

VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する 説明書

VI-2-2-18 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	11
3.2.1 構造部材	11
3.2.2 地盤	12
3.2.3 減衰定数	13
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	14
3.3 荷重及び荷重の組合せ	17
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	17
3.3.2 荷重	17
3.3.3 荷重の組合せ	18
3.4 入力地震動	19
3.5 解析モデル及び諸元	72
3.5.1 解析モデル	72
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	75
3.5.3 地盤の物性値	75
3.5.4 地下水位	76
4. 解析結果	78
4.1 A－A断面の解析結果	78
4.2 B－B断面の解析結果	124
4.3 C－C断面の解析結果	170
4.4 D－D断面の解析結果	183

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。

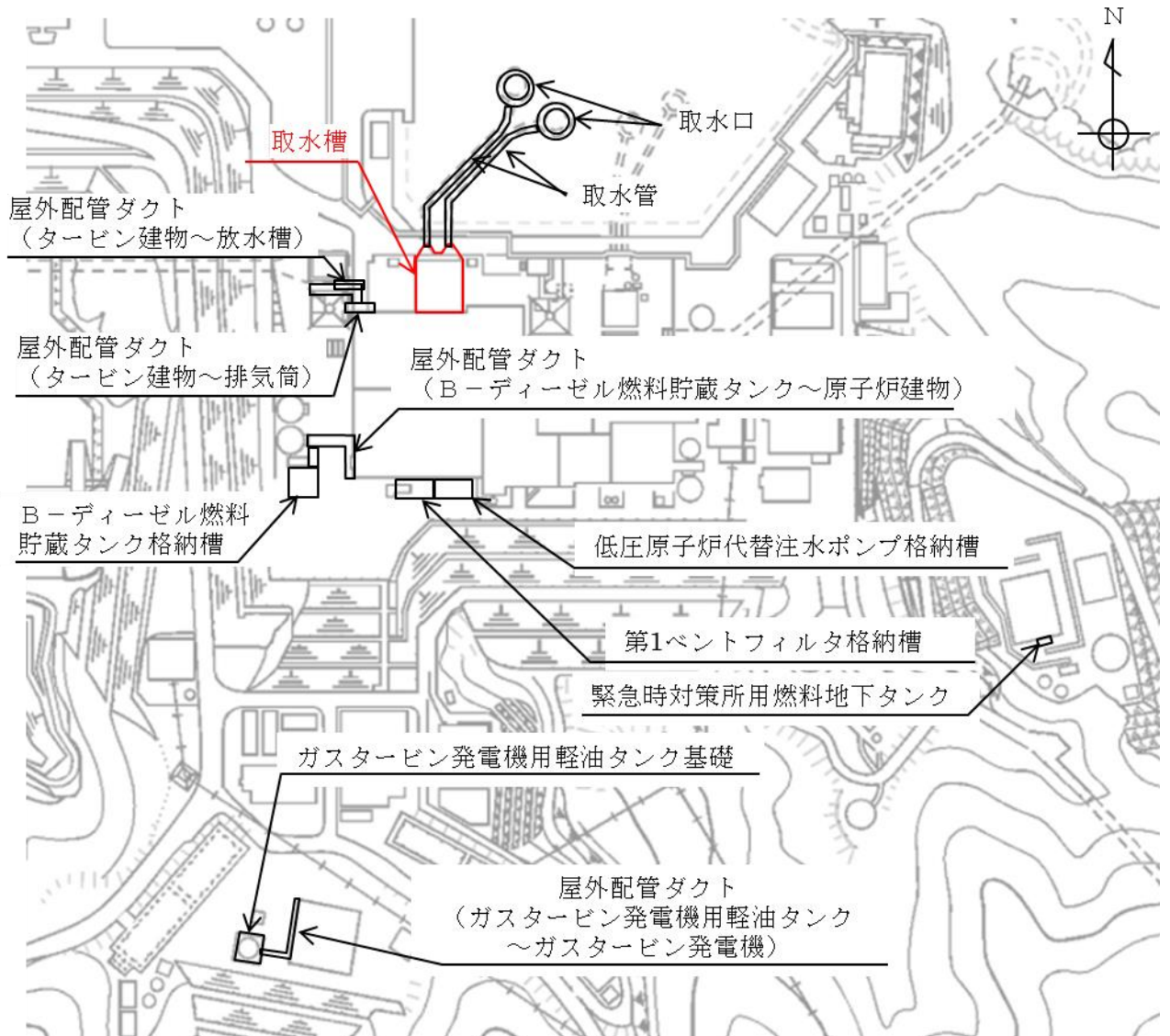


図 2-1 取水槽 位置図

2.2 構造概要

取水槽の平面図を図 2-2 に、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、複雑な構造となっている。

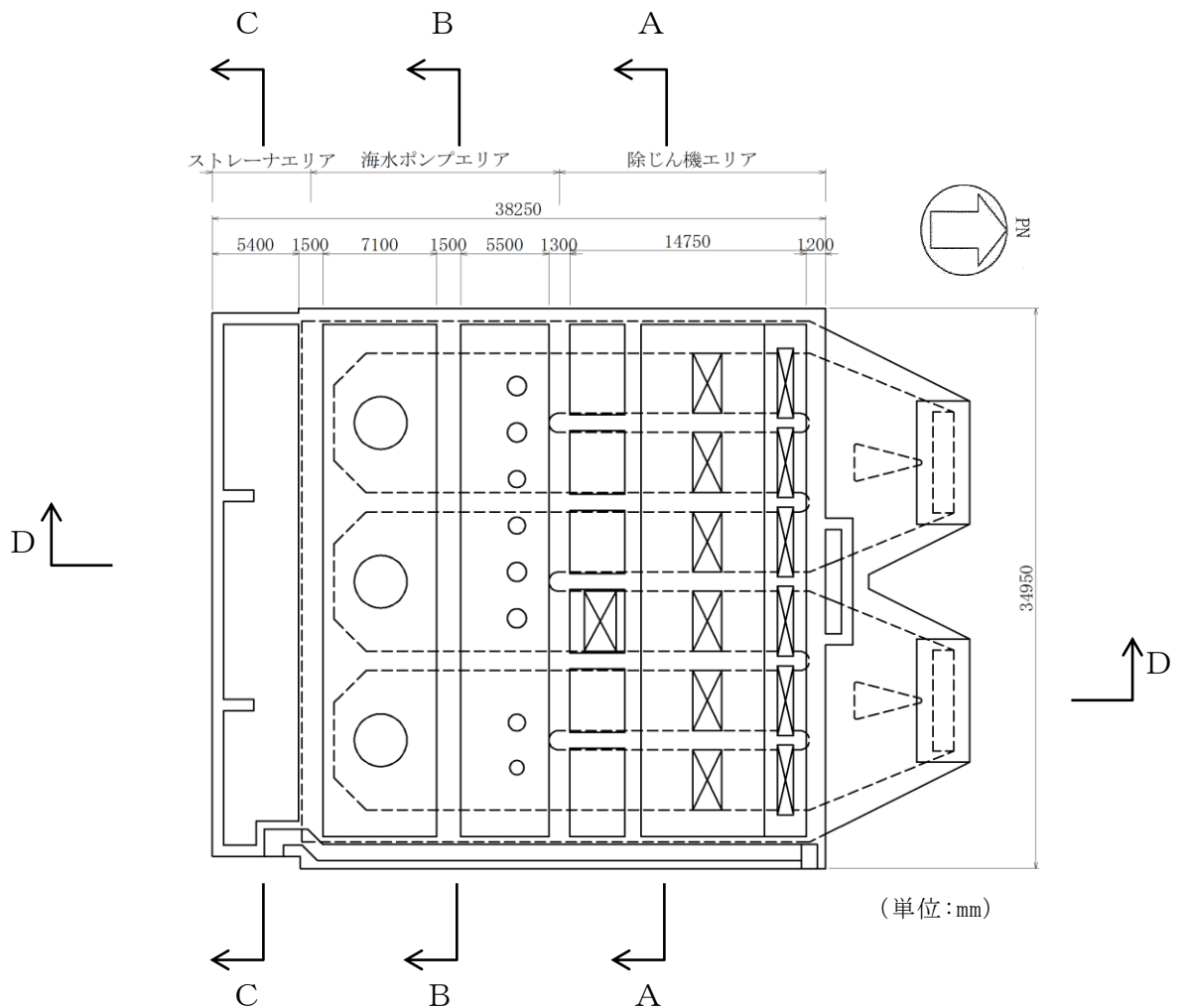


図 2-2 取水槽 平面図

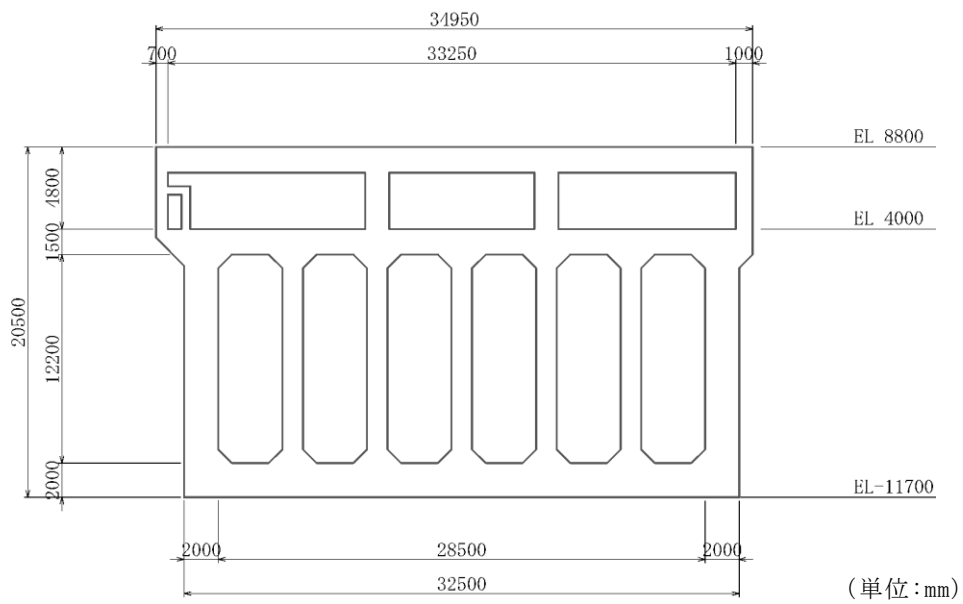


图 2-3 取水槽 断面图(A-A 断面)

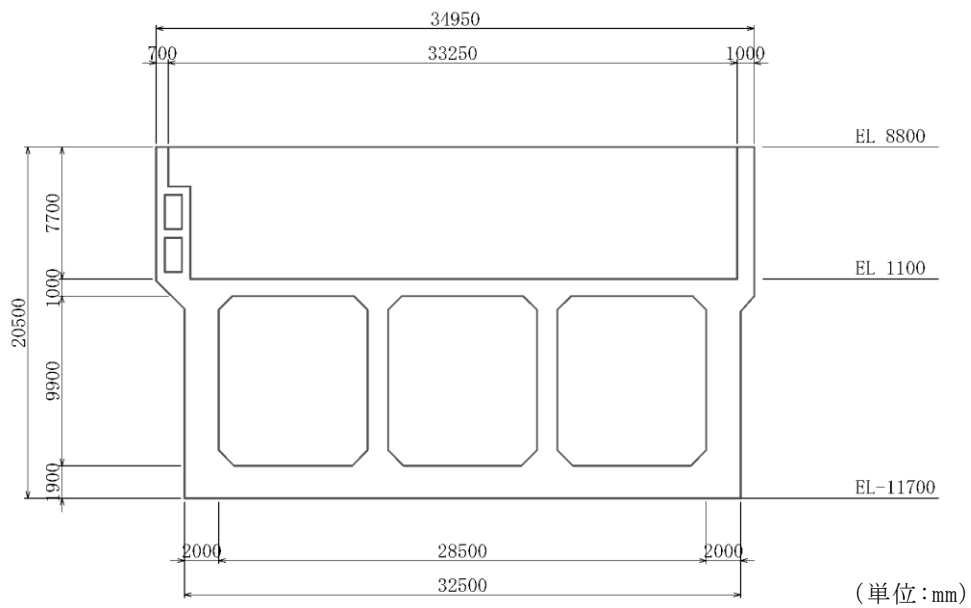


图 2-4 取水槽 断面图(B-B 断面)

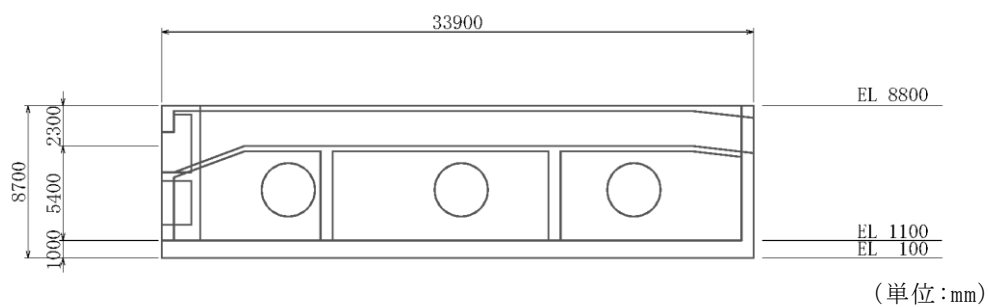


图 2-5 取水槽 断面图(C-C 断面)

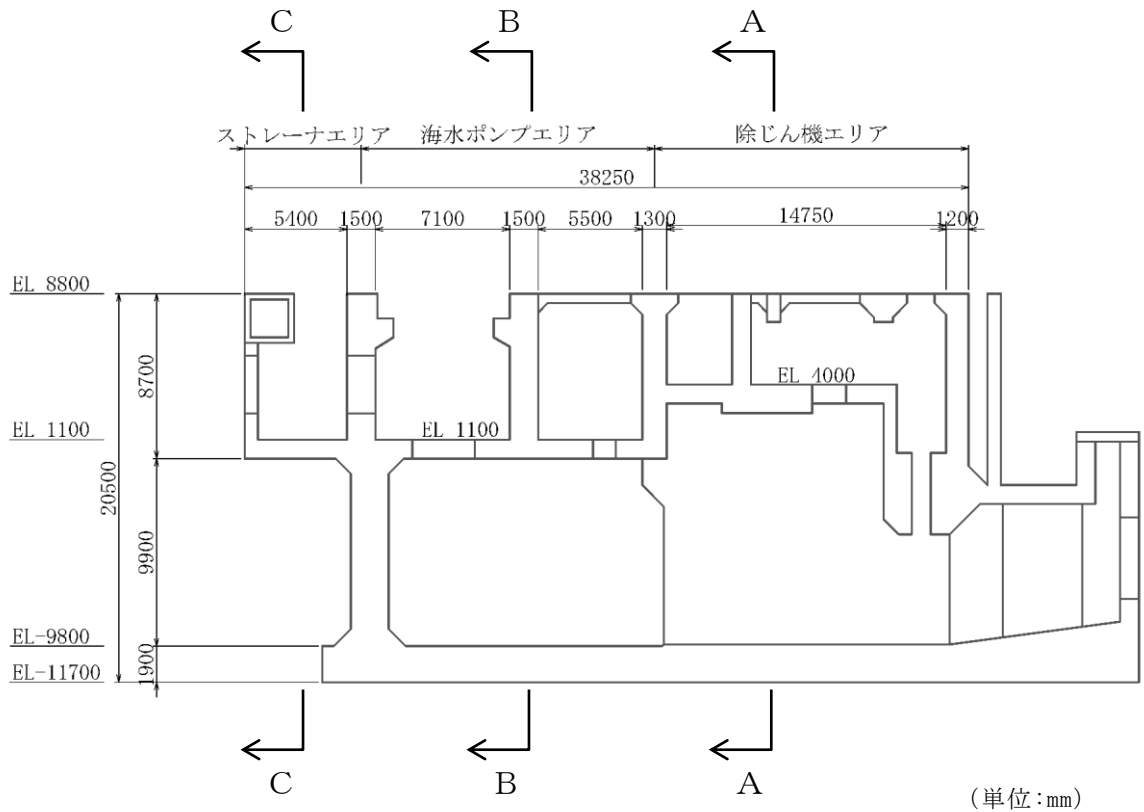


図 2-6 取水槽 断面図(D-D断面)

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及び浸水防護施設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。

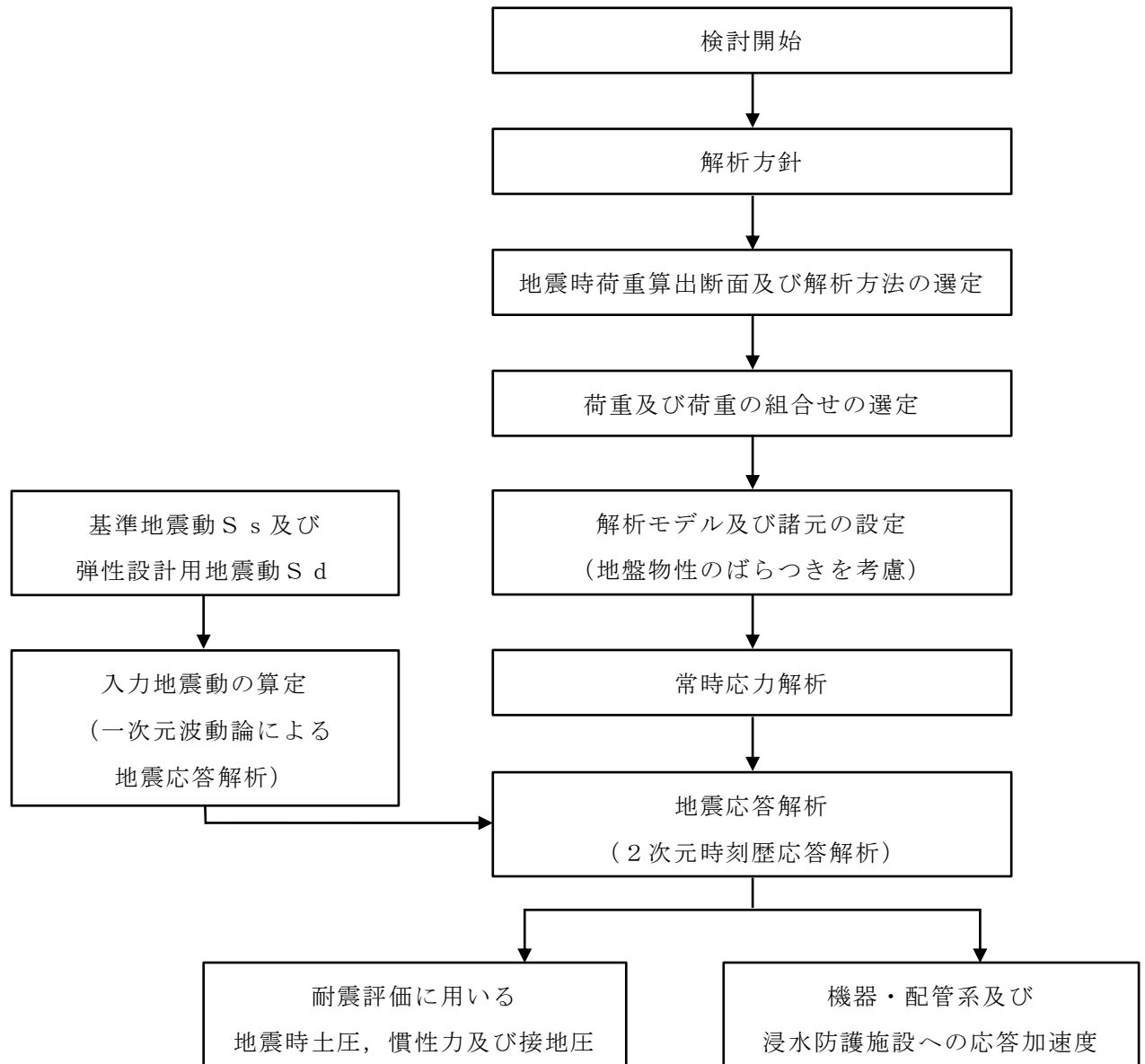


図 2-7 取水槽 地震応答解析フロー

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]（土木学会，2002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（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（日本電気協会）
- ・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）

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（B-B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 及び図 3-3 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（A-A断面、B-B断面及びC-C断面）が弱軸方向となり、南北方向（D-D断面）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・配管系及び浸水防護施設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。

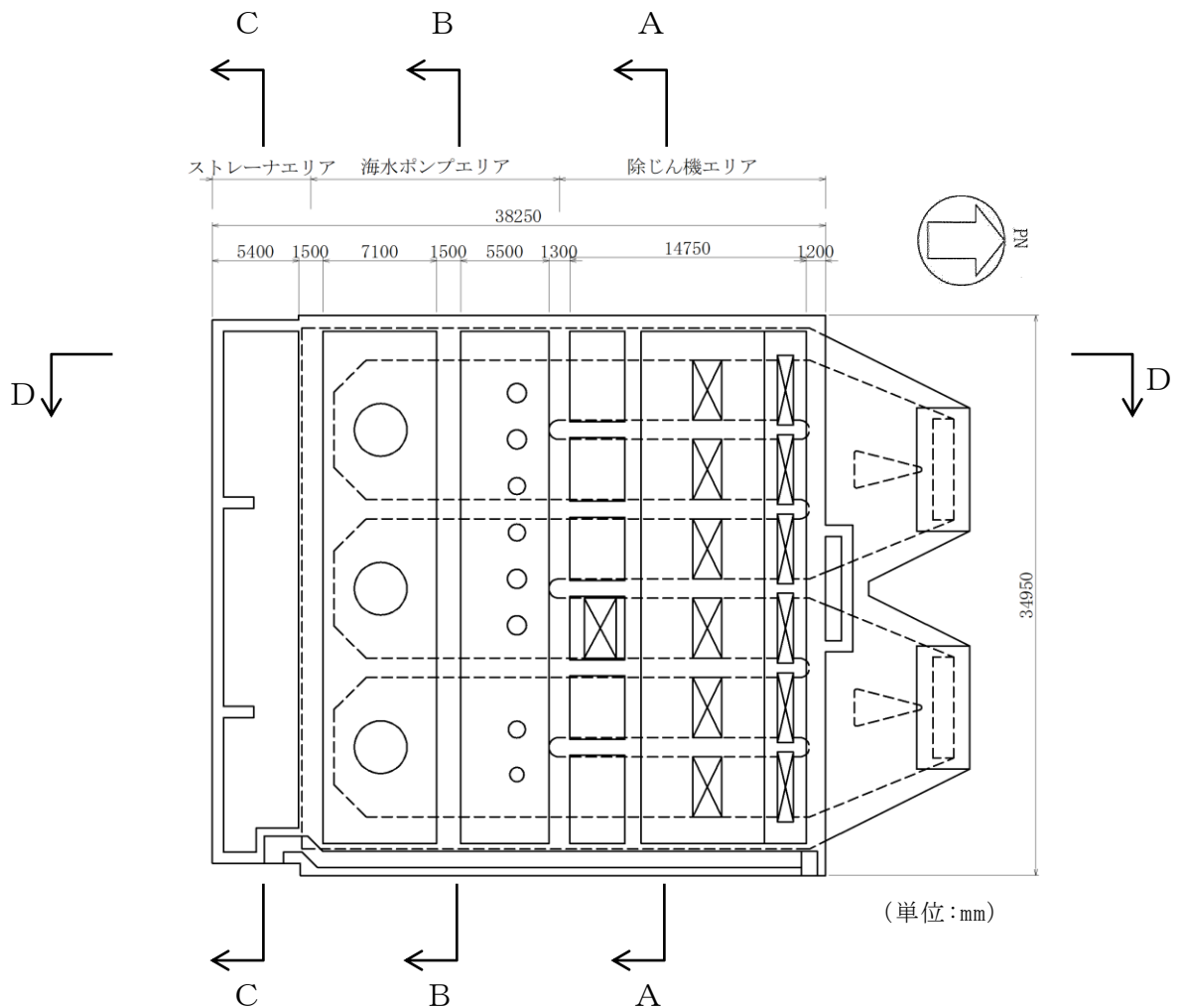


図 3-1 取水槽 地震時荷重算出断面位置図

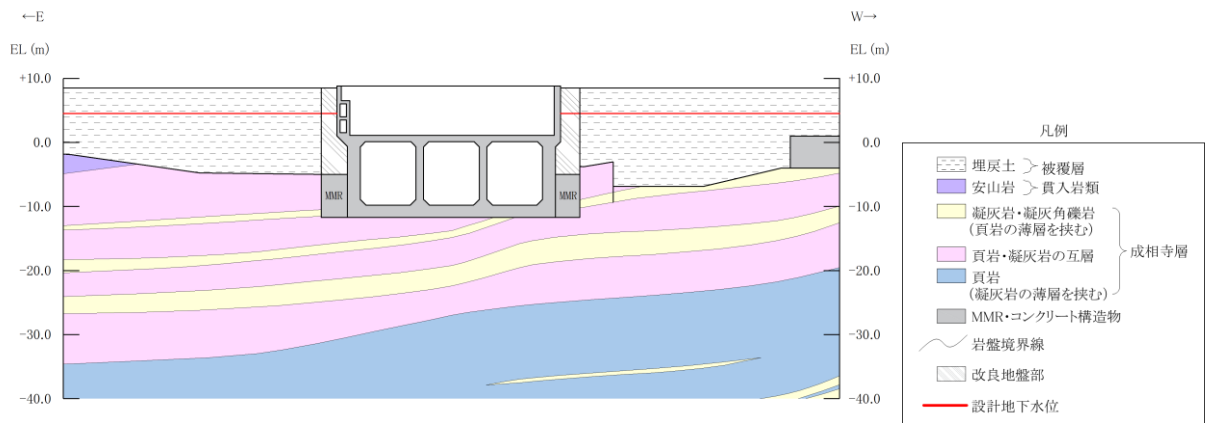


図 3-2 取水槽 地震時荷重算出断面図 (B-B 断面)

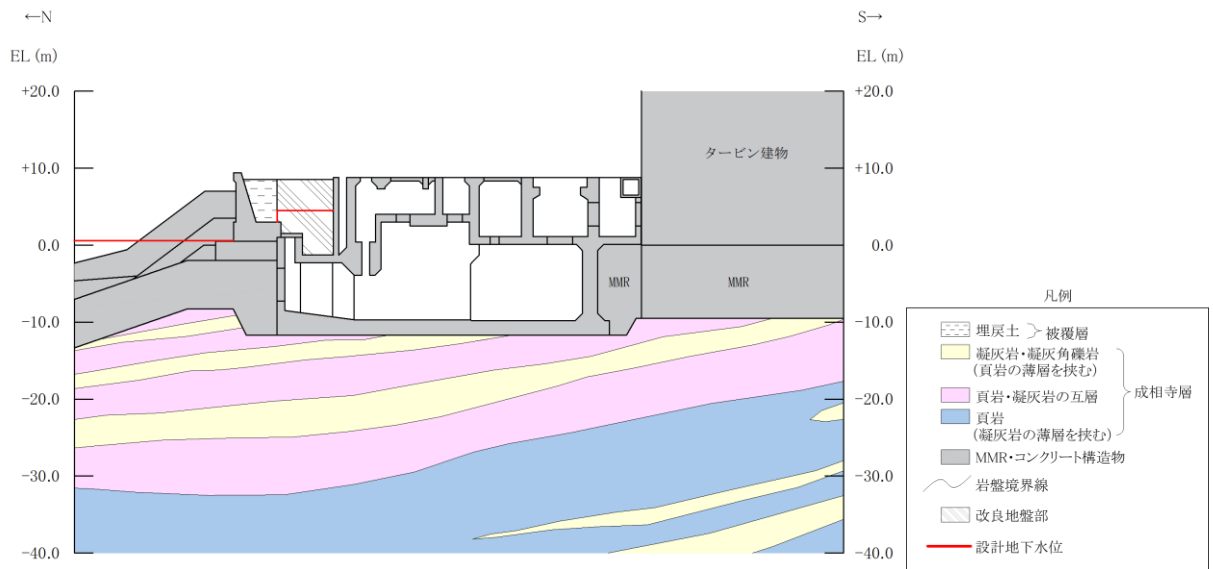


図 3-3 取水槽 地震時荷重算出断面図 (D-D 断面)

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次元有限要素法解析を用いて、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。取水槽周辺は地盤改良されていることから、解析方法は全応力解析とする。

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、線形はり要素および平面応力要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

取水槽は、岩盤上に設置され、周辺は南側を除く三方を改良地盤に囲まれその外側は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係数のばらつきを考慮する。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③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。

詳細な解析ケースの考え方は、「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

解析ケース	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)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	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、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、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。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 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 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

地震時荷重算出断面	α	β
A - A 断面	0.646	2.579×10^{-4}
B - B 断面	0.669	2.128×10^{-4}
C - C 断面	0.705	1.395×10^{-4}
D - D 断面	0.598	1.430×10^{-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

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s 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 以上とな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及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			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及び③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及び③を実施する。	
		-+*	○		
		+ -*	○		
		---*	○		
	$S_s - F 1$	++*	○		
	$S_s - F 2$	++*	○		
	$S_s - N 1$	++*	○		
		-+*	○		
	$S_s - N 2$ (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。

(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

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 3-4 に示す解析ケース②及び③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 3-4 に示す。

表 3-4 (1) 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(基準地震動 S_s)

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		基本ケース	地盤物性のばらつき ($+1\sigma$) 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 $+1\sigma$	平均値 -1σ
地震動 (位相)	$S_s - D$	++*	○	○
	$S_s - F1$	++*	○	○
	$S_s - F2$	++*	○	○
	$S_s - N1$	++*	○	○
	$S_s - N2$ (NS)	++*	○	○
	$S_s - N2$ (EW)	++*	○	○

注記* : 地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表す。

表 3-4 (2) 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(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
		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、躯体目重、機器・配管荷重及び浸水防護施設荷重を考慮する。

(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35.0cmとする。積雪荷重については、松江市建築基準法施行細則により、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 3-5 に示す。

表 3-5 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。

図3-4に入力地震動算定の概念図を、図3-5～図3-56に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。入力地震動の算定には、解析コード「micr o S H A K E / 3 D」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。

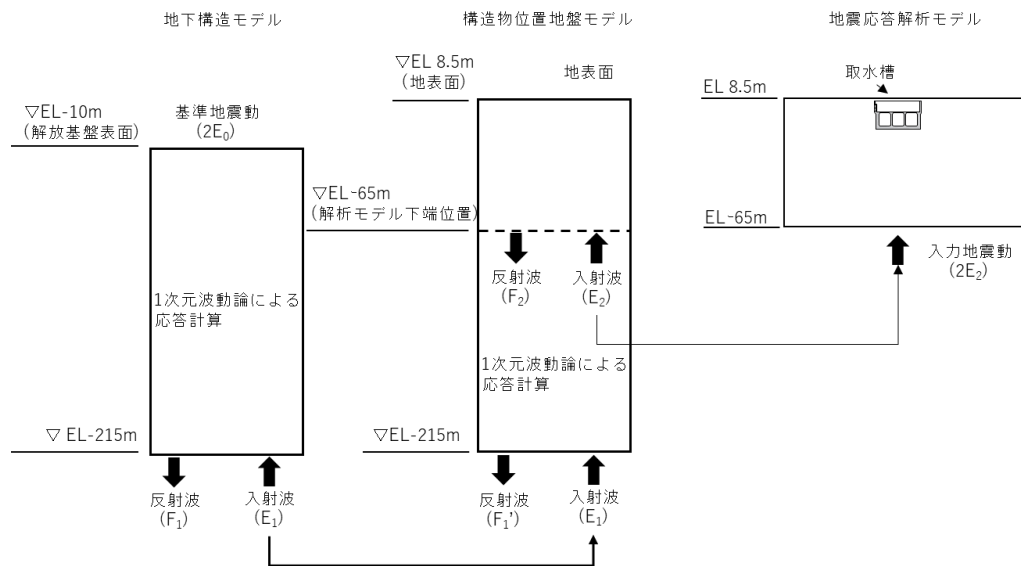
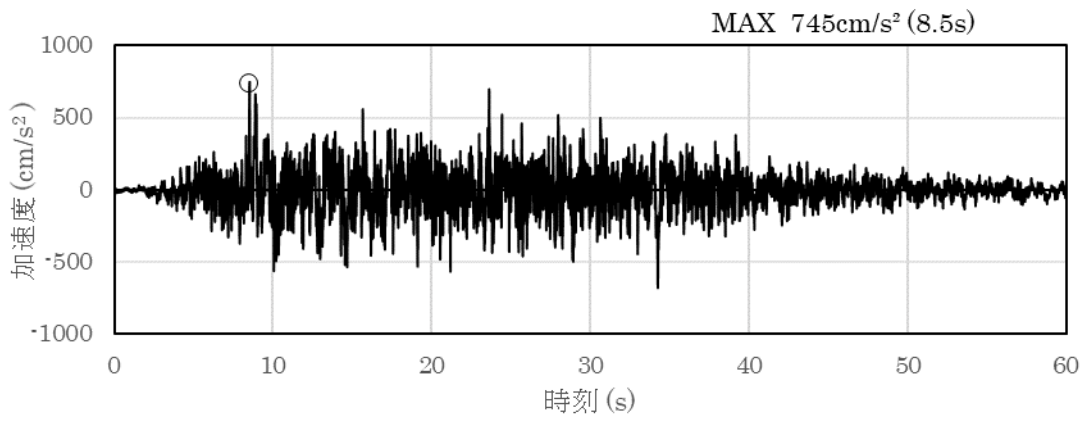
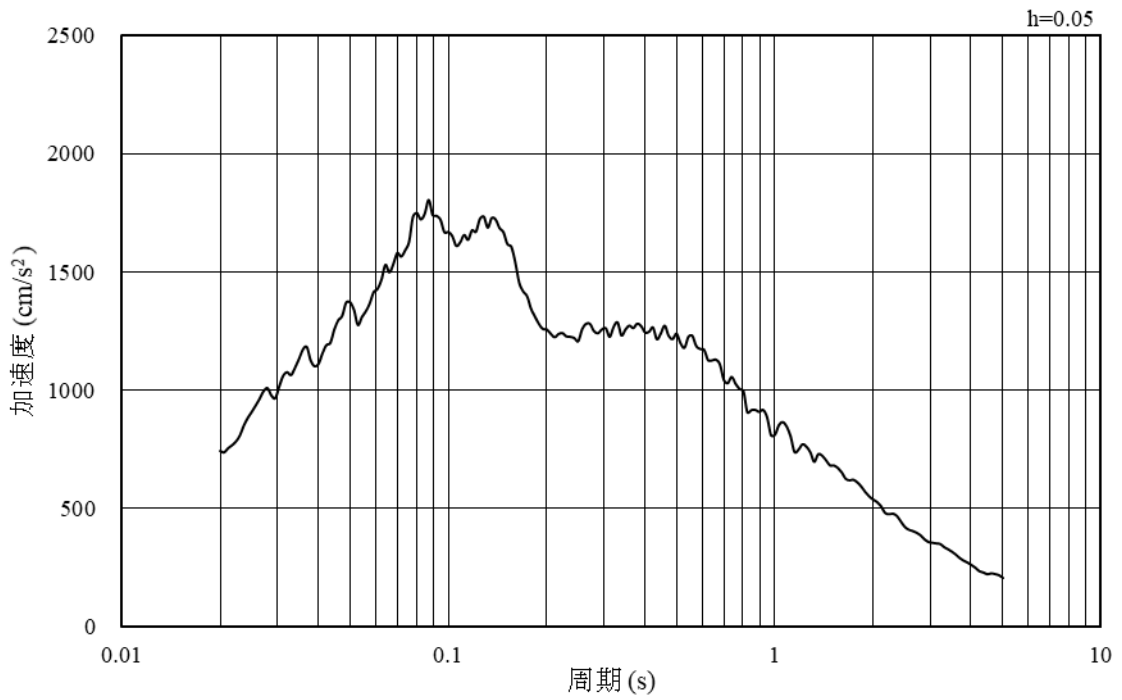


図3-4 入力地震動算定の概念図

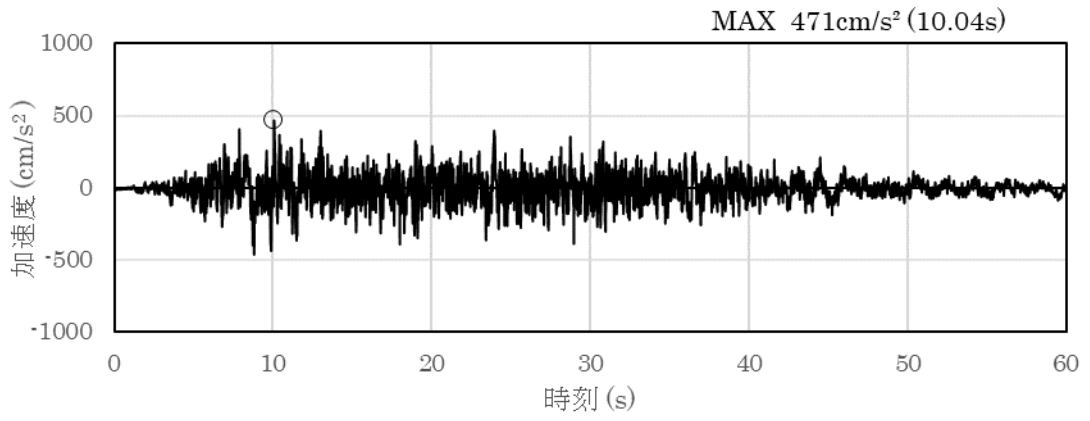


(a) 加速度時刻歴波形

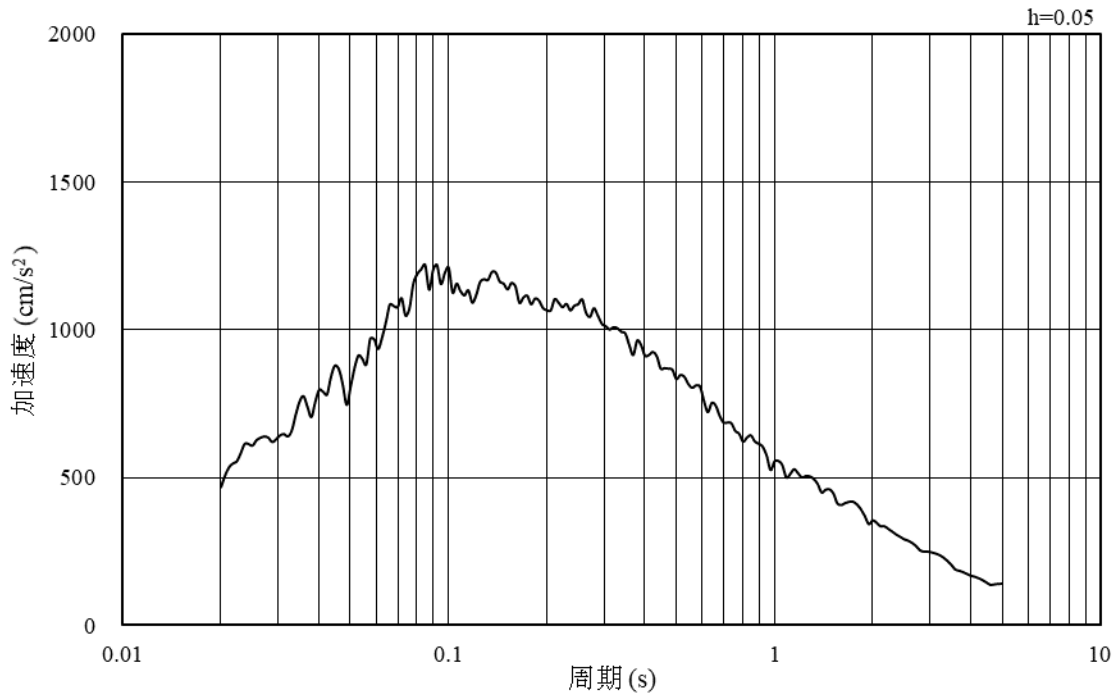


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-5 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
(東西方向, 水平成分: S s - D)

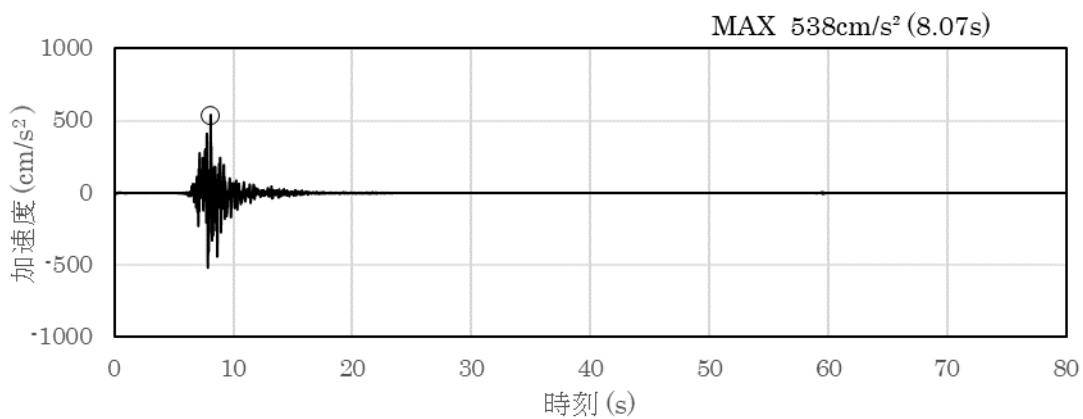


(a) 加速度時刻歴波形

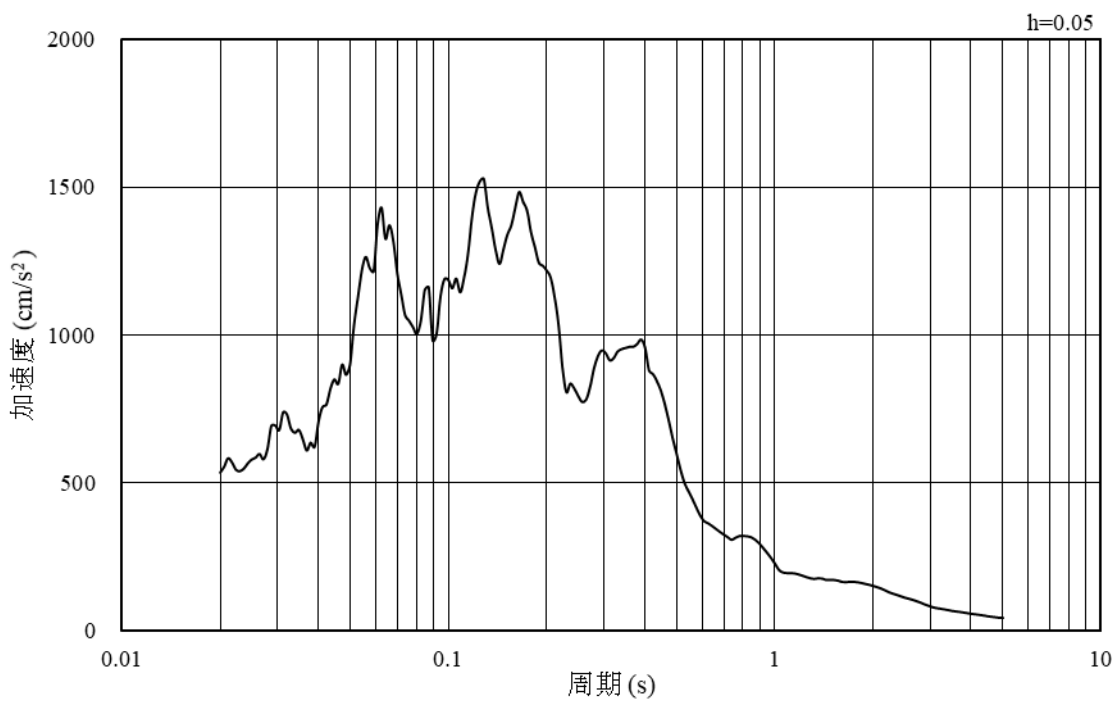


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 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
(東西方向, 鉛直成分 : S s - D)

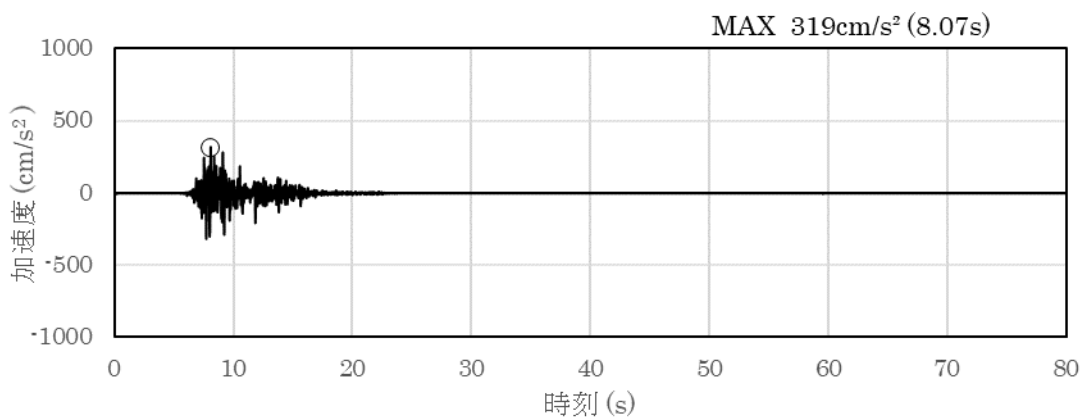


(a) 加速度時刻歴波形

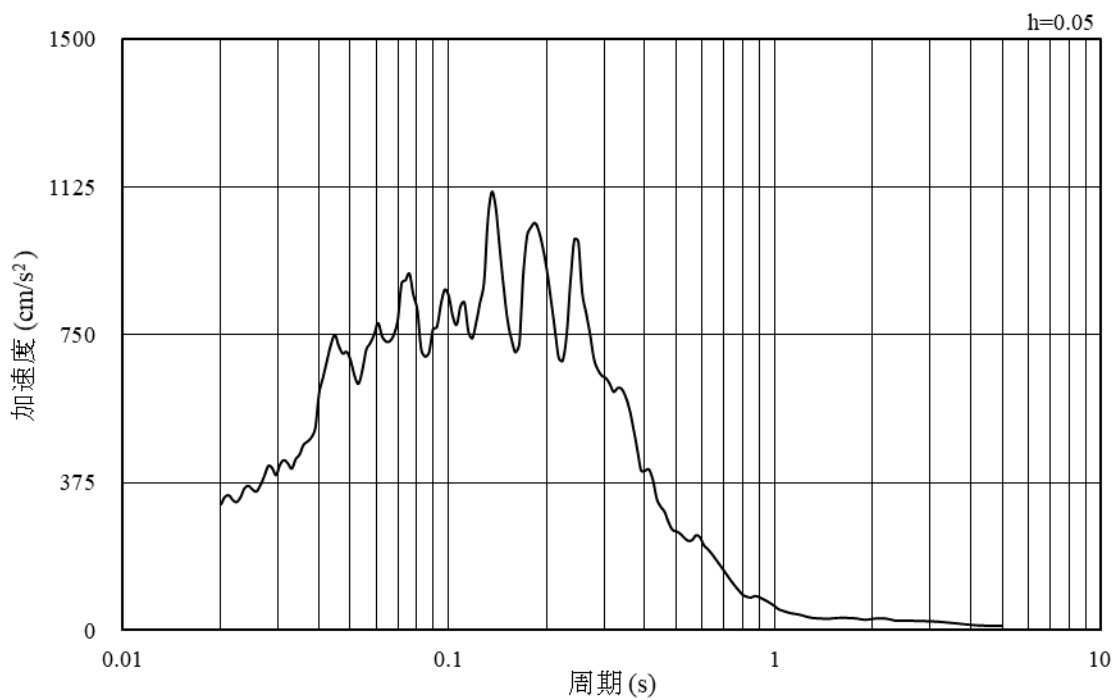


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S s - F 1)

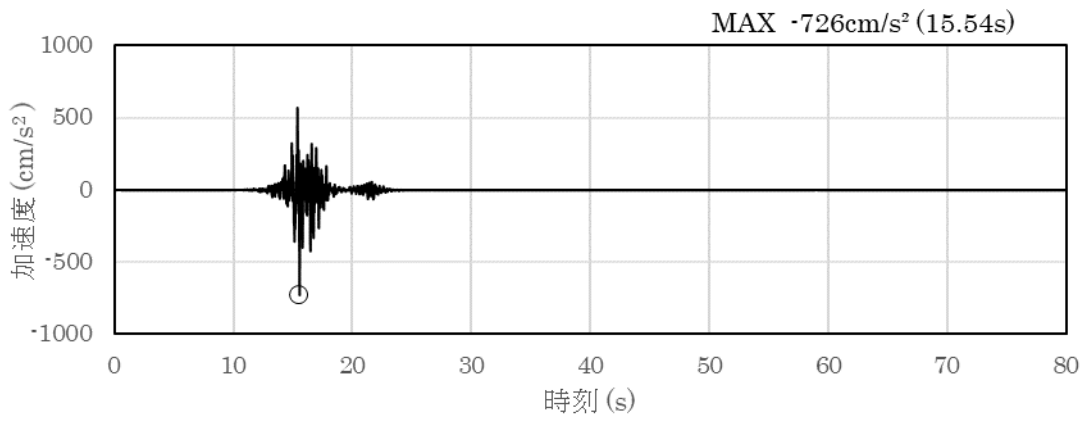


(a) 加速度時刻歴波形

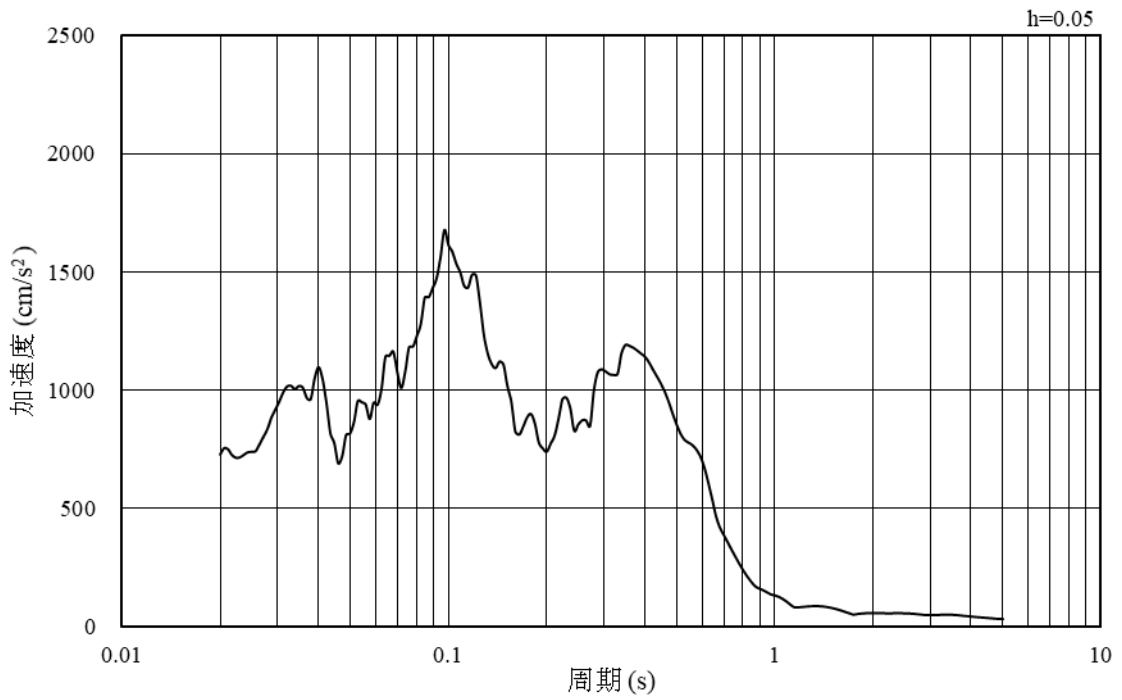


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 1)

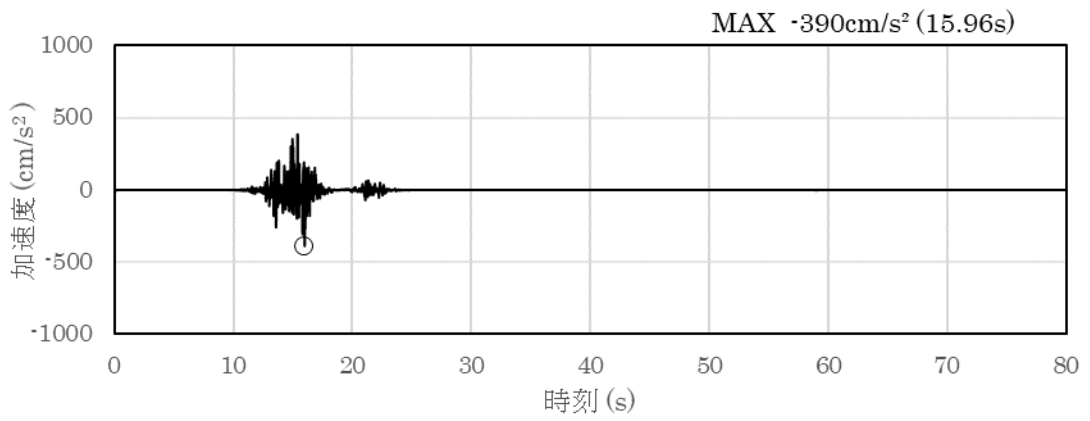


(a) 加速度時刻歴波形

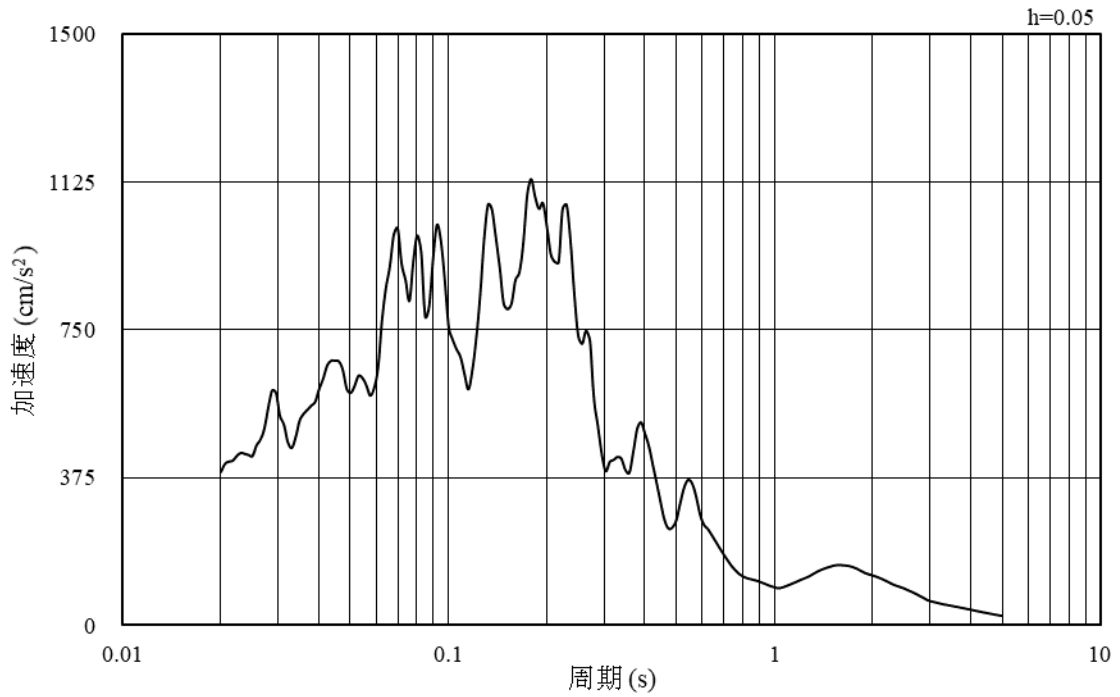


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S s - F 2)

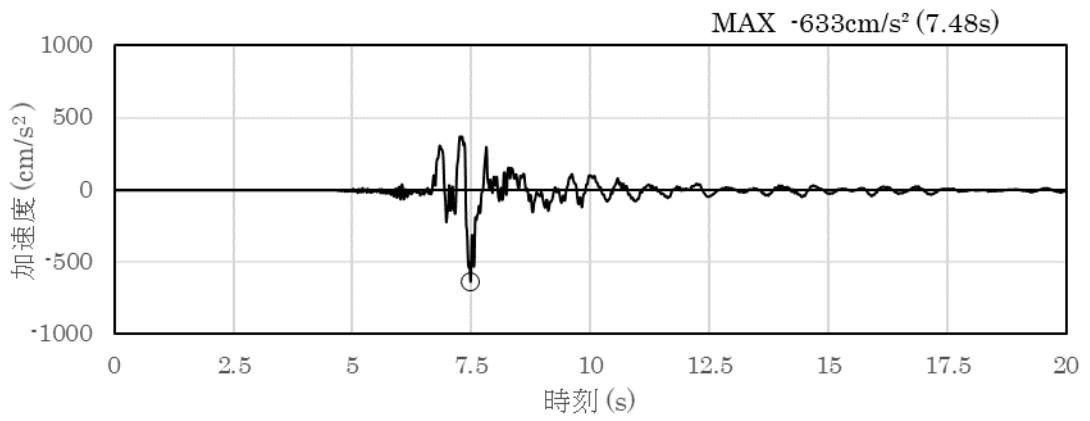


(a) 加速度時刻歴波形

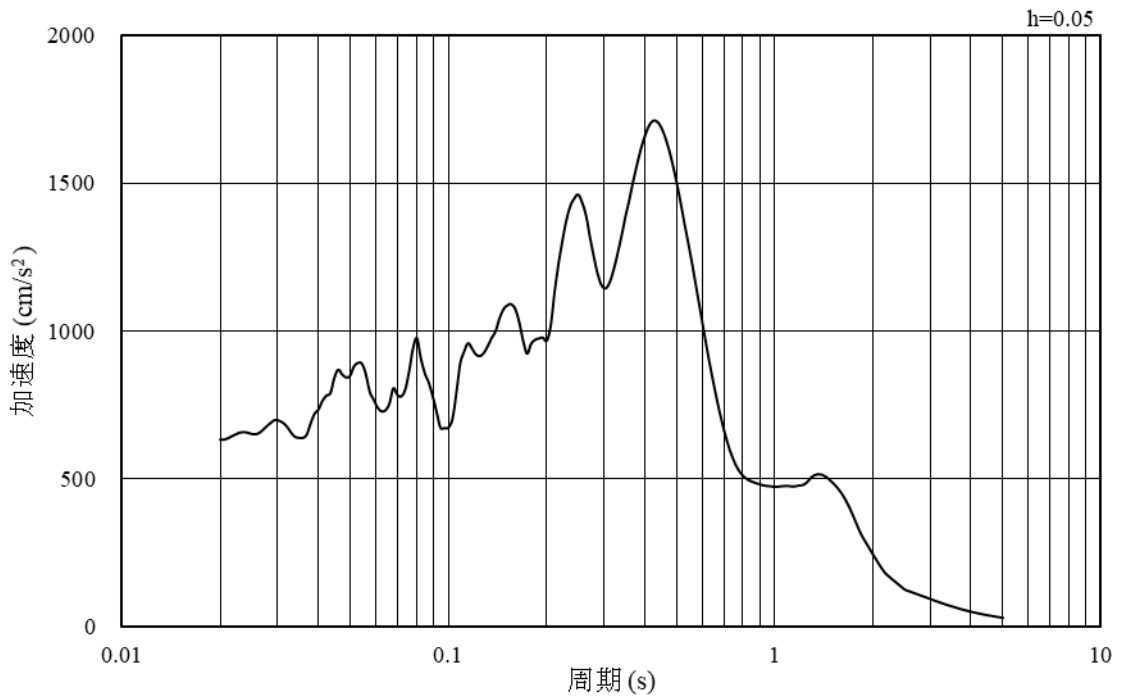


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 2)

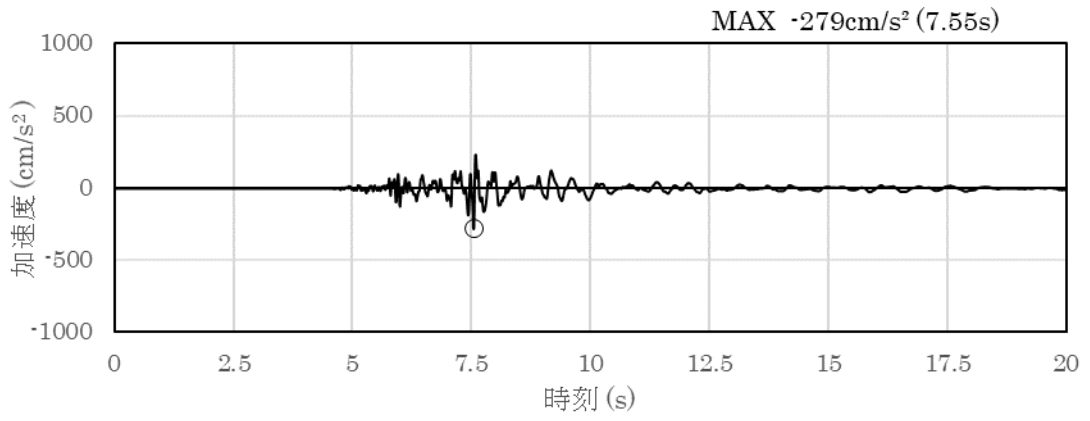


(a) 加速度時刻歴波形

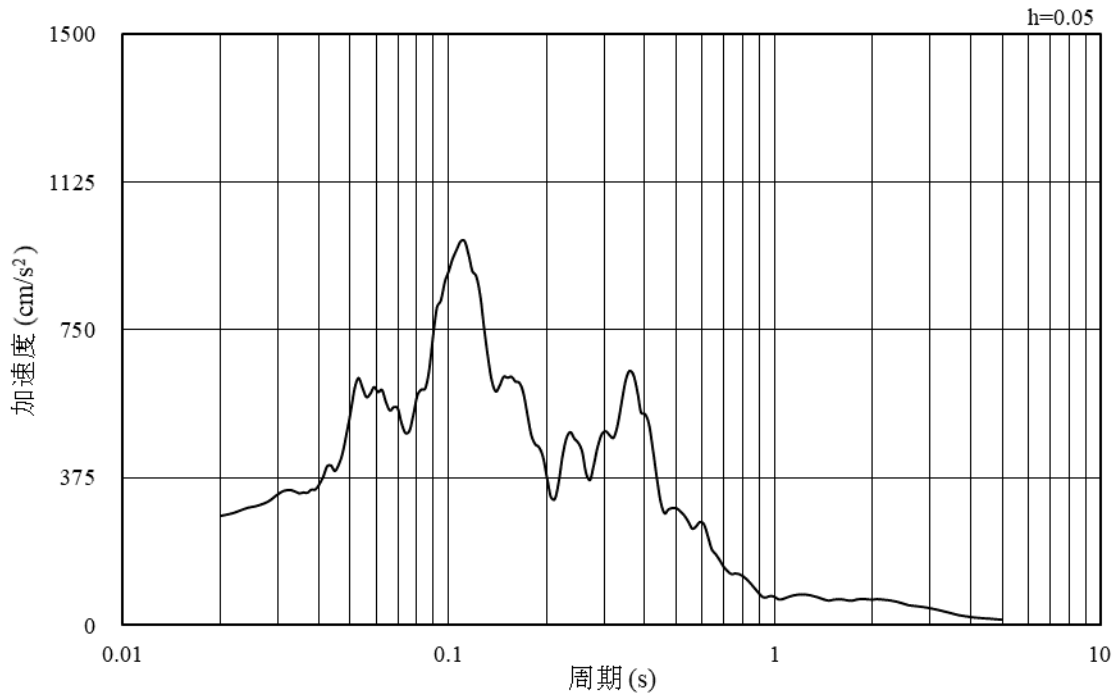


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S s - N 1)

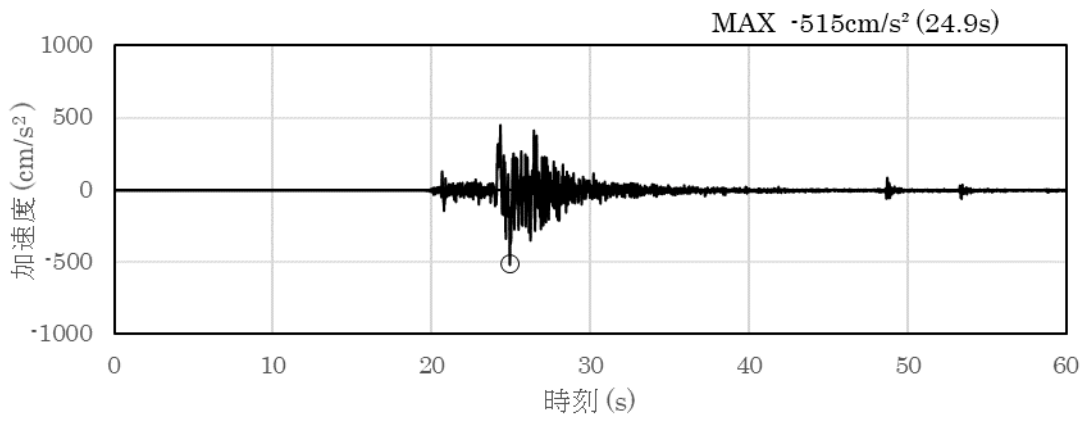


(a) 加速度時刻歴波形

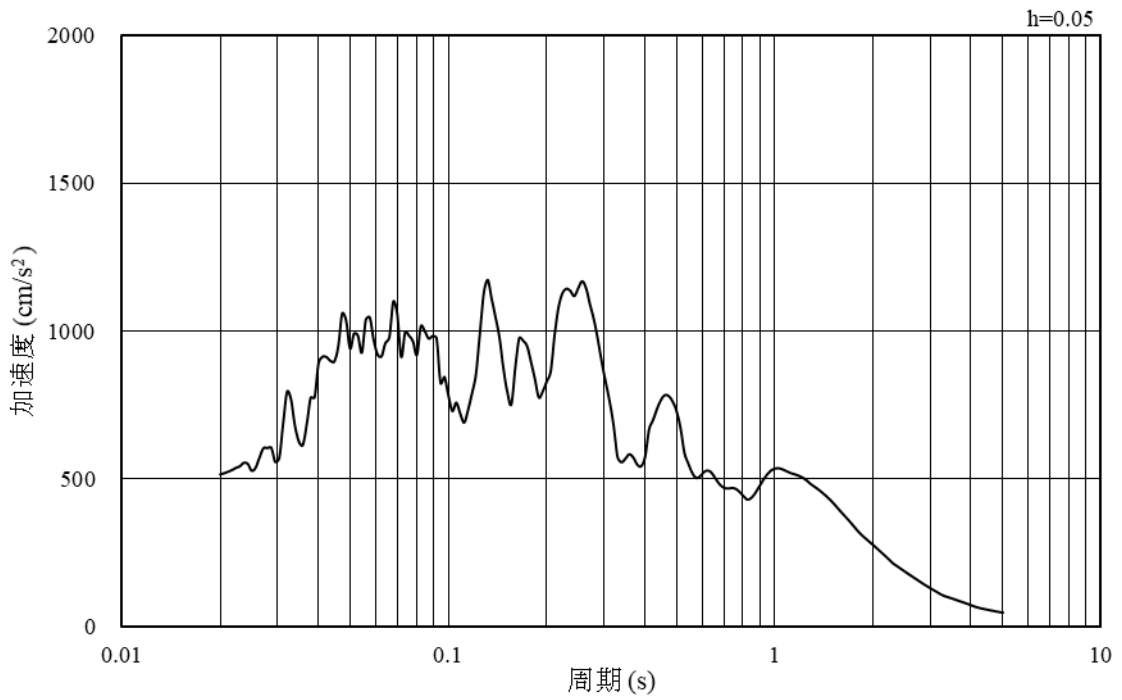


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 1)

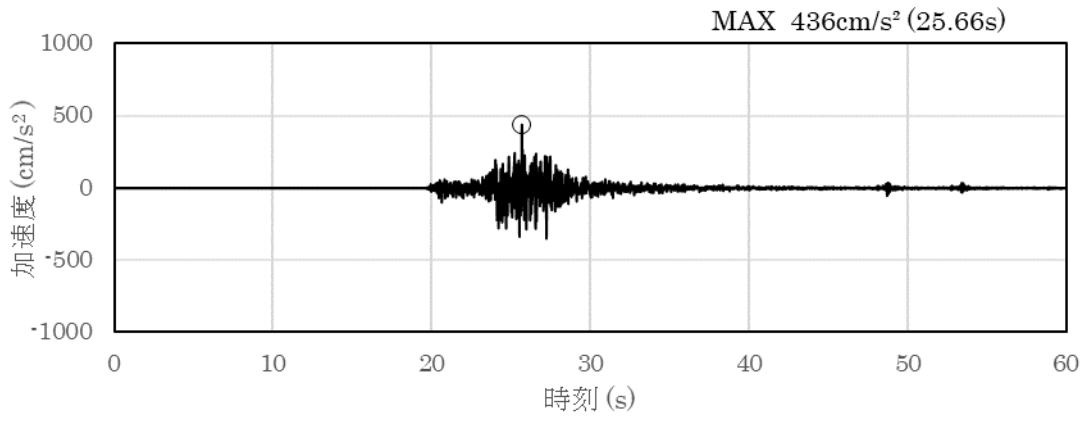


(a) 加速度時刻歴波形

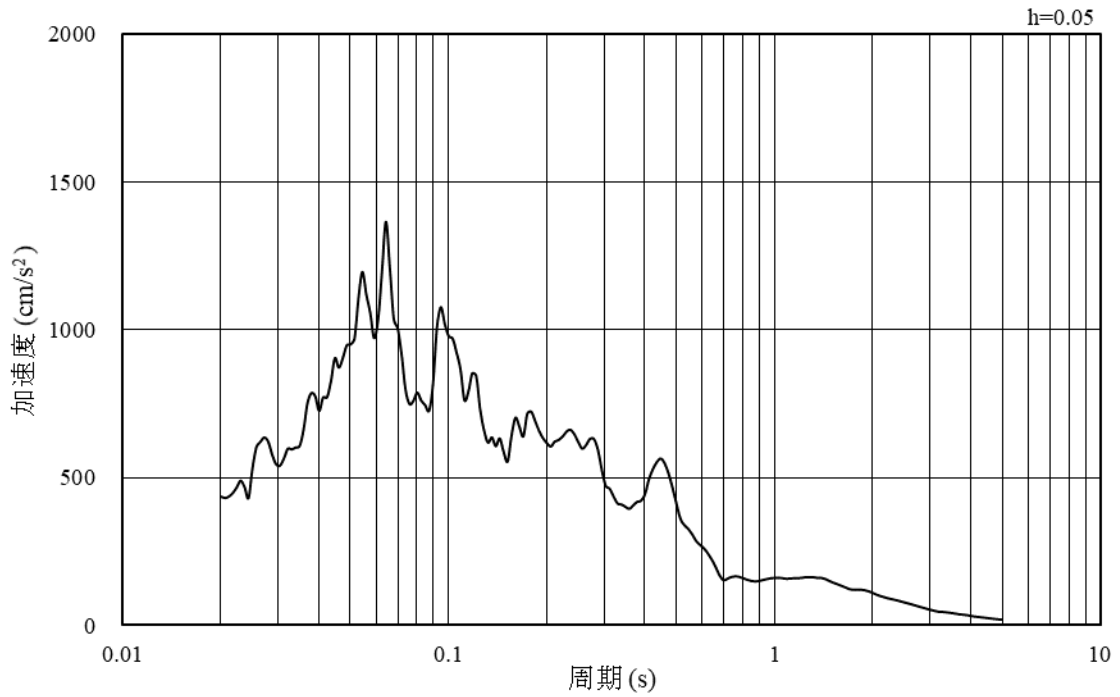


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S s - N 2 (N S))

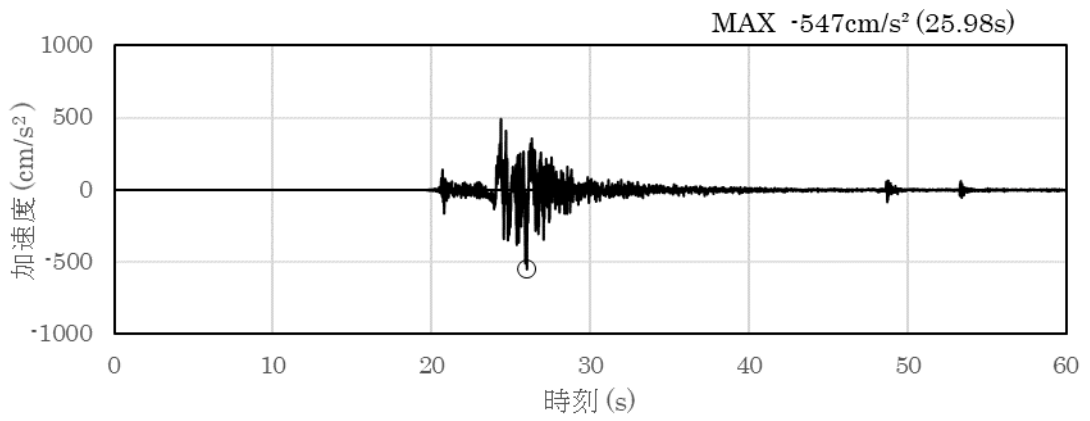


(a) 加速度時刻歴波形

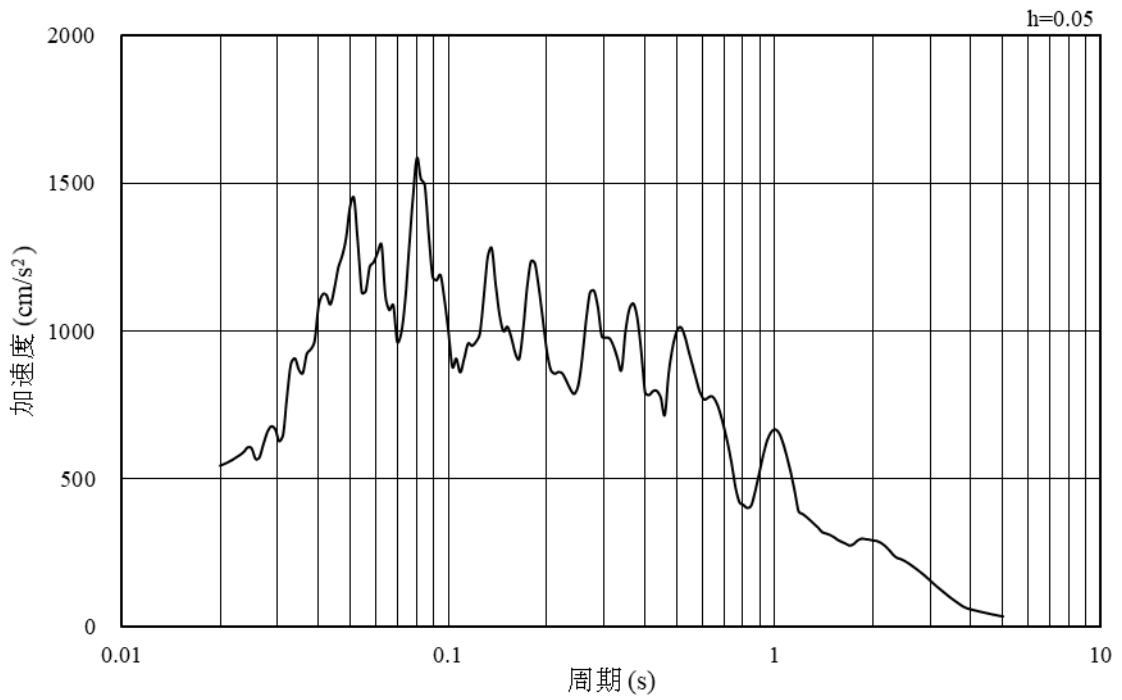


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 2 (N S))

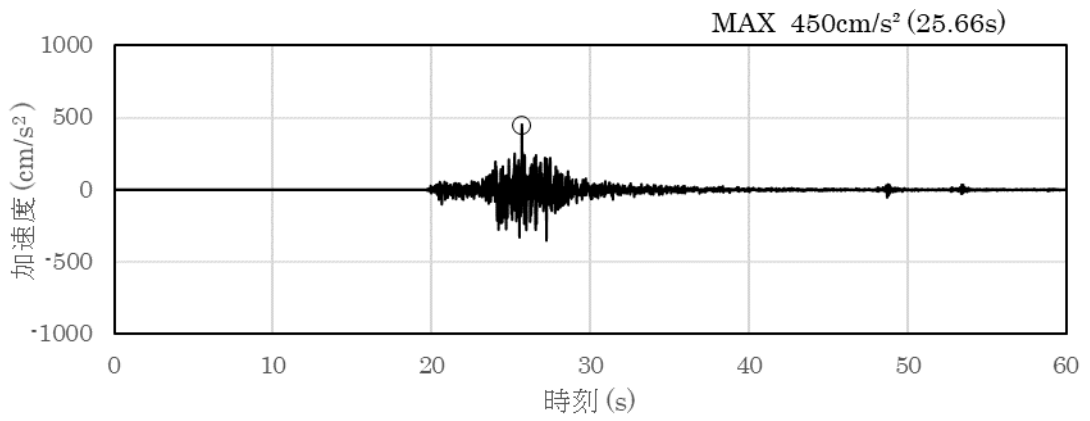


(a) 加速度時刻歴波形

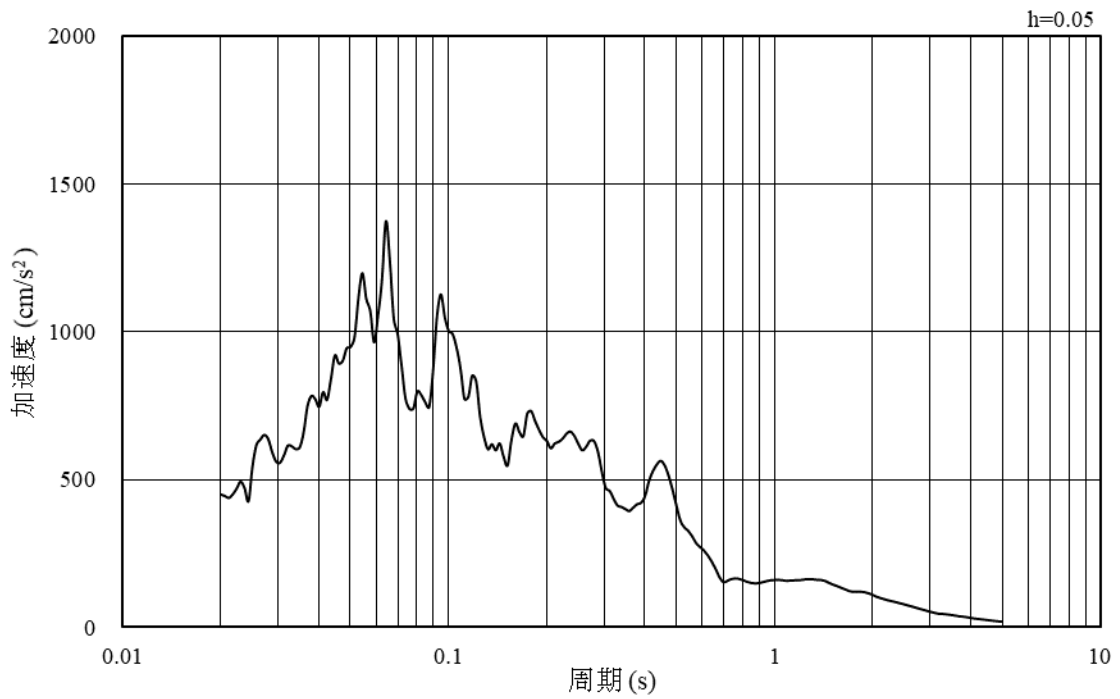


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S s - N 2 (E W))

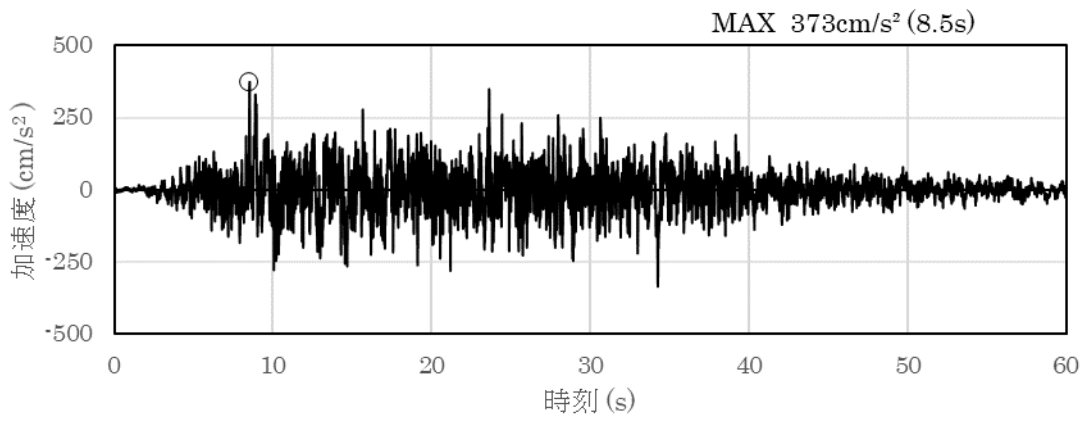


(a) 加速度時刻歴波形

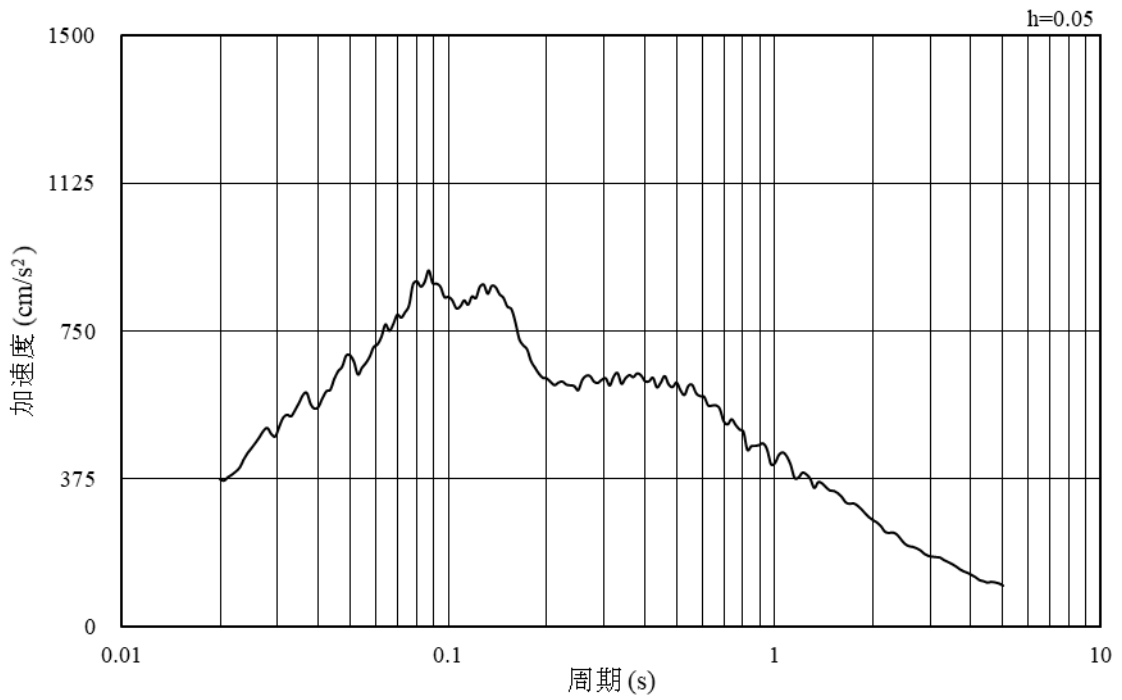


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 2 (EW))

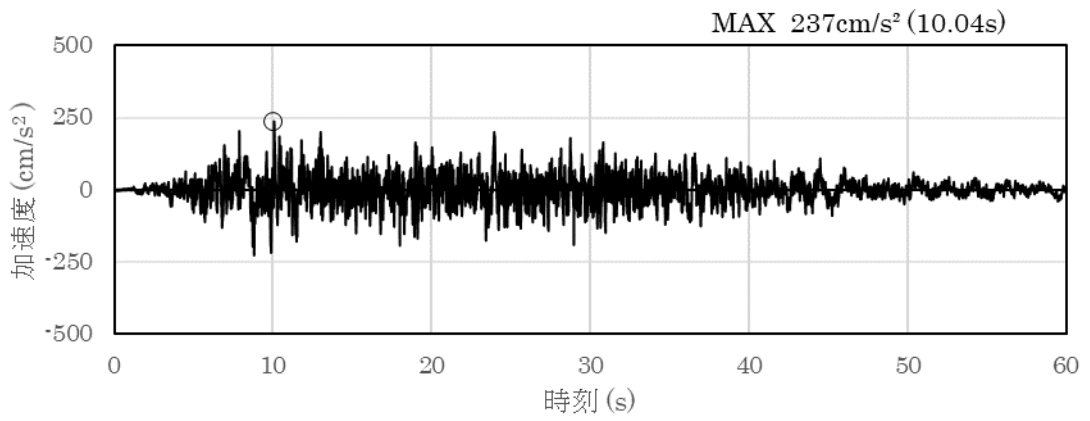


(a) 加速度時刻歴波形

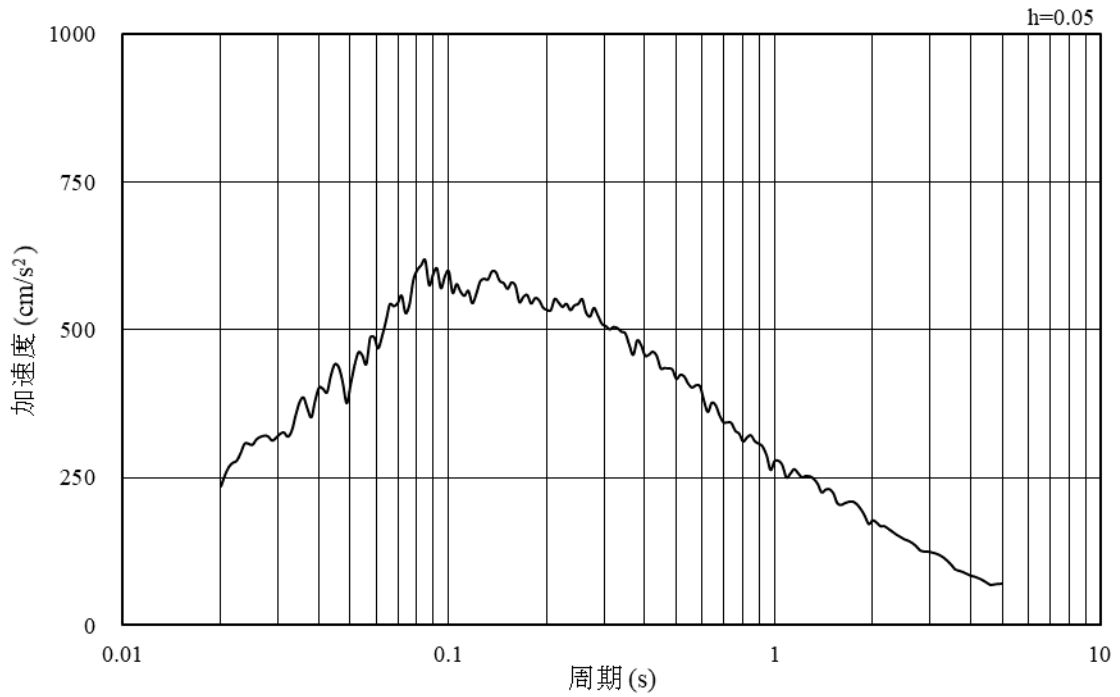


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - D)

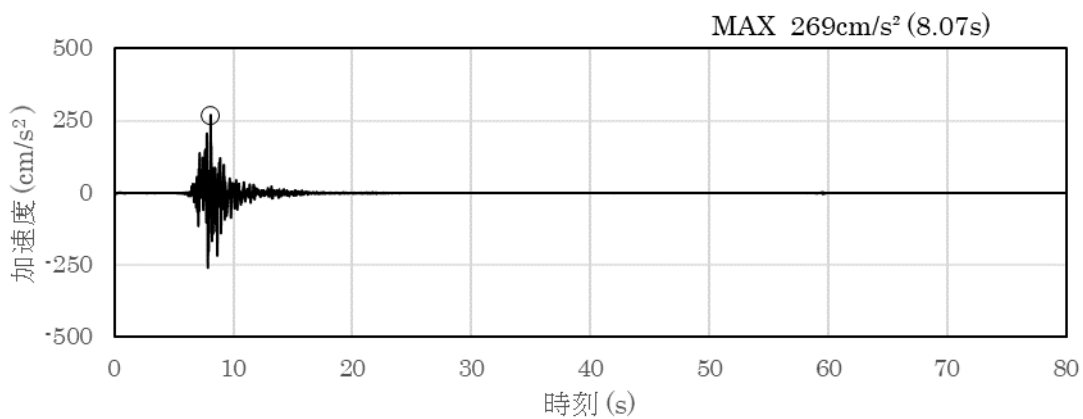


(a) 加速度時刻歴波形

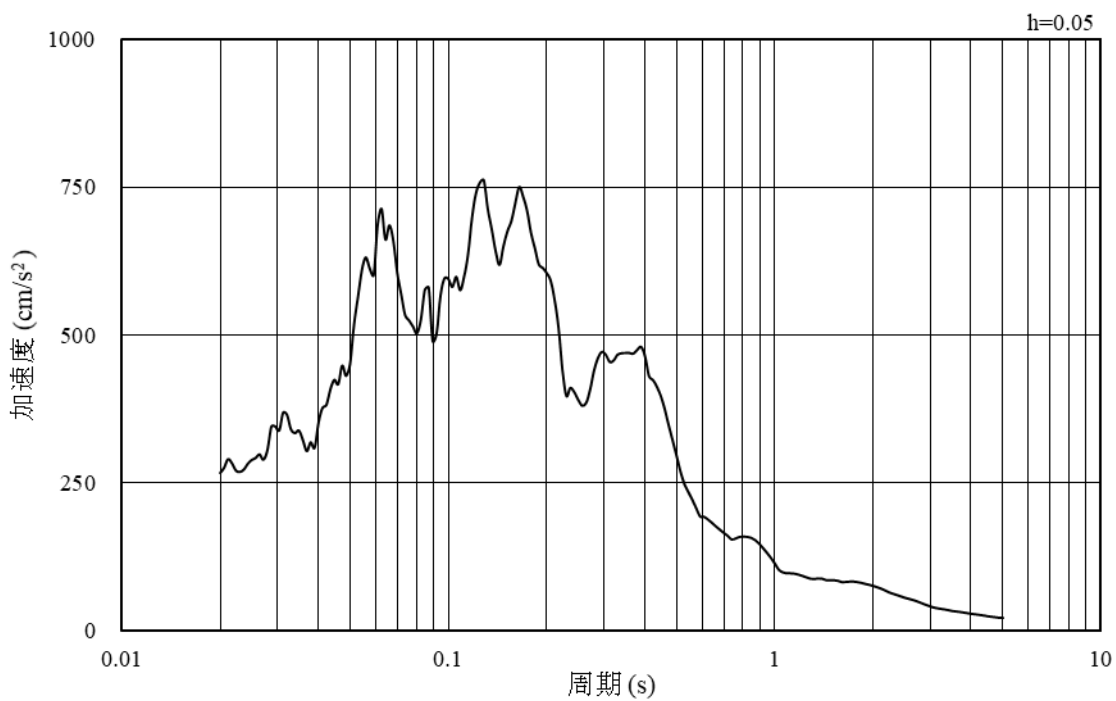


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - D)

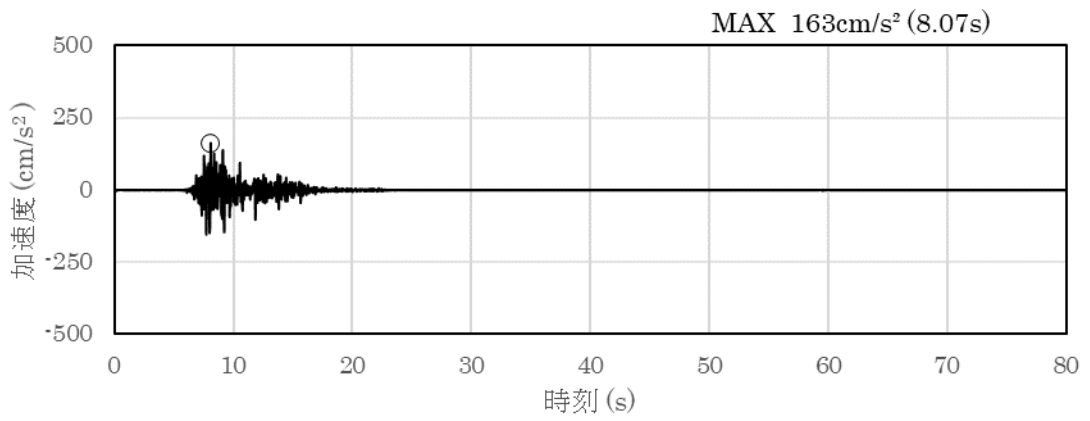


(a) 加速度時刻歴波形

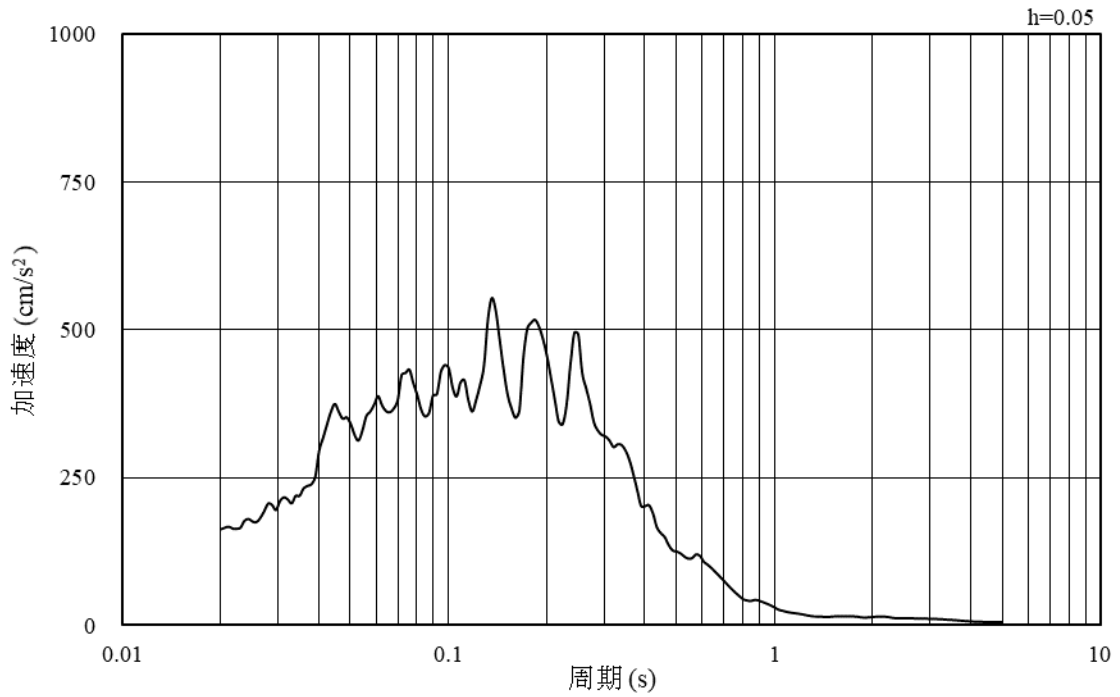


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - F 1)

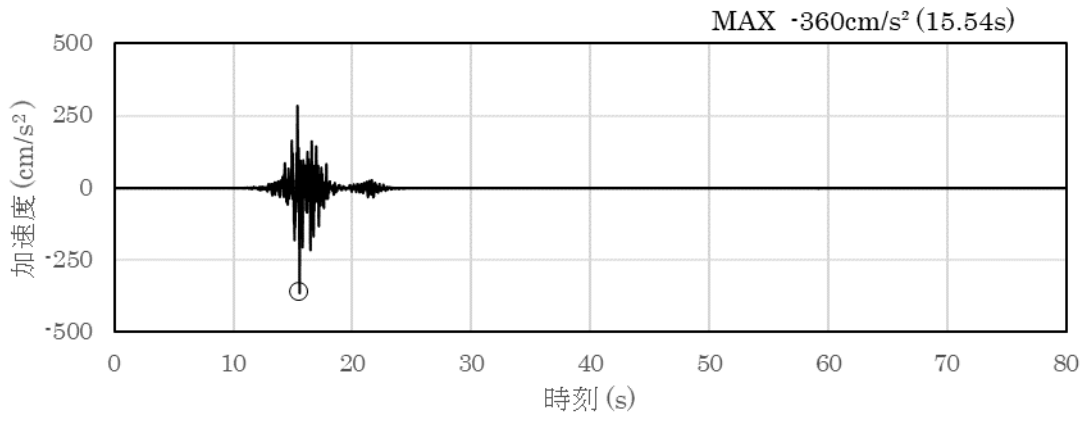


(a) 加速度時刻歴波形

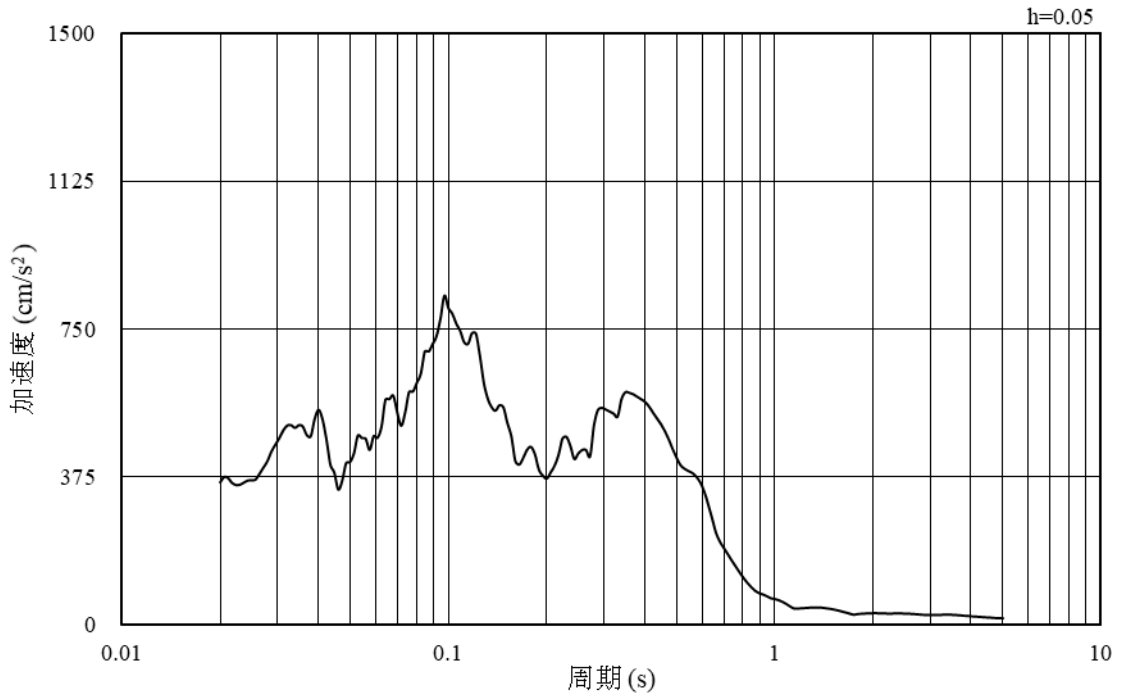


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - F 1)

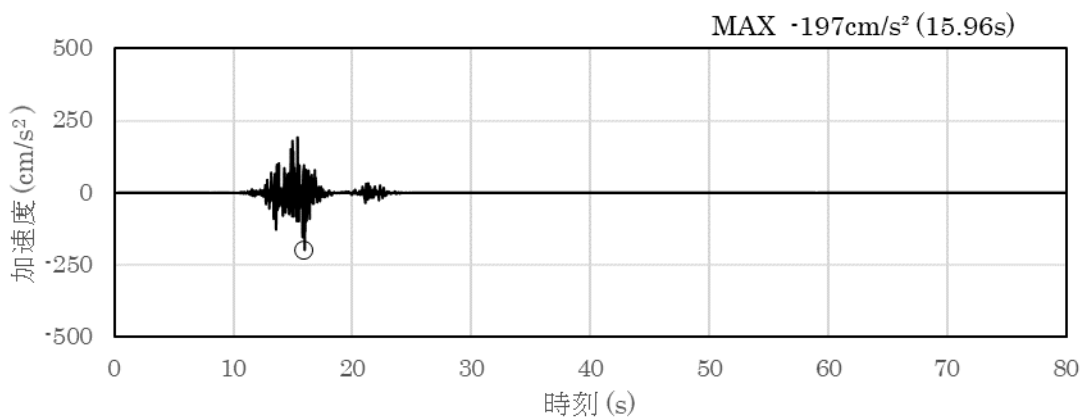


(a) 加速度時刻歴波形

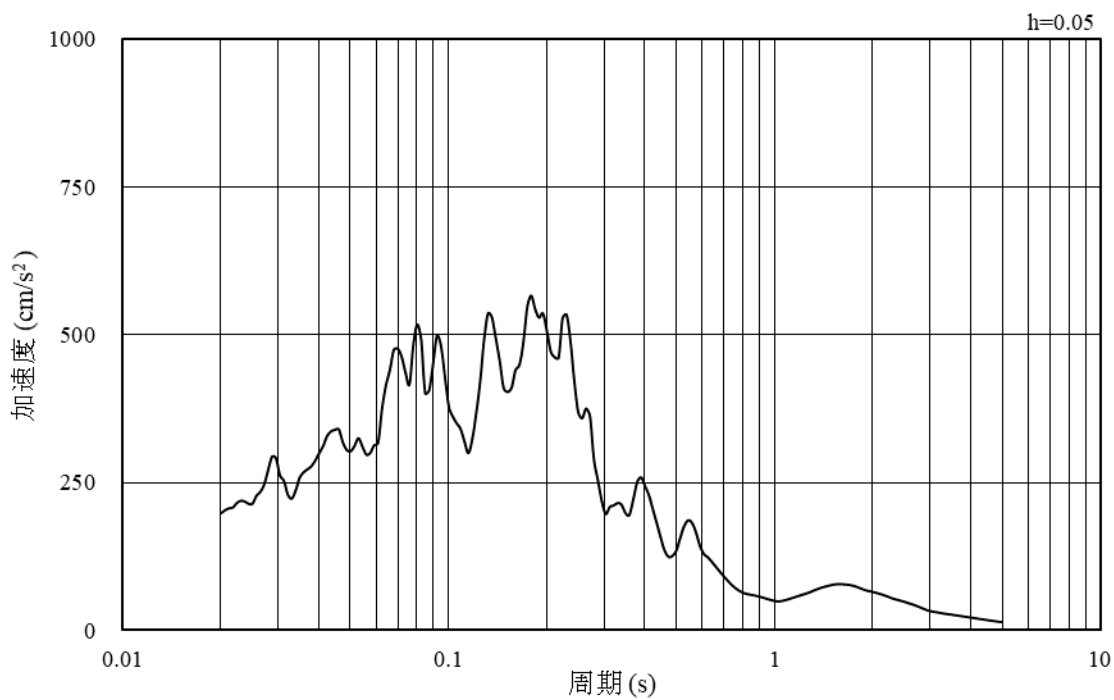


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - F 2)

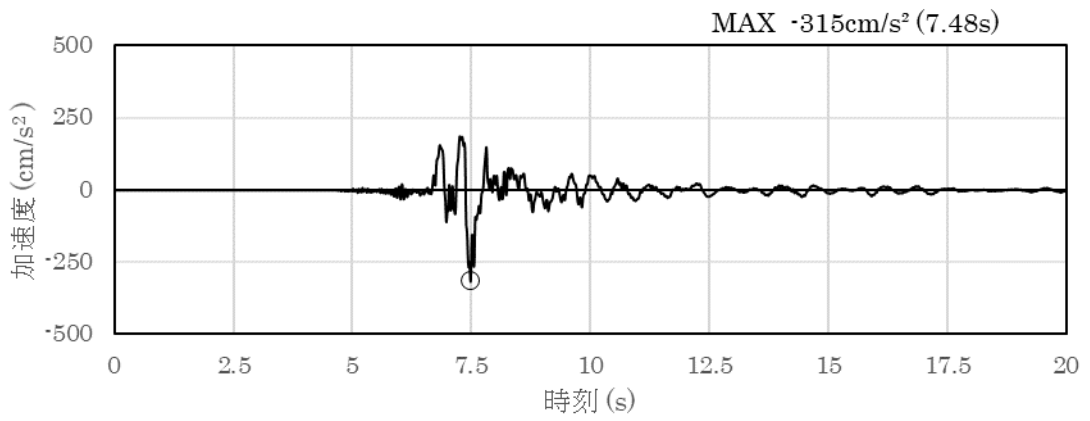


(a) 加速度時刻歴波形

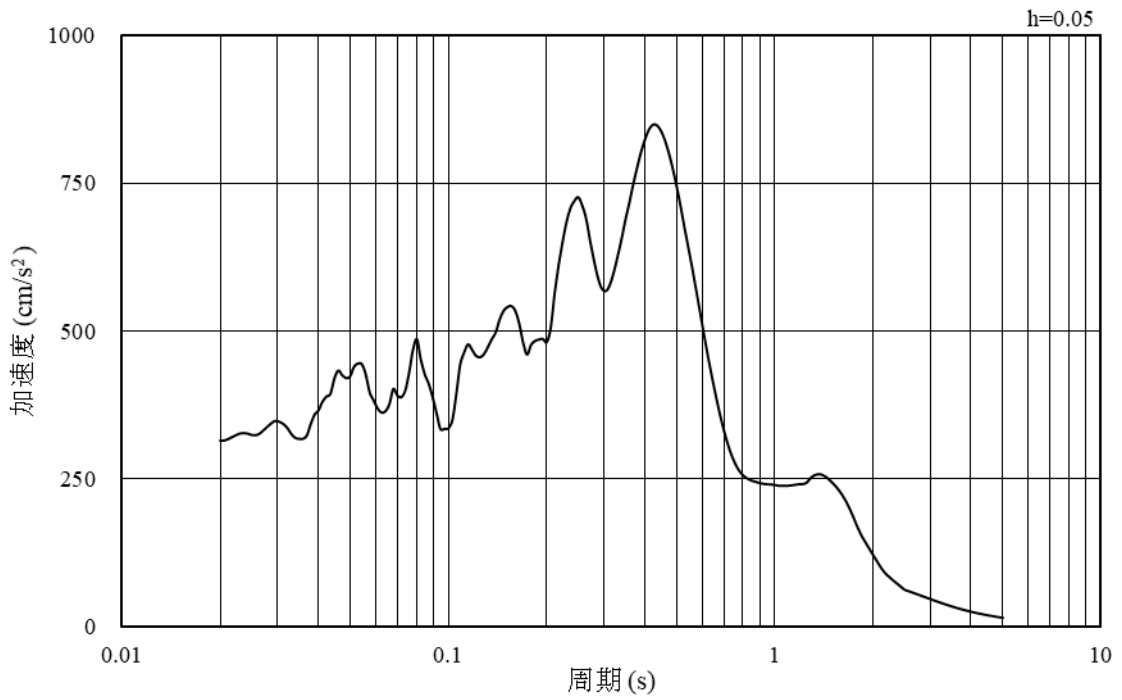


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - F 2)

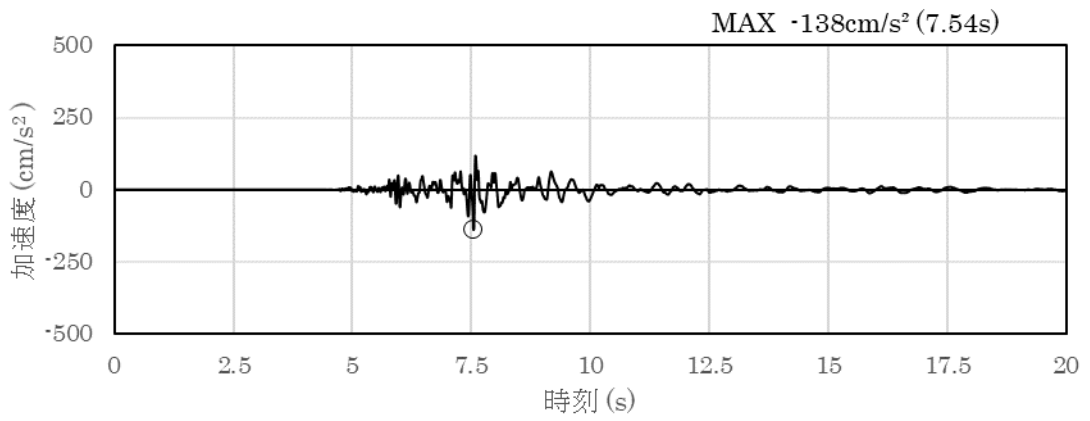


(a) 加速度時刻歴波形

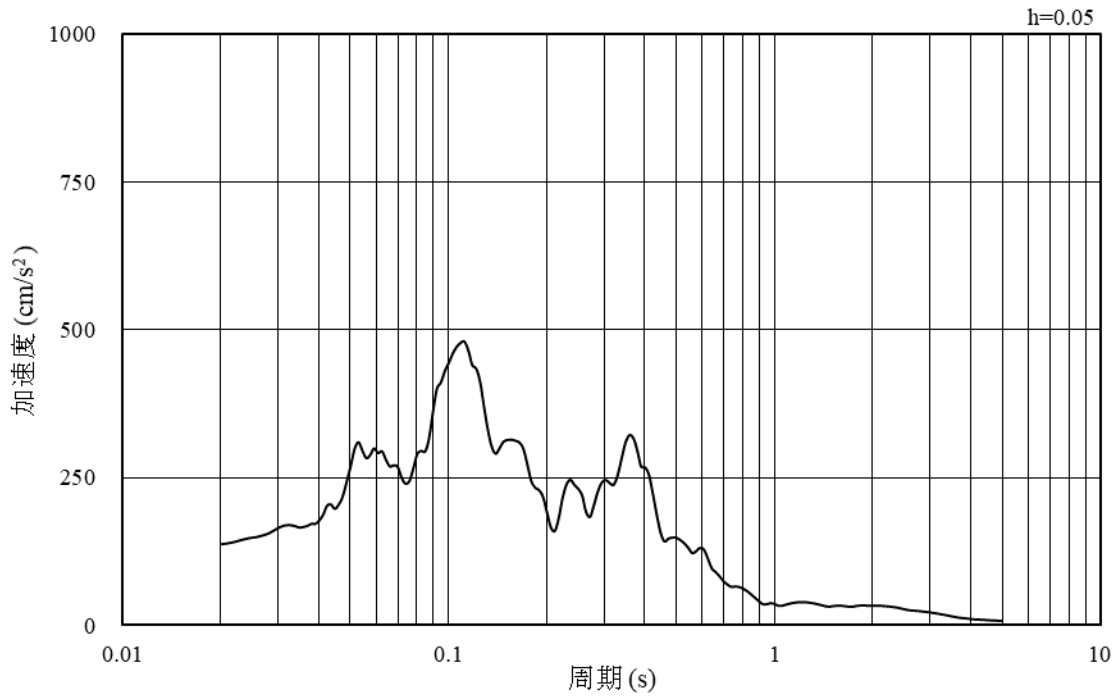


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - N 1)

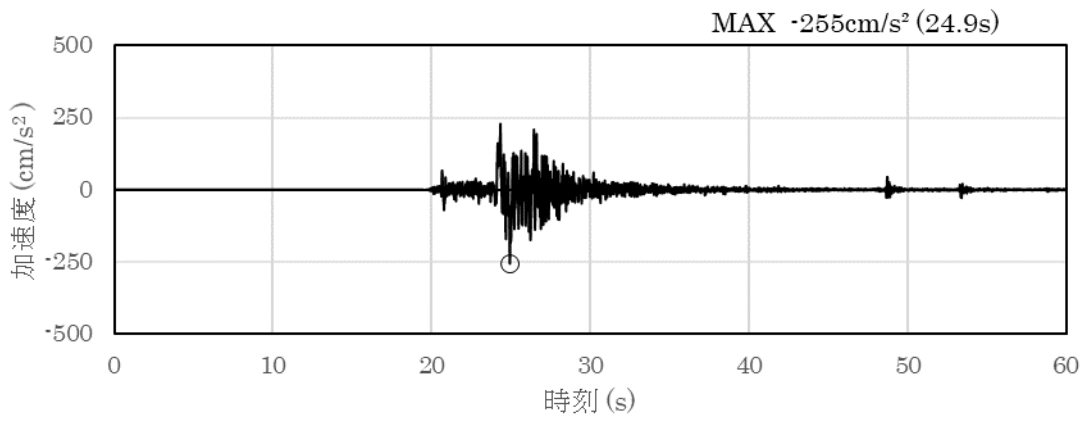


(a) 加速度時刻歴波形

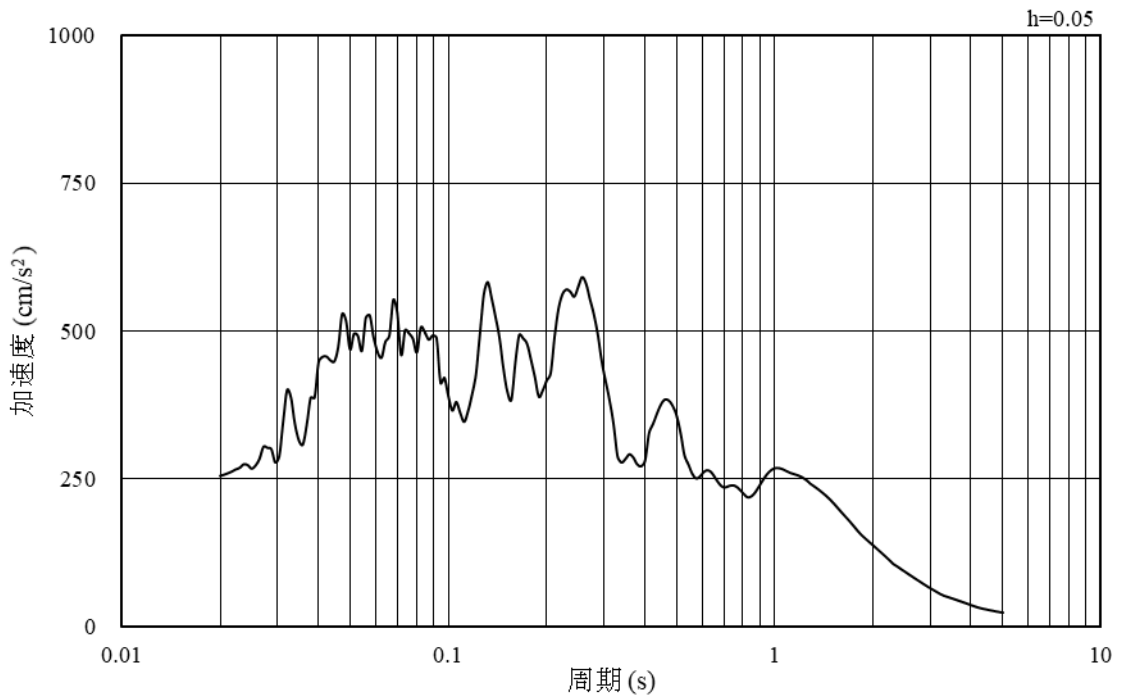


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - N 1)

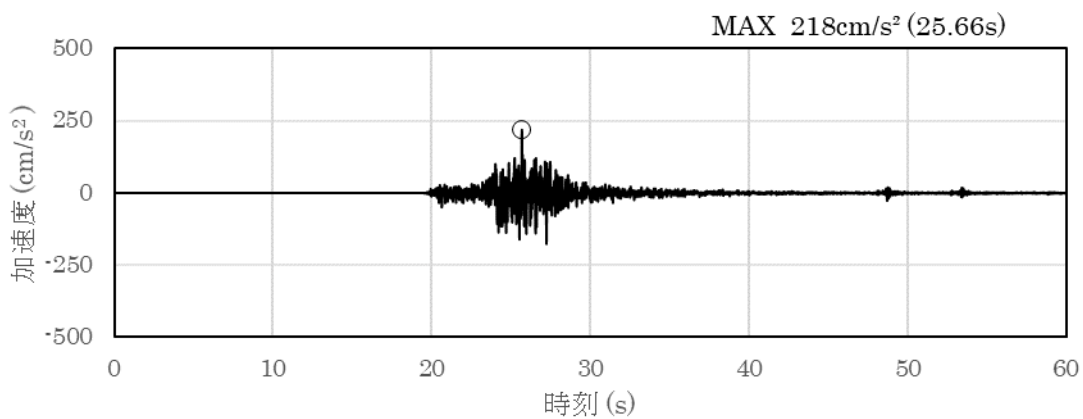


(a) 加速度時刻歴波形

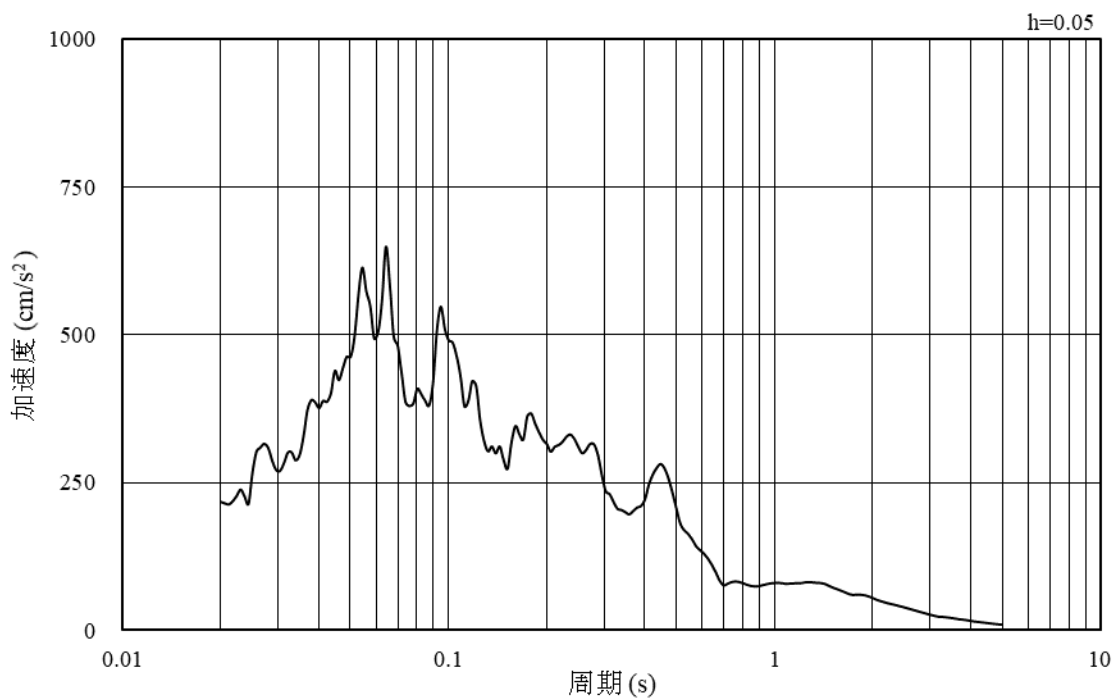


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - N 2 (N S))

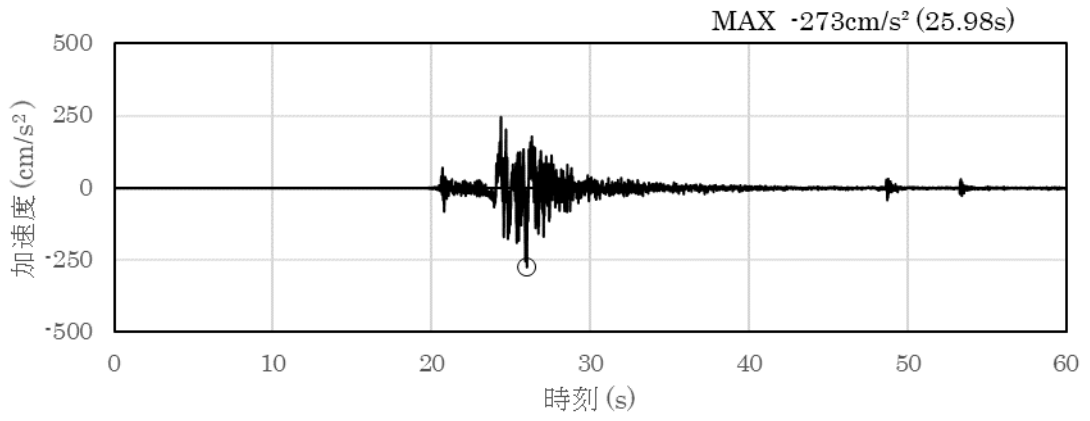


(a) 加速度時刻歴波形

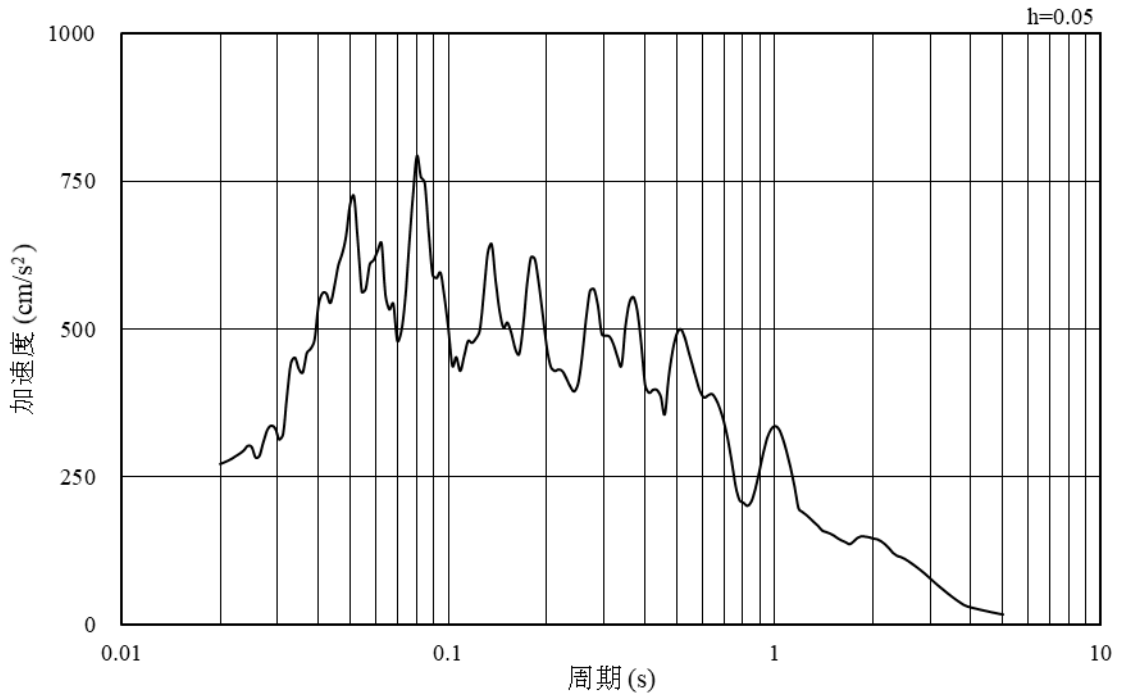


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分 : S d - N 2 (N S))

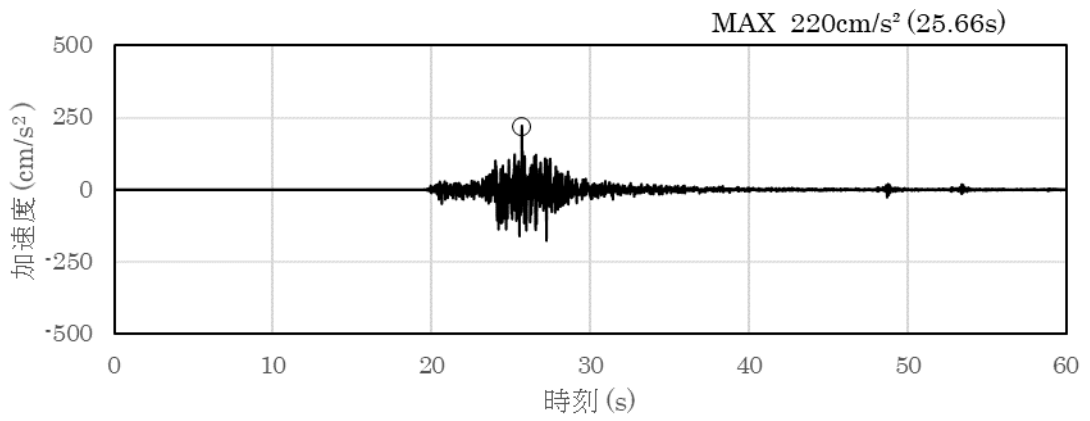


(a) 加速度時刻歴波形

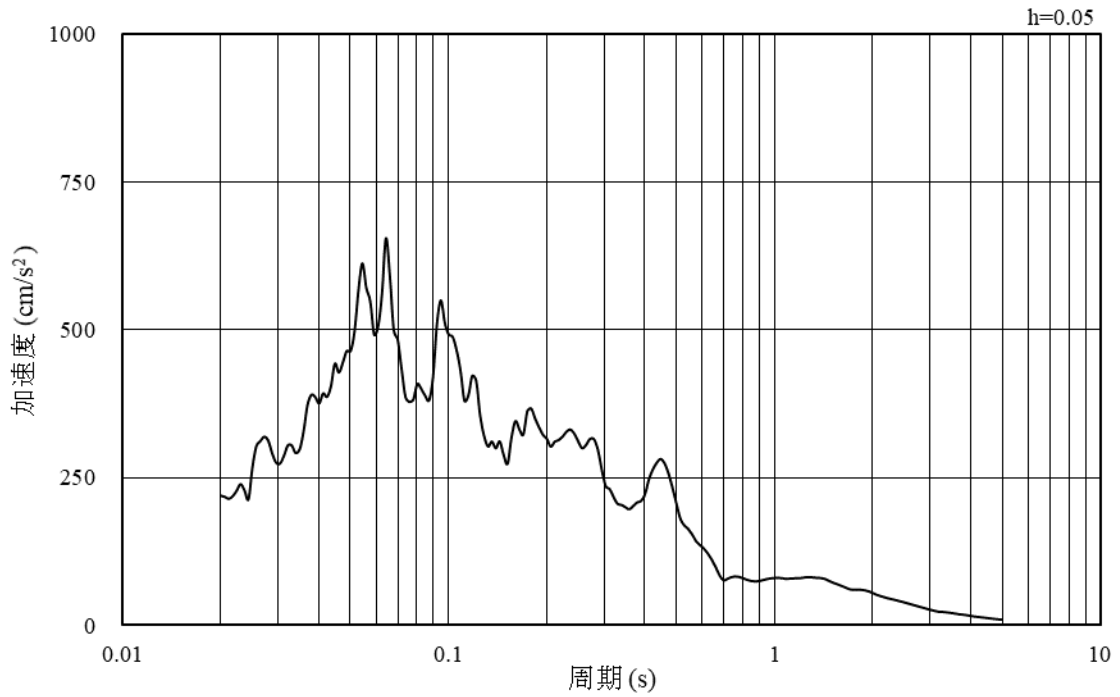


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分: S d - N 2 (E W))

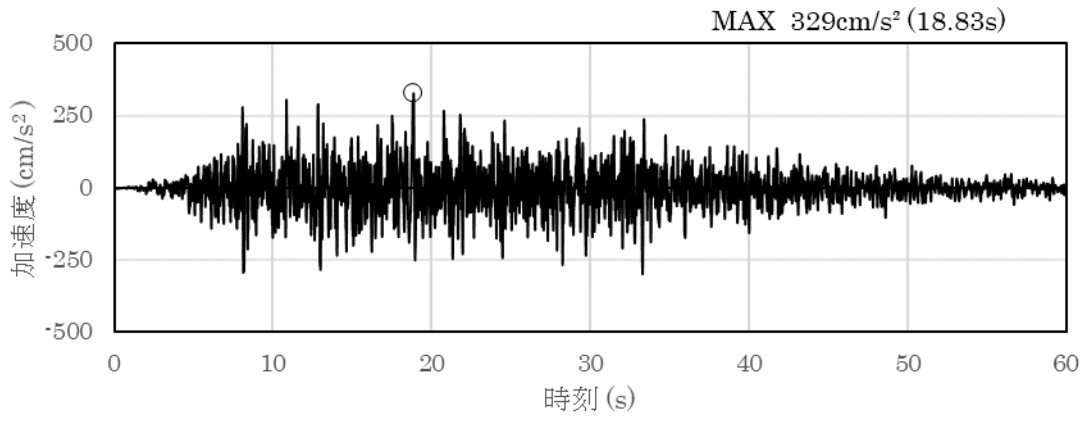


(a) 加速度時刻歴波形

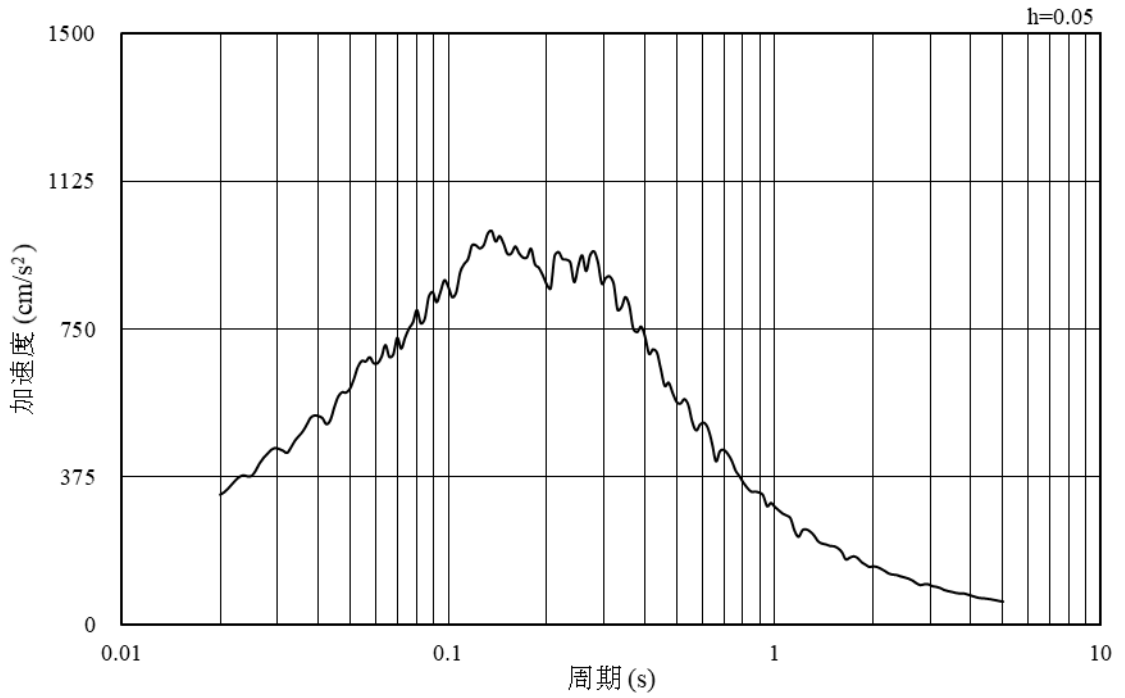


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - N 2 (E W))

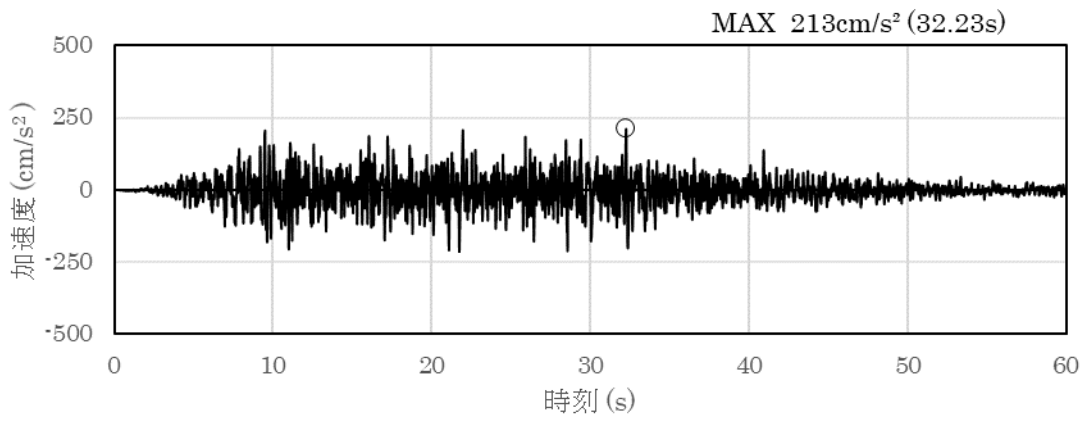


(a) 加速度時刻歴波形

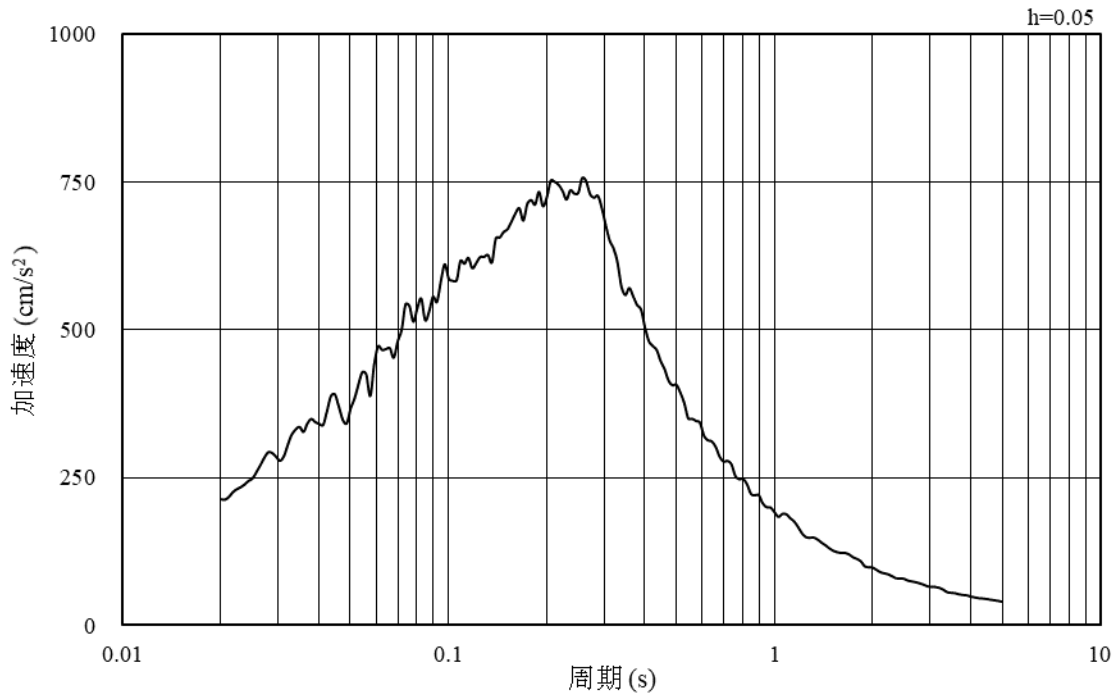


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 水平成分 : S d - 1)

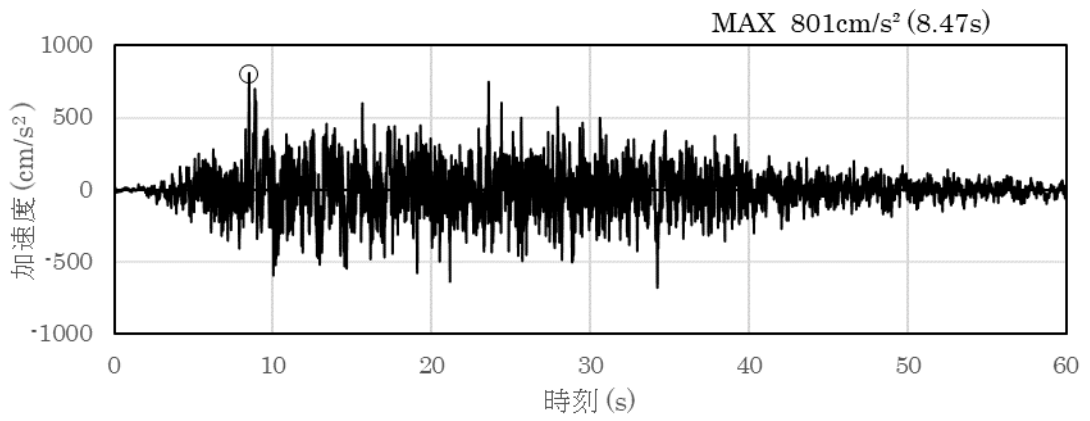


(a) 加速度時刻歴波形

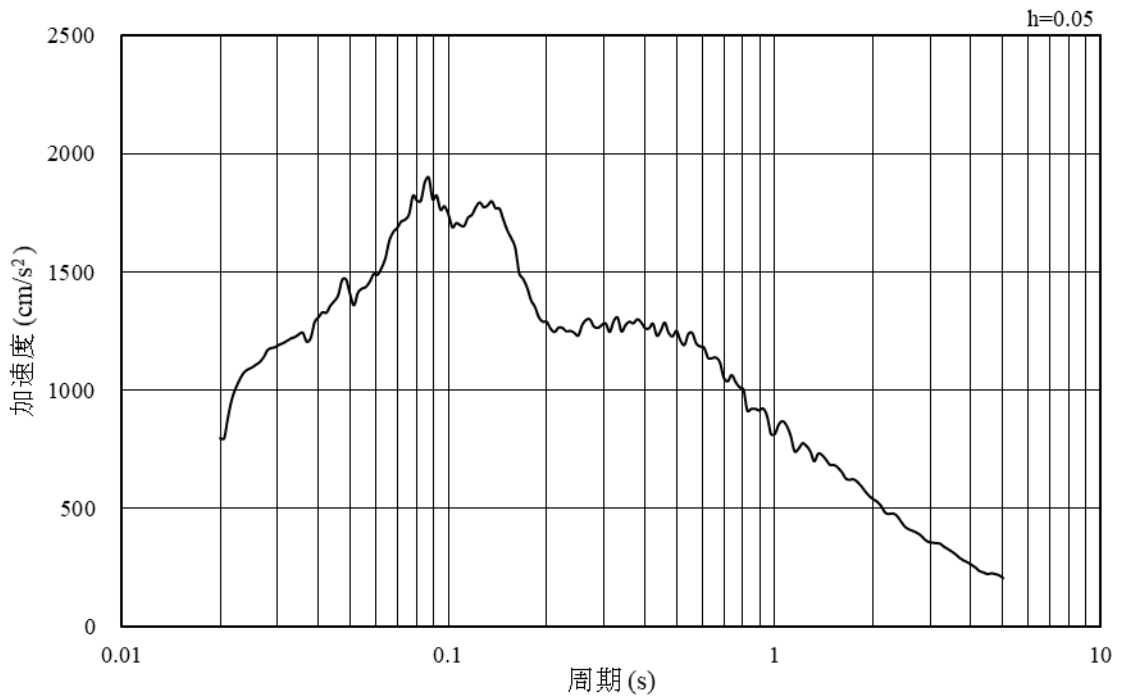


(b) 加速度応答スペクトル

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
(東西方向, 鉛直成分: S d - 1)

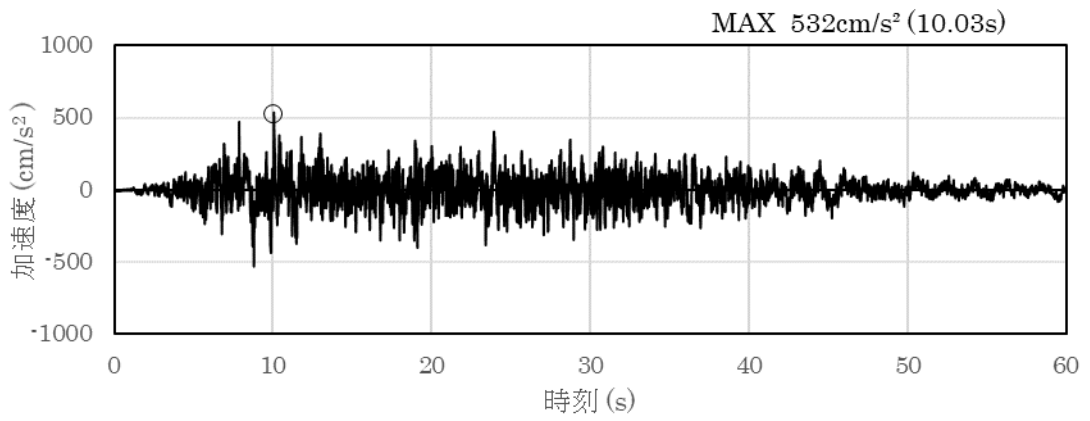


(a) 加速度時刻歴波形

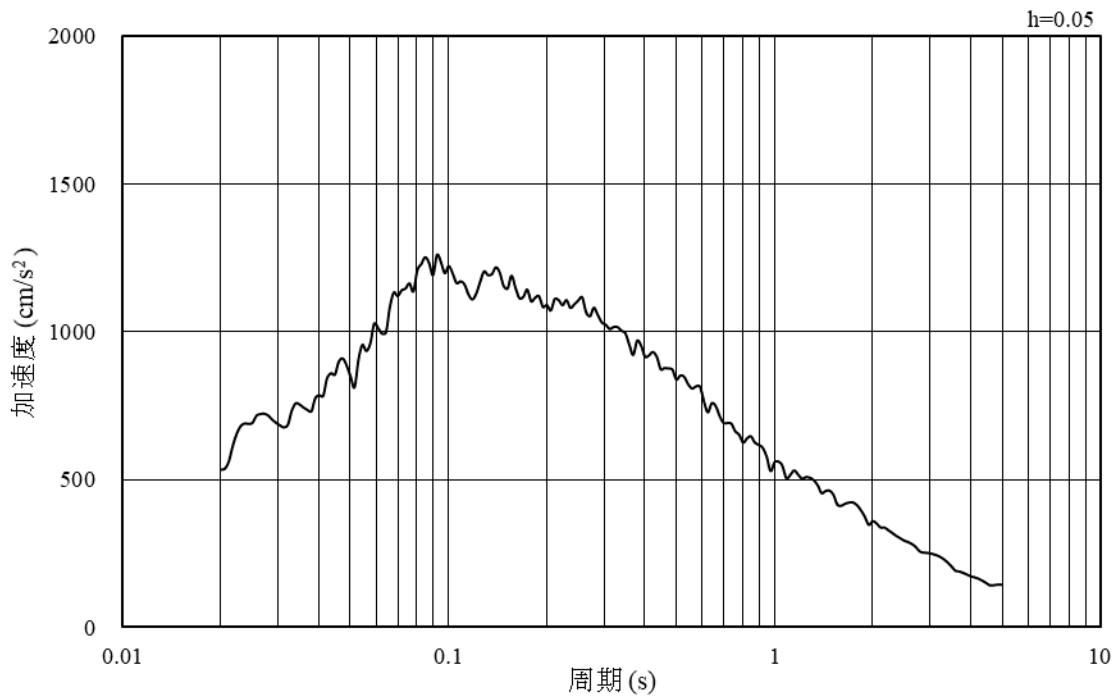


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - D)

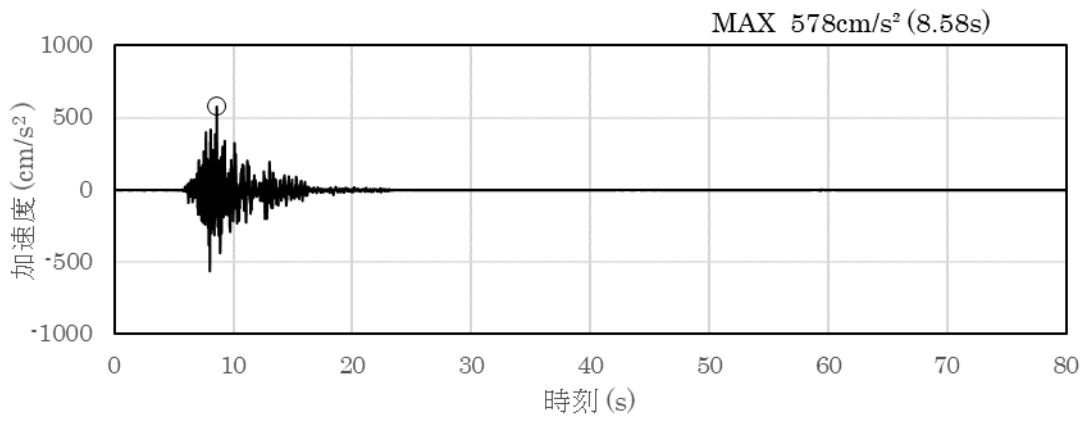


(a) 加速度時刻歴波形

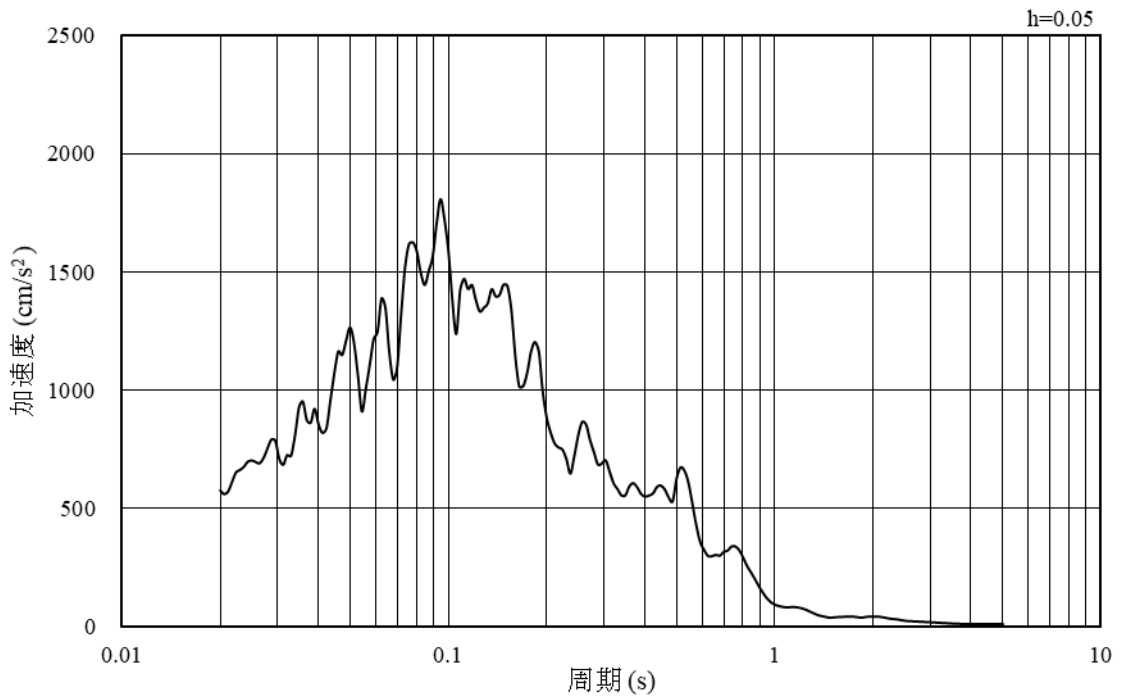


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分 : S s - D)

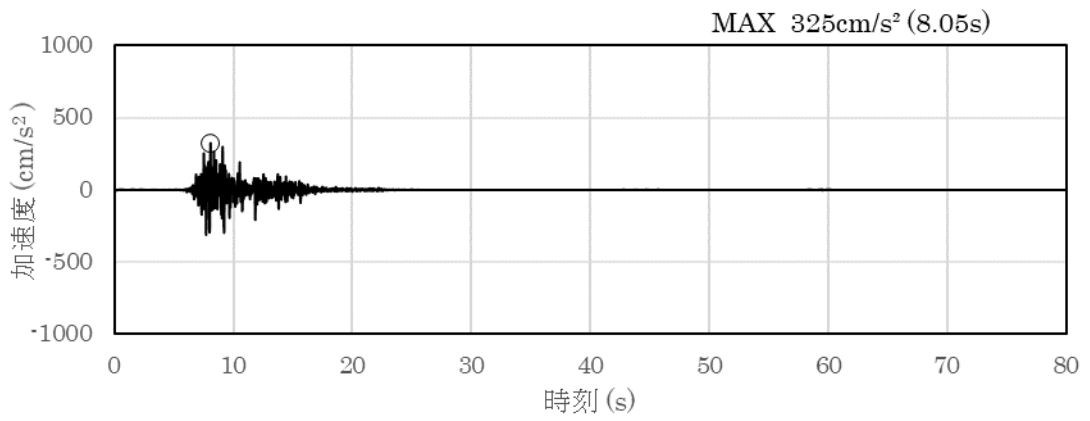


(a) 加速度時刻歴波形

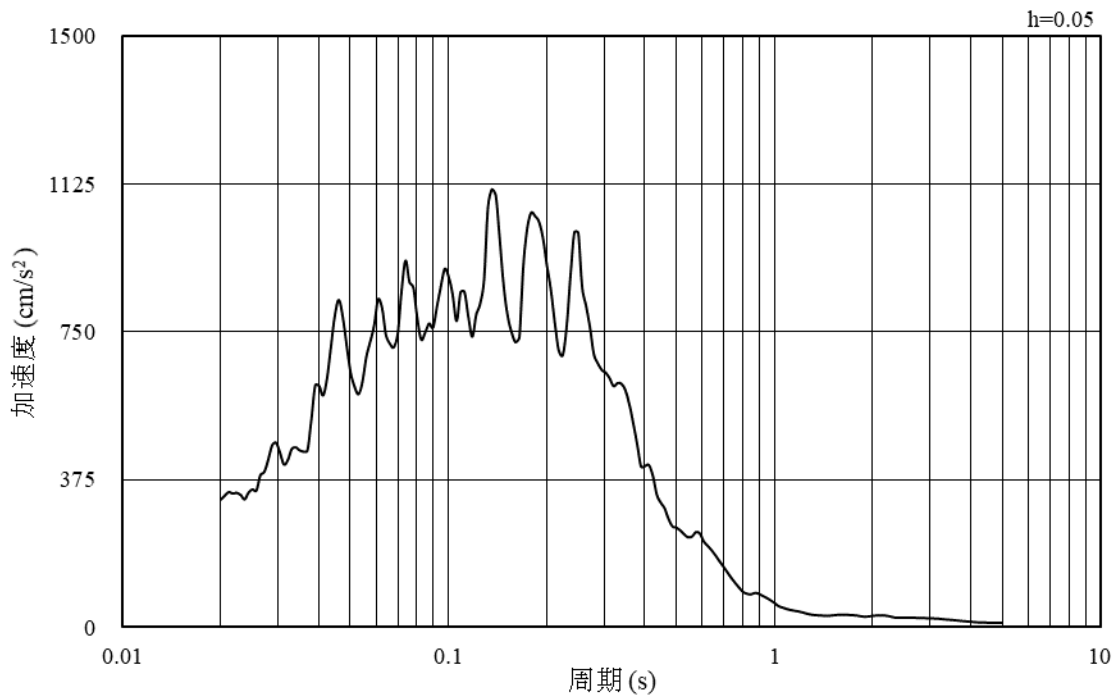


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - F 1)

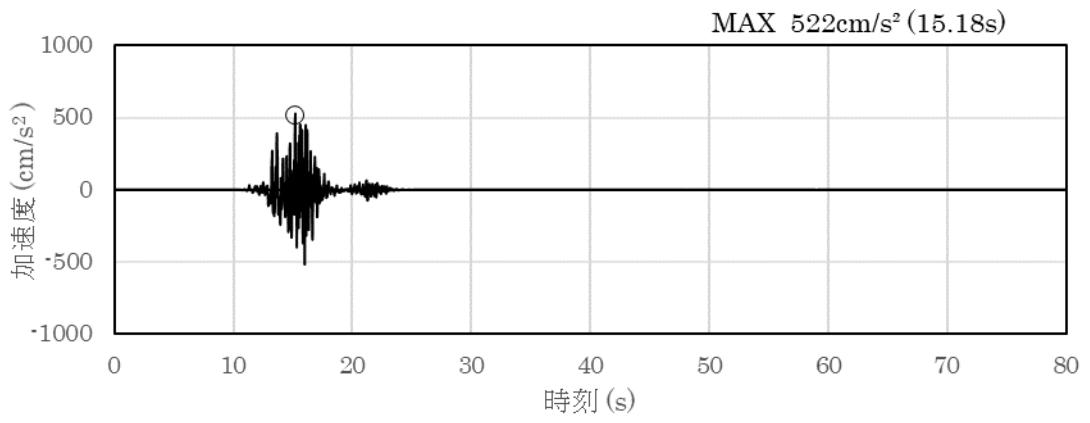


(a) 加速度時刻歴波形

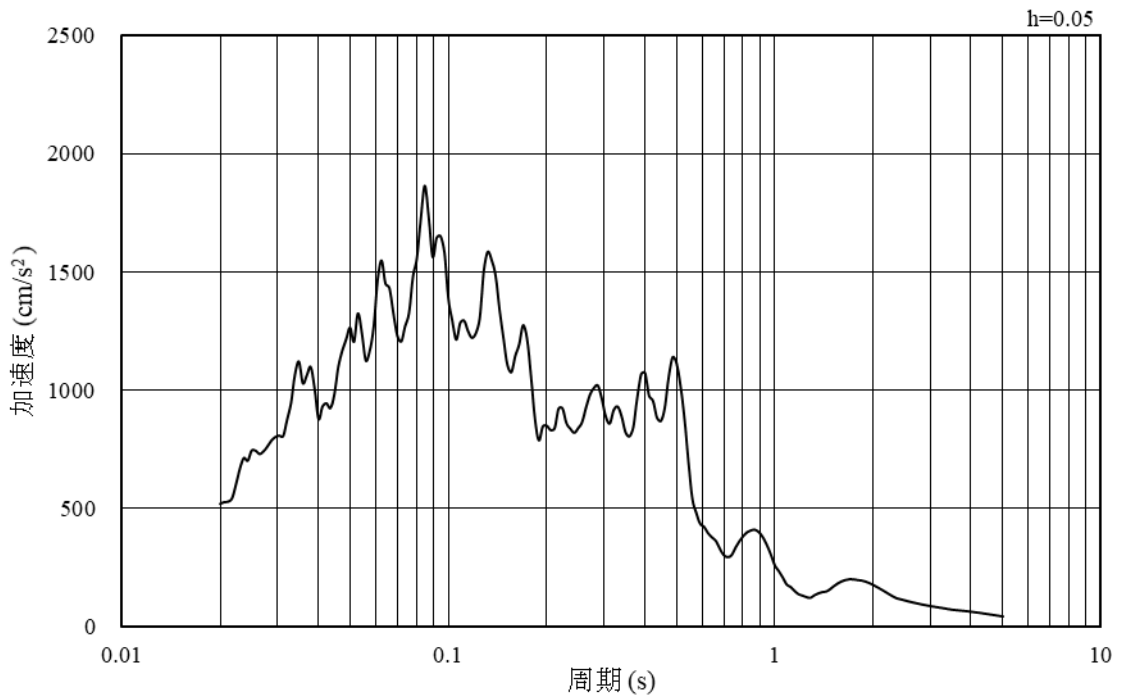


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 1)

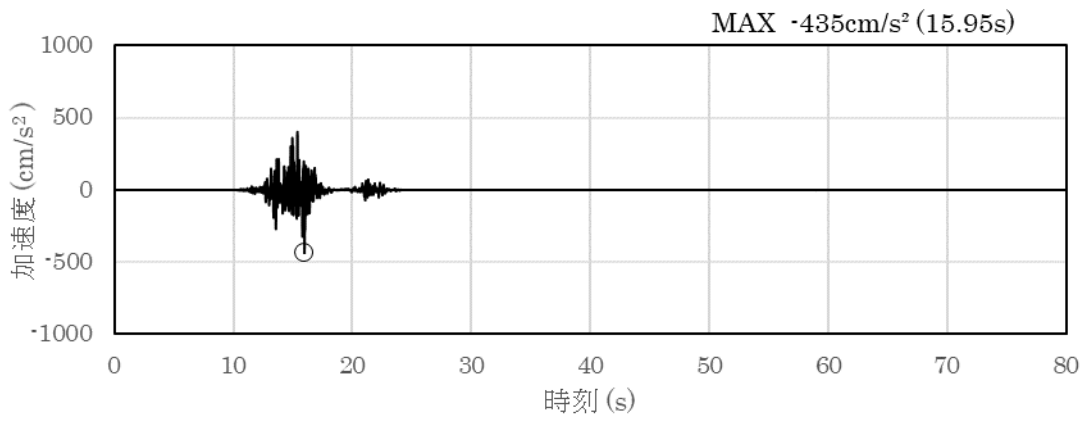


(a) 加速度時刻歴波形

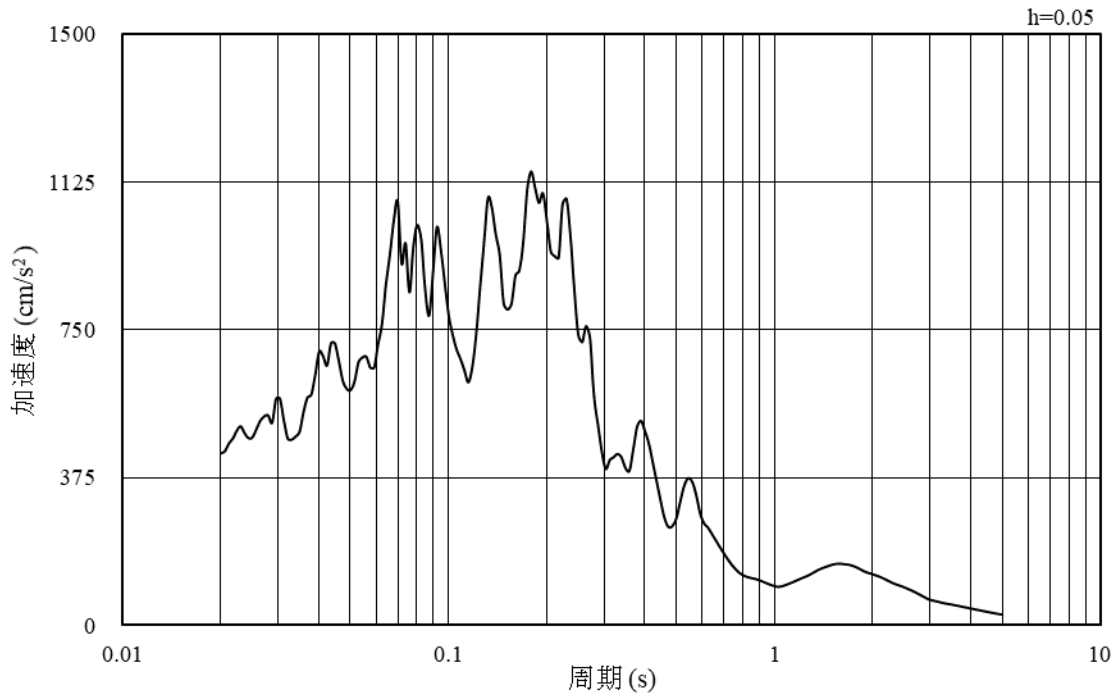


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - F 2)

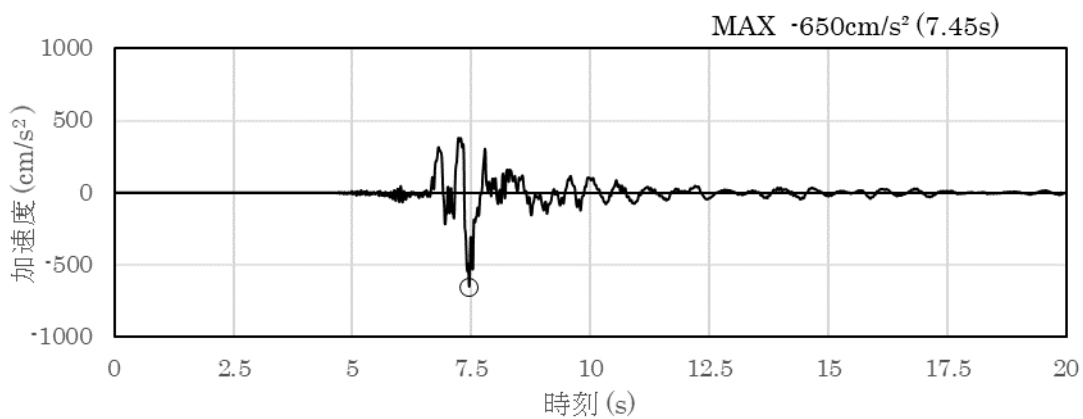


(a) 加速度時刻歴波形

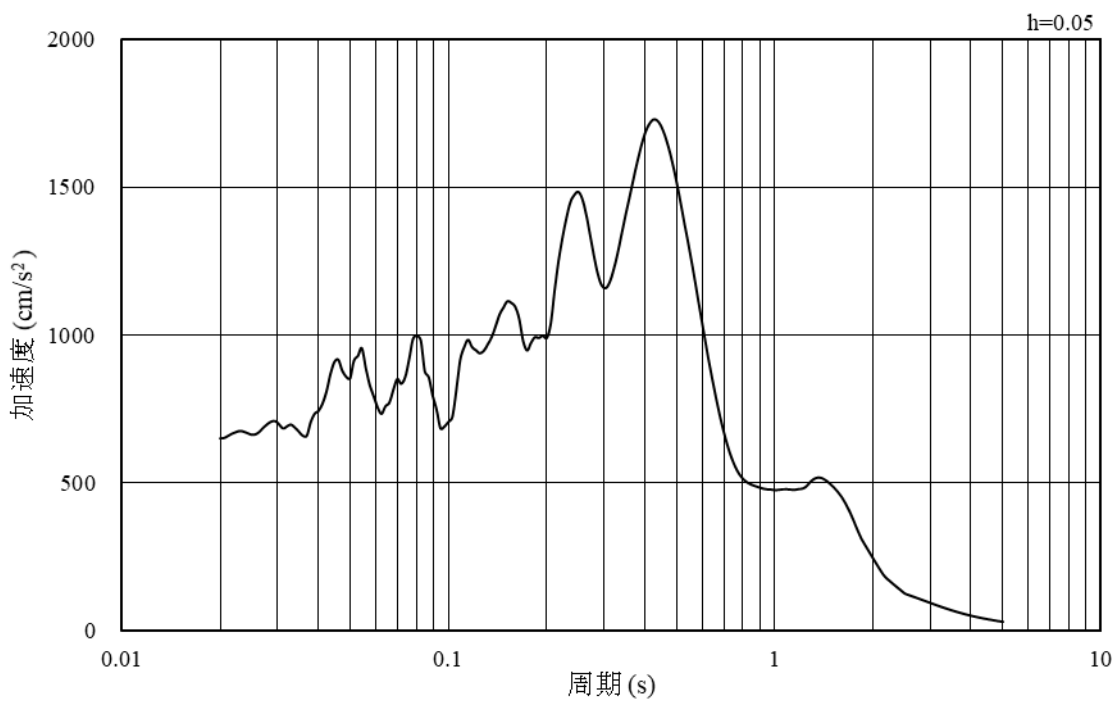


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向，鉛直成分：S s - F 2)

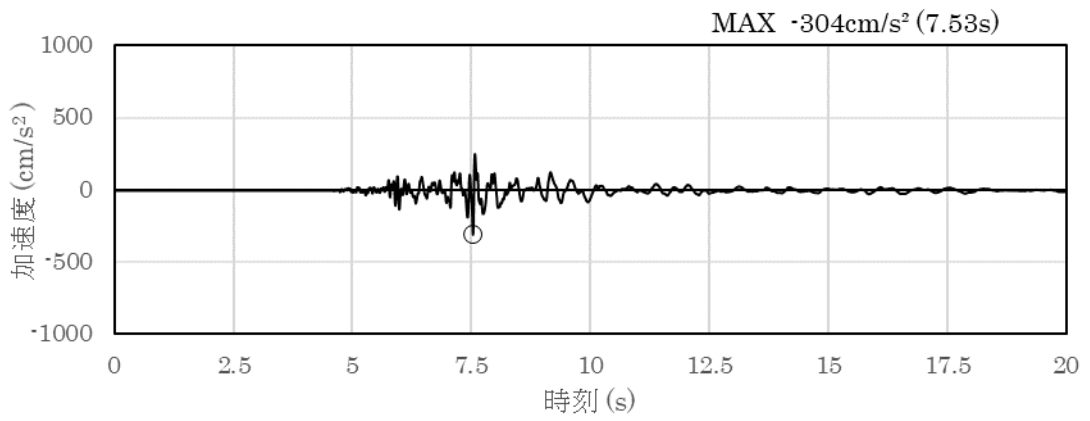


(a) 加速度時刻歴波形

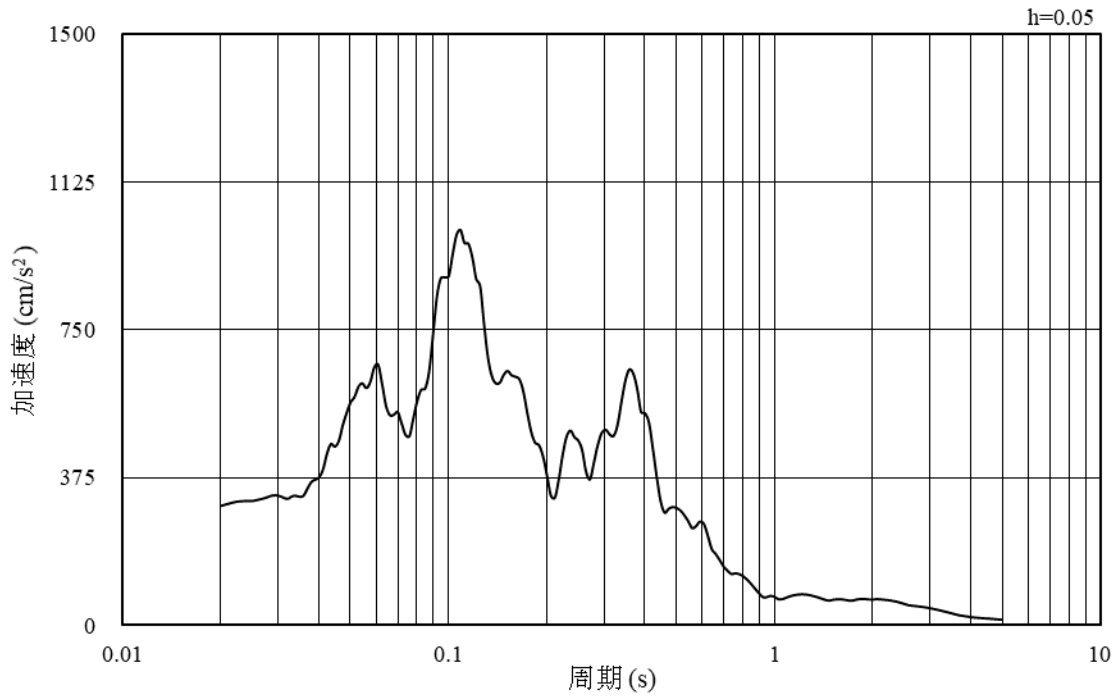


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - N 1)

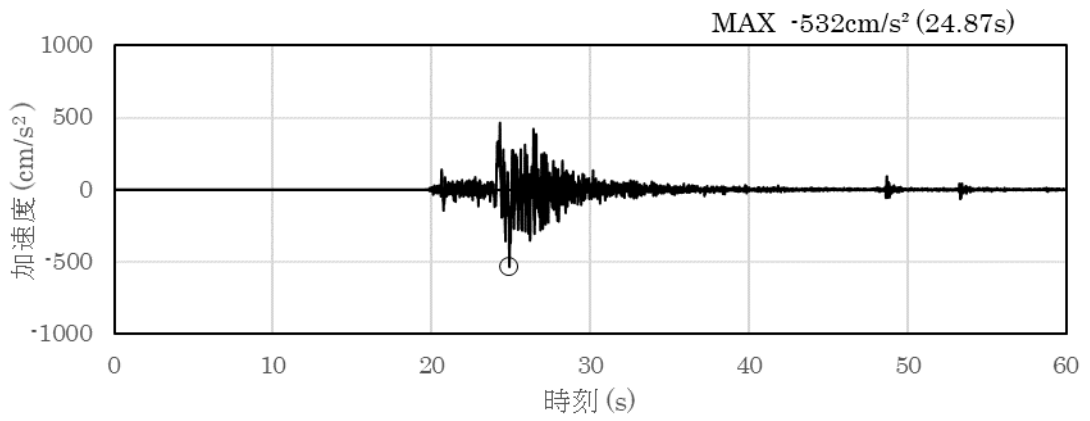


(a) 加速度時刻歴波形

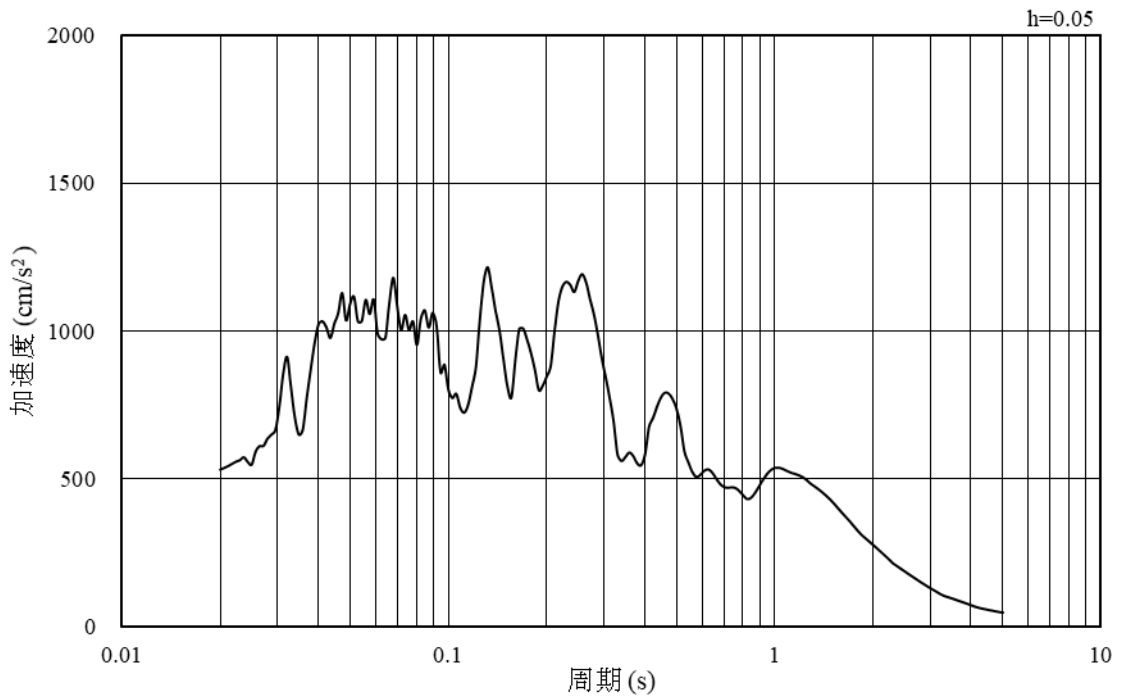


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向，鉛直成分：S s - N 1)

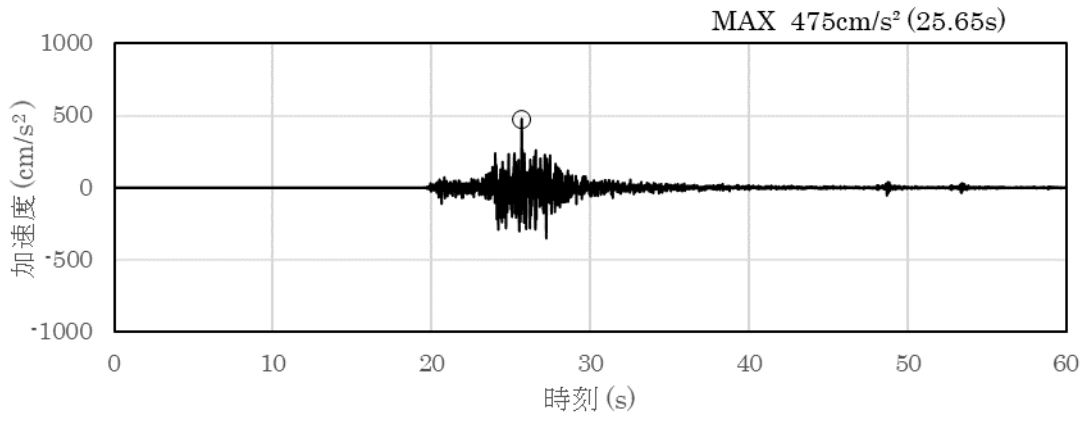


(a) 加速度時刻歴波形

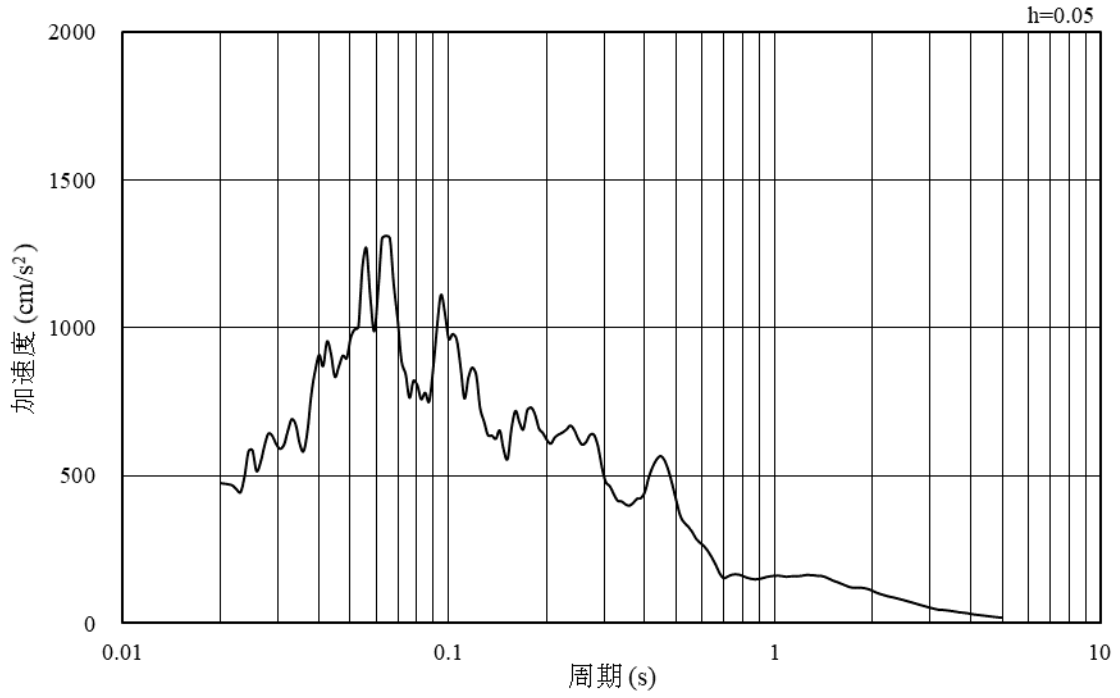


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - N 2 (N S))

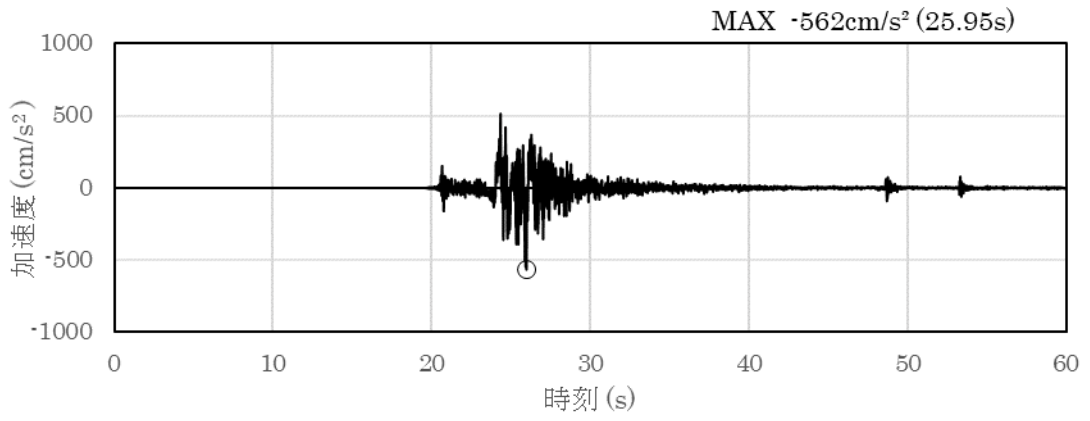


(a) 加速度時刻歴波形

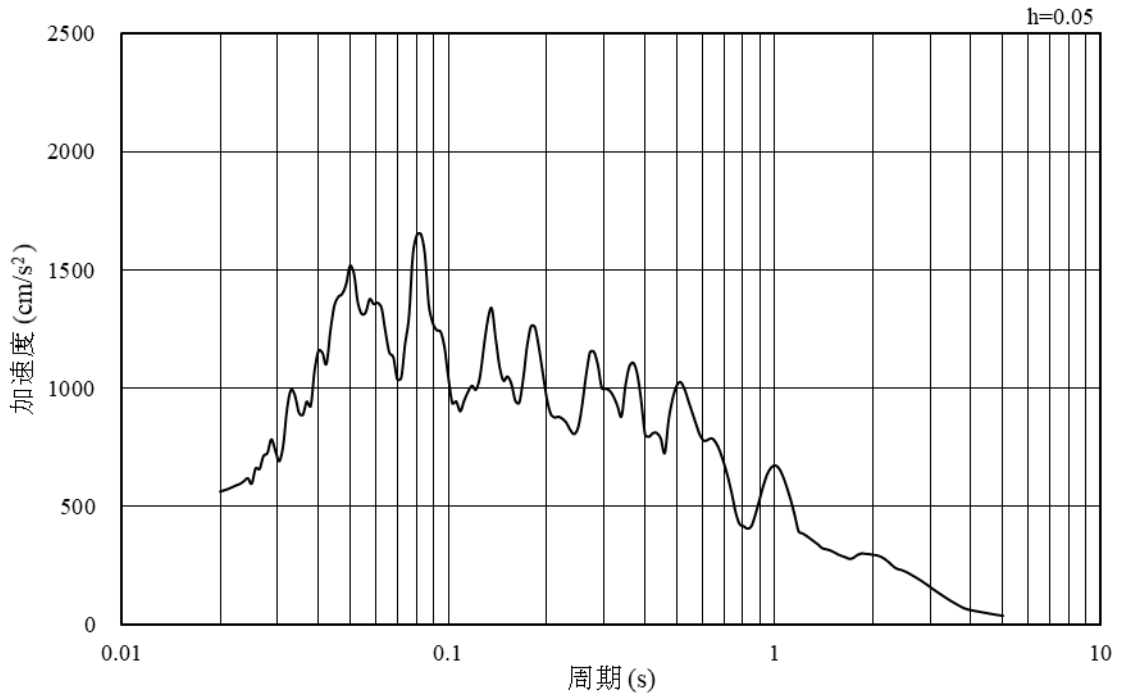


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分 : S s - N 2 (N S))

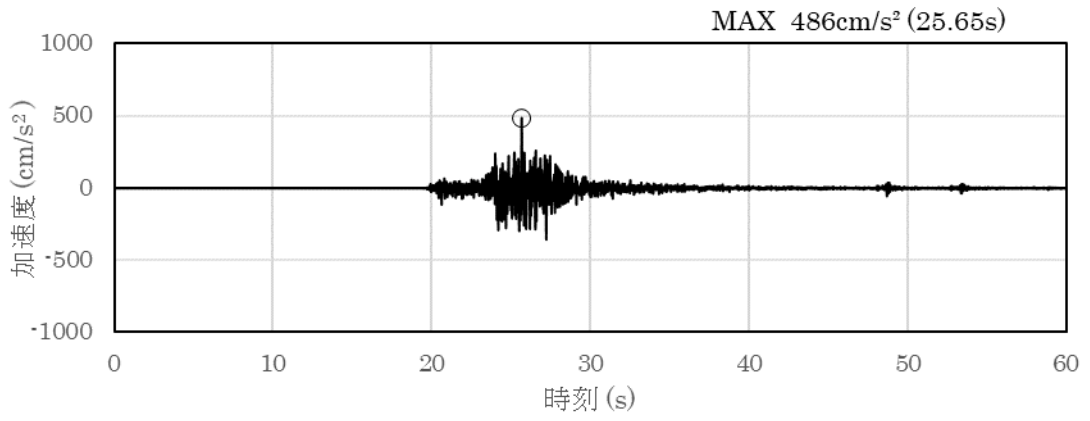


(a) 加速度時刻歴波形

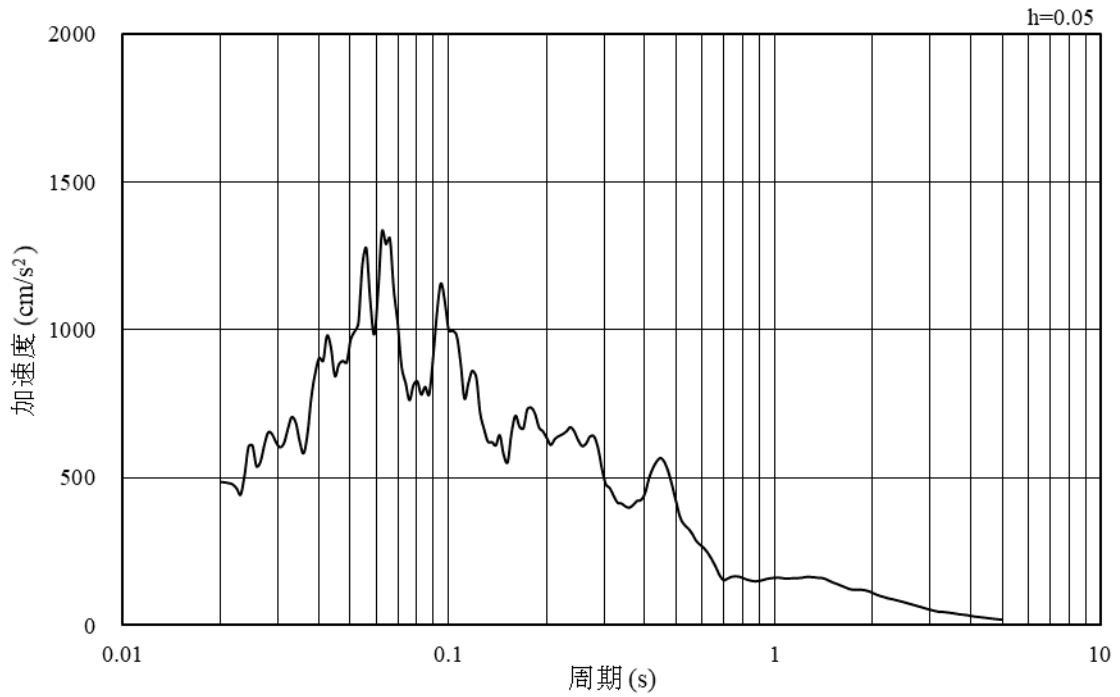


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S s - N 2 (E W))

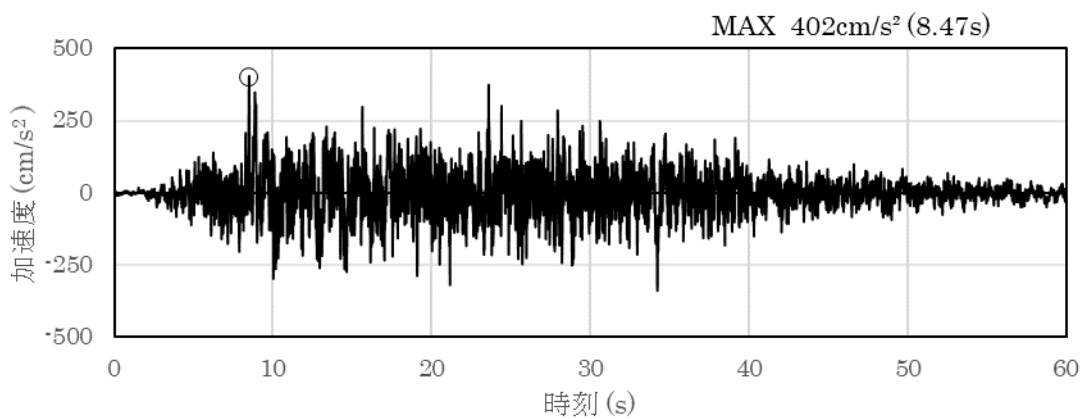


(a) 加速度時刻歴波形

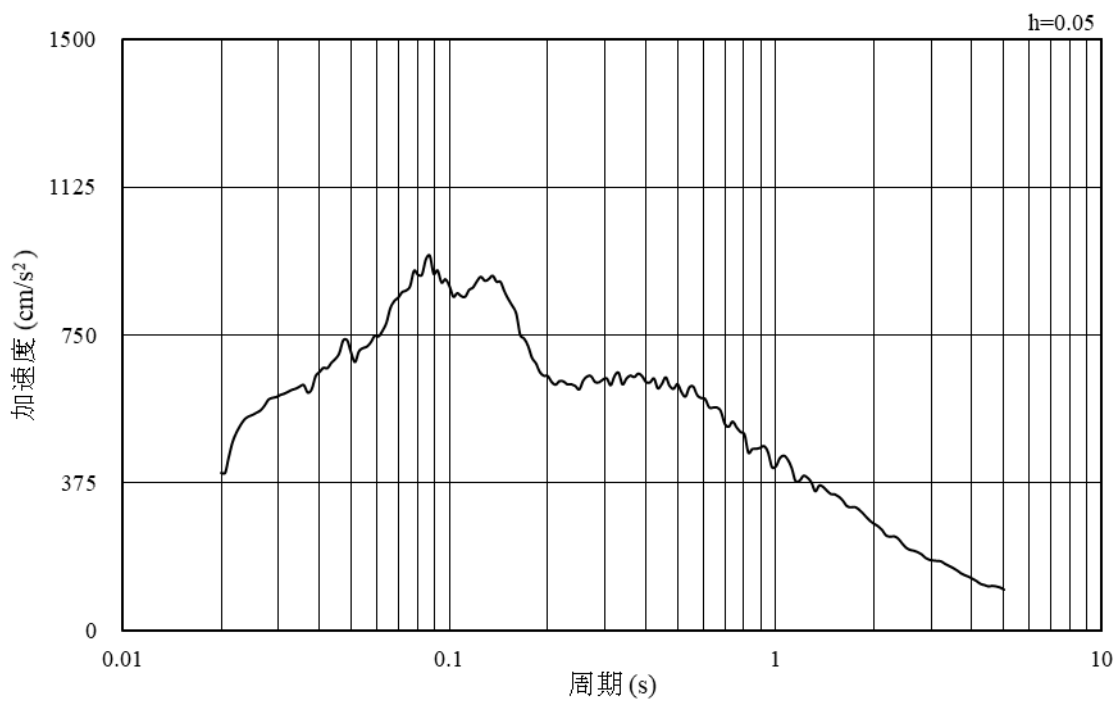


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S s - N 2 (EW))

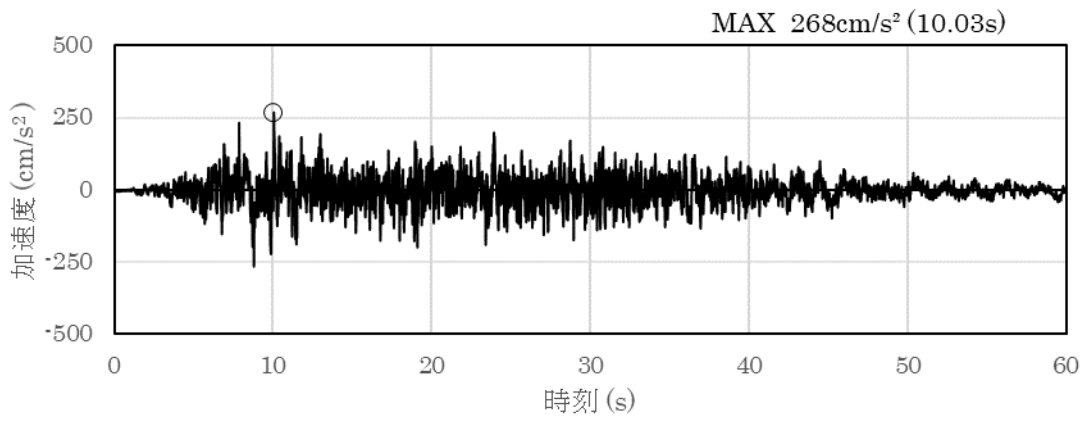


(a) 加速度時刻歴波形

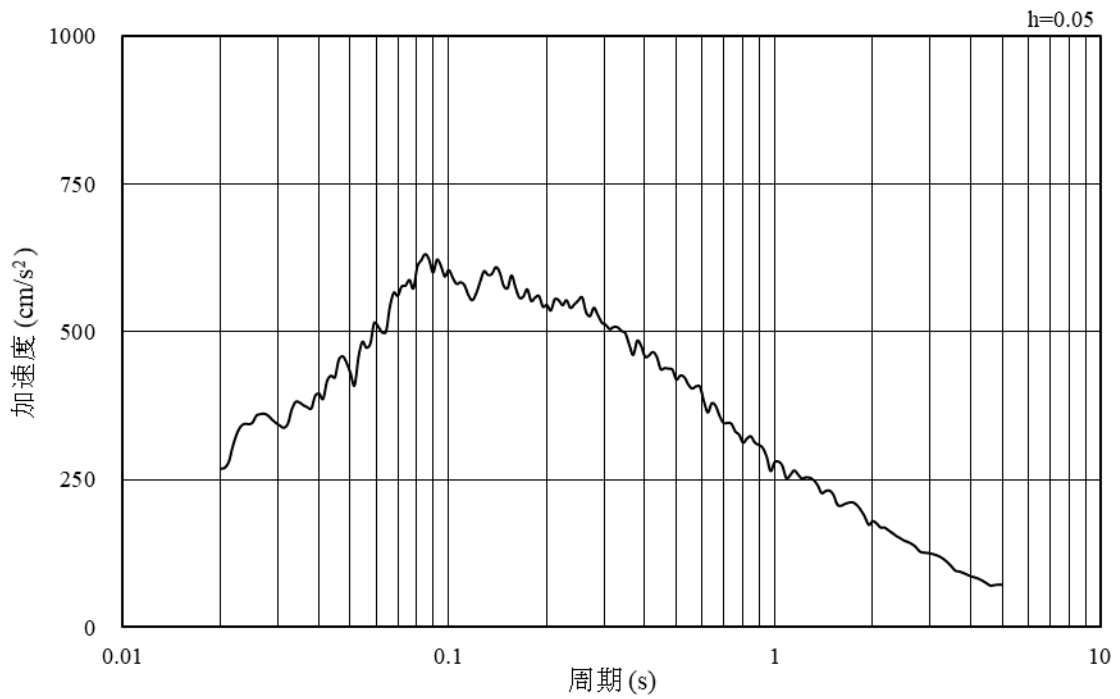


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - D)

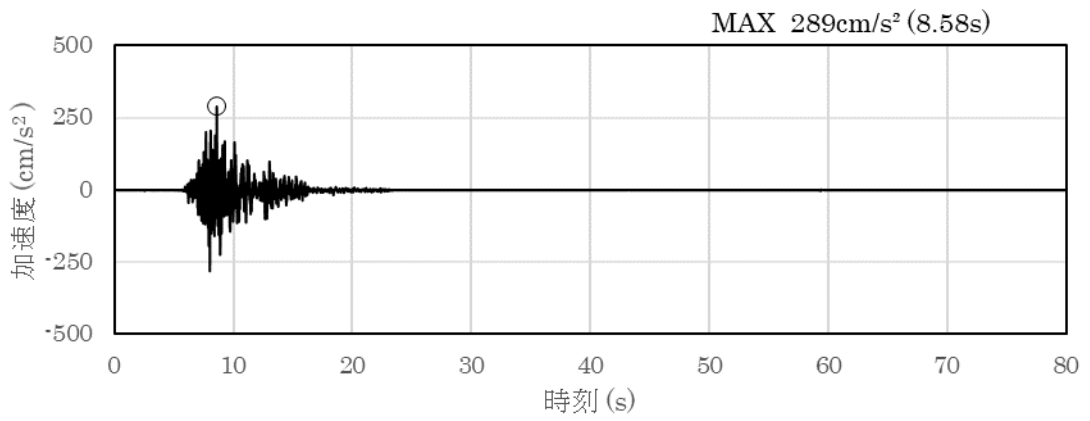


(a) 加速度時刻歴波形

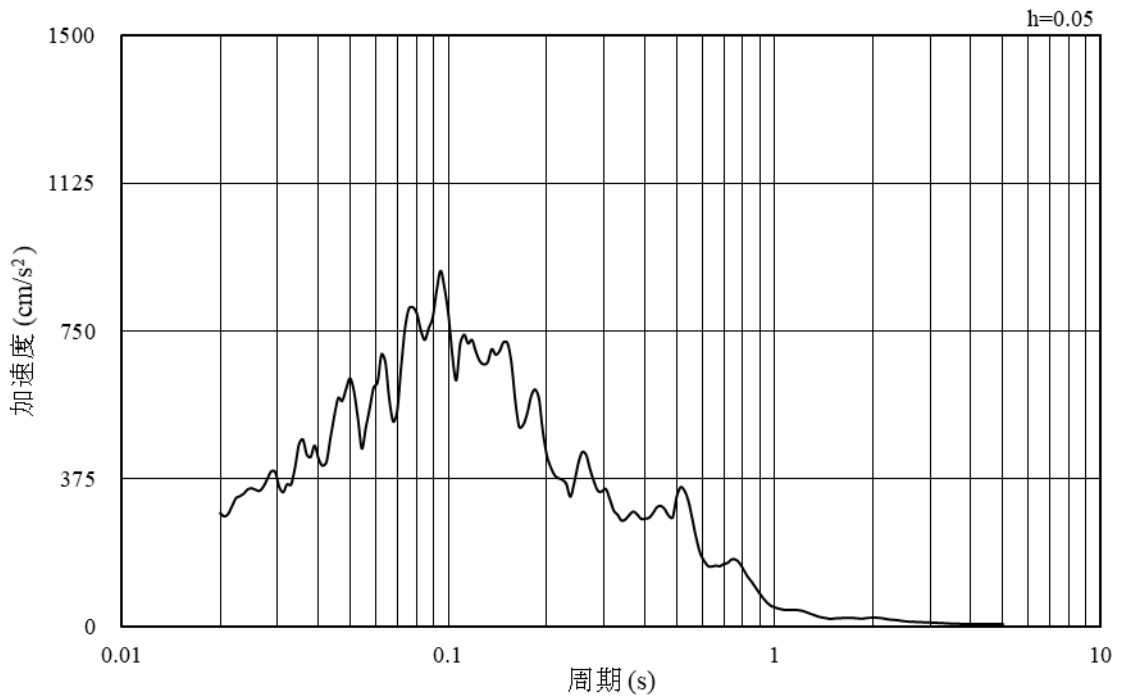


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分 : S d - D)

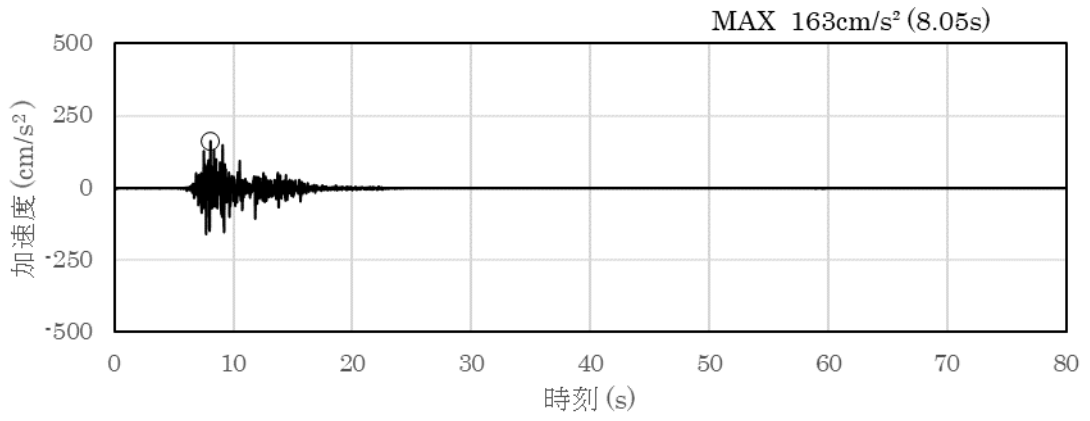


(a) 加速度時刻歴波形

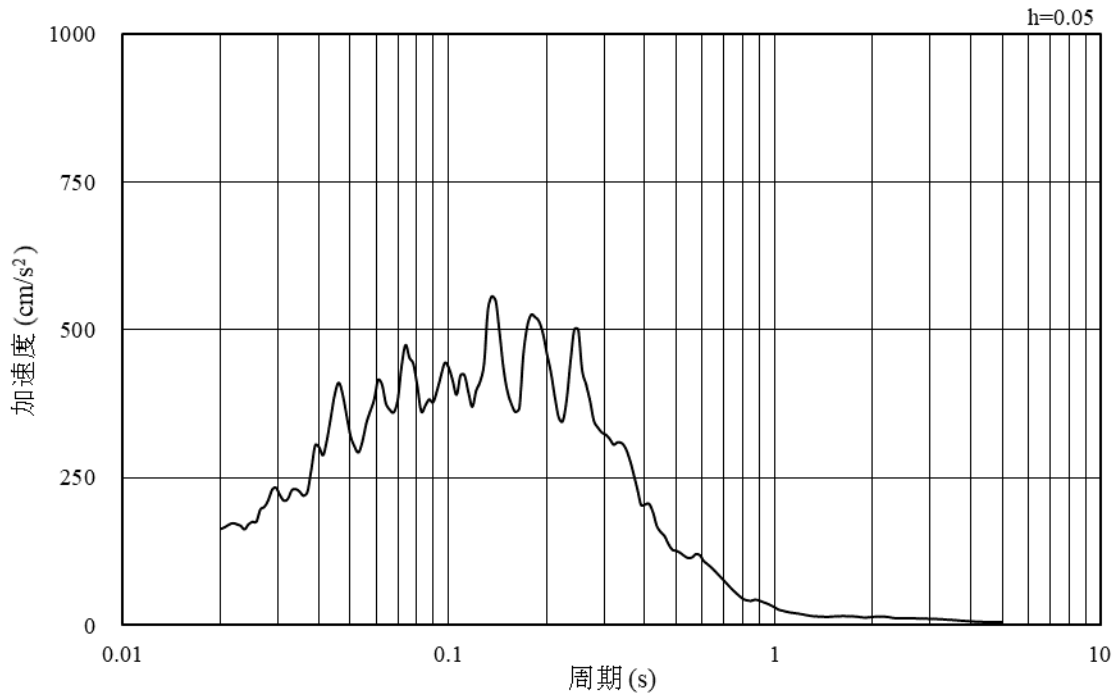


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - F 1)

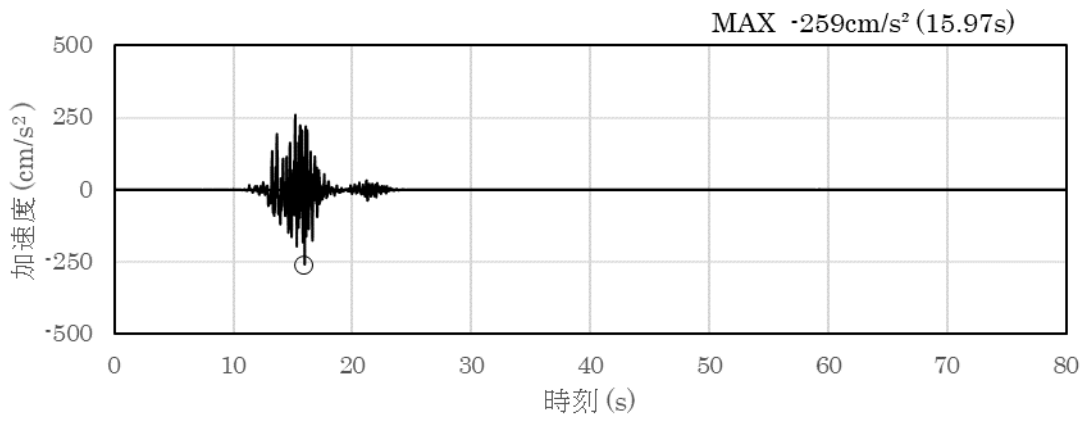


(a) 加速度時刻歴波形

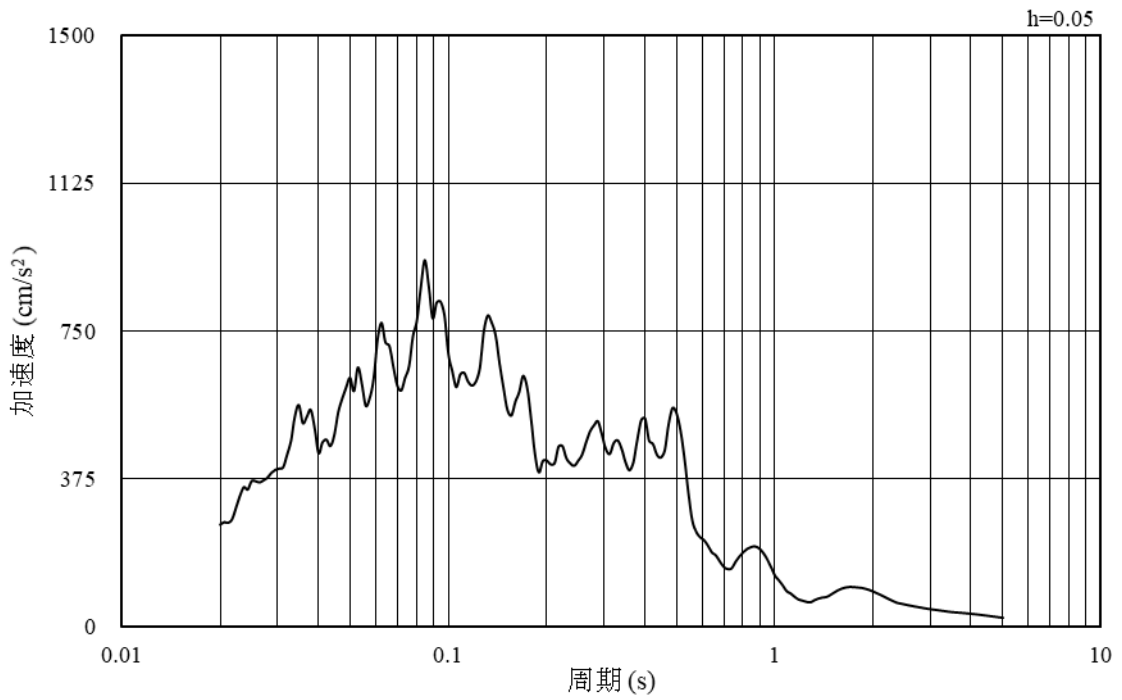


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S d - F 1)

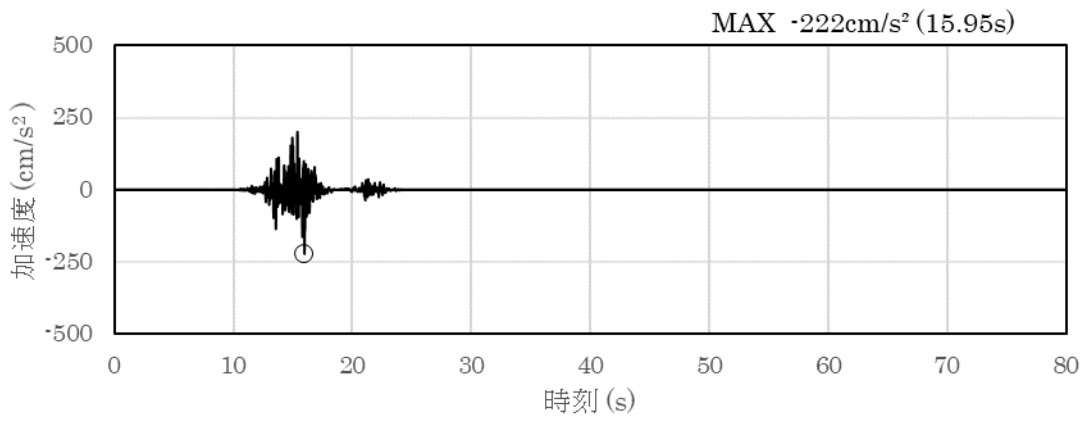


(a) 加速度時刻歴波形

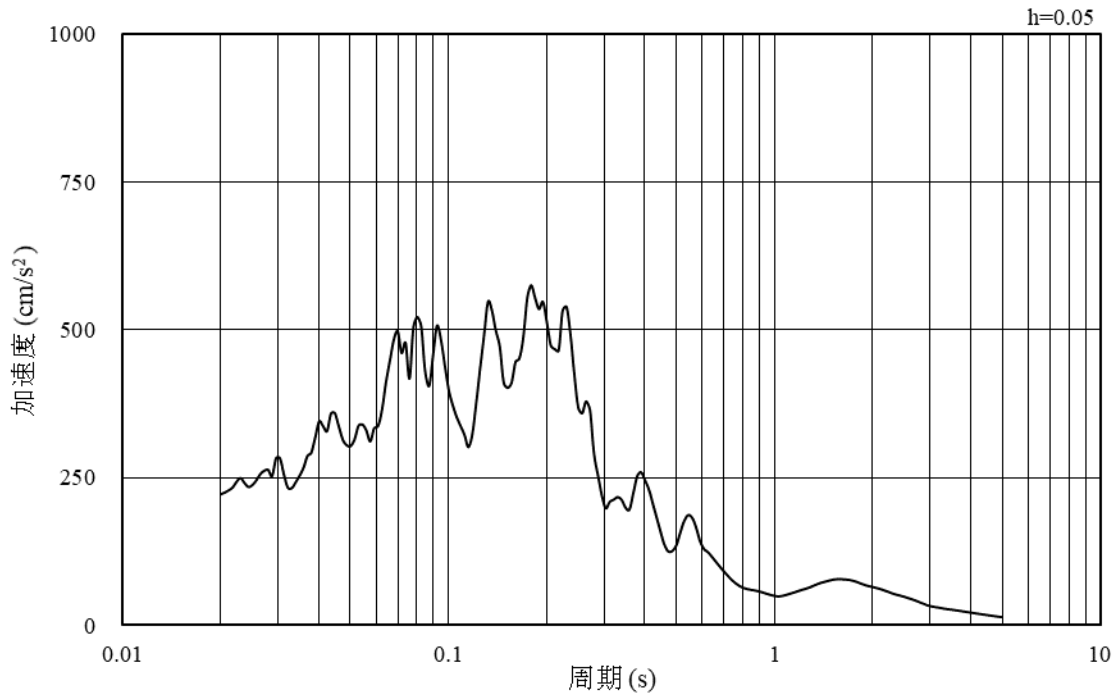


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - F 2)

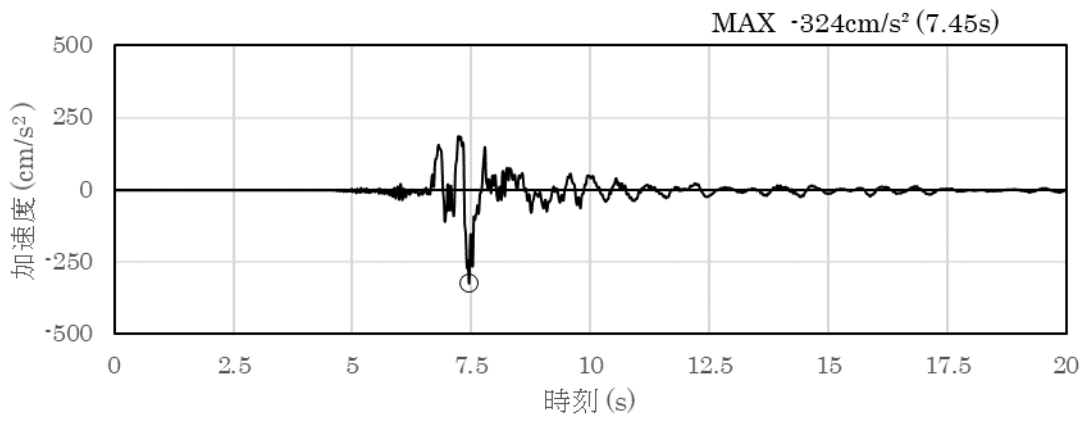


(a) 加速度時刻歴波形

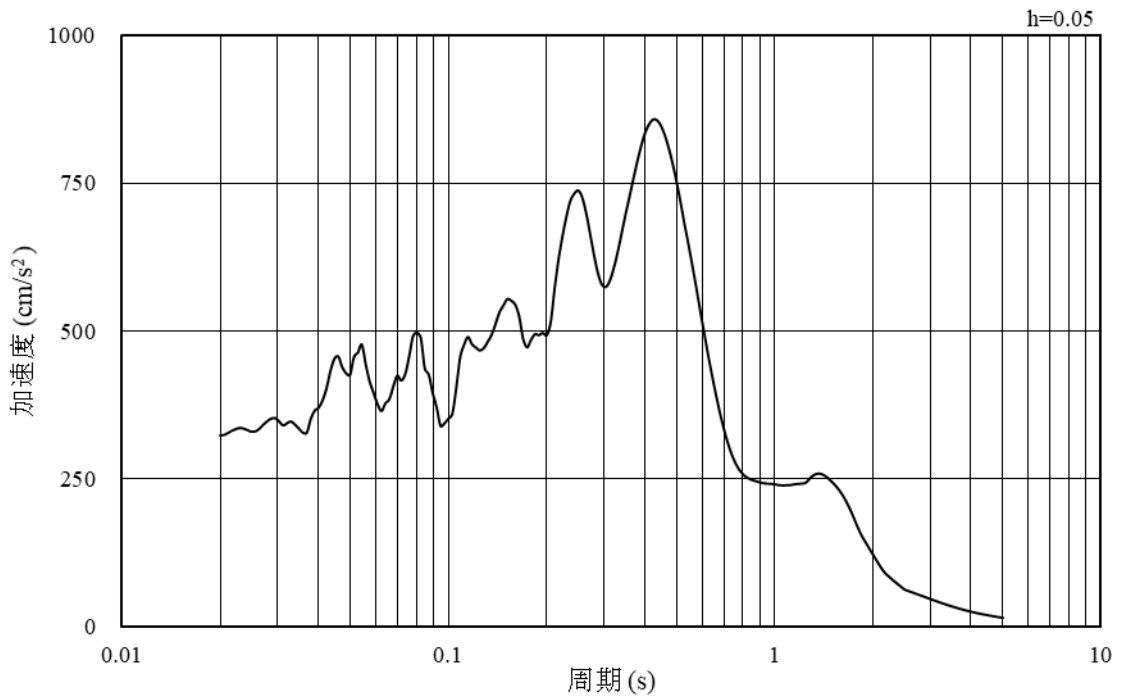


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S d - F 2)

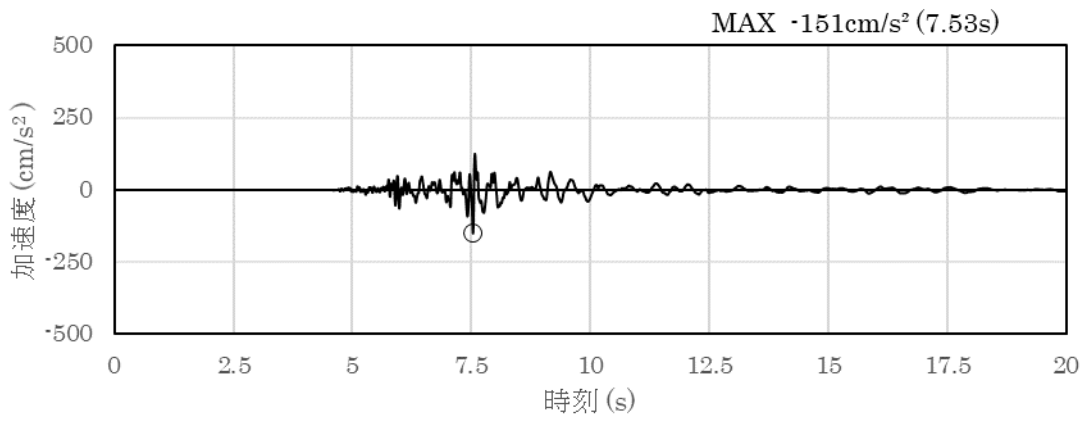


(a) 加速度時刻歴波形

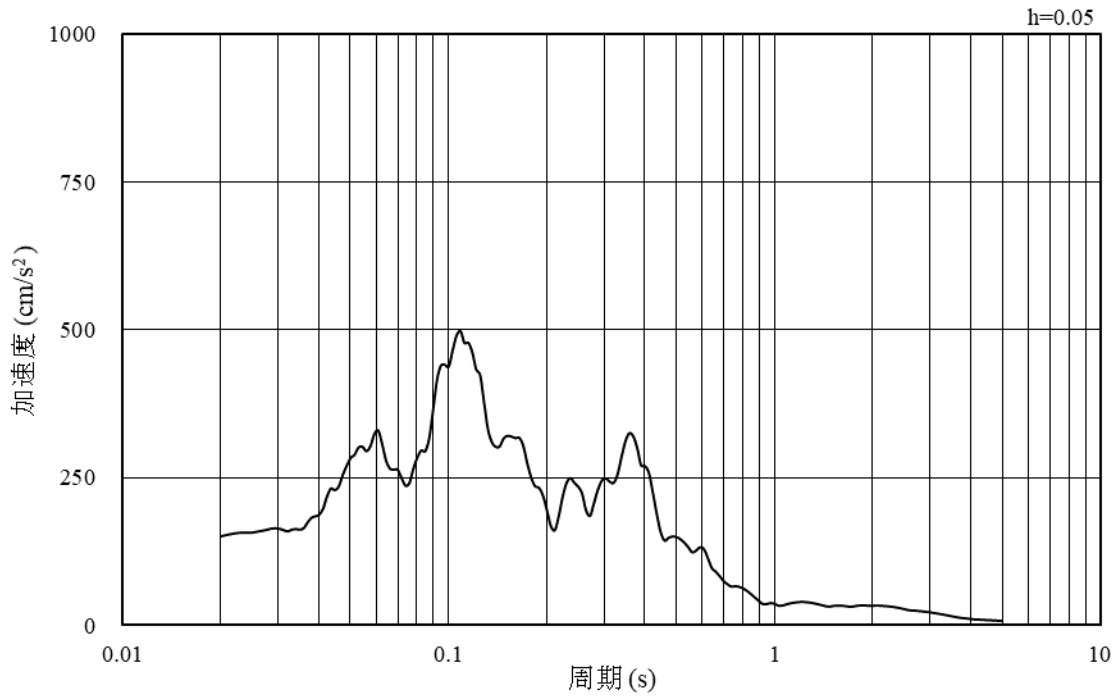


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - N 1)

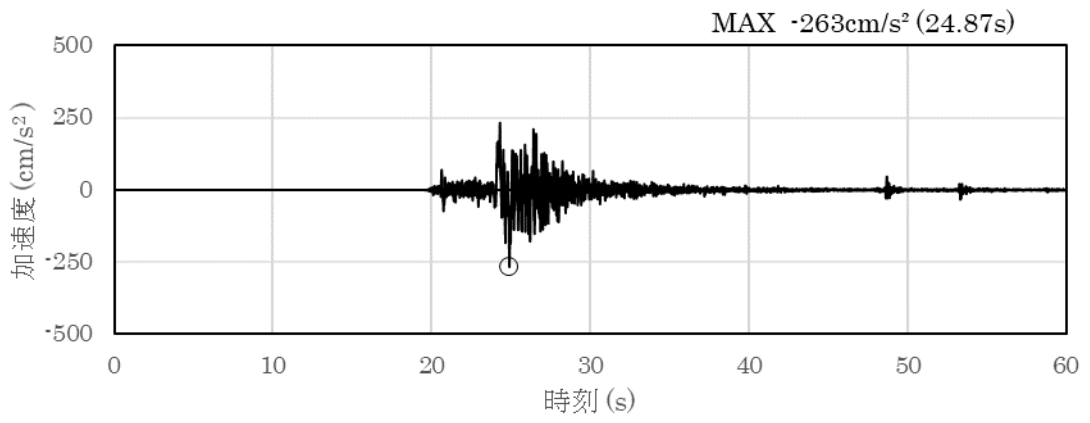


(a) 加速度時刻歴波形

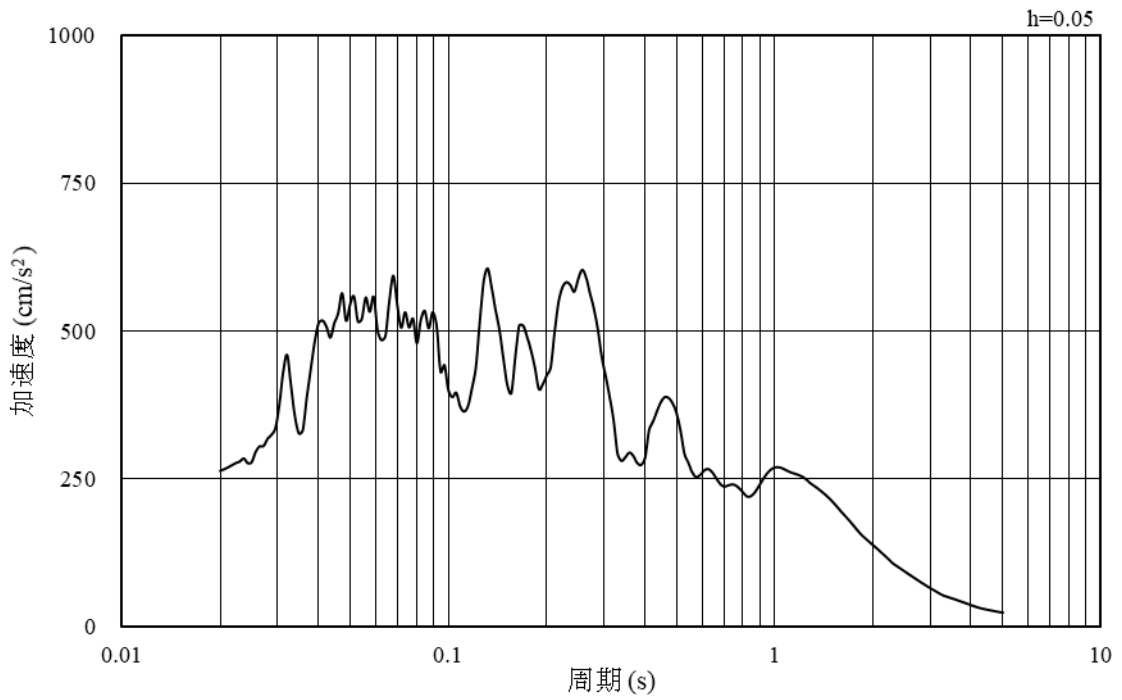


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向，鉛直成分：S d - N 1)

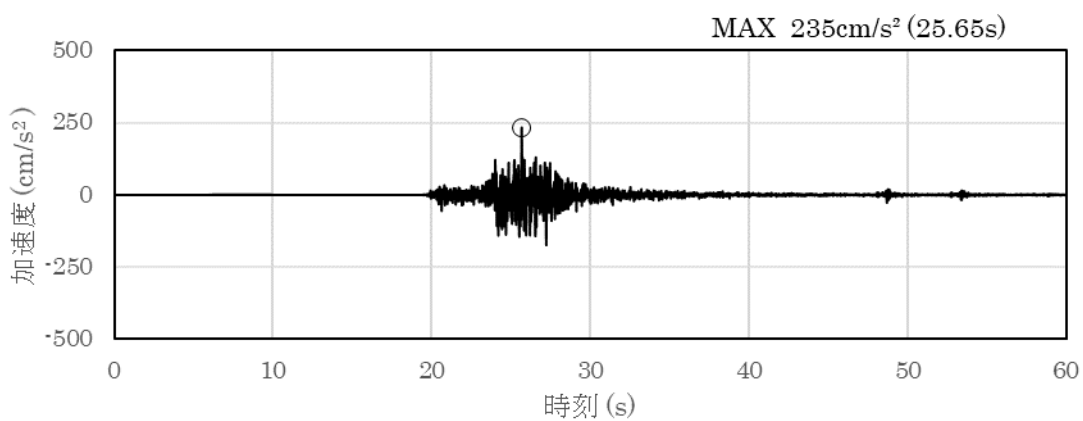


(a) 加速度時刻歴波形

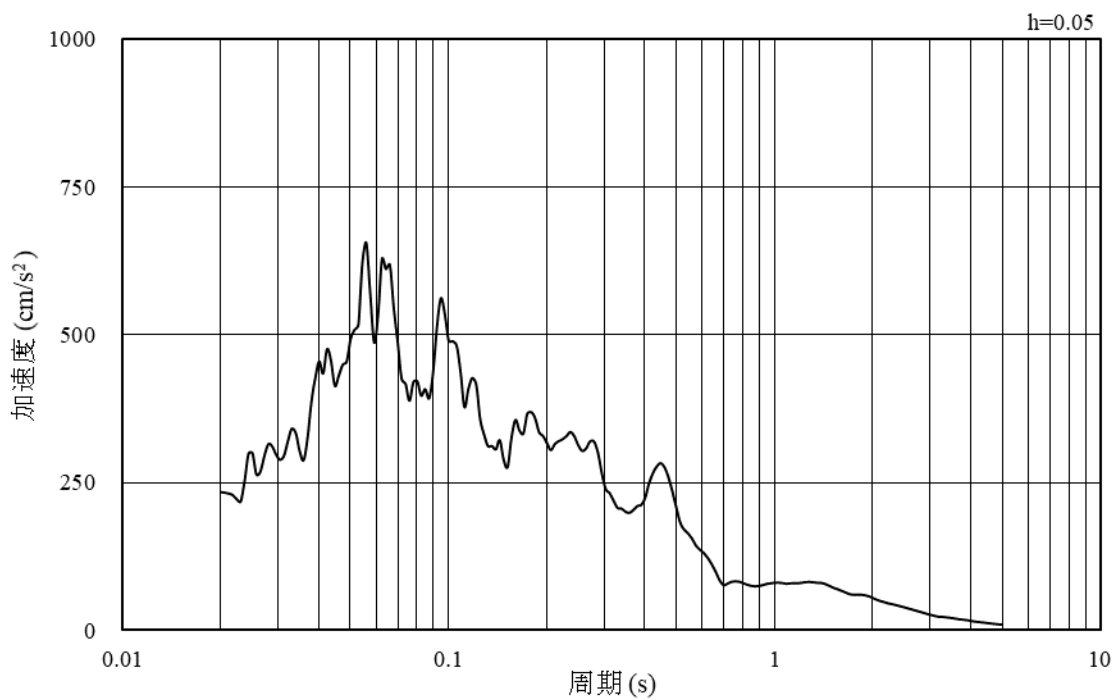


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - N 2 (N S))

