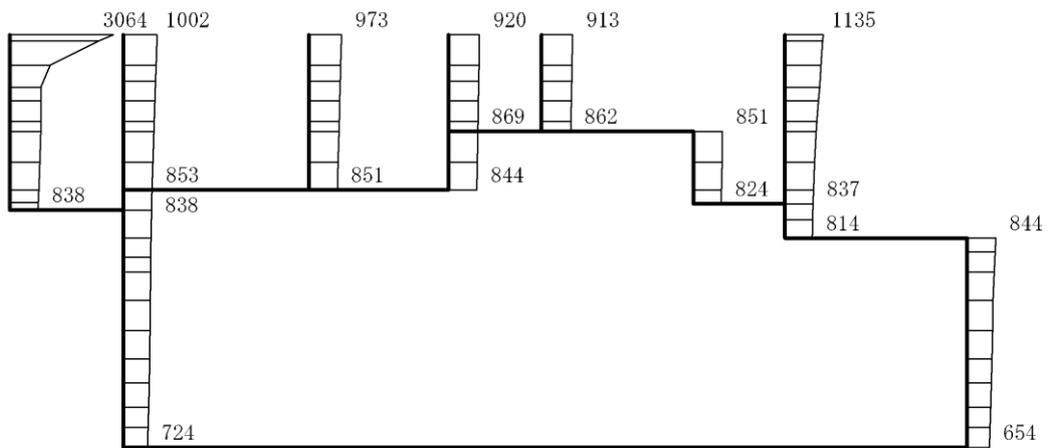


(b) S s - D (+ -) 鉛直

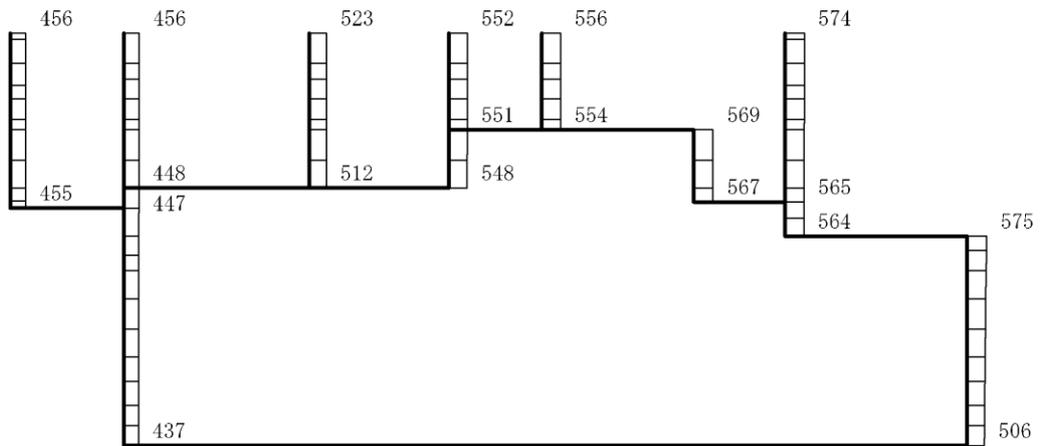
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-279 最大応答加速度分布図 (19/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (--) 水平

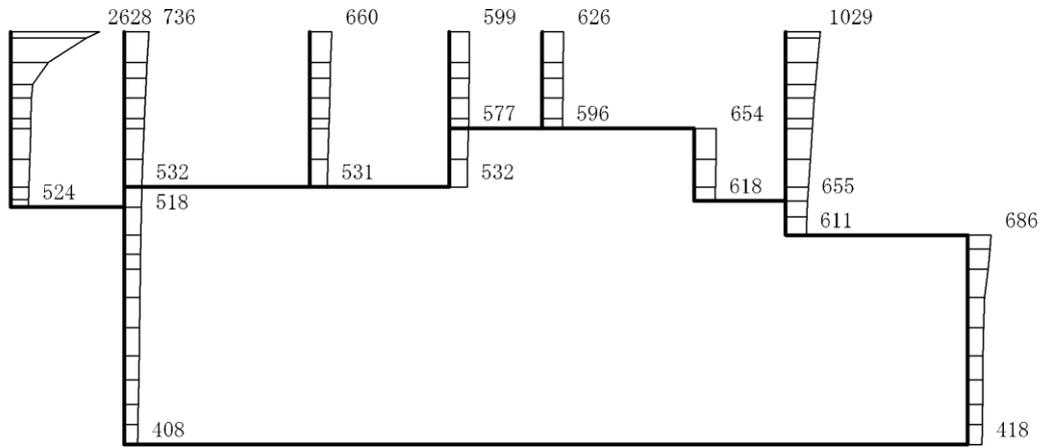


(b) S s - D (--) 鉛直

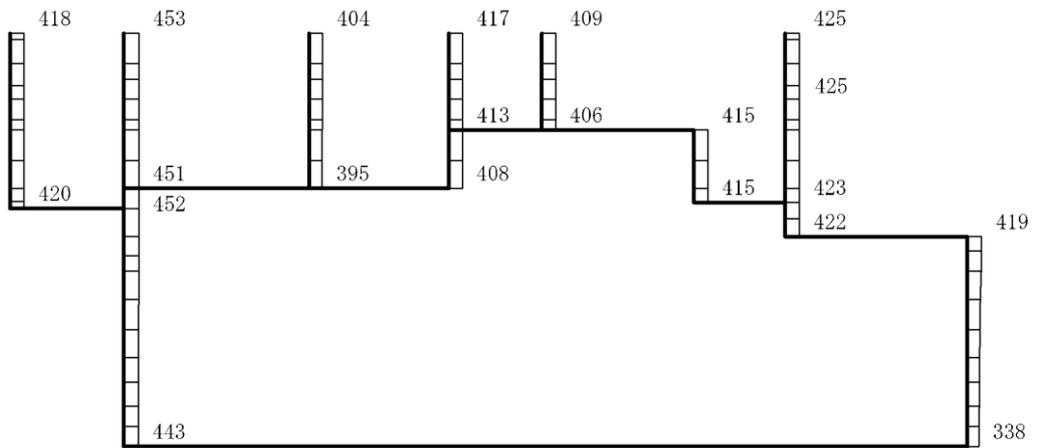
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-280 最大応答加速度分布図 (20/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - F 1 (++) 水平

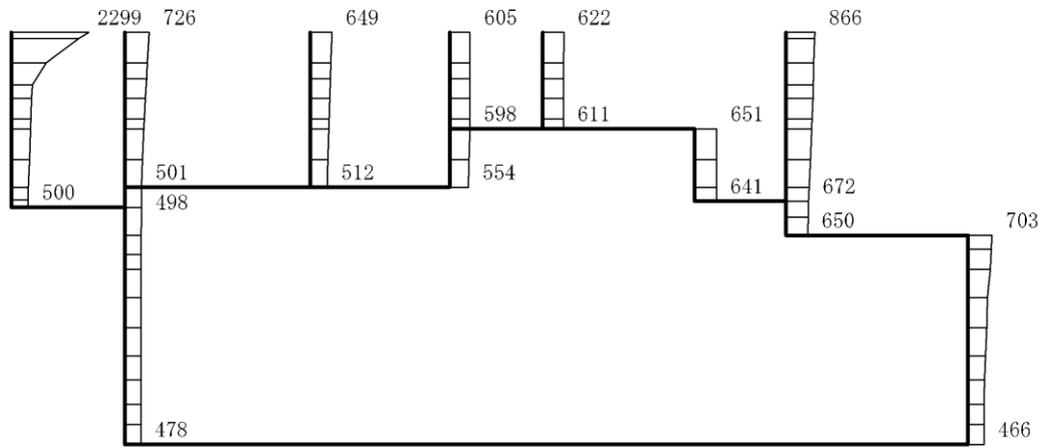


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

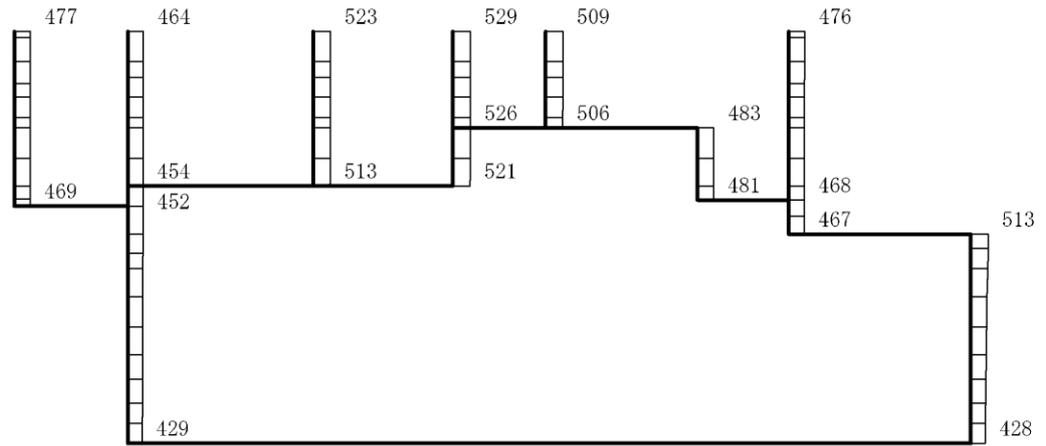
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-281 最大応答加速度分布図 (21/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - F 2 (++) 水平

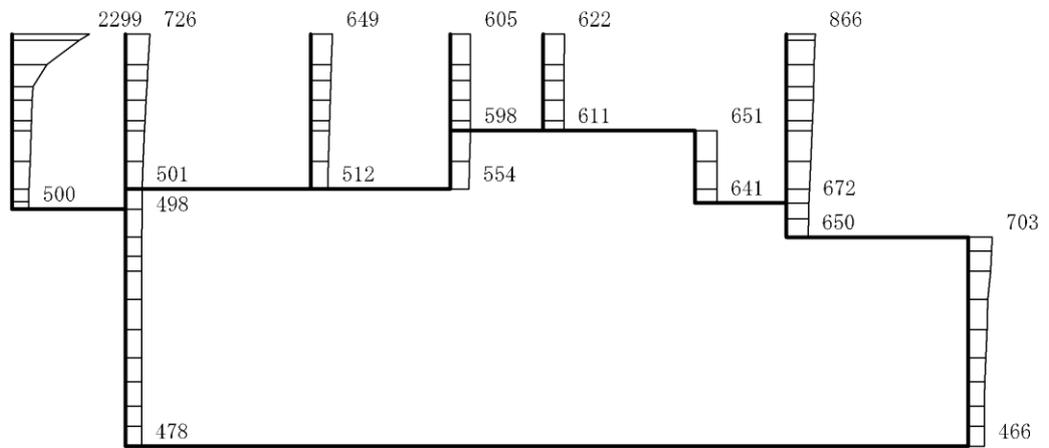


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

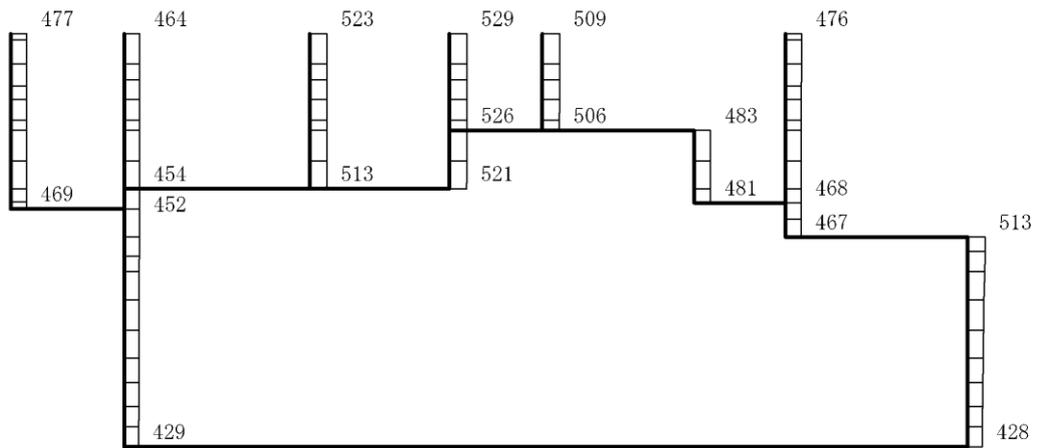
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-282 最大応答加速度分布図 (22/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - N 1 (+ +) 水平

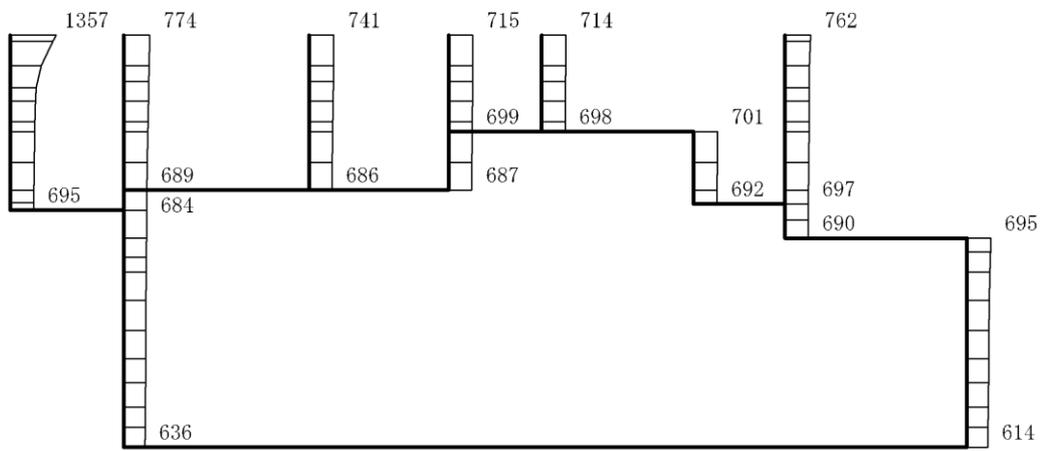


(b) S s - N 1 (+ +) 鉛直

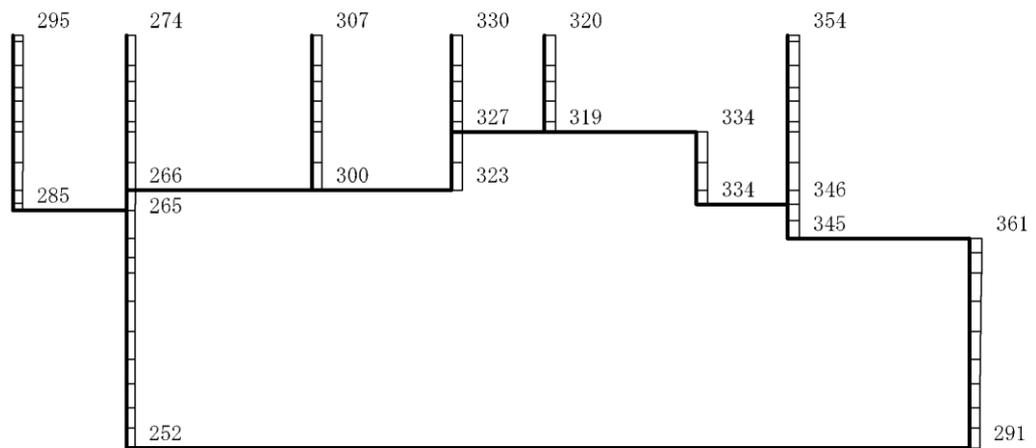
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-283 最大応答加速度分布図 (23/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

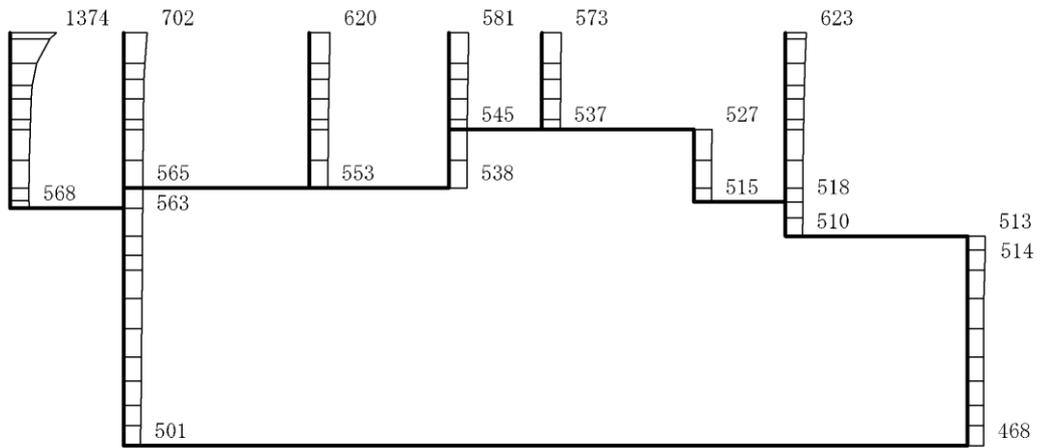


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

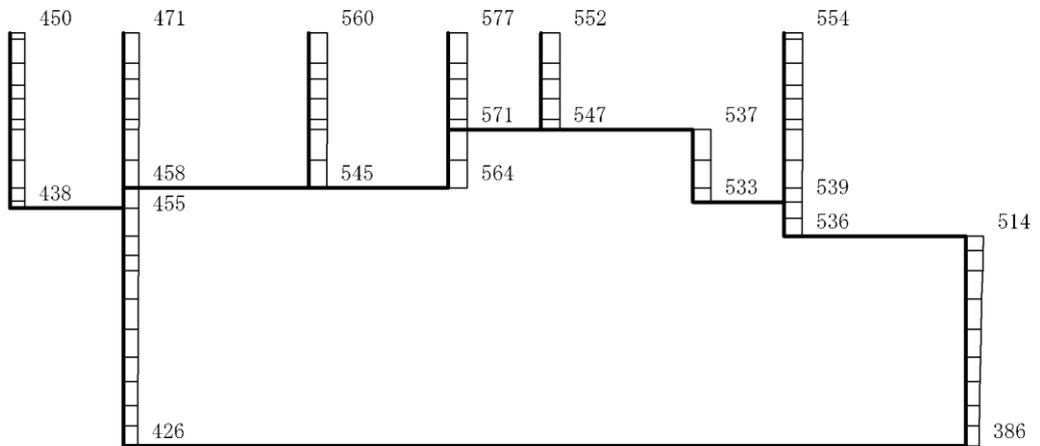
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-284 最大応答加速度分布図 (24/88) (解析ケース⑦)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

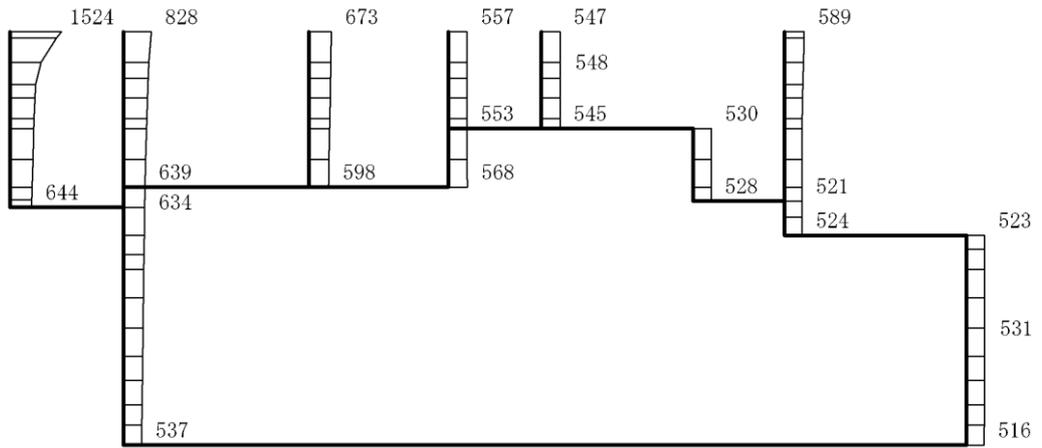


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

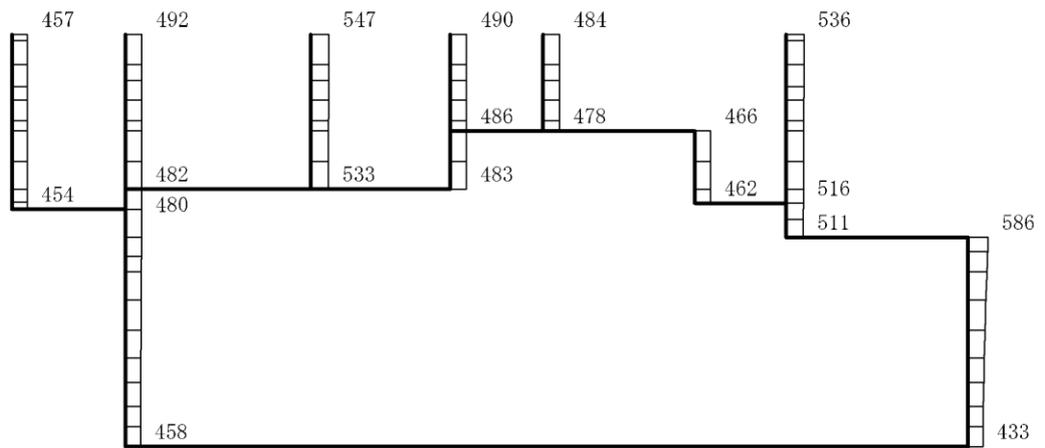
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-285 最大応答加速度分布図 (25/88) (解析ケース⑦)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

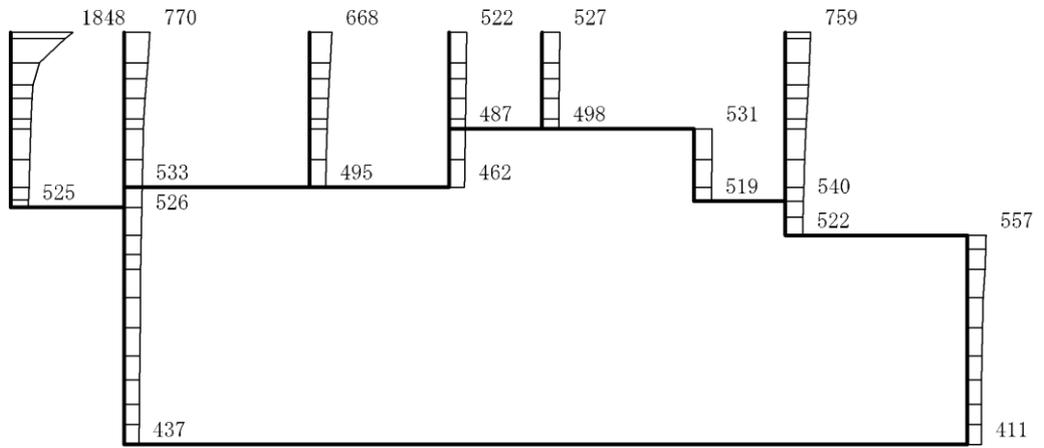


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

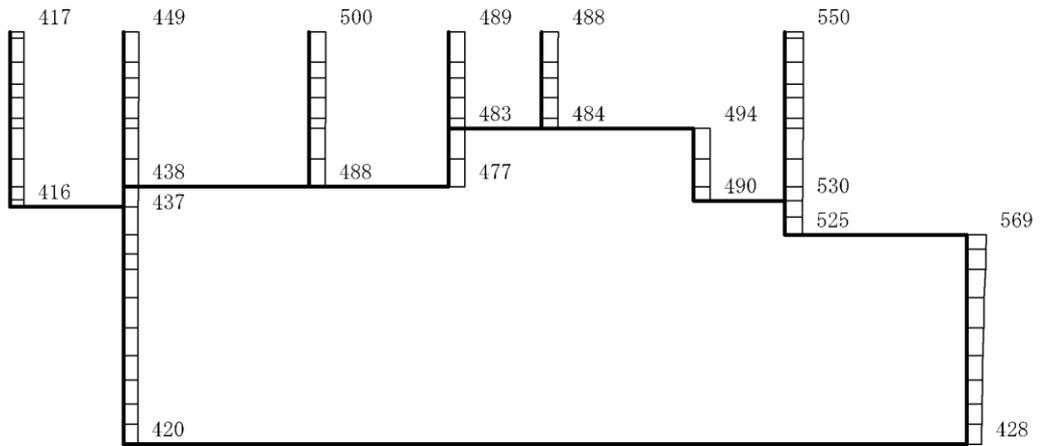
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-286 最大応答加速度分布図 (26/88) (解析ケース⑦)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

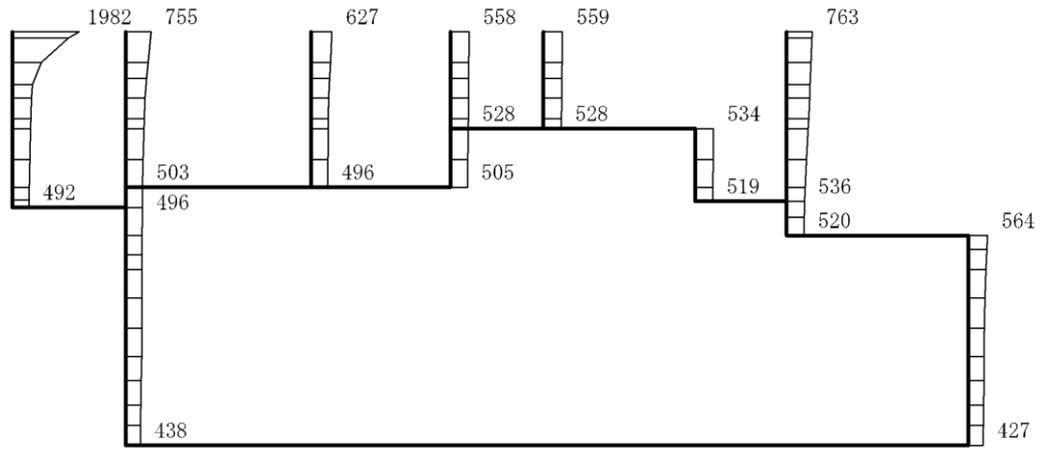


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

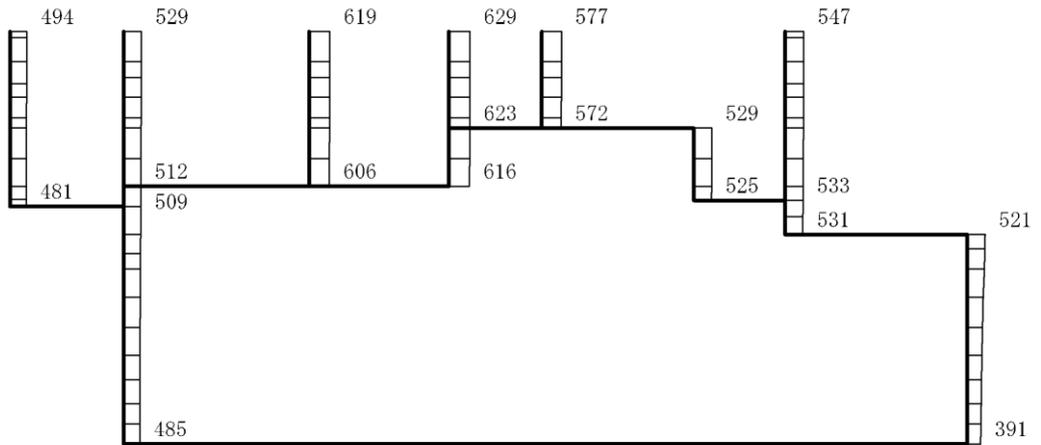
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-287 最大応答加速度分布図 (27/88) (解析ケース⑦)



(a) S_s-N2 (EW) (-+) 水平

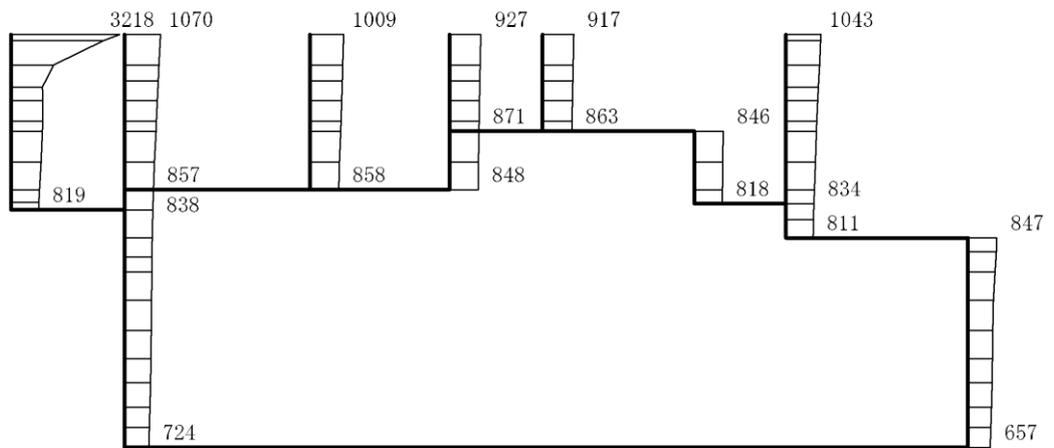


(b) S_s-N2 (EW) (-+) 鉛直

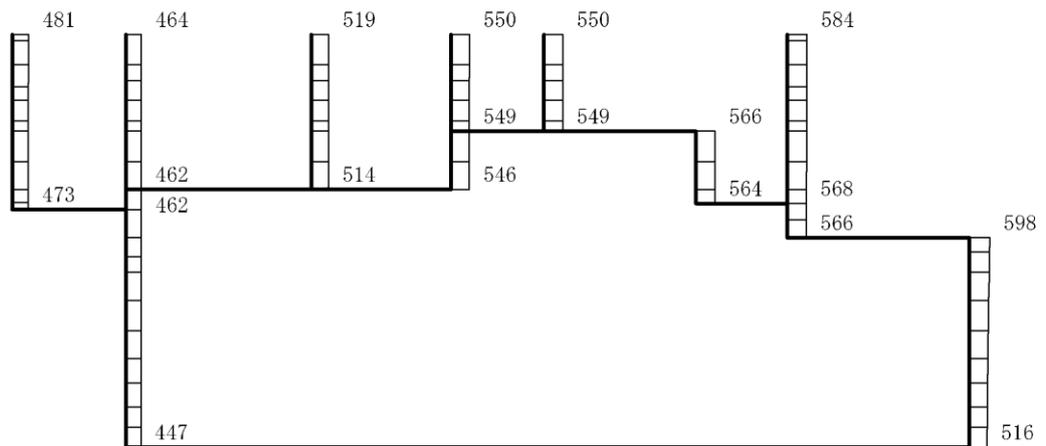
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-288 最大応答加速度分布図 (28/88) (解析ケース⑦)



(a) S s - D (++) 水平

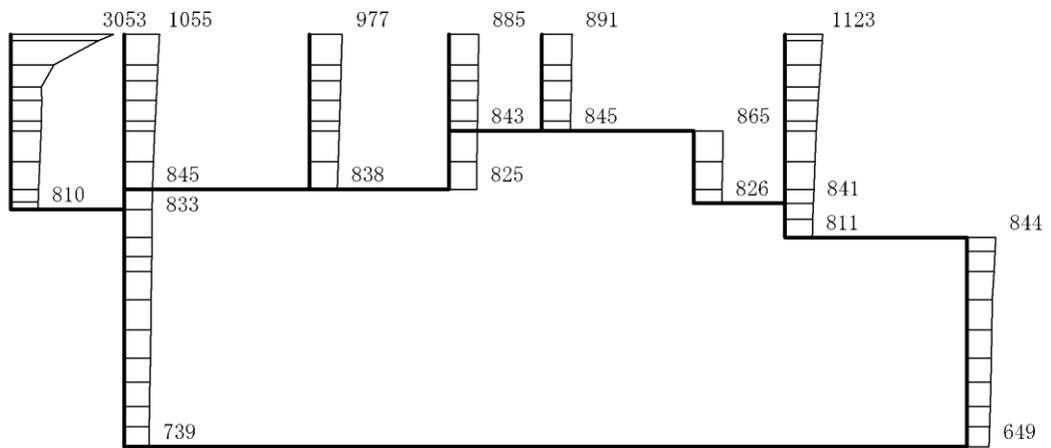


(b) S s - D (++) 鉛直

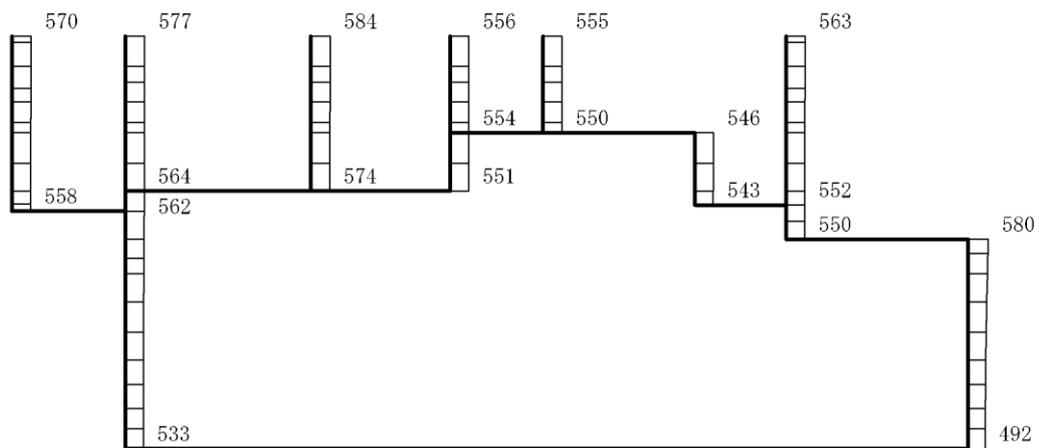
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-289 最大応答加速度分布図 (29/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - D (- +) 水平

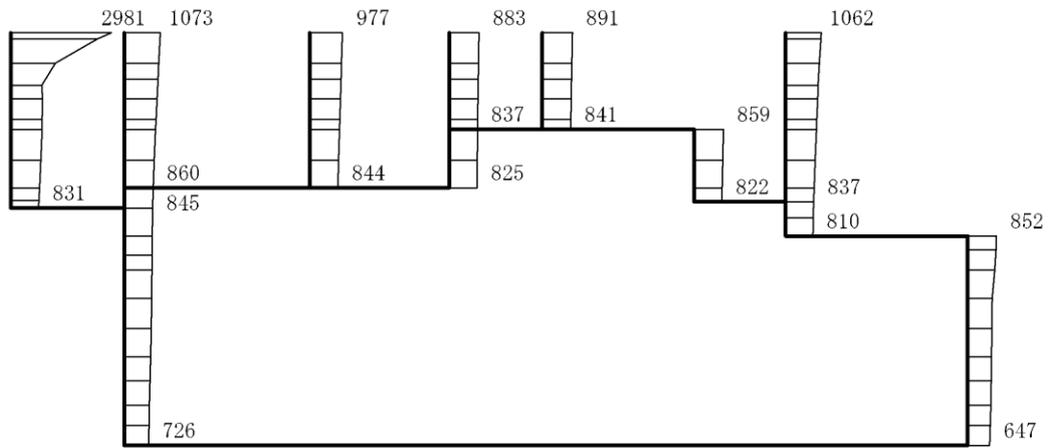


(b) S s - D (- +) 鉛直

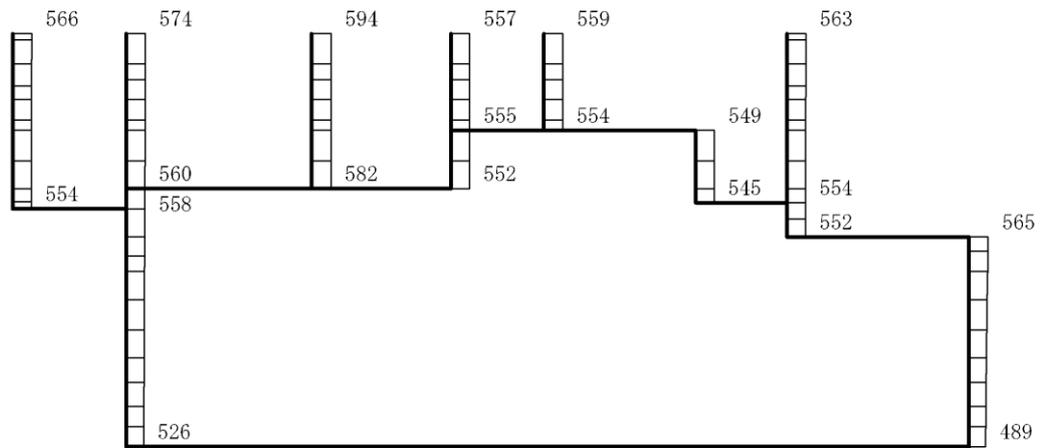
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-290 最大応答加速度分布図 (30/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - D (+ -) 水平

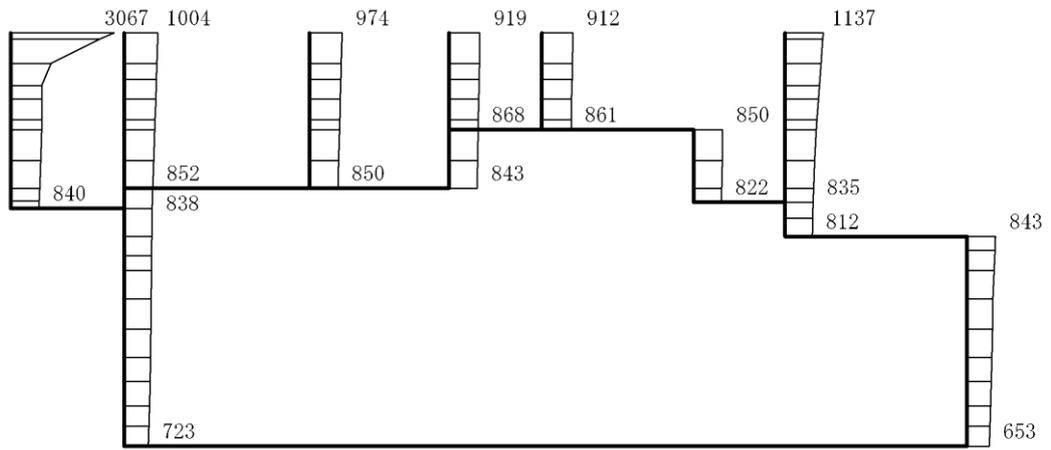


(b) S s - D (+ -) 鉛直

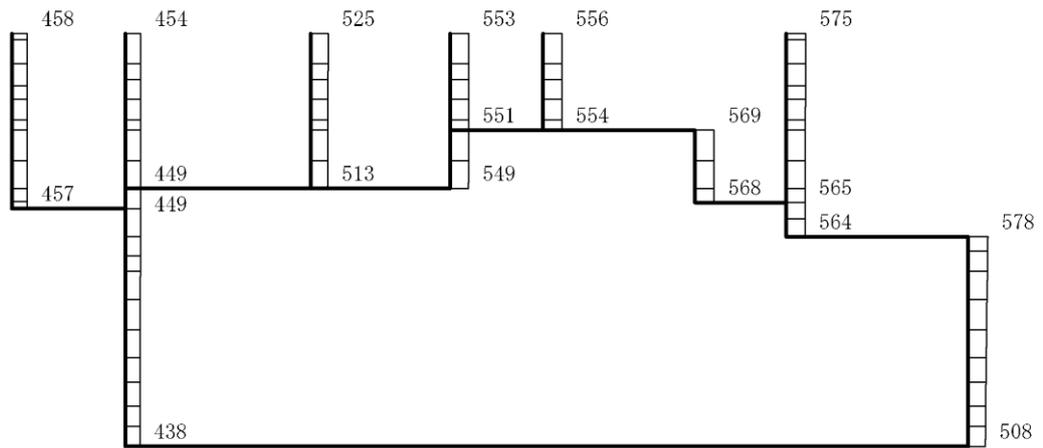
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-291 最大応答加速度分布図 (31/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - D (---) 水平

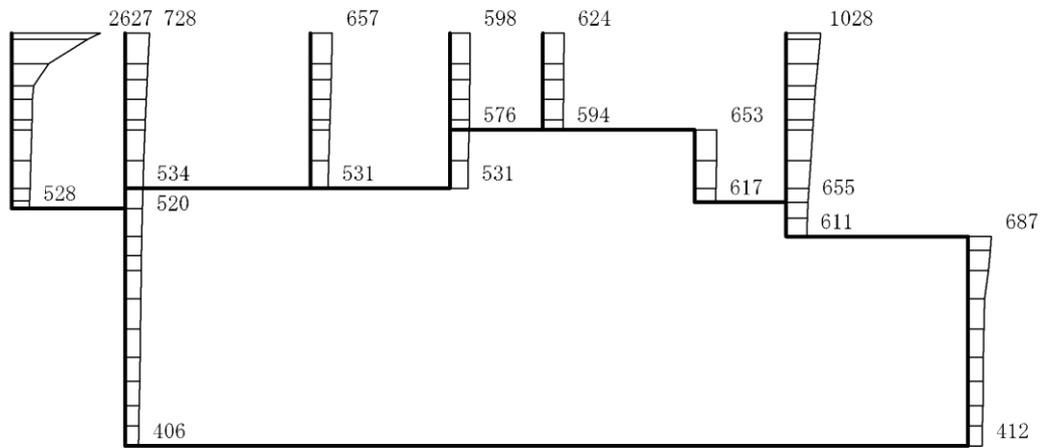


(b) S s - D (---) 鉛直

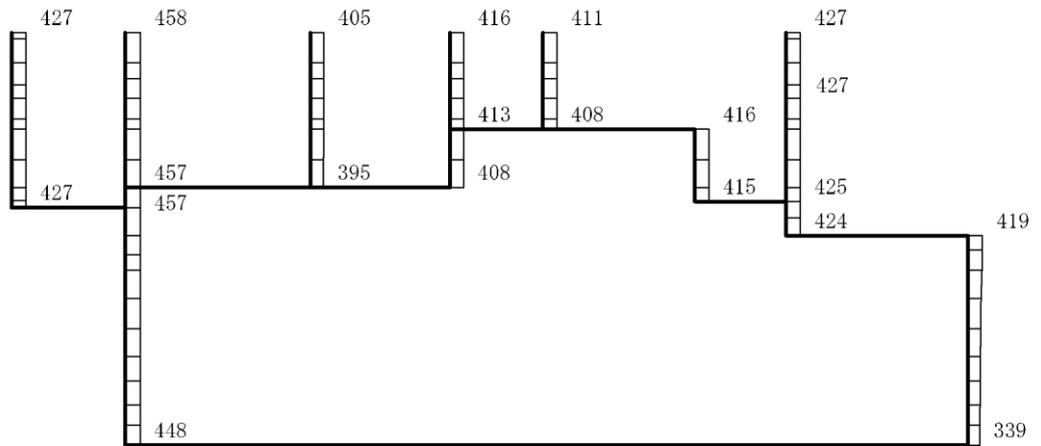
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-292 最大応答加速度分布図 (32/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - F 1 (++) 水平

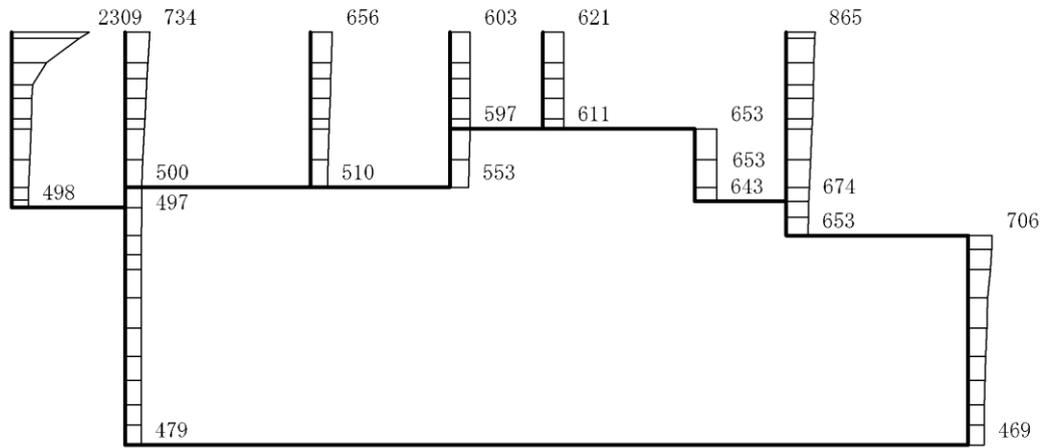


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

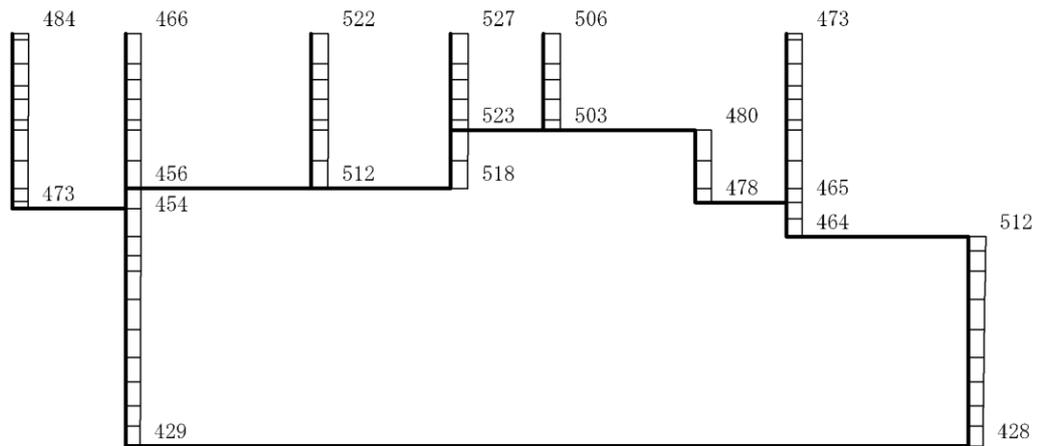
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-293 最大応答加速度分布図 (33/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - F 2 (++) 水平

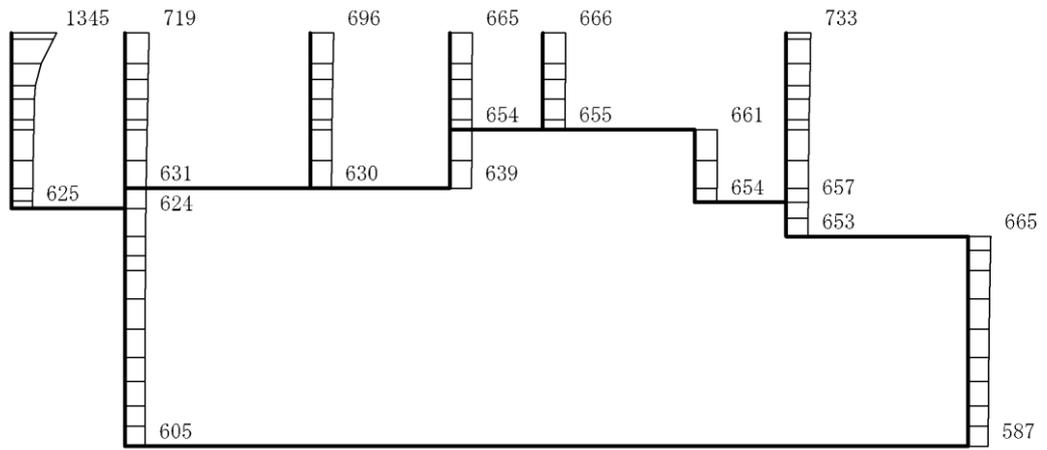


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

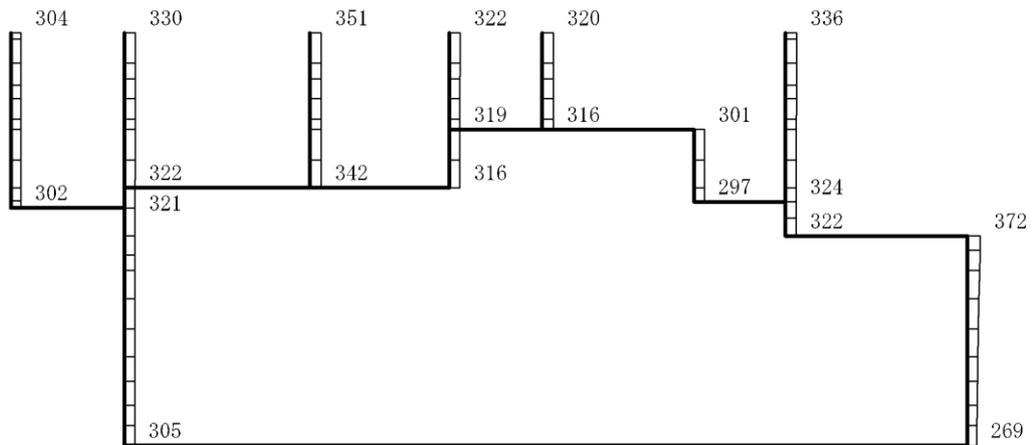
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-294 最大応答加速度分布図 (34/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - N 1 (++) 水平

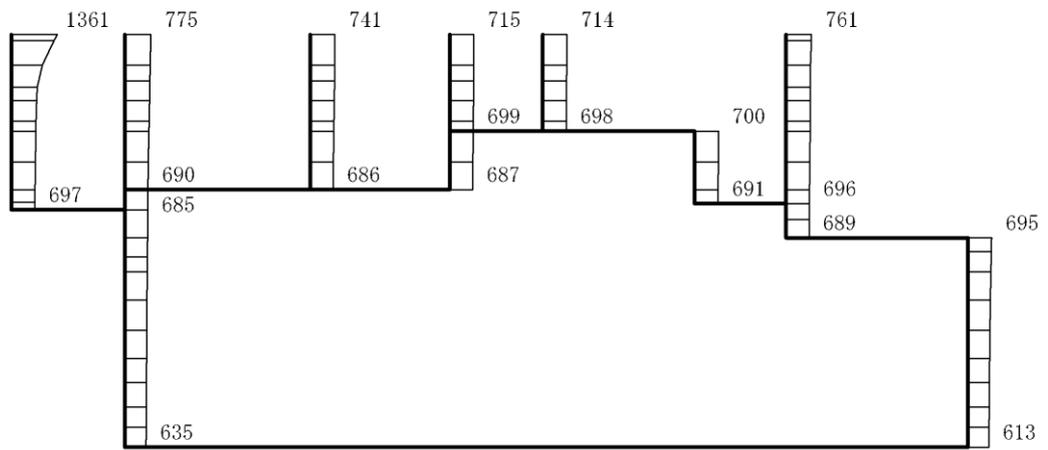


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

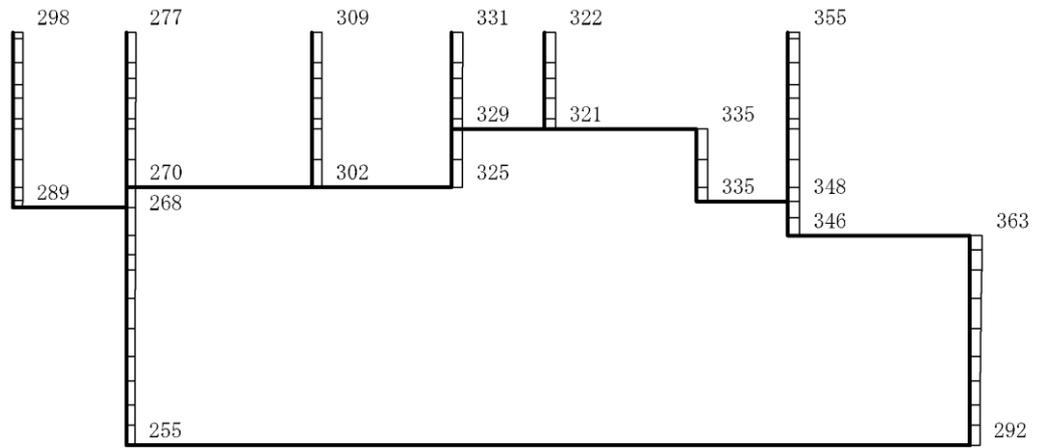
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-295 最大応答加速度分布図 (35/88) (解析ケース⑧)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

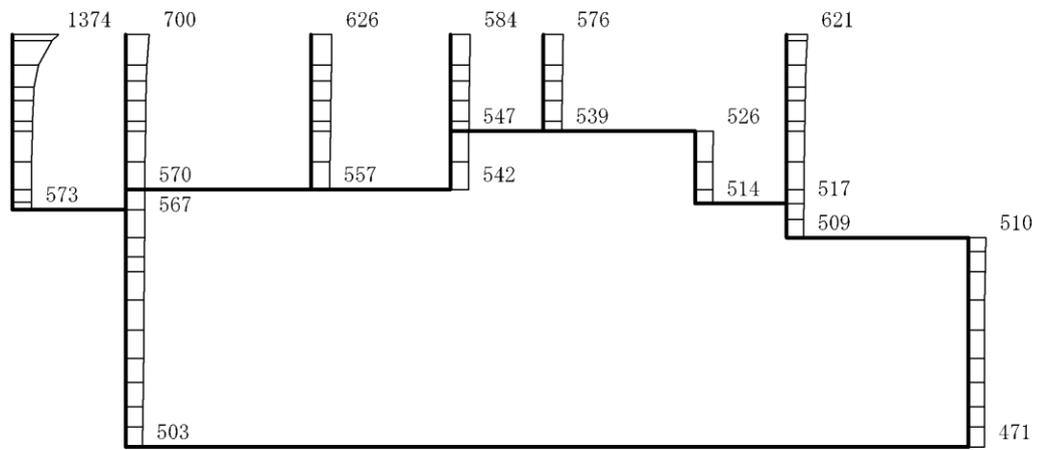


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

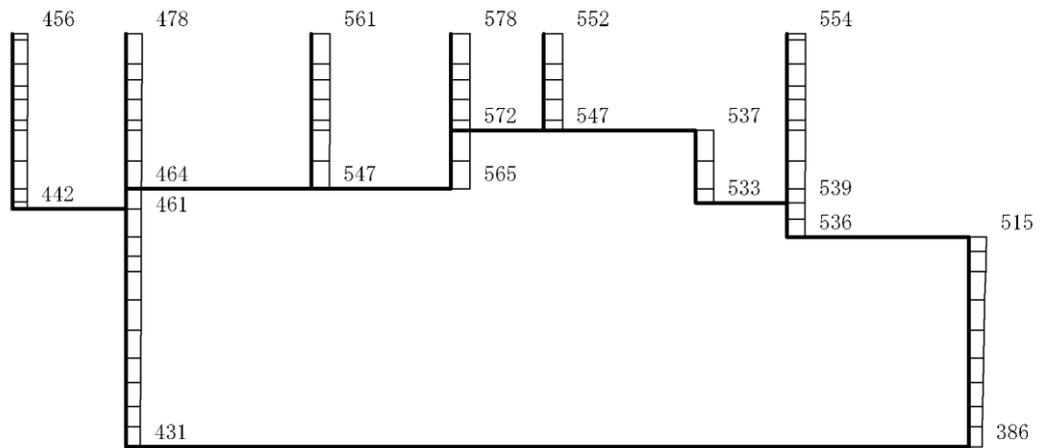
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-296 最大応答加速度分布図 (36/88) (解析ケース⑧)



(a) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 水平

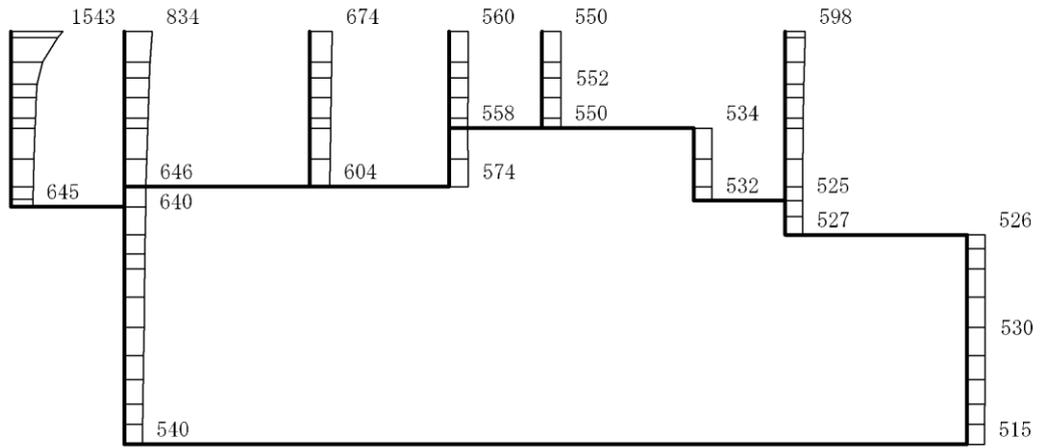


(b) $S_s - N_2 (NS) (++)$ 鉛直

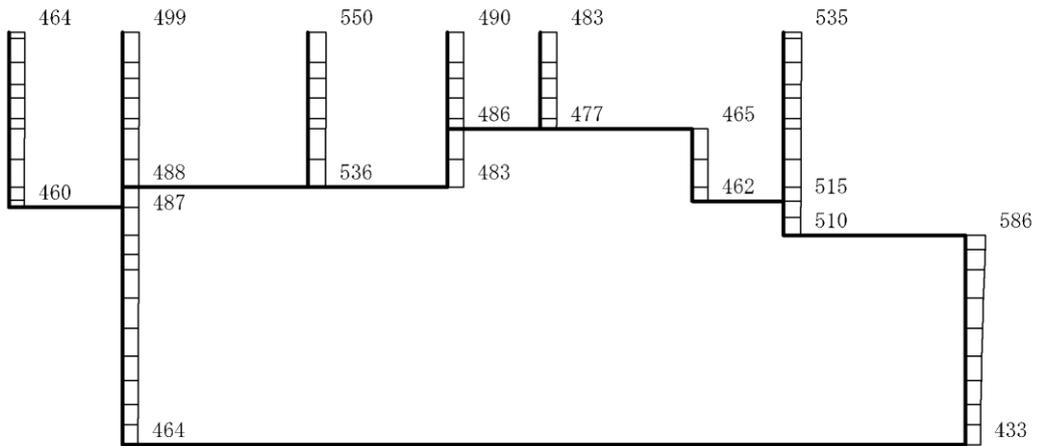
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

応答値スケール $\frac{0}{1200}(\text{cm/s}^2)$

図 4-297 最大応答加速度分布図 (37/88) (解析ケース⑧)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

