

VI-2-2-6 復水貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	8
2.4 適用基準	11
3. 耐震評価	12
3.1 地震時荷重算出断面及び解析手法の選定	12
3.2 使用材料及び材料の物性値	14
3.3 許容限界	15
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	15
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	17
3.4 評価方法	18
3.4.1 構造部材の健全性評価	18
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	27
4. 構造部材の地震時応答	28
4.1 しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクト	28
4.2 基礎版	41
5. 耐震評価結果	46
5.1 構造部材の健全性に対する評価結果	46
5.1.1 しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクト	46
5.1.2 基礎版	51
5.2 常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能に対する評価結果	53
5.2.1 しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクト	53
5.2.2 基礎版	57
5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	58
5.3.1 支持地盤 (狐崎部層)	58
5.3.2 MMR (既設)	59

## 1. 概要

本資料は、添付書類「V-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、復水貯蔵タンク基礎が基準地震動  $S_s$  に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

復水貯蔵タンク基礎に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析により算定した荷重を三次元構造解析モデルに作用させて、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。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

復水貯蔵タンク基礎の位置を図2-1に示す。

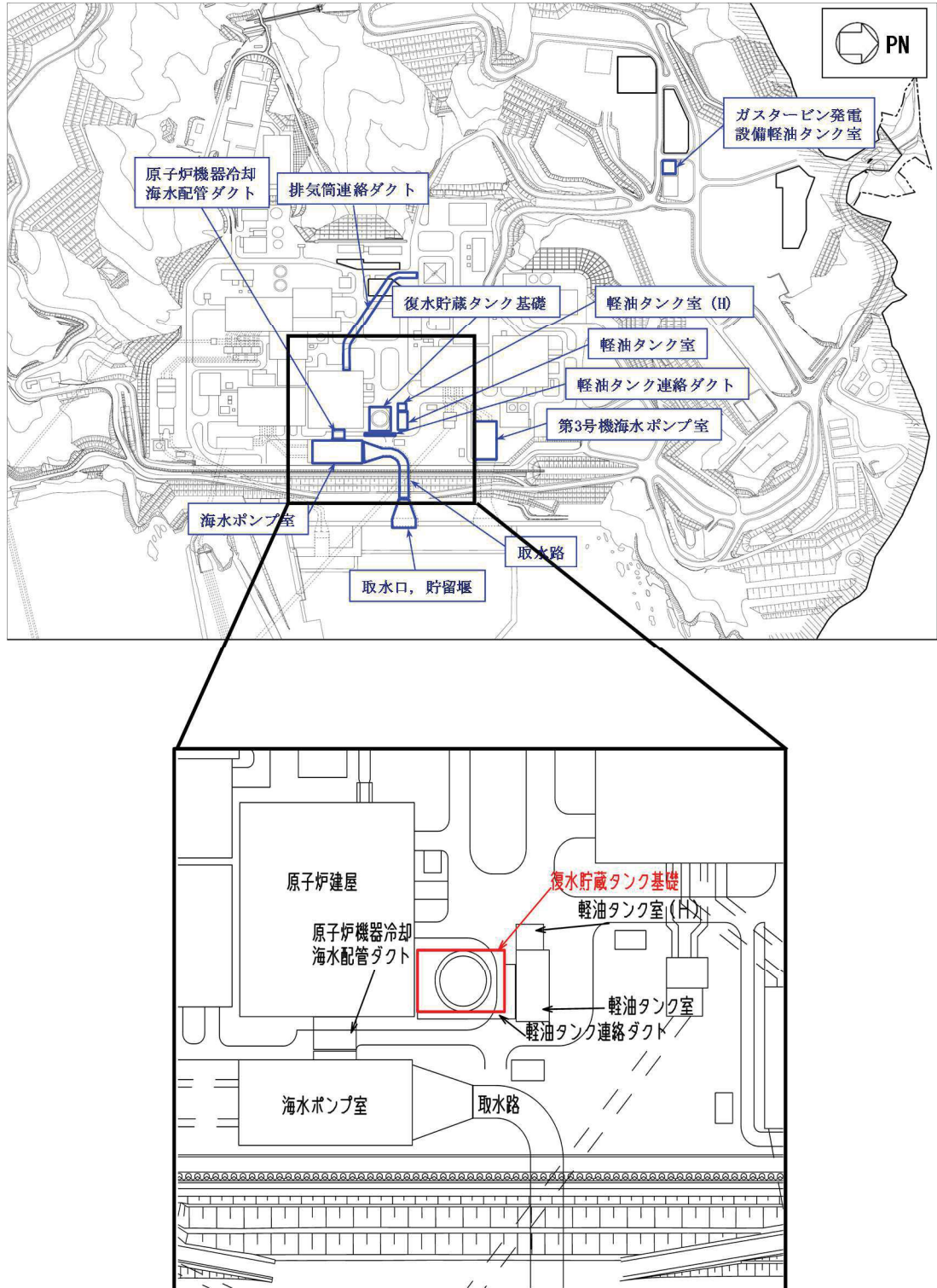


図2-1 復水貯蔵タンク基礎の位置図

## 2.2 構造概要

復水貯蔵タンク基礎の平面図を図 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～図 2-11 に示す。

復水貯蔵タンク基礎は、復水貯蔵タンク及び復水移送系配管等をしゃへい壁、バルブ室、連絡ダクト及び基礎版の各部材で間接支持しており、支持機能が要求される。

復水貯蔵タンク基礎は、復水貯蔵タンク等を間接支持する基礎版と円筒形のしゃへい壁等から構成される。基礎版は幅 26.75m（東西）×32.45m（南北）、厚さ 5.00m、しゃへい壁は内径 23.10m、壁厚 1.00m（地上部は 0.50m）、高さ 8.60m の鉄筋コンクリート造の地中構造物で、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岩盤に設置されている。

復水貯蔵タンク基礎は、面部材として加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁及びしゃへい壁を有する箱形構造物である。

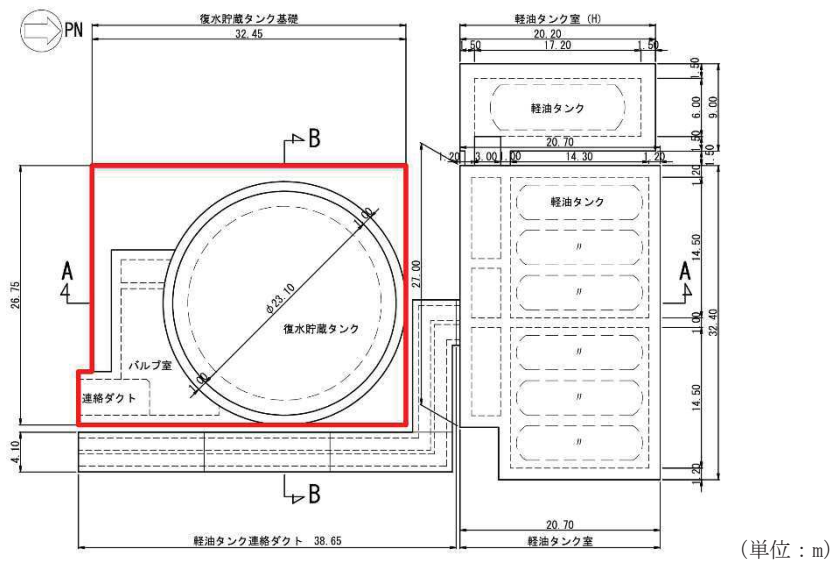


図 2-2 復水貯蔵タンク基礎平面図

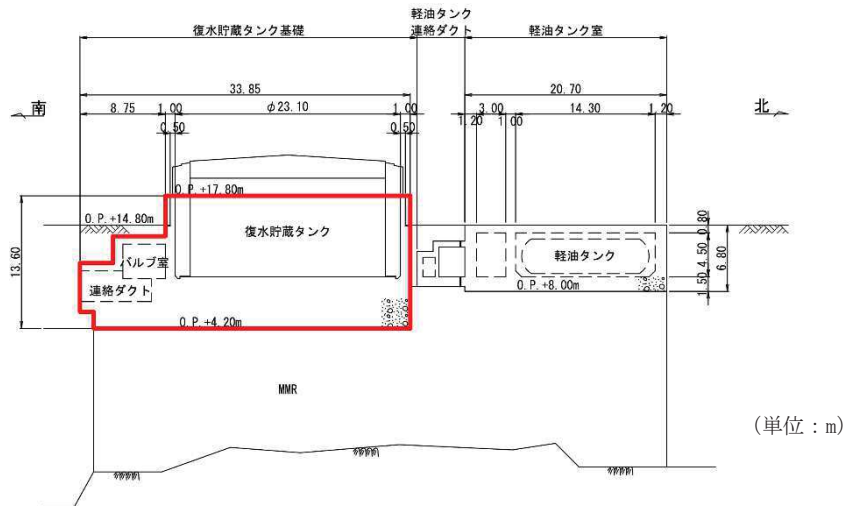


図 2-3 復水貯蔵タンク基礎断面図 (A-A 断面, 南北)

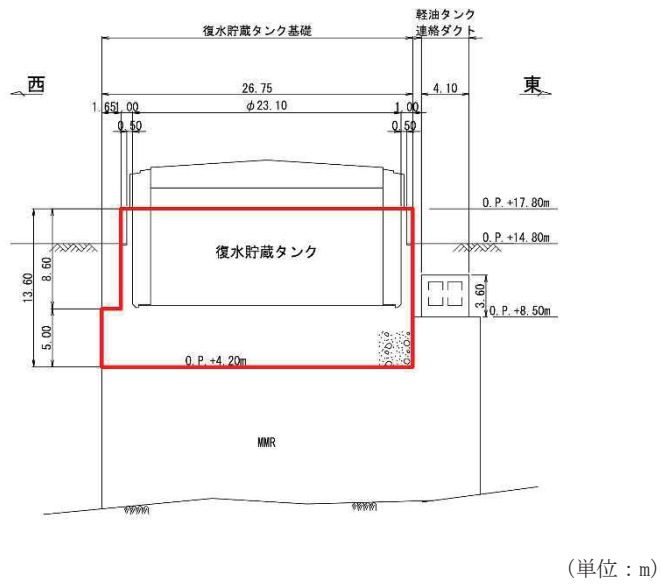


図 2-4 復水貯蔵タンク基礎断面図 (B-B 断面, 東西)

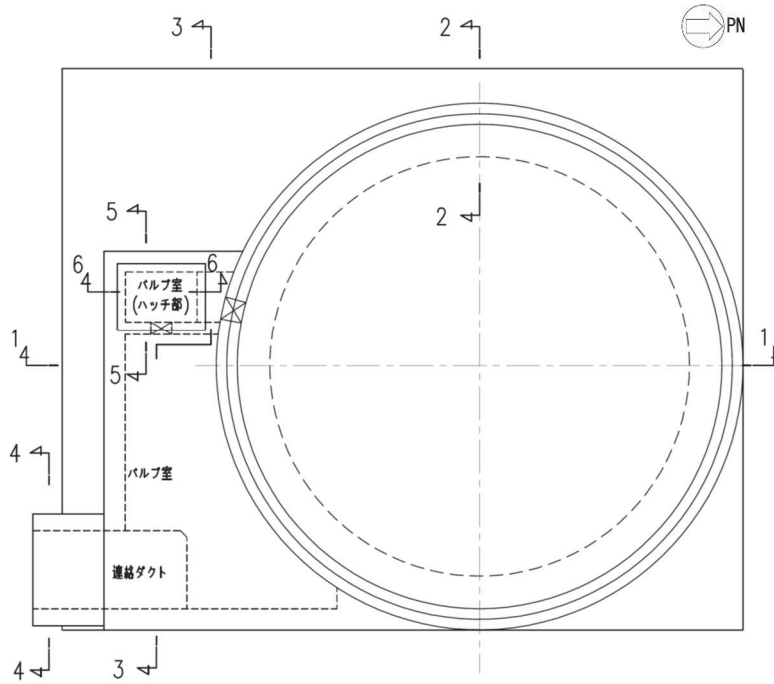


図 2-5 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図 (平面図)

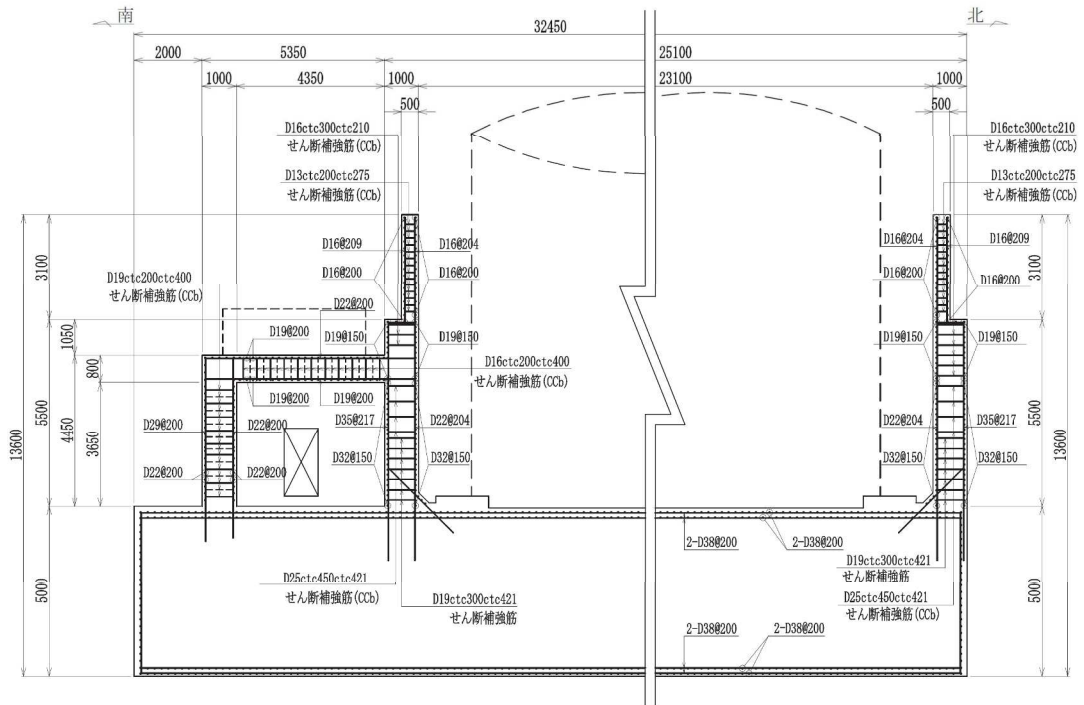


図 2-6 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図 (1-1 断面)

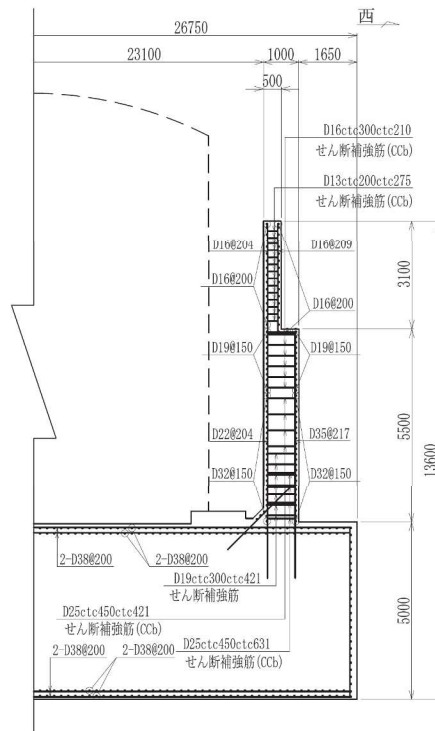


図 2-7 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図(2-2 断面)

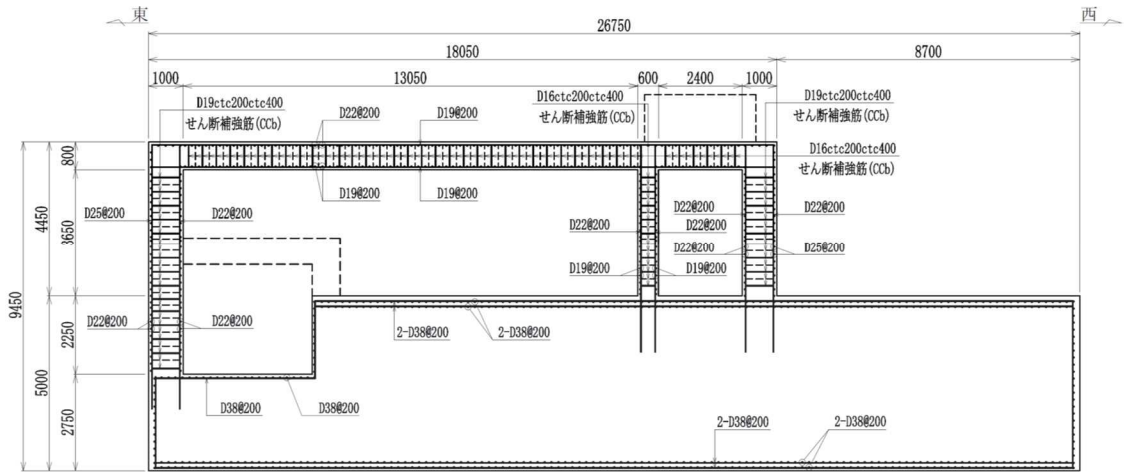


図 2-8 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図(3-3 断面)



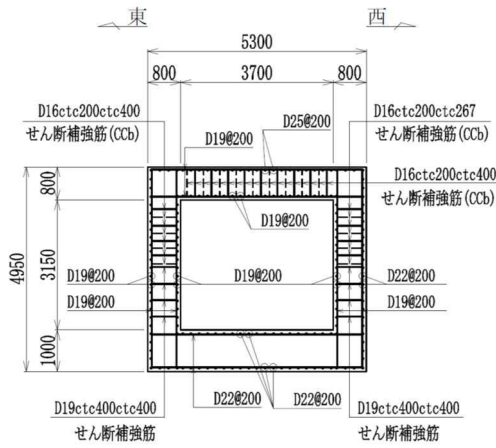


図 2-9 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図(4-4 断面)

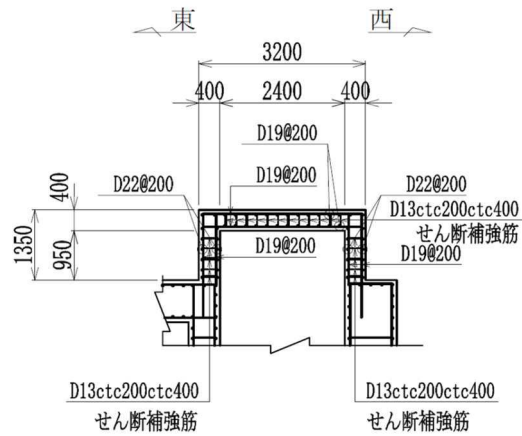


図 2-10 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図(5-5 断面)

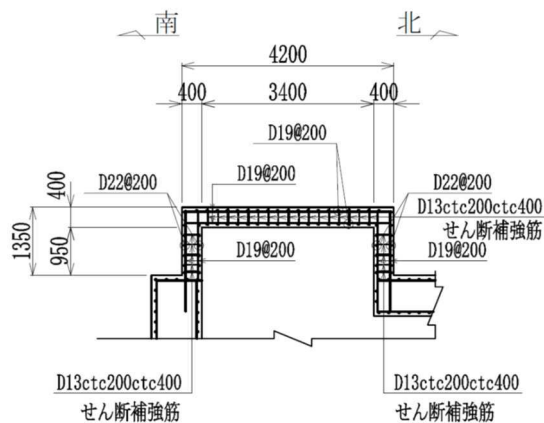


図 2-11 復水貯蔵タンク基礎 概略配筋図(6-6 断面)

### 2.3 評価方針

復水貯蔵タンク基礎は、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(以下「常設耐震重要重大事故防止設備等」という。)が設置される重大事故等対処施設に分類される。

復水貯蔵タンク基礎の耐震評価フローを図 2-12 に示す。

復水貯蔵タンク基礎の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」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 及び表 2-2 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及び常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いた、三次元構造解析により応答値を算定し、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

復水貯蔵タンク基礎は、「2.2 構造概要」に示すとおり、復水貯蔵タンクを間接支持する基礎版と円筒形のしゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトから構成されている。基礎版の厚さは 5.0m であり、しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトの部材厚と比較して厚く、剛性が異なることから、それぞれ別々の解析モデルとして三次元構造解析を行う。

しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトの応答値は、三次元静的材料非線形解析(非線形シェル要素)により算定し、構造部材の健全性評価は、表 2-1 に示すとおり、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを、せん断破壊に対しては照査用せん断力及び照査用層間変形角(面内)が許容限界を下回ることを確認する。

基礎版の応答値は、三次元静的線形解析(線形シェル要素)により算定し、構造部材の健全性評価は、表 2-2 に示すとおり、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対しては、構造部材の発生応力度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おいては、添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

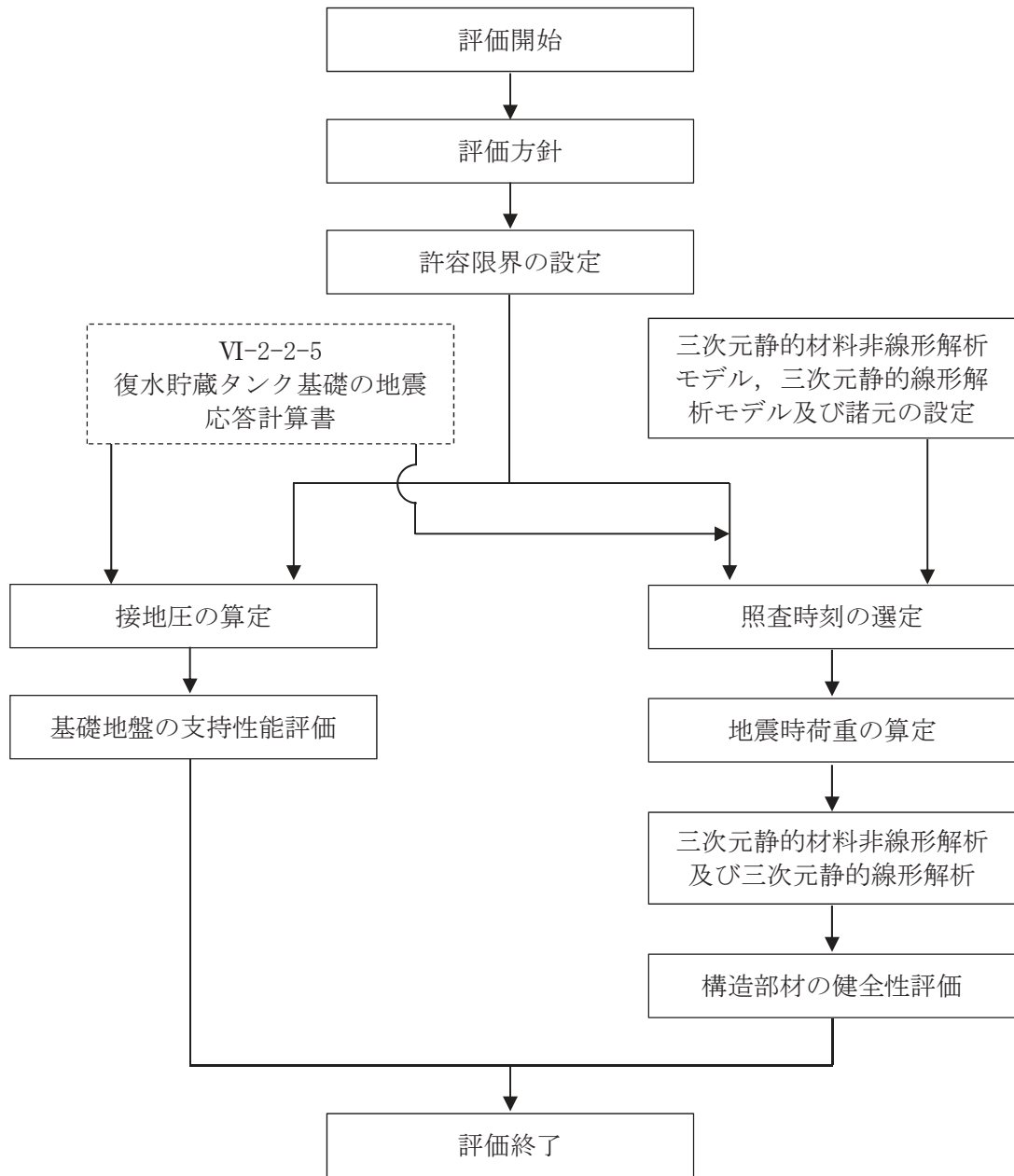


図 2-12 復水貯蔵タンク基礎の耐震評価フロー

表 2-1 復水貯蔵タンク基礎の評価項目（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
				せん断力	せん断耐力*
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ，照査用せん断力及び照査用層間変形角（面内）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*
常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ，照査用せん断力及び照査用層間変形角（面内）が許容限界を下回ることを確認	面外	限界層間変形角*
				面内	せん断耐力*

注記\*：妥当な安全余裕を考慮する。

表 2-2 復水貯蔵タンク基礎の評価項目（基礎版）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
				岩盤の極限支持力*	MMR の支圧強度*
構造強度を有すること及び常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	発生する応力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	短期許容応力度
				せん断力	短期許容応力度
	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*	
		MMR		MMR の支圧強度*	

注記\*：妥当な安全余裕を考慮する。

## 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）
- コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2012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 原子力土木委員会，2005年6月）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 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）
- 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- 道路橋示方書（Ⅴ耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）

### 3. 耐震評価

#### 3.1 地震時荷重算出断面及び解析手法の選定

復水貯蔵タンク基礎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、しゃへい壁及び復水貯蔵タンクを中心を通る基礎長辺方向（A-A断面、南北）及び基礎短辺方向（B-B断面、東西）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、復水貯蔵タンク基礎は基礎版上に円筒形のしゃへい壁が設置された構造であり、強軸方向・弱軸方向が明確ではないことから、基礎長辺方向（A-A断面、南北）及び基礎短辺方向（B-B断面、東西）の両断面に対して耐震評価を実施する。

また、復水貯蔵タンク基礎は、加振方向に平行に配置される面部材（妻壁、隔壁及びしゃへい壁）を有する箱形構造物であり、常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能（支持機能）が要求されることから、シェル要素を用いた三次元構造解析モデルにより耐震評価を行う。

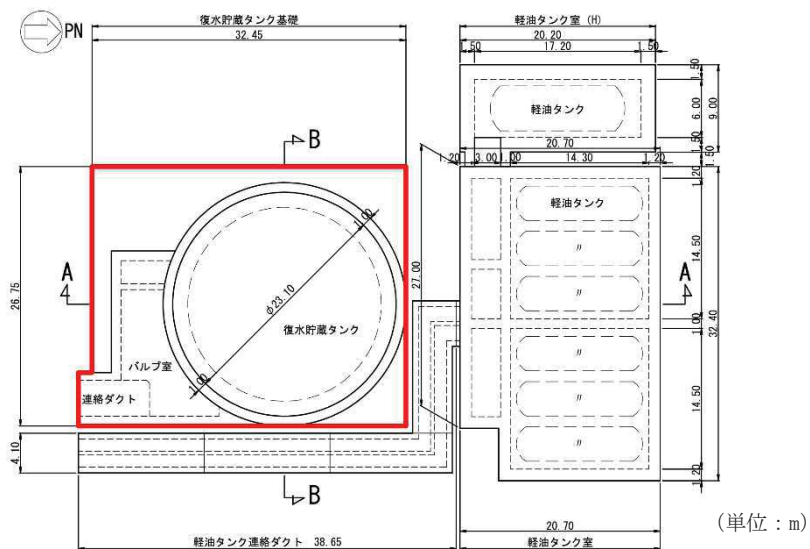


図3-1 復水貯蔵タンク基礎の地震時荷重算出断面位置図

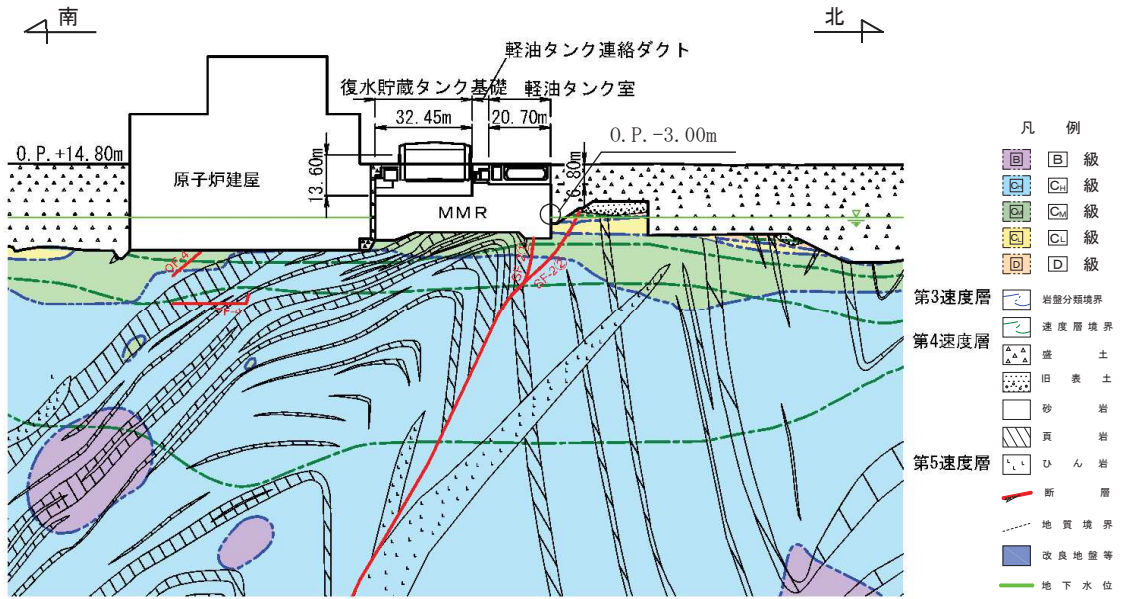


図 3-2 復水貯蔵タンク基礎 地震時荷重算出用地質断面図 (A-A 断面, 南北)

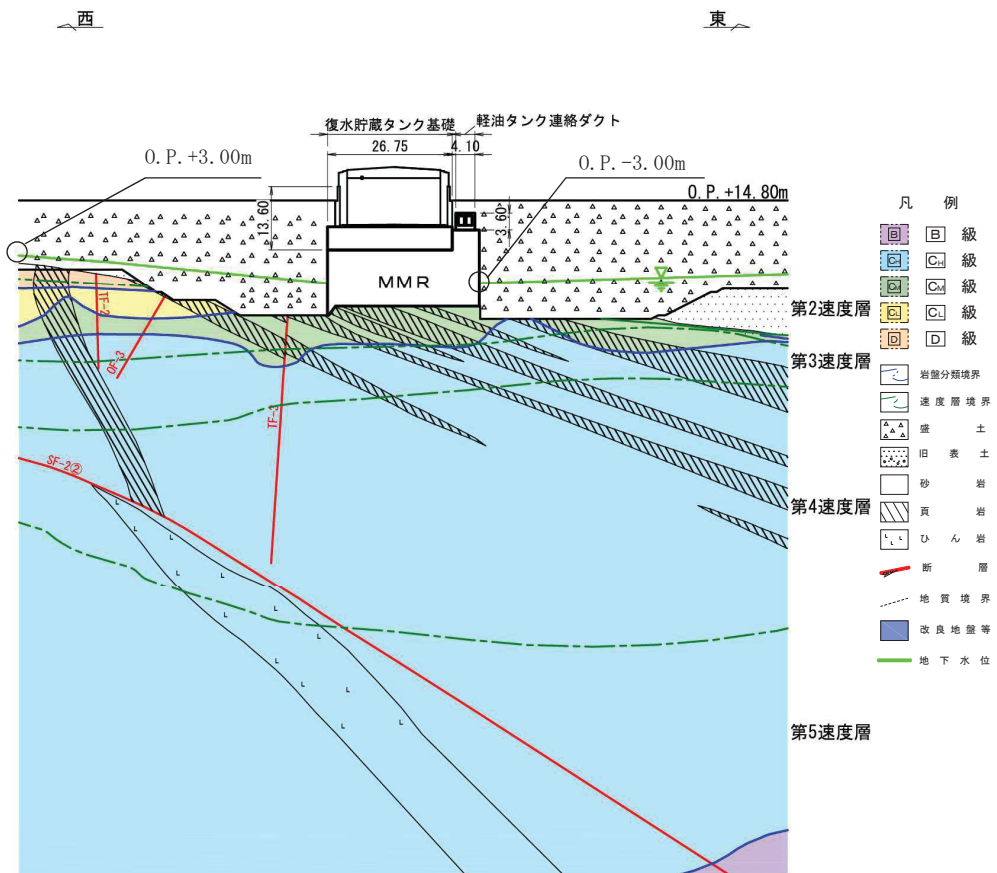


図 3-3 復水貯蔵タンク基礎 地震時荷重算出用地質出断面図 (B-B 断面, 東西)

### 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	しゃへい壁, バルブ室, バルブ室 (ハッチ部) 側壁, 連絡ダクト, 基礎版	設計基準強度 20.5N/mm <sup>2</sup>
	バルブ室 (ハッチ部) 頂版	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>
鉄筋		SD345

表 3-2 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*	3.00×10 <sup>4</sup>	解析ケース④
		設計基準強度	2.33×10 <sup>4</sup>	解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比		0.2	

注記\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。



### 3.3 許容限界

許容限界は、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 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

##### a. シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクト

非線形シェル要素によりモデル化を行うシャへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は，原子力発電所屋外重要土木建造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005年6月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に基づき，限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）とする。

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

また，シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの各部材のアンカー定着部に要求される常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないことの確認においては，主鉄筋のひずみ及びコンクリートの圧縮ひずみについて，おおむね弾性範囲に相当するひずみ（主鉄筋：1725 $\mu$ ，コンクリート：2000 $\mu$ ）とする。

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-3に示す。

表3-3 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界  
(シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクト)

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% (10000 $\mu$ )
常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないこと		主鉄筋(SD345)：1725 $\mu$ コンクリート：2000 $\mu$

b. 基礎版

線形シェル要素によりモデル化を行う基礎版の構造強度を有することの確認及び常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、短期許容応力度とする。コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 3-4 及び表 3-5 に示す。

表 3-4 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度（基礎版）

設計基準強度	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		短期許容応力度* (N/mm <sup>2</sup> )
	f' <sub>ck</sub> = 20.5 (N/mm <sup>2</sup> )	許容曲げ圧縮応力度 σ' <sub>ca</sub>	7.8
許容せん断応力度 τ <sub>a1</sub>		0.42	0.63

注記\*：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）により地震時の割り増し係数として 1.5 を考慮する。

表 3-5 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度（基礎版）

鉄筋の種類	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		短期許容応力度* (N/mm <sup>2</sup> )
	SD345	許容引張応力度 σ <sub>sa</sub>	196

注記\*：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）により地震時の割り増し係数として 1.5 を考慮する。

(2) せん断破壊に対する許容限界

a. シャヘい壁，バルブ室及び連絡ダクト

非線形シェル要素によりモデル化を行うシャヘい壁，バルブ室及び連絡ダクトの構造強度を有することの確認及び常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）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くせん断耐力とする。

壁部材の面内せん断に対する許容限界は、層間変形角（面内）2000 μ（2/1000）とする。層間変形角（面内）2000 μ（2/1000）は、J E A G 4 6 0 1 -1987 において、耐震壁の終局耐力に相当する層間変形角 4000 μ（4/1000）に余裕を見込んだ許容限界かつ耐震壁の支持機能に対する許容限界として規定されている。

b. 基礎版

線形シェル要素によりモデル化を行う基礎版の構造強度を有することの確認及び常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）のせん断破壊に対する許容限界は、表 3-4 に示す短期許容応力度とする。

### 3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

#### (1) 支持地盤（狐崎部層）

基礎地盤（狐崎部層）に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「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（狐崎部層）の許容限界を表3-6に示す。

表3-6 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 <sup>2</sup> )
極限支持力	狐崎部層	13.7

#### (2) MMR（既設）

MMR（既設）に発生する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMR（既設）の許容限界を表3-7に示す。

表3-7 MMR（既設）の支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR（既設）	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
支圧強度	コンクリート ( $f'_{ck} = 15.6 \text{ N/mm}^2$ )	$f'_a = 15.6$

### 3.4 評価方法

#### 3.4.1 構造部材の健全性評価

復水貯蔵タンク基礎の耐震評価は、構造部材の剛性差を考慮して、しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトは非線形シェル要素を用いた三次元静的材料非線形解析、基礎版は線形シェル要素を用いた三次元静的線形解析により、それぞれ構造解析を実施する。三次元静的材料非線形解析及び三次元静的線形解析には、解析コード「SLAP Ver. 6.64」を用いる。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

三次元構造解析の入力荷重は、添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」に基づく地震応答解析において、復水貯蔵タンク基礎の耐震評価に支配的な荷重が最大となる時刻を選定し、当該時刻における地震時応答から設定する。

添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した地震時荷重（地震時土圧及び慣性力）を用いて、三次元構造解析により算定した照査用応答値が、「3.2 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

#### (1) 解析モデル

##### a. しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクト

しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトは、材料の非線形特性を考慮した非線形シェル要素でモデル化する。三次元構造解析モデルを図3-4及び図3-5に示す。

また、構造部材（鉄筋コンクリート）の非線形特性を図3-6及び図3-7に示す。

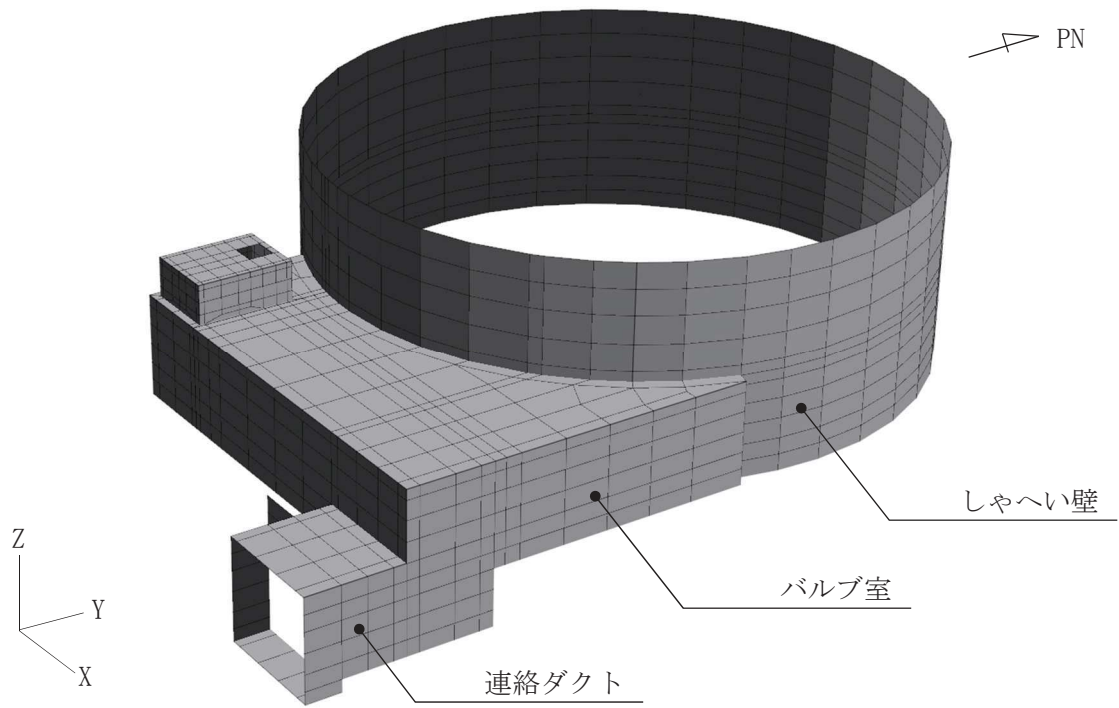


図 3-4 三次元構造解析モデル図 (鳥瞰図, 東側から望む)

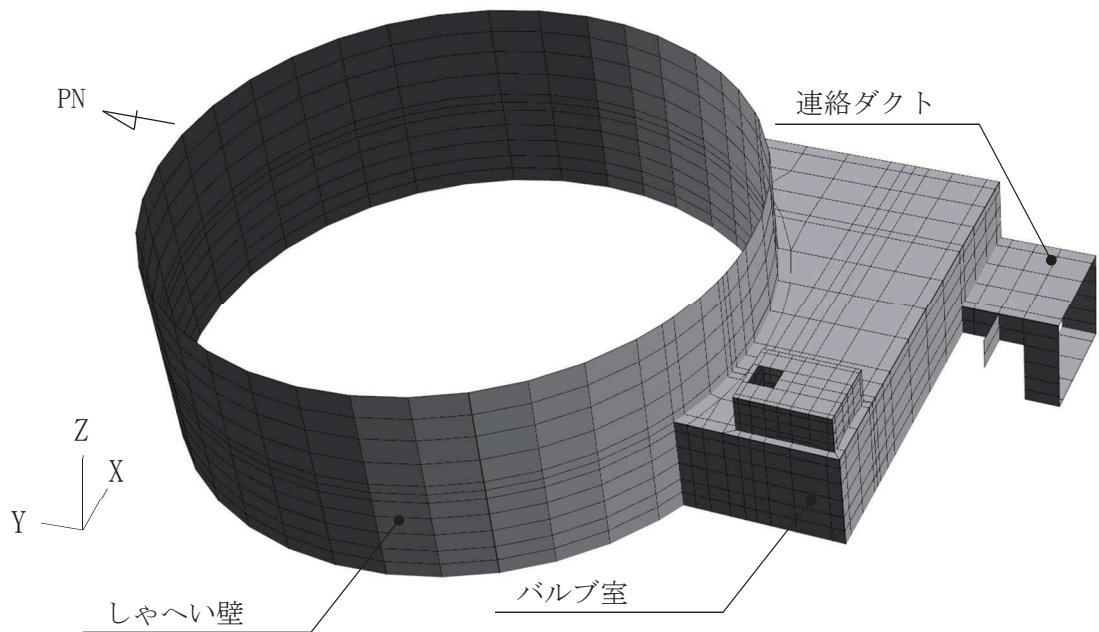


図 3-5 三次元構造解析モデル図 (鳥瞰図, 西側から望む)

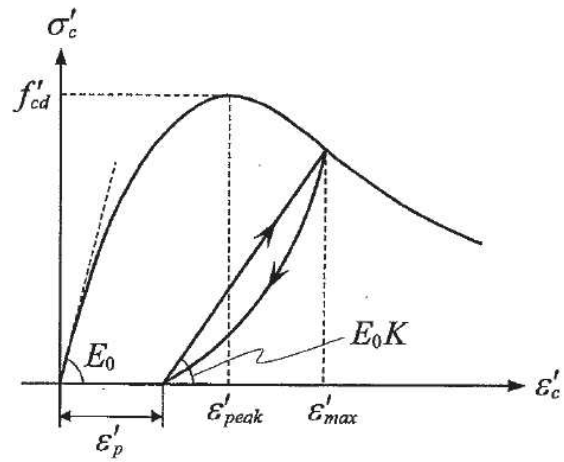


図 3-6 構造部材の非線形特性（コンクリートの応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書〔設計編〕（土木学会，2017 年制定）より引用）

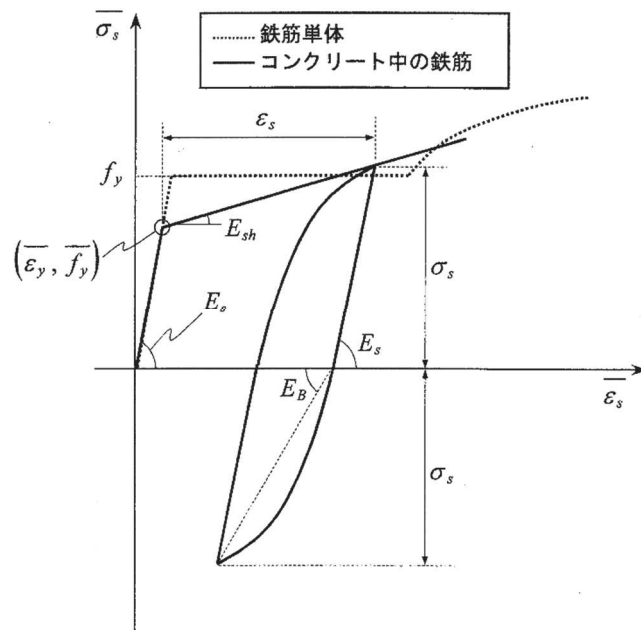


図 3-7 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書〔設計編〕（土木学会，2012 年制定）より引用）

b. 基礎版

基礎版は，線形シェル要素でモデル化する。三次元構造解析モデルを図 3-8 に示す。

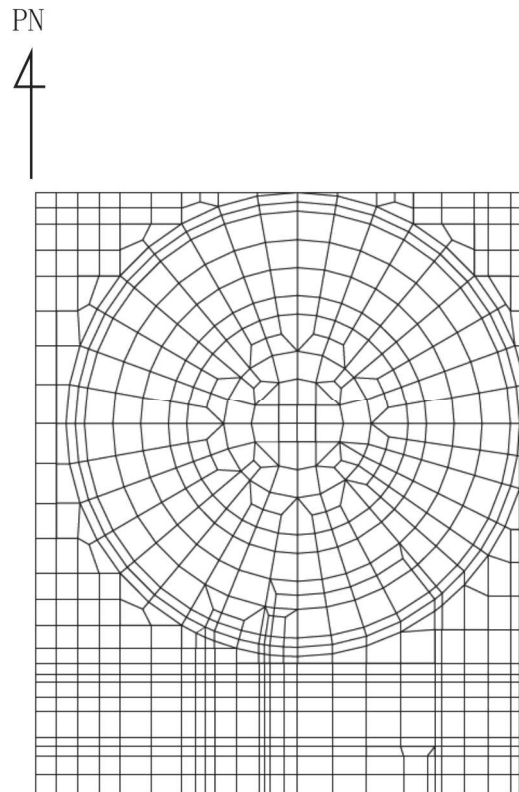


図3-8 基礎版 三次元構造解析モデル図

(2) 照査時刻

構造部材の健全性評価において，照査時刻は構造的特徴を踏まえ，損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなる時刻を地震応答解析の結果から複数選定する。表 3-8 にしゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの照査時刻を，表 3-9 に基礎版の照査時刻の選定の考え方を示す。

なお，復水貯蔵タンク基礎のうち，しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクトについて照査値が最大となるせん断破壊に対する照査時における作用荷重分布図を図 3-9 及び図 3-10 に，基礎版について照査値が最大となるせん断破壊に対する照査時における作用荷重分布図を図 3-11 に示す。

表3-8 照査時刻の考え方（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）

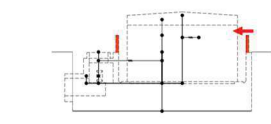
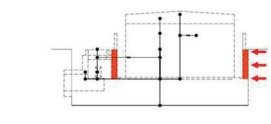
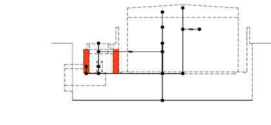
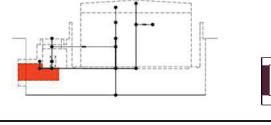
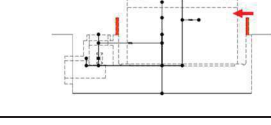
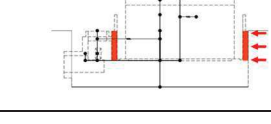
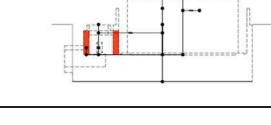
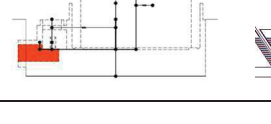

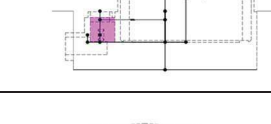
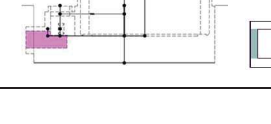
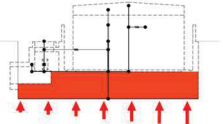
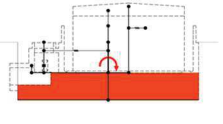
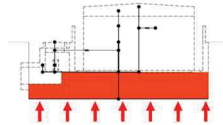
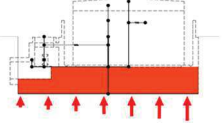
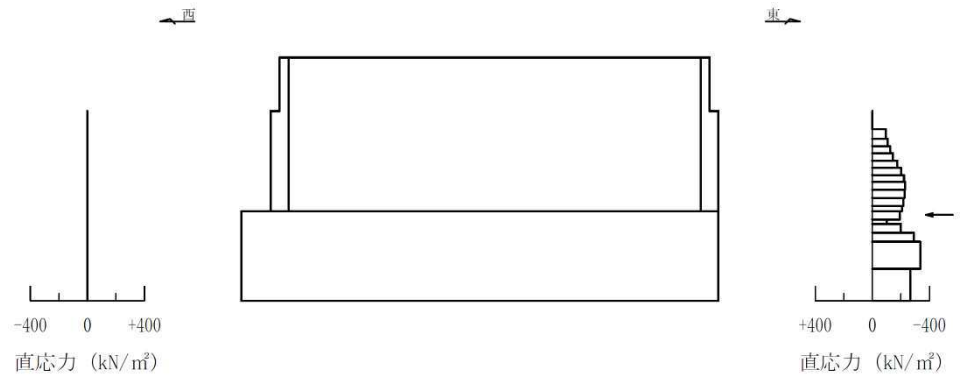
照査時刻	損傷モード	着目部位		加振方向	荷重抽出時刻
時刻 1-1	曲げ・軸力系の破壊	しゃへい壁 (地上部)		東西 南北	しゃへい壁部材（地上部）の転倒モーメントが最大となる時刻
時刻 1-2		しゃへい壁 (地中部)		東西 南北	しゃへい壁部材（地中部）の転倒モーメントが最大となる時刻
時刻 1-3		バルブ室壁		東西 南北	バルブ室頂版～基礎版間の層間変位が最大となる時刻
時刻 1-4		連絡ダクト壁		東西	連絡ダクト頂版～基礎版間の層間変位が最大となる時刻
時刻 1-5	せん断破壊 (面外)	しゃへい壁 (地上部)		東西 南北	しゃへい壁部材（地上部）の総水平荷重が最大となる時刻
時刻 1-6		しゃへい壁 (地中部)		東西 南北	しゃへい壁部材（地中部）の総水平荷重が最大となる時刻
時刻 1-7		バルブ室壁		東西 南北	総水平荷重が最大となる時刻 (バルブ室下端のせん断力が最大となる時刻)
時刻 1-8		連絡ダクト壁		東西	総水平荷重が最大となる時刻 (連絡ダクト下端のせん断力が最大となる時刻)
時刻 1-9	せん断破壊 (面内)	しゃへい壁		東西 南北	しゃへい壁部材の層間変位が最大となる時刻
時刻 1-10 (時刻 1-3)		バルブ室壁		東西 南北	バルブ室頂版～基礎版間の層間変位が最大となる時刻
時刻 1-11		連絡ダクト壁		南北	連絡ダクト頂版～基礎版間の層間変位が最大となる時刻

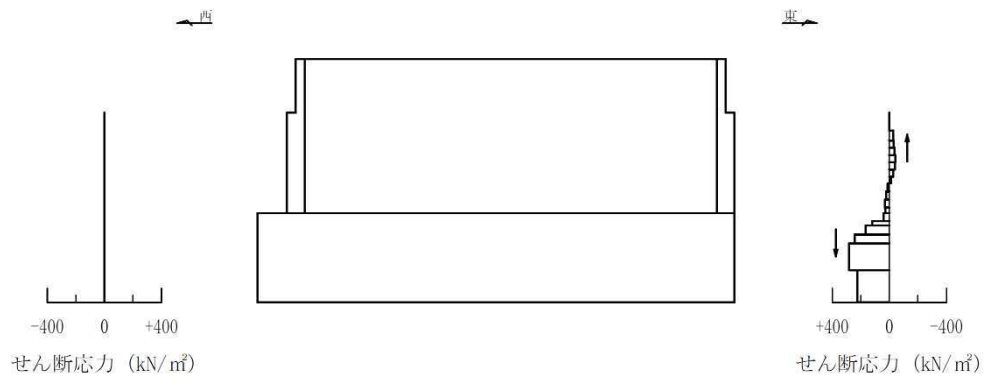


表3-9 照査時刻の考え方（基礎版）

照査時刻	損傷モード	着目部位		加振方向	荷重抽出時刻
時刻 2-1	曲げ・軸力系の破壊	基礎版 (全体)		東西 南北	基礎版に作用する総転倒モーメントが最大となる時刻
時刻 2-2		基礎版 (局所的)		東西 南北	各上部構造（しゃへい壁，バルブ室，連絡ダクト，復水貯蔵タンク）の下端位置曲げモーメントが最大となる時刻
時刻 2-3	せん断破壊 (面外)	基礎版 (全体)		東西 南北	地盤反力の合計値が最大となる時刻
時刻 2-4		基礎版 (局所的)		東西 南北	最大地盤反力発生時刻



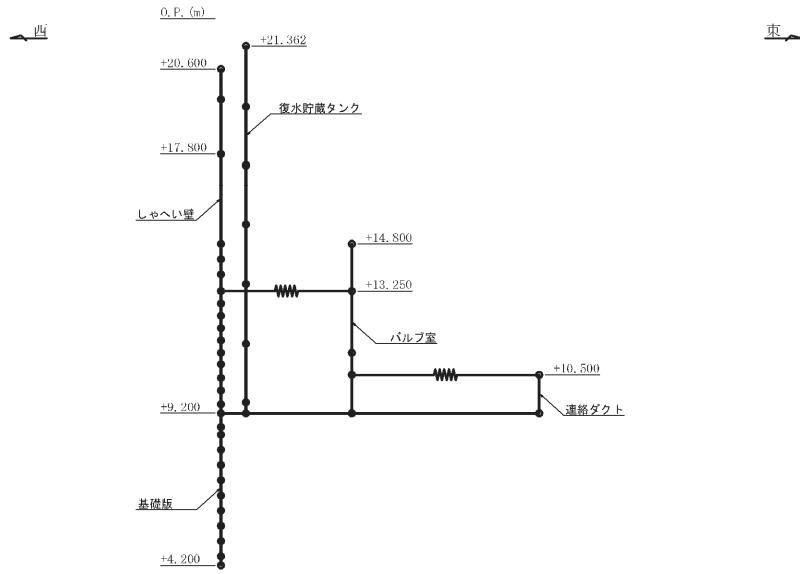
直応力



せん断応力

図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図 3-9 作用荷重分布図 (しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクトの照査: 直応力及びせん断応力)  
(解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)



地震応答解析 構造物モデル (水平)

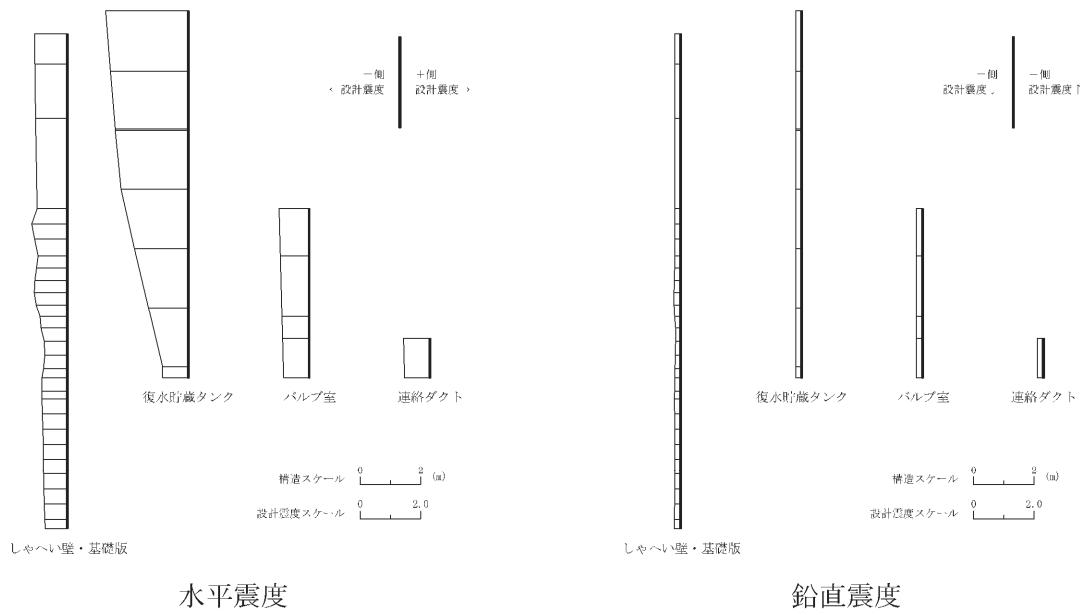
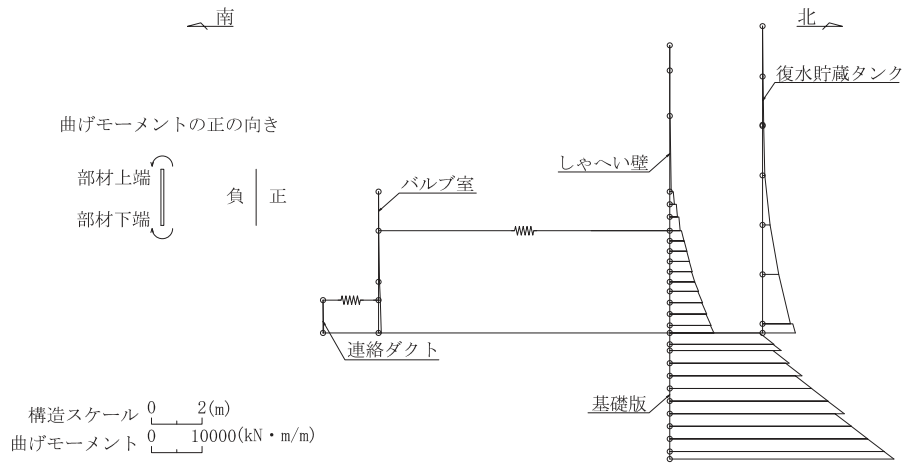
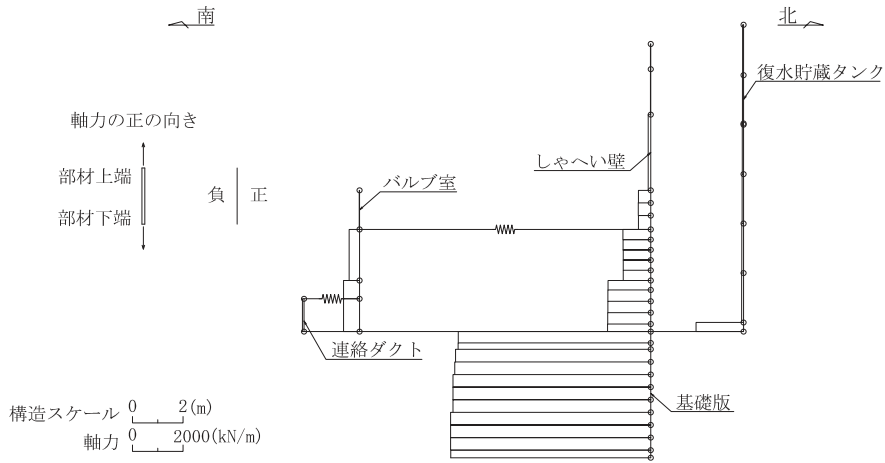


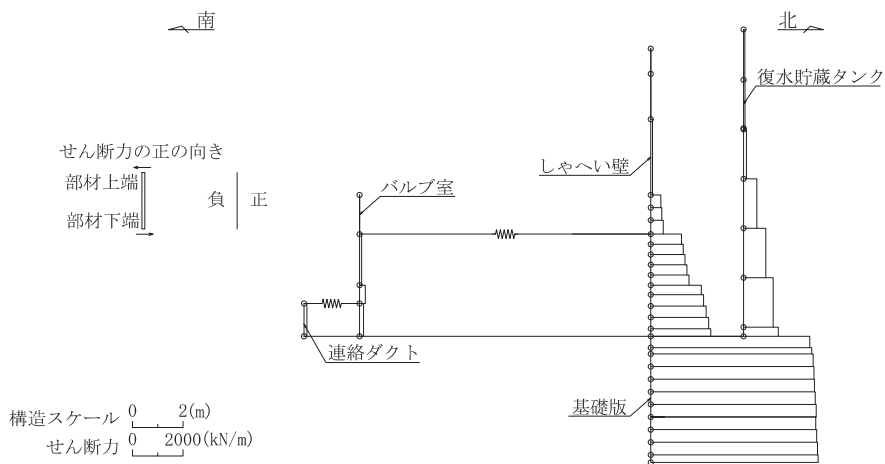
図 3-10 作用荷重分布図 (しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクトの照査：設計震度分布)  
(解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)



(a) 曲げモーメント



(b) 軸力



(c) せん断力

図 3-11 作用荷重分布図 (基礎版の照査)  
(解析ケース②, S s - D 2 (++) , 南北)

(3) 入力荷重

三次元構造解析の入力荷重は、設計値及び添付書類「VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書」より得られた地震応答解析に基づく「(2) 照査時刻」で選定した照査時刻における応答値を用いて算定する。入力荷重の一覧を表 3-10 に示す。

表 3-10 三次元構造解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
常時荷重	固定荷重	躯体自重
	積載荷重	機器・配管荷重
	常時土圧	躯体側面に作用する常時土圧
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力
	地震時土圧	躯体側面に作用する地震時土圧

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

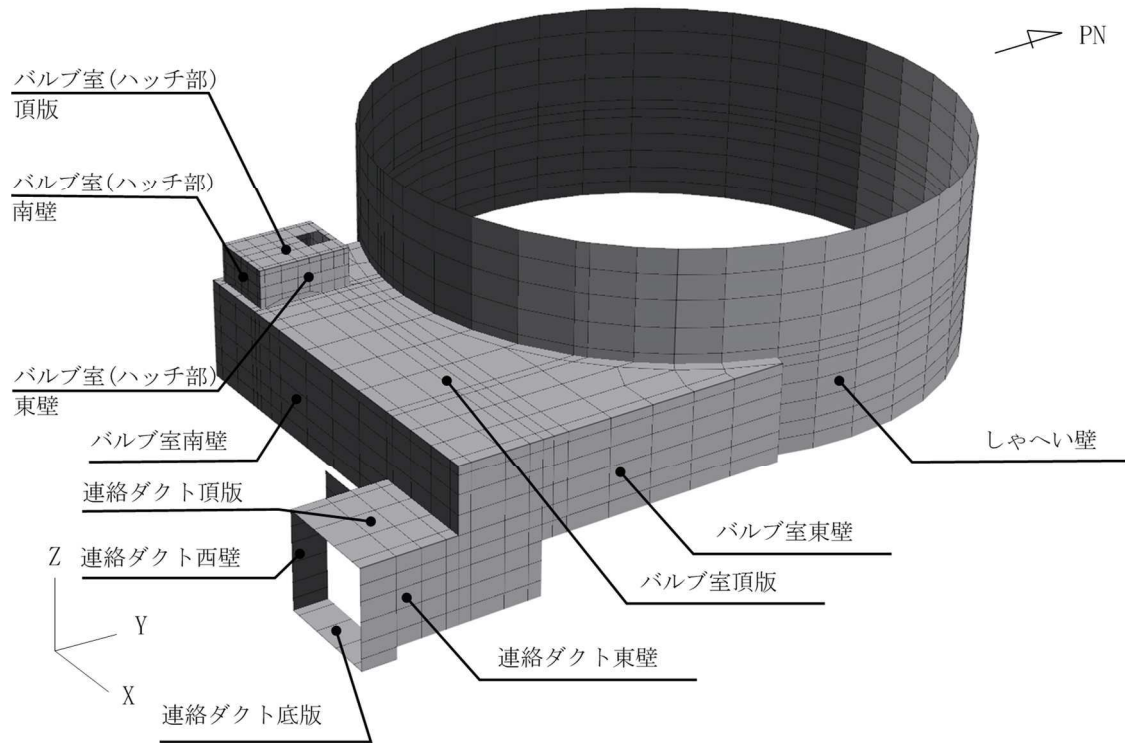
基礎地盤の支持性能評価においては、構造部材を支持する基礎岩盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

#### 4. 構造部材の地震時応答

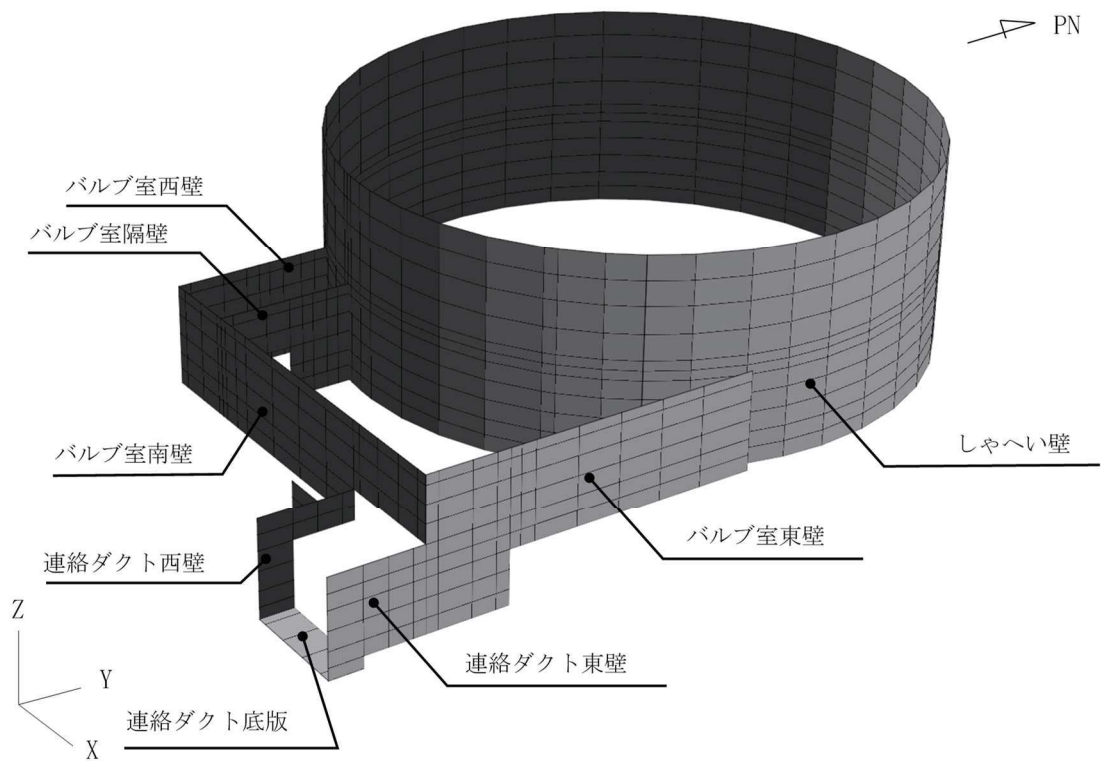
##### 4.1 シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクト

三次元静的材料非線形解析に基づく，シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの地震時応答結果を示す。各部材位置を図4-1及び図4-2に，各部材の要素座標系を図4-3に，シェル要素における各要素の断面力の方向を図4-4に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査のうち，各部材のコンクリートの圧縮ひずみ及び主鉄筋のひずみに対して最大照査値となる評価時刻でのひずみ分布を図4-5及び図4-6に，せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力分布を図4-7～図4-12に示す。

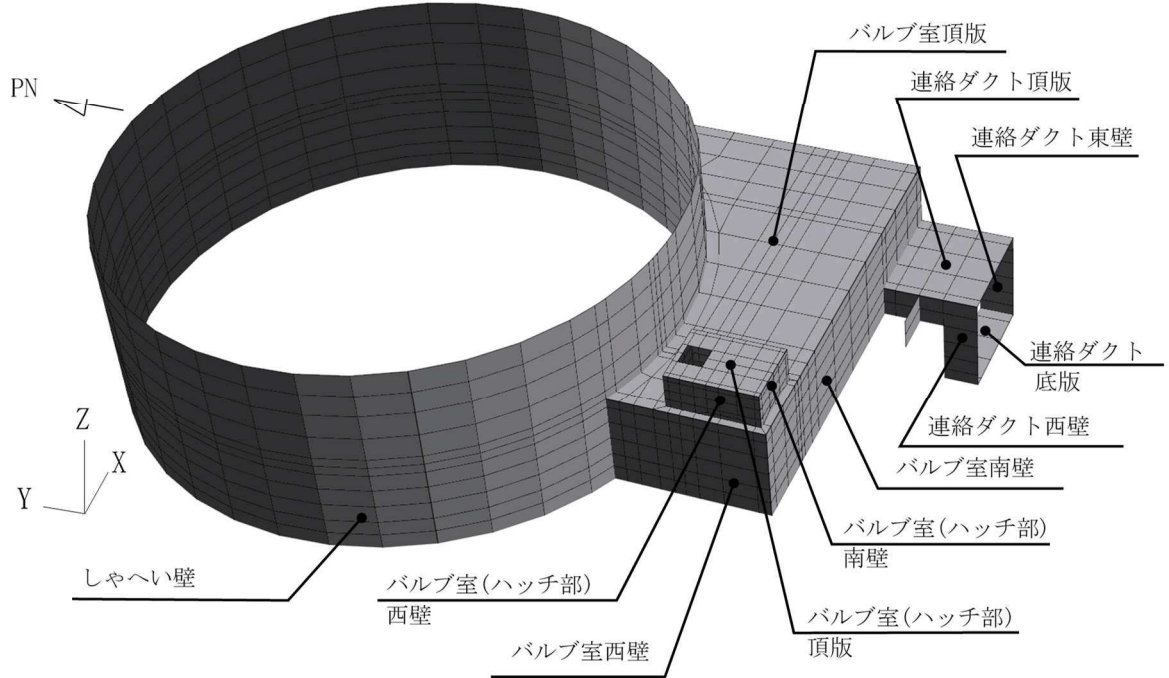


(a) バルブ室及び連絡ダクト頂版表示

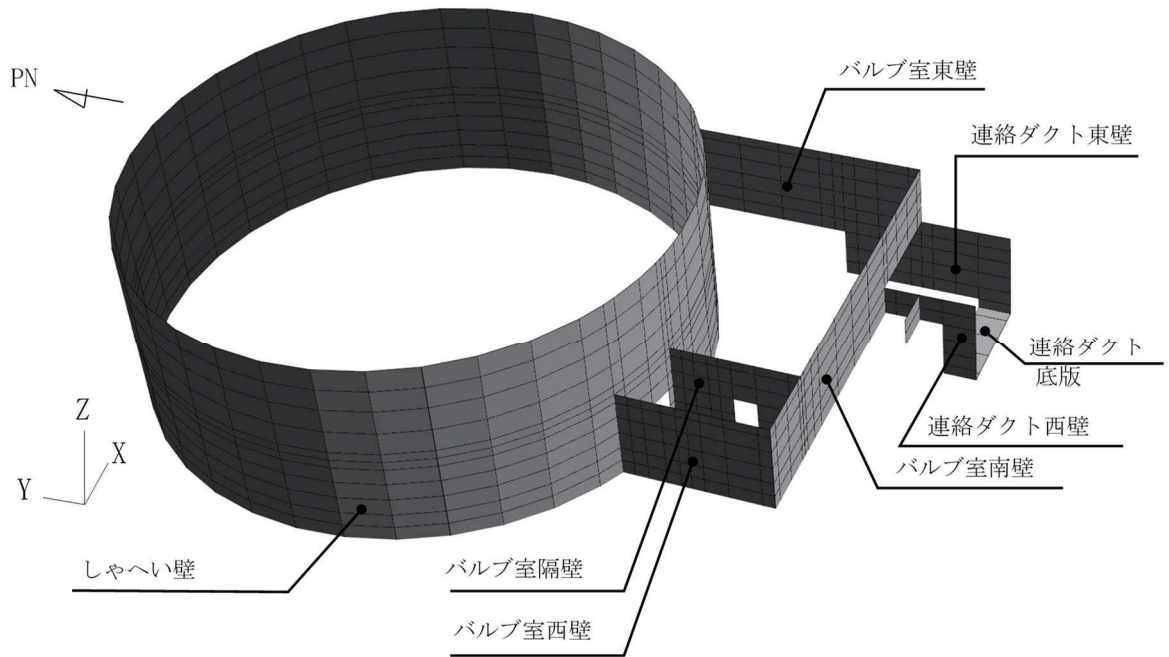


(b) バルブ室及び連絡ダクト頂版非表示

図 4-1 各部材位置 (東側から望む)



(a) バルブ室及び連絡ダクト頂版表示



(b) バルブ室及び連絡ダクト頂版非表示

図 4-2 各部材位置 (西側から望む)



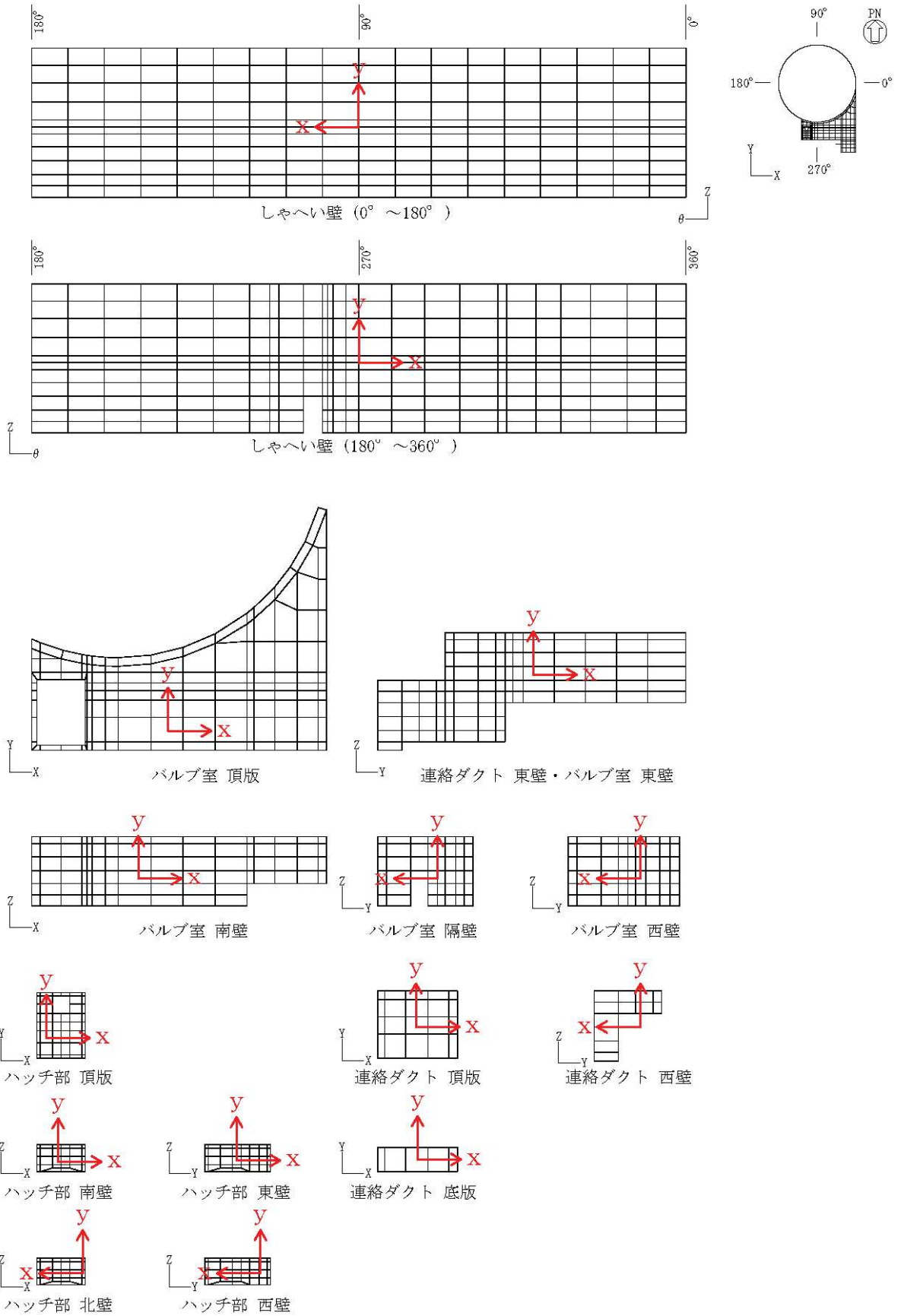
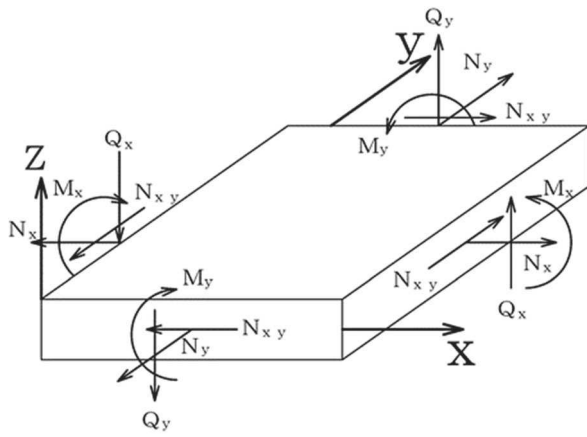


図 4-3 各部材の要素座標系



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

図 4-4 シェル要素における断面力の方向

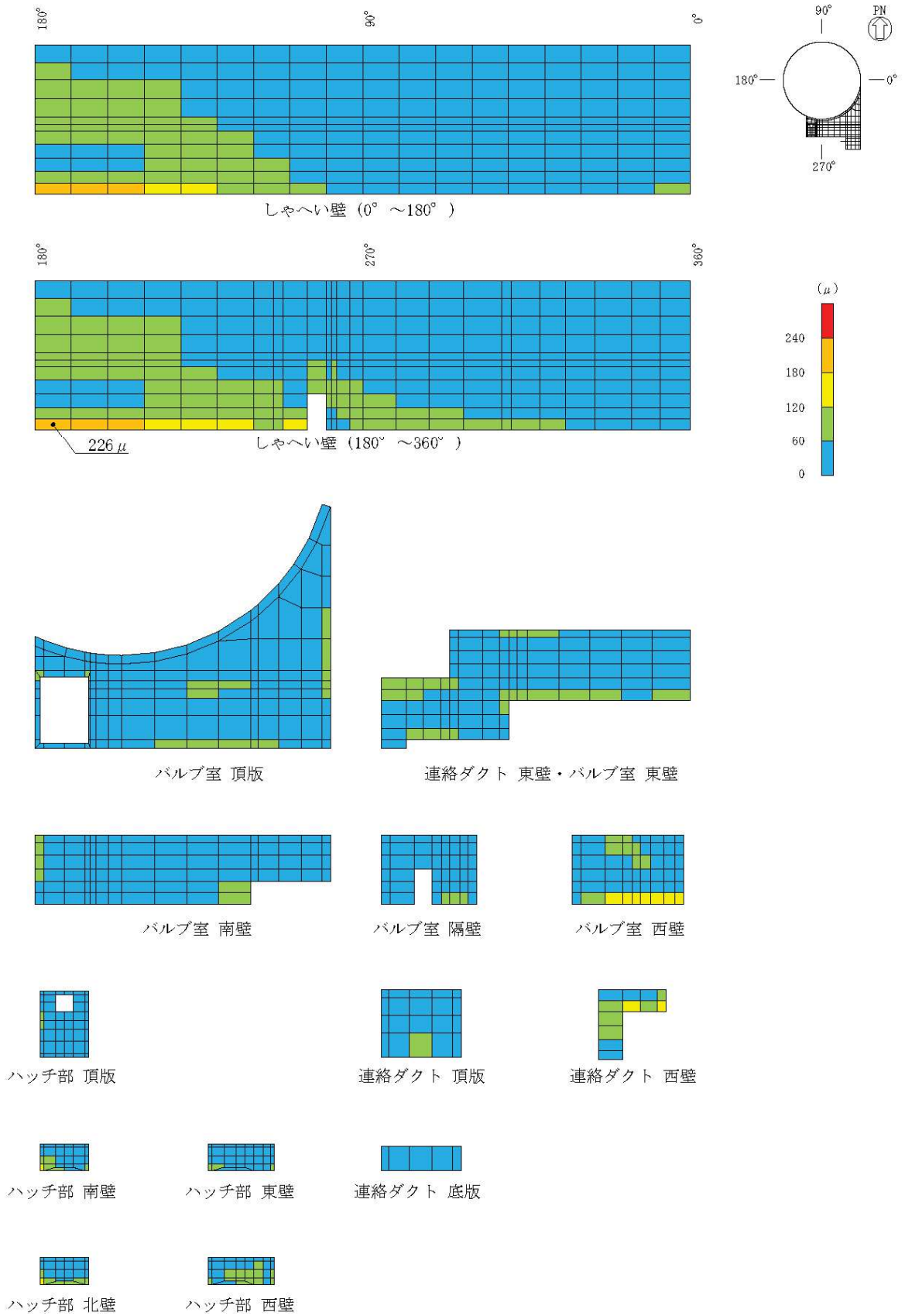


図 4-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (コンクリート)  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース①, S s - D 2 (-+), 東西)

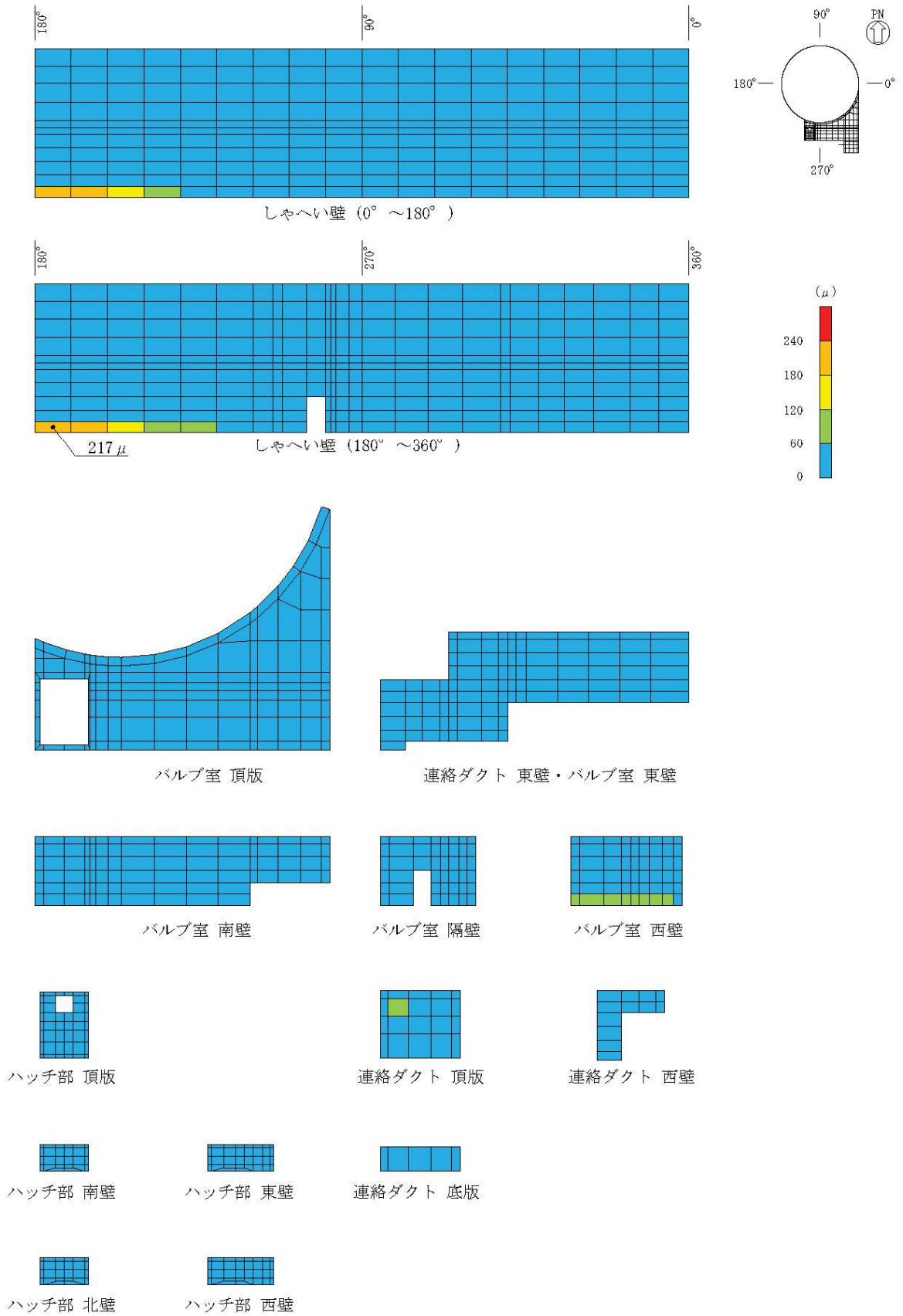


図 4-6 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (鉄筋)  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース①, S s - D 2 (-+), 東西)

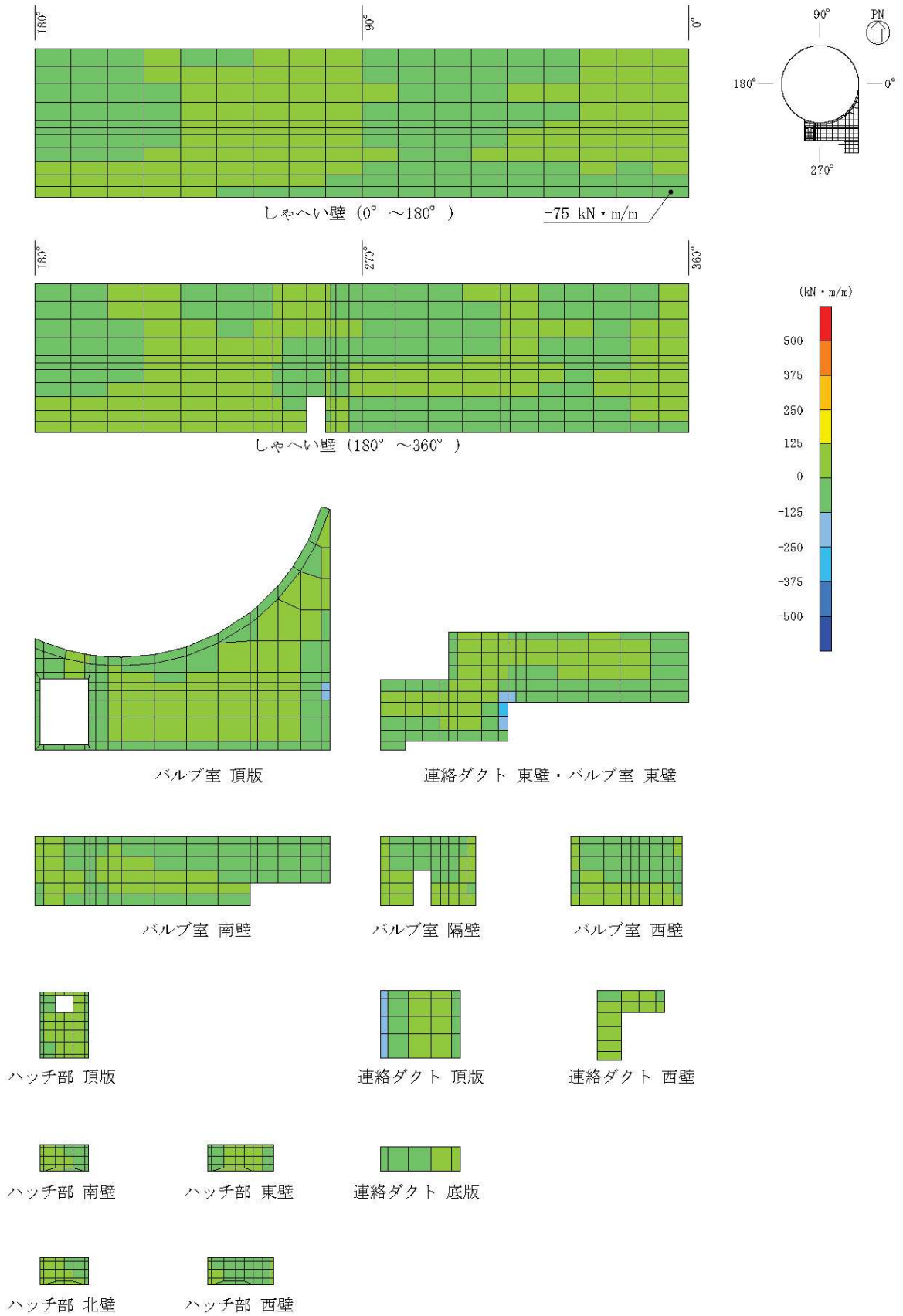


図 4-7 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (曲げモーメント (kN · m/m) :  $M_x$ )  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)

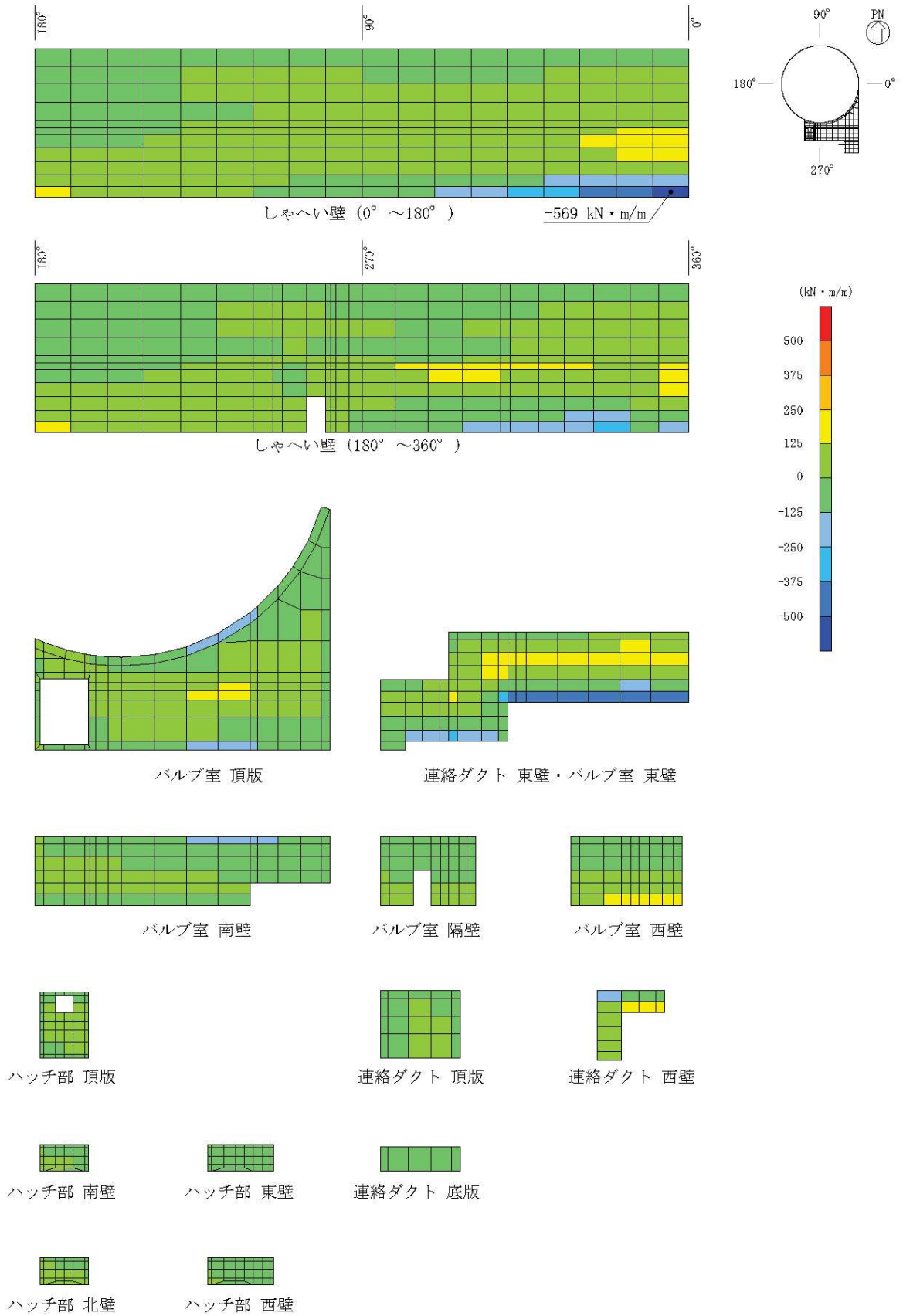


図 4-8 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (曲げモーメント (kN · m/m) :  $M_y$ )  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)

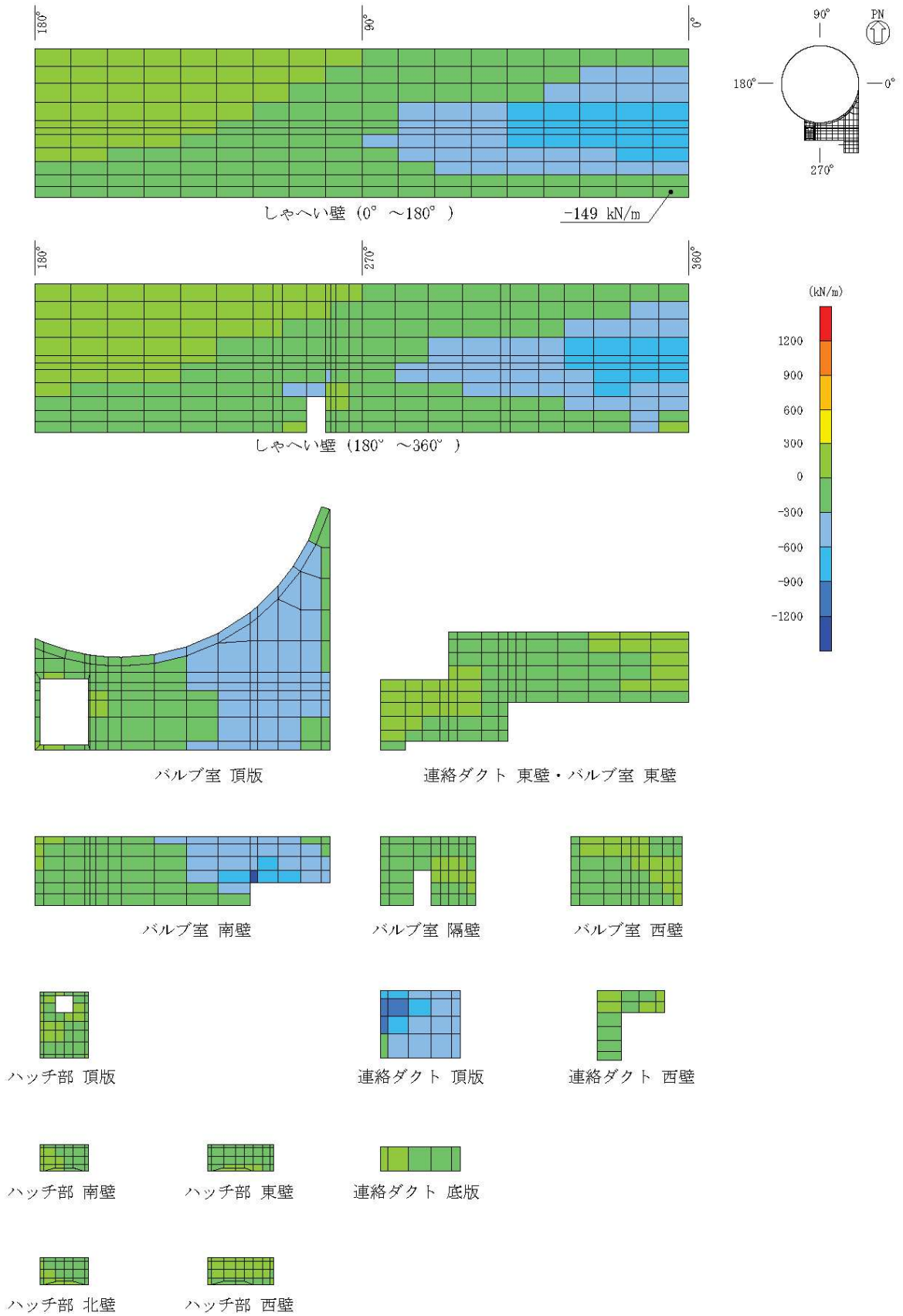


図 4-9 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_x$ )  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース②,  $S_s - D 2 (+ +)$ , 東西)

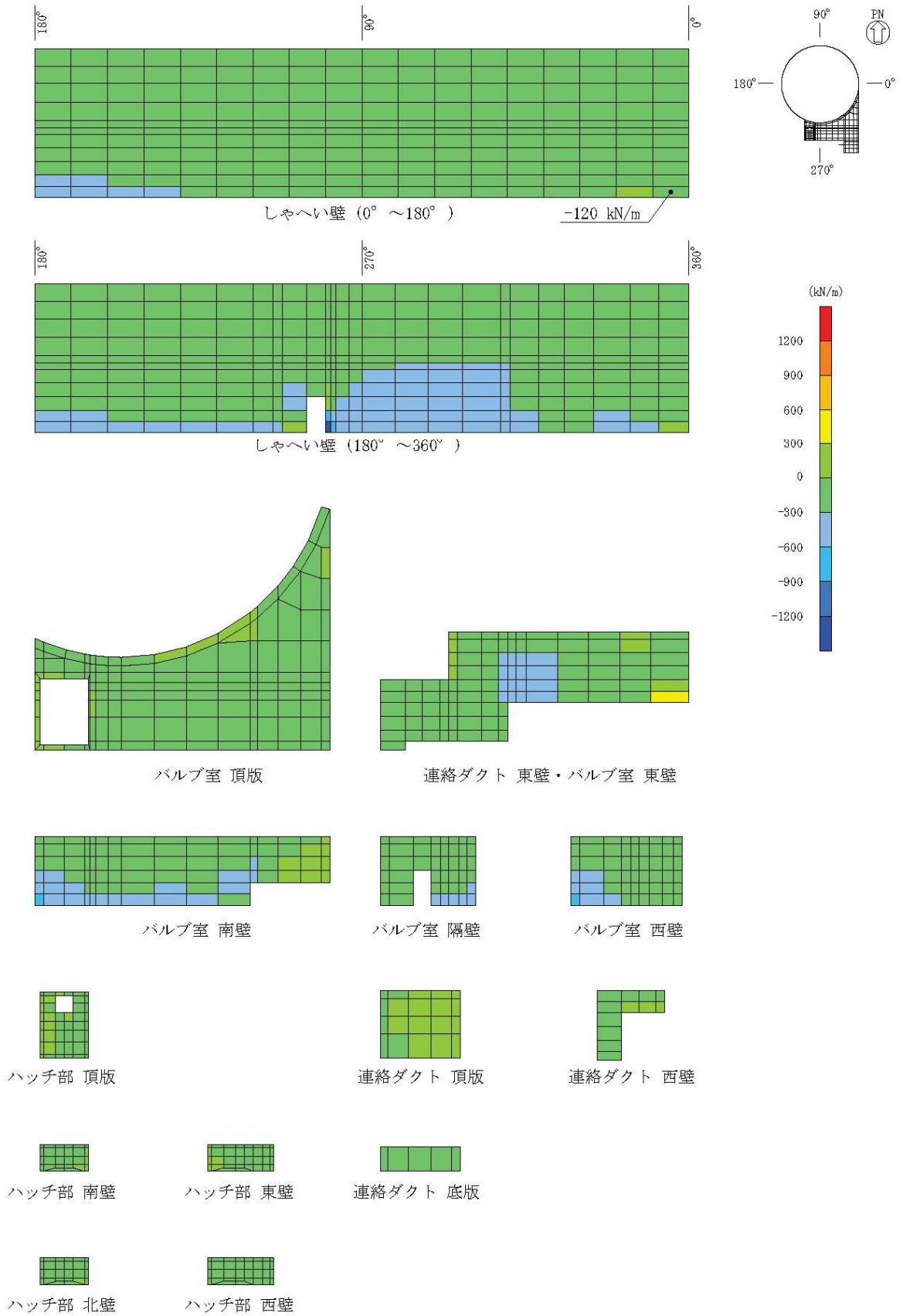


図 4-10 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_y$ )  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)



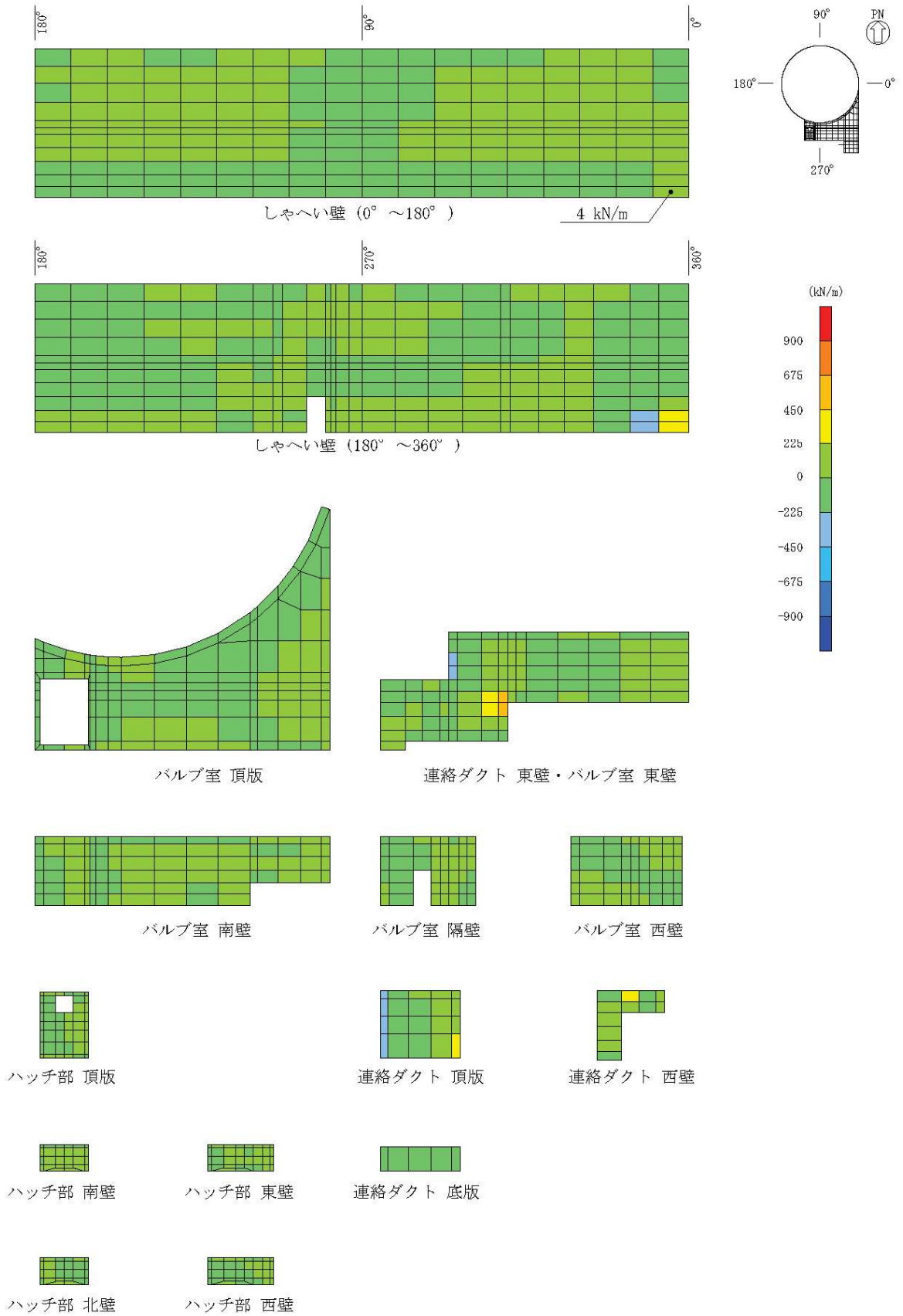


図 4-11 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_x$ )  
 (しゃへい壁 (地中部), 解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)

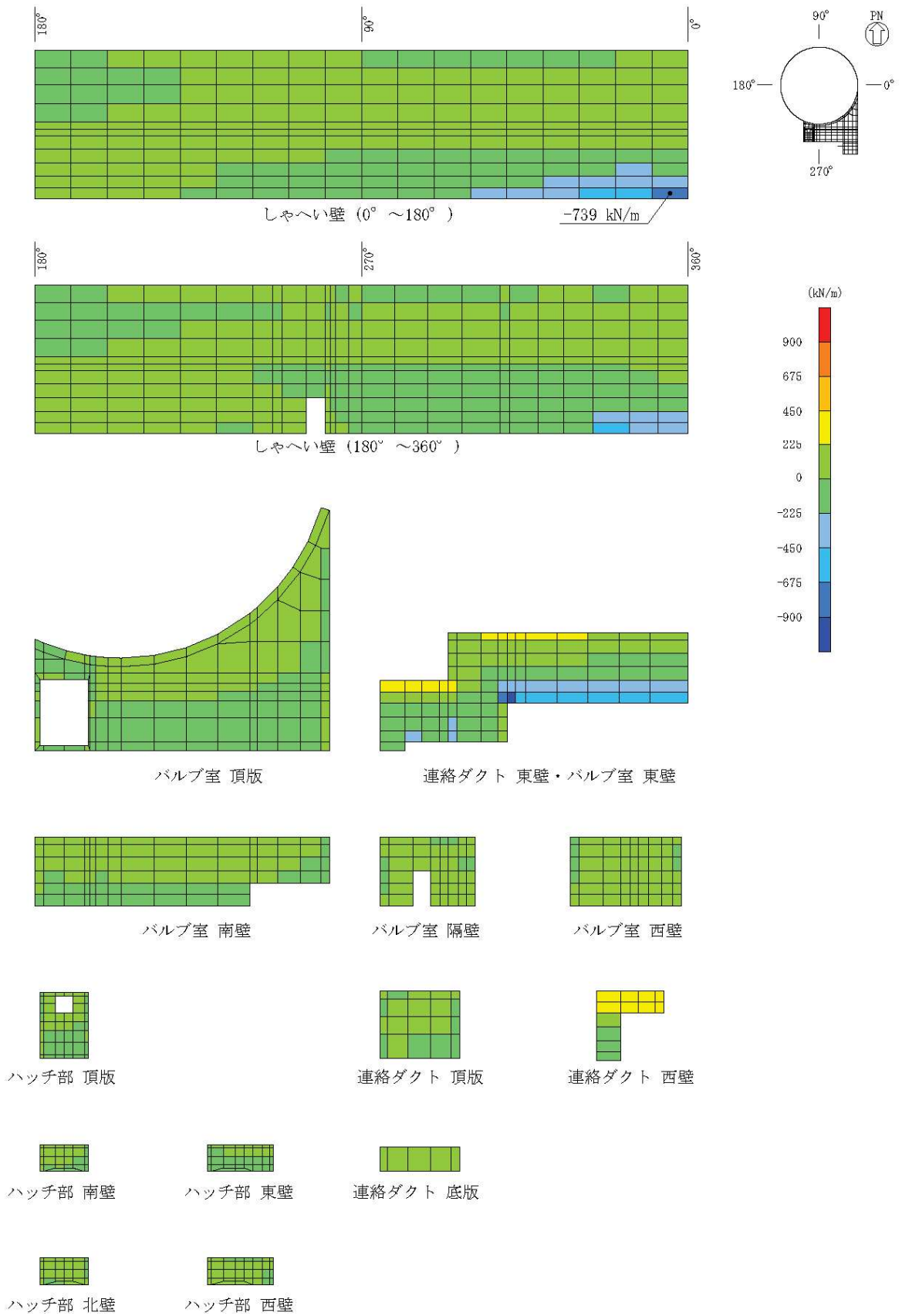


図 4-12 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_y$ )  
 (しやへい壁 (地中部), 解析ケース②, S s - D 2 (++) , 東西)

#### 4.2 基礎版

三次元静的線形解析に基づく、基礎版の地震時応答結果を示す。基礎版の要素座標系を図 4-13 に、シェル要素における各要素の断面力の方向を図 4-4 に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値の評価時刻での断面力分布を図 4-14～図 4-18 に、せん断破壊に対する最大照査値の評価時刻での断面力分布を図 4-19 及び図 4-20 に示す。

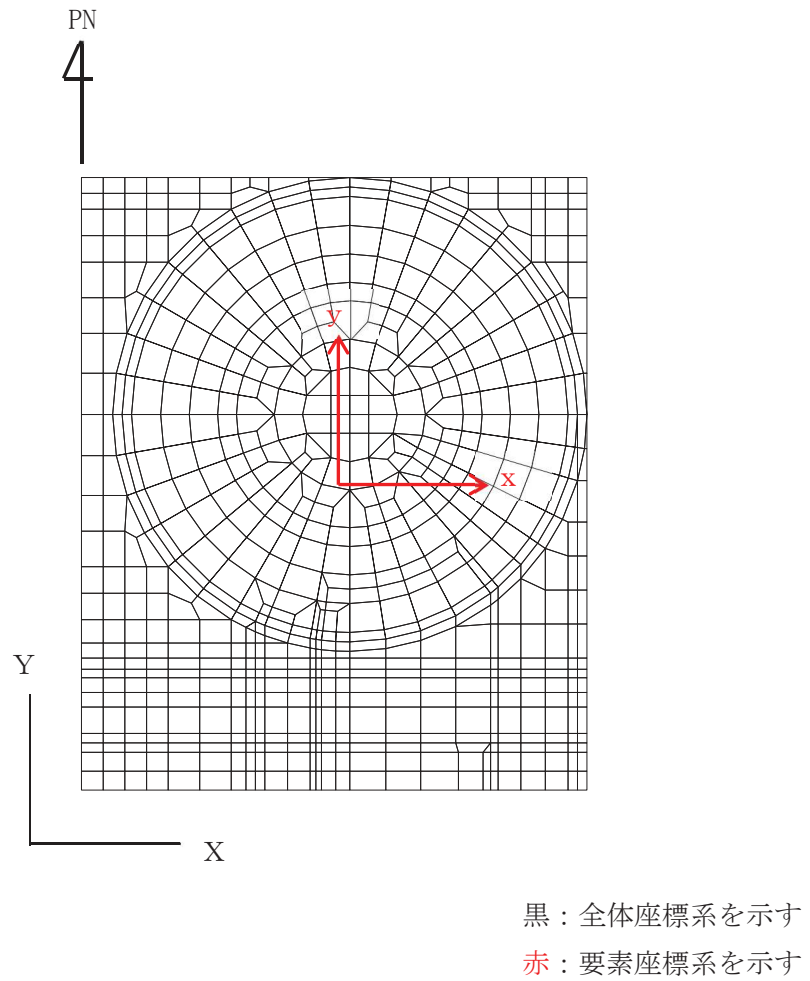


図 4-13 基礎版の要素座標系

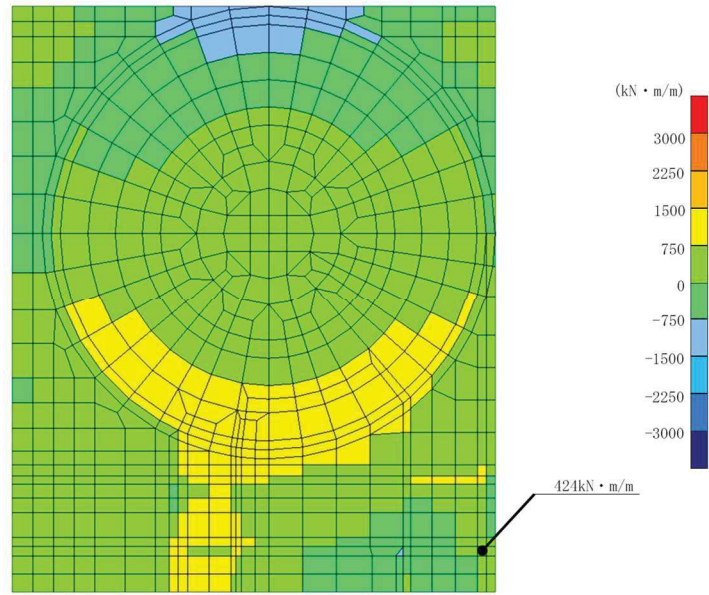


図 4-14 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (曲げモーメント (kN・m/m) :  $M_x$ )  
 (解析ケース②, S s - D 2 (++) , 南北)

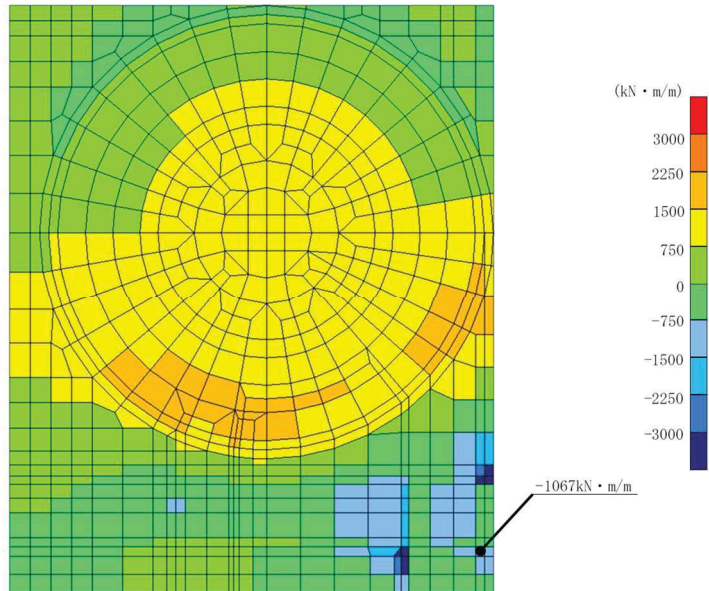


図 4-15 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (曲げモーメント (kN・m/m) :  $M_y$ )  
 (解析ケース②, S s - D 2 (++) , 南北)

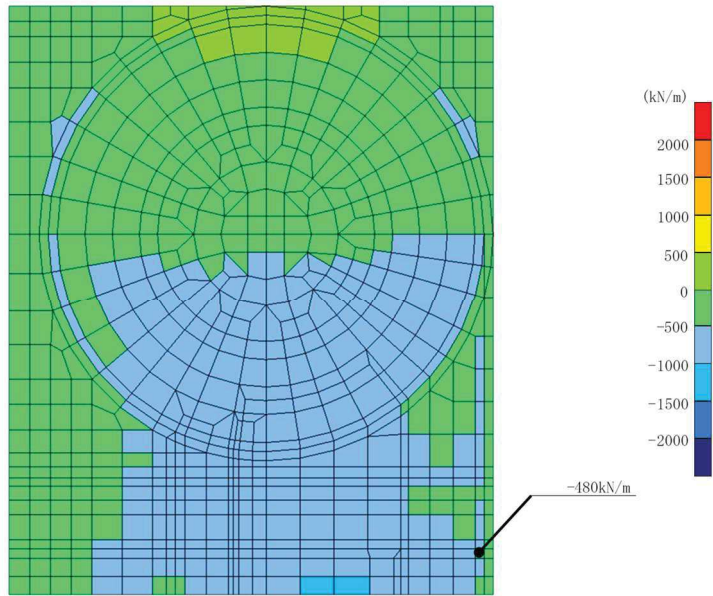


図 4-16 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_x$ )  
 (解析ケース②,  $S_s - D 2$  (++) , 南北)

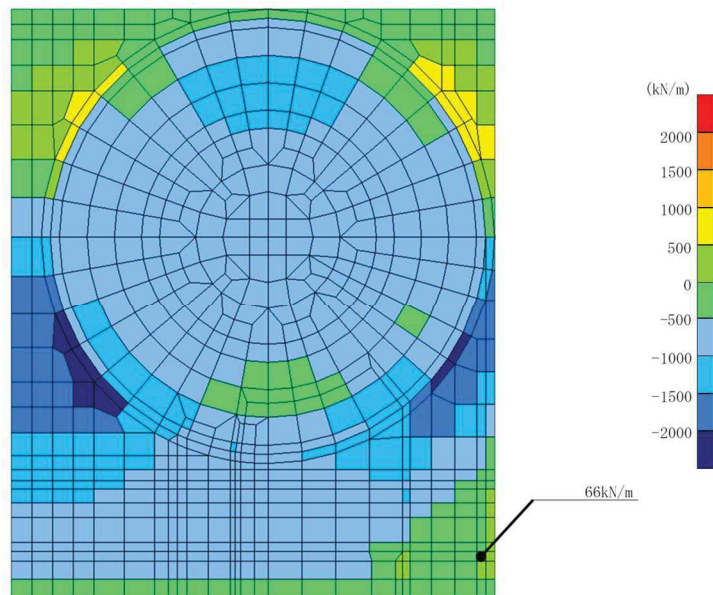


図 4-17 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_y$ )  
 (解析ケース②,  $S_s - D 2$  (++) , 南北)

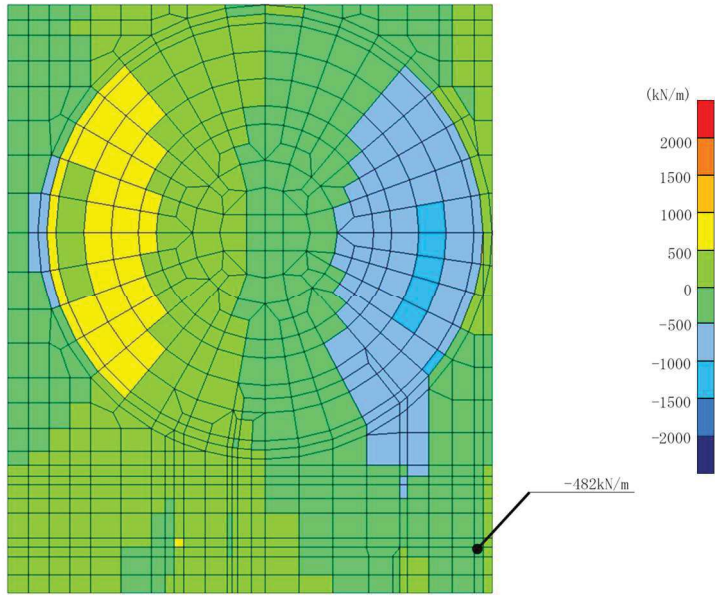


図 4-18 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (面内せん断力 ( $\text{kN/m}$ ) :  $N_{xy}$ )  
 (解析ケース②,  $S_s - D 2$  (++) , 南北)

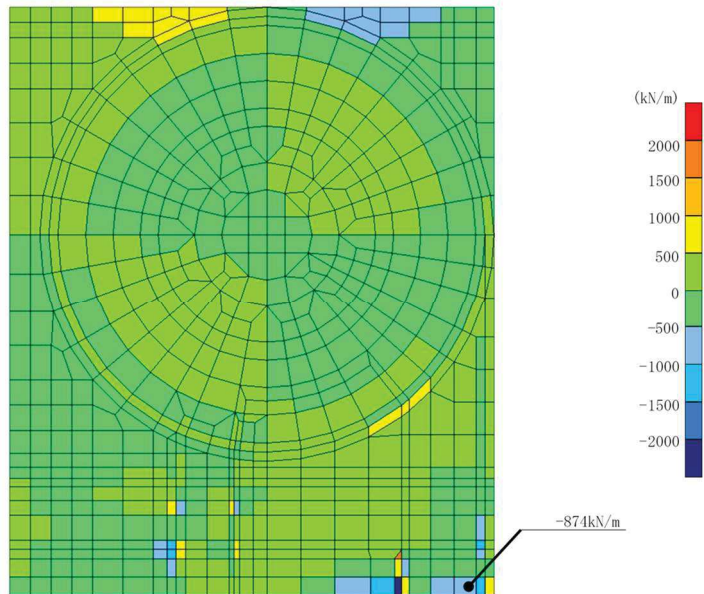


図 4-19 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (せん断力 ( $\text{kN/m}$ ) :  $Q_x$ )  
 (解析ケース②,  $S_s - D 2$  (++) , 南北)

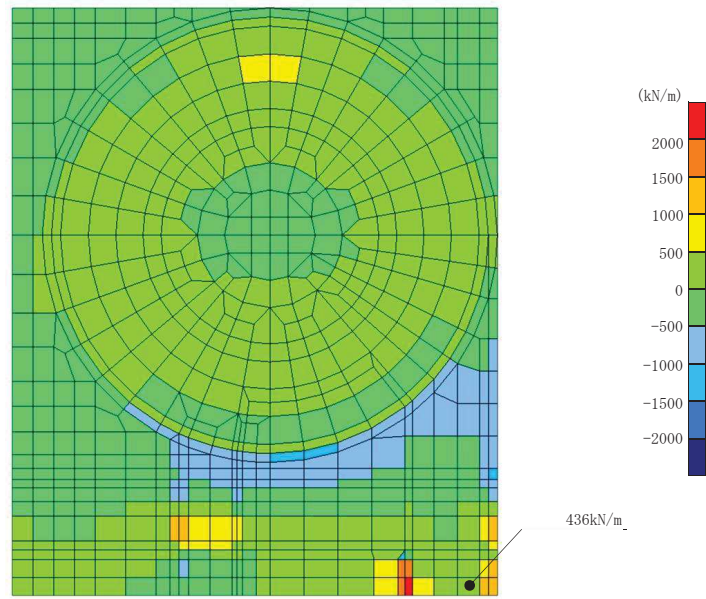


図 4-20 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
(せん断力 (kN/m) :  $Q_y$ )  
(解析ケース②, S s - D 2 (++) , 南北)

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性に対する評価結果

5.1.1 シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクト

シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-1 に，せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-2 に，各壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査値を表 5-3 に示す。

シャへい壁，バルブ室及び連絡ダクトの照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ），照査用せん断力及び壁部材の照査用層間変形角（面内せん断）が，構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	加振方向	照査用 ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界 ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$	
シャへい壁	地上部	13	①	S s - F 2 (++)	東西方向	100 $\mu$	10000 $\mu$	0.01	
	地中部	17	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	271 $\mu$	10000 $\mu$	0.03	
バルブ室	頂版	22	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	156 $\mu$	10000 $\mu$	0.02	
	南壁	32	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	250 $\mu$	10000 $\mu$	0.03	
	東西壁	50	②	S s - D 2 (++)	東西方向	205 $\mu$	10000 $\mu$	0.03	
	隔壁	60	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	146 $\mu$	10000 $\mu$	0.02	
	ハッチ部	頂版	110	①	S s - F 2 (++)	東西方向	88 $\mu$	10000 $\mu$	0.01
		南北壁	130	①	S s - F 2 (++)	東西方向	172 $\mu$	10000 $\mu$	0.02
		東西壁	140	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	162 $\mu$	10000 $\mu$	0.02
連絡ダクト	底版	70	①	S s - D 2 (++)	南北方向	44 $\mu$	10000 $\mu$	0.01	
	頂版	80	③	S s - D 2 (++)	東西方向	220 $\mu$	10000 $\mu$	0.03	
	東西壁	90	①	S s - F 3 (++)	東西方向	169 $\mu$	10000 $\mu$	0.02	

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$



表 5-2 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	加振方向	照査用 せん断力*2 $V_d$ (kN/m)	せん断 耐力 $V_{yd}$ (kN/m)	照査値 $V_d/V_{yd}$		
しゃへい壁	地上部	13	①	S s - F 2 (++)	東西方向	81	323	0.26	
	地中部	18	②	S s - D 2 (++)	東西方向	776	825	0.95	
バルブ室	頂版	22	①	S s - F 1 (++)	南北方向	140	419	0.34	
	南壁	32	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	769	1086	0.71	
	東西壁	50	②	S s - D 2 (++)	東西方向	949	1129	0.85	
	隔壁	60	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	85	476	0.18	
	ハッチ部	頂版	110	①	S s - F 1 (++)	東西方向	20	120	0.17
		南北壁	120	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	83	269	0.31
		東西壁	140	①	S s - F 2 (++)	東西方向	99	274	0.37
連絡ダクト	底版	70	①	S s - D 2 (++)	南北方向	81	249	0.33	
	頂版	80	④	S s - D 2 (++)	東西方向	225	763	0.30	
	東西壁	90	④	S s - D 2 (++)	東西方向	443	805	0.56	

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数  $\gamma_a$

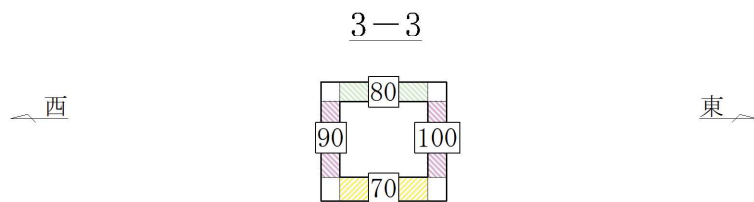
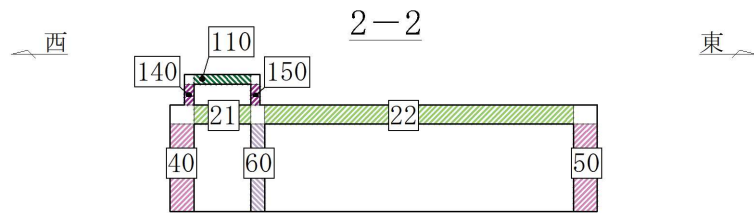
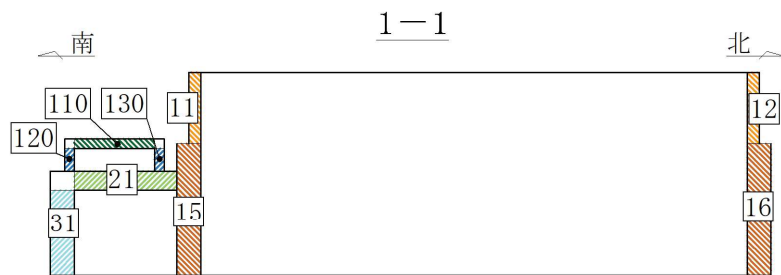
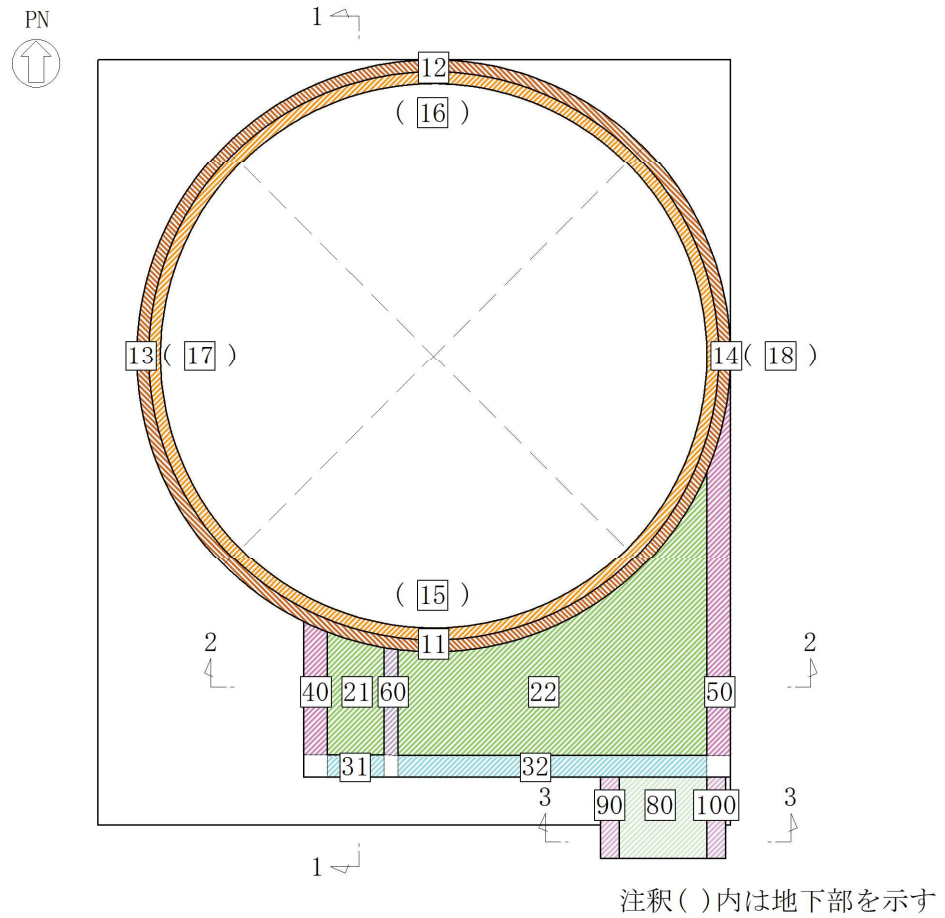


図 5-1 評価位置図 (しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクト)

表 5-3 壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	加振方向	照査用層間 変形角*2 $\gamma_d$	許容限界 $\gamma_R$	照査値 $\gamma_d / \gamma_R$	
しゃへい壁		1	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	49 $\mu$	2000 $\mu$	0.03
バルブ室	南壁	30	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	81 $\mu$	2000 $\mu$	0.05
	東西壁	40	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	112 $\mu$	2000 $\mu$	0.06
	隔壁	60	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	192 $\mu$	2000 $\mu$	0.10
	ハッチ部	南北壁	120	①	S s - F 1 (++)	東西方向	57 $\mu$	2000 $\mu$
東西壁		140	①	S s - F 3 (++)	南北方向	42 $\mu$	2000 $\mu$	0.03
連絡ダクト	東西壁	90	①	S s - D 2 (-+)	南北方向	129 $\mu$	2000 $\mu$	0.07

注記\*1：評価位置は図 5-2 に示す。

\*2：照査用層間変形角＝発生する層間変形角×構造解析係数  $\gamma_a$

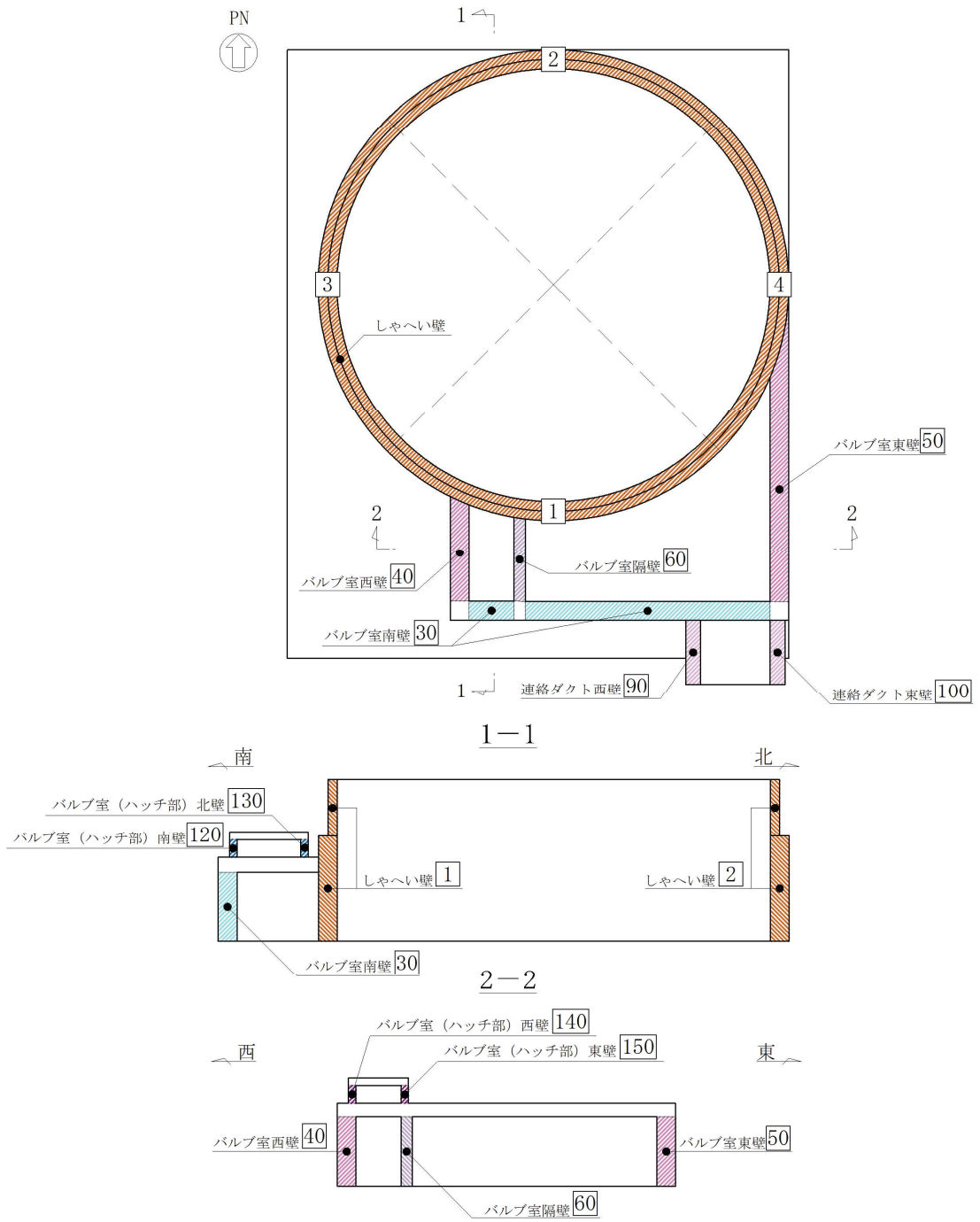


図 5-2 評価位置図 (各壁部材)

### 5.1.2 基礎版

基礎版の鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表5-4及び表5-5に、せん断破壊に対する照査値を表5-6に示す。

基礎版の発生応力度が、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-4 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート）

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生応力度 $\sigma'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\sigma'_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma'_c/\sigma'_{ca}$
212	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	東西方向	2323	-4558	1.4	11.7	0.12

注記\*：評価位置は図5-3に示す。

表5-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋）

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
213	②	S <sub>s</sub> -D2 (++)	南北方向	-1067	548	123	294	0.42

注記\*：評価位置は図5-3に示す。

表5-6 せん断破壊に対する照査

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	発生せん断力 (kN/m)	発生応力度 $\tau_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\tau_d/\tau_{a1}$
213	②	S <sub>s</sub> -D2 (++)	南北方向	874	0.40	0.63	0.64

注記\*：評価位置は図5-3に示す。

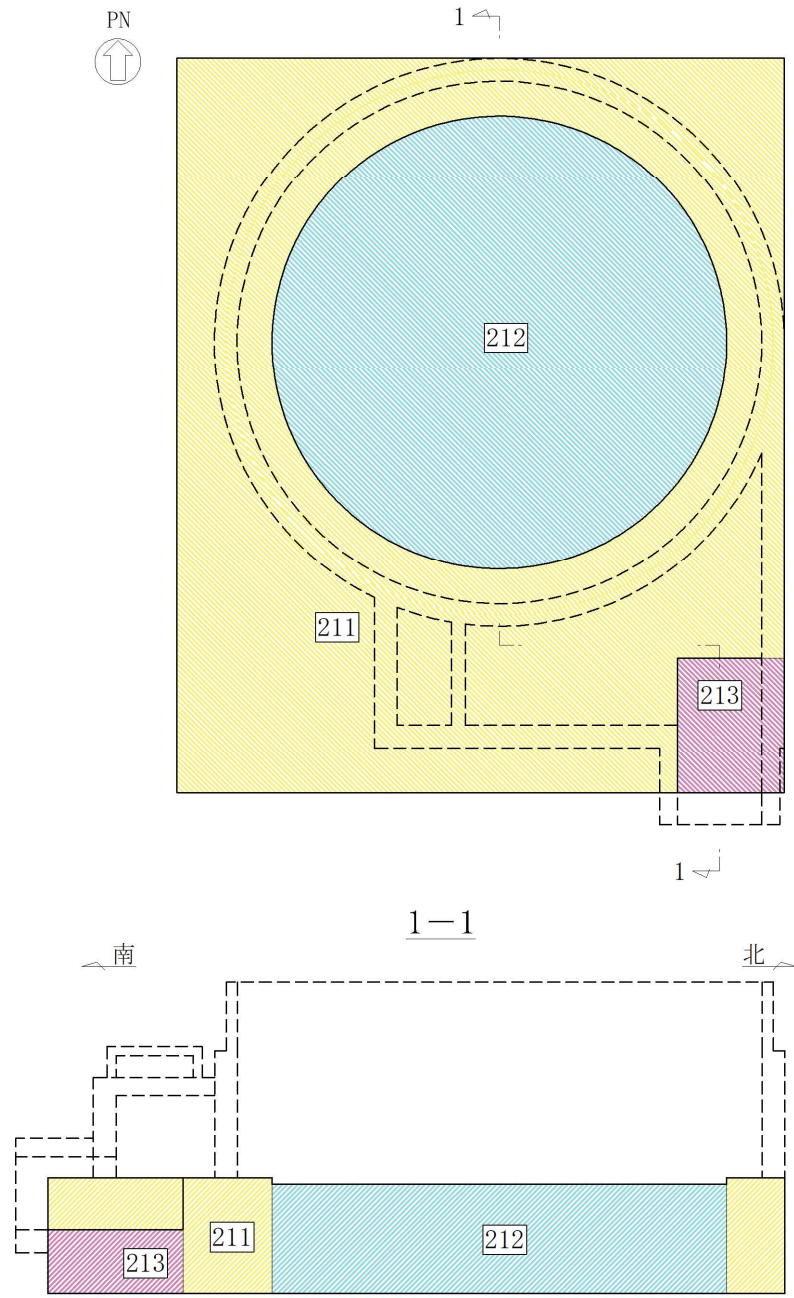


图 5-3 評価位置図（基礎版）

5.2 常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能に対する評価結果

5.2.1 シャヘい壁，バルブ室及び連絡ダクト

シャヘい壁，バルブ室及び連絡ダクトの鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-7及び表5-8に，せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-9に，各壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査値を表5-10に示す。

シャヘい壁，バルブ室及び連絡ダクトの照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ，主筋ひずみ），照査用せん断力及び壁部材の照査用層間変形角（面内せん断）が，常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-7 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	加振方向	照査用 ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界 ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$	
シャヘい壁	地上部	13	①	S s - F 2 (++)	東西方向	100 $\mu$	2000 $\mu$	0.05	
	地中部	17	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	271 $\mu$	2000 $\mu$	0.14	
バルブ室	頂版	22	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	156 $\mu$	2000 $\mu$	0.08	
	南壁	32	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	250 $\mu$	2000 $\mu$	0.13	
	東西壁	50	②	S s - D 2 (++)	東西方向	205 $\mu$	2000 $\mu$	0.11	
	隔壁	60	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	146 $\mu$	2000 $\mu$	0.08	
	ハッチ部	頂版	110	①	S s - F 2 (++)	東西方向	88 $\mu$	2000 $\mu$	0.05
		南北壁	130	①	S s - F 2 (++)	東西方向	172 $\mu$	2000 $\mu$	0.09
		東西壁	140	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	162 $\mu$	2000 $\mu$	0.09
連絡ダクト	底版	70	①	S s - D 2 (++)	南北方向	44 $\mu$	2000 $\mu$	0.03	
	頂版	80	③	S s - D 2 (++)	東西方向	220 $\mu$	2000 $\mu$	0.11	
	東西壁	90	①	S s - F 3 (++)	東西方向	169 $\mu$	2000 $\mu$	0.09	

