

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0167_改0
提出年月日	2021年6月2日

VI-2-2-17 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答計算書

○ 2 ③ VI-2-2-17 R 0

2021年6月

東北電力株式会社

## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	5
2.4 適用基準	7
3. 解析方法	8
3.1 地震時荷重算出断面	8
3.2 解析方法	10
3.2.1 構造部材	10
3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき	10
3.2.3 減衰定数	11
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	12
3.3 荷重及び荷重の組合せ	14
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	14
3.3.2 荷重	14
3.3.3 荷重の組合せ	15
3.4 入力地震動	16
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
4.1 南北方向の解析結果	35
4.2 東西方向の解析結果	64

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき実施するガスタービン発電設備軽油タンク室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、ガスタービン発電設備軽油タンク室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。

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、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形構造物であることから、二次元地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を三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。よって、地震応答解析により抽出する応答値は、三次元構造解析モデルに作用させる地震時土圧、慣性力及び基礎地盤に発生する接地圧である。

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

ガスタービン発電設備軽油タンク室の位置を図 2-1 に示す。

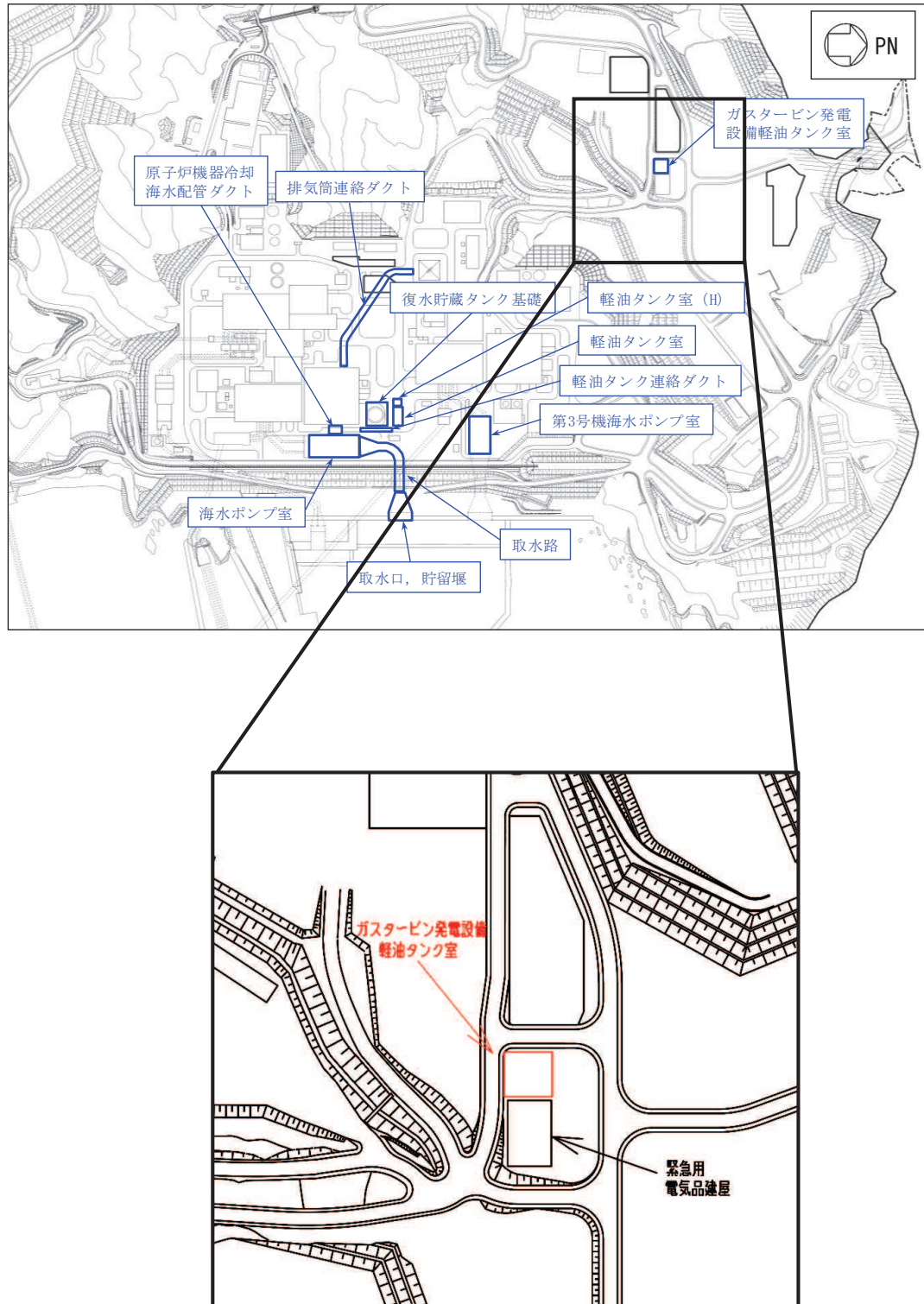


図 2-1 ガスタービン発電設備軽油タンク室の位置図

## 2.2 構造概要

ガスタービン発電設備軽油タンク室の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 及び図 2-4 に示す。

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、ガスタービン発電設備軽油タンク等を間接支持しており、支持機能が要求される。

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、幅 20.30m (東西) × 22.00m (南北)、高さ 7.10m の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岩盤に直接設置されている。

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、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形構造物である。

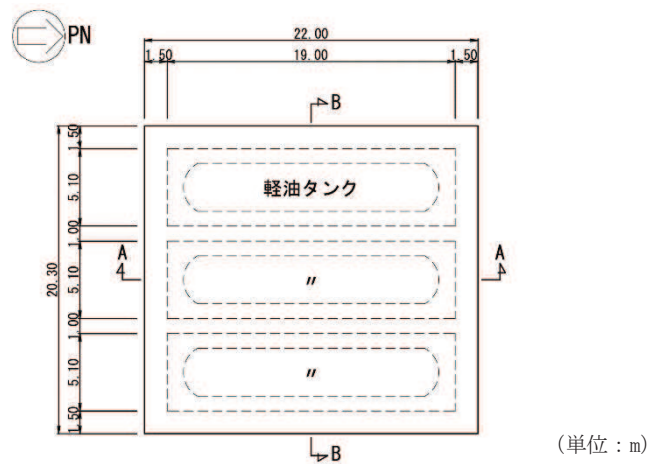
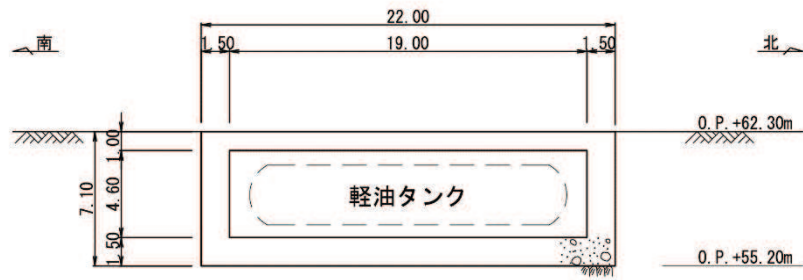
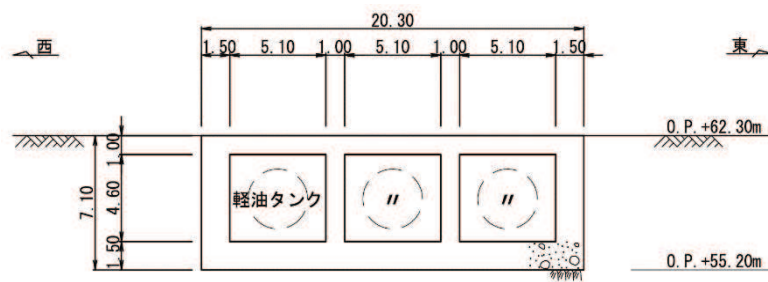


図 2-2 ガスタービン発電設備軽油タンク室平面図



(単位：m)

図 2-3 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (A-A 断面, 南北)



(単位：m)

図 2-4 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (B-B 断面, 東西)

### 2.3 解析方針

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、添付書類「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にガスタービン発電設備軽油タンク室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二次元有限要素法による時刻歴応答解析により行うこととし、地盤物性及び材料物性のばらつきを適切に考慮する。

二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曲線の作成に用い、地震時土圧、慣性力及び基礎地盤の接地圧は、ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震評価に用いる。

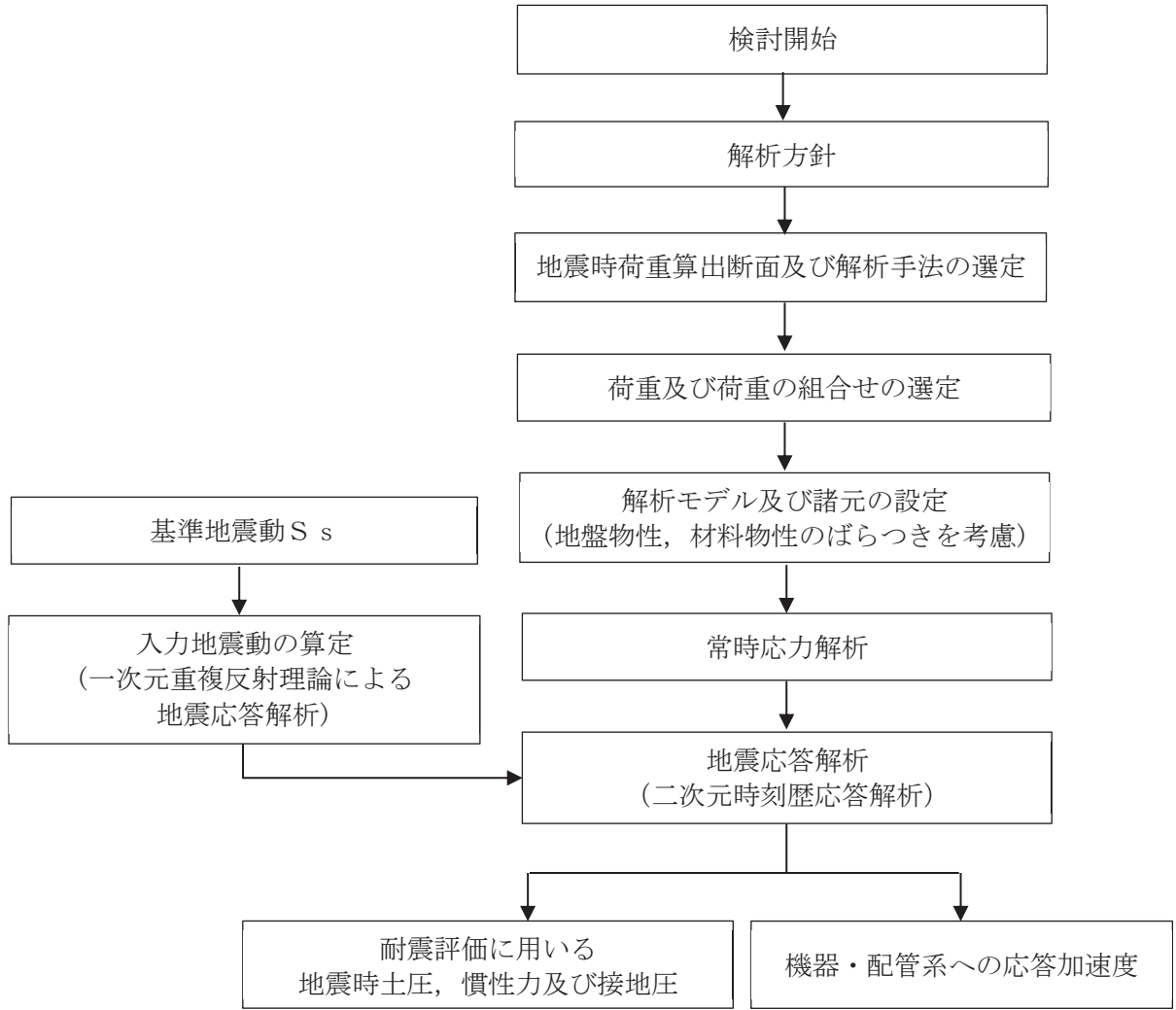


図 2-5 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答解析フロー



## 2.4 適用基準

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 原子力土木委員会，2005年6月）
- ・原子力発電所耐震評価技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（社団法人 日本電気協会 電気技術基準調査委員会）

### 3. 解析方法

#### 3.1 地震時荷重算出断面

ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震時荷重算出断面位置を図 3-1 に示す。地震時荷重算出断面は、構造的特徴や周辺地質状況を踏まえ、タンク軸方向で構造物の中心を通る南北方向 (A-A 断面) 及びタンク軸方向に直交し構造物の中心を通る東西方向 (B-B 断面) の両断面とする。地震時荷重算出用地質断面図を図 3-2 及び図 3-3 に示す。

なお、加振方向に平行に配置され耐震上見込むことができる面部材の配置から、南北方向 (A-A 断面) が強軸方向となり、東西方向 (B-B 断面) が弱軸方向となる。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。

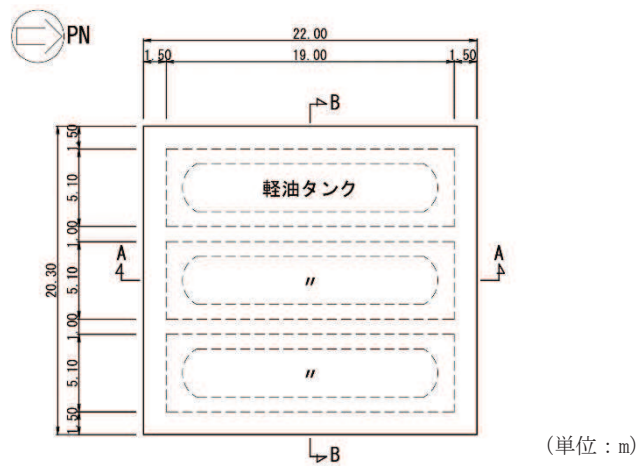


図 3-1 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震時荷重算出断面位置図

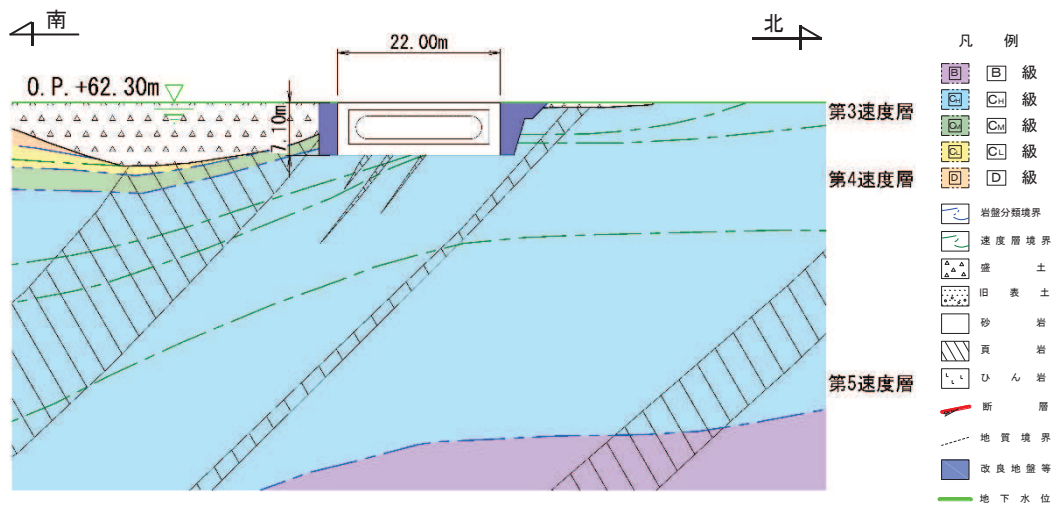


図3-2 ガスタービン発電設備軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図  
(A-A断面, 南北)

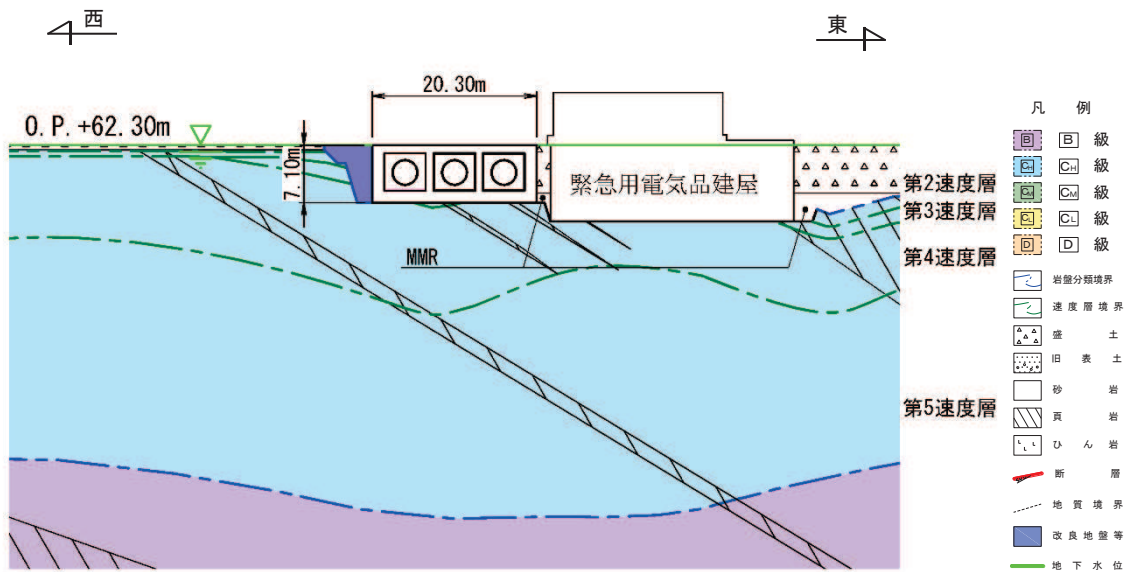


図3-3 ガスタービン発電設備軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図  
(B-B断面, 東西)

### 3.2 解析方法

ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」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二次元有限要素法により、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（全応力解析）により行う。

東西方向において隣接構造物となる緊急用電気品建屋、構造物周辺の改良地盤及びMMRは、ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震評価において保守的な評価となるよう盛土としてモデル化する。

構造部材については、頂版、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三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、実構造物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 Ver. 3.08」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、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### 3.2.1 構造部材

鉄筋コンクリート部材は、線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

#### 3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき

地盤物性及び材料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。

ガスタービン発電設備軽油タンク室は、岩盤上に設置され、周囲が埋戻されており、主たる荷重は盛土等の土圧となることから、盛土、D級岩盤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  $\sigma$  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。

また、材料物性のばらつきとして構造物の実強度に基づいて設定した解析ケース④を実施することにより、材料物性のばらつきの影響を考慮する。

なお、ガスタービン発電設備軽油タンク室は、新設構造物であり許容応力度法により設計を行っており、十分に裕度を確保した設計としていることから、材料物性のばらつきを考慮した解析ケース④による耐震評価は実施せず、機器・配管系に対する応答加速度抽出においては、材料物性のばらつきを考慮した解析ケース④を実施する。

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	材料物性 (コンクリート) ( $E_0$ : ヤング係数)	地盤物性	
		盛土, D級岩盤 ( $G_0$ : 初期せん断弾性係数)	C <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤, C <sub>H</sub> 級岩盤, B級岩盤 ( $G_d$ : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+1 $\sigma$	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 $\sigma$	平均値
ケース④	実強度に基づく 圧縮強度*	平均値	平均値

注記\* : 新設構造物のため, 推定した圧縮強度とする。

### 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 $\alpha$ ,  $\beta$ 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

$\alpha$ ,  $\beta$  : 係数

表 3-2 Rayleigh 減衰における係数 $\alpha$ ,  $\beta$ の設定結果

地震時荷重算出断面	$\alpha$	$\beta$
南北方向	$9.726 \times 10^{-1}$	$3.085 \times 10^{-4}$
東西方向	$8.928 \times 10^{-1}$	$3.360 \times 10^{-4}$

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 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	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		平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
材料物性		設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度
地震動 (位相)	$S_s - D 1$	++*	○	基準地震動 $S_s$ (7 波) に水平動の位相反転を考慮した地震動 (7 波) を加えた全 14 波により照査を行ったケース① (基本ケース) の結果から、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照査項目ごとに照査値が 0.5 以上とな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②~③を実施する。  すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②~③を実施する。
		-+*	○	
	$S_s - D 2$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - D 3$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - F 1$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - F 2$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - F 3$	++*	○	
		-+*	○	
	$S_s - N 1$	++*	○	
		-+*	○	

注記\*：耐震評価にあたっては、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 原子力土木委員会，2005 年 6 月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に従い、水平方向の位相反転を考慮する。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②～④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	ケース④
			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 (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	材料物性 (コンクリート) に実強度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-1 $\sigma$	平均値
材料物性			設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度	実強度に基づく圧縮強度*2
地震動 (位相)	S s - D 1	++*1	○	○	○	○
	S s - D 2	++*1	○	○	○	○
	S s - D 3	++*1	○	○	○	○
	S s - F 1	++*1	○	○	○	○
	S s - F 2	++*1	○	○	○	○
	S s - F 3	++*1	○	○	○	○
	S s - N 1	++*1	○	○	○	○

注記\*1：地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表す。

\*2：新設構造物のため，推定した圧縮強度とする。

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

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

#### 3.3.1 耐震評価上考慮する状態

ガスタービン発電設備軽油タンク室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

ガスタービン発電設備軽油タンク室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、積雪荷重  $P_s$  を含めて地表面に  $4.9\text{kN/m}^2$  を考慮する。

(3) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である  $43\text{cm}$  に平均的な積雪荷重を与えるための係数  $0.35$  を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第  $86$  条第  $2$  項により、積雪量  $1\text{cm}$  ごとに  $20\text{N/m}^2$  の積雪荷重が作用することを考慮する。

(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 <sub>s</sub> )	G + P + S <sub>s</sub>

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P<sub>s</sub>を含めて 4.9kN/m<sup>2</sup>を地表面に考慮)

S<sub>s</sub> : 地震荷重 (基準地震動 S<sub>s</sub>)

### 3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「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  $S_s$  を一次元重複反射理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、添付書類「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3-18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「microSHAKE/3D Ver. 2.3.3」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、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

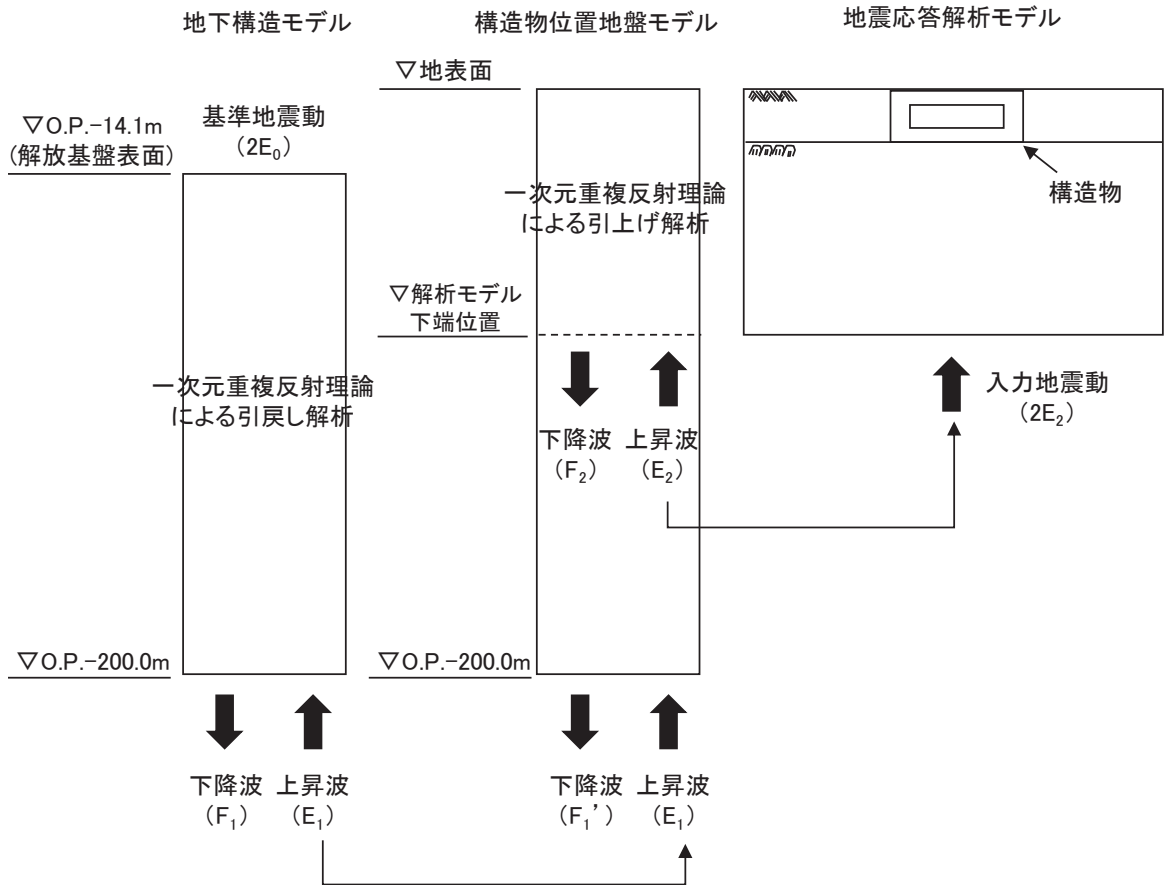
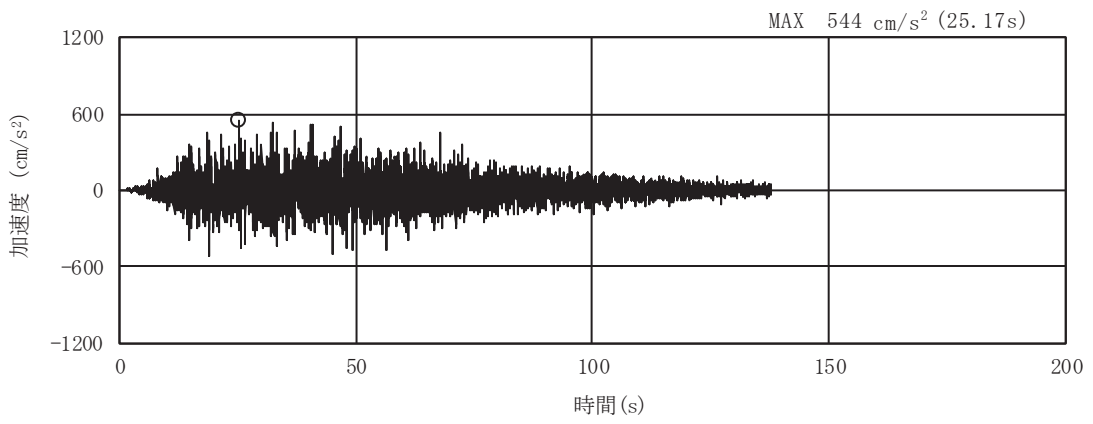
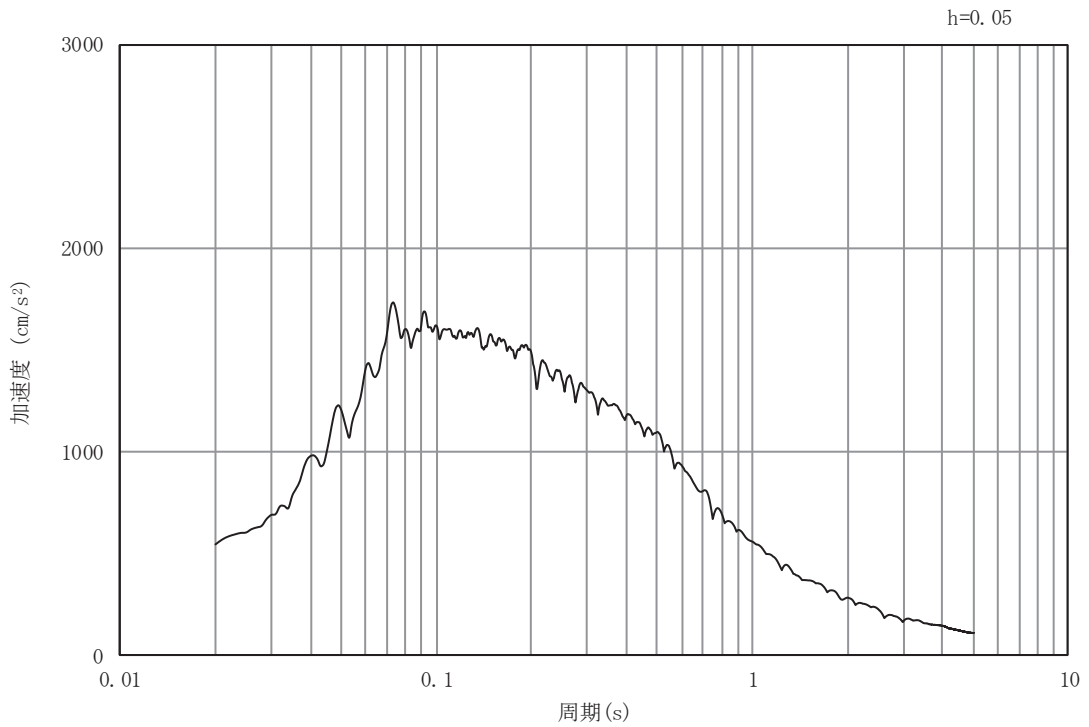