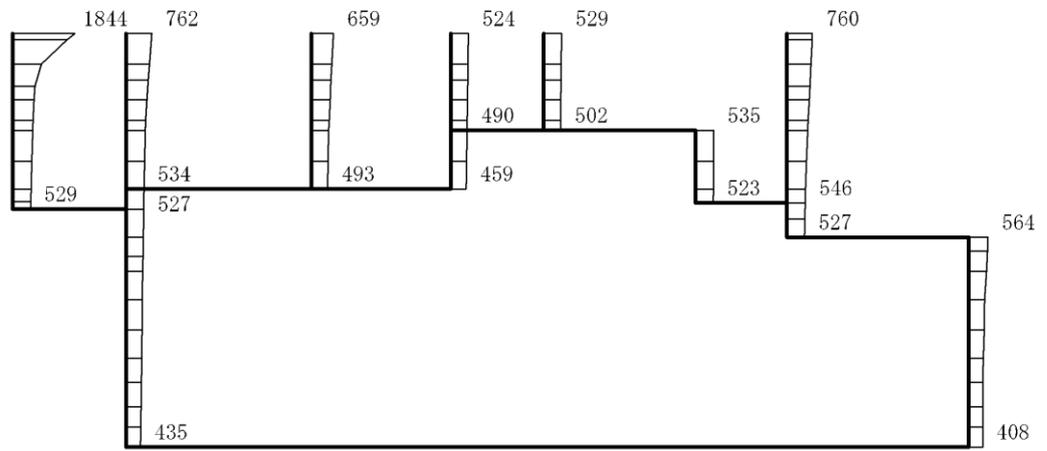


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

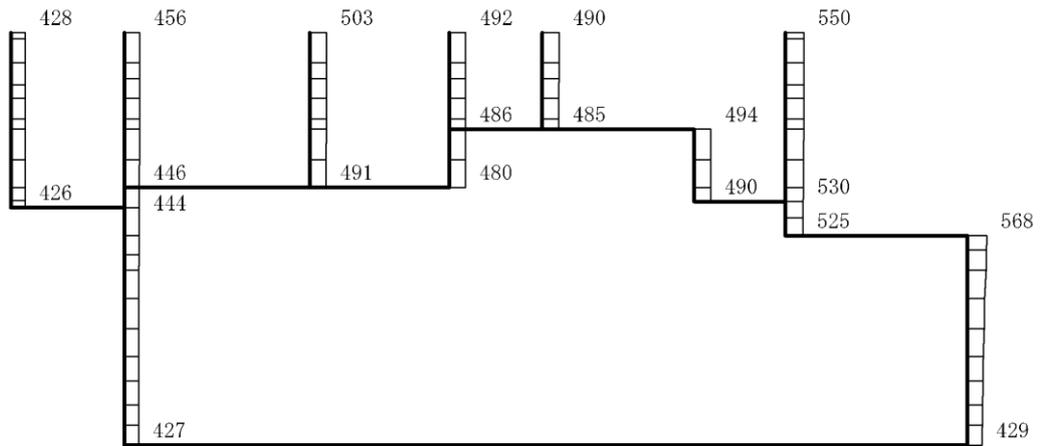
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-298 最大応答加速度分布図 (38/88) (解析ケース⑧)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

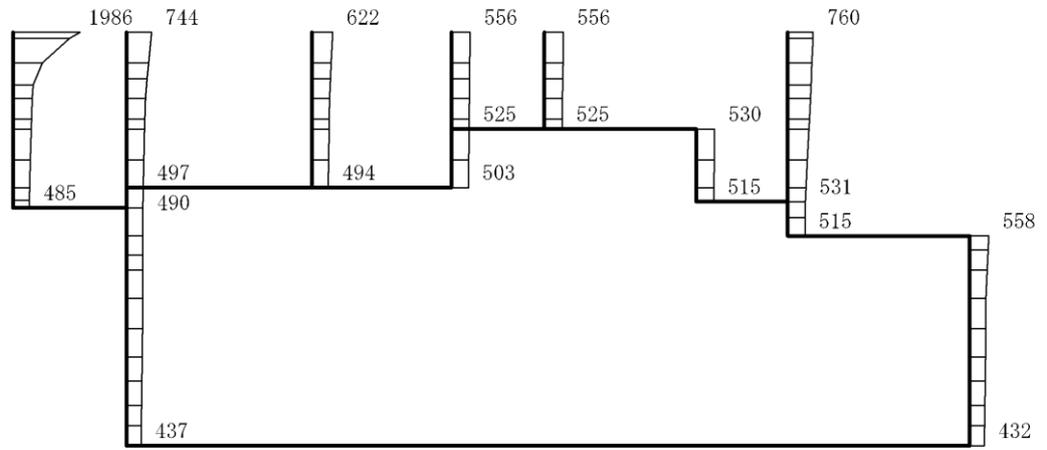


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

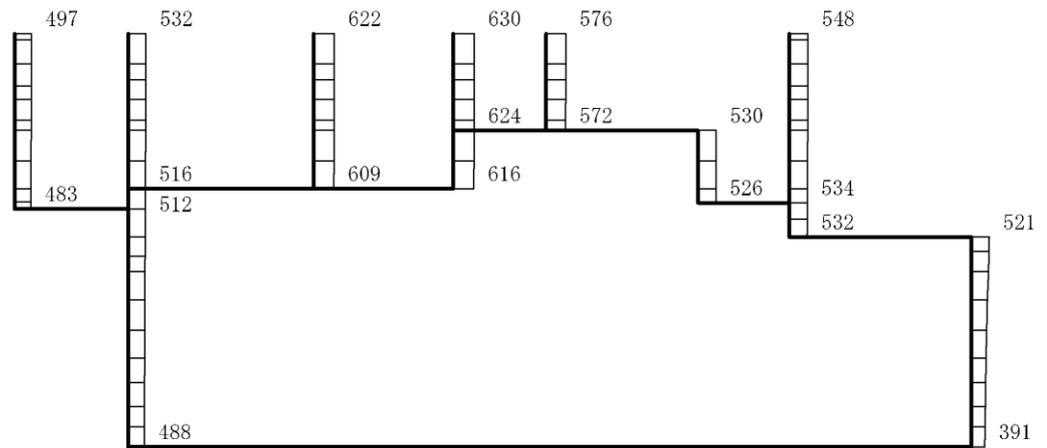
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-299 最大応答加速度分布図 (39/88) (解析ケース⑧)



(a) S_s-N2 (EW) (-+) 水平

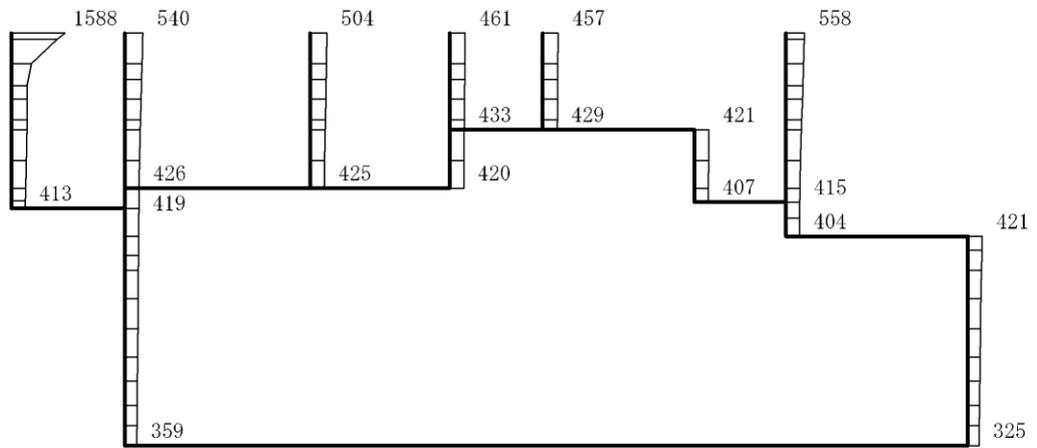


(b) S_s-N2 (EW) (-+) 鉛直

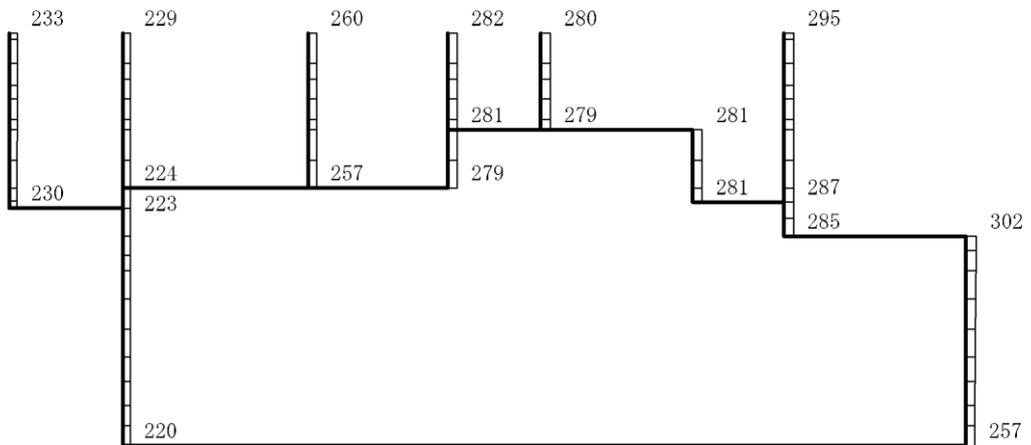
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-300 最大応答加速度分布図 (40/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - D (++) 水平

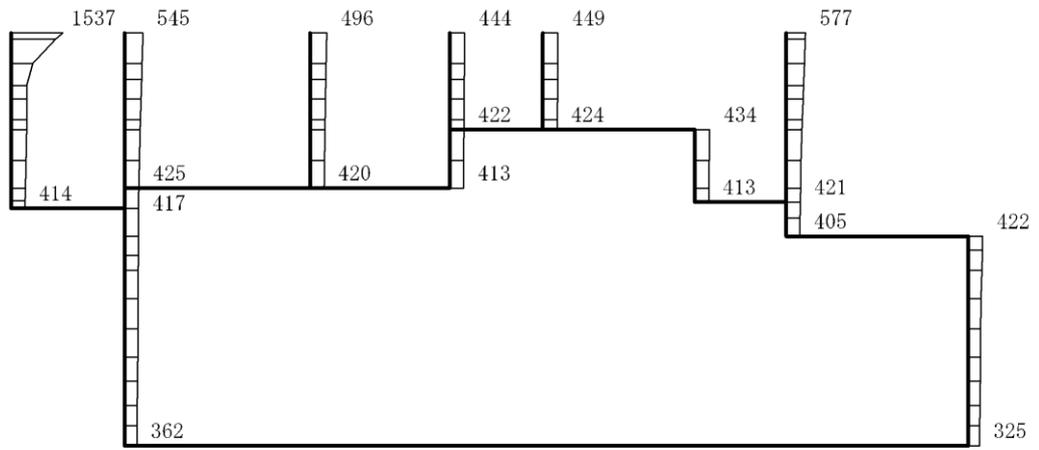


(b) S d - D (++) 鉛直

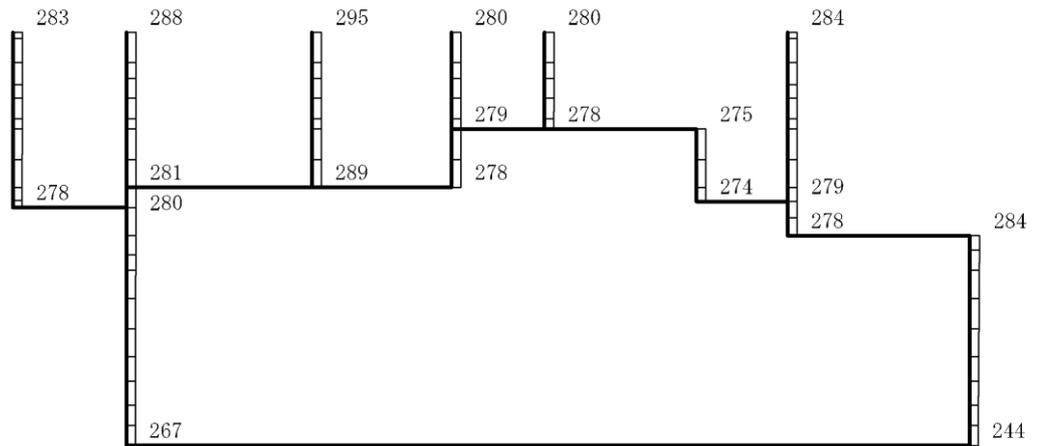
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-301 最大応答加速度分布図 (41/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - D (- +) 水平

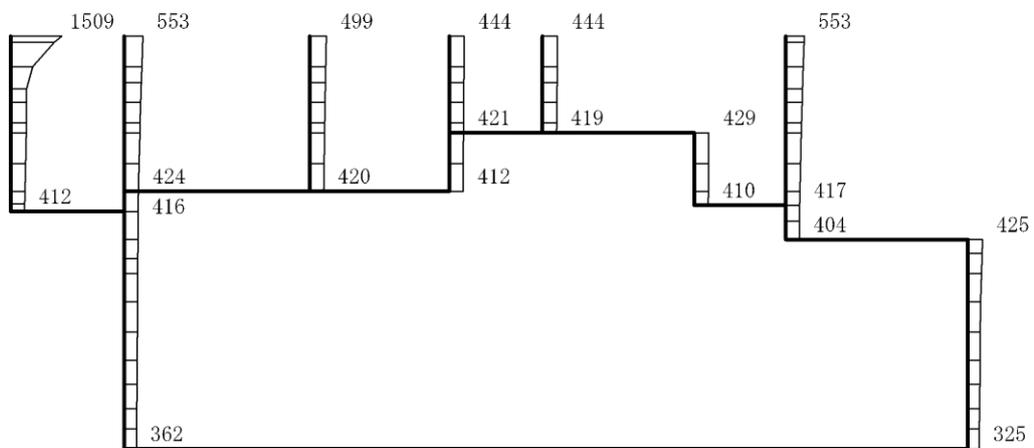


(b) S d - D (- +) 鉛直

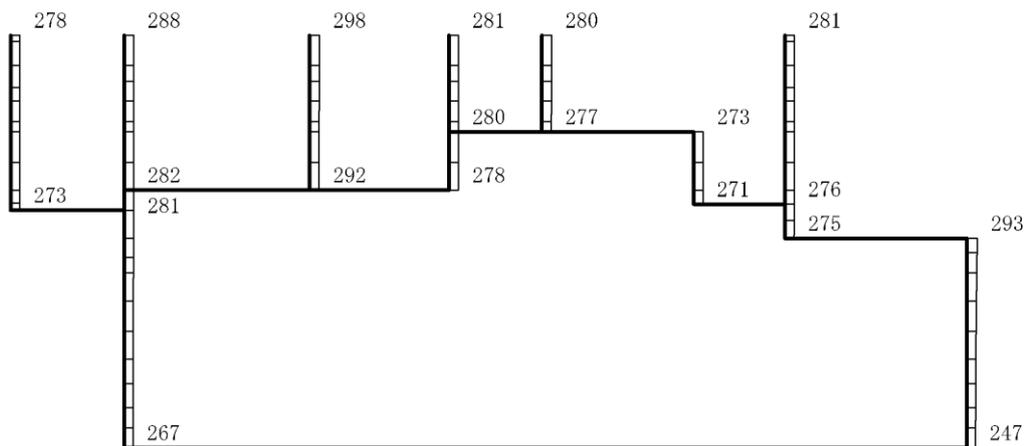
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-302 最大応答加速度分布図 (42/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - D (+ -) 水平

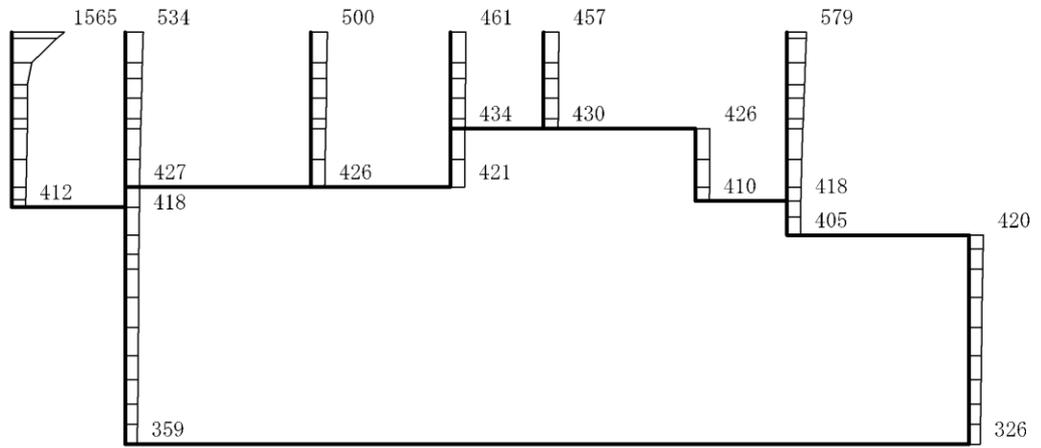


(b) S d - D (+ -) 鉛直

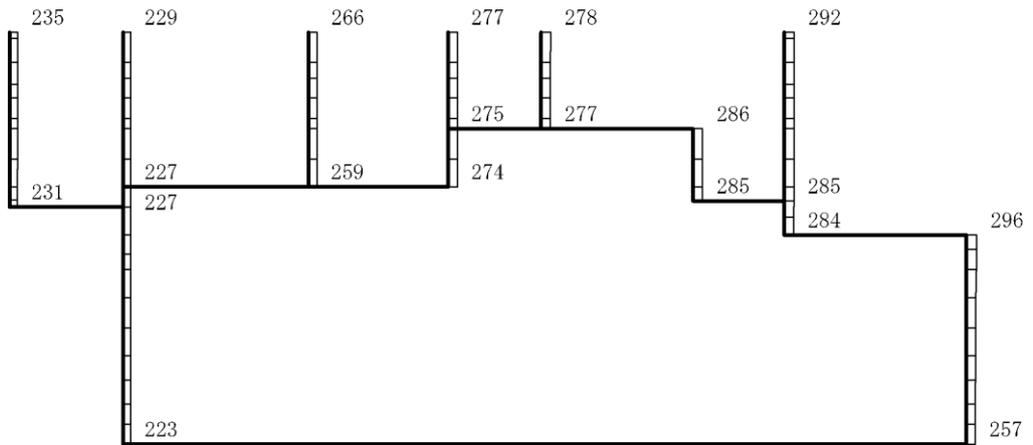
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-303 最大応答加速度分布図 (43/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - D (- -) 水平

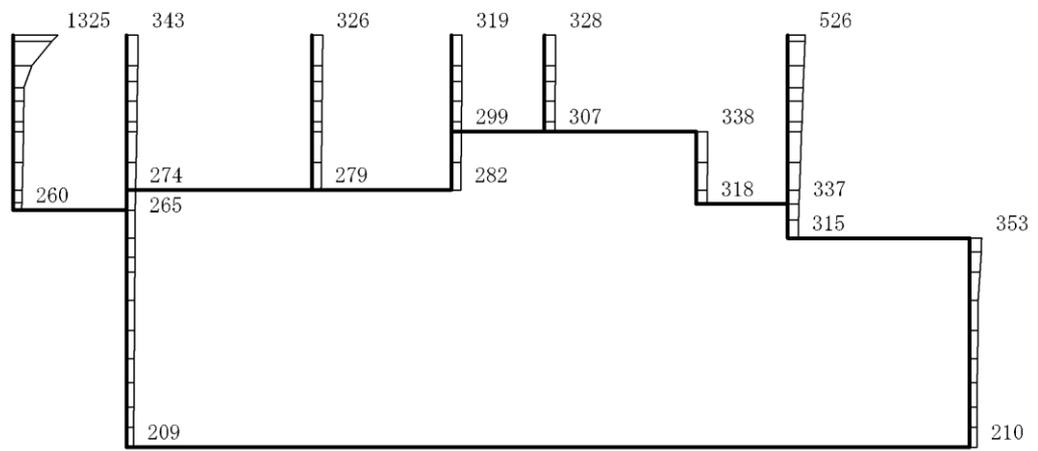


(b) S d - D (- -) 鉛直

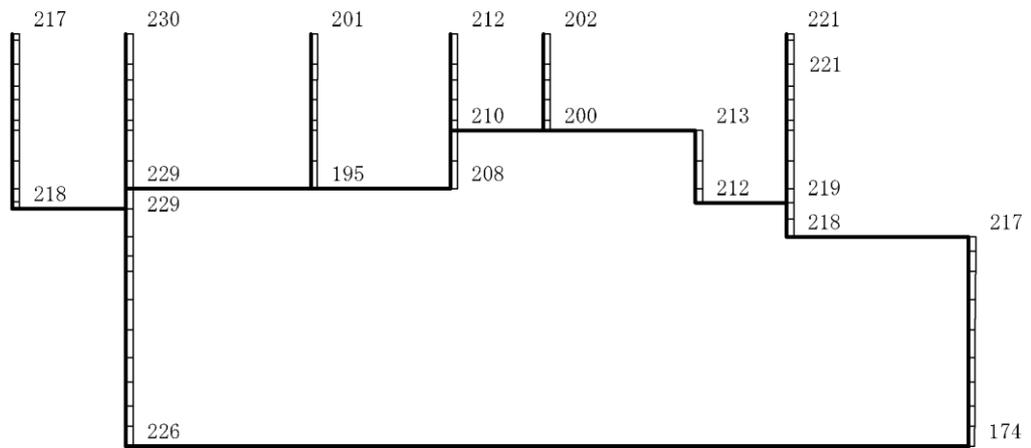
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-304 最大応答加速度分布図 (44/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - F 1 (++) 水平

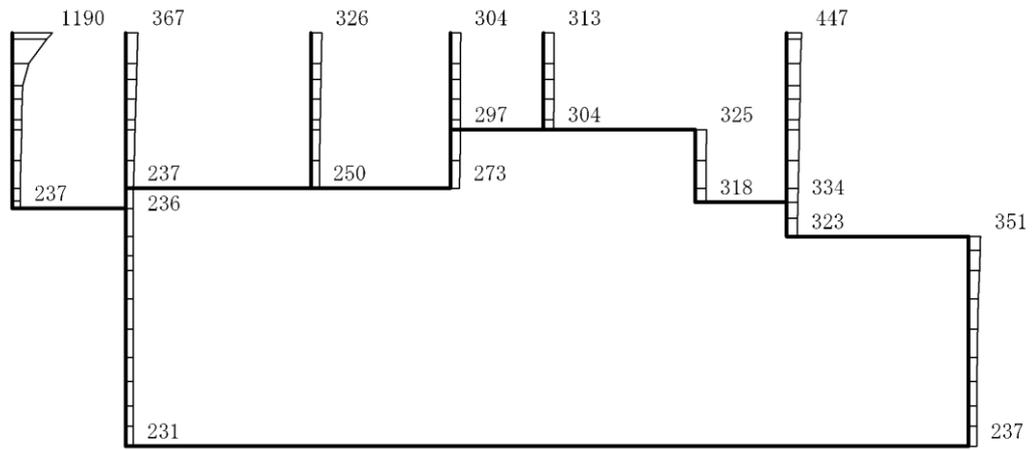


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

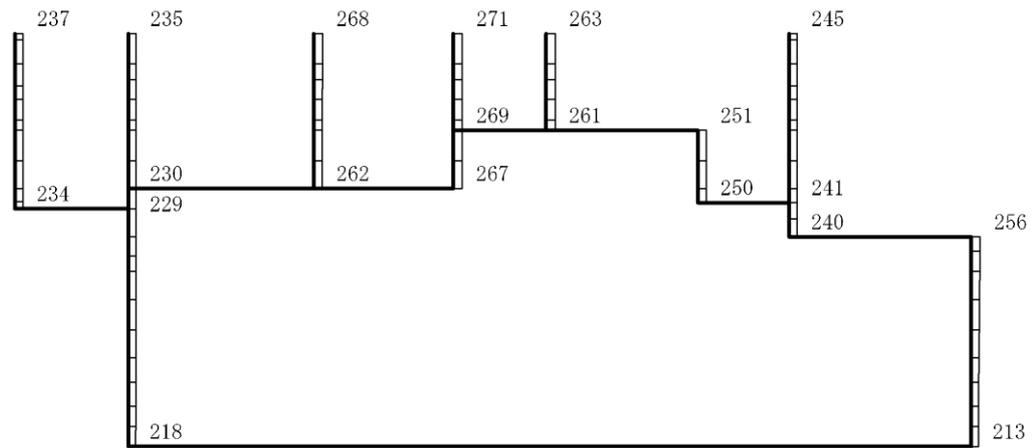
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-305 最大応答加速度分布図 (45/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - F 2 (++) 水平

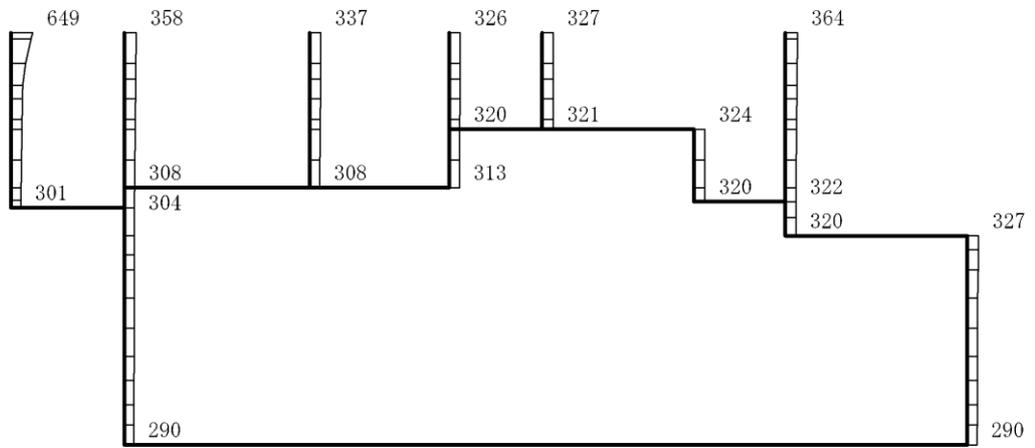


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

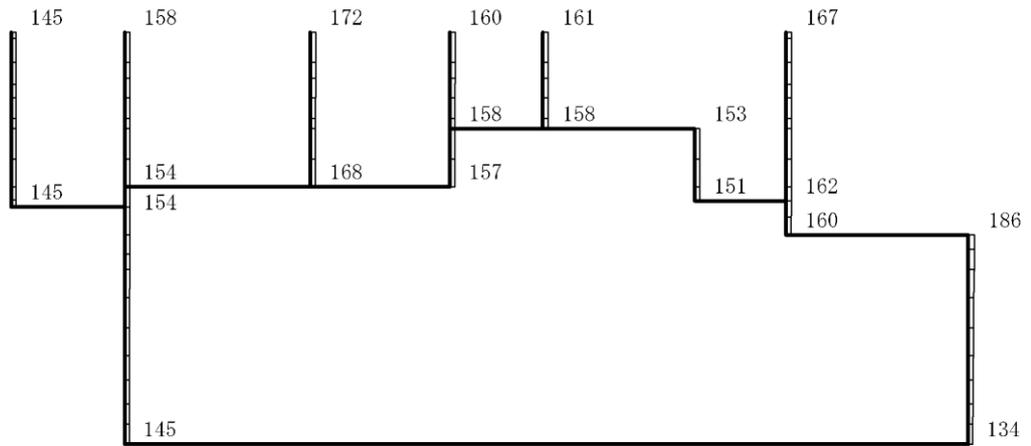
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-306 最大応答加速度分布図 (46/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 1 (++) 水平

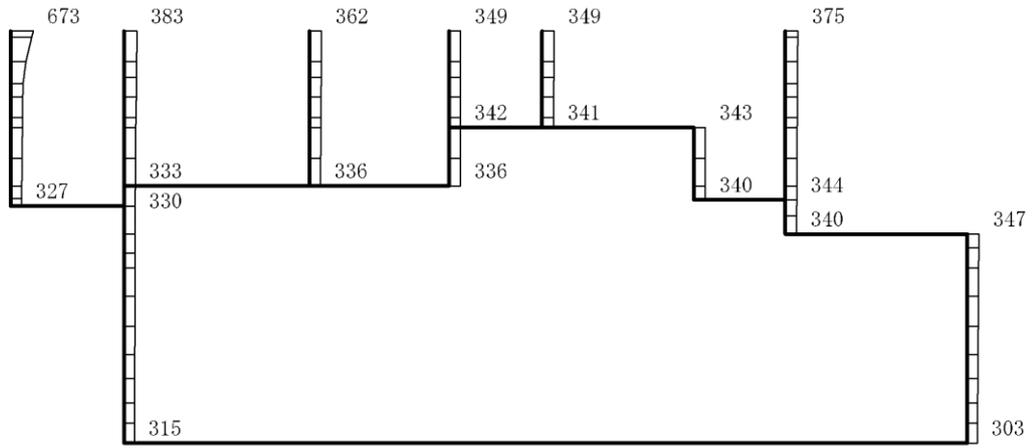


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

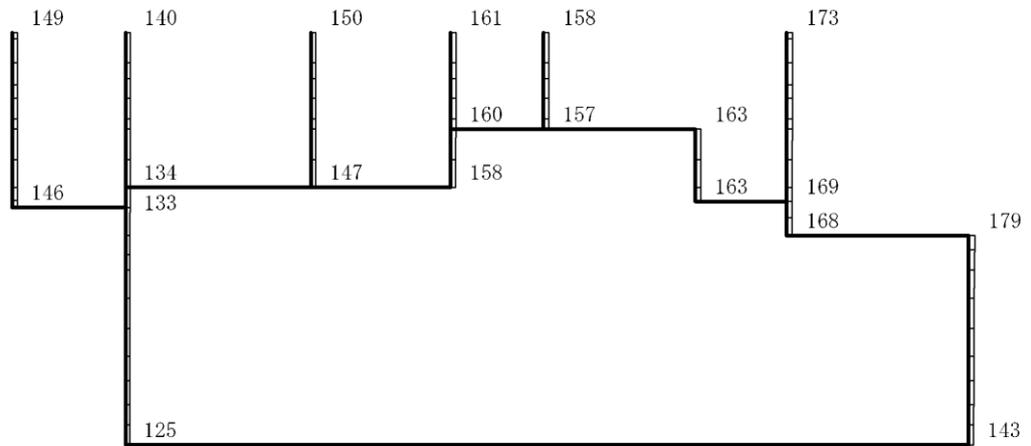
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-307 最大応答加速度分布図 (47/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

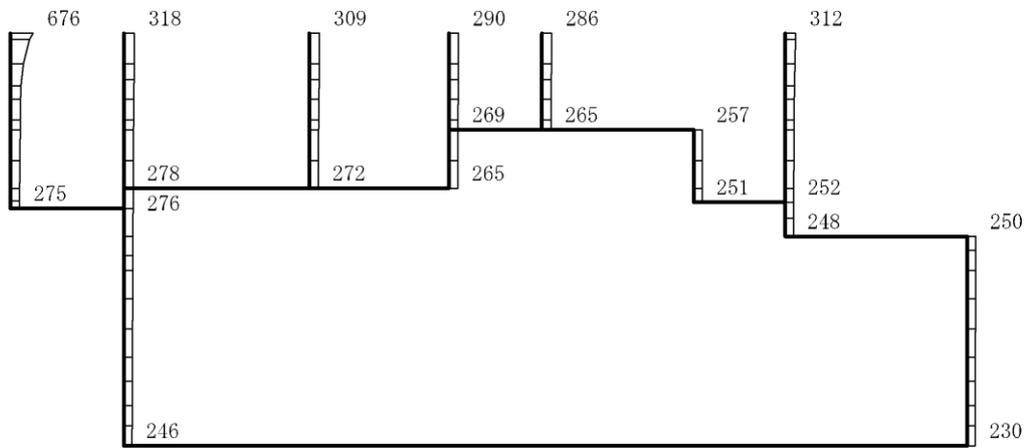


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

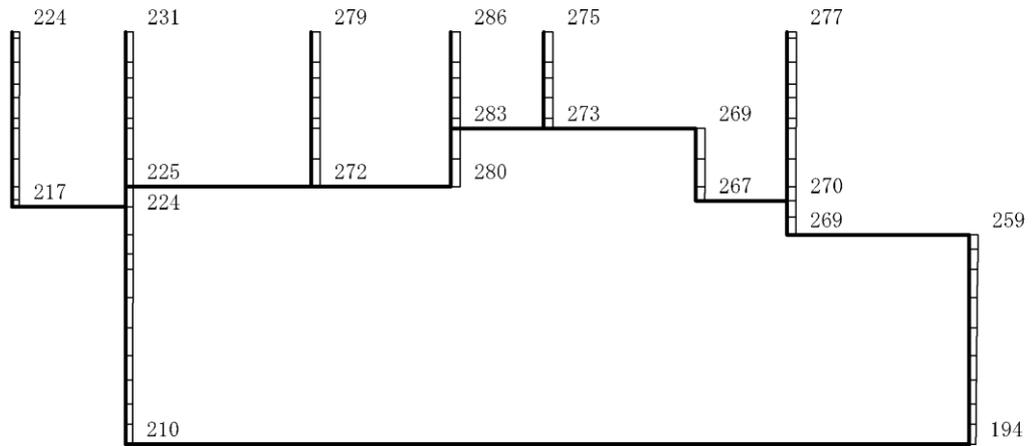
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1200 (cm/s^2)}$

図 4-308 最大応答加速度分布図 (48/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

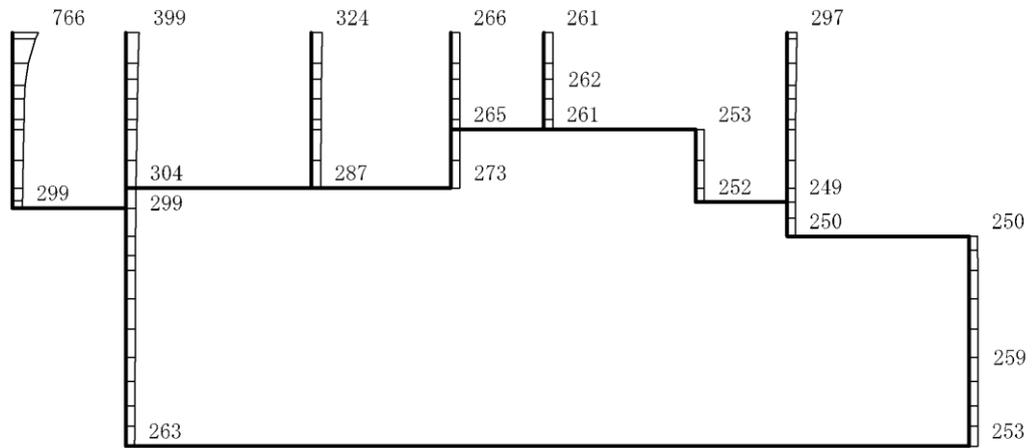


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

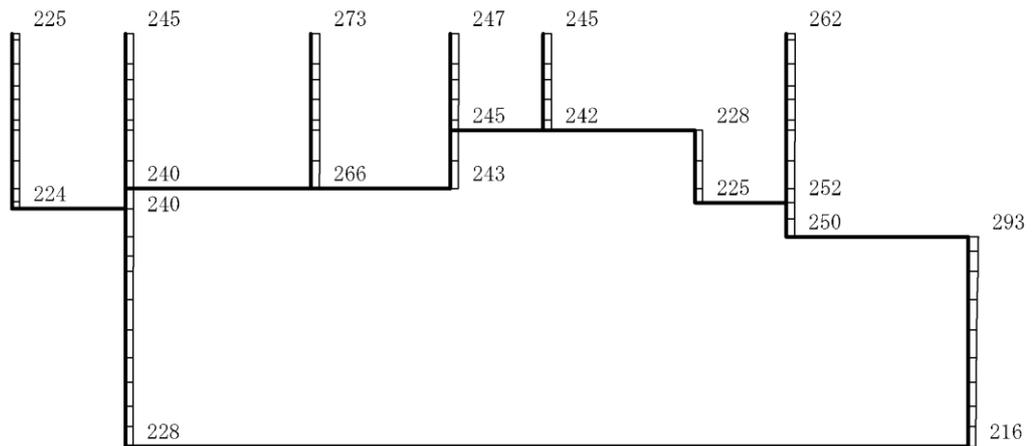
構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \quad 1200(\text{cm/s}^2)$

図 4-309 最大応答加速度分布図 (49/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

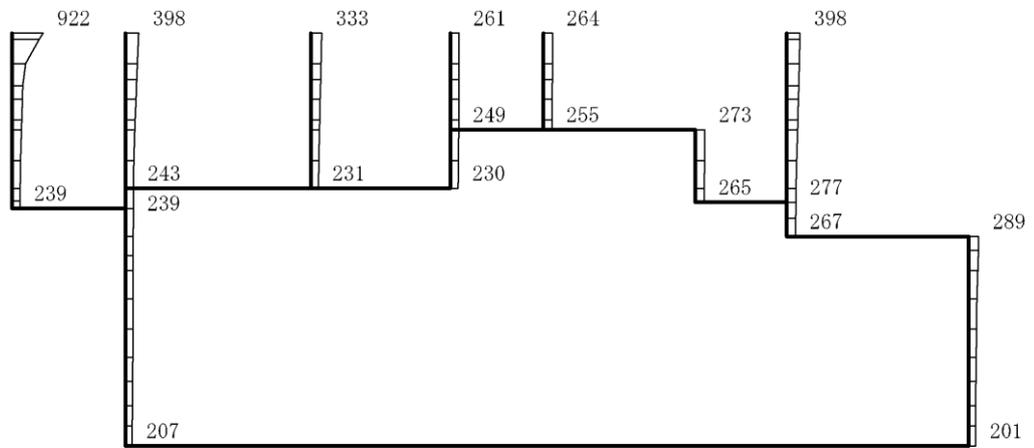


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

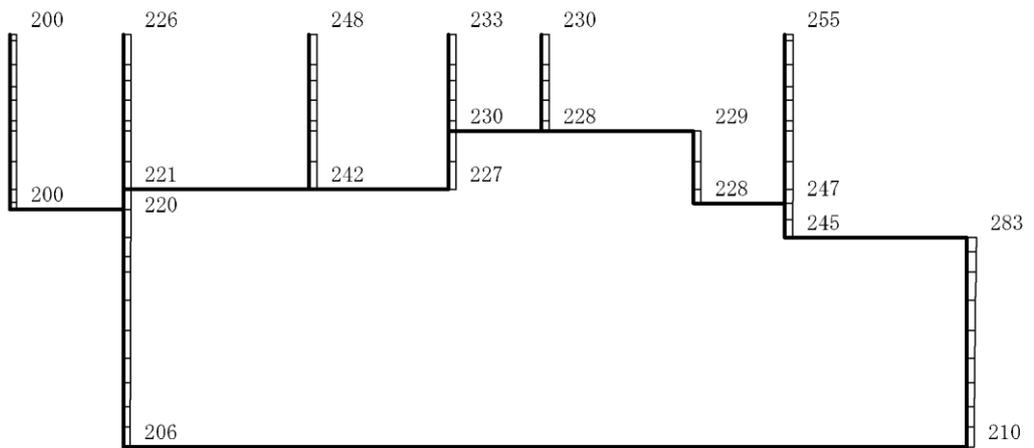
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-310 最大応答加速度分布図 (50/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

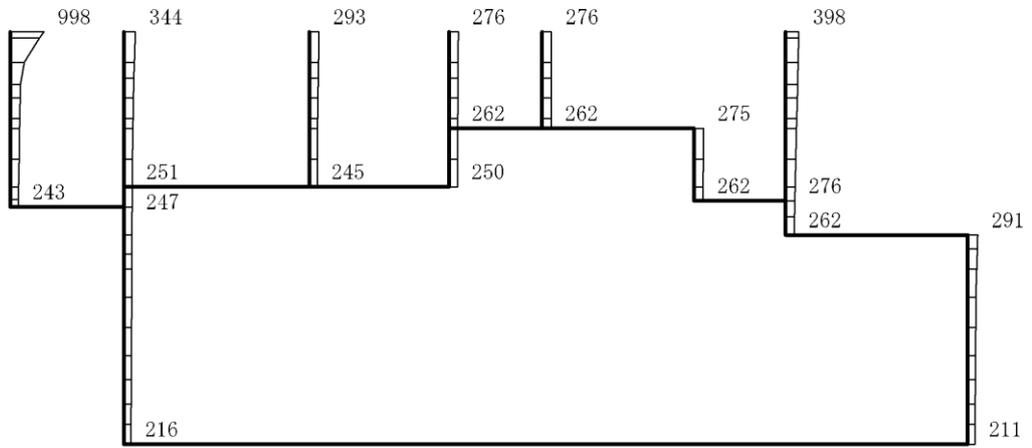


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

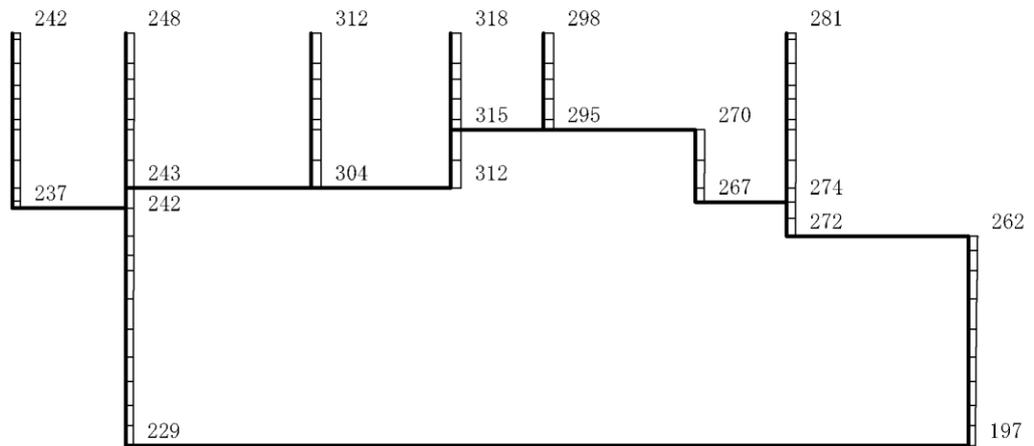
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-311 最大応答加速度分布図 (51/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

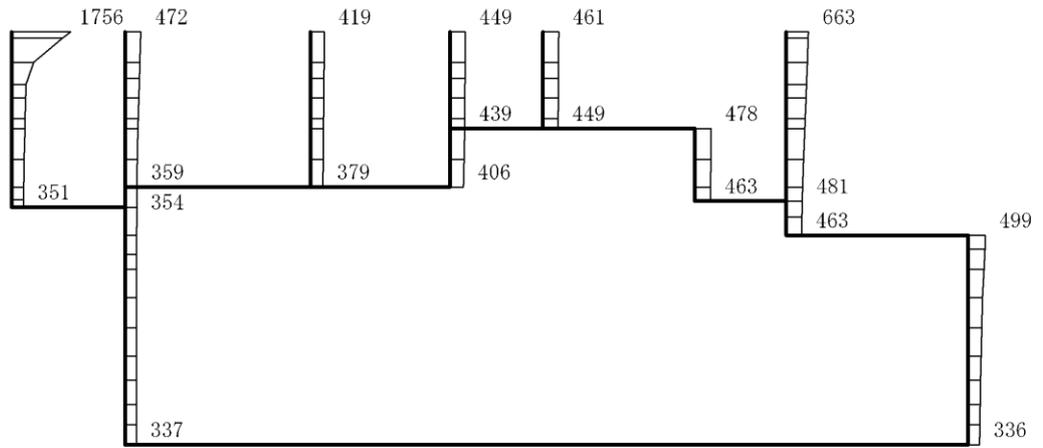


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

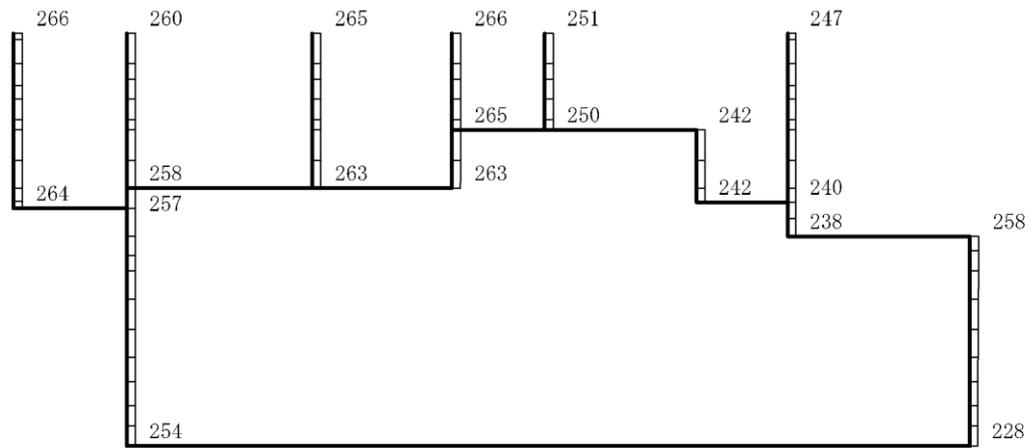
構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \quad 1200(\text{cm/s}^2)$

図 4-312 最大応答加速度分布図 (52/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - 1 (+ +) 水平

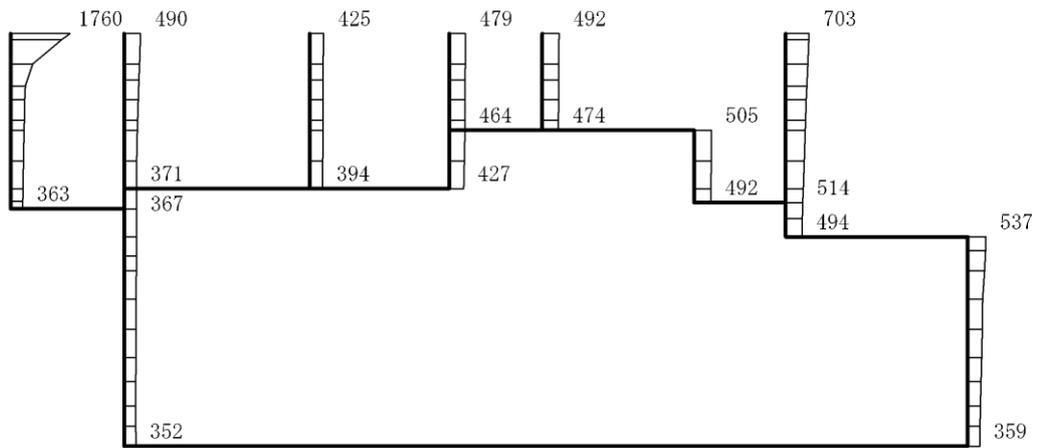


(b) S d - 1 (+ +) 鉛直

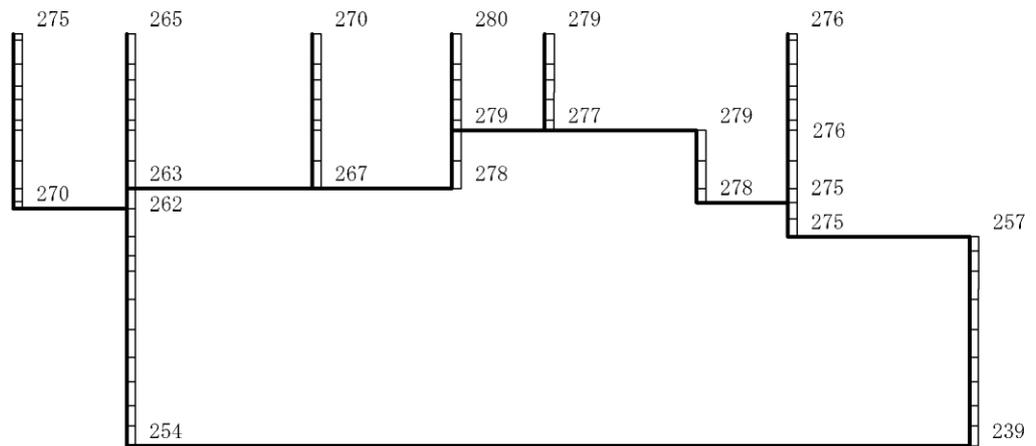
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-313 最大応答加速度分布図 (53/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - 1 (- +) 水平

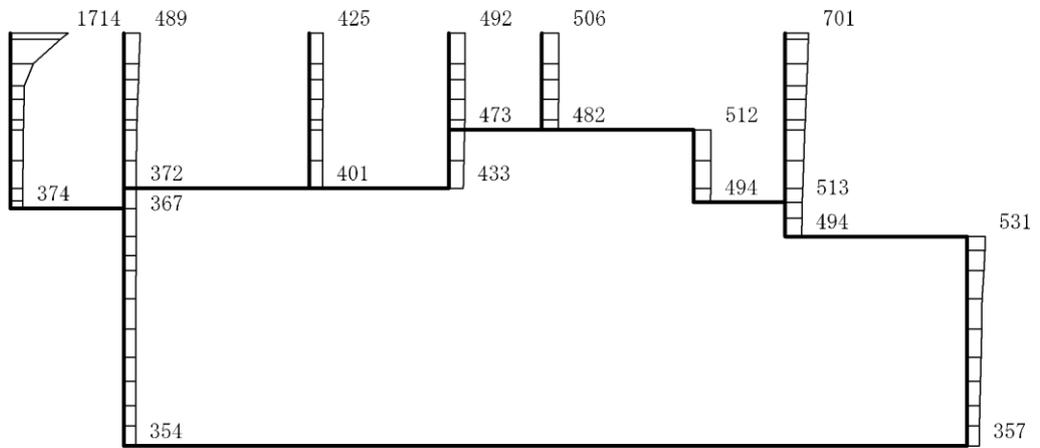


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

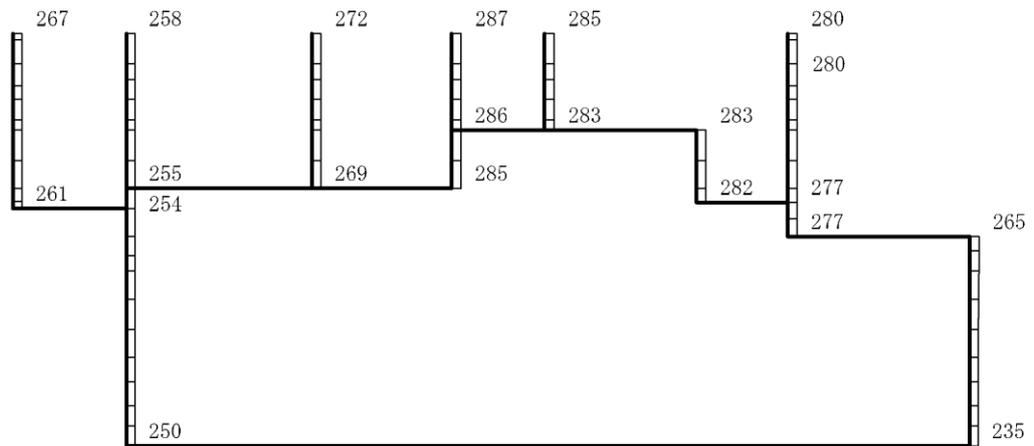
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-314 最大応答加速度分布図 (54/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

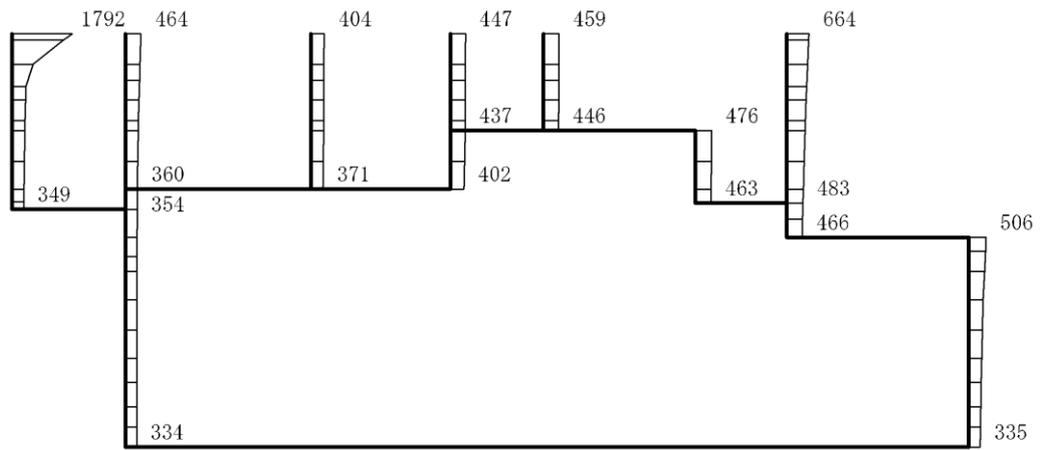


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

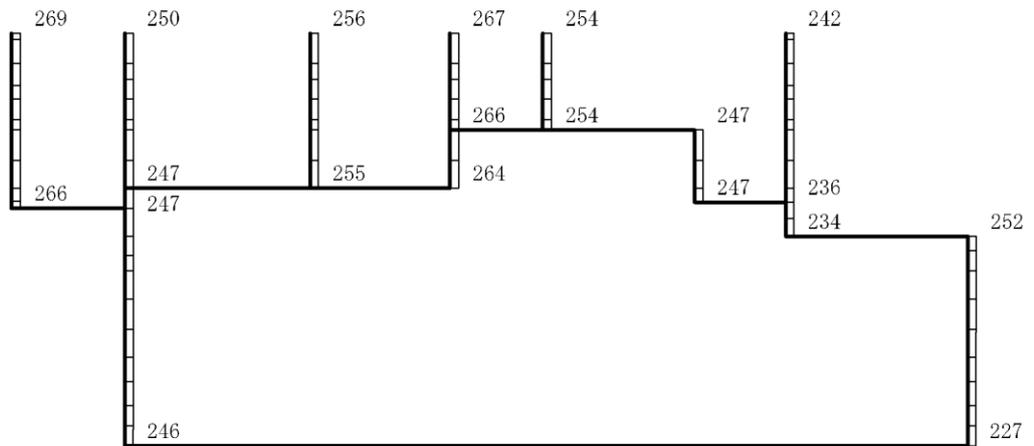
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-315 最大応答加速度分布図 (55/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - 1 (- -) 水平

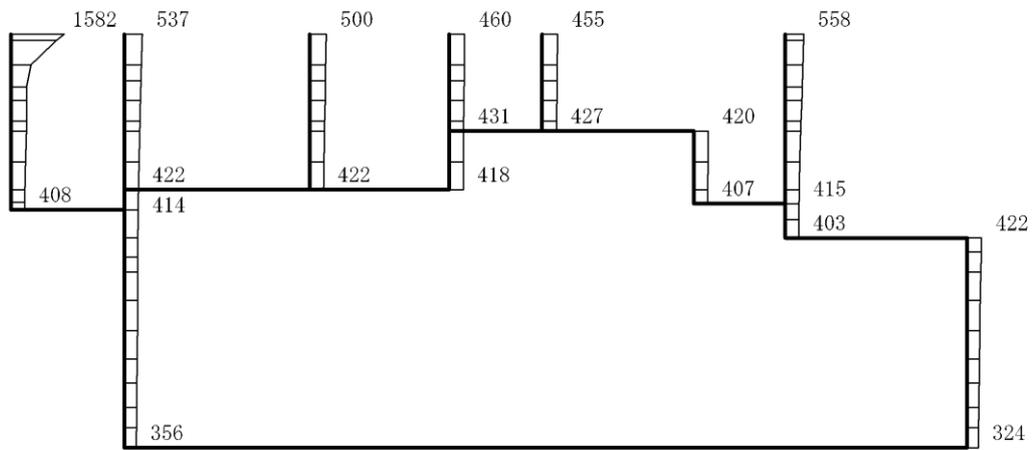


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

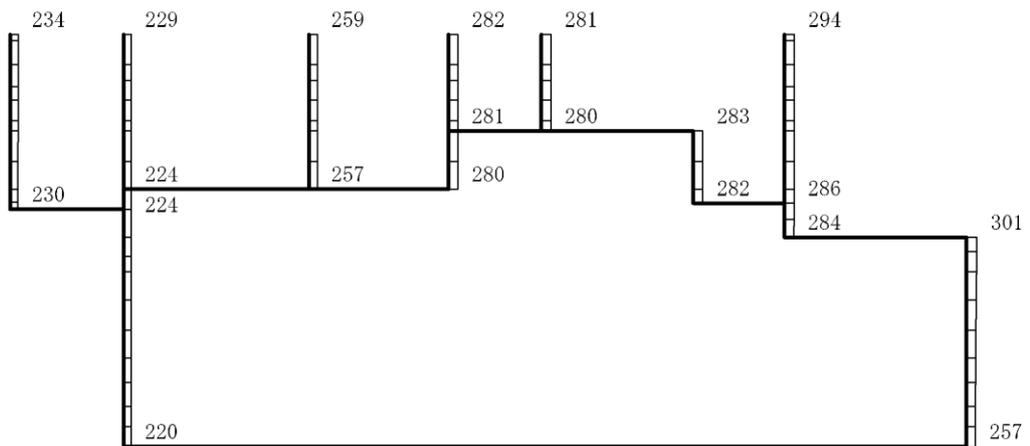
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-316 最大応答加速度分布図 (56/88) (解析ケース⑥)



(a) S d - D (+ +) 水平

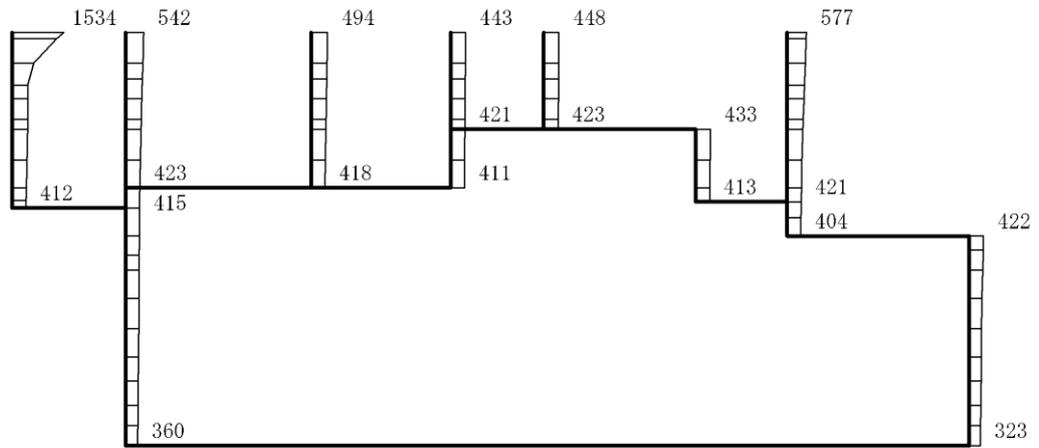


(b) S d - D (+ +) 鉛直

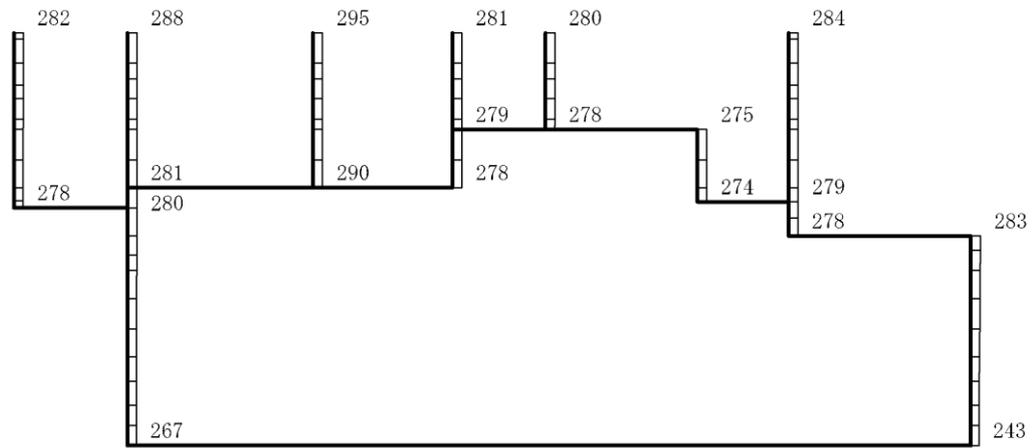
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-317 最大応答加速度分布図 (57/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - D (- +) 水平