注記\*1：評価位置は図5-1に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-8 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主鉄筋ひずみ）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	加振方向	照査用 ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界 ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$		
しゃへい壁	地上部	13	①	S s - F 2 (++)	東西方向	66 $\mu$	1725 $\mu$	0.04	
	地中部	17	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	261 $\mu$	1725 $\mu$	0.16	
バルブ室	頂版	22	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	90 $\mu$	1725 $\mu$	0.06	
	南壁	32	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	172 $\mu$	1725 $\mu$	0.10	
	東西壁	50	①	S s - F 2 (-+)	東西方向	172 $\mu$	1725 $\mu$	0.10	
	隔壁	60	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	97 $\mu$	1725 $\mu$	0.06	
	ハッチ部	頂版	110	①	S s - F 2 (++)	東西方向	25 $\mu$	1725 $\mu$	0.02
		南北壁	130	①	S s - D 2 (++)	南北方向	32 $\mu$	1725 $\mu$	0.02
		東西壁	140	①	S s - F 2 (++)	東西方向	49 $\mu$	1725 $\mu$	0.03
連絡ダクト	底版	70	①	S s - D 2 (++)	南北方向	17 $\mu$	1725 $\mu$	0.01	
	頂版	80	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	186 $\mu$	1725 $\mu$	0.11	
	東西壁	90	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	98 $\mu$	1725 $\mu$	0.06	

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$



表 5-9 せん断破壊に対する照査（再掲）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	加振方向	照査用 せん断力*2 $V_d$ (kN/m)	せん断 耐力 $V_{yd}$ (kN/m)	照査値 $V_d/V_{yd}$	
しゃへい壁	地上部	13	①	S s - F 2 (++)	東西方向	81	323	0.26	
	地中部	18	②	S s - D 2 (++)	東西方向	776	825	0.95	
バルブ室	頂版	22	①	S s - F 1 (++)	南北方向	140	419	0.34	
	南壁	32	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	769	1086	0.71	
	東西壁	50	②	S s - D 2 (++)	東西方向	949	1129	0.85	
	隔壁	60	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	85	476	0.18	
	ハッチ部	頂版	110	①	S s - F 1 (++)	東西方向	20	120	0.17
		南北壁	120	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	83	269	0.31
		東西壁	140	①	S s - F 2 (++)	東西方向	99	274	0.37
連絡ダクト	底版	70	①	S s - D 2 (++)	南北方向	81	249	0.33	
	頂版	80	④	S s - D 2 (++)	東西方向	225	763	0.30	
	東西壁	90	④	S s - D 2 (++)	東西方向	443	805	0.56	

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-10 壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査（再掲）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	加振方向	照査用層間 変形角*2 $\gamma_d$	許容限界 $\gamma_R$	照査値 $\gamma_d / \gamma_R$	
しゃへい壁		①	S s - D 2 (-+)	東西方向	49 $\mu$	2000 $\mu$	0.03	
バルブ室	南壁	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	81 $\mu$	2000 $\mu$	0.05	
	東西壁	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	112 $\mu$	2000 $\mu$	0.06	
	隔壁	①	S s - D 1 (-+)	南北方向	192 $\mu$	2000 $\mu$	0.10	
	ハッチ部	南北壁	①	S s - F 1 (++)	東西方向	57 $\mu$	2000 $\mu$	0.03
		東西壁	①	S s - F 3 (++)	南北方向	42 $\mu$	2000 $\mu$	0.03
連絡ダクト	東西壁	①	S s - D 2 (-+)	南北方向	129 $\mu$	2000 $\mu$	0.07	

注記\*1：評価位置は図 5-2 に示す。

\*2：照査用層間変形角＝層間変形角×構造解析係数  $\gamma_a$

### 5.2.2 基礎版

基礎版の鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-11 及び表 5-12 に、せん断破壊に対する照査値を表 5-13 に示す。

基礎版の発生応力度が、常設耐震重要重大事故防止設備等を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-11 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート）（再掲）

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生応力度 $\sigma'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\sigma'_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma'_c/\sigma'_{ca}$
212	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	2323	-4558	1.4	11.7	0.12

注記\*：評価位置は図 5-3 に示す。

表 5-12 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋）（再掲）

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
213	②	S s - D 2 (++)	南北方向	-1067	548	123	294	0.42

注記\*：評価位置は図 5-3 に示す。

表 5-13 せん断破壊に対する照査（再掲）

評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	発生せん断力 (kN/m)	発生応力度 $\tau_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\tau_d/\tau_{a1}$
213	②	S s - D 2 (++)	南北方向	874	0.40	0.63	0.64

注記\*：評価位置は図 5-3 に示す。

### 5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

#### 5.3.1 支持地盤（狐崎部層）

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-14 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-4 に示す。

復水貯蔵タンク基礎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 5-14 基礎地盤の支持性能照査結果

解析 ケース	地震動	加振 方向	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	極限支持力 $R_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/R_u$
①	S s - D 1 (++)	東西方向	6.6	13.7	0.49

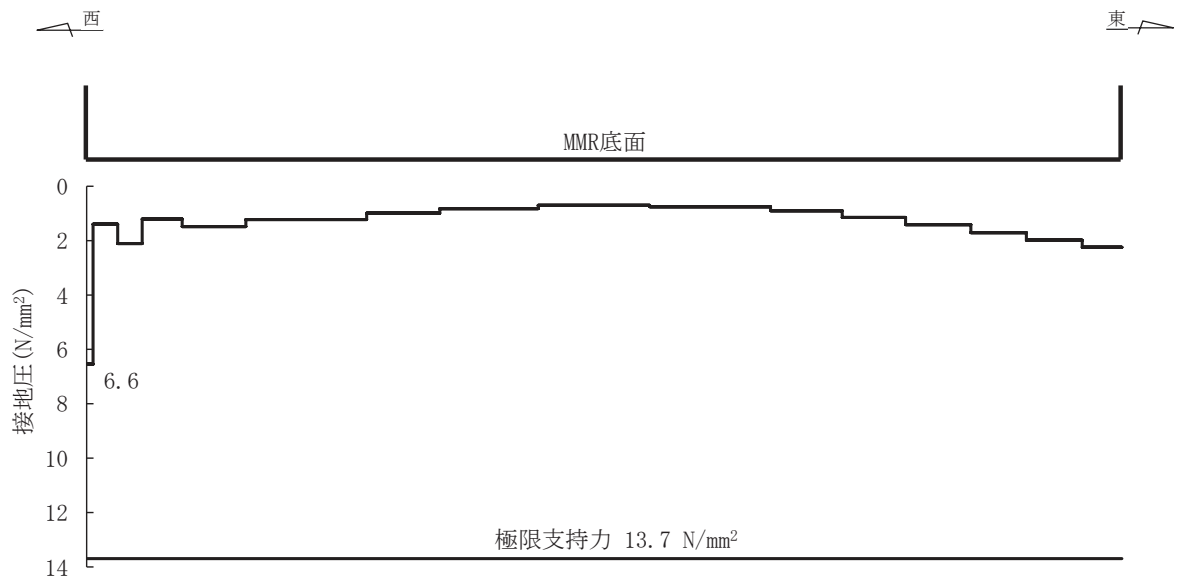


図 5-4 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース①, S s - D 1 (++) , 東西)

### 5.3.2 MMR（既設）

MMR（既設）の支持性能に対する照査結果を表5-15に示す。また、最大接地圧分布図を図5-5に示す。

復水貯蔵タンク基礎のMMR（既設）に発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表5-15 MMR（既設）の支持性能照査結果

解析 ケース	地震動	加振 方向	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	支圧強度 $f'_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/f'_a$
①	S s - D 1 (++)	東西方向	0.7	15.6	0.05

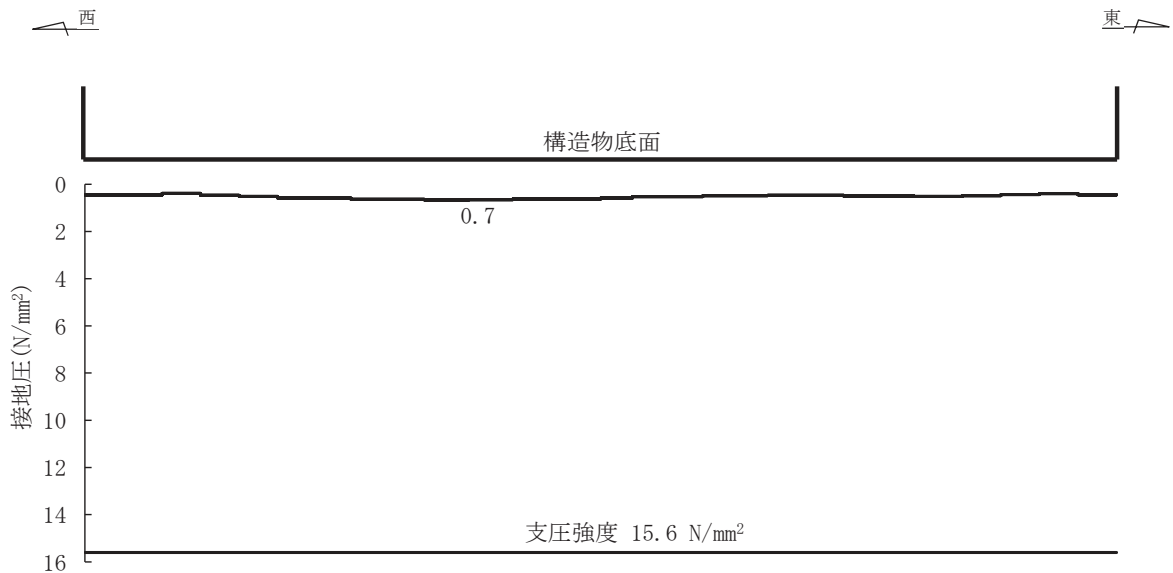


図5-5 MMR（既設）の最大接地圧分布図  
(解析ケース①, S s - D 1 (++) , 東西)

VI-2-2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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 適用基準	7
3. 解析方法	8
3.1 評価対象断面	8
3.2 解析方法	9
3.2.1 構造部材	9
3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき	11
3.2.3 減衰定数	12
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	15
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	15
3.3.2 荷重	15
3.3.3 荷重の組合せ	16
3.4 入力地震動	17
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	49
3.5.4 地下水位	49
4. 解析結果	50

## 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」に基づき実施する原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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

原子炉機器冷却海水配管ダクトの位置を図2-1に示す。

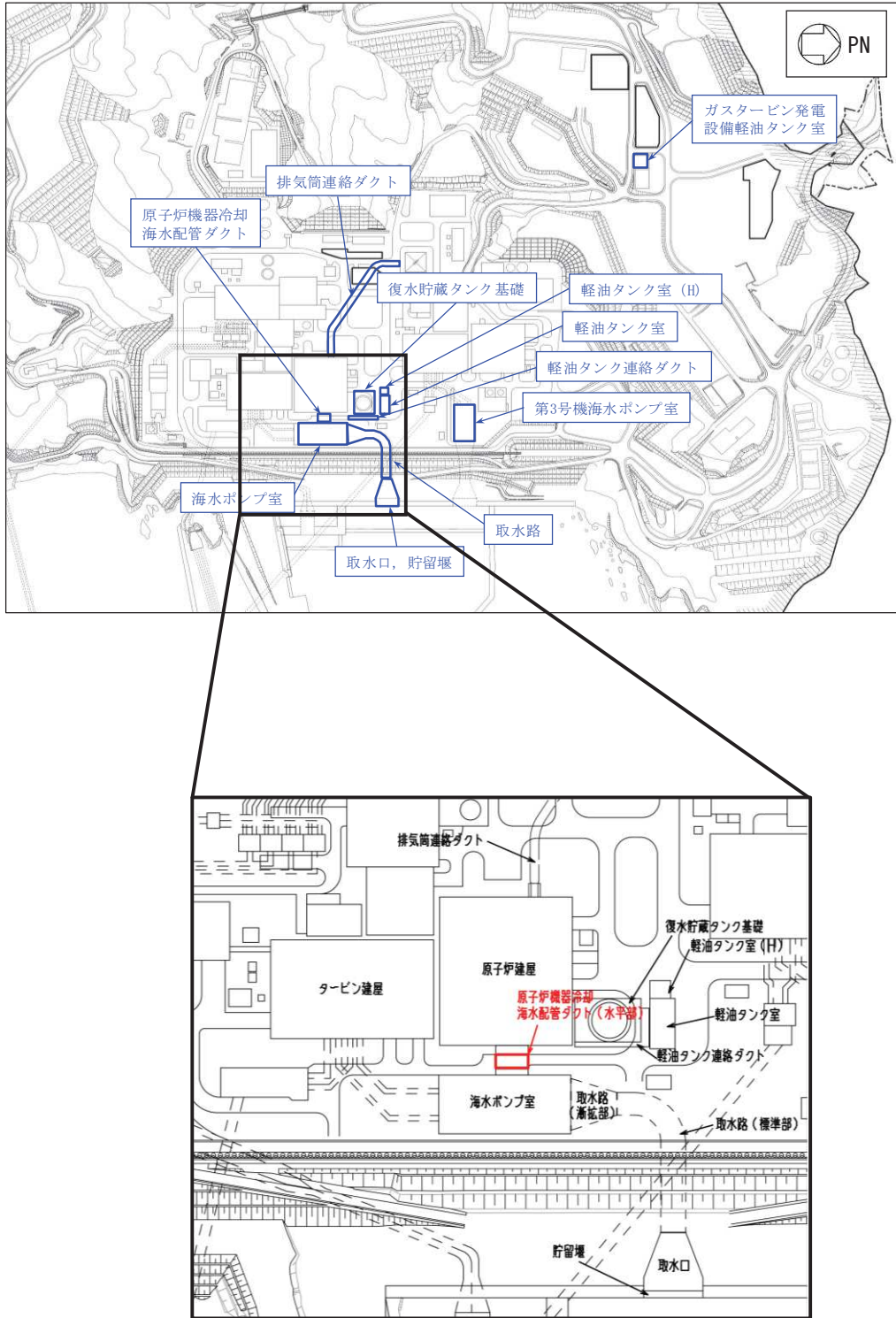


図2-1 原子炉機器冷却海水配管ダクトの位置図

## 2.2 構造概要

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉補機冷却海水系配管、高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管等を間接支持しており、支持機能が要求される。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）と原子炉建屋を結ぶ、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、延長 6.10m、内空幅 2.10m～3.35m、内空高さ 6.70m の四連ボックスカルバート構造であり、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岩盤に設置されている。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）及び原子炉建屋との接合部に耐震ジョイントが設置されており、延長方向に断面の変化がない線状構造物である。

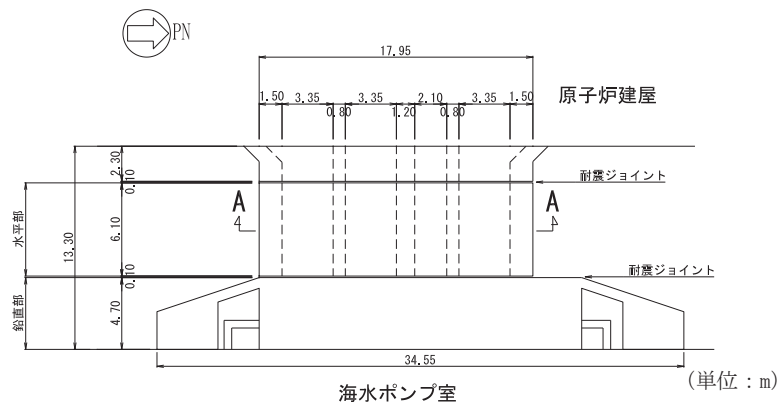


図 2-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）平面図

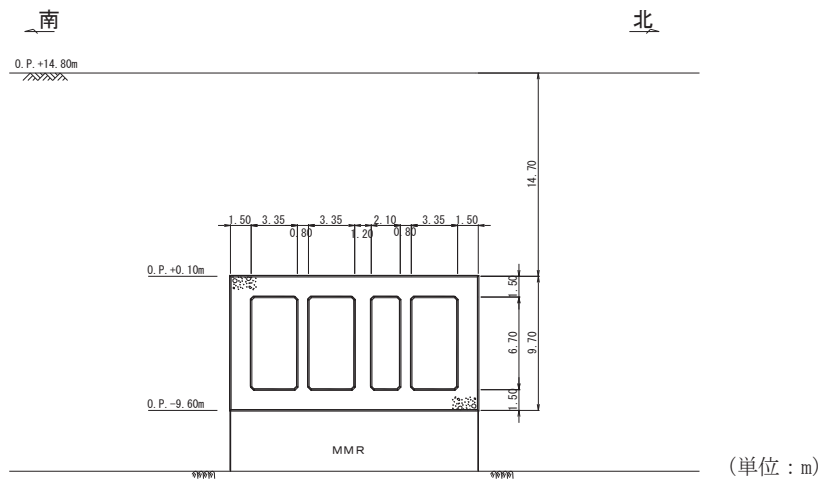


図 2-3 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）断面図（A-A 断面）

### 2.3 解析方針

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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  $S_s$  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 2-4 に原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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、変形、断面力及び基礎地盤の接地圧は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震評価に用いる。

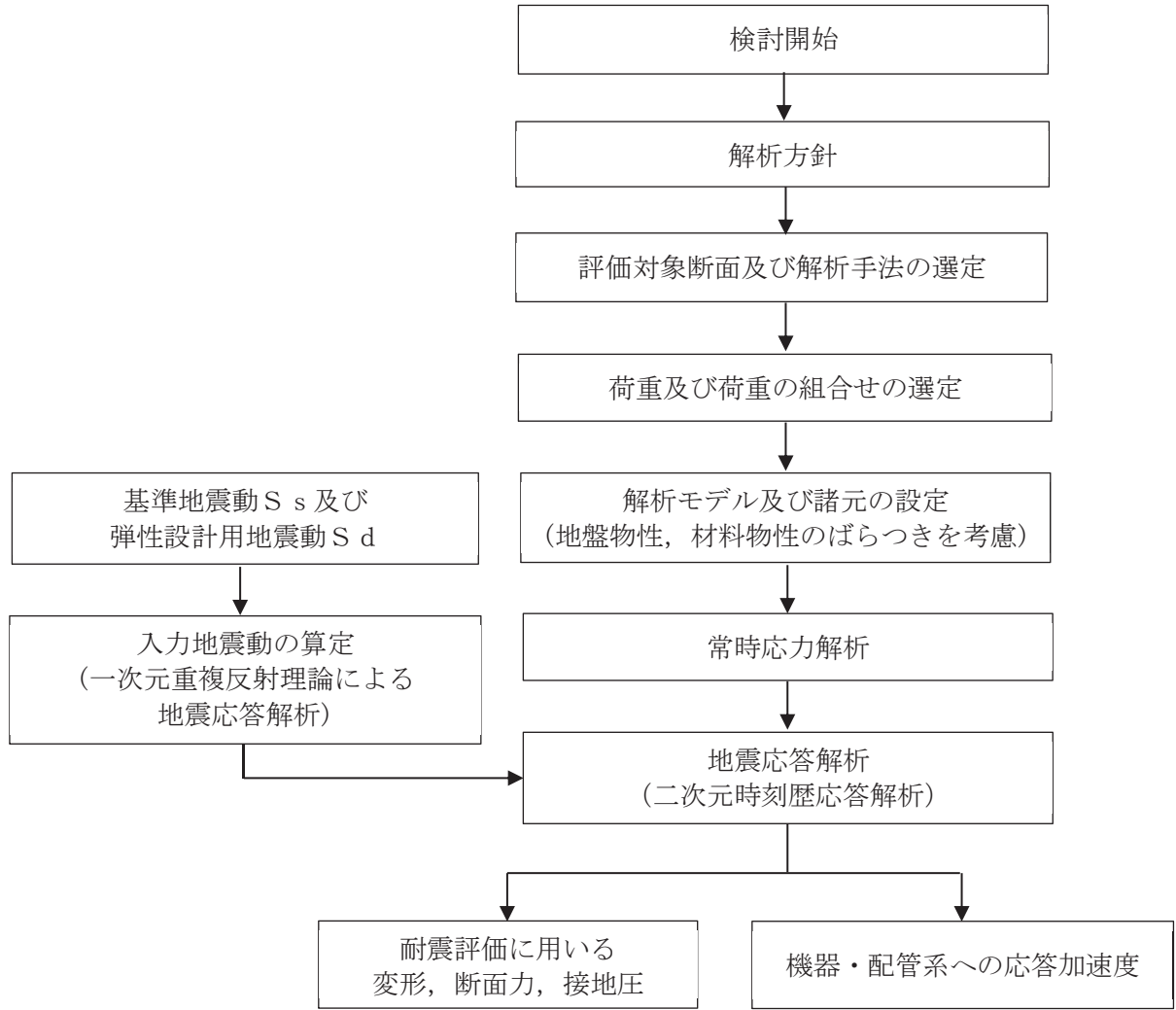


図 2-4 原子炉機器冷却海水配管ダクト (水平部) の地震応答解析フロー

## 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）
- ・道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）（社団法人 日本道路協会，平成14年3月）

### 3. 解析方法

#### 3.1 評価対象断面

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の評価対象断面位置を図3-1に示す。

評価対象断面は、構造的な特徴や周辺地質状況を踏まえ、構造物延長方向の中心位置を通るA-A断面とする。評価対象地質断面図を図3-2に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震応答解析に係る事項については添付書類「VI-2-2-12-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震性についての計算書」に示す。

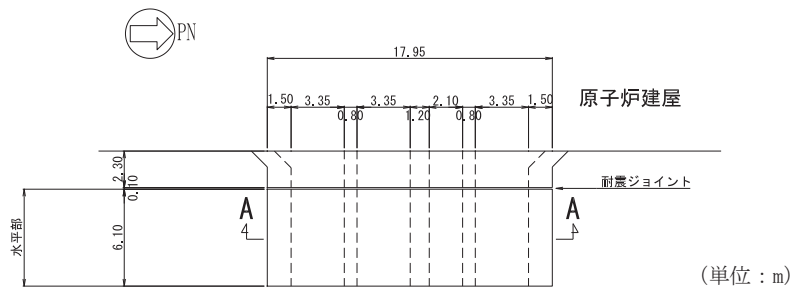


図3-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の評価対象断面位置図

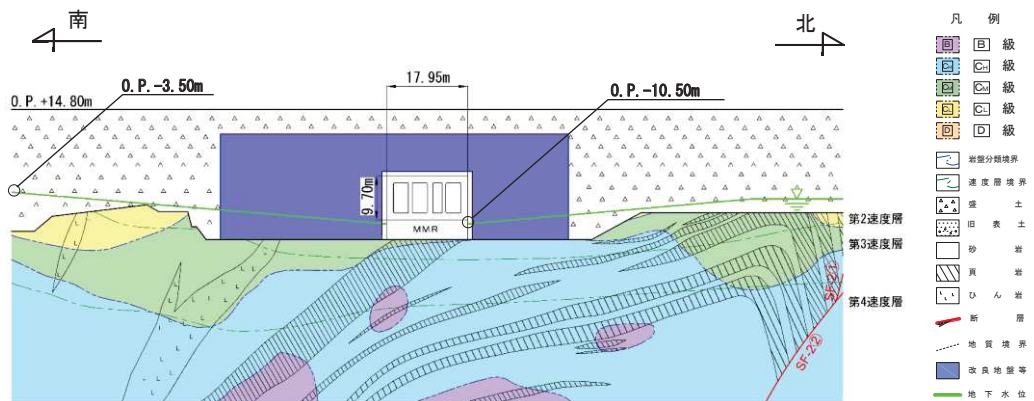


図3-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）評価対象地質断面図（A-A断面）

### 3.2 解析方法

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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  $S_s$  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（全応力解析）により行う。

構造部材については、非線形はり要素を用いることとし、構造部材の非線形性については、鉄筋コンクリートの  $M-\phi$  関係を適切にモデル化する。

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「Soil Plus Ver. 2015 Build3」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、非線形はり要素でモデル化することとし、図 3-3 に示す  $M-\phi$  関係のトリリニアモデルとする。また、履歴特性は、図 3-4 に示すとおり修正武田モデルを適用する。また、コンクリートの応力-ひずみ関係及び鉄筋の応力-ひずみ関係には、それぞれ図 3-5 及び図 3-6 に示す非線形特性を考慮する。

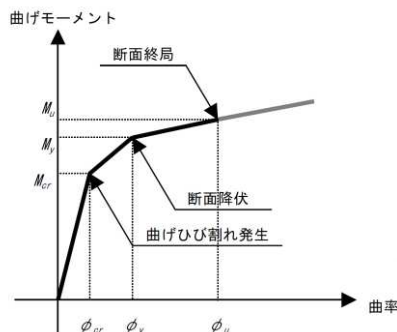


図 3-3 鉄筋コンクリート部材の  $M-\phi$  関係

（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）より引用）

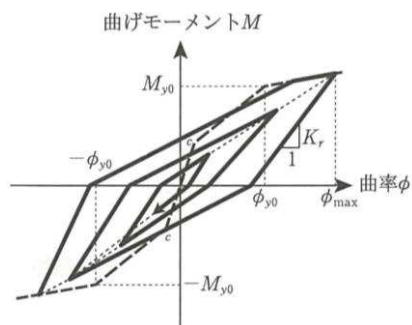


図 3-4 鉄筋コンクリート部材の履歴特性（修正武田モデル）  
 （道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成 14 年 3 月）より引用）



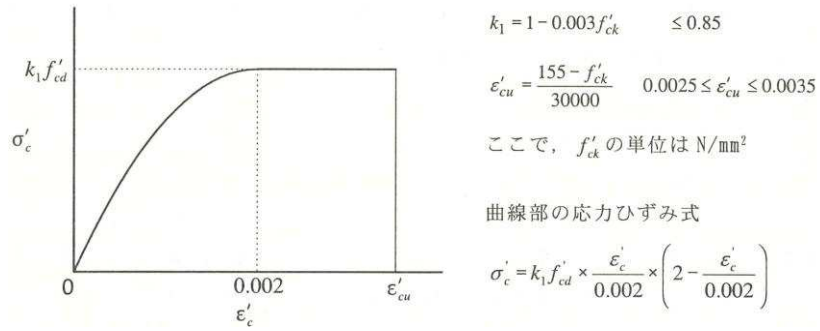


図 3-5 構造部材の非線形特性（コンクリートの応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002 年制定）より引用）

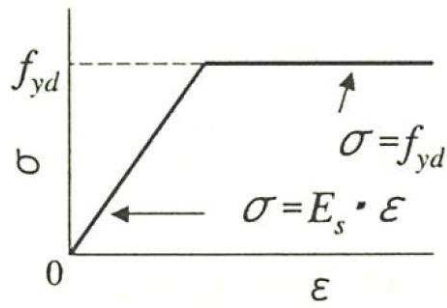


図 3-6 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002 年制定）より引用）

### 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。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、MMR を介して岩盤上に設置され、周囲が改良地盤に囲まれており、改良地盤の外側には盛土が分布している。盛土及び改良地盤のせん断変形が地震時に原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の応答に影響を与えると判断されることから、盛土及び改良地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。

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, 改良地盤 ( $G_0$ : 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\*: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 3.2.3 減衰定数

構造部材の減衰定数は、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

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

評価対象断面	$\alpha$	$\beta$
A-A 断面	$5.43 \times 10^{-1}$	$5.52 \times 10^{-4}$

### 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②～④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	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	○	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②～④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②～④を実施する。	
		-+*1	○		
	$S_s - D 2$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - D 3$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 1$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 2$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 3$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - N 1$	++*1	○		
		-+*1	○		

注記\*1：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：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

(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 S d - D 1	++*1	○	○	○
	S s - D 2 S d - D 2	++*1	○	○	○
	S s - D 3 S d - D 3	++*1	○	○	○
	S s - F 1 S d - F 1	++*1	○	○	○
	S s - F 2 S d - F 2	++*1	○	○	○
	S s - F 3 S d - F 3	++*1	○	○	○
	S s - N 1 S d - 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：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 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

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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43cm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1cm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。

(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 <sub>s</sub> )	G + P + S <sub>s</sub>
地震時 (S <sub>d</sub> ) *	G + P + S <sub>d</sub>

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 (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>)

S<sub>d</sub> : 地震荷重 (弾性設計用地震動 S<sub>d</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  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  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3-7に入力地震動算定の概念図を、図3-8～図3-35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「Ark Quake Ver. 3.10」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。

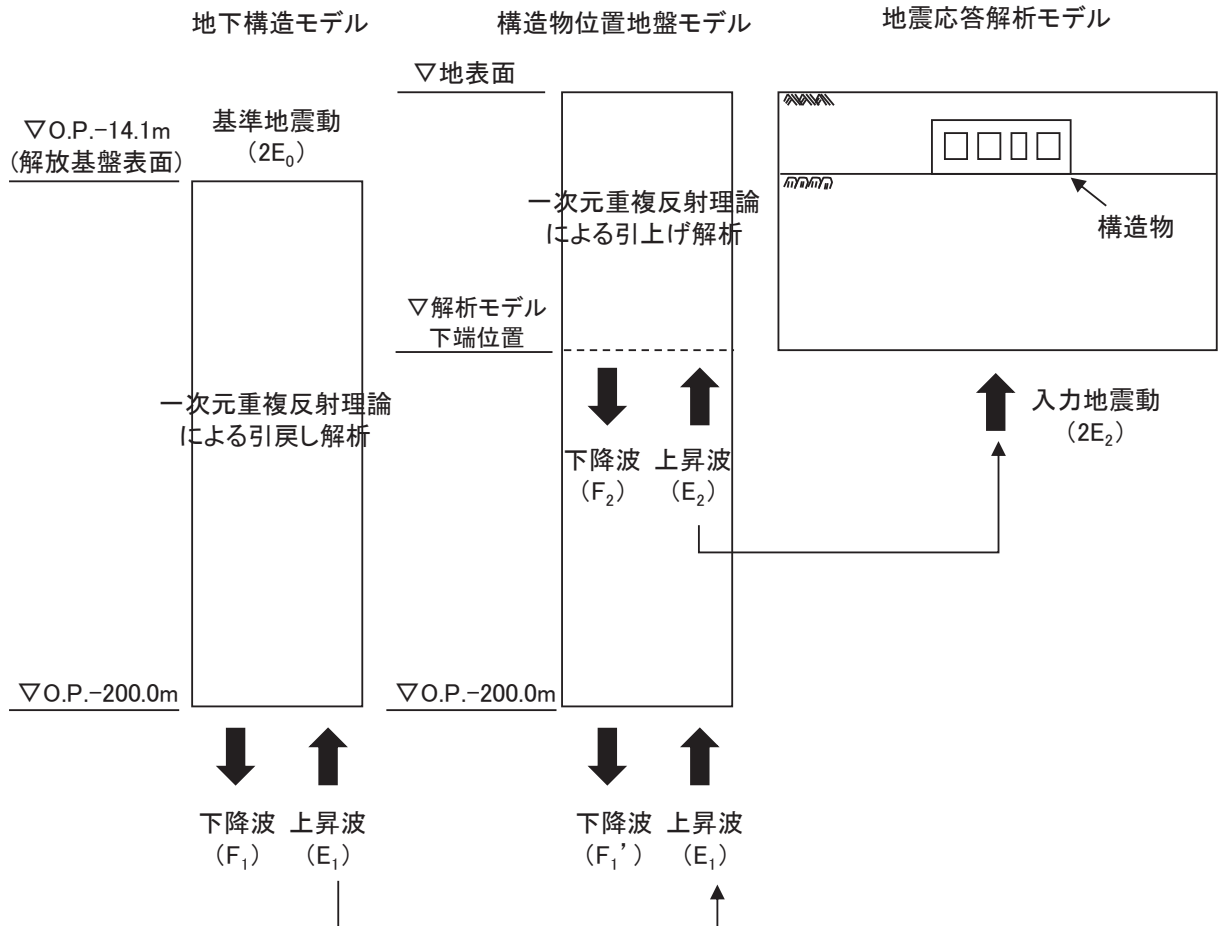
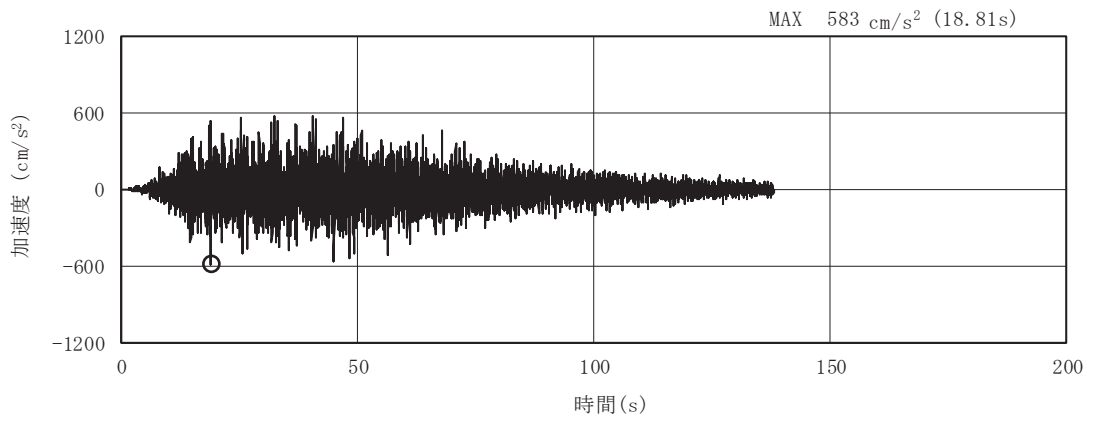
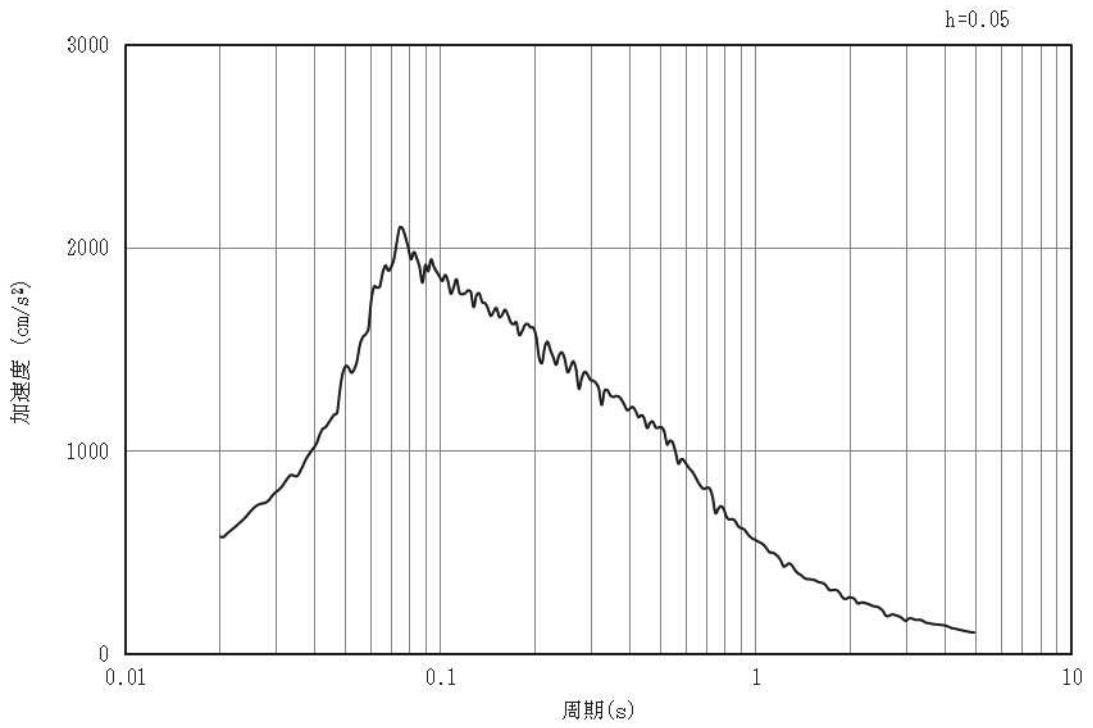


図 3-7 入力地震動算定の概念図



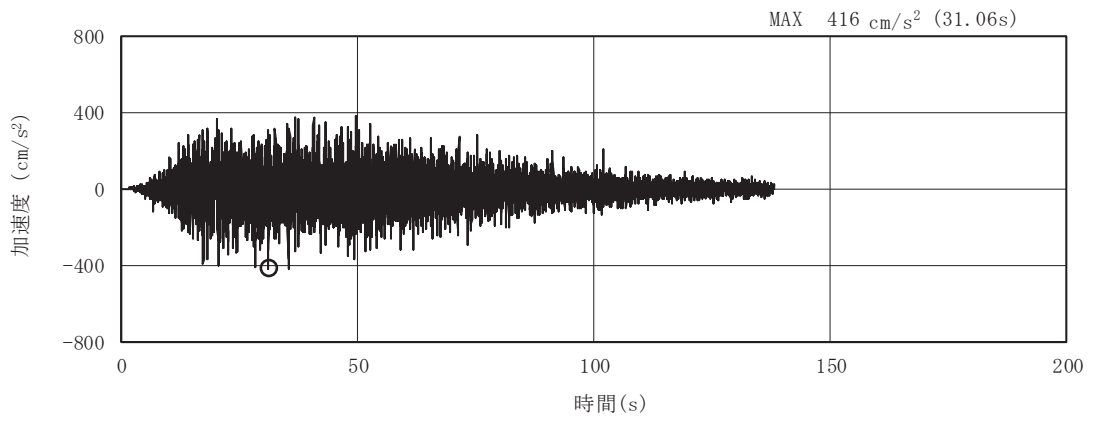


(a) 加速度時刻歴波形

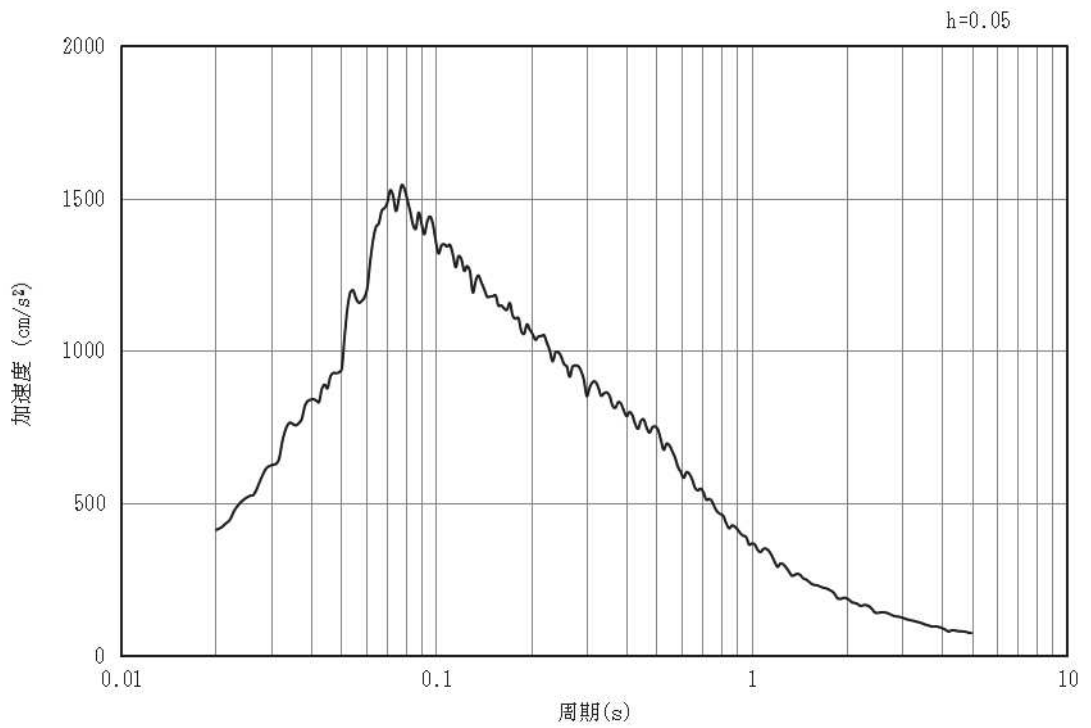


(b) 加速度応答スペクトル

図3-8 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  
(水平成分：S s - D 1)

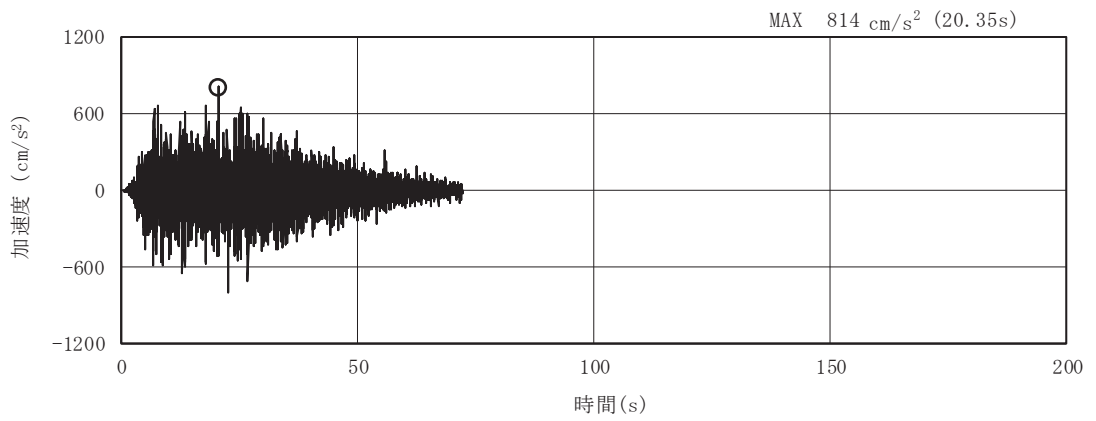


(a) 加速度時刻歴波形

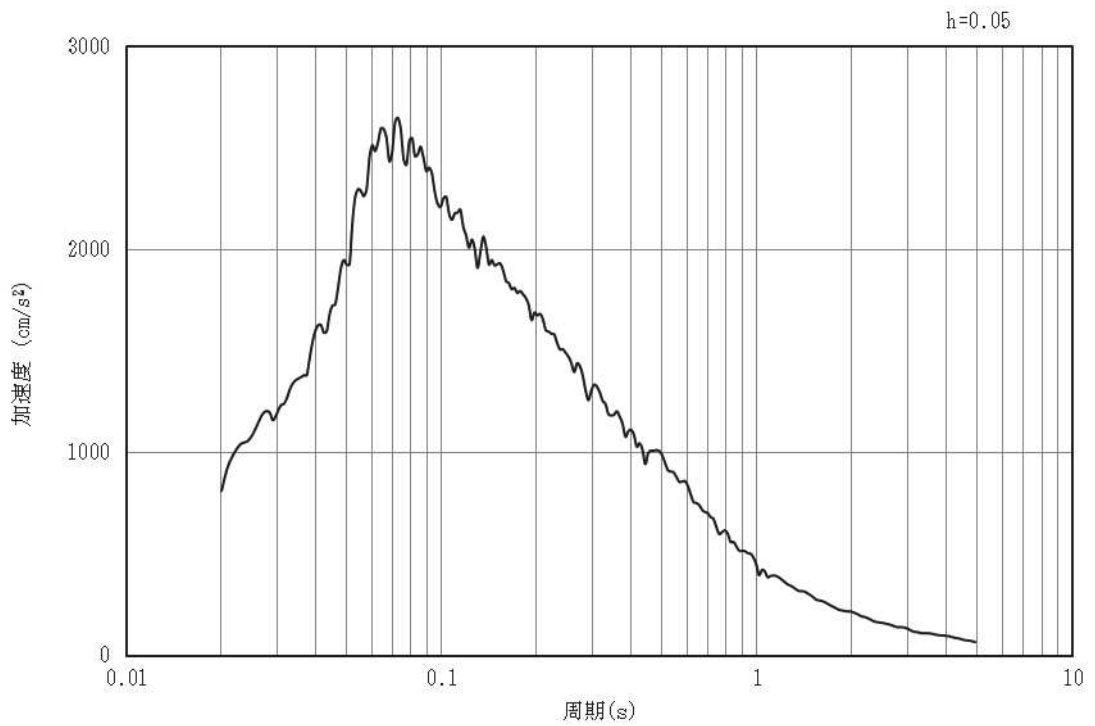


(b) 加速度応答スペクトル

図3-9 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  
(鉛直成分：S s -D 1)

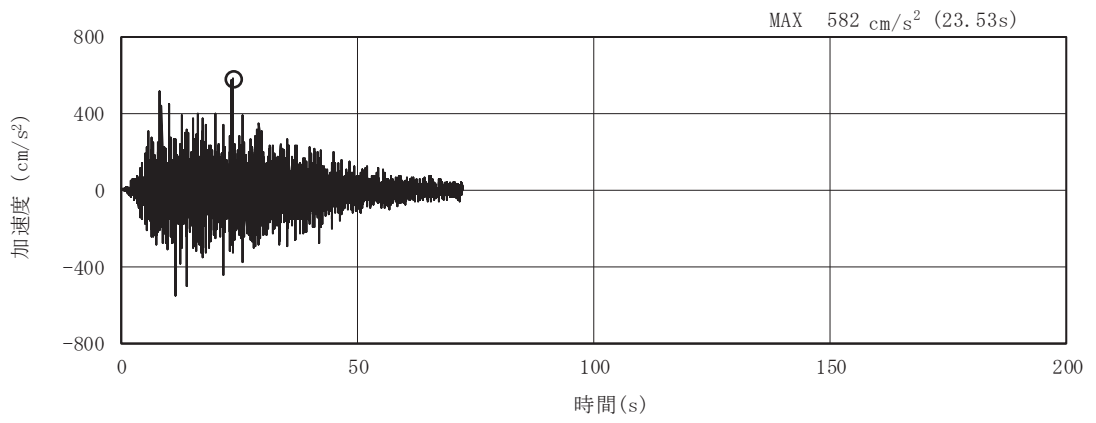


(a) 加速度時刻歴波形

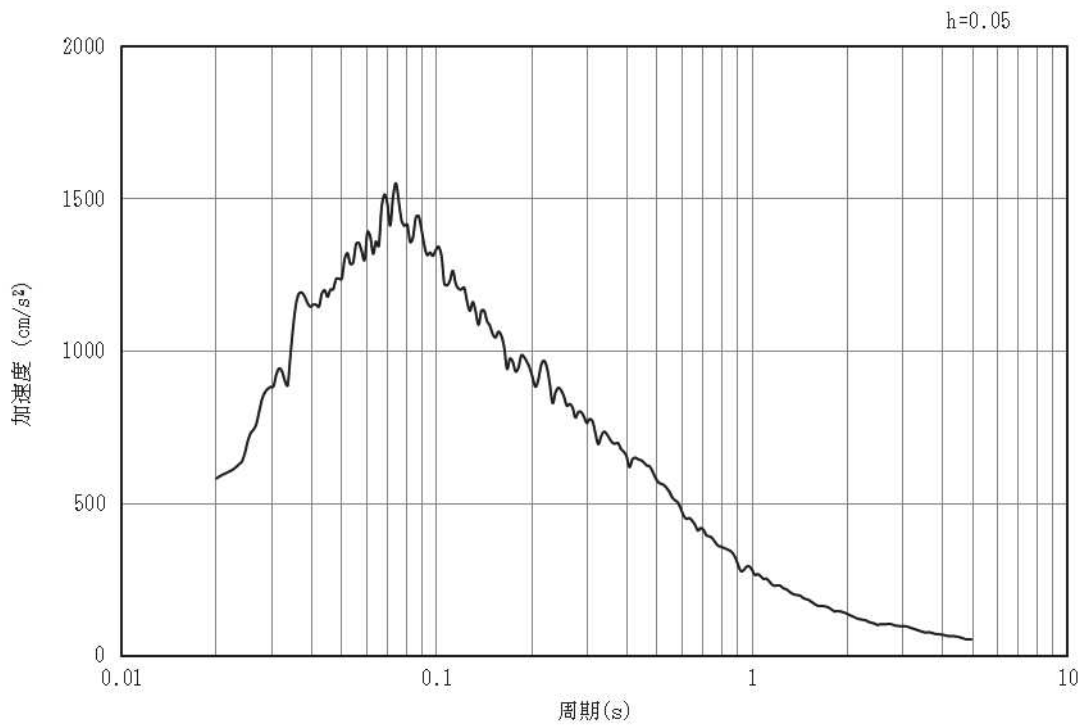


(b) 加速度応答スペクトル

図3-10 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  
(水平成分：S s - D 2)

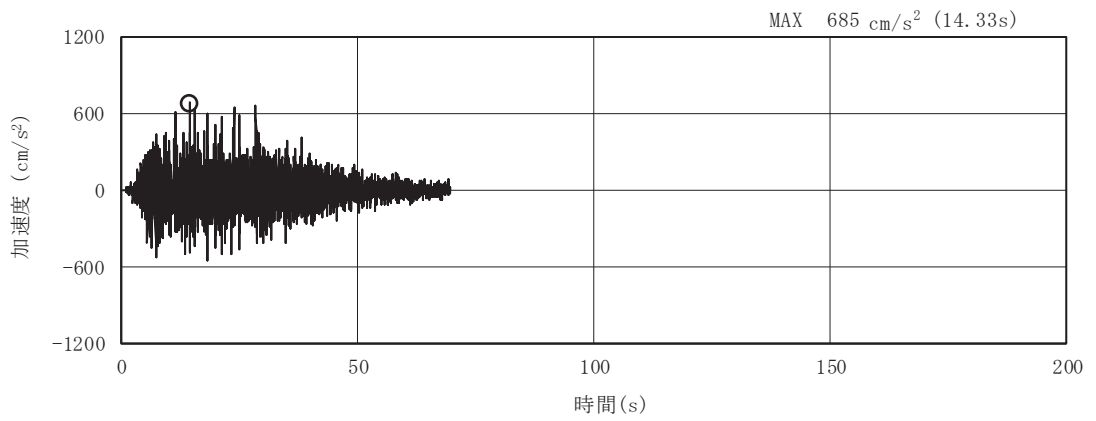


(a) 加速度時刻歴波形

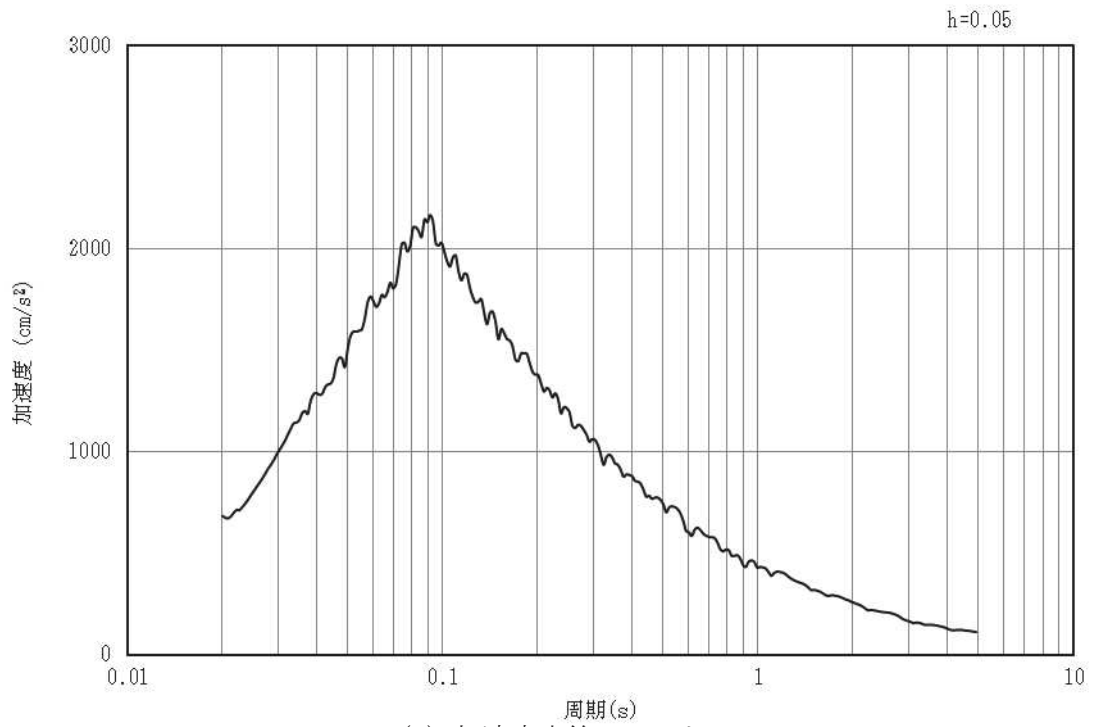


(b) 加速度応答スペクトル

図3-11 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  
(鉛直成分：S s - D 2)

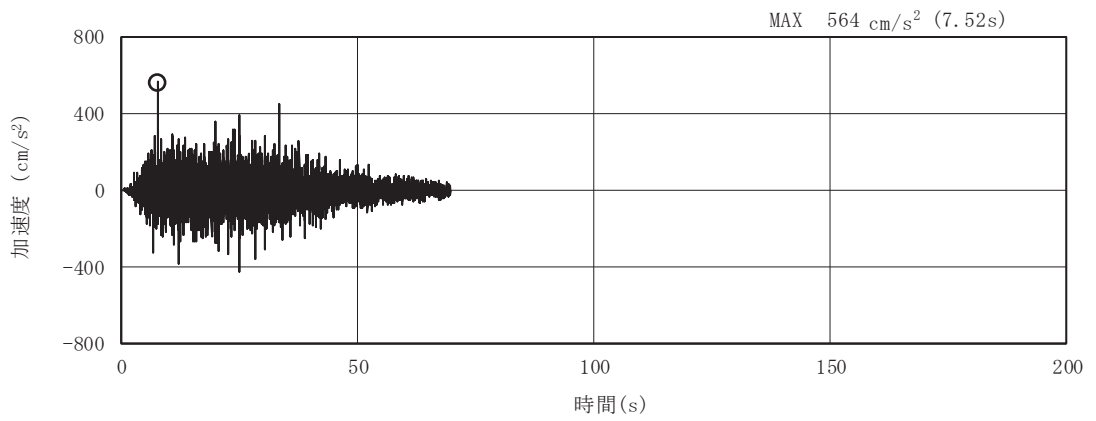


(a) 加速度時刻歴波形

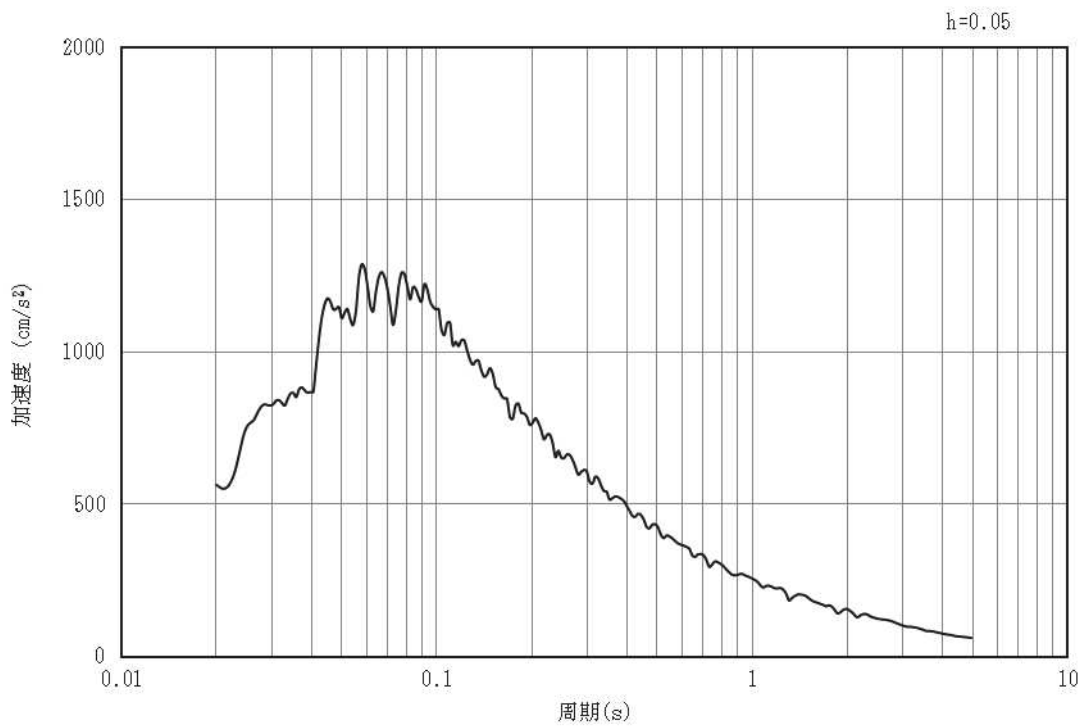


(b) 加速度応答スペクトル

図3-12 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  
(水平成分：S s - D 3)

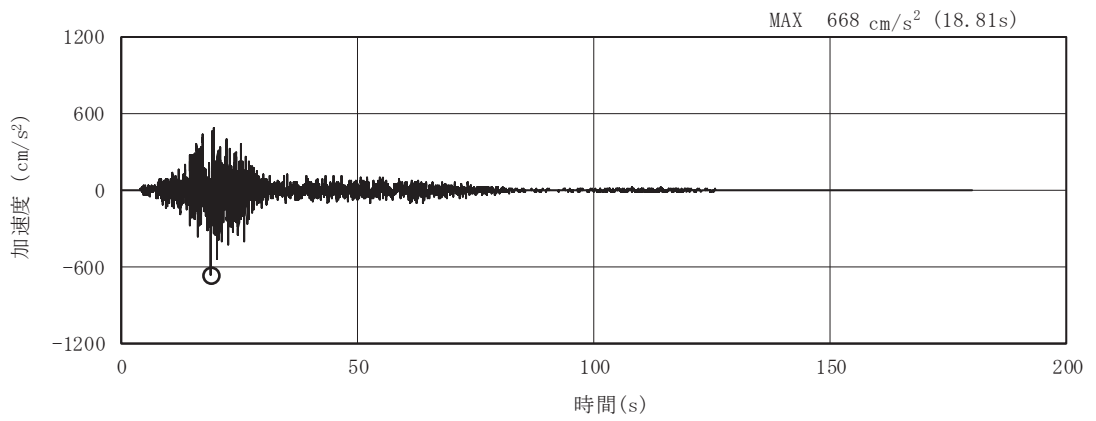


(a) 加速度時刻歴波形

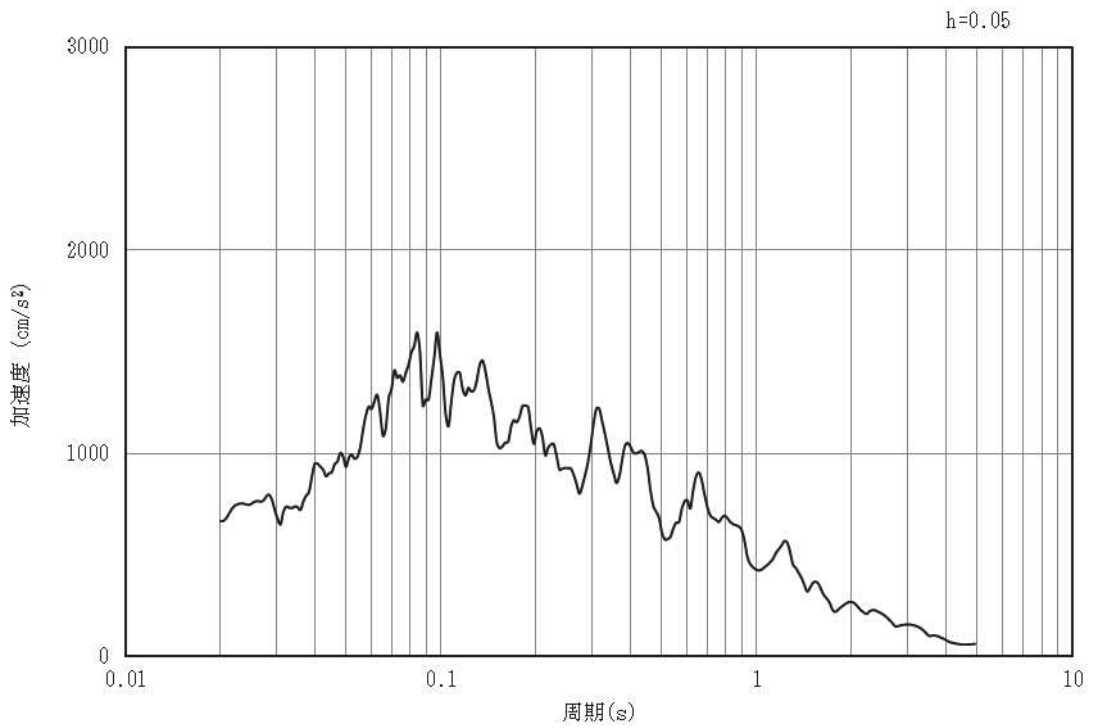


(b) 加速度応答スペクトル

図3-13 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  
(鉛直成分：S s - D 3)

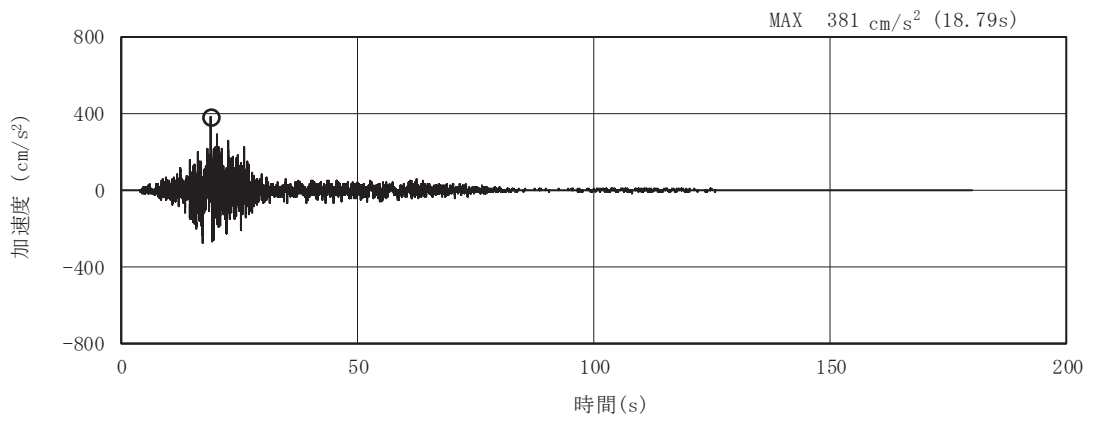


(a) 加速度時刻歴波形

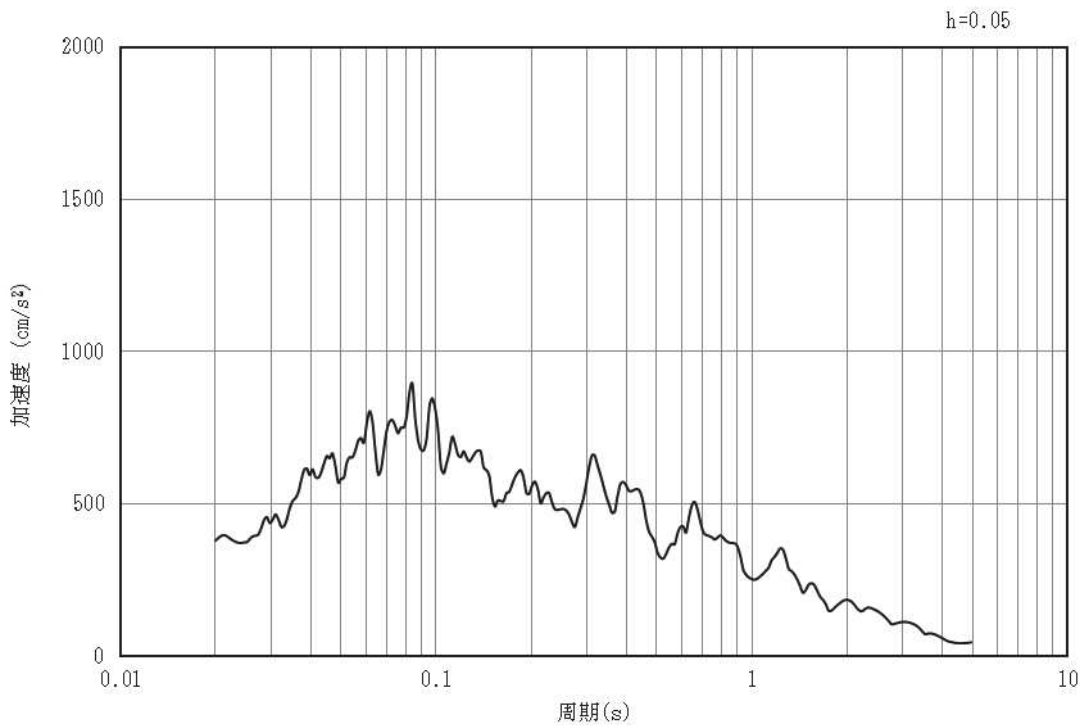


(b) 加速度応答スペクトル

図3-14 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  
(水平成分：S s - F 1)



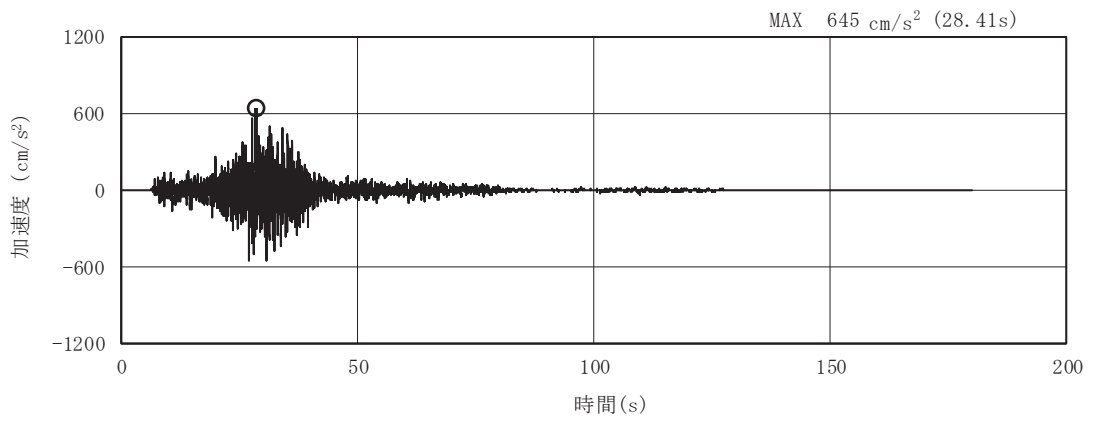
(a) 加速度時刻歴波形



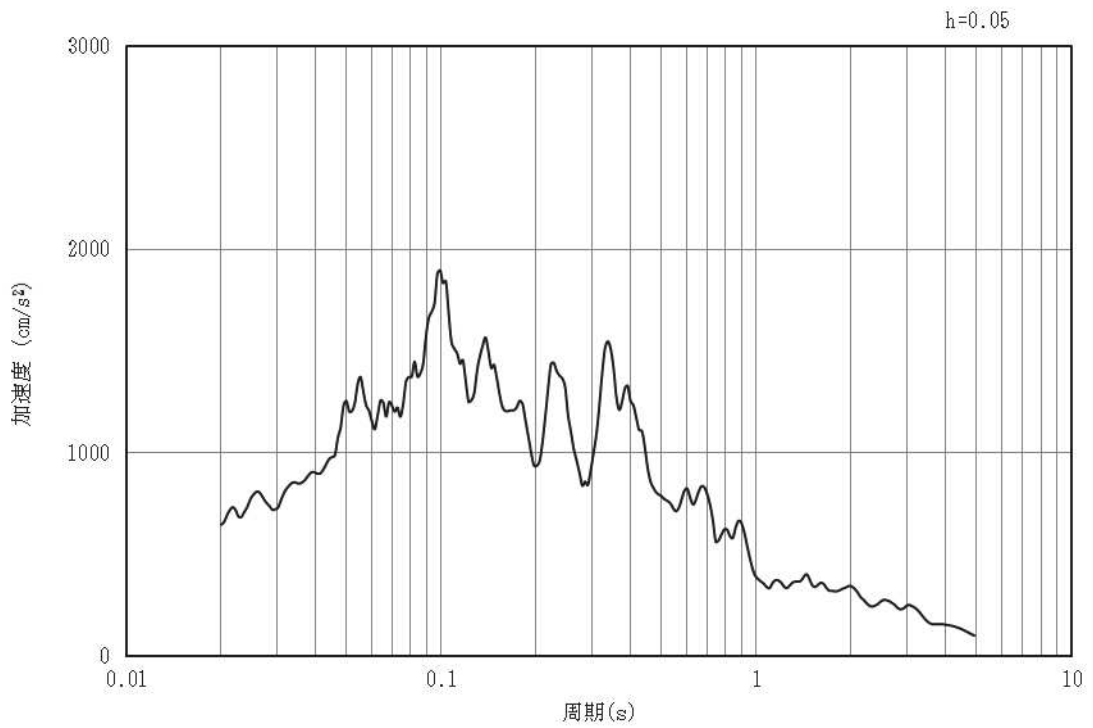
(b) 加速度応答スペクトル

図3-15 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  
(鉛直成分：S s - F 1)



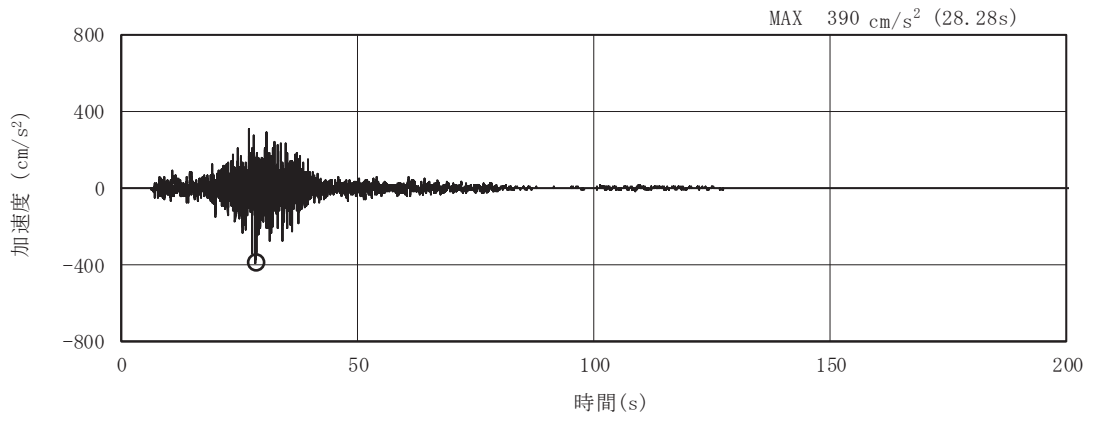


(a) 加速度時刻歴波形

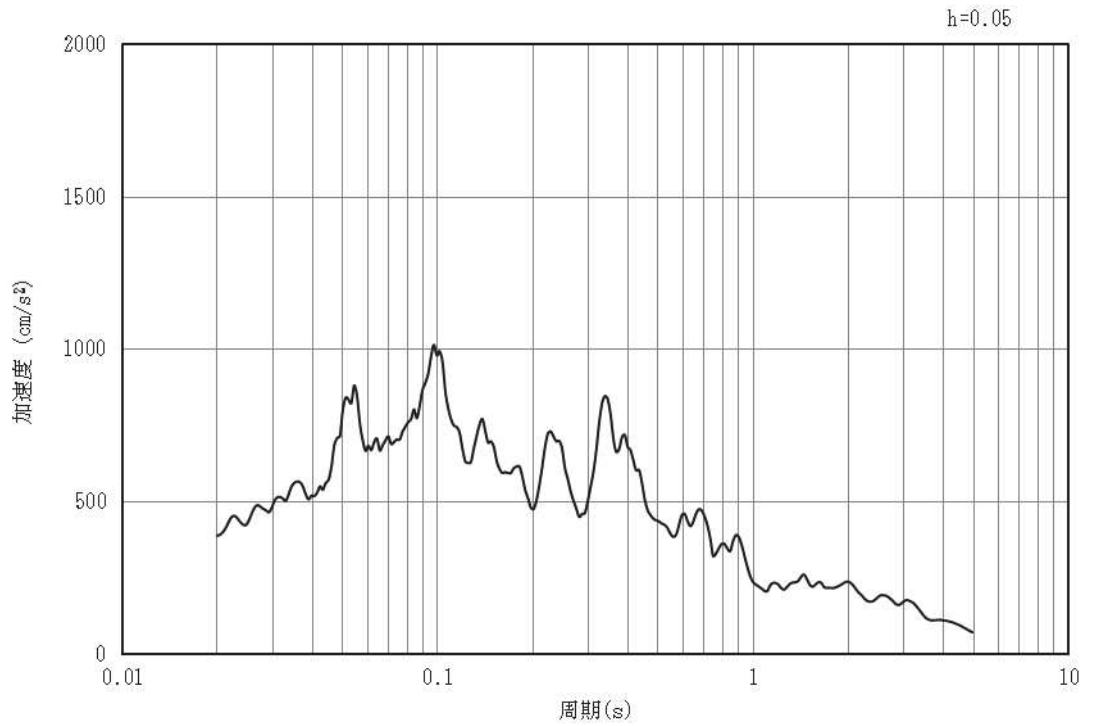


(b) 加速度応答スペクトル

図3-16 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  
(水平成分：S s - F 2)

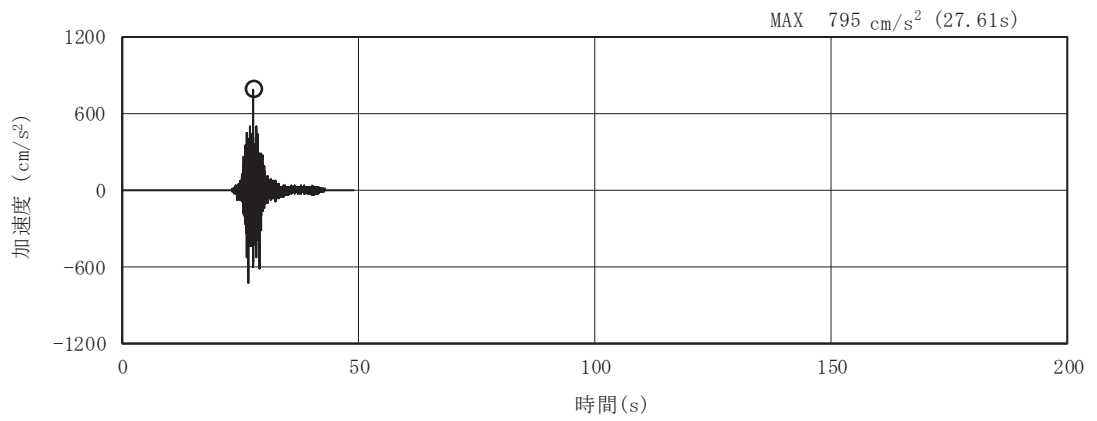


(a) 加速度時刻歴波形

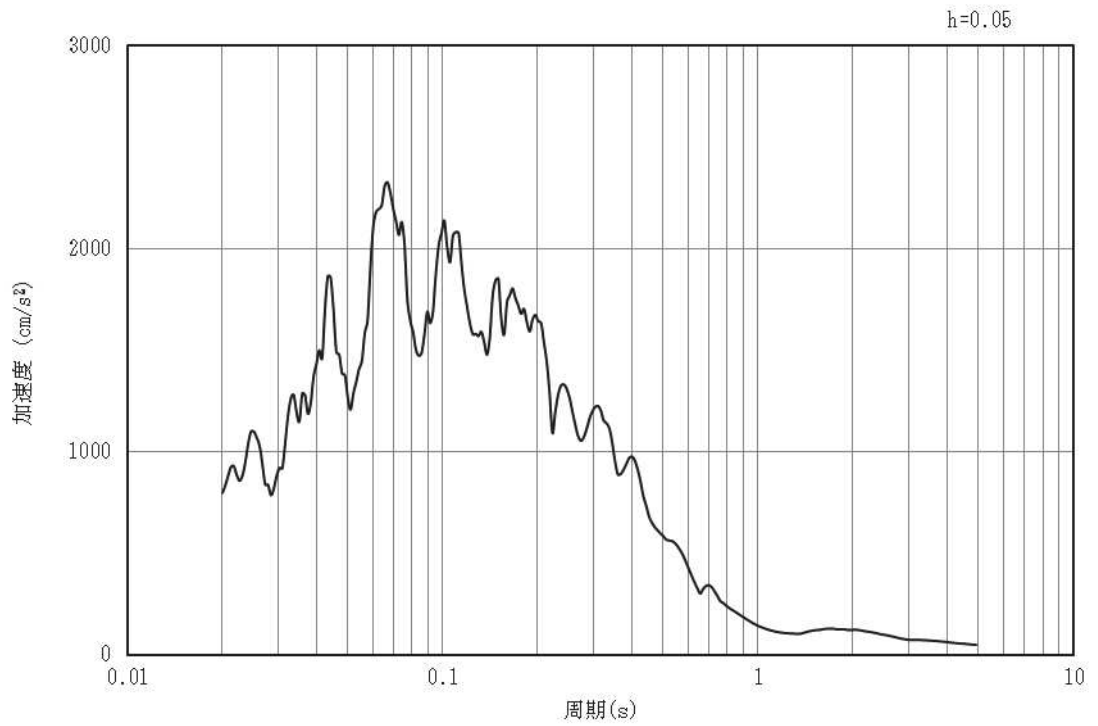


(b) 加速度応答スペクトル

図3-17 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  
(鉛直成分：S s - F 2)

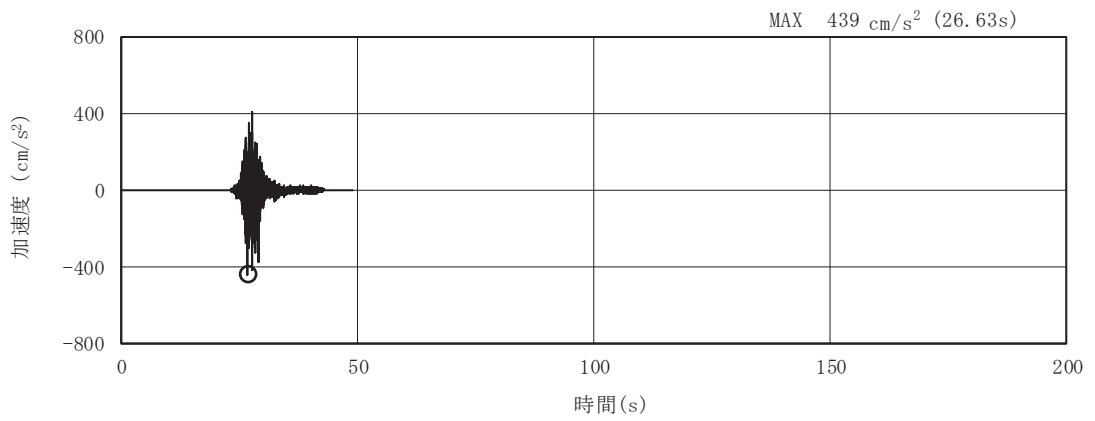


(a) 加速度時刻歴波形

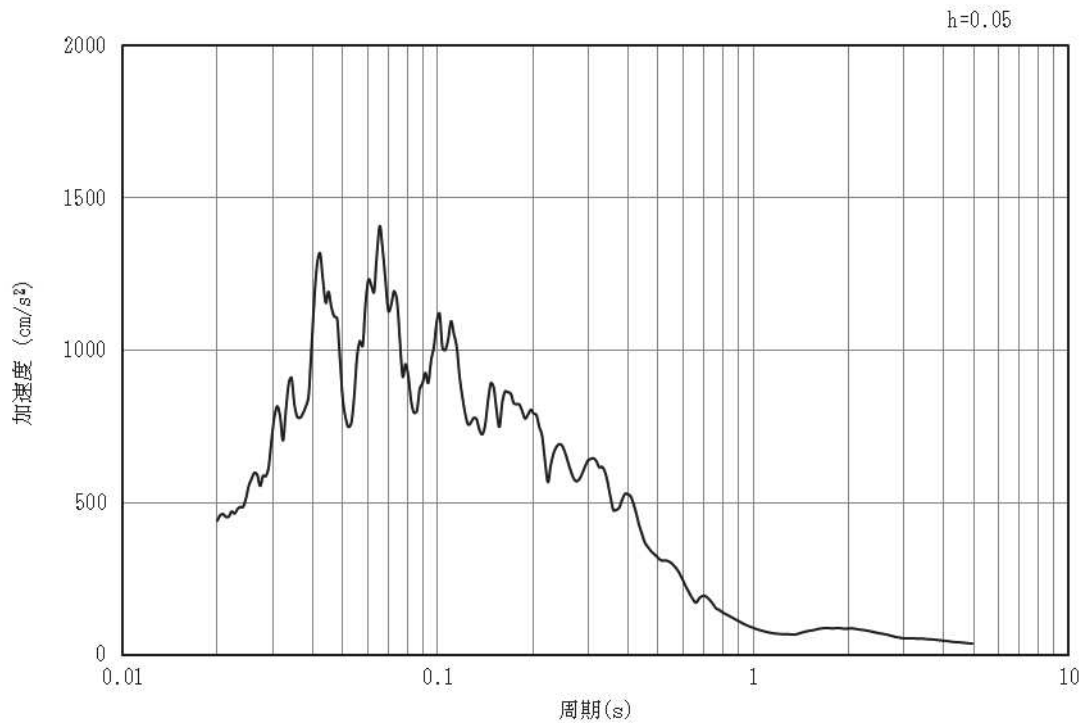


(b) 加速度応答スペクトル

図3-18 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  
(水平成分：S s - F 3)

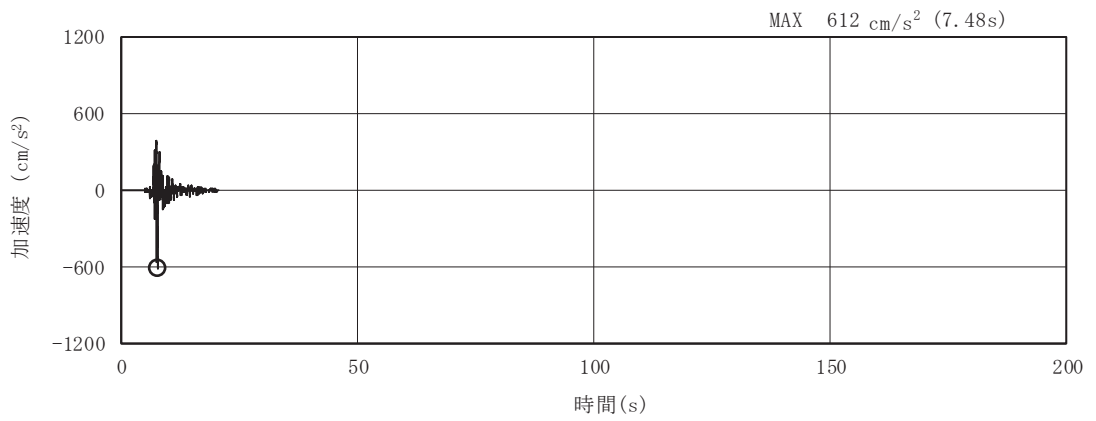


(a) 加速度時刻歴波形

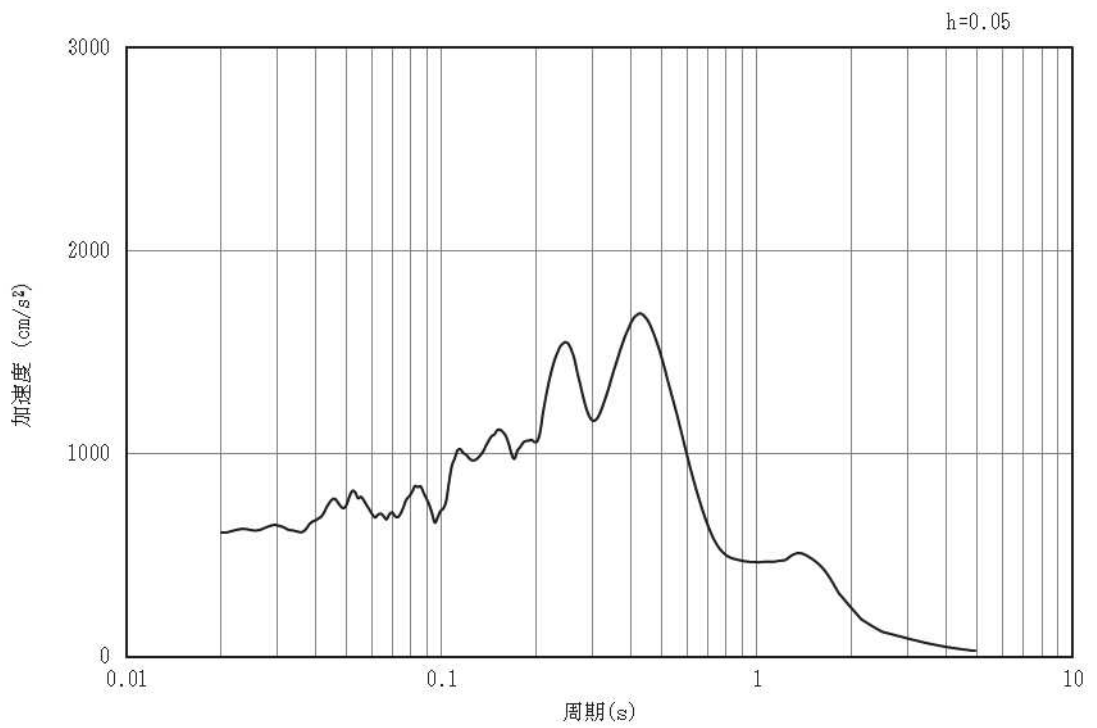


(b) 加速度応答スペクトル

図3-19 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  
(鉛直成分：S s - F 3)

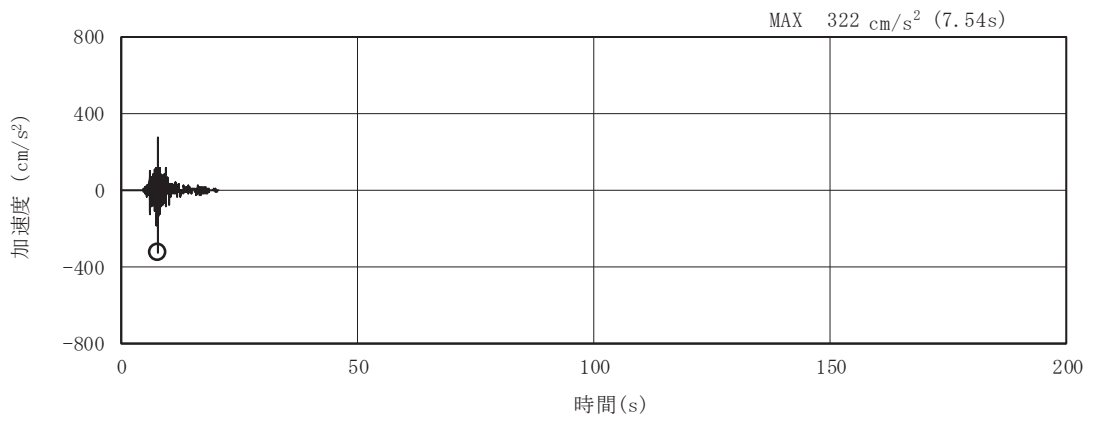


(a) 加速度時刻歴波形

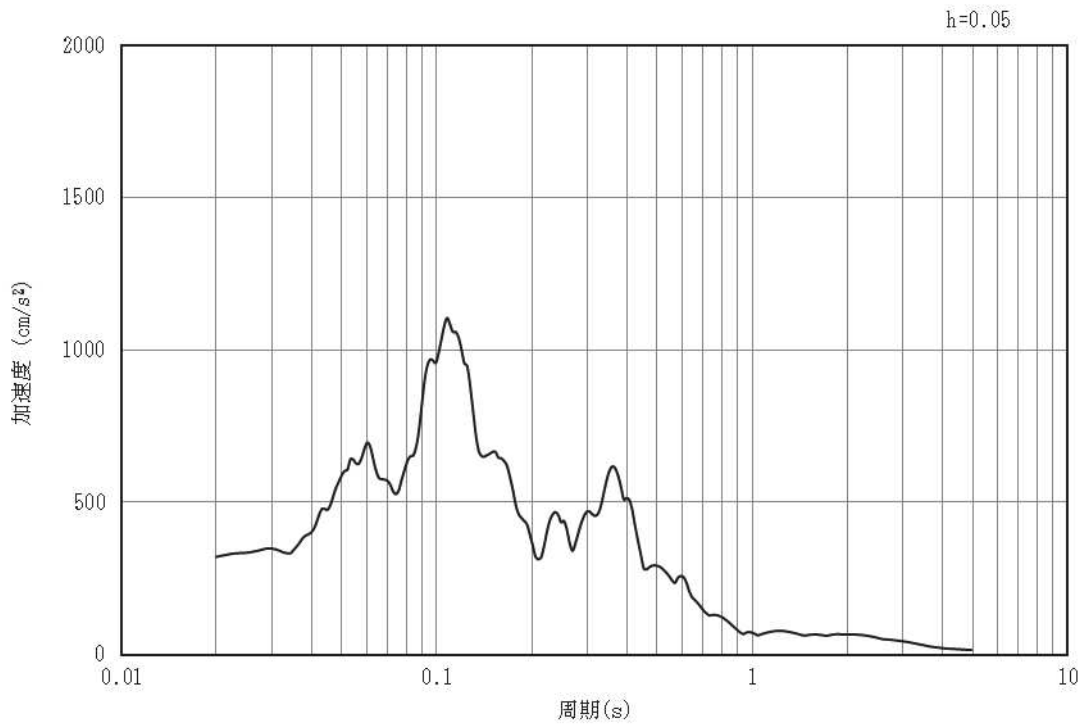


(b) 加速度応答スペクトル

図3-20 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  
(水平成分：S s - N 1)

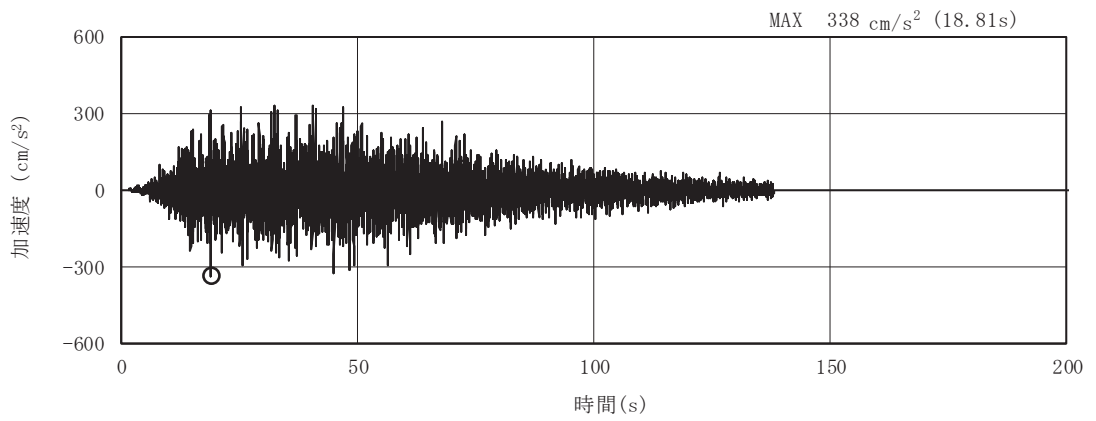


(a) 加速度時刻歴波形

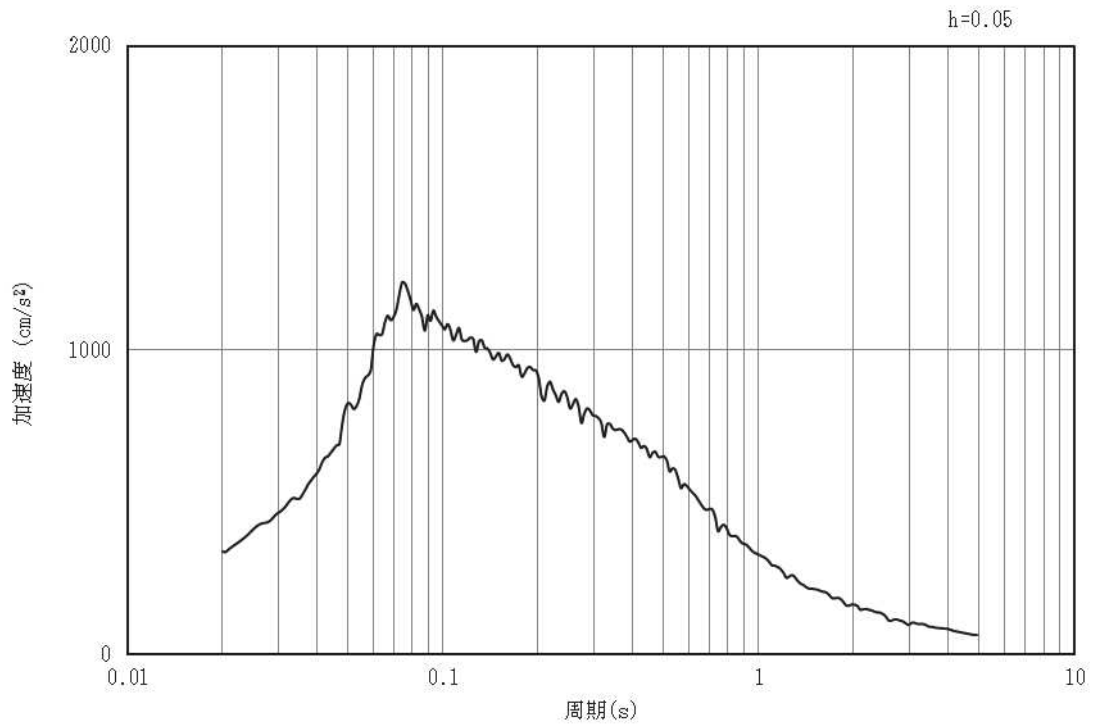


(b) 加速度応答スペクトル

図3-21 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  
(鉛直成分：S s - N 1)

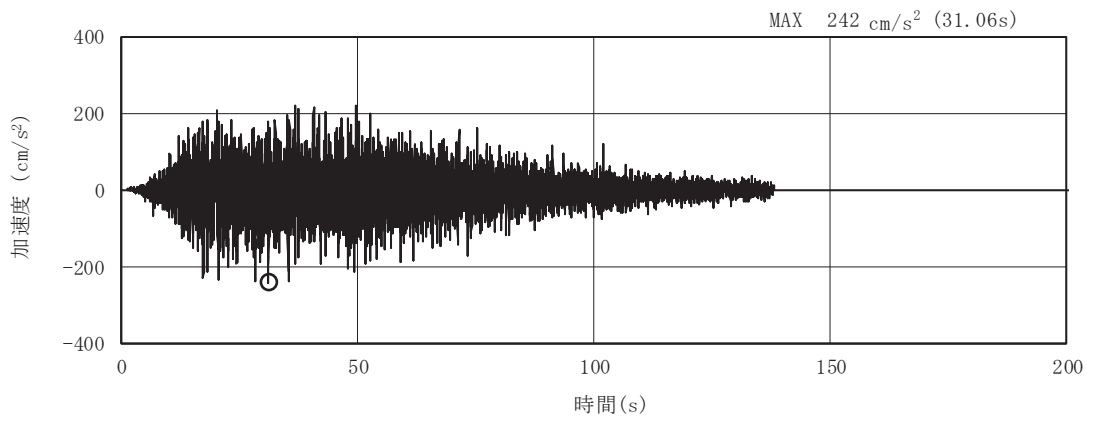


(a) 加速度時刻歴波形

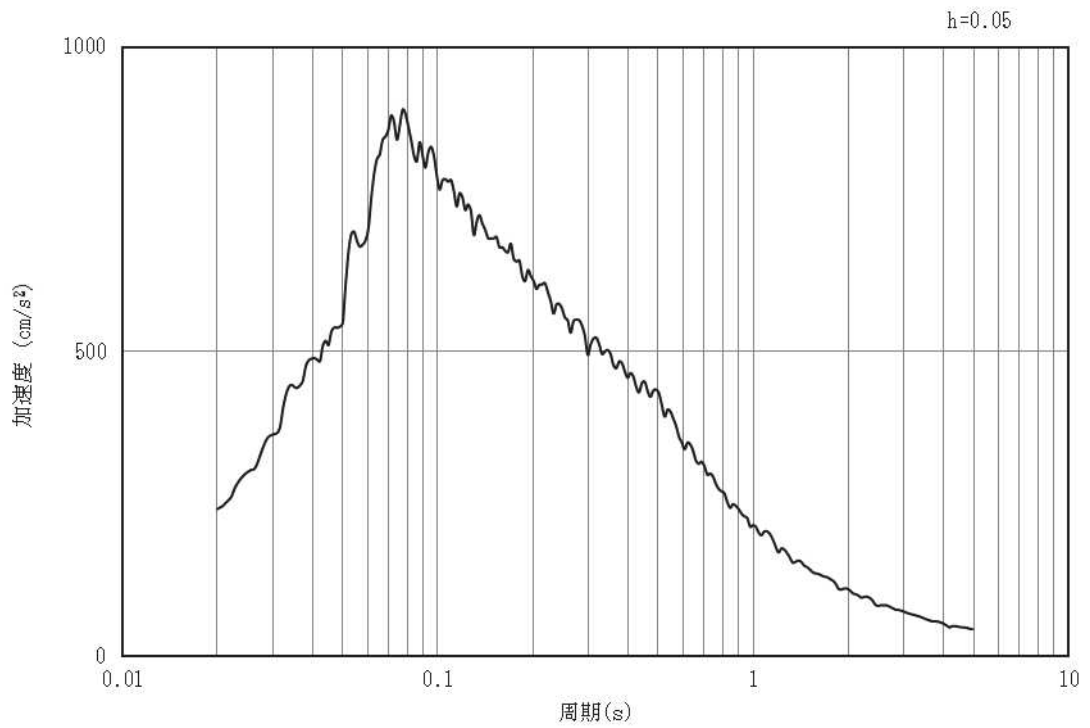


(b) 加速度応答スペクトル

図3-22 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  
(水平成分：S d - D 1)



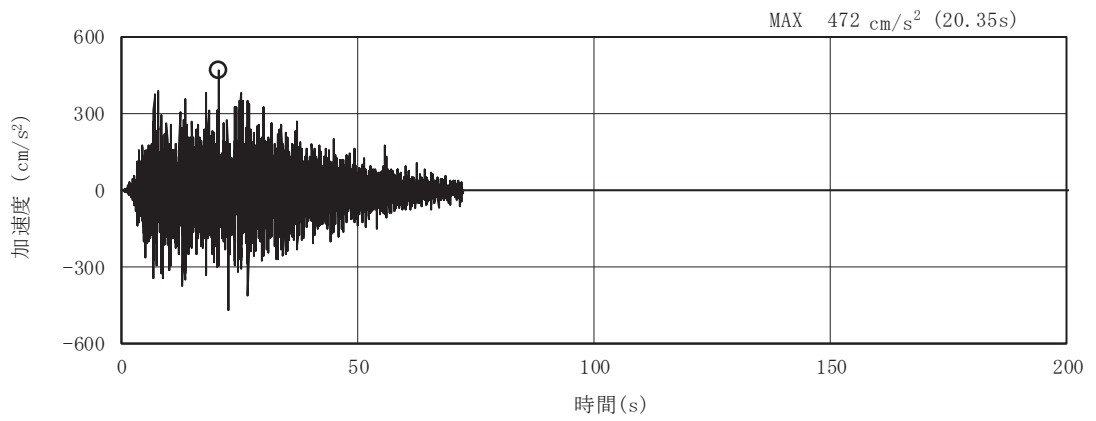
(a) 加速度時刻歴波形



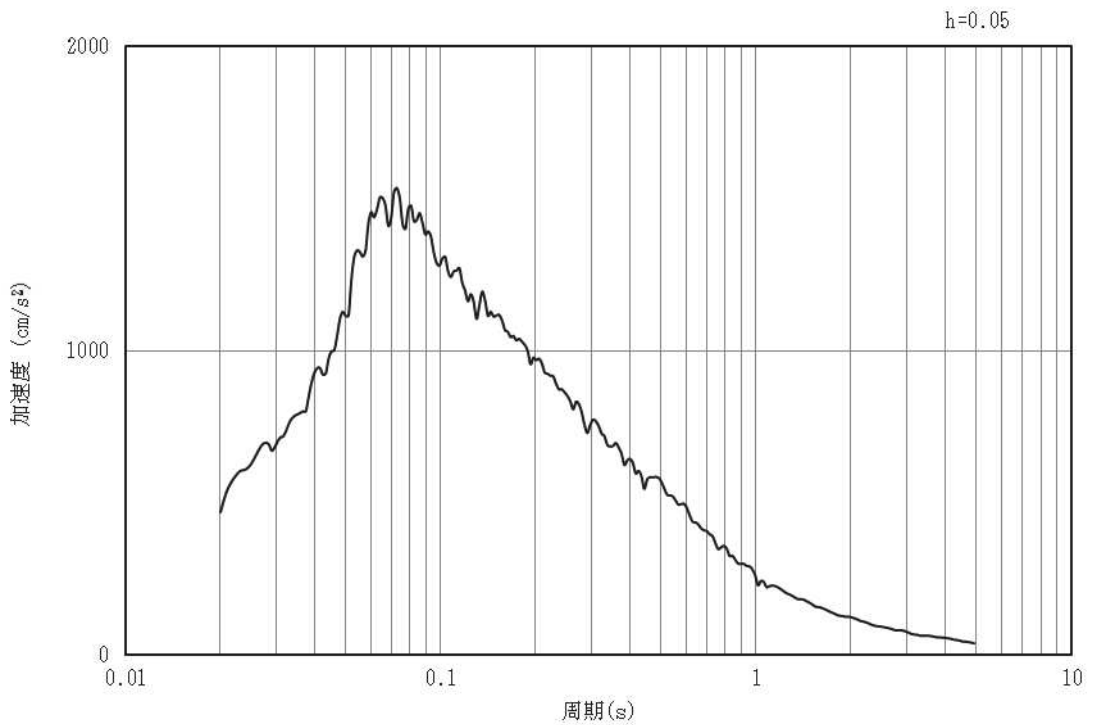
(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 1)



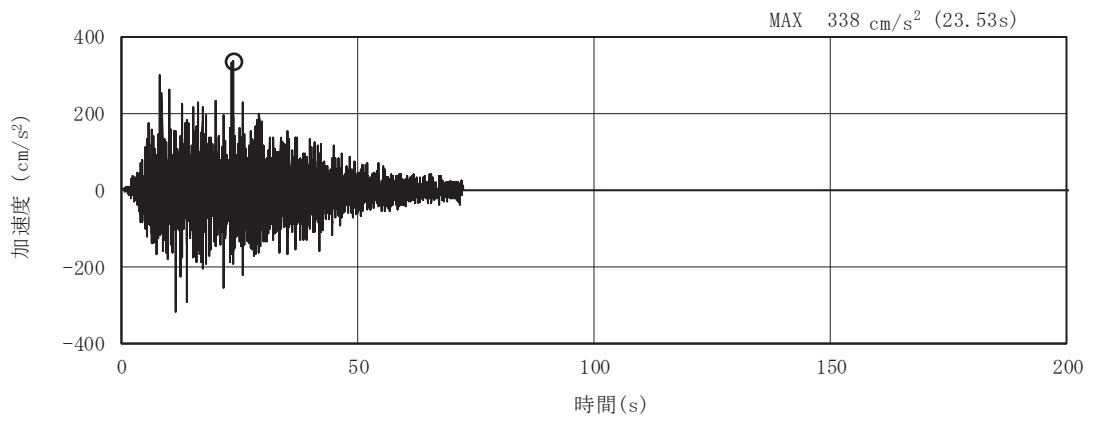


(a) 加速度時刻歴波形

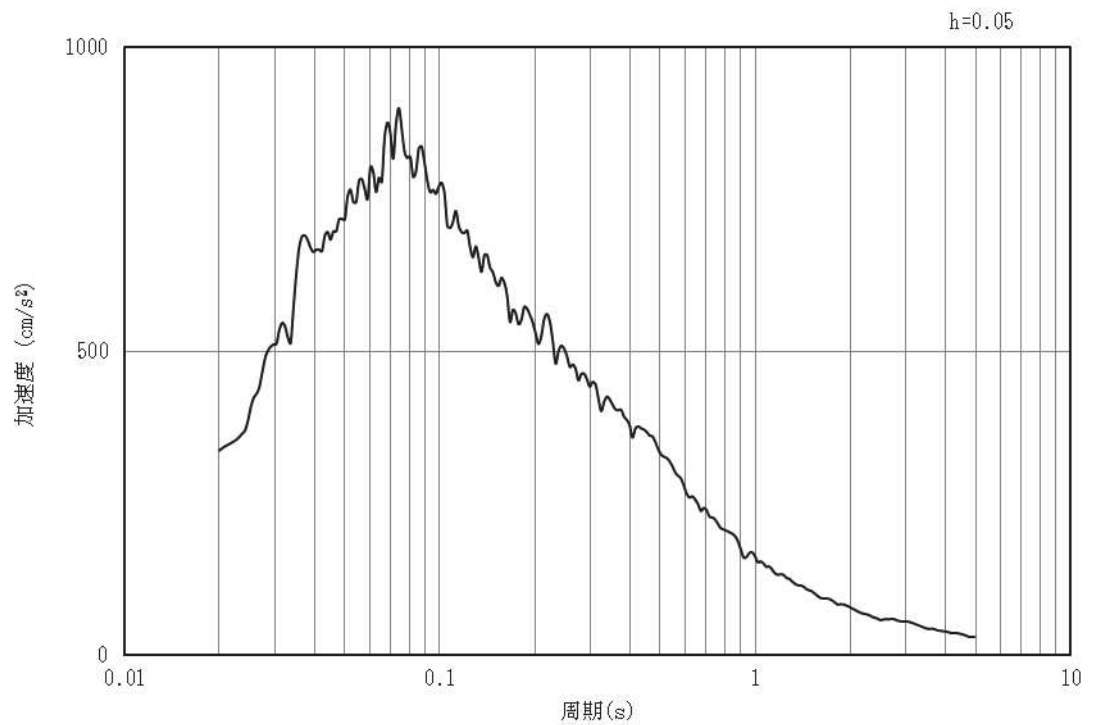


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - D 2)

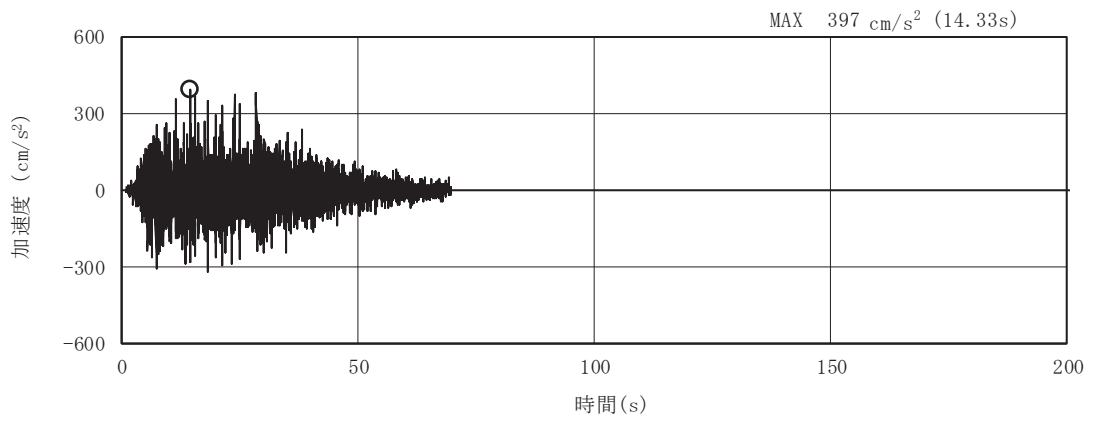


(a) 加速度時刻歴波形

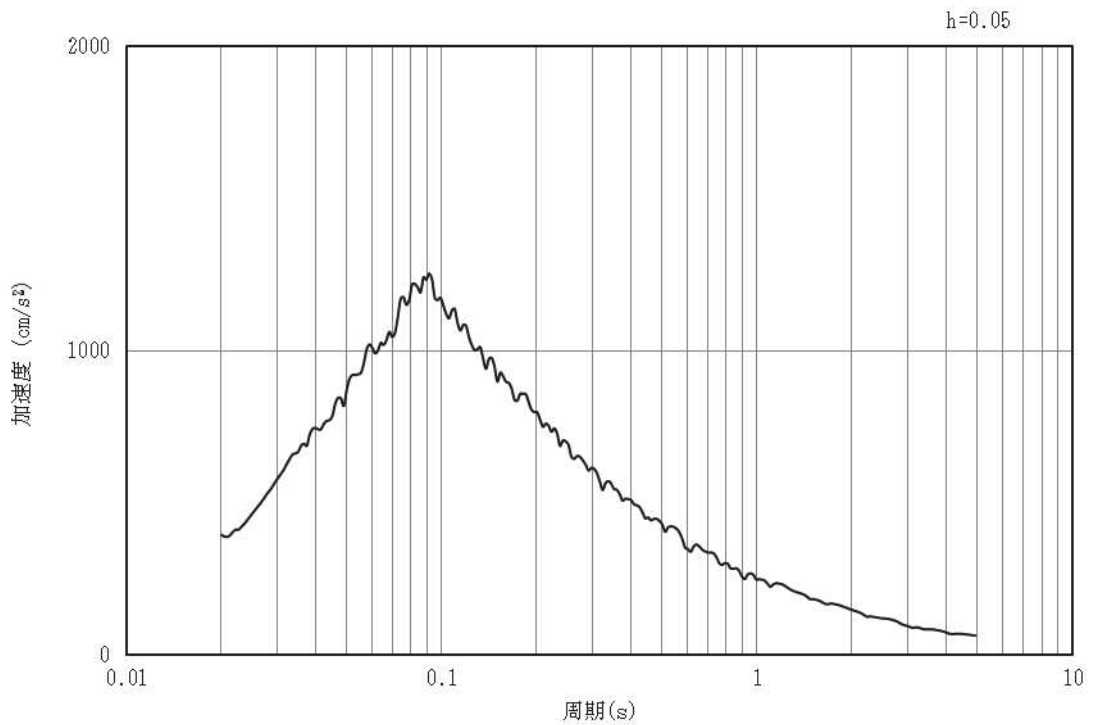


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 2)

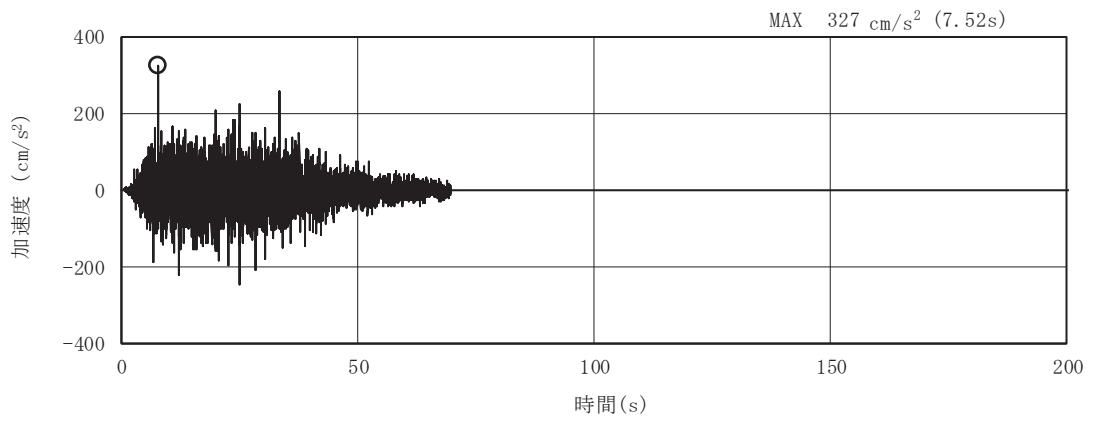


(a) 加速度時刻歴波形

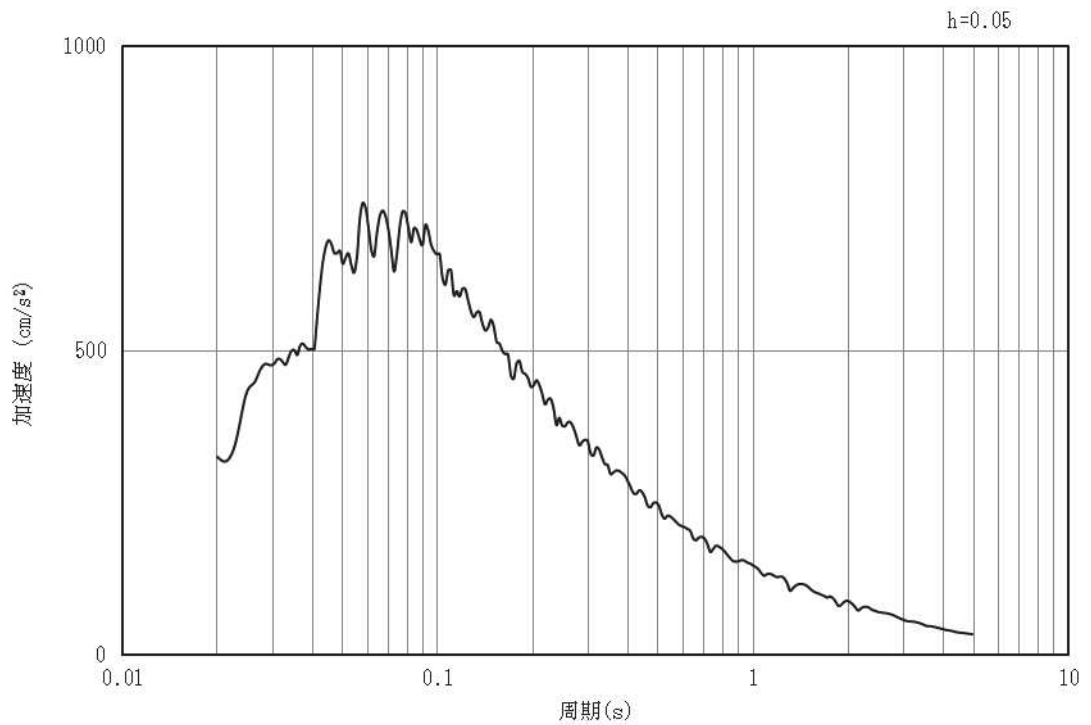


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - D 3)

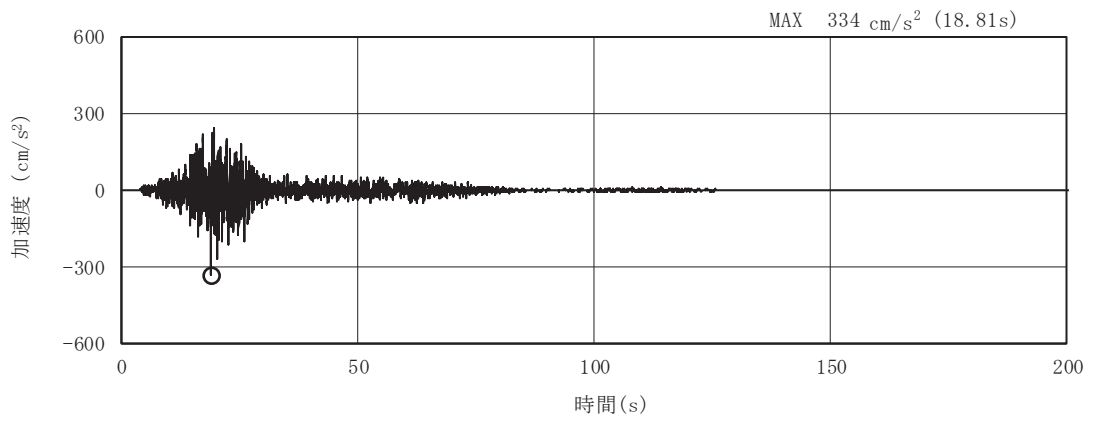


(a) 加速度時刻歴波形

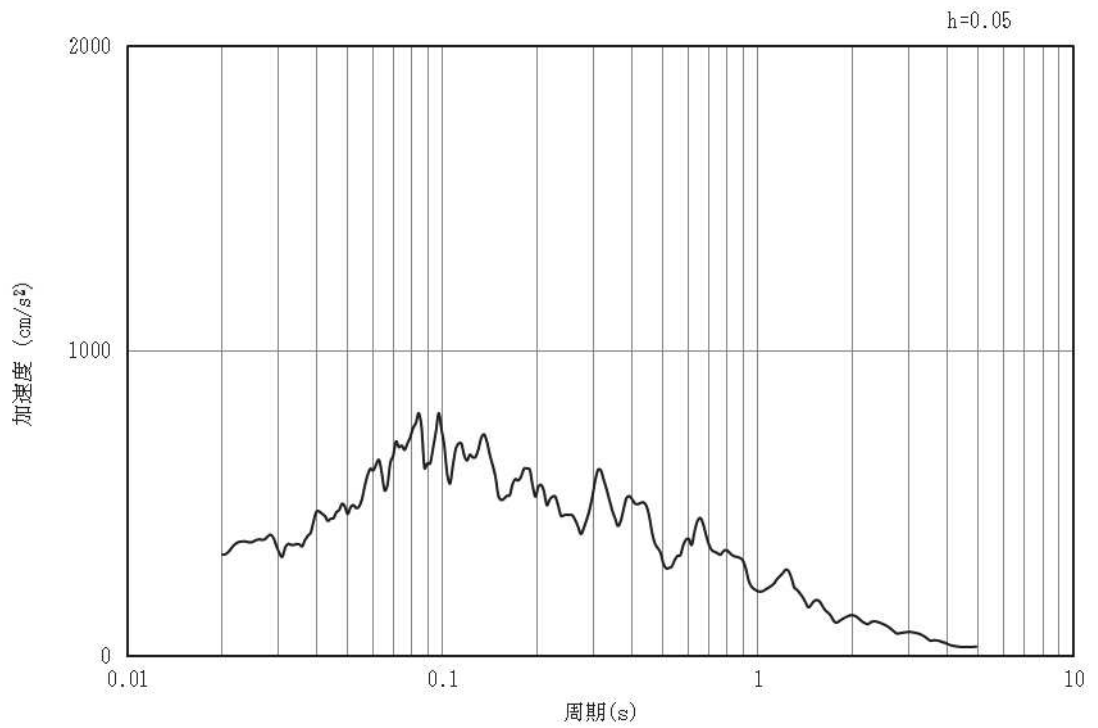


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 3)

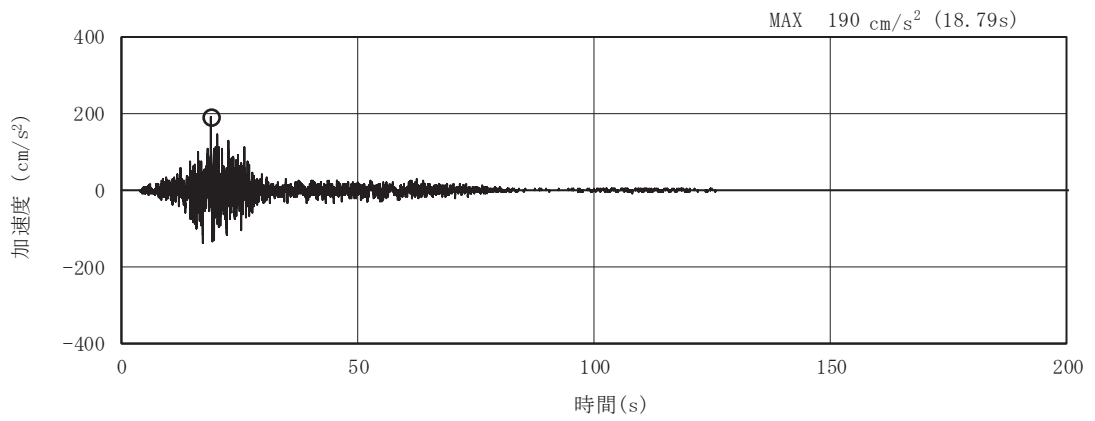


(a) 加速度時刻歴波形

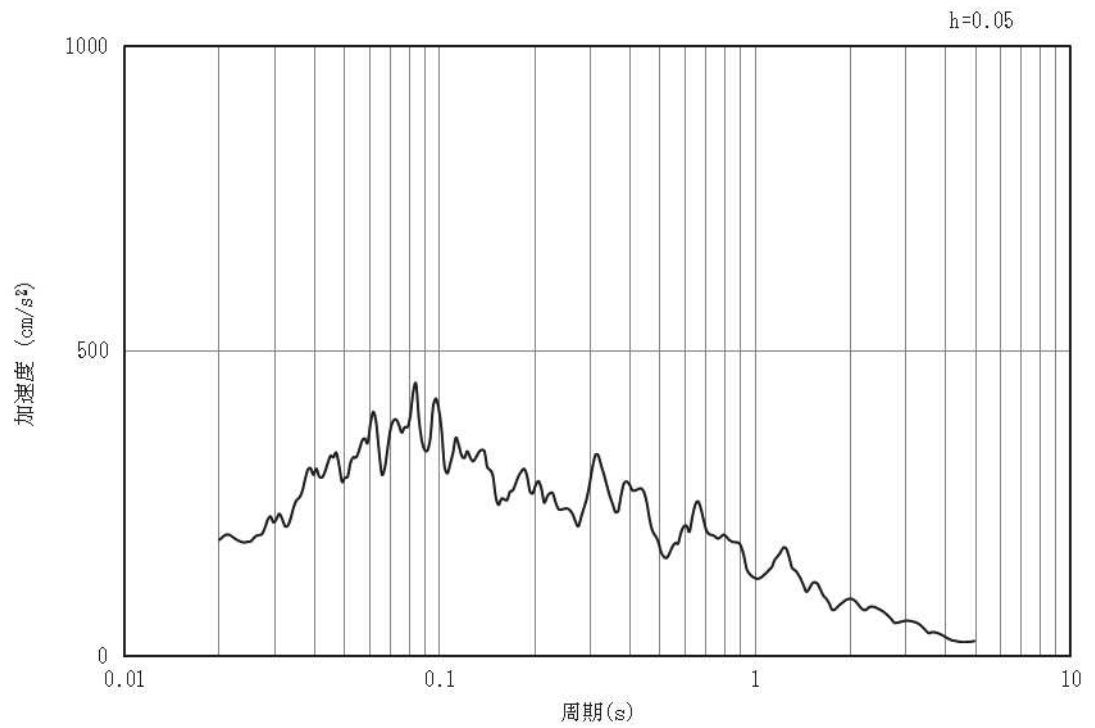


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - F 1)

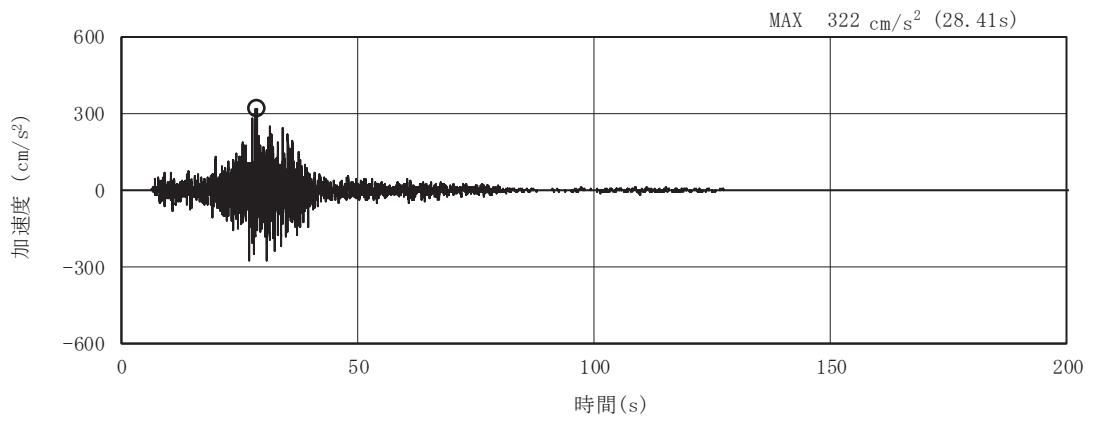


(a) 加速度時刻歴波形

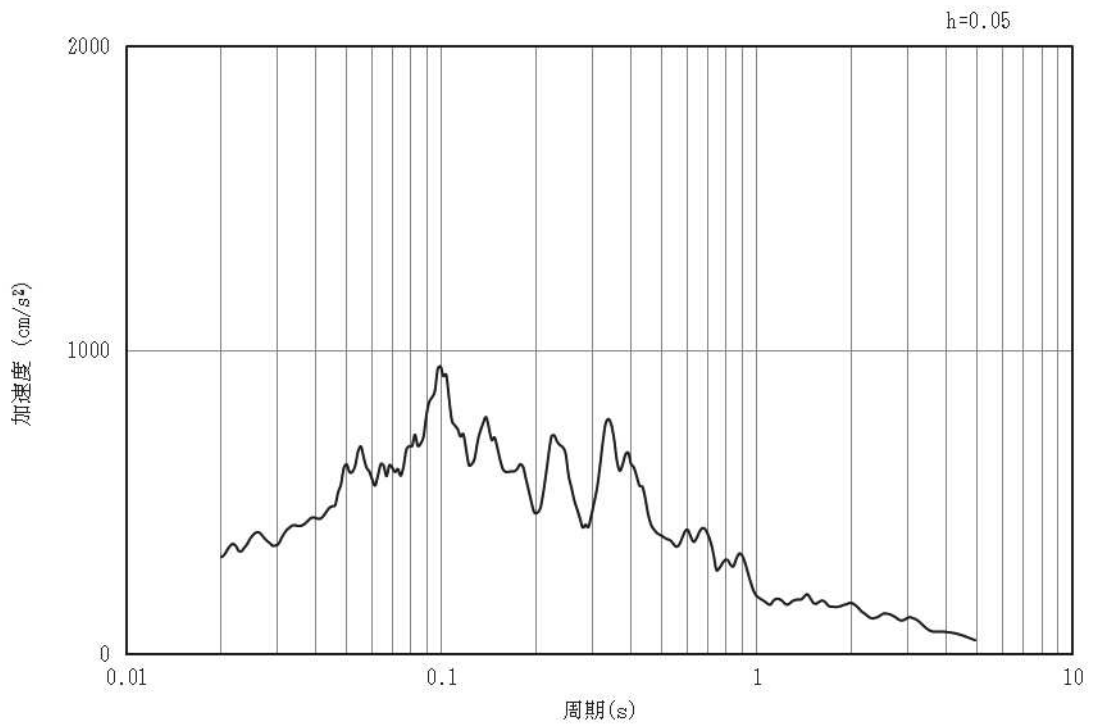


(b) 加速度応答スペクトル

図3-29 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  
(鉛直成分：S d - F 1)

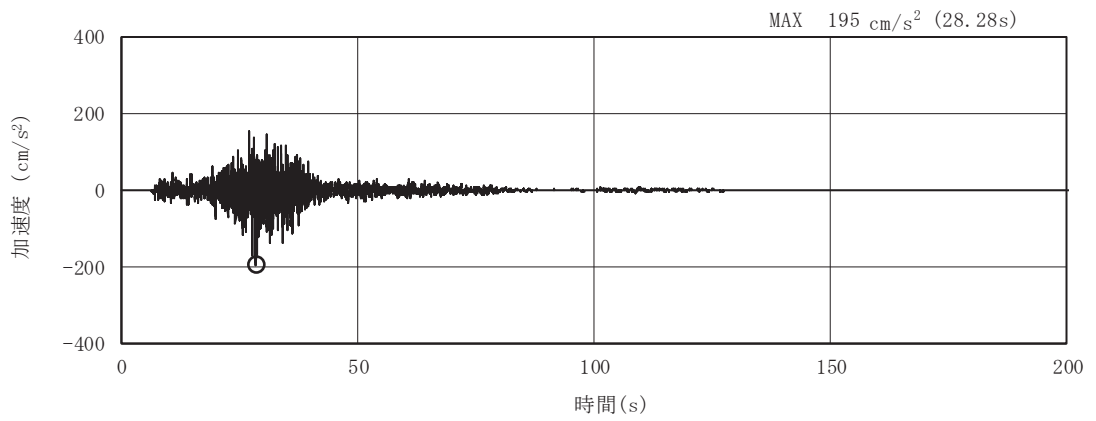


(a) 加速度時刻歴波形

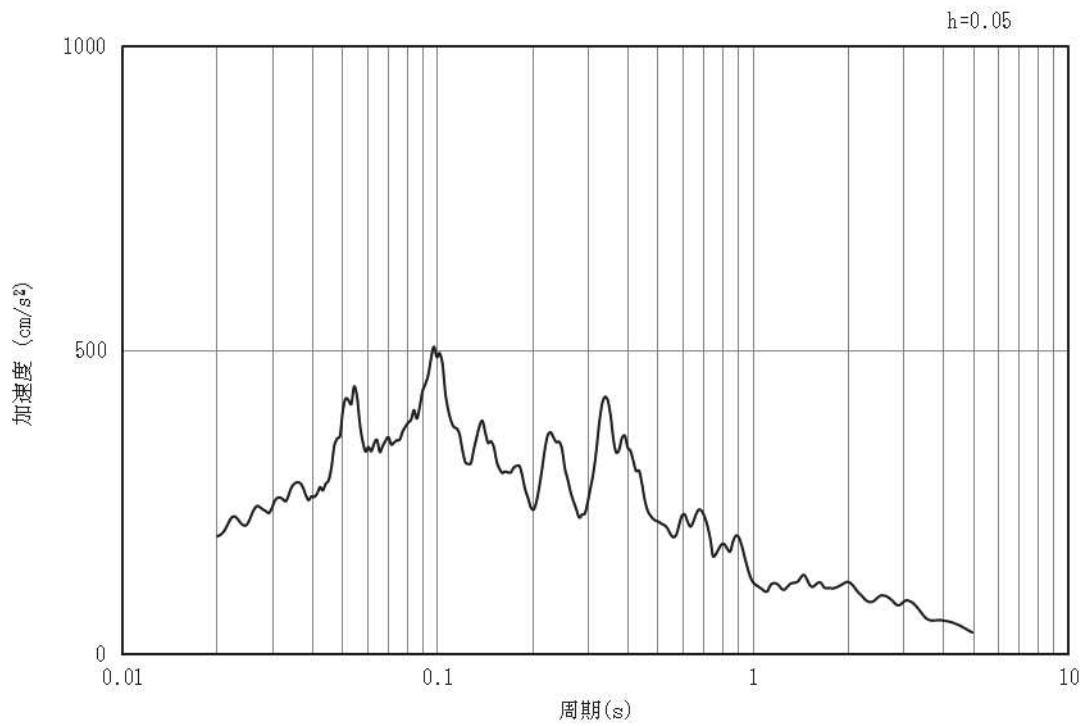


(b) 加速度応答スペクトル

図3-30 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  
(水平成分：S d - F 2)



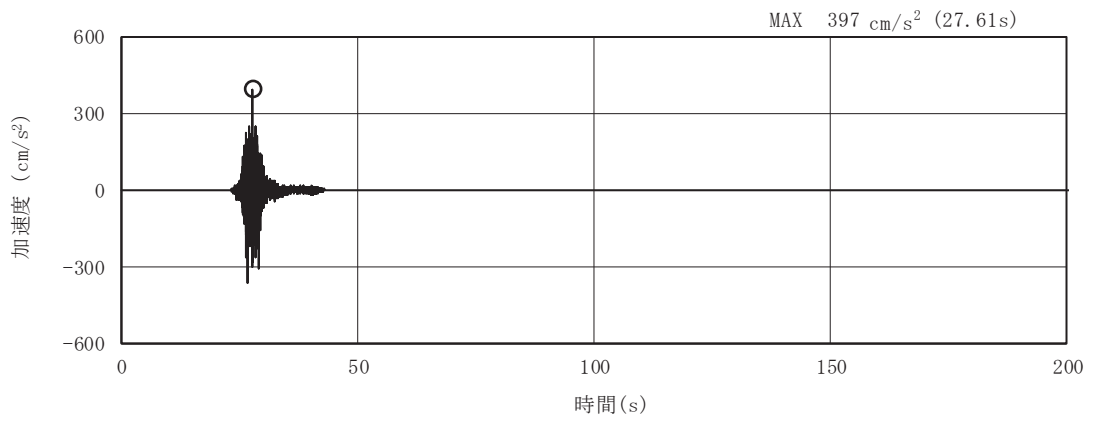
(a) 加速度時刻歴波形



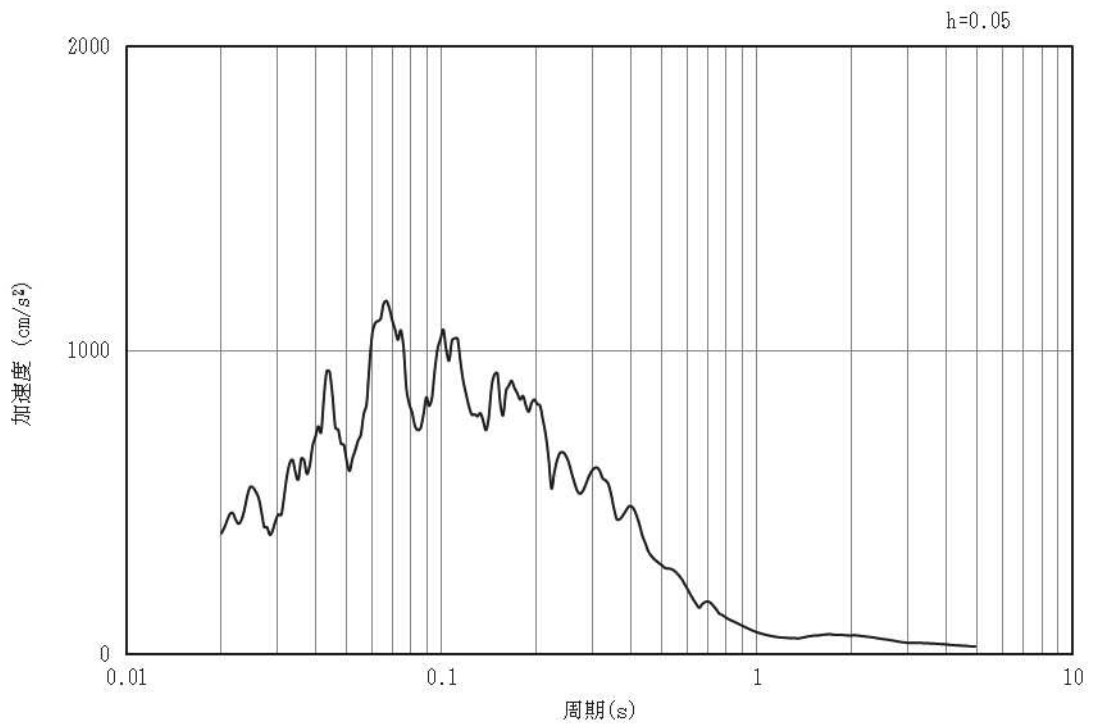
(b) 加速度応答スペクトル

図3-31 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  
(鉛直成分：S d - F 2)



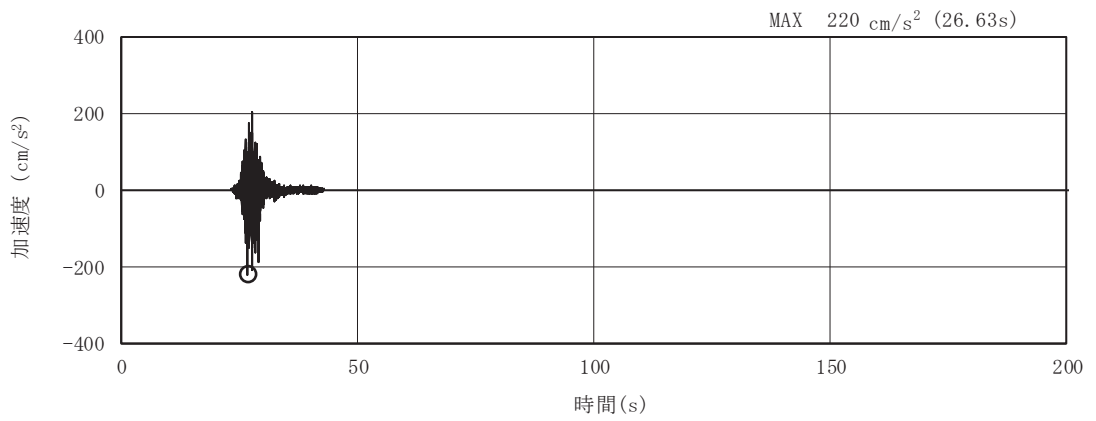


(a) 加速度時刻歴波形

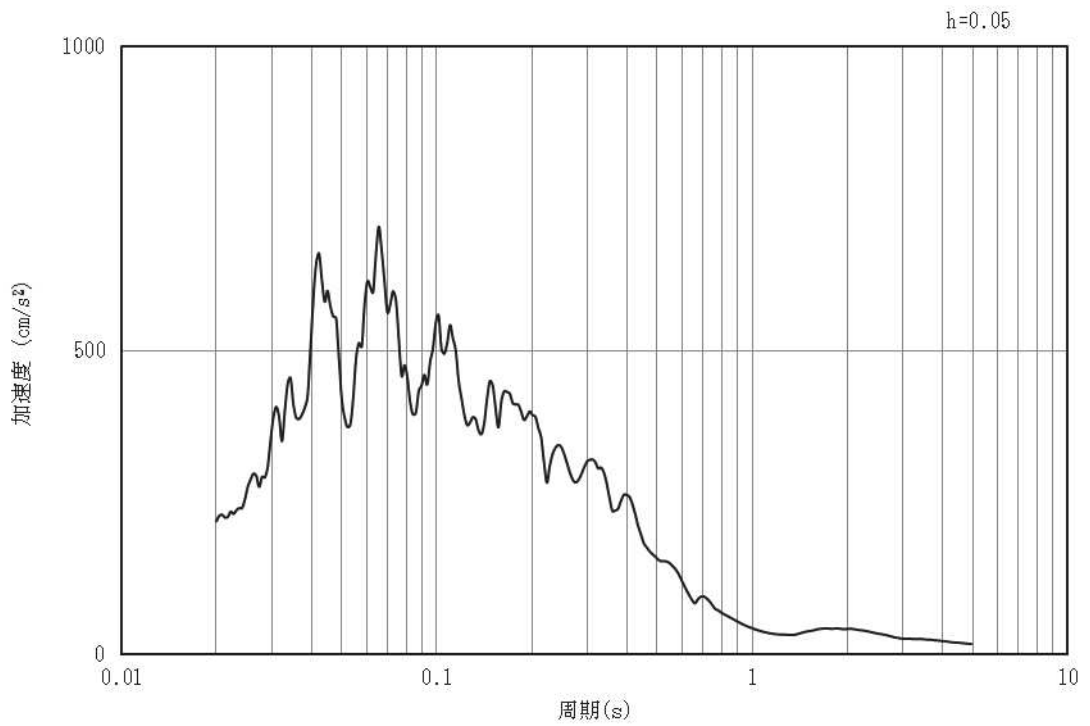


(b) 加速度応答スペクトル

図3-32 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  
(水平成分：S d - F 3)