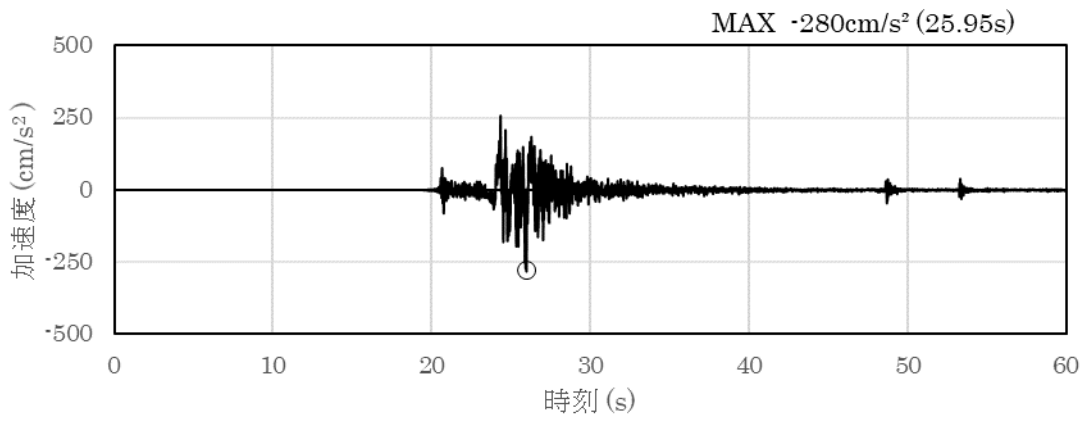


(a) 加速度時刻歴波形

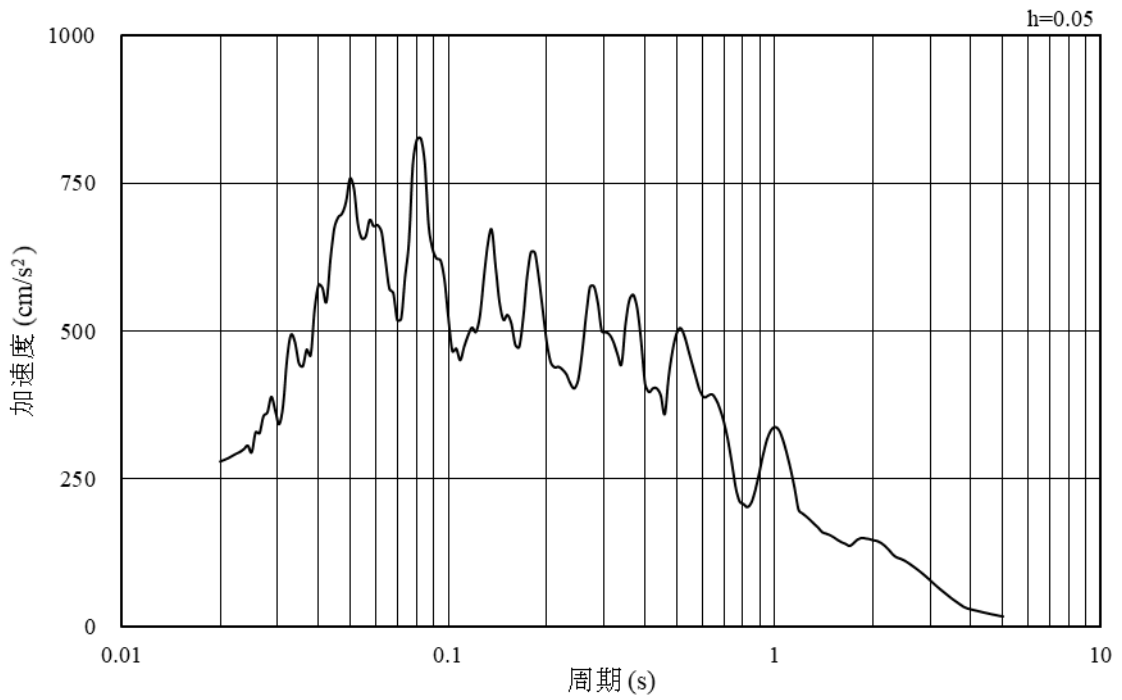


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S d - N 2 (N S))

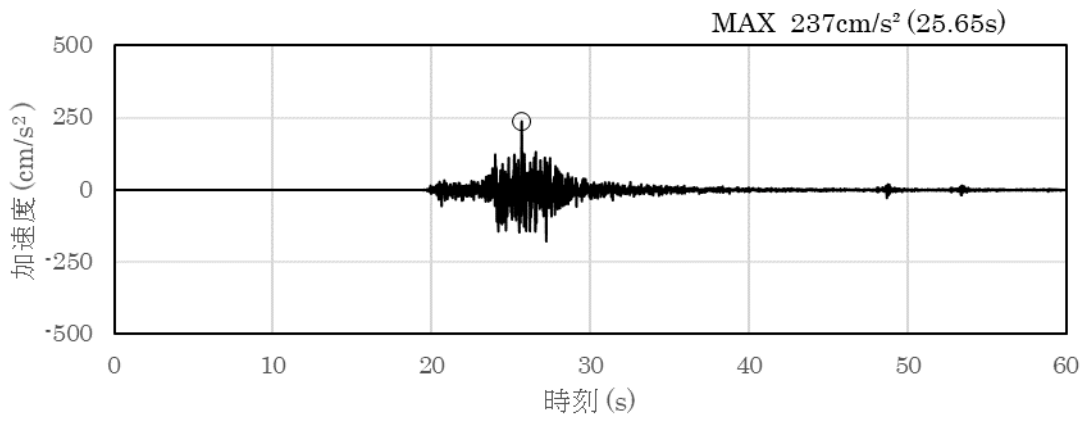


(a) 加速度時刻歴波形

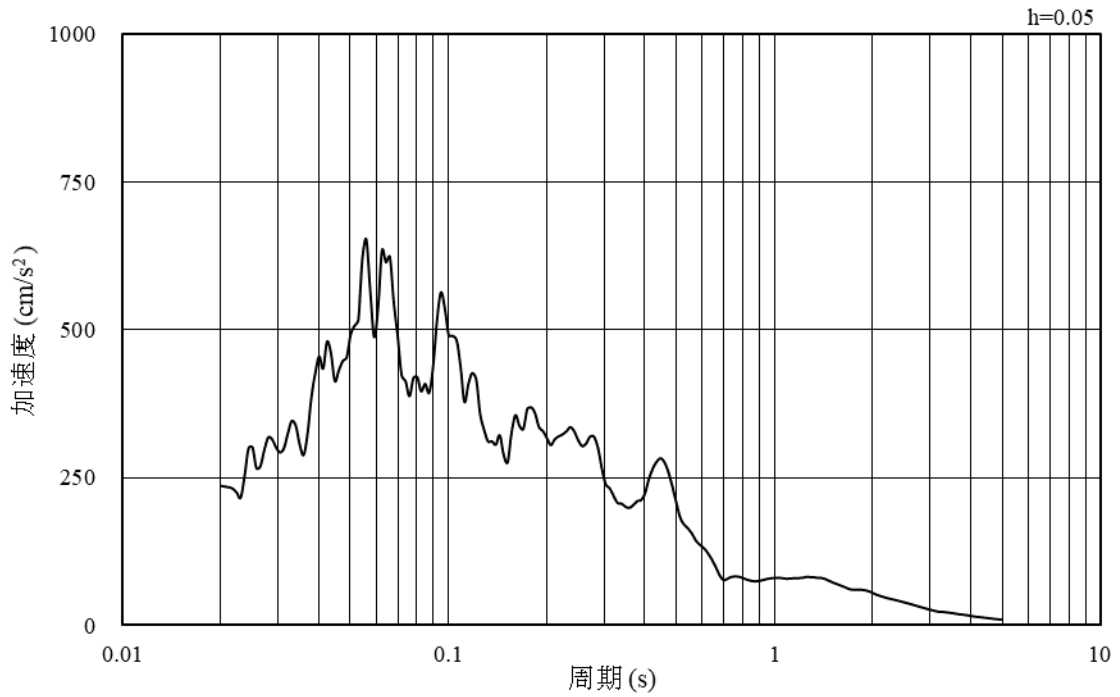


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - N 2 (E W))

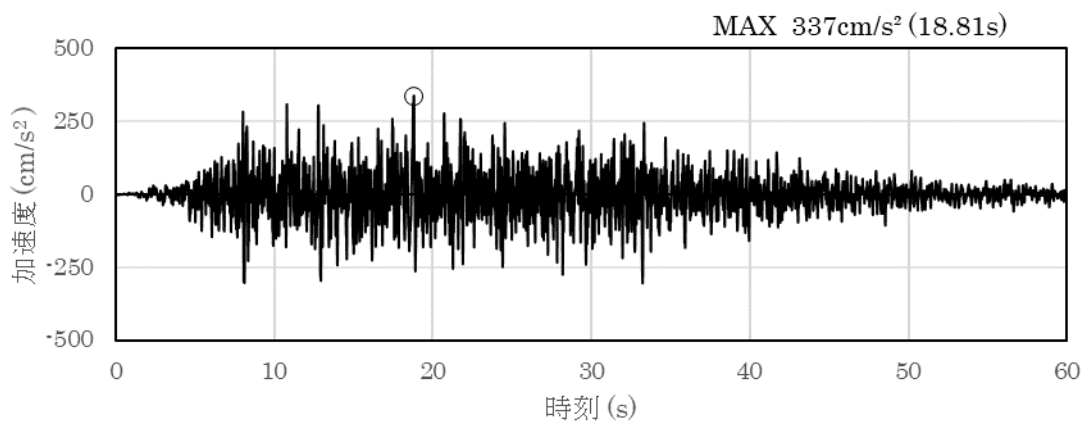


(a) 加速度時刻歴波形

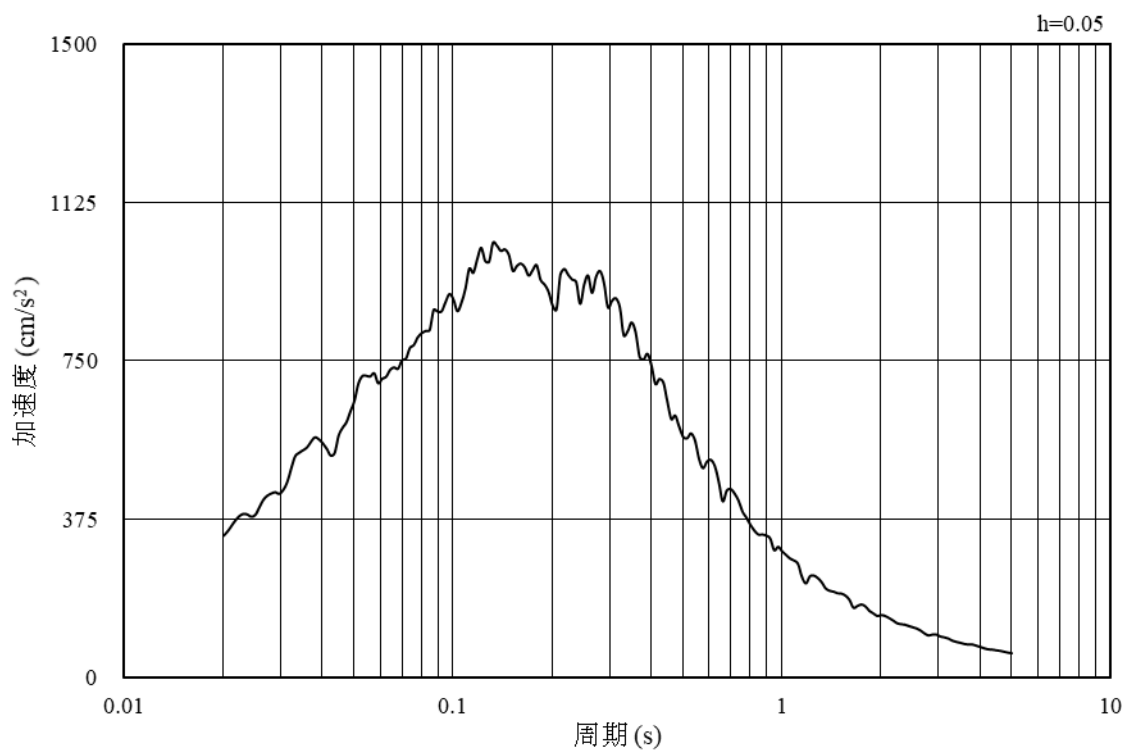


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 鉛直成分: S d - N 2 (E W))

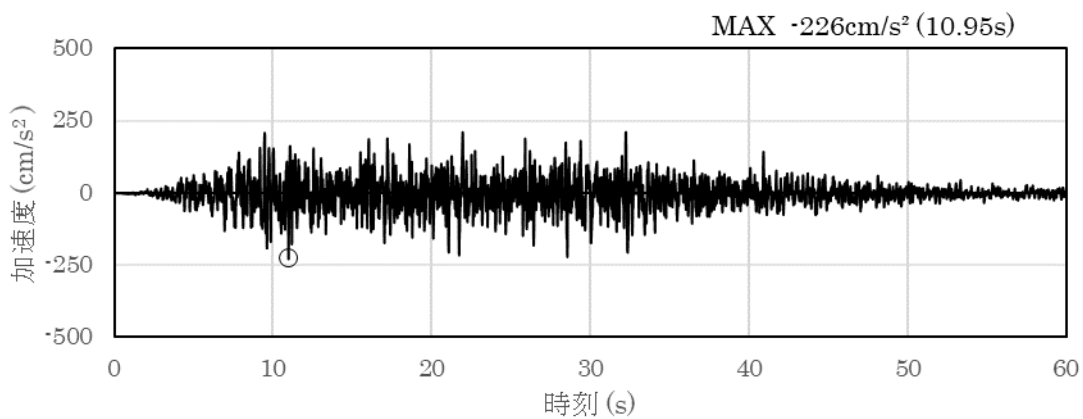


(a) 加速度時刻歴波形

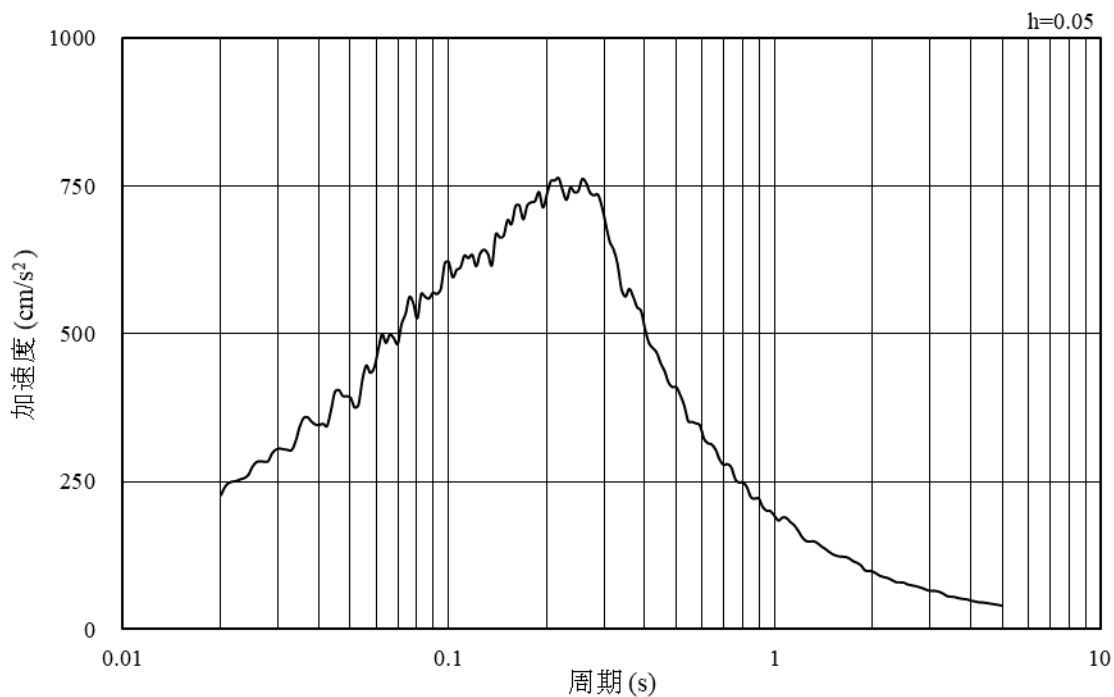


(b) 加速度応答スペクトル

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
(南北方向, 水平成分: S d - 1)



(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
(南北方向, 鉛直成分: S d - 1)

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 3-57～図 3-60 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重量として与えることで考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、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。なお、MMR 及び改良地盤は周辺岩盤と同様とし、線形の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、朔望平均満潮位 EL 0.46m とする。

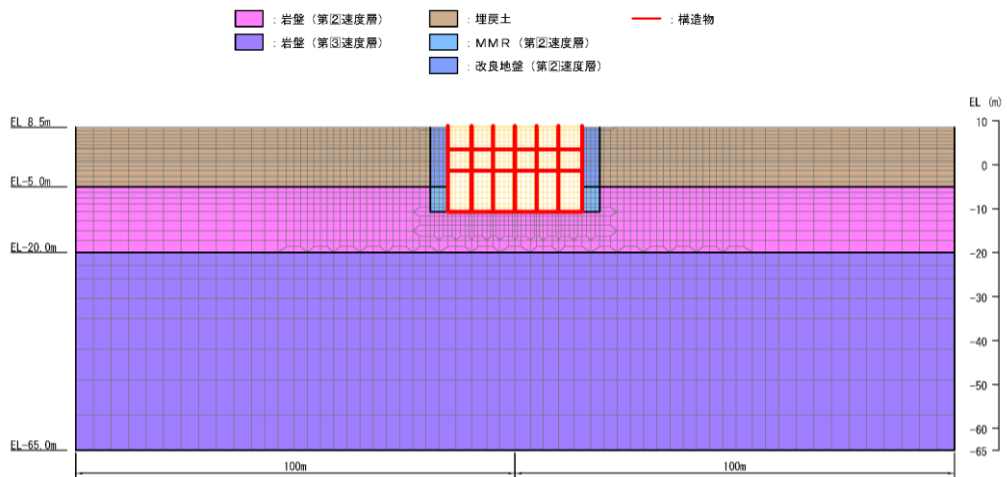


図 3-57 取水槽 地震応答解析モデル図 (A-A 断面)

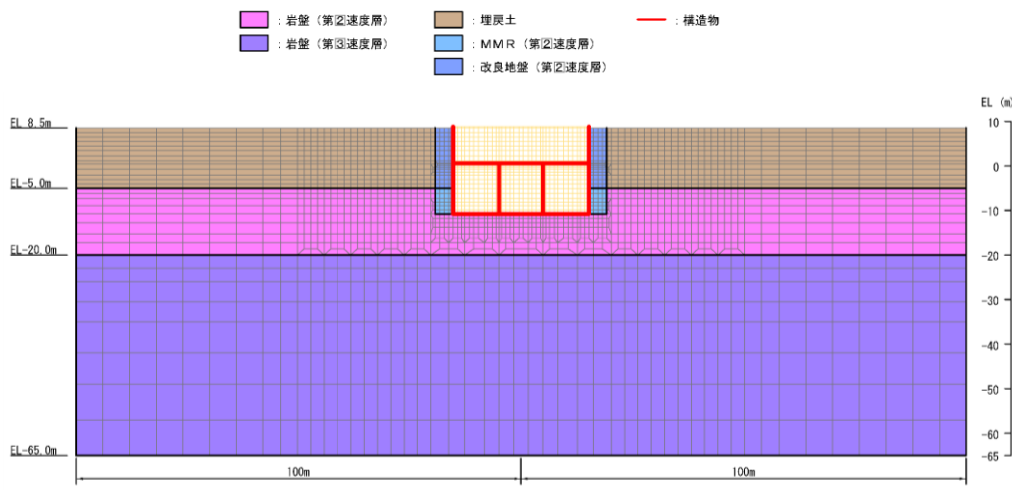


図 3-58 取水槽 地震応答解析モデル図 (B-B 断面)

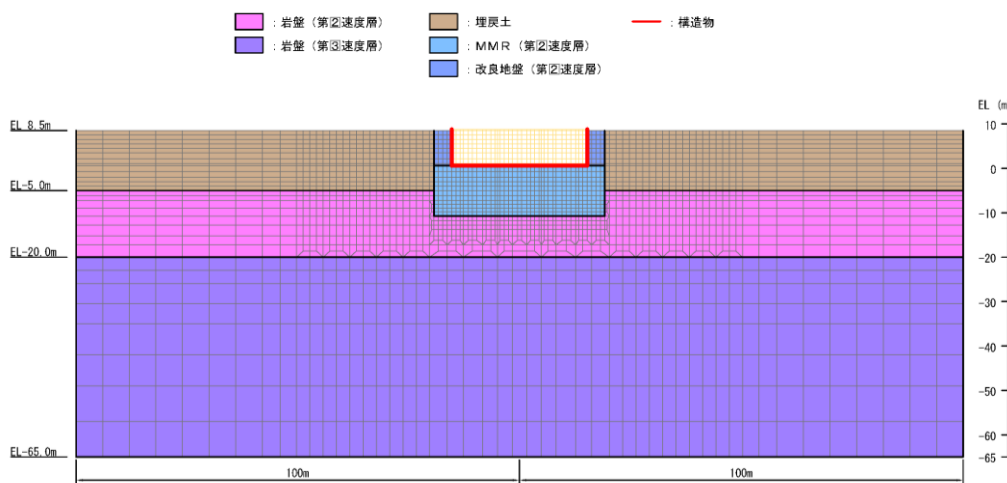


図 3-59 取水槽 地震応答解析モデル図 (C-C 断面)

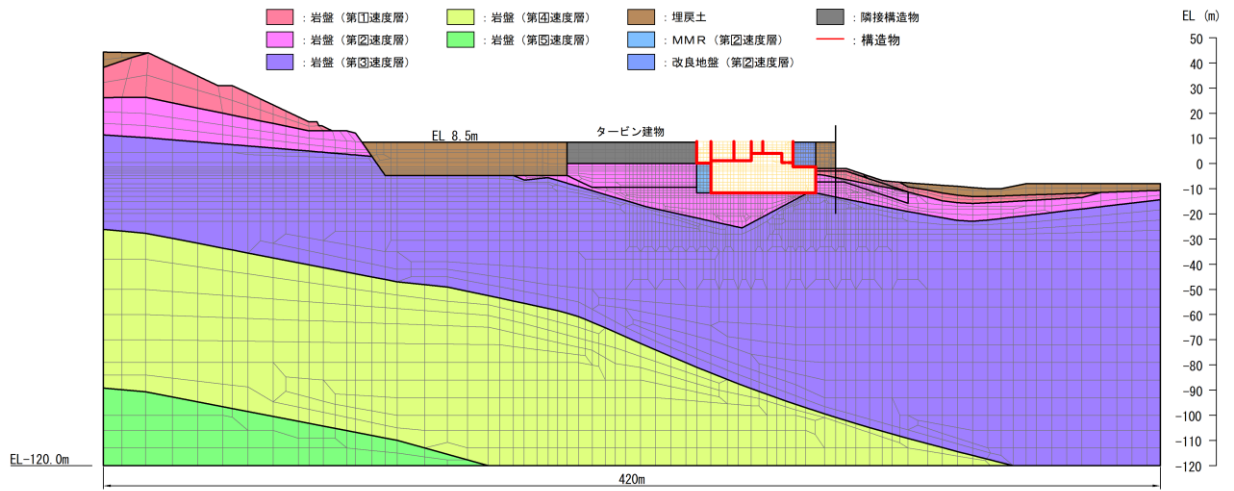


図 3-60 取水槽 地震応答解析モデル図 (D-D断面)

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 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料		仕様
コンクリート	底版, 側壁, 中床版 隔壁, 導流壁, 妻壁	設計基準強度 23.5N/mm ²
	隔壁, 中床版	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋		SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目			材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)			24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	設計基	23.5N/mm ²	2.475×10 ⁴
		準強度	24.0N/mm ²	2.500×10 ⁴
	ポアソン比			0.2

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 3-8 に, 設計地下水位を図 3-61, 図 3-62 に示す。

表 3-8 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	

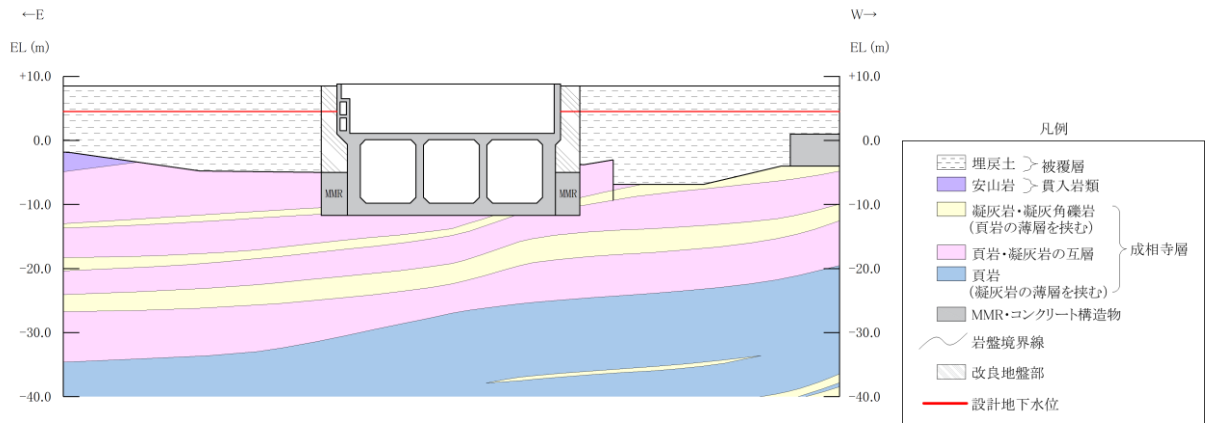


図 3-61 設計用地下水位 (B - B 断面)

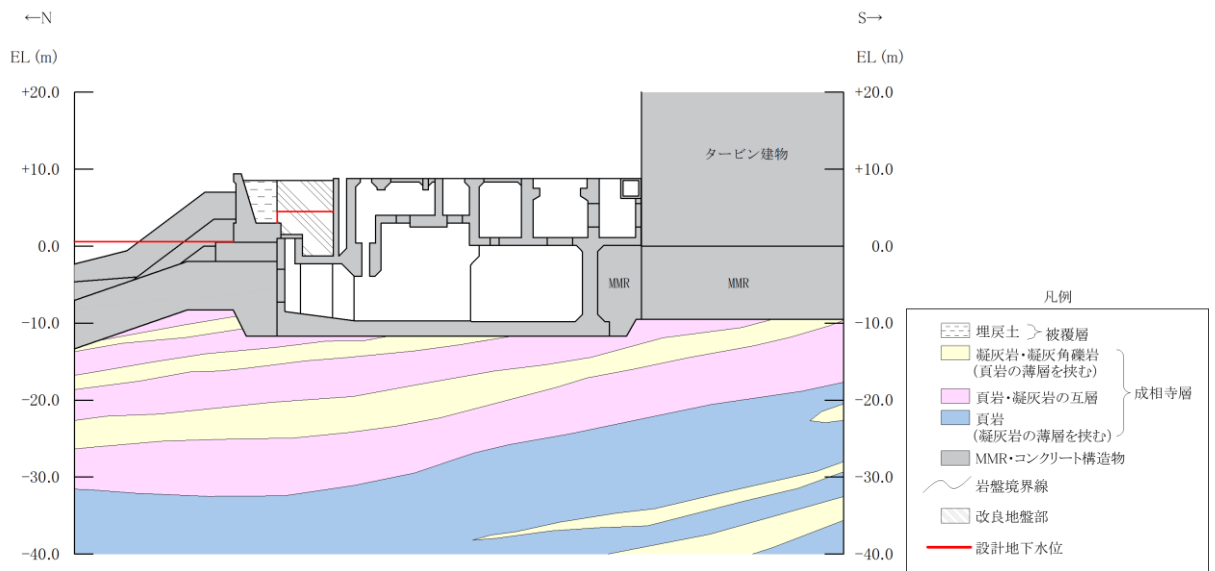
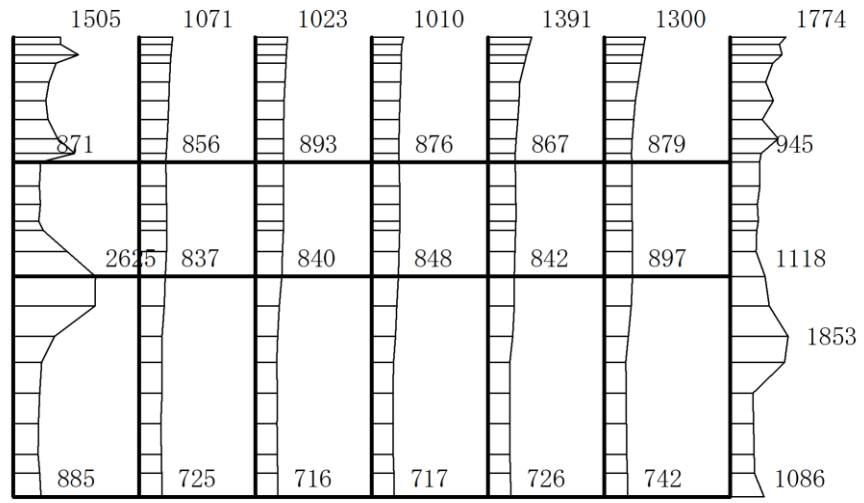


図 3-62 設計用地下水位 (D - D 断面)

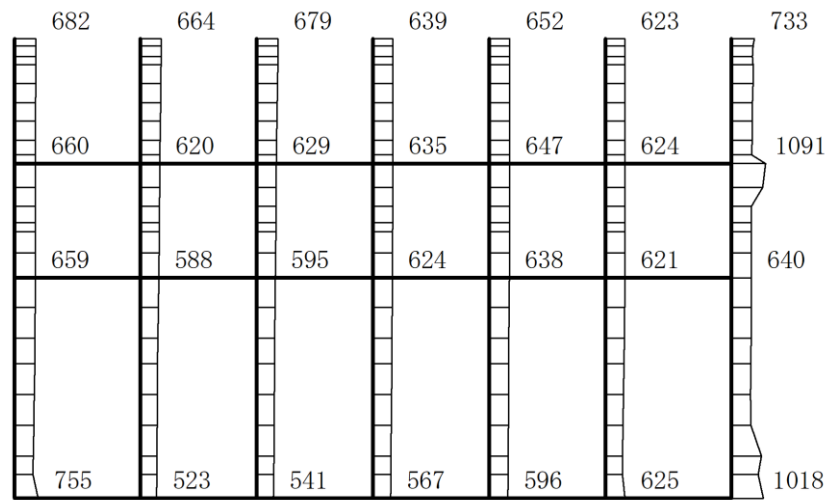
4. 解析結果

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-12 に示す。また、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及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-13～図 4-24 に示す。これらに加え、解析ケース①～③のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大加速度分布図を図 4-25～図 4-45 に示す。



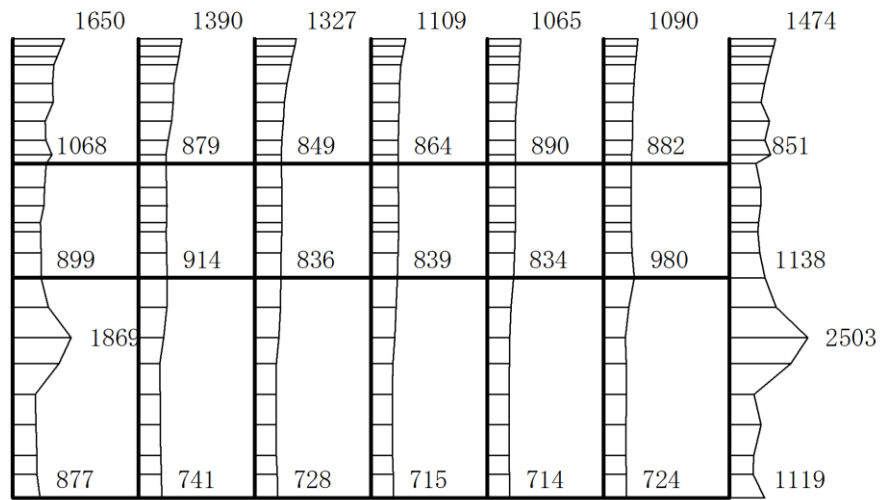
(a) S s - D (++) 水平



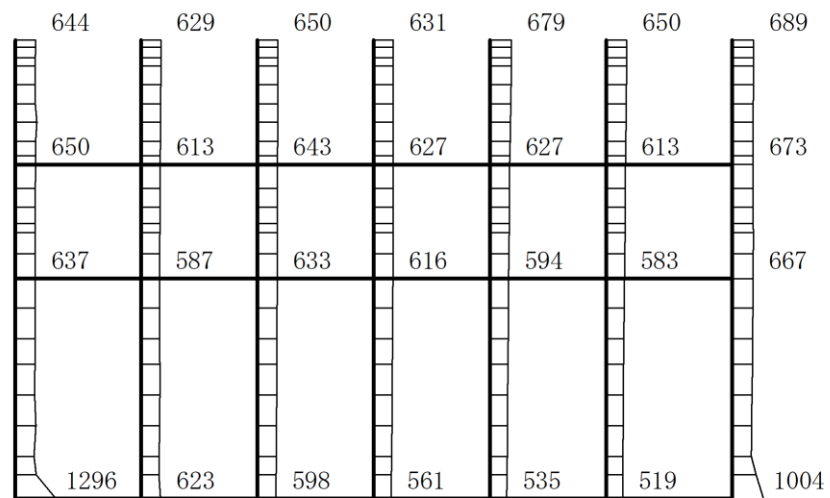
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-1 最大応答加速度分布図(1/45) (解析ケース①)



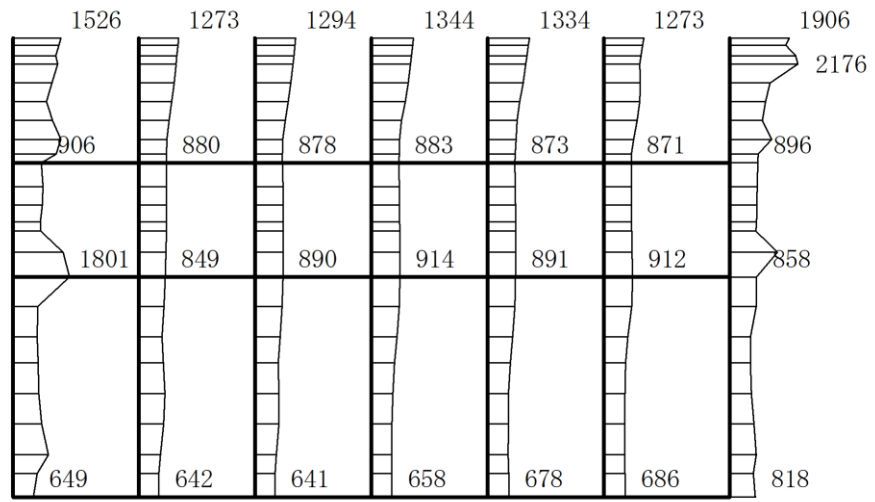
(a) $S_s - D (-+)$ 水平



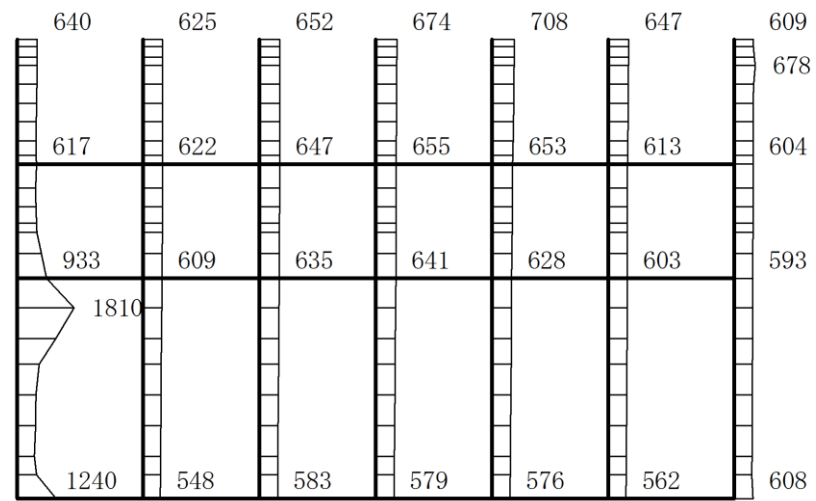
(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

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(2/45) (解析ケース①)



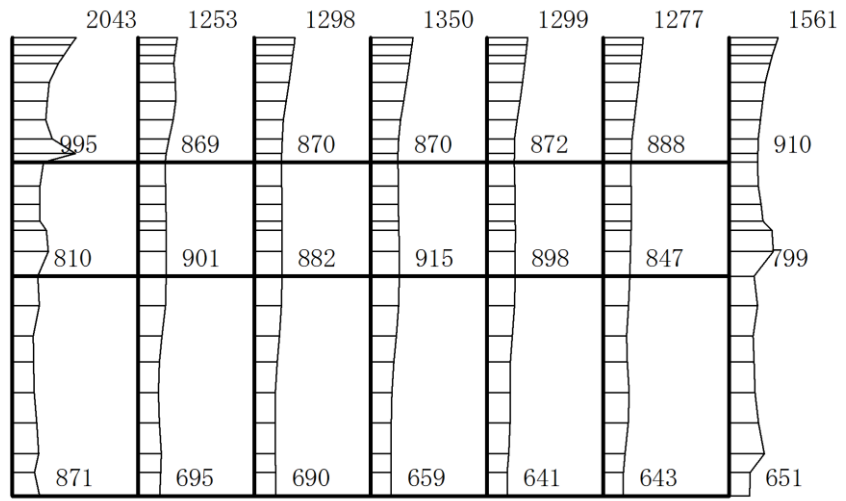
(a) S s - D (+ -) 水平



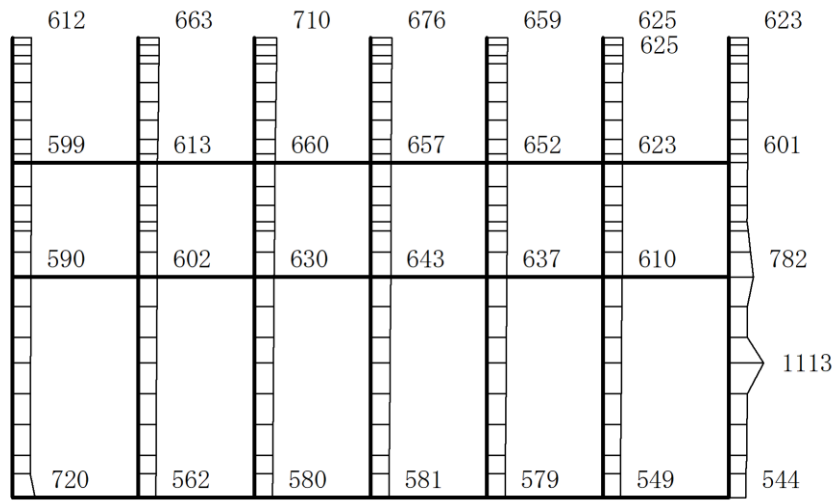
(b) S s - D (+ -) 鉛直

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(3/45) (解析ケース①)



(a) S s - D (--) 水平

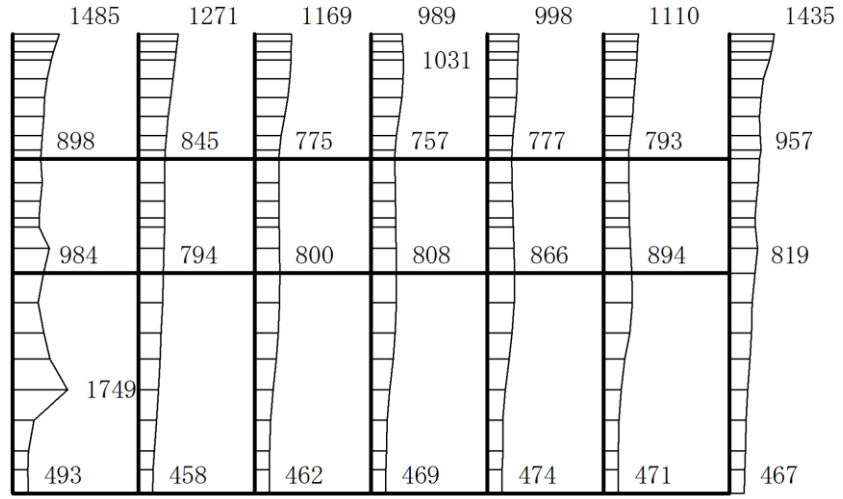


(b) S s - D (--) 鉛直

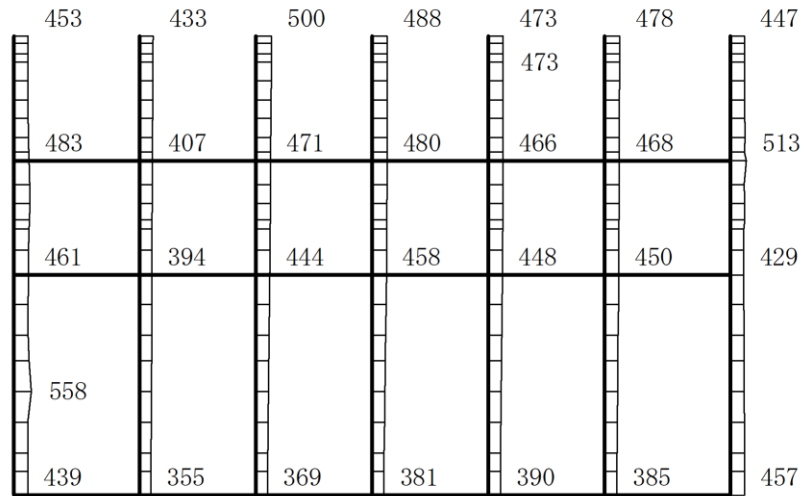
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-4 最大応答加速度分布図(4/45) (解析ケース①)



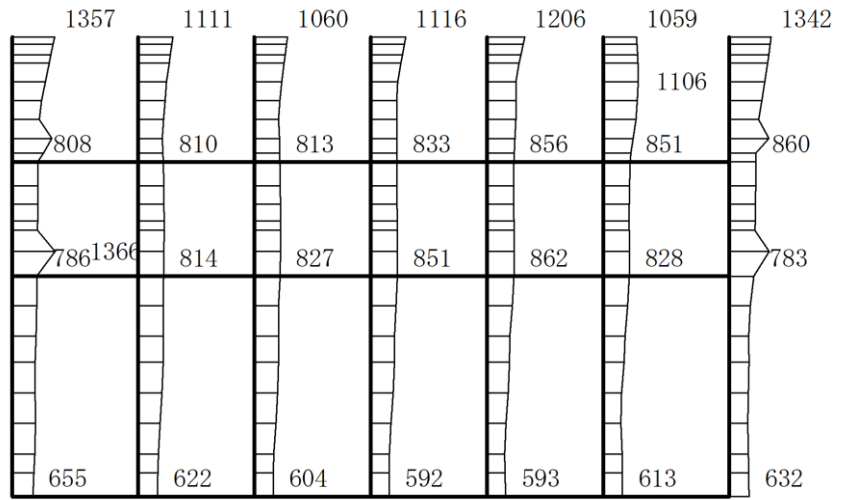
(a) S s - F 1 (++) 水平



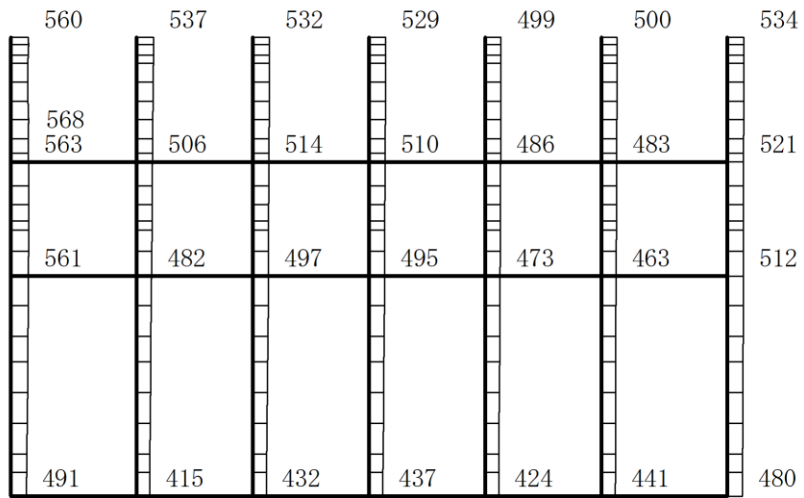
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-5 最大応答加速度分布図(5/45) (解析ケース①)



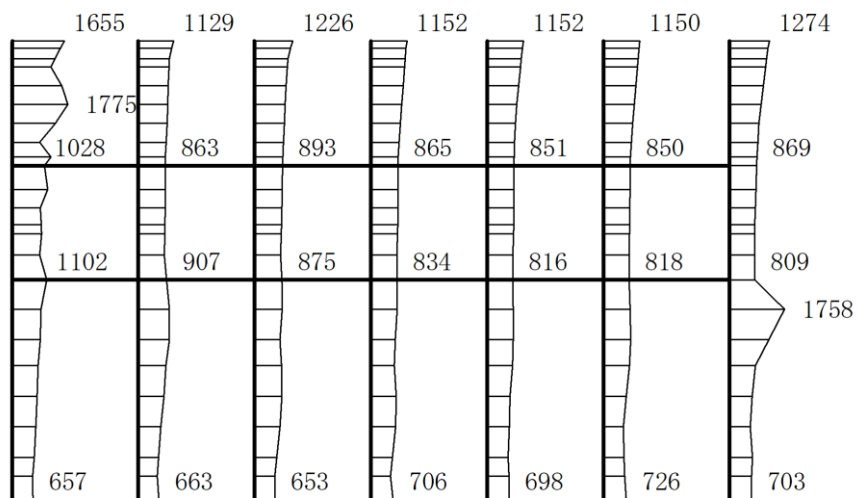
(a) S s - F 2 (++) 水平



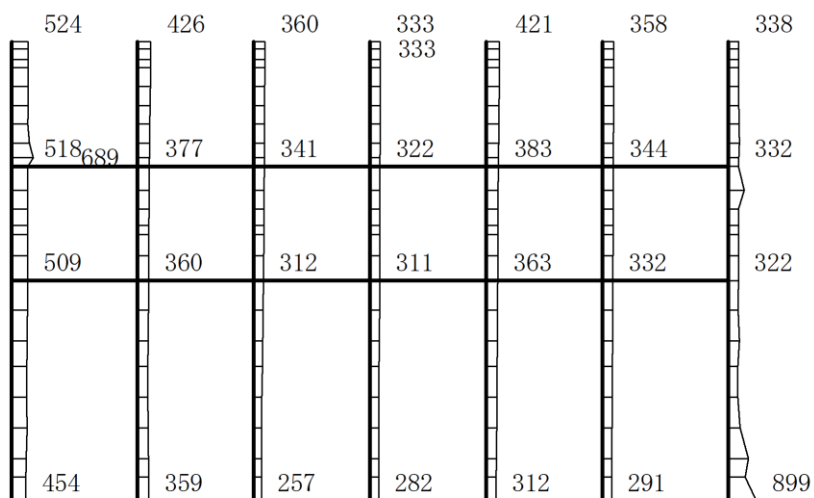
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図(6/45) (解析ケース①)



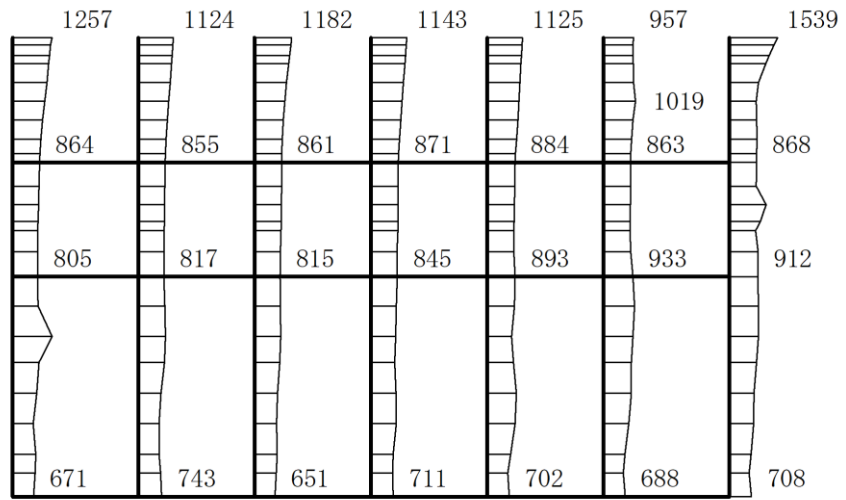
(a) S s - N 1 (+ +) 水平



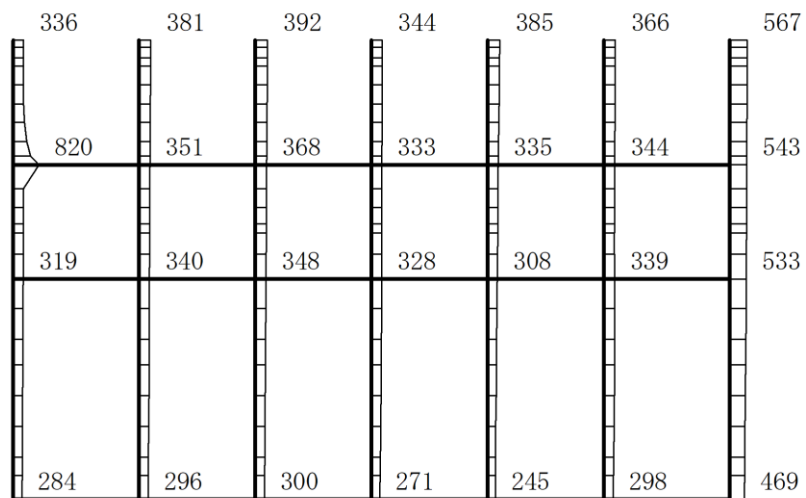
(b) S s - N 1 (+ +) 鉛直

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

図 4-7 最大応答加速度分布図(7/45) (解析ケース①)



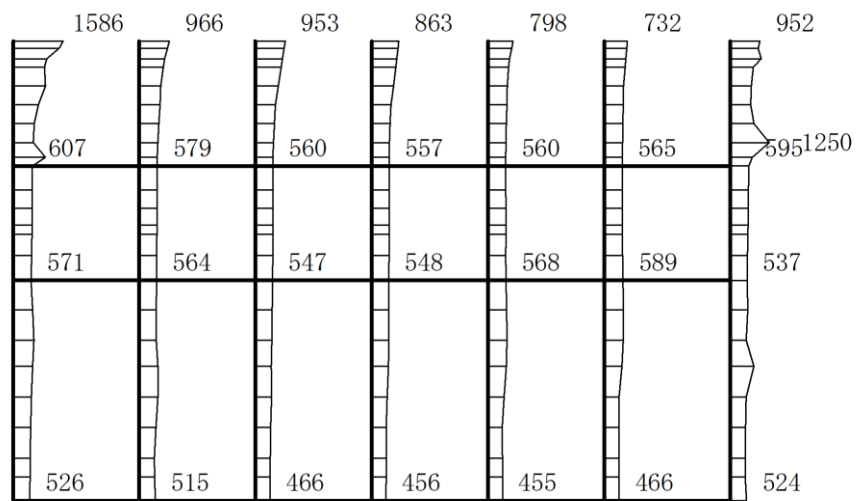
(a) S s - N 1 (- +) 水平



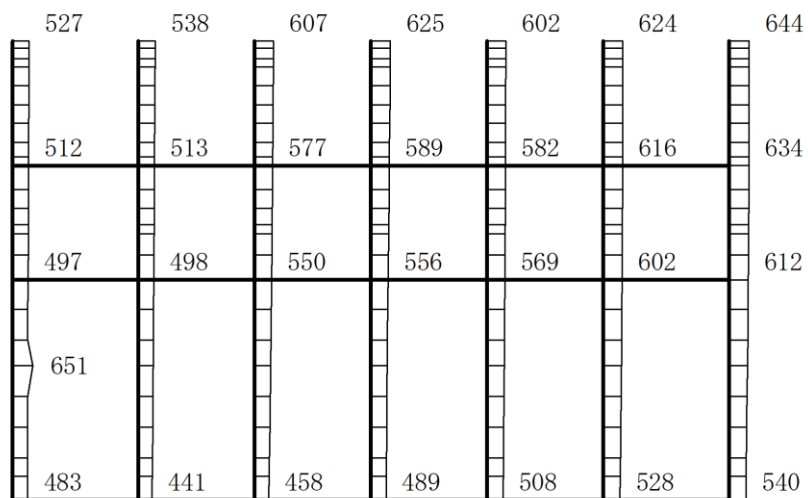
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図(8/45) (解析ケース①)



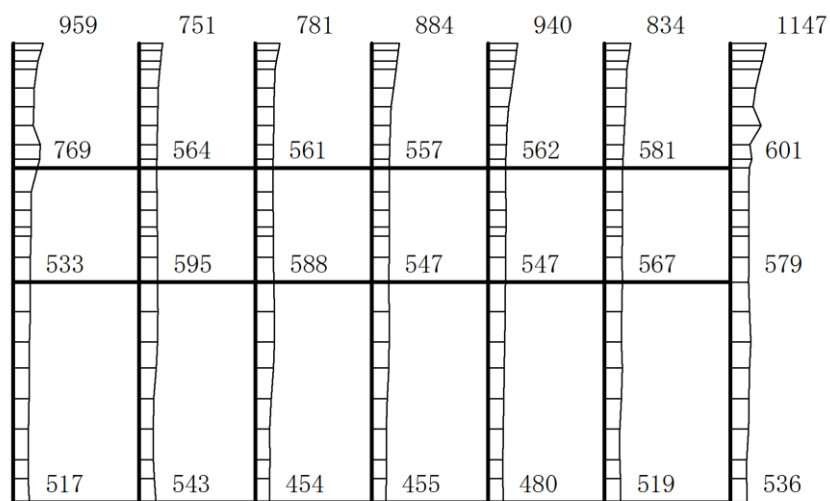
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



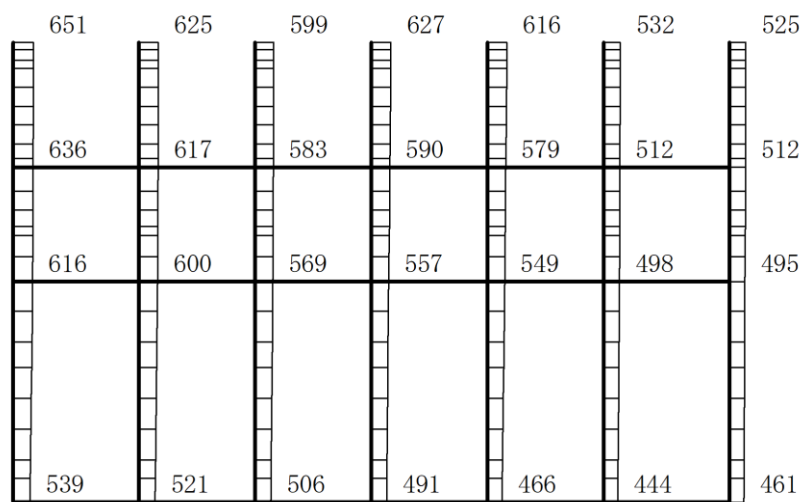
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

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

図 4-9 最大応答加速度分布図(9/45) (解析ケース①)



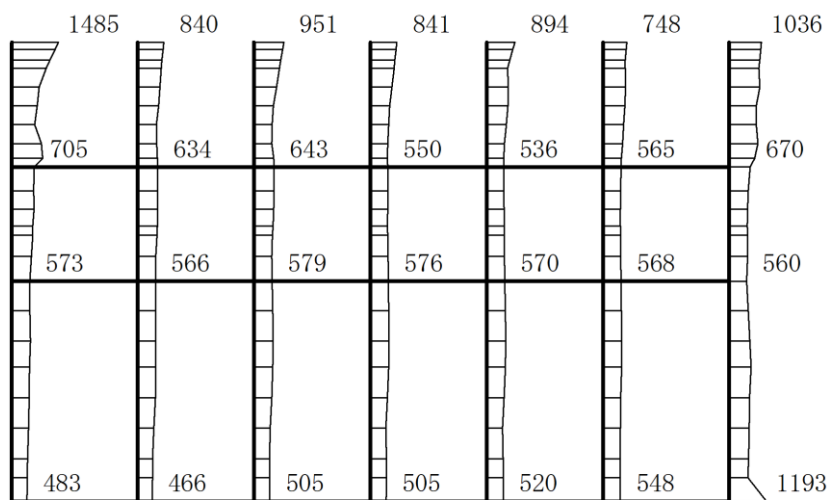
(a) S_s-N2 (NS) (-+) 水平



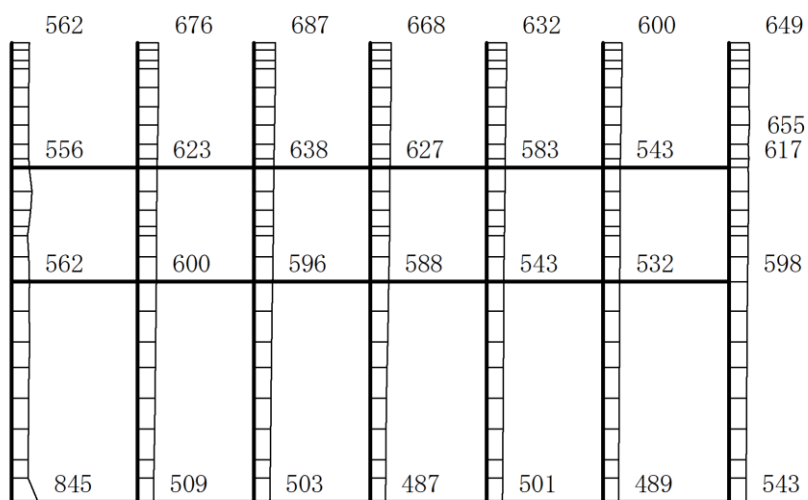
(b) S_s-N2 (NS) (-+) 鉛直

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(10/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

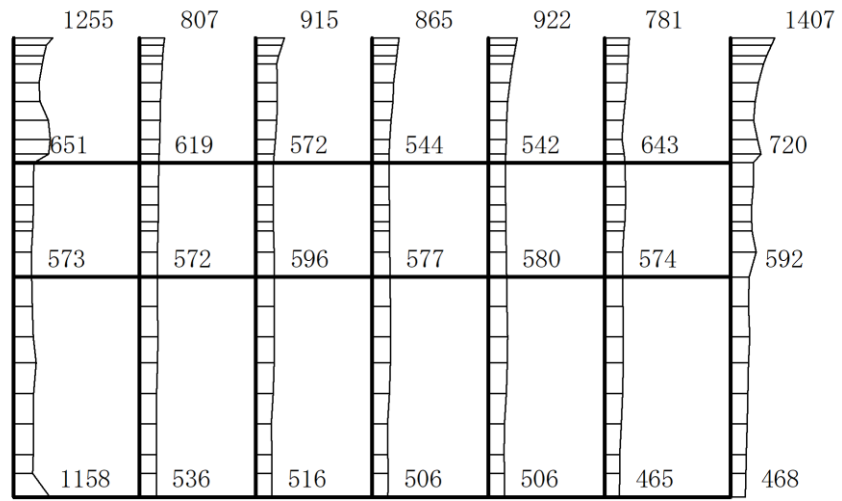


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

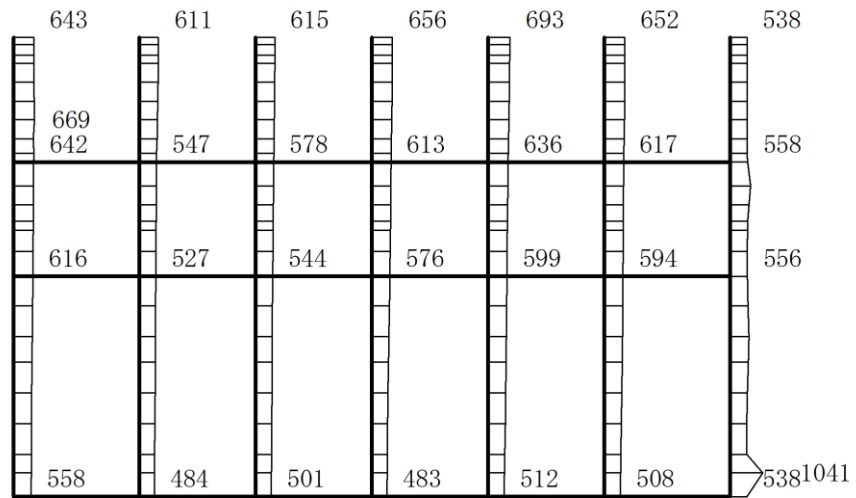
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-11 最大応答加速度分布図(11/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平

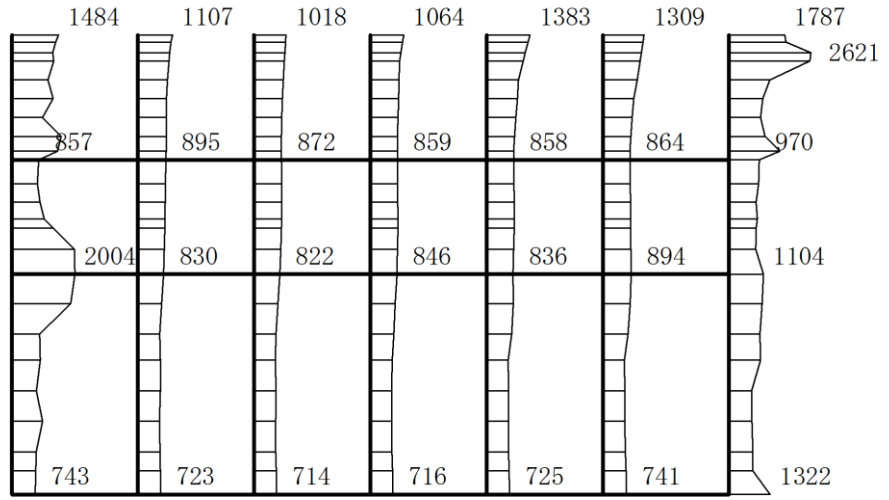


(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

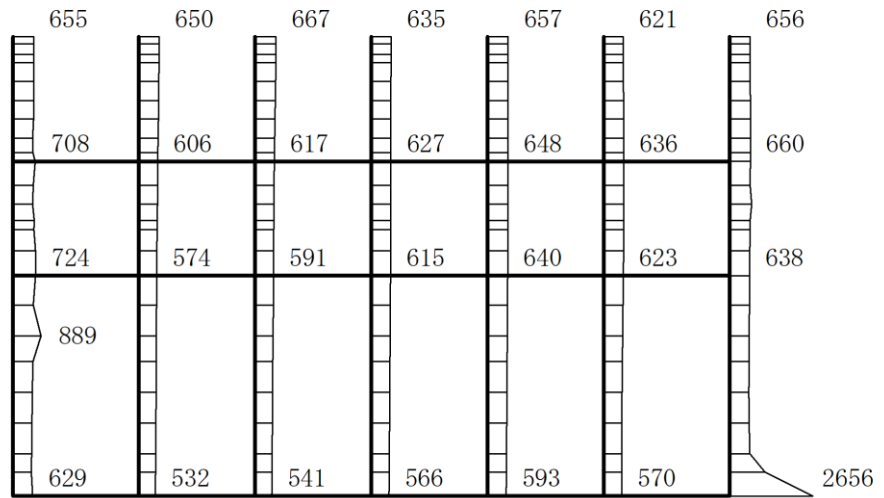
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-12 最大応答加速度分布図(12/45) (解析ケース①)



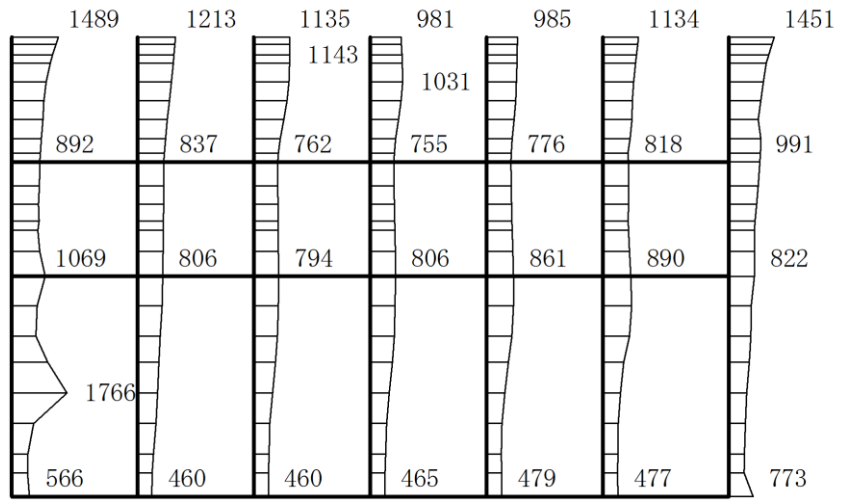
(a) S s - D (++) 水平



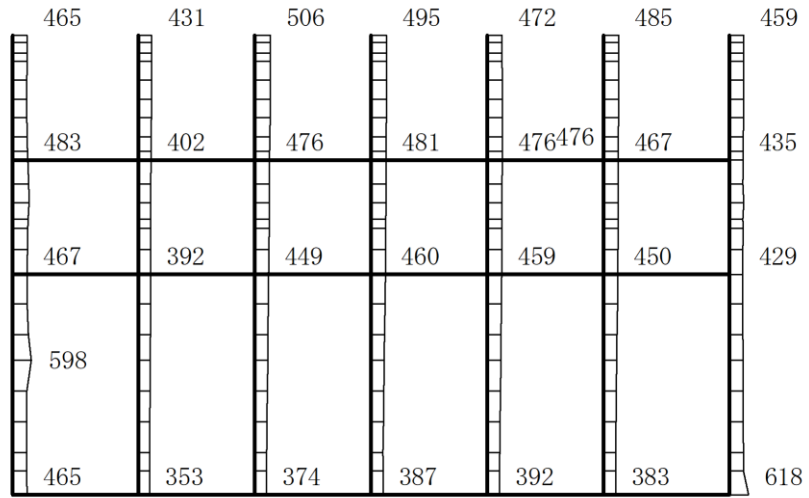
(b) S s - D (++) 鉛直

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(13/45) (解析ケース②)



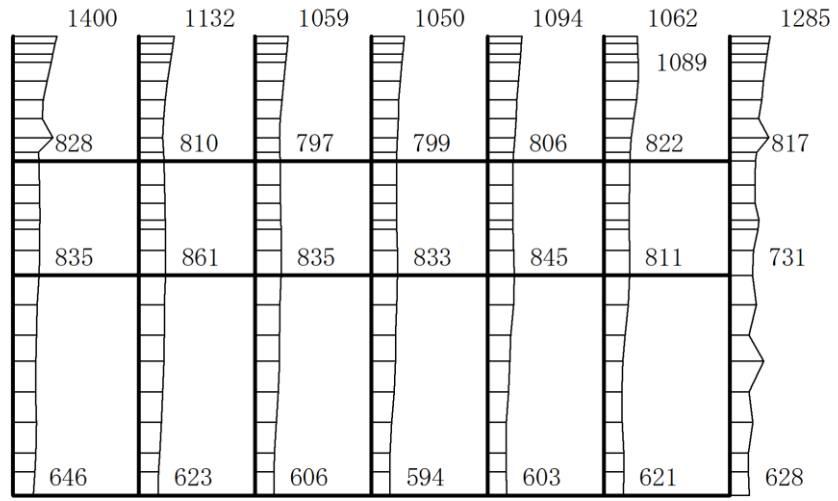
(a) S s - F 1 (++) 水平



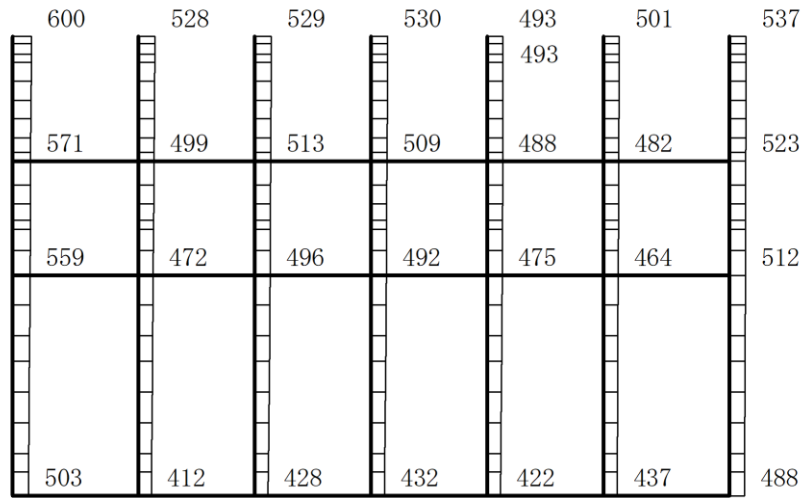
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-14 最大応答加速度分布図(14/45) (解析ケース②)



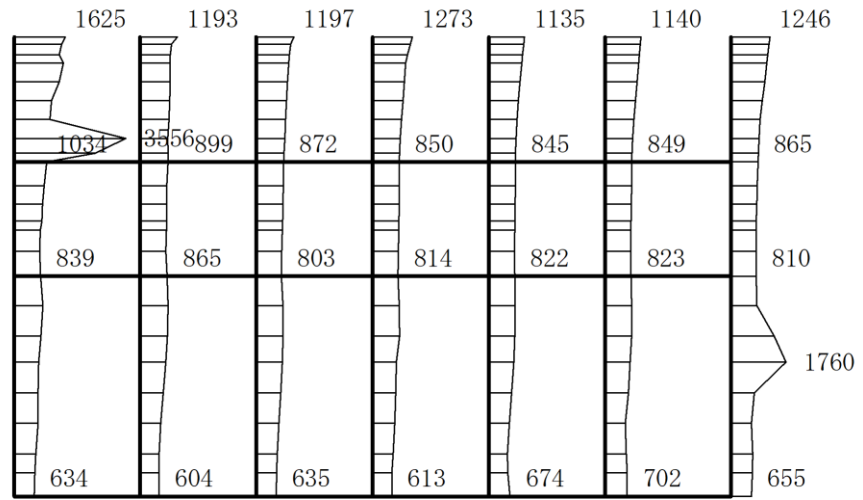
(a) S s - F 2 (++) 水平



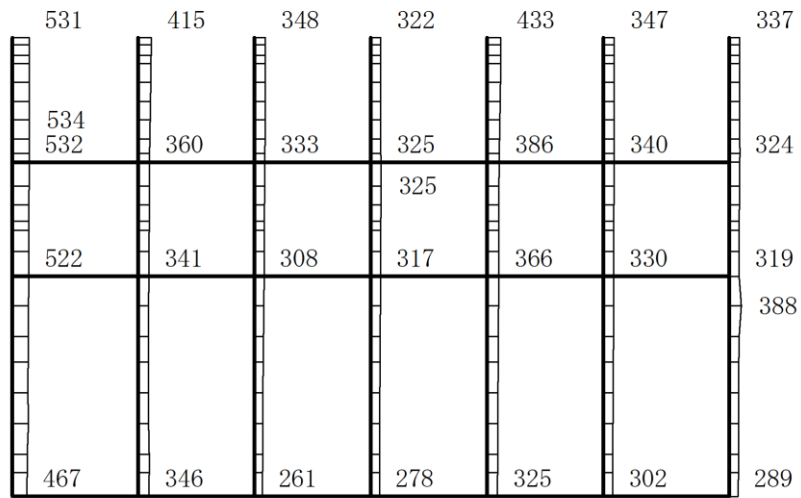
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-15 最大応答加速度分布図(15/45) (解析ケース②)



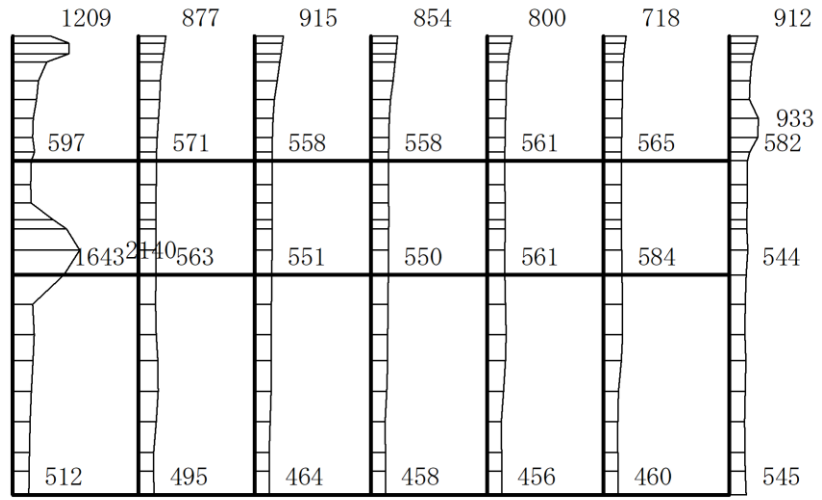
(a) S s - N 1 (++) 水平



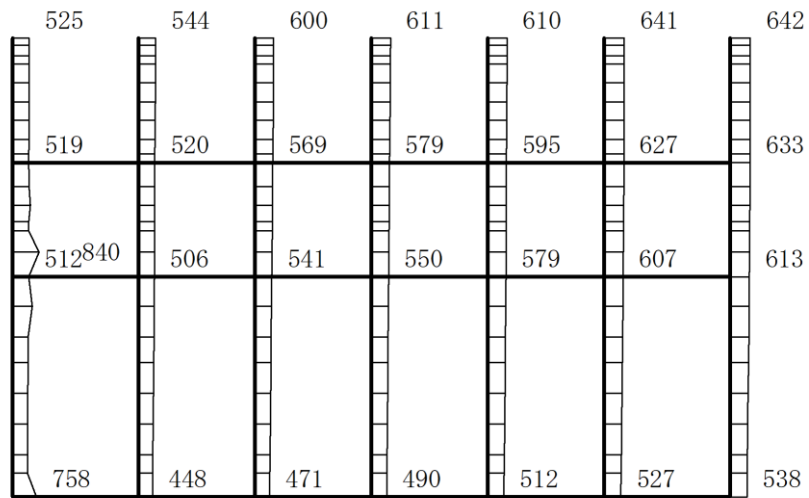
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図(16/45) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

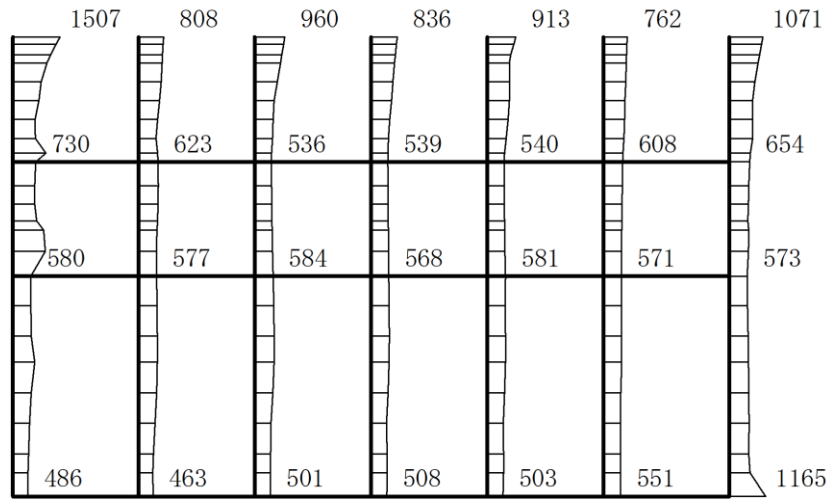


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

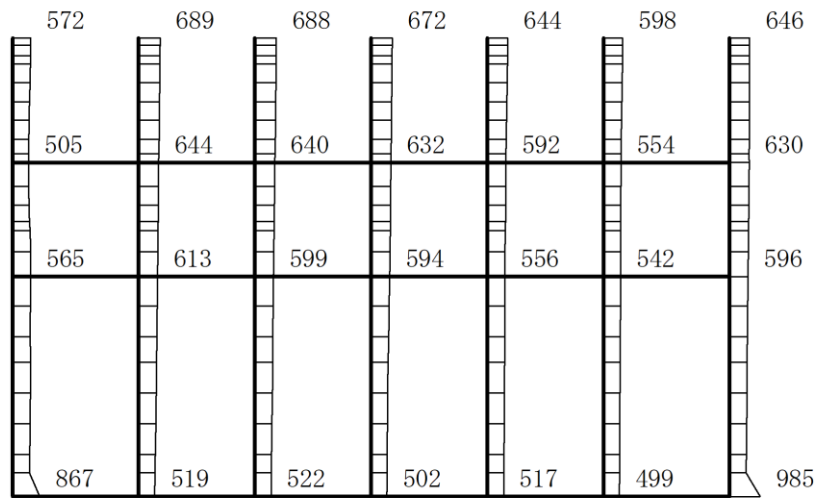
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図(17/45) (解析ケース②)



(a) S_s - N 2 (EW) (+ +) 水平

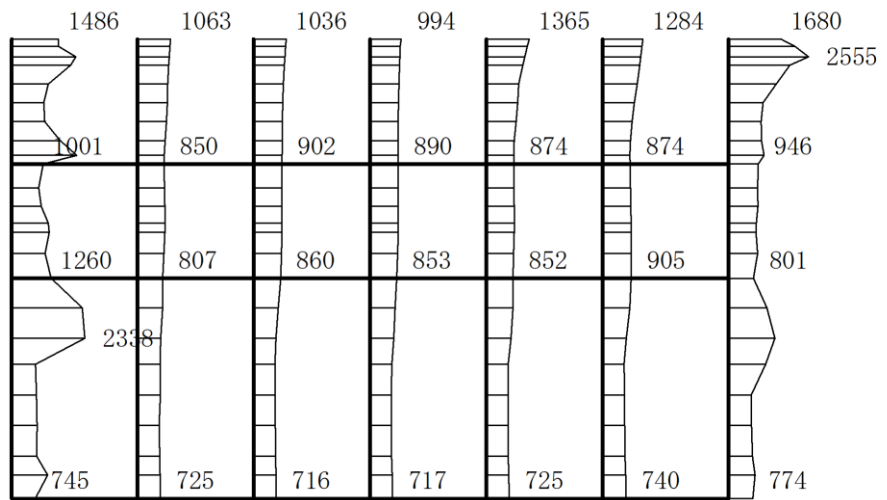


(b) S_s - N 2 (EW) (+ +) 鉛直

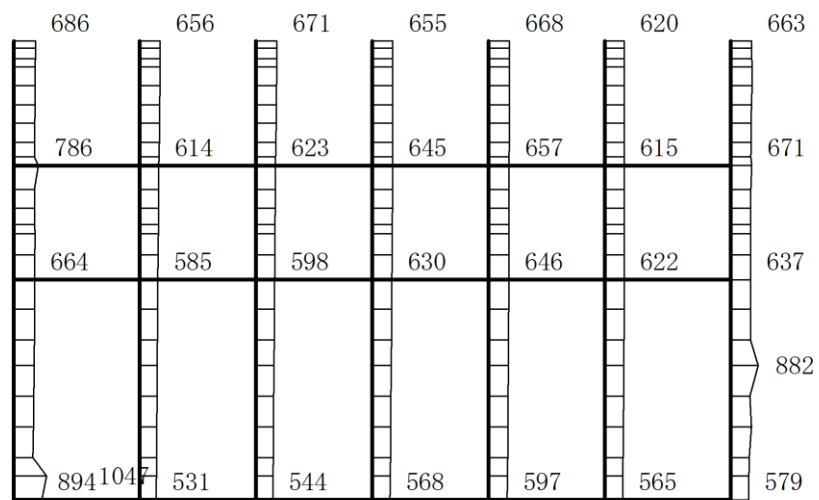
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図(18/45) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

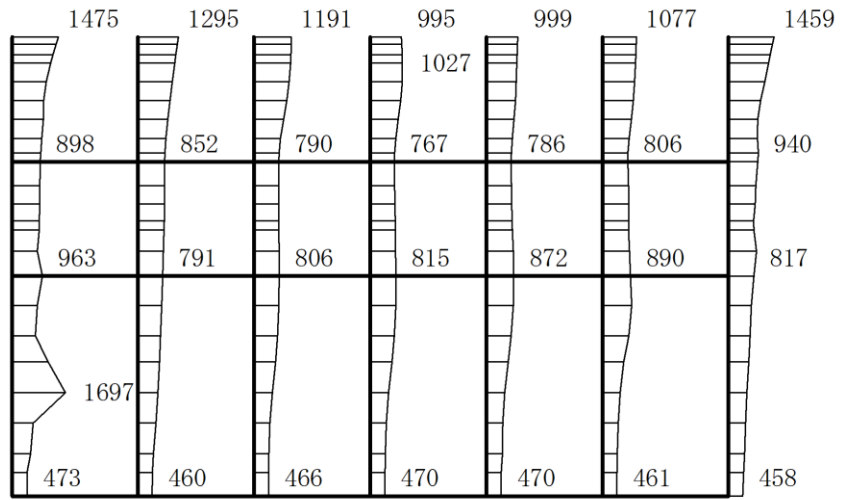


(b) S s - D (++) 鉛直

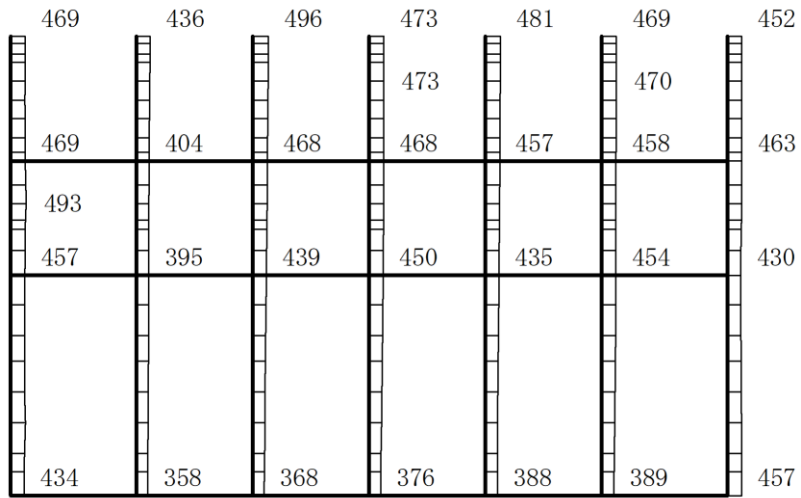
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図(19/45) (解析ケース③)



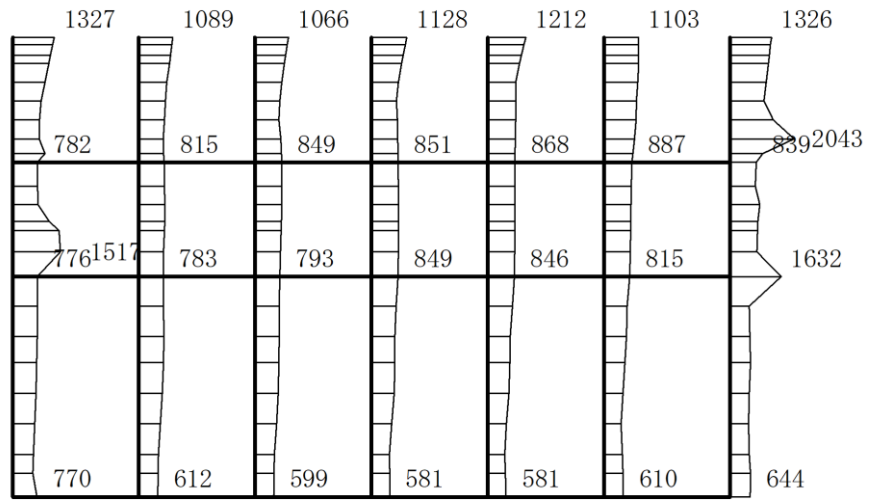
(a) S s - F 1 (++) 水平



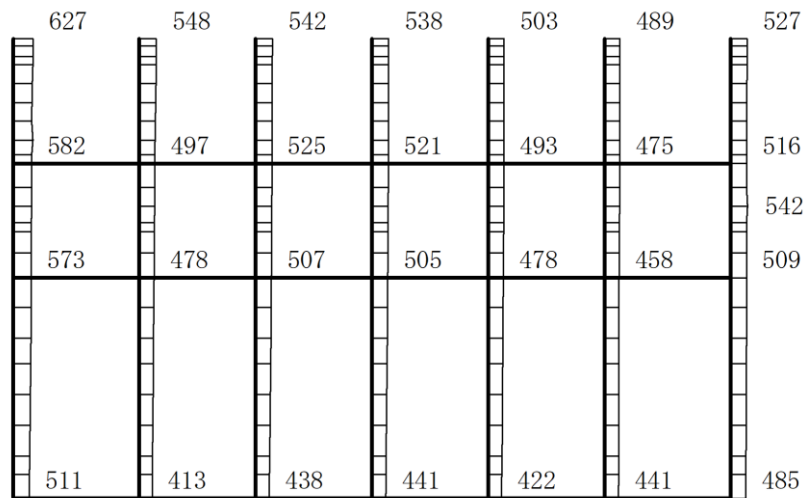
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-20 最大応答加速度分布図(20/45) (解析ケース③)



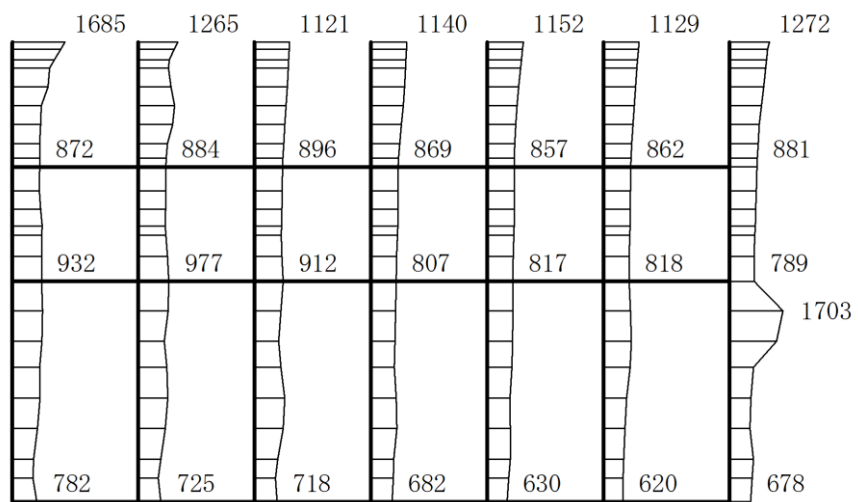
(a) S s - F 2 (++) 水平



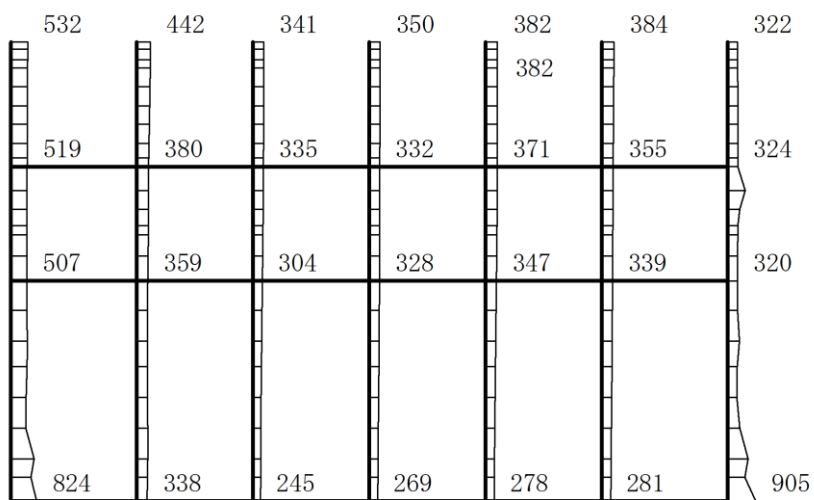
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-21 最大応答加速度分布図(21/45) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平

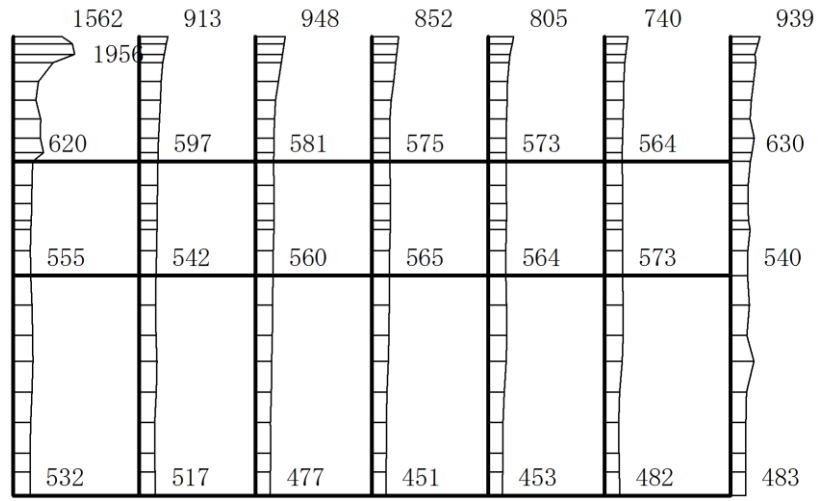


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

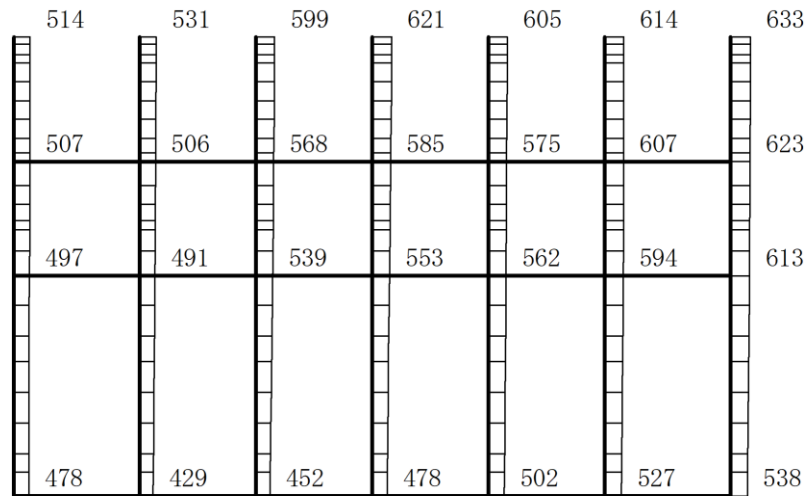
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-22 最大応答加速度分布図(22/45) (解析ケース③)



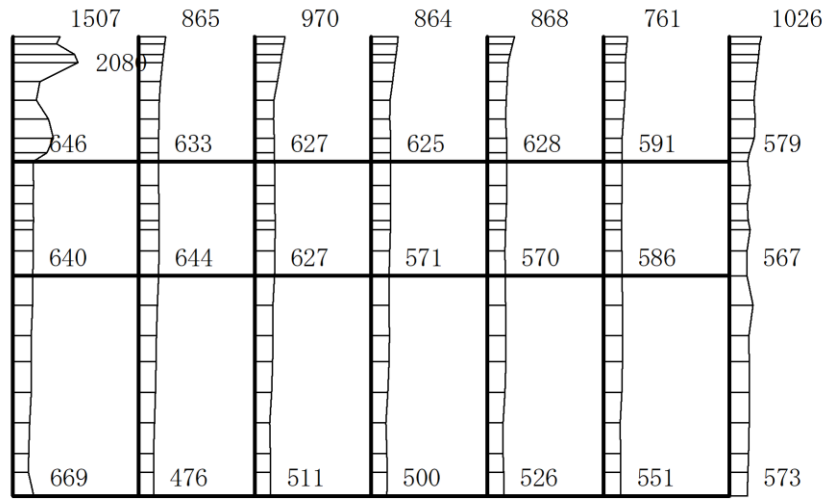
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



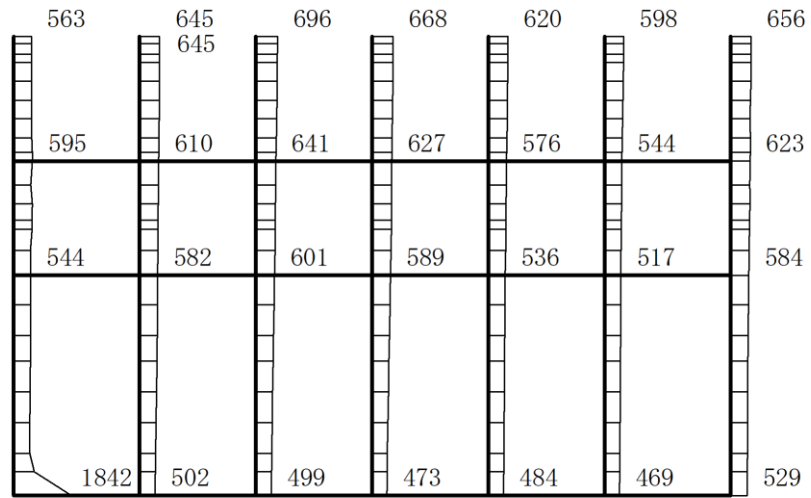
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

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

図 4-23 最大応答加速度分布図(23/45) (解析ケース③)



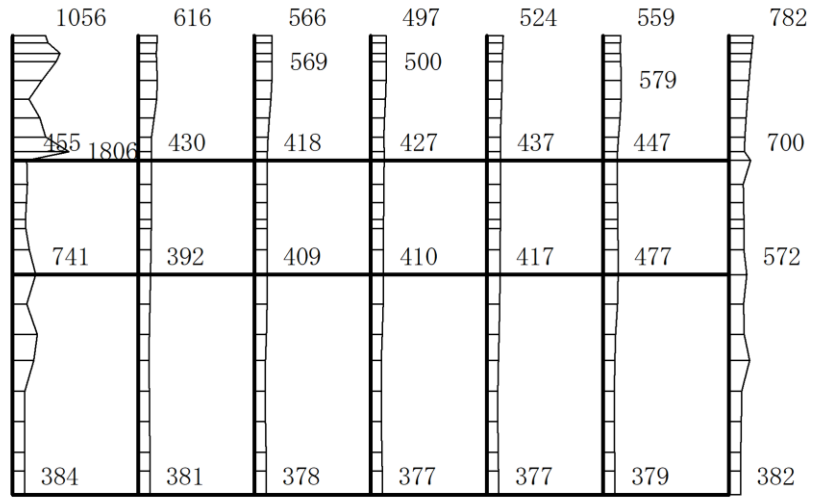
(a) S_s - N 2 (EW) (+ +) 水平



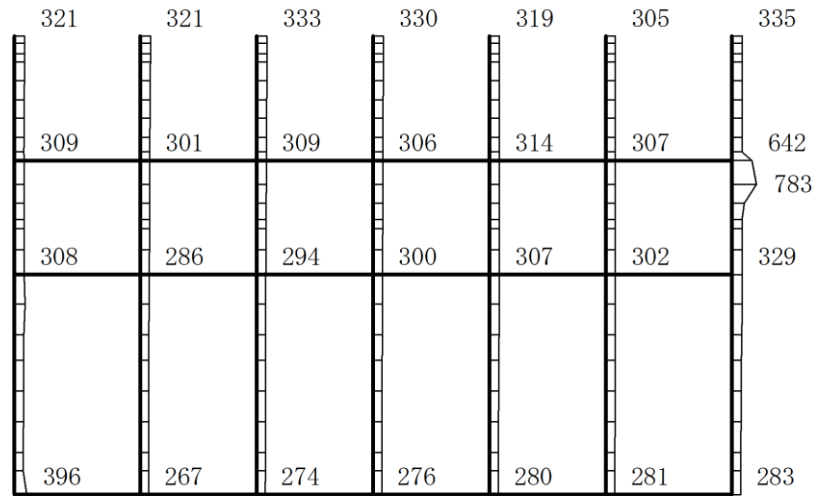
(b) S_s - N 2 (EW) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図(24/45) (解析ケース③)



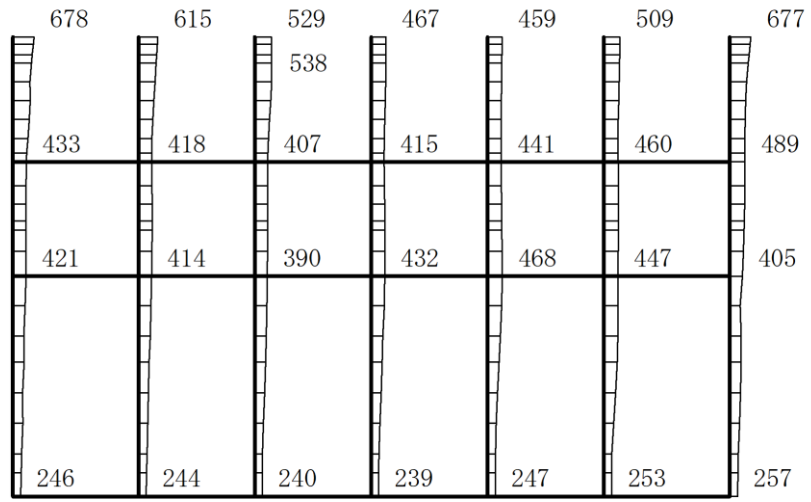
(a) S d - D (++) 水平



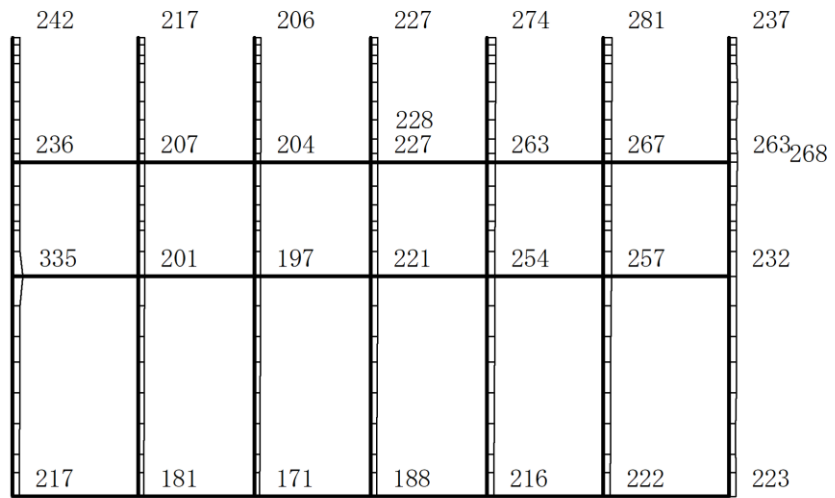
(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-25 最大応答加速度分布図(25/45) (解析ケース①)



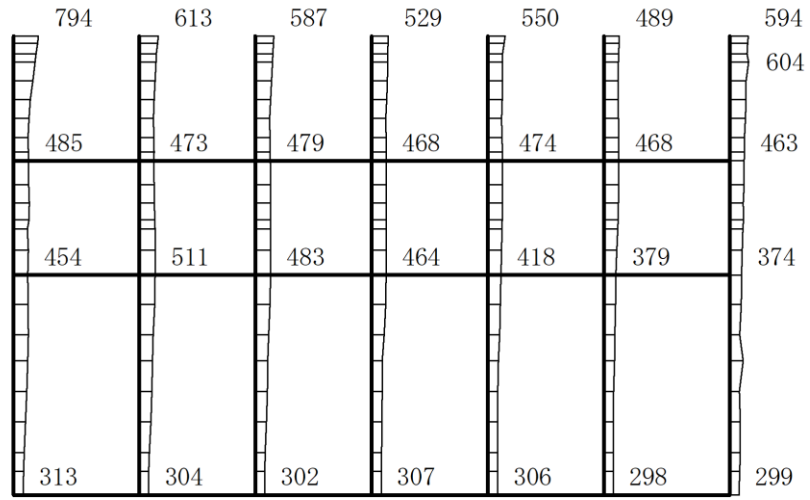
(a) S d - F 1 (++) 水平



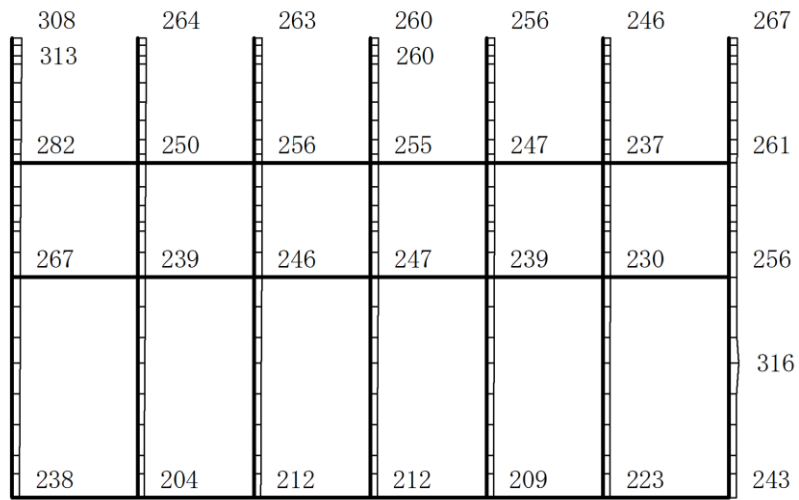
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-26 最大応答加速度分布図(26/45) (解析ケース①)



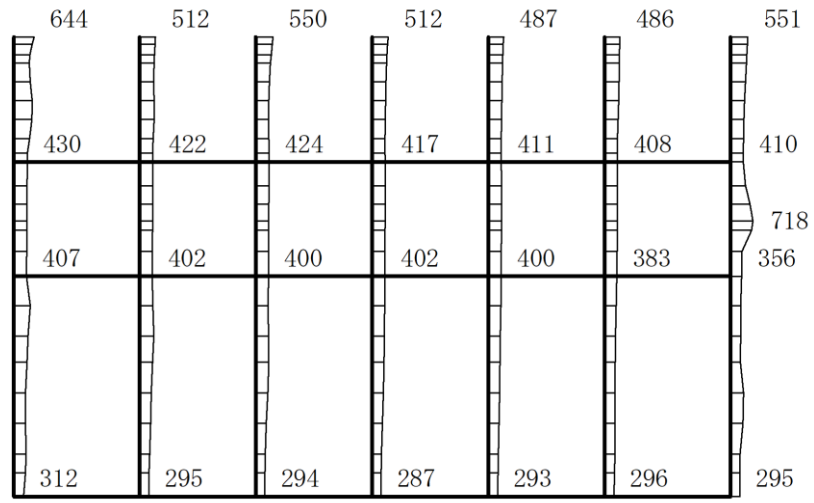
(a) S d - F 2 (+ +) 水平



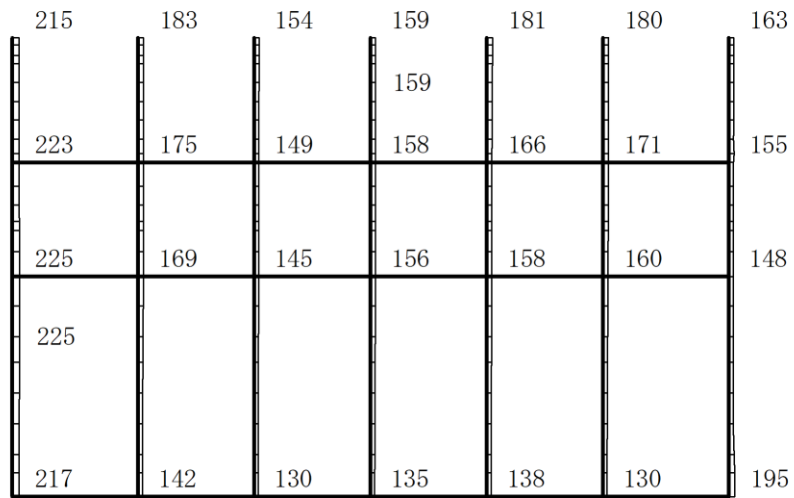
(b) S d - F 2 (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-27 最大応答加速度分布図(27/45) (解析ケース①)



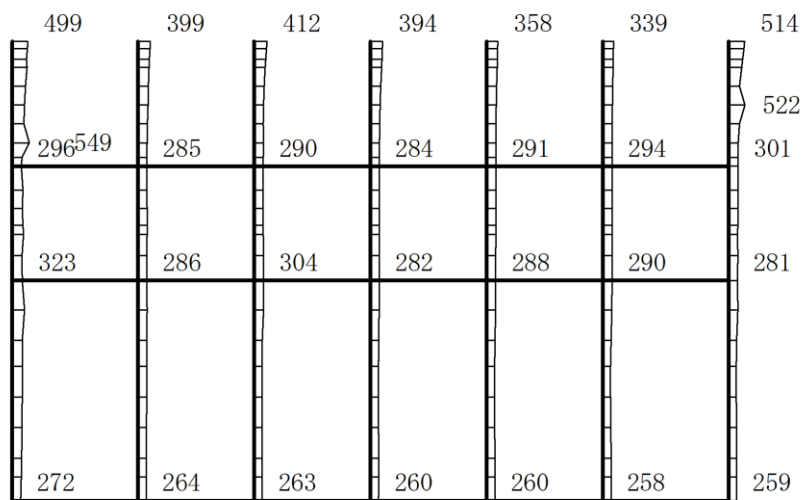
(a) S d - N 1 (++) 水平



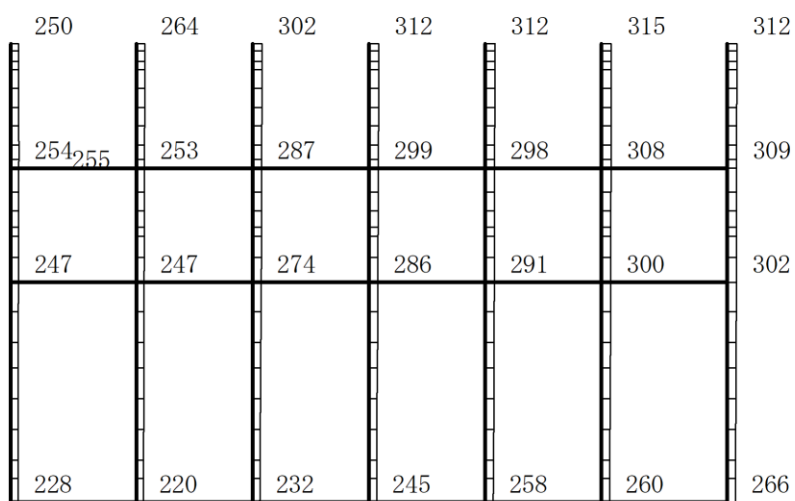
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-28 最大応答加速度分布図(28/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

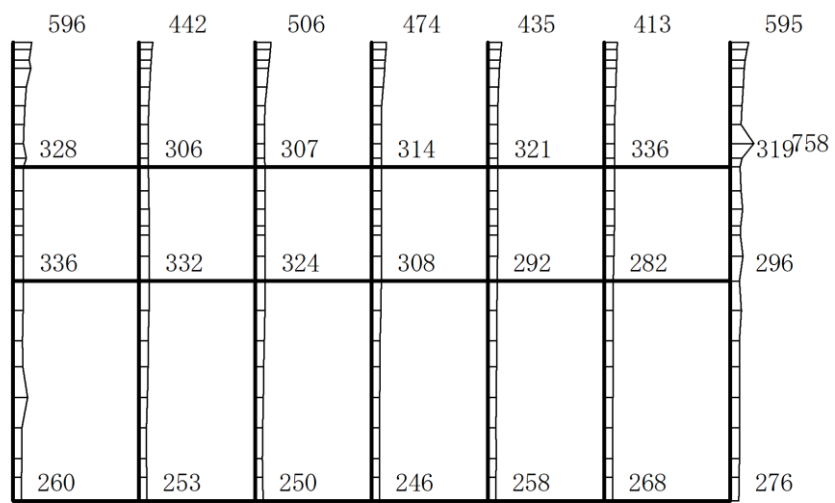


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

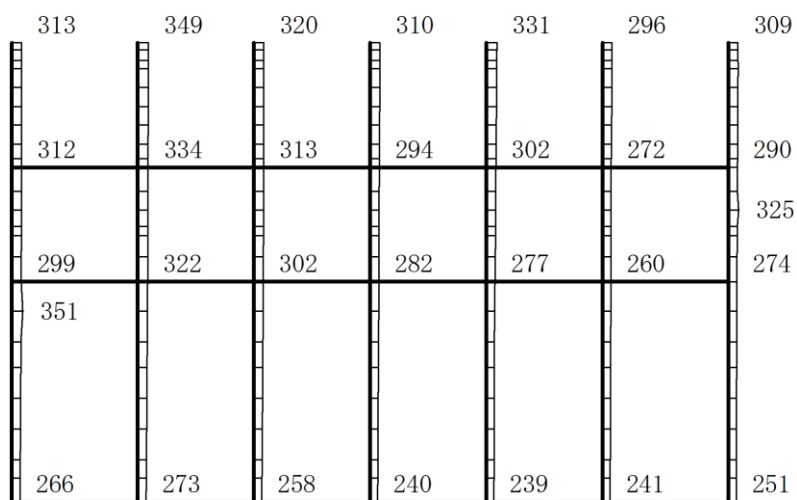
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-29 最大応答加速度分布図(29/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

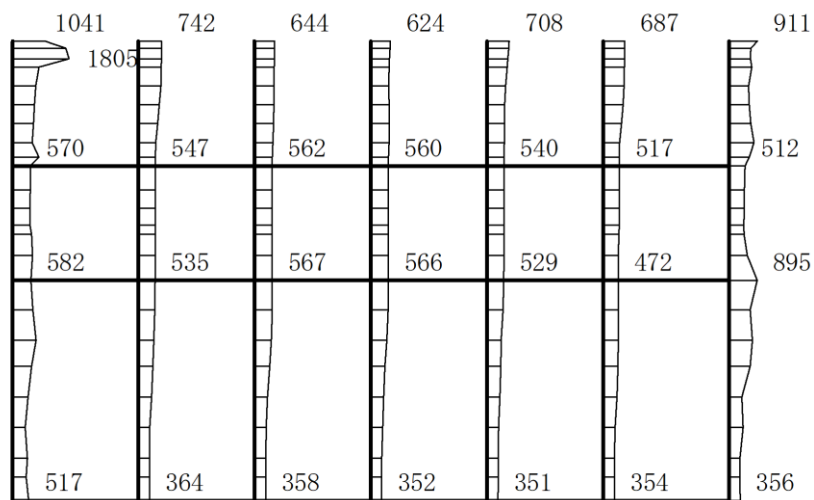


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

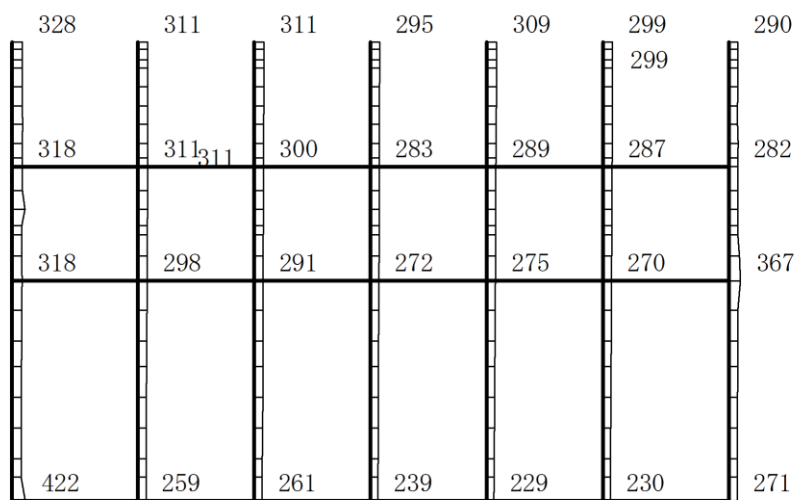
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-30 最大応答加速度分布図(30/45) (解析ケース①)



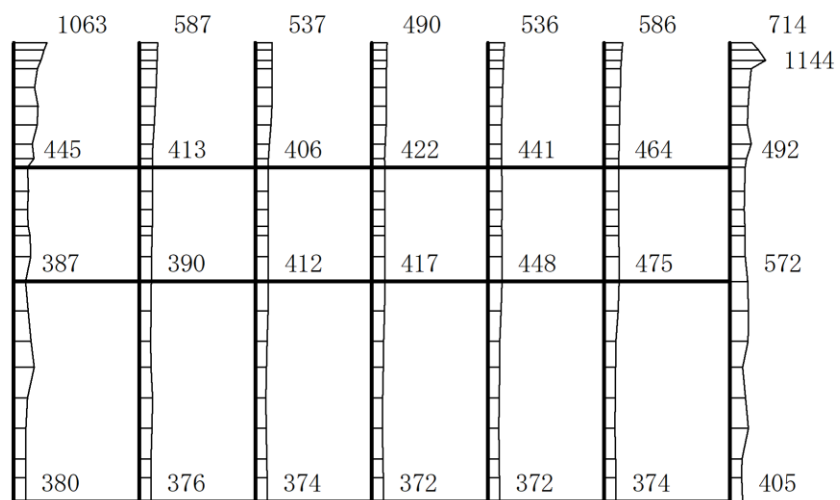
(a) S d - 1 (+ +) 水平



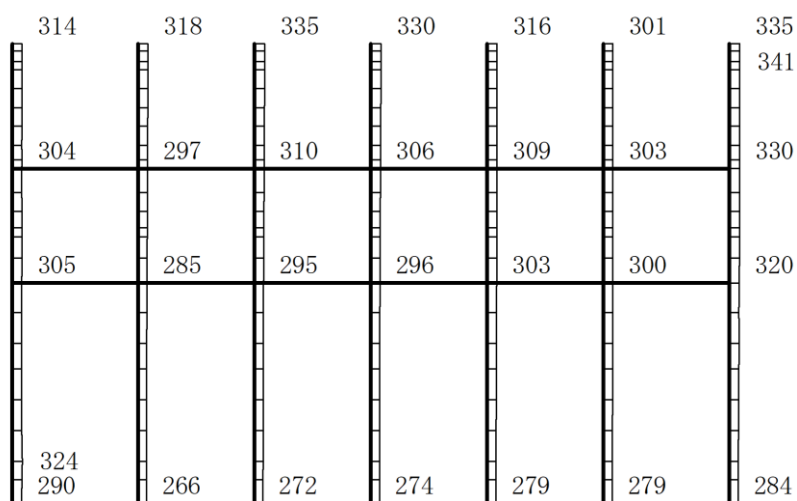
(b) S d - 1 (+ +) 鉛直

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

図 4-31 最大応答加速度分布図(31/45) (解析ケース①)



(a) S d - D (++) 水平

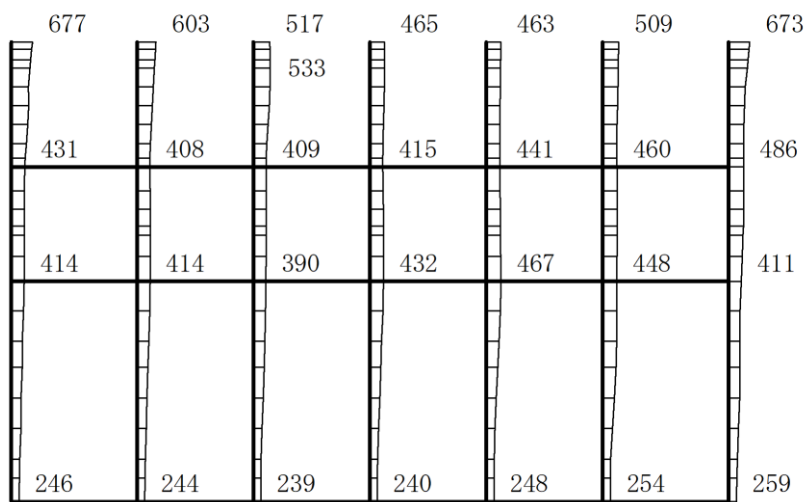


(b) S d - D (++) 鉛直

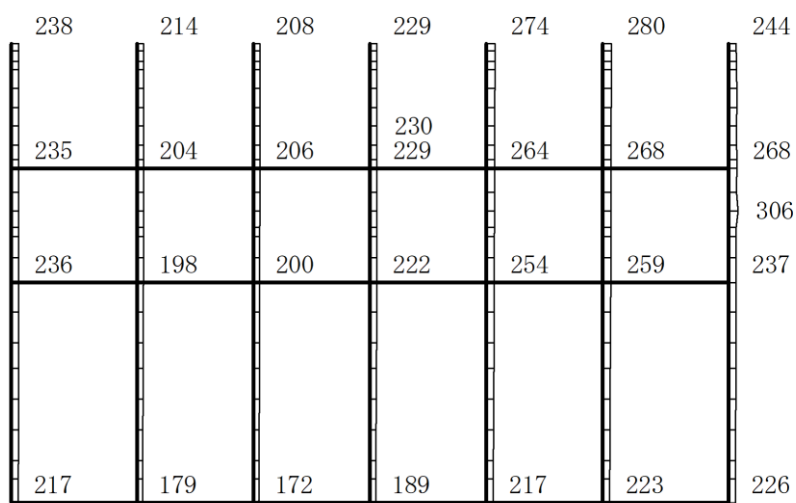
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-32 最大応答加速度分布図(32/45) (解析ケース②)



(a) S d - F 1 (++) 水平

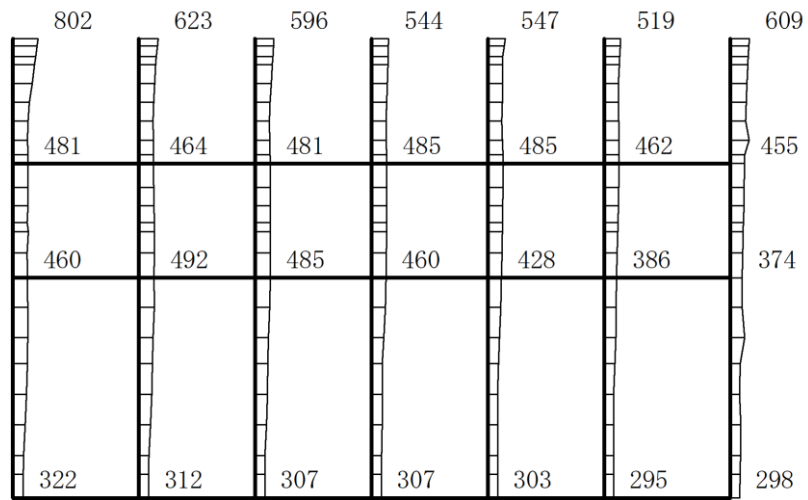


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

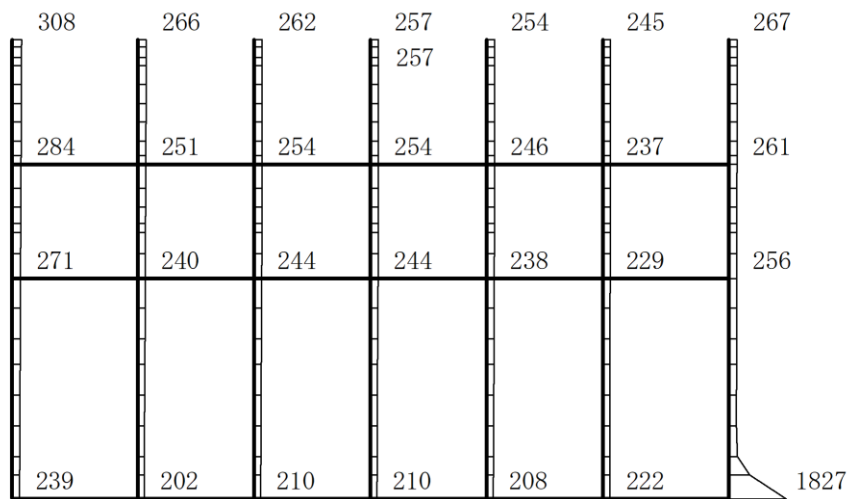
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図(33/45) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平

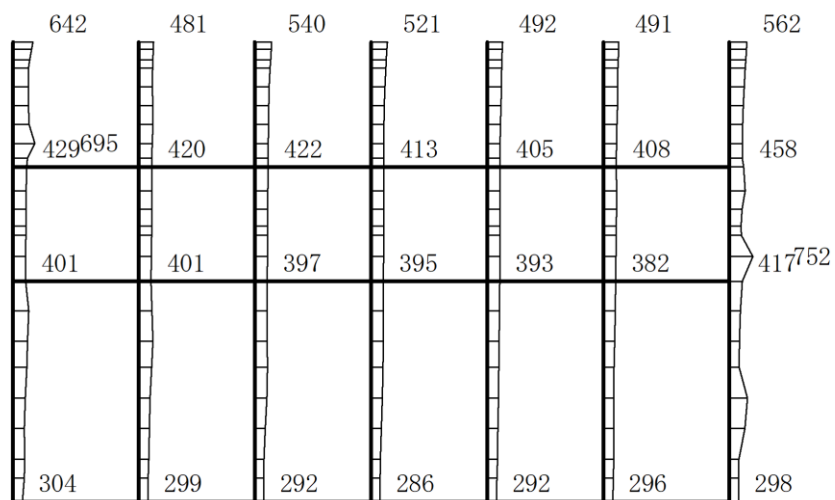


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

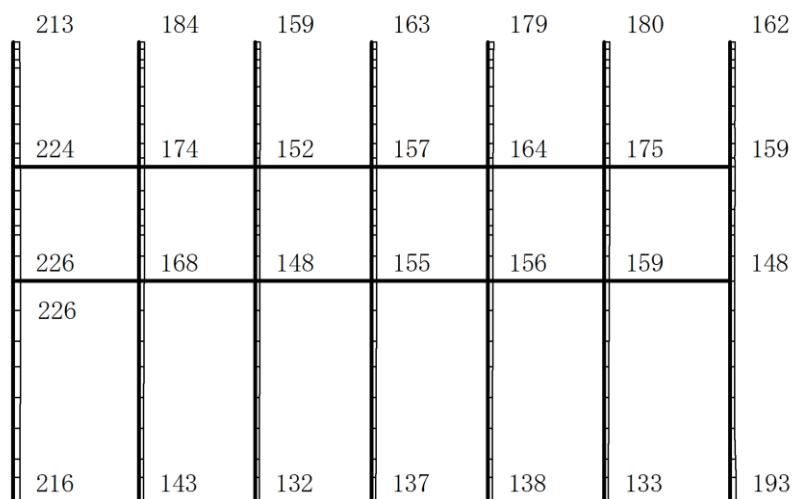
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-34 最大応答加速度分布図(34/45) (解析ケース②)



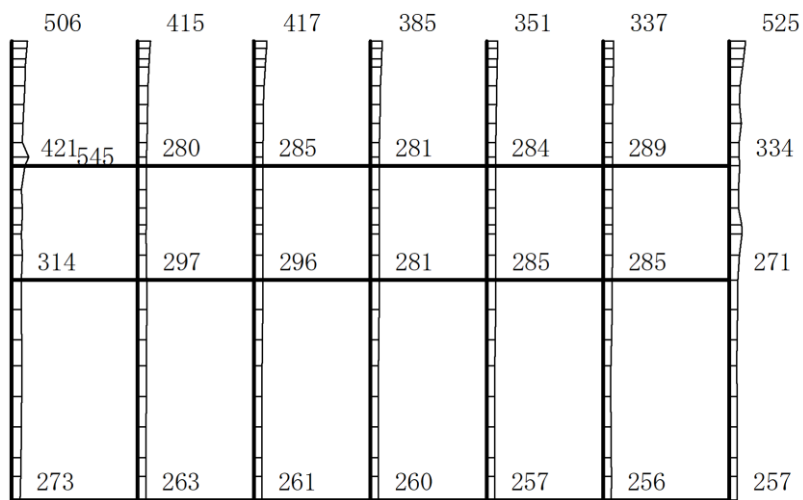
(a) S d - N 1 (+ +) 水平



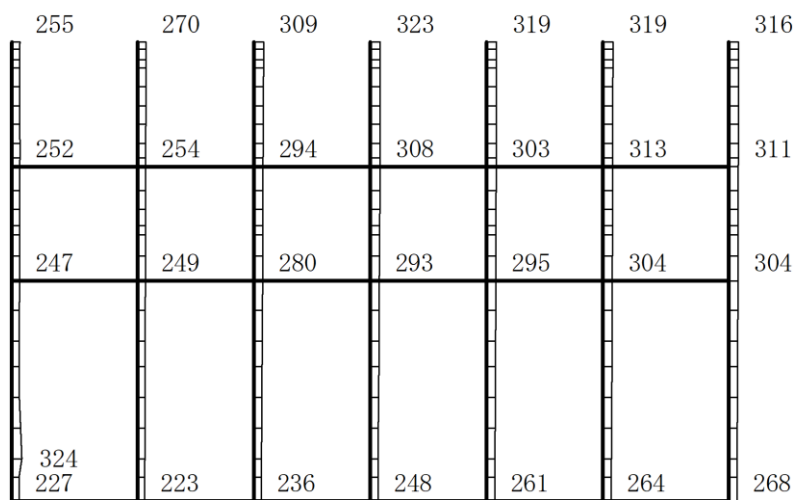
(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-35 最大応答加速度分布図(35/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

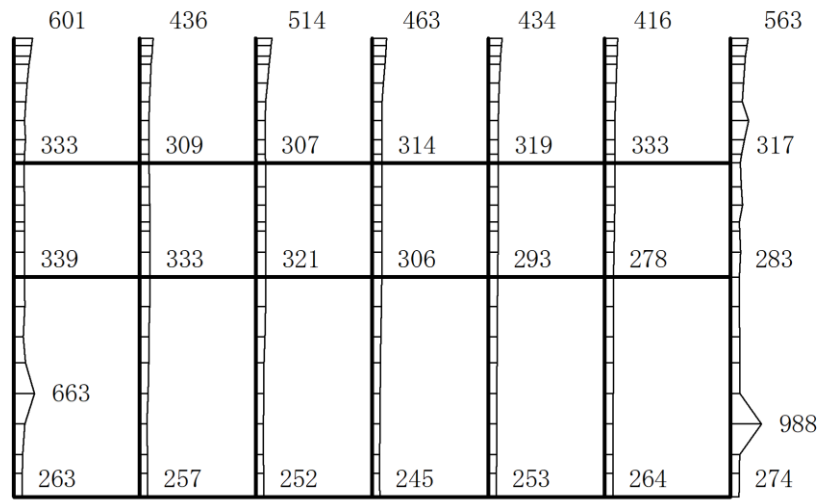


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

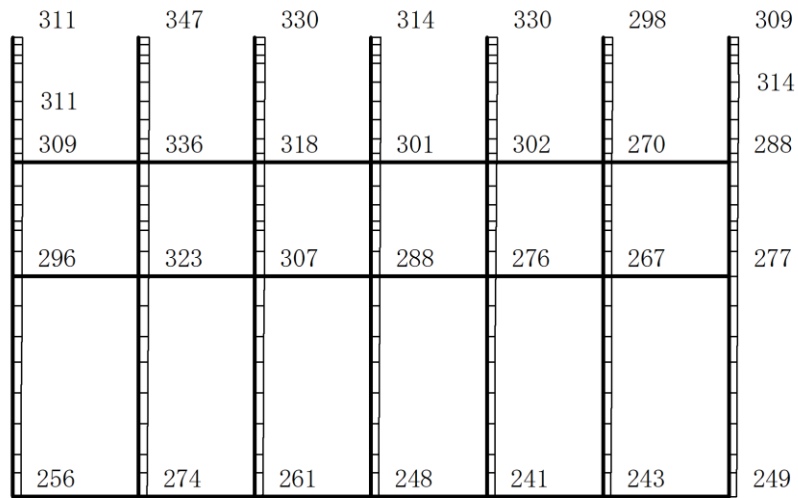
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-36 最大応答加速度分布図(36/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

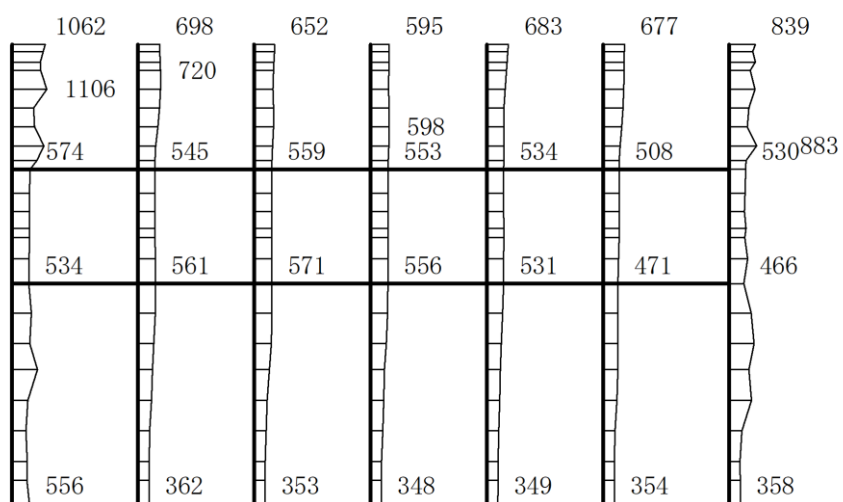


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

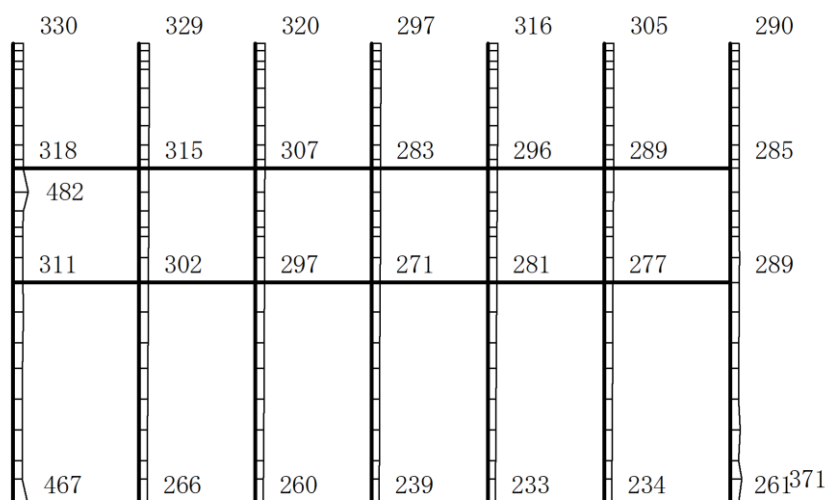
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-37 最大応答加速度分布図(37/45) (解析ケース②)



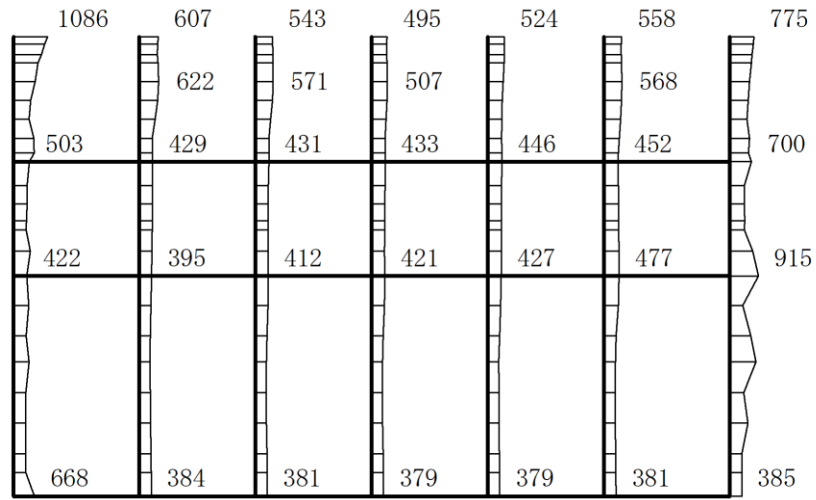
(a) S d - 1 (++) 水平



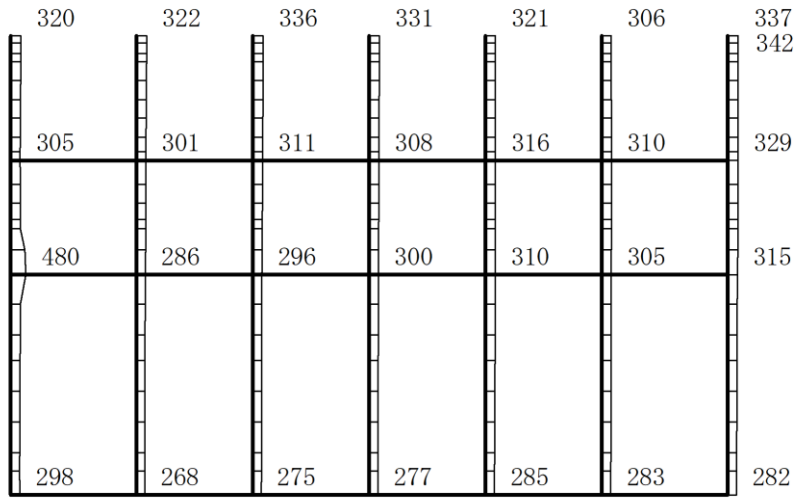
(b) S d - 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-38 最大応答加速度分布図(38/45) (解析ケース②)



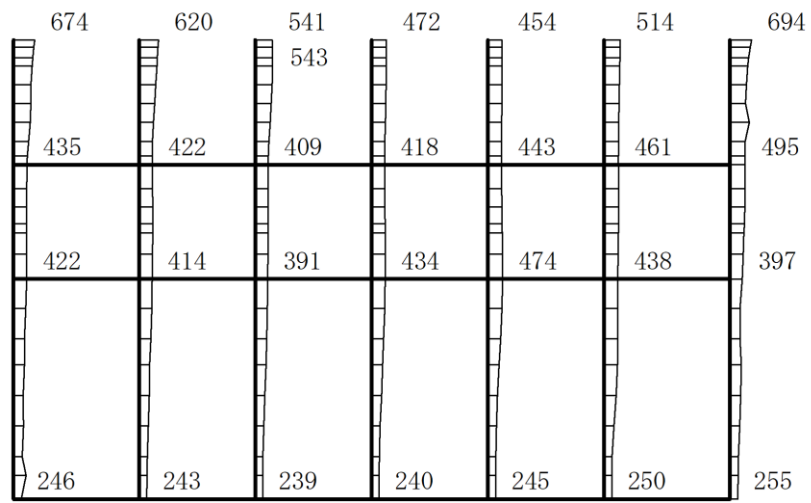
(a) S d - D (++) 水平



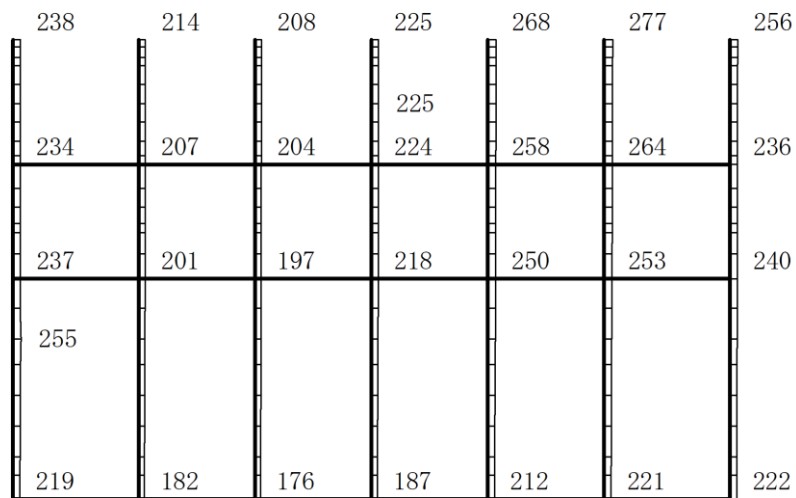
(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-39 最大応答加速度分布図(39/45) (解析ケース③)



(a) S d - F 1 (++) 水平

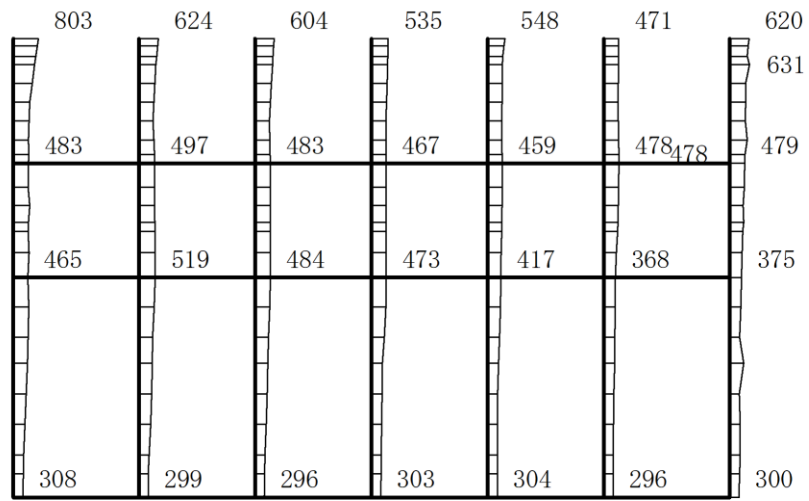


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

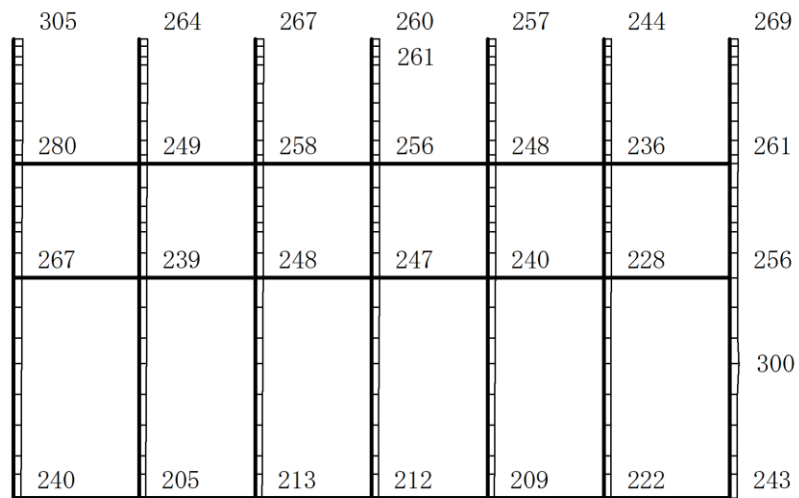
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-40 最大応答加速度分布図(40/45) (解析ケース③)



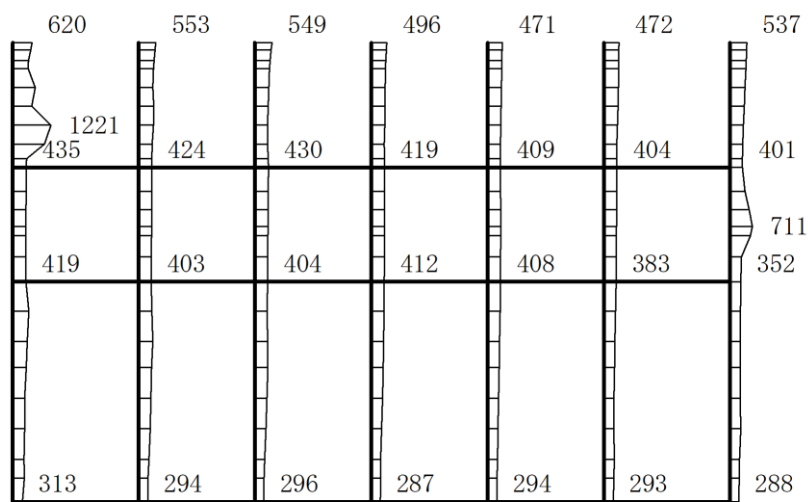
(a) S d - F 2 (++) 水平



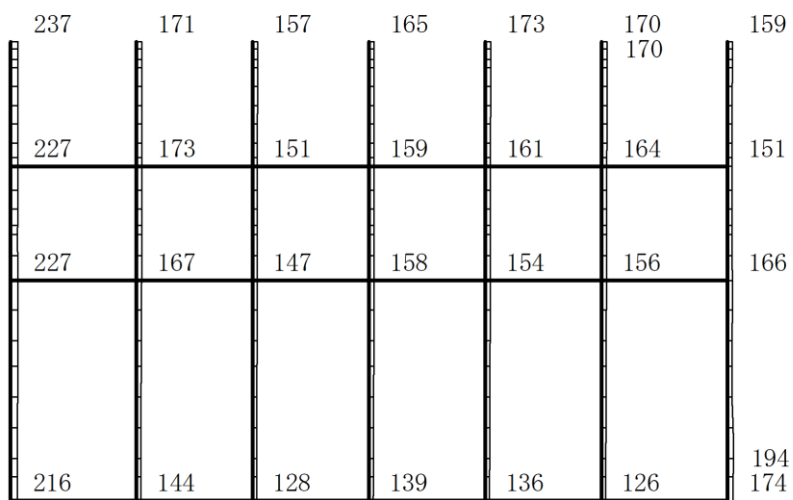
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-41 最大応答加速度分布図(41/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

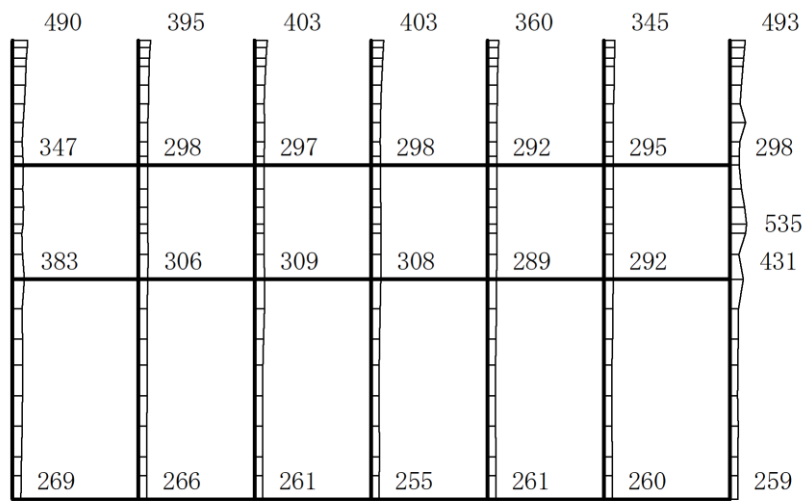


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

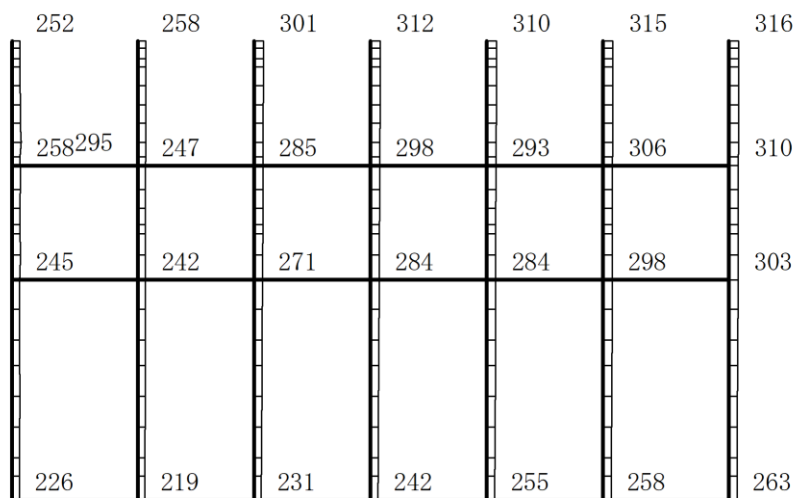
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-42 最大応答加速度分布図(42/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

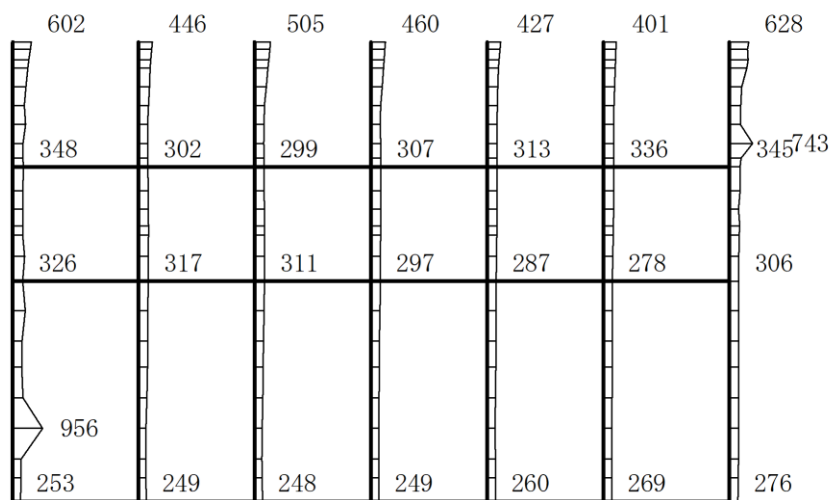


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

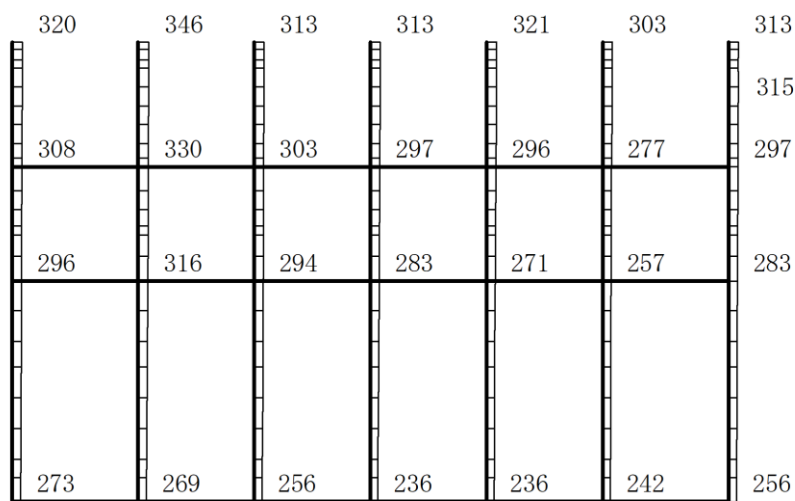
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-43 最大応答加速度分布図(43/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

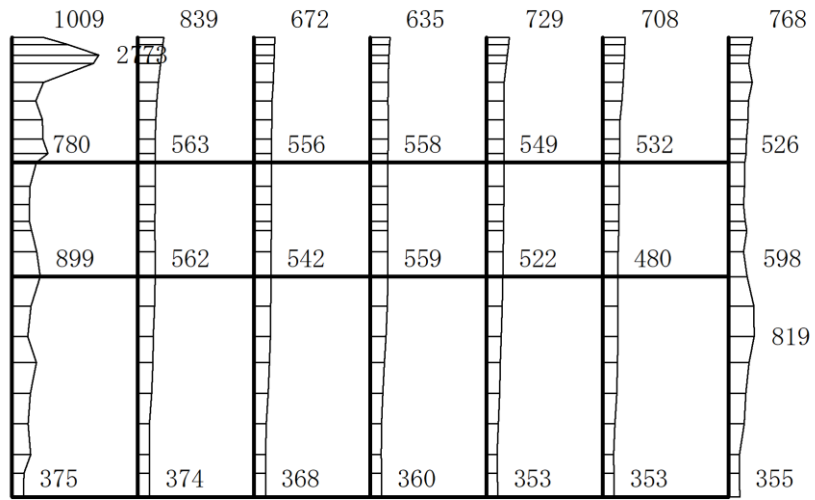


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

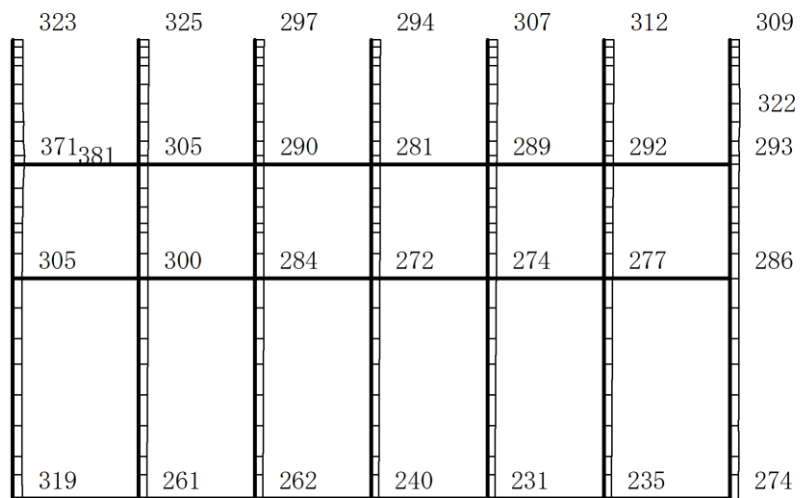
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-44 最大応答加速度分布図(44/45) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (++) 水平



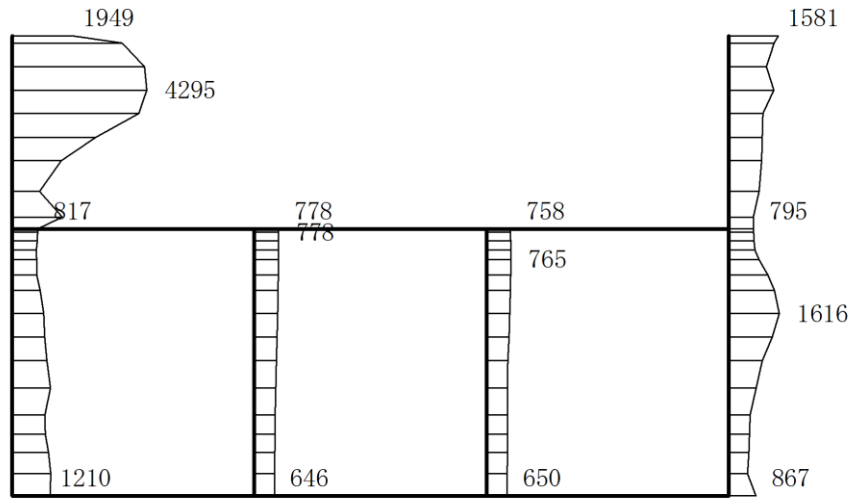
(b) S d - 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

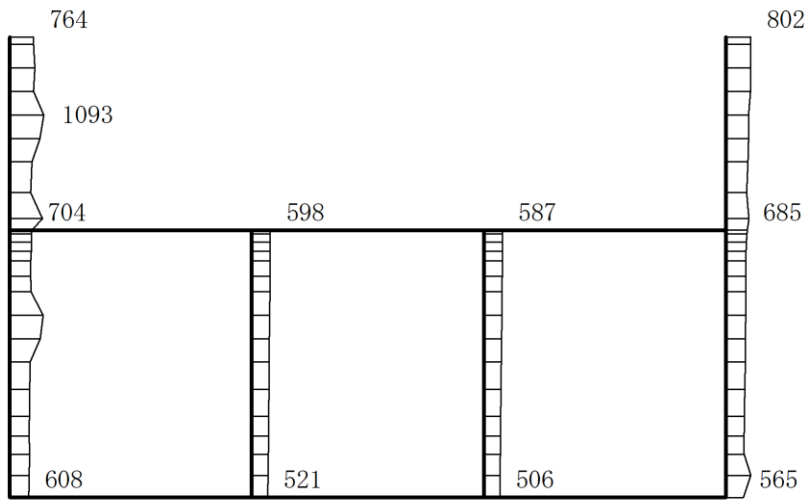
図 4-45 最大応答加速度分布図(45/45) (解析ケース③)

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-46～図 4-57 に示す。また、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及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-58～図 4-69 に示す。これらに加え、解析ケース①～③のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大加速度分布図を図 4-70～図 4-90 に示す。



(a) S s - D (++) 水平

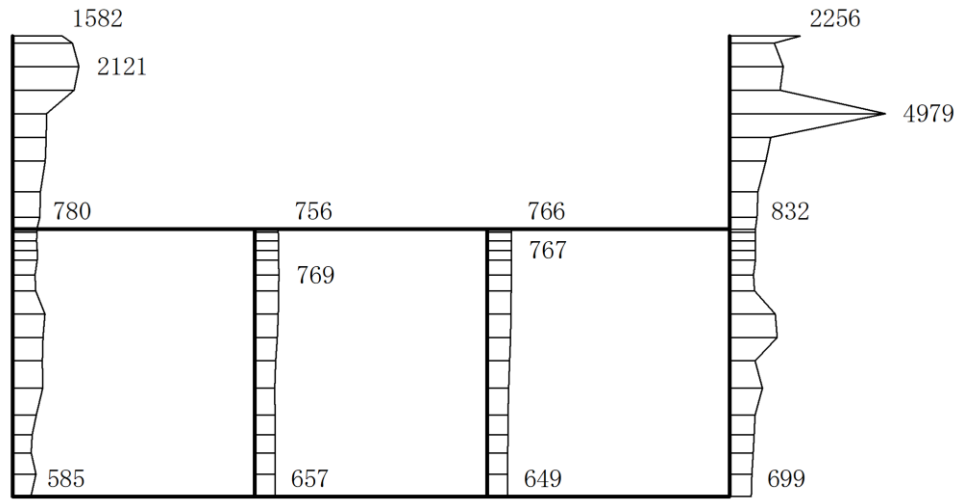


(b) S s - D (++) 鉛直

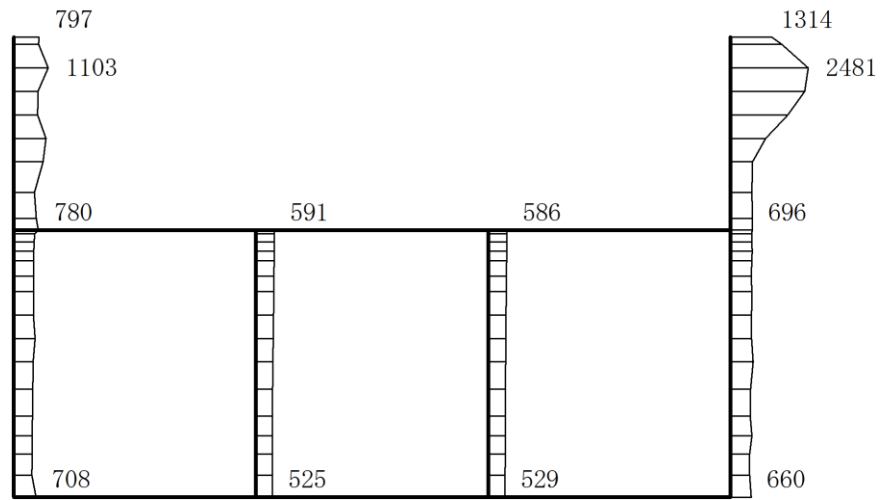
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-46 最大応答加速度分布図(1/45) (解析ケース①)



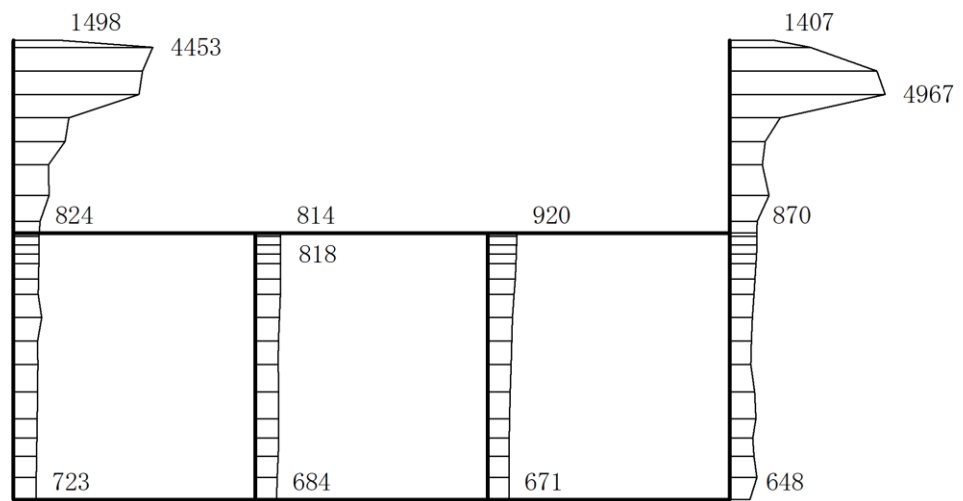
(a) S s - D (-+) 水平



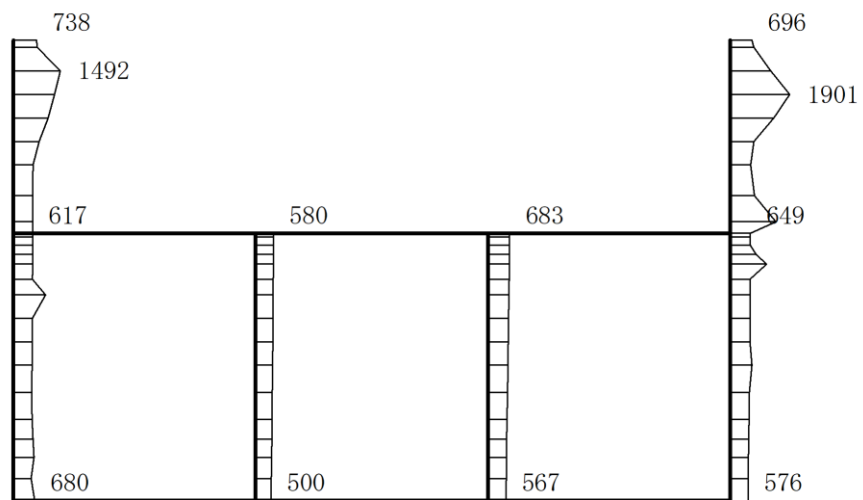
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-47 最大応答加速度分布図 (2/45) (解析ケース①)



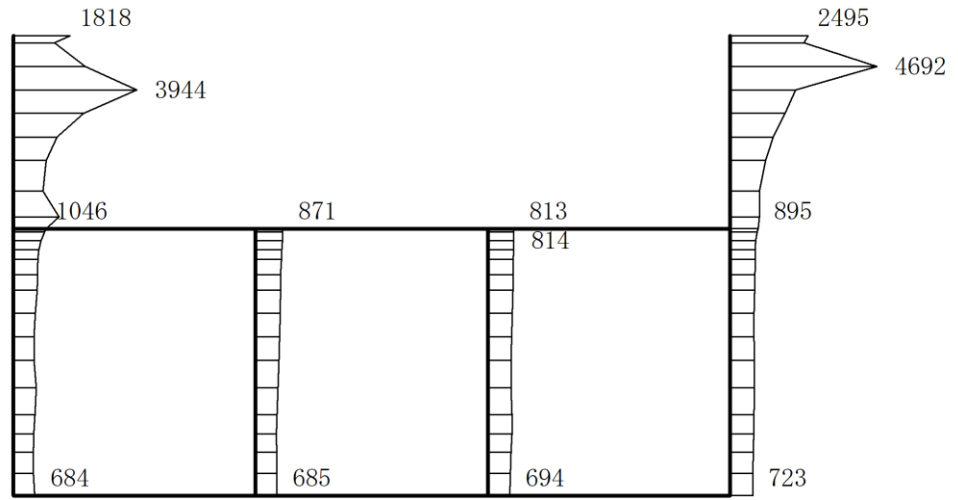
(a) $S_s - D (+ -)$ 水平



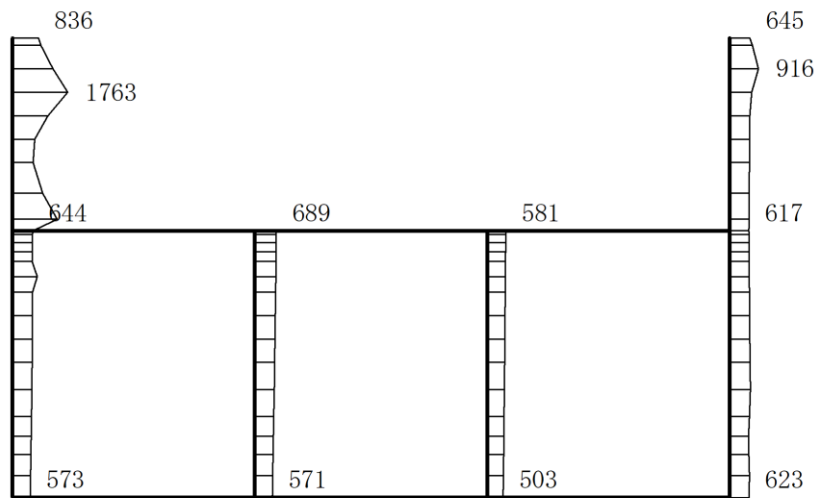
(b) $S_s - D (+ -)$ 鉛直

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

図 4-48 最大応答加速度分布図 (3/45) (解析ケース①)



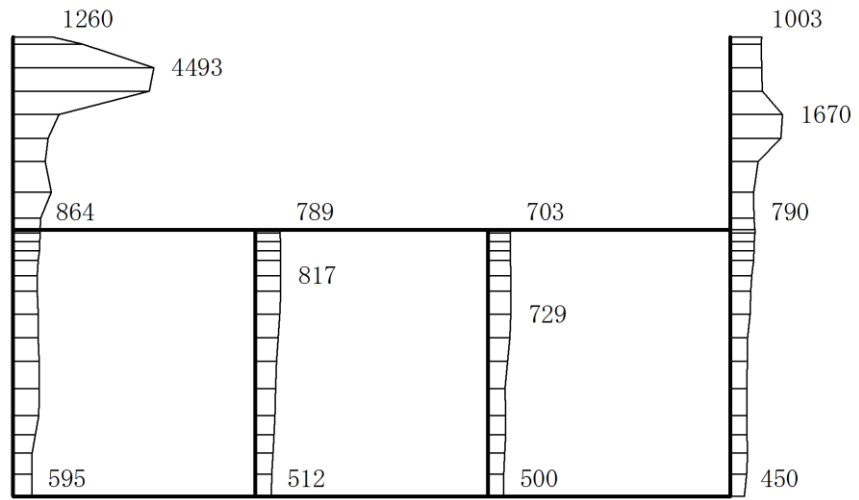
(a) S s - D (---) 水平



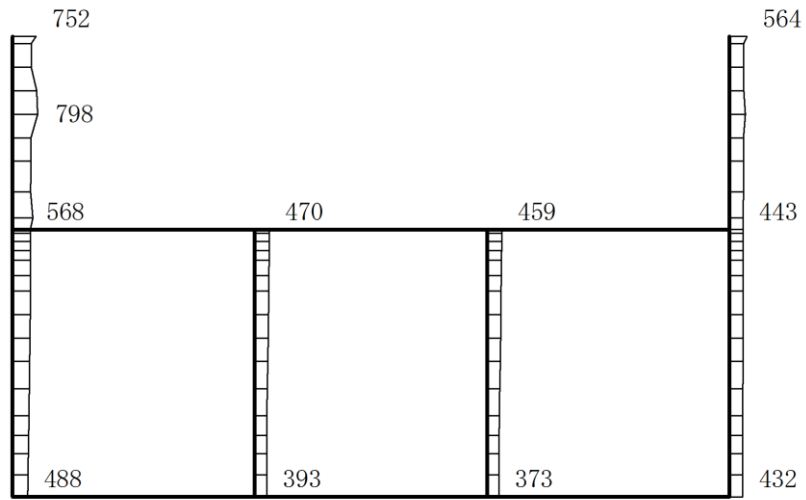
(b) S s - D (---) 鉛直

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

図 4-49 最大応答加速度分布図(4/45) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平

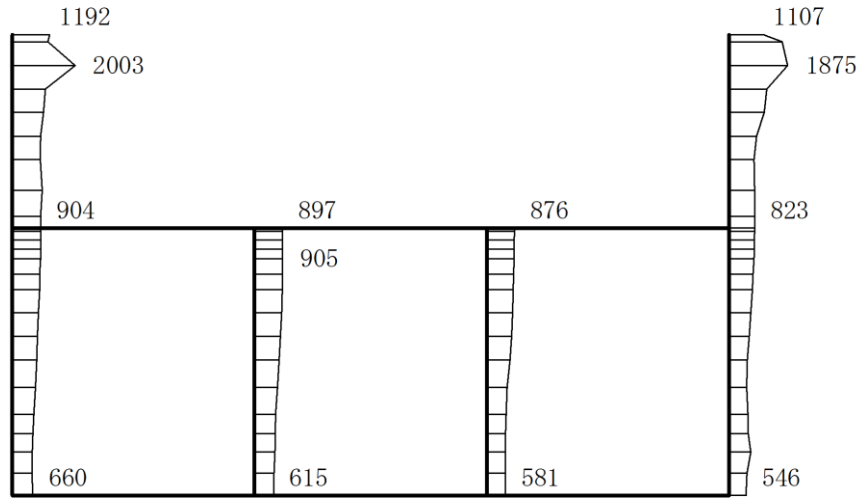


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

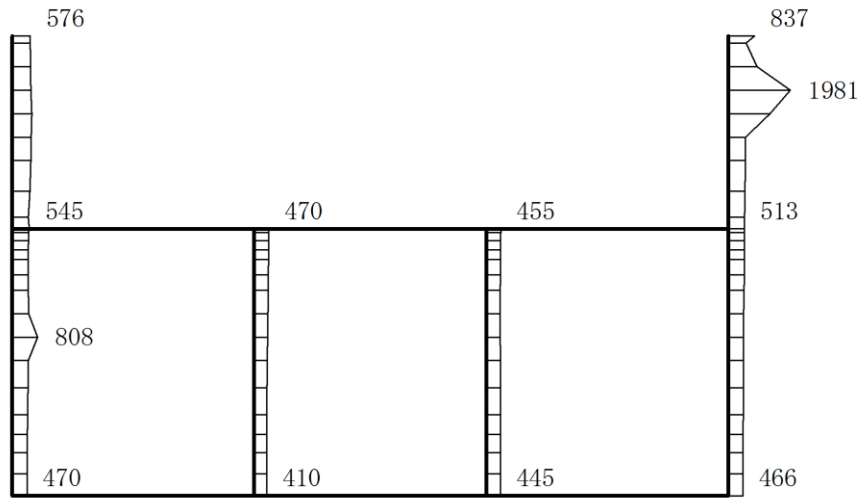
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-50 最大応答加速度分布図(5/45) (解析ケース①)



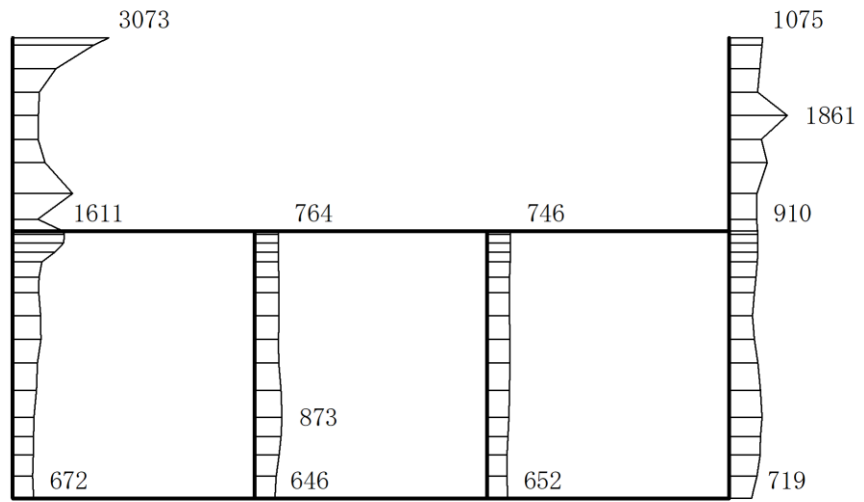
(a) S s - F 2 (++) 水平



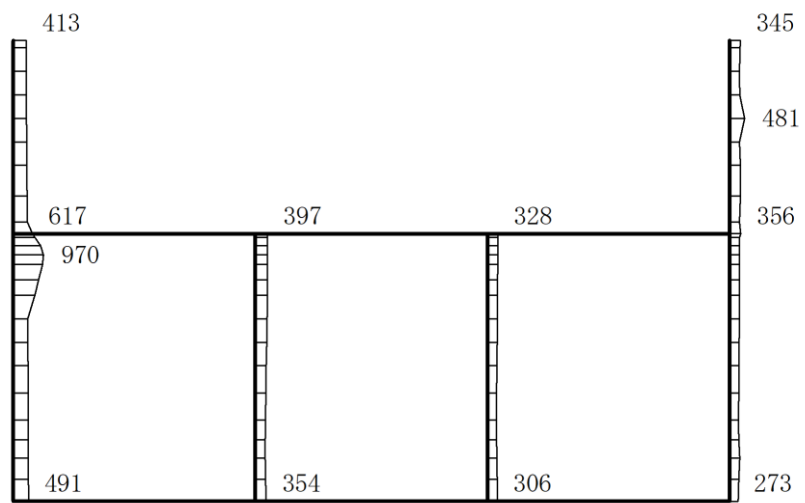
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-51 最大応答加速度分布図(6/45) (解析ケース①)



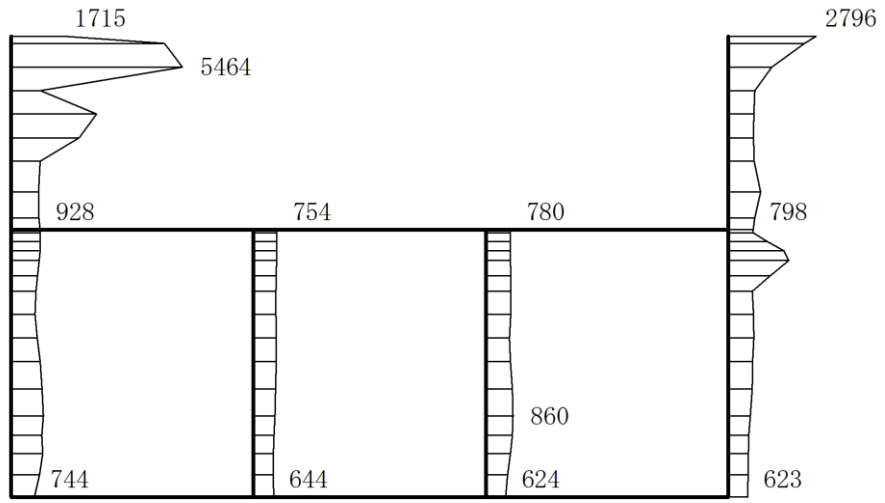
(a) S s - N 1 (++) 水平



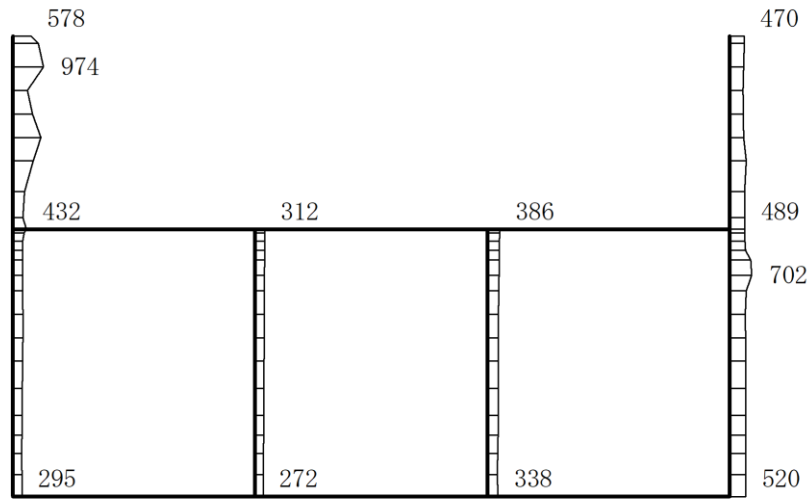
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-52 最大応答加速度分布図(7/45) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

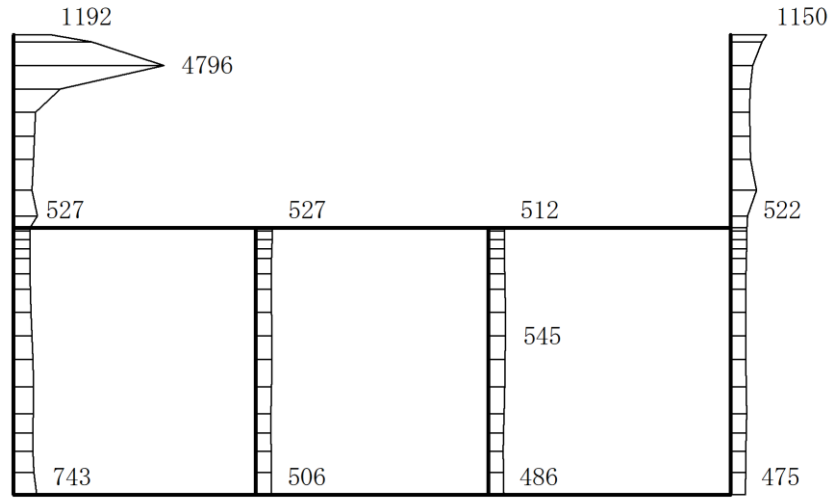


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

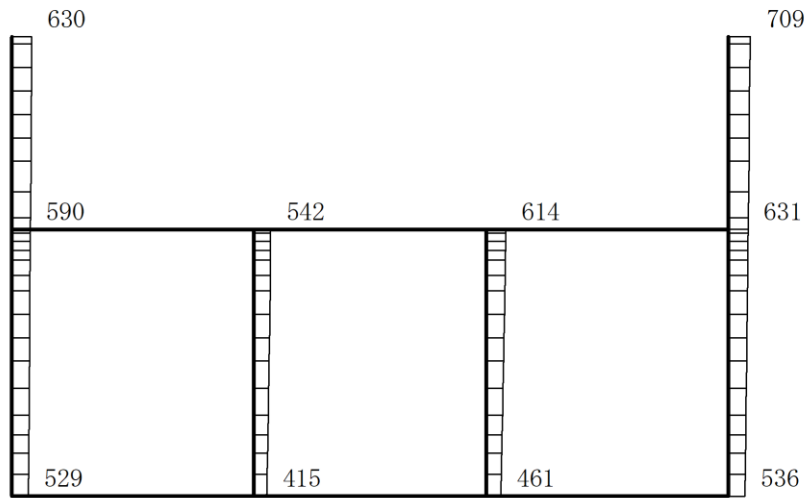
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-53 最大応答加速度分布図(8/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

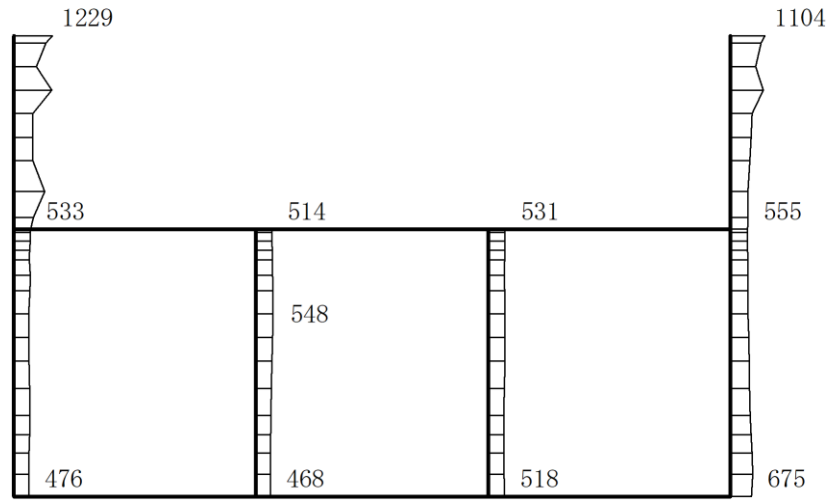


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

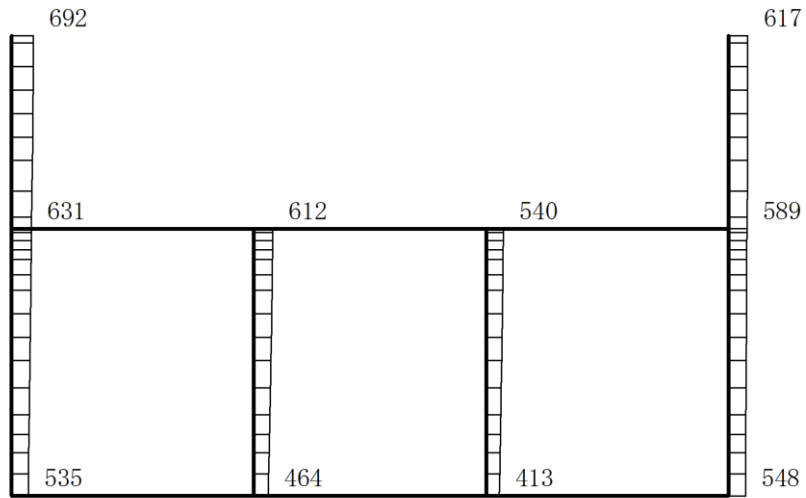
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-54 最大応答加速度分布図(9/45) (解析ケース①)



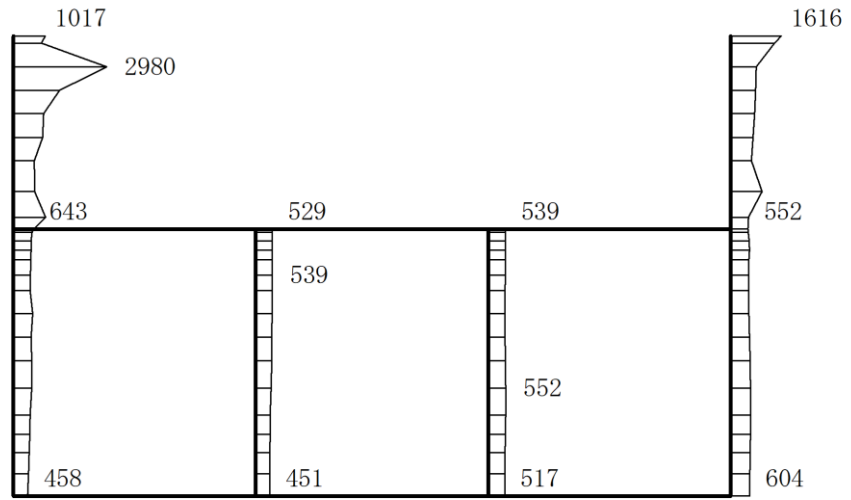
(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平



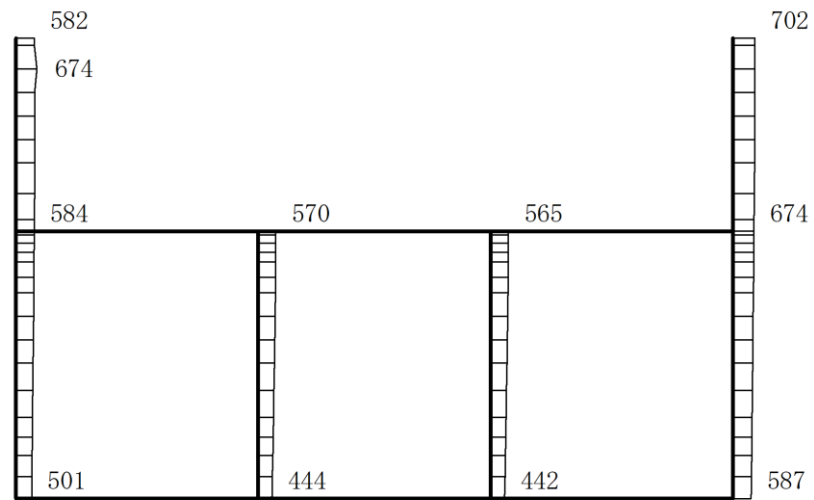
(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

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

図 4-55 最大応答加速度分布図(10/45) (解析ケース①)



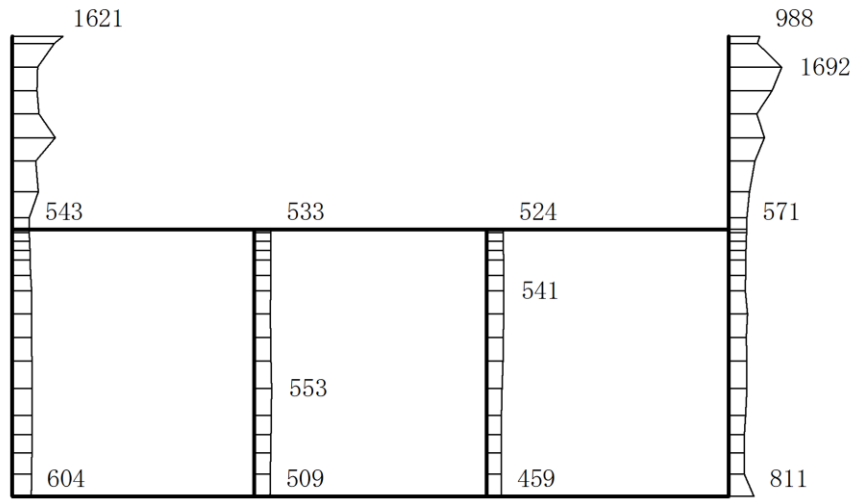
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



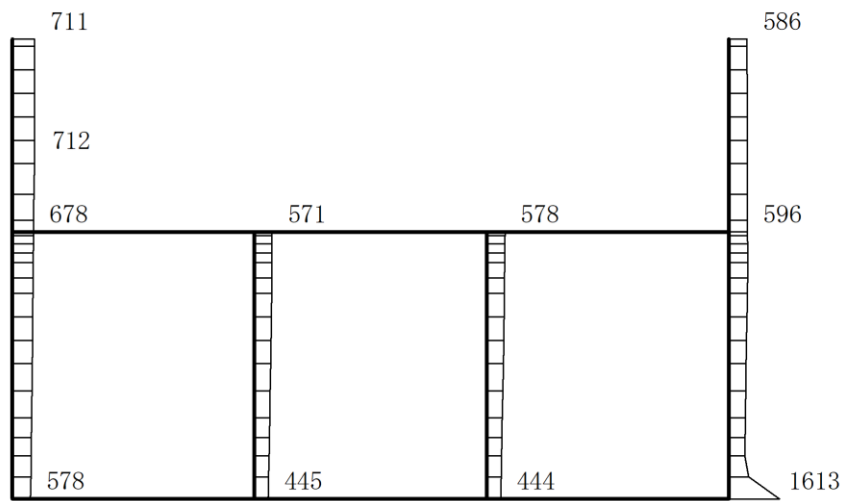
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

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

図 4-56 最大応答加速度分布図(11/45) (解析ケース①)



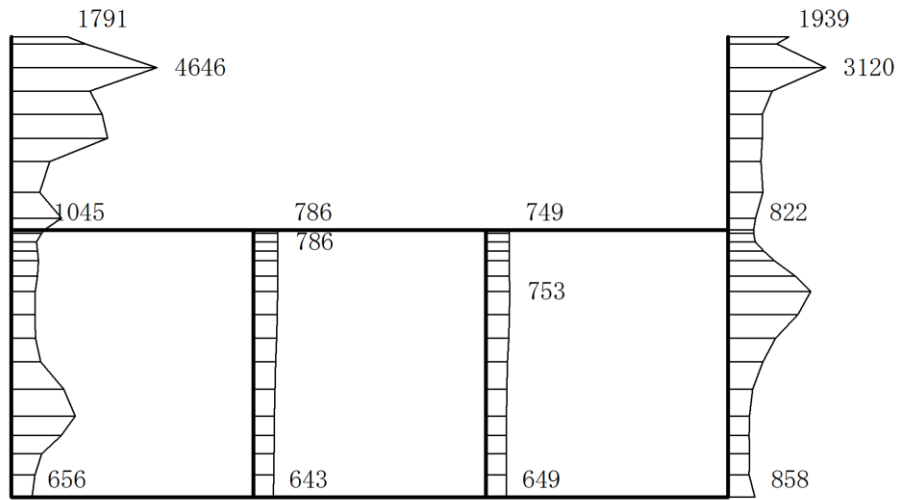
(a) $S_s - N2$ (EW) (-+) 水平



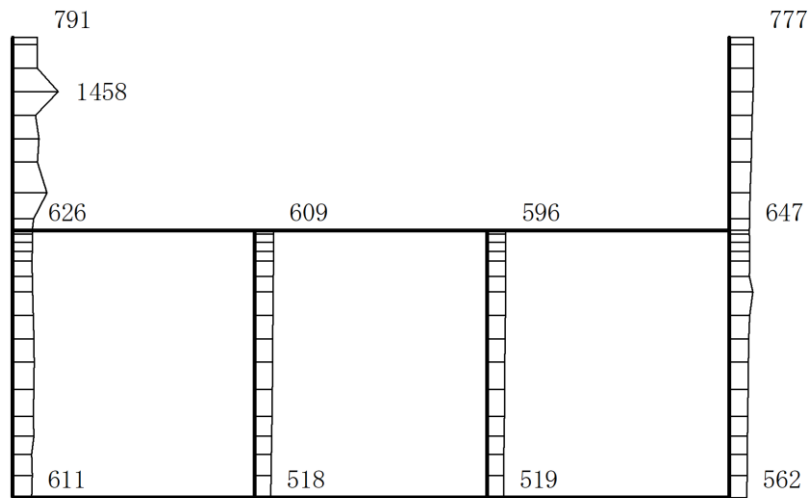
(b) $S_s - N2$ (EW) (-+) 鉛直

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

図 4-57 最大応答加速度分布図(12/45) (解析ケース①)



(a) S s - D (++) 水平

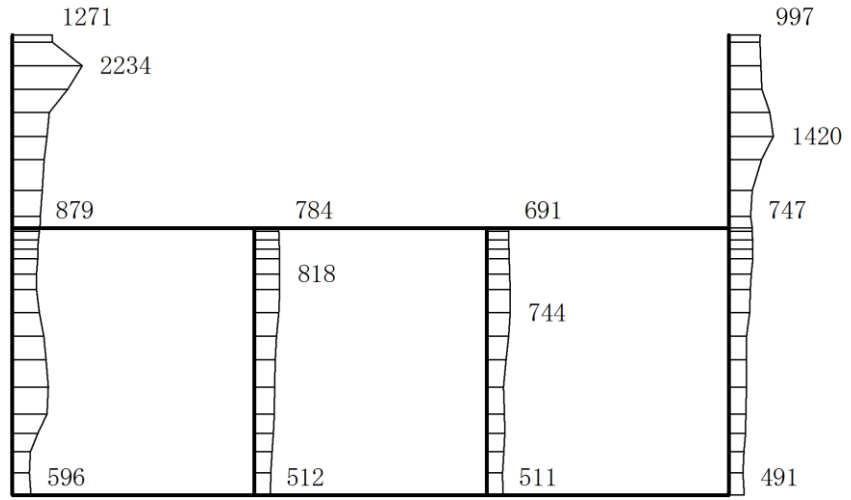


(b) S s - D (++) 鉛直

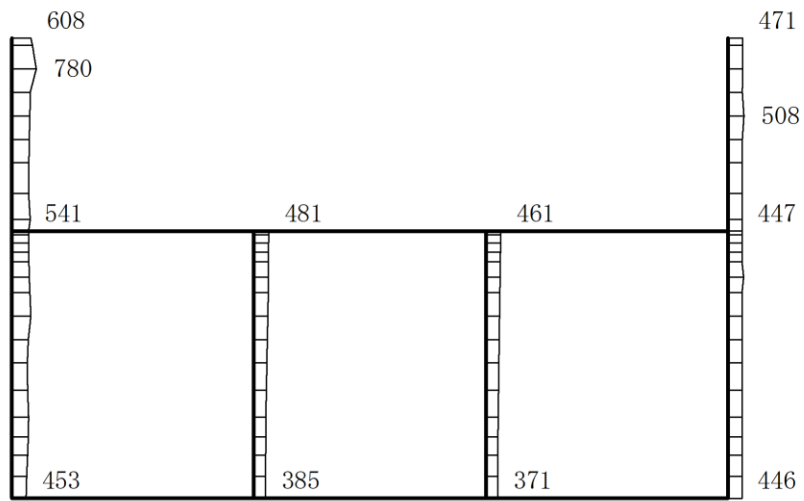
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-58 最大応答加速度分布図(13/45) (解析ケース②)



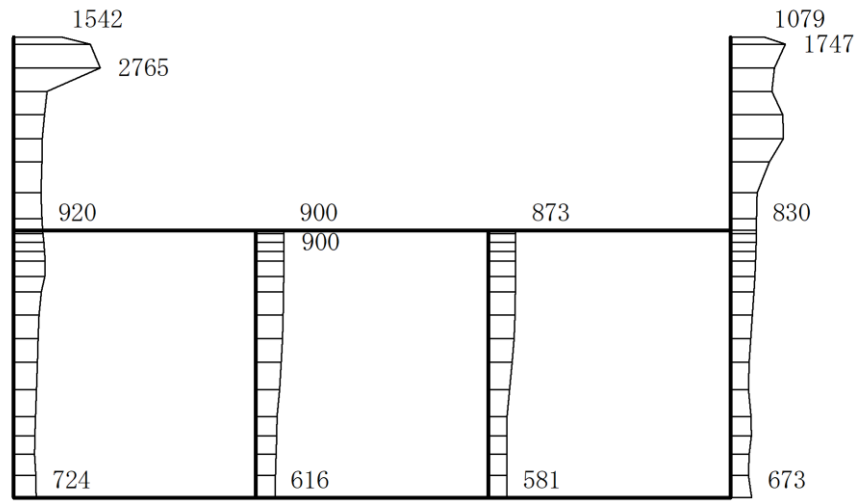
(a) S s - F 1 (++) 水平



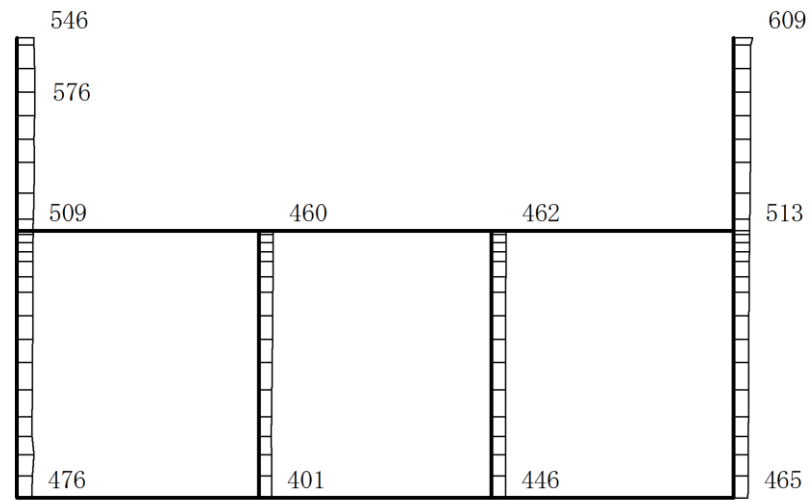
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-59 最大応答加速度分布図(14/45) (解析ケース②)



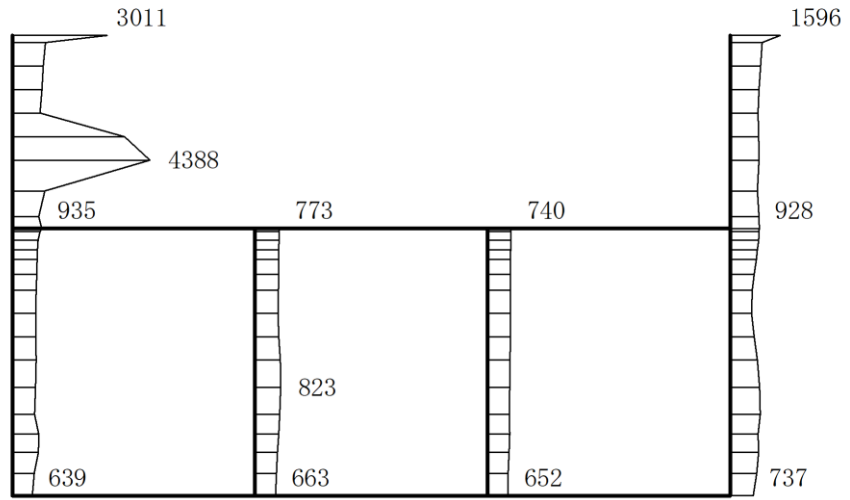
(a) S s - F 2 (++) 水平



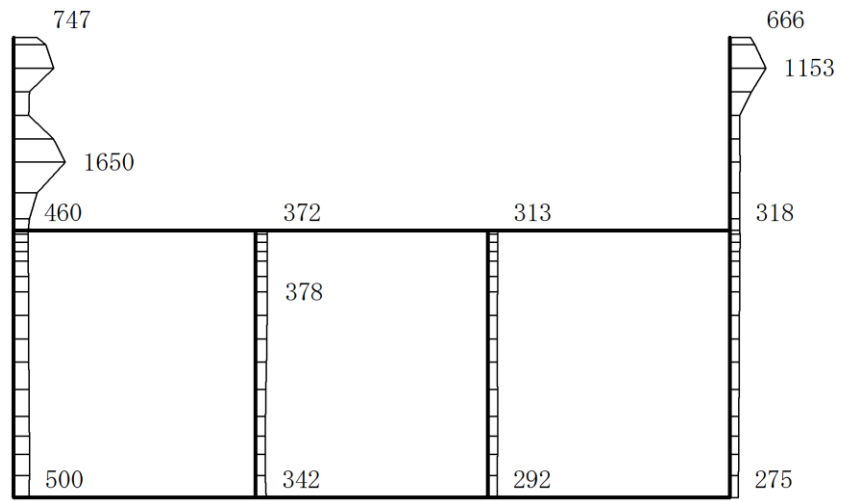
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-60 最大応答加速度分布図(15/45) (解析ケース②)



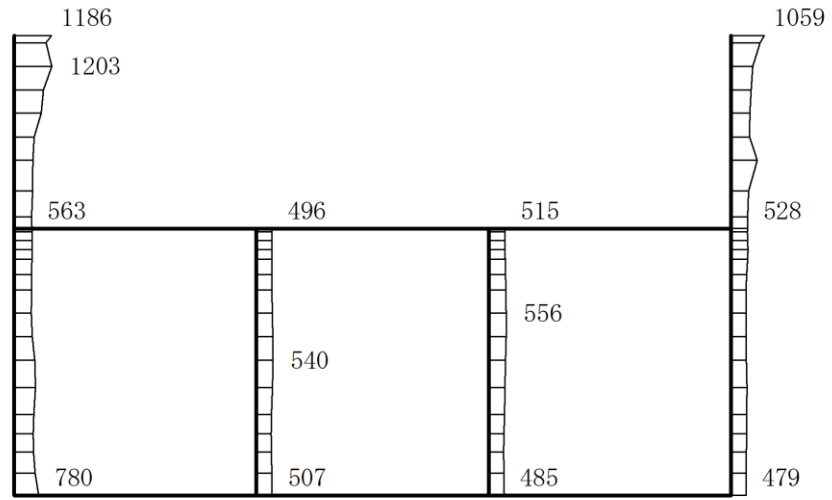
(a) S s - N 1 (+ +) 水平



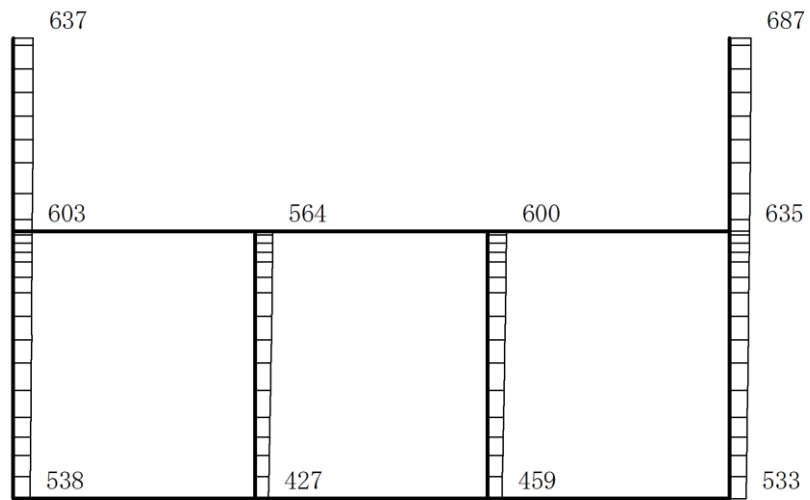
(b) S s - N 1 (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-61 最大応答加速度分布図(16/45) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

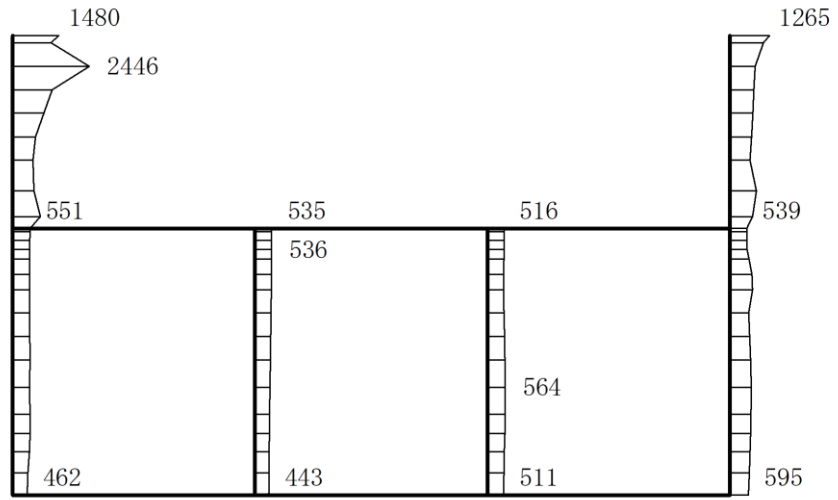


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

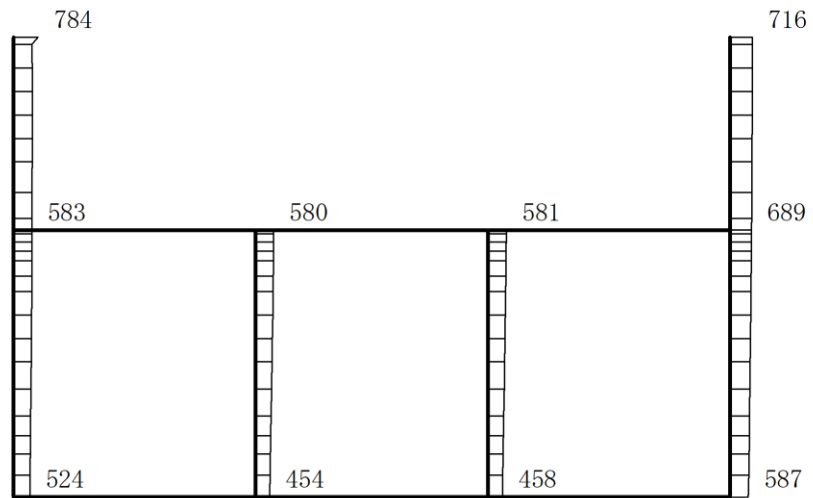
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1500 (cm/s^2)$

図 4-62 最大応答加速度分布図(17/45) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2$ (EW) (++) 水平

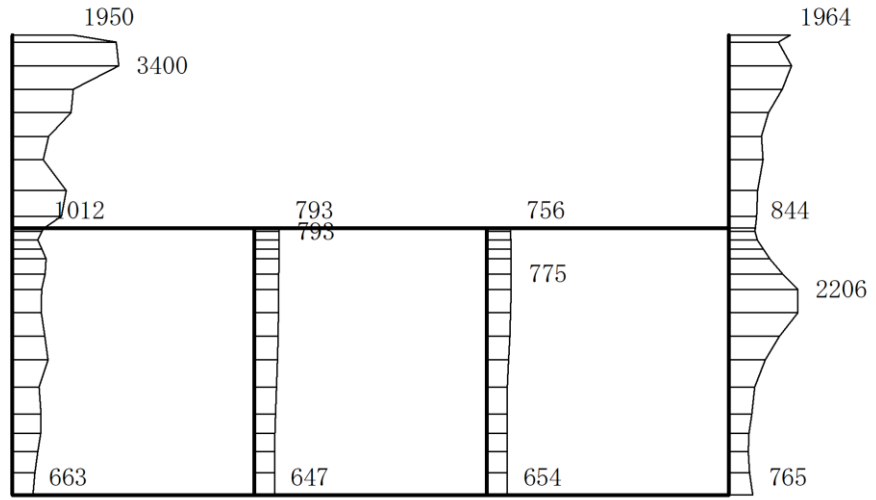


(b) $S_s - N2$ (EW) (++) 鉛直

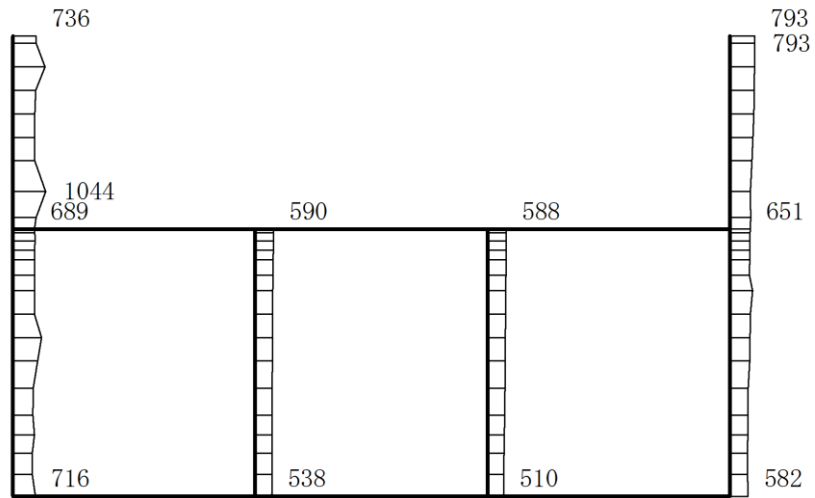
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-63 最大応答加速度分布図(18/45) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

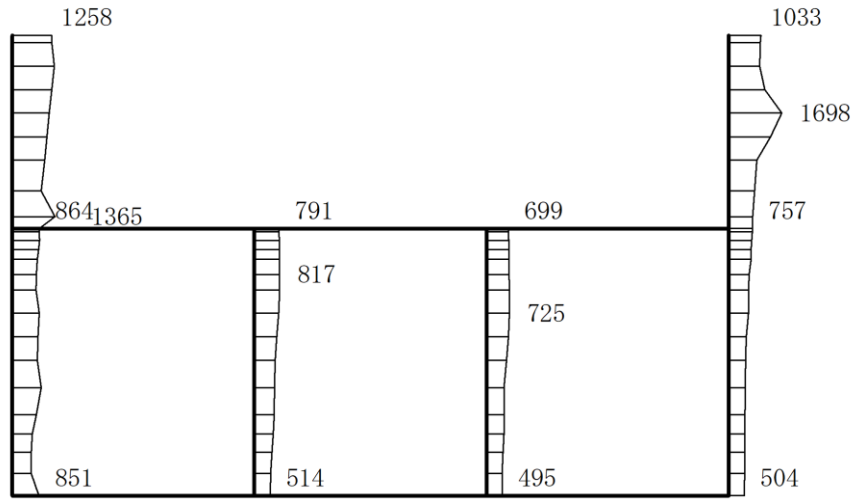


(b) S s - D (++) 鉛直

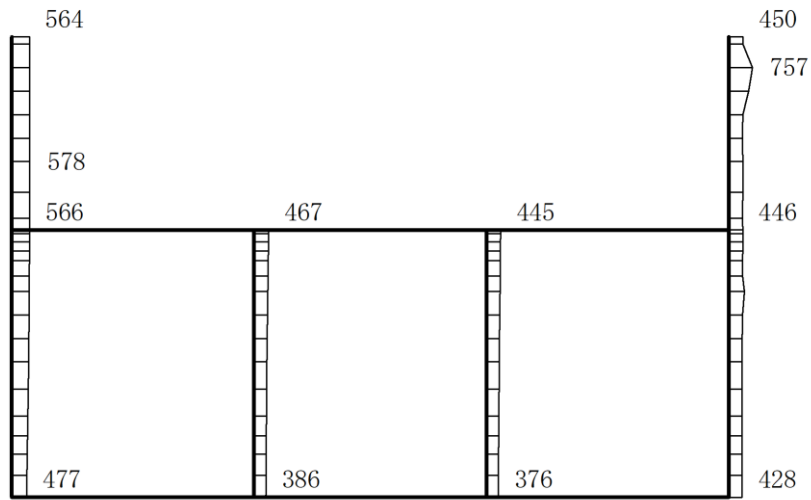
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-64 最大応答加速度分布図(19/45) (解析ケース③)



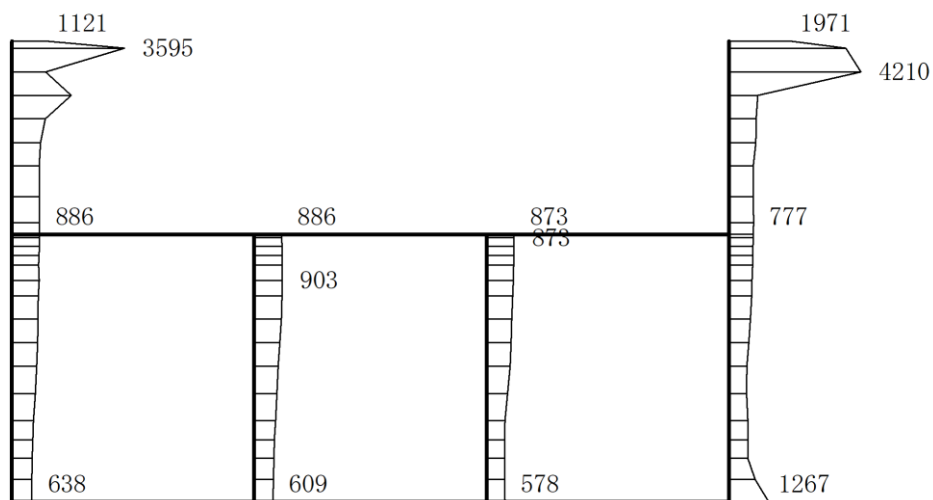
(a) S s - F 1 (++) 水平



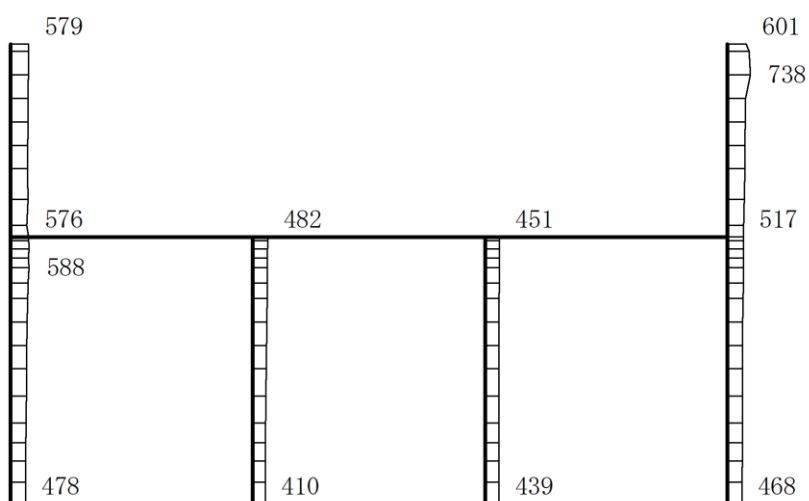
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-65 最大応答加速度分布図(20/45) (解析ケース③)



(a) S s - F 2 (++) 水平

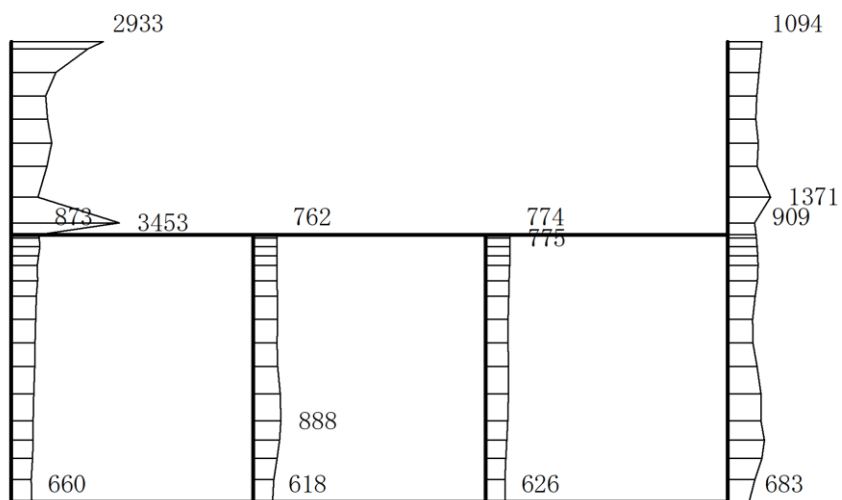


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

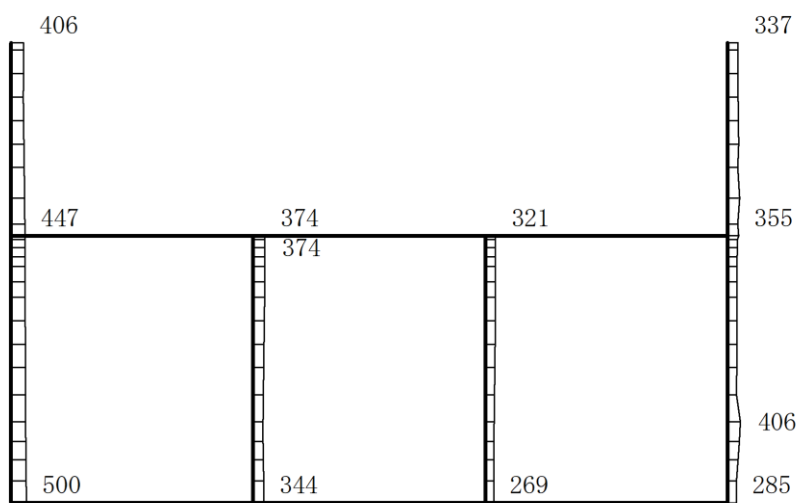
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-66 最大応答加速度分布図(21/45) (解析ケース③)



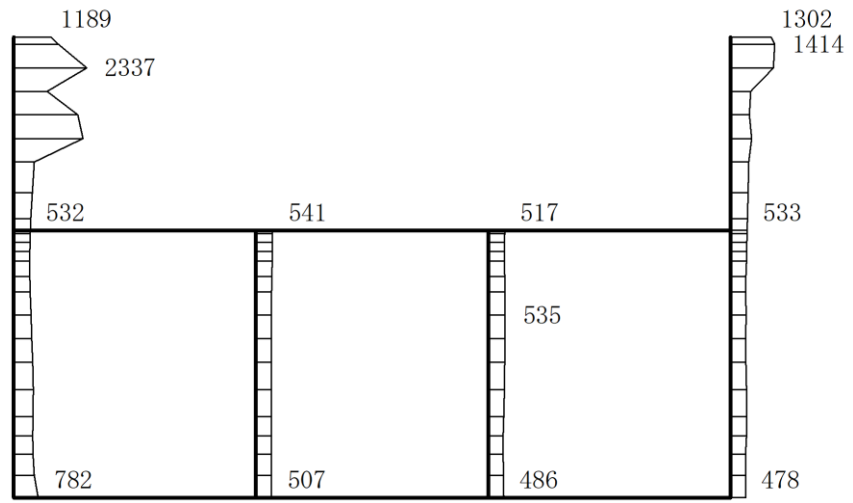
(a) S s - N 1 (++) 水平



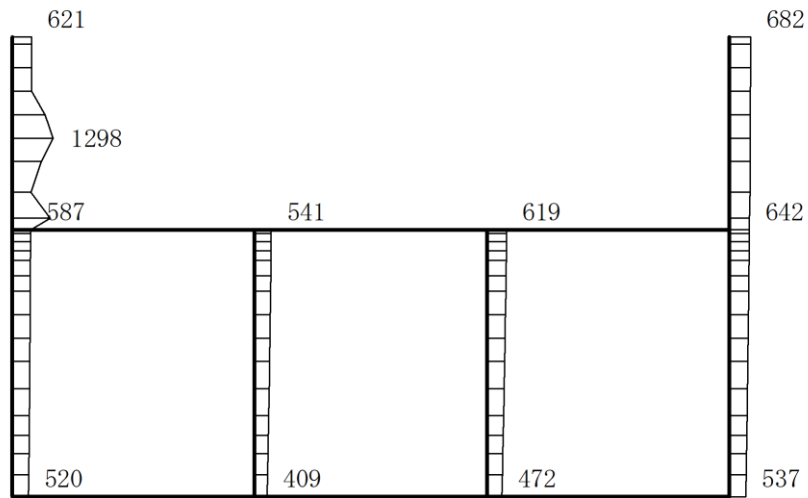
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-67 最大応答加速度分布図(22/45) (解析ケース③)



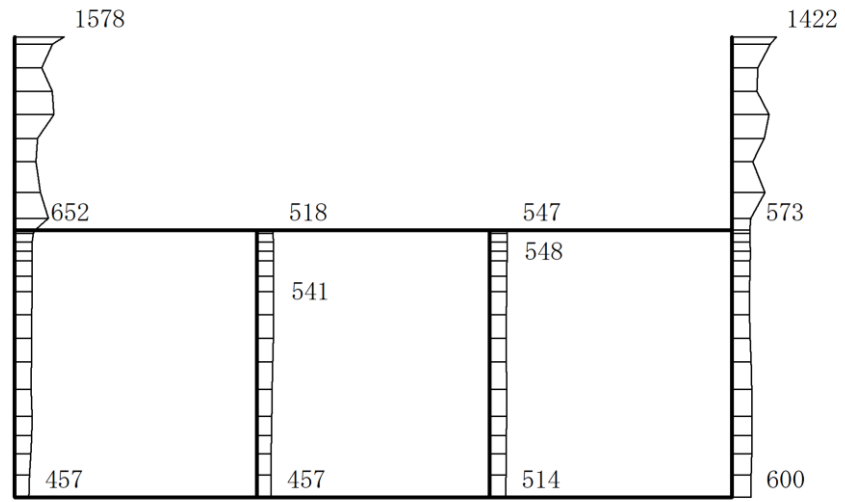
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



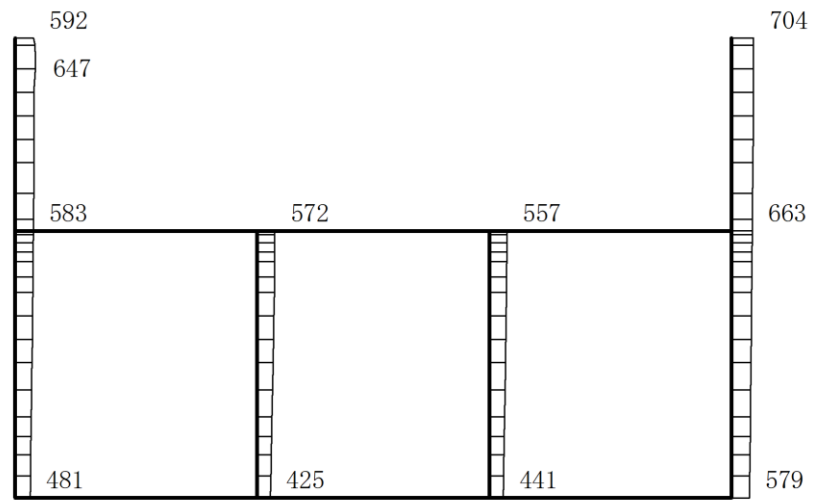
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

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

図 4-68 最大応答加速度分布図(23/45) (解析ケース③)



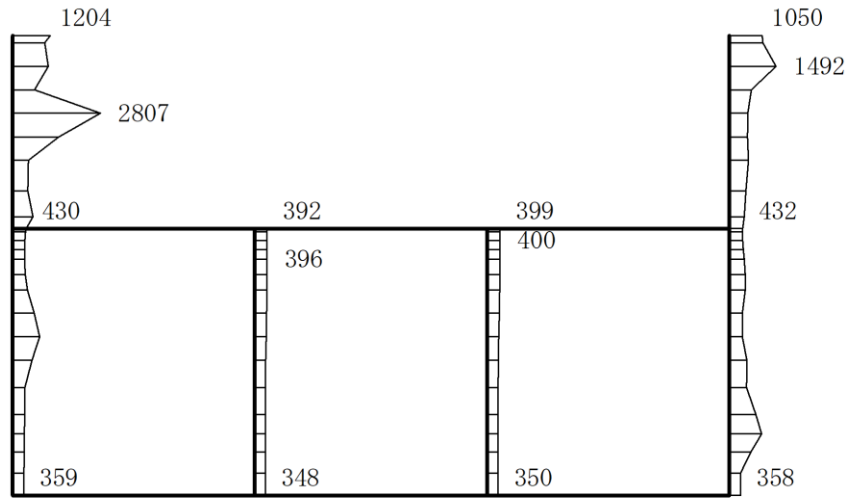
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



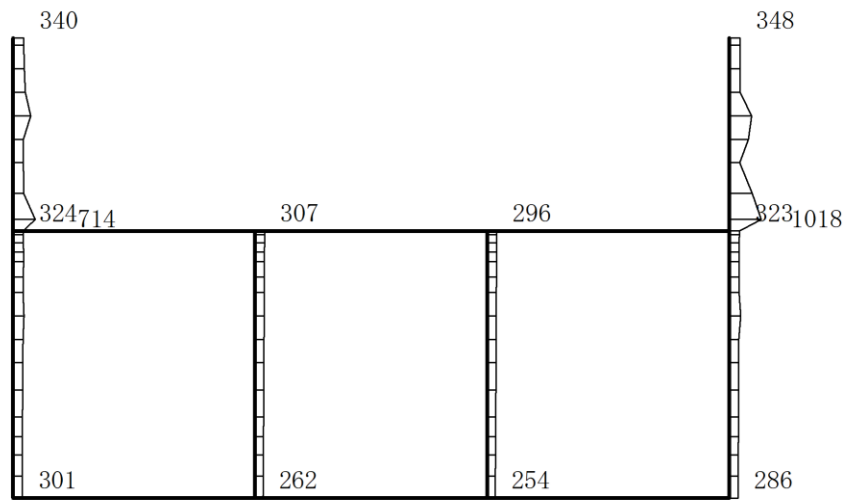
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

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

図 4-69 最大応答加速度分布図(24/45) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平

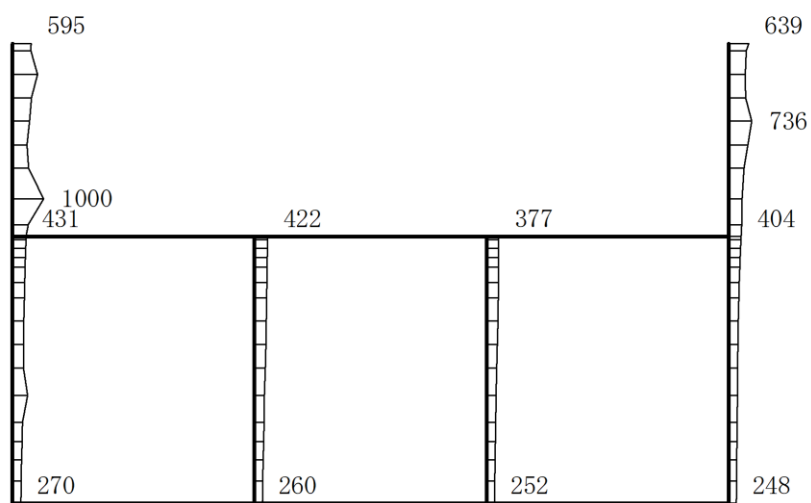


(b) S d - D (++) 鉛直

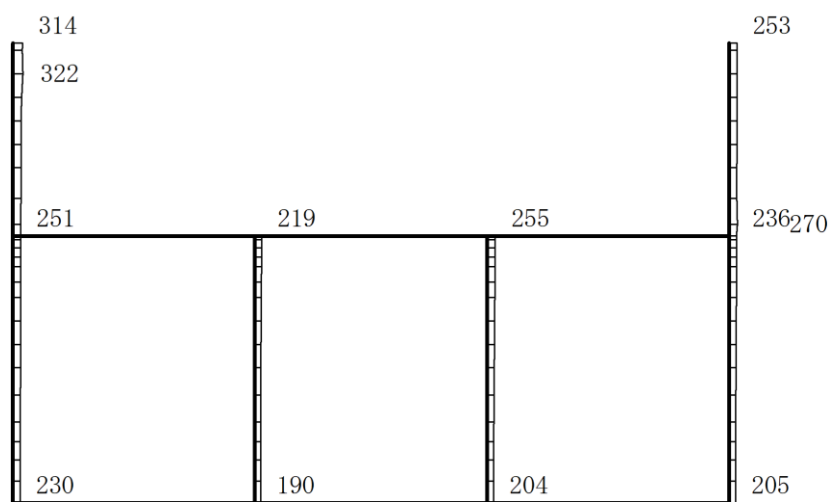
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-70 最大応答加速度分布図(25/45) (解析ケース①)



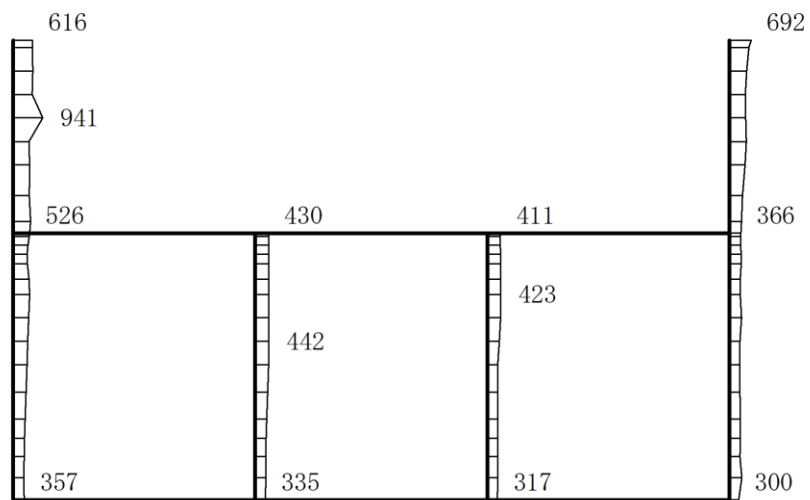
(a) S d - F 1 (+ +) 水平



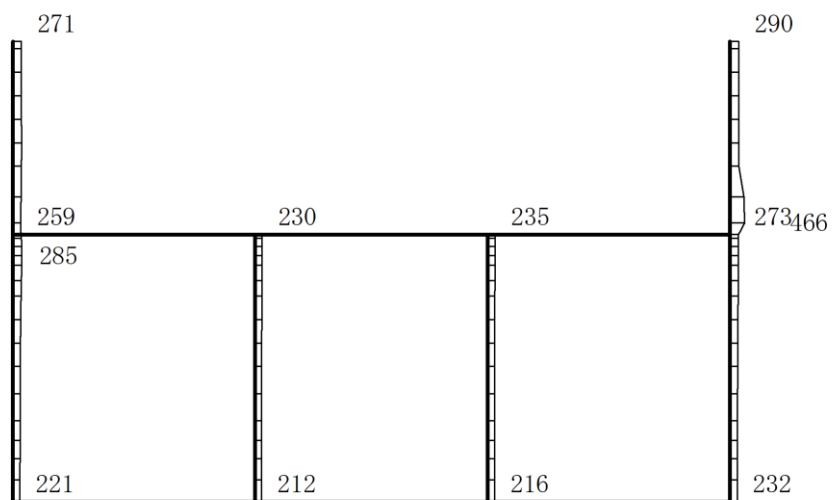
(b) S d - F 1 (+ +) 鉛直

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

図 4-71 最大応答加速度分布図(26/45) (解析ケース①)