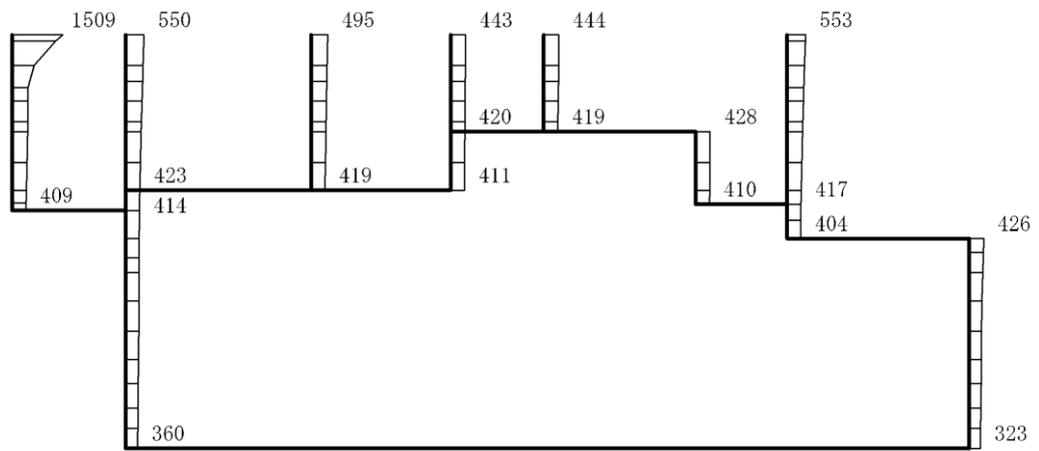


(b) S d - D (- +) 鉛直

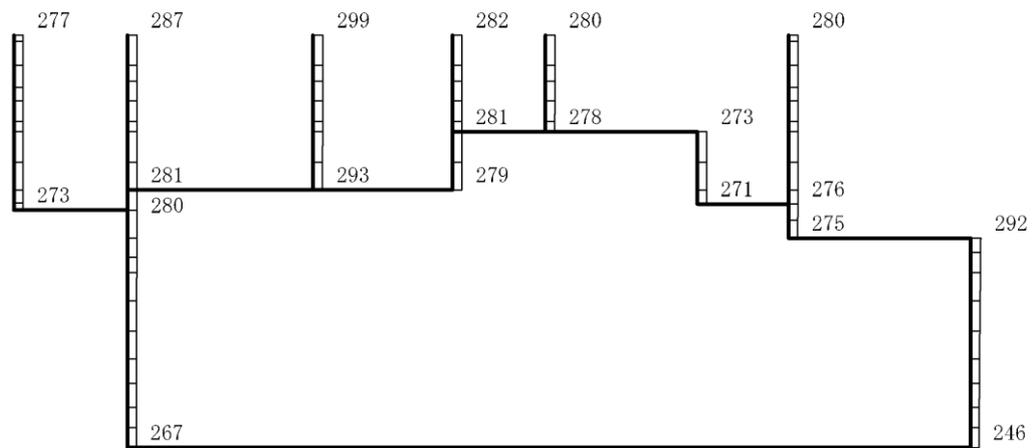
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-318 最大応答加速度分布図 (58/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - D (+ -) 水平

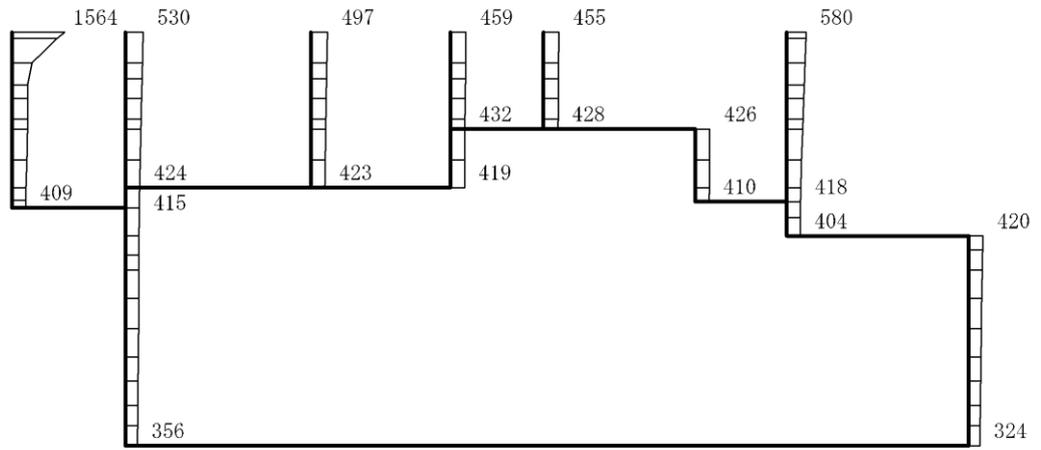


(b) S d - D (+ -) 鉛直

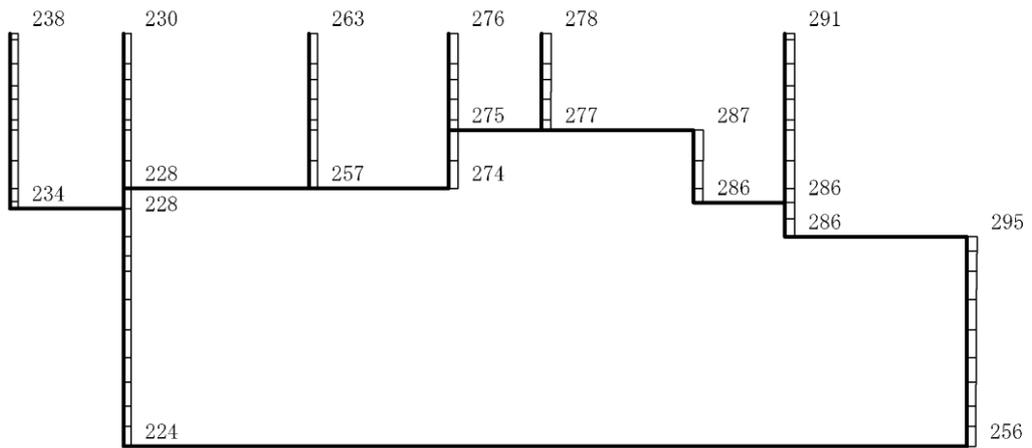
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-319 最大応答加速度分布図 (59/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - D (--) 水平

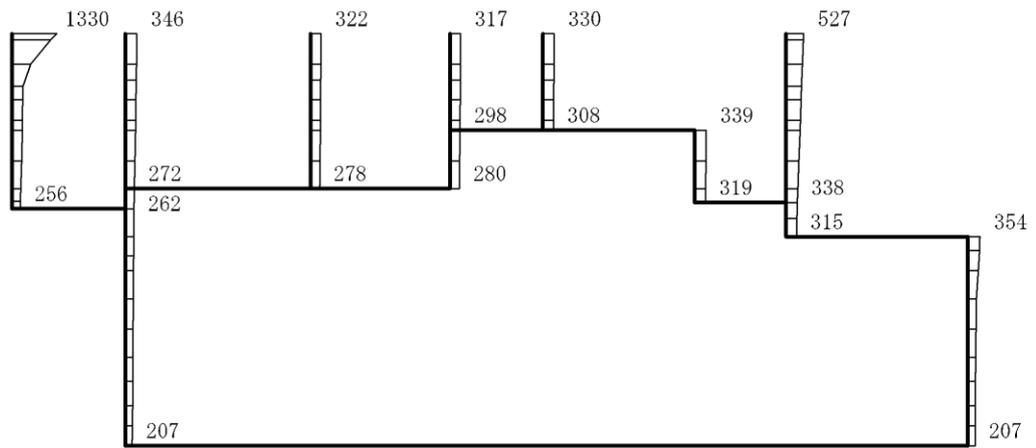


(b) S d - D (--) 鉛直

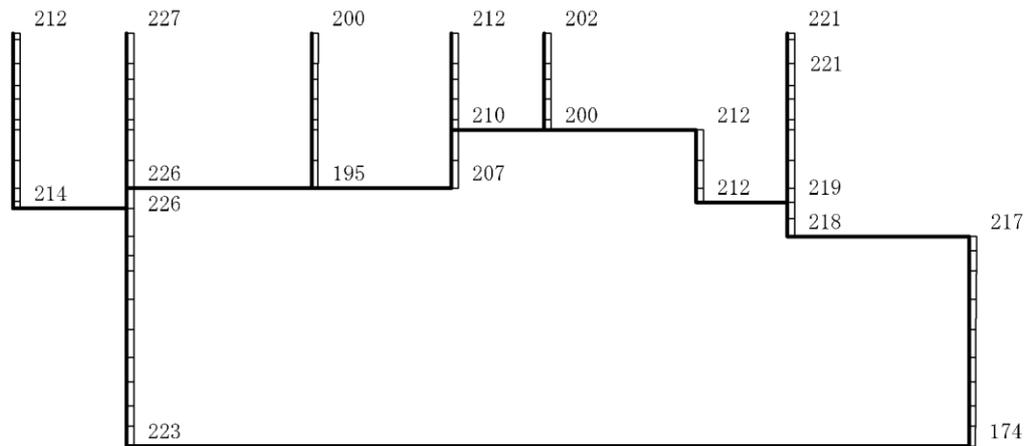
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-320 最大応答加速度分布図 (60/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - F 1 (++) 水平

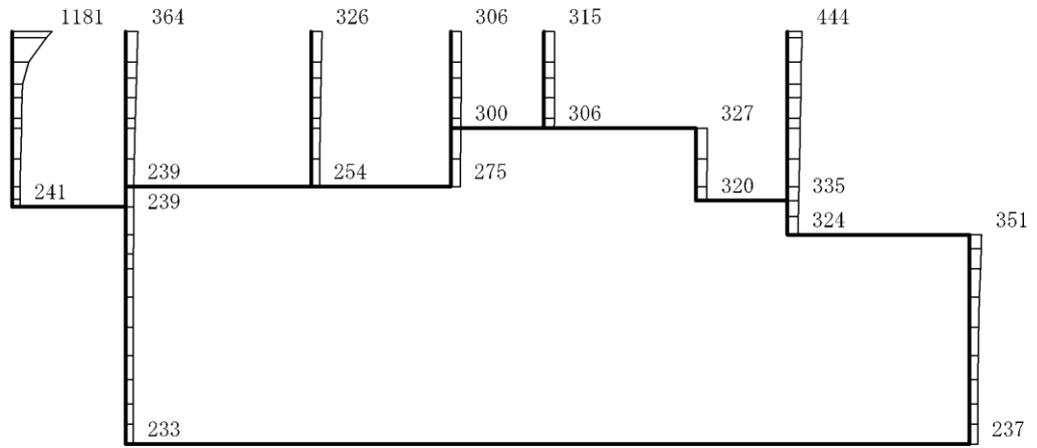


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

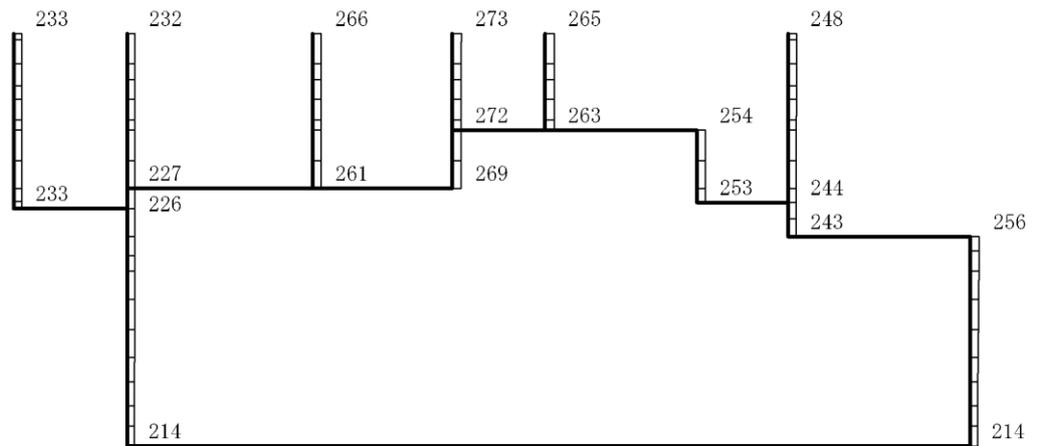
構造スケール $0 \sim 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \sim 1200(\text{cm/s}^2)$

図 4-321 最大応答加速度分布図 (61/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - F 2 (++) 水平

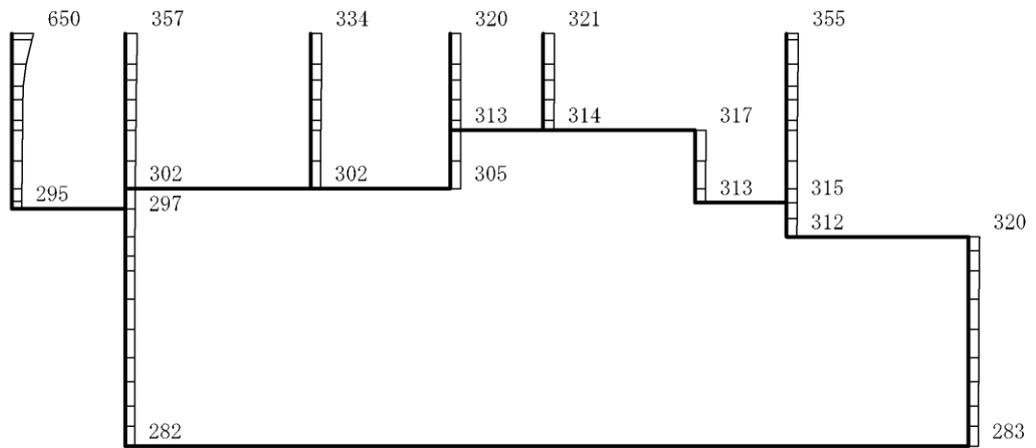


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

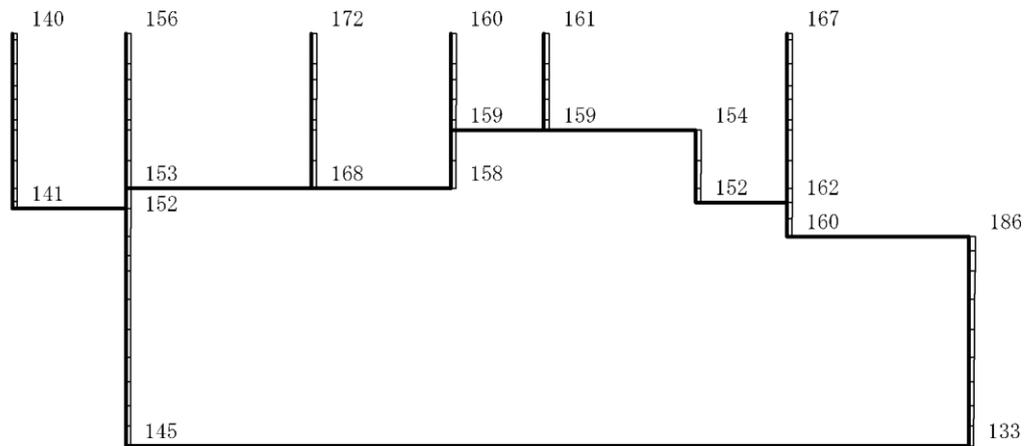
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-322 最大応答加速度分布図 (62/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 1 (++) 水平

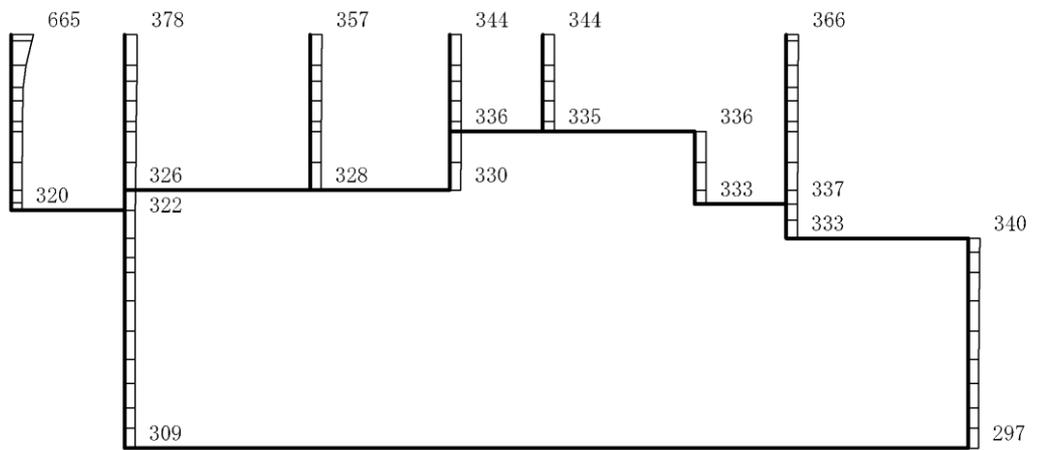


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

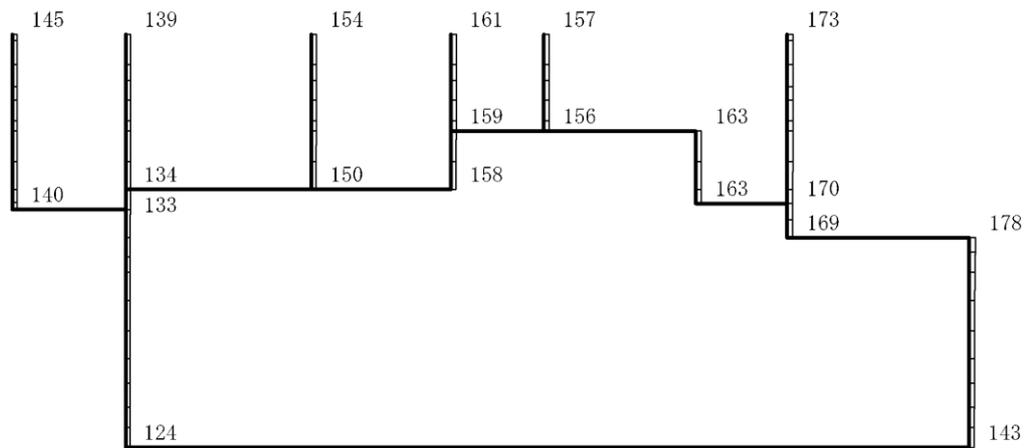
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-323 最大応答加速度分布図 (63/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

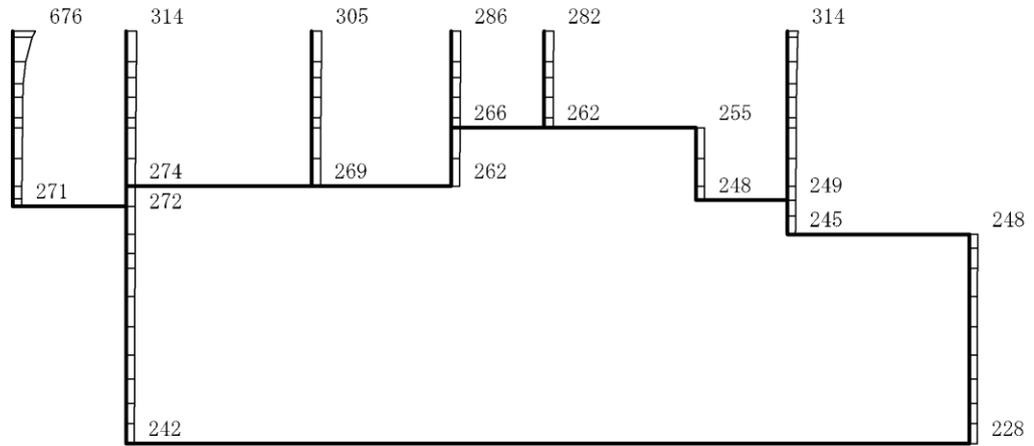


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

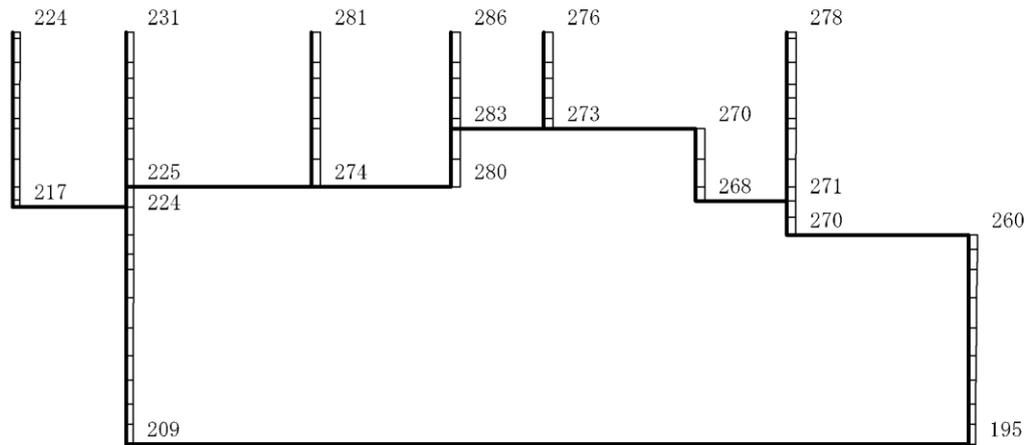
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-324 最大応答加速度分布図 (64/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

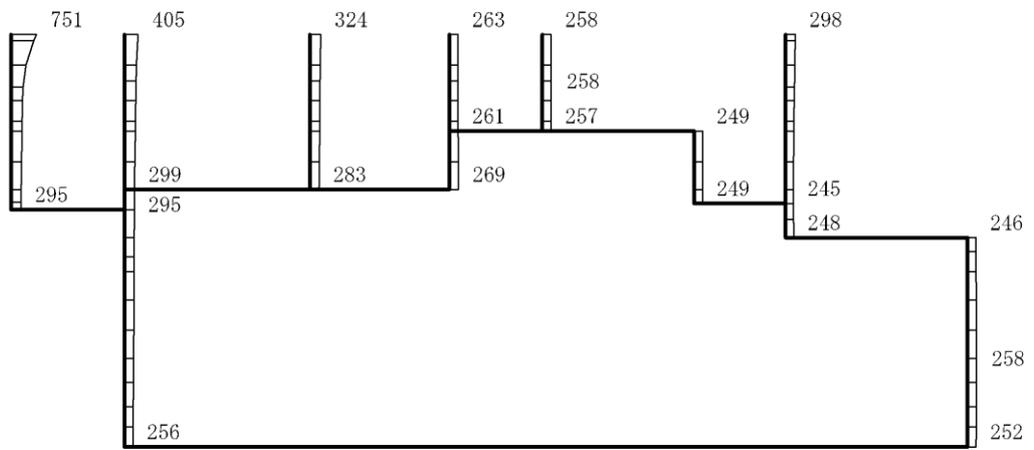


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

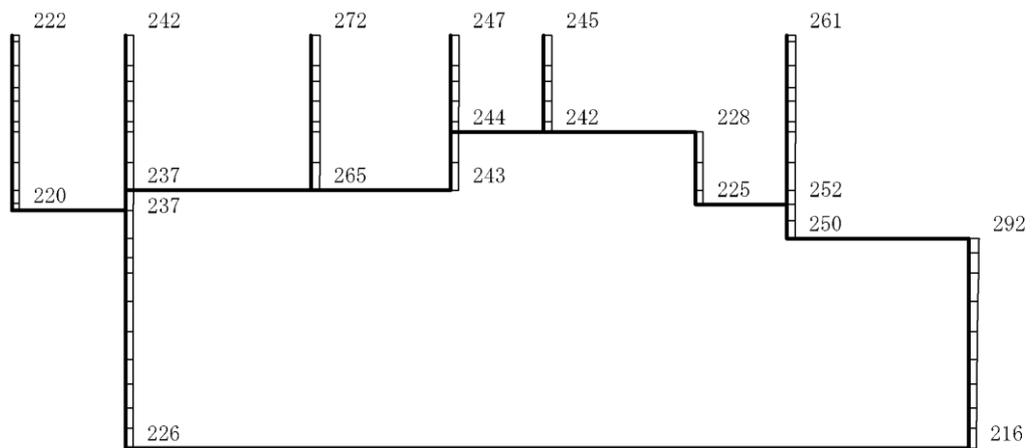
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1200 (cm/s^2)}$

図 4-325 最大応答加速度分布図 (65/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

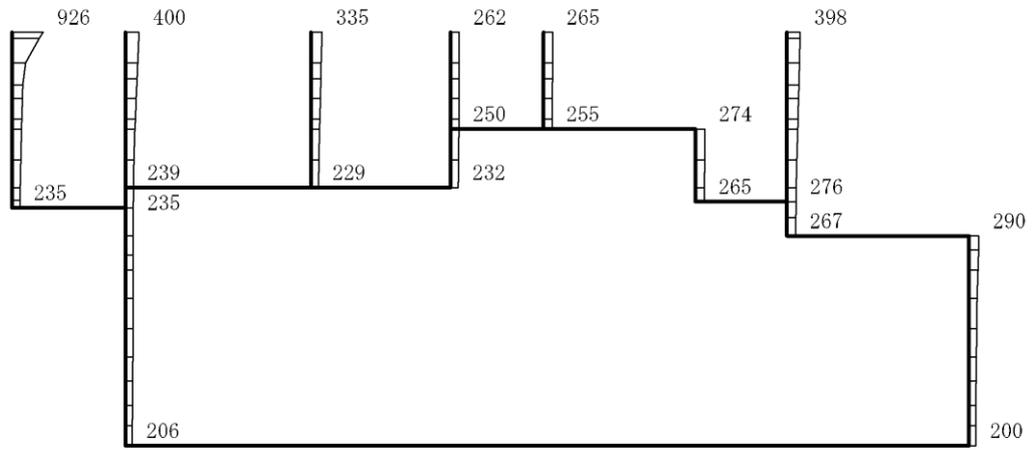


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

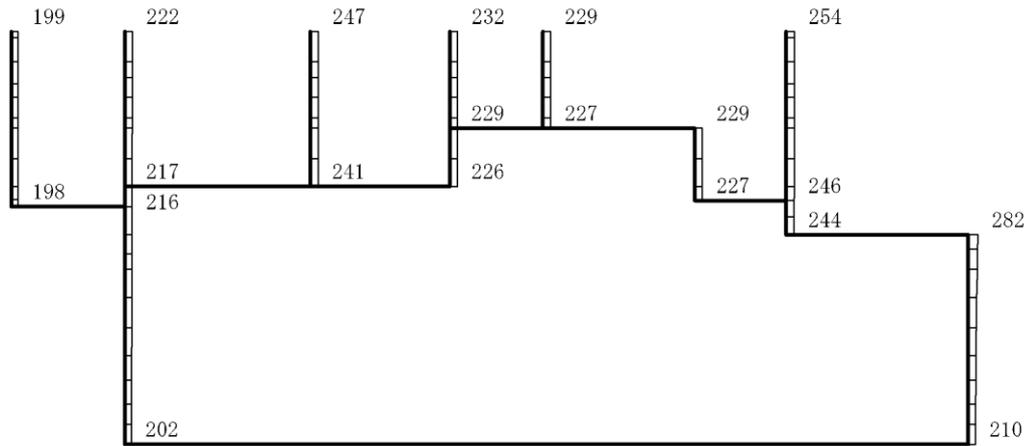
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-326 最大応答加速度分布図 (66/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

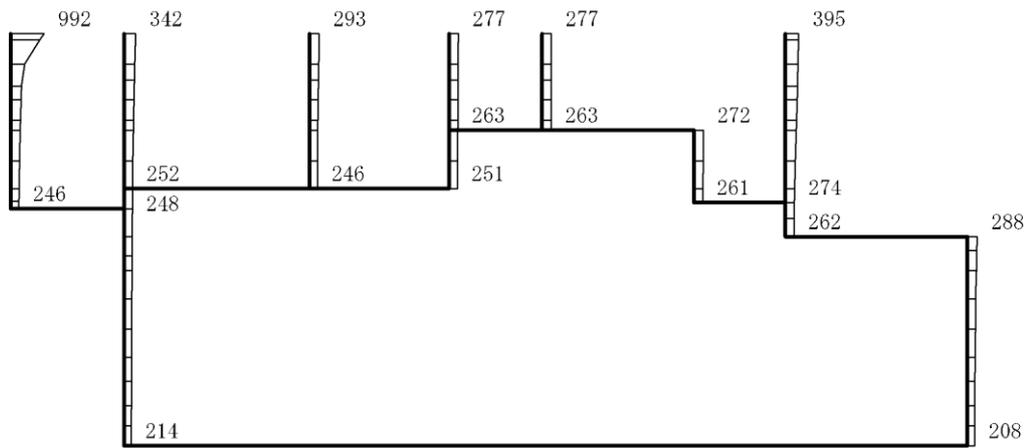


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

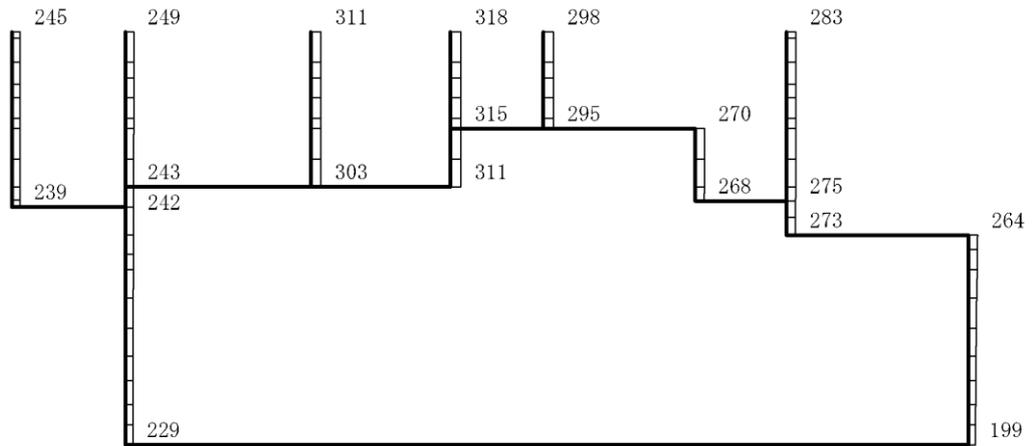
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-327 最大応答加速度分布図 (67/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

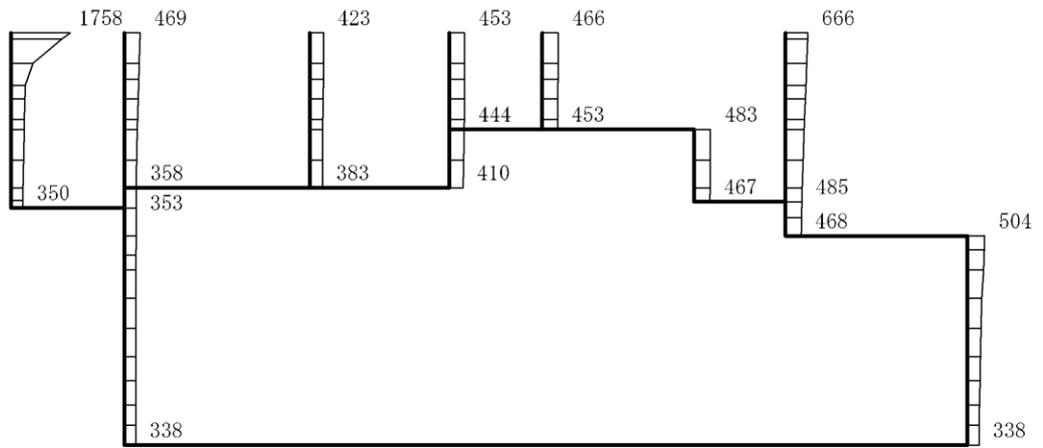


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

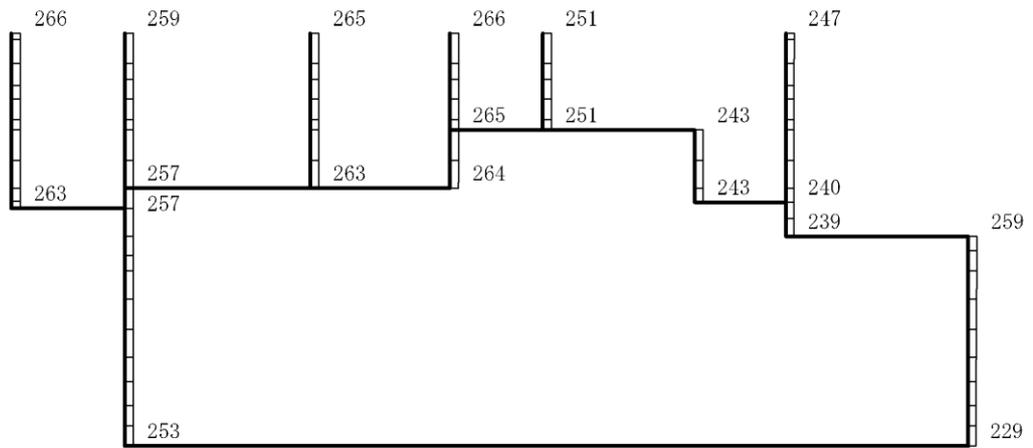
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-328 最大応答加速度分布図 (68/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - 1 (+ +) 水平

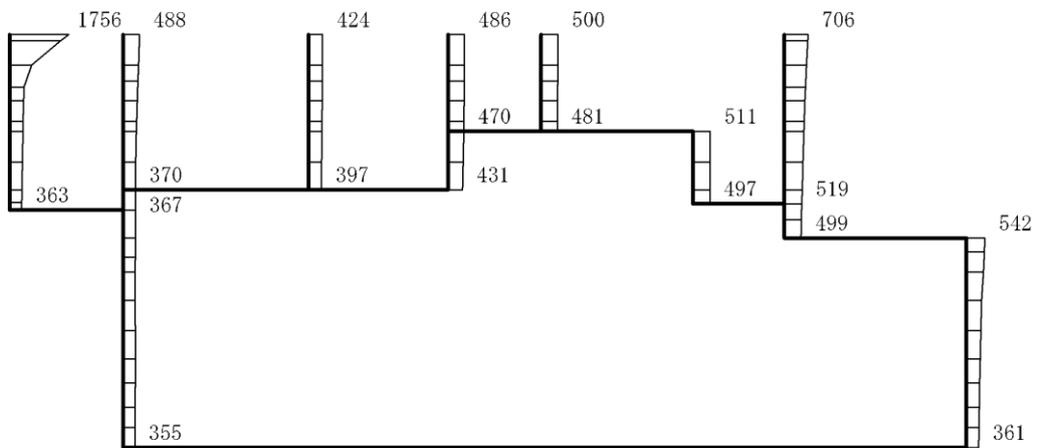


(b) S d - 1 (+ +) 鉛直

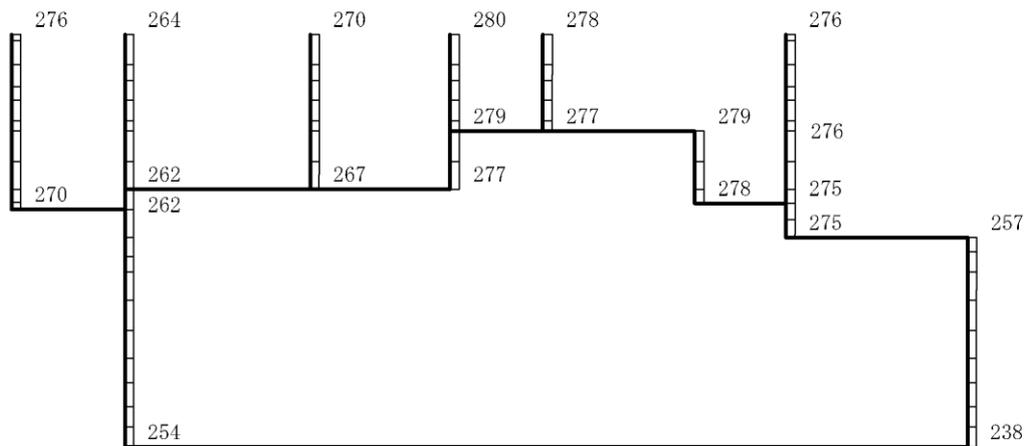
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-329 最大応答加速度分布図 (69/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - 1 (- +) 水平

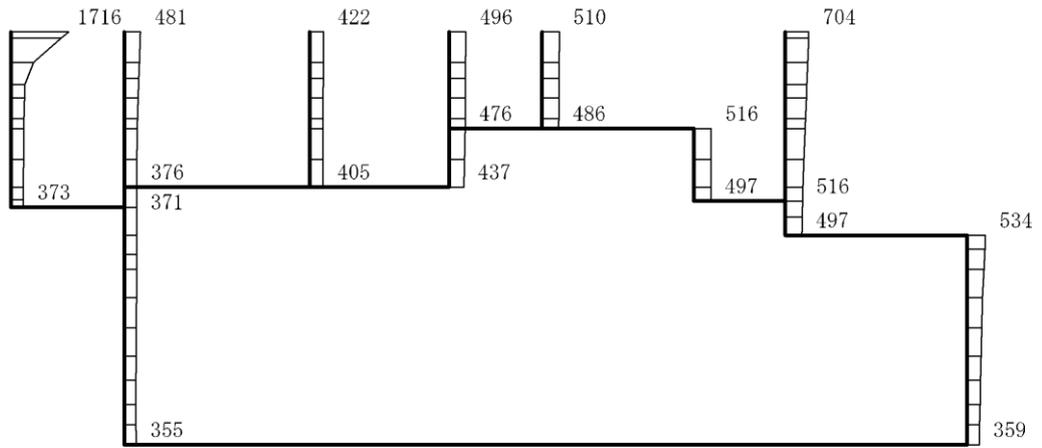


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

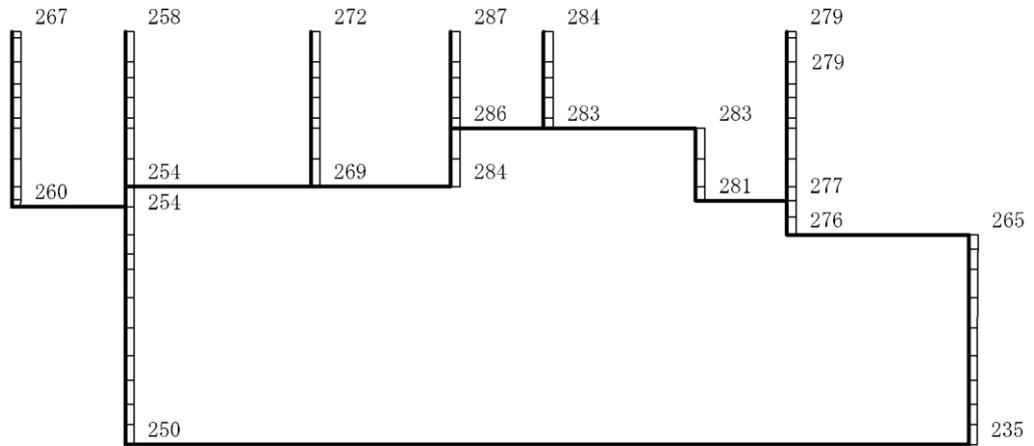
構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \quad 1200(\text{cm/s}^2)$

図 4-330 最大応答加速度分布図 (70/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

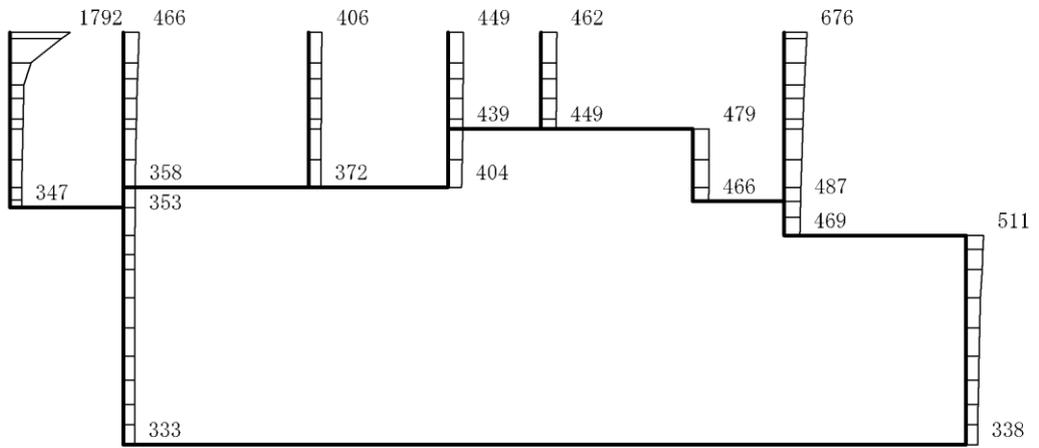


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

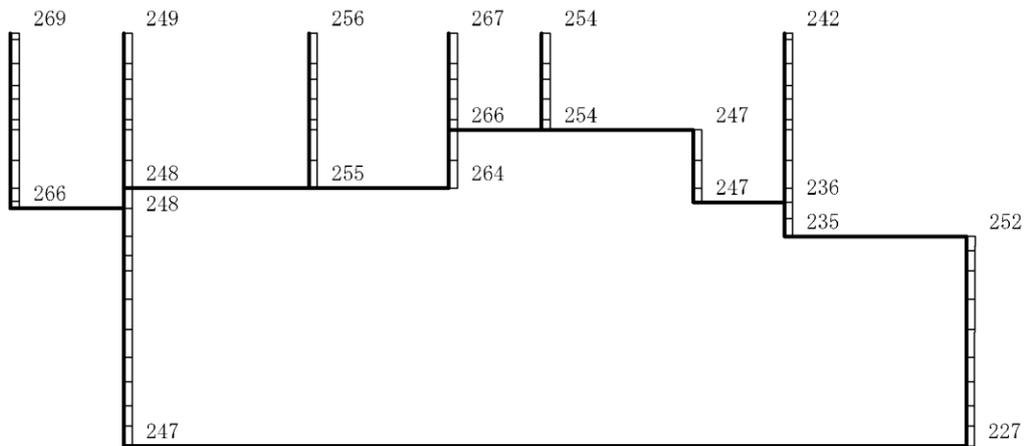
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-331 最大応答加速度分布図 (71/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - 1 (- -) 水平

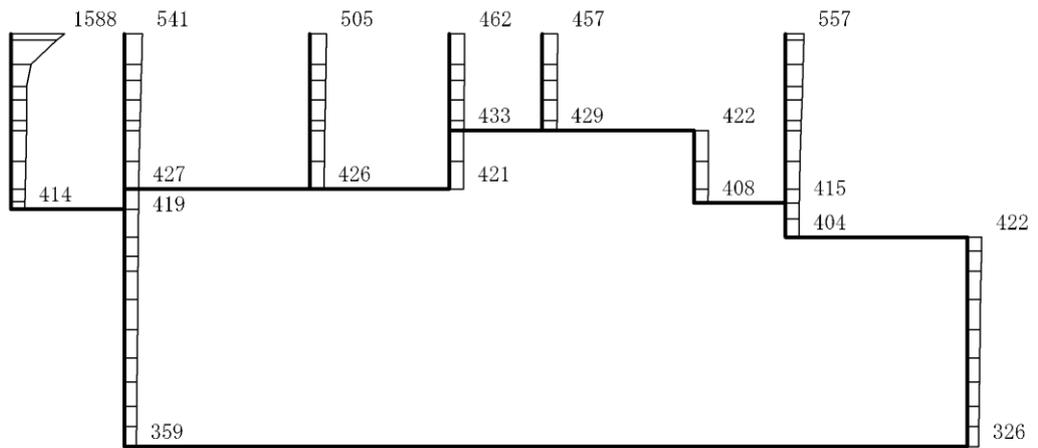


(b) S d - 1 (- -) 鉛直

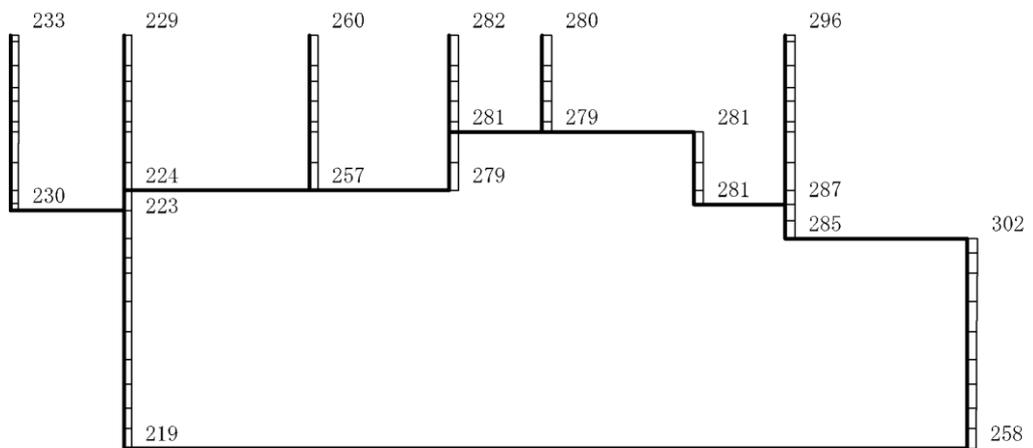
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-332 最大応答加速度分布図 (72/88) (解析ケース⑦)



(a) S d - D (+ +) 水平

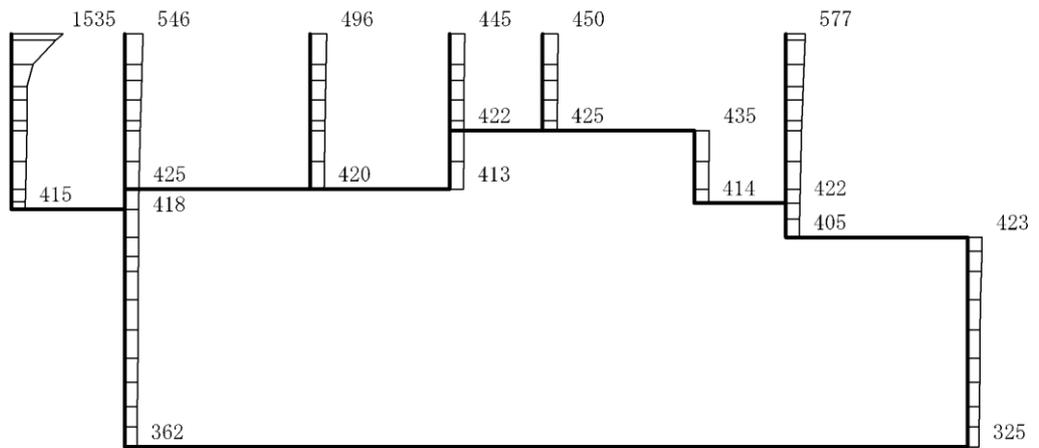


(b) S d - D (+ +) 鉛直

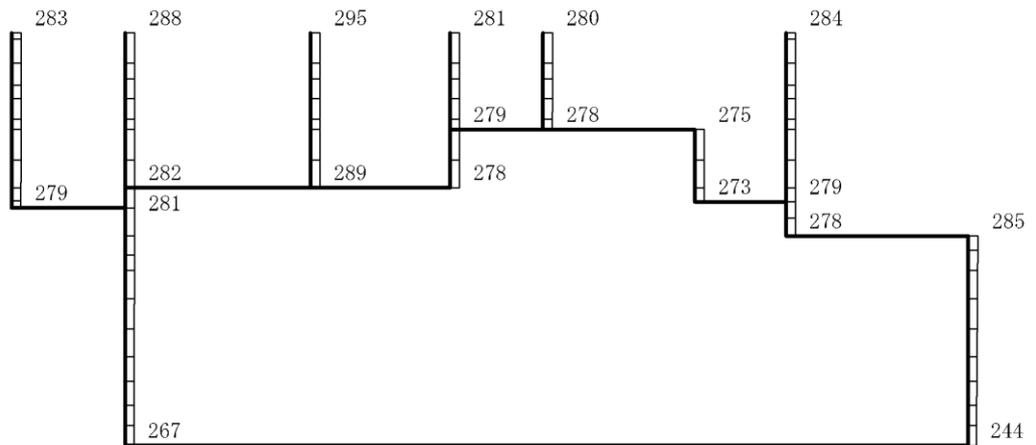
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-333 最大応答加速度分布図 (73/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - D (- +) 水平

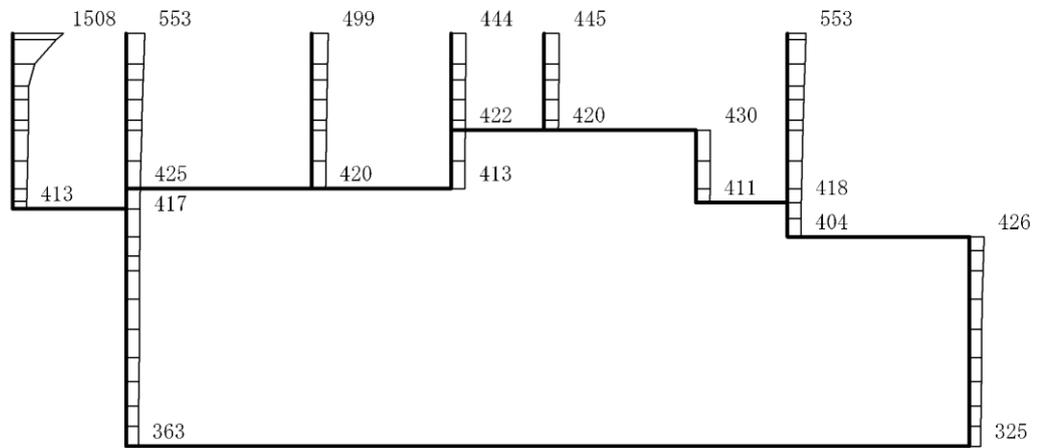


(b) S d - D (- +) 鉛直

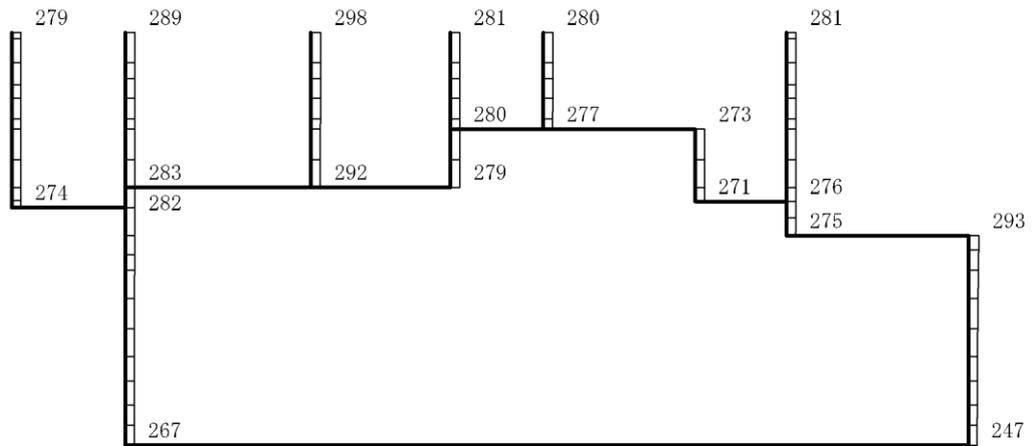
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-334 最大応答加速度分布図 (74/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - D (+ -) 水平

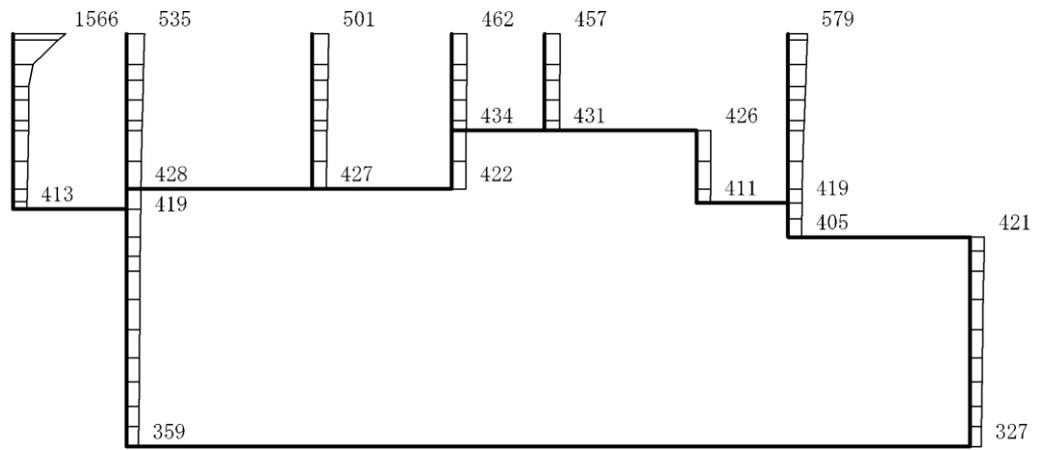


(b) S d - D (+ -) 鉛直

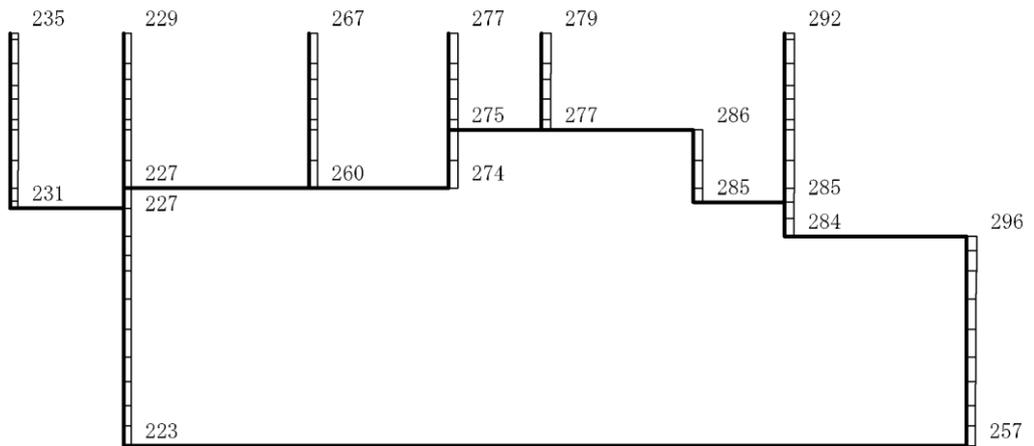
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-335 最大応答加速度分布図 (75/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - D (--) 水平

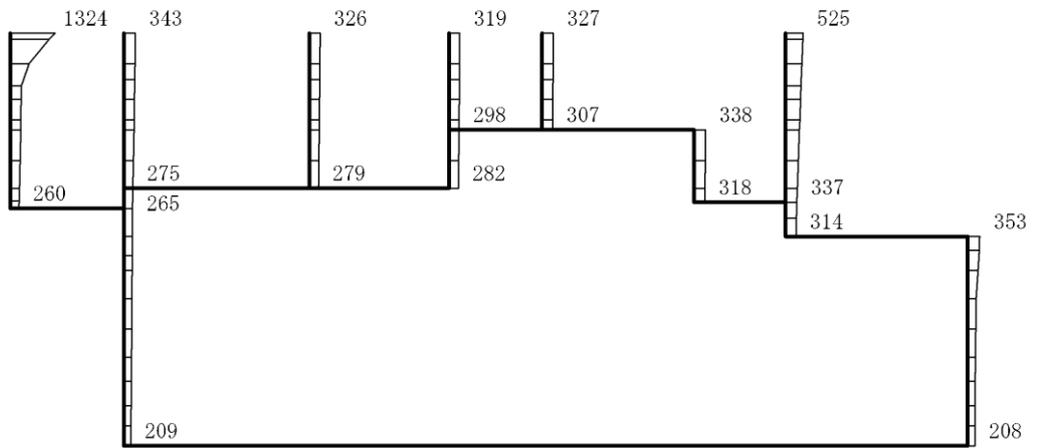


(b) S d - D (--) 鉛直

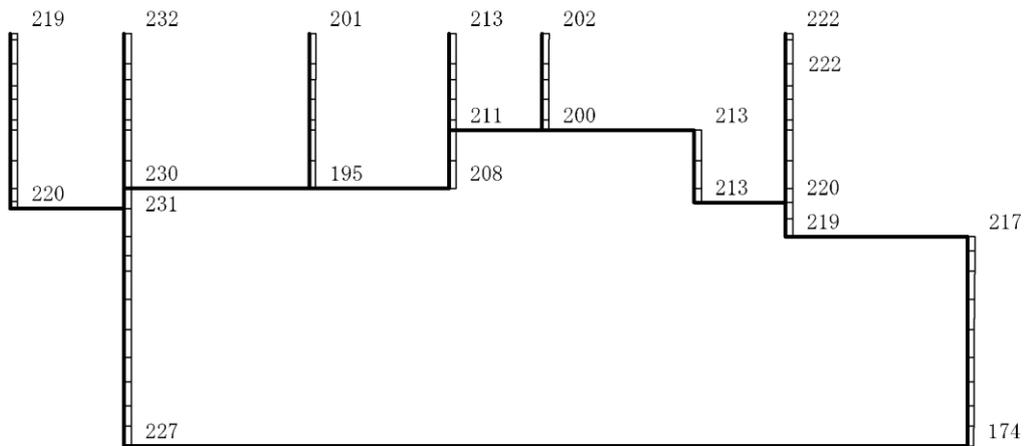
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-336 最大応答加速度分布図 (76/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - F 1 (++) 水平