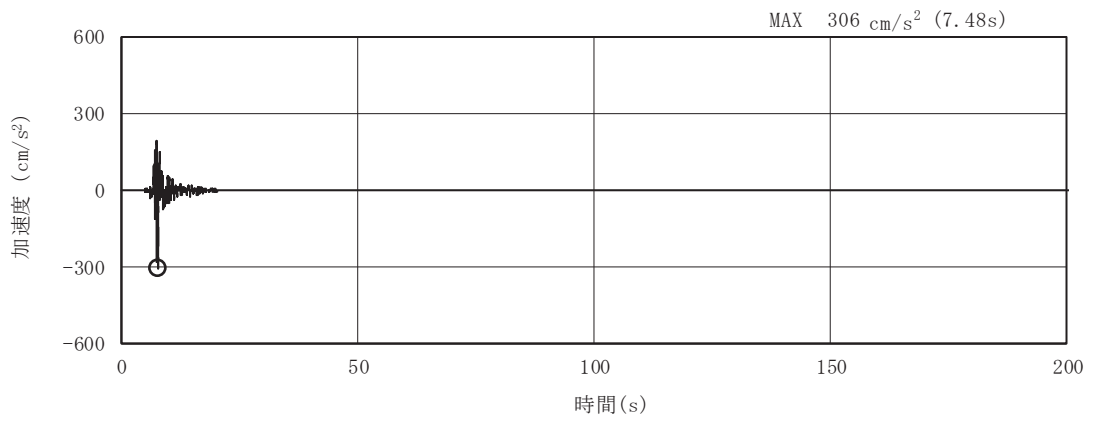


(a) 加速度時刻歴波形

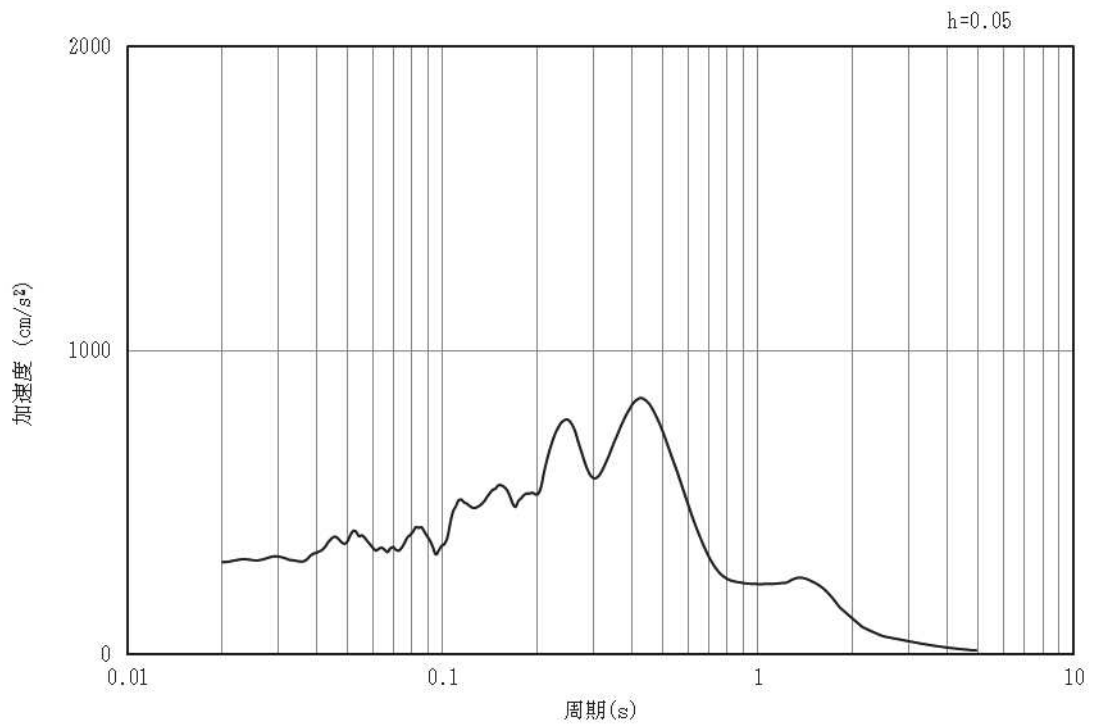


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - F 3)

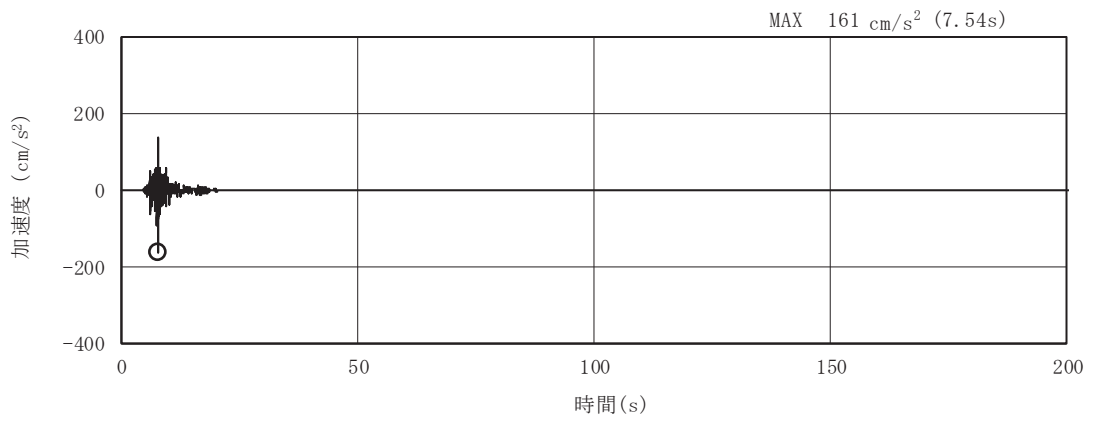


(a) 加速度時刻歴波形

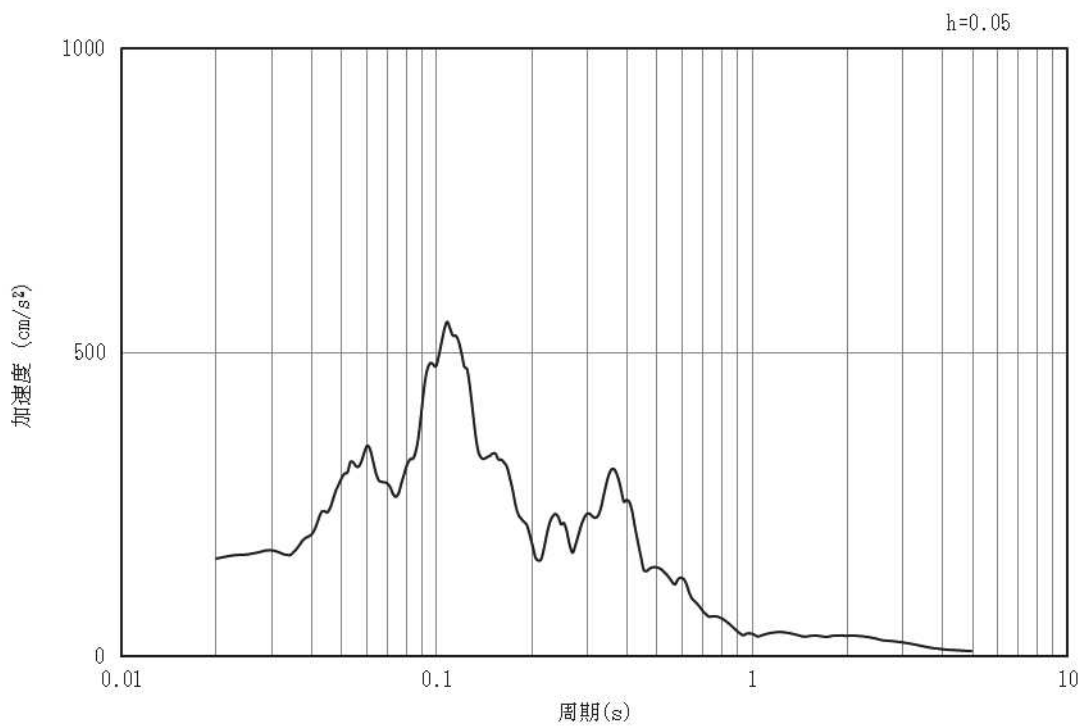


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(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3-35 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  
(鉛直成分：S d - N 1)

### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答解析モデルを図 3-36 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

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、盛土及び改良地盤は、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) ジョイント要素の設定

地震時の「MMR と構造物」、「盛土及び岩盤と MMR」、「盛土及び岩盤と改良地盤」及び「盛土と構造物」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。

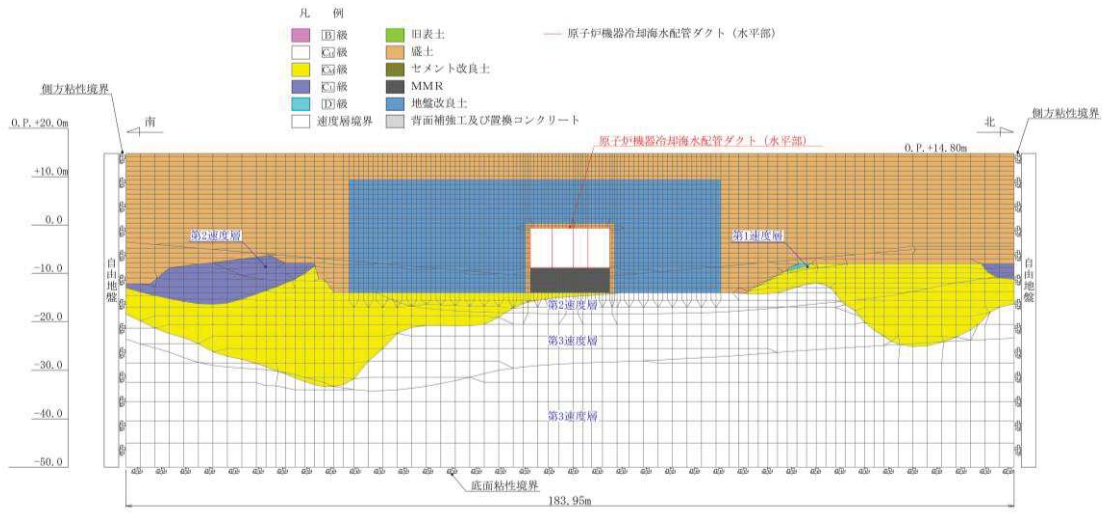


図 3-36 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答解析モデル図

### 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, 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 20.5N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD345

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*	3.02×10 <sup>4</sup> 解析ケース④
		設計基準強度	2.33×10 <sup>4</sup> 解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比	0.2	

注記\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 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」に従い設定する。設計用地下水位を表 3-8 及び図 3-37 に示す。

表 3-8 設計用地下水位の一覧

施設名称	設計用地下水位
原子炉機器冷却海水配管ダクト (水平部)	O. P. -10.50m~O. P. -3.50m

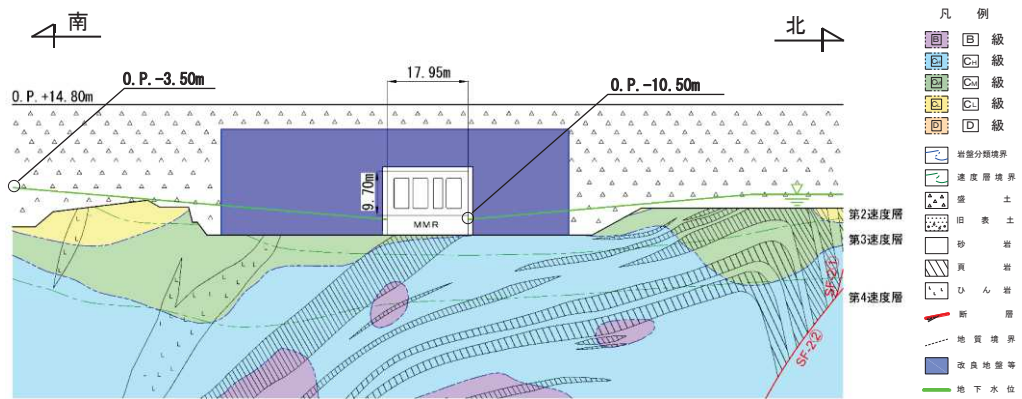


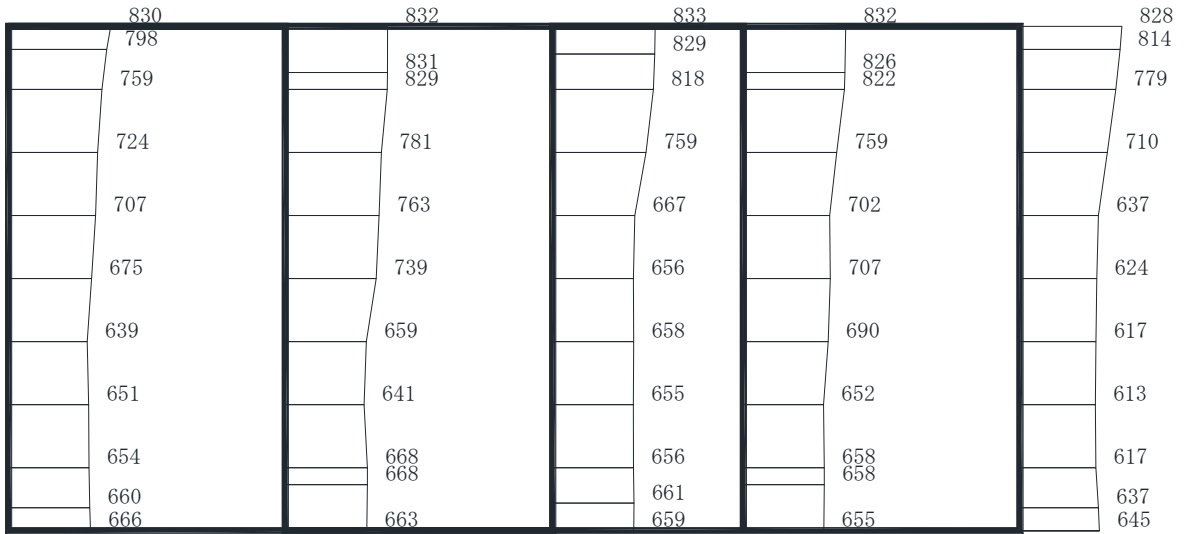
図 3-37 設計用地下水位



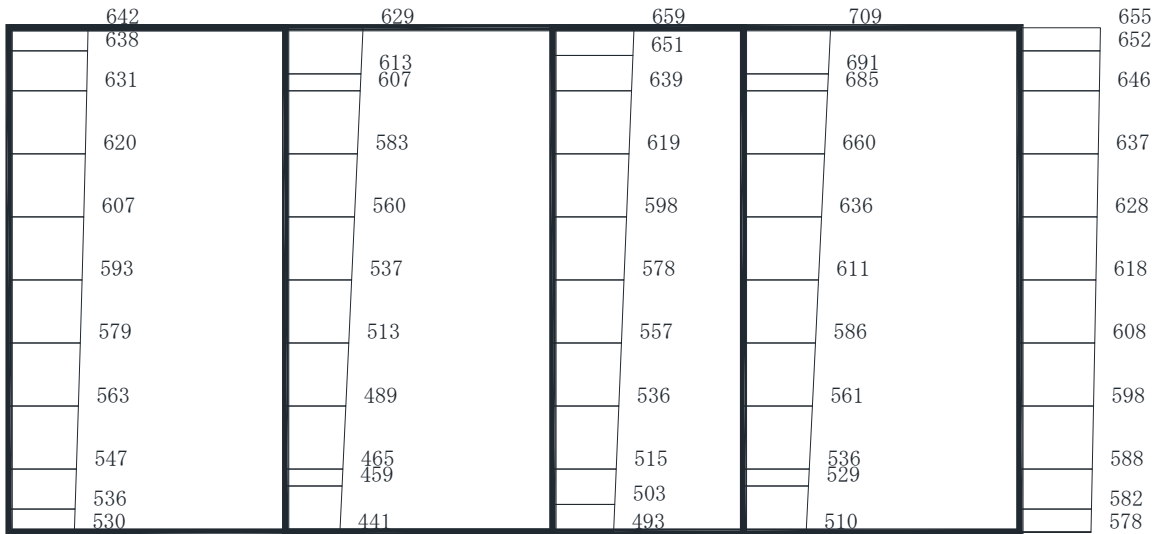
#### 4. 解析結果

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 4-14 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②～④の最大加速度分布図を図 4-15～図 4-20 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 4-21～図 4-41 に示す。また、解析ケース①～④について、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 4-42～図 4-69 に示す。



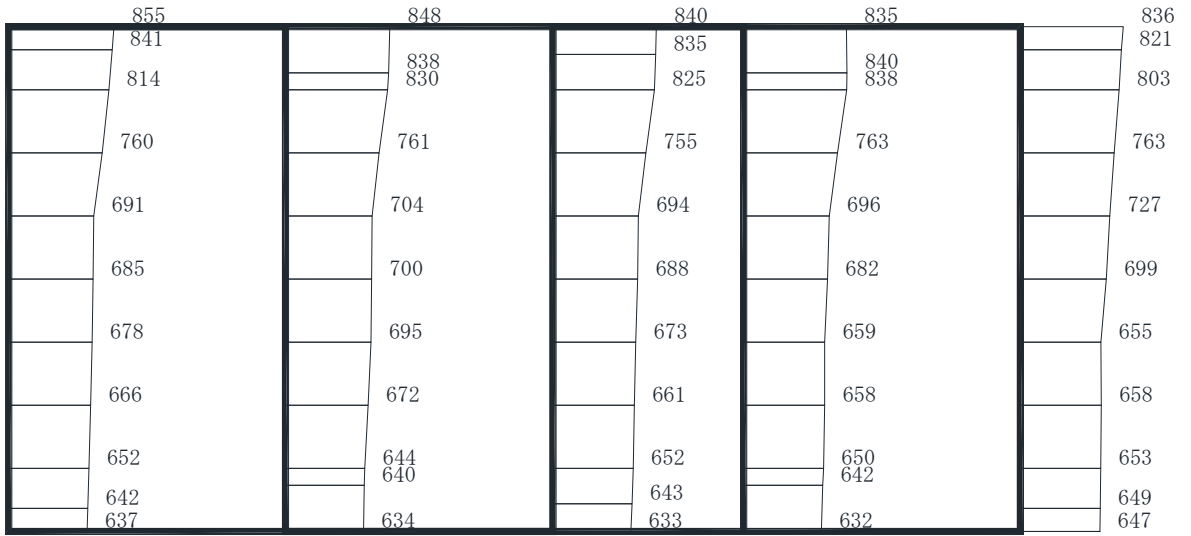
(a) S s - D 1 (++) 水平



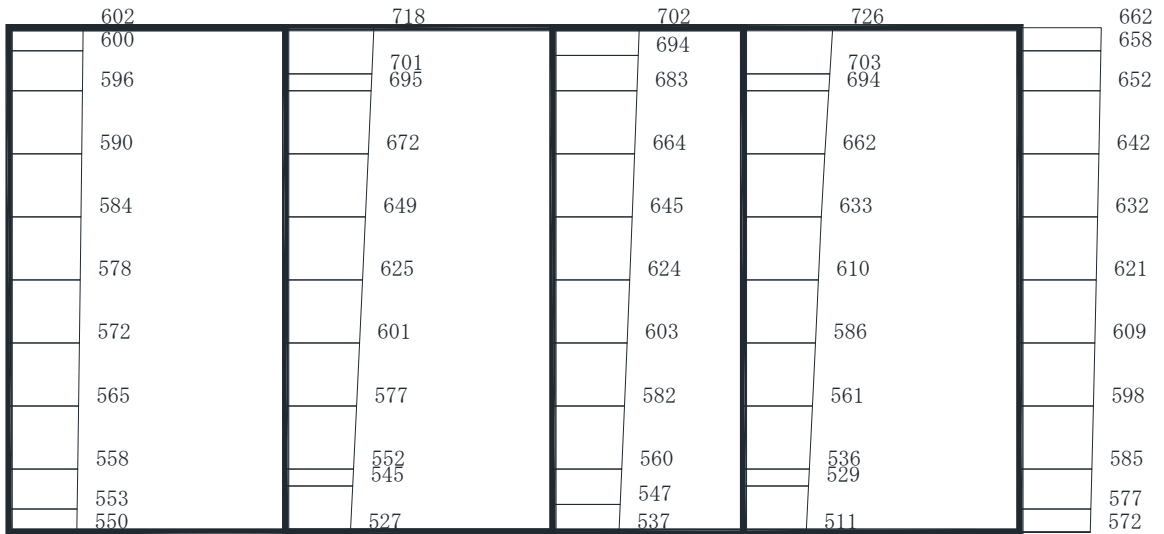
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-1 最大加速度分布図 (1/20) (解析ケース①)



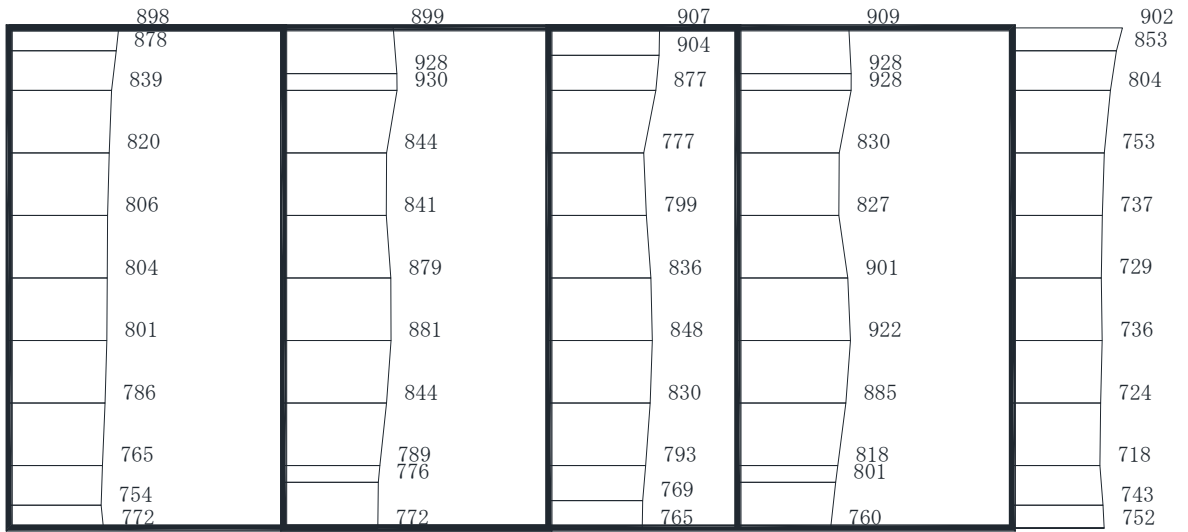
(a) S s - D 1 ( - + ) 水平



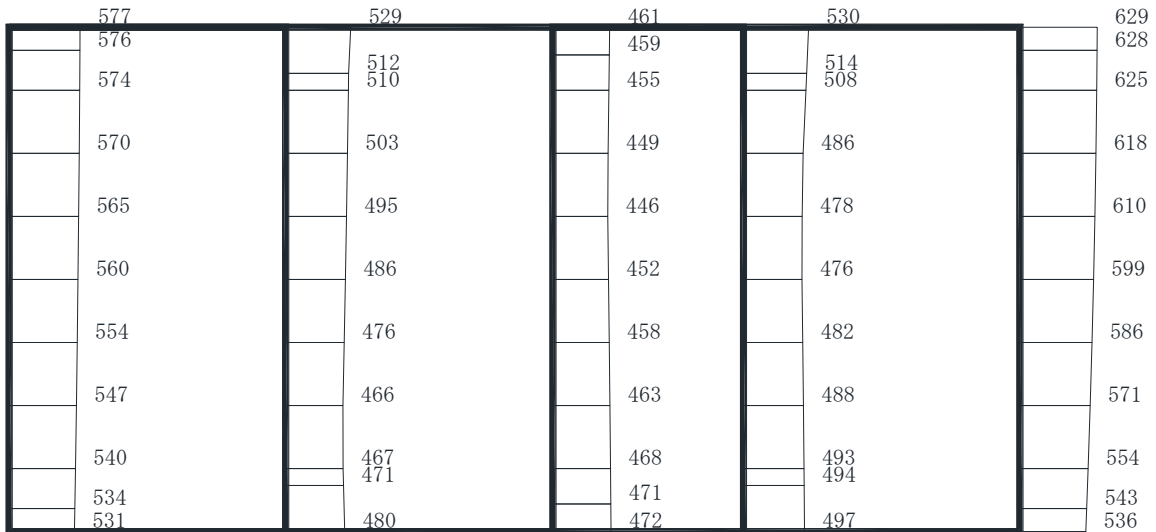
(b) S s - D 1 ( - + ) 鉛直

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

図 4-2 最大加速度分布図 (2/20) (解析ケース①)



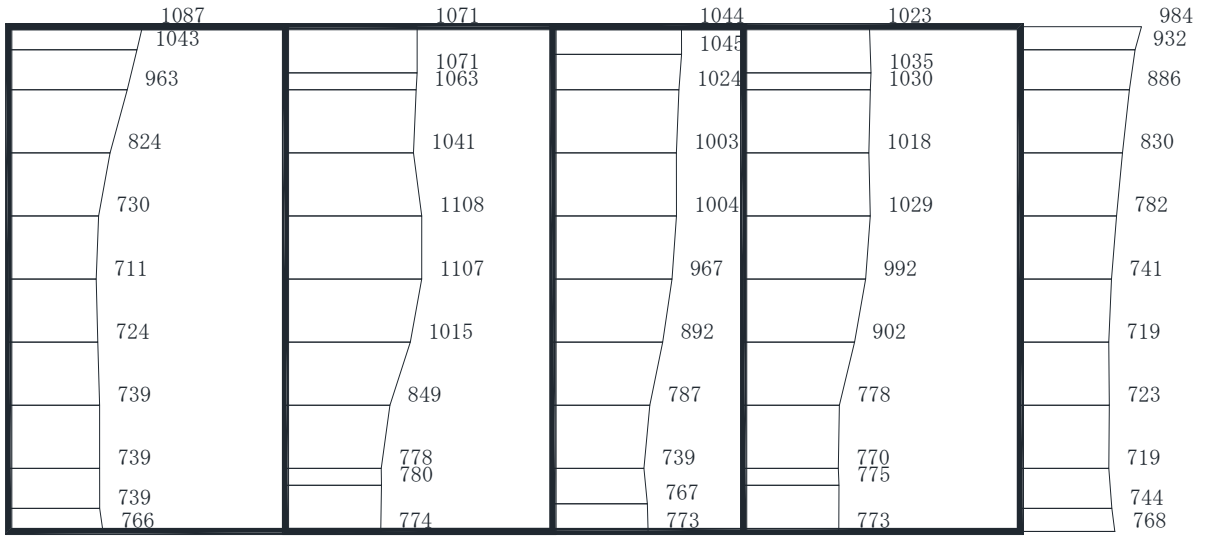
(a) S s - D 2 (++) 水平



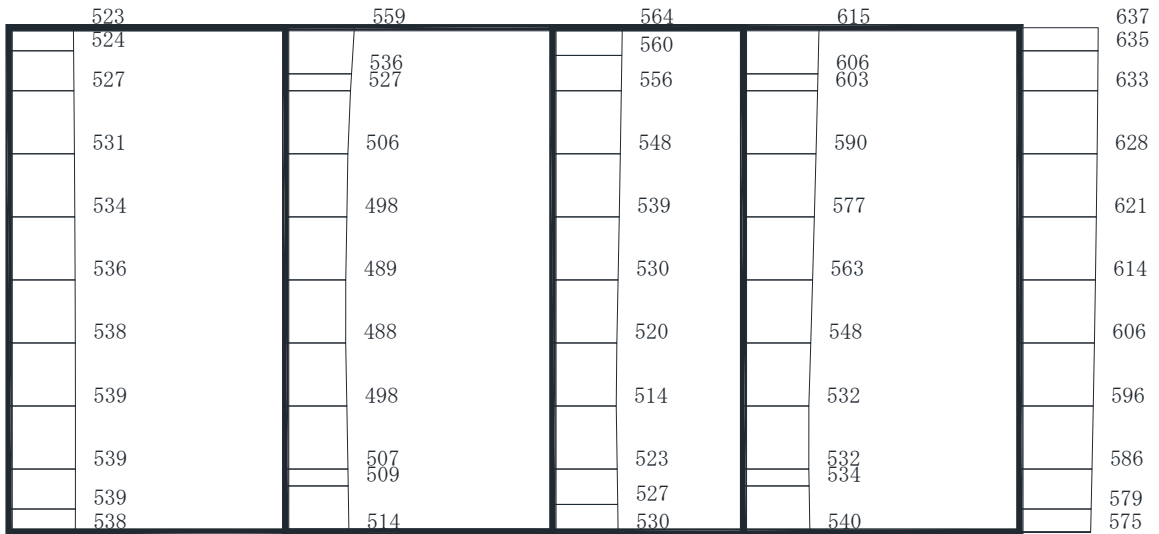
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-3 最大加速度分布図 (3/20) (解析ケース①)



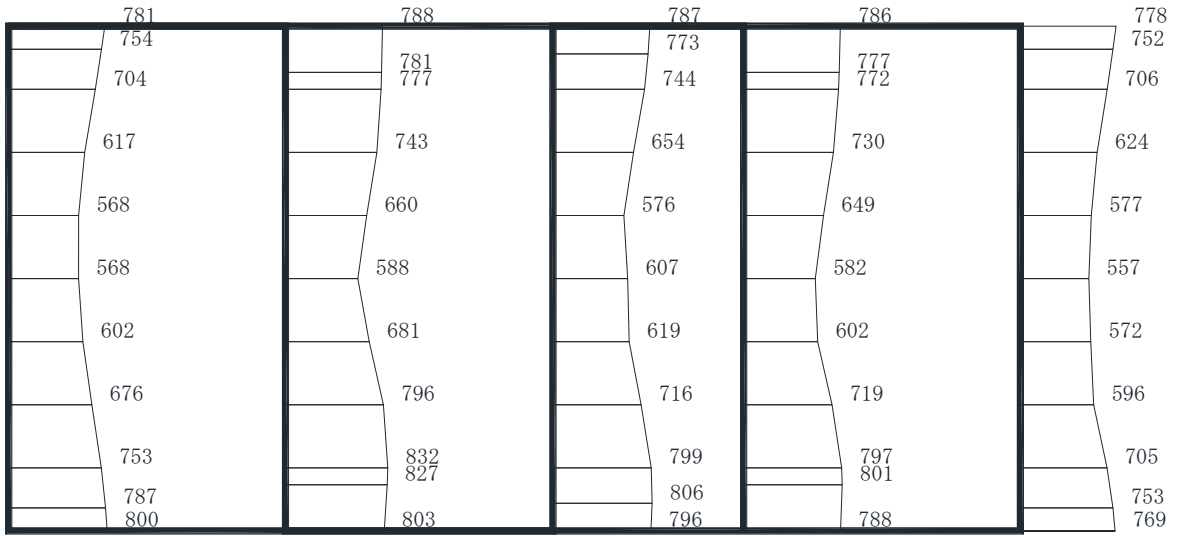
(a) S s - D 2 ( - + ) 水平



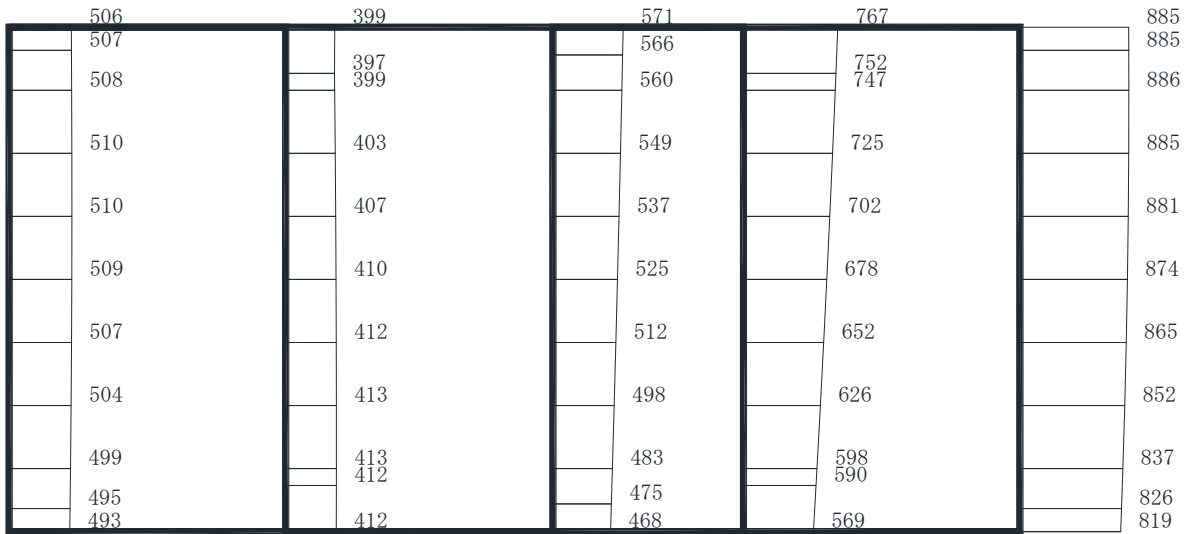
(b) S s - D 2 ( - + ) 鉛直

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

図 4-4 最大加速度分布図 (4/20) (解析ケース①)



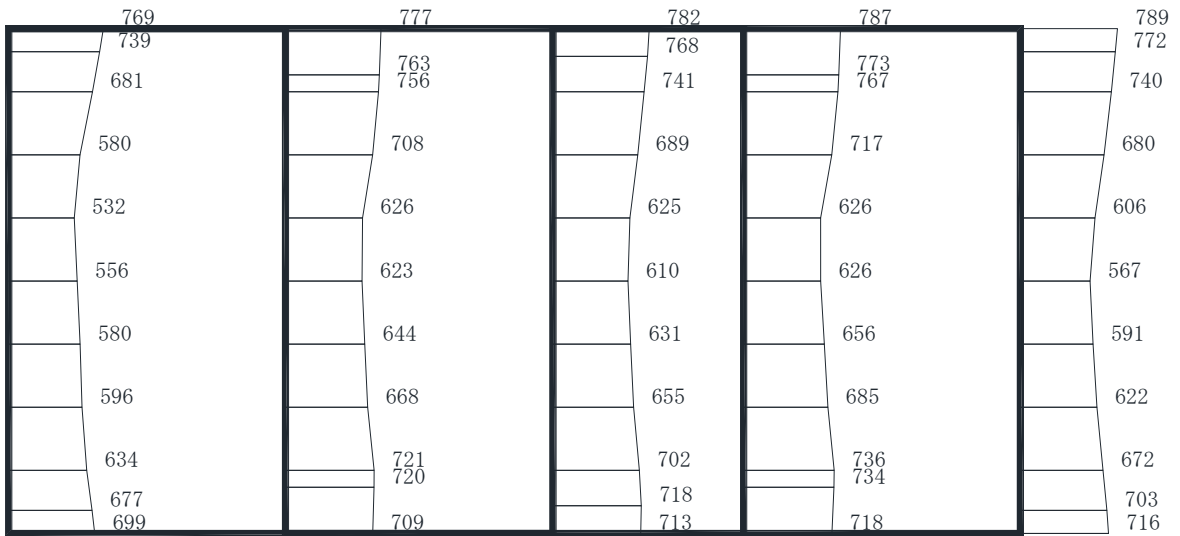
(a) S s - D 3 (++) 水平



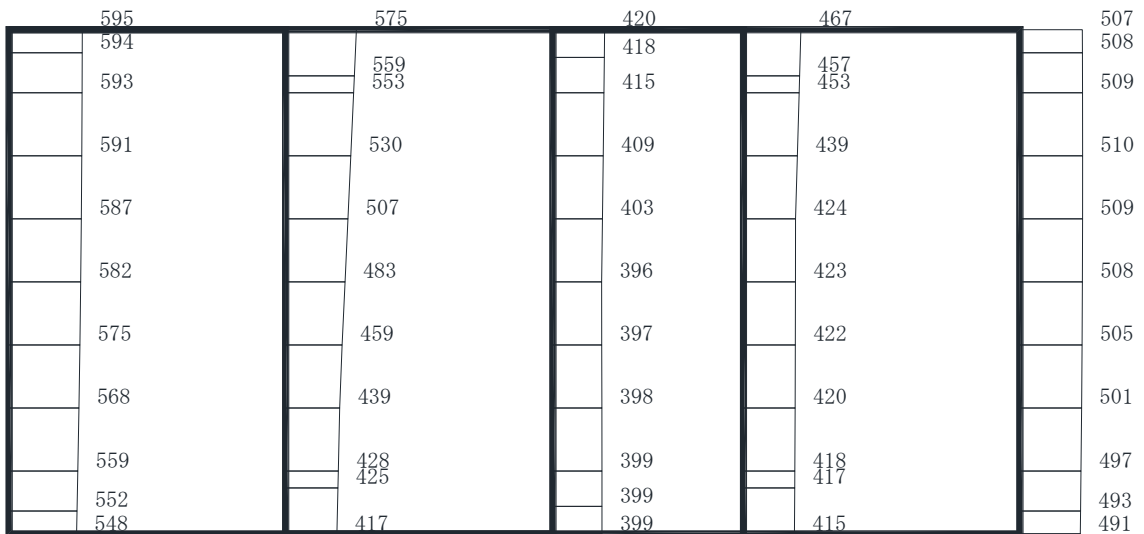
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-5 最大加速度分布図 (5/20) (解析ケース①)



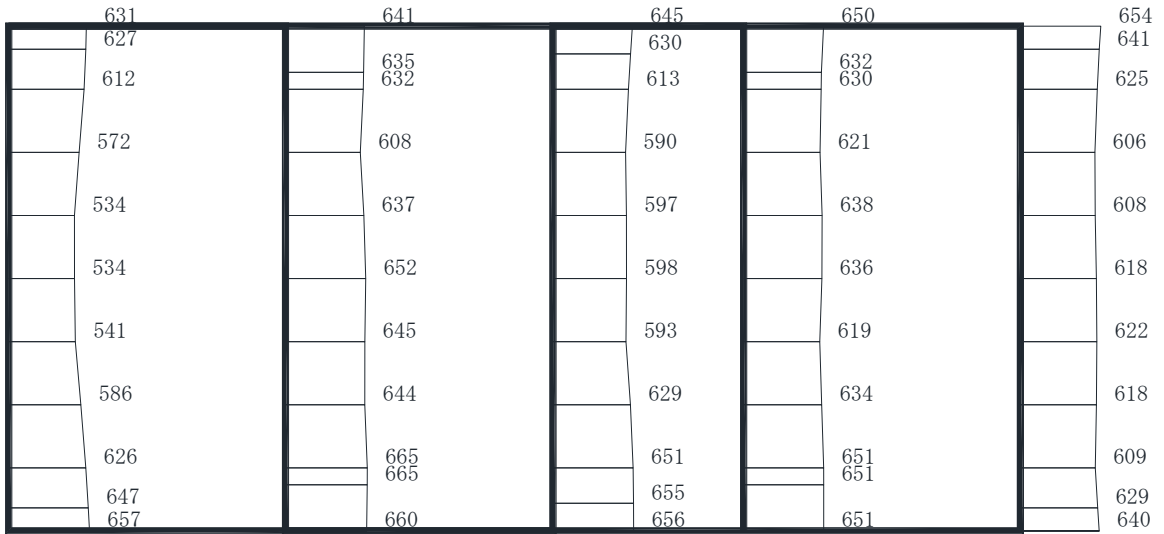
(a) S s - D 3 ( - + ) 水平



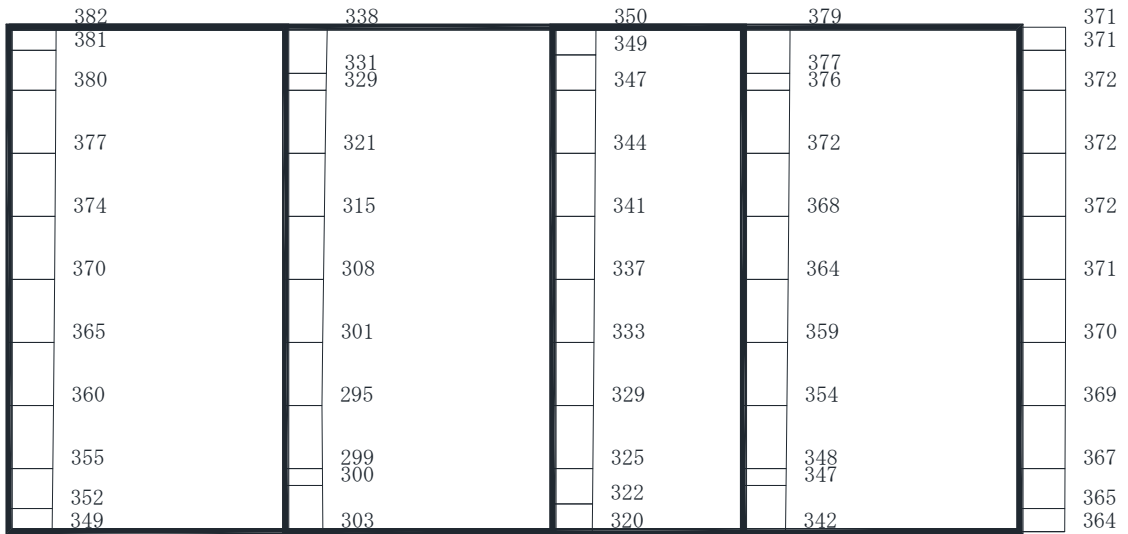
(b) S s - D 3 ( - + ) 鉛直

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

図 4-6 最大加速度分布図 (6/20) (解析ケース①)



(a) S s - F 1 (++) 水平

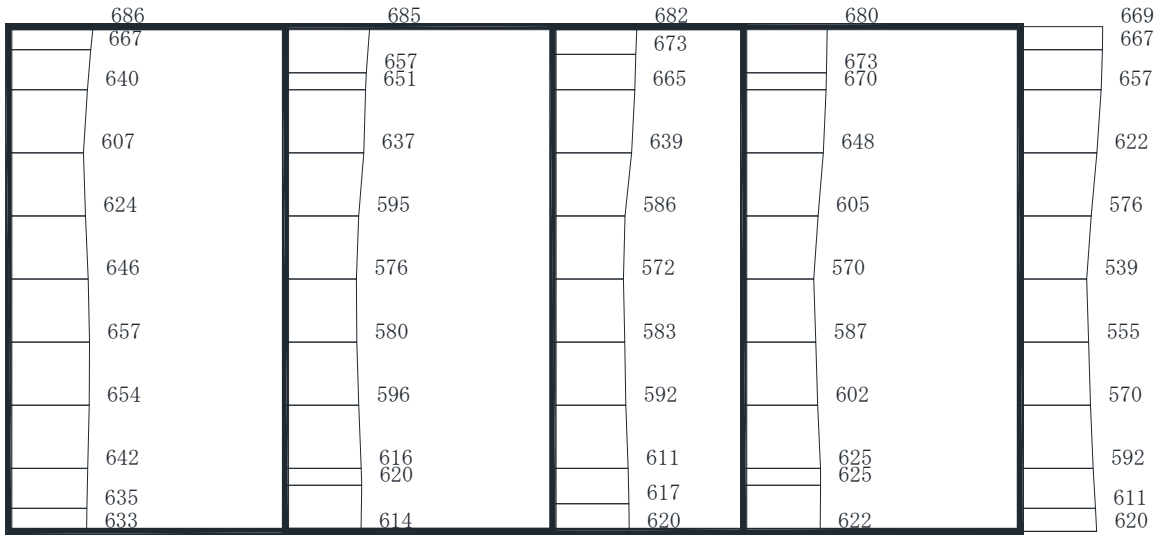


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

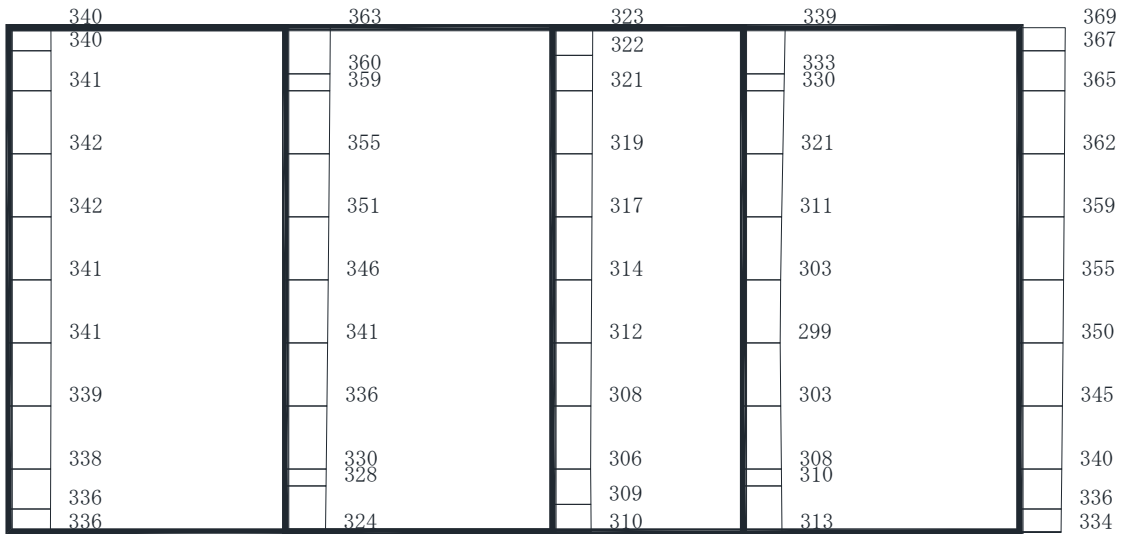
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-7 最大加速度分布図 (7/20) (解析ケース①)





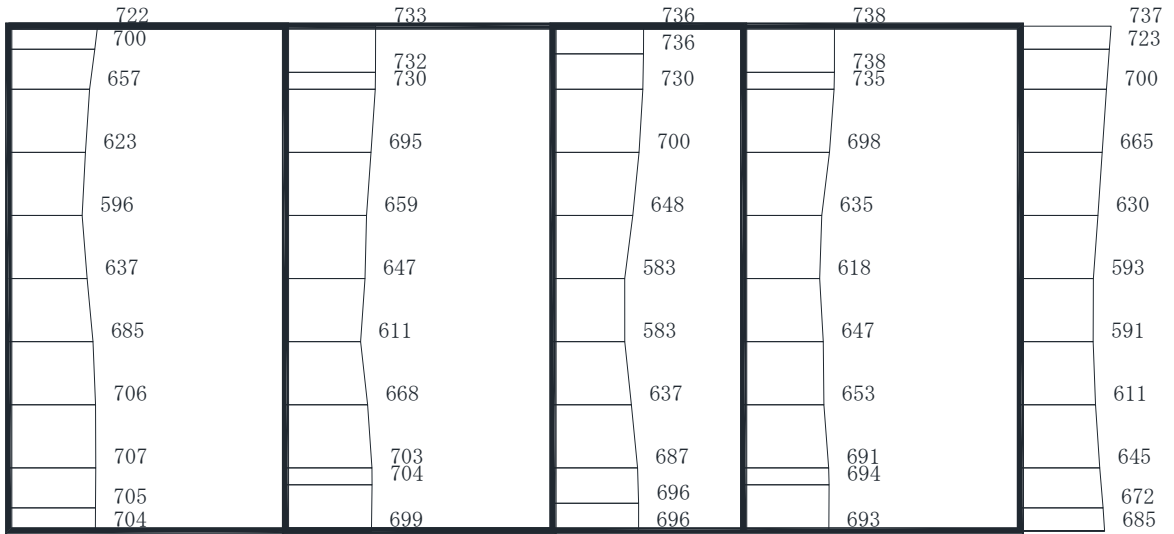
(a) S s - F 1 ( - + ) 水平



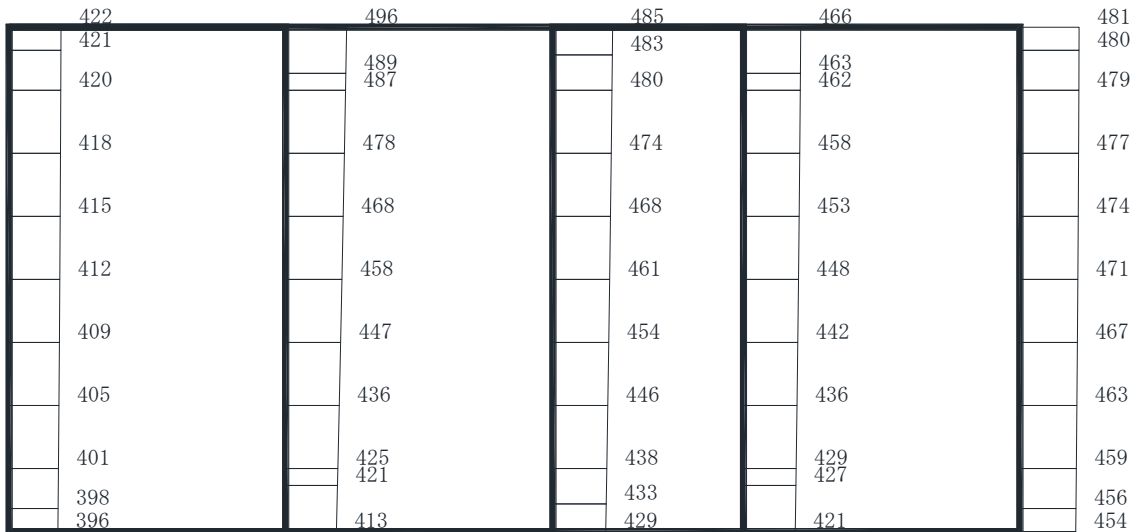
(b) S s - F 1 ( - + ) 鉛直

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

図 4-8 最大加速度分布図 (8/20) (解析ケース①)



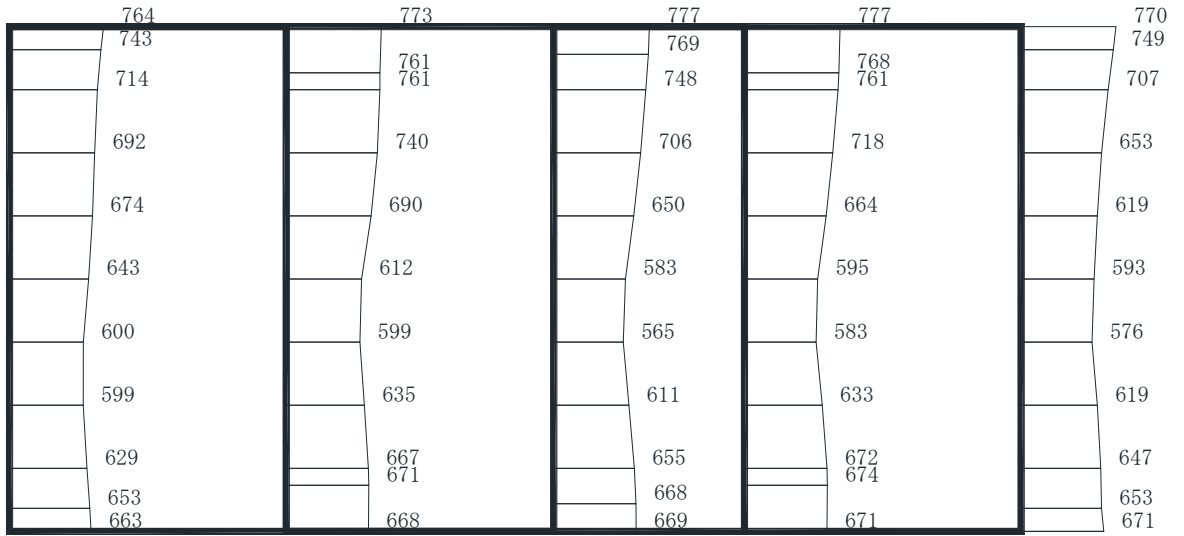
(a) S s - F 2 (++) 水平



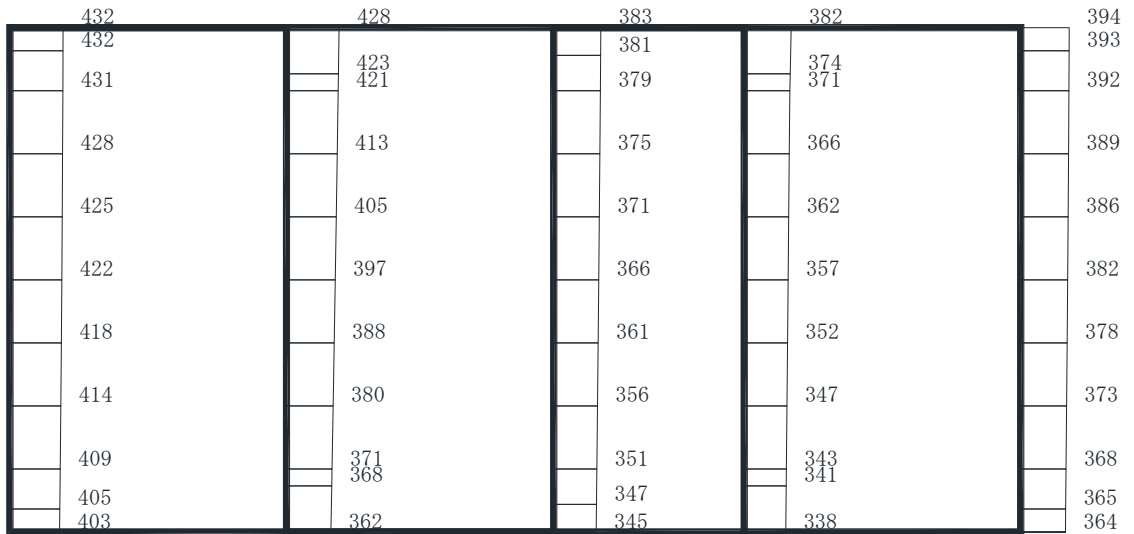
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-9 最大加速度分布図 (9/20) (解析ケース①)



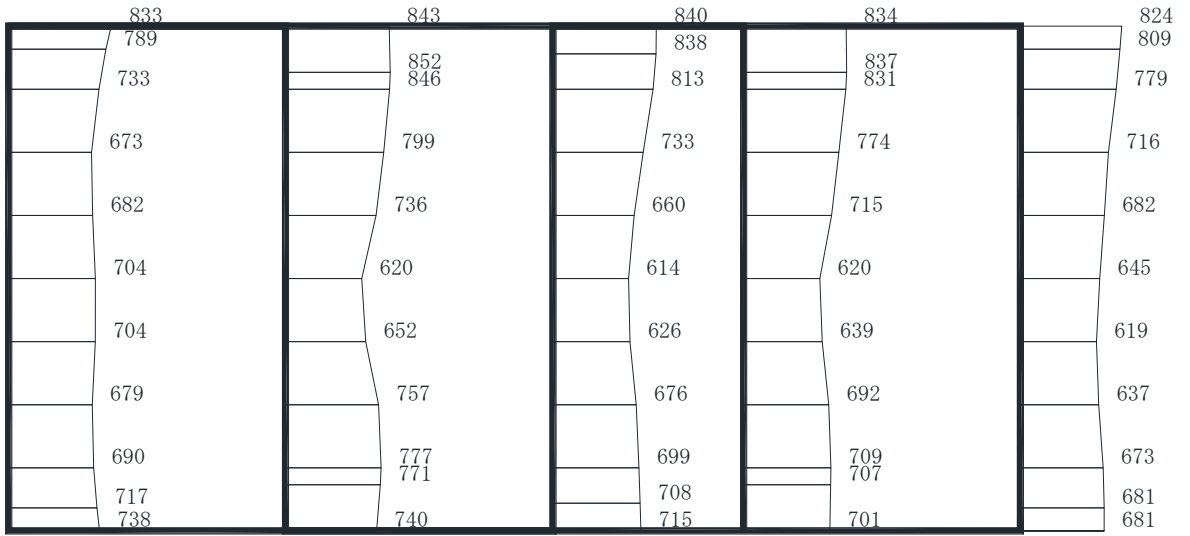
(a) S s - F 2 (-+) 水平



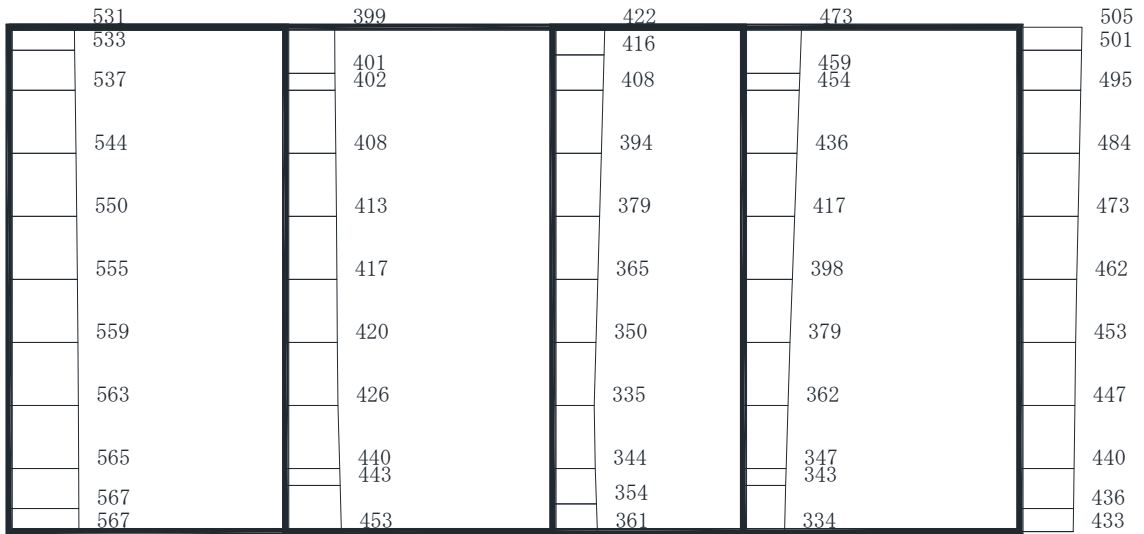
(b) S s - F 2 (-+) 鉛直

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

図 4-10 最大加速度分布図 (10/20) (解析ケース①)



(a) S s - F 3 (++) 水平



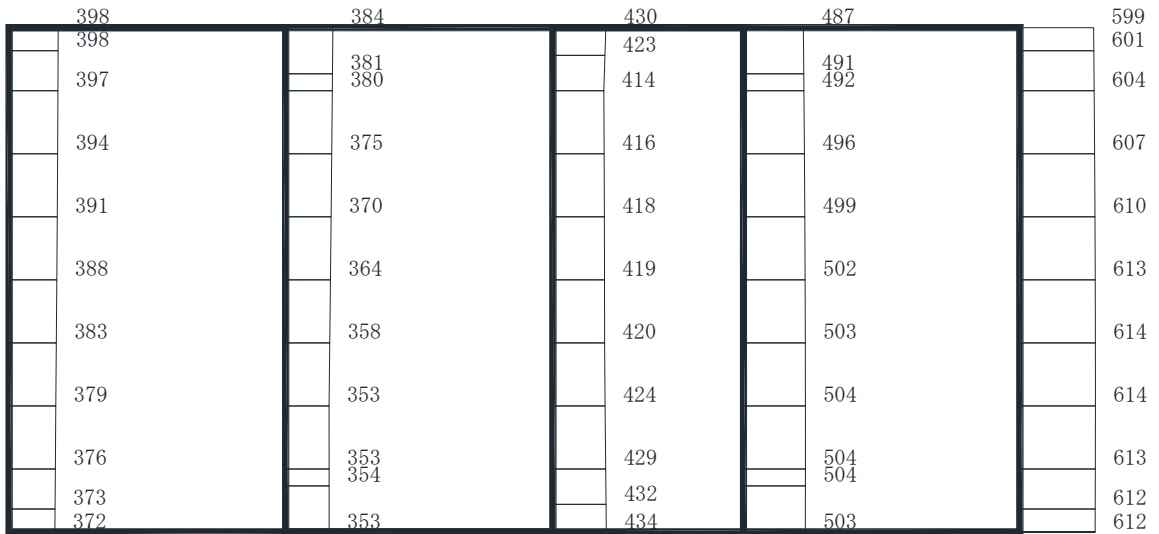
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-11 最大加速度分布図 (11/20) (解析ケース①)



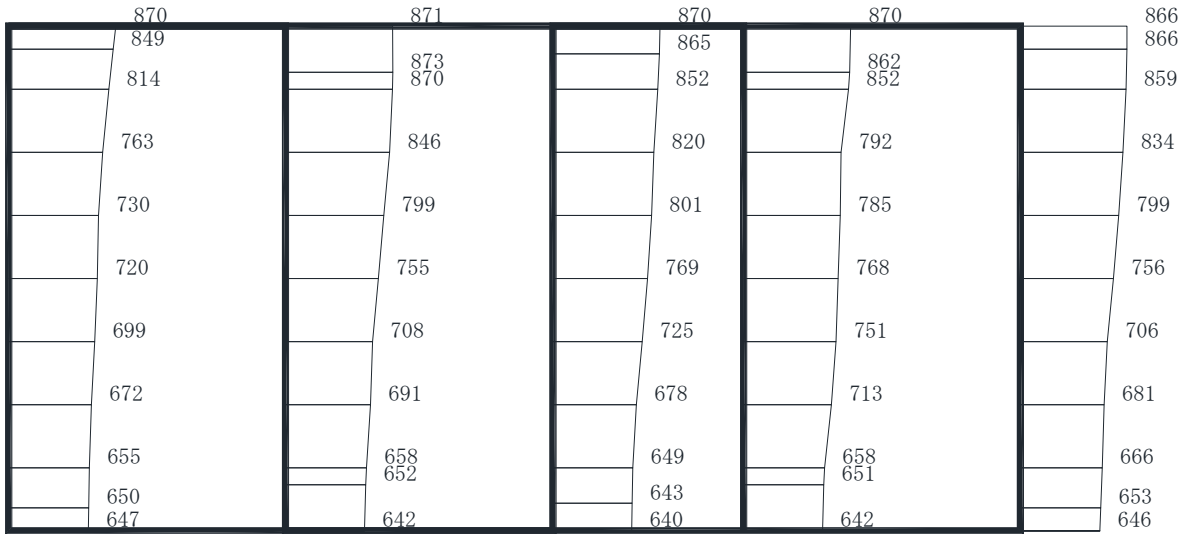
(a) S s - F 3 ( - + ) 水平



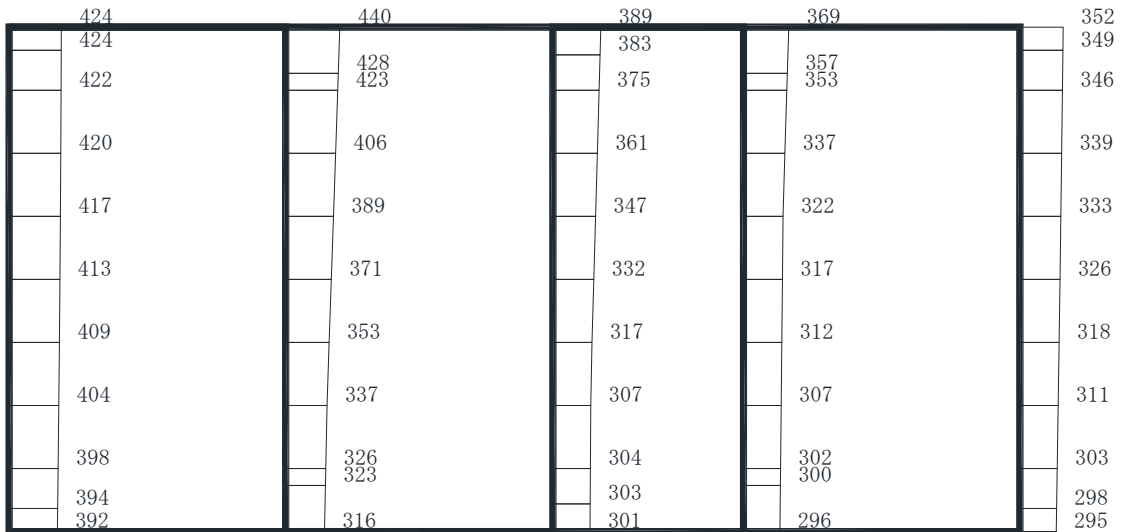
(b) S s - F 3 ( - + ) 鉛直

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

図 4-12 最大加速度分布図 (12/20) (解析ケース①)



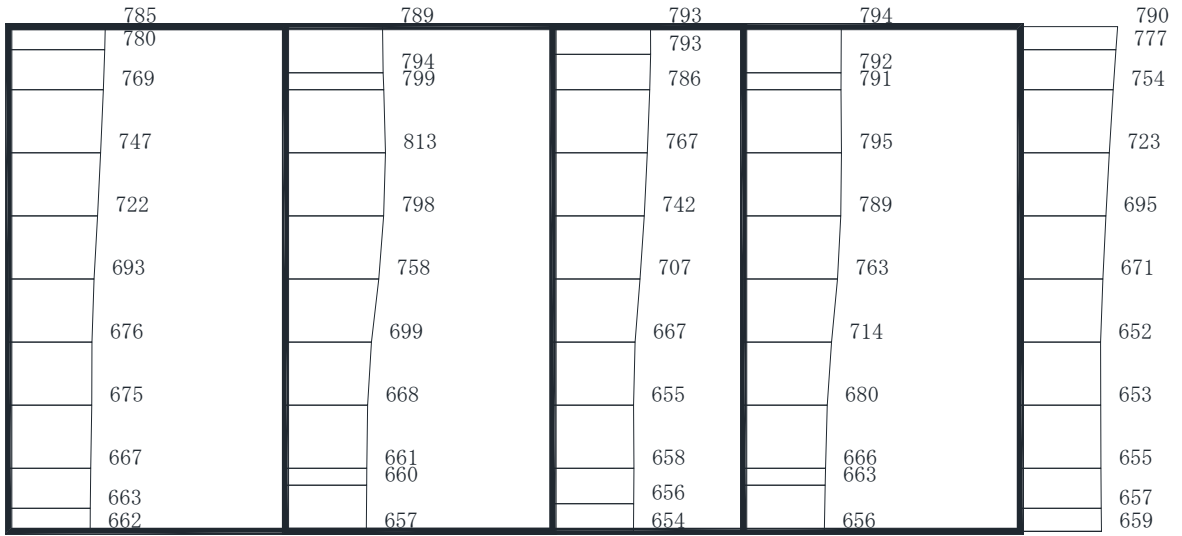
(a) S s - N 1 (++) 水平



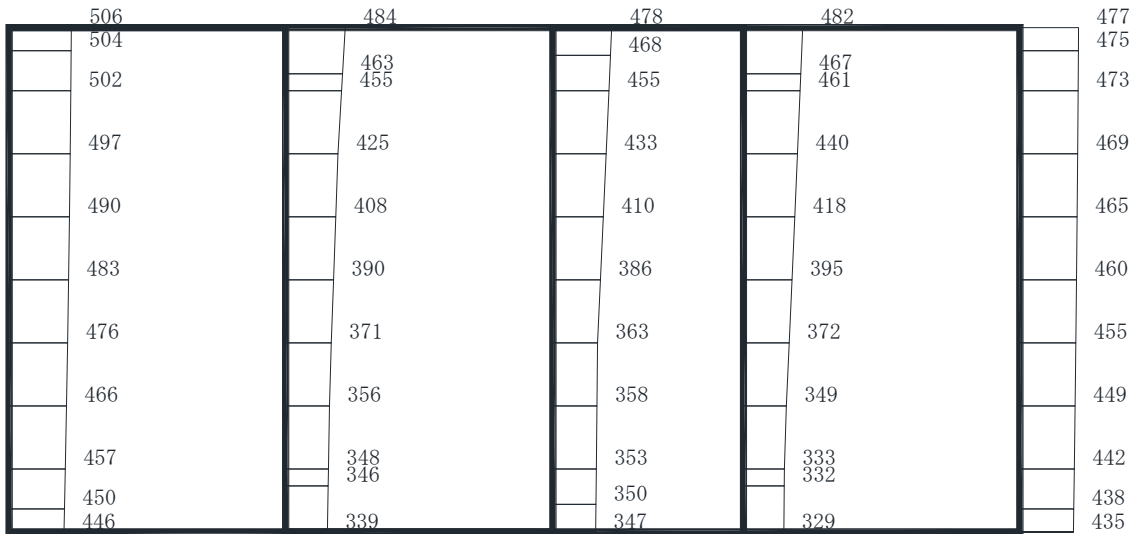
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-13 最大加速度分布図 (13/20) (解析ケース①)



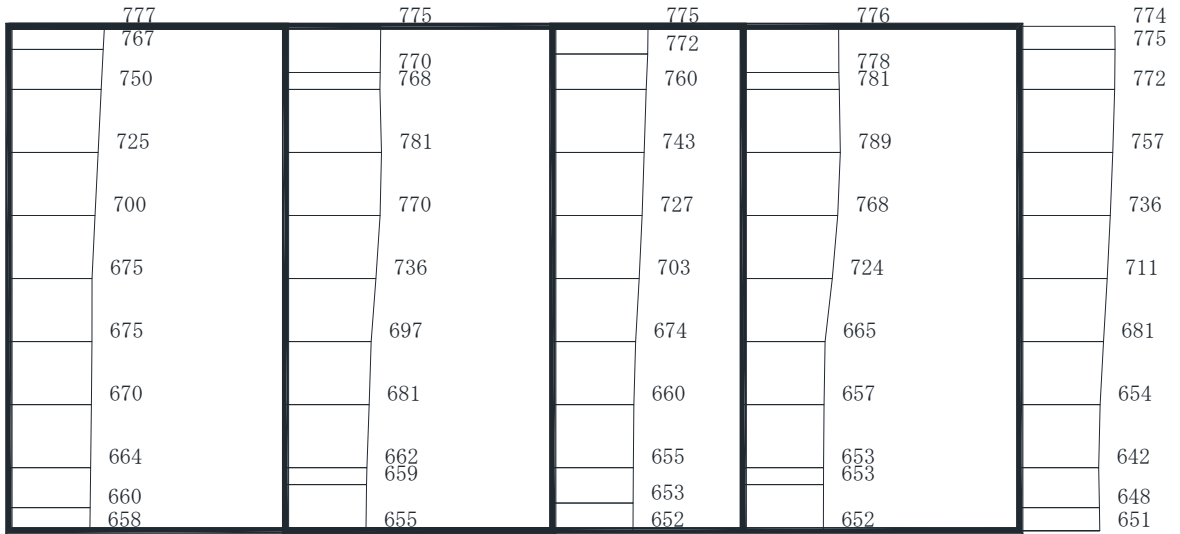
(a) S s - N 1 ( - + ) 水平



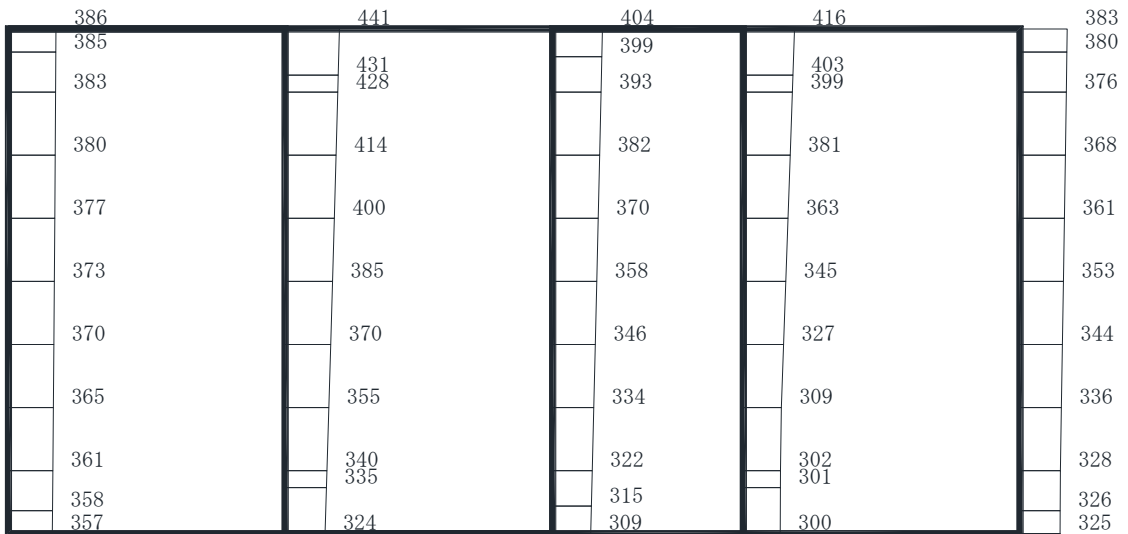
(b) S s - N 1 ( - + ) 鉛直

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

図 4-14 最大加速度分布図 (14/20) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (++) 水平

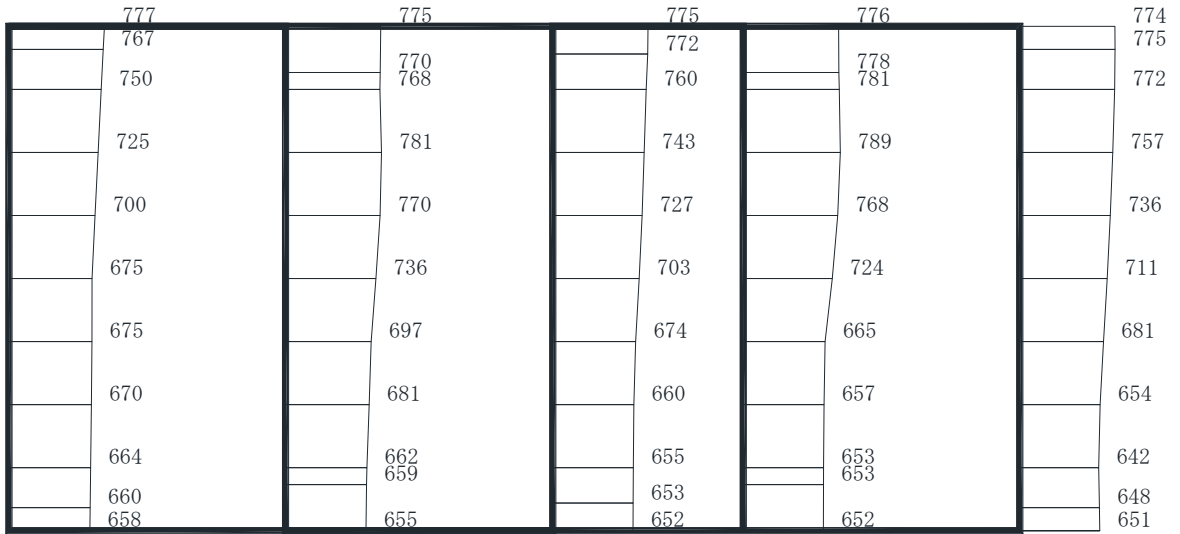


(b) S s - N 1 (++) 鉛直

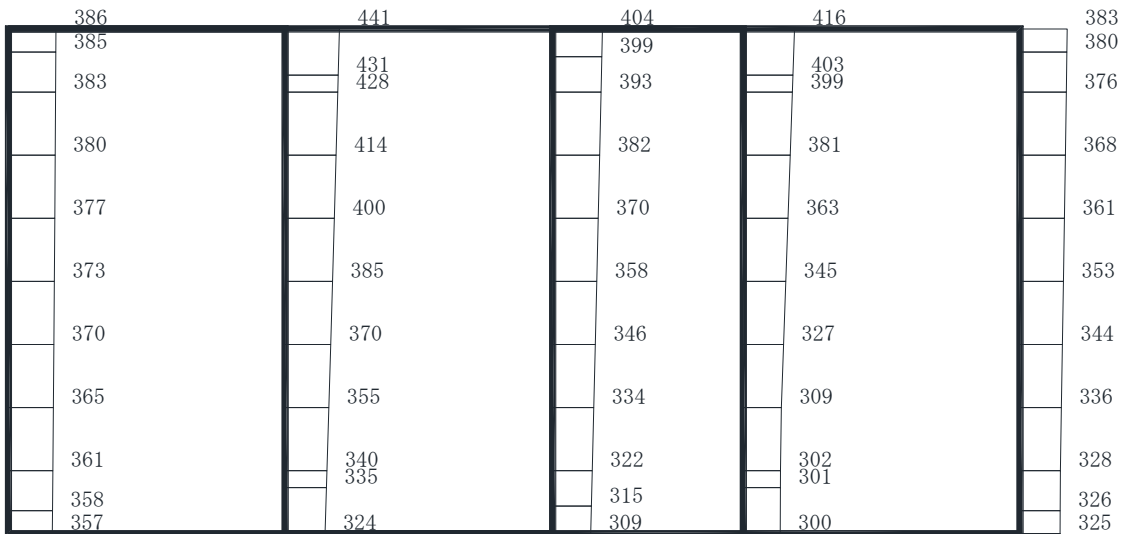
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-15 最大加速度分布図 (15/20)  
(解析ケース②：曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値)





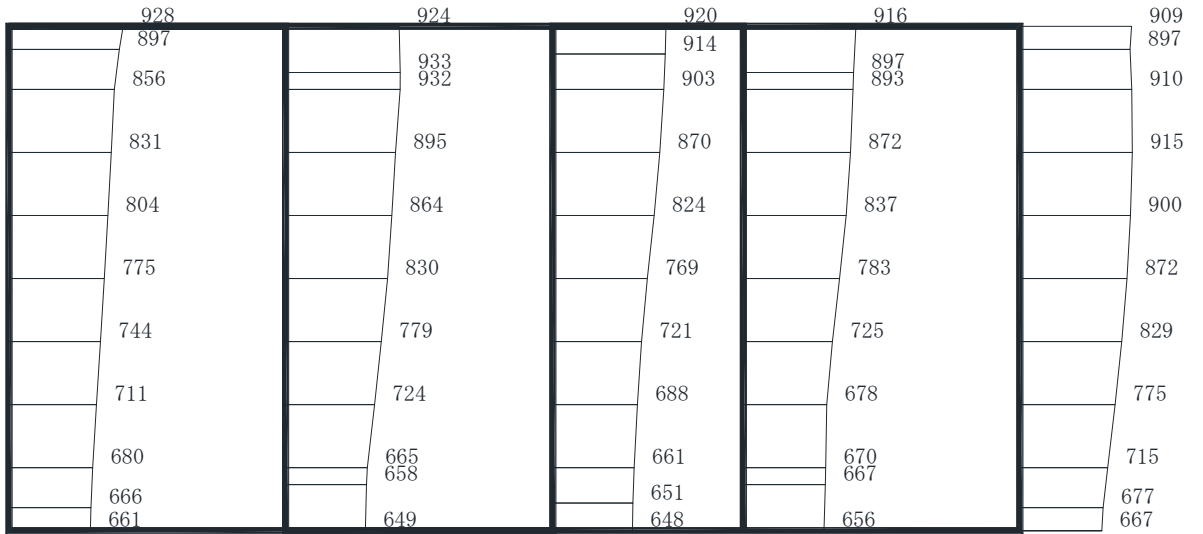
(a) S s - N 1 (++) 水平



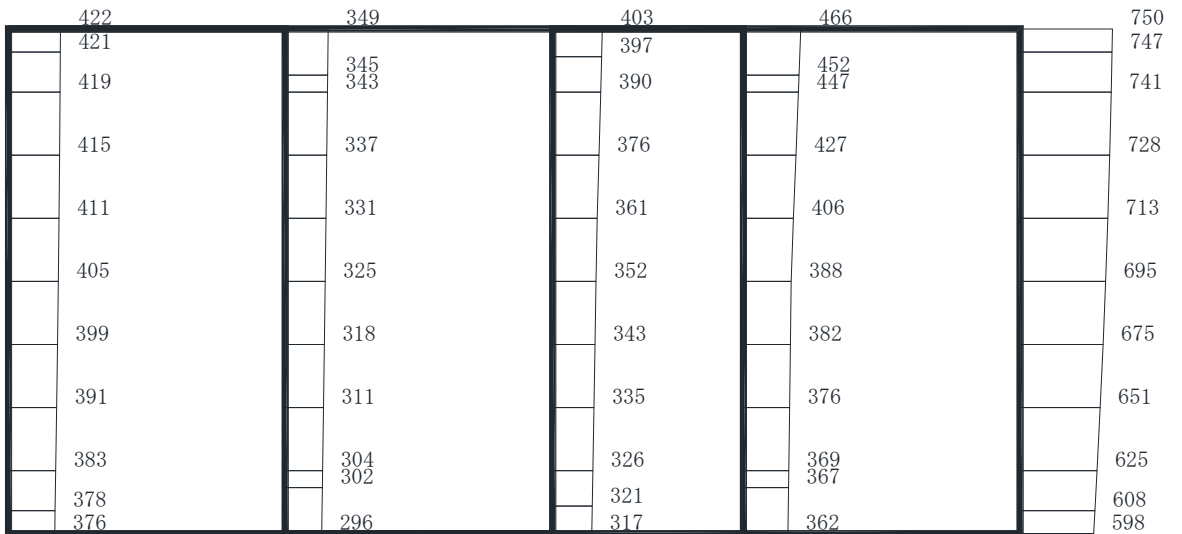
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-16 最大加速度分布図 (16/20)  
(解析ケース②: せん断破壊に対する最大照査値)



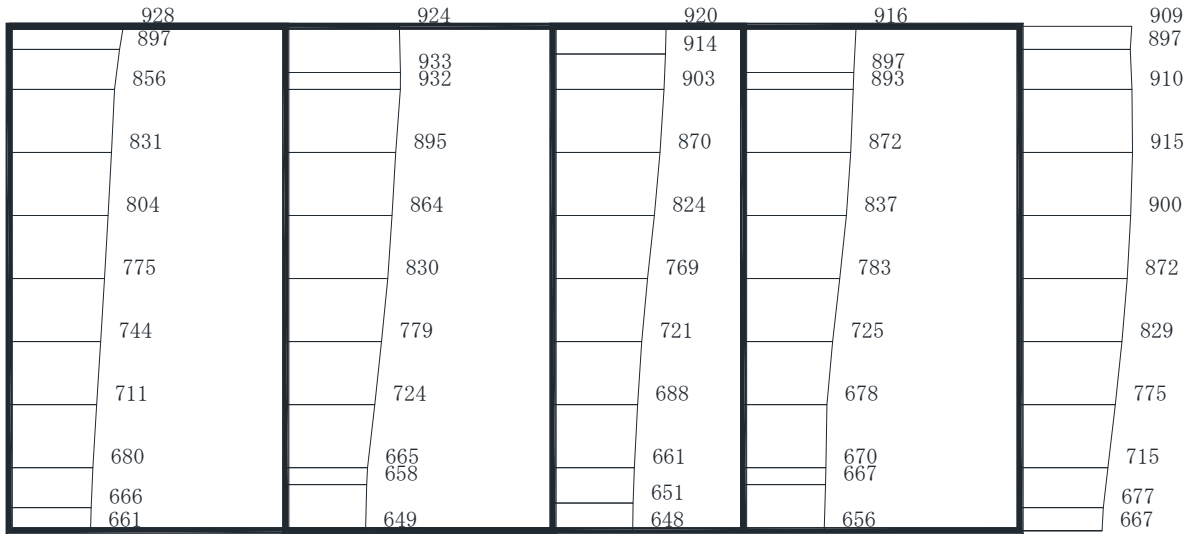
(a) S s - N 1 (++) 水平



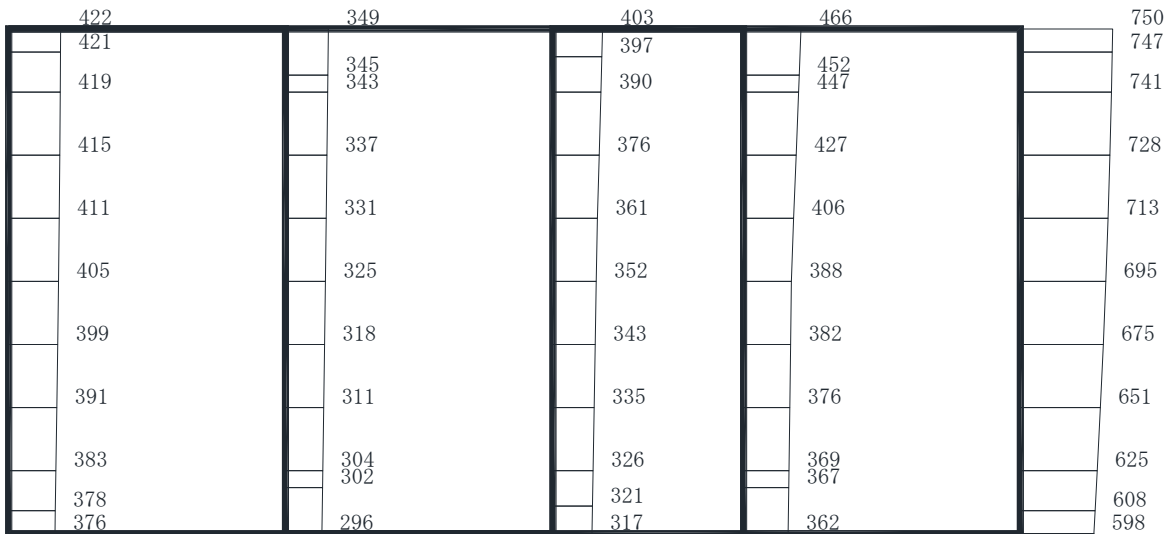
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-17 最大加速度分布図 (17/20)  
(解析ケース③: 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値)



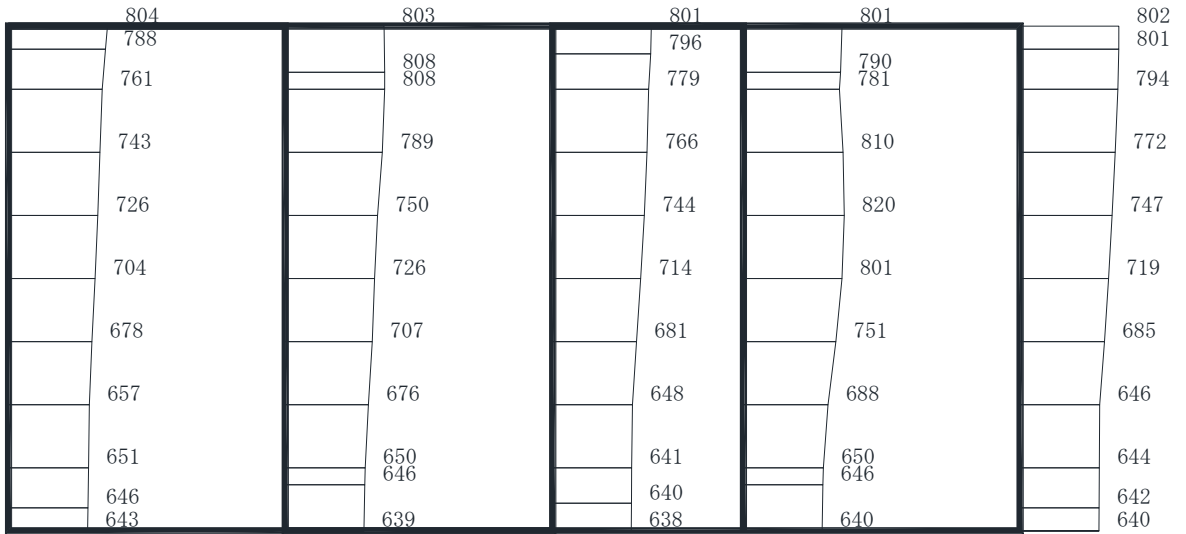
(a) S s - N 1 (++) 水平



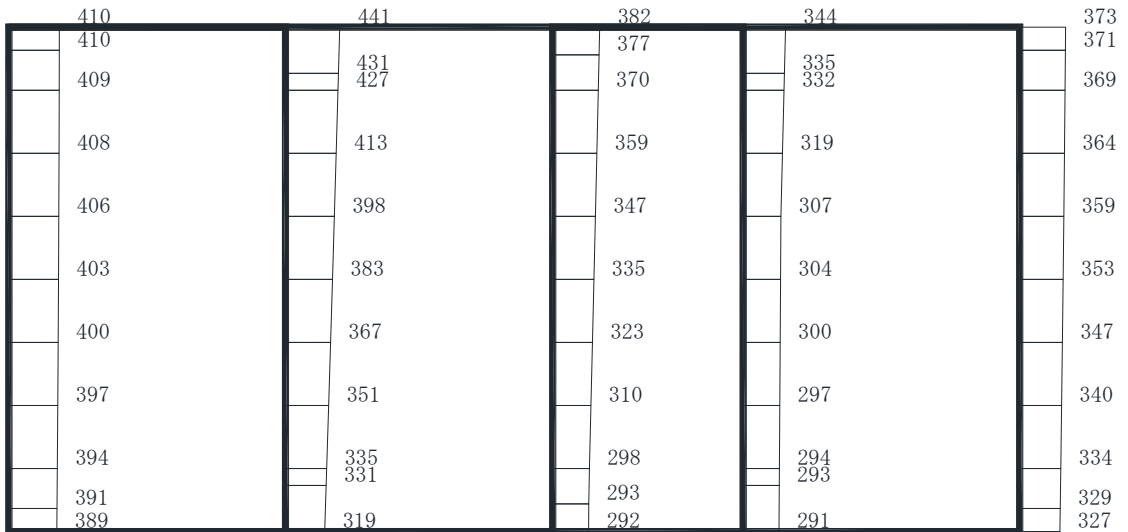
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

・構造スケール  $\begin{matrix} 0 & 2 \\ \text{ } & \text{ } \end{matrix}$  (m)     
 ・応答値スケール  $\begin{matrix} 0 & 1000 \\ \text{ } & \text{ } \end{matrix}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-18 最大加速度分布図 (18/20)  
 (解析ケース③: せん断破壊に対する最大照査値)



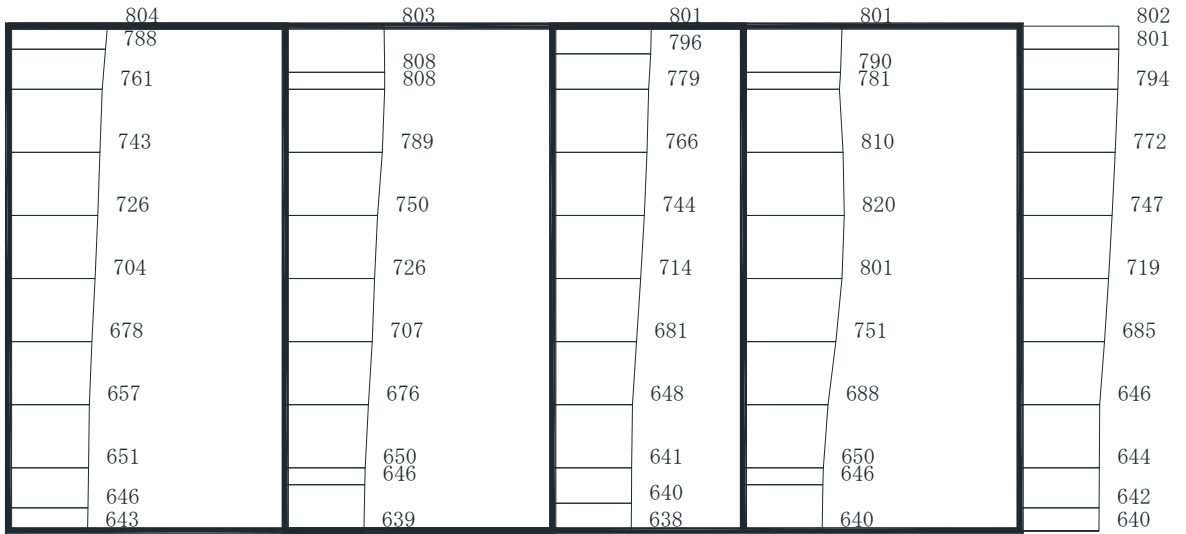
(a) S s - N 1 (++) 水平



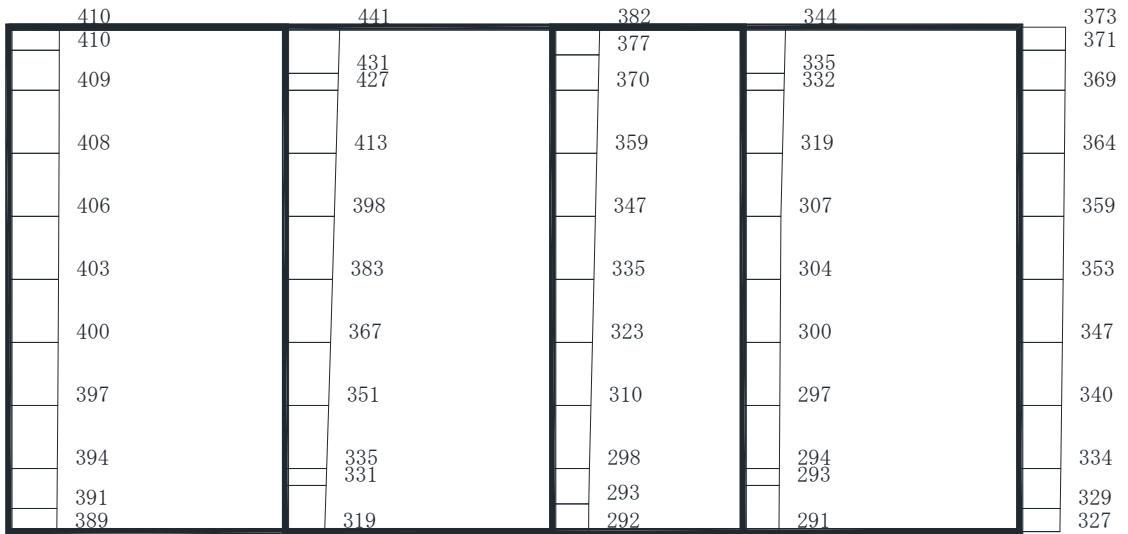
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-19 最大加速度分布図 (19/20)  
(解析ケース④：曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値)



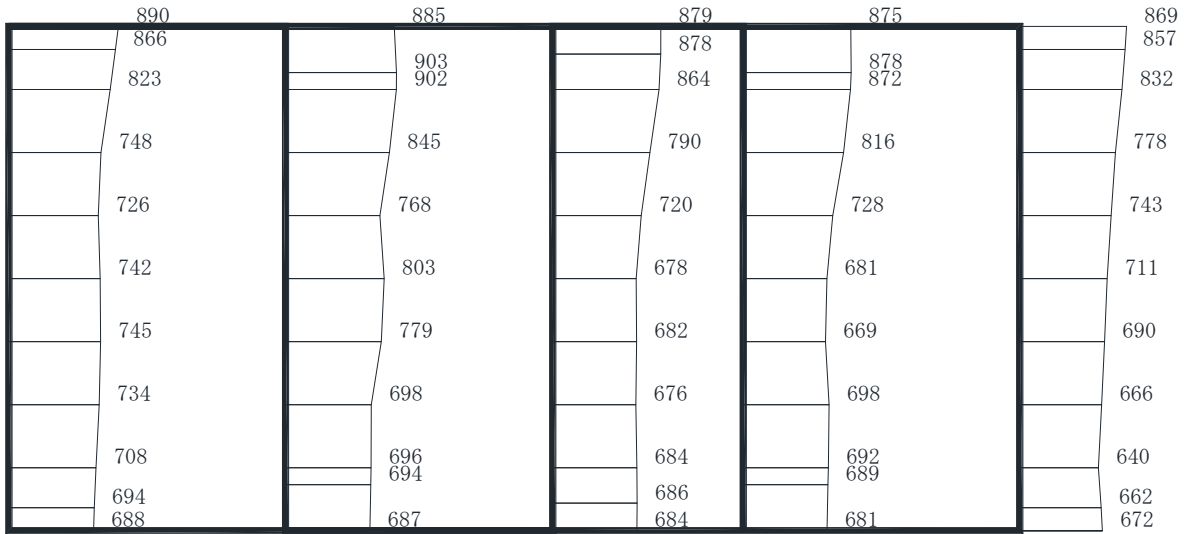
(a) S s - N 1 (++) 水平



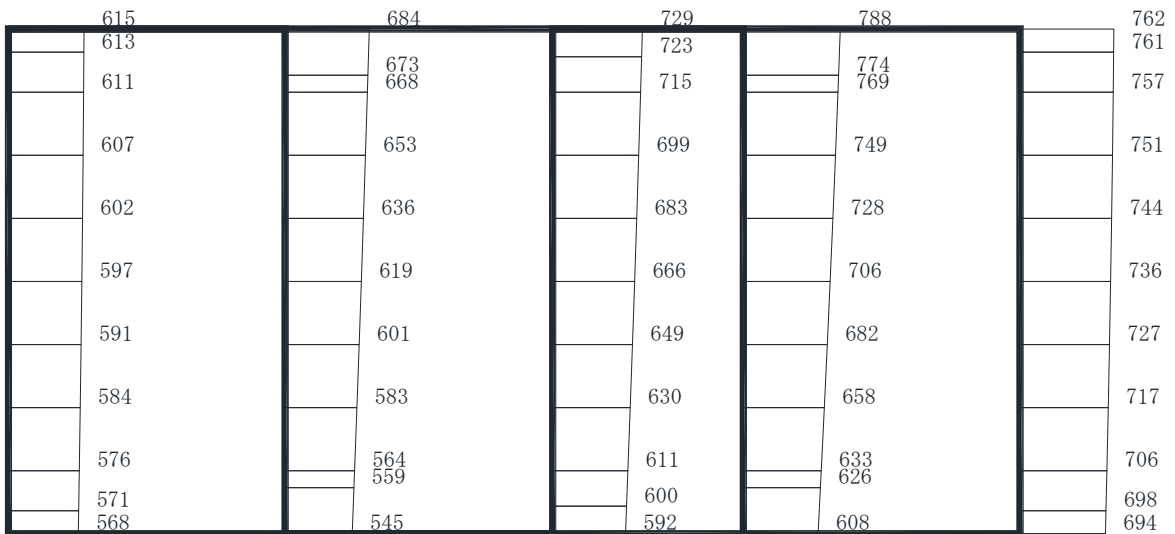
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-20 最大加速度分布図 (20/20)  
 (解析ケース④: せん断破壊に対する最大照査値)



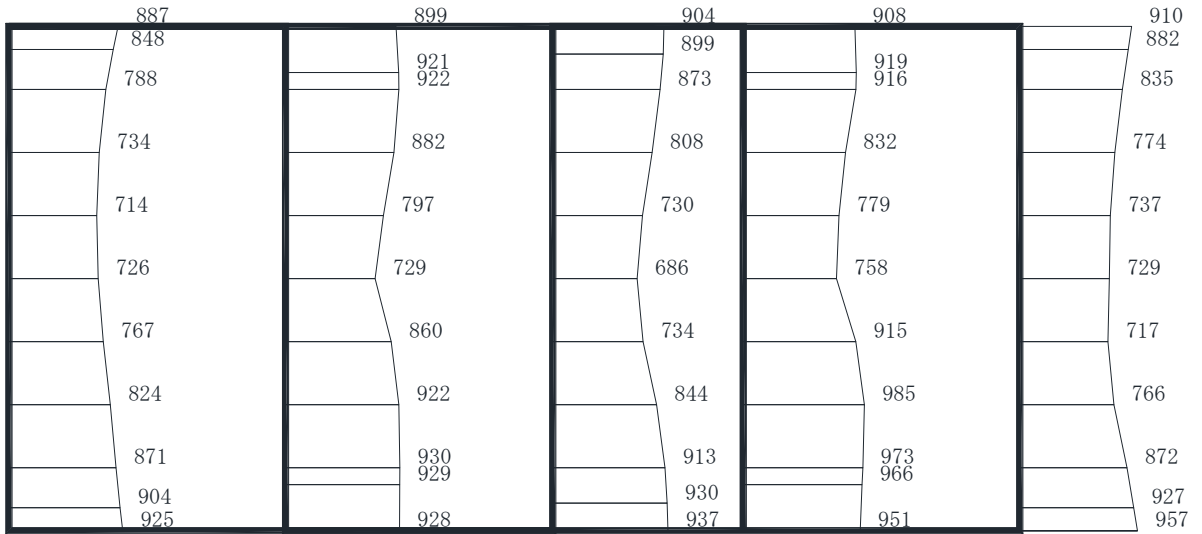
(a) S s - D 1 (++) 水平



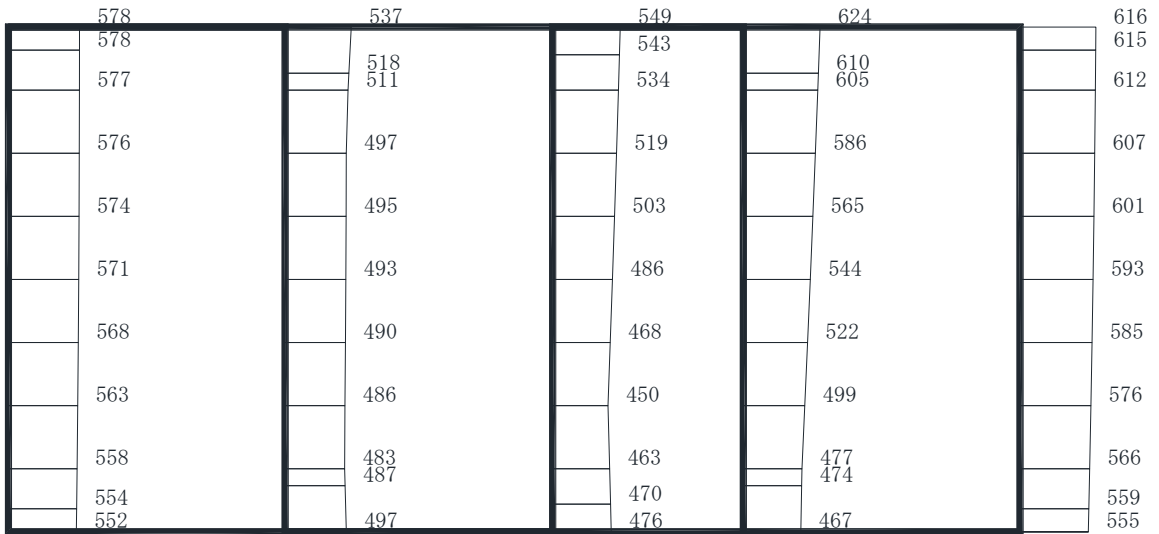
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-21 最大加速度分布図 (1/49) (解析ケース②)



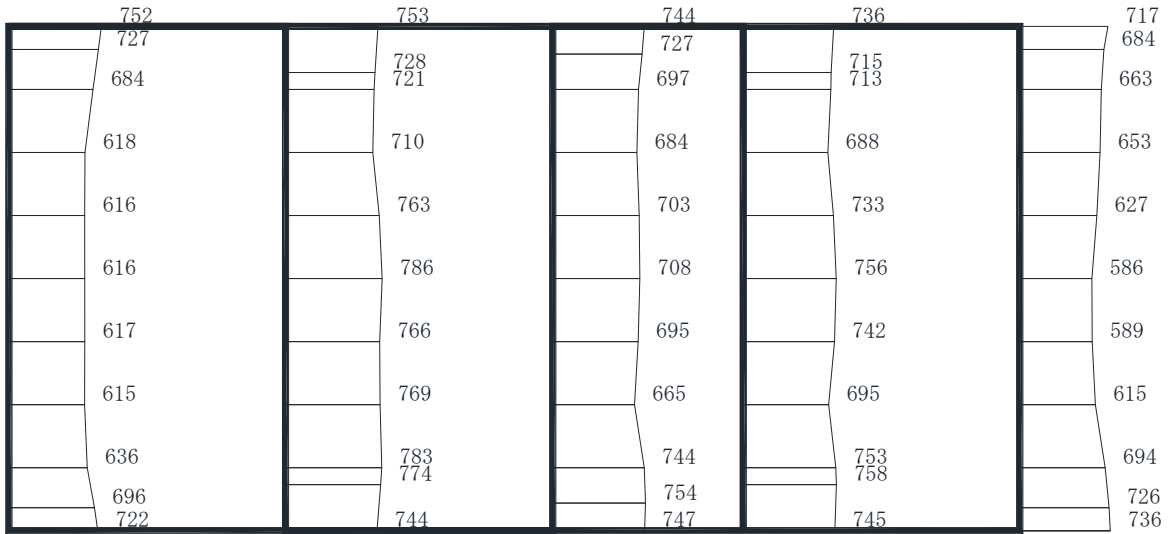
(a) S s - D 2 (++) 水平



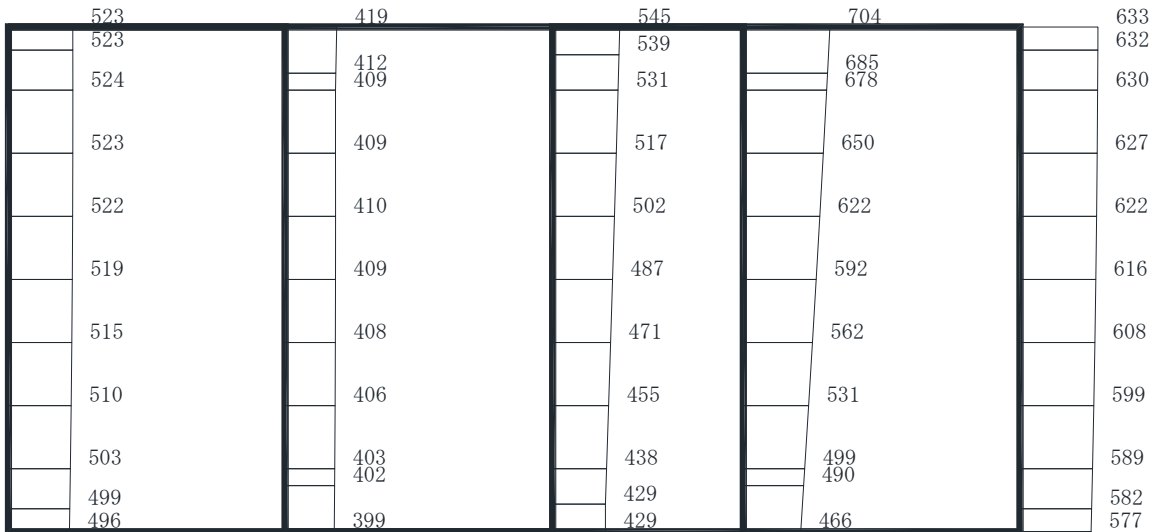
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-22 最大加速度分布図 (2/49) (解析ケース②)



(a) S s - D 3 (++) 水平

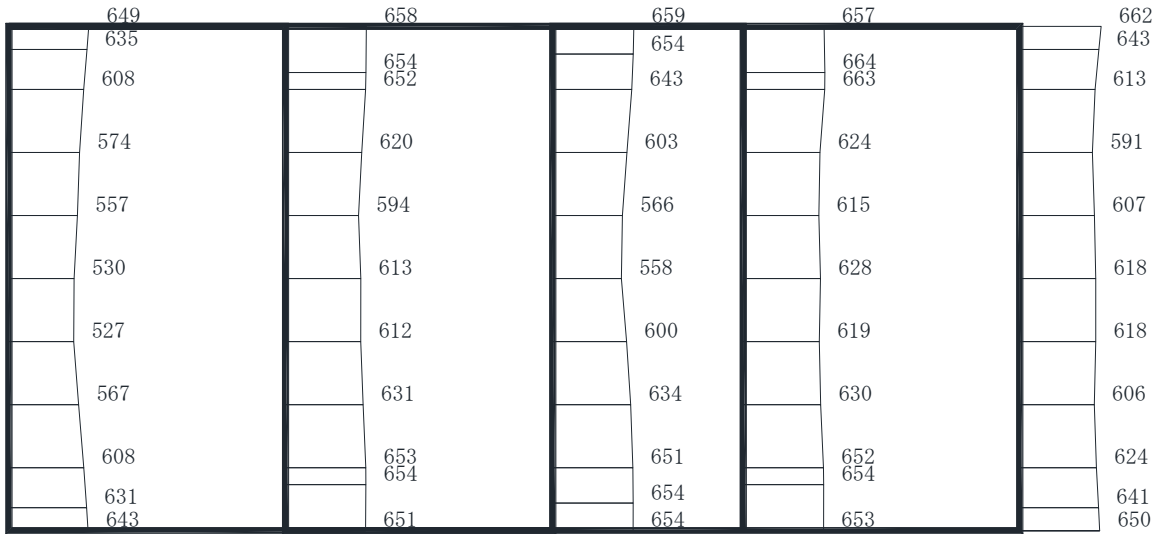


(b) S s - D 3 (++) 鉛直

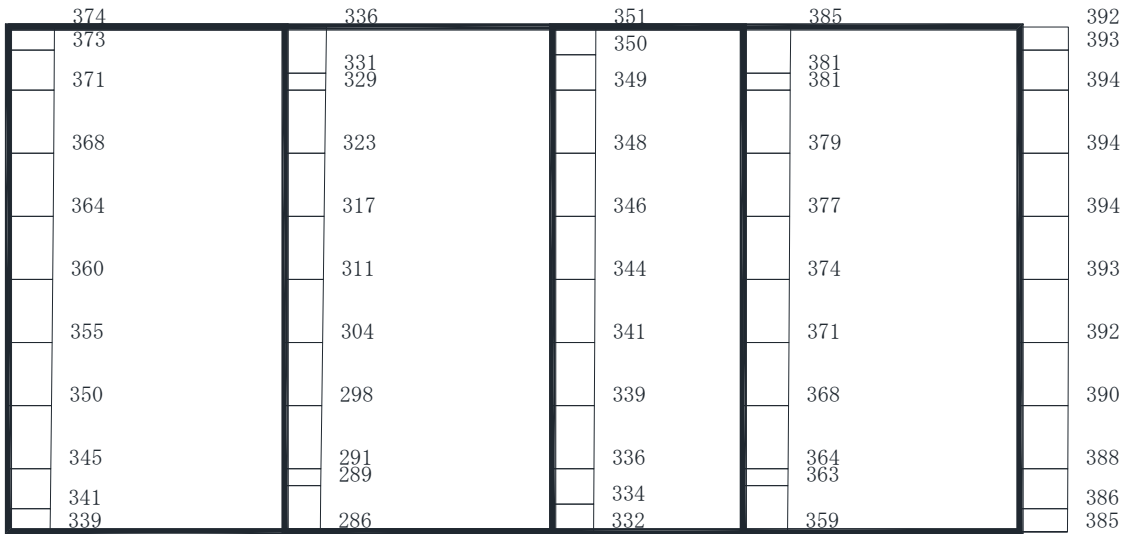
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-23 最大加速度分布図 (3/49) (解析ケース②)





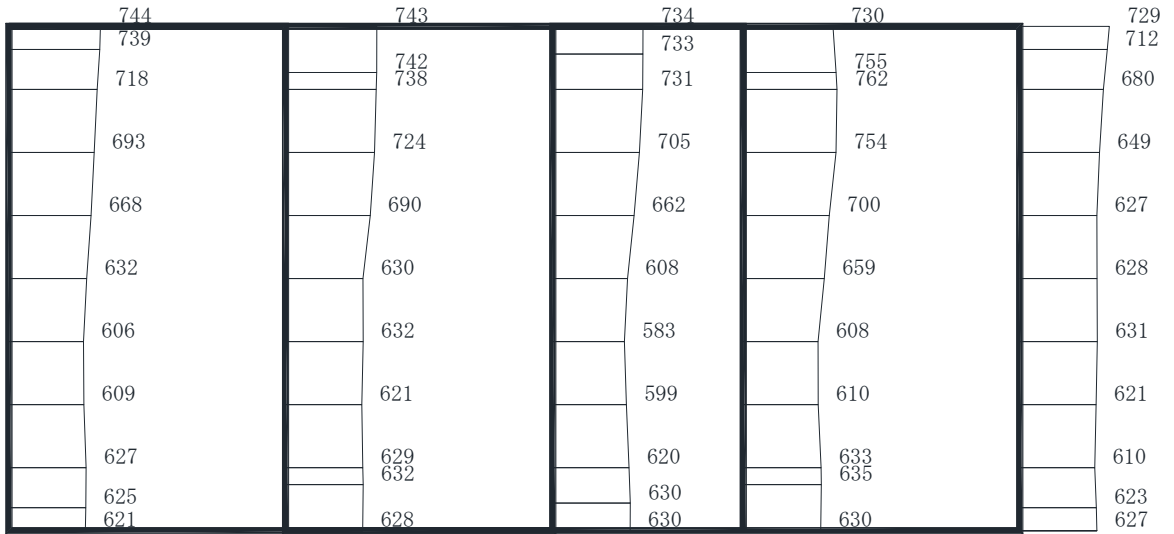
(a) S s - F 1 (++) 水平



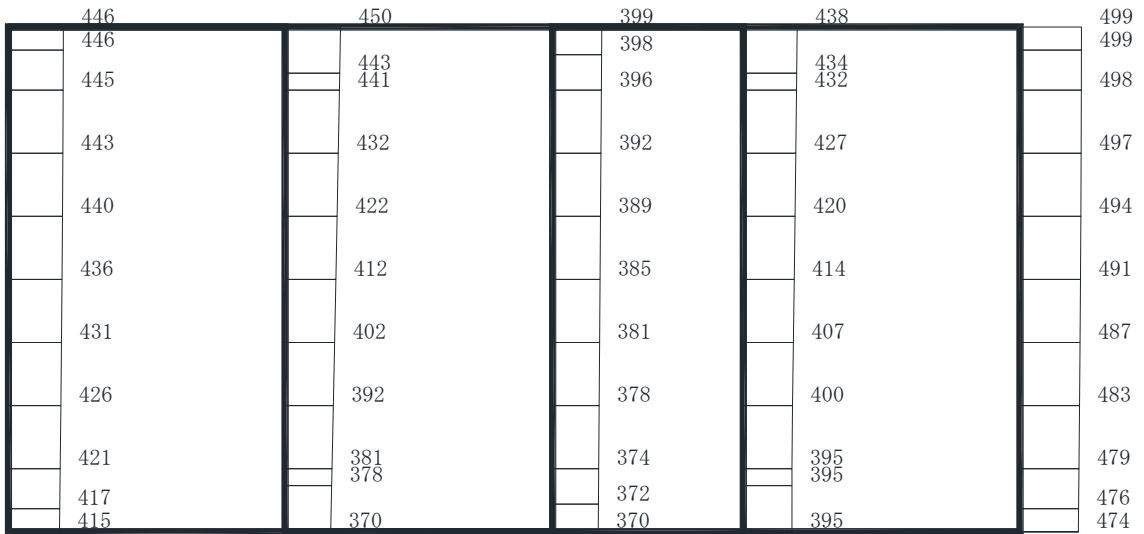
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-24 最大加速度分布図 (4/49) (解析ケース②)



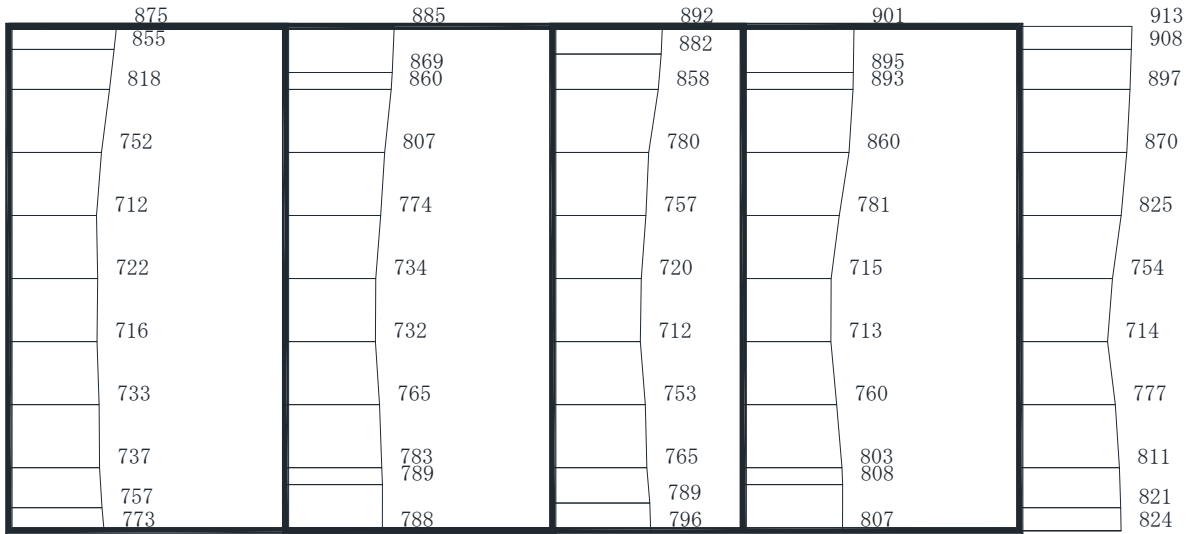
(a) S s - F 2 (++) 水平



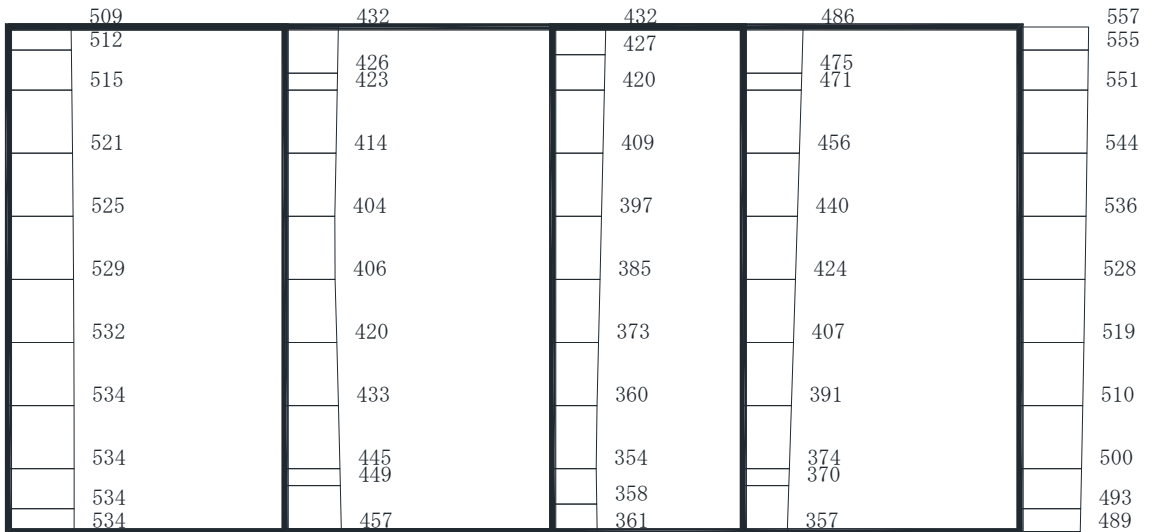
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-25 最大加速度分布図 (5/49) (解析ケース②)



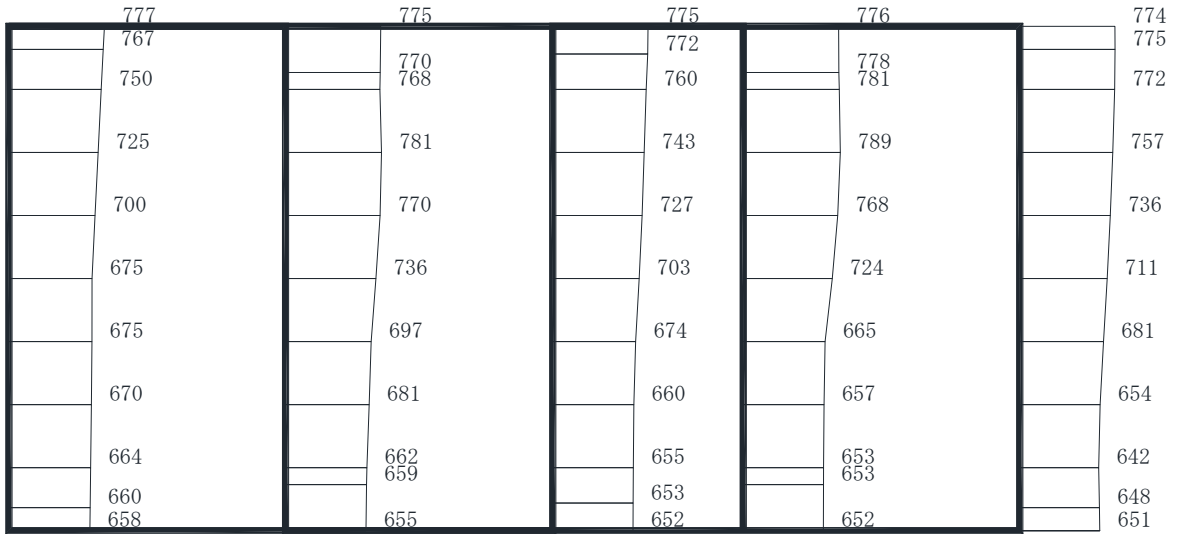
(a) S s - F 3 (++) 水平



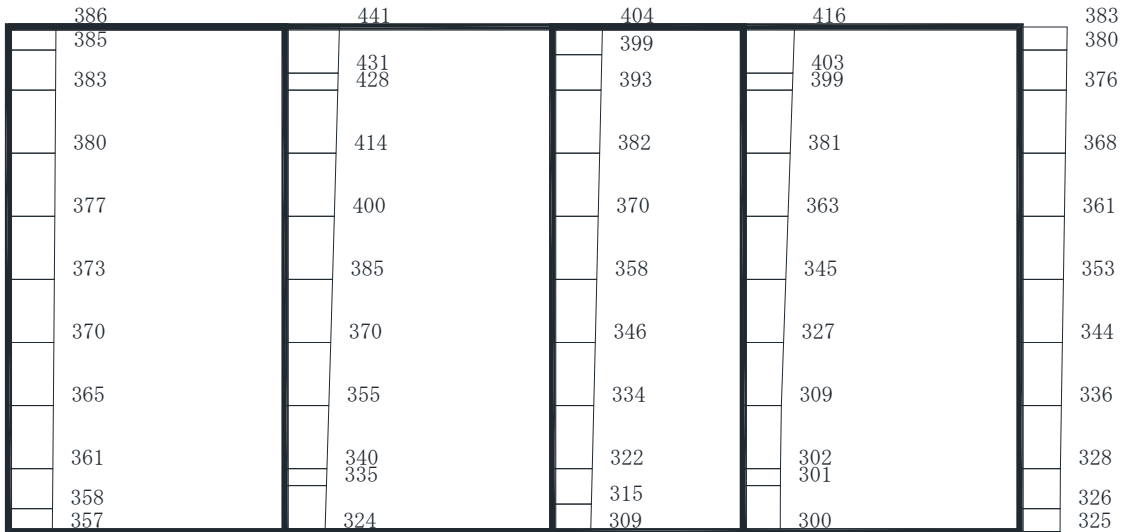
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-26 最大加速度分布図 (6/49) (解析ケース②)



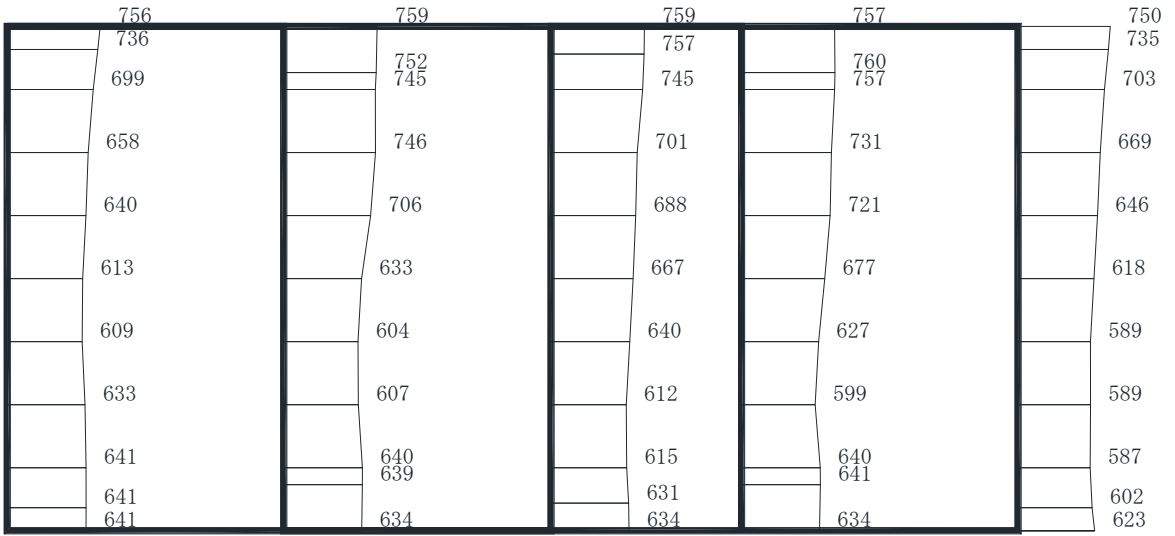
(a) S s - N 1 (++) 水平



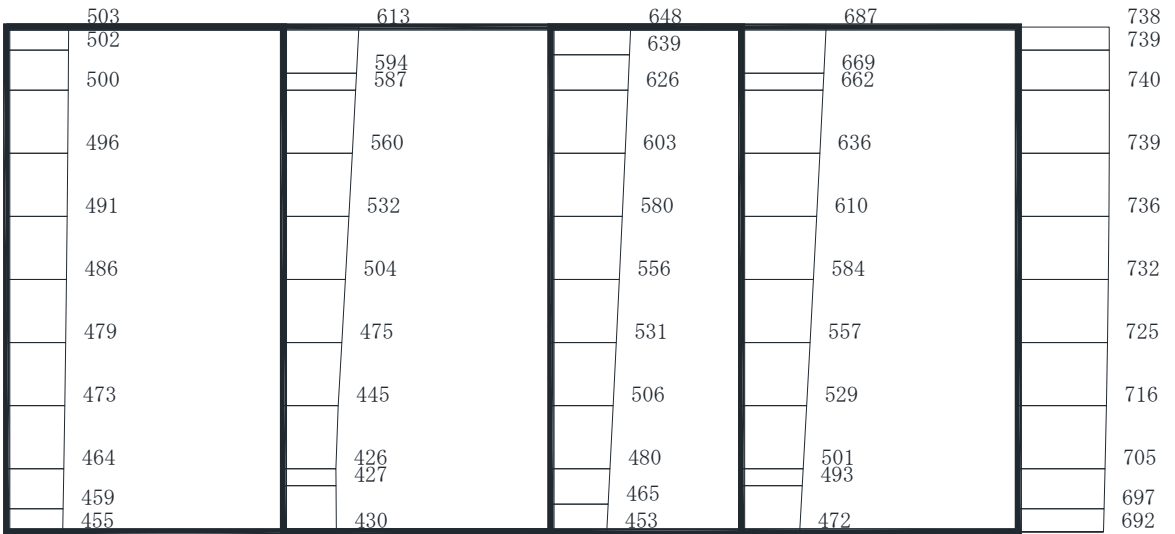
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-27 最大加速度分布図 (7/49) (解析ケース②)



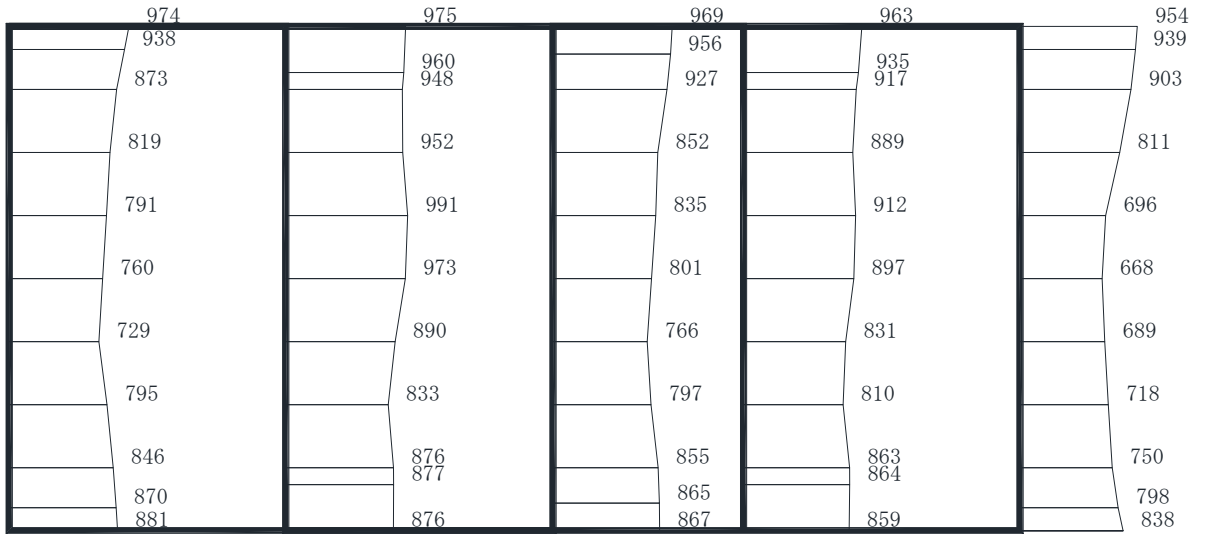
(a) S s - D 1 (++) 水平



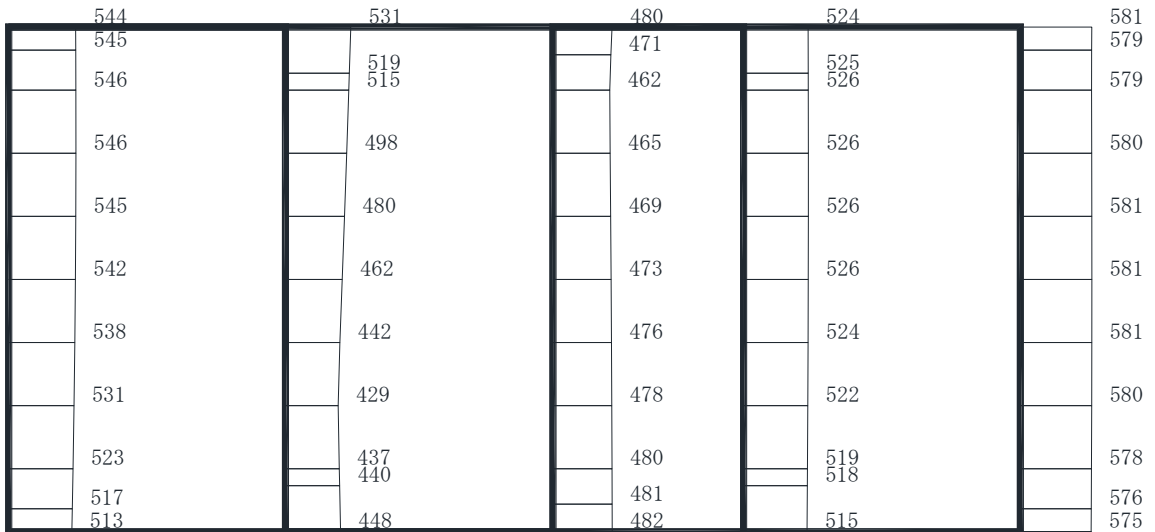
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-28 最大加速度分布図 (8/49) (解析ケース③)



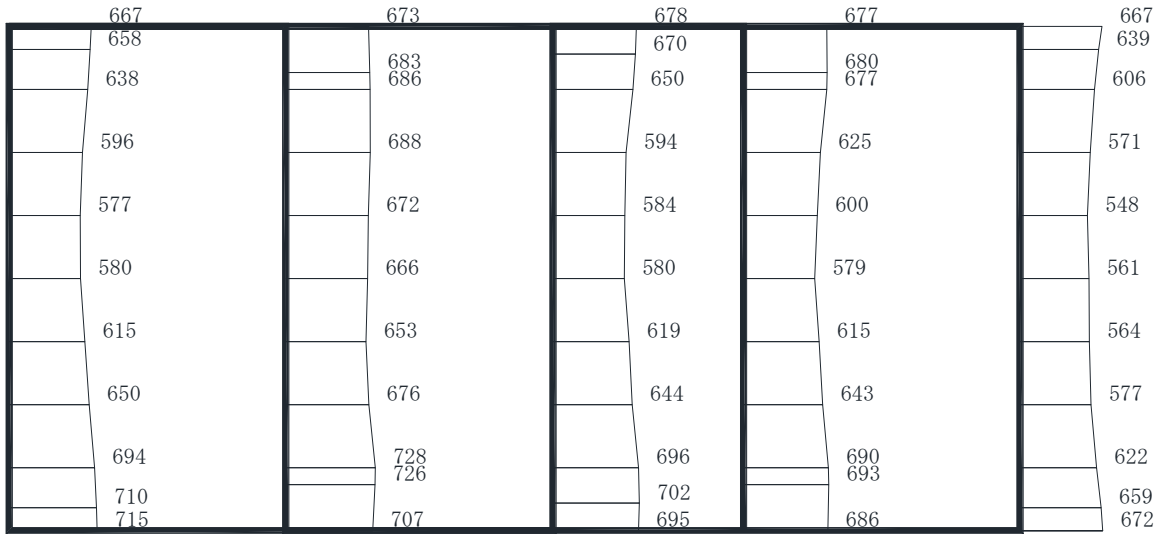
(a) S s - D 2 (++) 水平



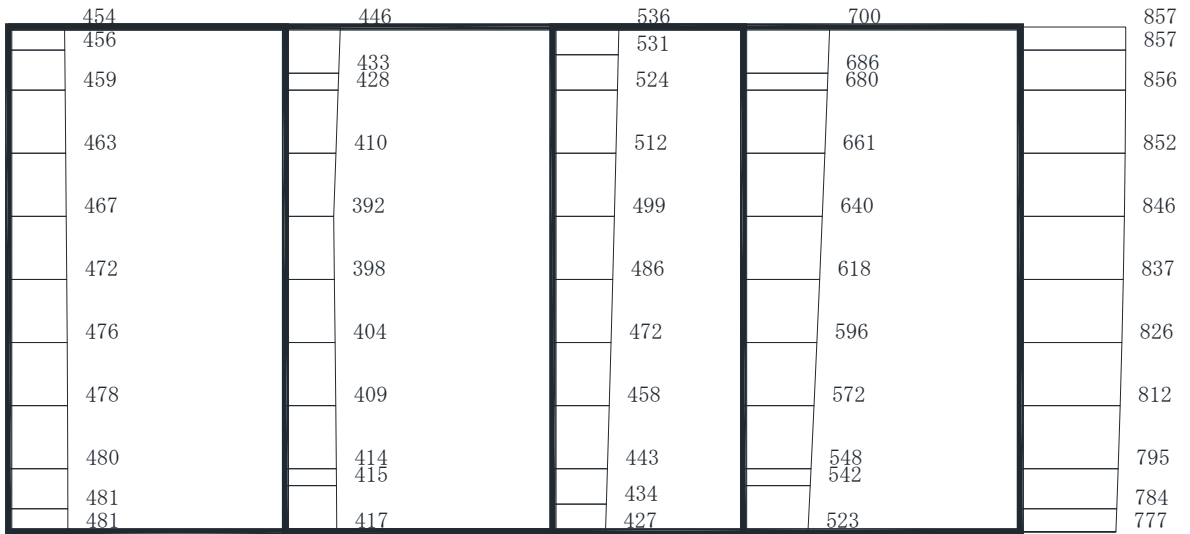
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-29 最大加速度分布図 (9/49) (解析ケース③)



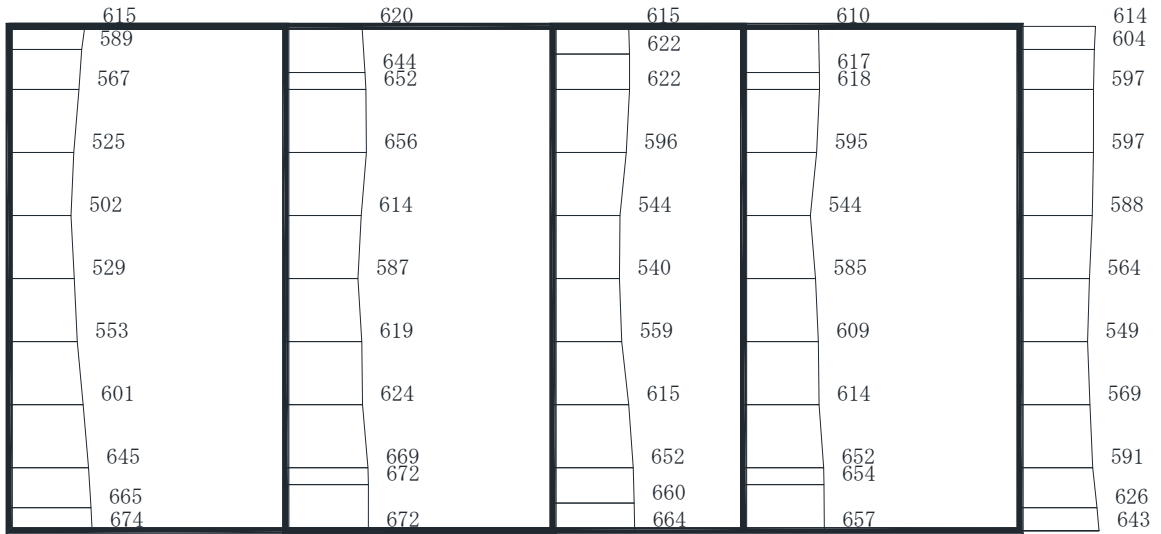
(a) S s - D 3 (++) 水平



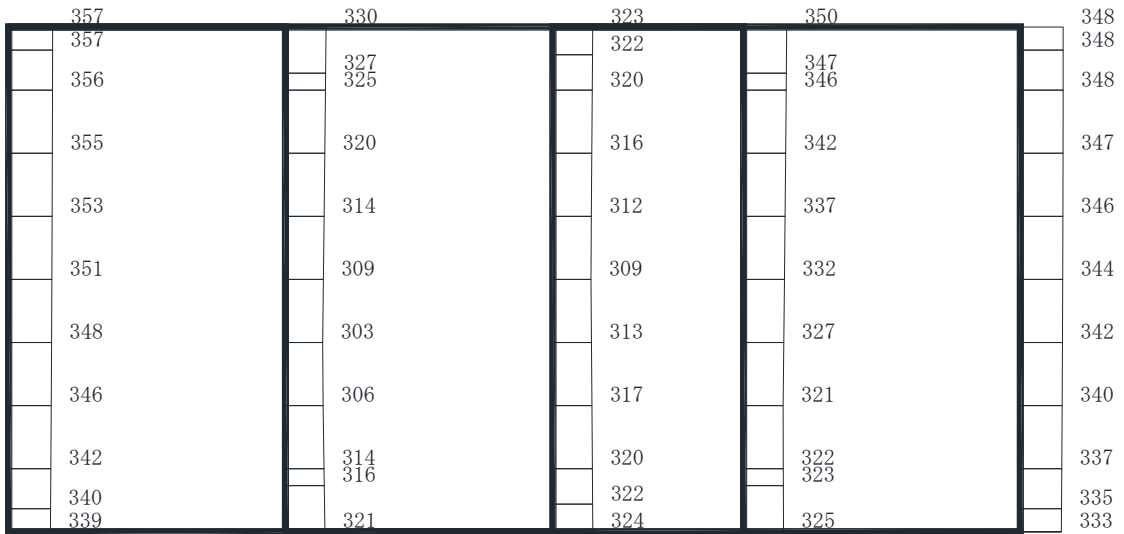
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-30 最大加速度分布図 (10/49) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平