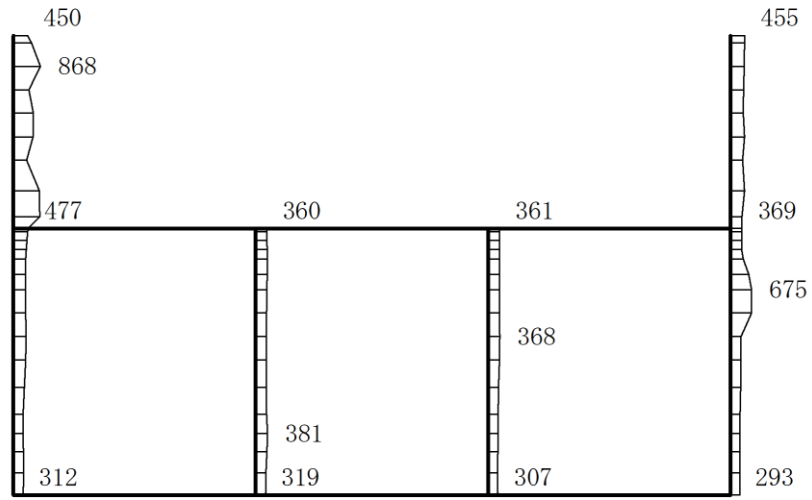
(a) S d - F 2 (++) 水平



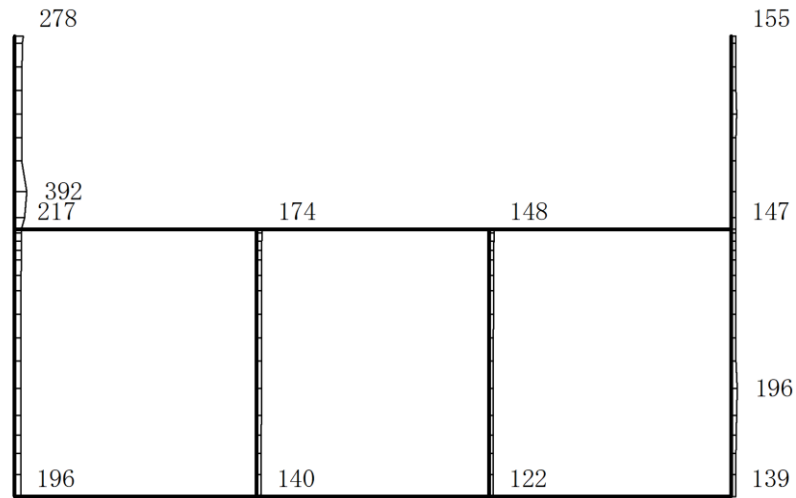
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-72 最大応答加速度分布図(27/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

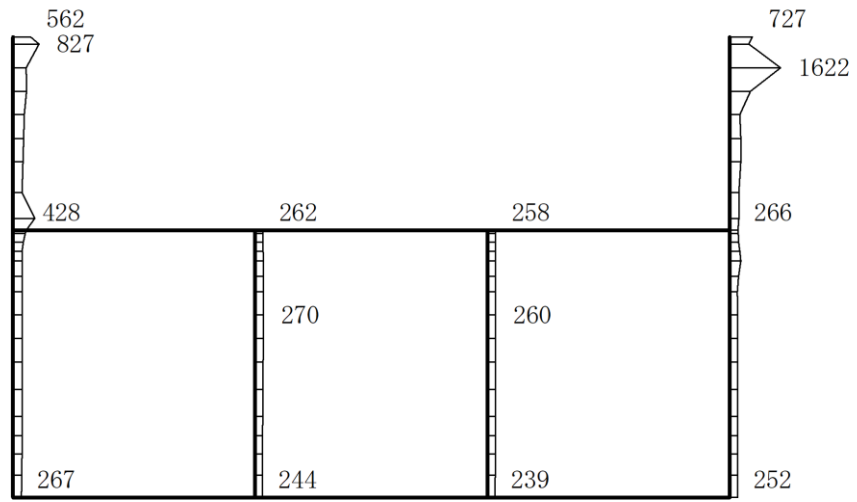


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

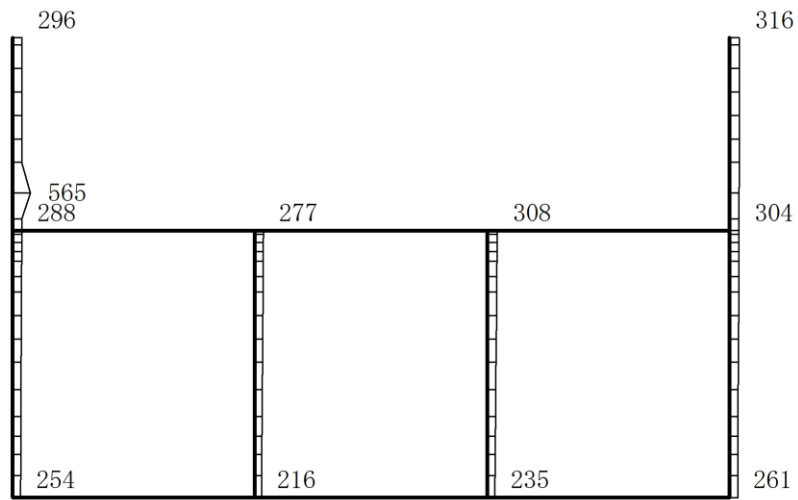
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-73 最大応答加速度分布図(28/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

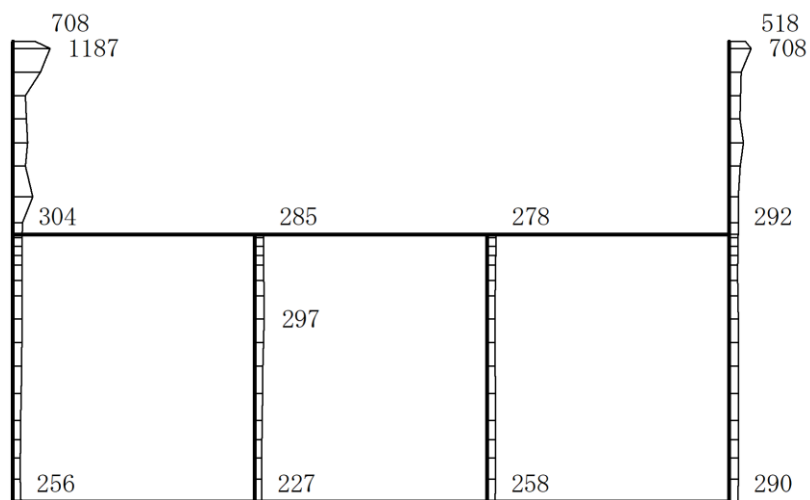


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

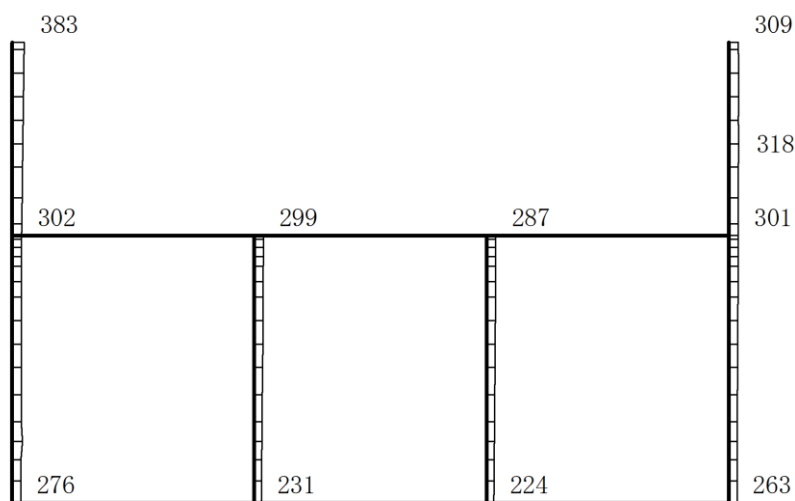
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-74 最大応答加速度分布図(29/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

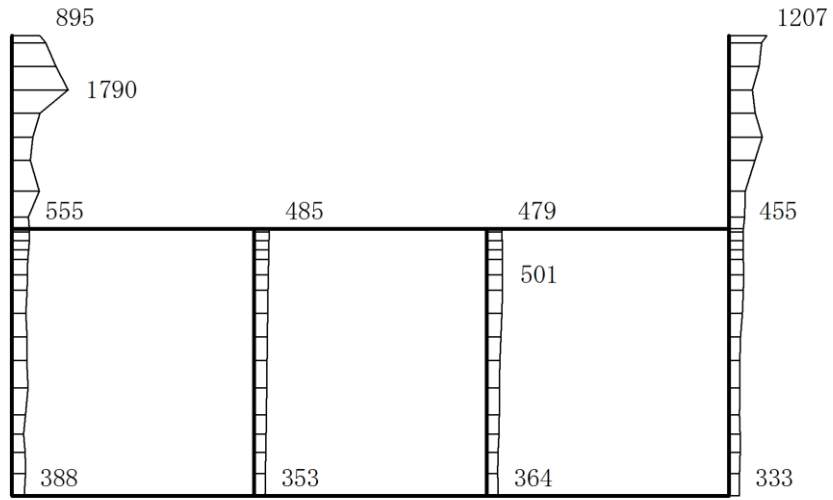


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

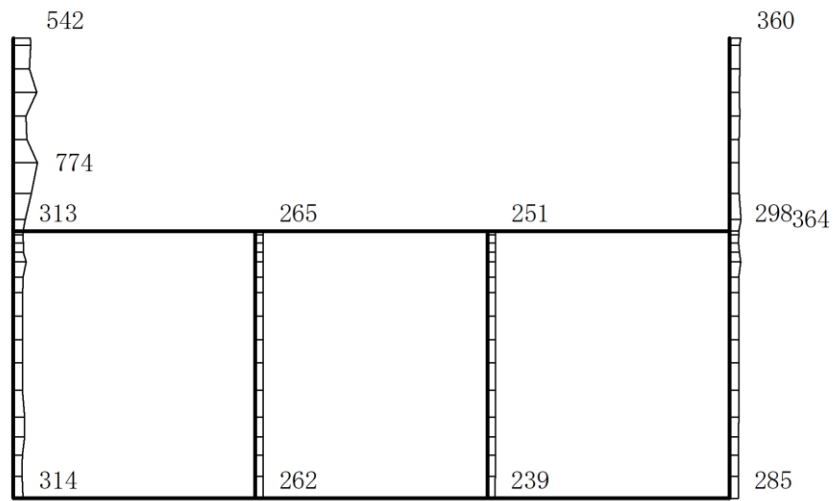
構造スケール $0 \sim 2(\text{m})$

応答値スケール $0 \sim 1500 (\text{cm/s}^2)$

図 4-75 最大応答加速度分布図(30/45) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (++) 水平

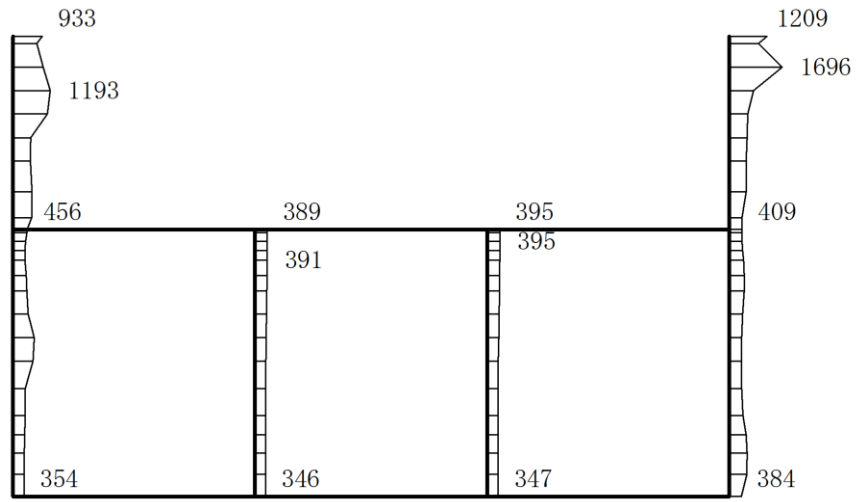


(b) S d - 1 (++) 鉛直

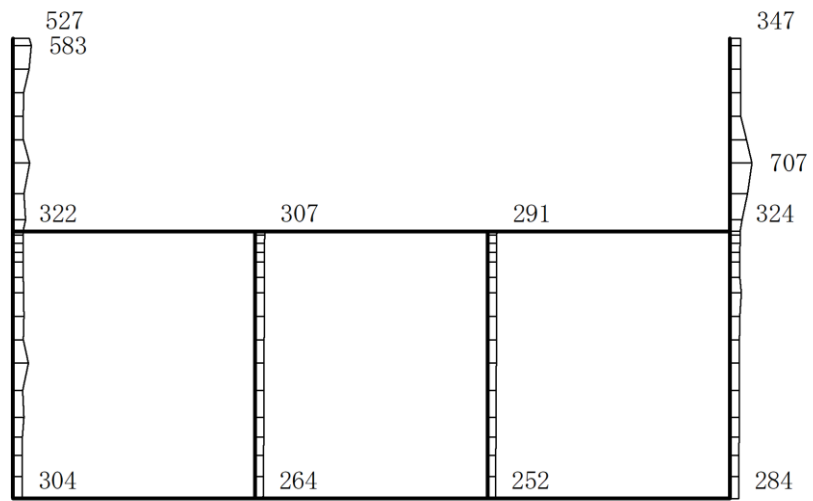
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-76 最大応答加速度分布図(31/45) (解析ケース①)



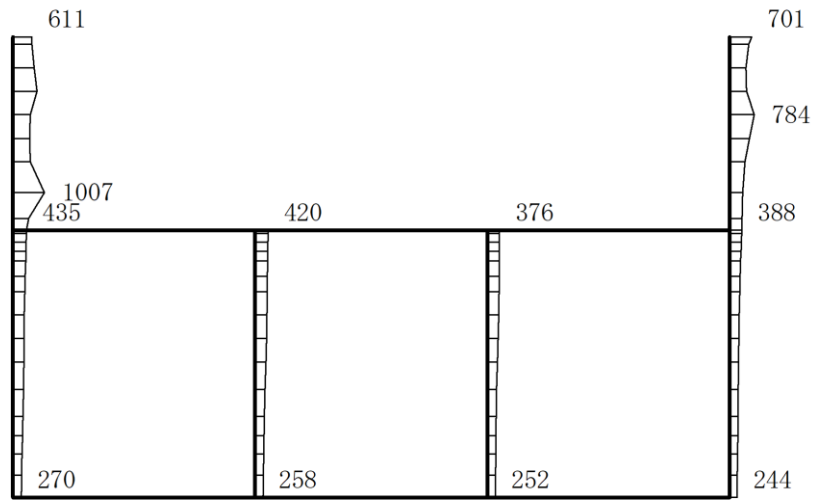
(a) S d - D (++) 水平



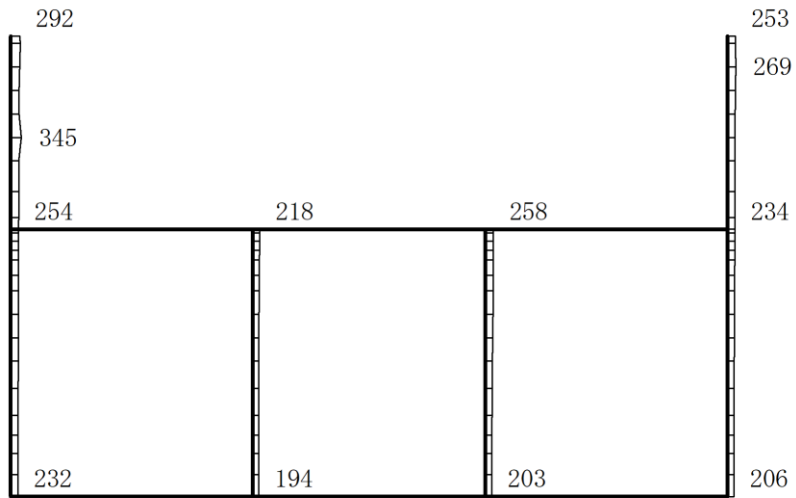
(b) S d - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-77 最大応答加速度分布図(32/45) (解析ケース②)



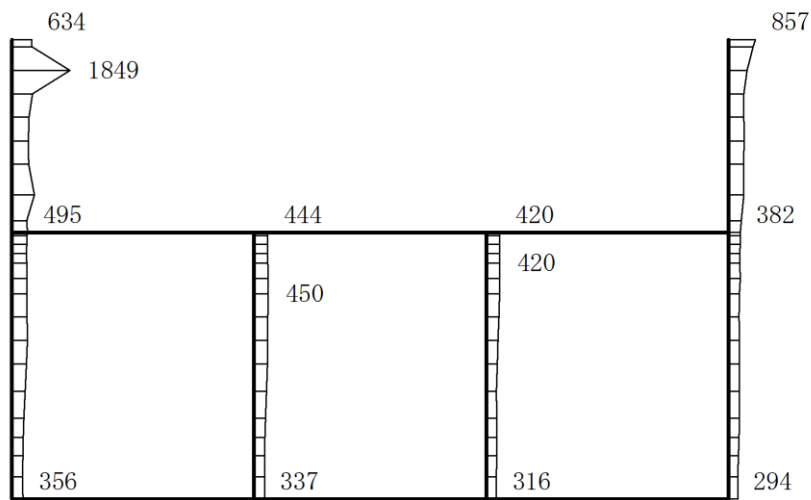
(a) S d - F 1 (++) 水平



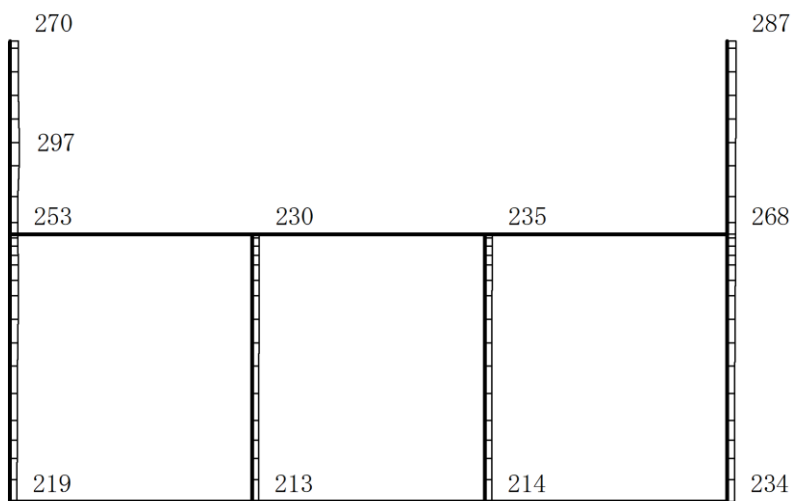
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-78 最大応答加速度分布図(33/45) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平

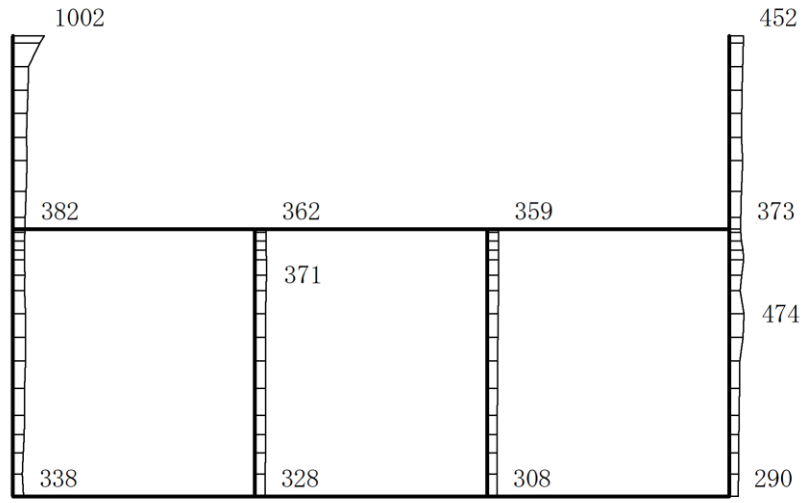


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

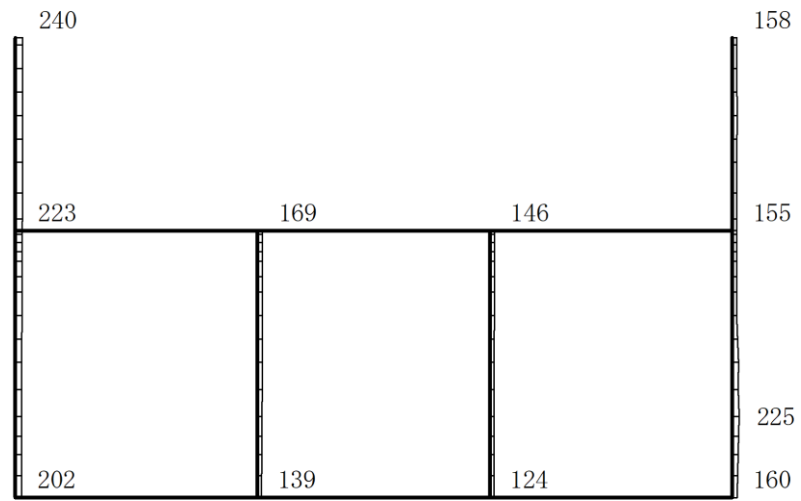
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-79 最大応答加速度分布図(34/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

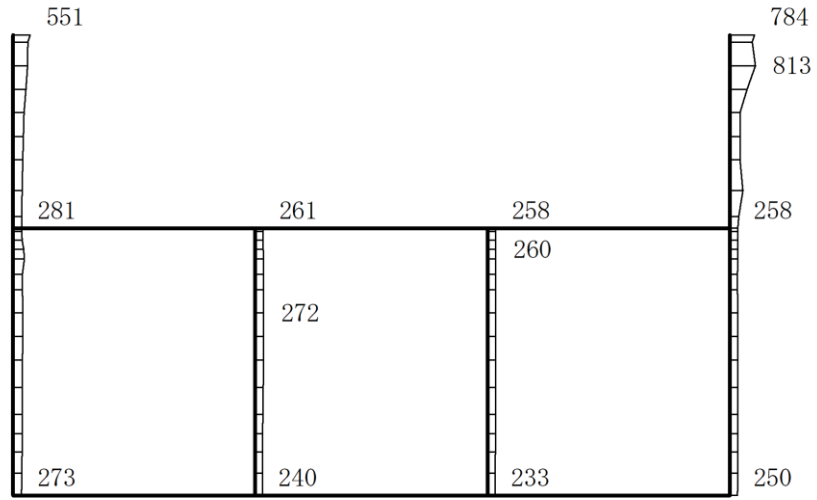


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

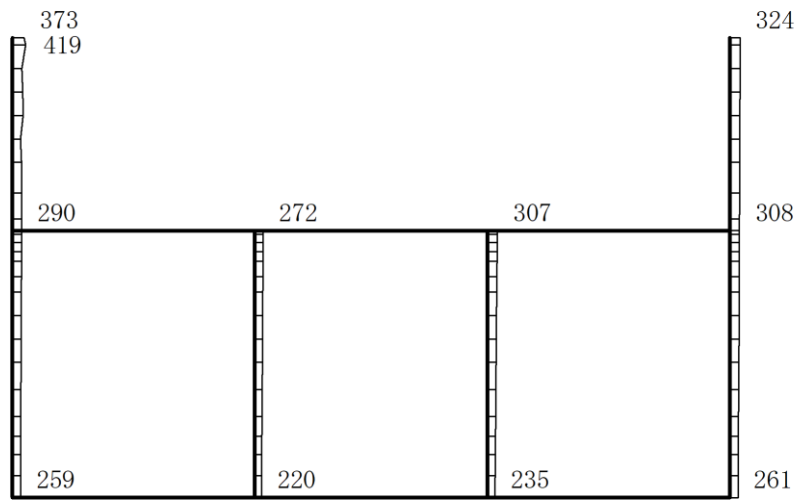
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

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

図 4-80 最大応答加速度分布図(35/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

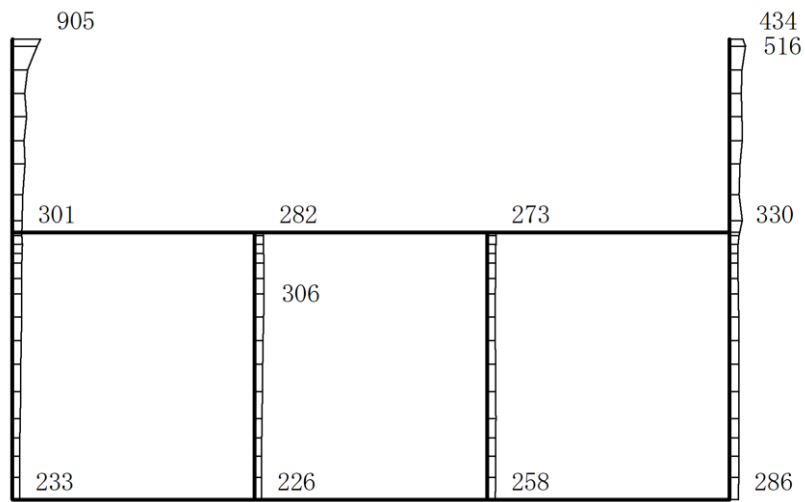


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

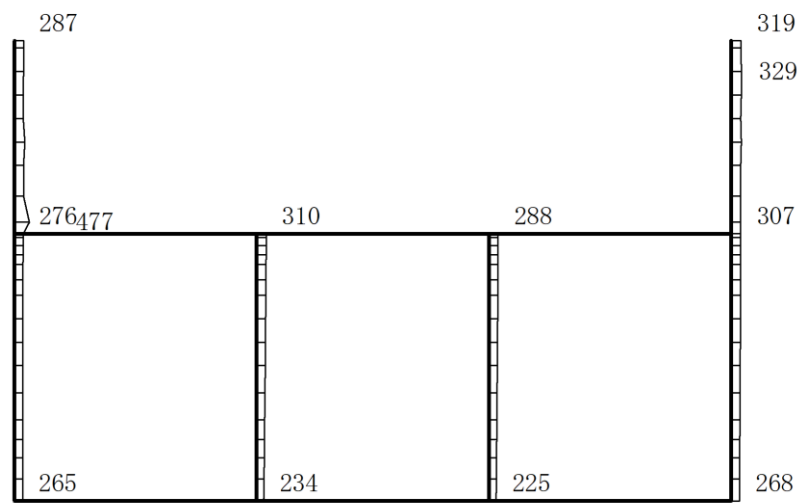
構造スケール $0 \sim 2(m)$

応答値スケール $0 \sim 1500 (cm/s^2)$

図 4-81 最大応答加速度分布図(36/45) (解析ケース②)



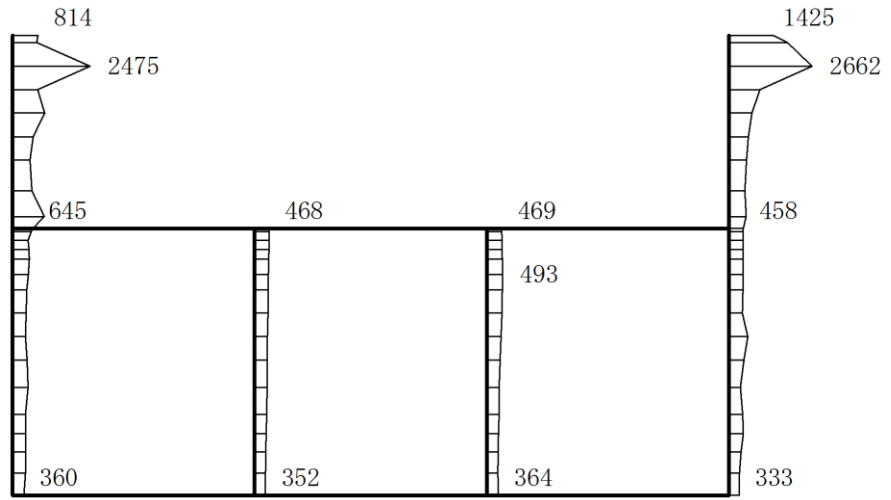
(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平



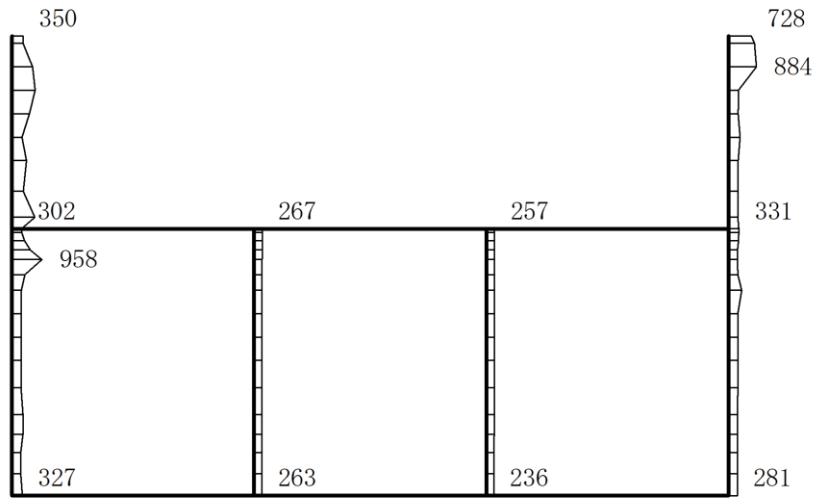
(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

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

図 4-82 最大応答加速度分布図(37/45) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (++) 水平

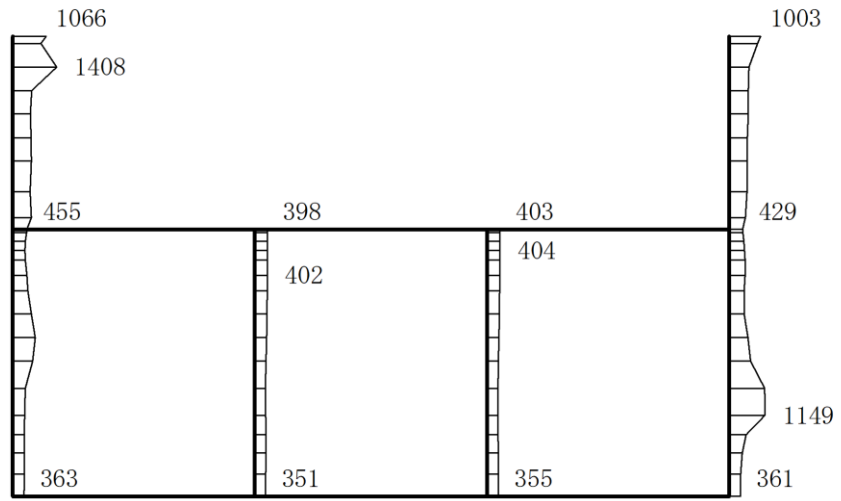


(b) S d - 1 (++) 鉛直

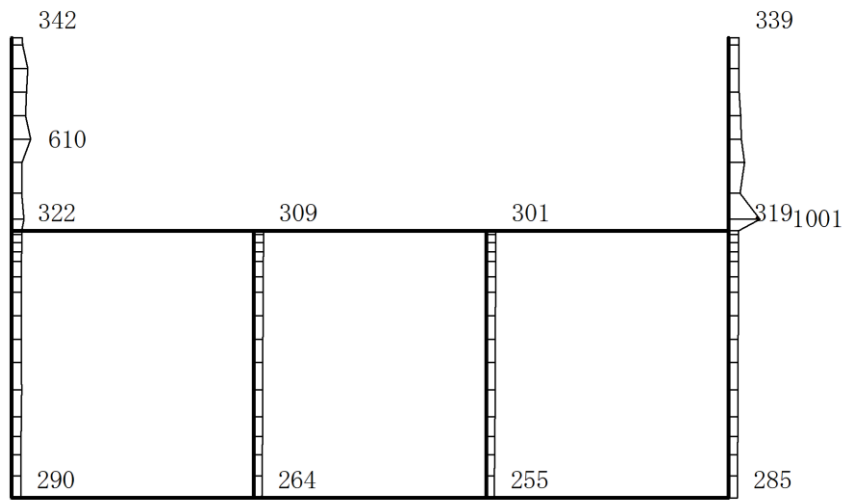
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-83 最大応答加速度分布図(38/45) (解析ケース②)



(a) S d - D (++) 水平

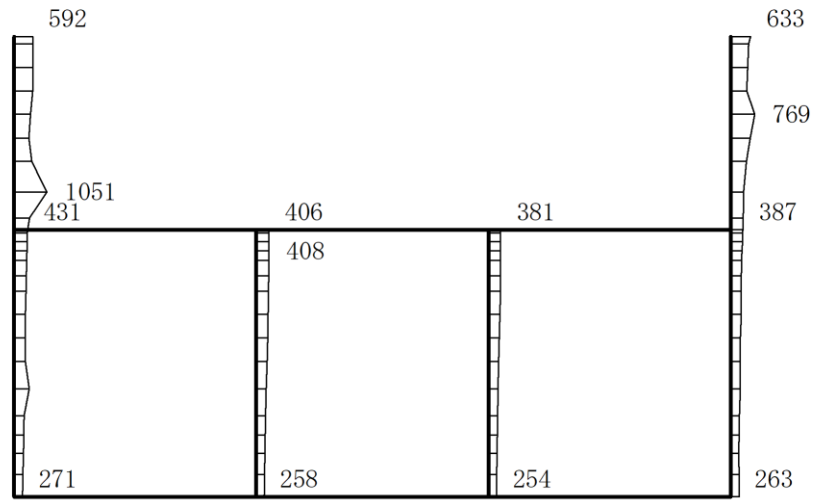


(b) S d - D (++) 鉛直

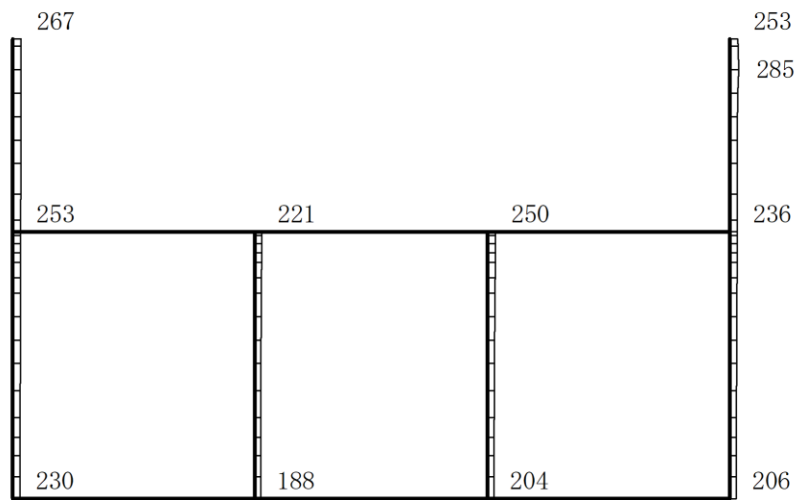
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-84 最大応答加速度分布図(39/45) (解析ケース③)



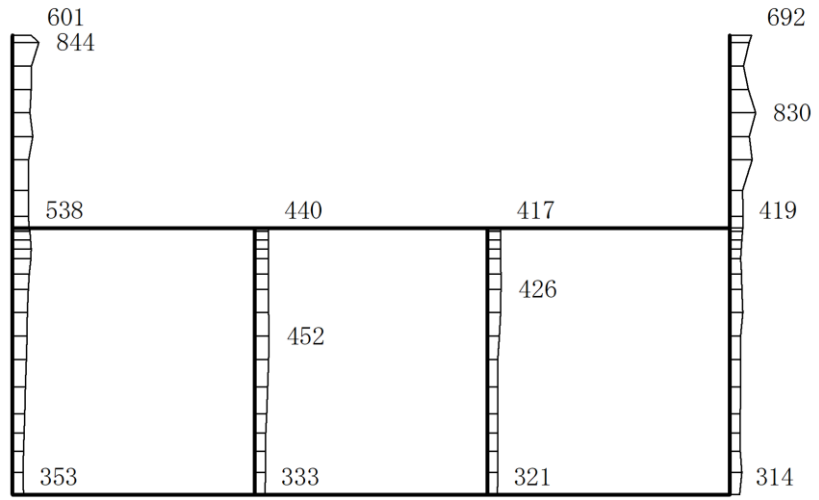
(a) S d - F 1 (++) 水平



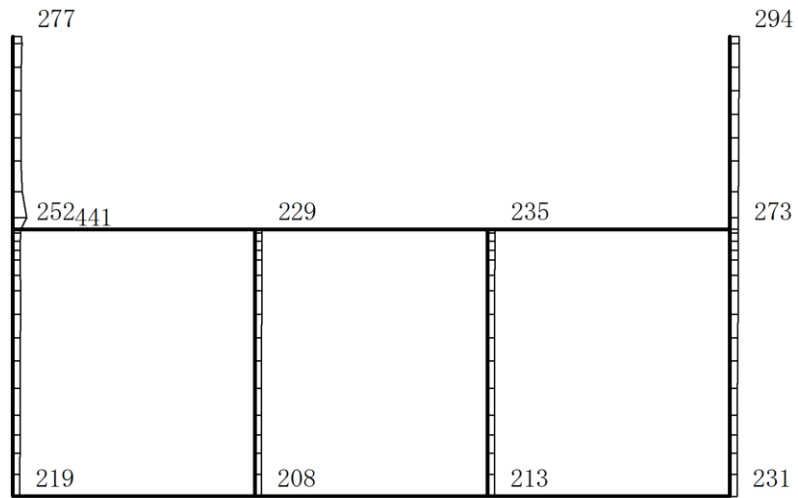
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-85 最大応答加速度分布図(40/45) (解析ケース③)



(a) S d - F 2 (++) 水平

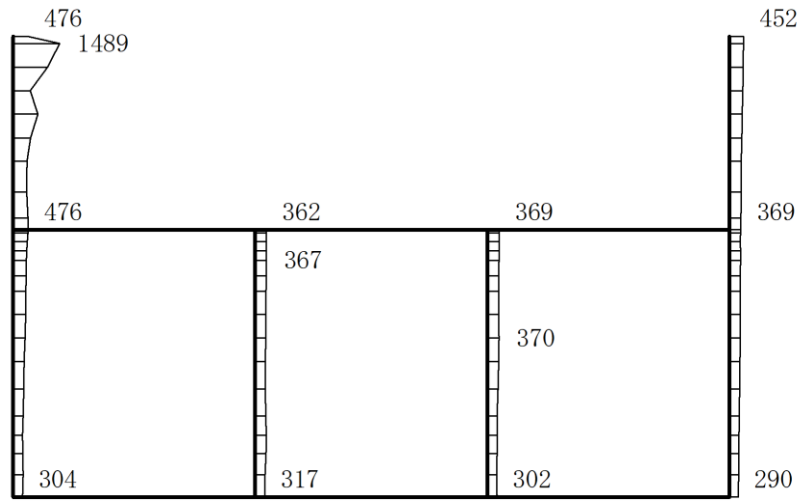


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

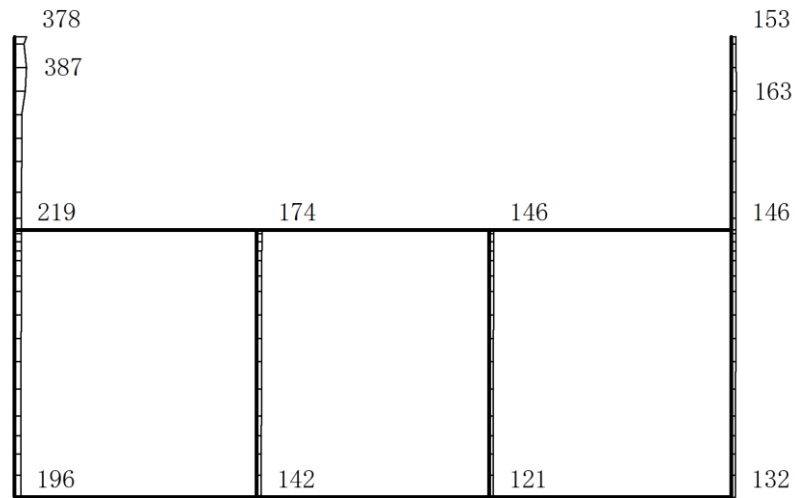
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-86 最大応答加速度分布図(41/45) (解析ケース③)



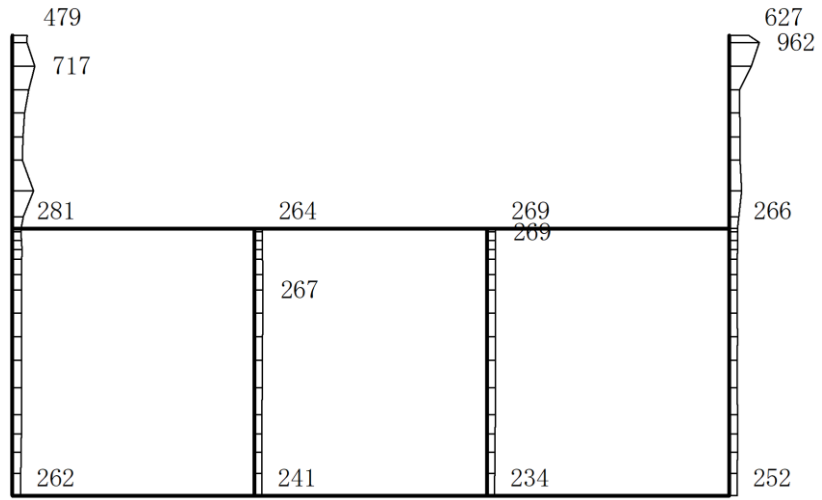
(a) S d - N 1 (++) 水平



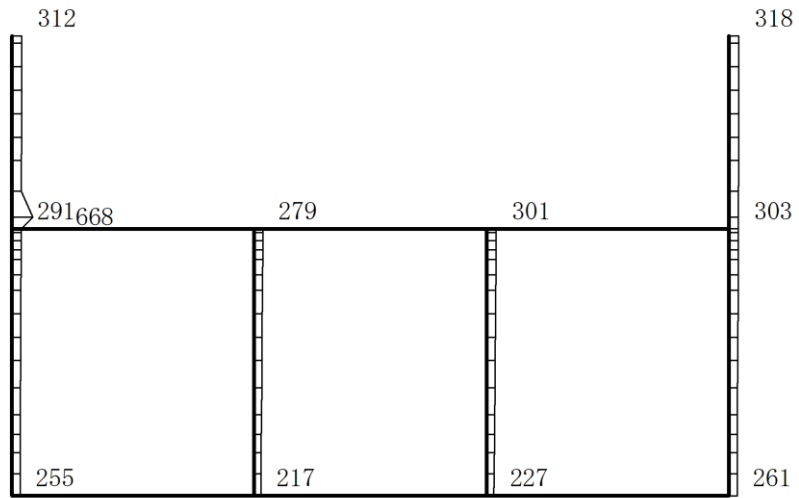
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-87 最大応答加速度分布図(42/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

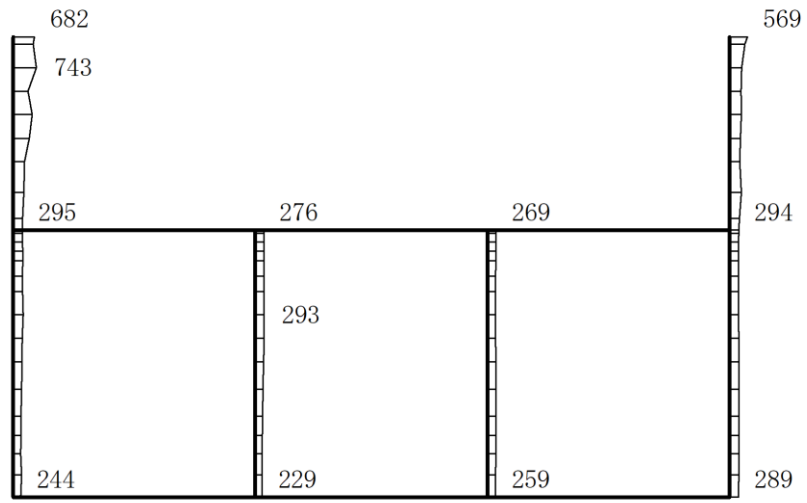


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

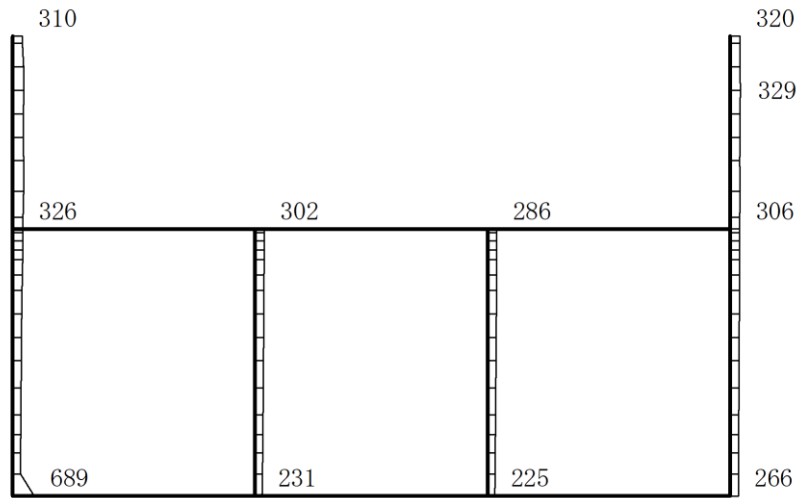
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-88 最大応答加速度分布図(43/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

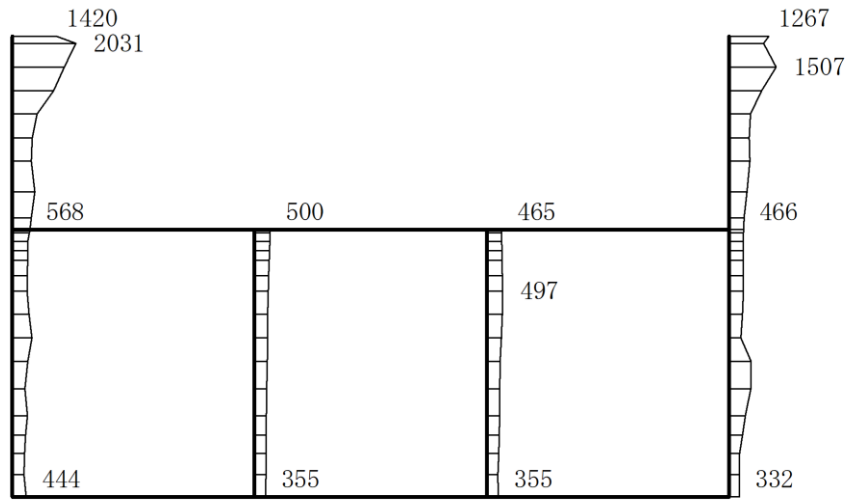


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

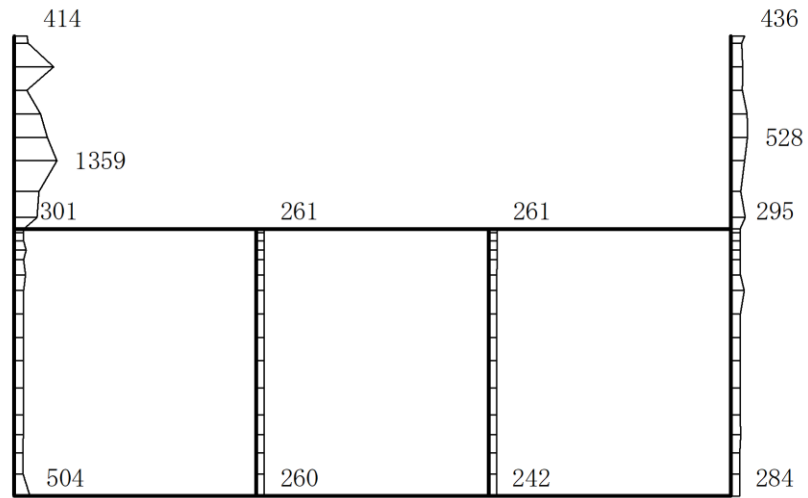
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 4-89 最大応答加速度分布図(44/45) (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 4-90 最大応答加速度分布図(45/45) (解析ケース③)

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-91～図 4-102 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 4-91 最大応答加速度分布図(1/12) (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 4-92 最大応答加速度分布図(2/12) (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 4-93 最大応答加速度分布図(3/12) (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 4-94 最大応答加速度分布図(4/12) (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 4-95 最大応答加速度分布図(5/12) (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 4-96 最大応答加速度分布図(6/12) (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 $0 \quad 2(m)$ 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(7/12) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平



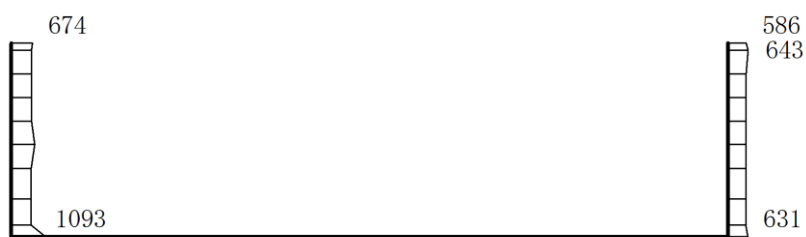
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

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

図 4-98 最大応答加速度分布図(8/12) (解析ケース①)



(a) S s - N 2 (N S) (+ +) 水平



(b) S s - 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 4-99 最大応答加速度分布図(9/12) (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 4-100 最大応答加速度分布図(10/12) (解析ケース①)



(a) $S_s - N 2 (EW) (++)$ 水平



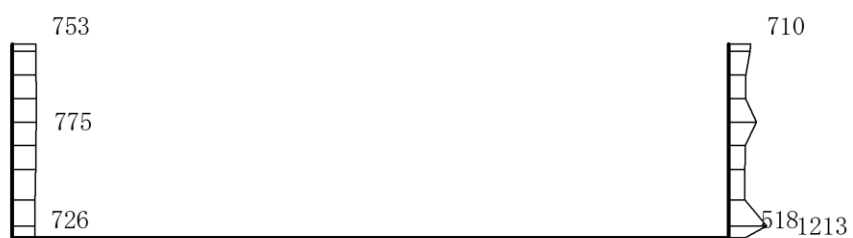
(b) $S_s - N 2 (EW) (++)$ 鉛直

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

図 4-101 最大応答加速度分布図(11/12) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平



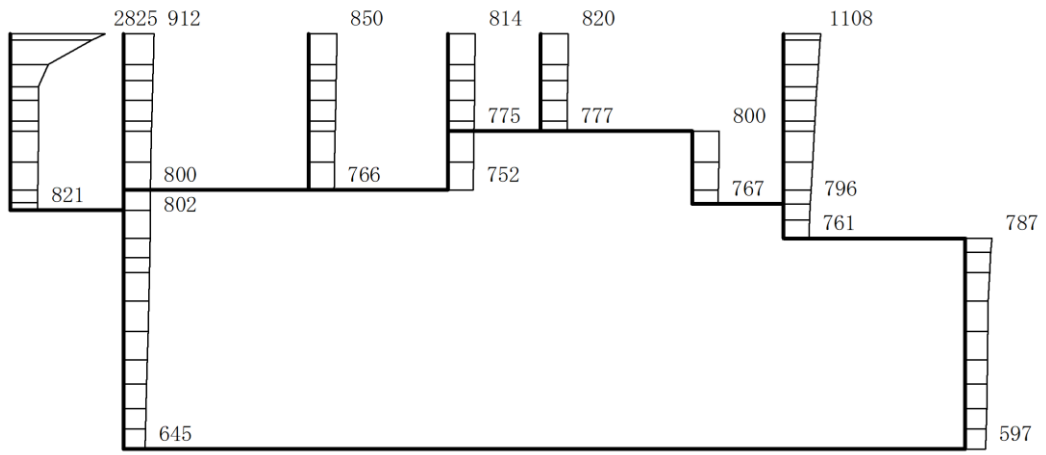
(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

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

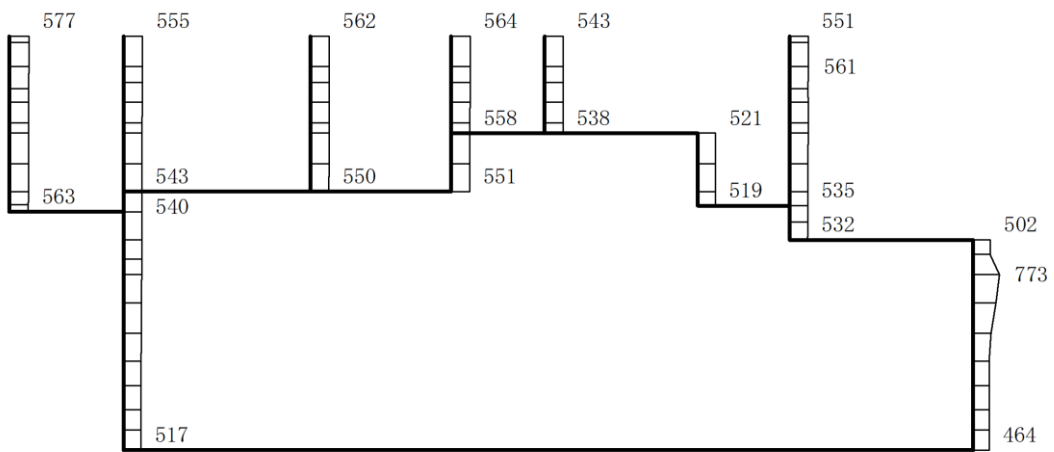
図 4-102 最大応答加速度分布図(12/12) (解析ケース①)

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①（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-103～図 4-114 に示す。また、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及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-115～図 4-126 に示す。これらに加え、解析ケース①～③のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大加速度分布図を図 4-127～図 4-147 に示す。



(a) S s - D (+ +) 水平

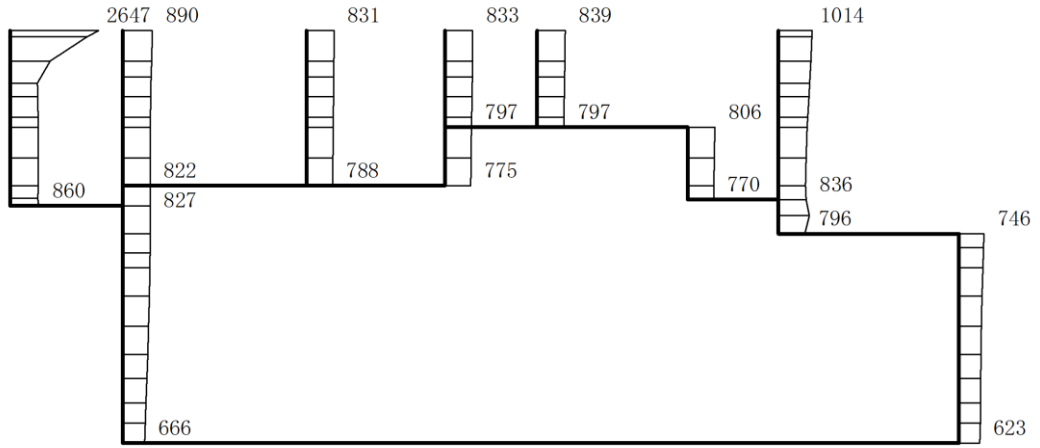


(b) S s - D (+ +) 鉛直

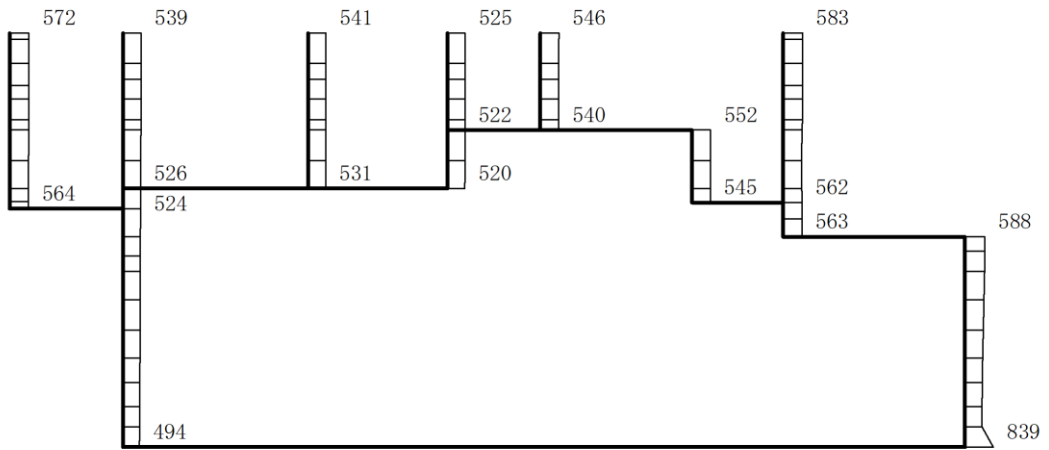
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-103 最大応答加速度分布図(1/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - D (-+)$ 水平

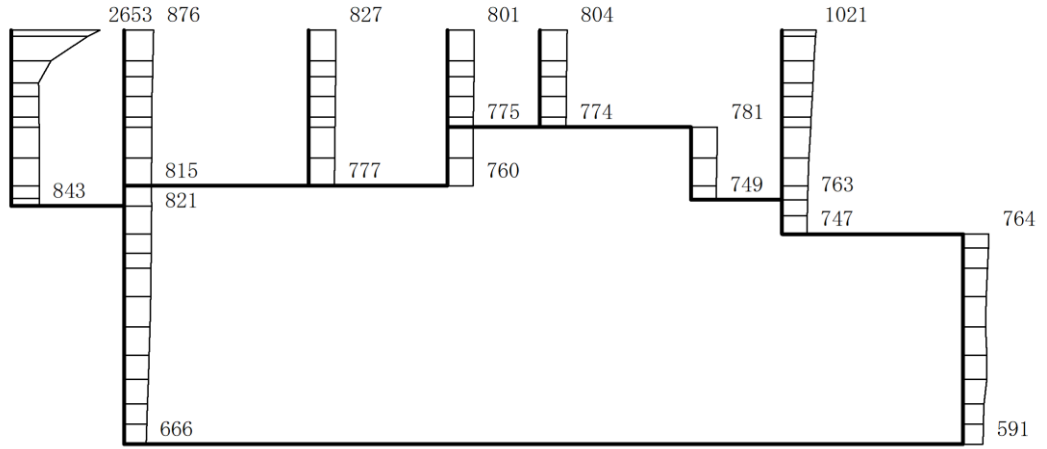


(b) $S_s - D (-+)$ 鉛直

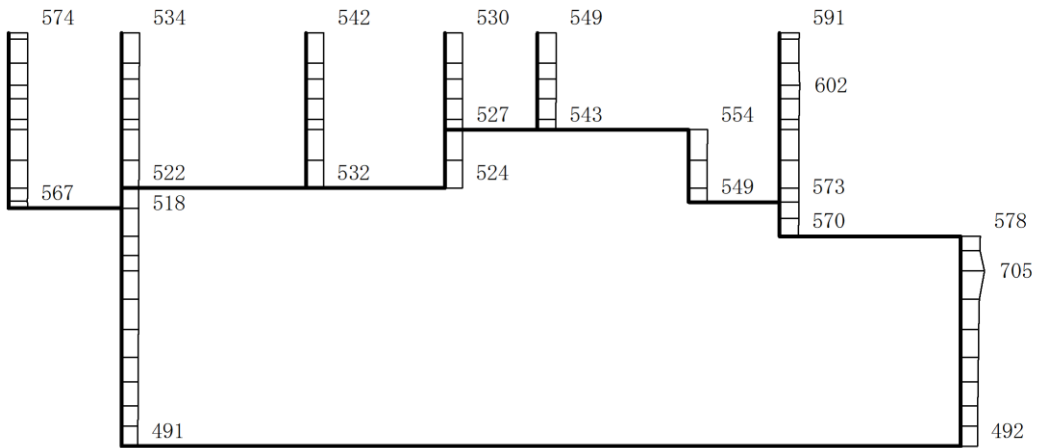
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-104 最大応答加速度分布図(2/45) (解析ケース①)



(a) S s - D (+ -) 水平

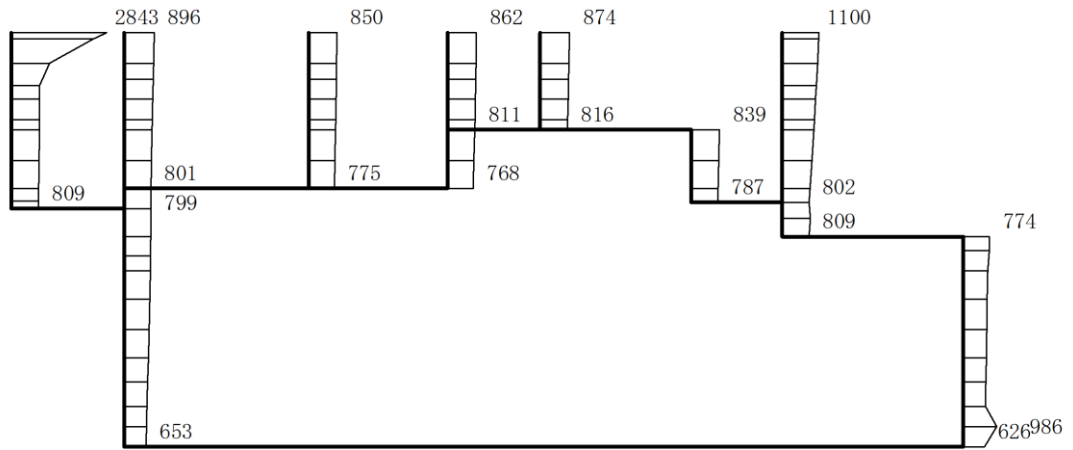


(b) S s - D (+ -) 鉛直

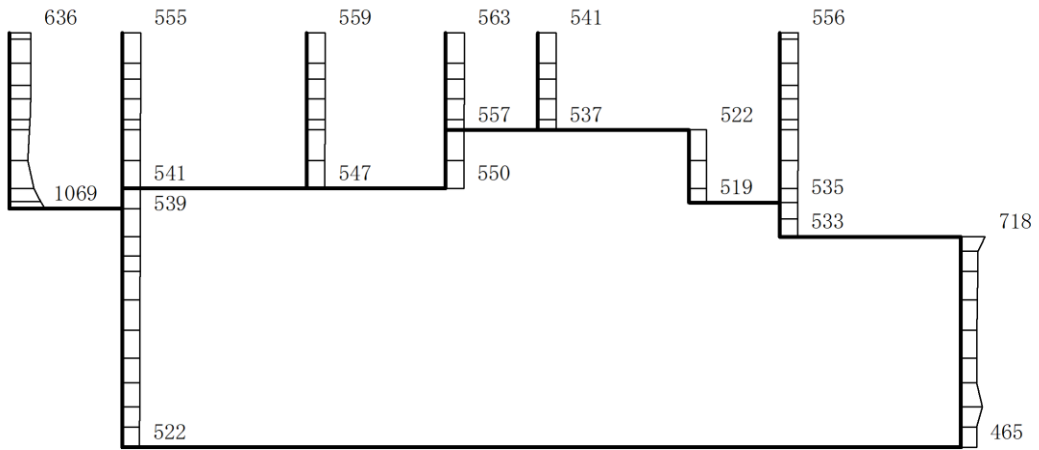
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-105 最大応答加速度分布図(3/45) (解析ケース①)



(a) S s - D (---) 水平

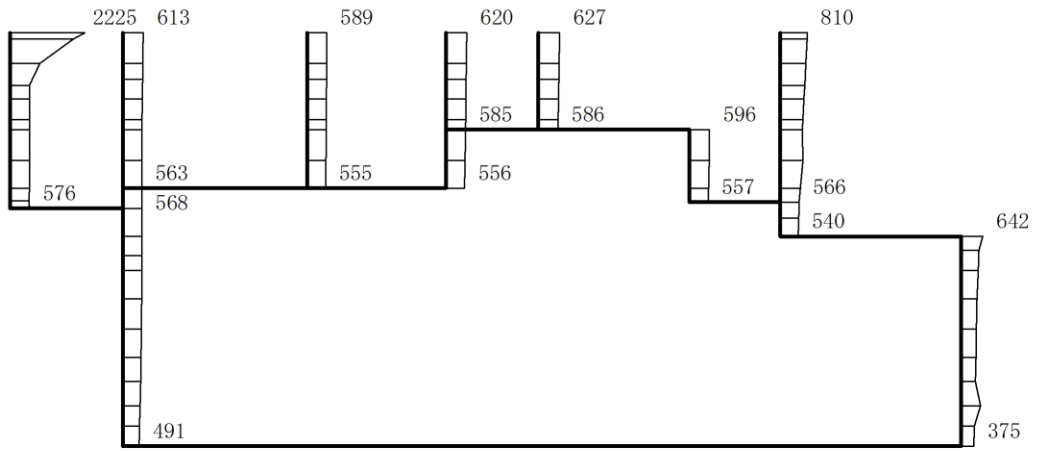


(b) S s - D (---) 鉛直

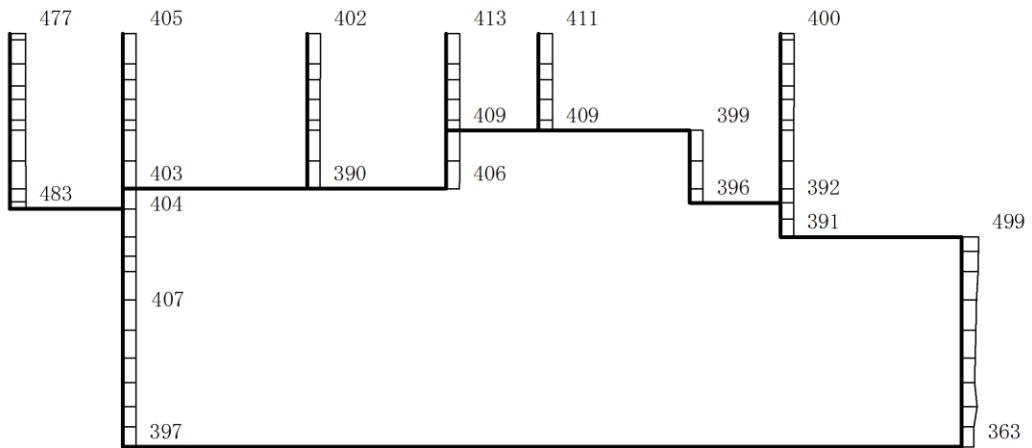
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-106 最大応答加速度分布図(4/45) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平

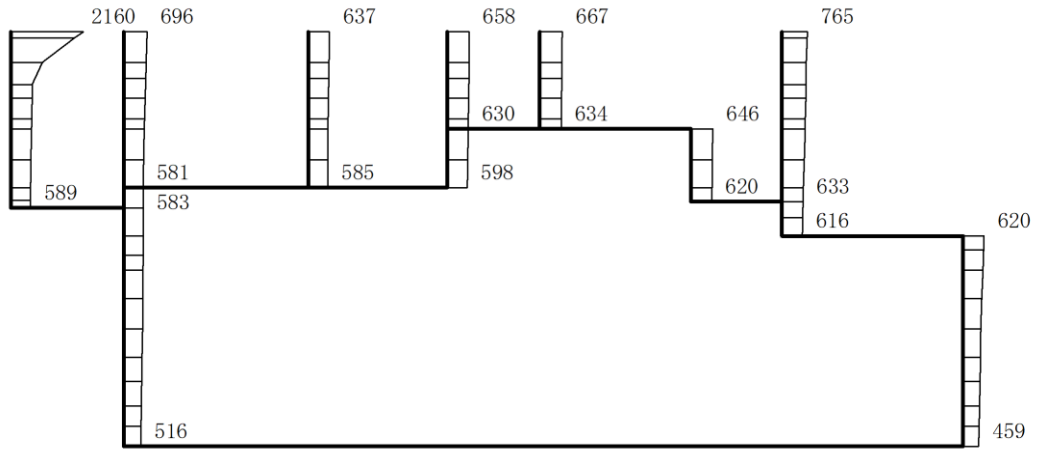


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

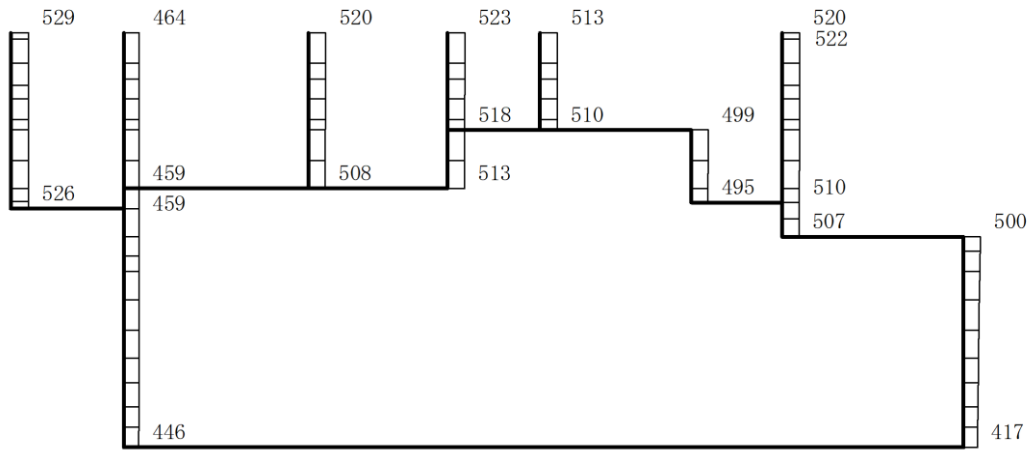
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-107 最大応答加速度分布図(5/45) (解析ケース①)



(a) S s - F 2 (++) 水平

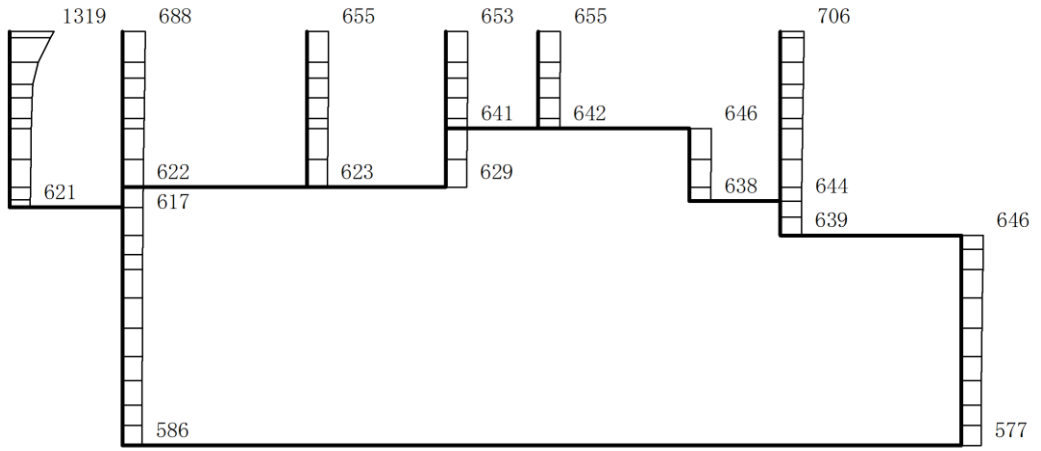


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

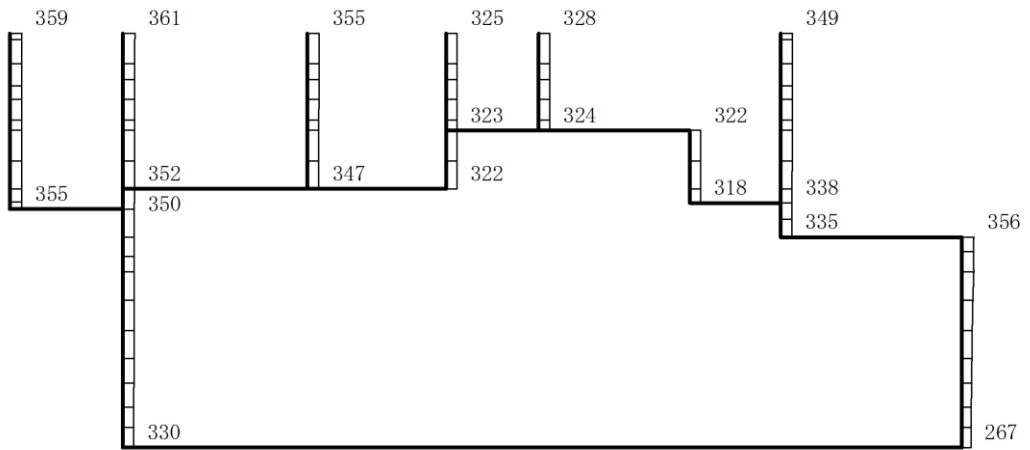
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-108 最大応答加速度分布図(6/45) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (++) 水平

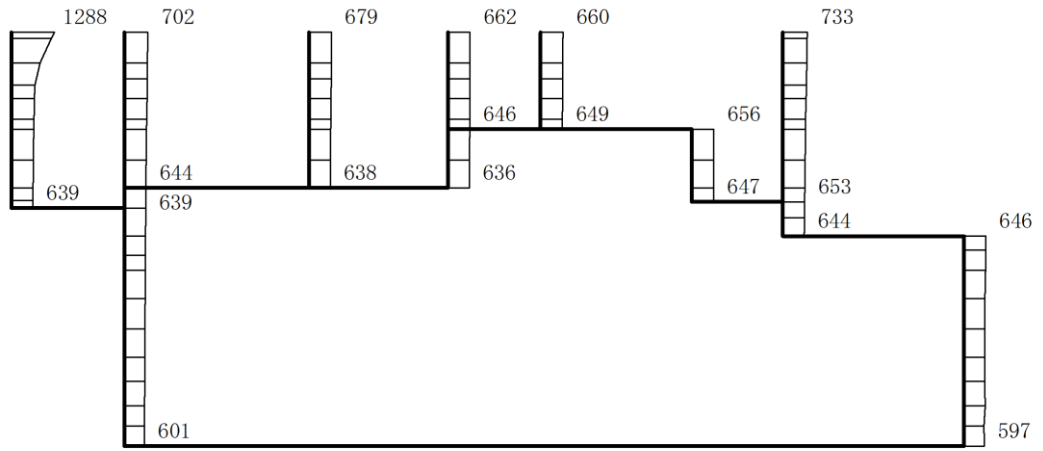


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

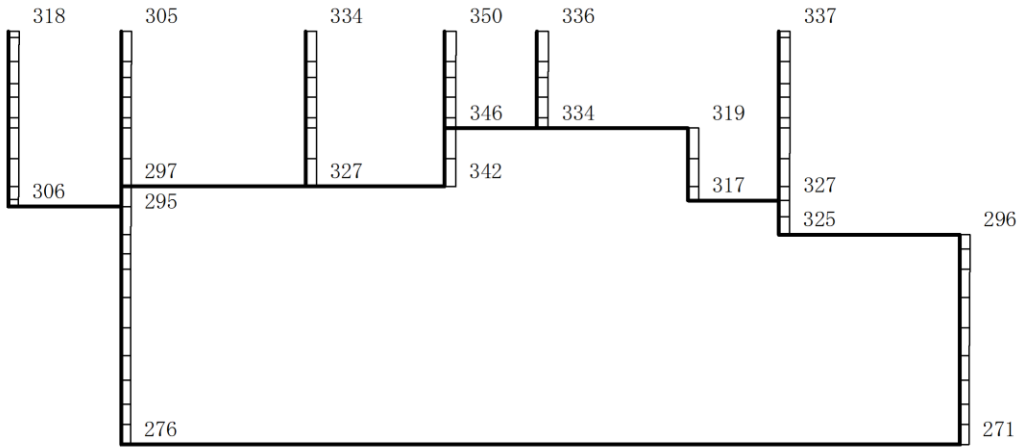
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-109 最大応答加速度分布図(7/45) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

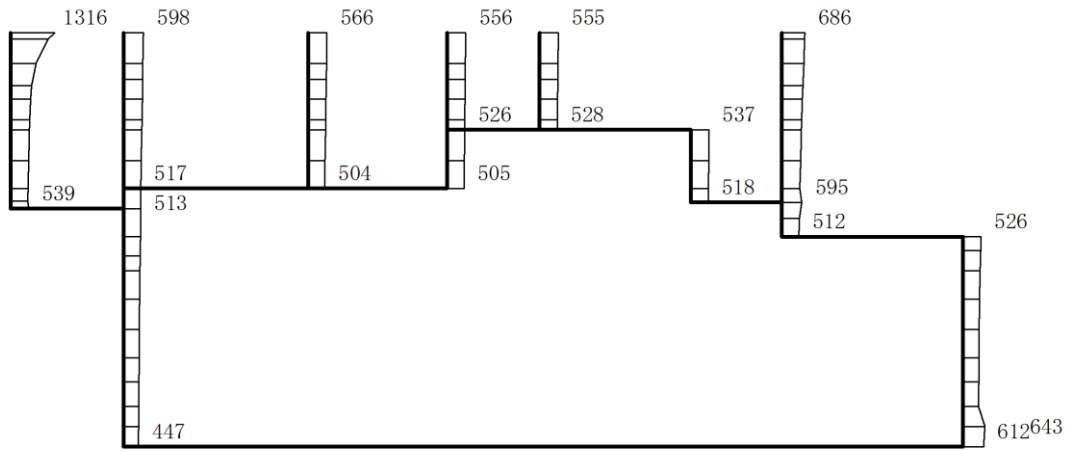


(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

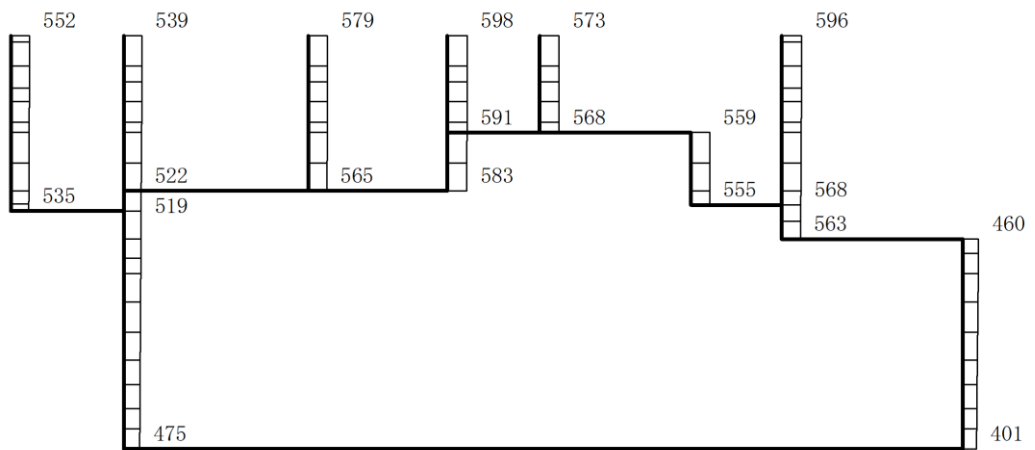
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-110 最大応答加速度分布図(8/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平

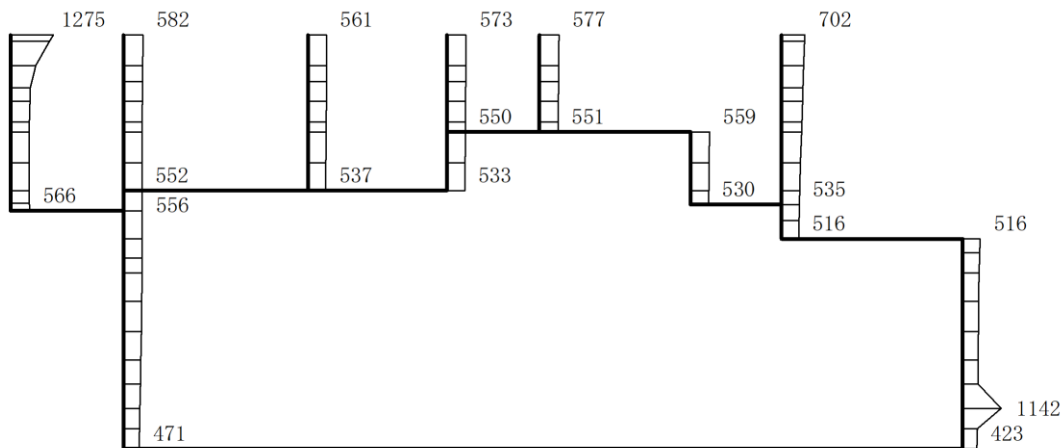


(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

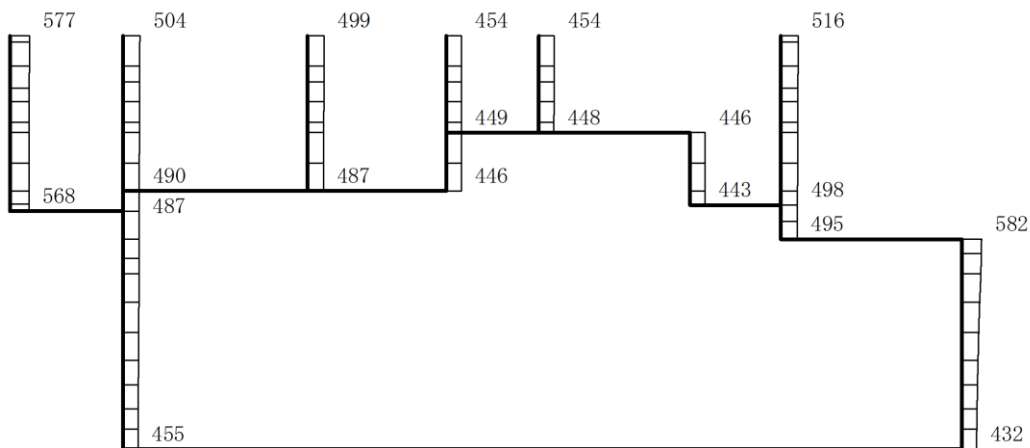
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-111 最大応答加速度分布図(9/45) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平

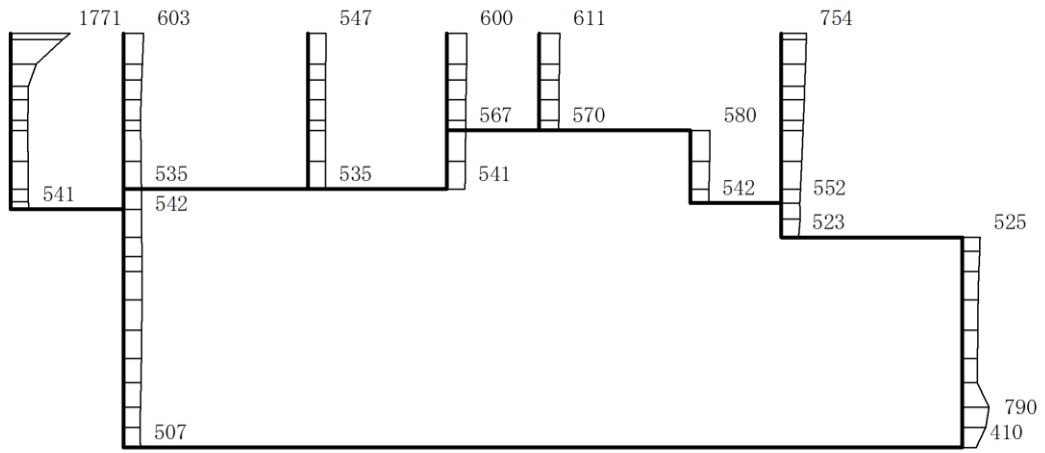


(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

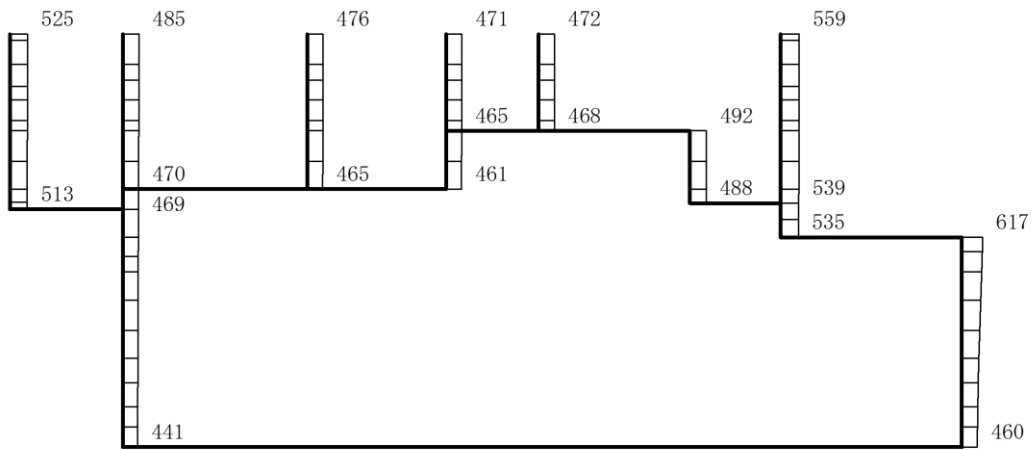
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-112 最大応答加速度分布図(10/45) (解析ケース①)



(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平

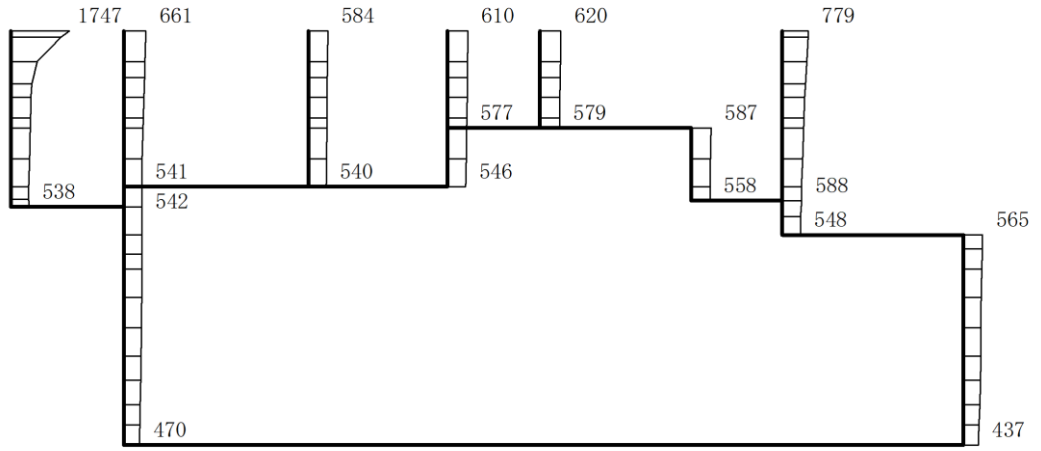


(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

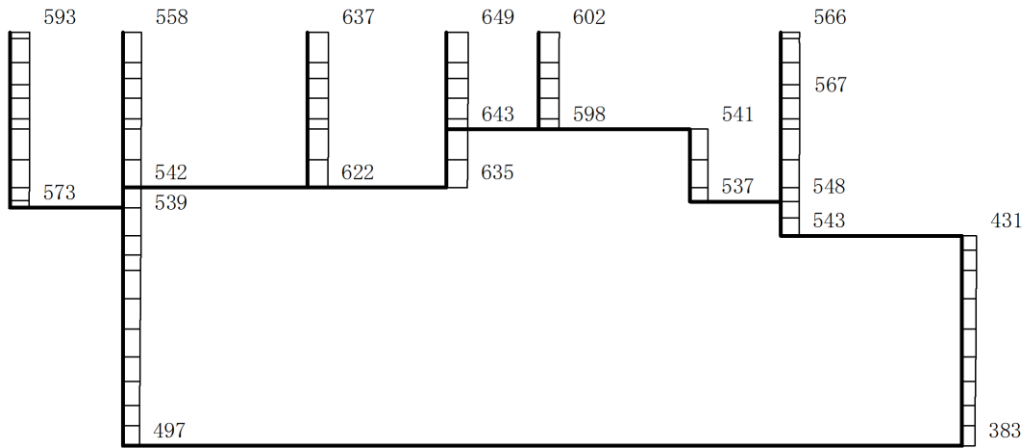
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-113 最大応答加速度分布図(11/45) (解析ケース①)



(a) S_s-N2 (EW) (-+) 水平

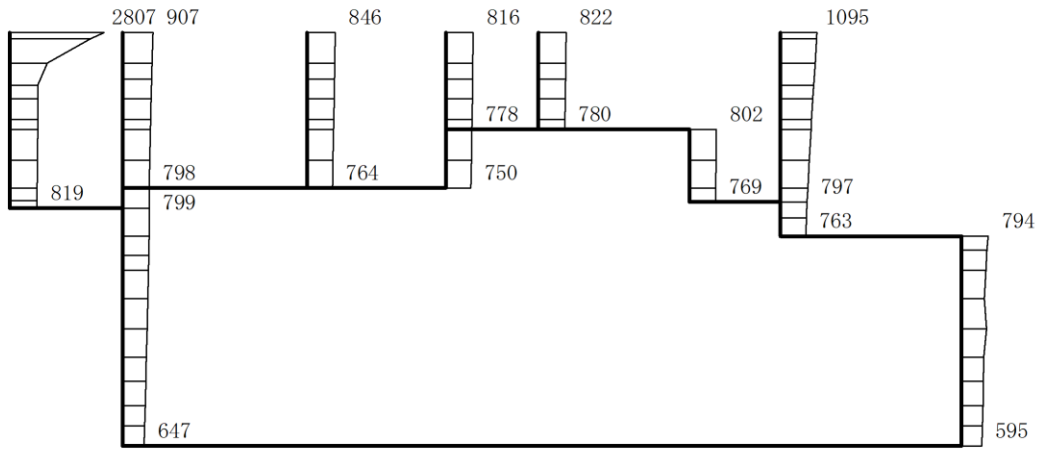


(b) S_s-N2 (EW) (-+) 鉛直

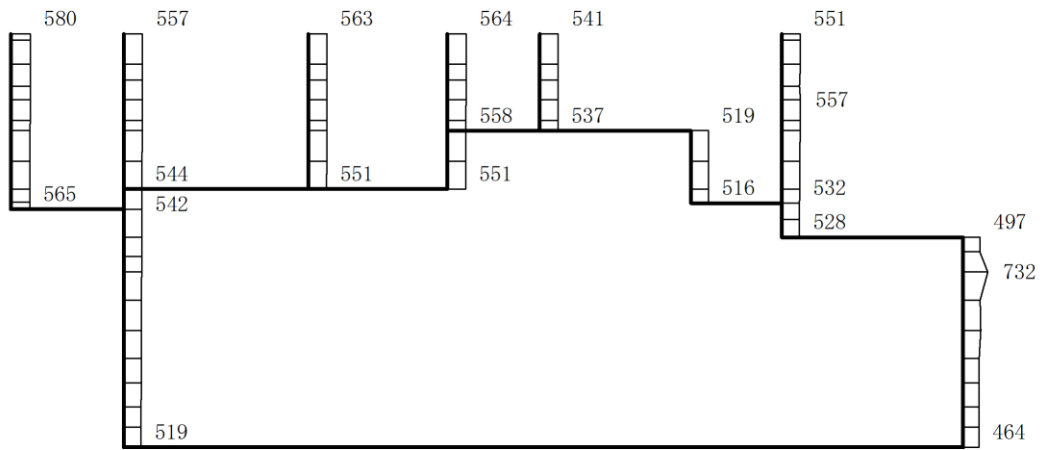
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-114 最大応答加速度分布図(12/45) (解析ケース①)



(a) S s - D (++) 水平

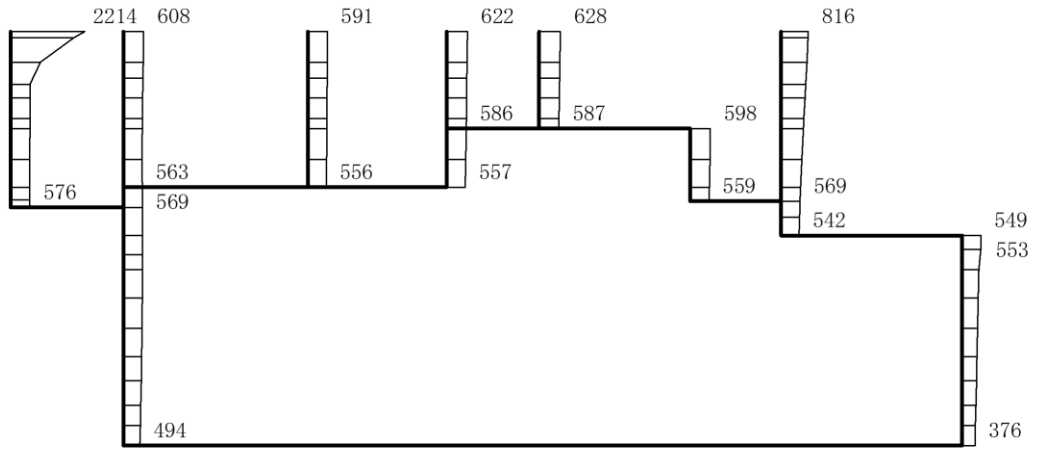


(b) S s - D (++) 鉛直

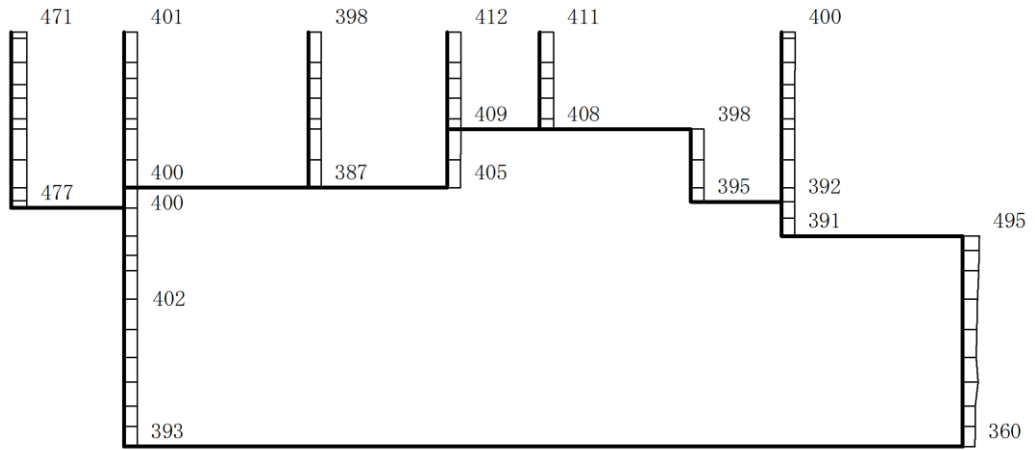
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-115 最大応答加速度分布図(13/45) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平

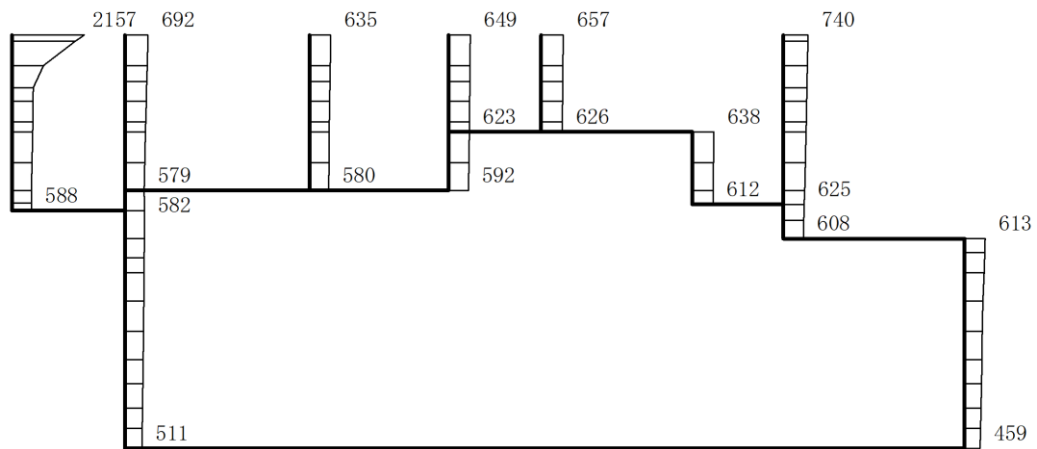


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

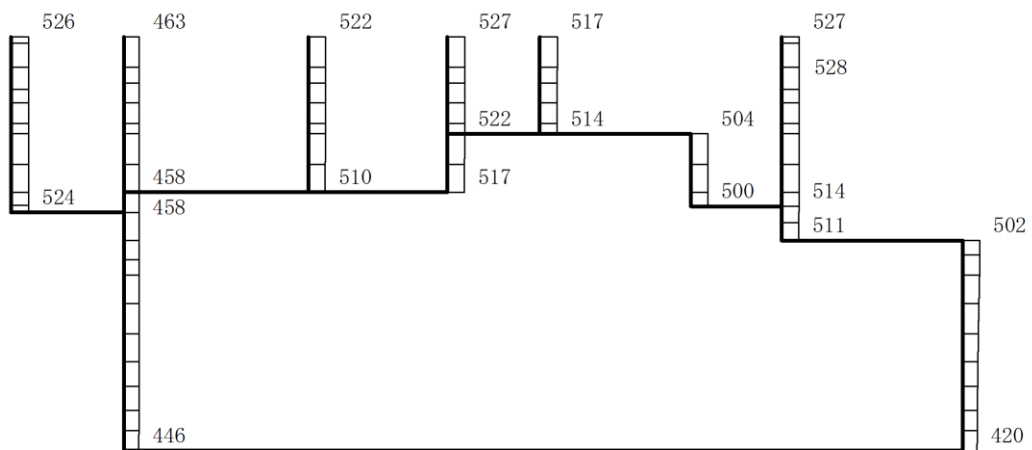
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-116 最大応答加速度分布図(14/45) (解析ケース②)



(a) S s - F 2 (+ +) 水平

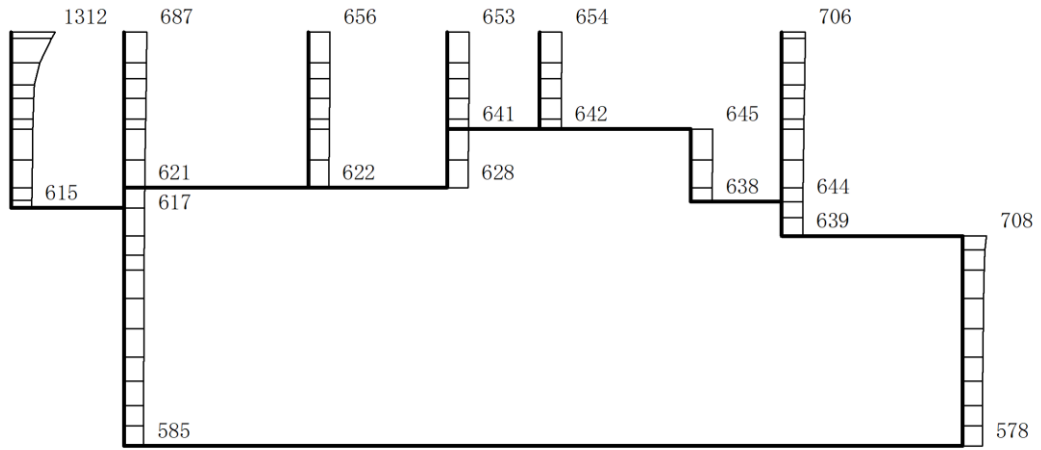


(b) S s - F 2 (+ +) 鉛直

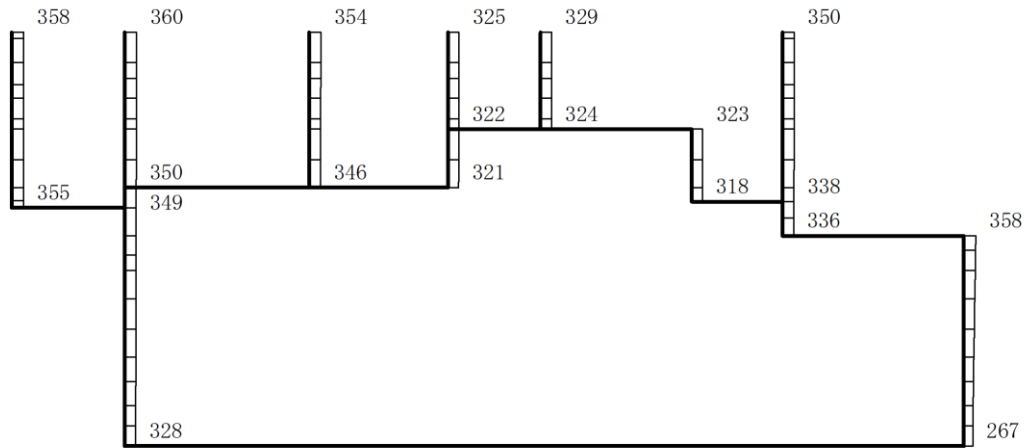
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-117 最大応答加速度分布図 (15/45) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (++) 水平

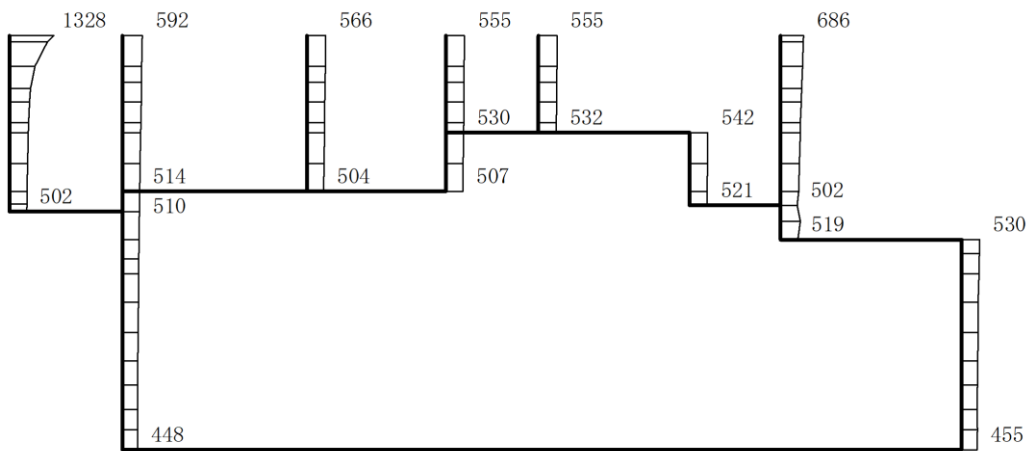


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

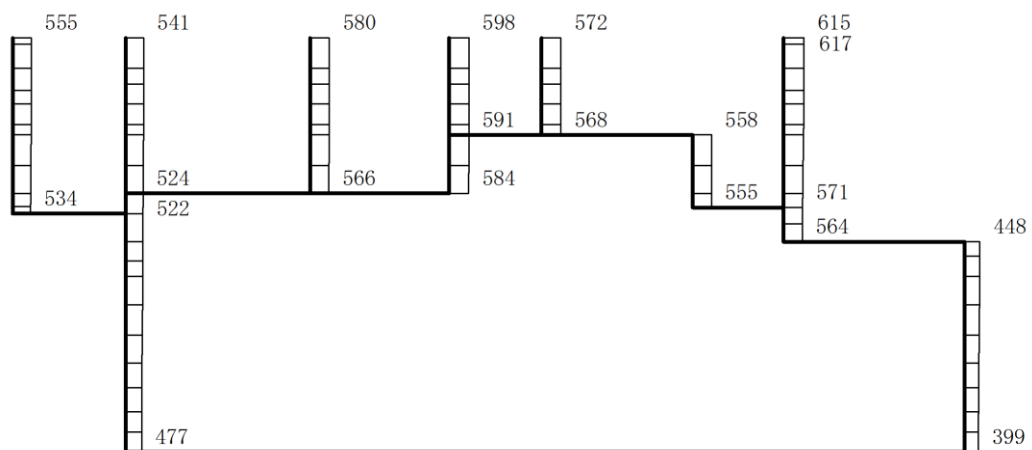
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-118 最大応答加速度分布図(16/45) (解析ケース②)



(a) S_s-N2 (NS) (+ +) 水平

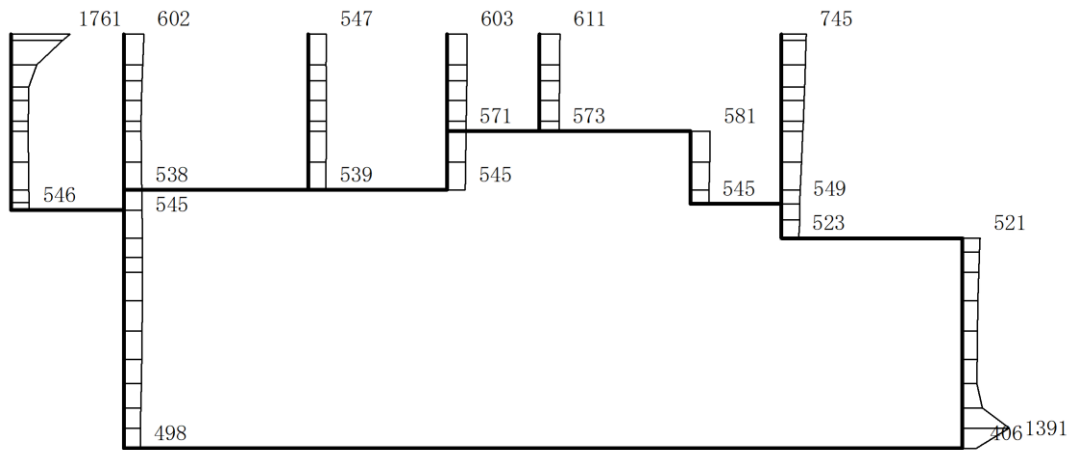


(b) S_s-N2 (NS) (+ +) 鉛直

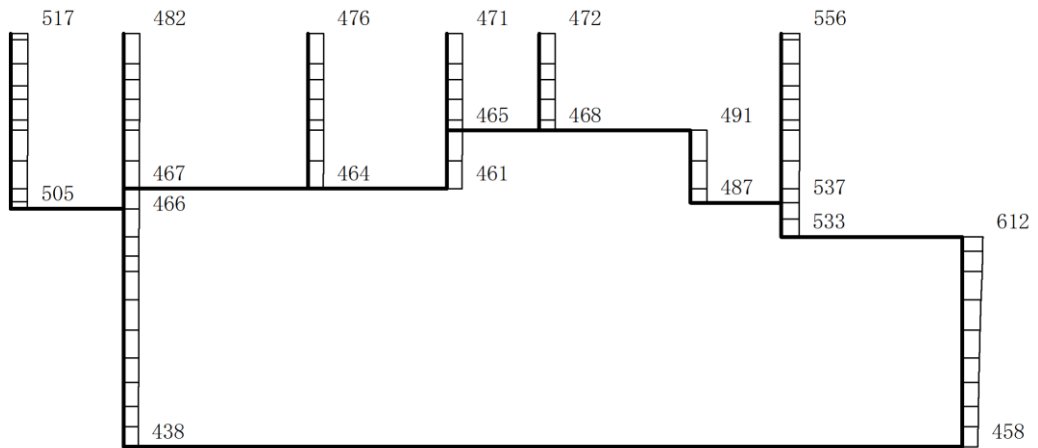
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-119 最大応答加速度分布図 (17/45) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平

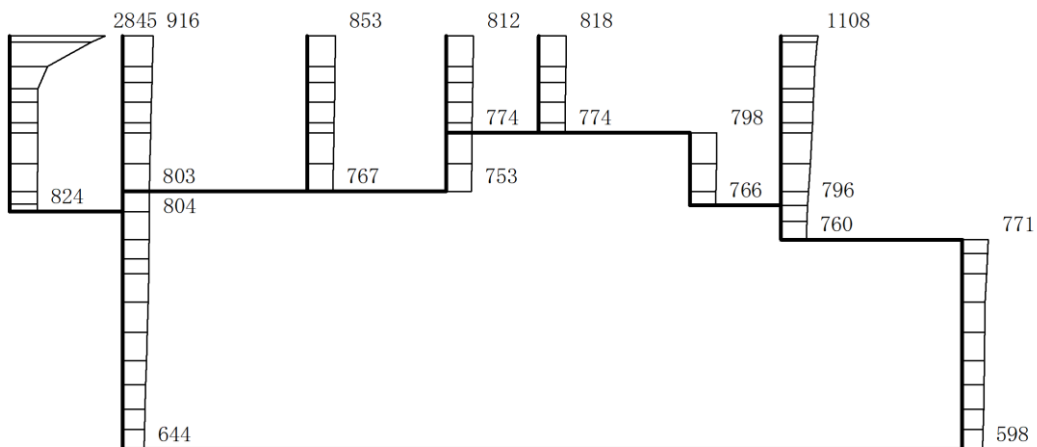


(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

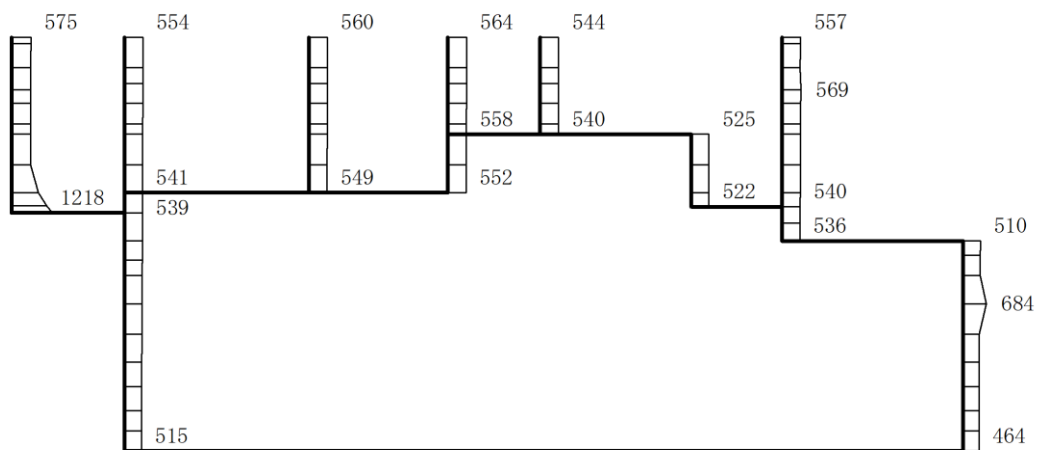
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-120 最大応答加速度分布図 (18/45) (解析ケース②)



(a) S s - D (+ +) 水平

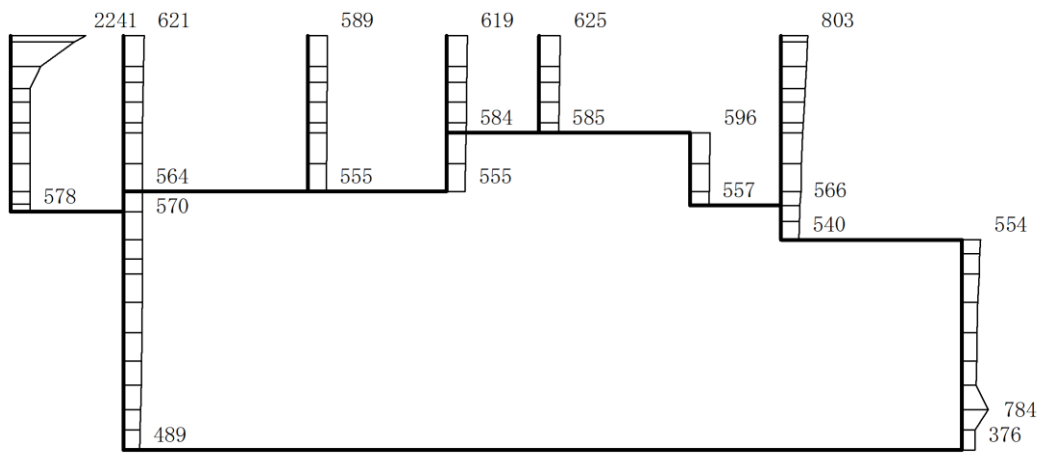


(b) S s - D (+ +) 鉛直

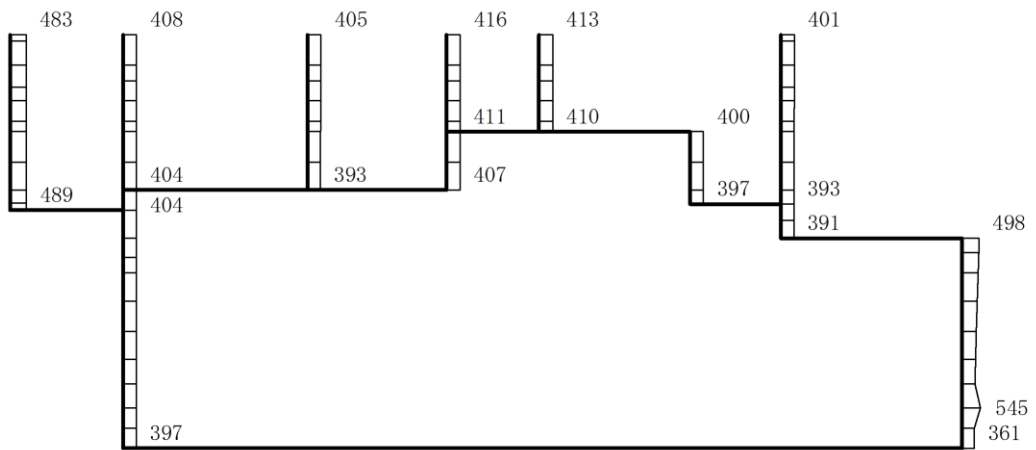
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1200 (cm/s^2)}$

図 4-121 最大応答加速度分布図(19/45) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平

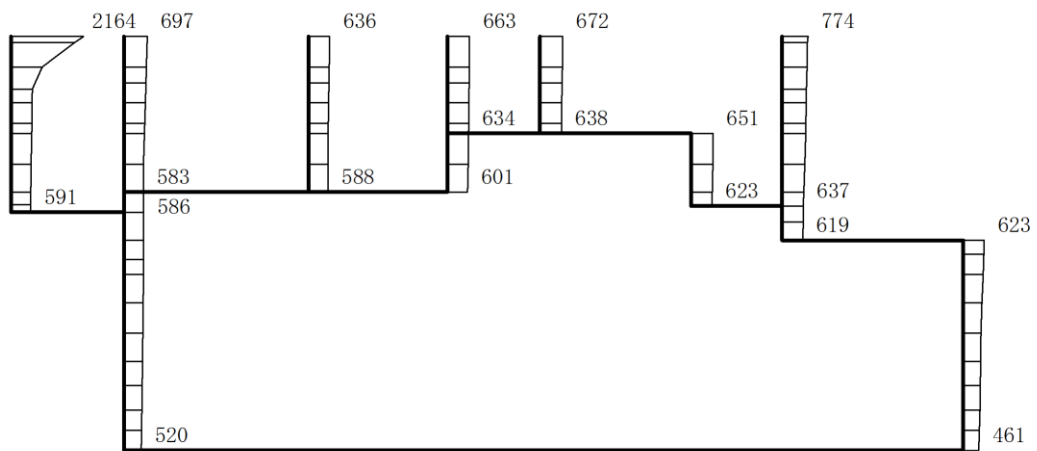


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

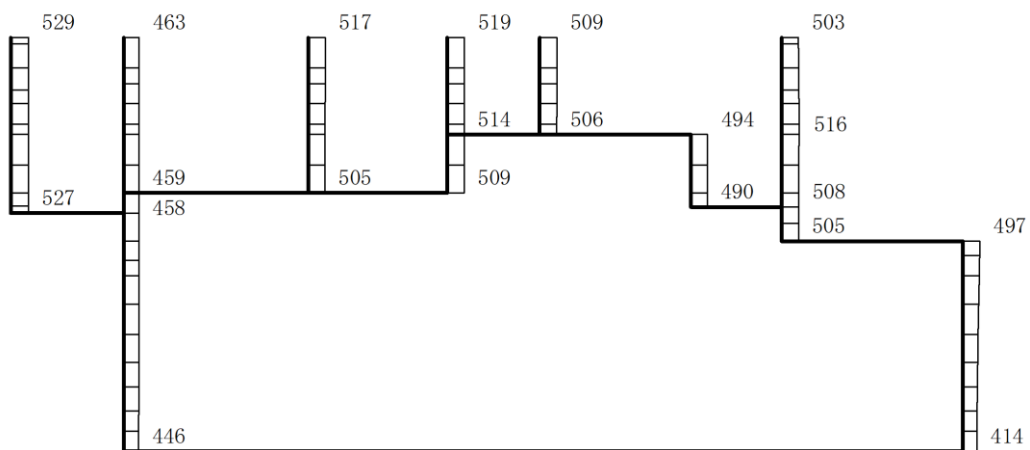
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-122 最大応答加速度分布図 (20/45) (解析ケース③)



(a) S s - F 2 (++) 水平

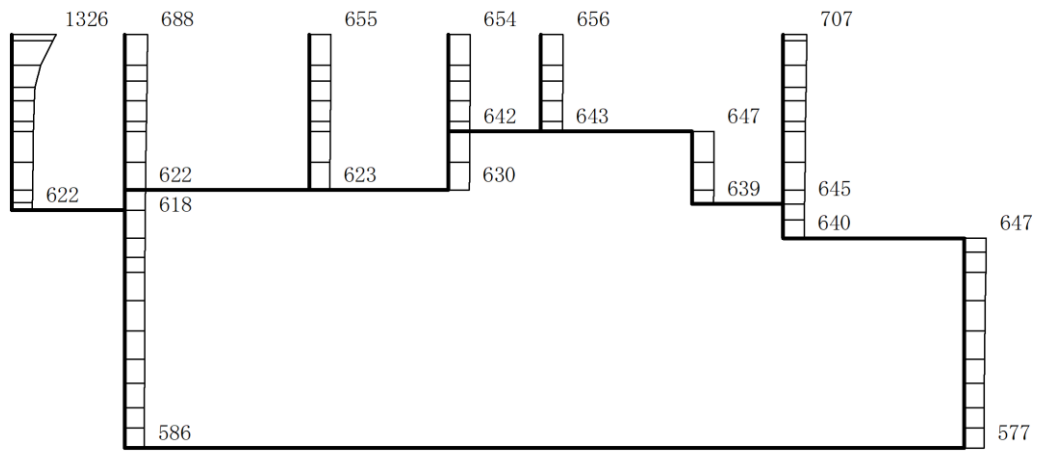


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

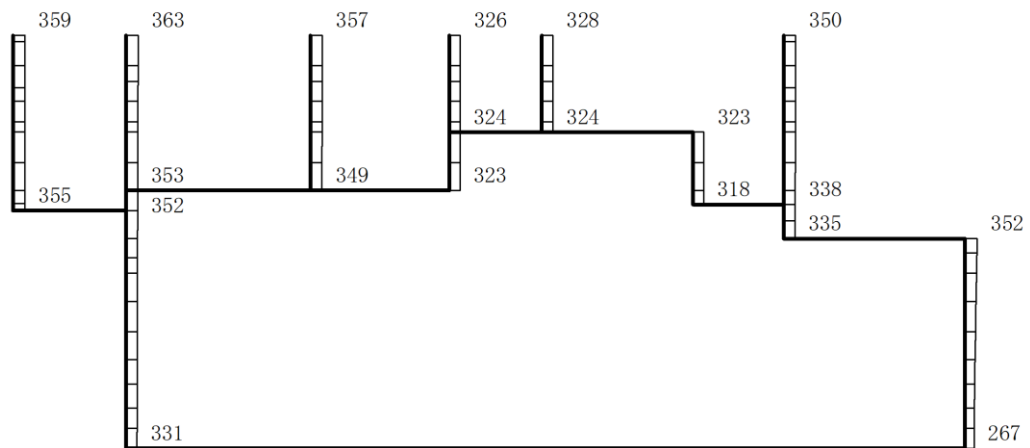
構造スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\quad\quad}_{0 \quad 1200 (cm/s^2)}$

図 4-123 最大応答加速度分布図 (21/45) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平

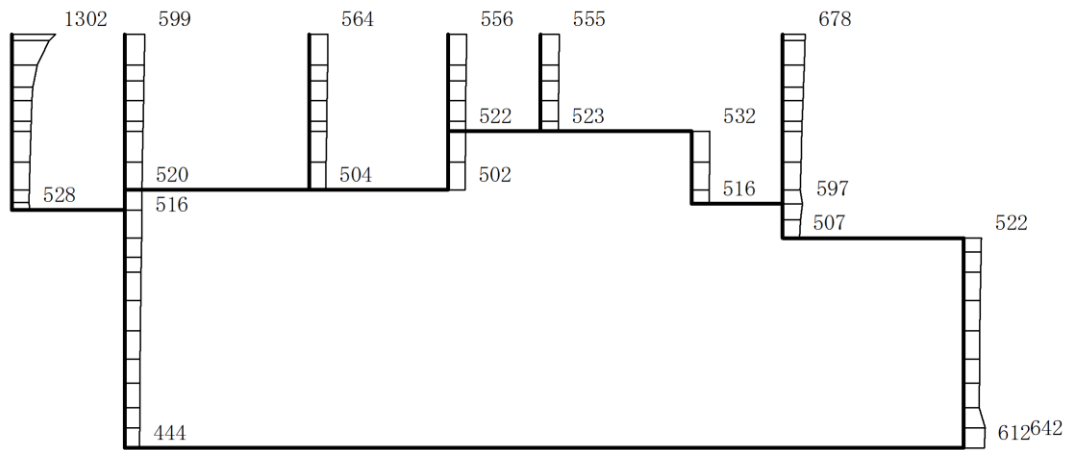


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

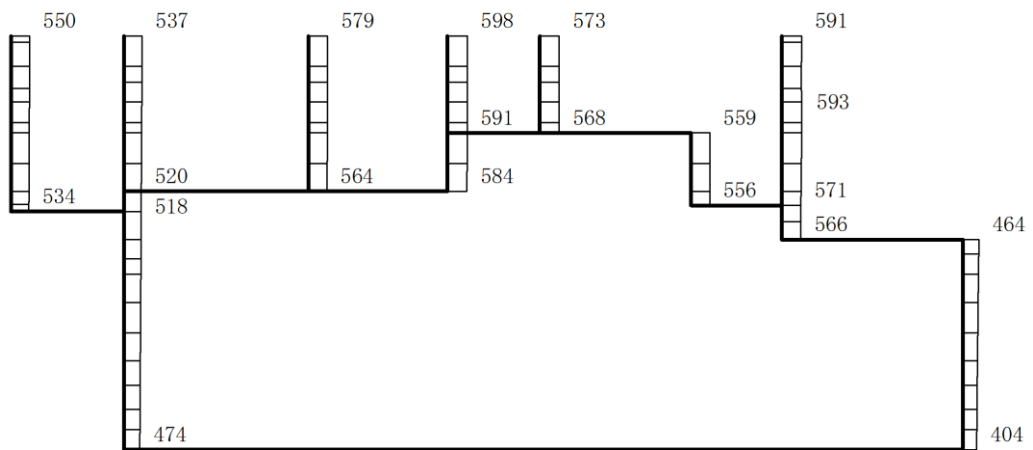
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-124 最大応答加速度分布図 (22/45) (解析ケース③)



(a) S_s-N₂(NS)(++) 水平

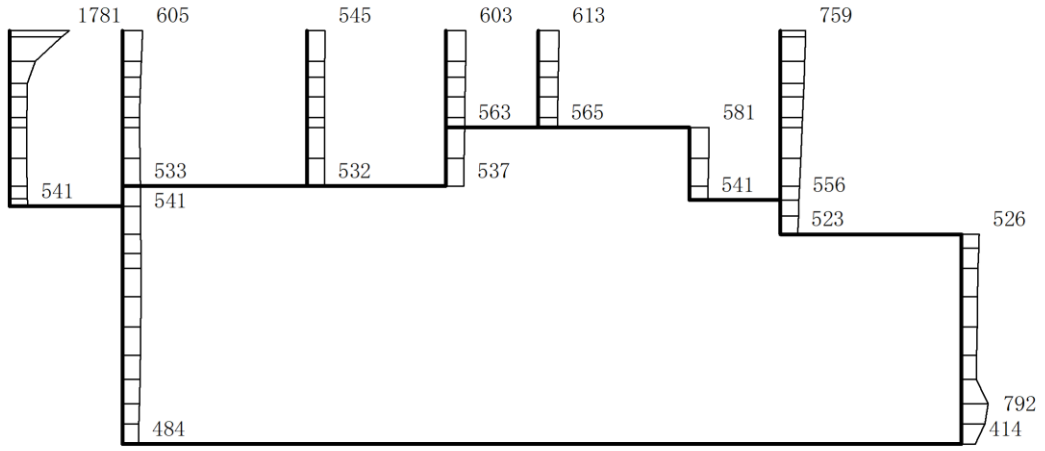


(b) S_s-N₂(NS)(++) 鉛直

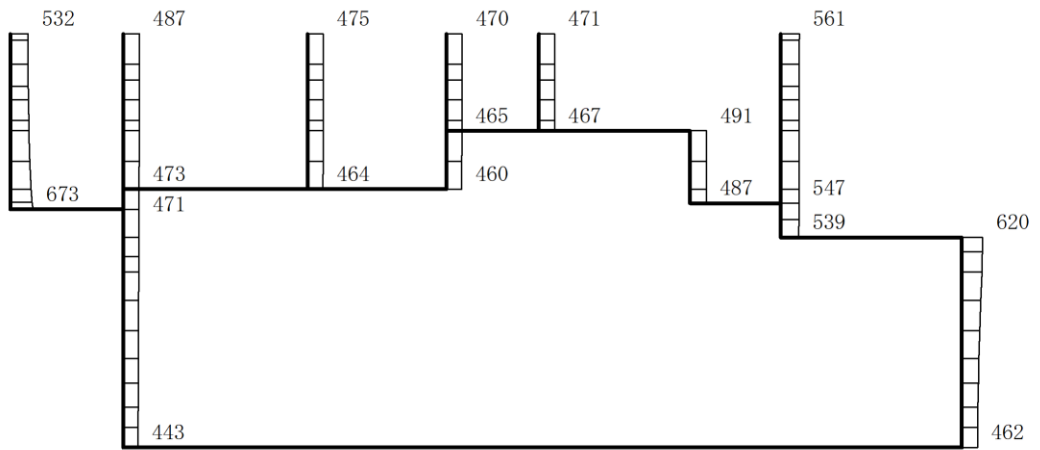
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200(cm/s²)

図 4-125 最大応答加速度分布図(23/45)(解析ケース③)



(a) S_s-N₂ (EW) (++) 水平

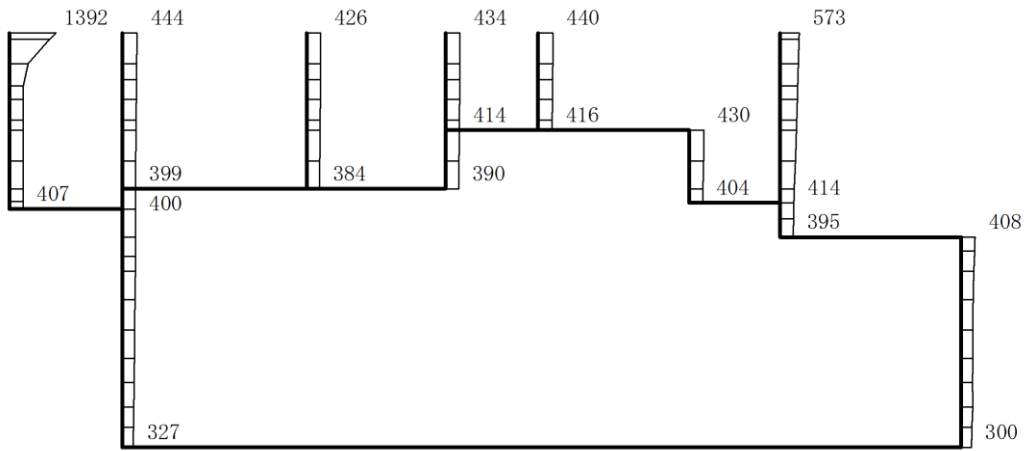


(b) S_s-N₂ (EW) (++) 鉛直

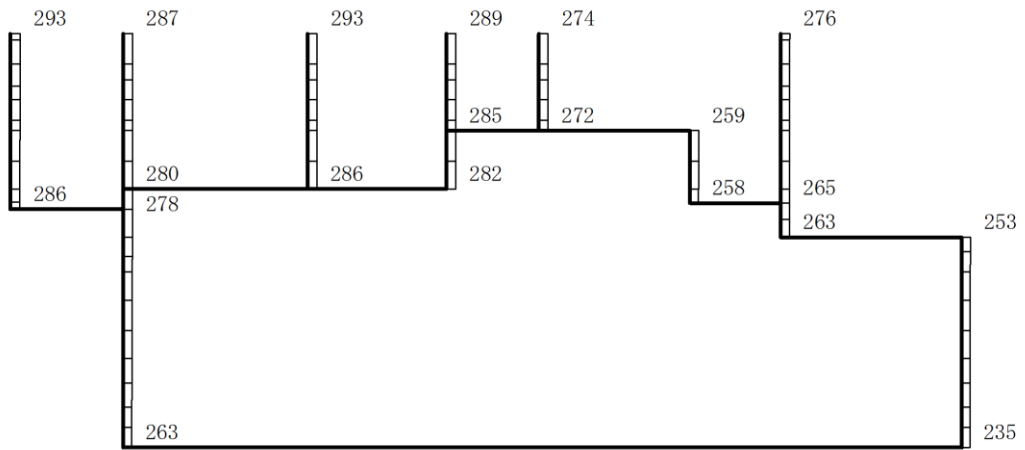
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-126 最大応答加速度分布図 (24/45) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平



(b) S d - D (++) 鉛直

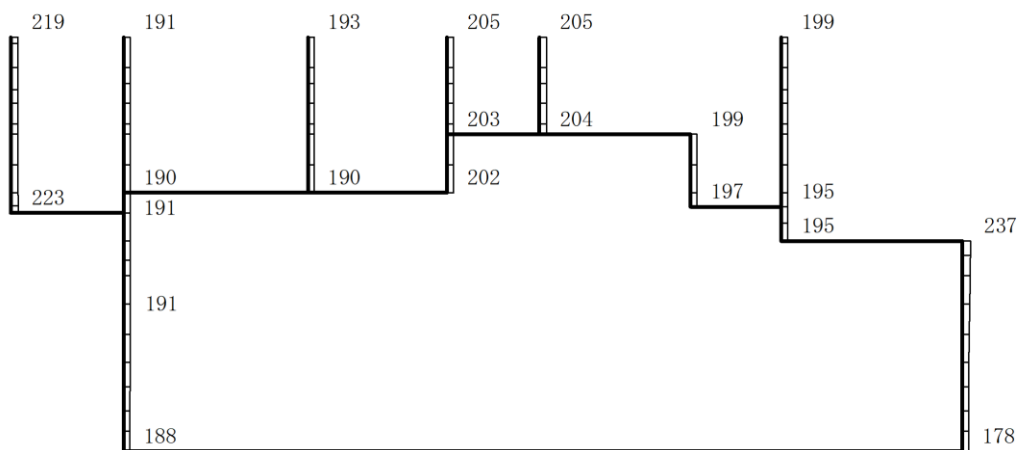
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-127 最大応答加速度分布図 (25/45) (解析ケース①)



(a) S d - F 1 (+ +) 水平

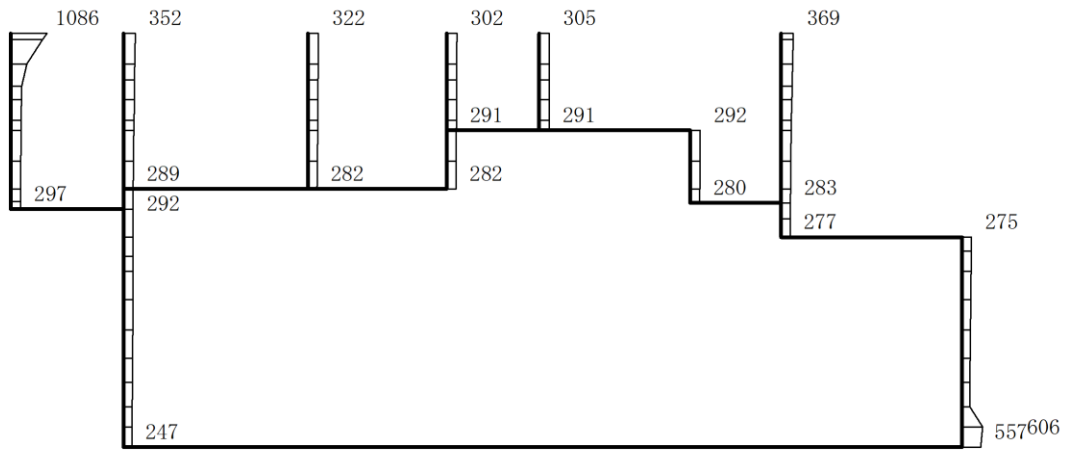


(b) S d - F 1 (+ +) 鉛直

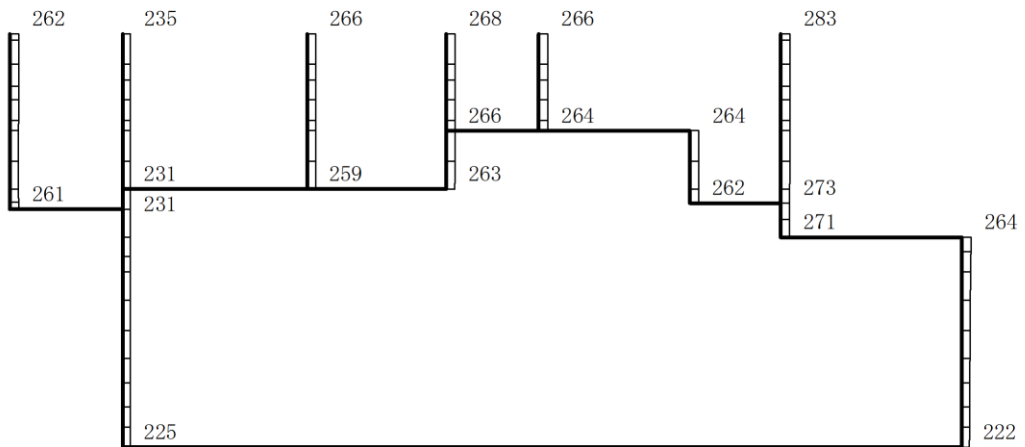
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-128 最大応答加速度分布図 (26/45) (解析ケース①)



(a) S d - F 2 (+ +) 水平

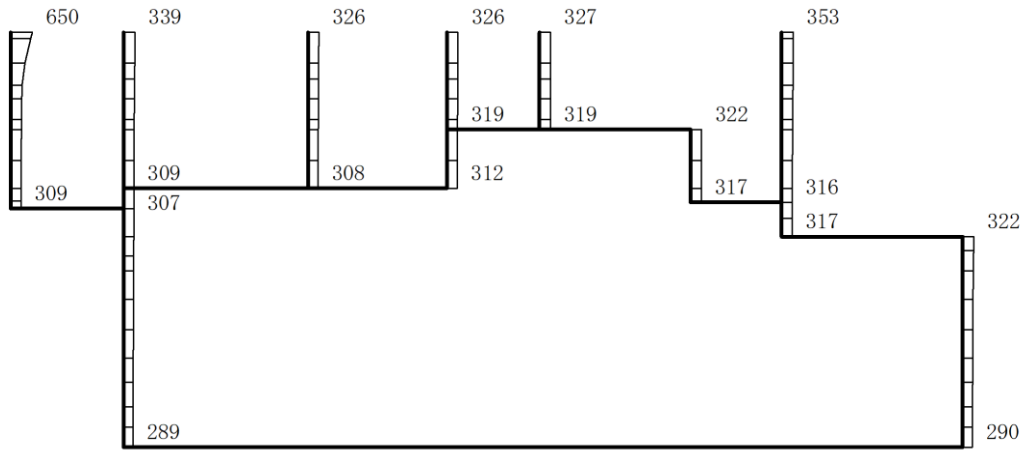


(b) S d - F 2 (+ +) 鉛直

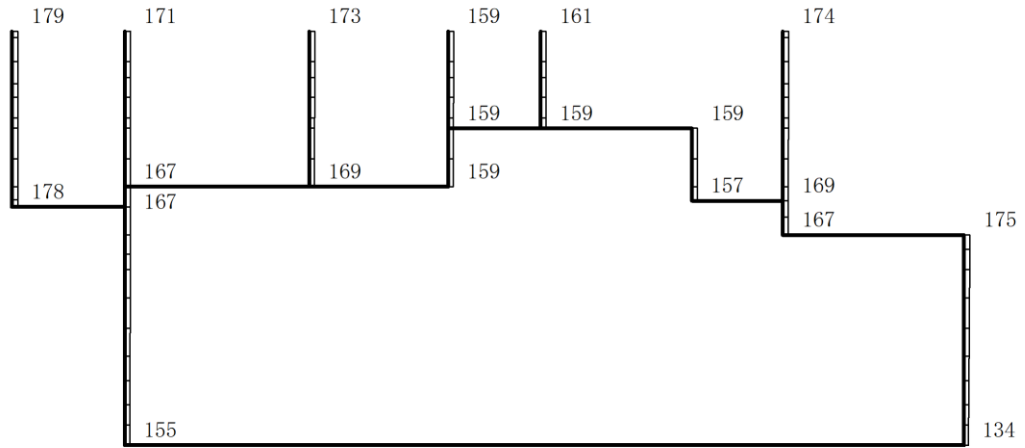
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-129 最大応答加速度分布図 (27/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (++) 水平

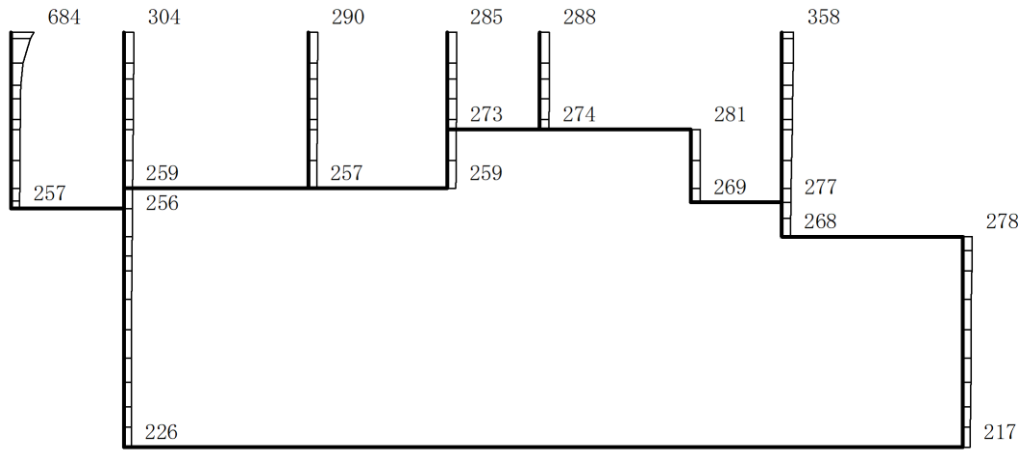


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

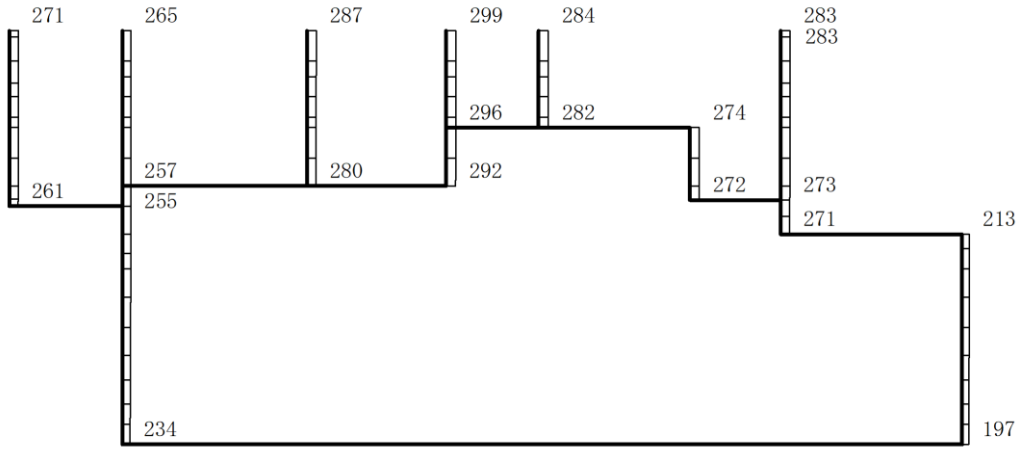
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

図 4-130 最大応答加速度分布図(28/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

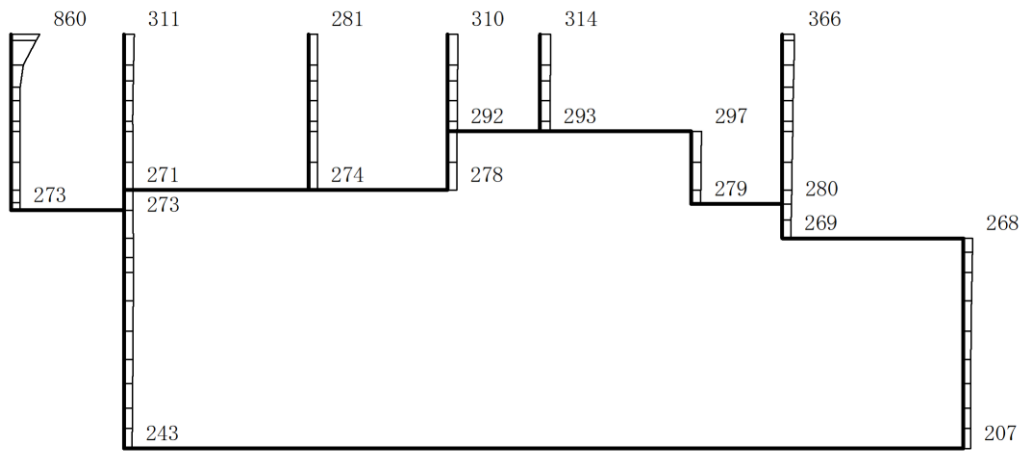


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

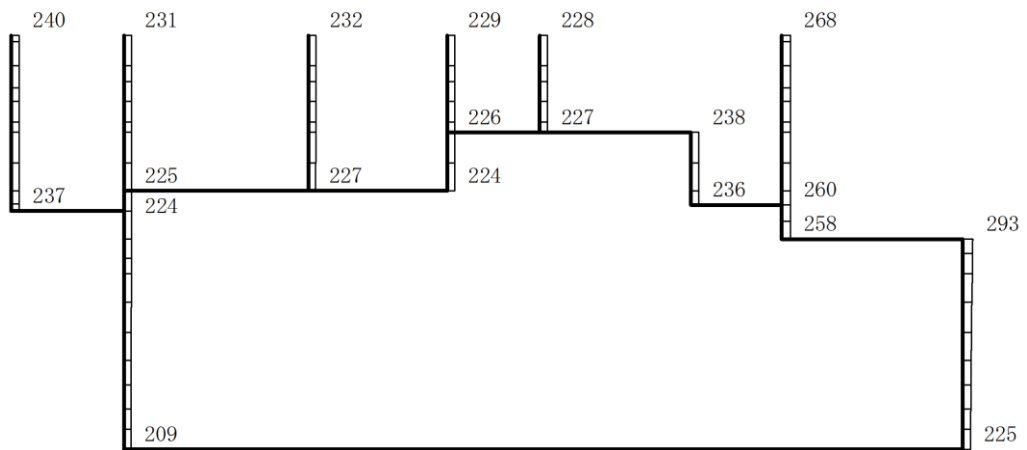
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

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

図 4-131 最大応答加速度分布図(29/45) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

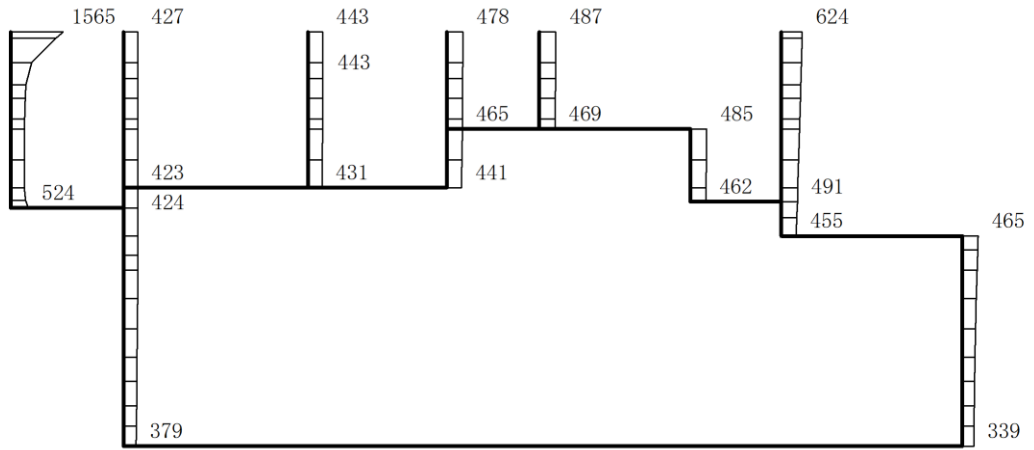


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

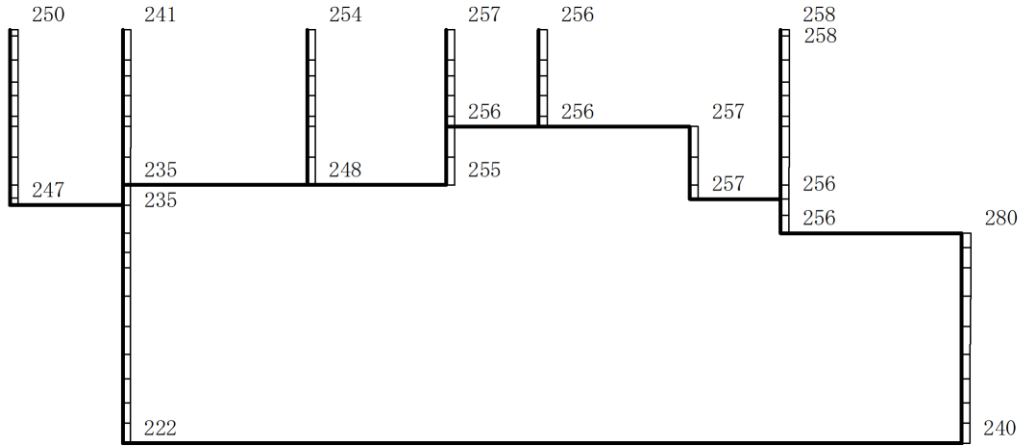
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-132 最大応答加速度分布図 (30/45) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (++) 水平

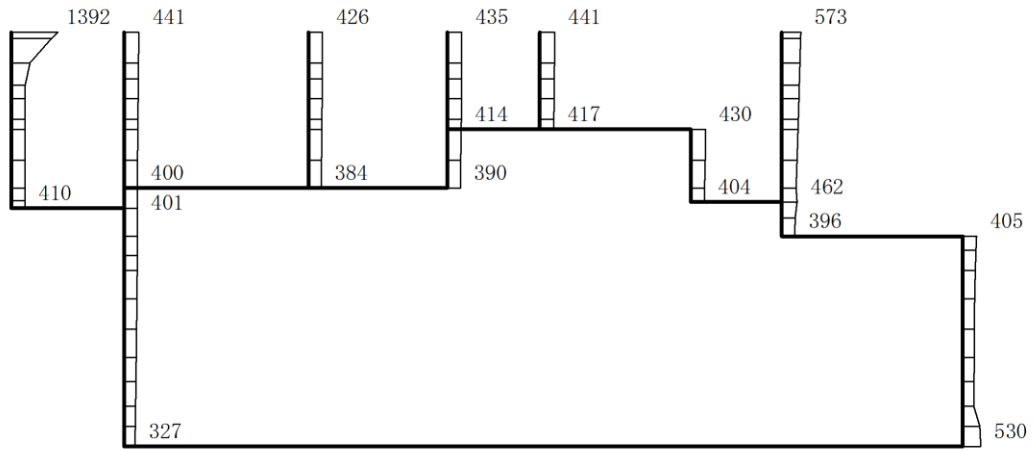


(b) S d - 1 (++) 鉛直

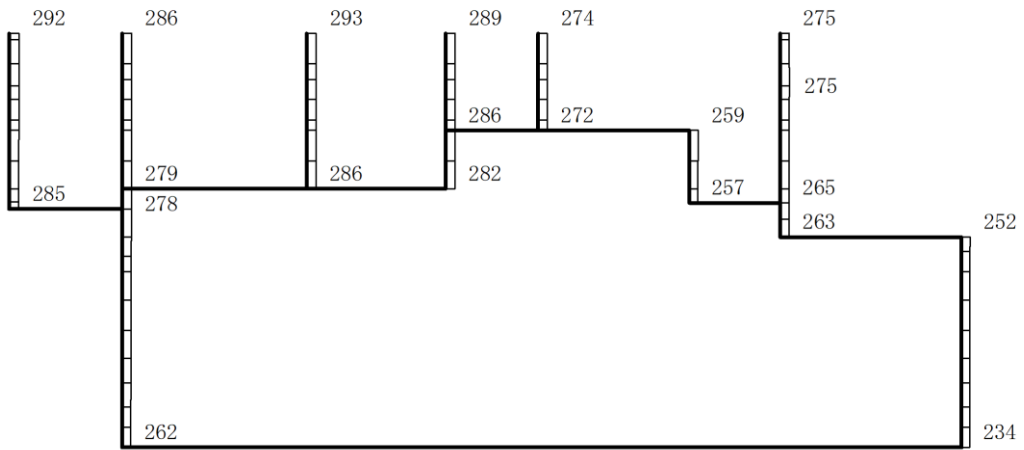
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-133 最大応答加速度分布図 (31/45) (解析ケース①)



(a) S d - D (++) 水平

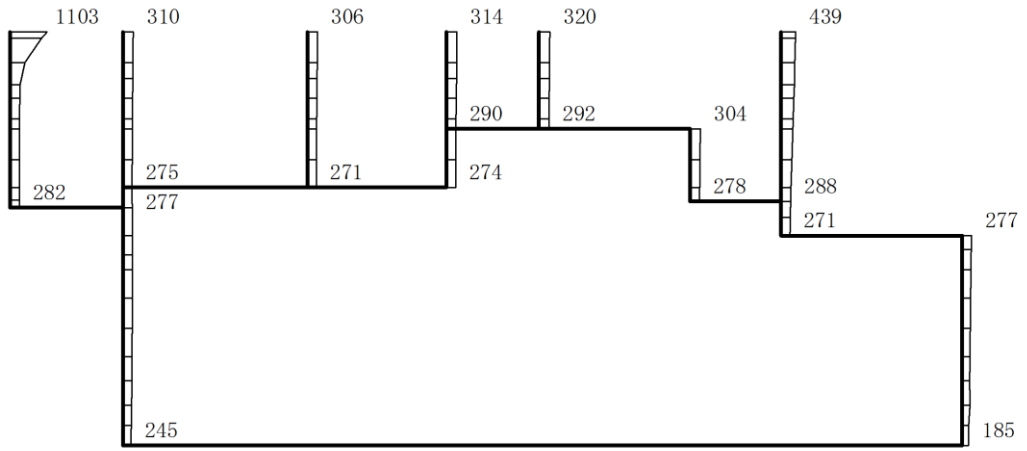


(b) S d - D (++) 鉛直

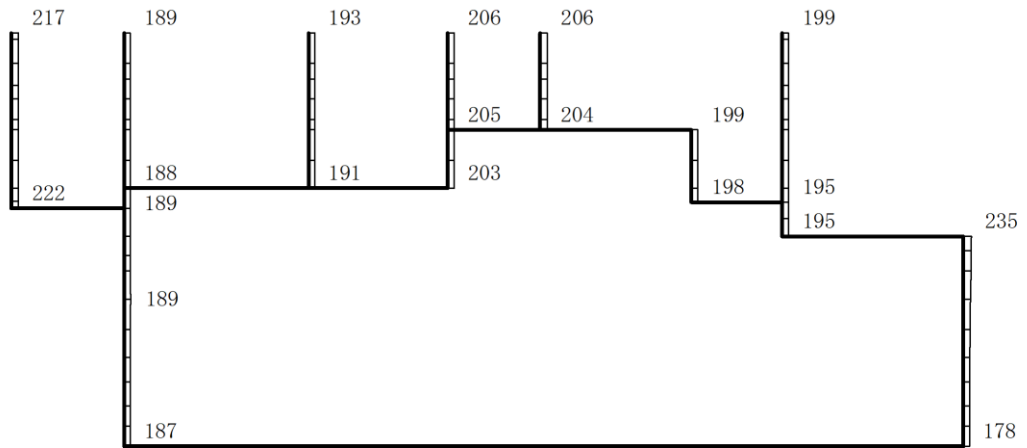
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-134 最大応答加速度分布図 (32/45) (解析ケース②)



(a) S d - F 1 (+ +) 水平

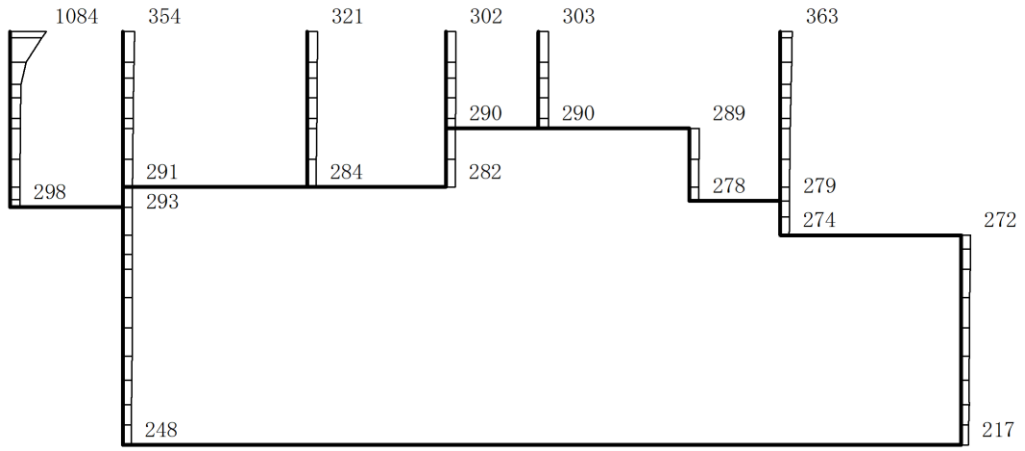


(b) S d - F 1 (+ +) 鉛直

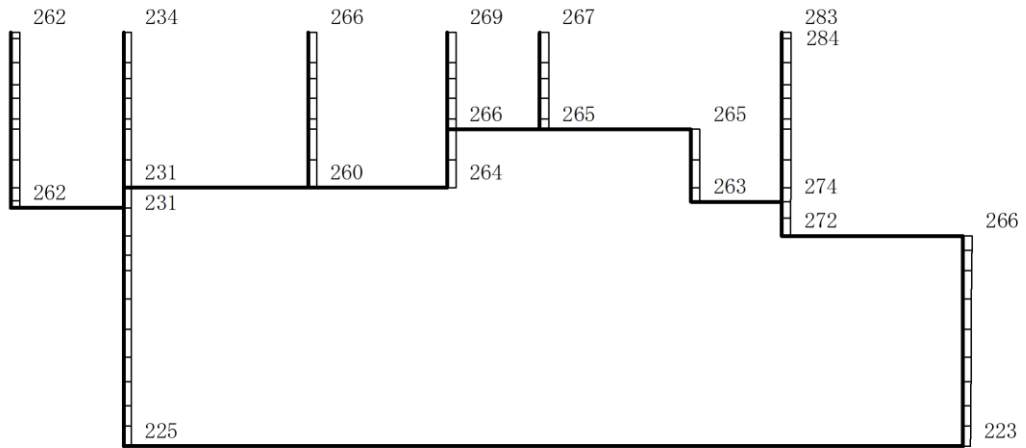
構造スケール $\frac{0}{2}(\text{m})$

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

図 4-135 最大応答加速度分布図 (33/45) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (+ +) 水平

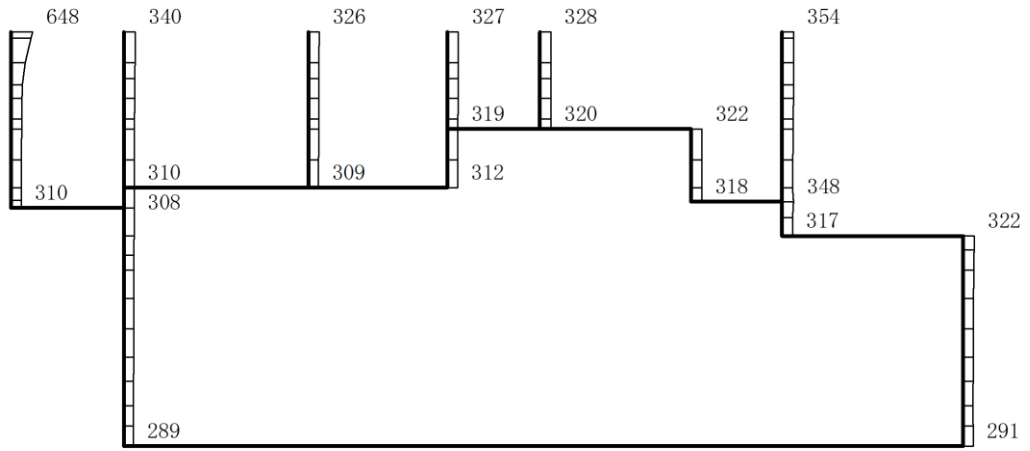


(b) S d - F 2 (+ +) 鉛直

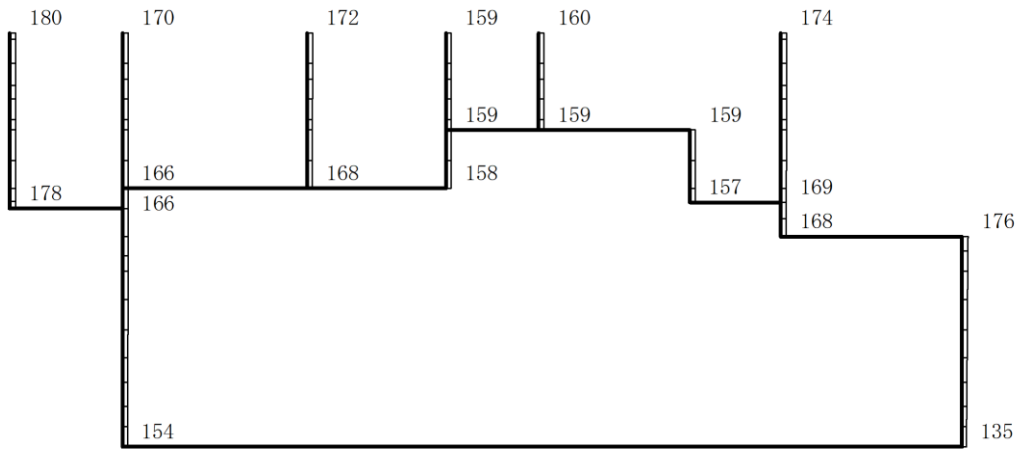
構造スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_{0 \quad 2(m)}$

応答値スケール $\underbrace{\hspace{1cm}}_{0 \quad 1200 (cm/s^2)}$

図 4-136 最大応答加速度分布図 (34/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 (+ +) 水平

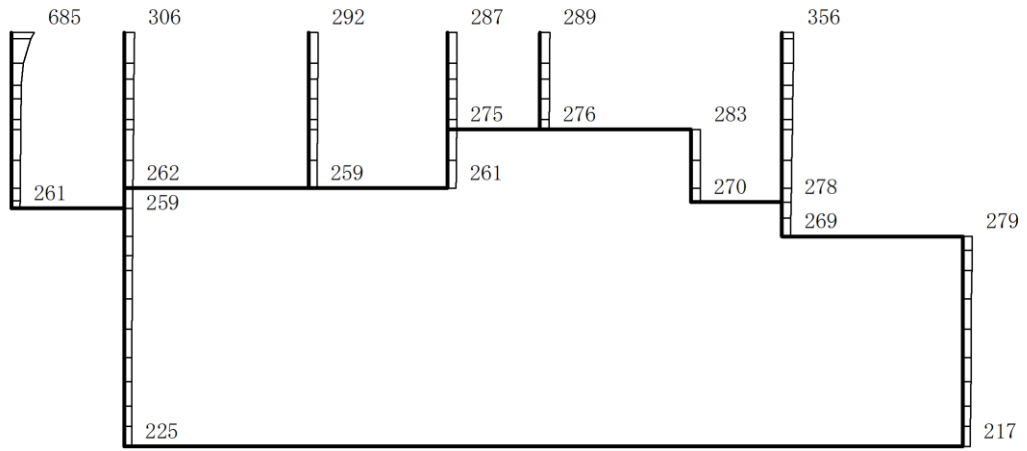


(b) S d - N 1 (+ +) 鉛直

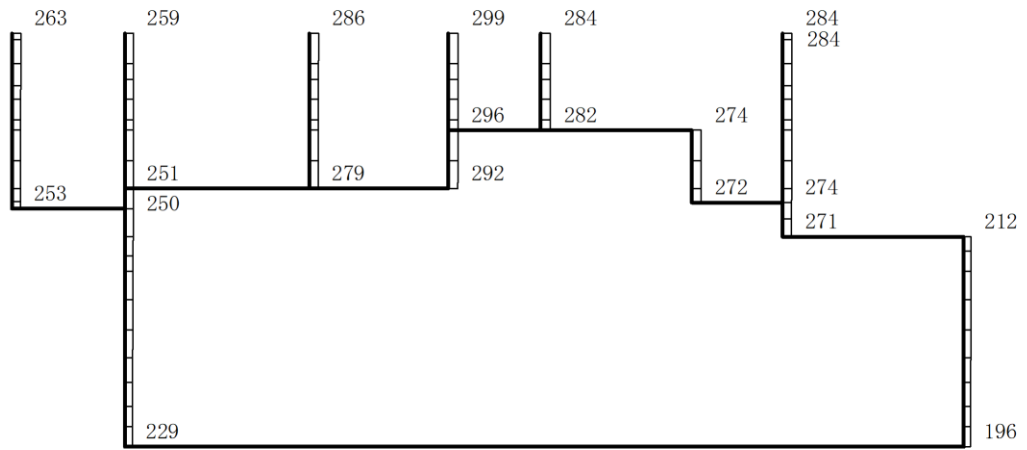
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-137 最大応答加速度分布図 (35/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

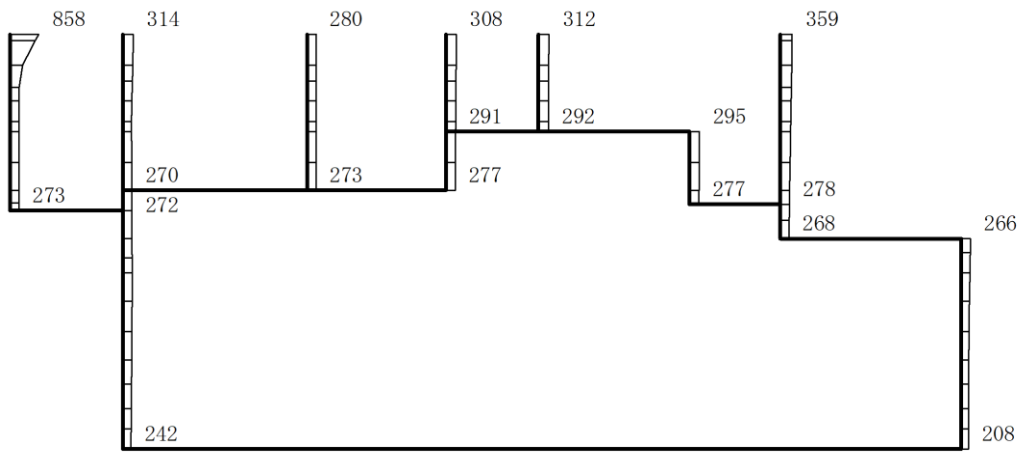


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

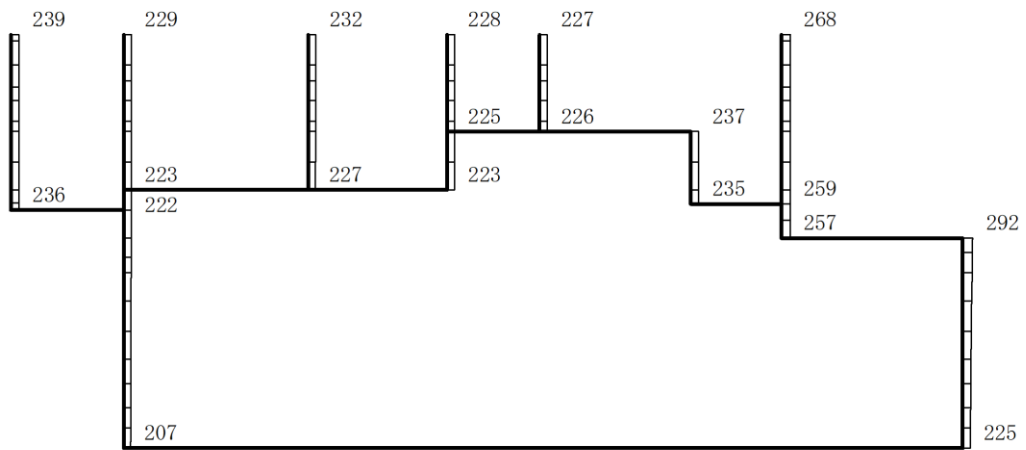
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-138 最大応答加速度分布図 (36/45) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

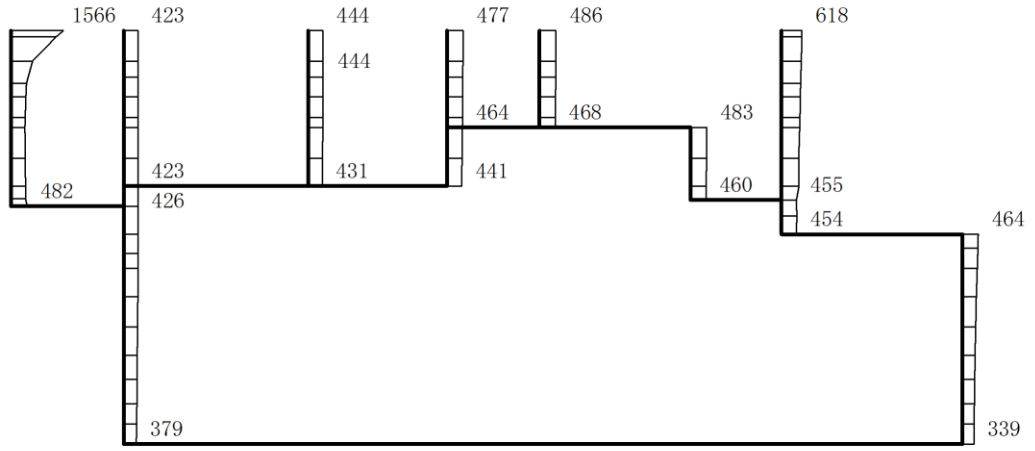


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

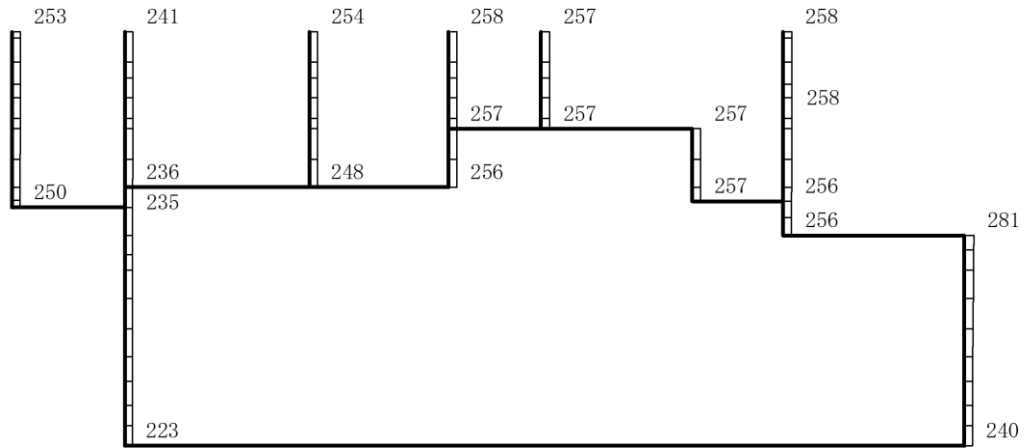
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-139 最大応答加速度分布図 (37/45) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (++) 水平

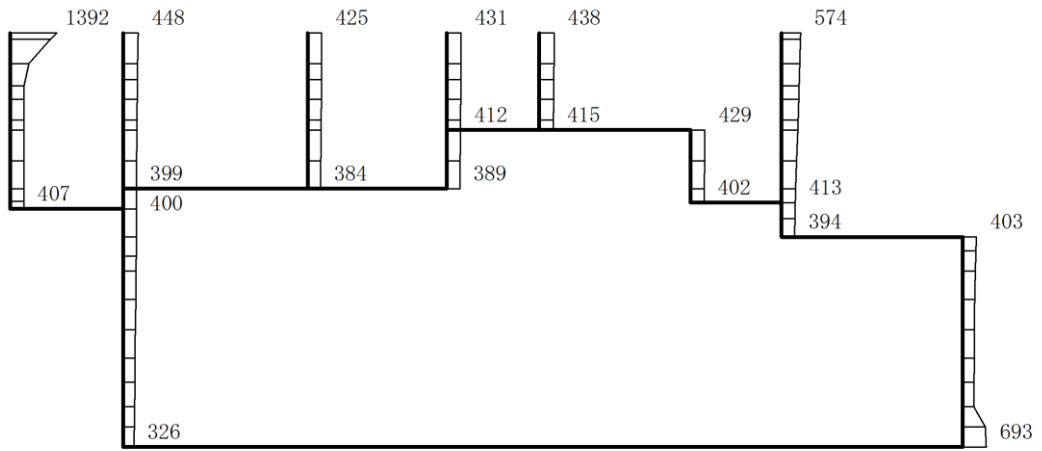


(b) S d - 1 (++) 鉛直

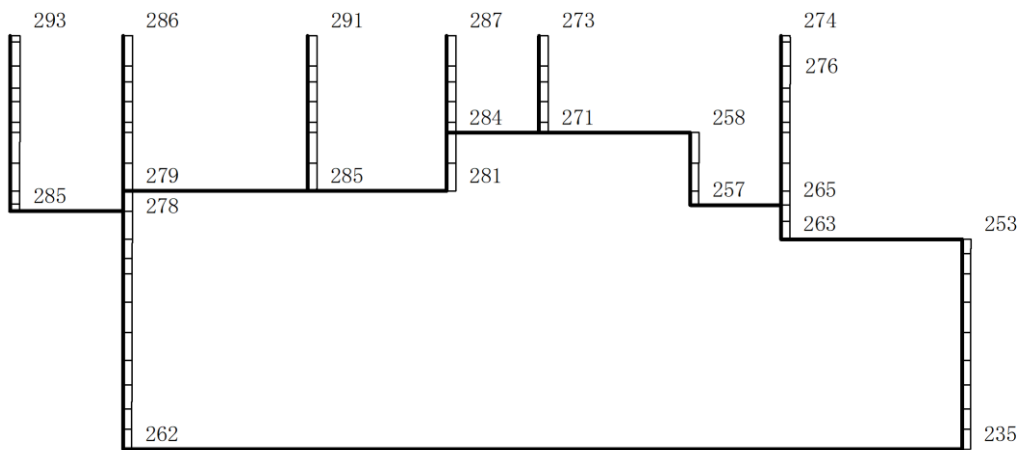
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-140 最大応答加速度分布図 (38/45) (解析ケース②)



(a) S d - D (++) 水平

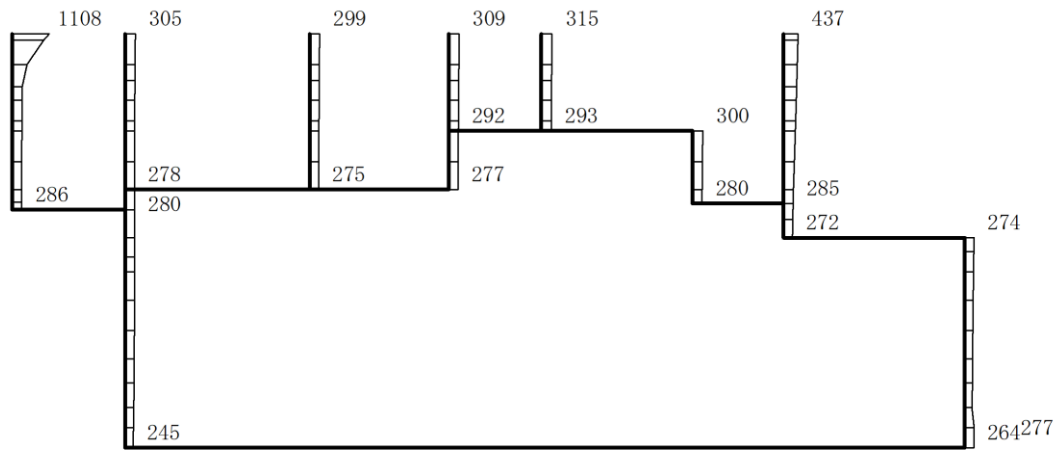


(b) S d - D (++) 鉛直

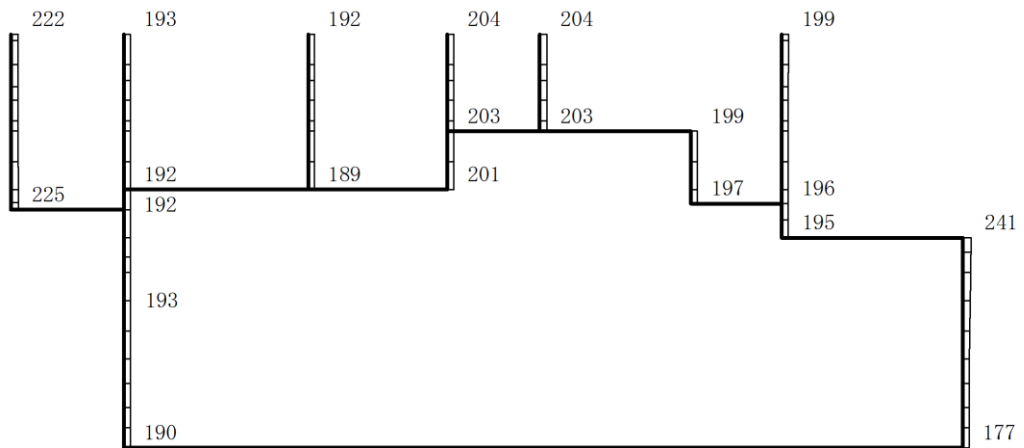
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-141 最大応答加速度分布図 (39/45) (解析ケース③)



(a) S d - F 1 (+ +) 水平

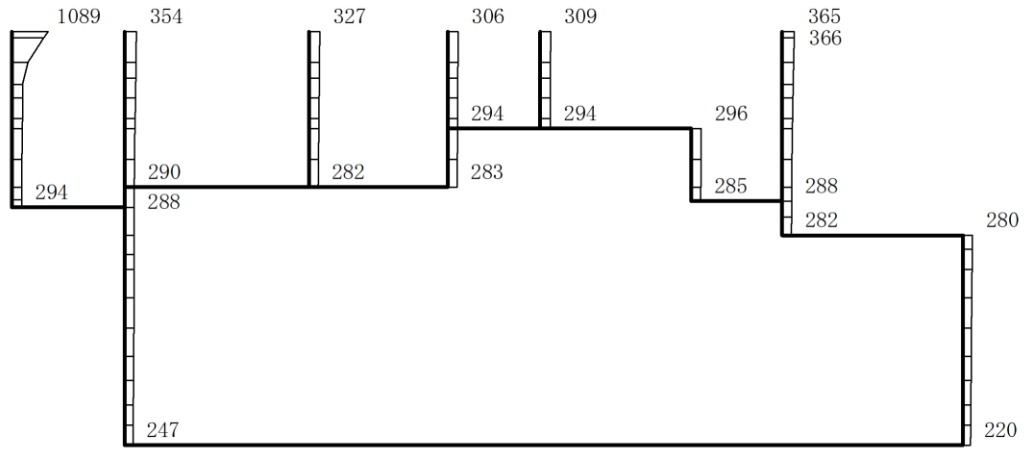


(b) S d - F 1 (+ +) 鉛直

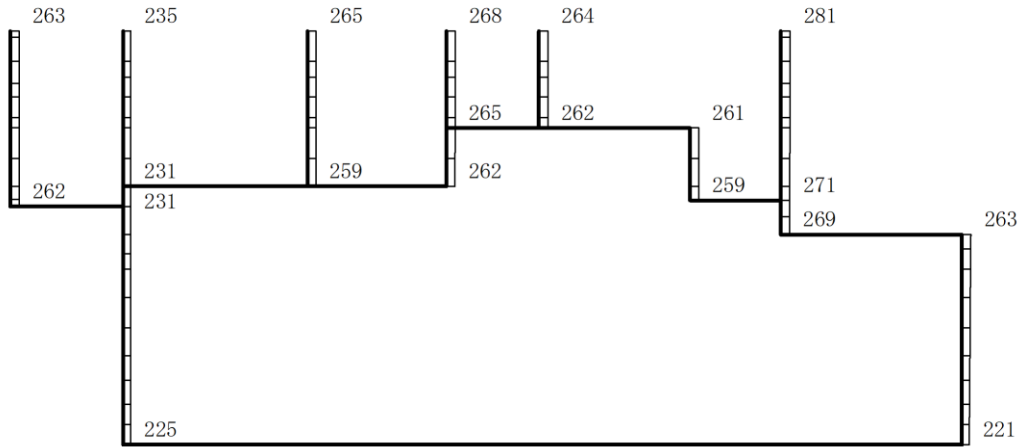
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-142 最大応答加速度分布図(40/45) (解析ケース③)



(a) S d - F 2 (+ +) 水平

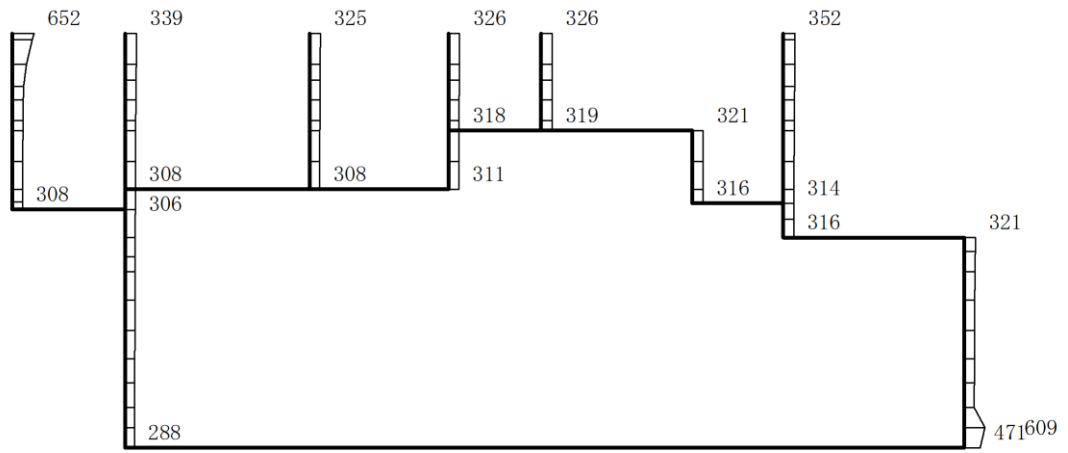


(b) S d - F 2 (+ +) 鉛直

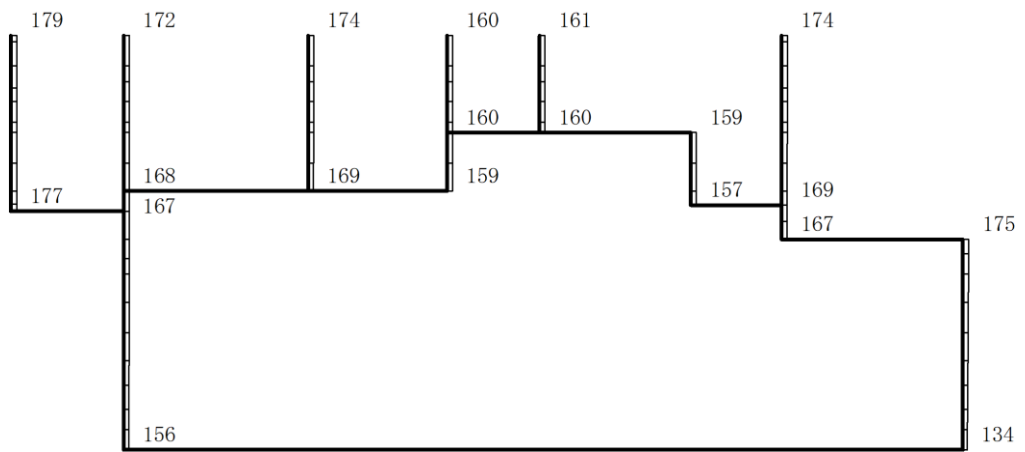
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-143 最大応答加速度分布図(41/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 1 (++) 水平

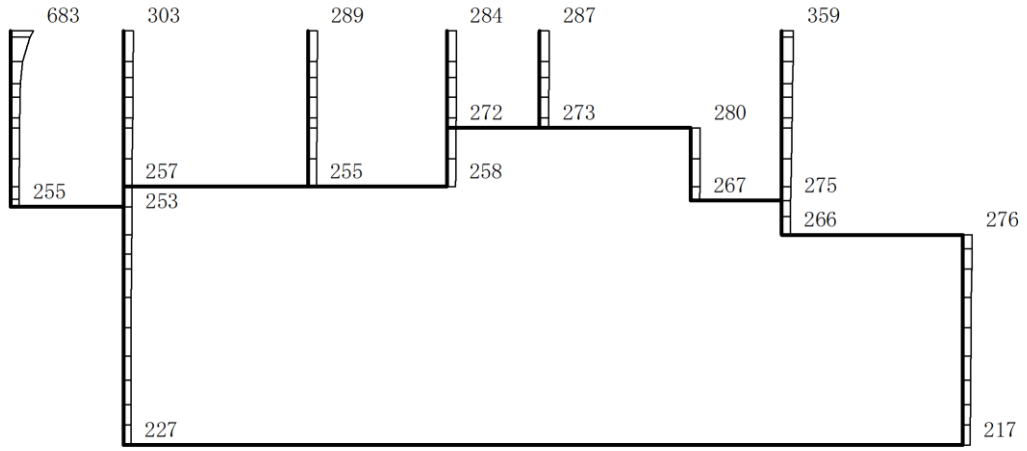


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

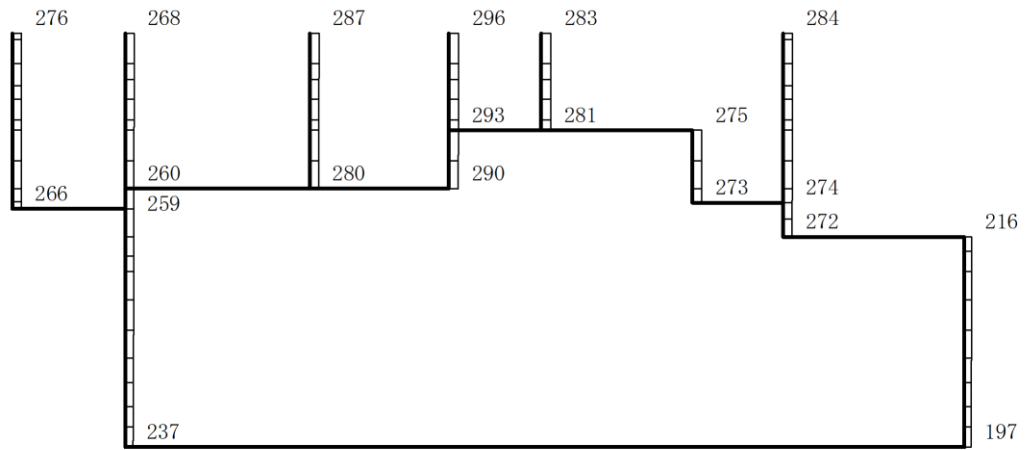
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-144 最大応答加速度分布図(42/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平

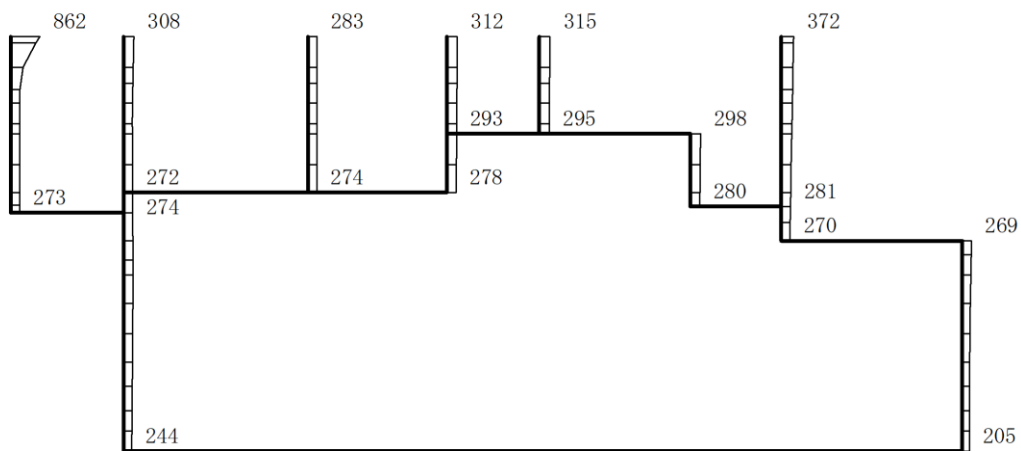


(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

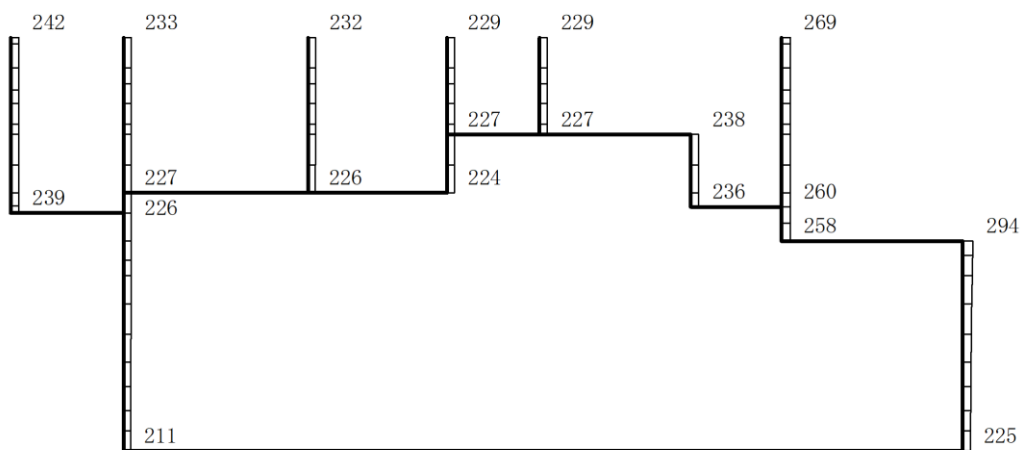
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-145 最大応答加速度分布図(43/45) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平

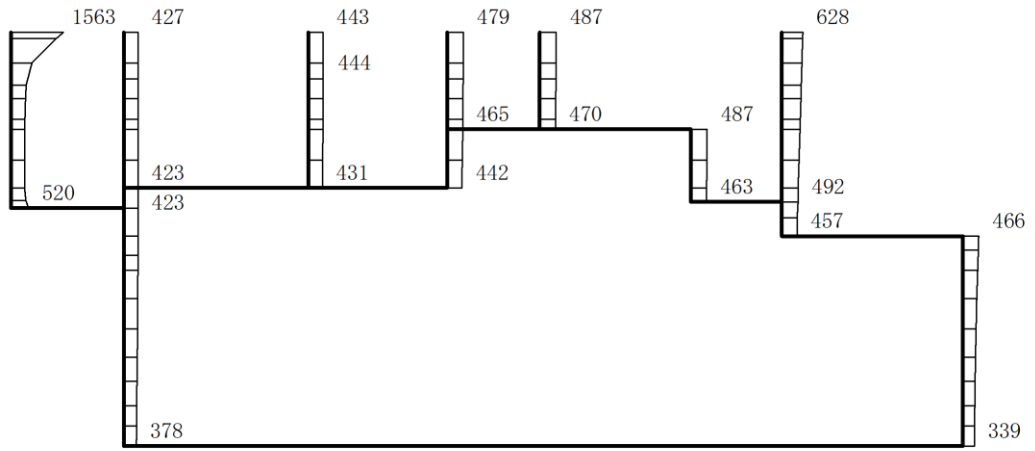


(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

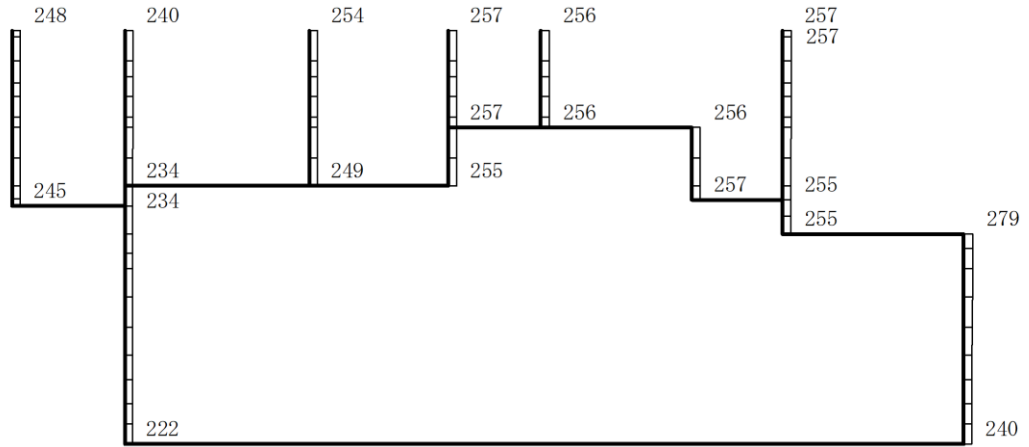
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 4-146 最大応答加速度分布図(44/45) (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 1200 (cm/s²)

図 4-147 最大応答加速度分布図 (45/45) (解析ケース③)

VI-2-2-20 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応
答計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	5
2.4 適用規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 評価対象断面	8
3.2 解析方法	10
3.2.1 構造部材	10
3.2.2 地盤	12
3.2.3 減衰定数	13
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	14
3.3 荷重及び荷重の組合せ	17
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	17
3.3.2 荷重	17
3.3.3 荷重の組合せ	18
3.4 入力地震動	19
3.5 解析モデル及び諸元	46
3.5.1 解析モデル	46
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	48
3.5.3 地盤の物性値	48
3.5.4 地下水位	49
4. 解析結果	50

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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。その際、耐震評価に用いる応答値は、この地震応答解析により構造物に発生する変形、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧とする。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

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の位置図を図2-1に示す。

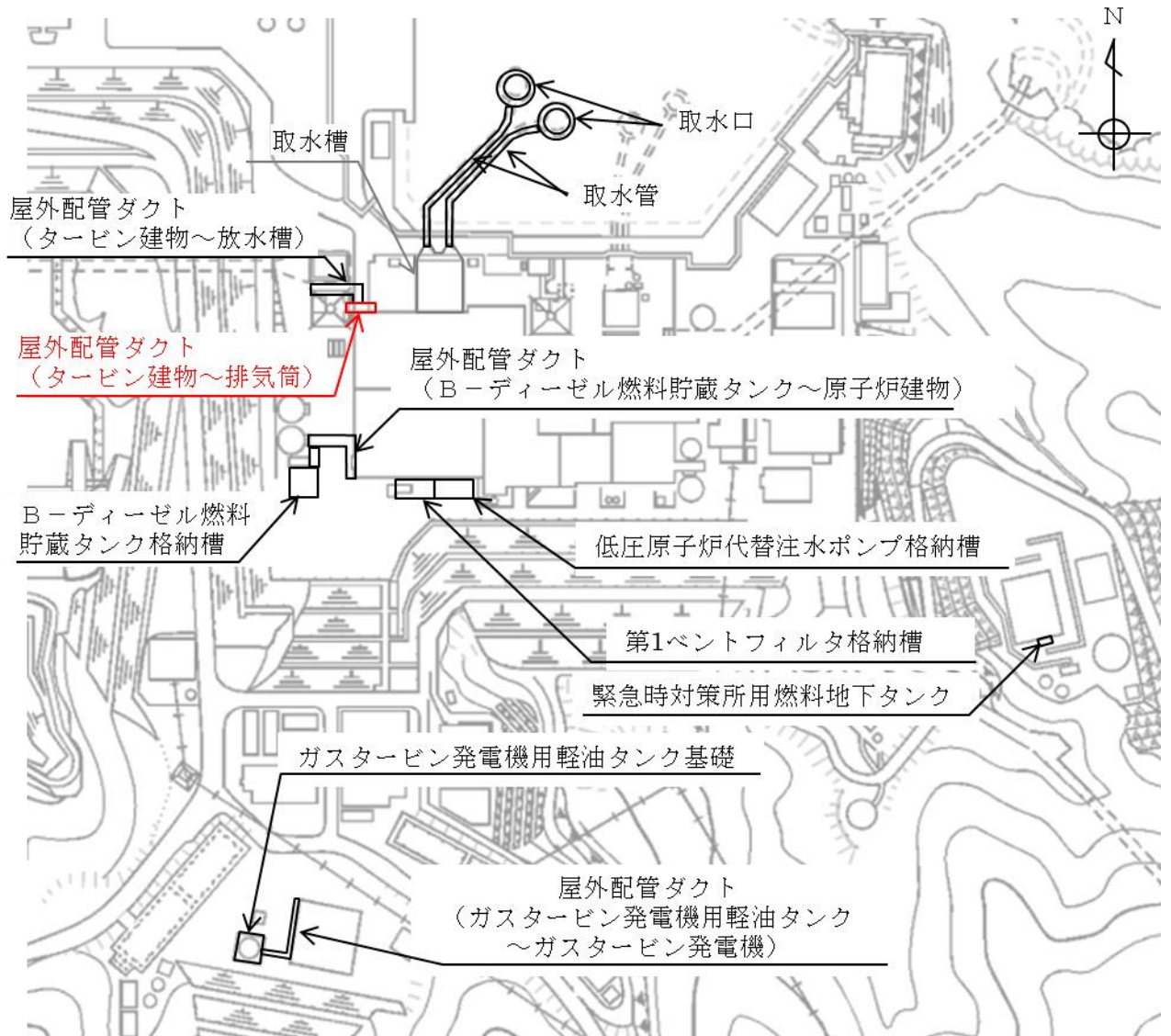


図2-1 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）位置図

2.2 構造概要

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3～図 2-5 に示す。

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、非常用ガス処理系配管・弁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、延長約 20m、幅 6.7m、高さ 3.1m の地中構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持機能を有する C_M 級岩盤に支持される。

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の一部は、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の一部と一体構造（以下「一体化部」という。）となっており、タービン建物及び排気筒の接合部には構造目地が設置されている。

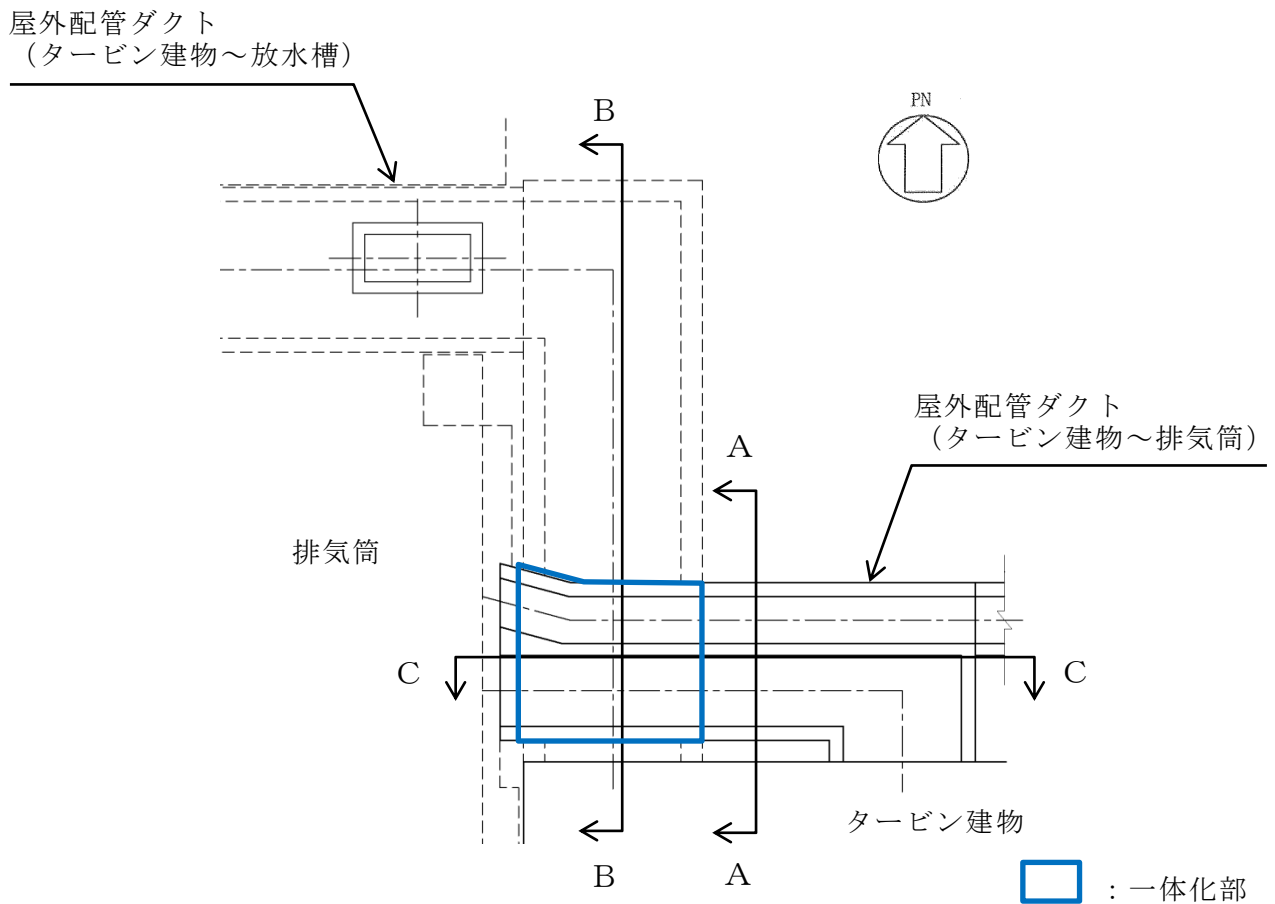


図 2-2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） 平面図

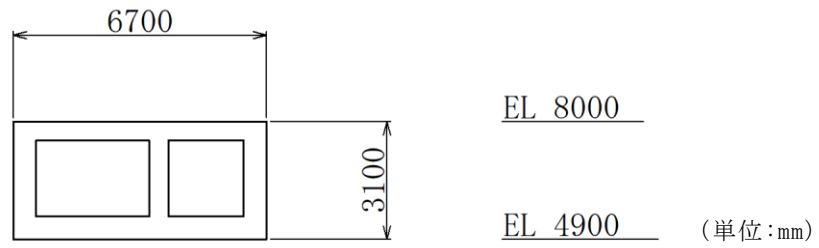


図 2-3 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 断面図 (A-A 断面)

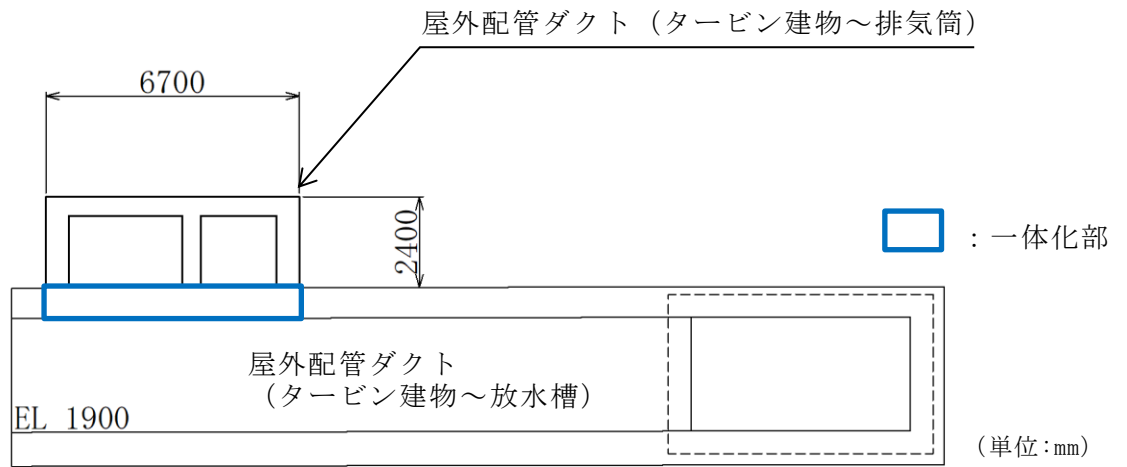


図 2-4 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 断面図 (B-B 断面)

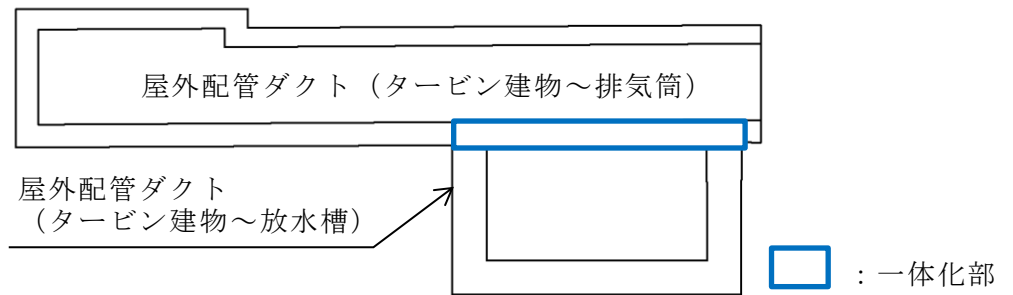


図 2-5 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 断面図 (C-C 断面)

2.3 解析方針

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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2-6に屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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 評価対象断面」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。

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に用いる。また、変形、断面力及び基礎地盤の接地圧は、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の耐震評価に用いる。

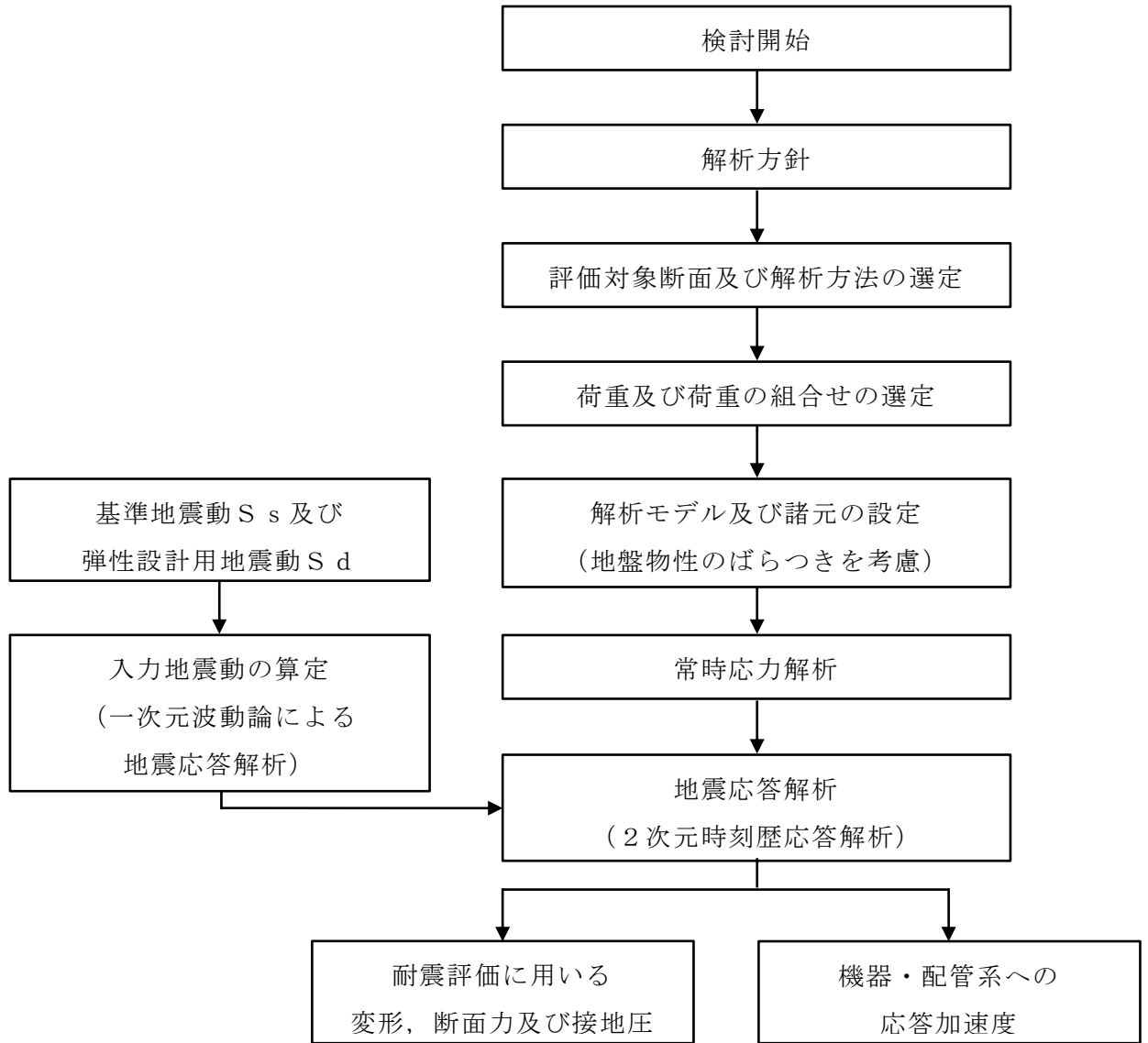


図 2-6 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)

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]（土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書[設計編]（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（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（日本電気協会）

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の評価対象断面位置図を図3-1に示す。

構造物の耐震設計における評価対象断面及び機器・配管系に対する応答加速度抽出断面は、弱軸方向である図3-1のA-A断面とする。なお、一体化部の複雑な構造を精緻に評価するため、A-A断面における耐震評価に加え、B-B断面及びC-C断面に対して、3次元構造解析モデルを用いた耐震評価を別途実施することとする。

構造物の評価対象断面図を図3-2に示す。

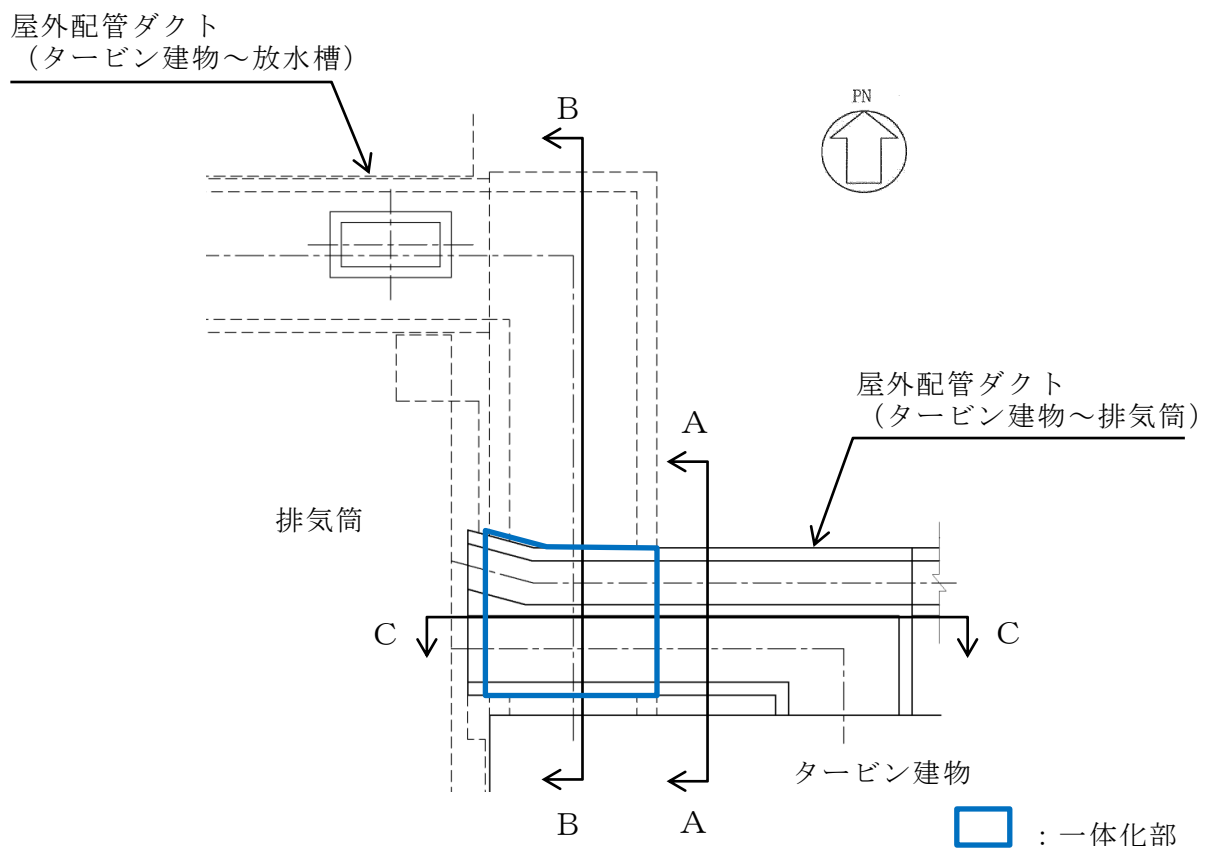


図3-1 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
評価対象断面位置図

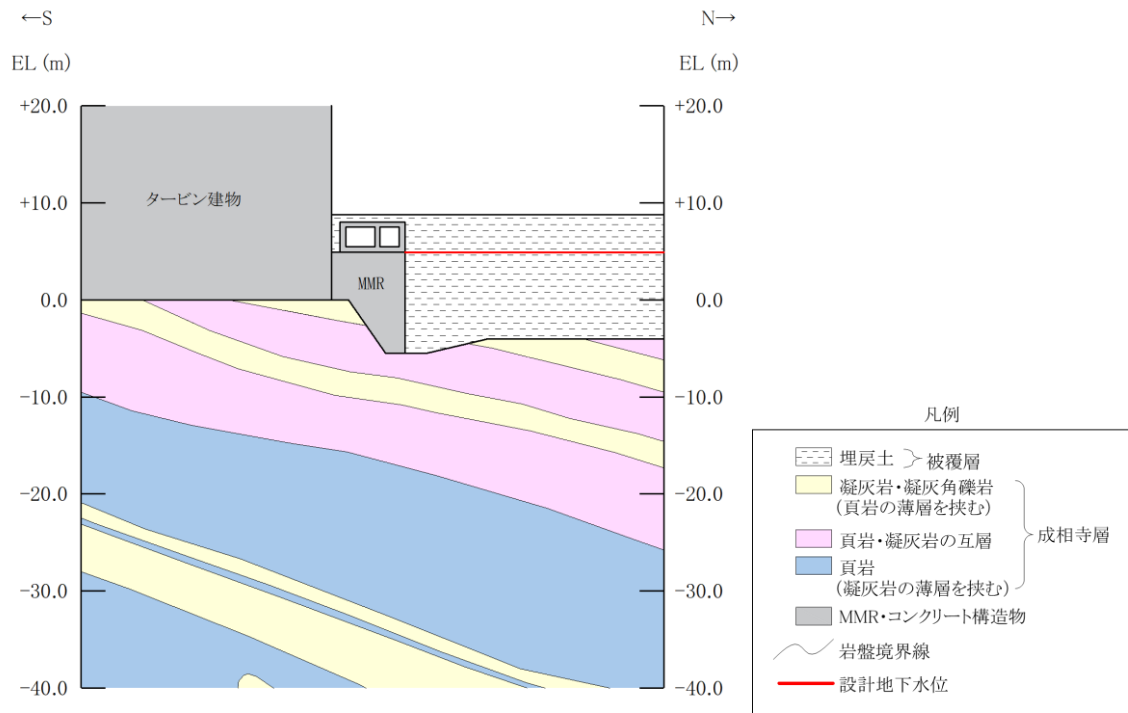


図 3-2 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)
評価対象断面図 (A-A 断面)

3.2 解析方法

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」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次元有限要素法解析を用いて、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。屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）周辺の地下水位は、構造物底版より低いことから、解析方法は全応力解析とする。

構造部材については、非線形はり要素を用いることとし、構造部材の非線形特性については、ファイバーモデルで考慮する。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にモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「SLAP」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、ファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する。ファイバーモデルは、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形特性を考慮する材料非線形モデルであり（図3-3参照）、図3-4に示すコンクリートの応力-ひずみ関係及び図3-5に示す鉄筋の応力-ひずみ関係を考慮する。

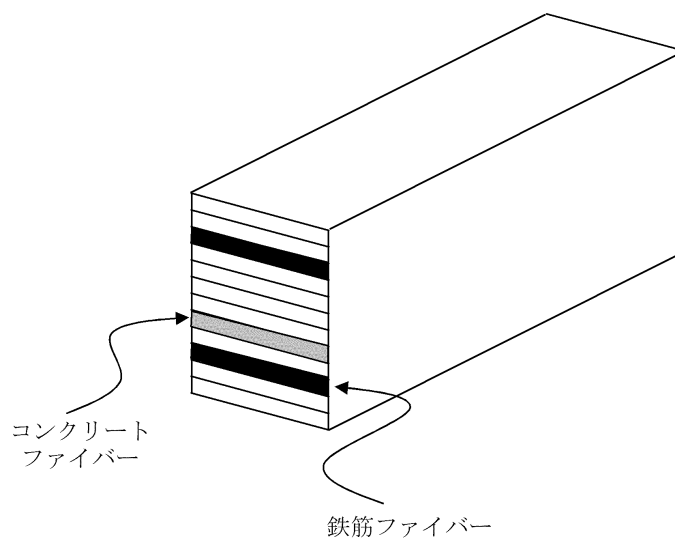
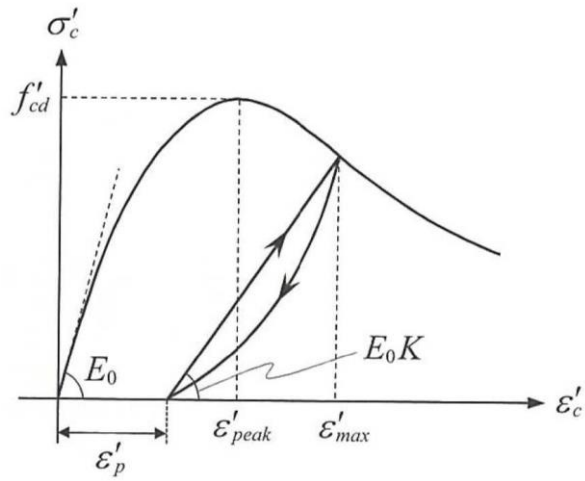
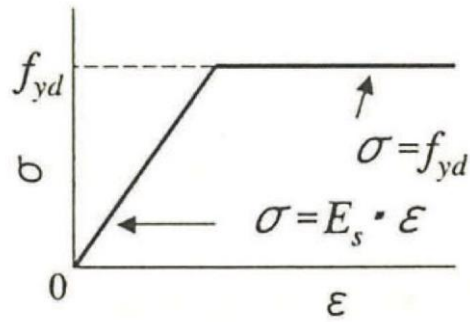


図3-3 ファイバーモデルの概念図



(コンクリート標準示方書[設計編] (土木学会, 2017年制定) より引用)

図 3-4 構造部材の非線形特性 (コンクリートの応力-ひずみ関係)



(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) より引用)

図 3-5 構造部材の非線形特性 (鉄筋の応力-ひずみ関係)

3.2.2 地盤

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、MMR 上に設置され、北側に埋戻土が分布し、主たる荷重は埋戻土から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。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③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。

詳細な解析ケースの考え方は、「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

解析ケース	地盤物性	
	埋戻土 (G_0 : 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)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	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、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、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。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 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 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A断面	0.000	4.229×10^{-4}

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

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s 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 以上とな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及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		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及び③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、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。
		-+*	○	
		+ - *	○	
		--*	○	
	$S_s - F 1$	++*	○	
	$S_s - F 2$	++*	○	
	$S_s - N 1$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - N 2$ (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。

(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

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及び③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 3-4 に示す。

表 3-4 (1) 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(基準地震動 S_s)

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		基本ケース	地盤物性のばらつき ($+1\sigma$) 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 $+1\sigma$	平均値 -1σ
地震動 (位相)	$S_s - D$	++*	○	○
	$S_s - F1$	++*	○	○
	$S_s - F2$	++*	○	○
	$S_s - N1$	++*	○	○
	$S_s - N2$ (NS)	++*	○	○
	$S_s - N2$ (EW)	++*	○	○

注記* : 地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表す。

表 3-4 (2) 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース
(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
		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

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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

埋設構造物であるため、積雪及び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

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）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・配管荷重を考慮する

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、土圧を考慮する

(3) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 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 3-5 に示す。

表 3-5 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。

図3-6に入力地震動算定の概念図を、図3-7～図3-32に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。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」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。

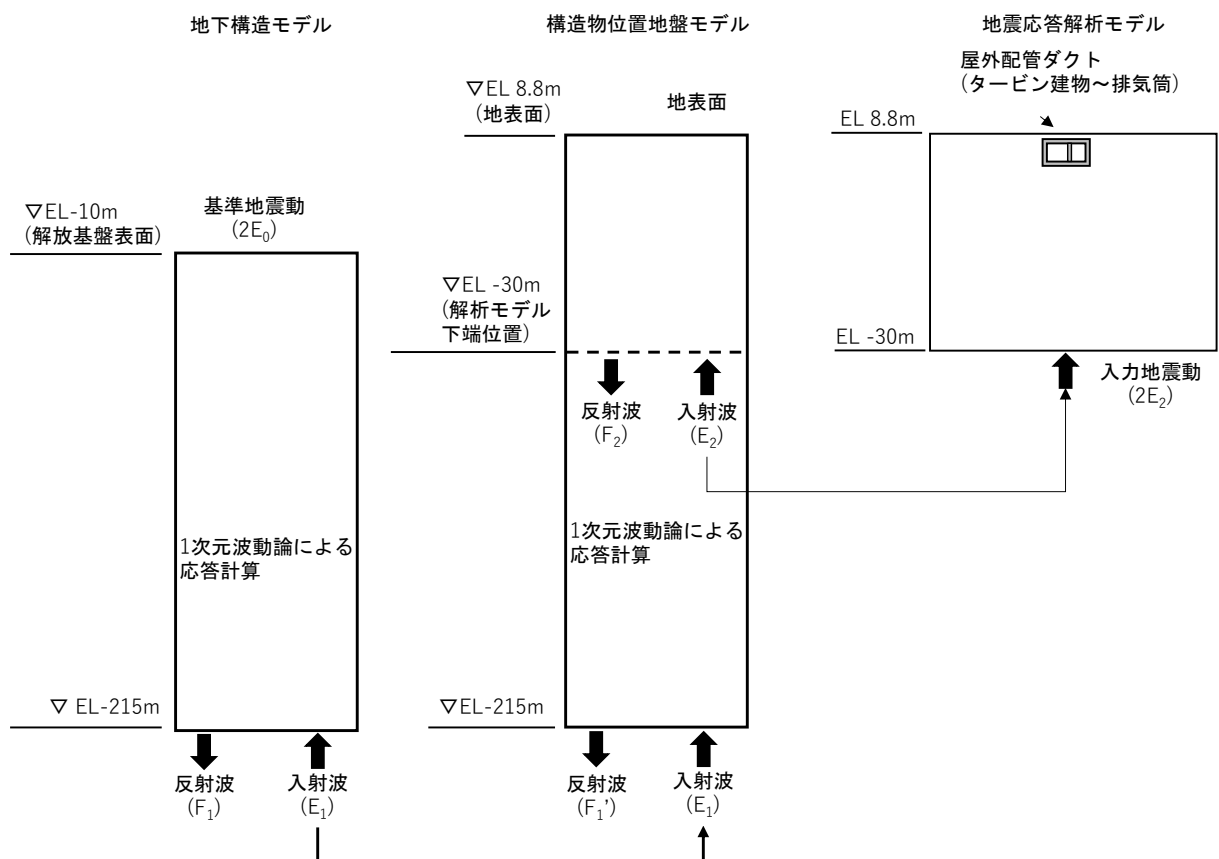
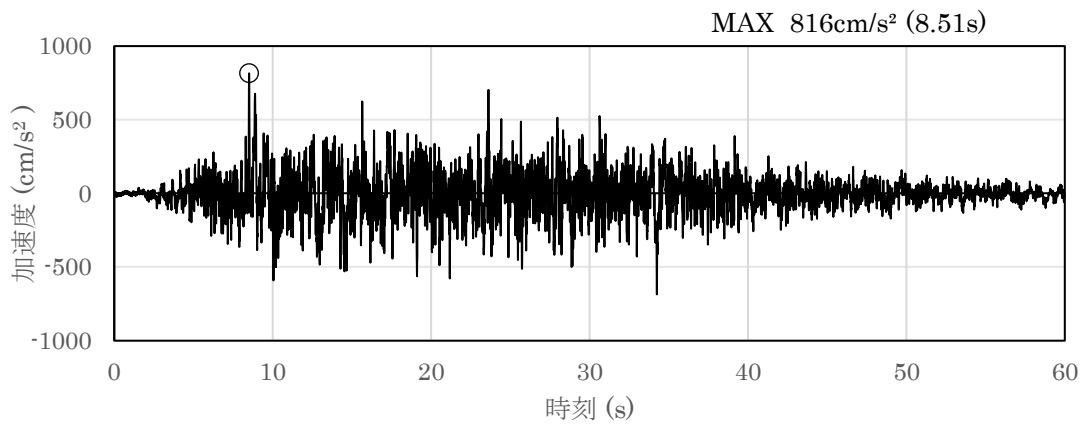
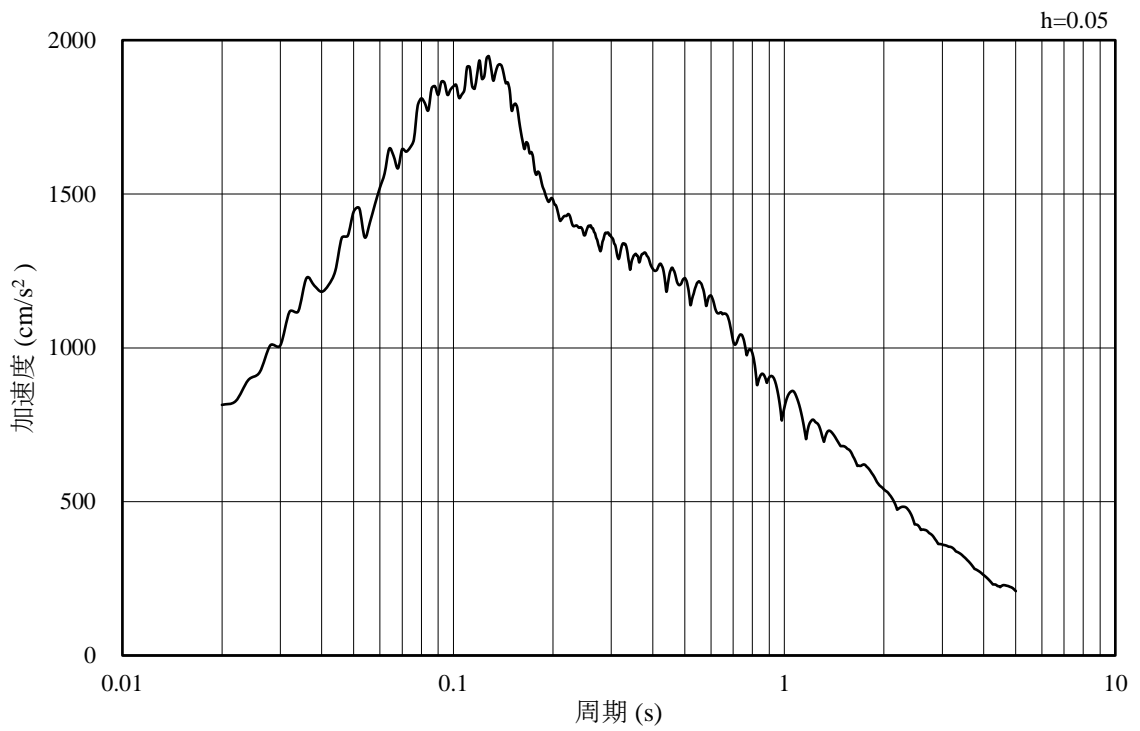