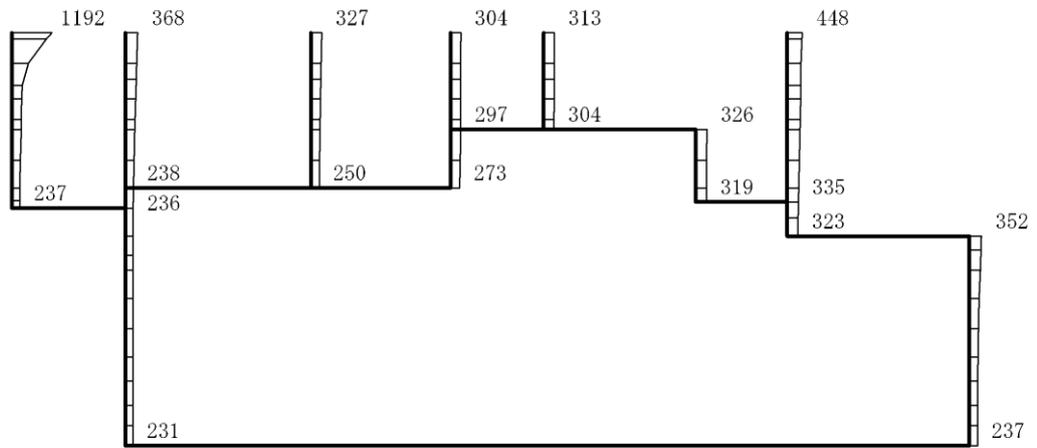


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

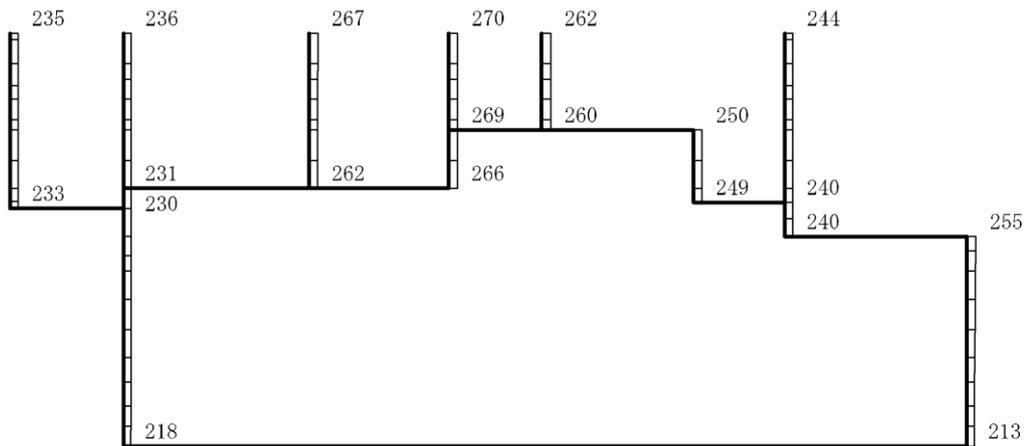
構造スケール $0 \quad 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \quad 1200(\text{cm/s}^2)$

図 4-337 最大応答加速度分布図 (77/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - F 2 (++) 水平

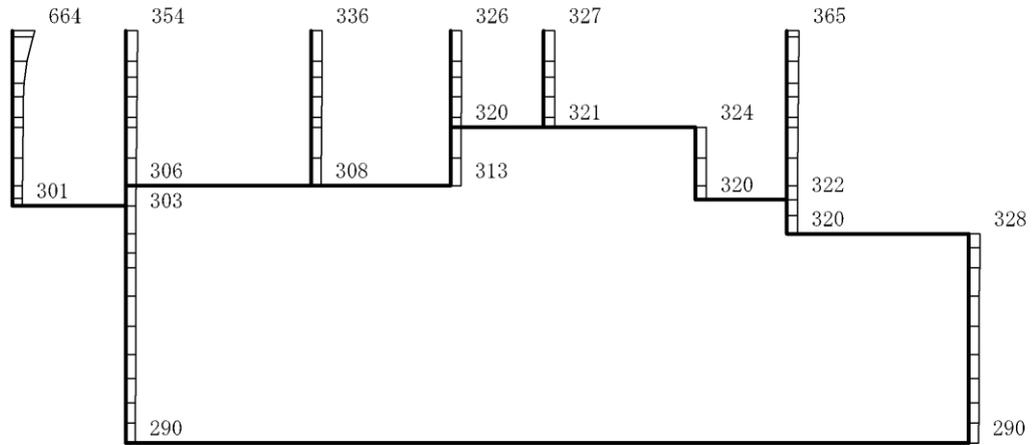


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

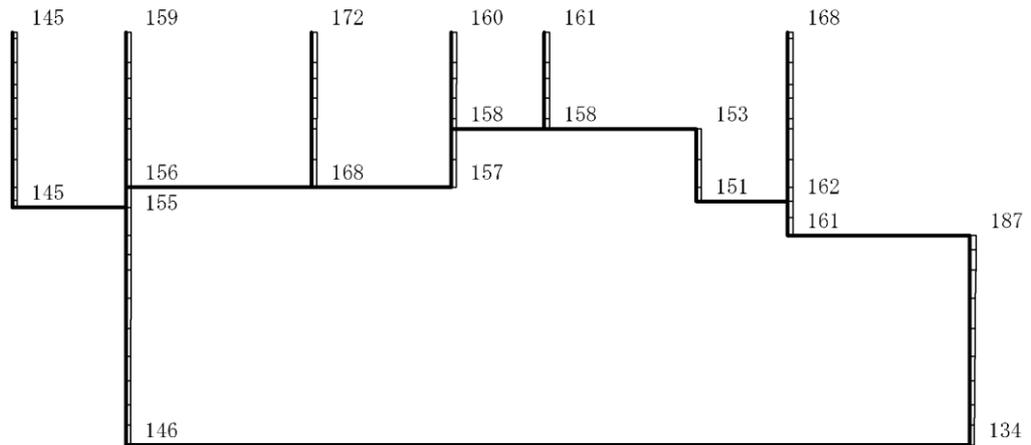
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-338 最大応答加速度分布図 (78/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 1 (++) 水平

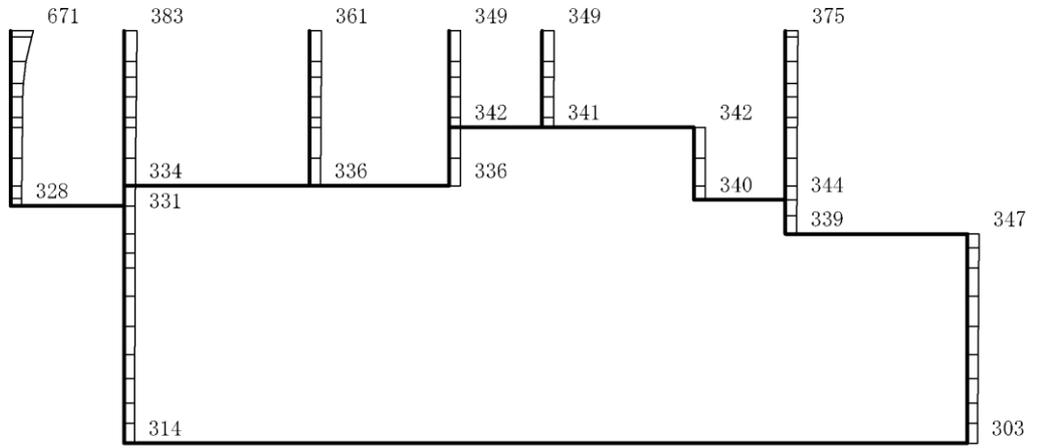


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

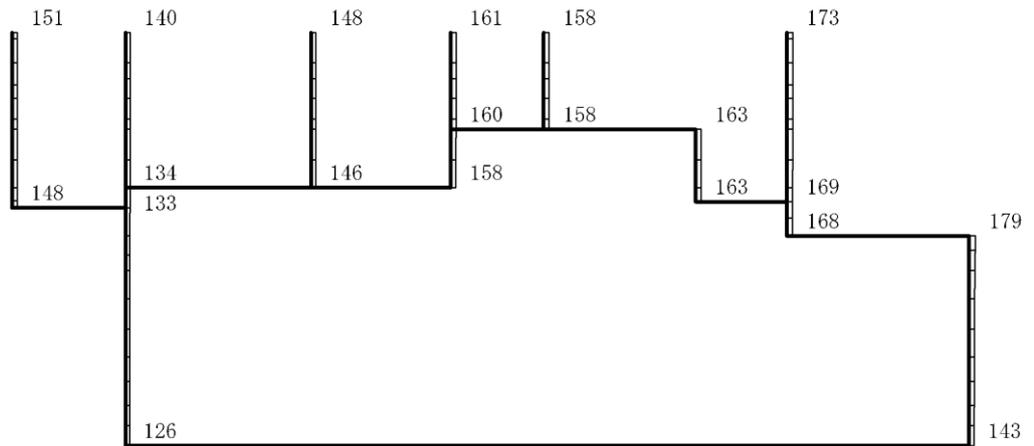
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-339 最大応答加速度分布図 (79/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 1 (- +) 水平

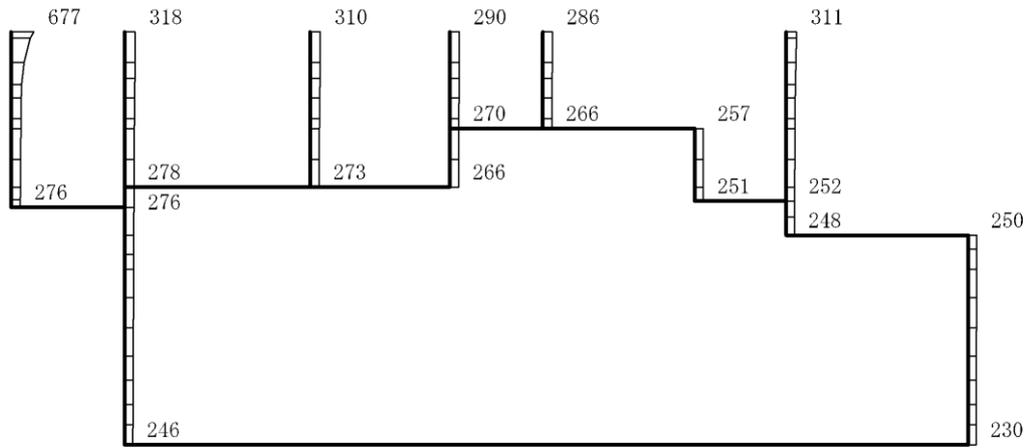


(b) S d - N 1 (- +) 鉛直

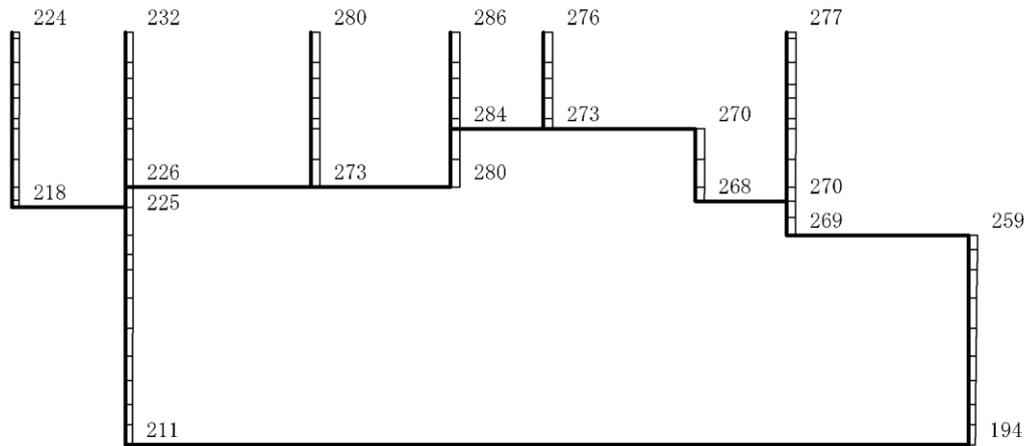
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-340 最大応答加速度分布図 (80/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

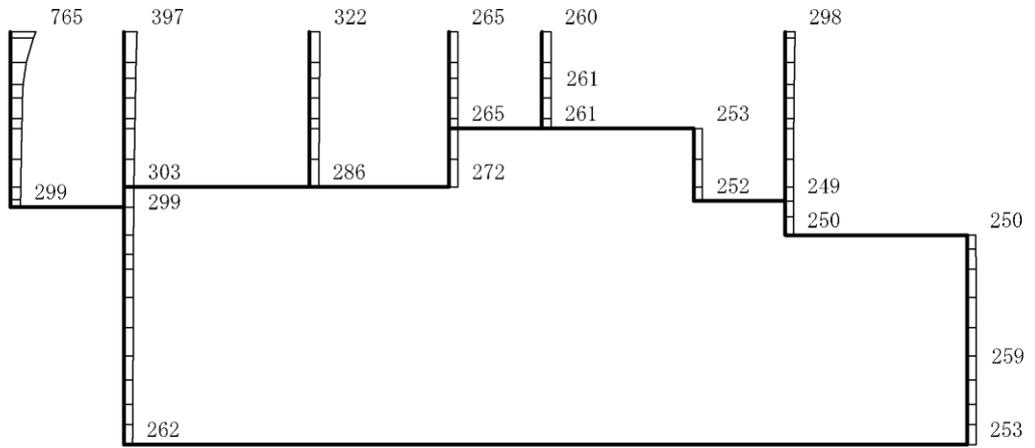


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

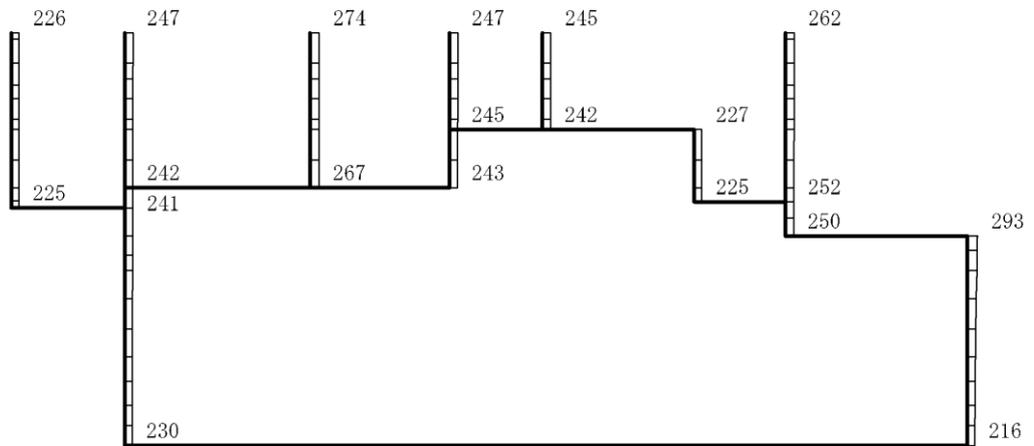
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1200 (cm/s^2)}$

図 4-341 最大応答加速度分布図 (81/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 2 (N S) (- +) 水平

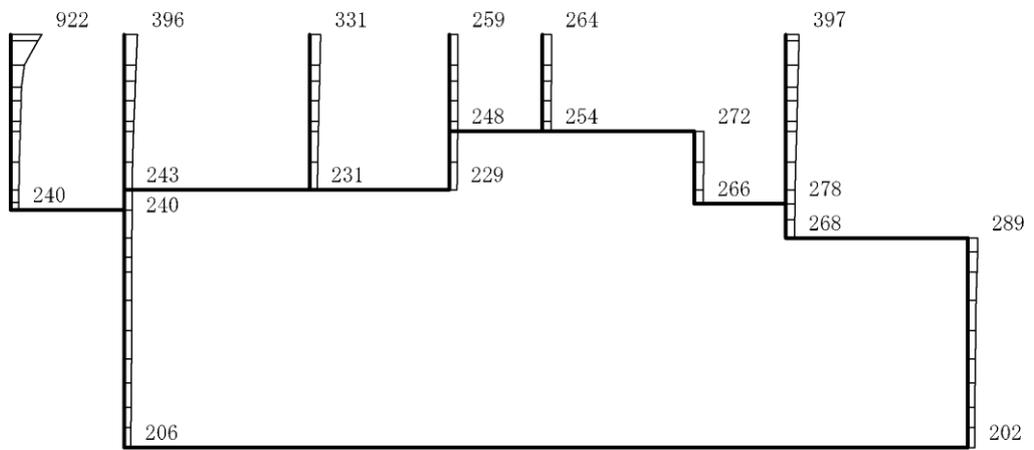


(b) S d - N 2 (N S) (- +) 鉛直

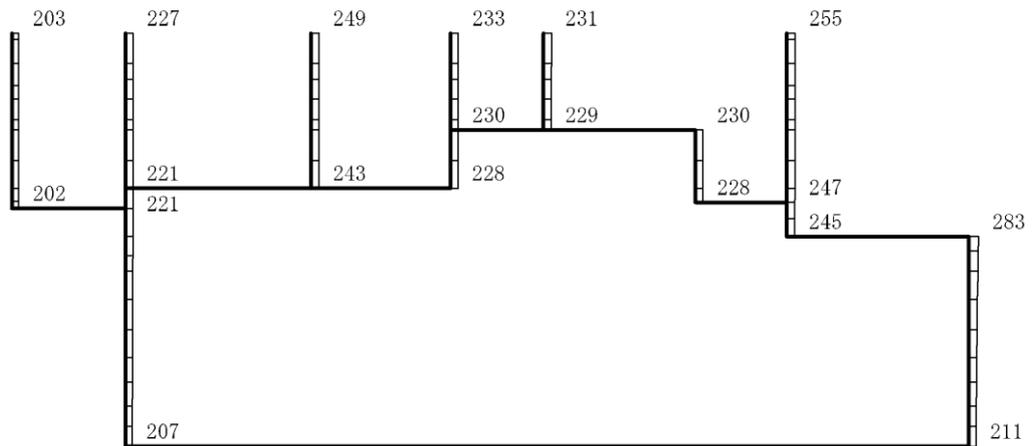
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1200 (cm/s^2)}$

図 4-342 最大応答加速度分布図 (82/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

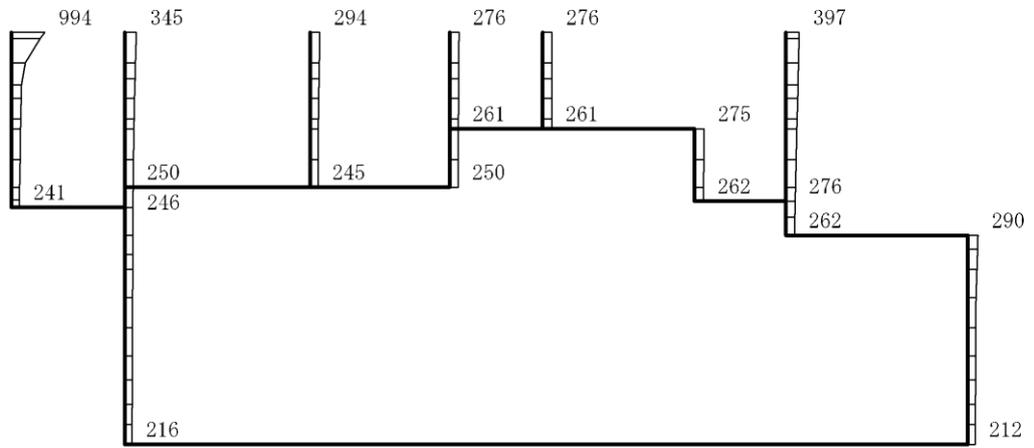


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

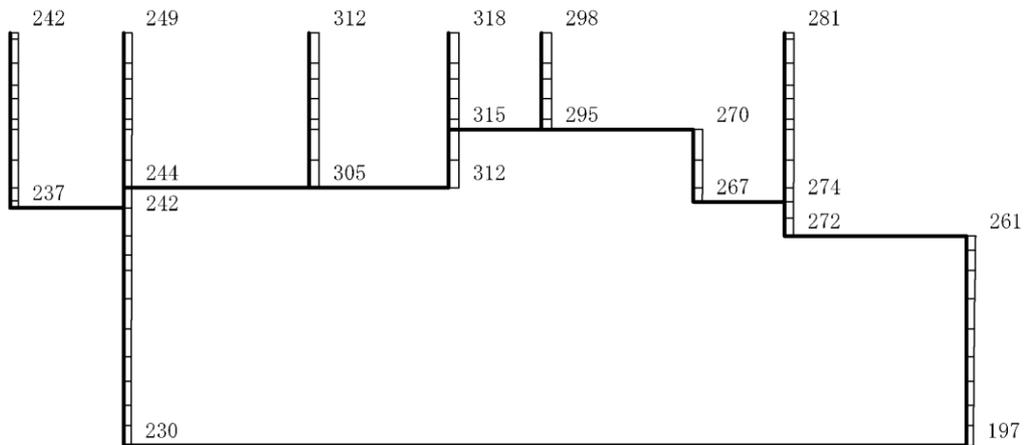
構造スケール $\frac{0}{2(m)}$

応答値スケール $\frac{0}{1200 (cm/s^2)}$

図 4-343 最大応答加速度分布図 (83/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - N 2 (E W) (- +) 水平

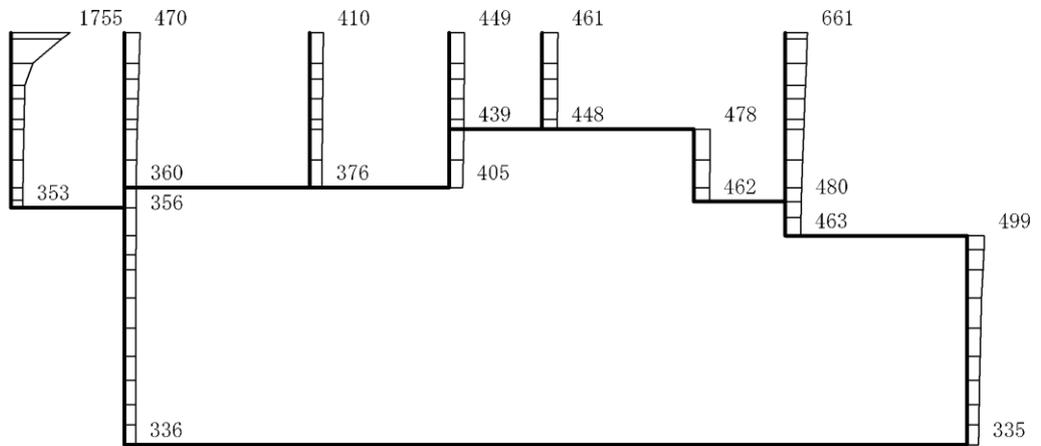


(b) S d - N 2 (E W) (- +) 鉛直

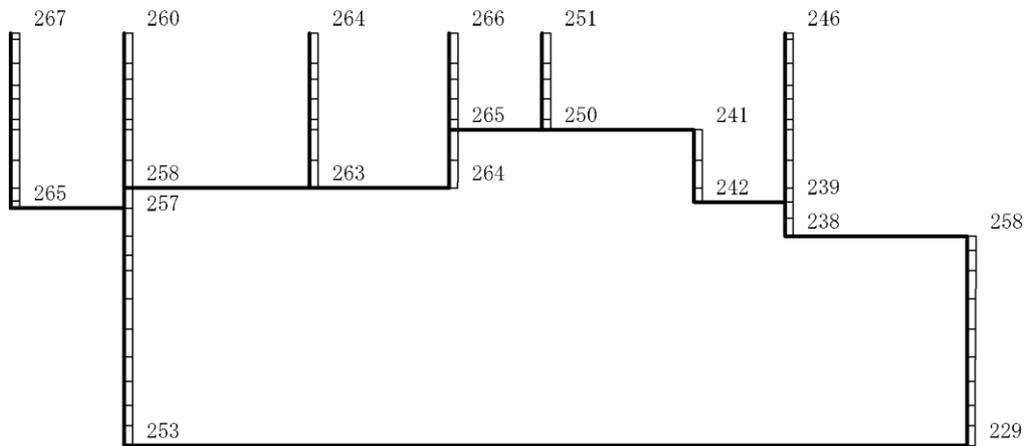
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-344 最大応答加速度分布図 (84/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - 1 (+ +) 水平

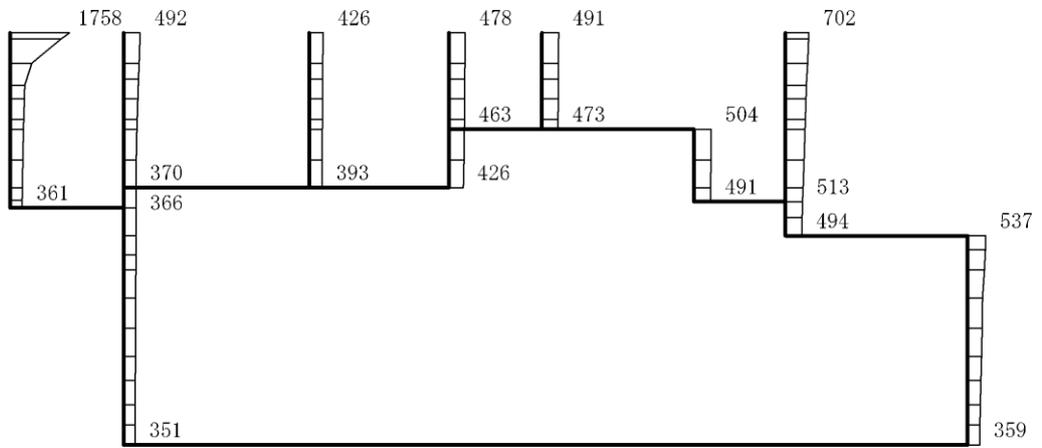


(b) S d - 1 (+ +) 鉛直

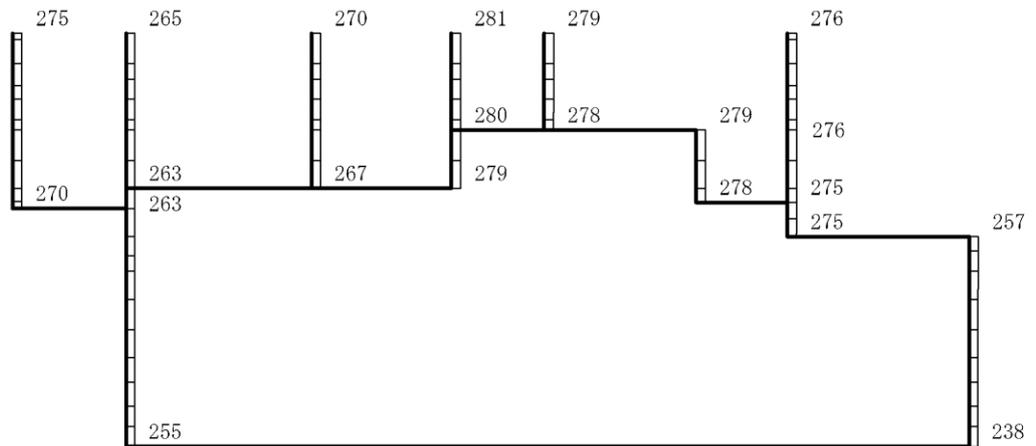
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-345 最大応答加速度分布図 (85/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - 1 (- +) 水平

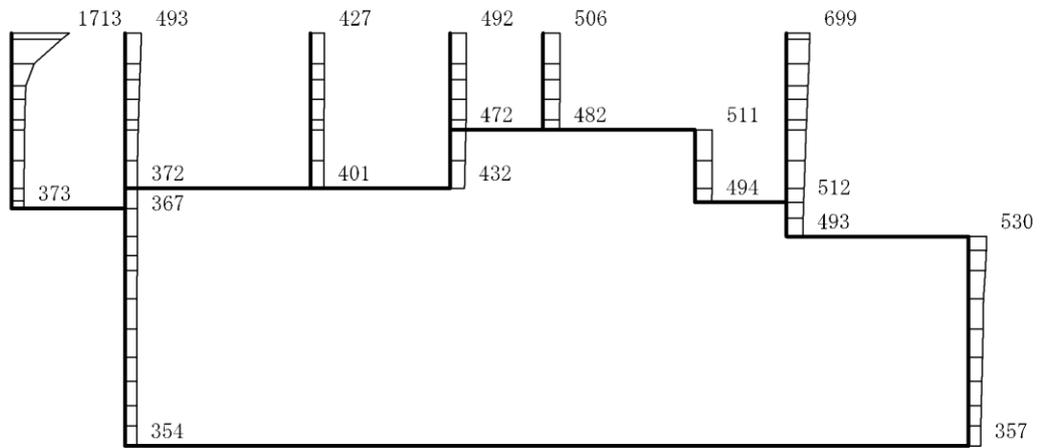


(b) S d - 1 (- +) 鉛直

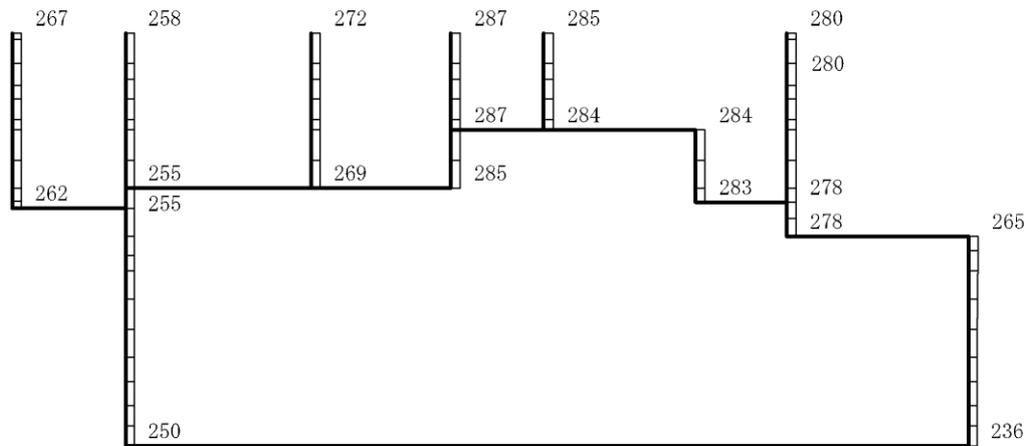
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-346 最大応答加速度分布図 (86/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - 1 (+ -) 水平

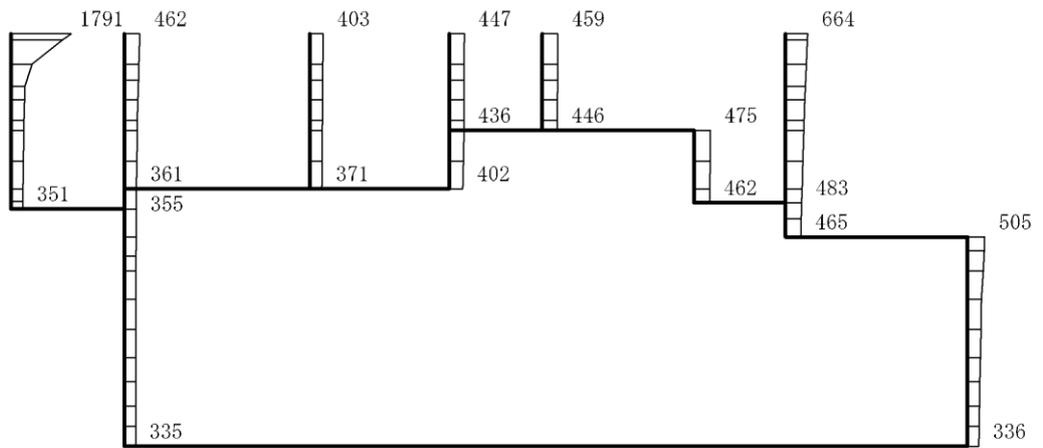


(b) S d - 1 (+ -) 鉛直

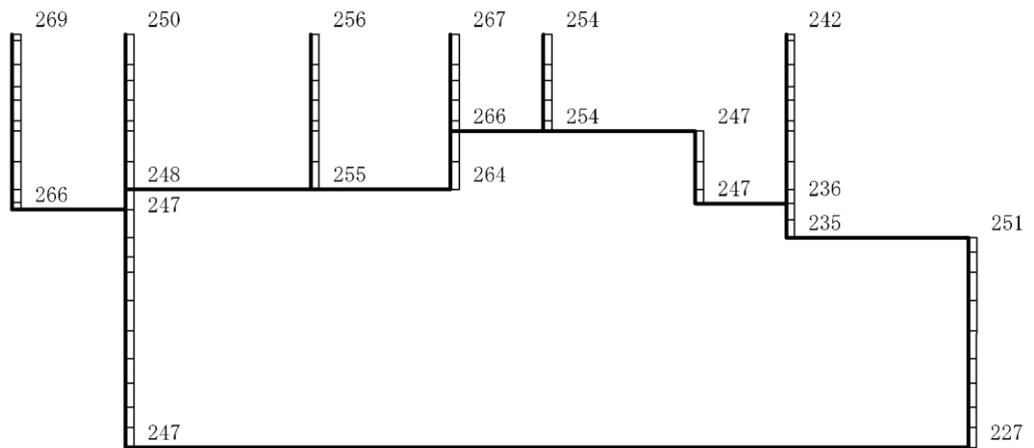
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-347 最大応答加速度分布図 (87/88) (解析ケース⑧)



(a) S d - 1 (--) 水平



(b) S d - 1 (--) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-348 最大応答加速度分布図 (88/88) (解析ケース⑧)

VI-2-2-19 取水槽の耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造及び補強の概要	3
2.3	評価方針	16
2.4	適用規格・基準等	19
3.	耐震評価	20
3.1	地震時荷重算出断面	20
3.2	使用材料及び材料の物性値	23
3.3	許容限界	24
3.3.1	構造部材の健全性に対する許容限界	24
3.3.2	基礎地盤の支持性能に対する許容限界	31
3.4	評価方法	32
3.4.1	構造部材の健全性評価	32
3.4.2	基礎地盤の支持性能評価	44
4.	構造部材の地震時応答	45
5.	耐震評価結果	78
5.1	構造部材の健全性に対する評価結果	78
5.2	各要求機能に対する評価結果	84
5.2.1	通水機能及びSクラスの施設等を支持する機能	84
5.2.2	止水機能	84
5.3	基礎地盤の支持性能に対する評価結果	88
5.3.1	基礎地盤	88
5.3.2	MMR	90

別紙 せん断破壊に対する照査への線形被害則適用について

1. 概要

本資料は、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及び機能維持の設計方針に基づき、取水槽が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

取水槽に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析により算定した荷重を3次元構造解析モデルに作用させ、構造部材の健全性評価を行う。また、基礎地盤の支持性能評価にあたっては、地震応答解析により基礎地盤に発生した接地圧について確認する。

2. 基本方針

2.1 位置

取水槽の位置図を図 2-1 に示す。

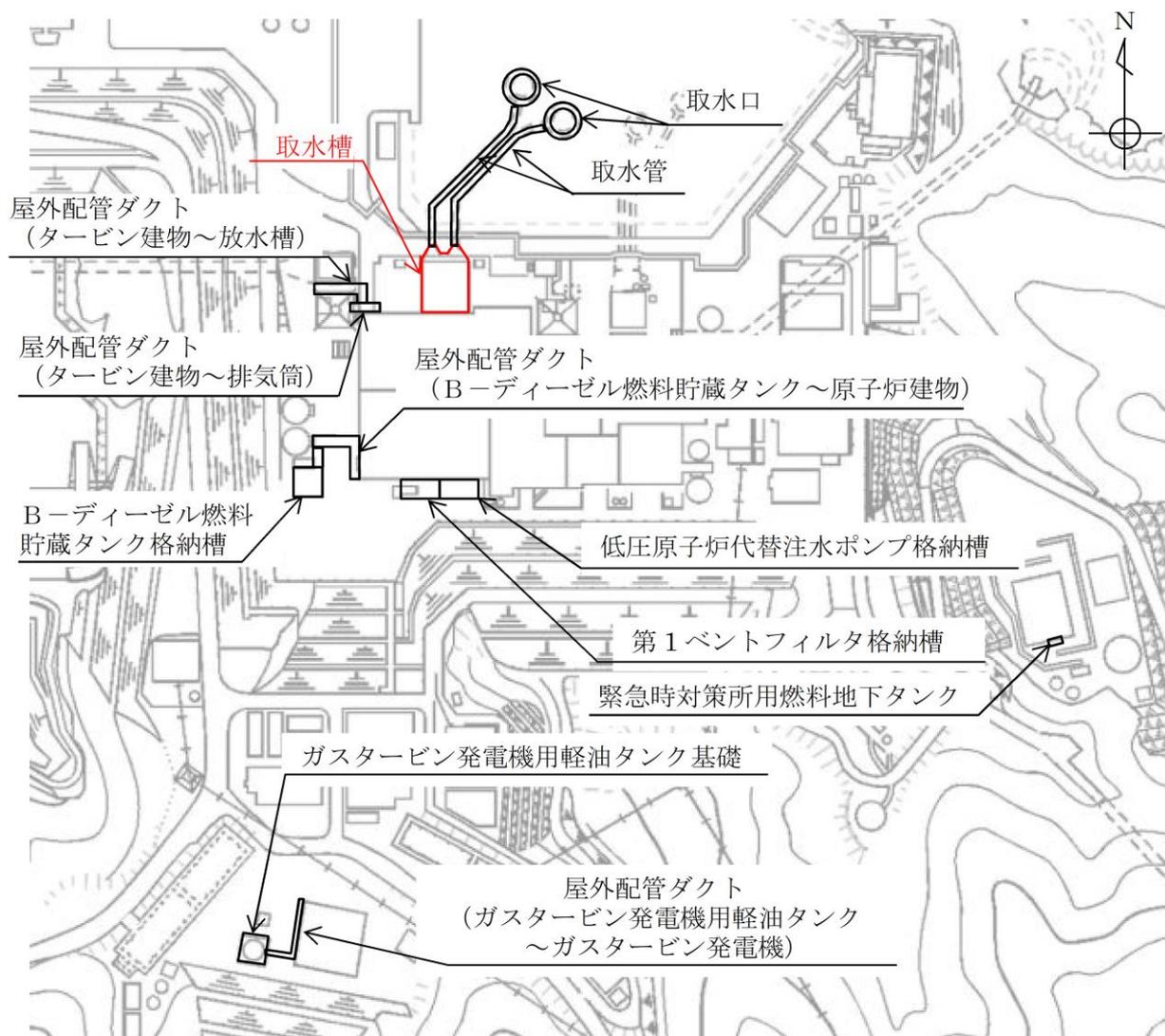


図 2-1 取水槽 位置図

2.2 構造及び補強の概要

取水槽の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3～図 2-6 に、概略配筋図を図 2-7～図 2-10 に示す。

取水槽は、耐震重要施設及び常設重大事故等対処設備である原子炉補機海水ポンプ等を間接支持する支持機能、非常時における海水の通水機能、浸水防止のための止水機能が要求される。

取水槽は、地下 2 階構造となっており、上部は除じん機エリア、海水ポンプエリア及びブストレーナエリアの 3 エリアに分かれている。下部は水路となっており、除じん機エリアの下部は 6 連のボックスカルバート構造、海水ポンプエリアの下部は 3 連のボックスカルバート構造となっている。また、上部は各エリアが隔壁により仕切られ、各エリアによって開口部の存在や中床版の設置レベルが異なる等の構造となっている。

取水槽は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮する箱型構造物である。

取水槽の耐震性を確保するため、耐震補強を実施する。補強計画図を図 2-11～図 2-17 に示す。土圧低減を目的として、埋戻土の地盤改良（図 2-11）を実施する。曲げ・軸力系の破壊に対する補強として、気中部における妻壁の増厚補強及び控壁の追設（図 2-12）を実施する。また、せん断破壊に対する補強として、後施工せん断補強工法（ポストヘッドバー工法、以下「PHb 工法」という。）によるせん断補強（図 2-13～図 2-16）を実施する。併せて、波及的影響を防止するため、原子炉補機海水ポンプ設置棚（以下「RSW ポンプ棚」という。）の撤去（図 2-17）を実施する。

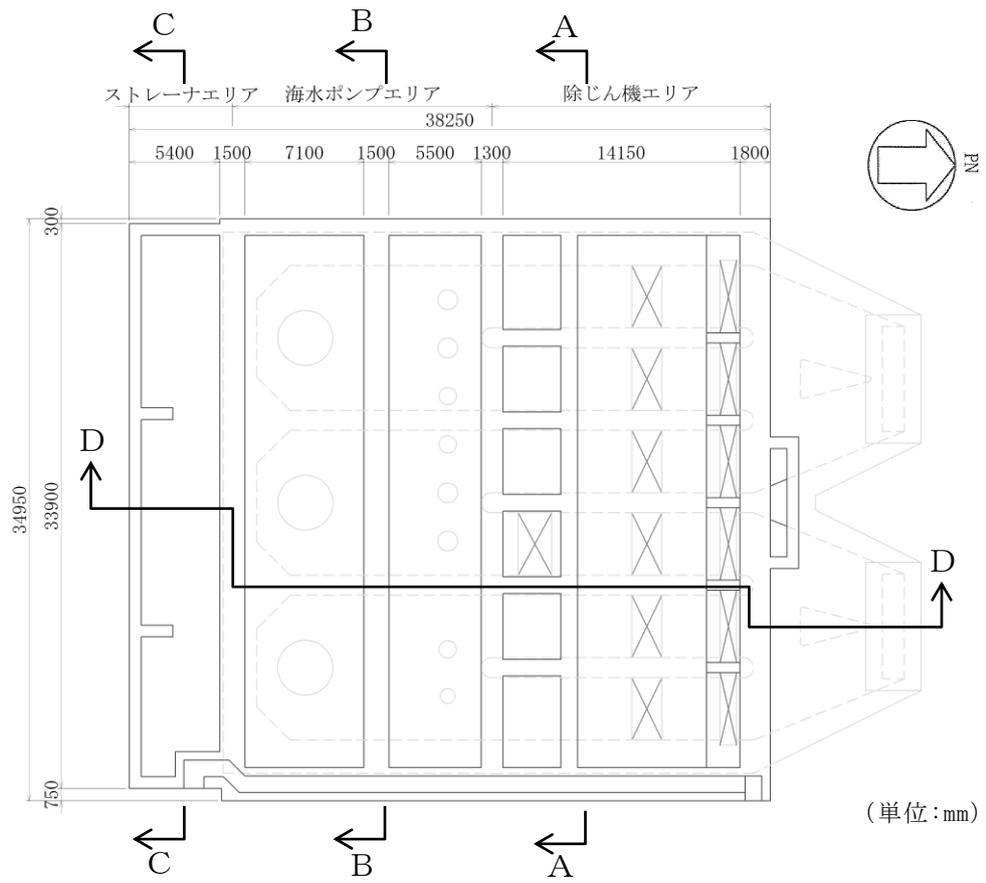


図 2-2 取水槽 平面図

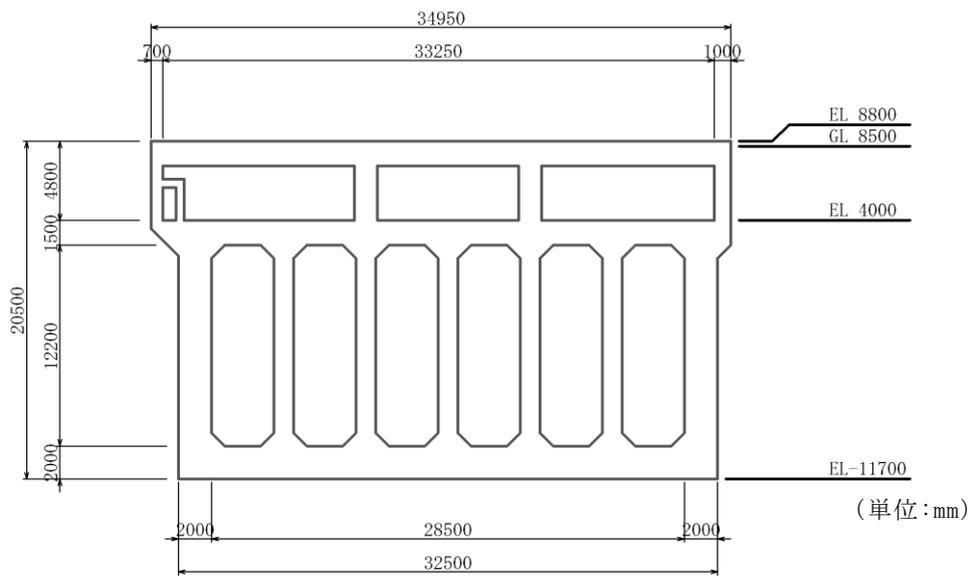


図 2-3 取水槽 断面図(A-A断面)

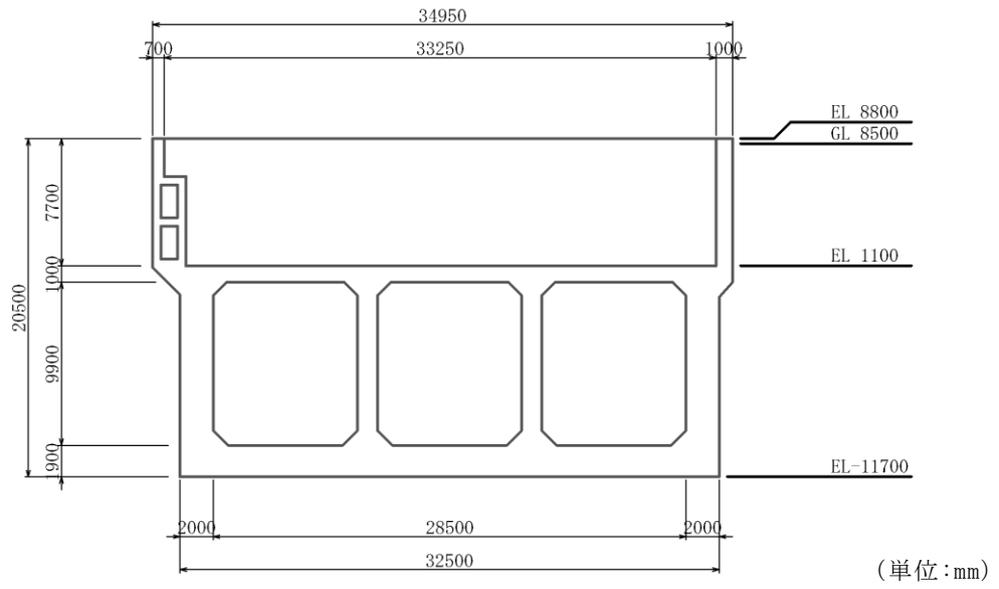


图 2-4 取水槽 断面图(B-B 断面)

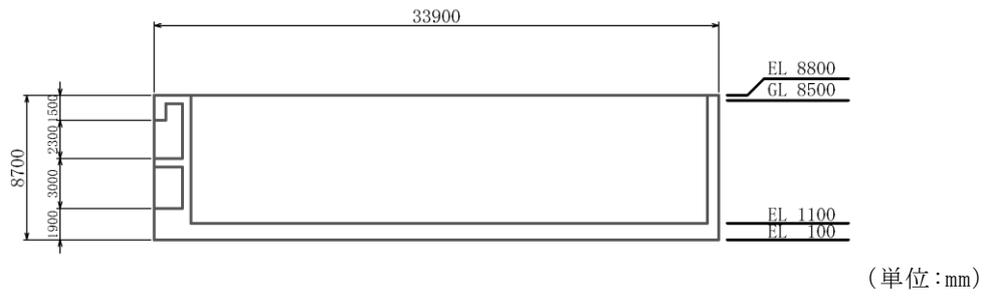


图 2-5 取水槽 断面图(C-C 断面)

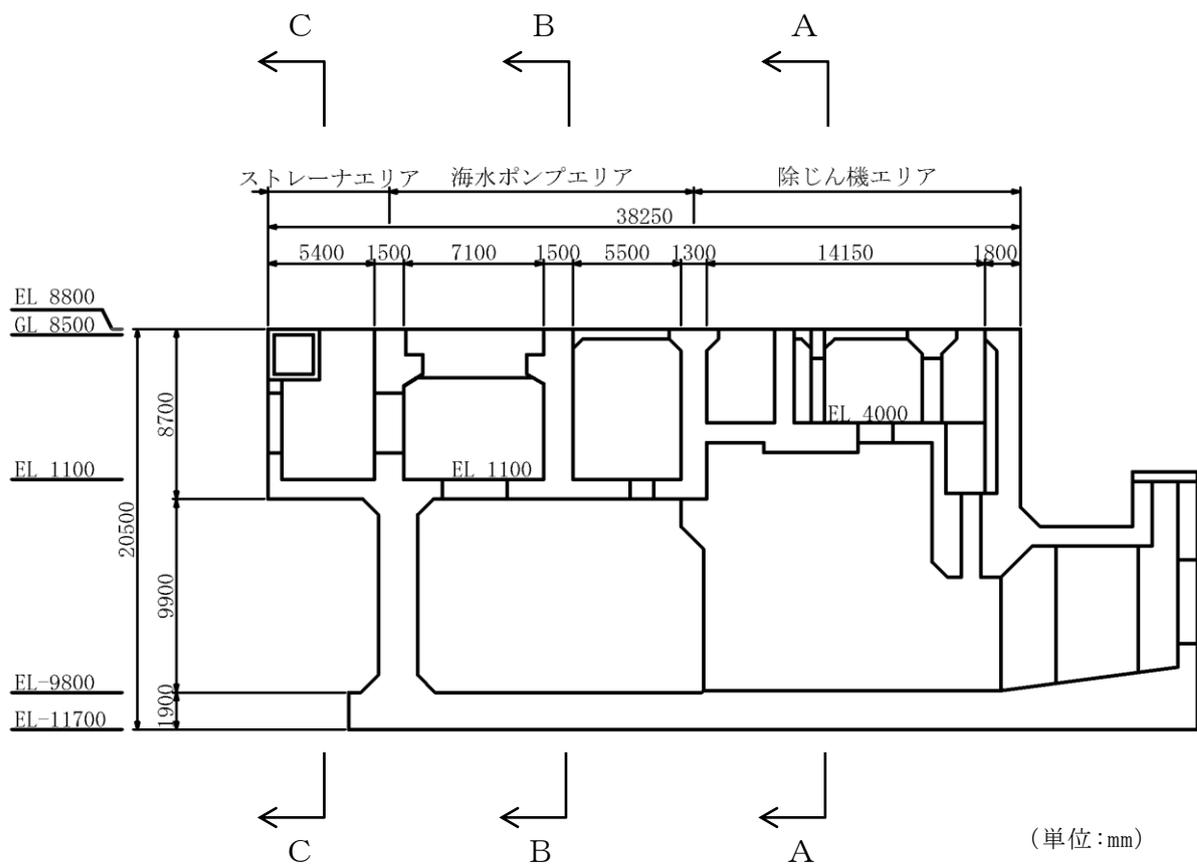


図 2-6 取水槽 断面図(D-D断面)

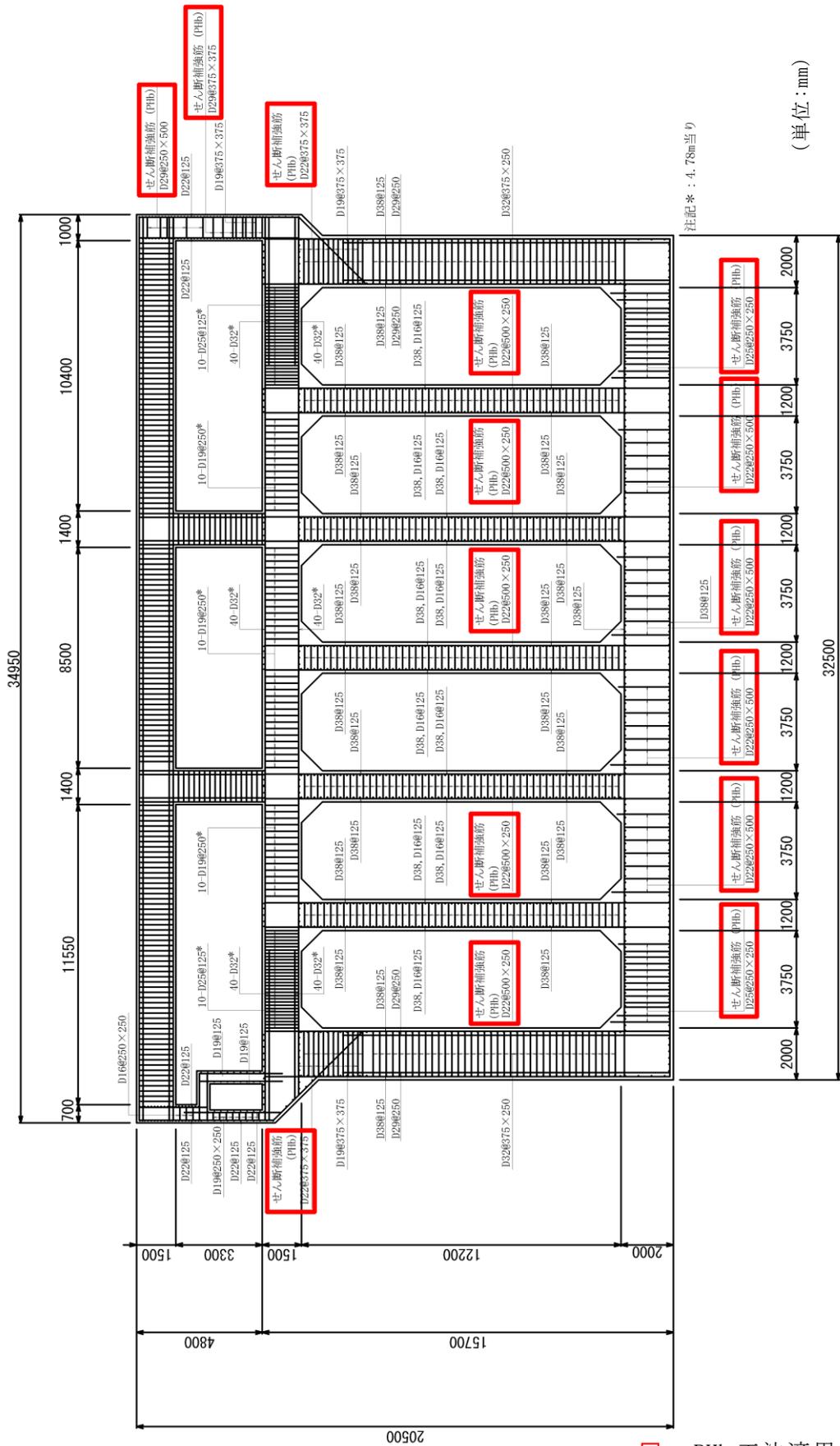
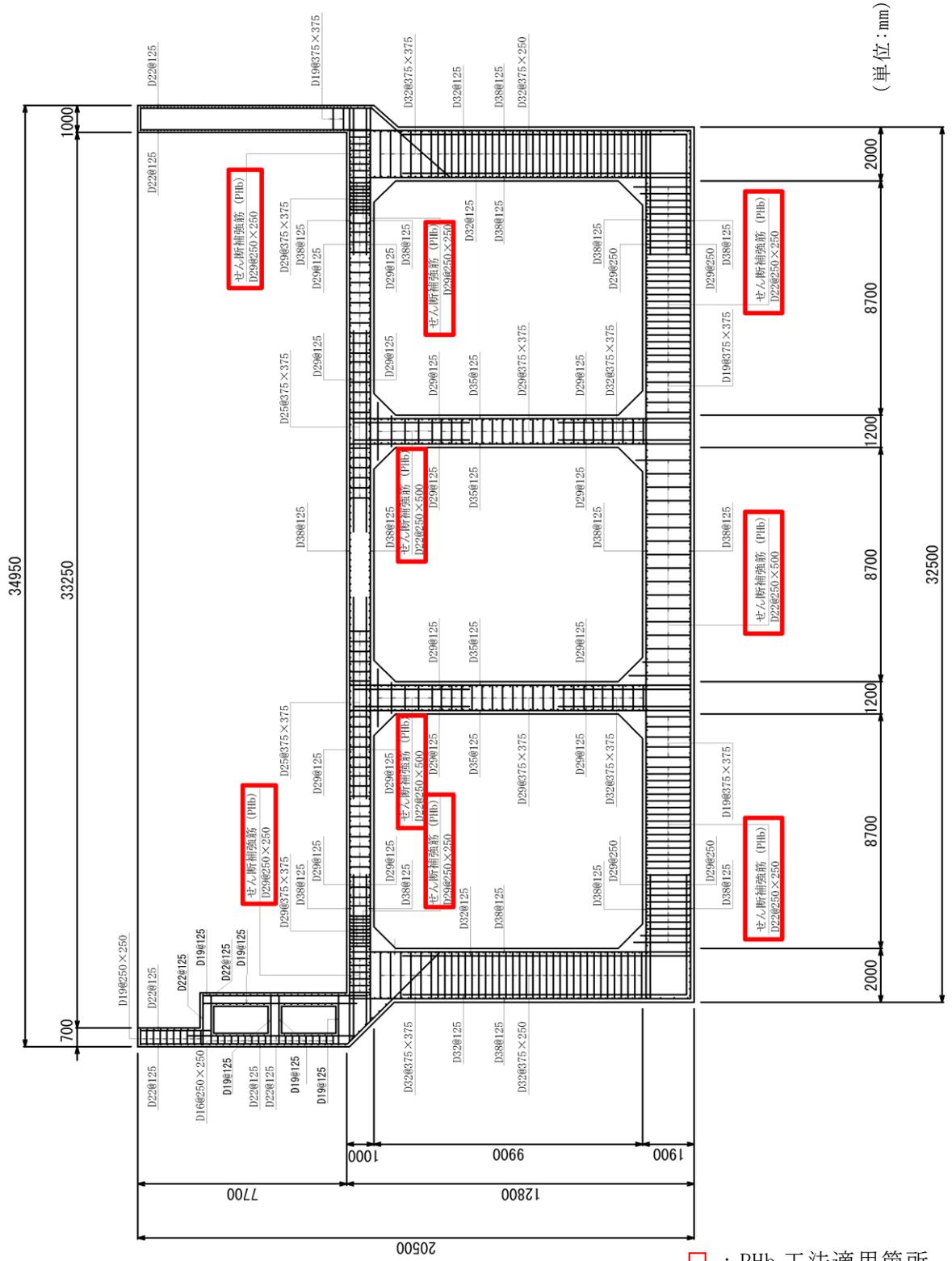


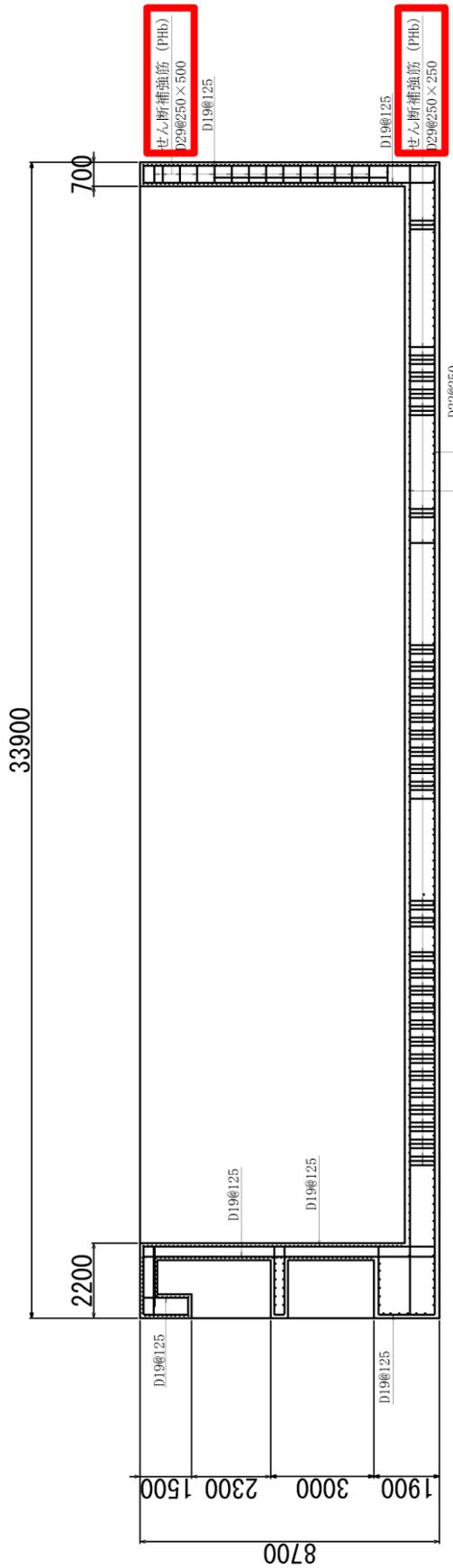
図 2-7 取水槽 概略配筋図 (A-A 断面)