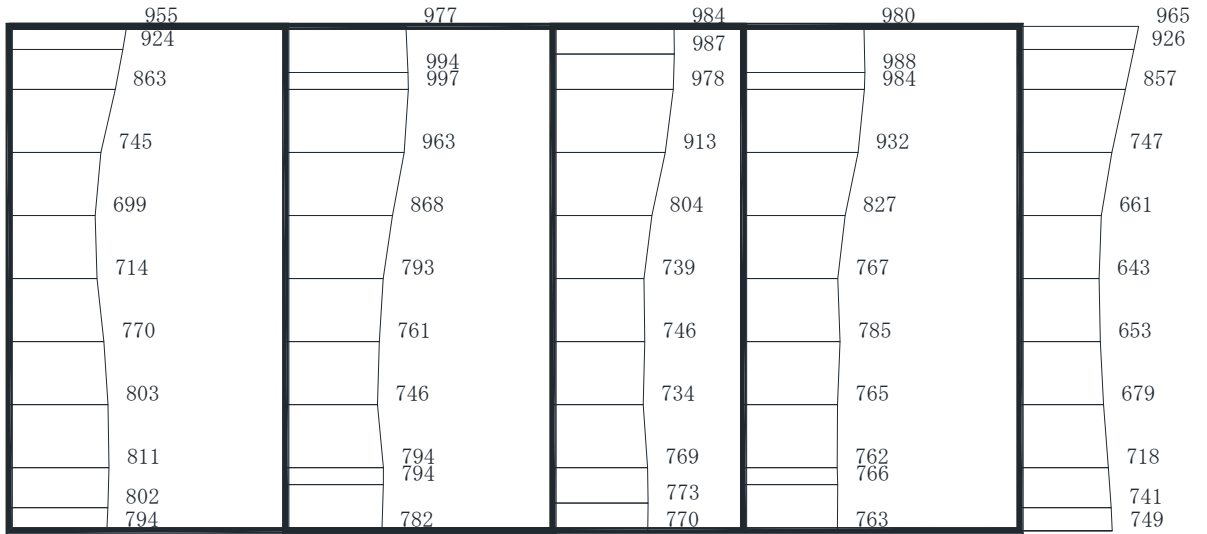


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

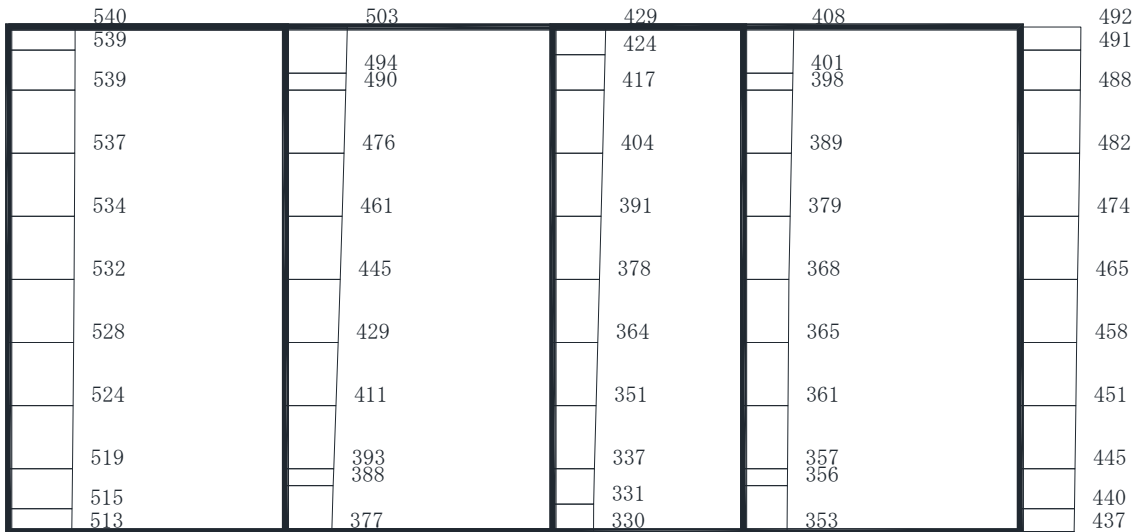
・構造スケール  $0 \quad 2$  (m)      ・応答値スケール  $0 \quad 1000$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-31 最大加速度分布図 (11/49) (解析ケース③)





(a) S s - F 2 (++) 水平



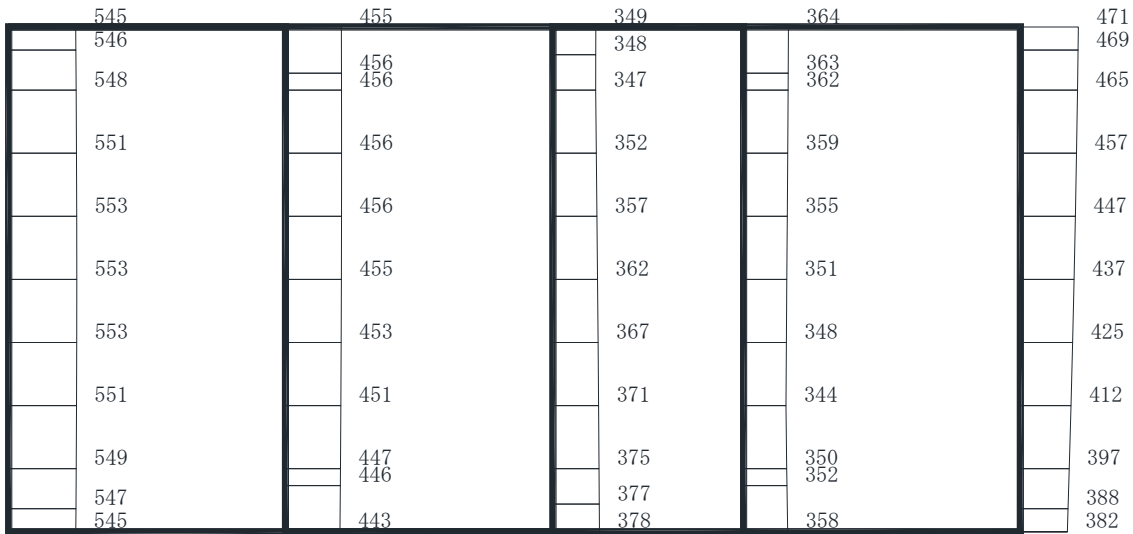
(b) S s - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-32 最大加速度分布図 (12/49) (解析ケース③)



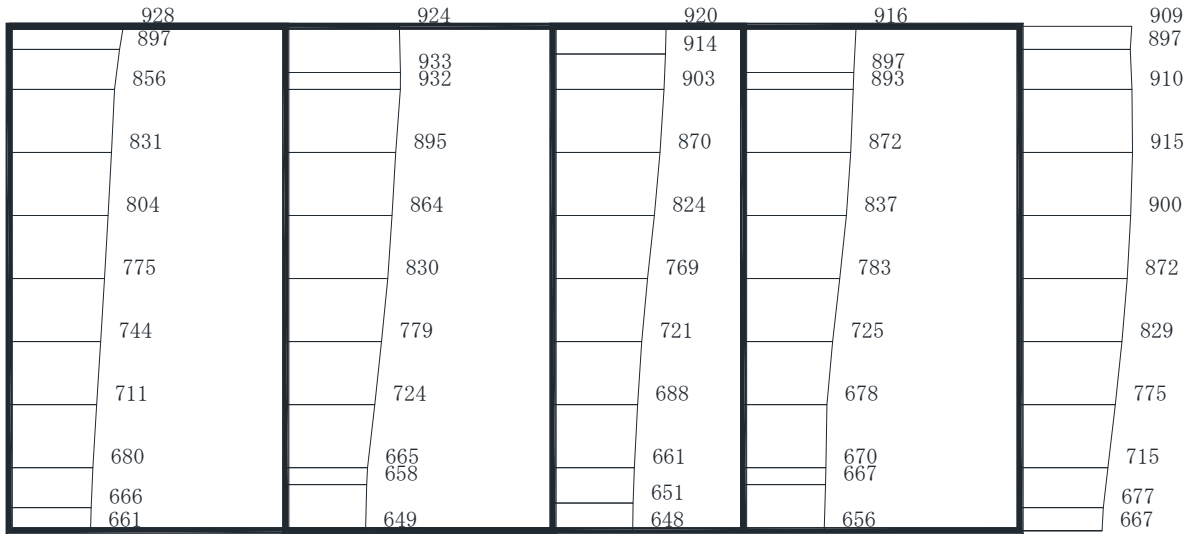
(a) S s - F 3 (++) 水平



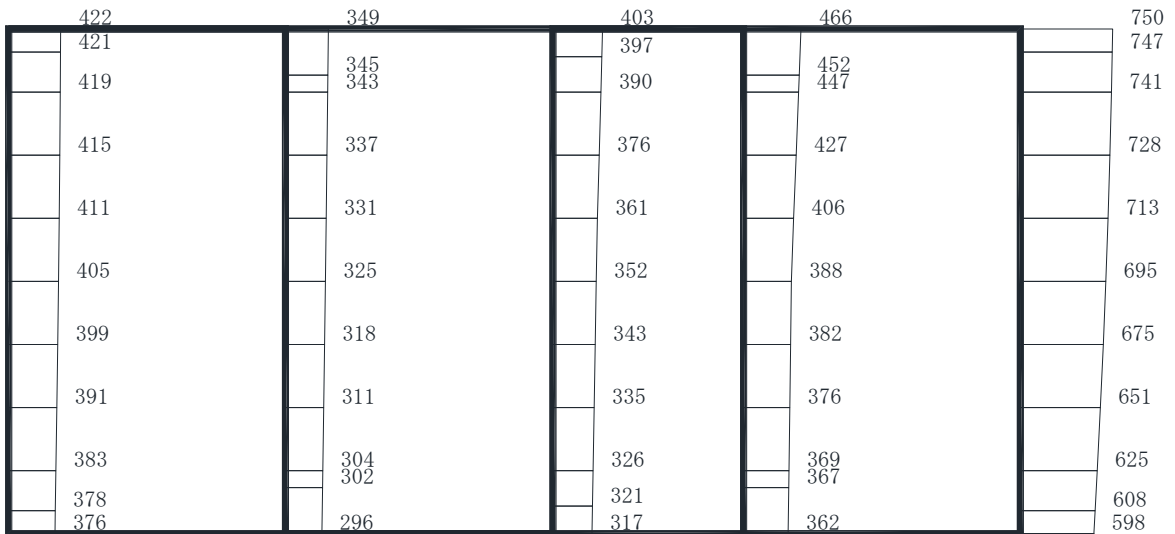
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-33 最大加速度分布図 (13/49) (解析ケース③)



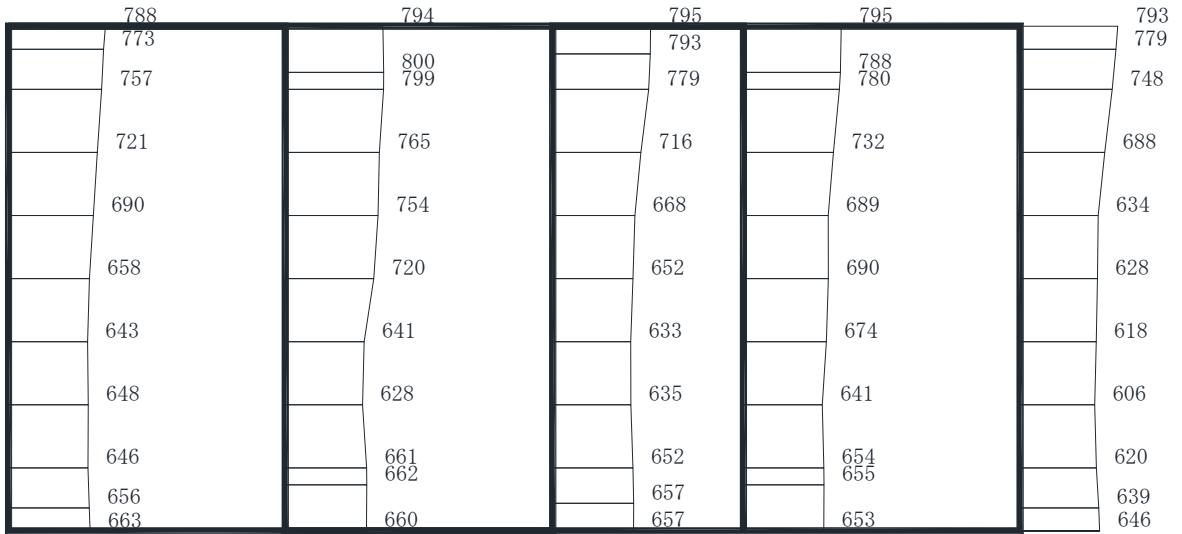
(a) S s - N 1 (++) 水平



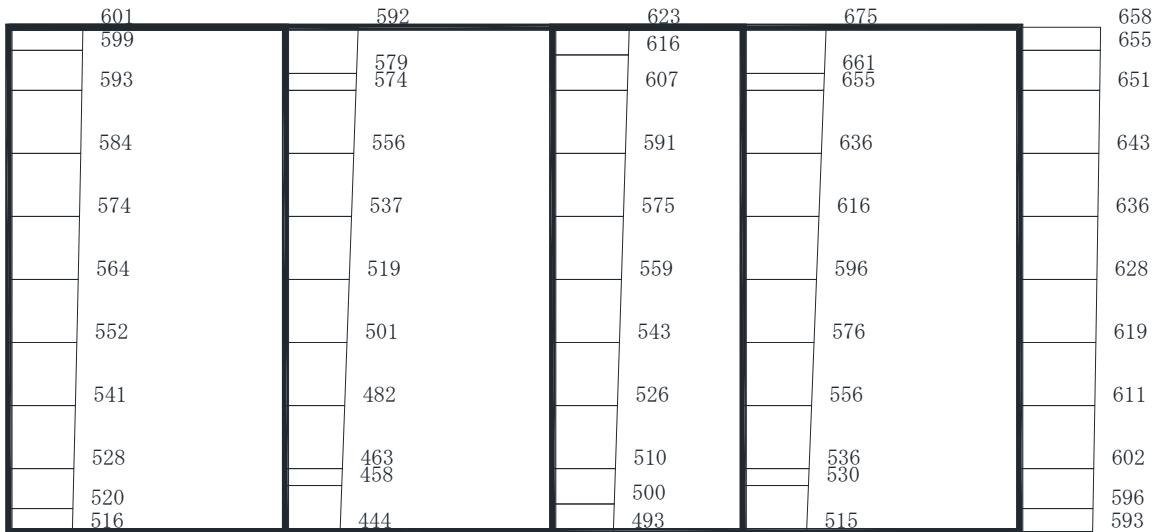
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-34 最大加速度分布図 (14/49) (解析ケース③)



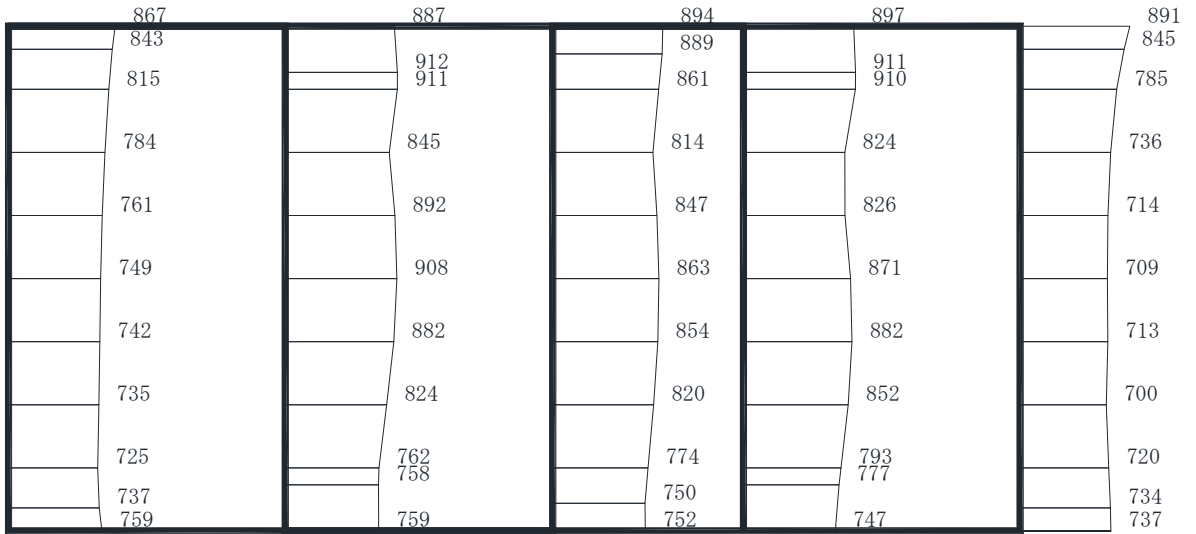
(a) S s - D 1 (++) 水平



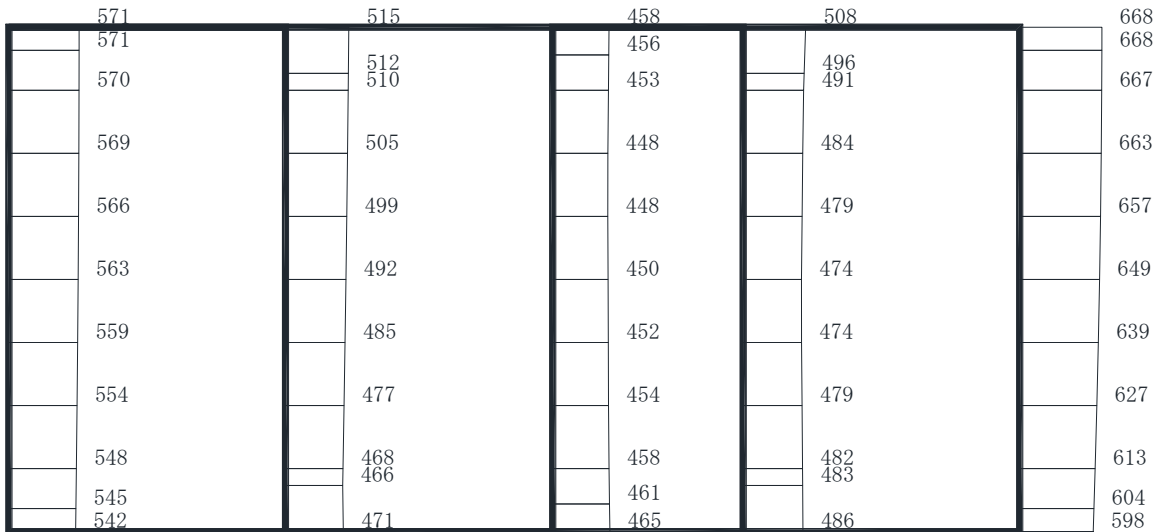
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-35 最大加速度分布図 (15/49) (解析ケース④)



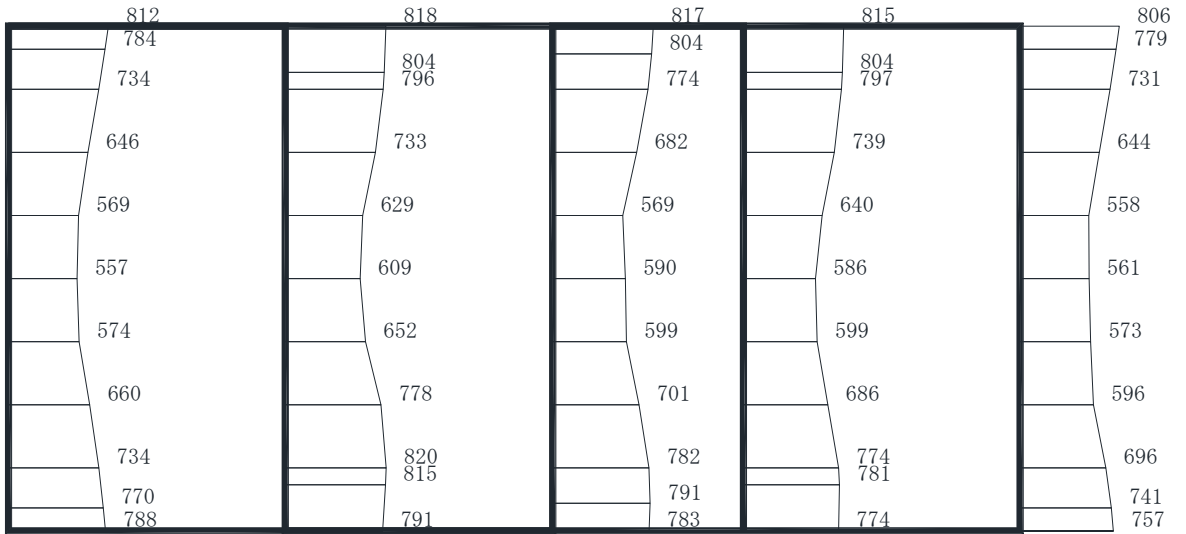
(a) S s - D 2 (++) 水平



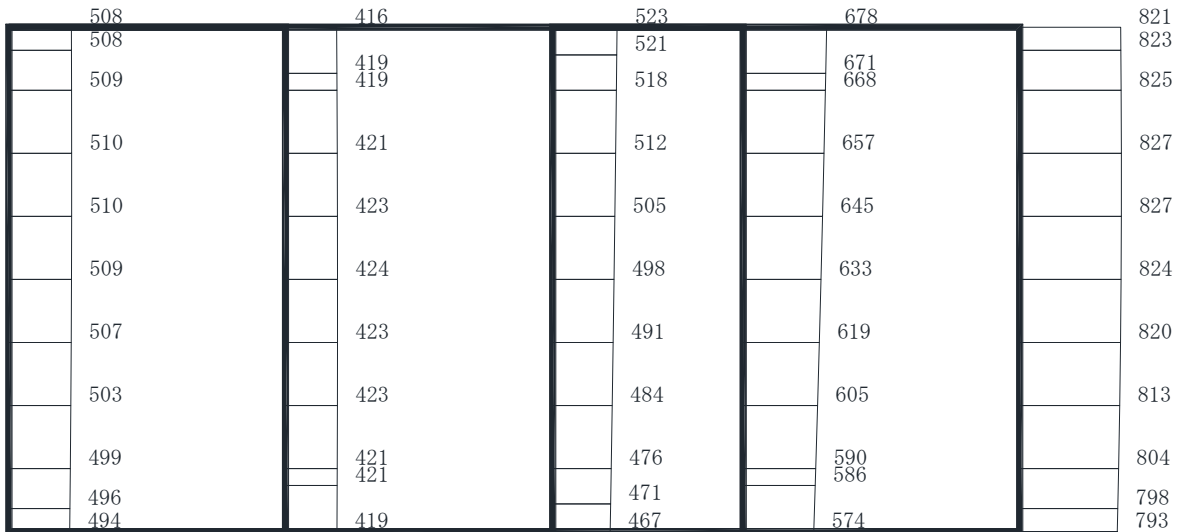
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-36 最大加速度分布図 (16/49) (解析ケース④)



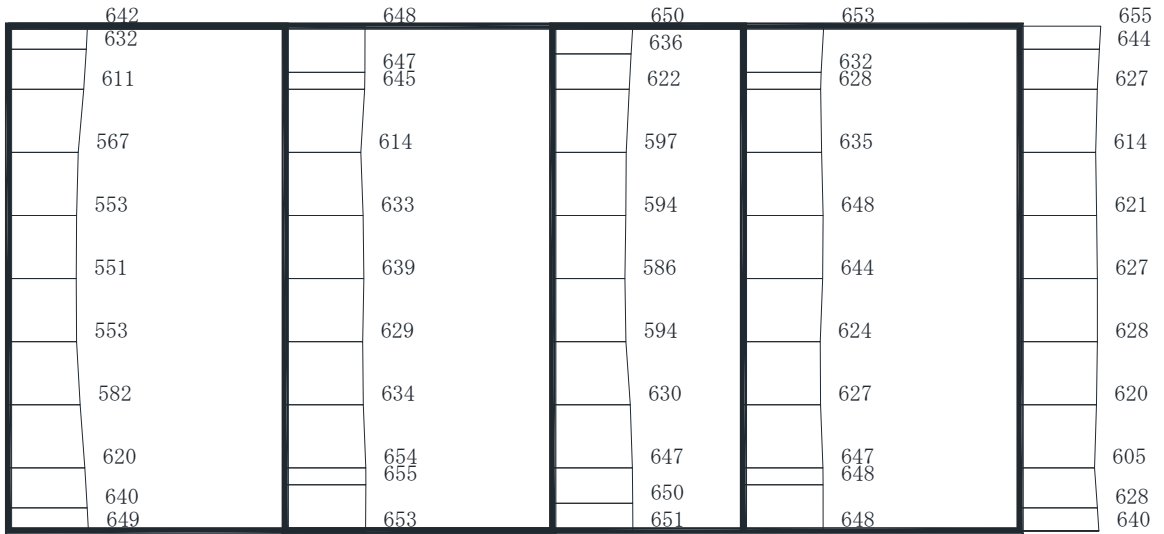
(a) S s - D 3 (++) 水平



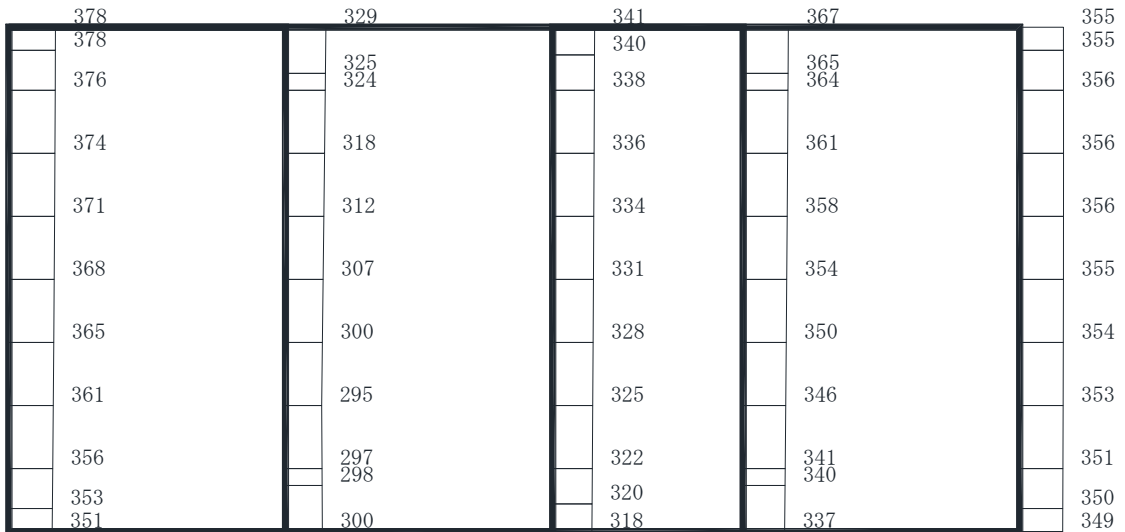
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-37 最大加速度分布図 (17/49) (解析ケース④)



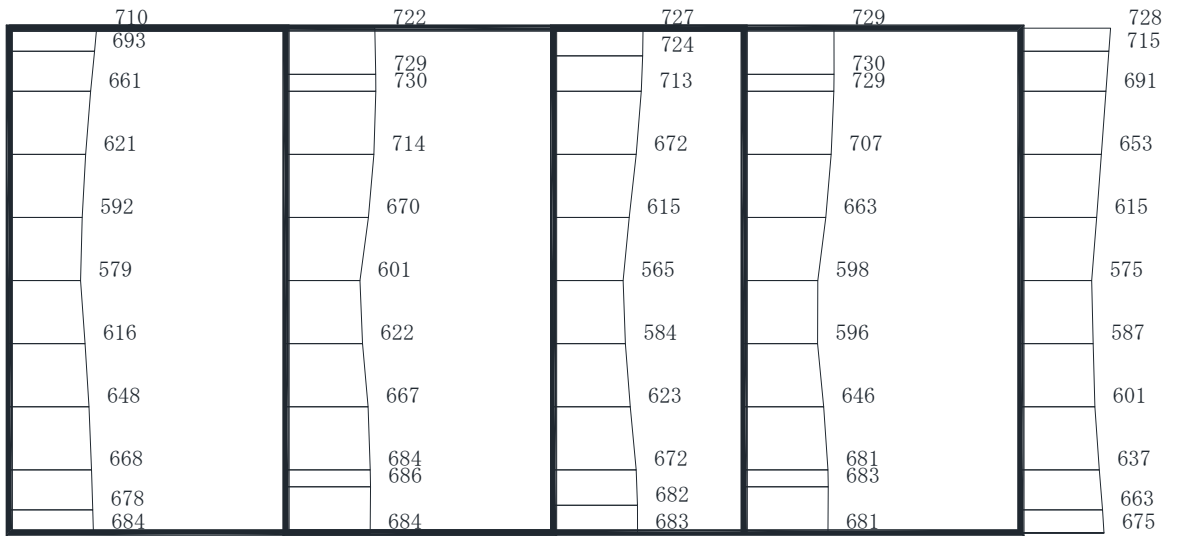
(a) S s - F 1 (++) 水平



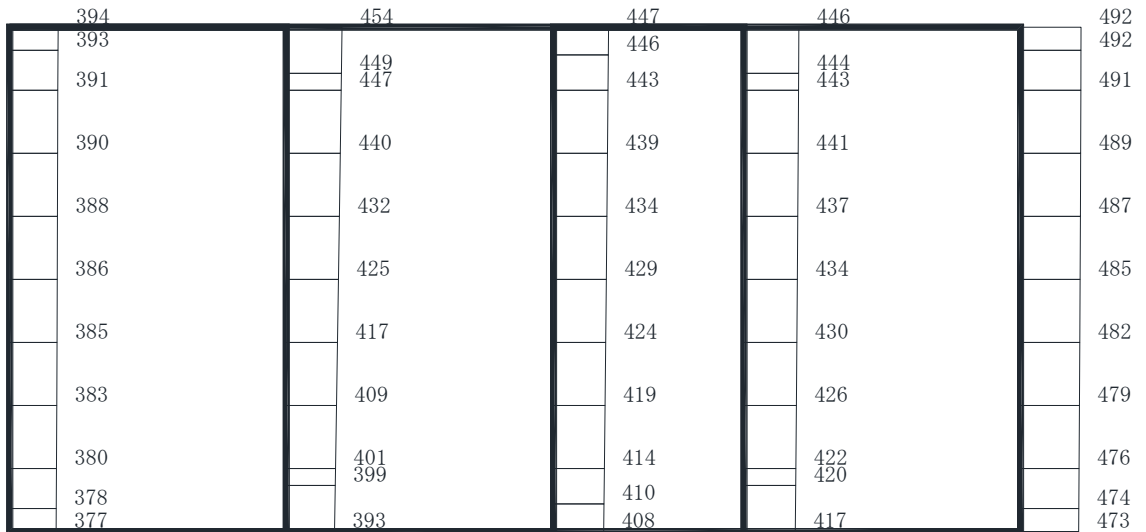
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-38 最大加速度分布図 (18/49) (解析ケース④)



(a) S s - F 2 (++) 水平

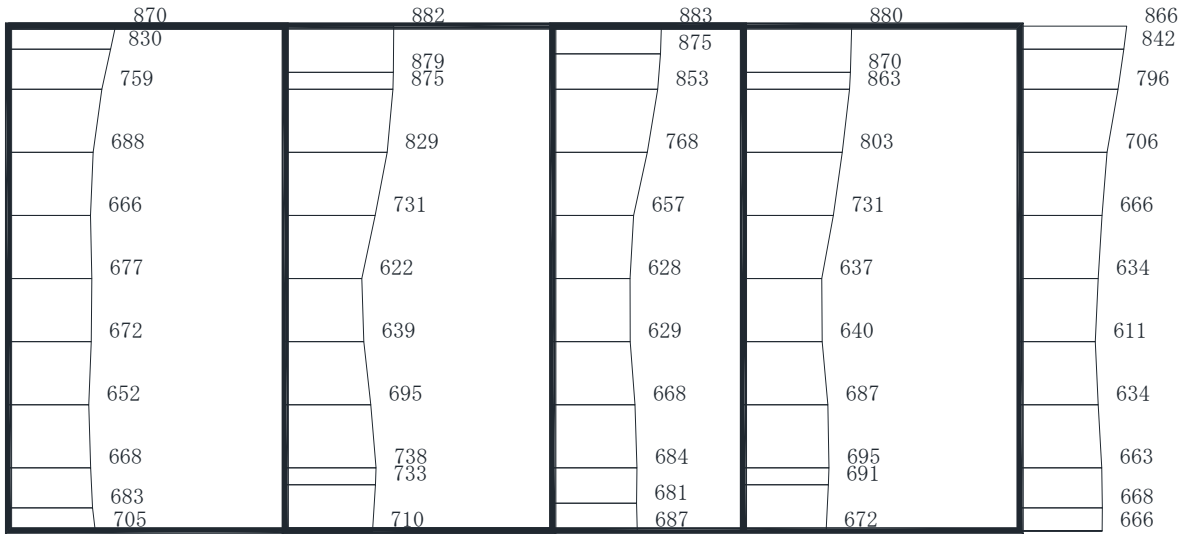


(b) S s - F 2 (++) 鉛直

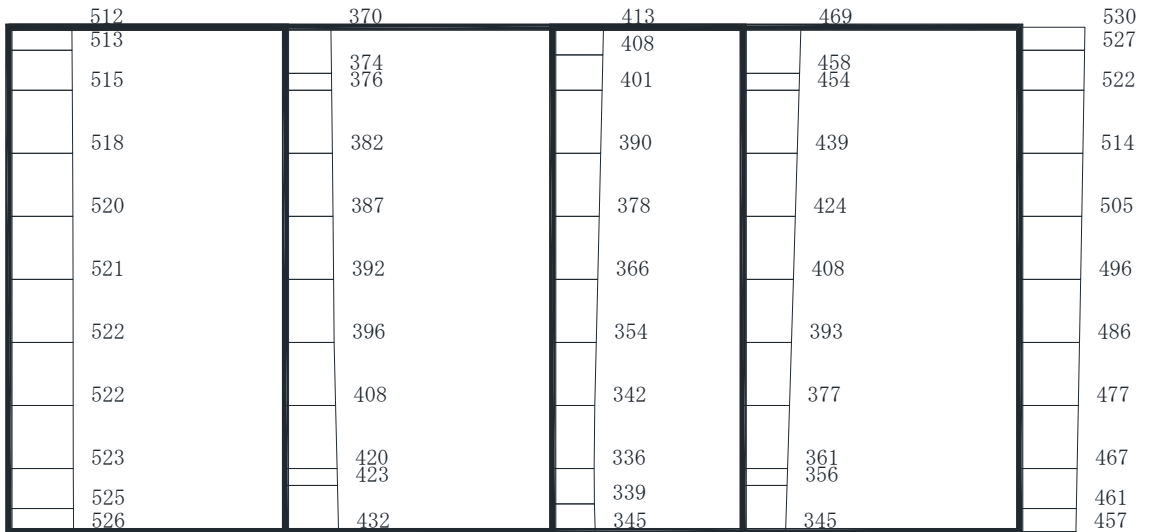
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-39 最大加速度分布図 (19/49) (解析ケース④)





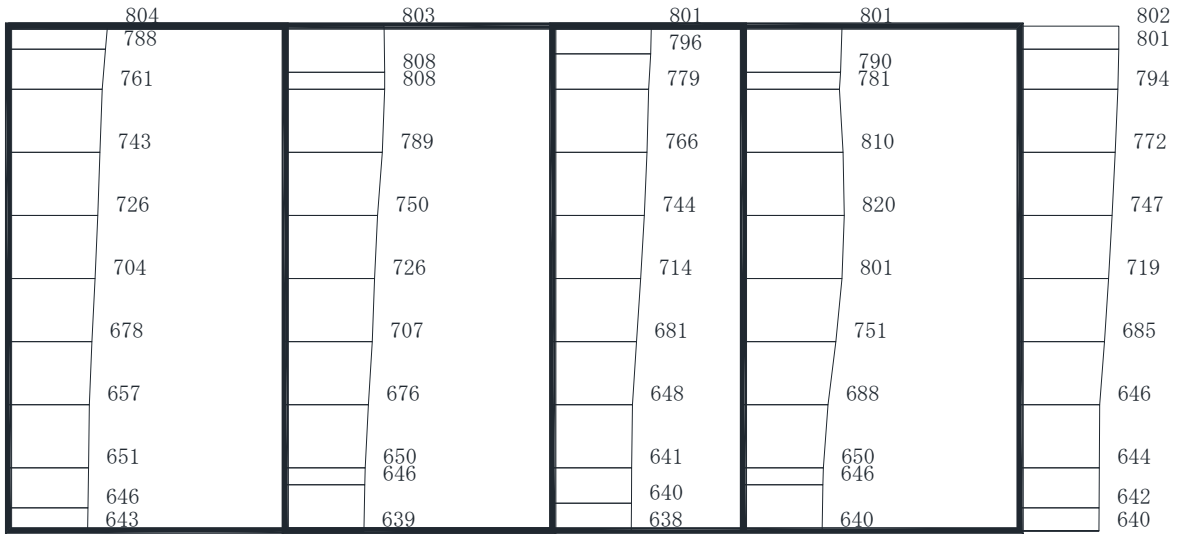
(a) S s - F 3 (++) 水平



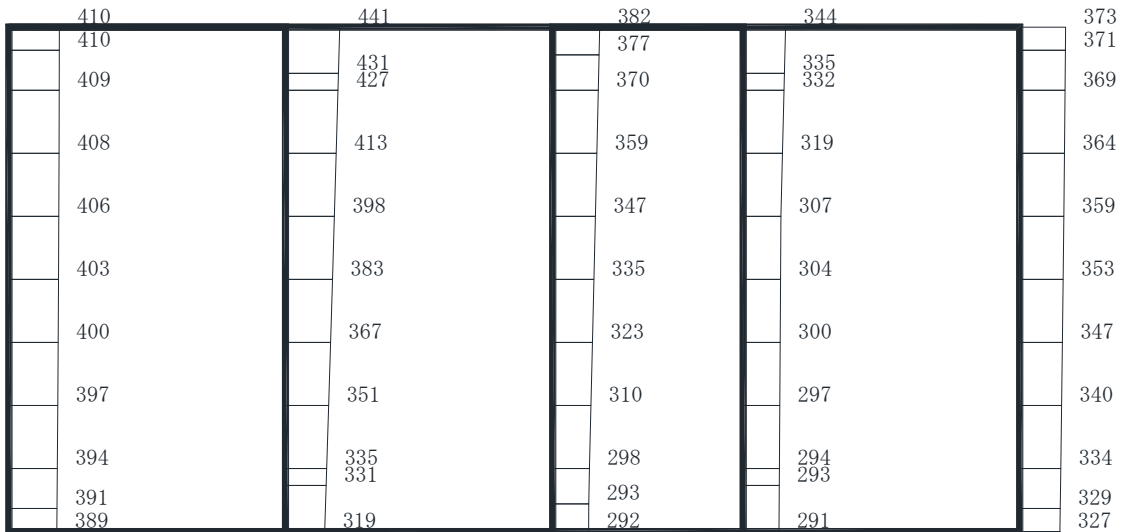
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-40 最大加速度分布図 (20/49) (解析ケース④)



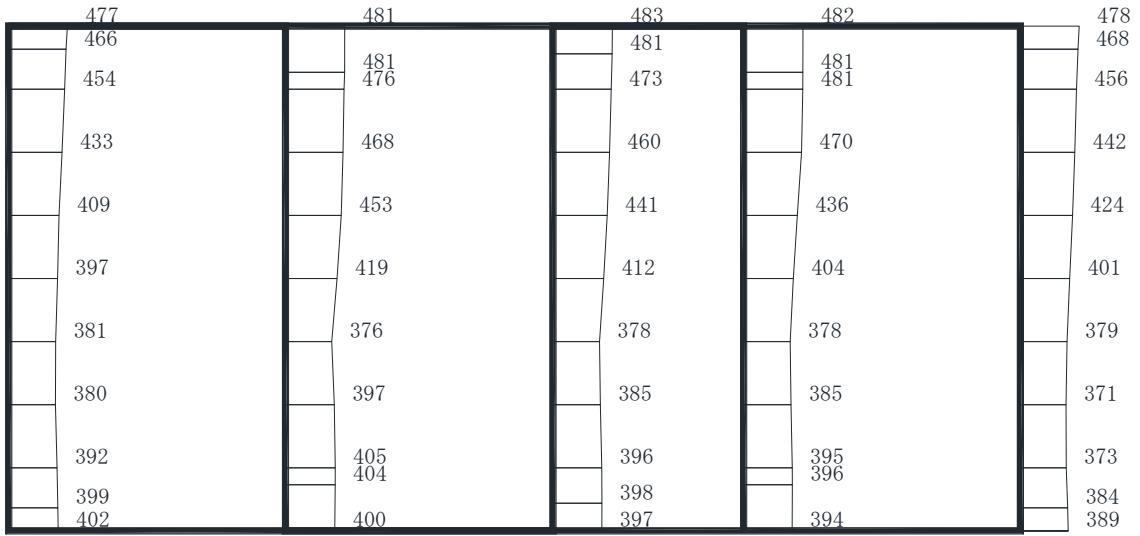
(a) S s - N 1 (++) 水平



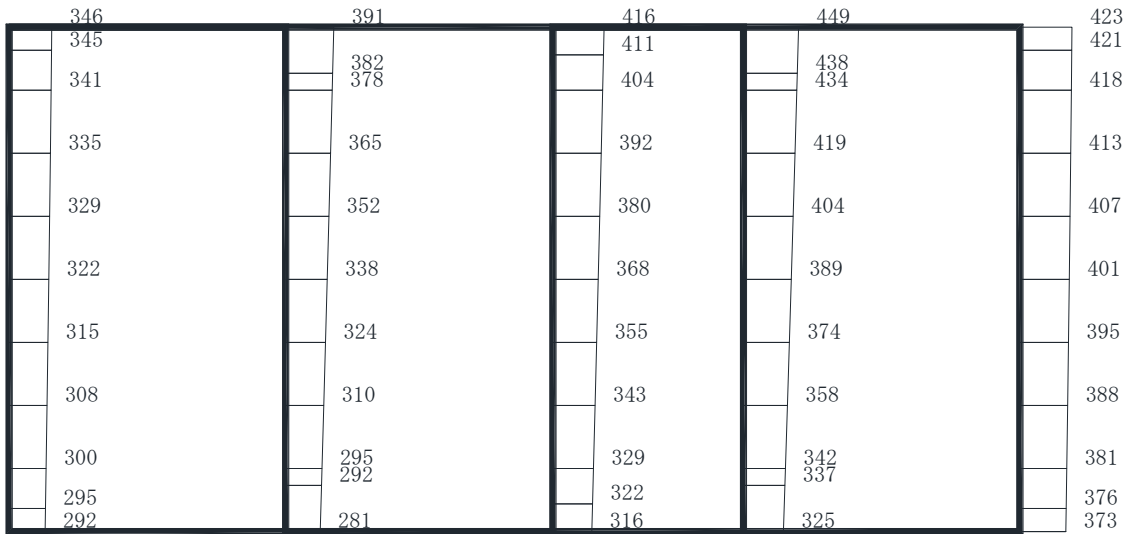
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-41 最大加速度分布図 (21/49) (解析ケース④)



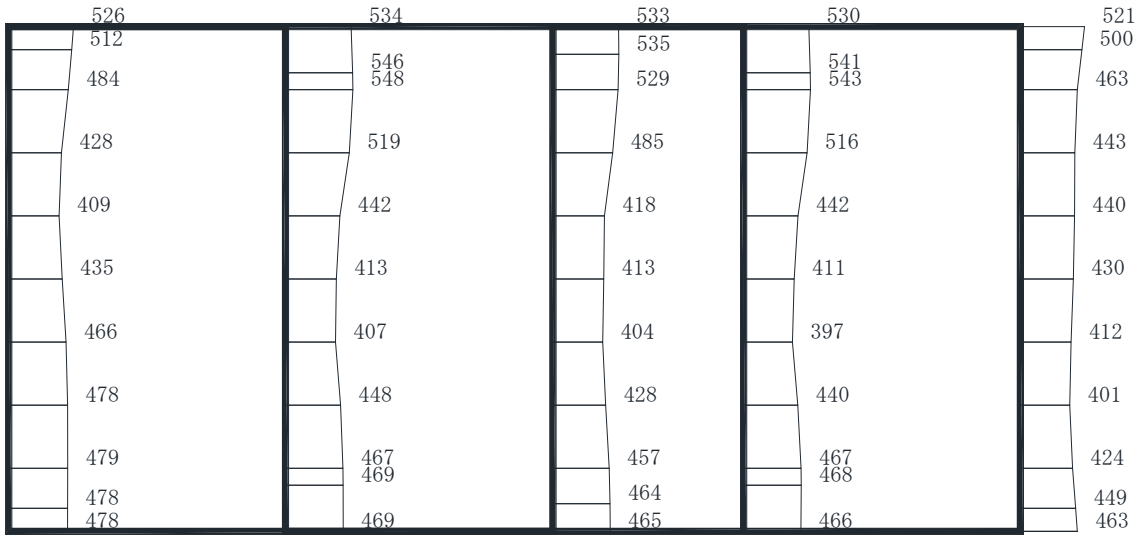
(a) S d - D 1 (++) 水平



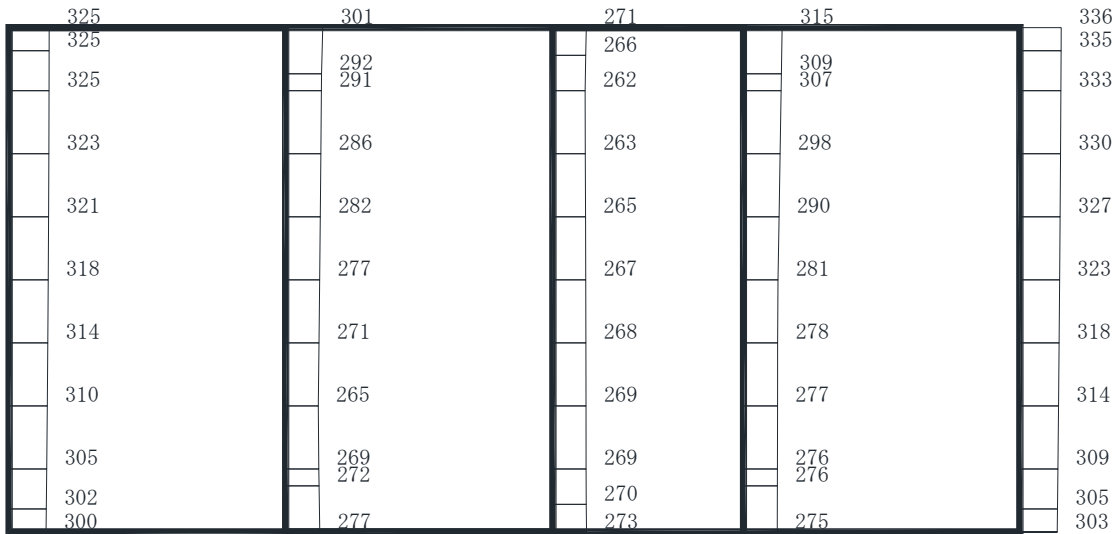
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-42 最大加速度分布図 (22/49) (解析ケース①)



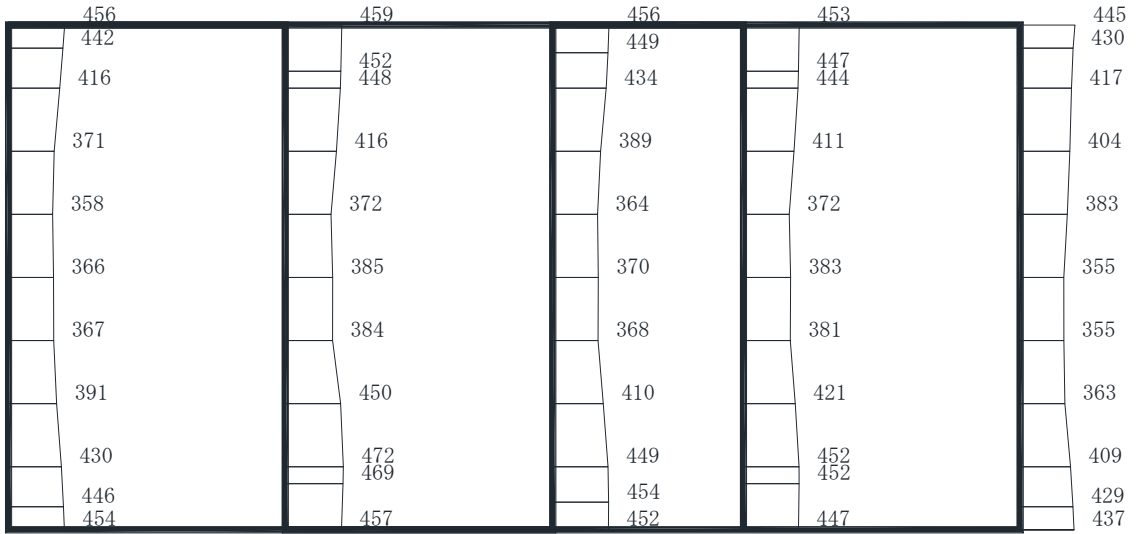
(a) S d - D 2 (++) 水平



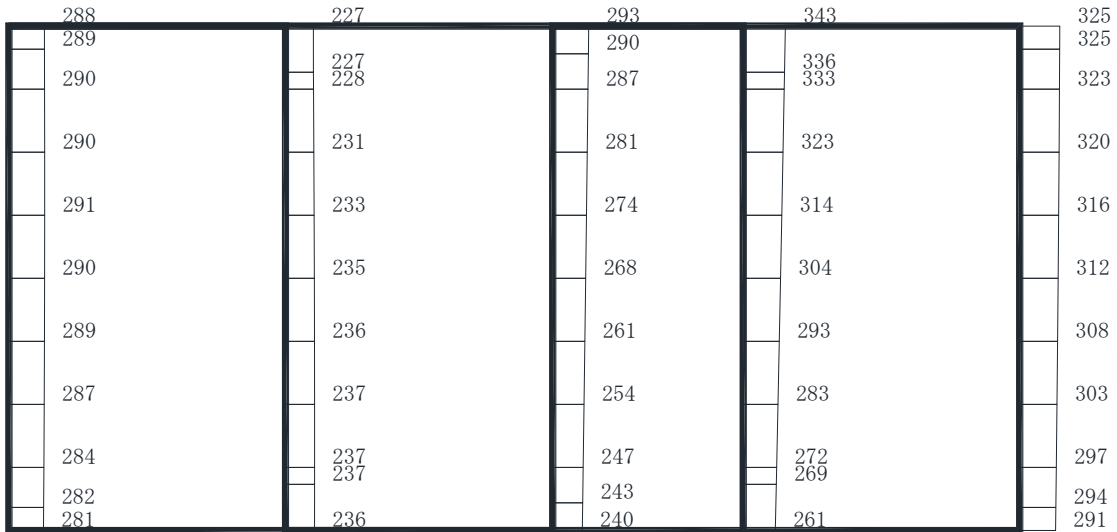
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-43 最大加速度分布図 (23/49) (解析ケース①)



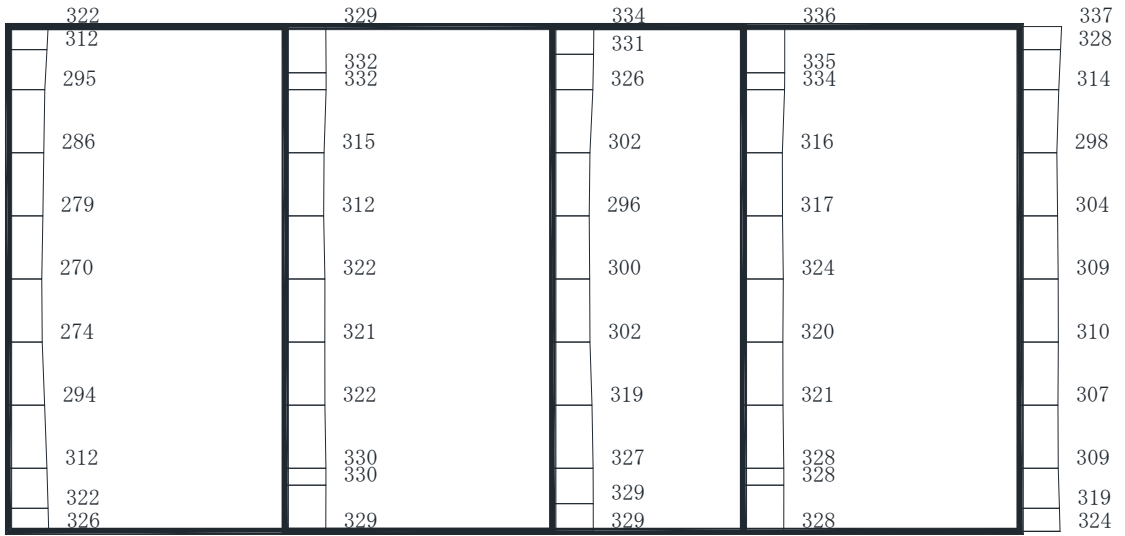
(a) S d - D 3 (++) 水平



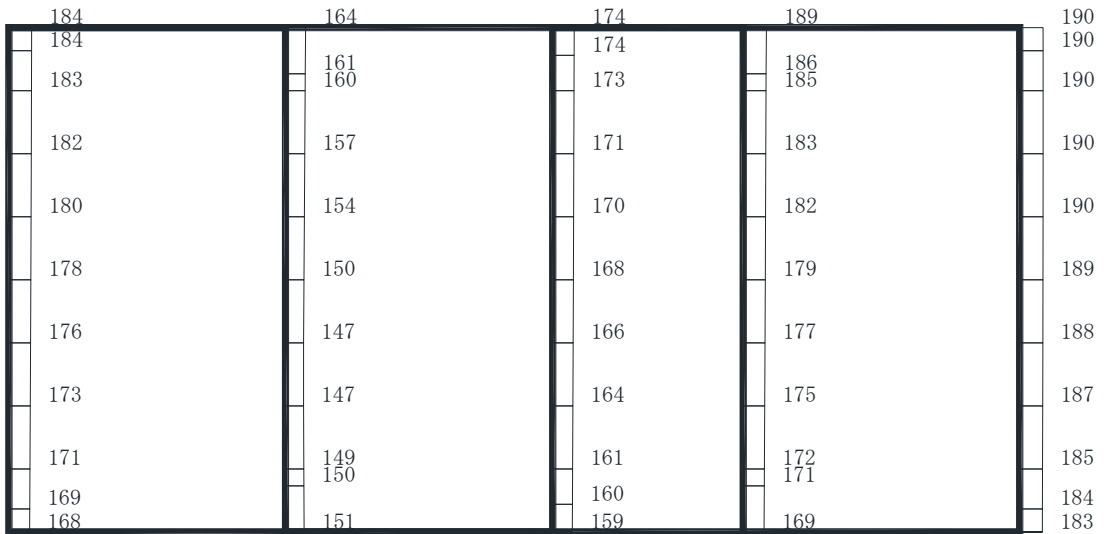
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-44 最大加速度分布図 (24/49) (解析ケース①)



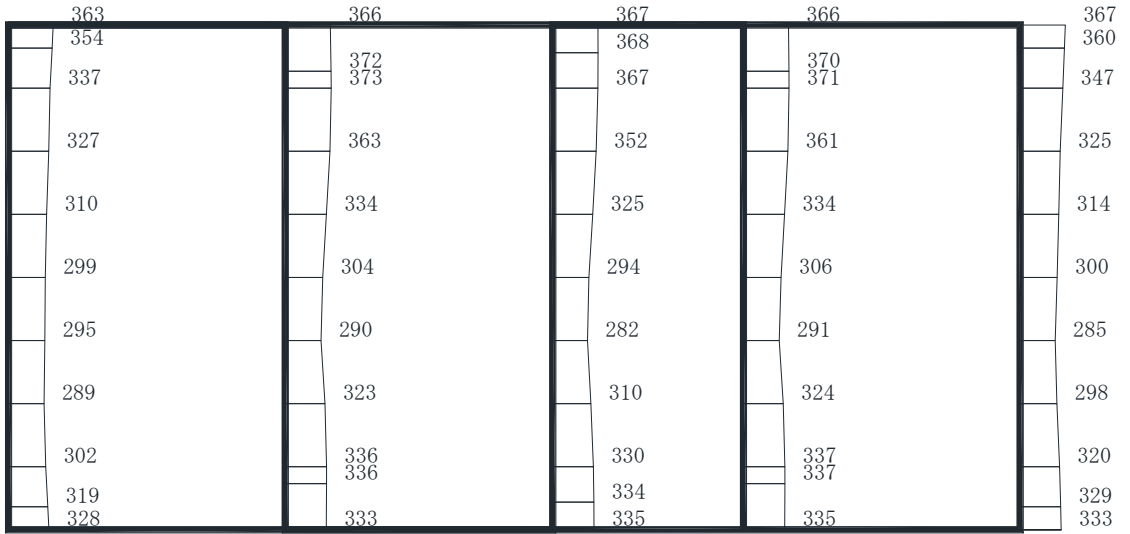
(a) S d - F 1 (++) 水平



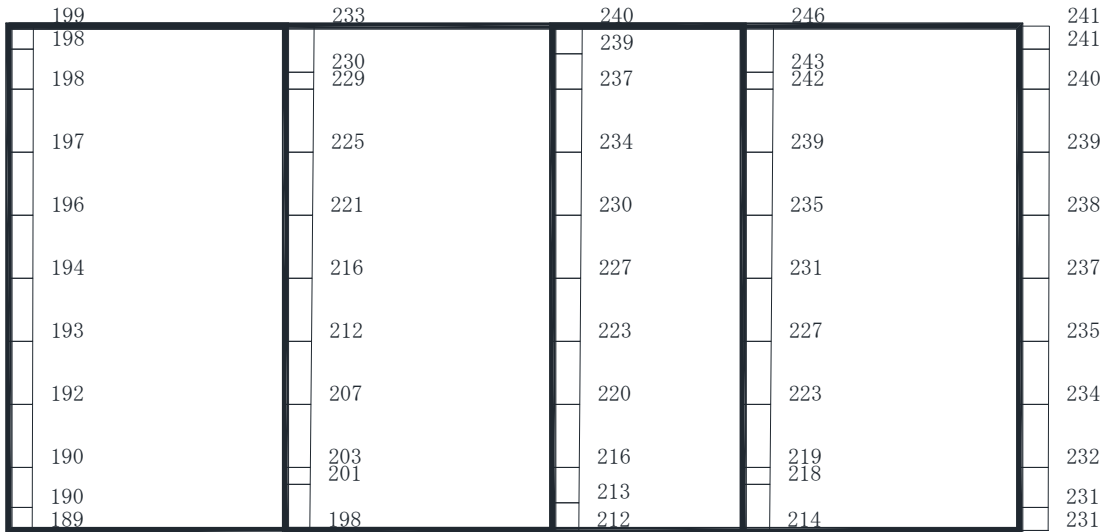
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-45 最大加速度分布図 (25/49) (解析ケース①)



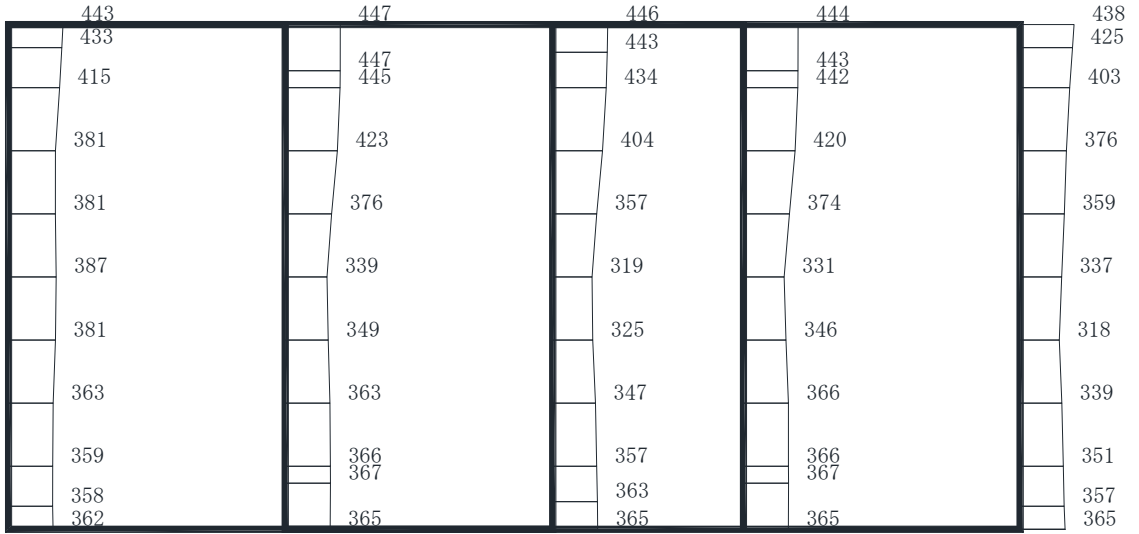
(a) S d - F 2 (++) 水平



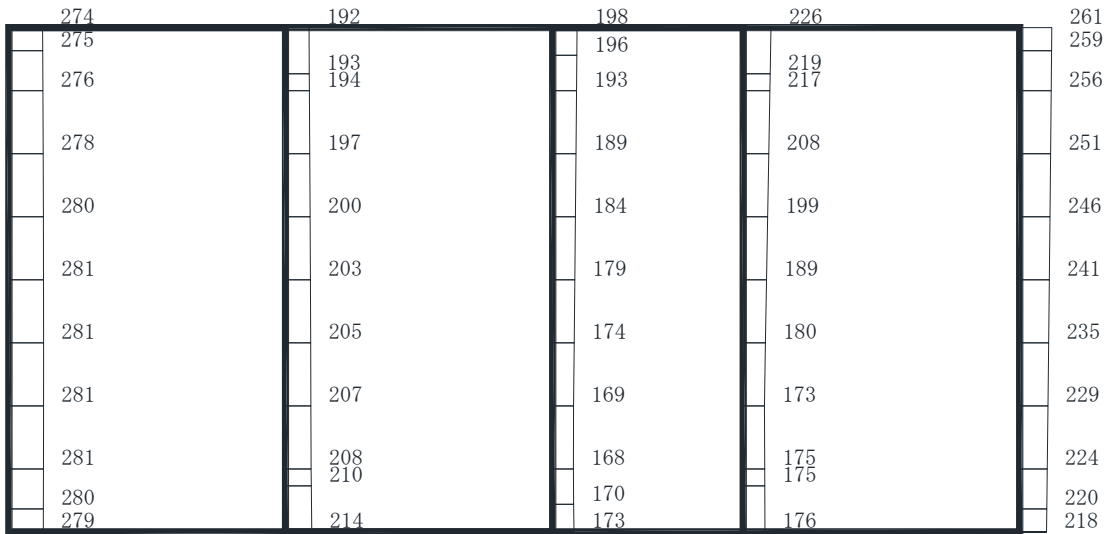
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-46 最大加速度分布図 (26/49) (解析ケース①)



(a) S d - F 3 (++) 水平

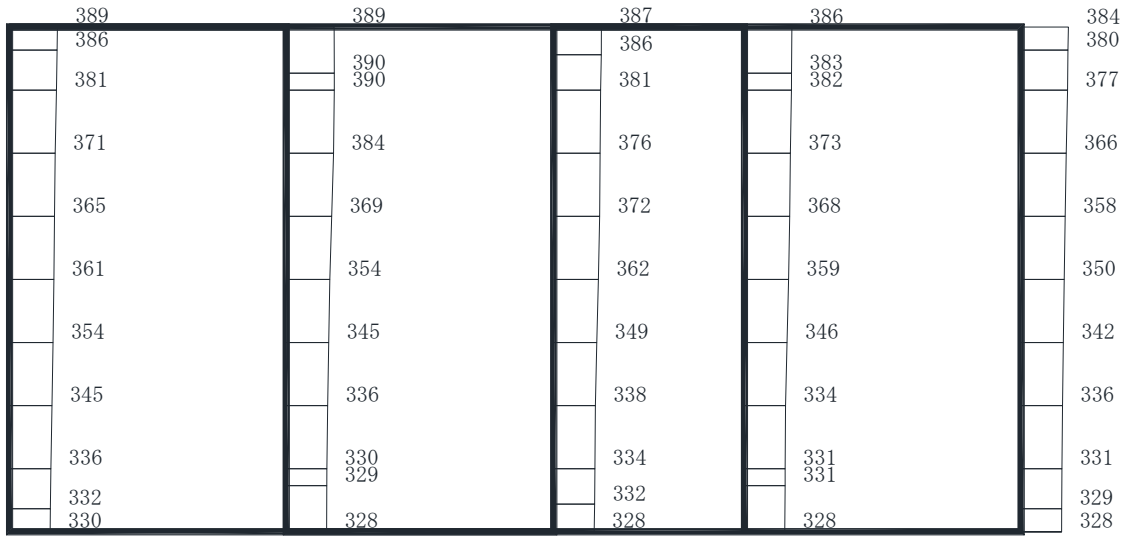


(b) S d - F 3 (++) 鉛直

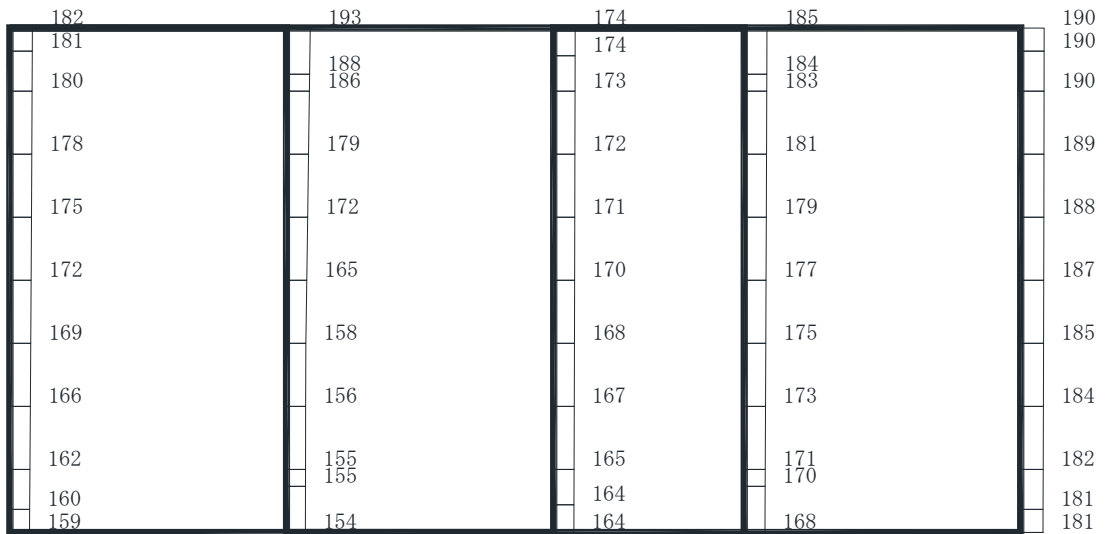
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-47 最大加速度分布図 (27/49) (解析ケース①)





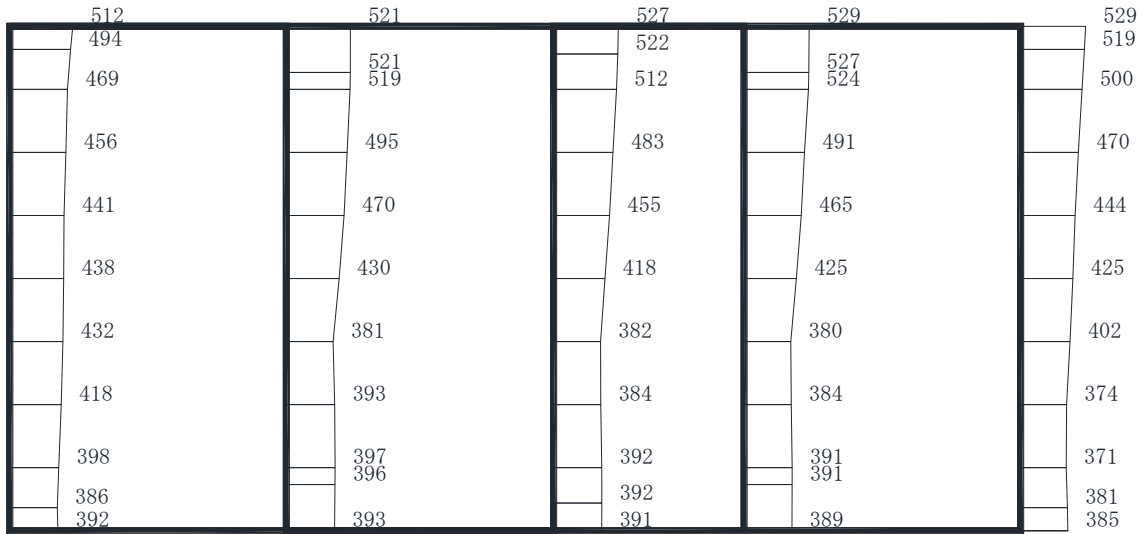
(a) S d - N 1 (++) 水平



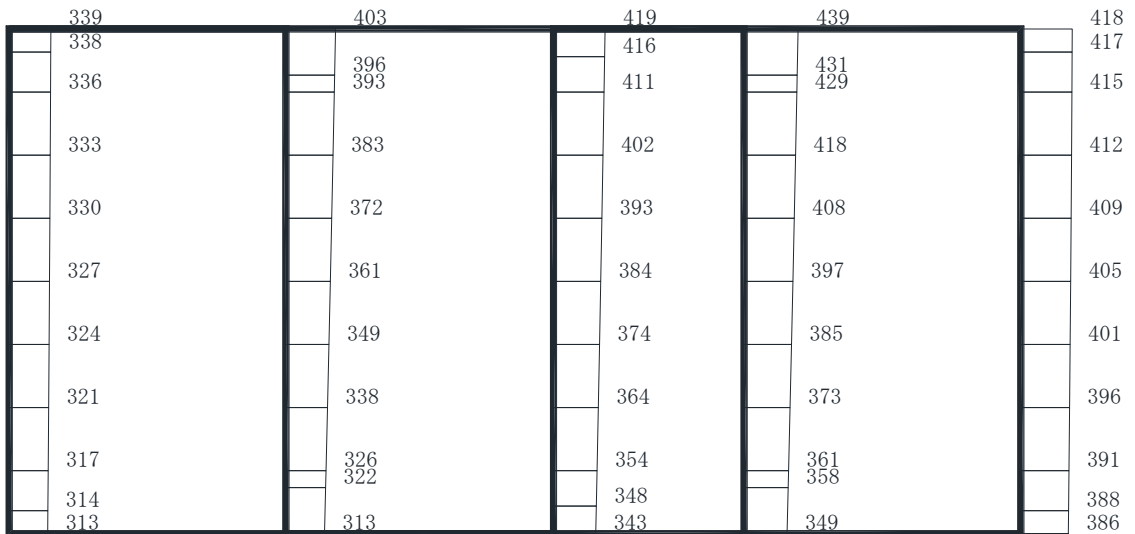
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-48 最大加速度分布図 (28/49) (解析ケース①)



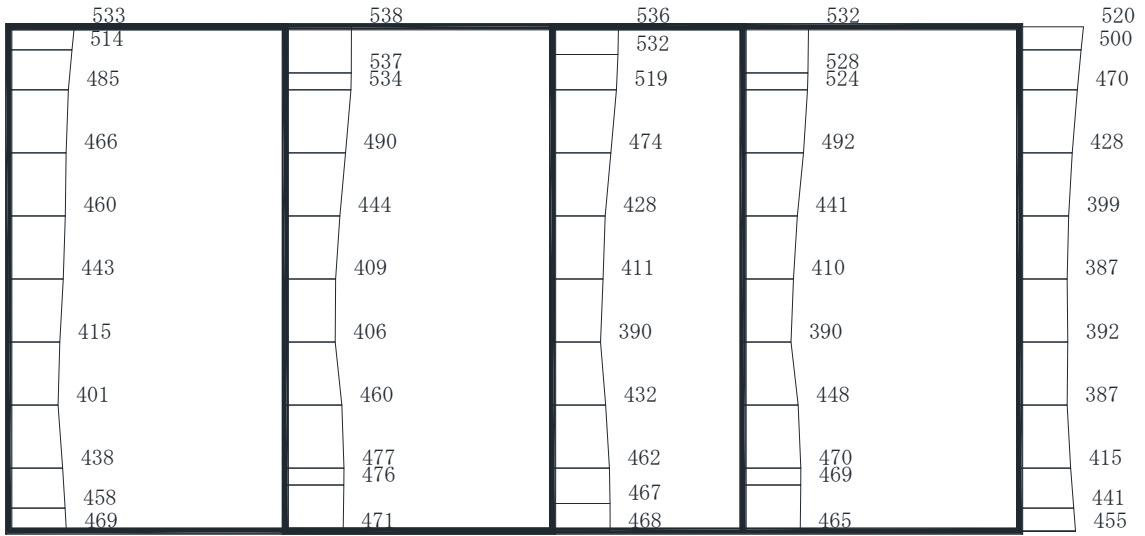
(a) S d - D 1 (++) 水平



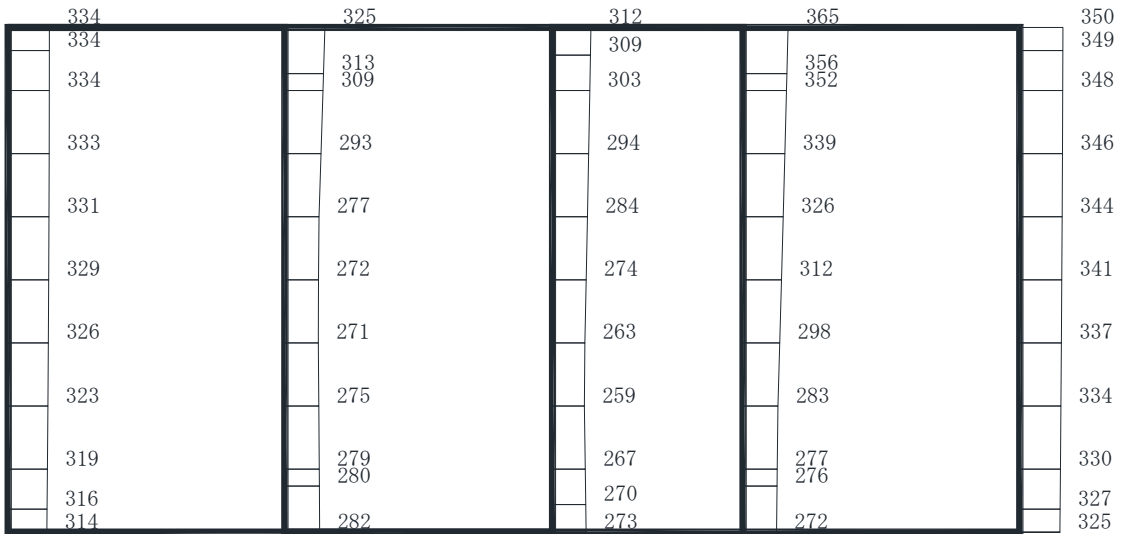
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-49 最大加速度分布図 (29/49) (解析ケース②)



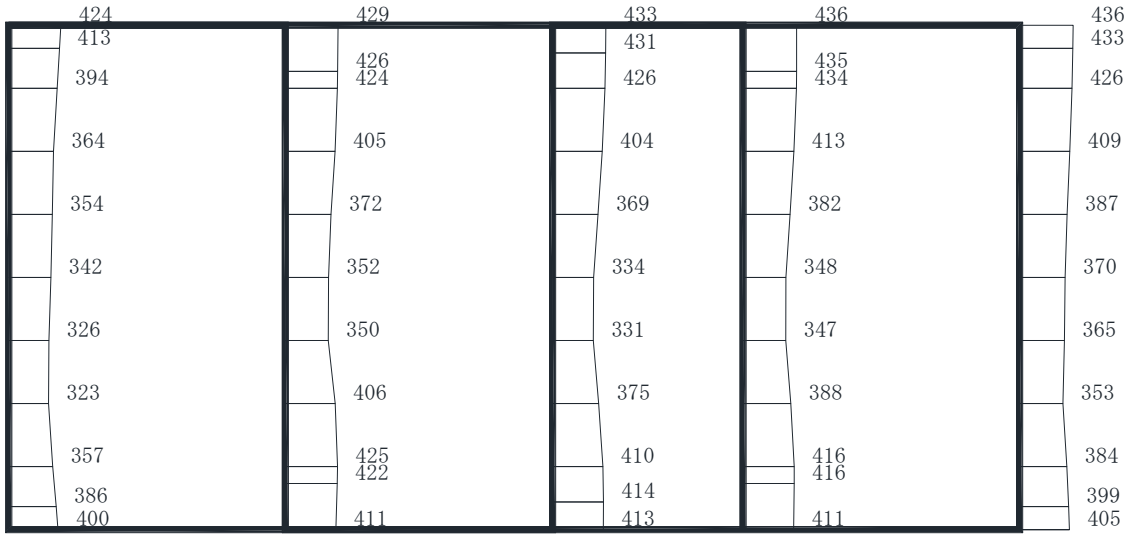
(a) S d - D 2 (++) 水平



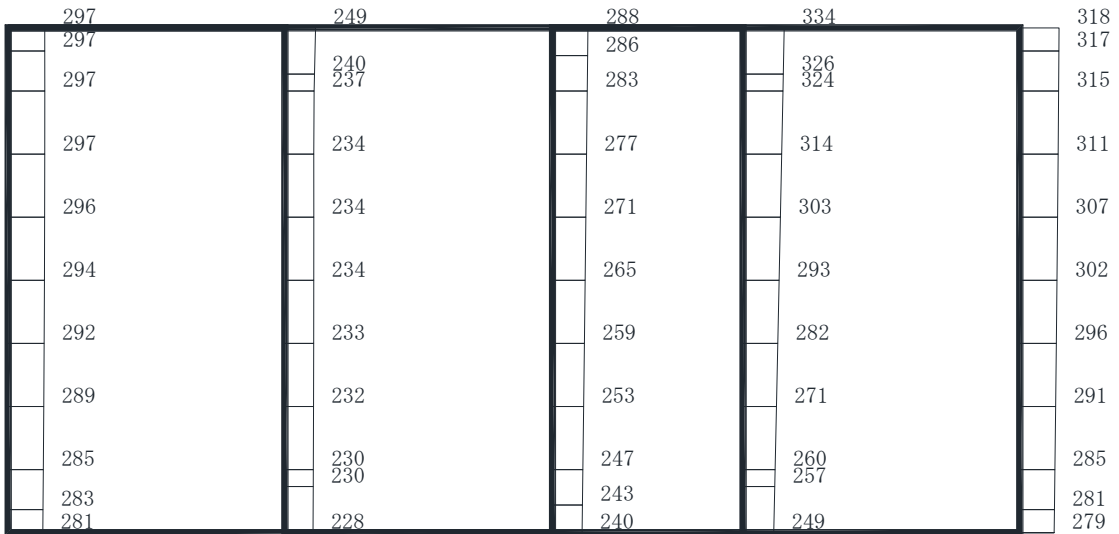
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-50 最大加速度分布図 (30/49) (解析ケース②)



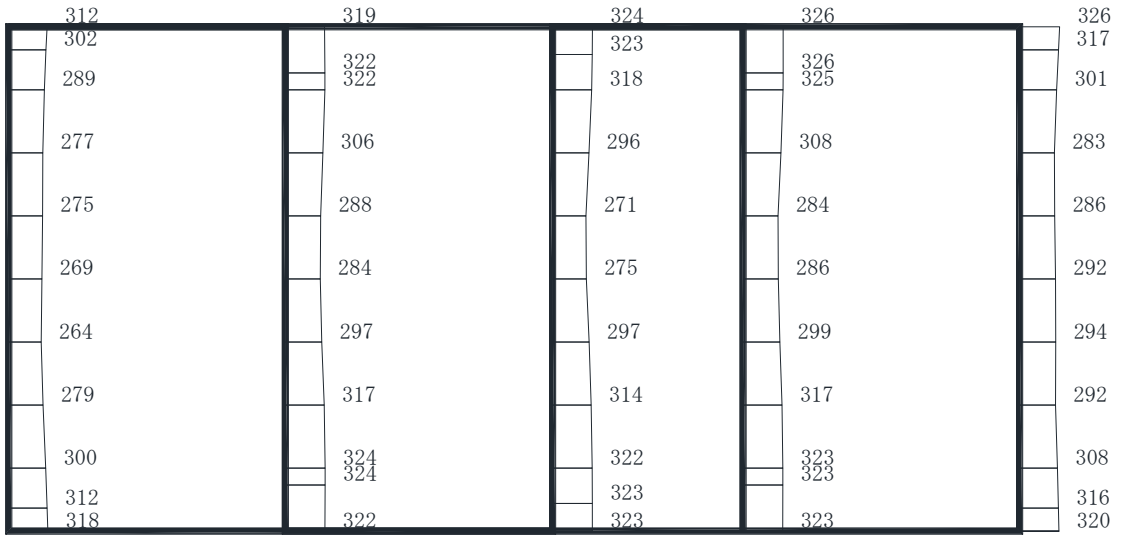
(a) S d - D 3 (++) 水平



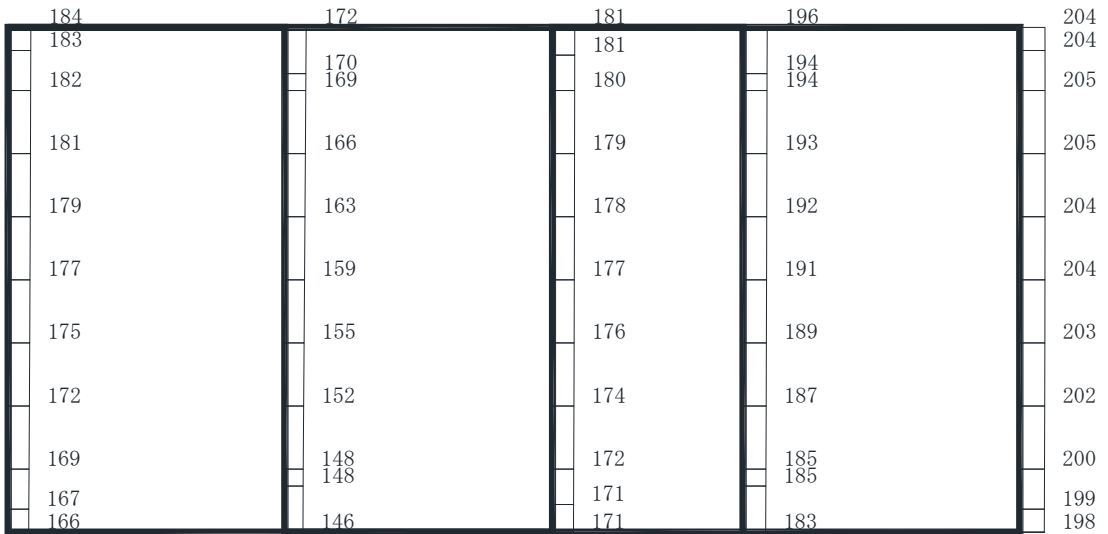
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-51 最大加速度分布図 (31/49) (解析ケース②)



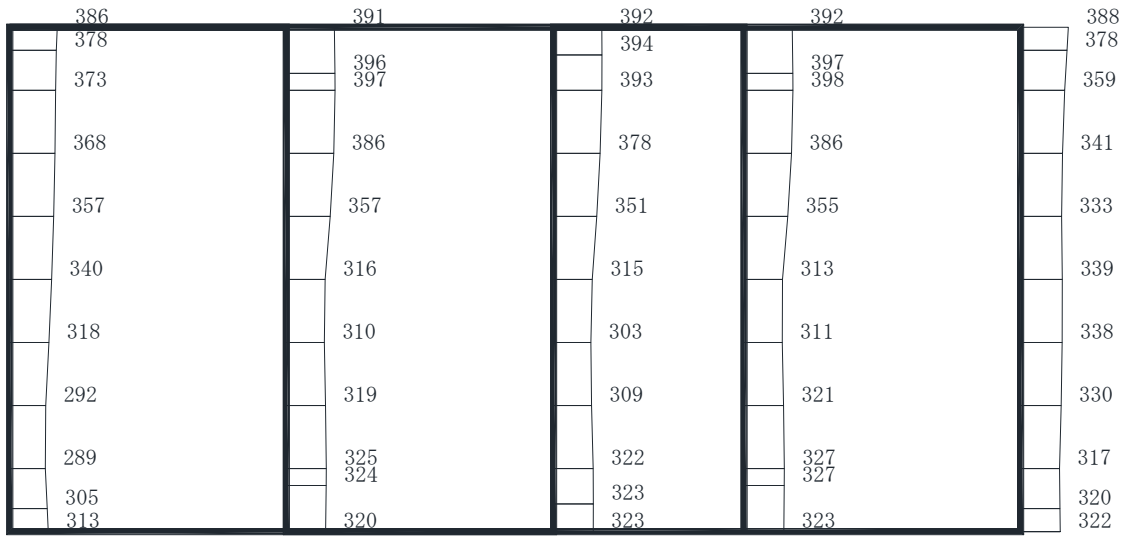
(a) S d - F 1 (++) 水平



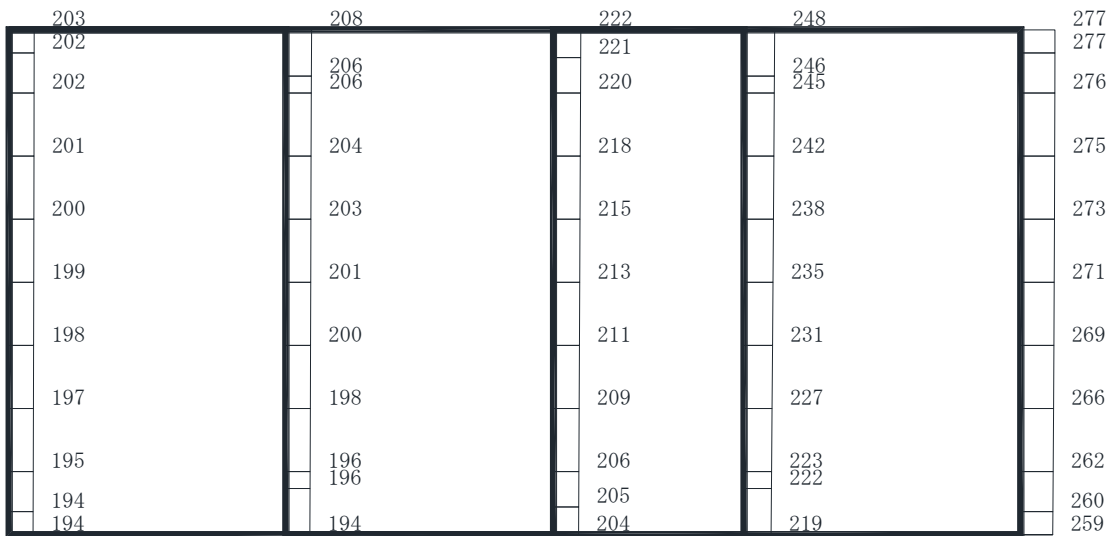
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-52 最大加速度分布図 (32/49) (解析ケース②)



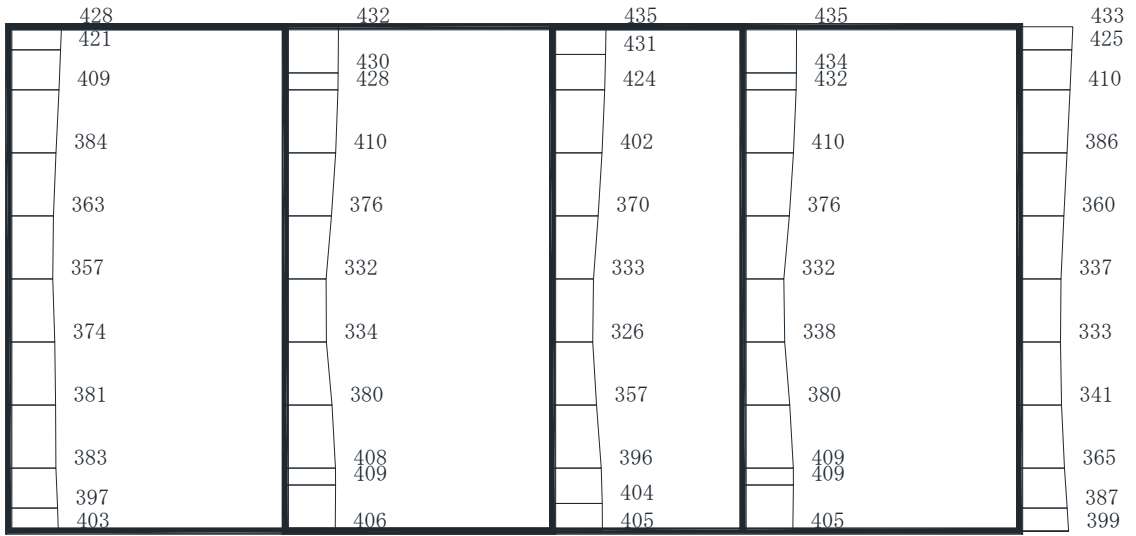
(a) S d - F 2 (++) 水平



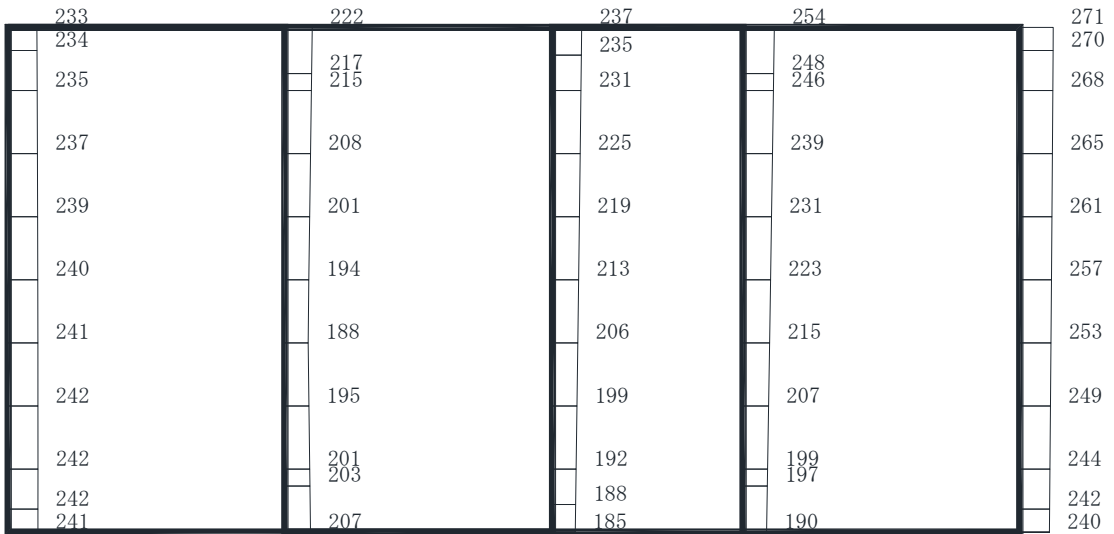
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-53 最大加速度分布図 (33/49) (解析ケース②)



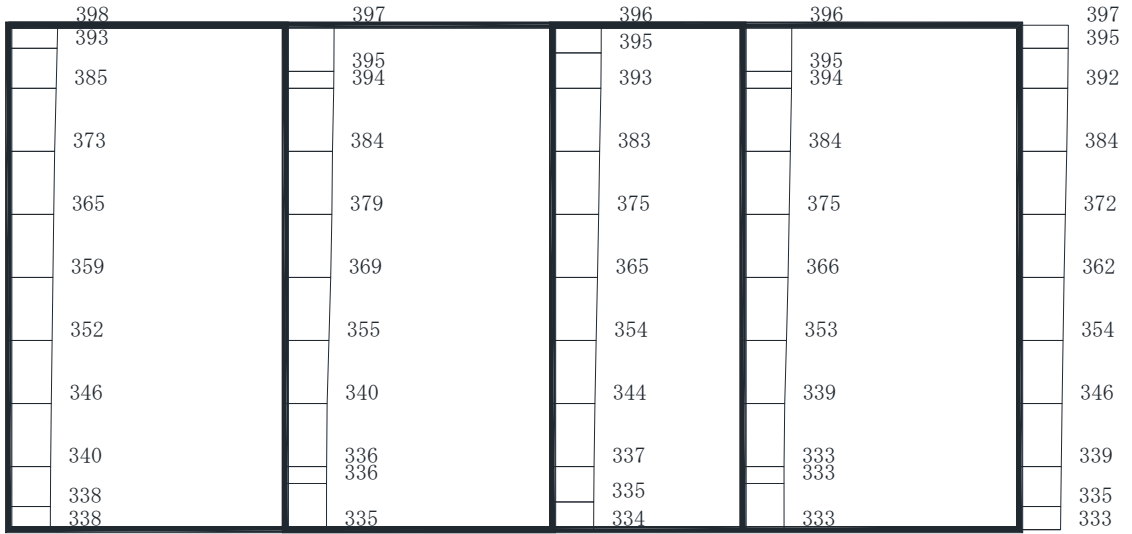
(a) S d - F 3 (++) 水平



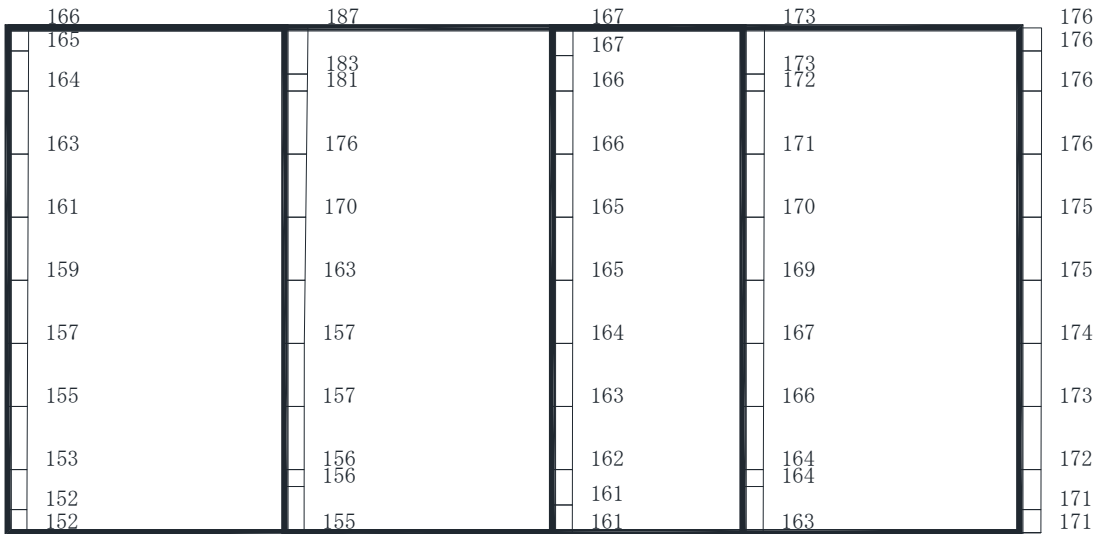
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-54 最大加速度分布図 (34/49) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 ( + + ) 水平

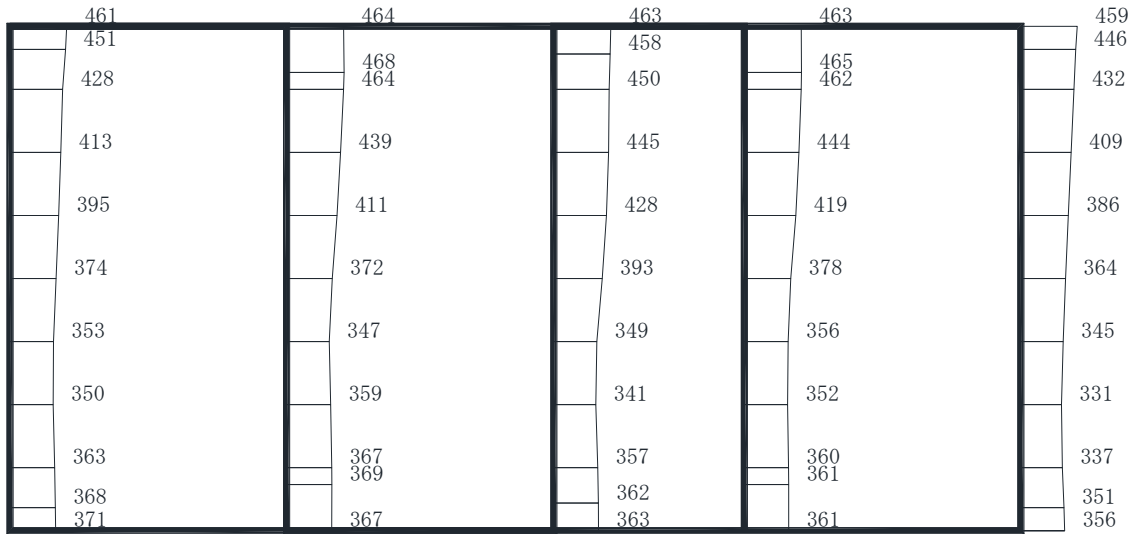


(b) S d - N 1 ( + + ) 鉛直

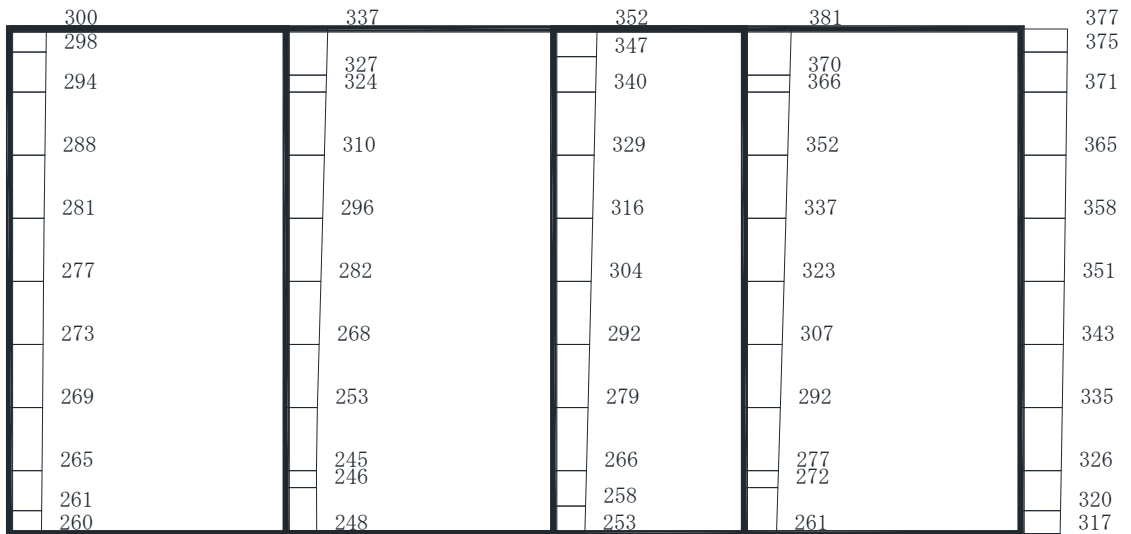
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-55 最大加速度分布図 (35/49) (解析ケース②)





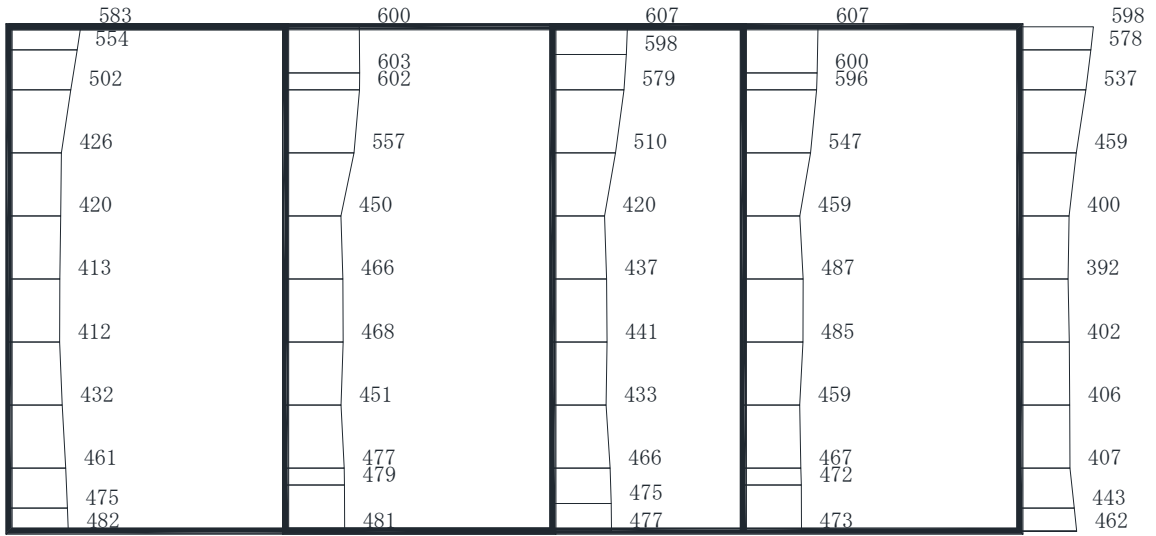
(a) S d - D 1 (++) 水平



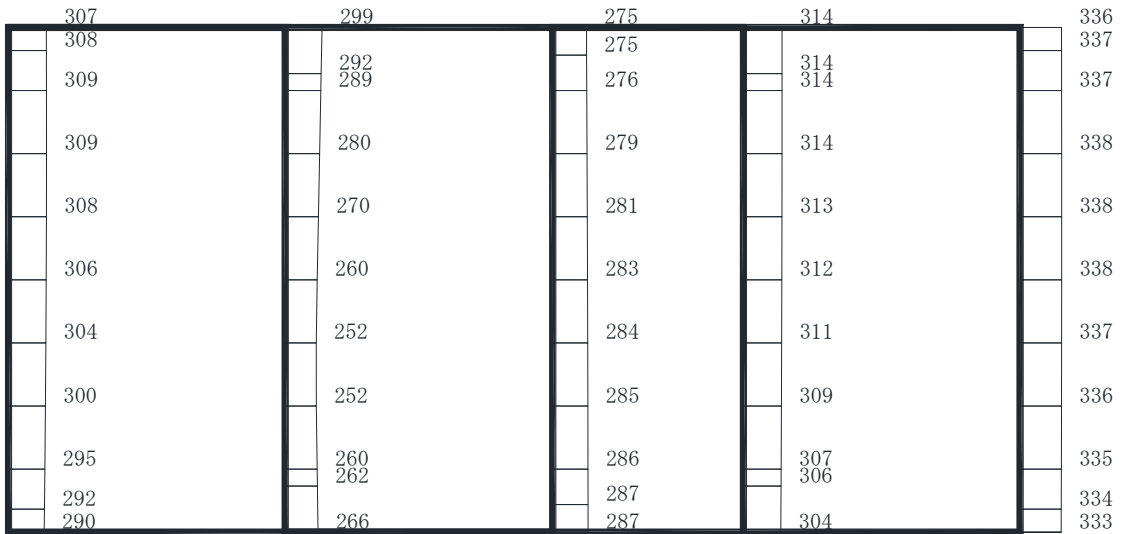
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

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

図 4-56 最大加速度分布図 (36/49) (解析ケース③)



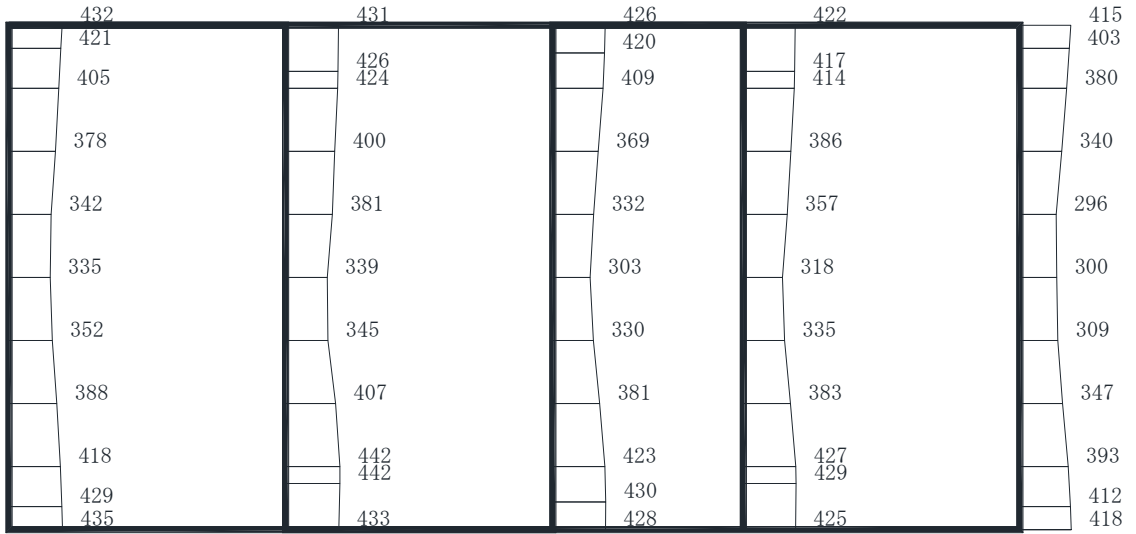
(a) S d - D 2 (++) 水平



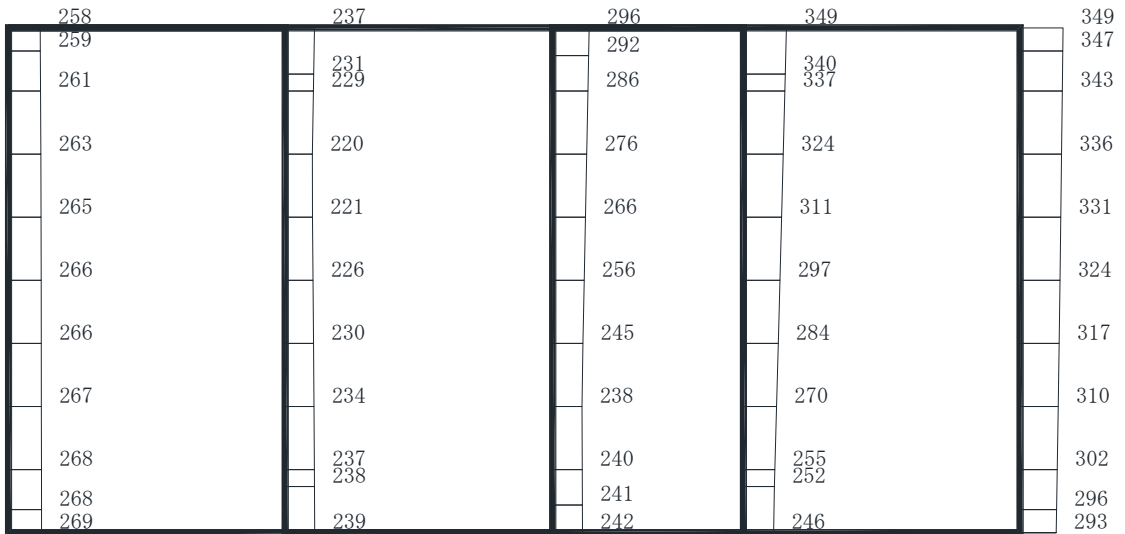
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-57 最大加速度分布図 (37/49) (解析ケース③)



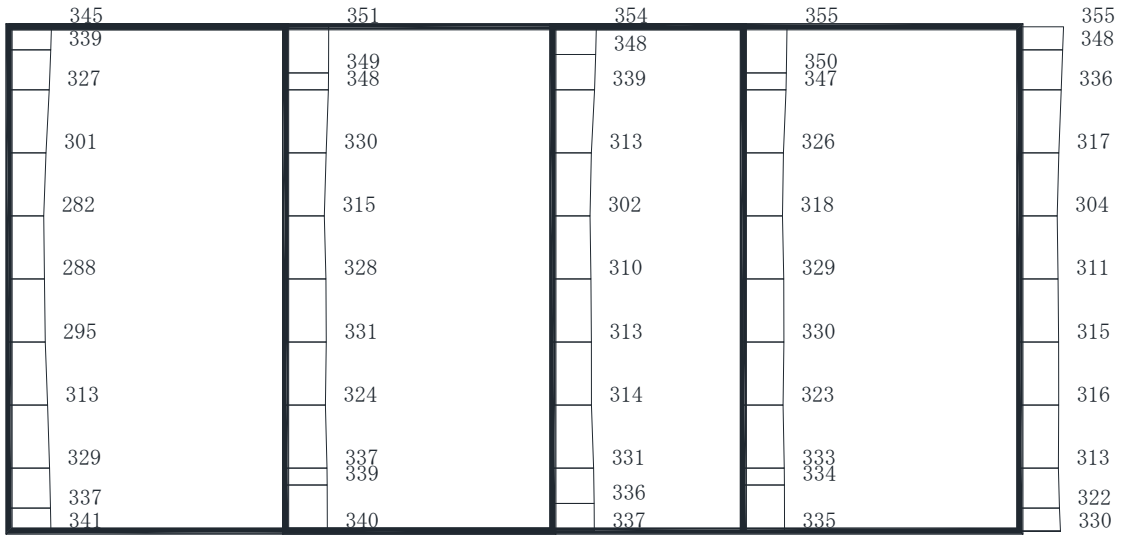
(a) S d - D 3 (++) 水平



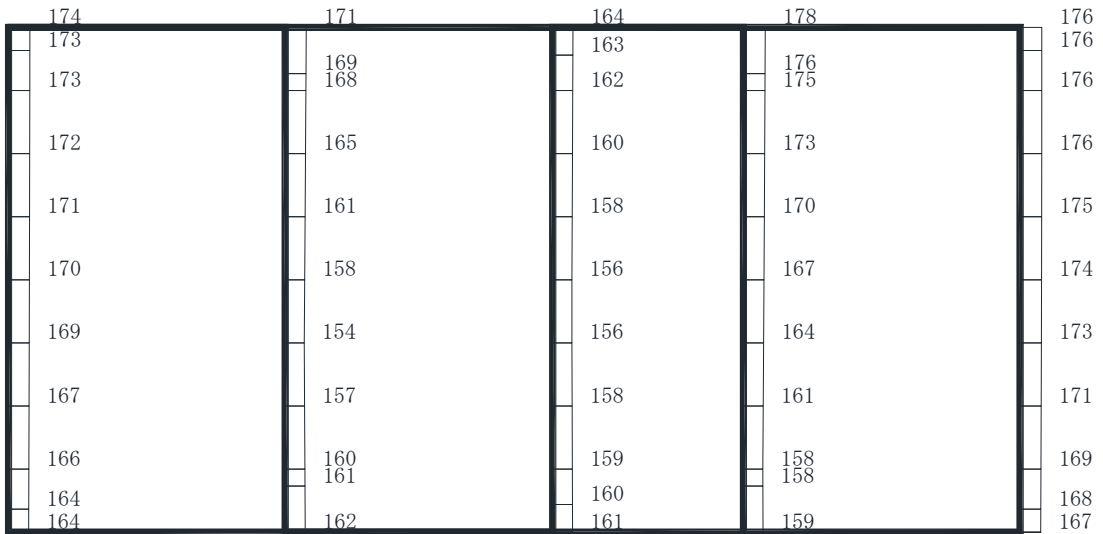
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

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

図 4-58 最大加速度分布図 (38/49) (解析ケース③)



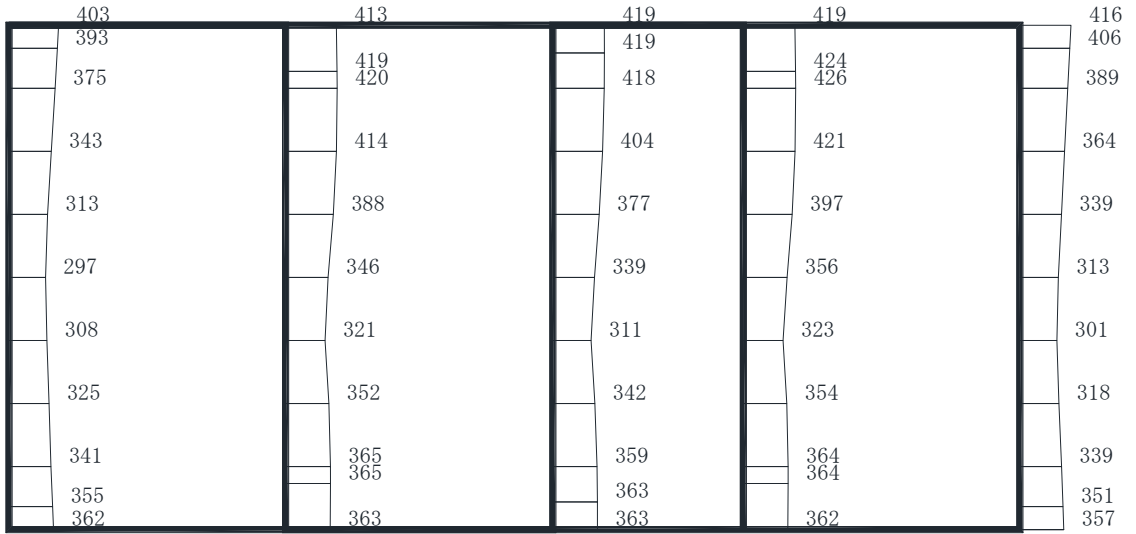
(a) S d - F 1 (++) 水平



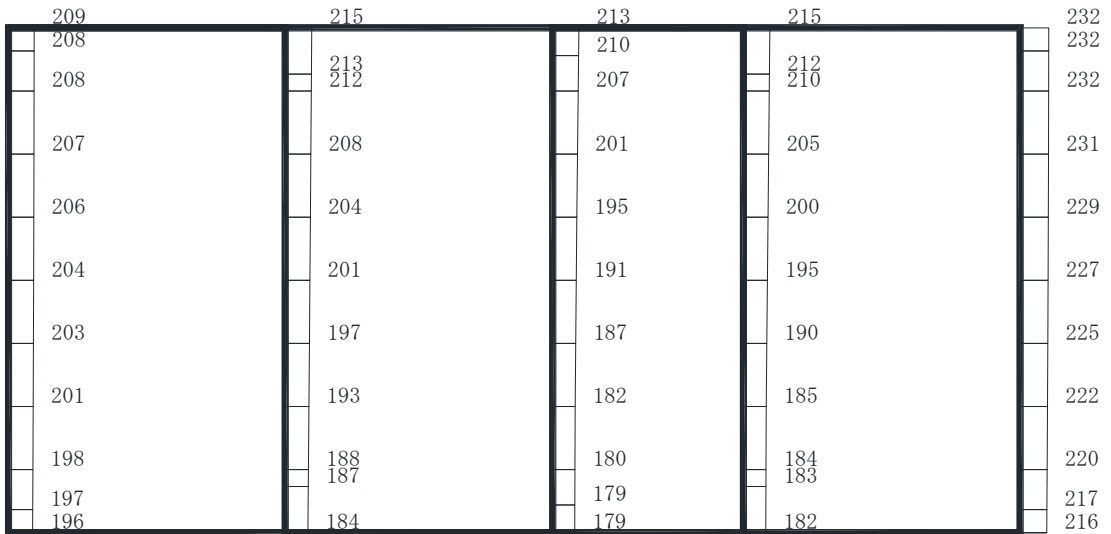
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

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

図 4-59 最大加速度分布図 (39/49) (解析ケース③)



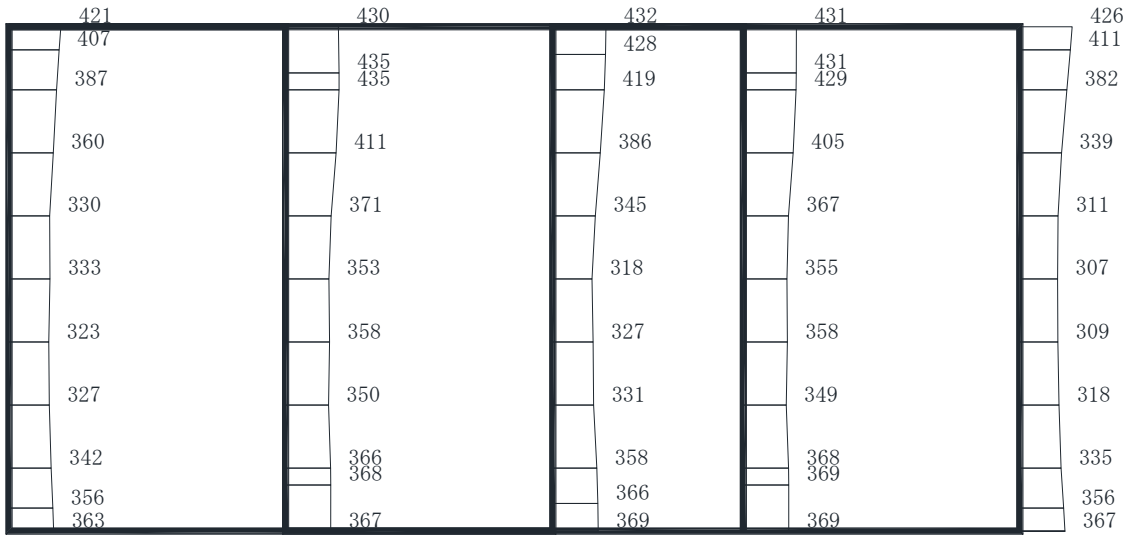
(a) S d - F 2 (++) 水平



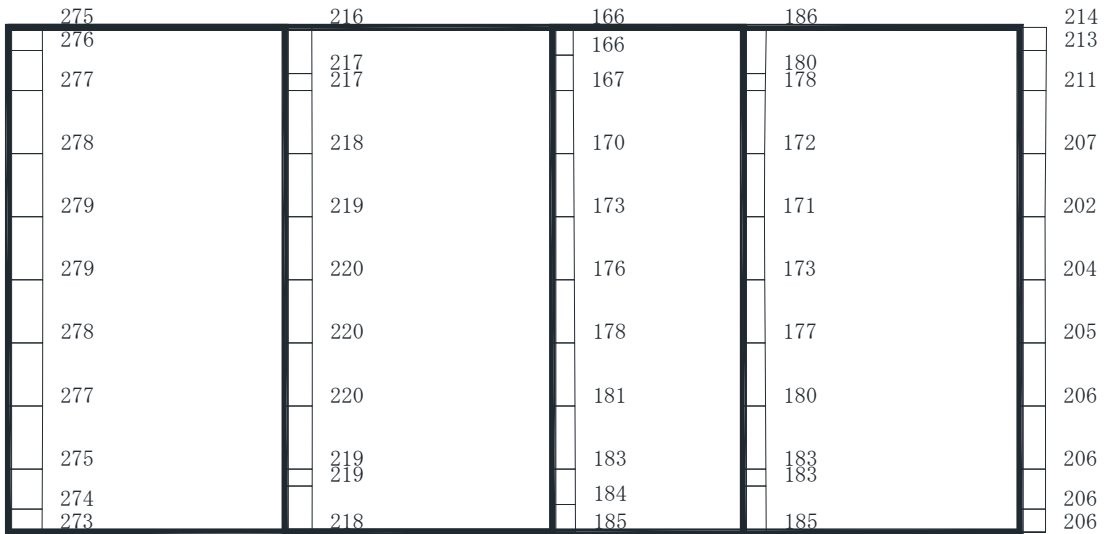
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-60 最大加速度分布図 (40/49) (解析ケース③)



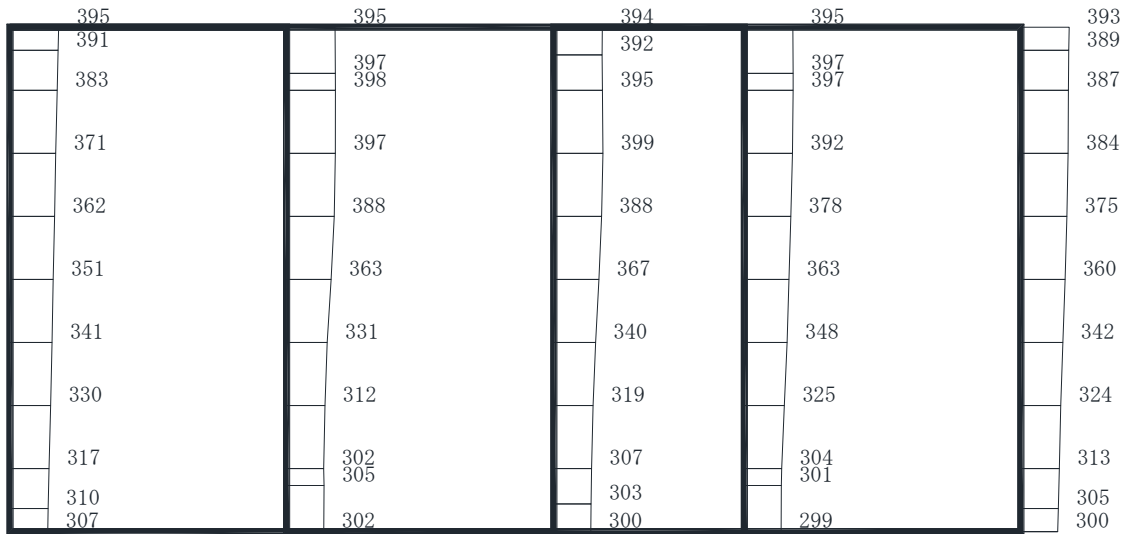
(a) S d - F 3 (++) 水平



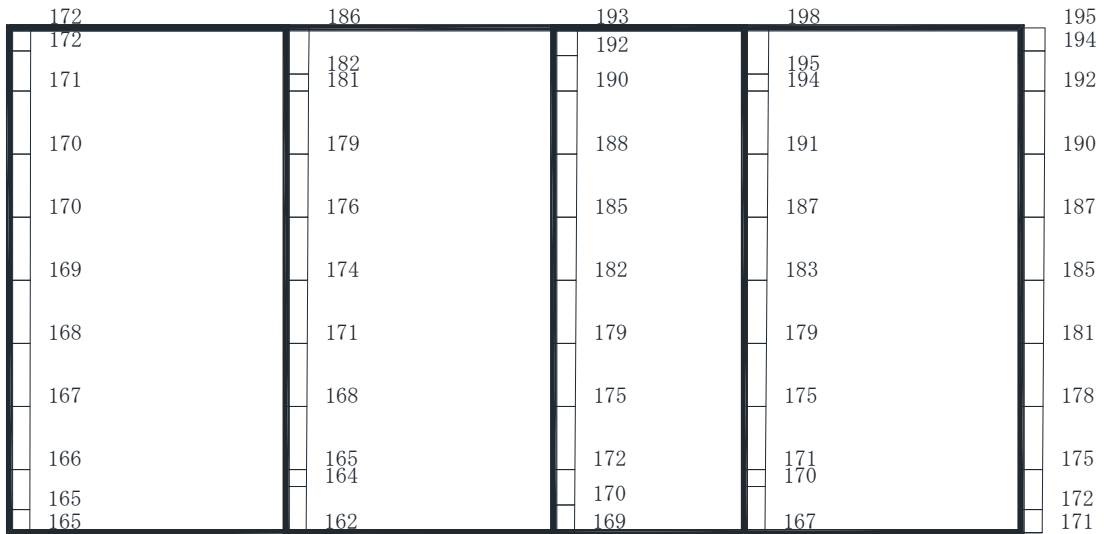
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-61 最大加速度分布図 (41/49) (解析ケース③)



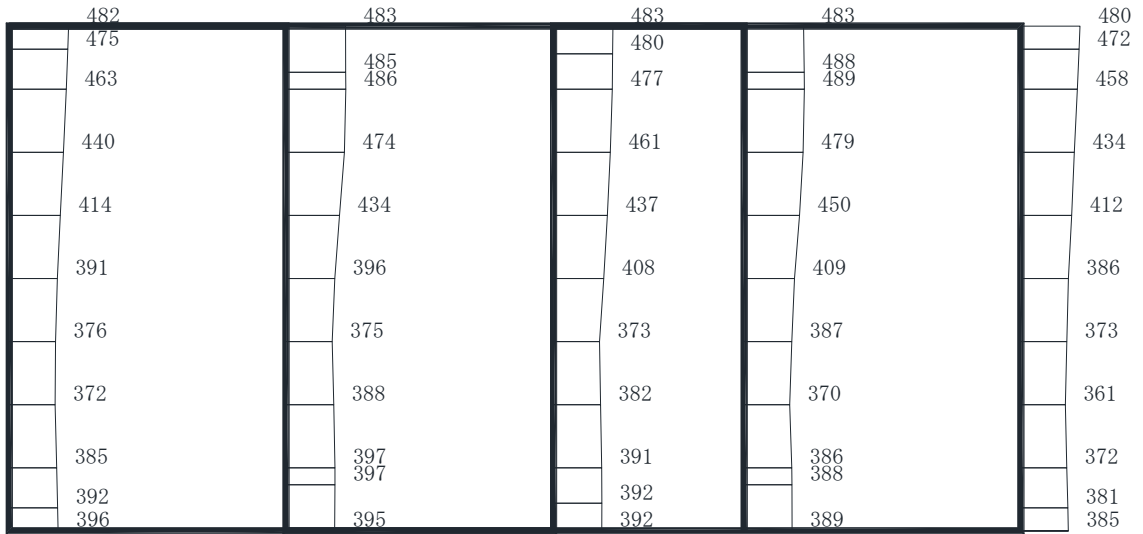
(a) S d - N 1 (++) 水平



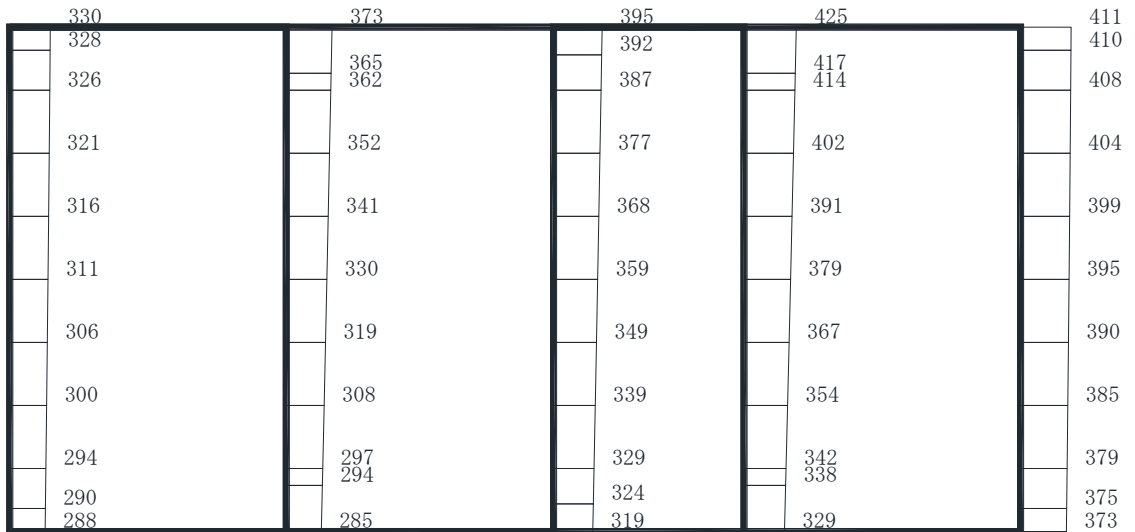
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-62 最大加速度分布図 (42/49) (解析ケース③)



(a) S d - D 1 (++) 水平

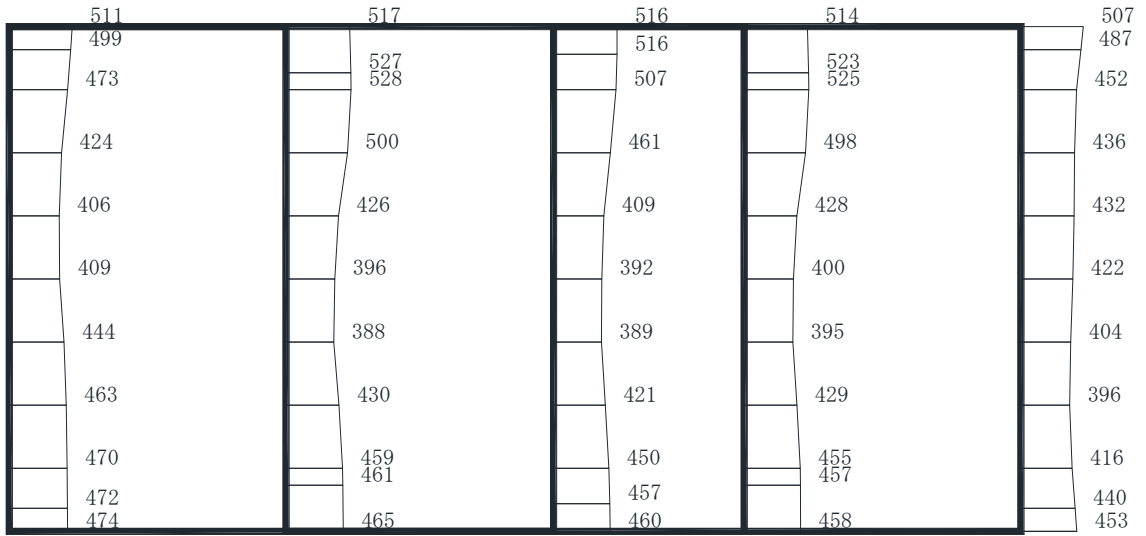


(b) S d - D 1 (++) 鉛直

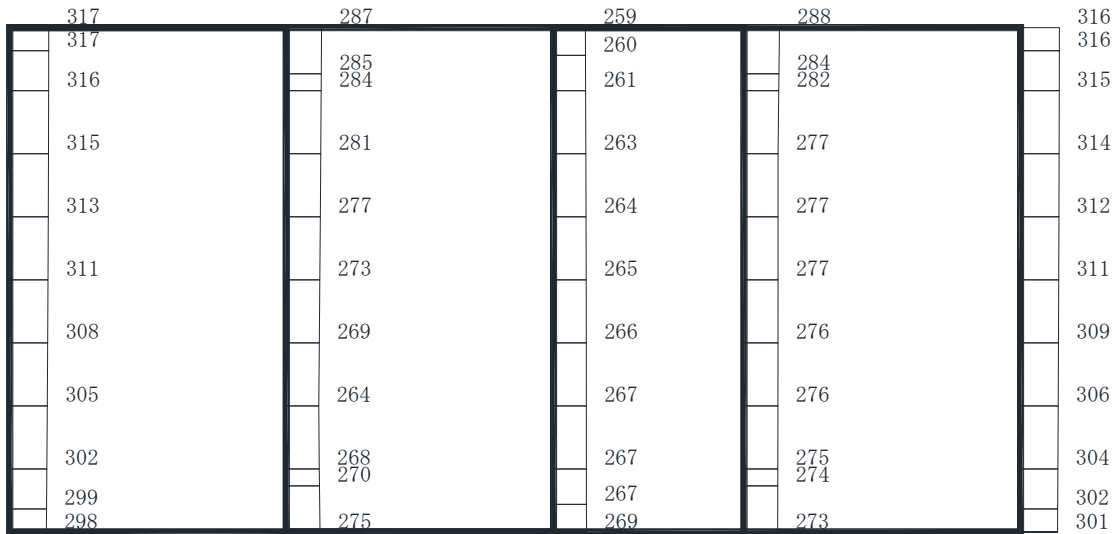
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-63 最大加速度分布図 (43/49) (解析ケース④)





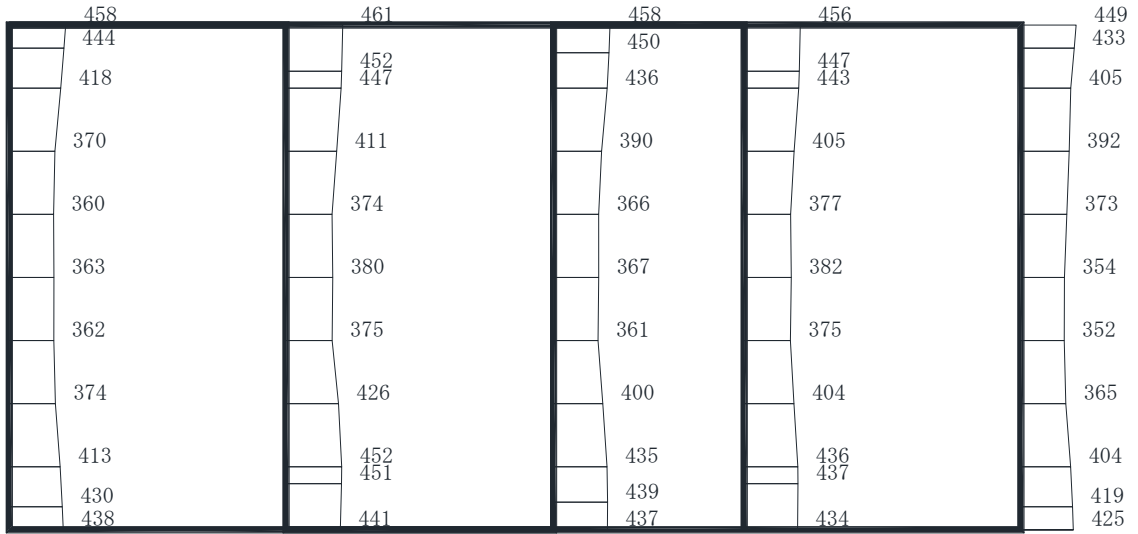
(a) S d - D 2 (++) 水平



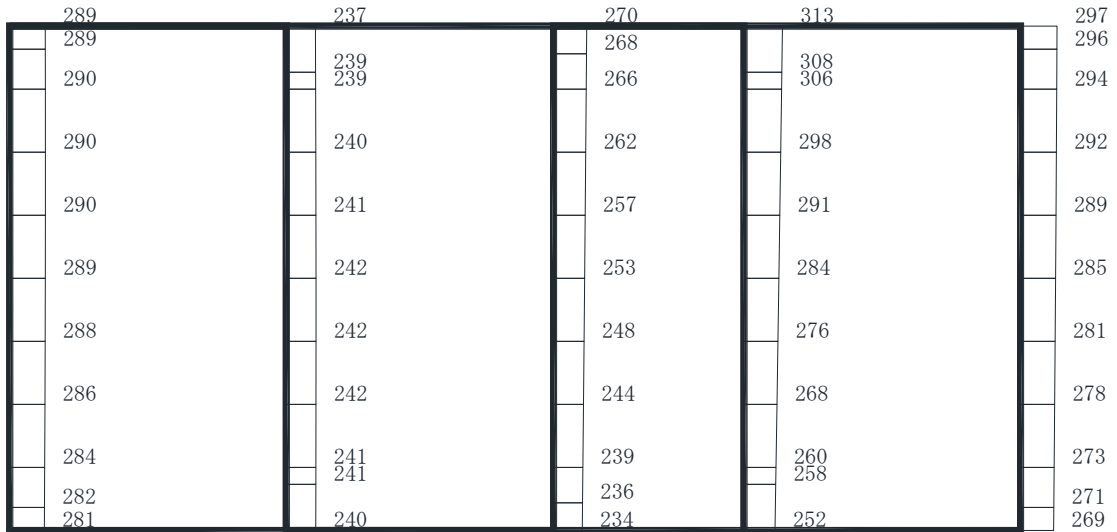
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

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

図 4-64 最大加速度分布図 (44/49) (解析ケース④)



(a) S d - D 3 ( ++ ) 水平

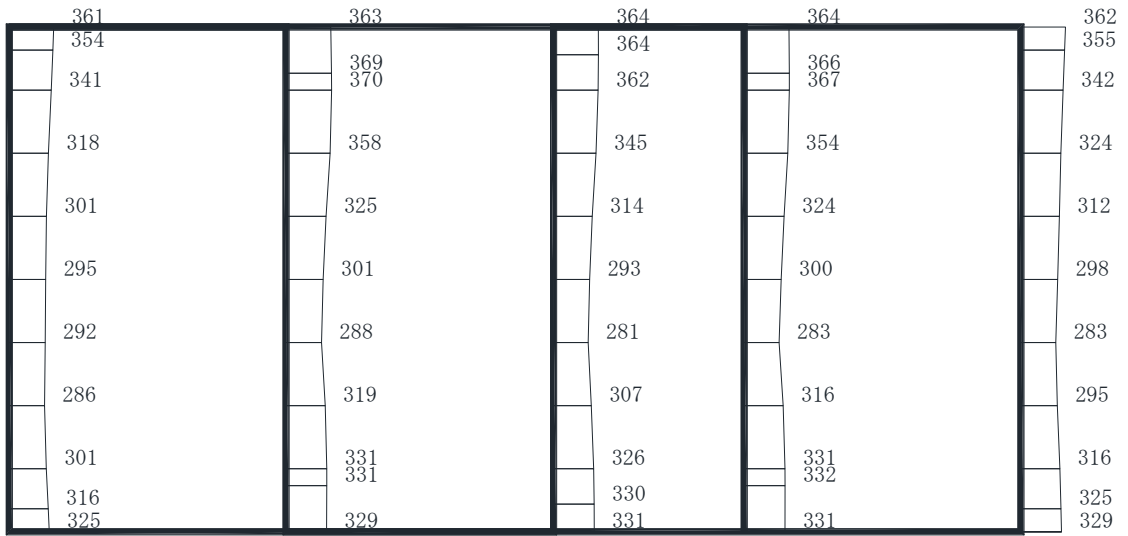


(b) S d - D 3 ( ++ ) 鉛直

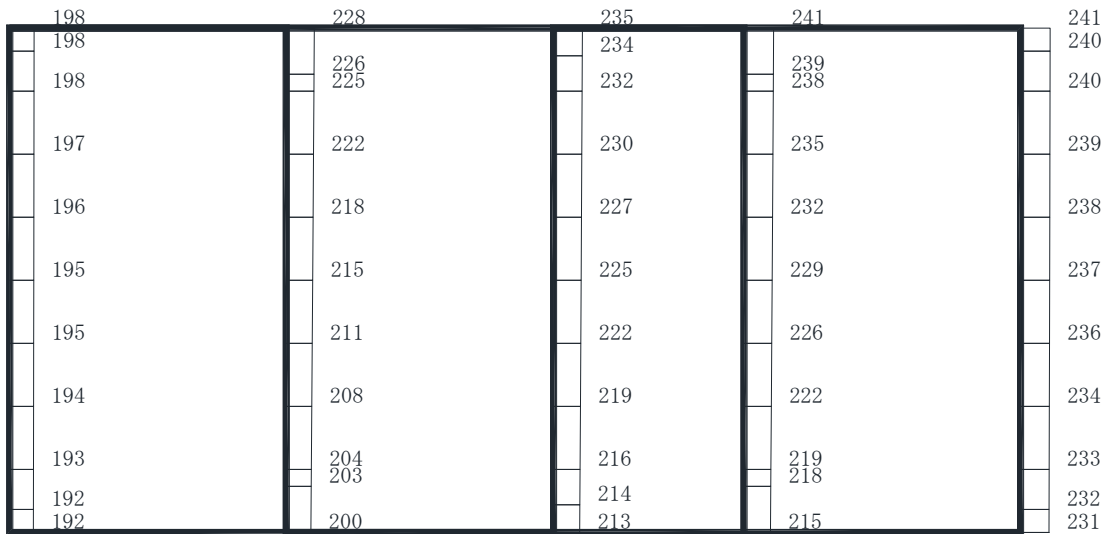
・構造スケール  $\frac{0}{2}$  (m)      ・応答値スケール  $\frac{0}{1000}$  (cm/s<sup>2</sup>)