図3-6 入力地震動算定の概念図

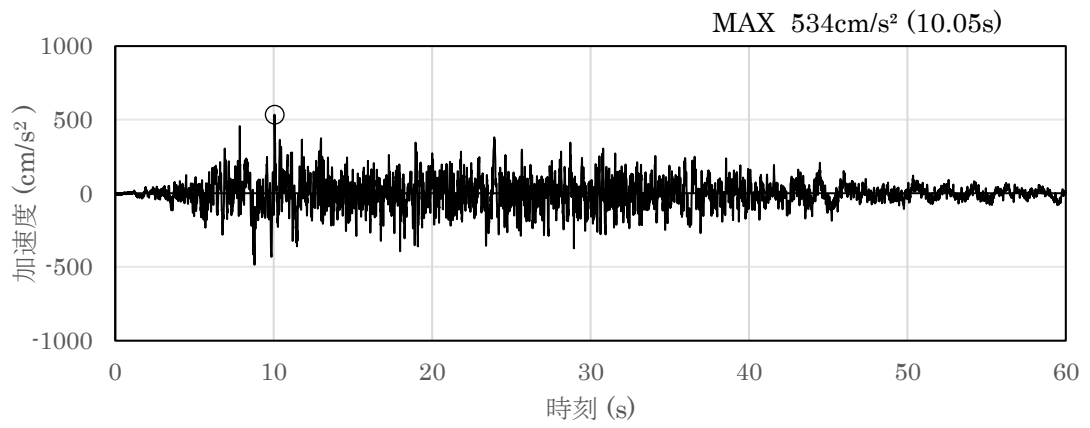


(a) 加速度時刻歴波形

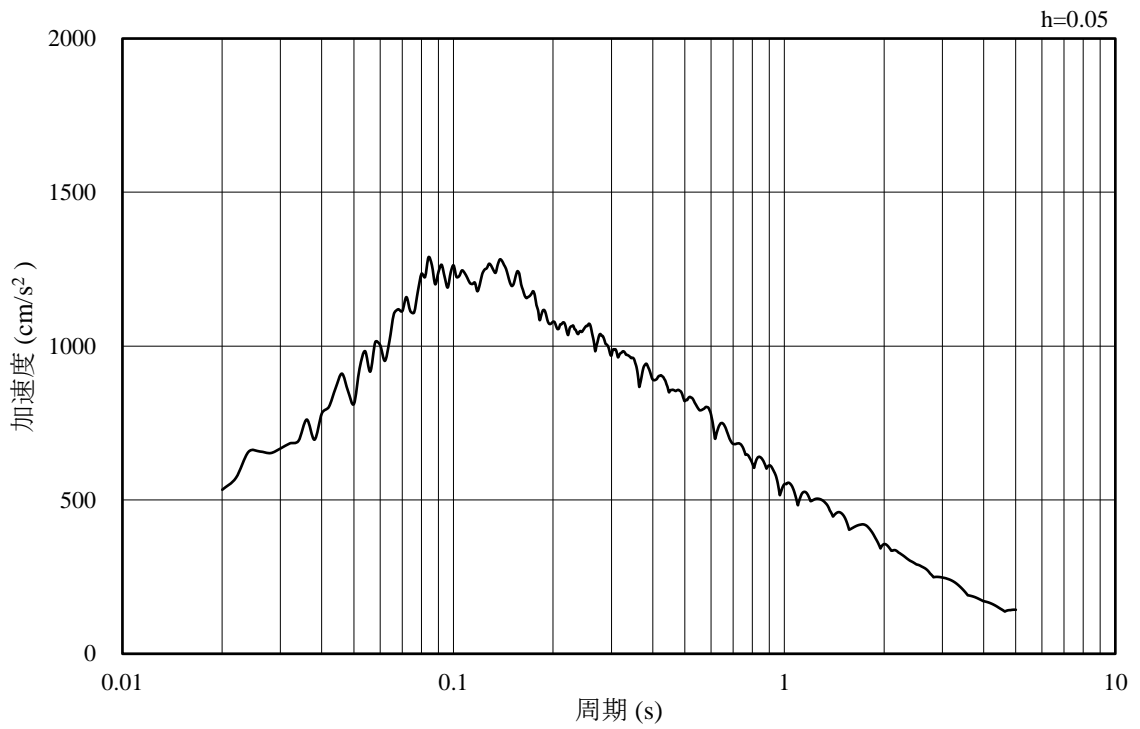


(b) 加速度応答スペクトル

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)

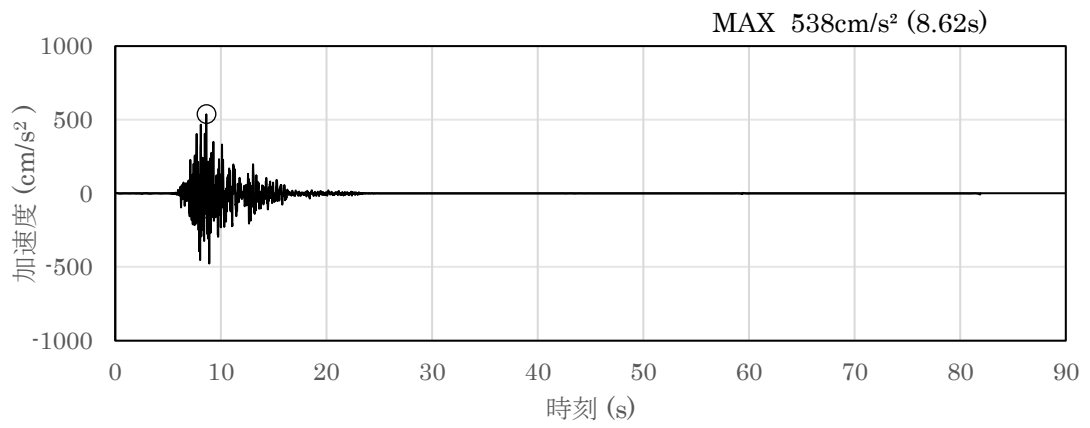


(a) 加速度時刻歴波形

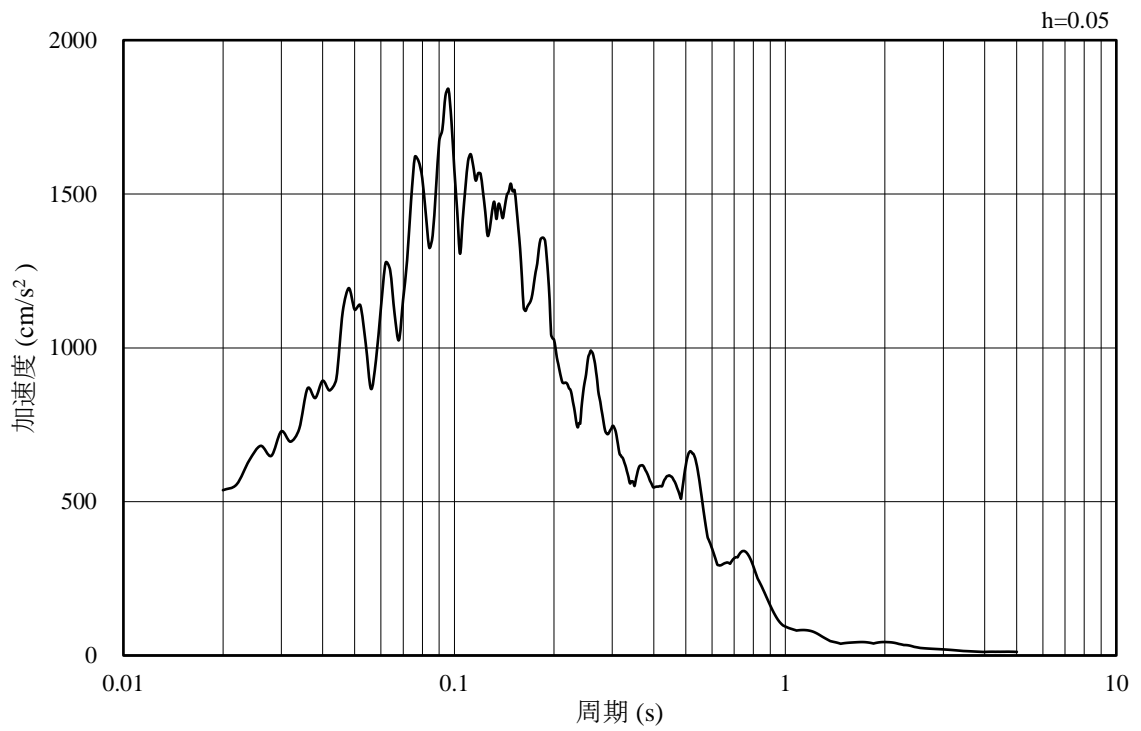


(b) 加速度応答スペクトル

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)

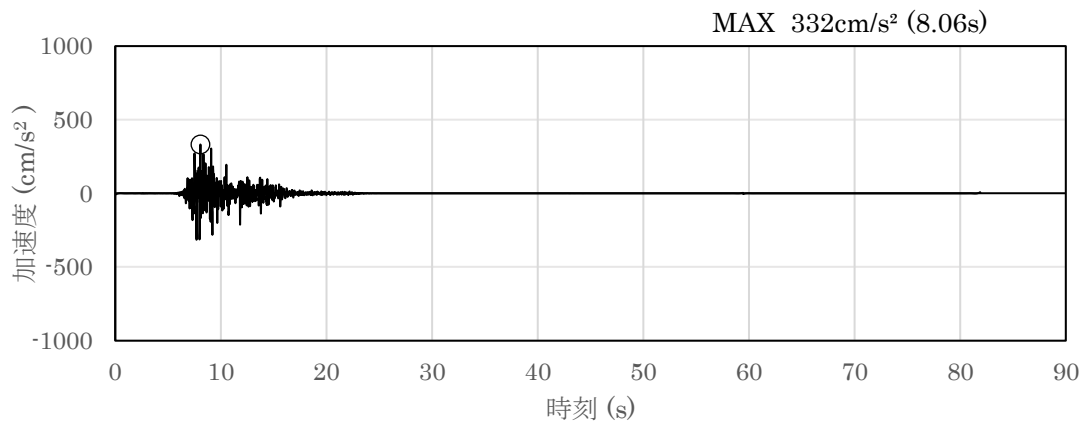


(a) 加速度時刻歴波形

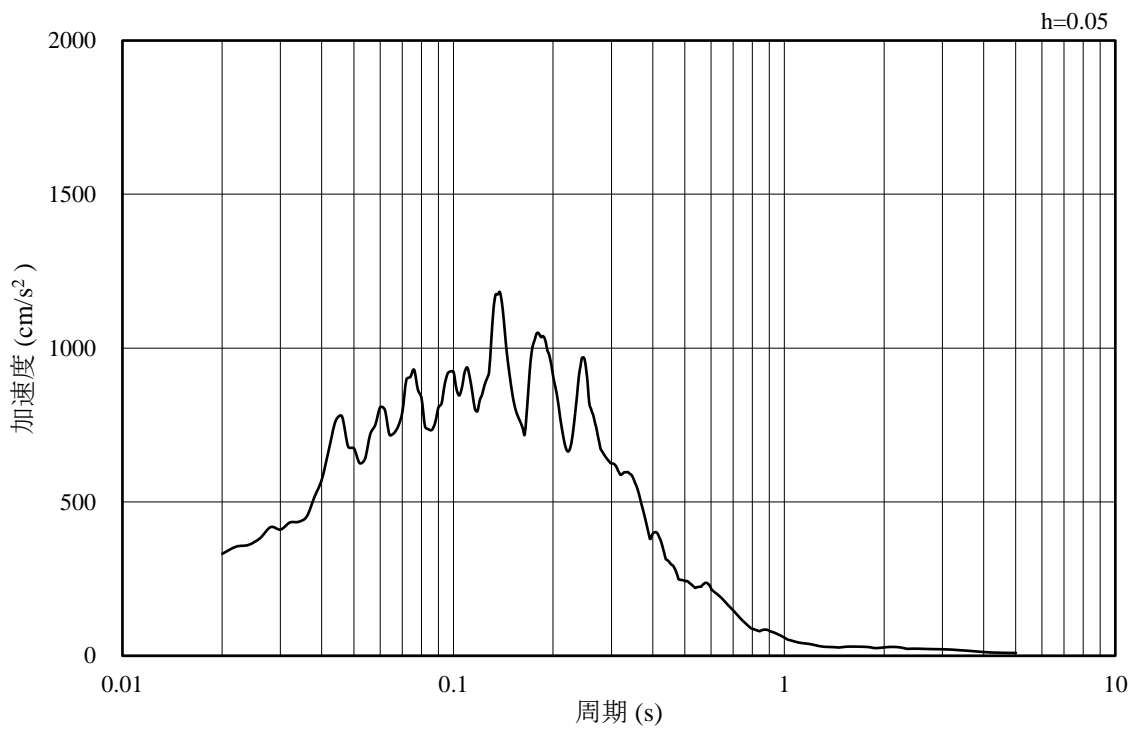


(b) 加速度応答スペクトル

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)

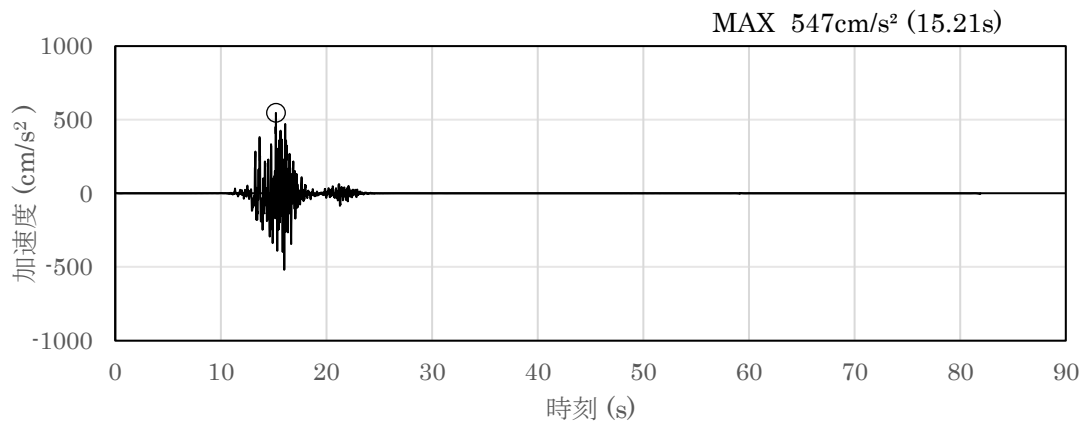


(a) 加速度時刻歴波形

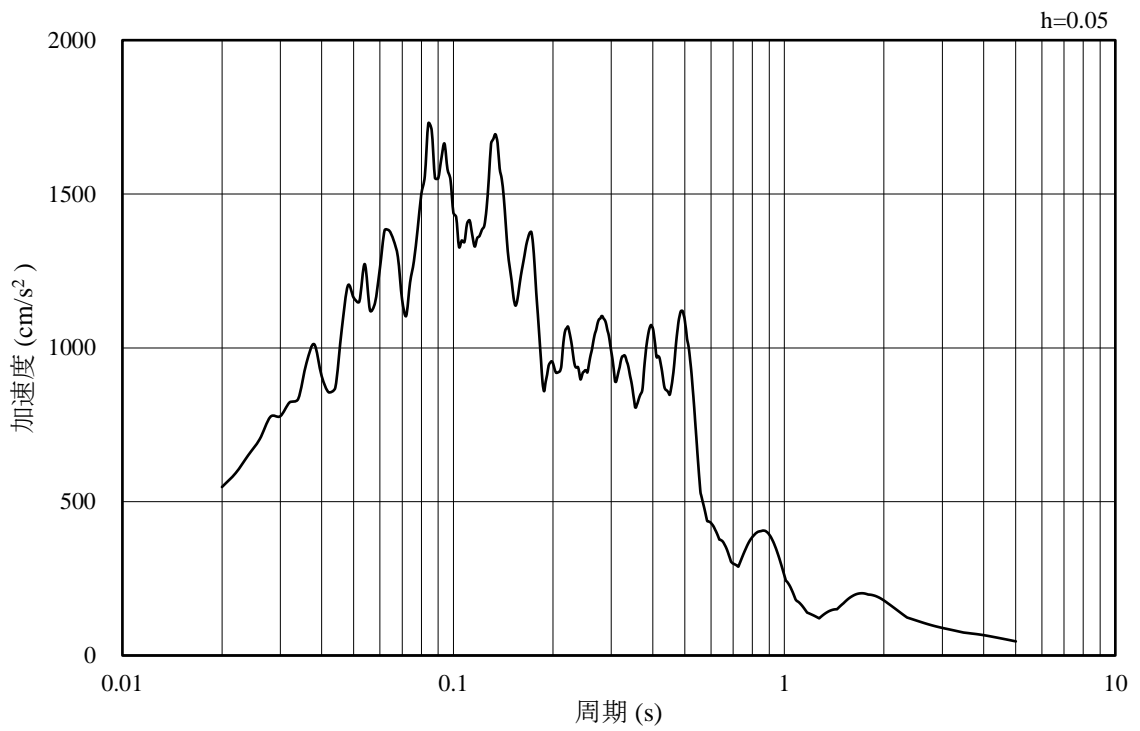


(b) 加速度応答スペクトル

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)

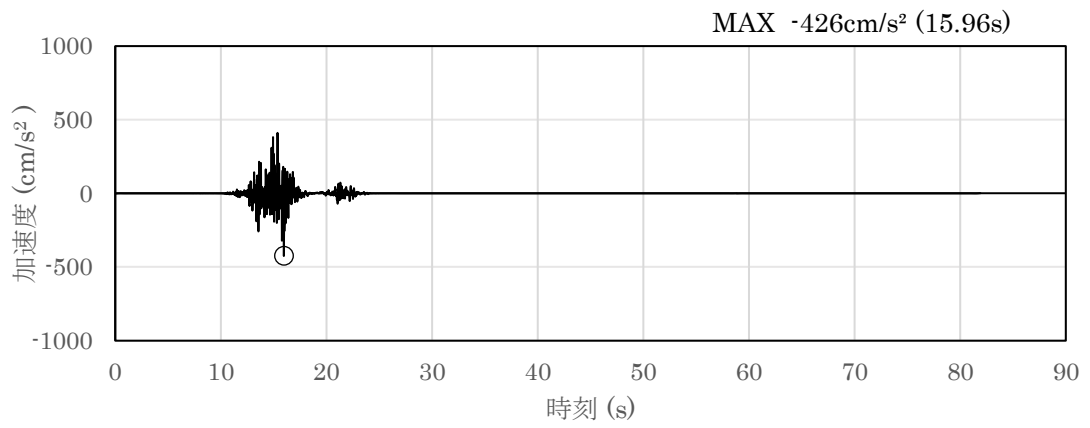


(a) 加速度時刻歴波形

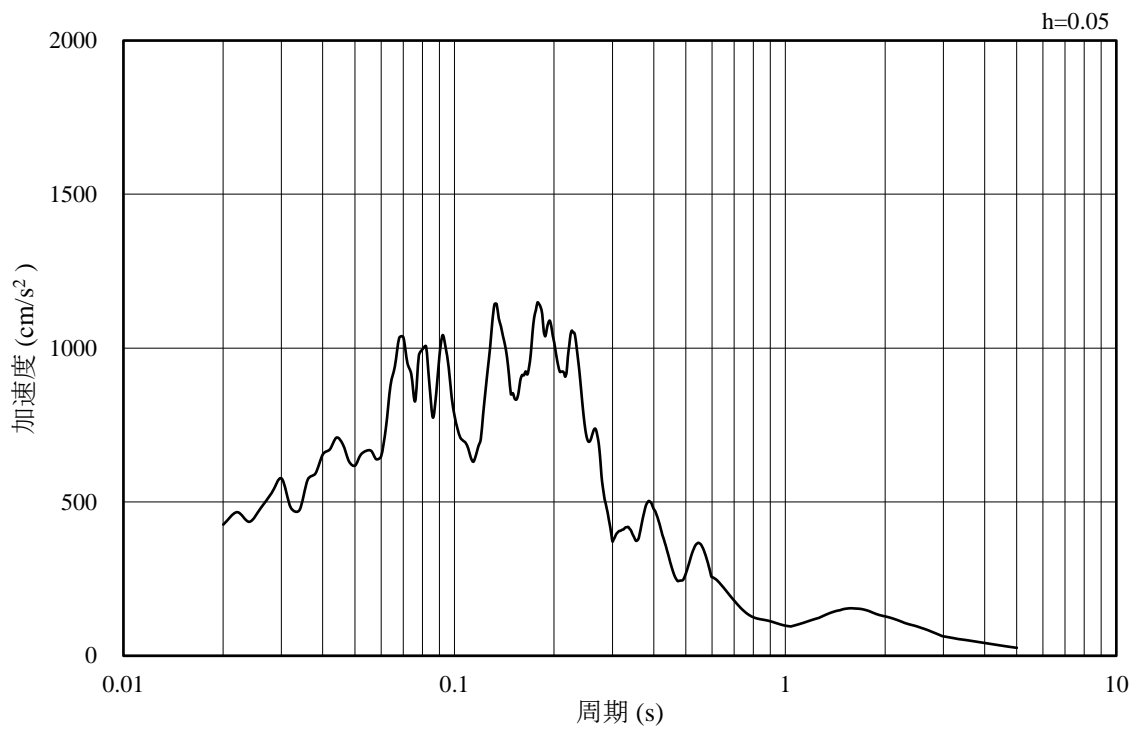


(b) 加速度応答スペクトル

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)

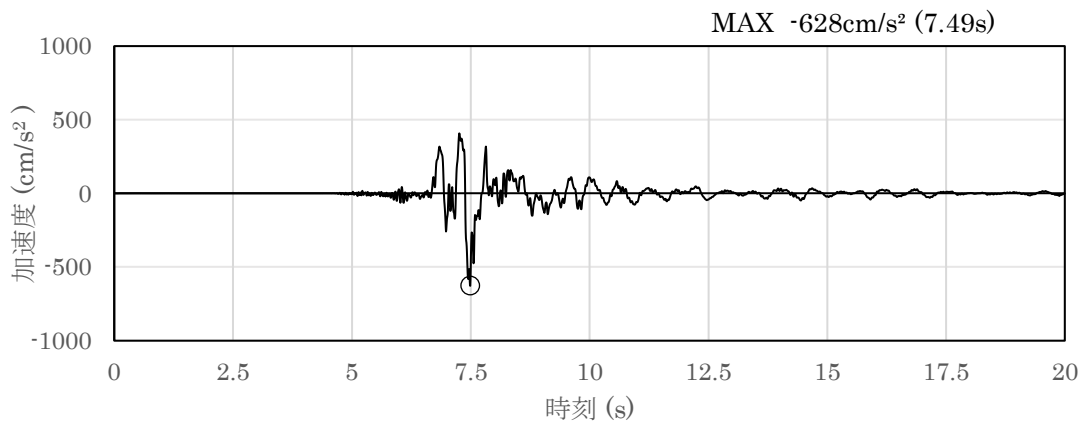


(a) 加速度時刻歴波形

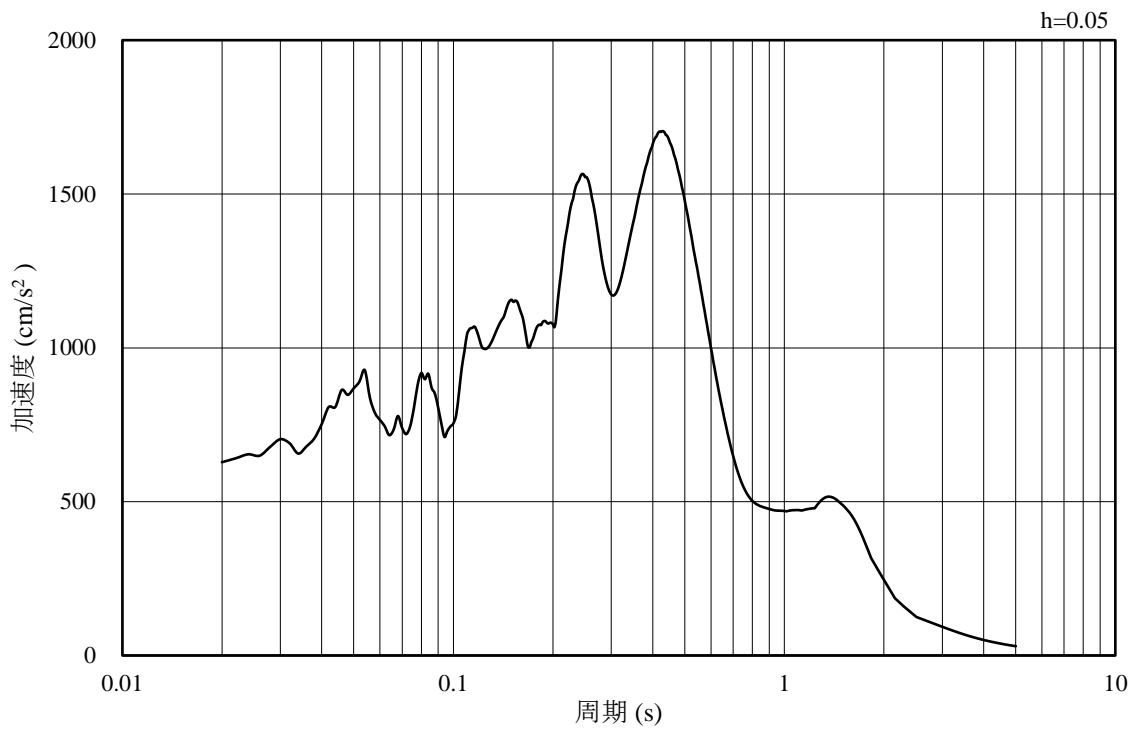


(b) 加速度応答スペクトル

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)

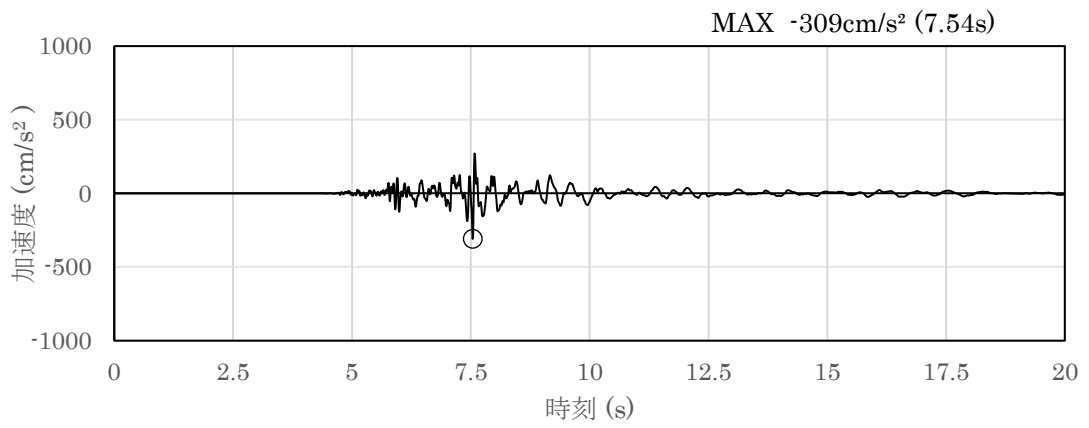


(a) 加速度時刻歴波形

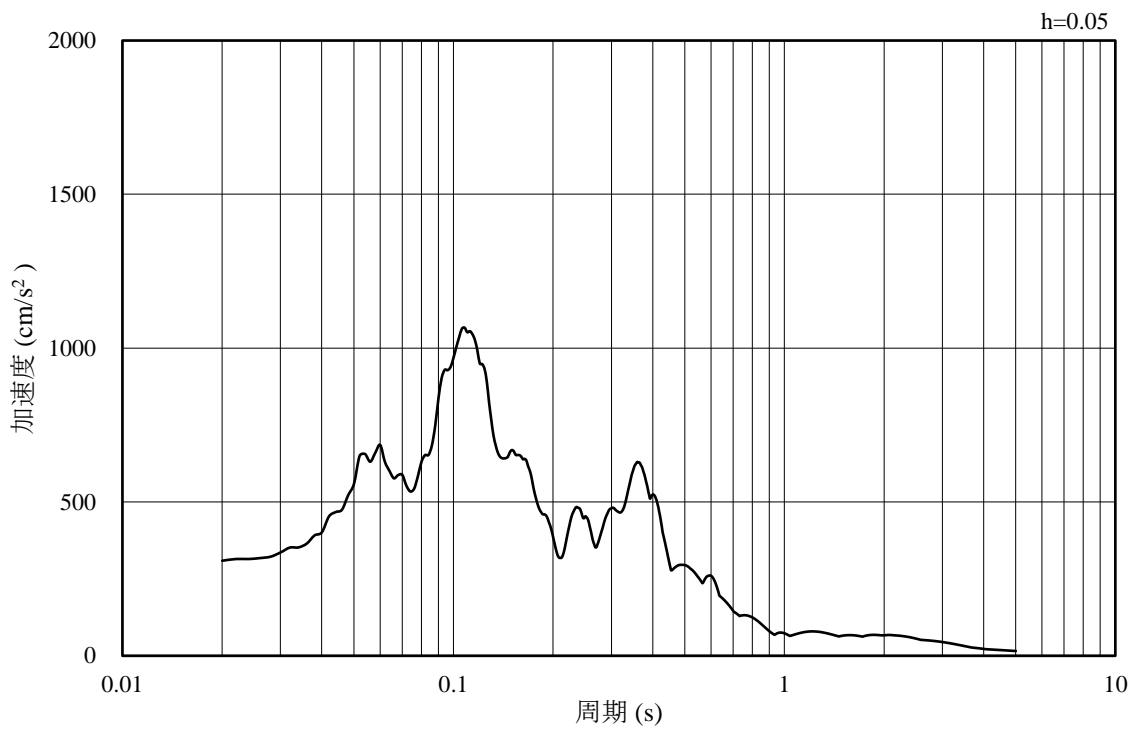


(b) 加速度応答スペクトル

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)

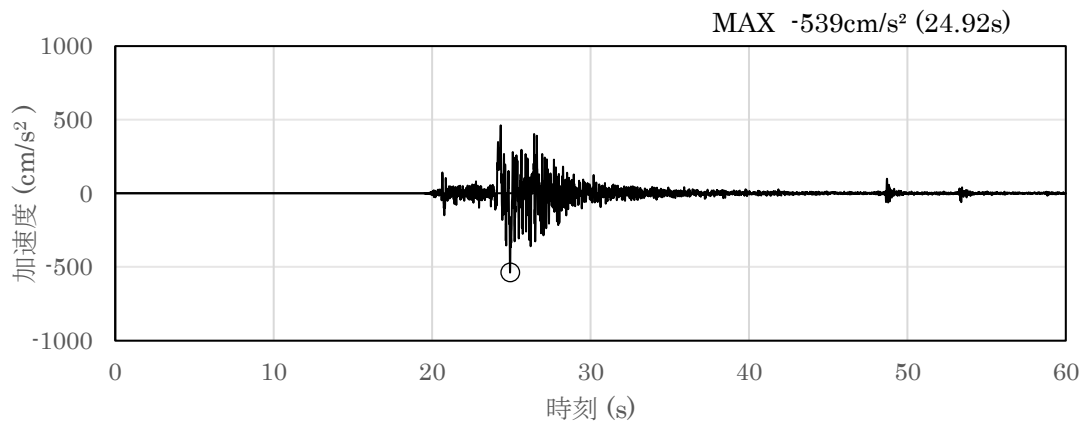


(a) 加速度時刻歴波形

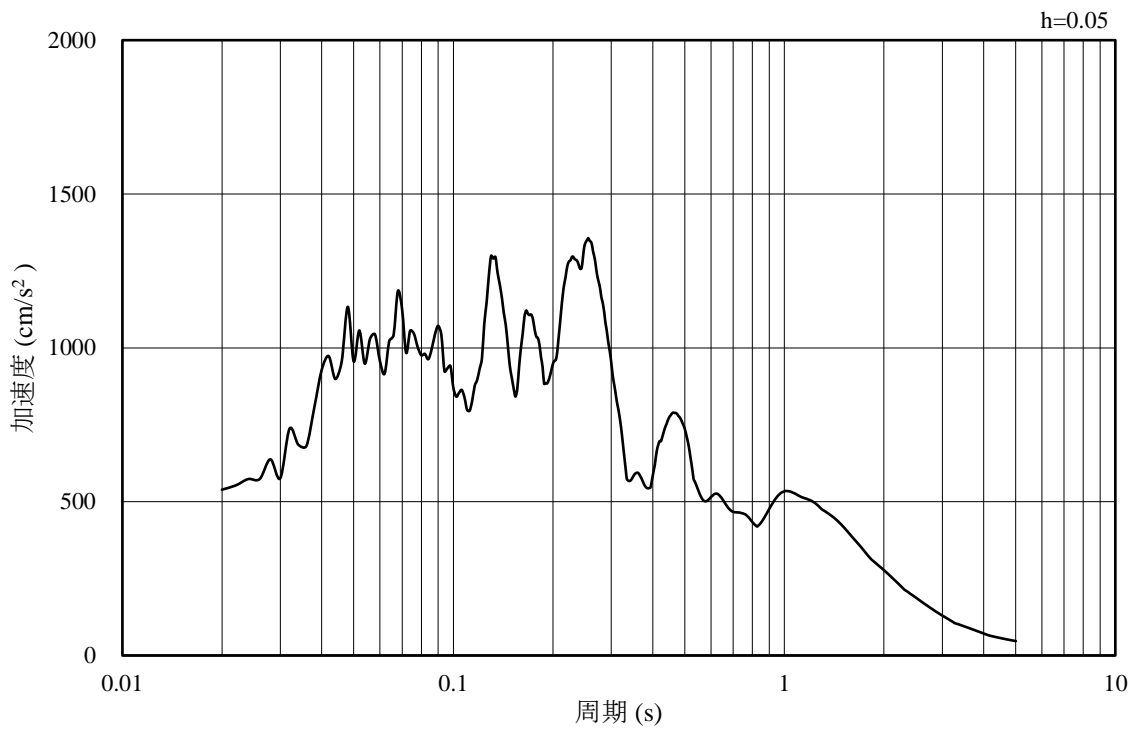


(b) 加速度応答スペクトル

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)

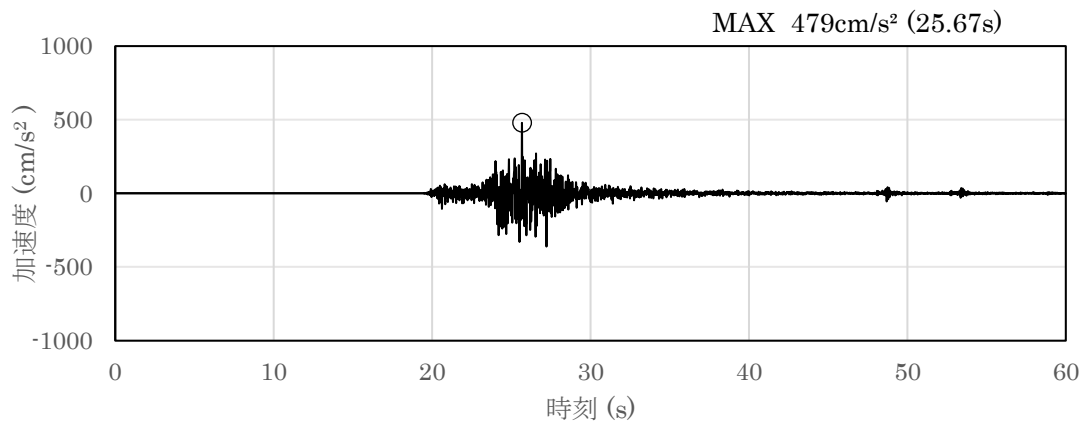


(a) 加速度時刻歴波形

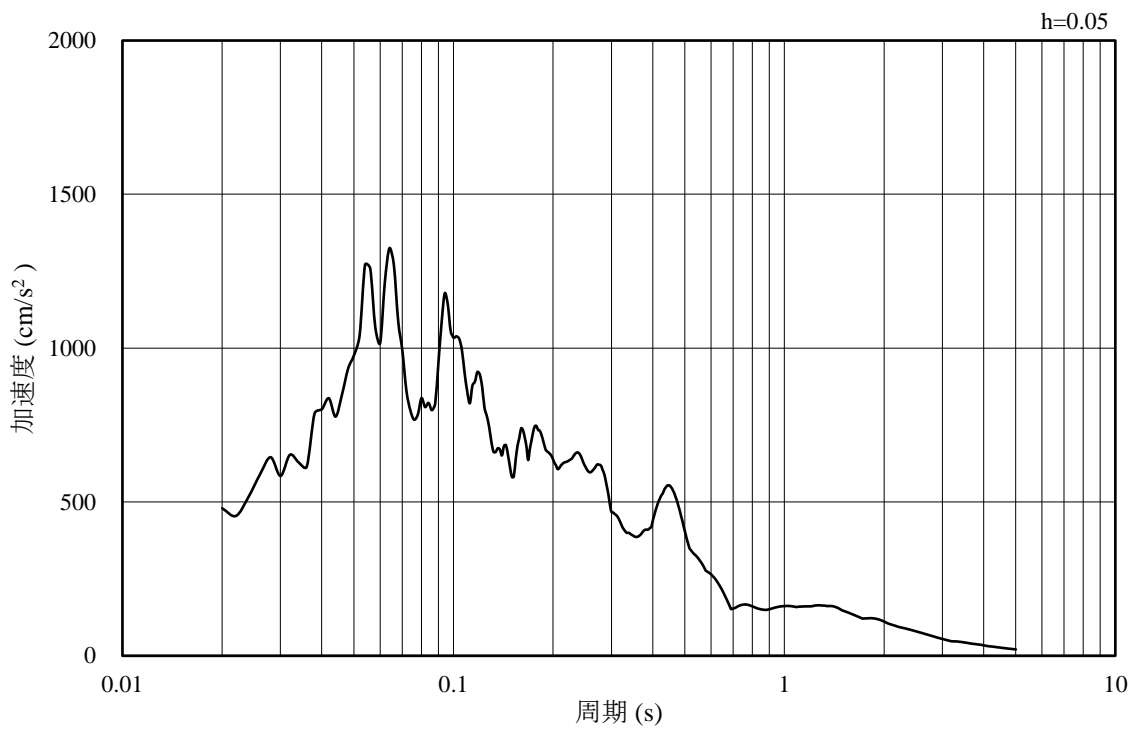


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

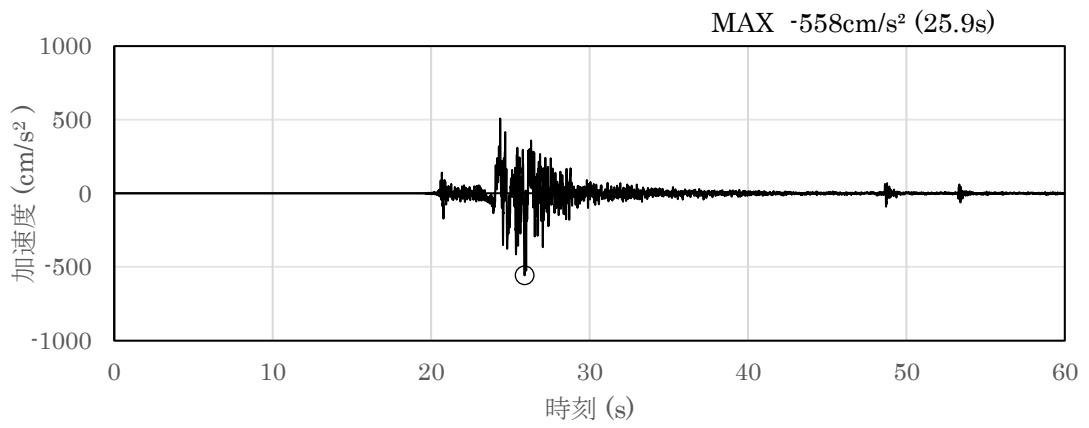


(a) 加速度時刻歴波形

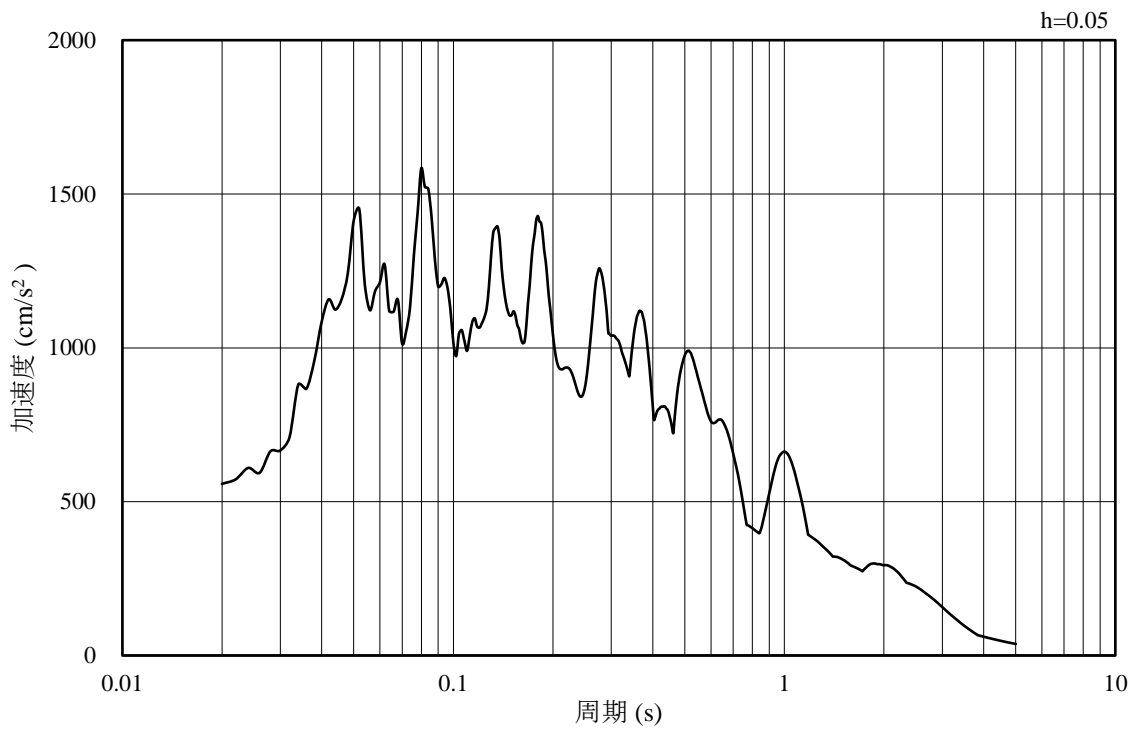


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

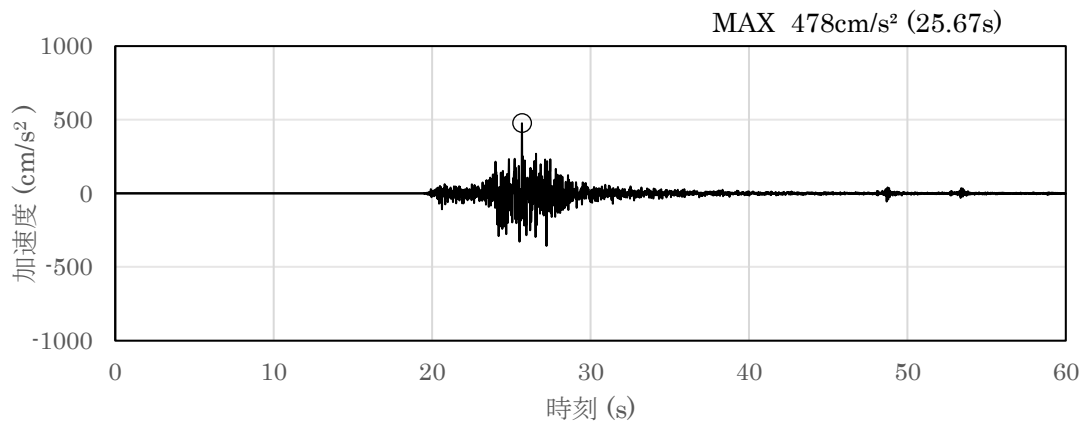


(a) 加速度時刻歴波形

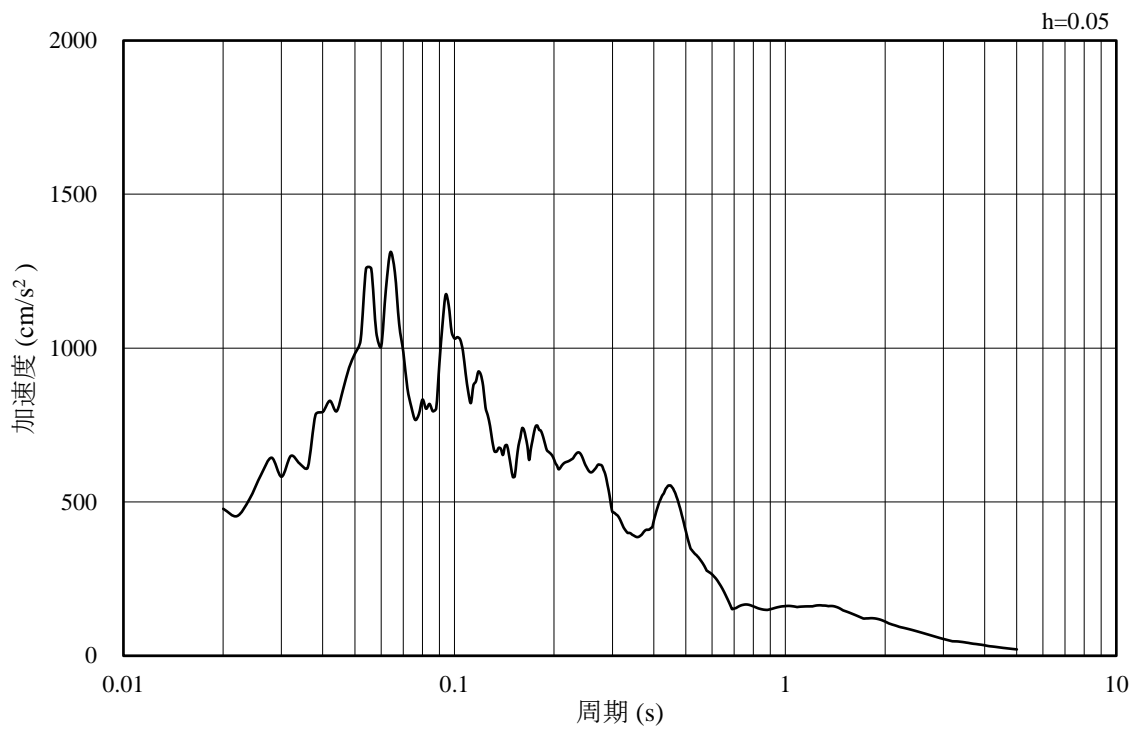


(b) 加速度応答スペクトル

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方向)

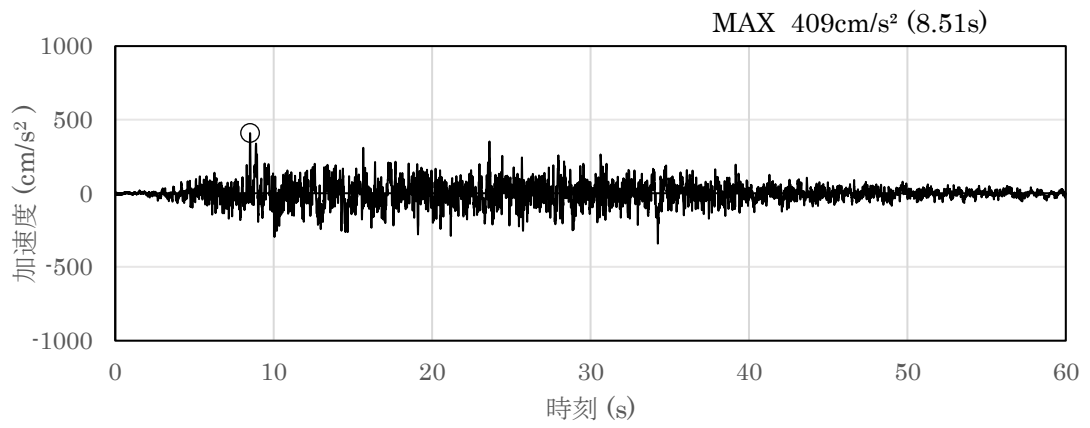


(a) 加速度時刻歴波形

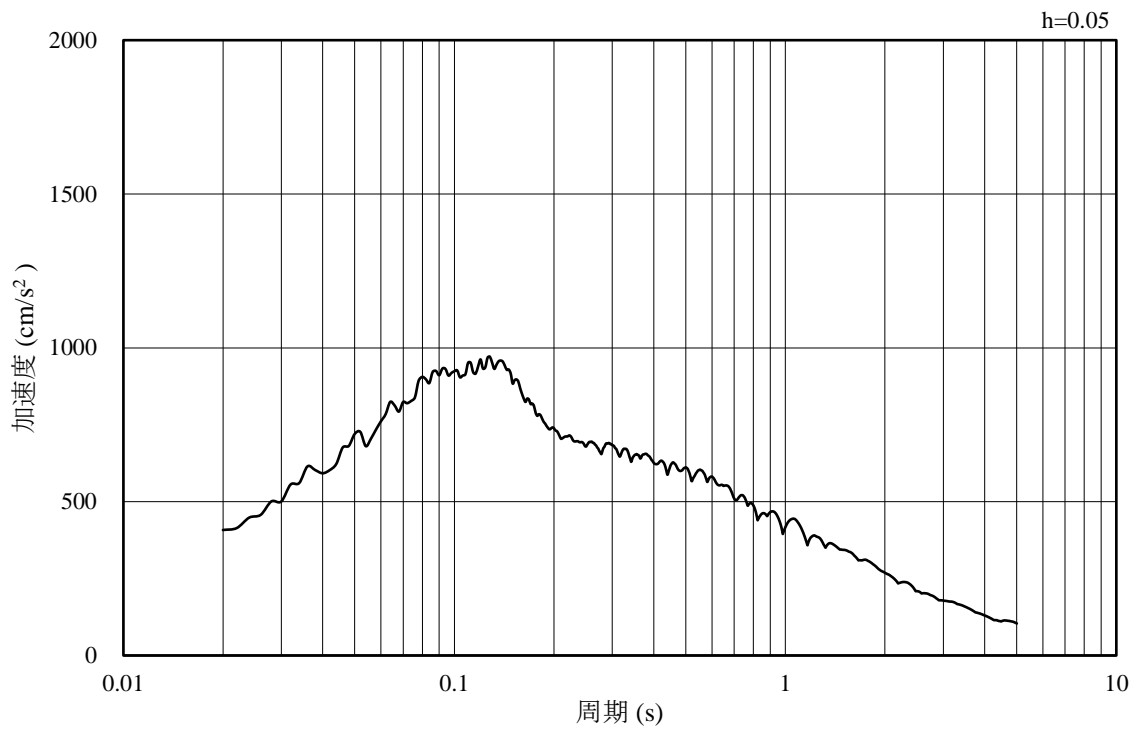


(b) 加速度応答スペクトル

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, E W方向)

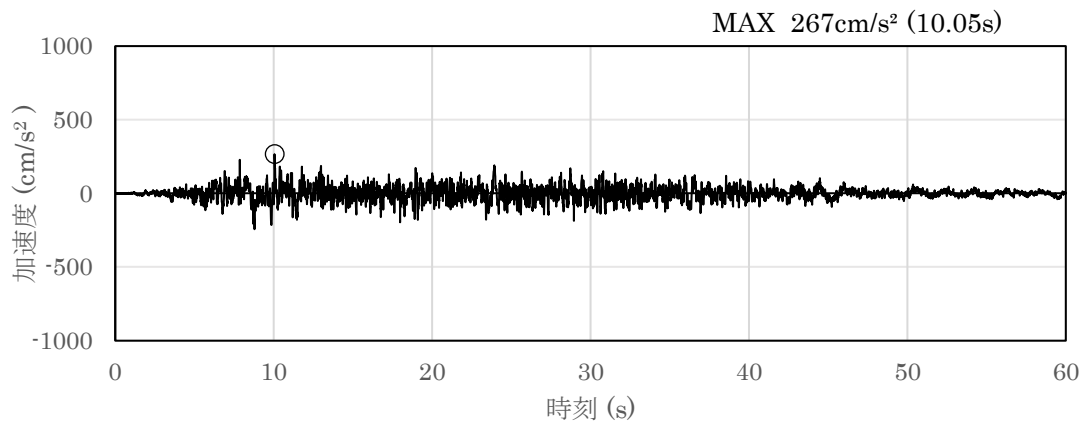


(a) 加速度時刻歴波形

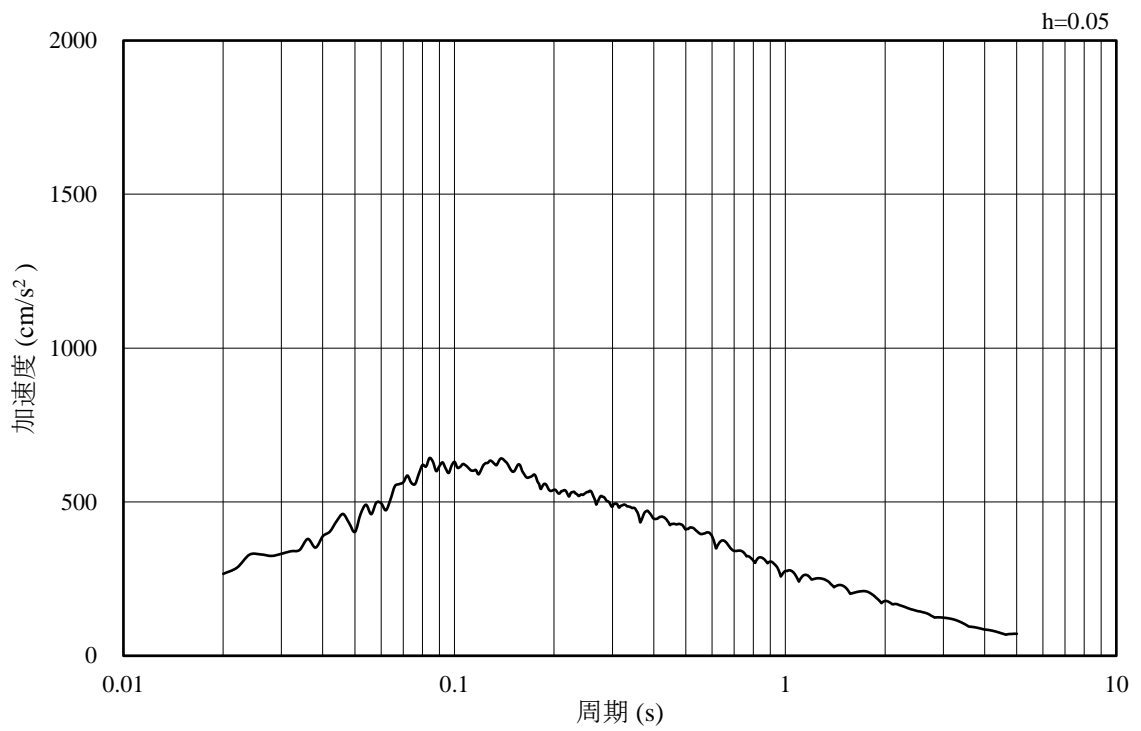


(b) 加速度応答スペクトル

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)

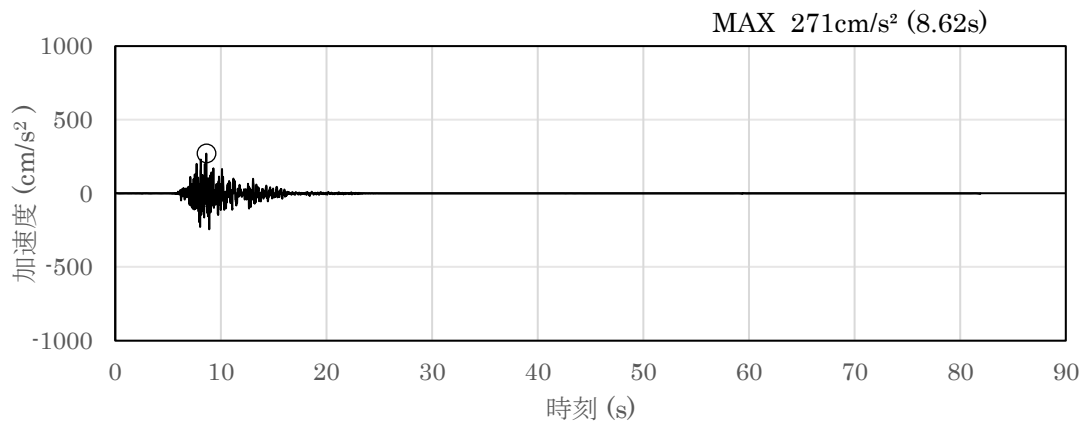


(a) 加速度時刻歴波形

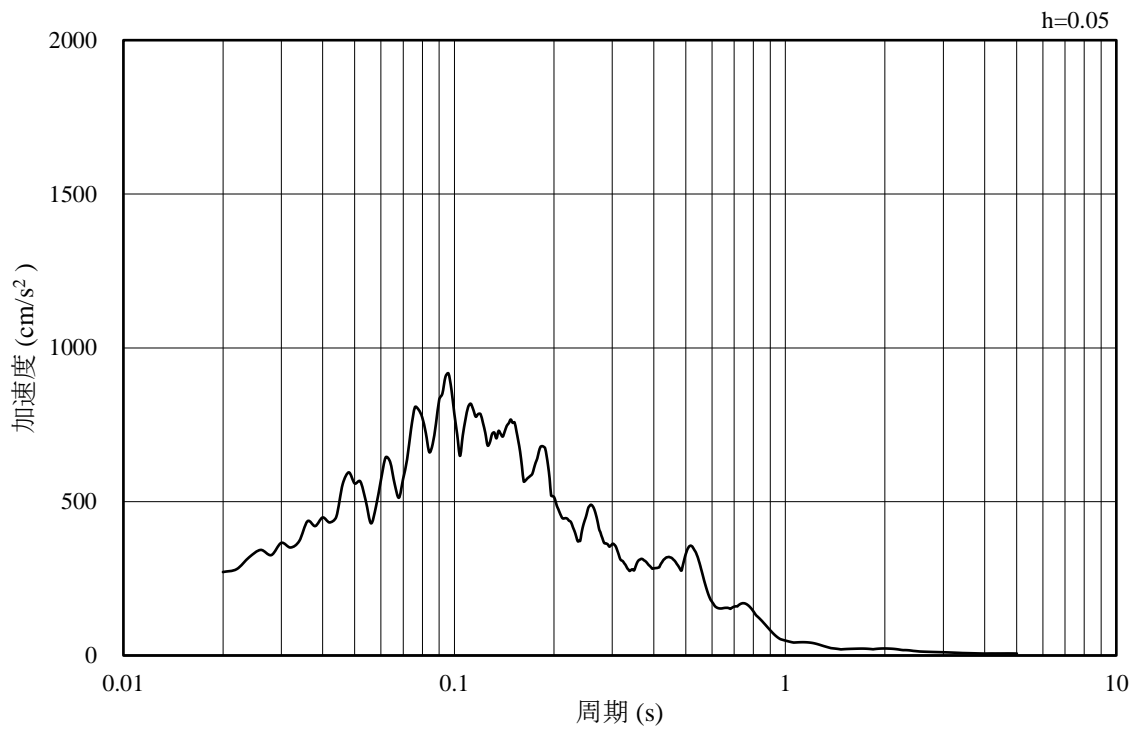


(b) 加速度応答スペクトル

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)

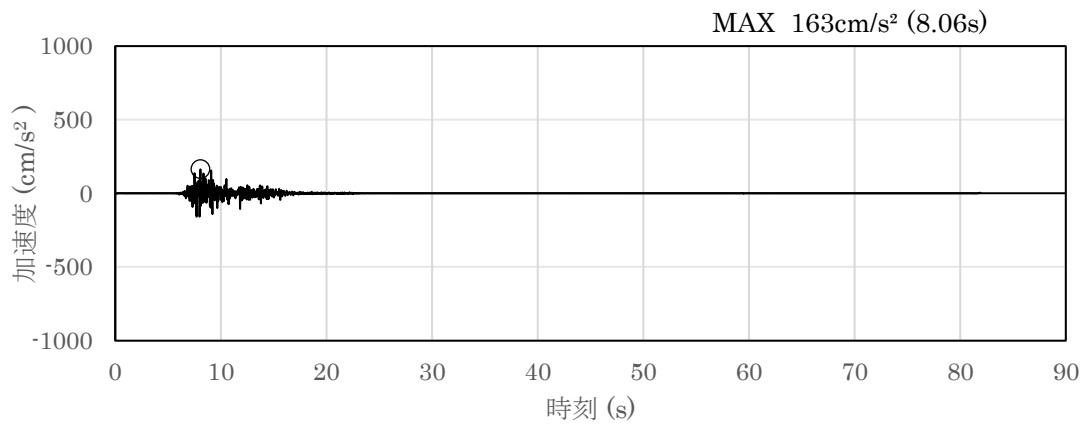


(a) 加速度時刻歴波形

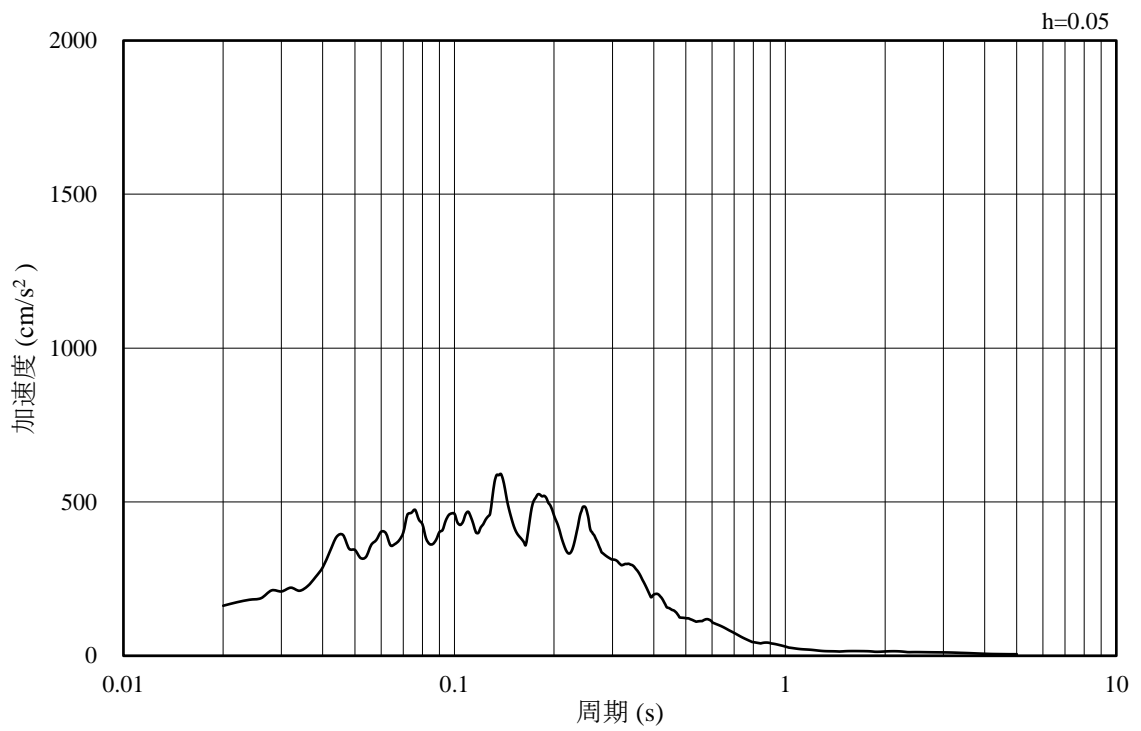


(b) 加速度応答スペクトル

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)

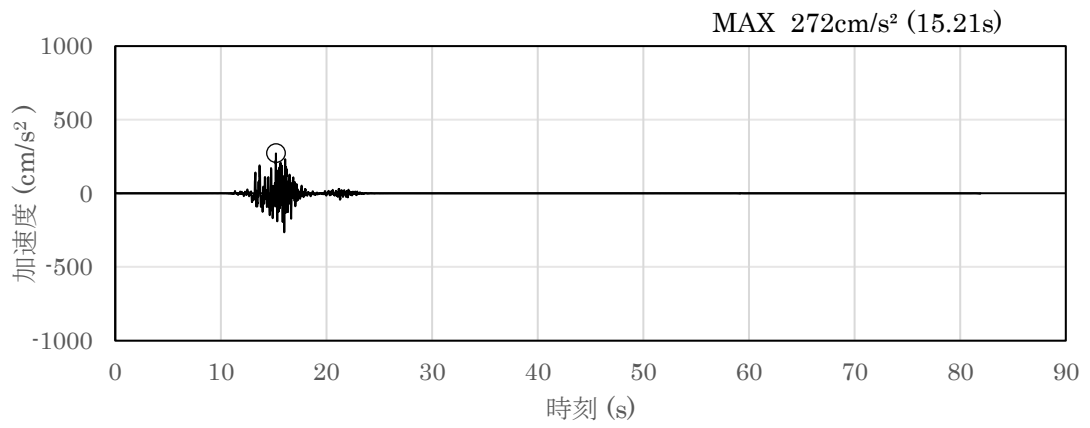


(a) 加速度時刻歴波形

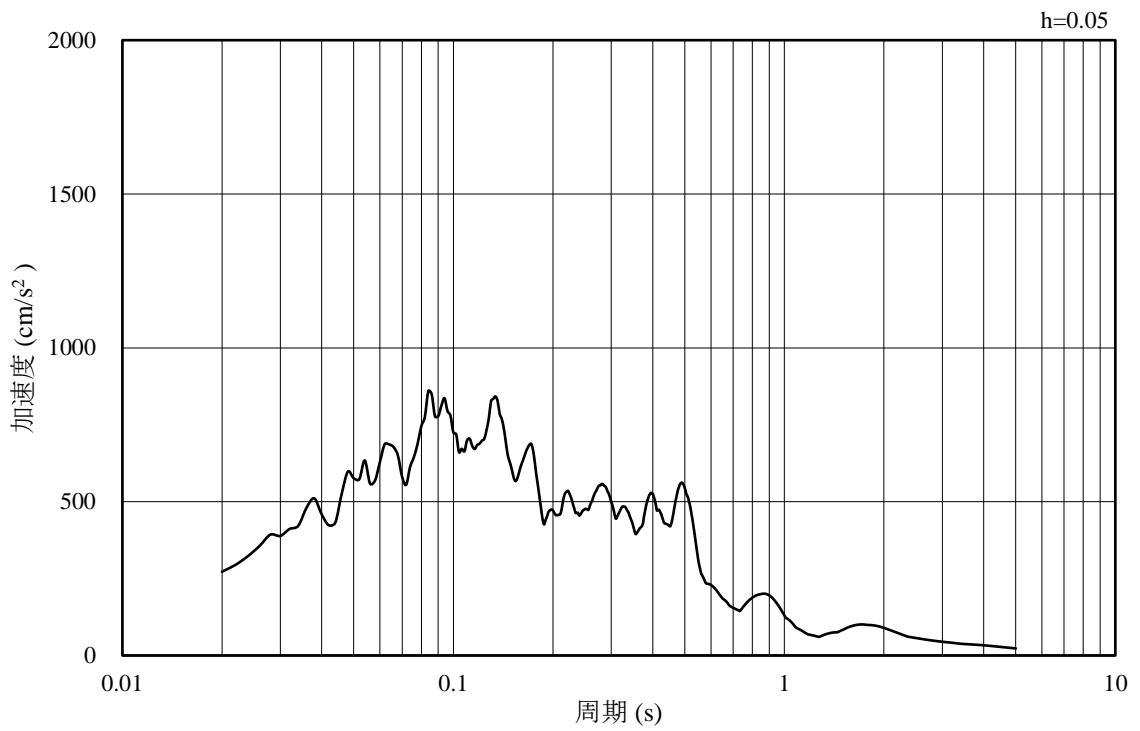


(b) 加速度応答スペクトル

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)

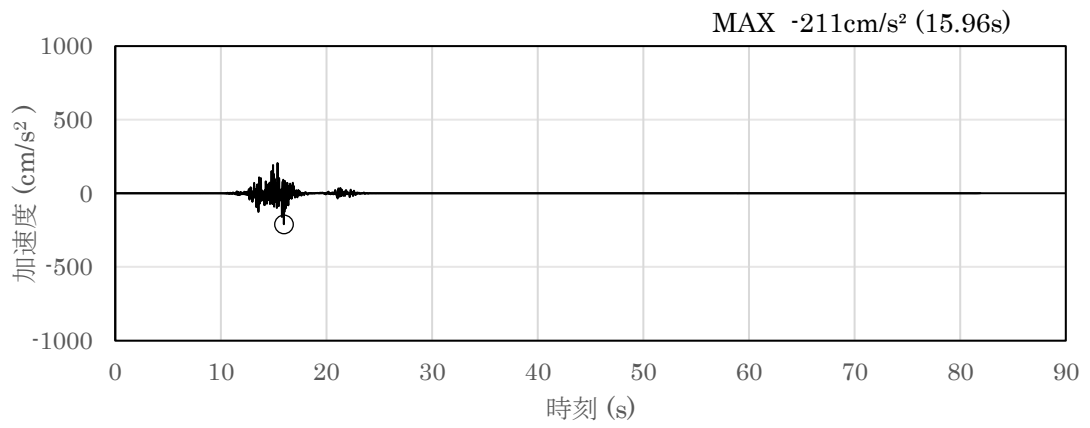


(a) 加速度時刻歴波形

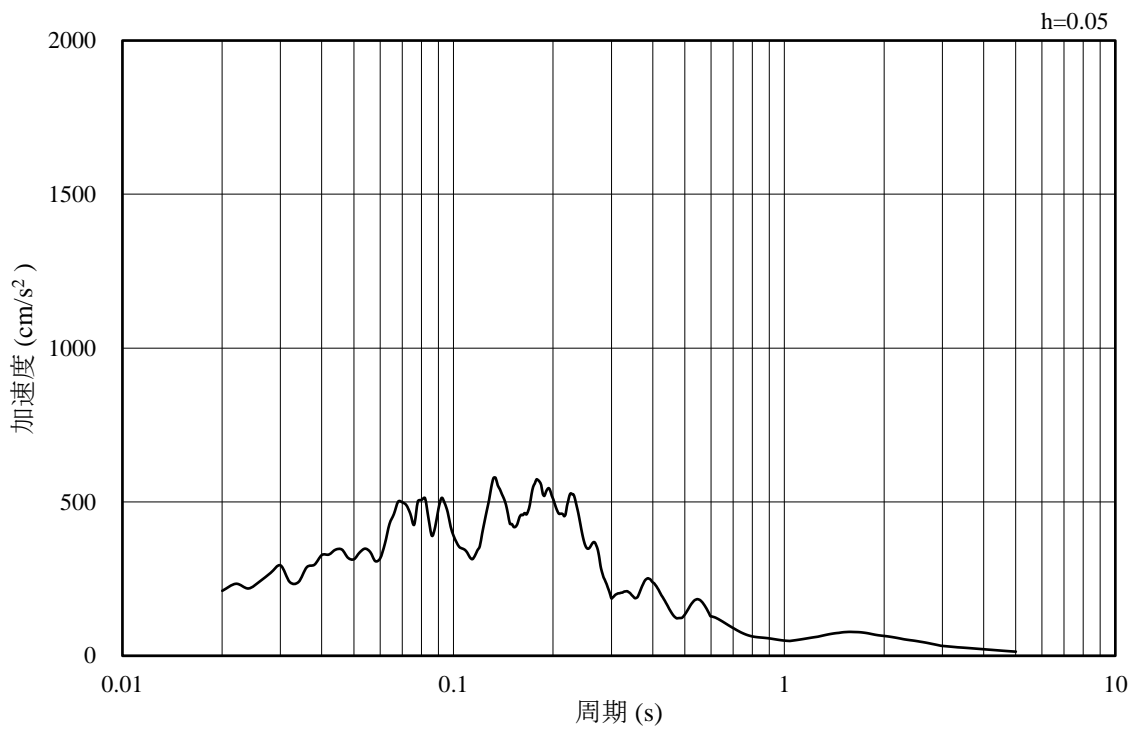


(b) 加速度応答スペクトル

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)

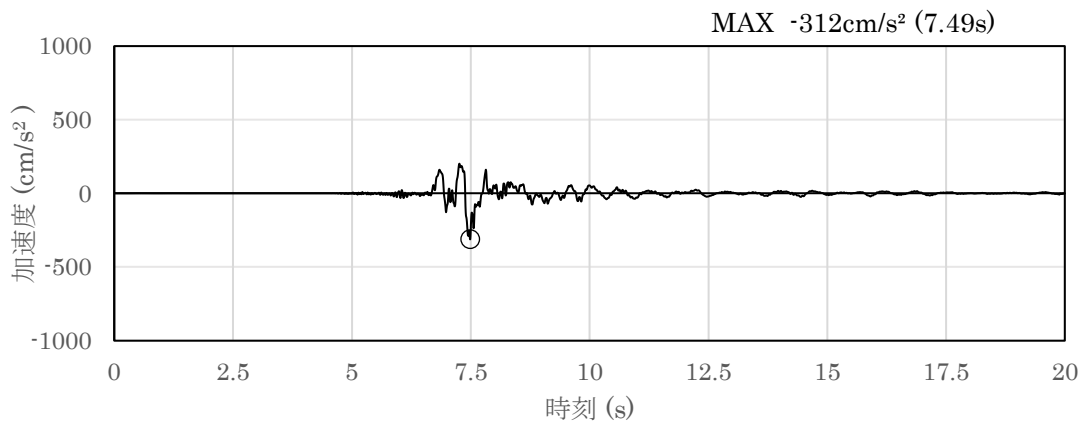


(a) 加速度時刻歴波形

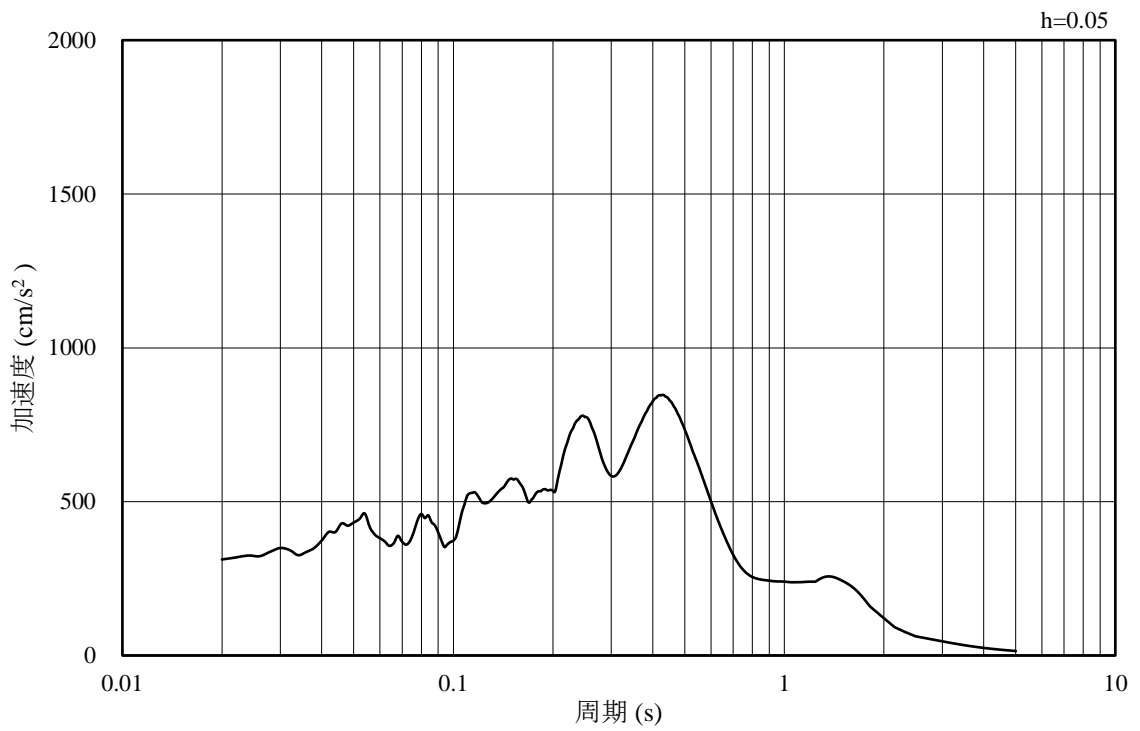


(b) 加速度応答スペクトル

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)

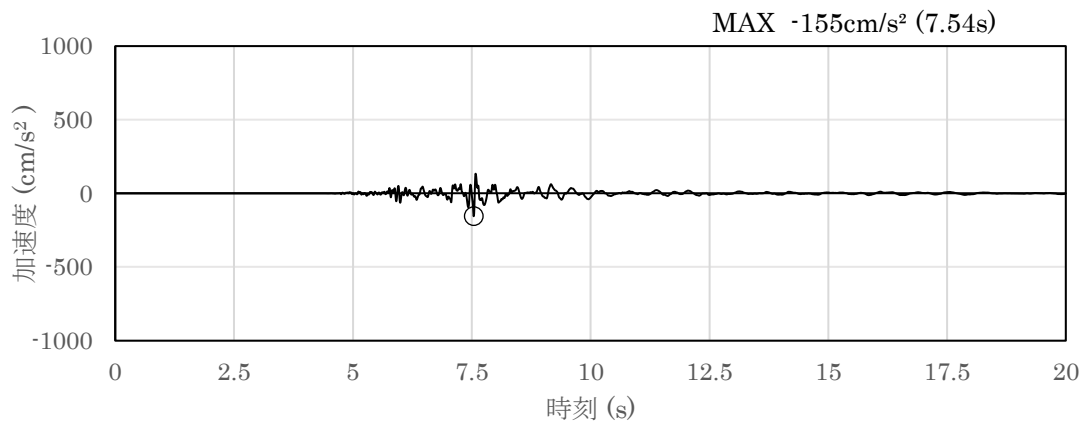


(a) 加速度時刻歴波形

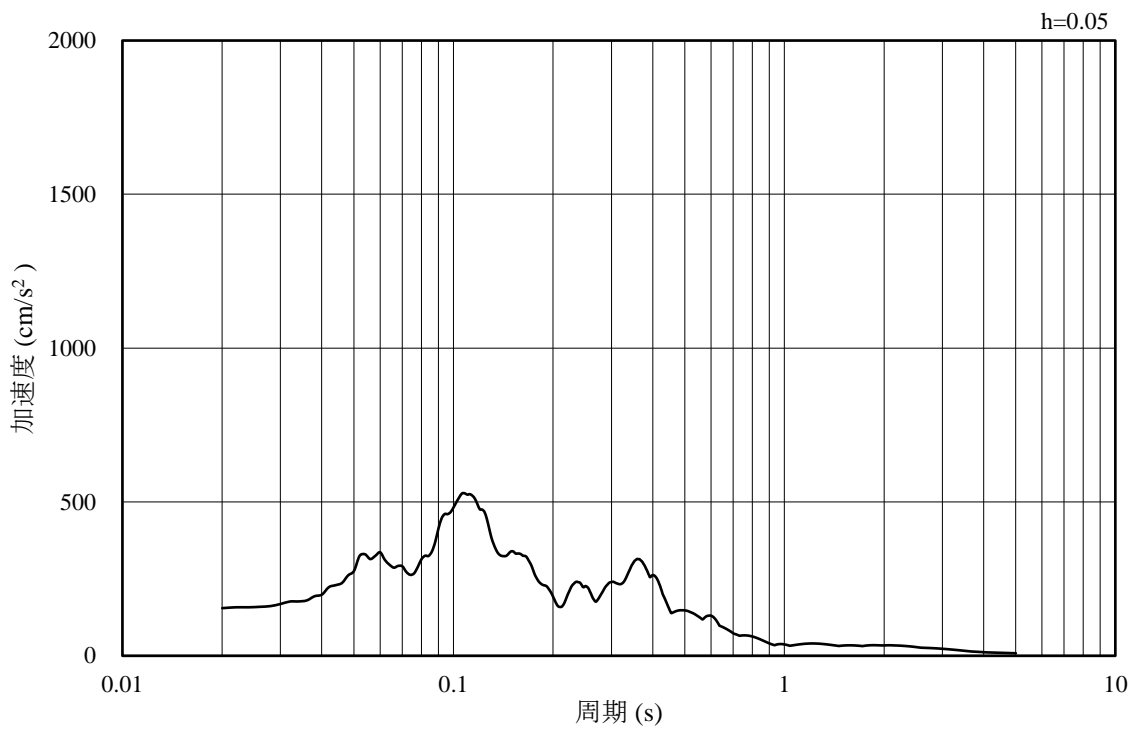


(b) 加速度応答スペクトル

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)

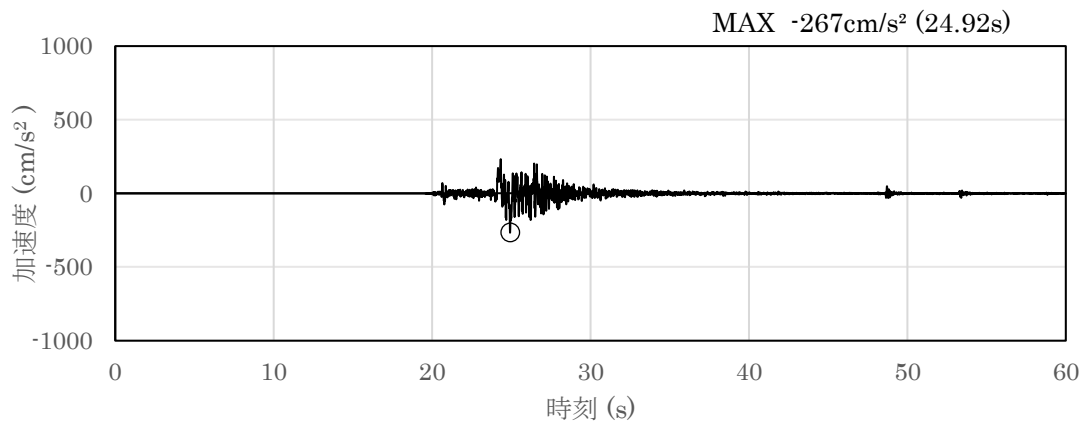


(a) 加速度時刻歴波形

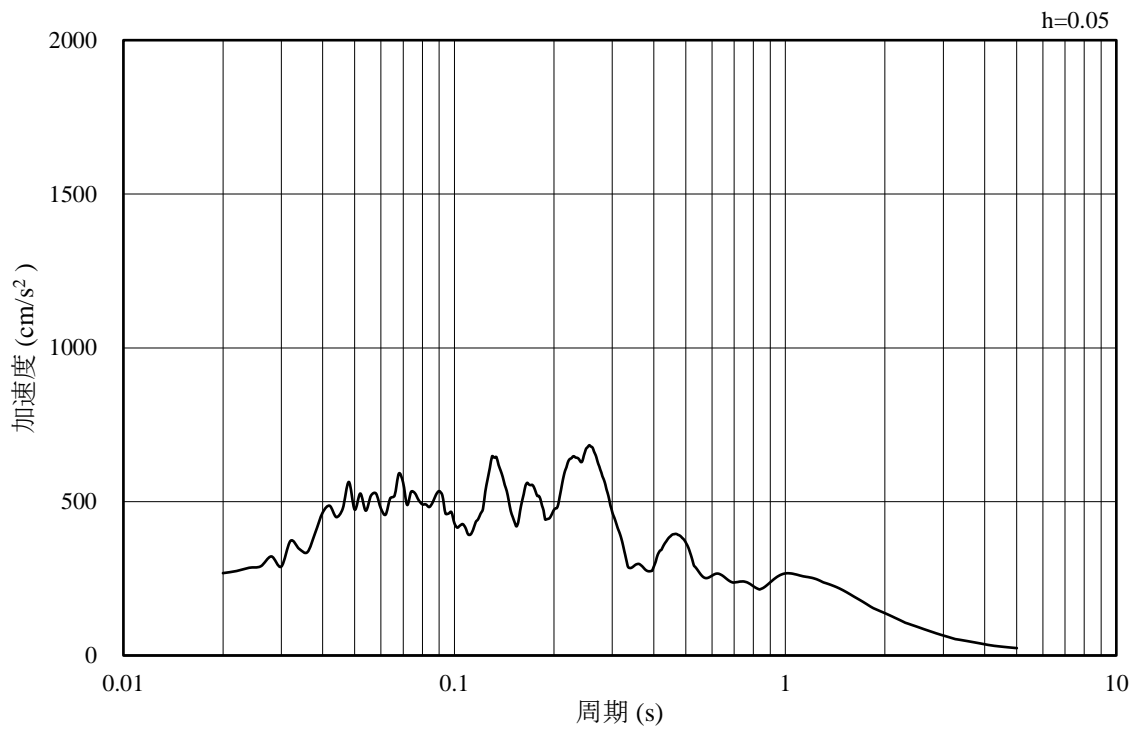


(b) 加速度応答スペクトル

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)

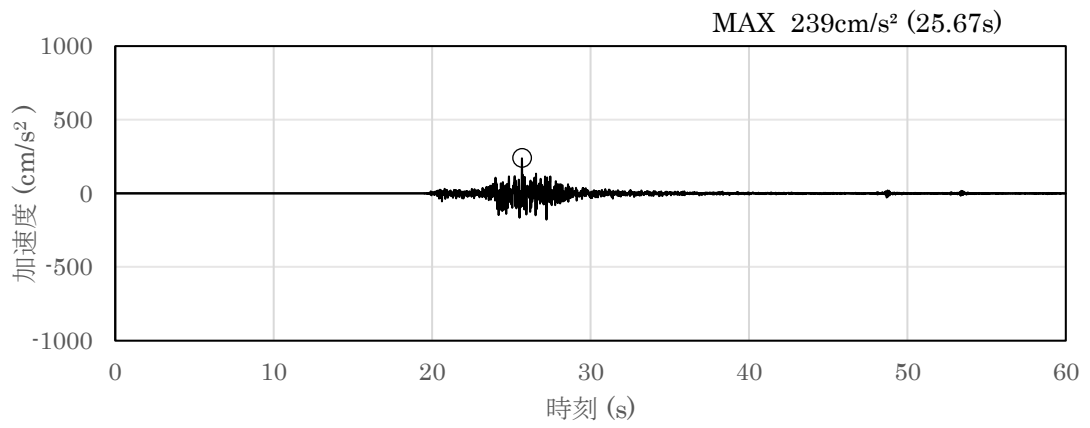


(a) 加速度時刻歴波形

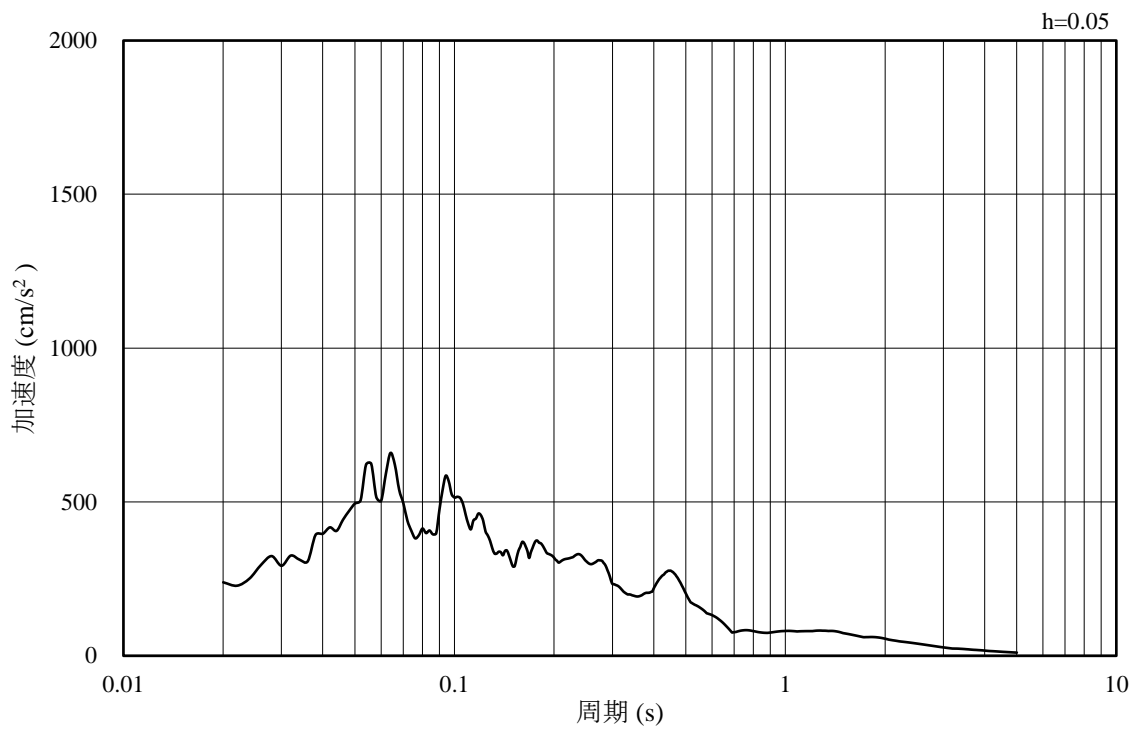


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

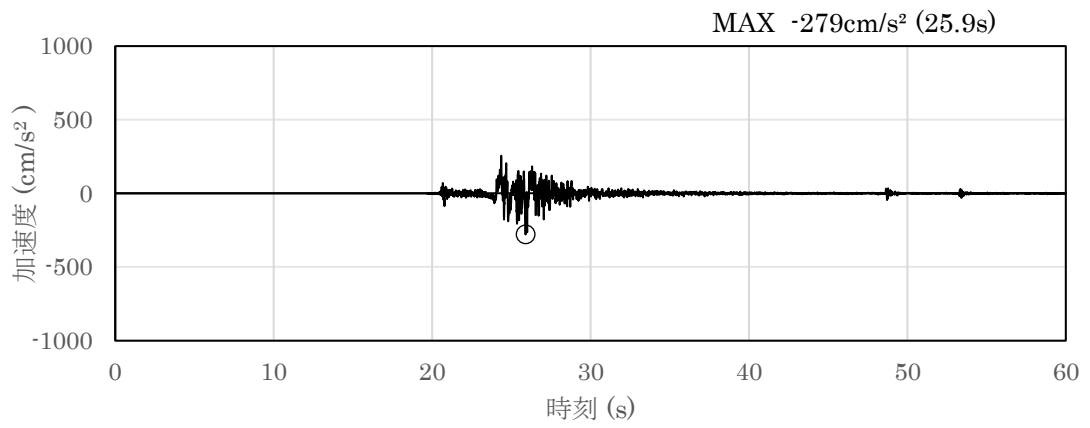


(a) 加速度時刻歴波形

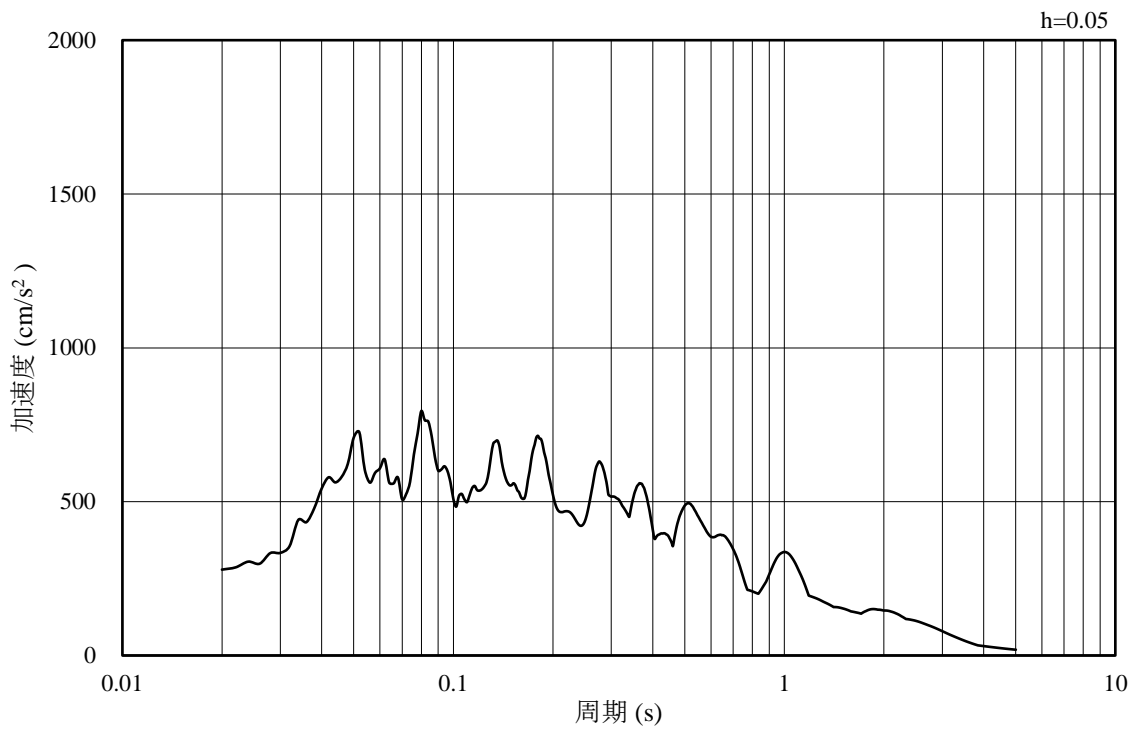


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

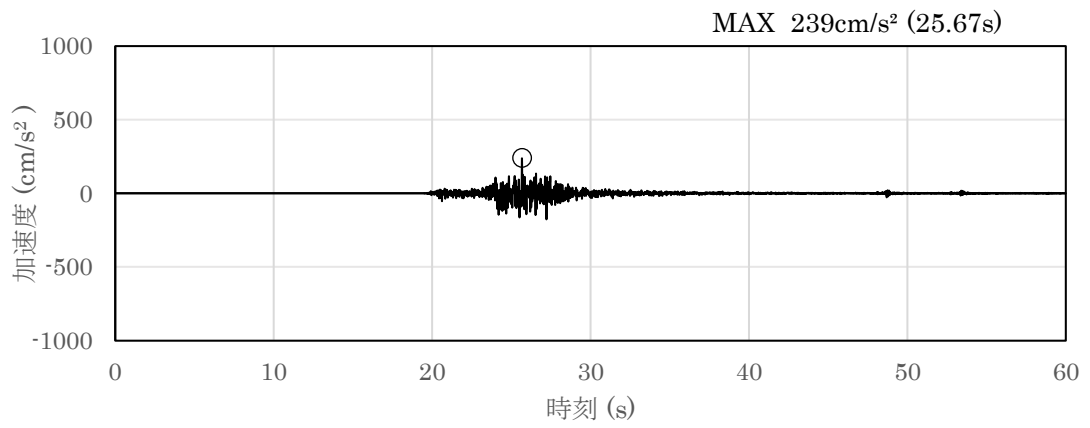


(a) 加速度時刻歴波形

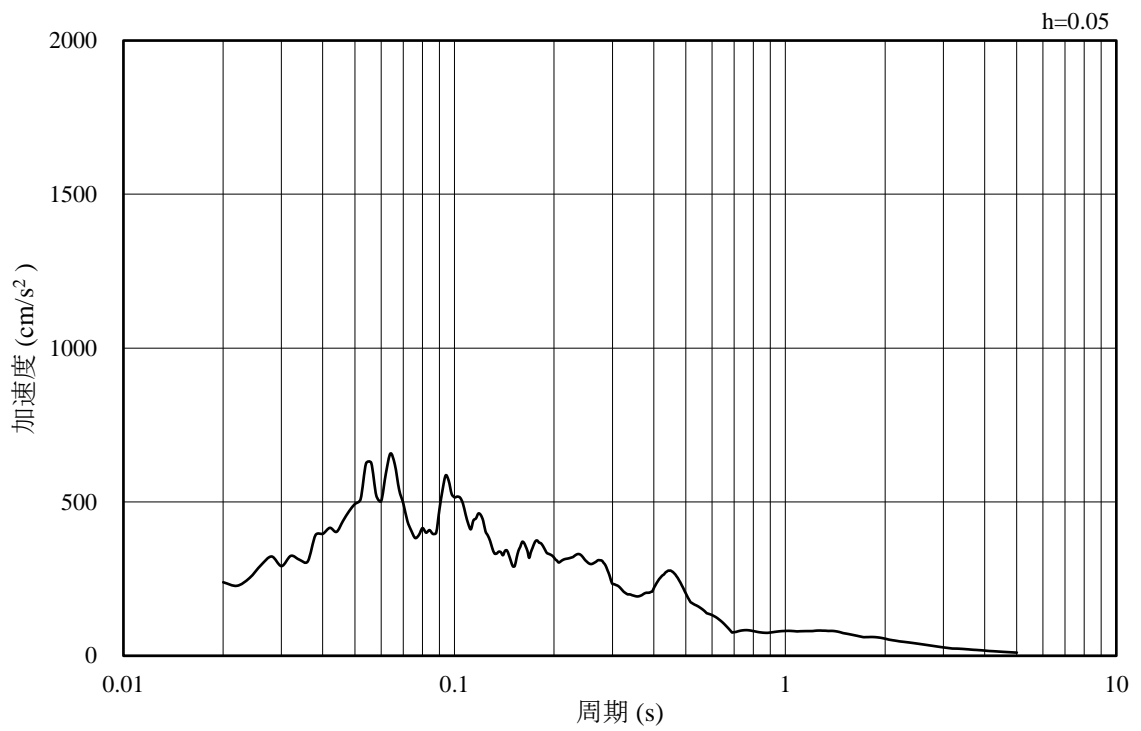


(b) 加速度応答スペクトル

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方向)

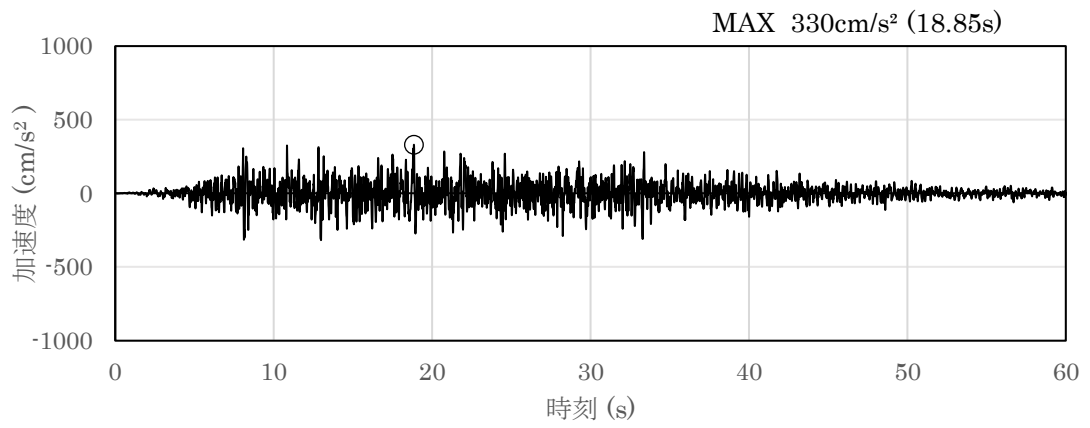


(a) 加速度時刻歴波形

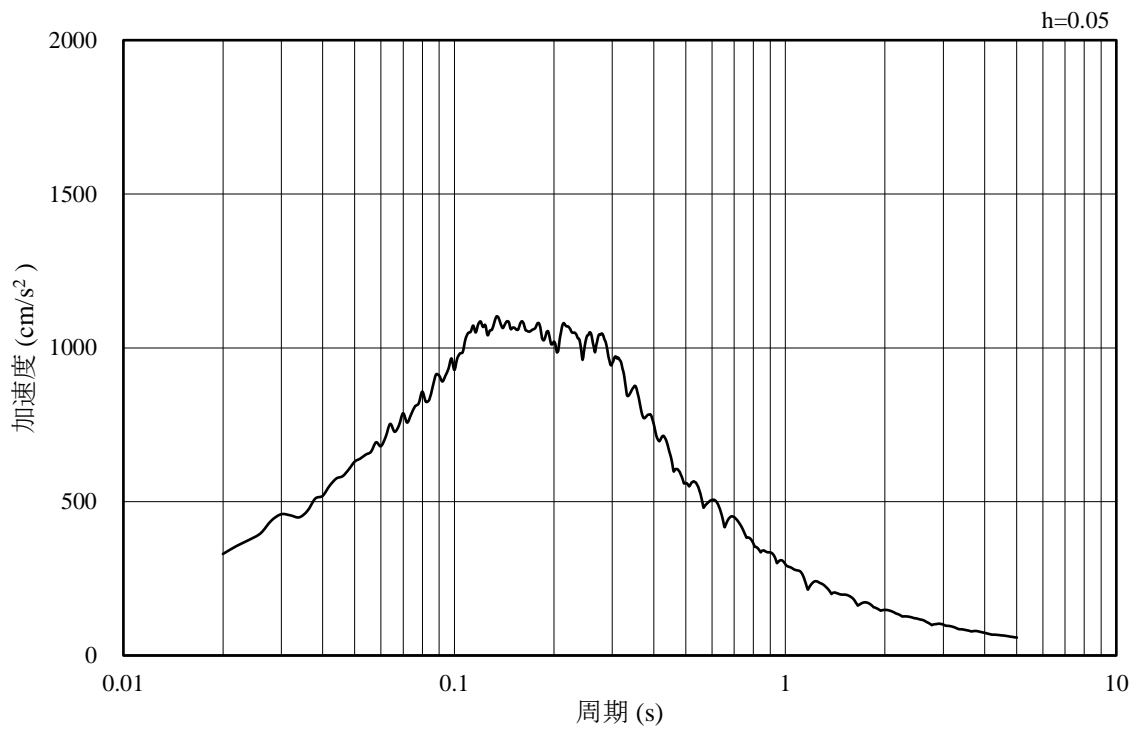


(b) 加速度応答スペクトル

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方向)

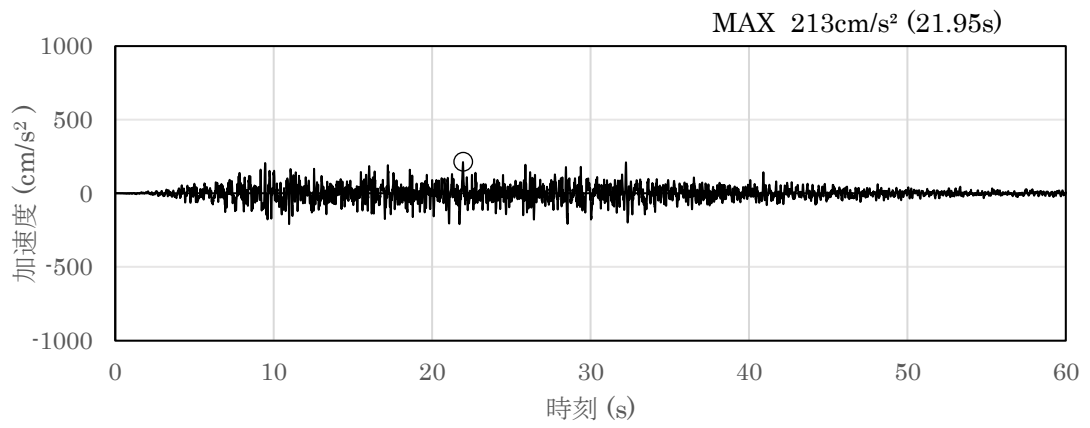


(a) 加速度時刻歴波形

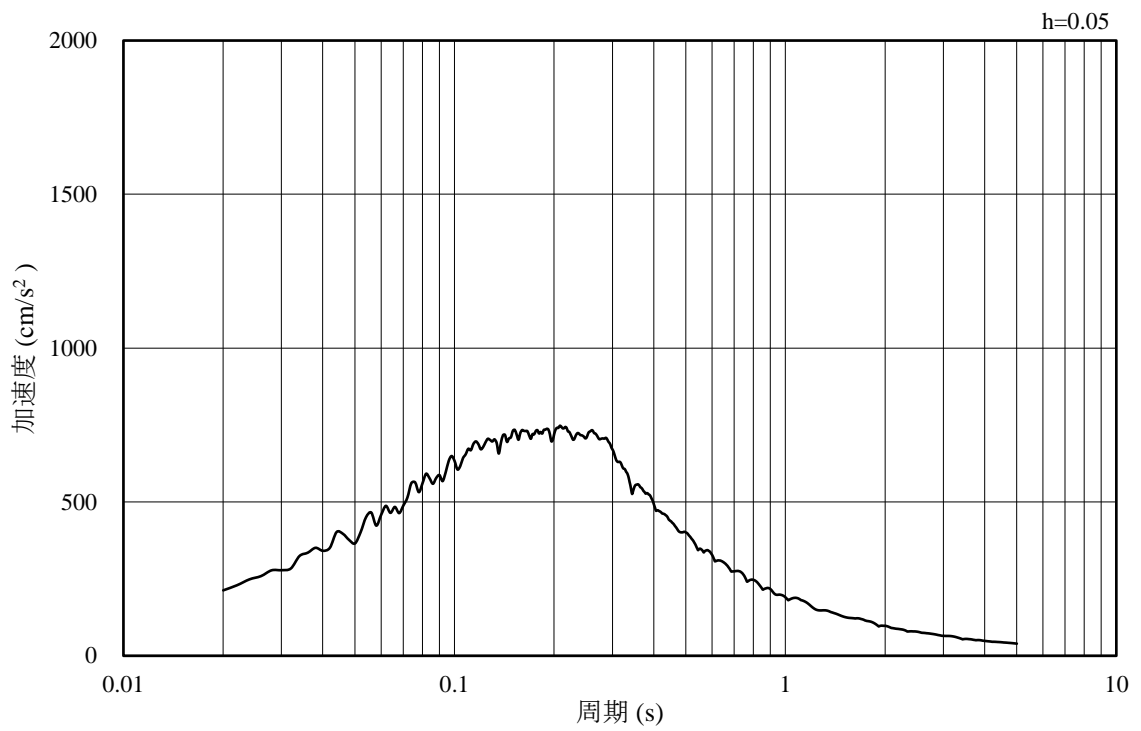


(b) 加速度応答スペクトル

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)



(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)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答解析モデルを図 3-33 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

鉄筋コンクリート部材は、非線形はり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重量として与えることで考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、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。なお、MMRは周辺岩盤と同様に、線形の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

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」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。

- : 岩盤 (第②速度層)
 - : 岩盤 (第③速度層)
- : 埋戻土
 - : MMR (第③速度層)
 - : 隣接構造物
- : 構造物

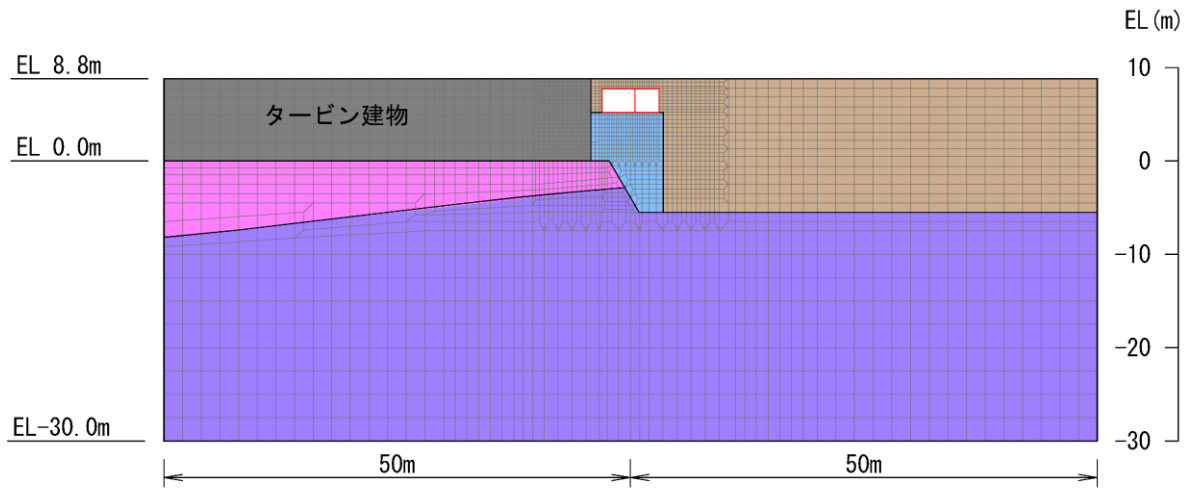


図 3-33 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)
地震応答解析モデル図 (A-A 断面)

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 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 20.6N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.330×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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 3-8 に，設計地下水位を図 3-34 に示す。

表 3-8 設計地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	A-A 断面	4.9

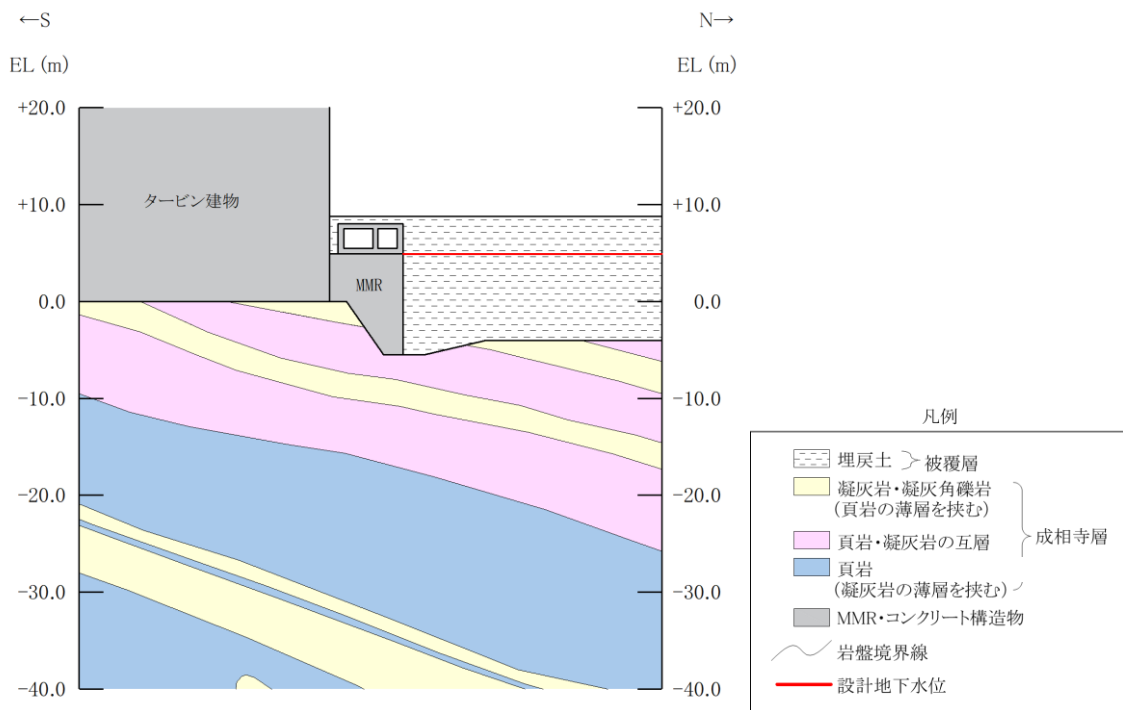
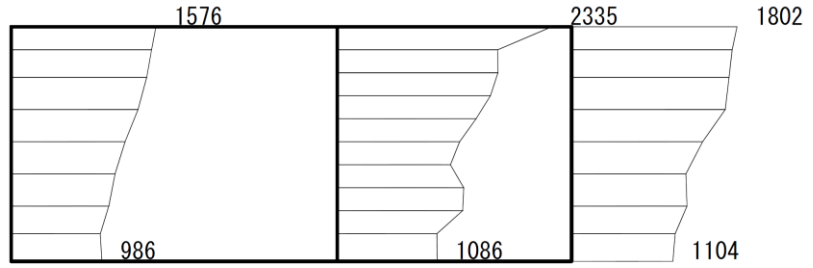


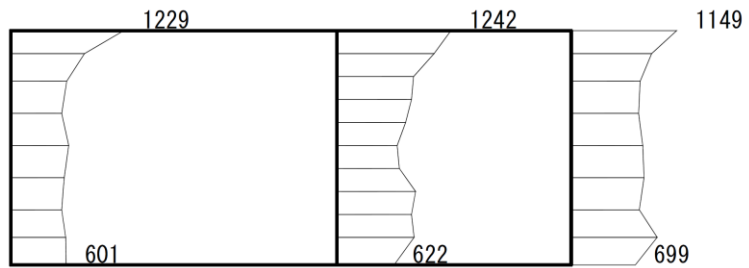
図 3-34 設計地下水位

4. 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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 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及び③の最大加速度分布図を図 4-13 及び図 4-14 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及び③のすべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-15～図 4-26 に示す。これらに加え、解析ケース①～③のすべての弾性設計用地震動 S_d に対する最大加速度分布図を図 4-27～図 4-47 に示す。



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

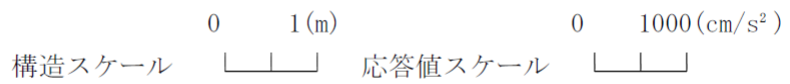
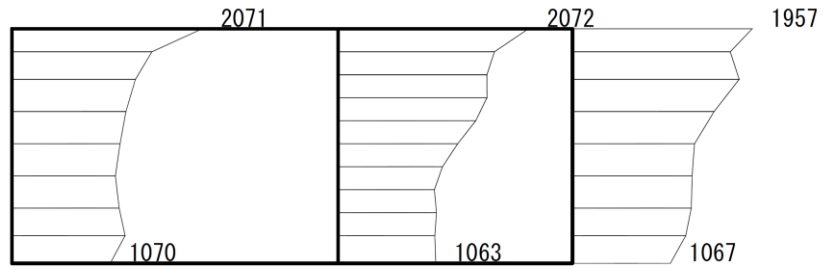
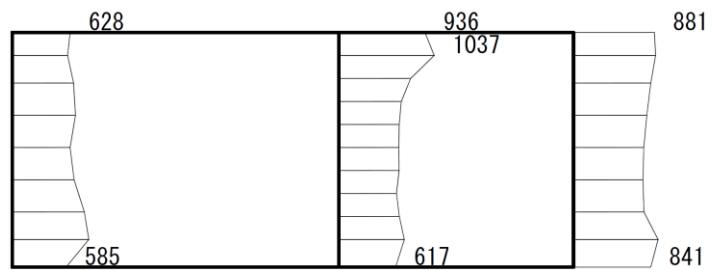


図 4-1 最大応答加速度分布図 (1/47) (解析ケース①)



(a) S s - D (-+) 水平



(b) S s - D (-+) 鉛直

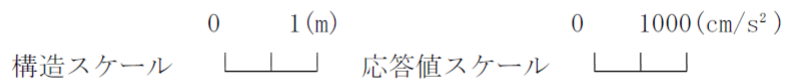
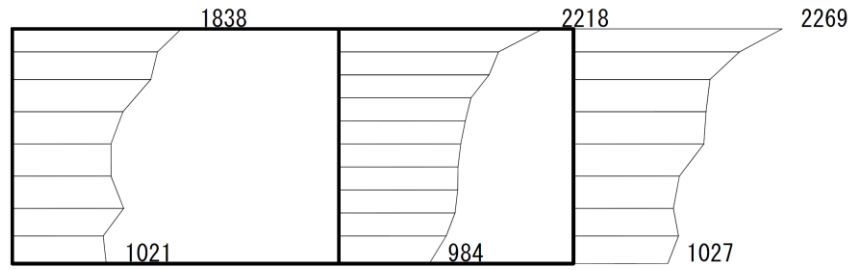
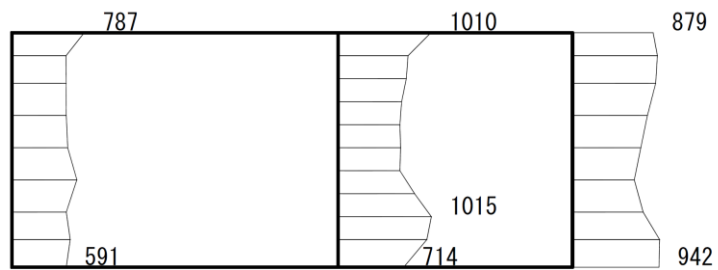


図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/47) (解析ケース①)



(a) S s - D (+ -) 水平



(b) S s - D (+ -) 鉛直

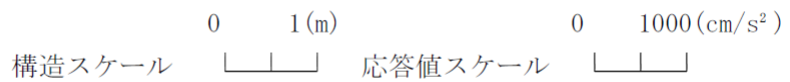
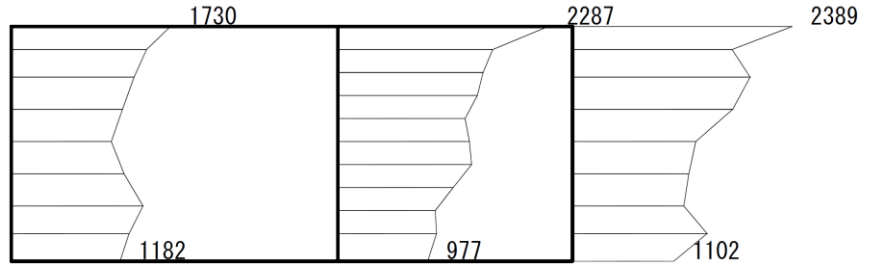
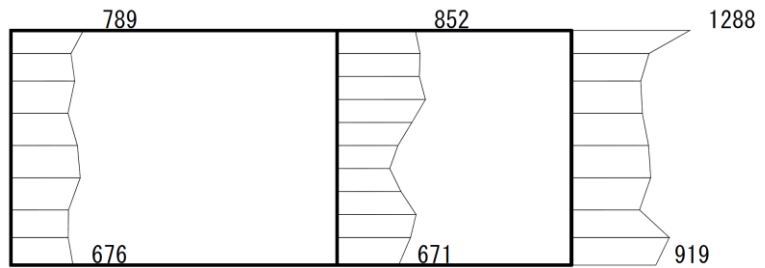


図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/47) (解析ケース①)



(a) S s - D (- -) 水平



(b) S s - D (- -) 鉛直

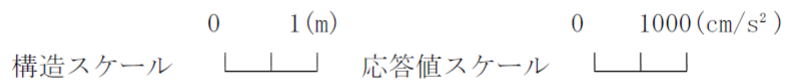
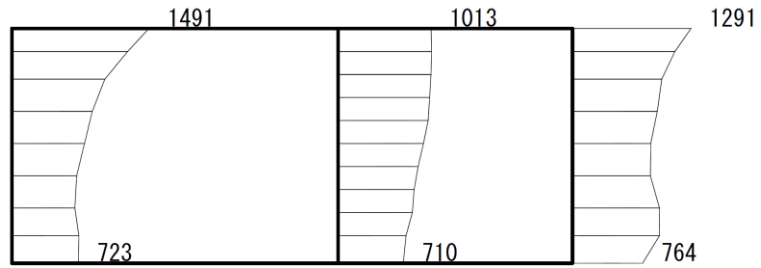
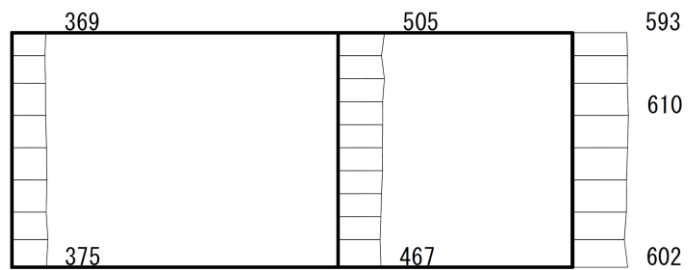


図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/47) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平



(b) S s - F 1 (++) 鉛直

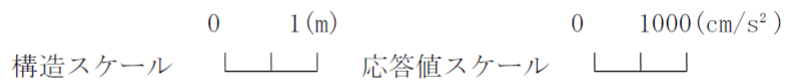
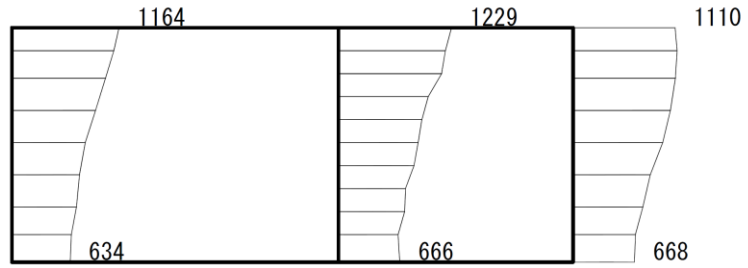
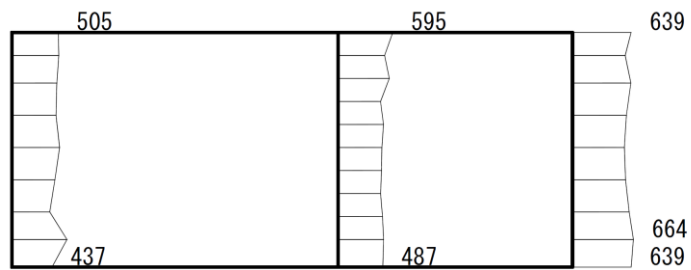


図 4-5 最大応答加速度分布図 (5/47) (解析ケース①)



(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

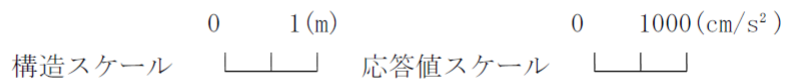
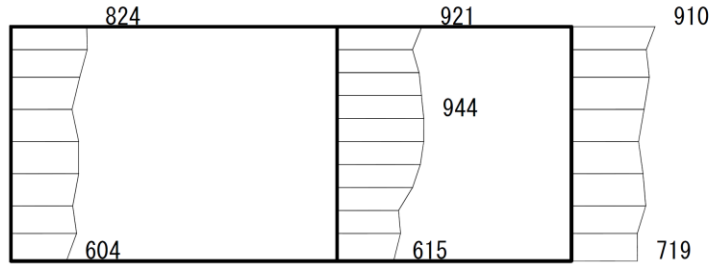
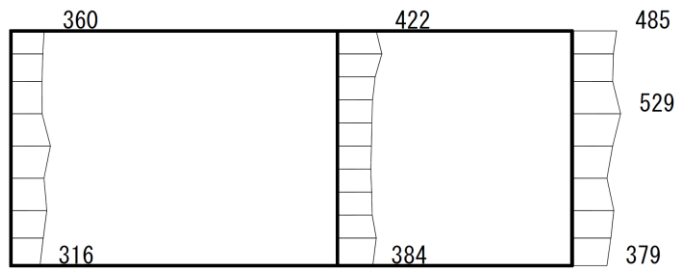


図 4-6 最大応答加速度分布図 (6/47) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

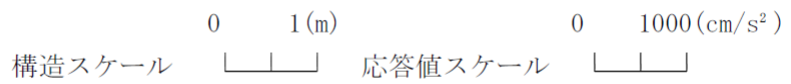
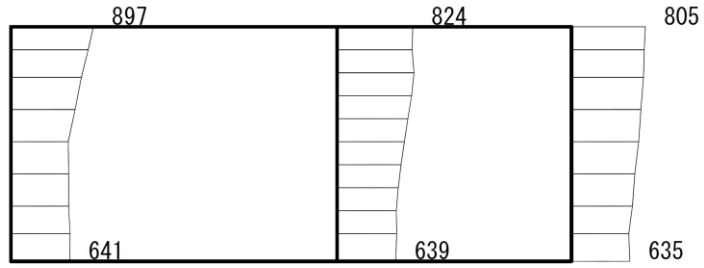
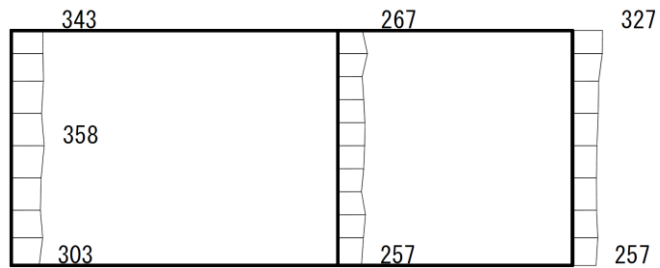


図 4-7 最大応答加速度分布図 (7/47) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平



(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

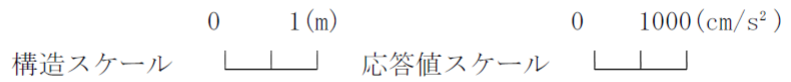
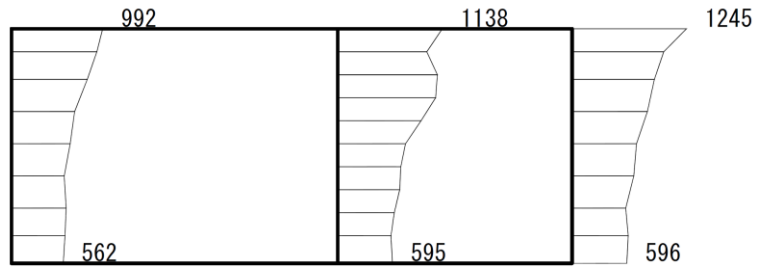
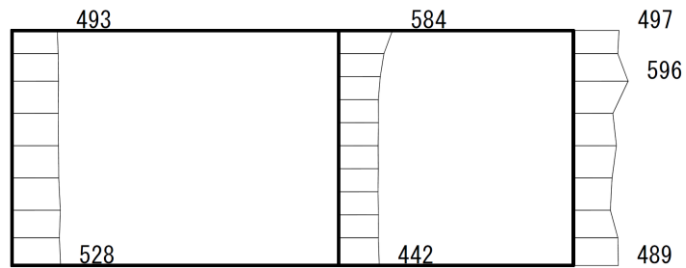


図 4-8 最大応答加速度分布図 (8/47) (解析ケース①)



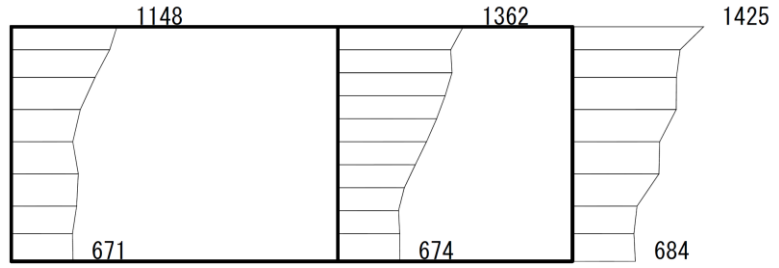
(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



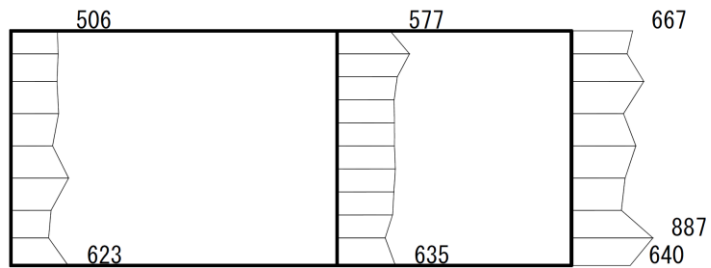
(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直



図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/47) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 水平



(b) $S_s - N2 (NS) (-+)$ 鉛直

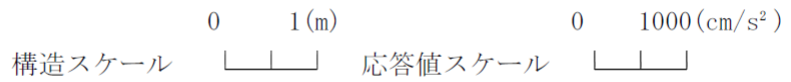
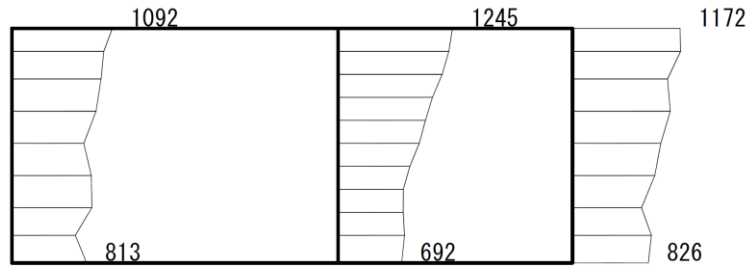
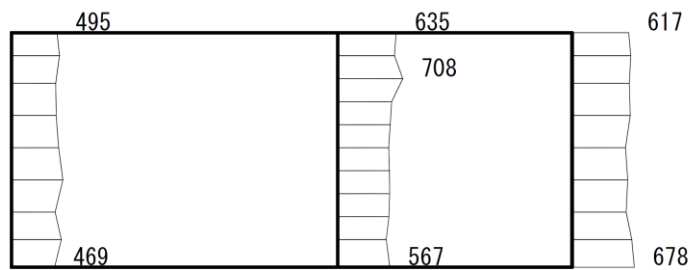


図 4-10 最大応答加速度分布図 (10/47) (解析ケース①)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

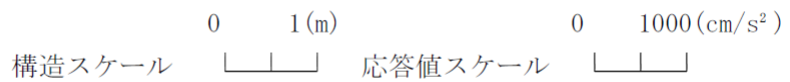
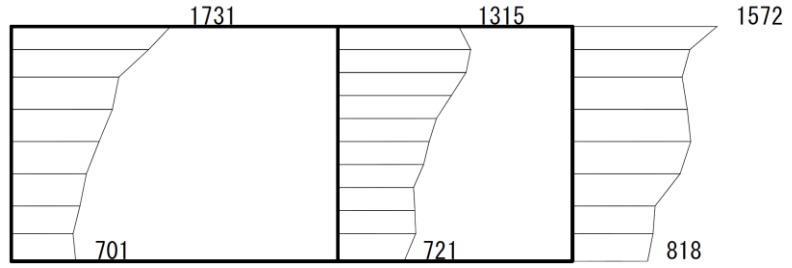
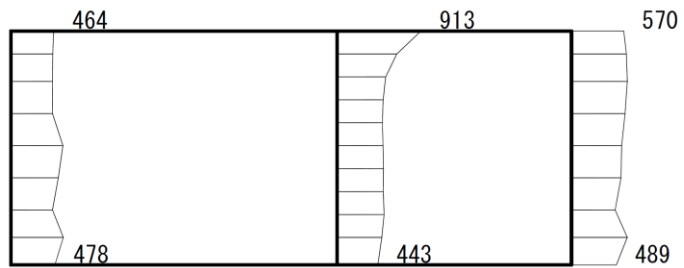


図 4-11 最大応答加速度分布図 (11/47) (解析ケース①)



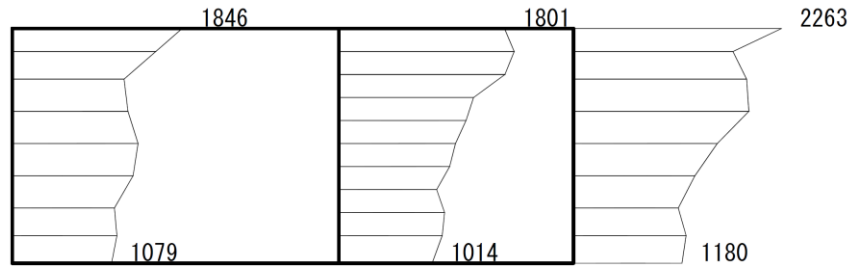
(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平



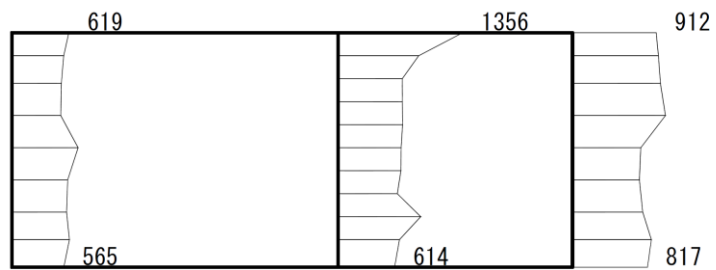
(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直



図 4-12 最大応答加速度分布図 (12/47) (解析ケース①)



(a) S s - D (-+) 水平



(b) S s - D (-+) 鉛直

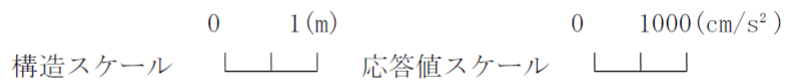
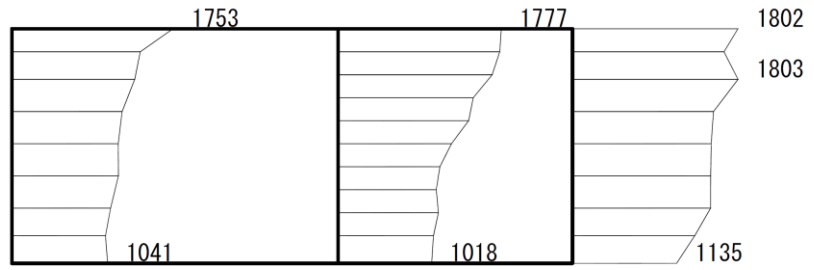
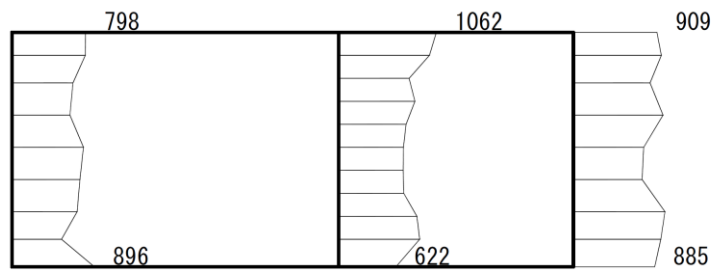


図 4-13 最大応答加速度分布図 (13/47) (解析ケース②)



(a) S s - D (-+) 水平



(b) S s - D (-+) 鉛直

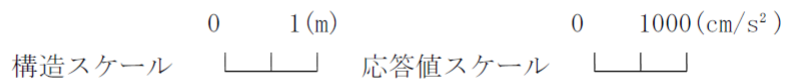
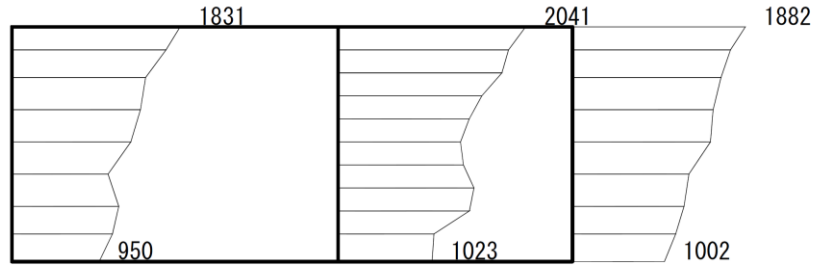
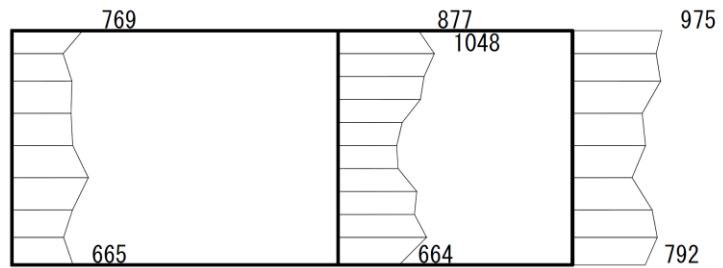


図 4-14 最大応答加速度分布図 (14/47) (解析ケース③)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

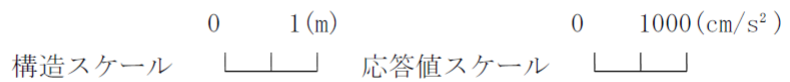
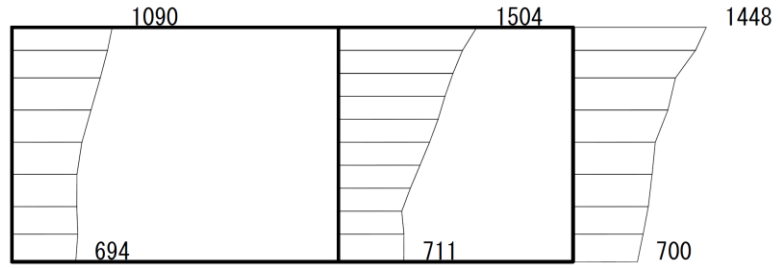
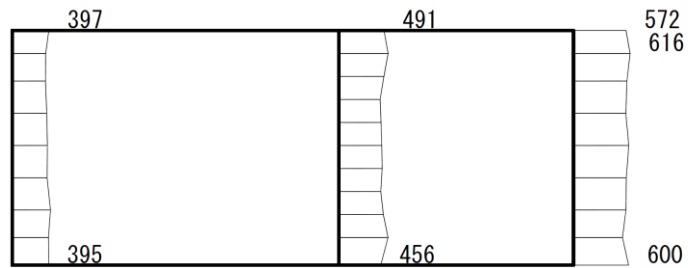


図 4-15 最大応答加速度分布図 (15/47) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平



(b) S s - F 1 (++) 鉛直

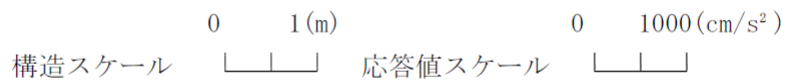
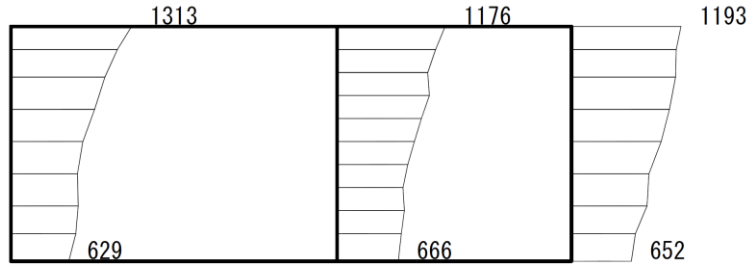
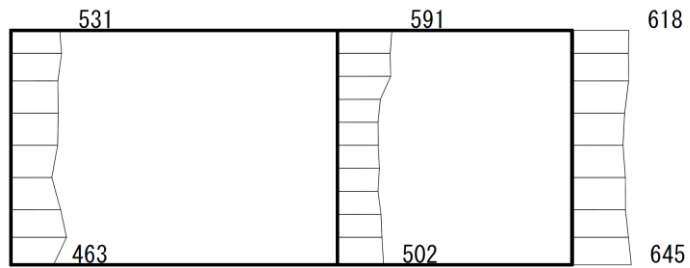


図 4-16 最大応答加速度分布図 (16/47) (解析ケース②)



(a) $S_s - F_2 (++)$ 水平



(b) $S_s - F_2 (++)$ 鉛直

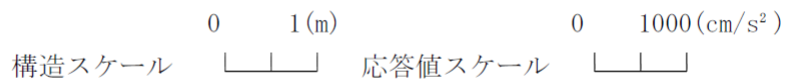
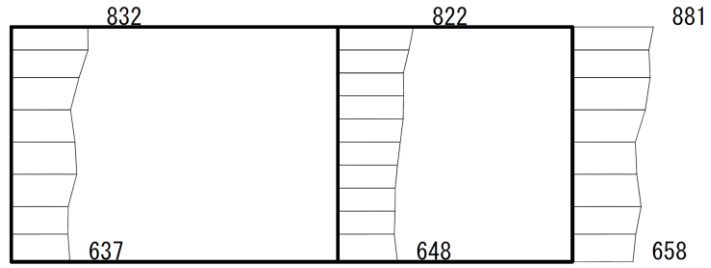
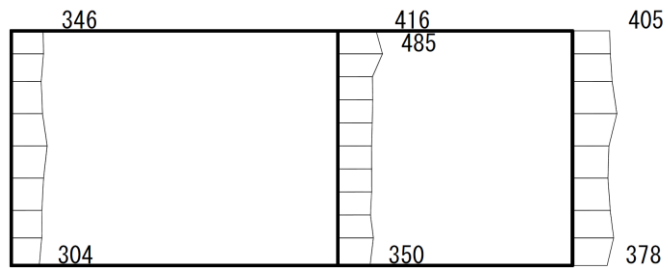


図 4-17 最大応答加速度分布図 (17/47) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

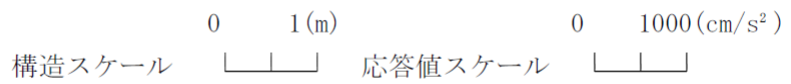
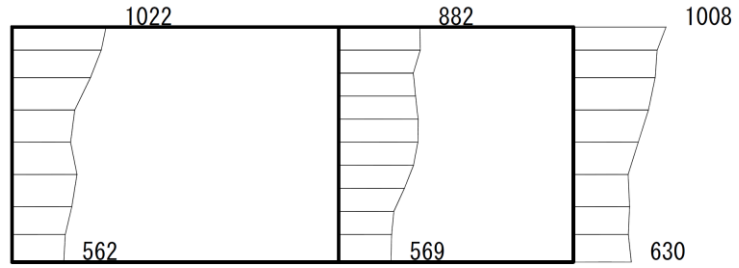
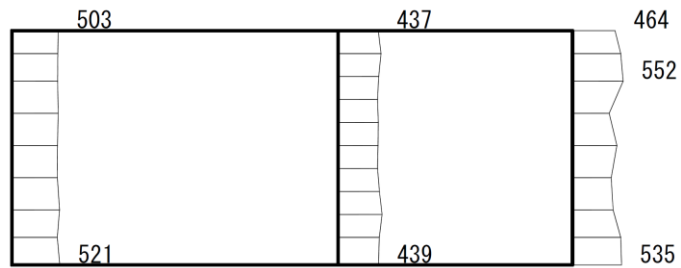


図 4-18 最大応答加速度分布図 (18/47) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

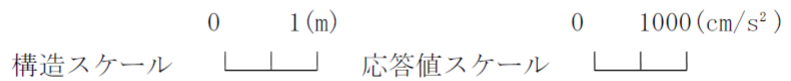
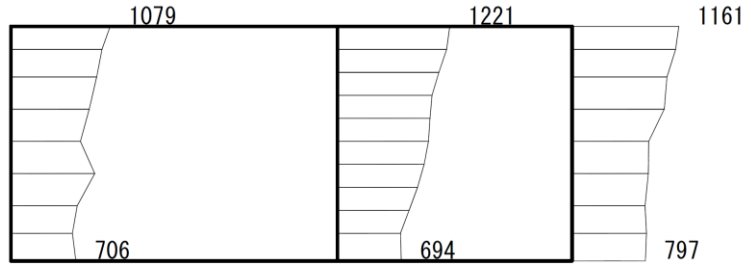
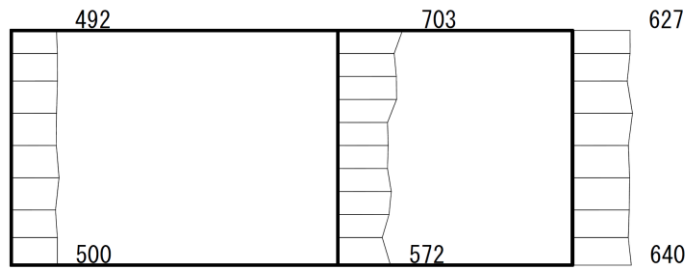


図 4-19 最大応答加速度分布図 (19/47) (解析ケース②)



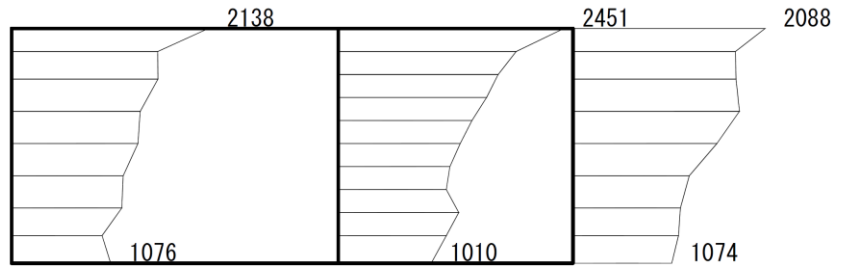
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



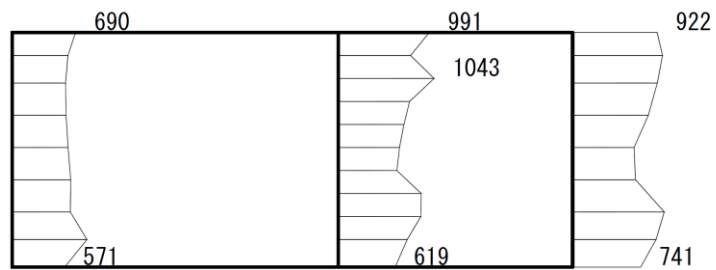
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直



図 4-20 最大応答加速度分布図 (20/47) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

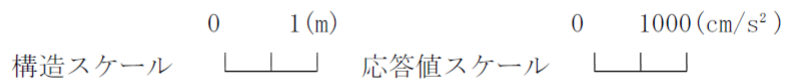
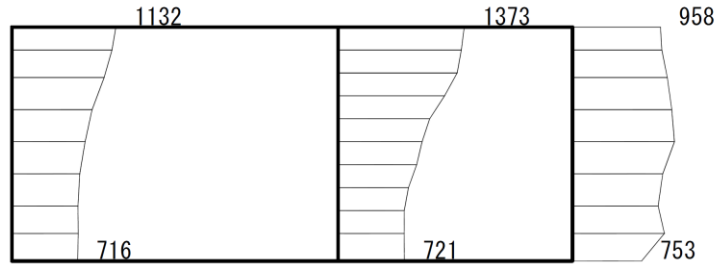
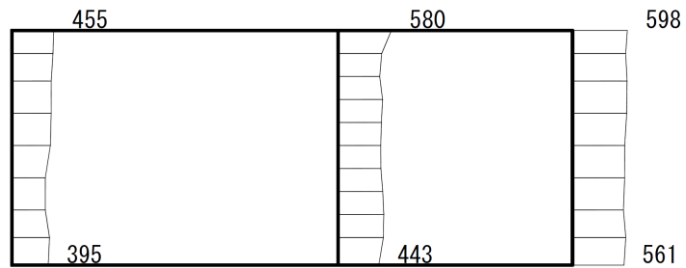


図 4-21 最大応答加速度分布図 (21/47) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平



(b) S s - F 1 (++) 鉛直

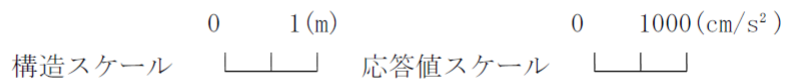
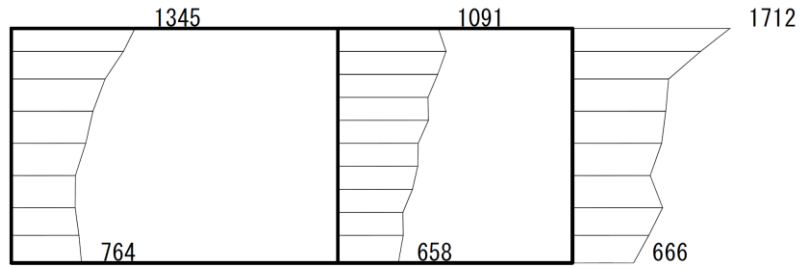
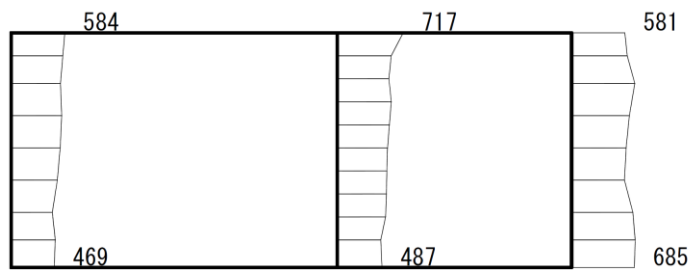


図 4-22 最大応答加速度分布図 (22/47) (解析ケース③)



(a) S s - F 2 (++) 水平



(b) S s - F 2 (++) 鉛直

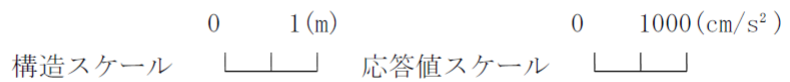
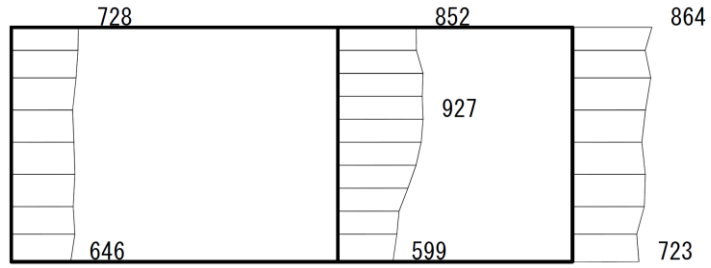
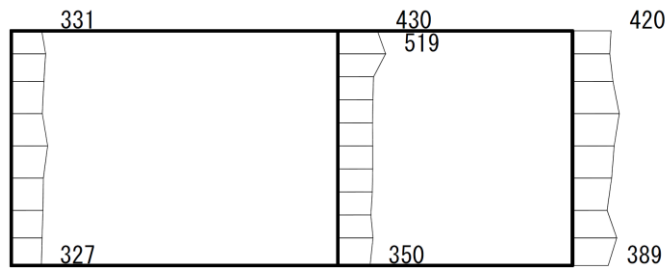


図 4-23 最大応答加速度分布図 (23/47) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

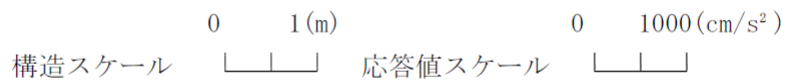
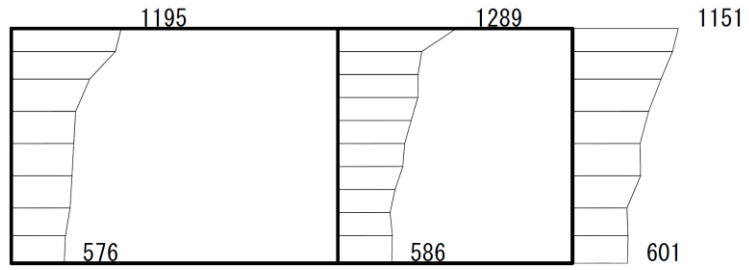
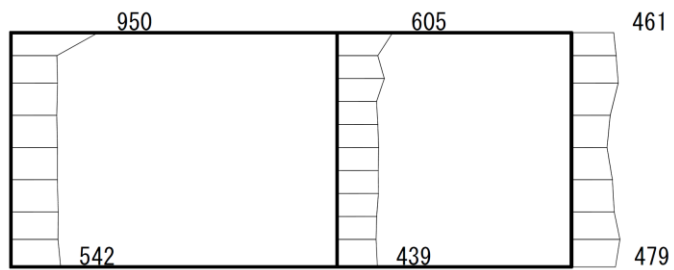


図 4-24 最大応答加速度分布図 (24/47) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS) (++)$ 水平



(b) $S_s - N2 (NS) (++)$ 鉛直

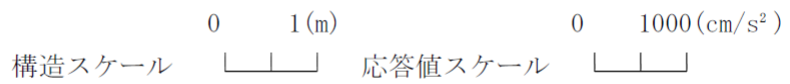
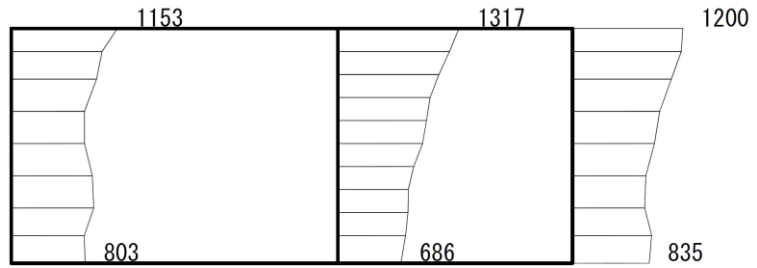
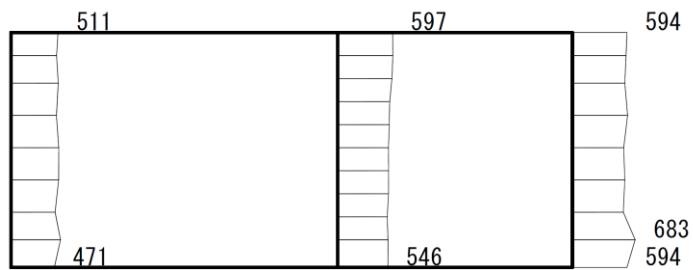


図 4-25 最大応答加速度分布図 (25/47) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

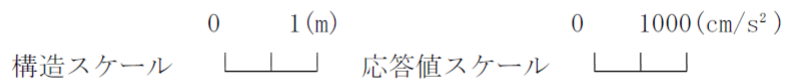
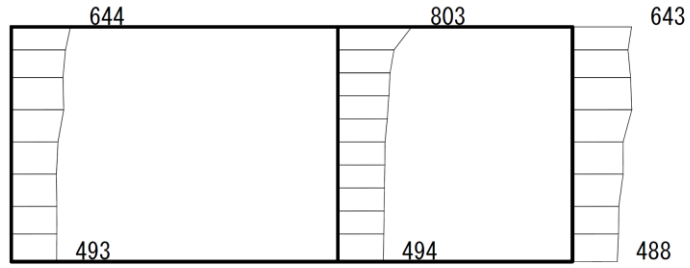
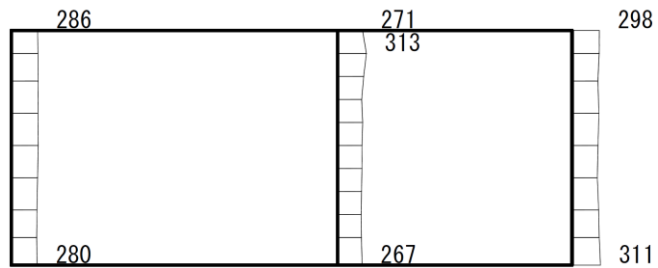


図 4-26 最大応答加速度分布図 (26/47) (解析ケース③)



(a) S d - D (++) 水平



(b) S d - D (++) 鉛直

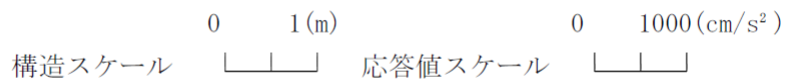
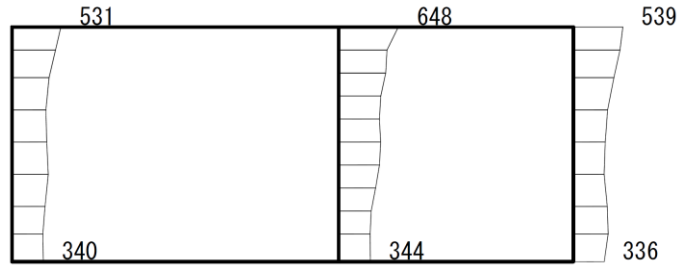
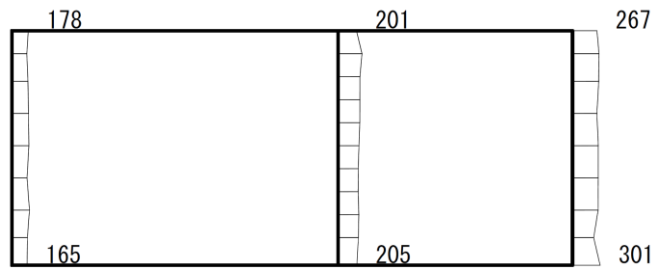


図 4-27 最大応答加速度分布図 (27/47) (解析ケース①)



(a) S d - F 1 (++) 水平



(b) S d - F 1 (++) 鉛直

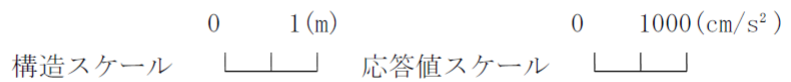
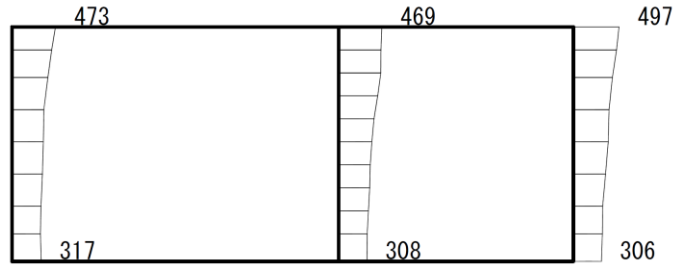
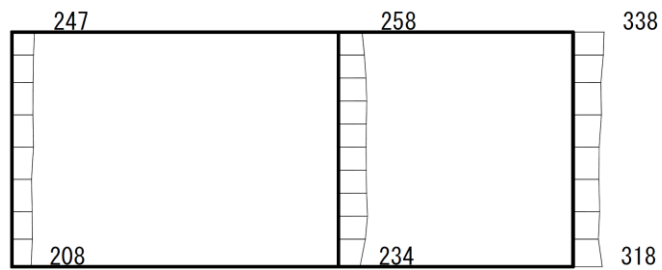


図 4-28 最大応答加速度分布図 (28/47) (解析ケース①)



(a) S d - F 2 (++) 水平



(b) S d - F 2 (++) 鉛直

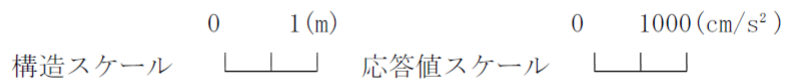
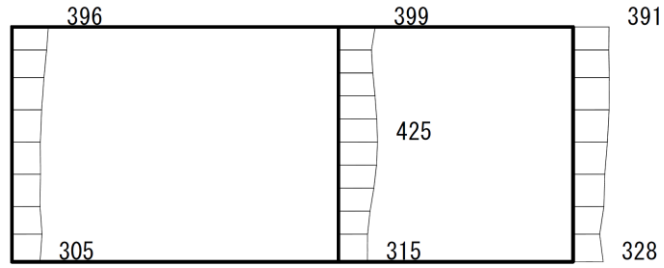
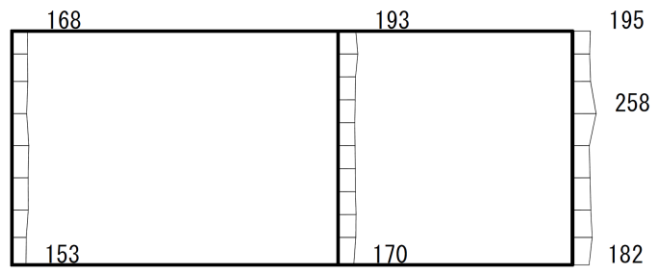


図 4-29 最大応答加速度分布図 (29/47) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (++) 水平



(b) S d - N 1 (++) 鉛直

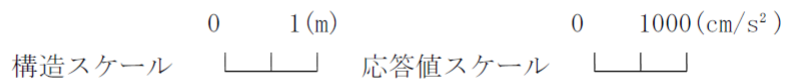
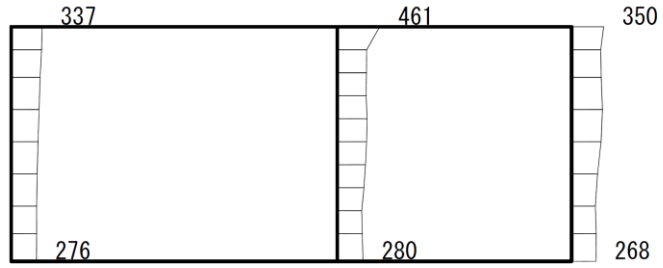
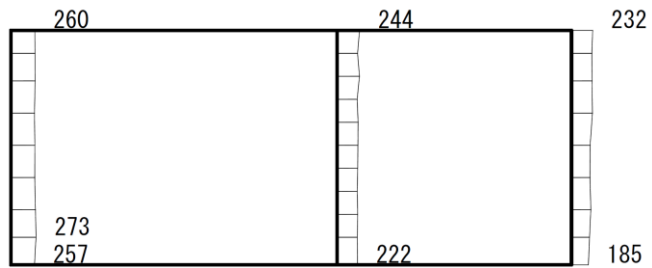


図 4-30 最大応答加速度分布図 (30/47) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平



(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

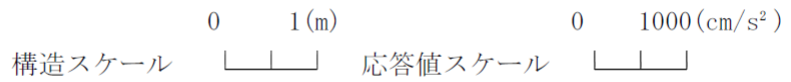
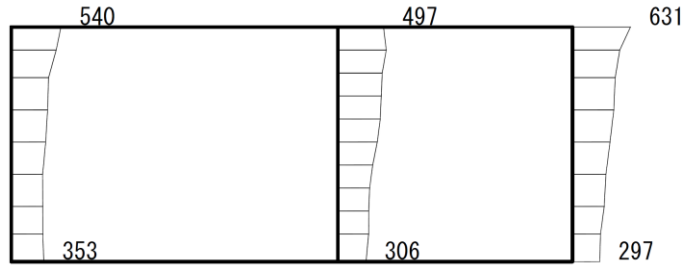
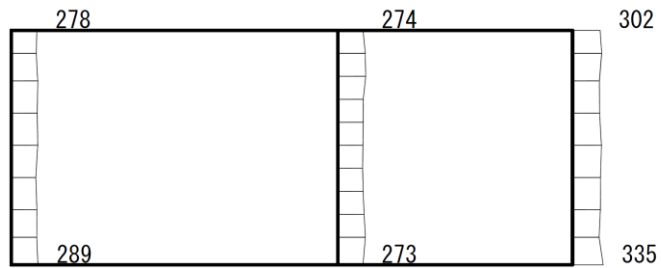


図 4-31 最大応答加速度分布図 (31/47) (解析ケース①)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平



(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

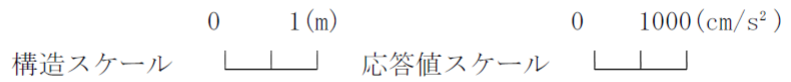
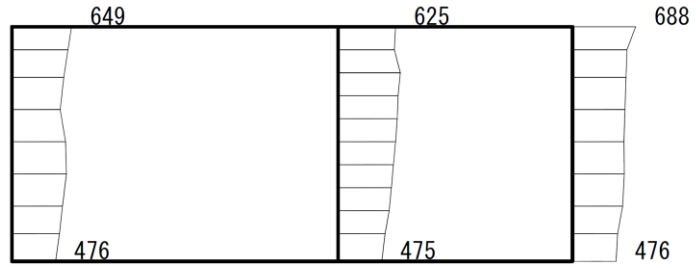
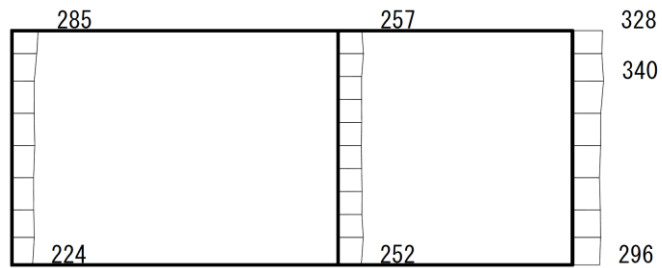


図 4-32 最大応答加速度分布図 (32/47) (解析ケース①)



(a) S d - 1 (++) 水平



(b) S d - 1 (++) 鉛直

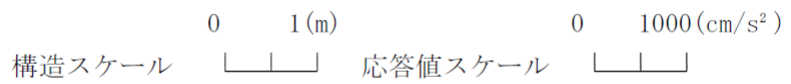
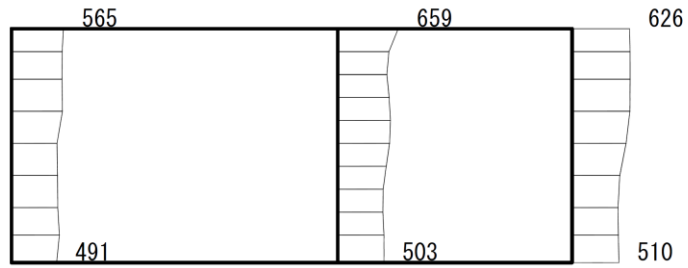
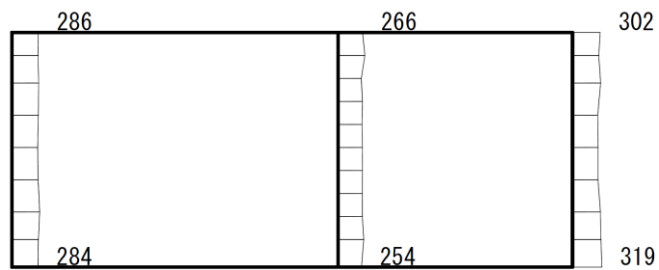


図 4-33 最大応答加速度分布図 (33/47) (解析ケース①)



(a) S d - D (++) 水平



(b) S d - D (++) 鉛直

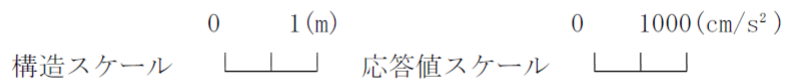
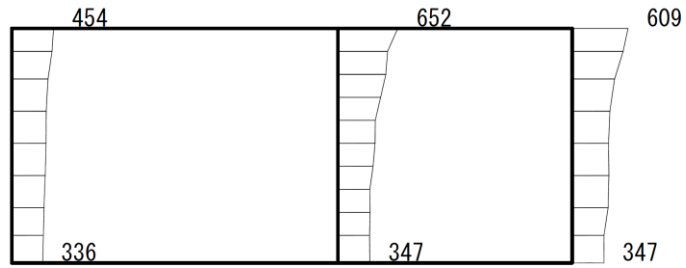
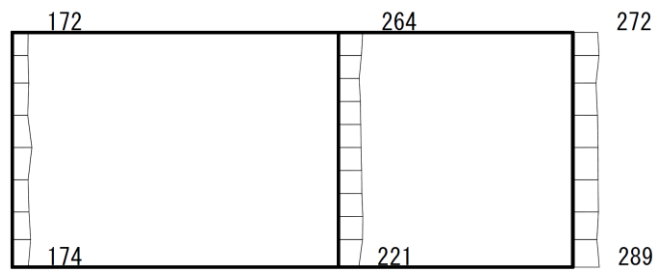


図 4-34 最大応答加速度分布図 (34/47) (解析ケース②)



(a) S d - F 1 (++) 水平



(b) S d - F 1 (++) 鉛直

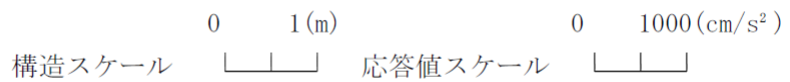
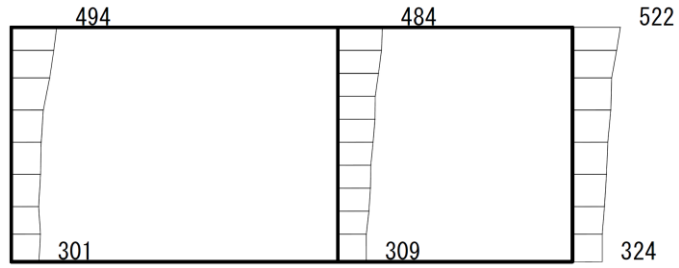
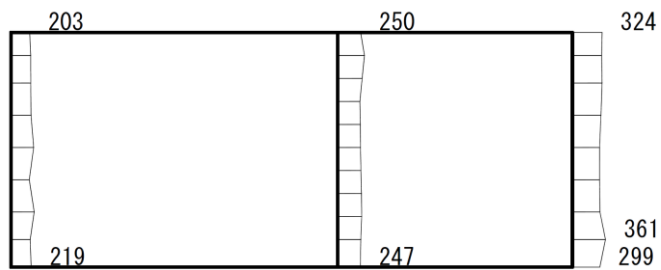


図 4-35 最大応答加速度分布図 (35/47) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平



(b) S d - F 2 (++) 鉛直

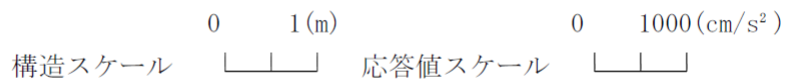
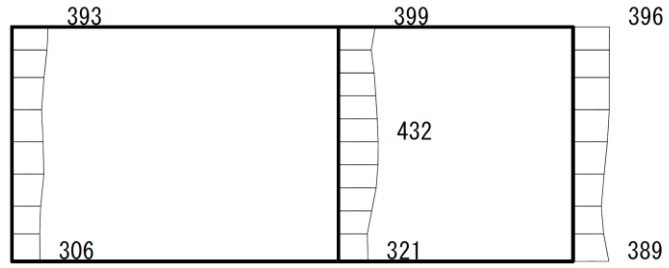
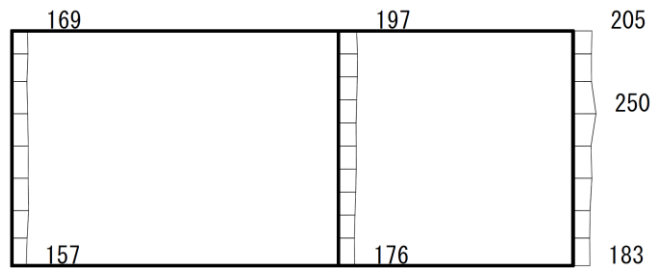


図 4-36 最大応答加速度分布図 (36/47) (解析ケース②)



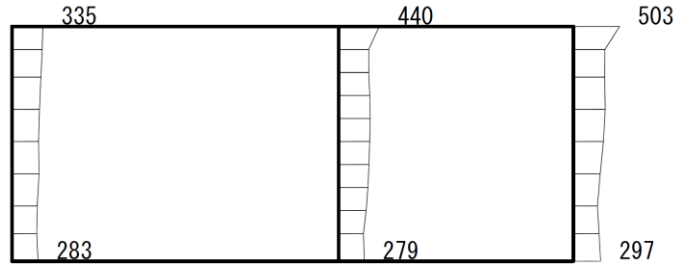
(a) S d - N 1 (++) 水平



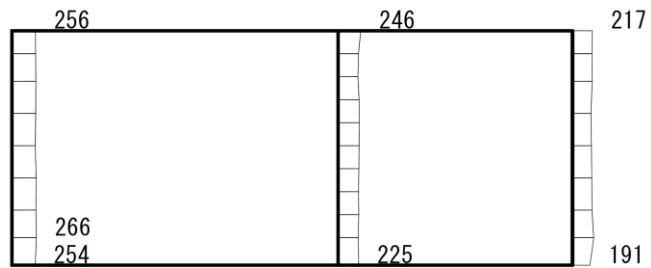
(b) S d - N 1 (++) 鉛直



図 4-37 最大応答加速度分布図 (37/47) (解析ケース②)



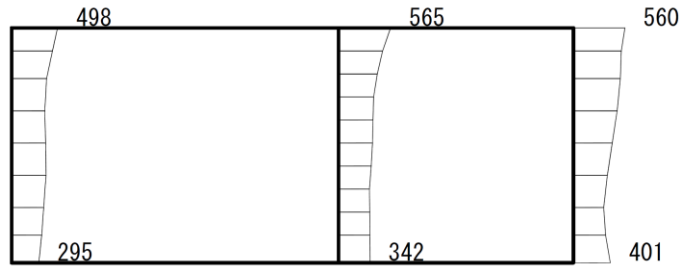
(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平



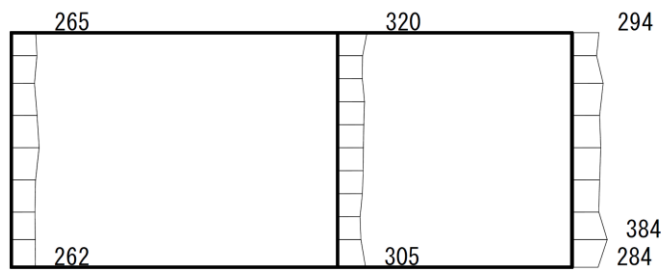
(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直



図 4-38 最大応答加速度分布図 (38/47) (解析ケース②)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平



(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

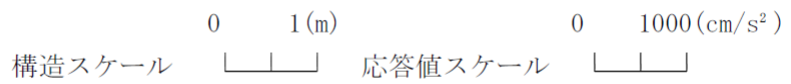
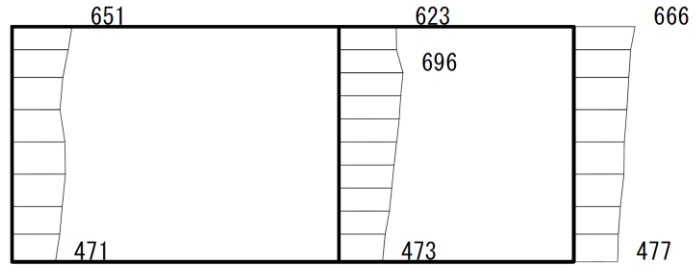
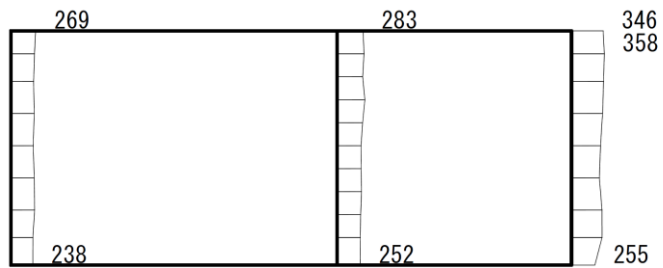


図 4-39 最大応答加速度分布図 (39/47) (解析ケース②)



(a) S d - 1 (++) 水平



(b) S d - 1 (++) 鉛直

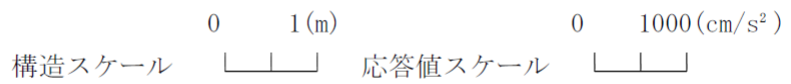
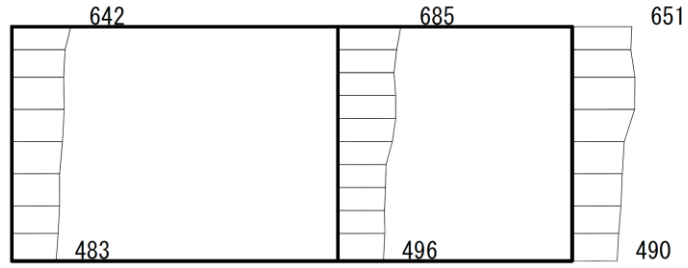
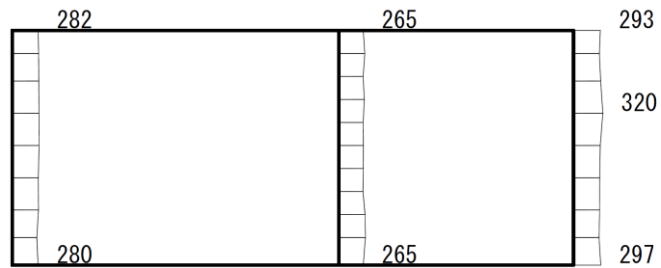


図 4-40 最大応答加速度分布図 (40/47) (解析ケース②)



(a) S d - D (++) 水平



(b) S d - D (++) 鉛直

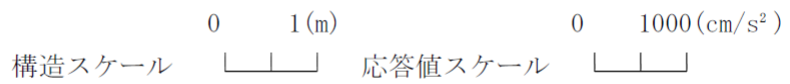
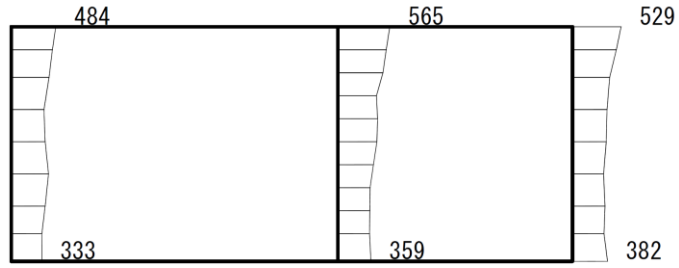
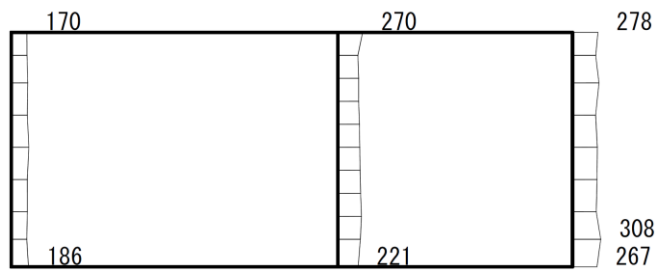


図 4-41 最大応答加速度分布図 (41/47) (解析ケース③)



(a) S d - F 1 (++) 水平



(b) S d - F 1 (++) 鉛直

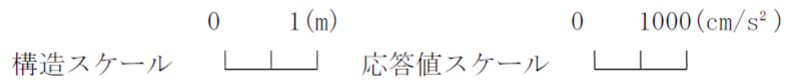
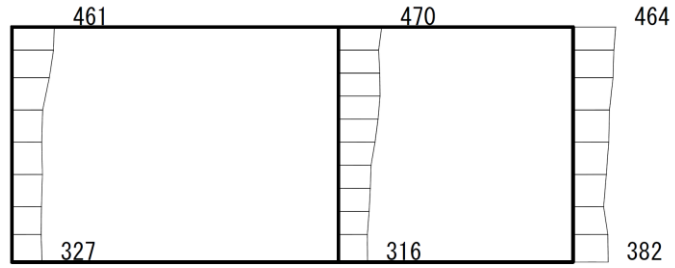
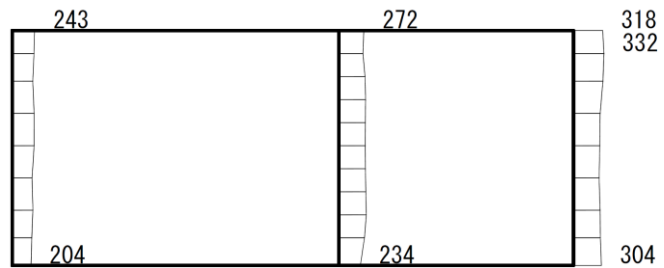


図 4-42 最大応答加速度分布図 (42/47) (解析ケース③)



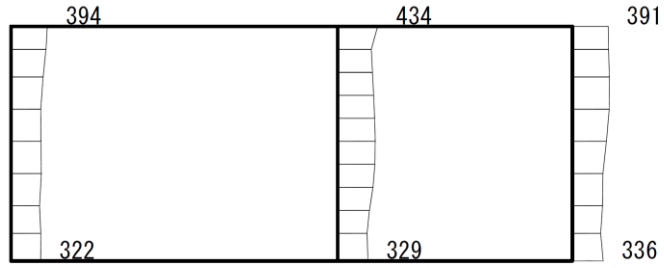
(a) S d - F 2 (++) 水平



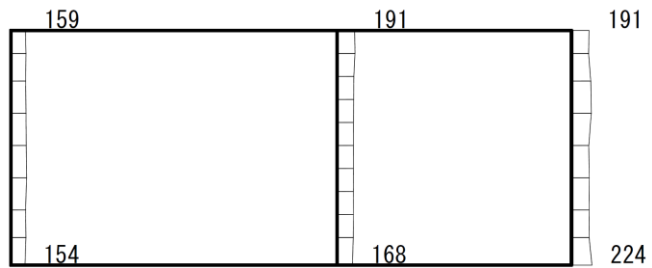
(b) S d - F 2 (++) 鉛直



図 4-43 最大応答加速度分布図 (43/47) (解析ケース③)



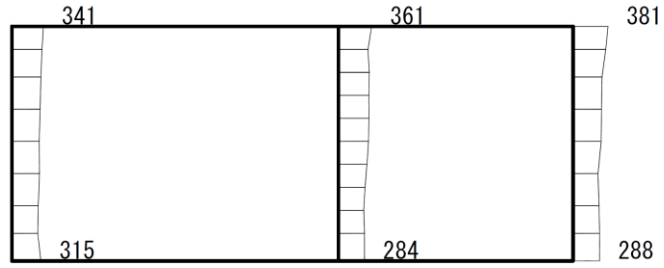
(a) S d - N 1 (++) 水平



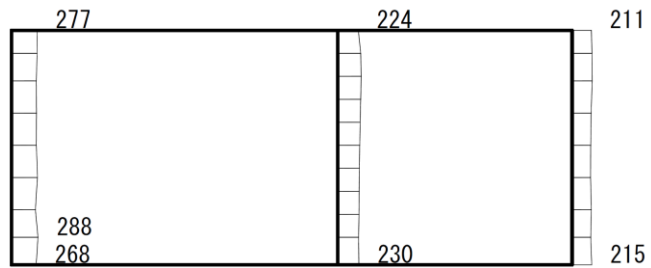
(b) S d - N 1 (++) 鉛直



図 4-44 最大応答加速度分布図 (44/47) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (N S) (+ +) 水平



(b) S d - N 2 (N S) (+ +) 鉛直

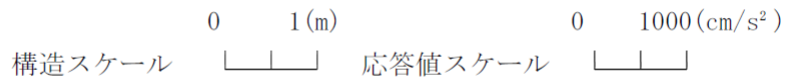
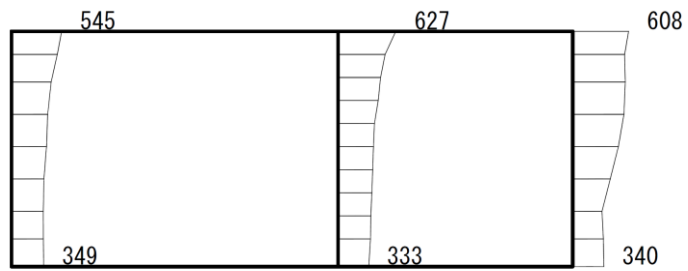
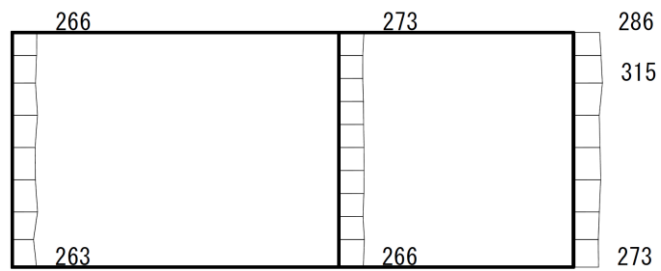


図 4-45 最大応答加速度分布図 (45/47) (解析ケース③)



(a) S d - N 2 (E W) (+ +) 水平



(b) S d - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

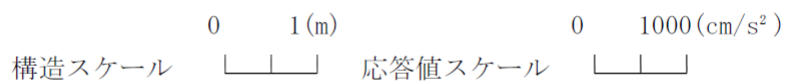
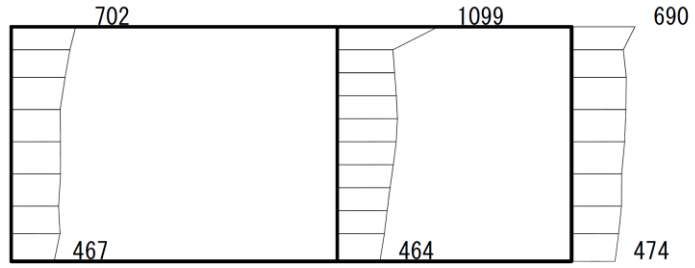
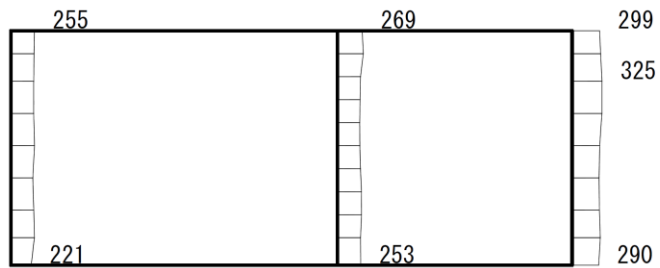


図 4-46 最大応答加速度分布図 (46/47) (解析ケース③)



(a) S d - 1 (++) 水平



(b) S d - 1 (++) 鉛直

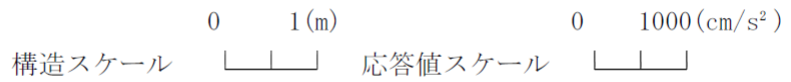


図 4-47 最大応答加速度分布図 (47/47) (解析ケース③)

VI-2-2-30 第1ベントフィルタ格納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 評価対象断面	9
3.2 解析方法	12
3.2.1 構造部材	12
3.2.2 地盤	14
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	16
3.3 荷重及び荷重の組合せ	18
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	18
3.3.2 荷重	18
3.3.3 荷重の組合せ	19
3.4 入力地震動	20
3.5 解析モデル及び諸元	37
3.5.1 解析モデル	37
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	40
3.5.3 地盤の物性値	40
3.5.4 地下水位	41
4. 解析結果	43
4.1 A－A断面の解析結果	43
4.2 B－B断面の解析結果	70
4.3 C－C断面の解析結果	97

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する第1ベントフィルタ格納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、第1ベントフィルタ格納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。その際、耐震評価に用いる応答値は、この地震応答解析により構造物に発生する変形、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧とする。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

第1ベントフィルタ格納槽の位置図を図2-1に示す。

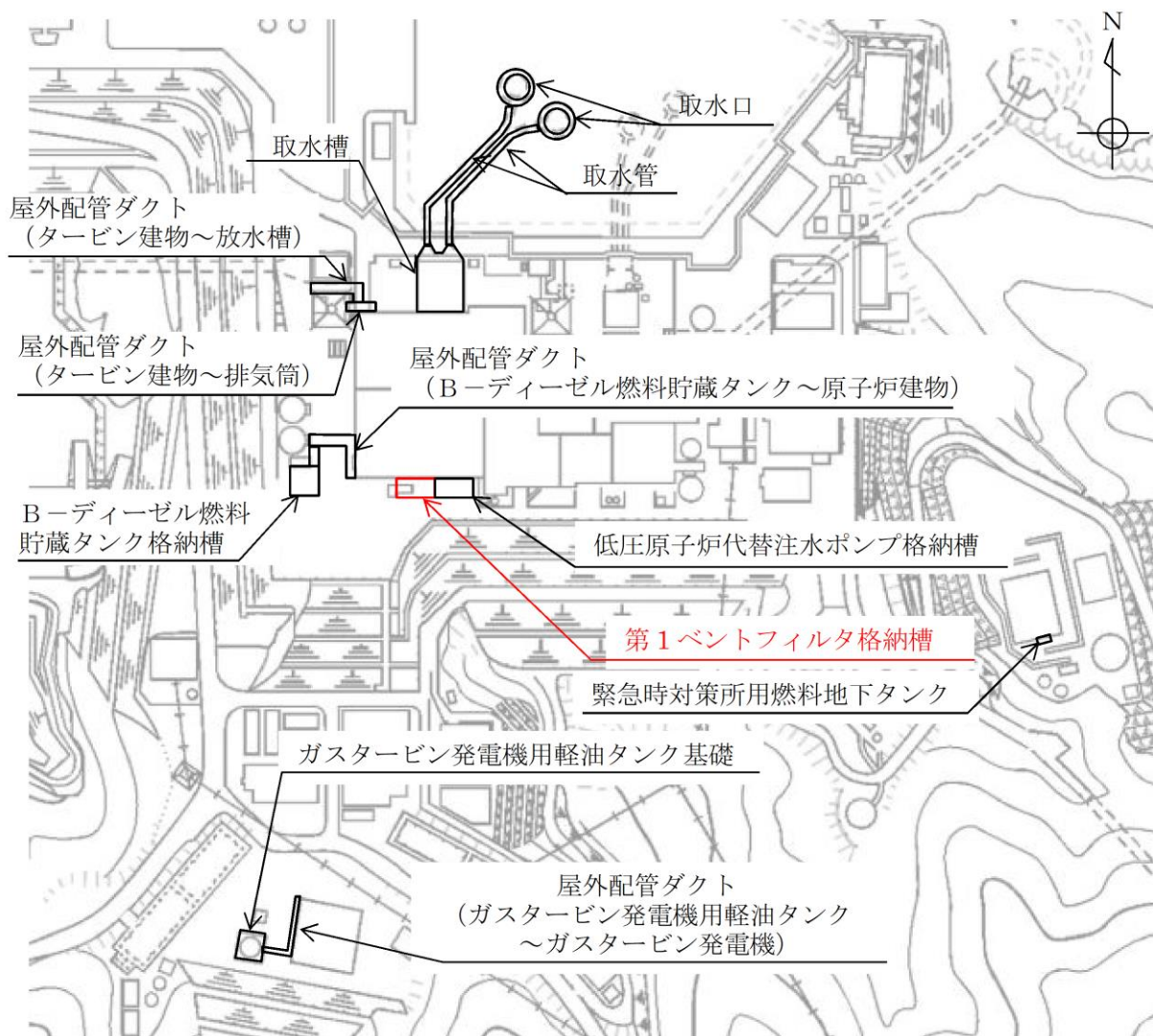


図2-1 第1ベントフィルタ格納槽 位置図

2.2 構造概要

第1ベントフィルタ格納槽の平面図を図2-2，断面図を図2-3～図2-5に示す。

第1ベントフィルタ格納槽は，第1ベントフィルタスクラバ容器等を間接支持する幅24.6m（EW方向）×13.4m（NS方向），高さ約18.7mの鉄筋コンクリート造の地中（一部地上部を含む）構造物であり，マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有するC_M級岩盤に支持される。

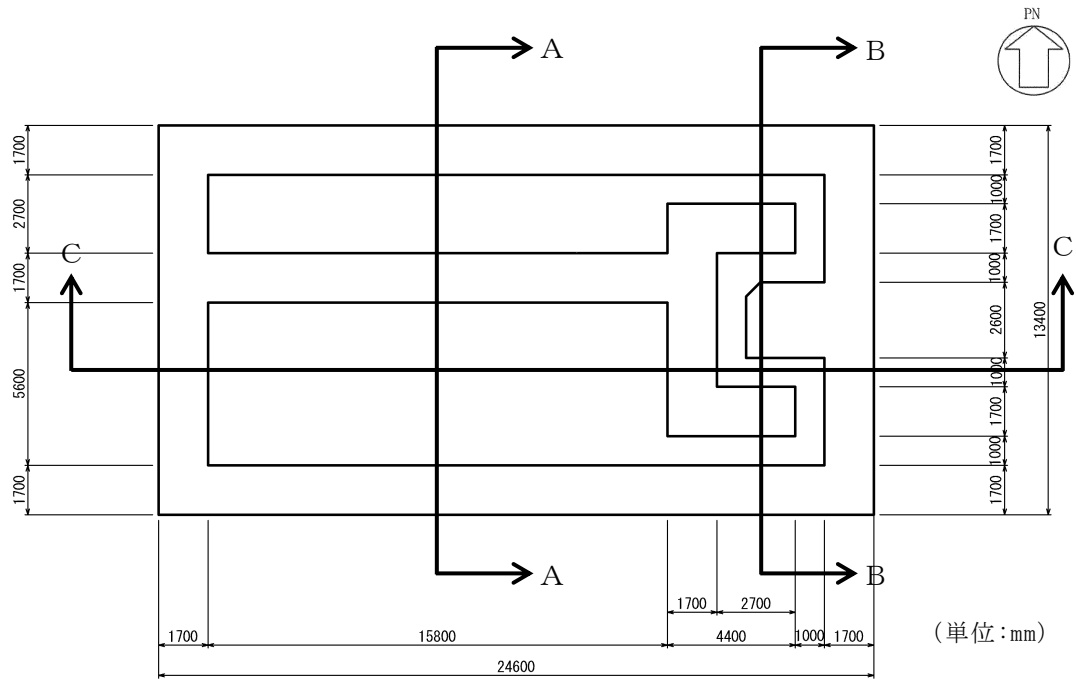


図2-2 第1ベントフィルタ格納槽 平面図

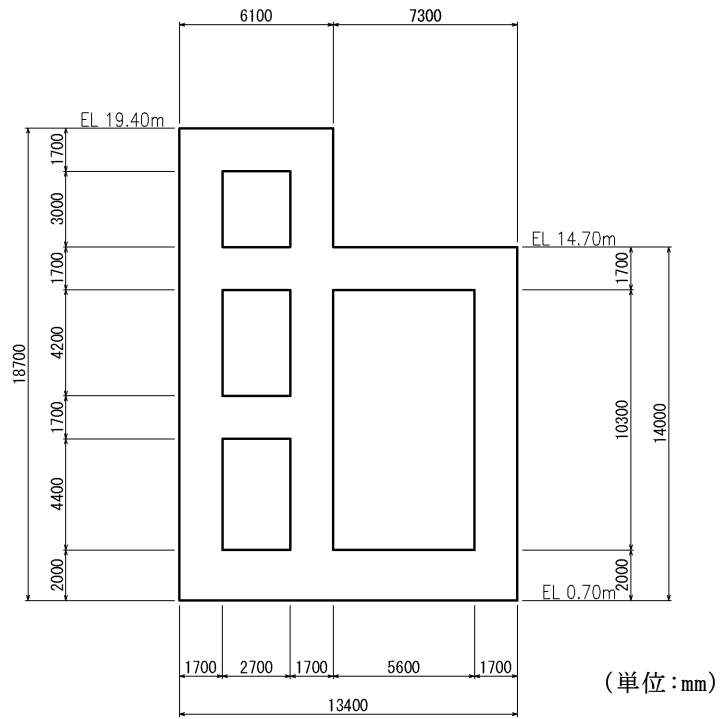


図 2-3 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (A-A 断面)

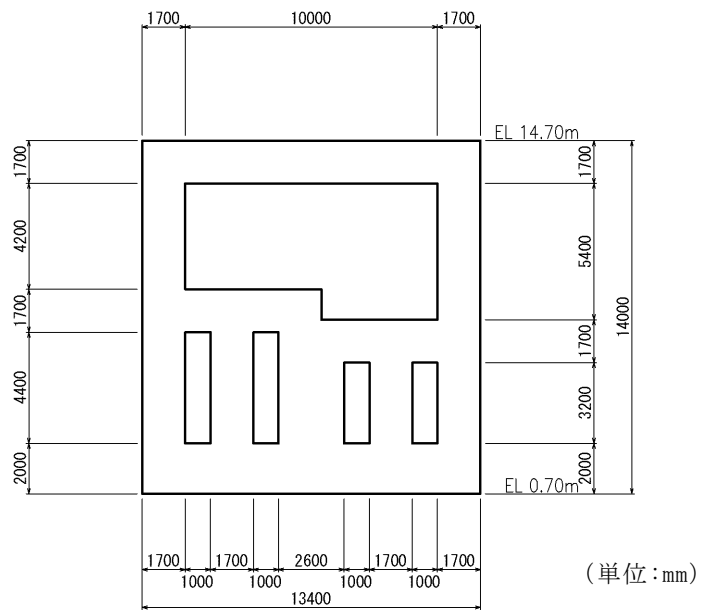


図 2-4 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (B-B 断面)

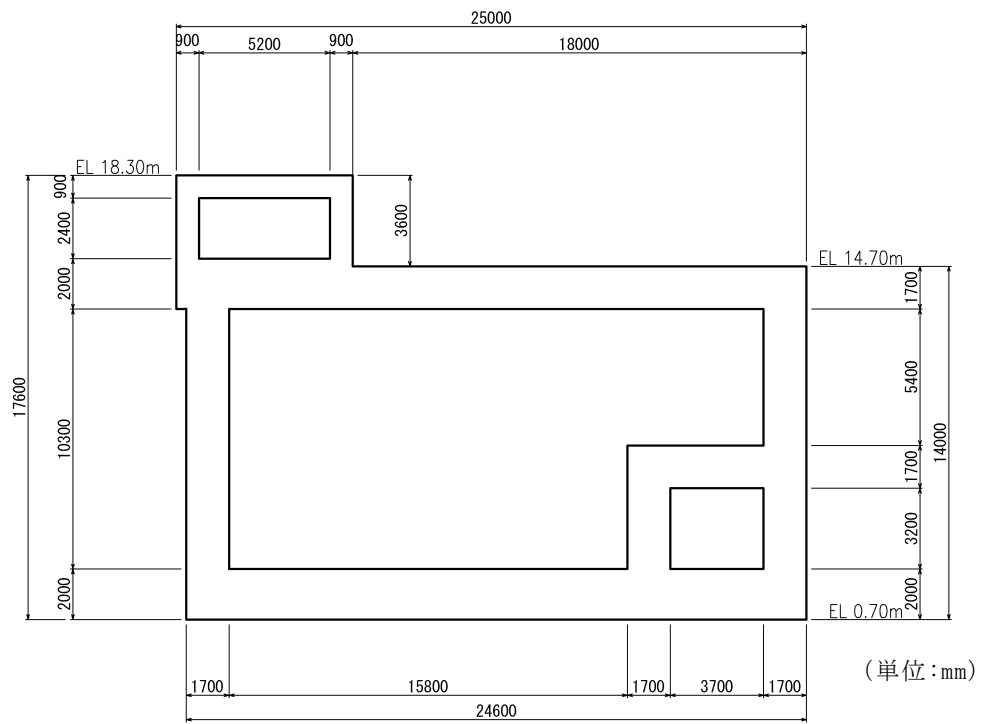


図 2-5 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (C-C 断面)

2.3 解析方針

第1ベントフィルタ格納槽は、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 に対して地震応答解析を実施する。

図2-6に第1ベントフィルタ格納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 評価対象断面」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。

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に用いる。また、変形、断面力及び基礎地盤の接地圧は、第1ベントフィルタ格納槽の耐震評価に用いる。

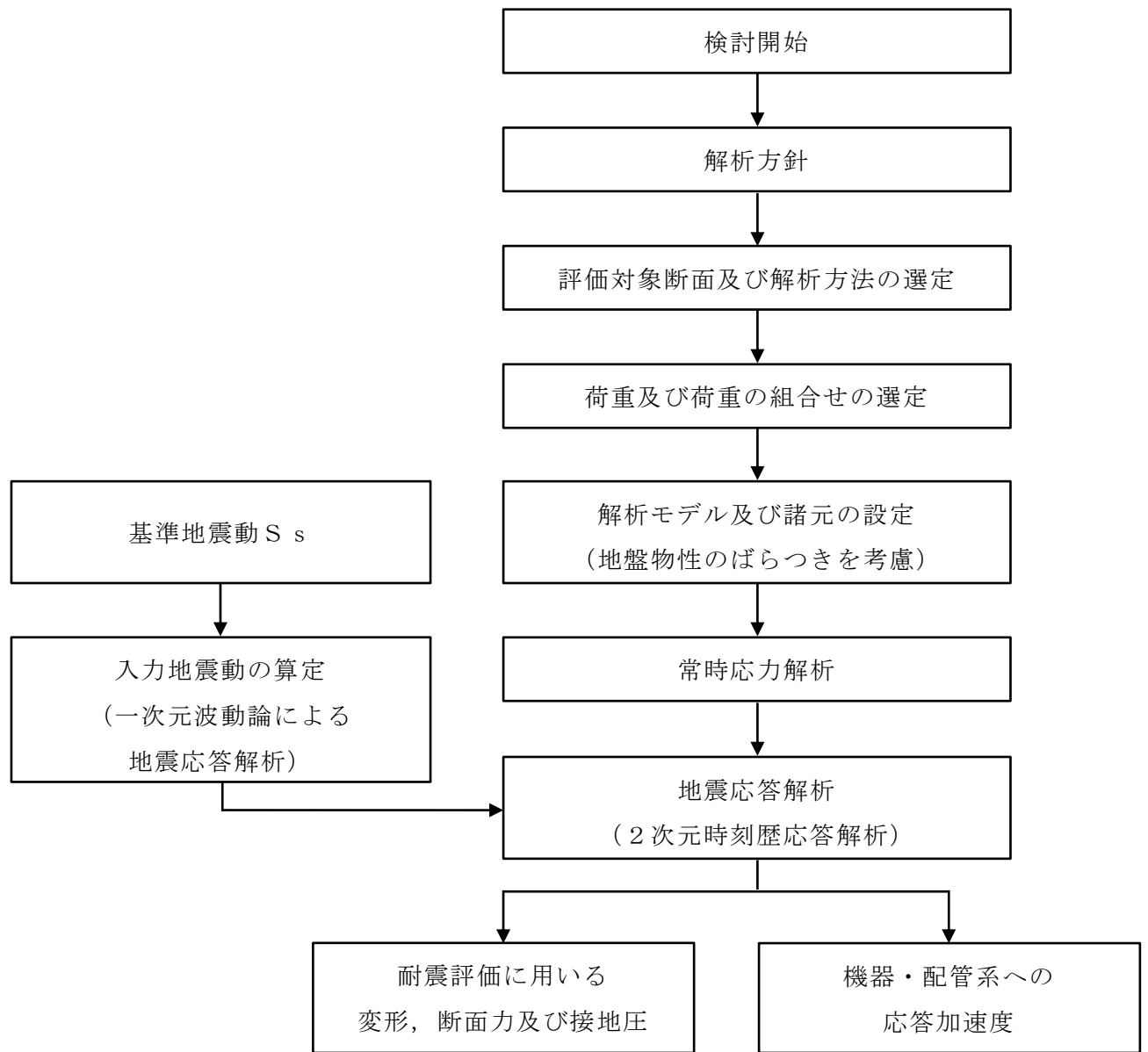


図 2-6 第 1 ベントフィルタ格納槽 地震応答解析フロー

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]（土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書[設計編]（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（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（日本電気協会）
- ・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）

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

第1ベントフィルタ格納槽の評価対象断面位置図を図3-1に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は、図3-1のA-A断面及びB-B断面とする。また、機器・配管系に対する応答加速度抽出断面は図3-1のA-A断面、B-B断面及びC-C断面とする。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響確認については、図3-1のC-C断面の妻壁に対して実施することとし、評価結果はVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」にて示す。

評価対象断面図を図3-2～図3-4に示す。

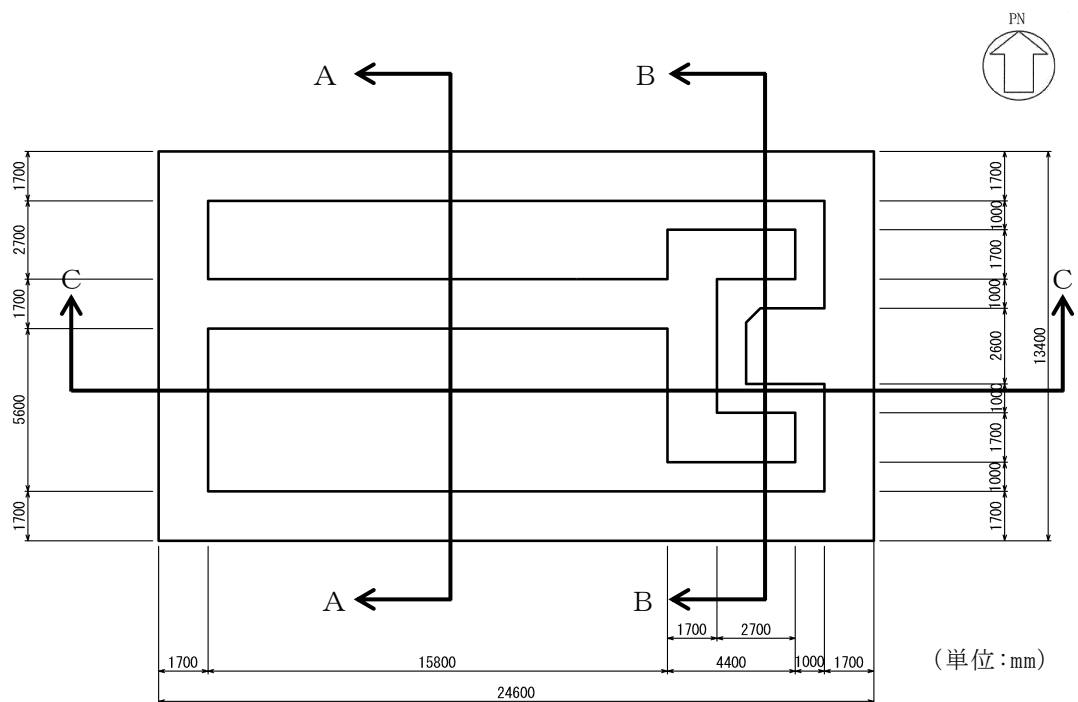


図3-1 第1ベントフィルタ格納槽 評価対象断面位置図

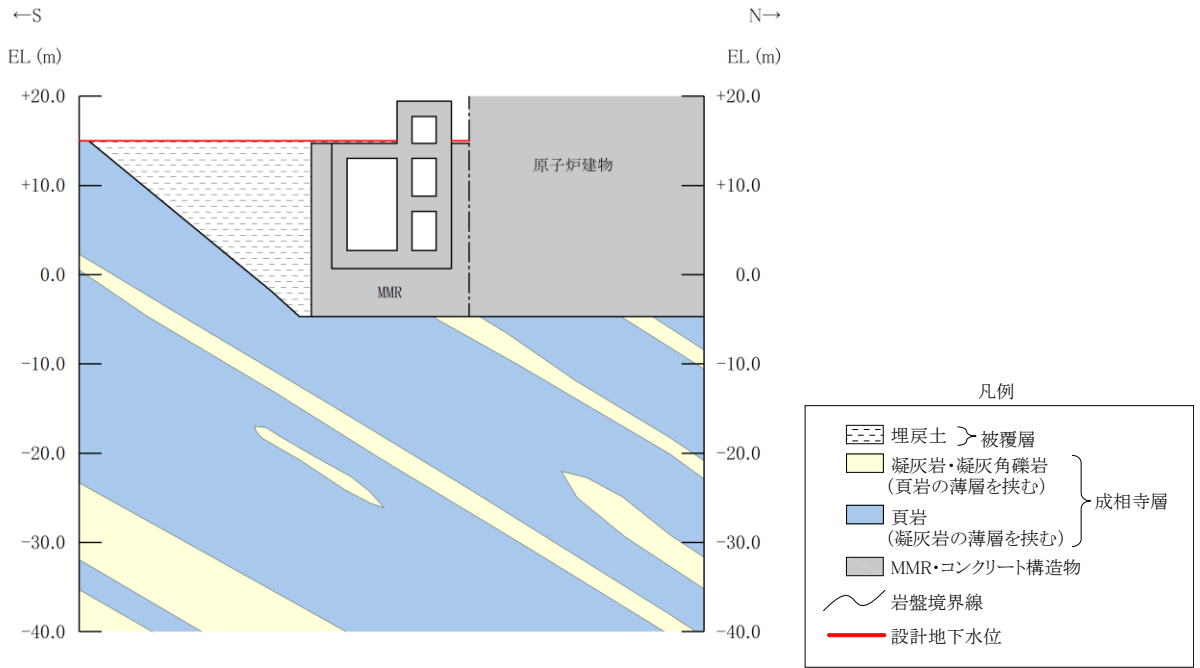


図 3-2 第 1 ベントフィルタ格納槽 評価対象断面図 (A-A 断面)

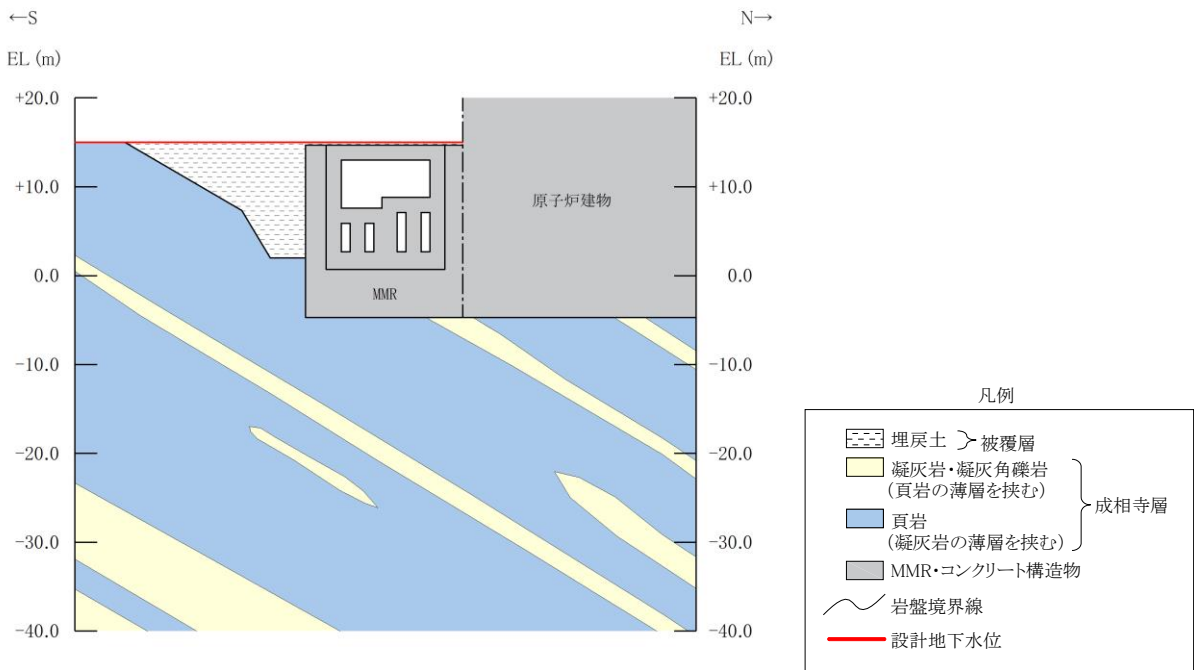


図 3-3 第 1 ベントフィルタ格納槽 評価対象断面図 (B-B 断面)

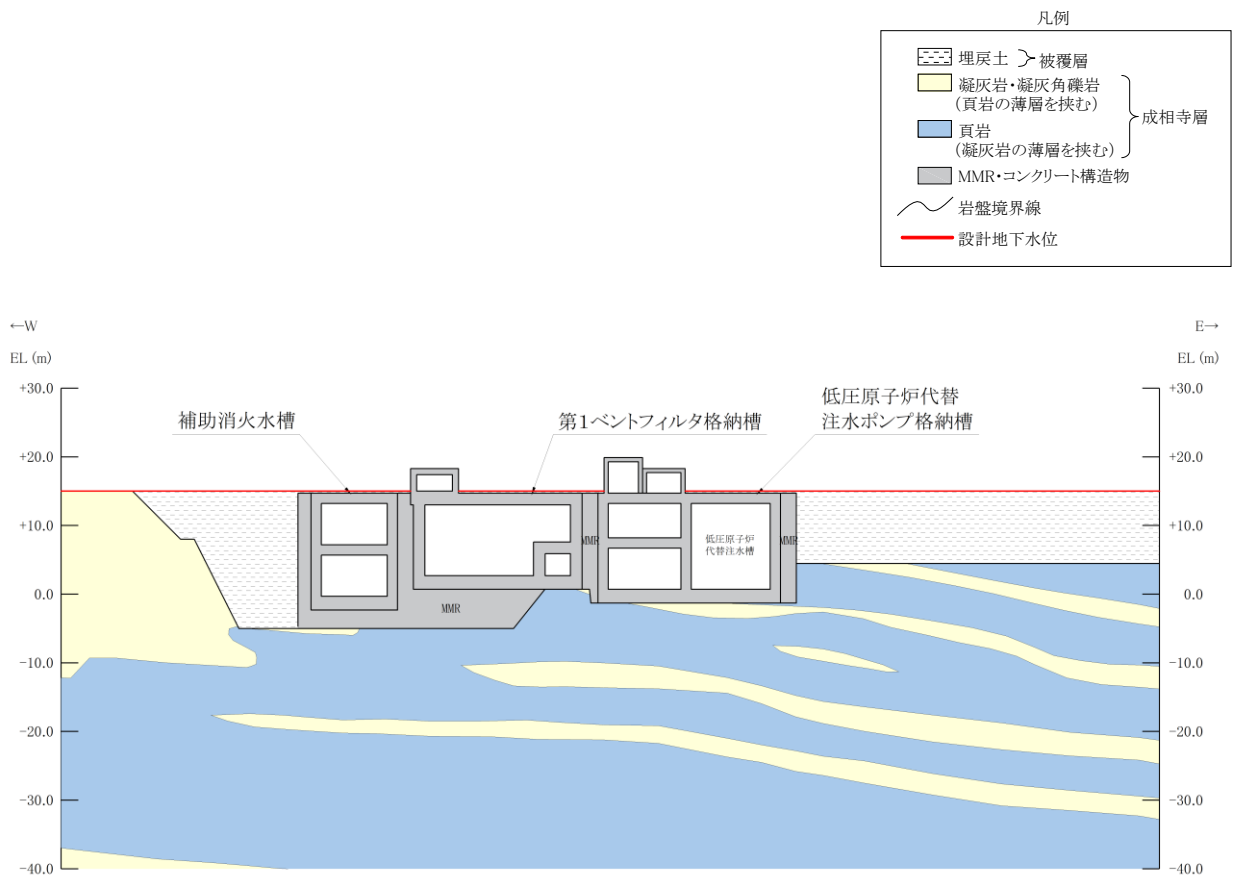


図 3-4 第 1 ベントフィルタ格納槽 評価対象断面図 (C-C 断面)

3.2 解析方法

第1ベントフィルタ格納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次元有限要素法解析を用いて、基準地震動 S_s 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。第1ベントフィルタ格納槽は、周辺をMMRで囲まれていることから、解析手法は全応力解析とする。

構造部材については、非線形はり要素を用いることとし、構造部材の非線形特性については、ファイバーモデルで考慮する。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にモデル化する。

地震応答解析については、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、ファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する。ファイバーモデルは、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形特性を考慮する材料非線形モデルであり（図3-5参照）、図3-6に示すコンクリートの応力-ひずみ関係及び図3-7に示す鉄筋の応力-ひずみ関係を考慮する。

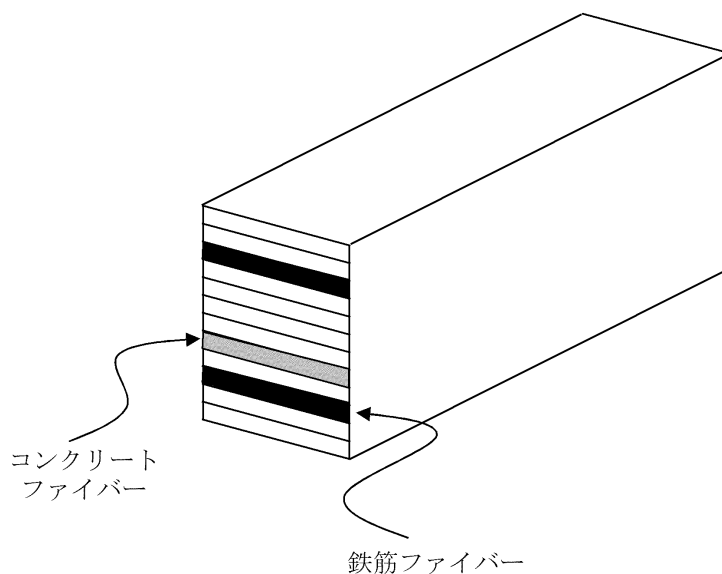
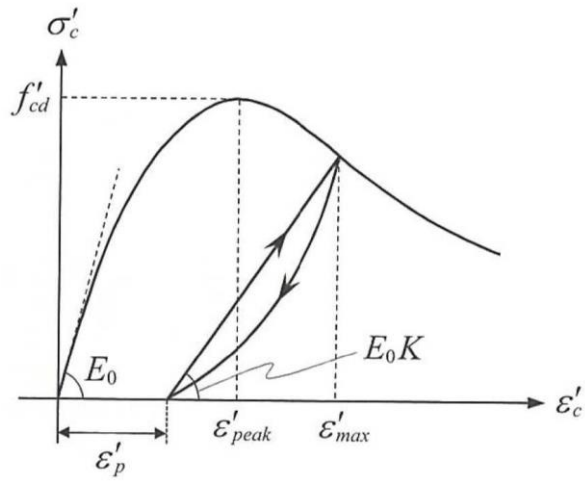
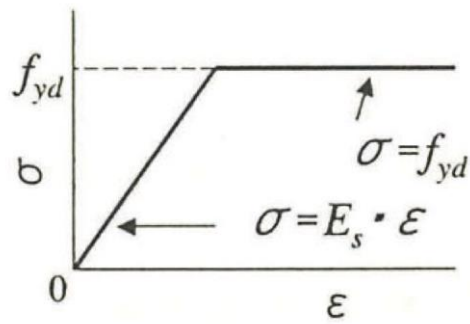


図3-5 ファイバーモデルの概念図



(コンクリート標準示方書[設計編] (土木学会, 2017年制定) より引用)

図 3-6 構造部材の非線形特性 (コンクリートの応力-ひずみ関係)



(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) より引用)

図 3-7 構造部材の非線形特性 (鉄筋の応力-ひずみ関係)

3.2.2 地盤

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

第 1 ベントフィルタ格納槽は、周辺をMMRに囲まれているが、構造物側方のMMRを保守的に埋戻土としてモデル化するため、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。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③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。

詳細な解析ケースの考え方は、「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

解析ケース	地盤物性	
	埋戻土 (G_0 : 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)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	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、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、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。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 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 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A 断面	1.598	1.536×10^{-4}
B-B 断面	1.648	4.156×10^{-4}
C-C 断面	5.165×10^{-2}	2.799×10^{-4}

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

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s 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及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		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 (許容限界に対する余裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②及び③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、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③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

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及び③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 3-4 に示す。

表 3-4 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		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

第1ベントフィルタ格納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。風の影響は地震力と比較して小さいため考慮しない。

(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

第1ベントフィルタ格納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・配管荷重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として、土圧及び積雪荷重 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35.0cmとする。積雪荷重については、松江市建築基準法施行細則により、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。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

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 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。

図3-8に入力地震動算定の概念図を、図3-9～図3-24に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。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。