(単位: mm)

図 2-8 取水槽 概略配筋図 (B-B 断面)

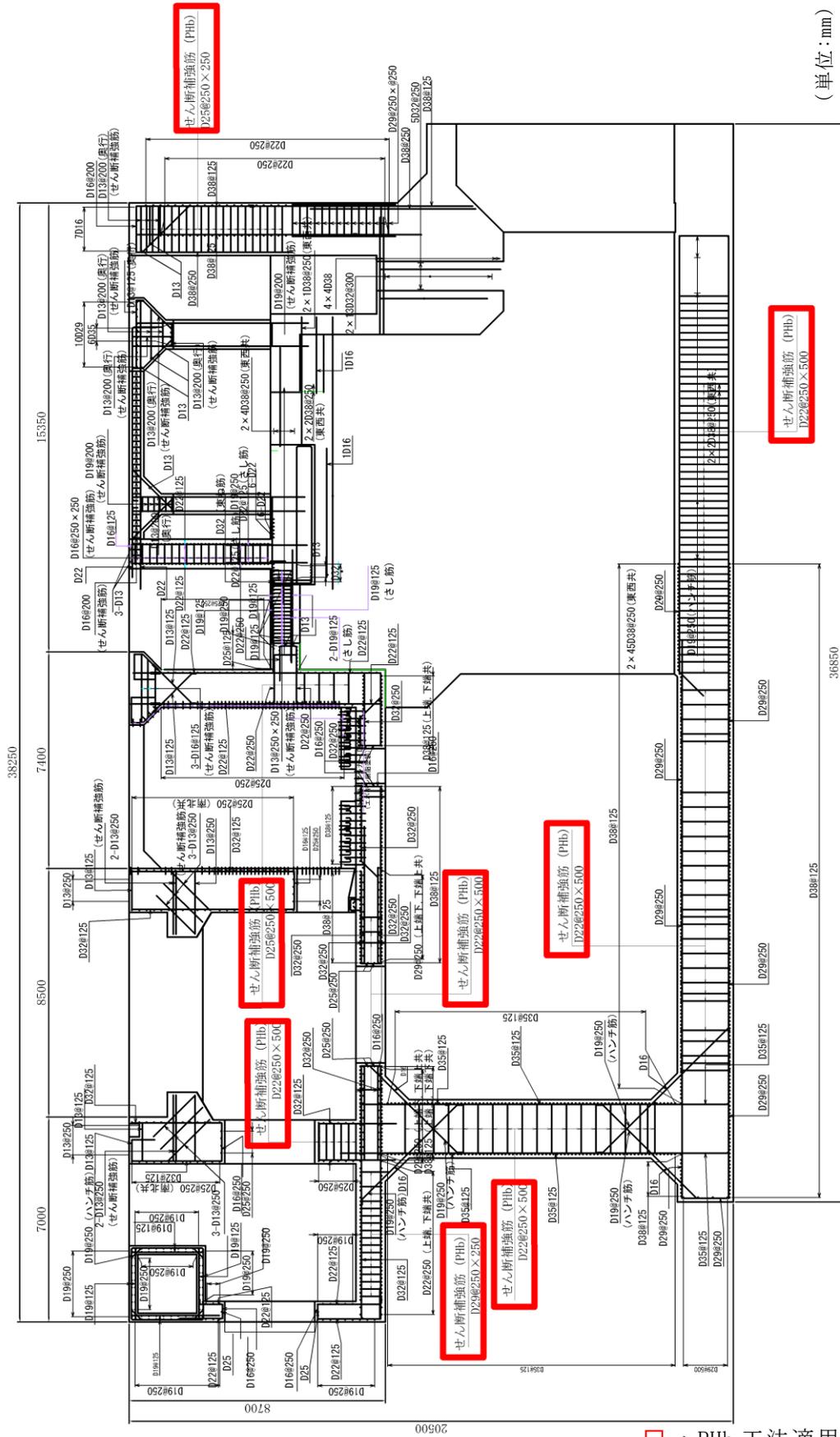
□ : Phb 工法適用箇所



(単位: mm)

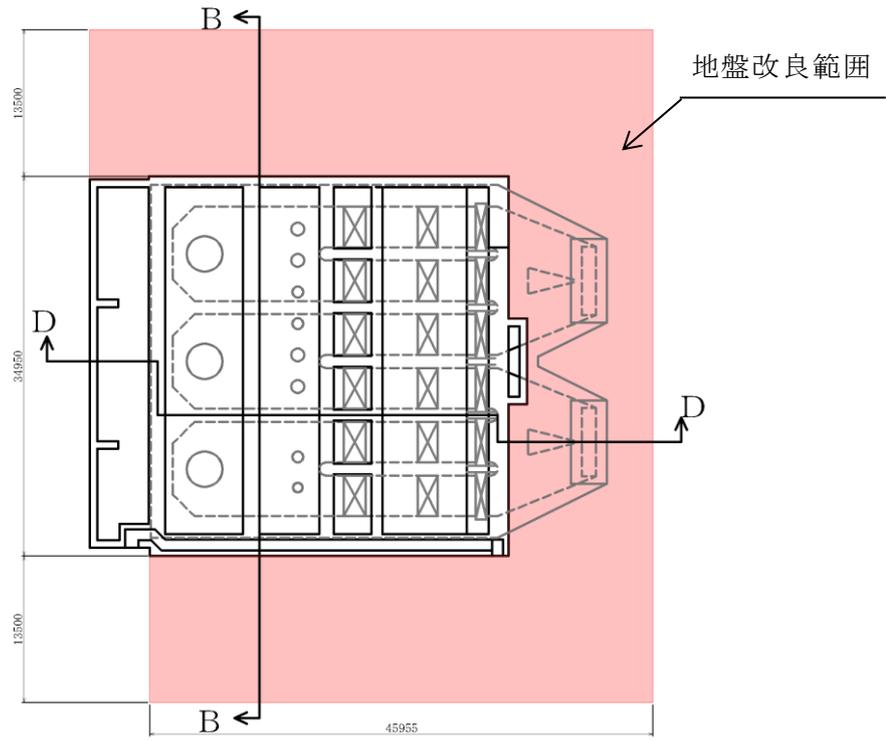
□ : PHb 工法適用箇所

図 2-9 取水槽 概略配筋図 (C-C 断面)

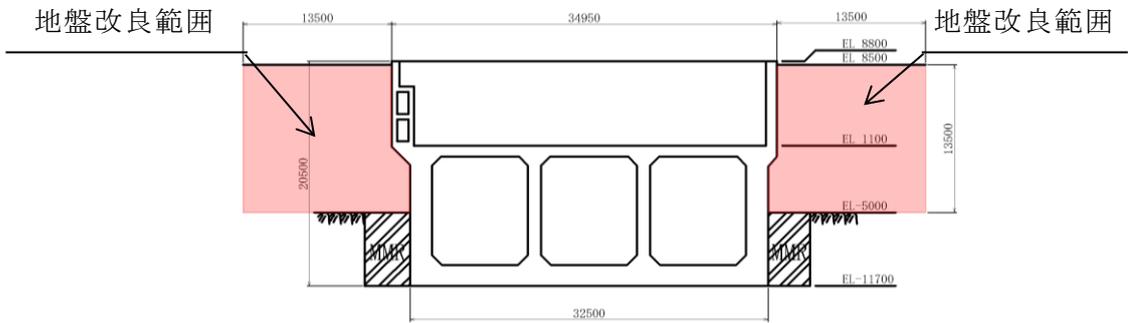


(単位: mm)

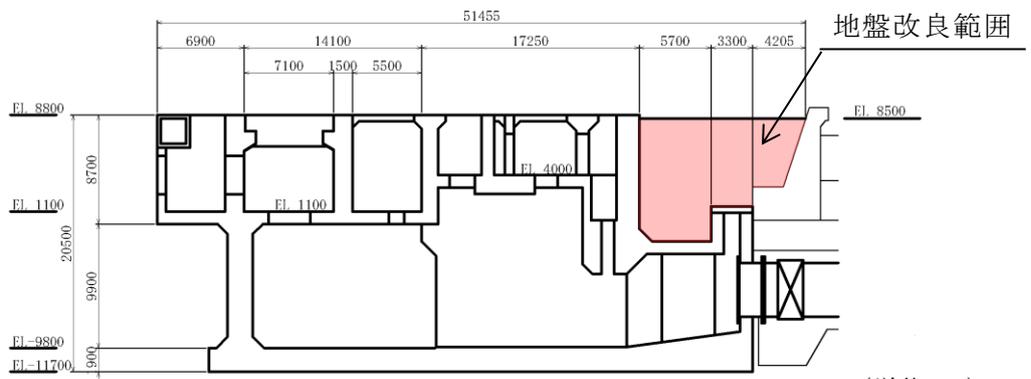
図 2-10 取水槽 概略配筋図 (D-D 断面)



(平面図)



(B - B 断面)



(D - D 断面)

(単位: mm)

図 2-11 地盤改良概要図

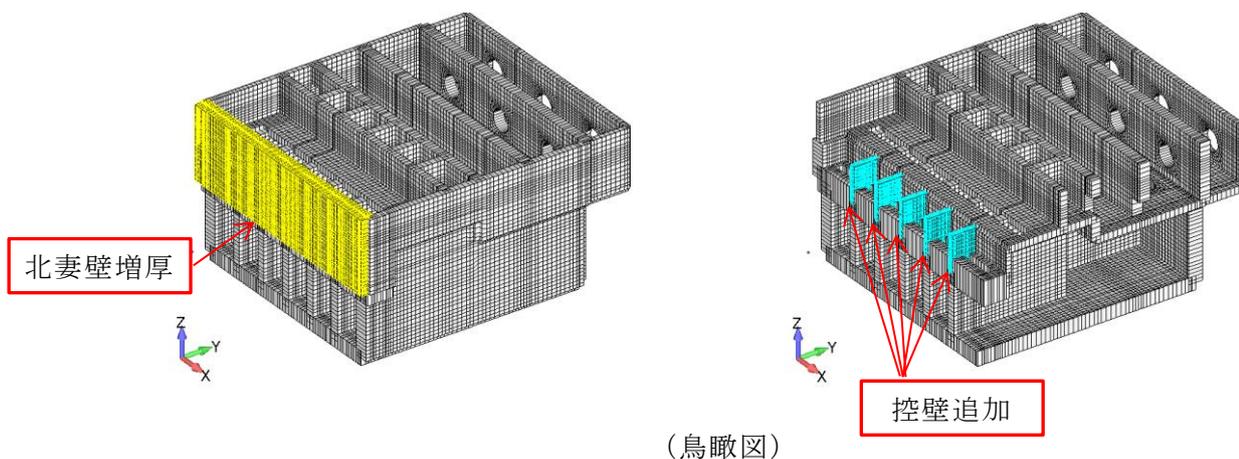
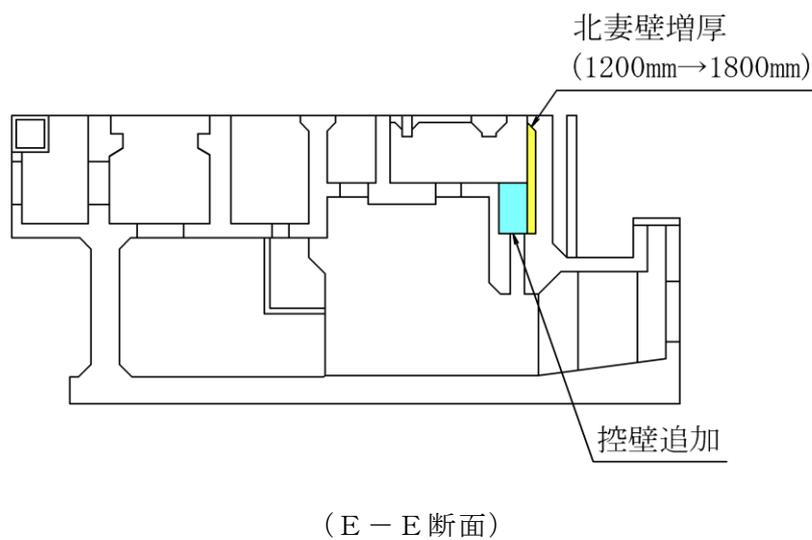
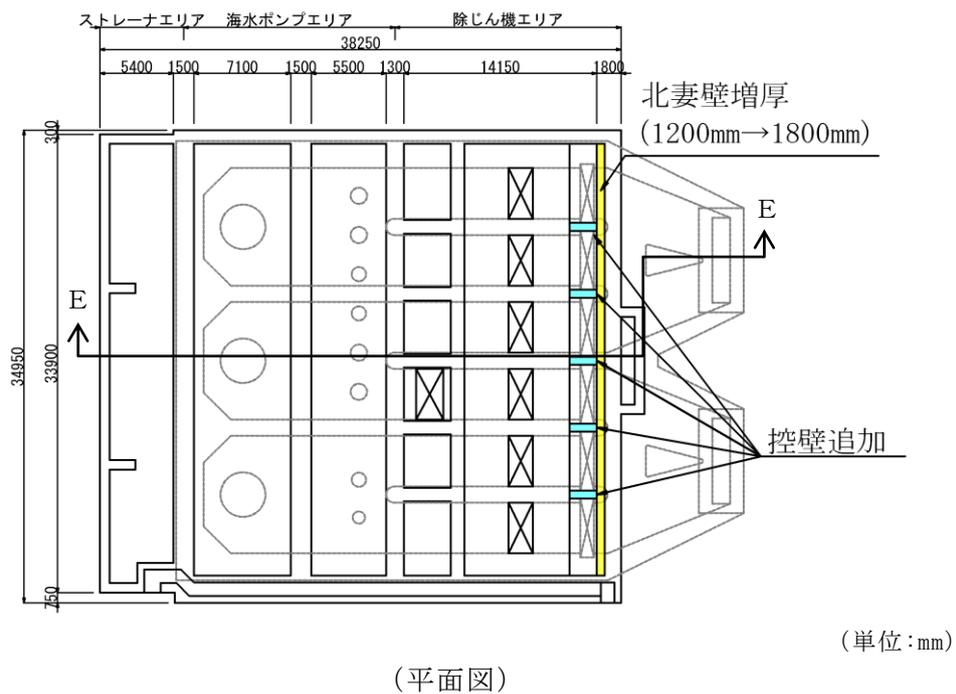


図 2-12 取水槽 妻壁補強概要図

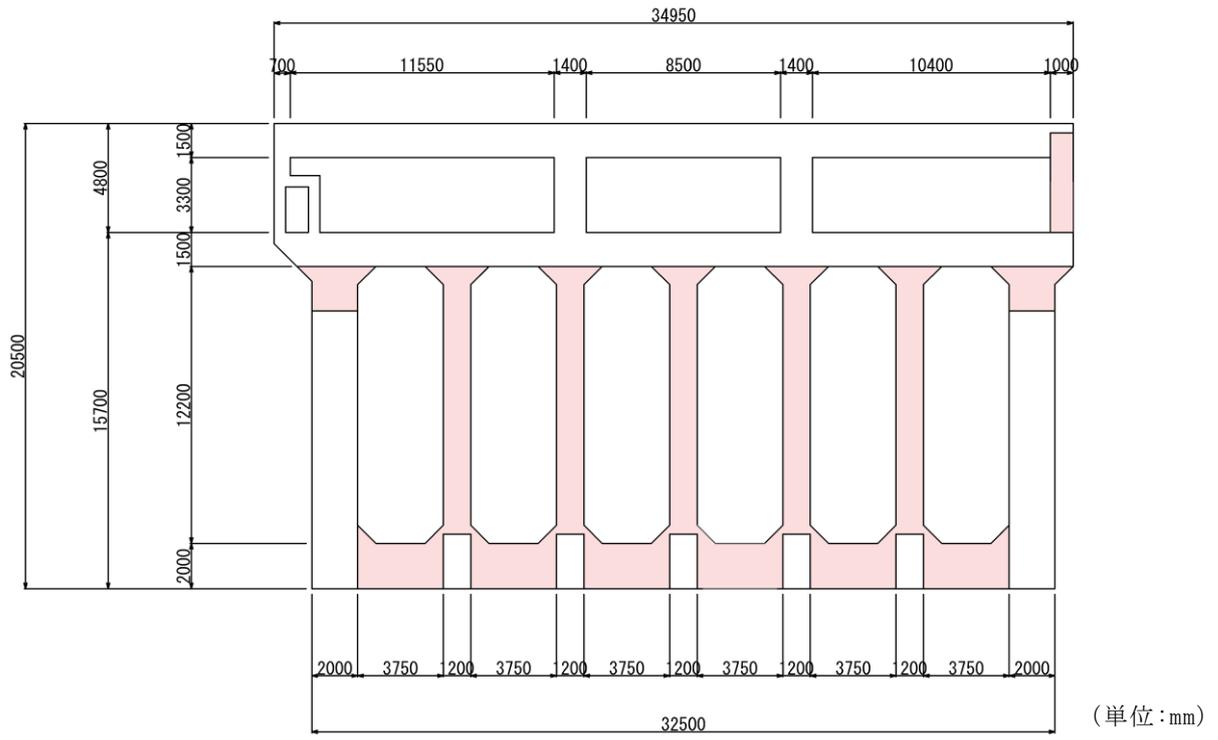


図 2-13 せん断補強計画図 (A-A 断面)

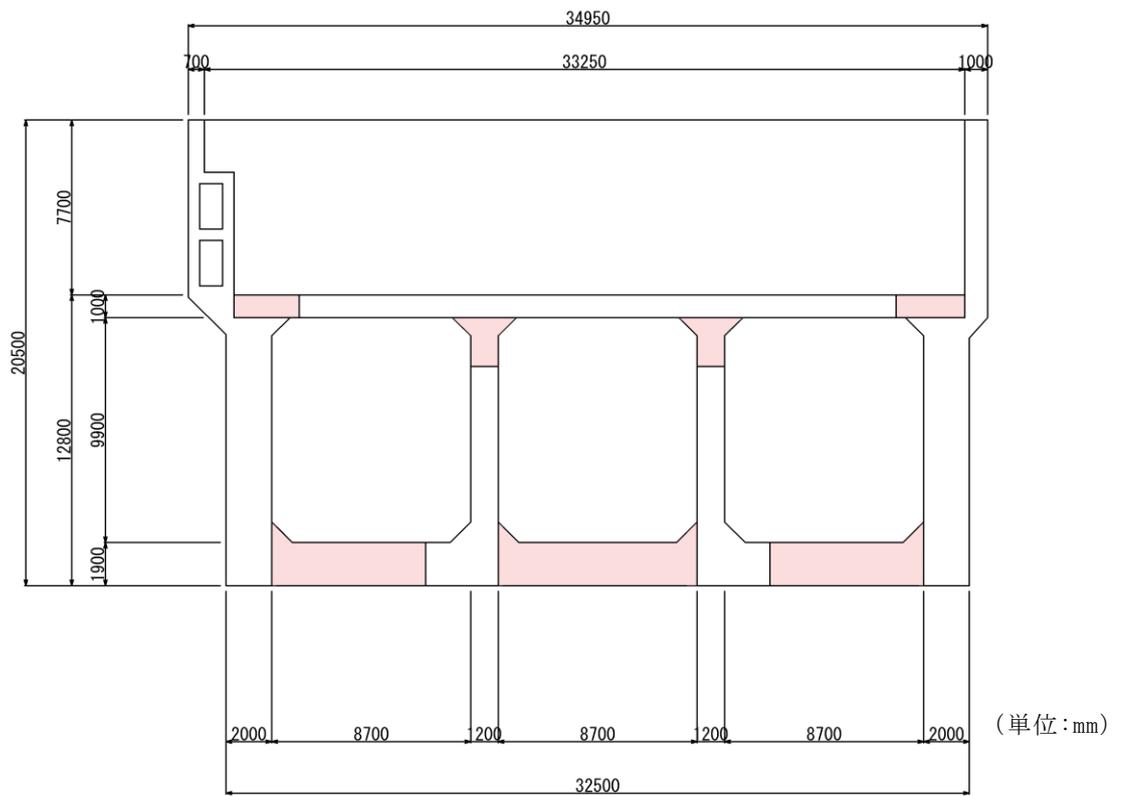
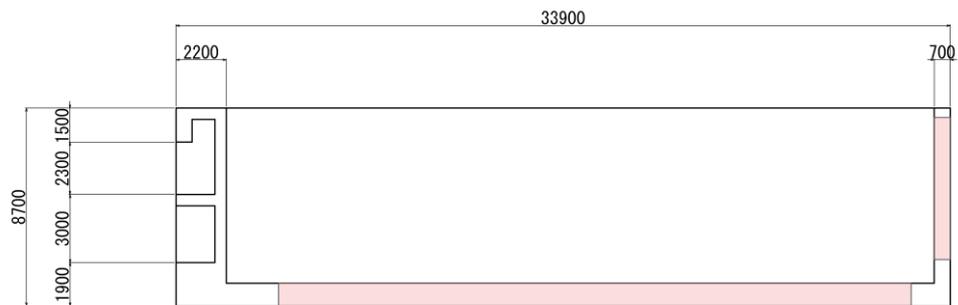


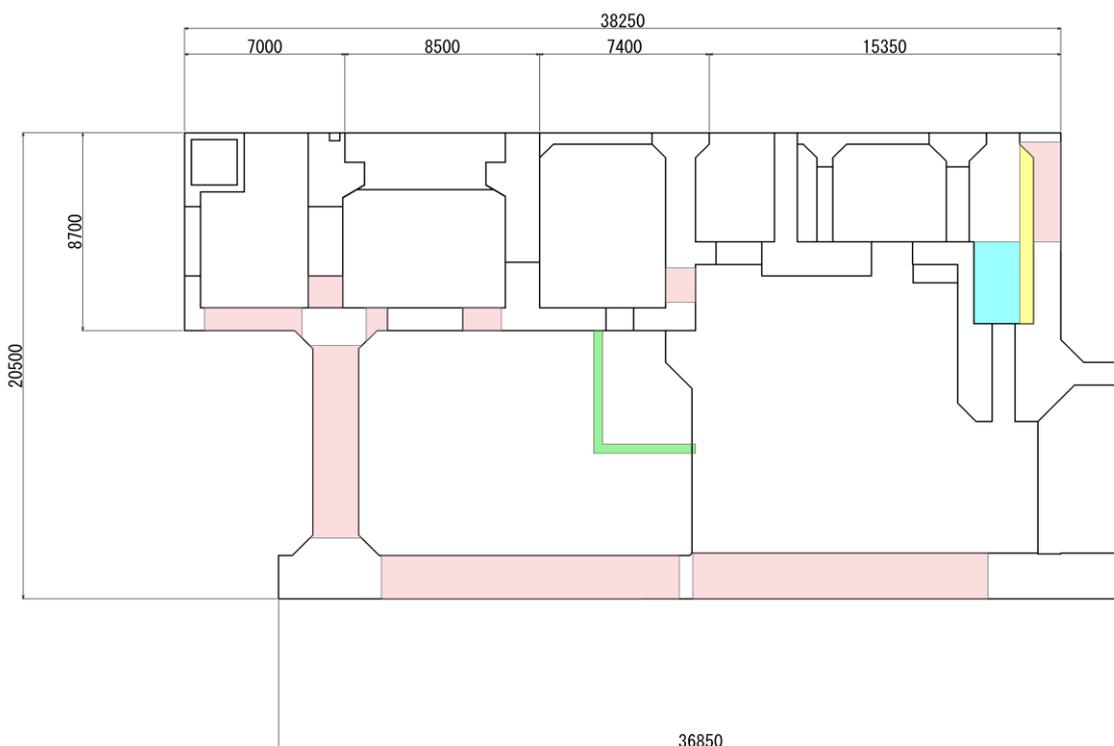
図 2-14 せん断補強計画図 (B-B 断面)



(単位:mm)

■ : PHb 工法適用箇所

図 2-15 せん断補強計画図 (C-C断面)



(単位:mm)

■ : PHb 工法適用箇所 ■ : 部材追加箇所 (控壁)
 ■ : RSW ポンプ棚撤去箇所 ■ : 部材追加箇所 (北妻壁)

図 2-16 せん断補強計画図 (D-D断面)

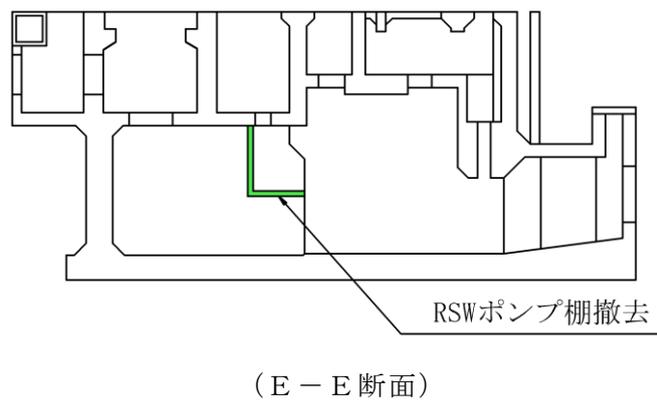
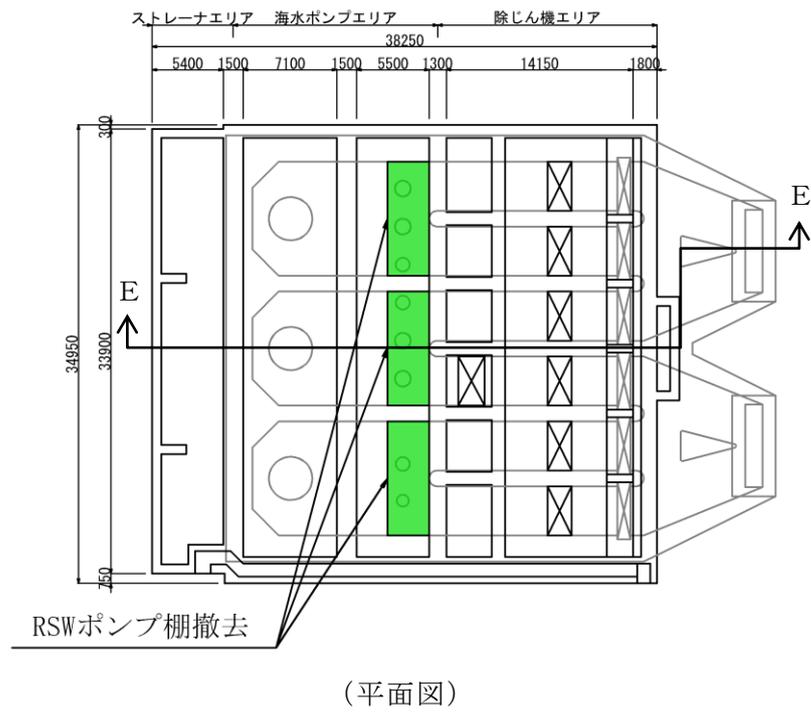


図 2-17 RSW ポンプ棚撤去概要図

2.3 評価方針

取水槽は、設計基準対象施設においては、非常用取水設備及びSクラス施設等の間接支持構造物である屋外重要土木構造物に分類され、重大事故等対処施設においては、常設重大事故緩和設備及び常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備に分類される。また、常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設に分類される。

取水槽の耐震評価フローを図2-18に示す。

取水槽の耐震評価は、VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の評価として、表2-1に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認し、これにより通水機能及びSクラス施設等を支持する機能（支持機能）を維持することができる。また、取水槽の一部は止水機能を損なわないことが要求されるため、構造部材の止水機能に対する評価を併せて実施する。

構造部材の健全性評価については、VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」より得られた水平方向及び鉛直方向の荷重を用い、非線形シェル要素による3次元静的材料非線形解析（以下「3次元構造解析」という。）により応答値を算定し、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを確認し、せん断破壊に対しては照査用せん断力及び照査用面内せん断ひずみが許容限界を下回ることを確認する。せん断破壊に対する補強としてPHb工法を用いる場合には、構造部材に対してPHb工法の適用条件を満たしていることを確認し、PHb工法を採用する。

基礎地盤の支持性能評価においては、VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

ここで、取水槽の運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における荷重条件は変わらず、評価は設計基準対象施設の評価結果に包括されることから、設計基準対象施設の評価結果を用いた重大事故等対処施設の評価を行う。

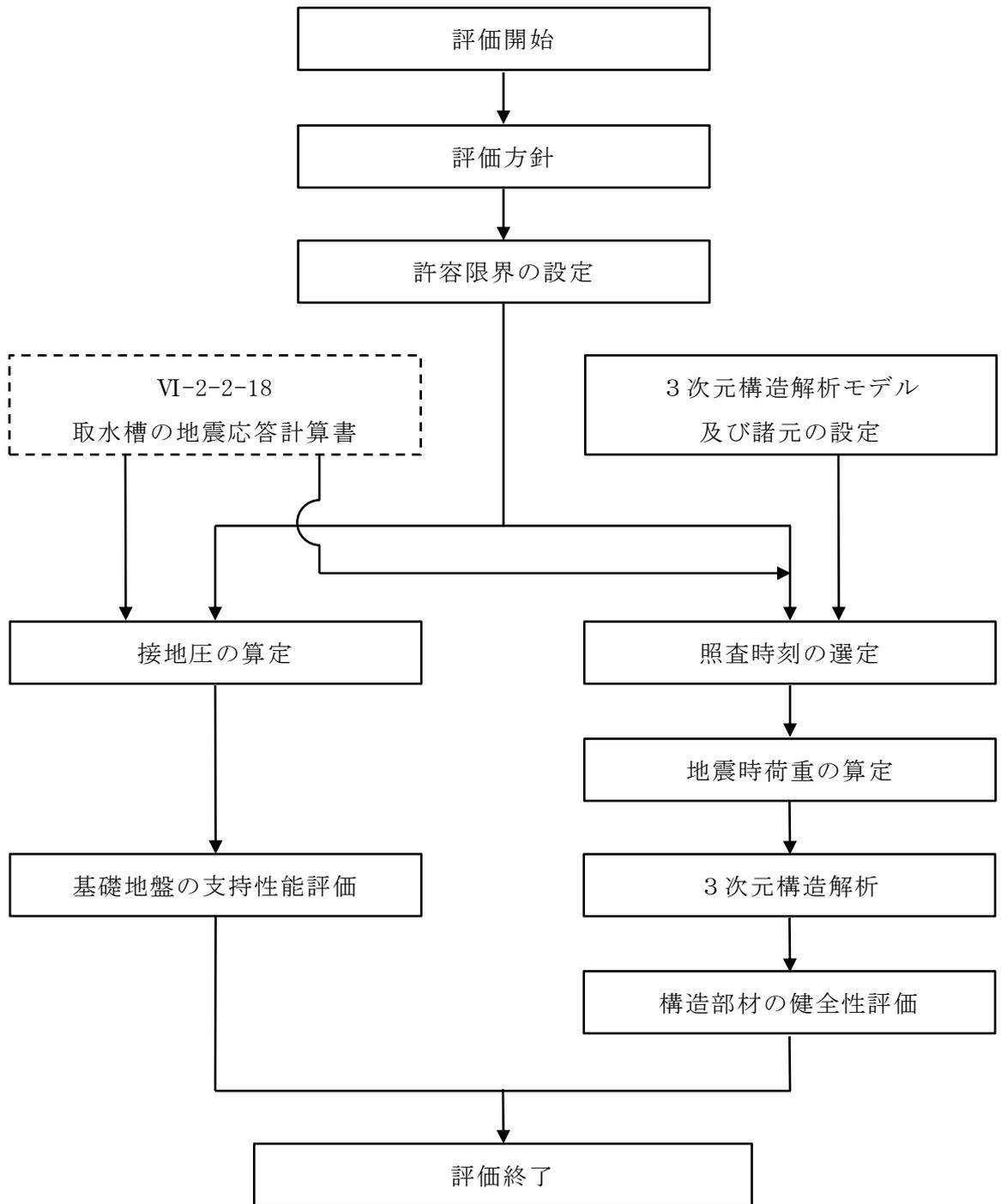


図 2-18 取水槽 耐震評価フロー

表 2-1 取水槽 評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界		
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ，照査用せん断力及び照査用面内せん断ひずみが許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*
					面内	限界せん断ひずみ*
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	極限支持力度*		
MMR		MMRの支圧強度				
止水機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書〔設計編〕（（社）土木学会，2017年制定）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005年）
- ・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）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- ・道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- ・建設技術審査証明報告書 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」
（一般財団法人土木研究センター）

3. 耐震評価

3.1 地震時荷重算出断面

取水槽の地震時荷重算出断面位置を図 3-1 に示す。地震時荷重算出断面は、東西方向では妻壁や隔壁の配置が異なることによる剛性差を考慮して、除じん機エリア（A-A断面）、海水ポンプエリア（B-B断面）及びストレーナエリア（C-C断面）を通る断面とし、南北方向ではD-D断面とする。地震時荷重算出用地質断面図を図 3-2～図 3-5 に示す。

なお、加振方向に平行に配置された耐震上見込むことができる面部材の配置から、南北方向（D-D断面）が強軸方向となり、東西方向（A-A断面、B-B断面及びC-C断面）が弱軸方向となることから、東西方向に対して3次元構造解析による耐震評価を実施する。

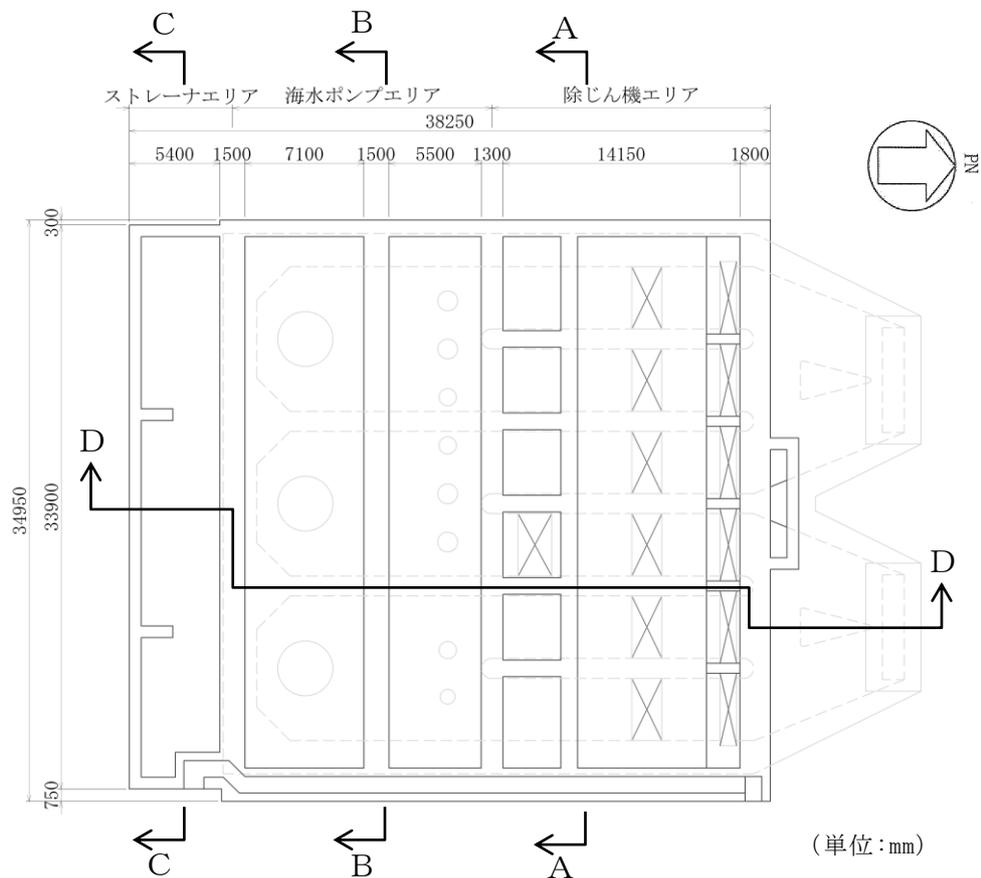


図 3-1 取水槽 地震時荷重算出断面位置図

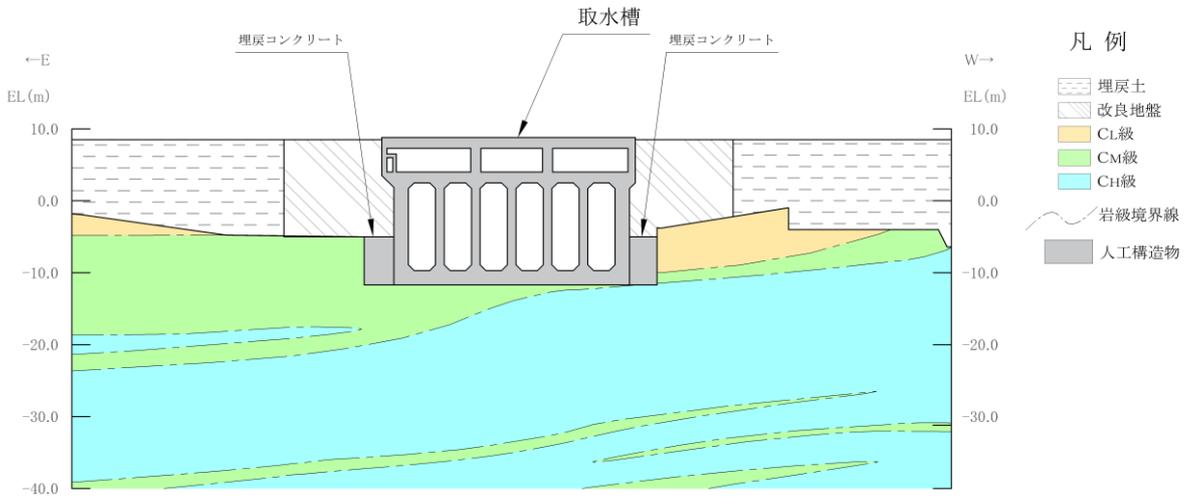


図 3-2 取水槽 地震時荷重算出用地質断面図 (A-A 断面位置)

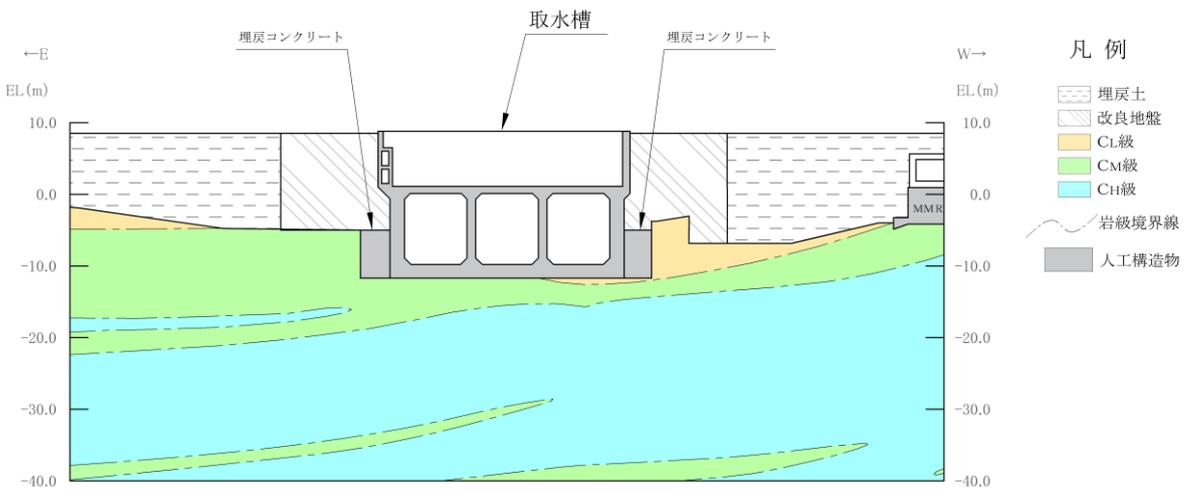


図 3-3 取水槽 地震時荷重算出用地質断面図 (B-B 断面位置)

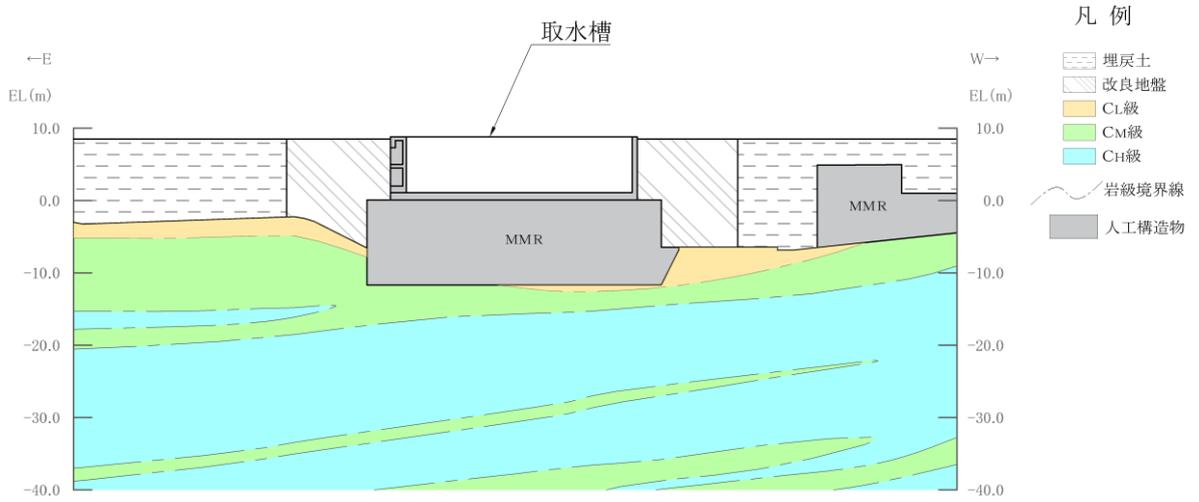


図 3-4 取水槽 地震時荷重算出用地質断面図 (C-C 断面位置)

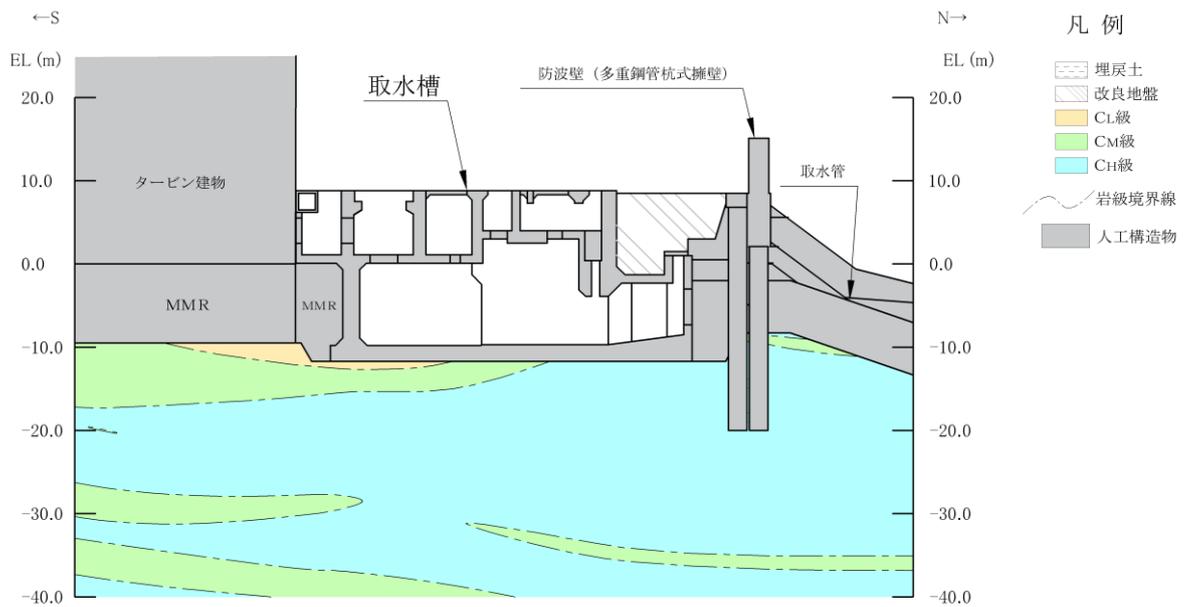


図 3-5 取水槽 地震時荷重算出用地質断面図 (D-D 断面位置)

3.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-1 に，材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料		仕様
鉄筋 コンクリート	底版，側壁，隔壁，妻壁*， 導流壁，中床版*	設計基準強度 23.5 N/mm ²
	分離壁，控壁	設計基準強度 24.0 N/mm ²
鉄筋		SD345
MMR		設計基準強度 15.6 N/mm ²
		設計基準強度 18.0 N/mm ²
		設計基準強度 23.5 N/mm ²
埋戻コンクリート		設計基準強度 18.0 N/mm ²

注記*：妻壁及び中床版の一部の部材は，設計基準強度 24.0N/mm²である。

表 3-2 材料の物性値

材料	設計基準強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	23.5	2.48×10 ⁴	24.0* ¹	0.2
	24.0	2.50×10 ⁴		
MMR	15.6	2.08×10 ⁴	22.6* ²	
	18.0	2.20×10 ⁴		
	23.5	2.48×10 ⁴		
埋戻コンクリート	18.0	2.20×10 ⁴		

注記*1：鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

*2：無筋コンクリートの単位体積重量を示す。

3.3 許容限界

許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、「原子力発電所屋外重要土木建造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会原子力土木委員会，2005年6月）」（以下「土木学会マニュアル」という。）に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、「土木学会マニュアル」ではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木建造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性等が確保できるとして設定されたものである。

各要求機能について、通水機能を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、部材が終局状態に至らないことを目標性能とすることから、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%）を許容限界とする。止水機能を損なわないことの確認においては、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）」（以下「コンクリート標準示方書 2002」という。）に基づき、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ 2000μ ，主筋ひずみ 1725μ ）とする。

取水槽の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表 3-3 に示す。

表 3-3 取水槽の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

要求機能	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000μ)
通水機能を有すること		圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000μ)
止水機能を損なわないこと		圧縮ひずみ： 2000μ 主筋ひずみ： 1725μ
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと		圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000μ)

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は、「土木学会マニュアル」に基づくせん断耐力とする。

せん断耐力は、「土木学会マニュアル」に基づき「a. 棒部材式」を適用することとし、ディープビームとなる部材についても、「a. 棒部材式」を用いることで安全側の評価とする。

PHb 工法を用いる構造部材については「b. PHb によりせん断補強された部材のせん断耐力式」を用いる。

各要求機能について、せん断破壊に対しては、通水機能、止水機能、支持機能のいずれも終局状態に至らないことを目標性能とすることから、せん断耐力を許容限界とする。

a. 棒部材式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$$

ここで、

V_{yd} : せん断耐力

V_{cd} : コンクリートが負担するせん断耐力

V_{sd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc}$$

$$f_{vcd} = 0.20^3 \sqrt{f'_{cd}} \quad \text{ただし } f_{vcd} > 0.72(\text{N/mm}^2), \text{ となる場合は}$$

$$f_{vcd} = 0.72(\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d[\text{m}]) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + 2M_0 / M_{ud} (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし, } \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は } \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 4M_0 / M_{ud} (N'_d < 0) \quad \text{ただし, } \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 1$$

ここで、

f'_{cd} : コンクリート圧縮強度の設計用値(N/mm^2)で設計基準強度 f'_{ck} を材料係数 γ_{mc} で除したもの

p_v : 引張鉄筋比 $p_v = A_s / (b_w \cdot d)$

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

d : 部材の有効高さ

N'_d : 設計軸圧縮力

M_{ud} : 軸方向力を考慮しない純曲げ耐力

M_0 : M_d に対する引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打ち消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント)

$$M_0 = N'_d \cdot D / 6$$

D : 断面高さ

a / d : せん断スパン比

γ_{bc} : 部材係数

γ_{mc} : 材料係数

$$V_{sd} = \{ A_w \cdot f_{wyd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \} \cdot z / \gamma_{bs}$$

ここで、

- A_w : 区間 s におけるせん断補強筋の総断面積
- f_{wyd} : せん断補強筋の降伏強度の材料係数 γ_{ms} で除したもので、 400N/mm^2 以下とする。ただし、コンクリートの圧縮強度の特性値 f'_{ck} が 60N/mm^2 以上の時は、 800N/mm^2 以下としてよい。
- α : せん断補強筋と部材軸のなす角度
- s : せん断補強筋の配置間隔
- z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で $d / 1.15$ とする。
- γ_{bs} : 部材係数
- γ_{ms} : 材料係数

b. PHb によりせん断補強された部材のせん断耐力式

取水槽において後施工せん断補強（ポストヘッドバー（PHb））を配置した構造部材のせん断耐力については、「建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」（一般財団法人土木研究センター）」に示されている以下の設計式により求める。

$$V_{pyd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{phb}$$

$$V_{phb} = \beta_{aw} \cdot V_{awd} = \beta_{aw} \cdot \{A_{aw} \cdot f_{awyd}(\sin \alpha_{aw} + \cos \alpha_{aw})/S_{aw}\} \cdot z/\gamma_b$$

$$\beta_{aw} = 1 - I_y/\{2 \cdot (d - d')\} \quad \text{ただし, } \beta_{aw} \leq 0.9$$

ここで,

- V_{cd} : せん断補強鋼材を用いない RC 部材の単位長さあたりのせん断耐力
- V_{sd} : 既存のせん断補強鋼材により受け持たれる壁部材の単位幅あたりのせん断耐力
- V_{phb} : PHb により受け持たれる RC 部材の単位長さあたりのせん断耐力
- V_{awd} : PHb を通常のスターラップと見なして求められる単位長さあたりのせん断耐力
- β_{aw} : PHb のせん断耐力の向上への有効性を示す係数
- A_{aw} : 単位長さ当たりの区間 S_{aw} における PHb の総断面積
- f_{awyc} : PHb の設計降伏強度で 400N/mm^2 以下とする。
- α_{aw} : PHb が部材軸となす角度
- S_{aw} : PHb の配置間隔
- z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で一般に $d/1.15$ としてよい。
- γ_b : 部材係数（一般に 1.10 としてよい）
- I_y : PHb の埋込側に必要な定着長
- $d-d'$: 補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔（ $d-d' \geq I_y$ ）

PHb が負担するせん断耐力は、先端型定着体の定着長が $3.5D \sim 5.5D$ であることから、通常のせん断鉄筋に比べ補強効率が低下する。PHb が負担するせん断耐力は同定着長と補強対象部材の主鉄筋間隔から算出される有効率 β_{aw} を通常のせん断補強鉄筋の負担分に乘じることにより考慮されている。図 3-6 に有効率算定における概念図を示す。

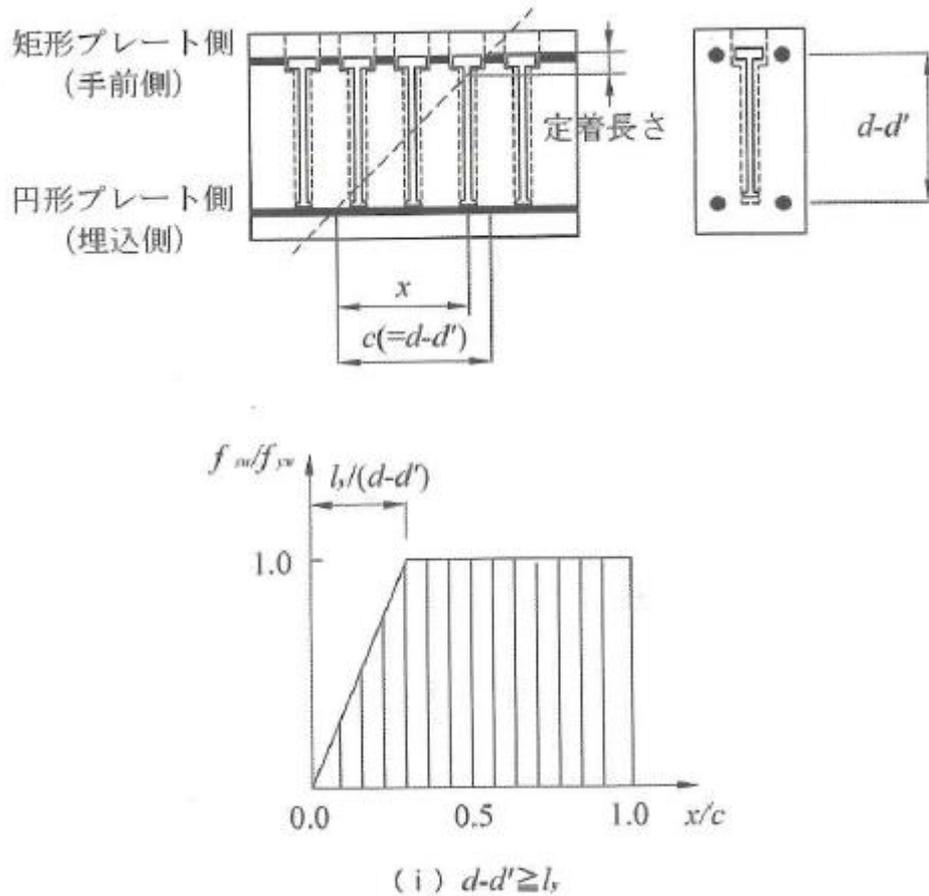


図 3-6 ポストヘッドバー (PHb) の有効率算定の概念図

(3) 壁部材の面内せん断に対する許容限界

壁部材の面内せん断に対する許容限界は、面内せん断ひずみ $2000\ \mu$ (2/1000) を許容限界とする。「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)」において、限界せん断ひずみ $2000\ \mu$ (2/1000) は、耐震壁の終局耐力に相当する面内せん断ひずみ $4000\ \mu$ (4/1000) に余裕を見込んだ許容限界として規定されている。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

(1) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、地盤の一部にC_L級岩盤が分布することから、C_L級岩盤の極限支持力度とする。基礎地盤の許容限界を表3-4に示す。

表3-4 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力度	C _L 級岩盤	3.9

(2) MMR

マンメイドロック（以下「MMR」という。）に発生する接地圧に対する許容限界は、「コンクリート標準示方書2002」に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMRの接地圧に対する許容限界を表3-5に示す。

表3-5 MMRの支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	f' _{ck} =15.6	f' _{ck} =15.6
	f' _{ck} =18.0	f' _{ck} =18.0

3.4 評価方法

3.4.1 構造部材の健全性評価

取水槽は、加振方向に平行に配置される面部材（妻壁や隔壁）を有する箱形構造物であり、Sクラスの施設を支持する機能（支持機能）及び止水機能が要求されることから、非線形シェル要素を用いた3次元構造解析により実施する。3次元構造解析には、解析コード「FINAS/STAR」を用いる。なお、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次元構造解析への入力荷重は、VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」に基づく地震応答解析において、取水槽の耐震評価に支配的な荷重が最大となる時刻を選定し、当該時刻における地震時応答から設定する。

VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した地震時荷重（地震時増分土圧及び慣性力）を用いて、3次元構造解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

(1) 解析モデル

材料の非線形特性を考慮した非線形シェル要素でモデル化する。3次元構造解析モデルを図3-7及び図3-8に示す。

非線形シェル要素は、部材高さ方向に平面要素を重ね合わせて構成する。図3-9に非線形シェル要素の概念図を示す。主筋の位置が層の中心となるよう上側、下側に鉄筋コンクリートの層を設定し、鉄筋コンクリート層を除く範囲は、無筋コンクリート層としてモデル化する。鉄筋コンクリート層の厚さは、「土木学会マニュアル」に示される一般的な分割方法に従い、かぶり厚さの2倍とする。各要素の鉄筋部分は、鉄筋の軸方向剛性のみを有する鉄筋層としてモデル化する。構造部材（鉄筋コンクリート）の非線形特性を図3-10及び図3-11に示す。

部材接合部の隅角部には剛域を設ける。剛域設定範囲の考え方を図3-12に示す。剛域は、「コンクリート標準示方書2002」に基づき、底版等部材厚が厚い部材に剛域を設定することとし、本解析モデルでは1.9m以上の部材を対象とする。

周辺地盤と接する構造物の境界には、地盤ばねを設定する。常時解析において、支持地盤に設定する地盤ばねは基礎地盤に対する静的な載荷状態を想定して定義されている「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」に基づき設定する。地震時解析において、支持地盤及び側方地盤に設定する地盤ばねは地盤と構造物間の剥離を考慮できる非線形ばねでモデル化し、「道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」に基づき設定する。1方向載荷時には、載荷方向と平行な壁に地盤ばね