図 3-4 入力地震動算定の概念図

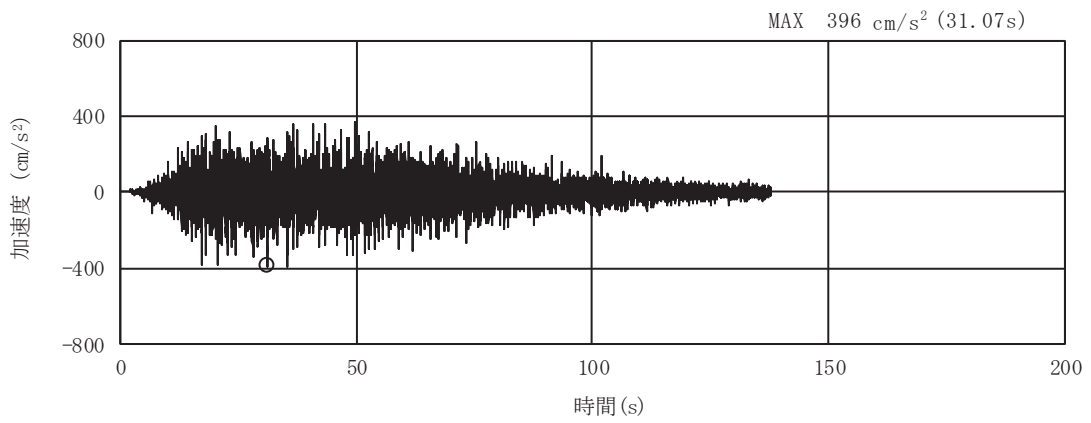


(a) 加速度時刻歴波形

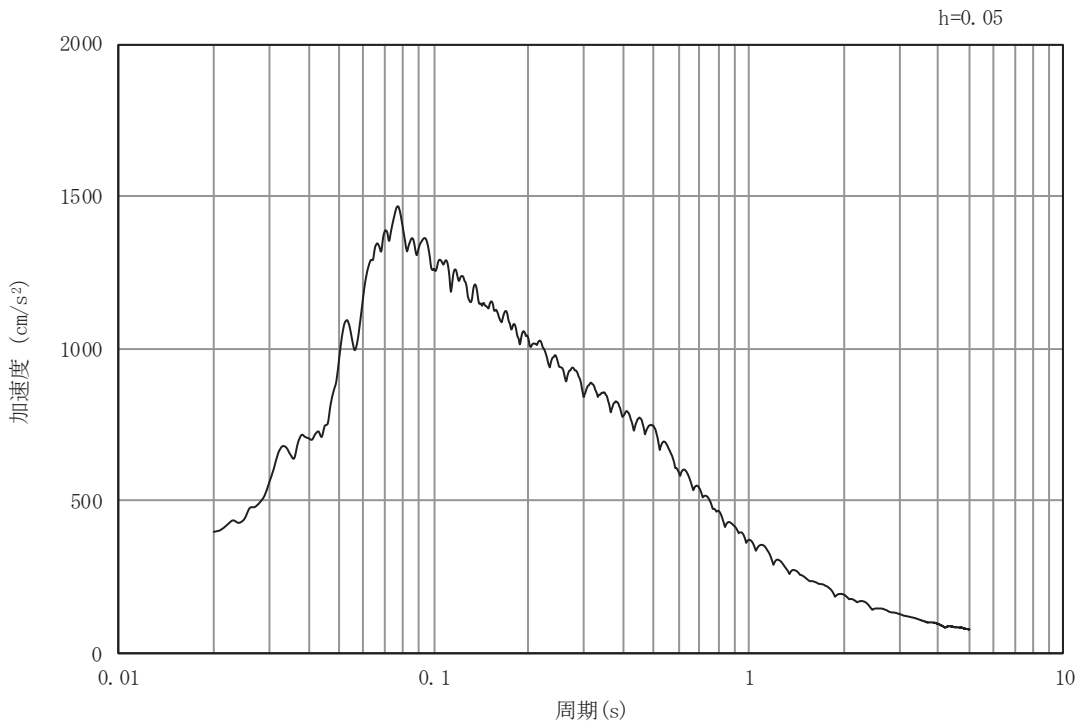


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S s -D 1)

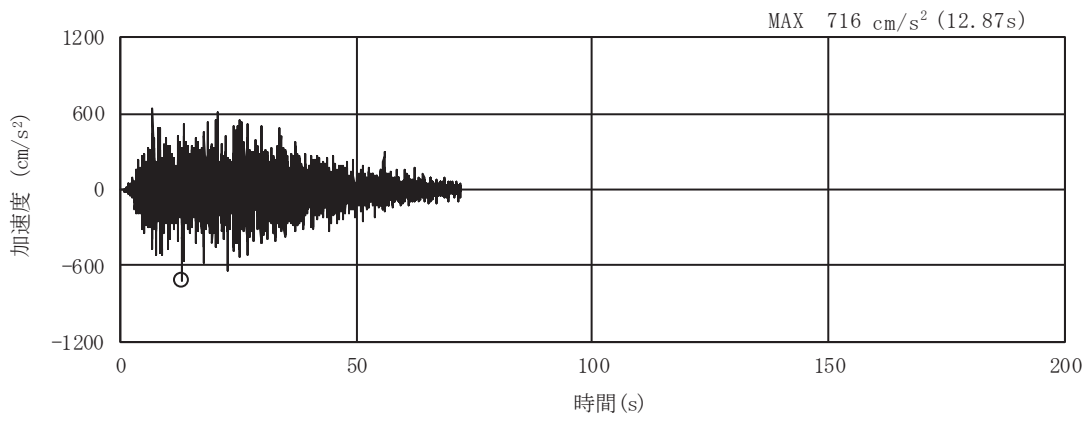


(a) 加速度時刻歴波形

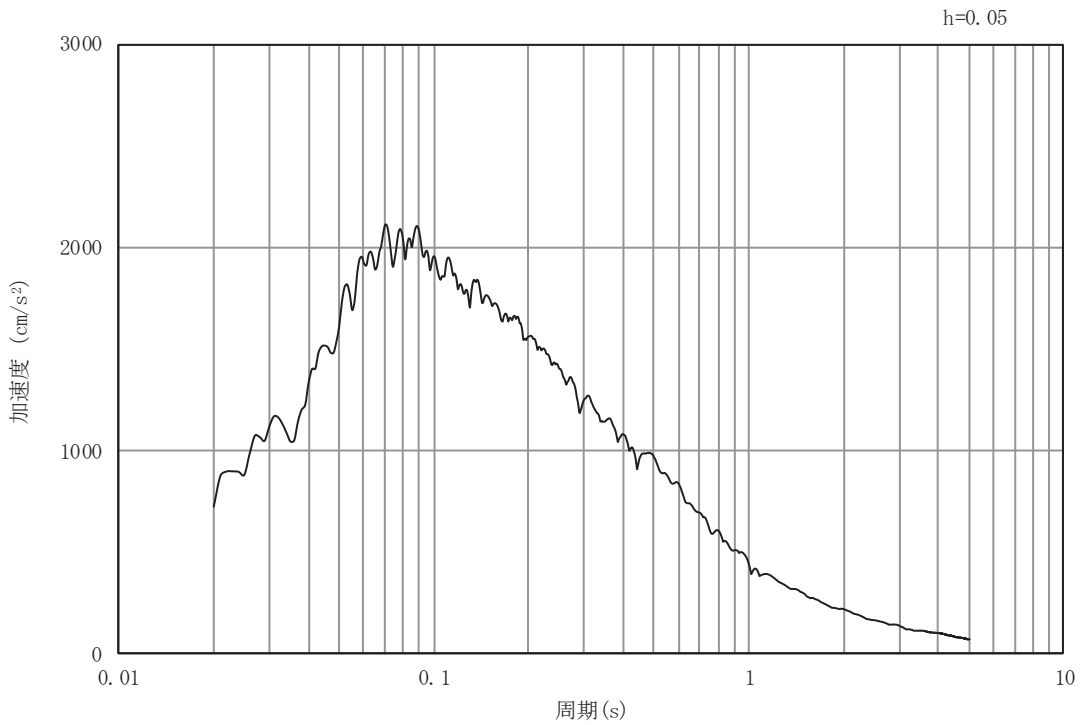


(b) 加速度応答スペクトル

図3-6 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  
(鉛直成分：S s - D 1)

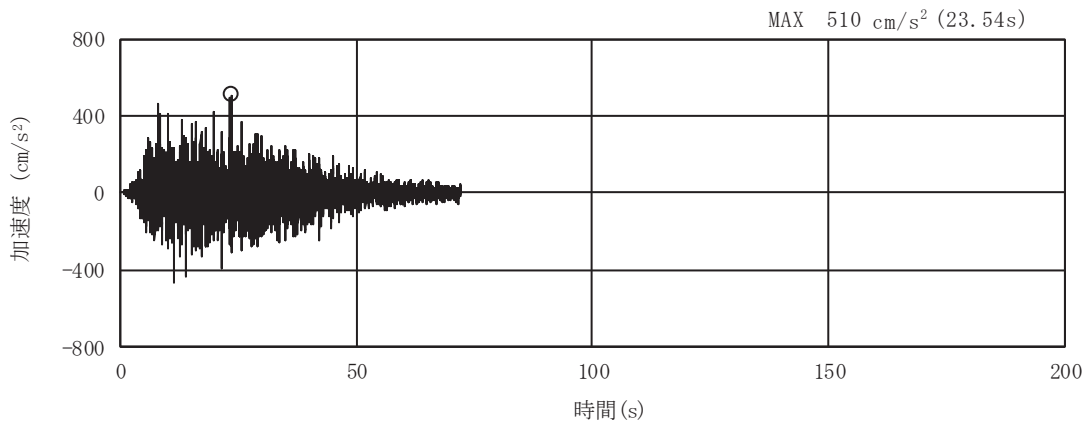


(a) 加速度時刻歴波形

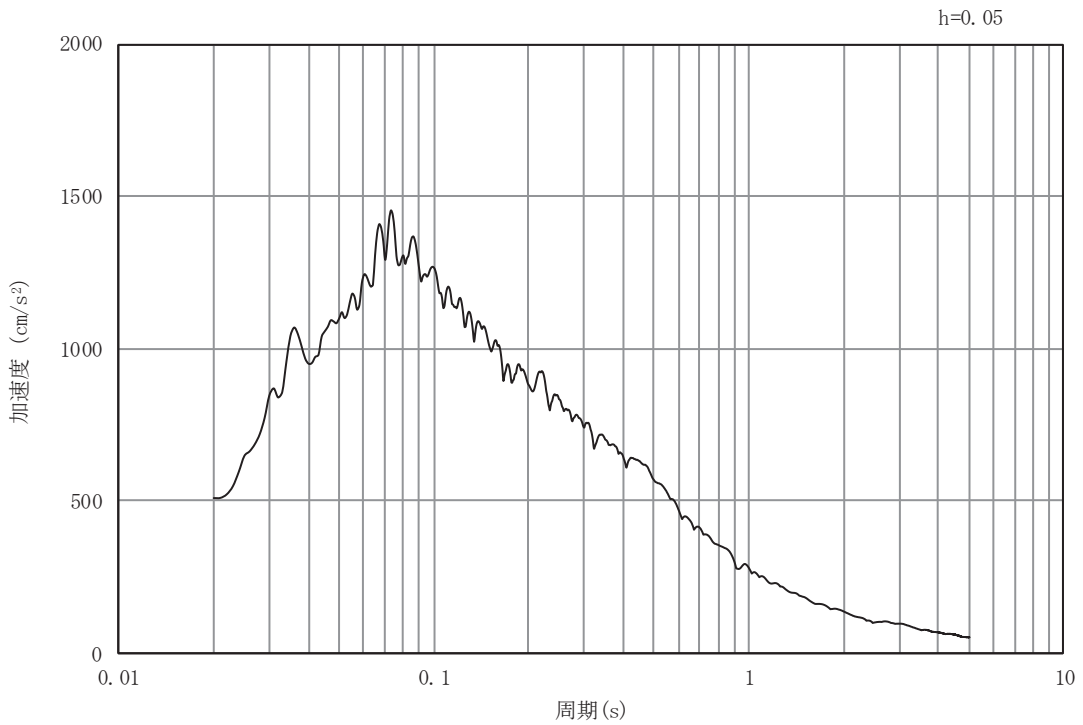


(b) 加速度応答スペクトル

図3-7 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 2)

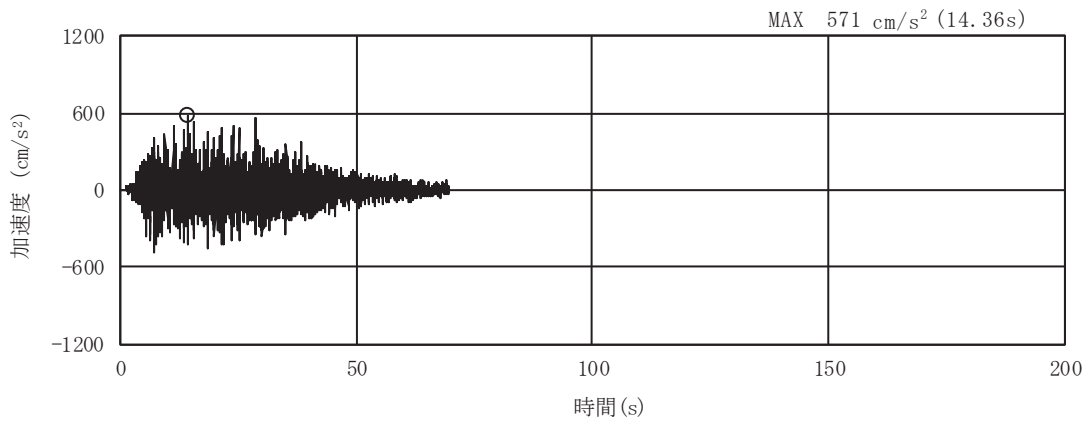


(a) 加速度時刻歴波形

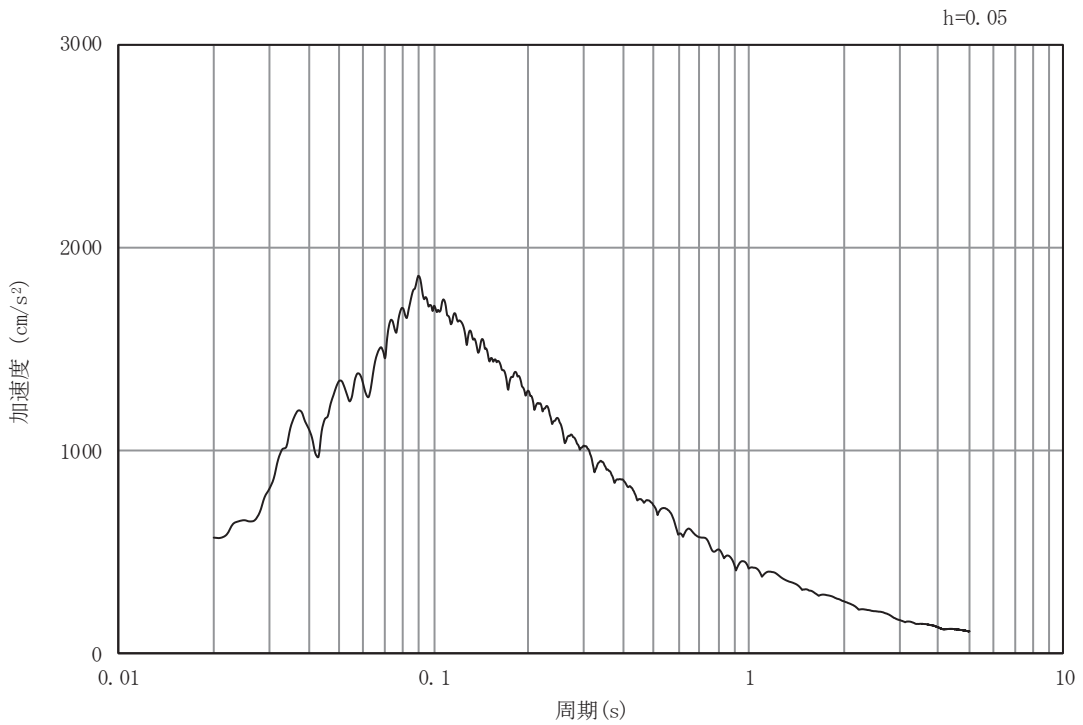


(b) 加速度応答スペクトル

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 2)

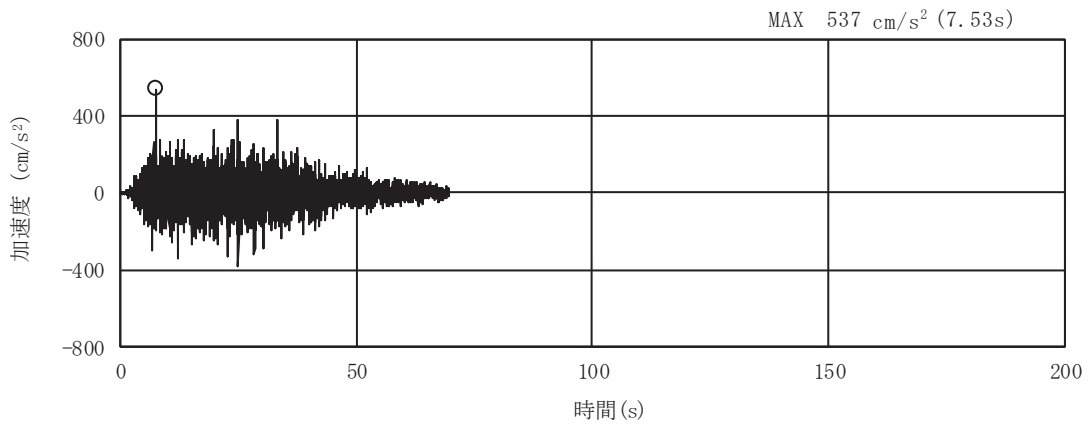


(a) 加速度時刻歴波形

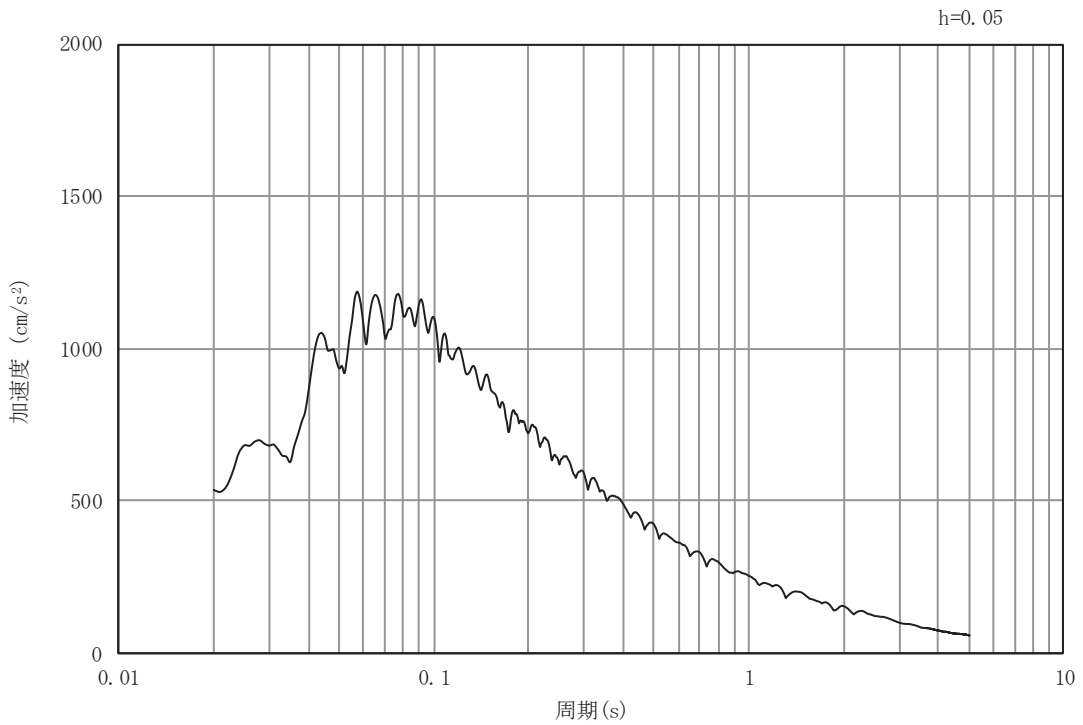


(b) 加速度応答スペクトル

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 3)



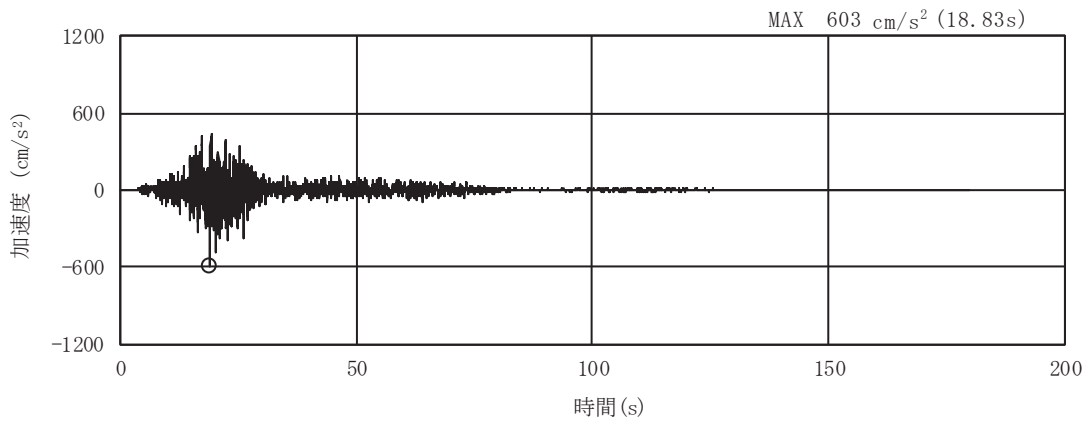
(a) 加速度時刻歴波形



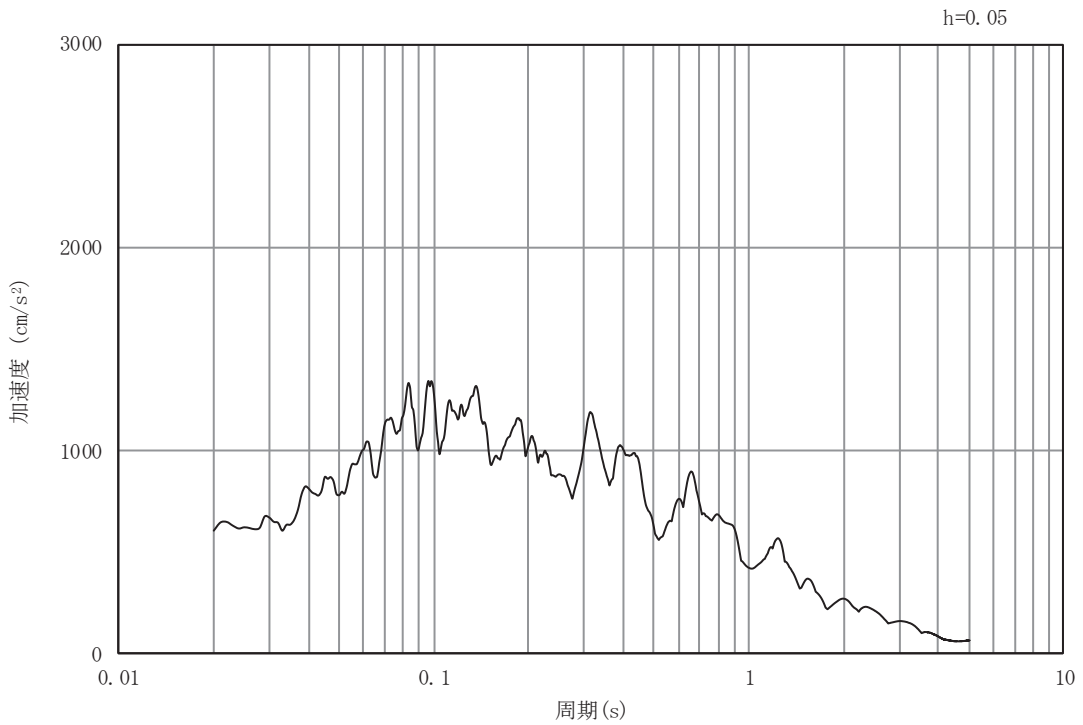
(b) 加速度応答スペクトル

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 3)