図 4-65 最大加速度分布図 (45/49) (解析ケース④)





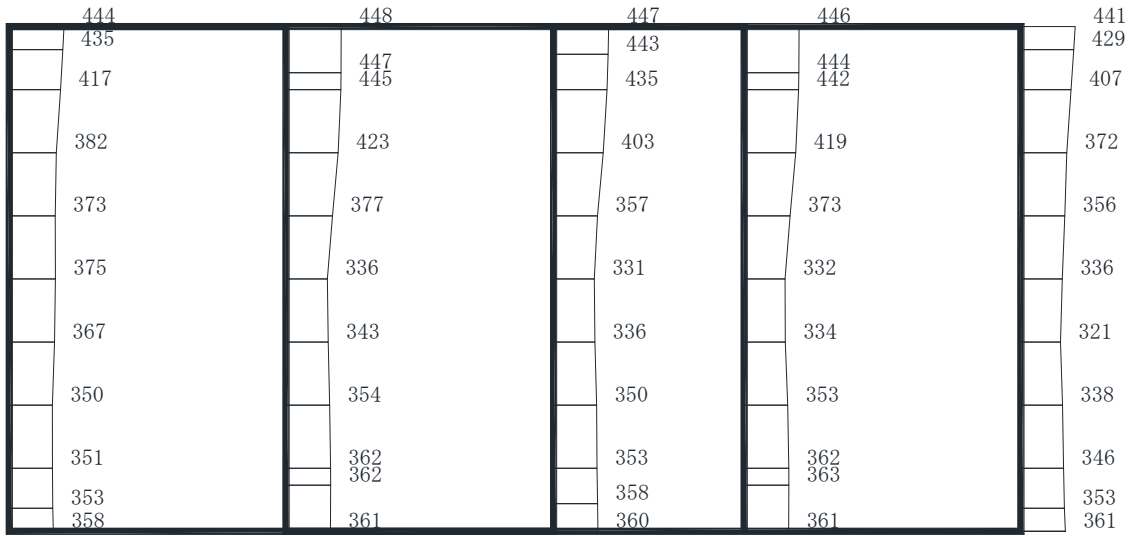
(a) S d - F 2 (++) 水平



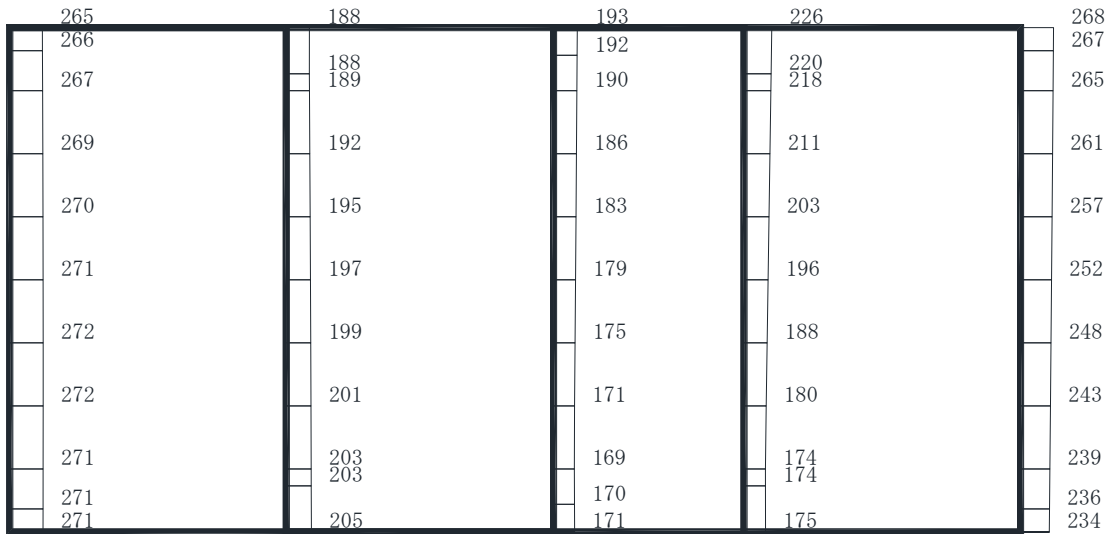
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

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

図 4-67 最大加速度分布図 (47/49) (解析ケース④)



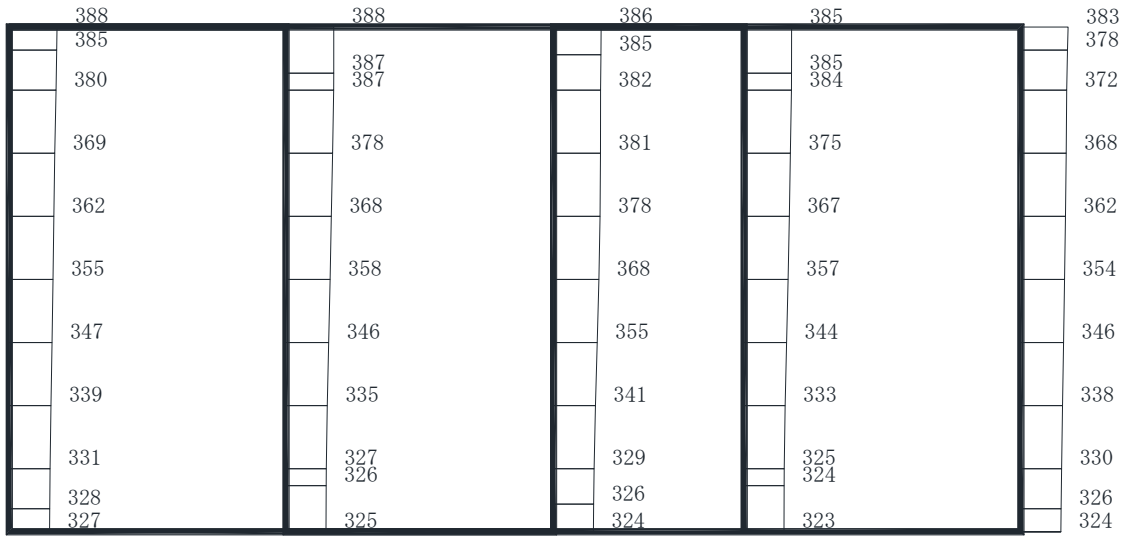
(a) S d - F 3 (++) 水平



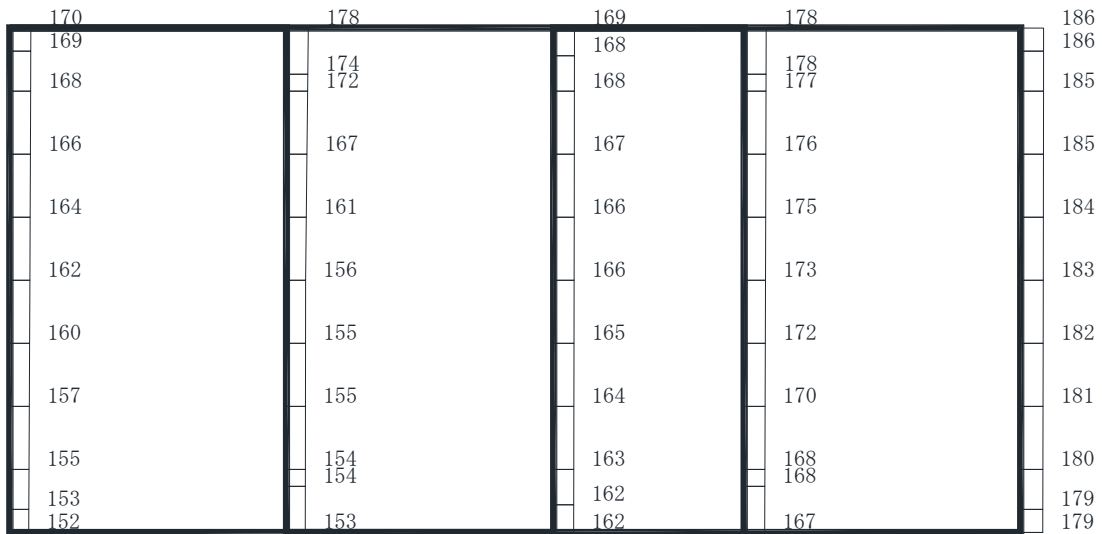
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

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

図 4-68 最大加速度分布図 (48/49) (解析ケース④)



(a) S d - N 1 (++) 水平



(b) S d - N 1 (++) 鉛直

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

図 4-69 最大加速度分布図 (49/49) (解析ケース④)

VI-2-2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書

目 次

VI-2-2-12-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震性についての計算書



VI-2-2-12-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）  
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	適用基準	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	10
3.3	許容限界	11
3.3.1	構造部材の健全性に対する許容限界	11
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	13
4.	構造部材の地震時応答	14
5.	耐震評価結果	16
5.1	構造部材の健全性に対する評価結果	16
5.2	Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果	17
5.3	基礎地盤の支持性能に対する評価結果	18
5.3.1	基礎地盤（狐崎部層）	18
5.3.2	MMR（既設）	19

## 1. 概要

本資料は、添付書類「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、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）が基準地震動 $S_s$ に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析に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を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の位置を図 2-1 に示す。

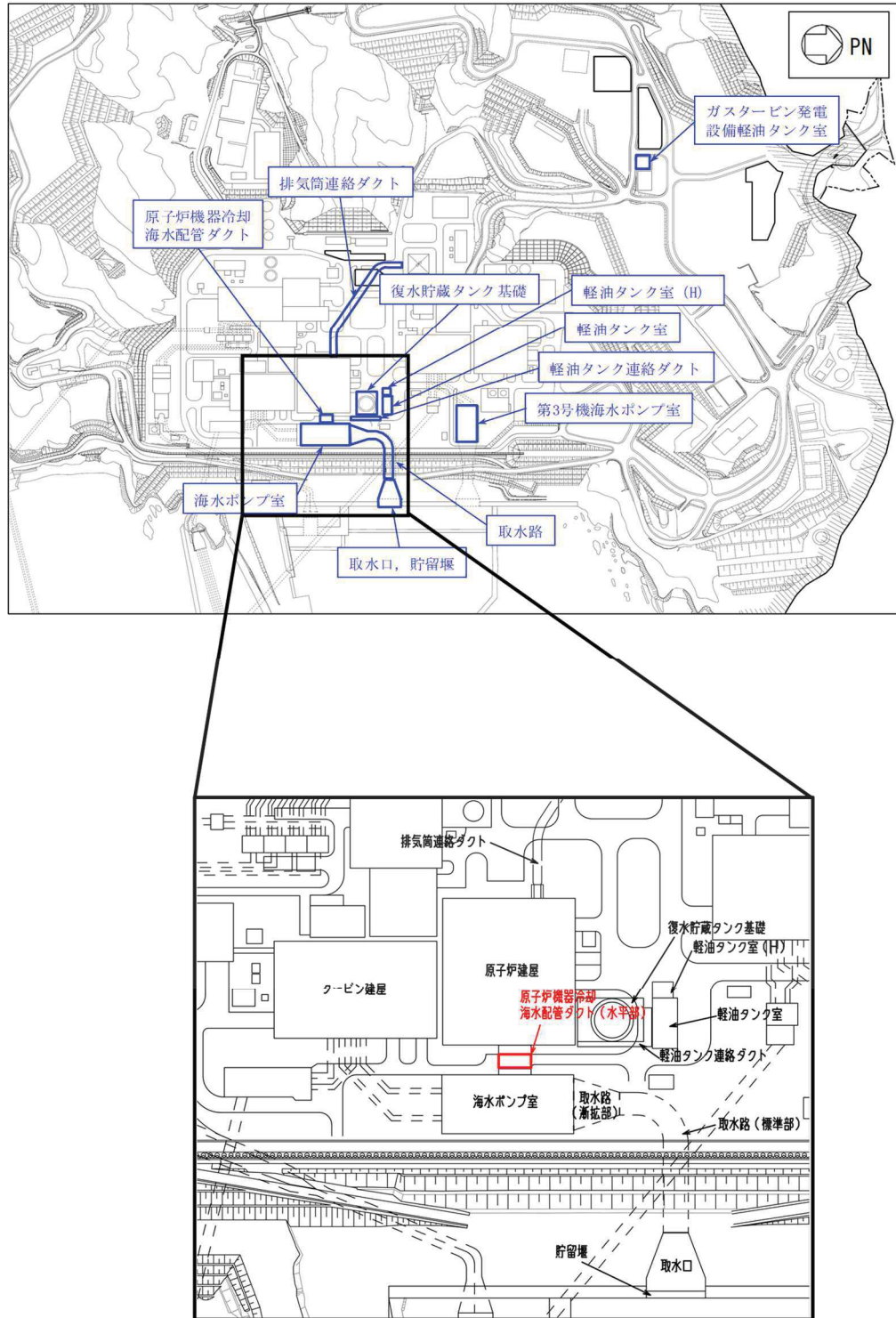


図 2-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の位置図

## 2.2 構造概要

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 に、概略配筋図を図 2-4 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉補機冷却海水系配管、高圧炉心スプレィ補機冷却海水系配管等を側壁及び隔壁で間接支持しており、支持機能が要求される。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）と原子炉建屋を結ぶ、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、延長 6.10m、内空幅 2.10m～3.35m、内空高さ 6.70m の四連ボックスカルバート構造であり、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岩盤に設置されている。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）及び原子炉建屋との接合部に耐震ジョイントが設置されており、延長方向に断面変化がない線状構造物である。

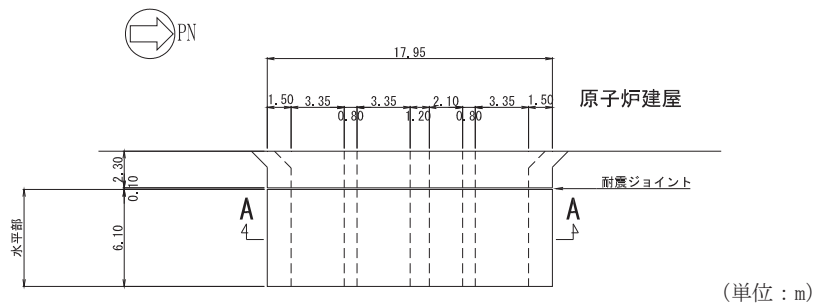


図 2-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）平面図

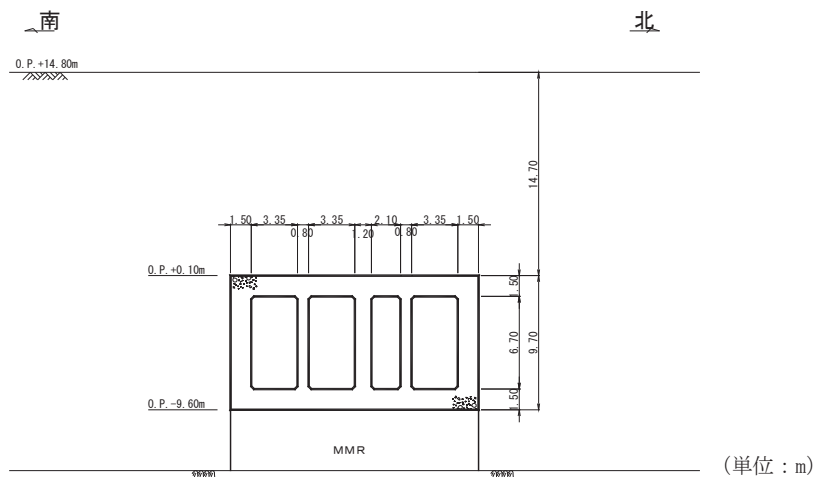


図 2-3 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）断面図（A-A）

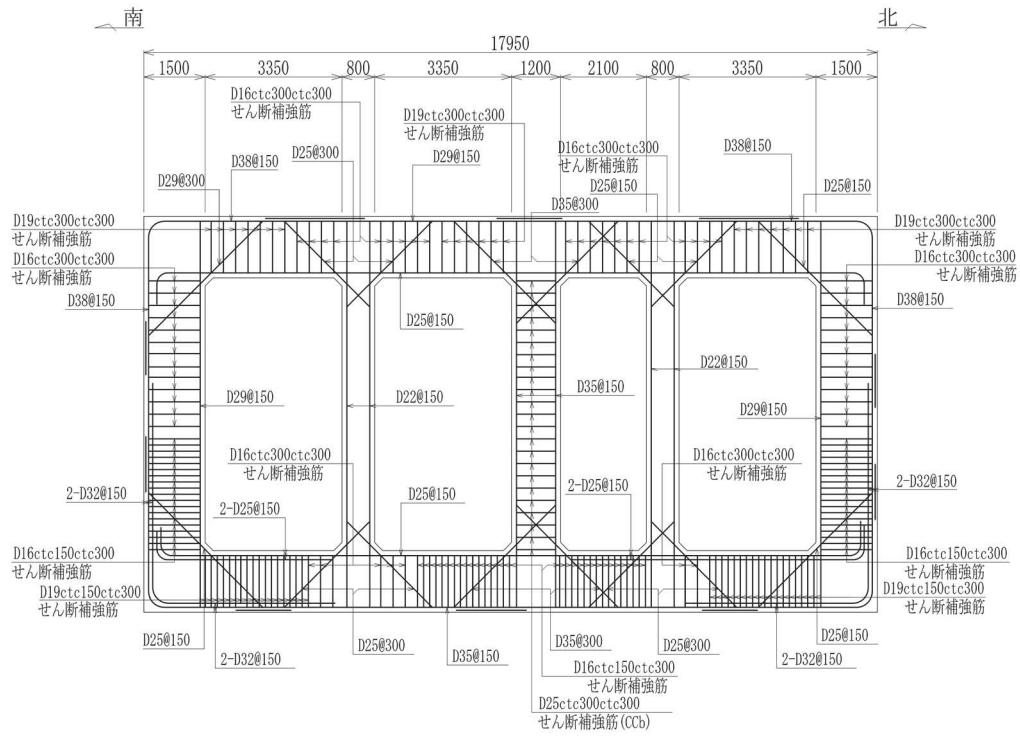


図 2-4 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）概略配筋図

### 2.3 評価方針

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、設計基準対象施設においては、Sクラス施設の間接支持構造物である屋外重要土木構造物に分類され、重大事故等対処施設においては、常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設に分類される。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震評価フローを図2-5に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は、添付書類「VI-2-2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の評価として、表2-1に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の照査用層間変形角及び照査用曲げモーメント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おいては、添付書類「VI-2-2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

ここで、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における荷重条件は変わらないため、評価は設計基準対象施設の評価結果に包括されることから、設計基準対象施設の評価結果を用いた重大事故等対処施設の評価を行う。

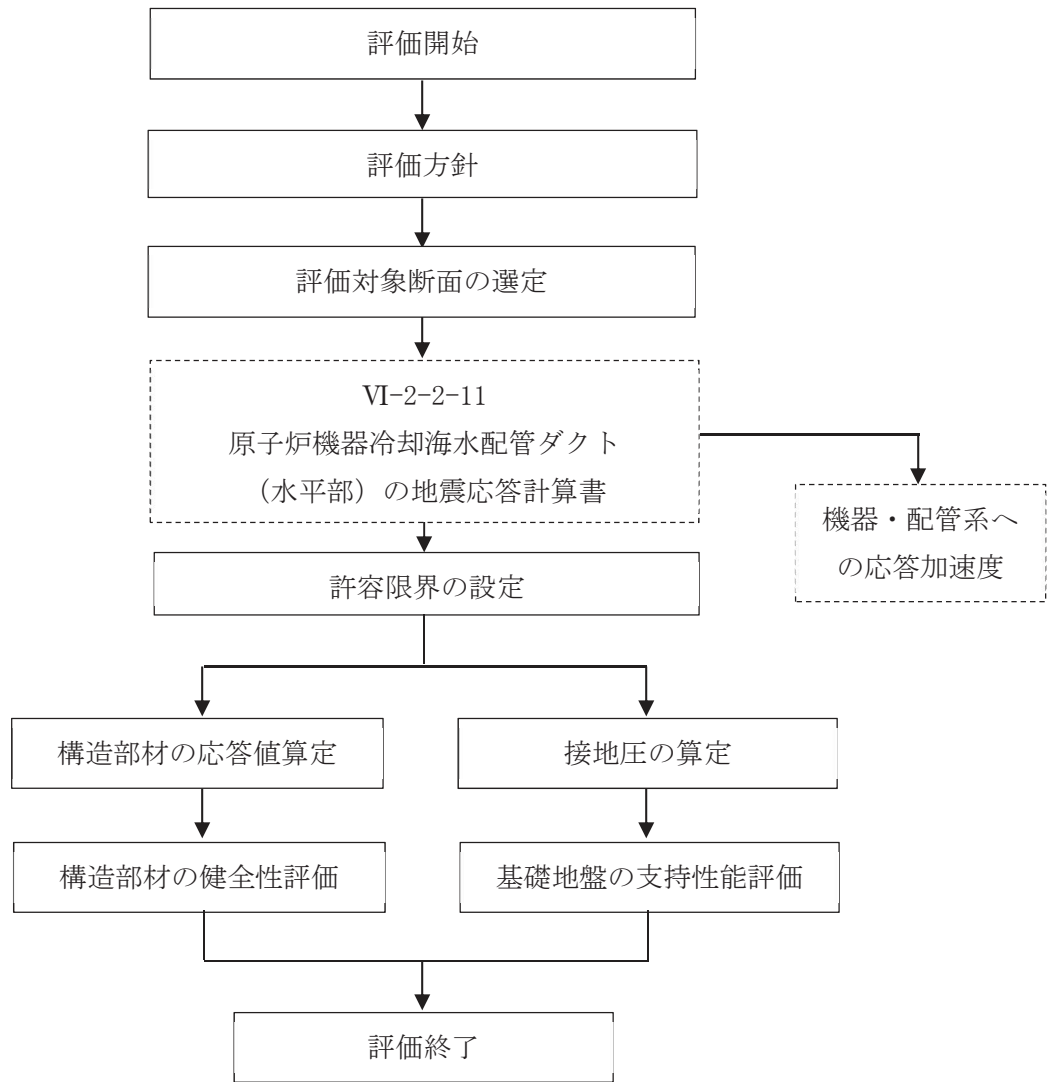


図 2-5 原子炉機器冷却海水配管ダクト (水平部) の耐震評価フロー



表 2-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の評価項目

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	照査用層間変形角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	限界層間変形角*
				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*	
		MMR		MMR の支圧強度*	
S クラスの施設を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用曲げモーメント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	降伏曲げモーメント*
				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）
- 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 原子力土木委員会，2005年6月）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 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. 耐震評価

#### 3.1 評価対象断面

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の評価対象断面位置を図3-1に示す。

評価対象断面は、構造的特徴や周辺地質状況を踏まえ、構造物延長方向の中心位置を通るA-A断面とする。評価対象地質断面図を図3-2に示す。

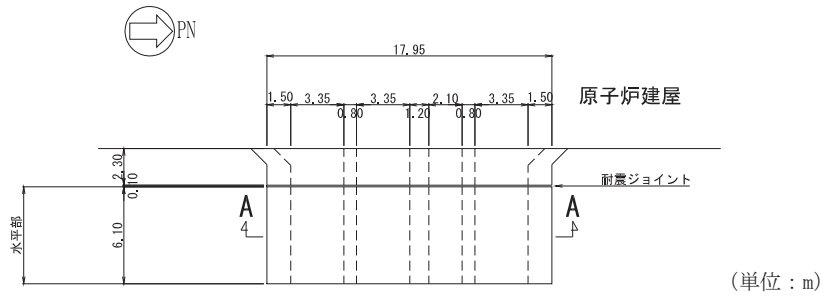


図3-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の評価対象断面位置図

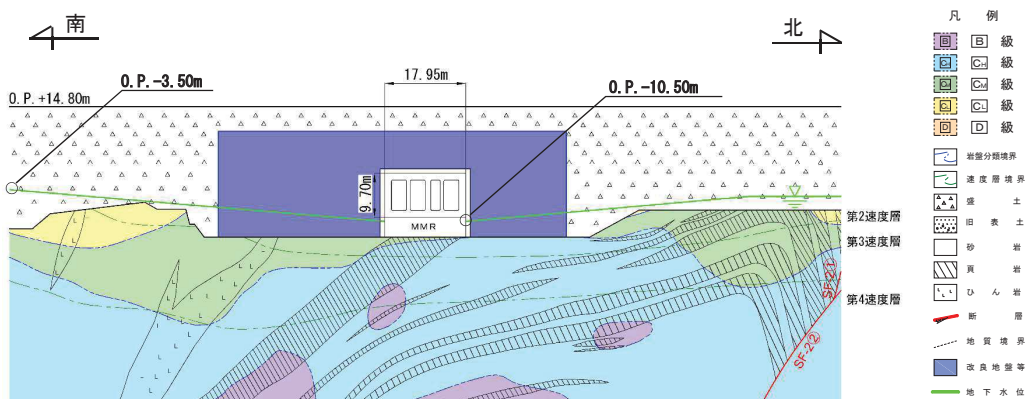


図3-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）評価対象地質断面図（A-A断面）

### 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 20.5N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD345

表 3-2 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*	解析ケース④
		設計基準強度	解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比	0.2	

注記\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 3.3 許容限界

許容限界は、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 構造部材の健全性に対する許容限界

##### (1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（2005年6月 土木学会 原子力土木委員会）（以下「土木学会マニュアル」という。）に基づき、限界層間変形角（層間変形角 1/100）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、土木学会マニュアルではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、層間変形角 1/100 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等が確保できるとして設定されたものである。

また、側壁及び隔壁のアンカー定着部に要求される S クラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、鉄筋の降伏を許容限界として降伏曲げモーメントとする。

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表 3-3 に示す。

表 3-3 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の曲げ・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	限界層間変形角	1/100
S クラスの施設を支持する機能を損なわないこと	曲げモーメント	降伏曲げモーメント

##### (2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認及び S クラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）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くせん断耐力とする。

### 3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

#### (1) 基礎地盤（狐崎部層）

基礎地盤（狐崎部層）に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「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（狐崎部層）の許容限界を表 3-4 に示す。

表 3-4 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
極限支持力	狐崎部層	13.7

#### (2) MMR（既設）

MMR（既設）に発生する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMR（既設）の許容限界を表 3-5 に示す。

表 3-5 MMR（既設）の支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR（既設）	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
支圧強度	コンクリート ( $f'_{ck} = 15.6 \text{ N/mm}^2$ )	$f'_a = 15.6$

### 3.4 評価方法

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

#### 3.4.1 構造部材の健全性評価

構造強度を有することの確認については、鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査において、地震応答解析により算定した照査用層間変形角及び照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

Sクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認については、鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査において、照査用曲げモーメントが許容限界を下回ることを、せん断破壊に対する照査において、照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

#### 3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

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

4. 構造部材の地震時応答

構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動での層間変形角の時刻歴波形を図 4-1 に、せん断破壊に対する最大照査値の評価時刻での断面力図を図 4-2 に示す。

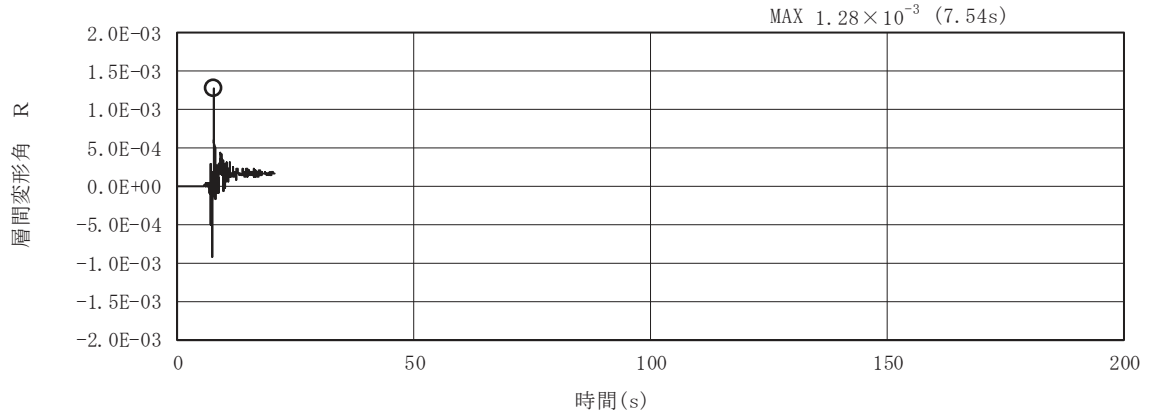
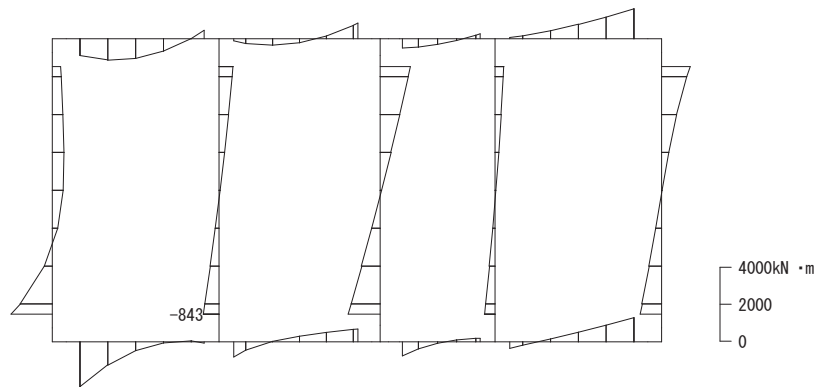
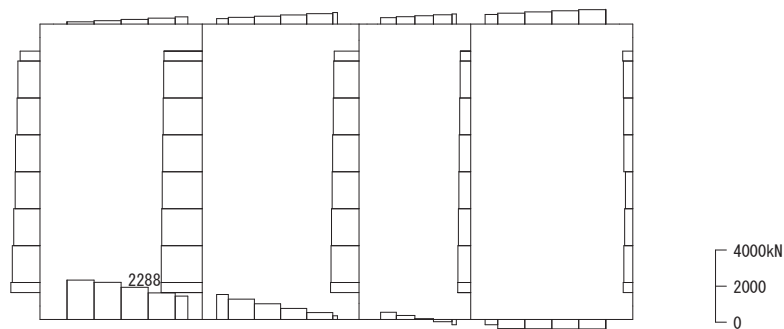


図 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査における層間変形角の時刻歴波形  
(解析ケース③, S s - N 1 (++))

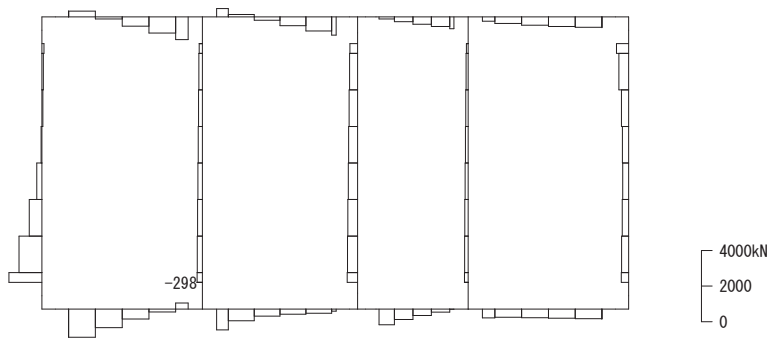




数値：評価位置における断面力  
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



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 4-2 せん断破壊に対する照査値最大時\*の断面力図  
 (隔壁，解析ケース③， $S_s - N1$  (++) )

注記\*：材料非線形解析による評価結果

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 5-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-2 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の照査用層間変形角及び照査用せん断力が，構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値

解析 ケース	地震動	照査用層間変形角* $R_d$	限界層間変形角 $R_u$	照査値 $R_d/R_u$
③	S s - N 1 (++)	$1.54 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.16

注記\*：照査用層間変形角  $R_d$  = 最大層間変形角  $R$  × 構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-2 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 $V_d/V_{y d}$
底版	11	④	S s - N 1 (++)	-533	1188*3	0.45
頂版	21	③	S s - N 1 (++)	953	1329*3	0.72
側壁	50	③	S s - N 1 (++)	-1482	2348*3	0.64
隔壁	70	③	S s - N 1 (++)	-313	522*4	0.60

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数  $\gamma_a$

\*3：せん断耐力式によるせん断耐力

\*4：材料非線形解析によるせん断耐力

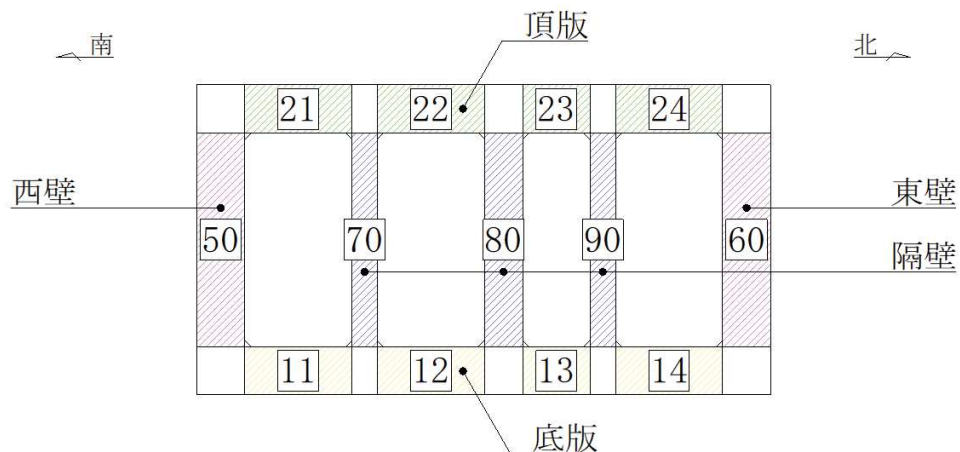


図 5-1 評価位置図

## 5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-3に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-4に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の照査用曲げモーメント及び照査用せん断力が、Sクラスの施設を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-3 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用曲げ モーメントM <sub>d</sub> *2	許容限界 M <sub>y</sub>	照査値 M <sub>d</sub> /M <sub>y</sub>
側壁	60	③	S s - N 1 (++)	-1178kN・m	-2024kN・m	0.59
隔壁	90	③	S s - N 1 (++)	-435kN・m	-615kN・m	0.71

注記\*1：評価位置は図5-1に示す。

\*2：照査用曲げモーメントM<sub>d</sub> = 最大曲げモーメントM × 構造解析係数γ<sub>a</sub>

表5-4 せん断破壊に対する最大照査値（再掲）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用せん断力*2 V <sub>d</sub> (kN)	せん断耐力 V <sub>y d</sub> (kN)	照査値 V <sub>d</sub> /V <sub>y d</sub>
側壁	50	③	S s - N 1 (++)	-1482	2348*3	0.64
隔壁	70	③	S s - N 1 (++)	-313	522*4	0.60

注記\*1：評価位置は図5-1に示す。

\*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数γ<sub>a</sub>

\*3：せん断耐力式によるせん断耐力

\*4：材料非線形解析によるせん断耐力

### 5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

#### 5.3.1 基礎地盤（狐崎部層）

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

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）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5-5 基礎地盤の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	極限支持力 $R_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/R_u$
③	S s - N 1 (++)	2.0	13.7	0.15

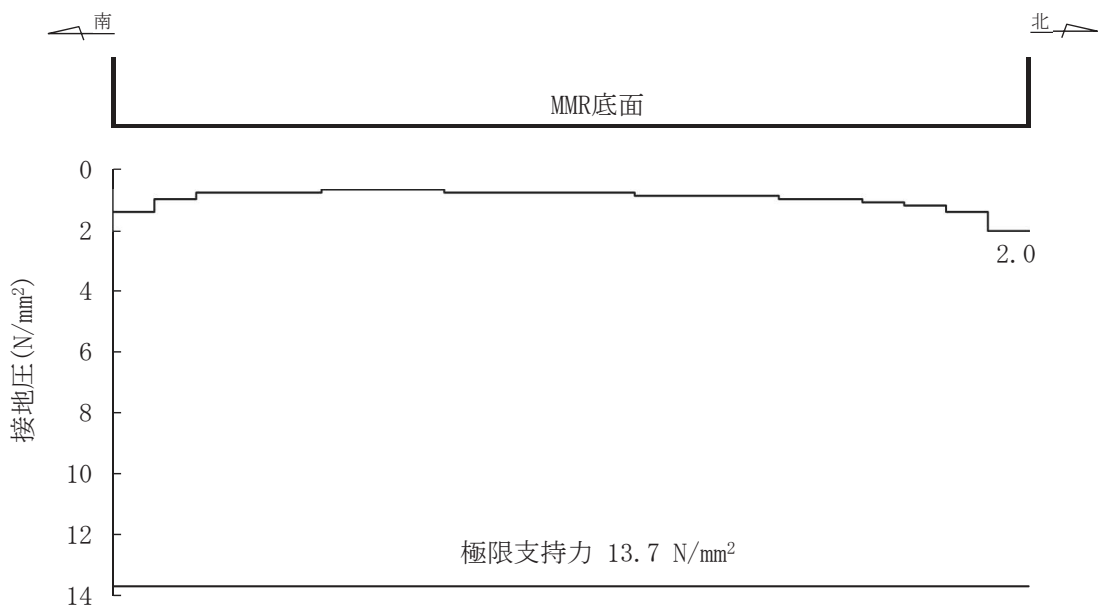


図5-2 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース③, S s - N 1 (++))

5.3.2 MMR (既設)

MMR (既設) の支持性能に対する照査結果を表 5-6 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-3 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト (水平部) の MMR (既設) に発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表 5-6 MMR (既設) の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	支圧強度 $f'_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/f'_a$
③	S <sub>s</sub> -N1 (++)	3.0	15.6	0.20

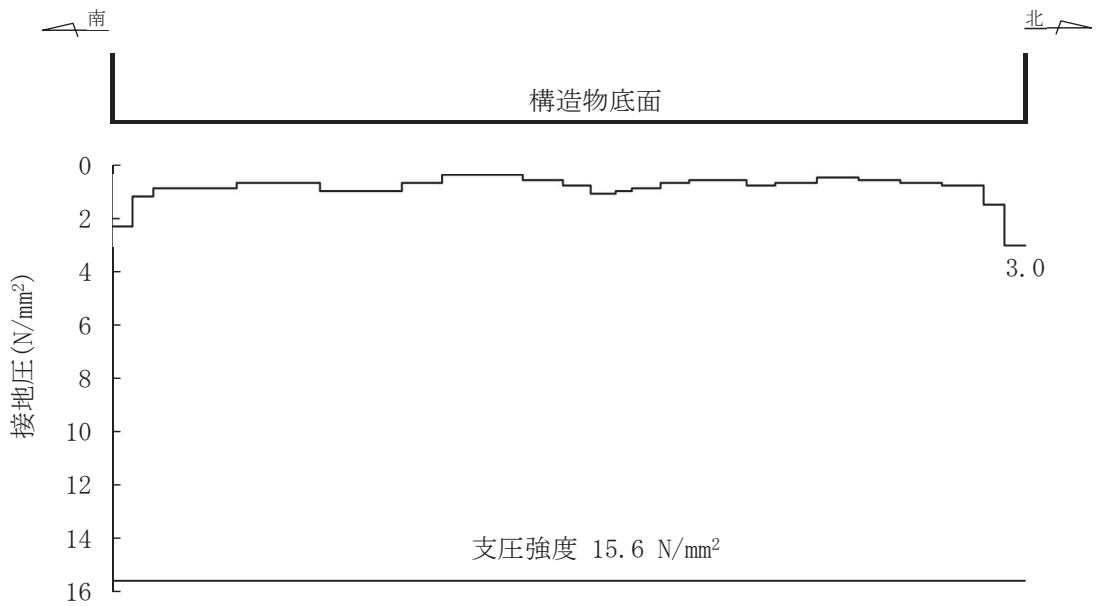


図 5-3 MMR (既設) の最大接地圧分布図  
(解析ケース③, S<sub>s</sub>-N1 (++))

VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書

## 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	11
3.2.1 構造部材	11
3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき	11
3.2.3 減衰定数	12
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	15
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	15
3.3.2 荷重	15
3.3.3 荷重の組合せ	16
3.4 入力地震動	17
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	49
3.5.3 地盤の物性値	49
3.5.4 地下水位	50
4. 解析結果	52
4.1 南北方向の解析結果	52
4.2 東西方向（タンク室）の解析結果	119
4.3 東西方向（ポンプ室）の解析結果	176

## 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、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。

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

軽油タンク室の位置を図2-1に示す。

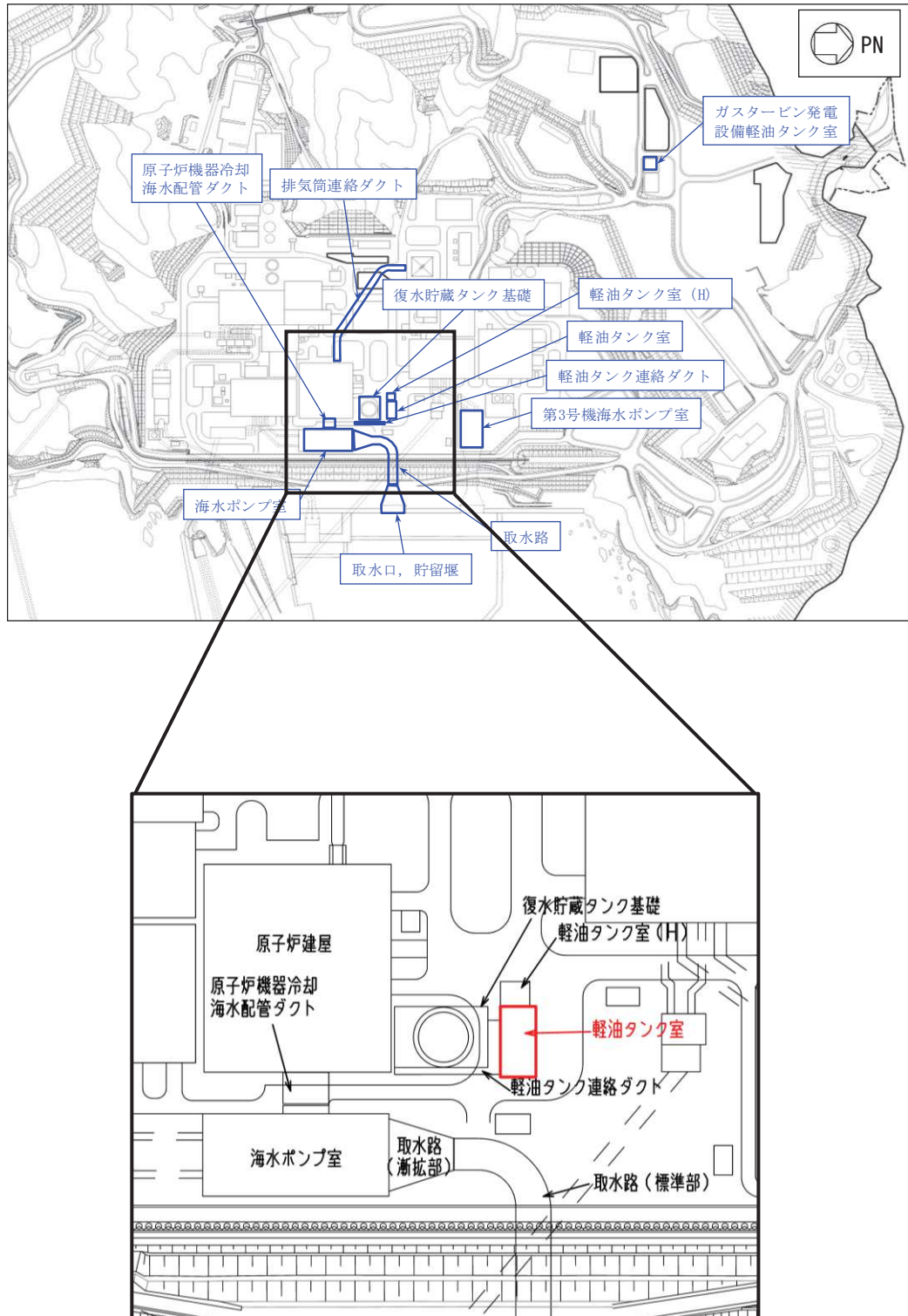


図2-1 軽油タンク室の位置図

## 2.2 構造概要

軽油タンク室の平面図を図2-2に、断面図を図2-3、図2-4及び図2-5に示す。

軽油タンク室は、軽油タンクや燃料移送ポンプ等を間接支持しており、支持機能が要求される。

軽油タンク室は、幅 32.40m（東西）×20.70m（南北）、高さ 6.80m の鉄筋コンクリート造の地中構造物で、二連ボックスカルバート構造の2室のタンク室と、タンク室南側に位置し三連のボックスカルバート状の断面を有する3室のポンプ室にて構成され、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岩盤に設置されている。

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。

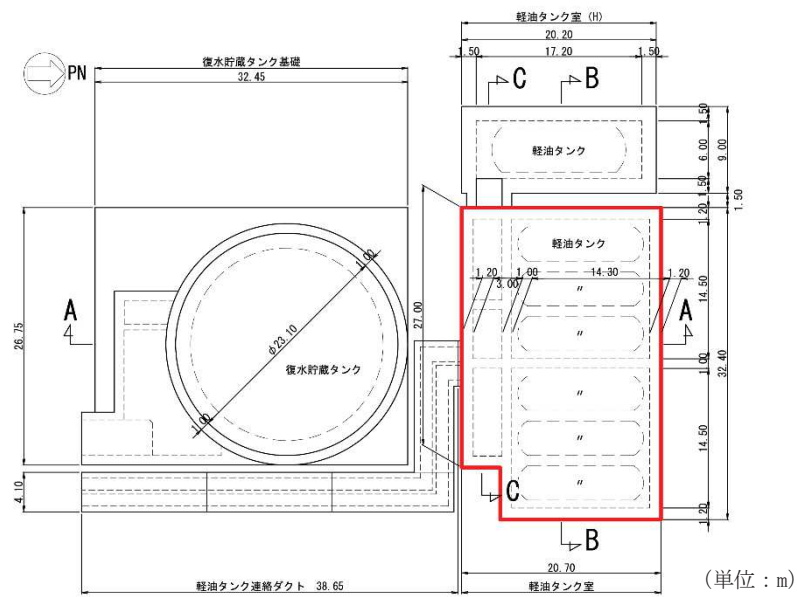


図2-2 軽油タンク室平面図

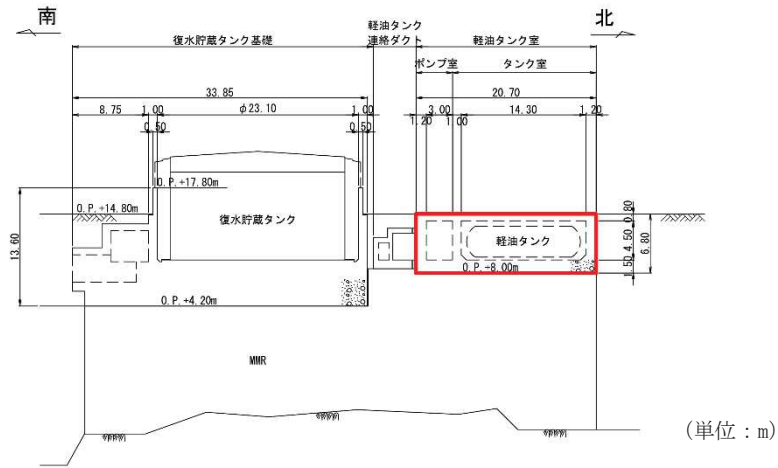


図 2-3 軽油タンク室断面図 (A-A 断面, 南北)

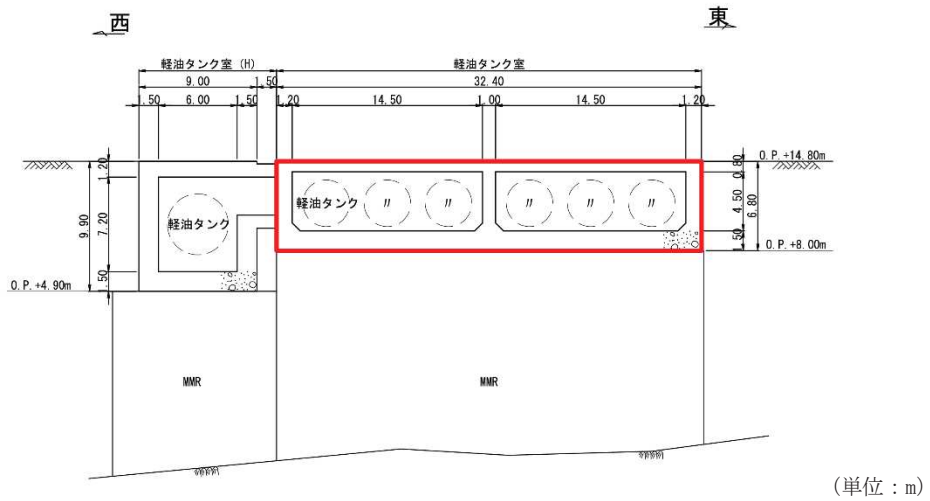


図 2-4 軽油タンク室断面図 (B-B 断面, 東西 (タンク室))

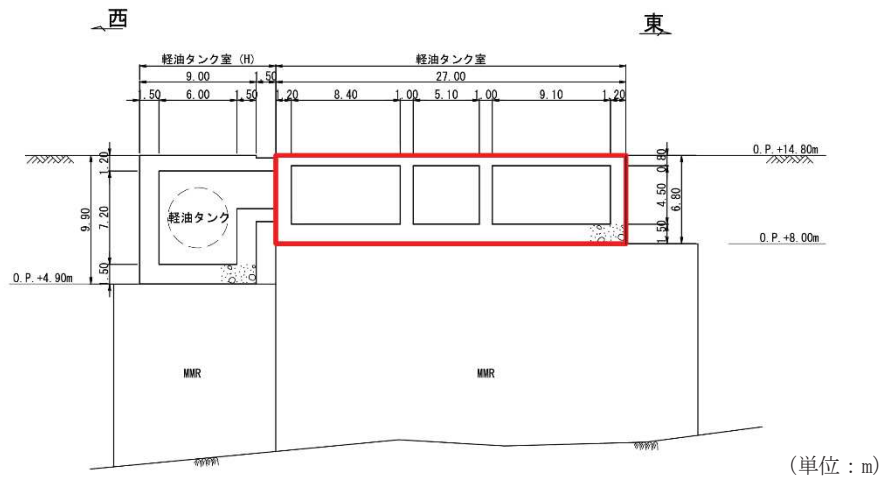


図 2-5 軽油タンク室断面図 (C-C 断面, 東西 (ポンプ室))

### 2.3 解析方針

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  $S_s$  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、軽油タンク室の耐震評価に用いる。

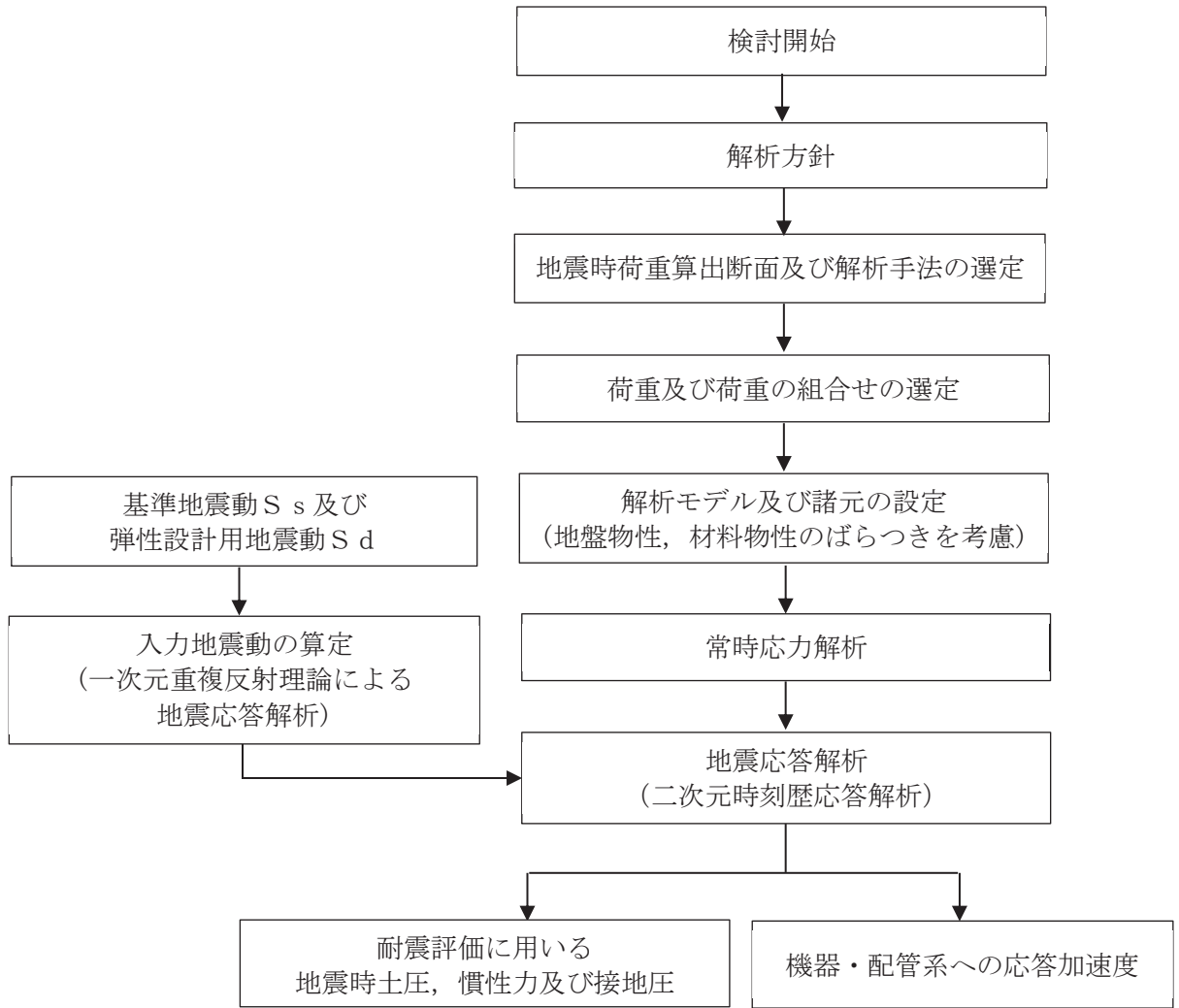


図 2-6 軽油タンク室の地震応答解析フロー

## 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）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 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

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）及びタンクの軸方向に対し直交する東西方向とし、東西方向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、タンク室を通る断面（B-B 断面、東西（タンク室））とポンプ室を通る断面（C-C 断面、東西（ポンプ室））とする。地震時荷重算出用地質断面図を図 3-2～図 3-4 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）が弱軸方向となり、東西方向（B-B 断面及び C-C 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。

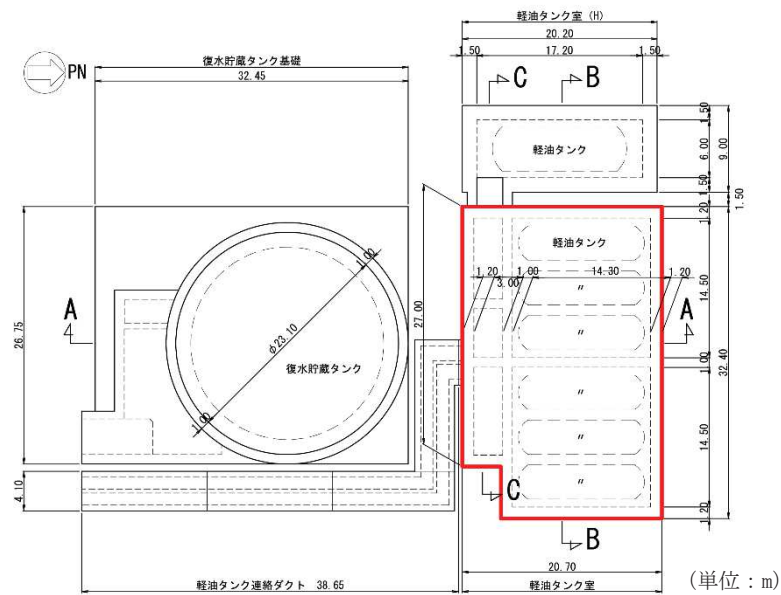


図 3-1 軽油タンク室の地震時荷重算出断面位置図

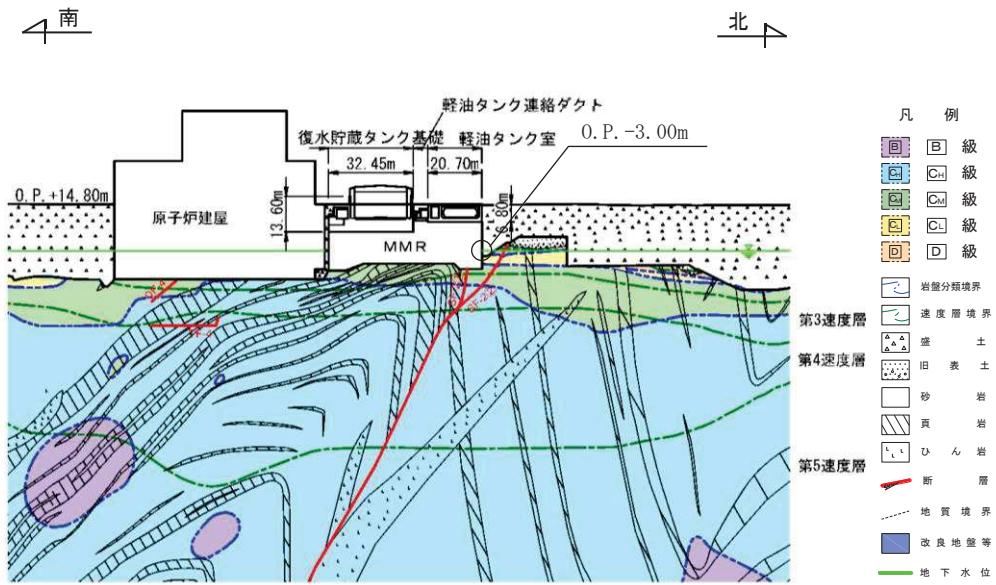


図 3-2 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図 (A-A 断面, 南北)

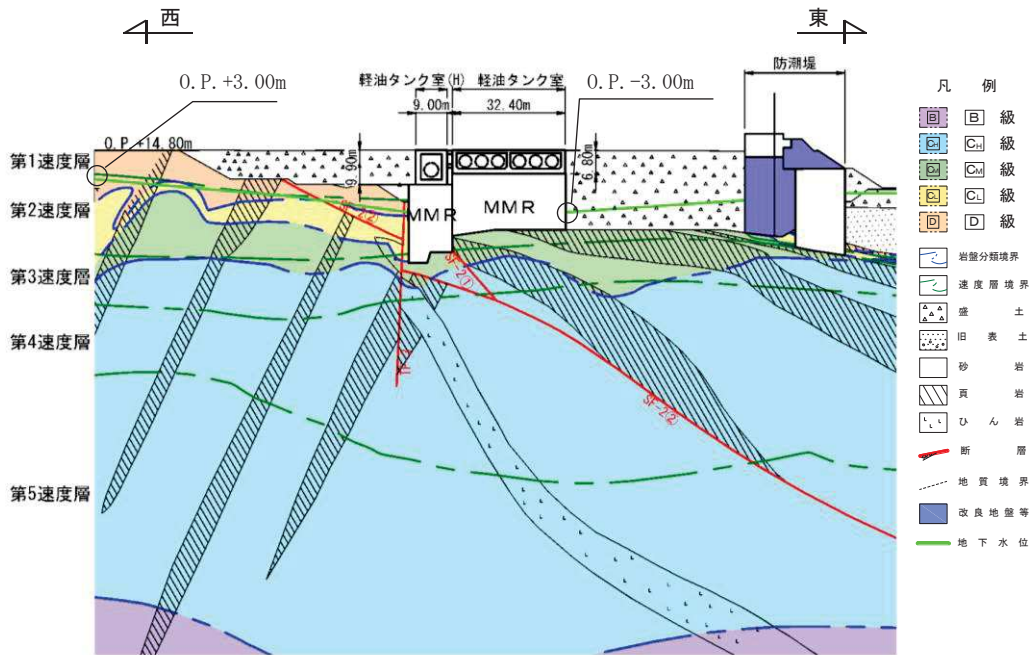


図 3-3 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図 (B-B 断面, 東西 (タンク室))



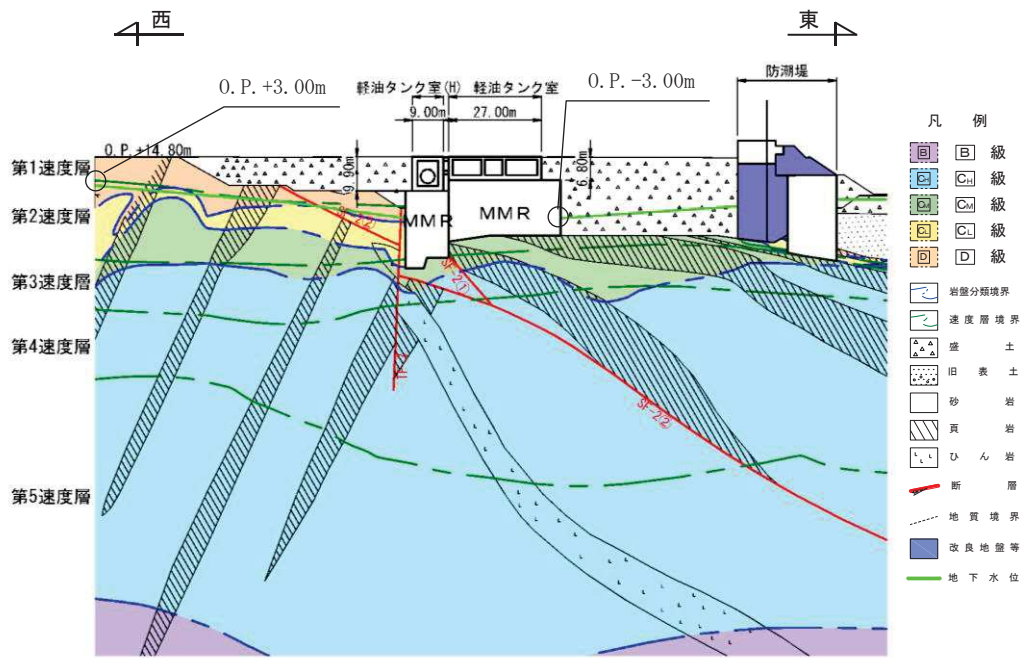


図3-4 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図 (C-C断面, 東西 (ポンプ室))

### 3.2 解析方法

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動的有限要素法により、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（全応力解析）により行う。

南北方向において隣接構造物となる原子炉建屋は、軽油タンク室の耐震評価において保守的な評価になるよう盛土としてモデル化する。一方、軽油タンク室は復水貯蔵タンク基礎と同一の MMR を共有しており、お互いの振動の影響を受けることから、復水貯蔵タンク基礎及び復水貯蔵タンクをモデル化する。東西方向においては、軽油タンク室 (H) の MMR と接しており、お互いの振動の影響を受けることから、軽油タンク室 (H) とその MMR 及び軽油タンクをモデル化する。

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「SLAP Ver. 6.64」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。

軽油タンク室は、MMR 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、旧表土及び D 級岩盤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  $\sigma$  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。

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, 旧表土, 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\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 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	$2.357 \times 10^{-1}$	$1.273 \times 10^{-3}$
東西方向 (タンク室)	$2.315 \times 10^{-1}$	$1.296 \times 10^{-3}$
東西方向 (ポンプ室)	$2.311 \times 10^{-1}$	$1.298 \times 10^{-3}$

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②～④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	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	○	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②～④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②～④を実施する。		
		-+*1	○			
	$S_s - D 2$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - D 3$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 1$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 2$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 3$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - N 1$	++*1	○			
		-+*1	○			

注記\*1：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：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

(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 S d - D 1	++*1	○	○	○
	S s - D 2 S d - D 2	++*1	○	○	○
	S s - D 3 S d - D 3	++*1	○	○	○
	S s - F 1 S d - F 1	++*1	○	○	○
	S s - F 2 S d - F 2	++*1	○	○	○
	S s - F 3 S d - F 3	++*1	○	○	○
	S s - N 1 S d - 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：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 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

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

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。

##### (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 <sub>s</sub> )	G + P + S <sub>s</sub>
地震時 (S <sub>d</sub> ) *	G + P + S <sub>d</sub>

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 (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>)

S<sub>d</sub> : 地震荷重 (弾性設計用地震動 S<sub>d</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  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  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3-5に入力地震動算定の概念図を、図3-6～図3-33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 Ver. 1.6」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。

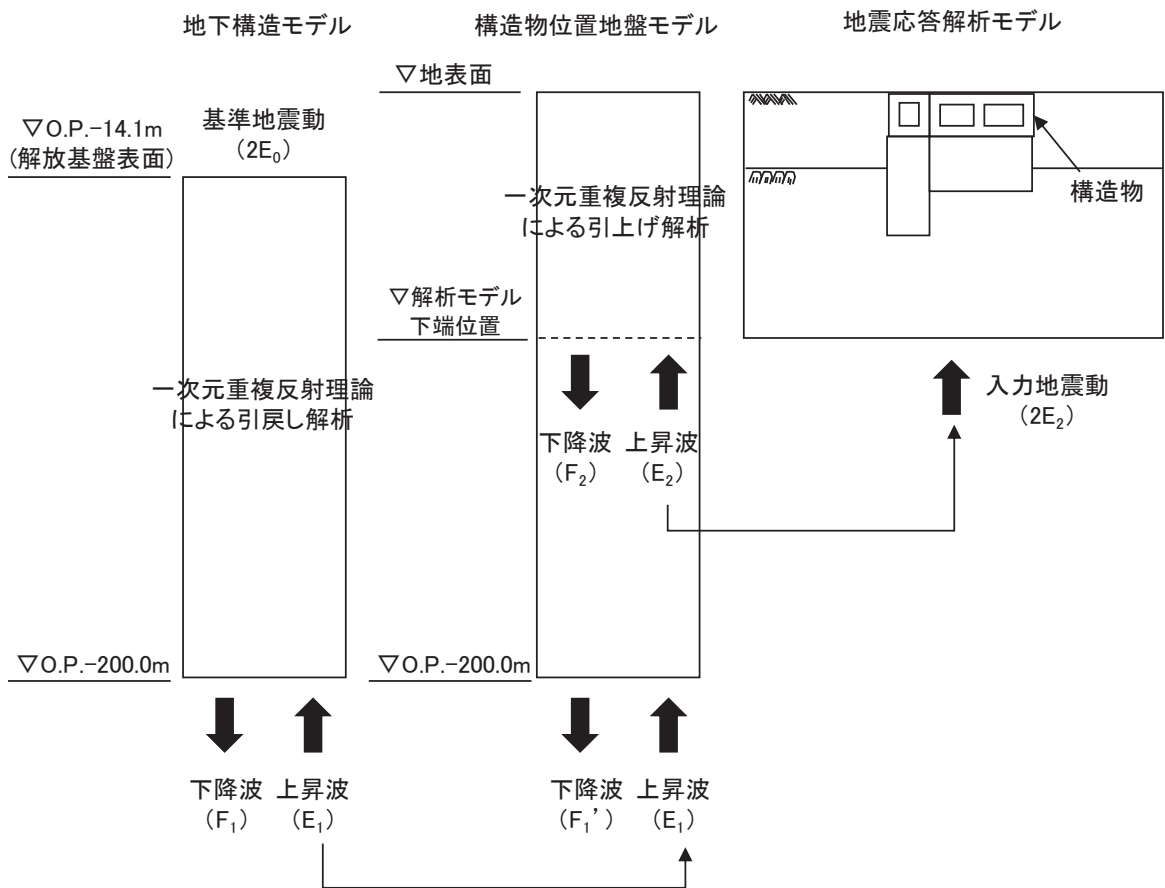
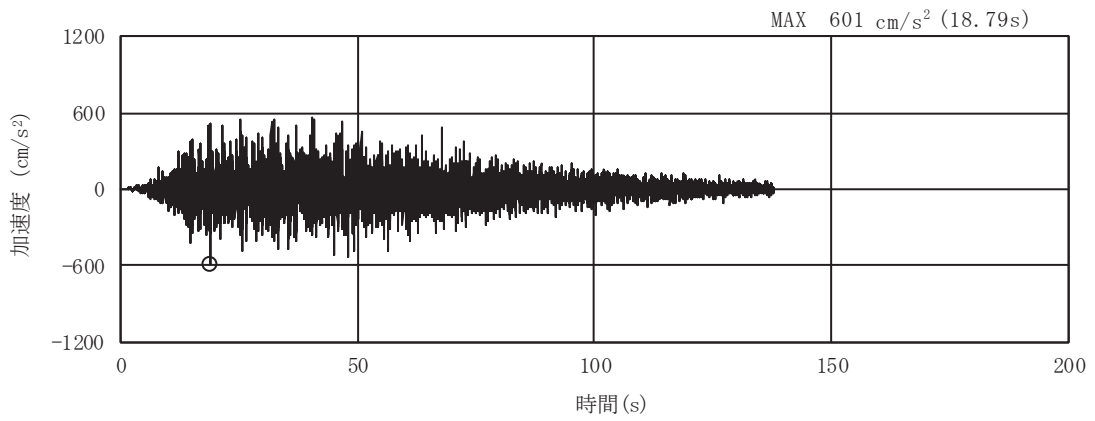
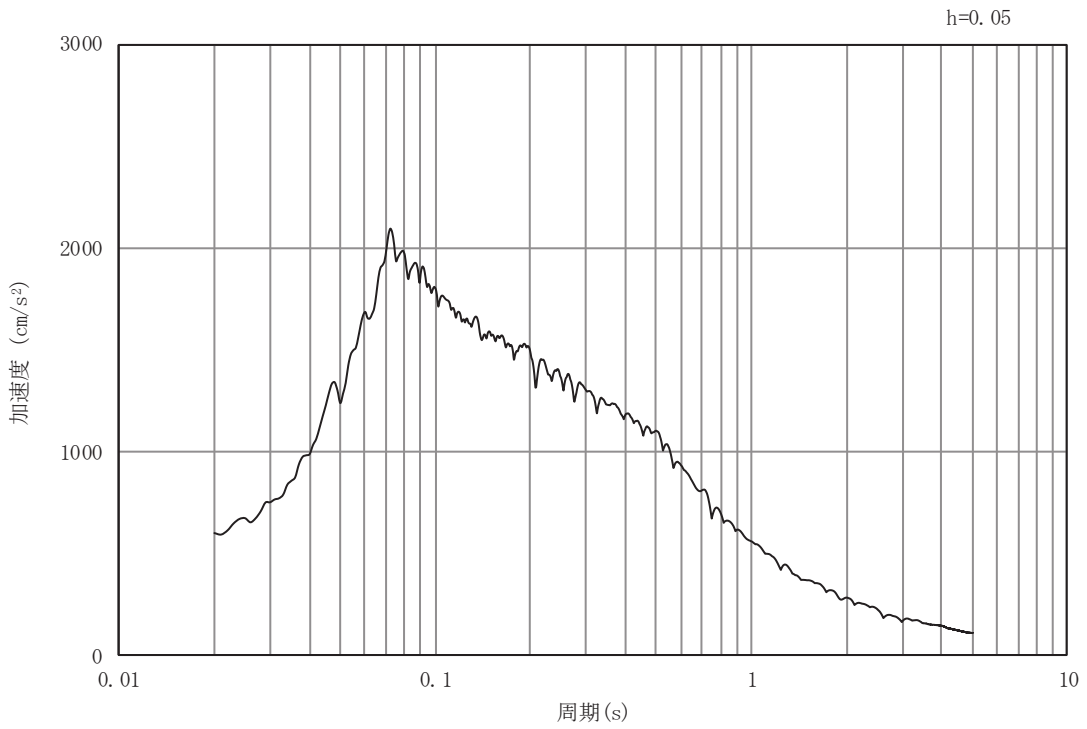


図 3-5 入力地震動算定の概念図



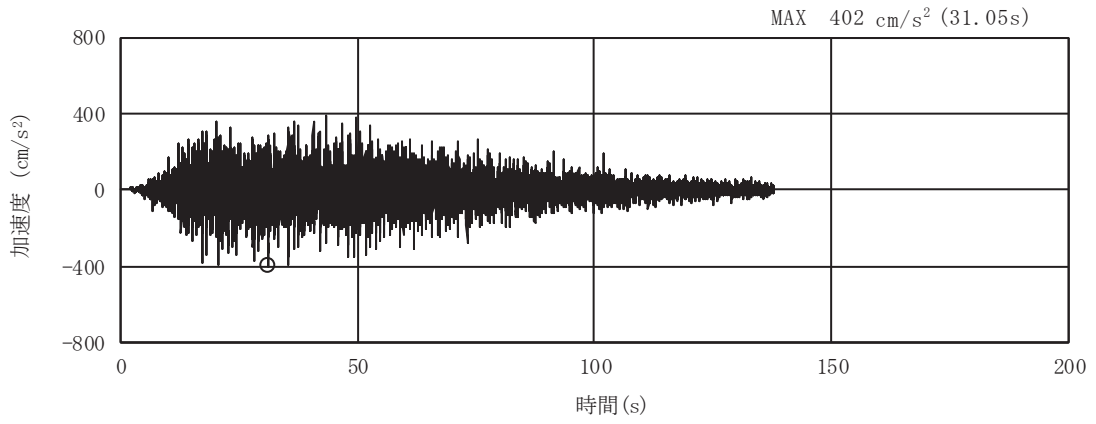


(a) 加速度時刻歴波形

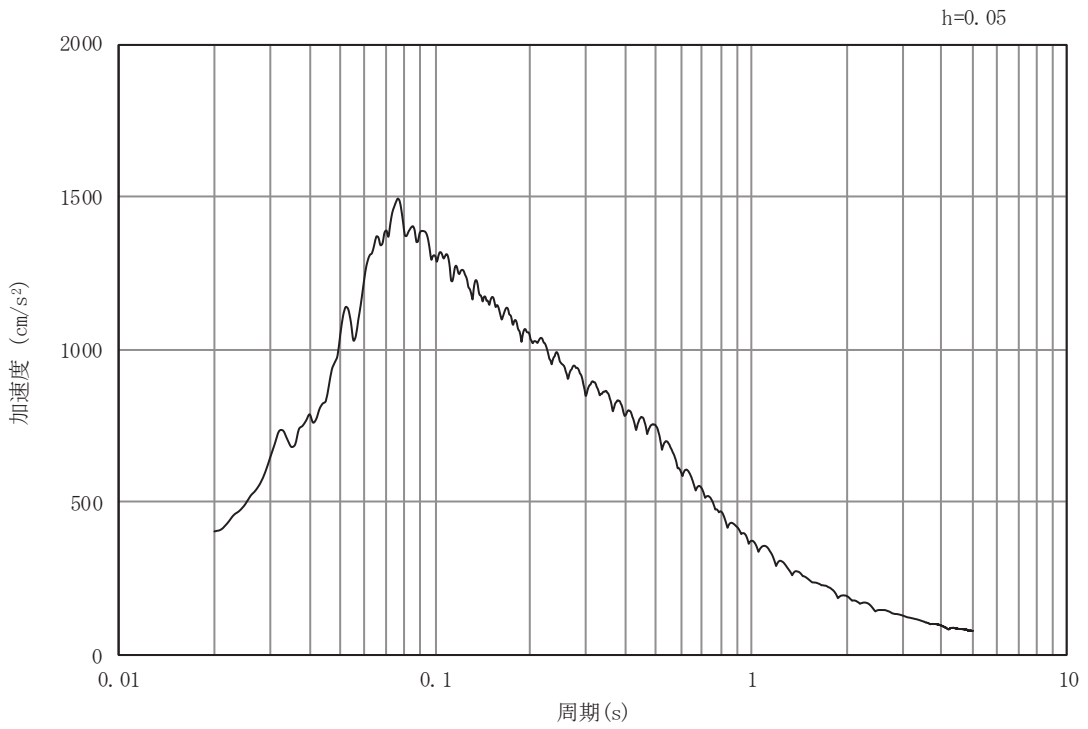


(b) 加速度応答スペクトル

図3-6 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  
(水平成分：S s -D 1)

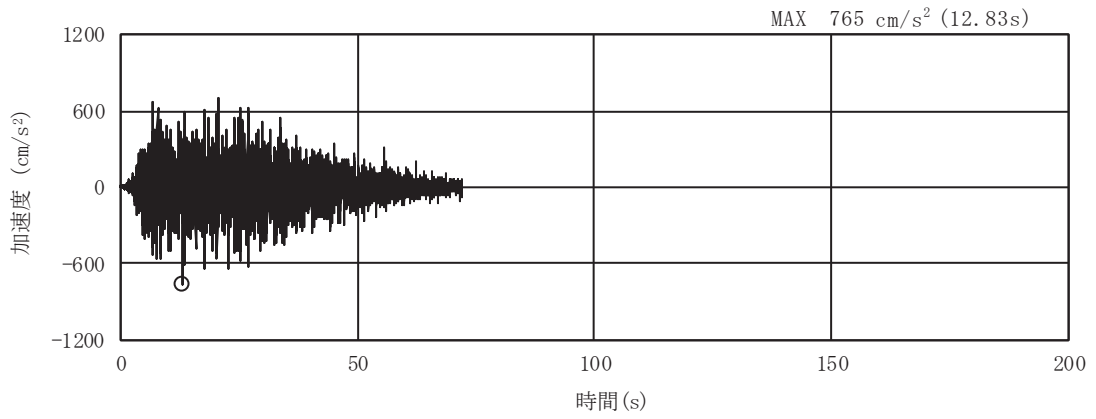


(a) 加速度時刻歴波形

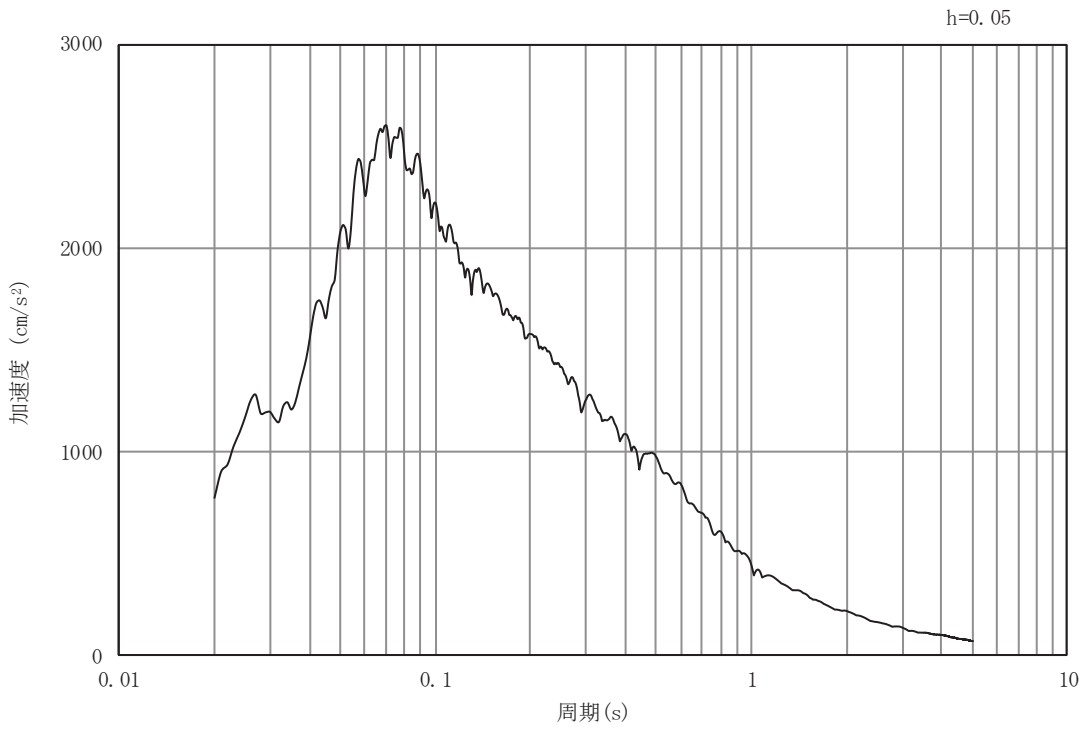


(b) 加速度応答スペクトル

図3-7 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  
(鉛直成分：S s - D 1)

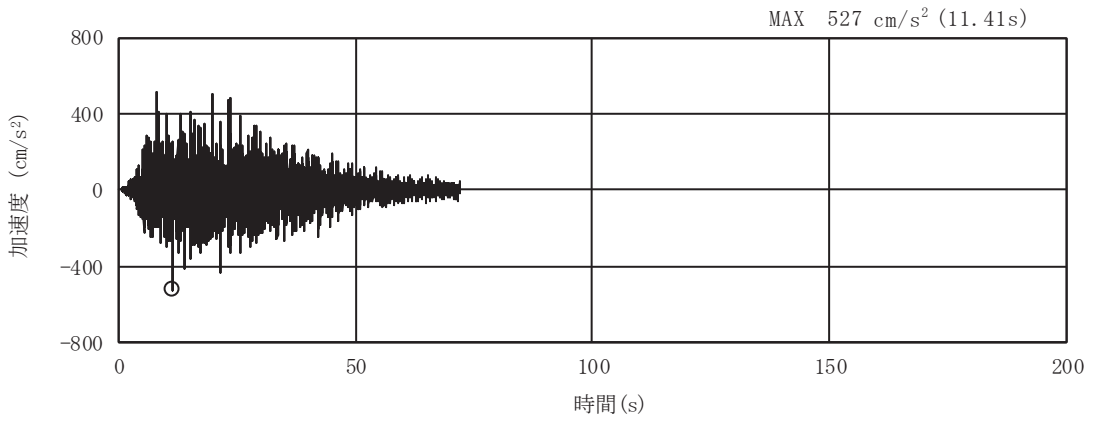


(a) 加速度時刻歴波形

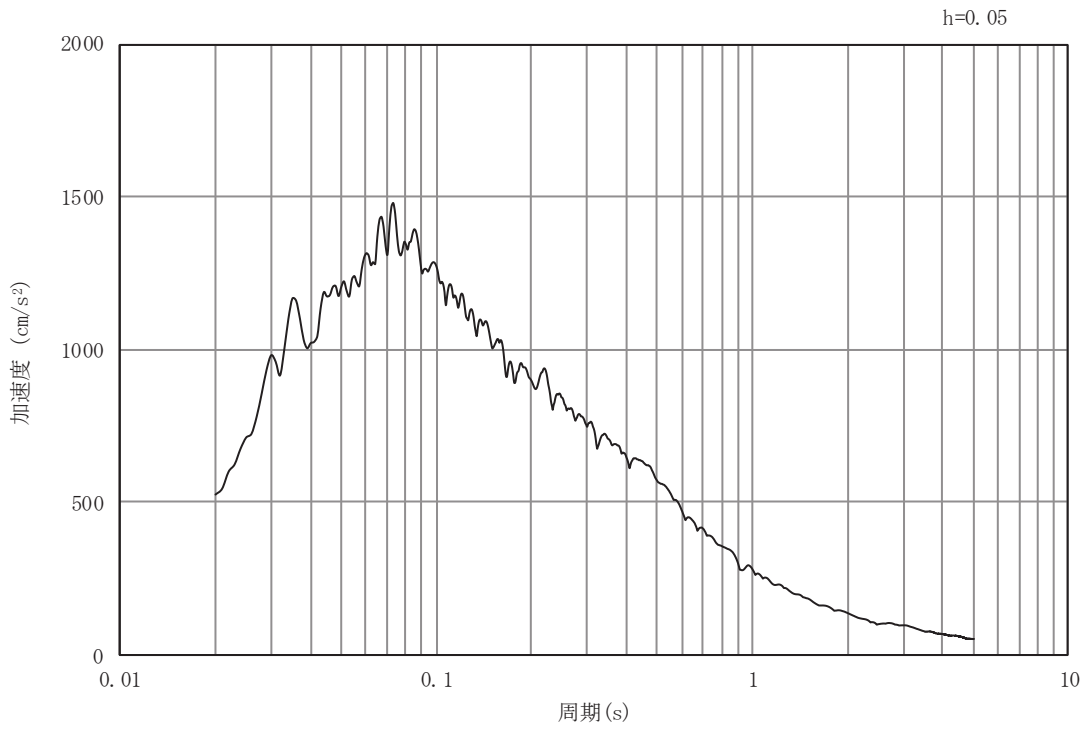


(b) 加速度応答スペクトル

図3-8 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  
(水平成分：S s - D 2)

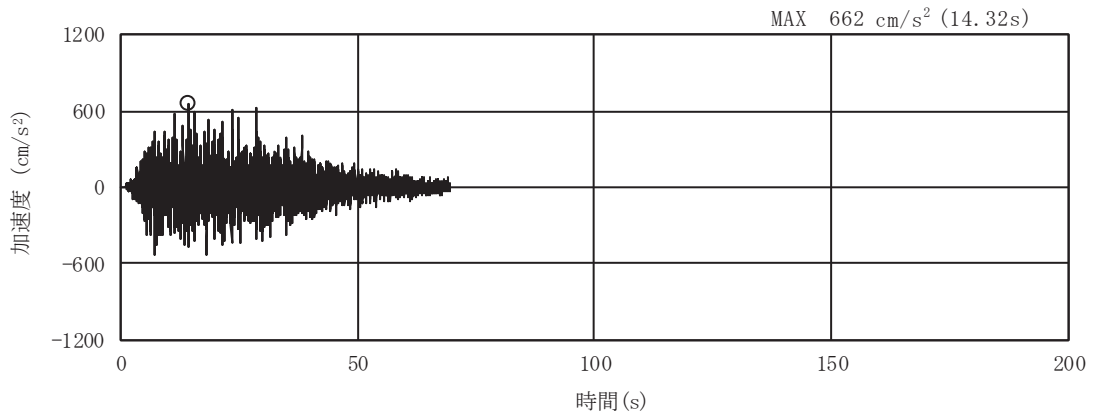


(a) 加速度時刻歴波形

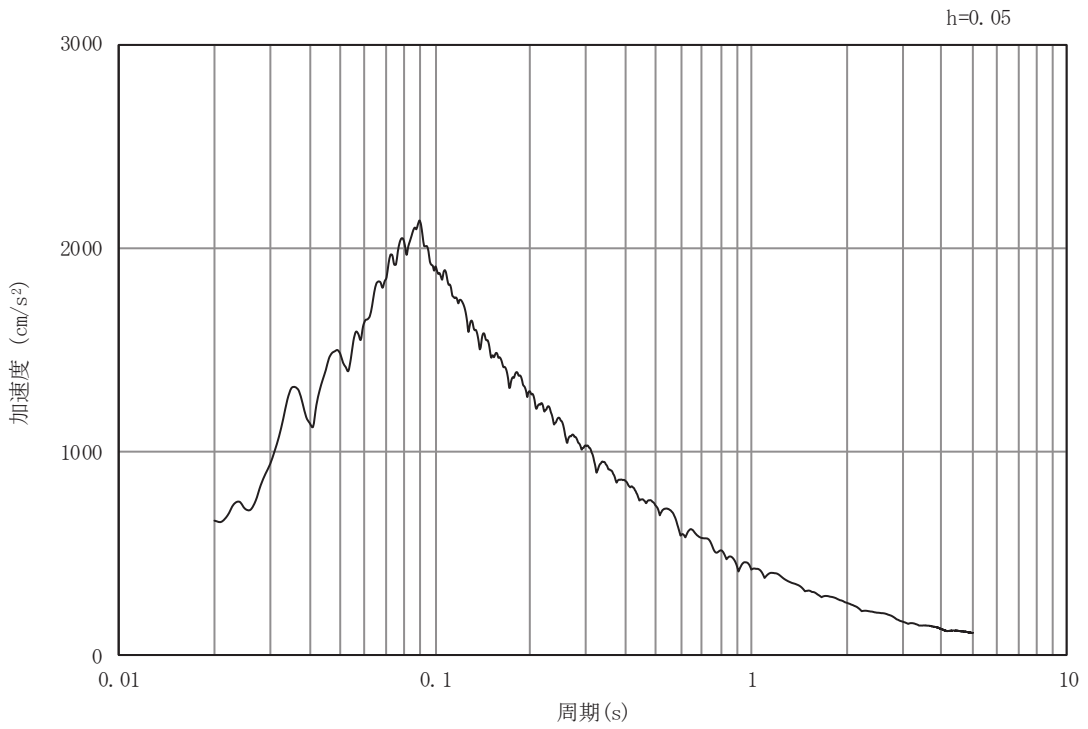


(b) 加速度応答スペクトル

図3-9 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  
(鉛直成分：S s - D 2)

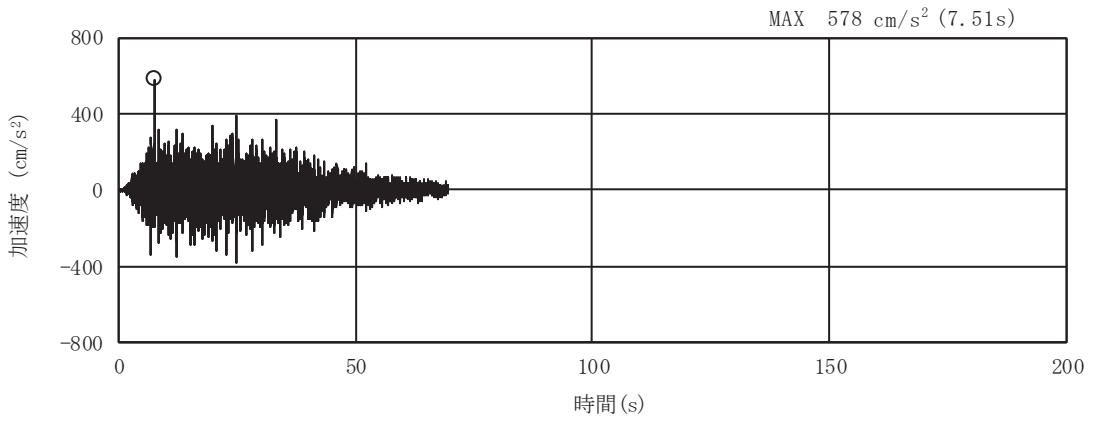


(a) 加速度時刻歴波形

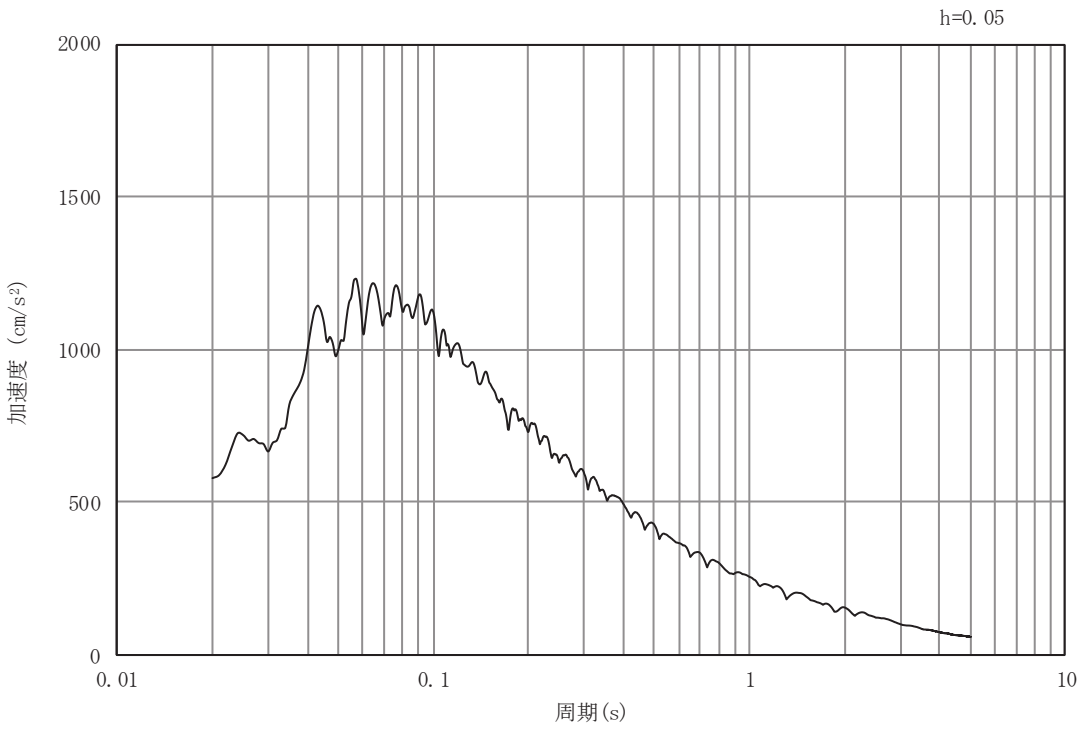


(b) 加速度応答スペクトル

図3-10 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  
(水平成分：S s - D 3)

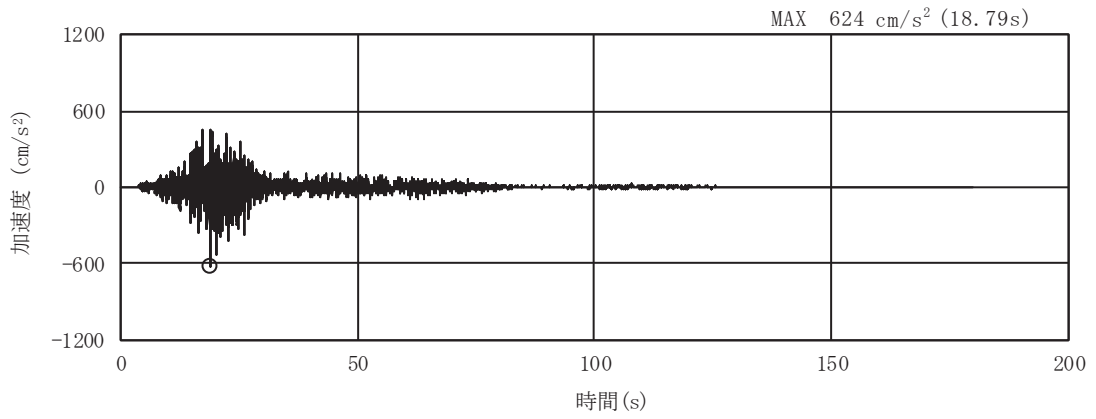


(a) 加速度時刻歴波形

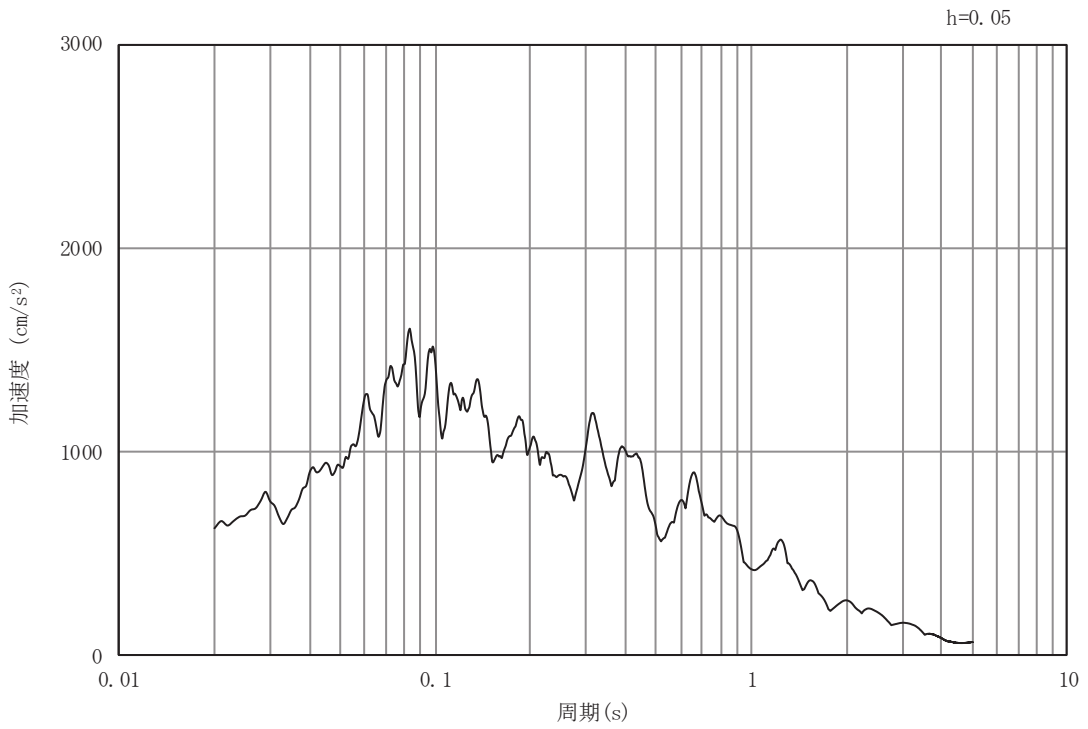


(b) 加速度応答スペクトル

図3-11 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  
(鉛直成分：S s - D 3)

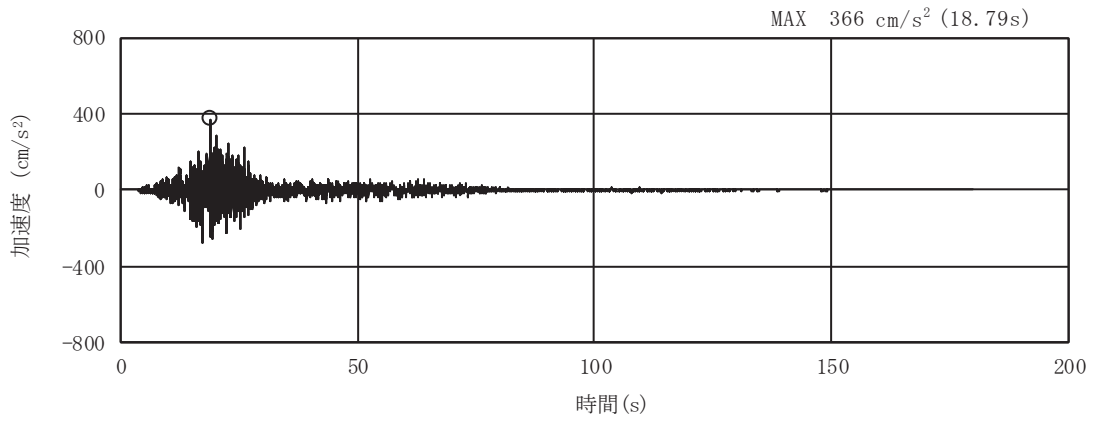


(a) 加速度時刻歴波形

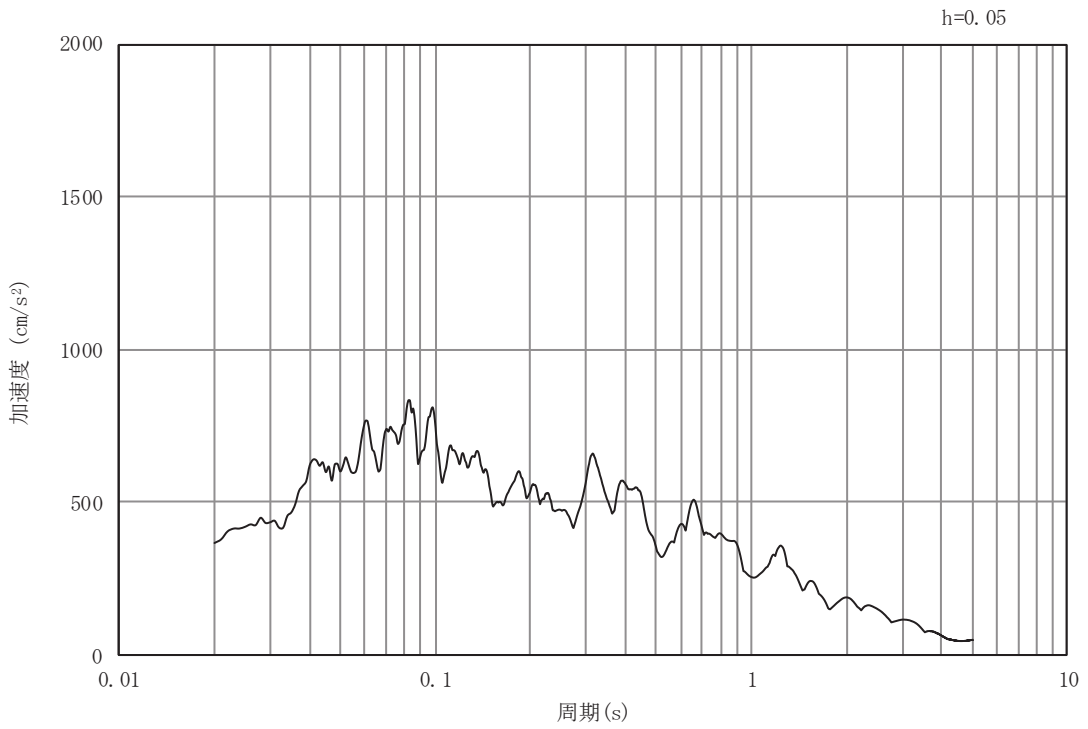


(b) 加速度応答スペクトル

図3-12 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  
(水平成分：S s - F 1)



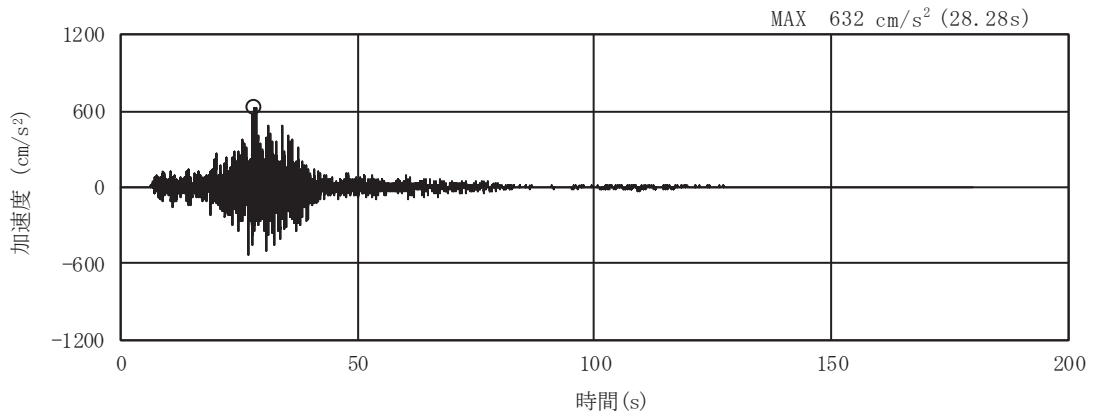
(a) 加速度時刻歴波形



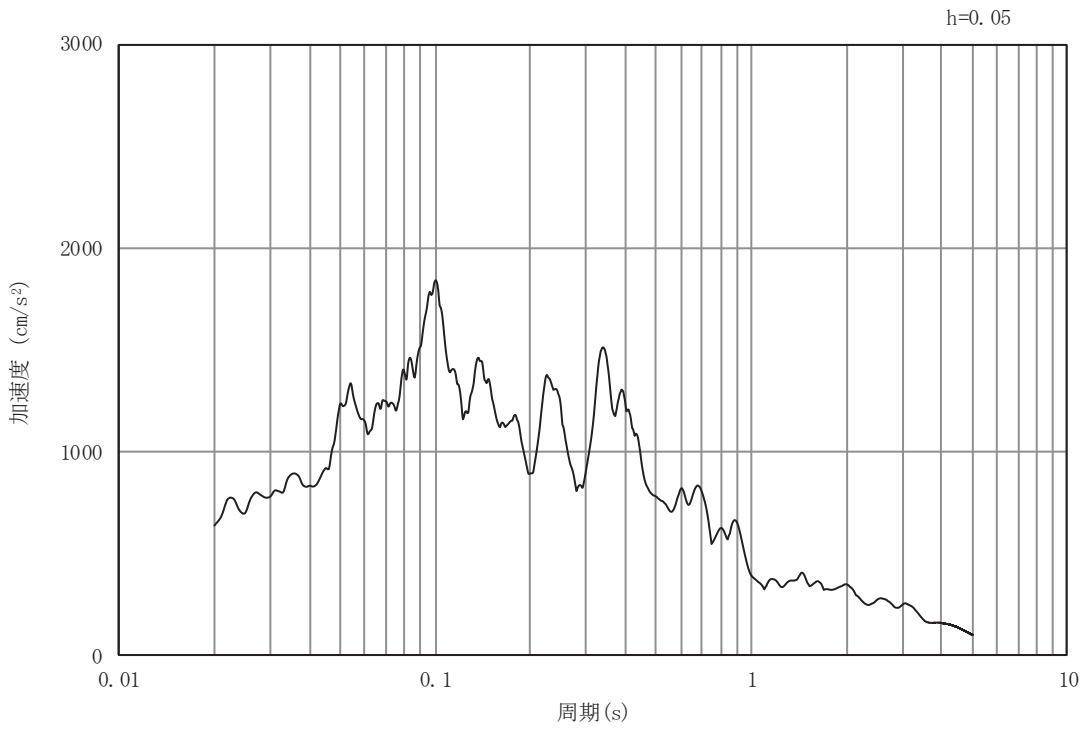
(b) 加速度応答スペクトル

図3-13 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  
(鉛直成分：S s - F 1)



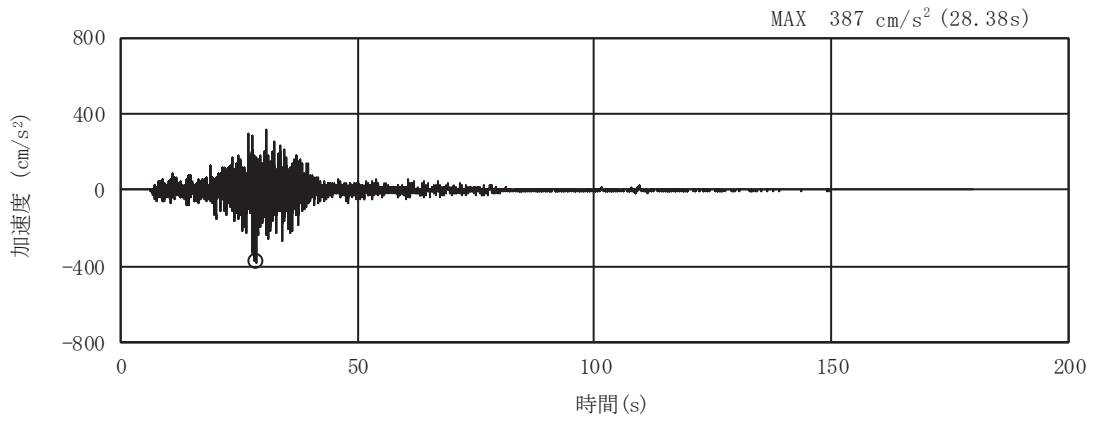


(a) 加速度時刻歴波形

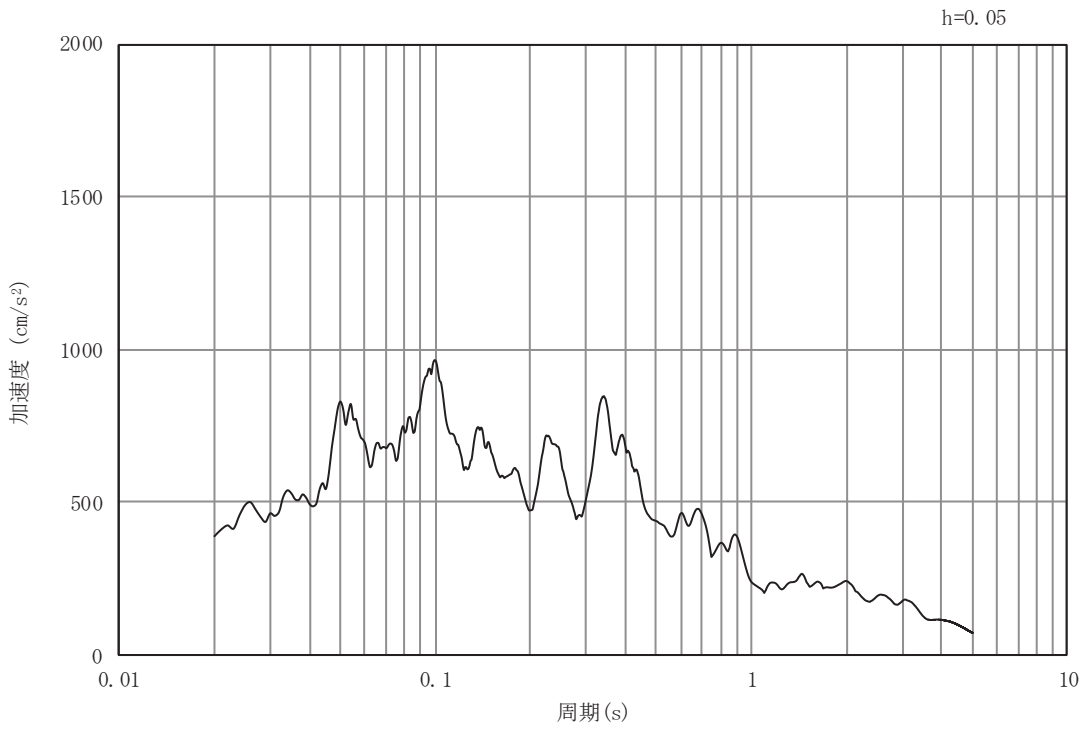


(b) 加速度応答スペクトル

図3-14 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  
(水平成分：S s - F 2)

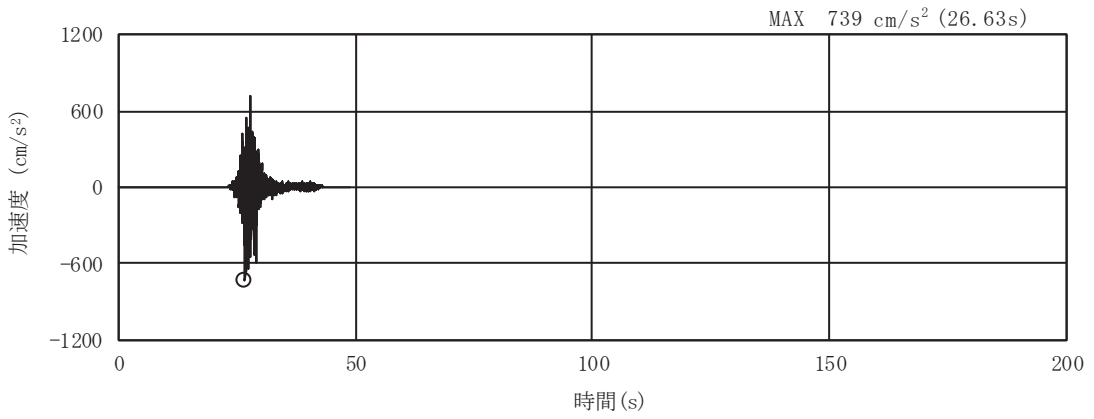


(a) 加速度時刻歴波形

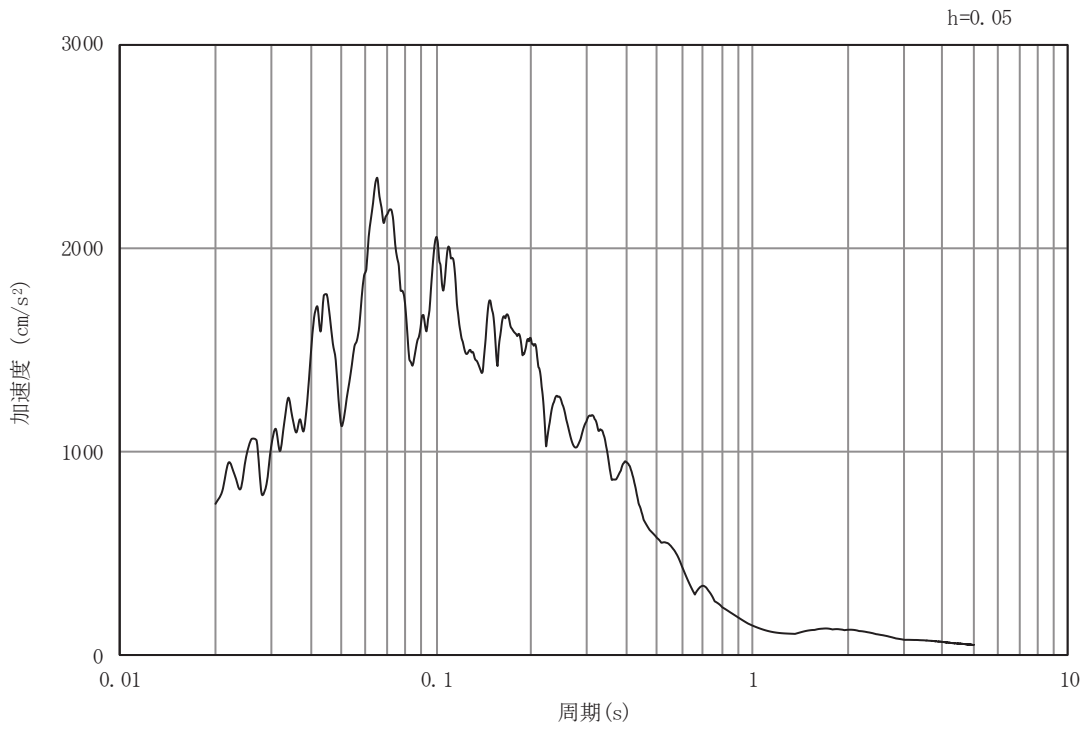


(b) 加速度応答スペクトル

図3-15 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  
(鉛直成分：S s - F 2)

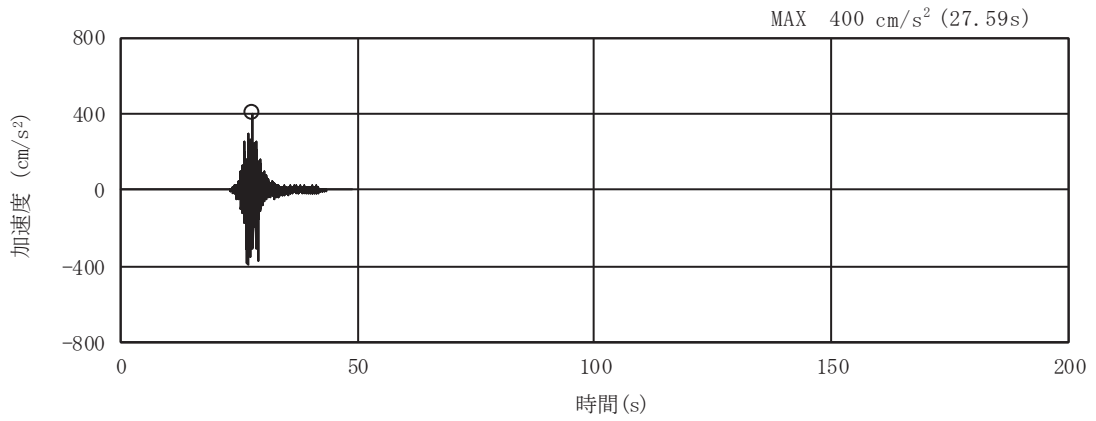


(a) 加速度時刻歴波形

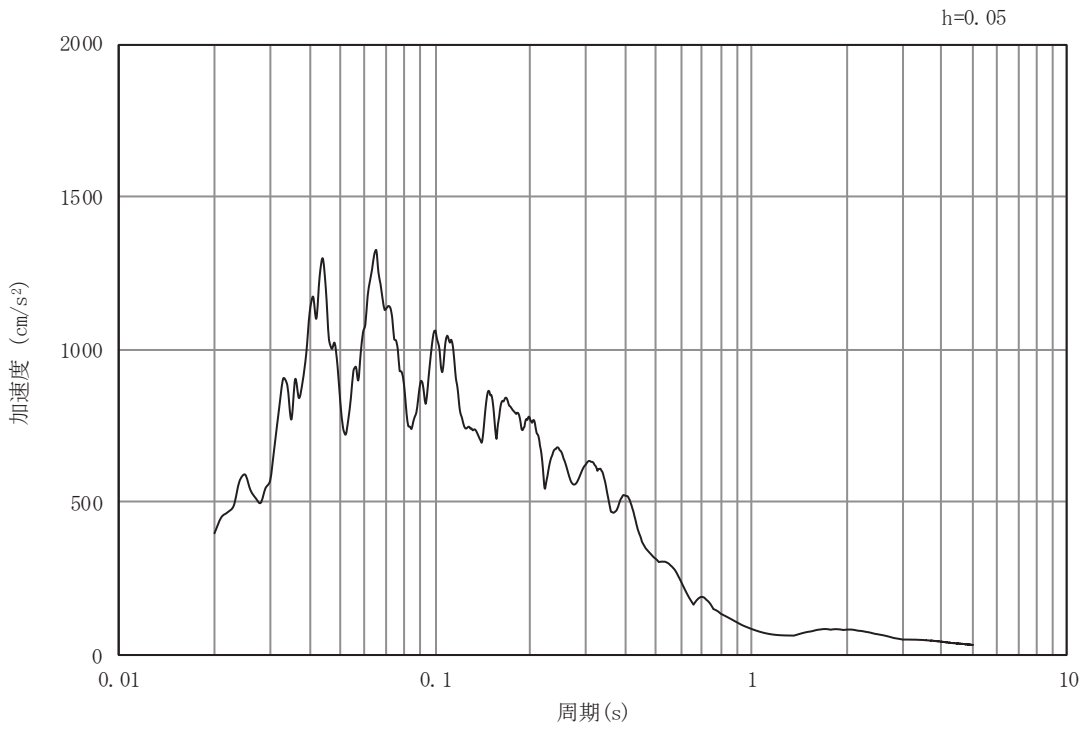


(b) 加速度応答スペクトル

図3-16 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  
(水平成分：S s - F 3)

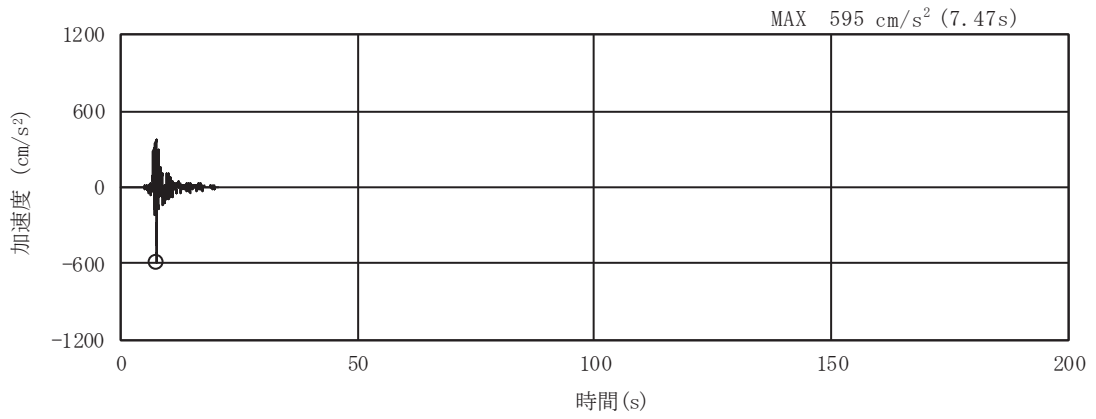


(a) 加速度時刻歴波形

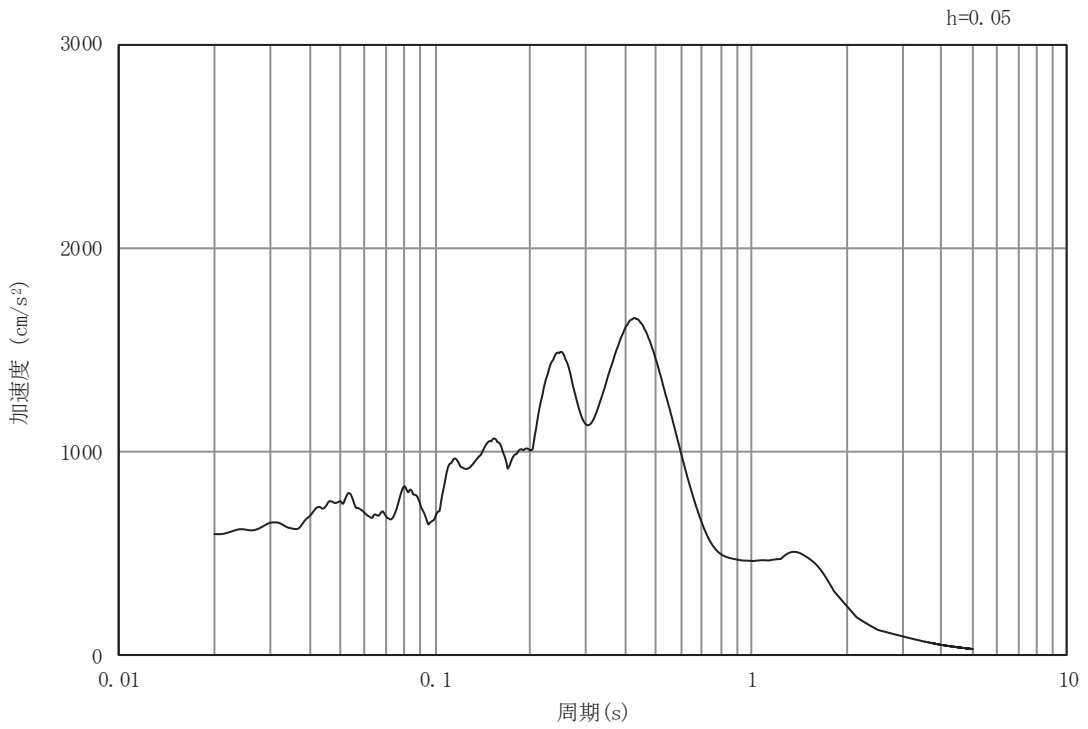


(b) 加速度応答スペクトル

図3-17 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  
(鉛直成分：S s - F 3)

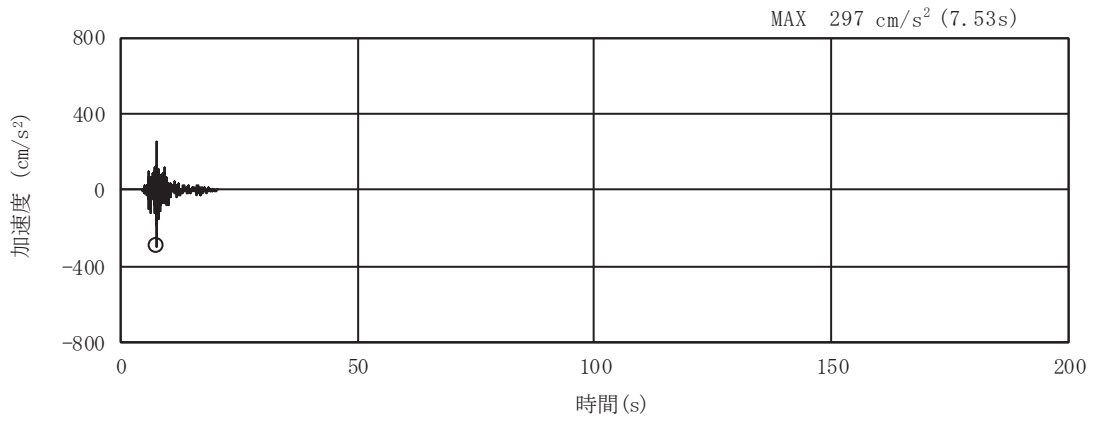


(a) 加速度時刻歴波形

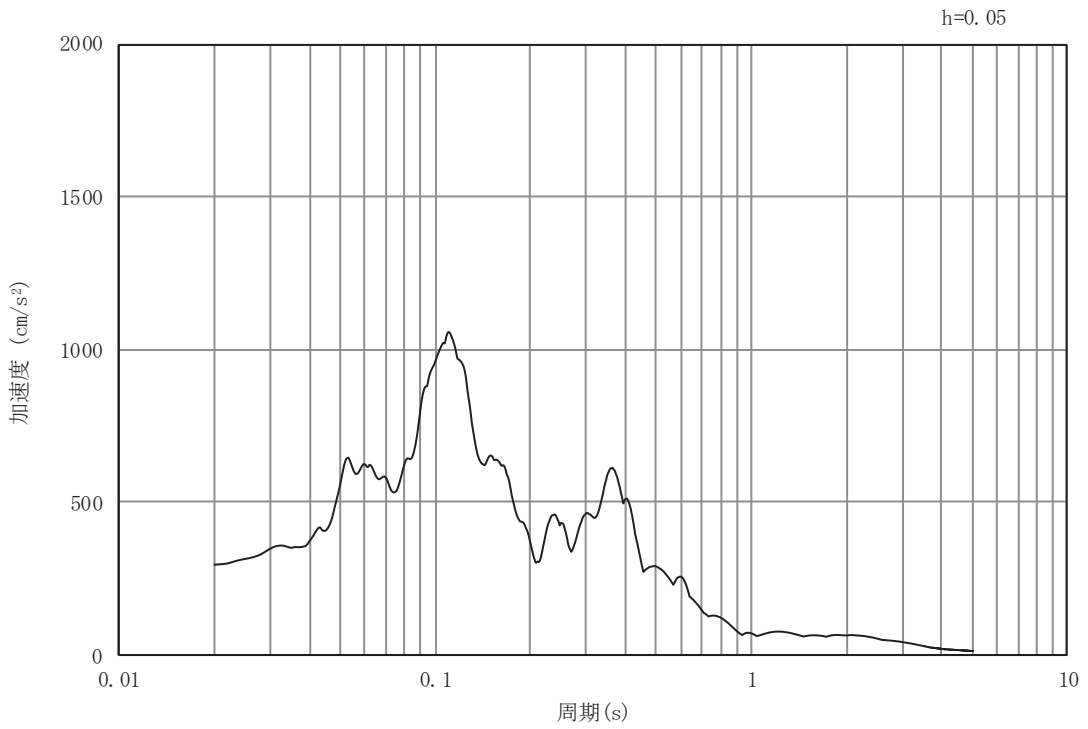


(b) 加速度応答スペクトル

図3-18 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  
(水平成分：S s - N 1)

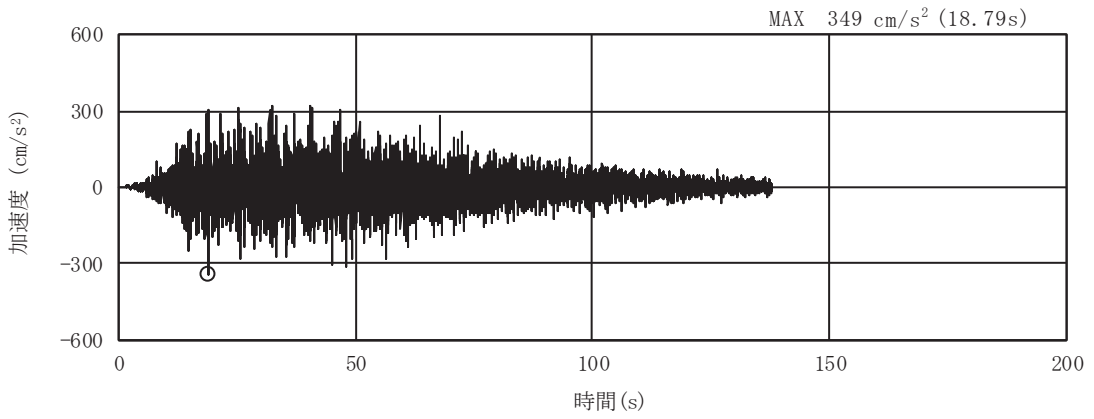


(a) 加速度時刻歴波形

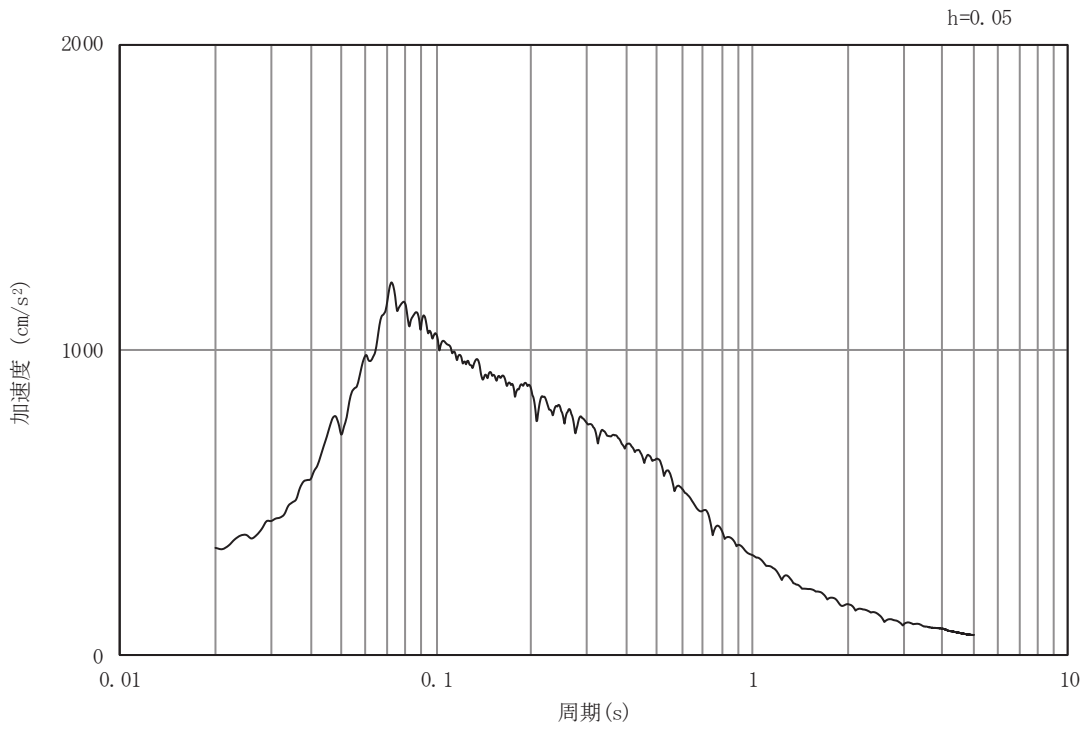


(b) 加速度応答スペクトル

図3-19 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  
(鉛直成分：S s - N 1)

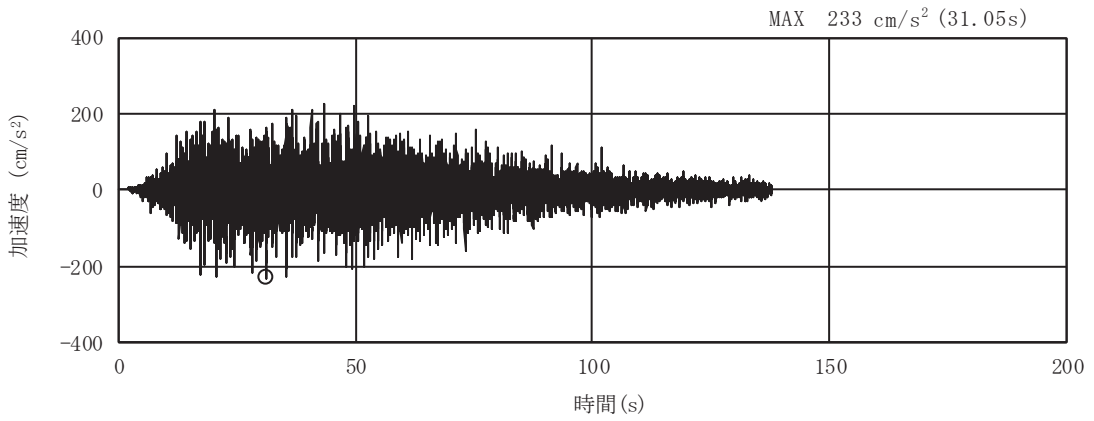


(a) 加速度時刻歴波形

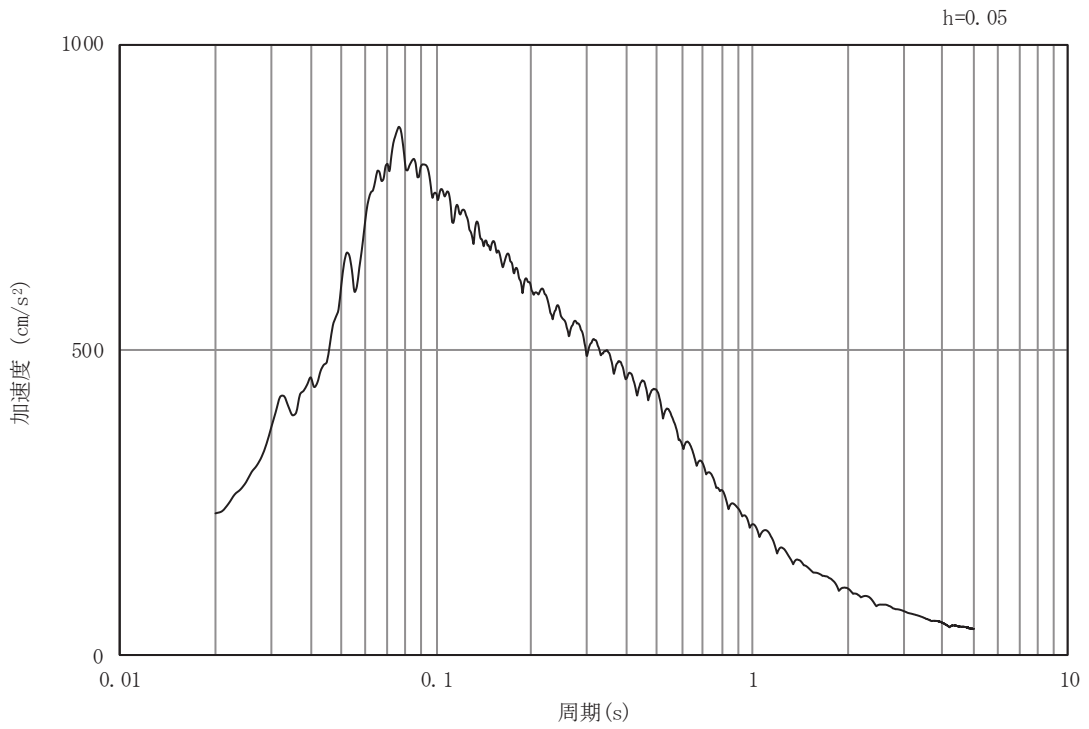


(b) 加速度応答スペクトル

図3-20 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  
(水平成分：S d - D 1)



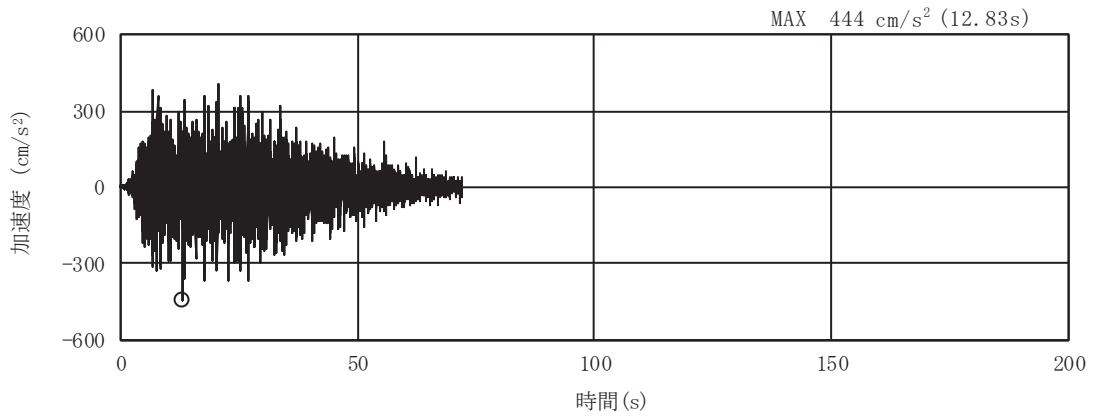
(a) 加速度時刻歴波形



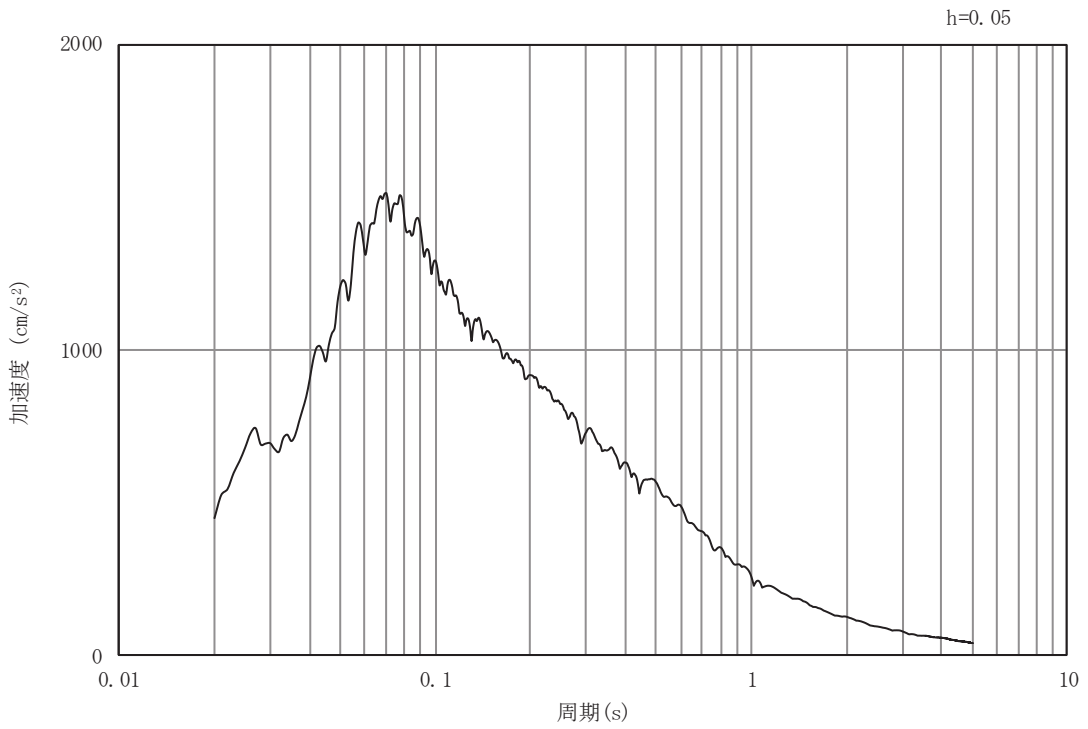
(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 1)