を設定する。

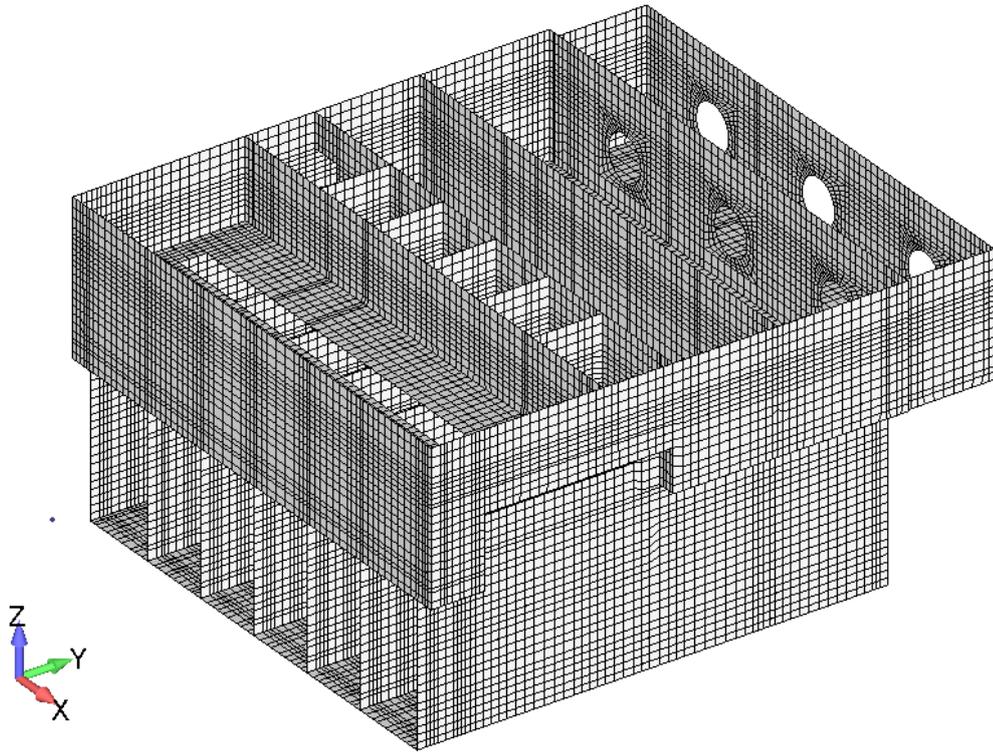


図 3-7 3次元構造解析モデル（鳥瞰図）

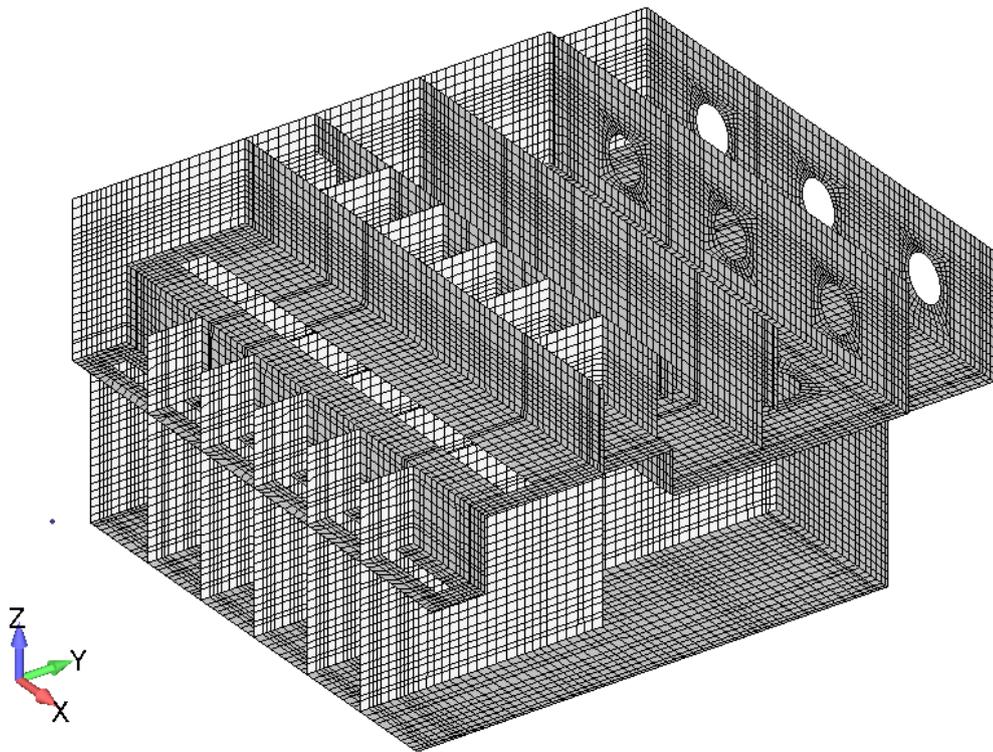


図 3-8 3次元構造解析モデル（鳥瞰図，西側壁なし）

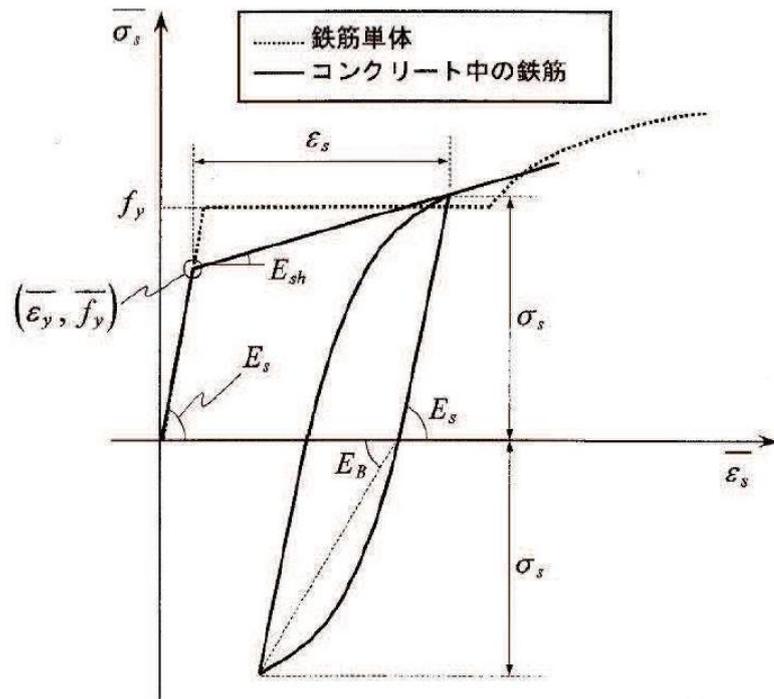


図 3-11 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）
 （「コンクリート標準示方書 2002」より引用）

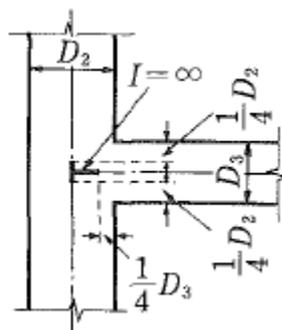


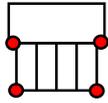
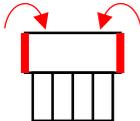
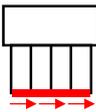
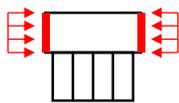
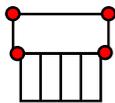
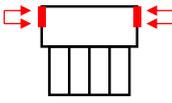
図 3-12 剛域の設定
 （「コンクリート標準示方書 2002」より引用）

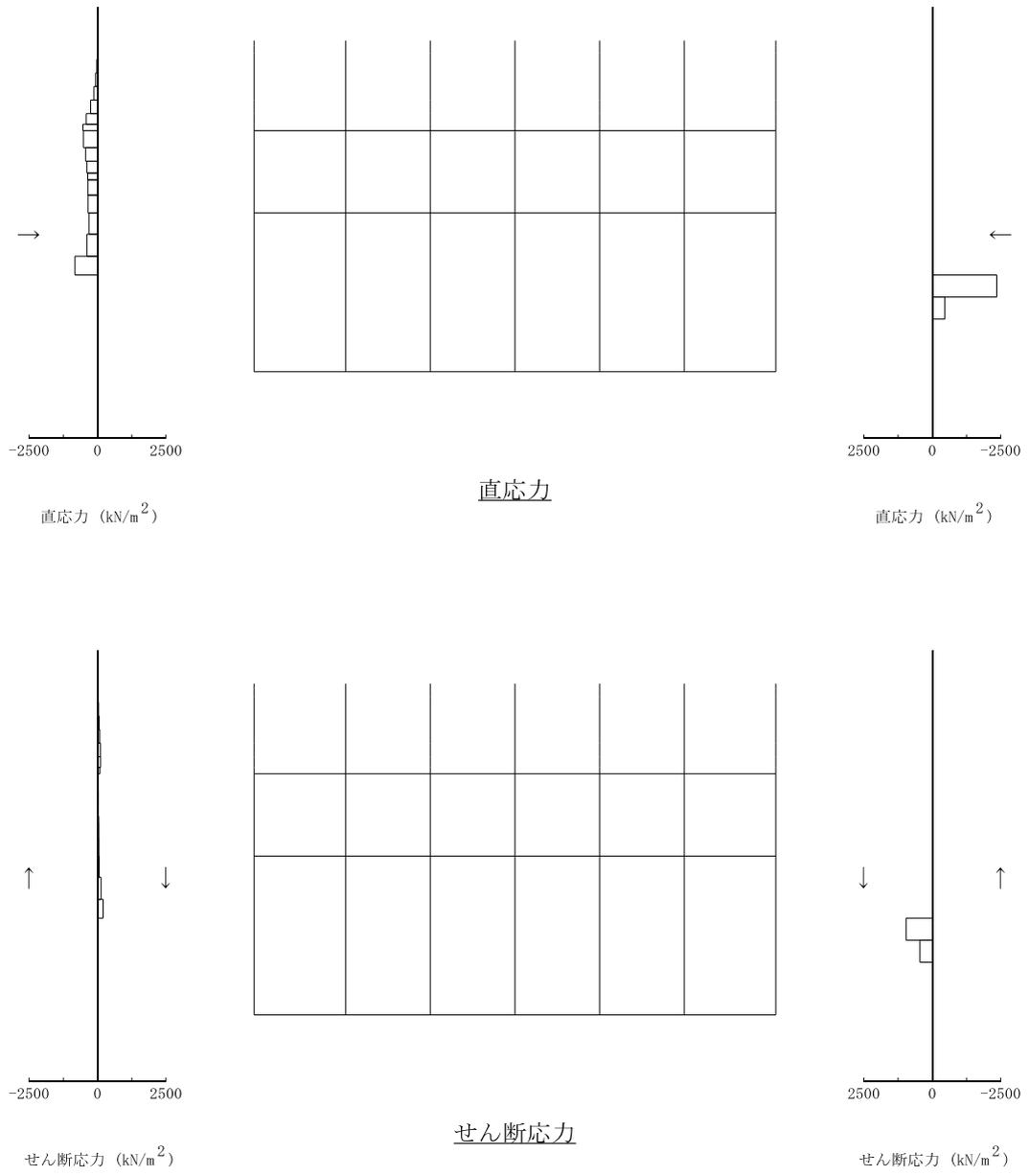
(2) 照査時刻

構造部材の健全性評価において、照査時刻は構造的特徴を踏まえ、損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなる時刻を地震応答解析の結果から複数選定する。照査時刻の選定の考え方を表 3-6 に示す。

なお、せん断破壊に対する照査値最大時の作用荷重分布図を図 3-13～図 3-18 に示す。

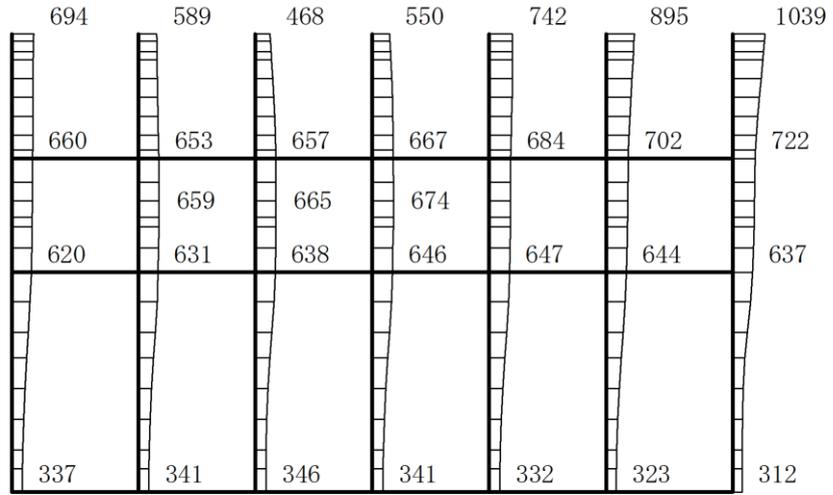
表 3-6 照査時刻の考え方

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻	抽出する応答値
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		下部構造における頂底版間の層間変位が最大となる時刻	中部 2 節点, 下部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 2	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		上部構造における各側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻	(上部構造に隣接する側面地盤水平土圧+上部構造側壁の慣性力)×上部構造のアーム長の積算値
時刻 3					
時刻 4	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻	底面地盤せん断応力の積算値
時刻 5	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の水平荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤水平土圧と上部構造側壁の慣性力の積算値
時刻 6					
時刻 7	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻	上部 2 節点, 中部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 8	曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の上部荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤の上半分の水平土圧と側壁の慣性力の積算値
時刻 9					

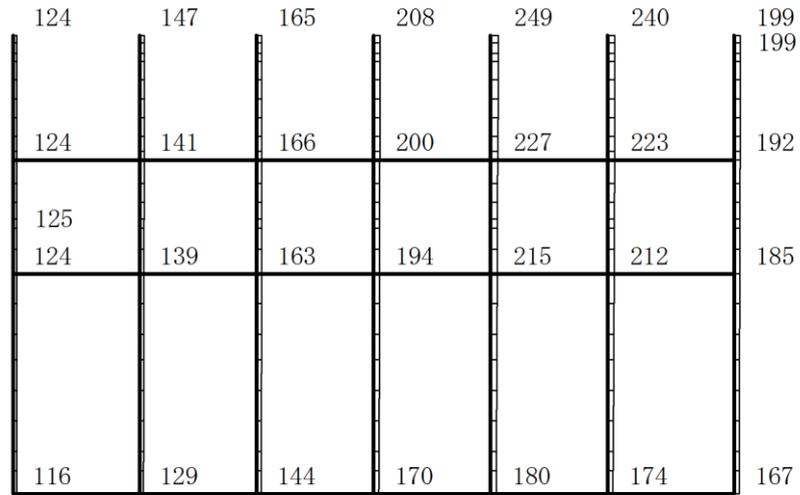


注：図中の矢印は荷重の作用方向を示す。

図 3-13 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
 (A-A断面, 解析ケース④, S_s-D (-+))



(水平)

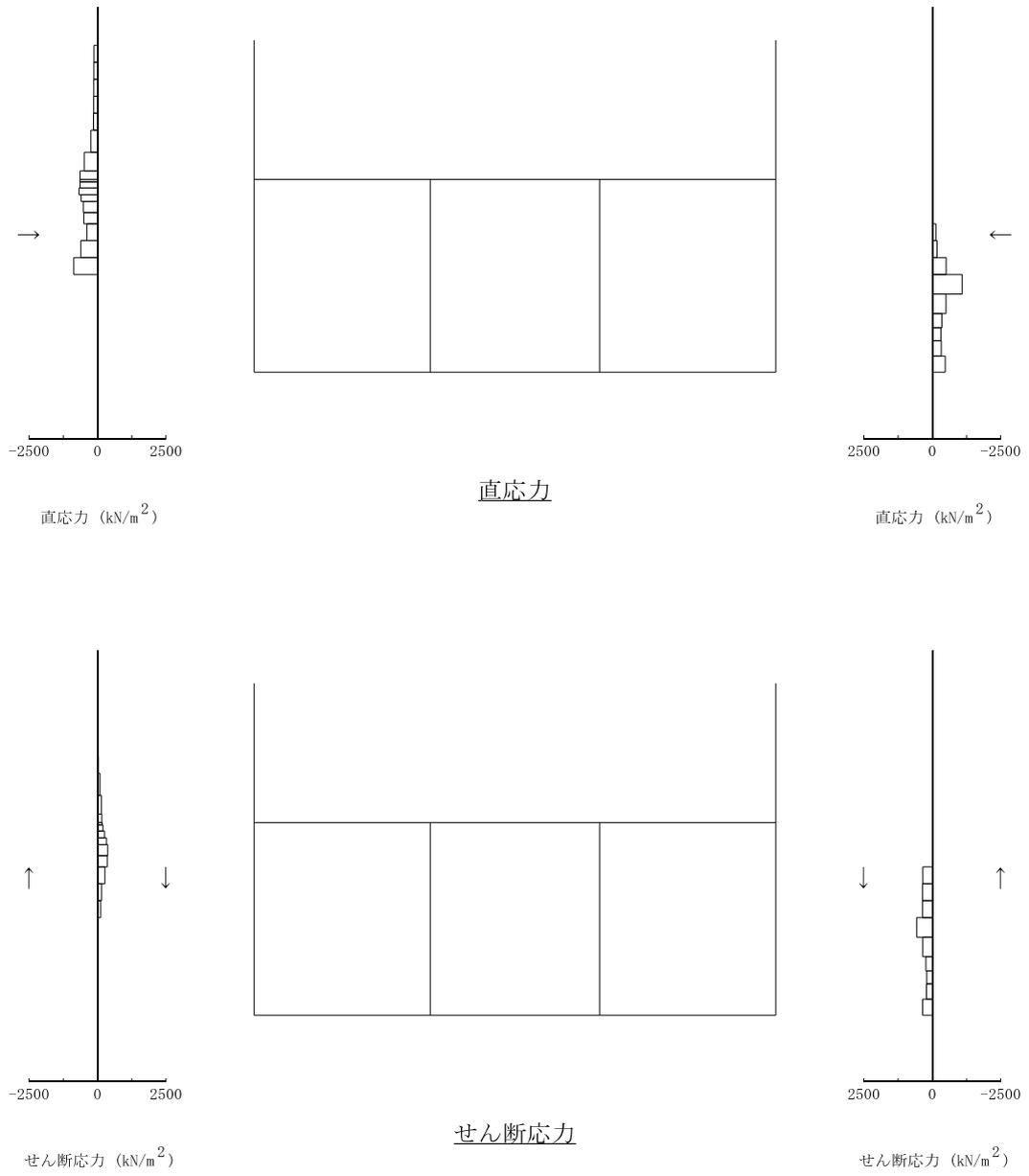


(鉛直)

構造スケール 0 2(m)

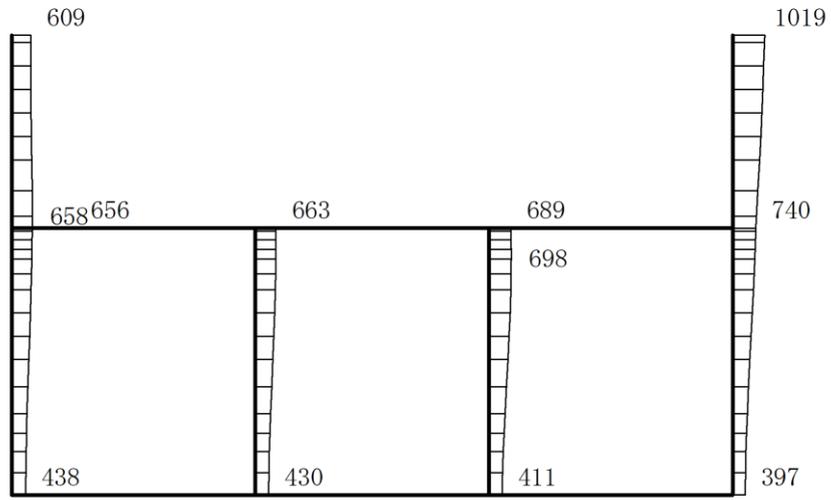
応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 3-14 作用荷重分布図 (加速度)
(A-A断面, 解析ケース④, S_s-D (-+))

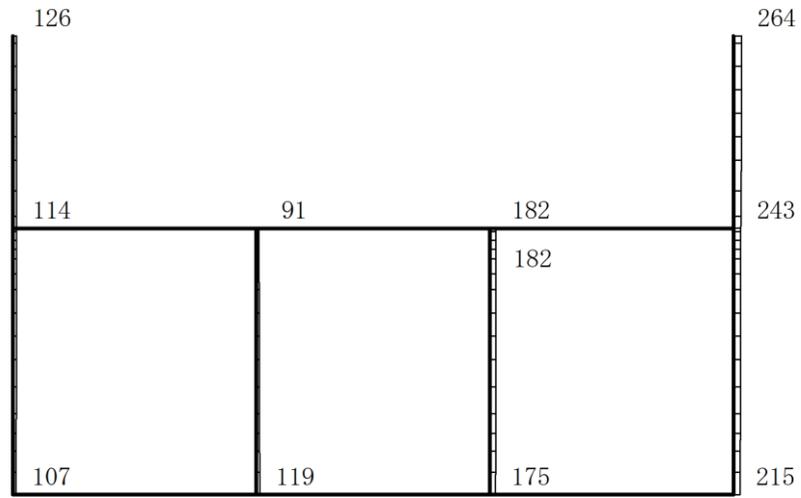


注：図中の矢印は荷重の作用方向を示す。

図 3-15 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
 （B-B断面，解析ケース④， $S_s - D (-+)$ ）



(水平)



(鉛直)

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 3-16 作用荷重分布図 (加速度)

(B-B断面, 解析ケース④, S_s-D (-+))



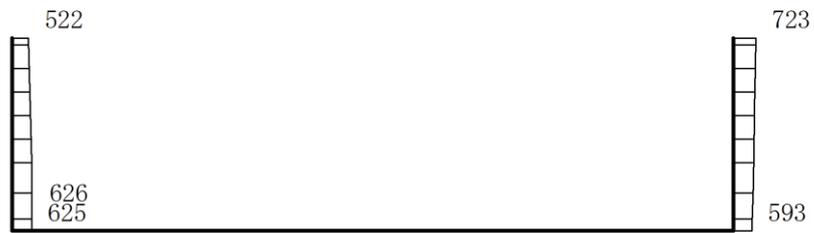
直応力



せん断応力

注：図中の矢印は荷重の作用方向を示す。

図 3-17 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
（C-C断面，解析ケース④，S_s-D（-+））



(水平)



(鉛直)

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 3-18 作用荷重分布図 (加速度)
(C-C 断面, 解析ケース④, S s - D (-+))

(3) 入力荷重

3次元構造解析の入力荷重は、設計値及びVI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」より得られた地震応答解析に基づく「(2) 照査時刻」で選定した照査時刻における応答値を用いて算定する。地震時荷重は地震応答解析から抽出した荷重を各エリア奥行方向に一様に載荷する。入力荷重の一覧を表3-7に示す。

表3-7 3次元構造解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
常時荷重	固定荷重	躯体自重，機器・配管系荷重，浸水防止設備荷重及び竜巻防護対策設備荷重
	積載荷重	躯体に作用する積載荷重
	常時土圧	躯体側面に作用する常時土圧
	常時水圧（内水）	躯体に作用する常時水圧
	常時水圧（外水）	躯体に作用する常時水圧
地震時荷重	慣性力	躯体，機器・配管，浸水防止設備及び竜巻防護対策設備に作用する慣性力
	地震時増分土圧	躯体側面に作用する地震時増分土圧
	地震時水圧増分（内水）	躯体に作用する地震時水圧増分
	地震時水圧増分（外水）	躯体に作用する地震時水圧増分

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては、構造部材を支持する基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

4. 構造部材の地震時応答

3次元構造解析に基づく各構造部材の地震時応答結果を示す。各部材位置を図4-1に、各部材の要素座標系を図4-2に、シェル要素における各要素の断面力の方向を図4-3に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査のうち、各部材のコンクリートの圧縮縁ひずみ、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみに対して最大照査値となる評価時刻でのひずみ分布を図4-4～図4-6に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力分布を図4-7～図4-12に示す。

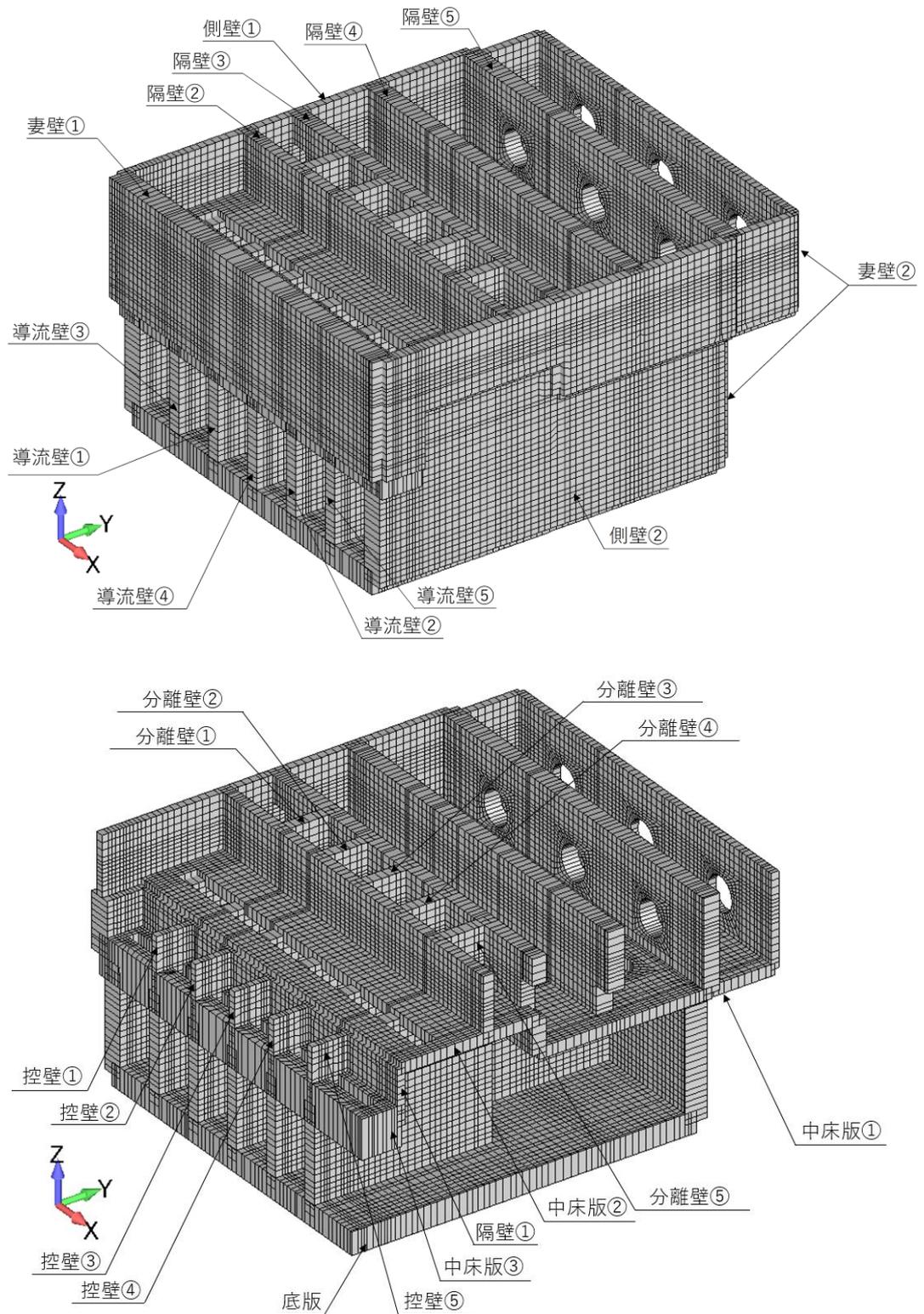
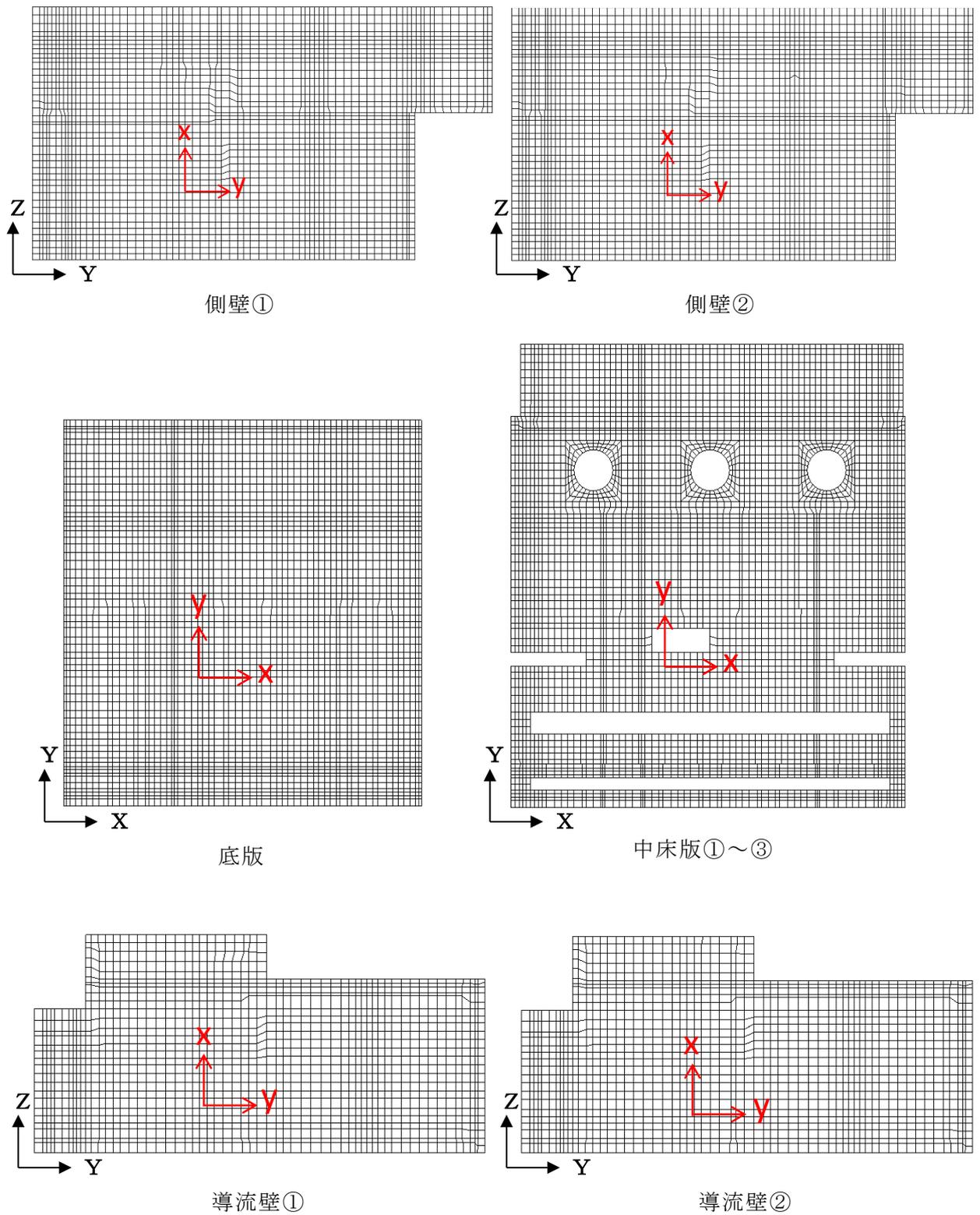


図 4-1 評価部位の位置*

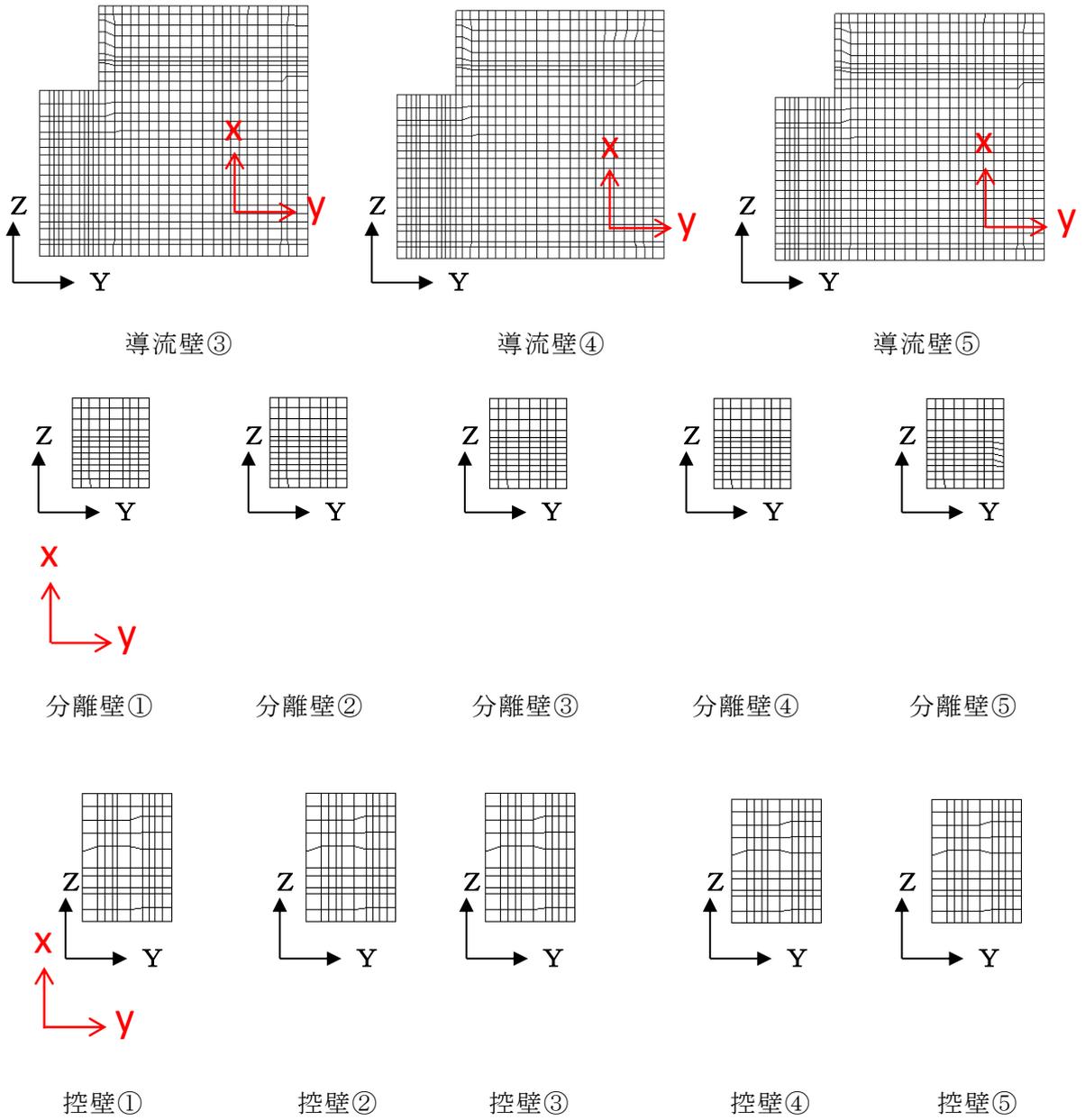
注記*：部材位置を説明するための図であり，解析モデルとは異なる。



黒 (X, Y, Z) : 全体座標系を示す。

赤 (x, y) : 要素座標系を示す。

図 4-2 (1) 各部材の要素座標系



黒 (Y, Z) : 全体座標系を示す。
 赤 (x, y) : 要素座標系を示す。

図 4-2 (2) 各部材の要素座標系

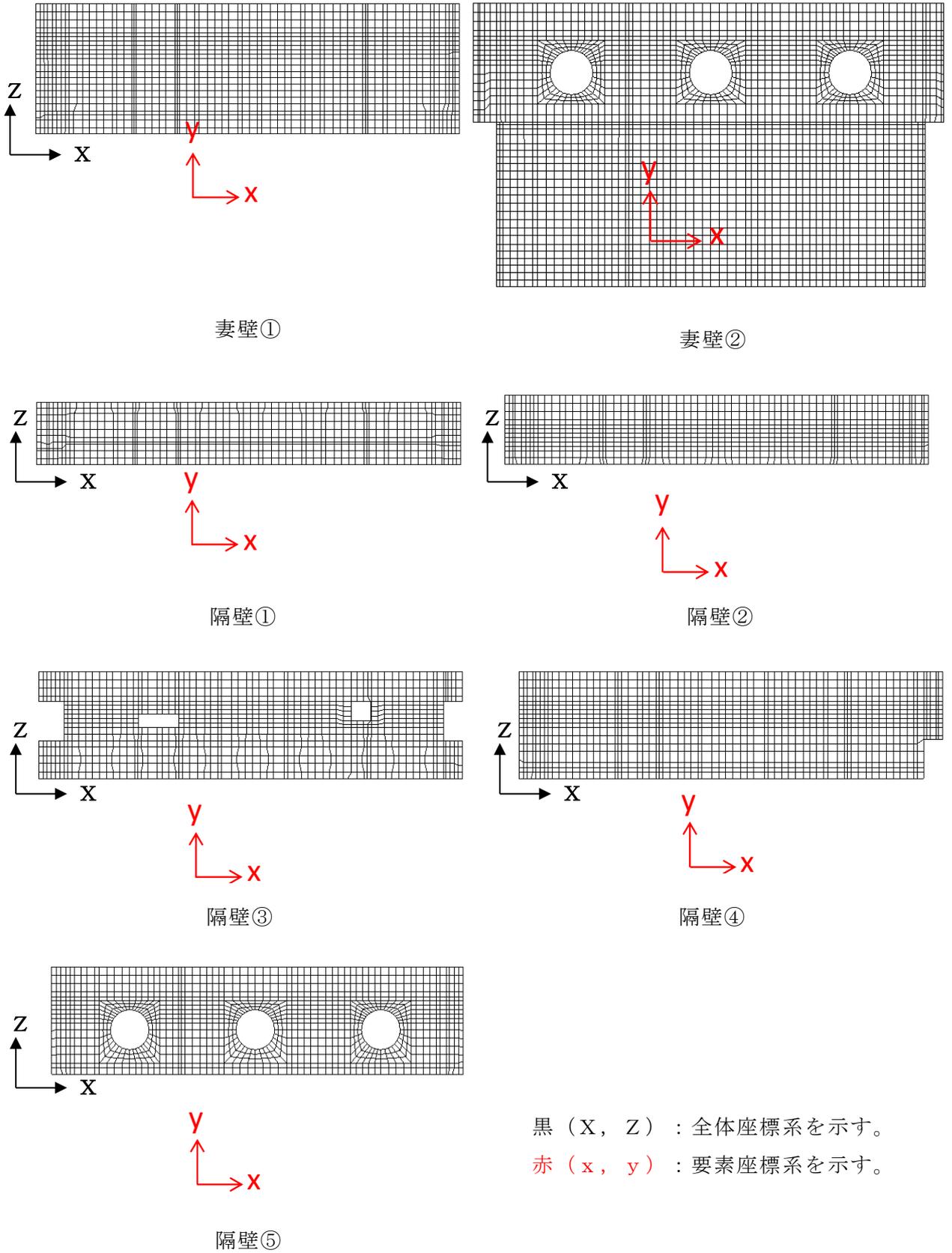
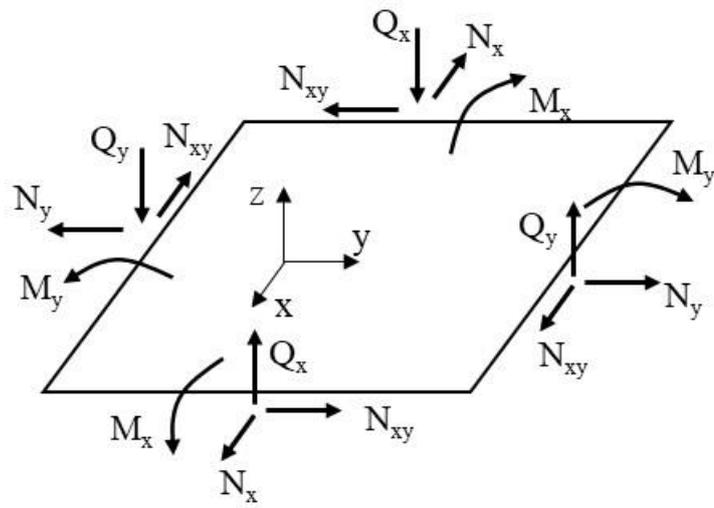


図 4-2 (3) 各部材の要素座標系



M_x, M_y : 曲げモーメント
 Q_x, Q_y : せん断力
 N_x, N_y : 軸力
 N_{xy} : 面内せん断力

図 4-3 シェル要素における断面力の方向

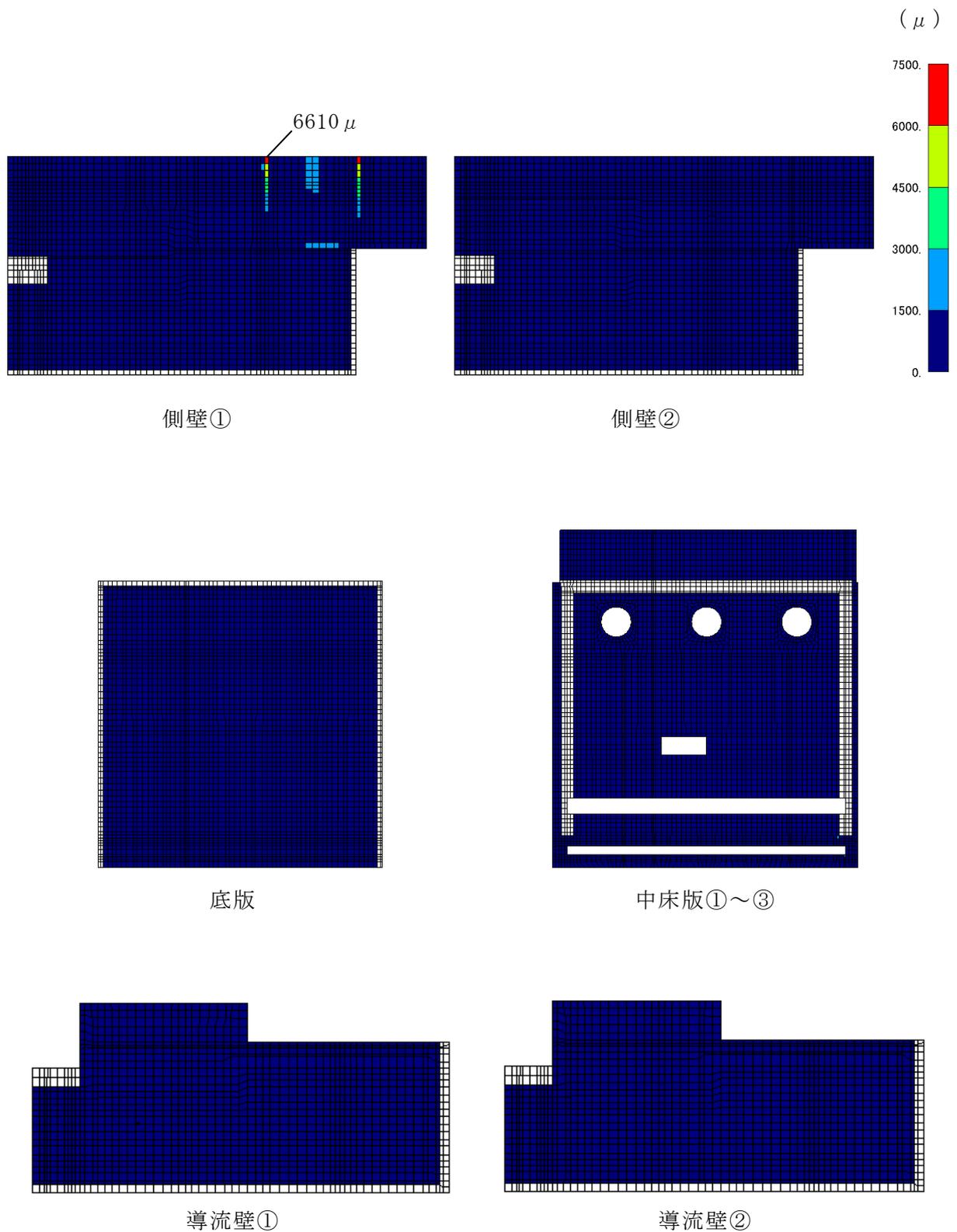


図 4-4 (1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

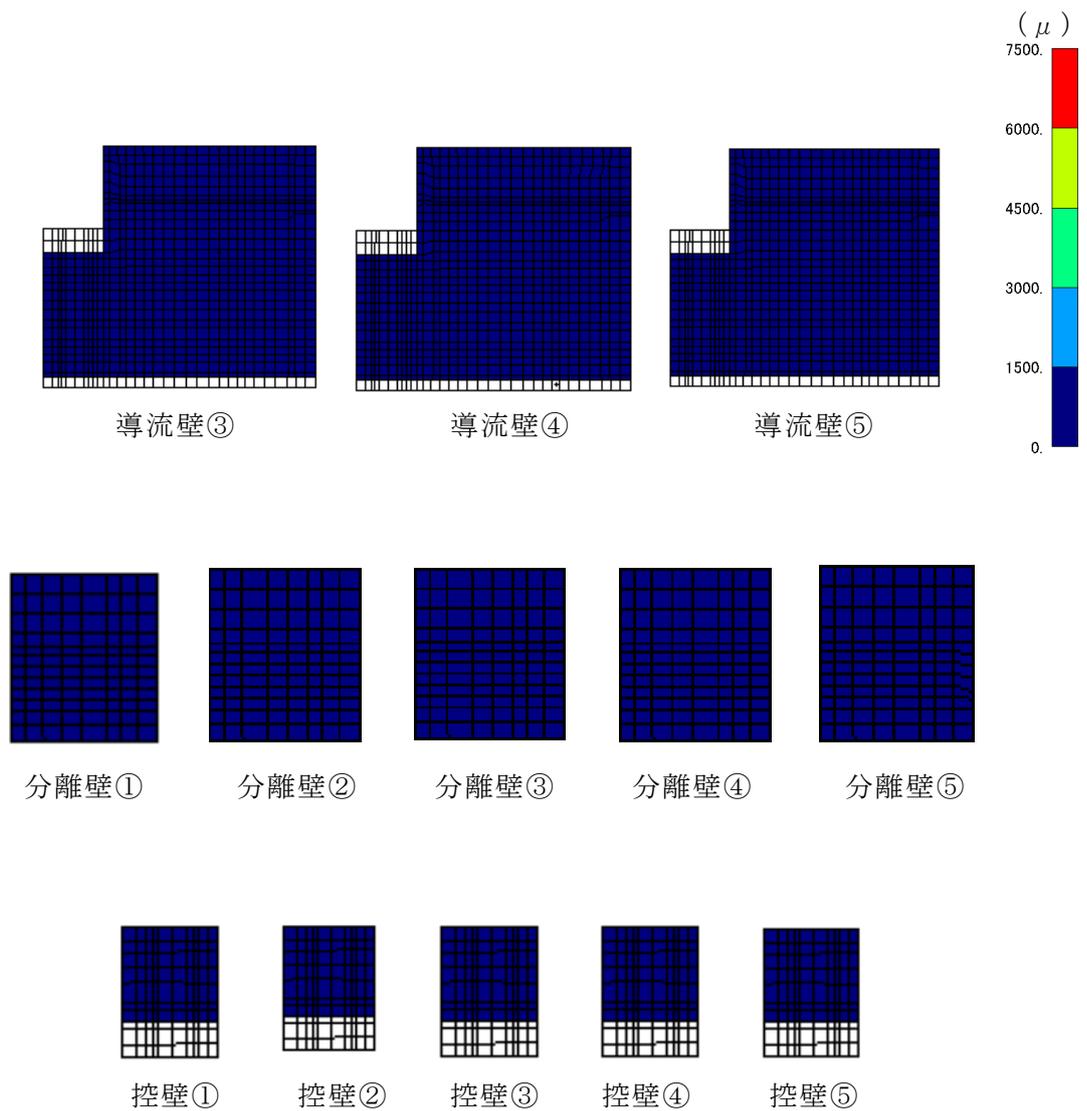


図 4-4 (2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, S s - D (-+))

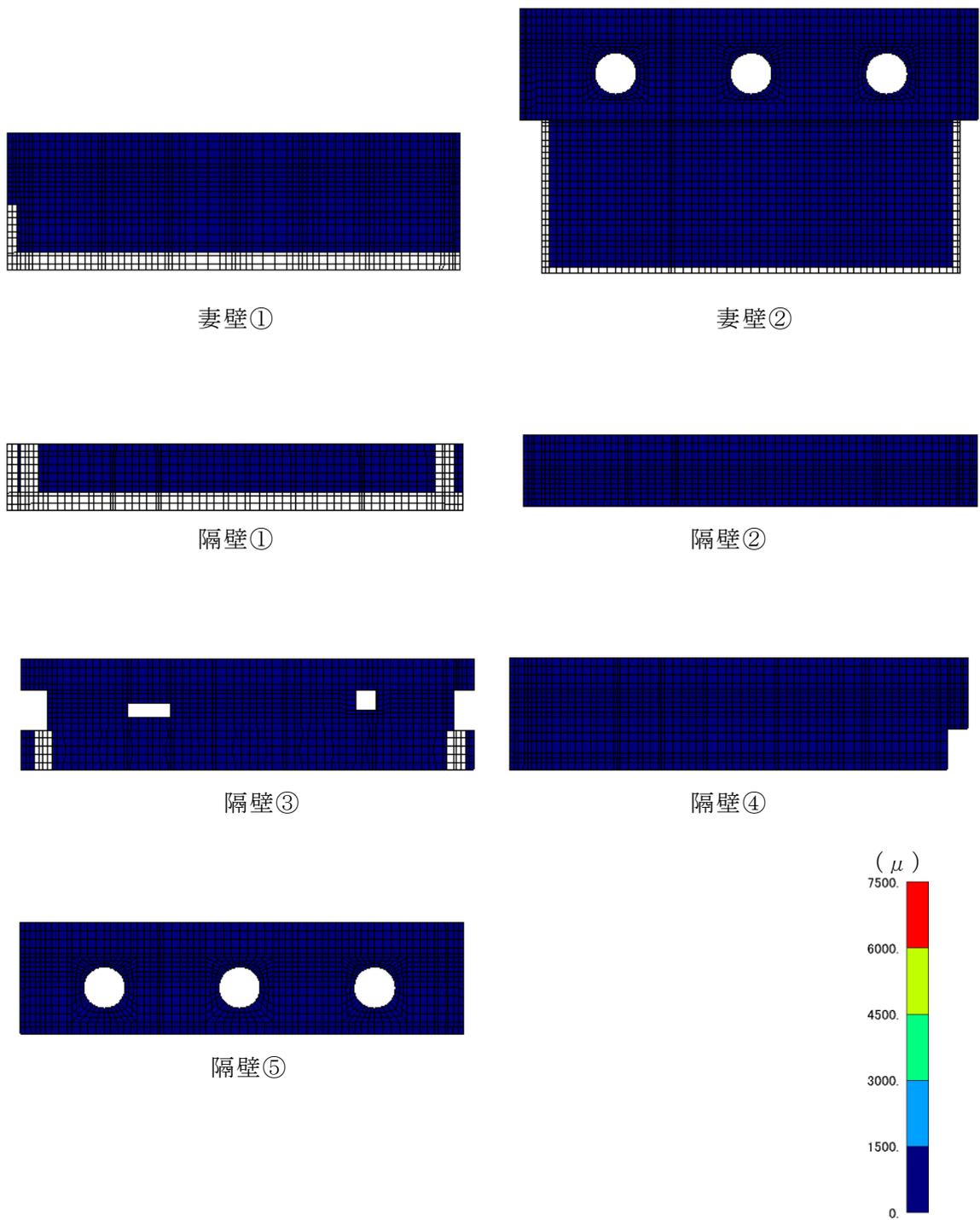


図 4-4 (3) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

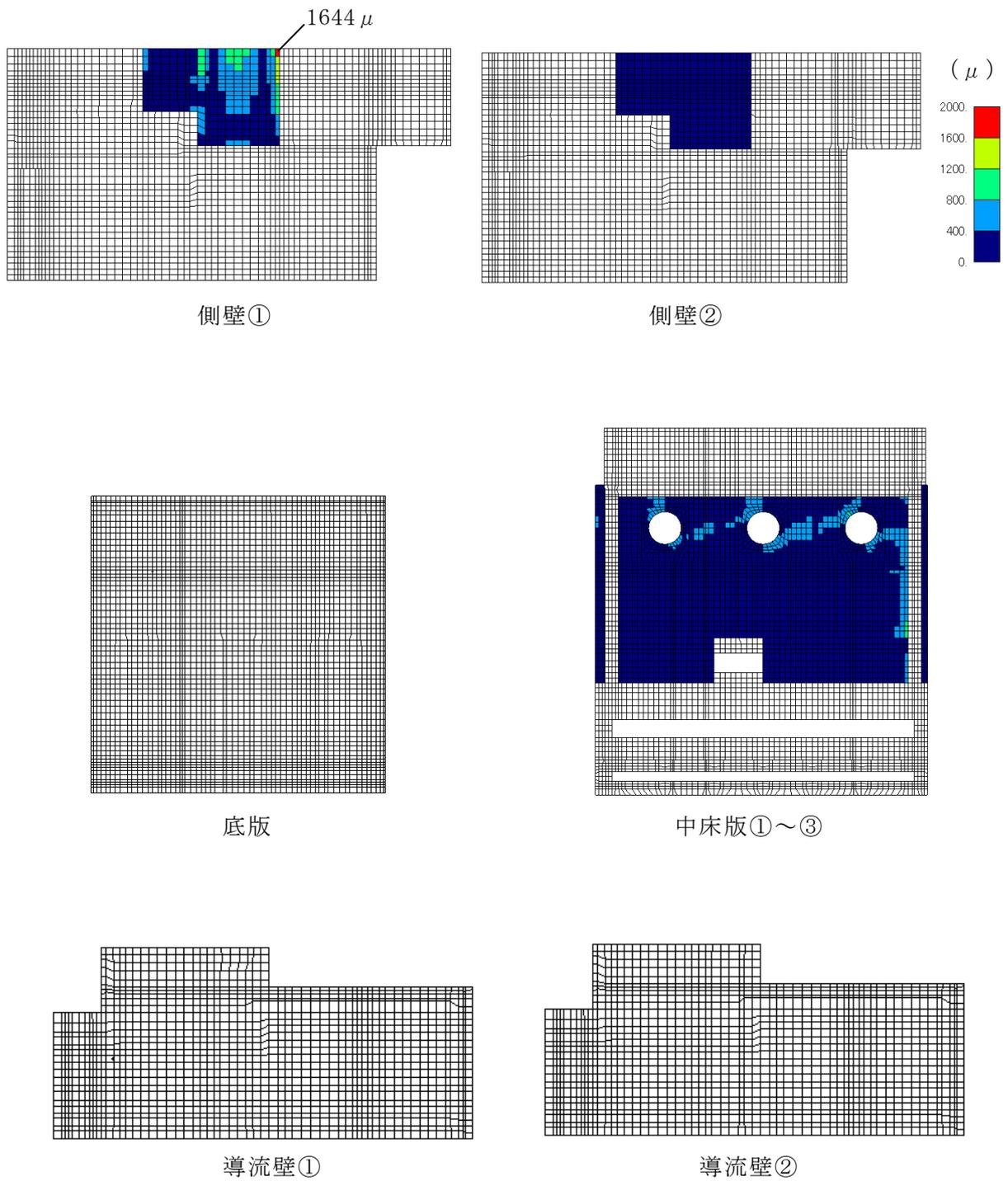


図 4-5 (1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

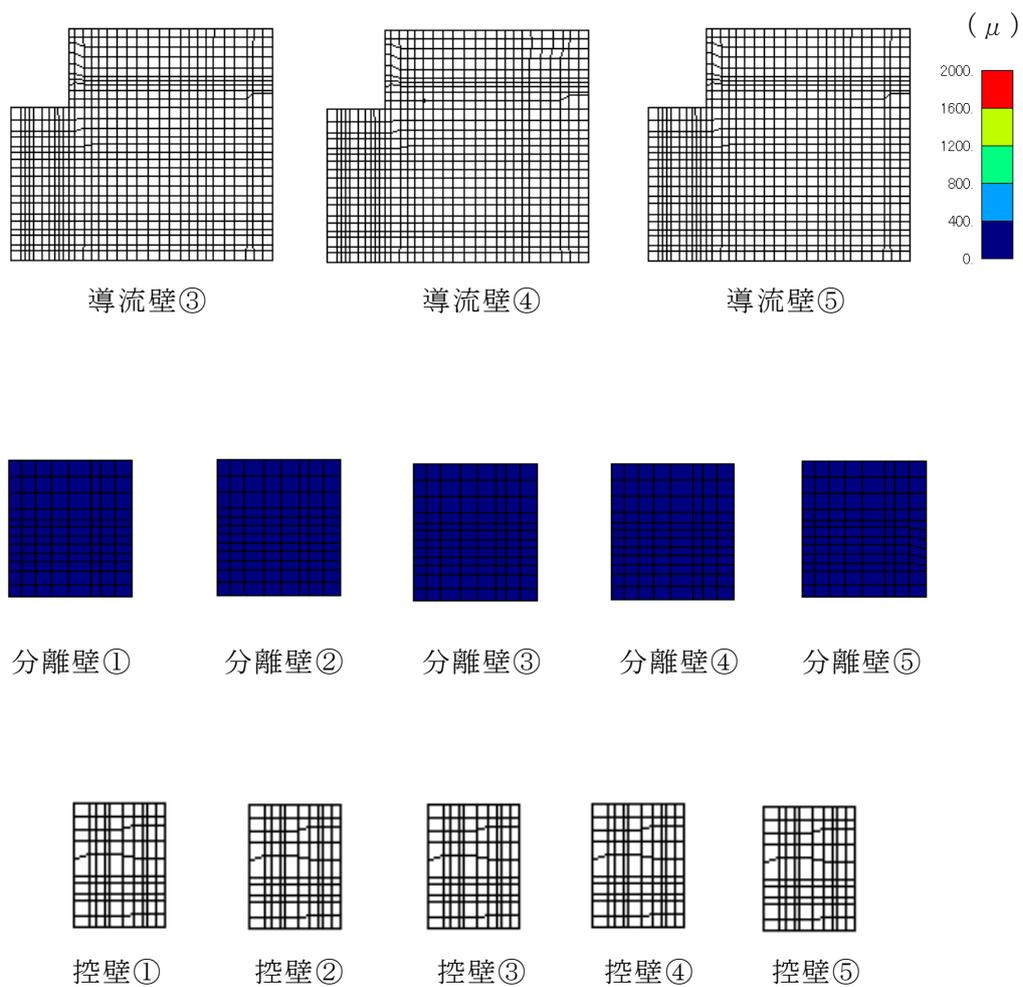


図 4-5 (2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, S_s-D (-+))