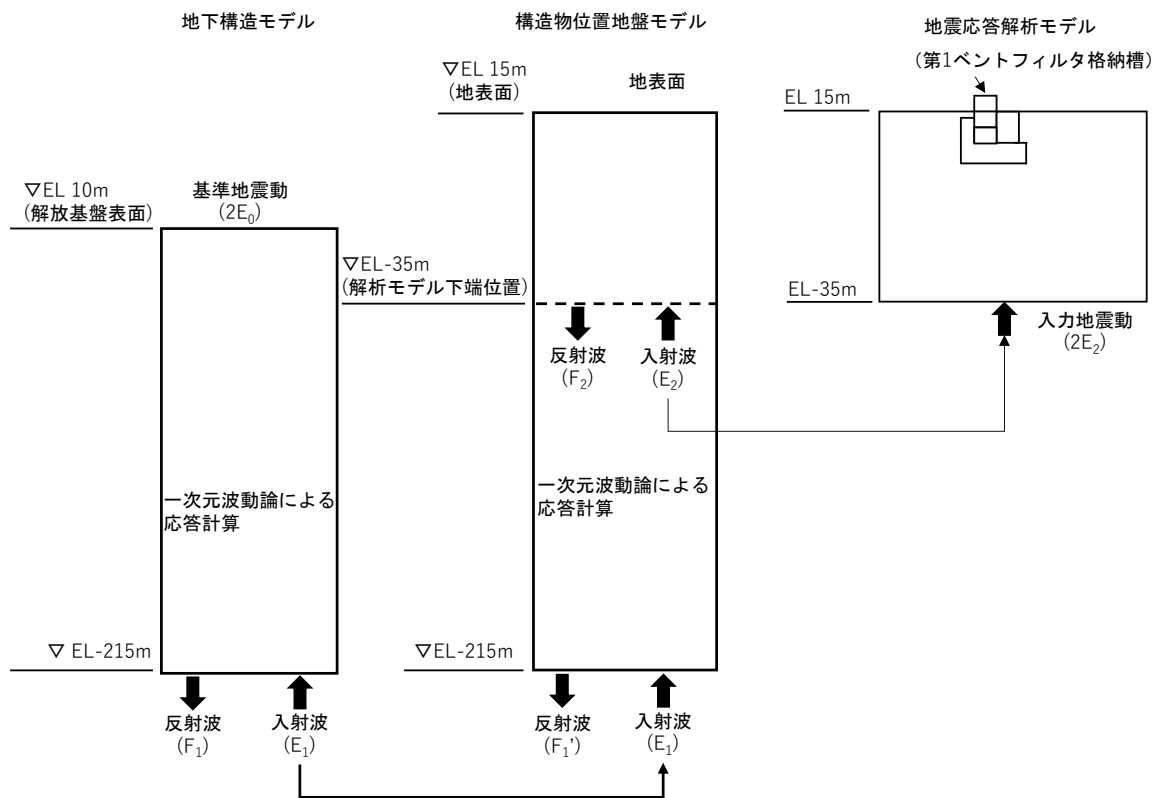
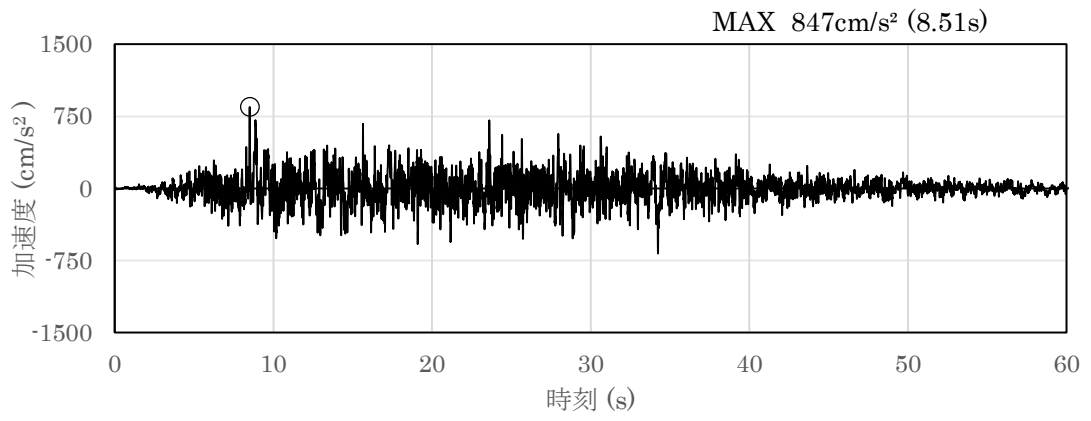
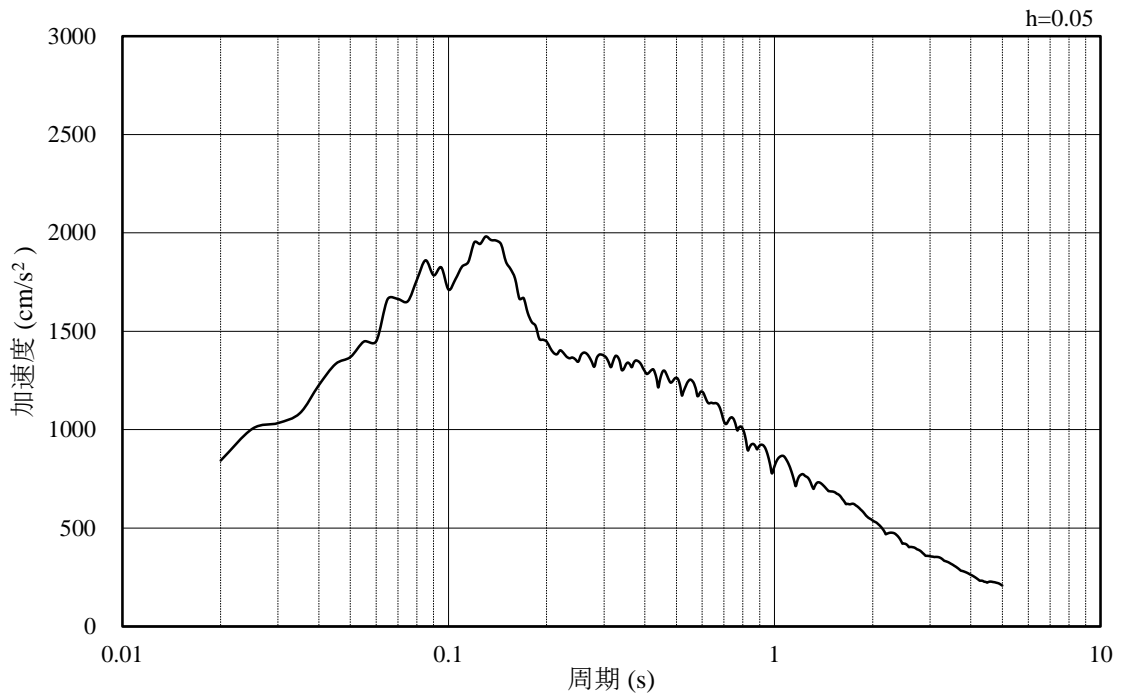


図3-8 入力地震動算定の概念図

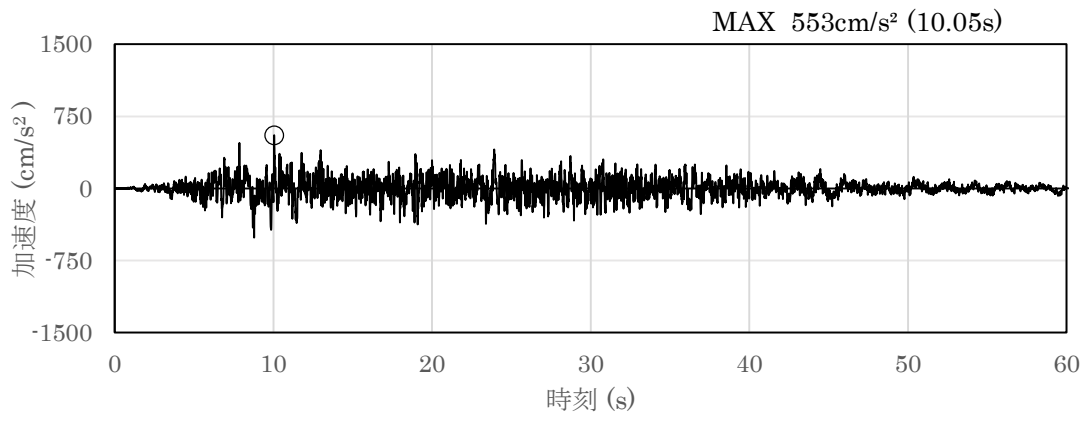


(a) 加速度時刻歴波形

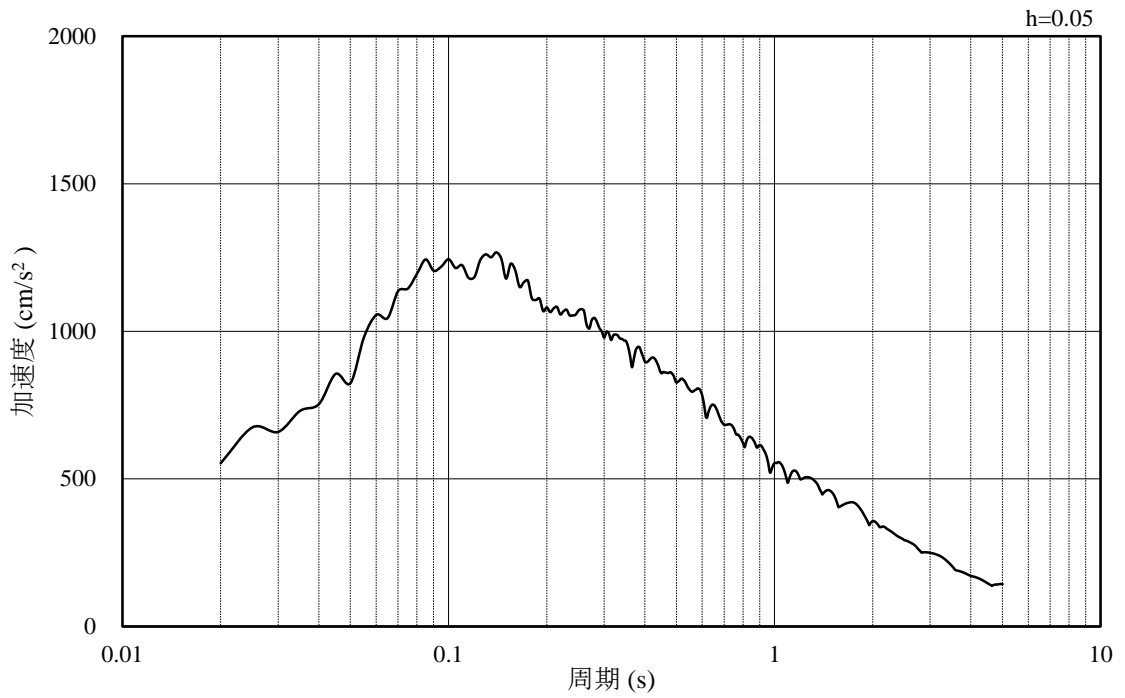


(b) 加速度応答スペクトル

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 - D)

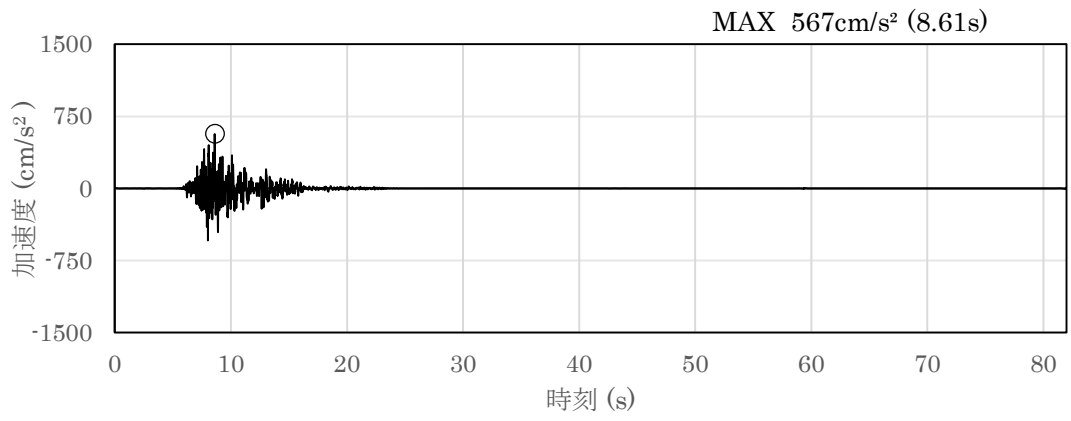


(a) 加速度時刻歴波形

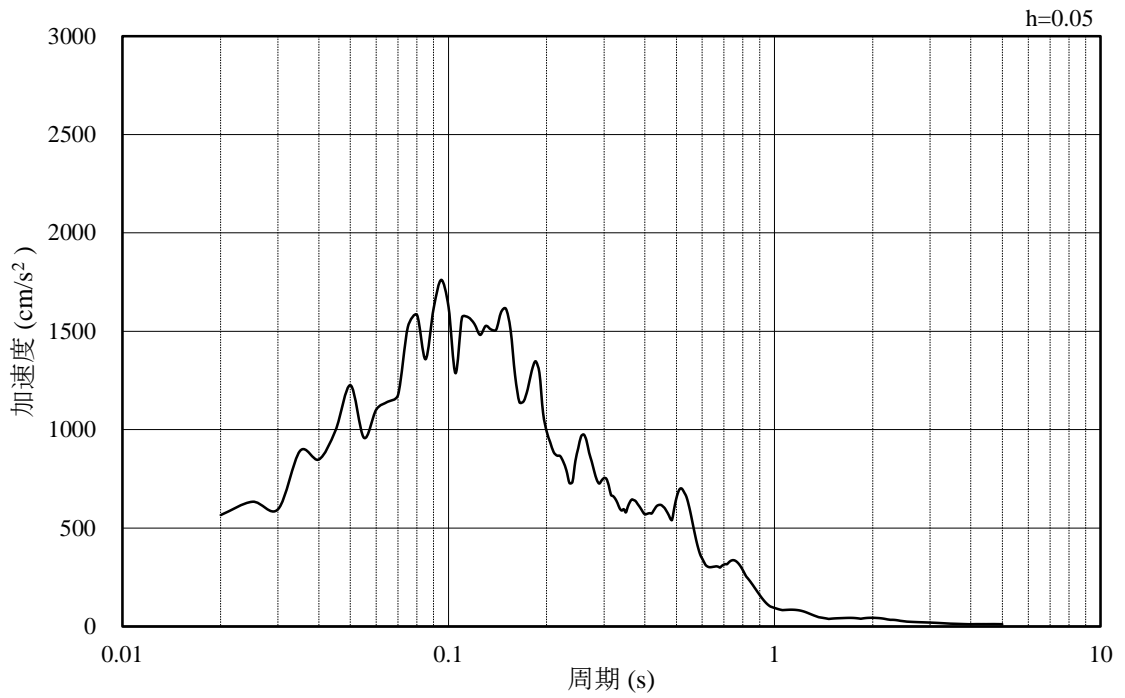


(b) 加速度応答スペクトル

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 - D)

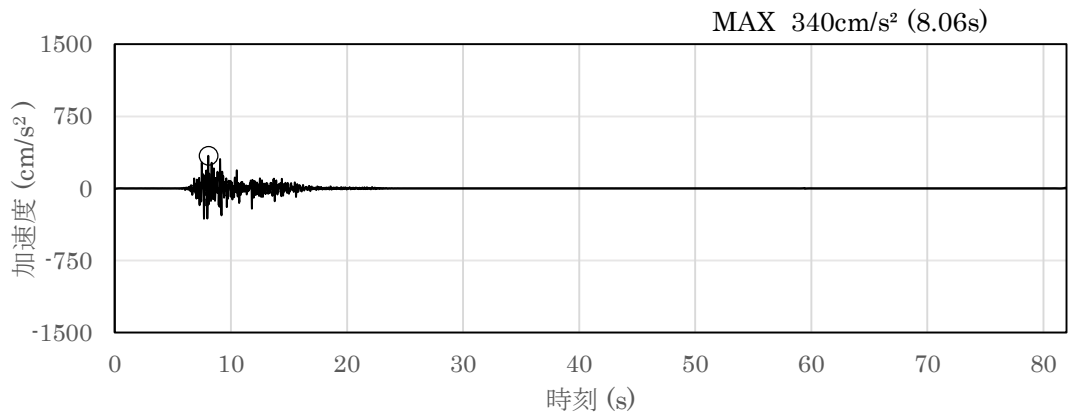


(a) 加速度時刻歴波形

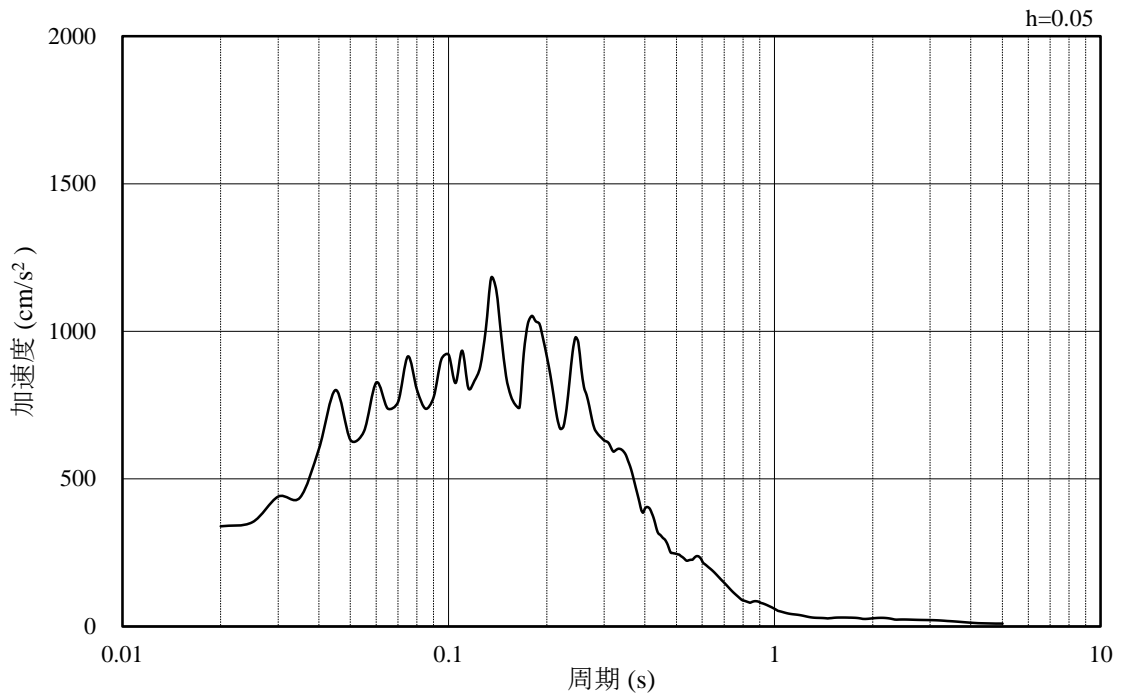


(b) 加速度応答スペクトル

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 1, N S 方向)

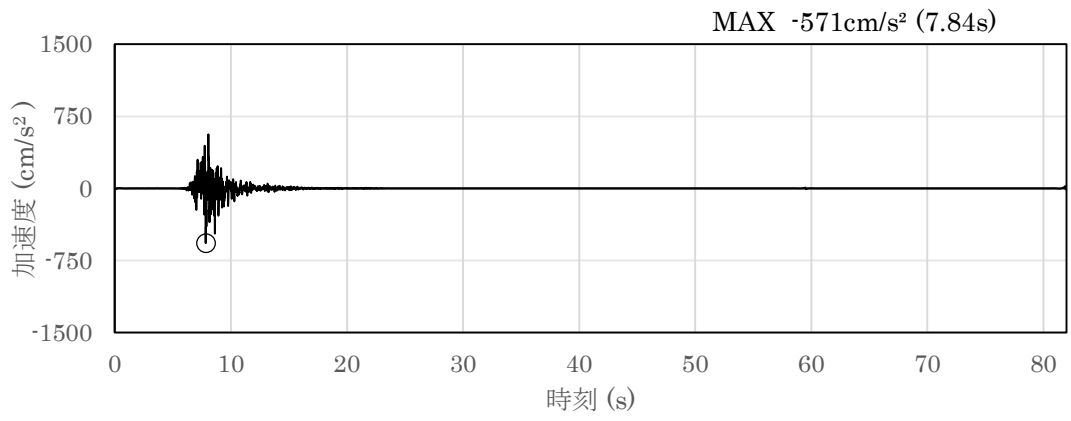


(a) 加速度時刻歴波形

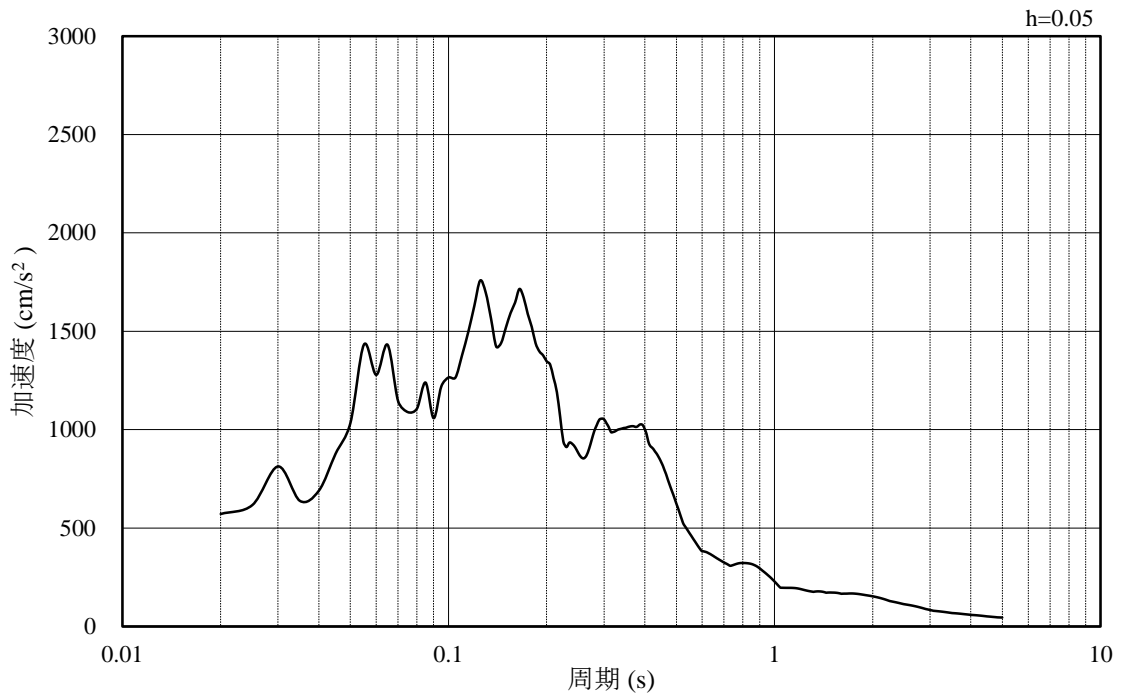


(b) 加速度応答スペクトル

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 1, N S 方向)

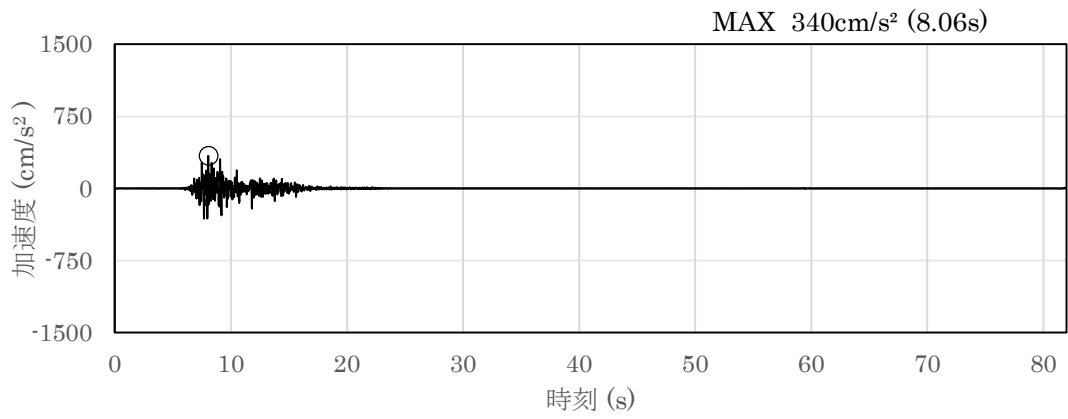


(a) 加速度時刻歴波形

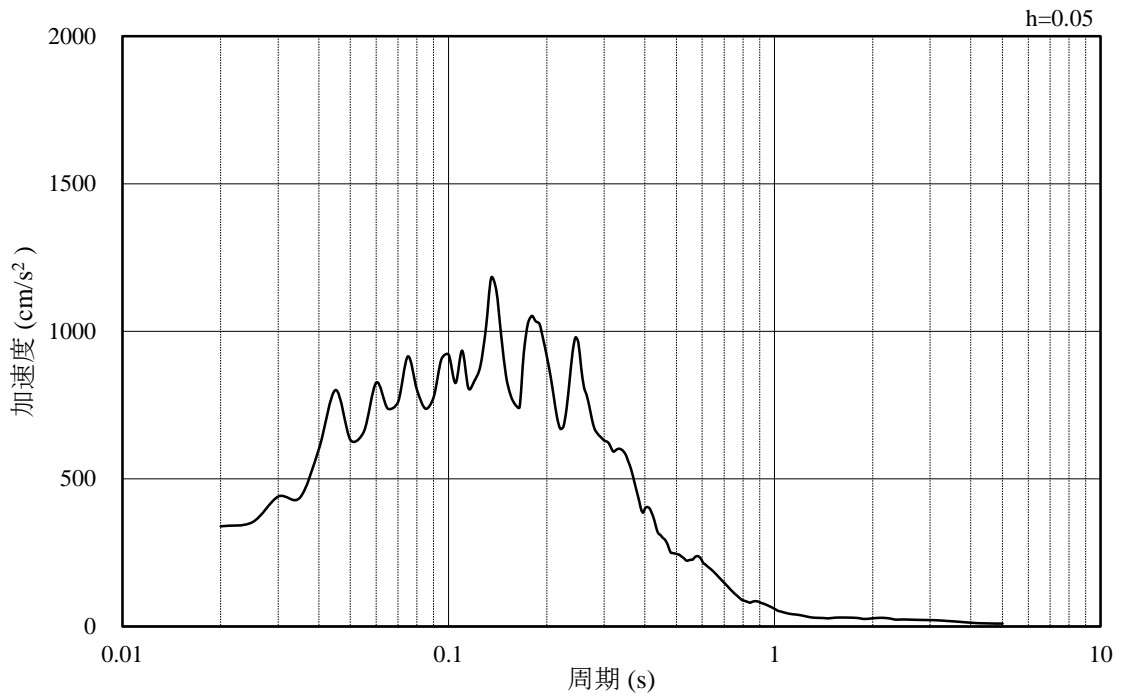


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 1, E W方向)

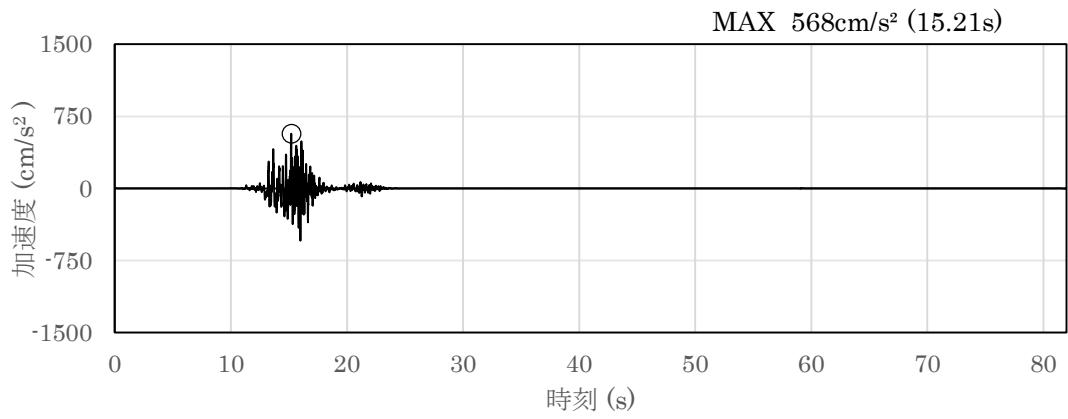


(a) 加速度時刻歴波形

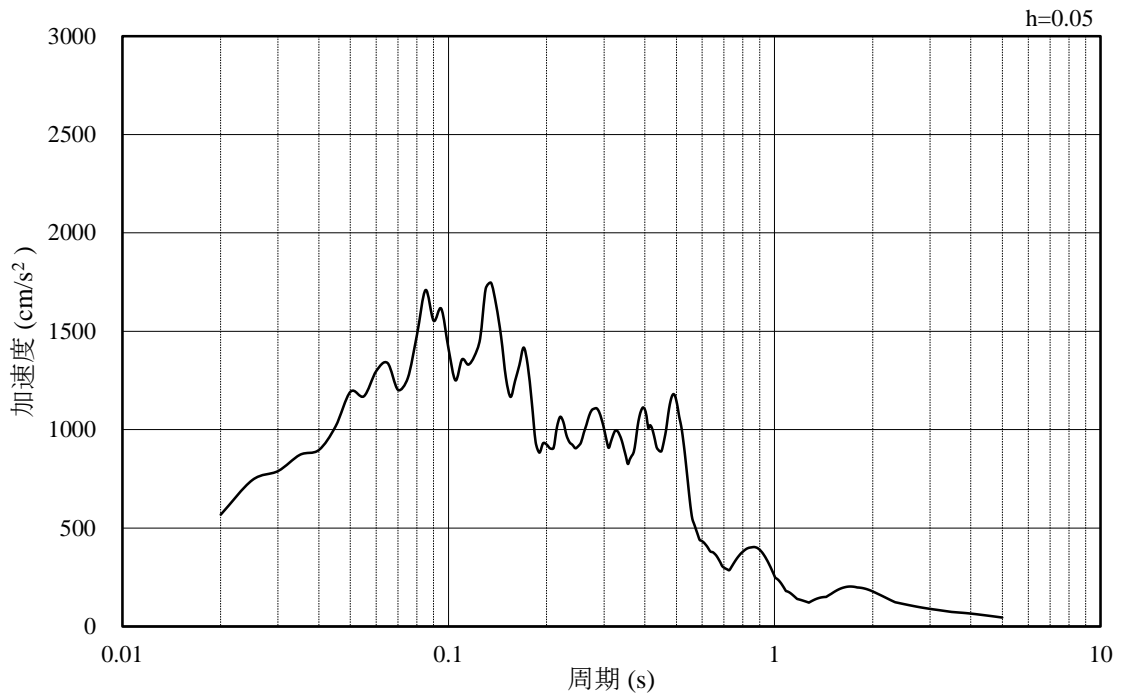


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 1, E W方向)

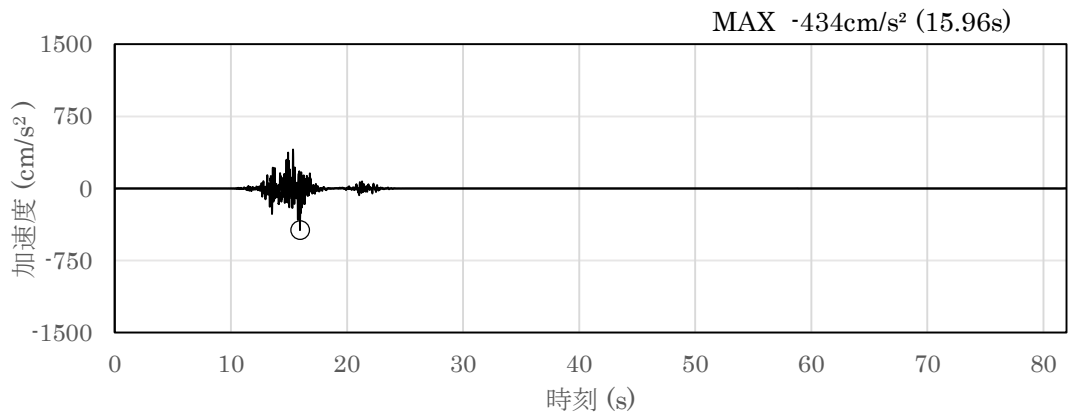


(a) 加速度時刻歴波形

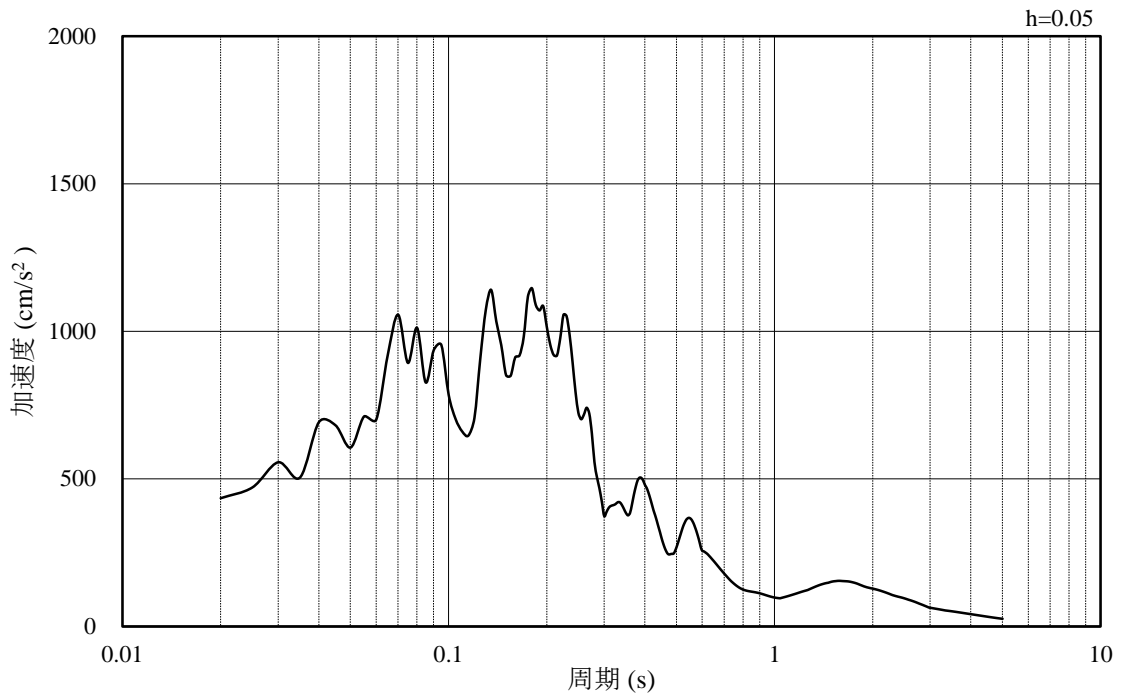


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, N S 方向)

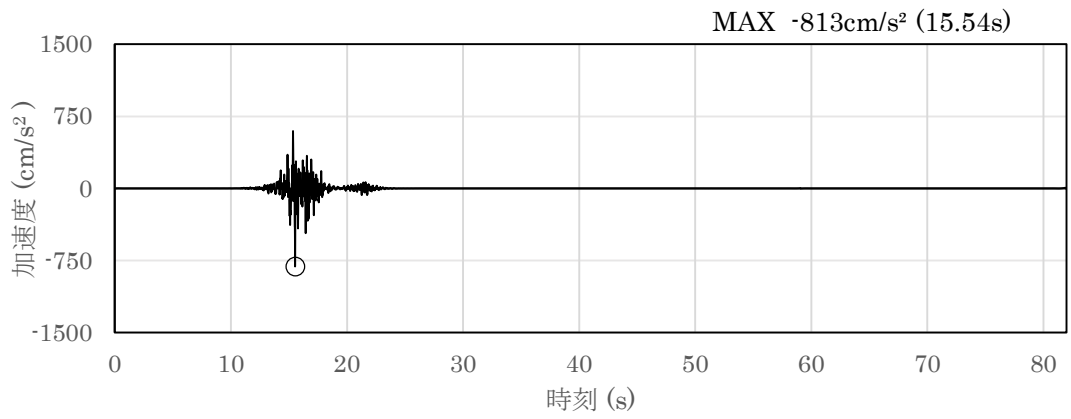


(a) 加速度時刻歴波形

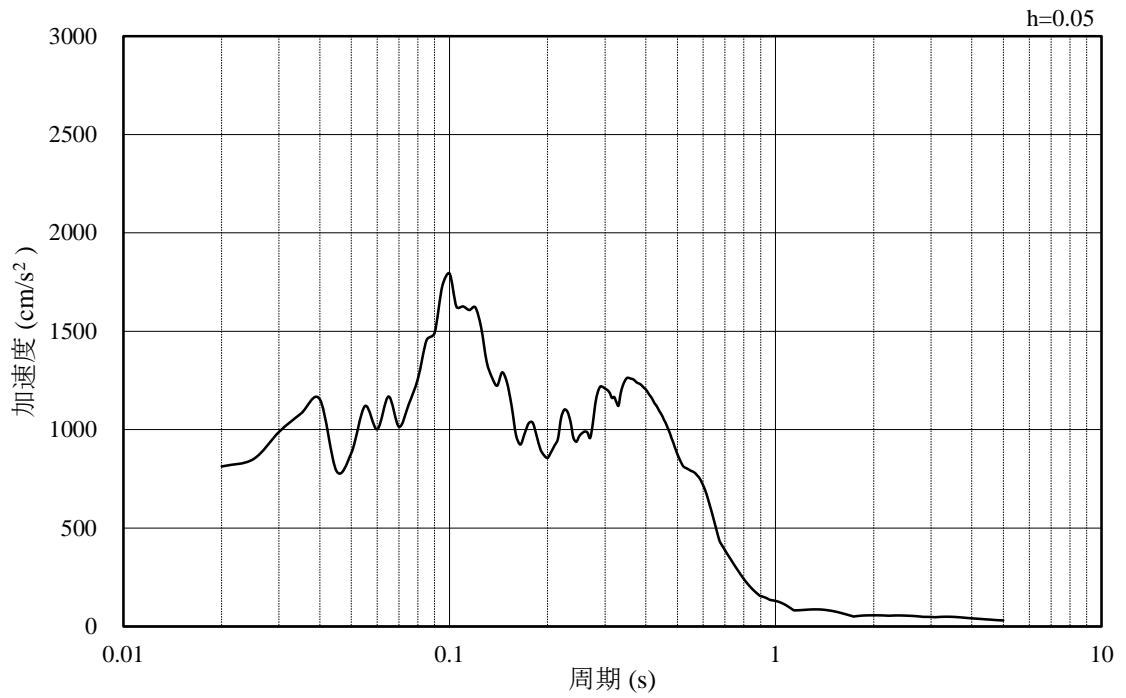


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, N S 方向)

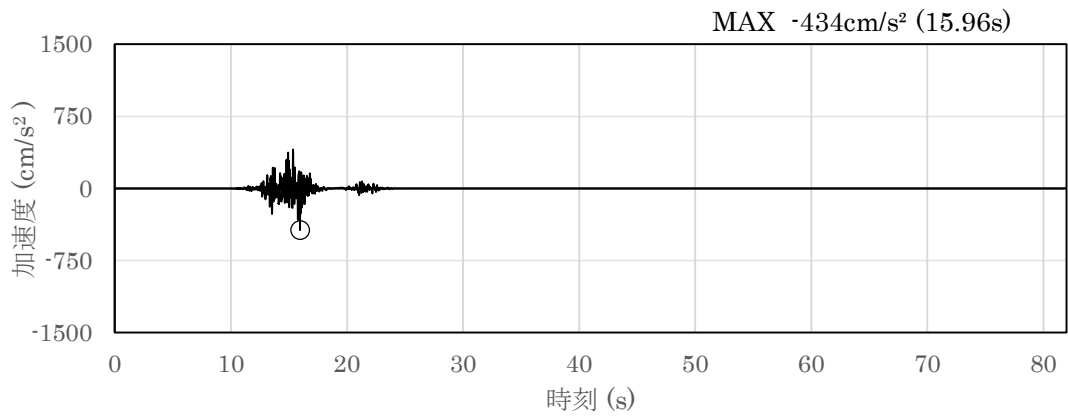


(a) 加速度時刻歴波形

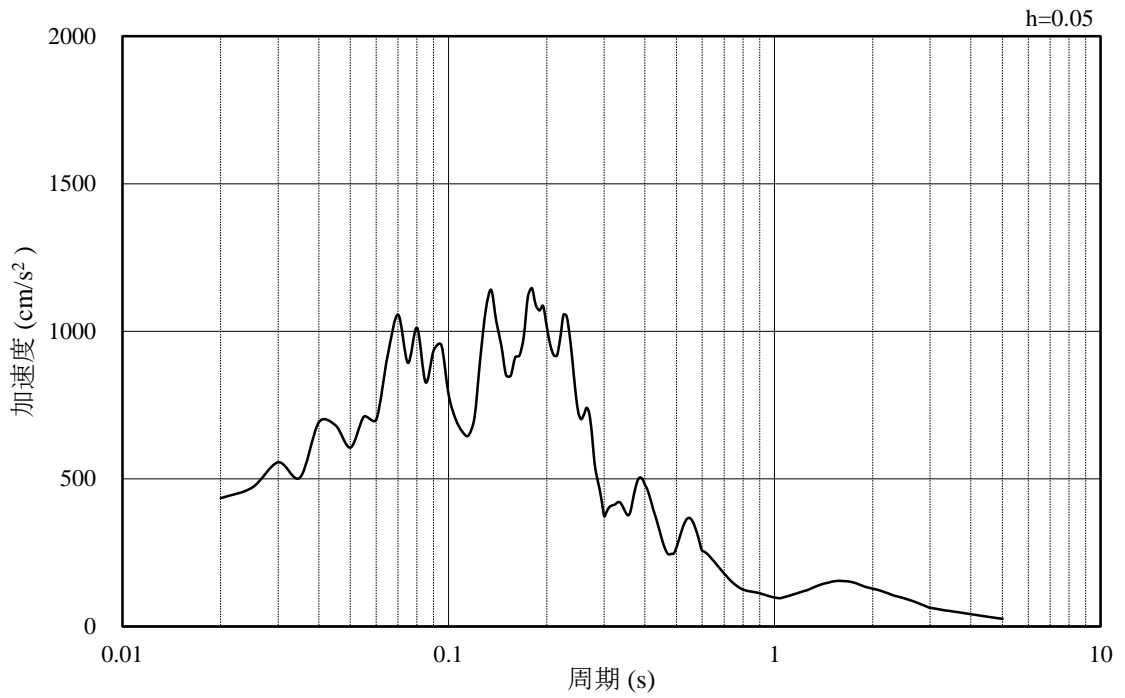


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, E W方向)

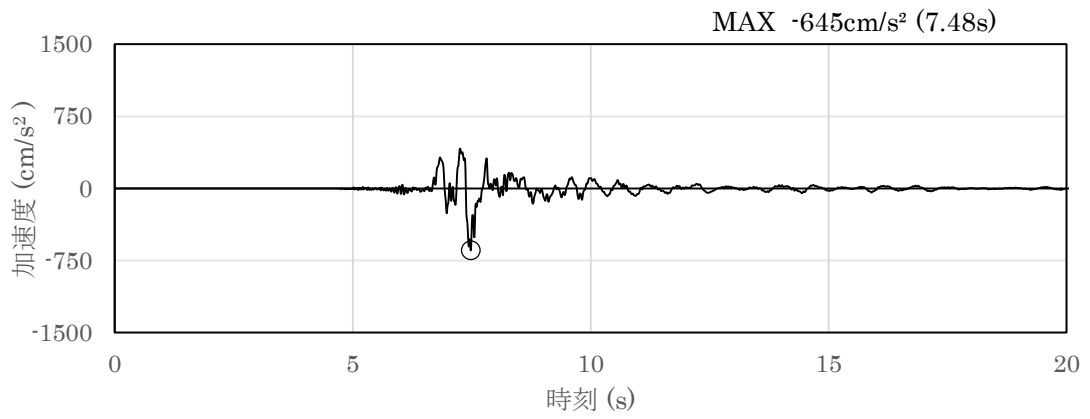


(a) 加速度時刻歴波形

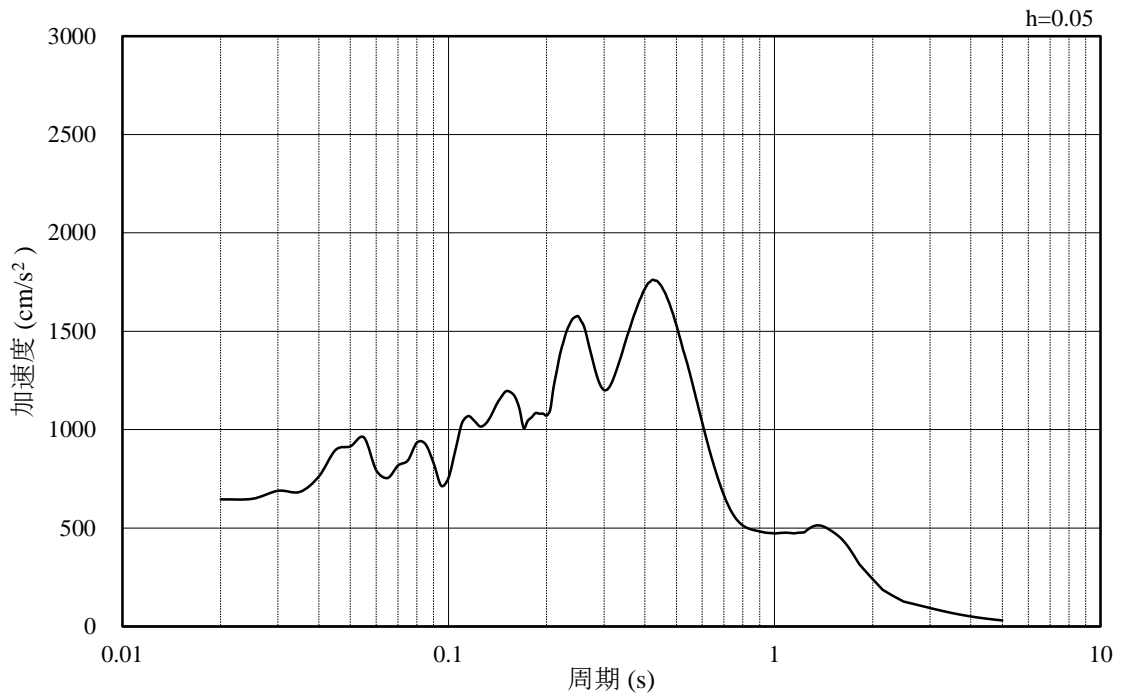


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, E W方向)

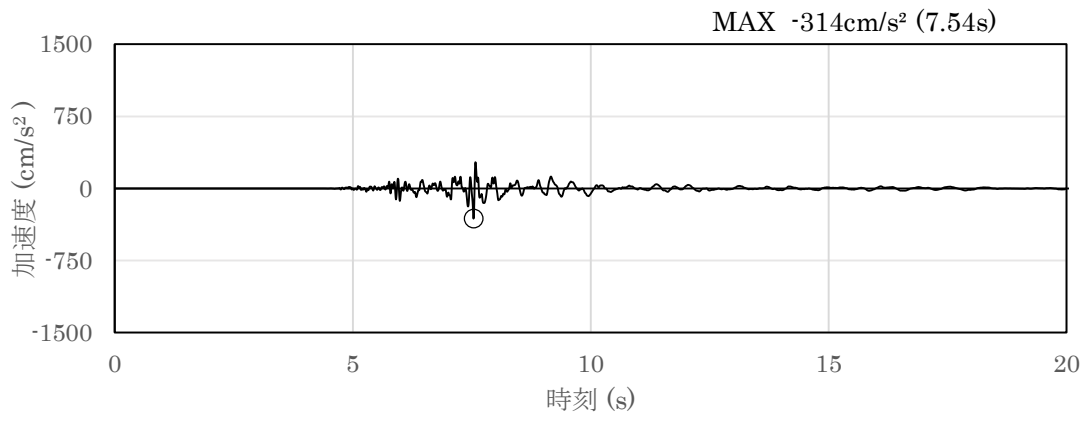


(a) 加速度時刻歴波形

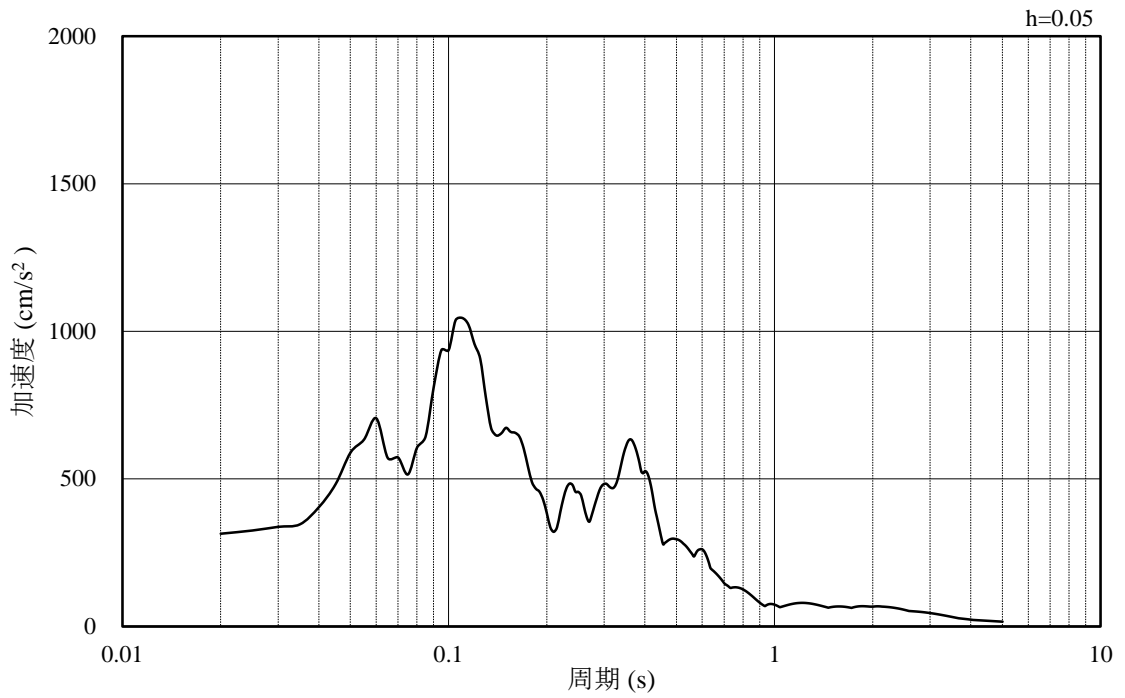


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 1)

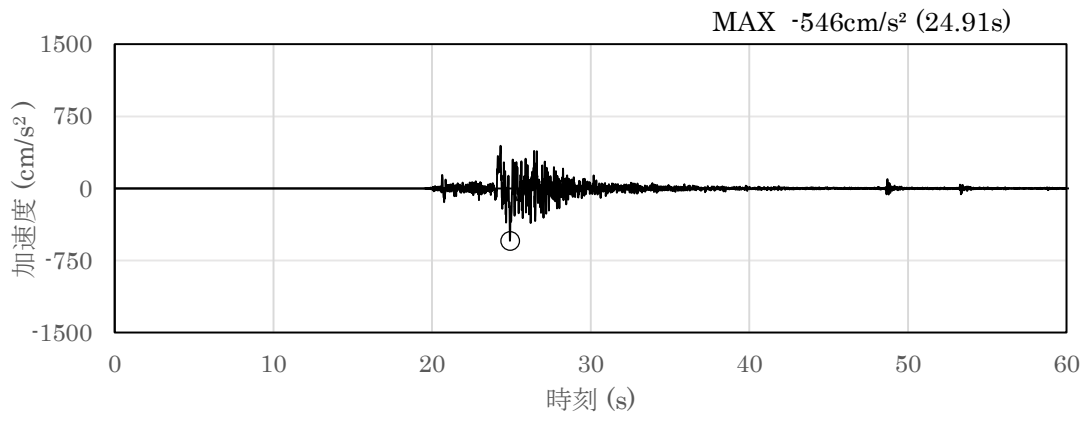


(a) 加速度時刻歴波形

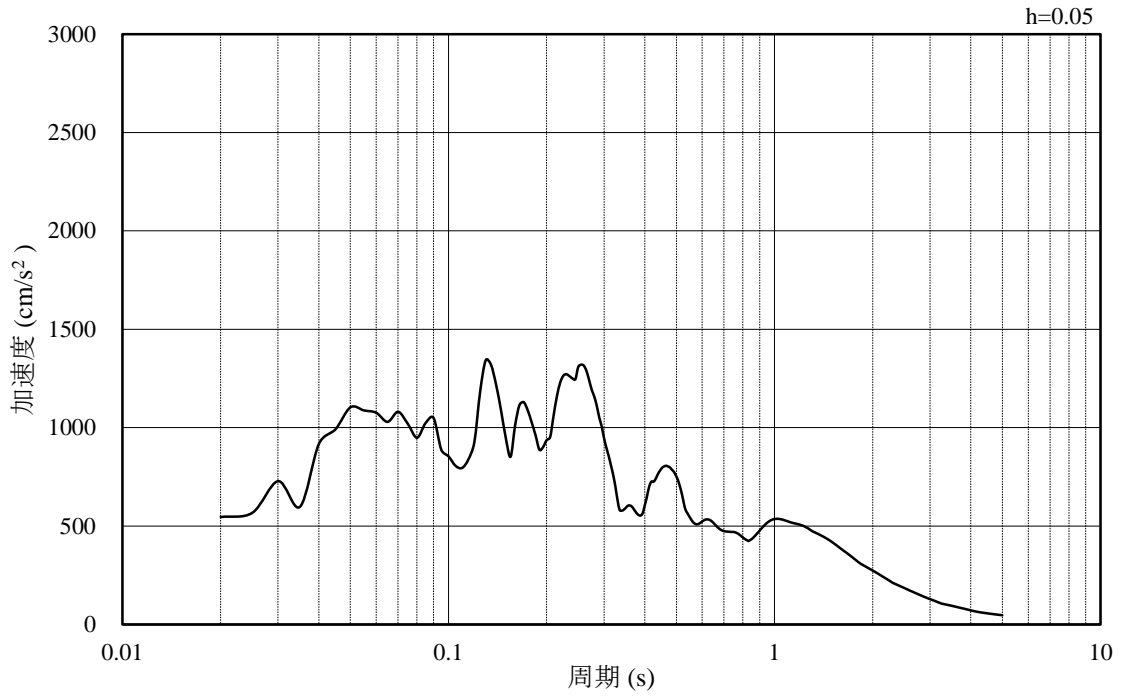


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 1)

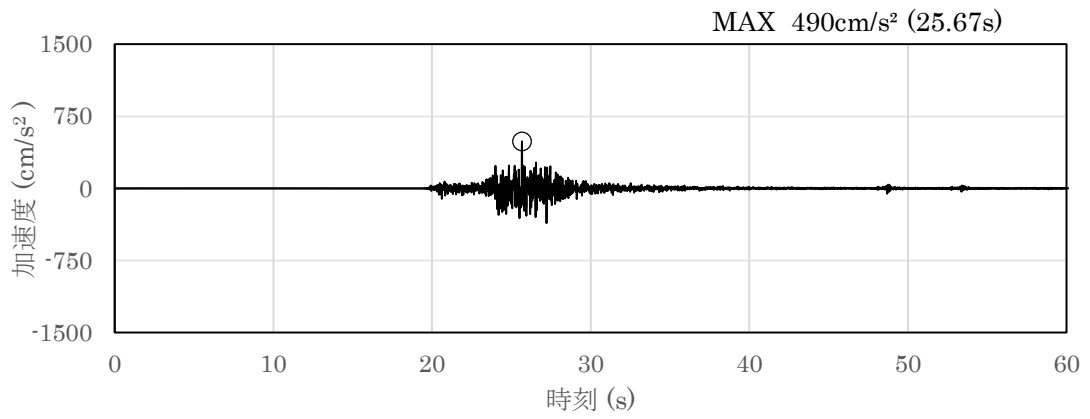


(a) 加速度時刻歴波形

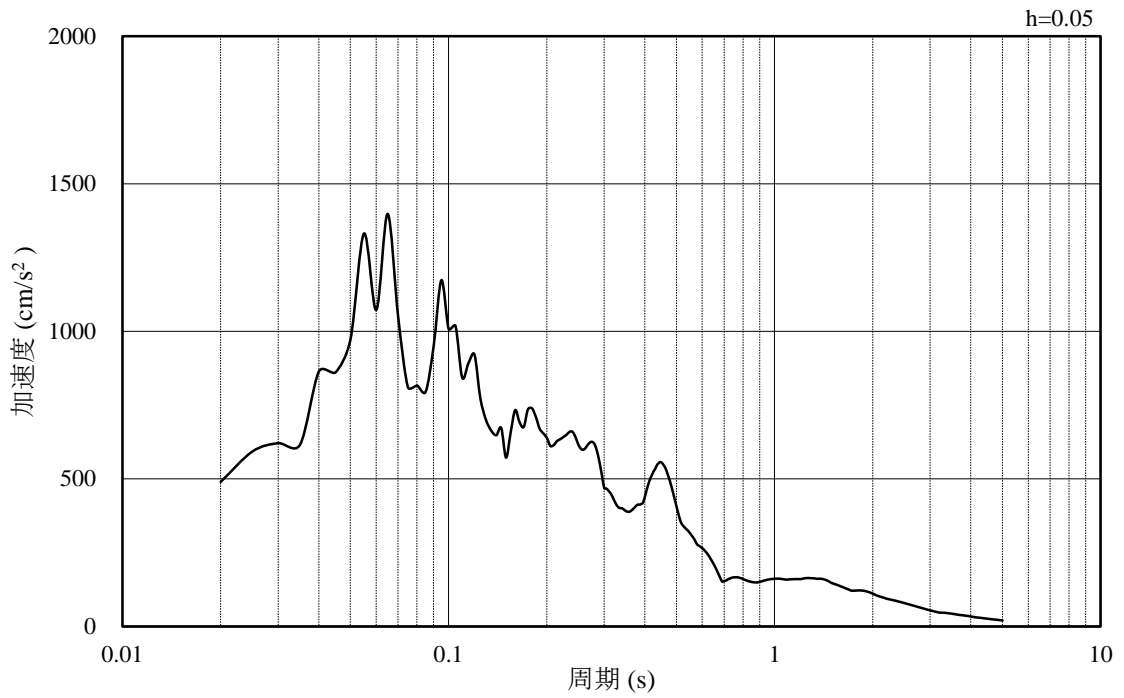


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 2, N S 方向)

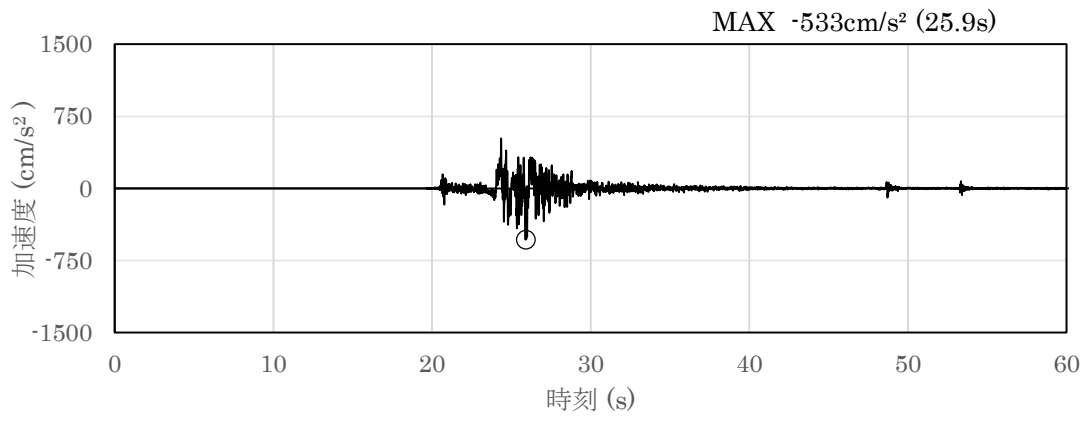


(a) 加速度時刻歴波形

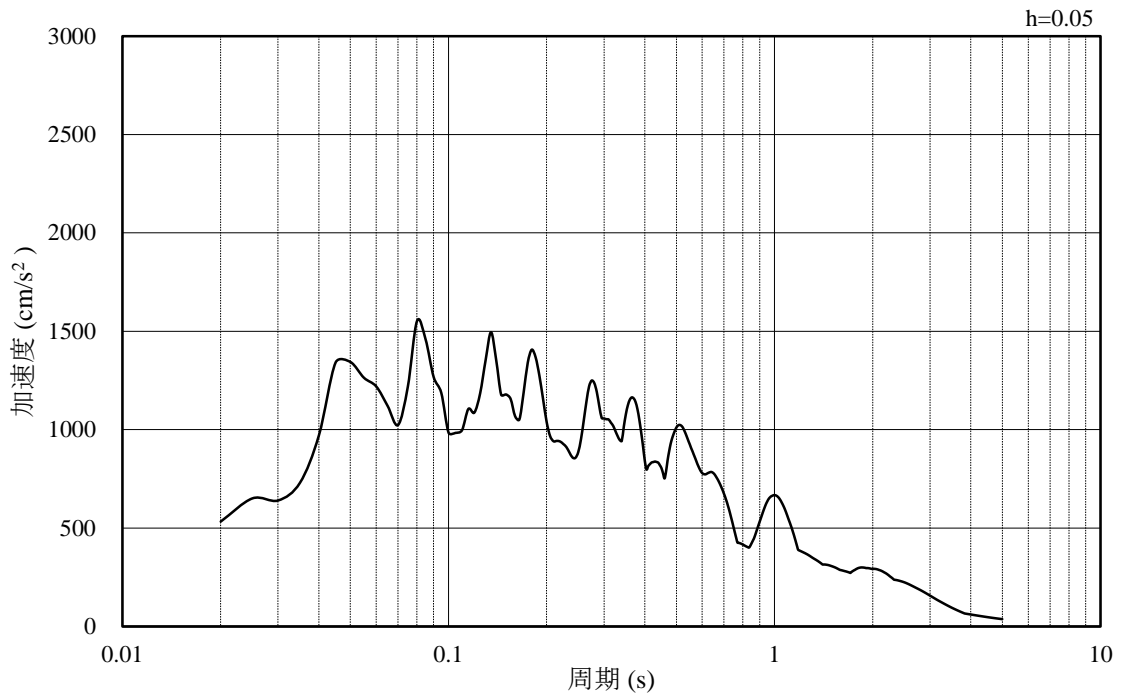


(b) 加速度応答スペクトル

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_s-N₂, NS方向)

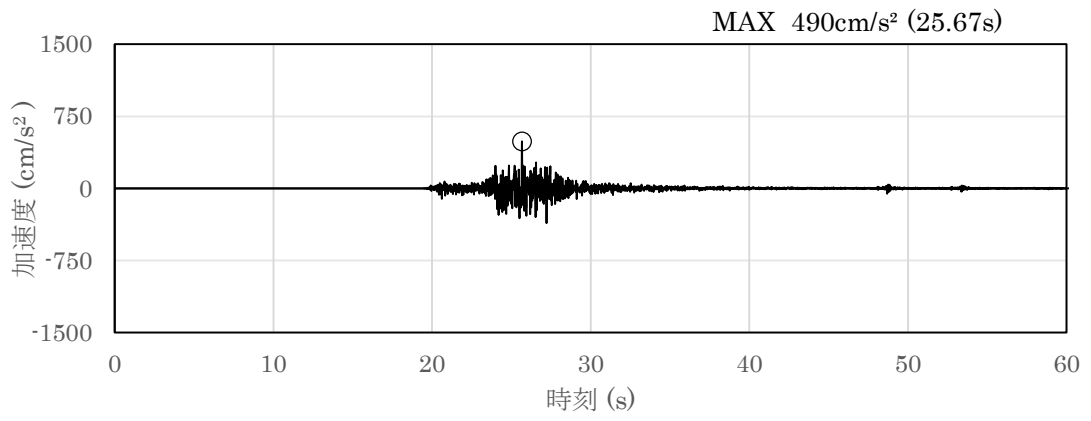


(a) 加速度時刻歴波形

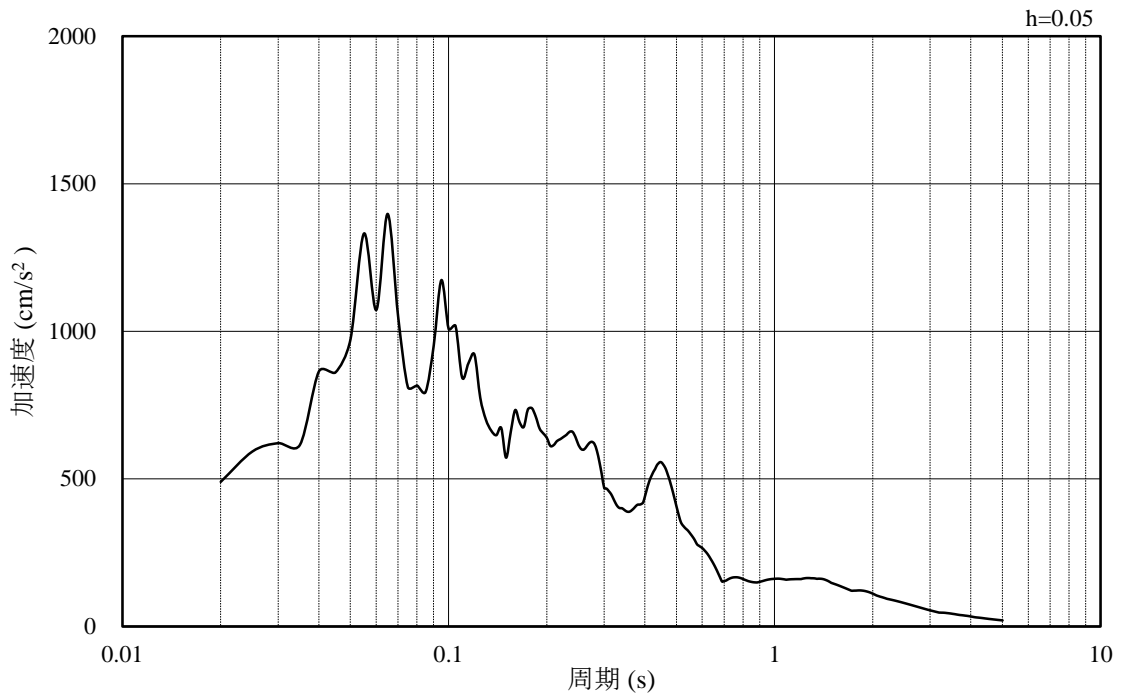


(b) 加速度応答スペクトル

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_s-N₂，EW方向)



(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_s-N₂，EW方向)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

第1ベントフィルタ格納槽の地震応答解析モデルを図3-25～図3-27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

A-A断面及びB-B断面において、鉄筋コンクリート部材は非線形はり要素によりモデル化する。

C-C断面において、鉄筋コンクリート部材は非線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

機器・配管荷重は解析モデルに付加重量として与えることで考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、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。なお、MMRは周辺岩盤と同等とし、線形の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

A-A断面及びB-B断面の解析モデル範囲において隣接構造物となる原子炉建物は、等価剛性として線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

C-C断面の解析モデル範囲において隣接構造物となる補助消火水槽は、等価剛性として線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽については、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必要があることから、非線形はり要素及び平面応力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」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。

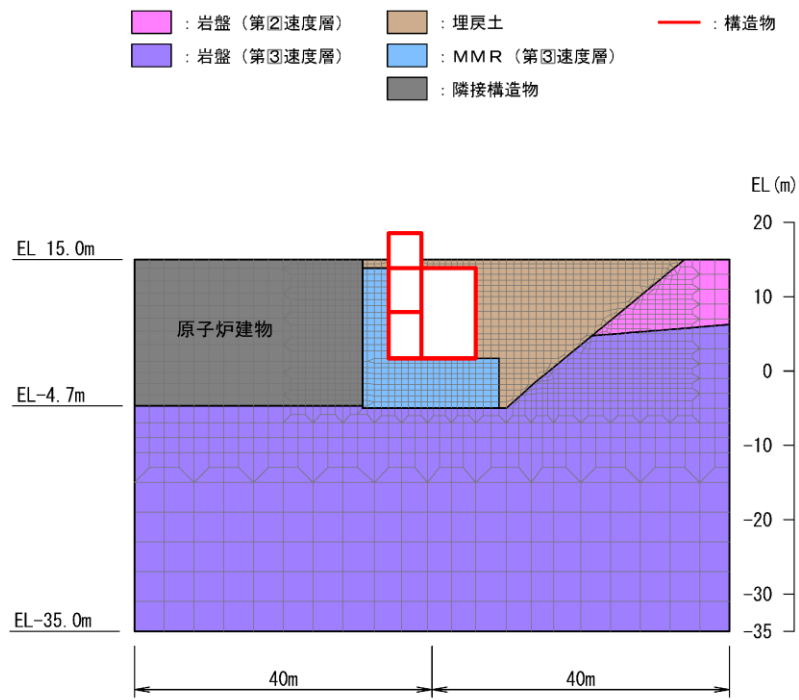


図 3-25 第 1 ベントフィルタ格納槽 地震応答解析モデル図 (A-A 断面)

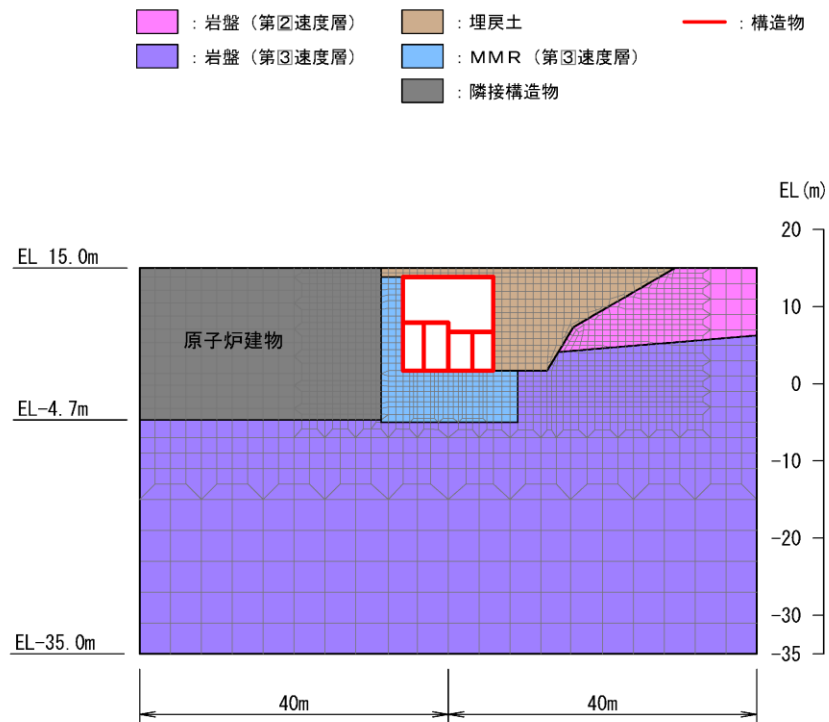


図 3-26 第 1 ベントフィルタ格納槽 地震応答解析モデル図 (B-B 断面)

- : 岩盤 (第②速度層) ■ : 埋戻土 — : 構造物
- : 岩盤 (第③速度層) ■ : MMR (第③速度層)
- : 隣接構造物

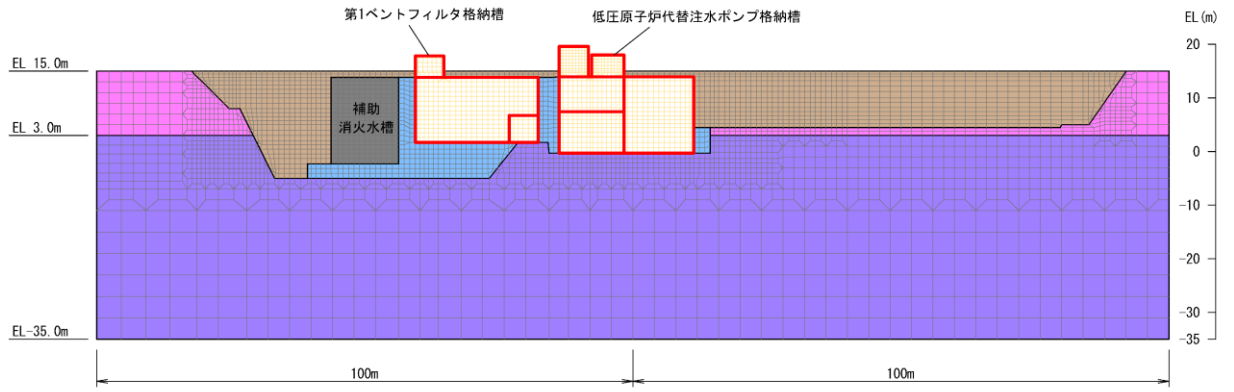


図 3-27 第1ベントフィルタ格納槽 地震応答解析モデル図 (C-C断面)

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 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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」に基づき設定する。設計地下水位の一覧を表 3-8 に，設計地下水位を図 3-28～図 3-30 に示す。

表 3-8 設計地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
第 1 ベントフィルタ格納槽	A-A 断面	15.0
	B-B 断面	
	C-C 断面	

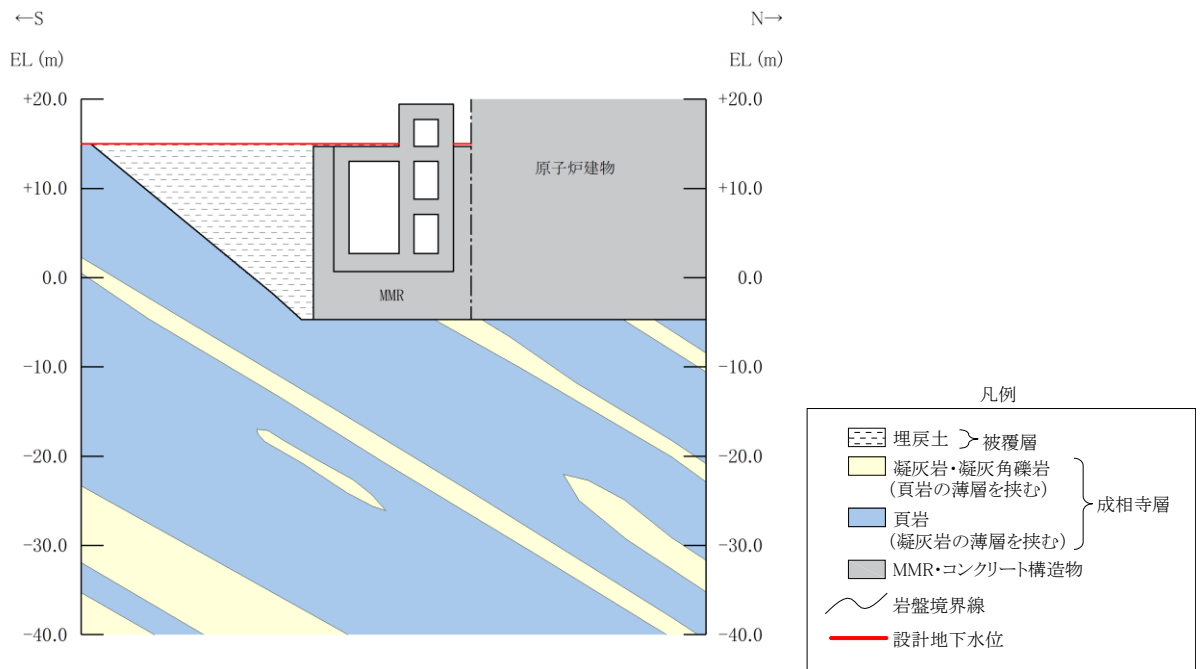


図 3-28 設計地下水位 (A-A 断面)

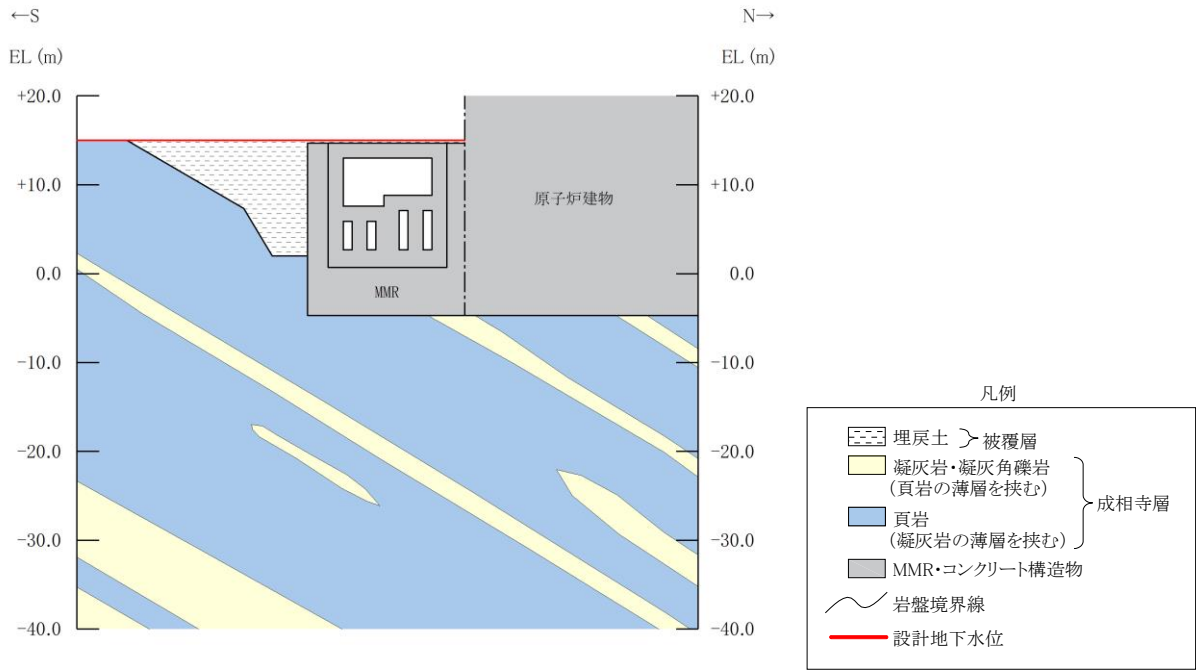


図 3-29 設計地下水位 (B-B 断面)

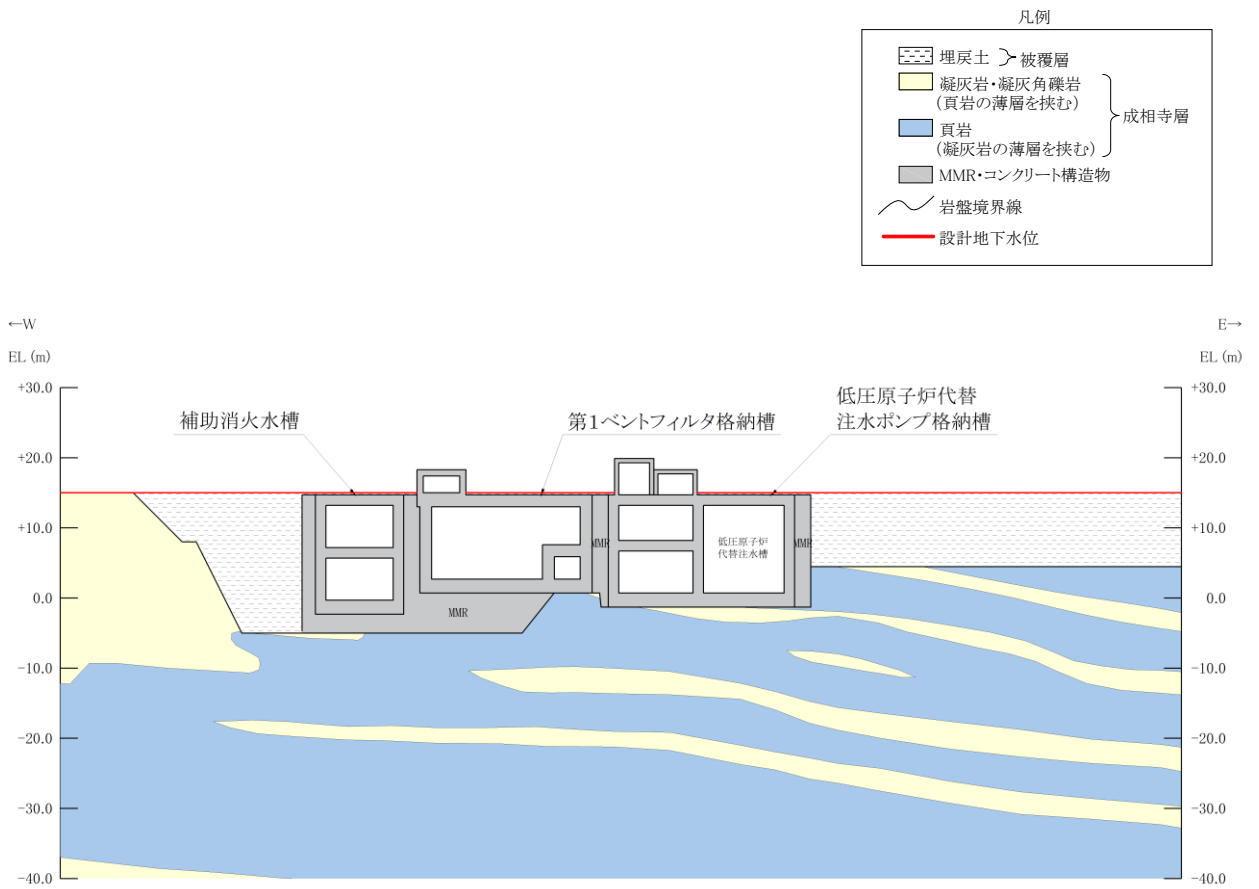
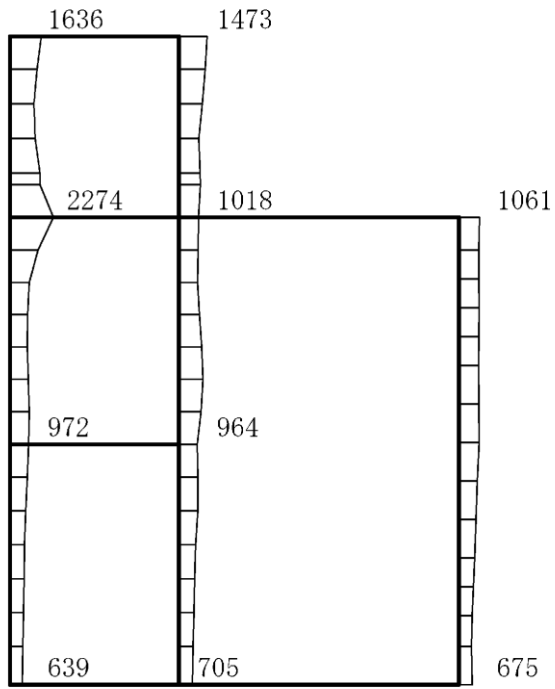


図 3-30 設計地下水位 (C-C 断面)

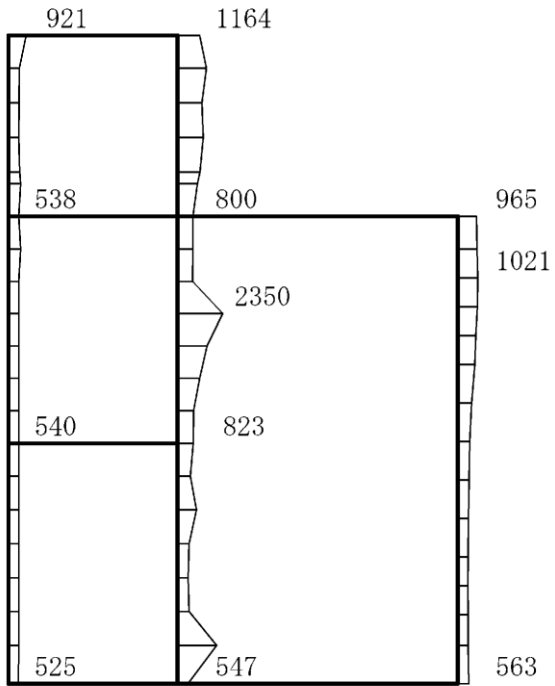
4. 解析結果

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-12 に示す。また、解析ケース①において、照査値が最大となる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-13 及び図 4-14 に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-15～図 4-26 に示す。



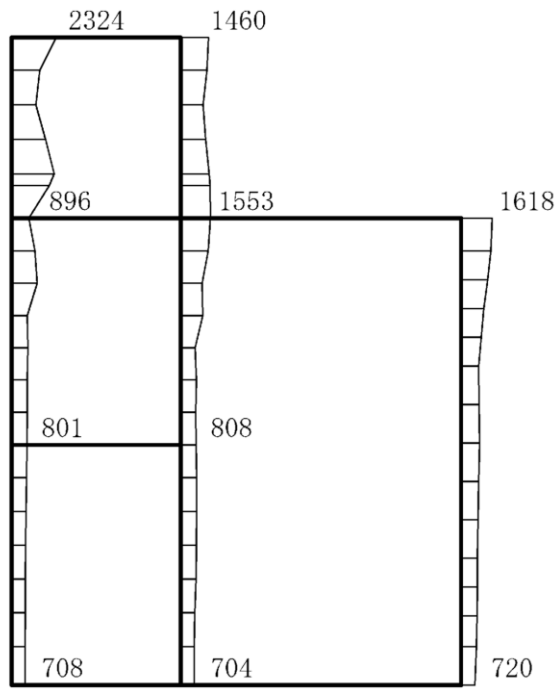
(a) S s - D (++) 水平



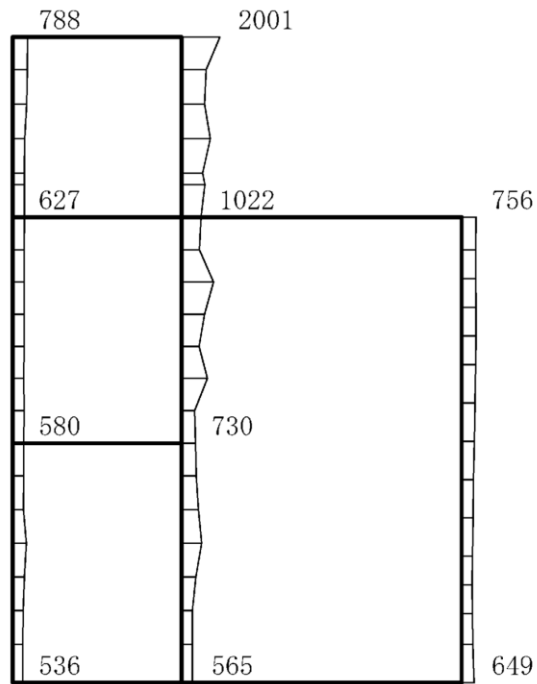
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-1 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



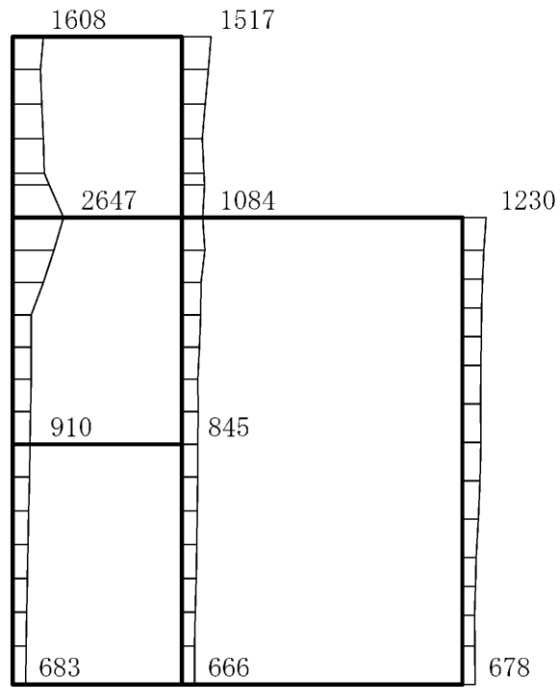
(a) S s - D (-+) 水平



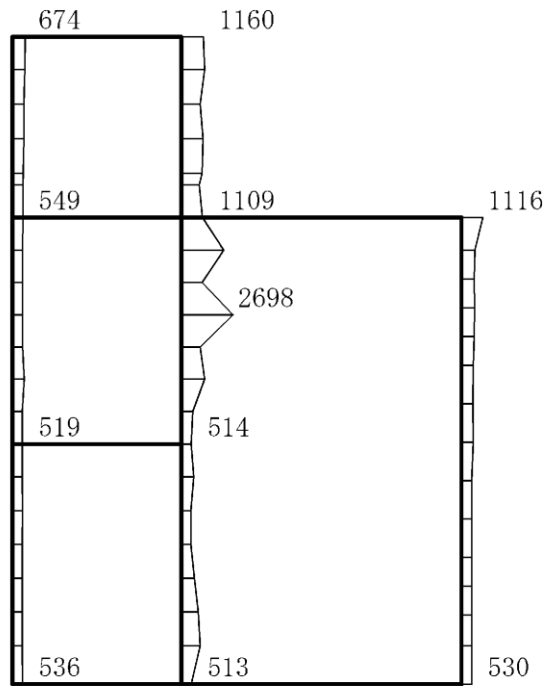
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



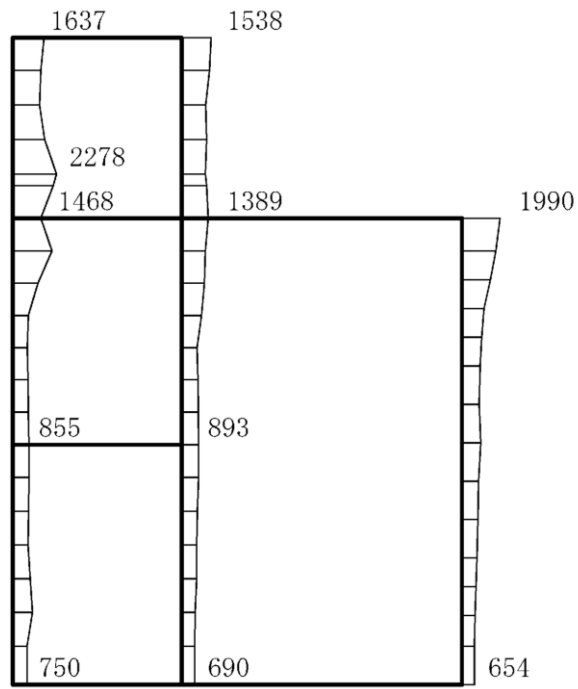
(a) S s - D (+-) 水平



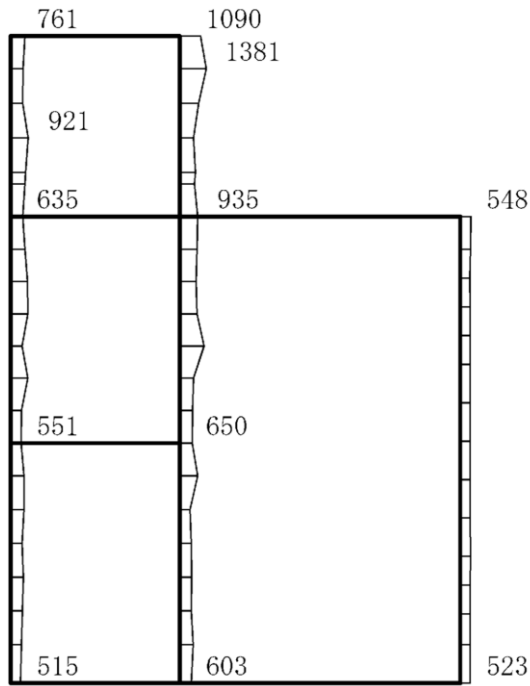
(b) S s - D (+-) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



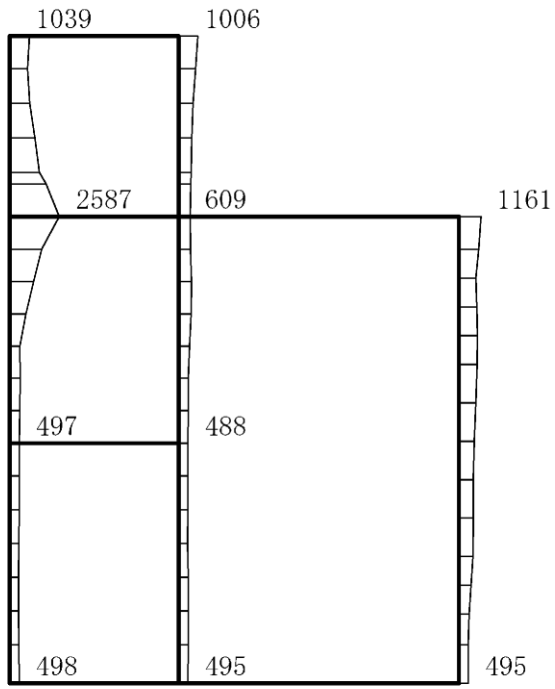
(a) S s - D (--) 水平



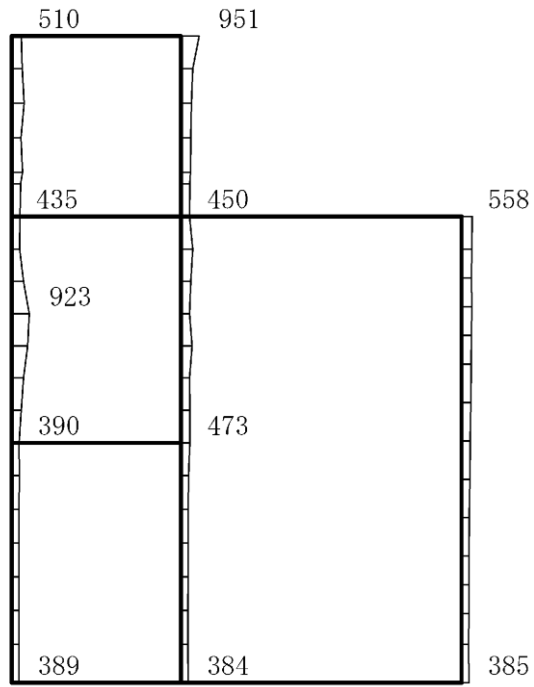
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



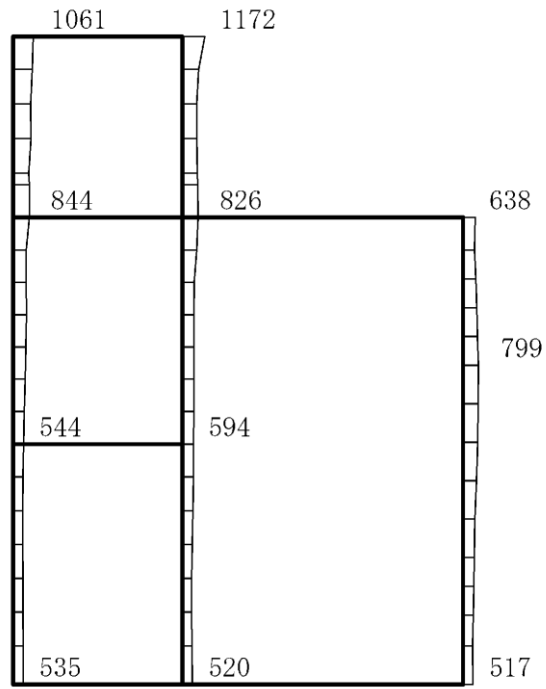
(a) S s - F 1 (++) 水平



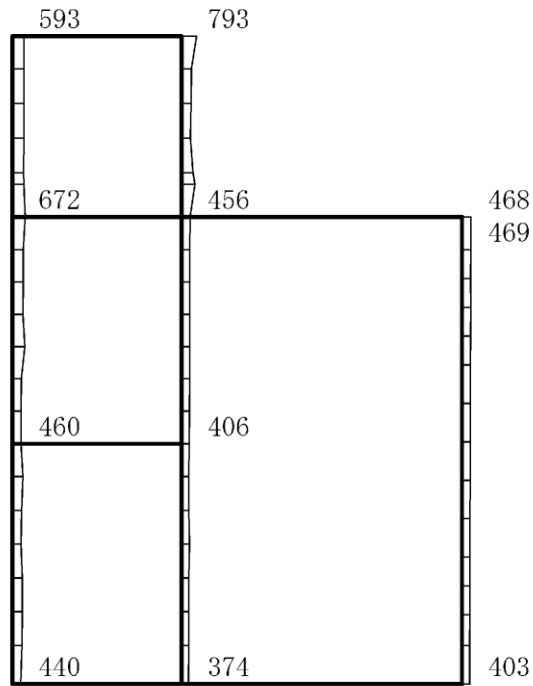
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-5 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



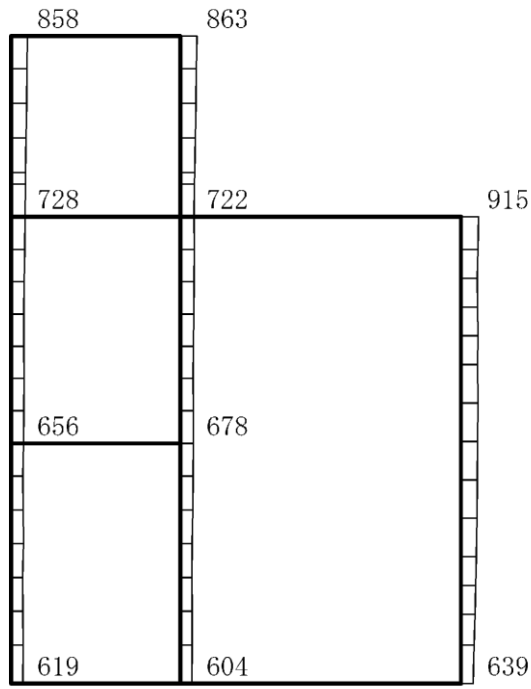
(a) S s - F 2 (++) 水平



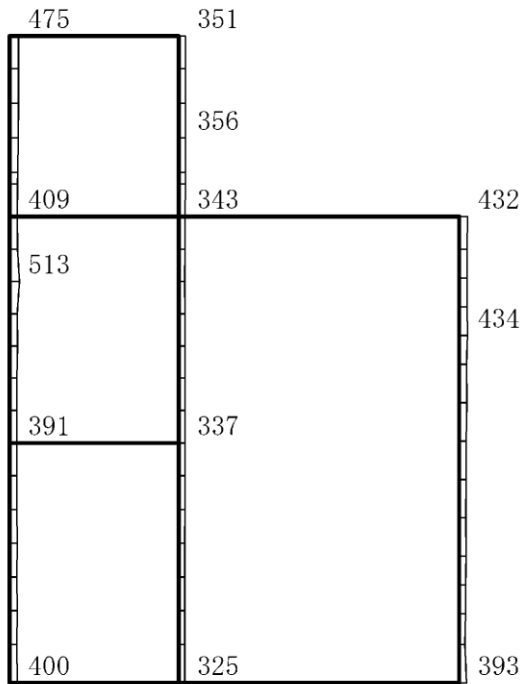
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



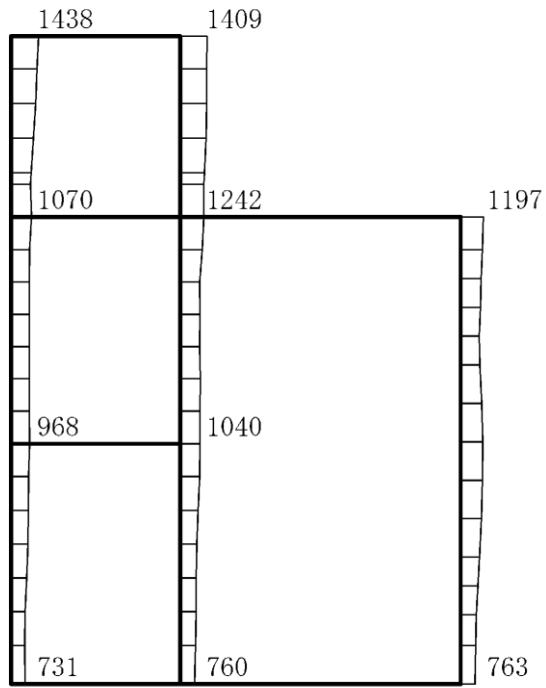
(a) S s - N 1 (++) 水平



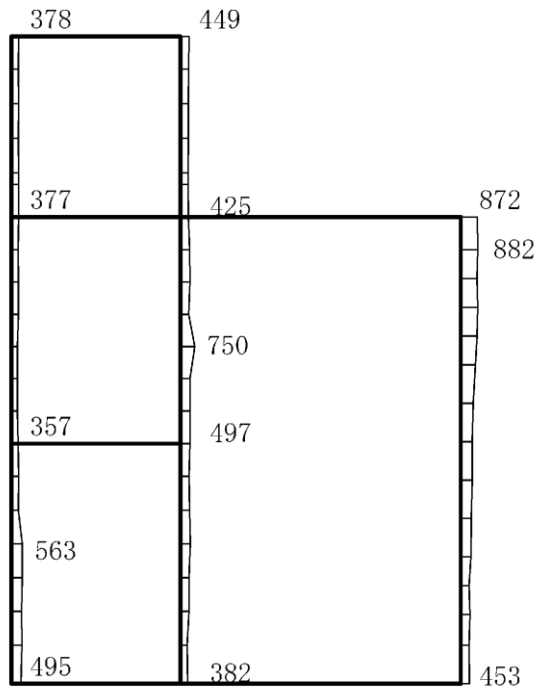
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-7 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



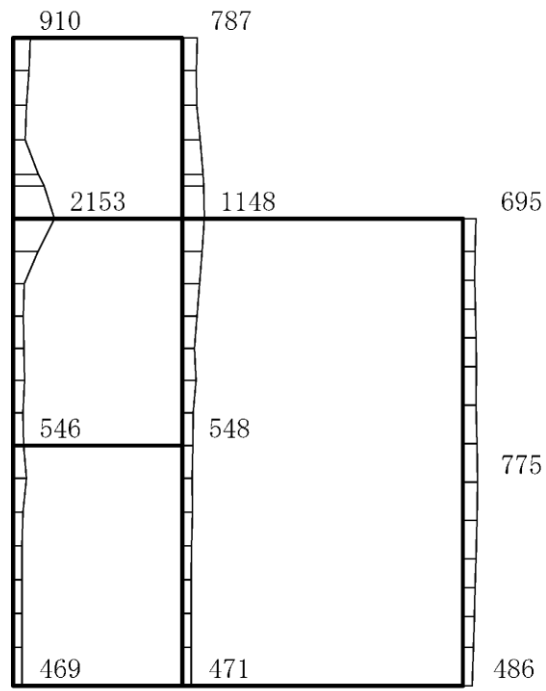
(a) S s - N 1 (-+) 水平



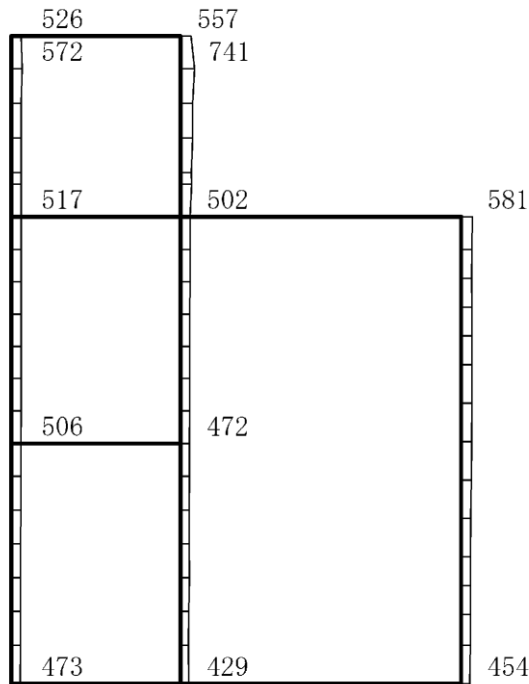
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



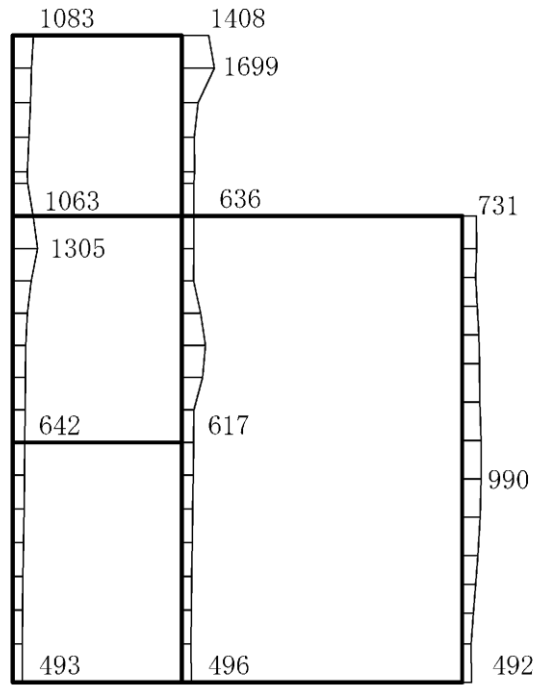
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



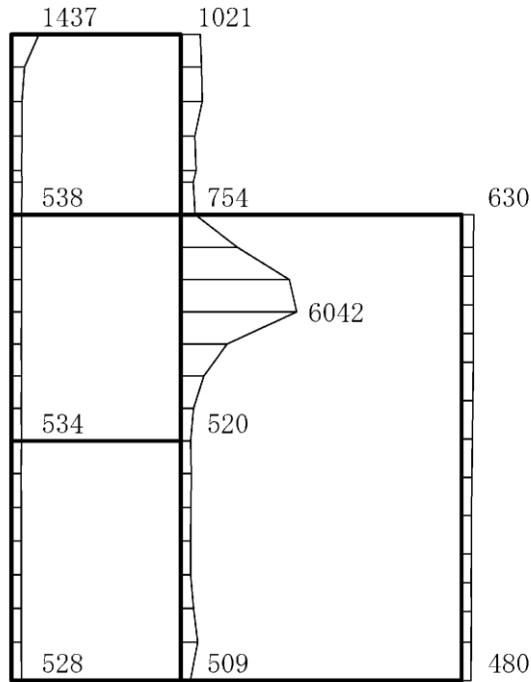
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



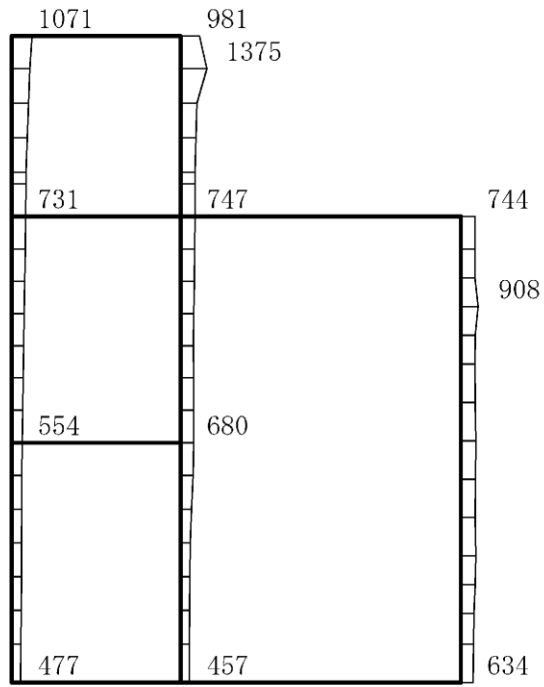
(a) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 水平



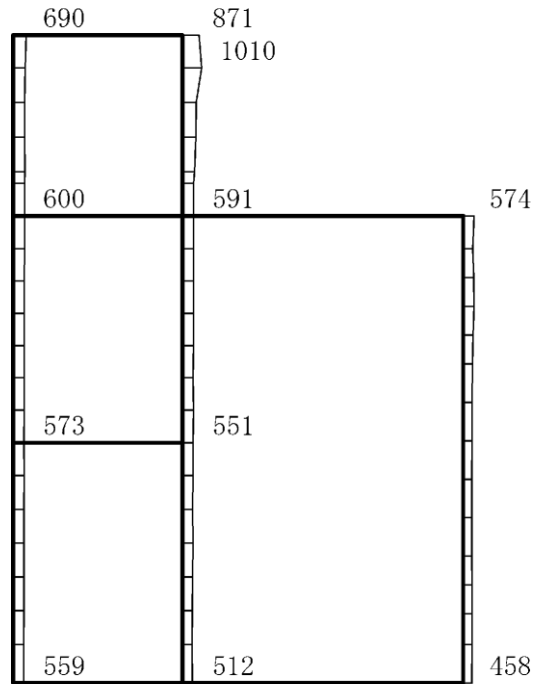
(b) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-10 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



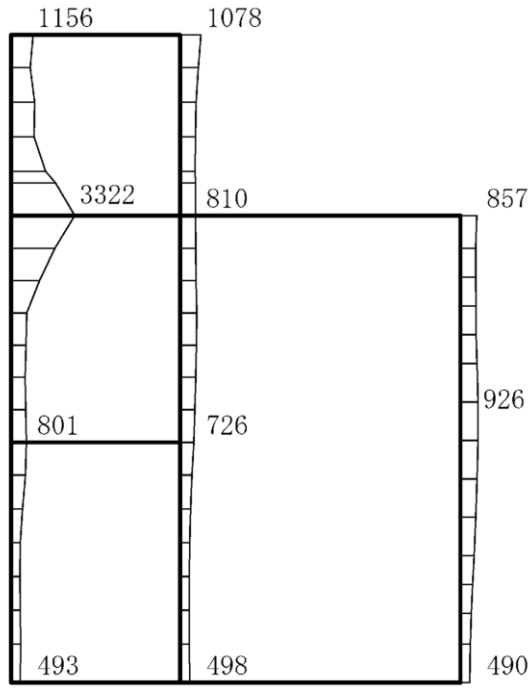
(a) $S_s - N2$ (EW) (++) 水平



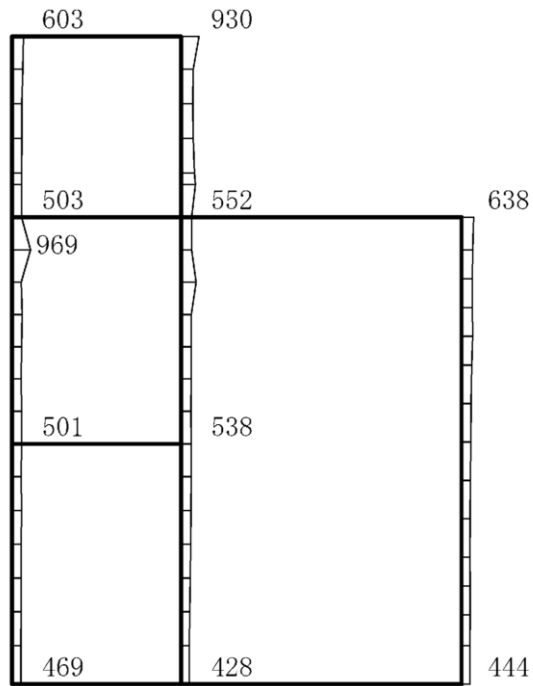
(b) $S_s - N2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-11 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)



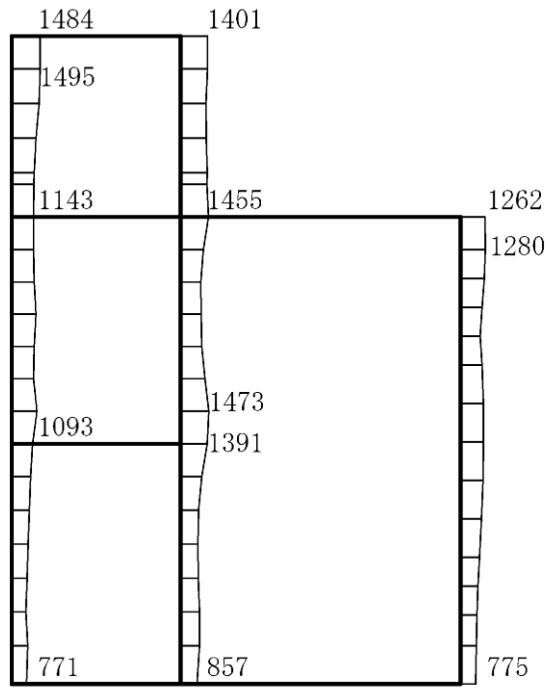
(a) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 水平



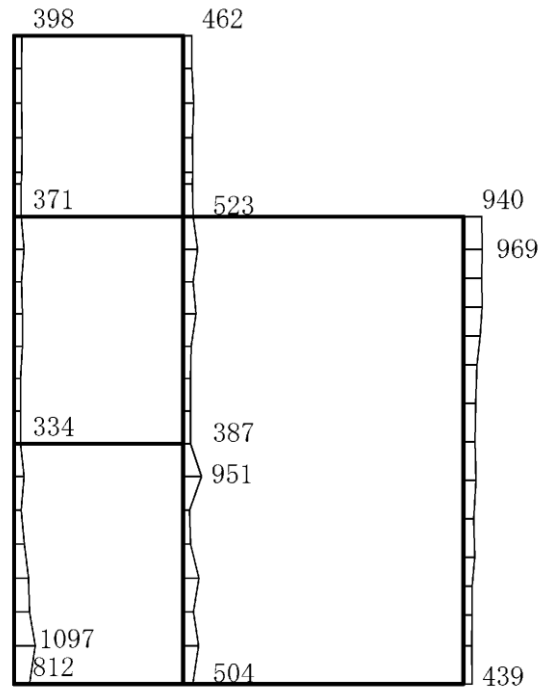
(b) $S_s - N2 (EW) (-+)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-12 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



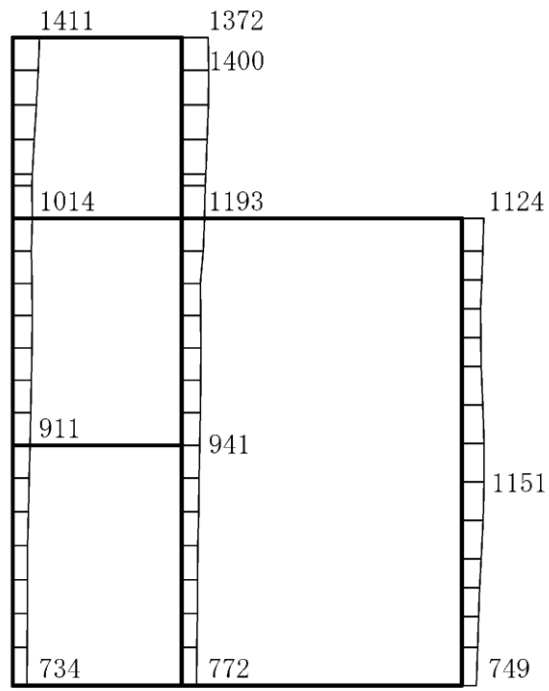
(a) S s - N 1 (-+) 水平



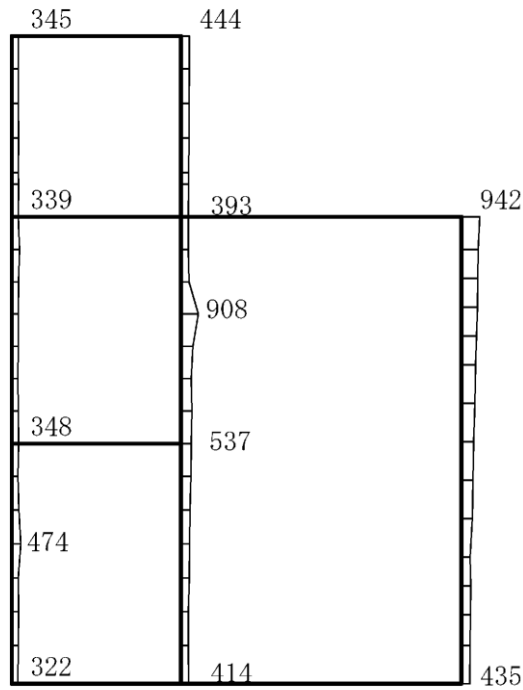
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-13 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



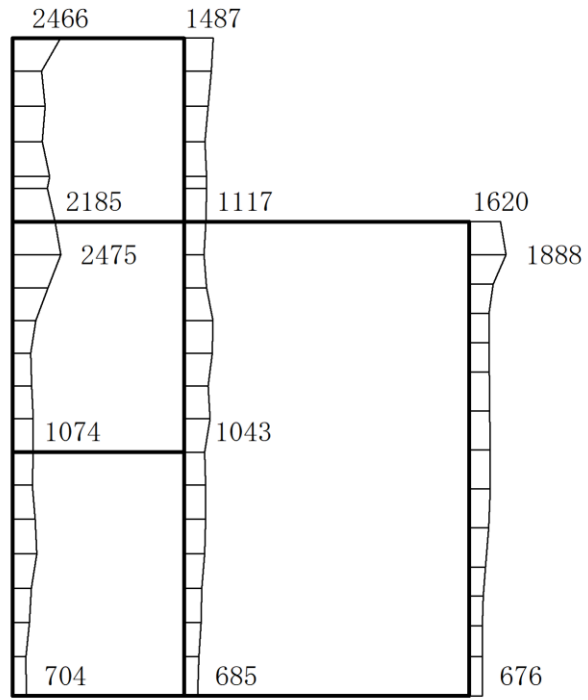
(a) S s - N 1 (-+) 水平



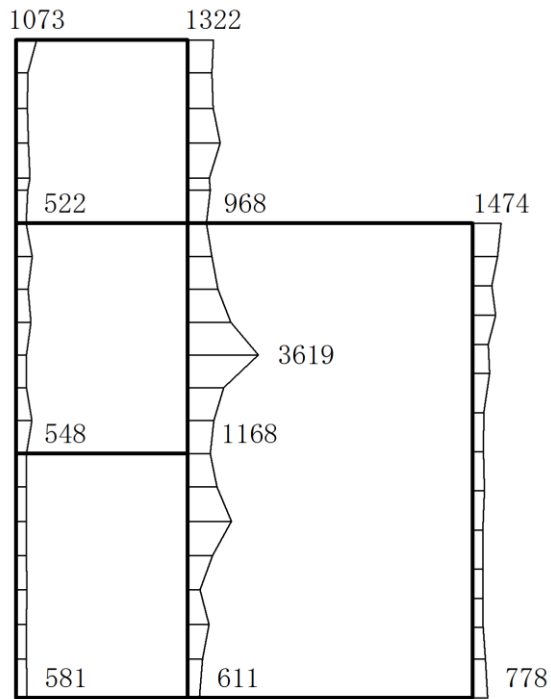
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-14 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



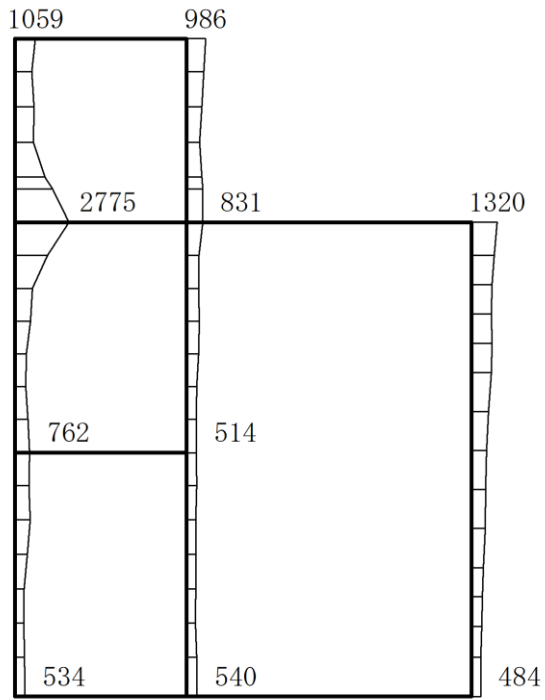
(a) S s - D (++) 水平



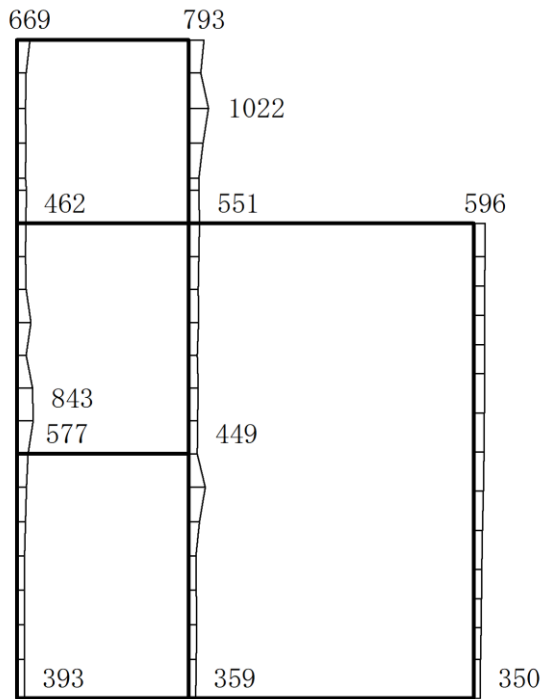
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-15 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



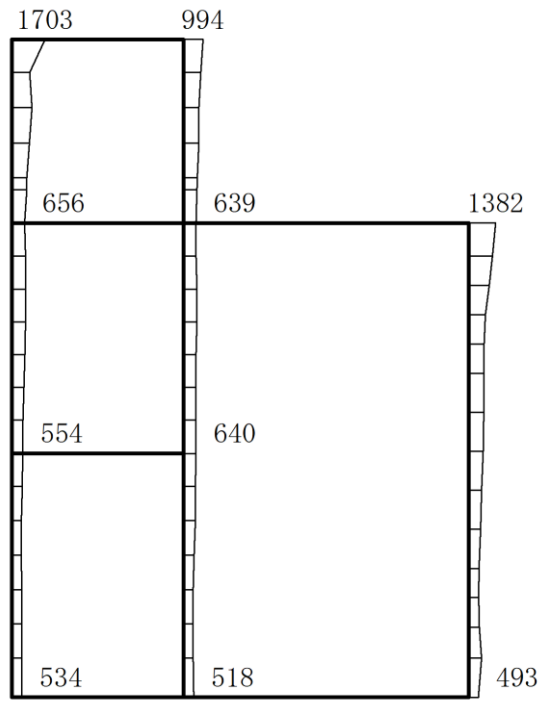
(a) $S_s - F1$ (++) 水平



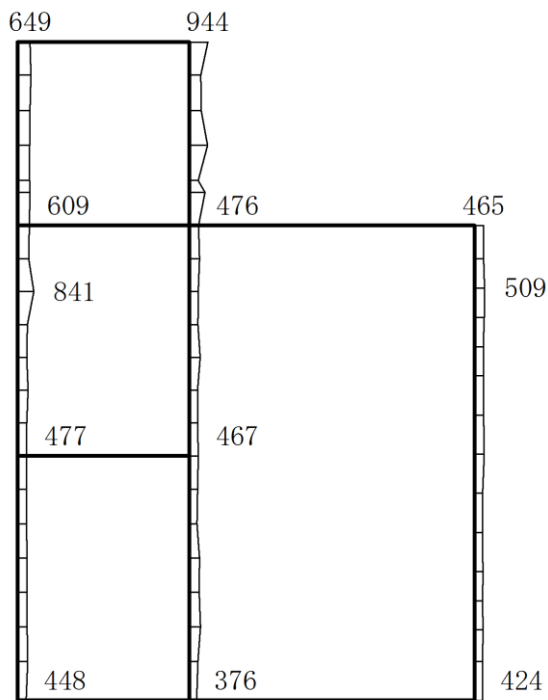
(b) $S_s - F1$ (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2(m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



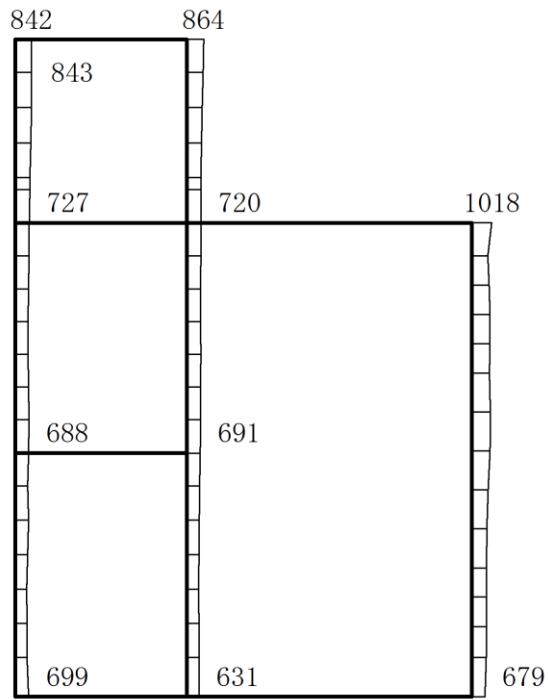
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



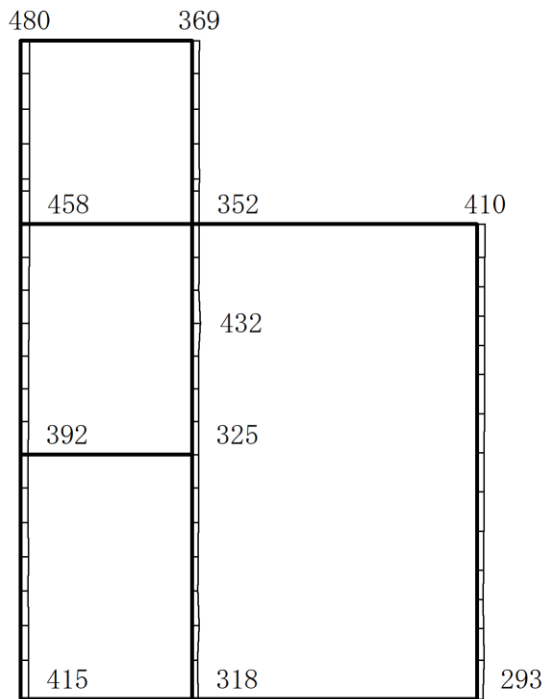
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2(m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



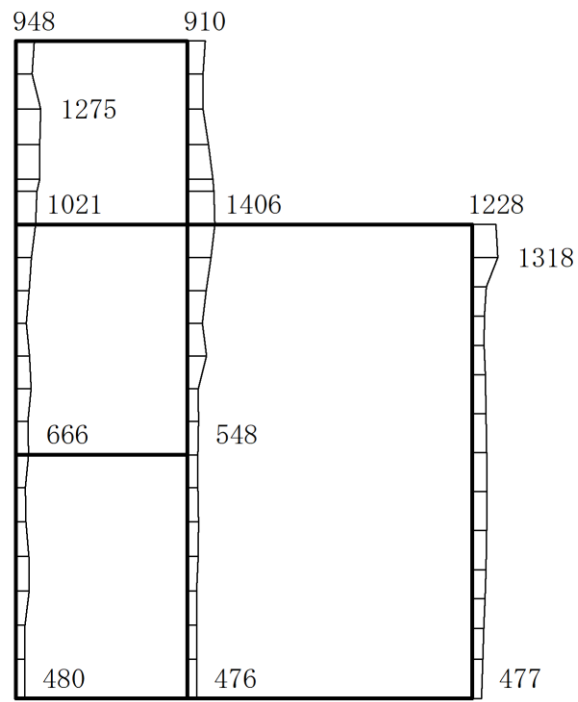
(a) S s - N 1 (++) 水平



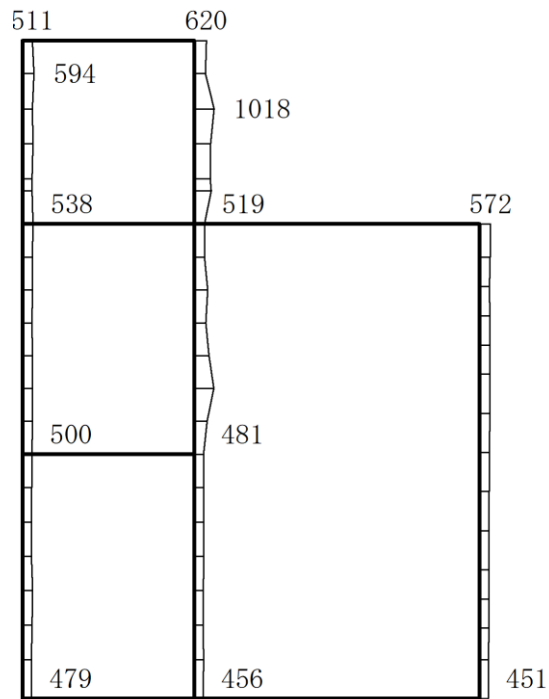
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



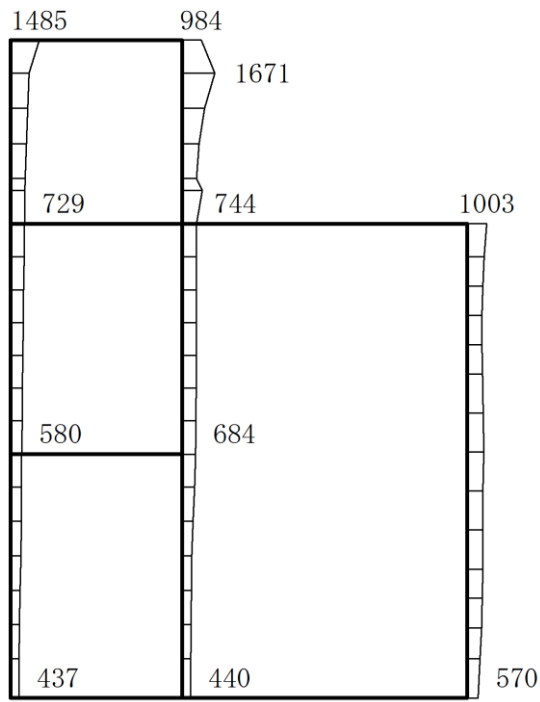
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



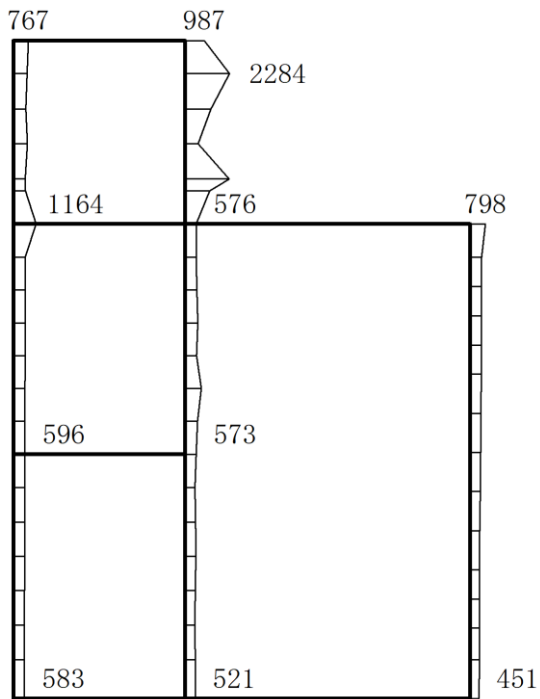
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2(m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)



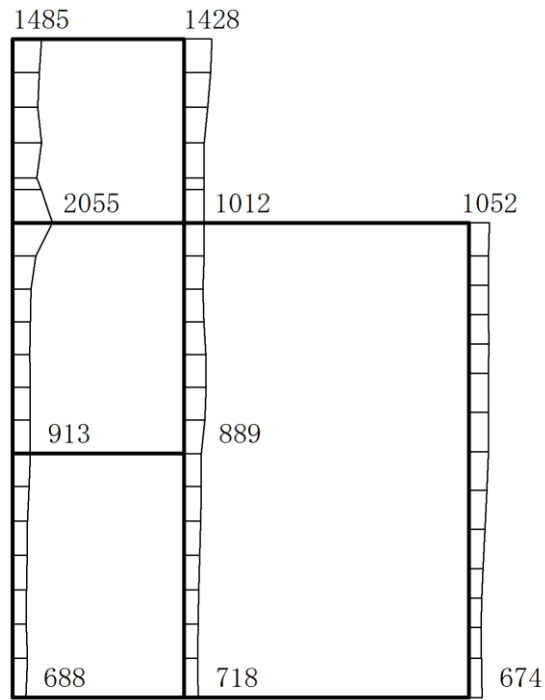
(a) $S_s - N2 (EW) \quad (++) \quad \text{水平}$



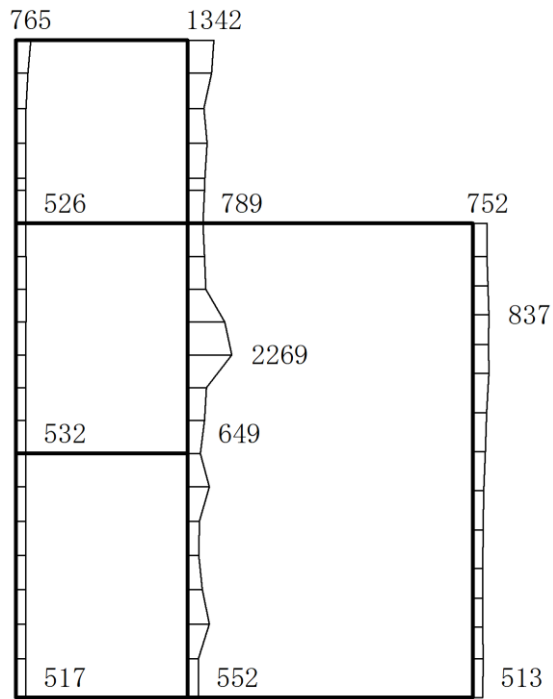
(b) $S_s - N2 (EW) \quad (++) \quad \text{鉛直}$

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-20 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



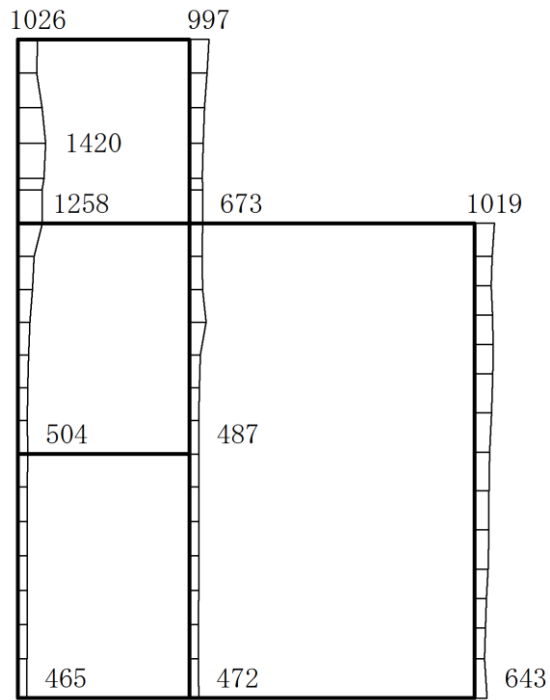
(a) S s - D (++) 水平



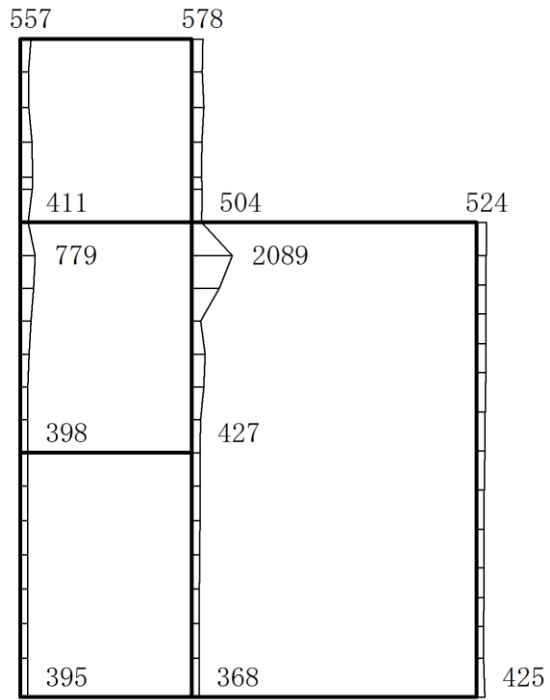
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-21 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



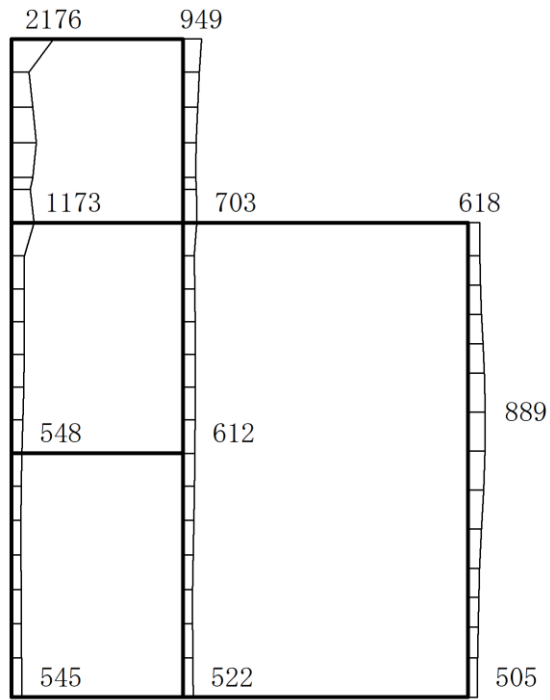
(a) S s - F 1 (++) 水平



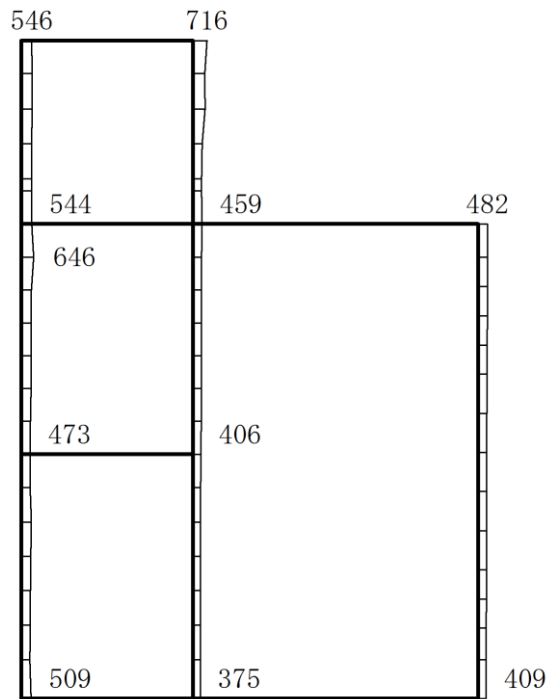
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-22 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



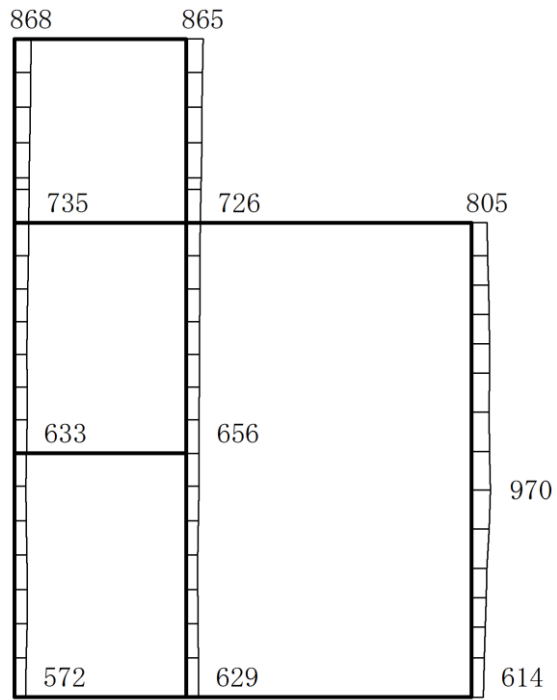
(a) S s - F 2 (++) 水平



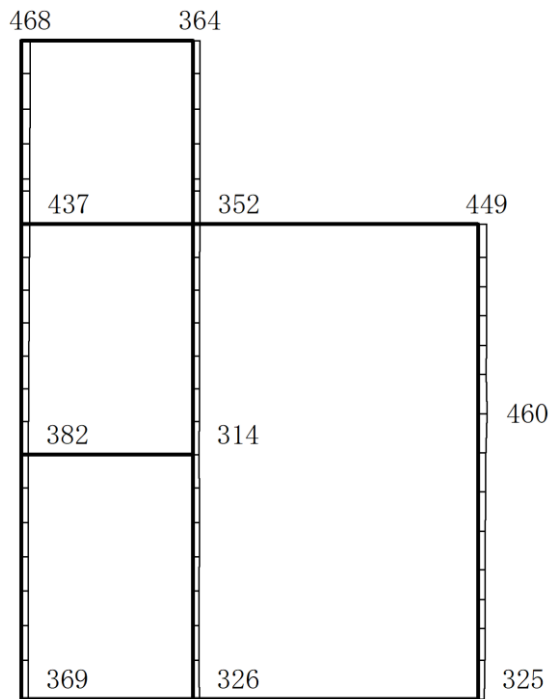
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-23 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



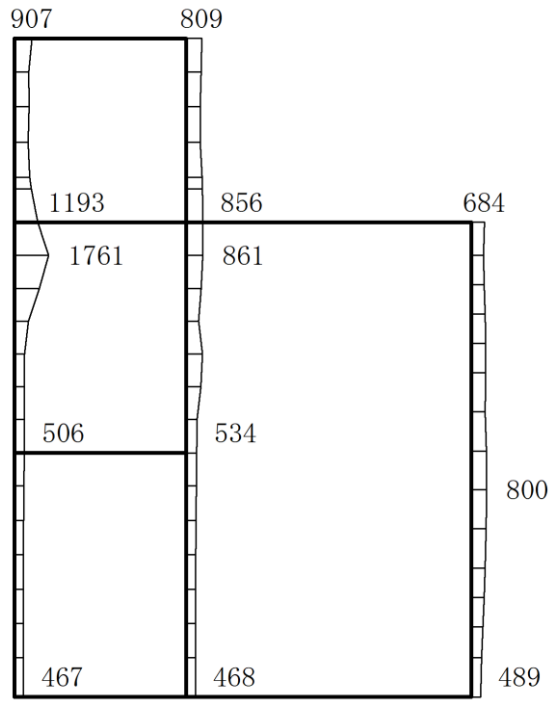
(a) S s - N 1 (++) 水平



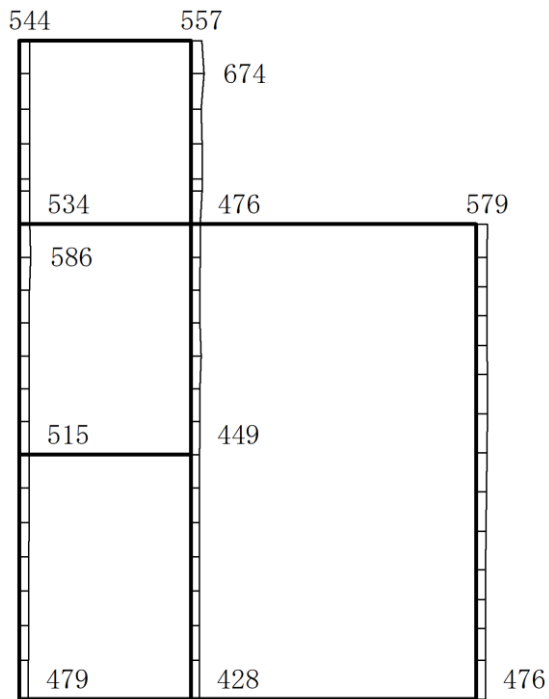
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2(m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



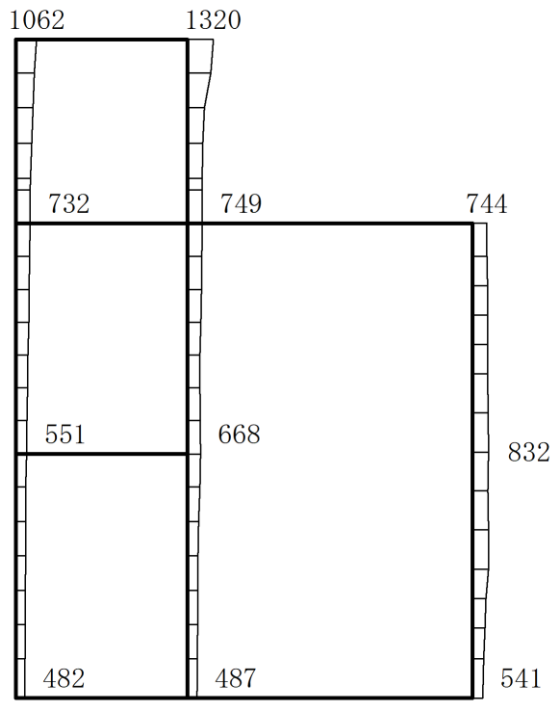
(a) $S_s - N_2 (NS) \quad (++)$ 水平



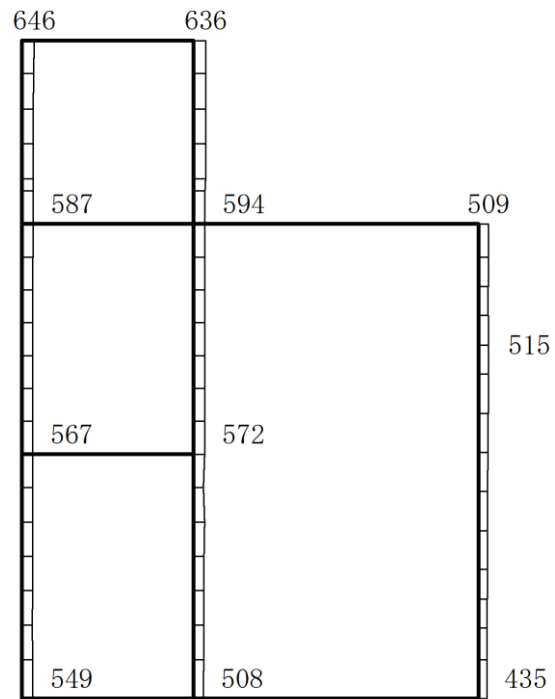
(b) $S_s - N_2 (NS) \quad (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-25 最大応答加速度分布図 (25/26) (解析ケース③)



(a) S_s - N 2 (E W) (++) 水平



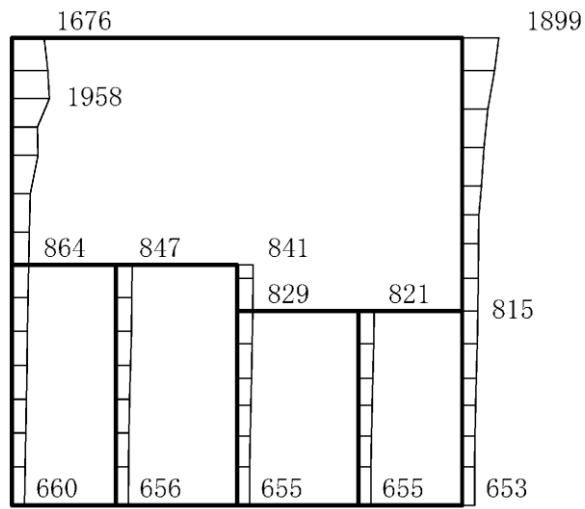
(b) S_s - N 2 (E W) (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

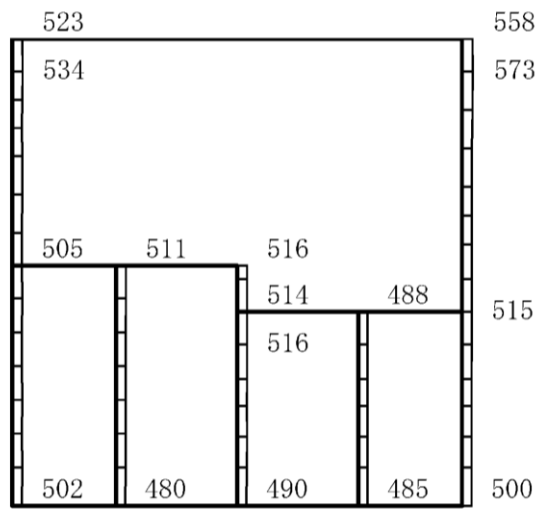
図 4-26 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-27～図 4-38 に示す。また、解析ケース①において、照査値が最大となる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-39 及び図 4-40 に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-41～図 4-52 に示す。



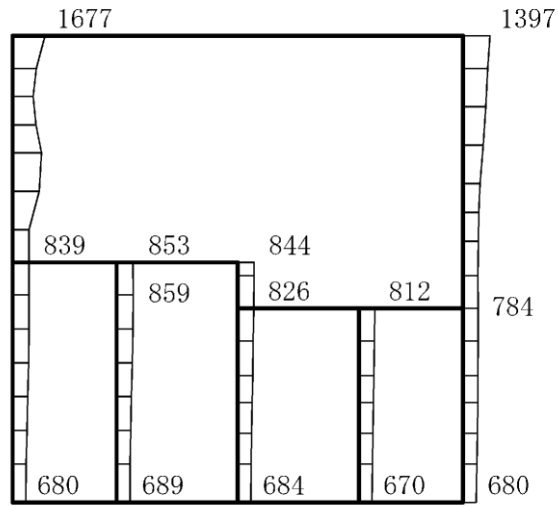
(a) $S_s - D$ (++) 水平



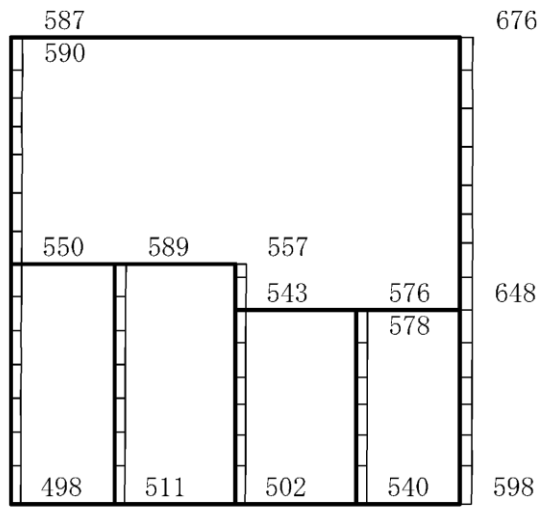
(b) $S_s - D$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-27 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



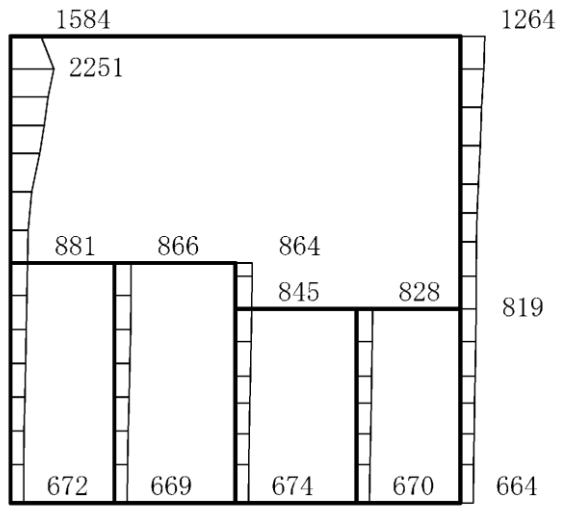
(a) S s - D (-+) 水平



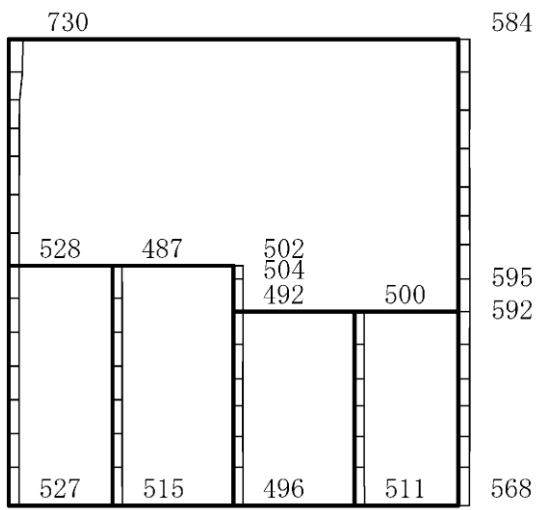
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-28 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



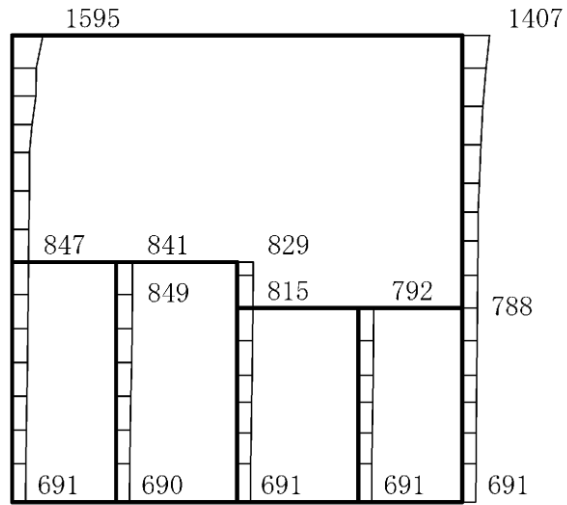
(a) $S_s - D$ (+-) 水平



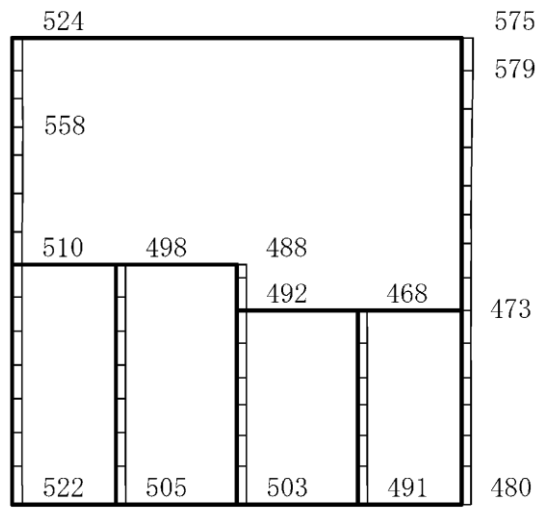
(b) $S_s - D$ (+-) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-29 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



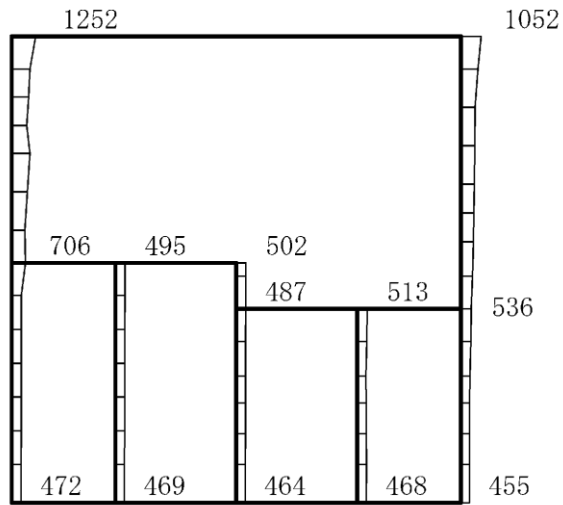
(a) $S_s - D$ (--) 水平



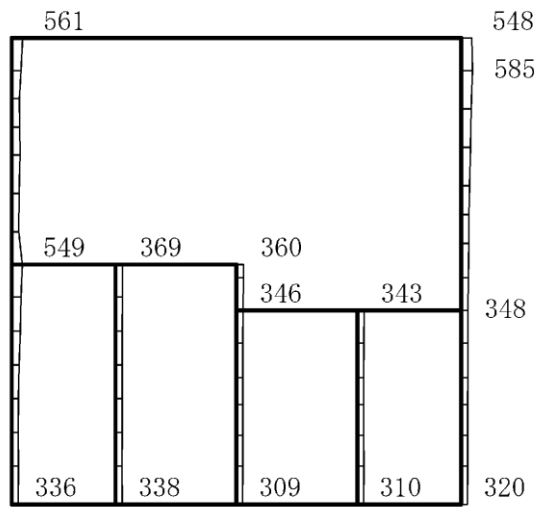
(b) $S_s - D$ (--) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-30 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



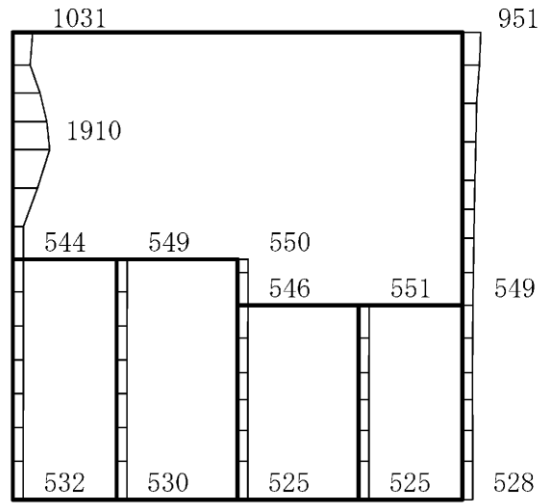
(a) $S_s - F1$ (++) 水平



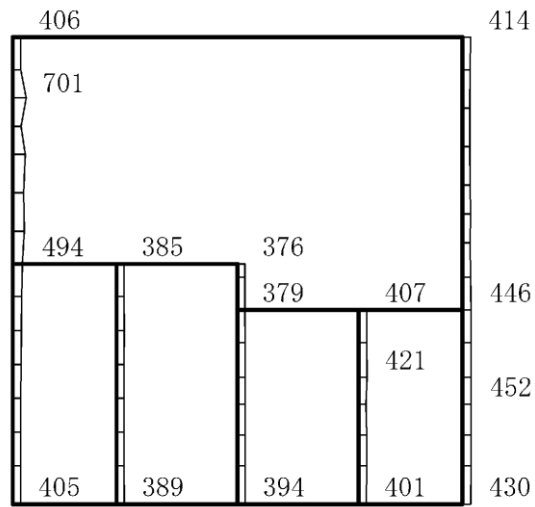
(b) $S_s - F1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-31 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



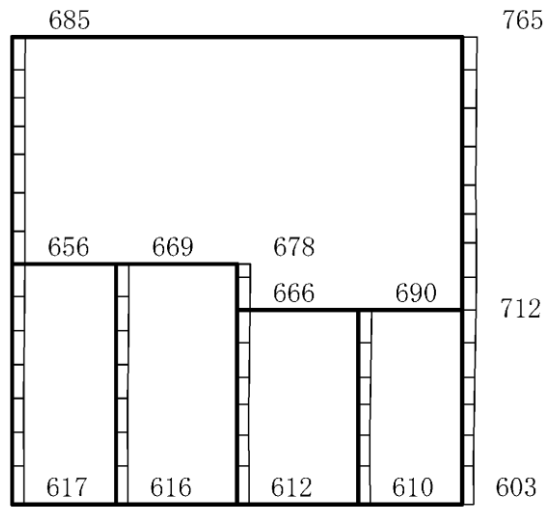
(a) S_s-F 2 (++) 水平



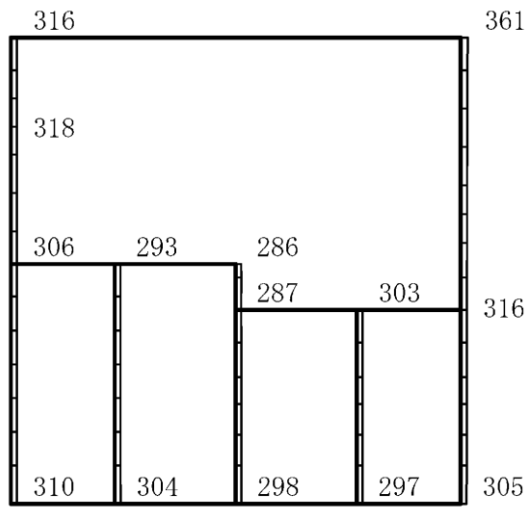
(b) S_s-F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-32 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



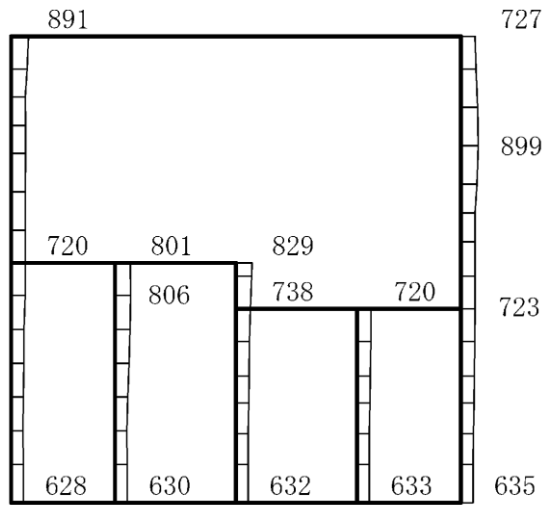
(a) S_s-N1 (++) 水平



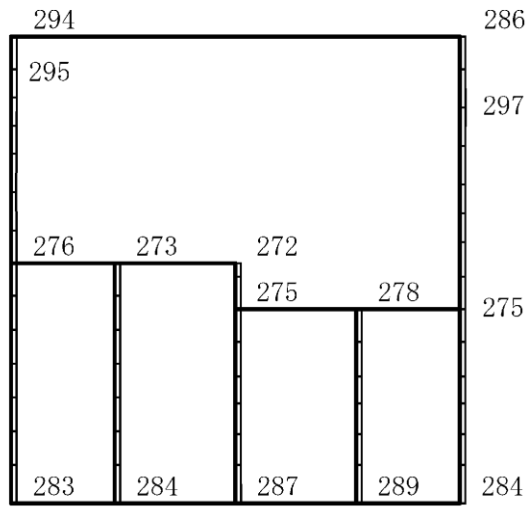
(b) S_s-N1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



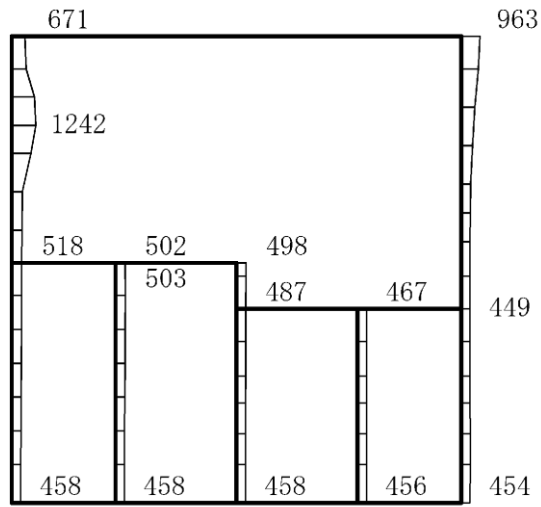
(a) $S_s - N 1$ (-+) 水平



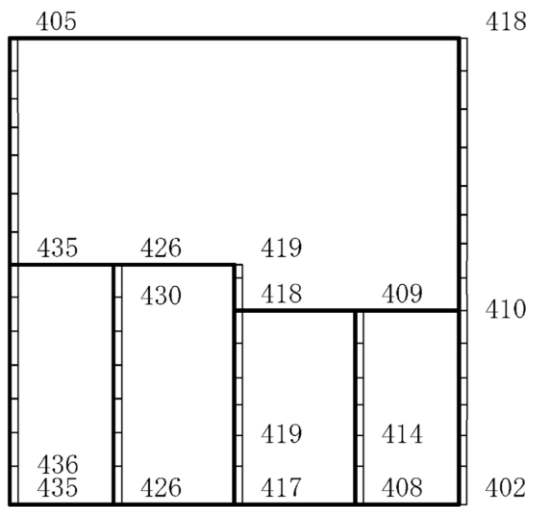
(b) $S_s - N 1$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-34 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



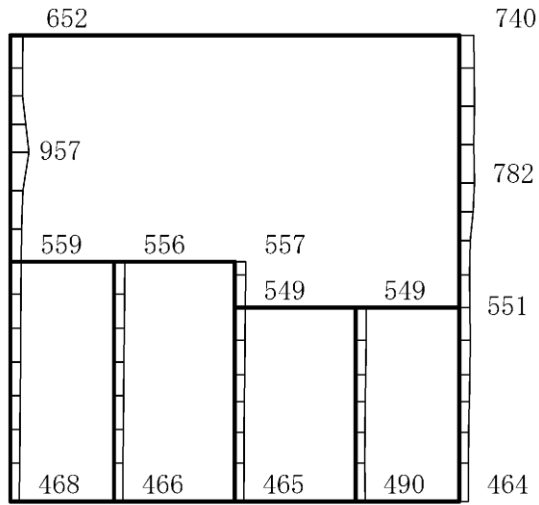
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



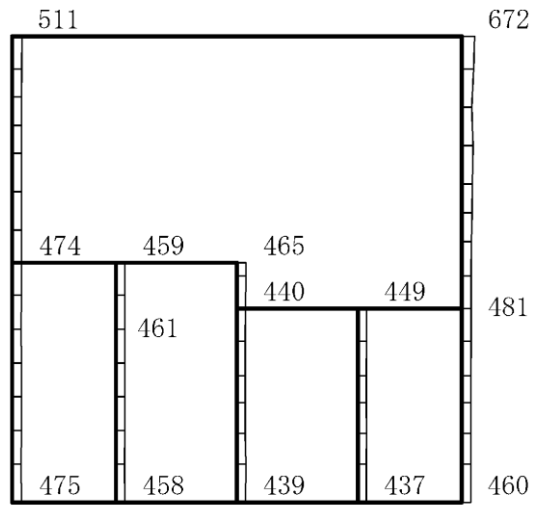
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-35 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



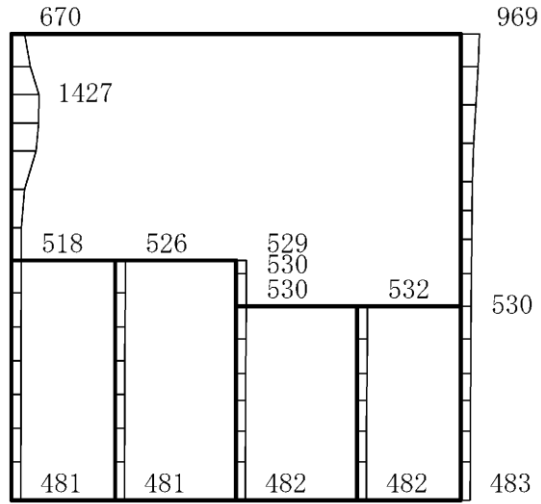
(a) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 水平



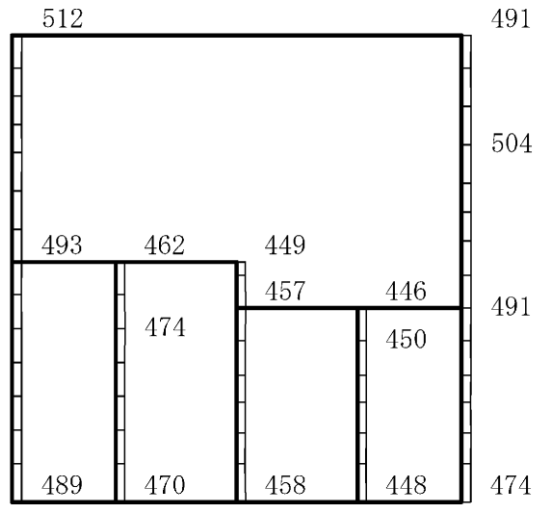
(b) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-36 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



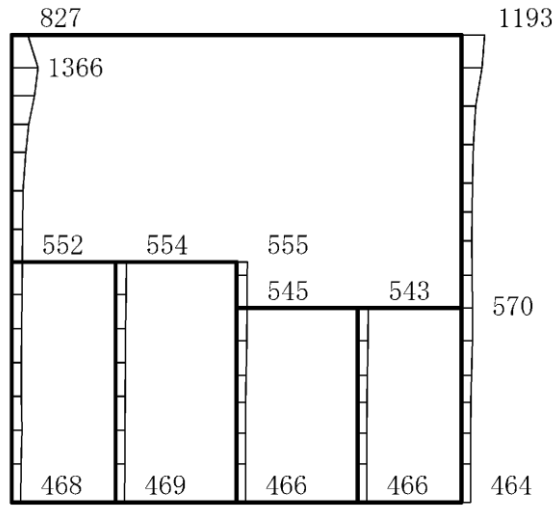
(a) $S_s - N2$ (EW) (++) 水平



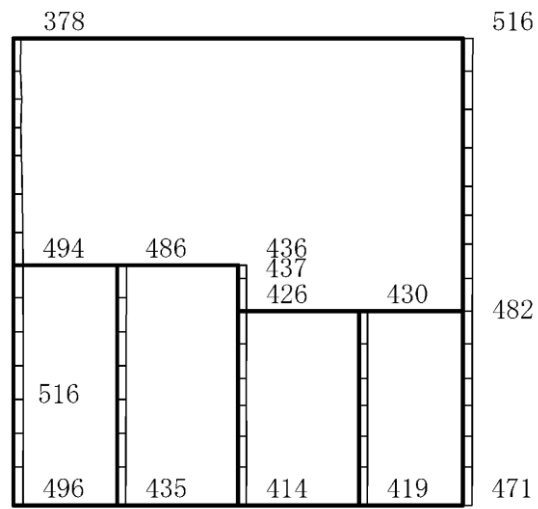
(b) $S_s - N2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-37 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)



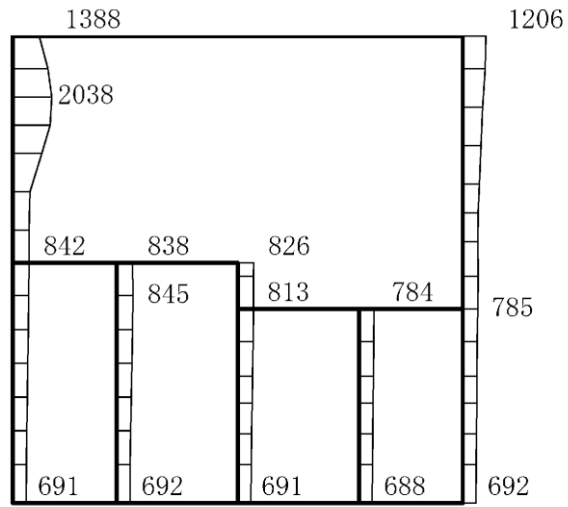
(a) S_s-N2 (EW) (-+) 水平



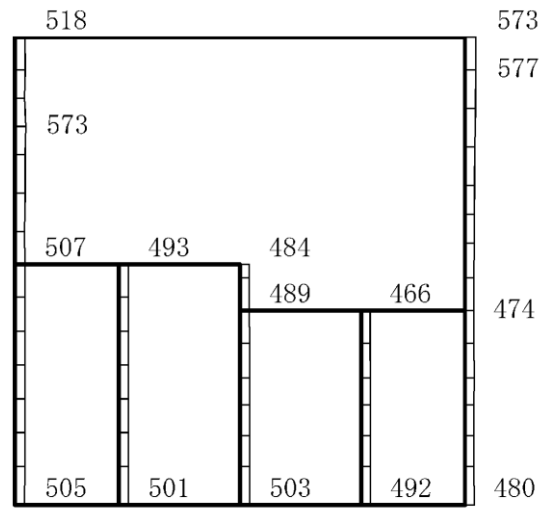
(b) S_s-N2 (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-38 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



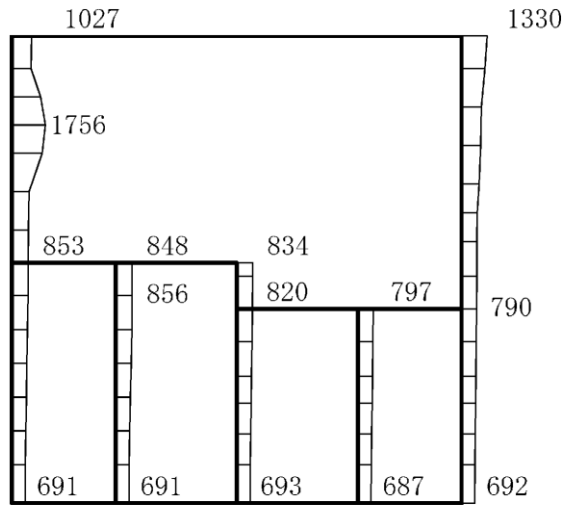
(a) S s - D (--) 水平



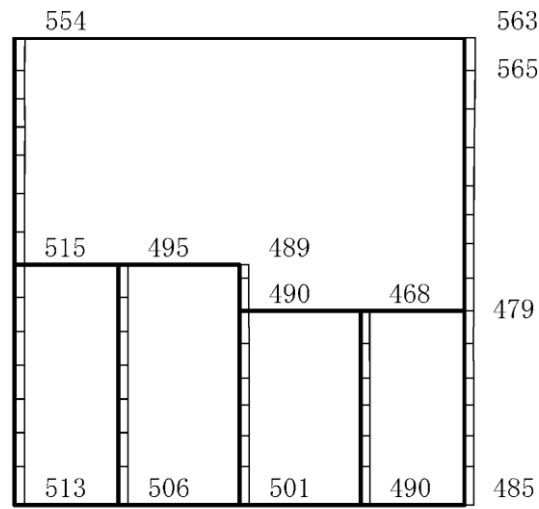
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-39 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



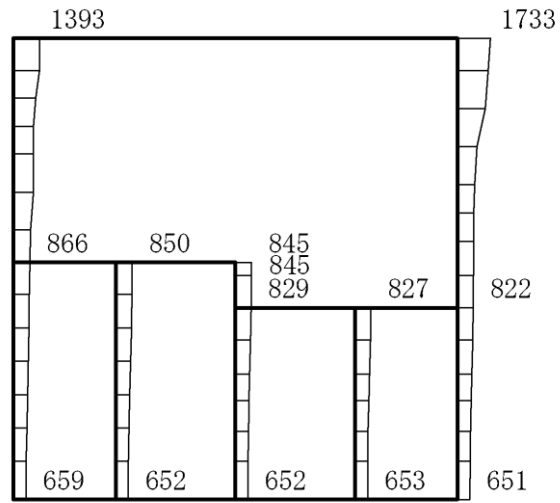
(a) S s - D (--) 水平



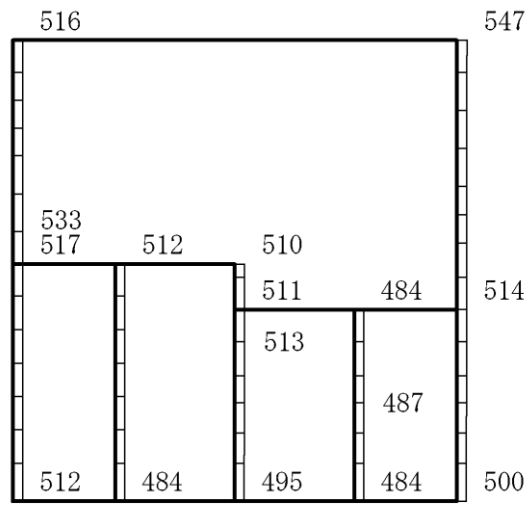
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-40 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



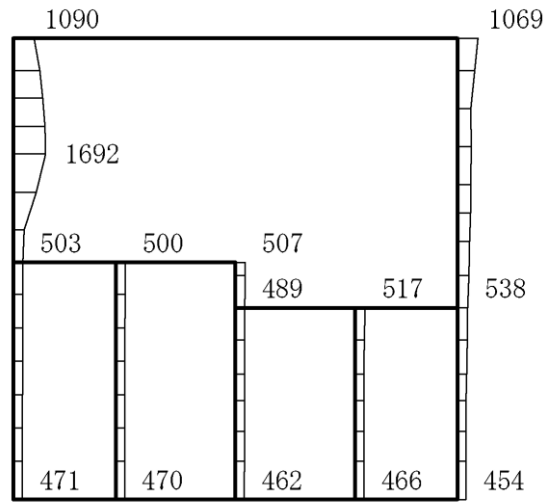
(a) S s - D (++) 水平



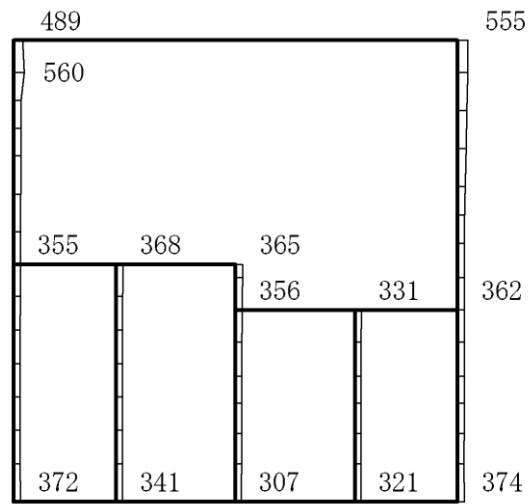
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-41 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



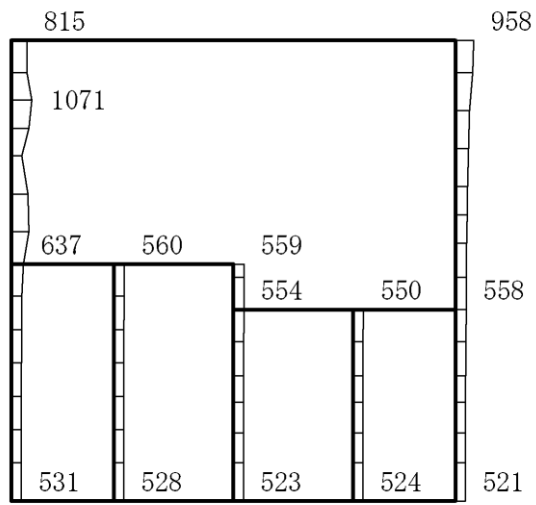
(a) S s - F 1 (++) 水平



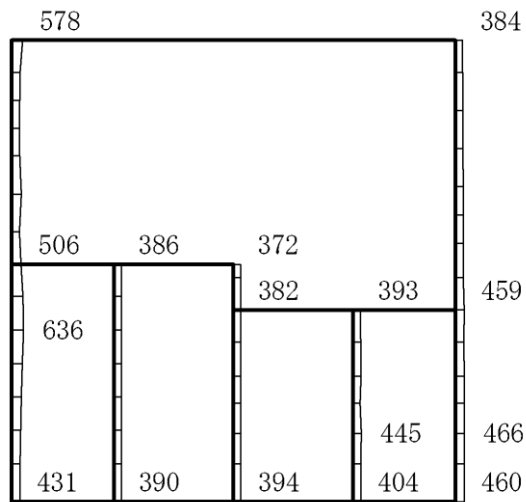
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-42 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



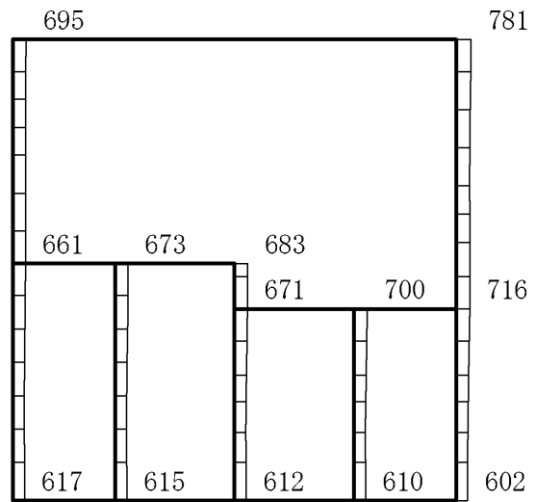
(a) S s - F 2 (++) 水平



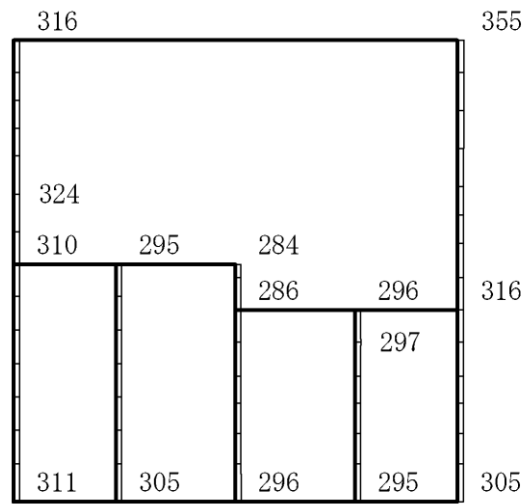
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-43 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



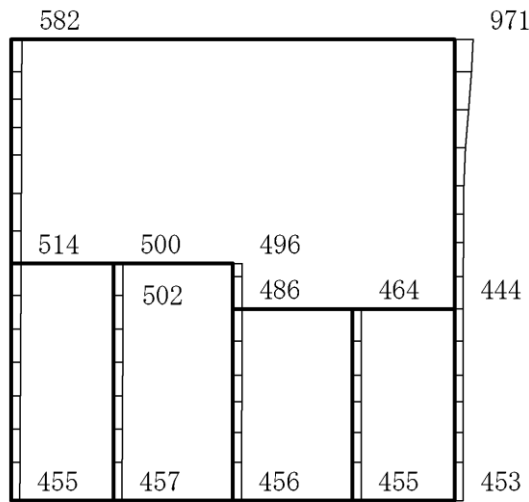
(a) S s - N 1 (++) 水平



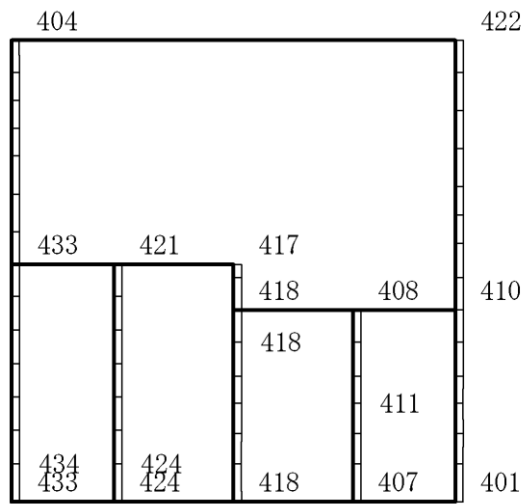
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-44 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



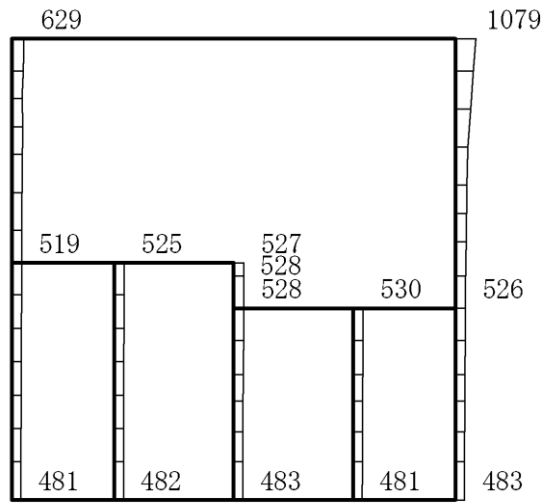
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



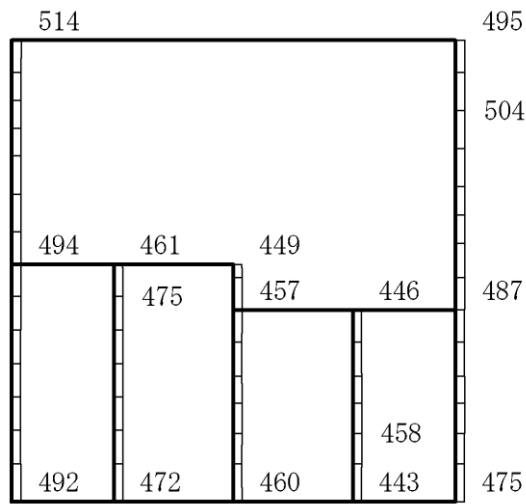
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-45 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)



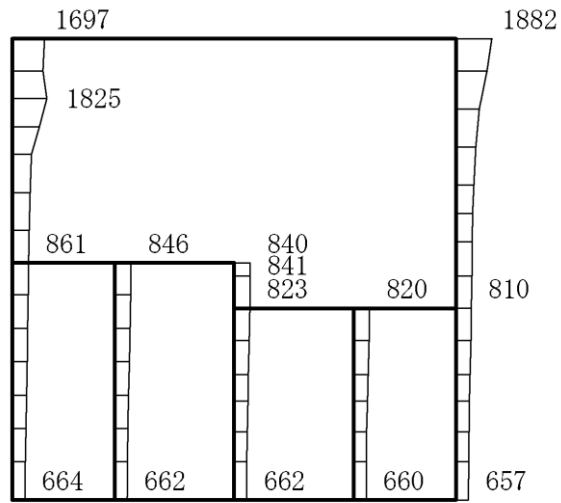
(a) $S_s - N2 (EW) \quad (++) \quad \text{水平}$



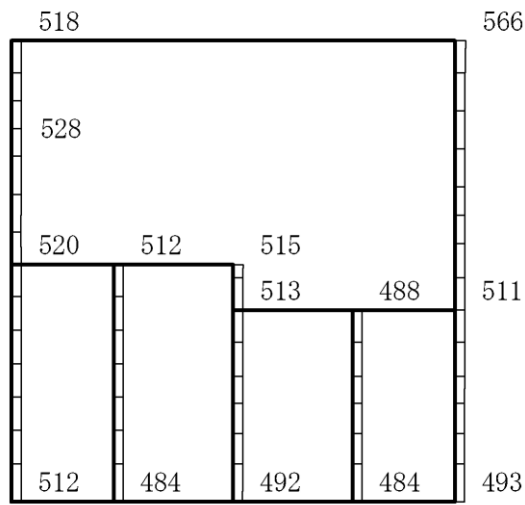
(b) $S_s - N2 (EW) \quad (++) \quad \text{鉛直}$

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-46 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



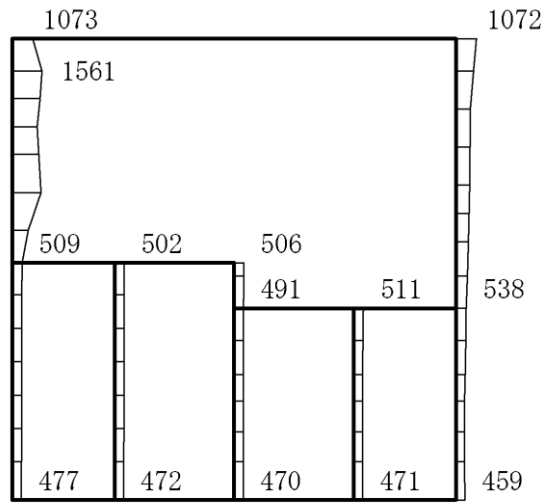
(a) S s - D (++) 水平



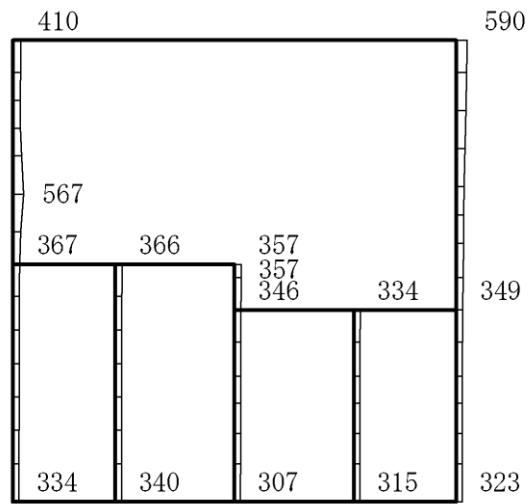
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-47 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



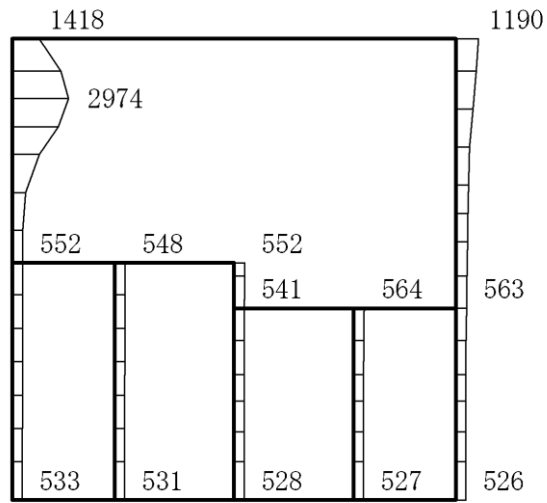
(a) S s - F 1 (++) 水平



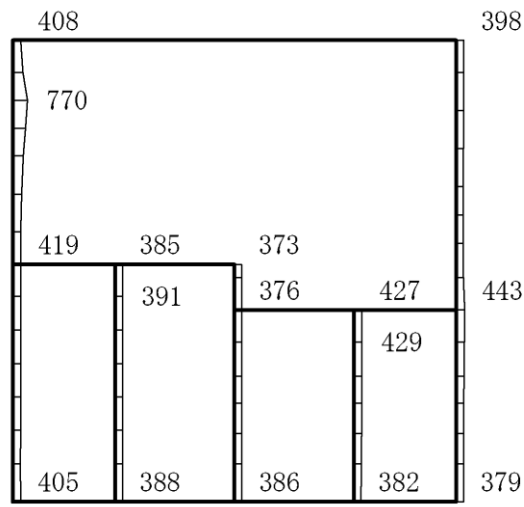
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-48 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



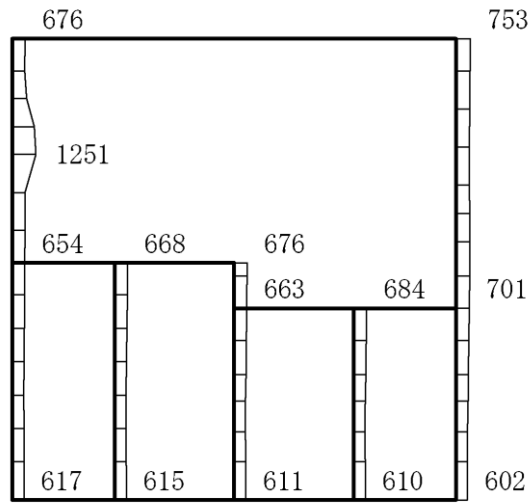
(a) S_s-F 2 (++) 水平



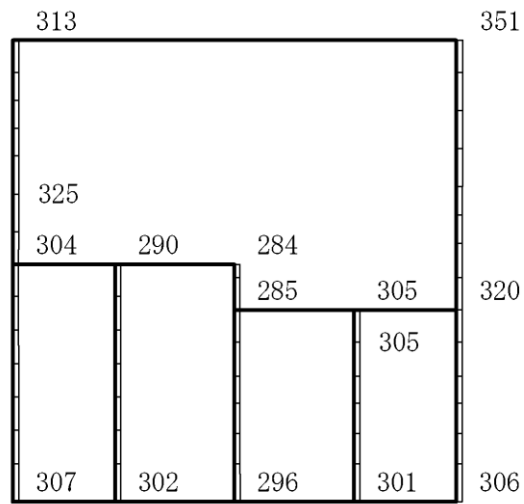
(b) S_s-F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-49 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



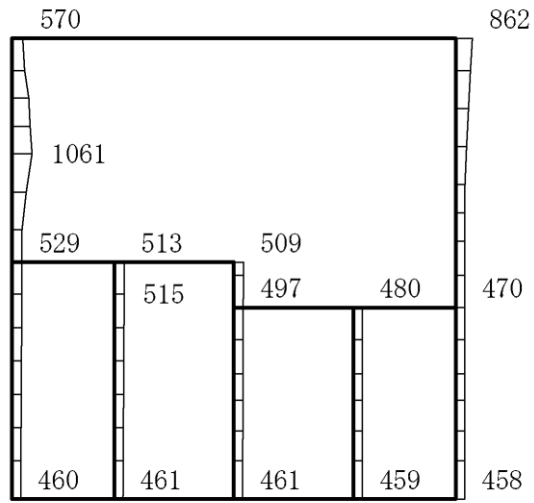
(a) S s - N 1 (++) 水平



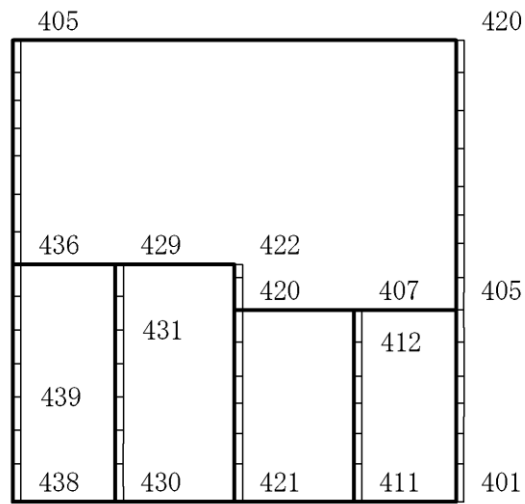
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-50 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



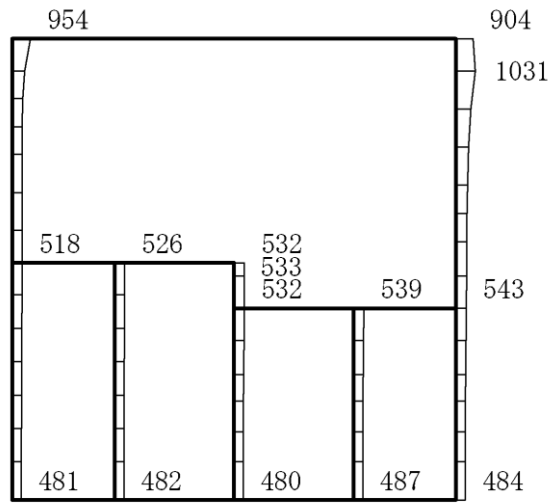
(a) $S_s - N2 (NS) \quad (++)$ 水平



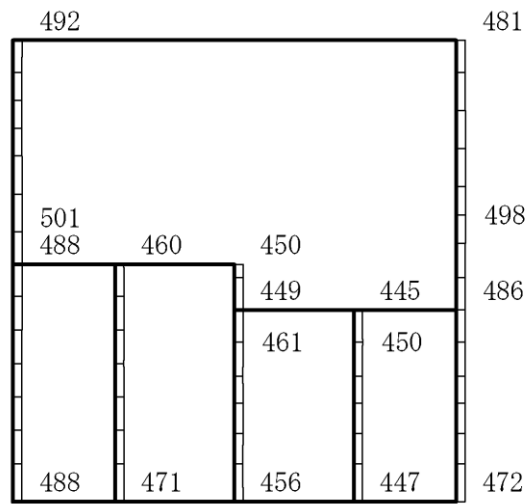
(b) $S_s - N2 (NS) \quad (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \quad 2(m)$ 応答値スケール $0 \quad 4000 (cm/s^2)$

図 4-51 最大応答加速度分布図 (25/26) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



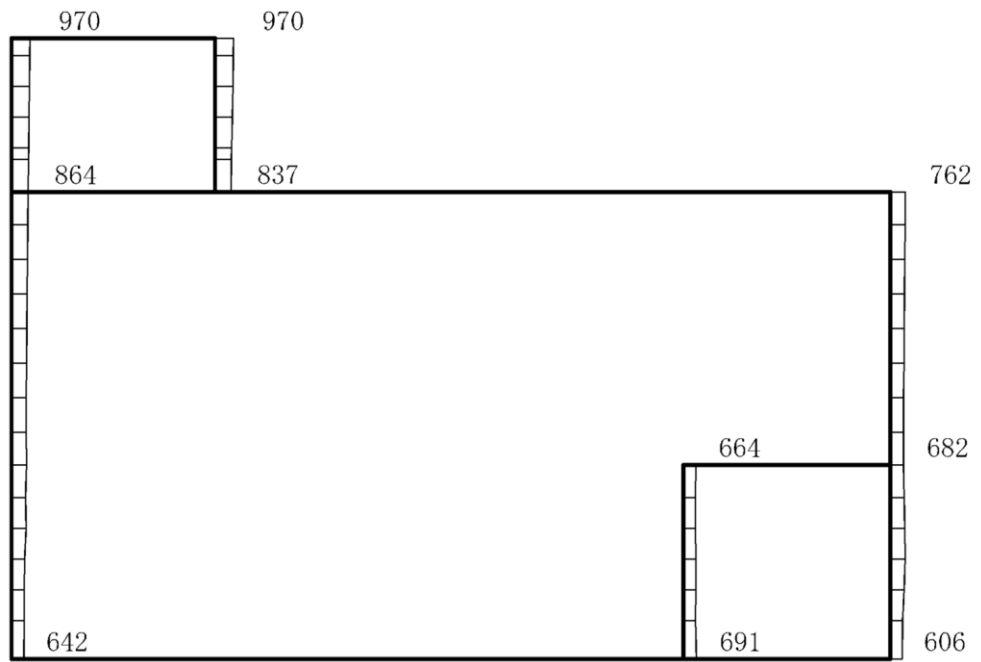
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール 0 2(m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

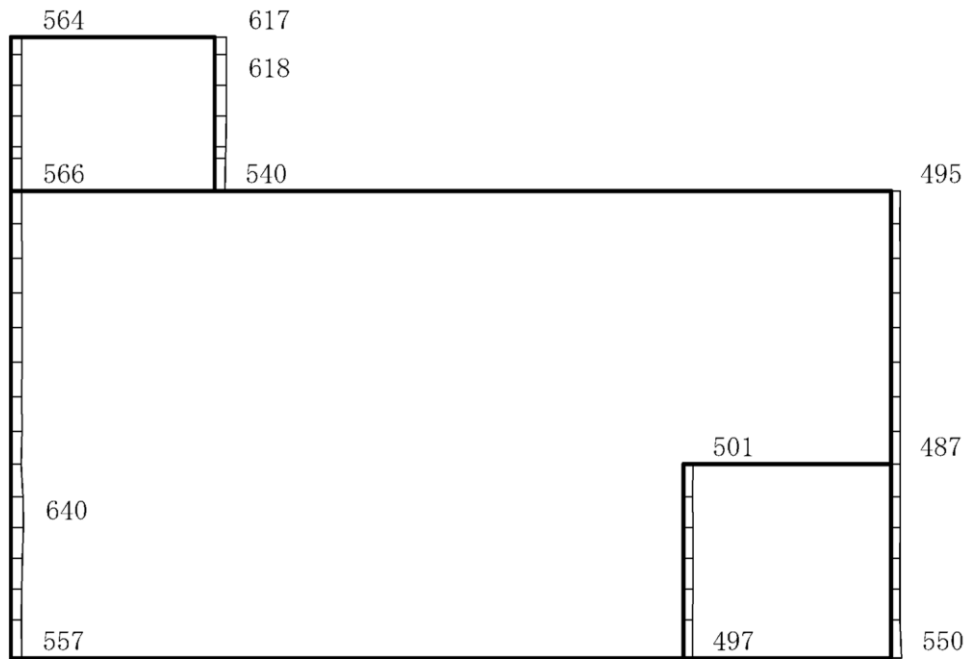
図 4-52 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

4.3 C-C断面の解析結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図4-53～図4-64に示す。また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価において、最も厳しくなる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-65及び図4-66に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-67～図4-78に示す。



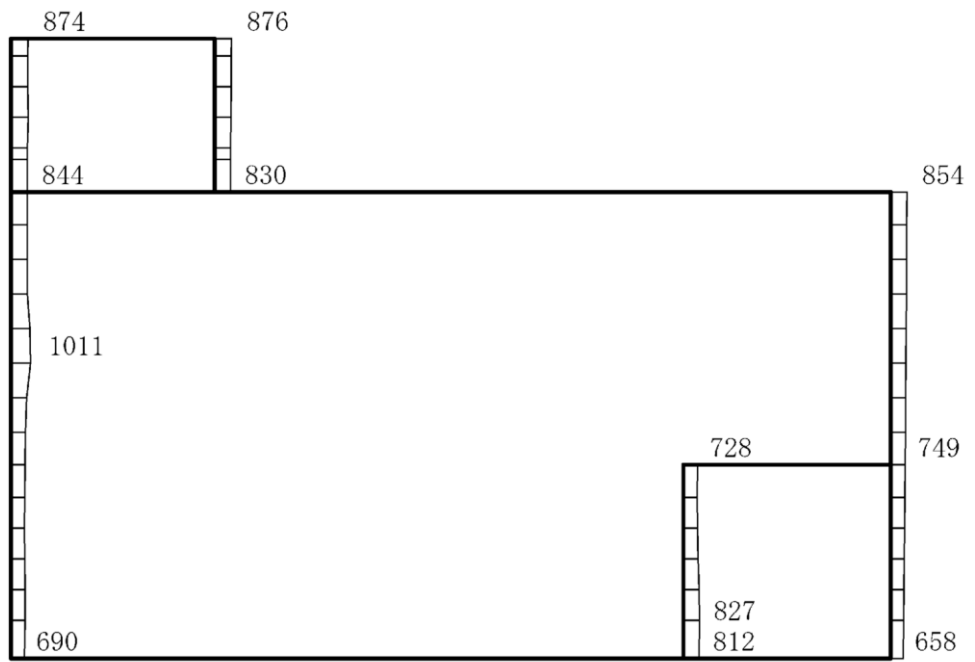
(a) S s - D (++) 水平



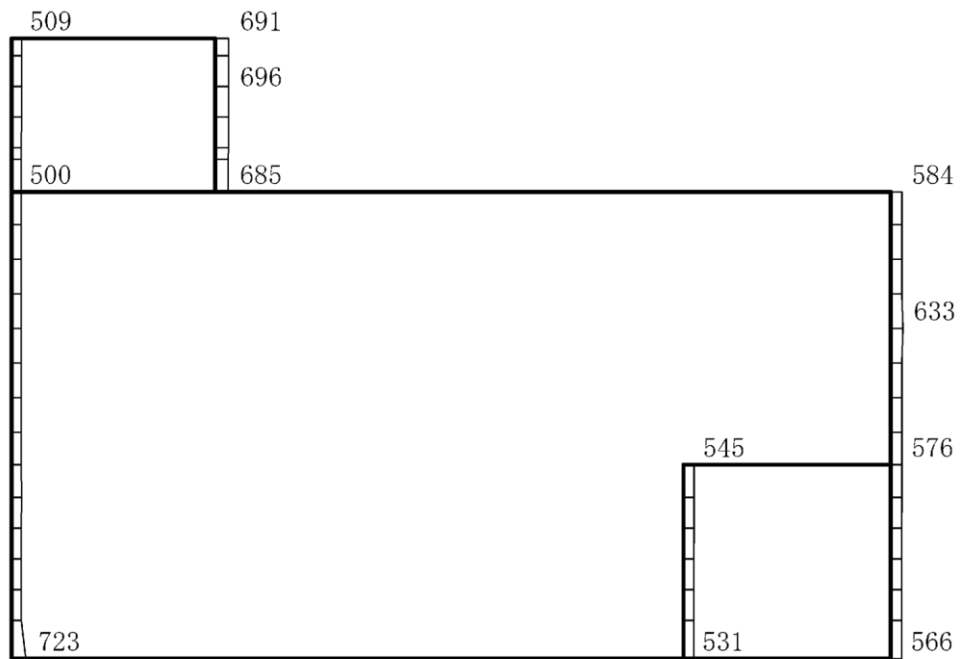
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-53 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



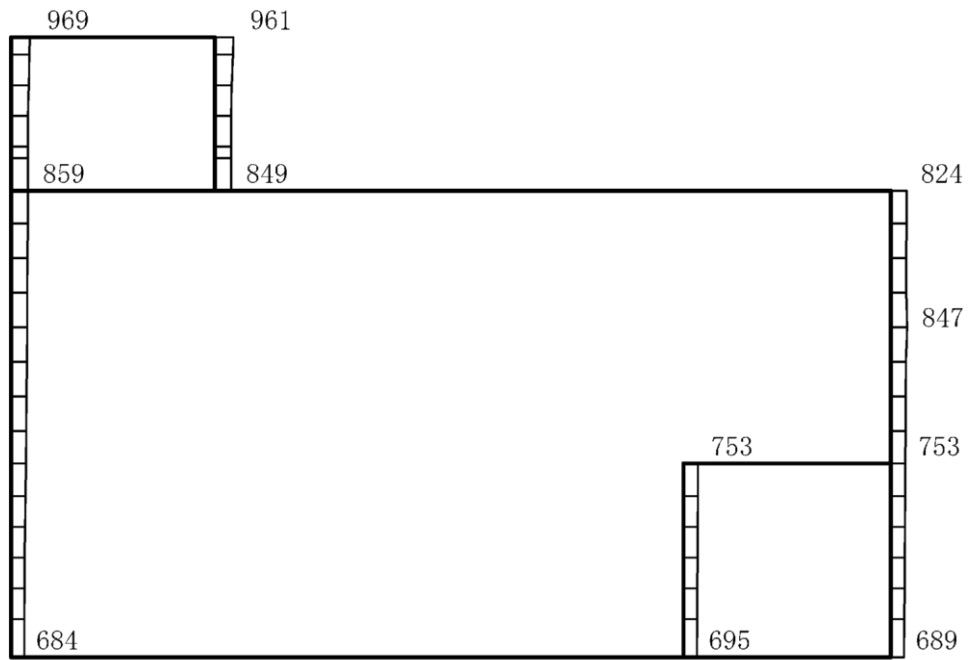
(a) $S_s - D$ (-+) 水平



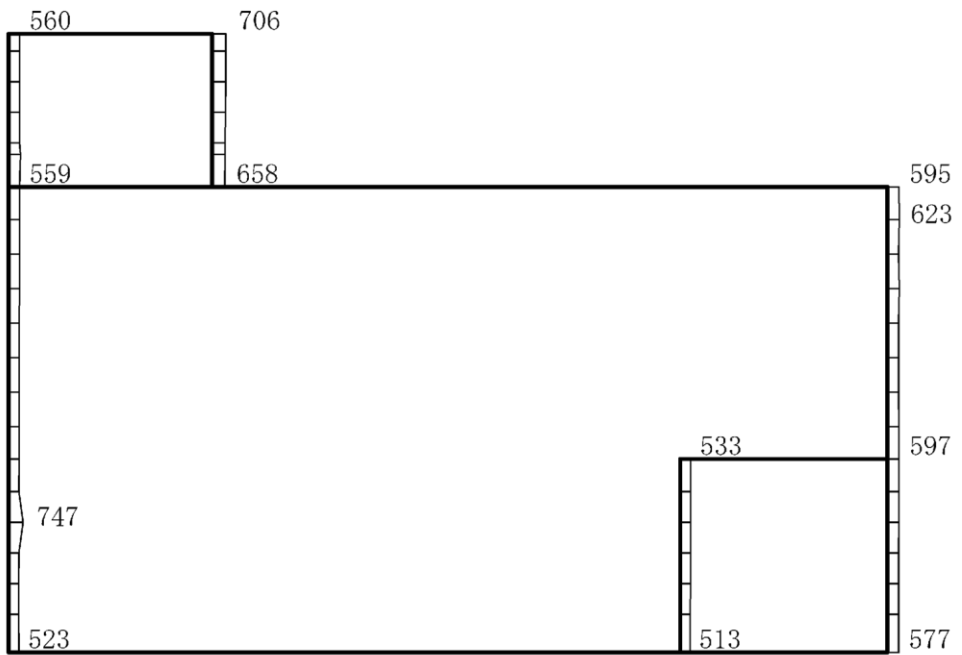
(b) $S_s - D$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-54 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



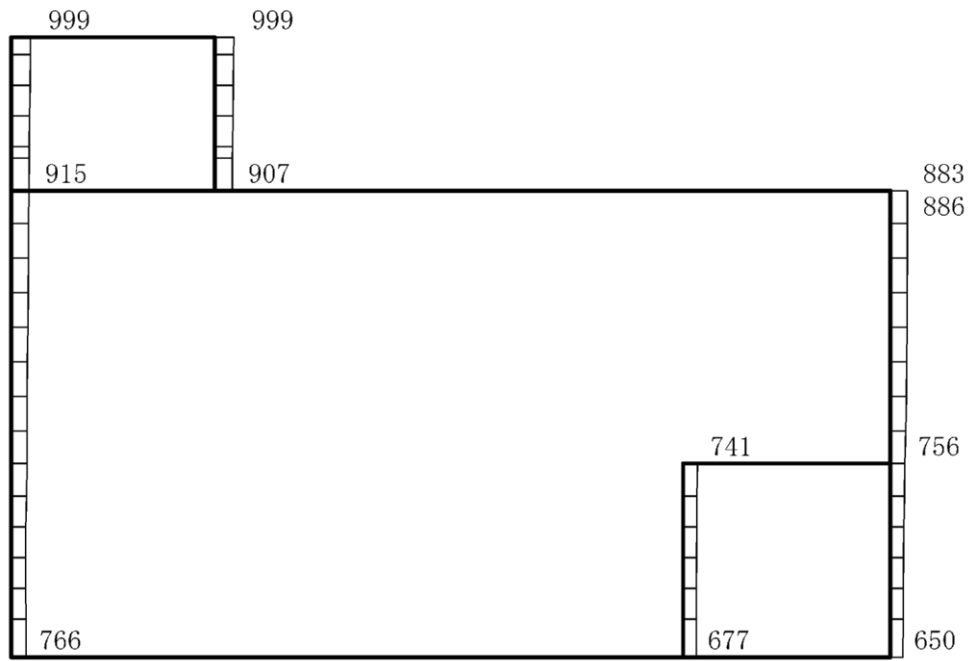
(a) $S_s - D$ (+-) 水平



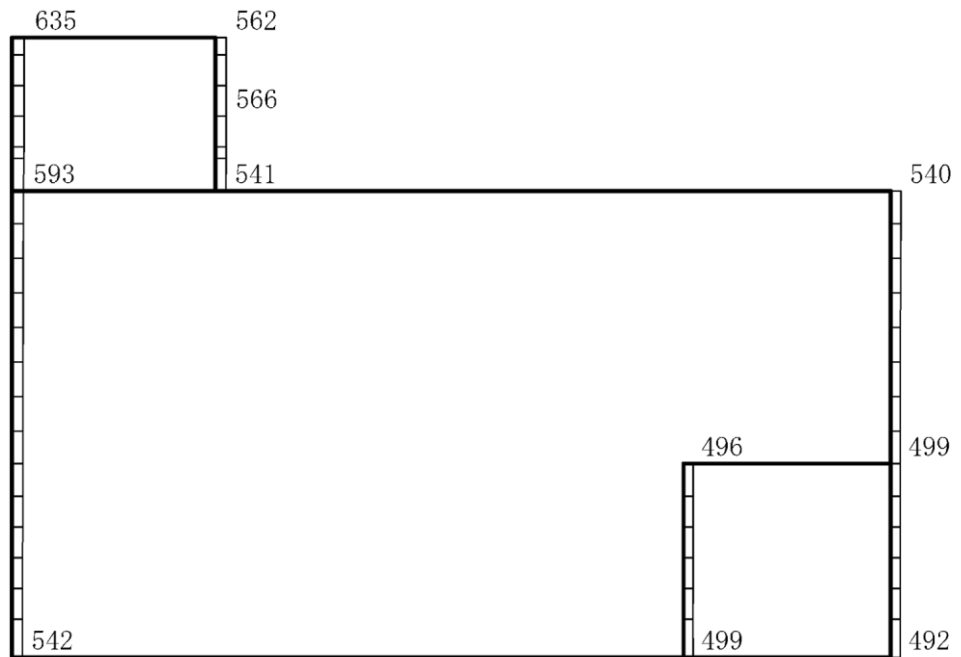
(b) $S_s - D$ (+-) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-55 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



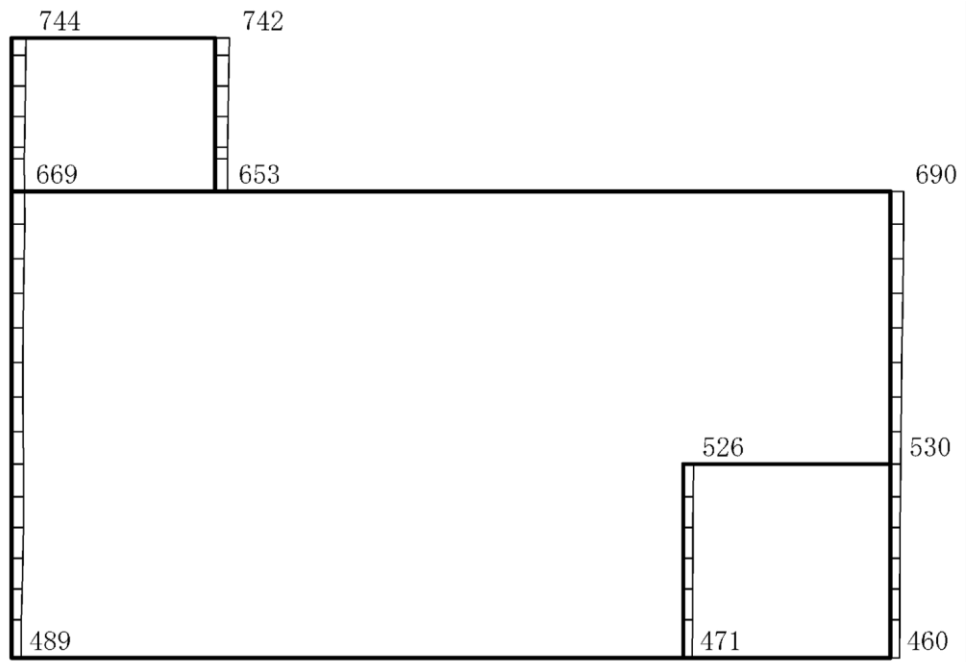
(a) S s - D (--) 水平



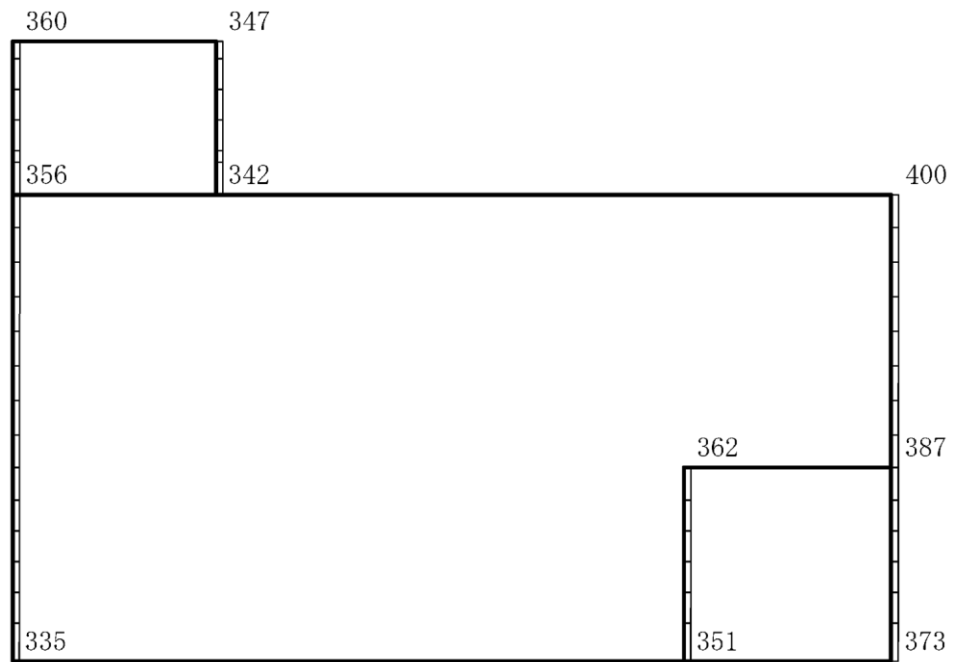
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-56 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



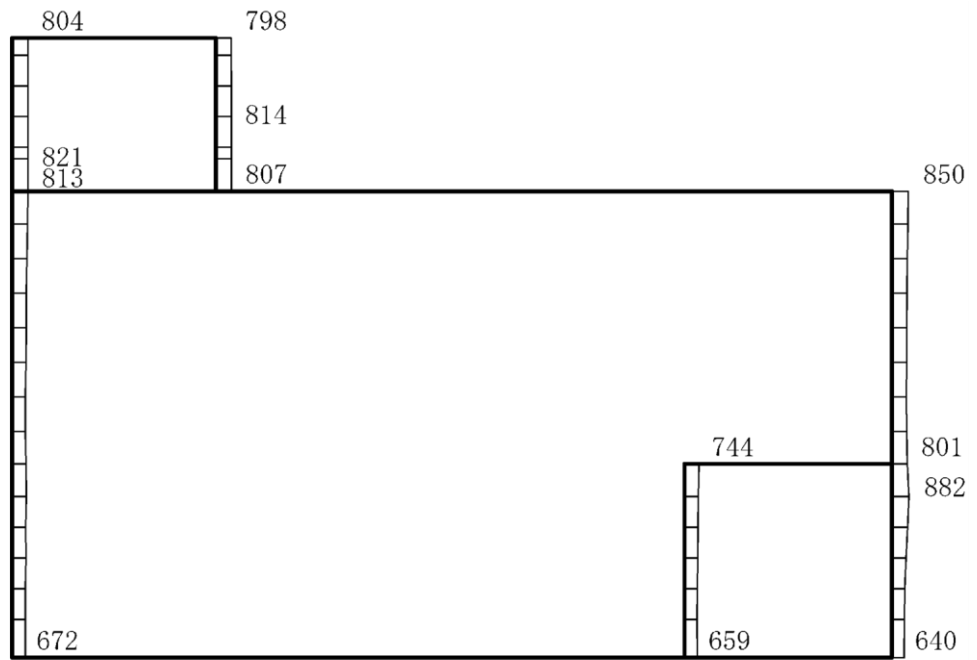
(a) S s - F 1 (++) 水平



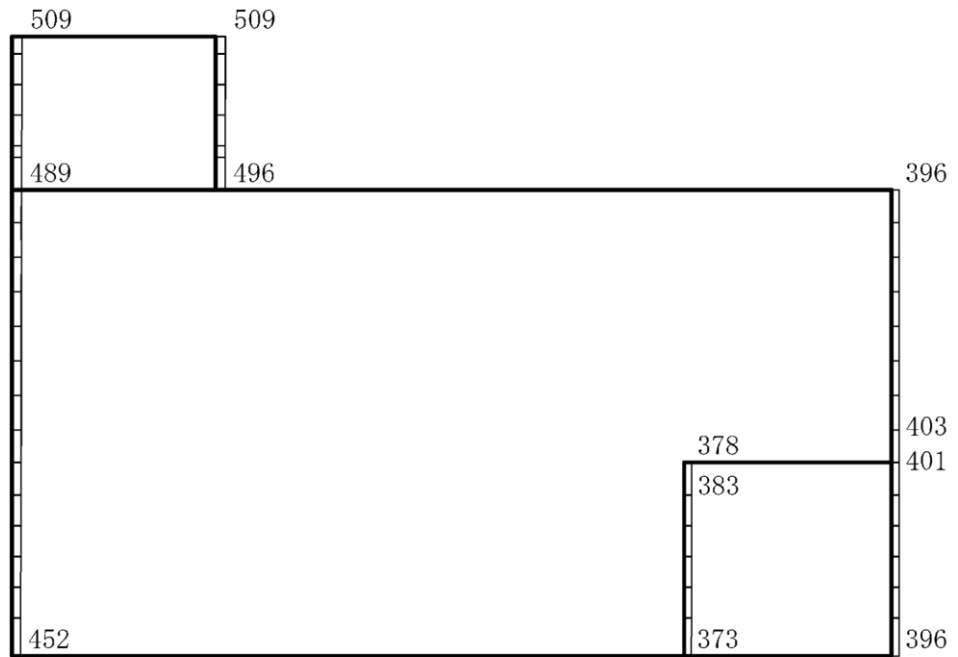
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-57 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



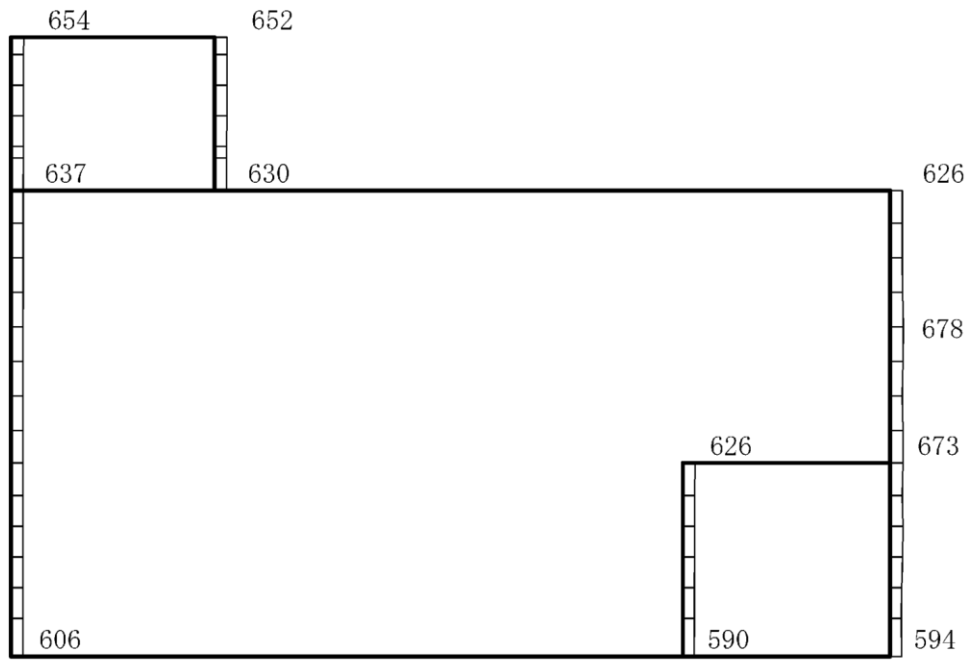
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



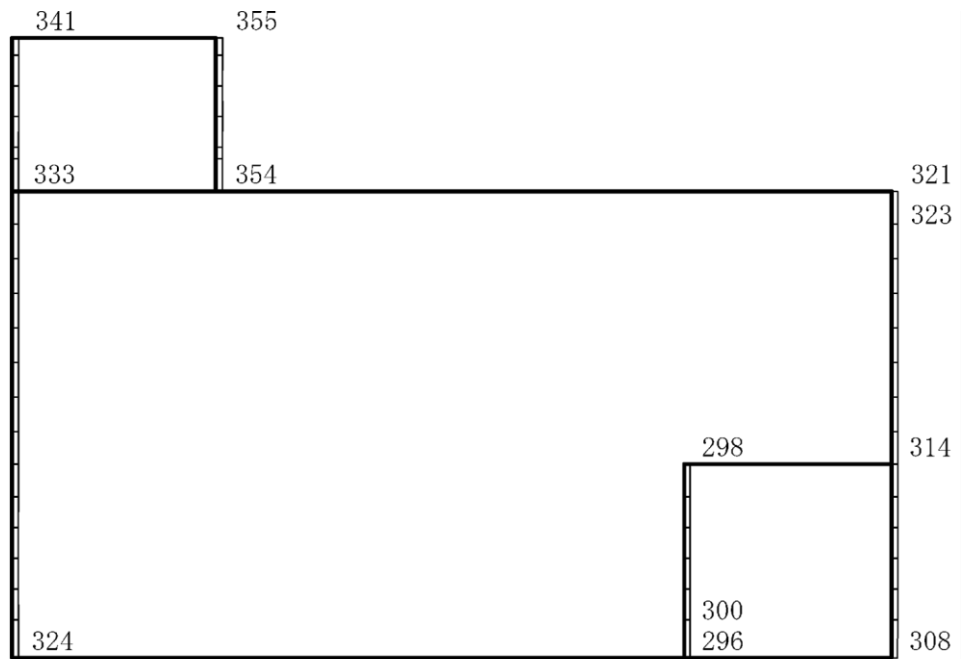
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-58 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



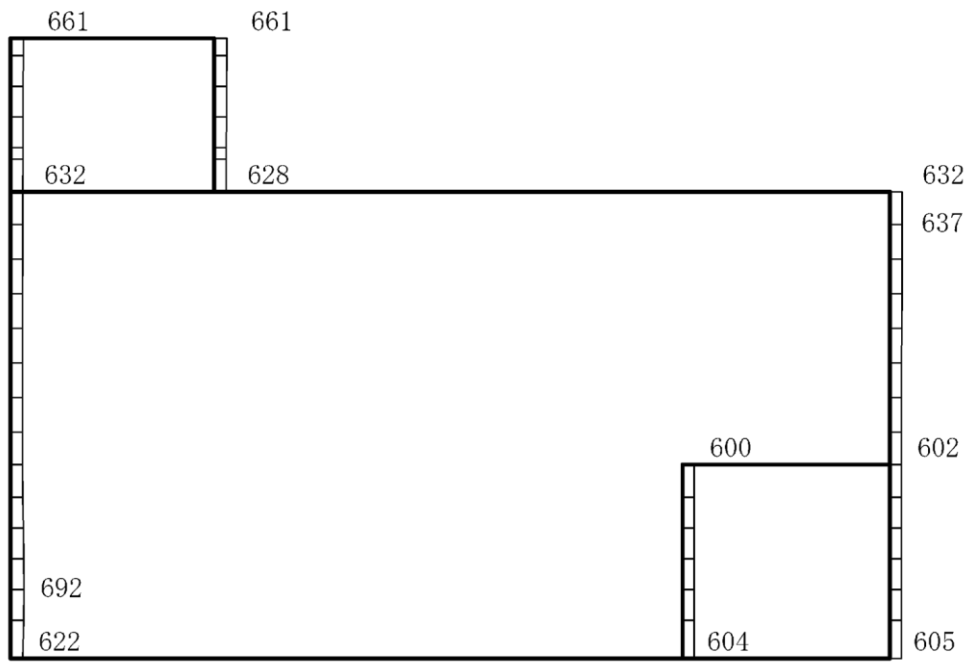
(a) $S_s - N1$ (++) 水平



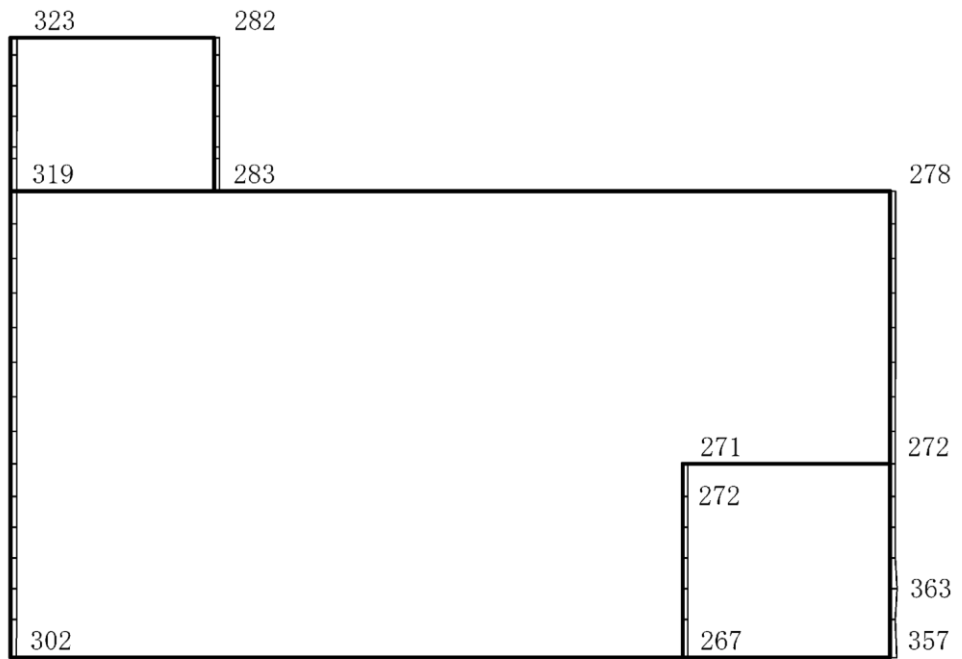
(b) $S_s - N1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-59 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