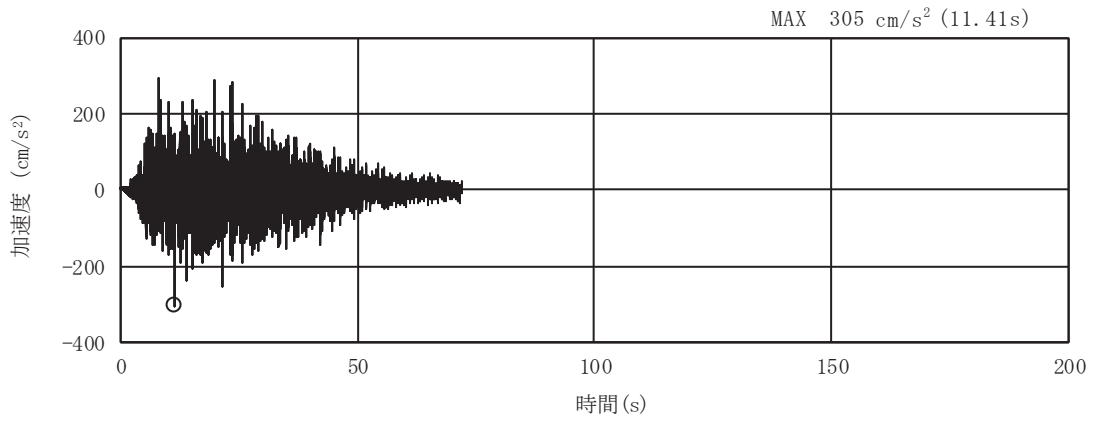


(a) 加速度時刻歴波形

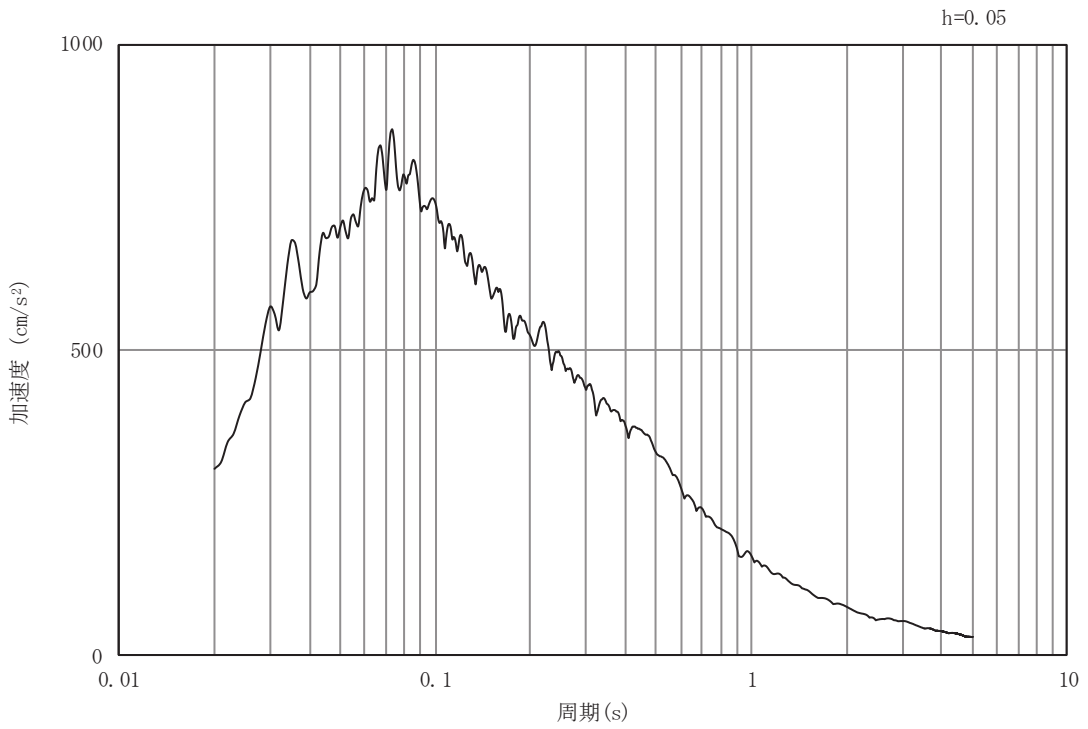


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - D 2)

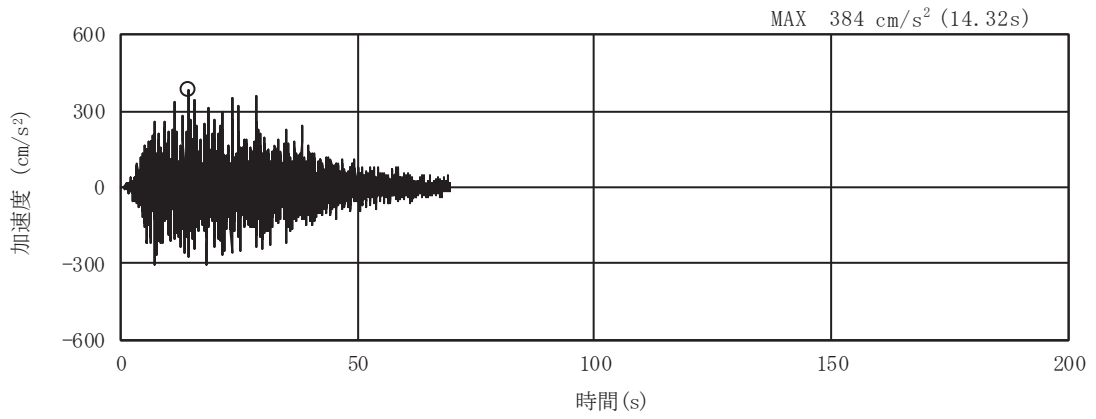


(a) 加速度時刻歴波形

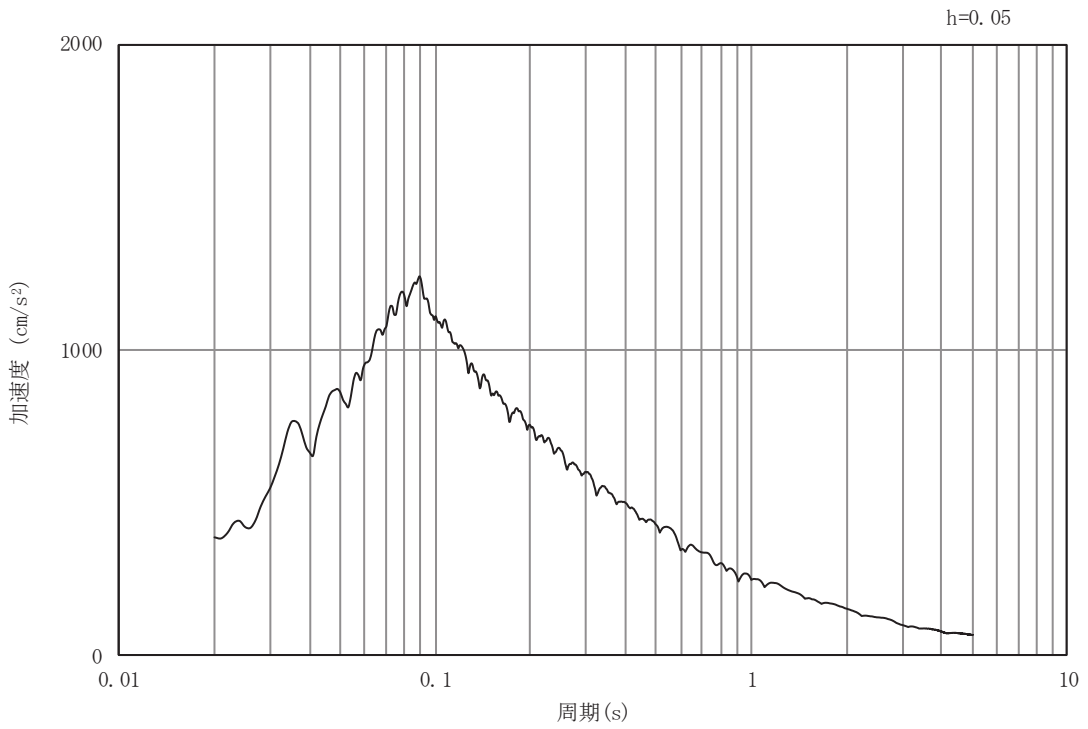


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 2)

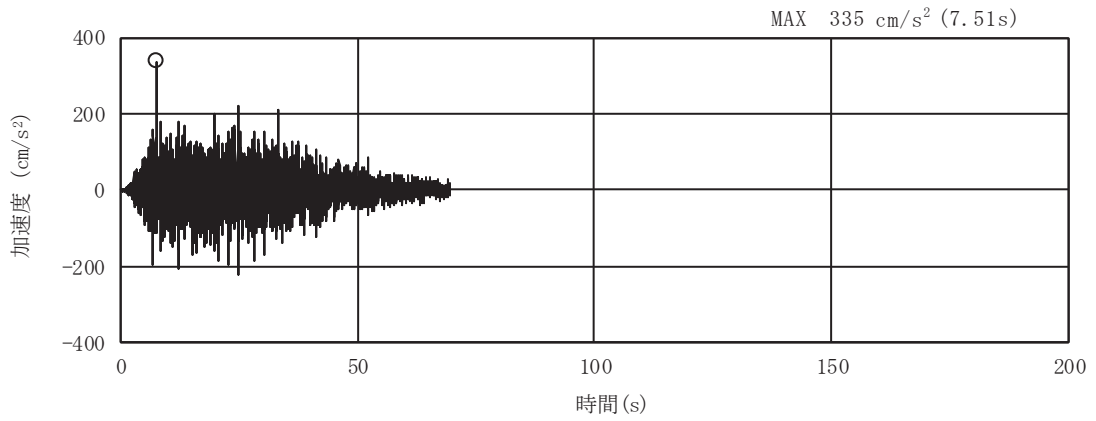


(a) 加速度時刻歴波形

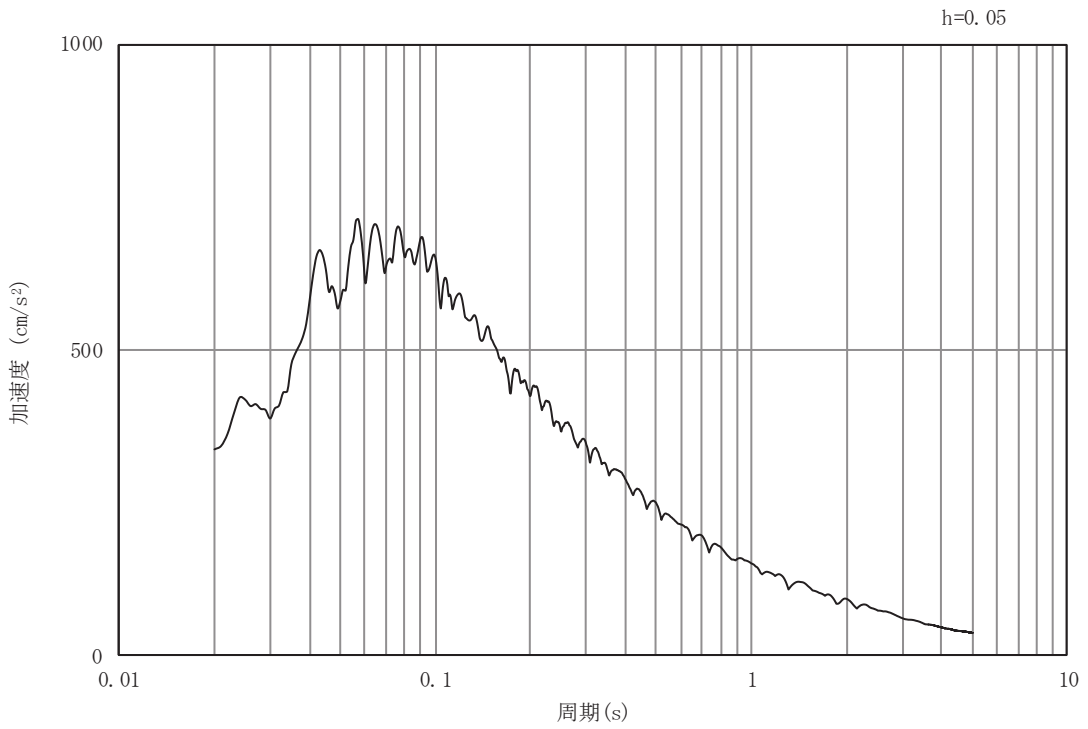


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - D 3)

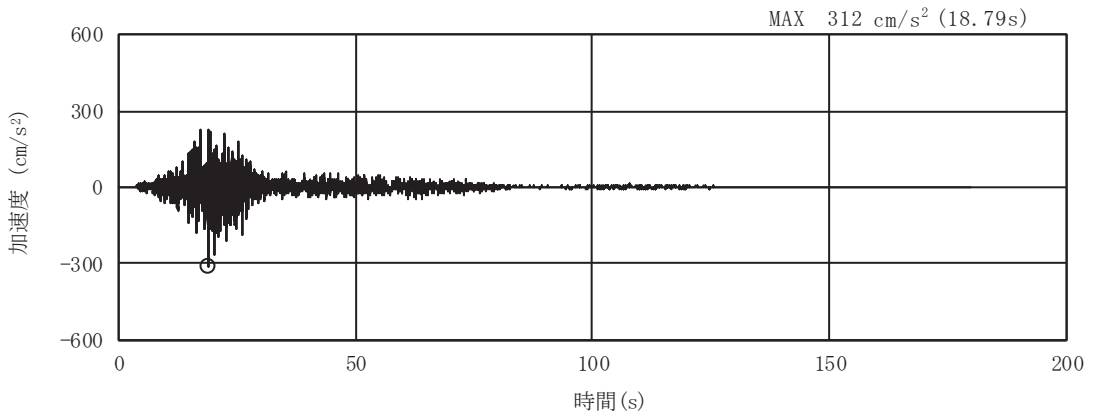


(a) 加速度時刻歴波形

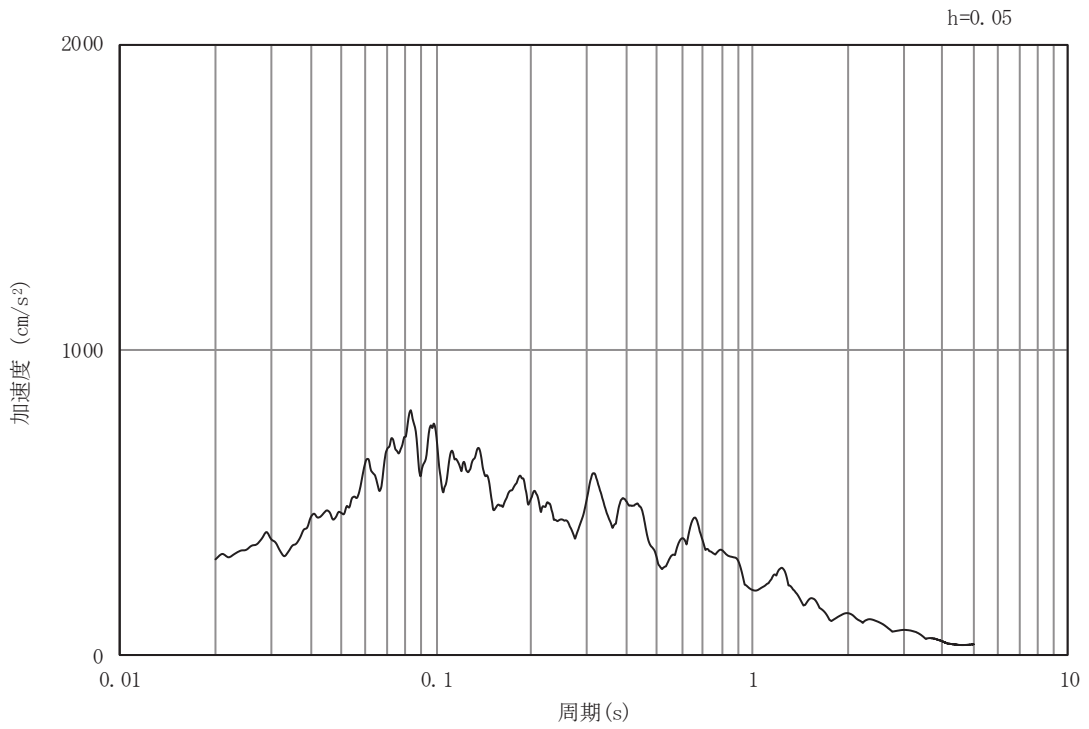


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - D 3)

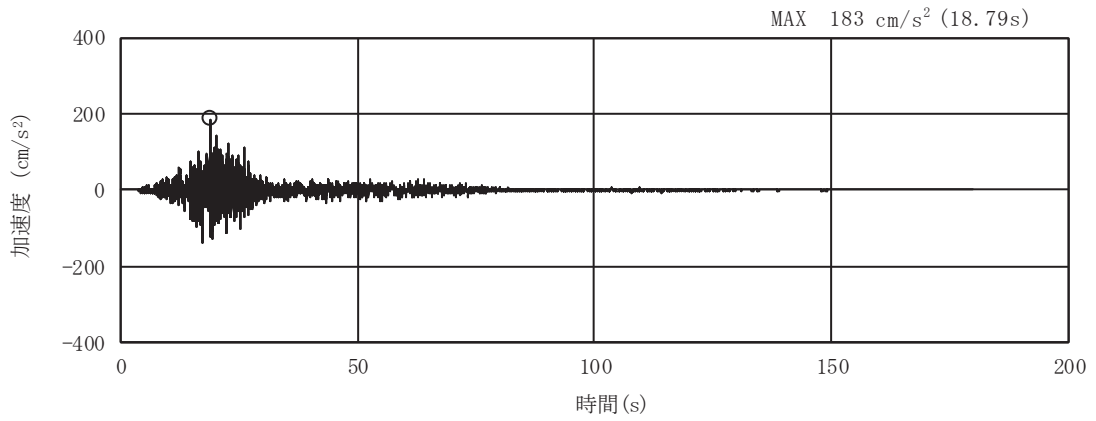


(a) 加速度時刻歴波形

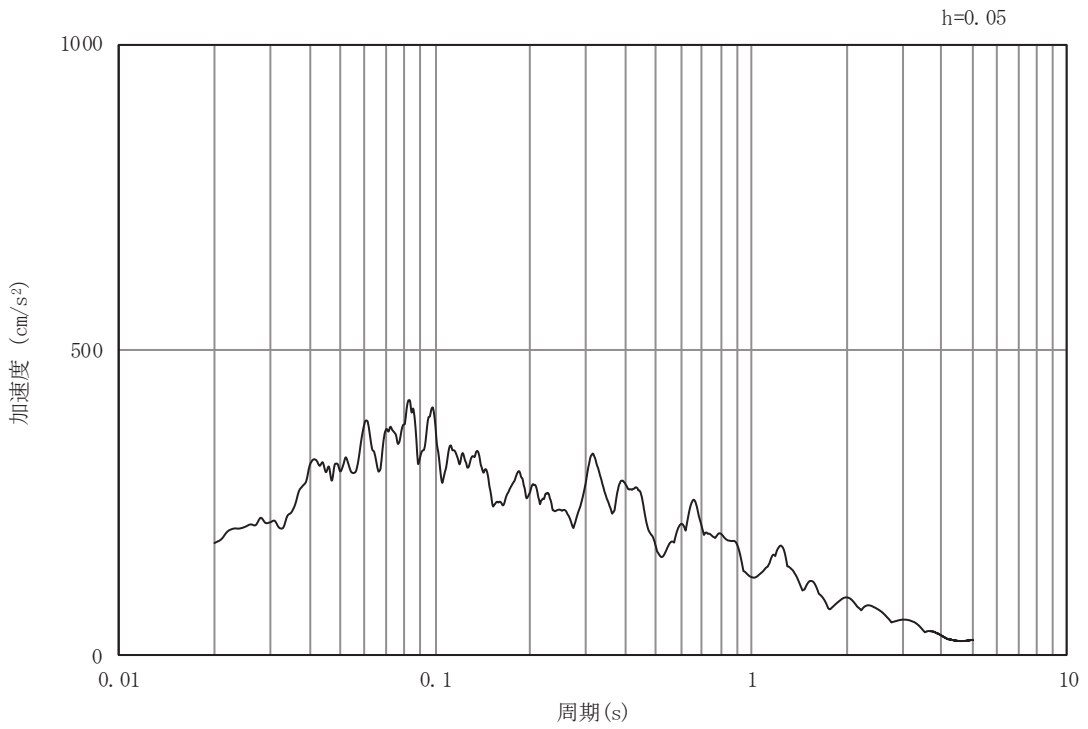


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(水平成分：S d - F 1)

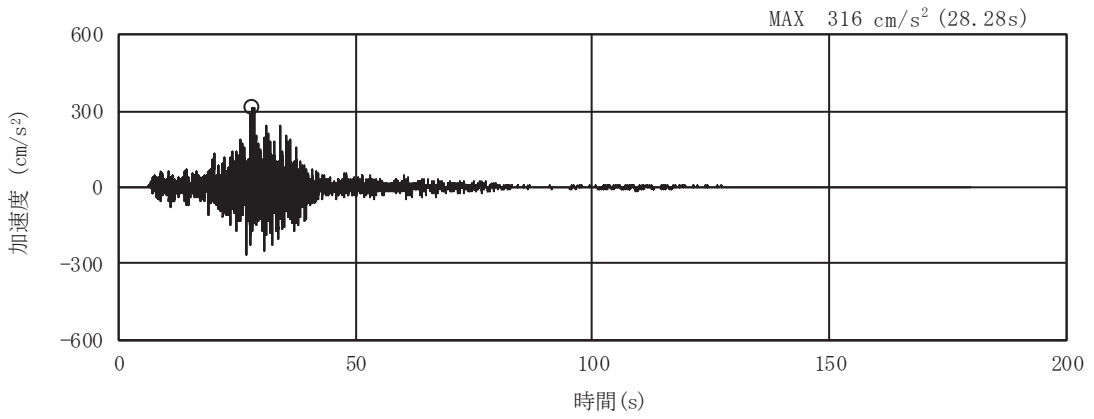


(a) 加速度時刻歴波形

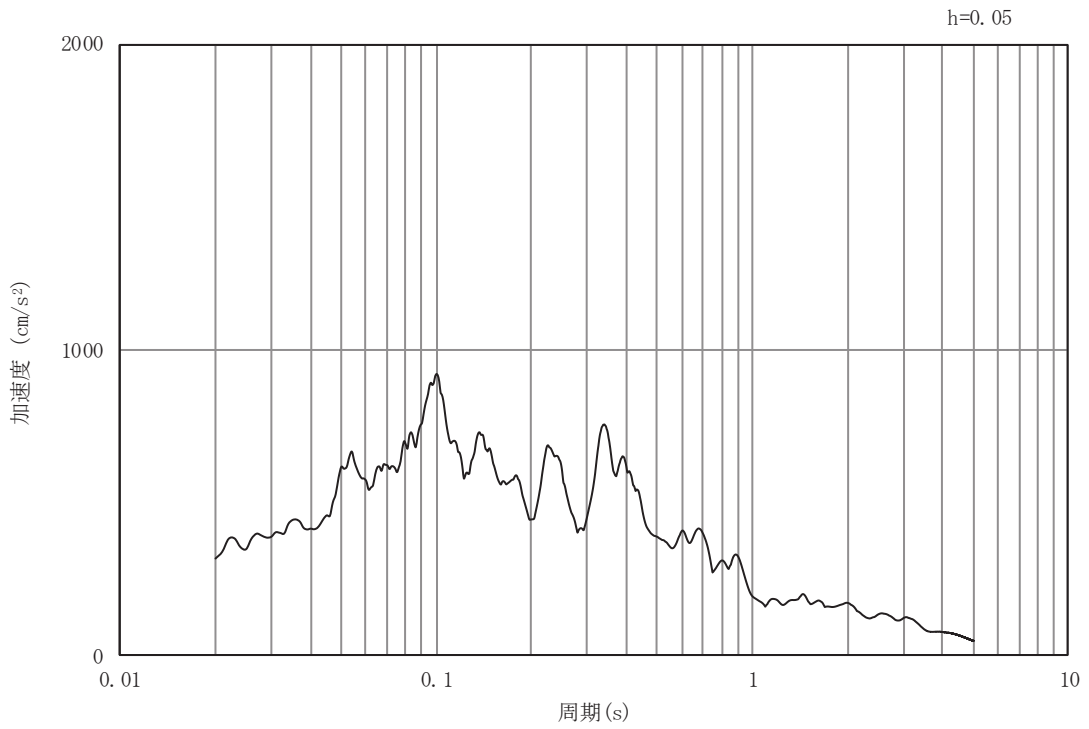


(b) 加速度応答スペクトル

図3-27 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  
(鉛直成分：S d - F 1)

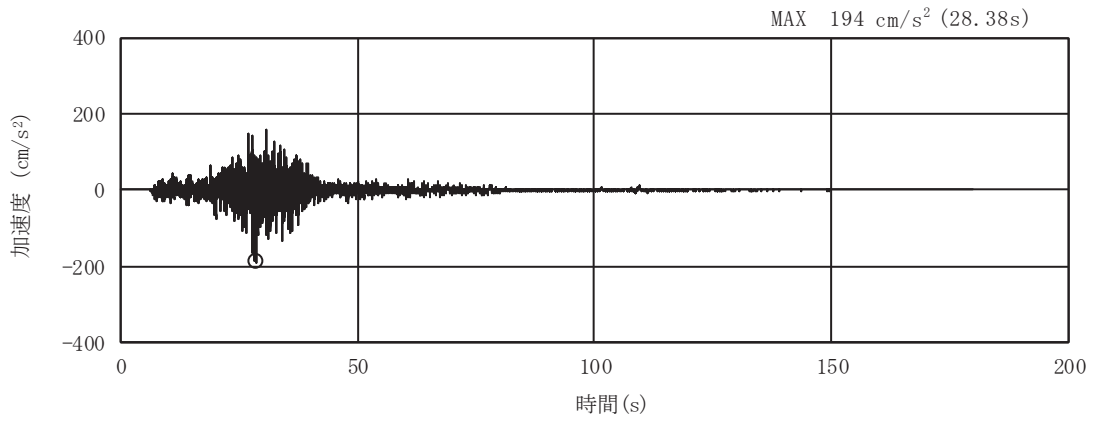


(a) 加速度時刻歴波形

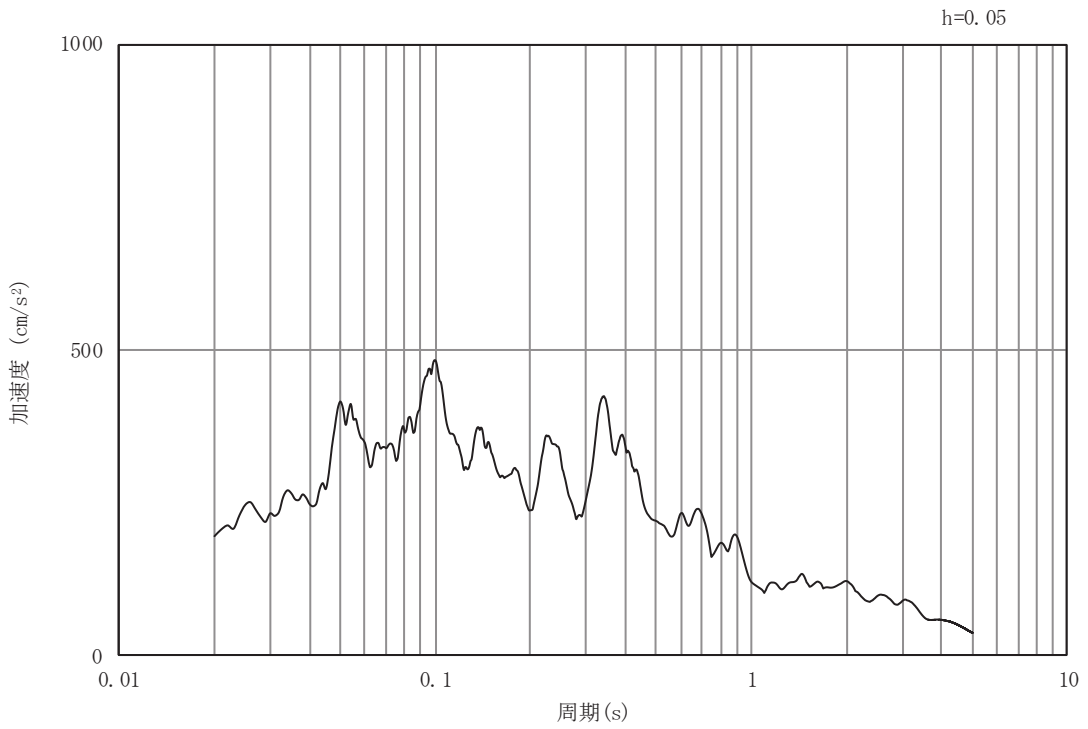


(b) 加速度応答スペクトル

図3-28 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  
(水平成分：S d - F 2)



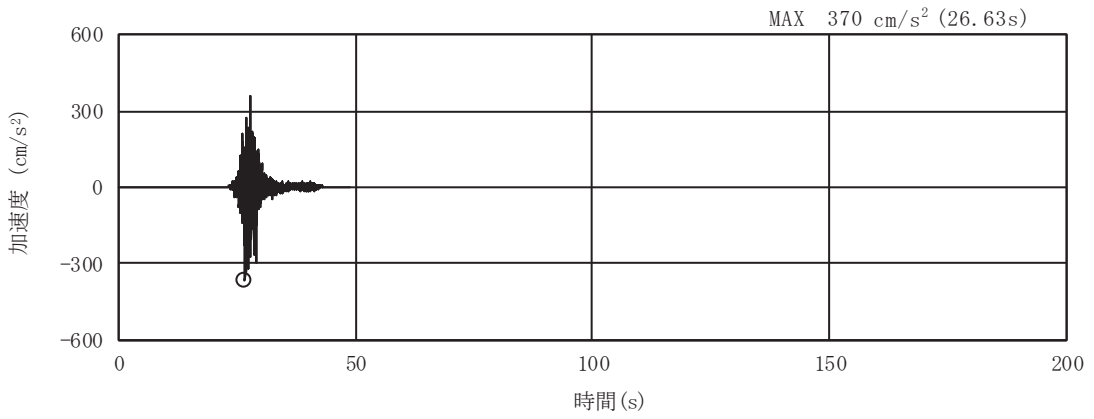
(a) 加速度時刻歴波形



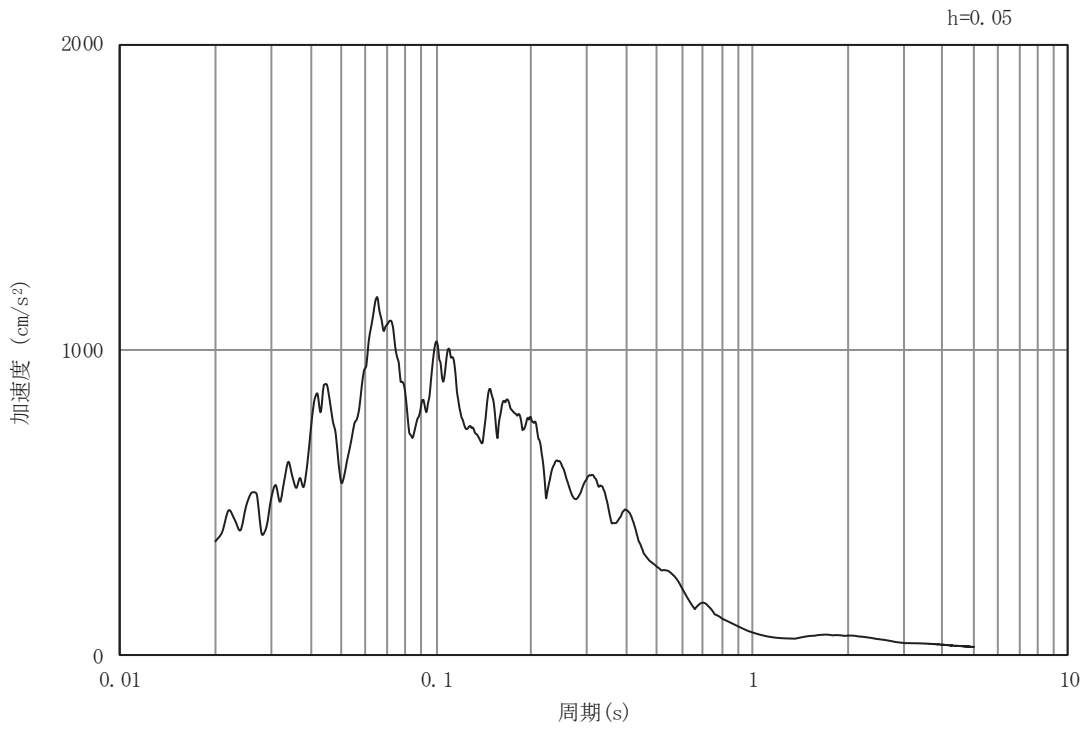
(b) 加速度応答スペクトル

図3-29 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  
(鉛直成分：S d - F 2)



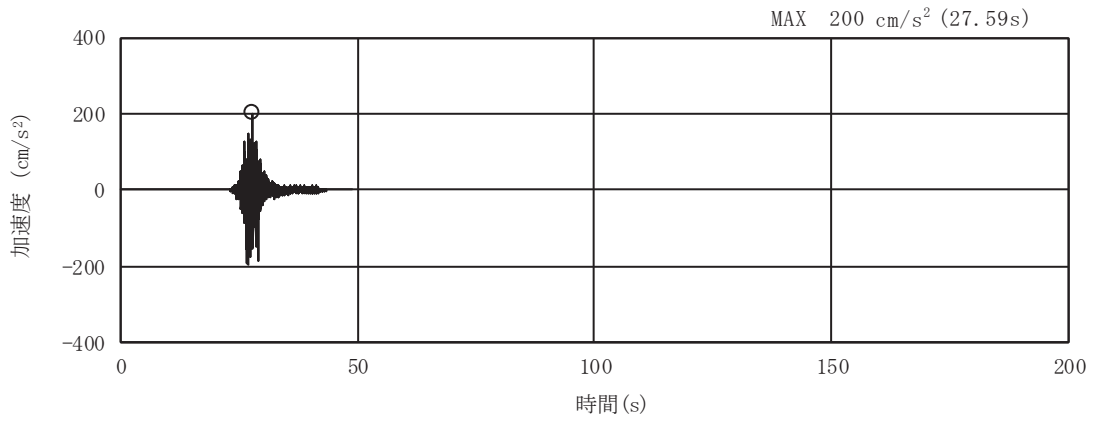


(a) 加速度時刻歴波形

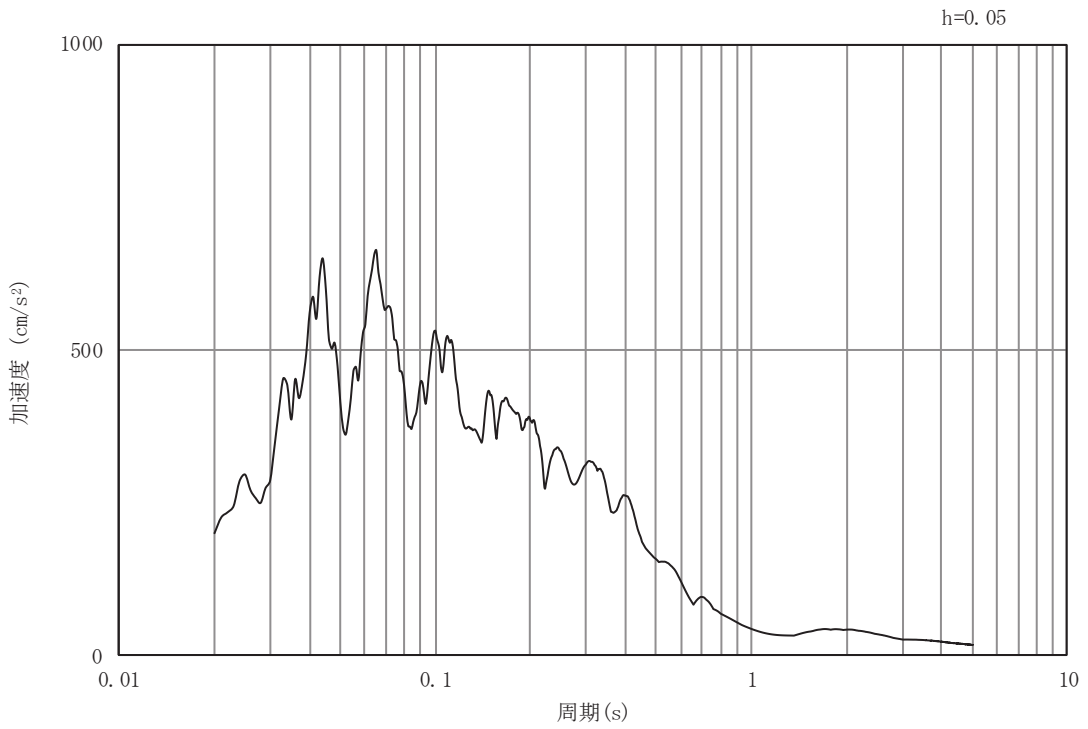


(b) 加速度応答スペクトル

図3-30 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  
(水平成分：S d - F 3)

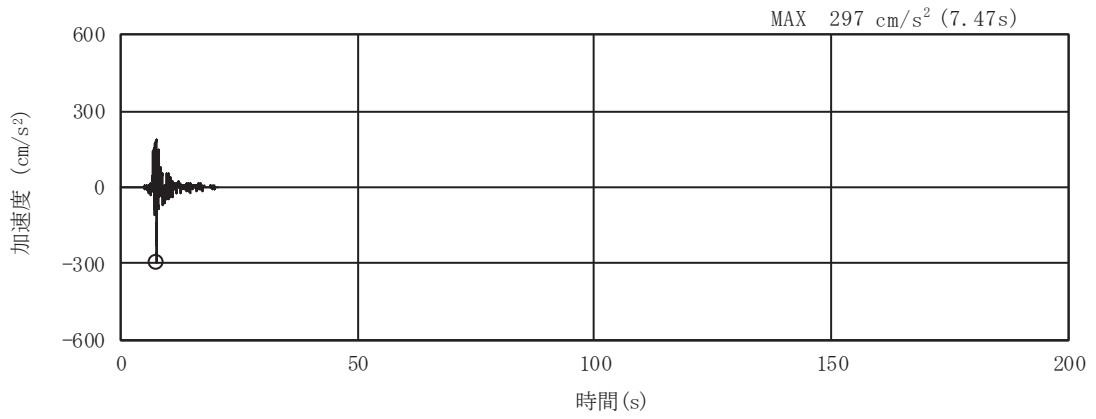


(a) 加速度時刻歴波形

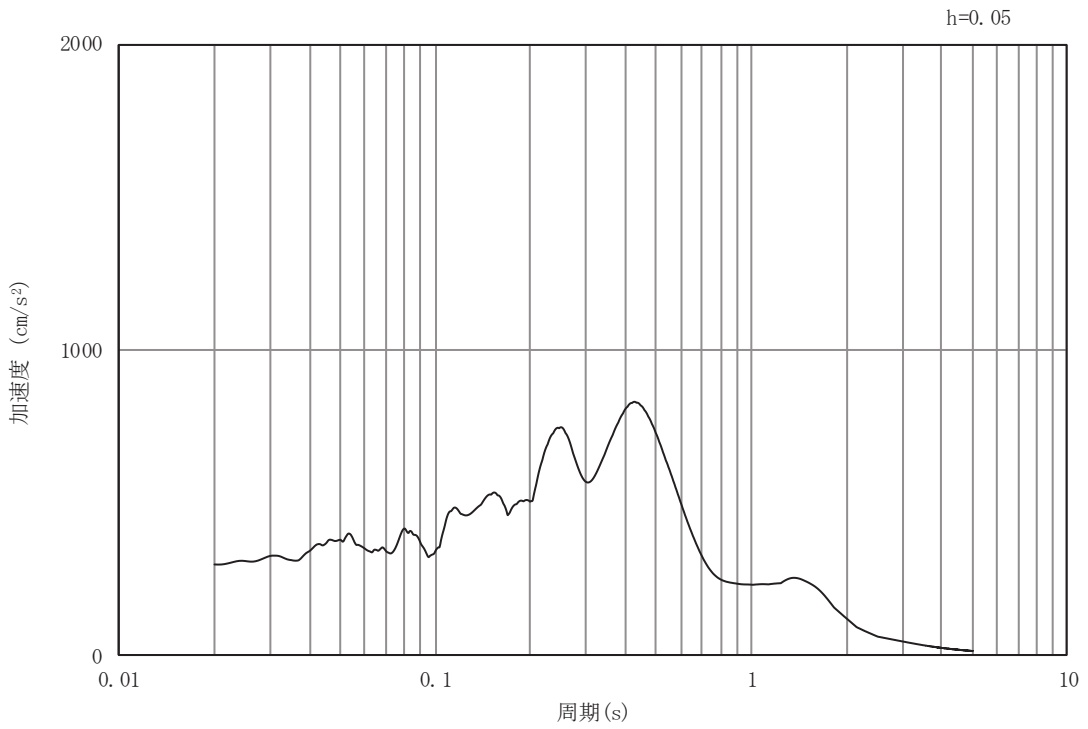


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(鉛直成分：S d - F 3)

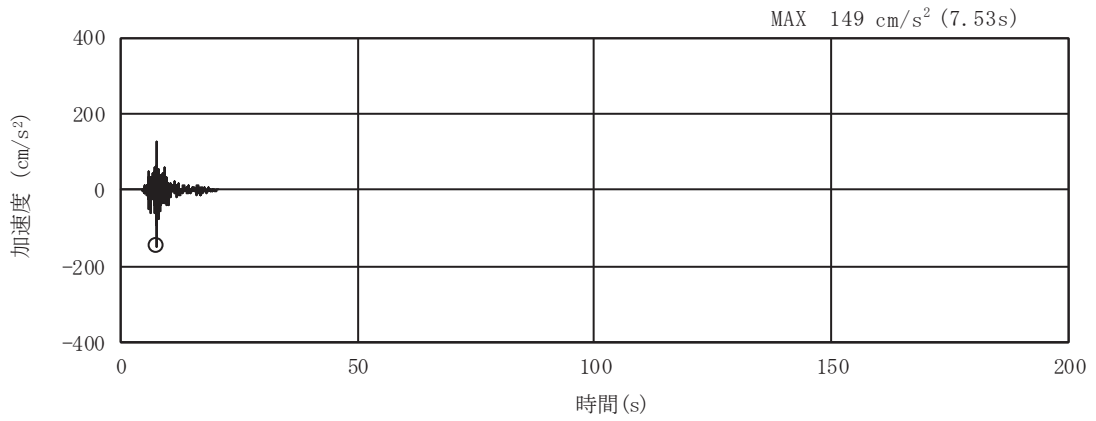


(a) 加速度時刻歴波形

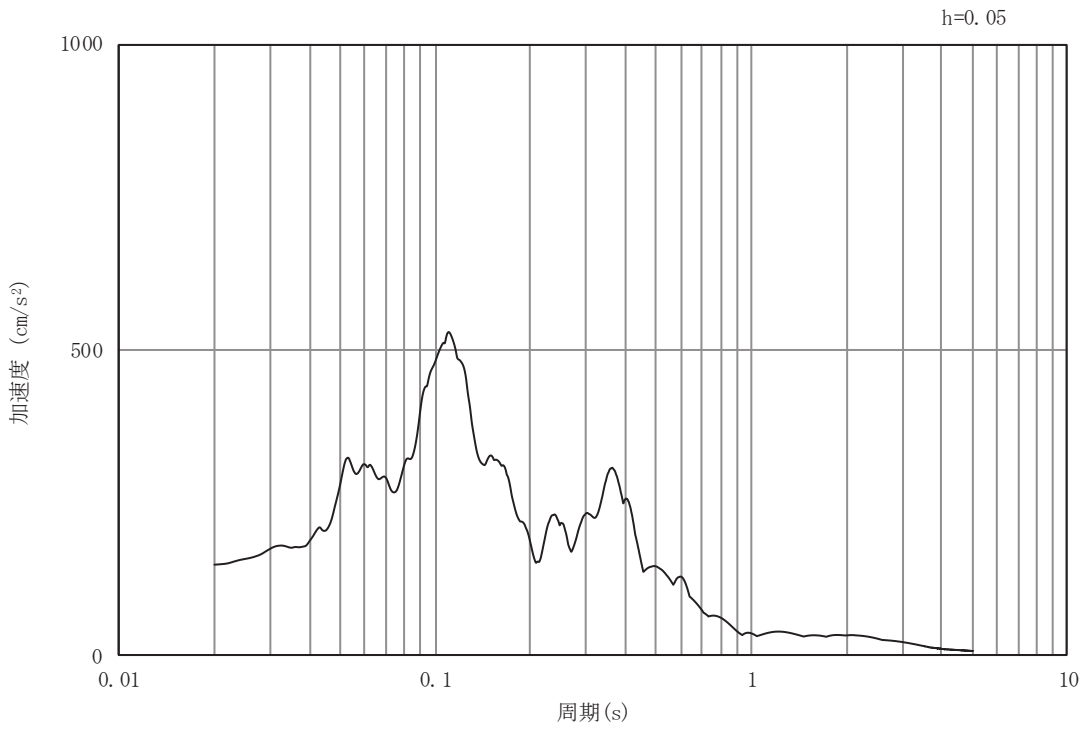


(b) 加速度応答スペクトル

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  
(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3-33 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  
(鉛直成分：S d - N 1)

### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

軽油タンク室の地震応答解析モデルを図 3-34～図 3-36 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、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、旧表土及び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

隣接構造物となる原子炉建屋は、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。一方、軽油タンク室とMMRを共有する復水貯蔵タンク基礎及び復水貯蔵タンクは、お互いの振動の影響を受けるためモデル化する。また、軽油タンク室(H)のMMRと接しており、お互いの振動の影響を受けることから、軽油タンク室(H)とそのMMR及び軽油タンクをモデル化する。

##### (6) ジョイント要素の設定

地震時の「地盤とMMR」、「MMRと構造物」及び「構造物と地盤」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。

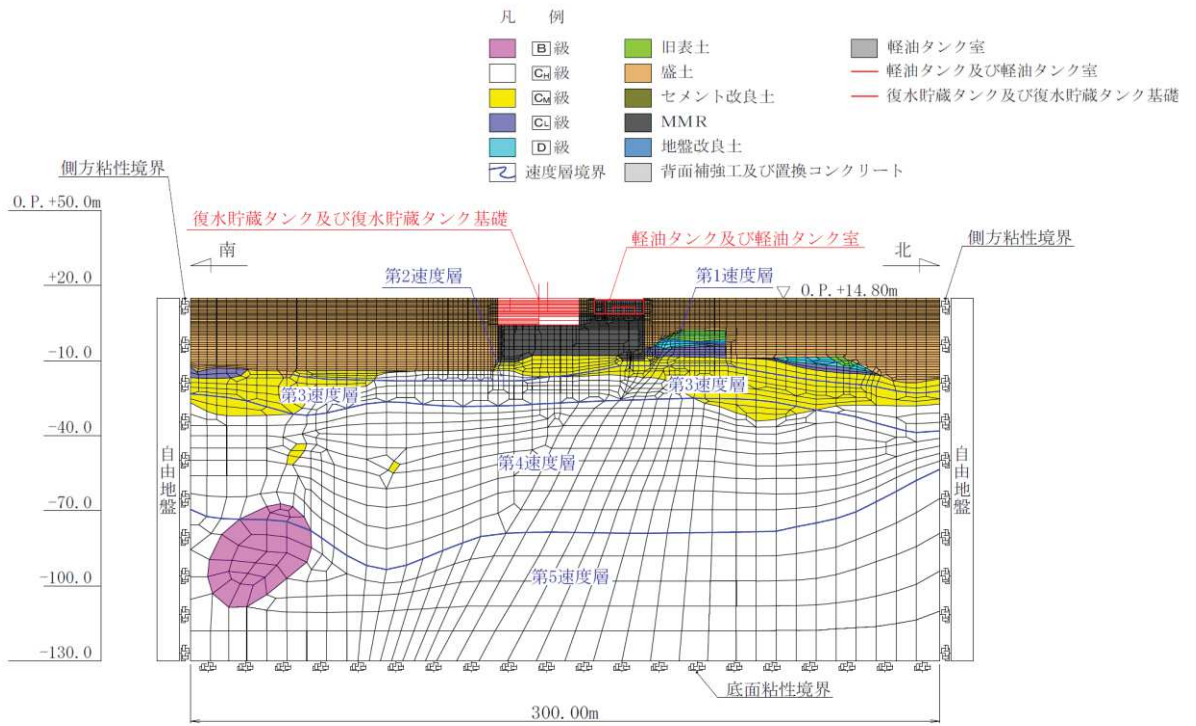


図 3-34 軽油タンク室の地震応答解析モデル図（南北方向）

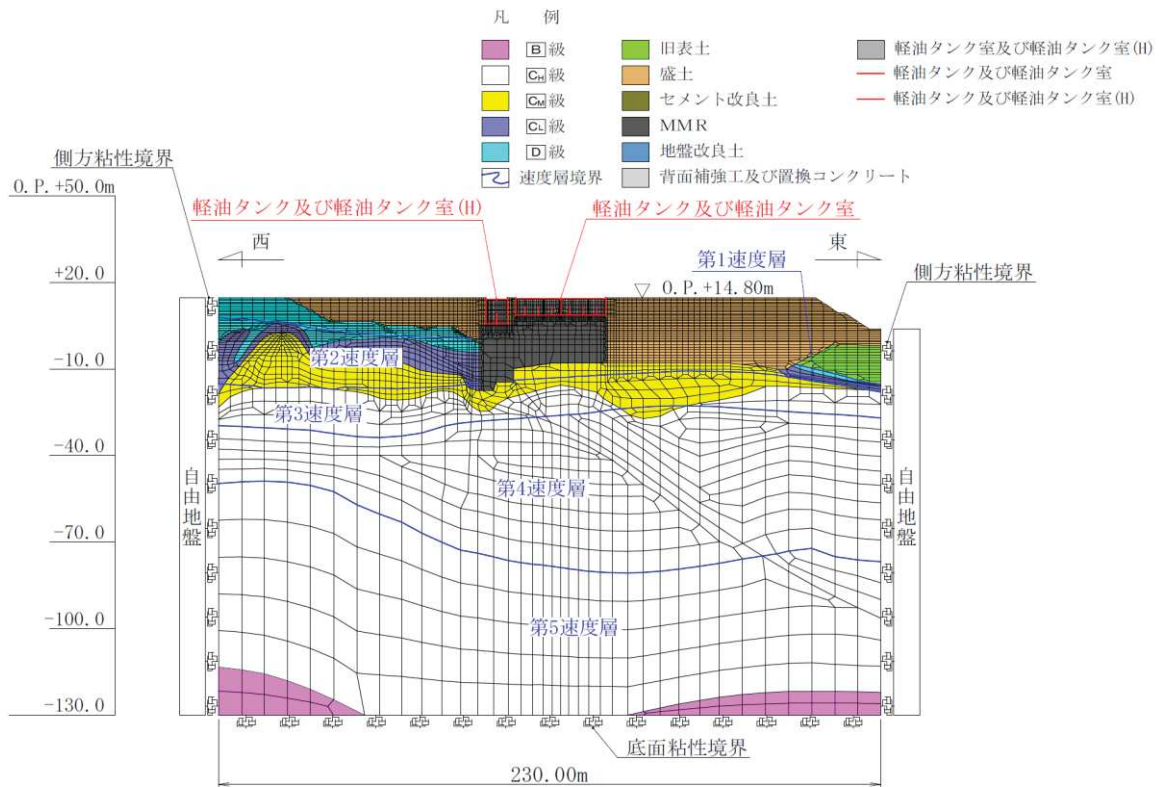


図 3-35 軽油タンク室の地震応答解析モデル図（東西方向（タンク室））

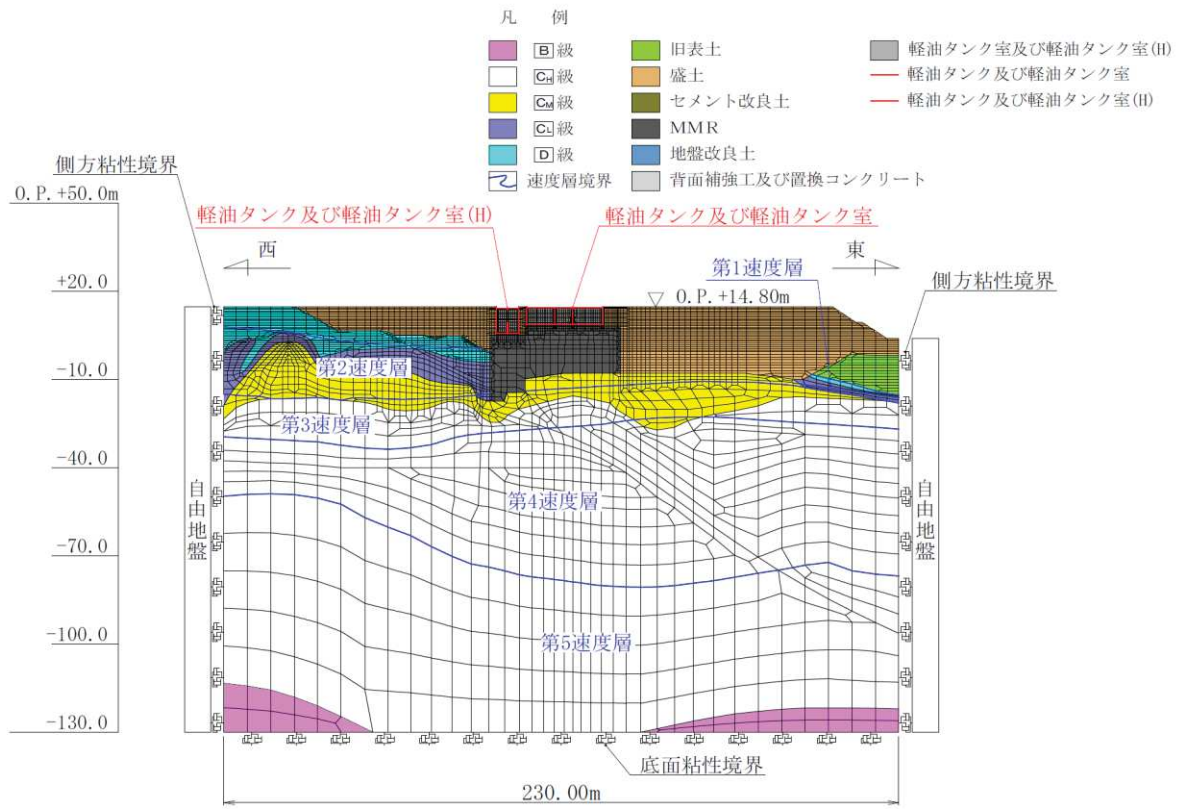


図 3-36 軽油タンク室の地震応答解析モデル図（東西方向（ポンプ室））

### 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, 隔壁	設計基準強度 20.5N/mm <sup>2</sup>
	頂版, 隔壁	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>
鉄筋		SD345
軽油タンク		SM400C

表 3-7 材料の物性値

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*		3.32×10 <sup>4</sup>	解析ケース④
		設計基準強度	20.5N/mm <sup>2</sup>	2.33×10 <sup>4</sup>	解析ケース①, ②, ③
			24.0N/mm <sup>2</sup>	2.50×10 <sup>4</sup>	
	ポアソン比		0.2		

注記\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 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 3-37～図 3-39 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
軽油タンク室	南北方向	O. P. -3.00 m
	東西方向 (タンク室)	O. P. -3.00 m～O. P. +3.00 m
	東西方向 (ポンプ室)	O. P. -3.00 m～O. P. +3.00 m

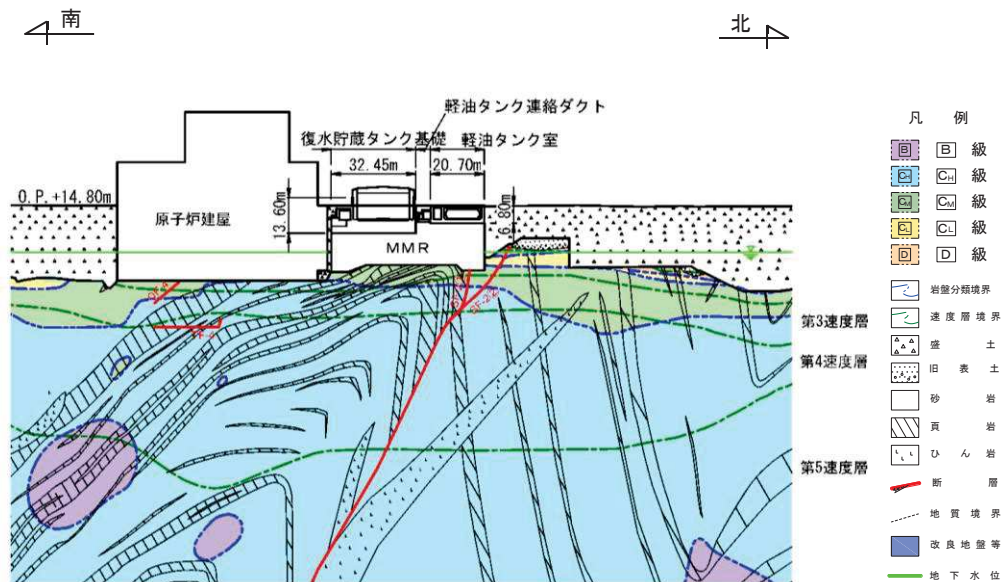


図 3-37 設計用地下水位 (南北方向)

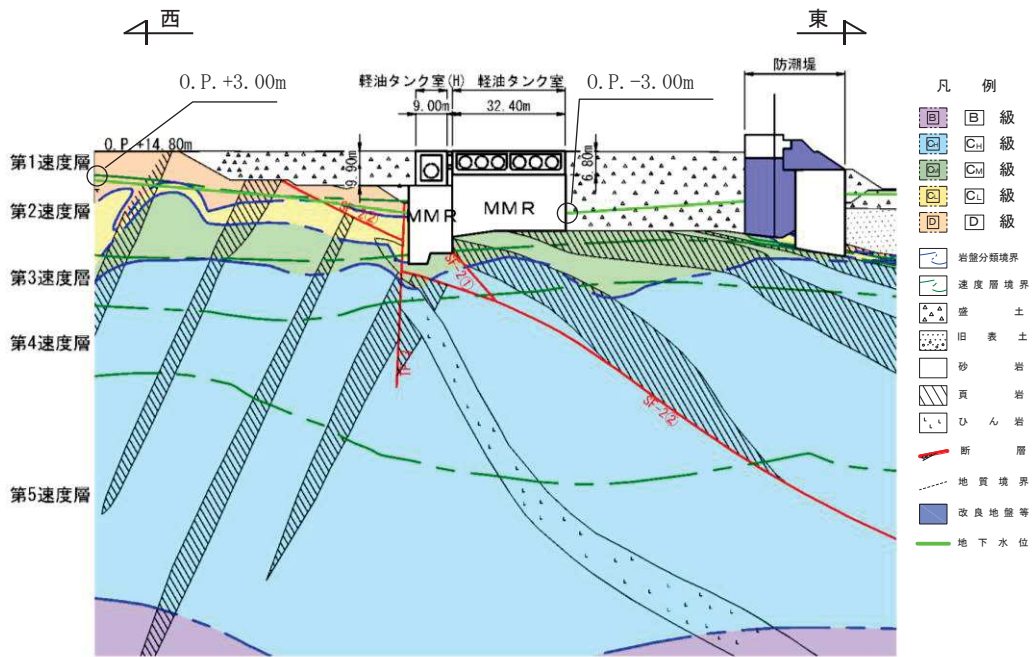


図 3-38 設計用地下水位 (東西方向 (タンク室))

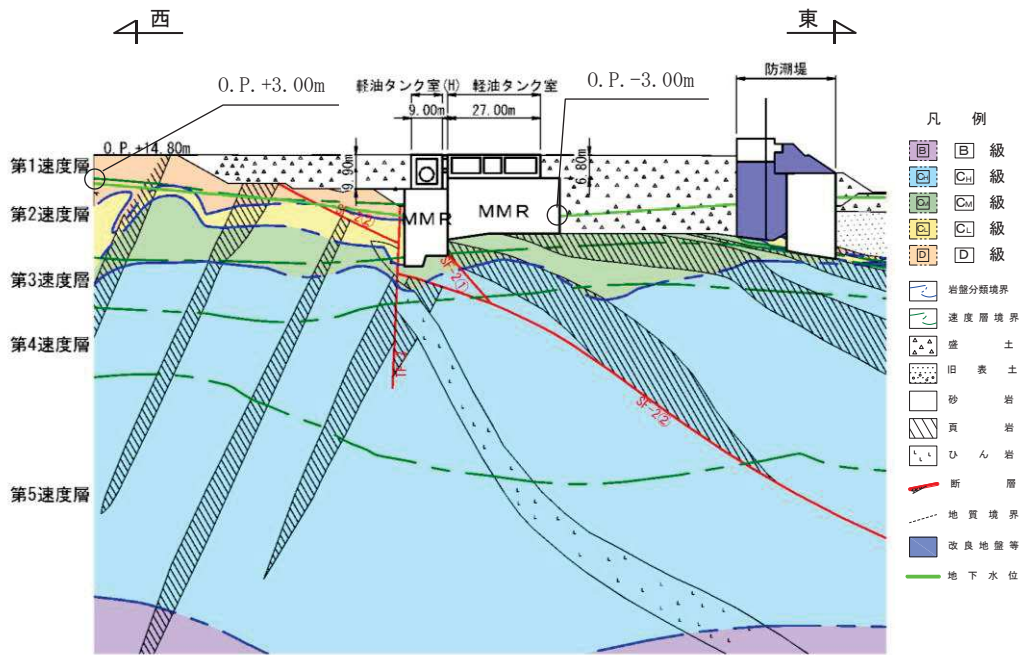


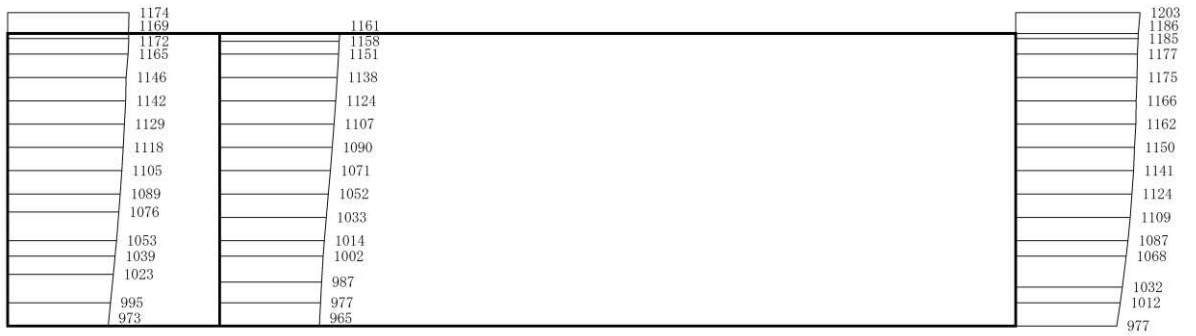
図 3-39 設計用地下水位 (東西方向 (ポンプ室))

#### 4. 解析結果

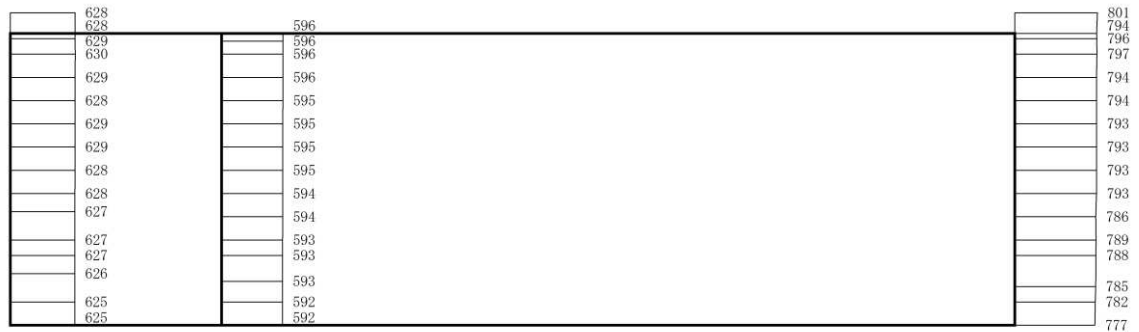
##### 4.1 南北方向の解析結果

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 4-1～図 4-14 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②～④の最大加速度分布図を図 4-15～図 4-17 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 4-18～図 4-38 に示す。また、解析ケース①～④について、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 4-39～図 4-66 に示す。



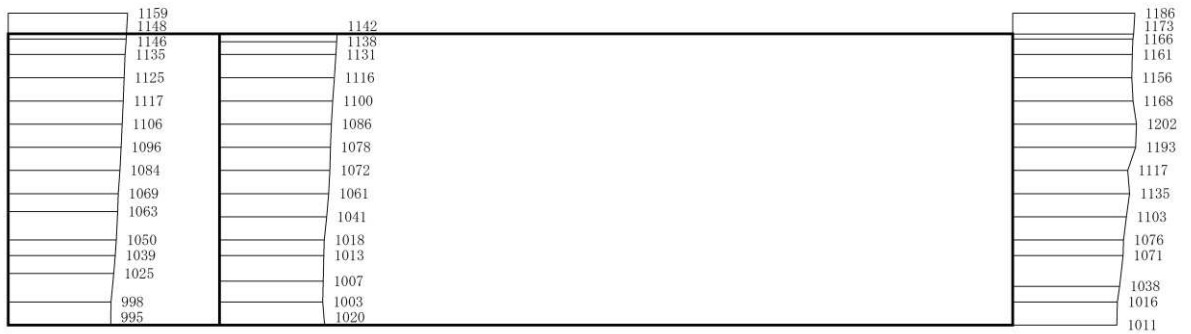
(a) S s - D 1 (++) 水平



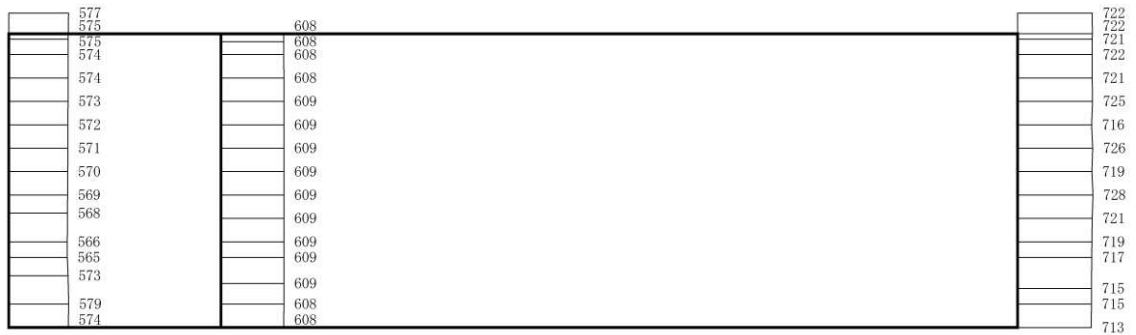
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-1 最大加速度分布図 (1/17) (解析ケース①)



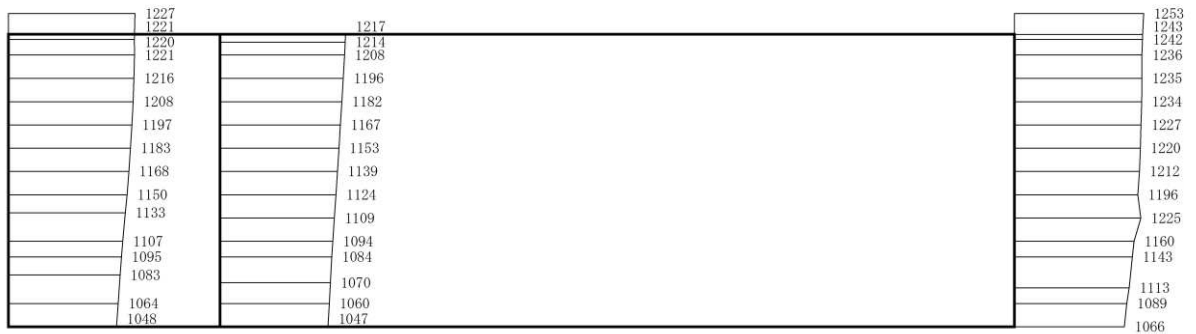
(a) S s - D 1 (-+) 水平



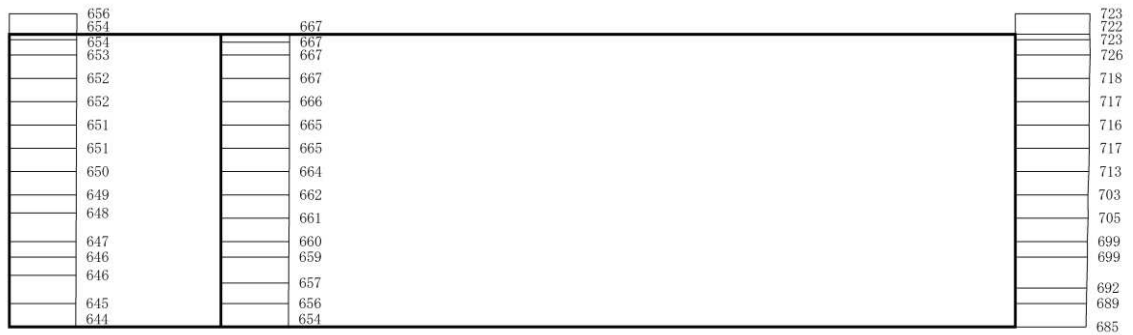
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (-+) 鉛直

図 4-2 最大加速度分布図 (2/17) (解析ケース①)



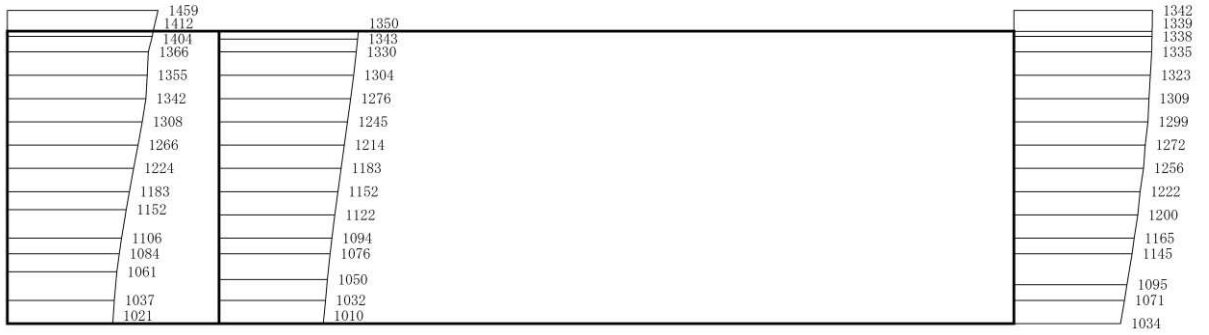
(a) S s - D 2 (++) 水平



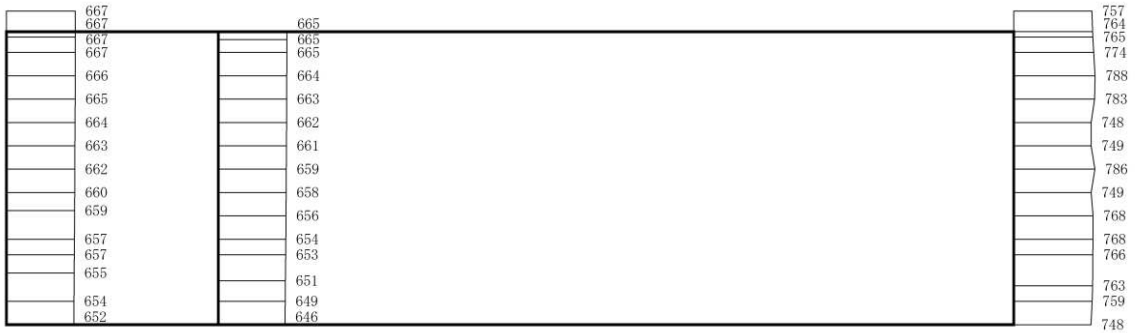
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-3 最大加速度分布図 (3/17) (解析ケース①)



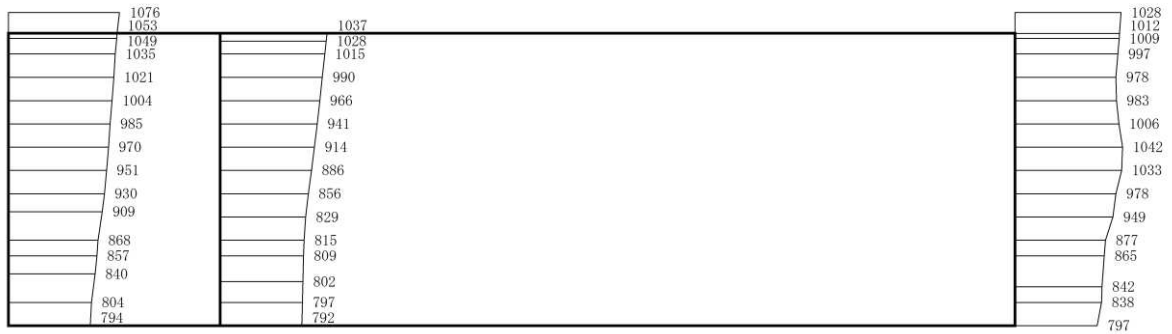
(a) S s - D 2 ( - + ) 水平



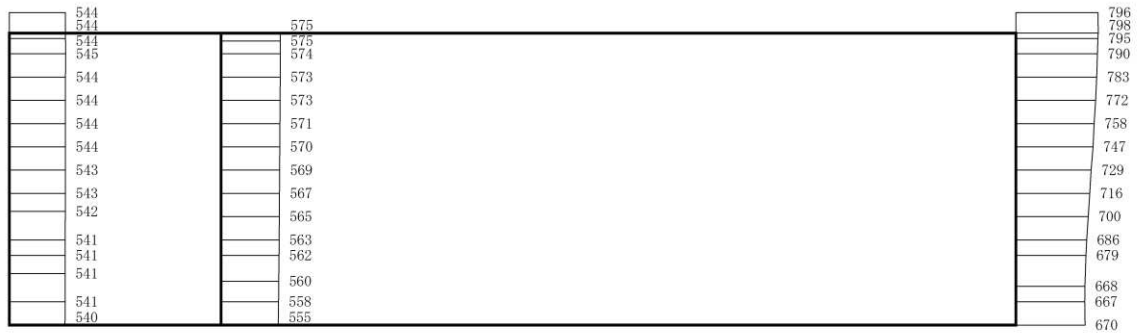
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 ( - + ) 鉛直

図 4-4 最大加速度分布図 (4/17) (解析ケース①)



(a) S s - D 3 (++) 水平



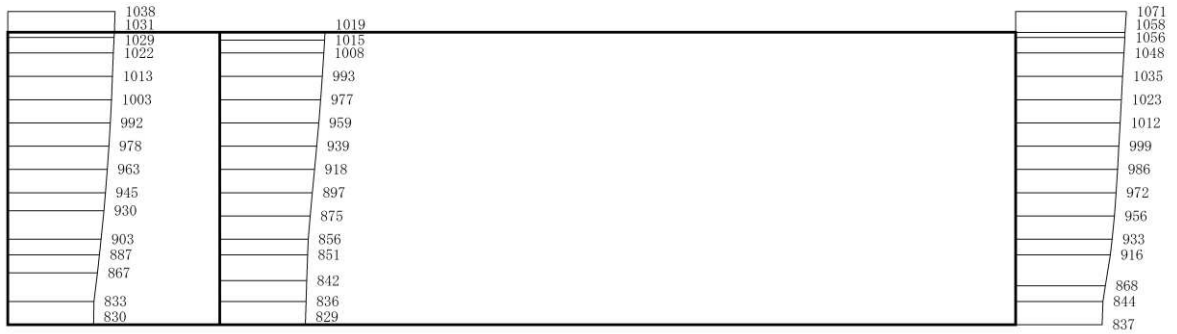
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

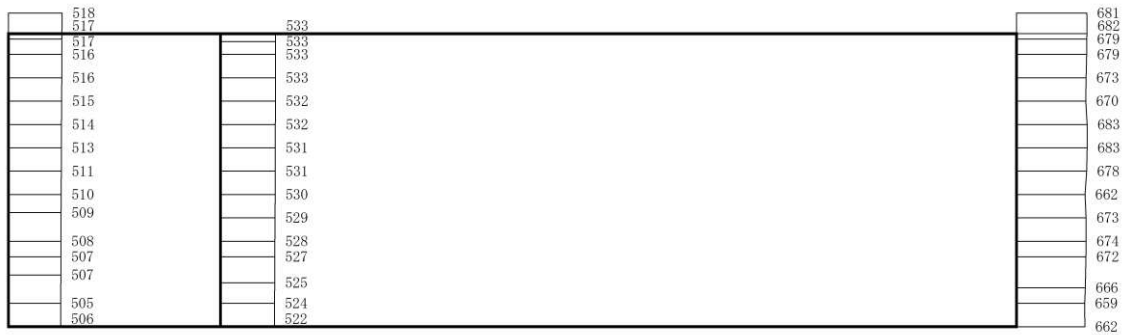
図 4-5 最大加速度分布図 (5/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2





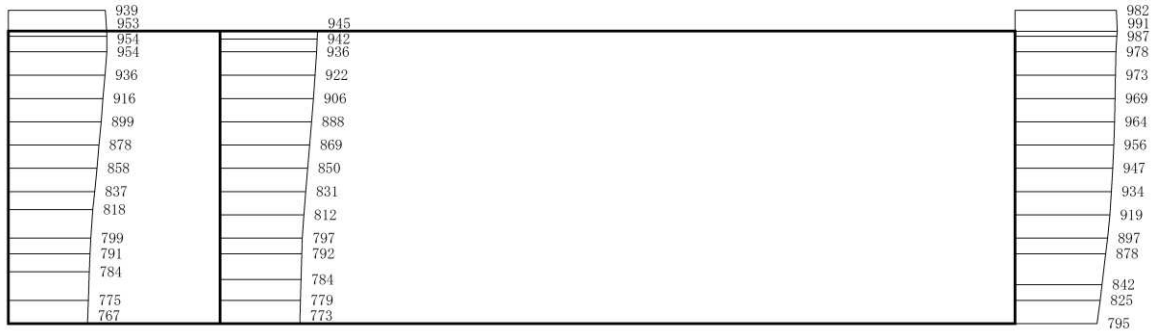
(a) S s - D 3 ( - + ) 水平



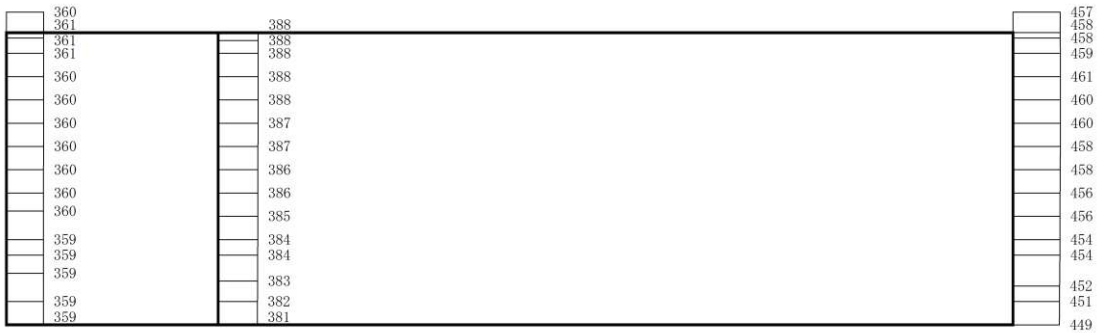
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 ( - + ) 鉛直

図 4-6 最大加速度分布図 (6/17) (解析ケース①)



(a) S<sub>s</sub>-F1 (++) 水平

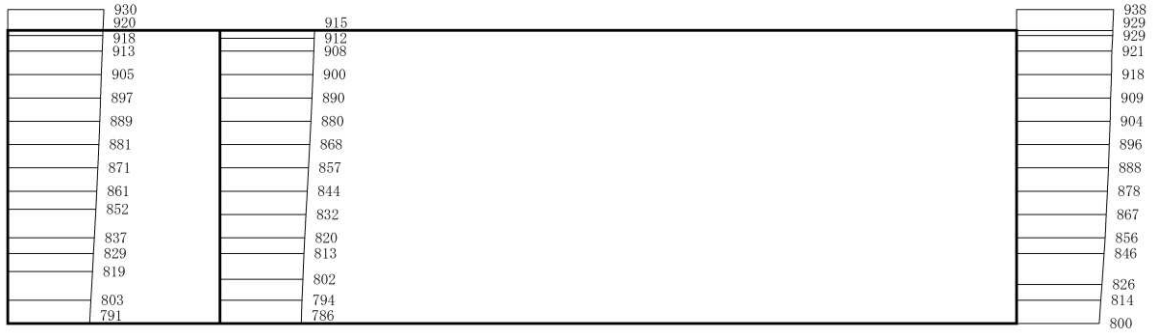


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

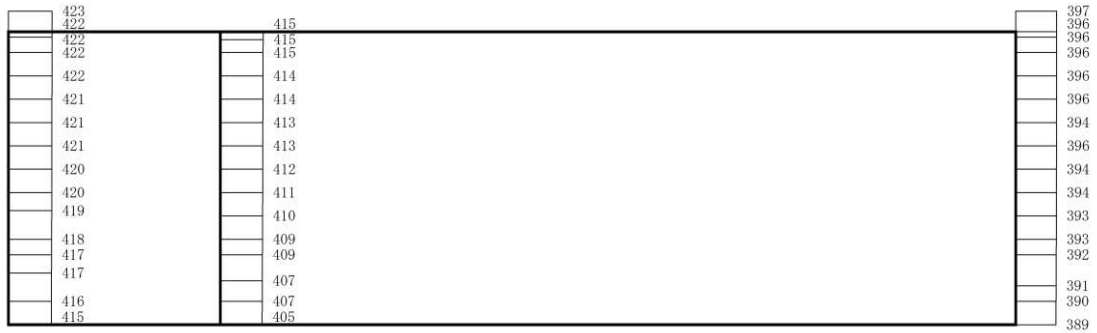
(b) S<sub>s</sub>-F1 (++) 鉛直

図 4-7 最大加速度分布図 (7/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a)  $S_s - F1 (-+)$  水平

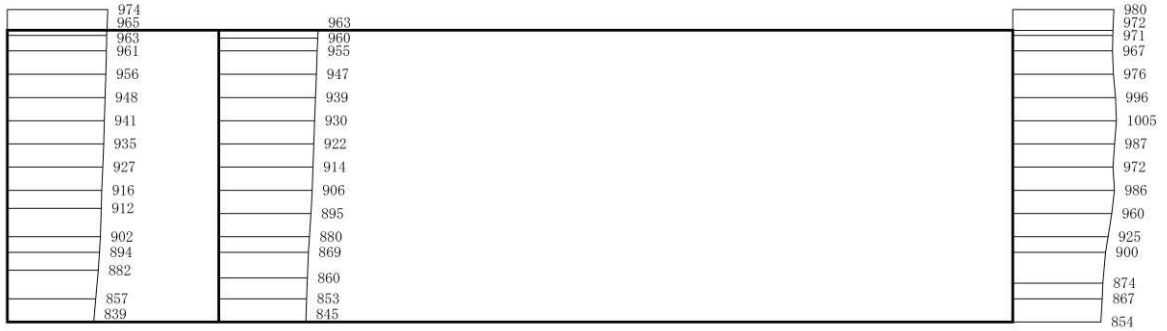


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

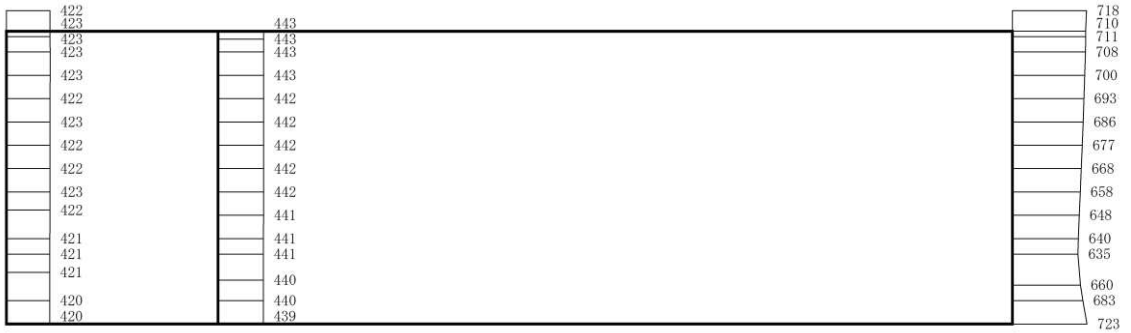
(b)  $S_s - F1 (-+)$  鉛直

図 4-8 最大加速度分布図 (8/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a)  $S_s - F_2 (++)$  水平

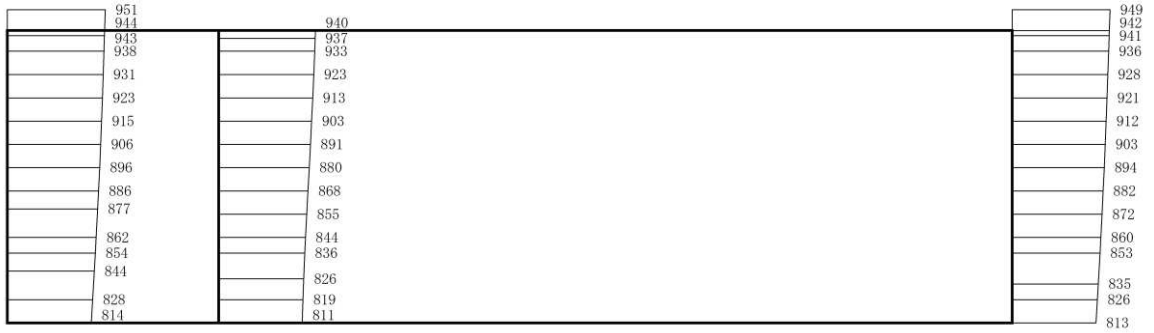


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

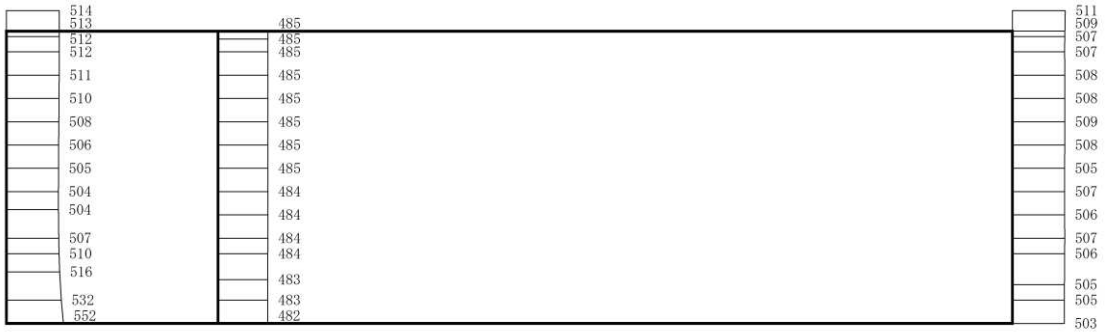
(b)  $S_s - F_2 (++)$  鉛直

図 4-9 最大加速度分布図 (9/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S s - F 2 (-+) 水平

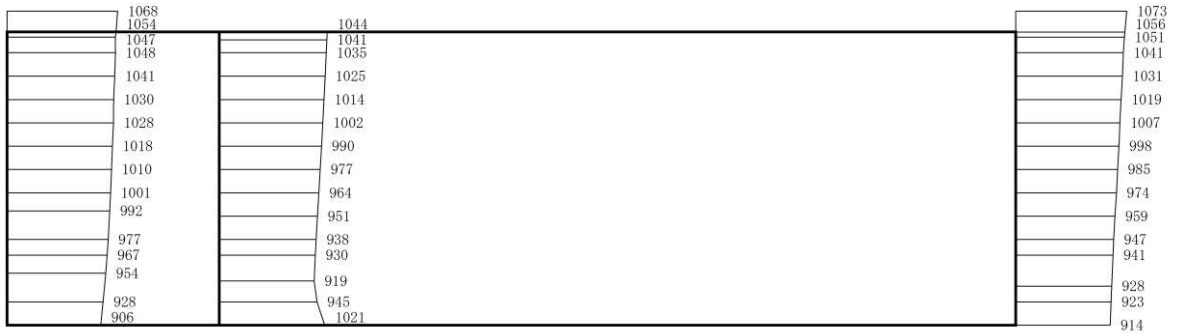


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

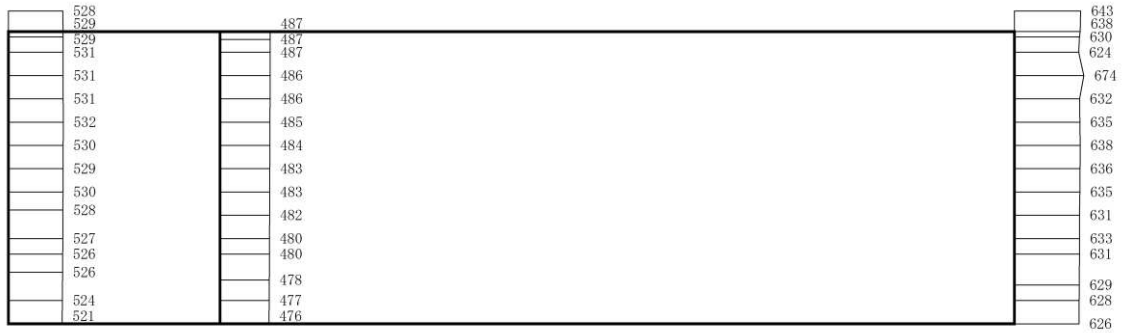
(b) S s - F 2 (-+) 鉛直

図 4-10 最大加速度分布図 (10/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S s - F 3 (++) 水平

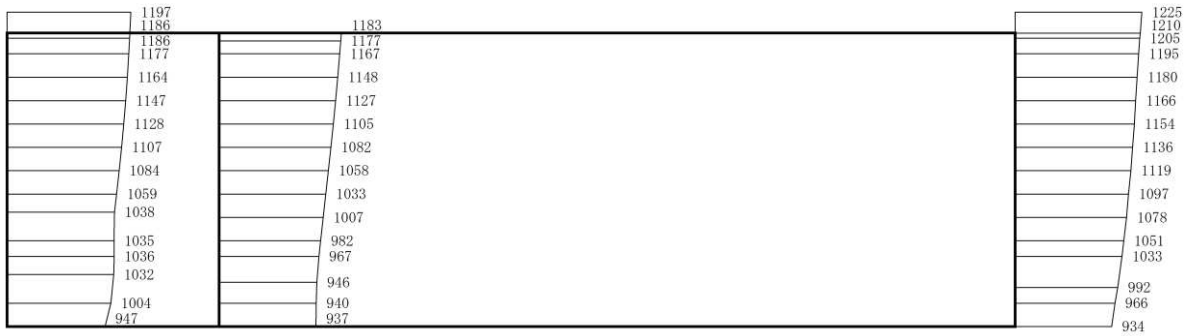


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

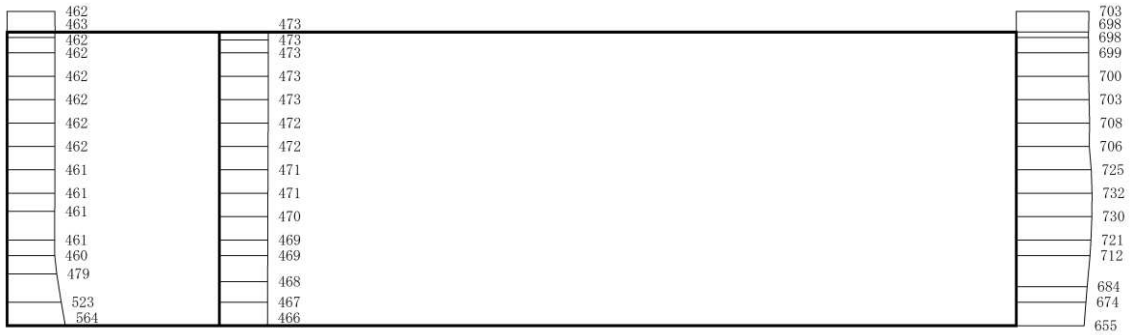
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-11 最大加速度分布図 (11/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S<sub>s</sub>-F3 (-+) 水平

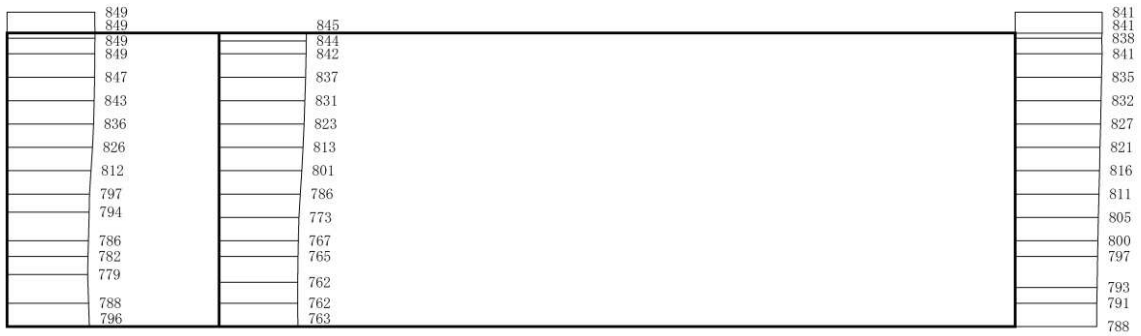


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

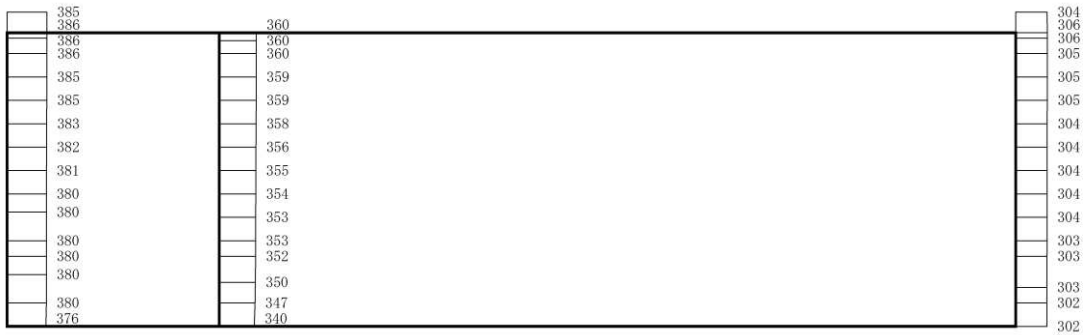
(b) S<sub>s</sub>-F3 (-+) 鉛直

図 4-12 最大加速度分布図 (12/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S<sub>s</sub>-N1 (++) 水平



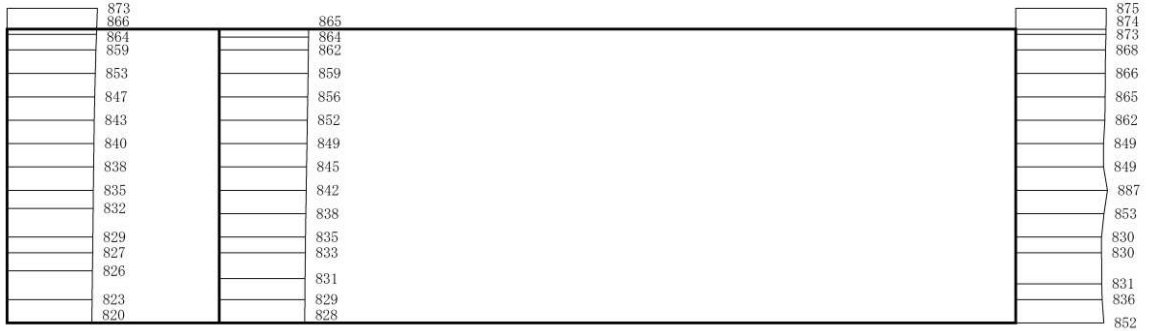
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S<sub>s</sub>-N1 (++) 鉛直

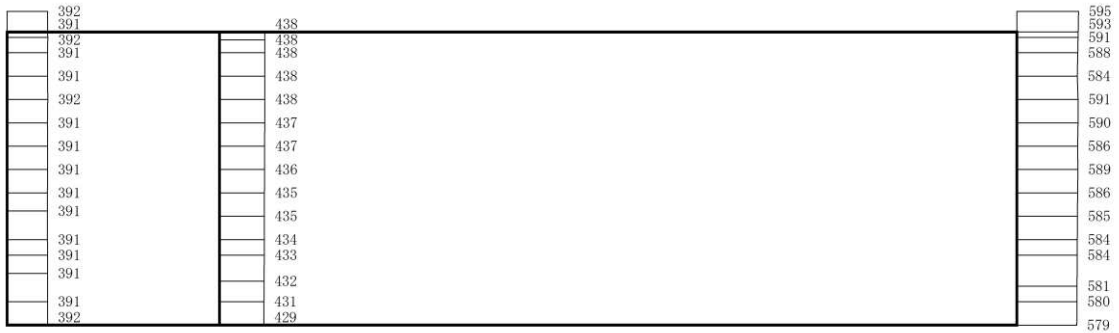
図 4-13 最大加速度分布図 (13/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2





(a) S s - N 1 ( - + ) 水平

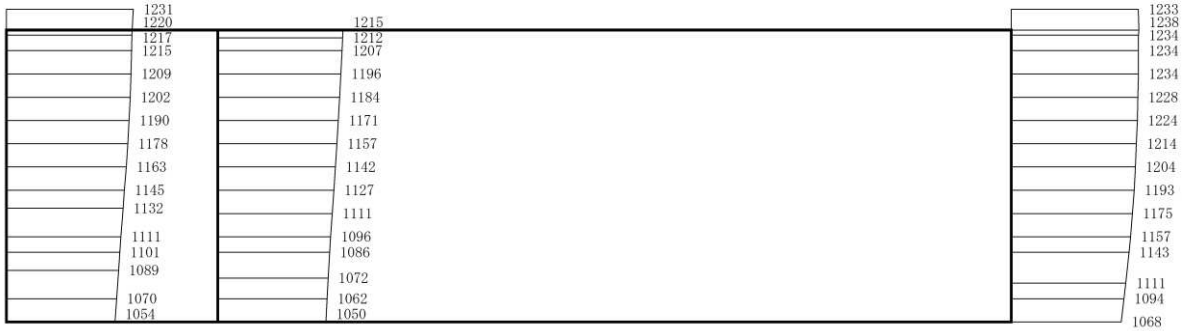


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

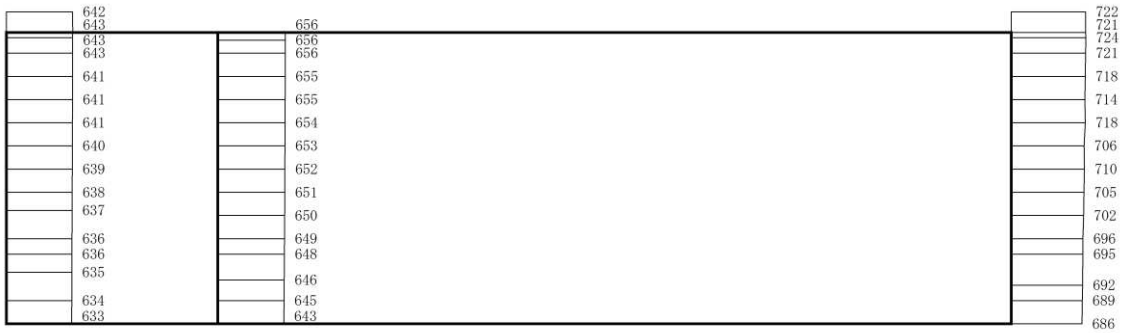
(b) S s - N 1 ( - + ) 鉛直

図 4-14 最大加速度分布図 (14/17) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0 ③ 0 2



(a) S<sub>s</sub>-D2 (++) 水平

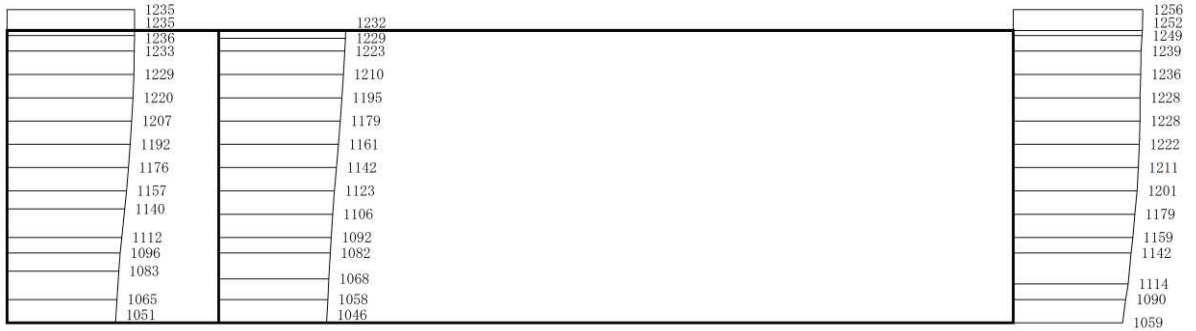


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

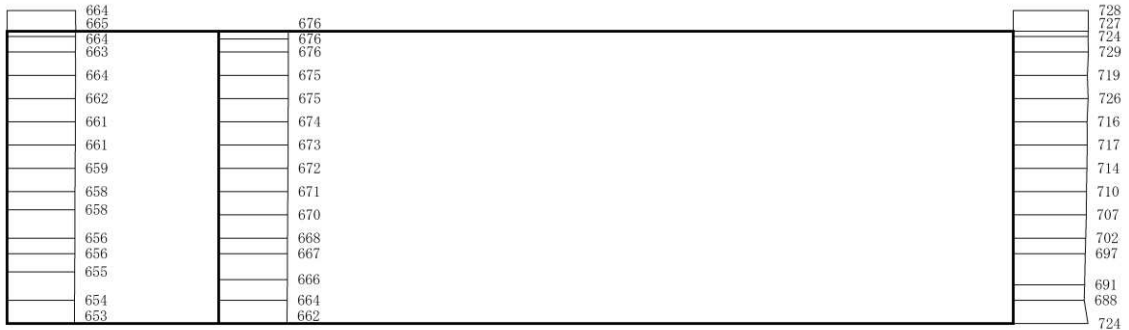
(b) S<sub>s</sub>-D2 (++) 鉛直

図 4-15 最大加速度分布図 (15/17)

(解析ケース②：せん断破壊に対する最大照査値ケース)



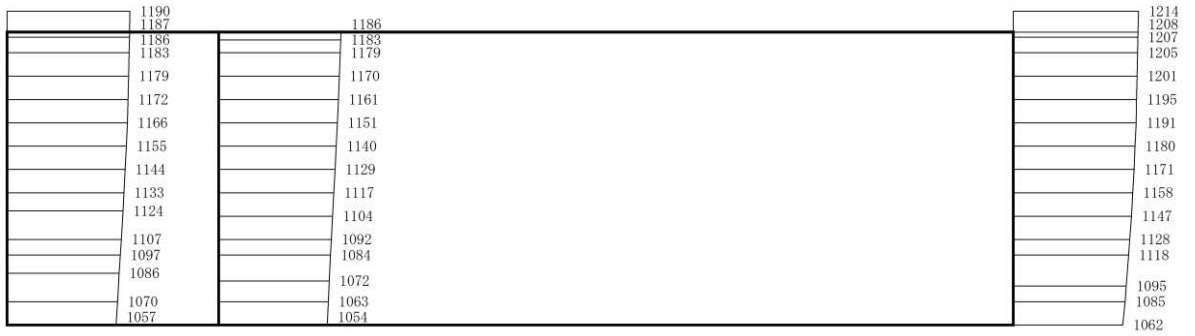
(a) S<sub>s</sub>-D2 (++) 水平



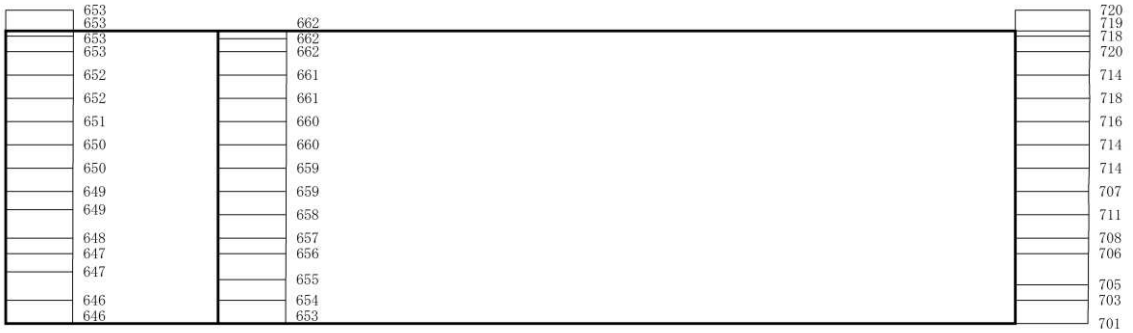
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S<sub>s</sub>-D2 (++) 鉛直

図4-16 最大加速度分布図 (16/17)  
(解析ケース③：せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S<sub>s</sub>-D2 (++) 水平

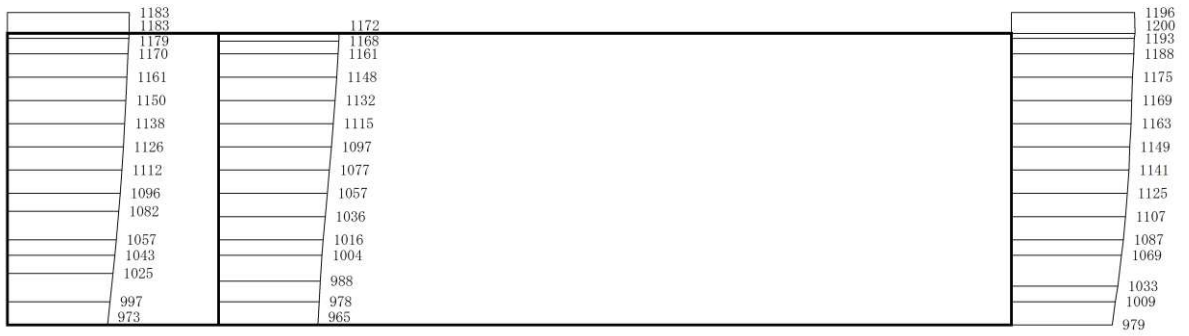


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

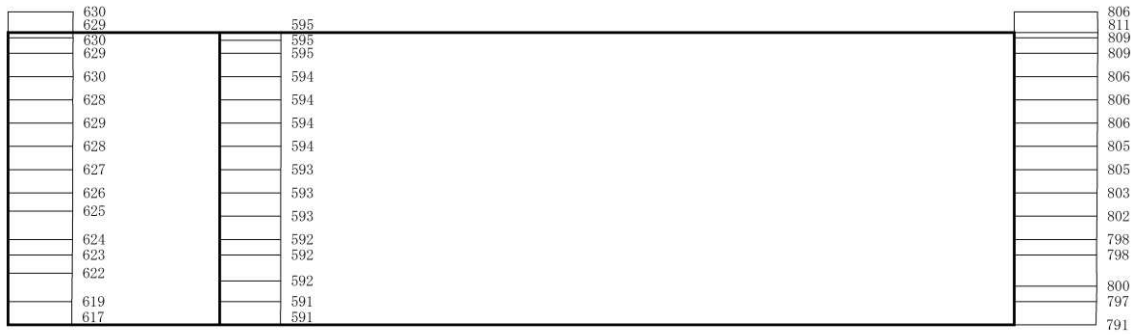
(b) S<sub>s</sub>-D2 (++) 鉛直

図 4-17 最大加速度分布図 (17/17)

(解析ケース④：せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a)  $S_s - D1$  (++) 水平

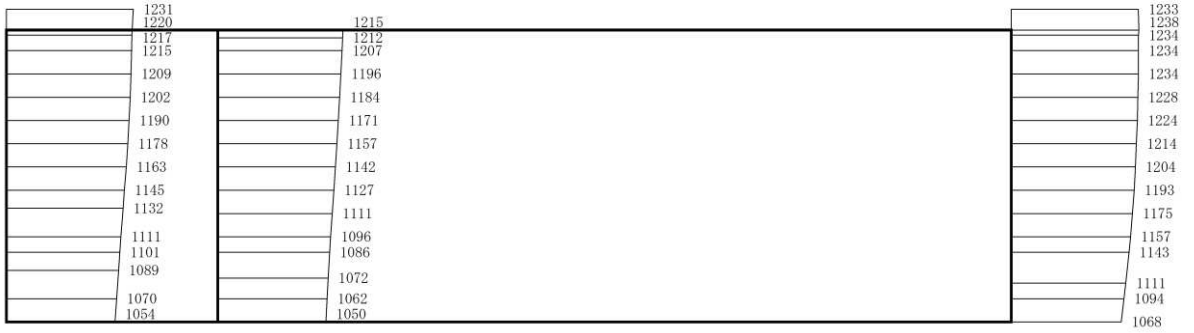


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

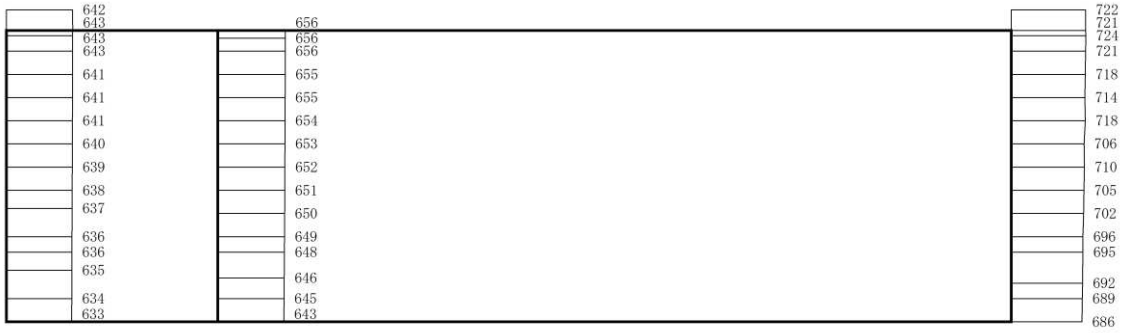
(b)  $S_s - D1$  (++) 鉛直

図 4-18 最大加速度分布図 (1/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



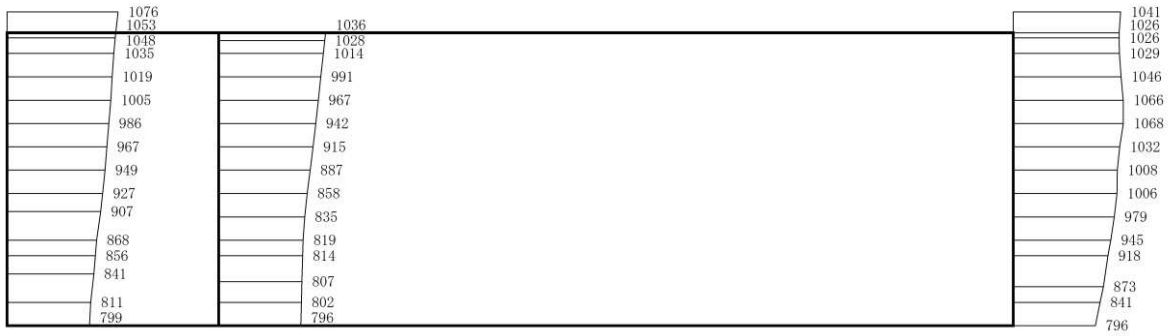
(a) S s - D 2 (++) 水平



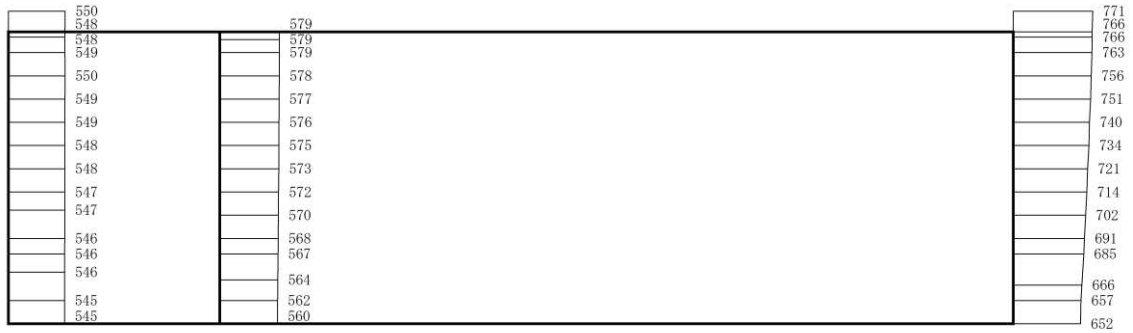
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-19 最大加速度分布図 (2/49) (解析ケース②)



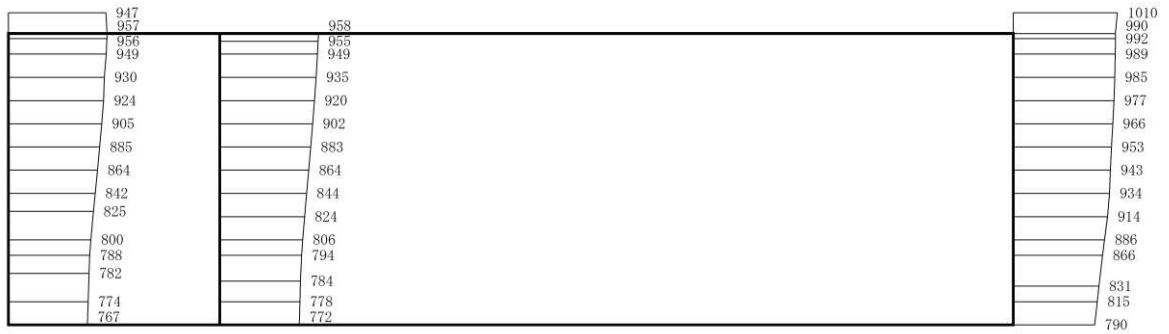
(a) S s - D 3 (++) 水平



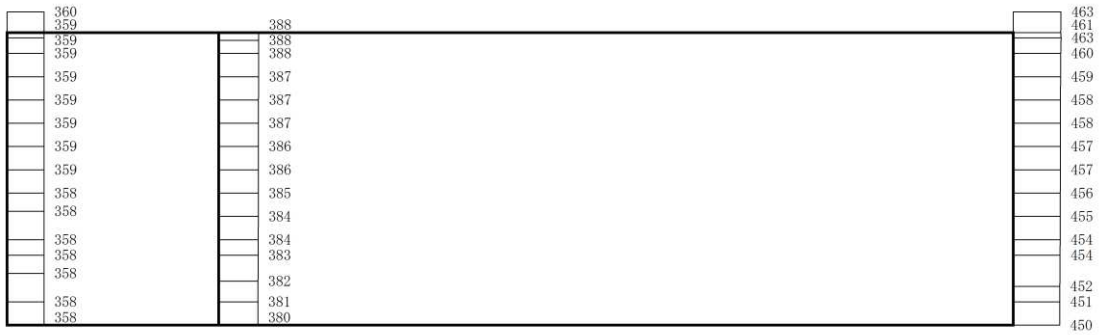
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-20 最大加速度分布図 (3/49) (解析ケース②)



(a)  $S_s - F1$  (++) 水平

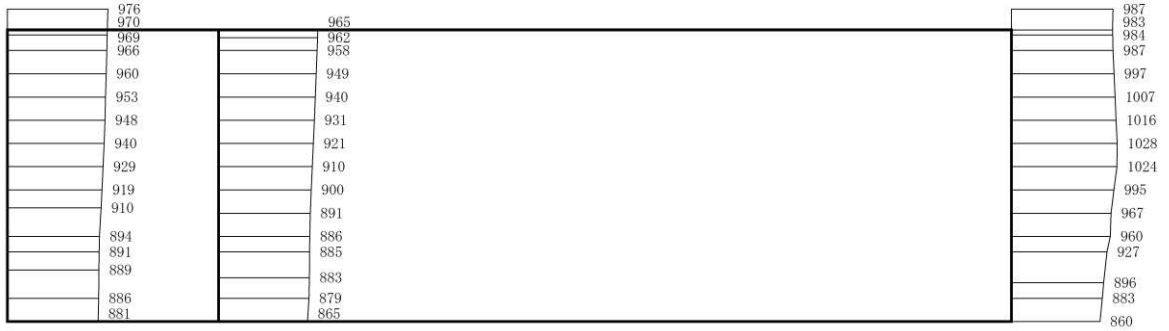


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

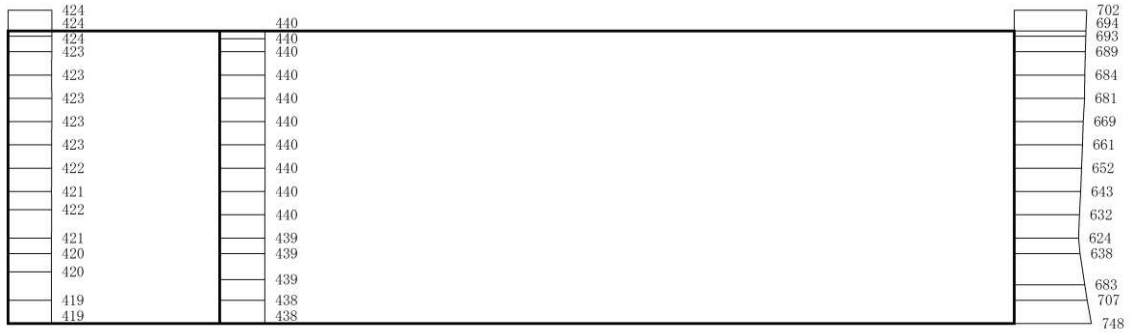
(b)  $S_s - F1$  (++) 鉛直

図 4-21 最大加速度分布図 (4/49) (解析ケース②)





(a) S<sub>s</sub>-F<sub>2</sub>(++) 水平

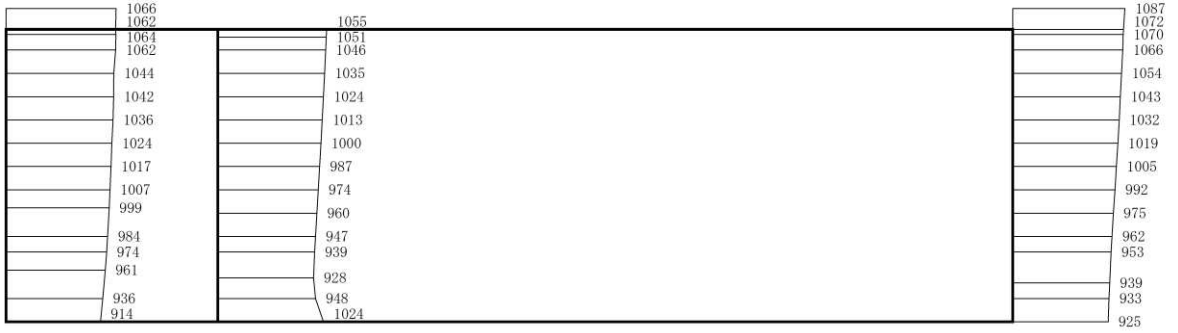


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

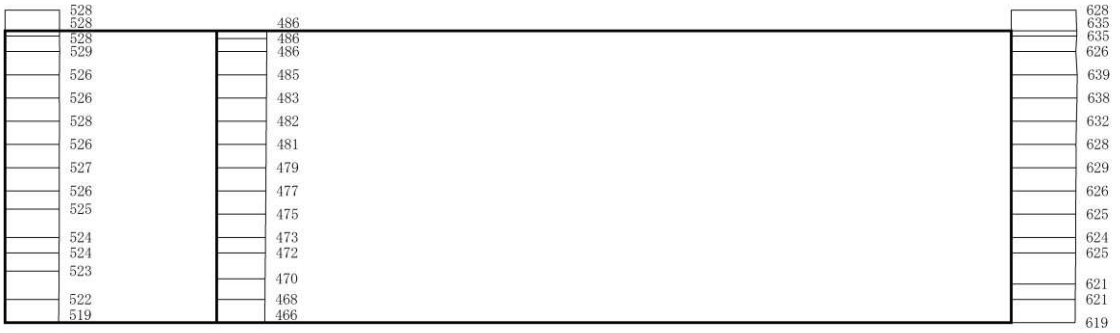
(b) S<sub>s</sub>-F<sub>2</sub>(++) 鉛直

図 4-22 最大加速度分布図 (5/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S<sub>s</sub>-F3(++) 水平

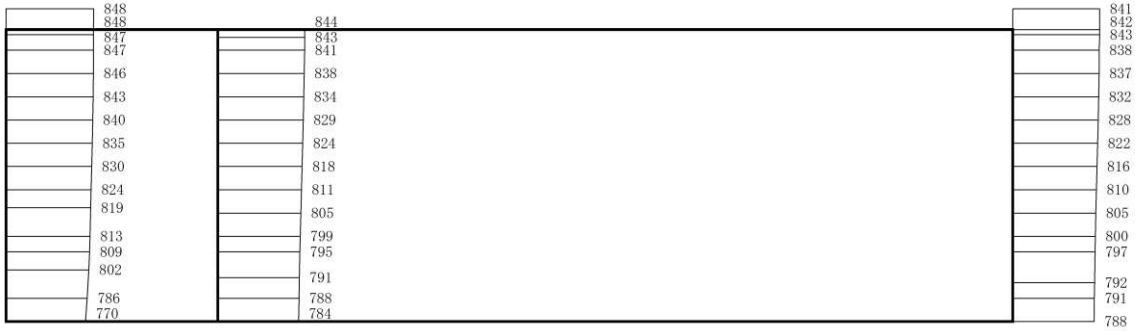


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

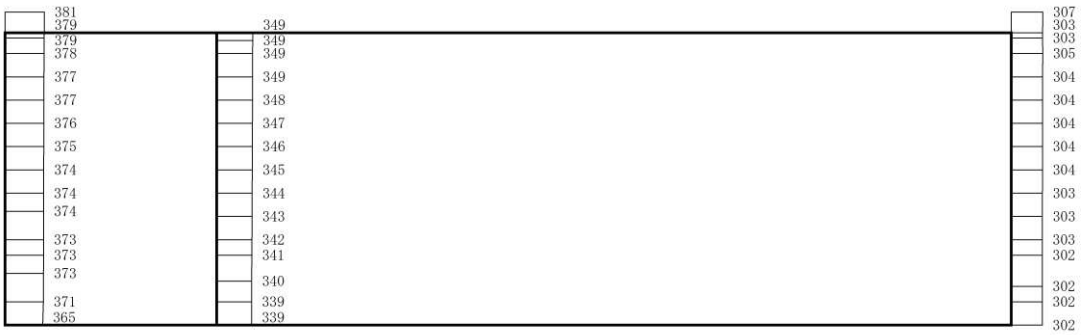
(b) S<sub>s</sub>-F3(++) 鉛直

図 4-23 最大加速度分布図 (6/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S s - N 1 (++) 水平

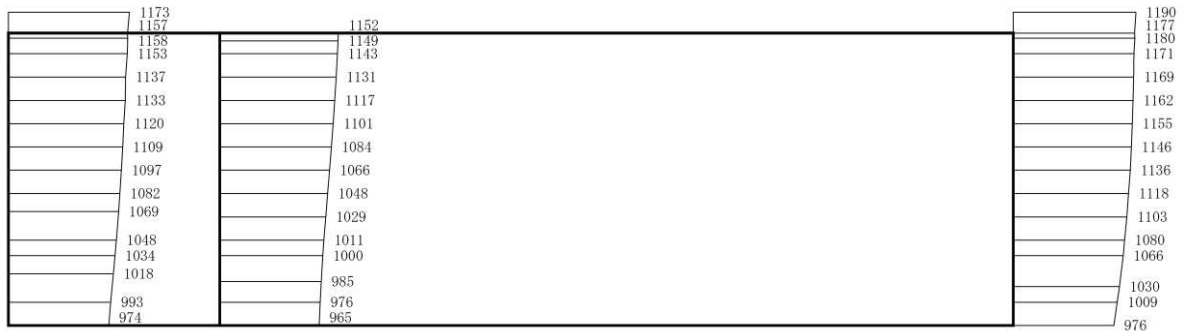


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

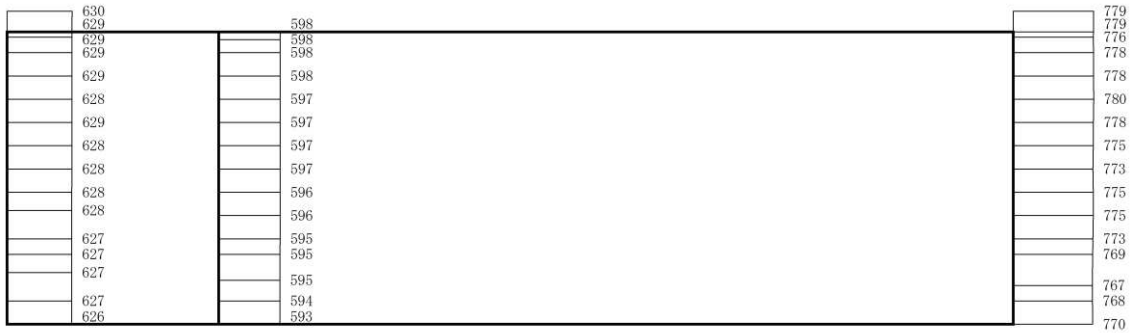
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-24 最大加速度分布図 (7/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S<sub>s</sub>-D1 (++) 水平

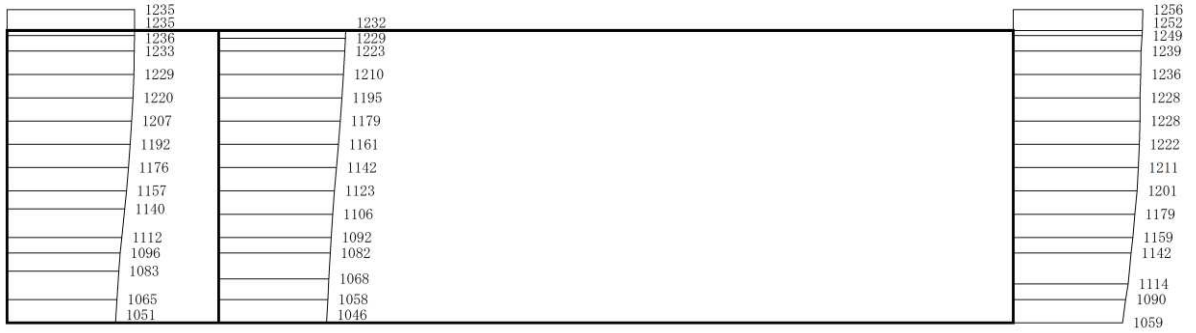


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

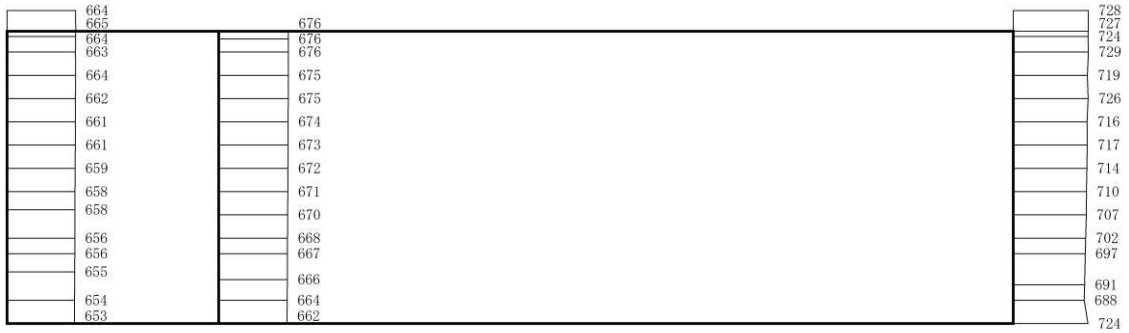
(b) S<sub>s</sub>-D1 (++) 鉛直

図 4-25 最大加速度分布図 (8/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0 ③ O 2



(a)  $S_s - D2$  (++) 水平

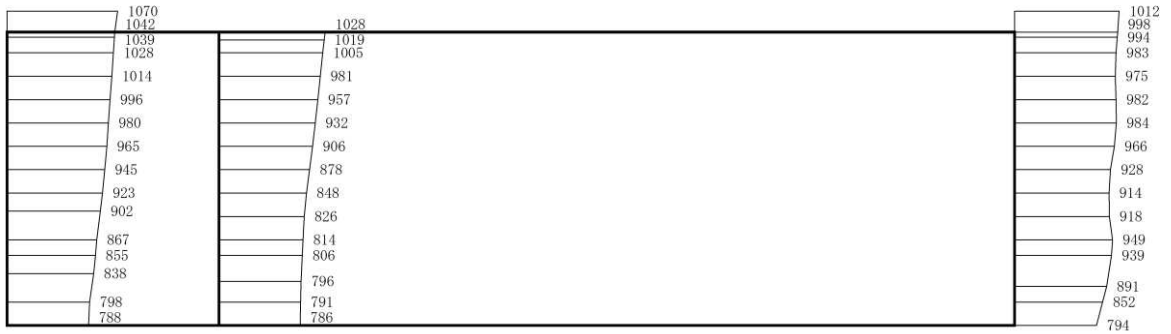


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

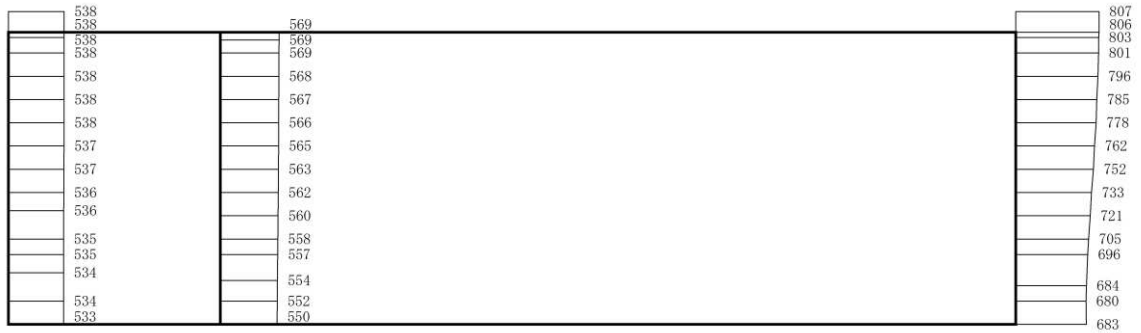
(b)  $S_s - D2$  (++) 鉛直

図 4-26 最大加速度分布図 (9/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S s - D 3 (++) 水平

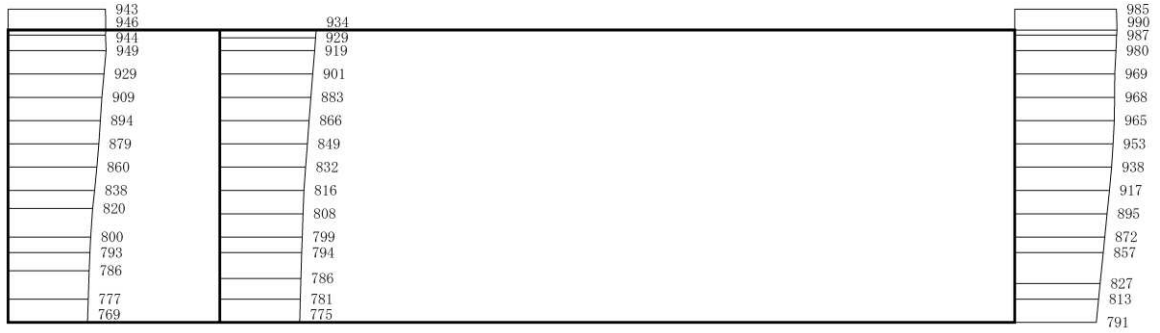


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

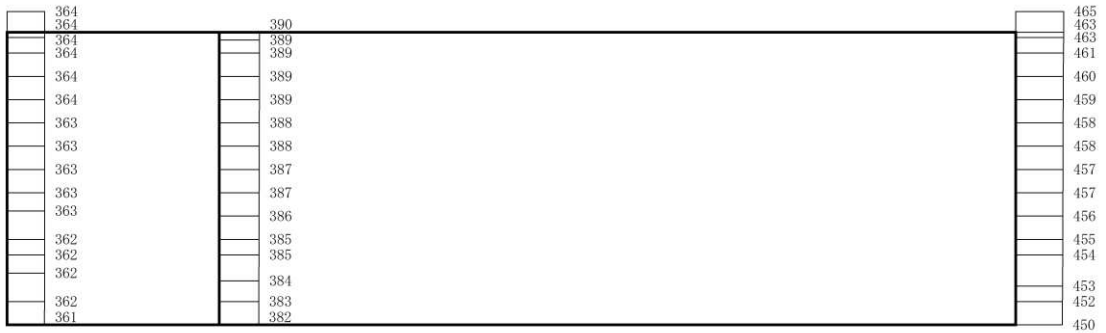
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-27 最大加速度分布図 (10/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a)  $S_s - F1$  (++) 水平

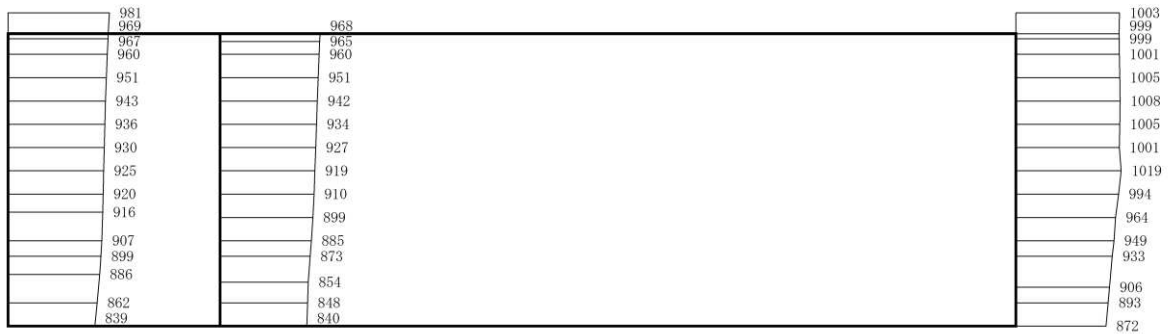


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

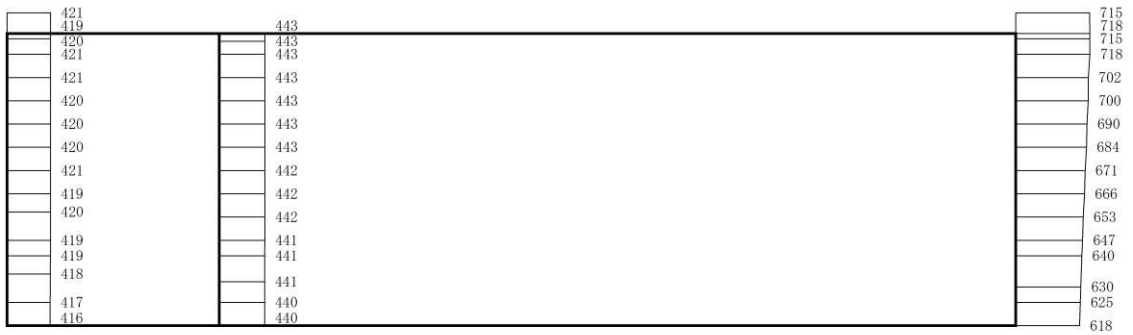
(b)  $S_s - F1$  (++) 鉛直

図 4-28 最大加速度分布図 (11/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a)  $S_s - F_2$  (++) 水平



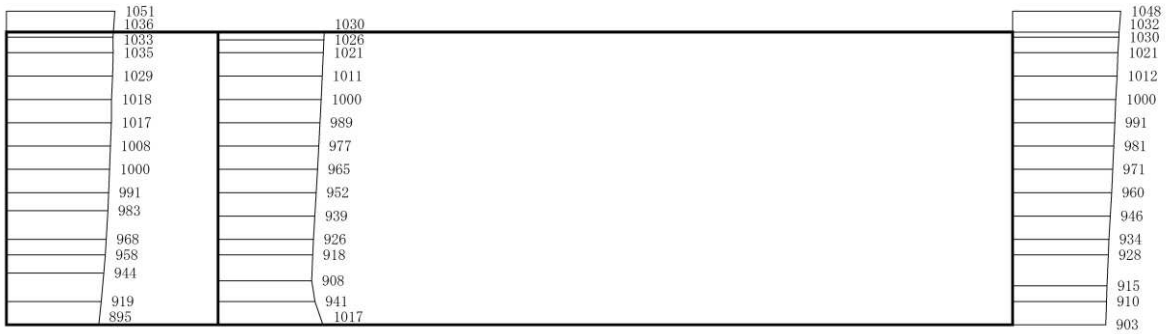
構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b)  $S_s - F_2$  (++) 鉛直

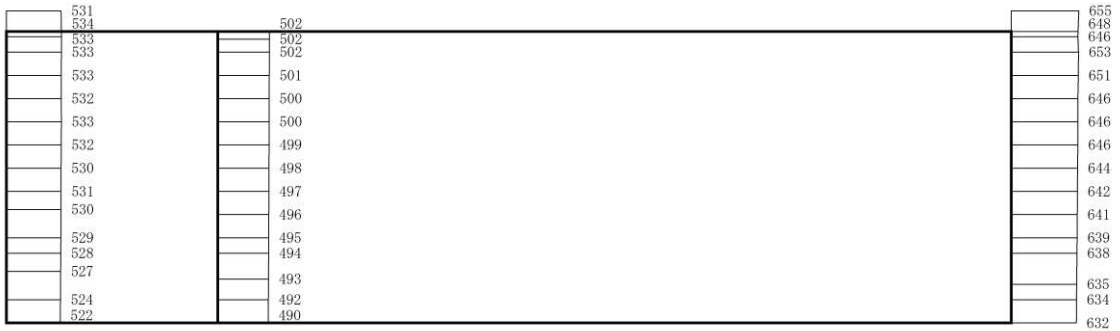
図 4-29 最大加速度分布図 (12/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2