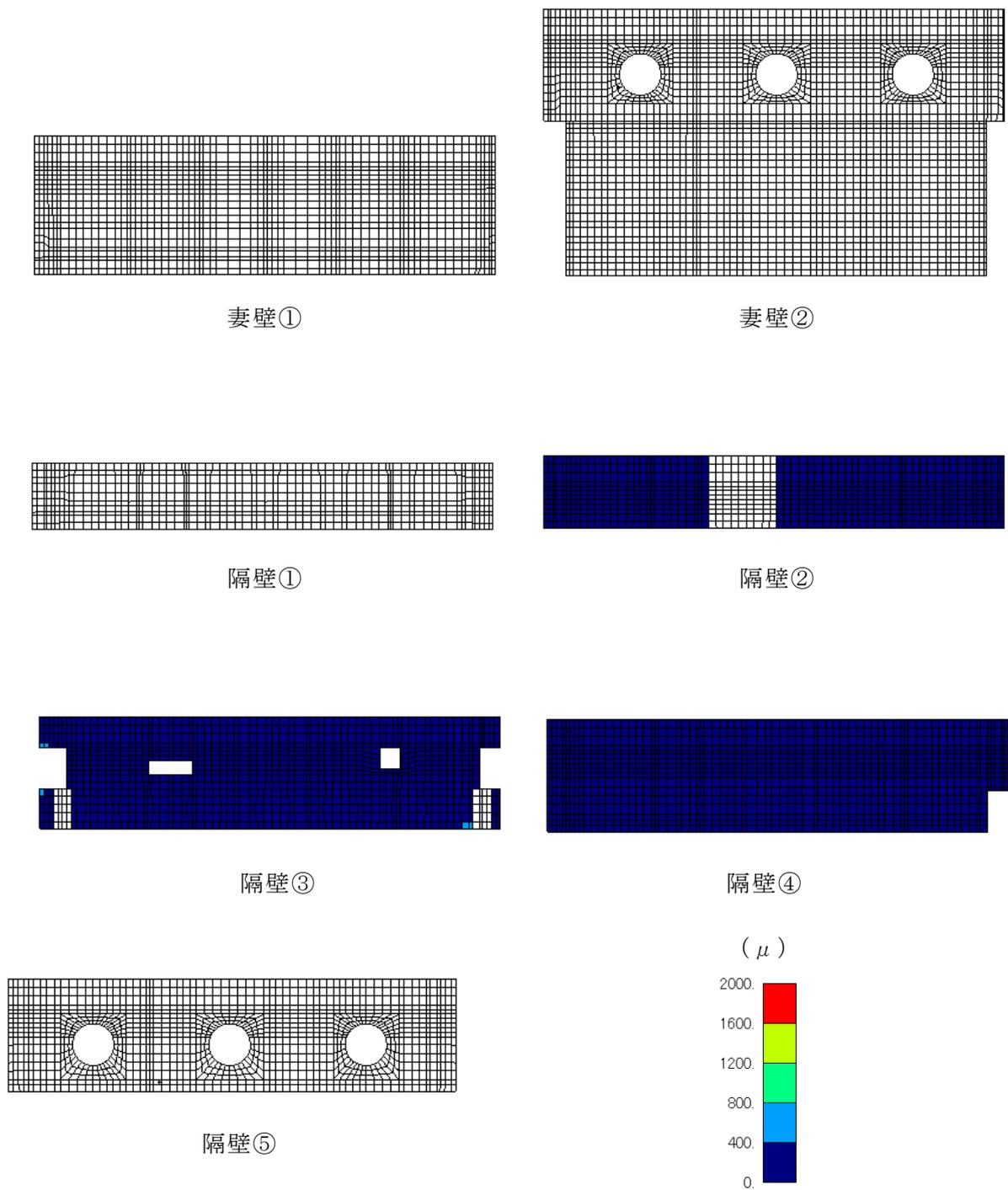


図 4-5 (3) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

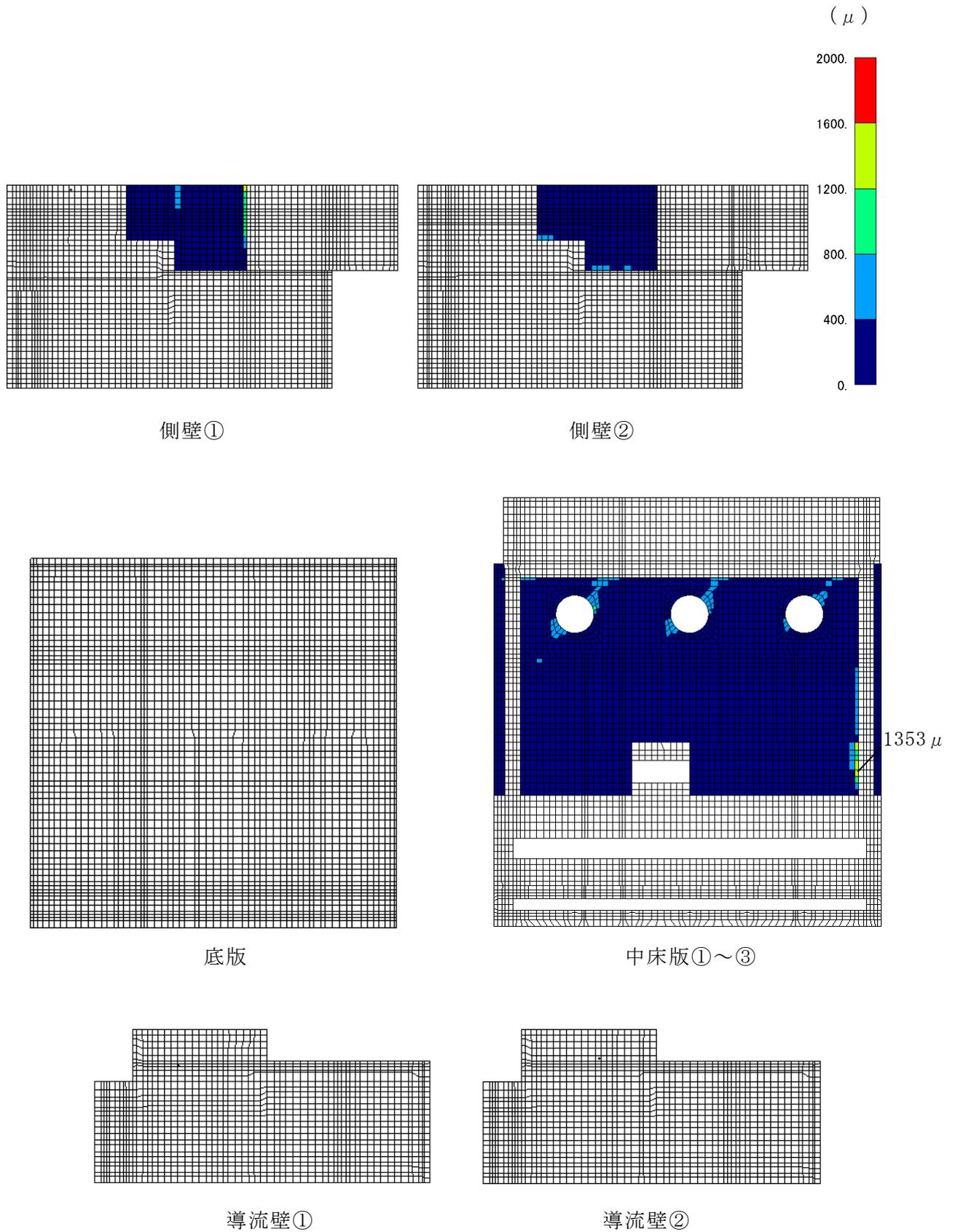


図 4-6 (1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (主筋ひずみ)
(中床版, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

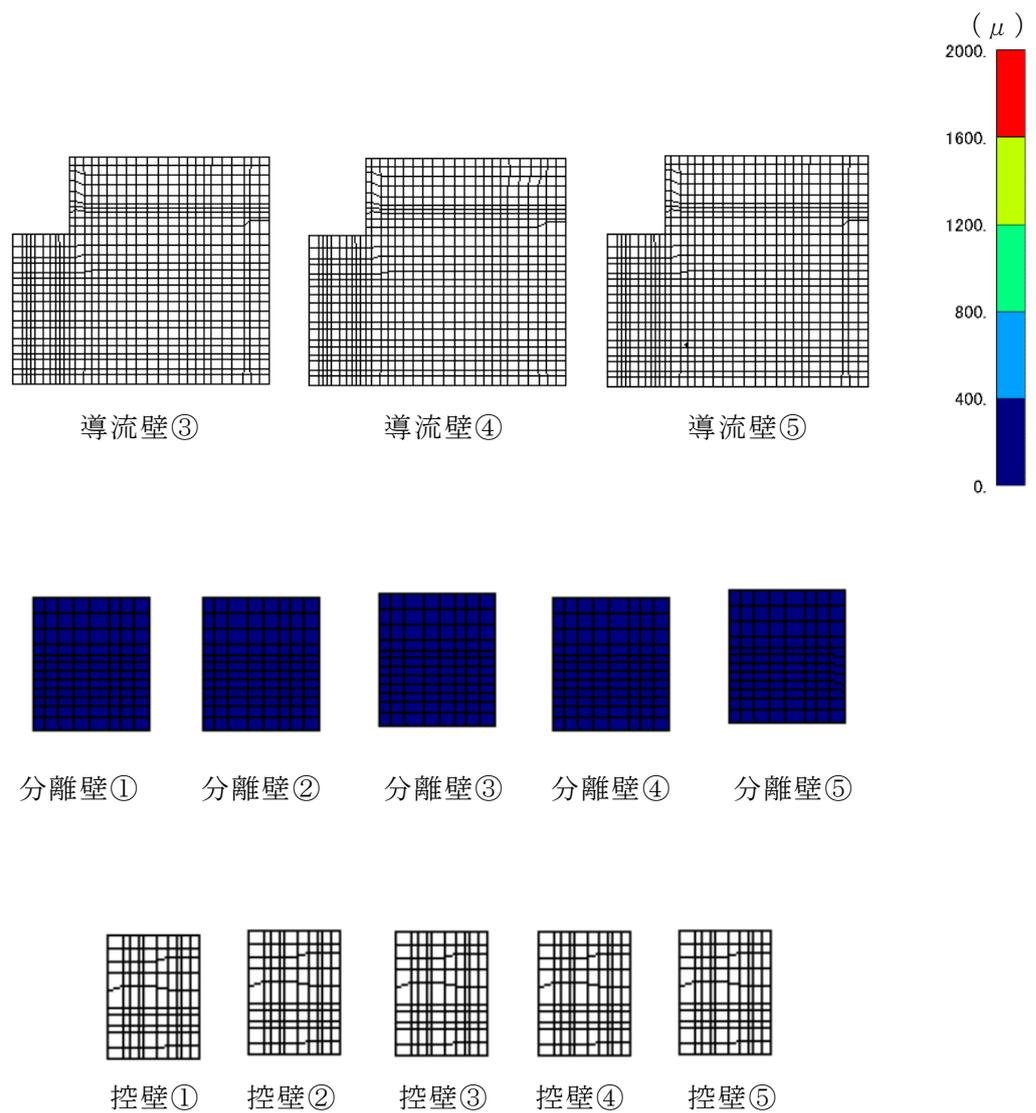


図 4-6 (2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (主筋ひずみ)
 (中床版, 解析ケース②, S s - D (-+))

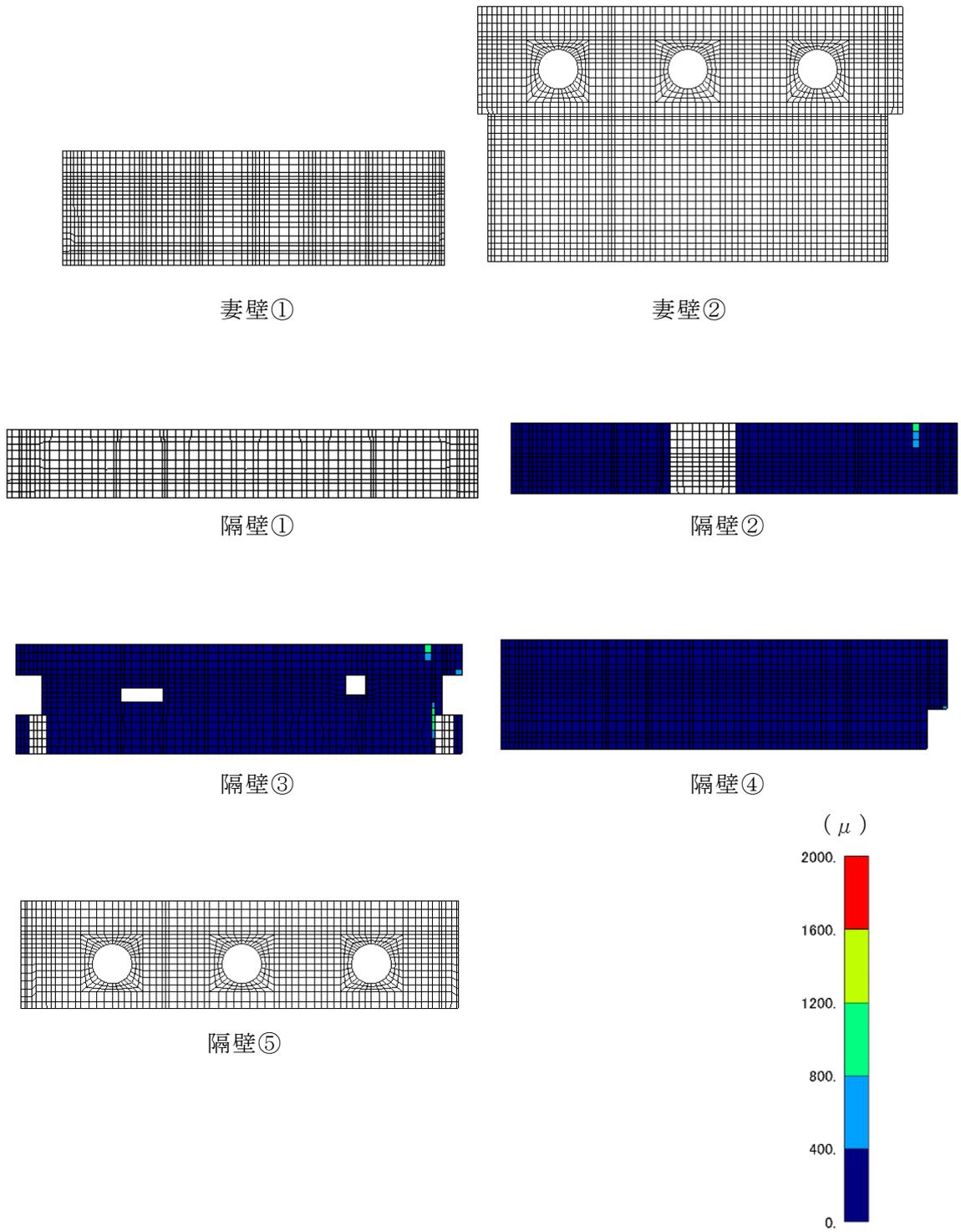


図 4-6 (3) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (主筋ひずみ)
(中床版, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

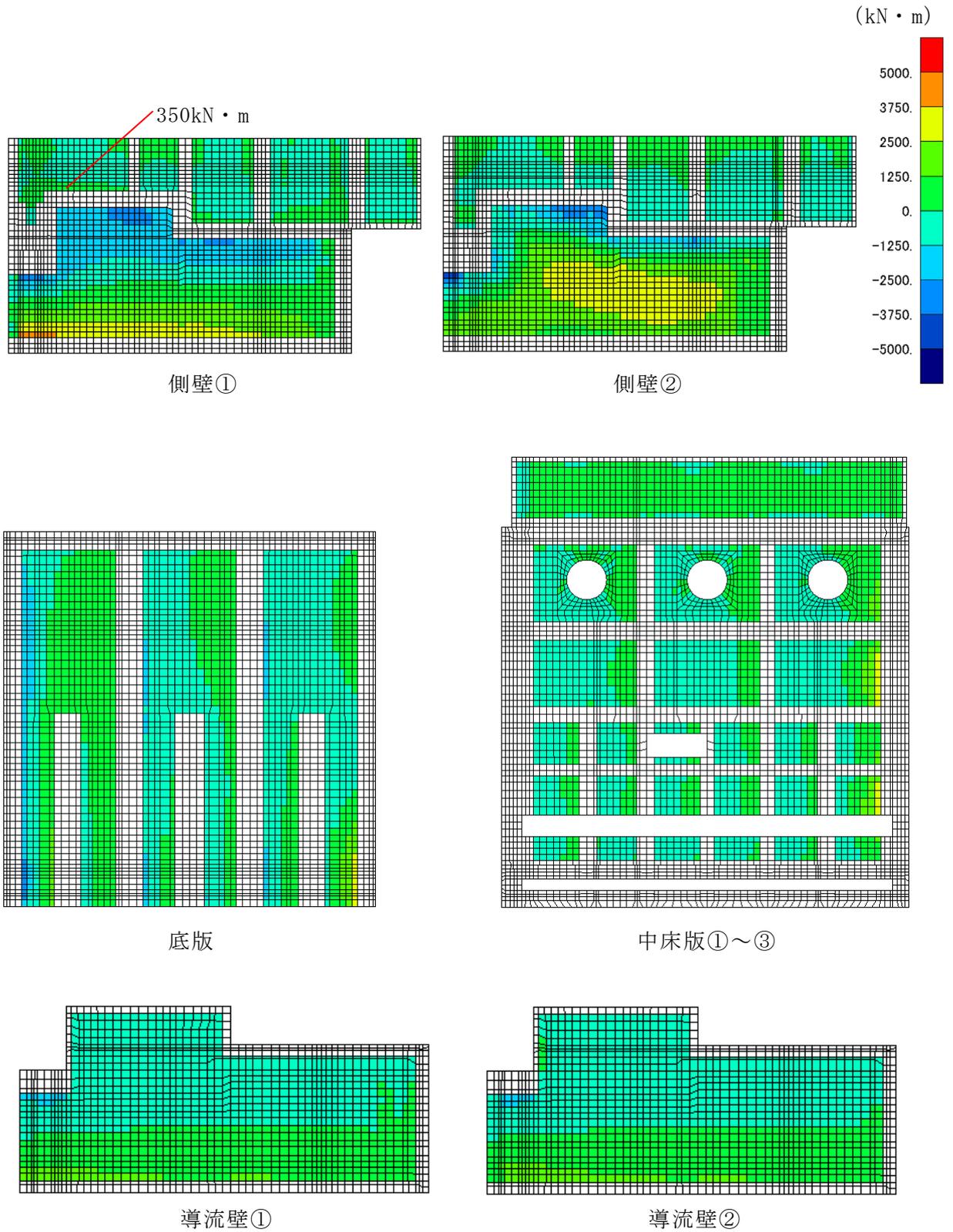


図 4-7 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN · m) : M_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

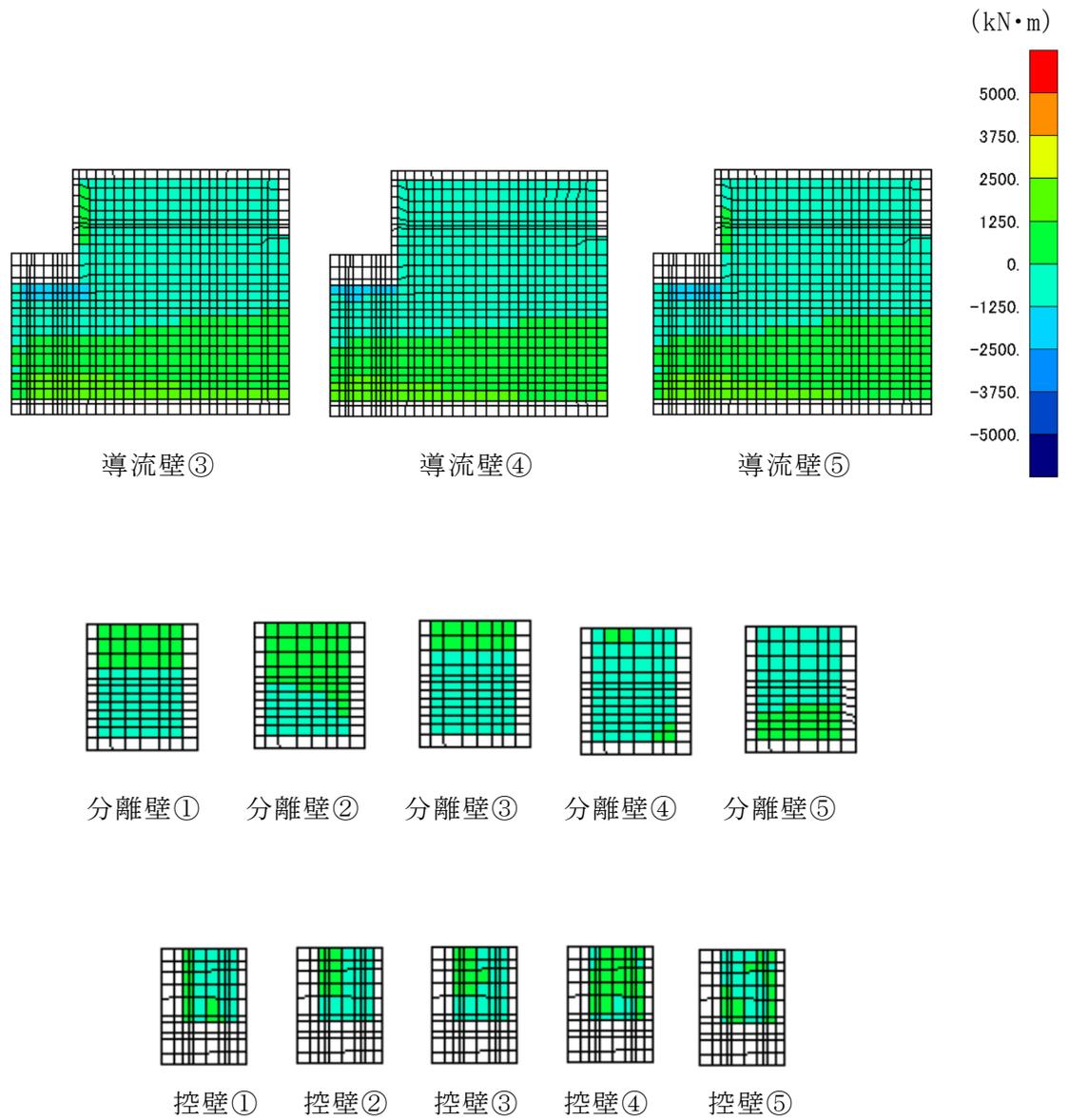


図 4-7 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m) : M_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

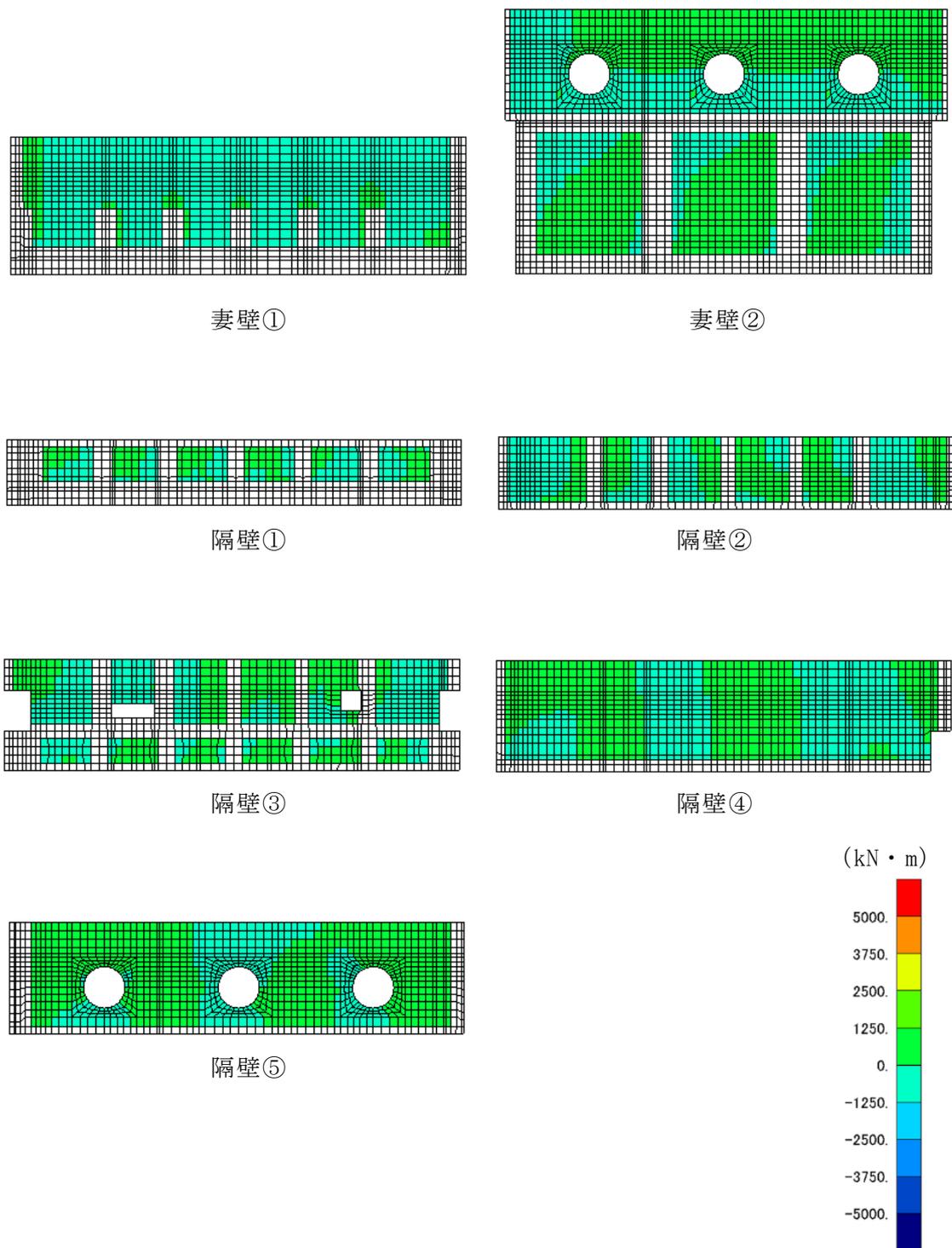


図 4-7 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$) : M_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

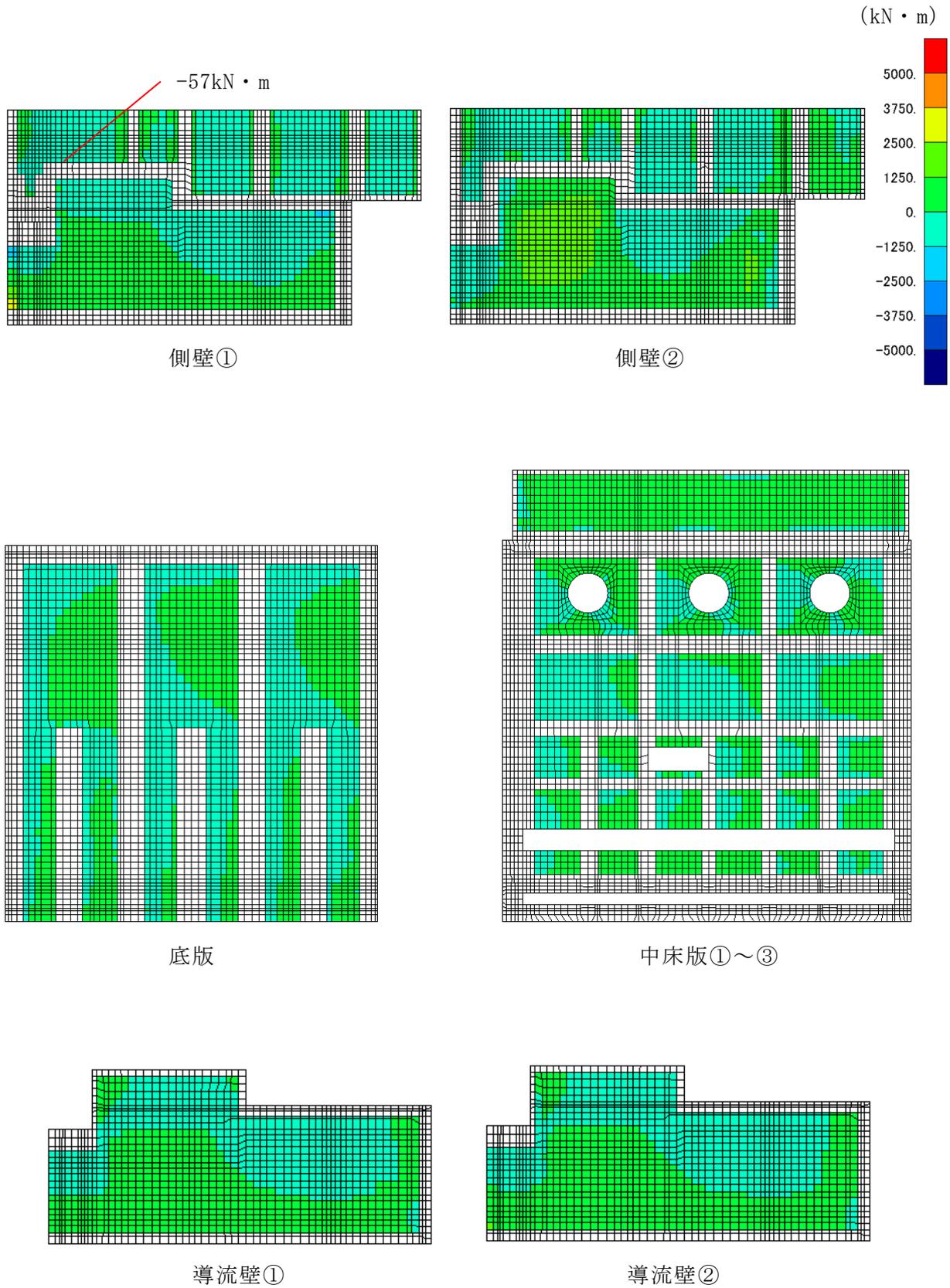


図 4-8 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN · m) : M_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

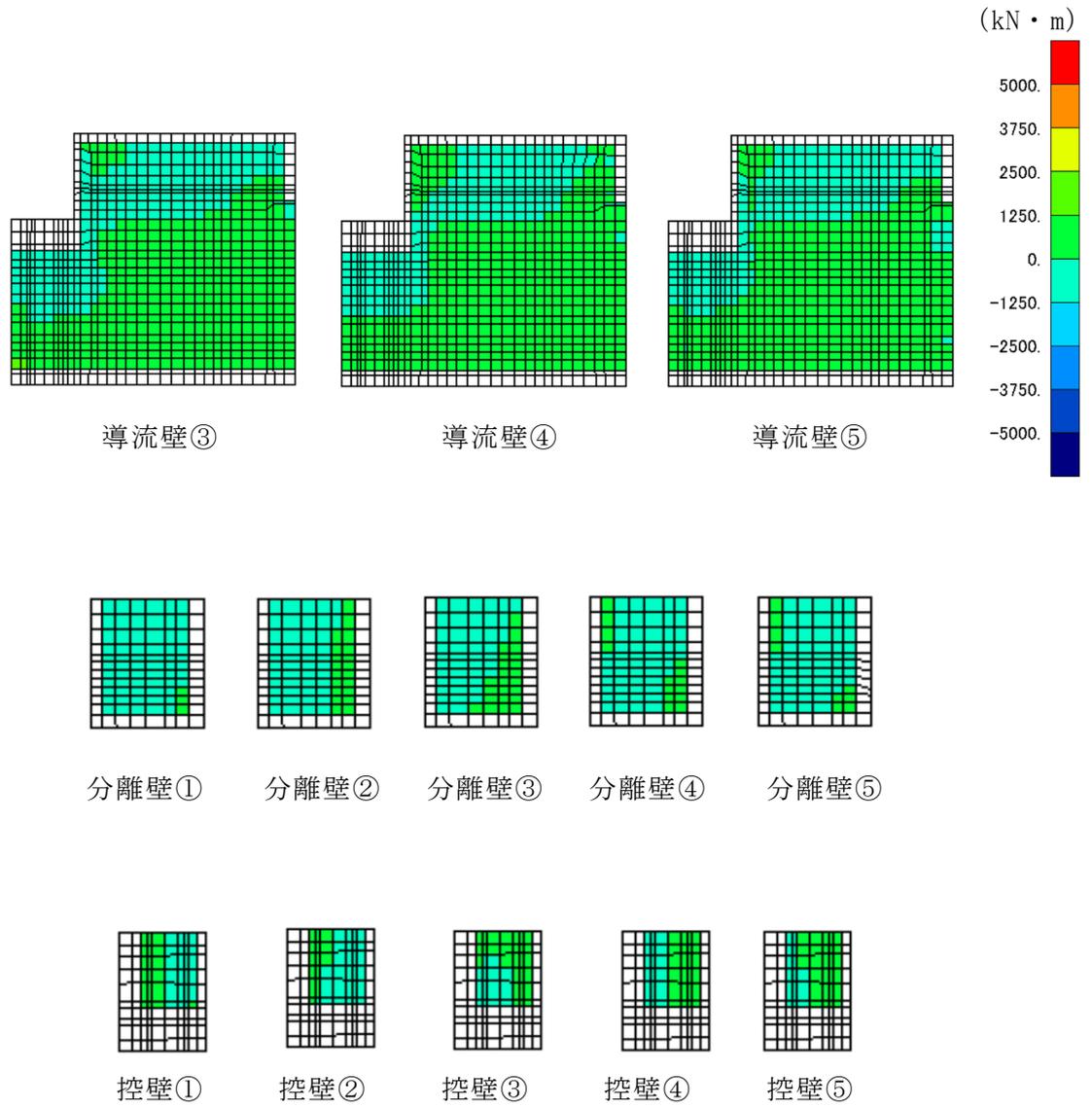


図 4-8 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN · m) : M_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

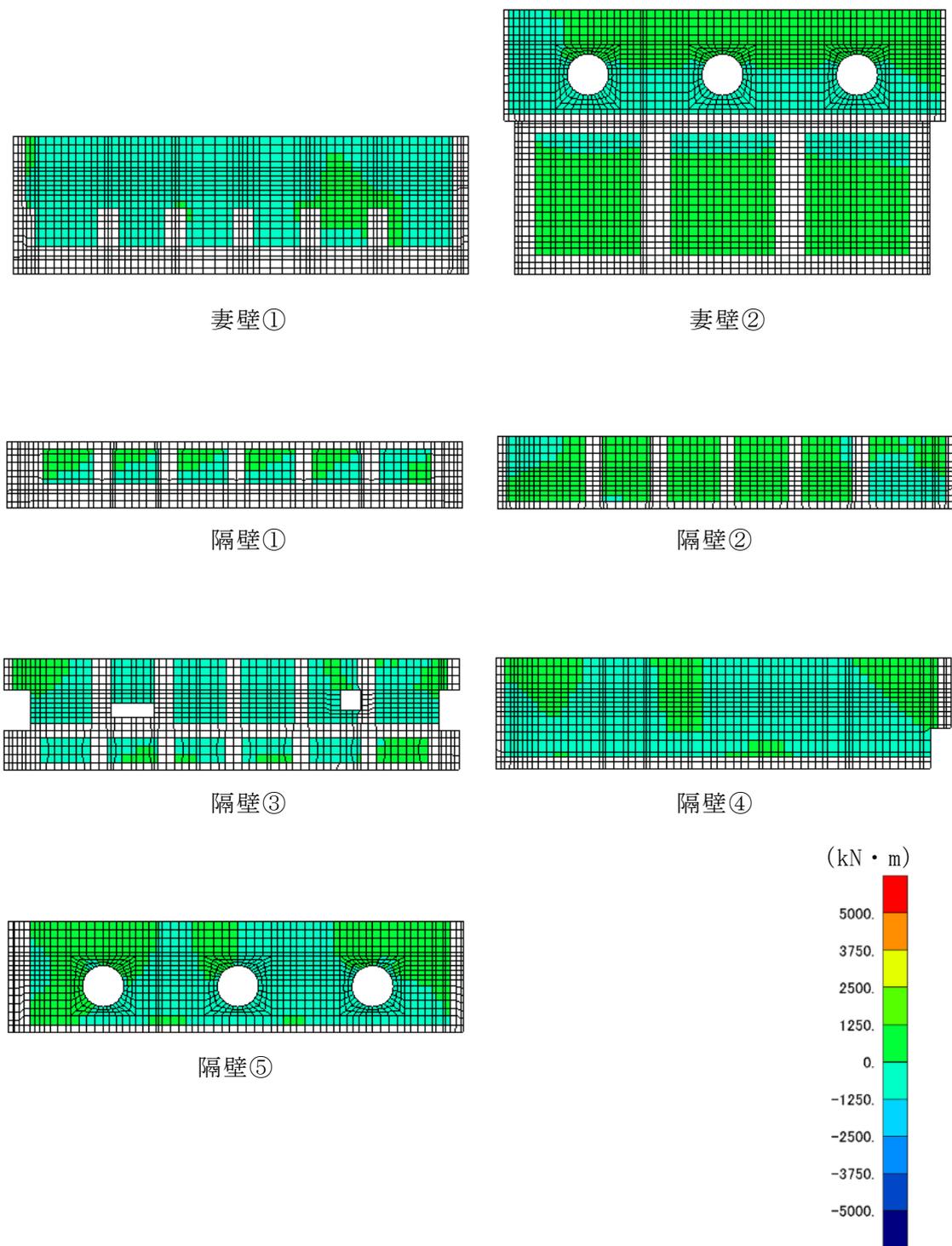


図 4-8 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN · m) : M_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