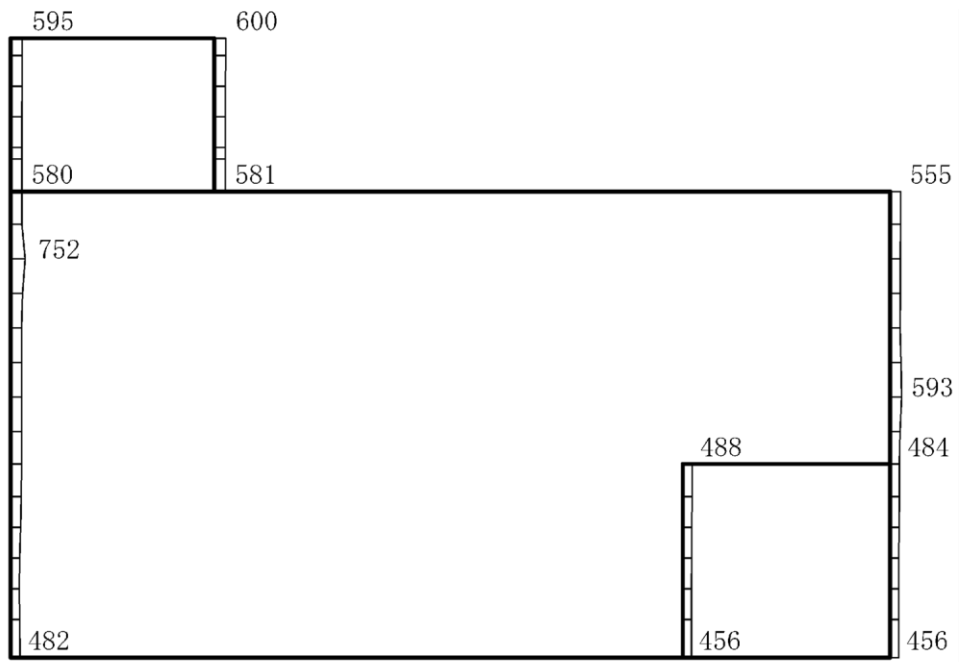
(a) S s - N 1 (- +) 水平



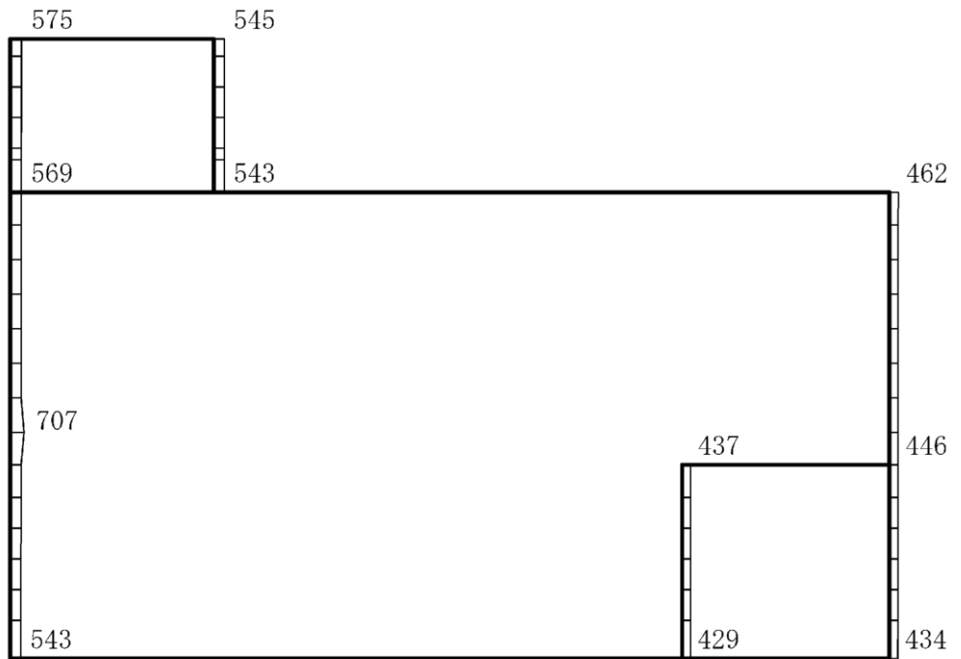
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-60 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



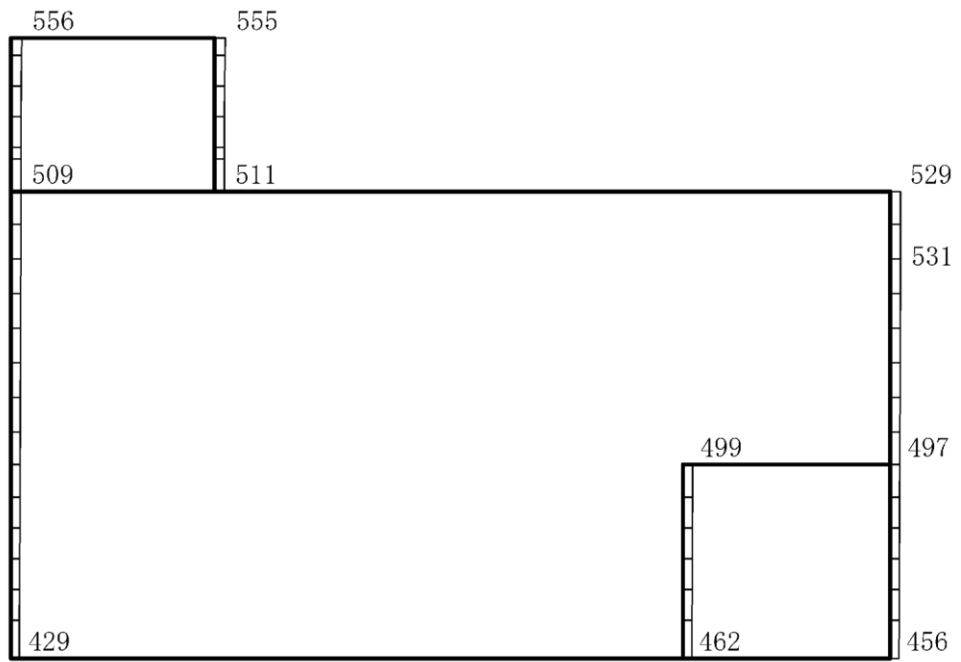
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



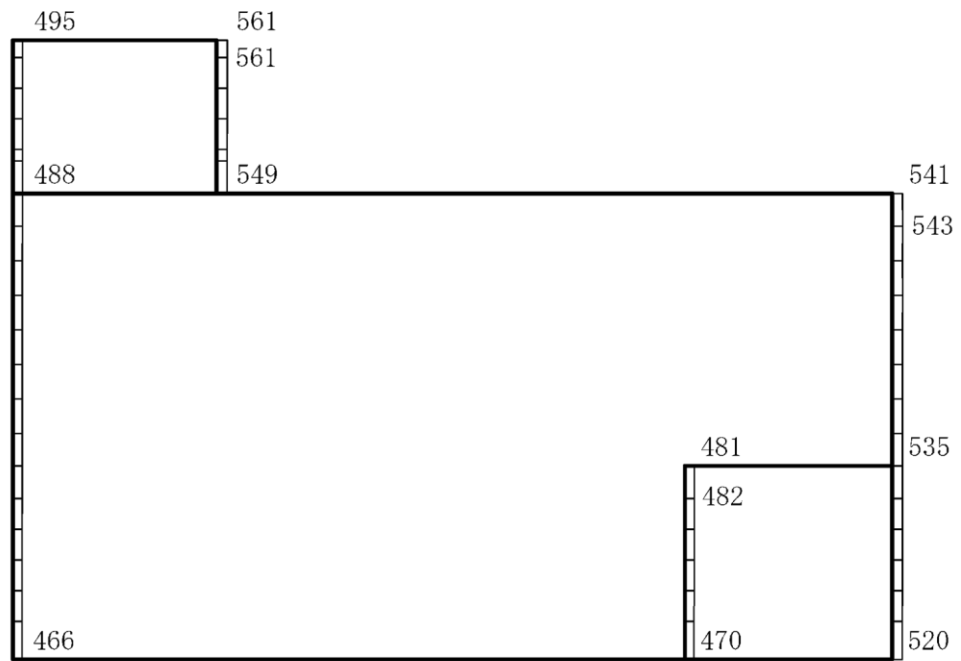
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-61 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



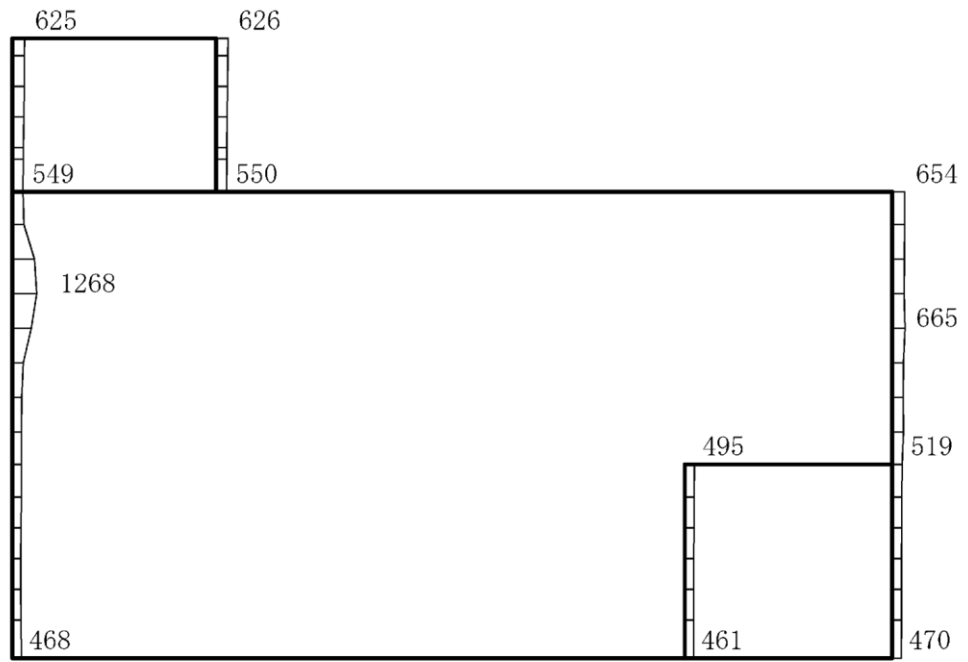
(a) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 水平



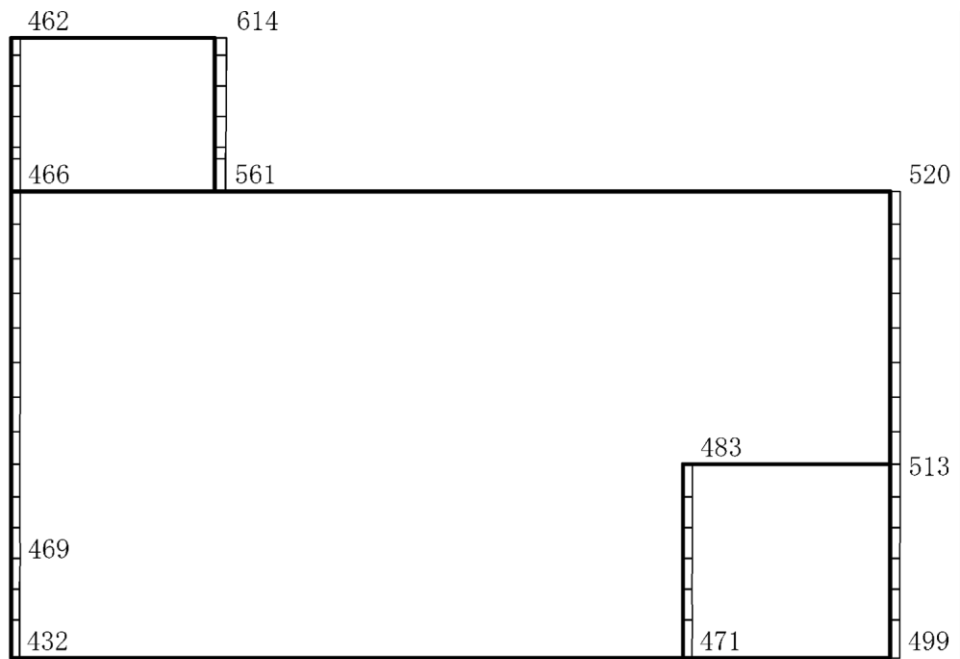
(b) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-62 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



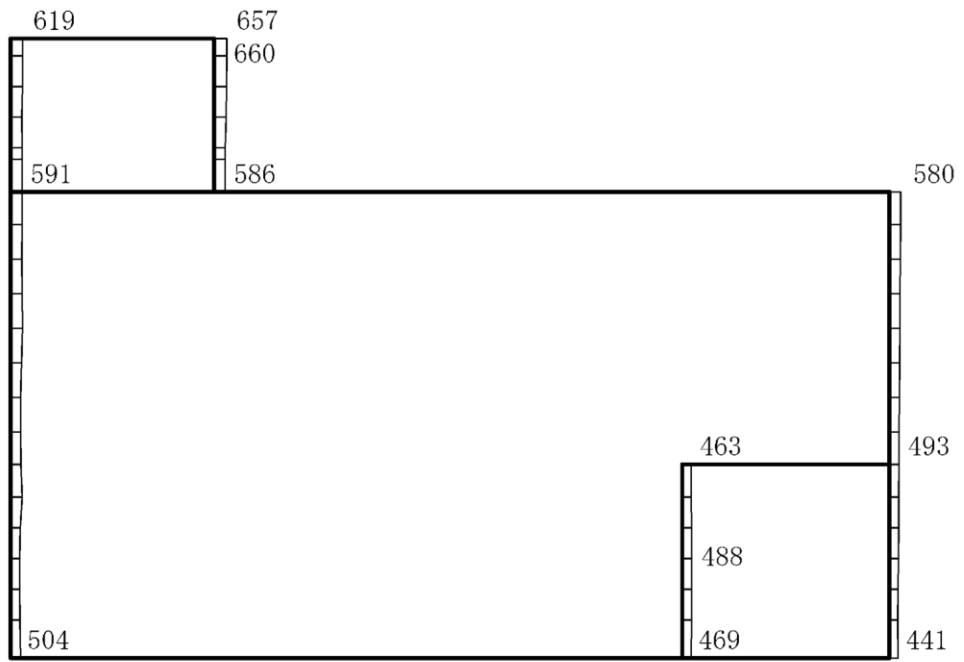
(a) $S_s - N_2$ (EW) (++) 水平



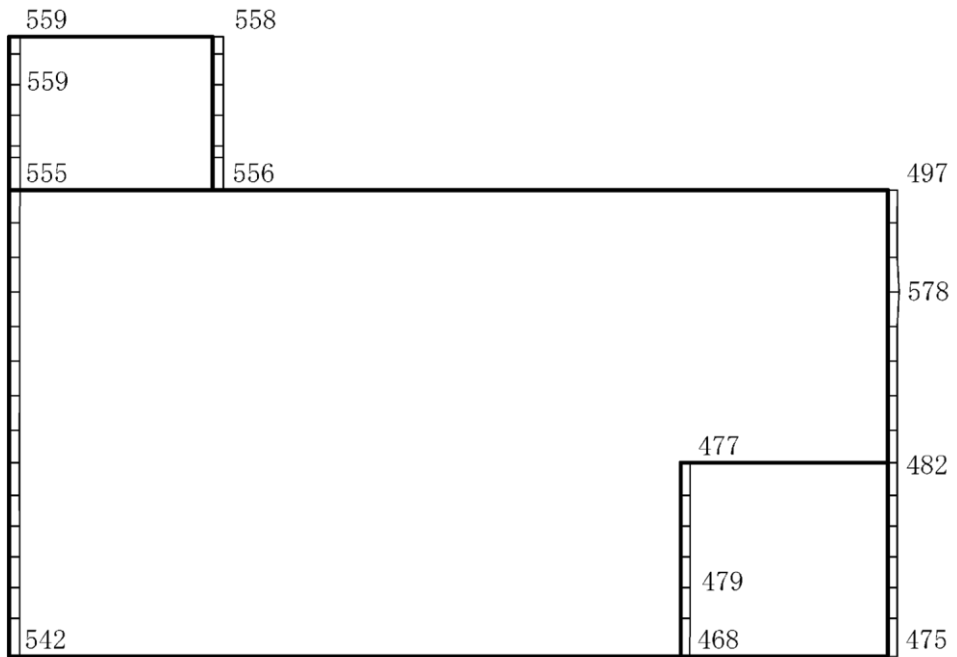
(b) $S_s - N_2$ (EW) (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-63 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)



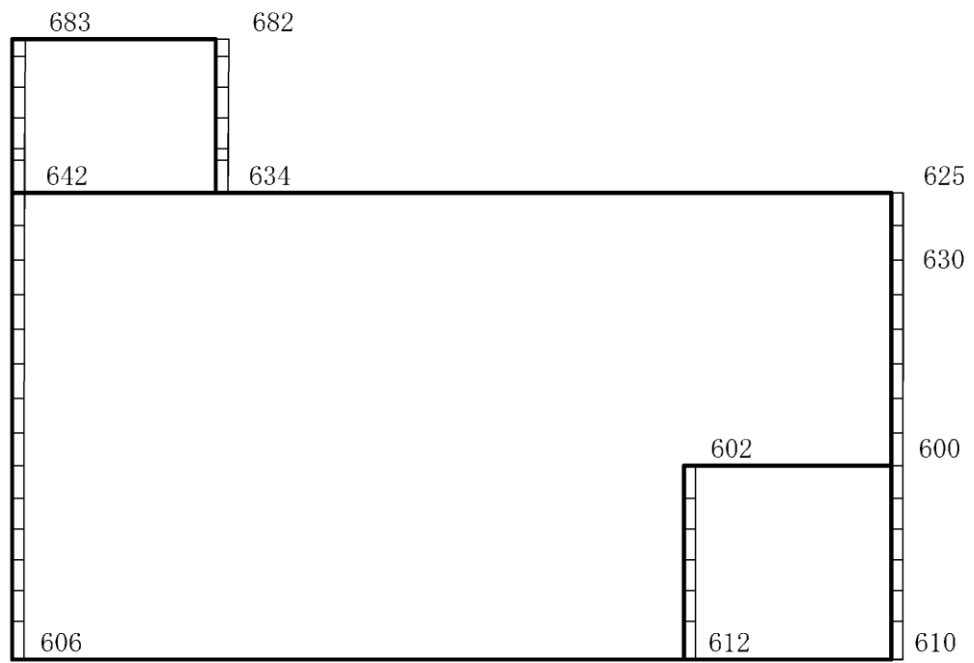
(a) S s - N 2 (E W) (- +) 水平



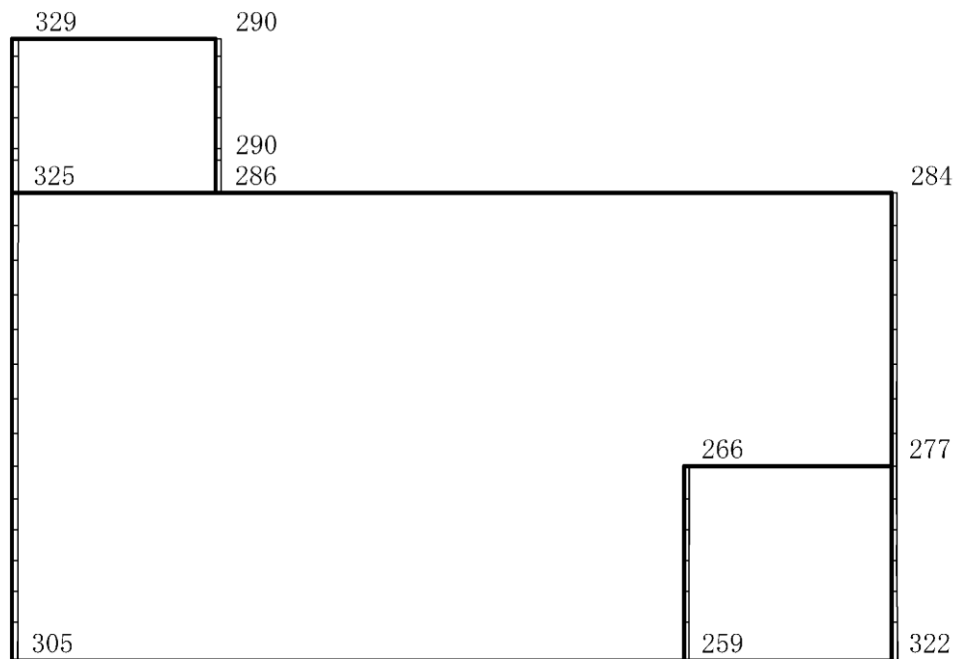
(b) S s - N 2 (E W) (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-64 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



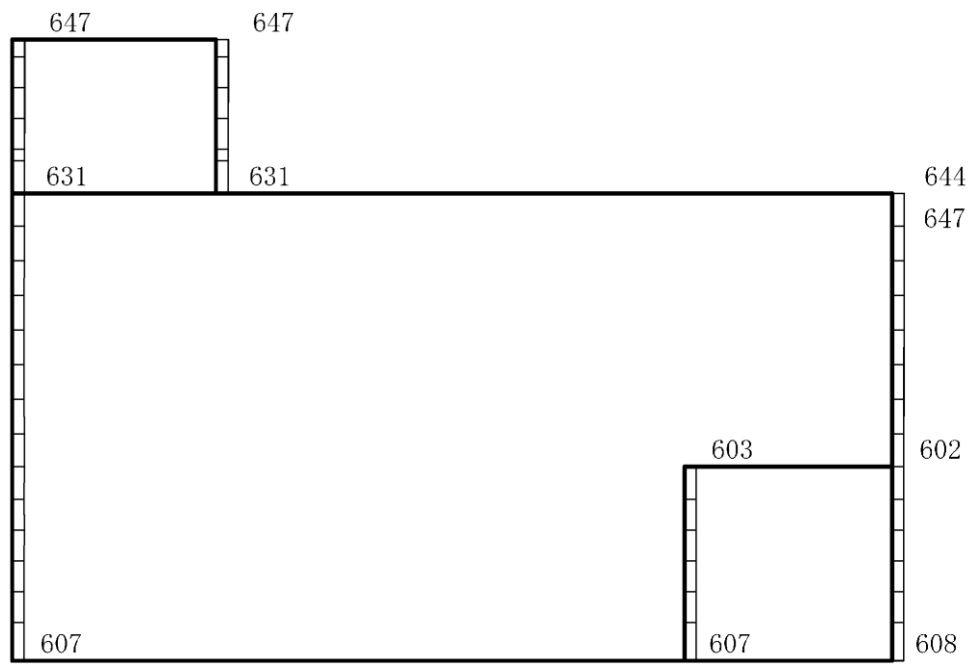
(a) $S_s - N1$ (−+) 水平



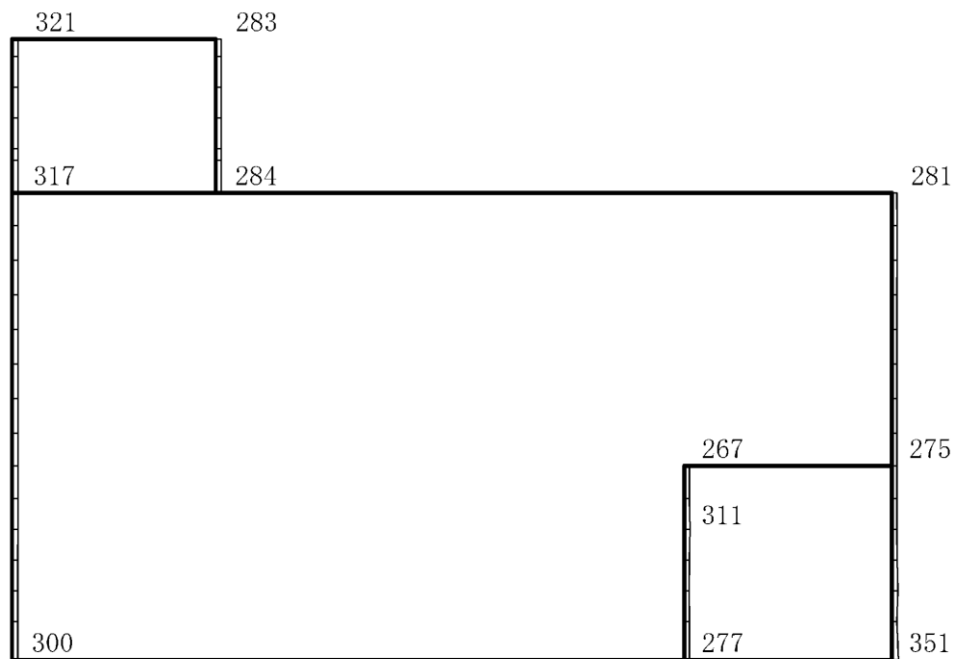
(b) $S_s - N1$ (−+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-65 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



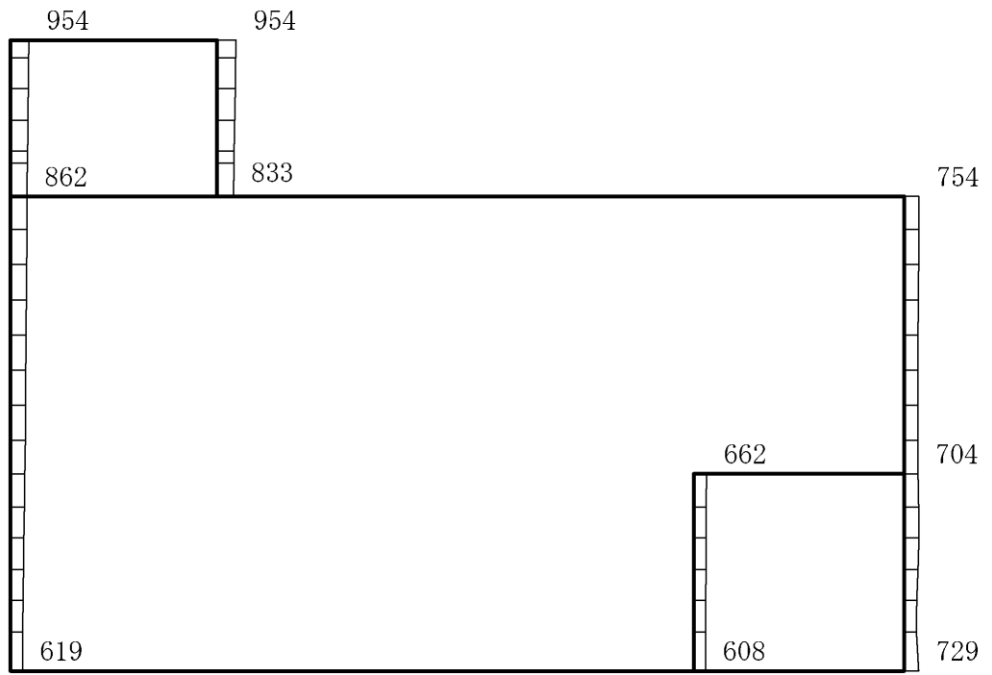
(a) $S_s - N1$ (−+) 水平



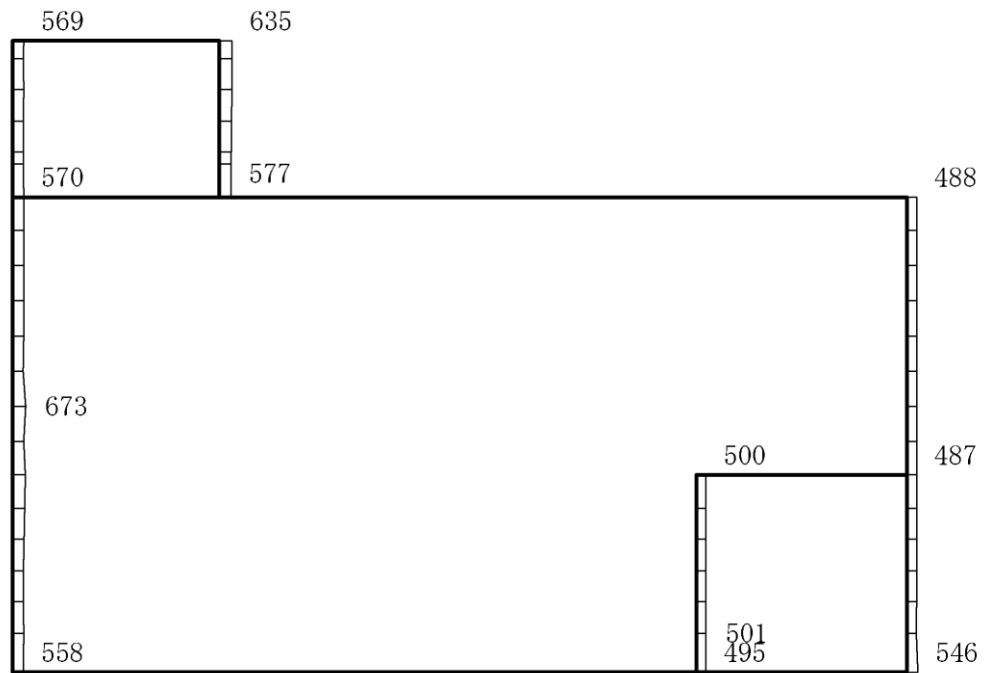
(b) $S_s - N1$ (−+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-66 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



(a) S s - D (++) 水平

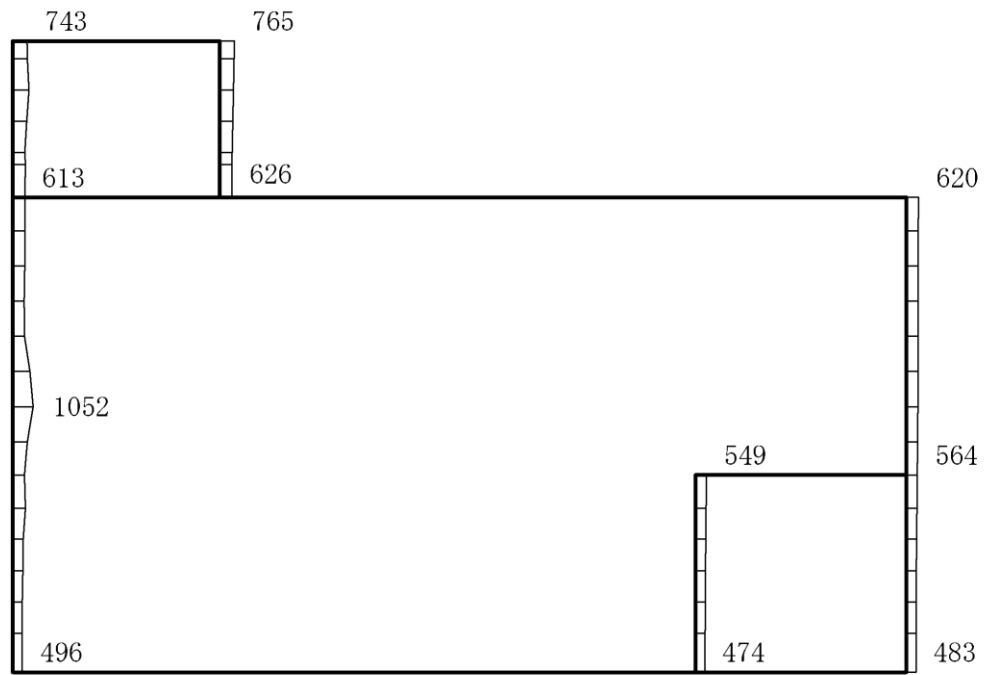


(b) S s - D (++) 鉛直

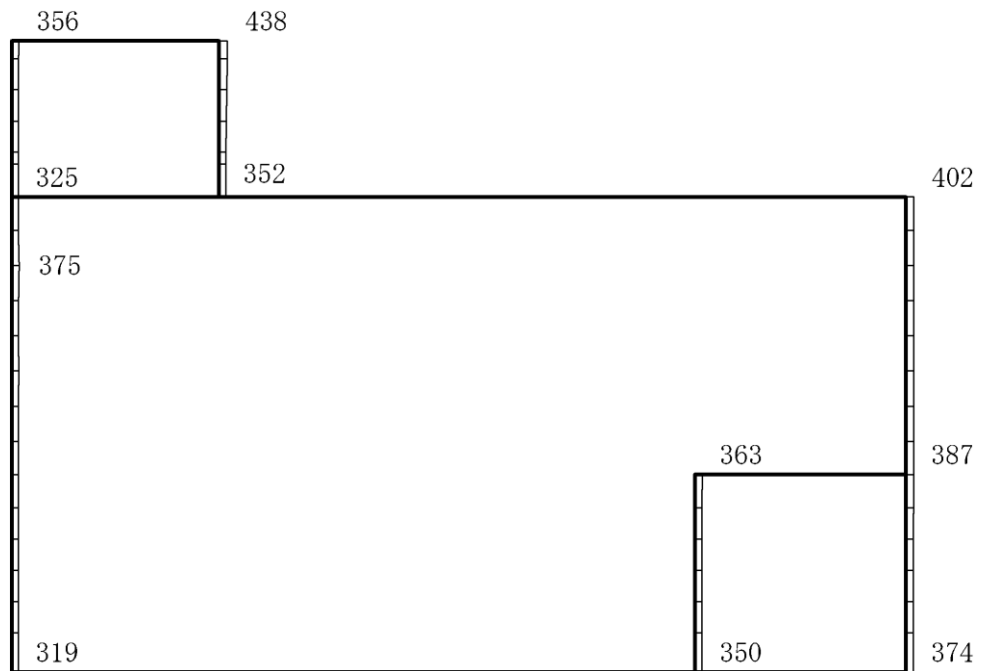
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-67 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平

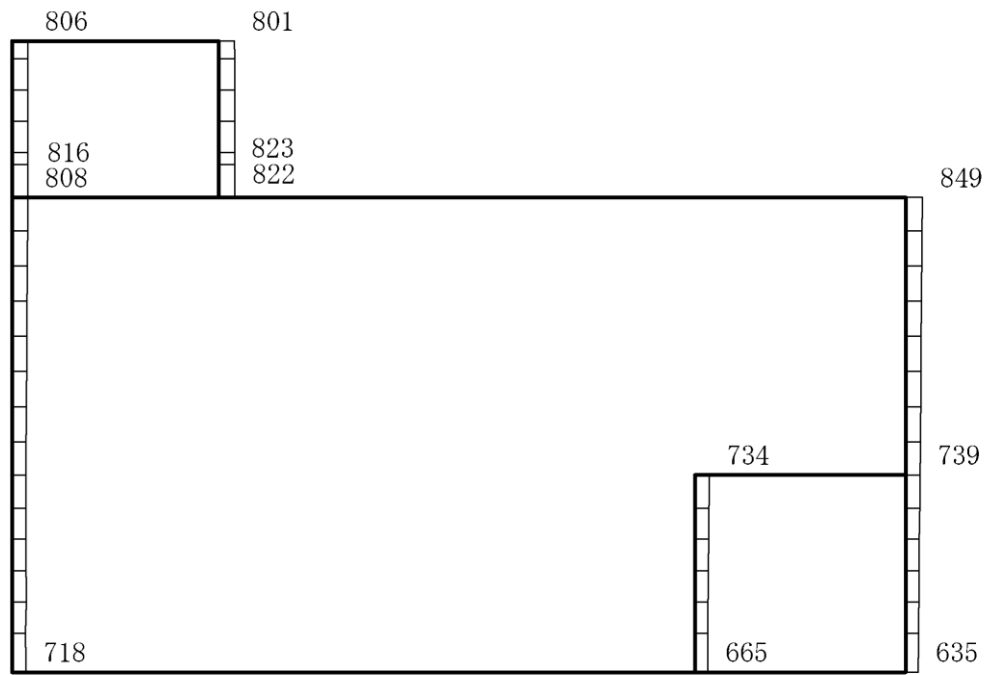


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

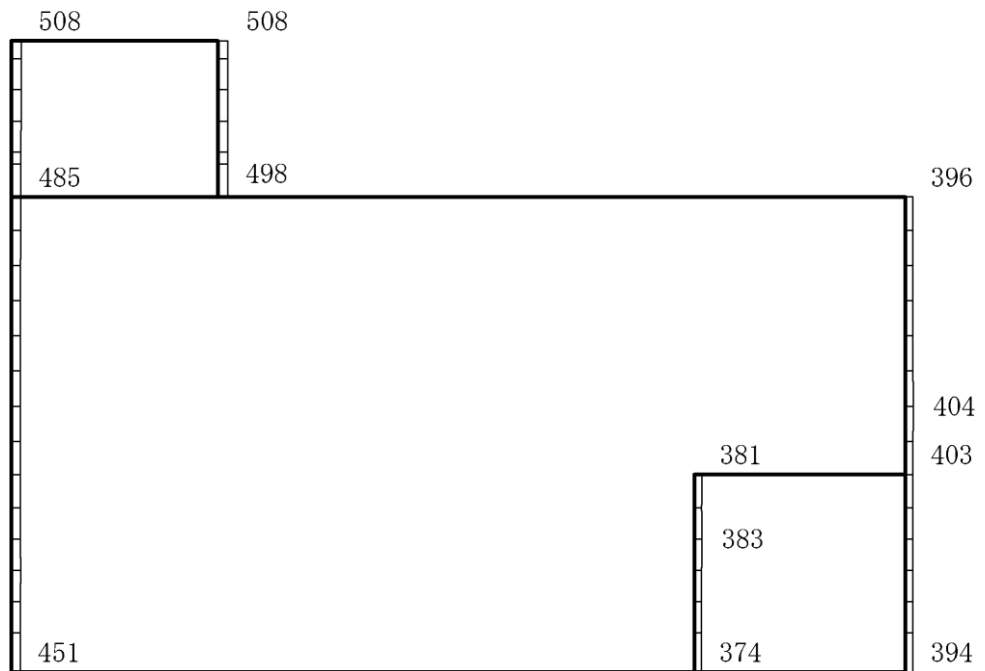
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-68 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



(a) S s - F 2 (++) 水平

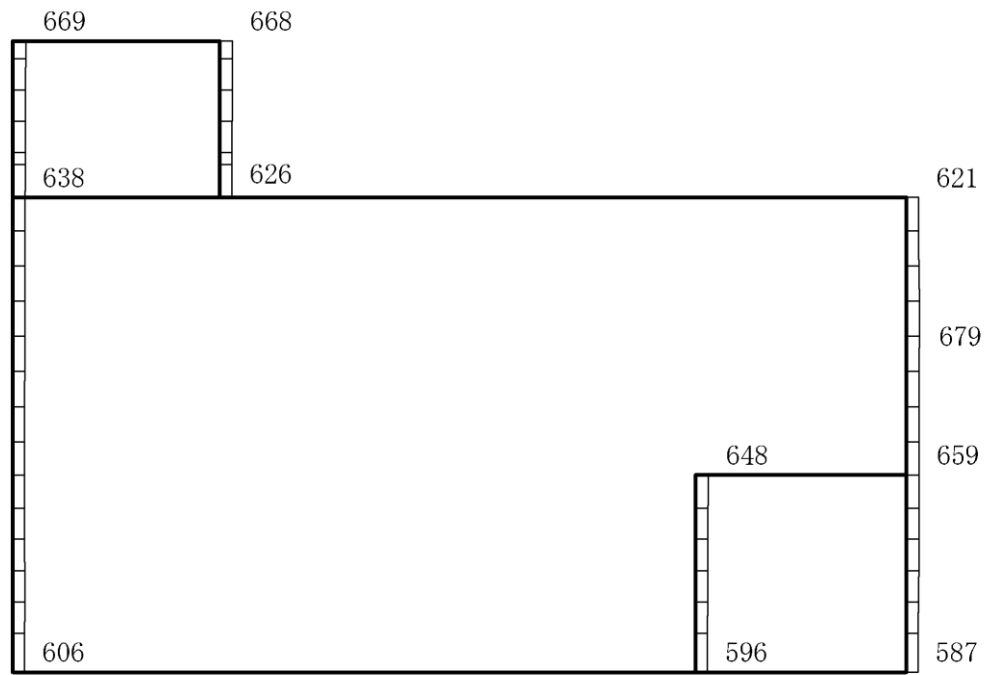


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

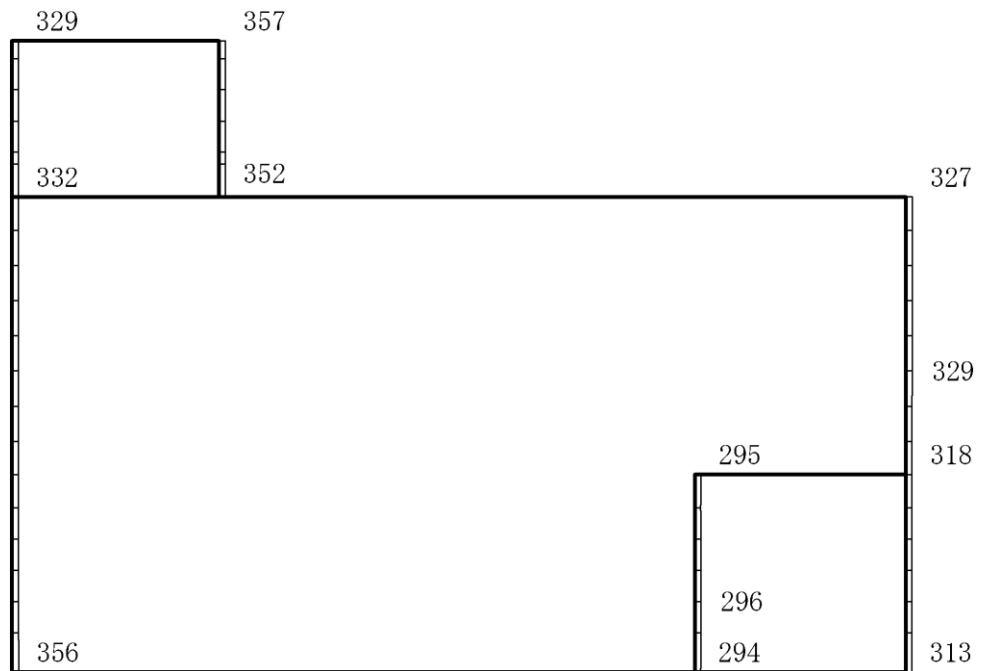
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-69 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (++) 水平

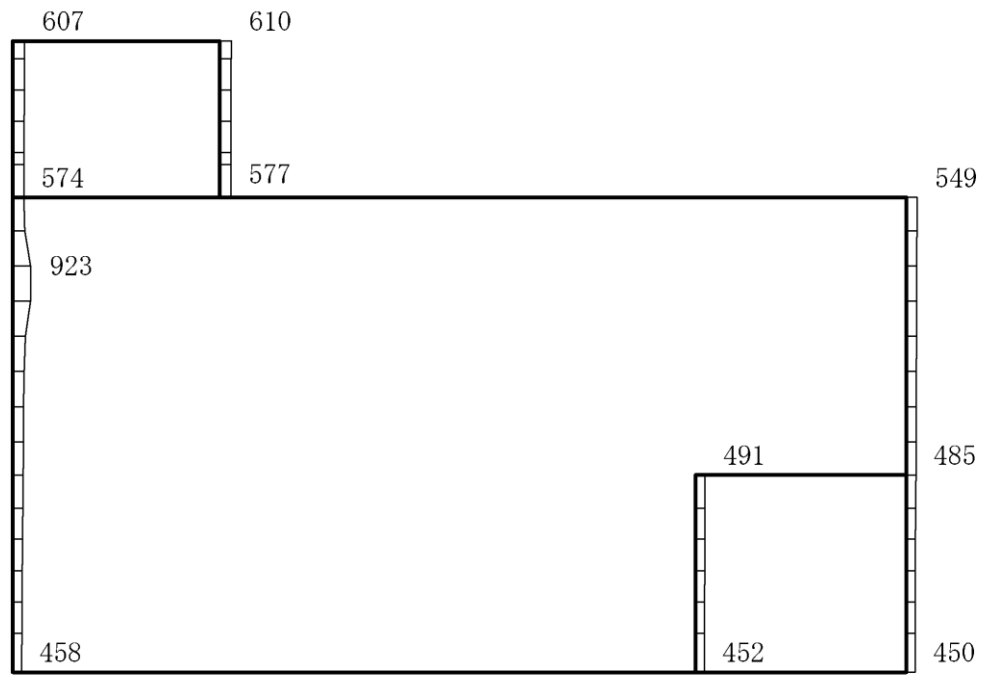


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

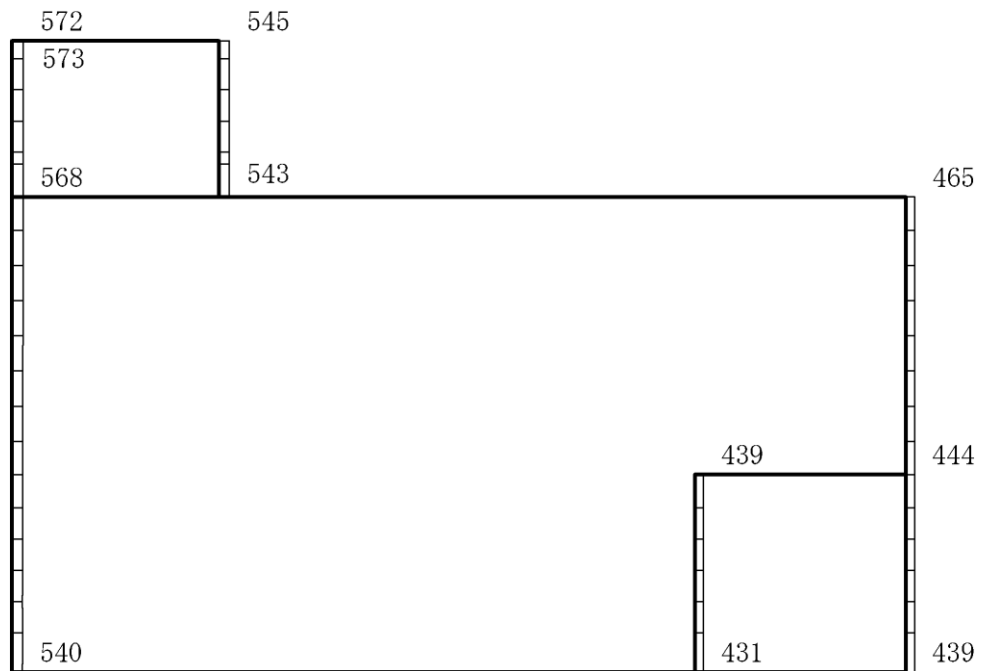
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-70 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平

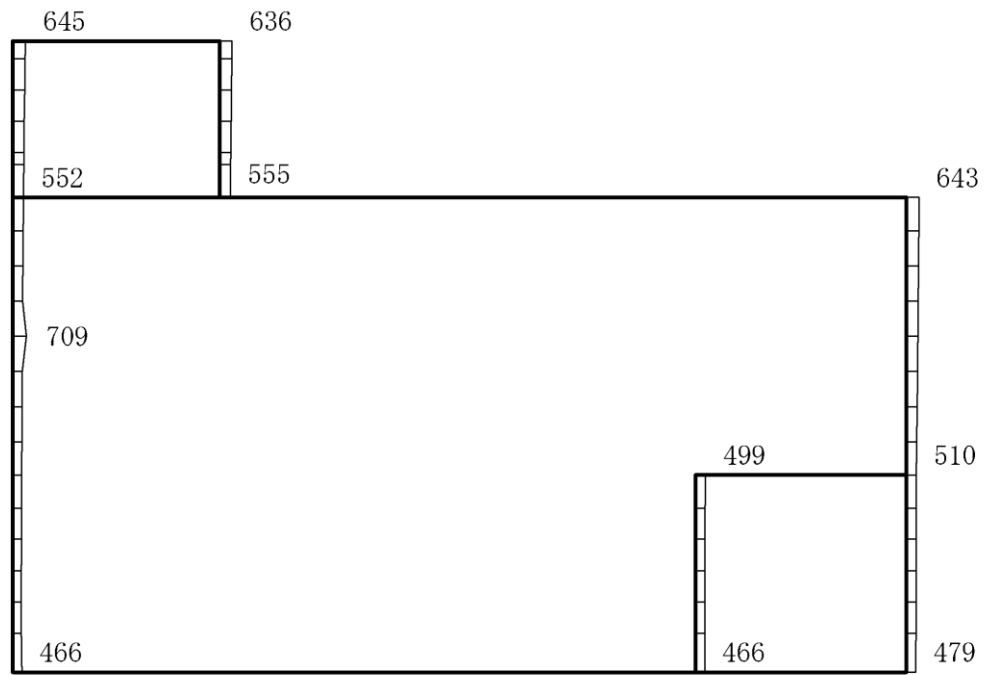


(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

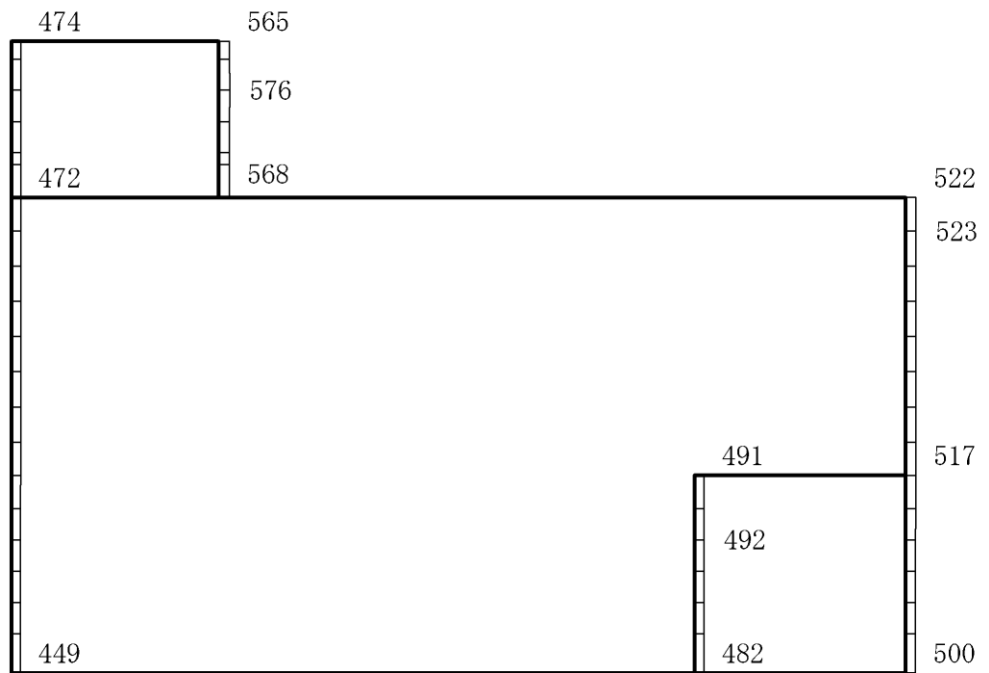
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-71 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)



(a) $S_s - N2 (EW)$ (++) 水平

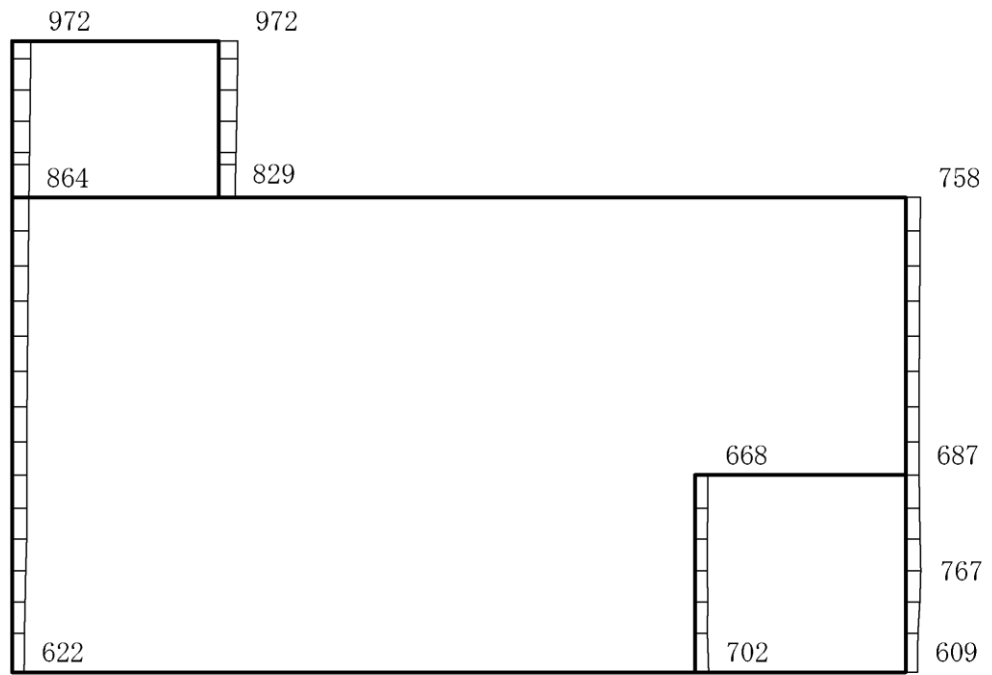


(b) $S_s - N2 (EW)$ (++) 鉛直

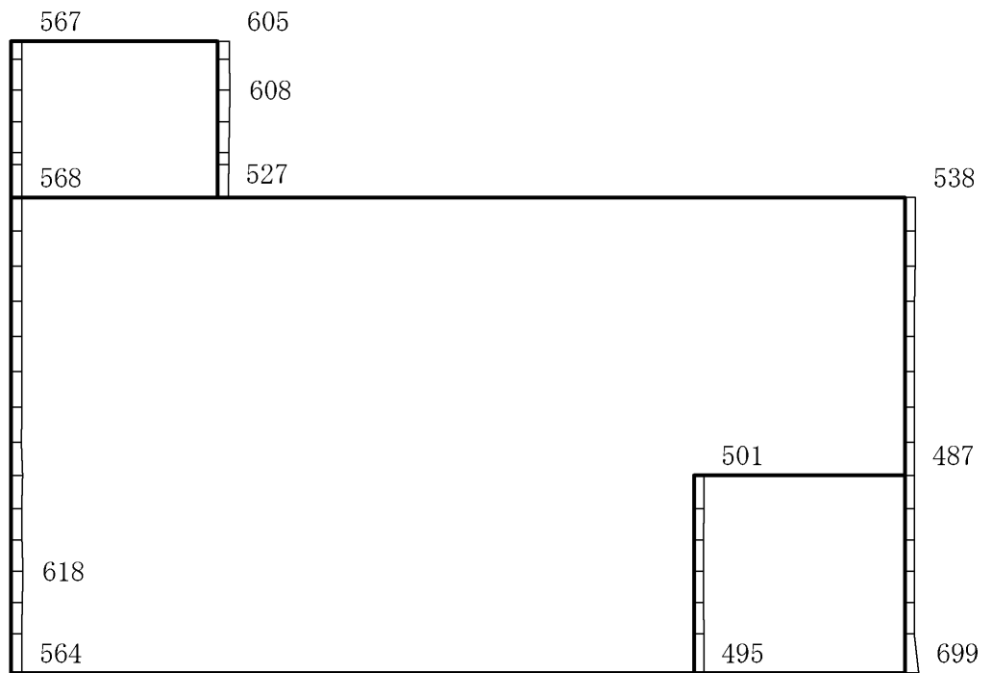
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-72 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

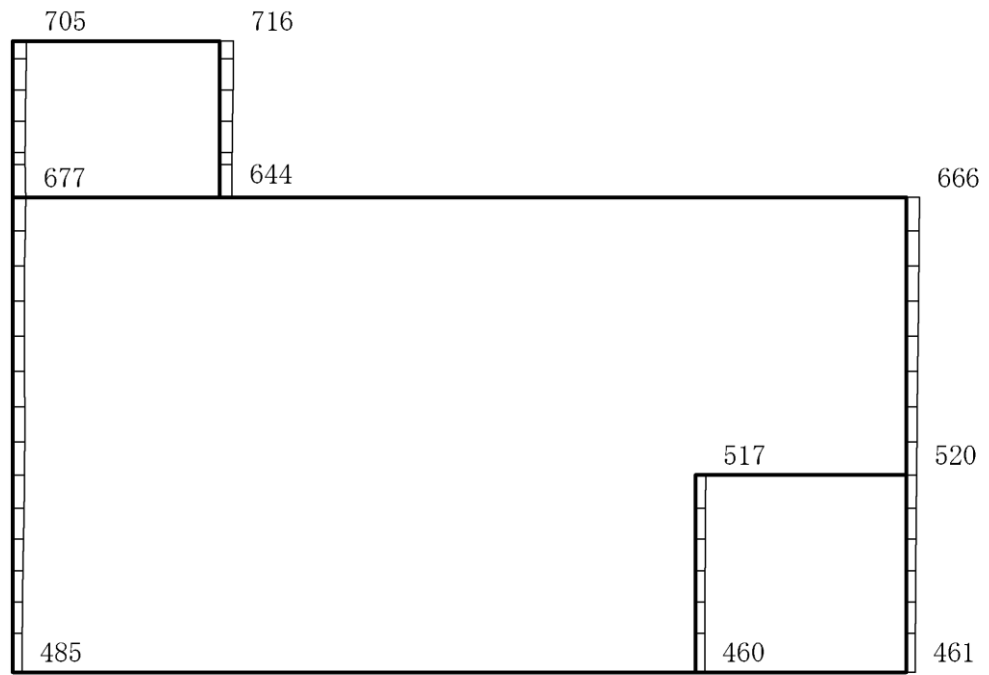


(b) S s - D (++) 鉛直

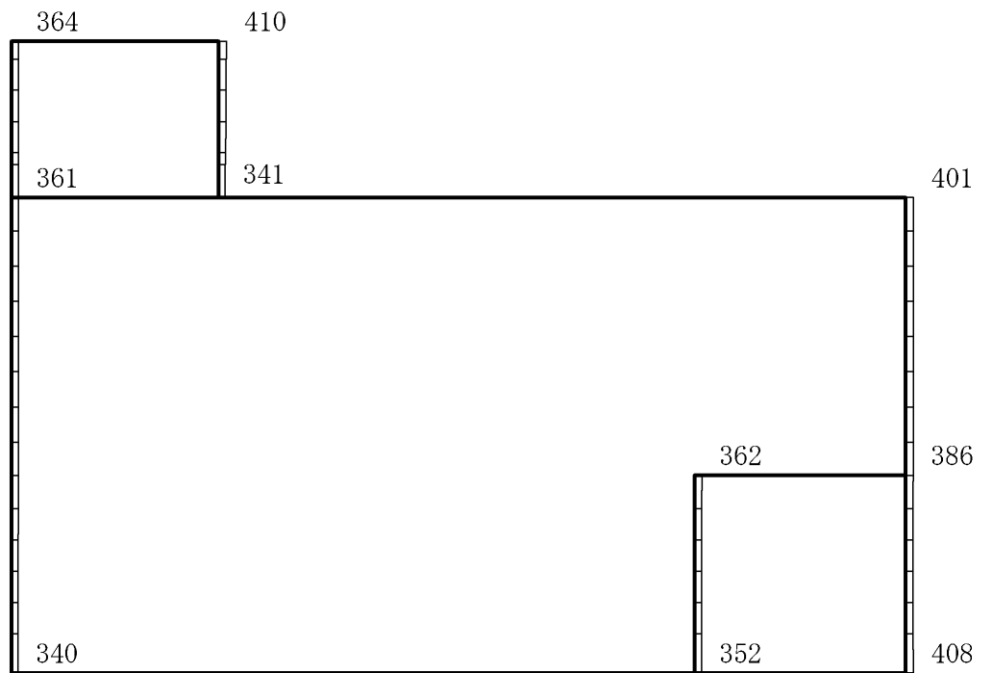
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-73 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平

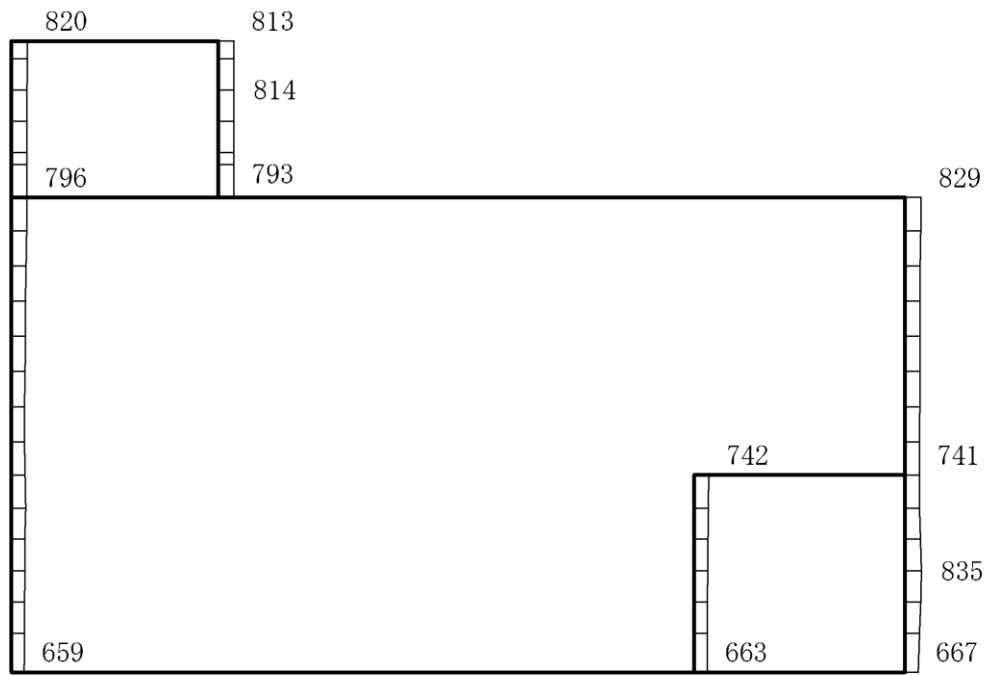


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

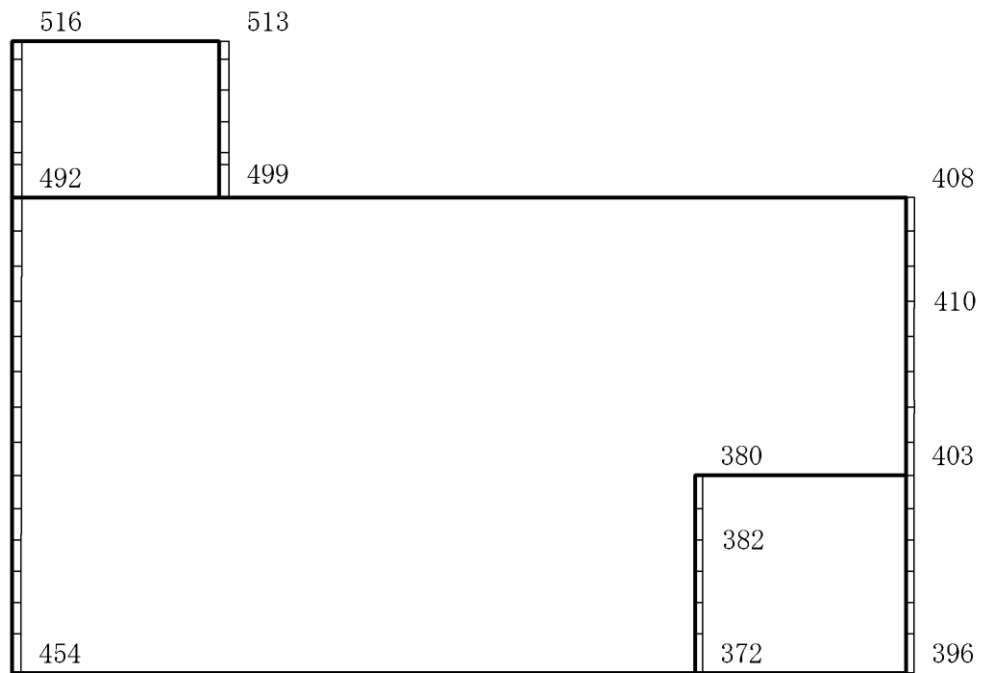
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-74 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



(a) S s - F 2 (++) 水平

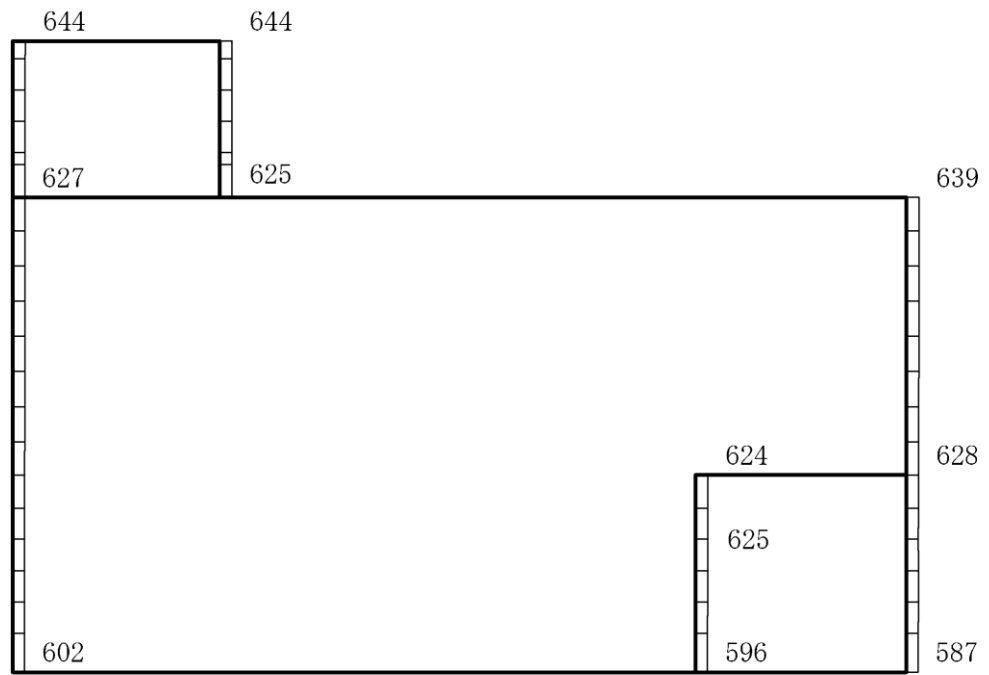


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

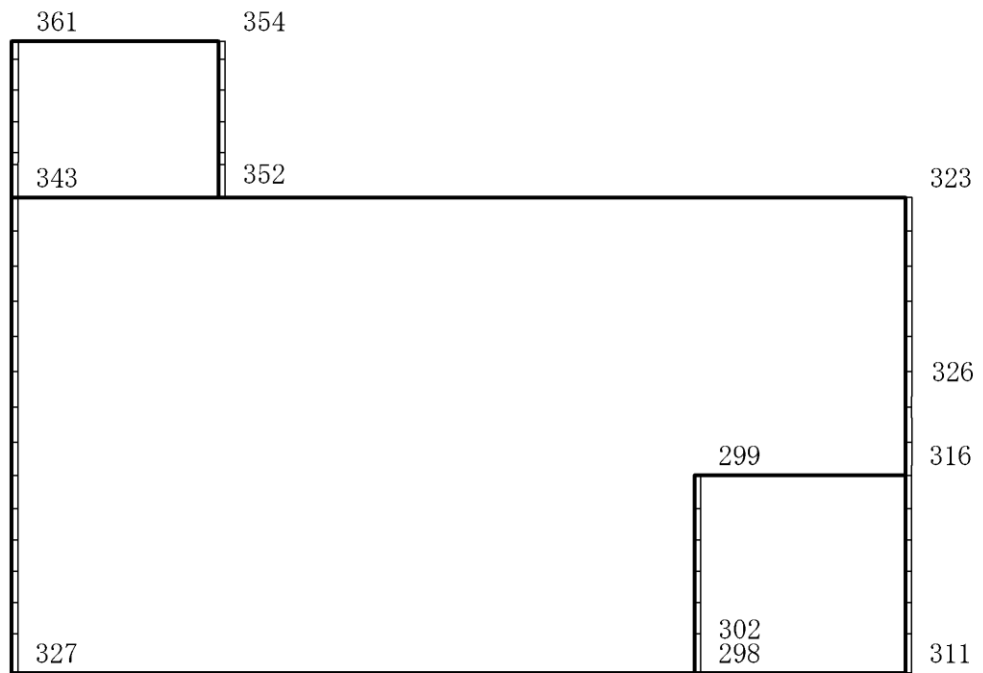
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-75 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平

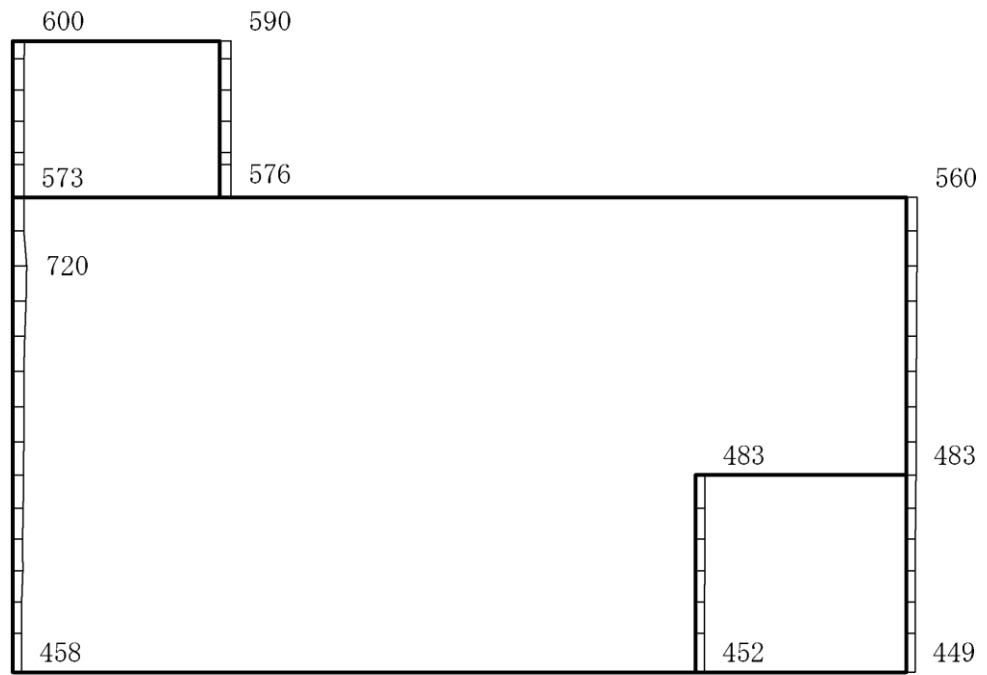


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

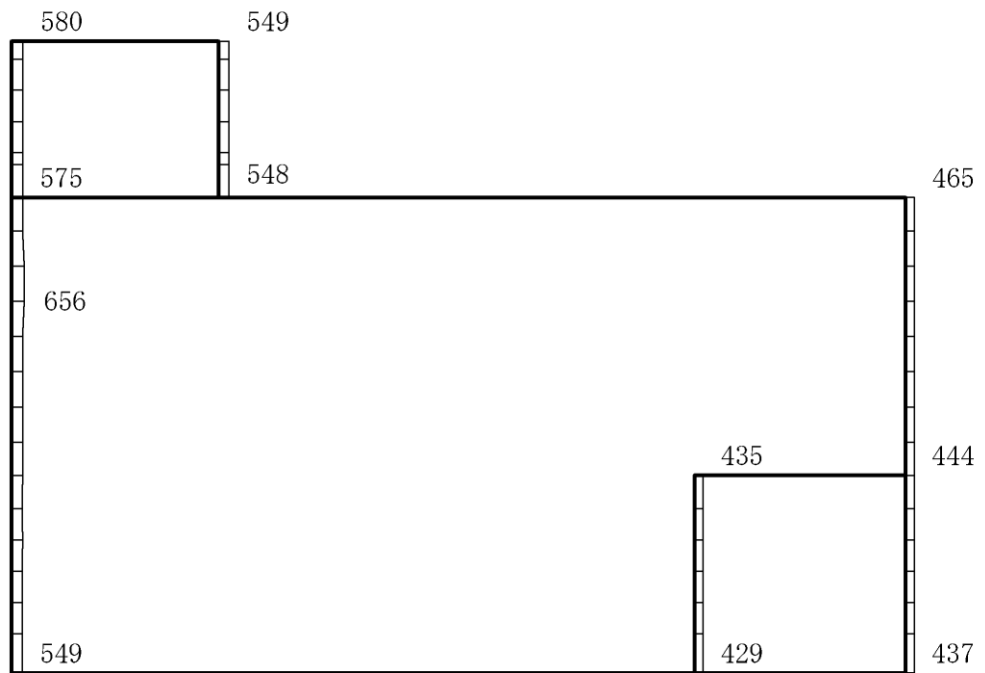
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-76 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平

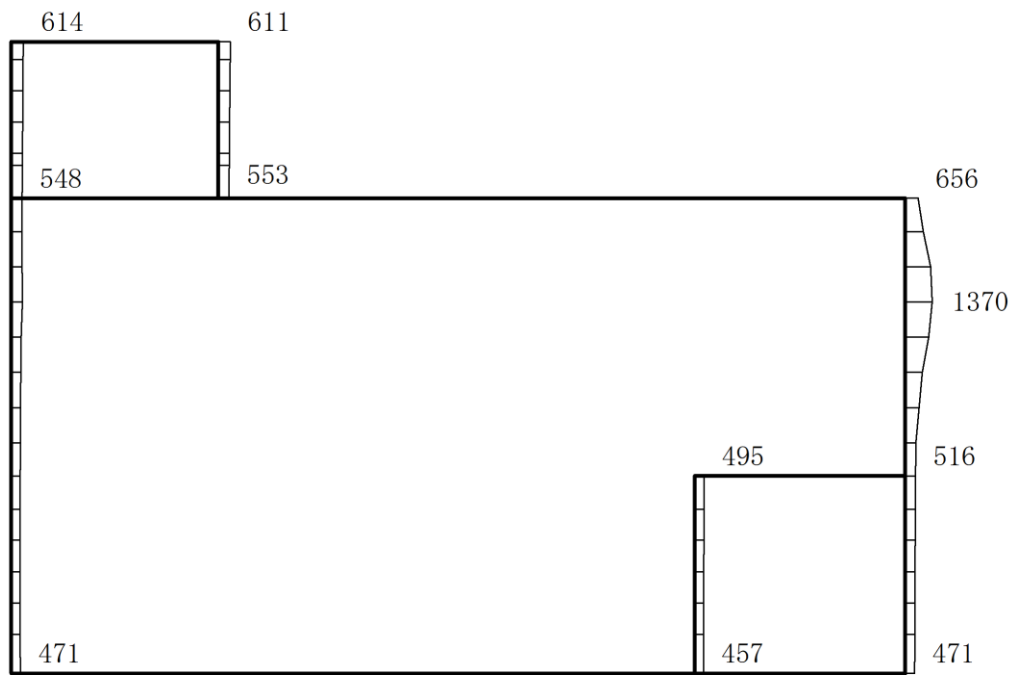


(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

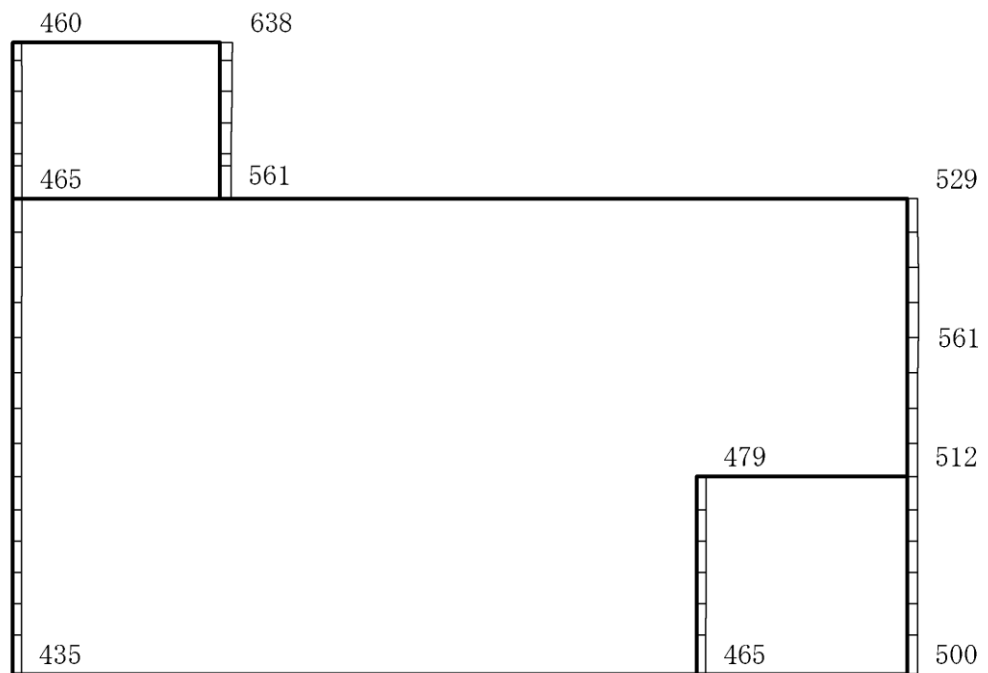
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-77 最大応答加速度分布図 (25/26) (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 2(m)

応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-78 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

VI-2-2-31 第1ベントフィルタ格納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 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	10
3. 耐震評価	11
3.1 評価対象断面	11
3.2 使用材料及び材料の物性値	13
3.3 許容限界	14
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	14
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	14
3.4 評価方法	15
3.4.1 構造部材の健全性評価	15
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	19
4. 耐震評価結果	20
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	20
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	23

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、第1ベントフィルタ格納槽が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していることを確認するものである。

第1ベントフィルタ格納槽に要求される機能維持の確認は、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

第1ベントフィルタ格納槽の位置図を図2-1に示す。

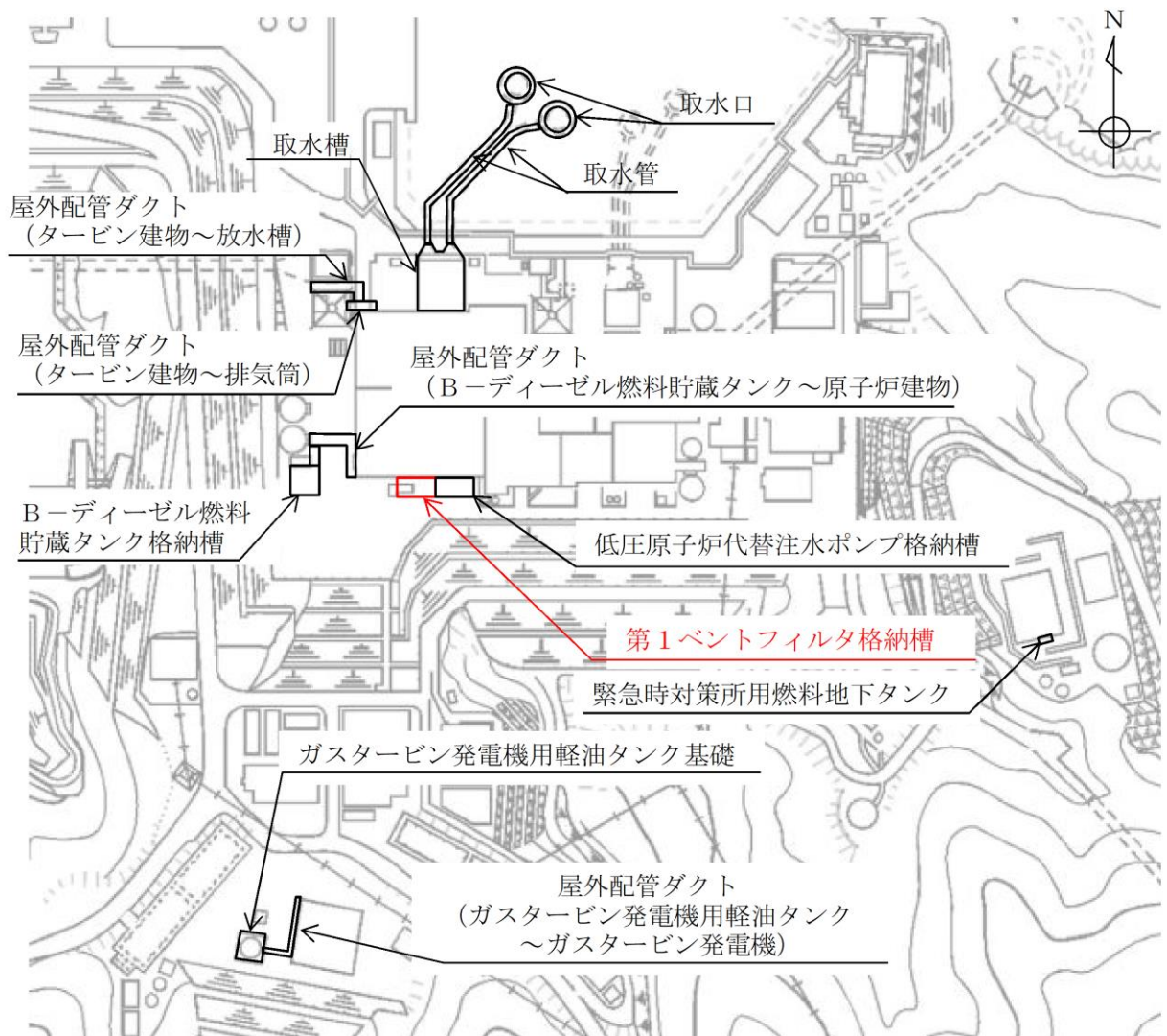


図2-1 第1ベントフィルタ格納槽 位置図

2.2 構造概要

第1ベントフィルタ格納槽の平面図を図2-2に、断面図を図2-3～図2-5に、概略配筋図を図2-6及び図2-7示す。

第1ベントフィルタ格納槽は、第1ベントフィルタスクラバ容器等を間接支持する幅24.6m (EW方向) ×13.4m (NS方向)、高さ約18.7mの鉄筋コンクリート造の地中(一部地上部を含む)構造物であり、マンメイドロック(以下「MMR」という。)を介して十分な支持性能を有するC_M級岩盤に支持される。

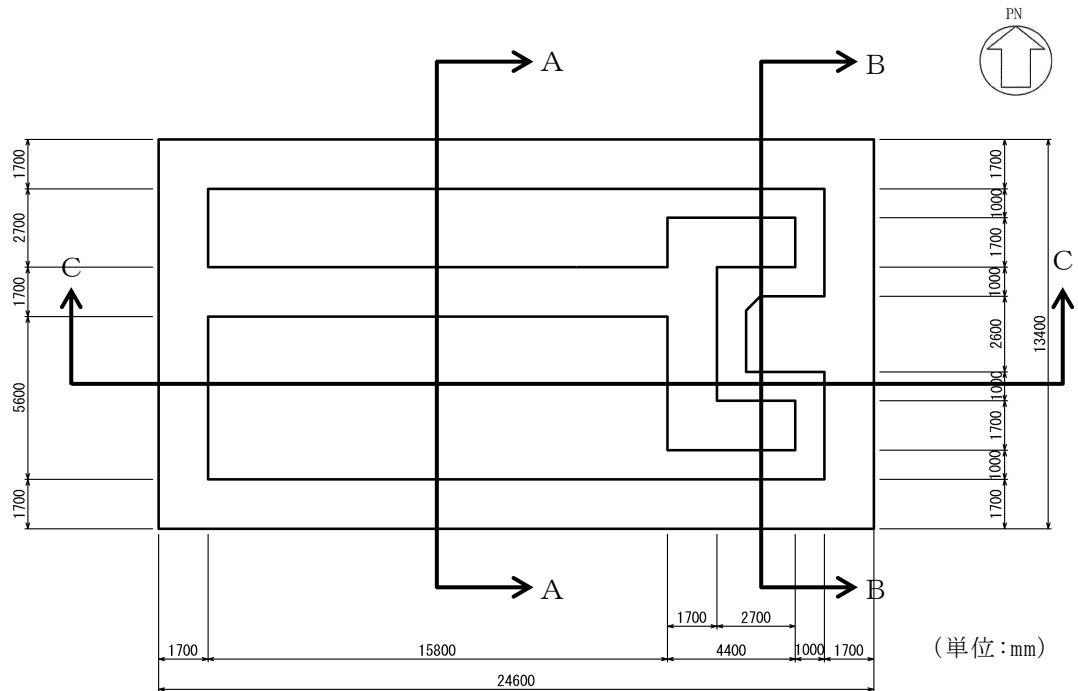


図2-2 第1ベントフィルタ格納槽 平面図

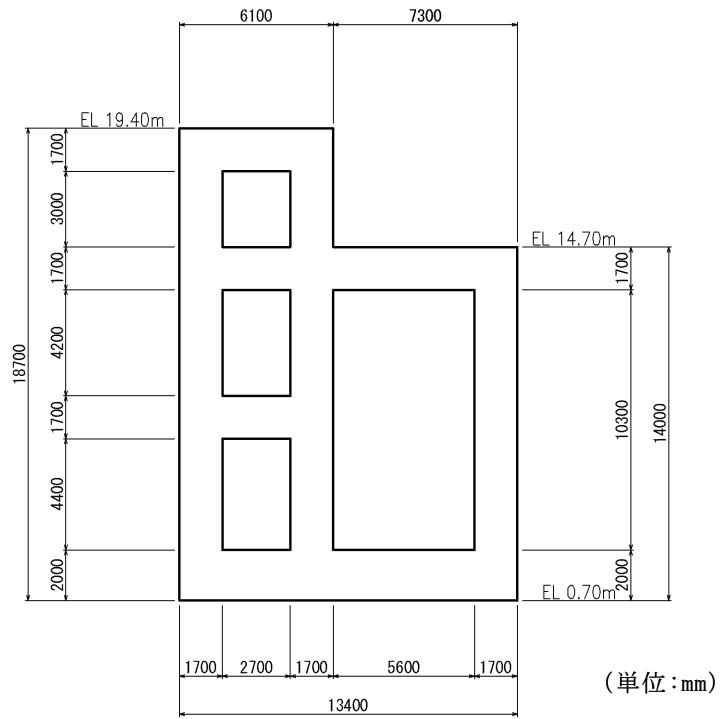


図 2-3 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (A-A 断面)

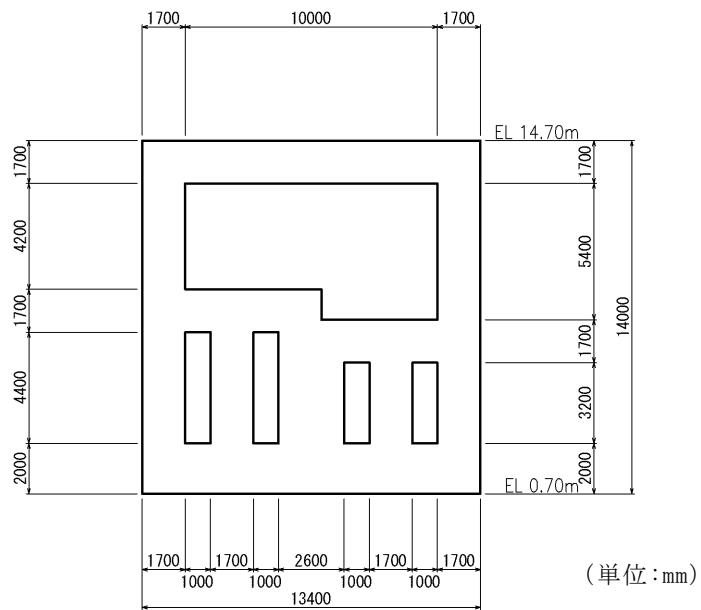


図 2-4 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (B-B 断面)

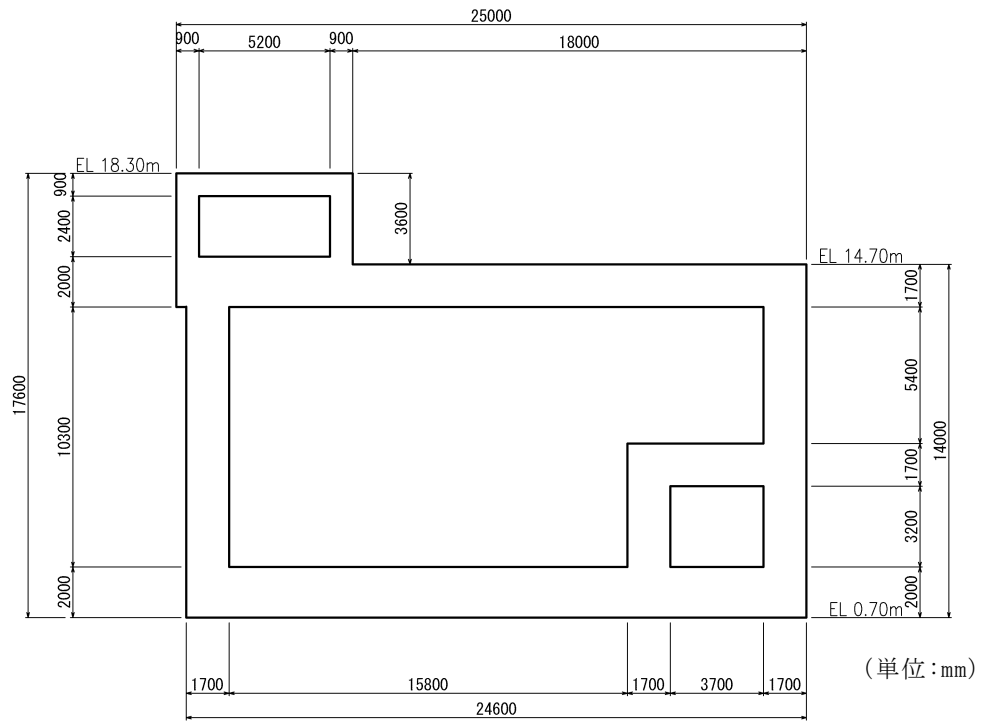


図 2-5 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (C-C 断面)

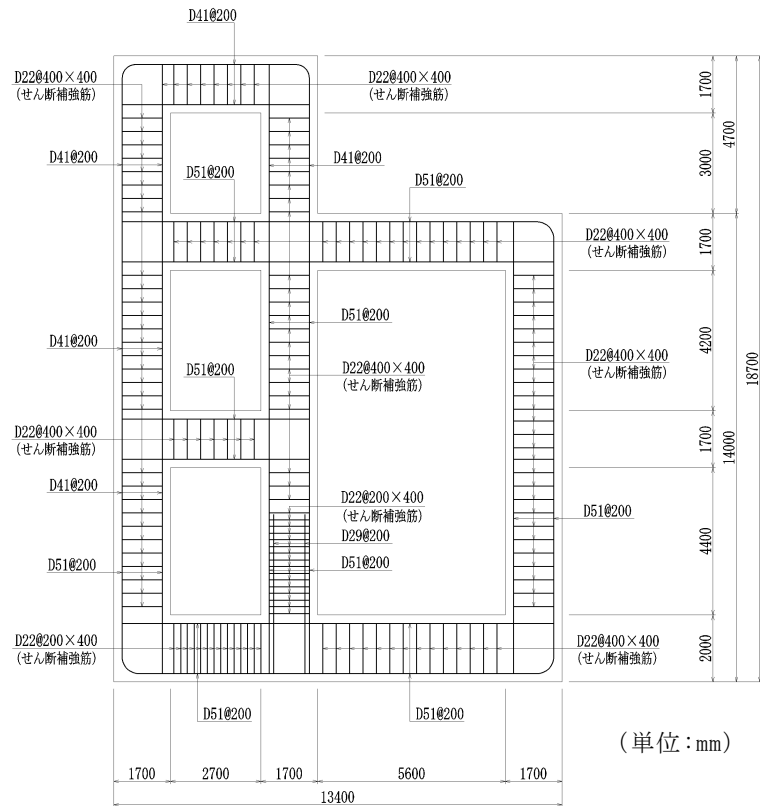


図 2-6 第 1 ベントフィルタ格納槽 概略配筋図 (A-A 断面)

2.3 評価方針

第1ベントフィルタ格納槽は、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に分類される。

第1ベントフィルタ格納槽の耐震評価フローを図2-8に示す。

第1ベントフィルタ格納槽は、VI-2-2-30「第1ベントフィルタ格納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、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を支持する機能を維持することができる。

構造部材の健全性評価については、VI-2-2-30「第1ベントフィルタ格納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、曲げ・軸力系の破壊に対し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する。せん断破壊に対しては照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、VI-2-2-30「第1ベントフィルタ格納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、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。

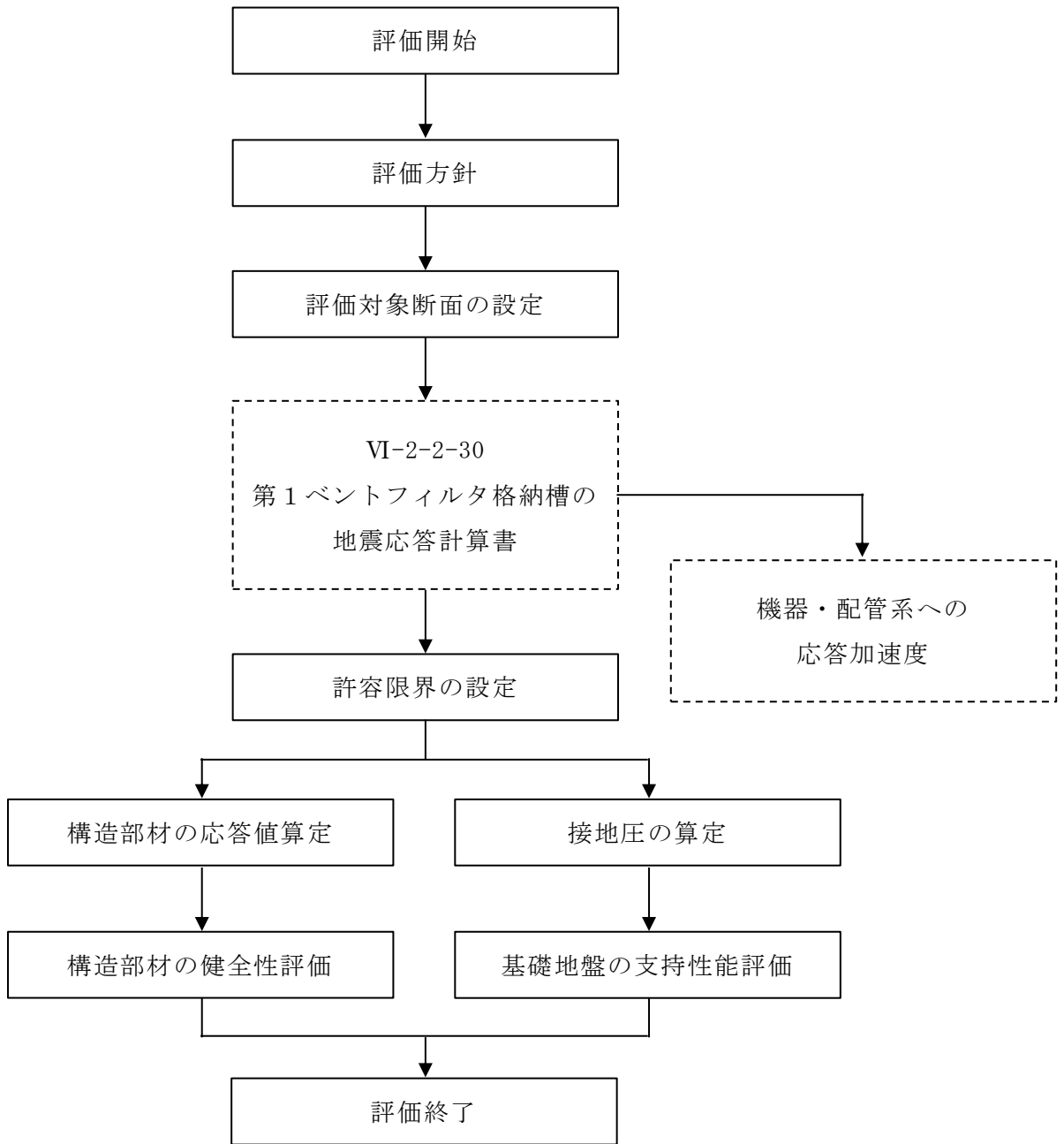


図 2-8 第 1 ベントフィルタ格納槽 地震応答解析フロー

表 2-1 第 1 ベントフィルタ格納槽 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	せん断耐力*
	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	岩盤の極限支持力*	

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]（土木学会，2002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（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（日本電気協会）

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

第1ベントフィルタ格納槽の評価対象断面位置図を図3-1に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は、図3-1のA-A断面及びB-B断面とする。

評価対象断面図を図3-2及び図3-3に示す。

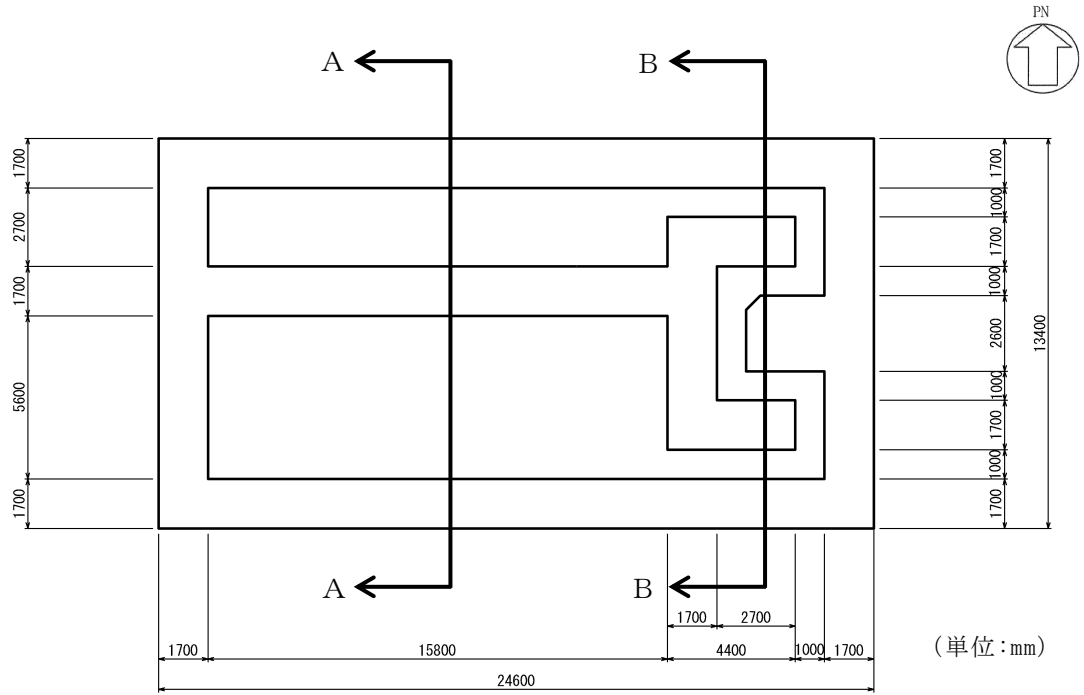


図3-1 第1ベントフィルタ格納槽 評価対象断面位置図

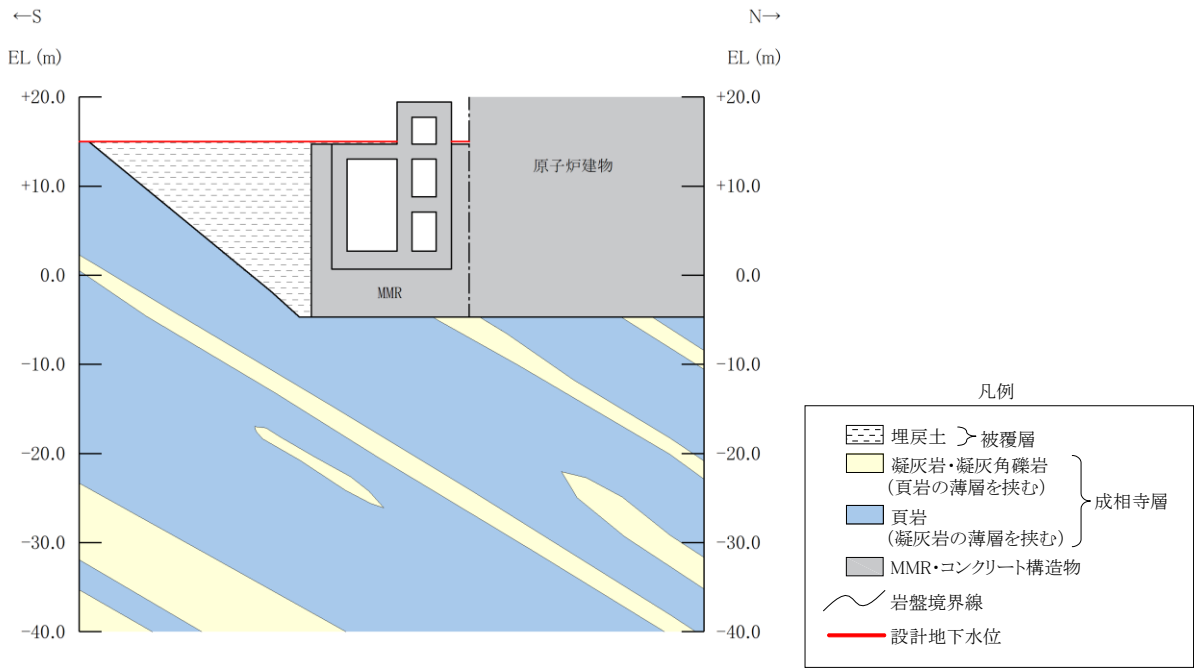


図 3-2 第 1 ベントフィルタ格納槽 評価対象断面図 (A-A 断面)

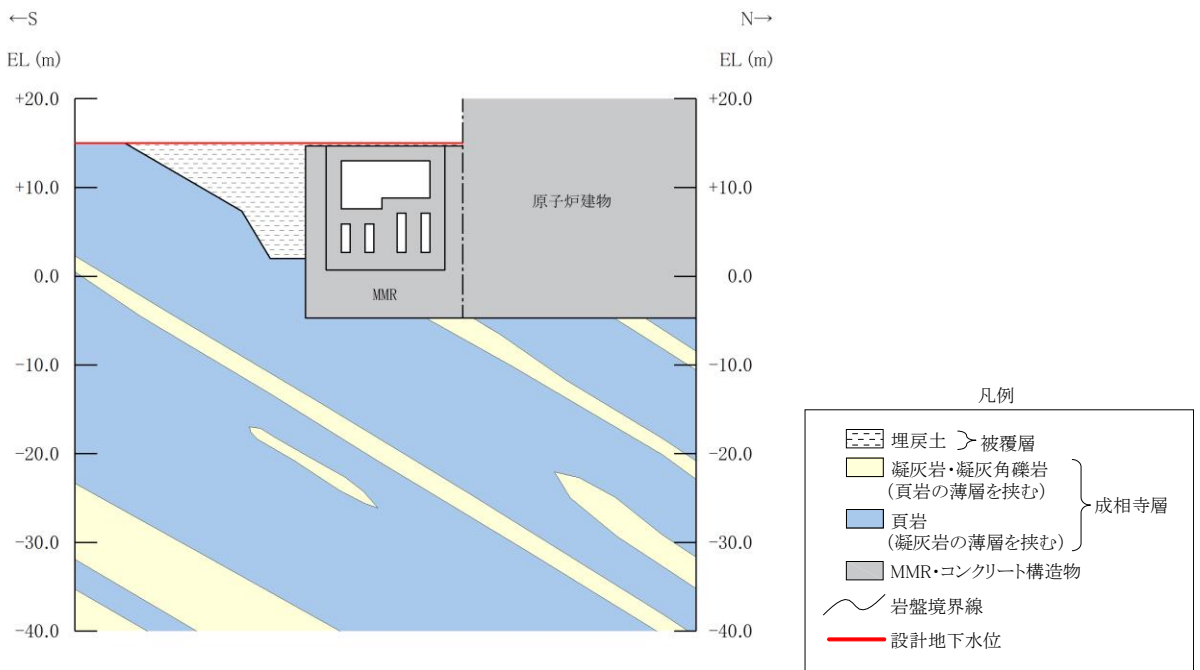


図 3-3 第 1 ベントフィルタ格納槽 評価対象断面図 (B-B 断面)

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, 材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-2 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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

構造部材の曲げ・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構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005年）（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。

土木学会マニュアルでは、曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態は、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が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、屋外重要土木構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が確保できるとして設定されたものである。

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造部材の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き、棒部材式又はディープビーム式で求まるせん断耐力とする。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

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、岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表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	C _M 級岩盤	9.8

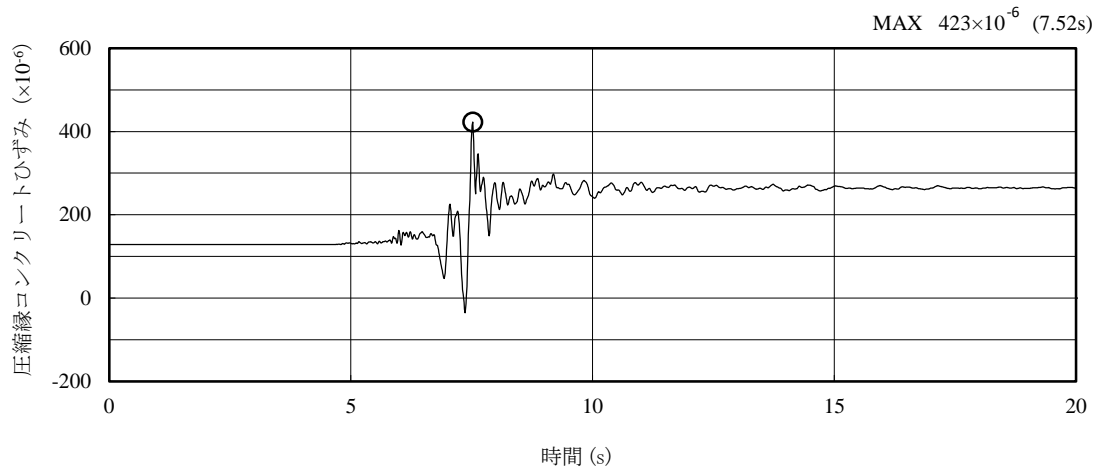
3.4 評価方法

第1ベントフィルタ格納槽の耐震評価は，地震応答解析により算定した照査用応答値が，「3.3 許容限界」に示す許容限界以下であることを確認する。

3.4.1 構造部材の健全性評価

構造部材の曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査に対して，地震応答解析により算定した照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認する。

曲げ・軸力系の破壊に対して照査値が最大となる地震動及び解析ケースでのひずみの時刻歴波形及び発生位置を図3-4に，せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図を図3-5に示す。



(圧縮を正で示す。)

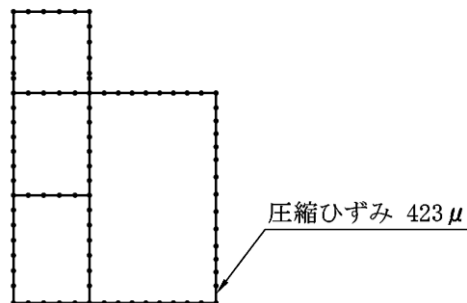
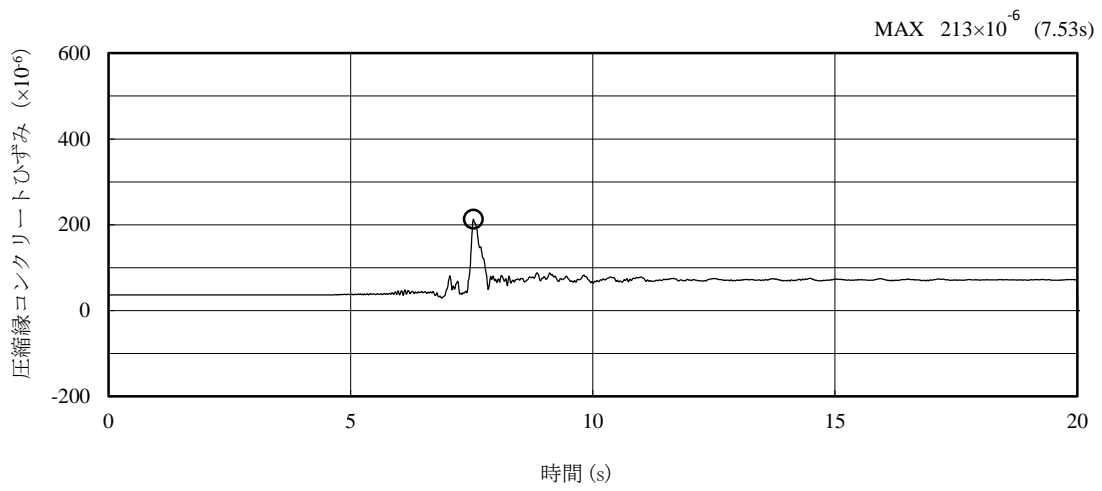


図3-4(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(A-A断面，解析ケース③，S_s-N1 (-+))



(圧縮を正で示す。)

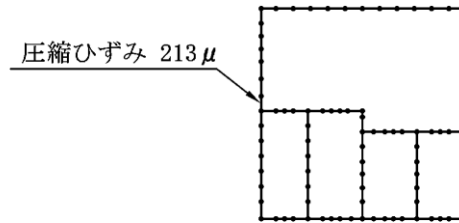
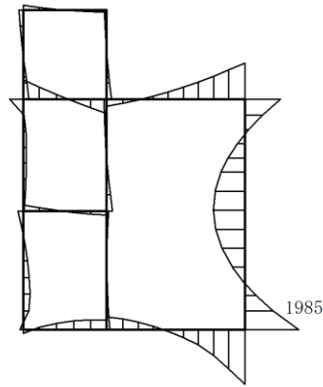
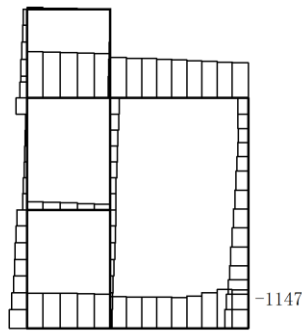


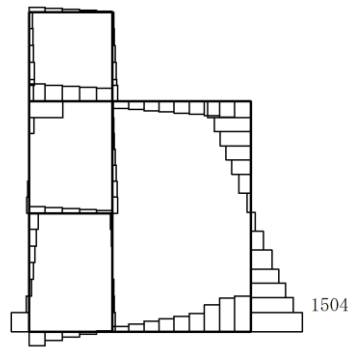
図 3-4(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(B-B断面, 解析ケース①, $S_s - N_1$ (++))



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

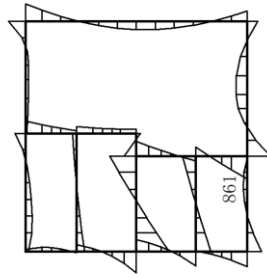


数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)

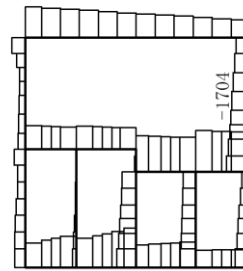


数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

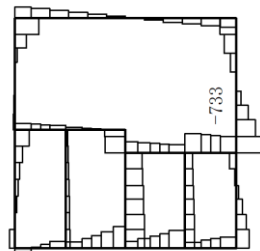
図 3-5(1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース③, S s - N 1 (-+), t=7.52s)



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)



数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-5(2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (B-B断面, 解析ケース②, S s - D (---), t=34.28s)

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基礎地盤に発生する接地圧が許容限界以下であることを確認する。

4. 耐震評価結果

4.1 構造部材の健全性に対する評価結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 4-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-2 に示す。

第 1 ベントフィルタ格納槽の照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-1(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (A-A 断面)

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
③	S s - N 1 (-+)	507 μ	10000 μ	0.06

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-1(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (B-B 断面)

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 1 (++)	256 μ	10000 μ	0.03

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-2(1) せん断破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	2	①	S s - D (+-)	714	1833	0.39
側壁	7	③	S s - N 1 (-+)	1579	2051	0.77
床版	9	①	S s - N 1 (++)	666	1236	0.54
隔壁	11	①	S s - N 1 (++)	710	1648	0.44
底版	13	①	S s - N 1 (-+)	1371	2771	0.50

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

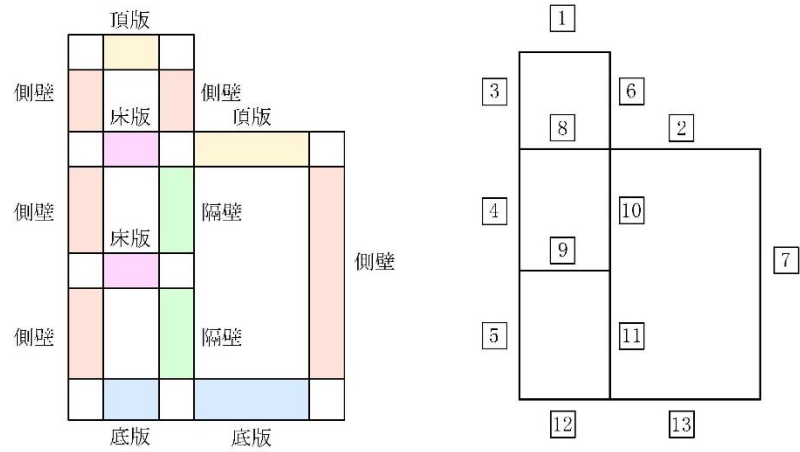
*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-2(2) せん断破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

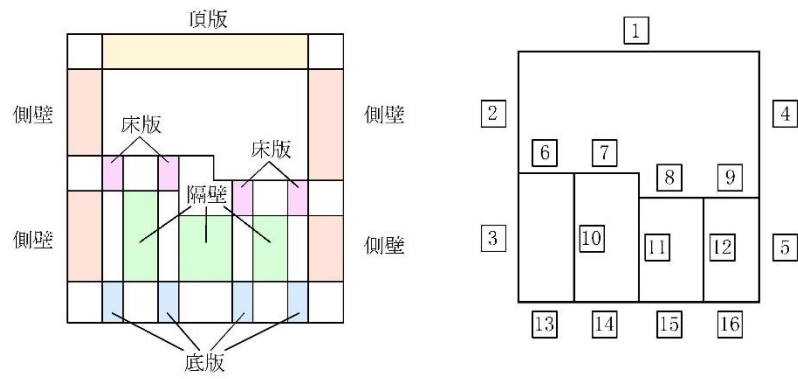
評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	1	①	S s - D (+-)	623	1885	0.34
側壁	4	②	S s - D (--)	933	2589	0.37
床版	9	②	S s - D (--)	769	1701	0.46
隔壁	11	②	S s - D (--)	837	3192	0.27
底版	16	①	S s - D (-+)	723	4728	0.16

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a



A-A断面



B-B断面

図 4-1 評価位置

4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-3 に示す。また、最大接地圧分布図を図 4-2 に示す。

第 1 ベントフィルタ格納槽の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力を下回ることを確認した。

表 4-3(1) 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (A-A 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 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
①	S s - D (+-)	1.04	9.8	0.11

表 4-3(2) 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (B-B 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 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
①	S s - D (++)	0.94	9.8	0.10

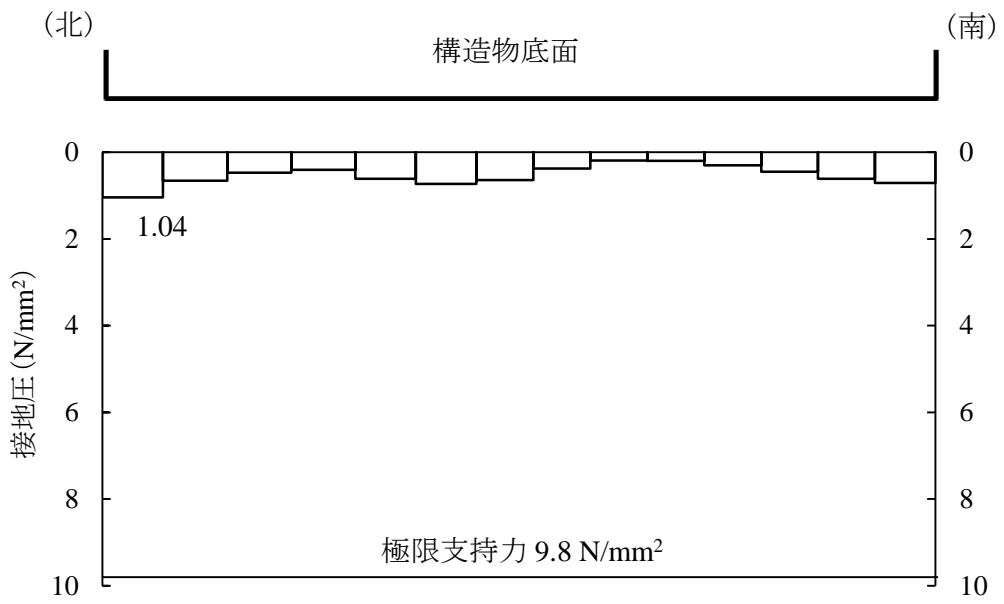


図 4-2(1) 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース①, $S_s - D (+ -)$)

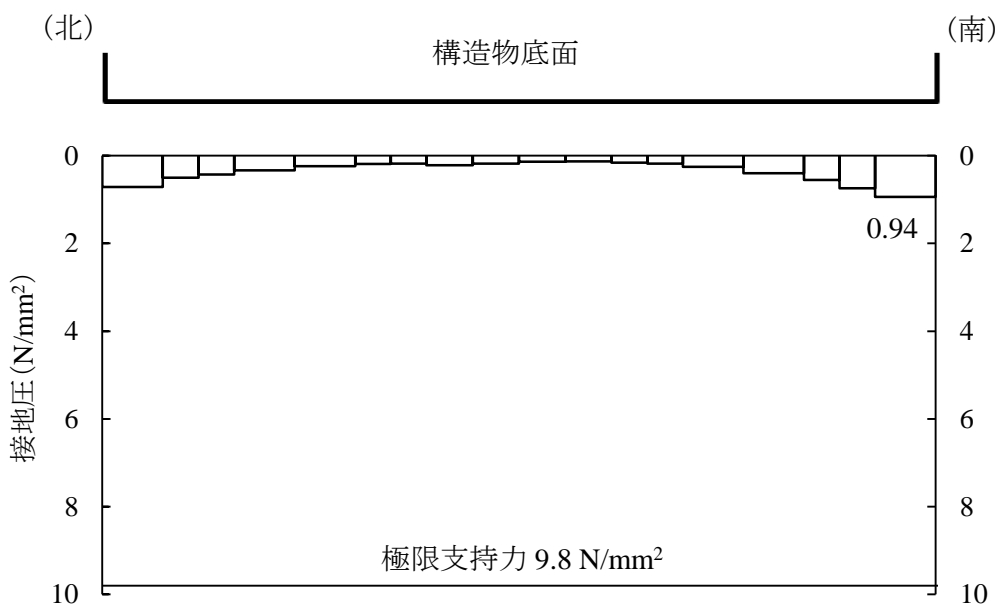


図 4-2(2) 基礎地盤の最大接地圧分布図
(B-B断面, 解析ケース①, $S_s - D (++)$)

VI-2-2-32 低圧原子炉代替注水ポンプ格納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 評価対象断面	9
3.2 解析方法	12
3.2.1 構造部材	12
3.2.2 地盤	14
3.2.3 減衰定数	15
3.2.4 地震応答解析のケースの選定	16
3.3 荷重及び荷重の組合せ	18
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	18
3.3.2 荷重	18
3.3.3 荷重の組合せ	19
3.4 入力地震動	20
3.5 解析モデル及び諸元	37
3.5.1 解析モデル	37
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	40
3.5.3 地盤の物性値	40
3.5.4 地下水位	41
4. 解析結果	43
4.1 A－A断面の解析結果	43
4.2 B－B断面の解析結果	70
4.3 C－C断面の解析結果	97

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する低圧原子炉代替注水ポンプ格納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、低圧原子炉代替注水ポンプ格納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。その際、耐震評価に用いる応答値は、この地震応答解析により構造物に発生する変形、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧とする。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

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の位置図を図 2-1 に示す。

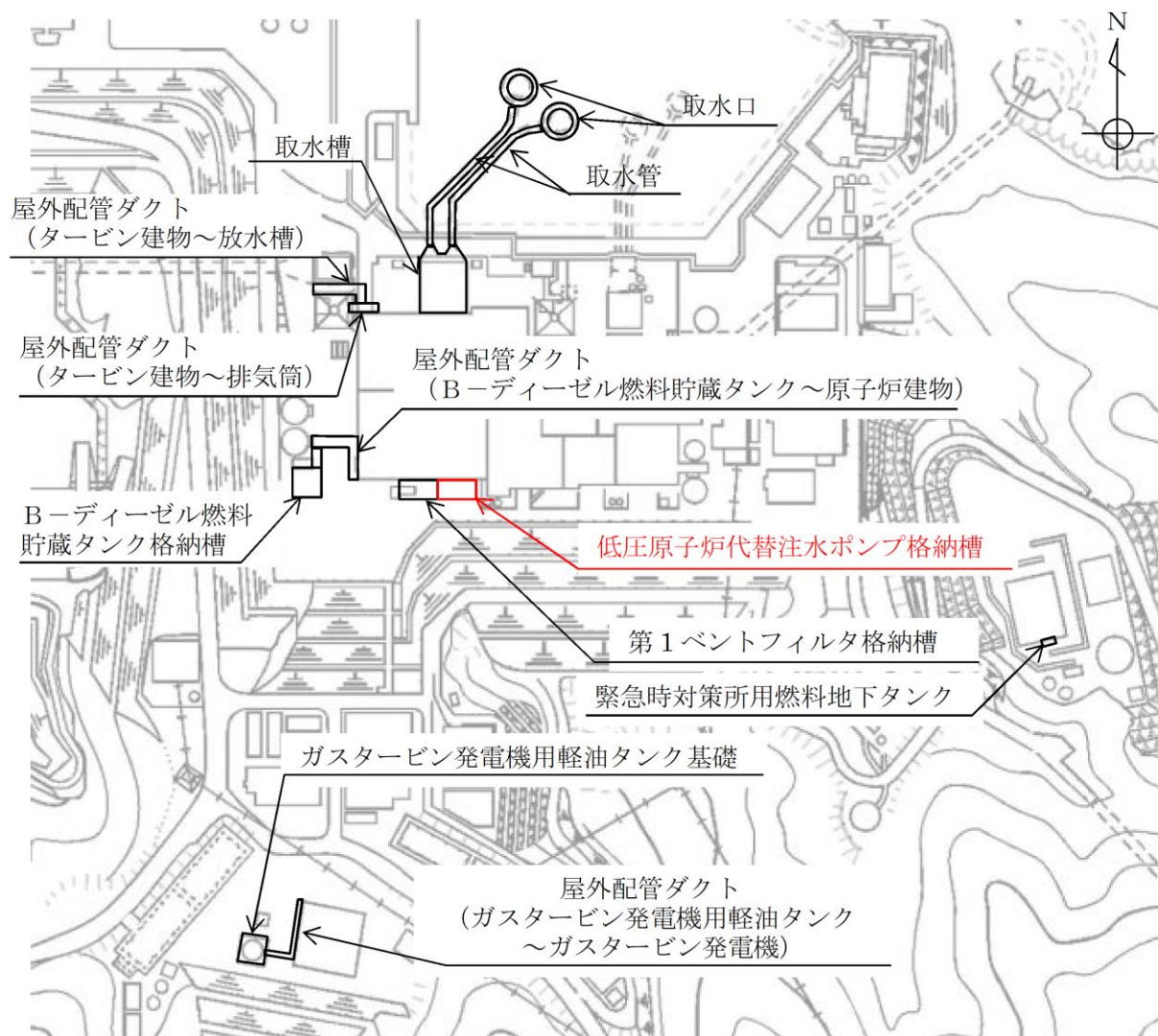


図 2-1 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 位置図

2.2 構造概要

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の平面図を図 2-2，断面図を図 2-3～図 2-5 に示す。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は，低圧原子炉代替注水槽を有し，低圧原子炉代替注水ポンプ等を間接支持する幅 26.6m (EW 方向) × 13.4m (NS 方向)，高さ約 21.2m の鉄筋コンクリート造の地中（一部地上部を含む）構造物であり，マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有する C_M 級岩盤に支持される。

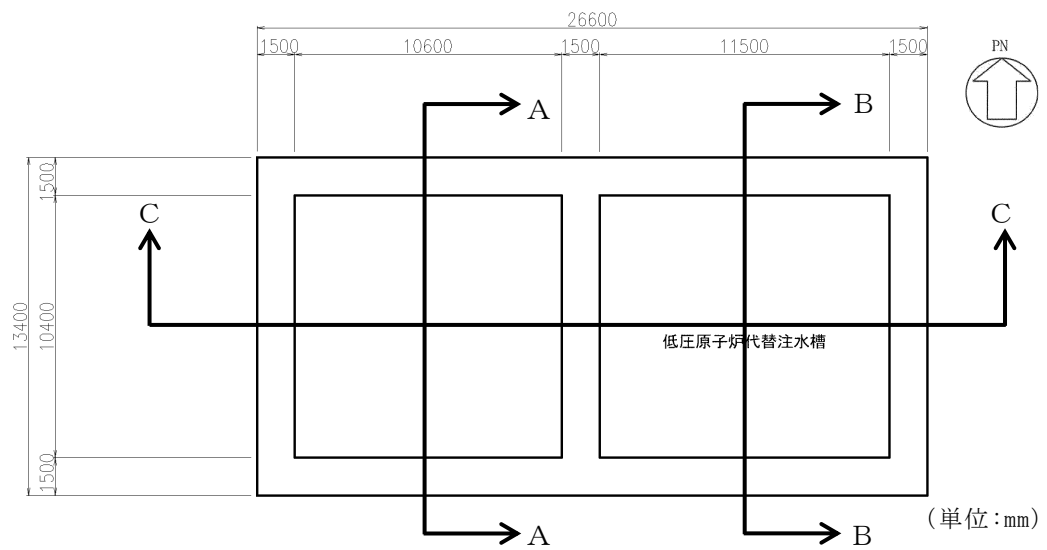


図 2-2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 平面図

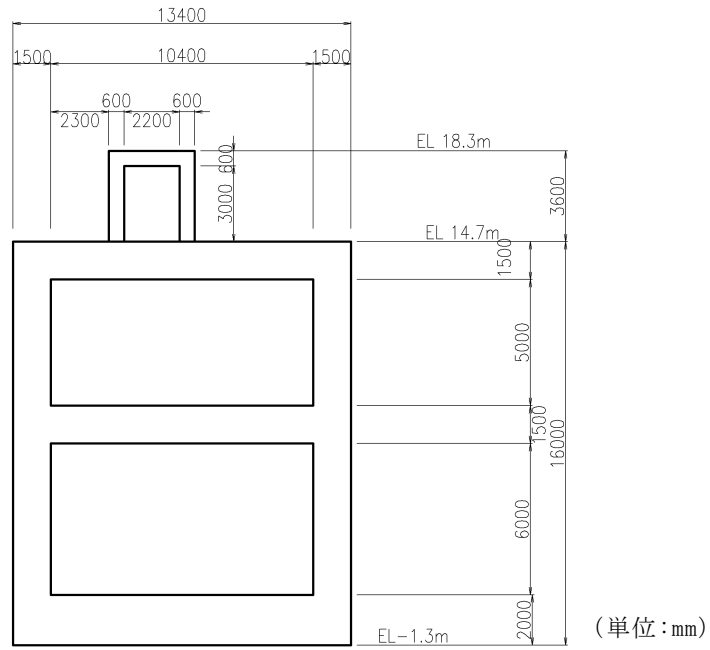


図 2-3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (A-A 断面)

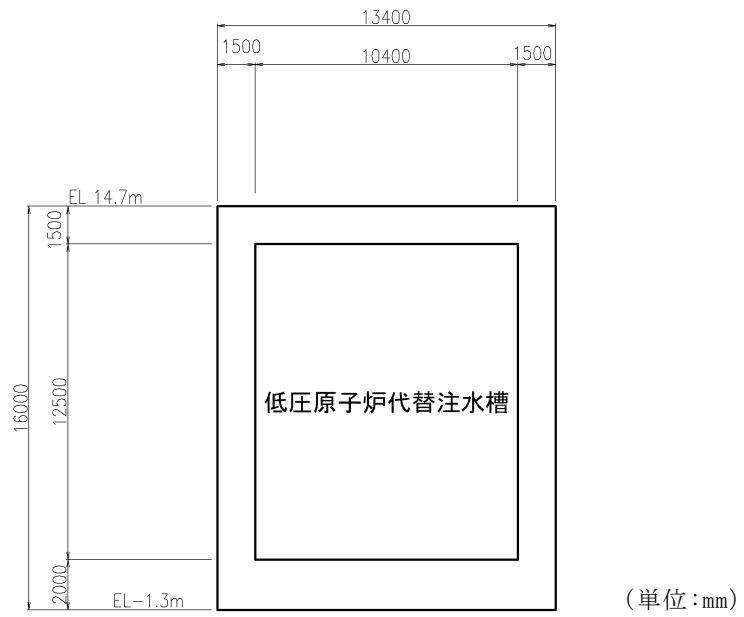


図 2-4 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (B-B 断面)

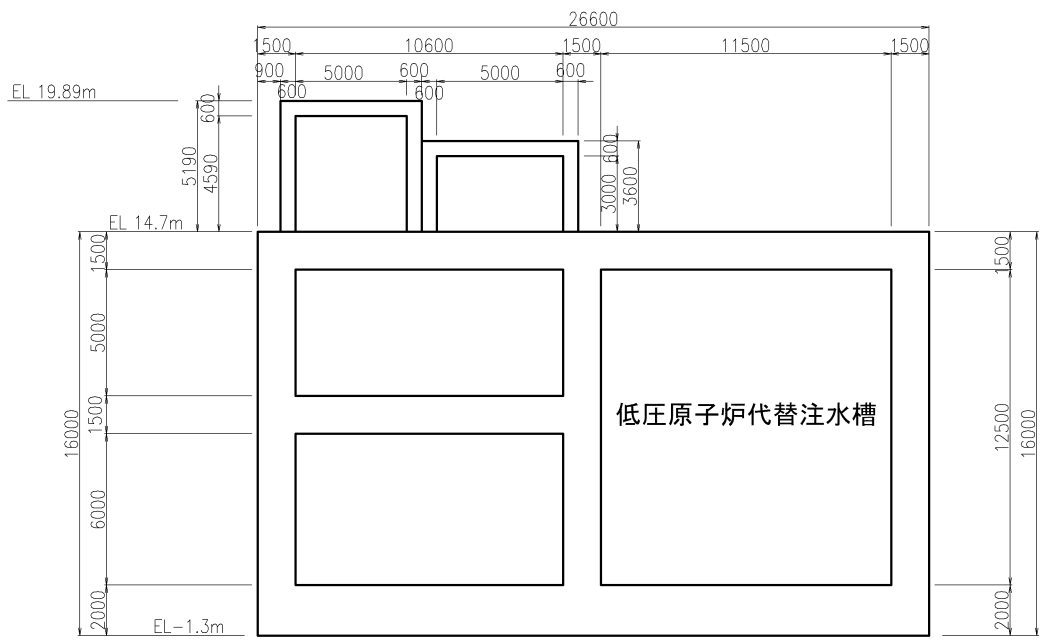


図 2-5 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (C-C 断面) (単位:mm)

2.3 解析方針

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は、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 に対して地震応答解析を実施する。

図 2-6 に低圧原子炉代替注水ポンプ格納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 評価対象断面」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時刻歴非線形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。

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に用いる。また、変形、断面力及び基礎地盤の接地圧は、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の耐震評価に用いる。

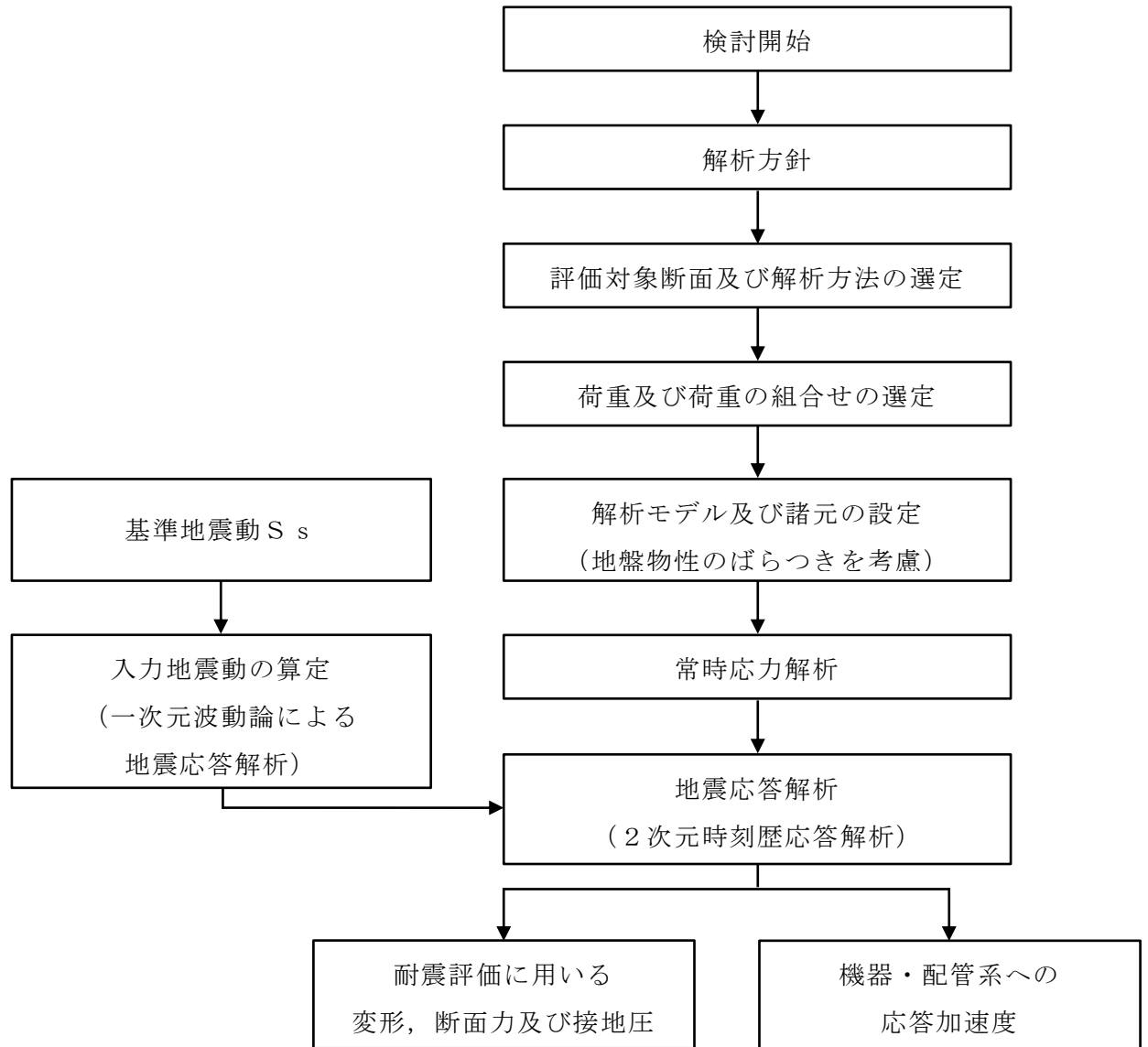


図 2-6 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 地震応答解析フロー

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]（土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書[設計編]（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（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（日本電気協会）
- ・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）

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の評価対象断面位置図を図3-1に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は、図3-1のA-A断面及びB-B断面とする。また、機器・配管系に対する応答加速度抽出断面は図3-1のA-A断面、B-B断面及びC-C断面とする。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響確認については、図3-1のC-C断面の妻壁に対して実施することとし、評価結果はVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」にて示す。

評価対象断面図を図3-2～図3-4に示す。

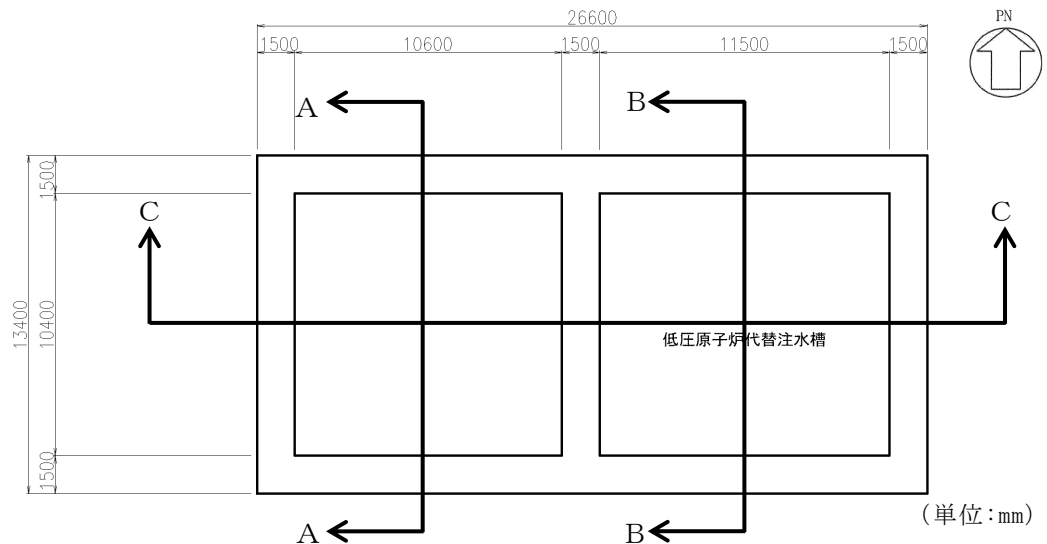


図3-1 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面位置図

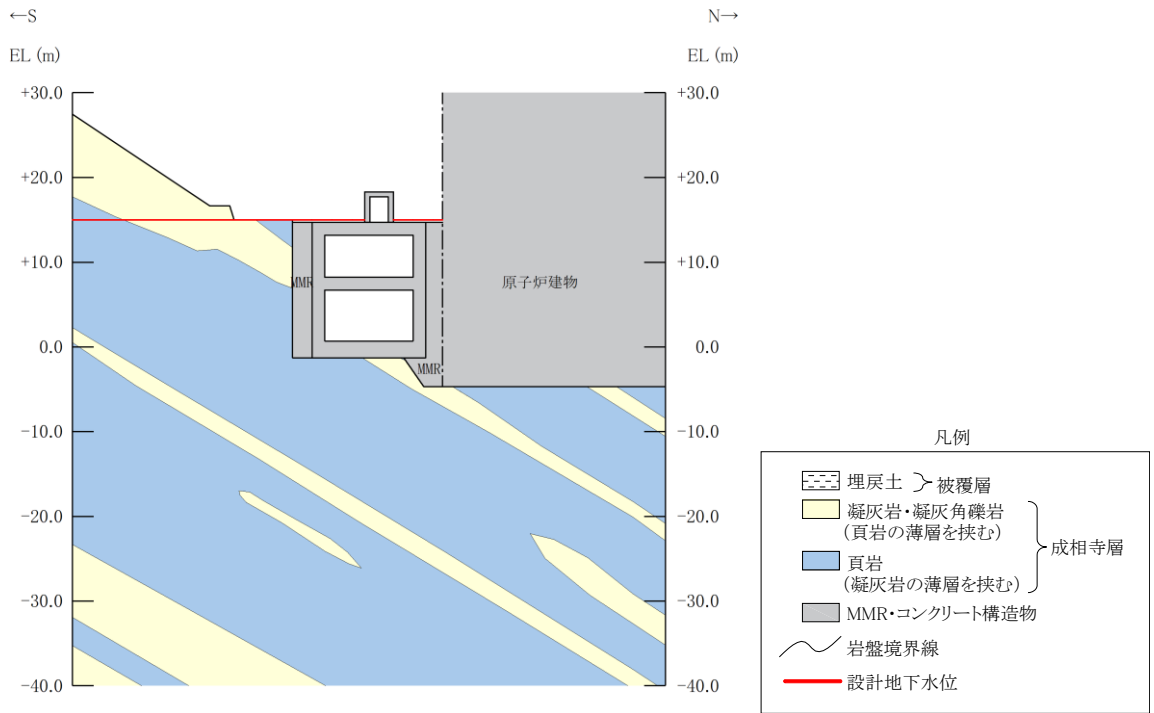


図 3-2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面図 (A-A 断面)

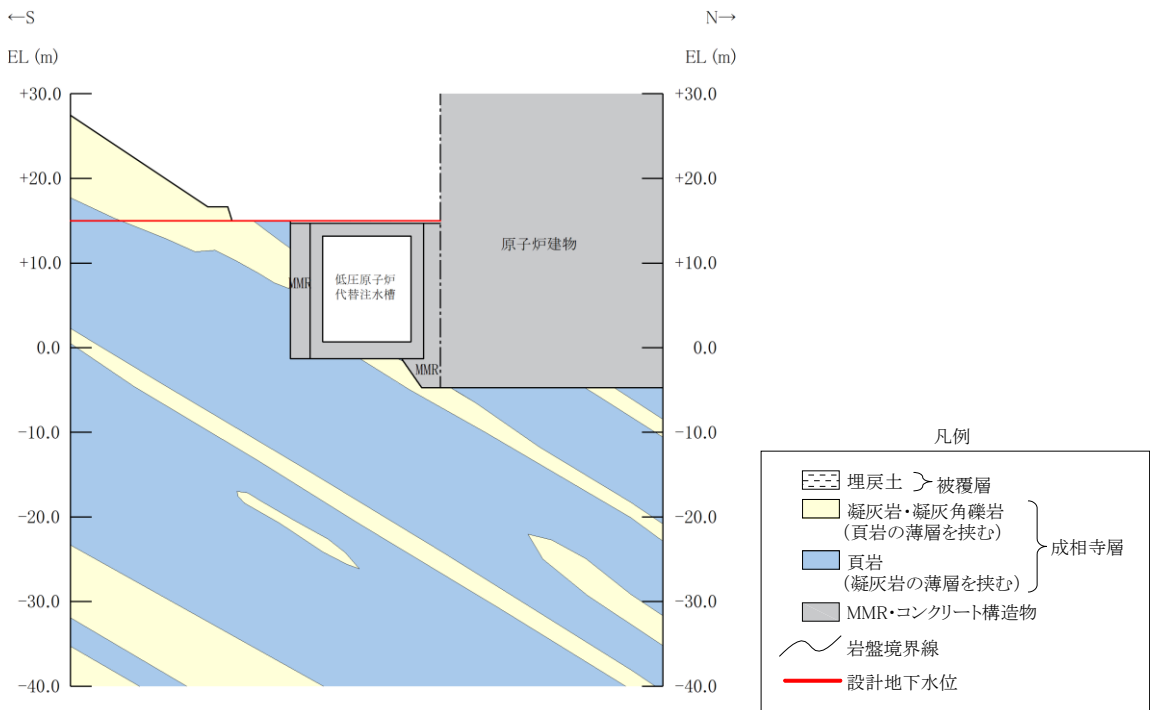


図 3-3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面図 (B-B 断面)

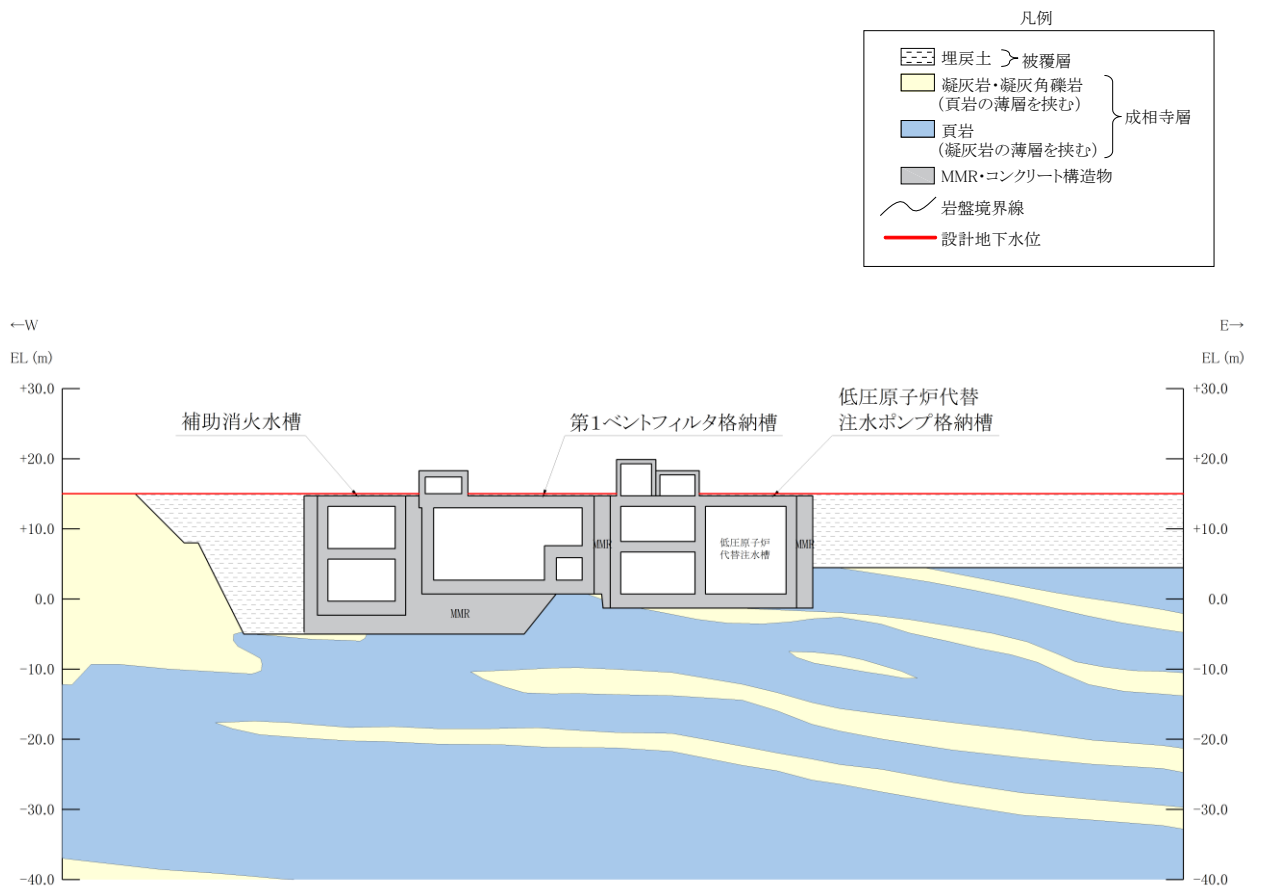


図 3-4 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面図 (C-C断面)

3.2 解析方法

低圧原子炉代替注水ポンプ格納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次元有限要素法解析を用いて、基準地震動 S_s 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。低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は、周辺をMMRで囲まれていることから、解析手法は全応力解析とする。

構造部材については、非線形はり要素を用いることとし、構造部材の非線形特性については、ファイバーモデルで考慮する。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にモデル化する。

地震応答解析については、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、ファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する。ファイバーモデルは、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形特性を考慮する材料非線形モデルであり（図3-5参照）、図3-6に示すコンクリートの応力-ひずみ関係及び図3-7に示す鉄筋の応力-ひずみ関係を考慮する。

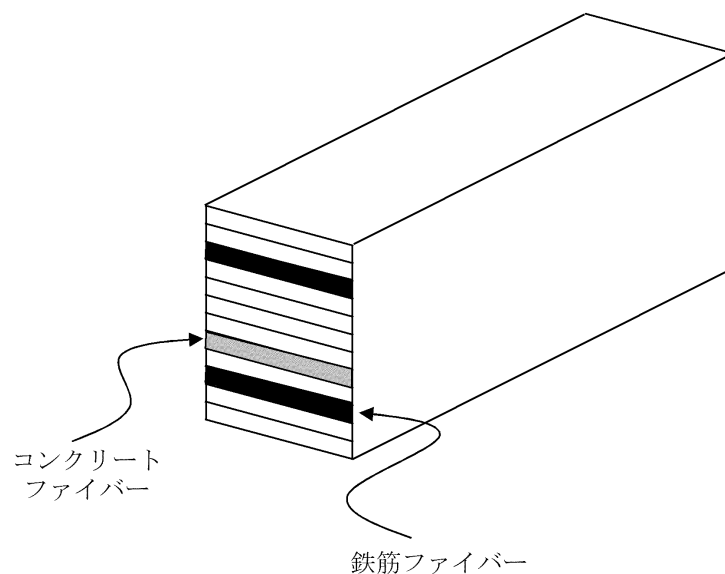
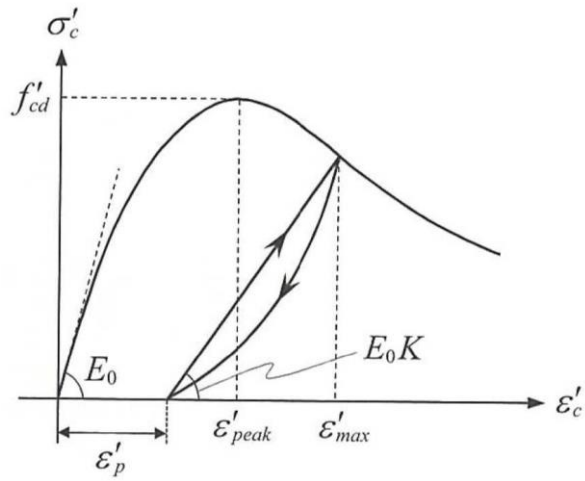
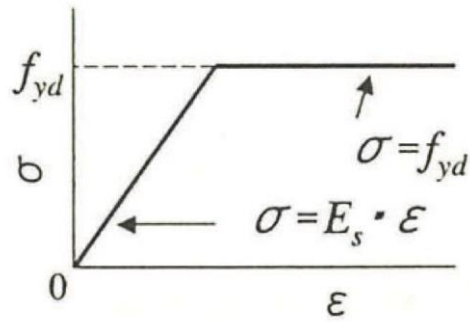


図3-5 ファイバーモデルの概念図



(コンクリート標準示方書[設計編] (土木学会, 2017年制定) より引用)

図 3-6 構造部材の非線形特性 (コンクリートの応力-ひずみ関係)



(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) より引用)

図 3-7 構造部材の非線形特性 (鉄筋の応力-ひずみ関係)

3.2.2 地盤

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

A-A 断面及び B-B 断面は、周辺を MMR で囲まれており、主たる荷重は MMR のせん断変形である。MMR は周辺岩盤と同様の物性値を設定することから、岩盤の動せん断弾性係数のばらつきを考慮する。

C-C 断面は、周辺を MMR に囲まれているが、構造物側方の MMR を保守的に埋戻土としてモデル化するため、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。

初期せん断弾性係数及び動せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③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。

詳細な解析ケースの考え方は、「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

対象断面	解析ケース	地盤物性	
		埋戻土 (G_0 : 初期せん断 弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断 弾性係数)
A-A 断面 B-B 断面	ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
	ケース②	平均値	平均値 + 1σ
	ケース③	平均値	平均値 - 1σ
C-C 断面	ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
	ケース②	平均値 + 1σ	平均値
	ケース③	平均値 - 1σ	平均値

3.2.3 減衰定数

構造部材の減衰定数は、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、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。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 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 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A 断面	1.569	5.723×10^{-4}
B-B 断面	1.540	5.880×10^{-4}
C-C 断面	5.165×10^{-2}	2.799×10^{-4}

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

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s 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及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①		ケース②		ケース③	
		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及び③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、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③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

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及び③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 3-4 に示す。

表 3-4 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		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	++*	○	○
	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

低圧原子炉代替注水ポンプ格納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。風の影響は地震力と比較して小さいため考慮しない。

(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

低圧原子炉代替注水ポンプ格納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・配管荷重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として，土圧，水压及び積雪荷重 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により，積雪量 1 cm 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。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

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 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。

図3-8に入力地震動算定の概念図を、図3-9～図3-24に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。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。

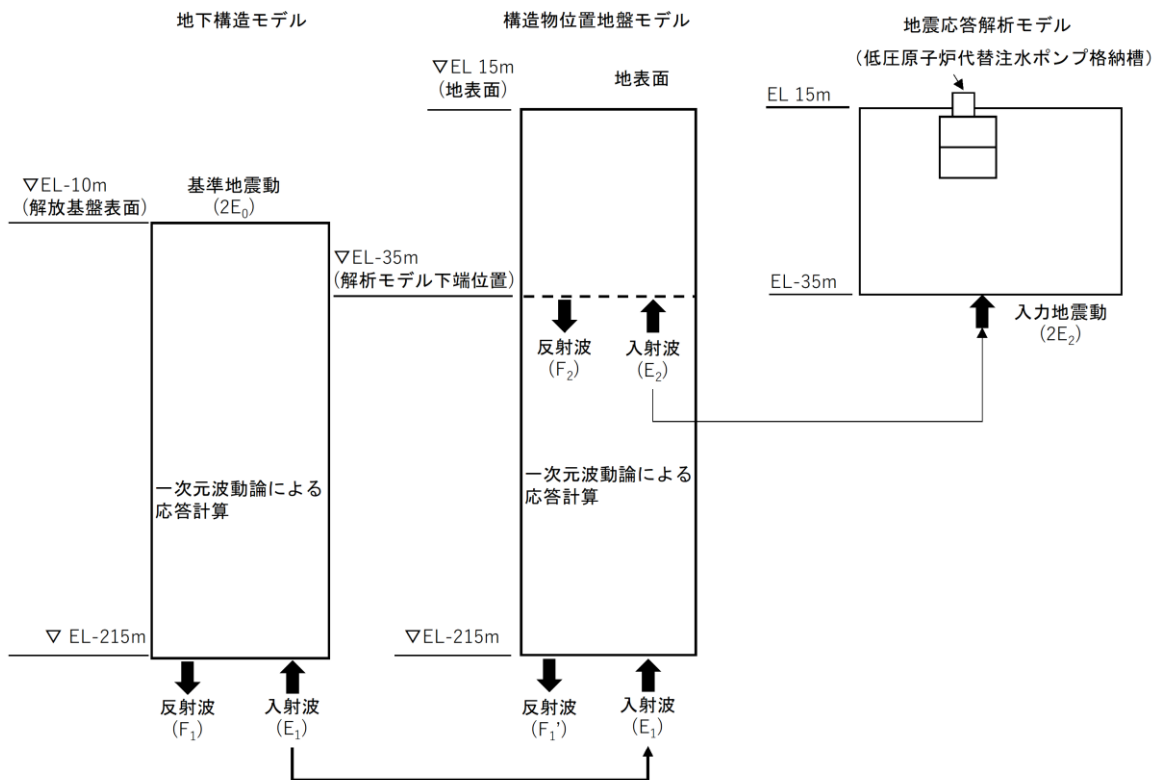
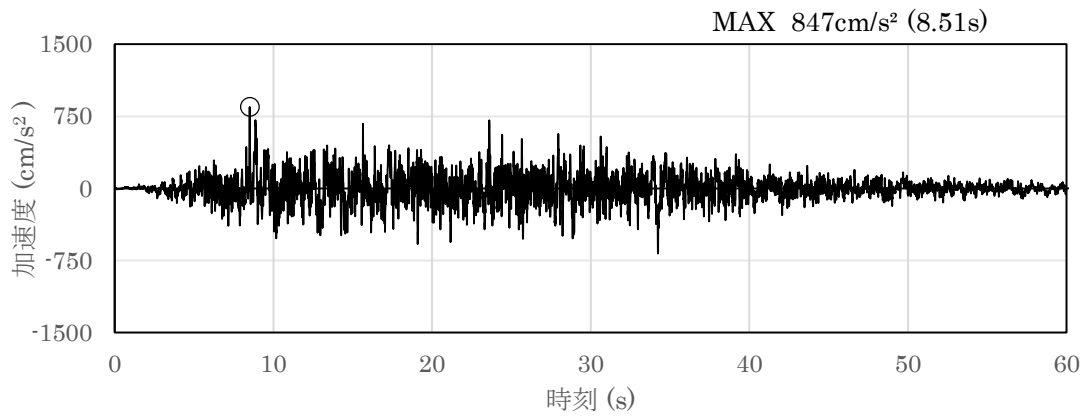
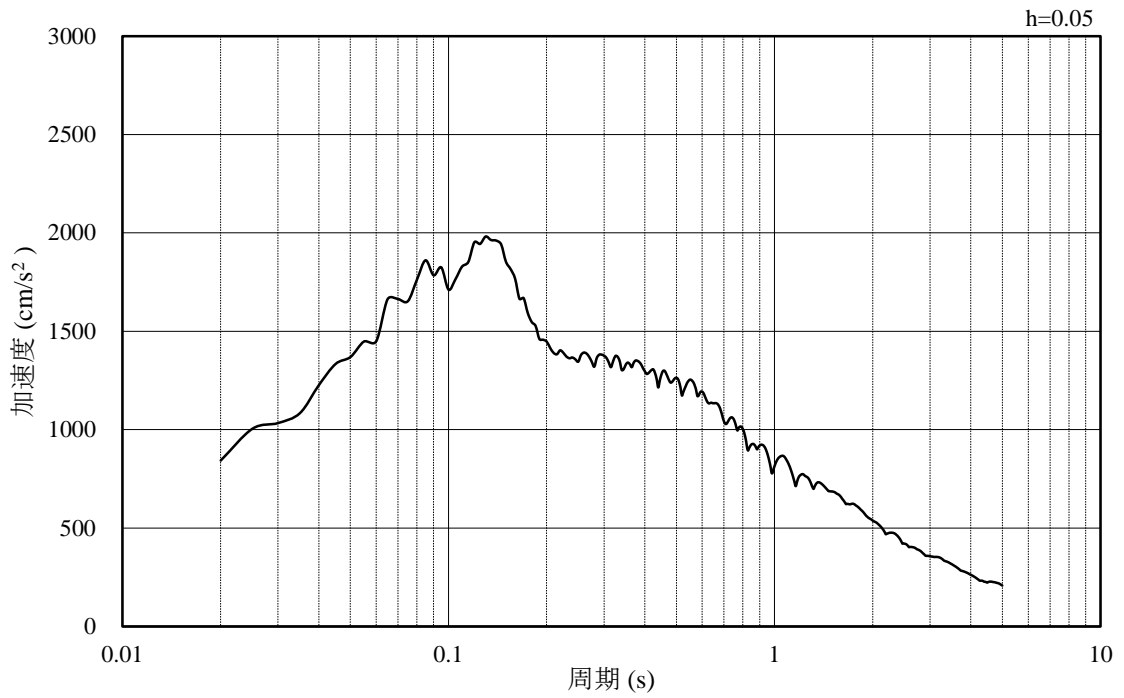


図3-8 入力地震動算定の概念図

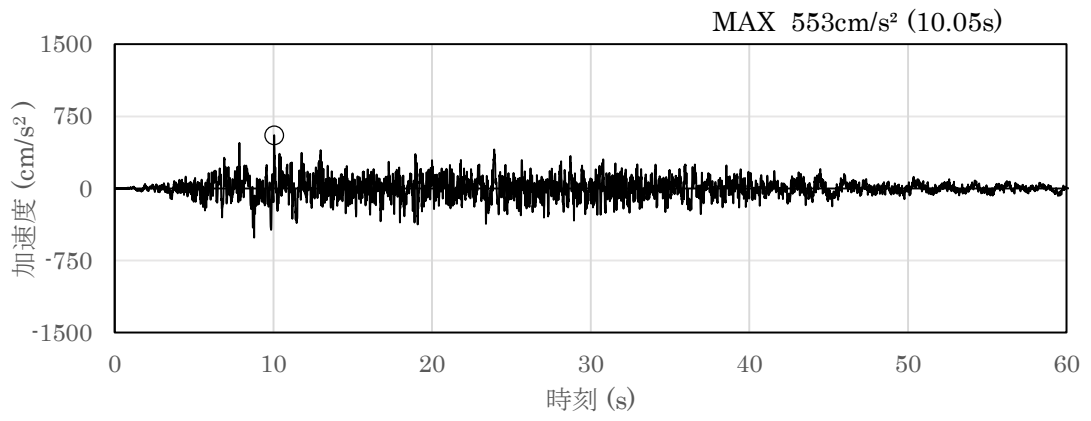


(a) 加速度時刻歴波形

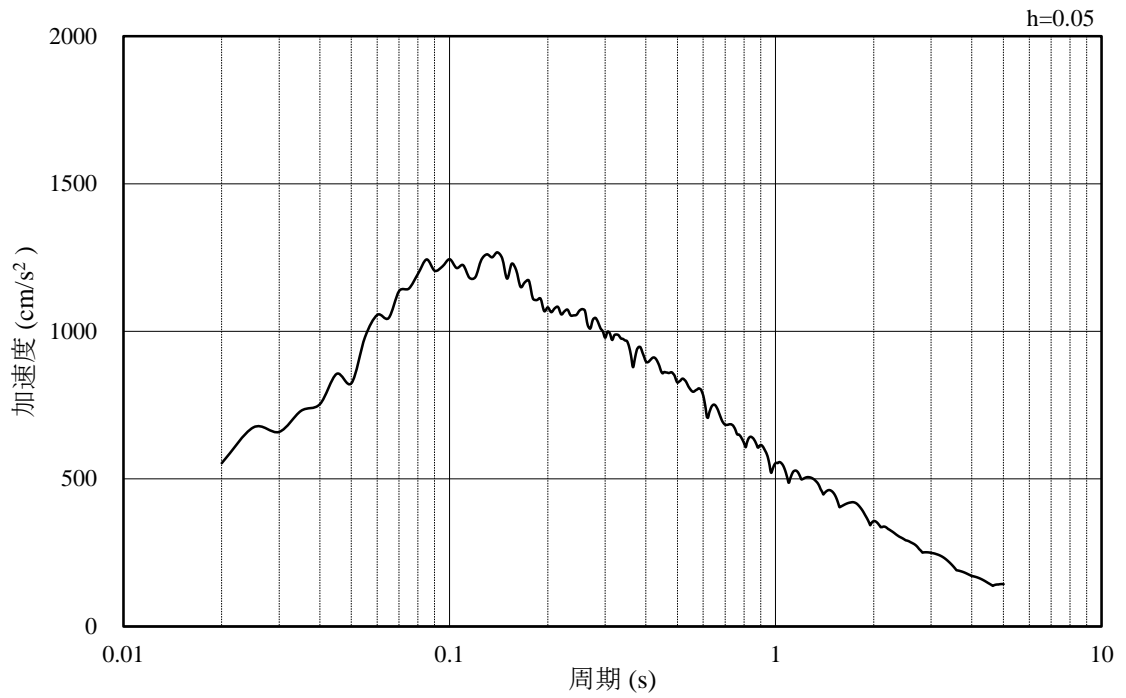


(b) 加速度応答スペクトル

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 - D)

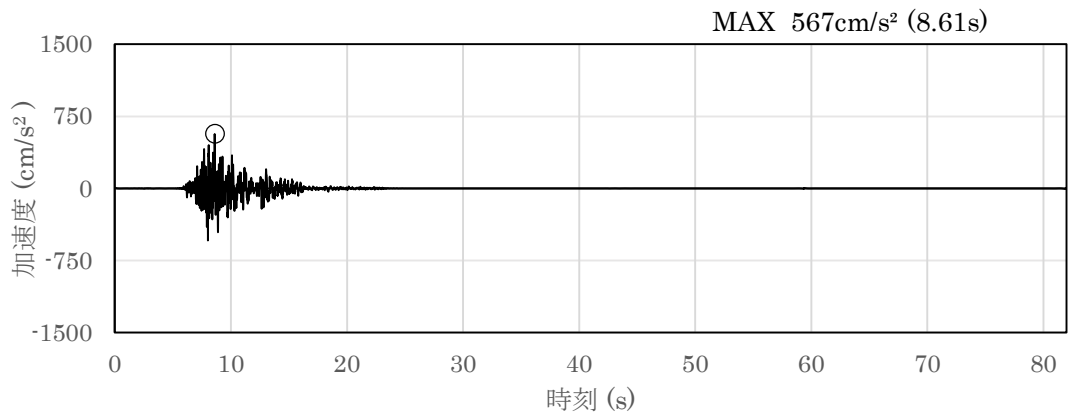


(a) 加速度時刻歴波形

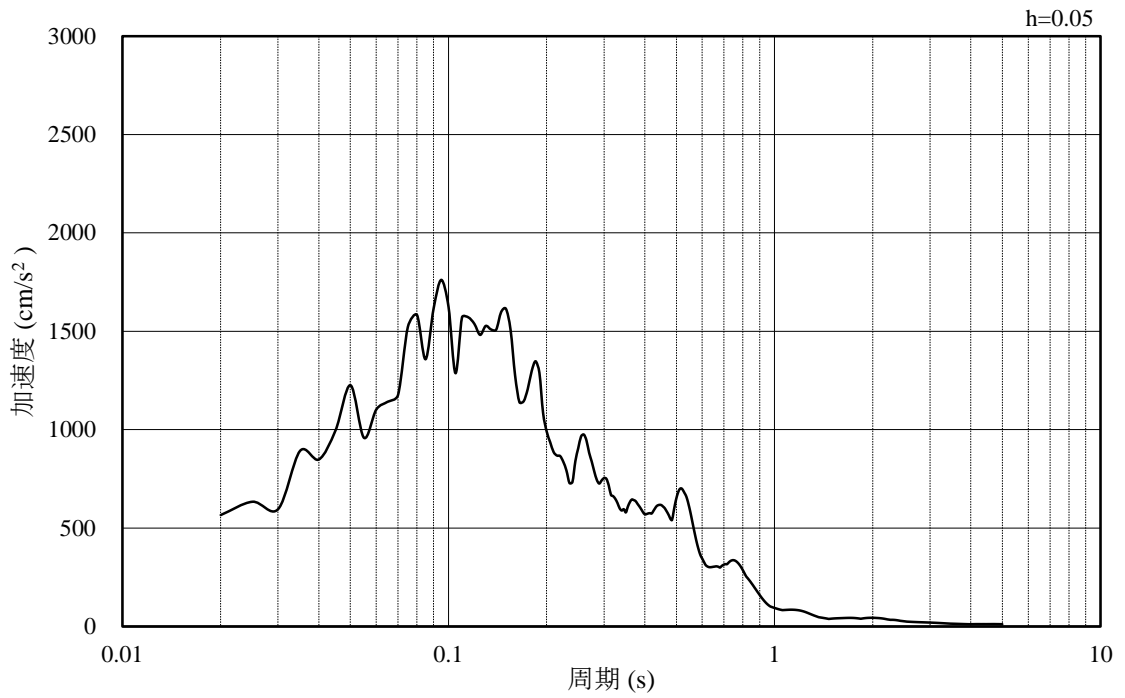


(b) 加速度応答スペクトル

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 - D)

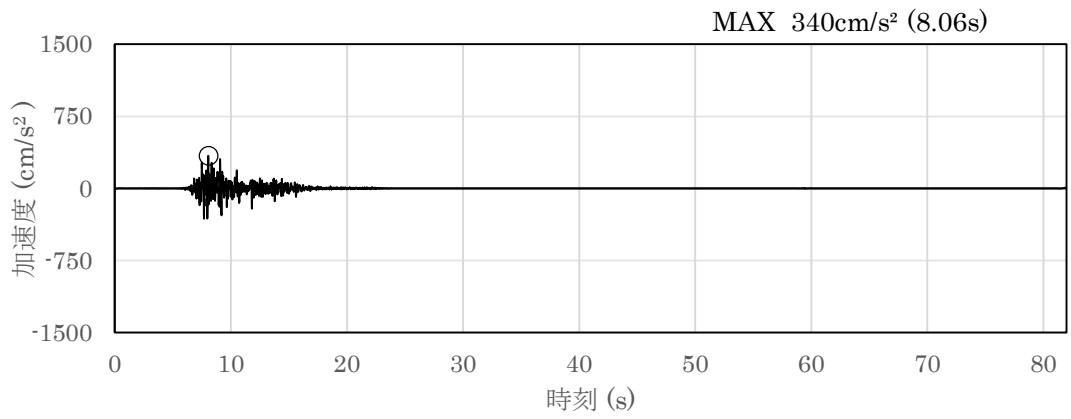


(a) 加速度時刻歴波形

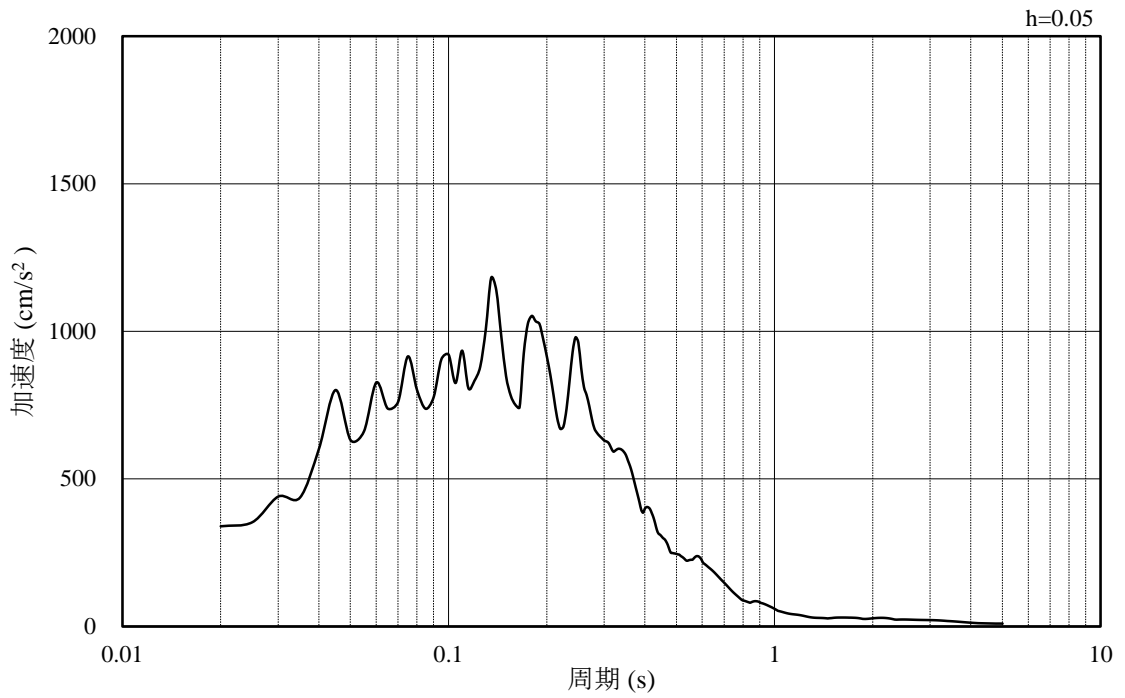


(b) 加速度応答スペクトル

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 1, N S 方向)

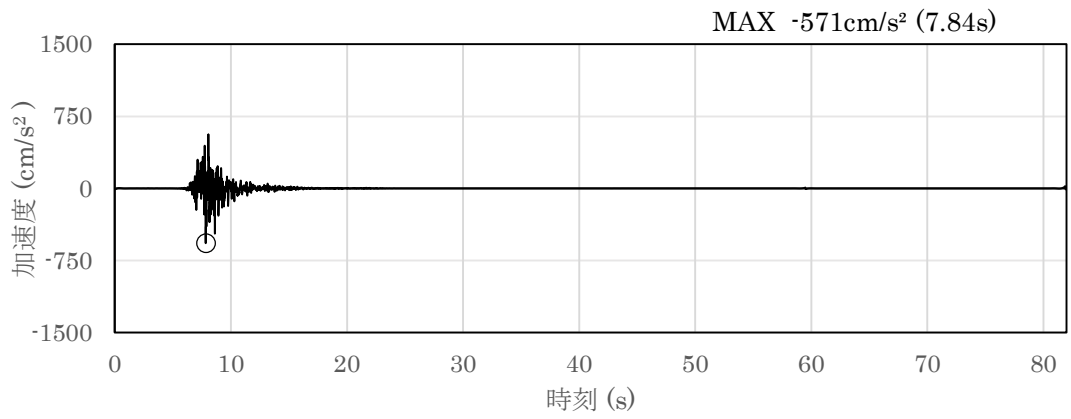


(a) 加速度時刻歴波形

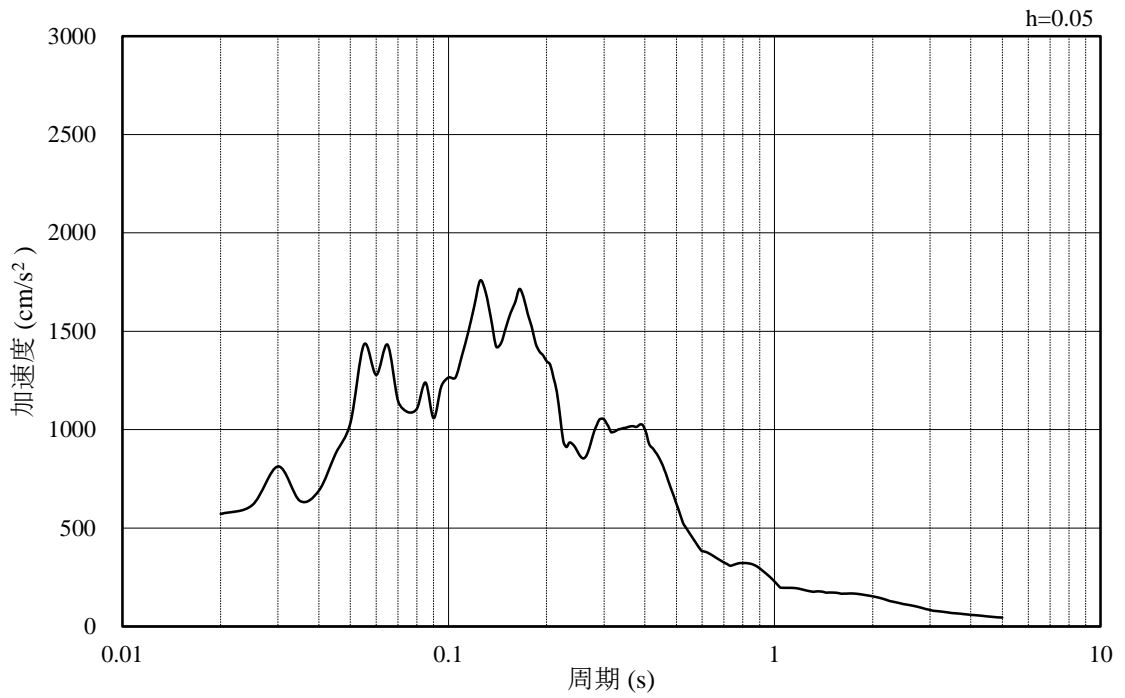


(b) 加速度応答スペクトル

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 1, N S 方向)

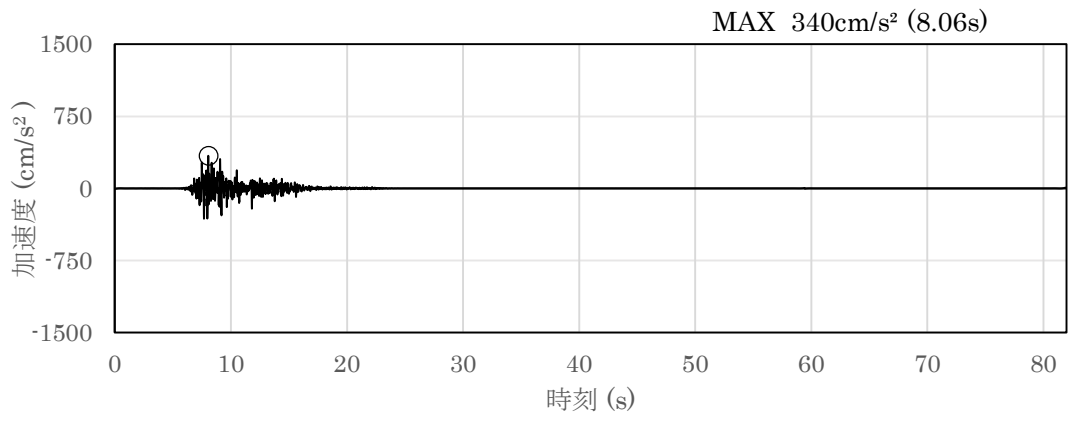


(a) 加速度時刻歴波形

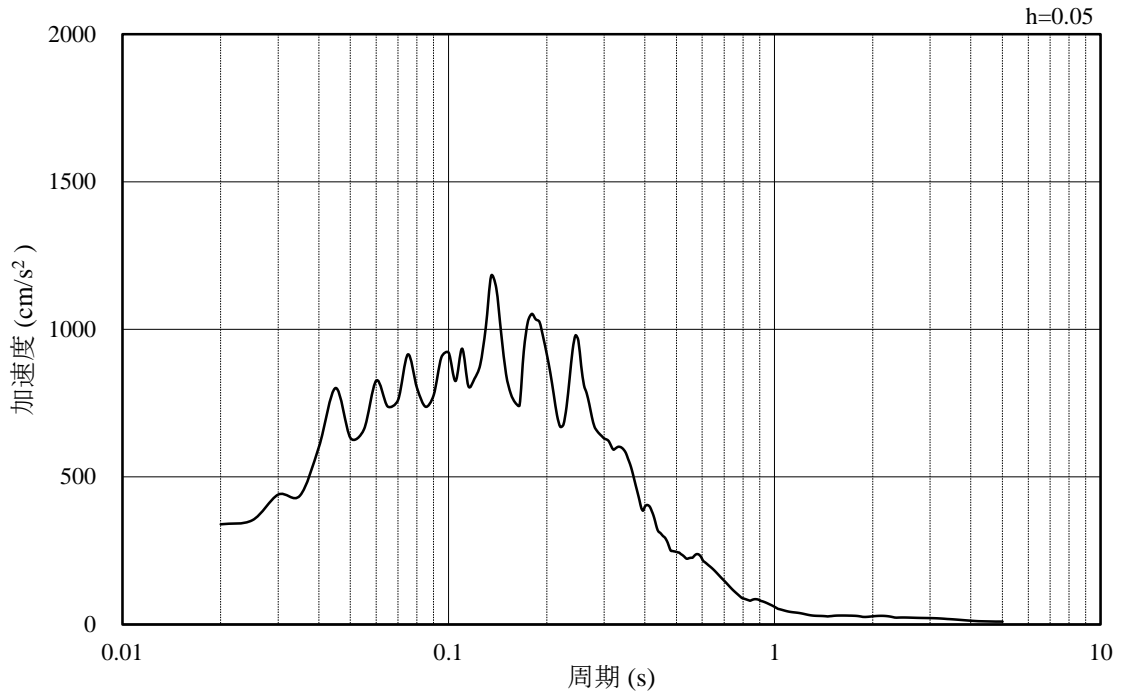


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 1, E W方向)

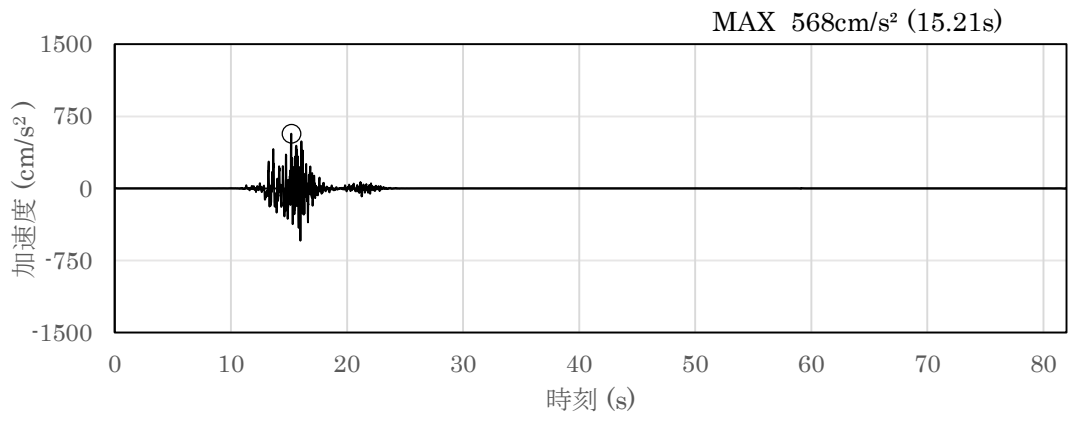


(a) 加速度時刻歴波形

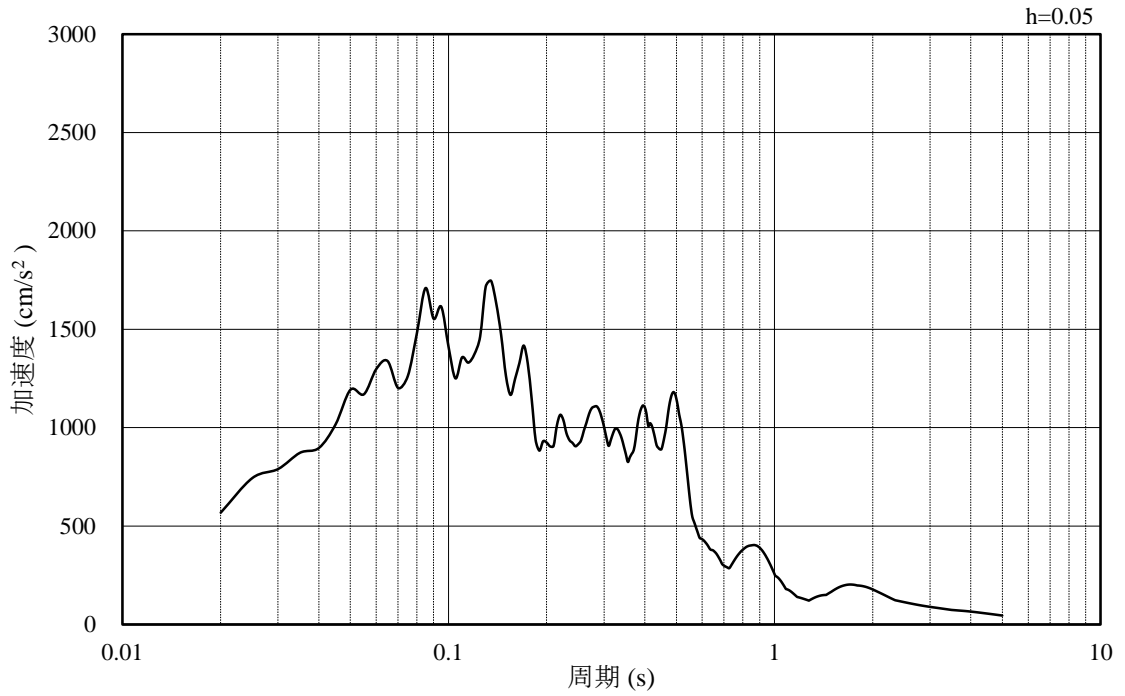


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 1, E W方向)

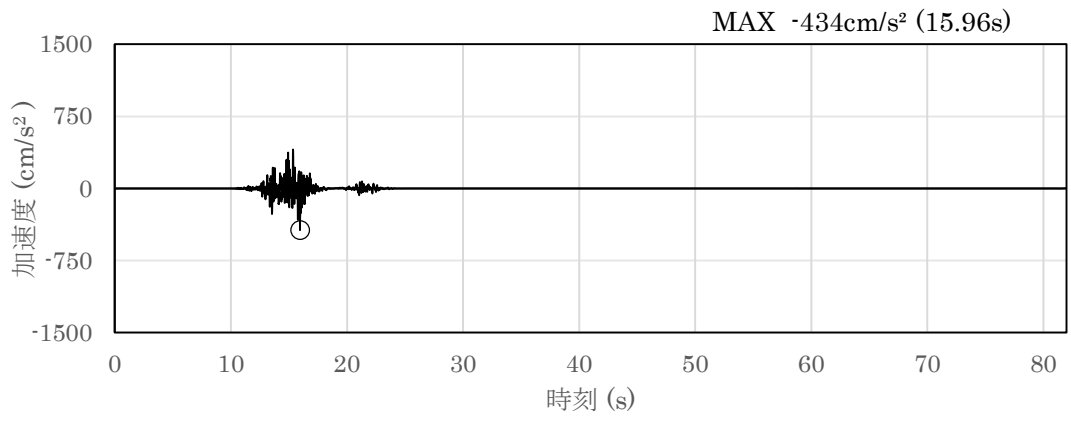


(a) 加速度時刻歴波形

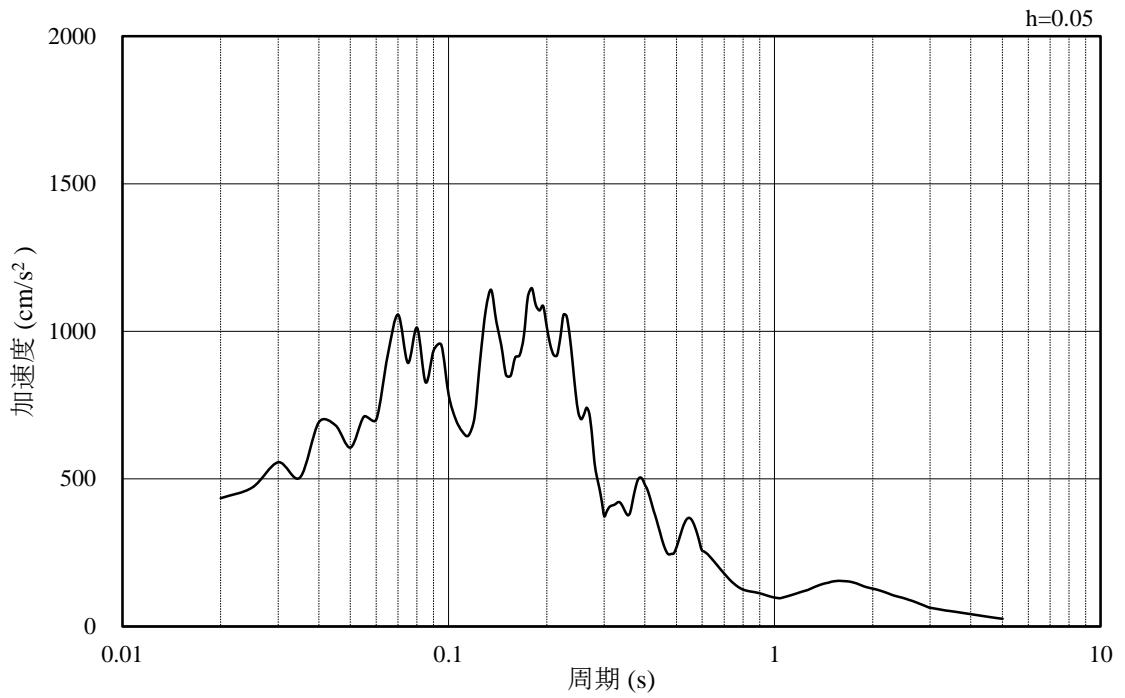


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, N S 方向)

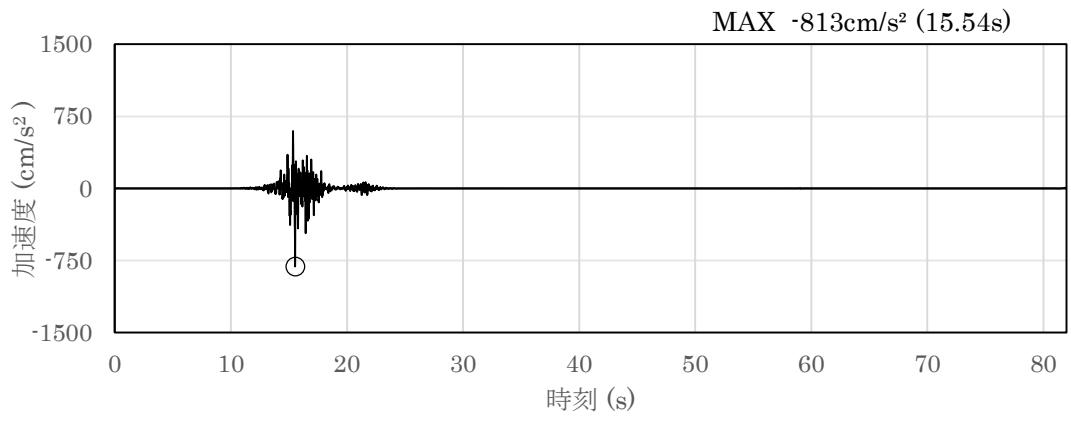


(a) 加速度時刻歴波形

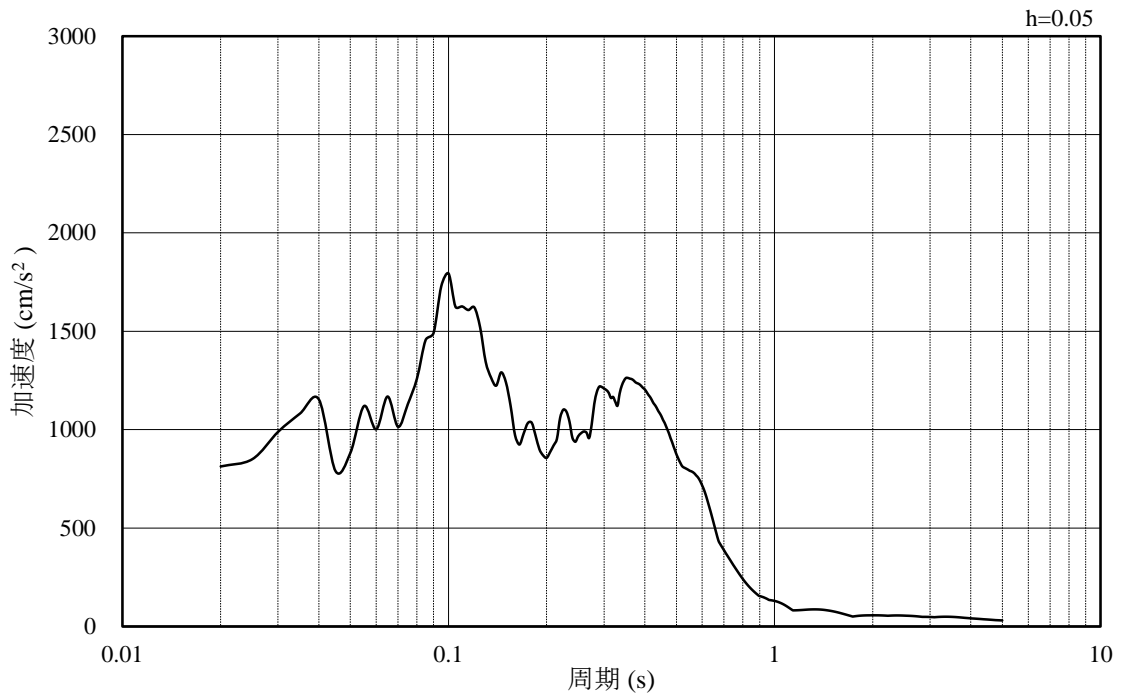


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, N S 方向)

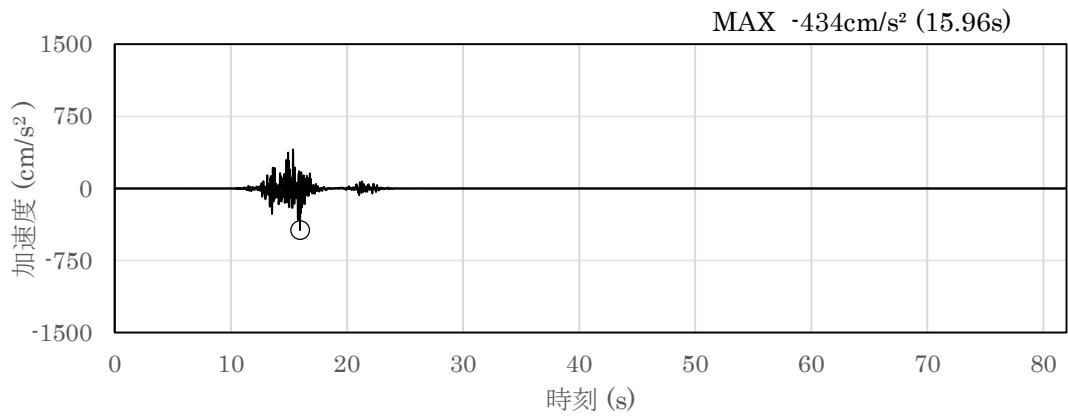


(a) 加速度時刻歴波形

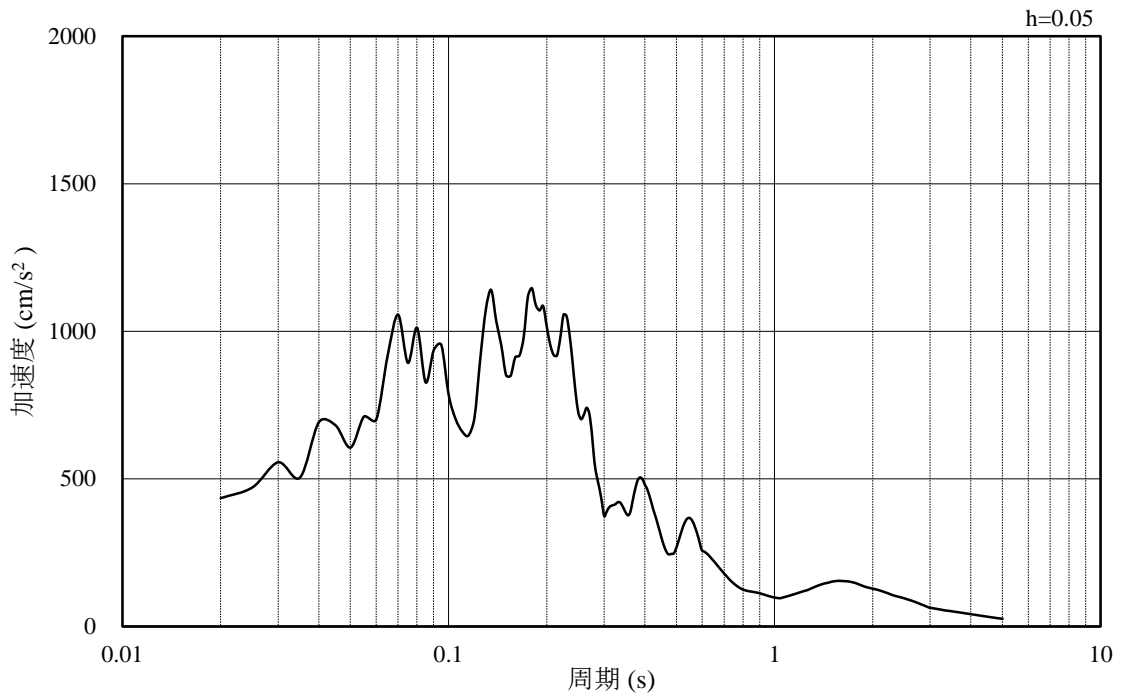


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, E W方向)

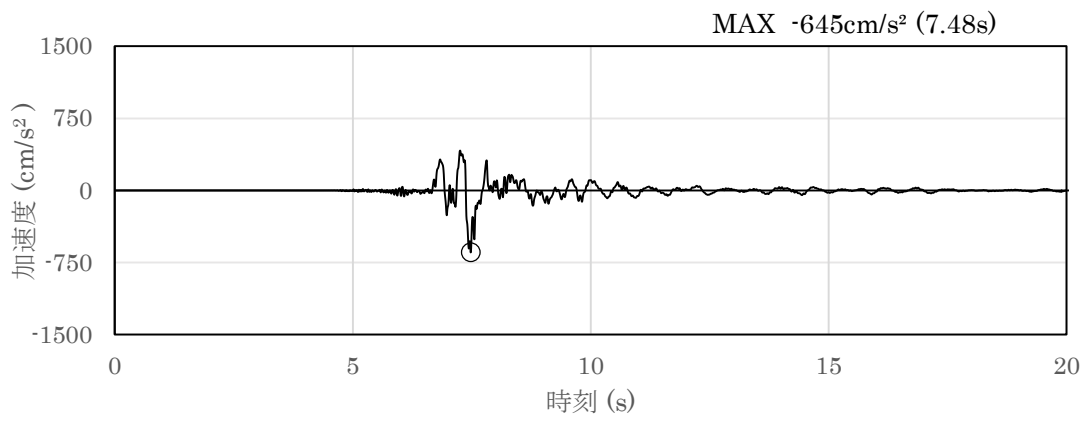


(a) 加速度時刻歴波形

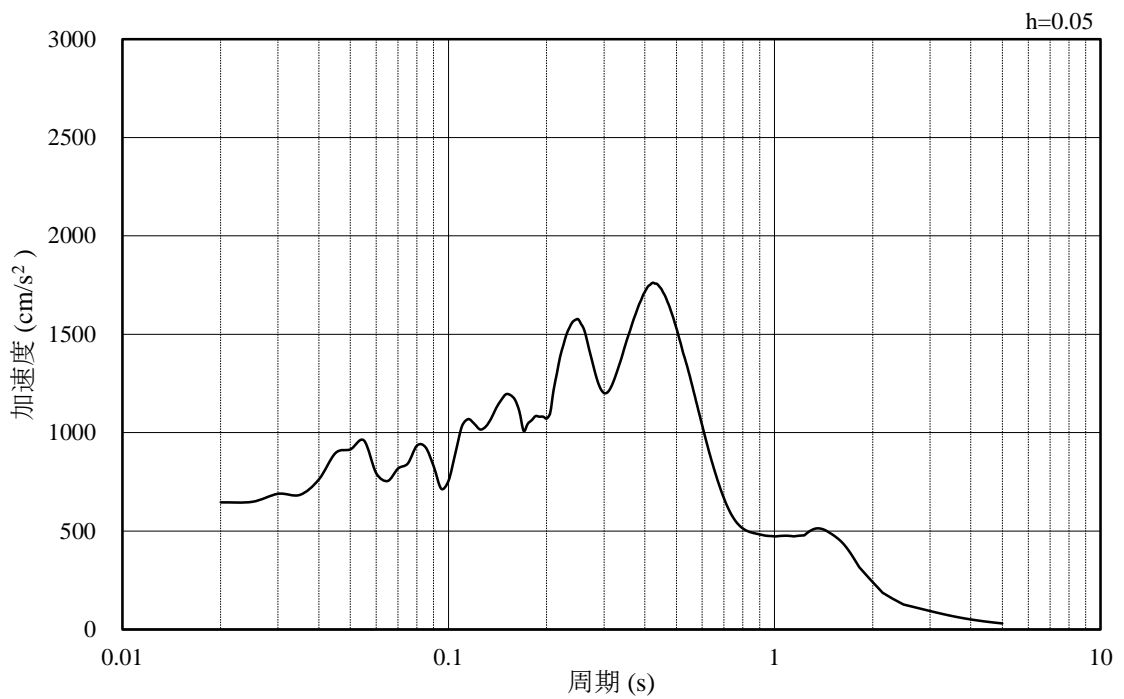


(b) 加速度応答スペクトル

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 - F 2, E W方向)

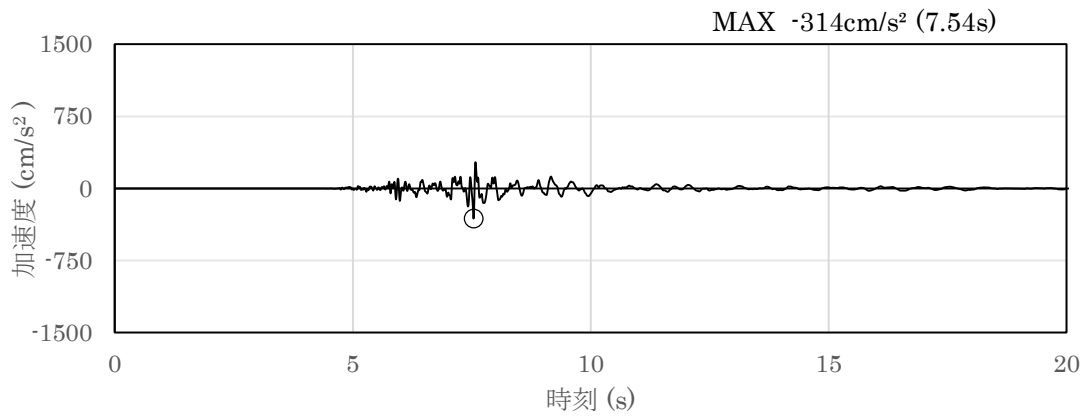


(a) 加速度時刻歴波形

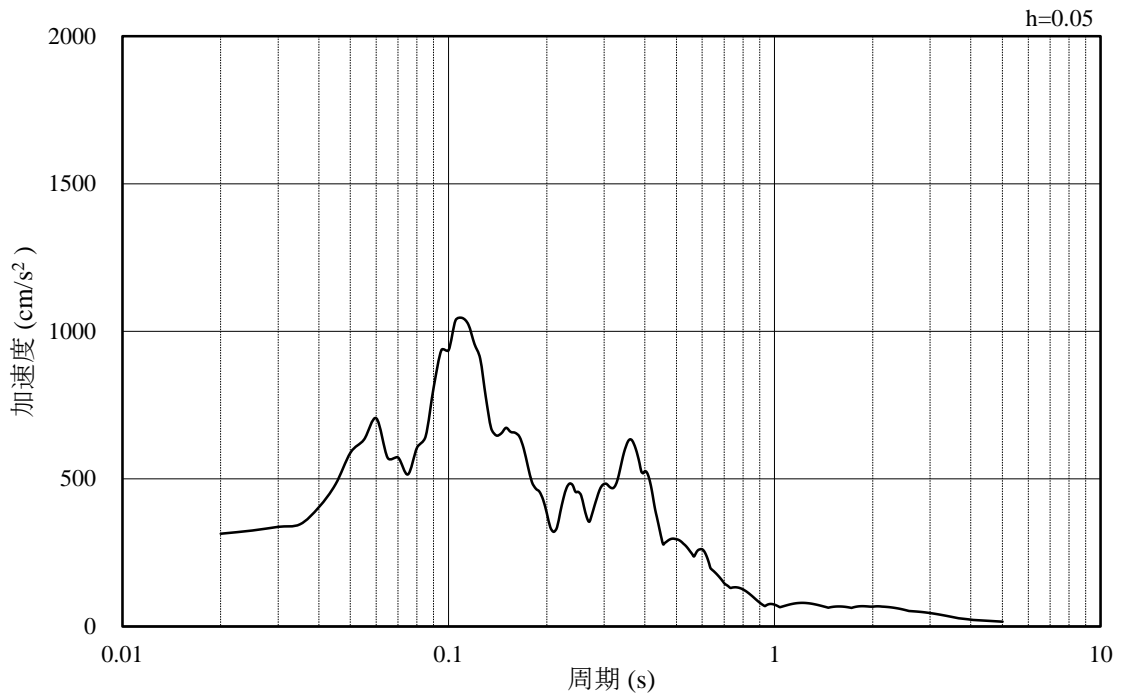


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 1)

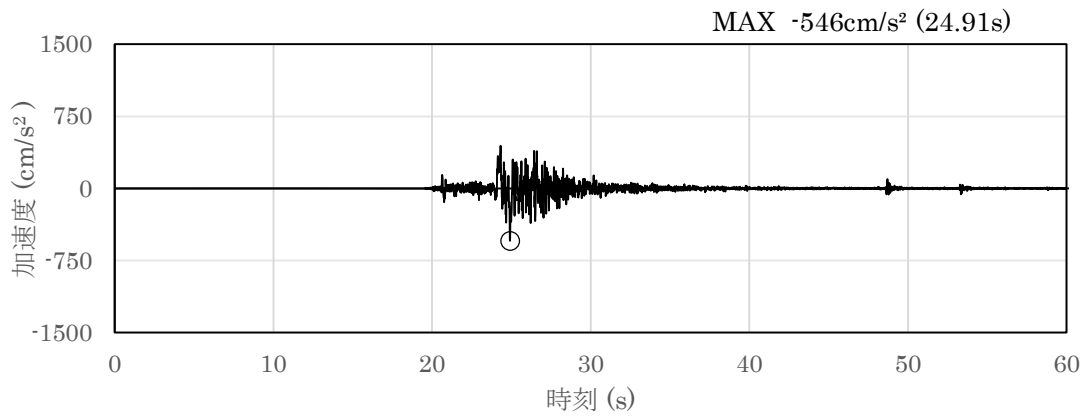


(a) 加速度時刻歴波形

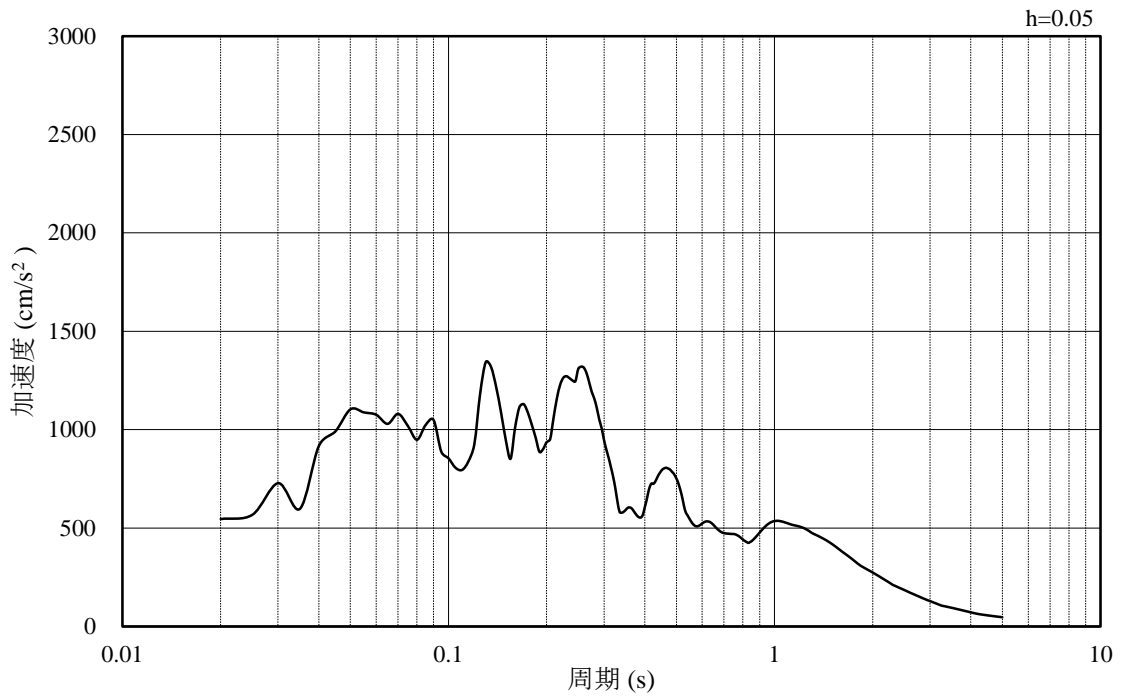


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 1)

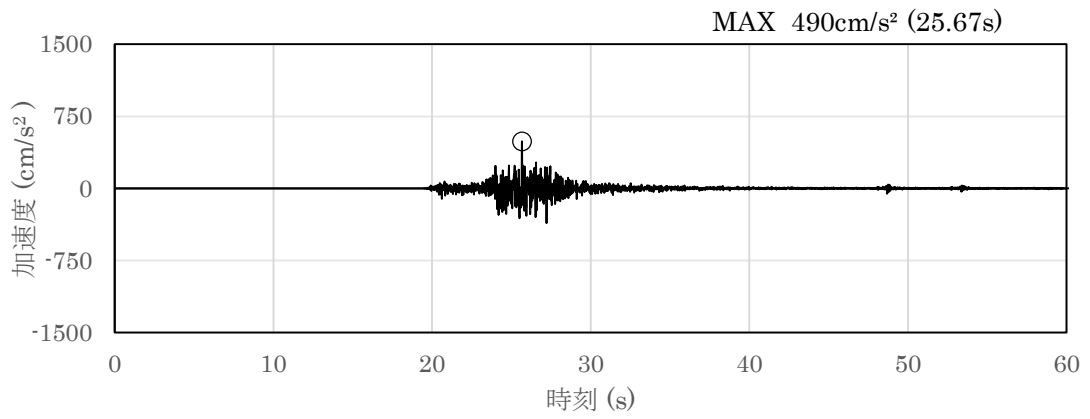


(a) 加速度時刻歴波形

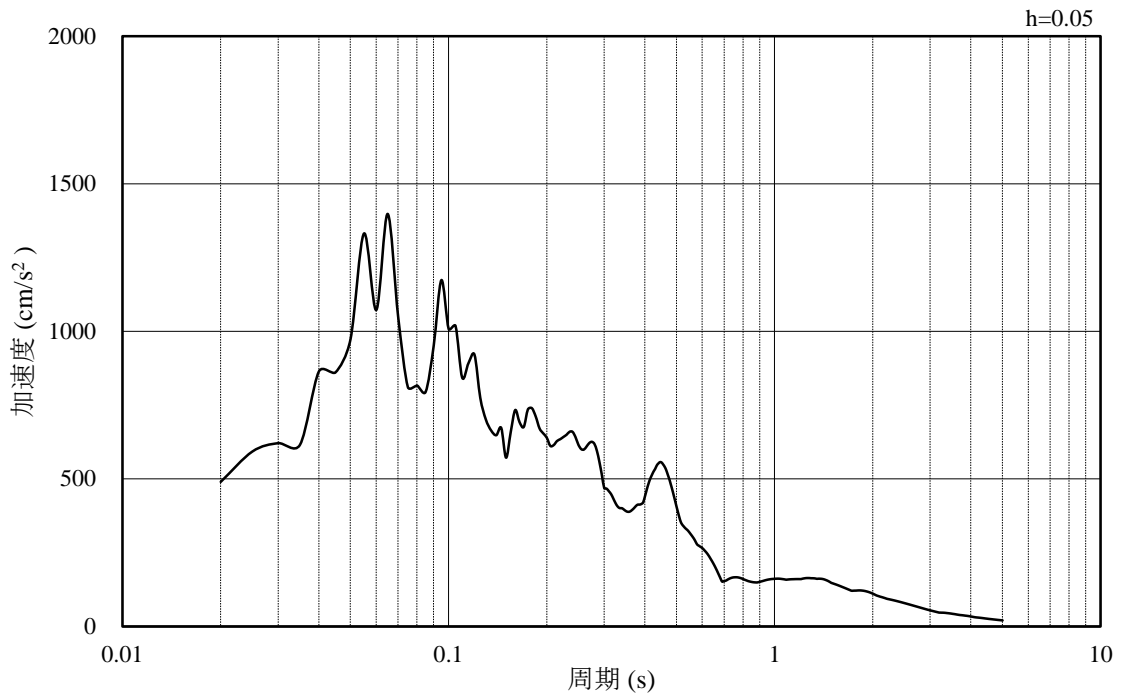


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 2, N S 方向)

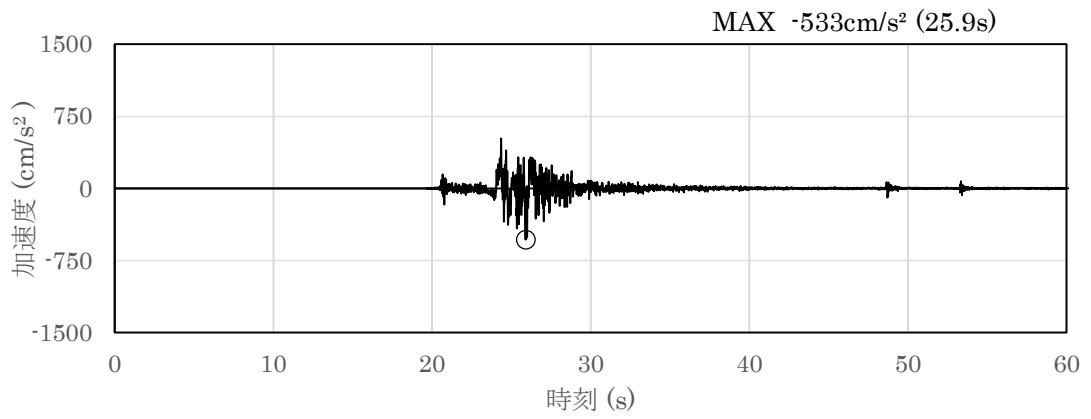


(a) 加速度時刻歴波形

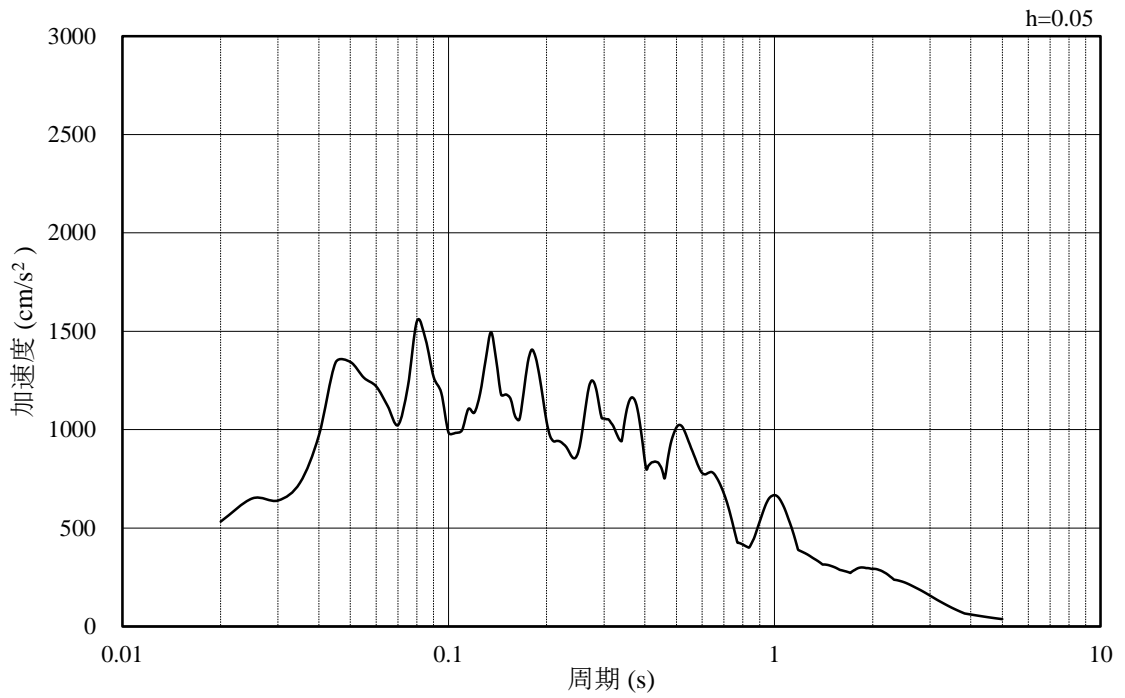


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 2, N S 方向)

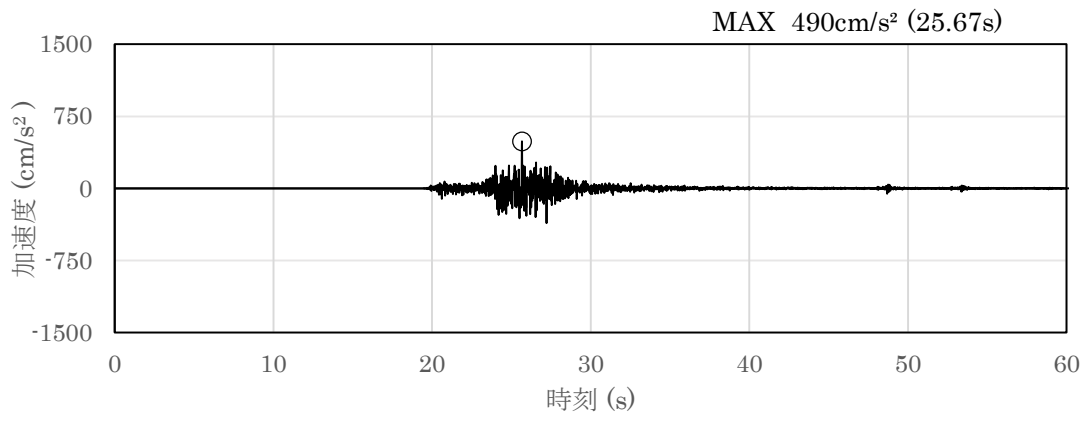


(a) 加速度時刻歴波形

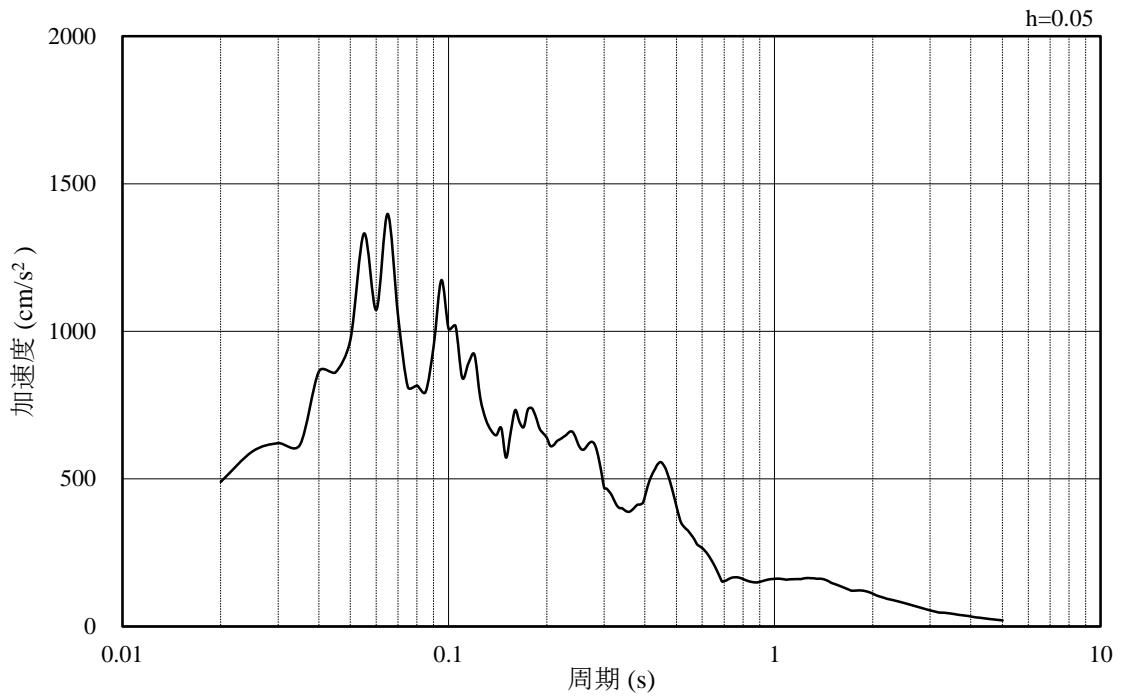


(b) 加速度応答スペクトル

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 s - N 2, E W方向)



(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_s-N₂，EW方向)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の地震応答解析モデルを図 3-25～図 3-27 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

A-A断面及びB-B断面において、鉄筋コンクリート部材は非線形はり要素によりモデル化する。

C-C断面において、鉄筋コンクリート部材は非線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

機器・配管荷重は解析モデルに付加重量として与えることで考慮する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、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。なお、MMRは周辺岩盤と同等とし、線形の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

A-A断面及びB-B断面の解析モデル範囲において隣接構造物となる原子炉建物は、等価剛性として線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

C-C断面の解析モデル範囲において隣接構造物となる補助消火水槽は、等価剛性として線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、第1ベントフィルタ格納槽については、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必要があることから、非線形はり要素及び平面応力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」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

低圧原子炉代替注水槽の内水位は、EL 11.2m とする。

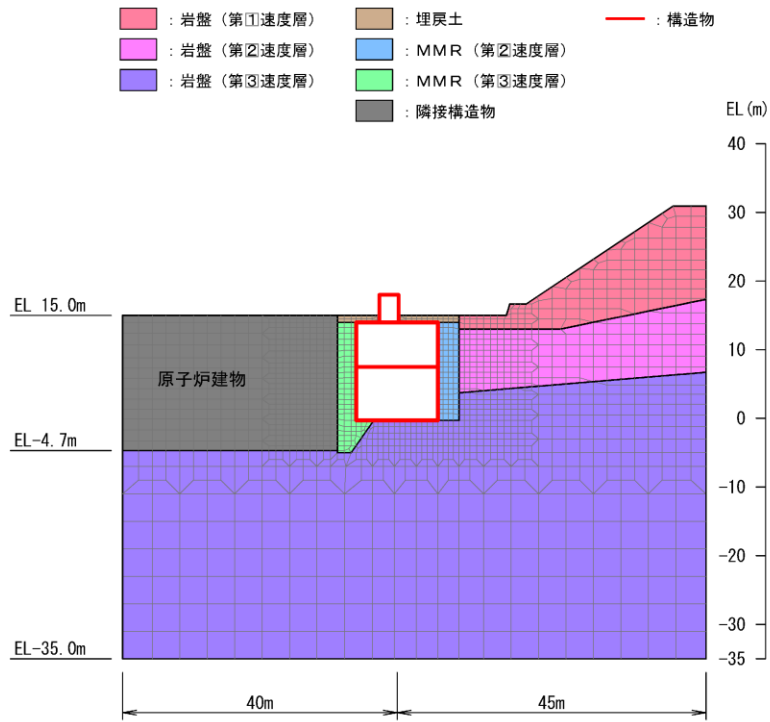


図 3-25 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 地震応答解析モデル図 (A-A 断面)