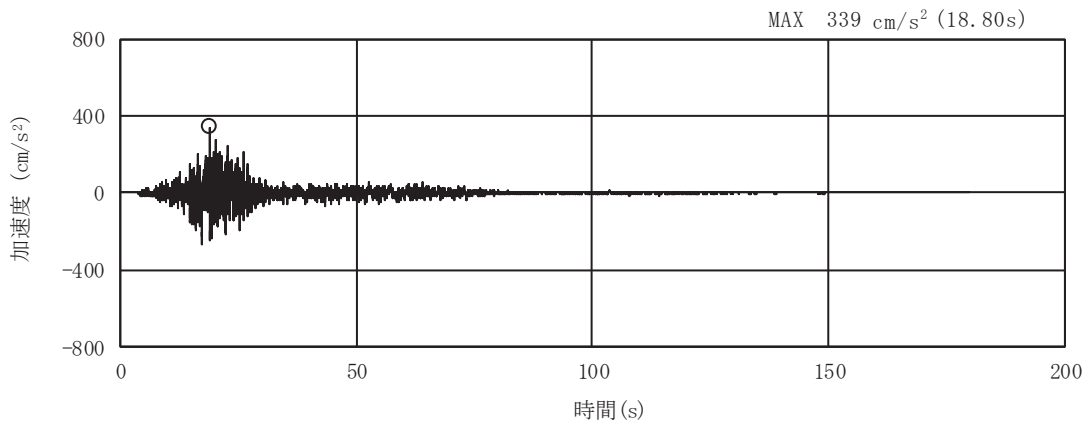


(a) 加速度時刻歴波形

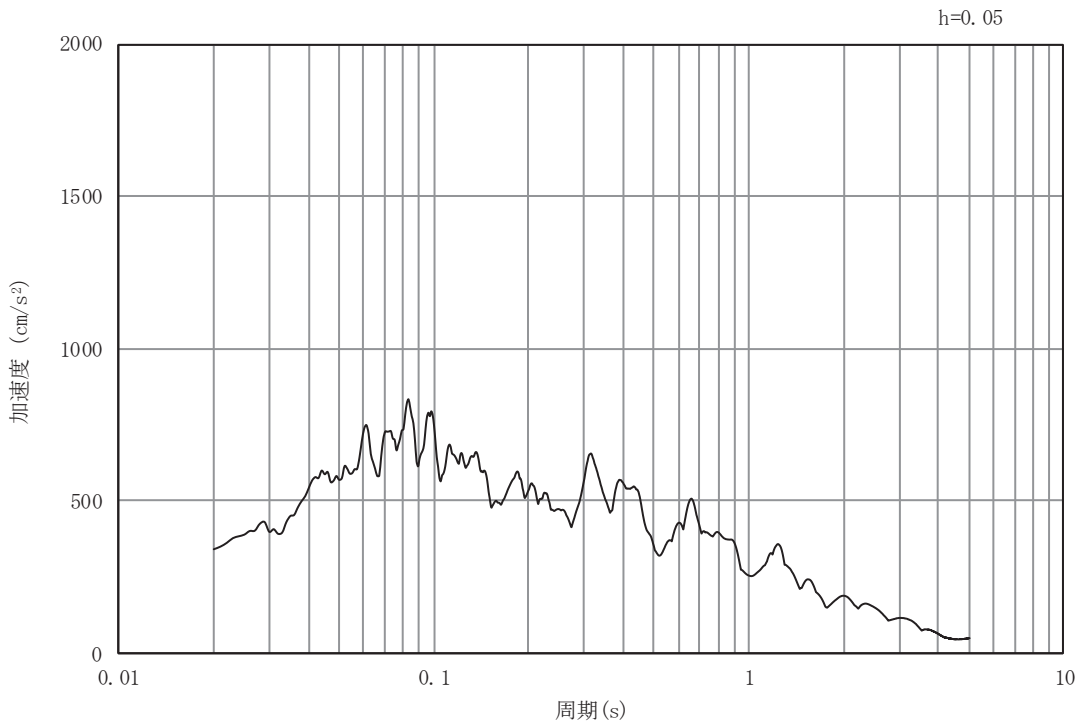


(b) 加速度応答スペクトル

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)

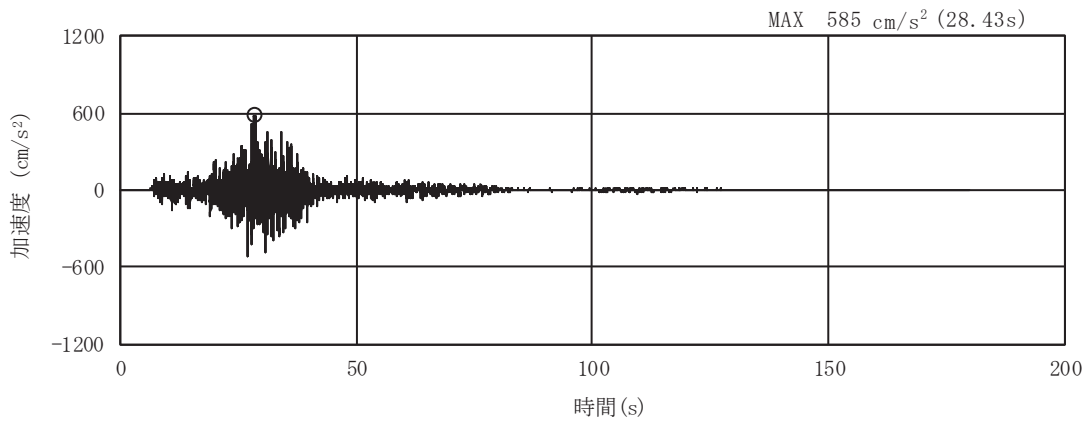


(a) 加速度時刻歴波形

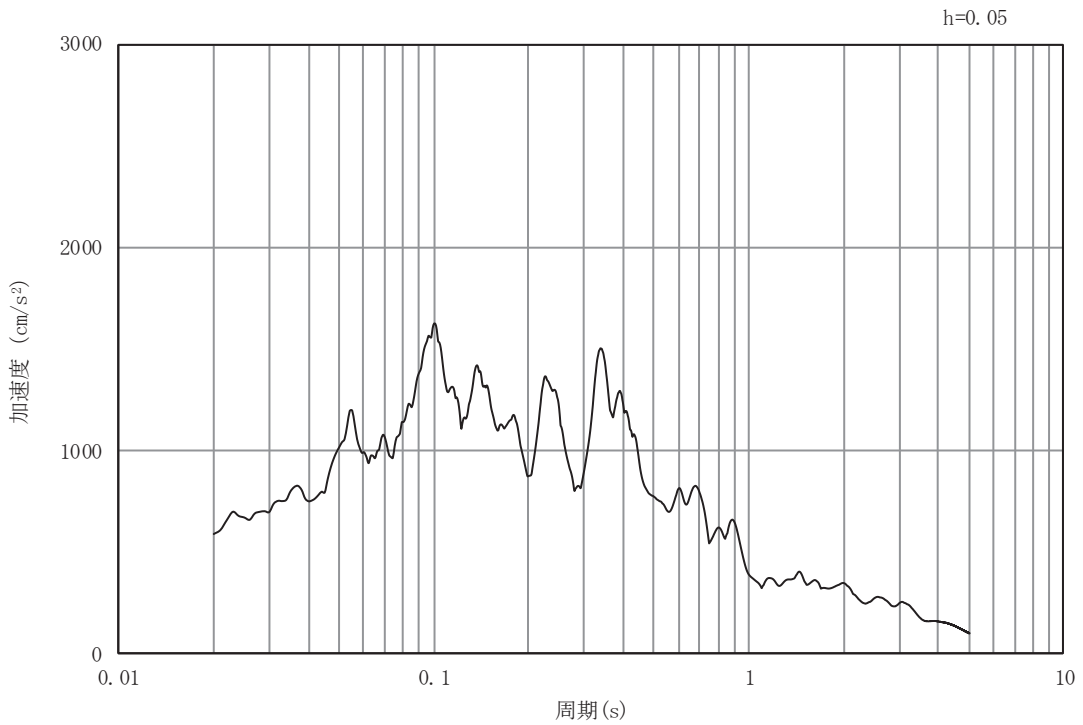


(b) 加速度応答スペクトル

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)

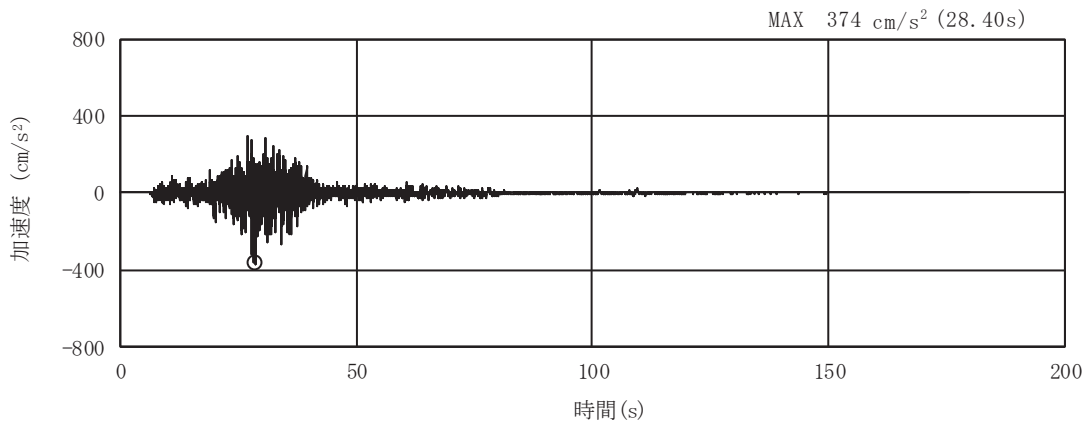


(a) 加速度時刻歴波形

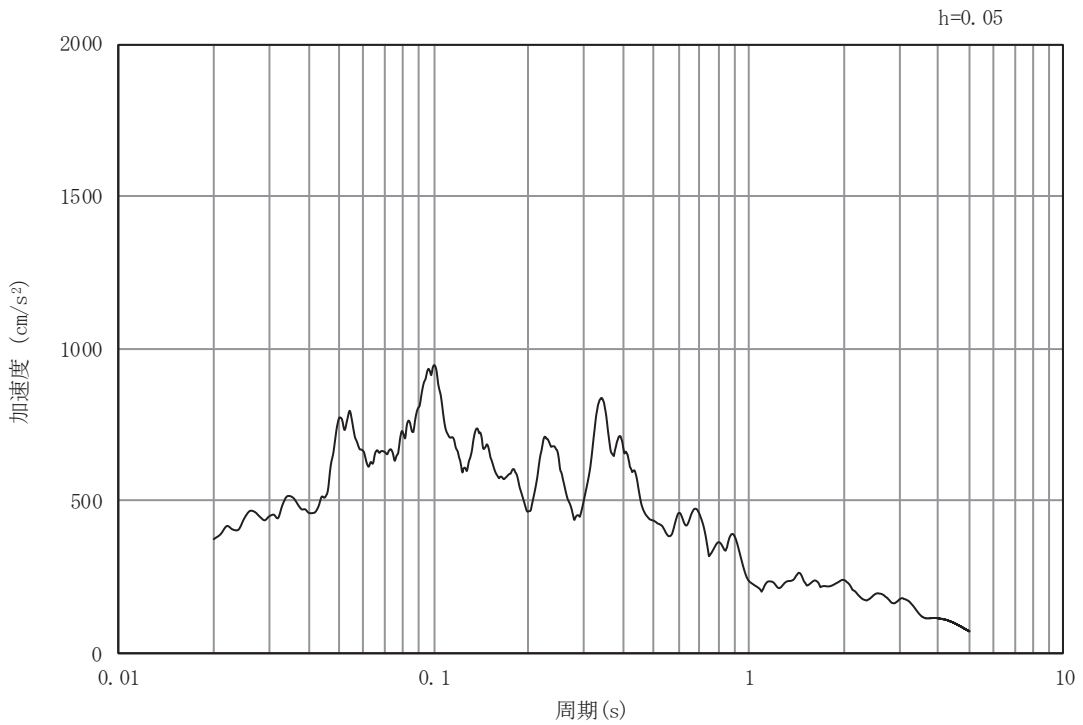


(b) 加速度応答スペクトル

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 2)

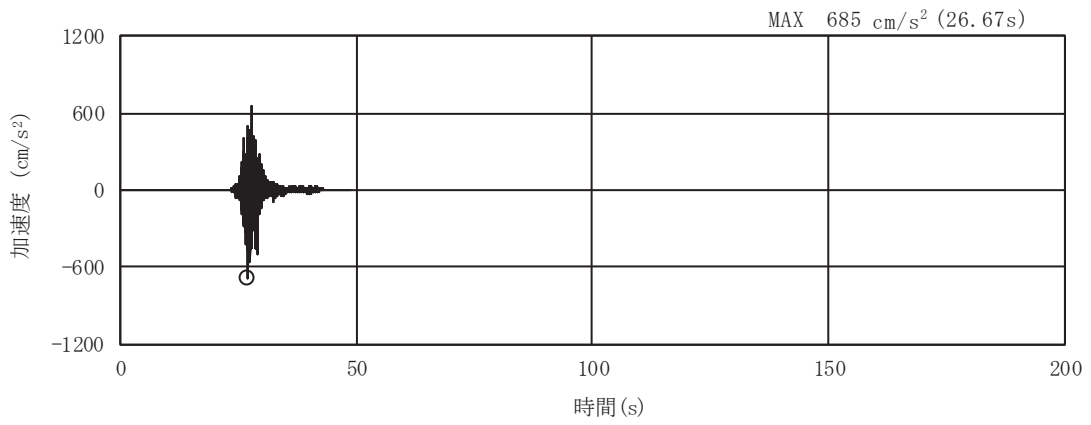


(a) 加速度時刻歴波形

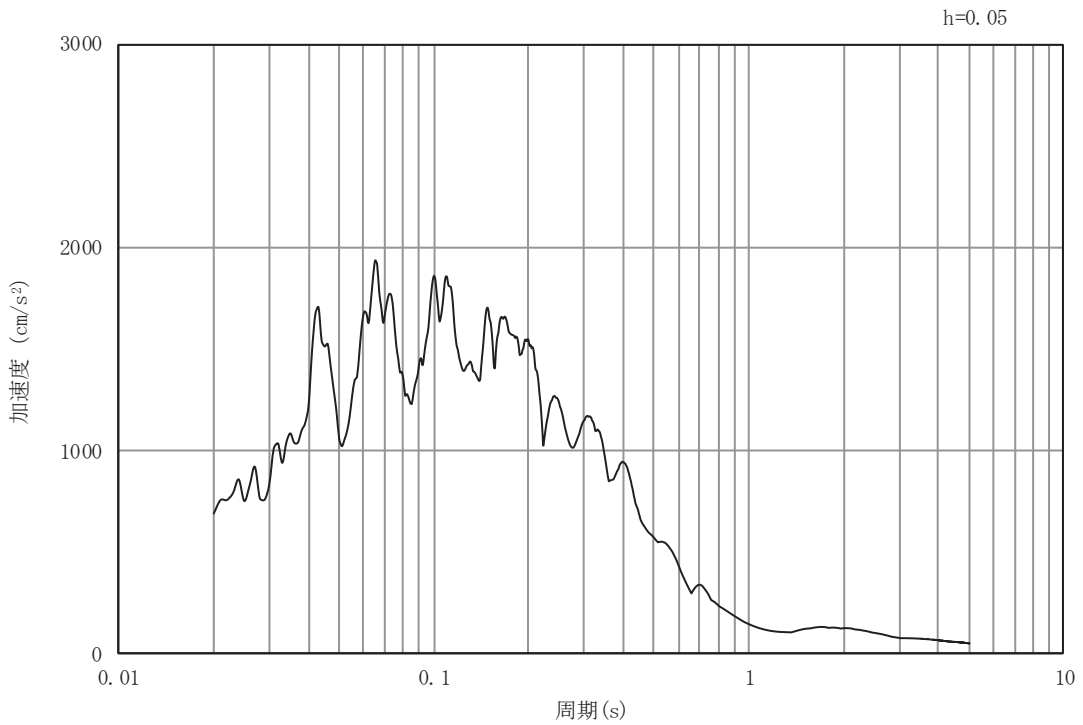


(b) 加速度応答スペクトル

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 2)

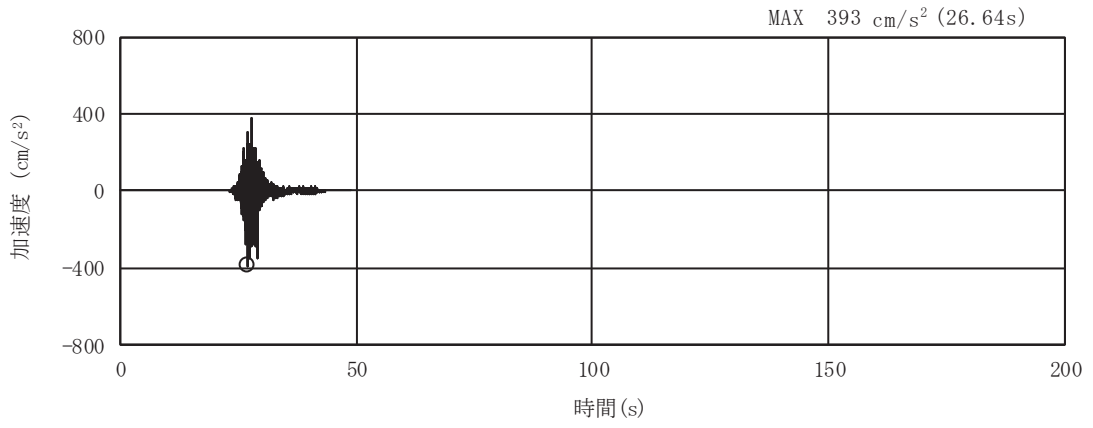


(a) 加速度時刻歴波形

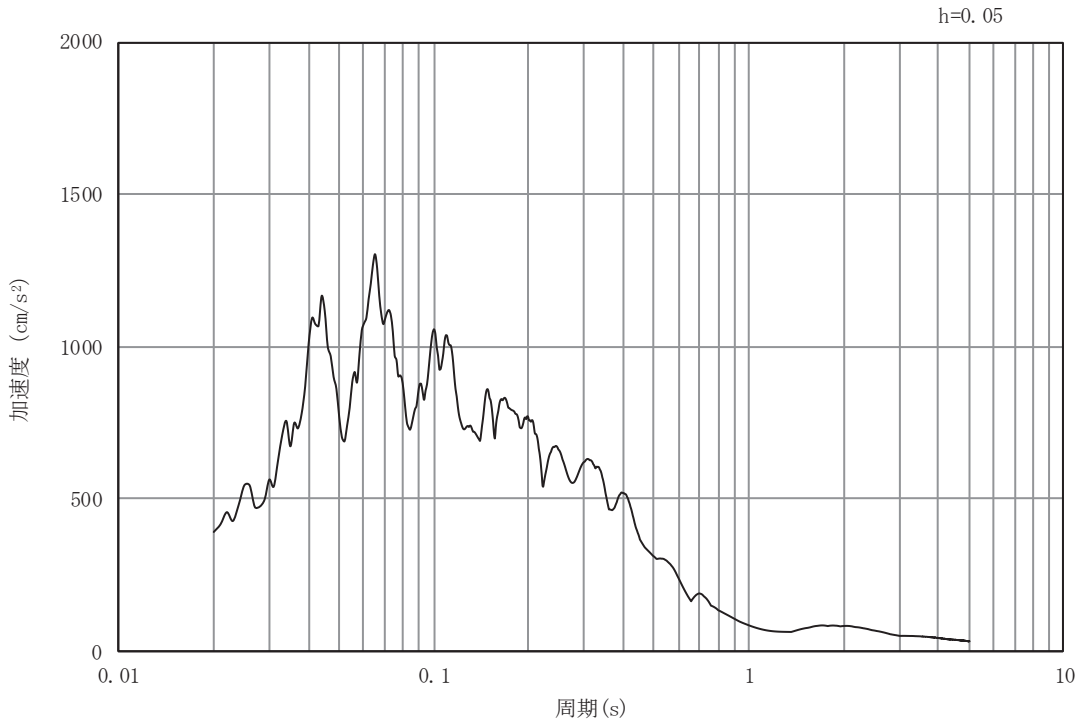


(b) 加速度応答スペクトル

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 3)

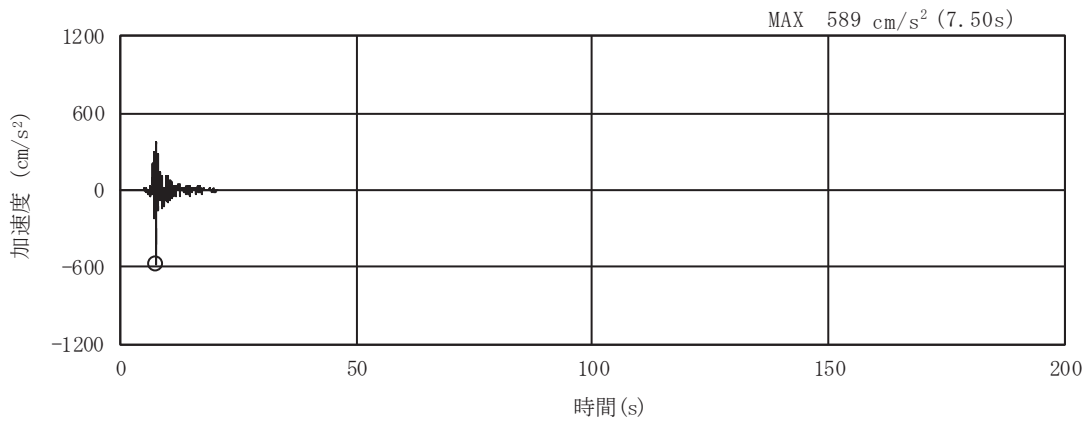


(a) 加速度時刻歴波形

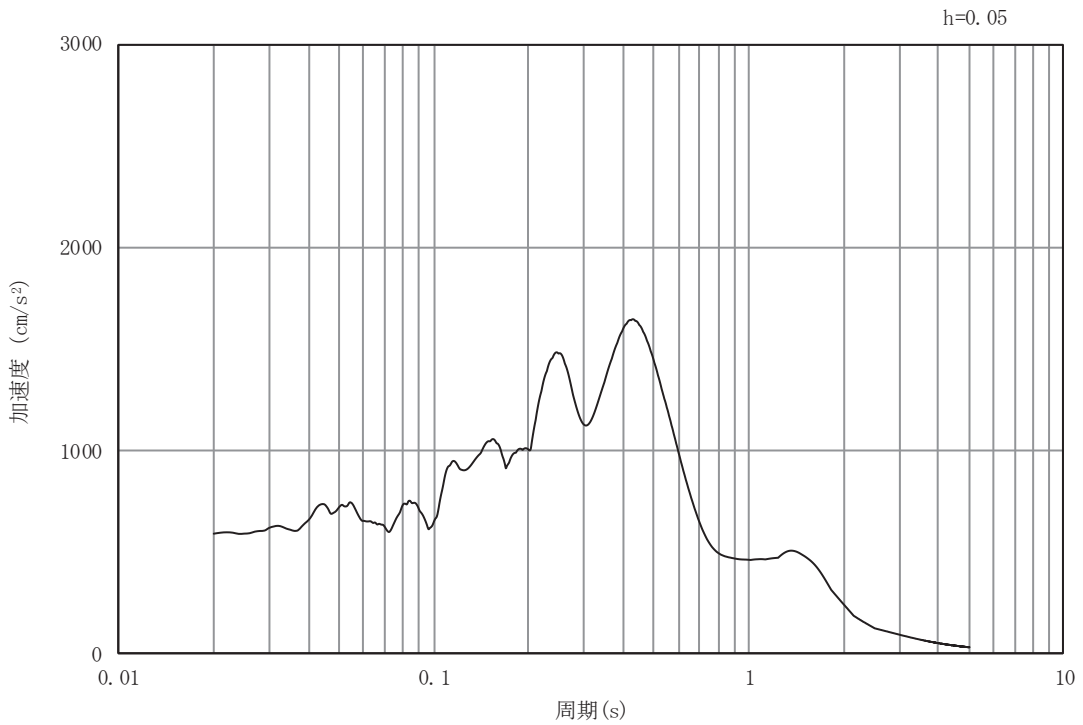


(b) 加速度応答スペクトル

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 3)

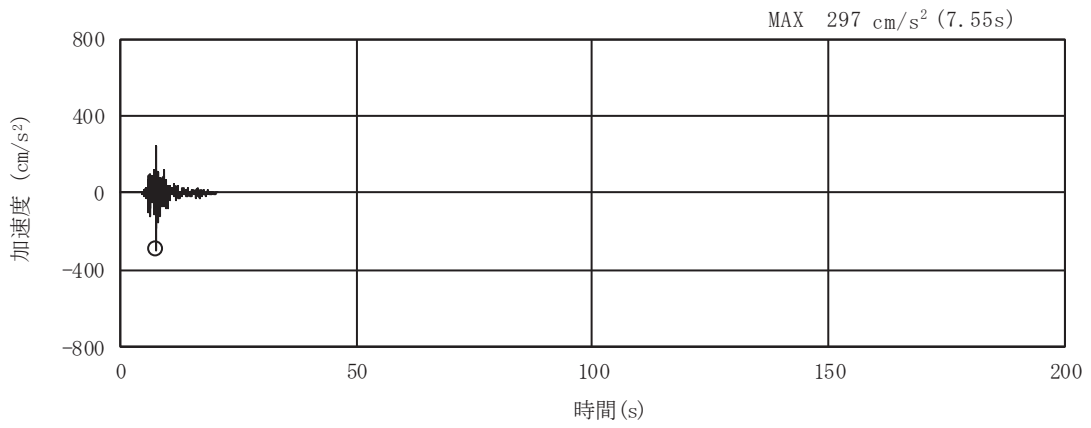


(a) 加速度時刻歴波形

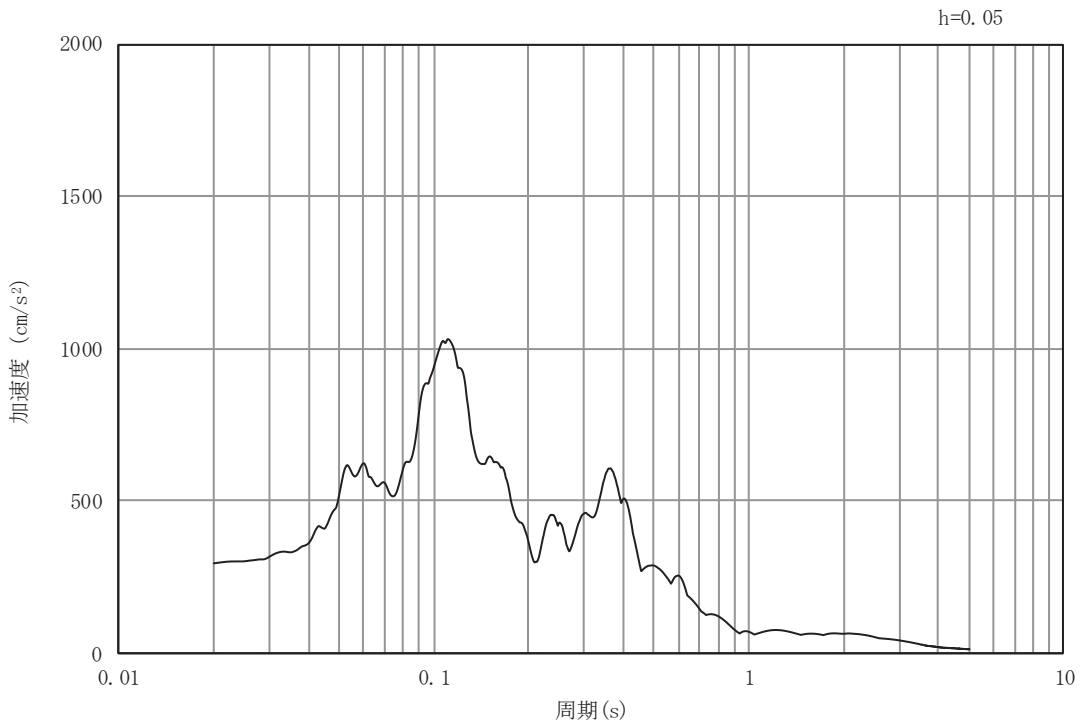


(b) 加速度応答スペクトル

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 1)