(a) S<sub>s</sub>-F3(++) 水平

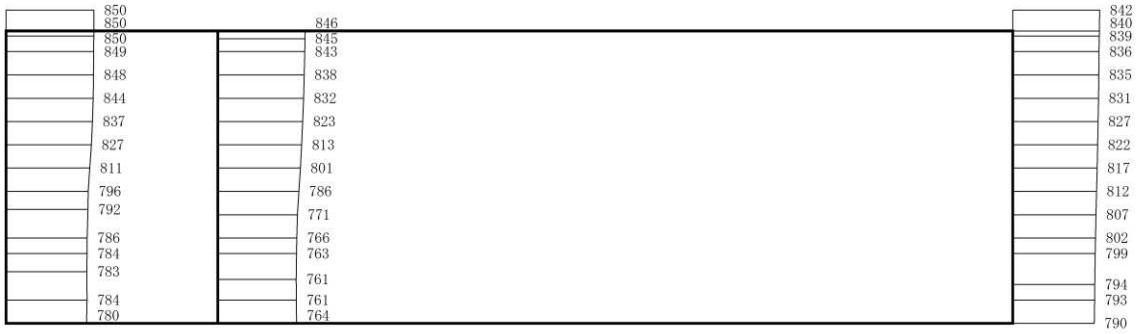


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

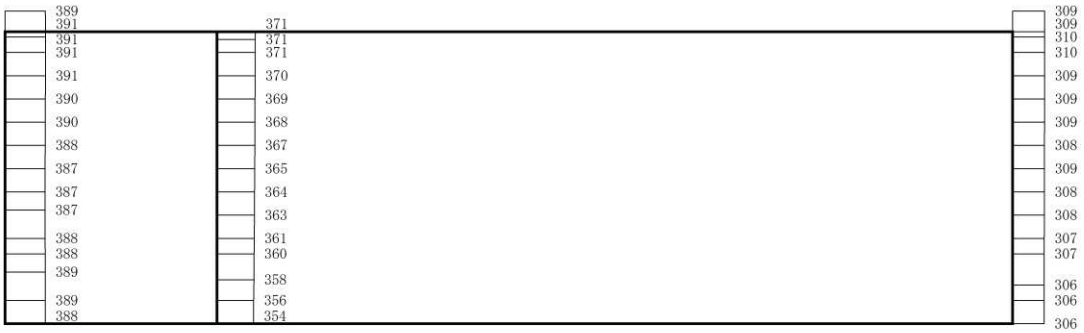
(b) S<sub>s</sub>-F3(++) 鉛直

図 4-30 最大加速度分布図 (13/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a)  $S_s - N1$  (++) 水平

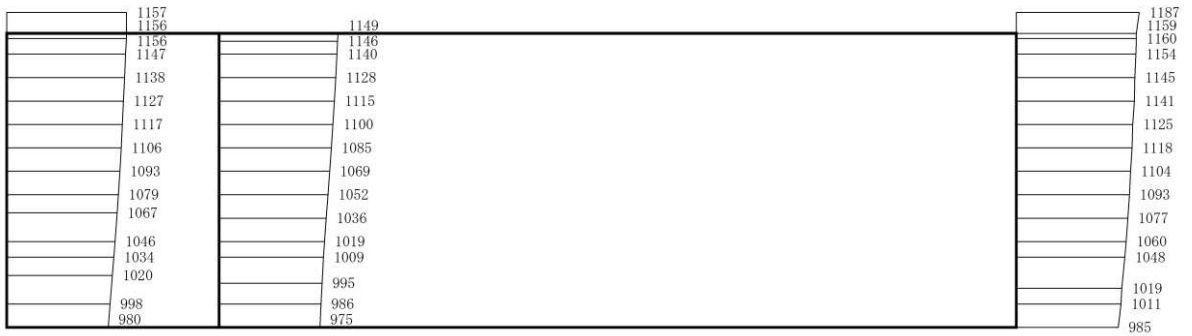


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

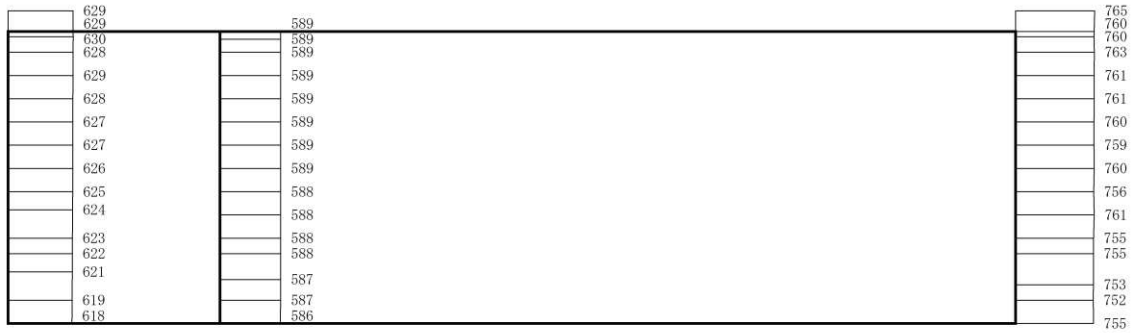
(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

図 4-31 最大加速度分布図 (14/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S s - D 1 (++) 水平

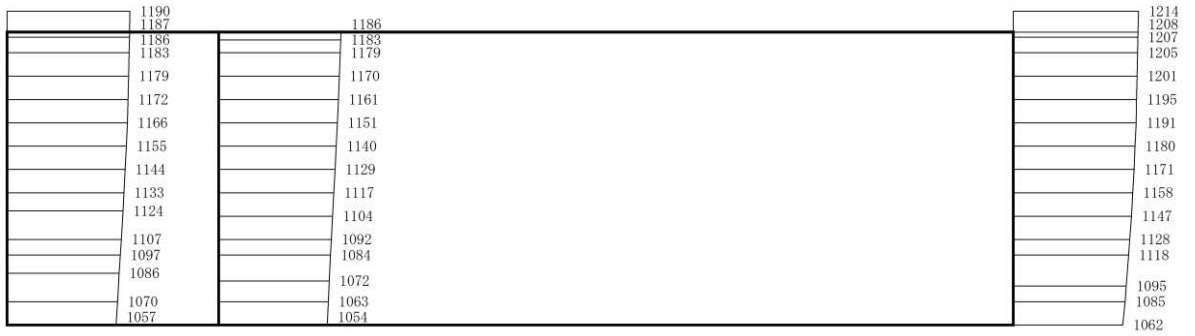


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

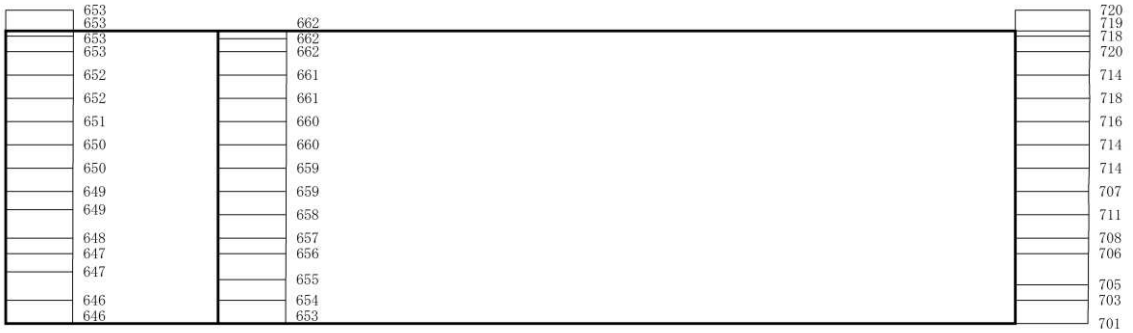
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-32 最大加速度分布図 (15/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S<sub>s</sub>-D2 (++) 水平

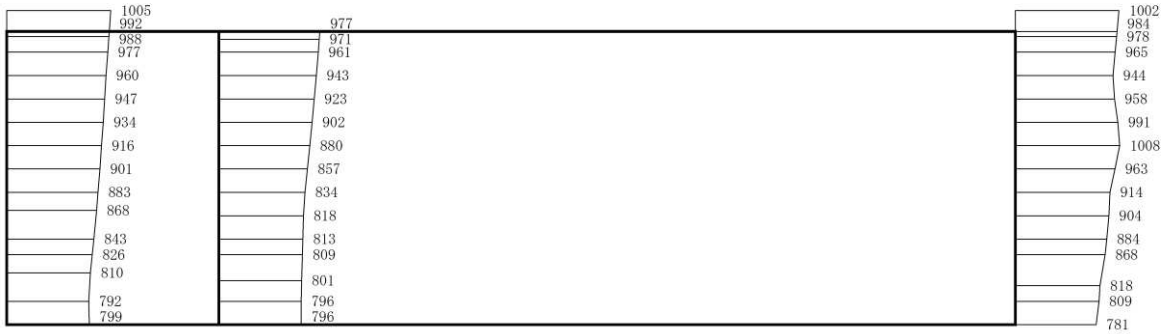


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

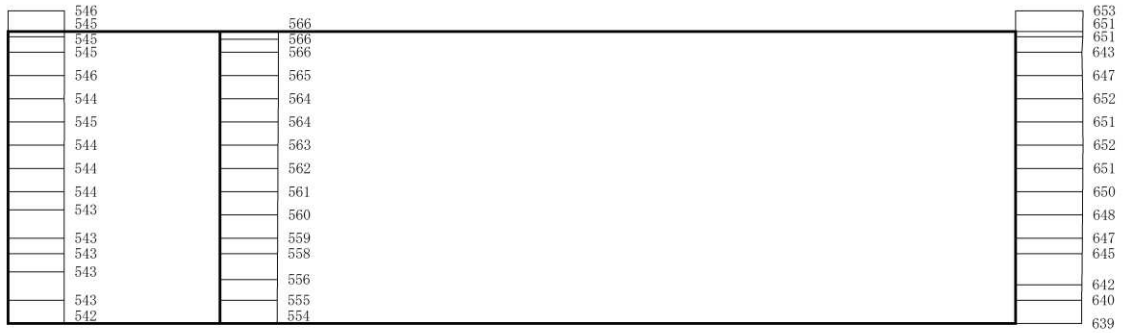
(b) S<sub>s</sub>-D2 (++) 鉛直

図 4-33 最大加速度分布図 (16/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



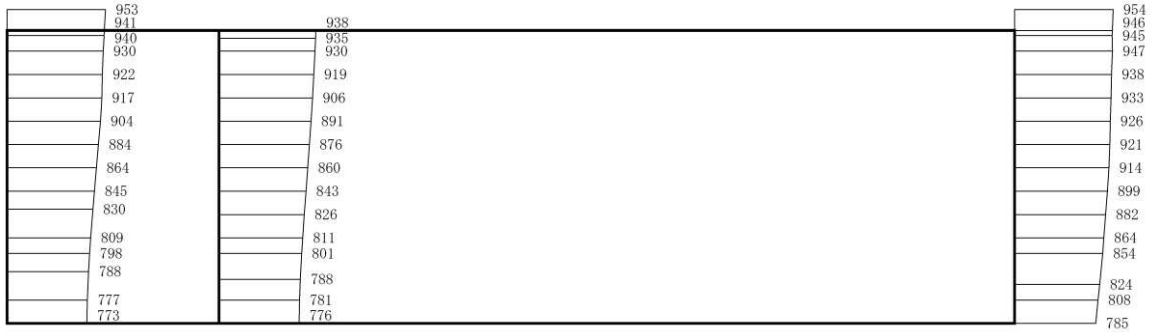
(a) S s - D 3 (++) 水平



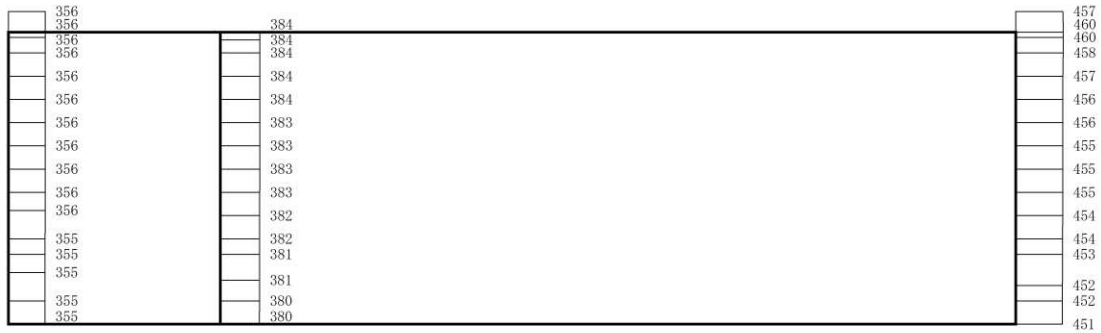
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-34 最大加速度分布図 (17/49) (解析ケース④)



(a)  $S_s - F1$  (++) 水平

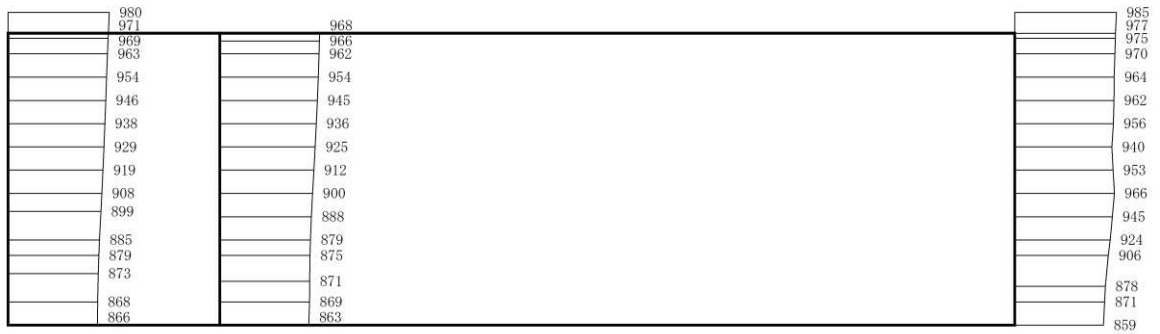


構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

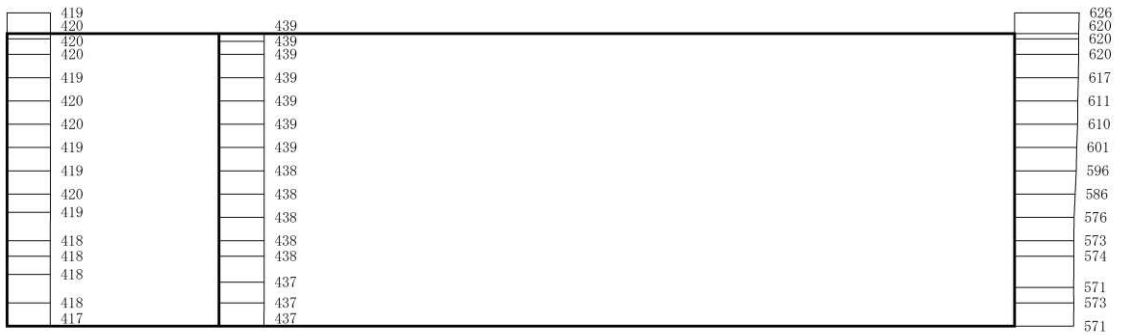
(b)  $S_s - F1$  (++) 鉛直

図 4-35 最大加速度分布図 (18/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S<sub>s</sub>-F<sub>2</sub>(++) 水平

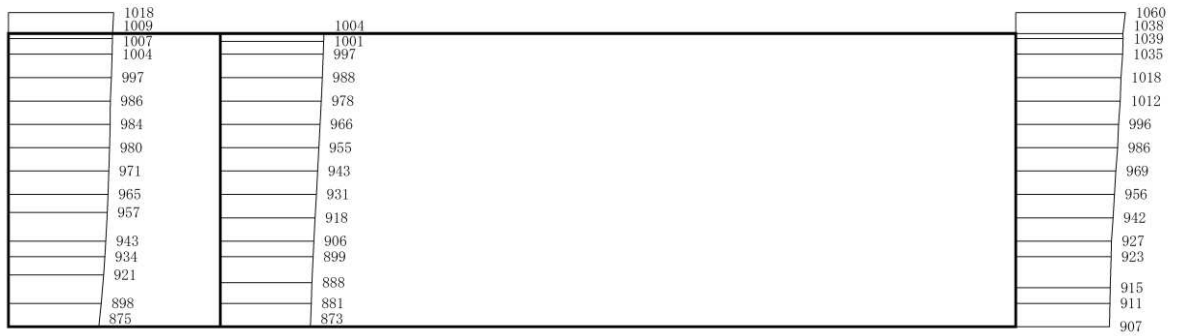


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

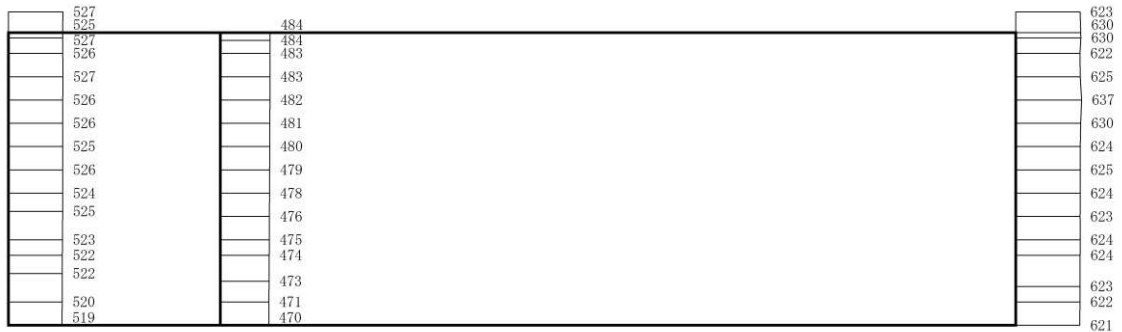
(b) S<sub>s</sub>-F<sub>2</sub>(++) 鉛直

図 4-36 最大加速度分布図 (19/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S<sub>s</sub>-F3(++) 水平

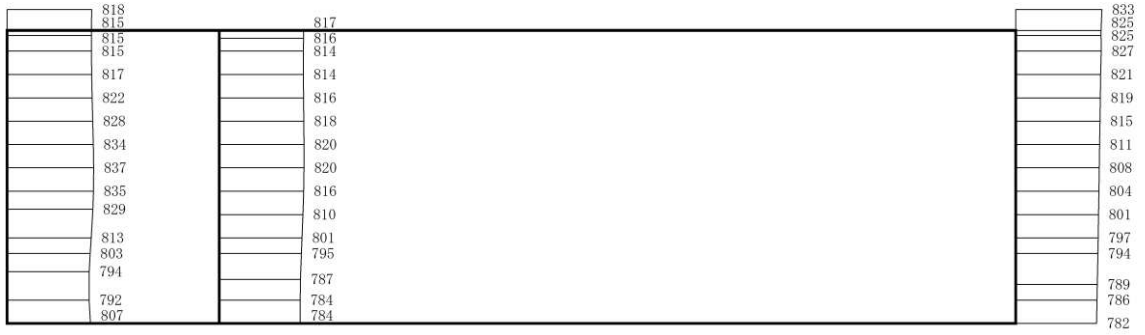


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

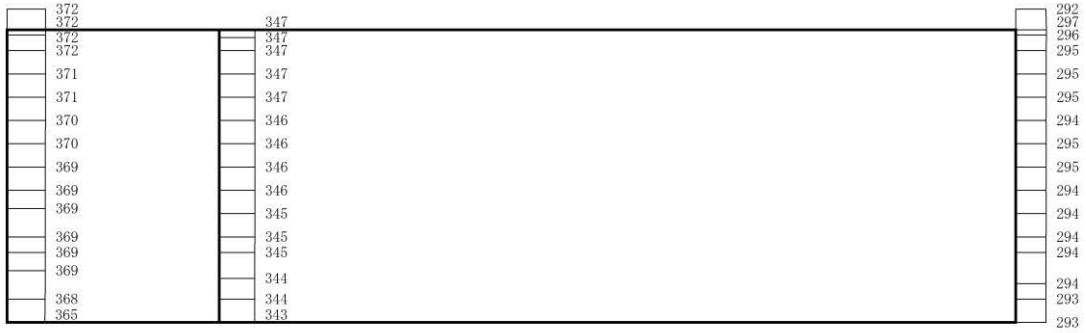
(b) S<sub>s</sub>-F3(++) 鉛直

図 4-37 最大加速度分布図 (20/49) (解析ケース④)





(a) S s - N 1 (++) 水平

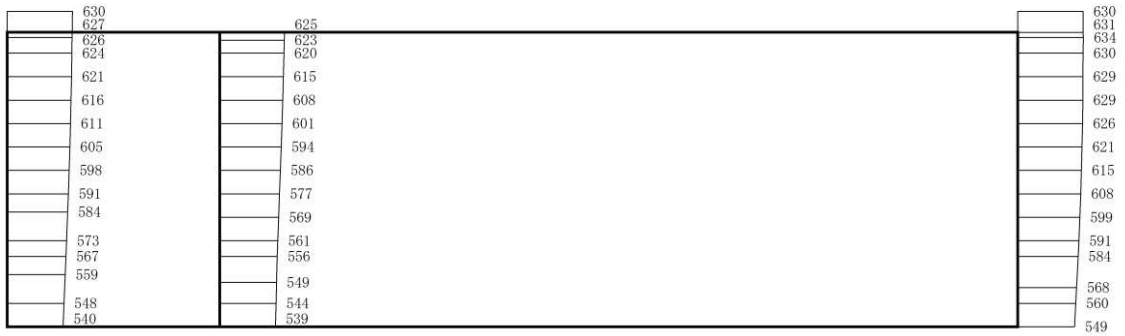


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

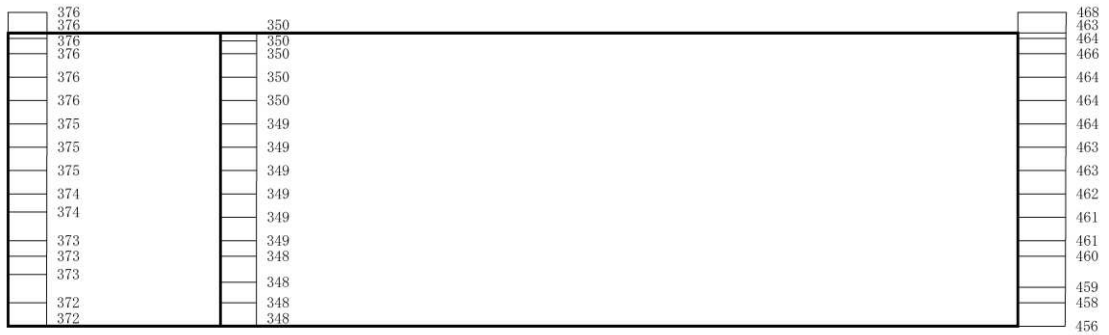
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-38 最大加速度分布図 (21/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S d - D 1 (++) 水平

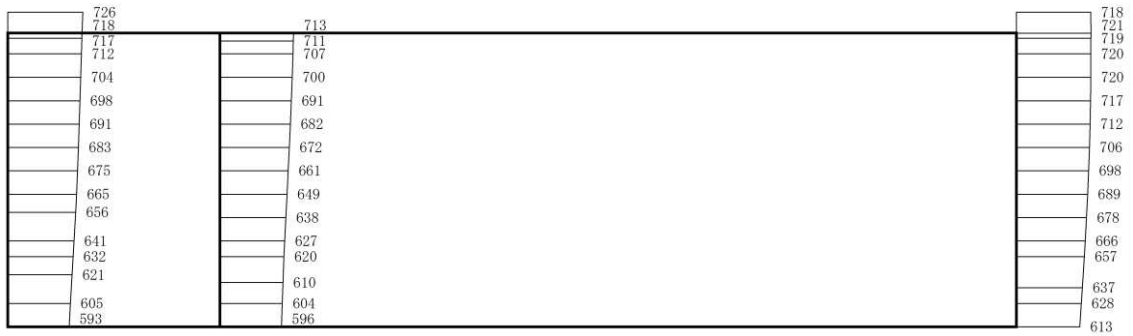


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

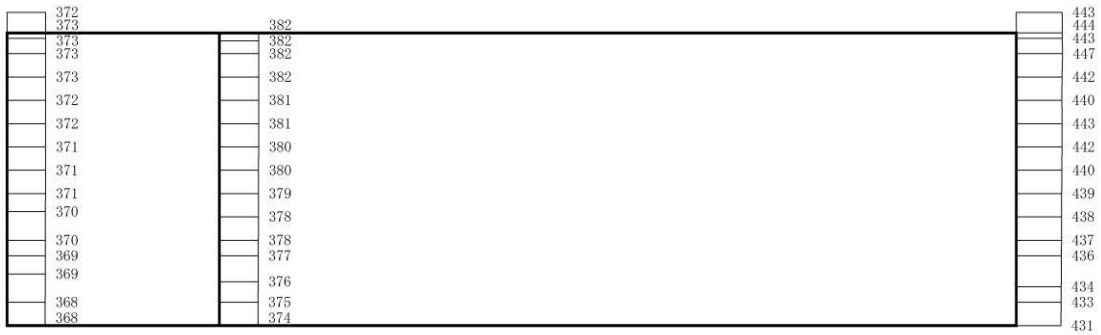
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-39 最大加速度分布図 (22/49) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S d - D 2 (++) 水平

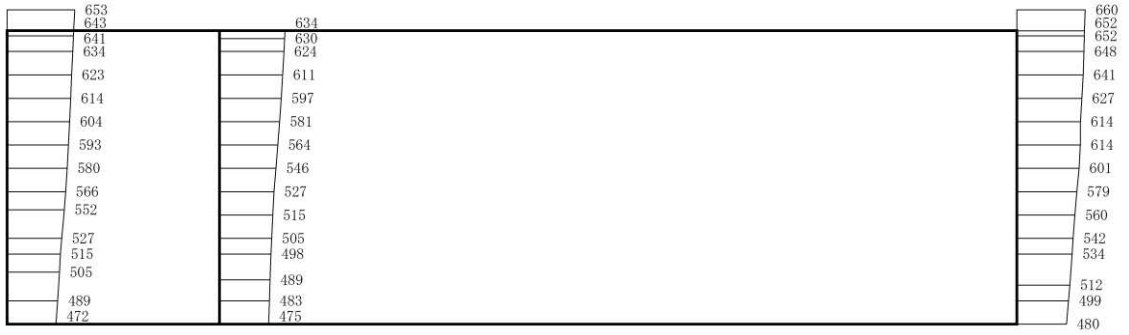


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

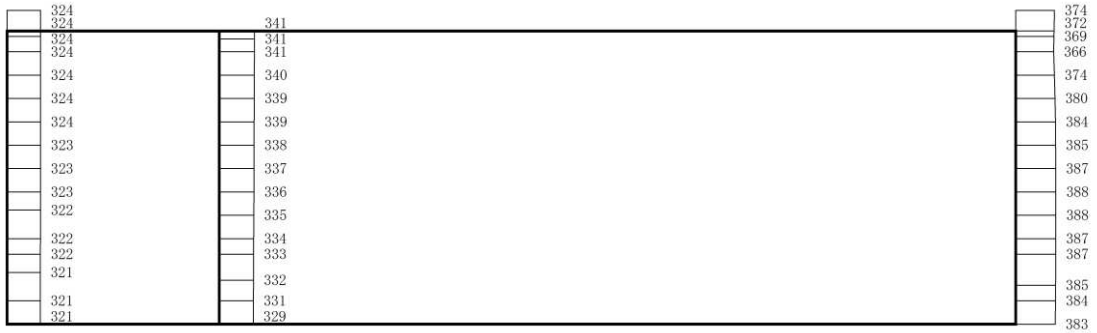
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-40 最大加速度分布図 (23/49) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - D 3 (++) 水平

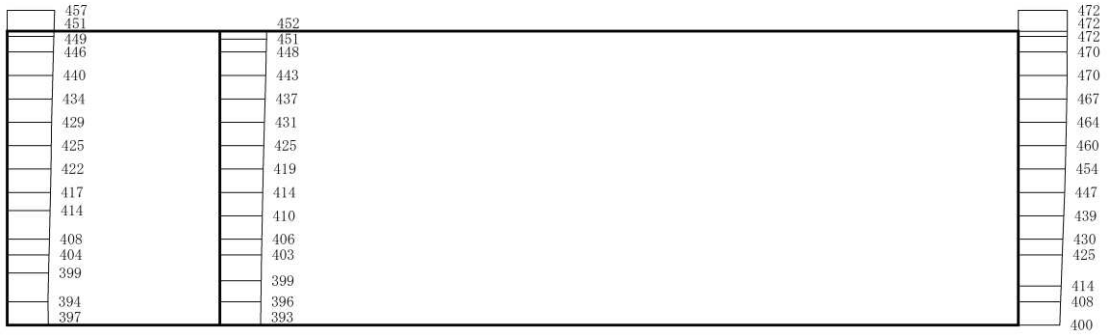


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

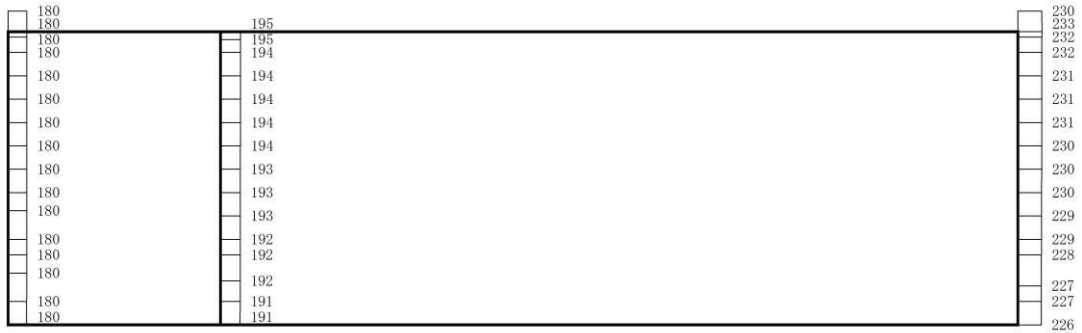
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-41 最大加速度分布図 (24/49) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - F 1 (++) 水平

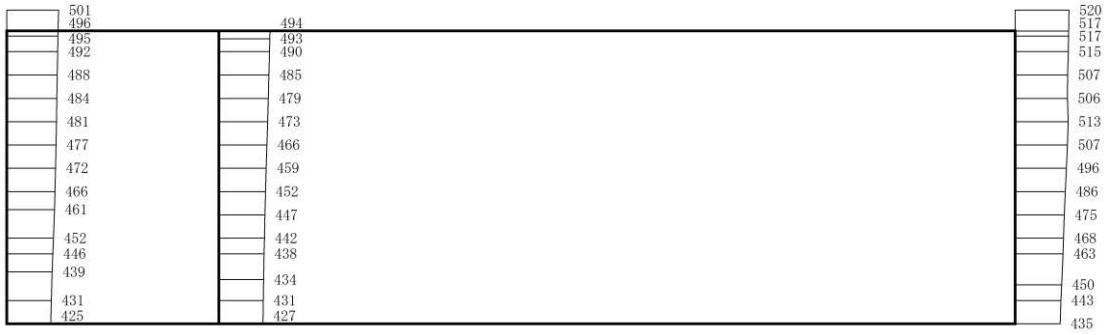


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

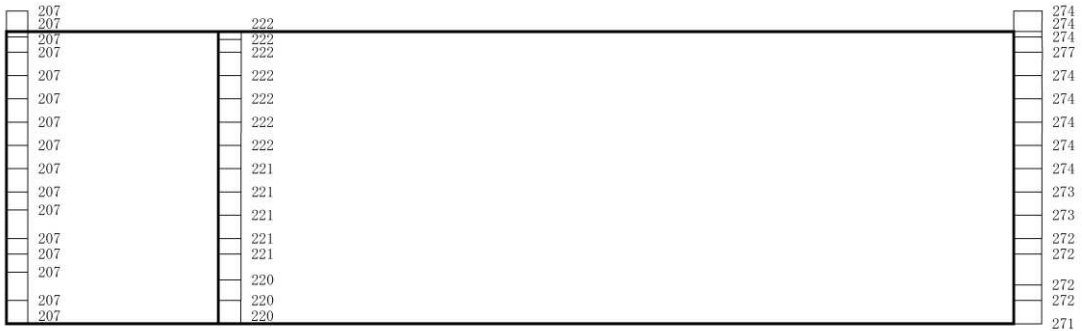
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-42 最大加速度分布図 (25/49) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - F 2 (++) 水平

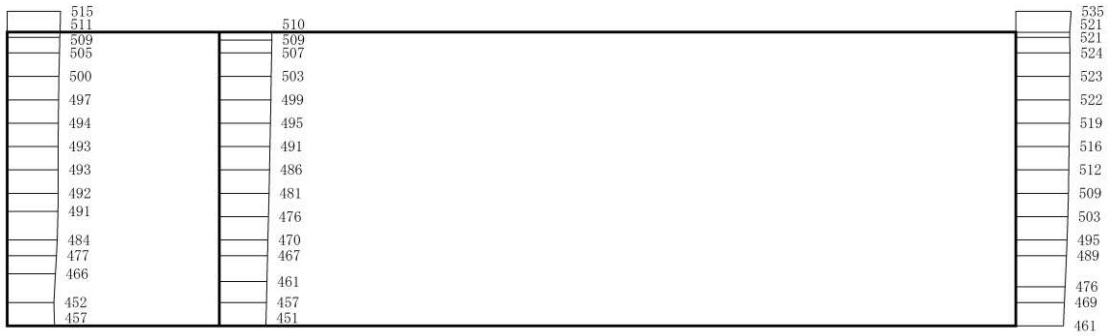


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

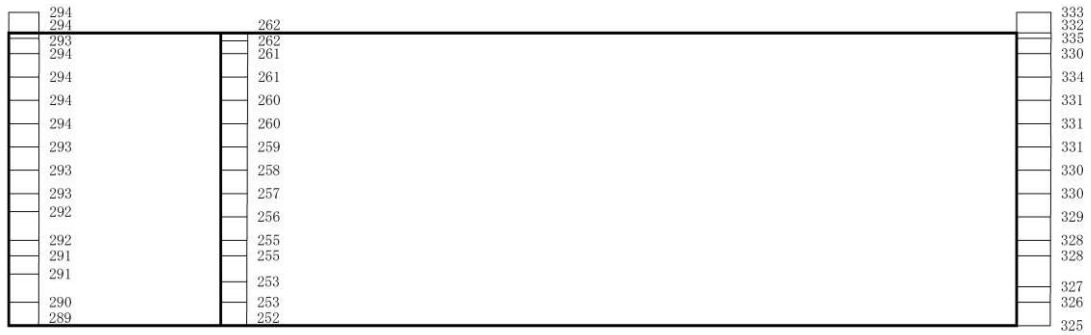
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-43 最大加速度分布図 (26/49) (解析ケース①)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



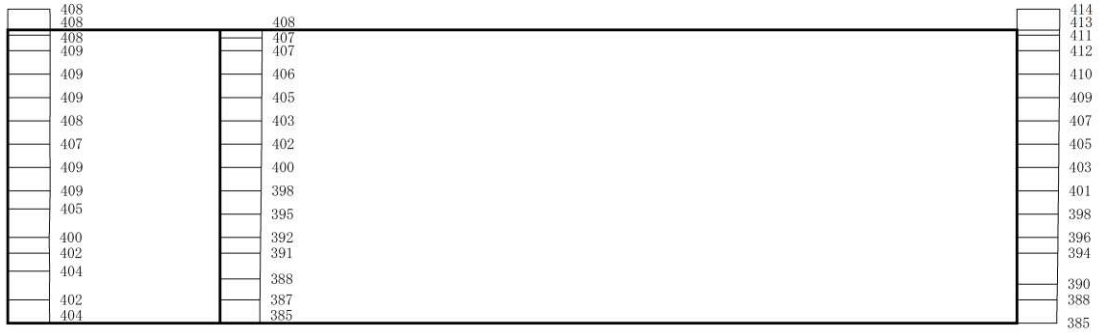
(a) S d - F 3 (++) 水平



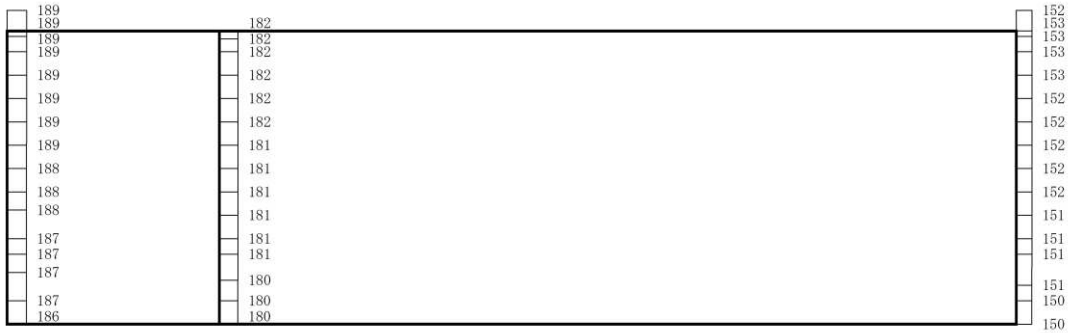
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-44 最大加速度分布図 (27/49) (解析ケース①)



(a) S d - N 1 (++) 水平

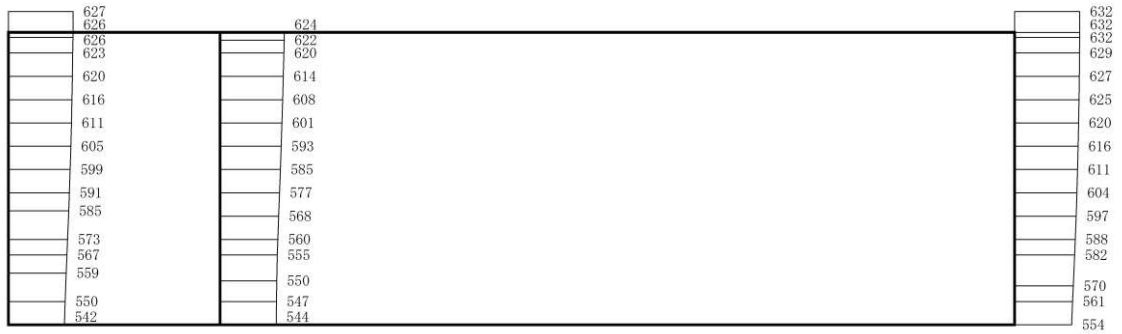


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

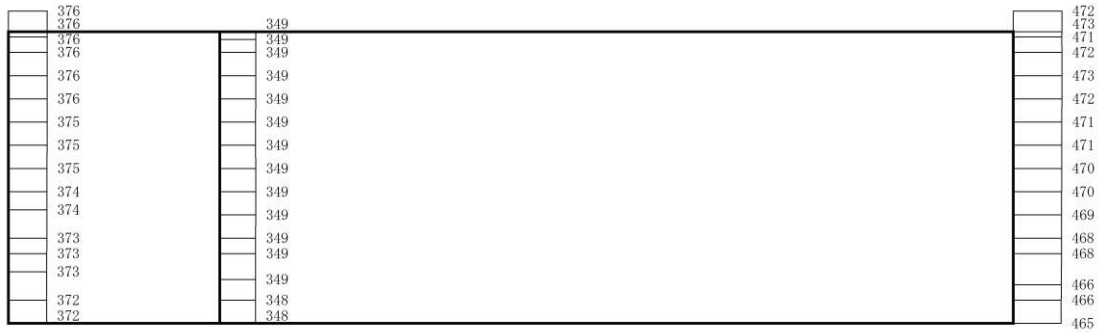
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-45 最大加速度分布図 (28/49) (解析ケース①)





(a) S d - D 1 (++) 水平

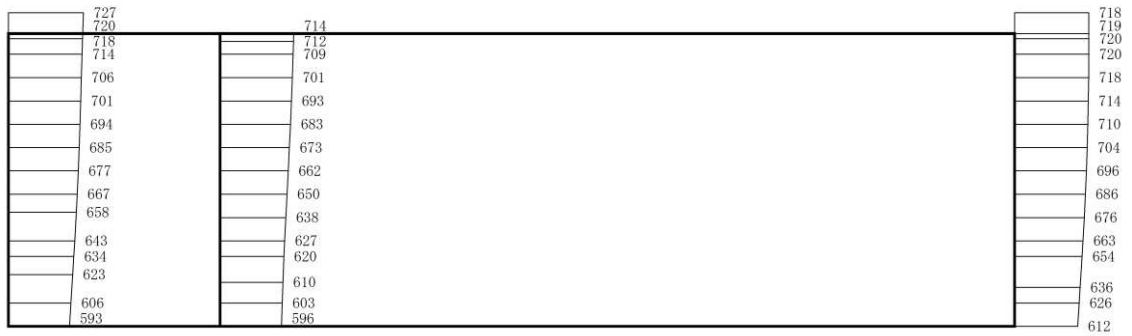


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

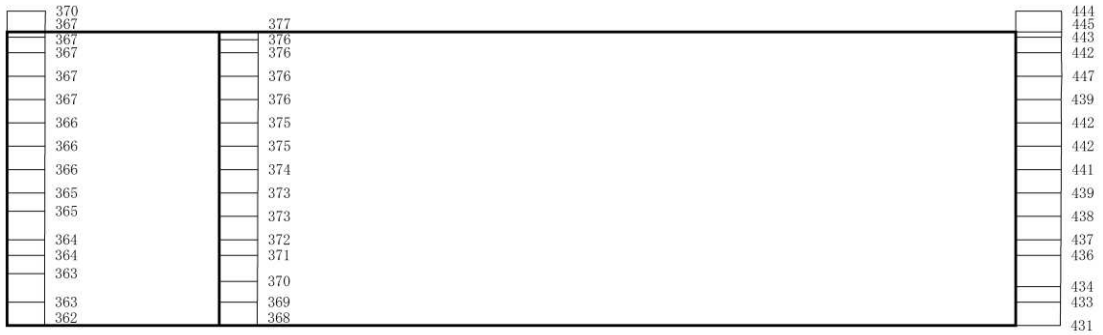
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-46 最大加速度分布図 (29/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



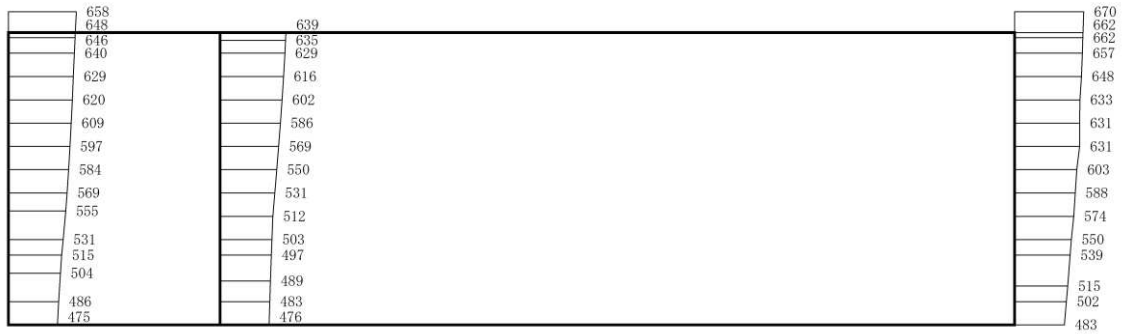
(a) S d - D 2 (++) 水平



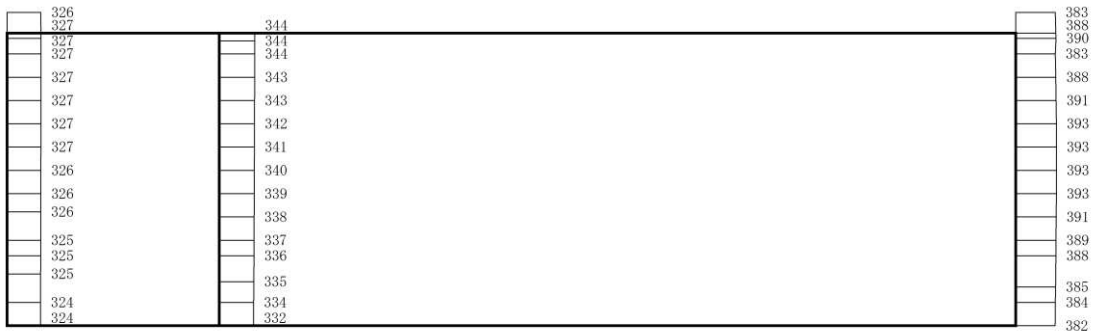
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-47 最大加速度分布図 (30/49) (解析ケース②)



(a) S d - D 3 (++) 水平

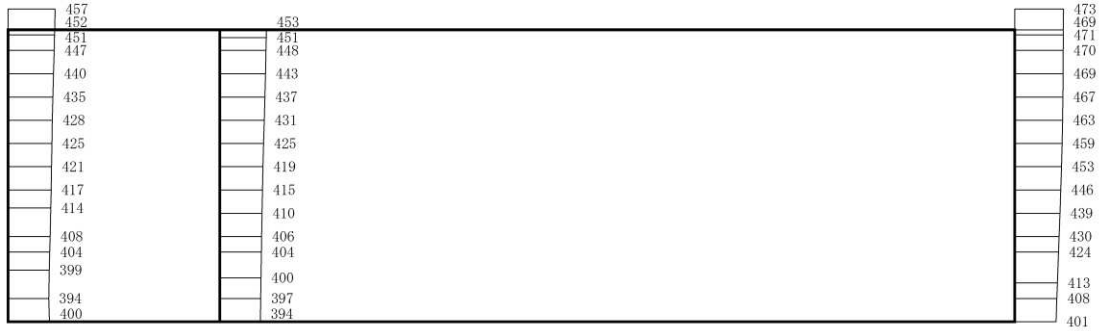


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

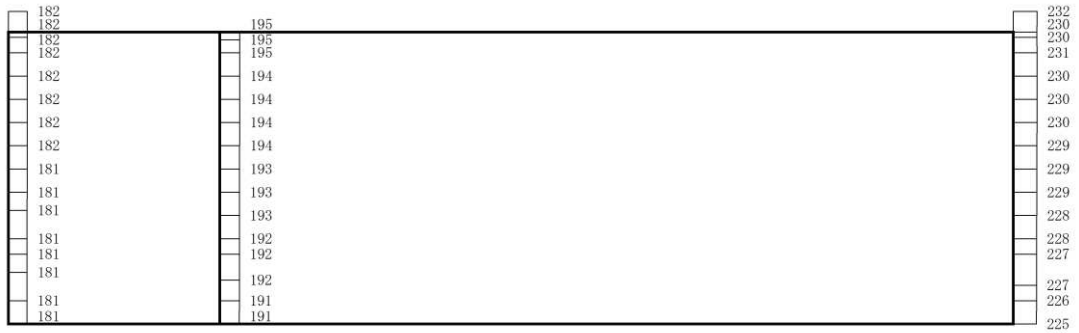
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-48 最大加速度分布図 (31/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



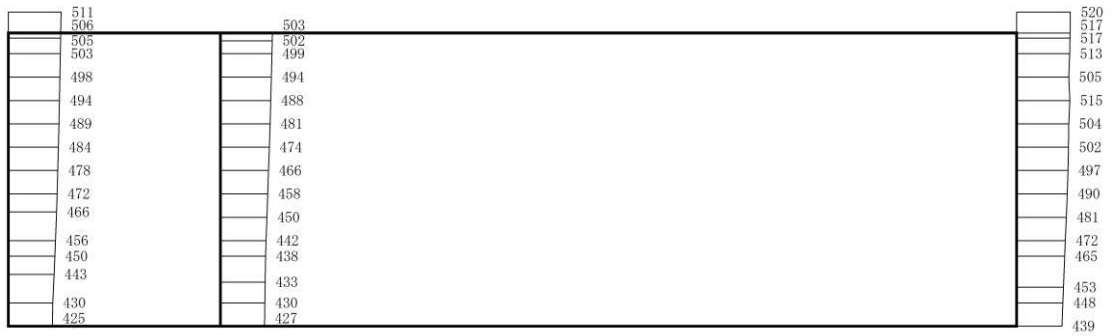
(a) S d - F 1 (++) 水平



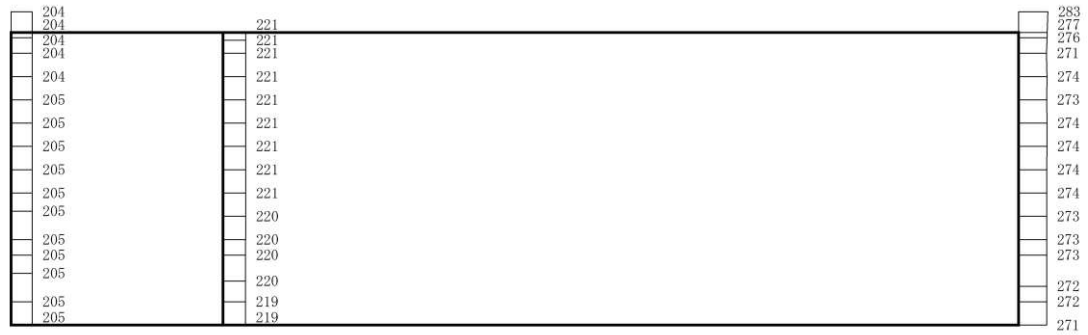
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-49 最大加速度分布図 (32/49) (解析ケース②)



(a) S d - F 2 (++) 水平

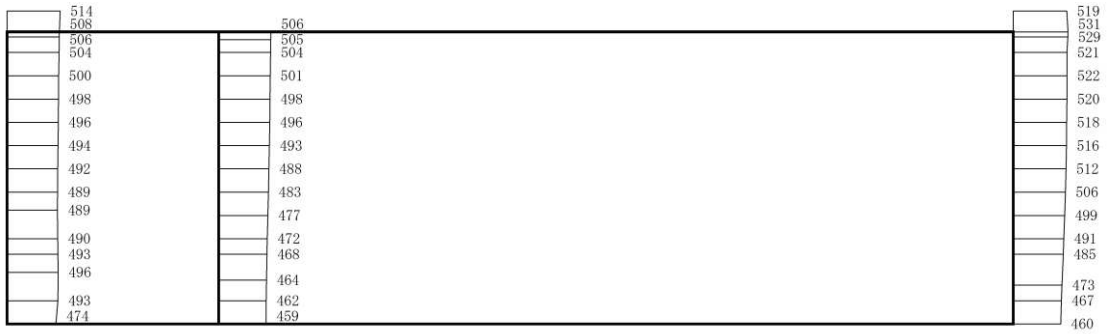


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

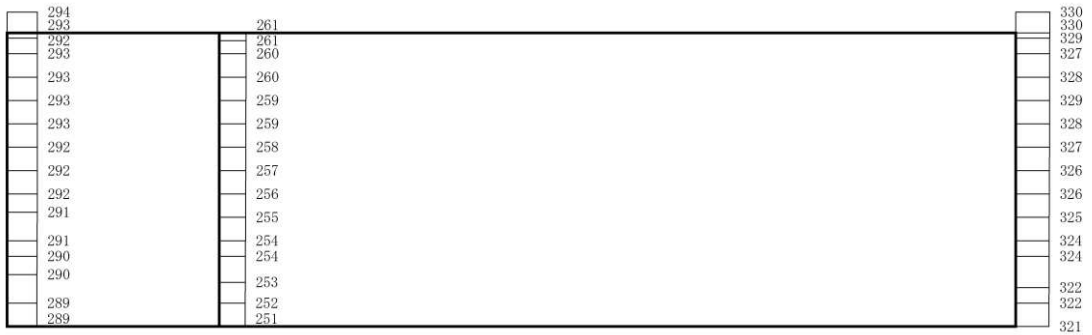
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-50 最大加速度分布図 (33/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S d - F 3 (++) 水平

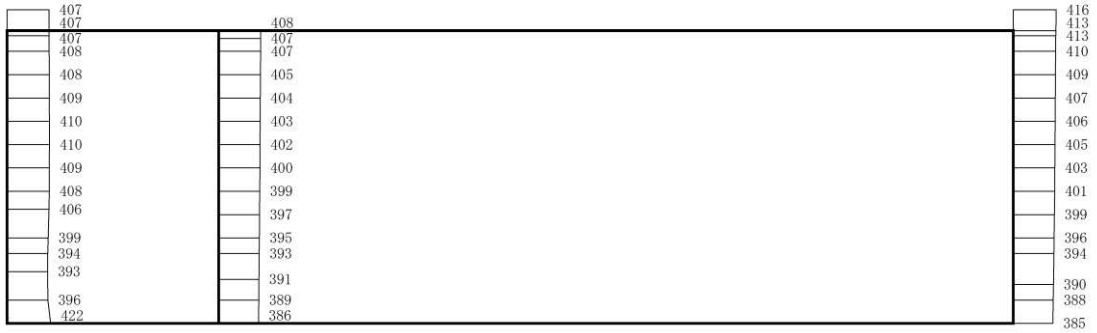


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

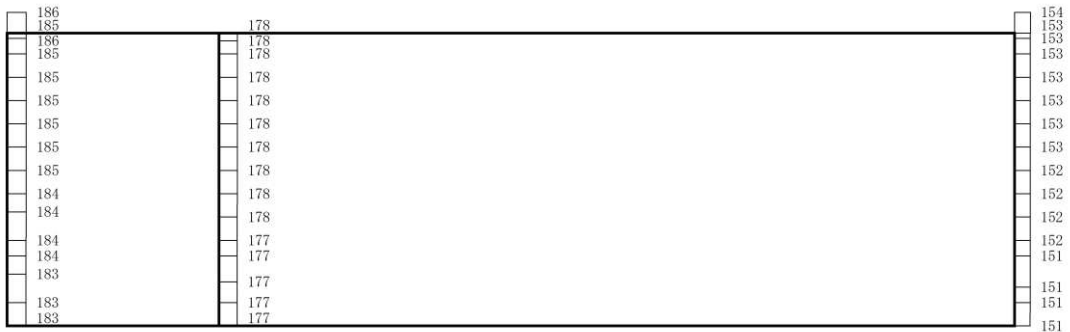
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-51 最大加速度分布図 (34/49) (解析ケース②)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



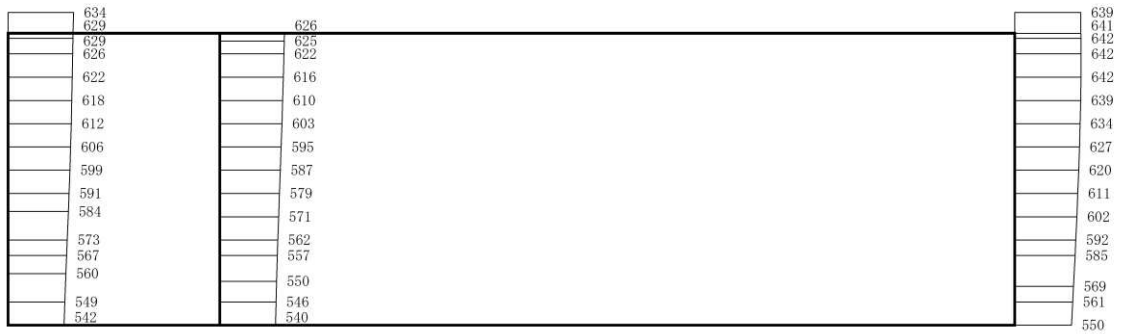
(a) S d - N 1 (++) 水平



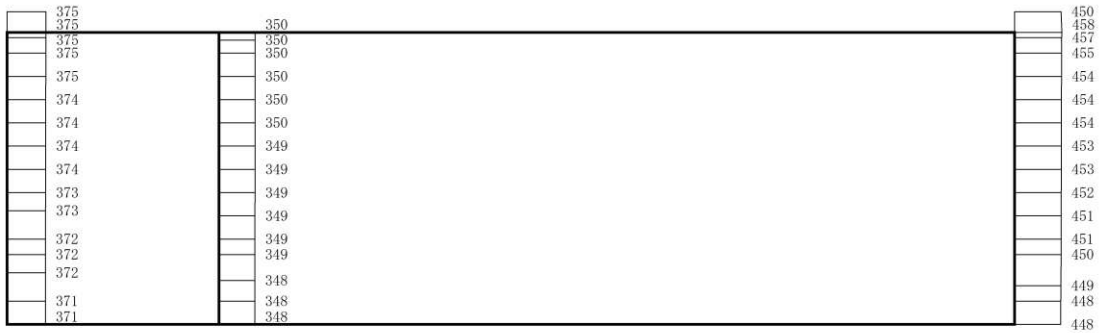
構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-52 最大加速度分布図 (35/49) (解析ケース②)



(a) S d - D 1 (++) 水平



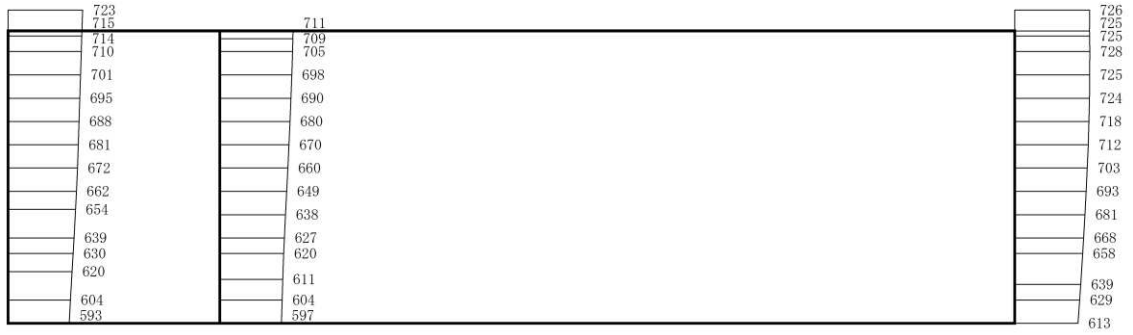
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

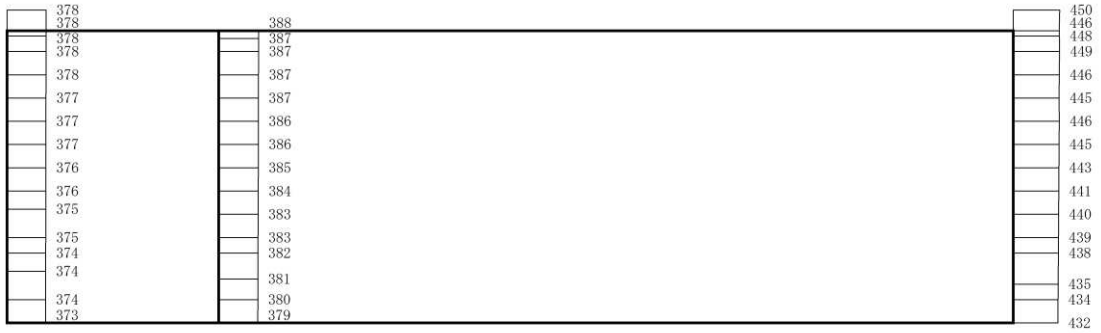
図 4-53 最大加速度分布図 (36/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2





(a) S d - D 2 (++) 水平

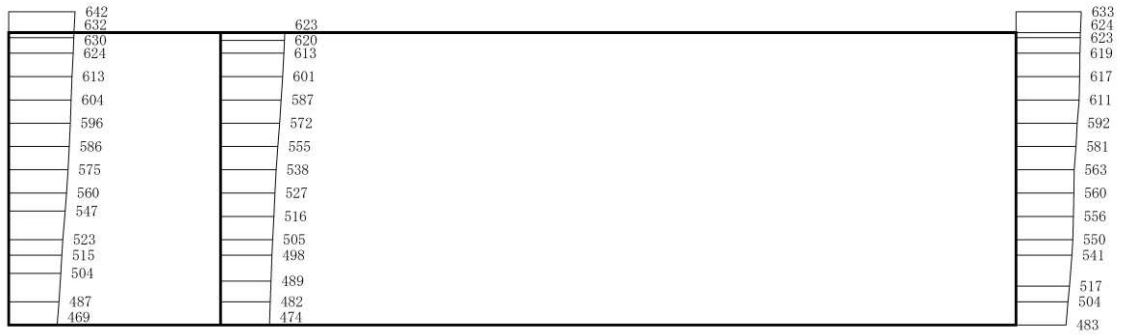


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

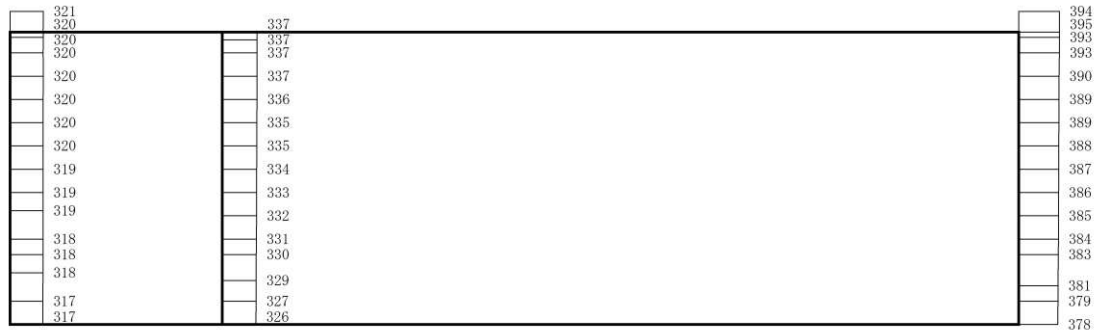
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-54 最大加速度分布図 (37/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - D 3 (++) 水平

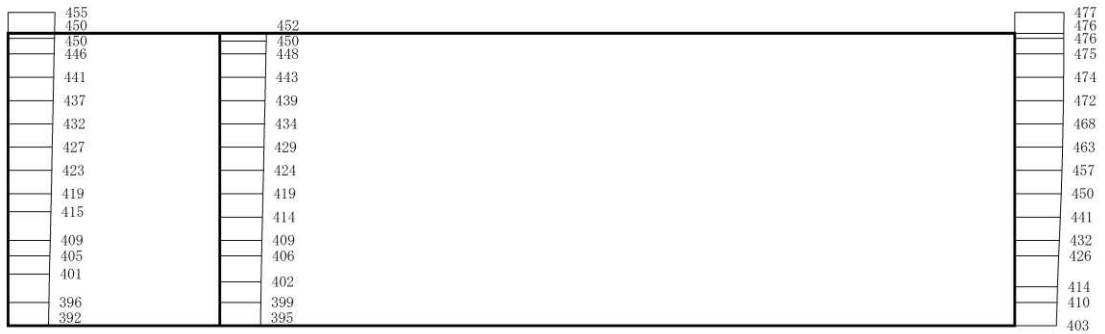


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

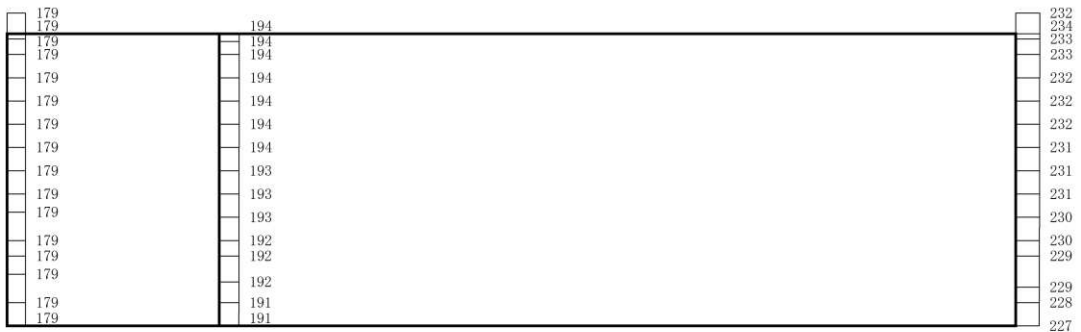
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-55 最大加速度分布図 (38/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - F 1 (++) 水平



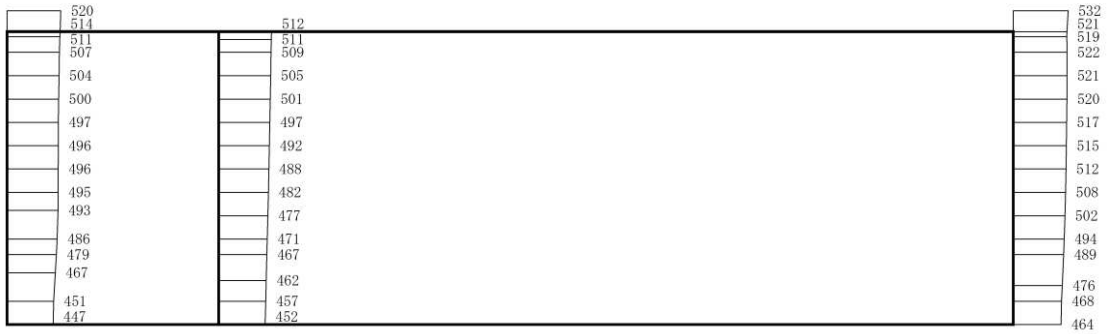
構造スケール 0          2 (m)      応答値スケール 0          1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

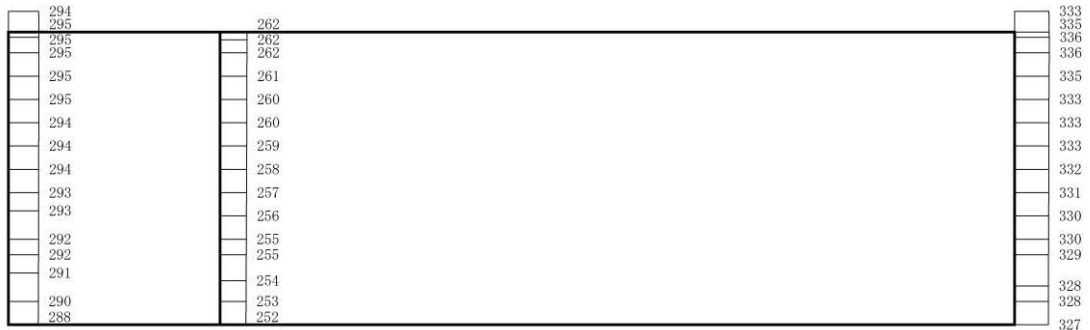
図 4-56 最大加速度分布図 (39/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2





(a) S d - F 3 (++) 水平

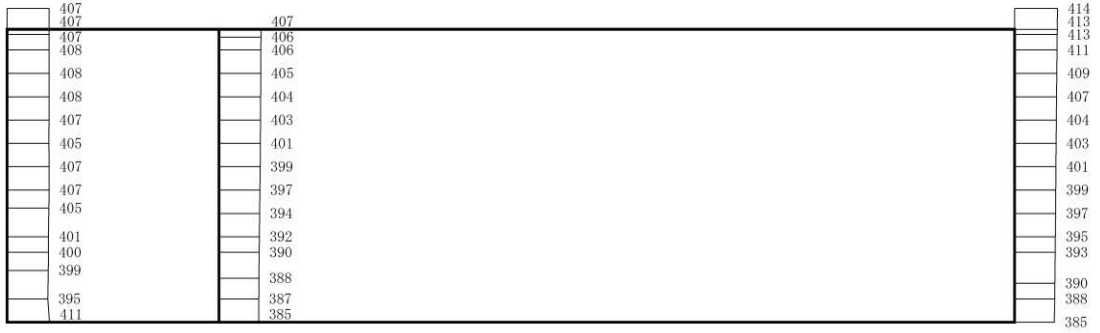


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

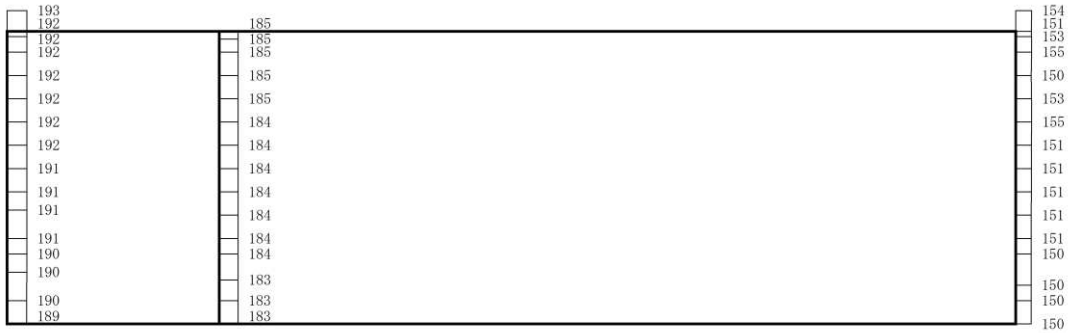
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-58 最大加速度分布図 (41/49) (解析ケース③)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



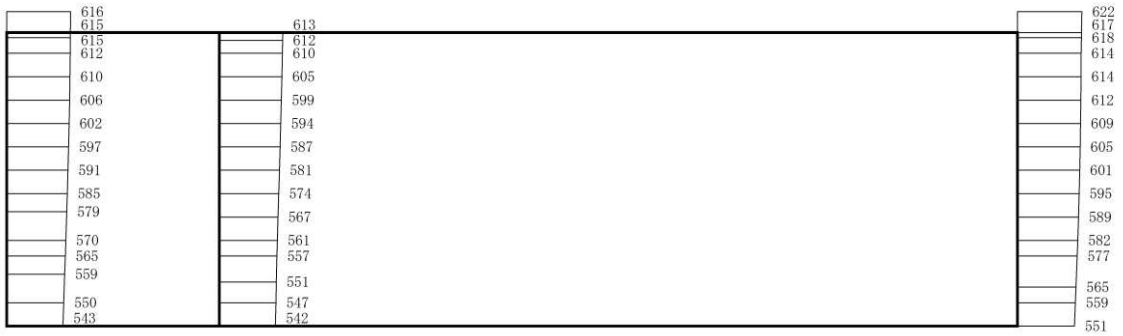
(a) S d - N 1 (++) 水平



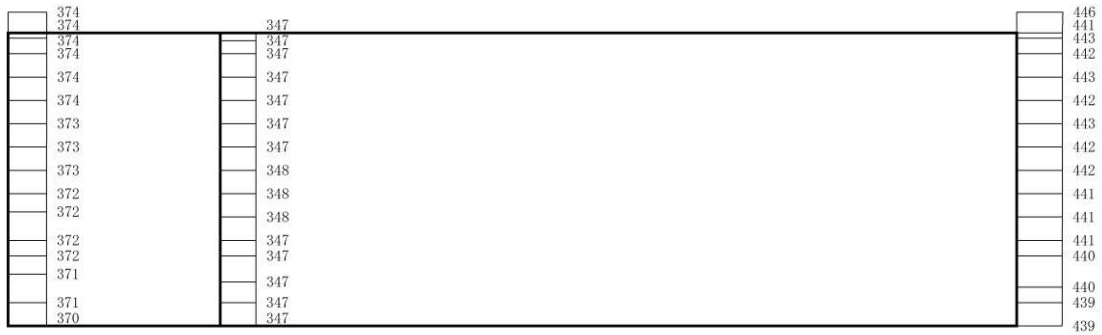
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-59 最大加速度分布図 (42/49) (解析ケース③)



(a) S d - D 1 (++) 水平



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

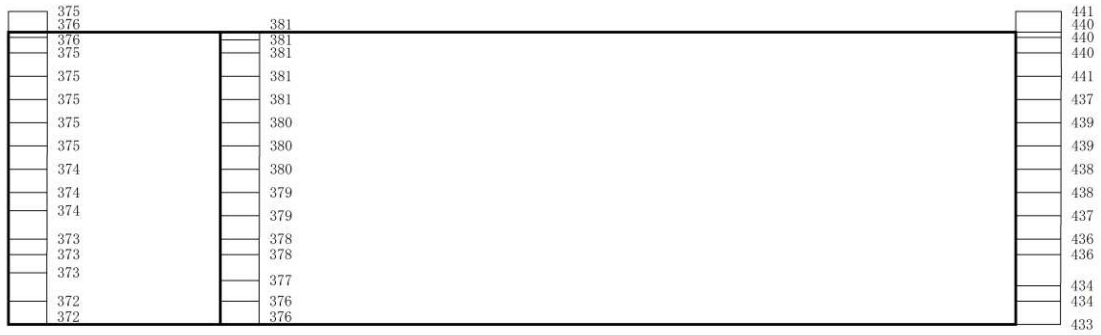
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-60 最大加速度分布図 (43/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2



(a) S d - D 2 (++) 水平



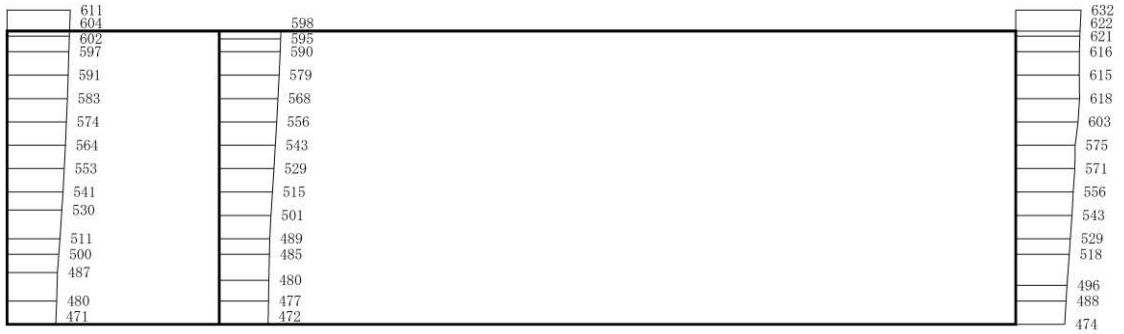
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

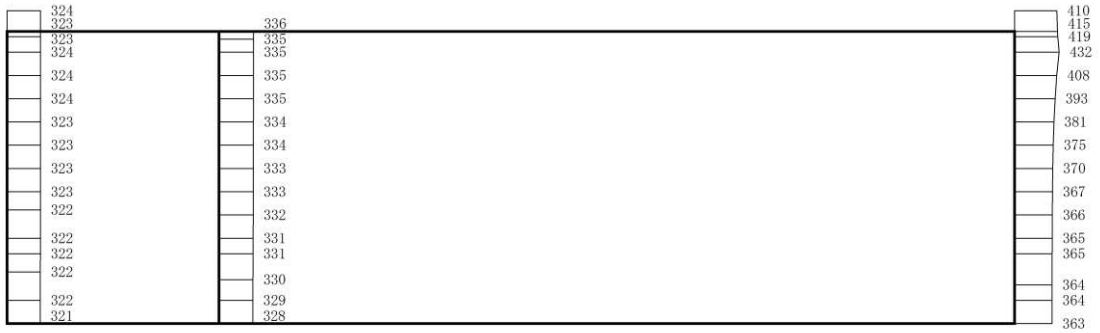
図 4-61 最大加速度分布図 (44/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2





(a) S d - D 3 (++) 水平

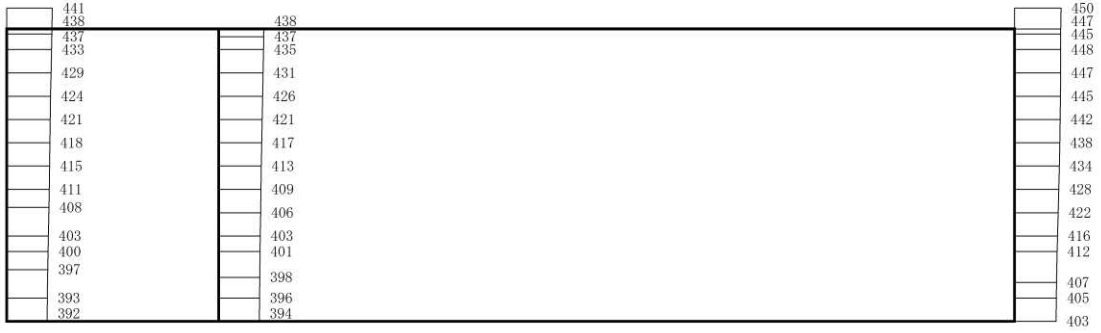


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

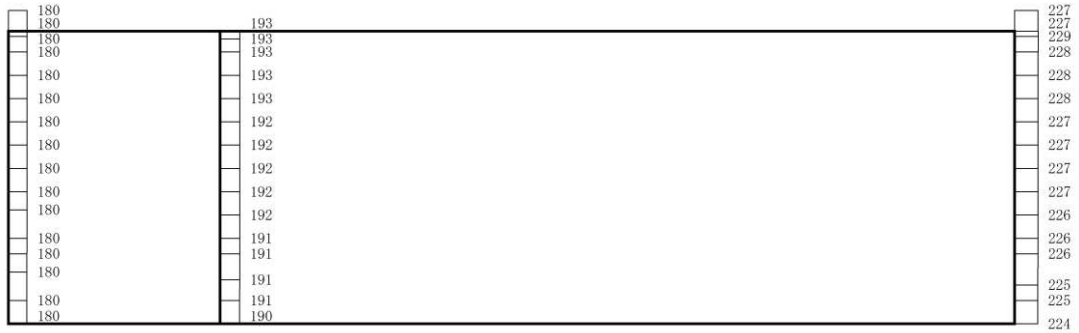
(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-62 最大加速度分布図 (45/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
0 2



(a) S d - F 1 (++) 水平

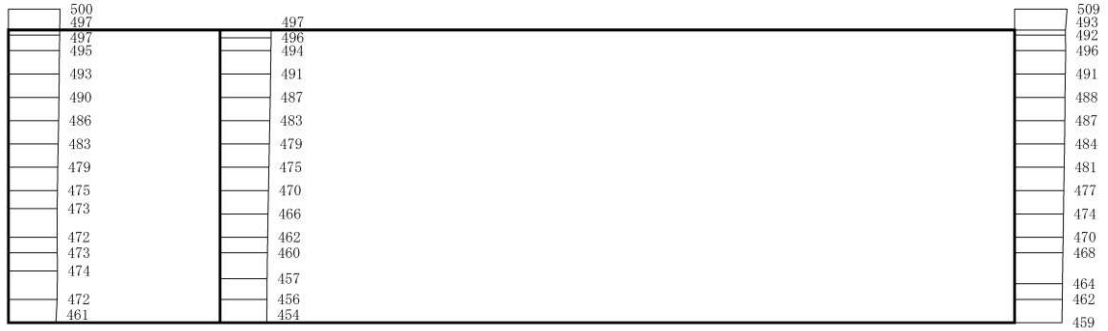


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

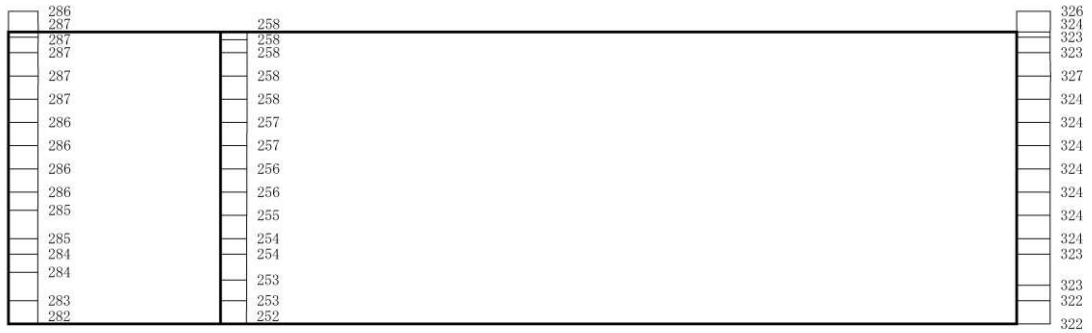
(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-63 最大加速度分布図 (46/49) (解析ケース④)





(a) S d - F 3 (++) 水平



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

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

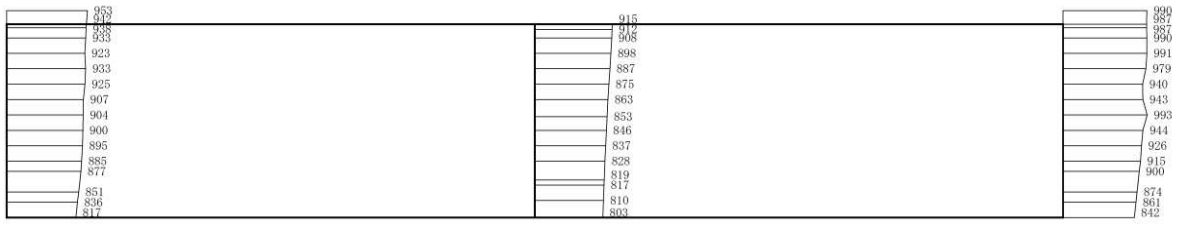
図 4-65 最大加速度分布図 (48/49) (解析ケース④)

VI-2-2-13 R 0  
③  
O 2

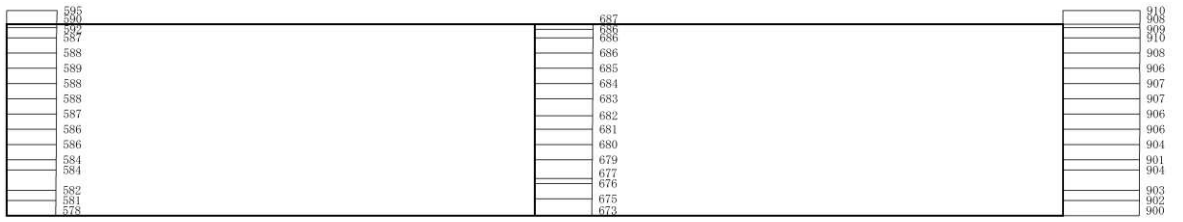


#### 4.2 東西方向（タンク室）の解析結果

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 4-67～図 4-94 に、弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大加速度分布図を図 4-95～図 4-122 に示す。



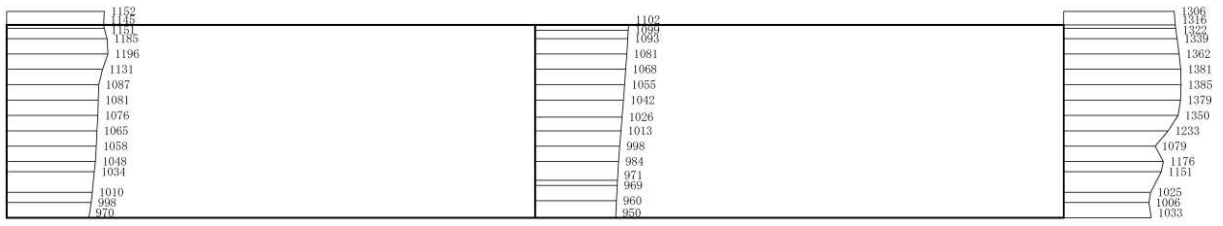
(a) S s - D 1 (++) 水平



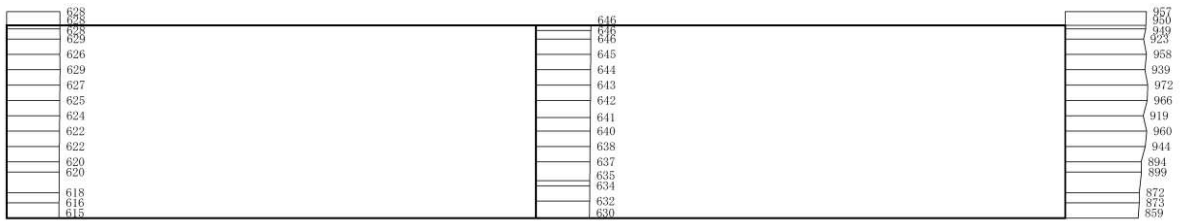
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-67 最大加速度分布図 (1/56) (解析ケース①)



(a) S s - D 2 (++) 水平

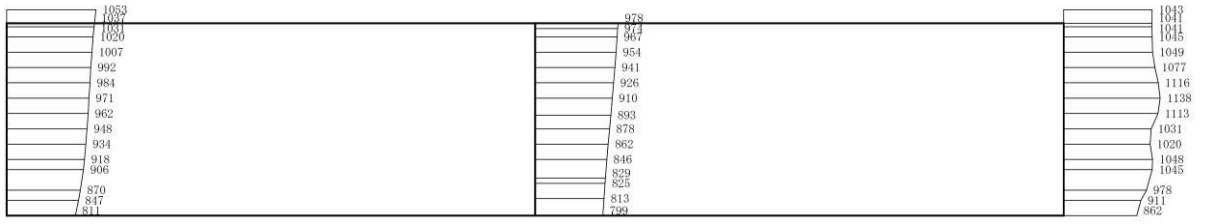


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

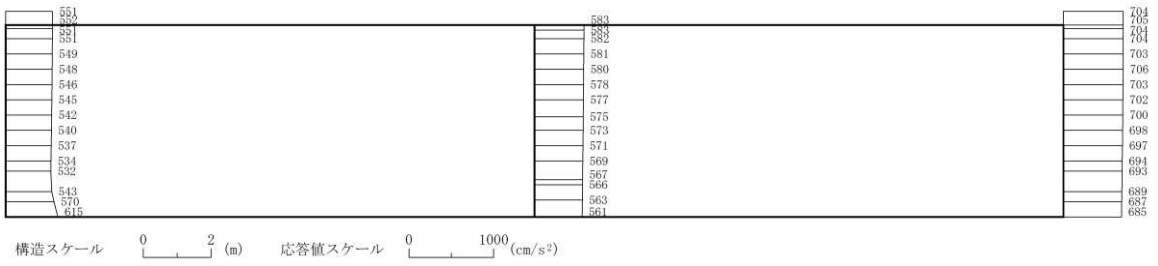
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-68 最大加速度分布図 (2/56) (解析ケース①)





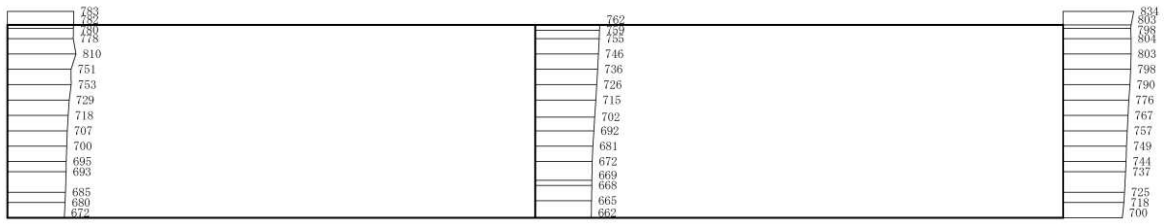
(a) S s - D 3 (++) 水平



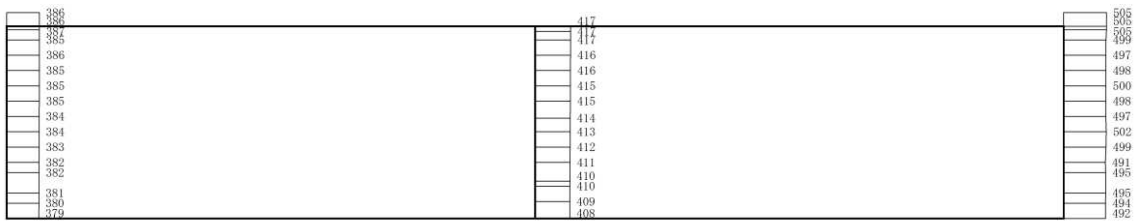
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-69 最大加速度分布図 (3/56) (解析ケース①)



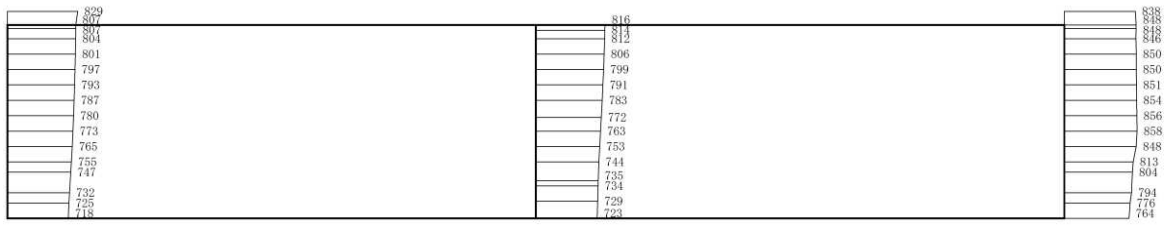
(a) S<sub>s</sub>-F1 (++) 水平



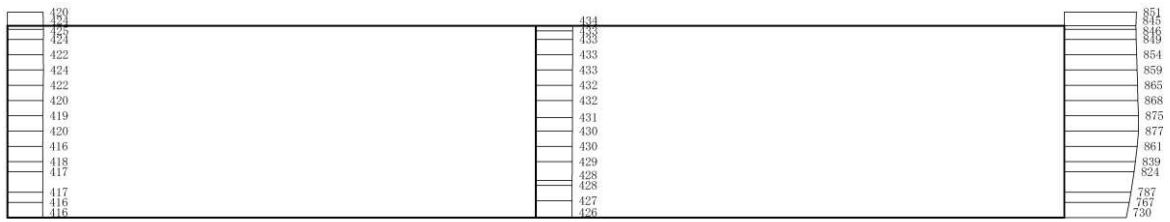
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S<sub>s</sub>-F1 (++) 鉛直

図4-70 最大加速度分布図 (4/56) (解析ケース①)



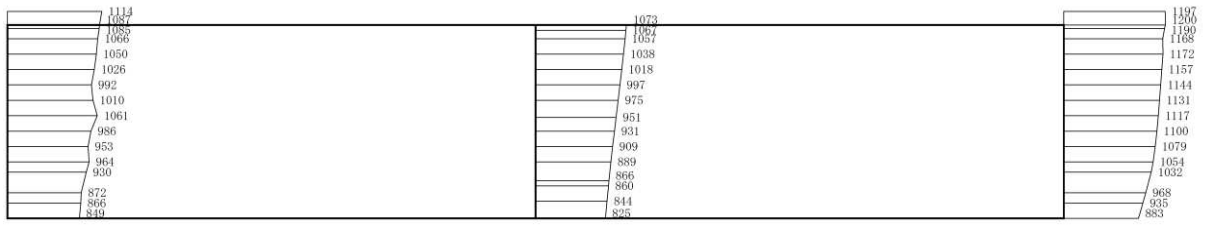
(a) S s - F 2 (++) 水平



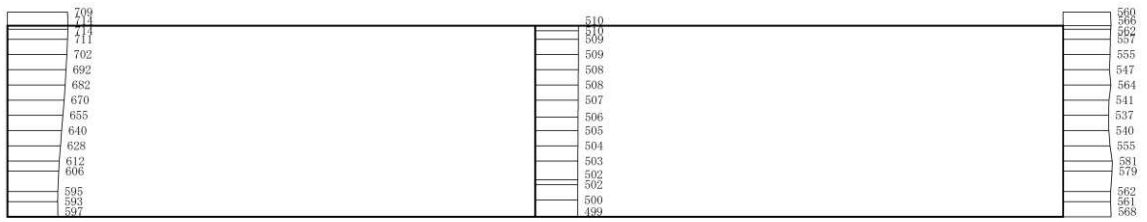
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-71 最大加速度分布図 (5/56) (解析ケース①)



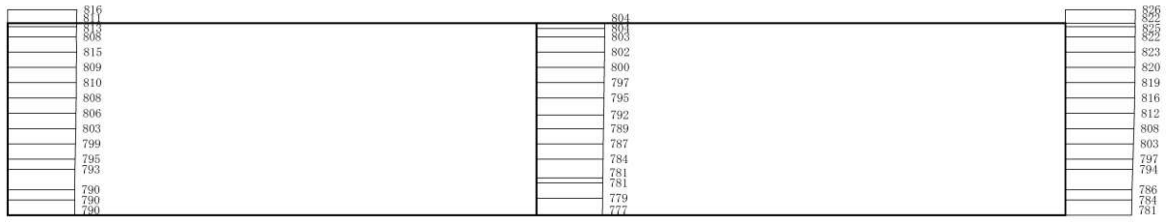
(a) S s - F 3 (++) 水平



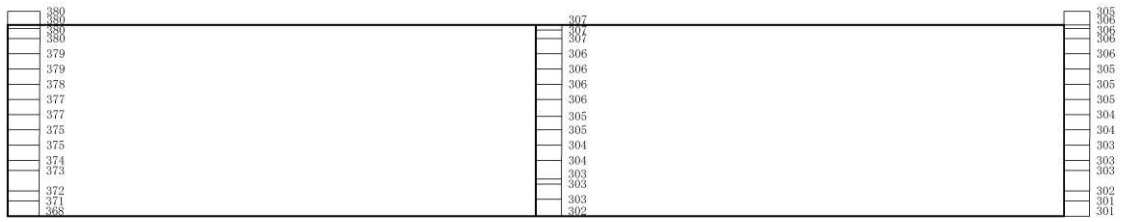
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-72 最大加速度分布図 (6/56) (解析ケース①)



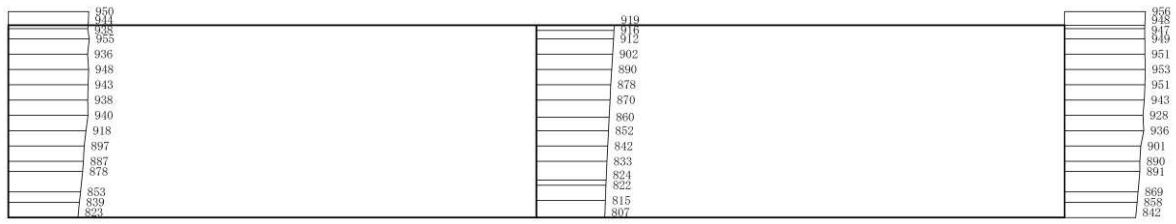
(a)  $S_s - N1$  (++) 水平



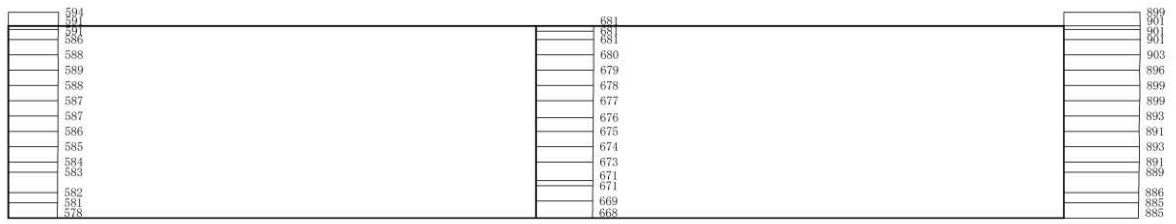
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

図 4-73 最大加速度分布図 (7/56) (解析ケース①)



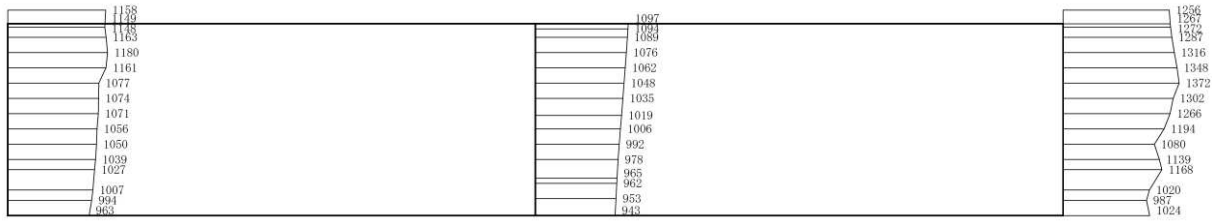
(a) S s - D 1 (++) 水平



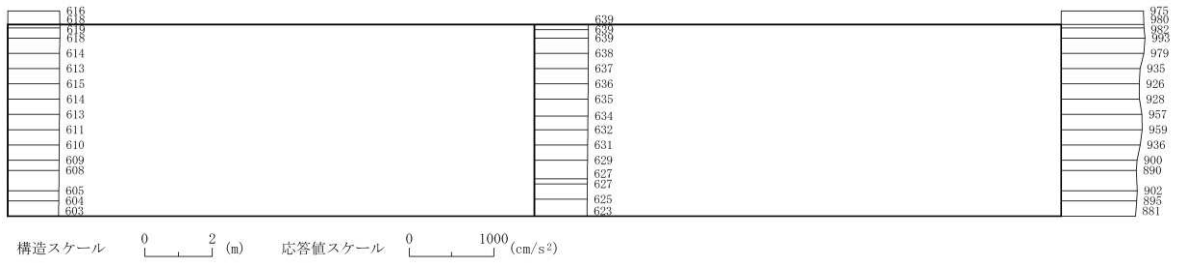
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-74 最大加速度分布図 (8/56) (解析ケース②)

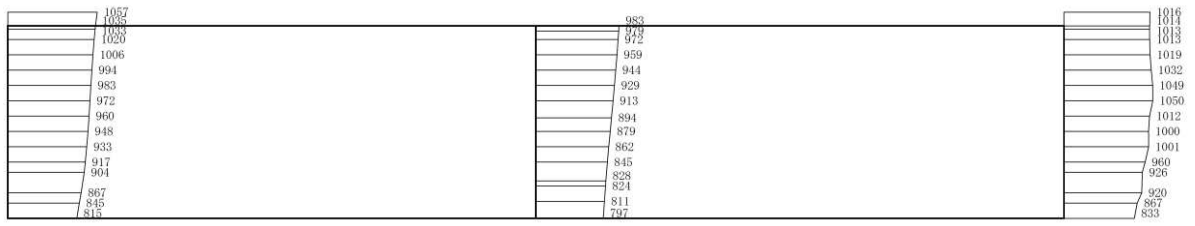


(a) S s - D 2 ( + + ) 水平

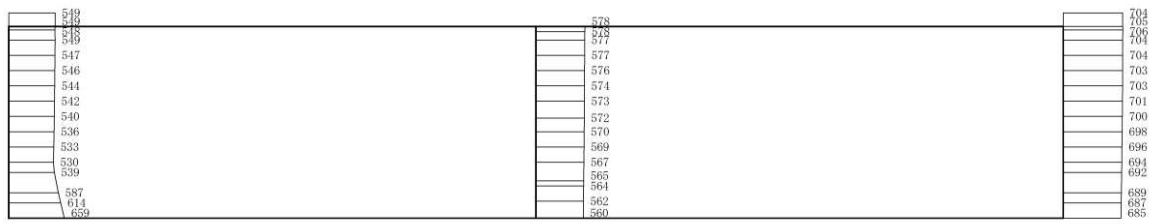


(b) S s - D 2 ( + + ) 鉛直

図 4-75 最大加速度分布図 (9/56) (解析ケース②)



(a) S<sub>s</sub>-D3 (++) 水平

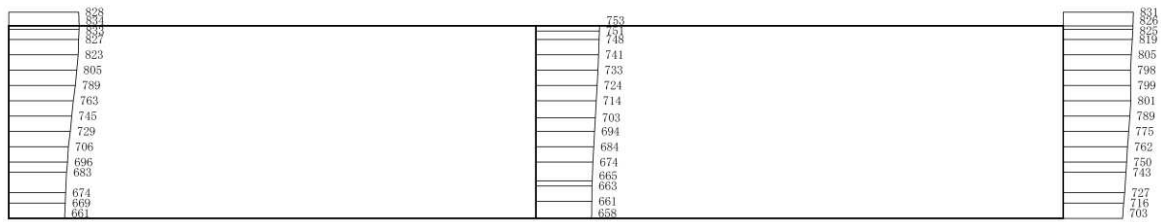


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

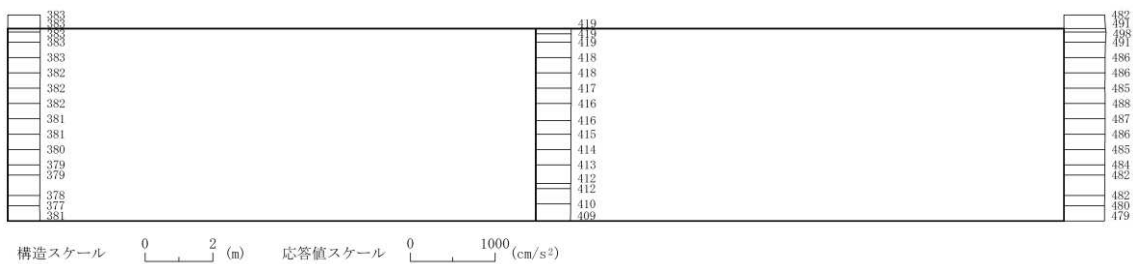
(b) S<sub>s</sub>-D3 (++) 鉛直

図 4-76 最大加速度分布図 (10/56) (解析ケース②)





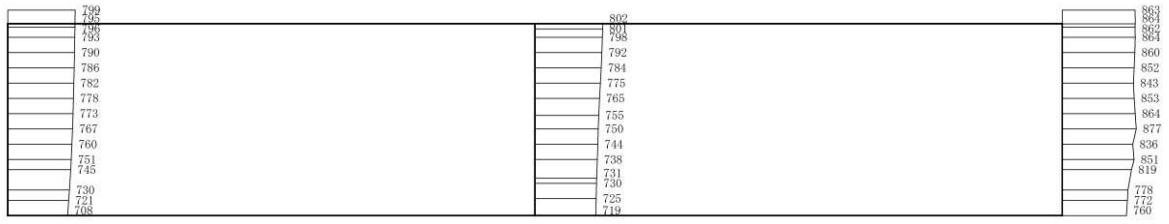
(a) S s - F 1 (++) 水平



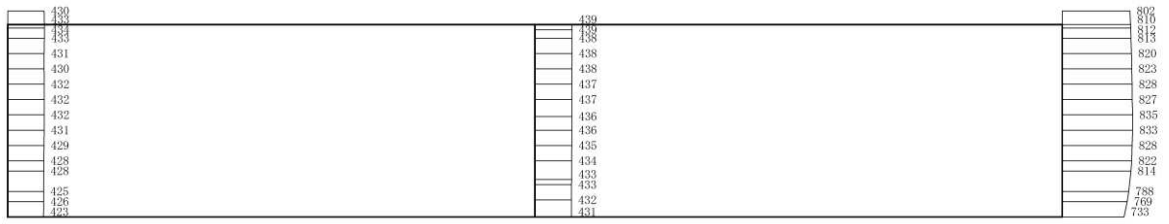
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-77 最大加速度分布図 (11/56) (解析ケース②)



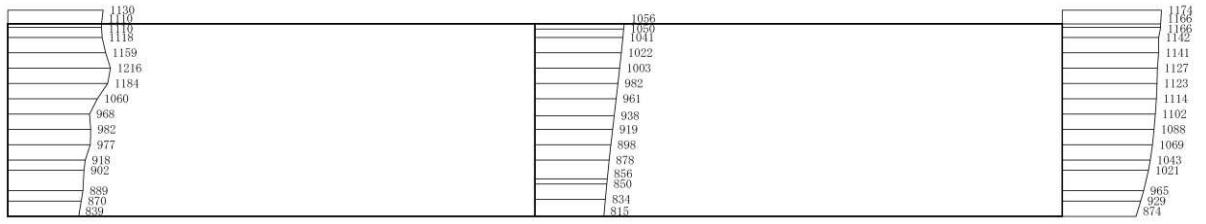
(a) S s - F 2 (++) 水平



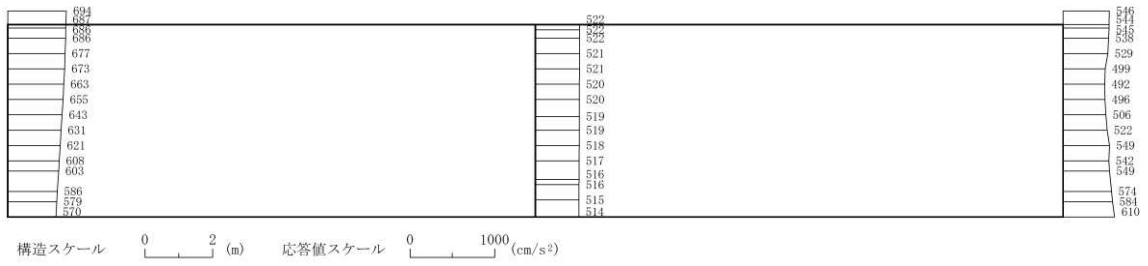
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-78 最大加速度分布図 (12/56) (解析ケース②)

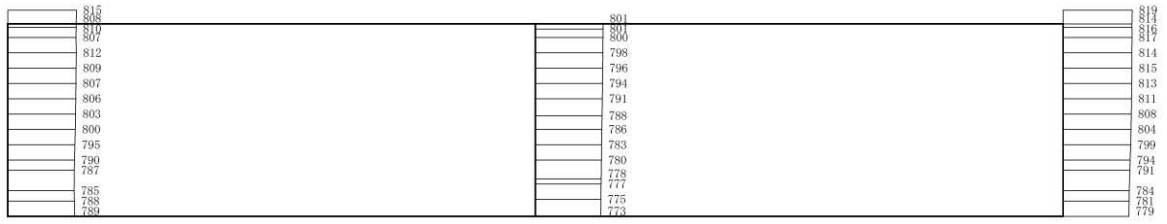


(a) S s - F 3 (++) 水平

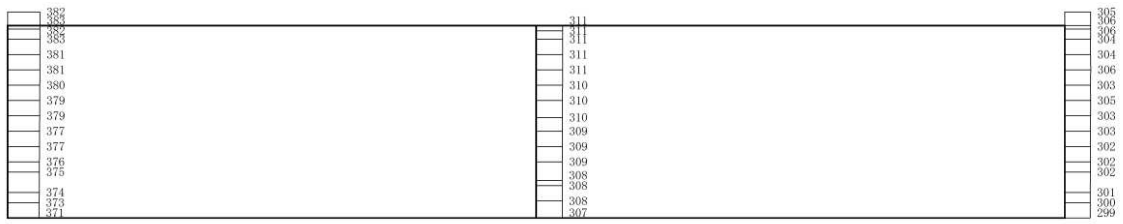


(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-79 最大加速度分布図 (13/56) (解析ケース②)



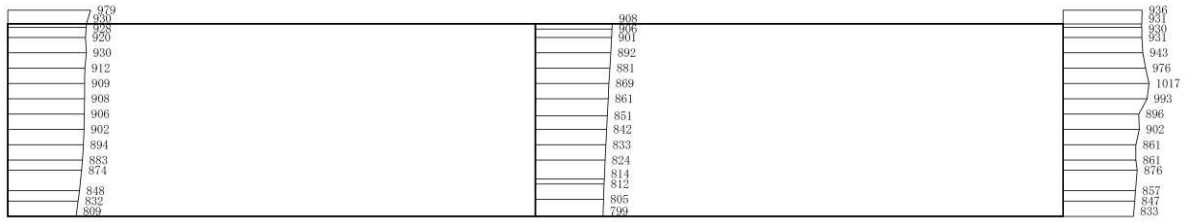
(a)  $S_s - N1$  (++) 水平



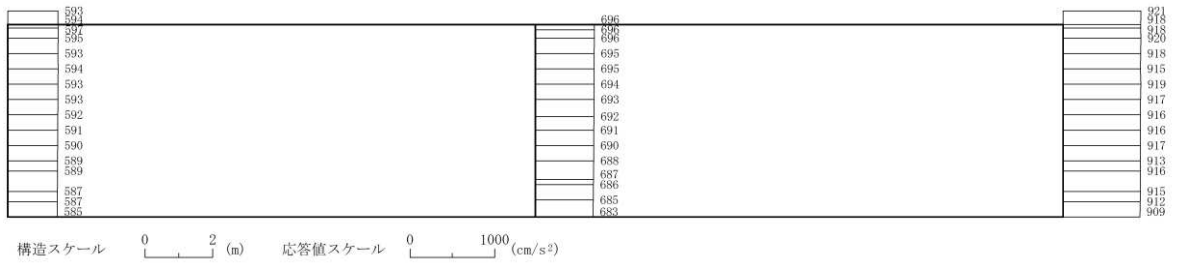
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

図 4-80 最大加速度分布図 (14/56) (解析ケース②)



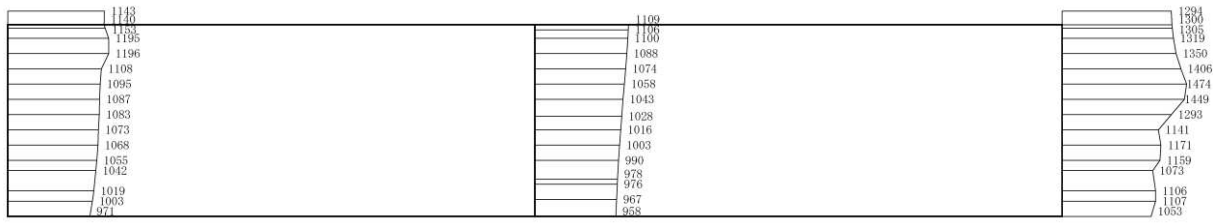
(a) S s - D 1 (++) 水平



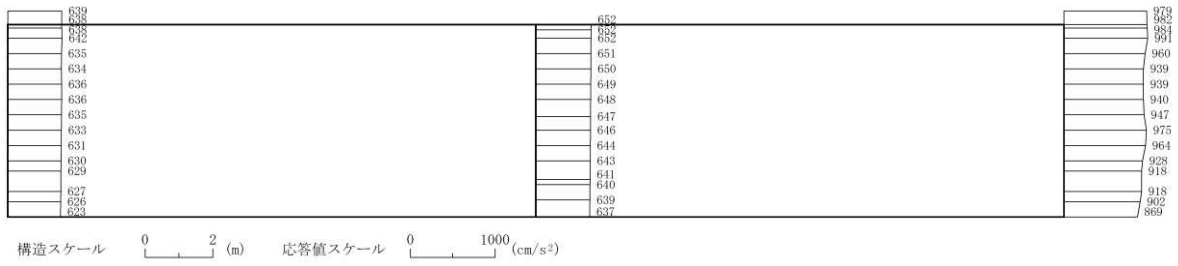
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-81 最大加速度分布図 (15/56) (解析ケース③)

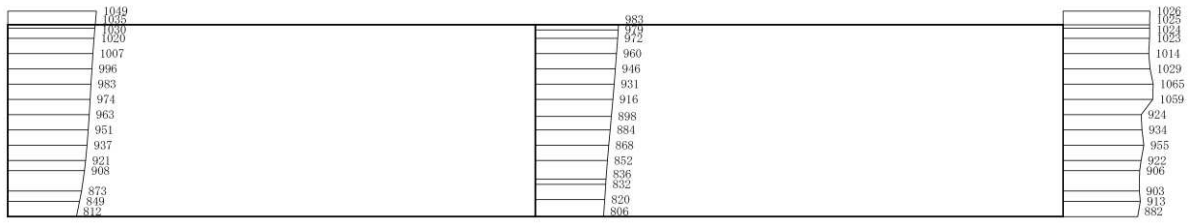


(a) S<sub>s</sub>-D2 (++) 水平

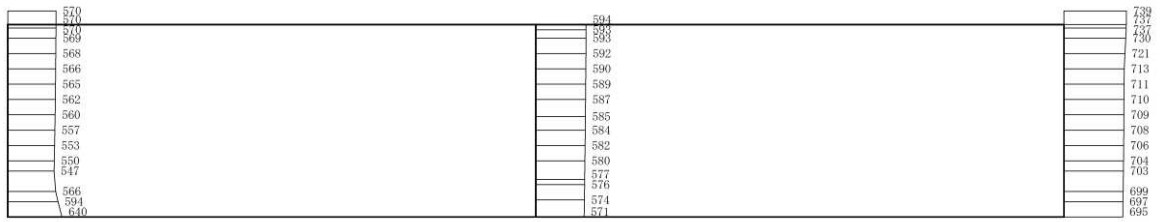


(b) S<sub>s</sub>-D2 (++) 鉛直

図 4-82 最大加速度分布図 (16/56) (解析ケース③)



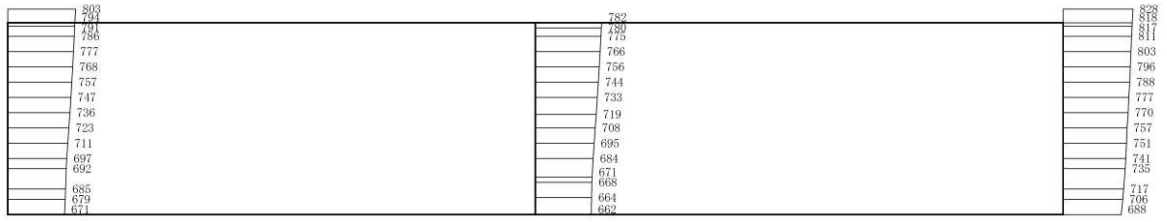
(a) S s - D 3 (++) 水平



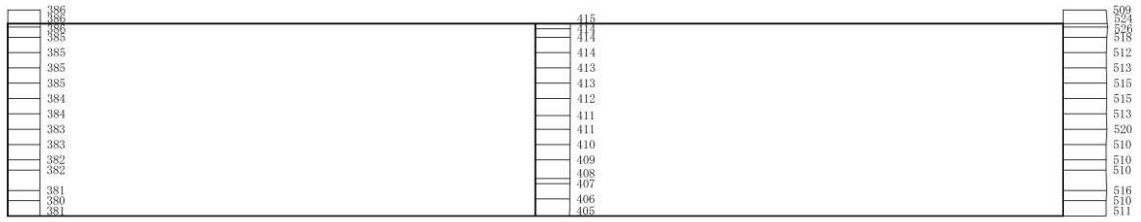
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-83 最大加速度分布図 (17/56) (解析ケース③)



(a) S s - F 1 (++) 水平

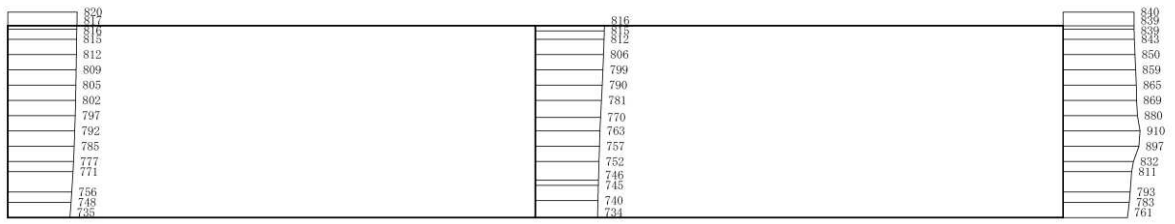


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

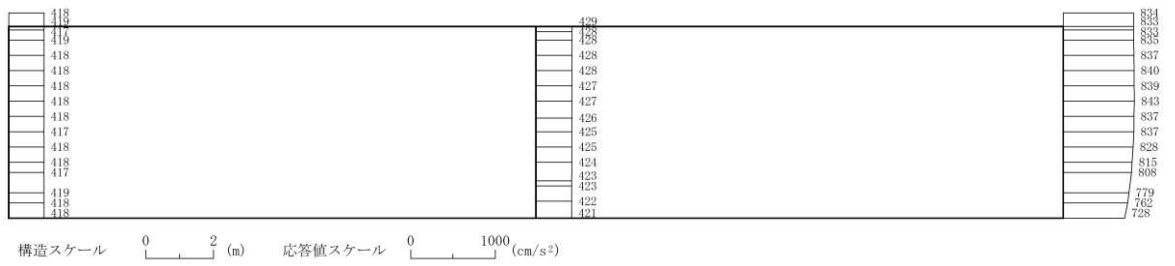
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-84 最大加速度分布図 (18/56) (解析ケース③)



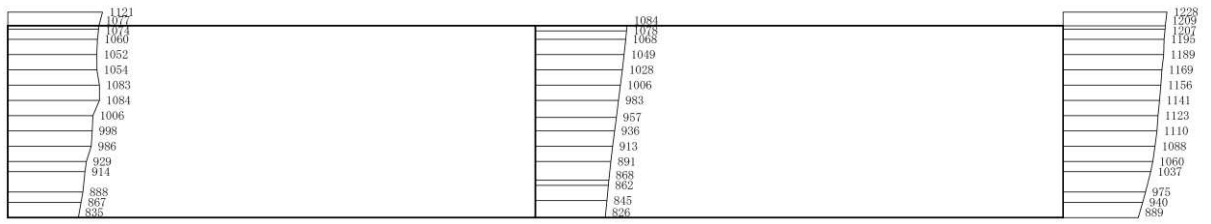


(a) S<sub>s</sub> - F<sub>2</sub> (++) 水平

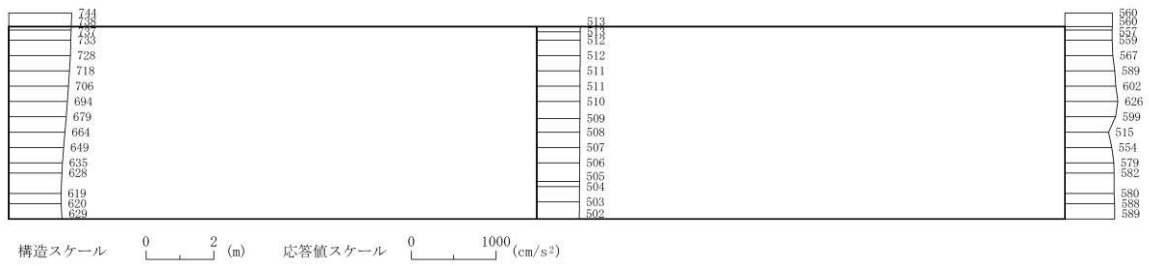


(b) S<sub>s</sub> - F<sub>2</sub> (++) 鉛直

図 4-85 最大加速度分布図 (19/56) (解析ケース③)



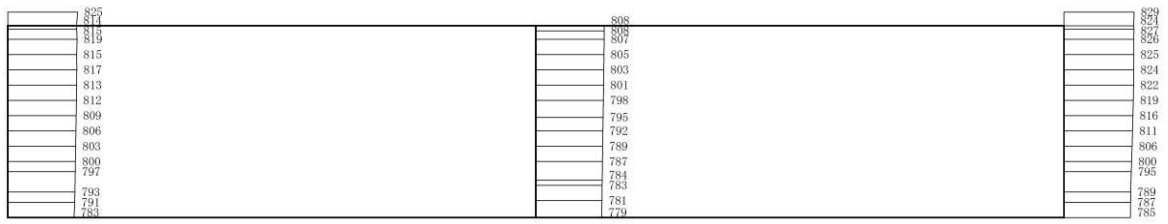
(a) S s - F 3 (++) 水平



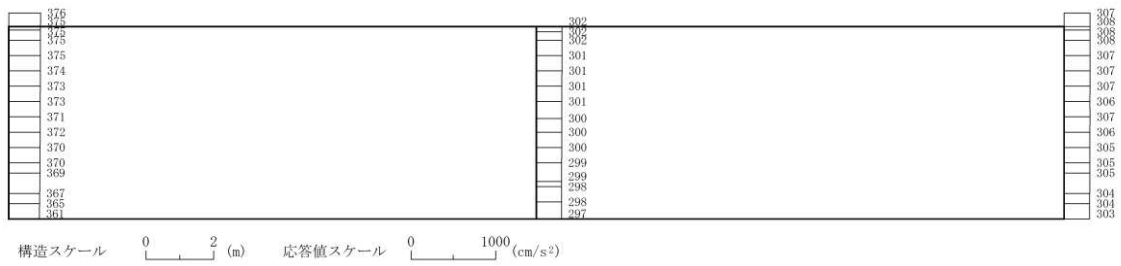
(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-86 最大加速度分布図 (20/56) (解析ケース③)

O 2 ③ VI-2-2-13 R O



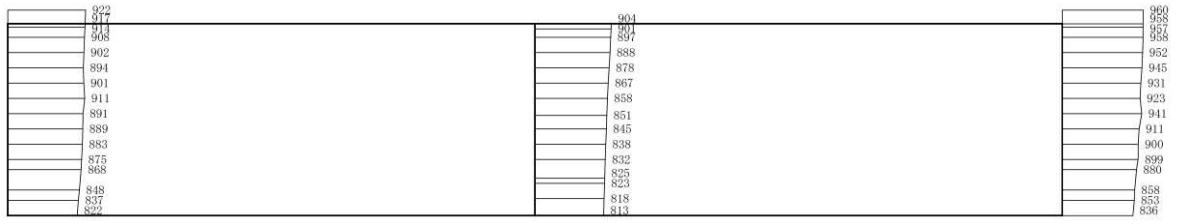
(a) S s - N 1 (++) 水平



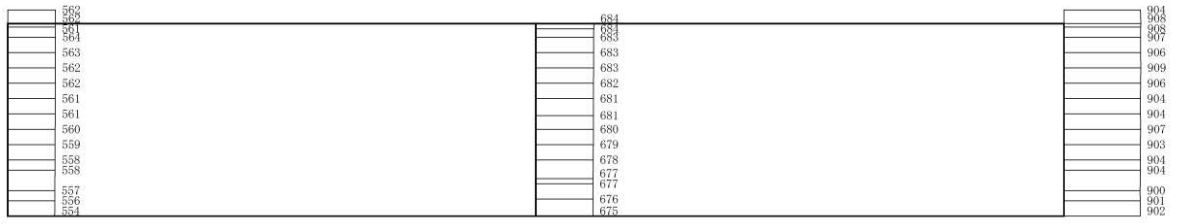
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-87 最大加速度分布図 (21/56) (解析ケース③)



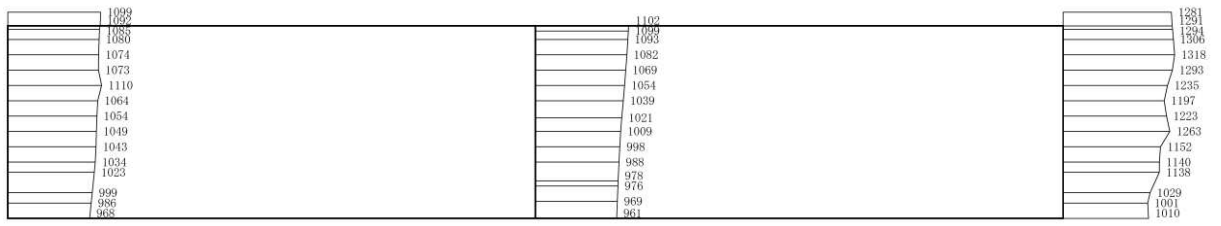
(a) S s - D 1 (++) 水平



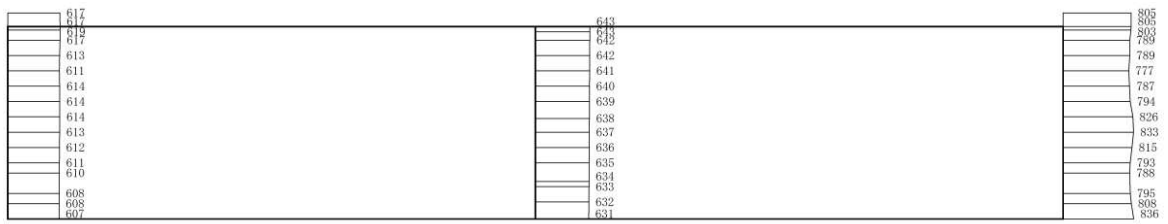
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-88 最大加速度分布図 (22/56) (解析ケース④)



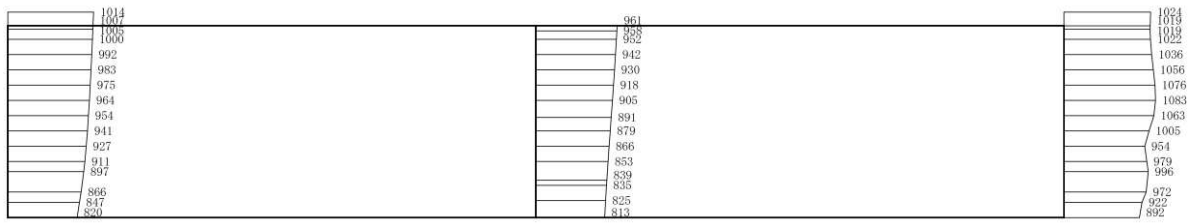
(a) S s - D 2 (++) 水平



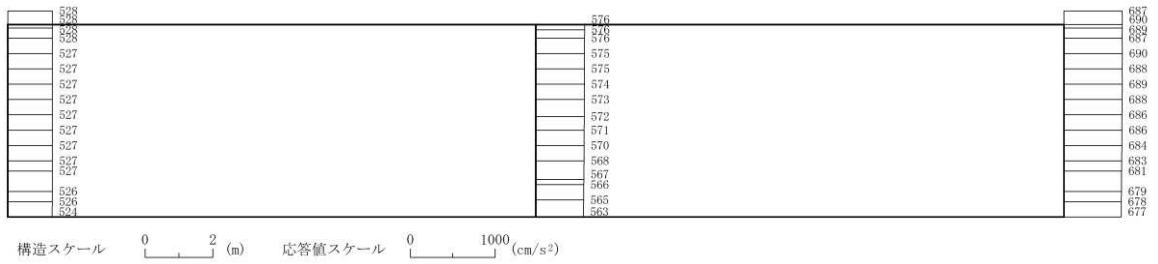
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-89 最大加速度分布図 (23/56) (解析ケース④)



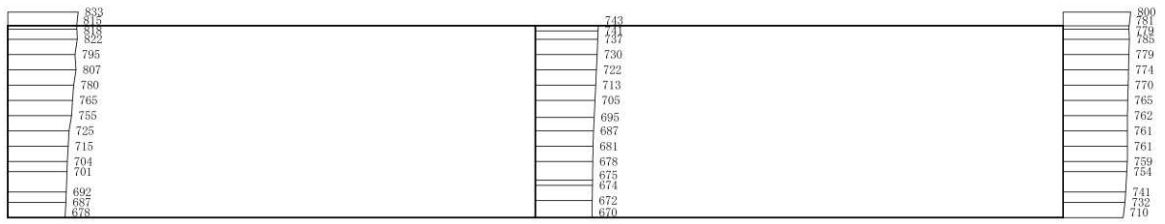
(a) S<sub>s</sub>-D3 (++) 水平



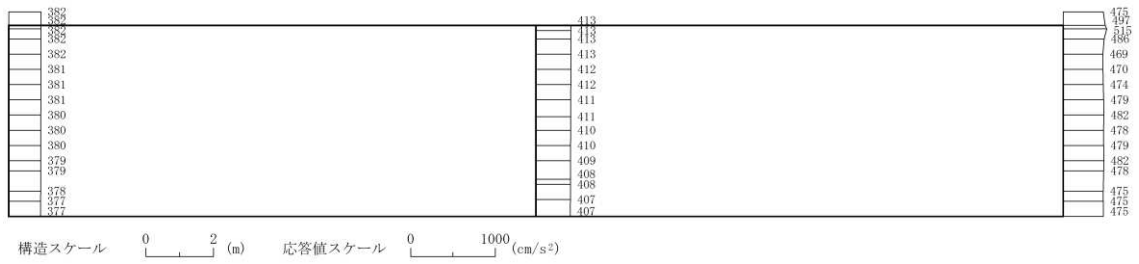
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S<sub>s</sub>-D3 (++) 鉛直

図 4-90 最大加速度分布図 (24/56) (解析ケース④)

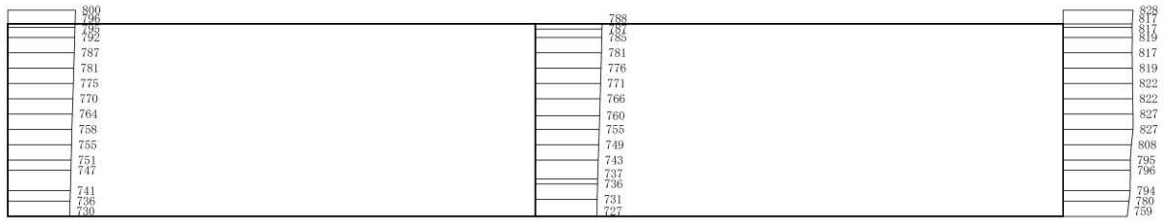


(a) S s - F 1 (++) 水平

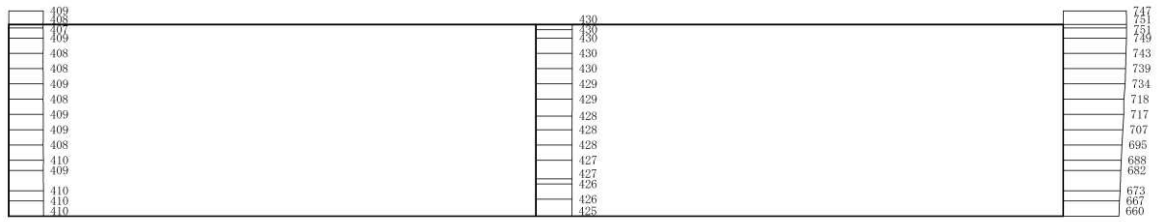


(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-91 最大加速度分布図 (25/56) (解析ケース④)



(a)  $S_s - F_2 (++)$  水平

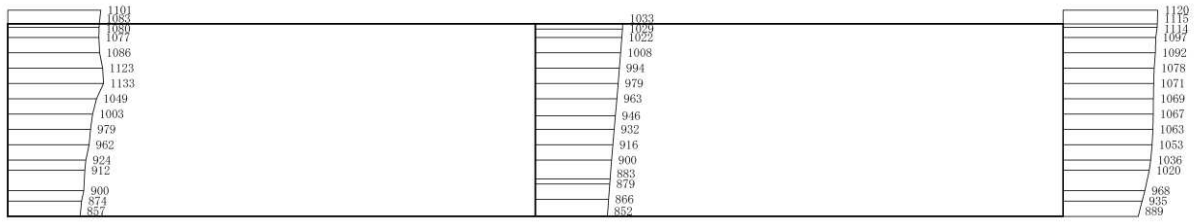


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

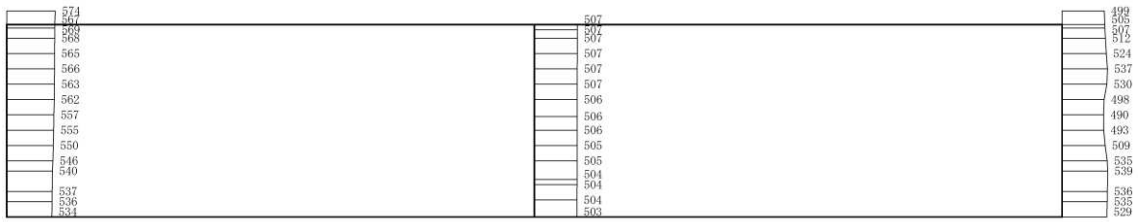
(b)  $S_s - F_2 (++)$  鉛直

図 4-92 最大加速度分布図 (26/56) (解析ケース④)





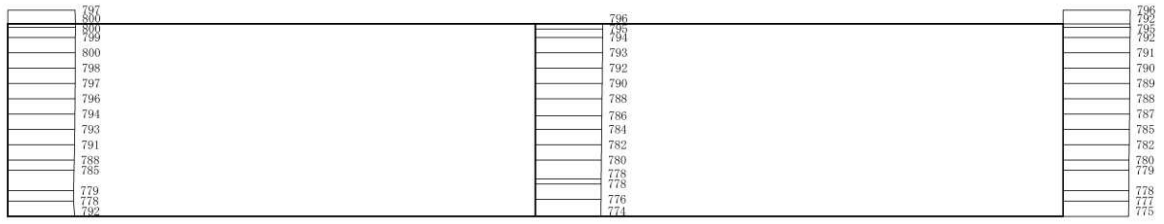
(a) S s - F 3 (++) 水平



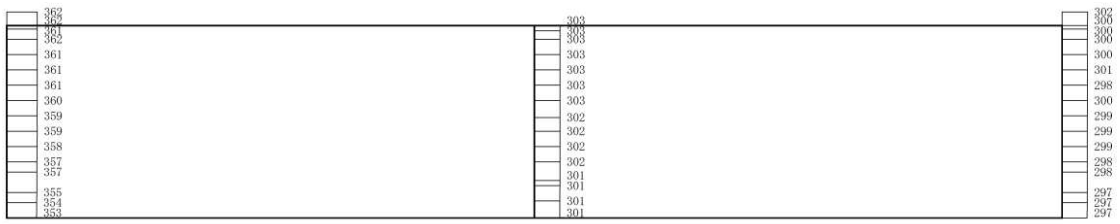
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-93 最大加速度分布図 (27/56) (解析ケース④)



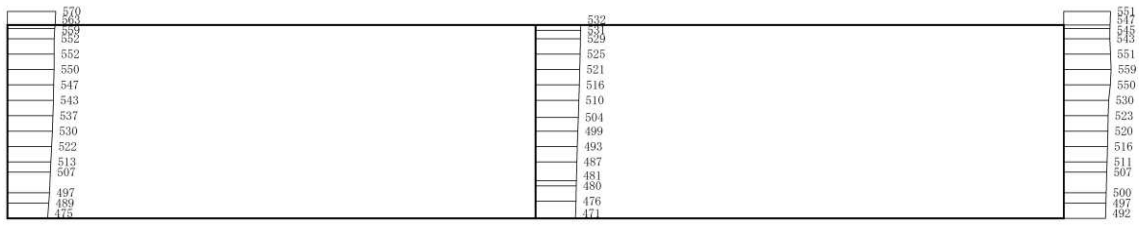
(a)  $S_s - N1$  (++) 水平



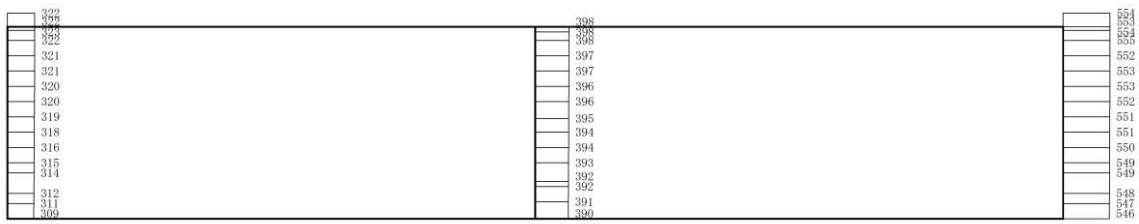
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b)  $S_s - N1$  (++) 鉛直

図 4-94 最大加速度分布図 (28/56) (解析ケース④)



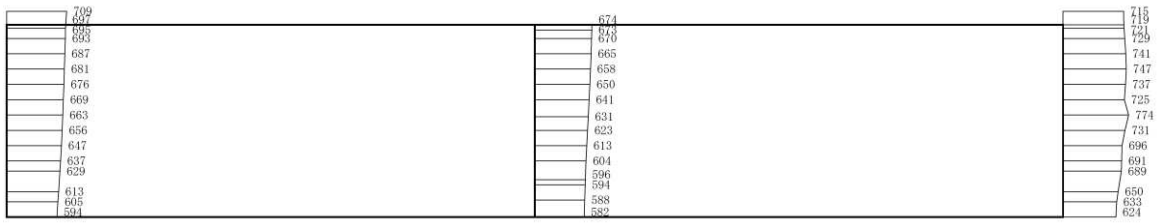
(a) S d - D 1 (++) 水平



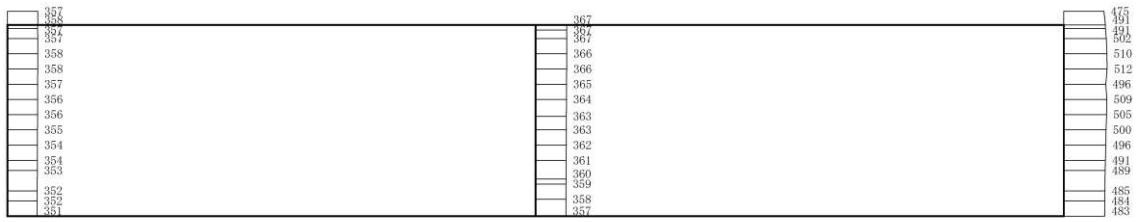
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-95 最大加速度分布図 (29/56) (解析ケース①)



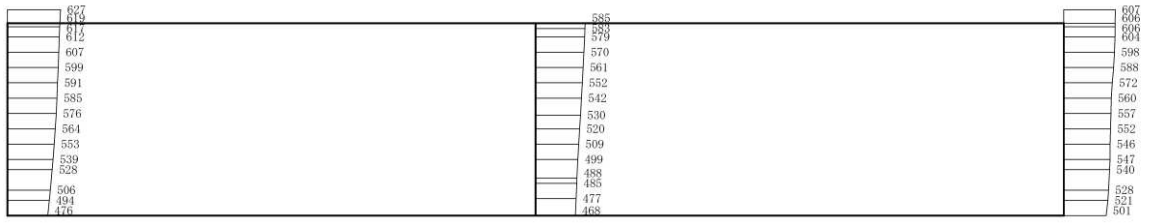
(a) S d - D 2 (++) 水平



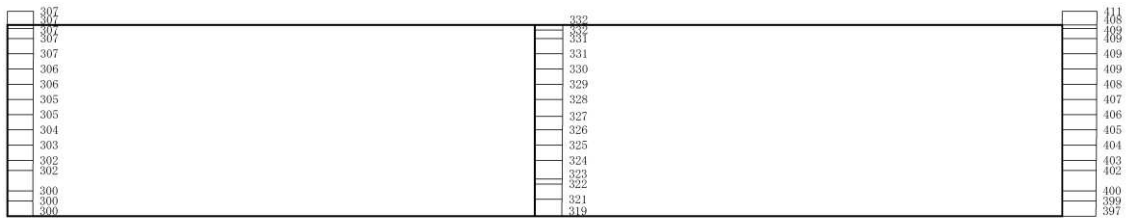
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-96 最大加速度分布図 (30/56) (解析ケース①)



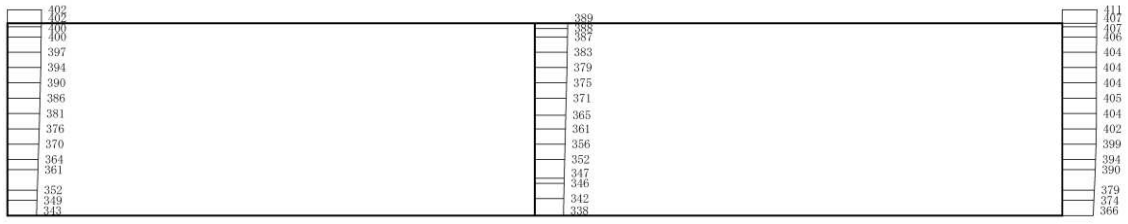
(a) S d - D 3 (++) 水平



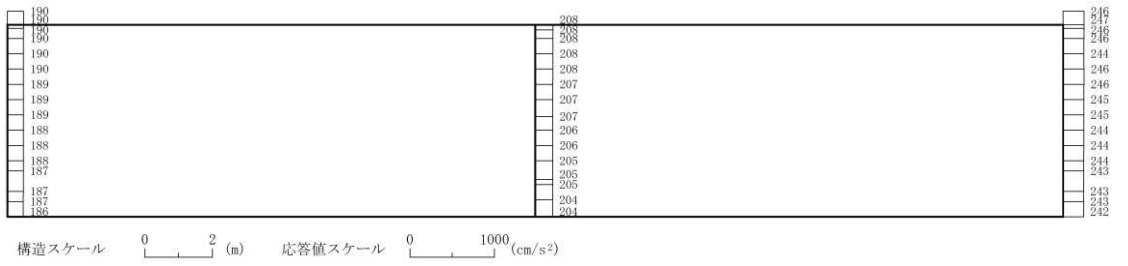
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-97 最大加速度分布図 (31/56) (解析ケース①)