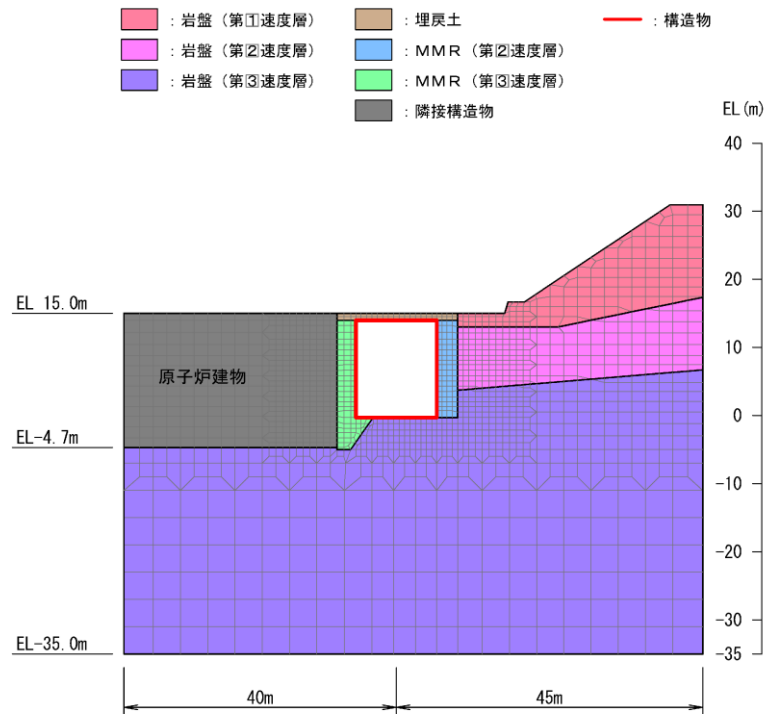


図 3-26 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 地震応答解析モデル図 (B-B 断面)

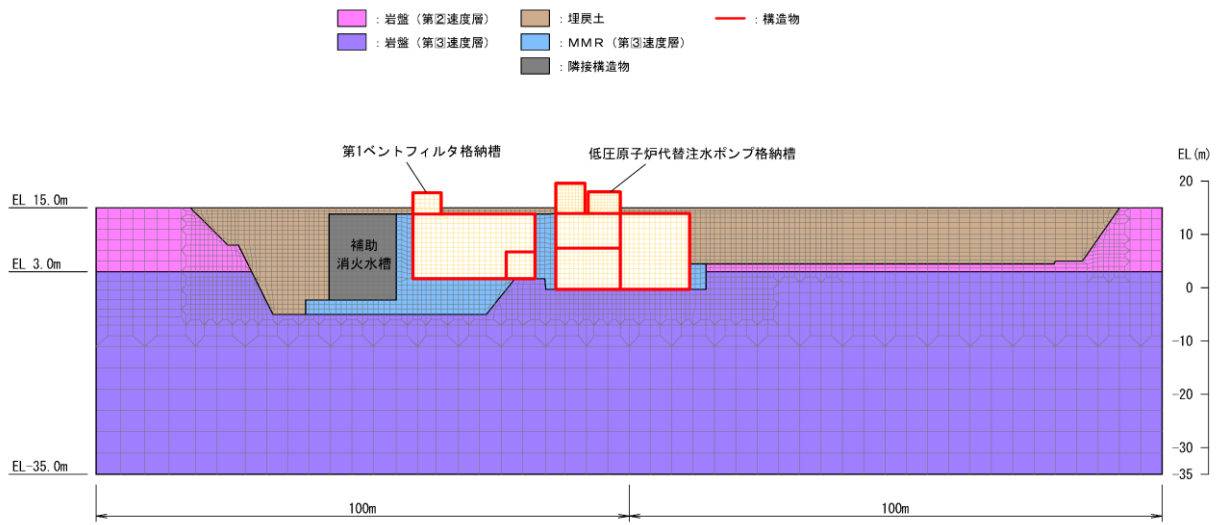


図 3-27 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 地震応答解析モデル図 (C-C断面)

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 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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3-8に，設計地下水位を図3-28～図3-30に示す。

表3-8 設計地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽	A-A断面	15.0
	B-B断面	
	C-C断面	

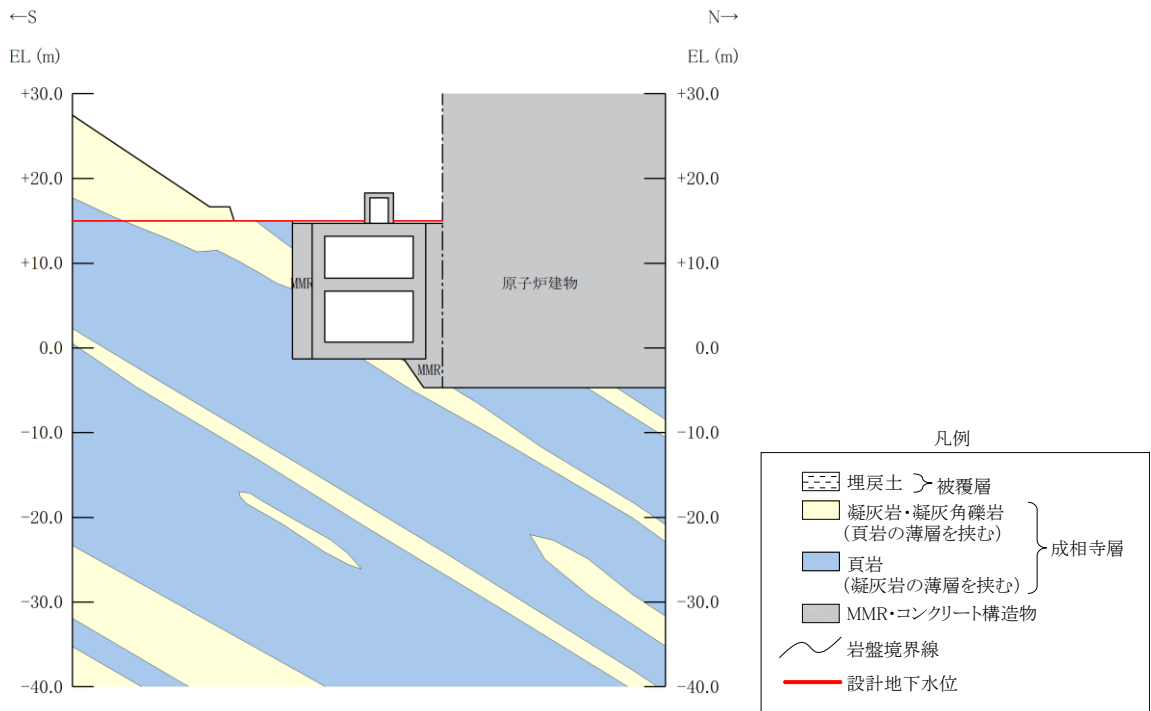


図3-28 設計地下水位 (A-A断面)

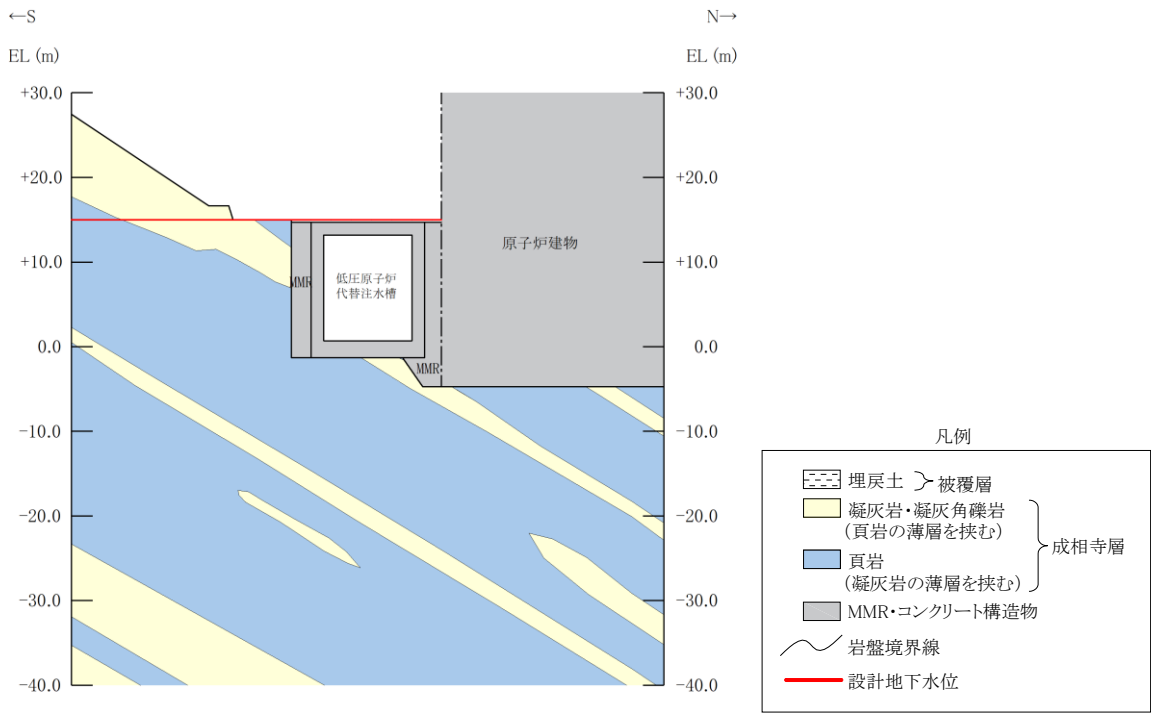


図 3-29 設計地下水位 (B-B 断面)

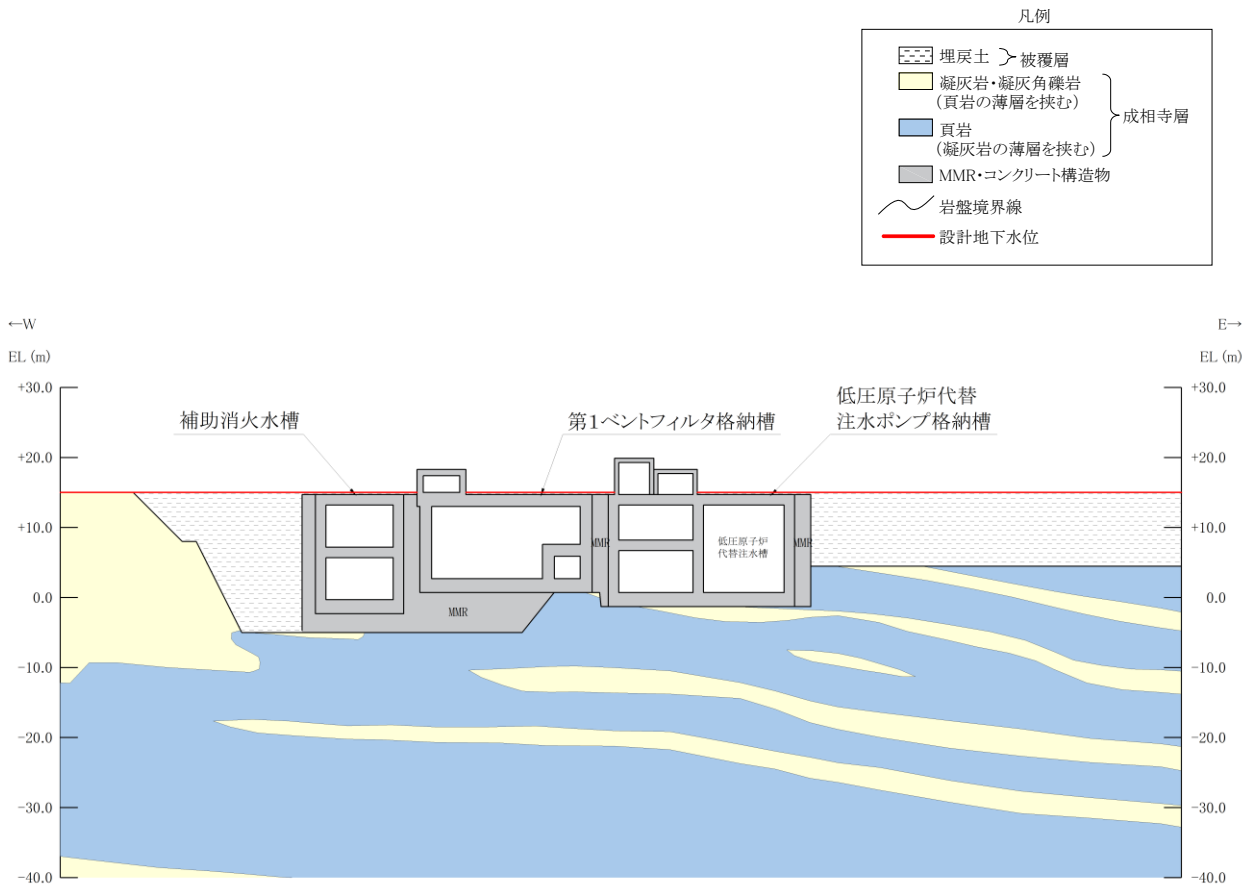
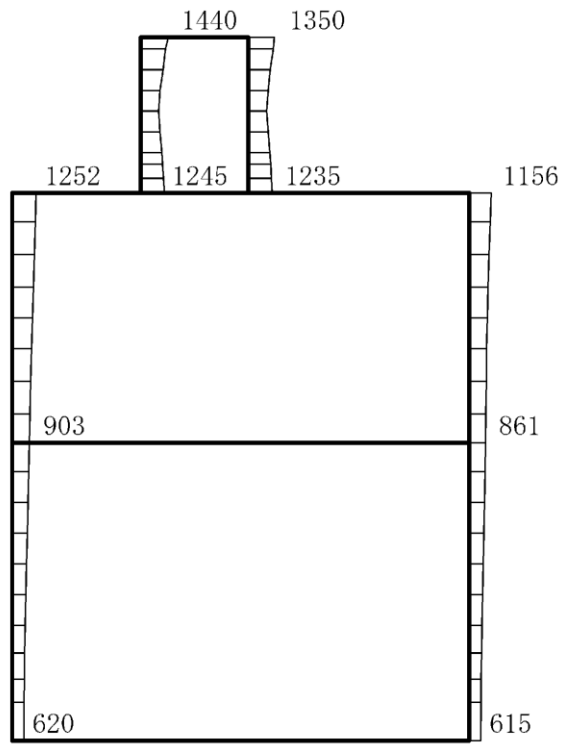


図 3-30 設計地下水位 (C-C 断面)

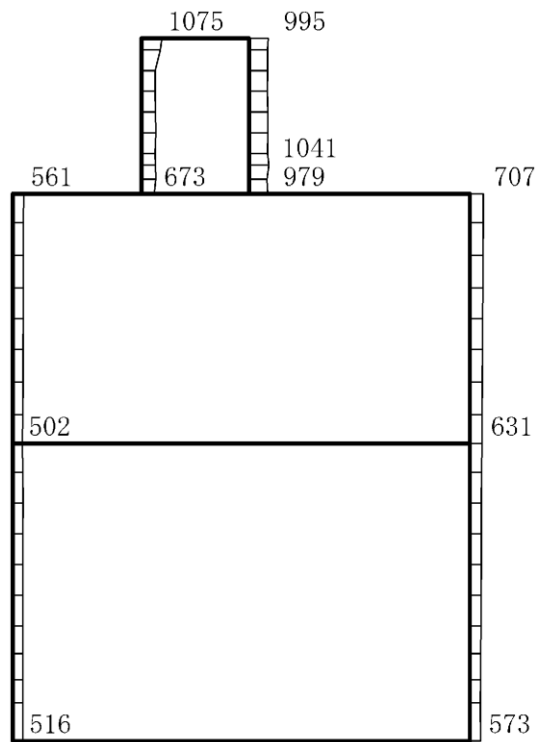
4. 解析結果

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-12 に示す。また、解析ケース①において、照査値が最大となる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-13 及び図 4-14 に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図 4-15～図 4-26 に示す。



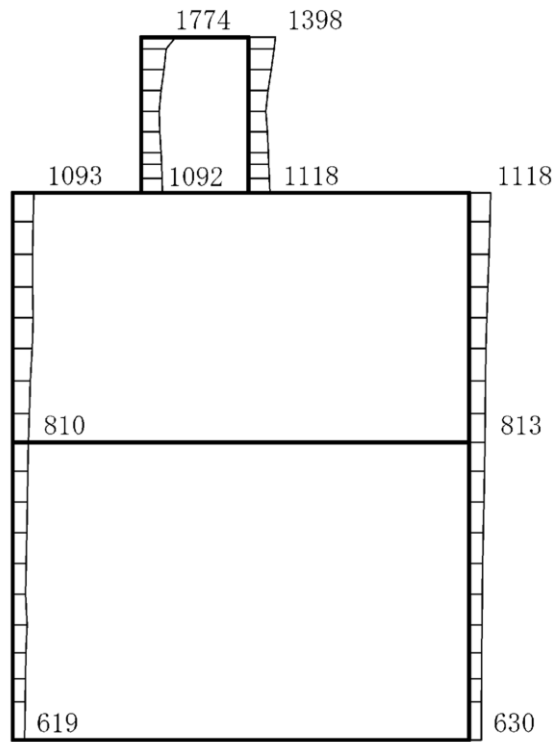
(a) S s - D (++) 水平



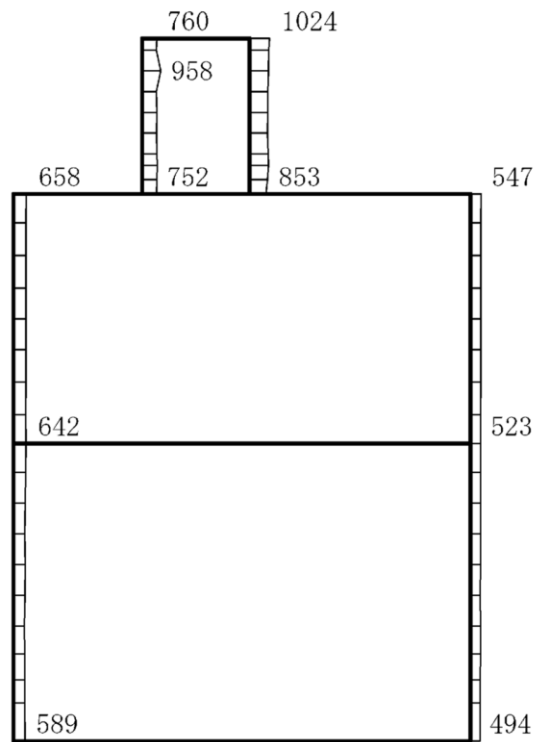
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-1 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



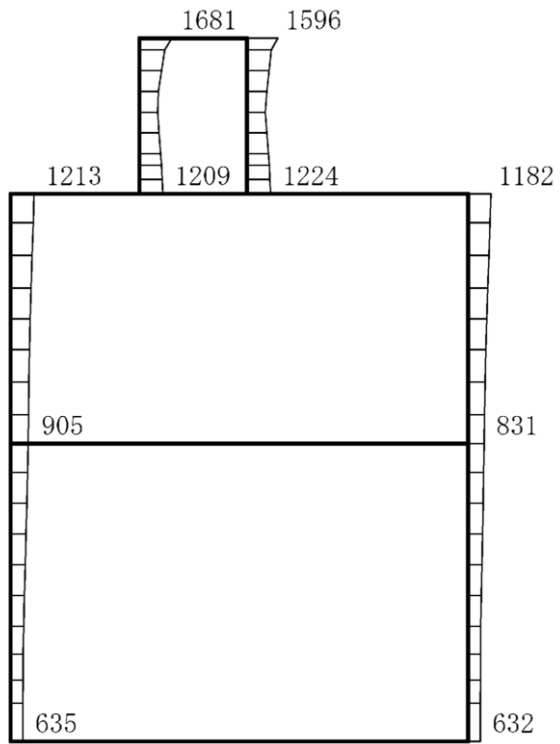
(a) S s - D (-+) 水平



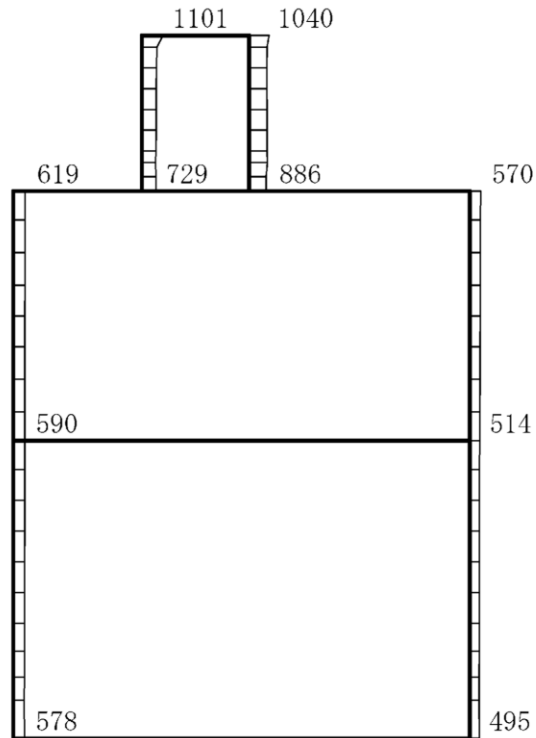
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



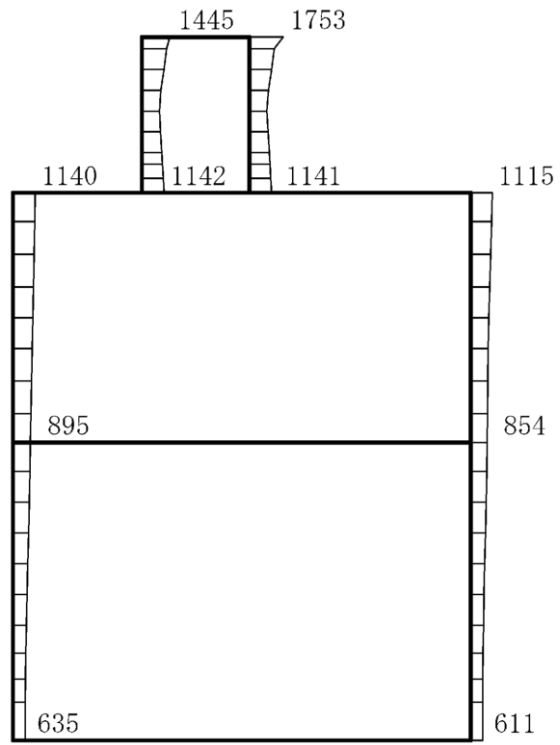
(a) S s - D (+-) 水平



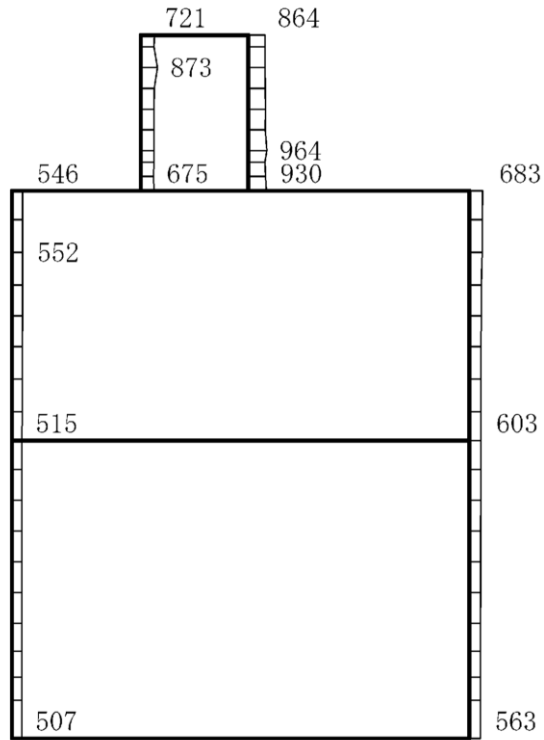
(b) S s - D (+-) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



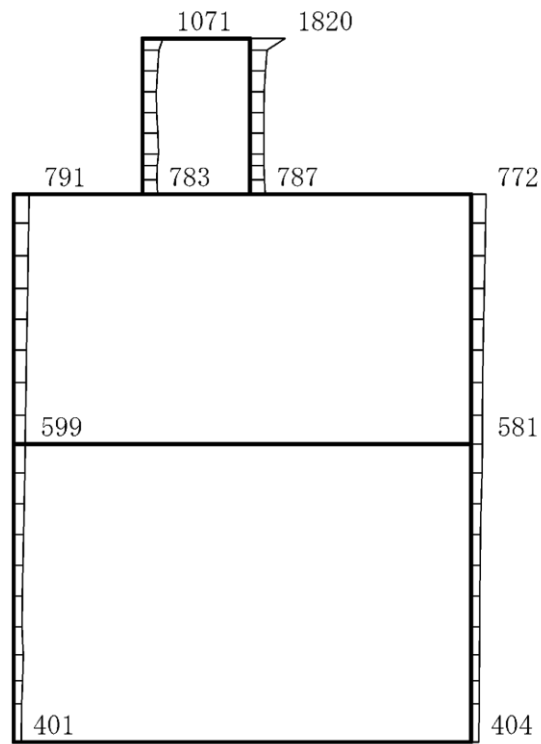
(a) S s - D (---) 水平



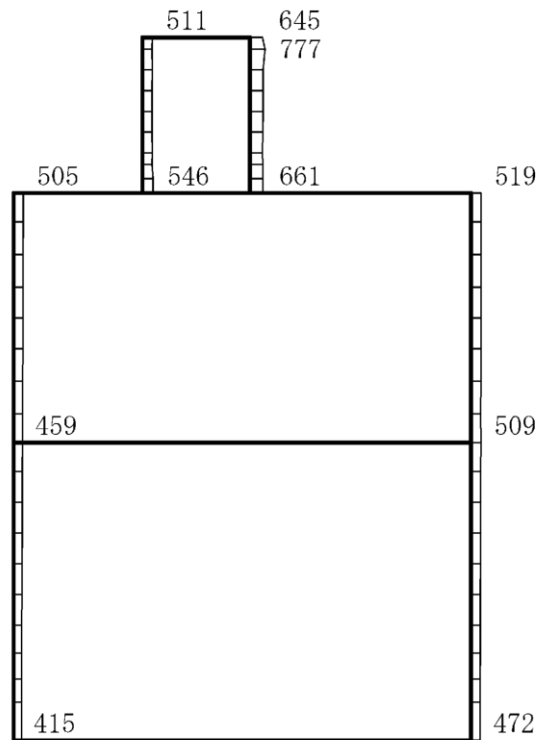
(b) S s - D (---) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



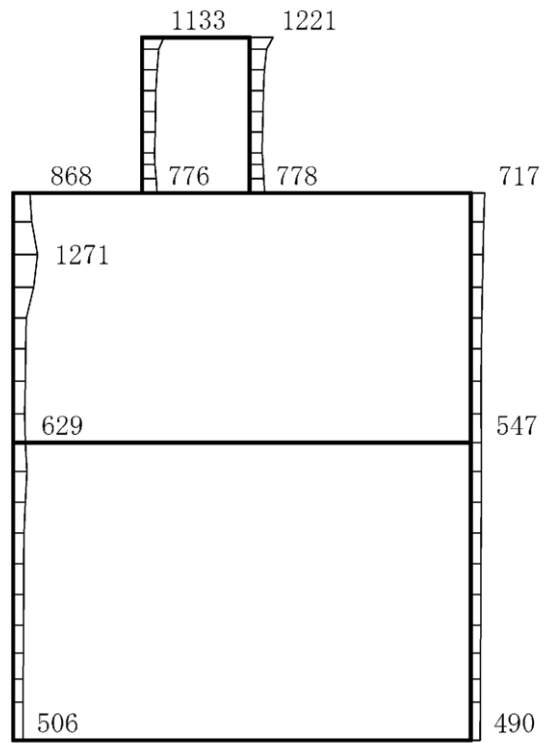
(a) S s - F 1 (++) 水平



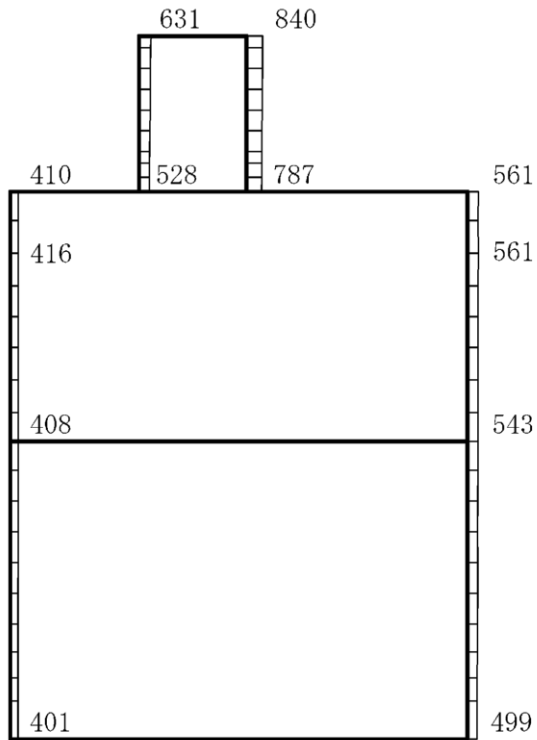
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-5 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



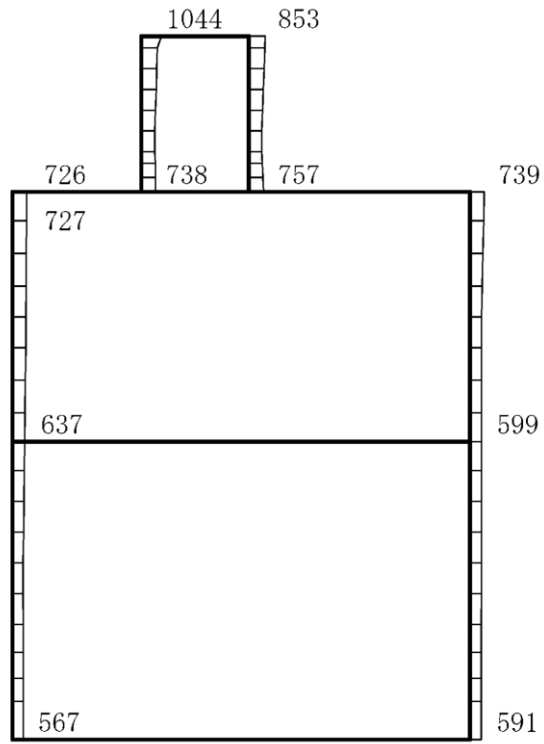
(a) S s - F 2 (++) 水平



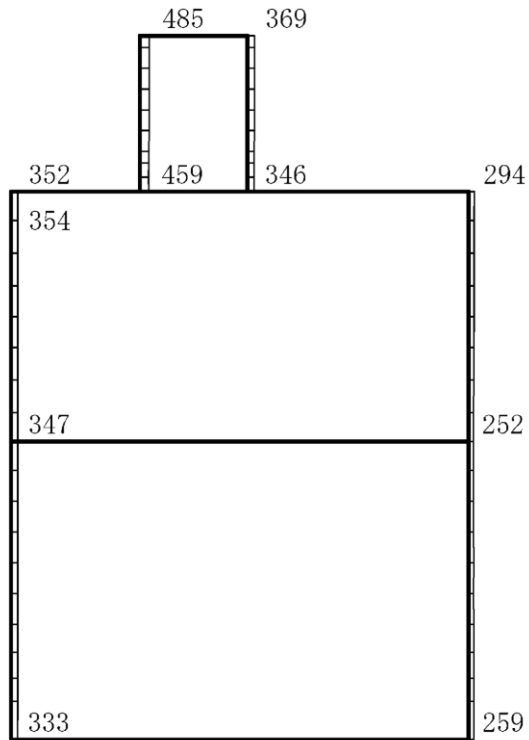
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



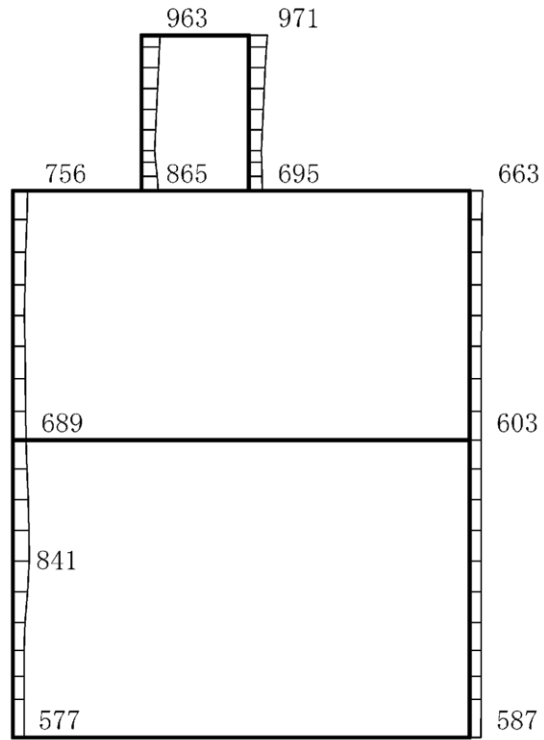
(a) S s - N 1 (++) 水平



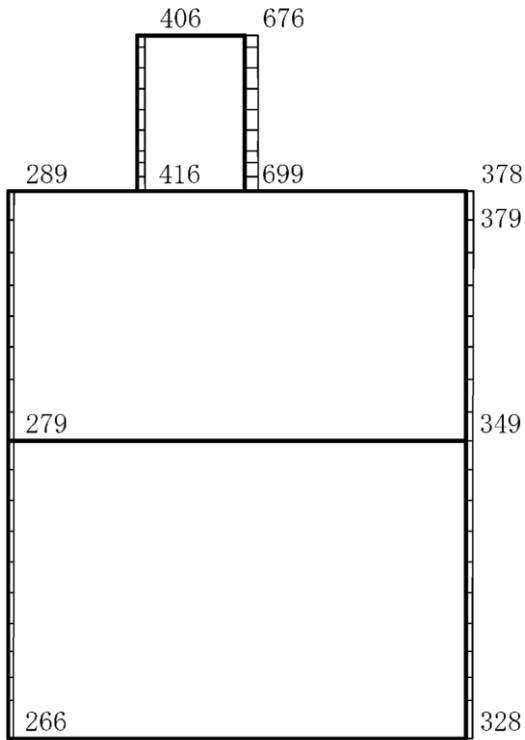
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-7 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



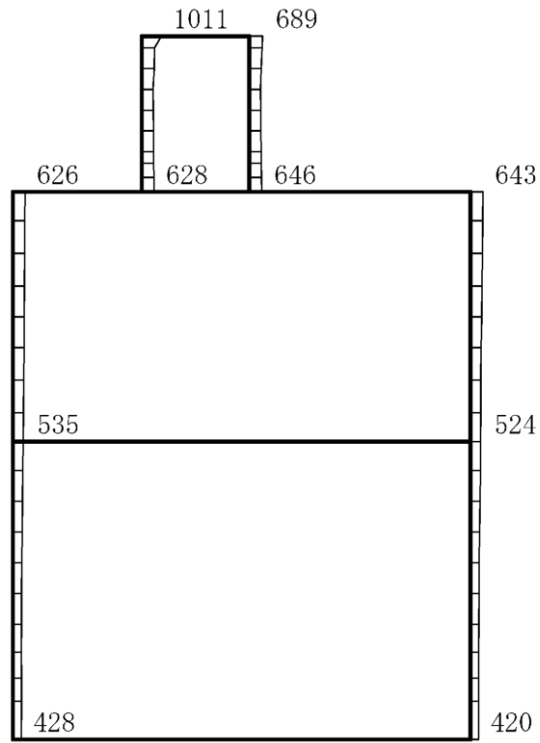
(a) S s - N 1 (- +) 水平



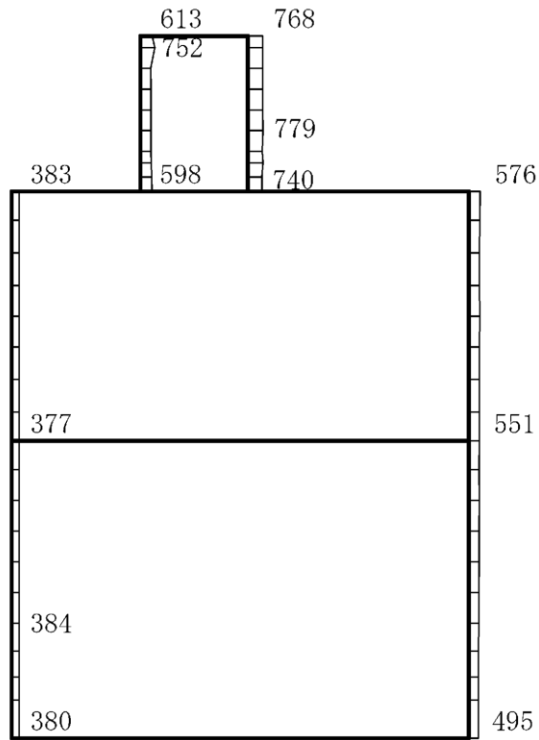
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



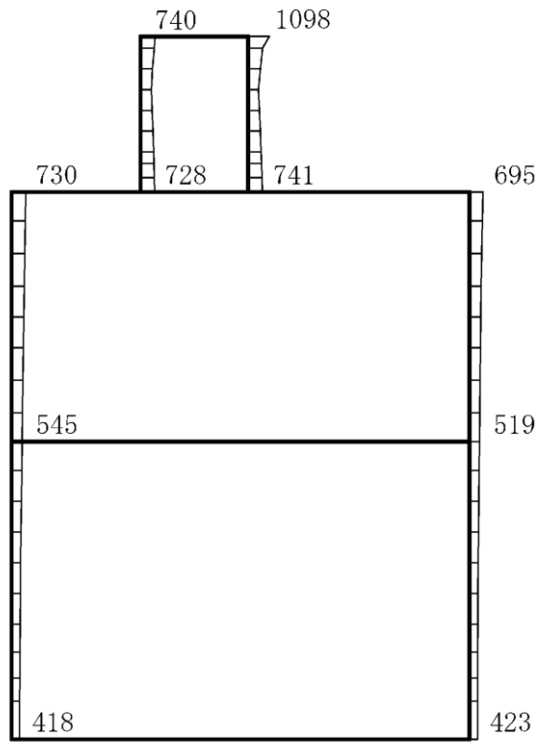
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



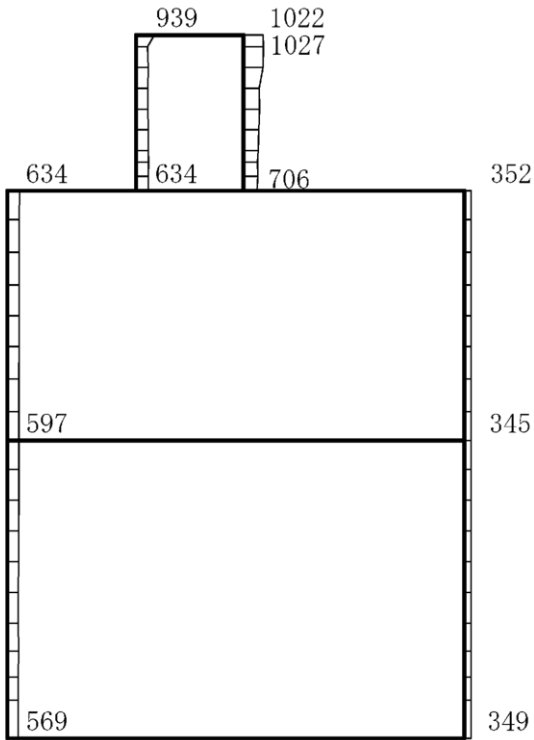
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



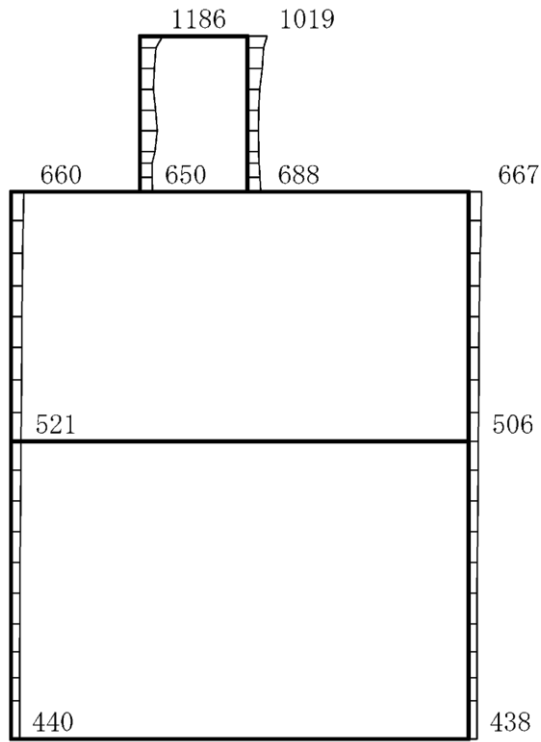
(a) $S_s - N2 (NS)$ (-+) 水平



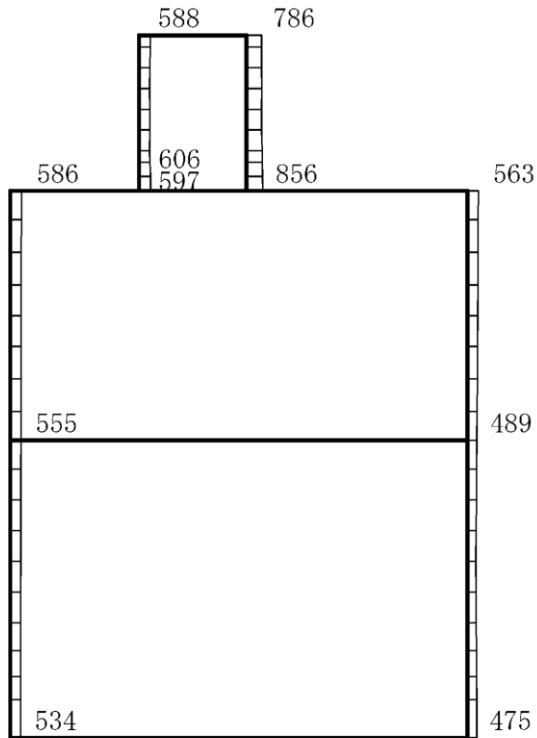
(b) $S_s - N2 (NS)$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-10 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



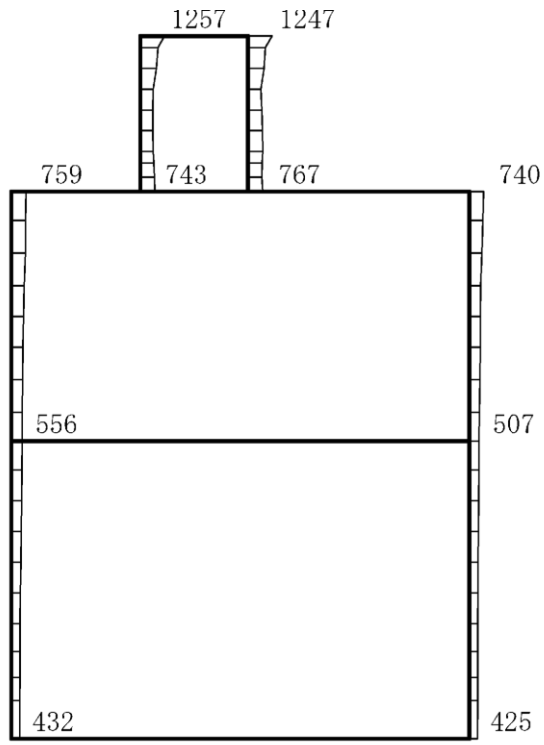
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



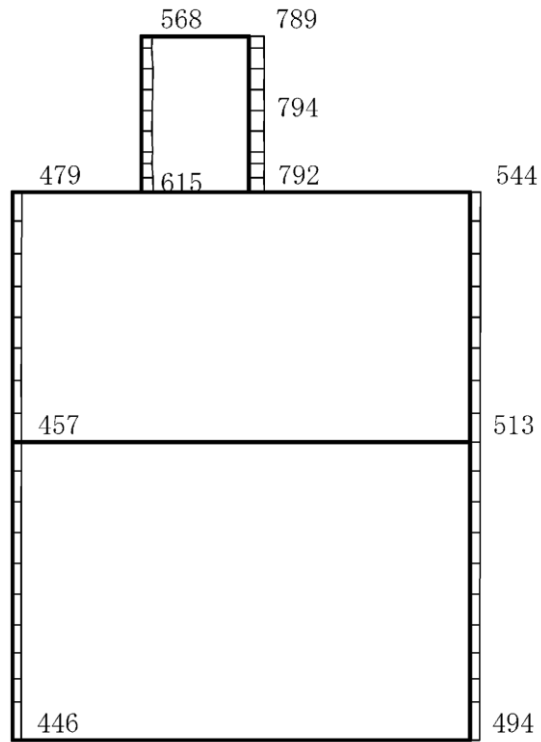
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 2 (m)$ 応答値スケール $0 \sim 4000 (cm/s^2)$

図 4-11 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)



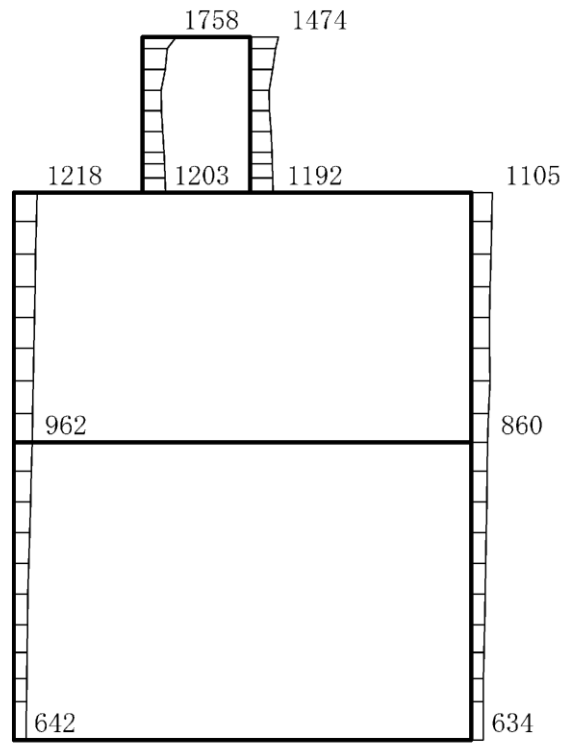
(a) $S_s - N 2 (E W)$ (- +) 水平



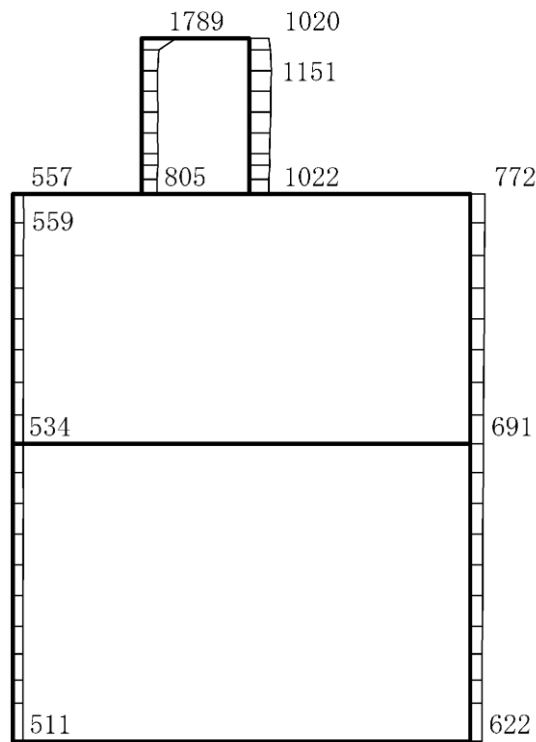
(b) $S_s - N 2 (E W)$ (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-12 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



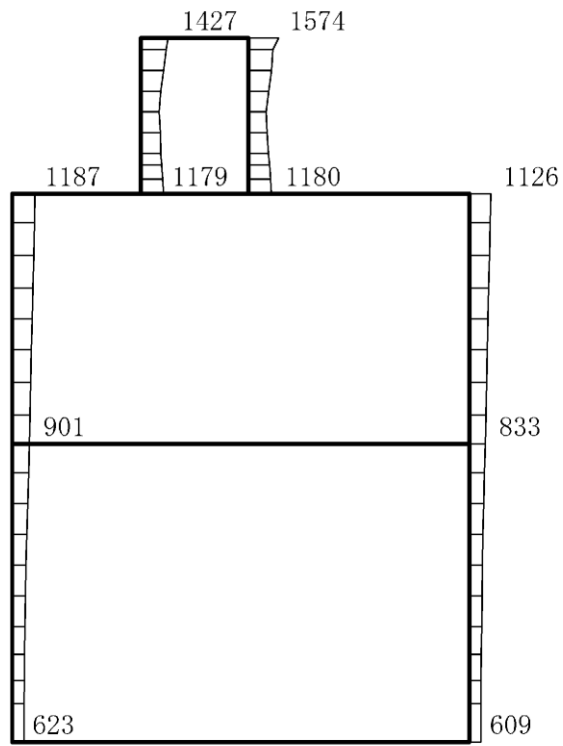
(a) S s - D (++) 水平



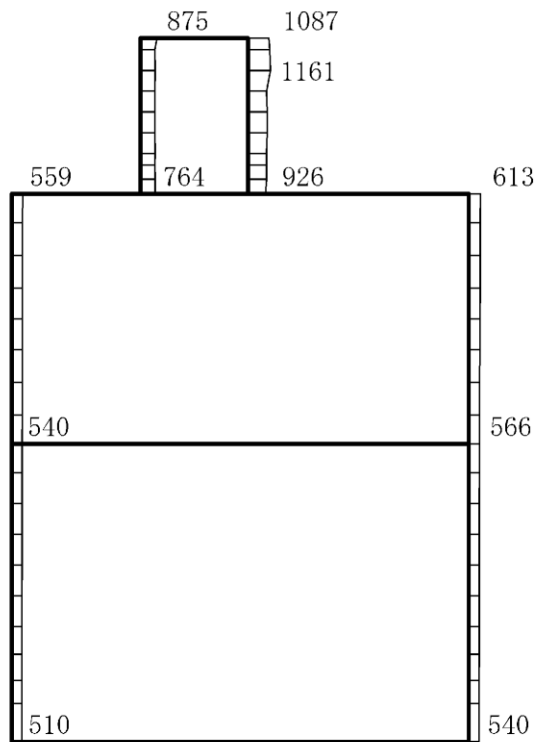
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-13 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



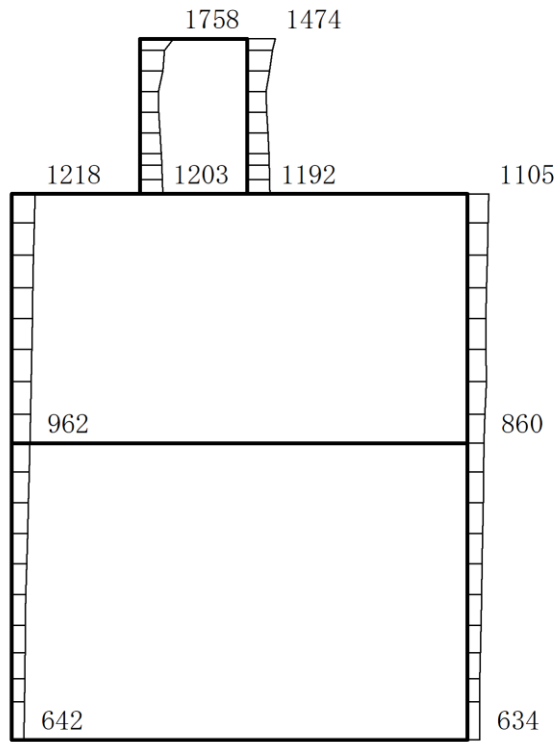
(a) S s - D (++) 水平



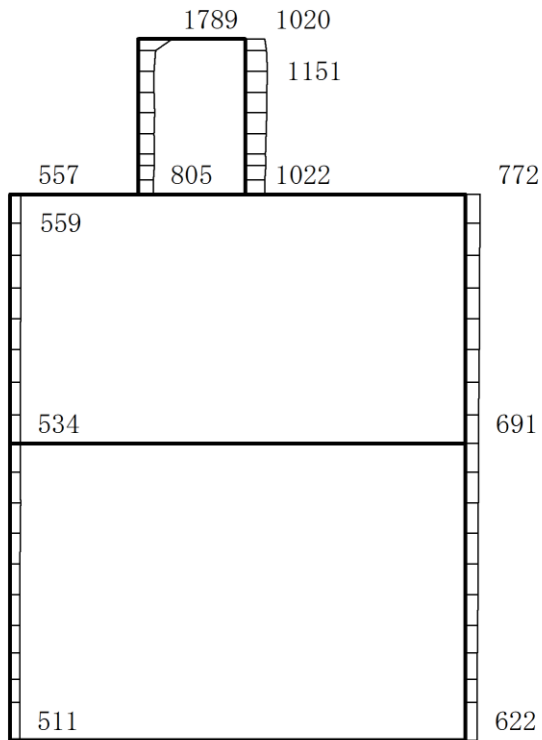
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-14 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



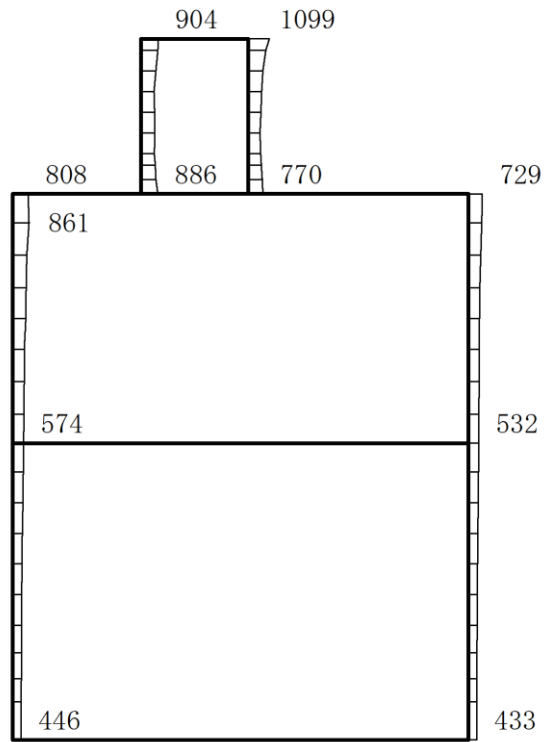
(a) S s - D (++) 水平



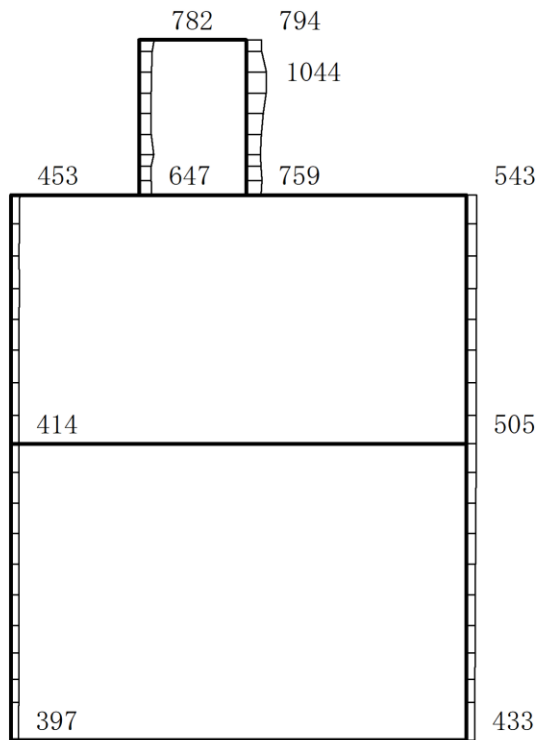
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-15 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



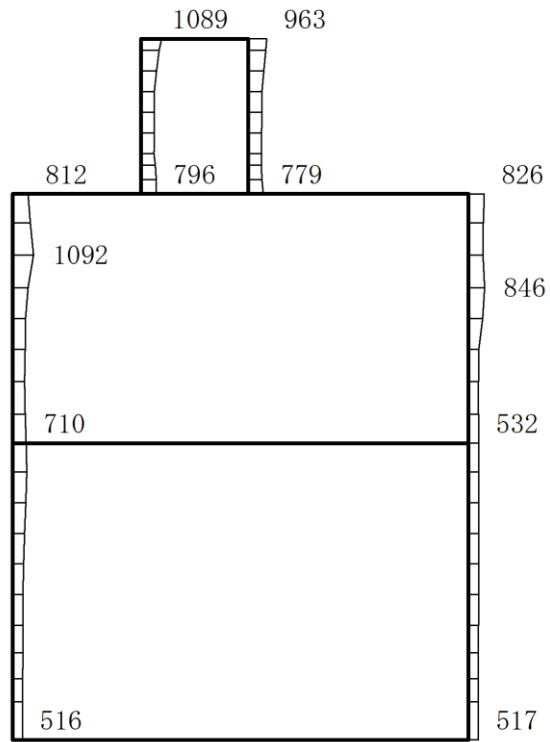
(a) S s - F 1 (++) 水平



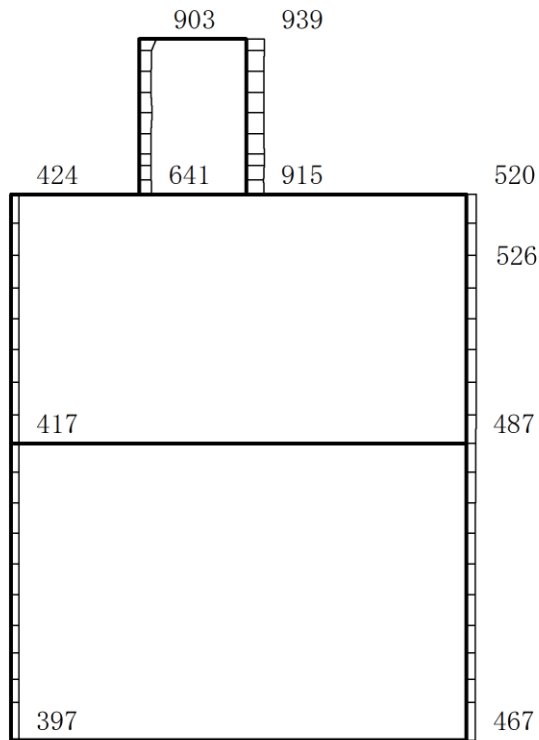
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



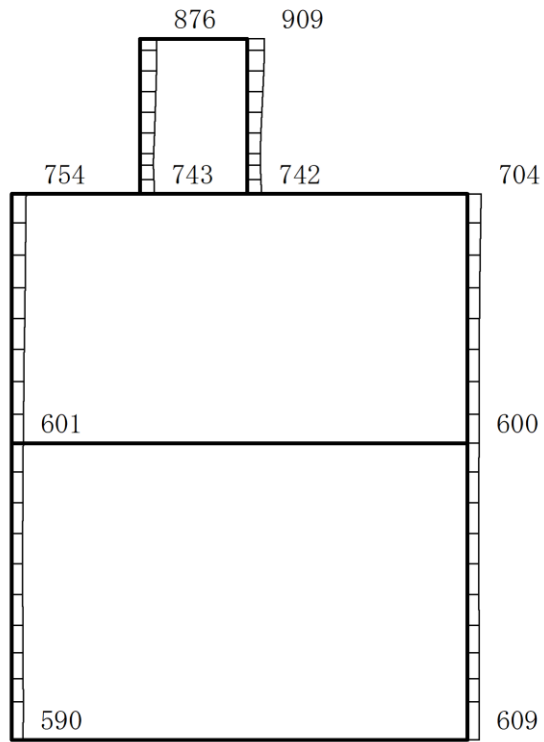
(a) S s - F 2 (++) 水平



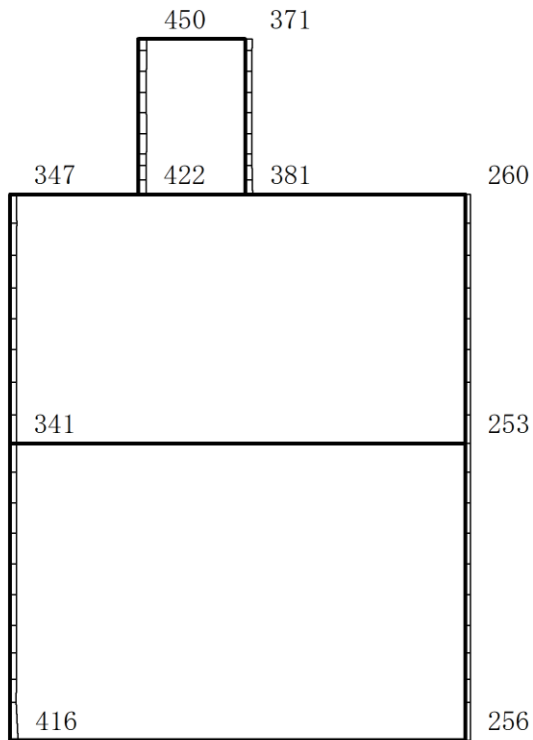
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



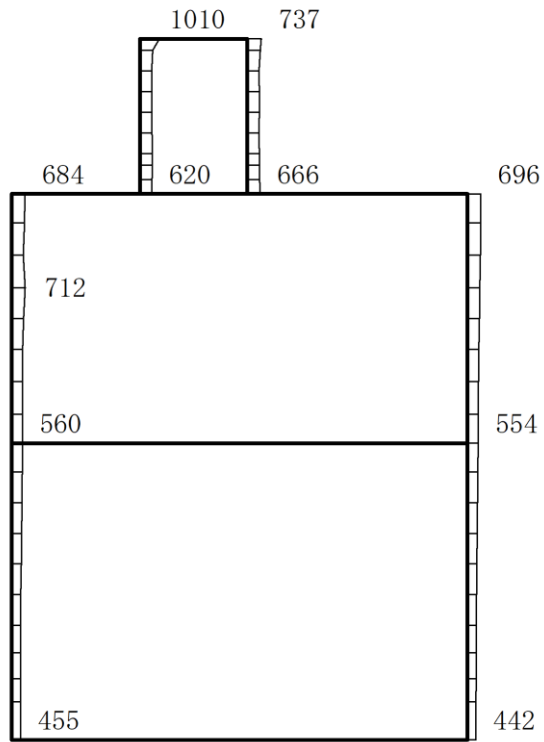
(a) S s - N 1 (++) 水平



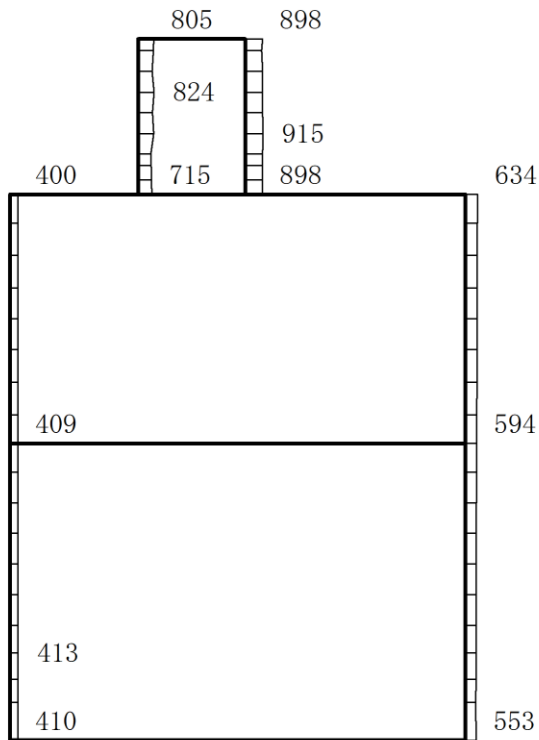
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



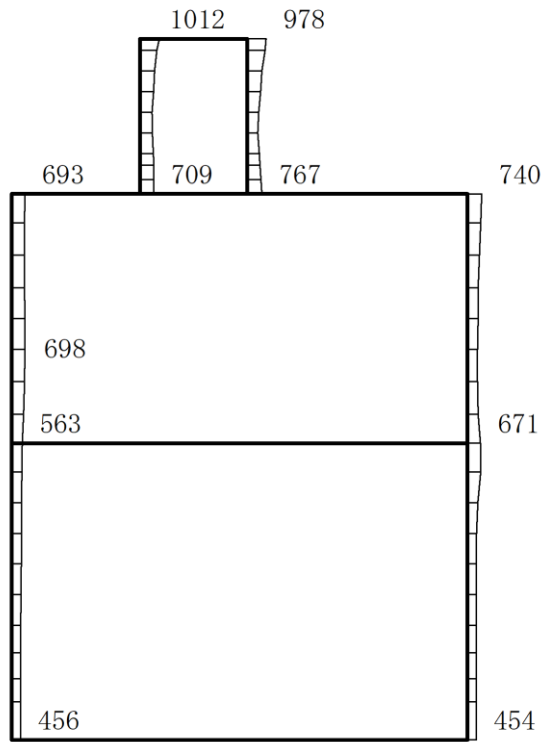
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



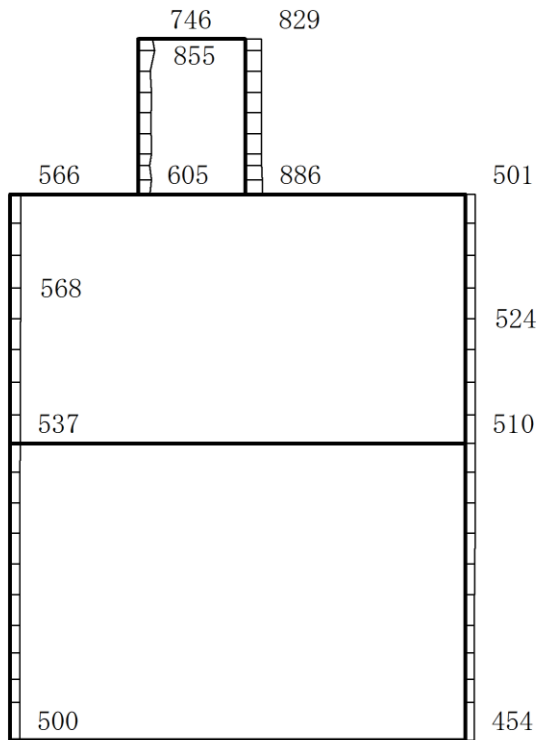
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-19 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)



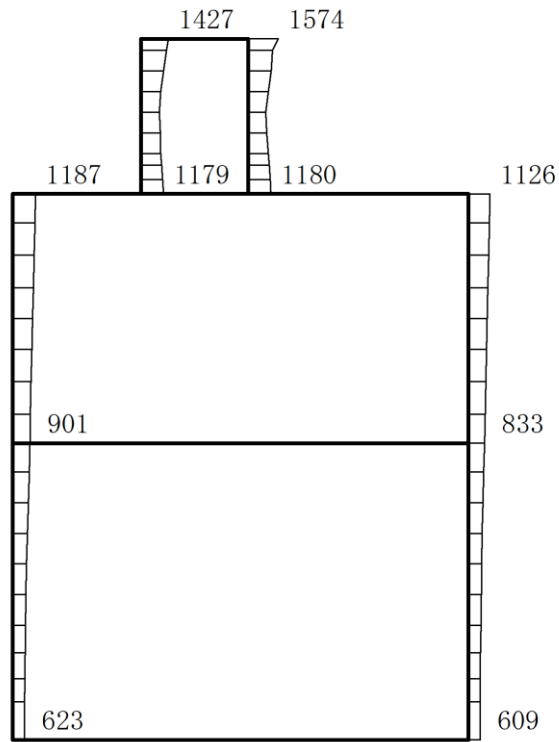
(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



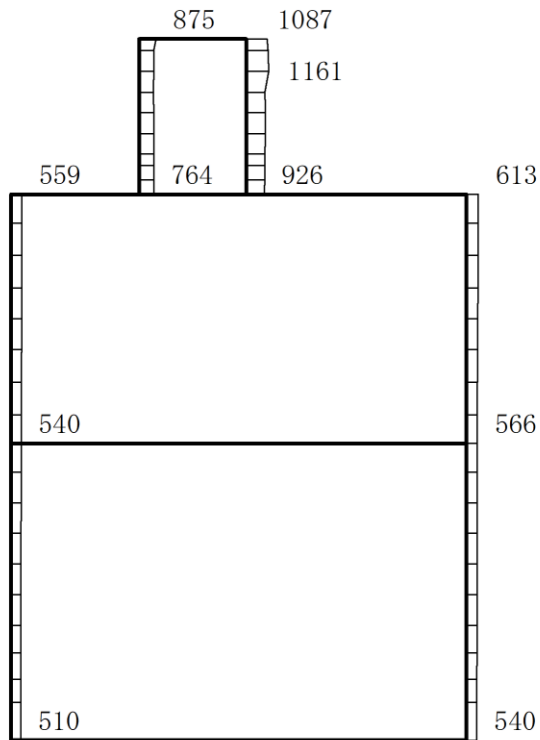
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 2 (m)$ 応答値スケール $0 \sim 4000 (cm/s^2)$

図 4-20 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



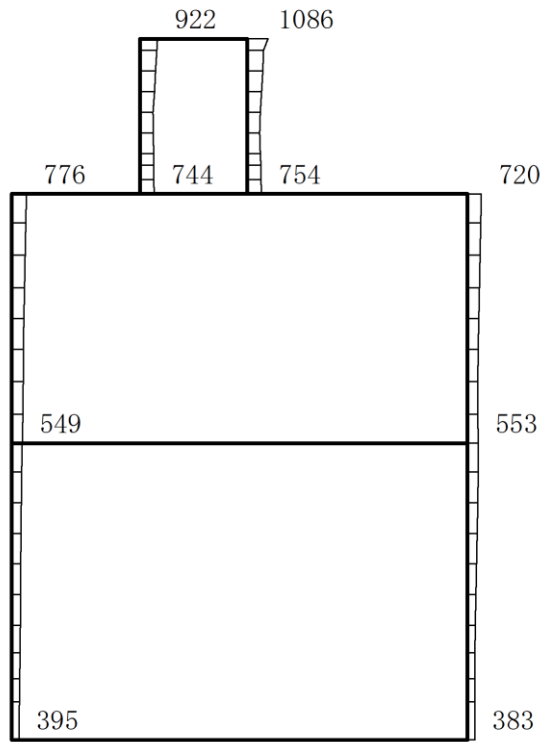
(a) S s - D (++) 水平



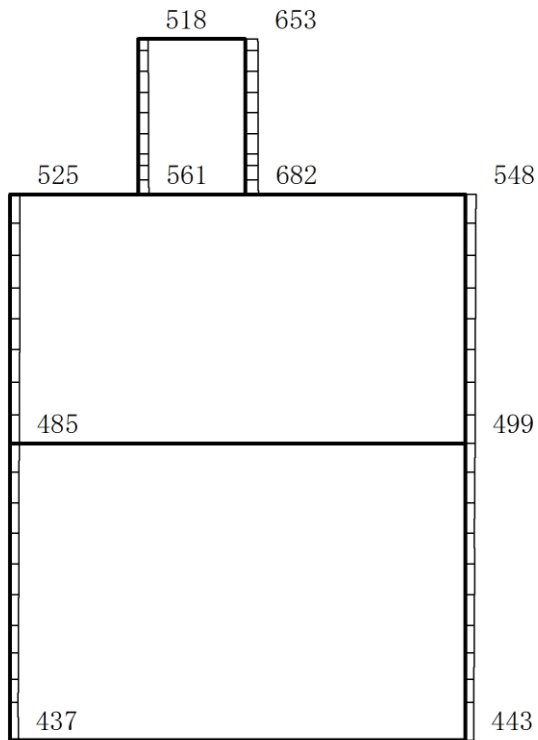
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-21 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



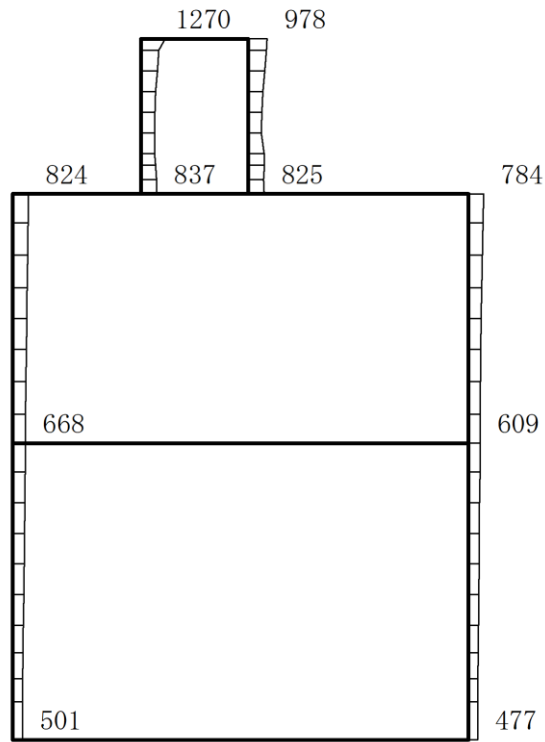
(a) S s - F 1 (++) 水平



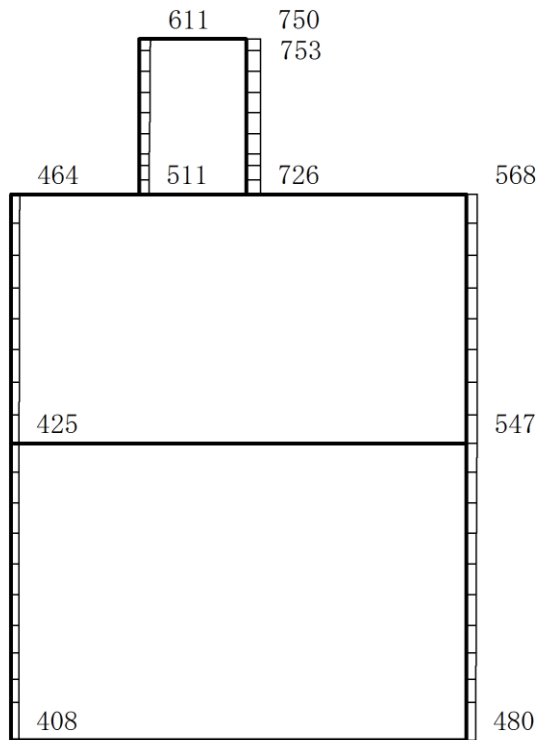
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-22 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



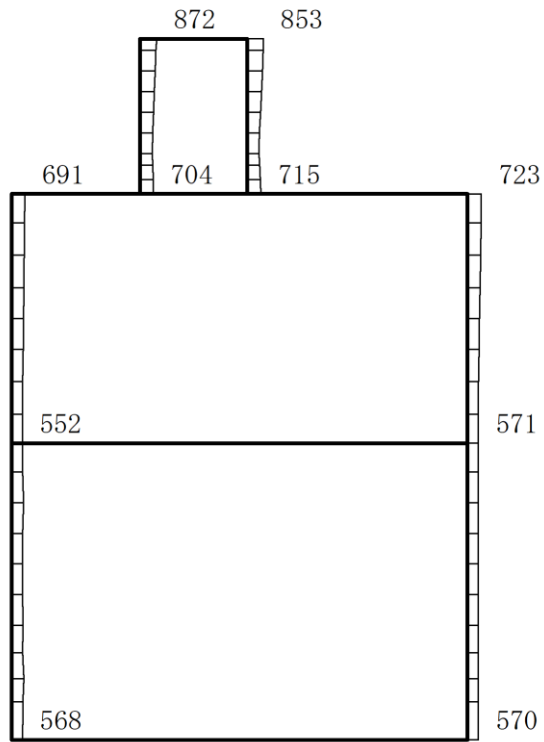
(a) S s - F 2 (++) 水平



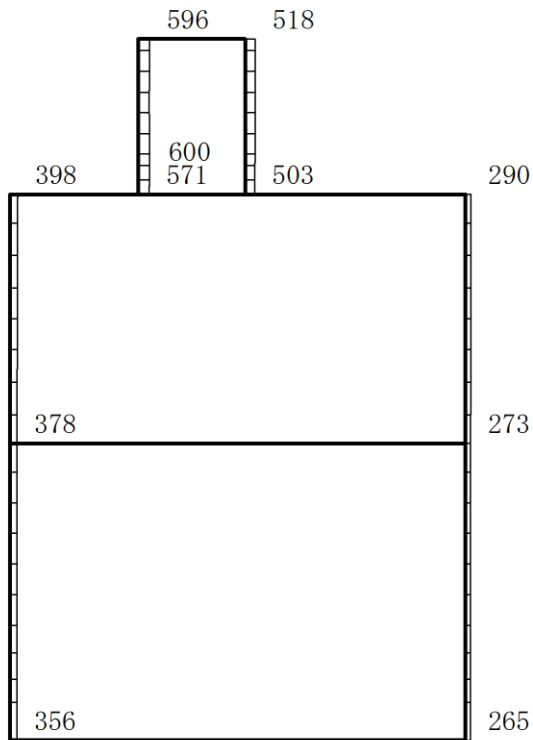
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-23 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



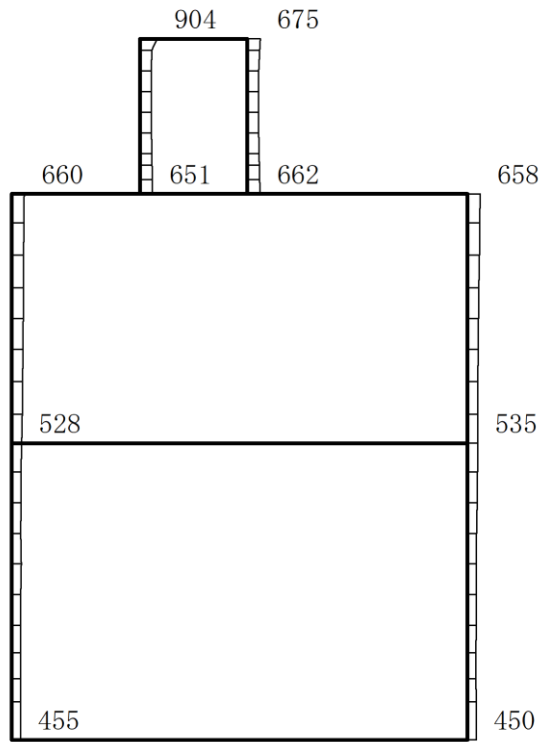
(a) S s - N 1 (++) 水平



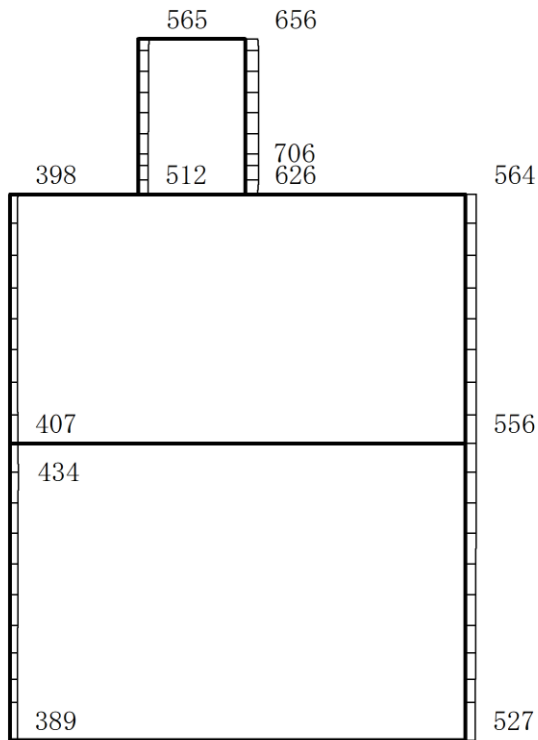
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-24 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



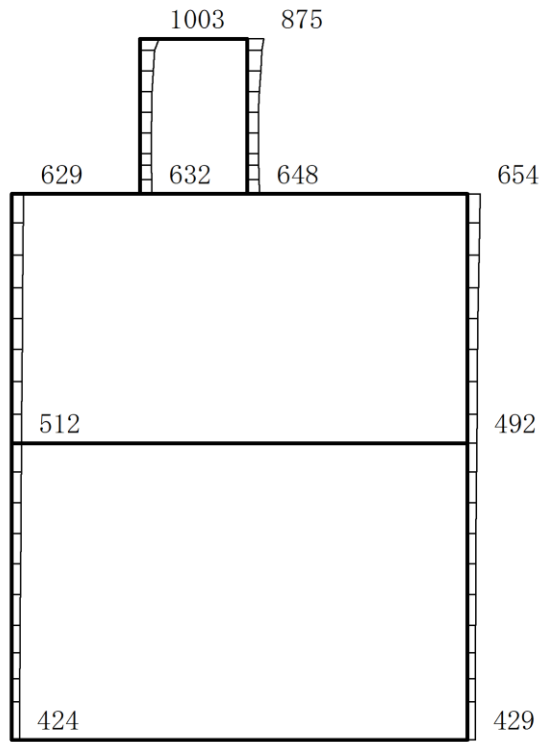
(a) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 水平



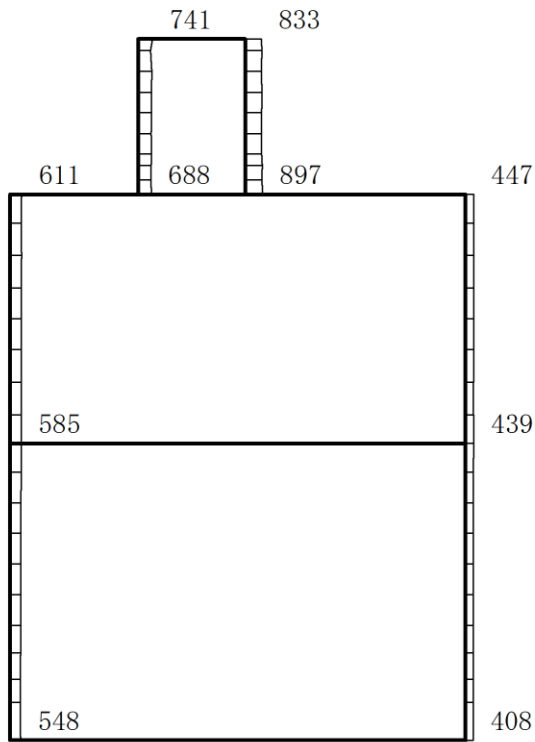
(b) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-25 最大応答加速度分布図 (25/26) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (EW) (++)$ 水平



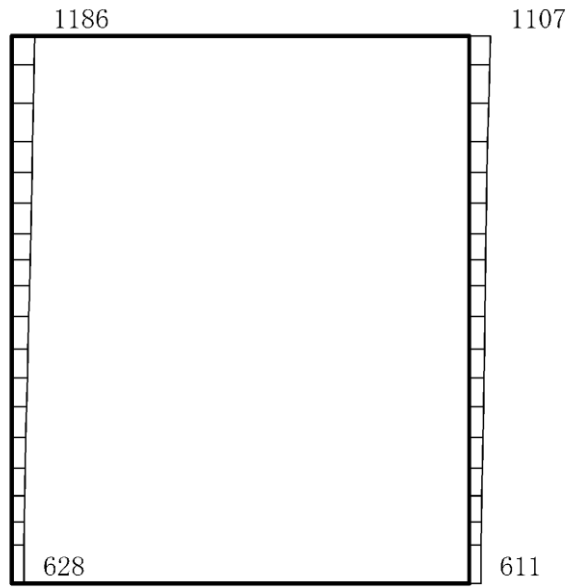
(b) $S_s - N2 (EW) (++)$ 鉛直

構造スケール $0 \sim 2 (m)$ 応答値スケール $0 \sim 4000 (cm/s^2)$

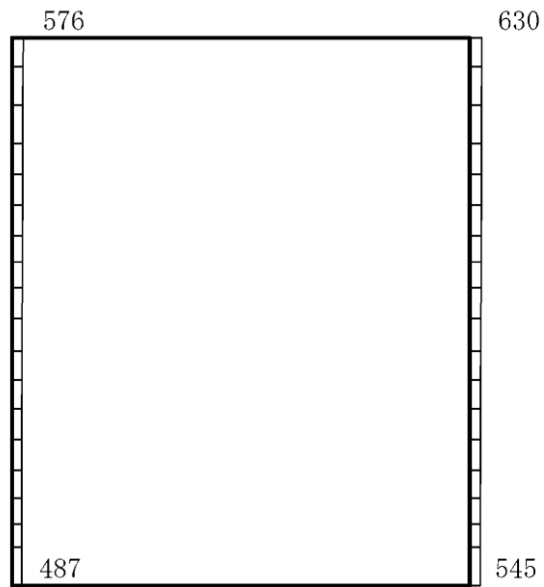
図 4-26 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図4-27～図4-38に示す。また、解析ケース①において、照査値が最大となる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-39及び図4-40に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-41～図4-52に示す。



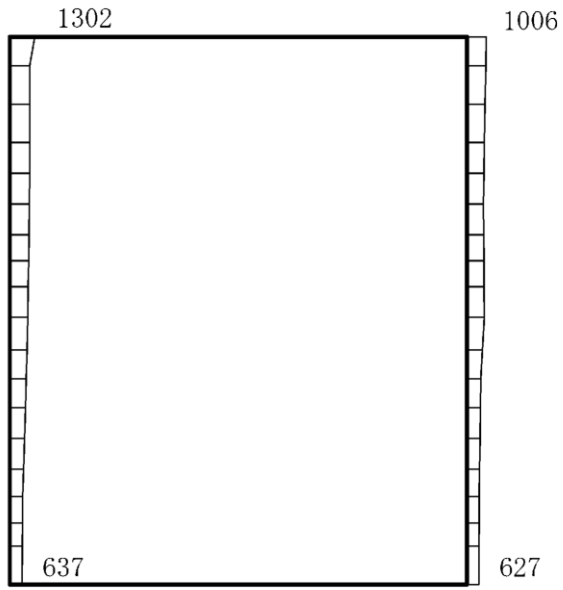
(a) $S_s - D$ (++) 水平



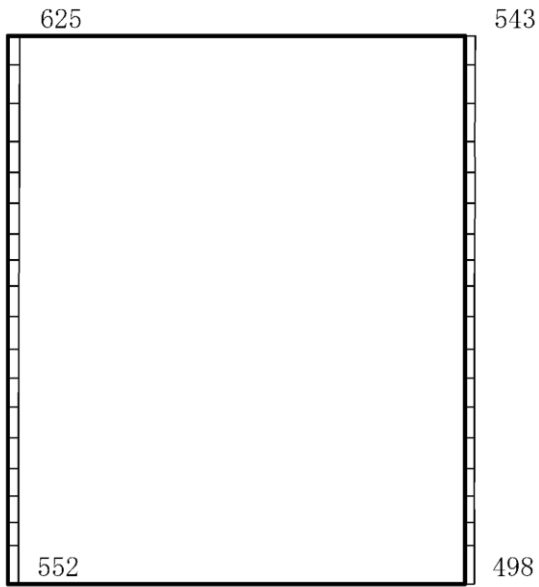
(b) $S_s - D$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-27 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



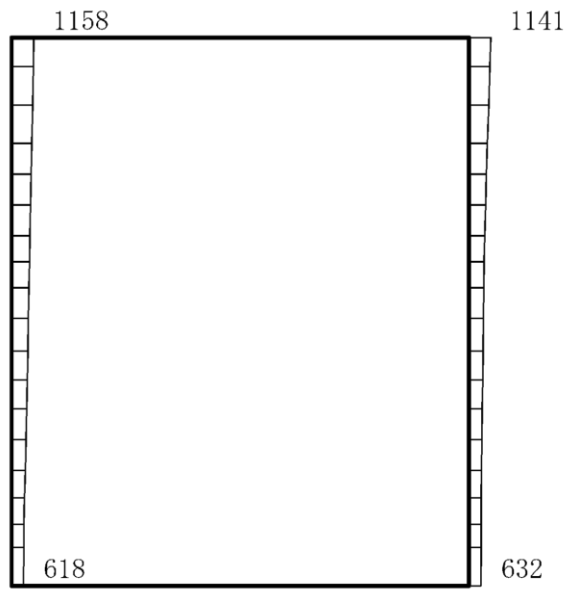
(a) $S_s - D$ (-+) 水平



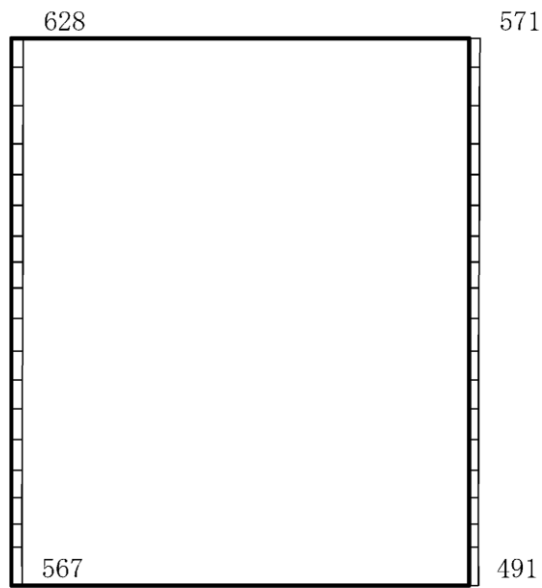
(b) $S_s - D$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-28 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



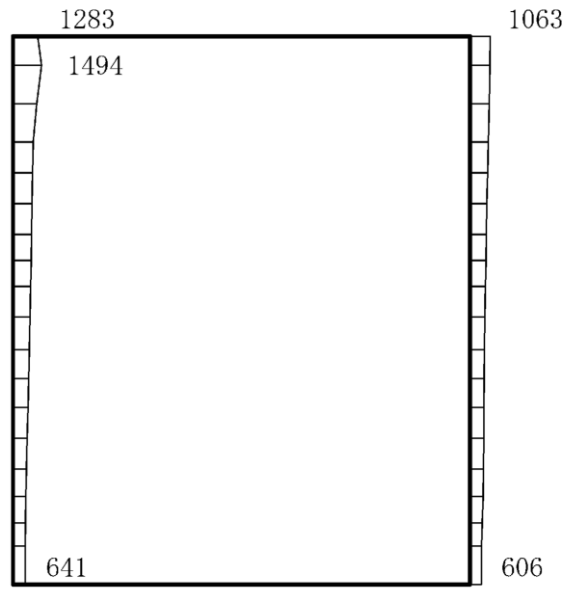
(a) $S_s - D$ (+-) 水平



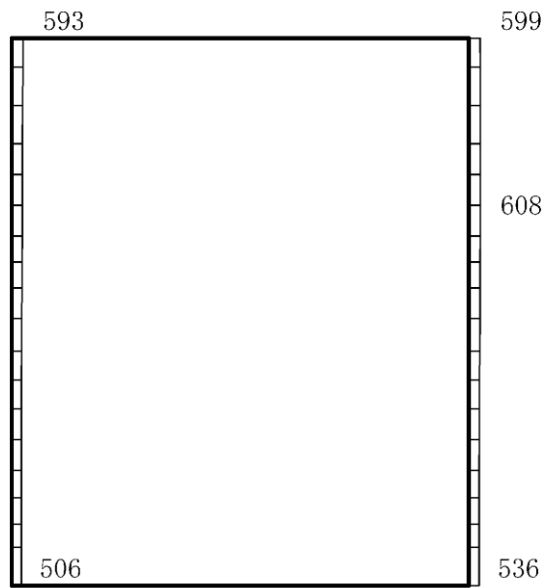
(b) $S_s - D$ (+-) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-29 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



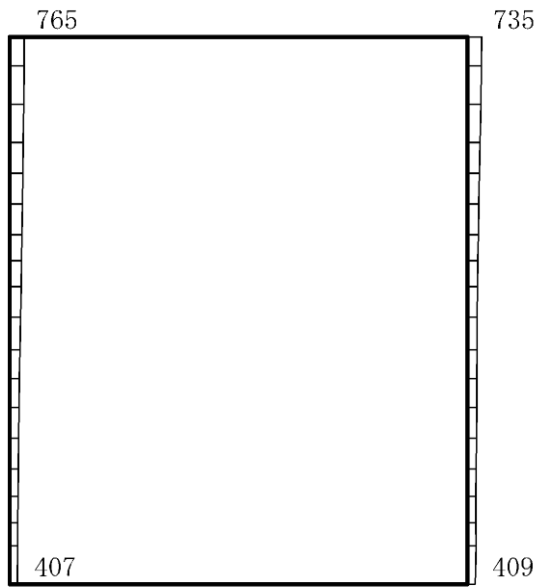
(a) S s - D (--) 水平



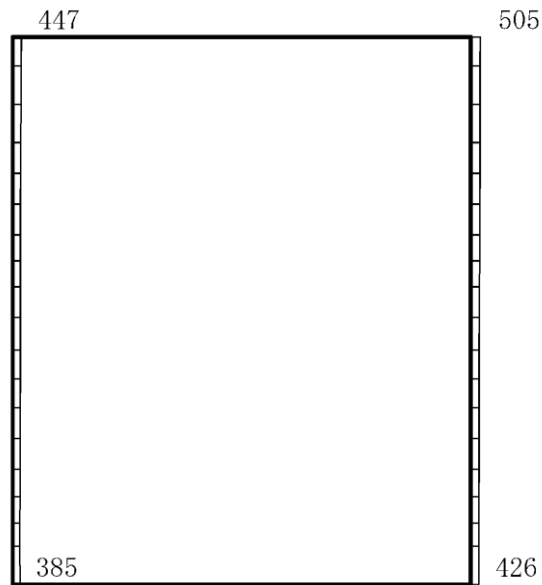
(b) S s - D (--) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-30 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



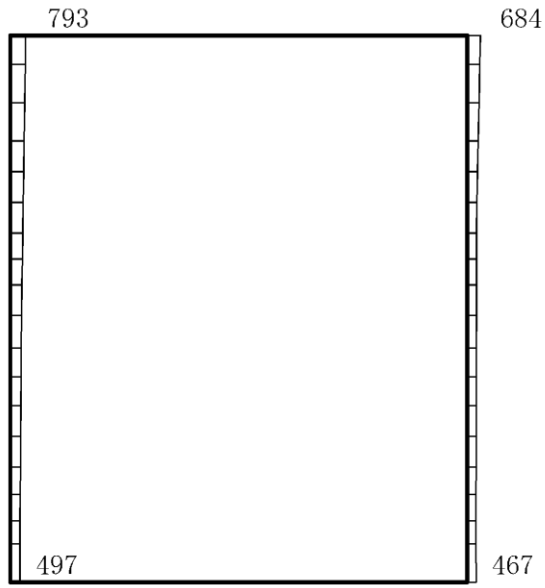
(a) $S_s - F_1$ (++) 水平



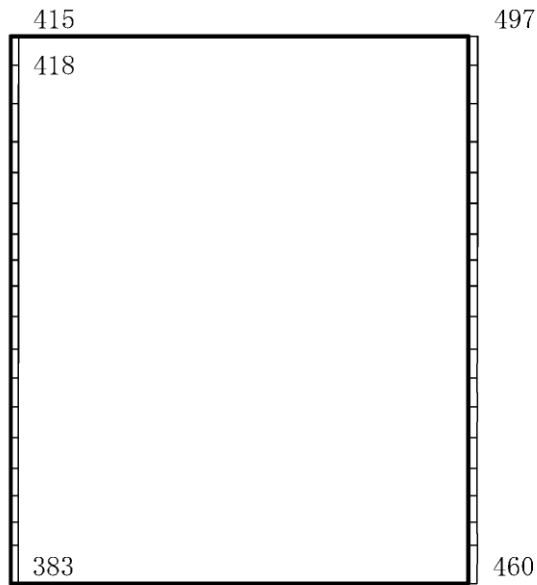
(b) $S_s - F_1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-31 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



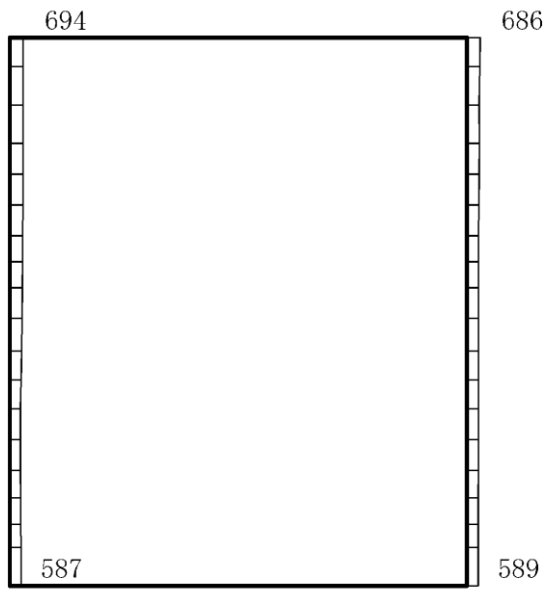
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



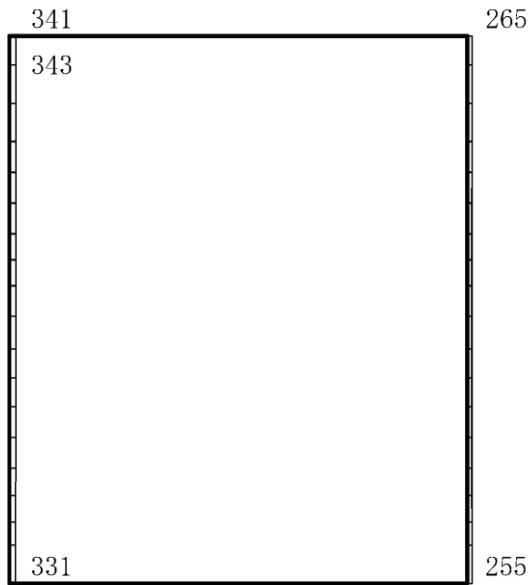
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-32 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



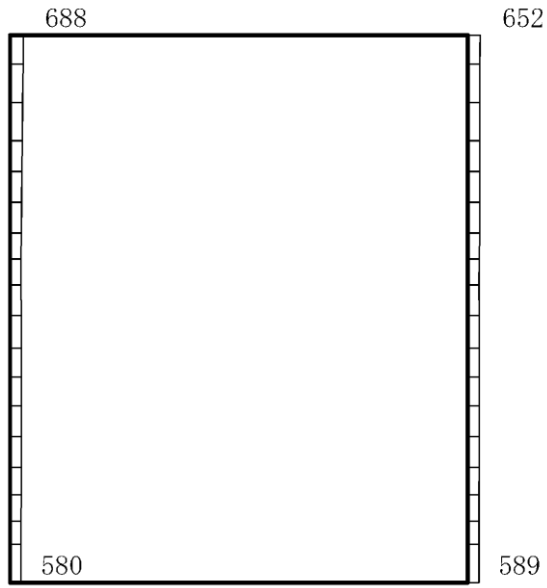
(a) S s - N 1 (++) 水平



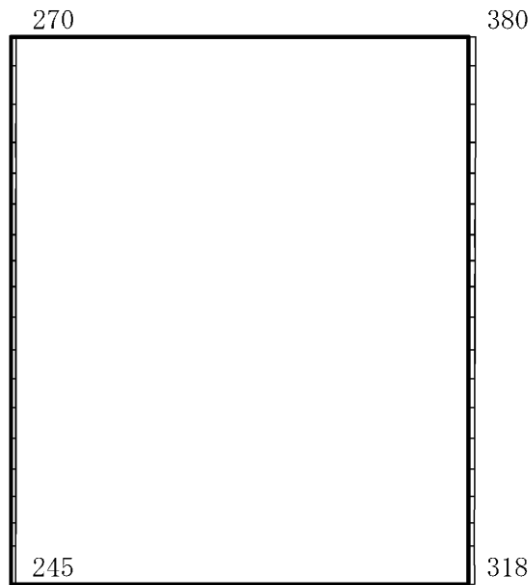
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-33 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



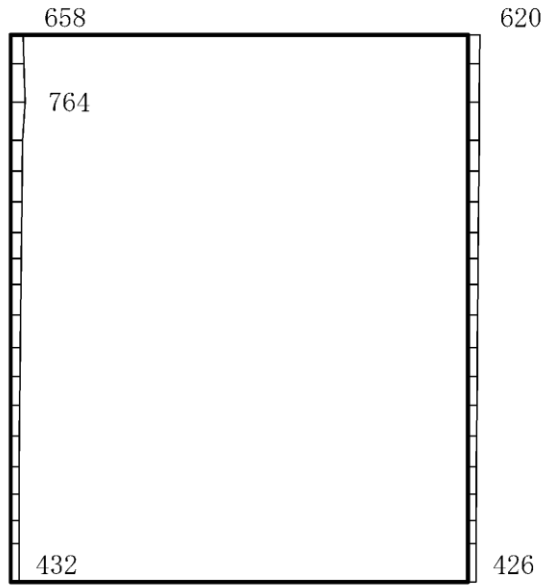
(a) S s - N 1 (-+) 水平



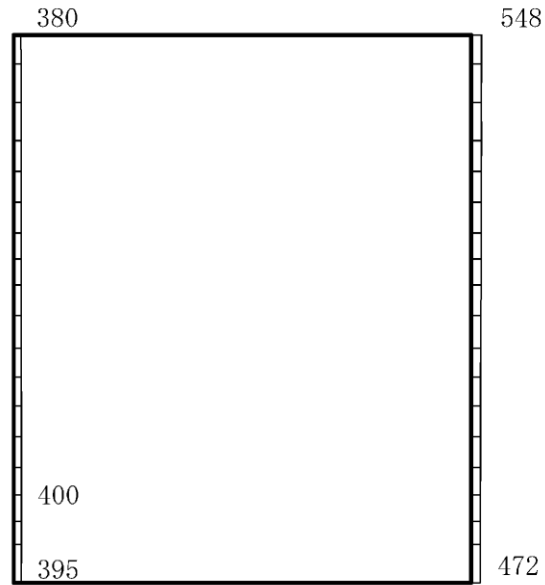
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-34 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



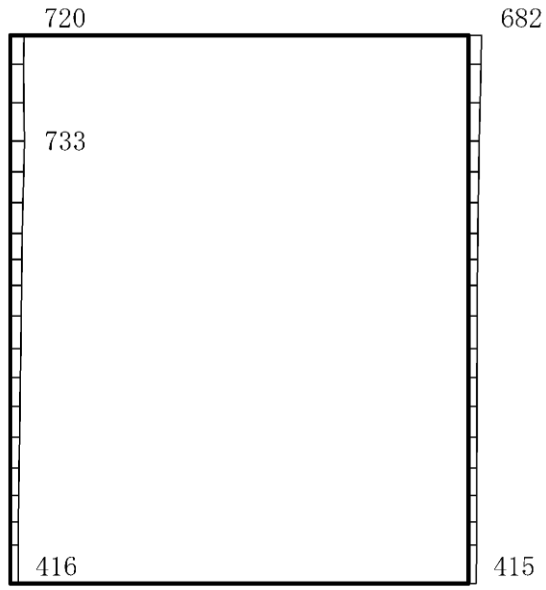
(a) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 水平



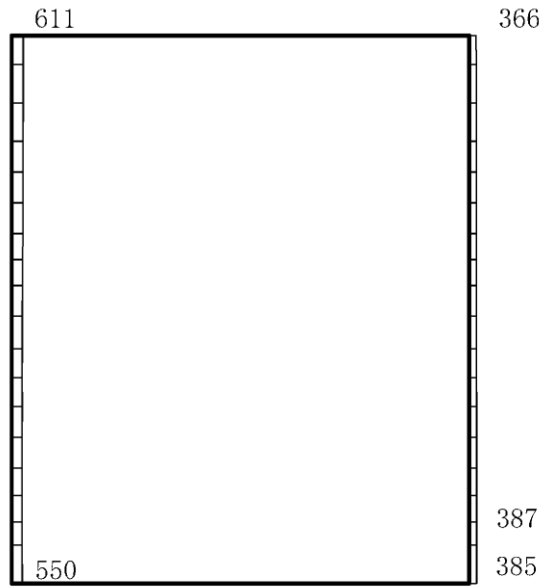
(b) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-35 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



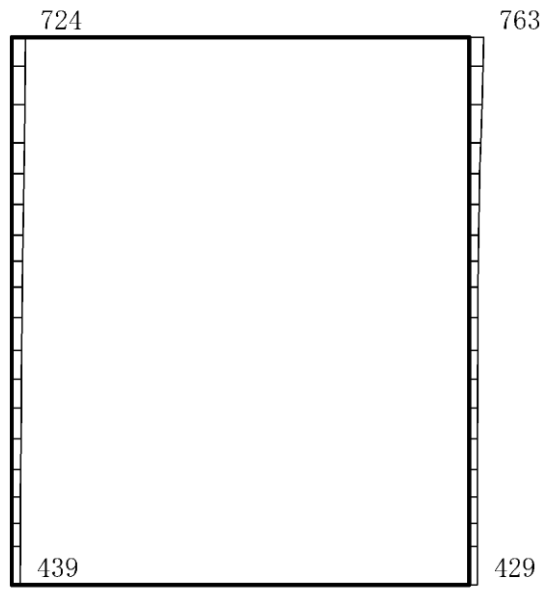
(a) $S_s - N_2 (NS)$ (-+) 水平



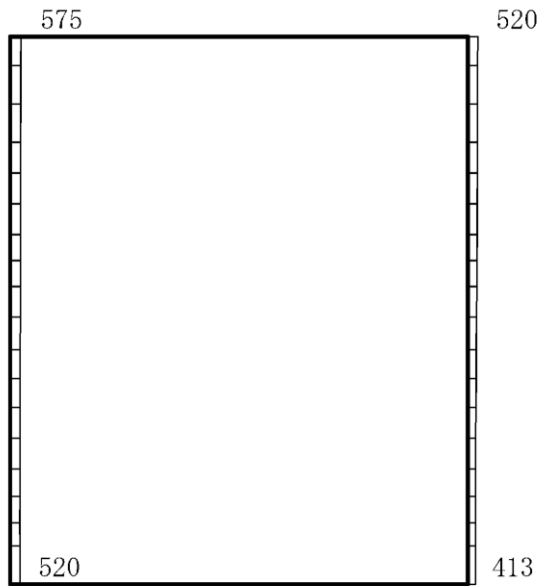
(b) $S_s - N_2 (NS)$ (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-36 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



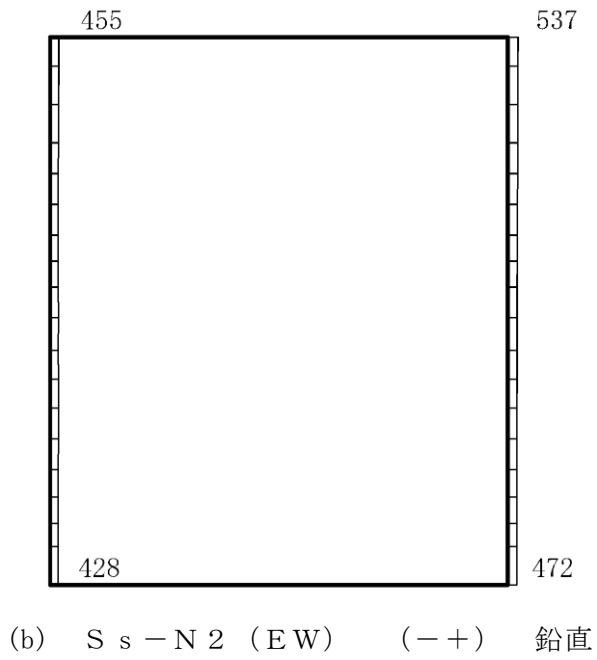
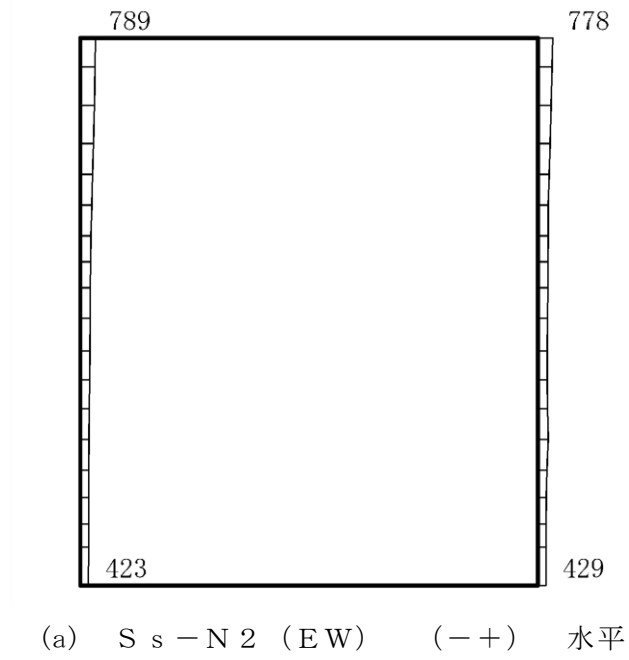
(a) $S_s - N_2$ (EW) (++) 水平



(b) $S_s - N_2$ (EW) (++) 鉛直

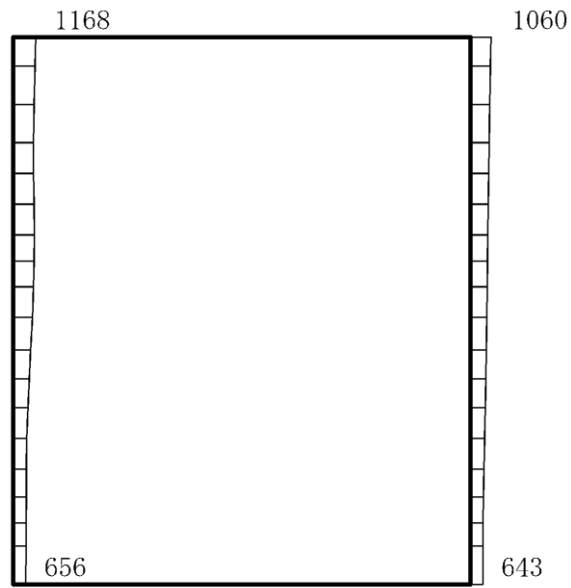
構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-37 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)

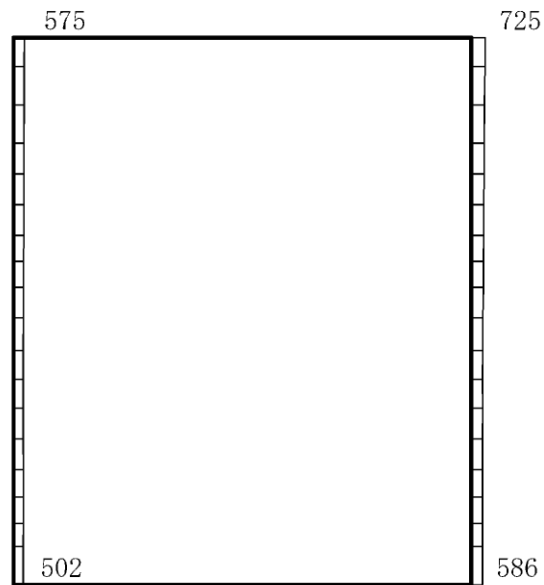


構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-38 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



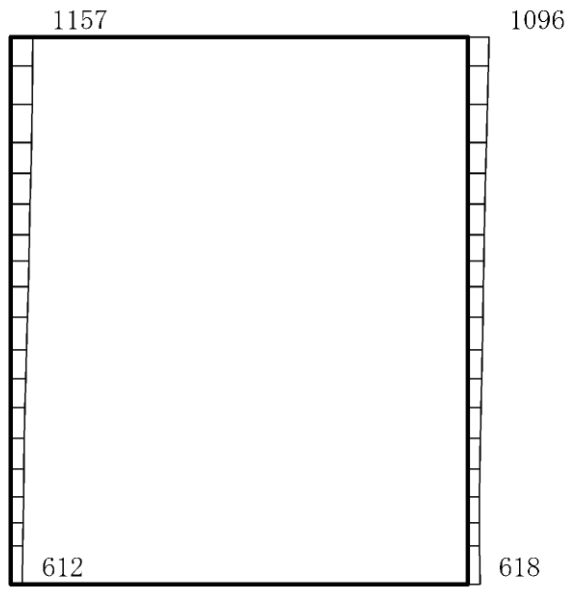
(a) $S_s - D$ (++) 水平



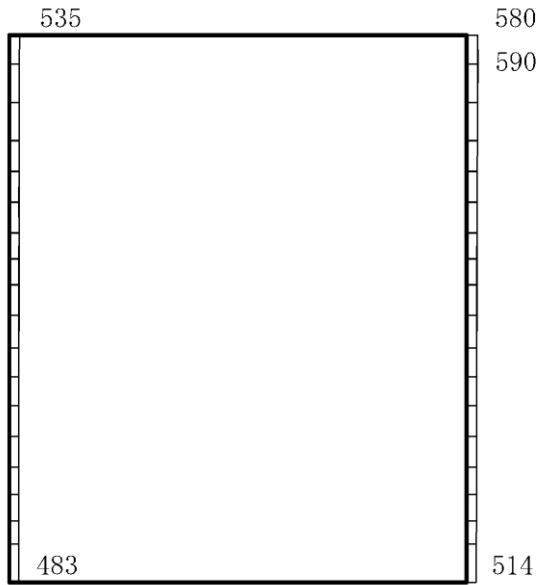
(b) $S_s - D$ (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s^2)

図 4-39 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



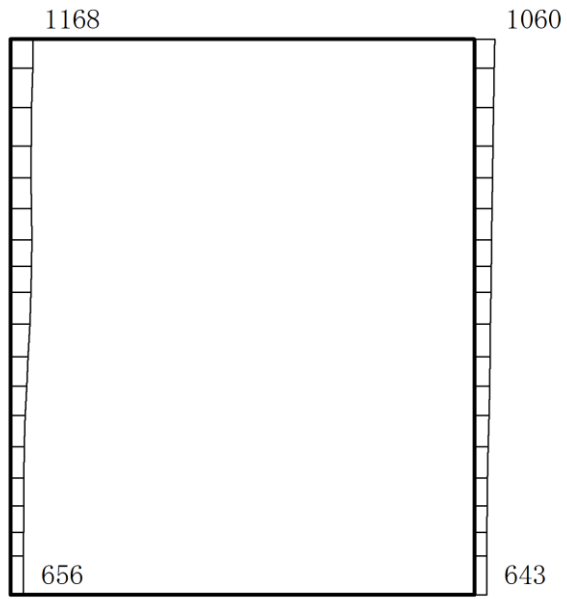
(a) $S_s - D$ (++) 水平



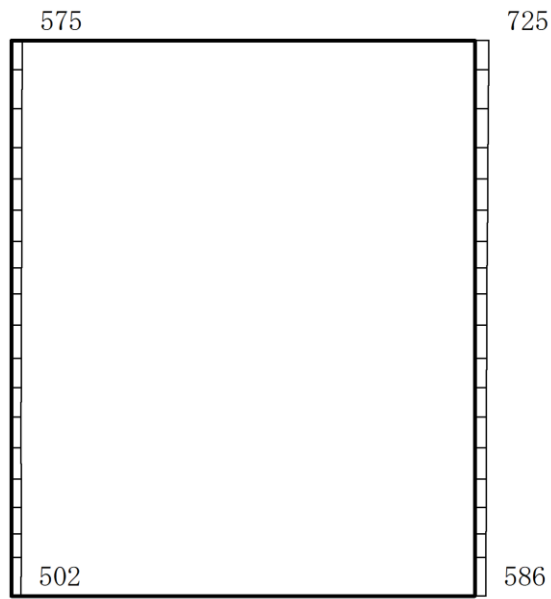
(b) $S_s - D$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-40 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



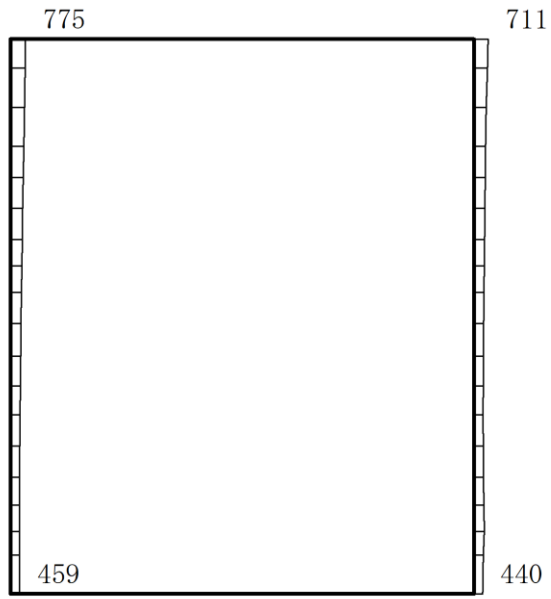
(a) S s - D (++) 水平



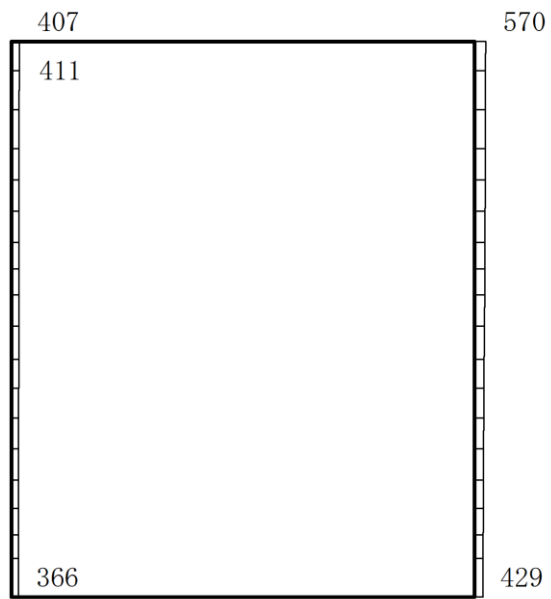
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-41 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



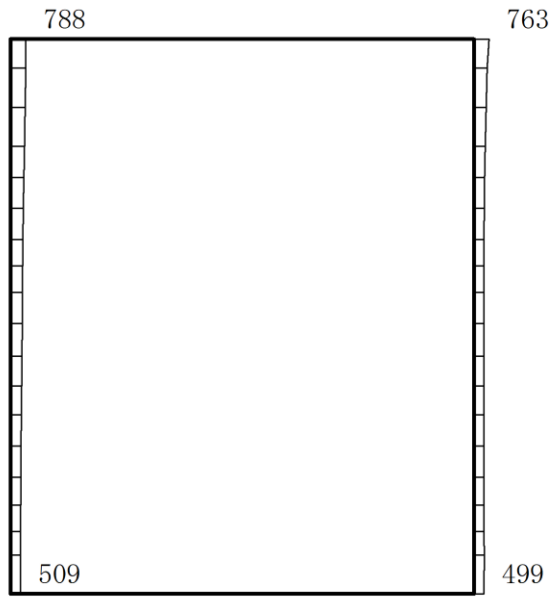
(a) $S_s - F_1$ (++) 水平



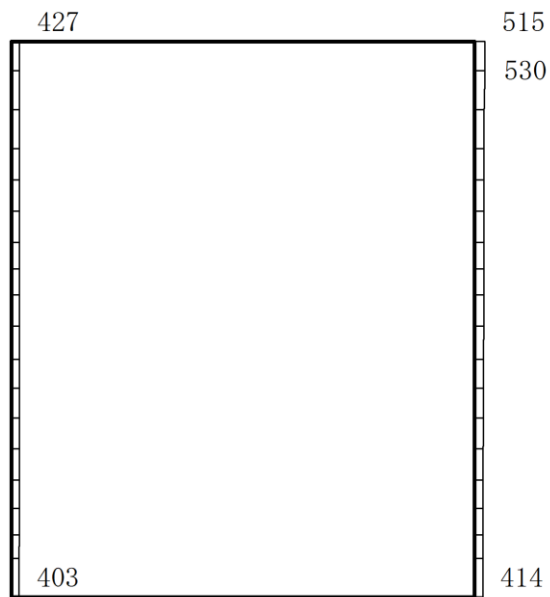
(b) $S_s - F_1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-42 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



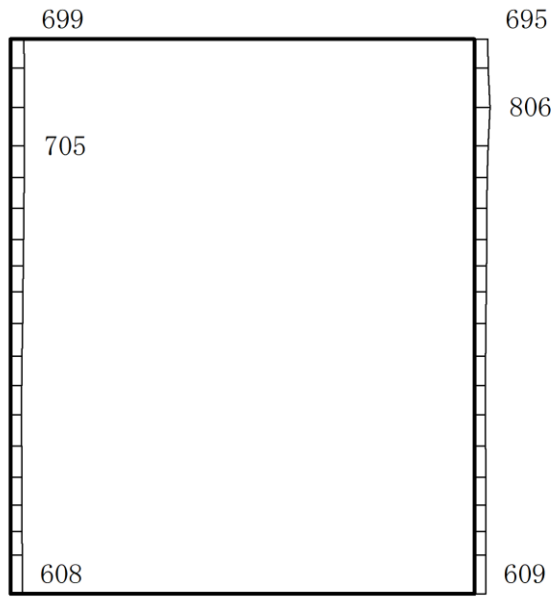
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



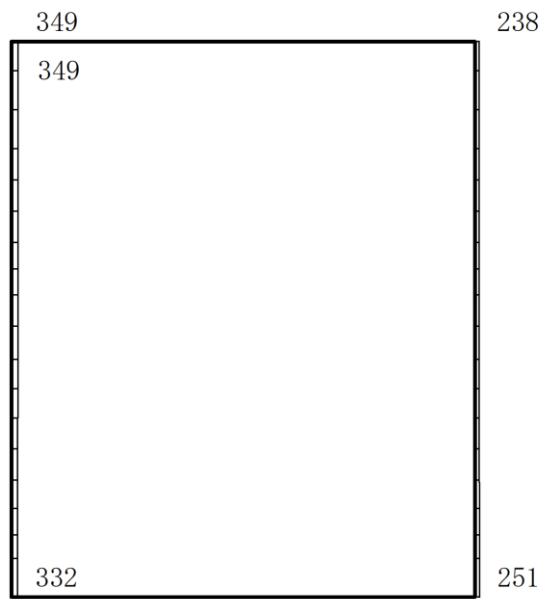
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-43 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



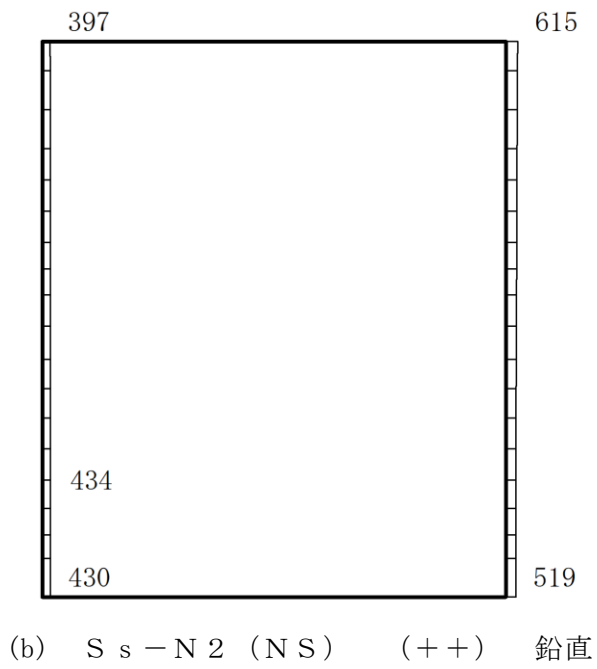
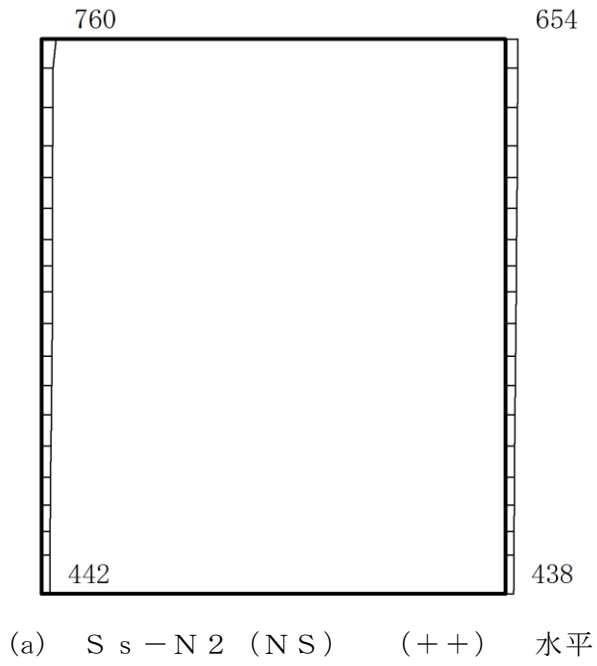
(a) $S_s - N1$ (++) 水平



(b) $S_s - N1$ (++) 鉛直

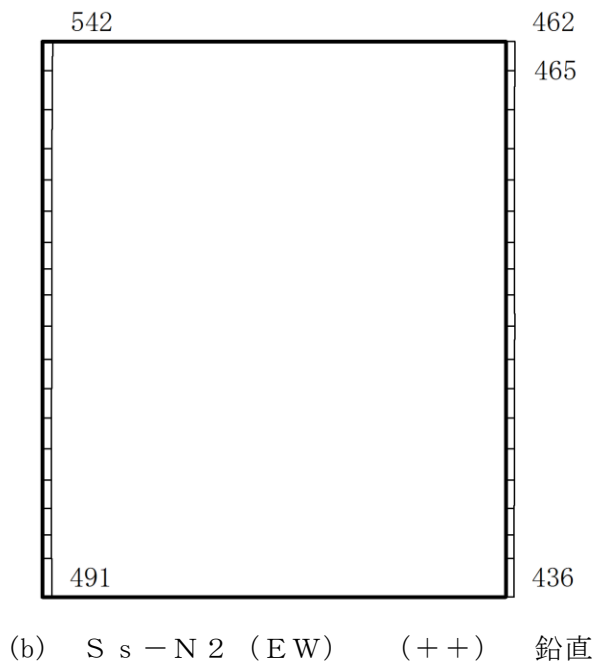
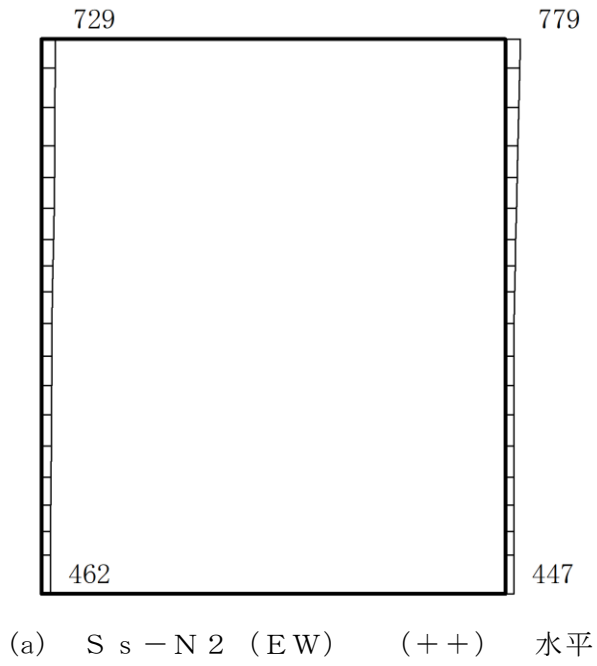
構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-44 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



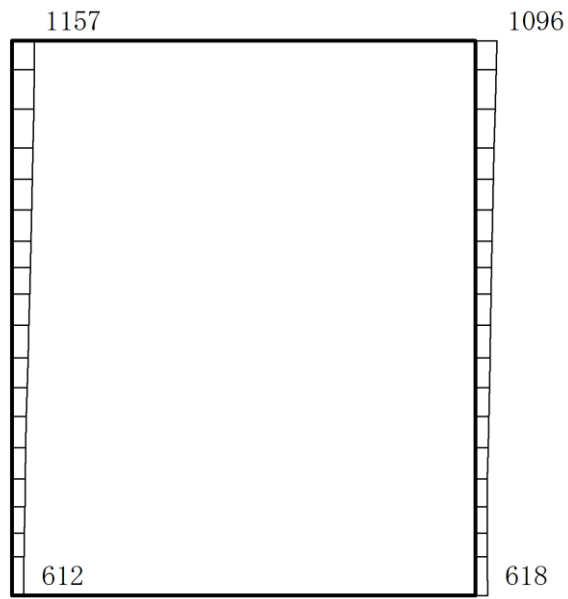
構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-45 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)

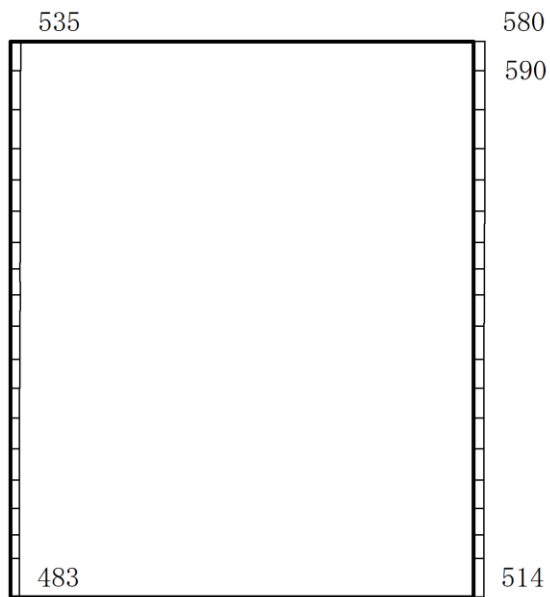


構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-46 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



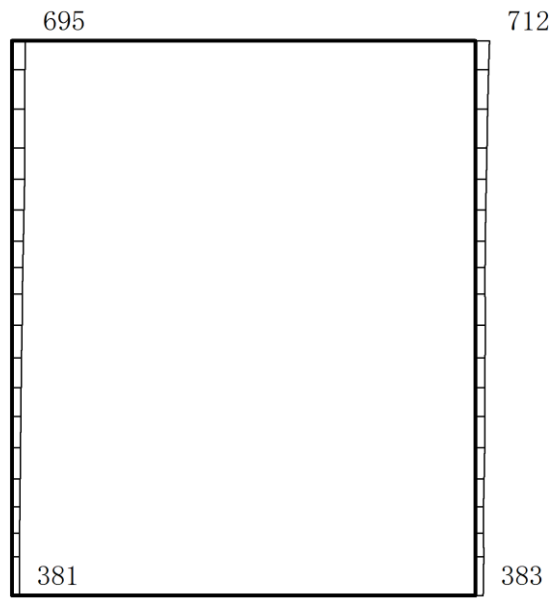
(a) S s - D (++) 水平



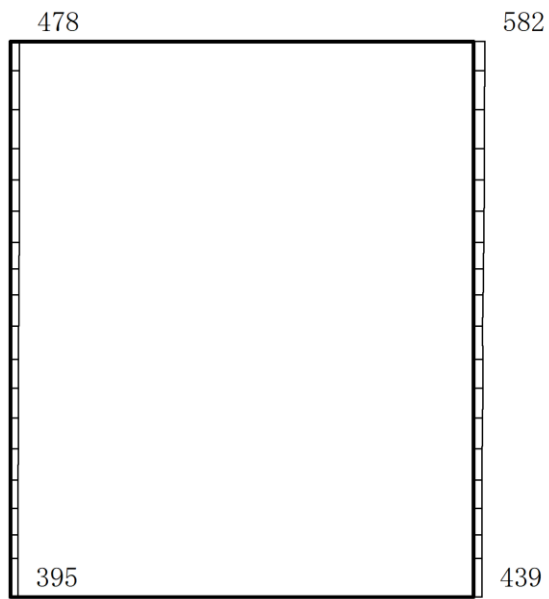
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-47 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



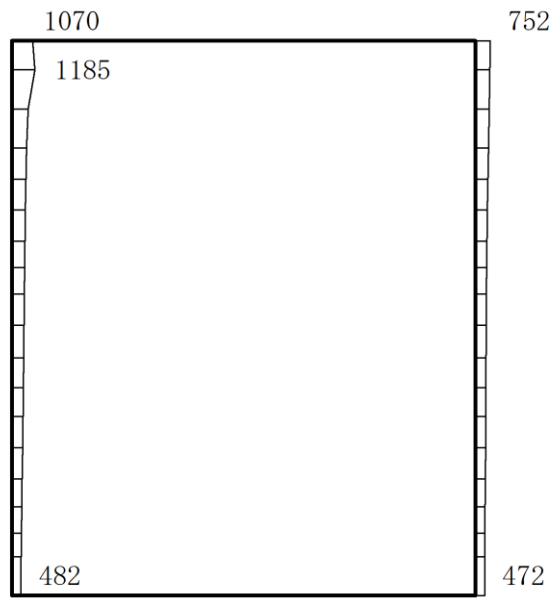
(a) $S_s - F_1$ (++) 水平



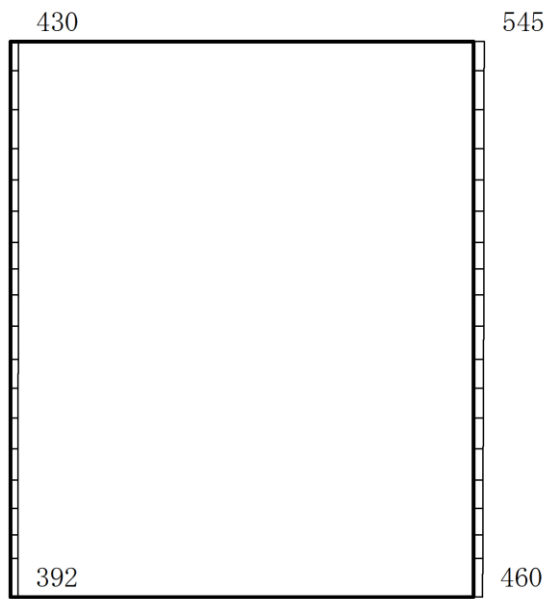
(b) $S_s - F_1$ (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s^2)

図 4-48 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



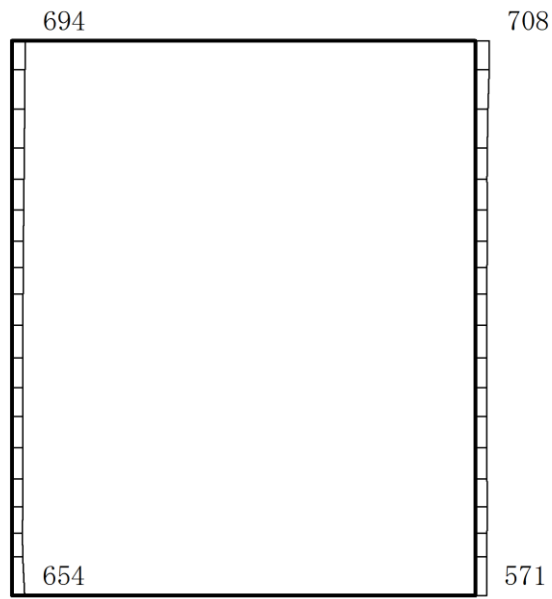
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



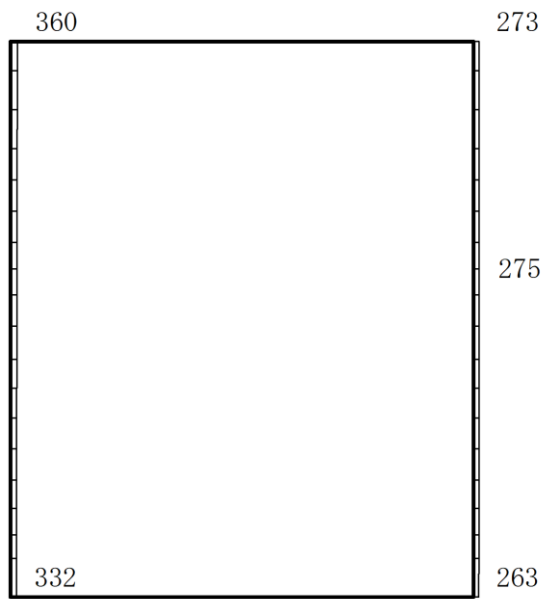
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-49 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



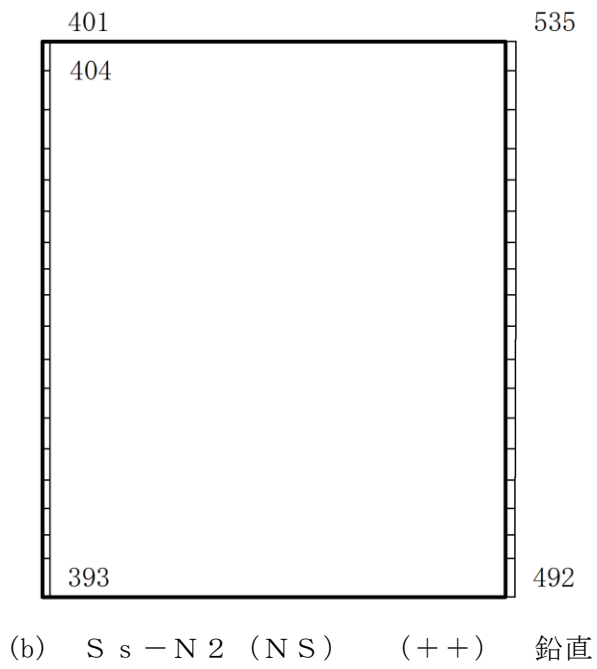
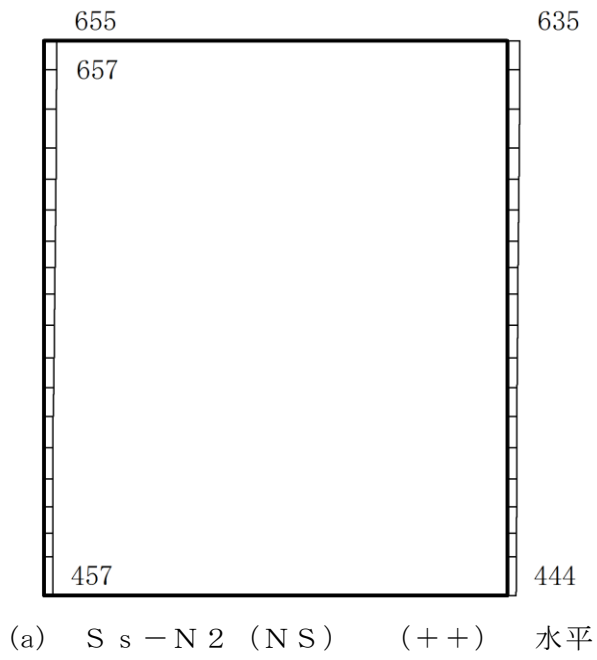
(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

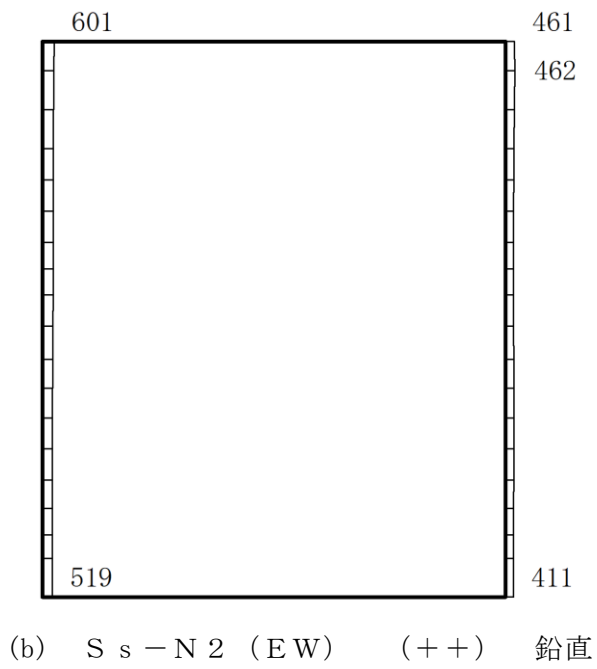
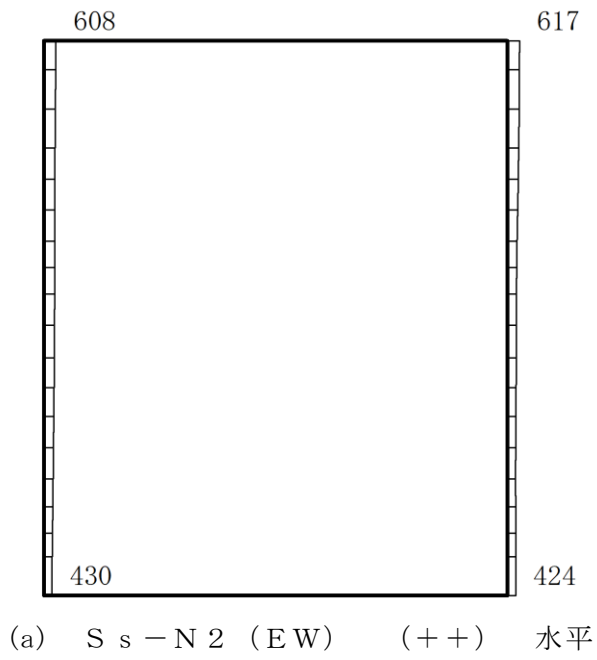
構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-50 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



構造スケール $0 \quad \underline{\quad} \quad 2 \text{ (m)}$ 応答値スケール $0 \quad \underline{\quad} \quad 4000 \text{ (cm/s}^2\text{)}$

図 4-51 最大応答加速度分布図 (25/26) (解析ケース③)

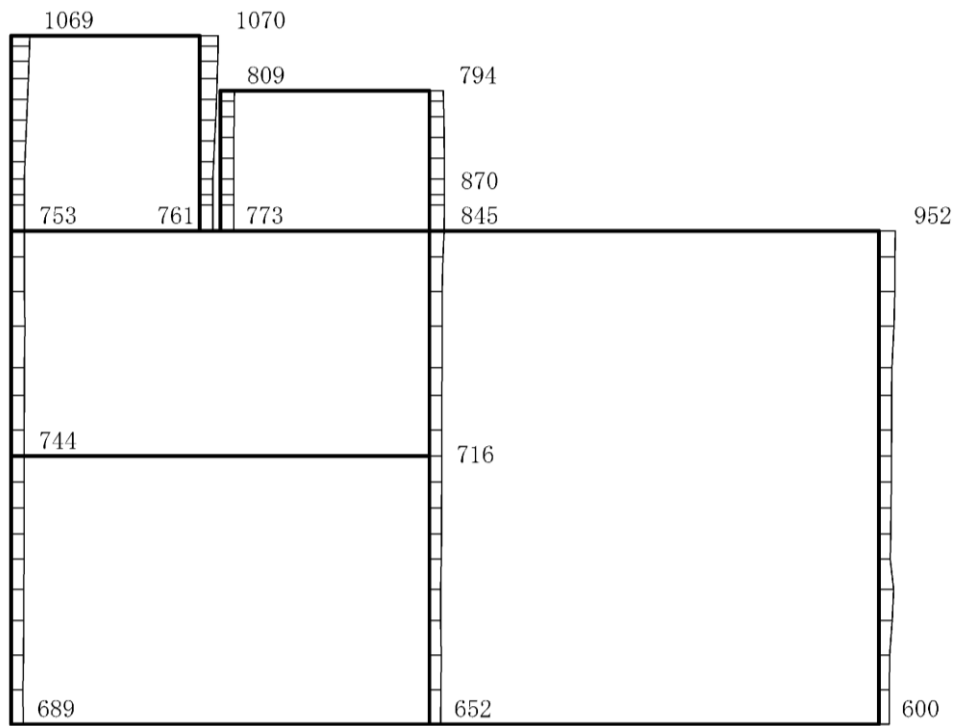


構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

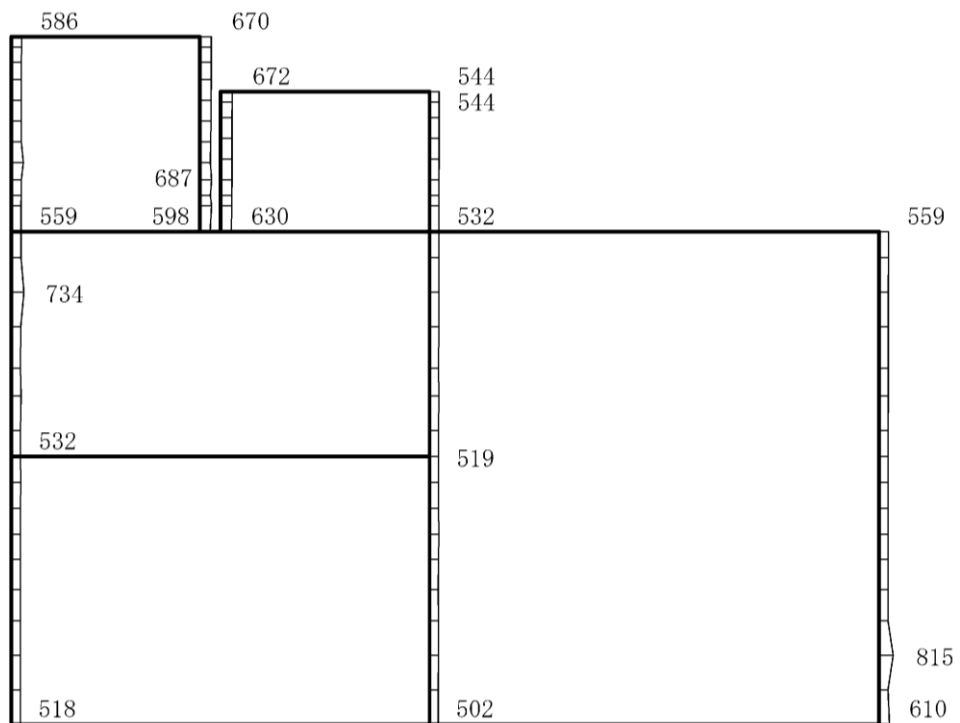
図 4-52 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

4.3 C-C断面の解析結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図4-53～図4-64に示す。また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価において、最も厳しくなる地震動に対しての解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-65及び図4-66に示す。これらに加え、機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース②及び③の最大加速度分布図を図4-67～図4-78に示す。



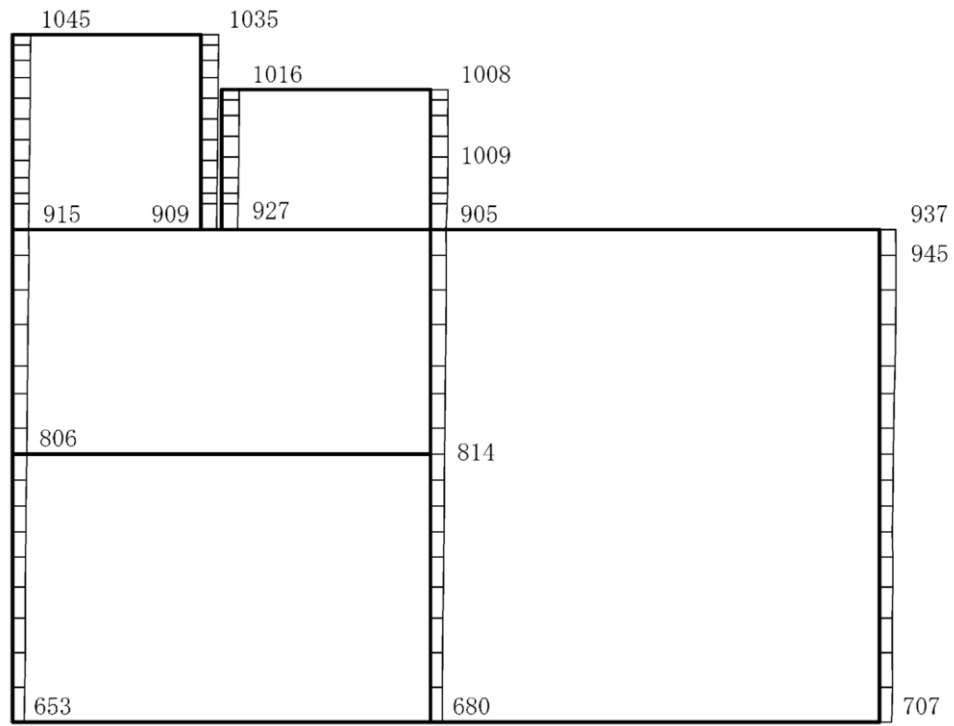
(a) S s - D (++) 水平



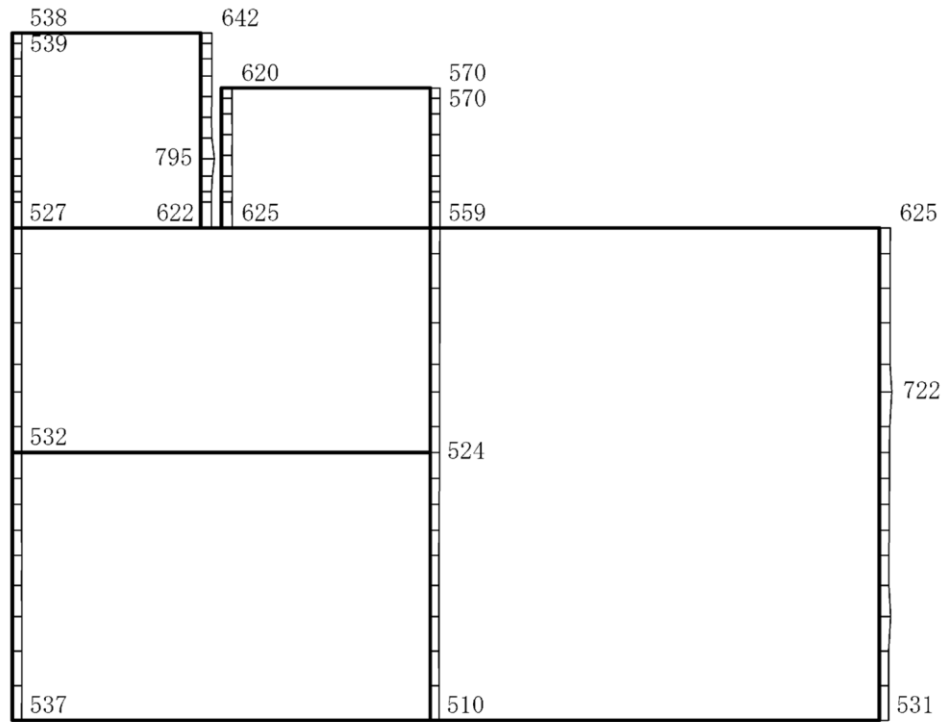
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-53 最大応答加速度分布図 (1/26) (解析ケース①)



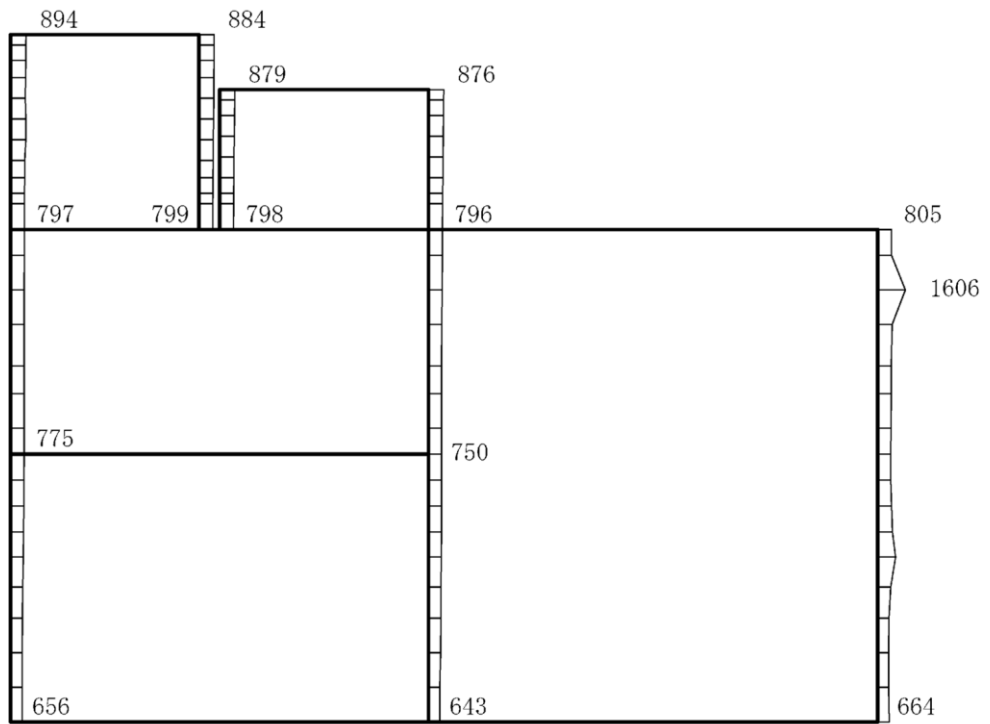
(a) S s - D (-+) 水平



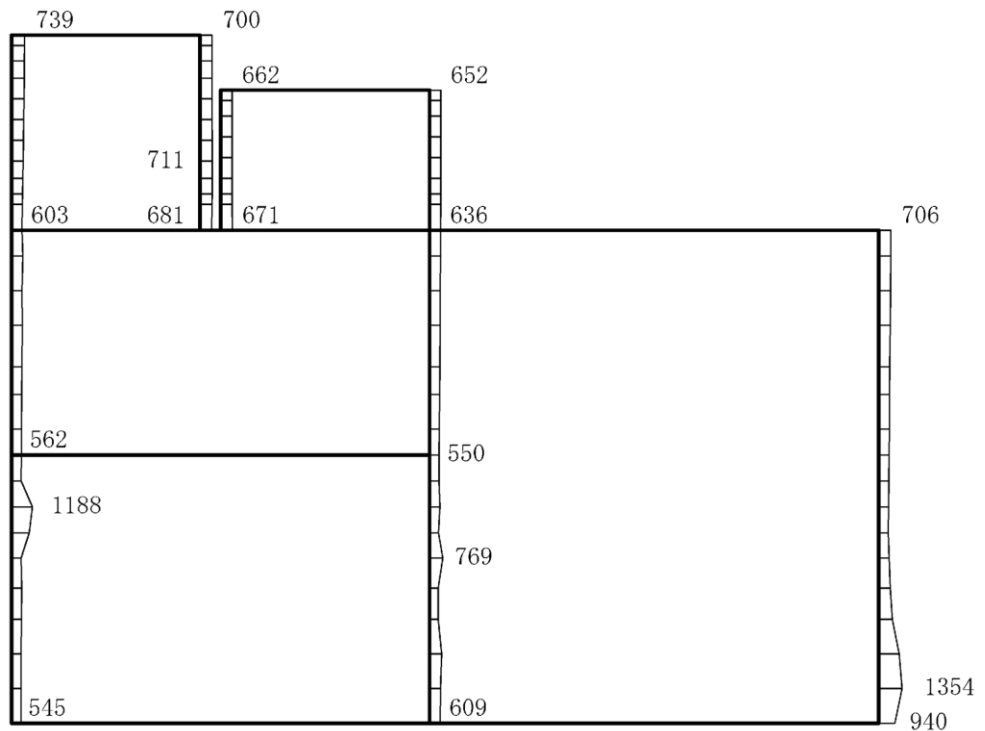
(b) S s - D (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-54 最大応答加速度分布図 (2/26) (解析ケース①)



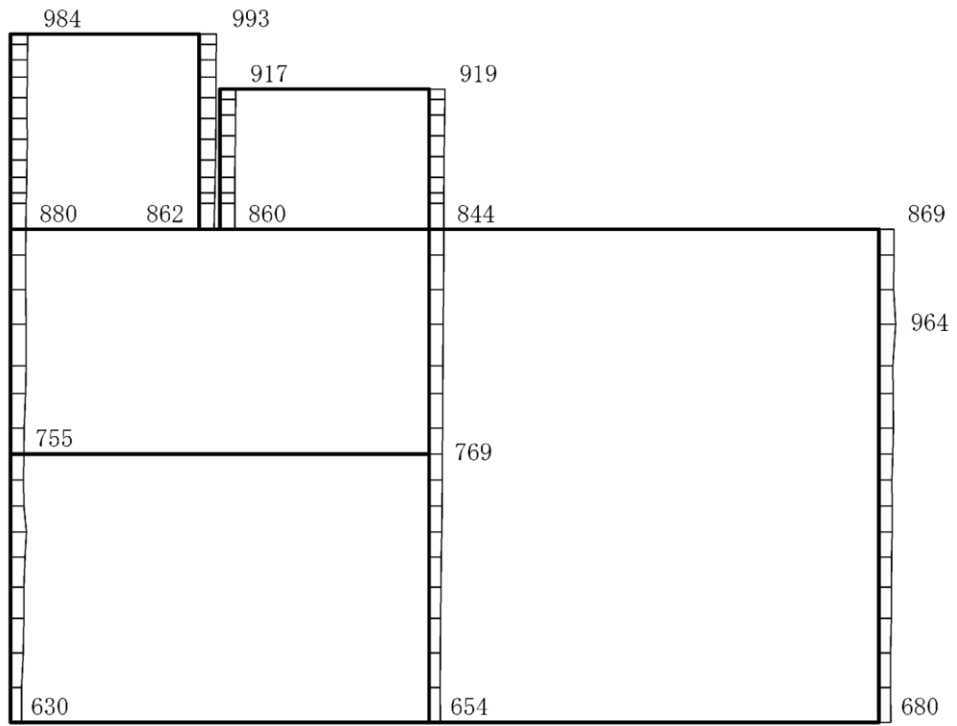
(a) S s - D (+ -) 水平



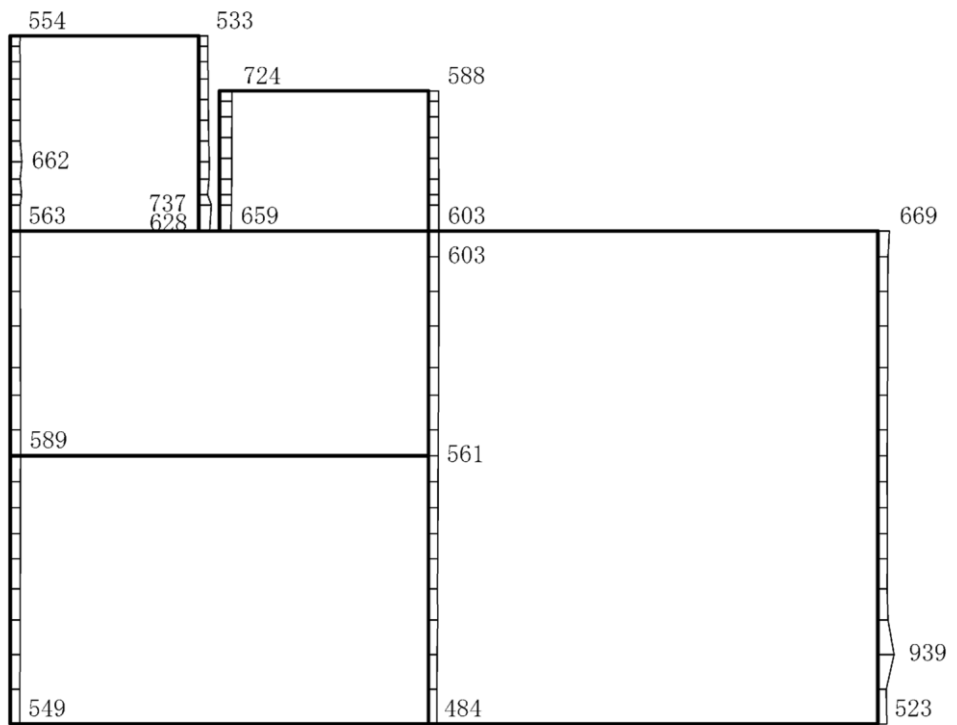
(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-55 最大応答加速度分布図 (3/26) (解析ケース①)



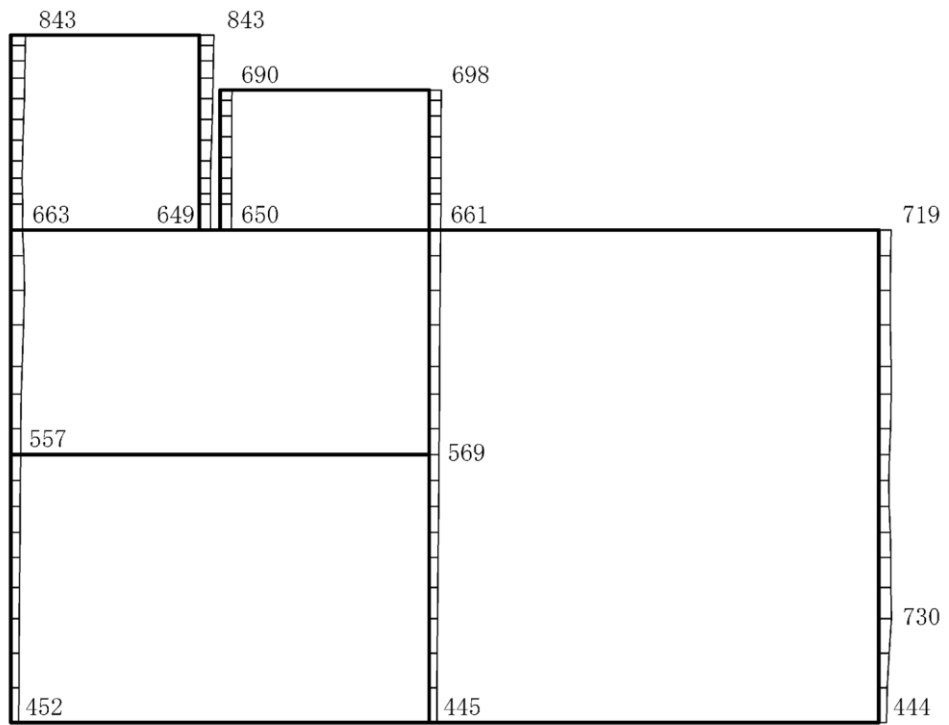
(a) S s - D (---) 水平



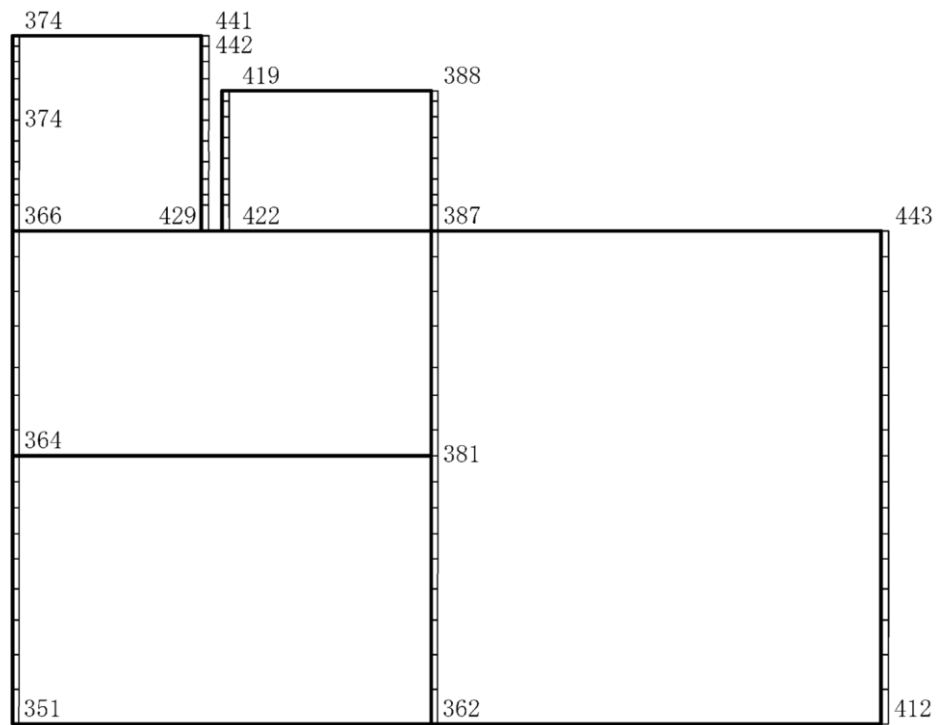
(b) S s - D (---) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-56 最大応答加速度分布図 (4/26) (解析ケース①)



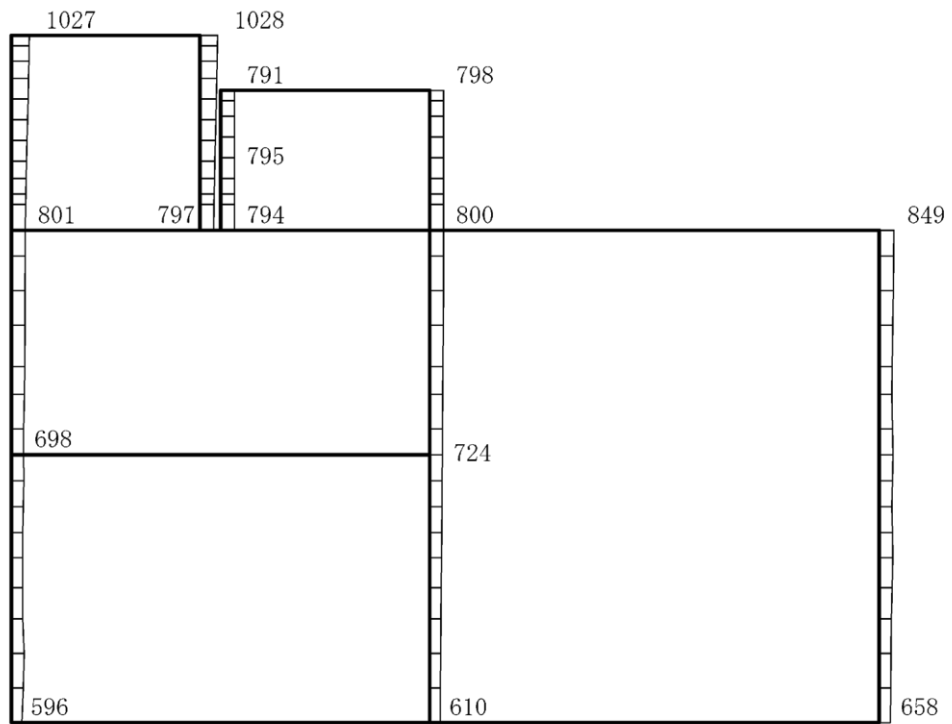
(a) S s - F 1 (++) 水平



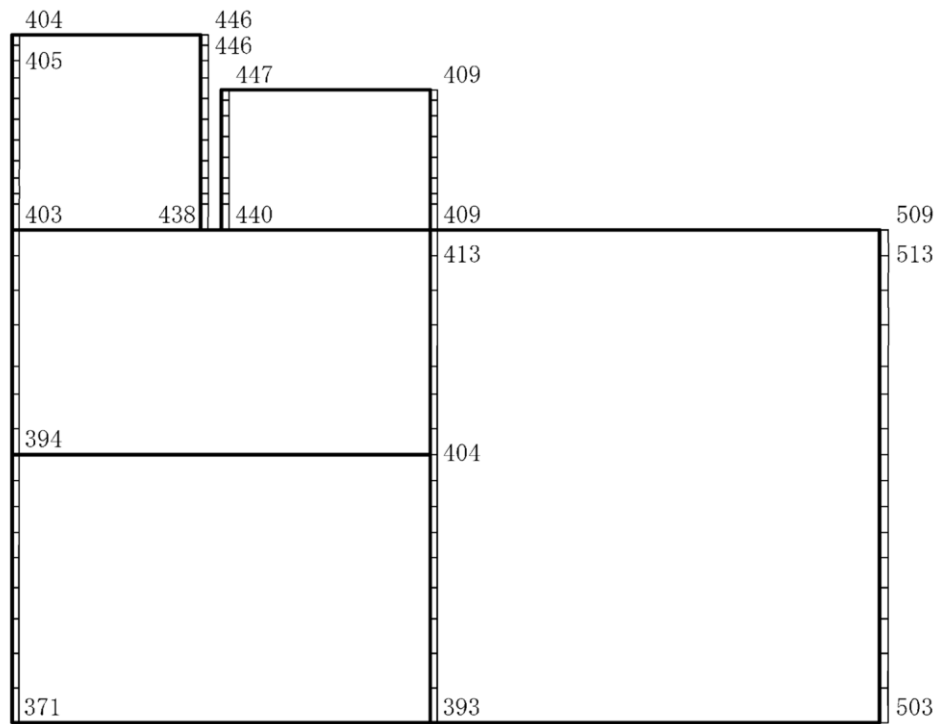
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-57 最大応答加速度分布図 (5/26) (解析ケース①)



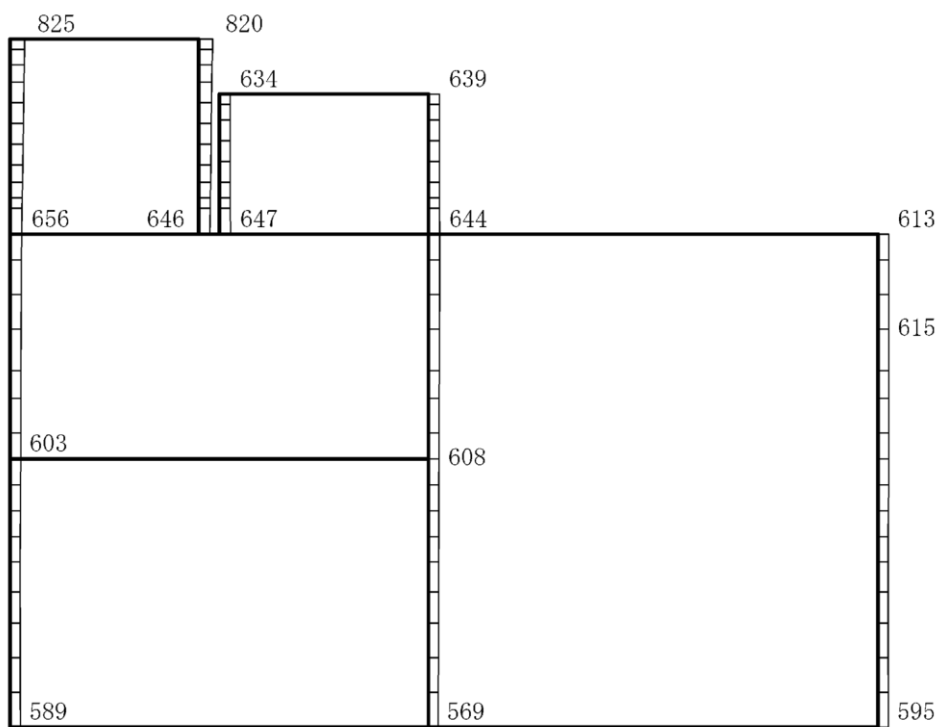
(a) S s - F 2 (++) 水平



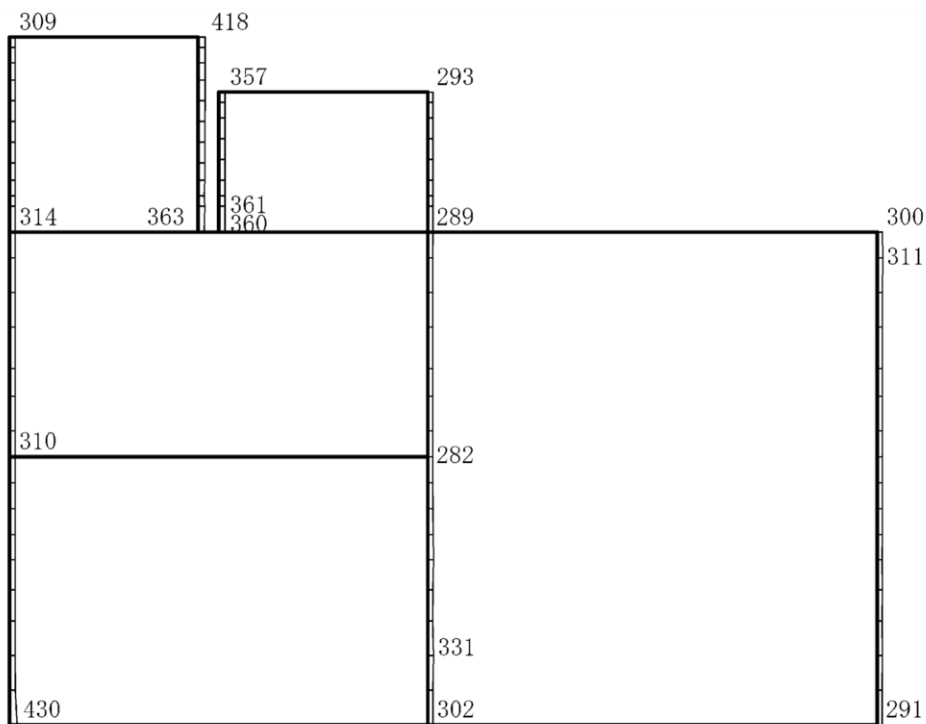
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-58 最大応答加速度分布図 (6/26) (解析ケース①)



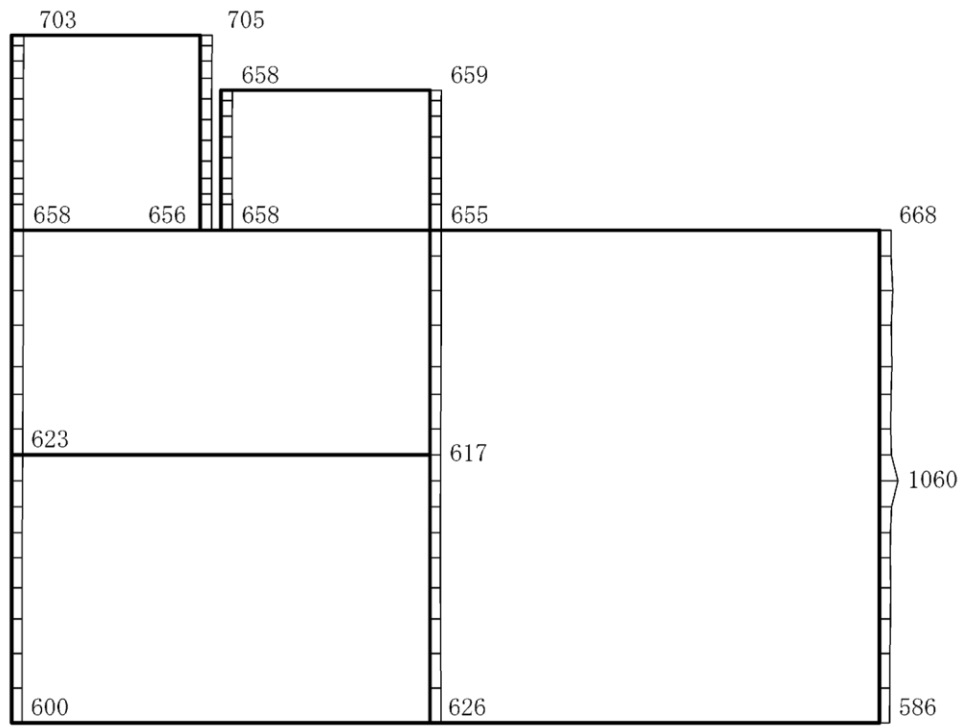
(a) S s - N 1 (++) 水平



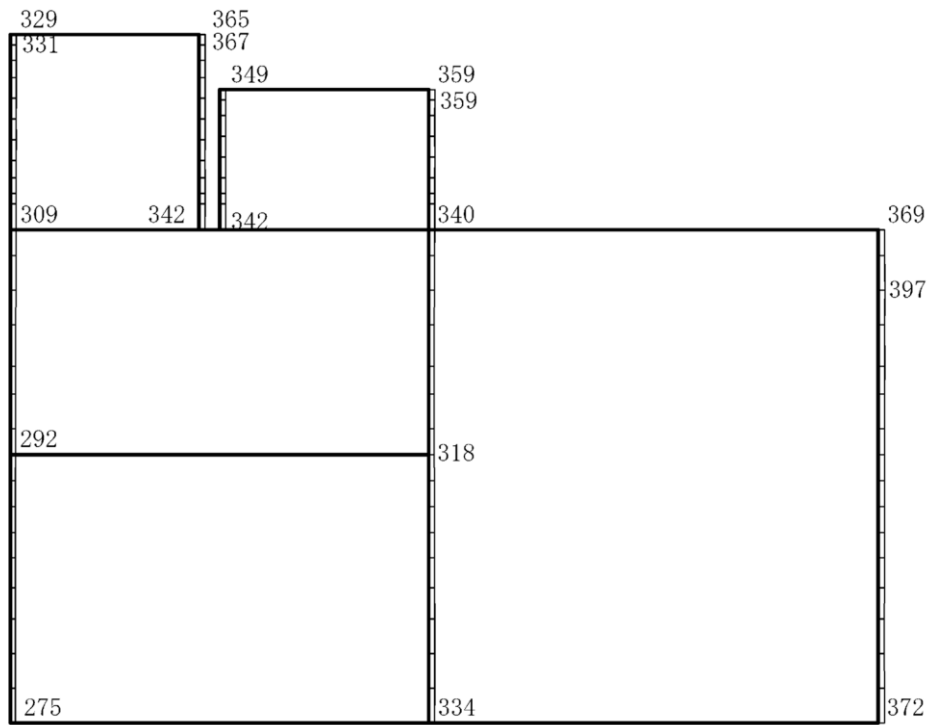
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-59 最大応答加速度分布図 (7/26) (解析ケース①)



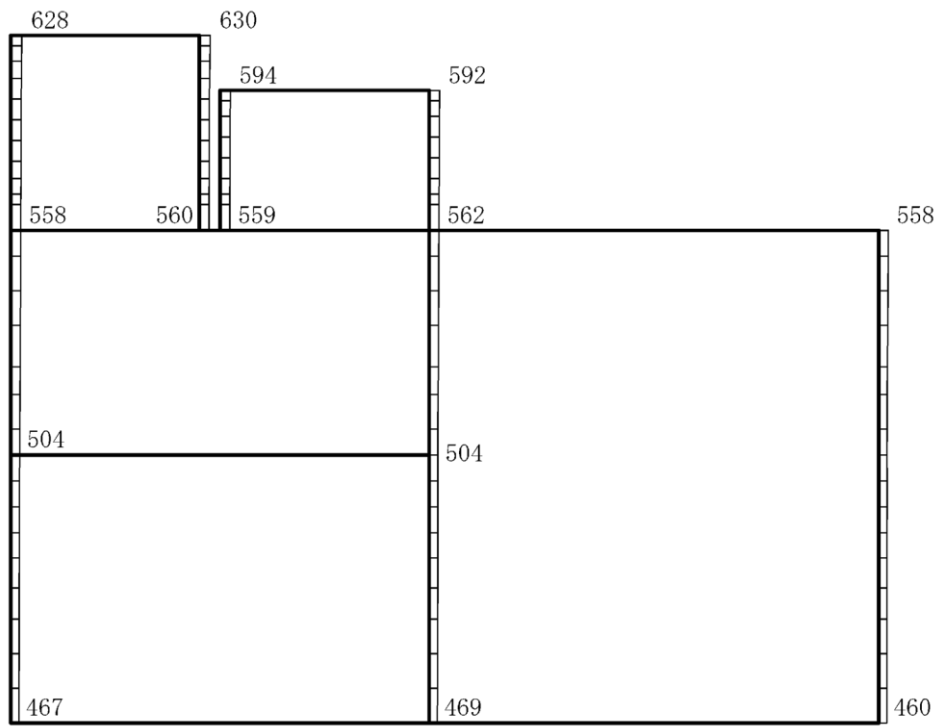
(a) S s - N 1 (- +) 水平



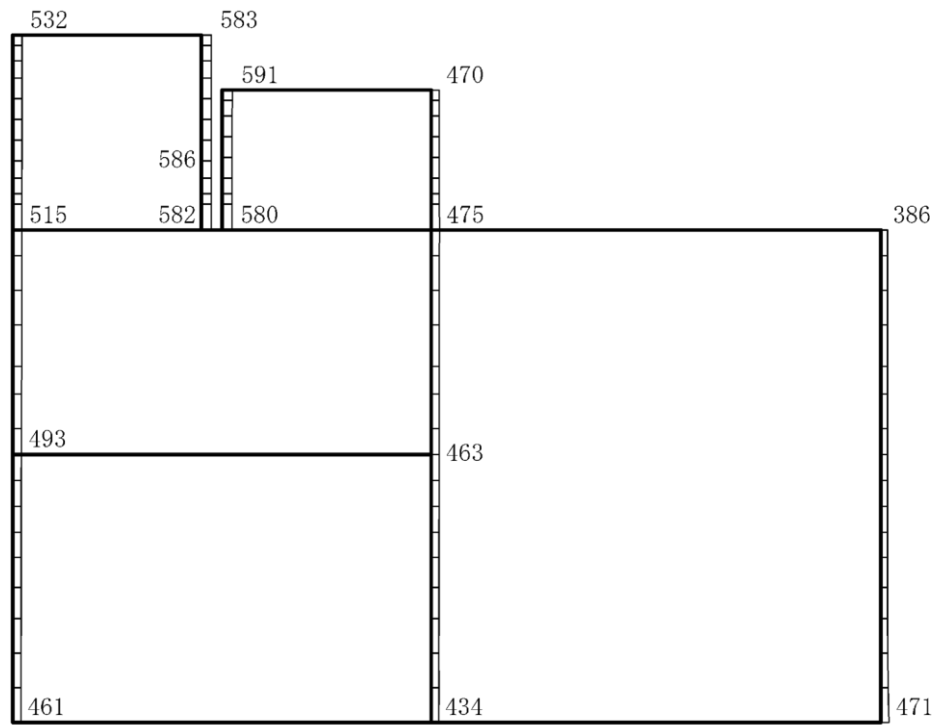
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-60 最大応答加速度分布図 (8/26) (解析ケース①)



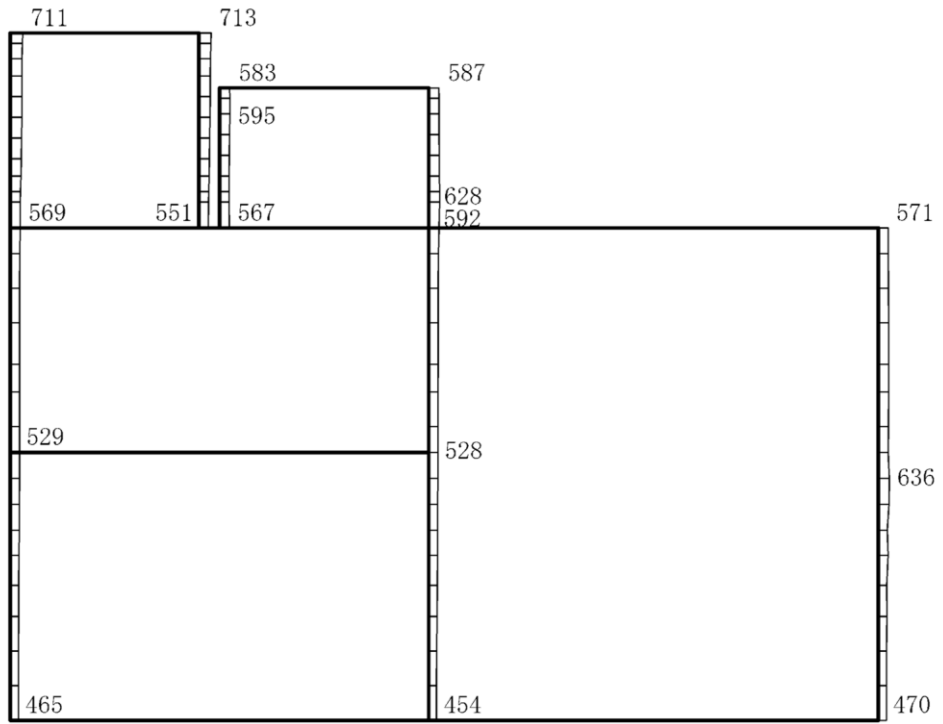
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



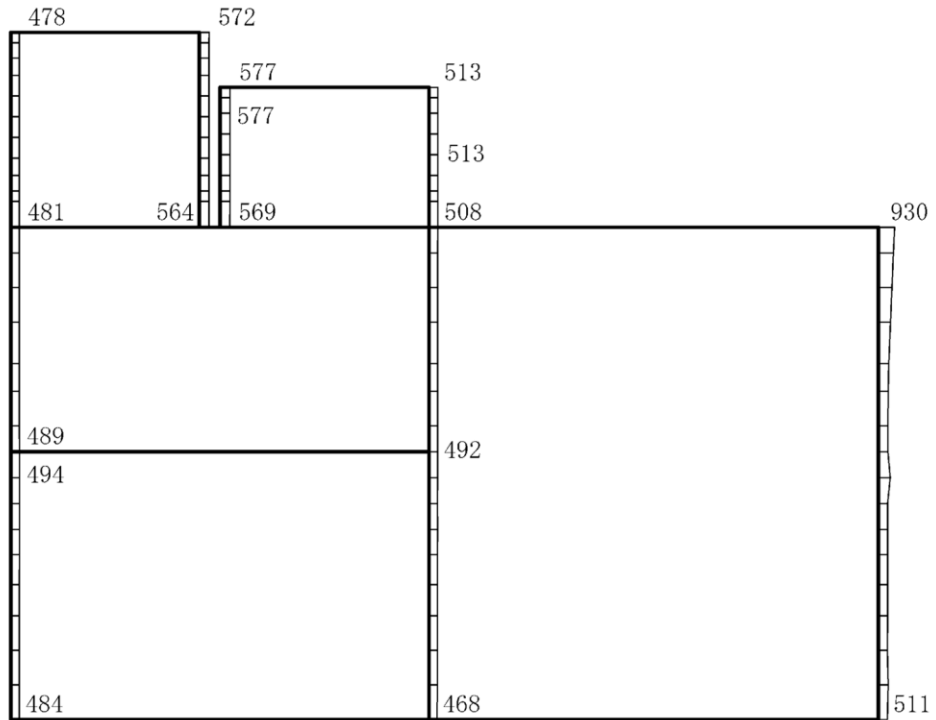
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-61 最大応答加速度分布図 (9/26) (解析ケース①)



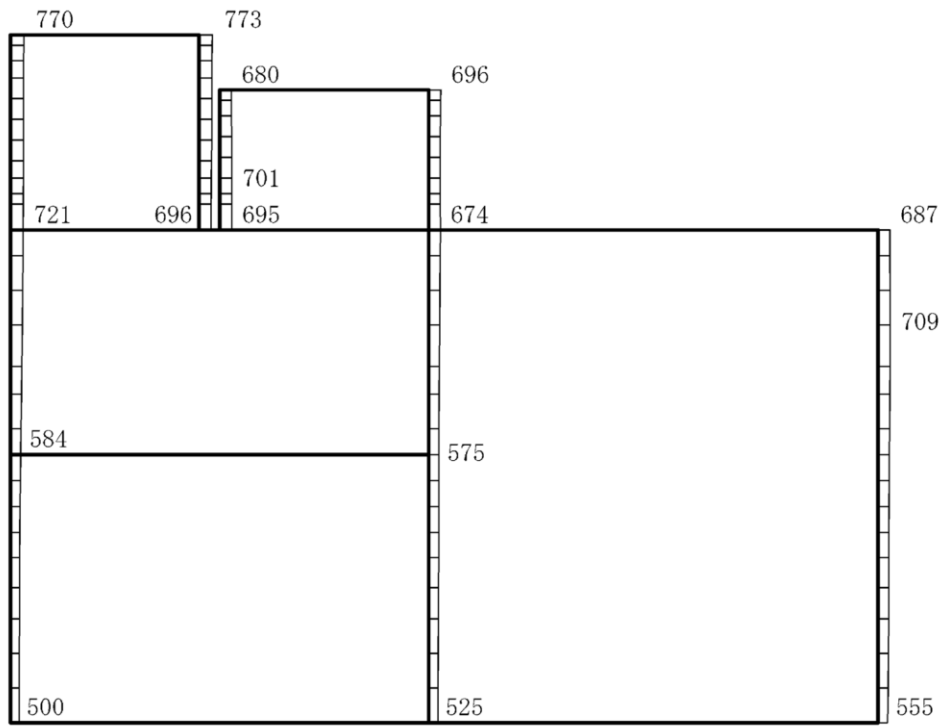
(a) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 水平



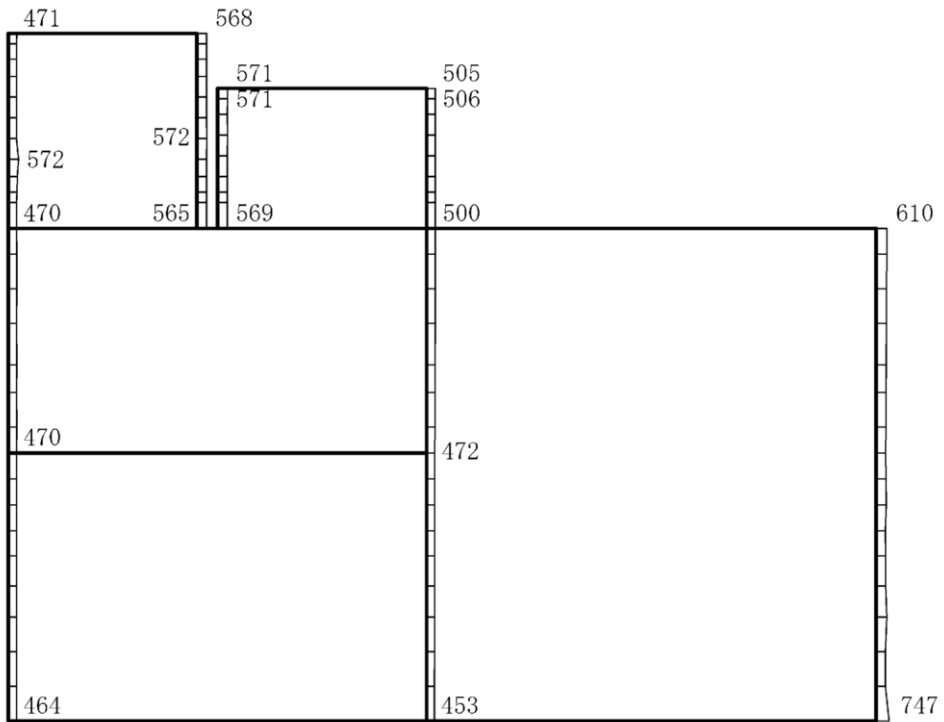
(b) $S_s - N2 (NS)$ (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-62 最大応答加速度分布図 (10/26) (解析ケース①)



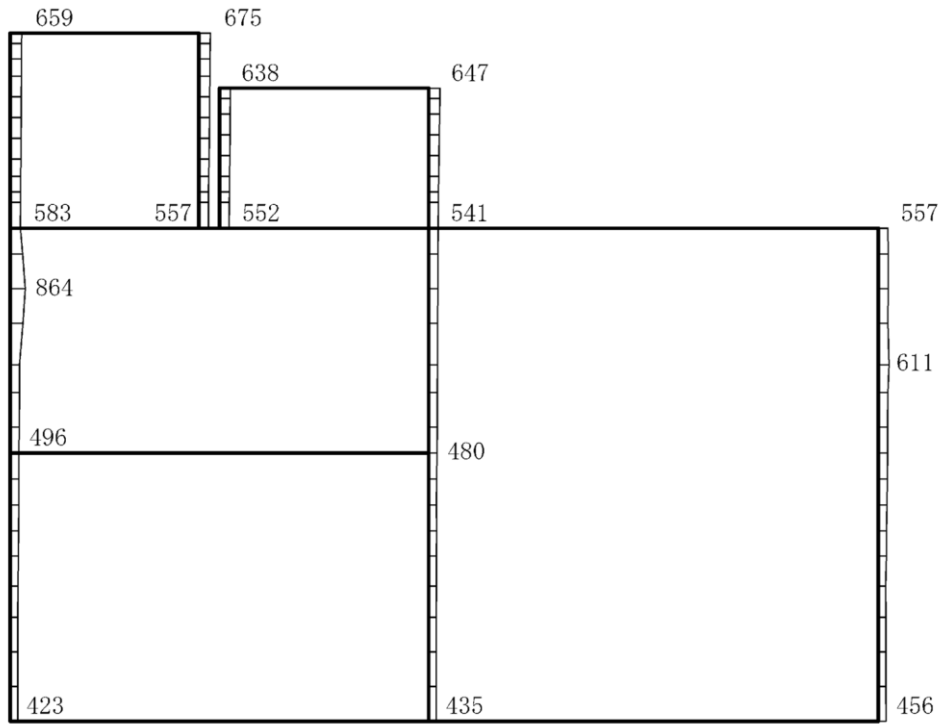
(a) S s - N 2 (E W) (+ +) 水平



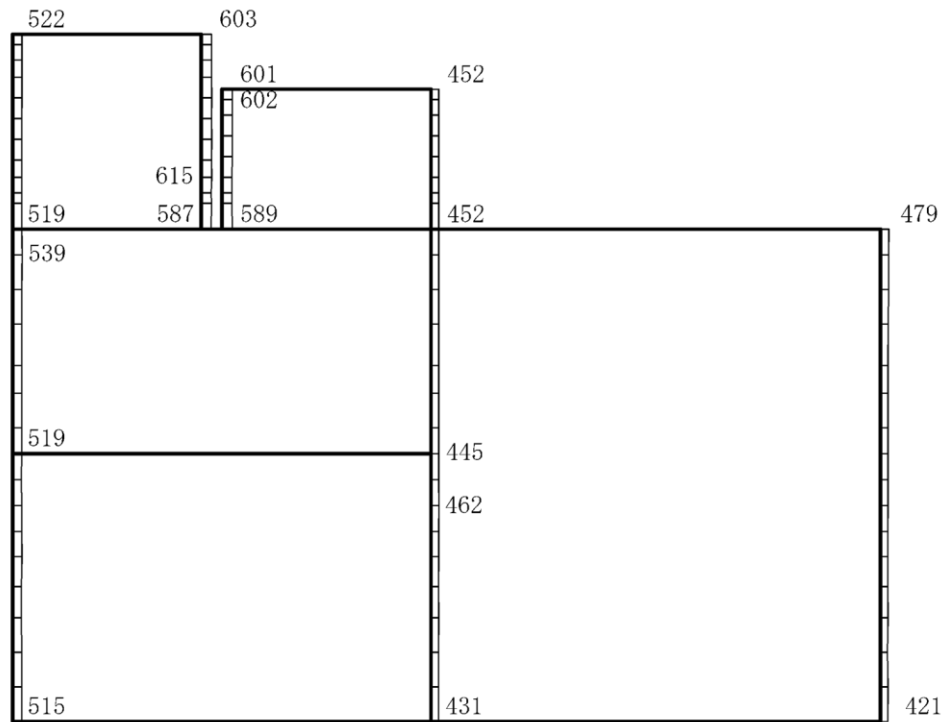
(b) S s - N 2 (E W) (+ +) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-63 最大応答加速度分布図 (11/26) (解析ケース①)



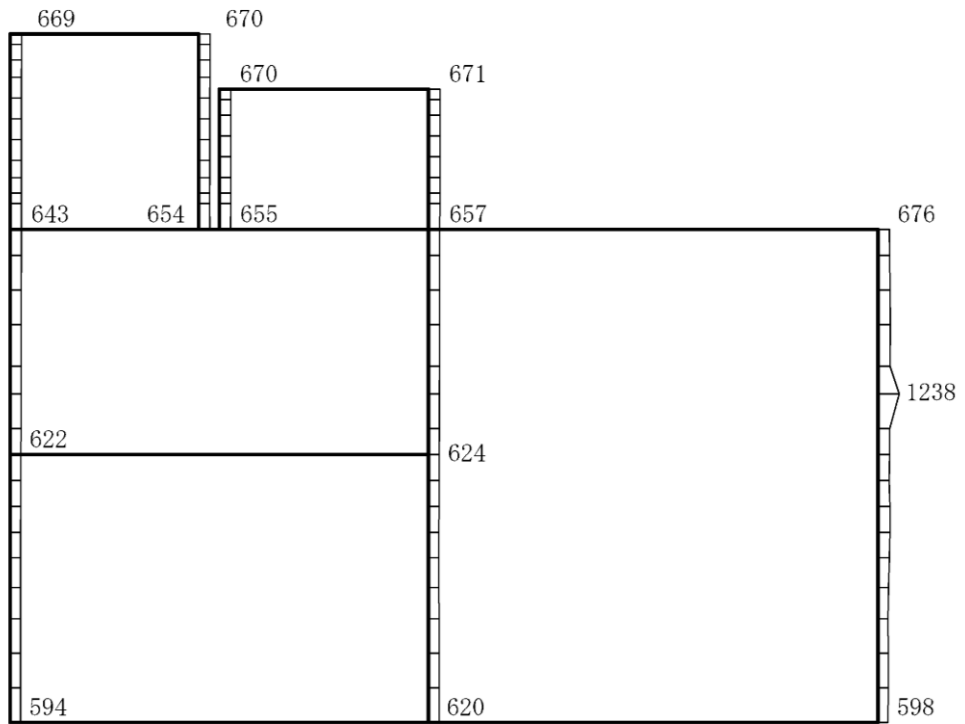
(a) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 水平



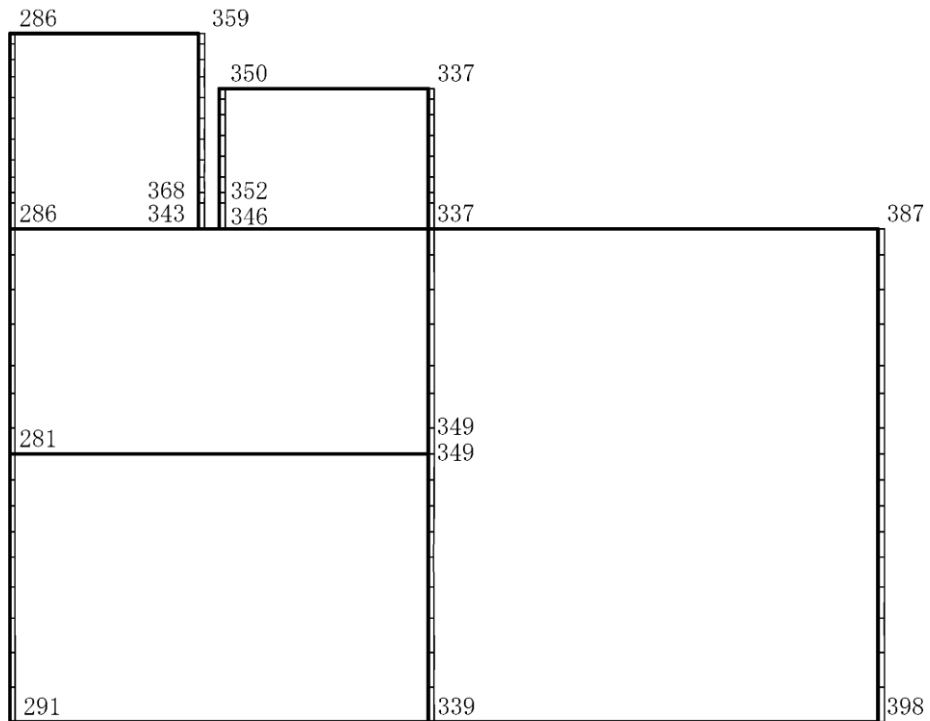
(b) $S_s - N_2$ (EW) (-+) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-64 最大応答加速度分布図 (12/26) (解析ケース①)



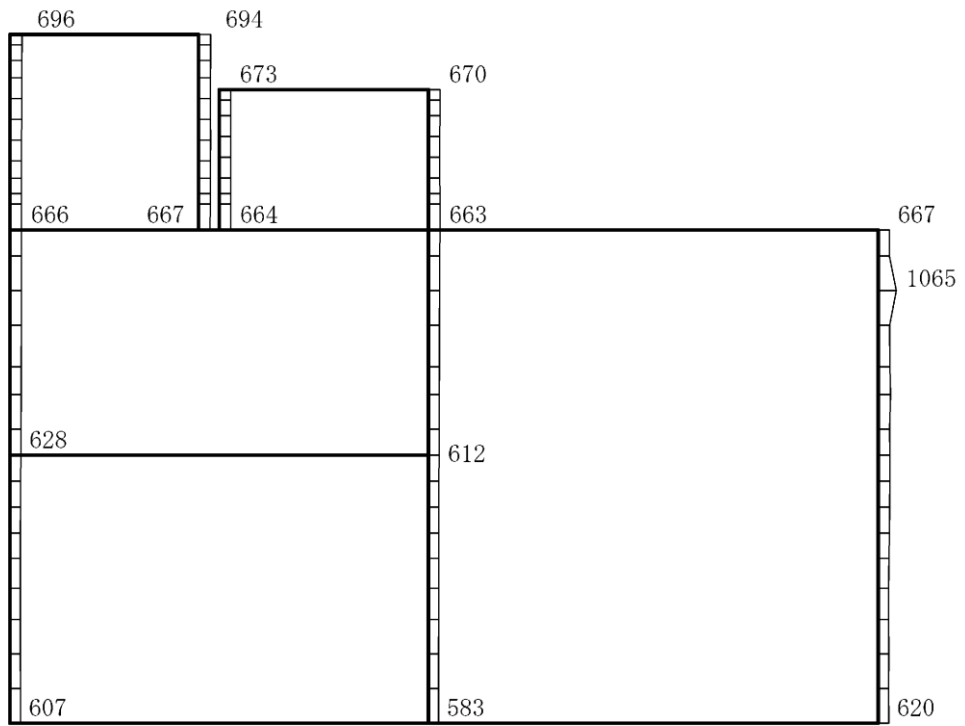
(a) S s - N 1 (- +) 水平



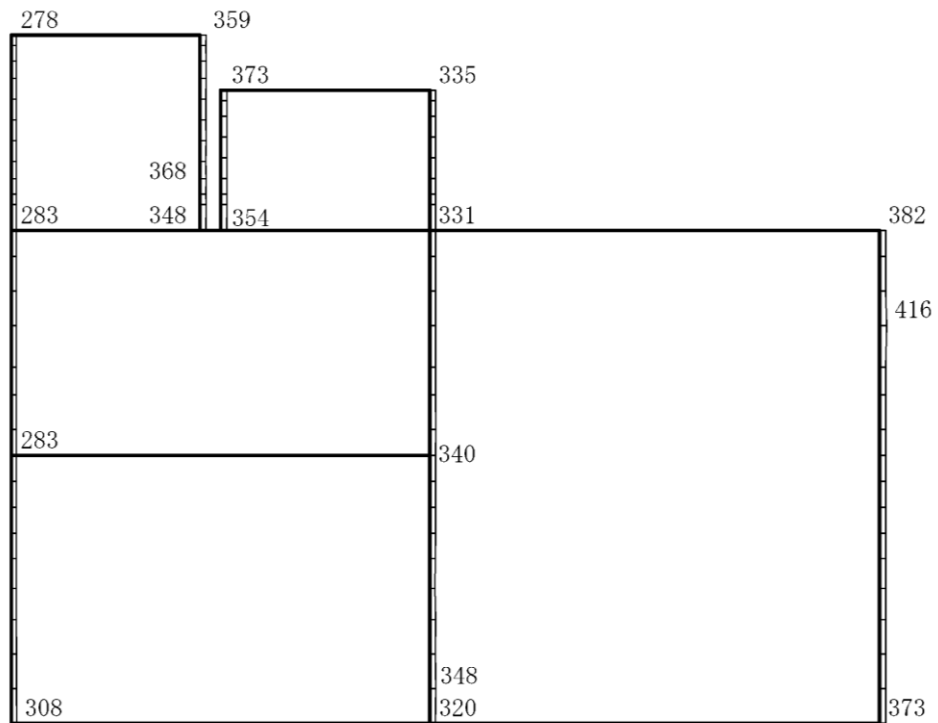
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-65 最大応答加速度分布図 (13/26) (解析ケース②)



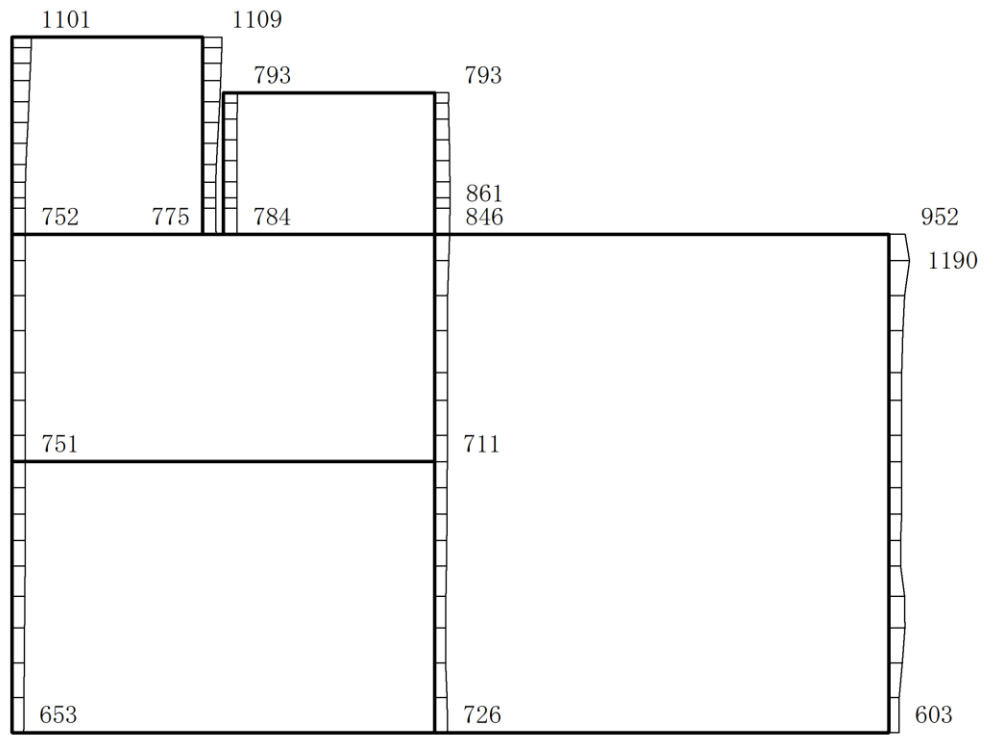
(a) S s - N 1 (- +) 水平



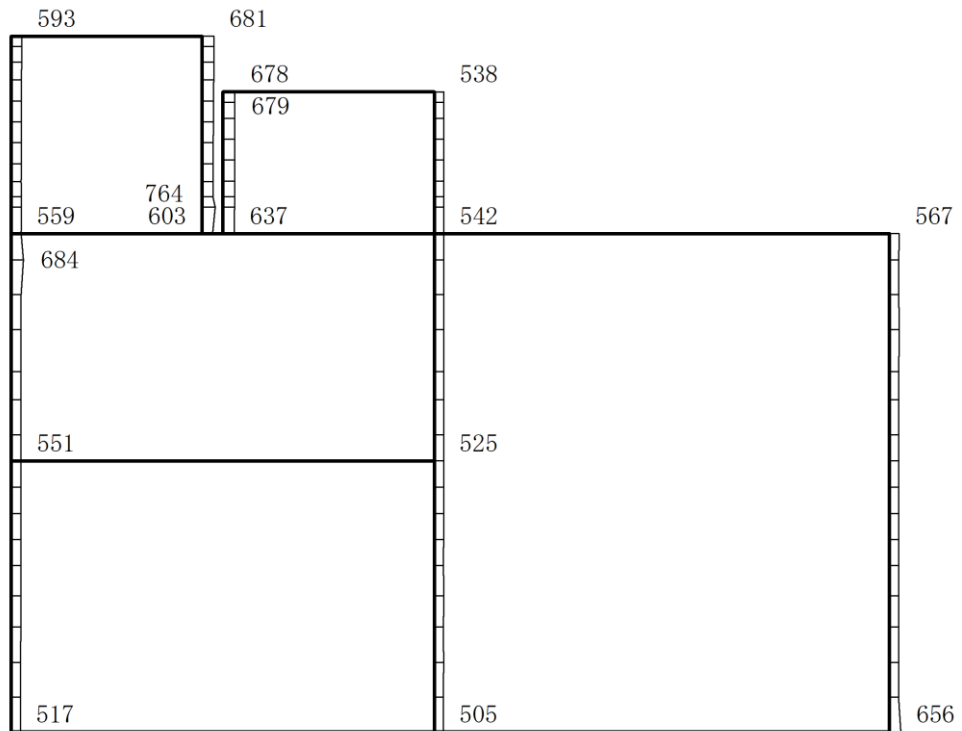
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-66 最大応答加速度分布図 (14/26) (解析ケース③)



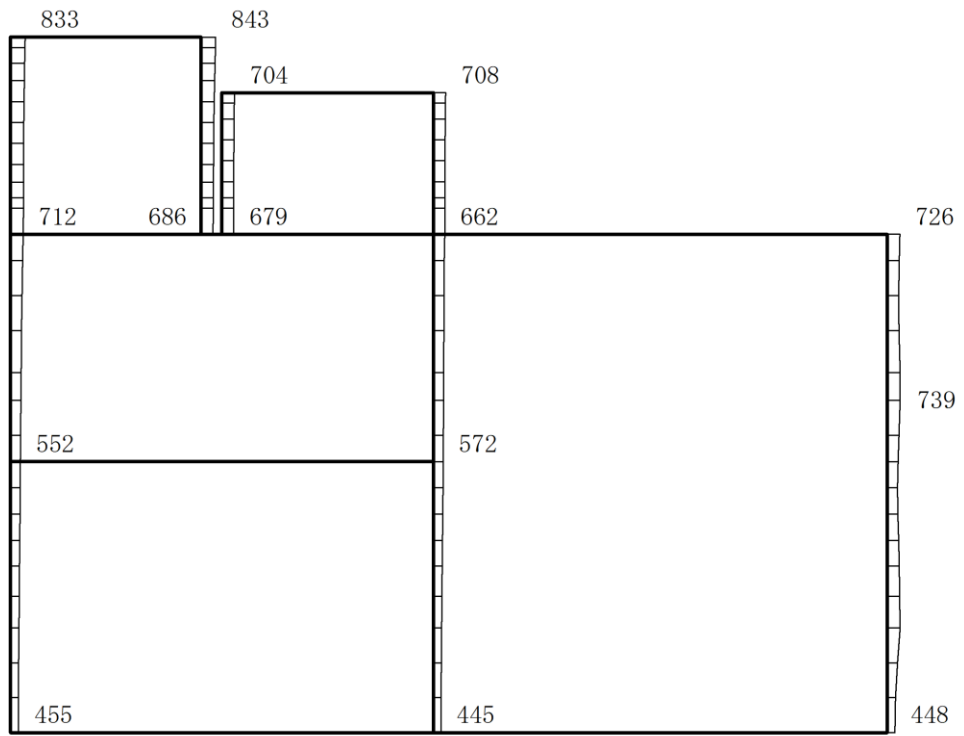
(a) S s - D (++) 水平



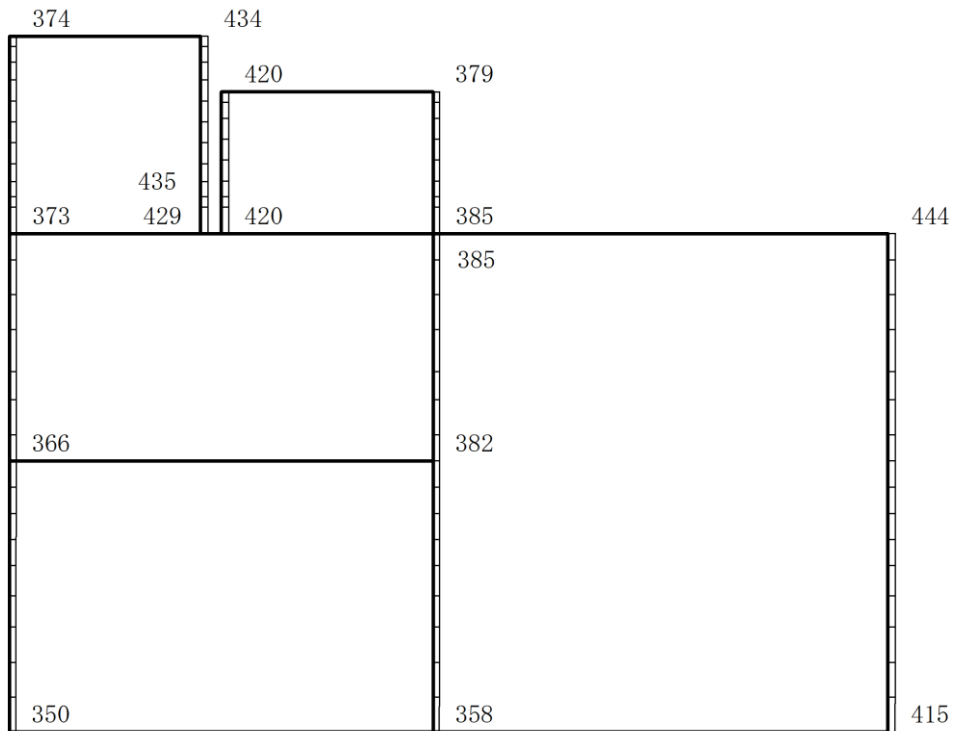
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-67 最大応答加速度分布図 (15/26) (解析ケース②)



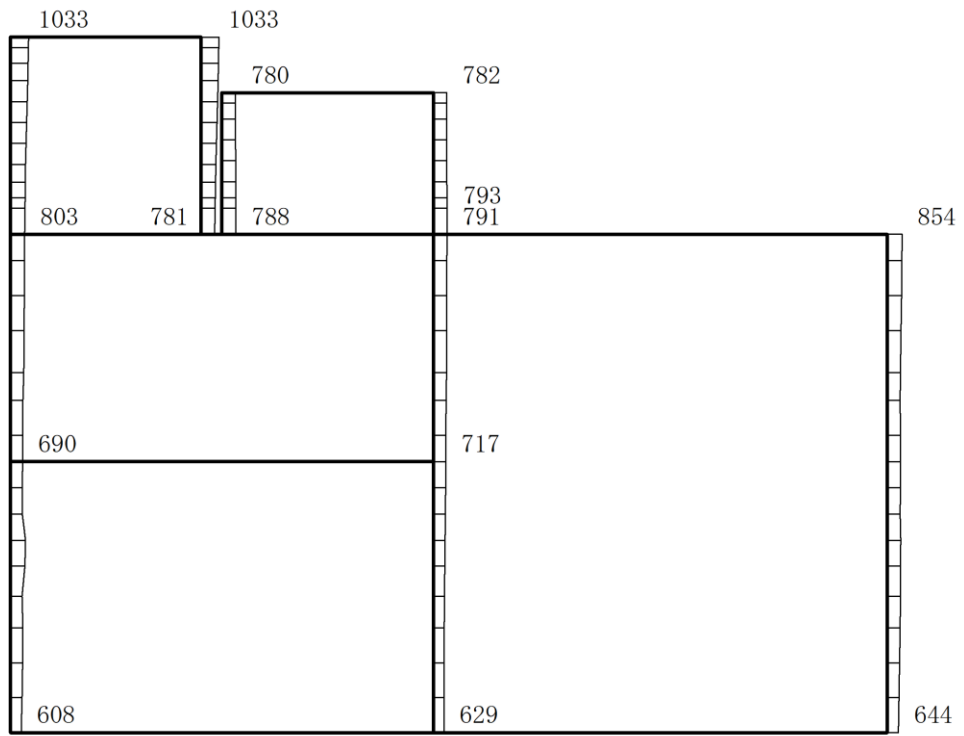
(a) S s - F 1 (++) 水平



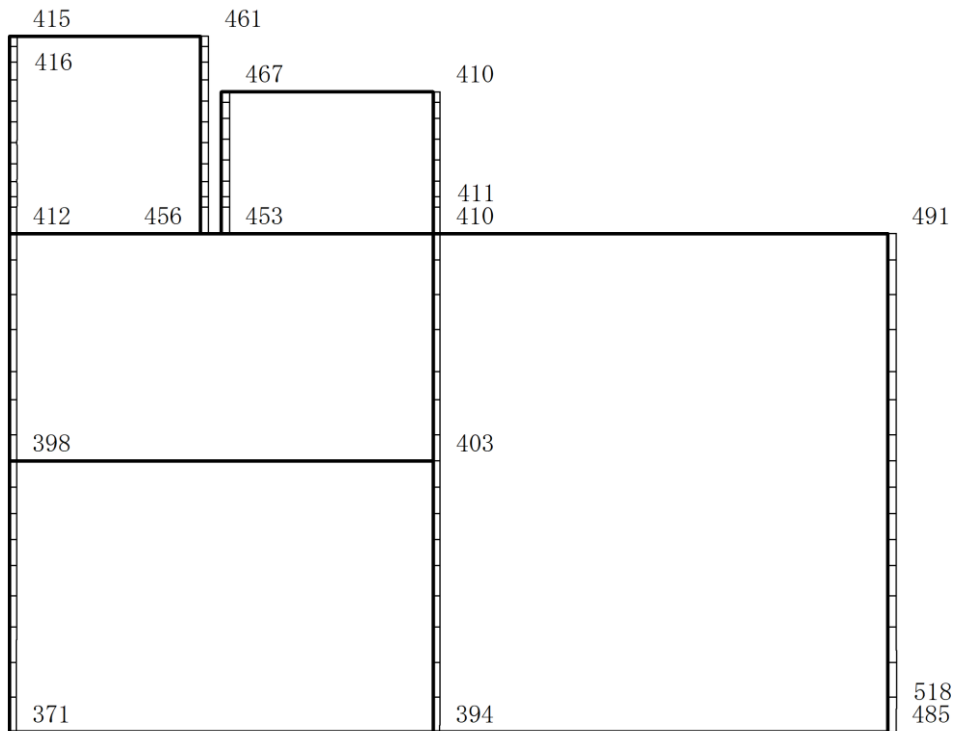
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 2 (m) 応答値スケール 0 $\frac{\quad}{\quad}$ 4000 (cm/s²)

図 4-68 最大応答加速度分布図 (16/26) (解析ケース②)



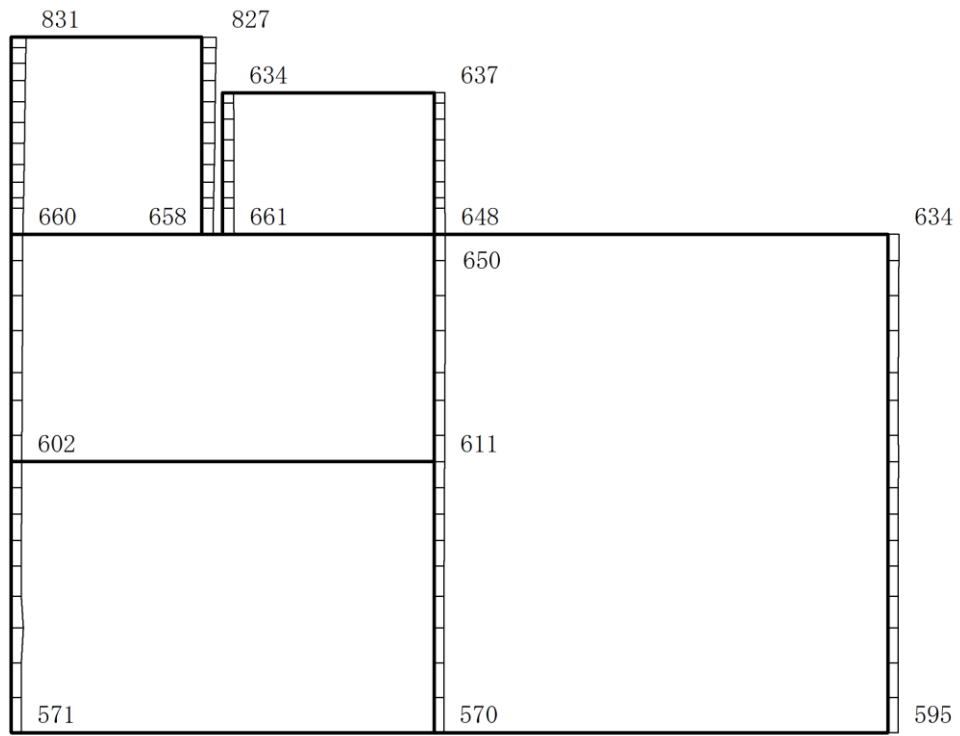
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



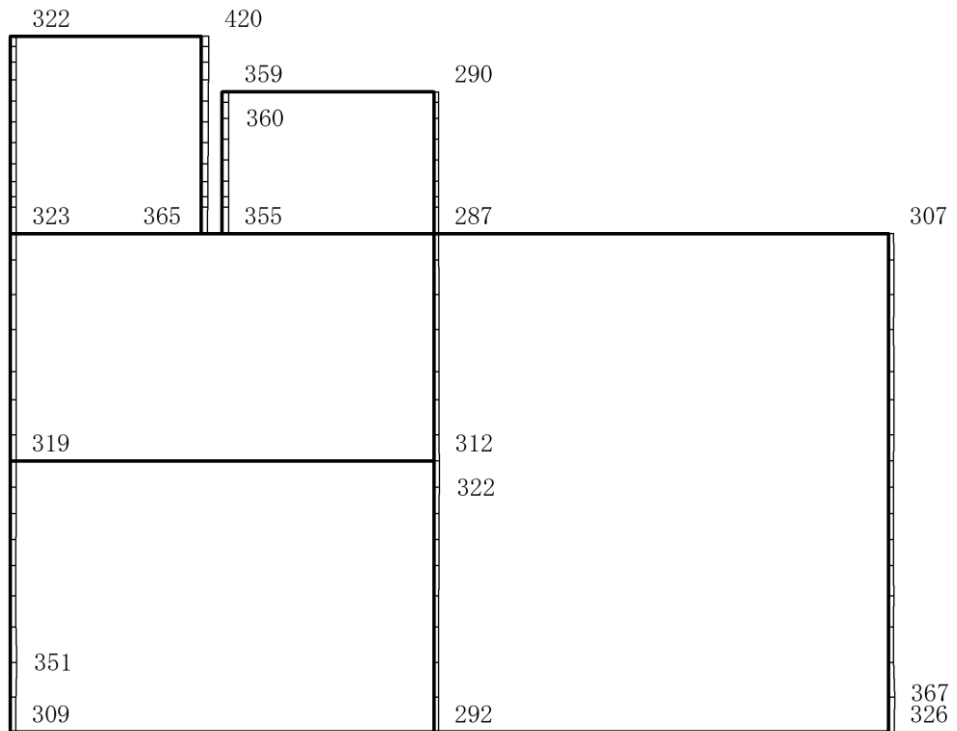
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-69 最大応答加速度分布図 (17/26) (解析ケース②)