(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 1)



### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答解析モデルを図 3-19 及び図 3-20 に示す。

##### (1) 解析領域

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの解析領域は、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。

##### (2) 境界条件

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

##### (3) 構造物のモデル化

構造物と等価な剛性を有する二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。また、軽油タンクについては、剛構造とした線形はり要素によりモデル化し、軽油タンクの総重量を重心高さに質点として考慮する。

##### (4) 地盤のモデル化

D級を除く岩盤は、線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、盛土及びD級岩盤は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。

##### (5) 隣接構造物のモデル化

隣接構造物となる緊急用電気品建屋、構造物周辺の改良地盤及びMMRは、ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震評価において保守的な評価となるよう盛土としてモデル化する。

##### (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。

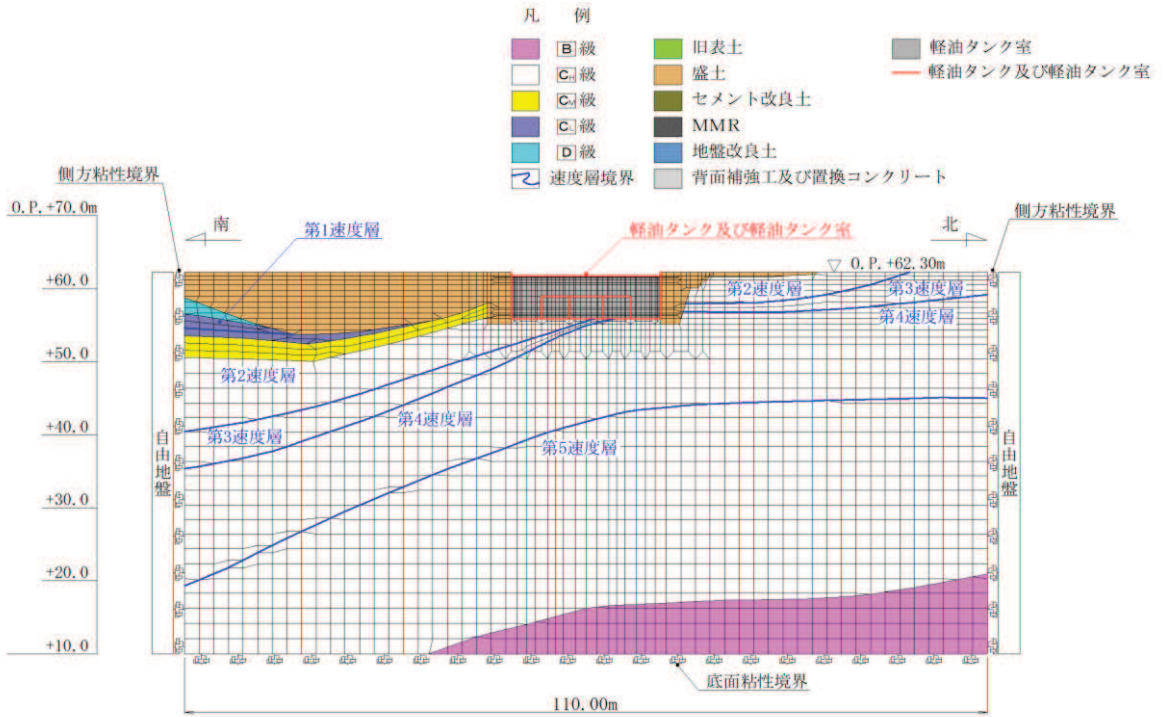


図 3-19 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答解析モデル図（南北方向）

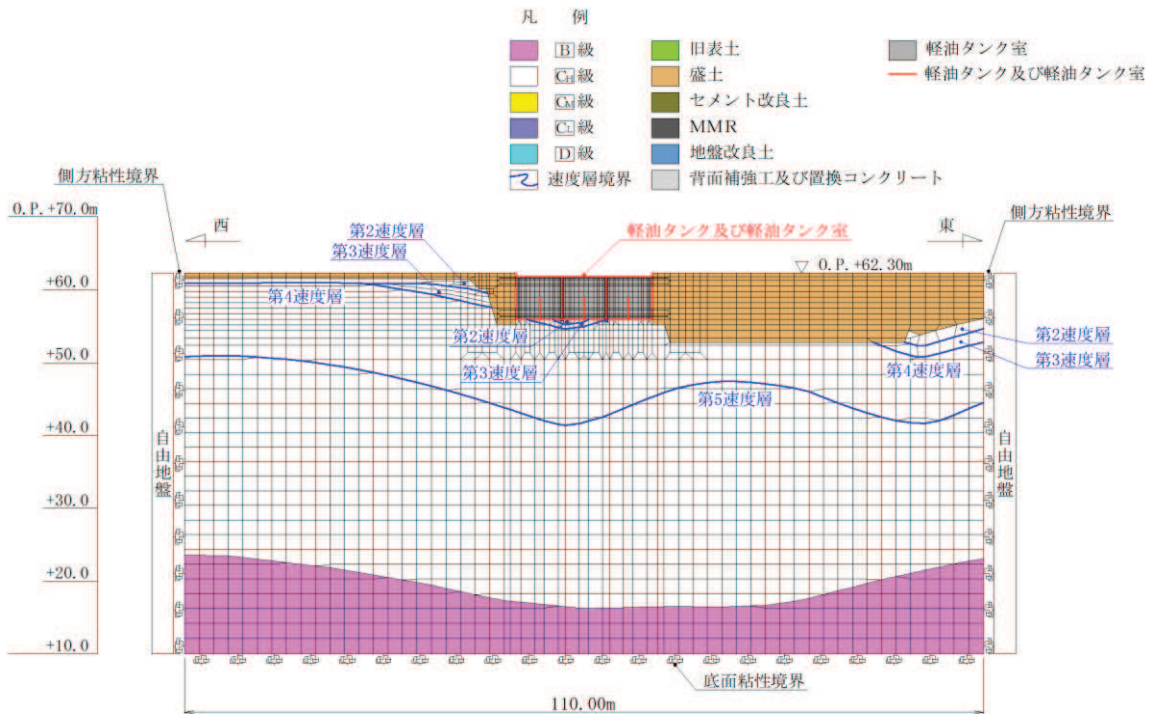


図 3-20 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答解析モデル図（東西方向）

### 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 <sup>2</sup>
鉄筋	SD345
軽油タンク	SM490C

表 3-7 材料の物性値（構造部材）

材料	項目		材料諸元	備考
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )		24.0	
コンクリート	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	実強度*	2.98×10 <sup>4</sup>	解析ケース④
		設計基準強度	2.50×10 <sup>4</sup>	解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比		0.2	

注記\*：新設構造物のため、推定した圧縮強度とする。

### 3.5.3 地盤の物性値

地盤については、添付書類「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

設計用地下水位は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従い、地表面に設定する。設計用地下水位の一覧を表3-8に、設計用地下水位を図3-21及び図3-22に示す。

表3-8 設計用地下水位の一覧

施設名称	地震時荷重算出断面	設計用地下水位
ガスタービン発電	南北方向	O. P. +62.30m
設備軽油タンク室	東西方向	O. P. +62.30m

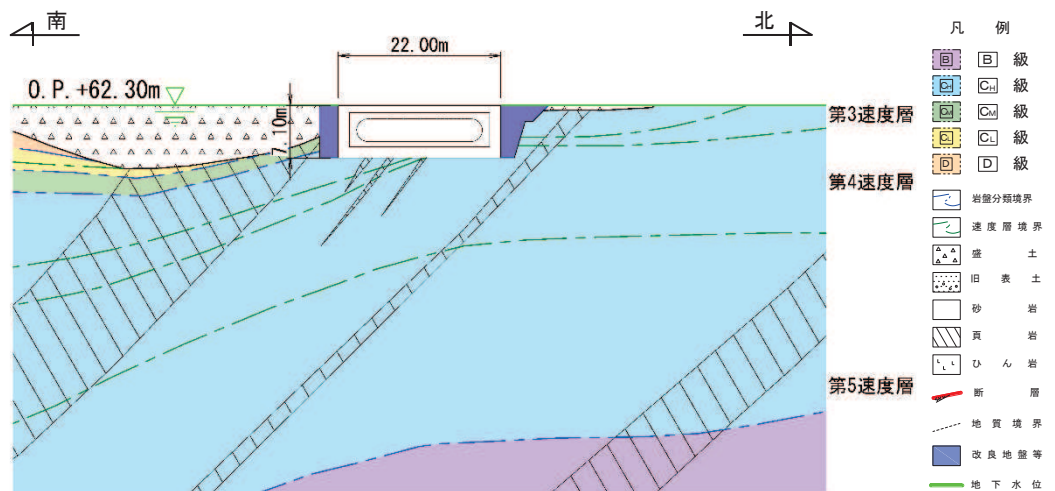


図3-21 設計用地下水位（南北方向）

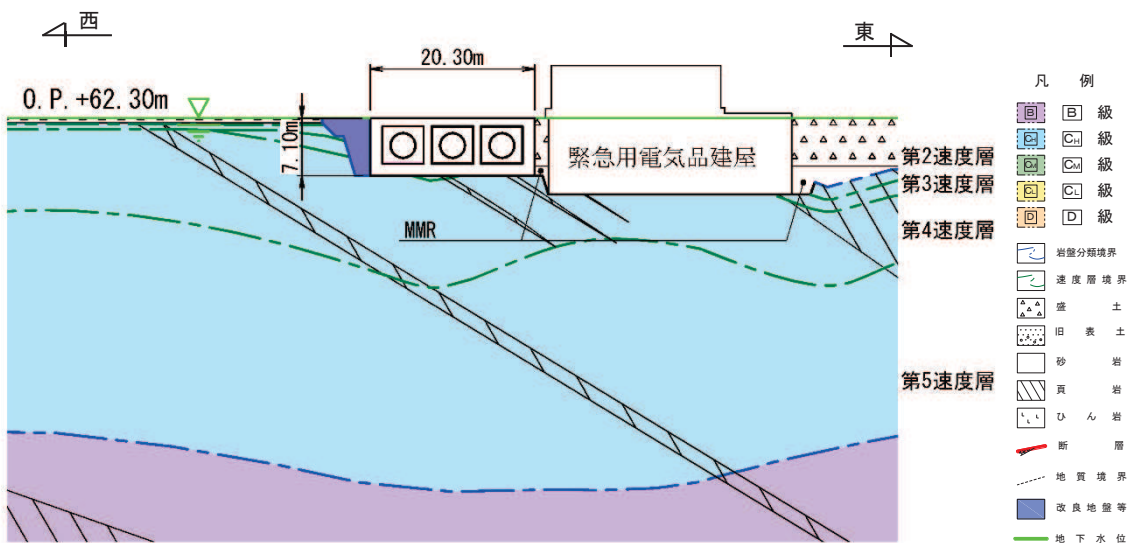
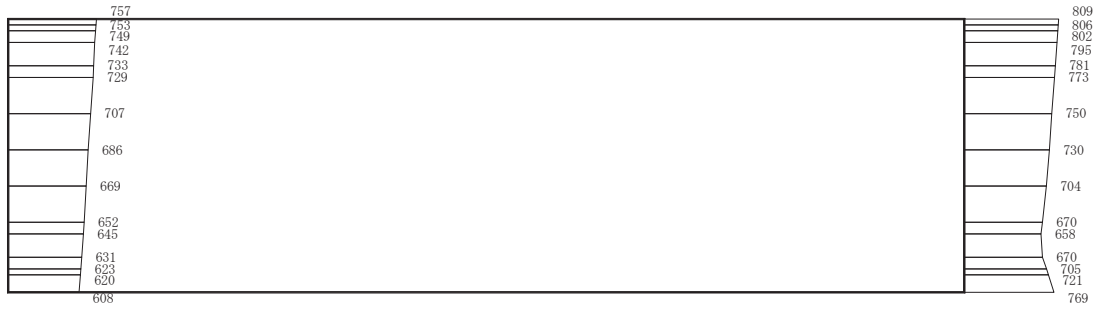


図3-22 設計用地下水位（東西方向）

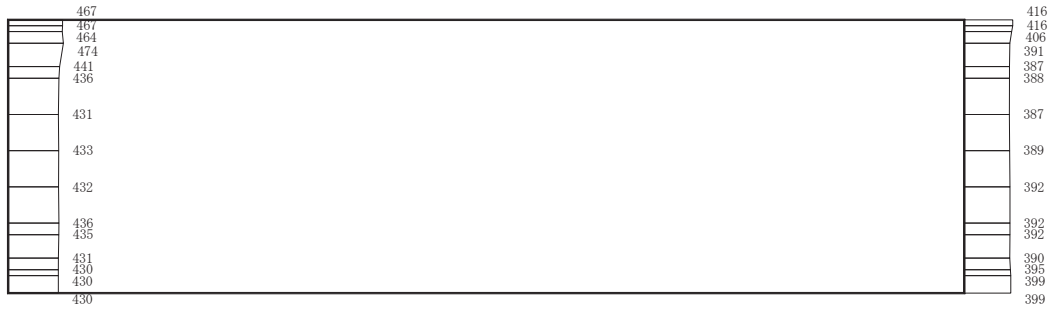
#### 4. 解析結果

##### 4.1 南北方向の解析結果

機器・配管系に対する応答加速度抽出として、解析ケース①（基本ケース）～④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 4-28 に示す。



(a) S<sub>s</sub>-D1 (++) 水平



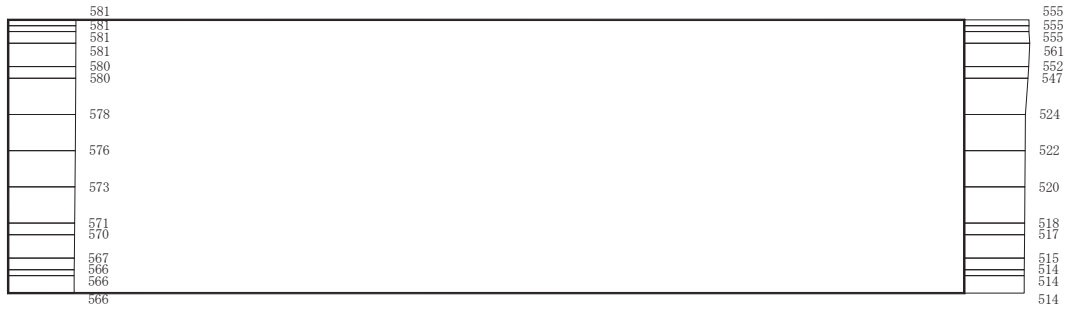
(b) S<sub>s</sub>-D1 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-1 最大加速度分布図 (1/28) (解析ケース①)



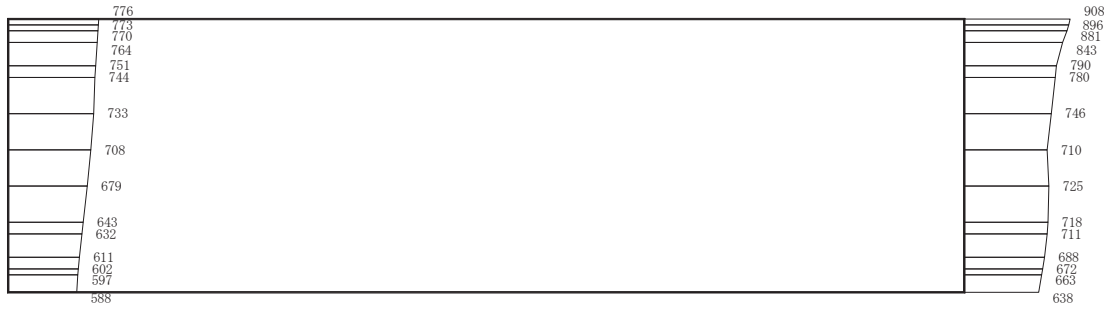
(a) S s - D 2 (++) 水平



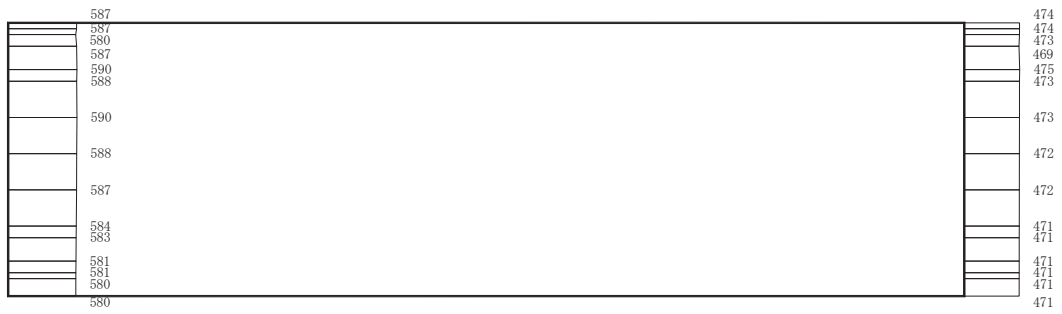
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-2 最大加速度分布図 (2/28) (解析ケース①)



(a) S s - D 3 (++) 水平



(b) S s - D 3 (++) 鉛直

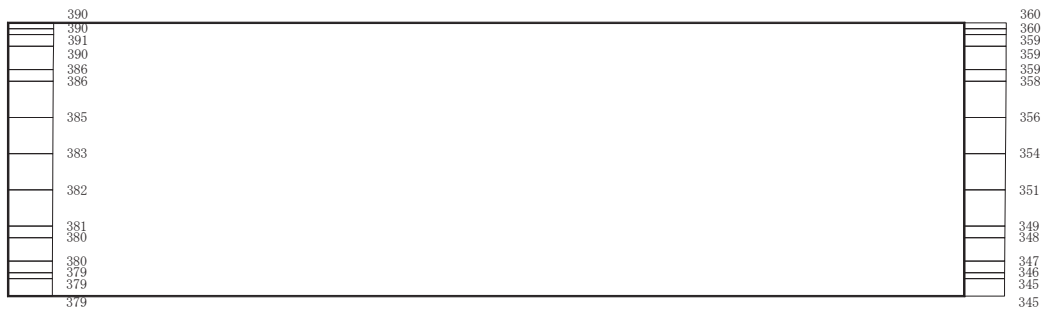
構造スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-3 最大加速度分布図 (3/28) (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  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-4 最大加速度分布図 (4/28) (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  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-5 最大加速度分布図 (5/28) (解析ケース①)



(a) S s - F 3 (++) 水平



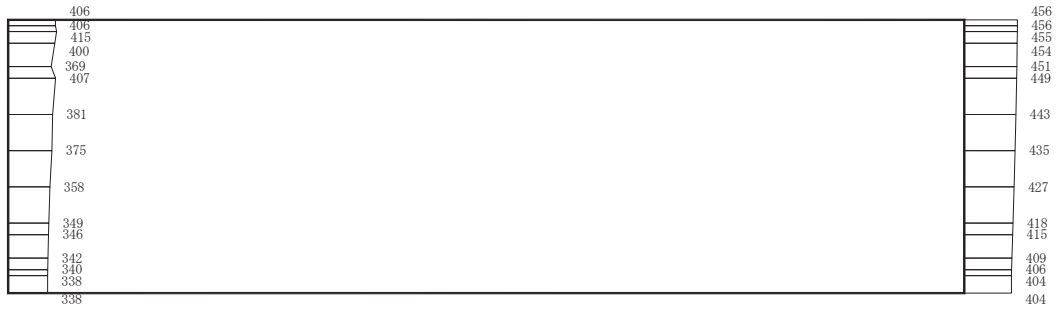
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  (m)      応答値スケール 0  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-6 最大加速度分布図 (6/28) (解析ケース①)



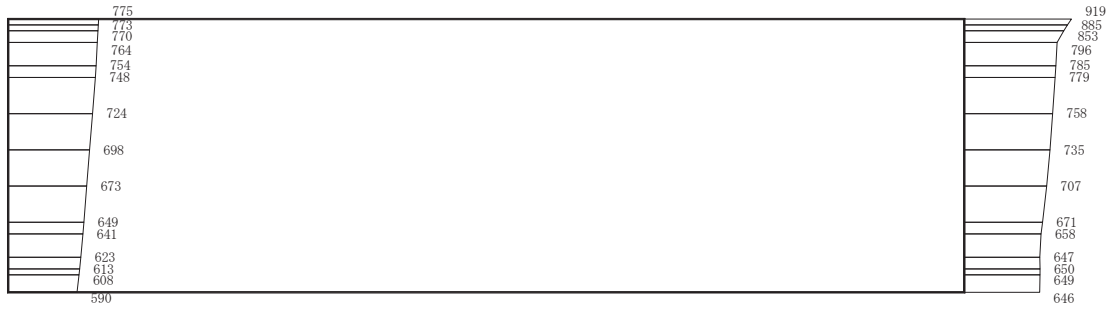
(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  (m)      応答値スケール 0  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-7 最大加速度分布図 (7/28) (解析ケース①)



(a) S s - D 1 (++) 水平



(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-8 最大加速度分布図 (8/28) (解析ケース②)



(a) S s - D 2 (++) 水平



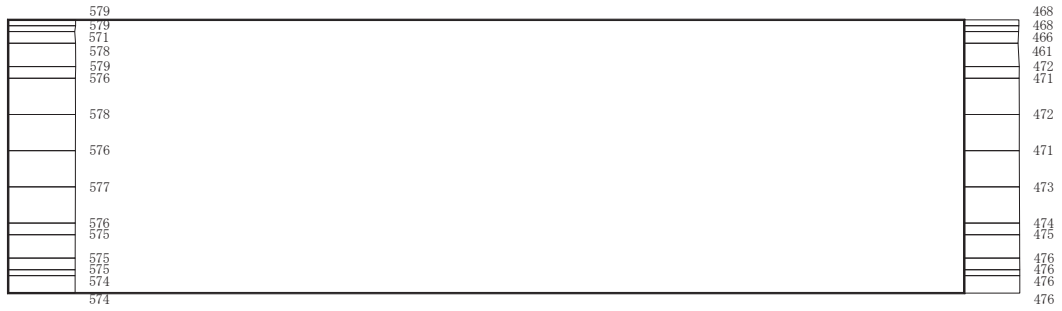
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-9 最大加速度分布図 (9/28) (解析ケース②)



(a)  $S_s - D3$  (++) 水平



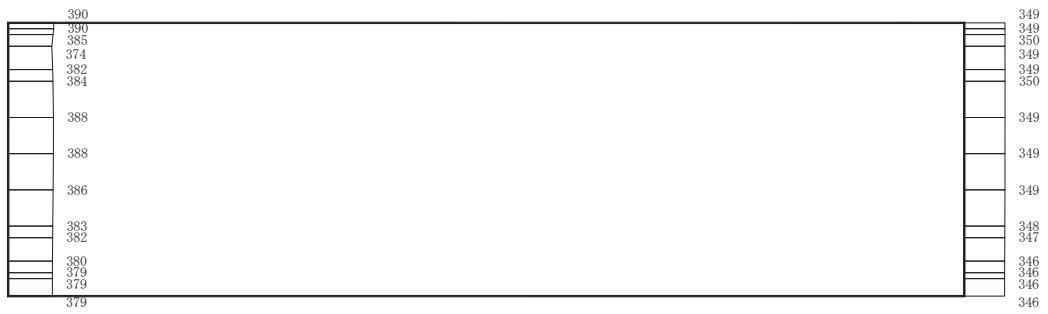
(b)  $S_s - D3$  (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-10 最大加速度分布図 (10/28) (解析ケース②)



(a) S s - F 1 (++) 水平

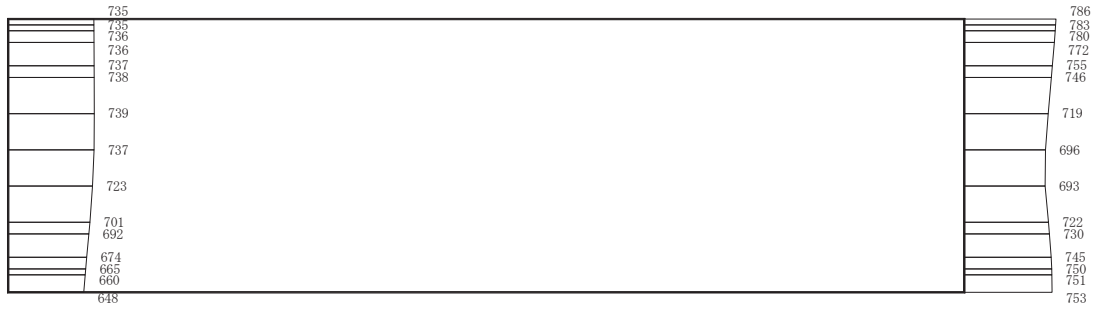


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

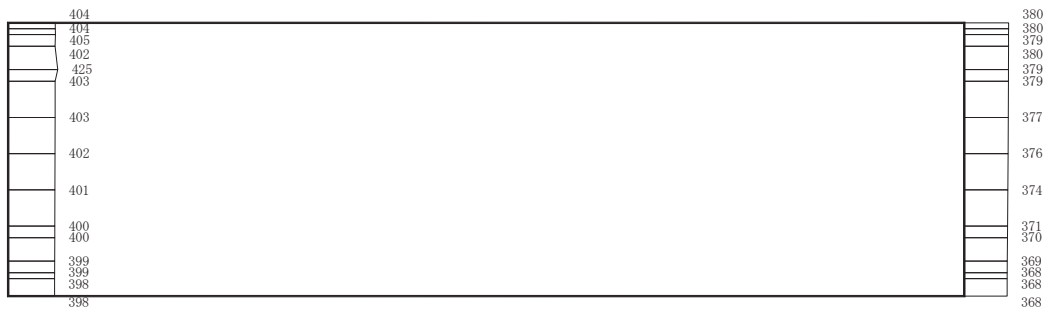
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-11 最大加速度分布図 (11/28) (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  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-12 最大加速度分布図 (12/28) (解析ケース②)



(a)  $S_s - F3$  (++) 水平



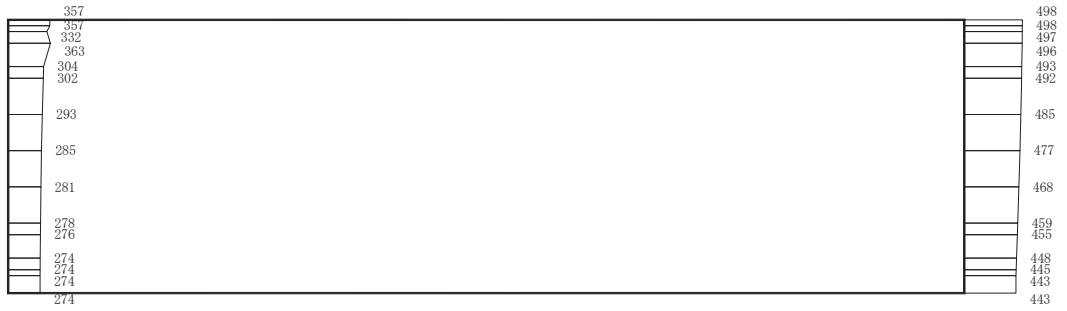
(b)  $S_s - F3$  (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-13 最大加速度分布図 (13/28) (解析ケース②)