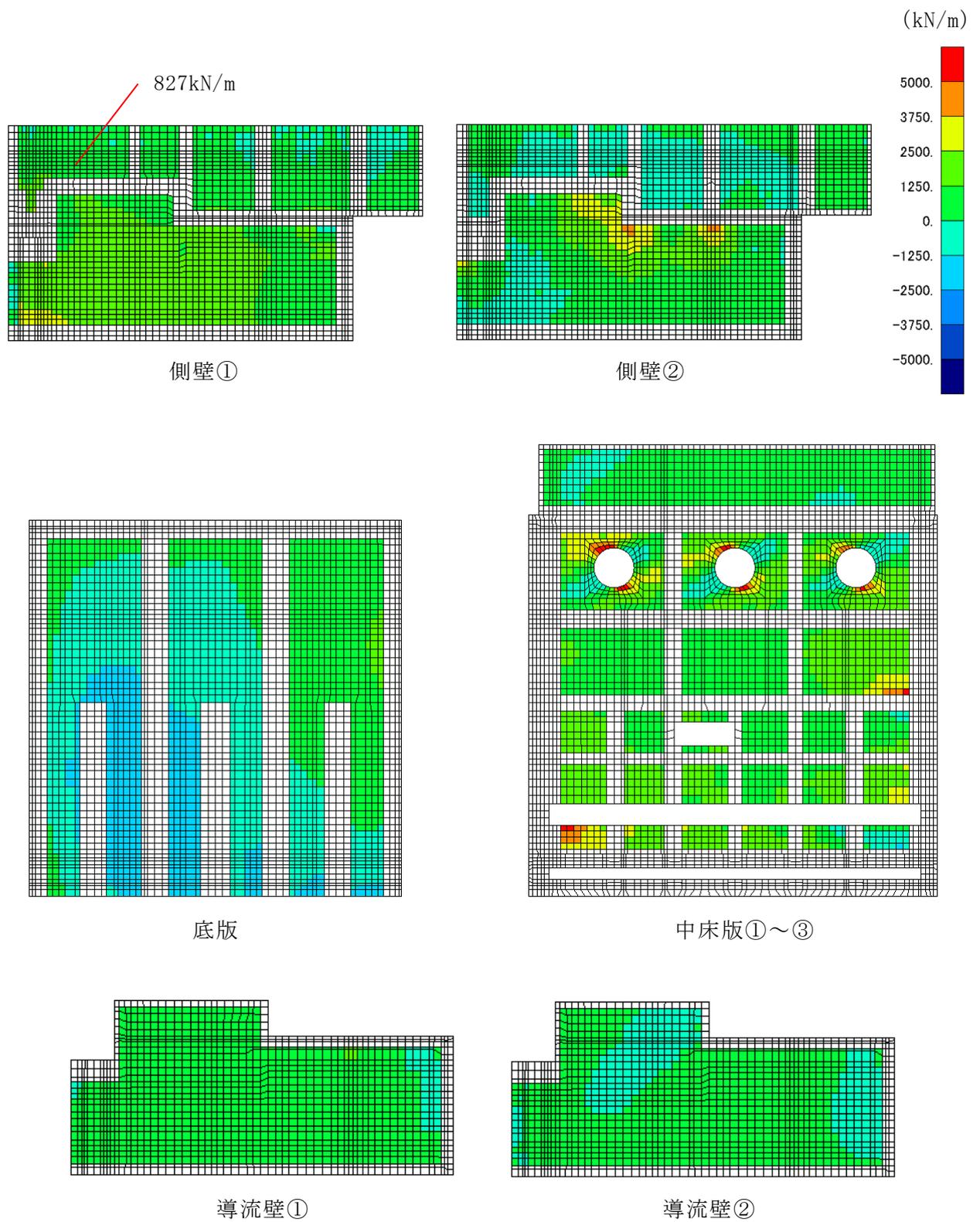


図 4-9 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

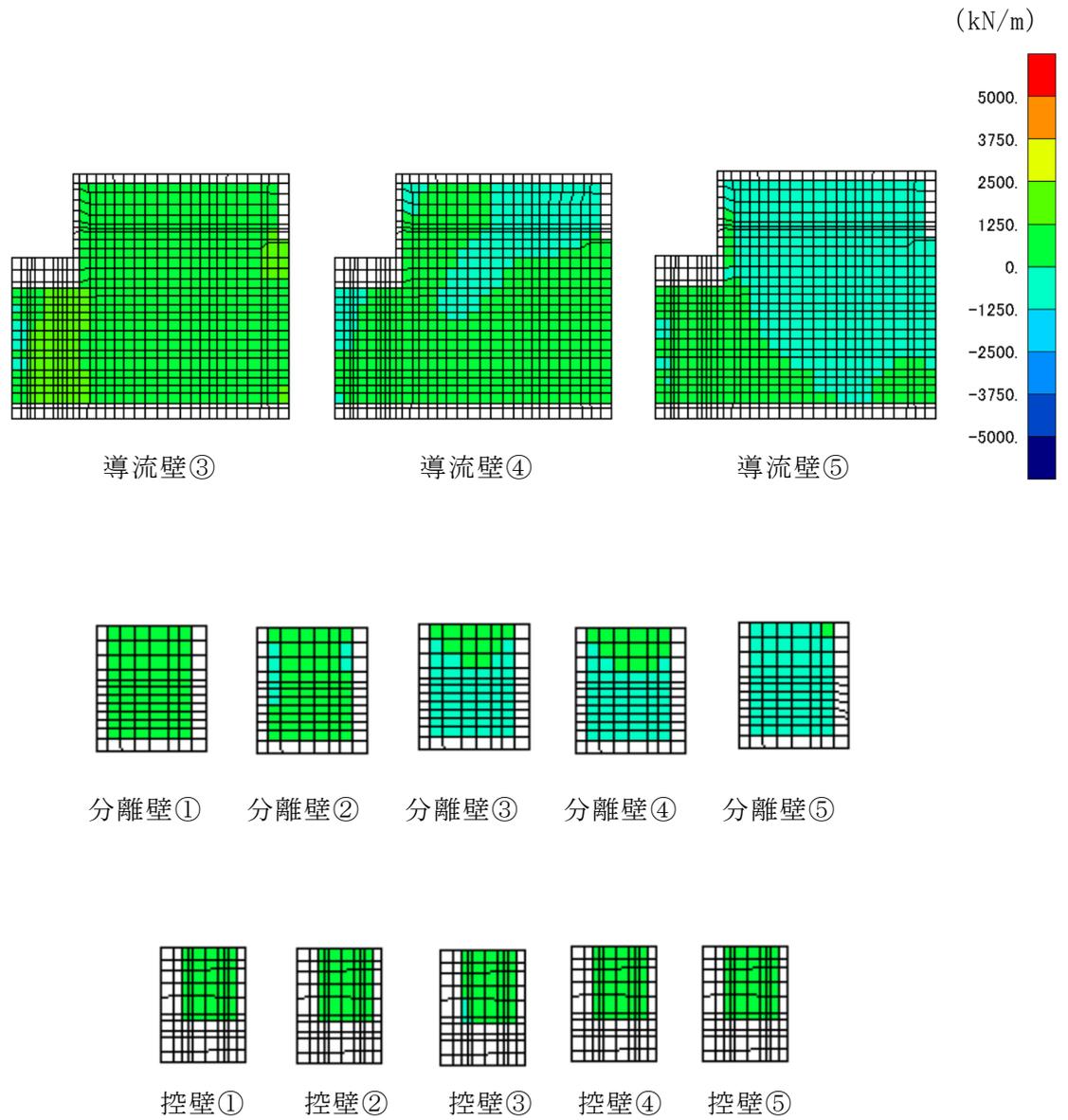


図 4-9 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

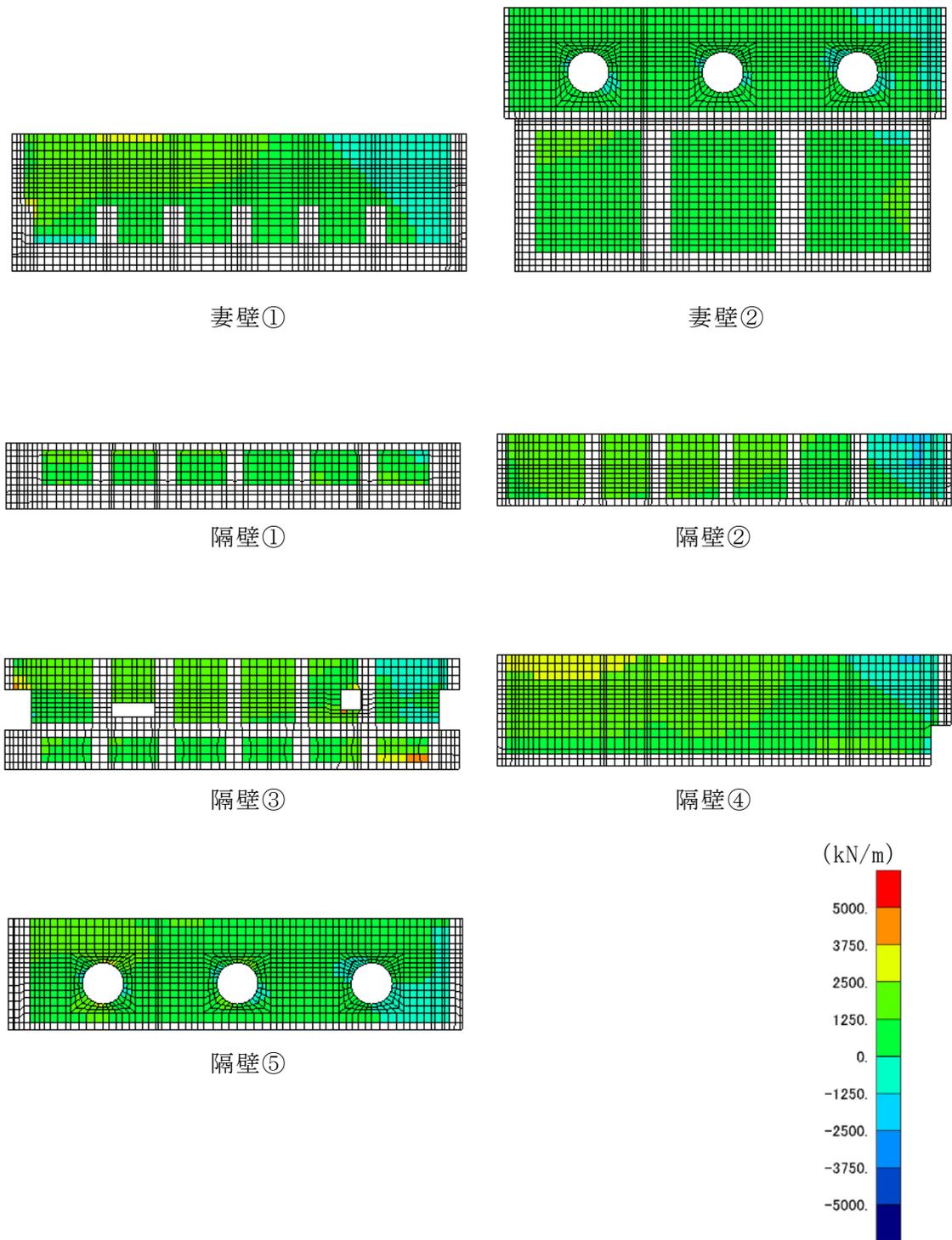


図 4-9 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

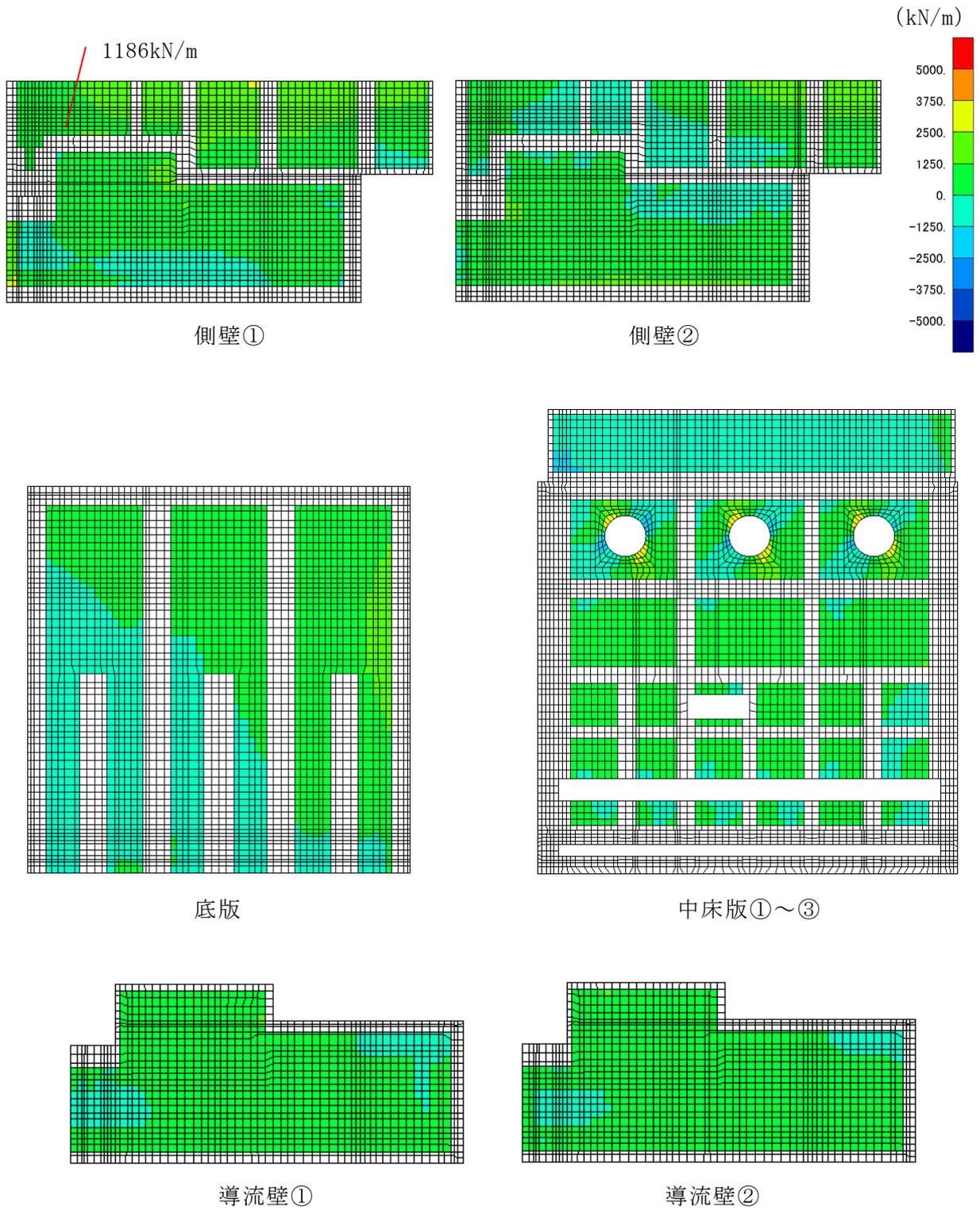


図 4-10 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

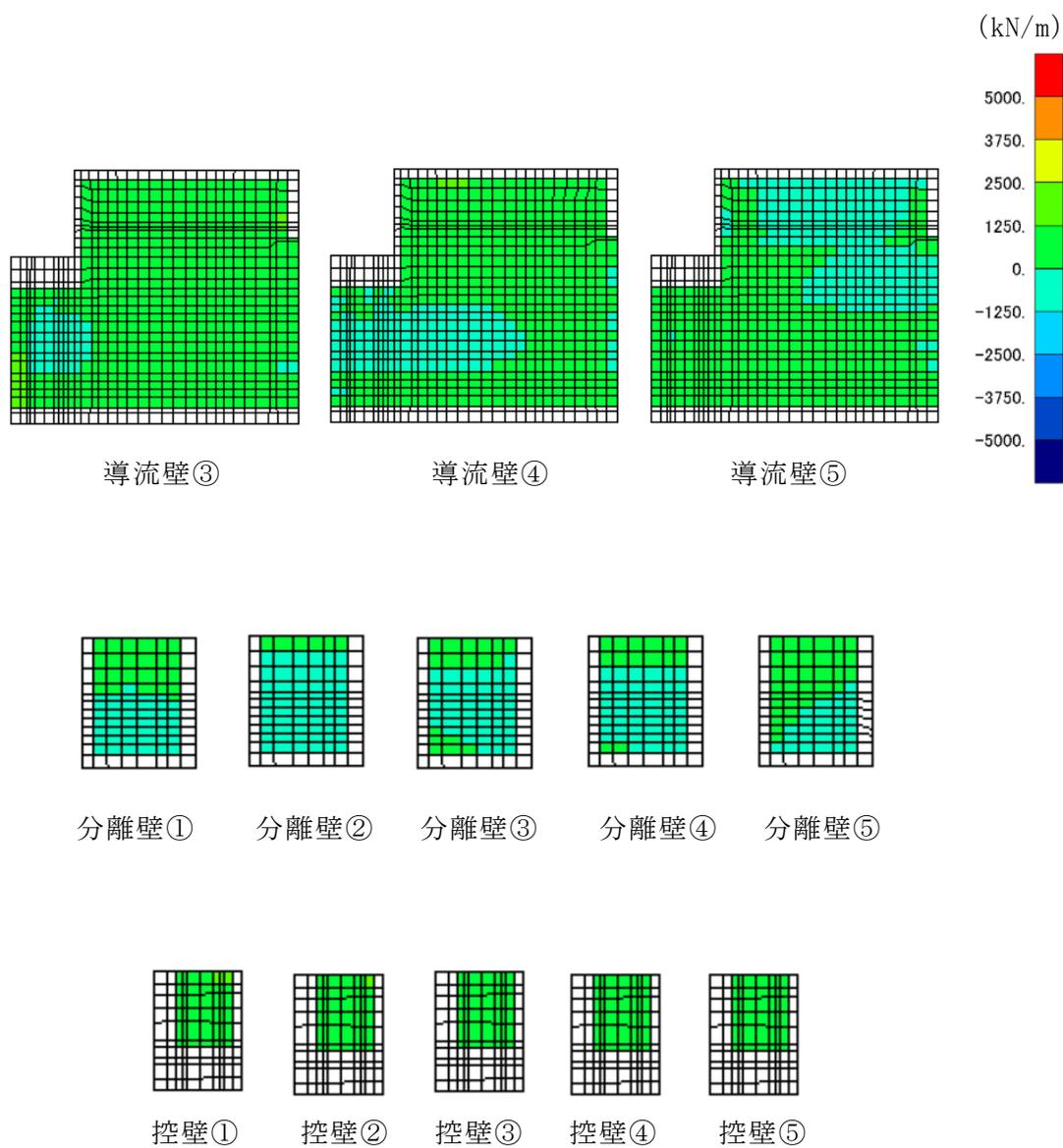


図 4-10 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

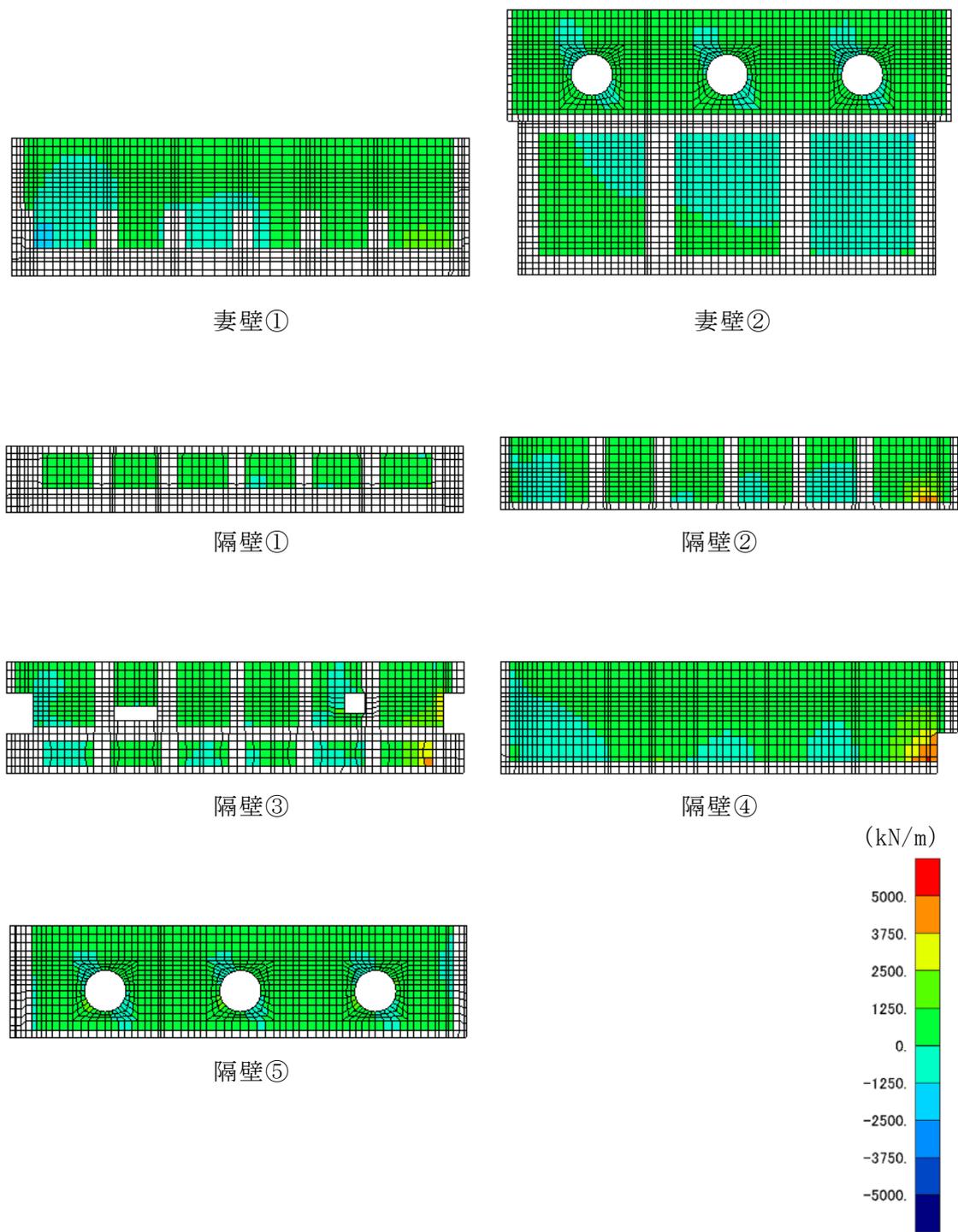


図 4-10 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

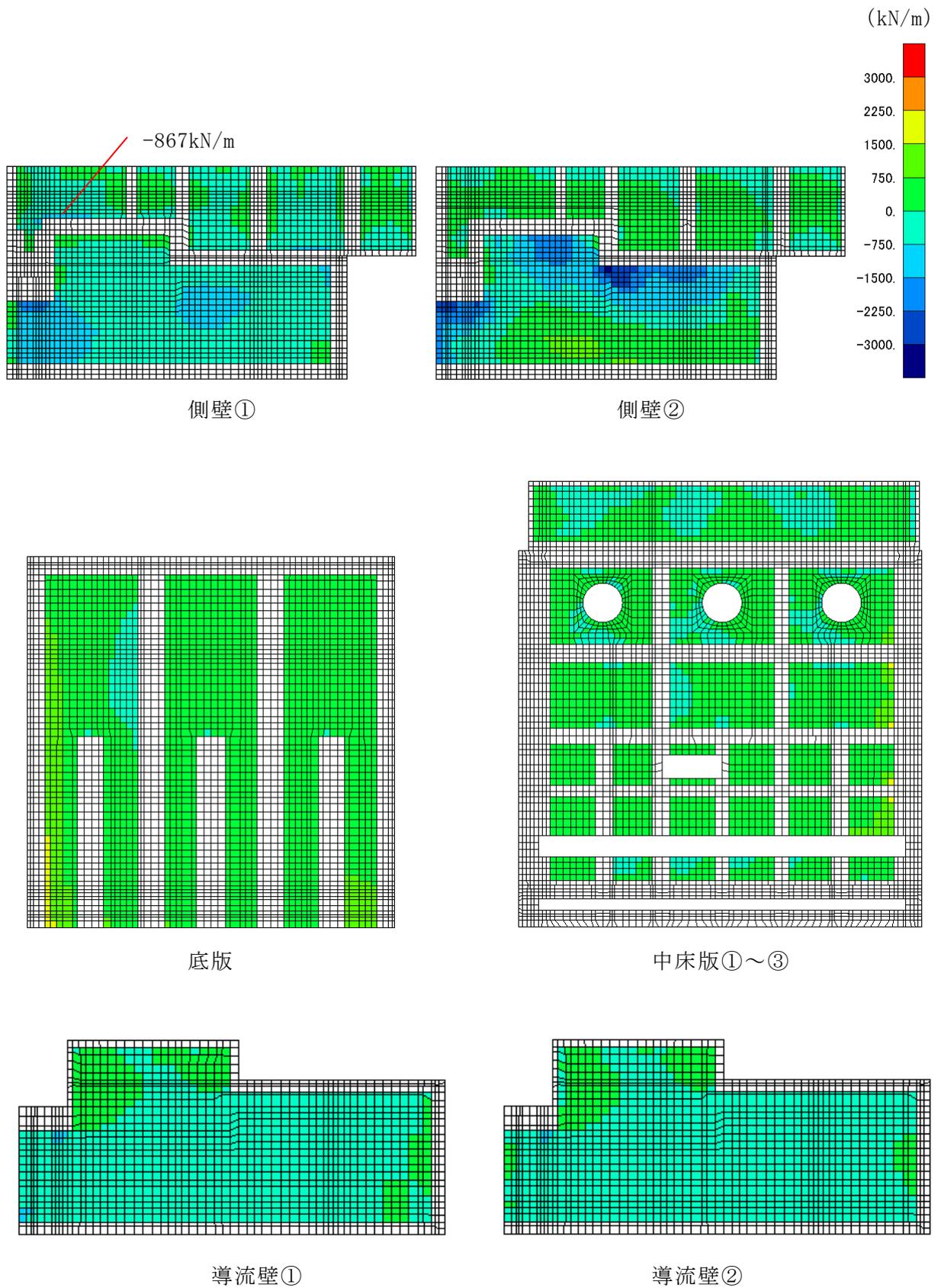


図 4-11 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

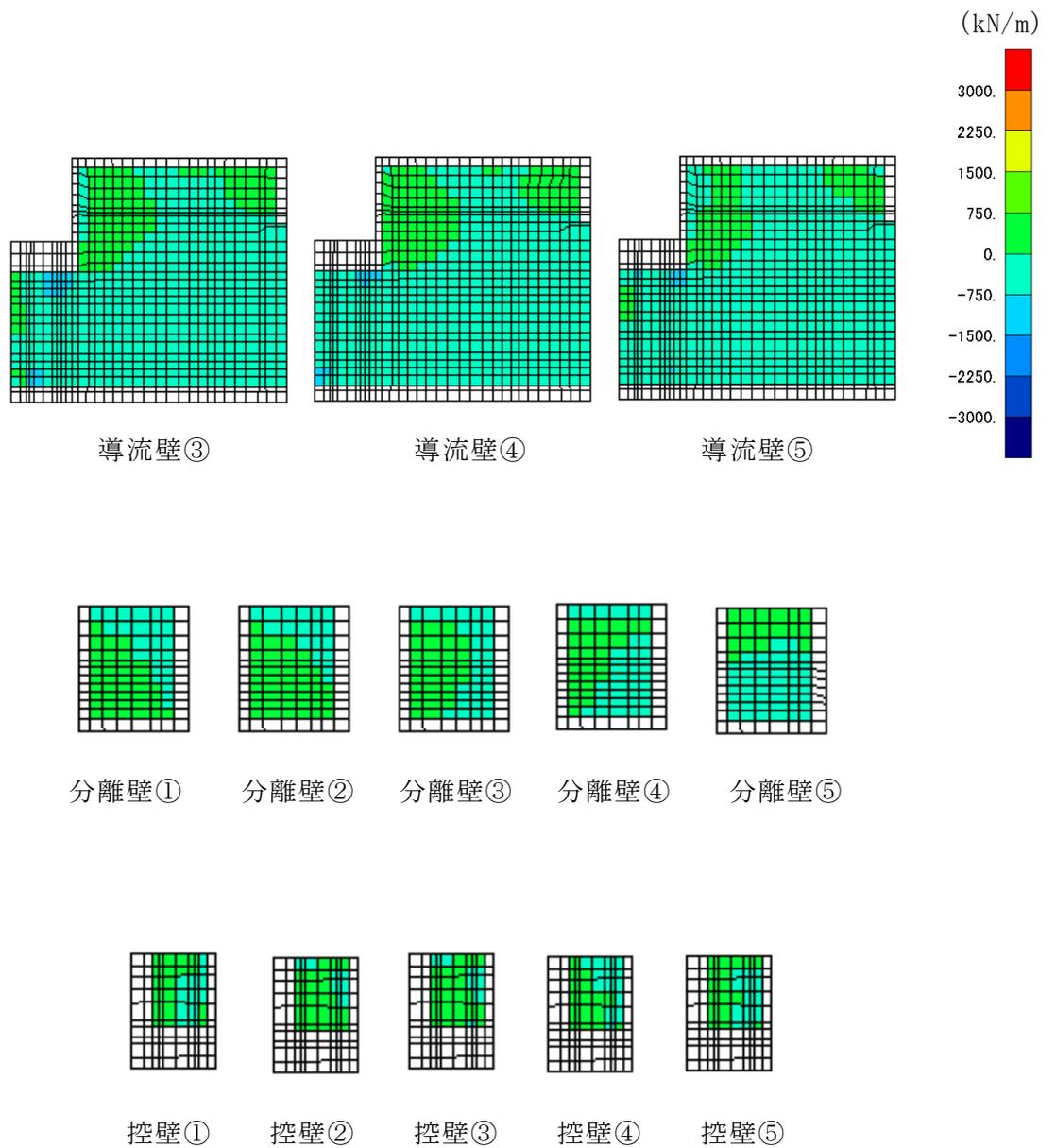


図 4-11 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

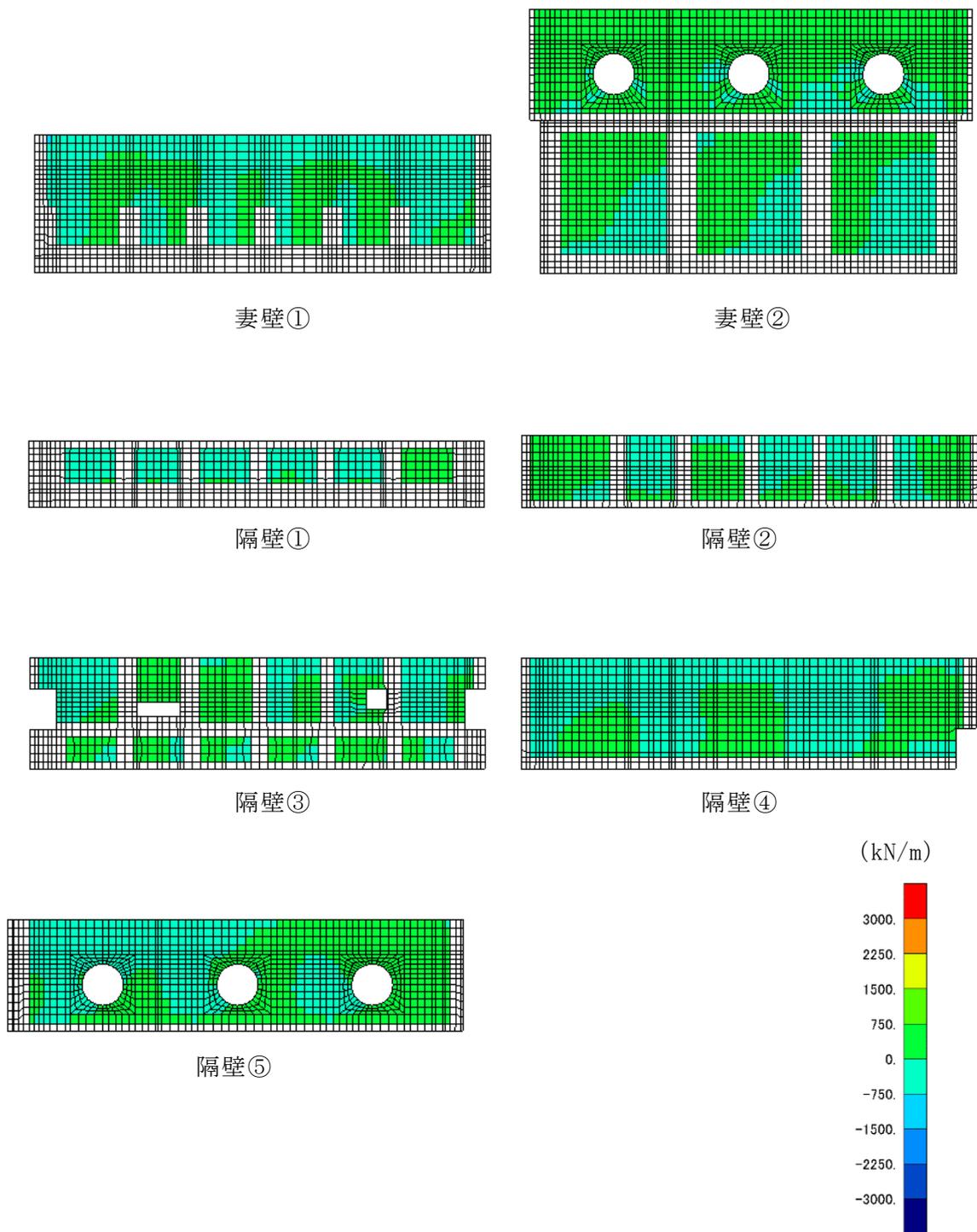


図 4-11 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

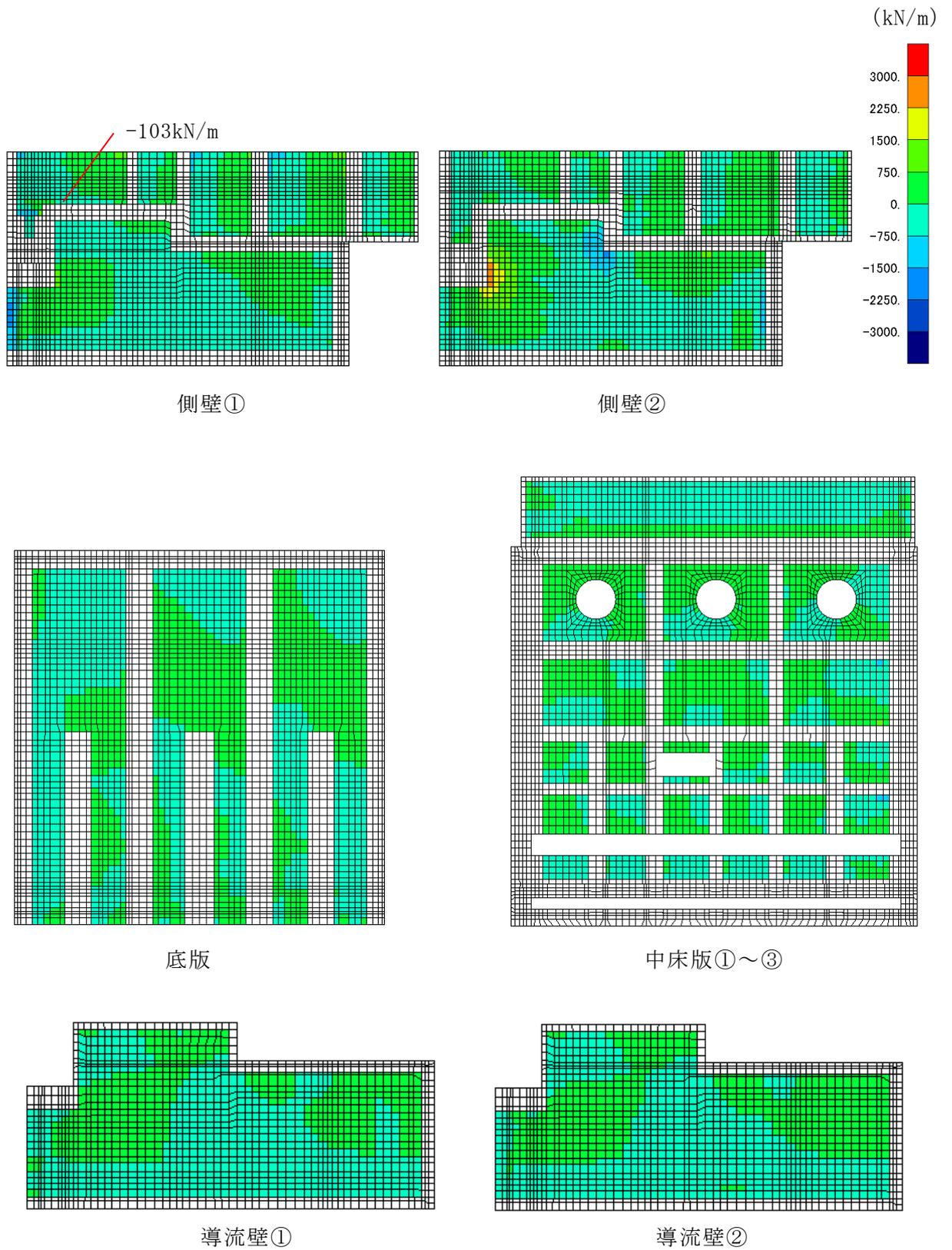


図 4-12 (1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

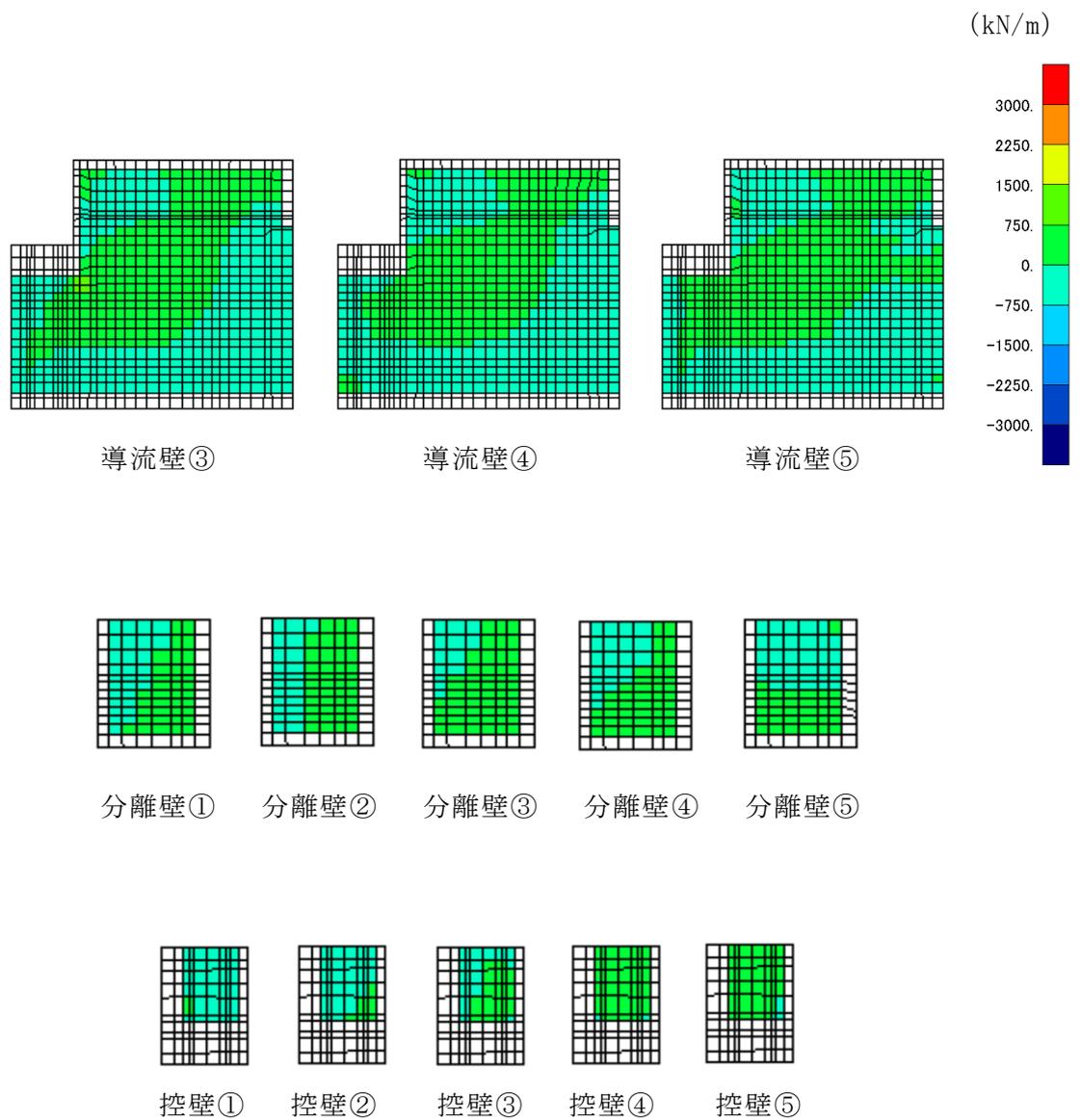


図 4-12 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

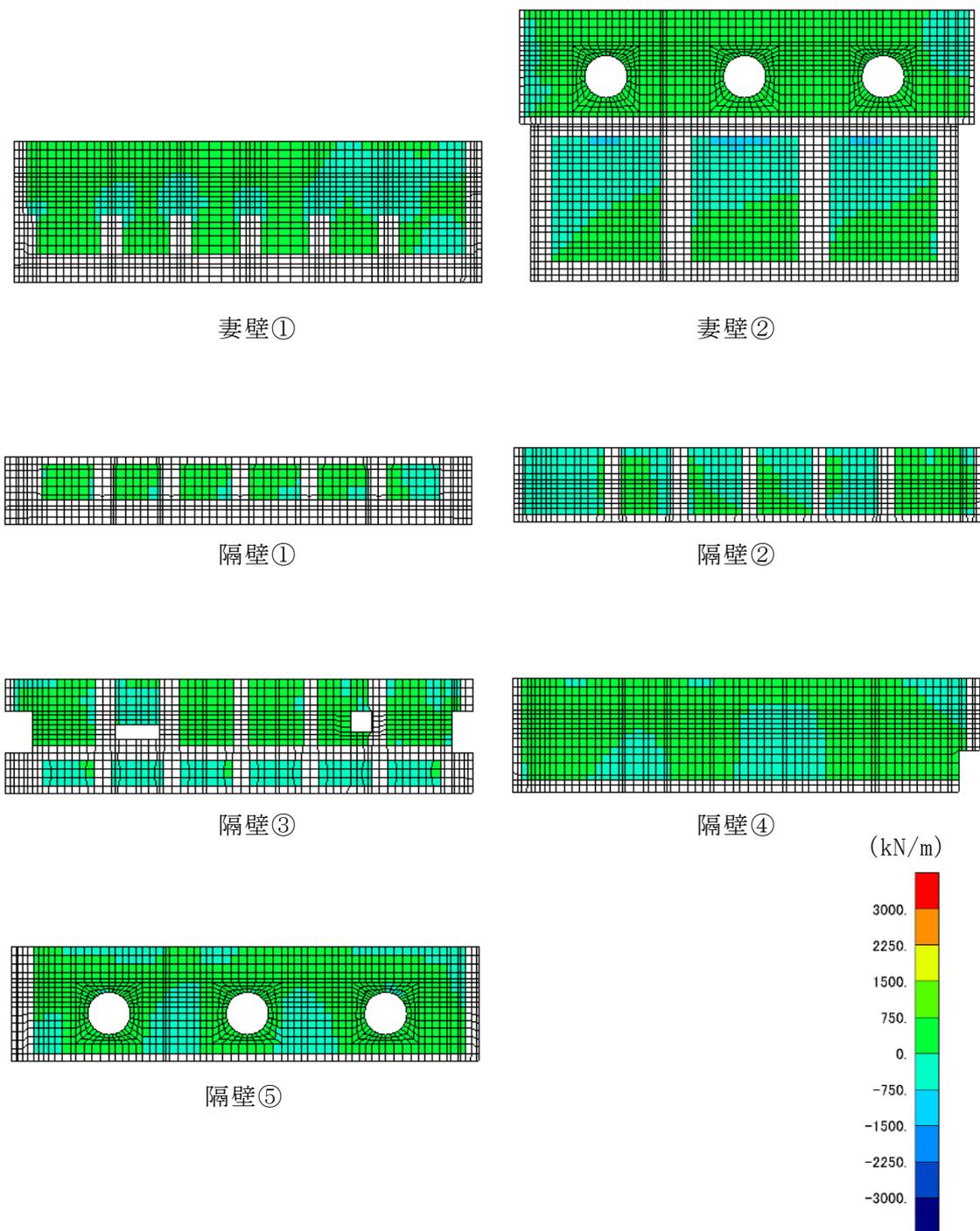


図 4-12 (3) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 5-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-2 に、各壁部材の面内せん断に対する照査値を表 5-3 に示す。

取水槽の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮縁ひずみ），照査用せん断力及び壁部材の照査用面内せん断ひずみが，構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	1	④	S s - D (-+)	968 μ	10000 μ	0.10
中床版	16	④	S s - D (-+)	3117 μ	10000 μ	0.32
側壁	44	④	S s - D (-+)	7932 μ	10000 μ	0.80
隔壁	136	②	S s - D (-+)	1132 μ	10000 μ	0.12
導流壁	62	④	S s - D (-+)	2129 μ	10000 μ	0.22
妻壁	91	④	S s - D (++)	1091 μ	10000 μ	0.11
分離壁	67	④	S s - D (++)	183 μ	10000 μ	0.02
控壁	71	④	S s - D (-+)	420 μ	10000 μ	0.05

注記*1：評価位置は図 5-1 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

表 5-2 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	1	④	S s - D (- +)	1244	1828	0.69
中床版	34	④	S s - D (- +)	1486	1520	0.98*3
側壁	41	②	S s - D (- +)	[-] *4	[-] *4	0.83*4
隔壁	141	⑤	S s - D (- +)	344	366	0.94
導流壁	64	⑤	S s - D (- +)	1003	1211	0.83
妻壁	92	④	S s - D (+ +)	985	2145	0.46
分離壁	68	⑤	S s - D (+ +)	317	1033	0.31
控壁	75	②	S s - D (- +)	302	689	0.44

注記*1：評価位置は図 5-1 に示す。

*2：照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3：断面厚さの 1.0 倍で平均化した場合，照査値 0.88 となる。

*4：線形被害則による照査結果を示す。

【底版，中床版】

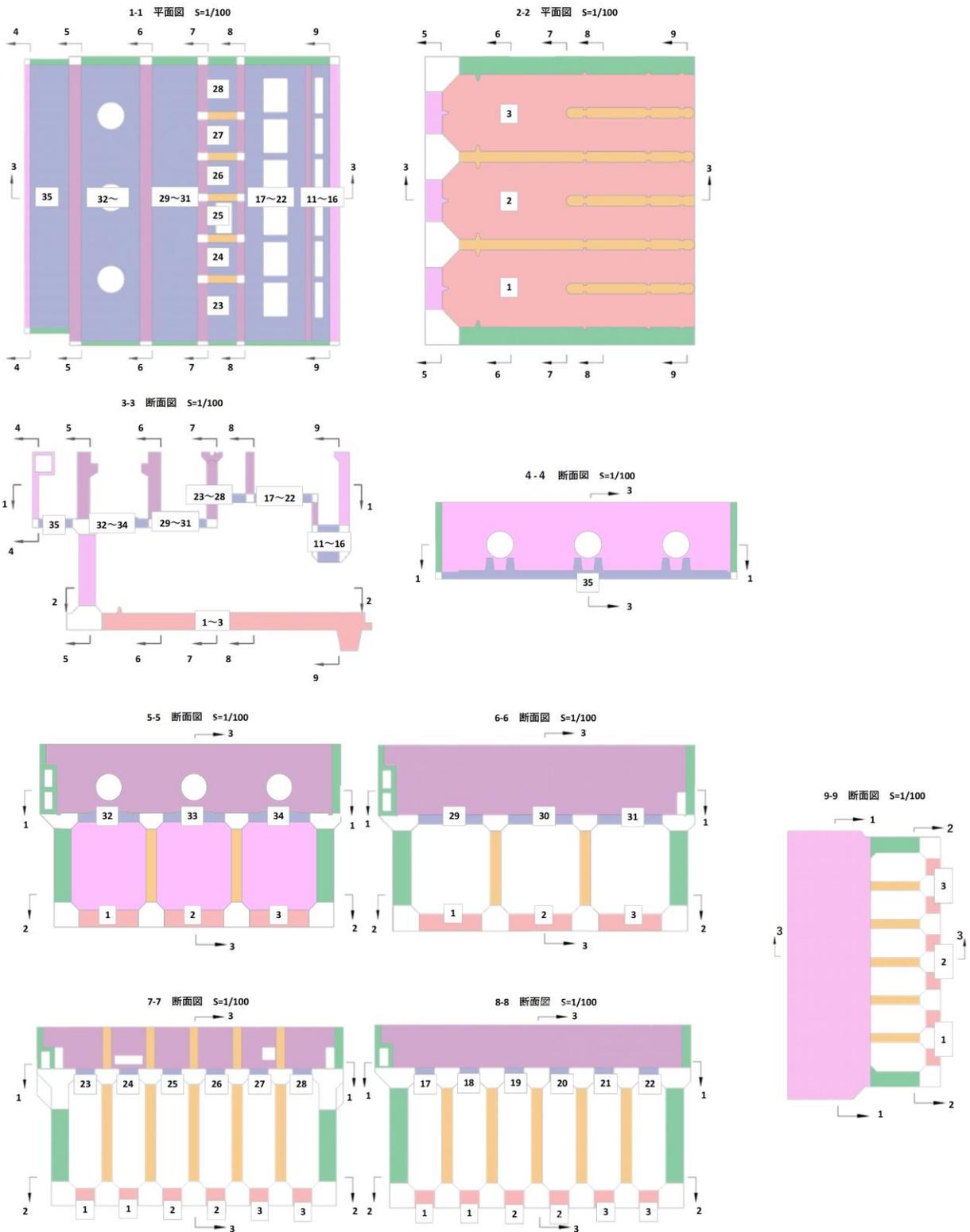


図 5-1 (1) 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【側壁，導流壁，分離壁，控壁】

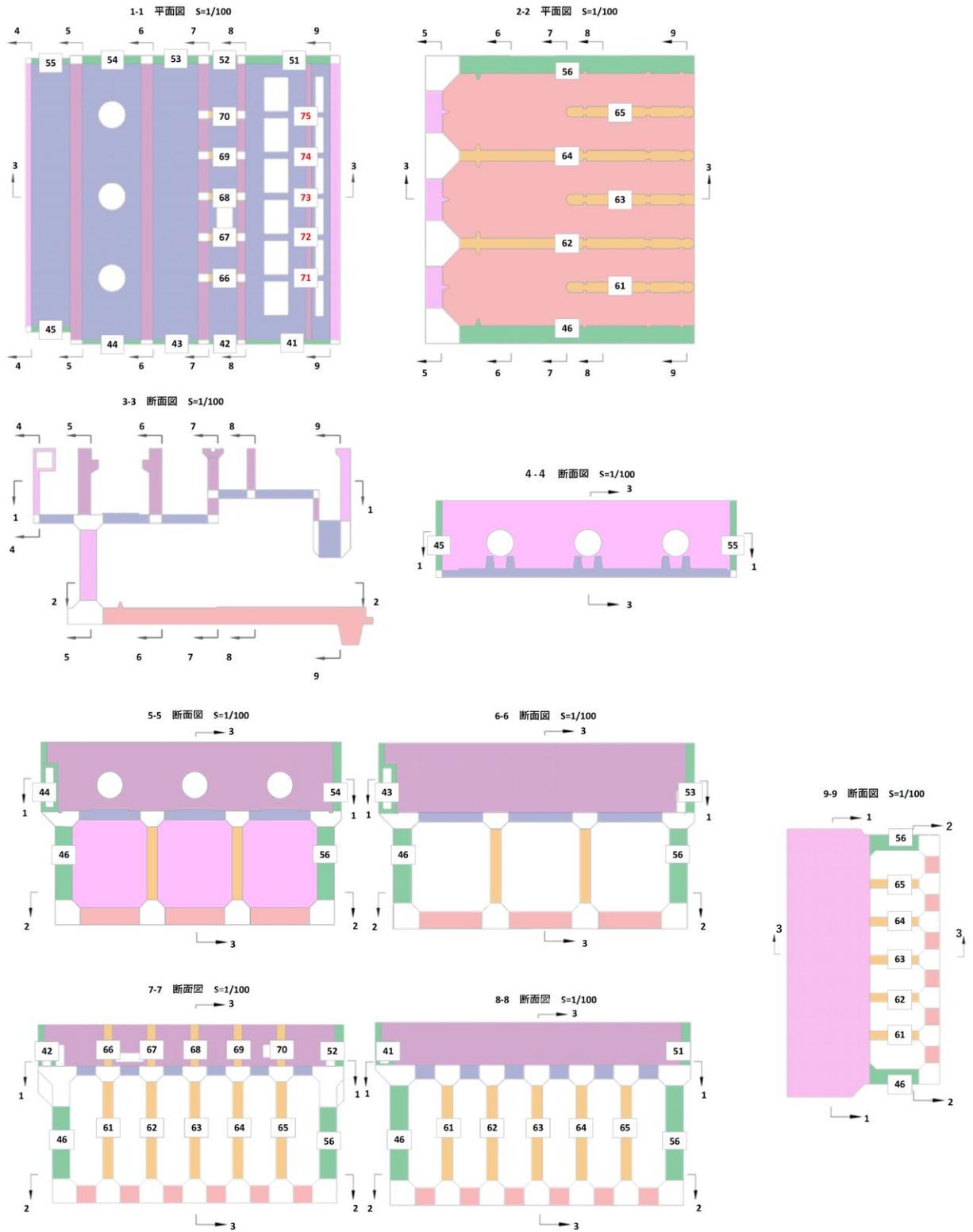


図 5-1 (2) 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【隔壁，妻壁】

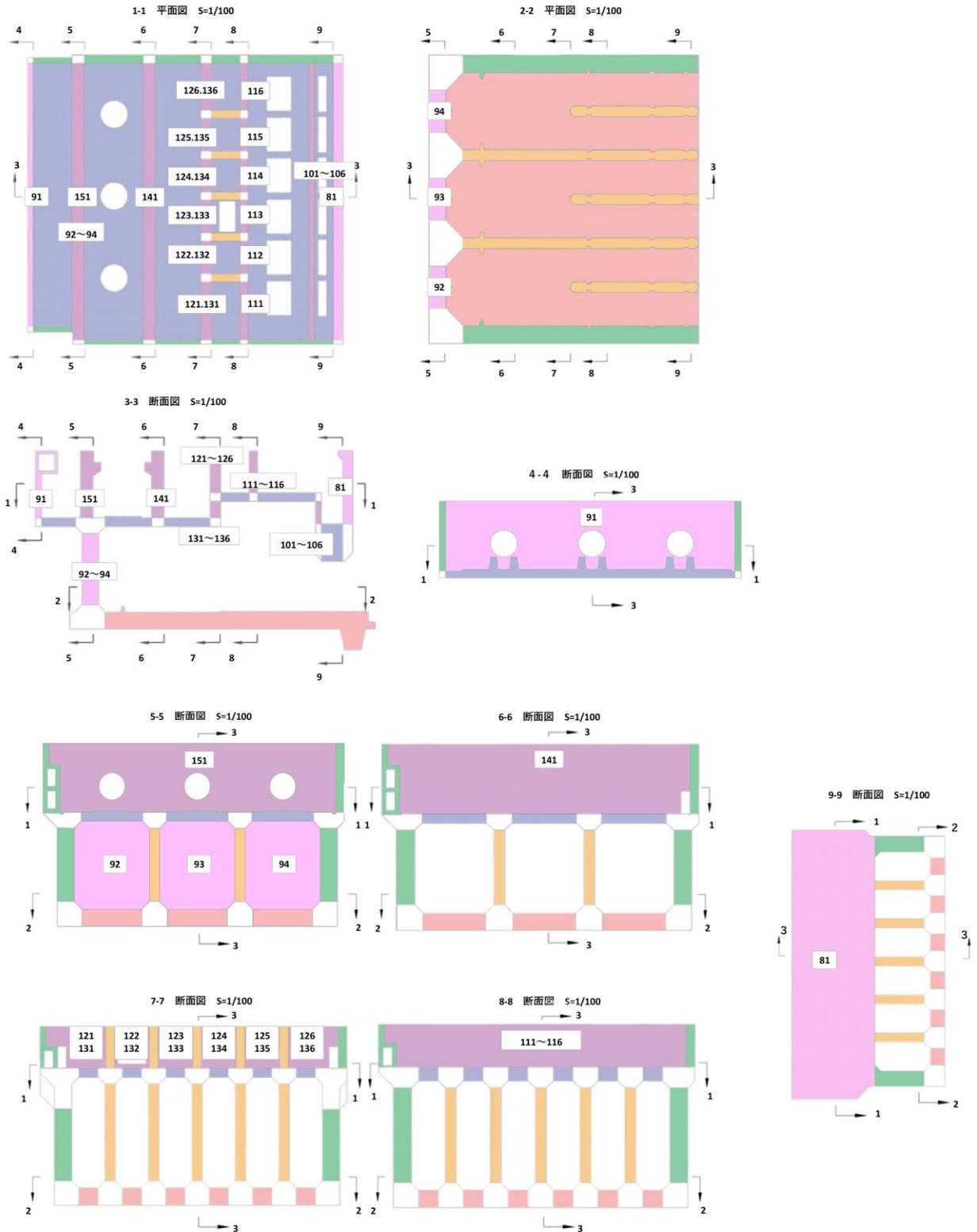


図 5-1 (3) 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

表 5-3 壁部材の面内せん断に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 面内せん断 ひずみ*2 ϵ_d	限界せん断 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	106	①	S _s -D (++)	1500 μ	2000 μ	0.75
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	81	④	S _s -D (-+)	1782 μ	2000 μ	0.90
分離壁	—	—	—	—	—	—
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 5-2 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ = 発生する面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (= 1.2)

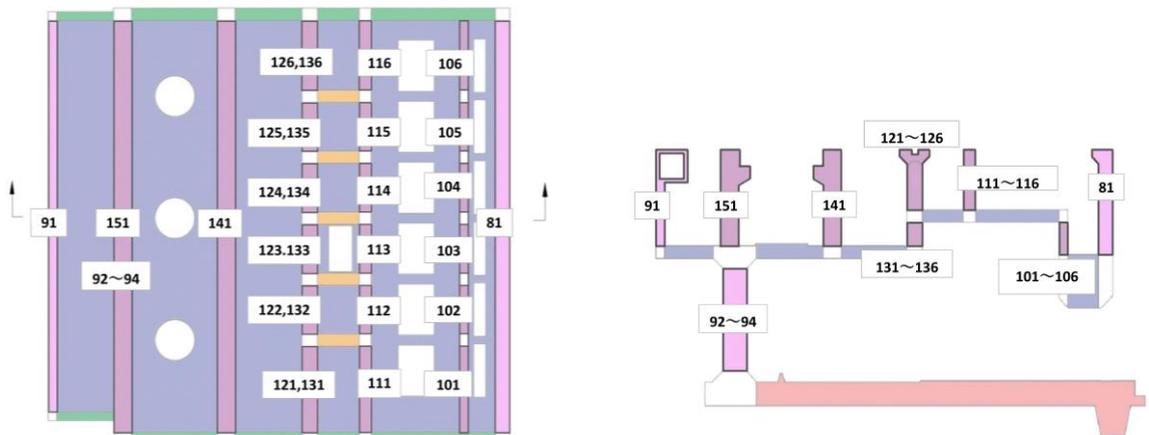


図 5-2 評価位置図 (壁部材の面内せん断)

(左：平面図，右：断面図)

5.2 各要求機能に対する評価結果

5.2.1 通水機能及びSクラスの施設等を支持する機能

「5.1 構造部材の健全性に対する評価結果」において、取水槽の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮縁ひずみ），照査用せん断力及び壁部材の照査用面内せん断ひずみが，構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認することにより，通水機能及びSクラスの施設等を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

5.2.2 止水機能

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-4及び表5-5に，せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-6に示す。

取水槽の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみ）が，止水機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-4 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	31	②	S s - D (-+)	1613 μ	2000 μ	0.81
側壁	43	④	S s - D (-+)	1973 μ	2000 μ	0.99*3
隔壁	136	②	S s - D (-+)	1132 μ	2000 μ	0.57
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—
分離壁	67	④	S s - D (++)	183 μ	2000 μ	0.10
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図5-1に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （＝1.2）

*3：断面厚さは1.0倍で平均化した場合，照査値0.76となる。

表 5-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査(主筋ひずみ)

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	28	②	S s - D (- +)	1624 μ	1725 μ	0.95
側壁*3	53	④	S s - D (+ +)	1302 μ	1725 μ	0.76
隔壁	126	④	S s - D (- +)	1556 μ	1725 μ	0.91
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—
分離壁	68	④	S s - D (+ +)	264 μ	1725 μ	0.16
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 5-1 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*3：限界ひずみを超える一部の要素について、当該要素が含まれる部材を取り出した部材モデルを作成し、プッシュオーバー解析を実施することにより、当該部材・要素がおおむね弾性範囲にあることを確認した（図 5-3）。

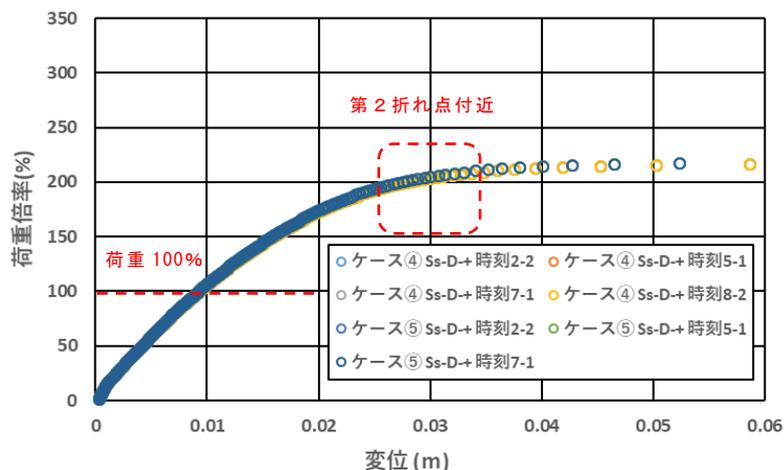


図 5-3 側壁①（海水ポンプエリア）に働く荷重倍率と相対変位の関係

表 5-6 セン断破壊に対する照査

評価位置*1,*2		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y,d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y,d}$
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	34	④	S _s -D (-+)	1486	1520	0.98*4,*5
側壁	53	④	S _s -D (++)	685	876	0.79
隔壁	141	⑤	S _s -D (-+)	344	366	0.94
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—
分離壁	68	⑤	S _s -D (++)	317	1033	0.31
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 5-1 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 5-4 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素単位で断面厚さの 1.0 倍以下となるような範囲で平均化を実施した結果のうち最大の照査値を示す。

*5：断面厚さの 1.0 倍で平均化した場合、照査値 0.88 となる。

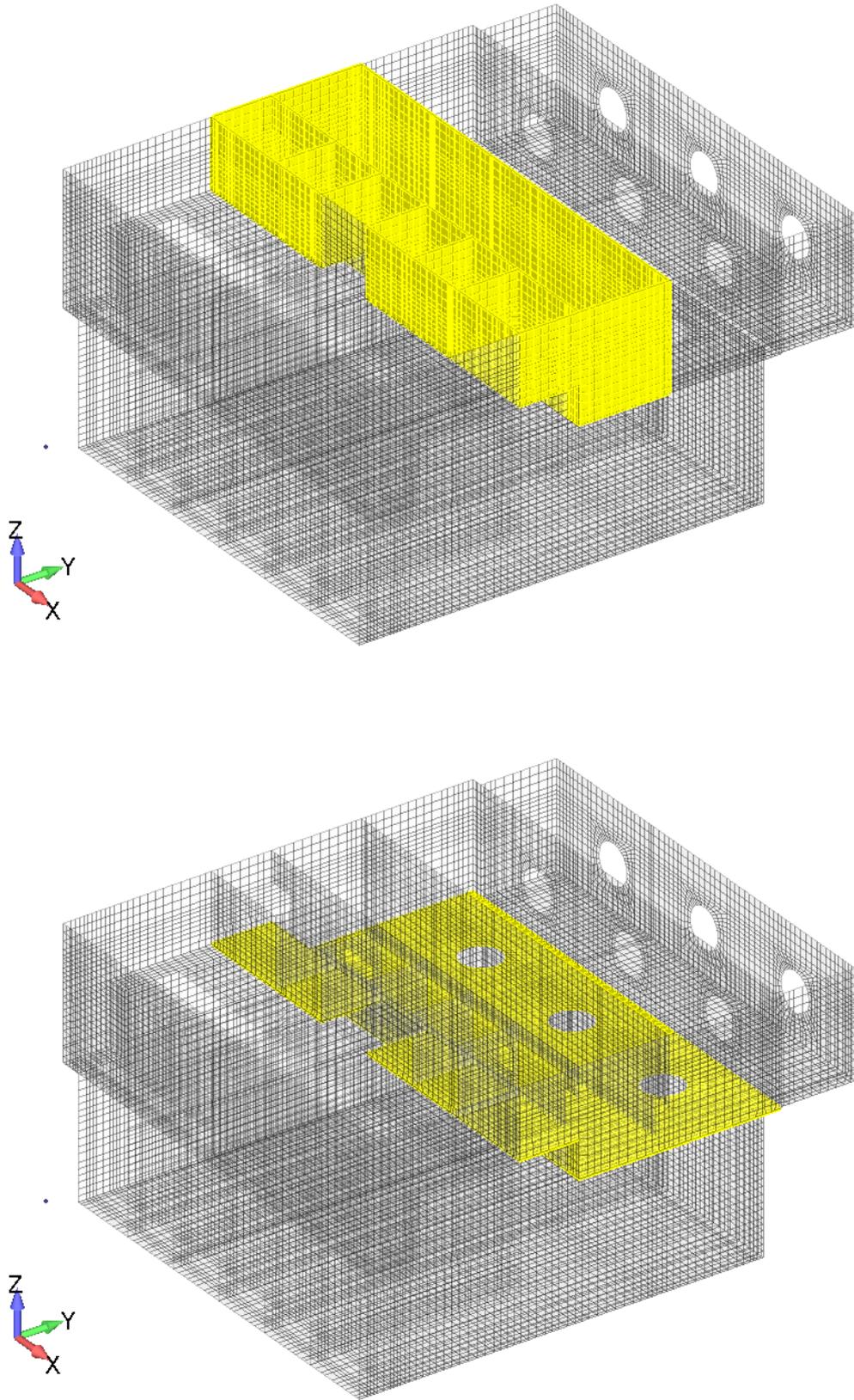


図 5-4 止水機能が要求される部材の範囲(上:壁部, 下:床部)

5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

5.3.1 基礎地盤

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-7 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-5～図 5-7 に示す。

取水槽の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力度を下回ることを確認した。

表 5-7 基礎地盤の支持性能照査結果

断面	解析 ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力度 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
除じん機エリア (A-A断面)	①	S s - F 1 (++)	0.96	3.9	0.25
海水ポンプエリア (B-B断面)	④	S s - D (++)	0.95	3.9	0.25
ストレーナエリア (C-C断面)	⑤	S s - D (++)	0.59	3.9	0.16

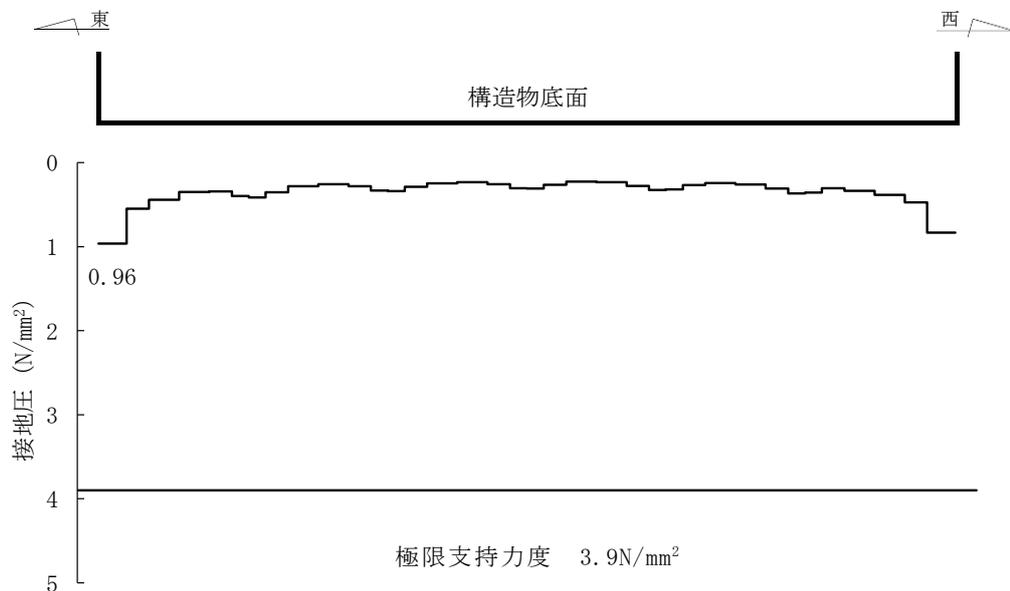


図 5-5 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース①, S s - F 1 (++))

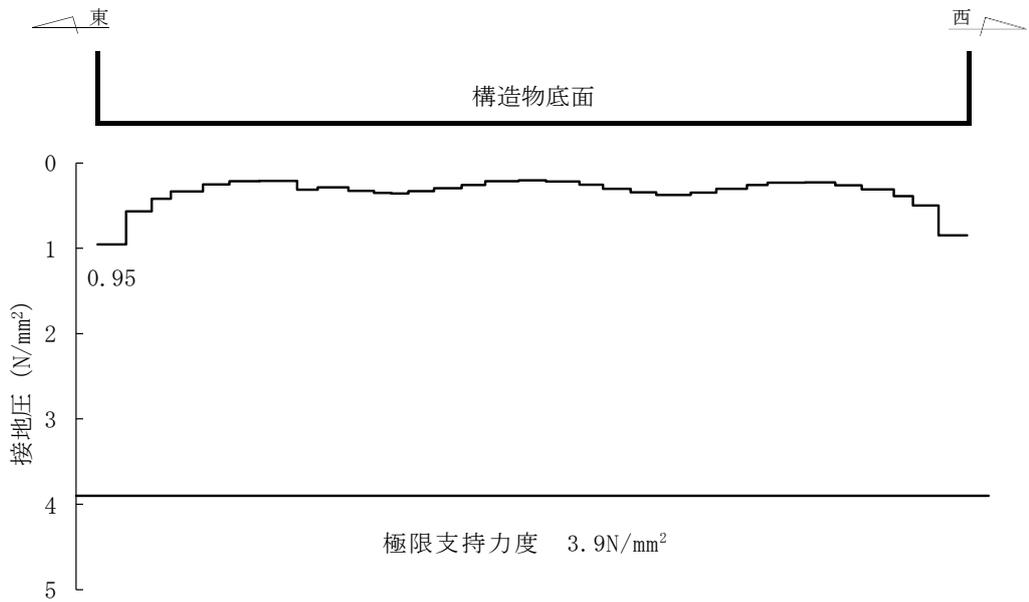


図 5-6 基礎地盤の最大接地圧分布図
(B-B断面, 解析ケース④, S s - D (++))

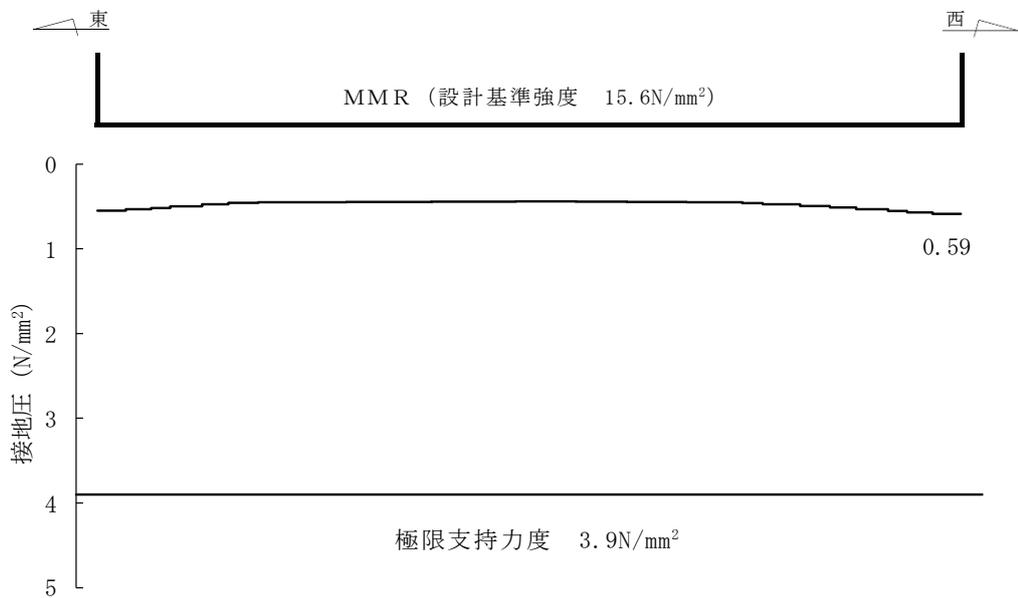


図 5-7 基礎地盤の最大接地圧分布図
(C-C断面, 解析ケース⑤, S s - D (++))

5.3.2 MMR

MMRの支持性能に対する照査結果を表5-8に示す。また、最大接地圧分布図を図5-8に示す。

取水槽のMMRに発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表5-8 MMRの支持性能照査結果

断面	解析 ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	支圧強度 f'_{ck} (N/mm ²)	照査値 R_d/f'_{ck}
ストレーナエリア (C-C断面)	⑤	S _s -D (-+)	0.96	15.6	0.07

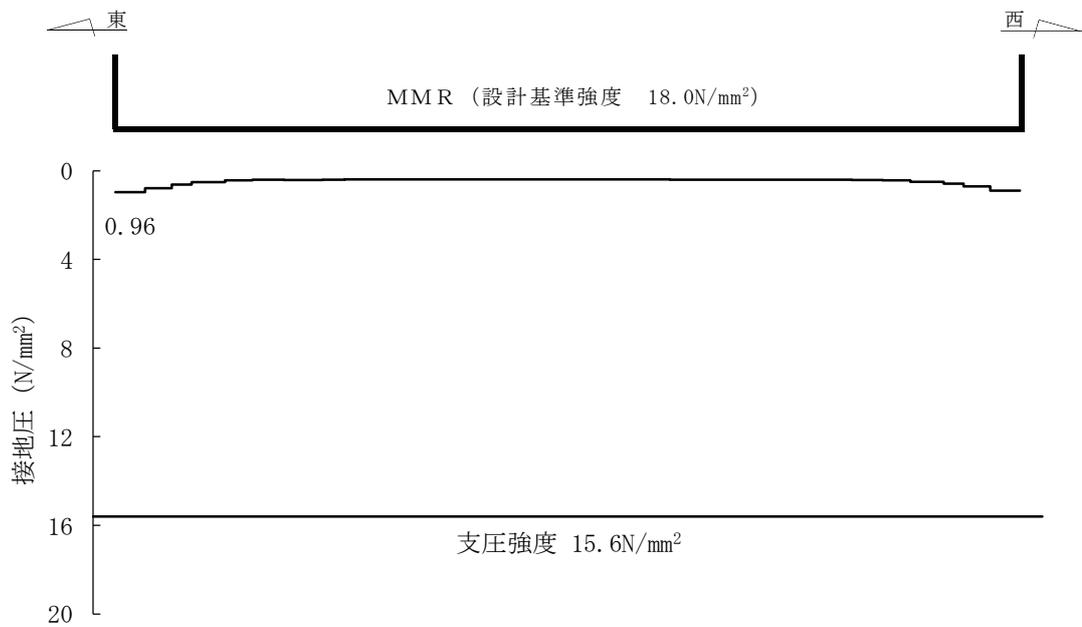


図5-8 MMRの最大接地圧分布図
(C-C断面, 解析ケース⑤, S_s-D (-+))

別紙 せん断破壊に対する照査への線形被害則適用について

1. はじめに

取水槽のせん断破壊に対する照査については、照査用せん断力がせん断耐力を下回ることを確認することとしている。せん断破壊に対する照査の結果、照査用せん断力がせん断耐力を超える部材については、線形被害則を適用し、再照査を実施したことから、線形被害則適用による照査結果について示す。

2. 線形被害則による照査

2.1 照査対象部材

基準地震動 S_s に対する耐震評価の結果、図 2-1 に示すとおり、PHb 設置によっても部分的に照査用せん断力がせん断耐力を上回る要素が存在している。本資料では、東壁 5 に線形被害則を適用し、照査値を確認する。

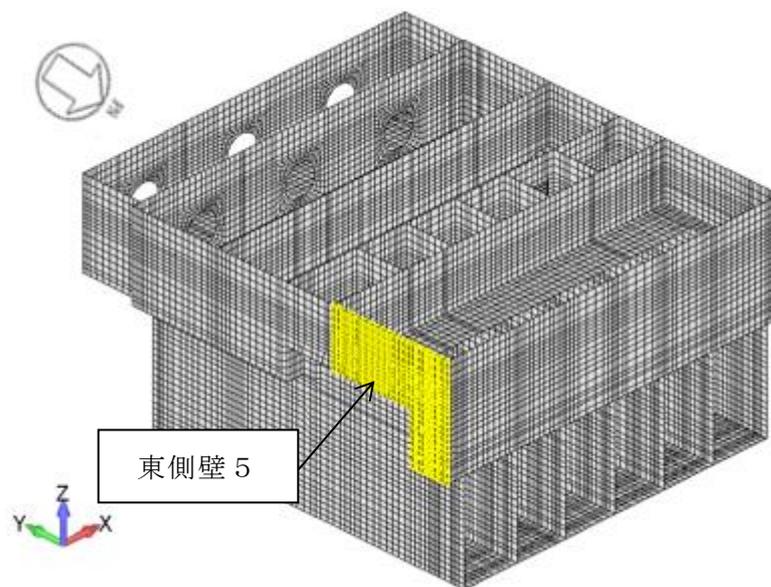


図 2-1 線形被害則による照査対象部材位置

2.2 照査結果

図 2-2 に対象部材のせん断力分布図を示し、表 2-1 にせん断力分布及び照査結果を示す。

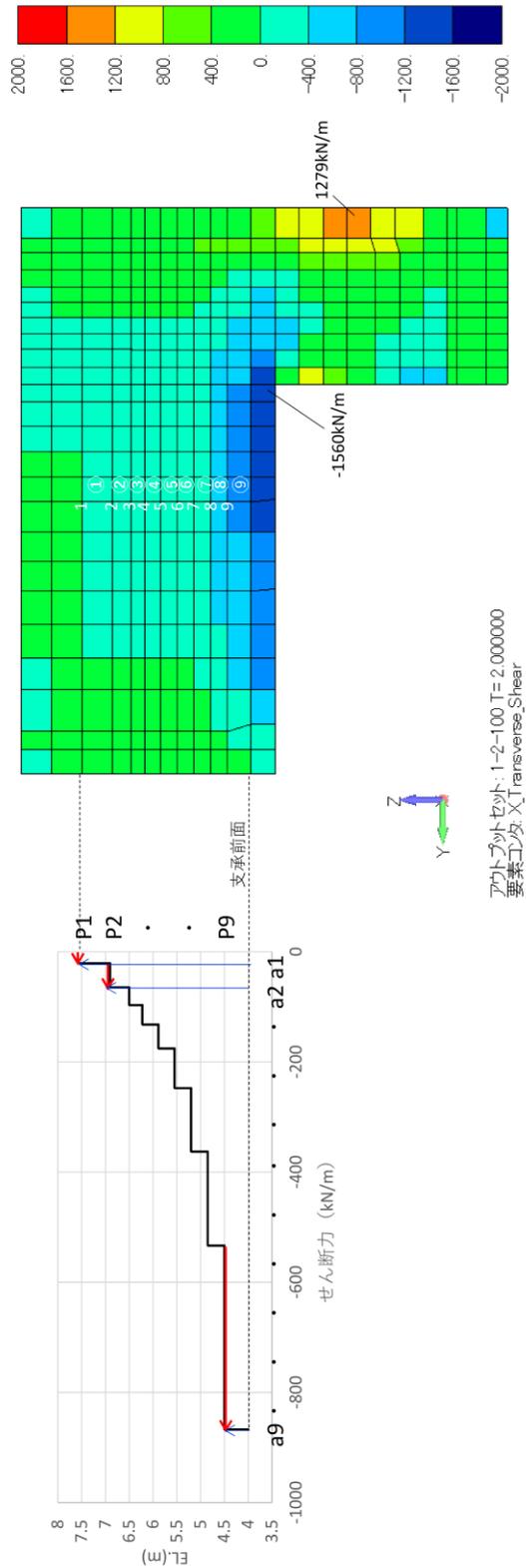


図 2-2 せん断力分布図 (東側壁 5)

表 2-1 セン断力分布及び照査荷重（東側壁 5）

荷重番号	荷重 P (kN)	せん断 スパン比 a / d	照査荷重 P _d (kN)	設計用 せん断耐力 V _{y d} (kN)	照査値 P _d / V _{y d}
P1	334	0.83	350	1523	0.23
P2	171	1.42	179	1085	0.17
P3	115	2.00	121	942	0.13
P4	72	2.58	76	896	0.08
P5	43	3.15	45	868	0.05
P6	35	3.71	37	848	0.04
P7	32	4.17	34	836	0.04
P8	44	4.83	46	823	0.06
P9	21	5.89	22	808	0.03
				合計	0.83