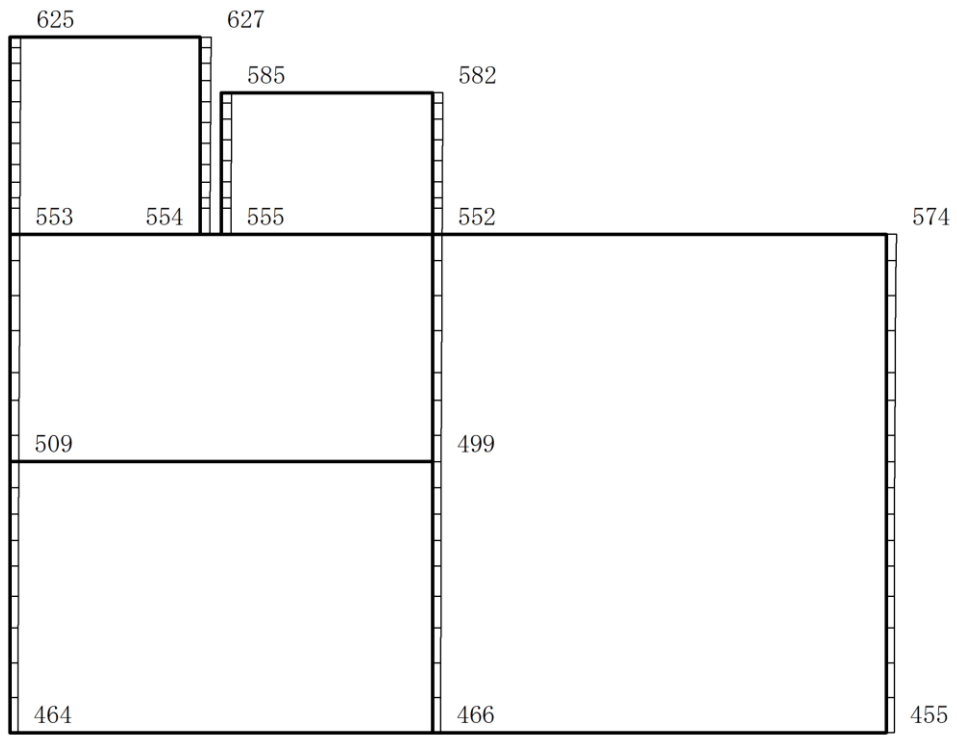
(a) S s - N 1 (++) 水平



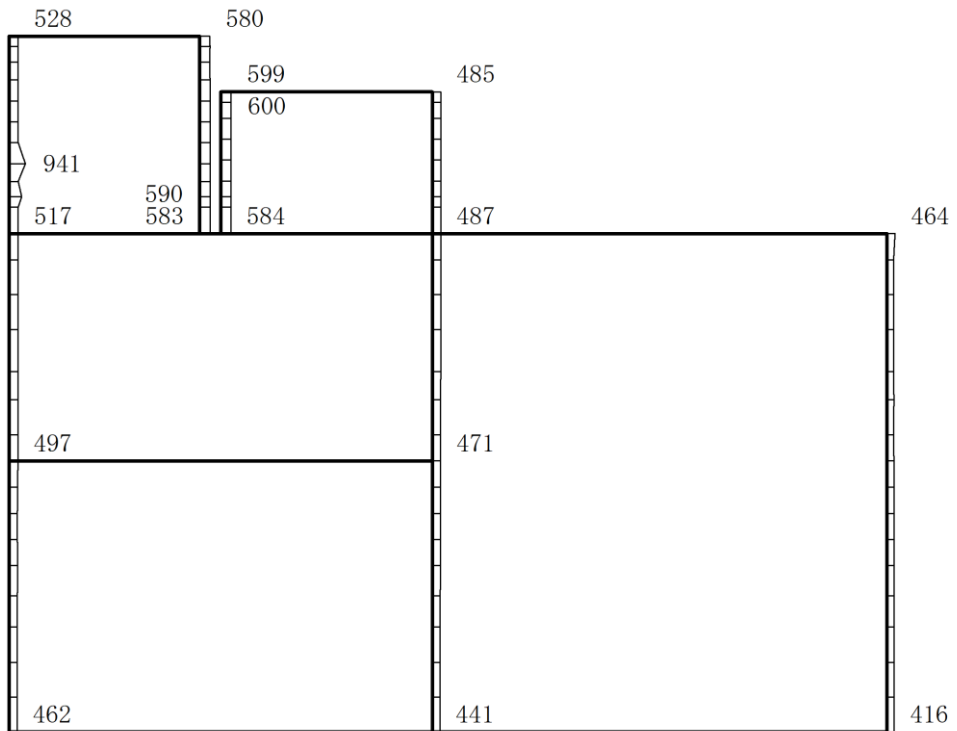
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-70 最大応答加速度分布図 (18/26) (解析ケース②)



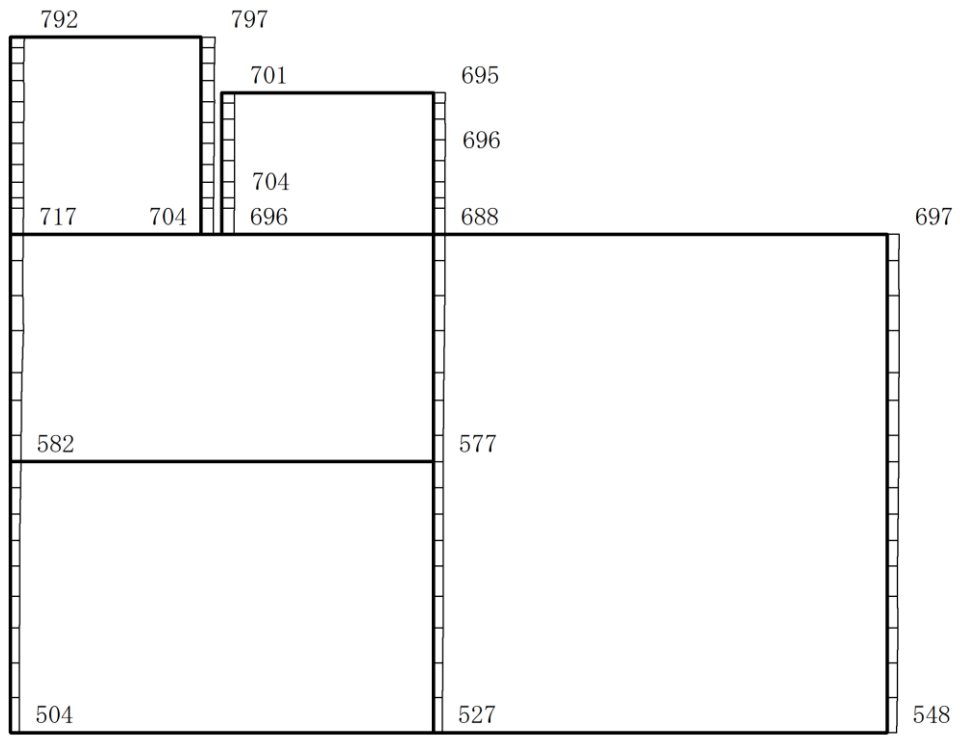
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



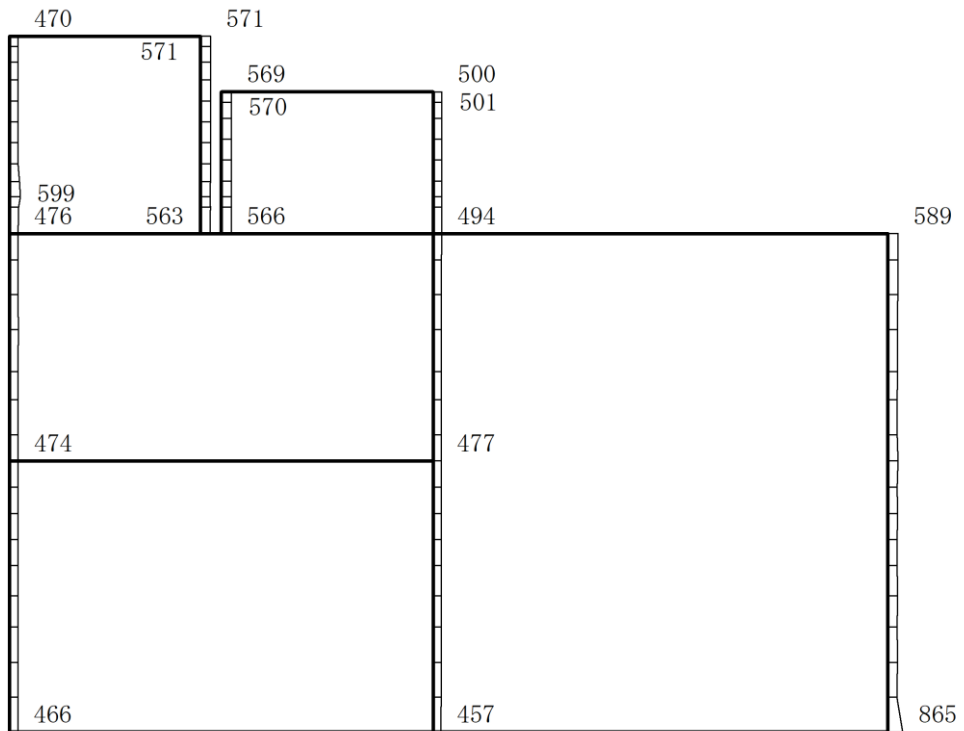
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-71 最大応答加速度分布図 (19/26) (解析ケース②)



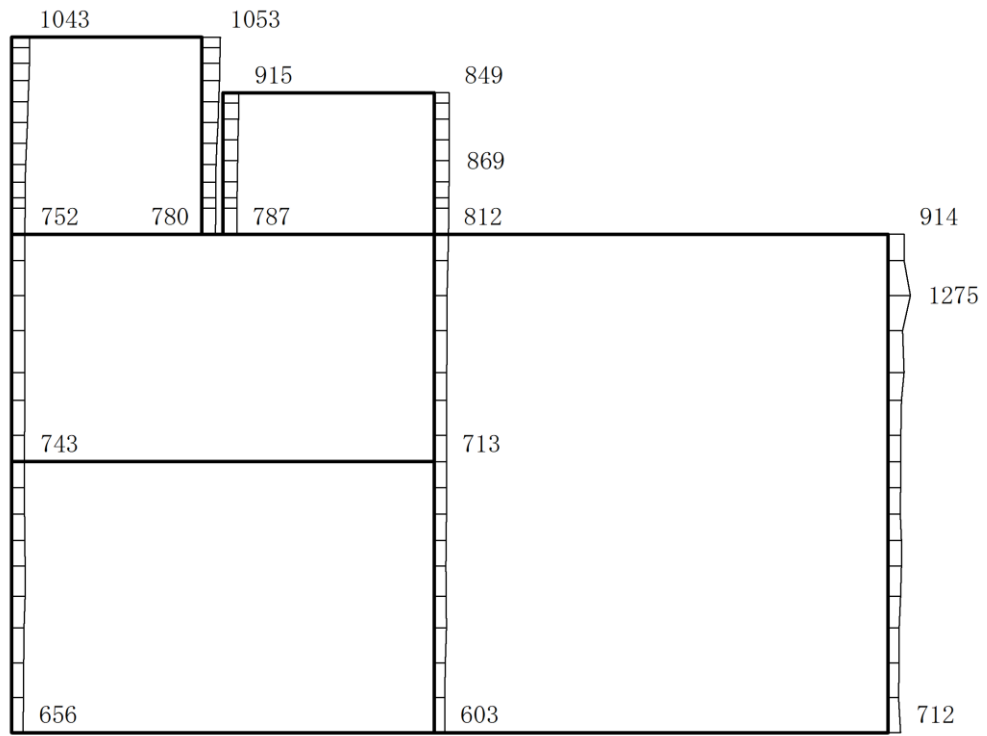
(a) $S_s - N2 (EW)$ (++) 水平



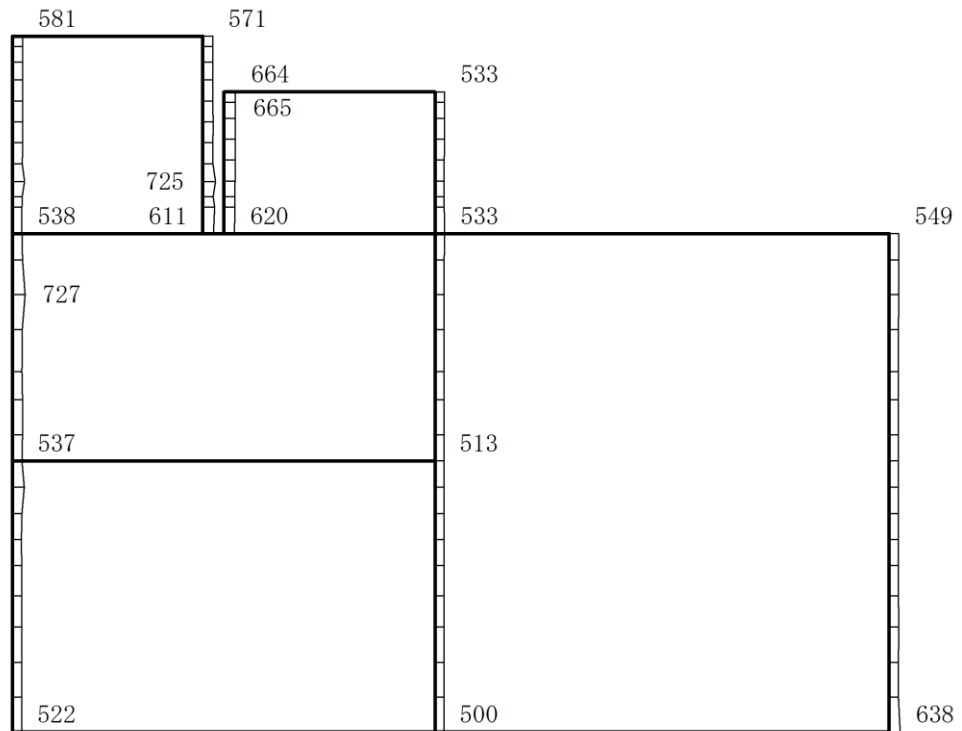
(b) $S_s - N2 (EW)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2 (m)$ 応答値スケール $0 \sim 4000 (cm/s^2)$

図 4-72 最大応答加速度分布図 (20/26) (解析ケース②)



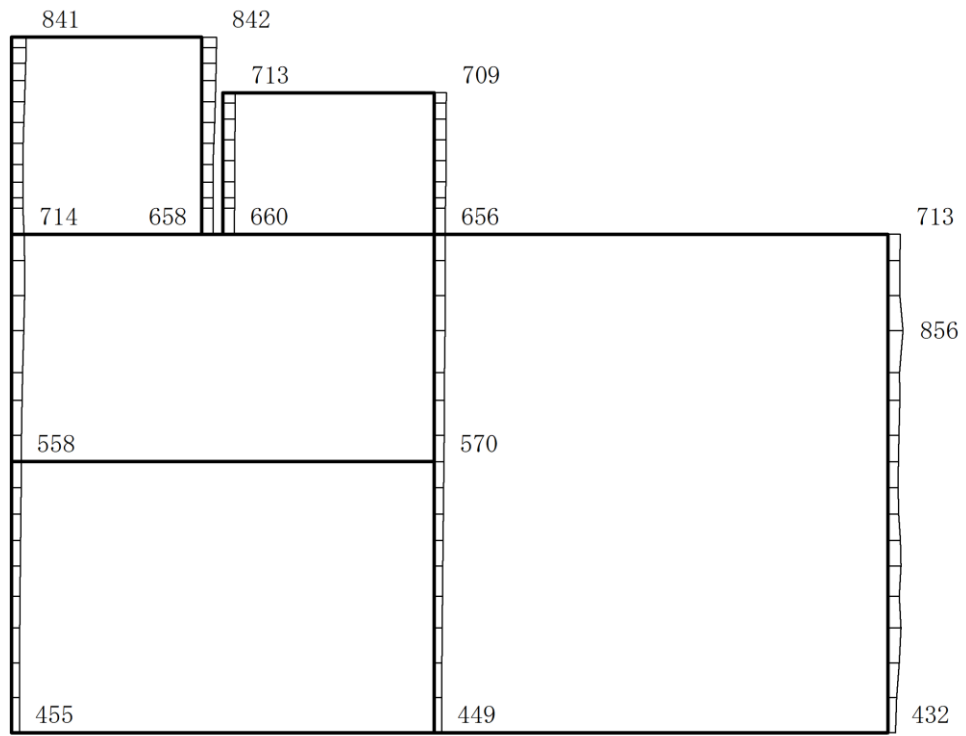
(a) S s - D (++) 水平



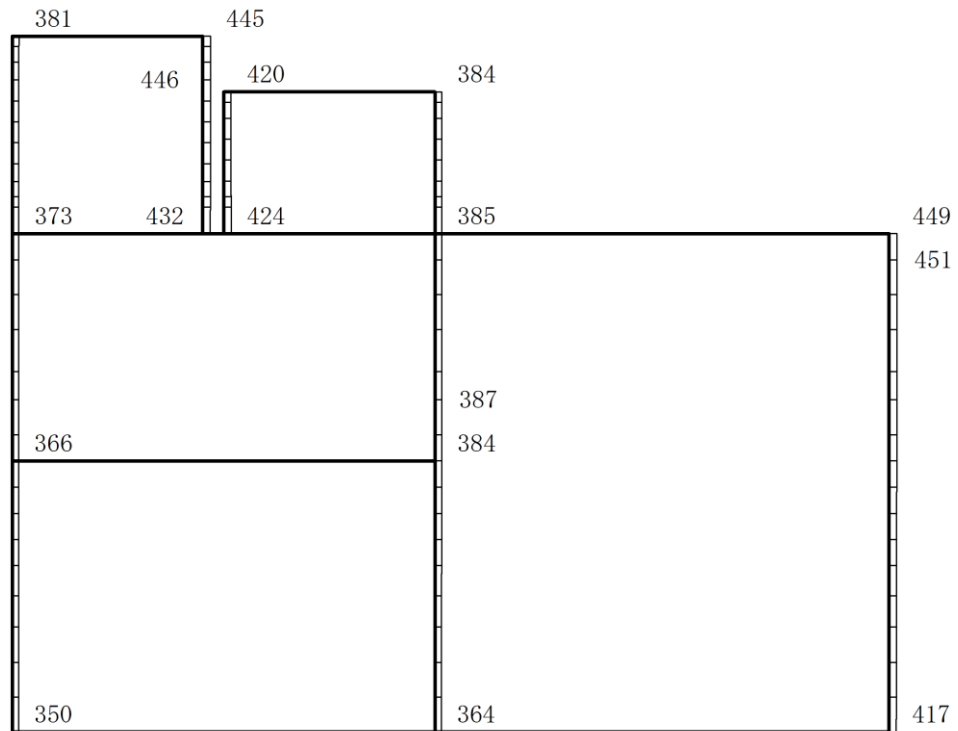
(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-73 最大応答加速度分布図 (21/26) (解析ケース③)



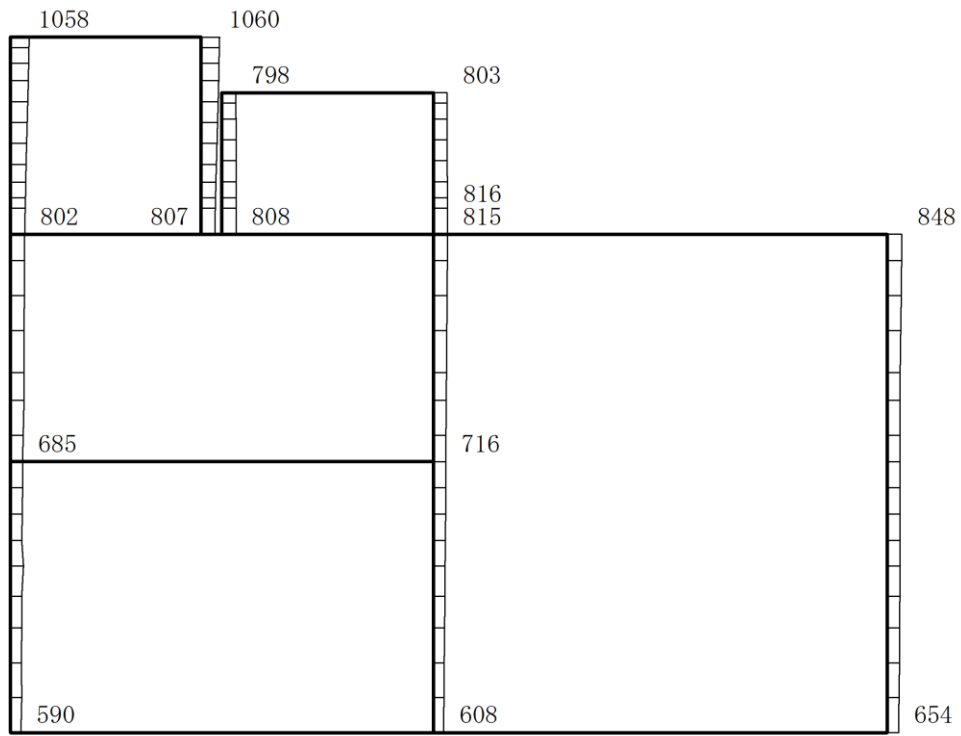
(a) $S_s - F1$ (++) 水平



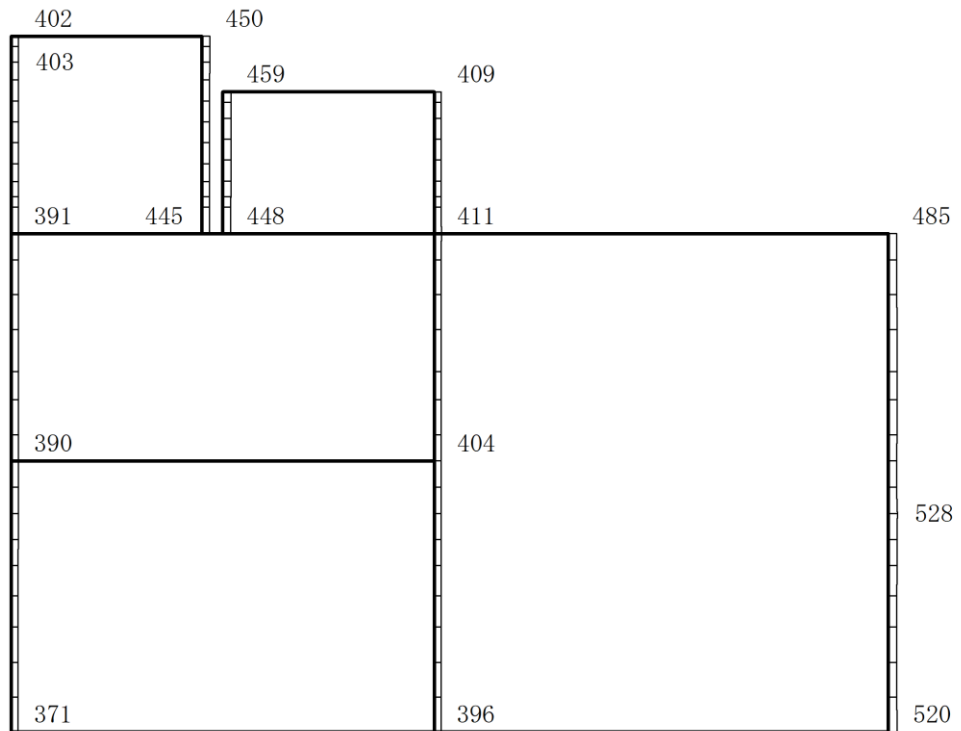
(b) $S_s - F1$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-74 最大応答加速度分布図 (22/26) (解析ケース③)



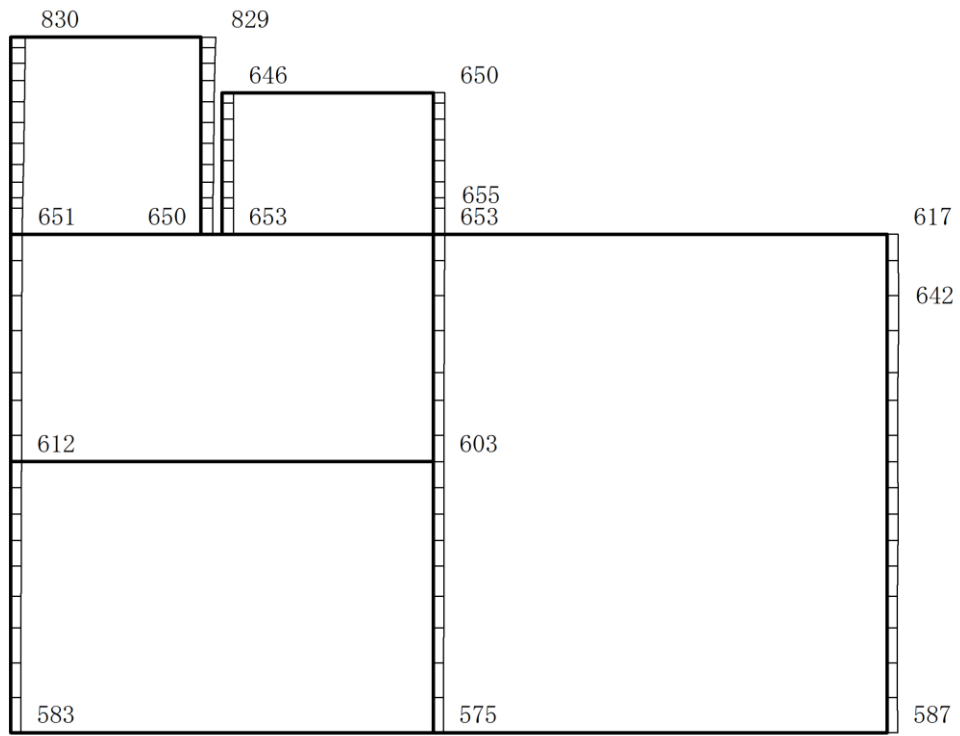
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



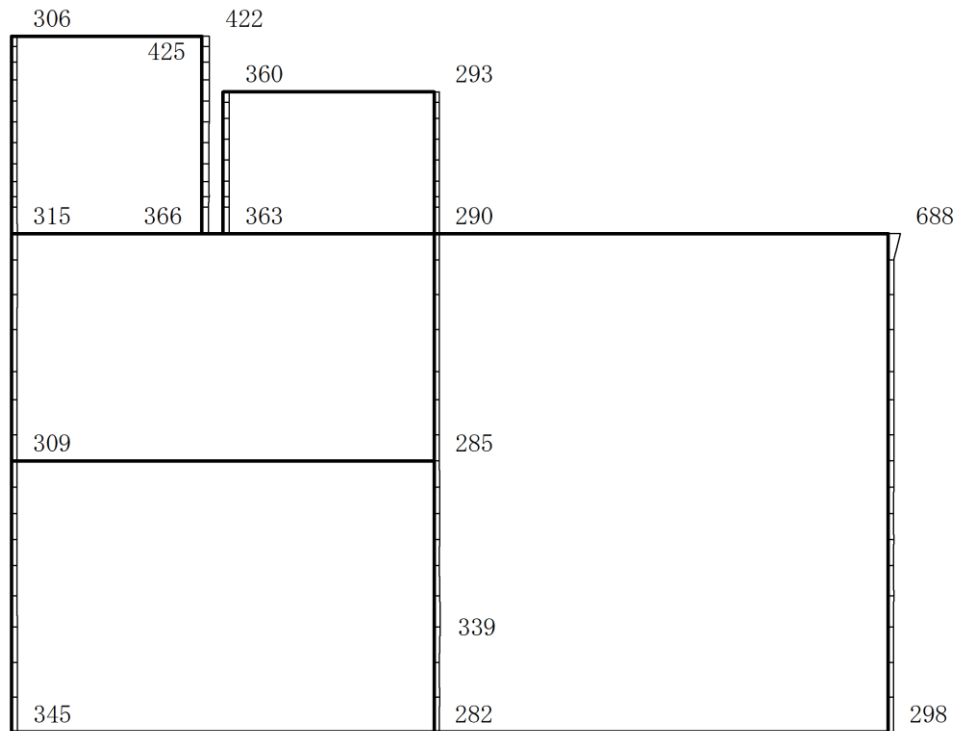
(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-75 最大応答加速度分布図 (23/26) (解析ケース③)



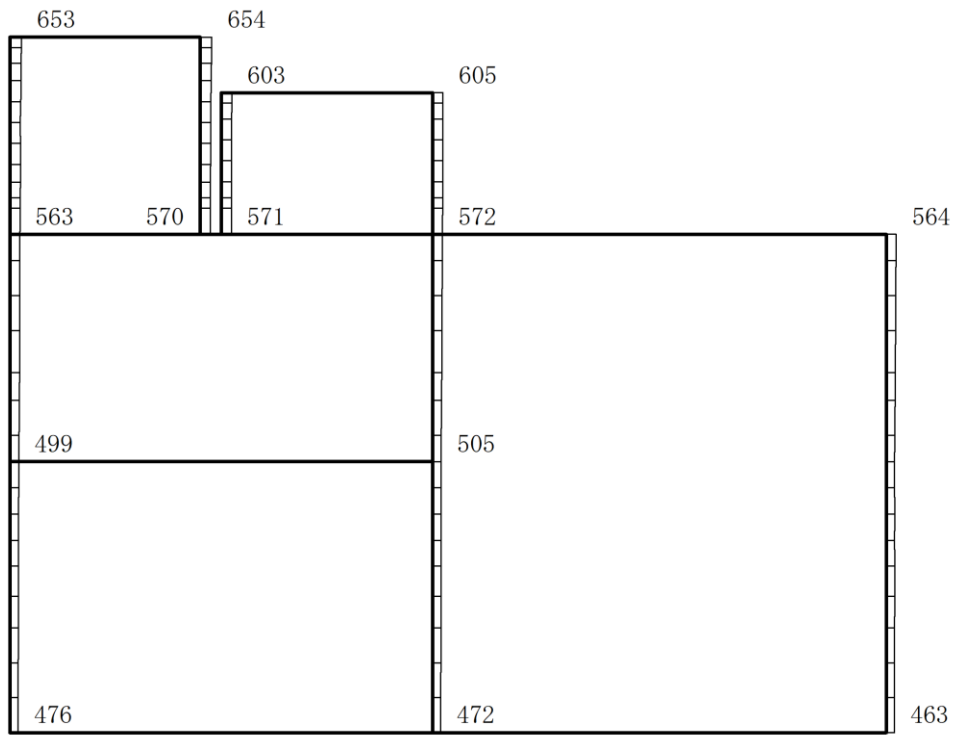
(a) S s - N 1 (++) 水平



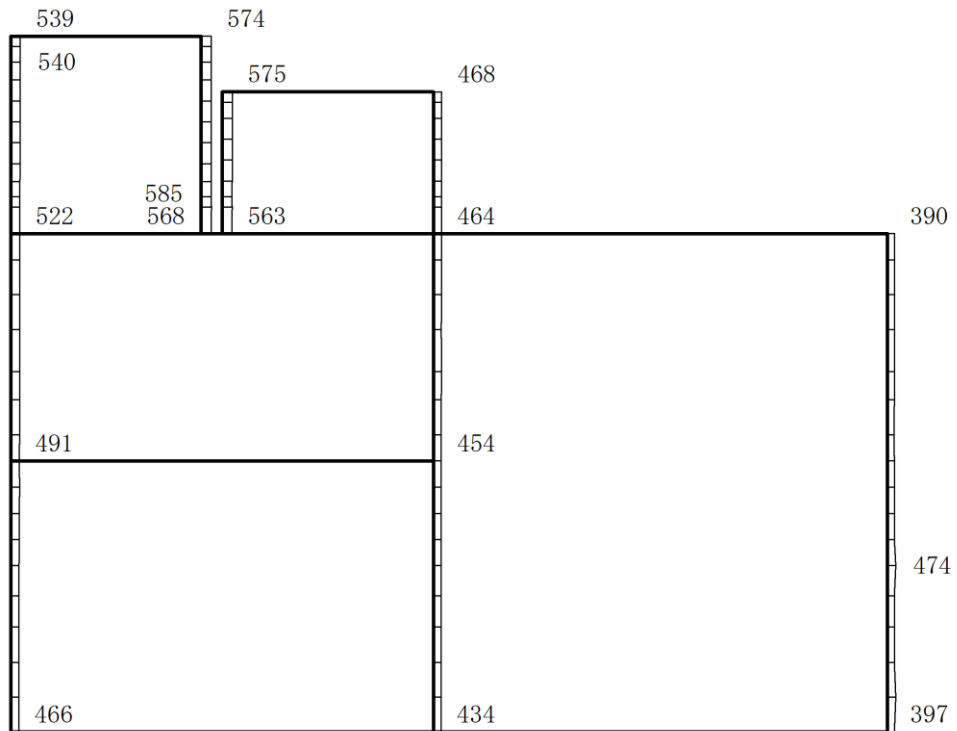
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s²)

図 4-76 最大応答加速度分布図 (24/26) (解析ケース③)



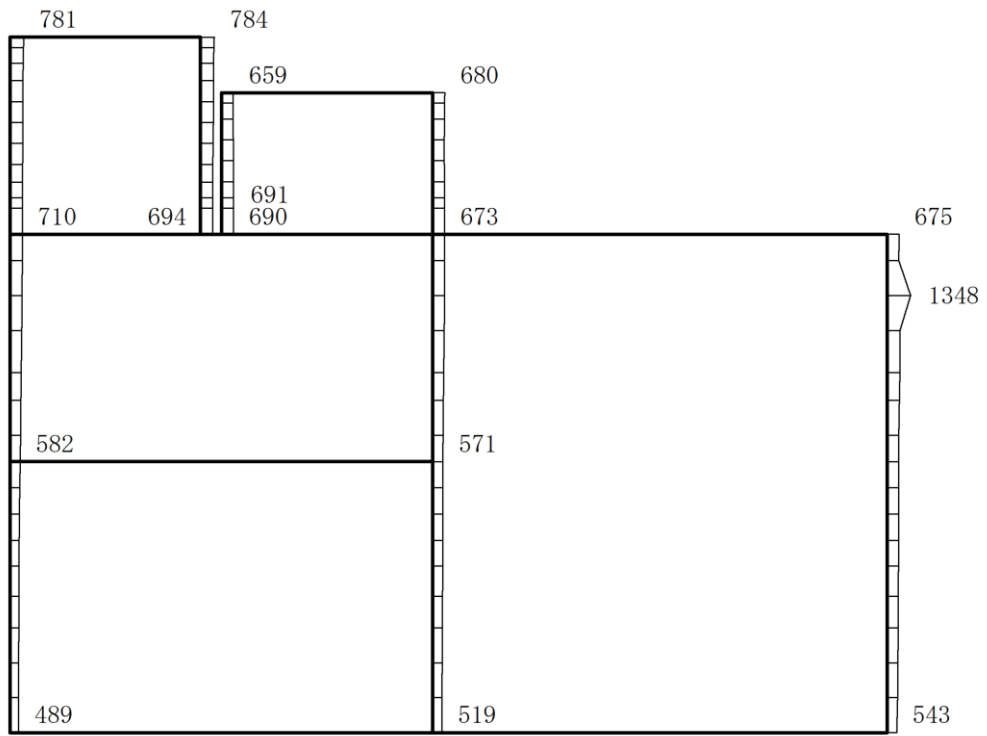
(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



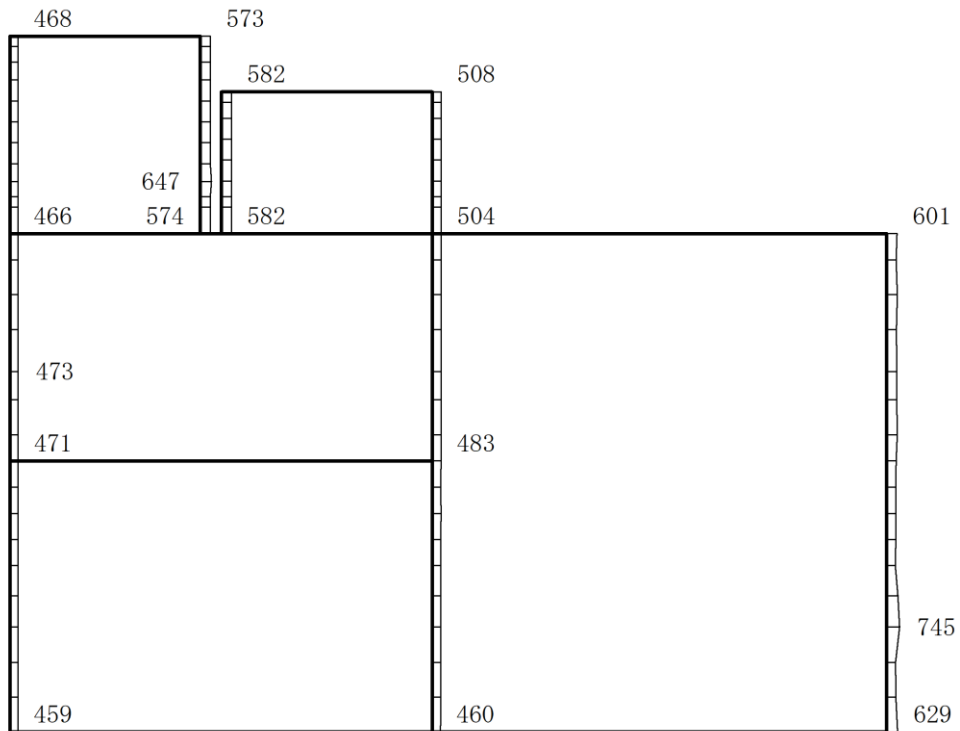
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \sim 2$ (m) 応答値スケール $0 \sim 4000$ (cm/s^2)

図 4-77 最大応答加速度分布図 (25/26) (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 2 (m) 応答値スケール 0 4000 (cm/s²)

図 4-78 最大応答加速度分布図 (26/26) (解析ケース③)

VI-2-2-33 低圧原子炉代替注水ポンプ格納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 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	10
3. 耐震評価	11
3.1 評価対象断面	11
3.2 使用材料及び材料の物性値	13
3.3 許容限界	14
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	14
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	15
3.4 評価方法	16
3.4.1 構造部材の健全性評価	16
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	20
4. 耐震評価結果	21
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	21
4.2 貯水機能に対する評価結果	24
4.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	26

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、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していることを確認するものである。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽に要求される機能維持の確認は、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価により行う。また、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の一部である低圧原子炉代替注水槽については、貯水機能に対する評価を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の位置図を図 2-1 に示す。

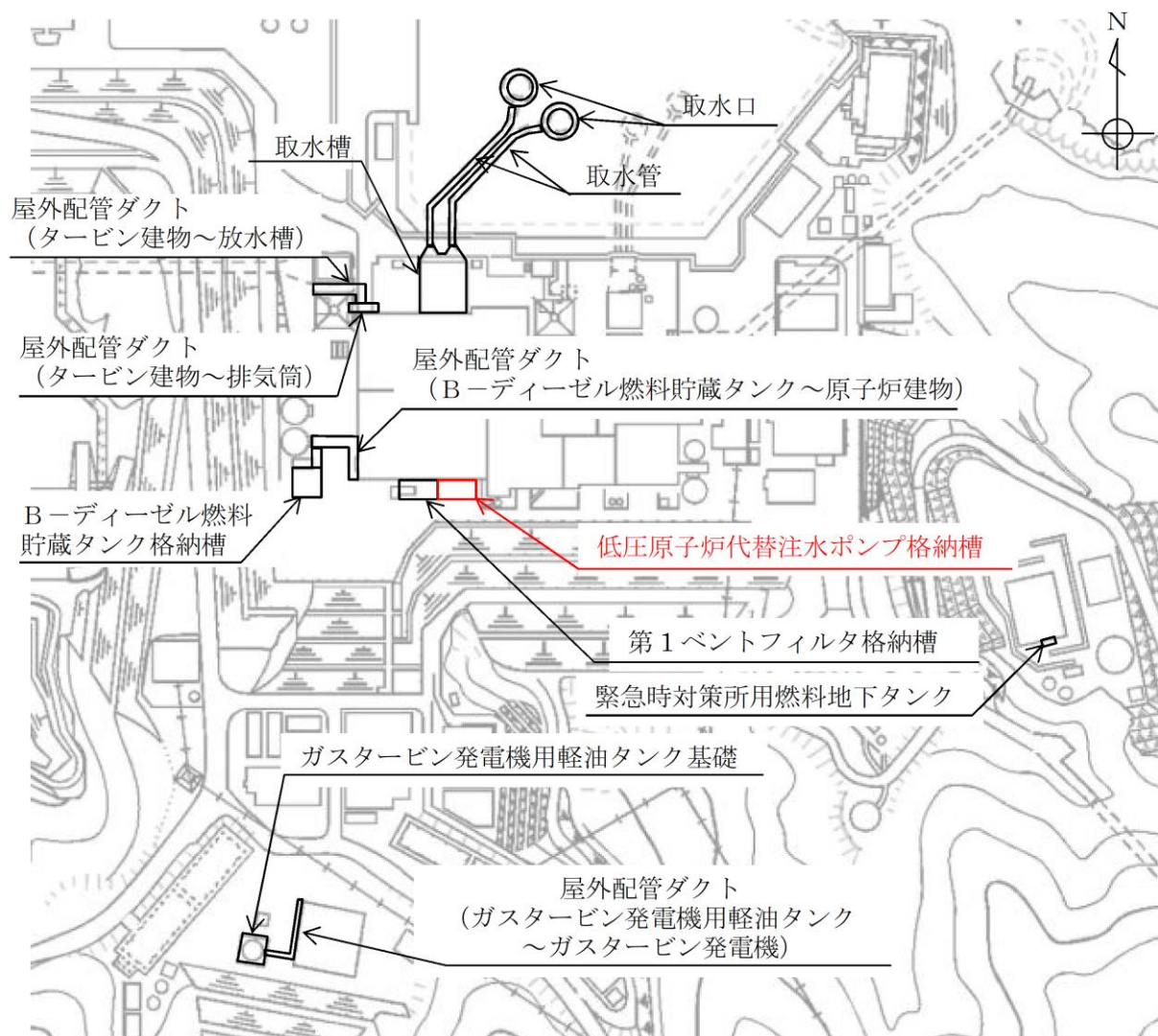


図 2-1 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 位置図

2.2 構造概要

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3～図 2-5 に、概略配筋図を図 2-6 及び図 2-7 示す。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は、一部に低圧原子炉代替注水槽を有し、低圧原子炉代替注水ポンプ等を間接支持する幅 26.6m (EW 方向) × 13.4m (NS 方向)、高さ約 21.2m の鉄筋コンクリート造の地中（一部地上部を含む）構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有する C_M 級岩盤に支持される。

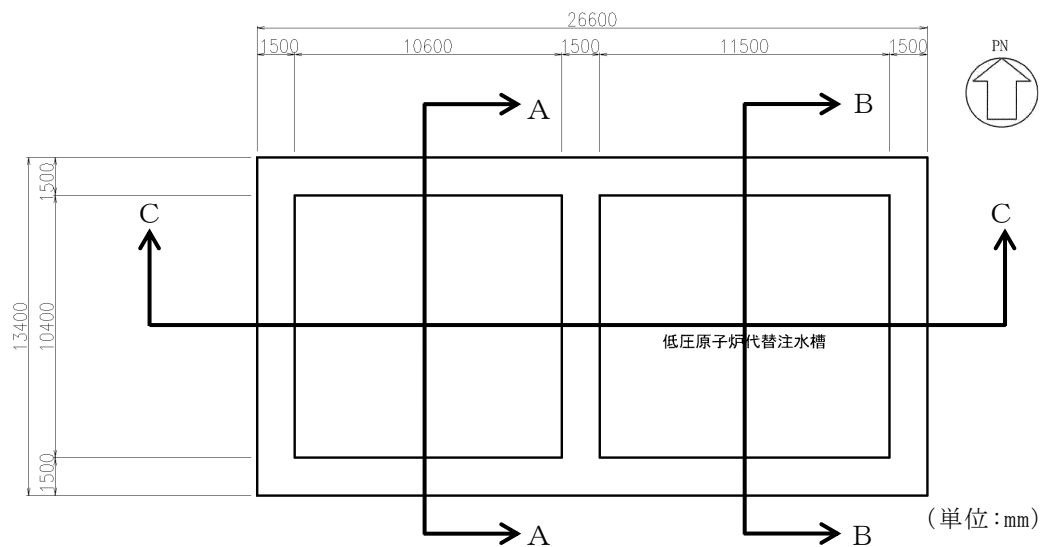


図 2-2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 平面図

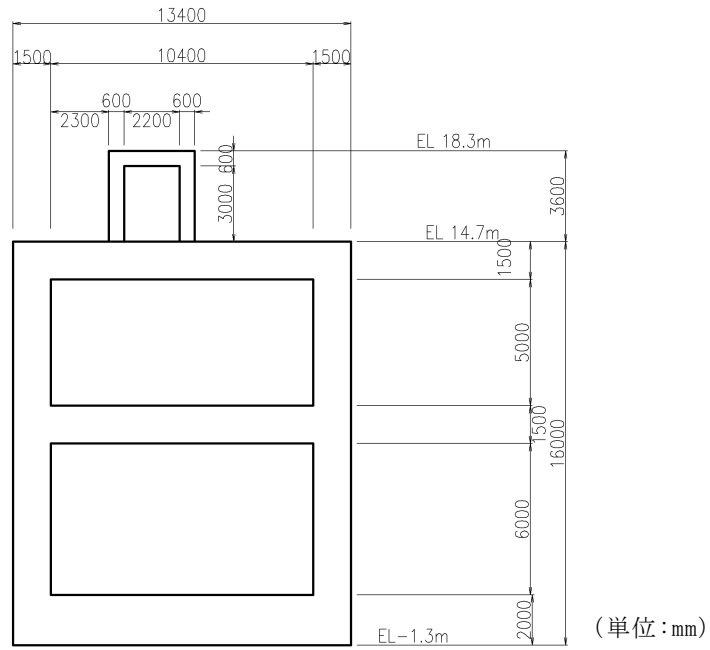


図 2-3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (A-A断面)

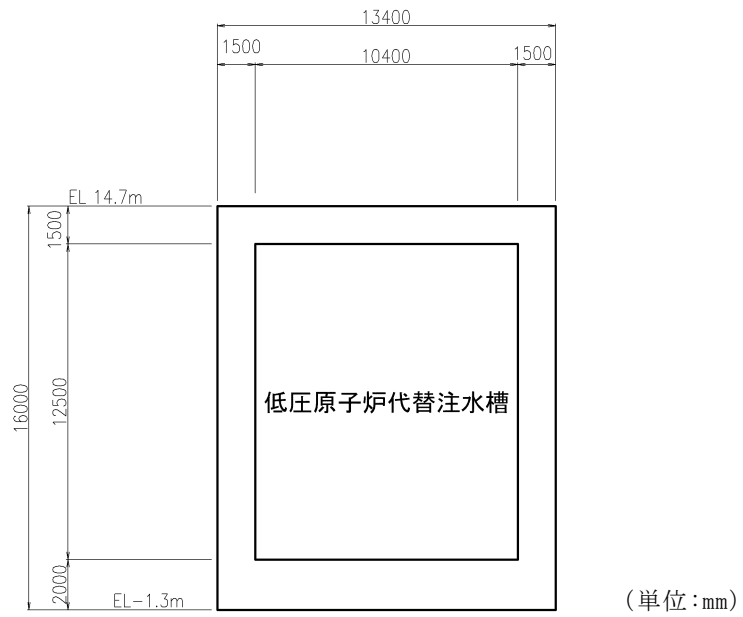


図 2-4 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (B-B断面)

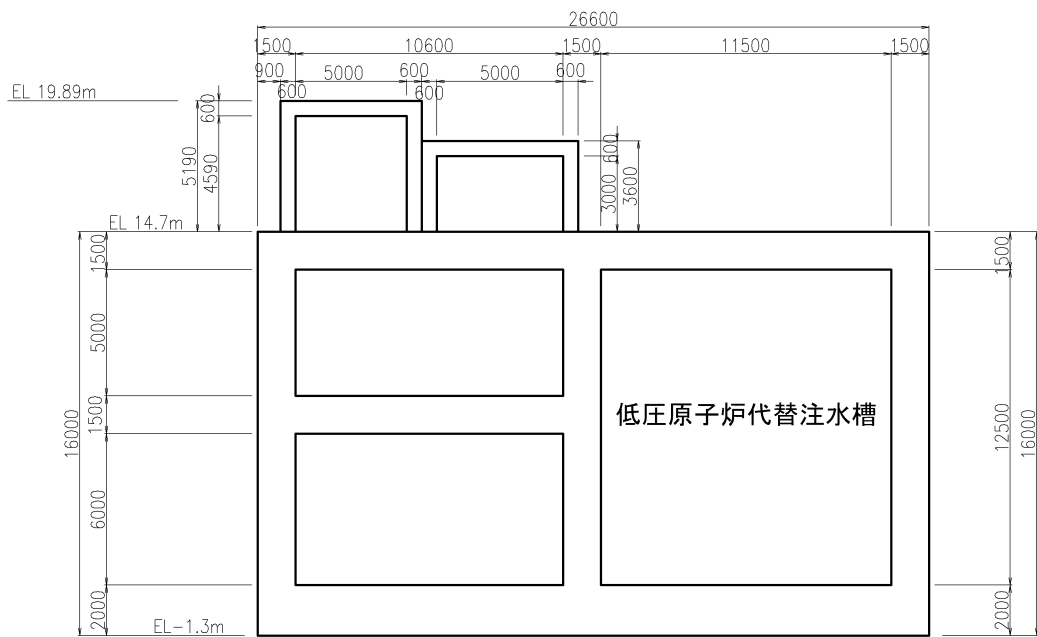


図 2-5 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (C-C 断面) (単位:mm)

S2 補 VI-2-2-33 R0

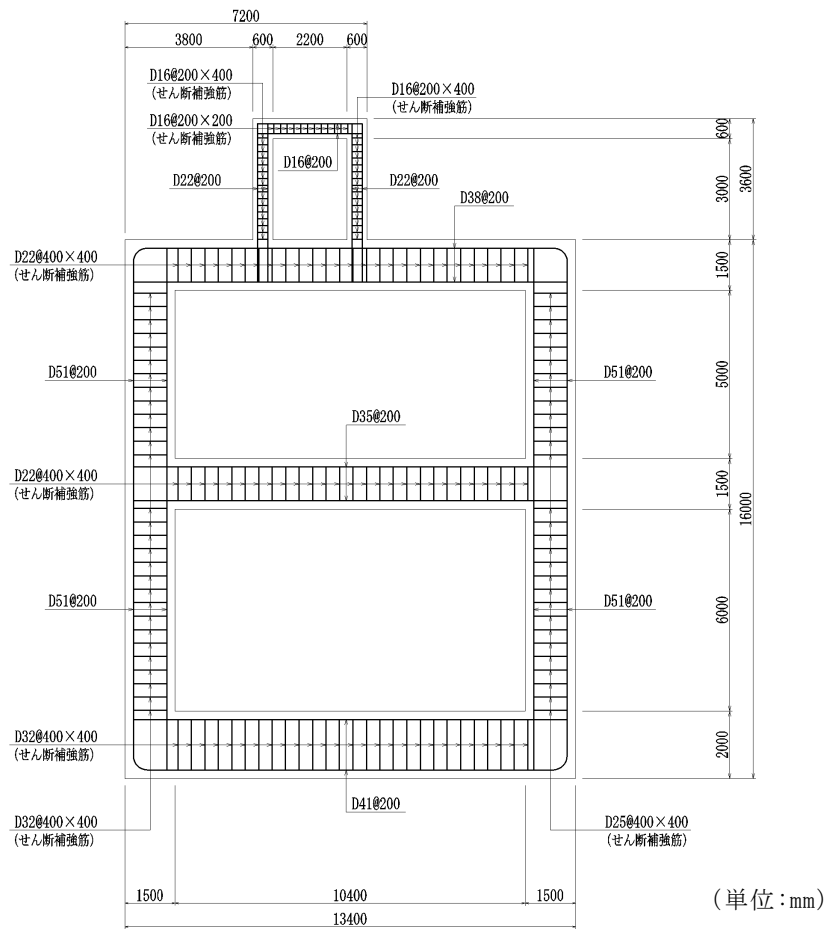
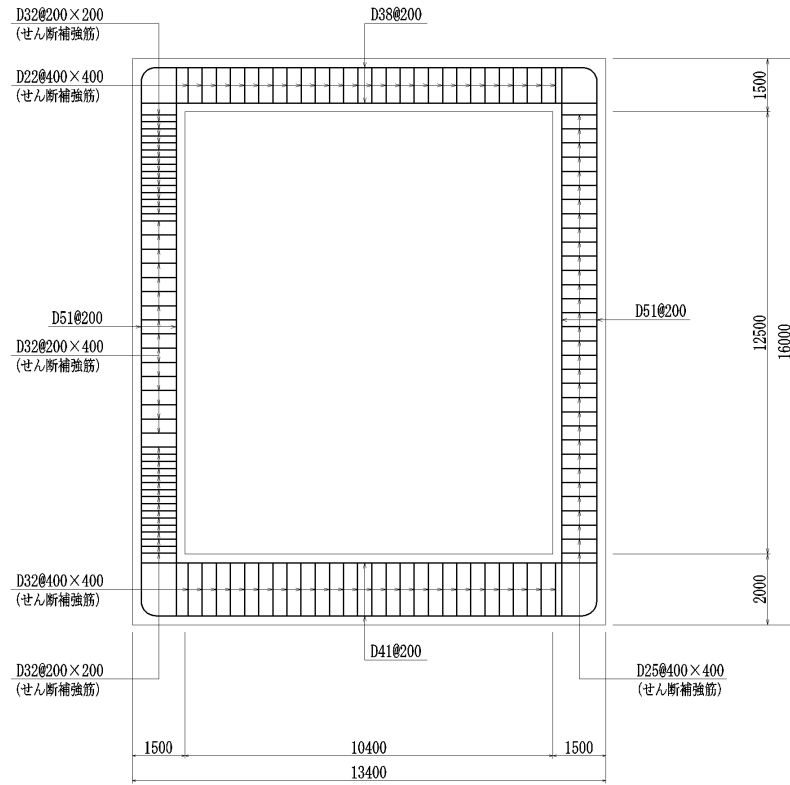


図 2-6 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 概略配筋図 (A-A 断面)



(単位: mm)

図 2-7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 概略配筋図 (B-B断面)

2.3 評価方針

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に分類され、一部に低圧原子炉代替注水槽を有している。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の耐震評価フローを図 2-8 に示す。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽は、VI-2-2-32「低圧原子炉代替注水ポンプ格納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、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を支持する機能を維持することができる。

構造部材の健全性評価については、VI-2-2-32「低圧原子炉代替注水ポンプ格納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、曲げ・軸力系の破壊に対し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する。せん断破壊に対しては照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、VI-2-2-32「低圧原子炉代替注水ポンプ格納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、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。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の一部である低圧原子炉代替注水槽は、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備であり、貯水機能を維持することが要求されるため、構造部材の貯水機能に対する評価を併せて実施する。

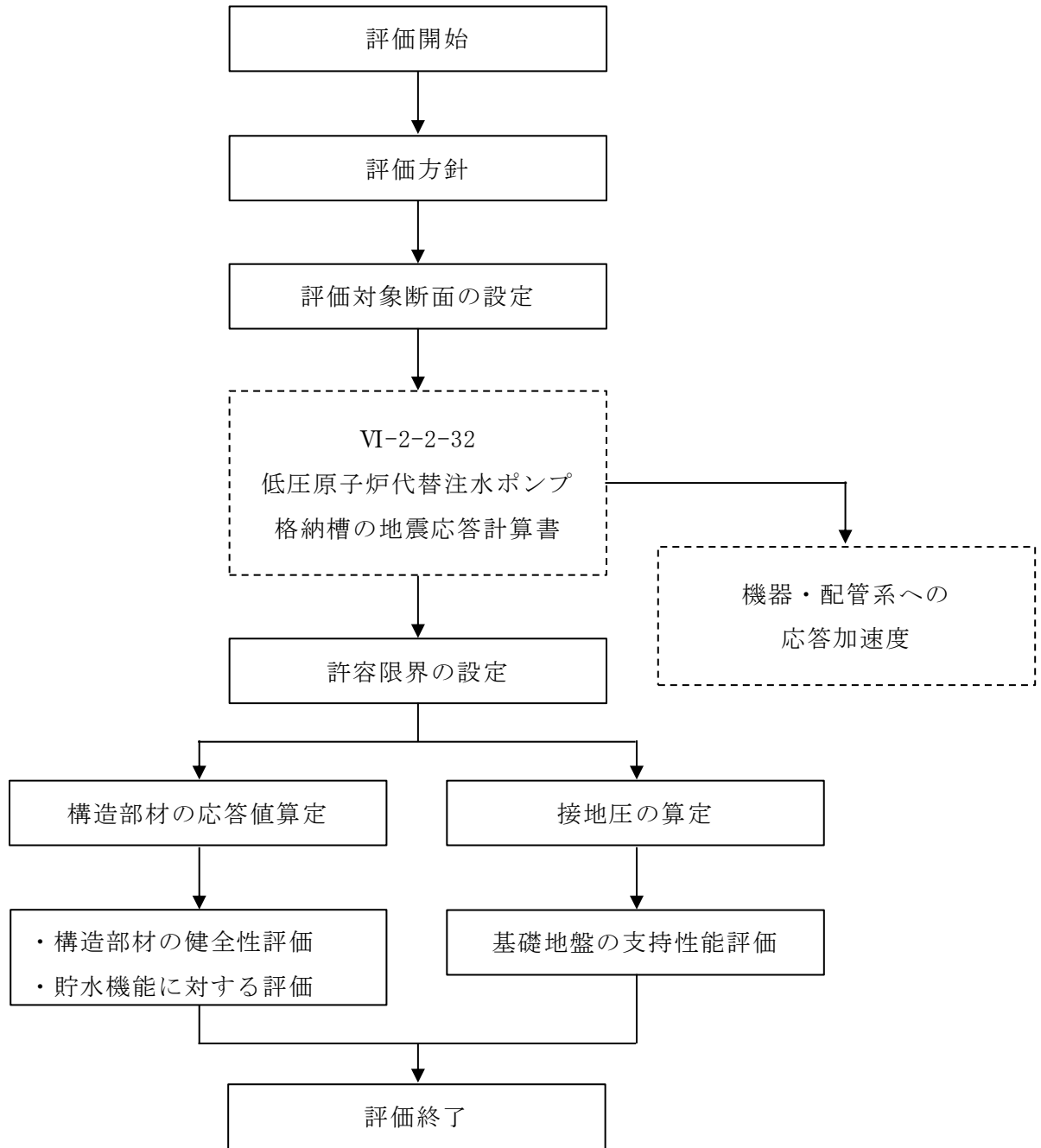


図 2-8 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 地震応答解析フロー

表 2-1 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 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	せん断耐力*
	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	岩盤の極限支持力*	
貯水機能を維持すること	貯水機能	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	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]（土木学会，2002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（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（日本電気協会）

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の評価対象断面位置図を図 3-1 に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は、図 3-1 の A-A 断面及び B-B 断面とする。

評価対象断面図を図 3-2 及び図 3-3 に示す。

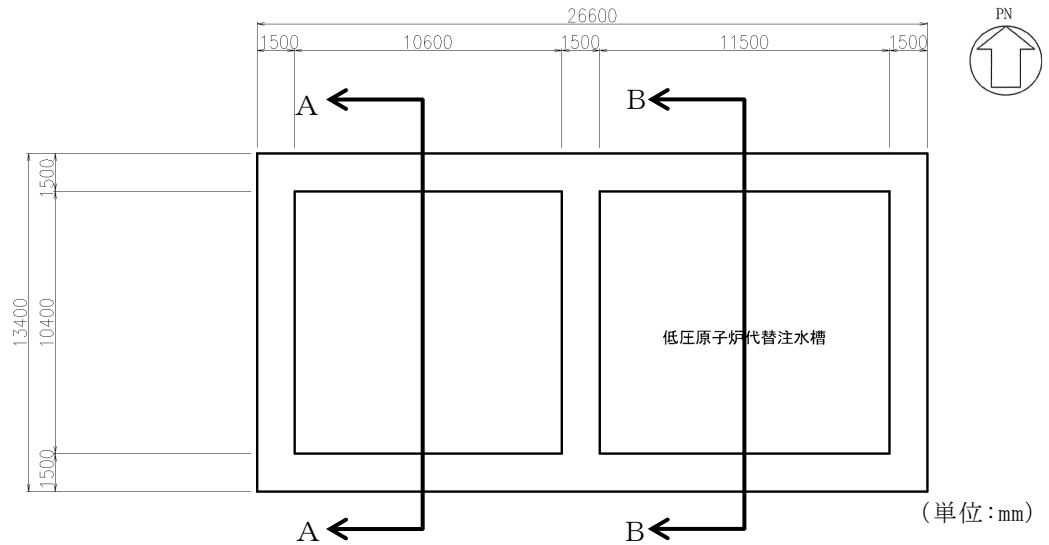


図 3-1 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面位置図

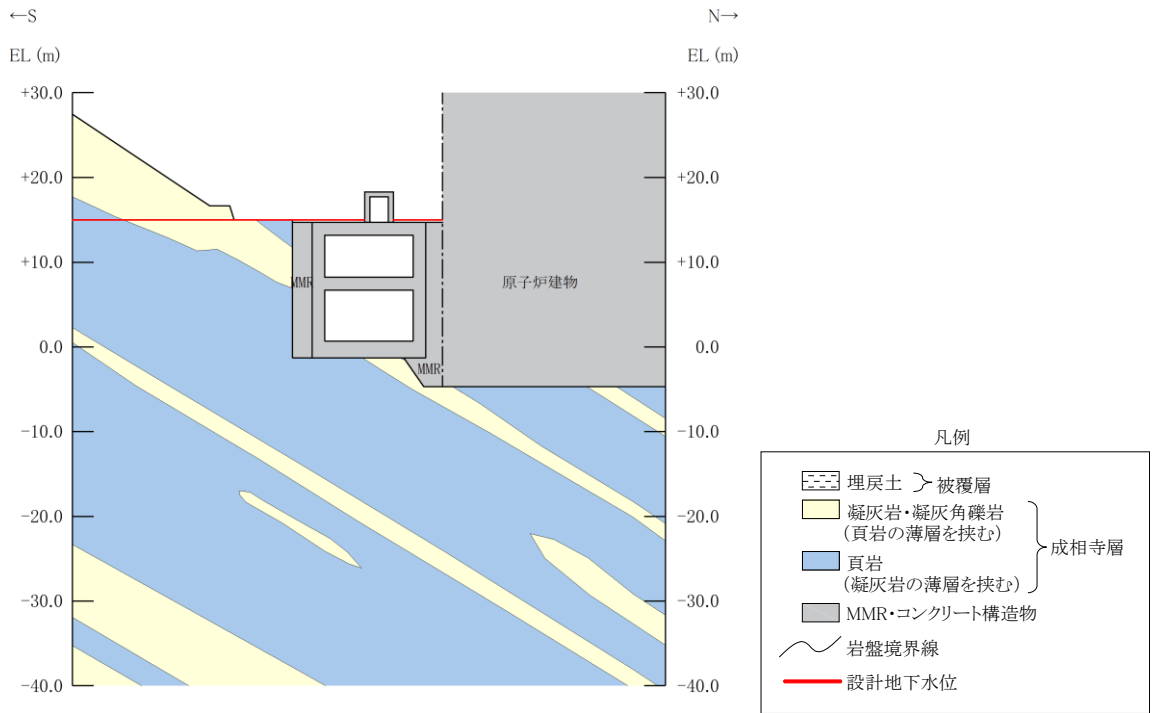


図 3-2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面図 (A-A 断面)

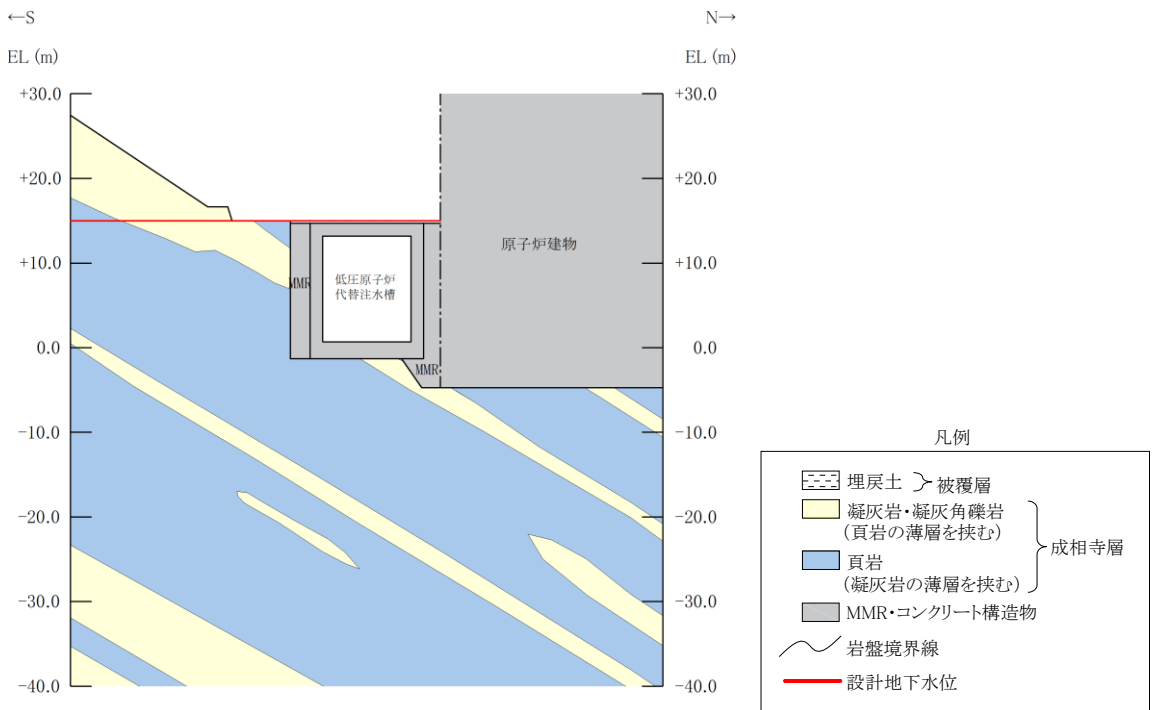


図 3-3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 評価対象断面図 (B-B 断面)

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, 材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-2 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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

構造部材の曲げ・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構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005年）（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。

土木学会マニュアルでは、曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態は、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が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、屋外重要土木構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が確保できるとして設定されたものである。

低圧原子炉代替注水槽における貯水機能を維持することの確認については、コンクリート標準示方書に基づき、主筋ひずみ及びコンクリート圧縮ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（主筋ひずみ 1725μ ，コンクリート圧縮ひずみ 2000μ ）とする。

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-3に示す。

表3-3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

確認項目	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 ）
貯水機能を維持すること		主筋ひずみ（SD345）： 1725μ コンクリート圧縮ひずみ： 2000μ

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造部材の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き，棒部材式又はディープビーム式で求まるせん断耐力とする。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

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，岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表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	C _M 級岩盤	9.8

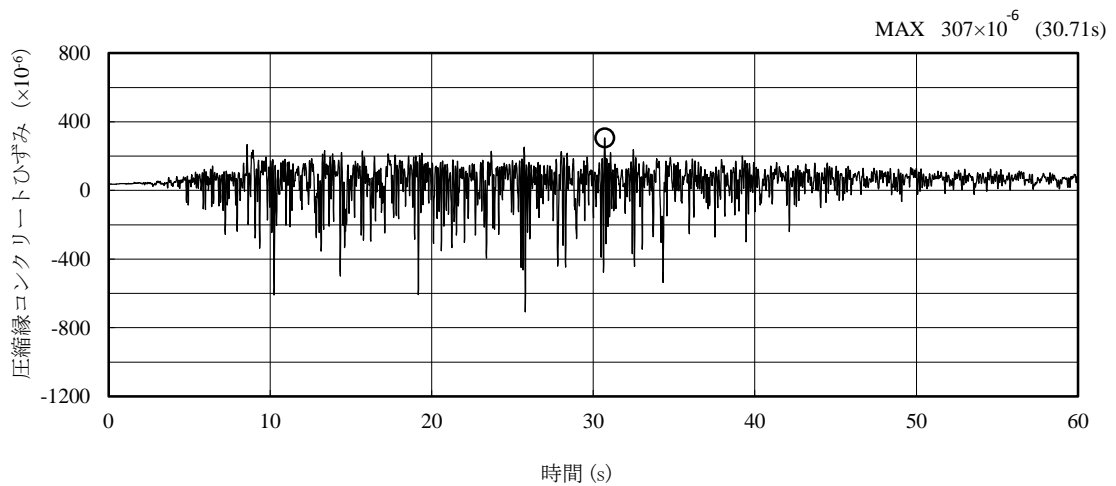
3.4 評価方法

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の耐震評価は，地震応答解析により算定した照査用応答値が，「3.3 許容限界」に示す許容限界以下であることを確認する。

3.4.1 構造部材の健全性評価

構造部材の曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査に対して，地震応答解析により算定した照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認する。

曲げ・軸力系の破壊に対して照査値が最大となる地震動及び解析ケースでのひずみの時刻歴波形及び発生位置を図 3-4 に，せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図を図 3-5 に示す。



(圧縮を正で示す。)

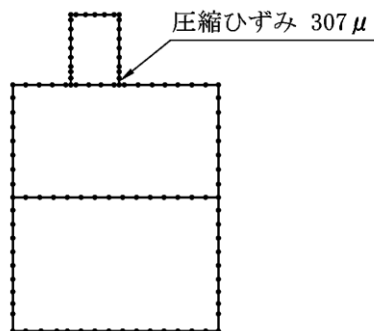
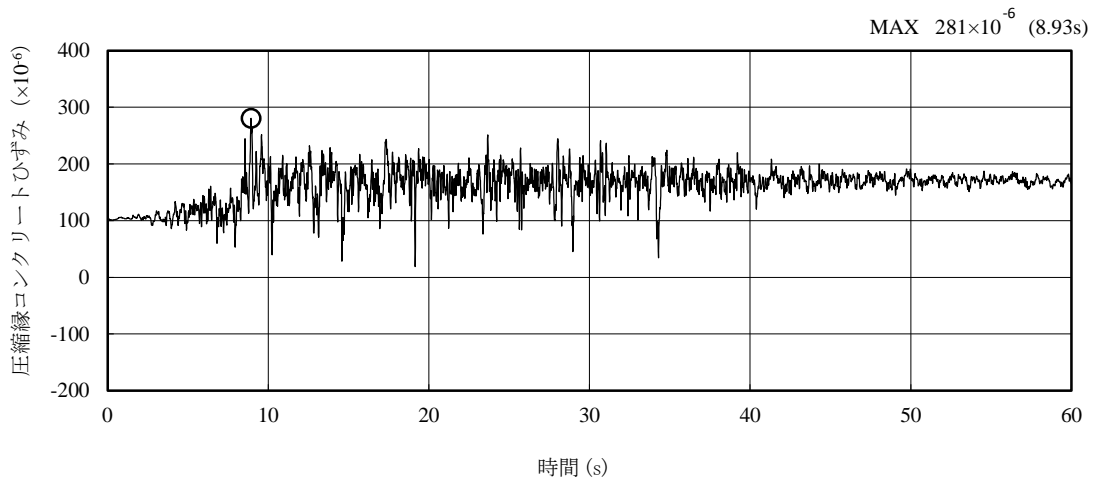


図 3-4(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(A-A断面，解析ケース①，S_s-D (-+))



(圧縮を正で示す。)

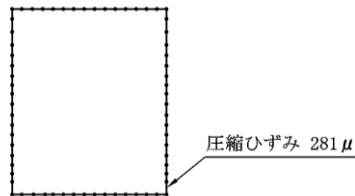
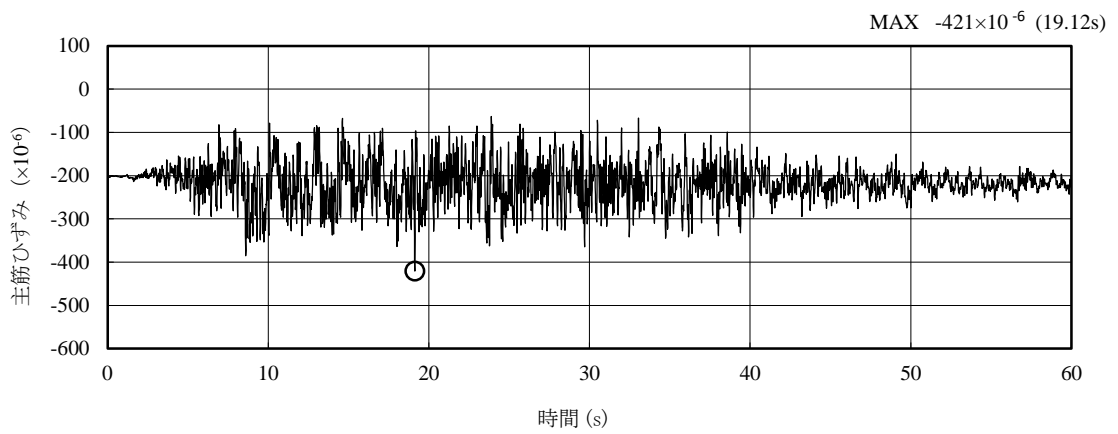


図 3-4(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみ（コンクリート）の時刻歴波形（B-B断面，解析ケース③，S s-D（++））



(圧縮を正で示す。)

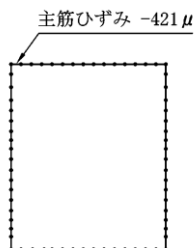
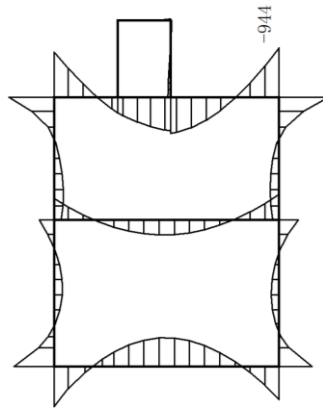
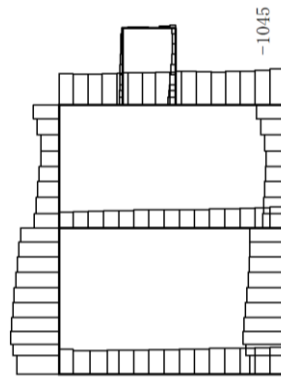


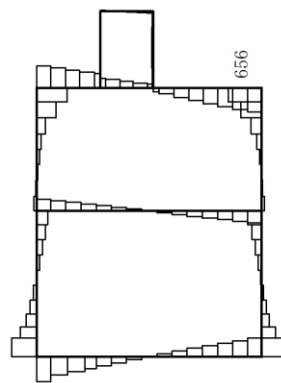
図 3-4(3) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみ（主筋）の時刻歴波形（B-B断面，解析ケース①，S s-D（--））



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

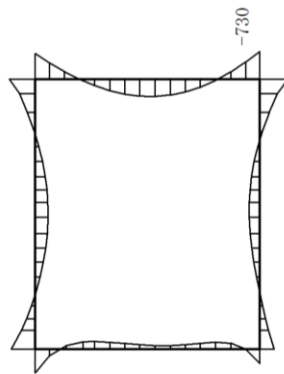


数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)

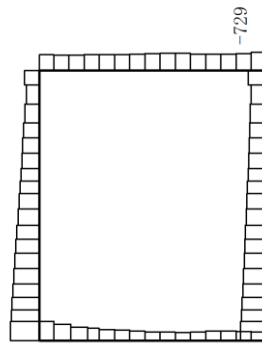


数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

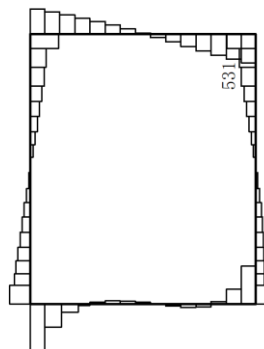
図 3-5(1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース②, S_s-D(++) , t=10.08s)



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)



数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-5(2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (B-B断面, 解析ケース①, S_s-D(++) , t=10.08s)

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基礎地盤に発生する接地圧が許容限界以下であることを確認する。

4. 耐震評価結果

4.1 構造部材の健全性に対する評価結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 4-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-2 に示す。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-1(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
①	S s - D (-+)	368 μ	10000 μ	0.04

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-1(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
③	S s - D (++)	337 μ	10000 μ	0.04

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-2(1) せん断破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	4	②	S s - D (++)	689	1554	0.45
側壁	10	③	S s - D (++)	1059	2782	0.39
床版	11	①	S s - D (-+)	385	1318	0.30
底版	12	①	S s - N 1 (-+)	941	3418	0.28

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

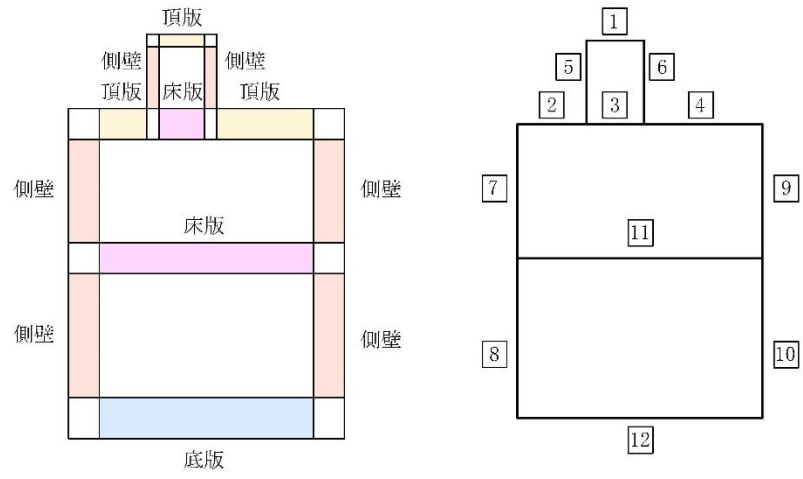
*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-2(2) せん断破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

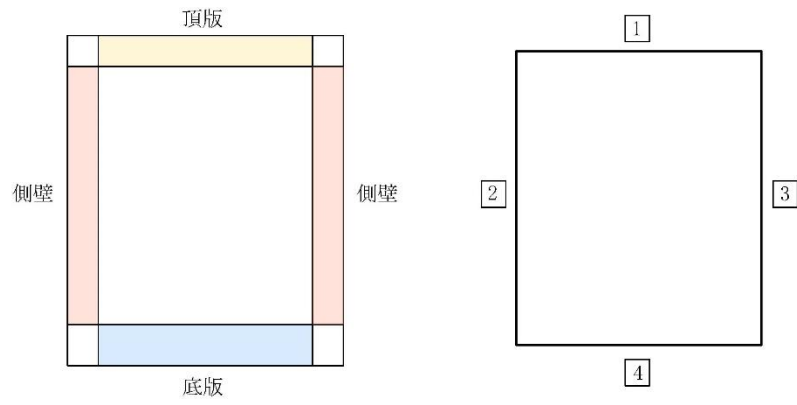
評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	1	①	S s - D (++)	558	1596	0.35
側壁	3	①	S s - D (+-)	672	2431	0.28
底版	4	③	S s - D (++)	1027	3915	0.27

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a



A-A断面



B-B断面

図 4-1 評価位置

4.2 貯水機能に対する評価結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 4-3 に，せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-4 に示す。

低圧原子炉代替注水槽の照査用ひずみ及び照査用せん断力が，貯水機能に対する許容限界以下であることを確認した。

表 4-3(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリート）

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
③	S s - D (++)	337 μ	2000 μ	0.17

注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-3(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（主筋）

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
①	S s - D (--)	505 μ	1725 μ	0.30

注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-4 せん断破壊に対する最大照査値

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	1	①	S s - D (++)	558	1596	0.35
側壁	3	①	S s - D (+-)	672	2431	0.28
底版	4	③	S s - D (++)	1027	3915	0.27

注記*1：評価位置は図 4-1 における B - B 断面

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a

4.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-5 に示す。また、最大接地圧分布図を図 4-2 に示す。

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力を下回ることを確認した。

表 4-5(1) 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (A-A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 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
②	S s - D (++)	1.53	9.8	0.16

表 4-5(2) 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (B-B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 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
①	S s - D (--)	1.26	9.8	0.13

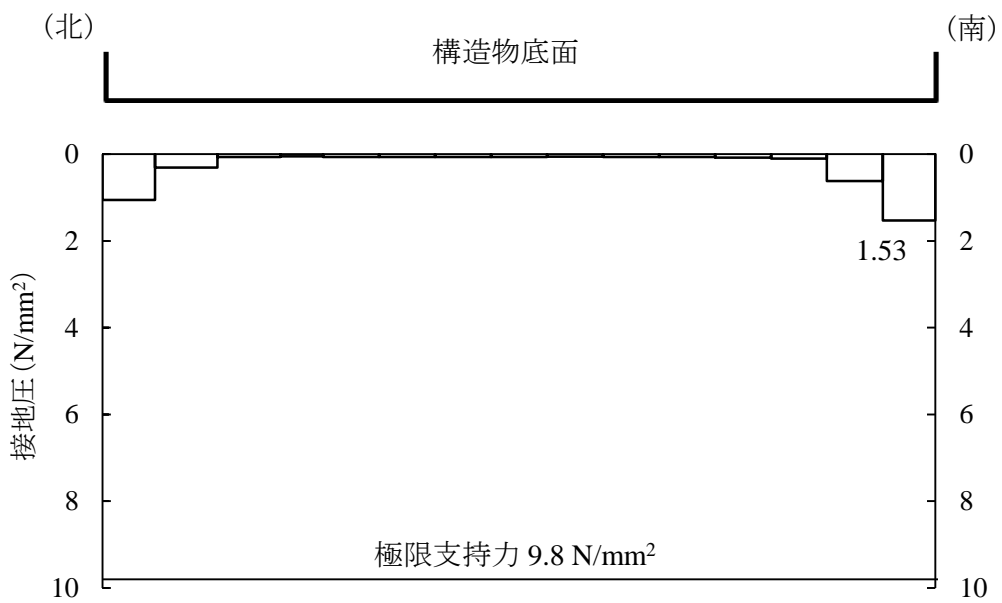


図 4-2(1) 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース②, $S_s - D(++)$)

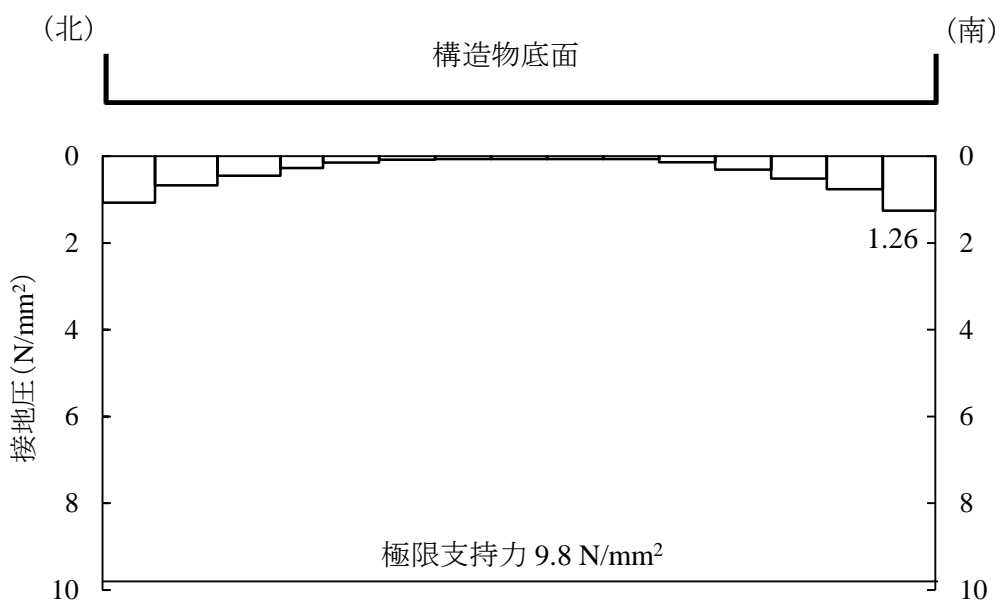


図 4-2(2) 基礎地盤の最大接地圧分布図
(B-B断面, 解析ケース①, $S_s - D(--)$)

VI-2-2-37 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク
～ガスタービン発電機）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	5
2.4 適用規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 評価対象断面	8
3.2 解析方法	10
3.2.1 構造部材	10
3.2.2 地盤	12
3.2.3 減衰定数	13
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	14
3.3 荷重及び荷重の組合せ	16
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	16
3.3.2 荷重	16
3.3.3 荷重の組合せ	17
3.4 入力地震動	18
3.5 解析モデル及び諸元	31
3.5.1 解析モデル	31
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	33
3.5.3 地盤の物性値	33
3.5.4 地下水位	34
4. 解析結果	35

1. 概要

本資料は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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、屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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。その際、耐震評価に用いる応答値は、この地震応答解析により構造物に発生する変形、断面力及び基礎地盤に発生する接地圧とする。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

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の位置図を図2-1に示す。

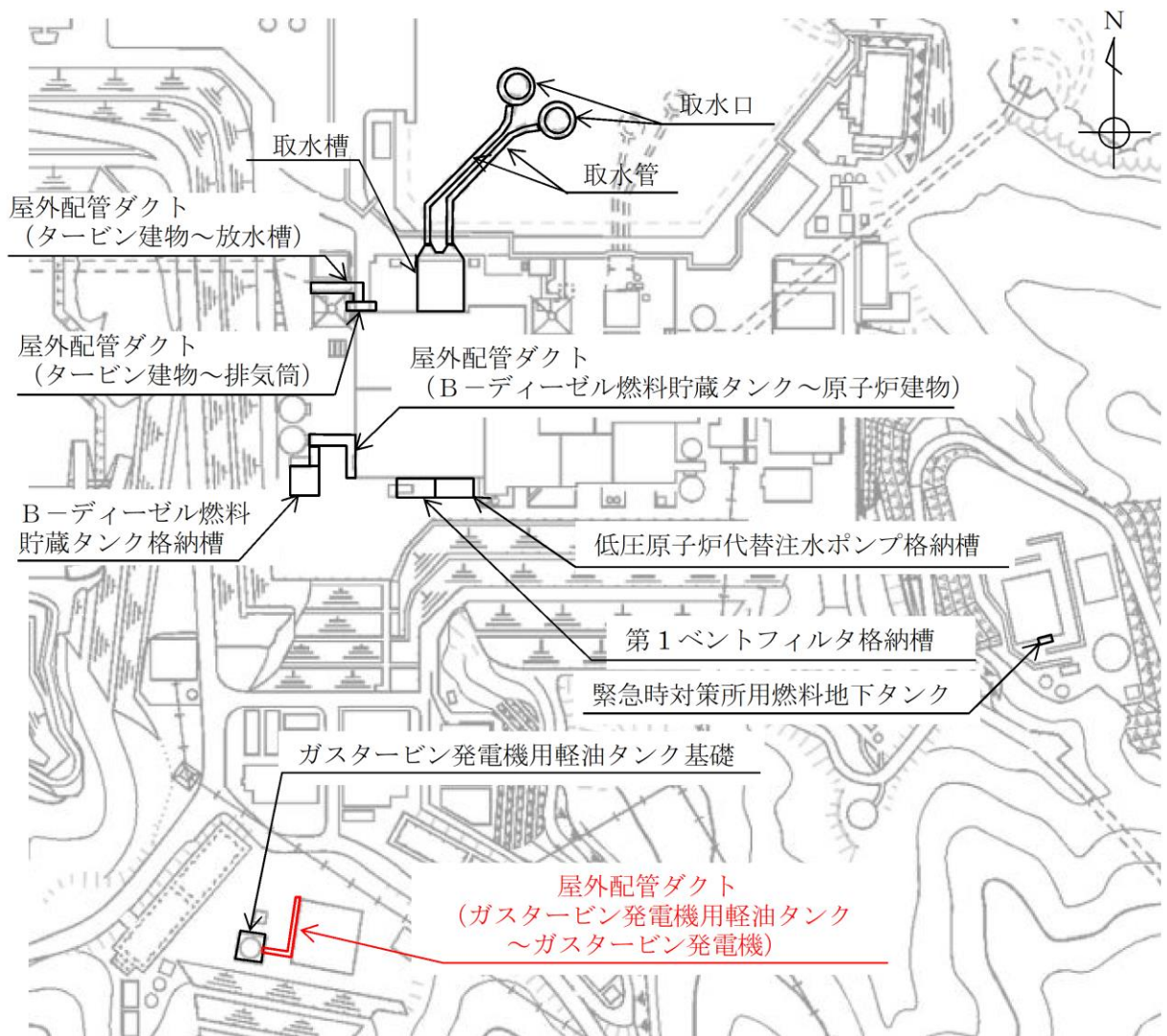


図2-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）位置図

2.2 構造概要

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の平面図を図2-2に、断面図を図2-3及び図2-4に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、ガスタービン発電機用燃料移送配管・弁を間接支持する延長約55.5m、幅2.8m、高さ1.8mの鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有するC_M級岩盤に支持される。

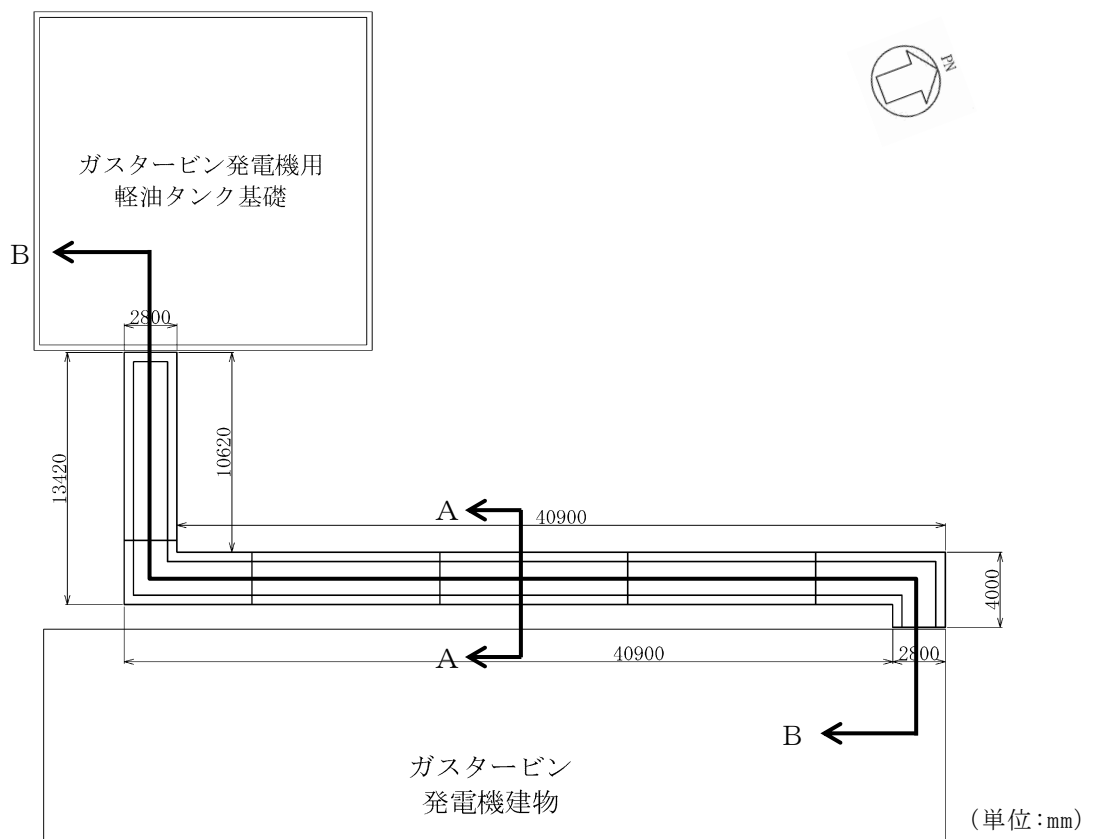


図2-2 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
平面図

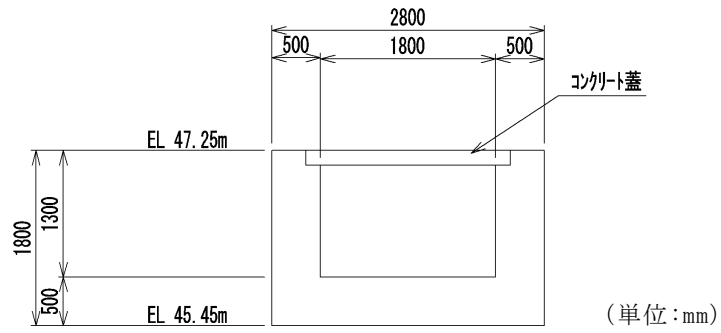


図 2-3 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（A-A 断面）

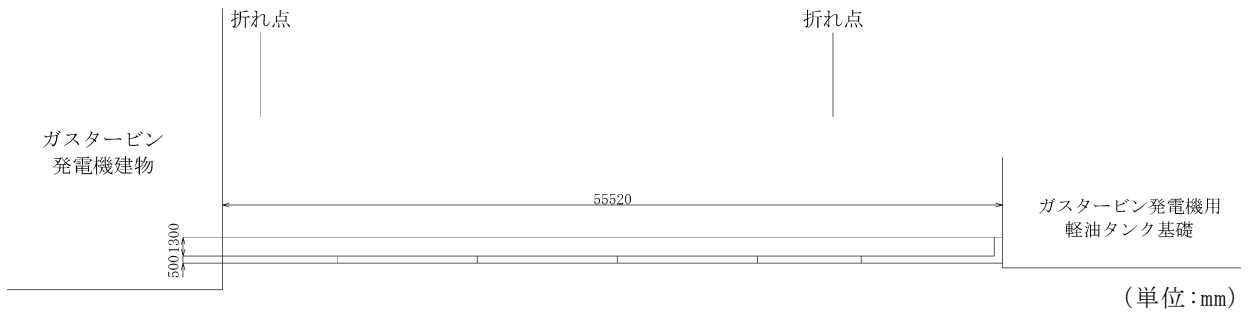


図 2-4 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（B-B 断面）

2.3 解析方針

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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 に対して地震応答解析を実施する。

図 2-5 に屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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 評価対象断面」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。

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に用いる。また，変形，断面力及び基礎地盤の接地圧は，屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の耐震評価に用いる。

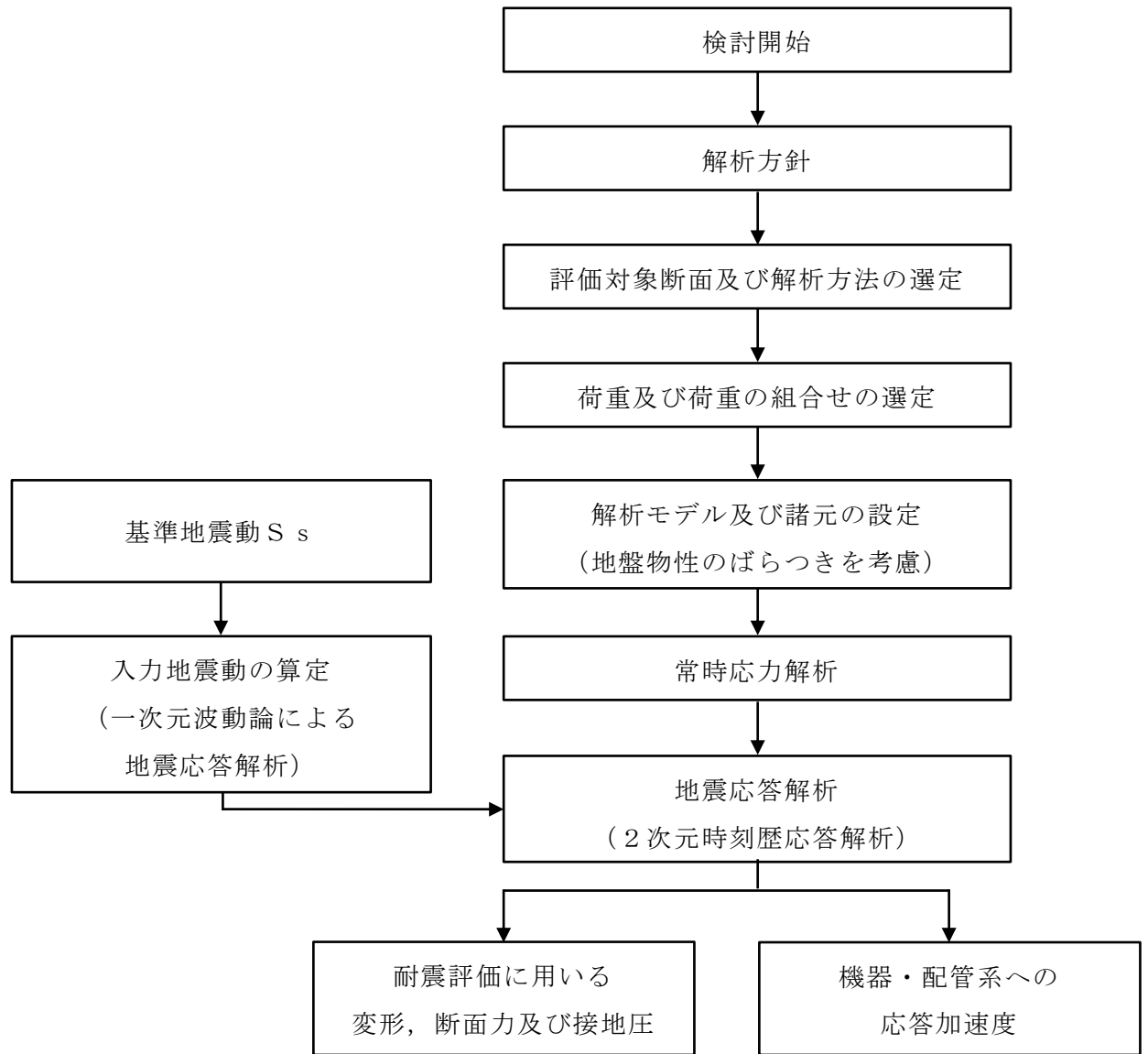


図 2-5 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
地震応答解析フロー

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]（土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書[設計編]（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（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（日本電気協会）
- ・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）

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の評価対象断面位置図を図 3-1 に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面及び機器・配管系に対する応答加速度抽出断面は，図 3-1 の A-A 断面とする。

評価対象断面図を図 3-2 に示す。

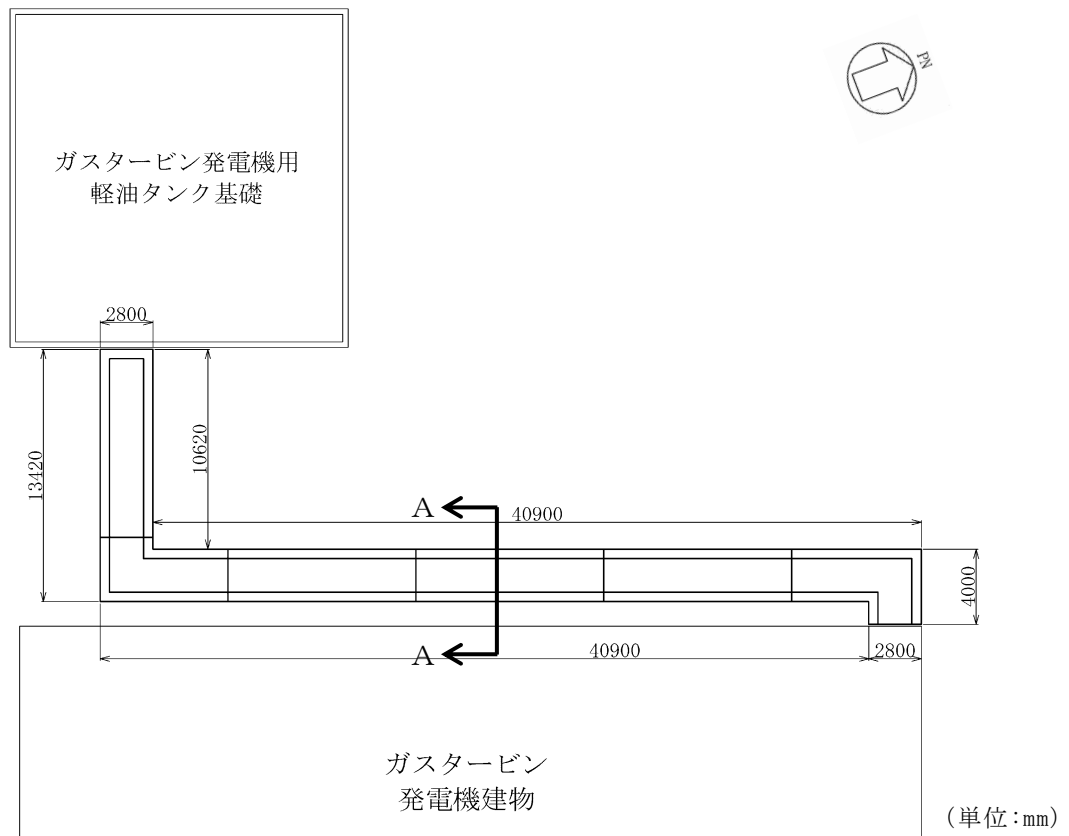


図 3-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
評価対象断面位置図

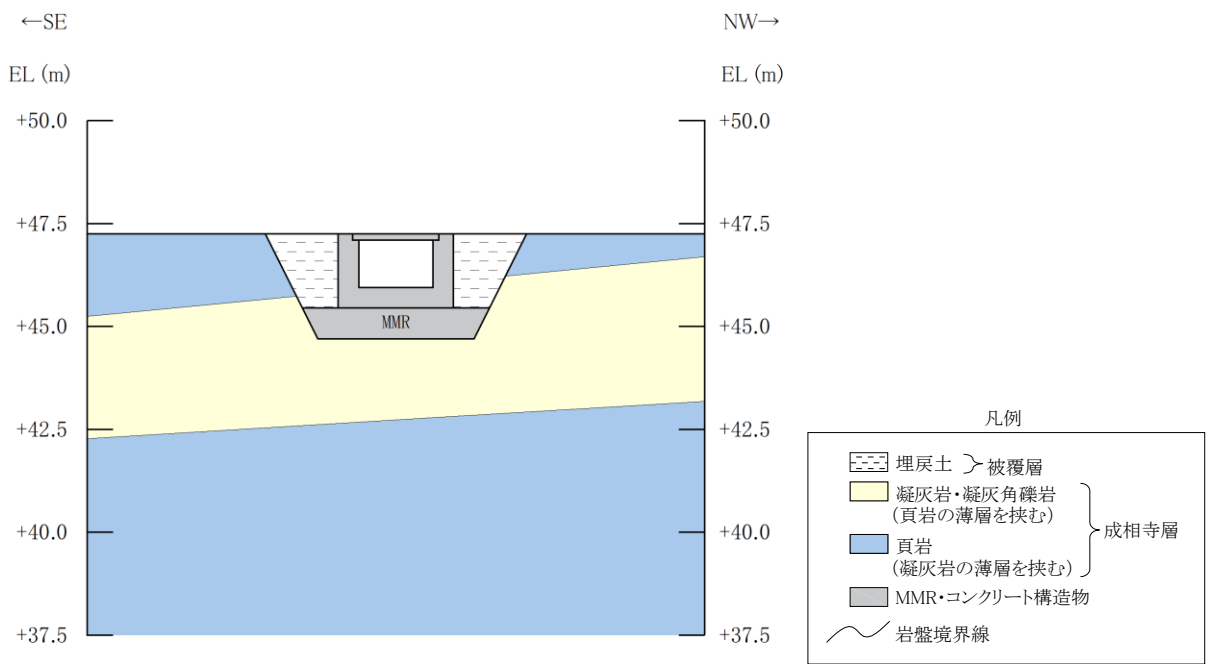


図 3-2 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
評価対象断面図 (A-A 断面)

3.2 解析方法

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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次元有限要素法解析を用いて、基準地震動 S_s 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。屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）周辺の地下水位は、構造物基礎下端より十分に低いことから、解析手法は全応力解析とする。

構造部材については、非線形はり要素を用いることとし、構造部材の非線形特性については、ファイバーモデルで考慮する。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にモデル化する。

地震応答解析については、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、ファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する。ファイバーモデルは、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形特性を考慮する材料非線形モデルであり（図3-3参照）、図3-4に示すコンクリートの応力-ひずみ関係及び図3-5に示す鉄筋の応力-ひずみ関係を考慮する。

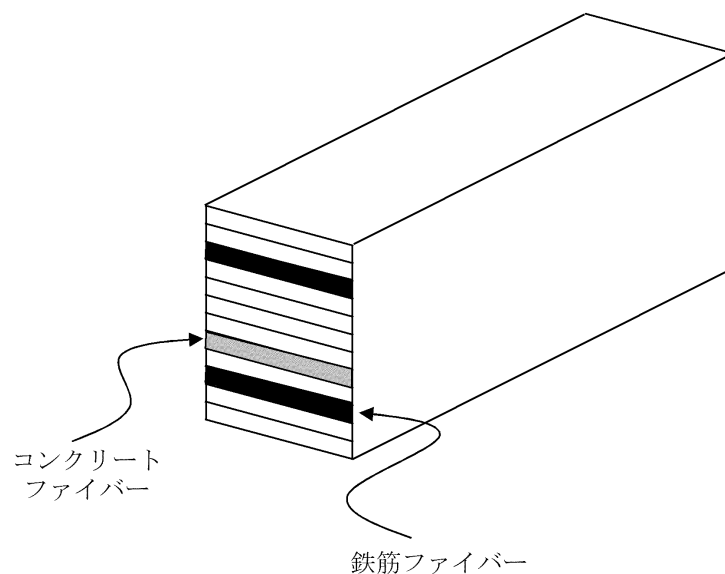
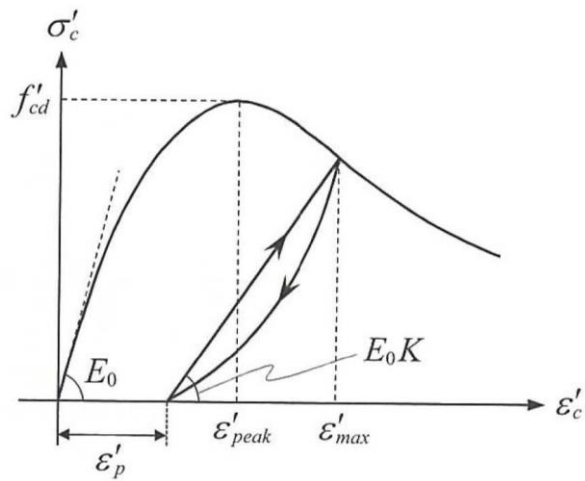
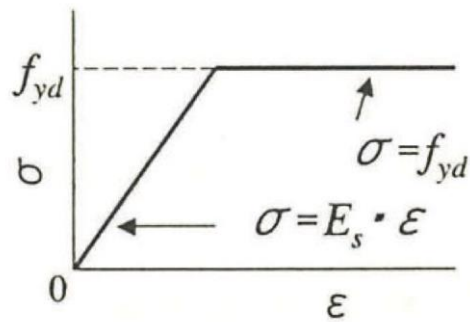


図3-3 ファイバーモデルの概念図



(コンクリート標準示方書[設計編] (土木学会, 2017年制定) より引用)

図 3-4 構造部材の非線形特性 (コンクリートの応力-ひずみ関係)



(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) より引用)

図 3-5 構造部材の非線形特性 (鉄筋の応力-ひずみ関係)

3.2.2 地盤

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、MMR 上に設置され、側面に埋戻土が分布し、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。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③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。

詳細な解析ケースの考え方は、「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

解析ケース	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)	平均値	平均値
ケース②	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	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、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、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。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 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 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A断面	1.594	7.211×10^{-5}

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

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s 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及び③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①		ケース②		ケース③				
		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)	$S_s - D$	++*1	○	基準地震動 S_s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (1波) を加えた全 7 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及び③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、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②及び③を実施する。						
		-+*1	-*2							
		+-*1	○							
		--*1	-*2							
	$S_s - F1$	++*1	○							
	$S_s - F2$	++*1	○							
	$S_s - N1$	++*1	○							
		-+*1	-*2							
	$S_s - N2$ (NS)	++*1	○							
		-+*1	-*2							
$S_s - N2$ (EW)	++*1	○								
	-+*1	-*2								

注記*1：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：解析モデルが左右対称であり、水平動の位相反転による解析結果への影響はない。

(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

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及び③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 3-4 に示す。

表 3-4 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③
		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	++*	○	○
	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

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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・配管荷重を考慮する。なお、固定荷重にはダクト蓋の重量を含むこととする。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、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35.0cmとする。積雪荷重については、松江市建築基準法施行細則により、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。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

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 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。

図3-6に入力地震動算定の概念図を、図3-7～図3-18に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。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。

ここで、断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s - F1$ 及び $F2$ については、評価対象断面の方位を考慮し角度補正を行う。

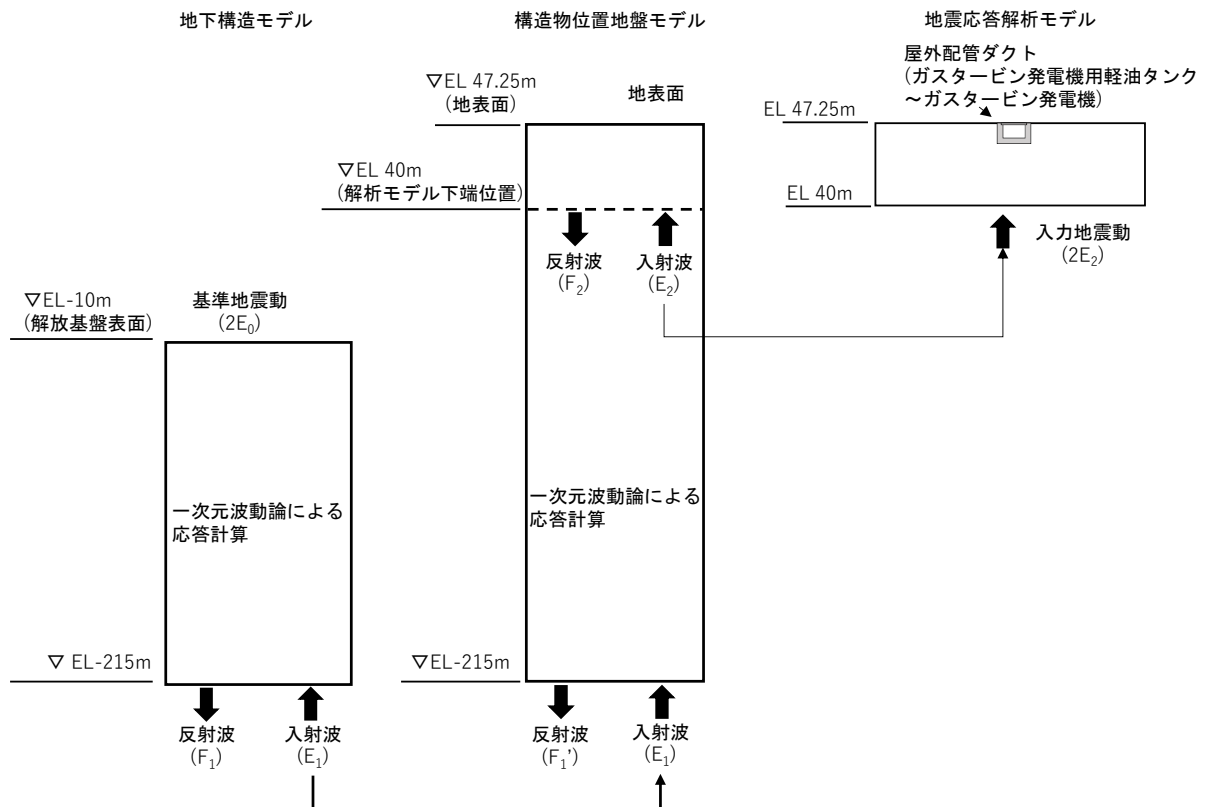
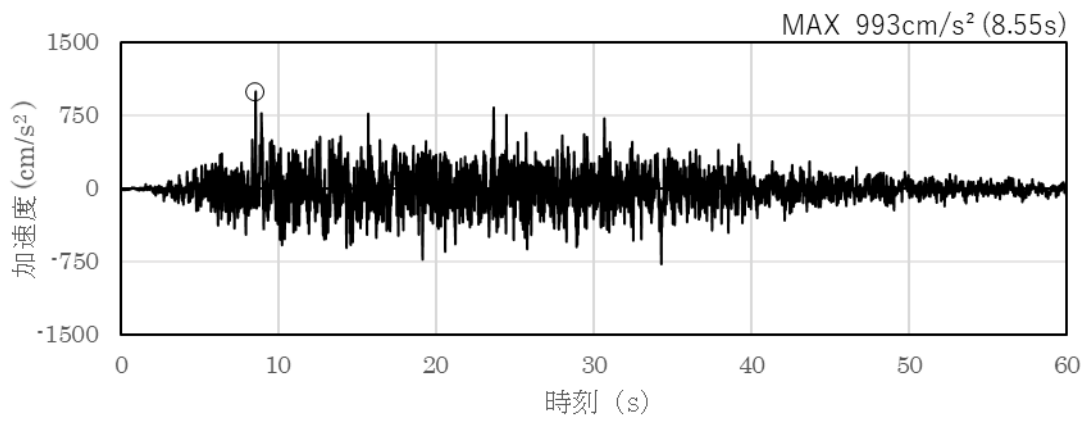
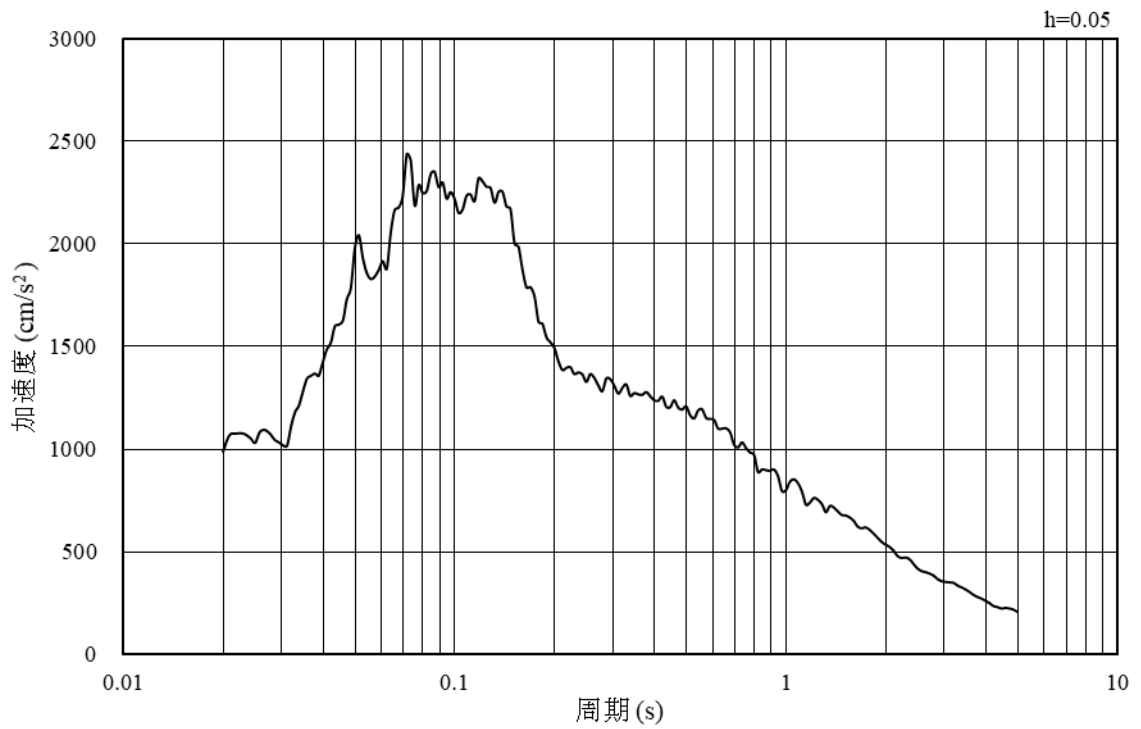


図3-6 入力地震動算定の概念図

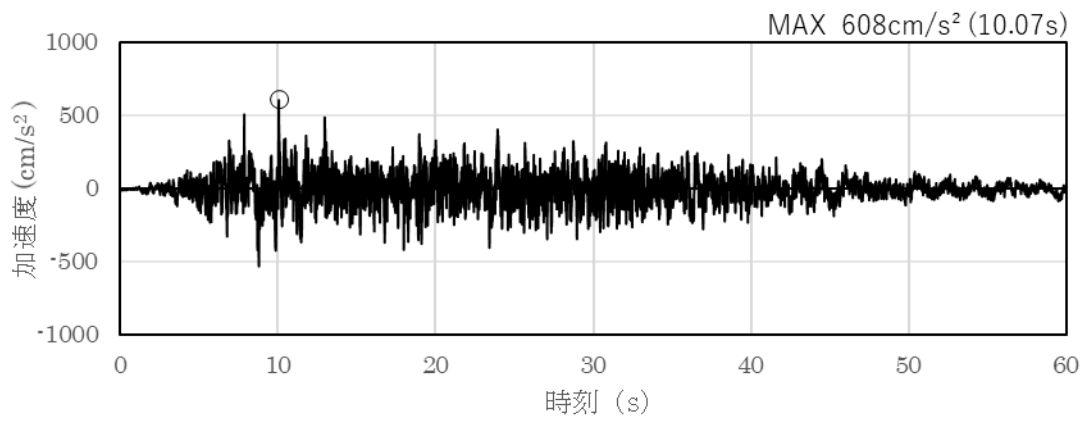


(a) 加速度時刻歴波形

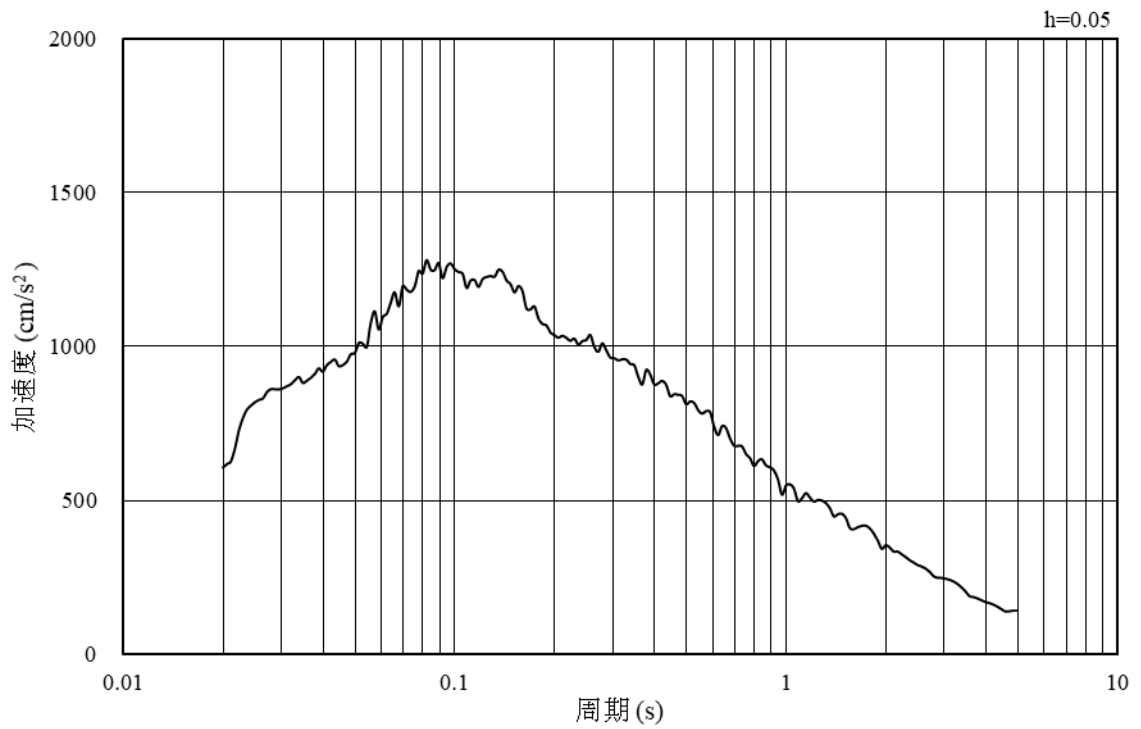


(b) 加速度応答スペクトル

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)

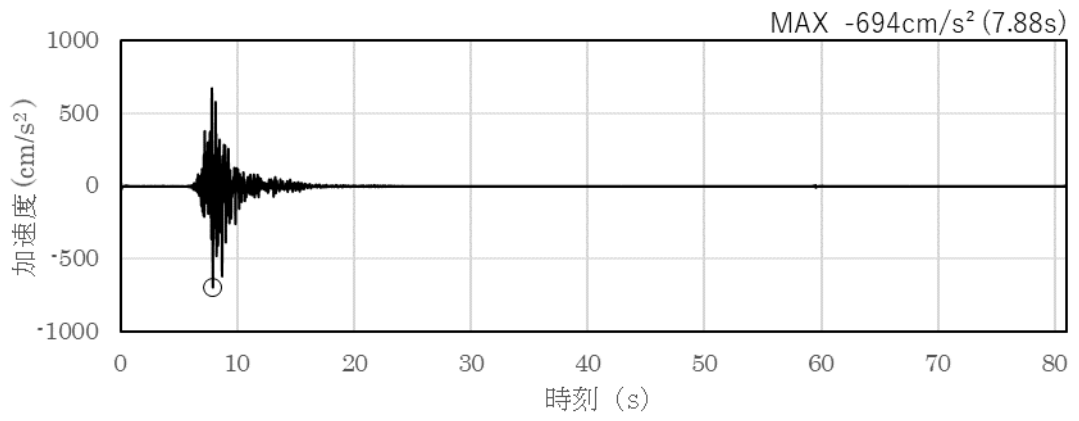


(a) 加速度時刻歴波形

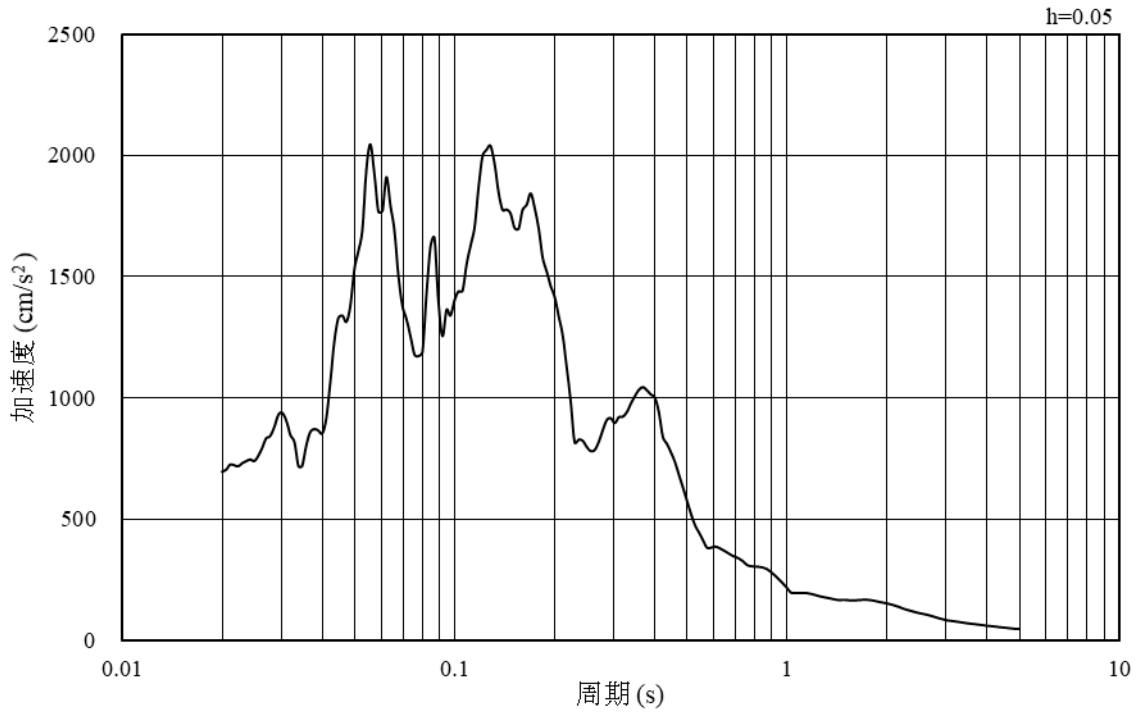


(b) 加速度応答スペクトル

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)

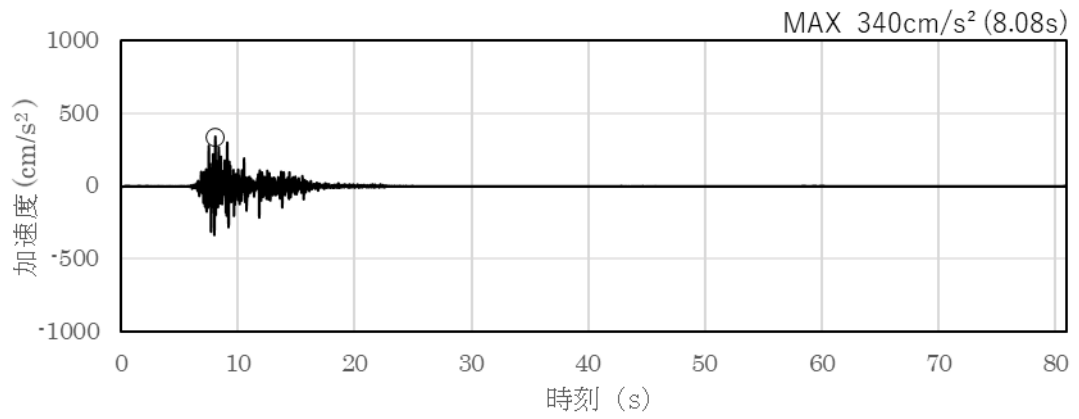


(a) 加速度時刻歴波形

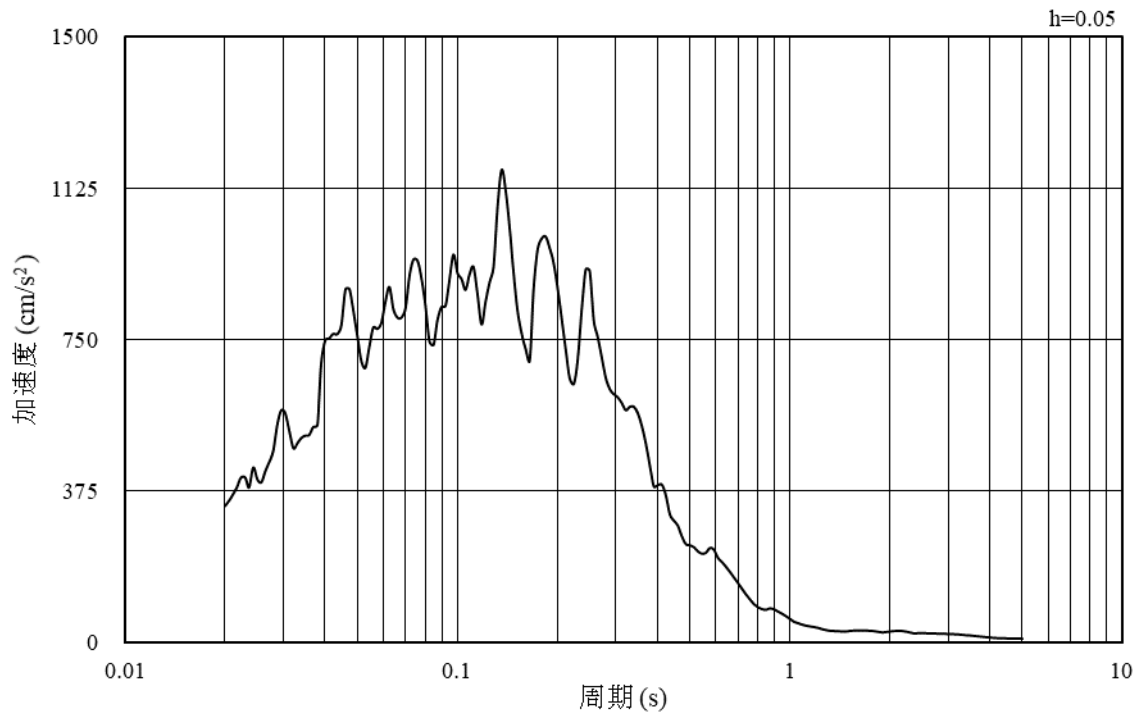


(b) 加速度応答スペクトル

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)

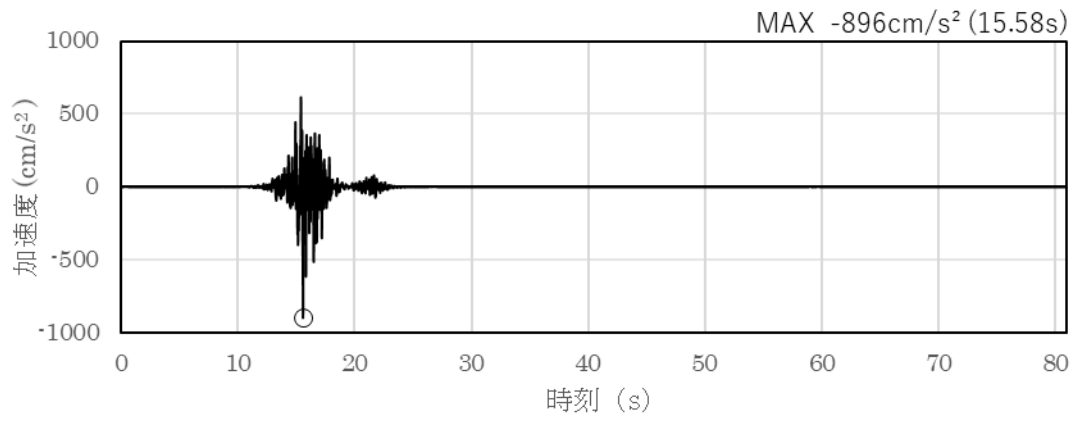


(a) 加速度時刻歴波形

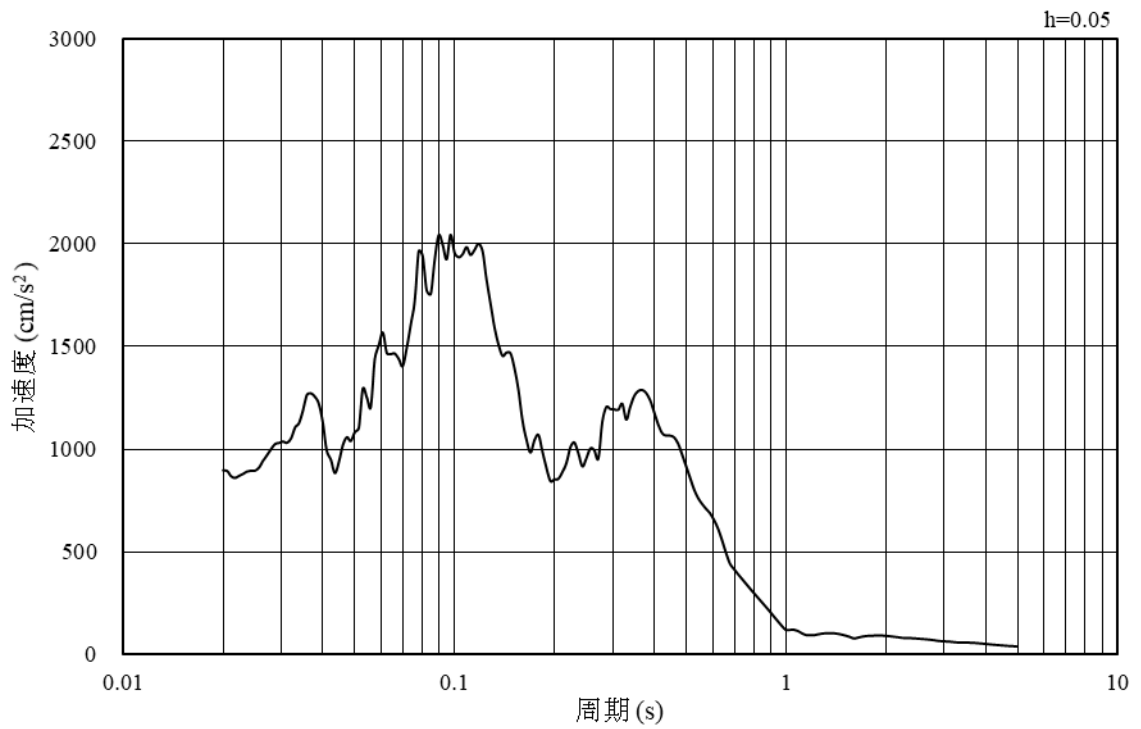


(b) 加速度応答スペクトル

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)

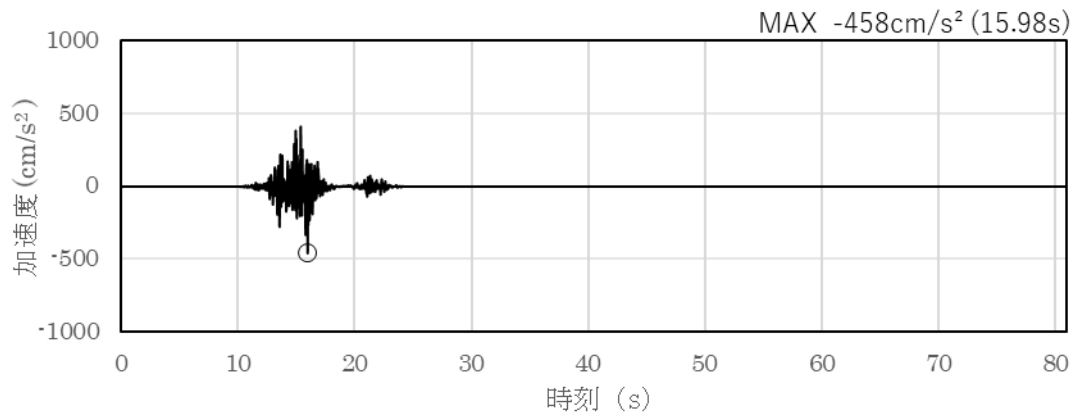


(a) 加速度時刻歴波形

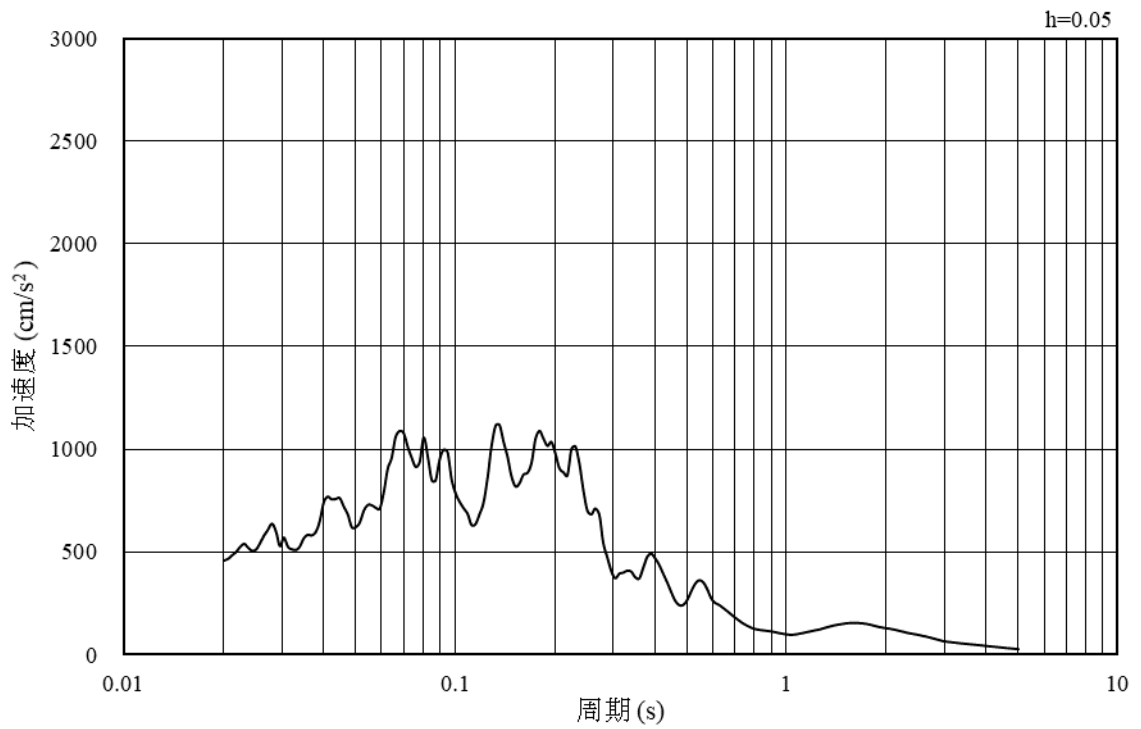


(b) 加速度応答スペクトル

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)

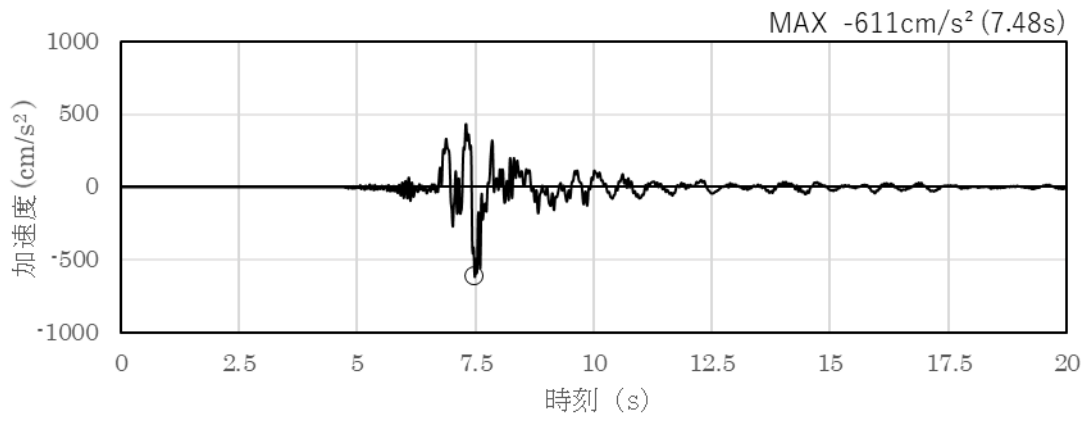


(a) 加速度時刻歴波形

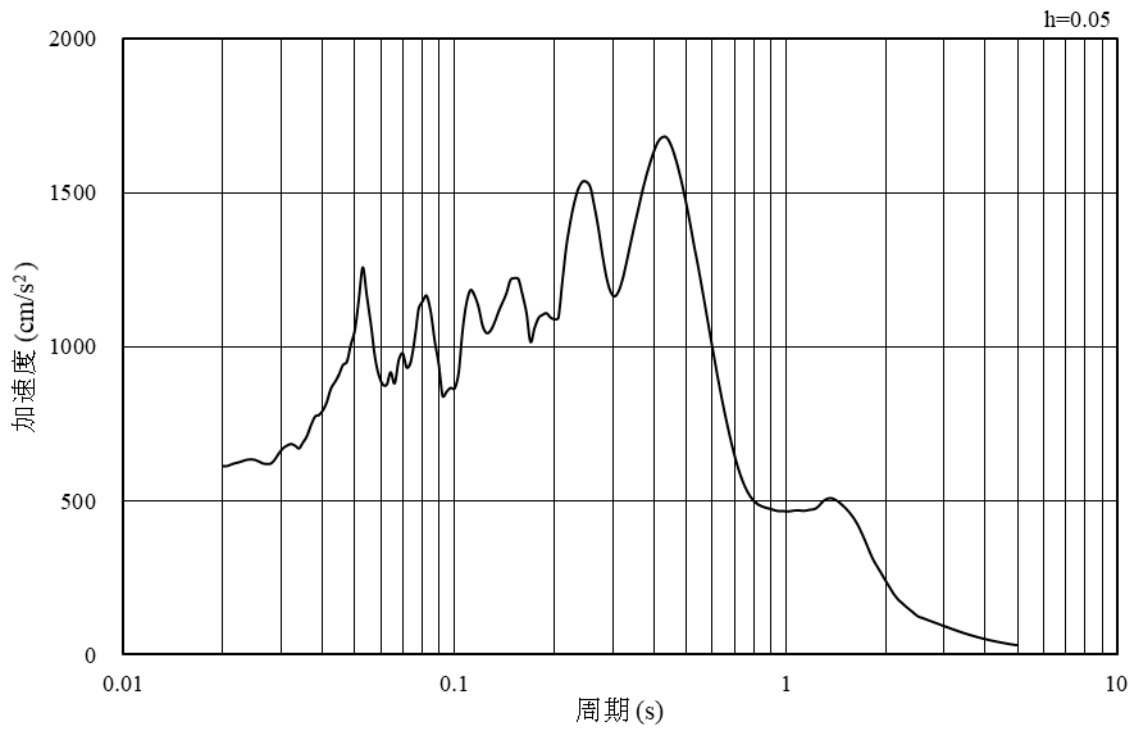


(b) 加速度応答スペクトル

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)

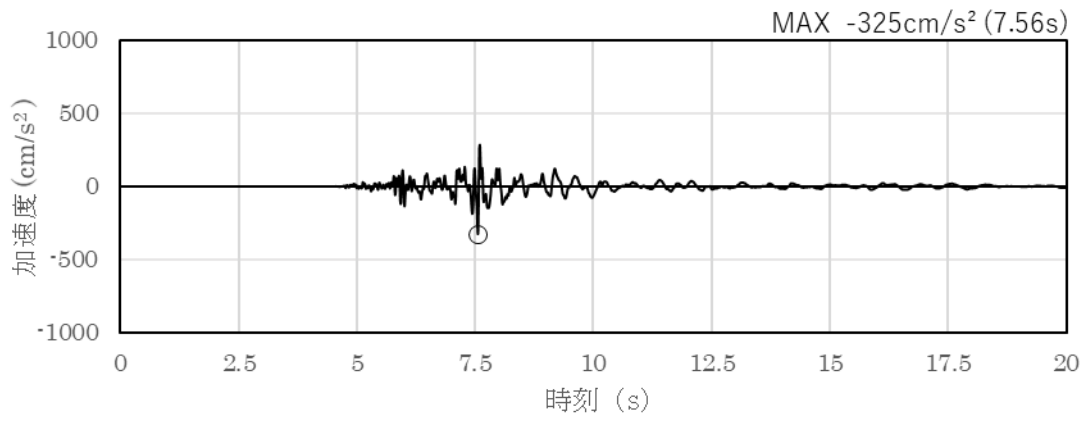


(a) 加速度時刻歴波形

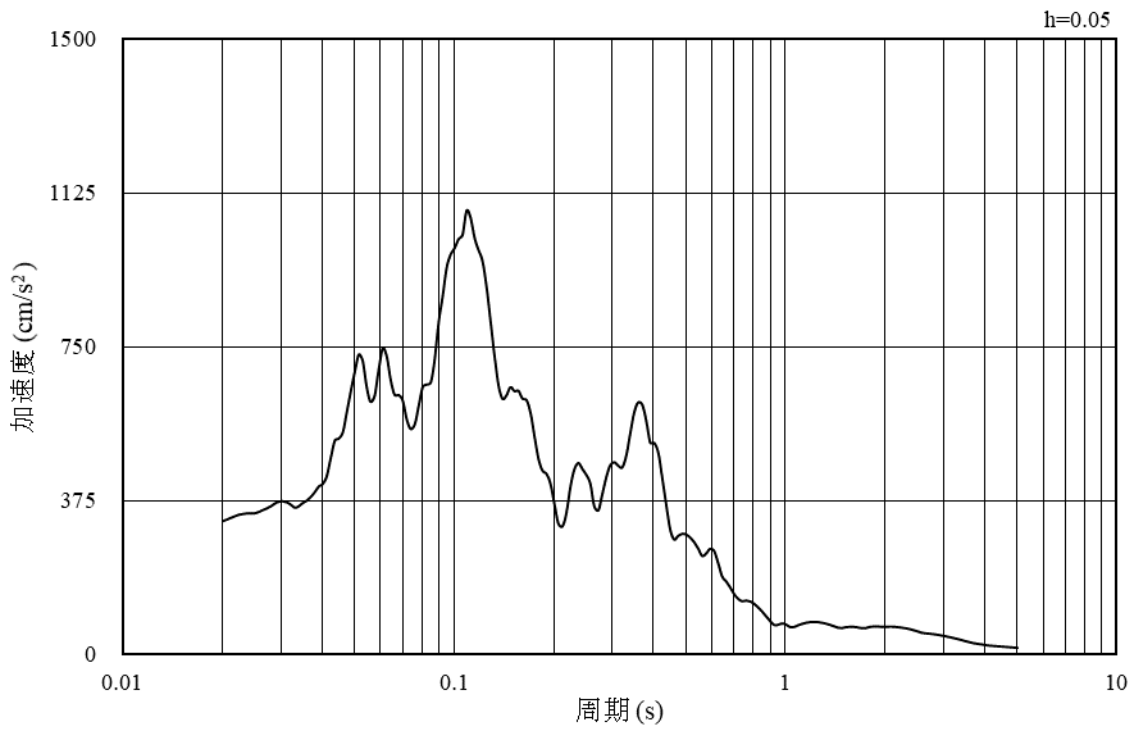


(b) 加速度応答スペクトル

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)

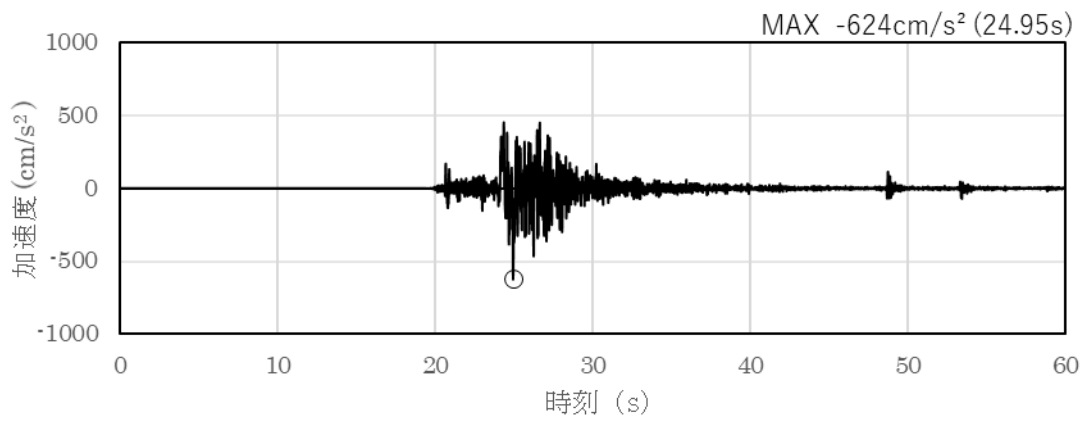


(a) 加速度時刻歴波形

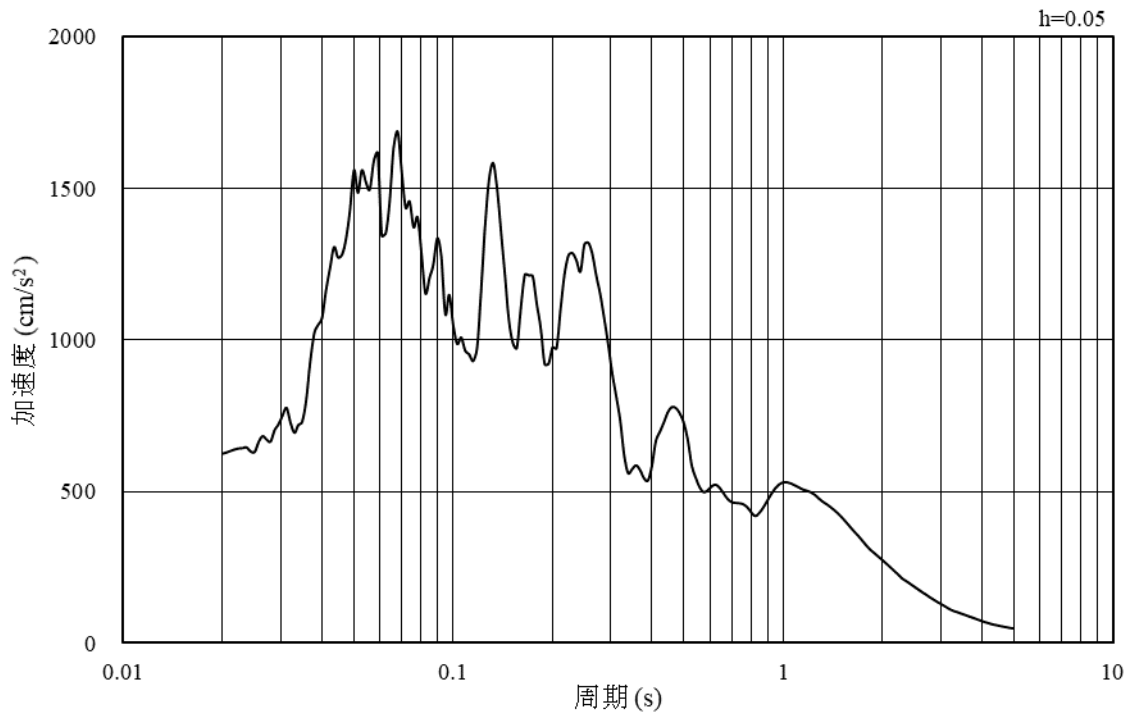


(b) 加速度応答スペクトル

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)

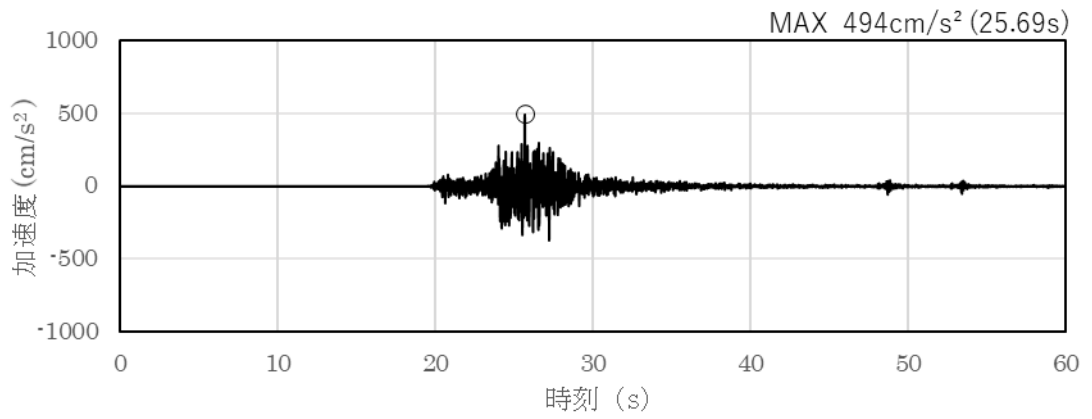


(a) 加速度時刻歴波形

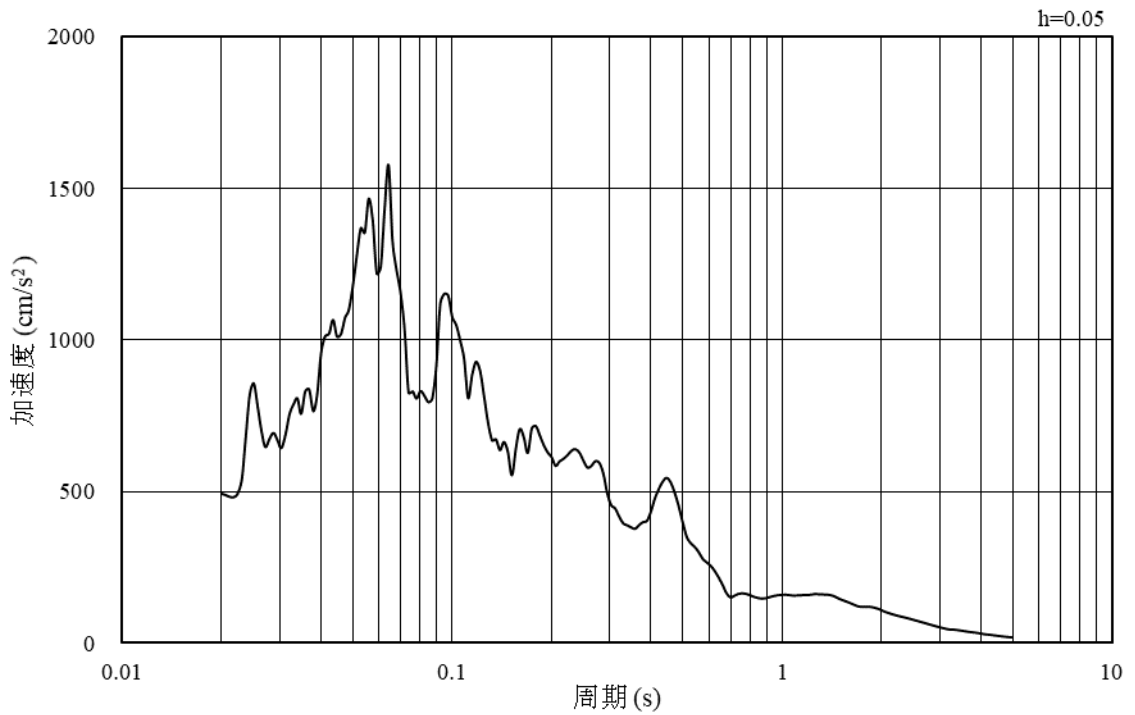


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

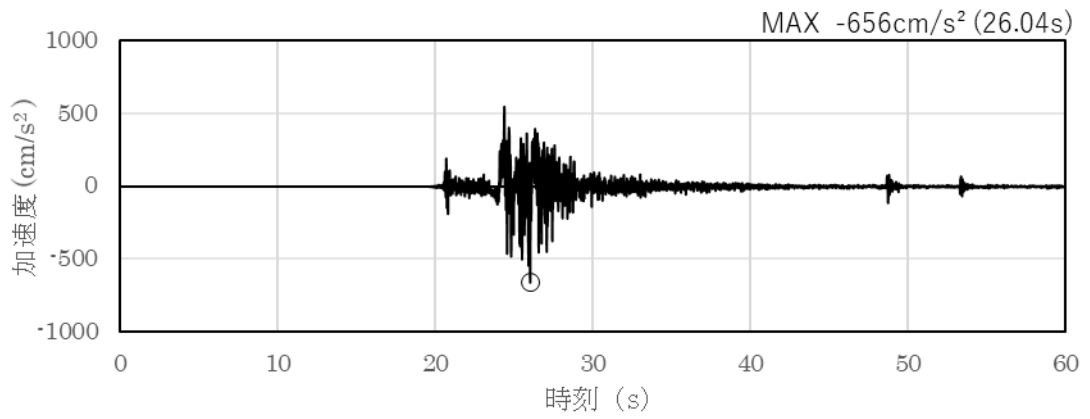


(a) 加速度時刻歴波形

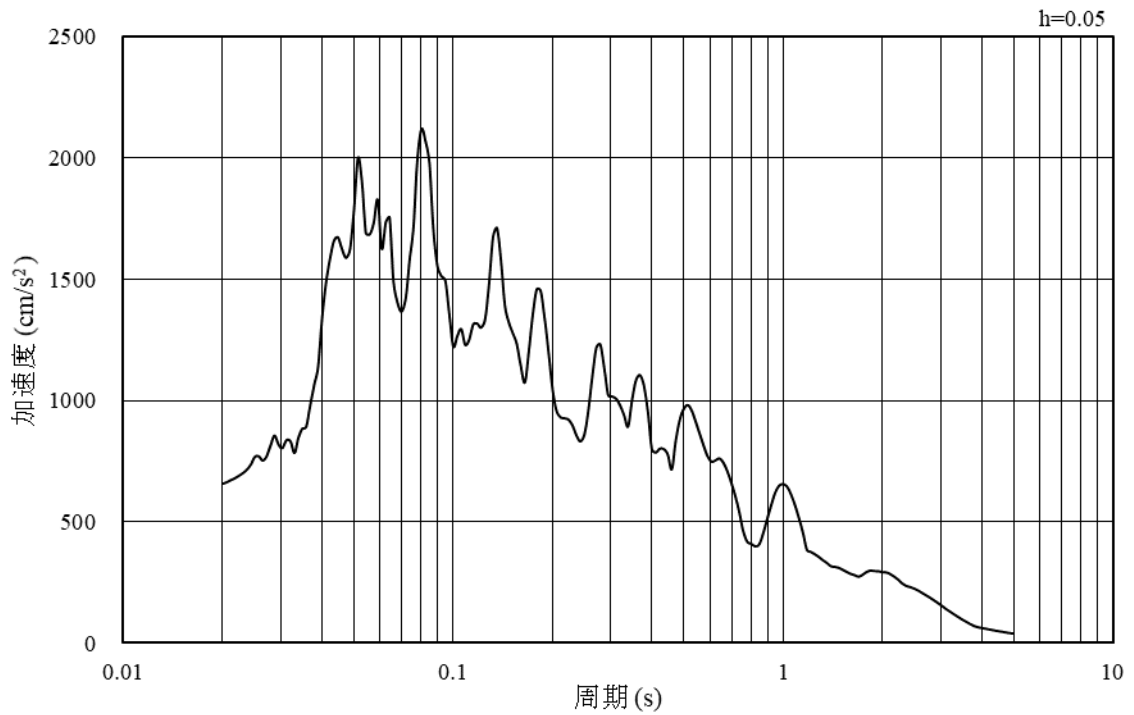


(b) 加速度応答スペクトル

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 方向)

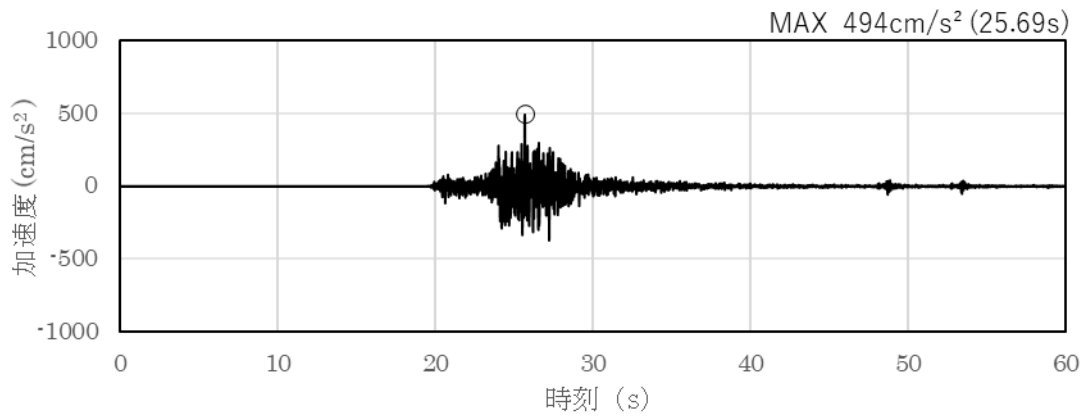


(a) 加速度時刻歴波形

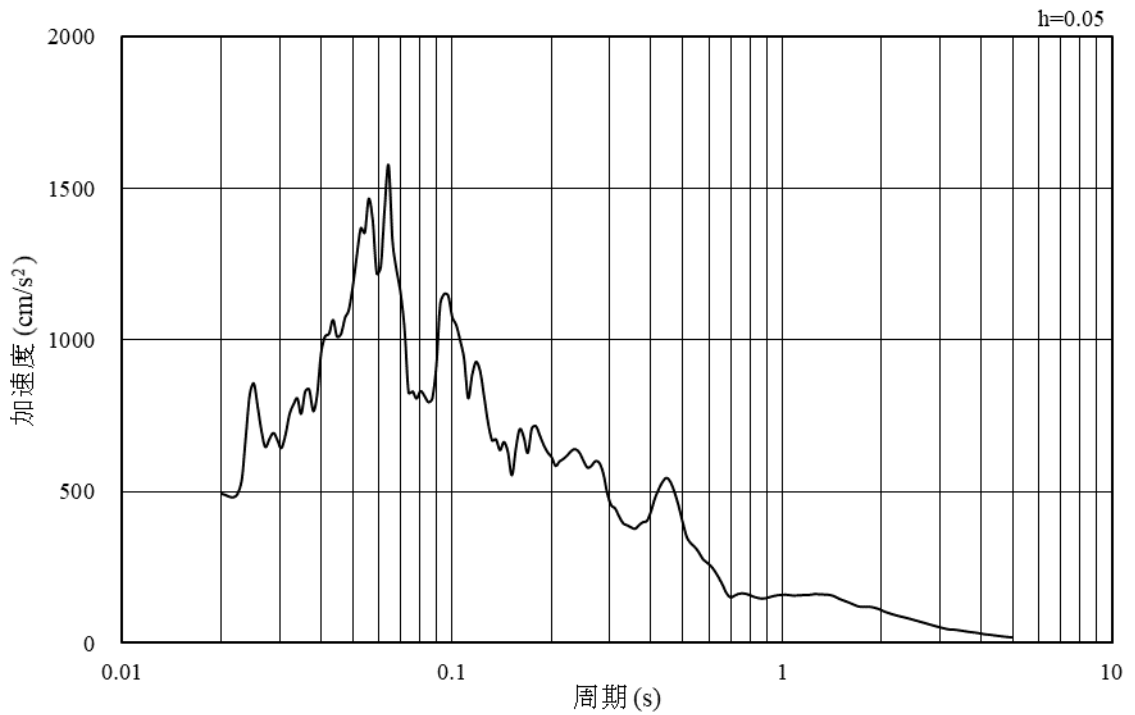


(b) 加速度応答スペクトル

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方向)



(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, E W方向)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の地震応答解析モデルを図 3-19 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

鉄筋コンクリート部材は、非線形はり要素によりモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、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。なお、MMRは周辺岩盤と同等とし、線形の平面ひずみ要素でモデル化する。

構造物の側方地盤は、保守的に埋戻土が水平方向に連続するとしてモデル化する。

(5) 隣接構造物のモデル化

解析モデル範囲において隣接構造物となるガスタービン発電機建物は、地表面付近の岩盤上に設置され、屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）へ与える応答の影響は小さいことからモデル化しない。

(6) ジョイント要素の設定

地震時の「地盤と構造物」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。

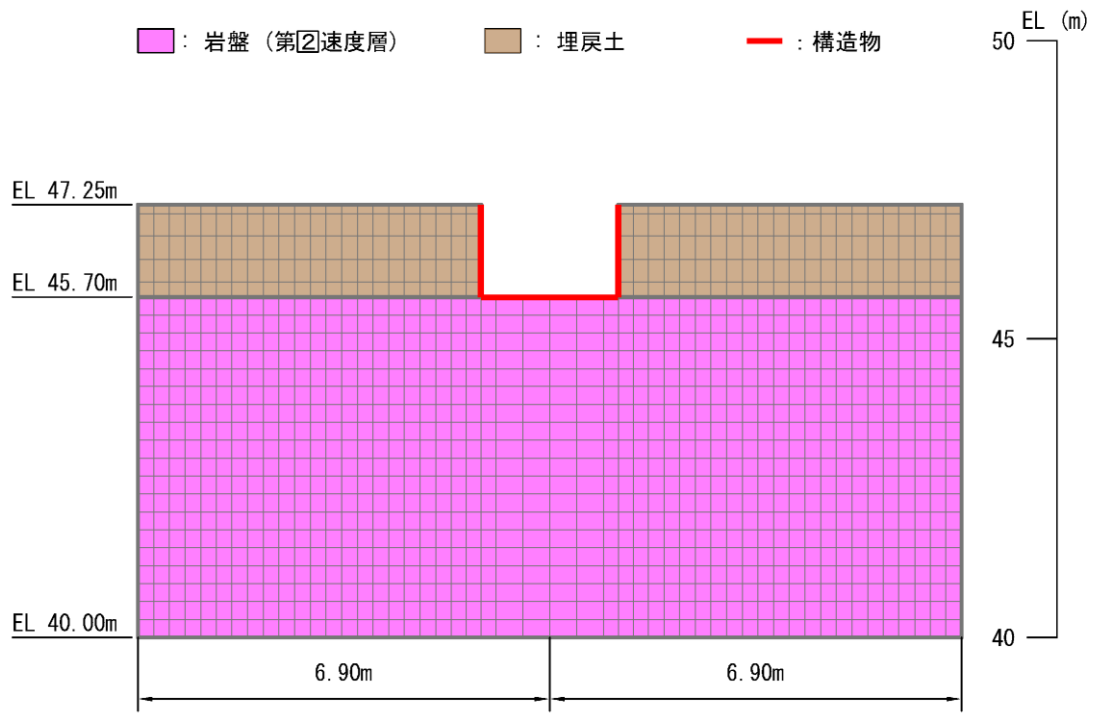


図 3-19 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
地震応答解析モデル図 (A-A断面)

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 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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3-8に，設計地下水位を図3-20に示す。

なお，屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）については，地下水位が構造物基礎下端より十分低いため，地下水を考慮しない。

表3-8 設計地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）	A-A断面	基礎下端以深のため考慮しない

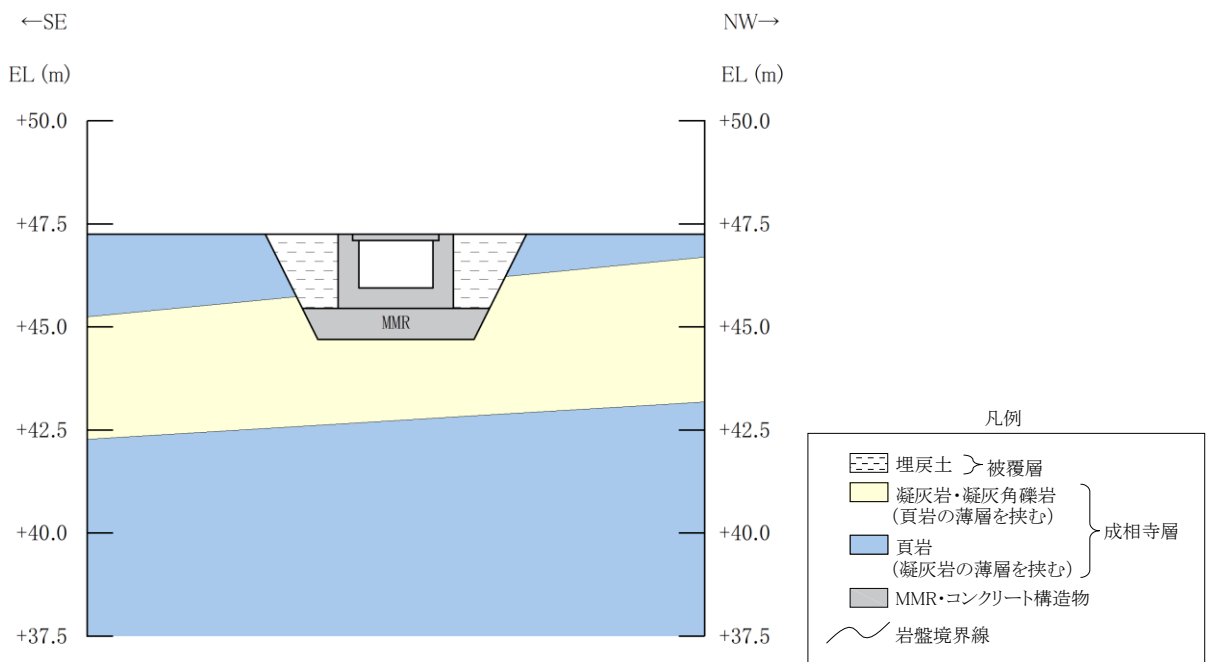


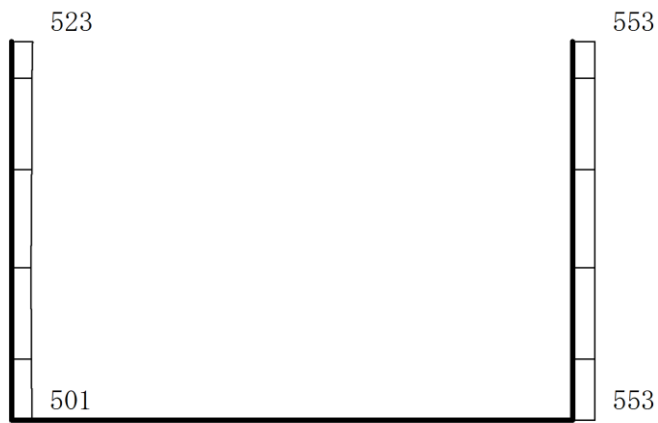
図3-20 設計地下水位 (A-A断面)

4. 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（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-7 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及び③の最大加速度分布図を図 4-8 及び図 4-9 に示す。これらに加え、機器・配管系に対する応答加速度抽出として、解析ケース②及び③について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-10～図 4-21 に示す。



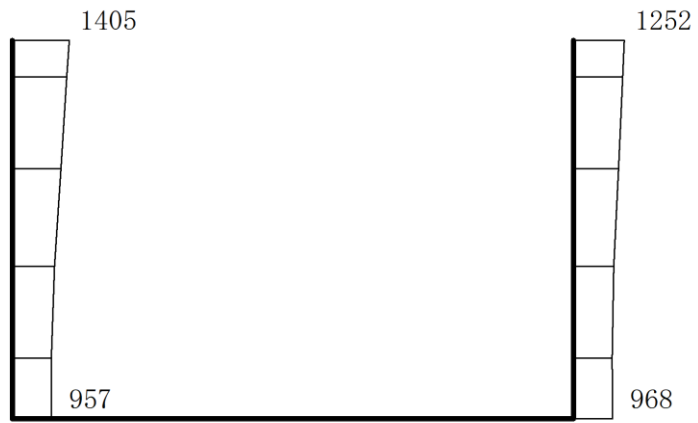
(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-1 最大応答加速度分布図 (1/21) (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 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-2 最大応答加速度分布図 (2/21) (解析ケース①)



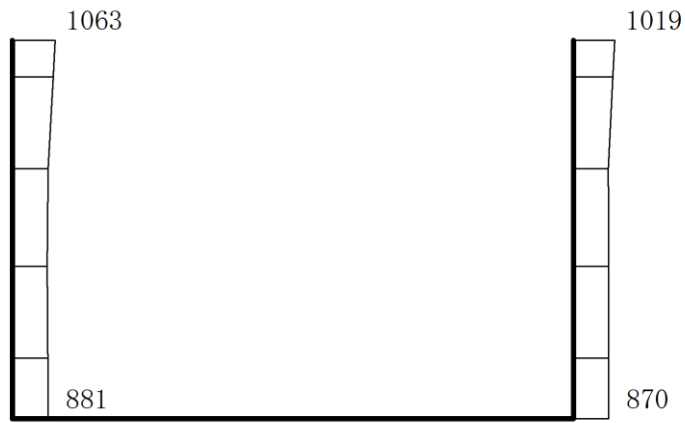
(a) S s - F 1 (++) 水平



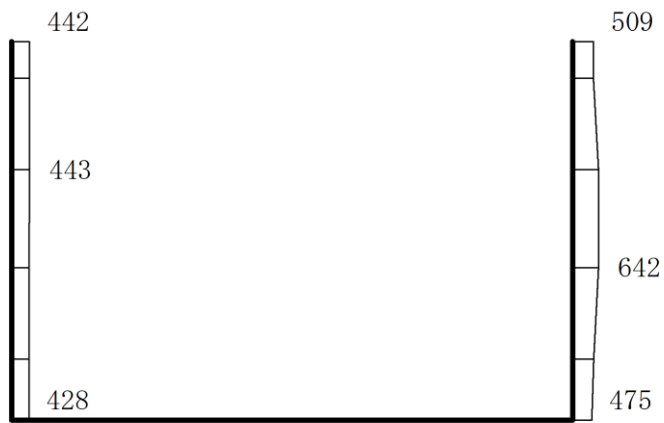
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-3 最大応答加速度分布図 (3/21) (解析ケース①)



(a) $S_s - F_2$ (++) 水平

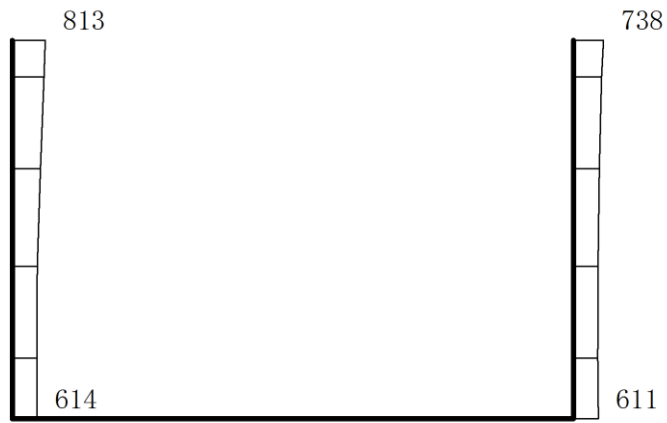


(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

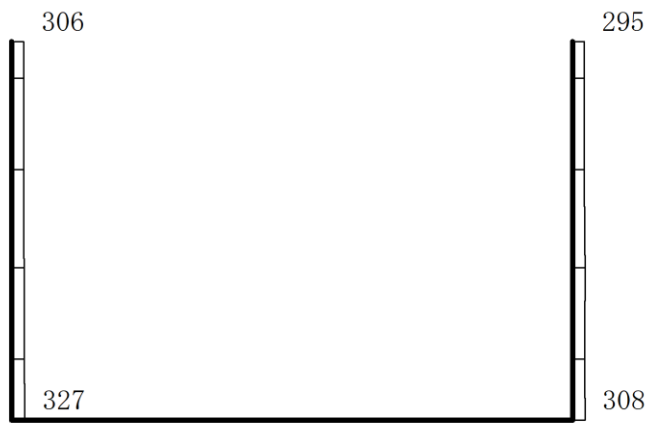
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-4 最大応答加速度分布図 (4/21) (解析ケース①)



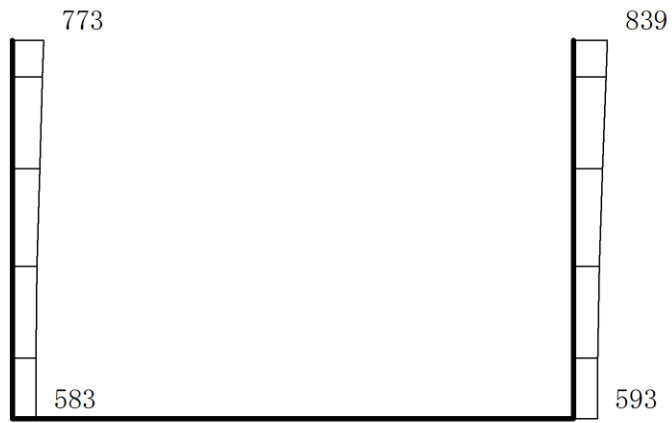
(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-5 最大応答加速度分布図 (5/21) (解析ケース①)



(a) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 水平

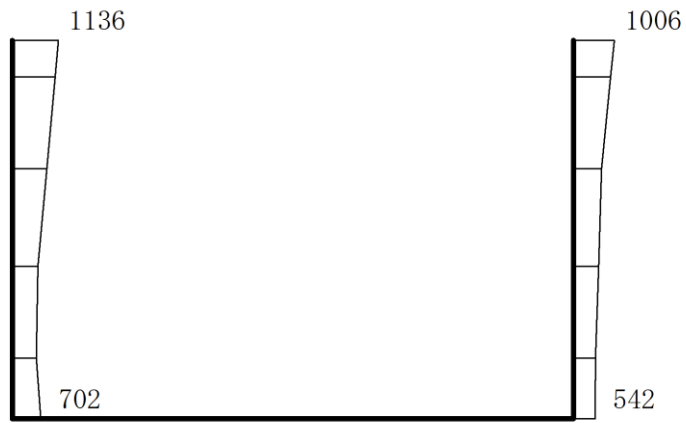


(b) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 鉛直

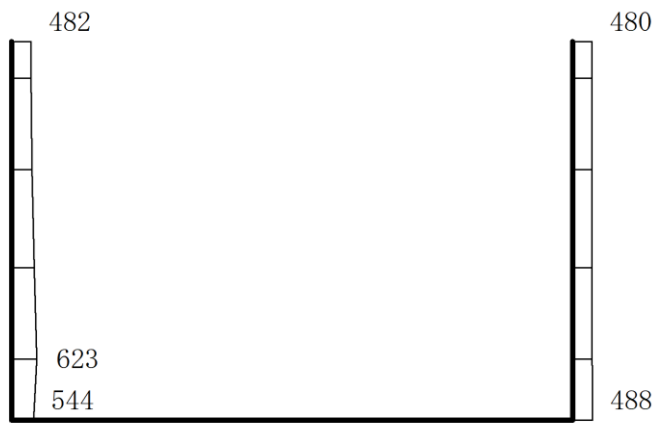
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-6 最大応答加速度分布図 (6/21) (解析ケース①)



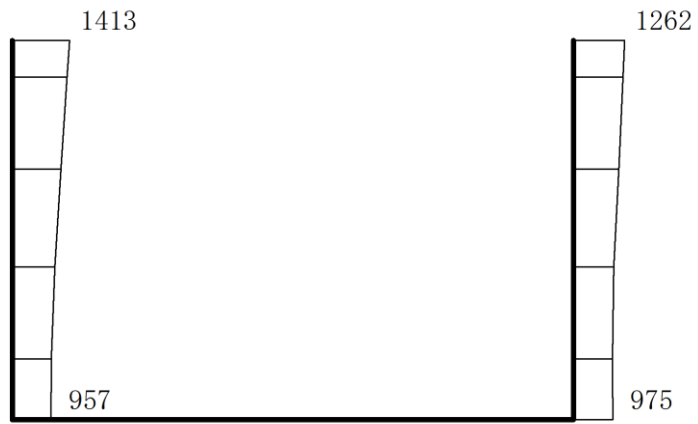
(a) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{水平}$



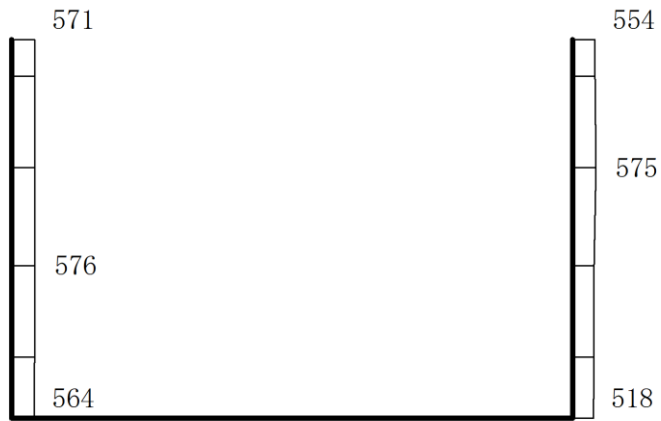
(b) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{鉛直}$

構造スケール $0 \quad 0.5(m)$ 応答値スケール $0 \quad 3000 (cm/s^2)$

図 4-7 最大応答加速度分布図 (7/21) (解析ケース①)



(a) S s - D (+ -) 水平

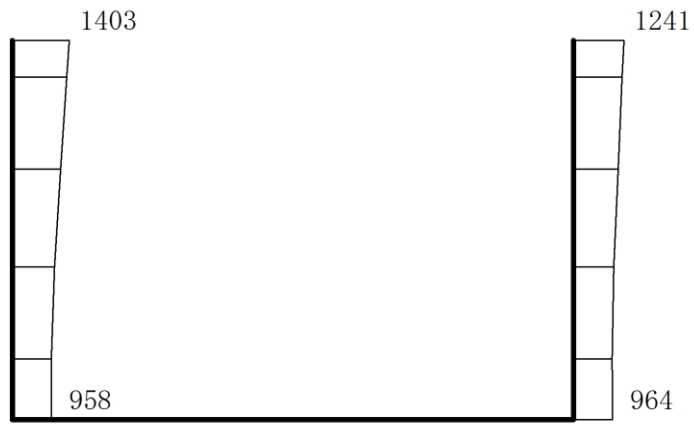


(b) S s - D (+ -) 鉛直

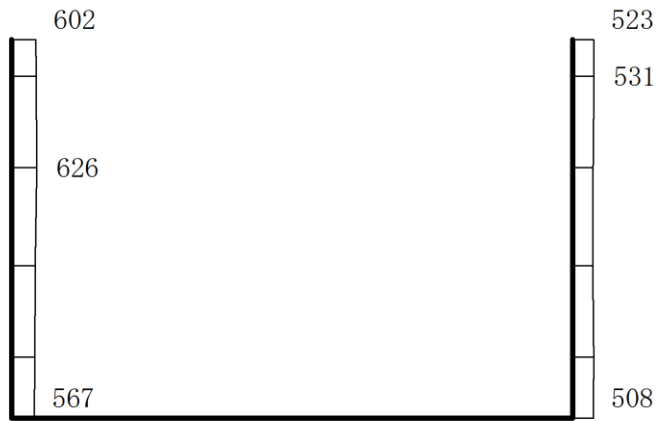
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-8 最大応答加速度分布図 (8/21) (解析ケース②)



(a) S s - D (+ -) 水平

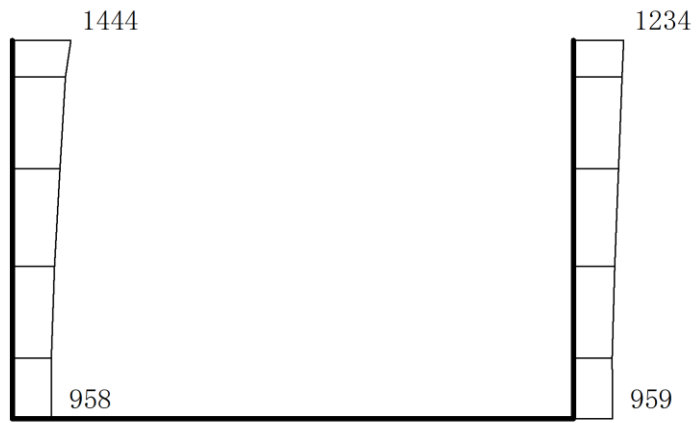


(b) S s - D (+ -) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-9 最大応答加速度分布図 (9/21) (解析ケース③)



(a) S s - D (++) 水平

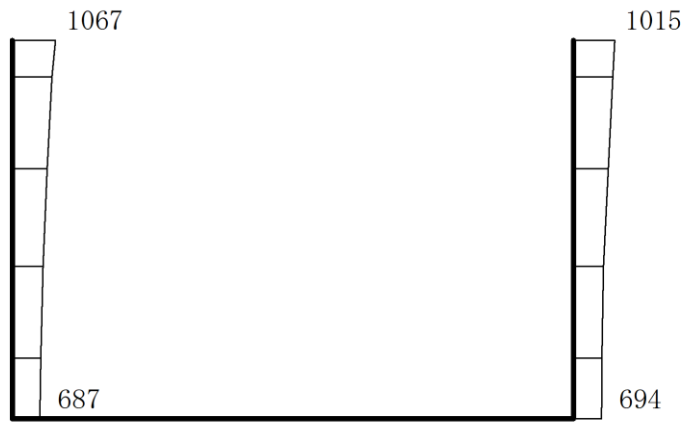


(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-10 最大応答加速度分布図 (10/21) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平

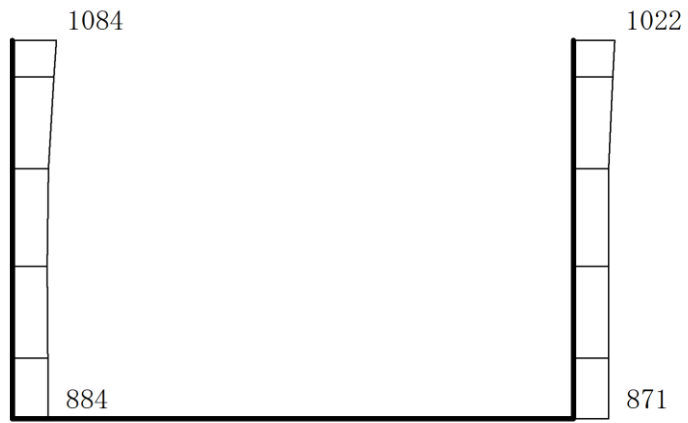


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-11 最大応答加速度分布図 (11/21) (解析ケース②)



(a) $S_s - F_2$ (++) 水平

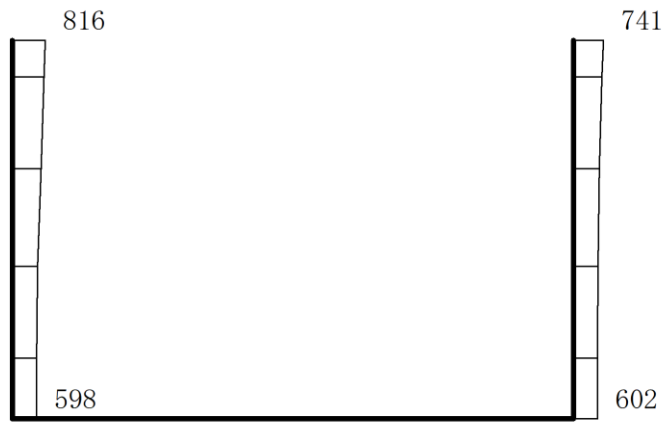


(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

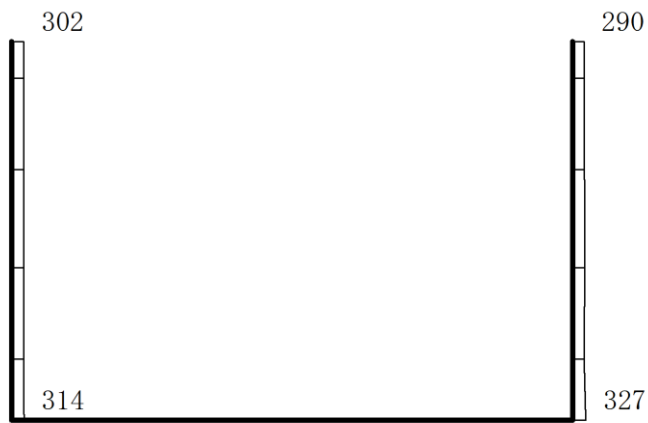
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-12 最大応答加速度分布図 (12/21) (解析ケース②)



(a) S s - N 1 (++) 水平

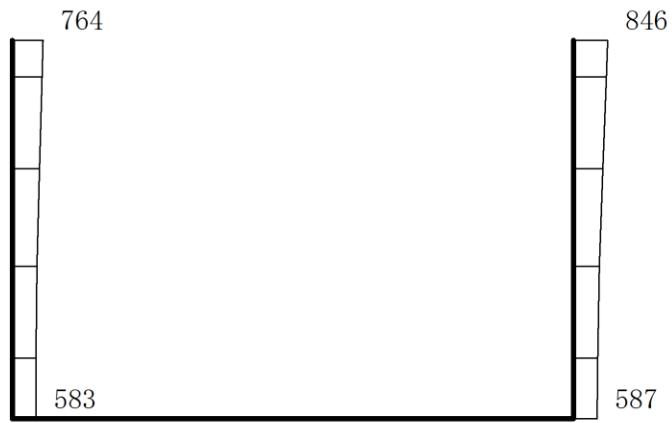


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-13 最大応答加速度分布図 (13/21) (解析ケース②)



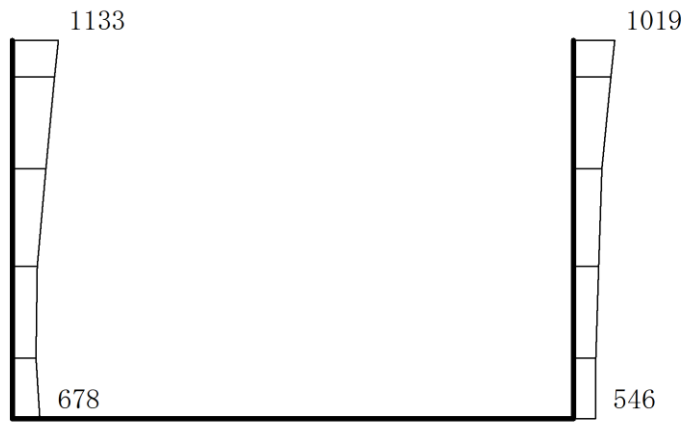
(a) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 水平



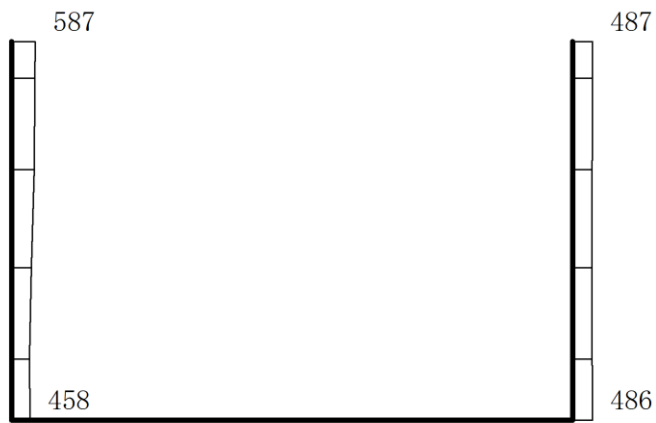
(b) $S_s - N_2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 0.5(m)$ 応答値スケール $0 \quad 3000 (cm/s^2)$

図 4-14 最大応答加速度分布図 (14/21) (解析ケース②)



(a) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{水平}$



(b) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{鉛直}$

構造スケール $0 \quad 0.5(m)$

応答値スケール $0 \quad 3000 (cm/s^2)$

図 4-15 最大応答加速度分布図 (15/21) (解析ケース②)



(a) S s - D (++) 水平

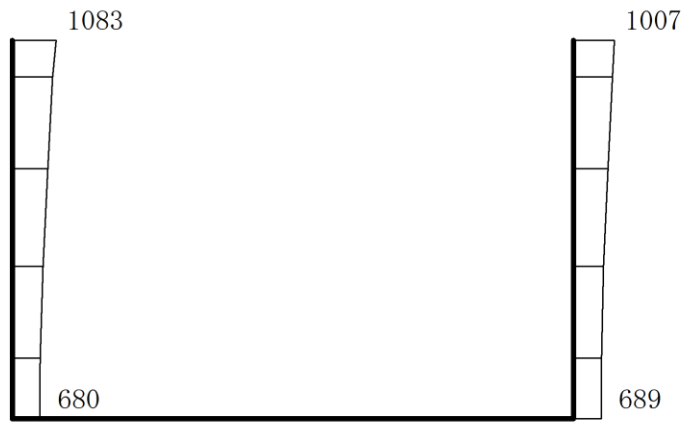


(b) S s - D (++) 鉛直

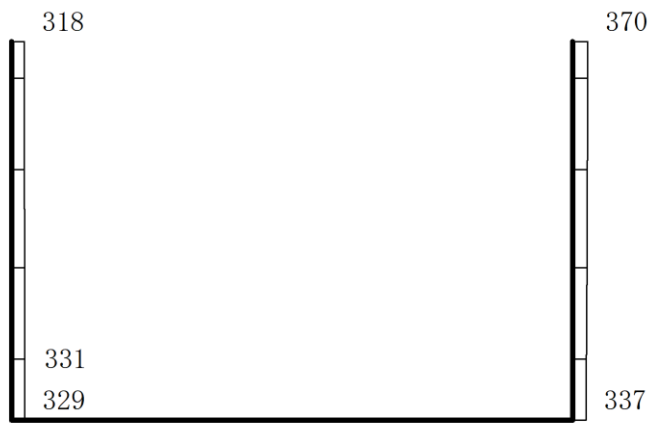
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-16 最大応答加速度分布図 (16/21) (解析ケース③)



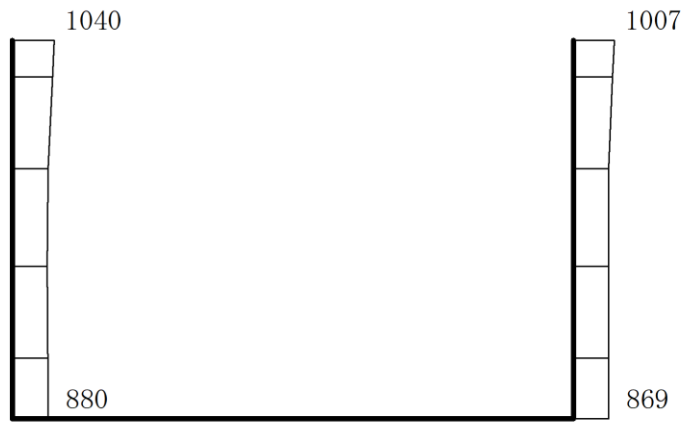
(a) S s - F 1 (++) 水平



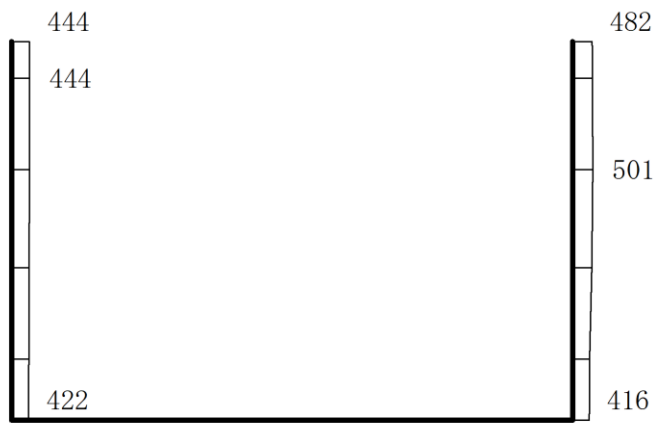
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-17 最大応答加速度分布図 (17/21) (解析ケース③)



(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

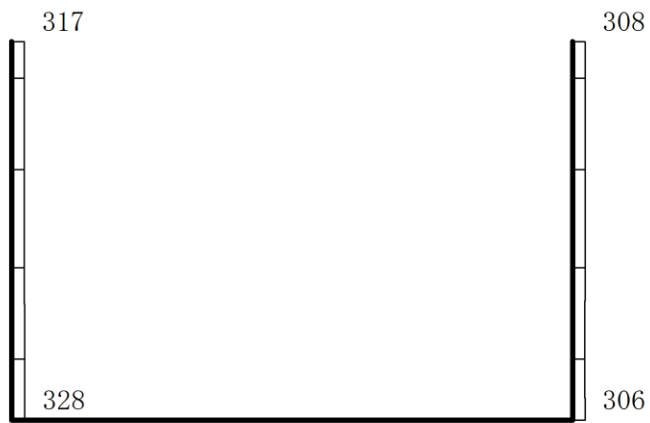
構造スケール 0 0.5(m)

応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-18 最大応答加速度分布図 (18/21) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 (++) 水平



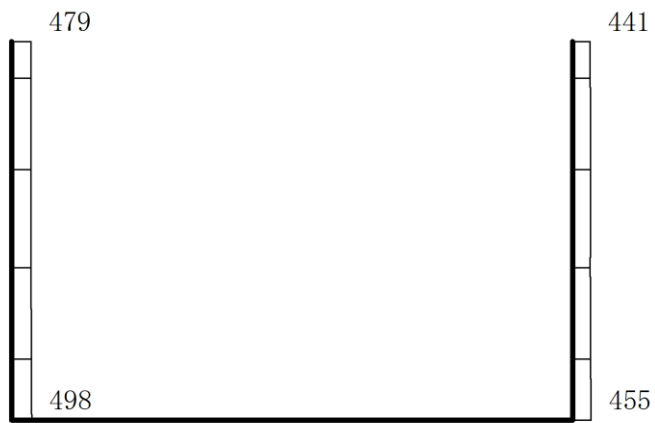
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 0.5(m) 応答値スケール 0 3000 (cm/s²)

図 4-19 最大応答加速度分布図 (19/21) (解析ケース③)



(a) $S_s - N2 (NS)$ (++) 水平



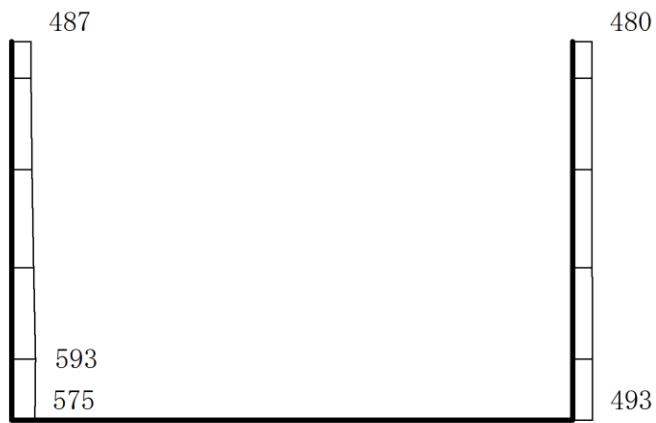
(b) $S_s - N2 (NS)$ (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 0.5(m)$ 応答値スケール $0 \quad 3000 (cm/s^2)$

図 4-20 最大応答加速度分布図 (20/21) (解析ケース③)



(a) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{水平}$



(b) $S_s - N_2 (EW) \quad (++) \quad \text{鉛直}$

構造スケール $0 \quad 0.5(m)$ 応答値スケール $0 \quad 3000 (cm/s^2)$

図 4-21 最大応答加速度分布図 (21/21) (解析ケース③)

VI-2-2-38 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク
～ガスタービン発電機）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	5
2.4 適用規格・基準等	8
3. 耐震評価	9
3.1 評価対象断面	9
3.2 使用材料及び材料の物性値	11
3.3 許容限界	12
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	12
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	12
3.4 評価方法	13
3.4.1 構造部材の健全性評価	13
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	15
4. 耐震評価結果	16
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	16
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	17

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、屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していることを確認するものである。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）に要求される機能維持の確認は、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の位置図を図2-1に示す。

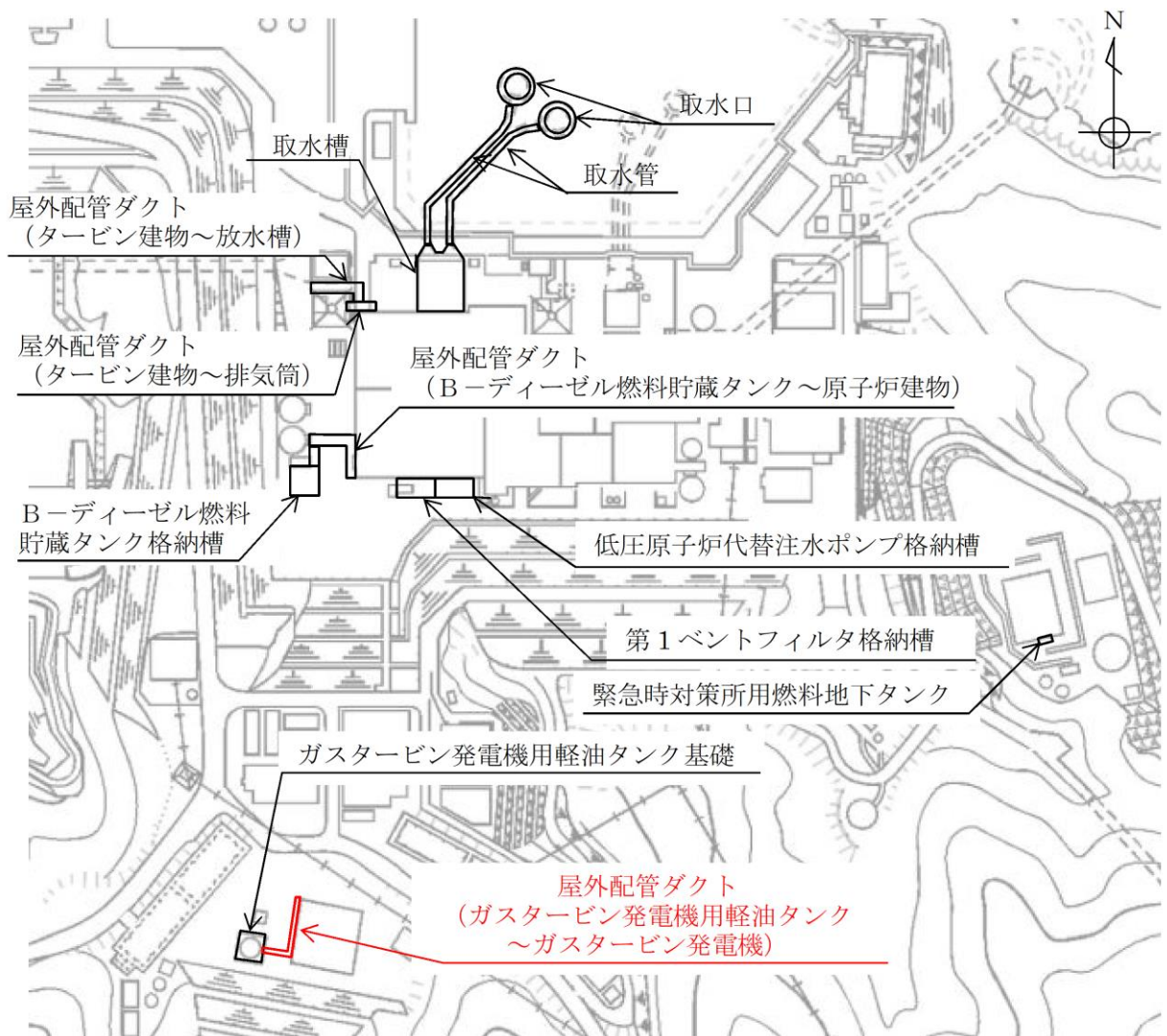


図2-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）位置図

2.2 構造概要

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の平面図を図2-2に、断面図を図2-3及び図2-4に、概略配筋図を図2-5示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、ガスタービン発電機用燃料移送配管・弁を間接支持する延長約55.5m、幅2.8m、高さ1.8mの鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有するC_M級岩盤に支持される。

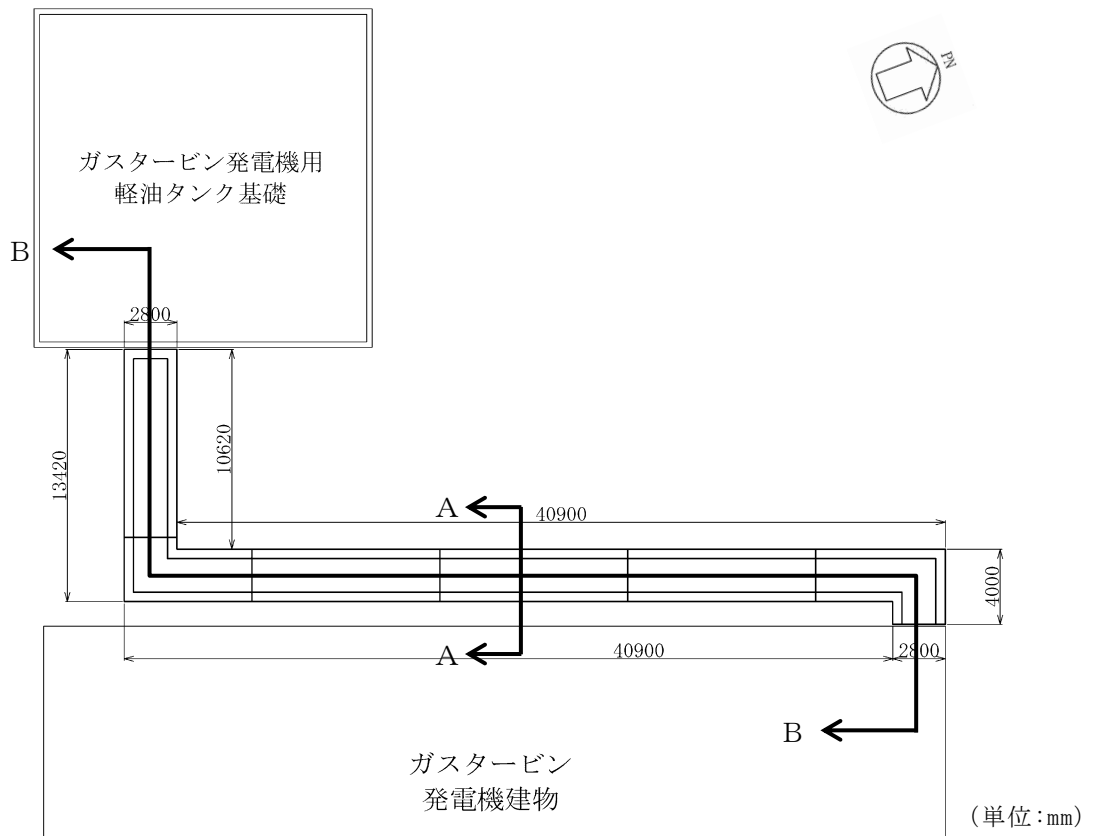


図2-2 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
平面図

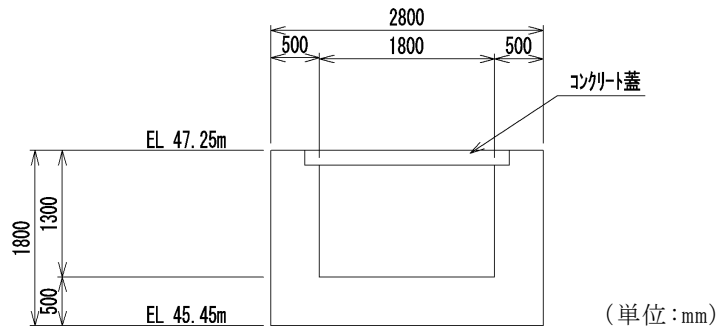


図 2-3 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（A-A 断面）

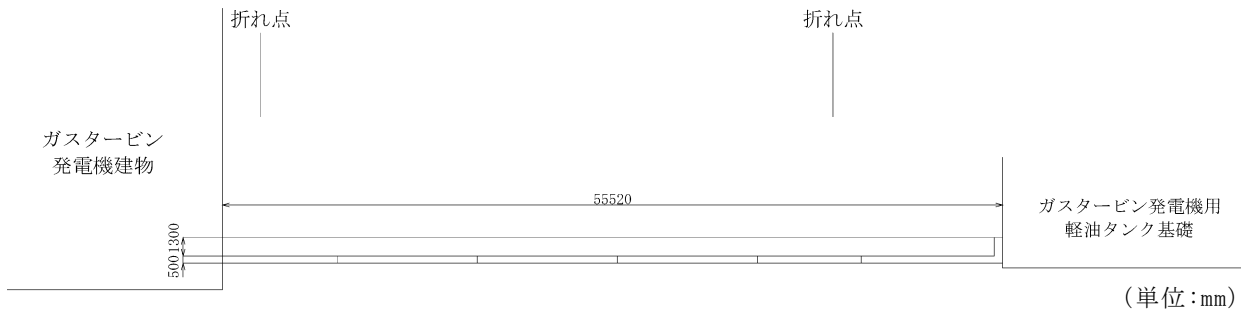


図 2-4 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（B-B 断面）

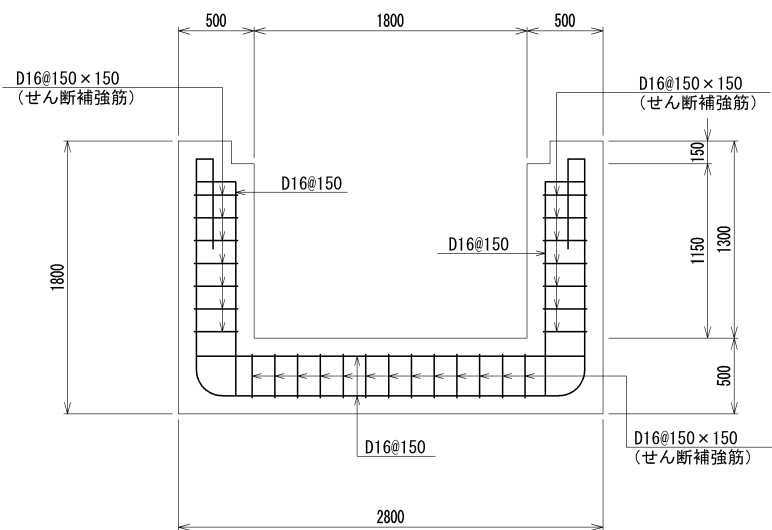


図 2-5 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
概略配筋図（A-A 断面）

2.3 評価方針

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に分類される。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の耐震評価フローを図 2-6 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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、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を支持する機能を維持することができる。

構造部材の健全性評価については、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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、曲げ・軸力系の破壊に対し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する。せん断破壊に対しては照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）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、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。

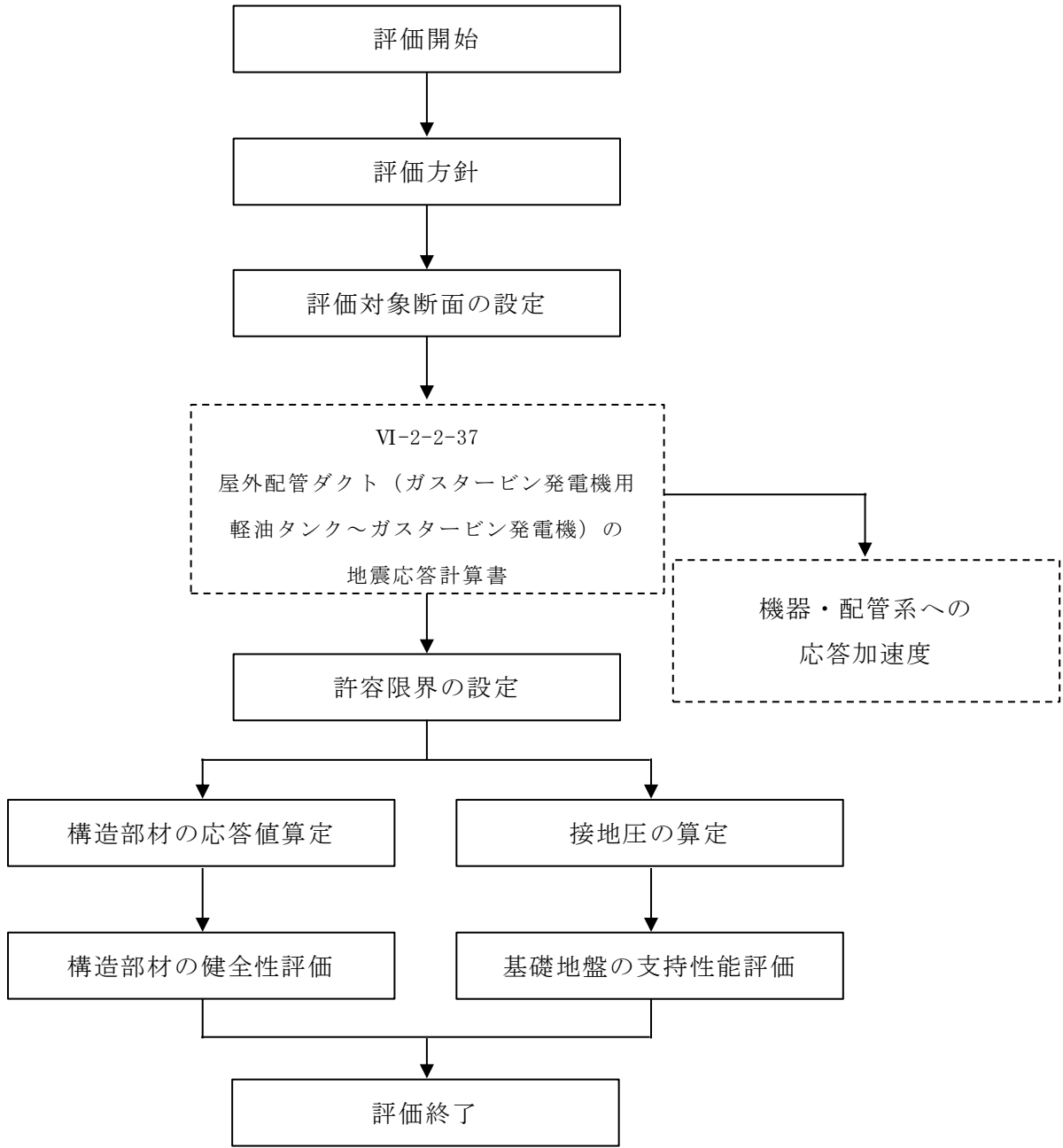


図 2-6 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
地震応答解析フロー

表 2-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）

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	せん断耐力*
	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	岩盤の極限支持力*	

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]（土木学会，2002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（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（日本電気協会）

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の評価対象断面位置図を図 3-1 に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は，図 3-1 の A-A 断面とする。

評価対象断面図を図 3-2 に示す。

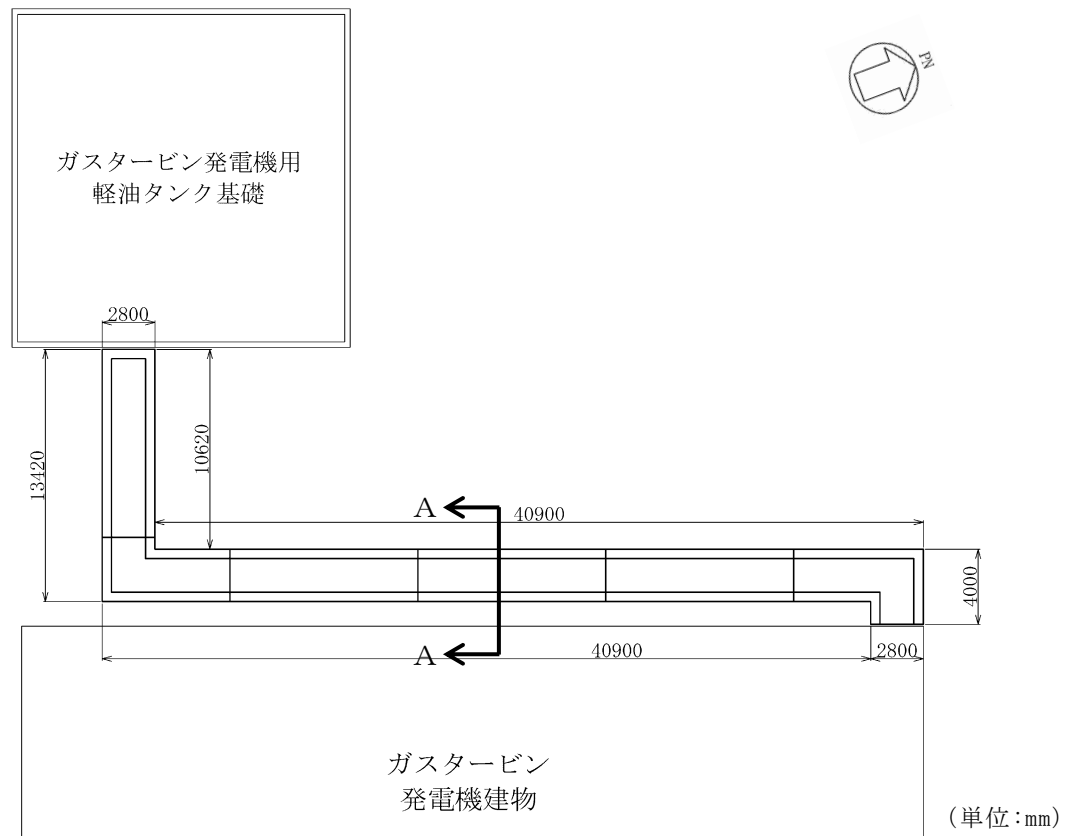


図 3-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
評価対象断面位置図

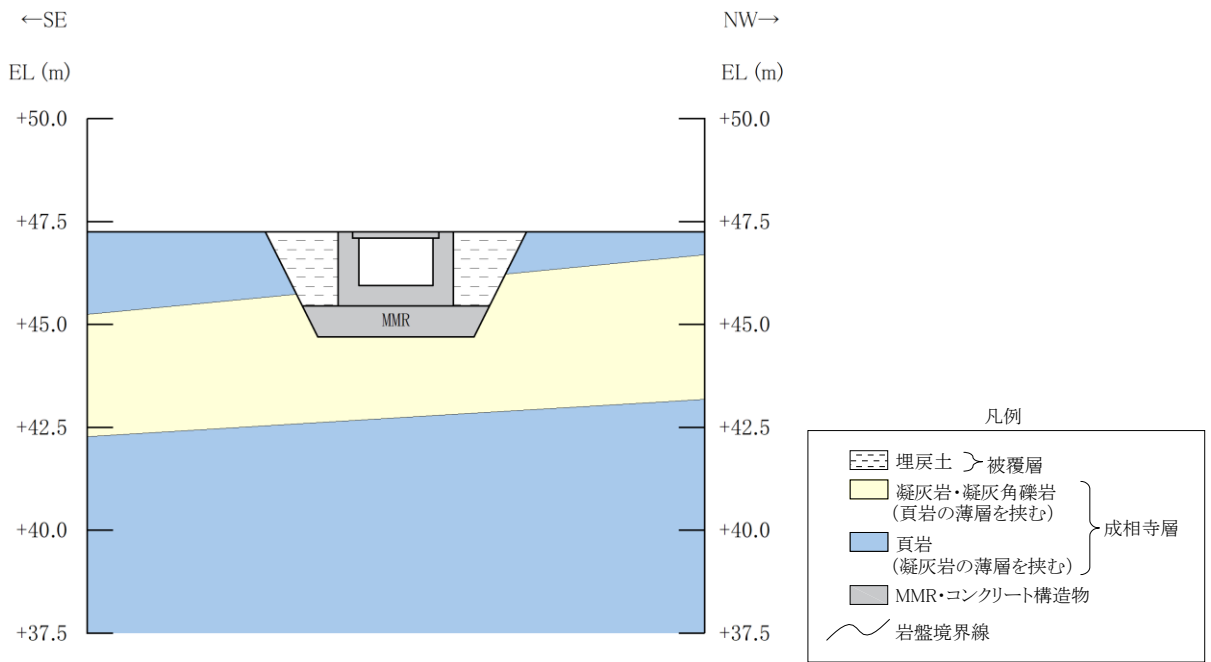


図 3-2 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
評価対象断面図（A-A断面）

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, 材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-2 材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
	ポアソン比	0.2

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

構造部材の曲げ・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構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005年）（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。

土木学会マニュアルでは、曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態は、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が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、屋外重要土木構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が確保できるとして設定されたものである。

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造部材の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き、棒部材式又はディープビーム式で求まるせん断耐力とする。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

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、岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表3-3に示す。

表3-3 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	C _M 級岩盤	9.8

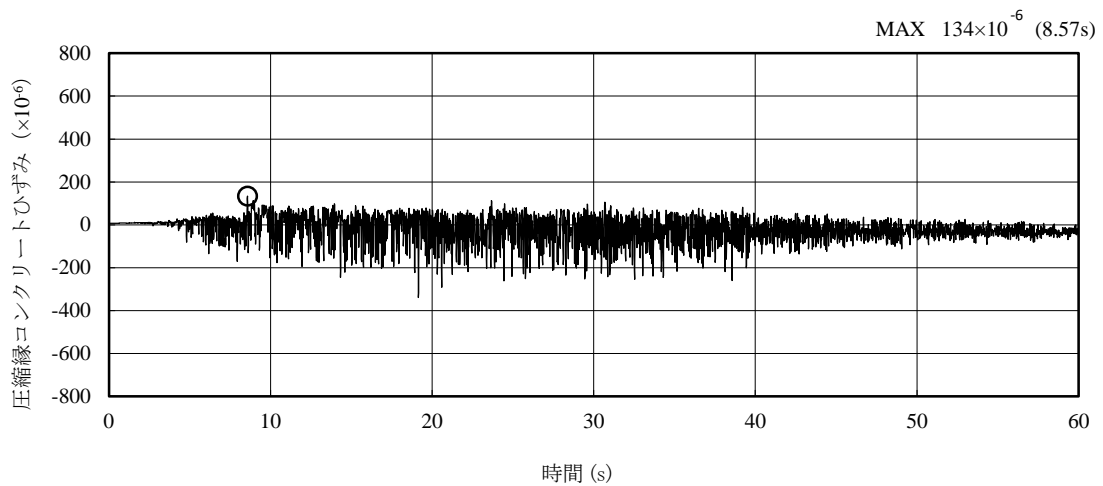
3.4 評価方法

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の耐震評価は、地震応答解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」に示す許容限界以下であることを確認する。

3.4.1 構造部材の健全性評価

構造部材の曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査に対して、地震応答解析により算定した照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認する。

曲げ・軸力系の破壊に対して照査値が最大となる地震動及び解析ケースでのひずみの時刻歴波形及び発生位置を図 3-3 に、せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図を図 3-4 に示す。



(圧縮を正で示す。)

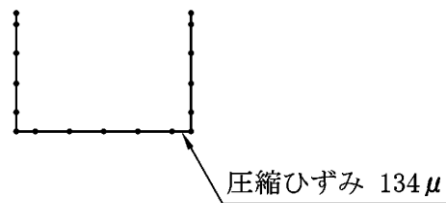
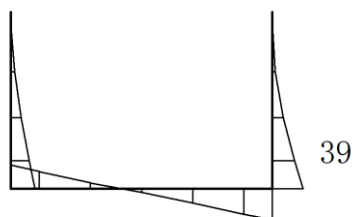
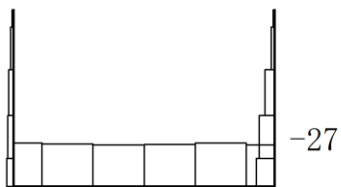


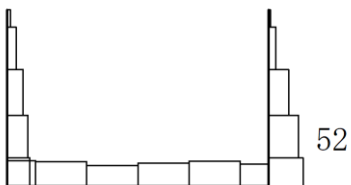
図 3-3 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(A-A断面, 解析ケース③, S s - D (+ -))



数值：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数值：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)



数值：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-4 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース③, S s - D (+ -), t=8.57s)

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基礎地盤に発生する接地圧が許容限界以下であることを確認する。

4. 耐震評価結果

4.1 構造部材の健全性に対する評価結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 4-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-2 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面）

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
③	S s - D (+-)	160 μ	10000 μ	0.02

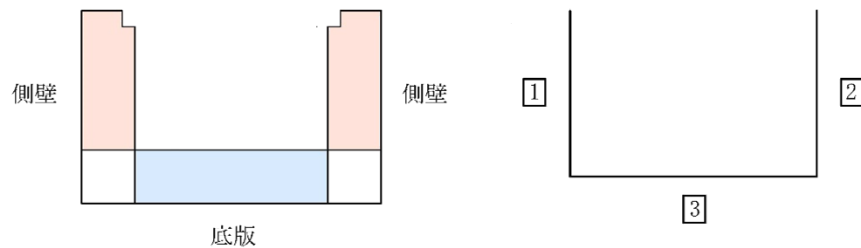
注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 γ_a

表 4-2 せん断破壊に対する最大照査値（A-A断面）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d / V_{y d}$
側壁	②	③	S s - D (+-)	55	1061	0.06
底版	③	①	S s - D (+-)	52	1081	0.05

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 γ_a



A-A断面

図 4-1 評価位置

4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-3 に示す。また、最大接地圧分布図を図 4-2 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力を下回ることを確認した。

表 4-3 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（A-A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 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
①	S s - D (++)	0.11	9.8	0.02

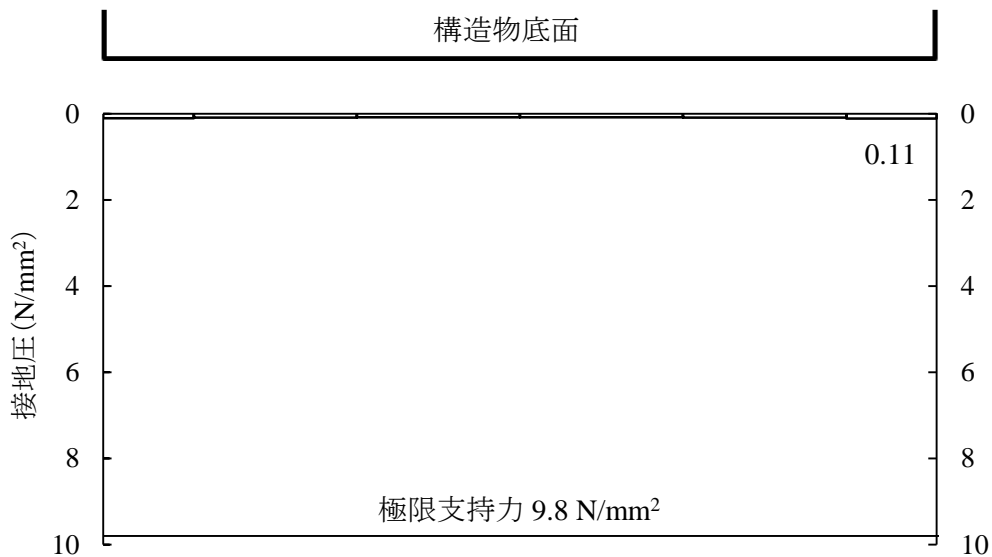


図 4-2 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース①, S s - D (++))