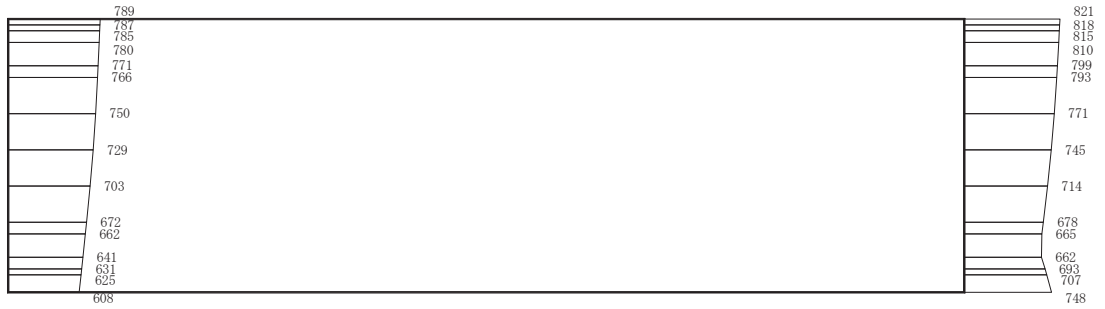
(a)  $S_s - N1$  (++) 水平



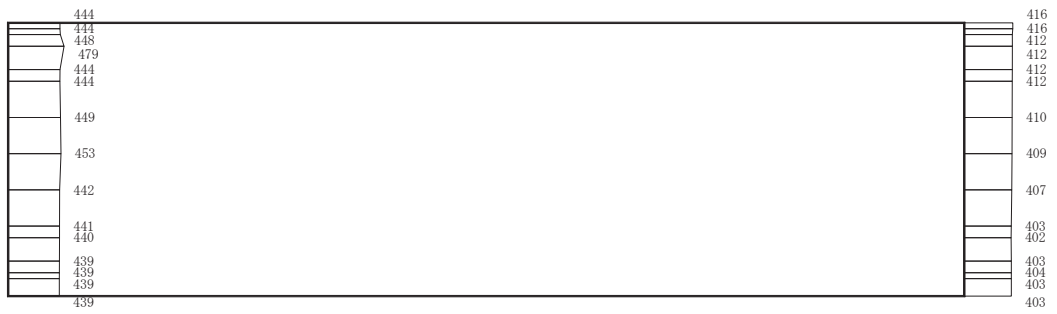
(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-14 最大加速度分布図 (14/28) (解析ケース②)



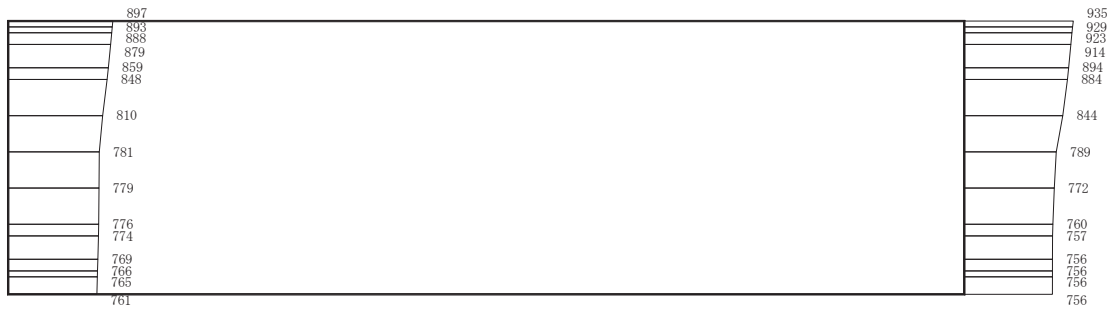
(a) S s - D 1 (++) 水平



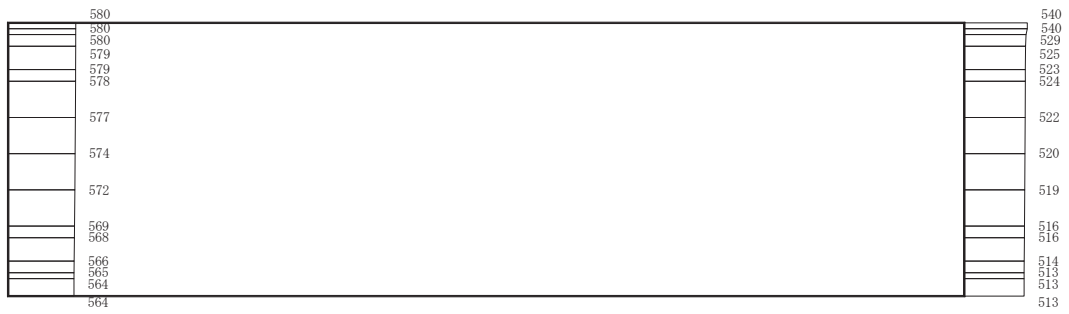
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-15 最大加速度分布図 (15/28) (解析ケース③)



(a) S s - D 2 (++) 水平



(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-16 最大加速度分布図 (16/28) (解析ケース③)



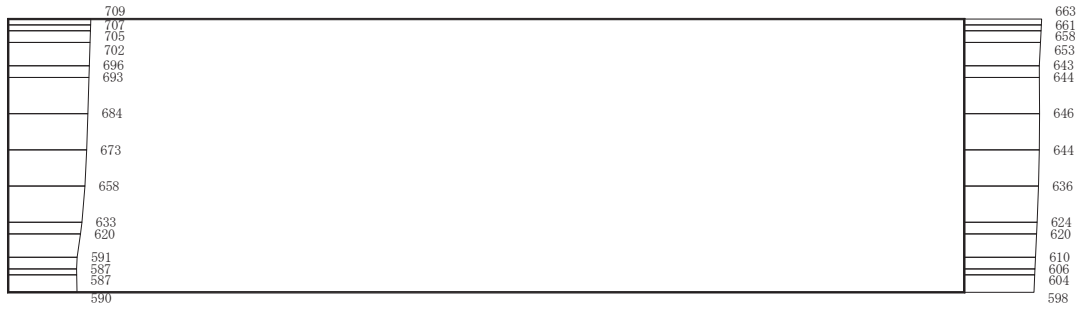
(a) S s - D 3 (++) 水平



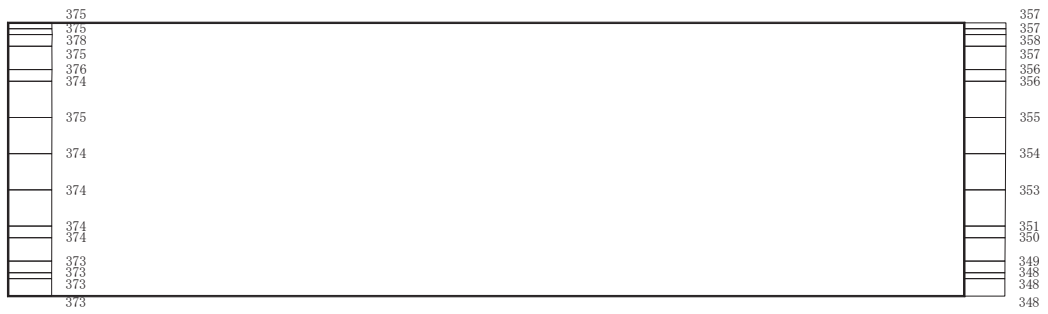
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-17 最大加速度分布図 (17/28) (解析ケース③)



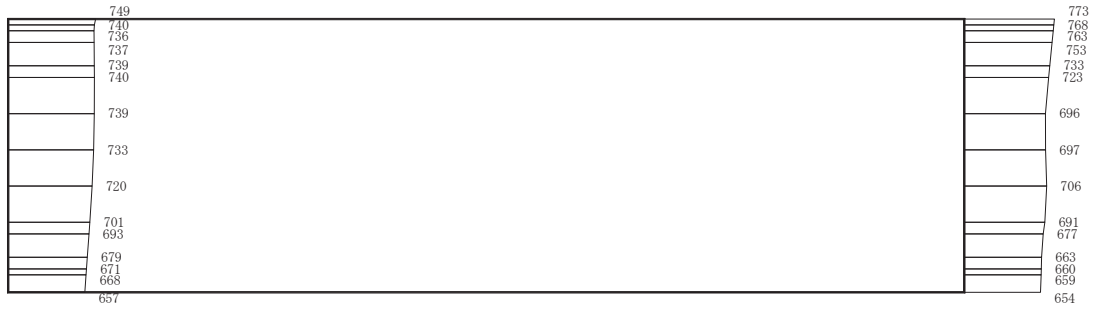
(a) S s - F 1 (++) 水平



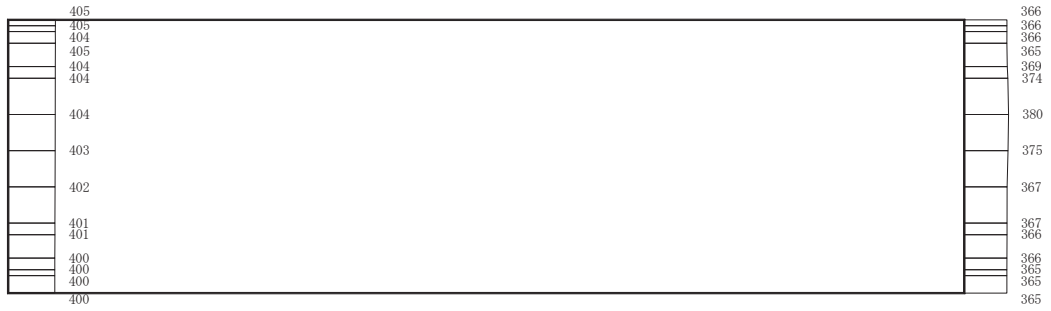
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-18 最大加速度分布図 (18/28) (解析ケース③)



(a)  $S_s - F_2 (++)$  水平

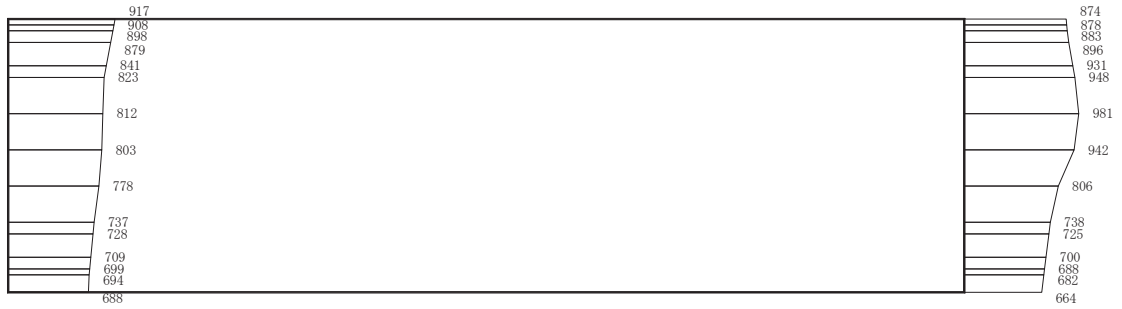


(b)  $S_s - F_2 (++)$  鉛直

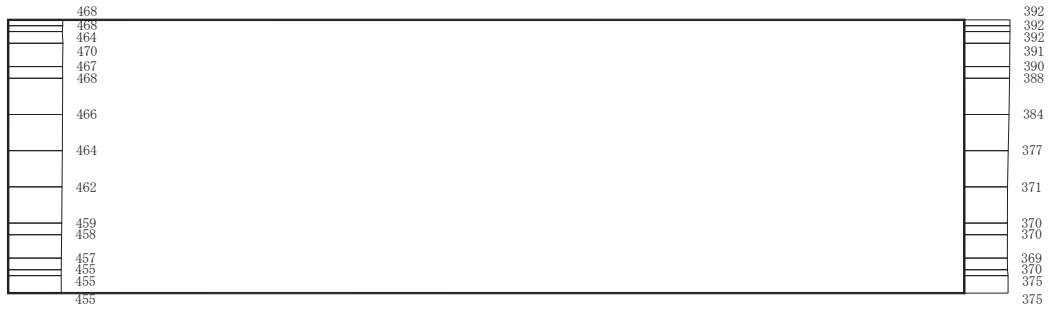
構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-19 最大加速度分布図 (19/28) (解析ケース③)





(a) S s - F 3 (++) 水平



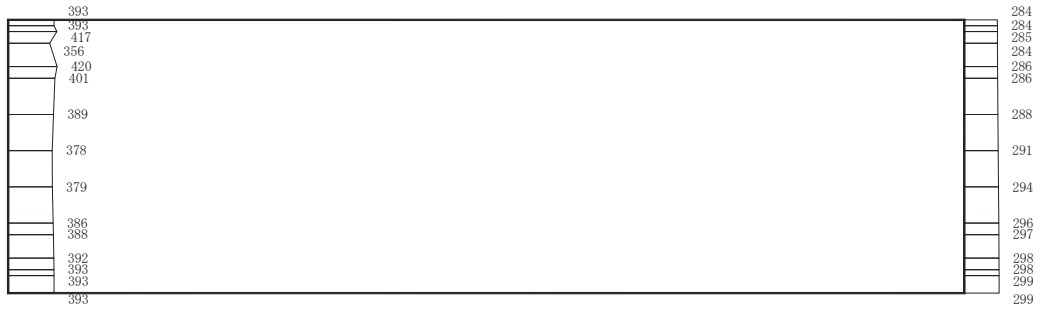
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-20 最大加速度分布図 (20/28) (解析ケース③)



(a)  $S_s - N1$  (++) 水平



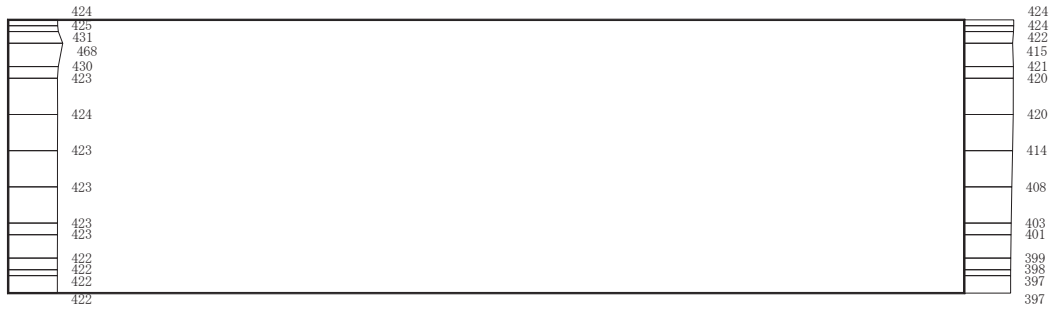
(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-21 最大加速度分布図 (21/28) (解析ケース③)



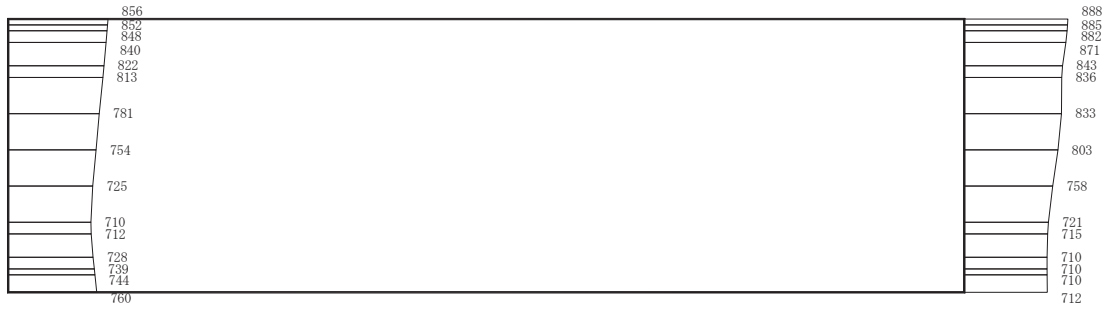
(a) S s - D 1 (++) 水平



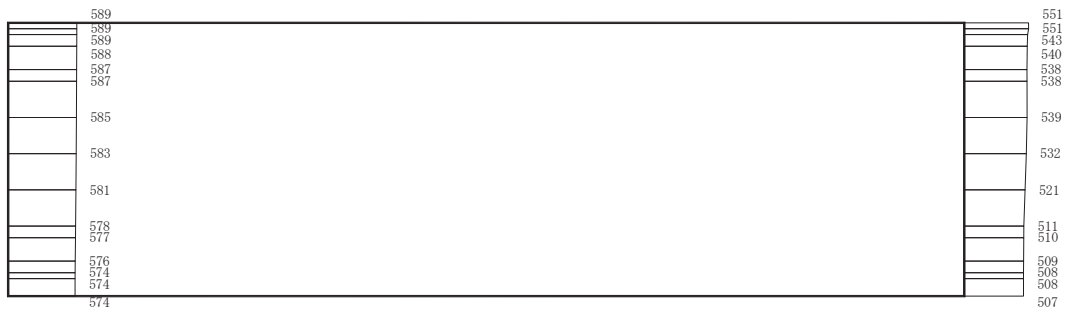
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-22 最大加速度分布図 (22/28) (解析ケース④)



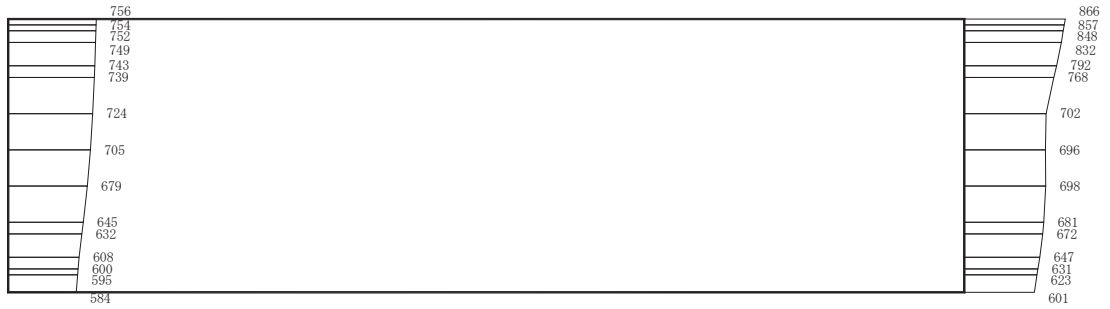
(a) S s - D 2 (++) 水平



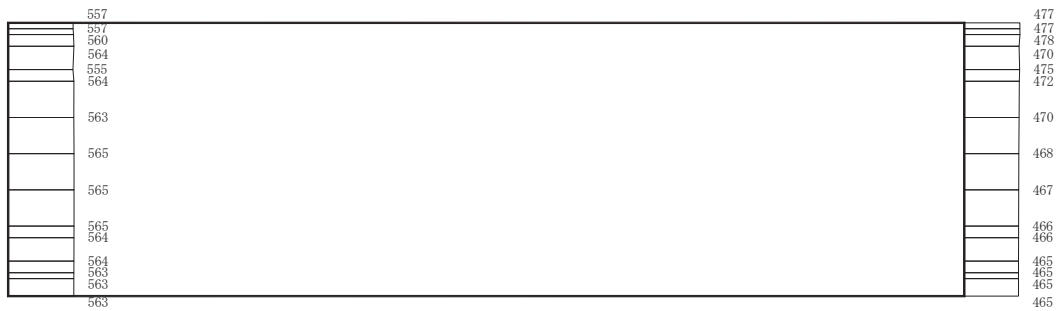
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-23 最大加速度分布図 (23/28) (解析ケース④)



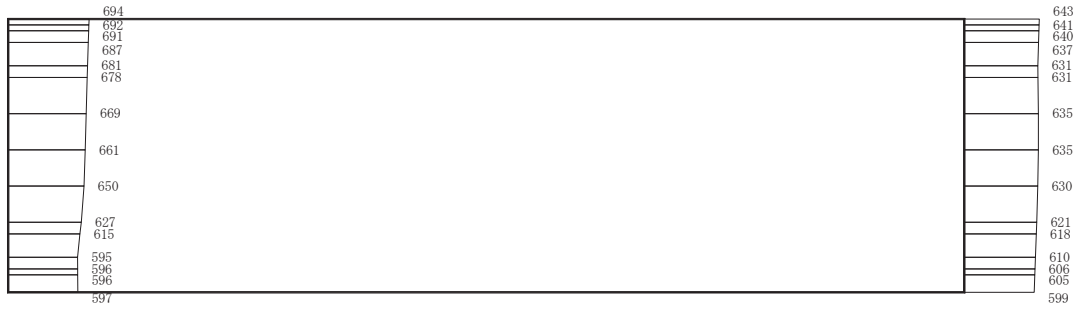
(a) S s - D 3 (++) 水平



(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-24 最大加速度分布図 (24/28) (解析ケース④)



(a) S s - F 1 (++) 水平



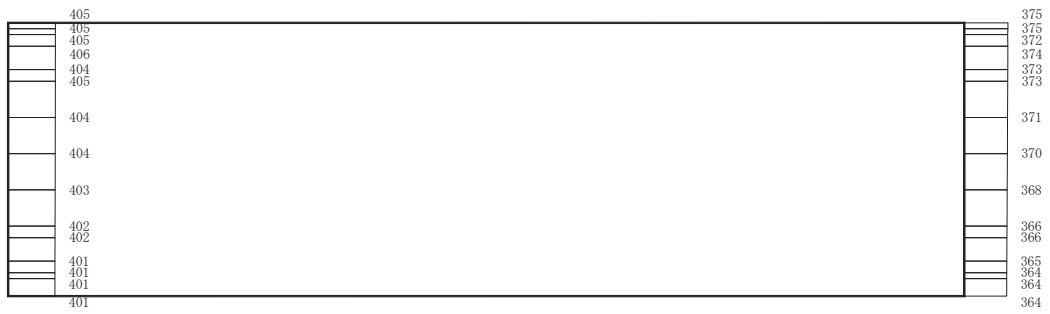
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-25 最大加速度分布図 (25/28) (解析ケース④)



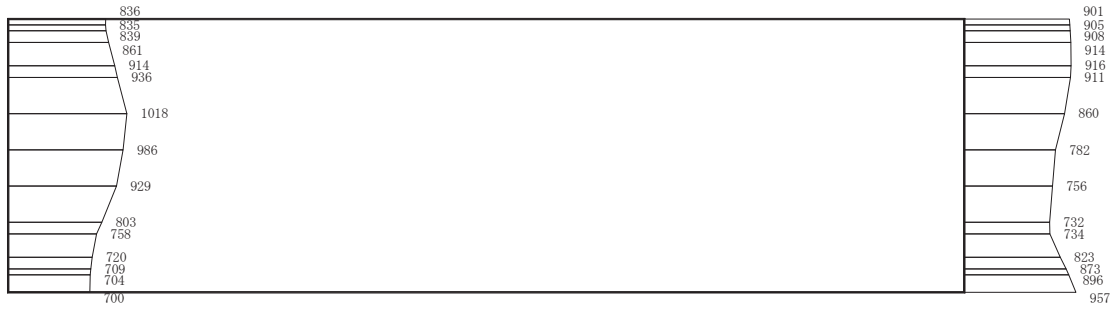
(a) S s - F 2 (++) 水平



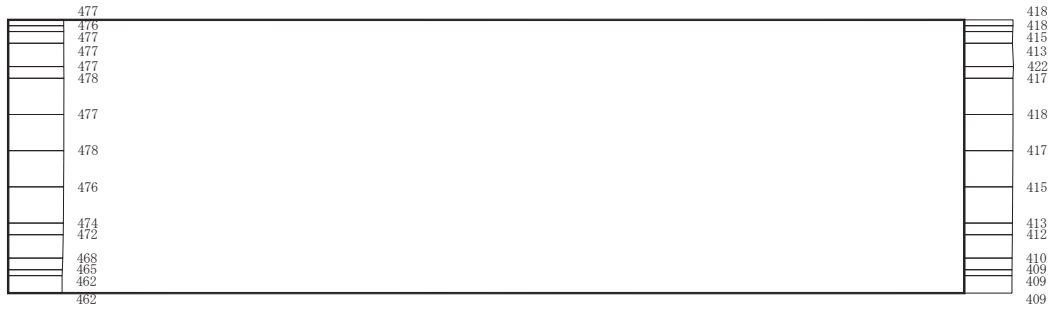
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-26 最大加速度分布図 (26/28) (解析ケース④)



(a) S s - F 3 (++) 水平



(b) S s - F 3 (++) 鉛直

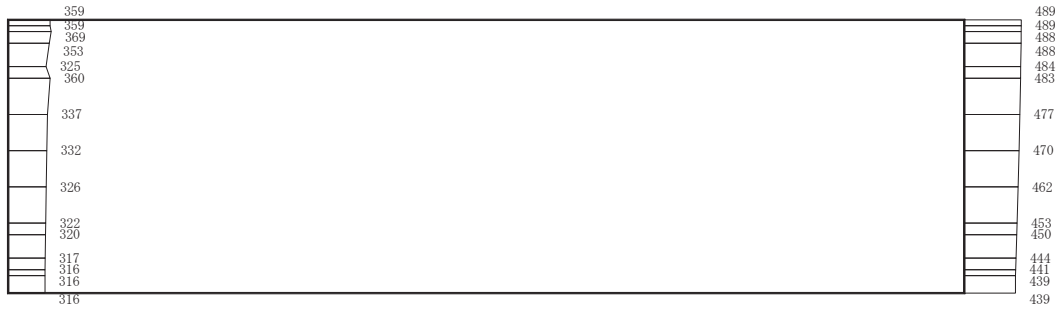
構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-27 最大加速度分布図 (27/28) (解析ケース④)





(a) S s - N 1 (++) 水平



(b) S s - N 1 (++) 鉛直

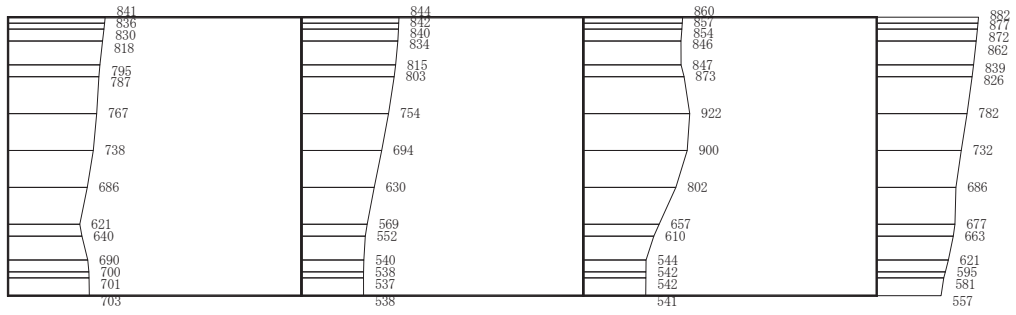
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-28 最大加速度分布図 (28/28) (解析ケース④)

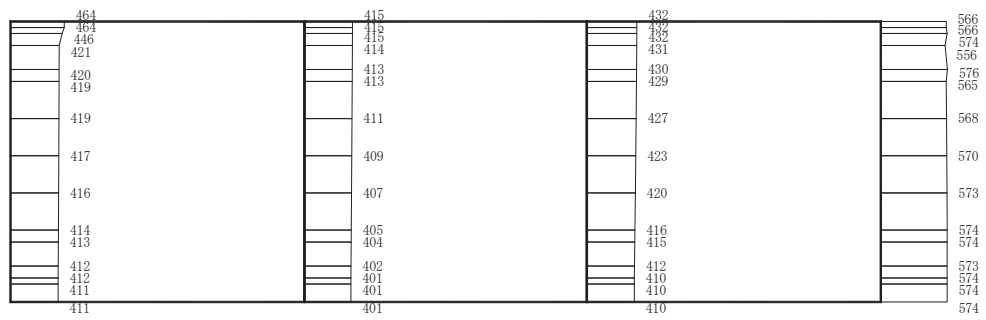
#### 4.2 東西方向の解析結果

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4-29～図4-42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4-43及び図4-44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②～④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4-45～図4-65に示す。



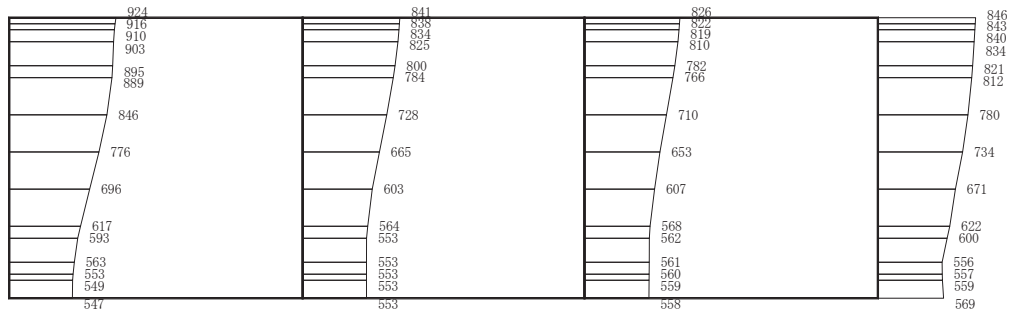
(a)  $S_s - D 1 (++)$  水平



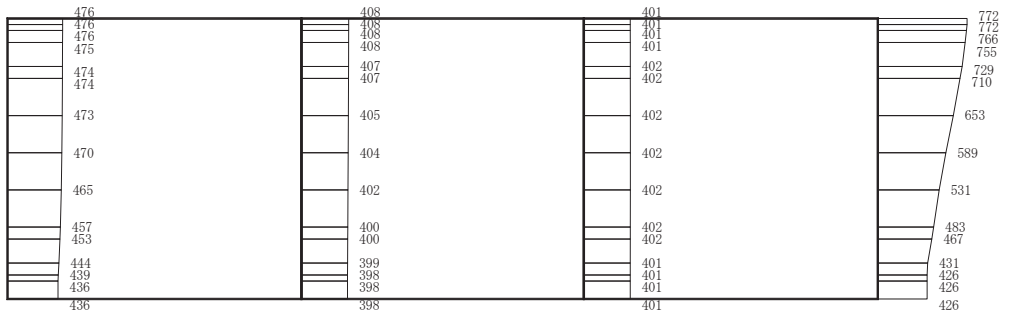
(b)  $S_s - D 1 (++)$  鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-29 断面の最大加速度分布図 (1/16) (解析ケース①)



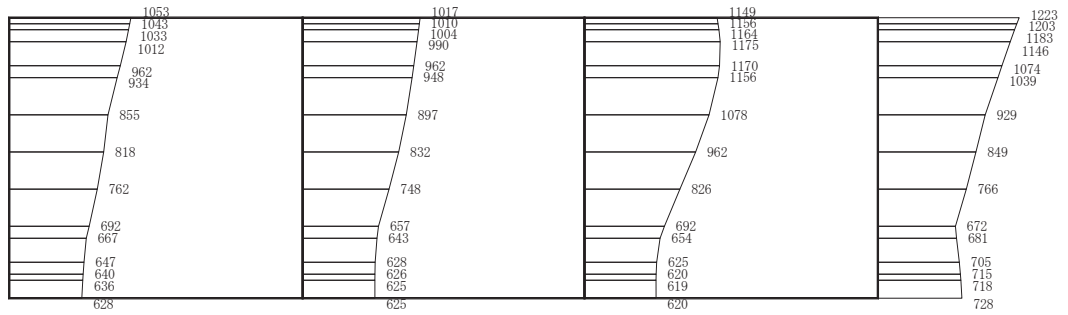
(a) S s - D 1 (-+) 水平



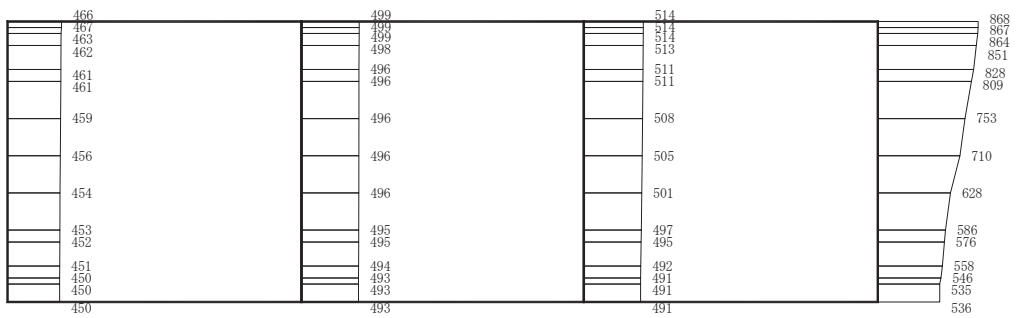
(b) S s - D 1 (-+) 鉛直

構造スケール 0 \_\_\_\_\_ 2 (m)      応答値スケール 0 \_\_\_\_\_ 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-30 最大加速度分布図 (2/16) (解析ケース①)



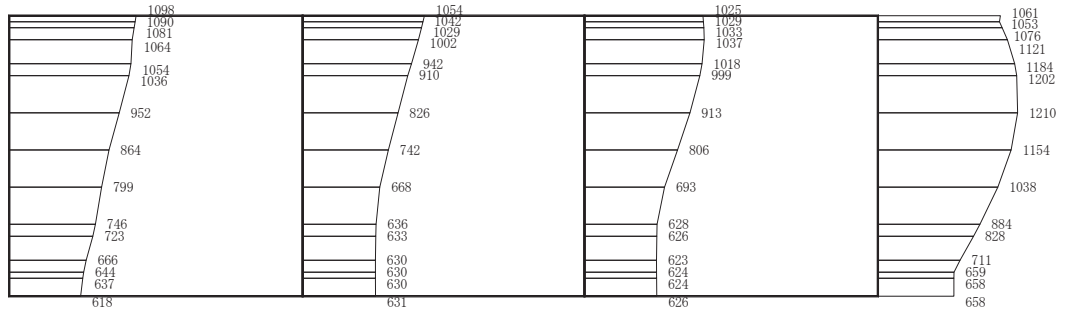
(a) S s - D 2 (++) 水平



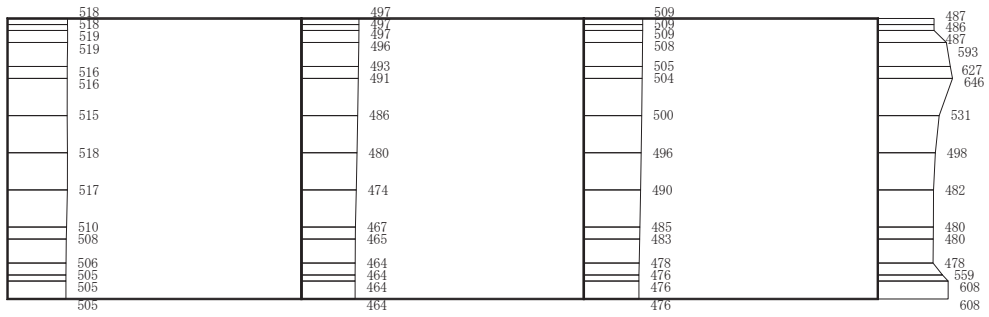
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-31 最大加速度分布図 (3/16) (解析ケース①)



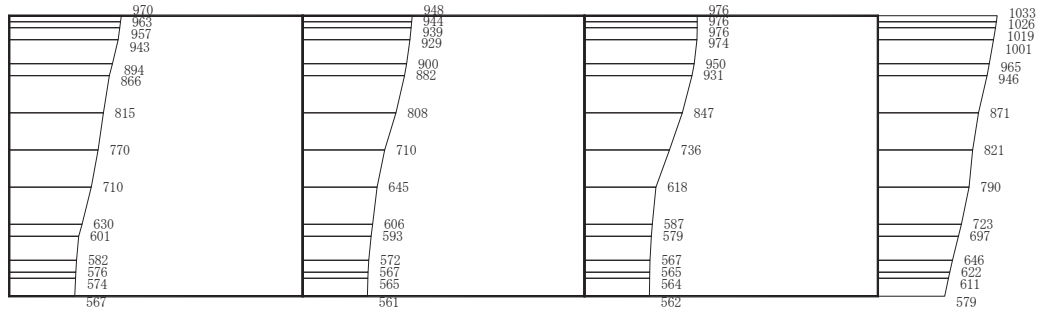
(a) S s - D 2 (-+) 水平



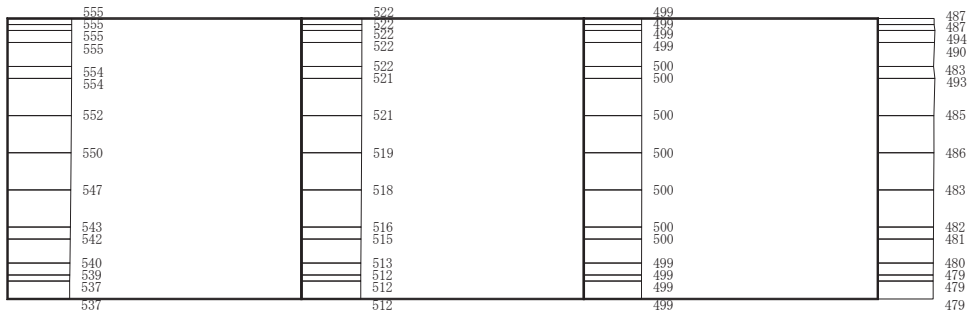
(b) S s - D 2 (-+) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-32 最大加速度分布図 (4/16) (解析ケース①)



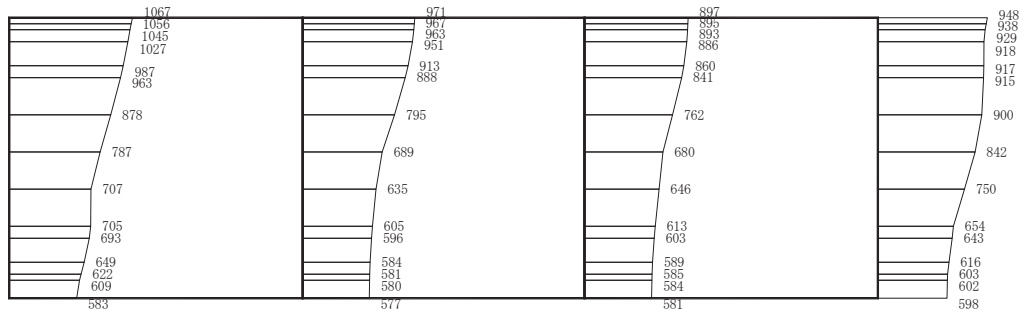
(a) S s - D 3 (++) 水平



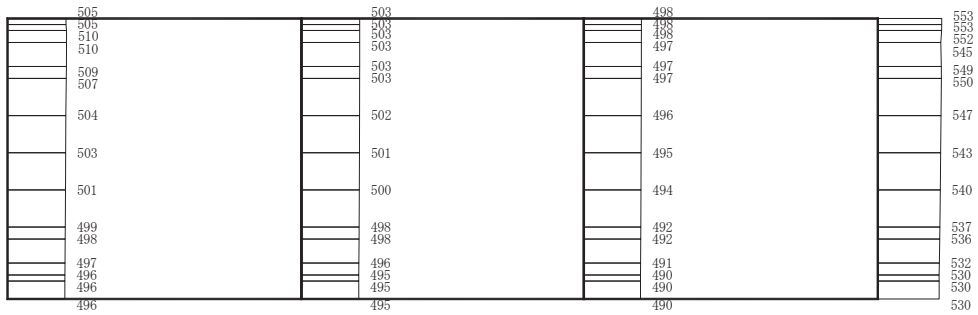
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\quad\quad} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-33 最大加速度分布図 (5/16) (解析ケース①)



(a) S s - D 3 (-+) 水平

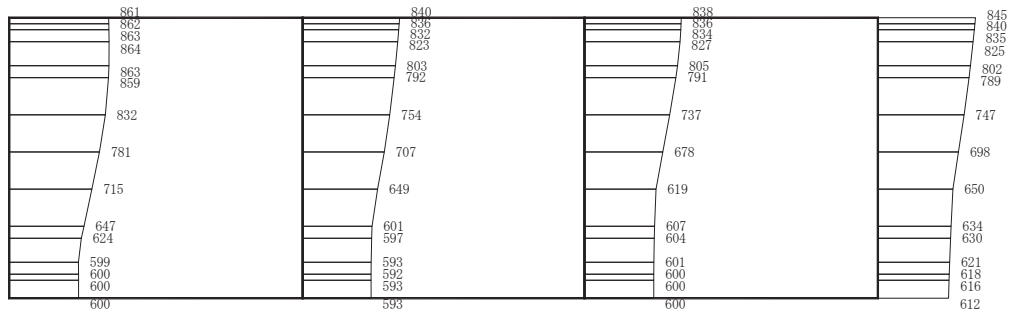


(b) S s - D 3 (-+) 鉛直

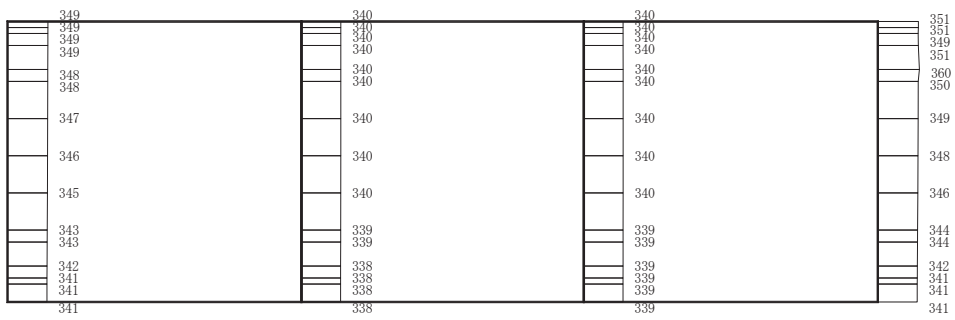
構造スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-34 最大加速度分布図 (6/16) (解析ケース①)





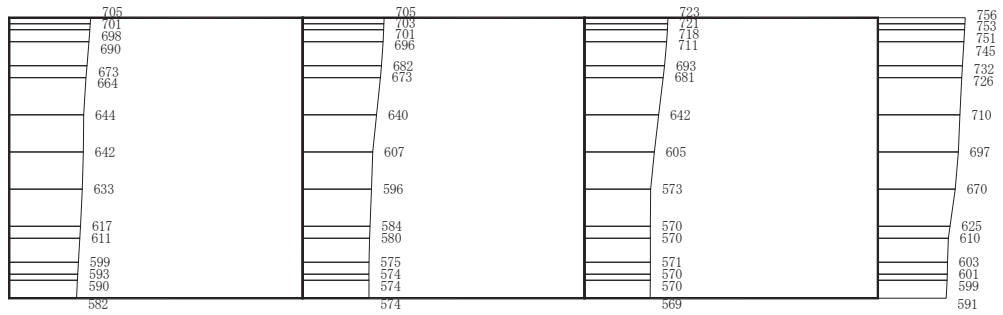
(a) S s - F 1 (++) 水平



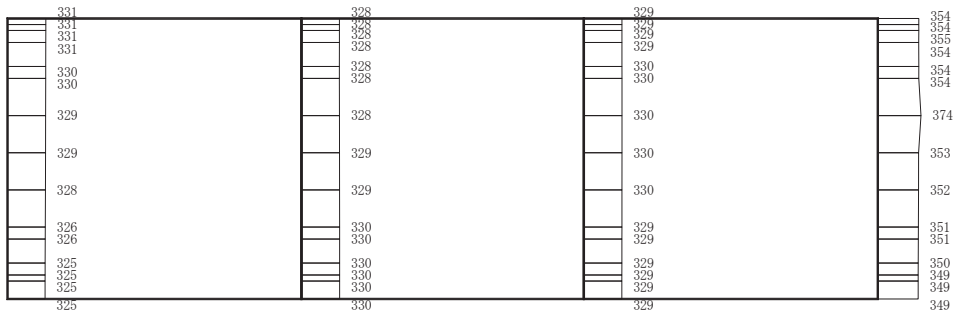
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-35 最大加速度分布図 (7/16) (解析ケース①)



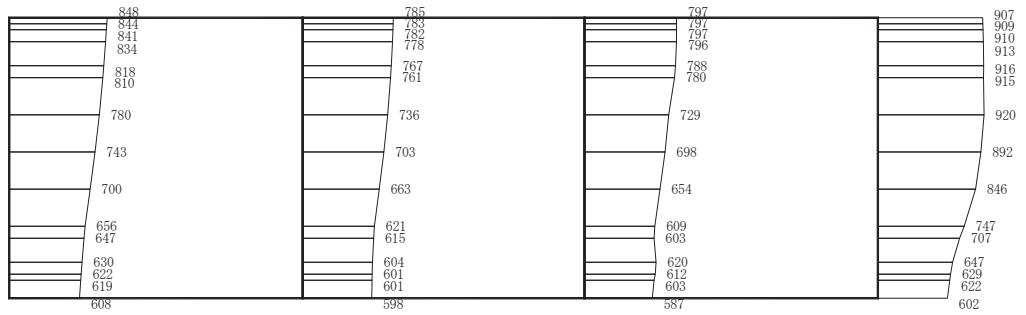
(a) S s - F 1 ( - + ) 水平



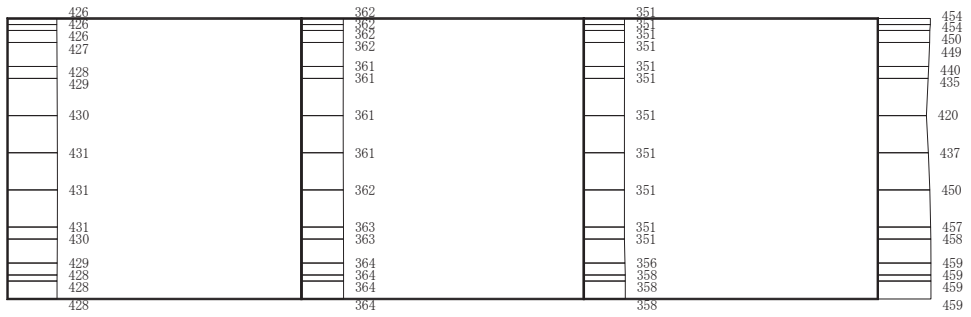
(b) S s - F 1 ( - + ) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-36 最大加速度分布図 (8/16) (解析ケース①)



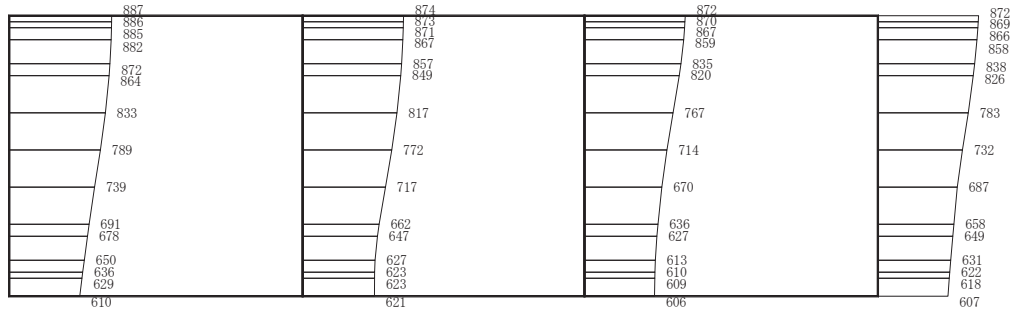
(a)  $S_s - F 2 (+ +)$  水平



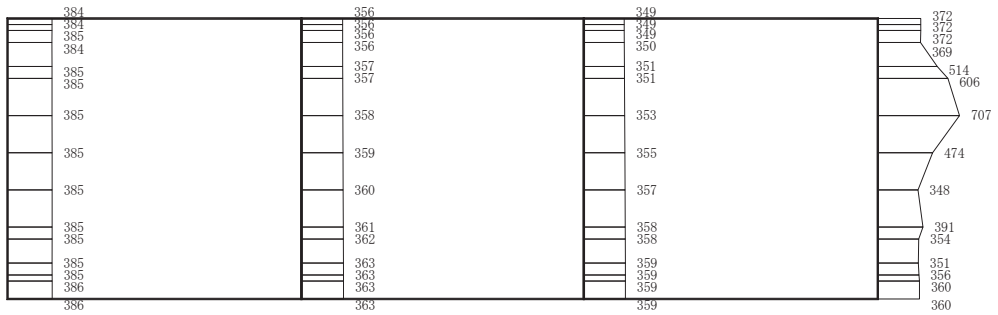
(b)  $S_s - F 2 (+ +)$  鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-37 最大加速度分布図 (9/16) (解析ケース①)



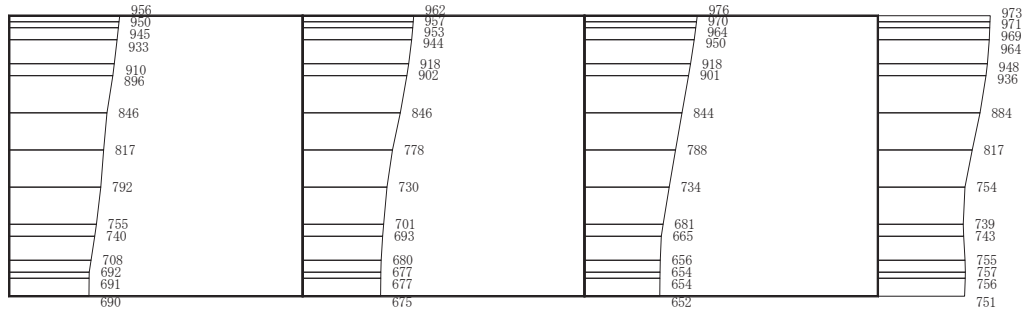
(a) S s - F 2 (-+) 水平



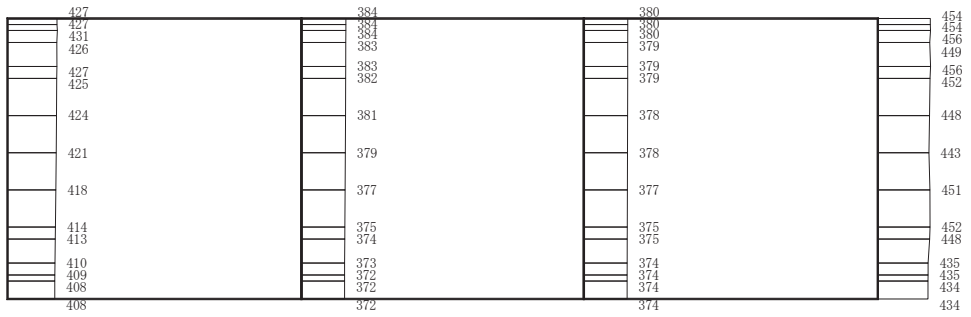
(b) S s - F 2 (-+) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-38 最大加速度分布図 (10/16) (解析ケース①)



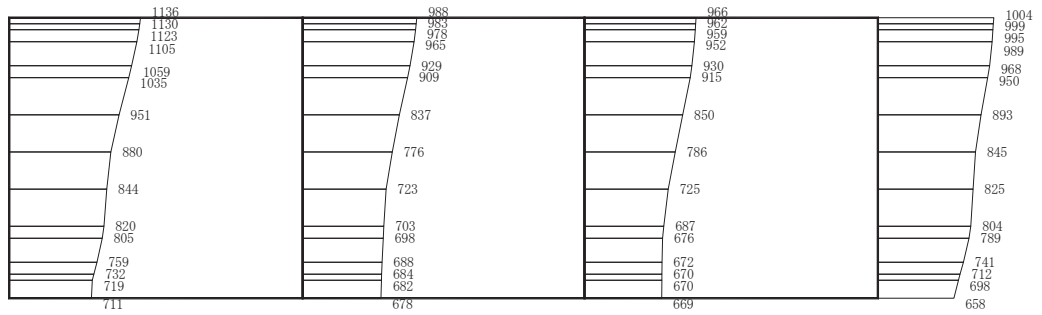
(a) S s - F 3 (++) 水平



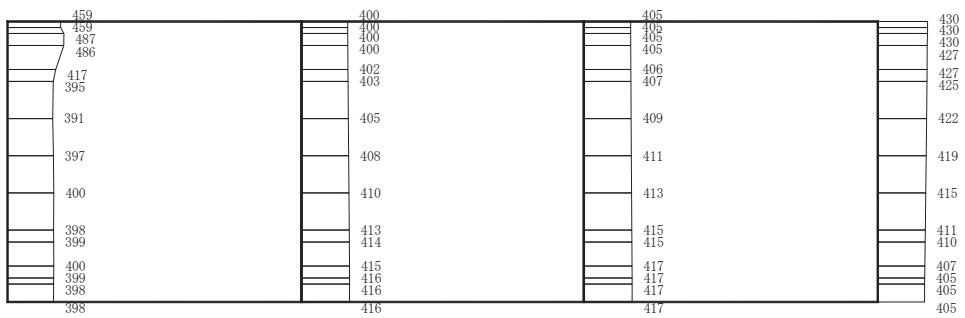
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-39 最大加速度分布図 (11/16) (解析ケース①)



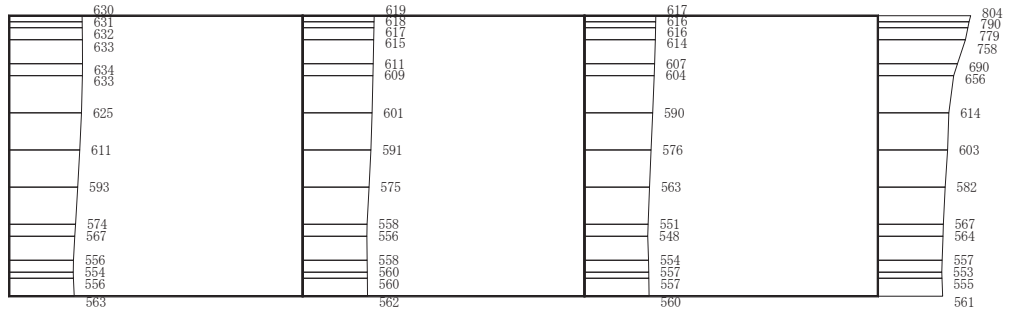
(a) S s - F 3 (-+) 水平



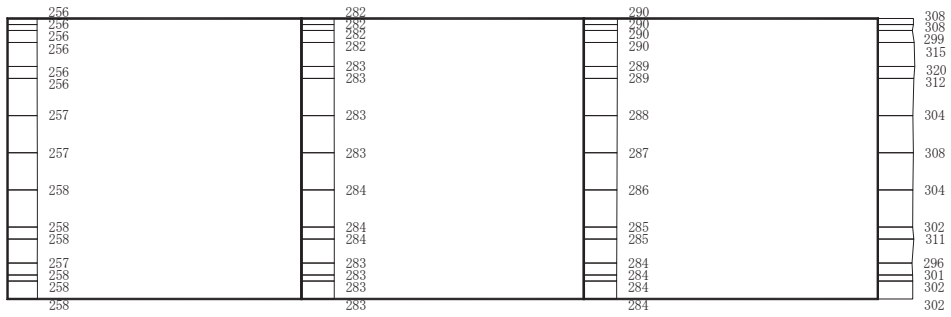
(b) S s - F 3 (-+) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-40 最大加速度分布図 (12/16) (解析ケース①)



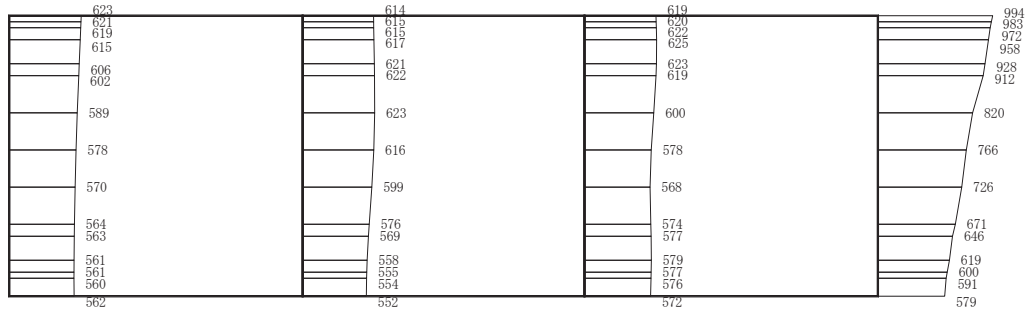
(a) S s - N 1 (++) 水平



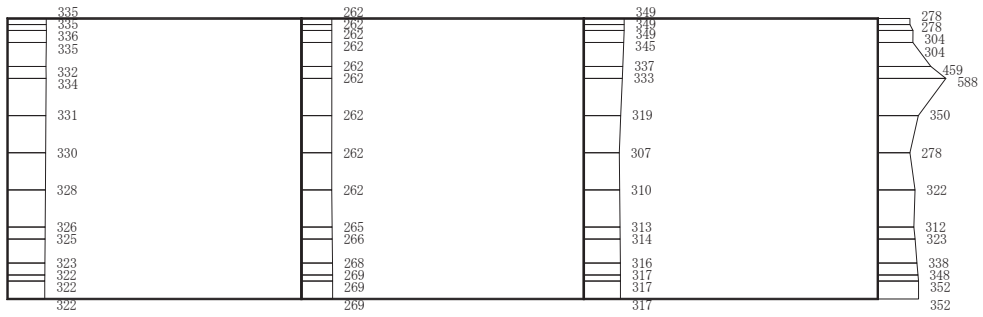
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-41 最大加速度分布図 (13/16) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (-+) 水平

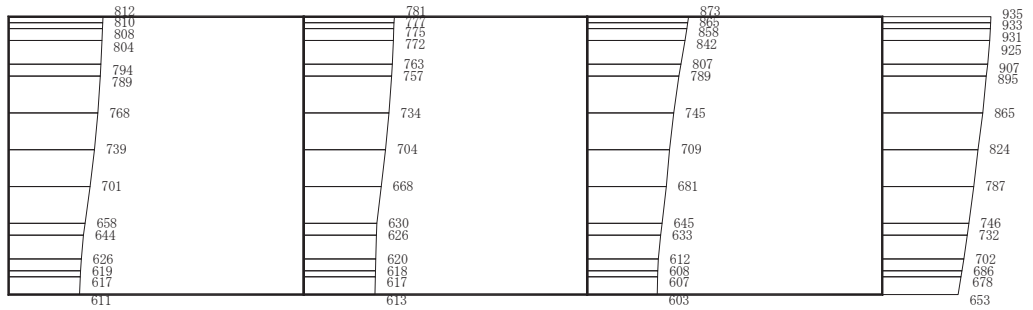


(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

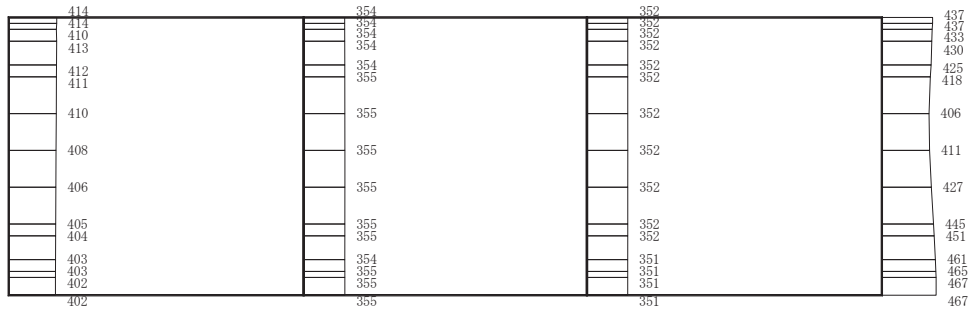
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-42 最大加速度分布図 (14/16) (解析ケース①)





(a) S s - F 2 (++) 水平

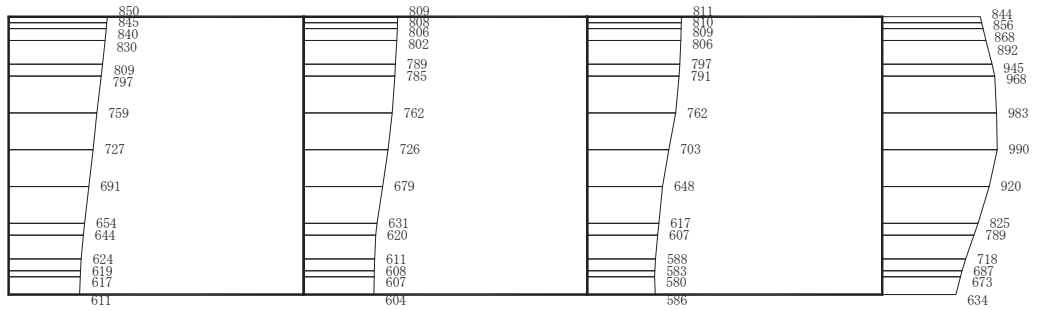


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

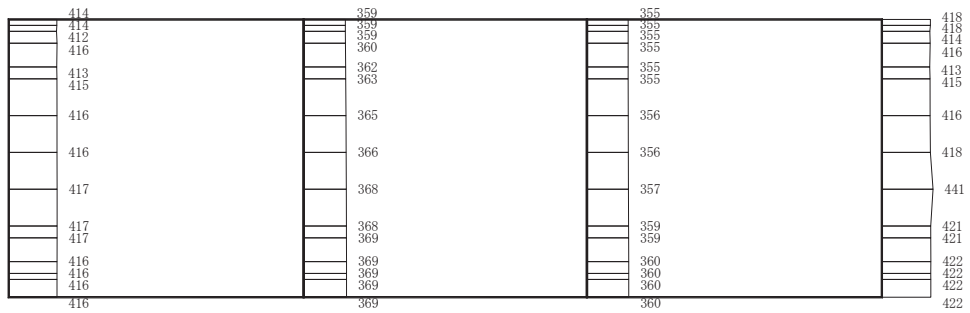
構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-43 最大加速度分布図 (15/16)

(解析ケース②：曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - F 2 (++) 水平

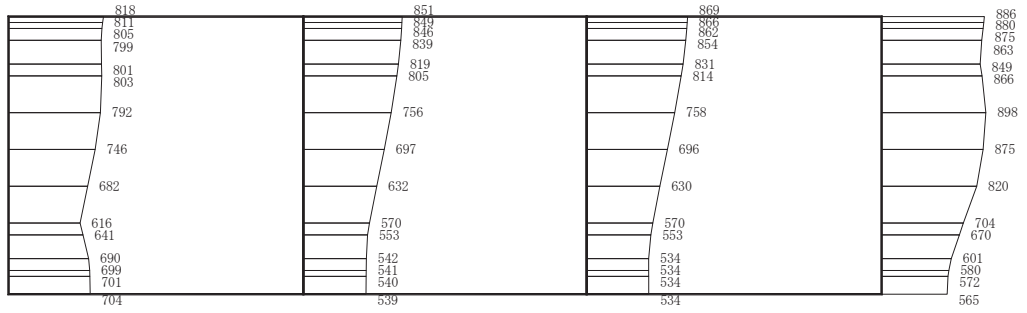


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

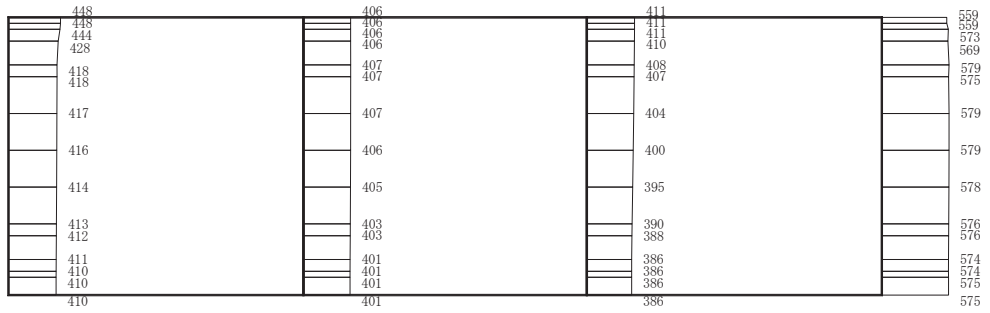
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-44 最大加速度分布図 (16/16)

(解析ケース③：曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値ケース)



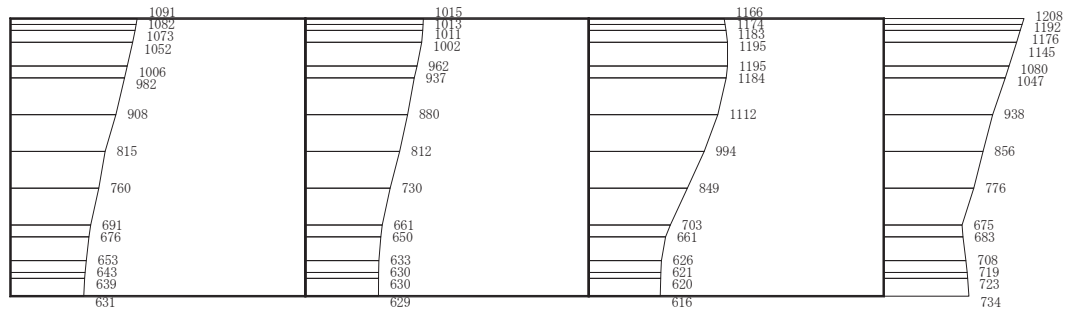
(a) S s - D 1 (++) 水平



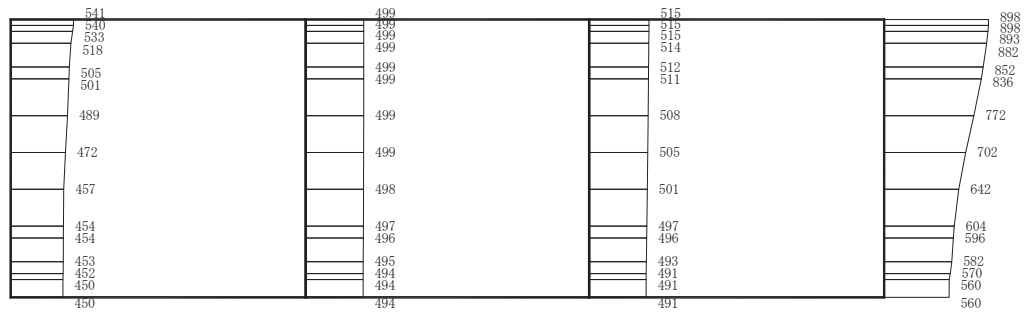
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-45 最大加速度分布図 (1/21) (解析ケース②)



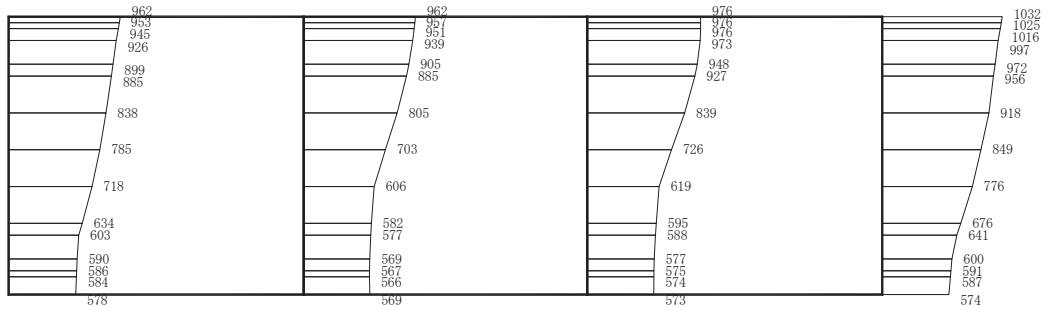
(a) S s - D 2 (++) 水平



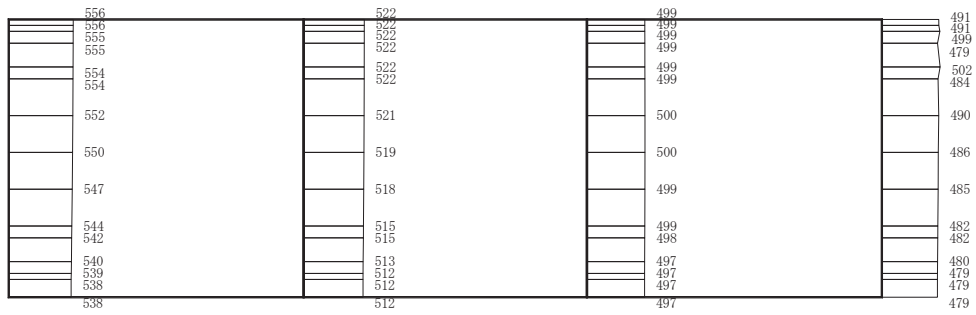
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-46 最大加速度分布図 (2/21) (解析ケース②)



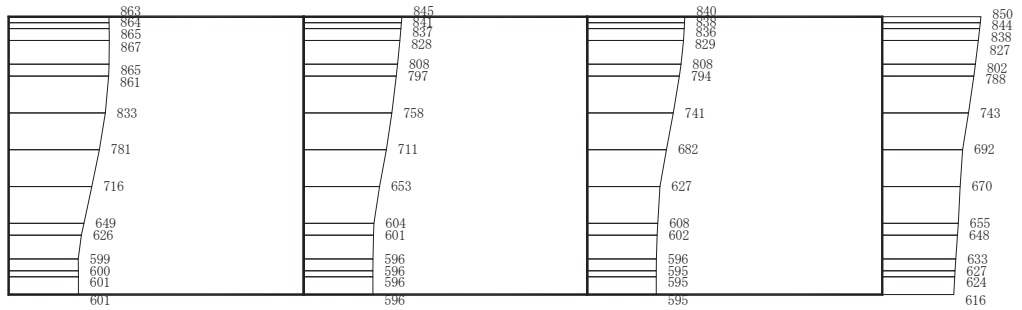
(a) S s - D 3 (++) 水平



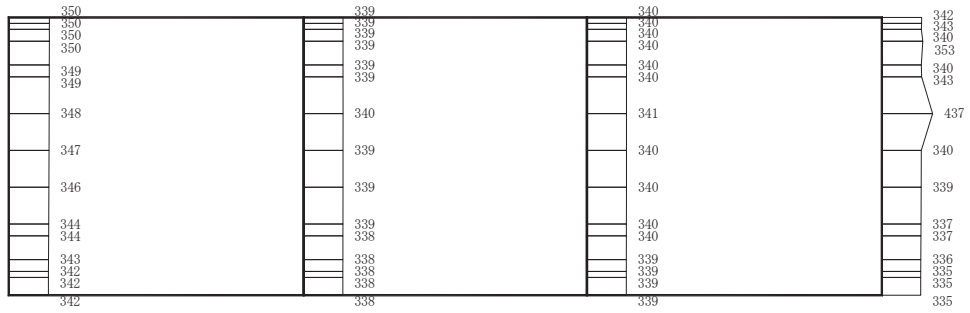
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-47 最大加速度分布図 (3/21) (解析ケース②)



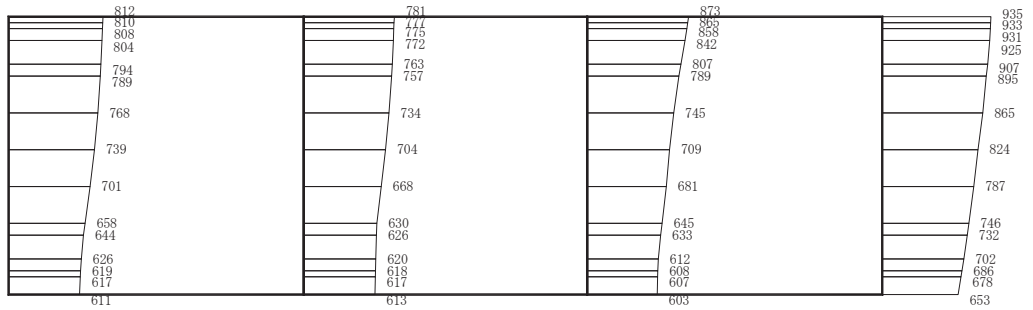
(a) S s - F 1 (++) 水平



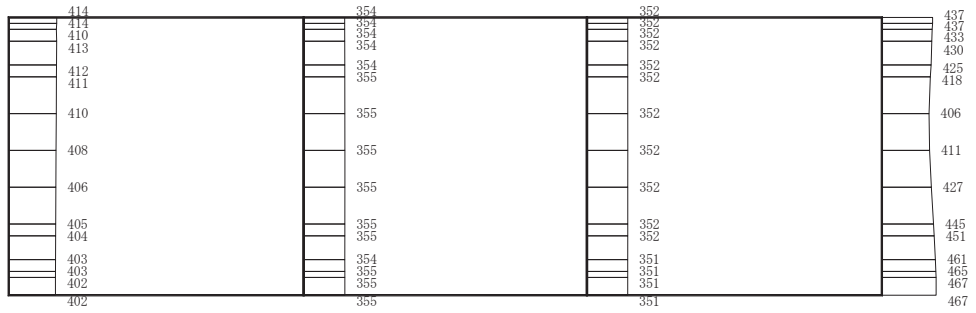
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-48 最大加速度分布図 (4/21) (解析ケース②)



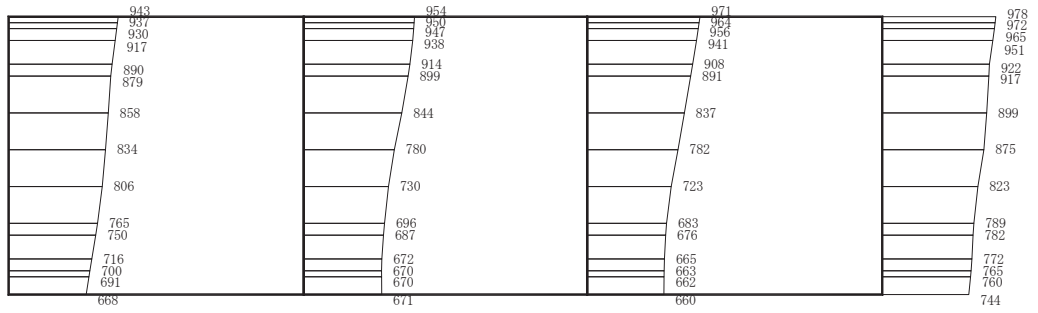
(a)  $S_s - F_2(++)$  水平



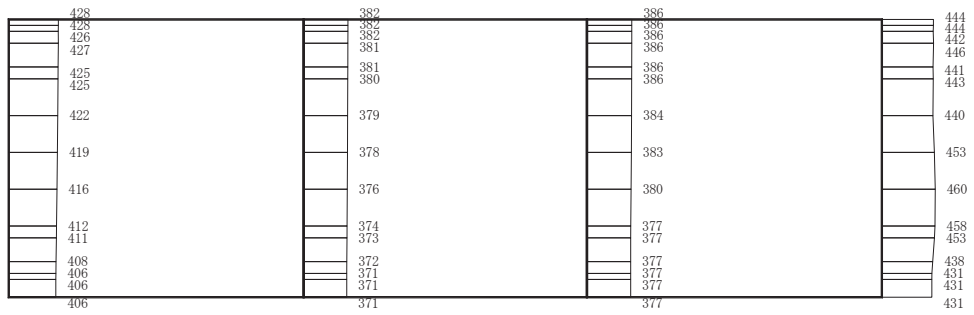
(b)  $S_s - F_2(++)$  鉛直

構造スケール  $0 \sim 2$  (m)      応答値スケール  $0 \sim 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-49 最大加速度分布図 (5/21) (解析ケース②) (図 4-43 の再掲)



(a) S s - F 3 (++) 水平

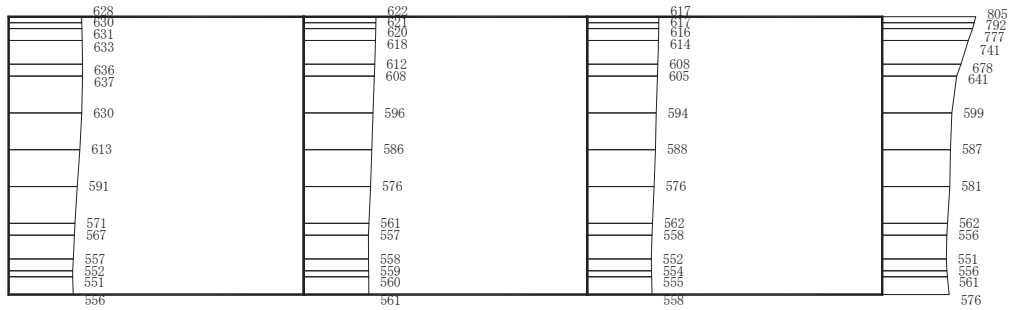


(b) S s - F 3 (++) 鉛直

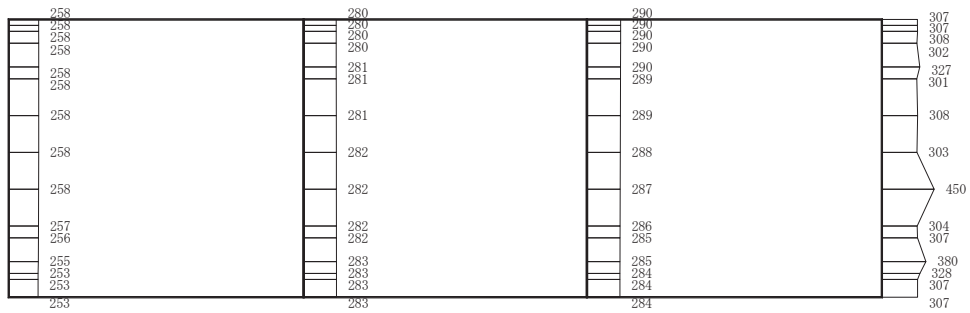
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-50 最大加速度分布図 (6/21) (解析ケース②)





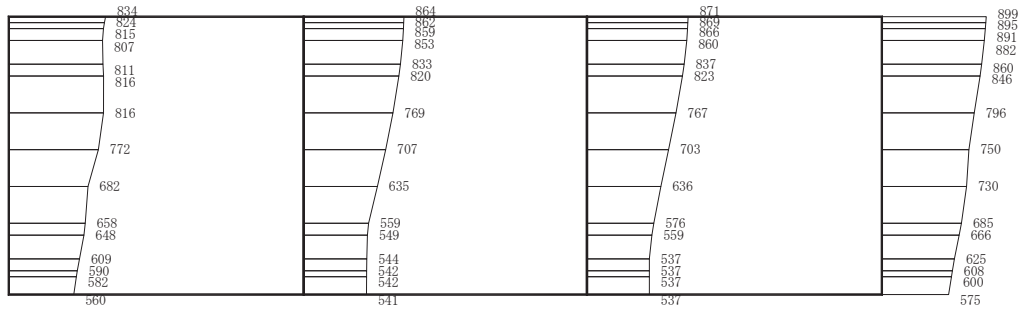
(a) S s - N 1 (++) 水平



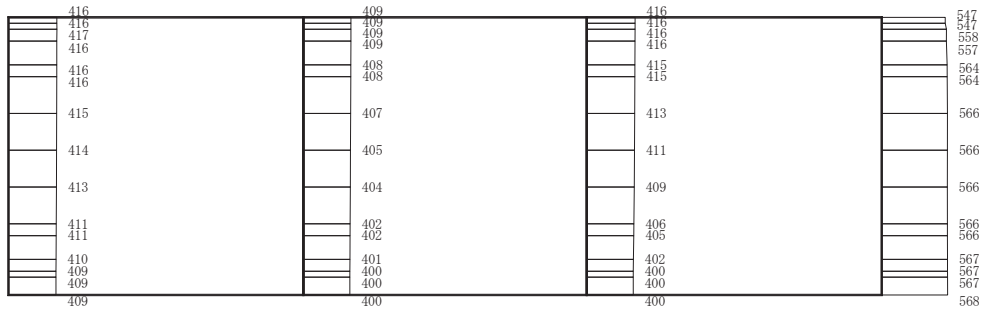
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-51 最大加速度分布図 (7/21) (解析ケース②)



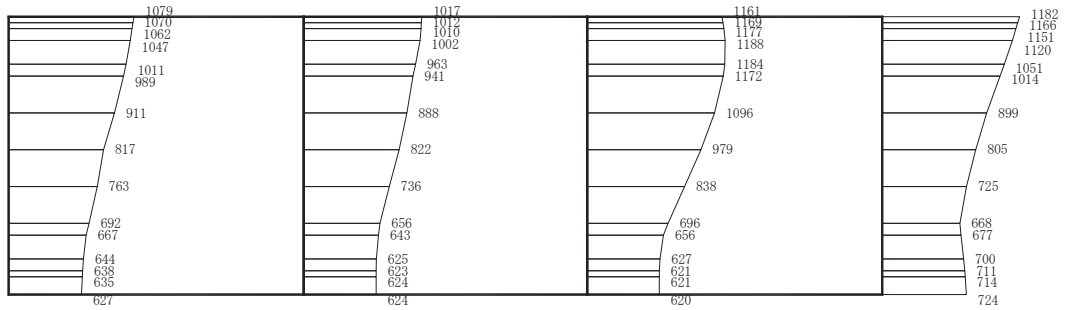
(a) S s - D 1 (++) 水平



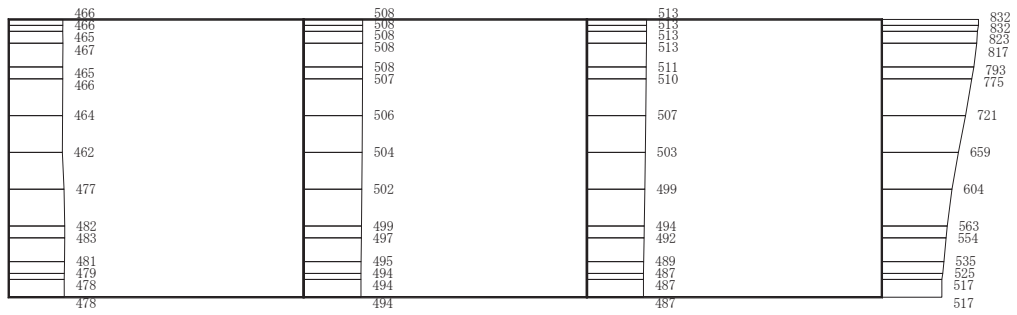
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \sim 2$  (m)      応答値スケール  $0 \sim 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-52 最大加速度分布図 (8/21) (解析ケース③)



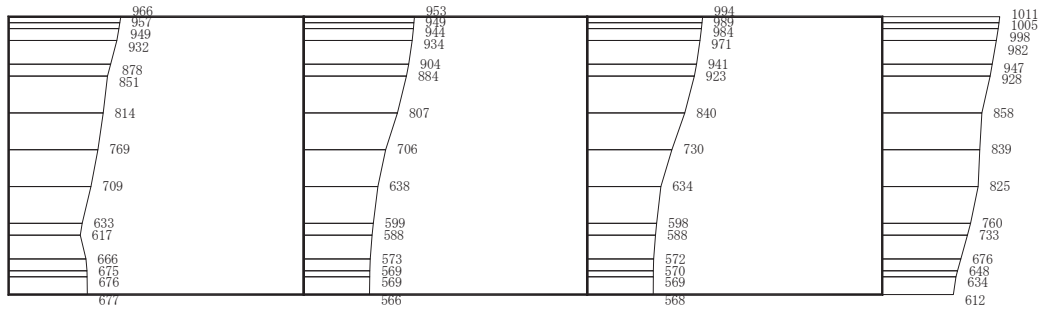
(a) S s - D 2 (++) 水平



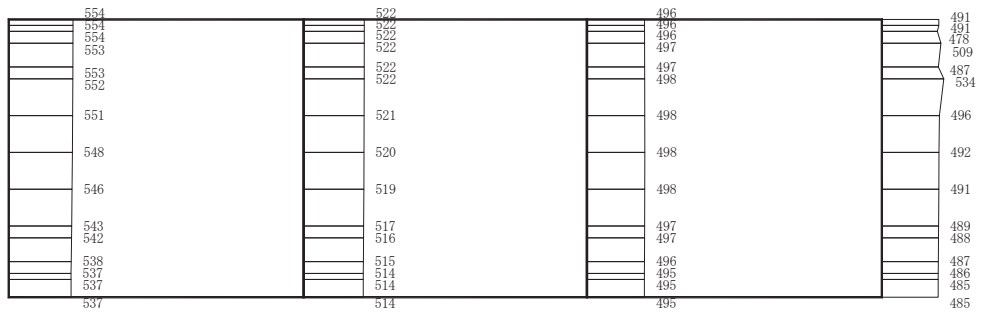
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-53 最大加速度分布図 (9/21) (解析ケース③)



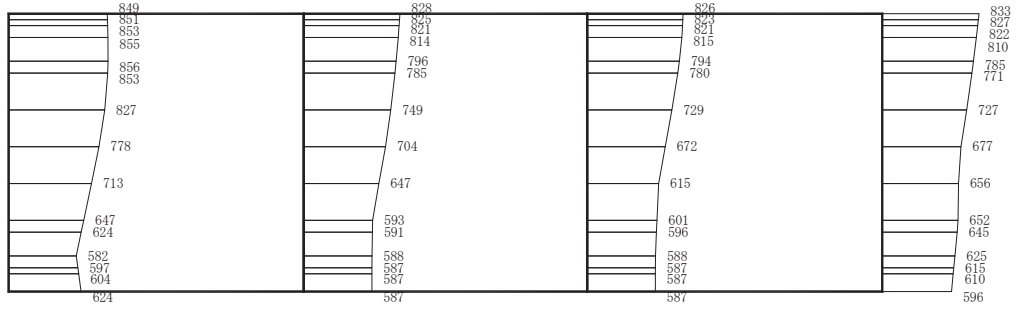
(a) S s - D 3 (++) 水平



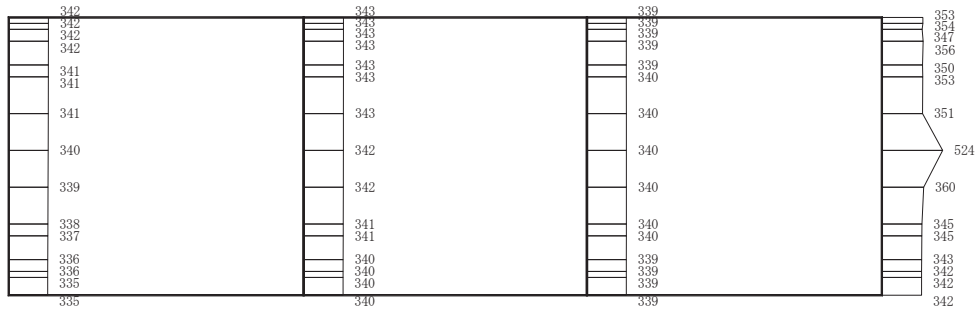
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-54 最大加速度分布図 (10/21) (解析ケース③)



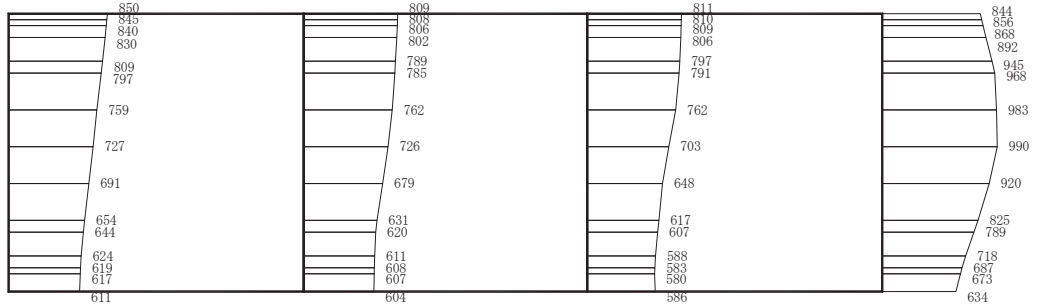
(a) S s - F 1 (++) 水平



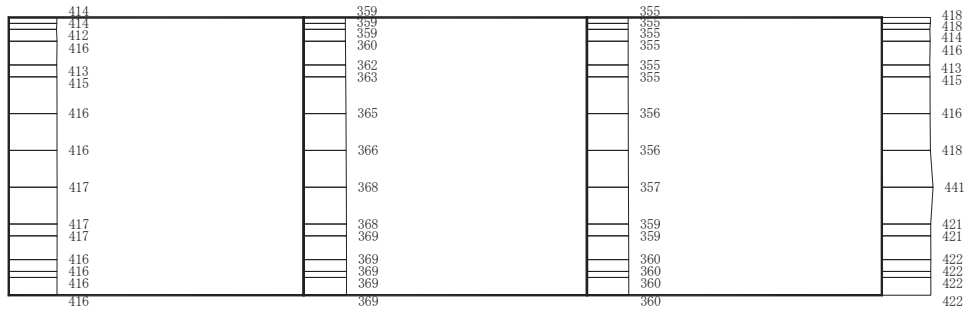
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-55 最大加速度分布図 (11/21) (解析ケース③)



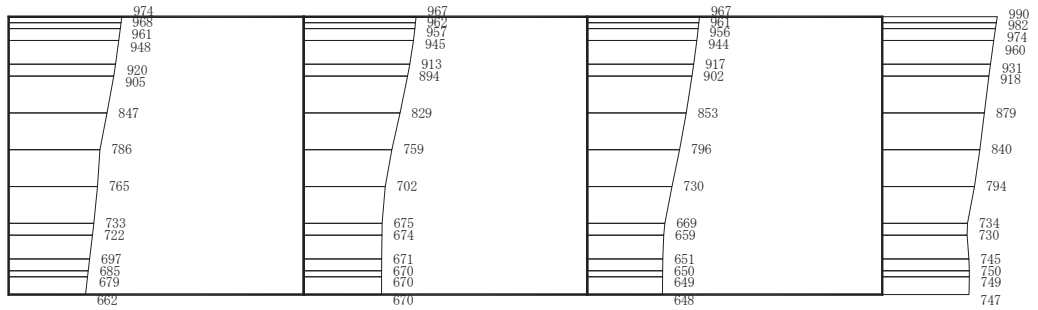
(a)  $S_s - F_2 (++)$  水平



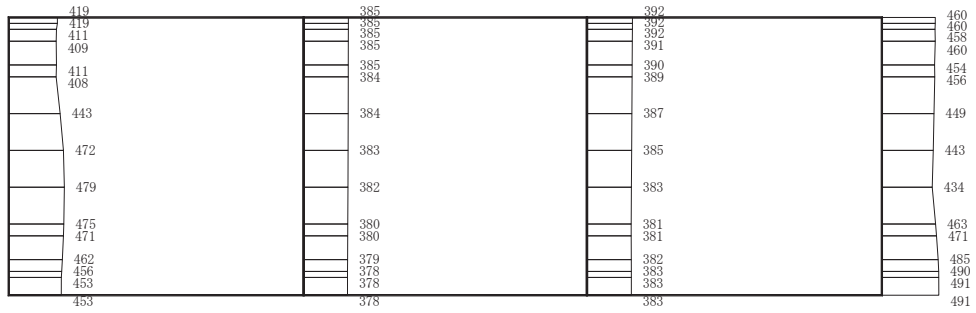
(b)  $S_s - F_2 (++)$  鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-56 最大加速度分布図 (12/21) (解析ケース③) (図 4-44 の再掲)



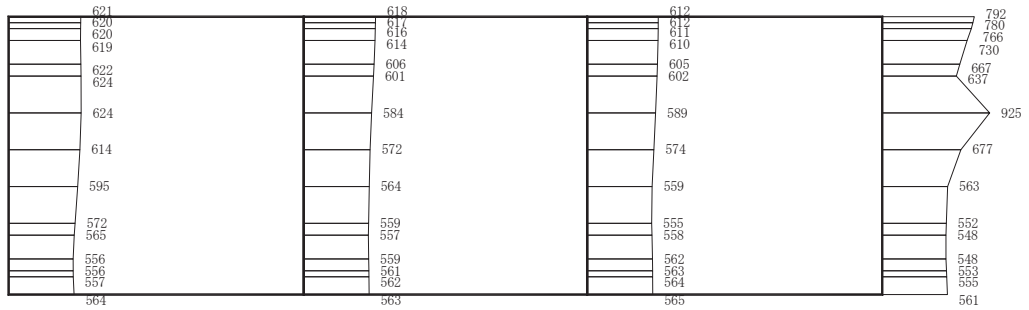
(a) S s - F 3 (++) 水平



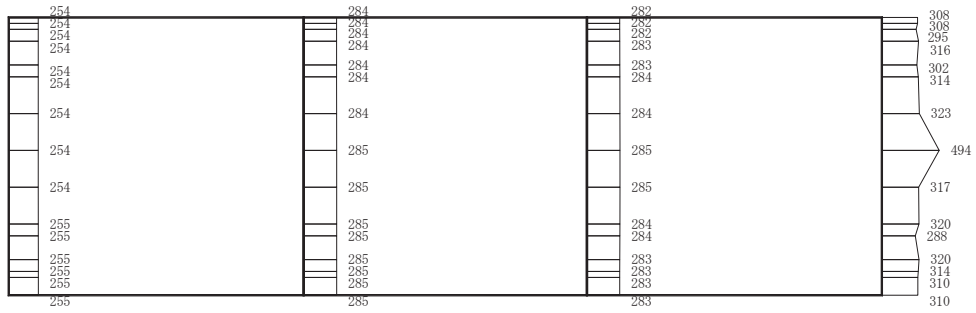
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-57 最大加速度分布図 (13/21) (解析ケース③)



(a) S s - N 1 ( + + ) 水平

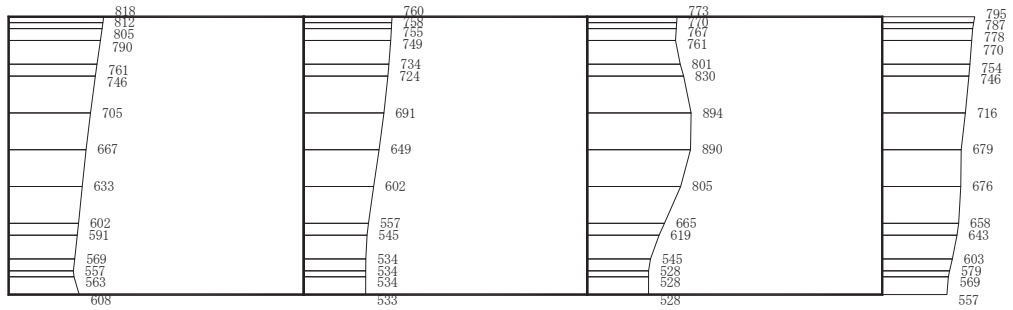


(b) S s - N 1 ( + + ) 鉛直

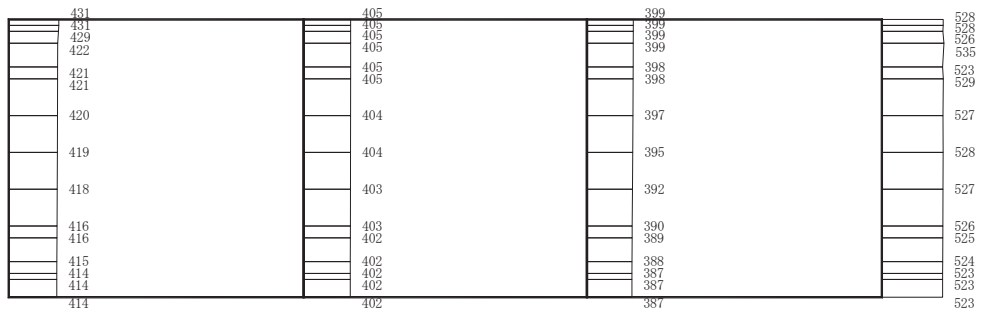
構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-58 最大加速度分布図 (14/21) (解析ケース③)





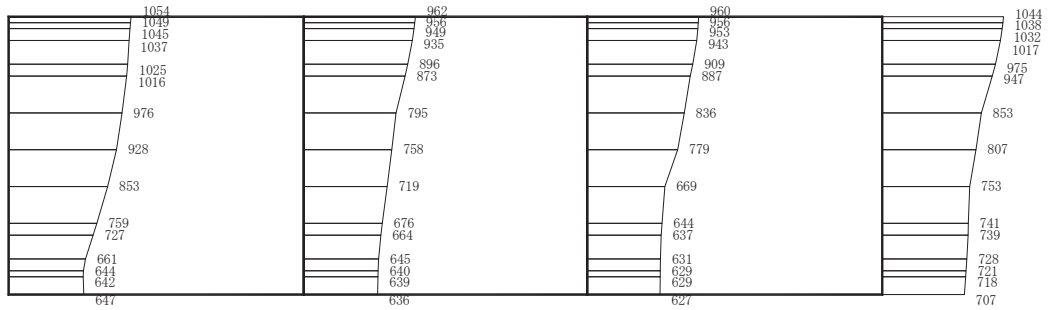
(a) S s - D 1 (++) 水平



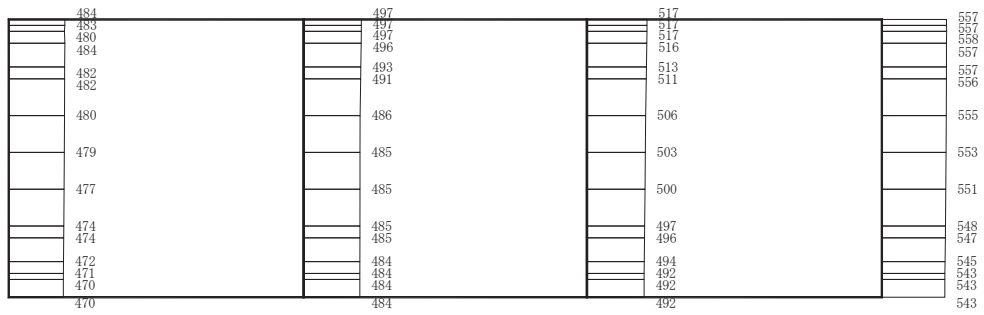
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-59 最大加速度分布図 (15/21) (解析ケース④)



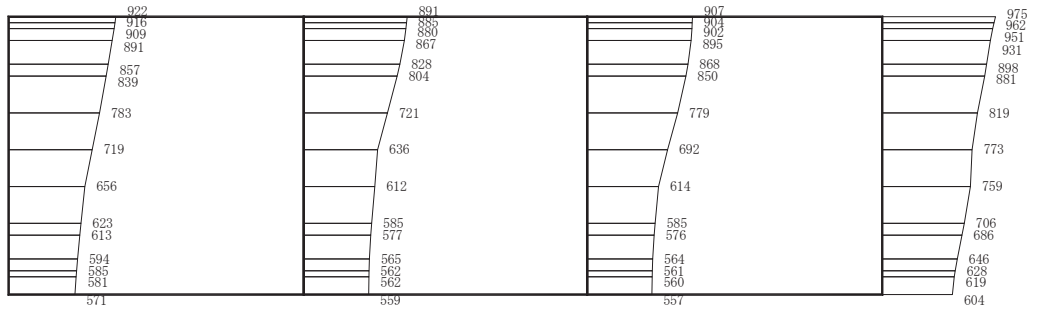
(a) S s - D 2 (++) 水平



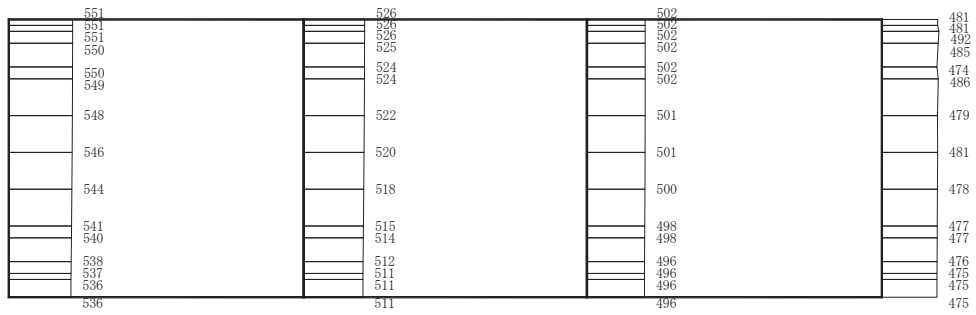
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-60 最大加速度分布図 (16/21) (解析ケース④)



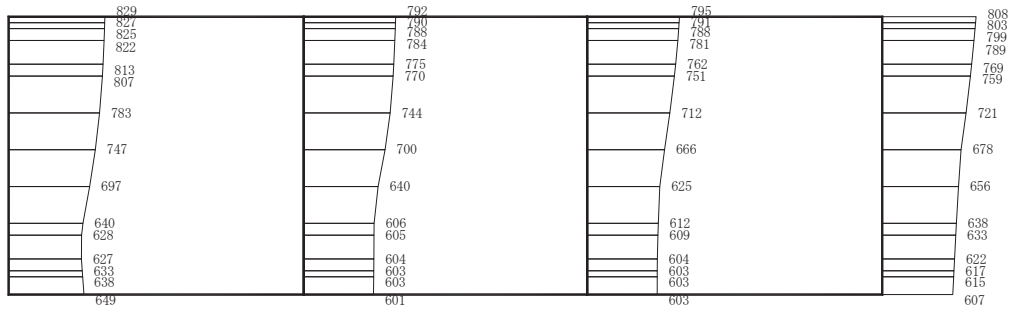
(a) S s - D 3 (++) 水平



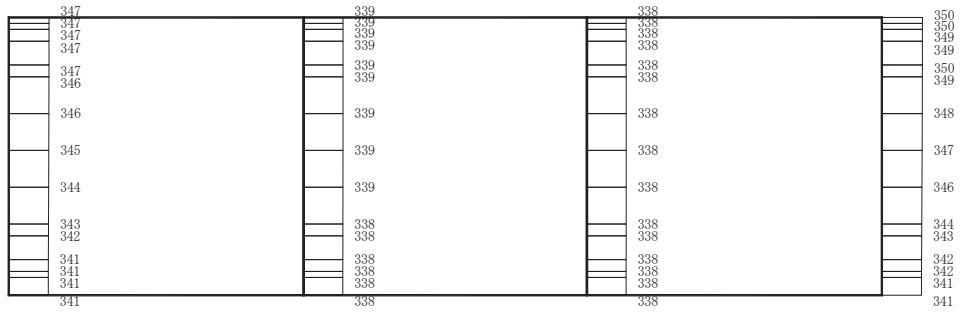
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)      応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-61 最大加速度分布図 (17/21) (解析ケース④)



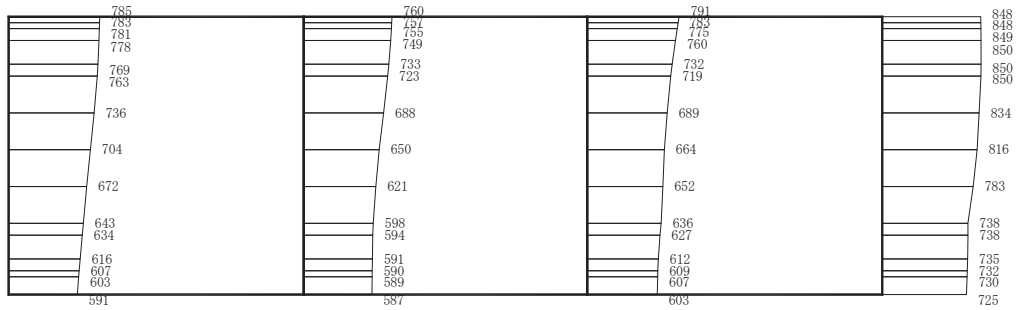
(a) S s - F 1 (++) 水平



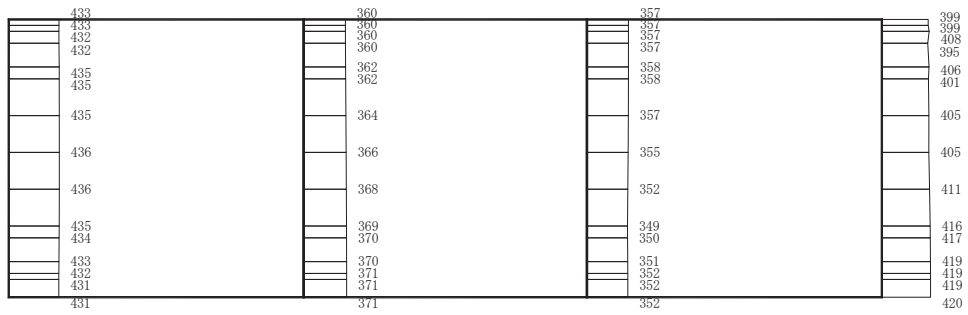
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-62 最大加速度分布図 (18/21) (解析ケース④)



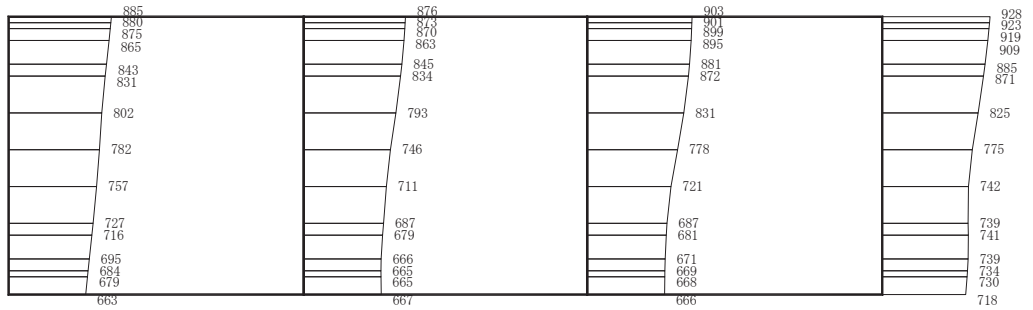
(a)  $S_s - F_2 (++)$  水平



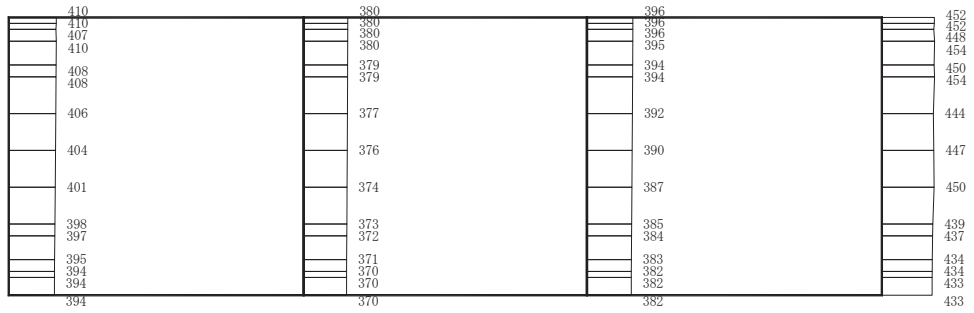
(b)  $S_s - F_2 (++)$  鉛直

構造スケール  $0 \quad \quad \quad 2$  (m)      応答値スケール  $0 \quad \quad \quad 1000$  ( $\text{cm/s}^2$ )

図 4-63 最大加速度分布図 (19/21) (解析ケース④)



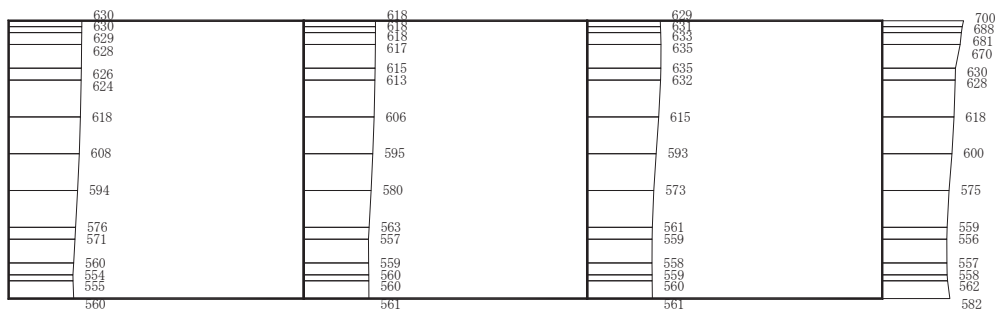
(a) S s - F 3 (++) 水平



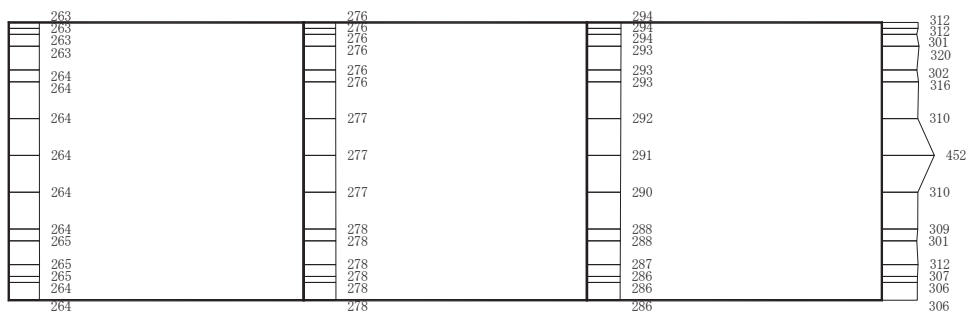
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

構造スケール 0  2 (m)     
 応答値スケール 0  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-64 最大加速度分布図 (20/21) (解析ケース④)



(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  1000 (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-65 最大加速度分布図 (21/21) (解析ケース④)