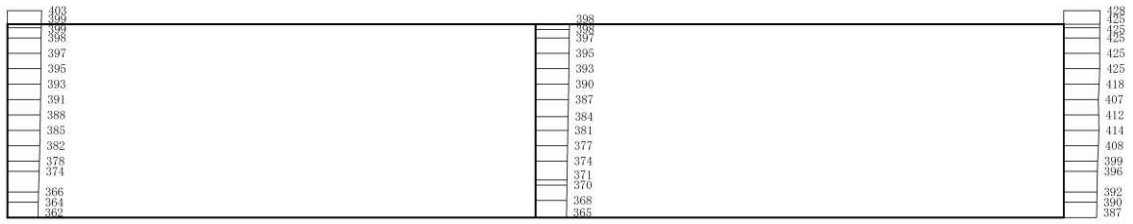


(a) S d - F 1 ( + + ) 水平

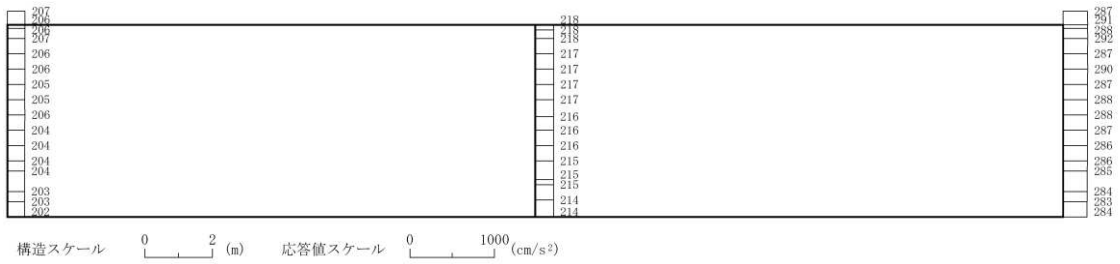


(b) S d - F 1 ( + + ) 鉛直

図 4-98 最大加速度分布図 (32/56) (解析ケース①)

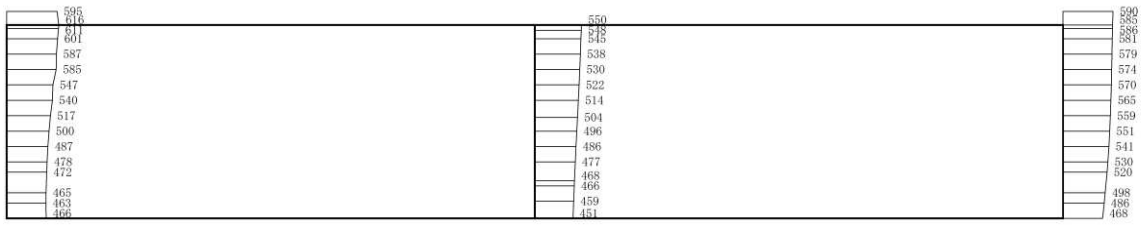


(a) S d - F 2 (++) 水平

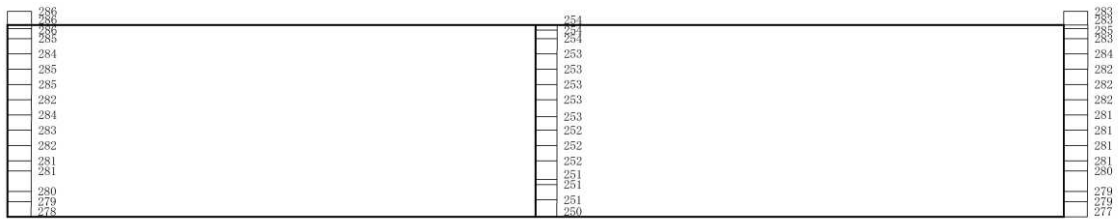


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-99 最大加速度分布図 (33/56) (解析ケース①)



(a) S d - F 3 (++) 水平

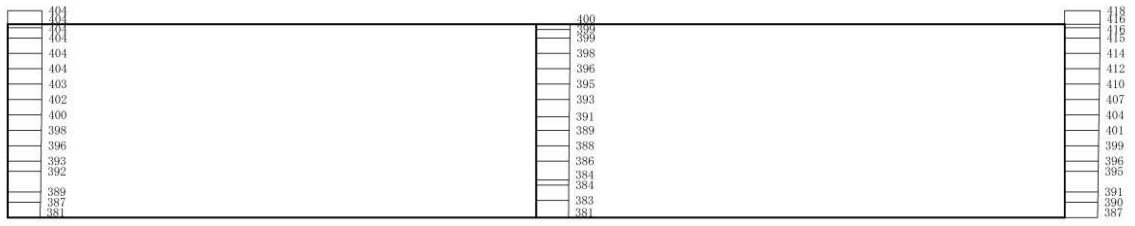


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

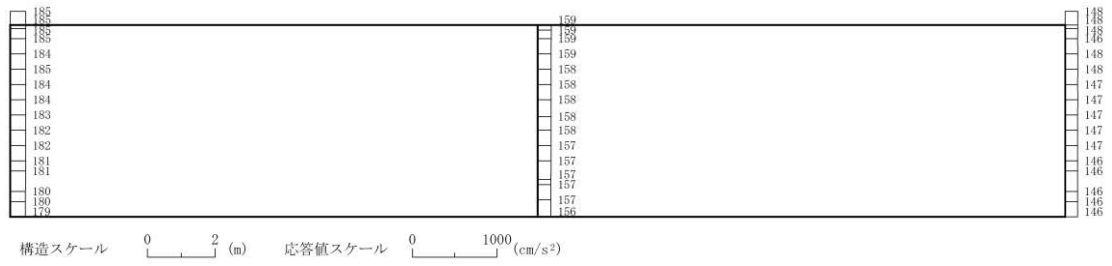
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-100 最大加速度分布図 (34/56) (解析ケース①)



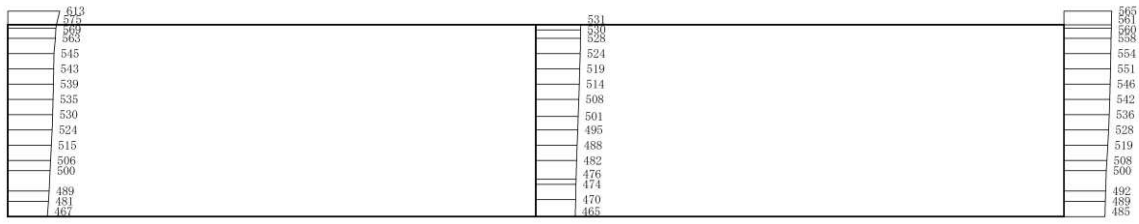


(a) S d - N 1 (++) 水平

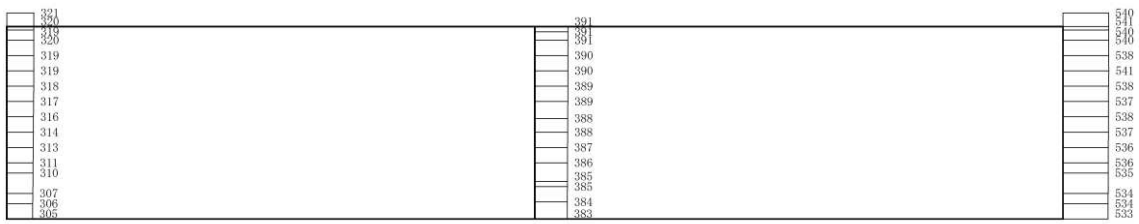


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-101 最大加速度分布図 (35/56) (解析ケース①)



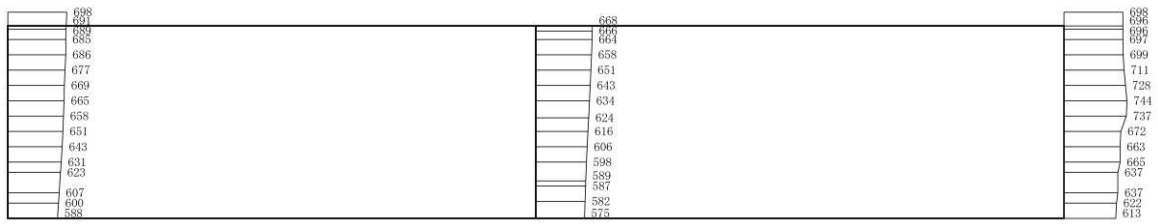
(a) S d - D 1 (++) 水平



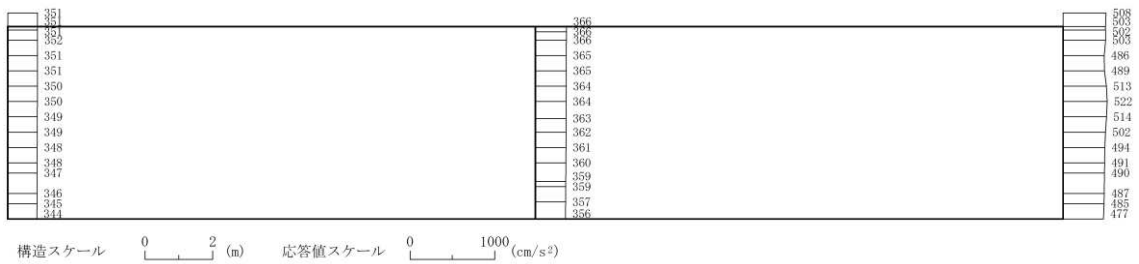
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-102 最大加速度分布図 (36/56) (解析ケース②)

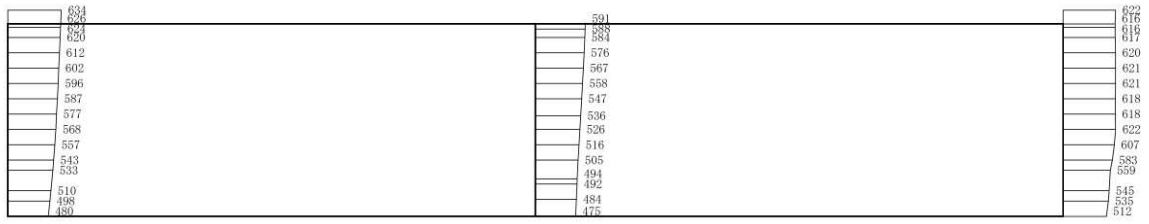


(a) S d - D 2 (++) 水平

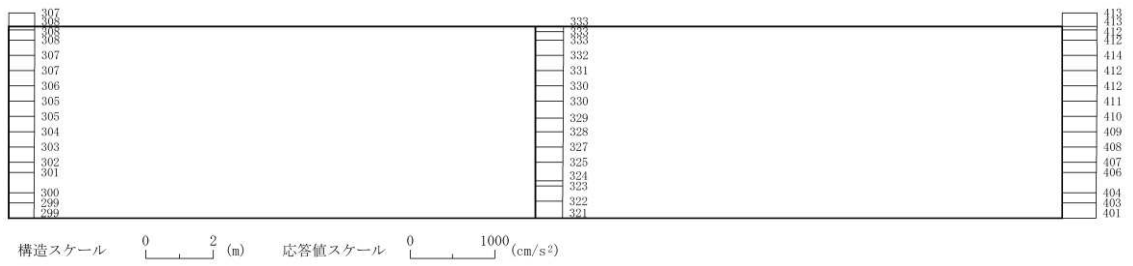


(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-103 最大加速度分布図 (37/56) (解析ケース②)

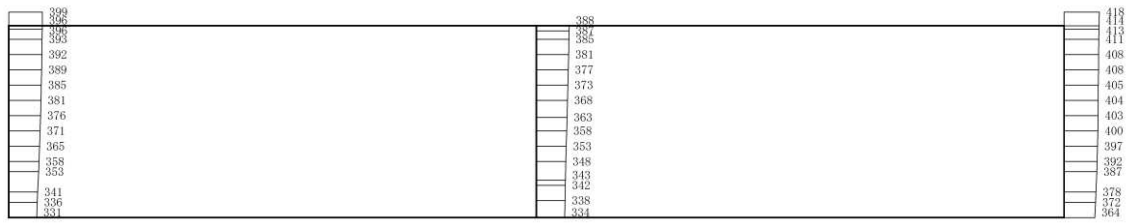


(a) S d - D 3 (++) 水平

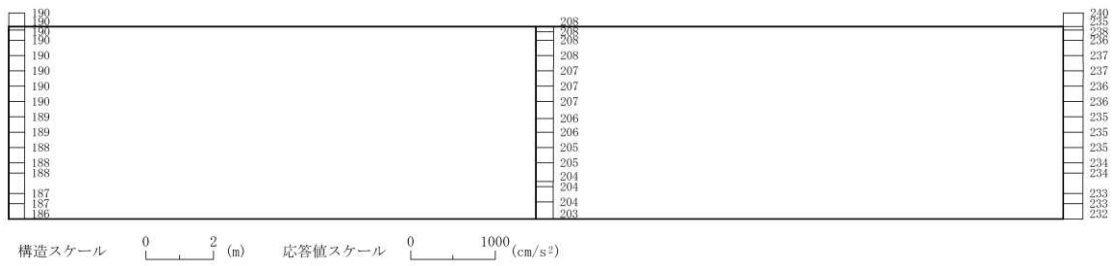


(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-104 最大加速度分布図 (38/56) (解析ケース②)

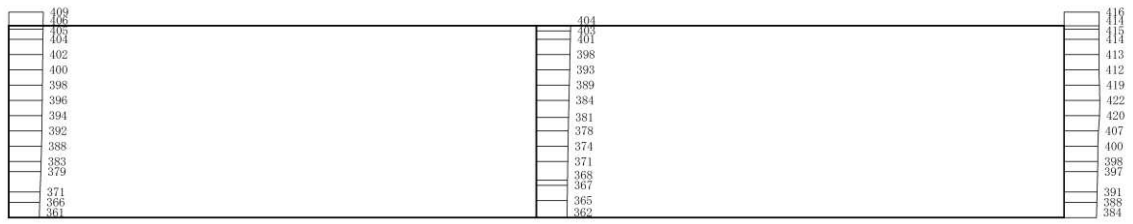


(a) S d - F 1 (++) 水平

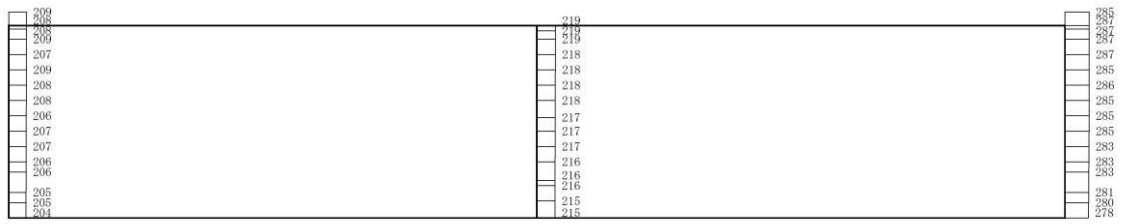


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-105 最大加速度分布図 (39/56) (解析ケース②)



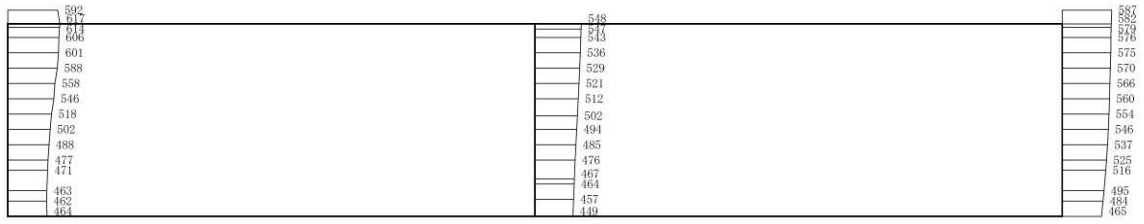
(a) S d - F 2 (++) 水平



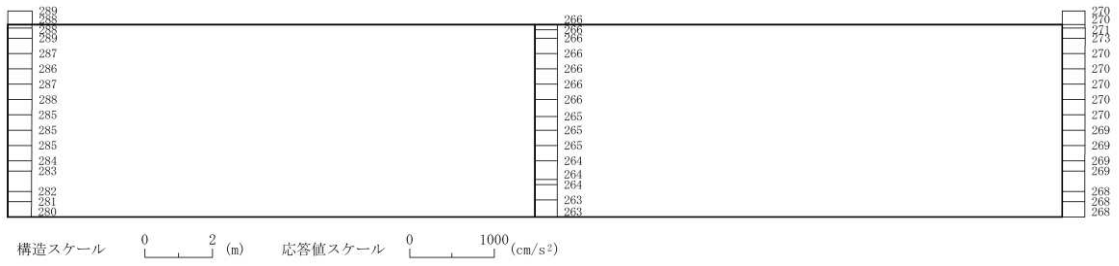
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-106 最大加速度分布図 (40/56) (解析ケース②)

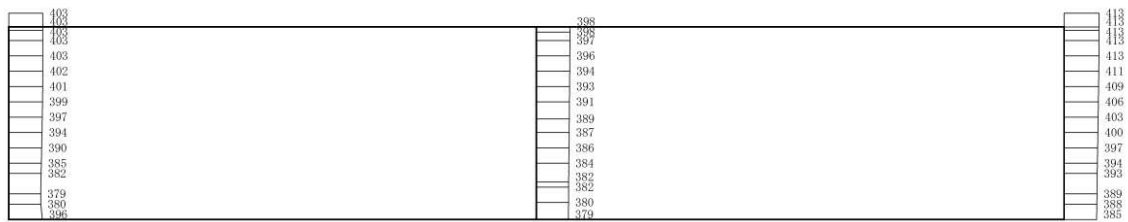


(a) S d - F 3 (++) 水平

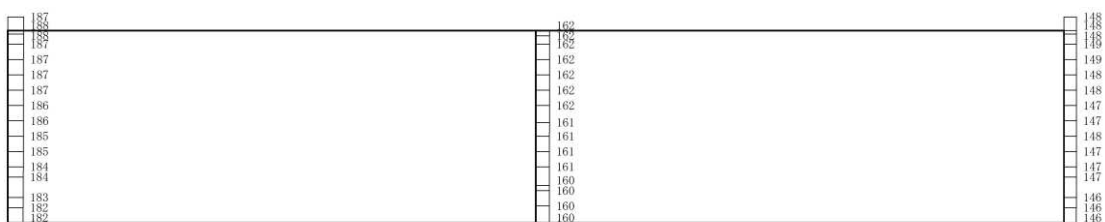


(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-107 最大加速度分布図 (41/56) (解析ケース②)



(a) S d - N 1 ( + + ) 水平

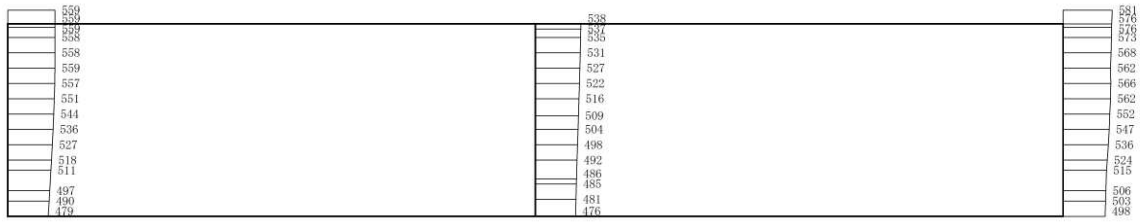


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

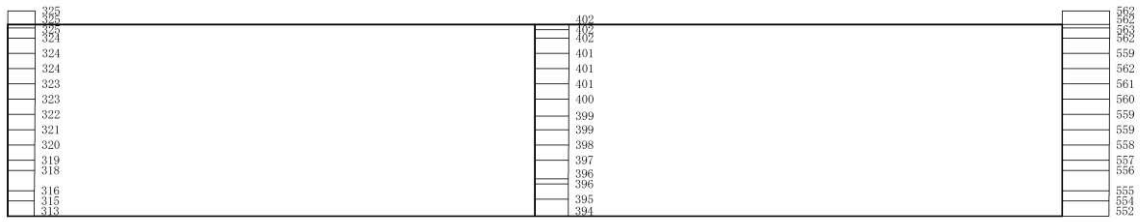
(b) S d - N 1 ( + + ) 鉛直

図 4-108 最大加速度分布図 (42/56) (解析ケース②)





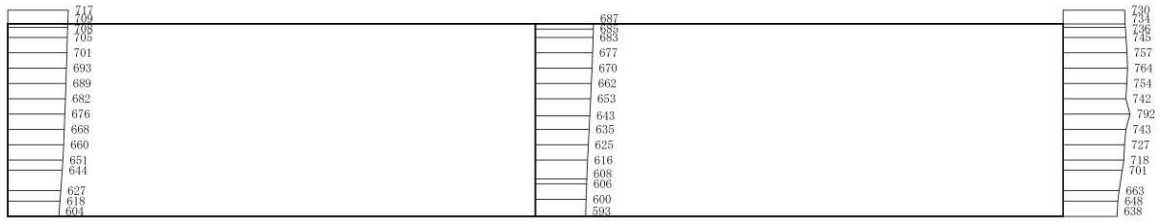
(a) S d - D 1 (++) 水平



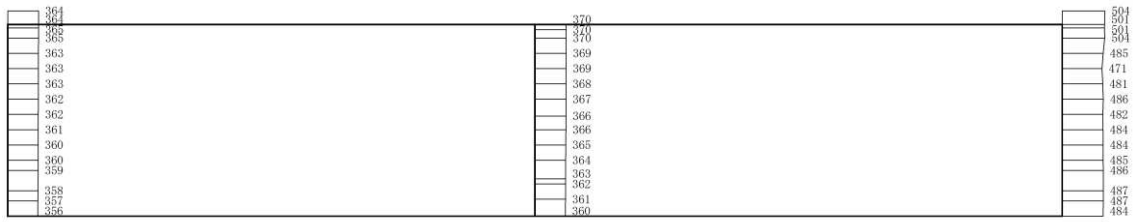
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-109 最大加速度分布図 (43/56) (解析ケース③)



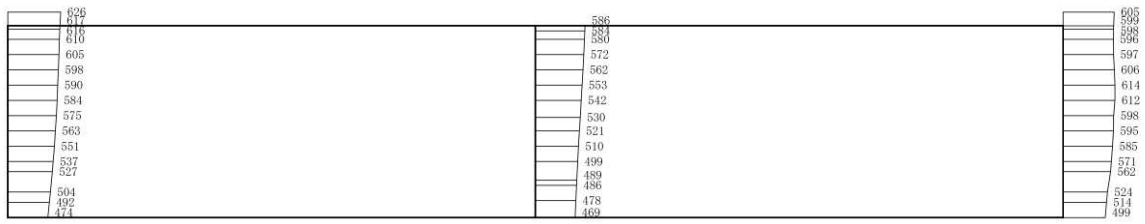
(a) S d - D 2 (++) 水平



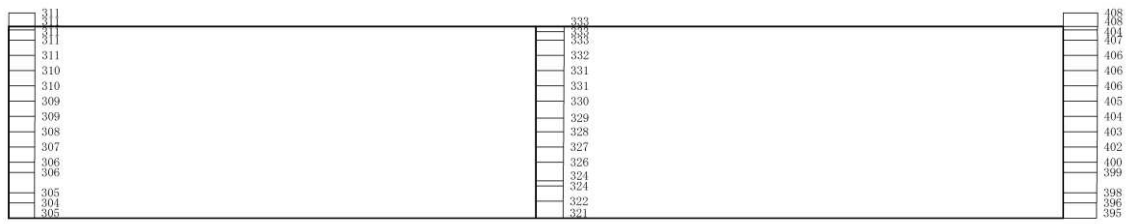
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-110 最大加速度分布図 (44/56) (解析ケース③)



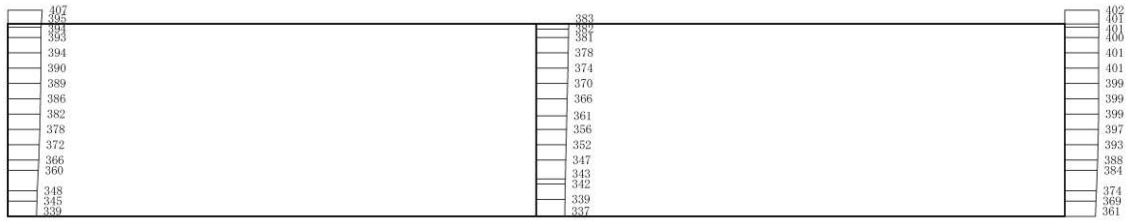
(a) S d - D 3 (++) 水平



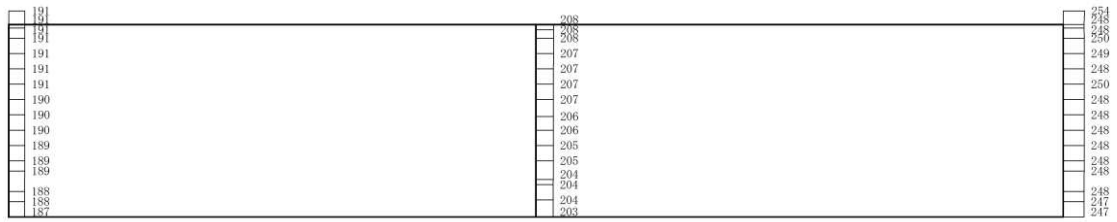
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-111 最大加速度分布図 (45/56) (解析ケース③)



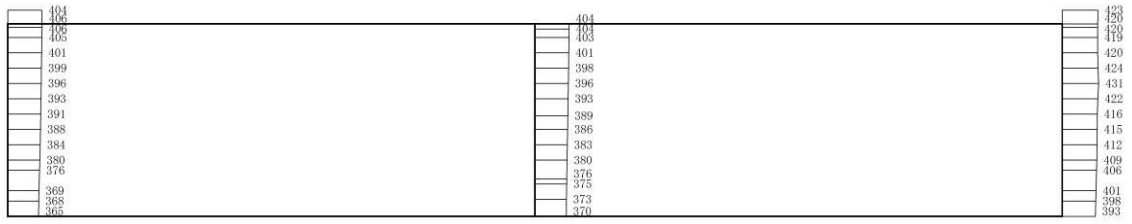
(a) S d - F 1 (++) 水平



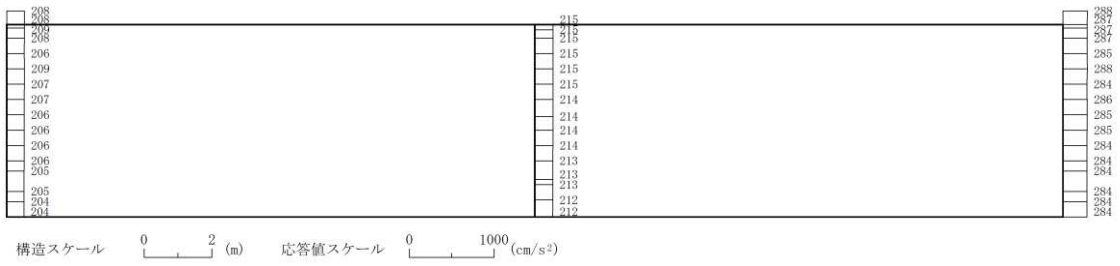
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-112 最大加速度分布図 (46/56) (解析ケース③)

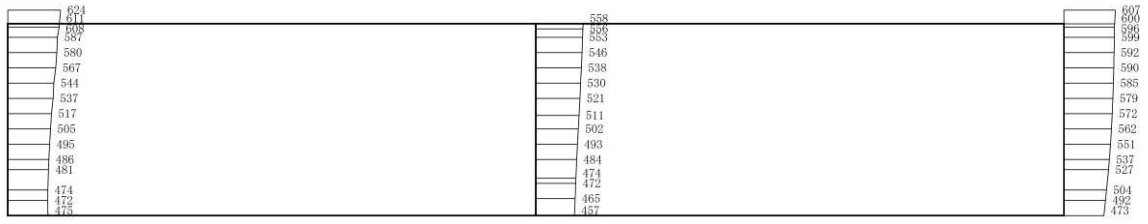


(a) S d - F 2 (++) 水平

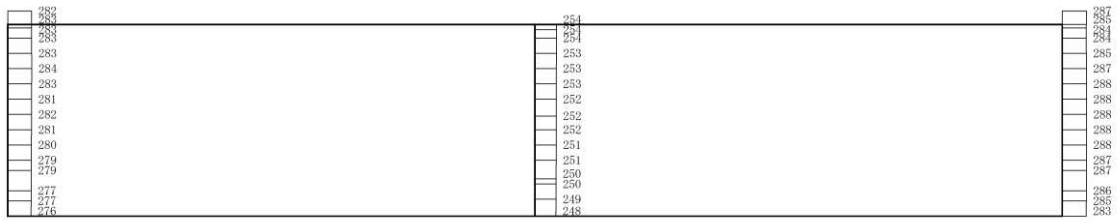


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-113 最大加速度分布図 (47/56) (解析ケース③)



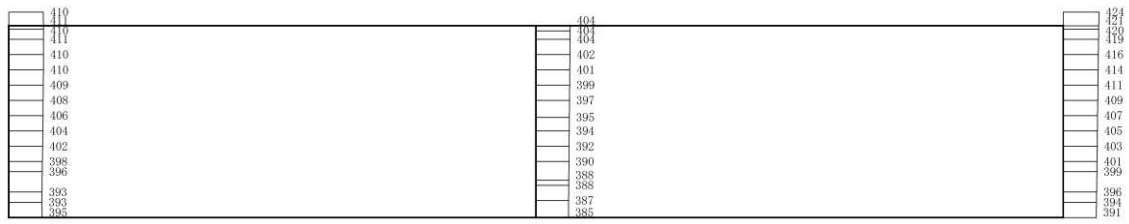
(a) S d - F 3 (++) 水平



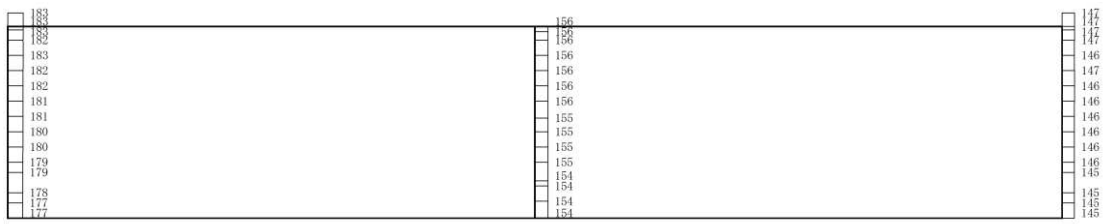
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-114 最大加速度分布図 (48/56) (解析ケース③)



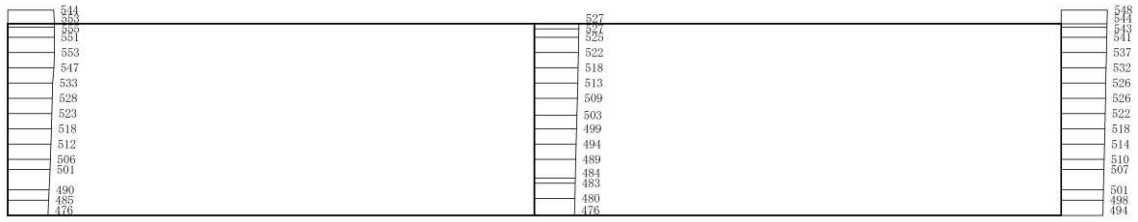
(a) S d - N 1 (++) 水平



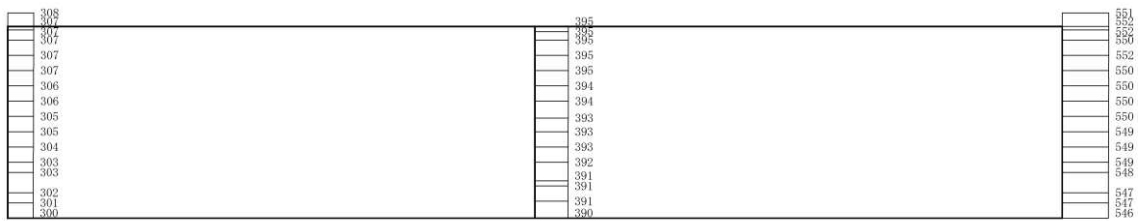
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-115 最大加速度分布図 (49/56) (解析ケース③)



(a) S d - D 1 (++) 水平

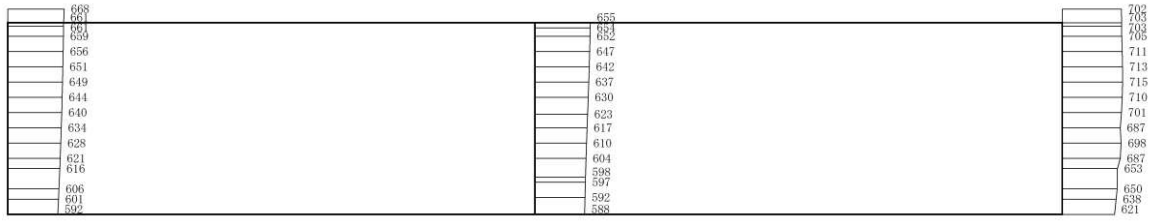


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

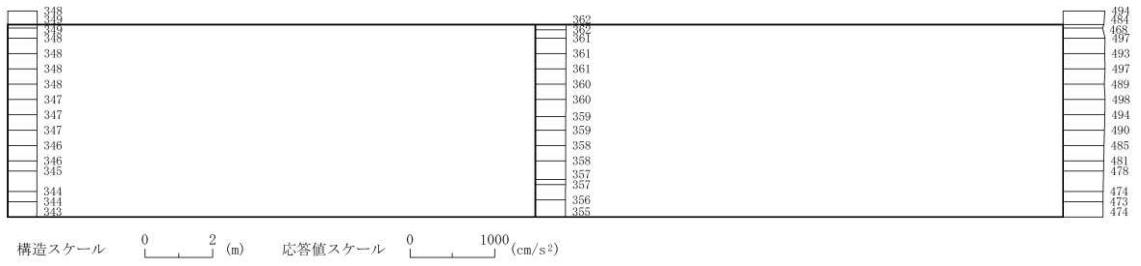
(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-116 最大加速度分布図 (50/56) (解析ケース④)



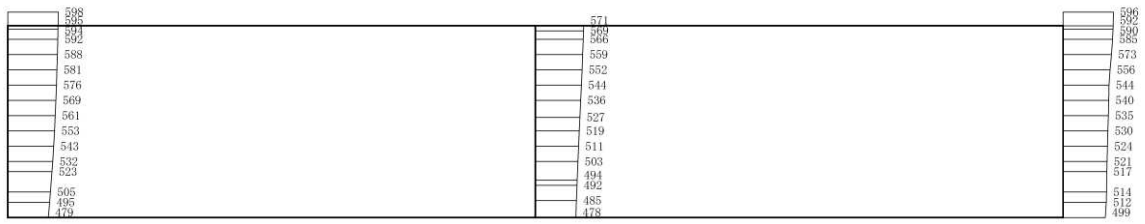


(a) S d - D 2 ( + + ) 水平

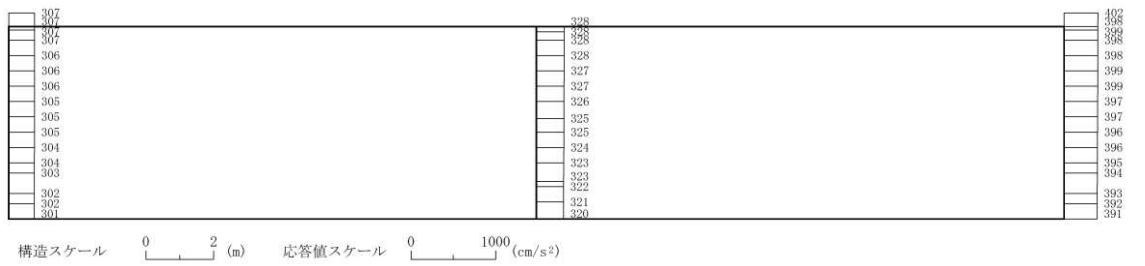


(b) S d - D 2 ( + + ) 鉛直

図 4-117 最大加速度分布図 (51/56) (解析ケース④)

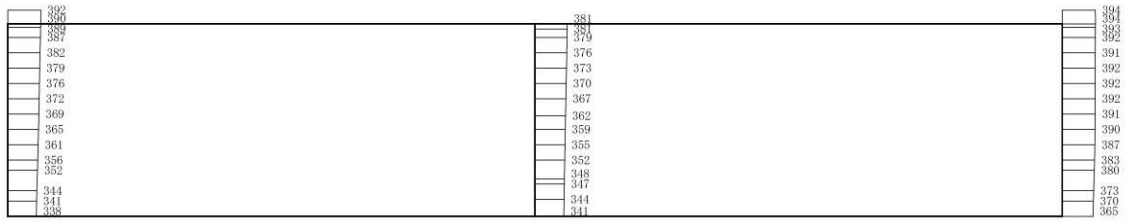


(a) S d - D 3 (++) 水平

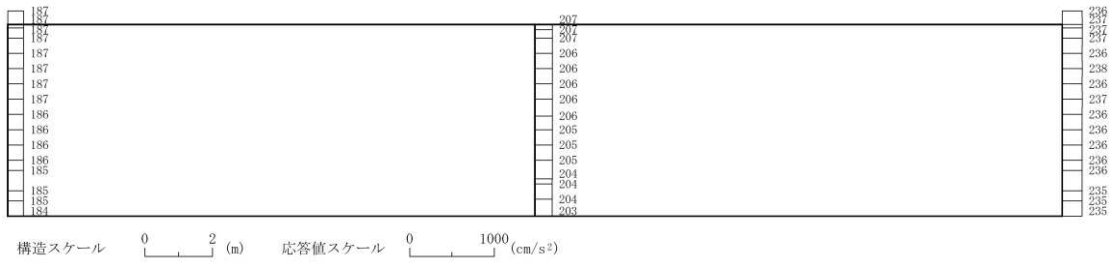


(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-118 最大加速度分布図 (52/56) (解析ケース④)

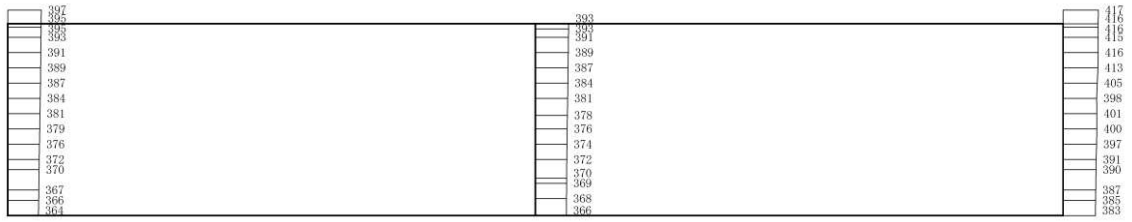


(a) S d - F 1 (++) 水平

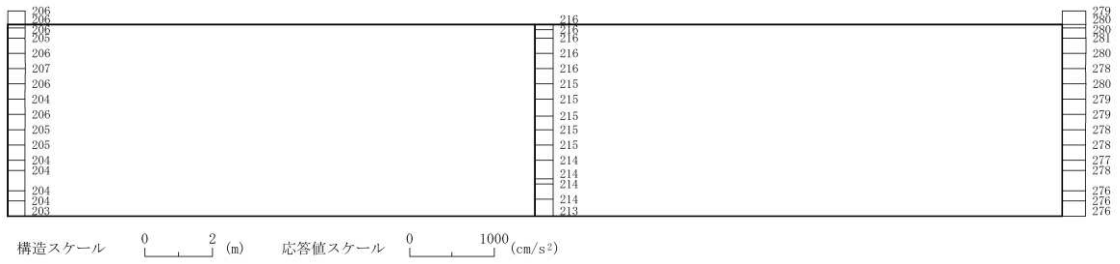


(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-119 最大加速度分布図 (53/56) (解析ケース④)

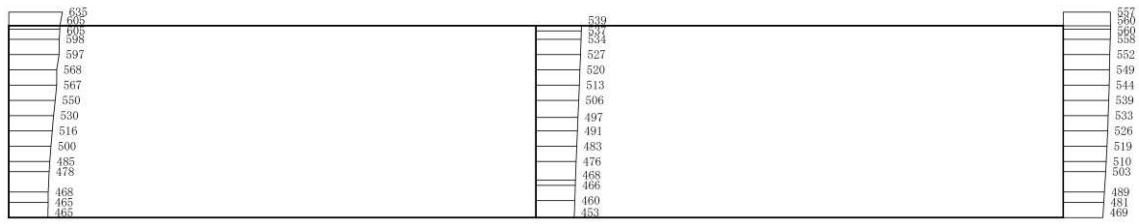


(a) S d - F 2 (++) 水平

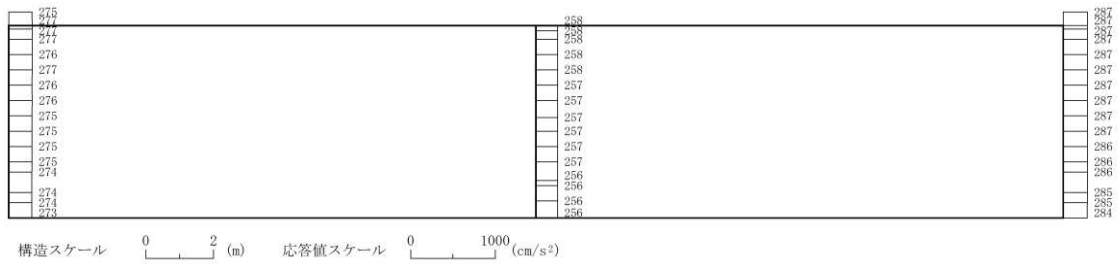


(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-120 最大加速度分布図 (54/56) (解析ケース④)



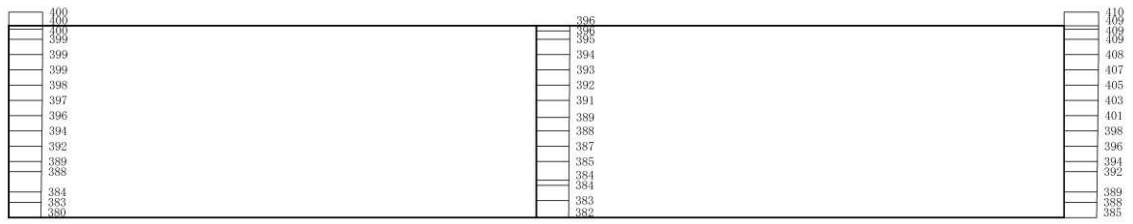
(a) S d - F 3 (++) 水平



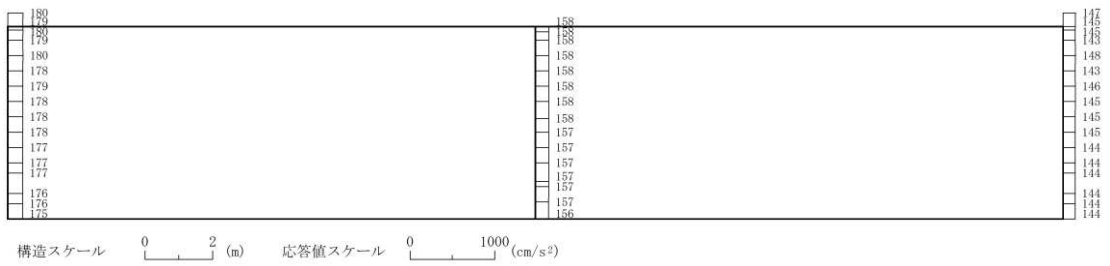
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-121 最大加速度分布図 (55/56) (解析ケース④)



(a) S d - N 1 (++) 水平

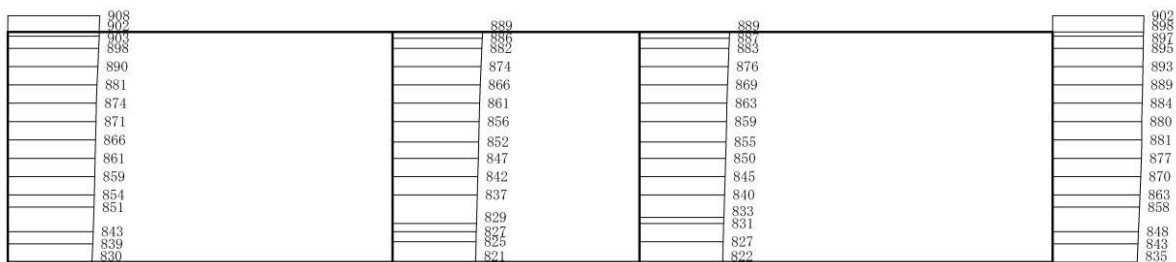


(b) S d - N 1 (++) 鉛直

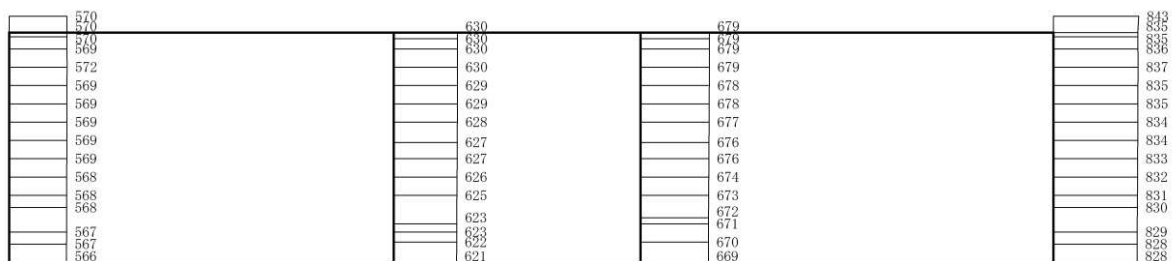
図 4-122 最大加速度分布図 (56/56) (解析ケース④)

#### 4.3 東西方向（ポンプ室）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4-123～図4-150に、弾性設計用地震動 $S_d$ に対する最大加速度分布図を図4-151～図4-178に示す。



(a) S s - D 1 (++) 水平

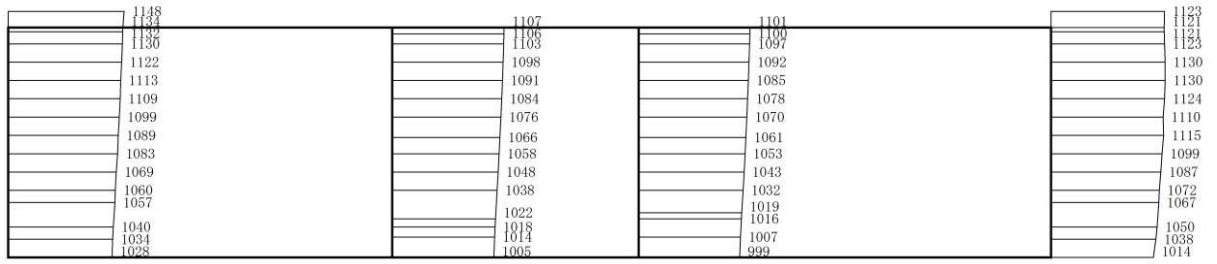


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

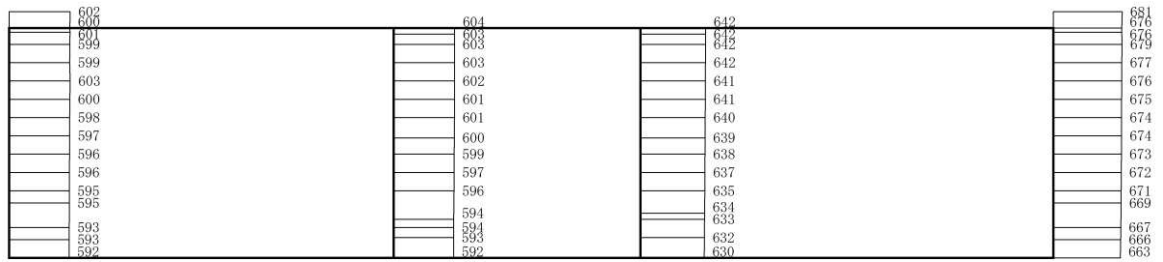
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-123 最大加速度分布図 (1/56) (解析ケース①)





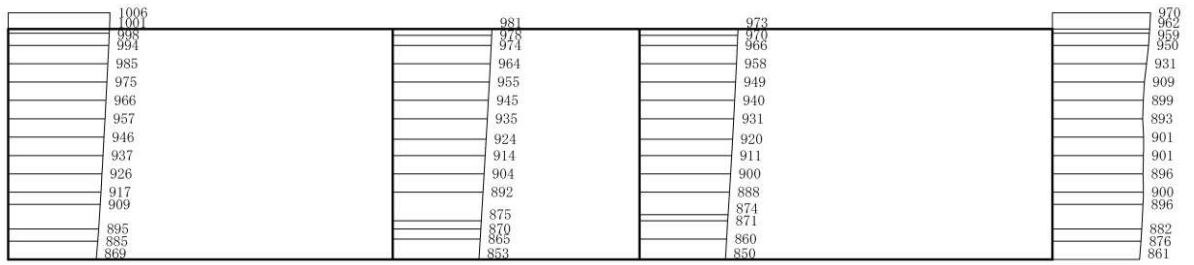
(a) S s - D 2 (++) 水平



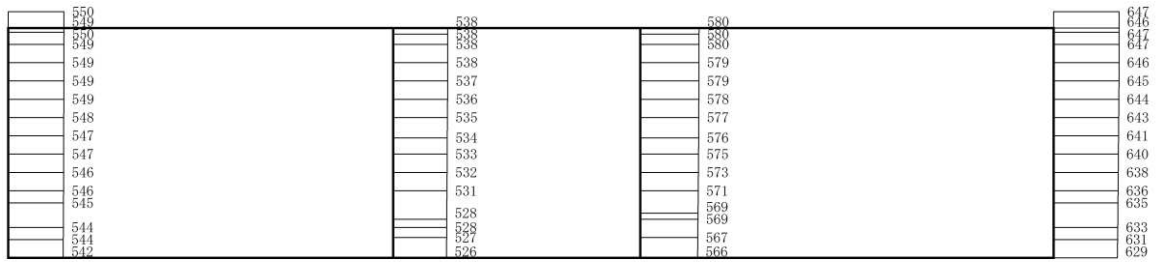
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-124 最大加速度分布図 (2/56) (解析ケース①)



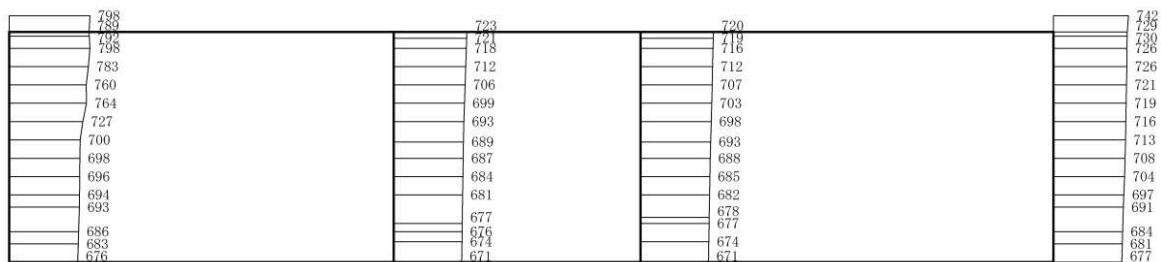
(a) S s - D 3 (++) 水平



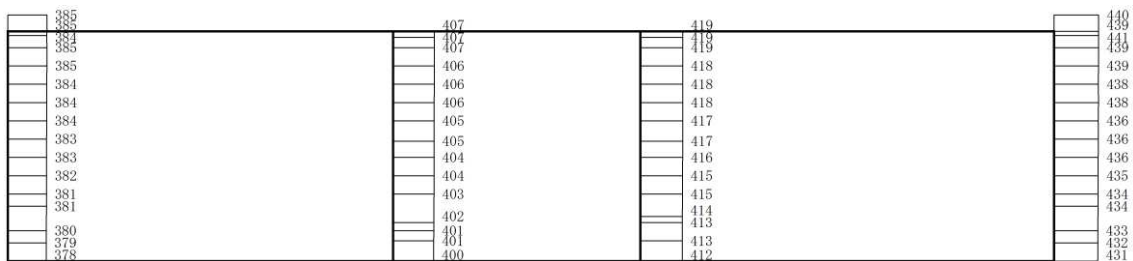
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-125 最大加速度分布図 (3/56) (解析ケース①)



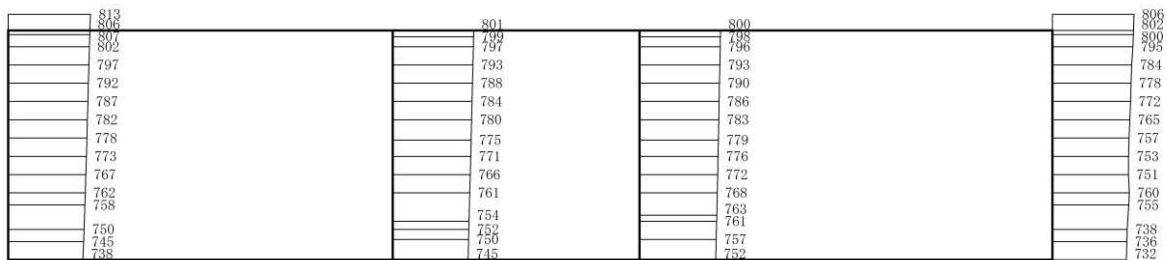
(a) S s - F 1 (++) 水平



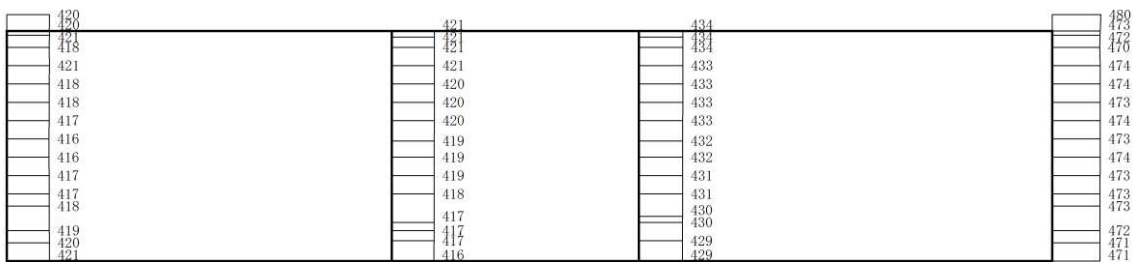
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-126 最大加速度分布図 (4/56) (解析ケース①)



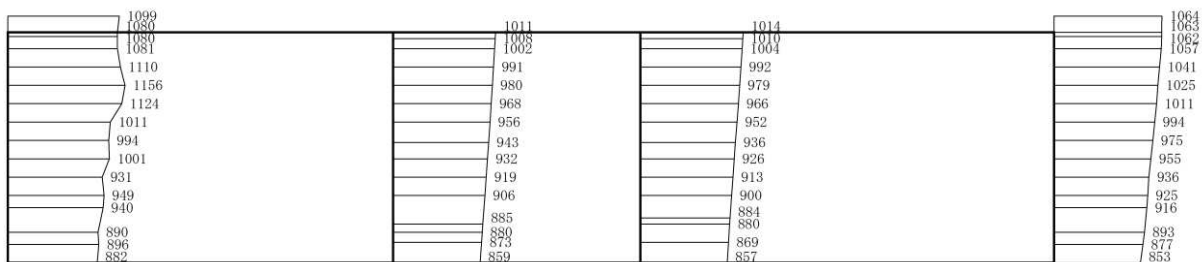
(a) S s - F 2 (++) 水平



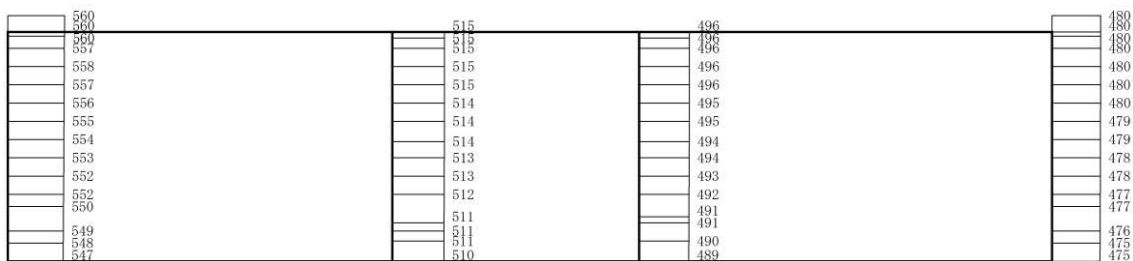
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-127 最大加速度分布図 (5/56) (解析ケース①)



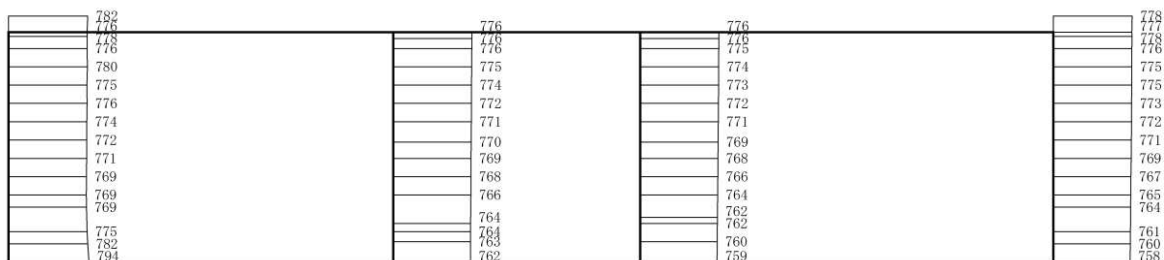
(a) S s - F 3 (++) 水平



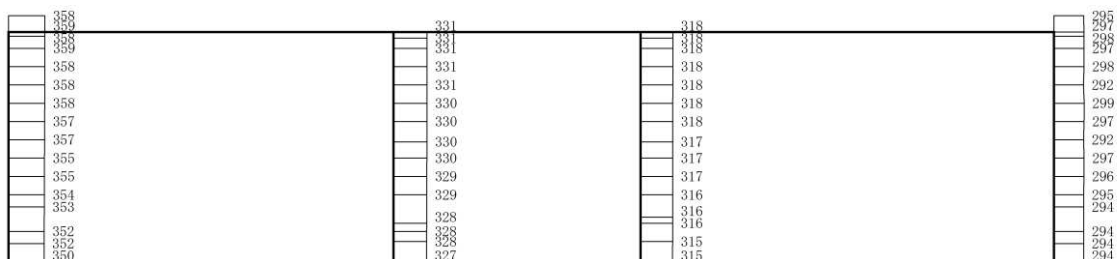
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-128 最大加速度分布図 (6/56) (解析ケース①)



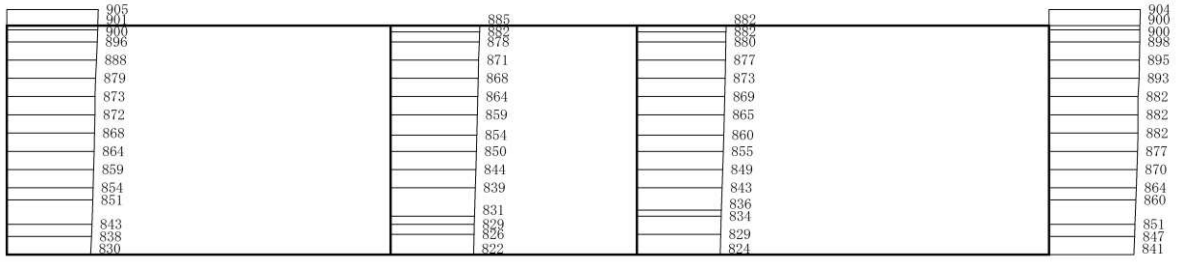
(a) S s - N 1 (++) 水平



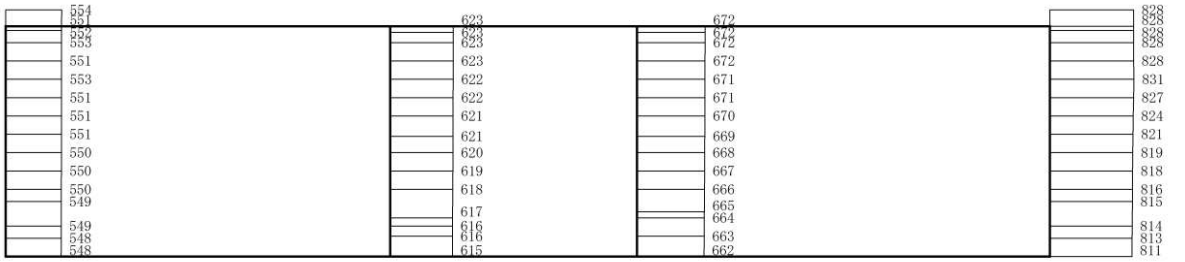
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-129 最大加速度分布図 (7/56) (解析ケース①)



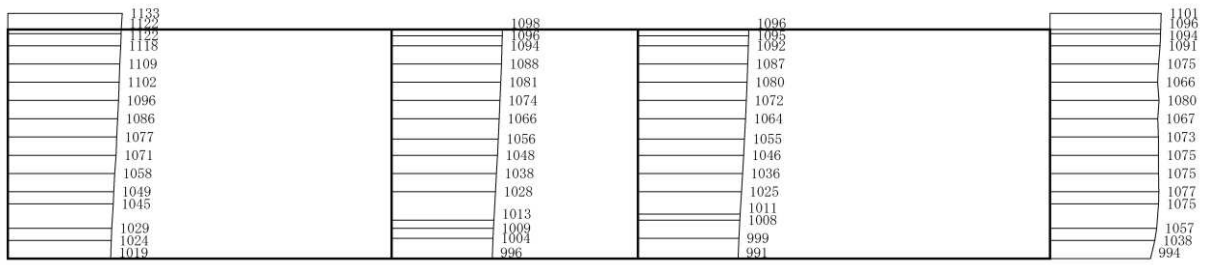
(a) S s - D 1 (++) 水平



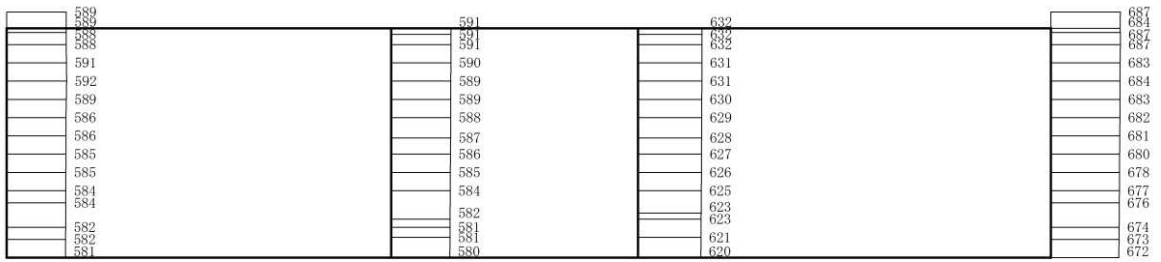
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-130 最大加速度分布図 (8/56) (解析ケース②)



(a) S s - D 2 (++) 水平

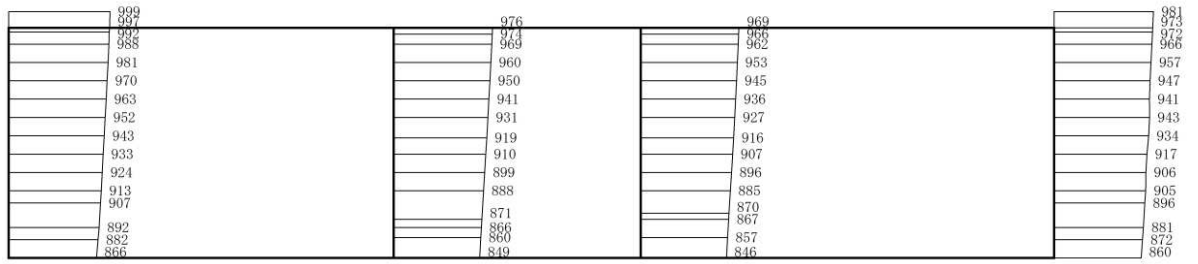


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

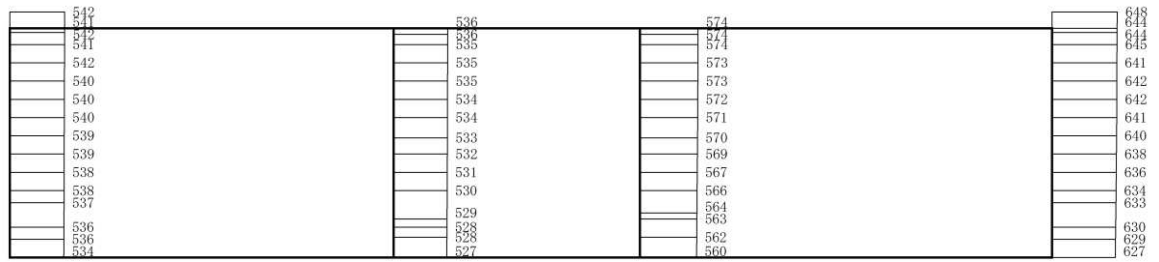
(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-131 最大加速度分布図 (9/56) (解析ケース②)





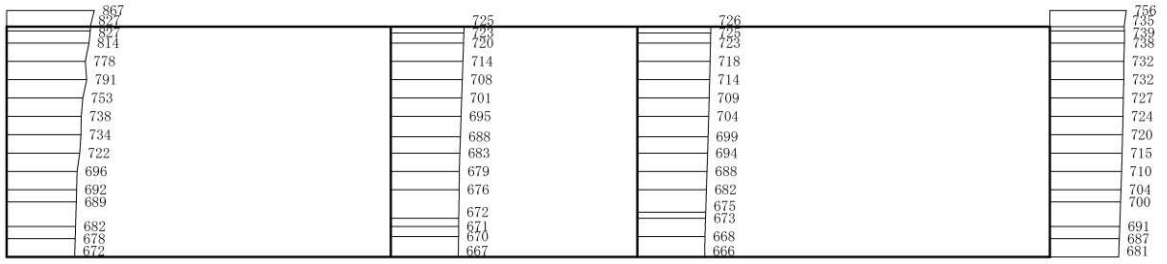
(a) S s - D 3 (++) 水平



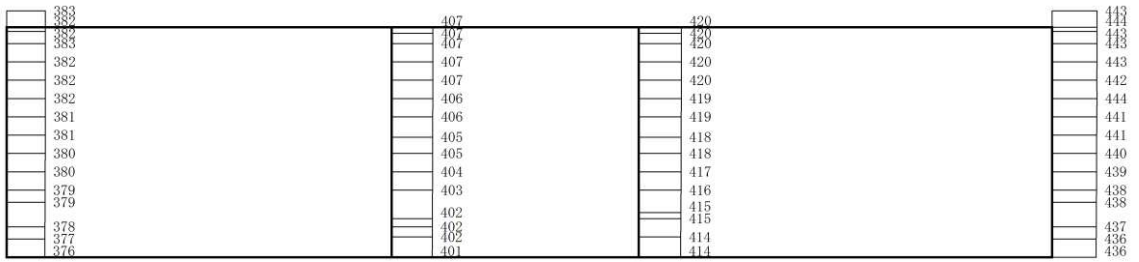
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-132 最大加速度分布図 (10/56) (解析ケース②)



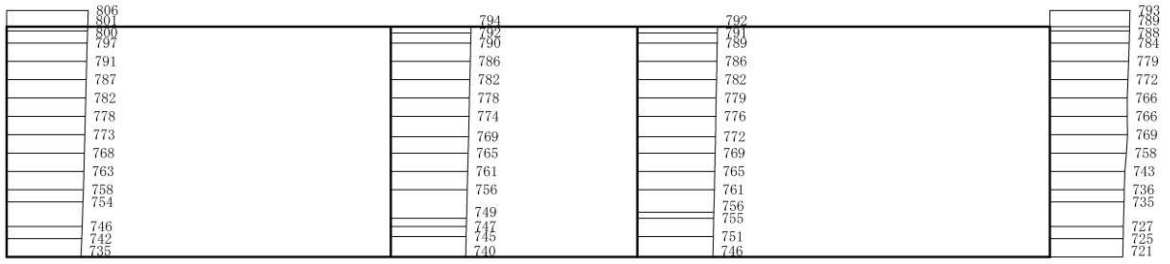
(a) S s - F 1 (++) 水平



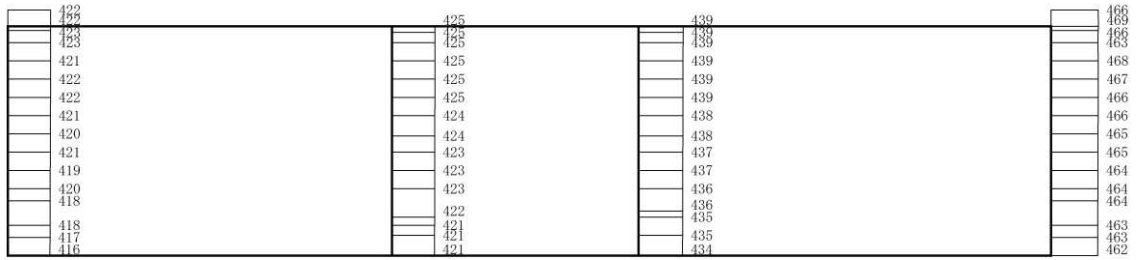
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-133 最大加速度分布図 (11/56) (解析ケース②)



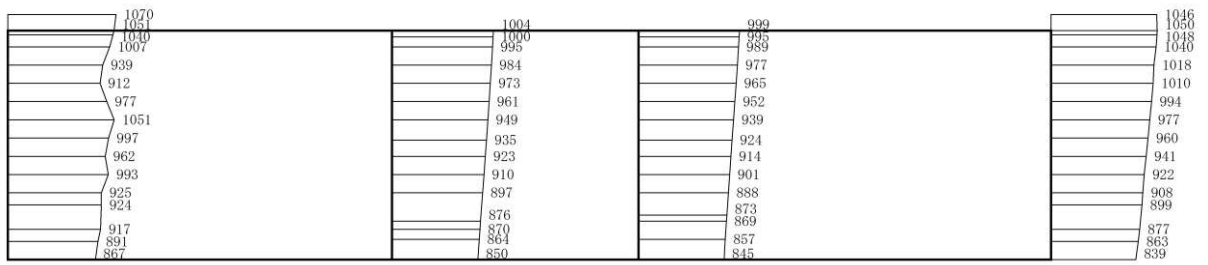
(a) S s - F 2 (++) 水平



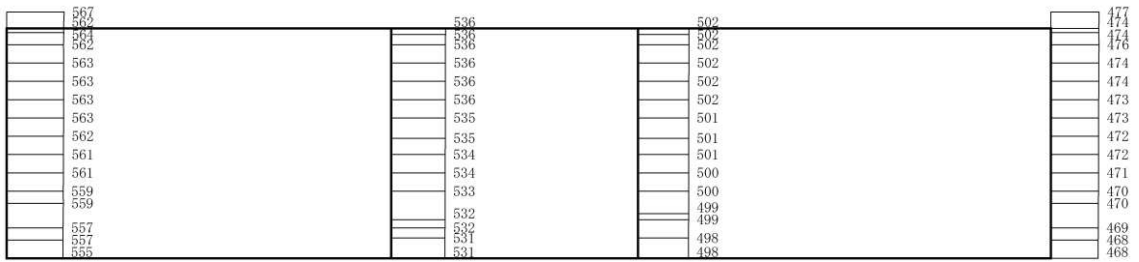
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-134 最大加速度分布図 (12/56) (解析ケース②)



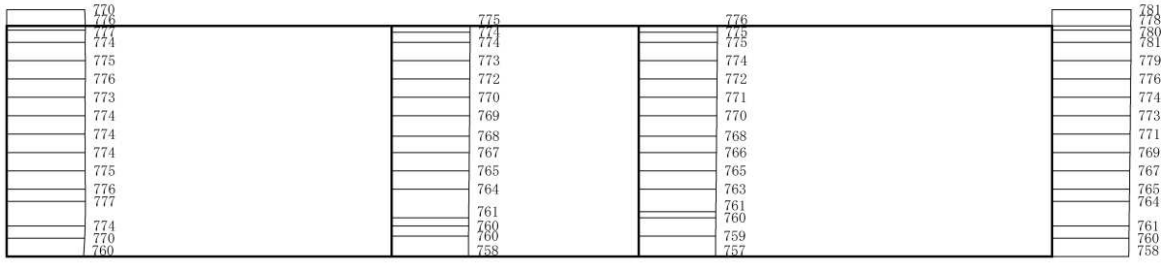
(a) S s - F 3 (++) 水平



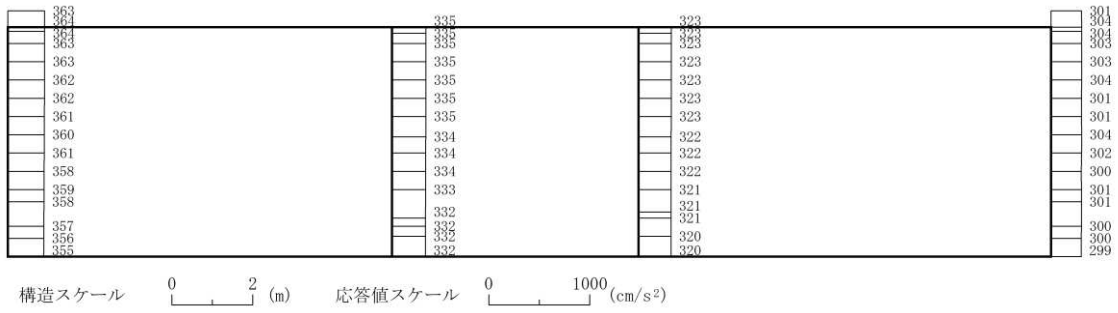
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-135 最大加速度分布図 (13/56) (解析ケース②)



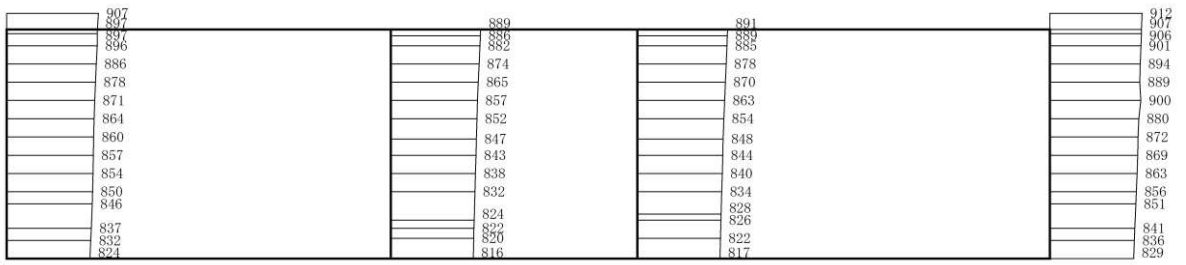
(a) S s - N 1 (++) 水平



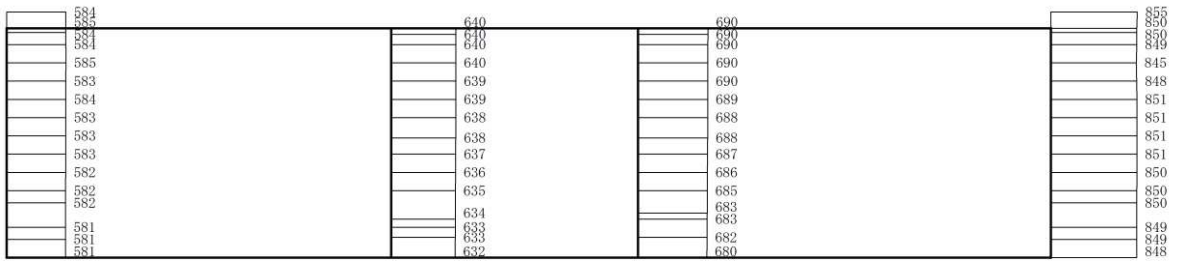
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-136 最大加速度分布図 (14/56) (解析ケース②)



(a) S s - D 1 (++) 水平

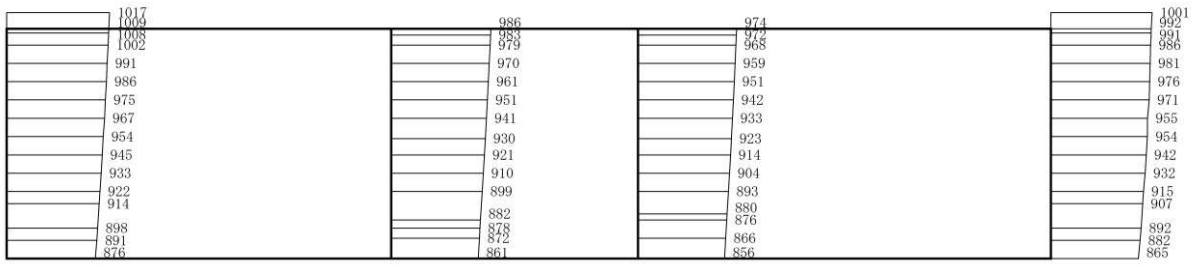


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

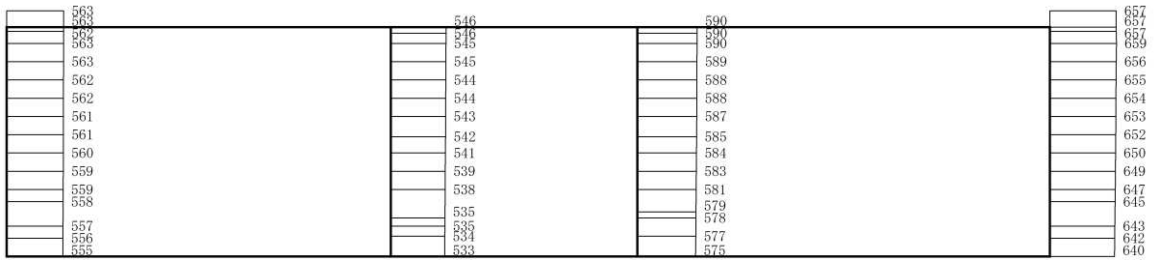
(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-137 最大加速度分布図 (15/56) (解析ケース③)





(a) S s - D 3 (++) 水平

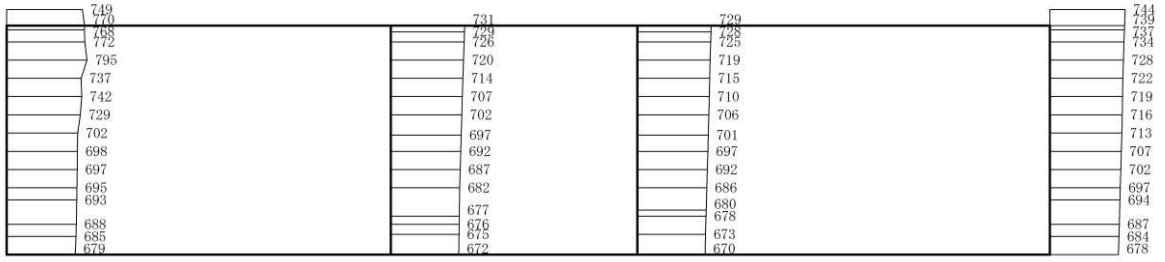


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

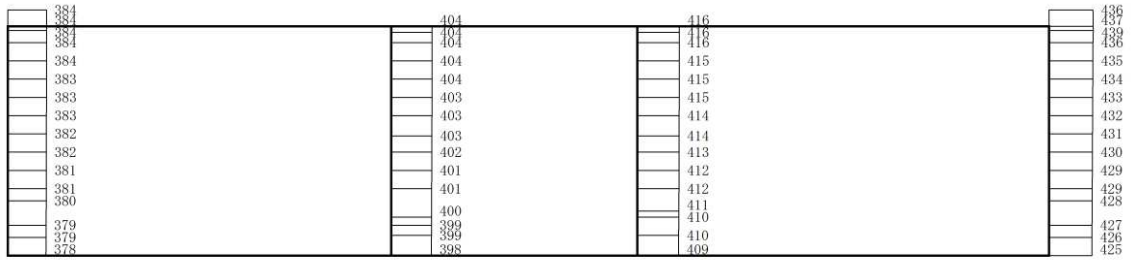
(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-139 最大加速度分布図 (17/56) (解析ケース③)





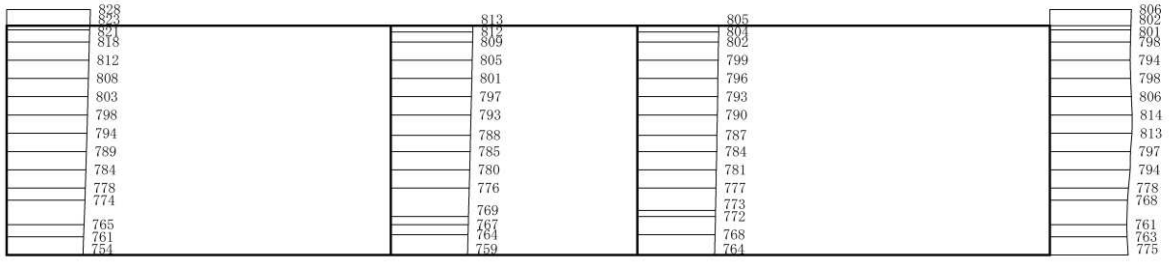
(a) S s - F 1 (++) 水平



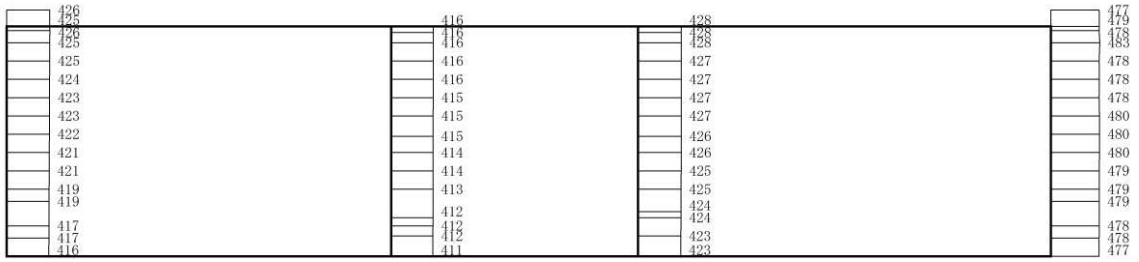
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-140 最大加速度分布図 (18/56) (解析ケース③)



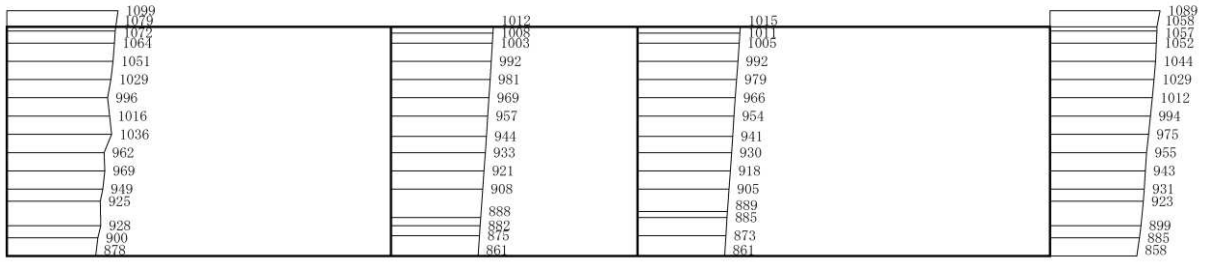
(a) S s - F 2 (++) 水平



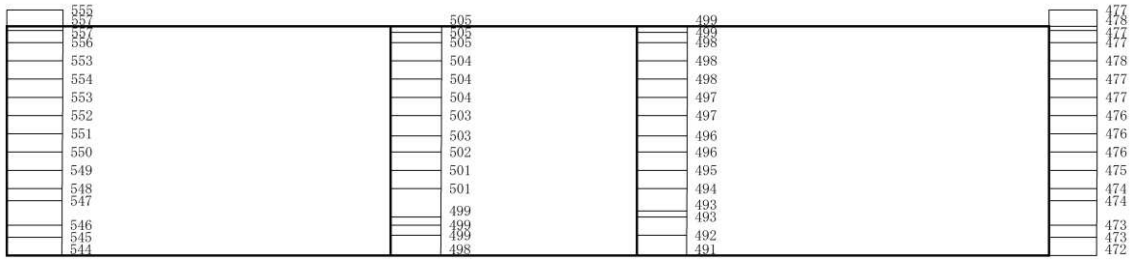
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-141 最大加速度分布図 (19/56) (解析ケース③)



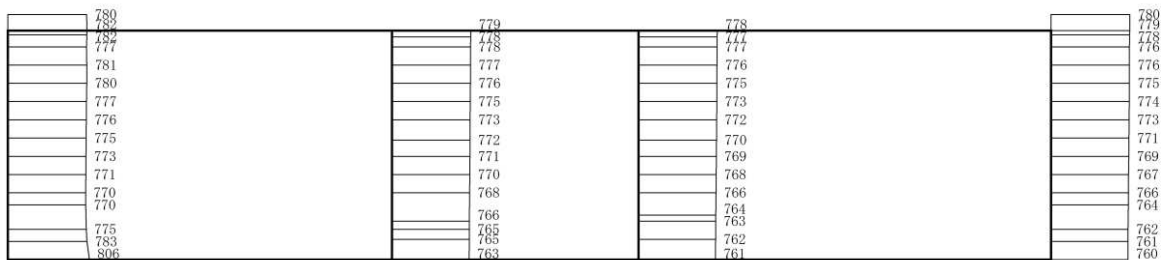
(a) S s - F 3 (++) 水平



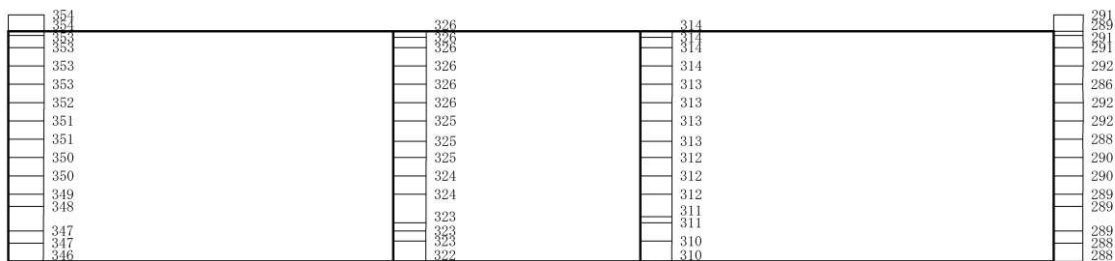
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-142 最大加速度分布図 (20/56) (解析ケース③)



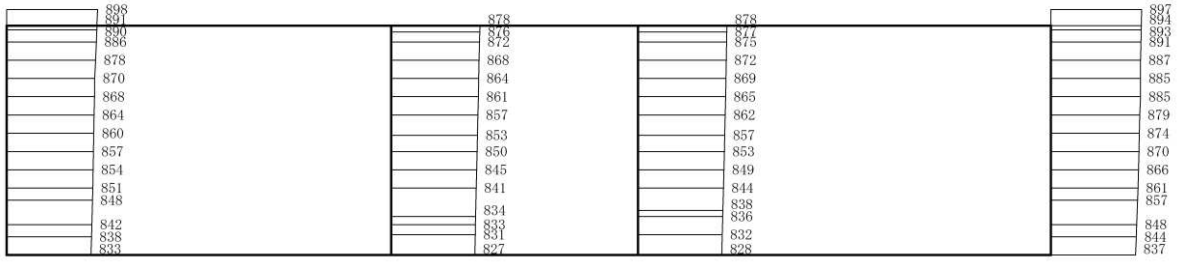
(a) S s - N 1 (++) 水平



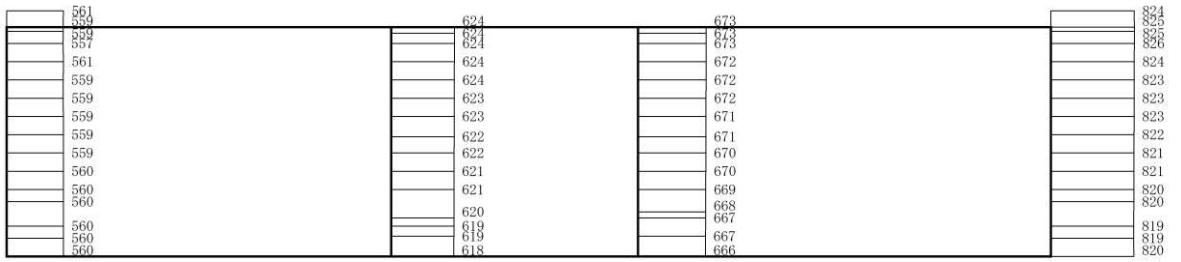
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-143 最大加速度分布図 (21/56) (解析ケース③)



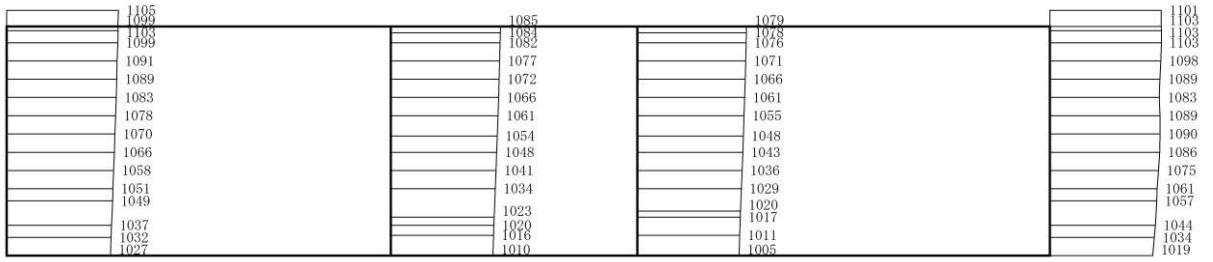
(a) S s - D 1 (++) 水平



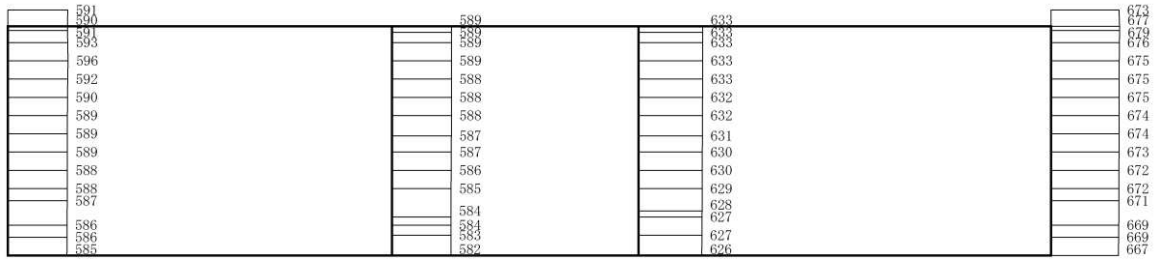
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-144 最大加速度分布図 (22/56) (解析ケース④)



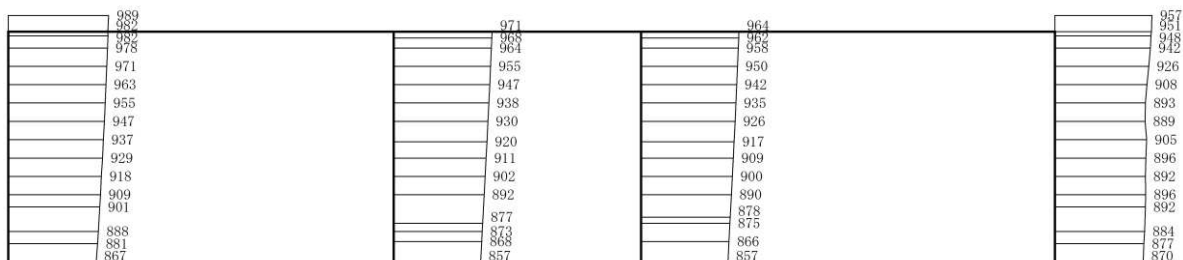
(a) S s - D 2 (++) 水平



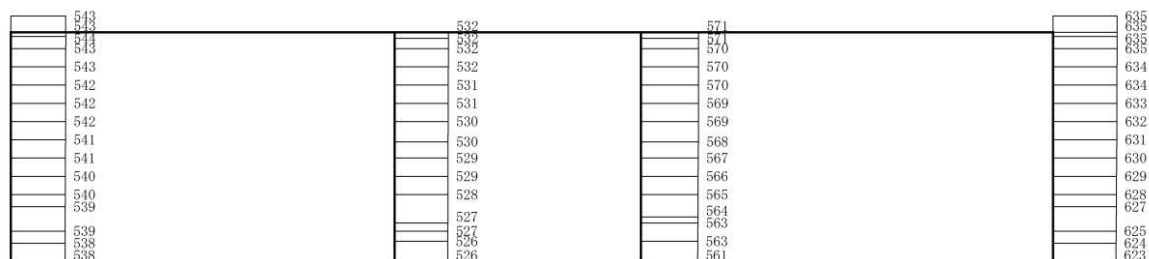
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-145 最大加速度分布図 (23/56) (解析ケース④)



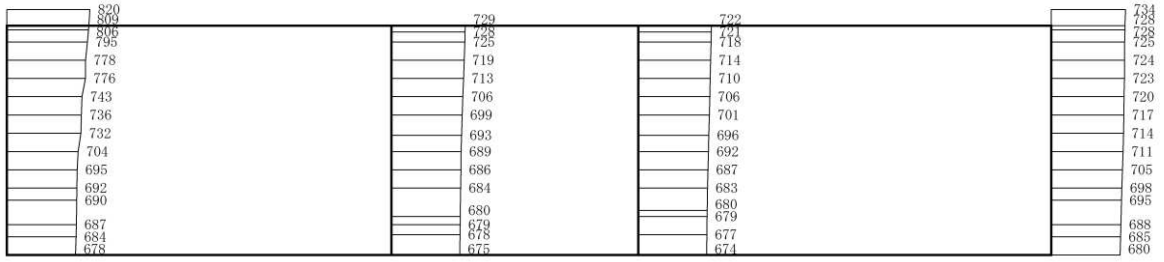
(a) S s - D 3 (++) 水平



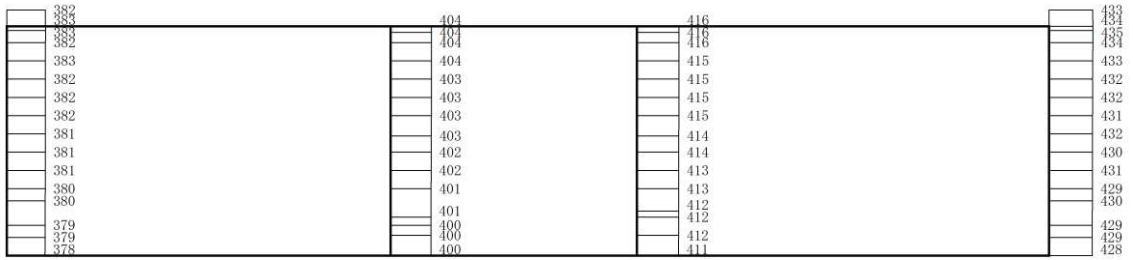
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-146 最大加速度分布図 (24/56) (解析ケース④)



(a) S s - F 1 (++) 水平

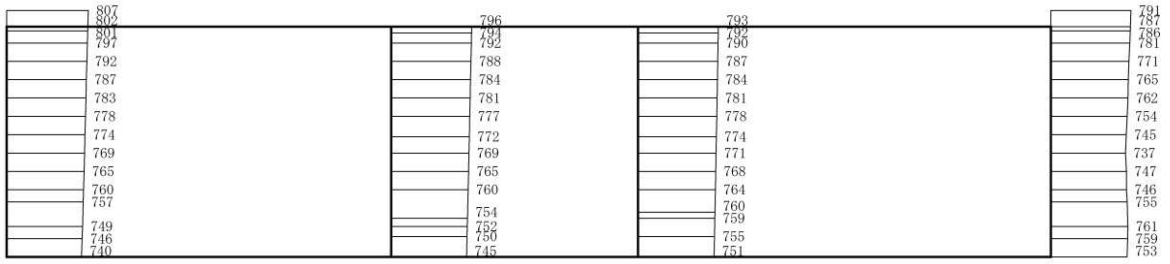


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

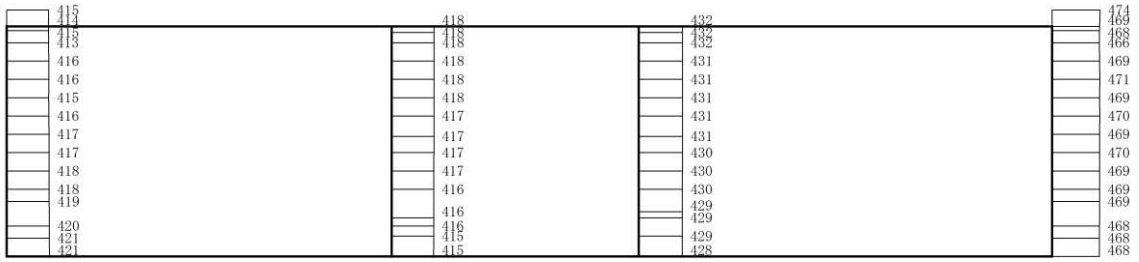
(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-147 最大加速度分布図 (25/56) (解析ケース④)





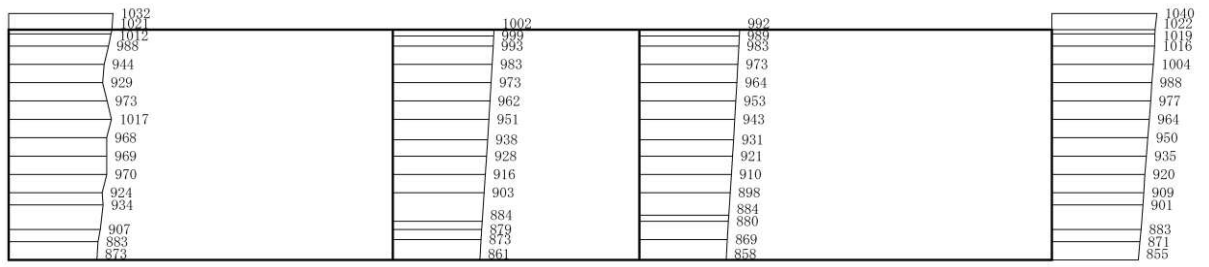
(a) S s - F 2 (++) 水平



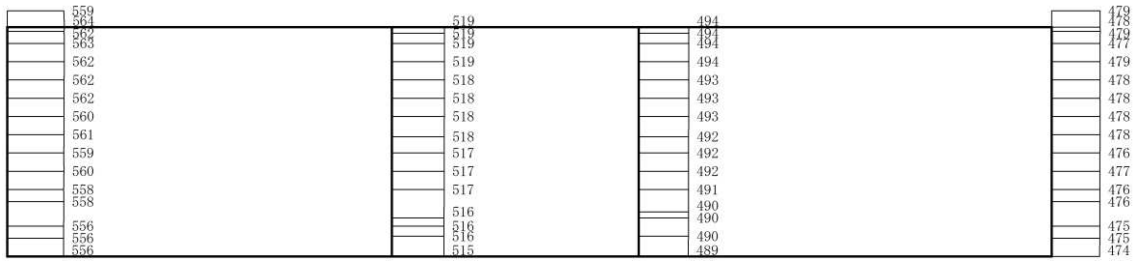
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-148 最大加速度分布図 (26/56) (解析ケース④)



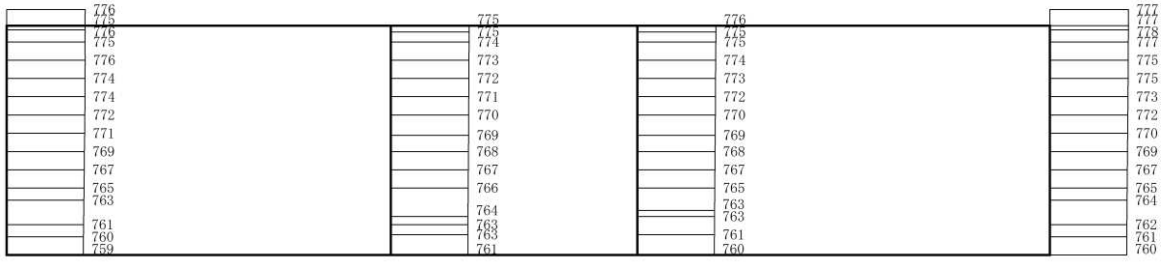
(a) S s - F 3 (++) 水平



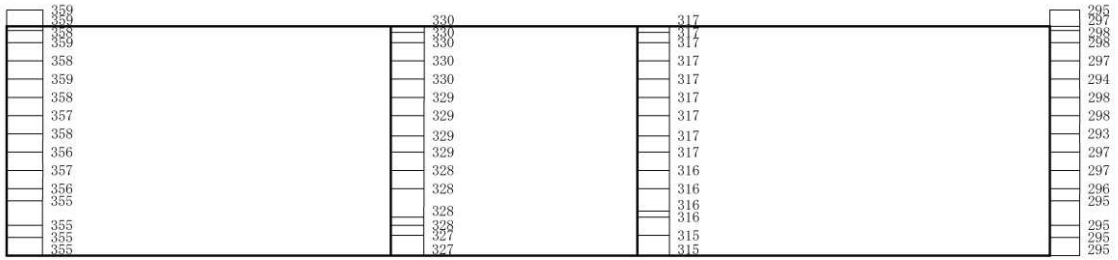
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-149 最大加速度分布図 (27/56) (解析ケース④)



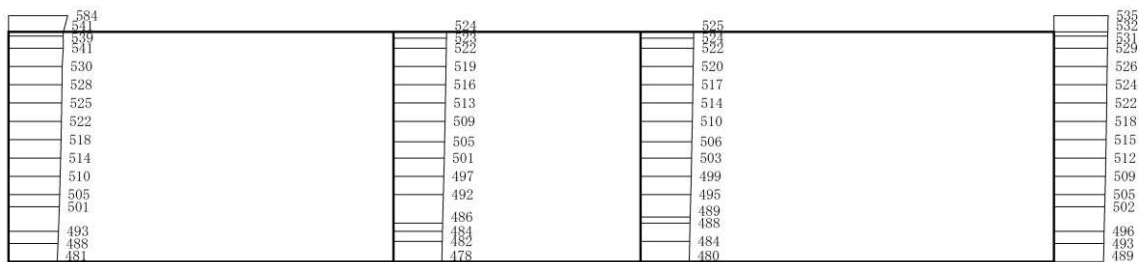
(a) S s - N 1 (++) 水平



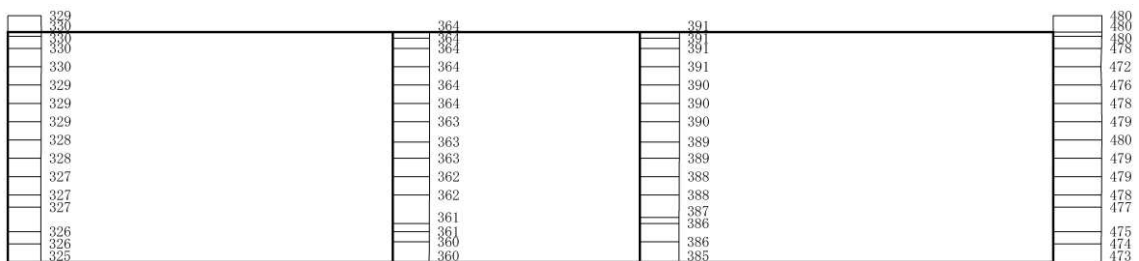
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-150 最大加速度分布図 (28/56) (解析ケース④)



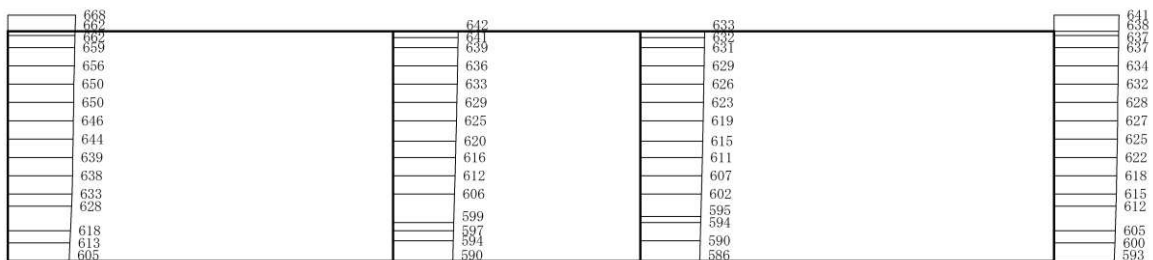
(a) S d - D 1 (++) 水平



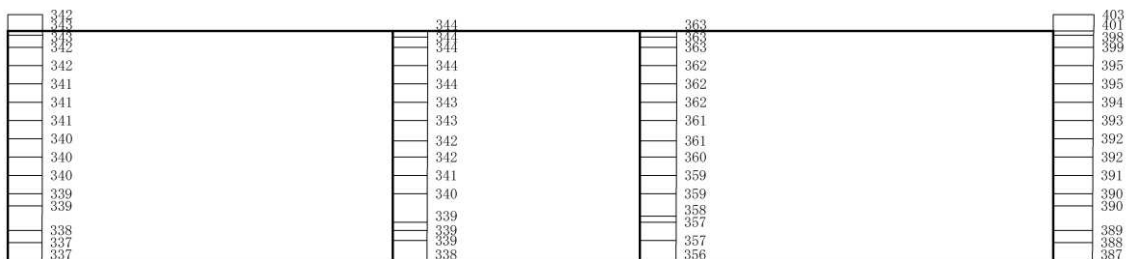
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-151 最大加速度分布図 (29/56) (解析ケース①)



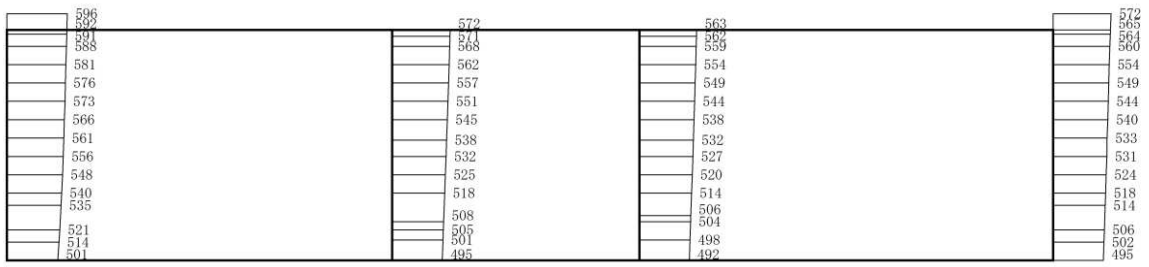
(a) S d - D 2 (++) 水平



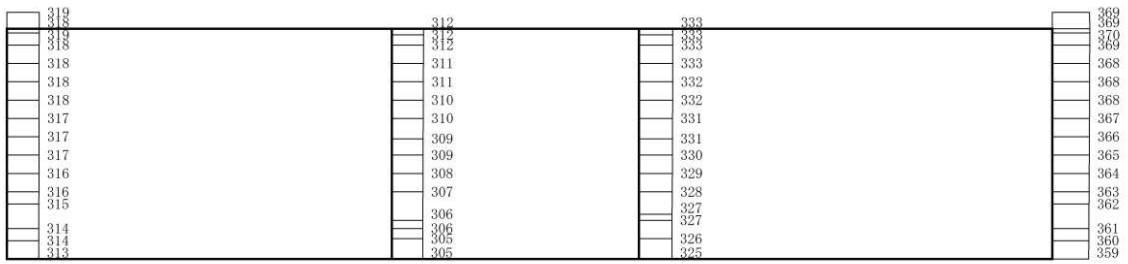
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-152 最大加速度分布図 (30/56) (解析ケース①)



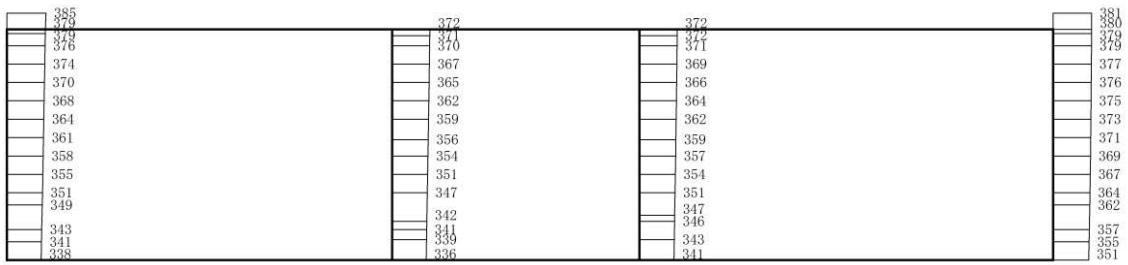
(a) S d - D 3 (++) 水平



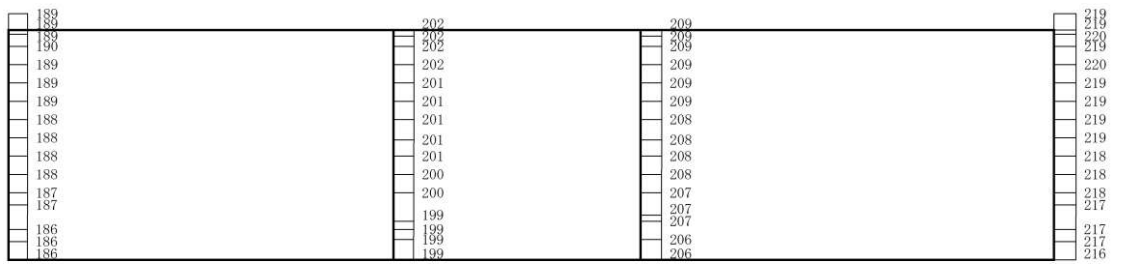
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-153 最大加速度分布図 (31/56) (解析ケース①)



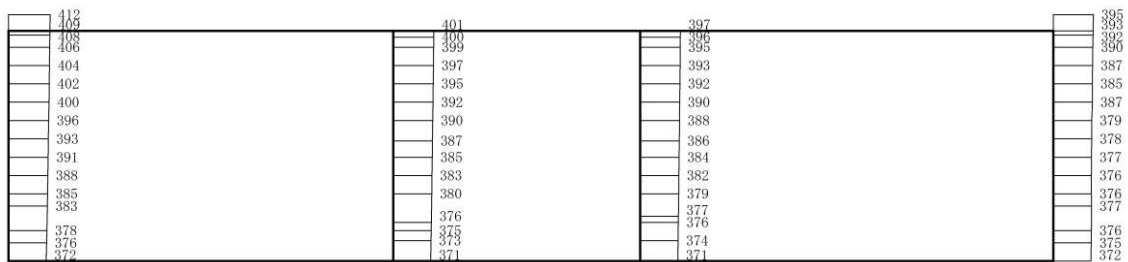
(a) S d - F 1 (++) 水平



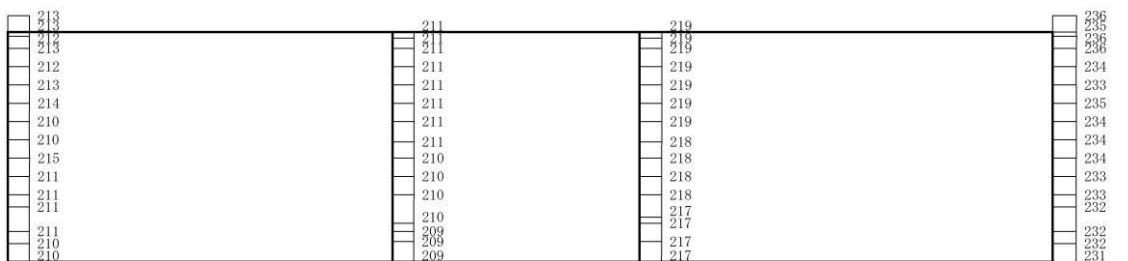
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-154 最大加速度分布図 (32/56) (解析ケース①)



(a) S d - F 2 (++) 水平

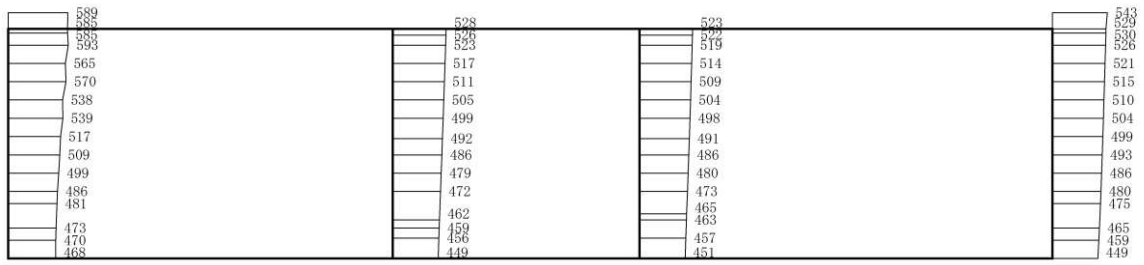


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

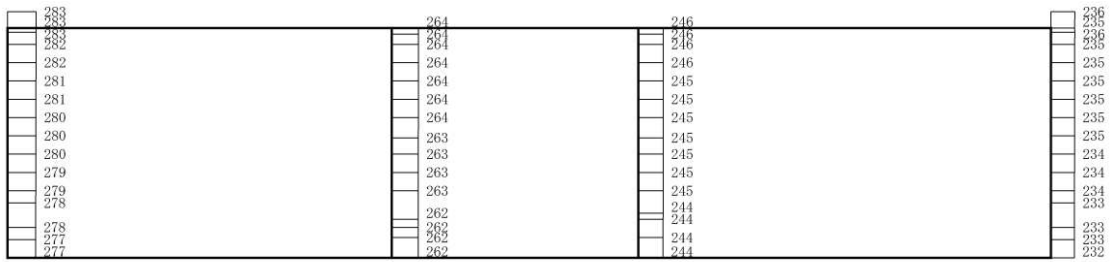
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-155 最大加速度分布図 (33/56) (解析ケース①)





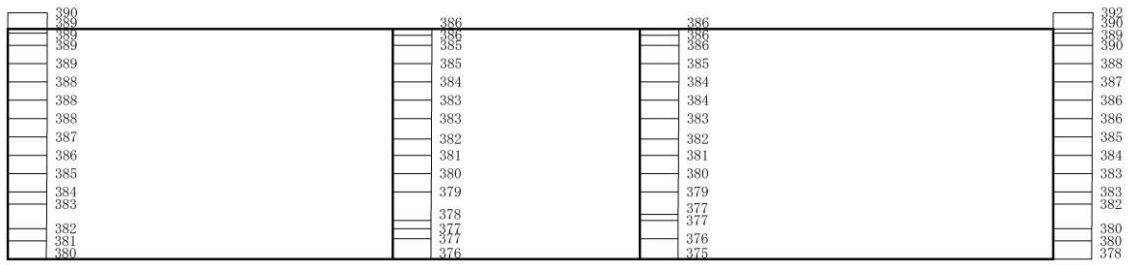
(a) S d - F 3 (++) 水平



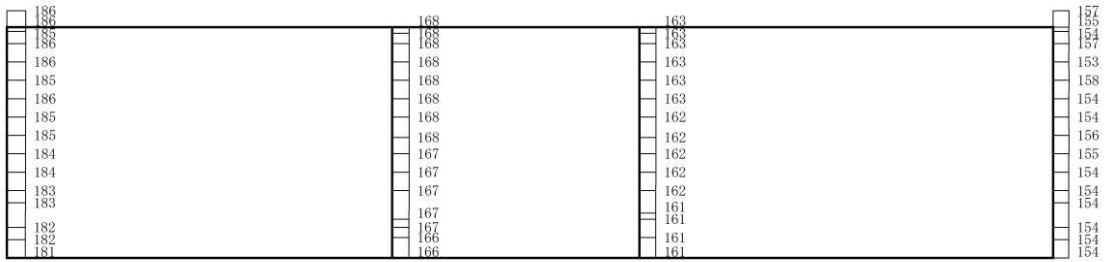
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-156 最大加速度分布図 (34/56) (解析ケース①)



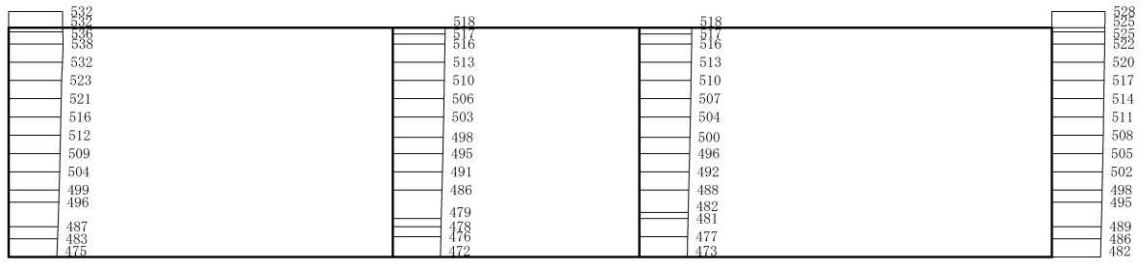
(a) S d - N 1 (++) 水平



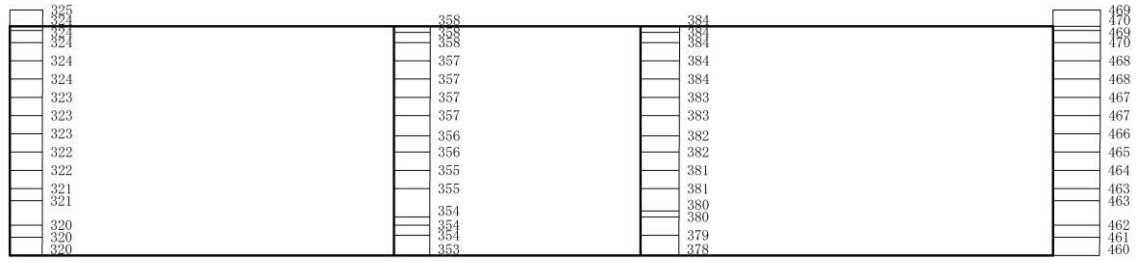
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-157 最大加速度分布図 (35/56) (解析ケース①)



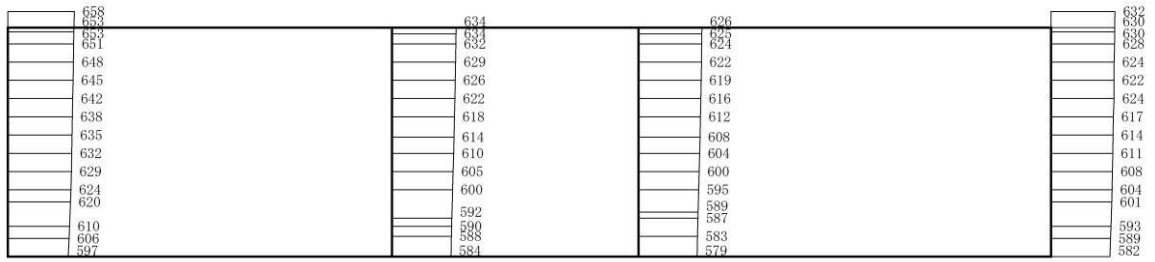
(a) S d - D 1 (++) 水平



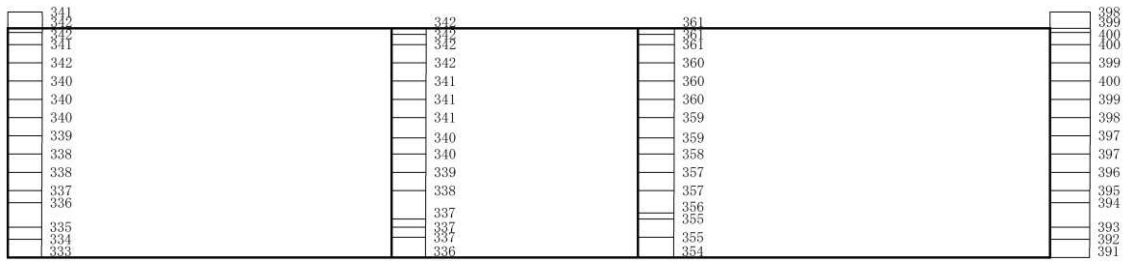
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-158 最大加速度分布図 (36/56) (解析ケース②)



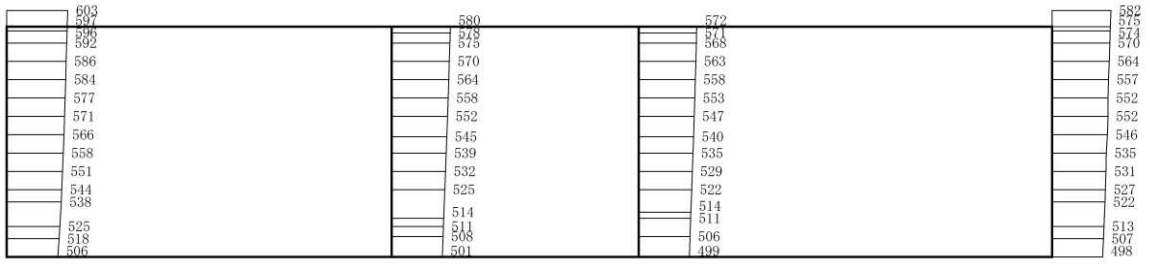
(a) S d - D 2 (++) 水平



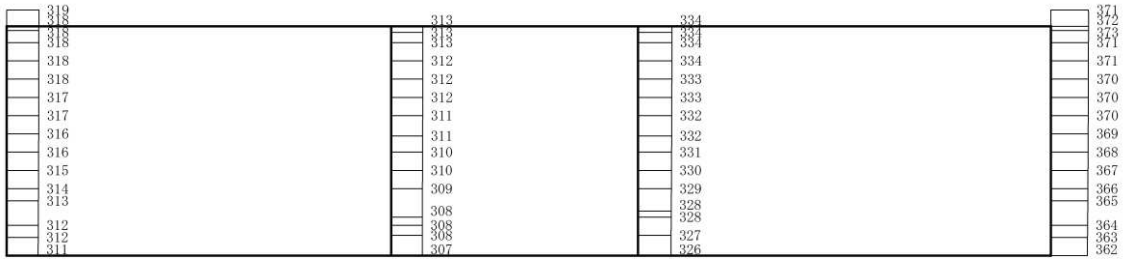
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-159 最大加速度分布図 (37/56) (解析ケース②)



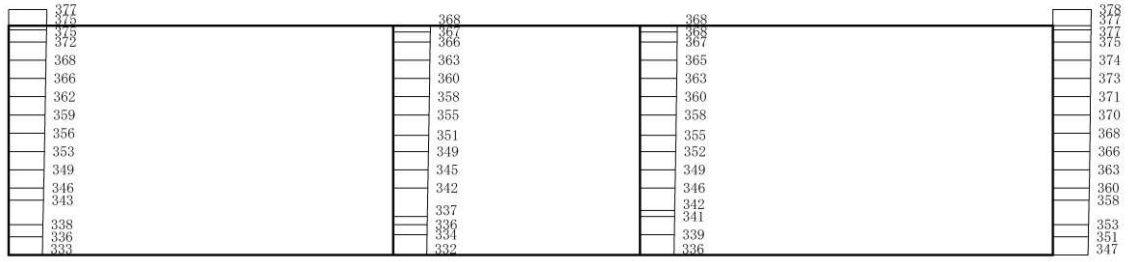
(a) S d - D 3 (++) 水平



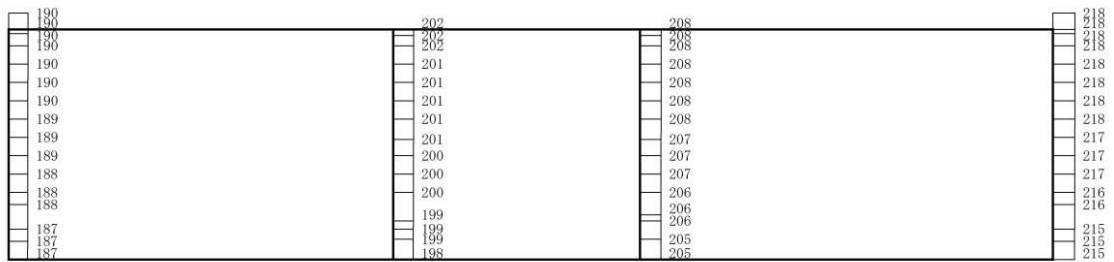
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-160 最大加速度分布図 (38/56) (解析ケース②)



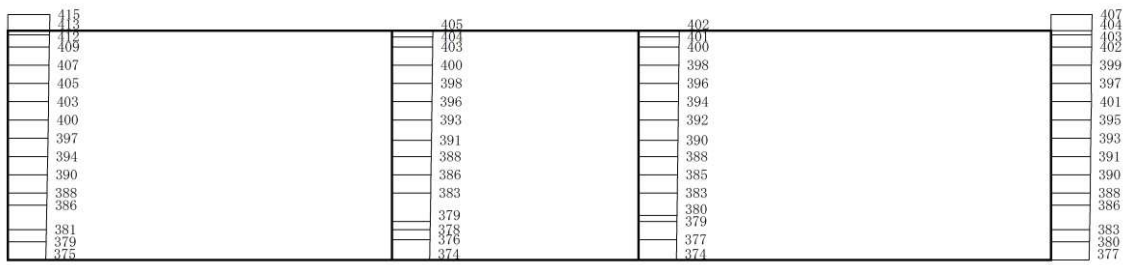
(a) S d - F 1 (++) 水平



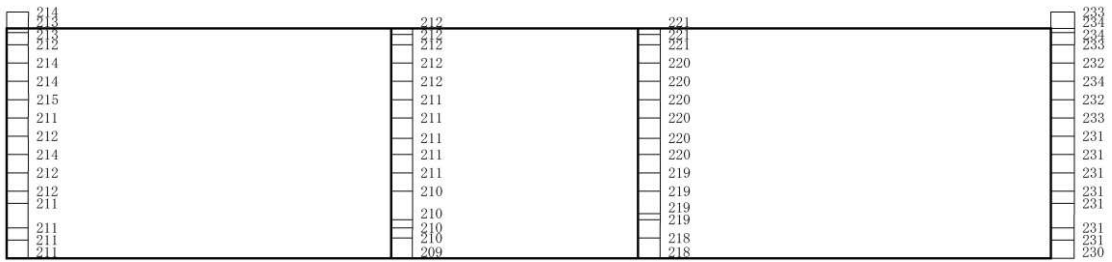
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-161 最大加速度分布図 (39/56) (解析ケース②)



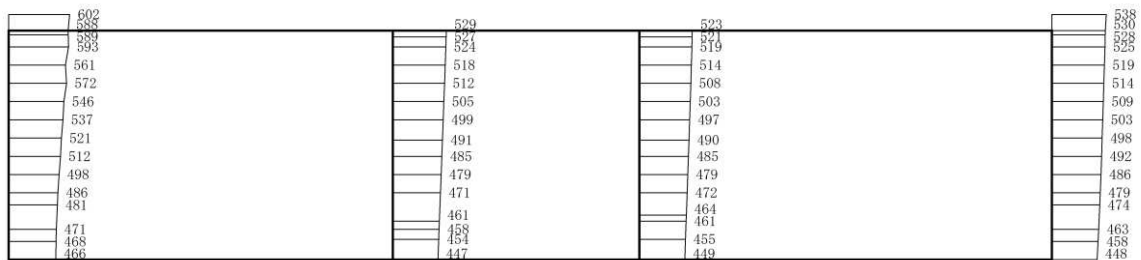
(a) S d - F 2 (++) 水平



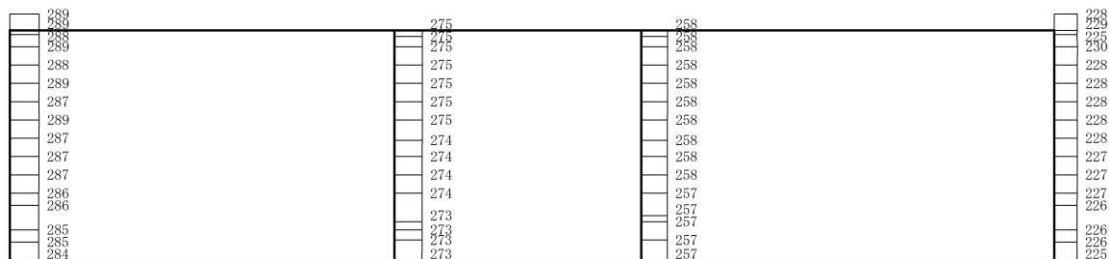
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-162 最大加速度分布図 (40/56) (解析ケース②)



(a) S d - F 3 (++) 水平

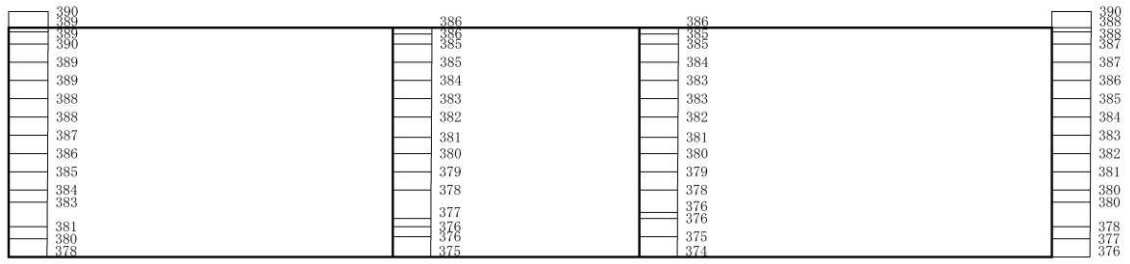


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

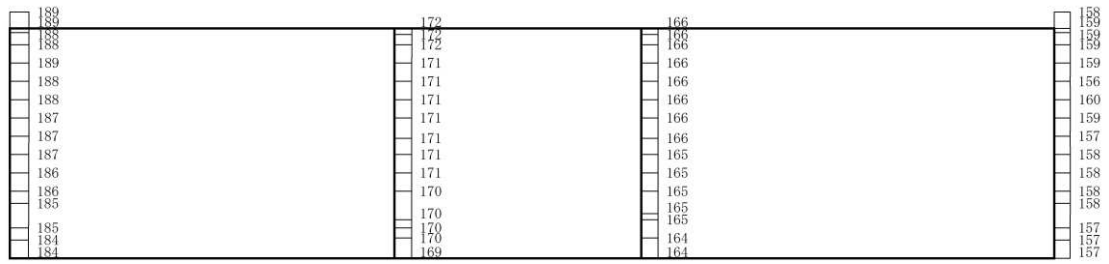
(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-163 最大加速度分布図 (41/56) (解析ケース②)





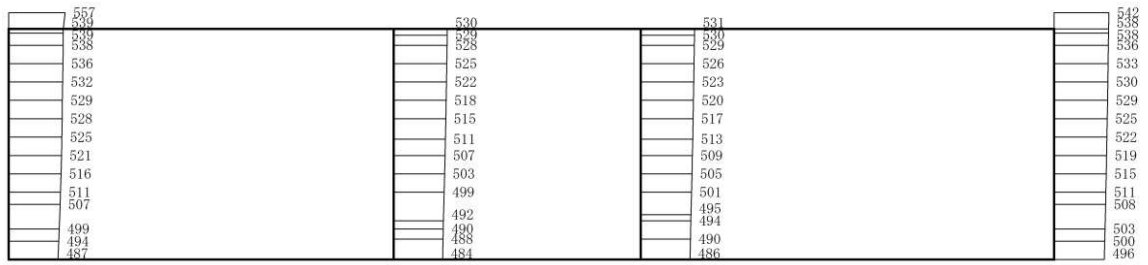
(a) S d - N 1 (++) 水平



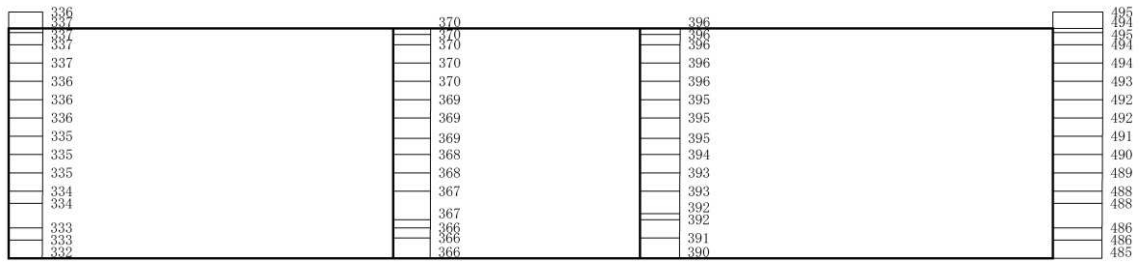
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-164 最大加速度分布図 (42/56) (解析ケース②)



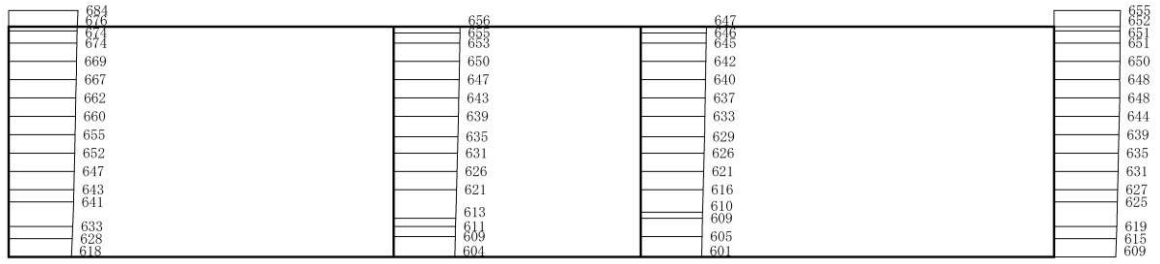
(a) S d - D 1 (++) 水平



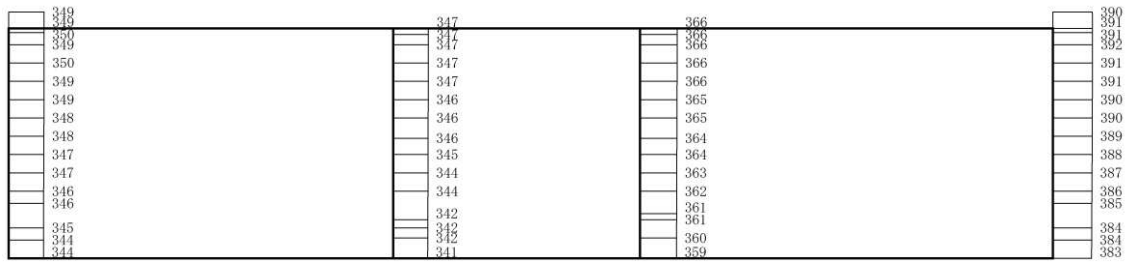
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-165 最大加速度分布図 (43/56) (解析ケース③)



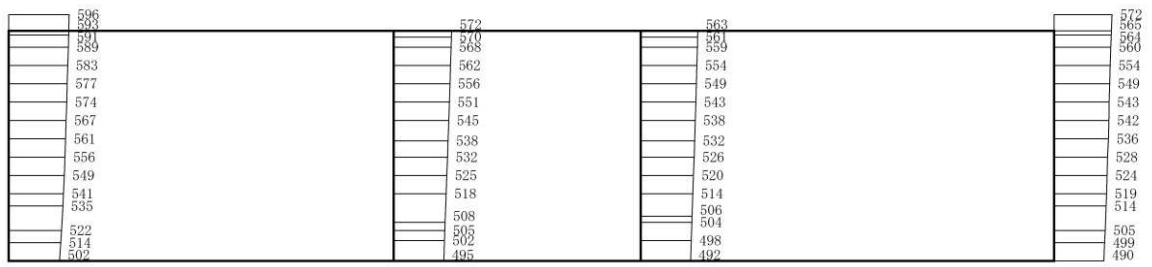
(a) S d - D 2 (++) 水平



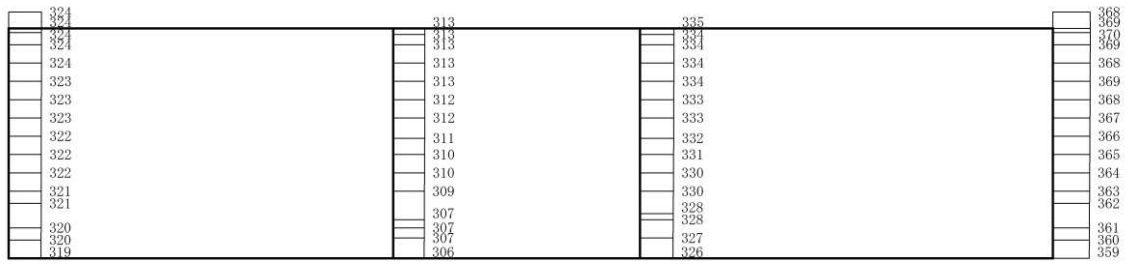
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-166 最大加速度分布図 (44/56) (解析ケース③)



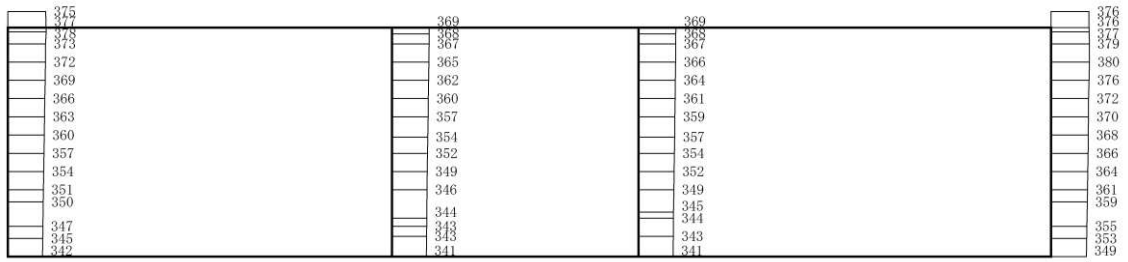
(a) S d - D 3 (++) 水平



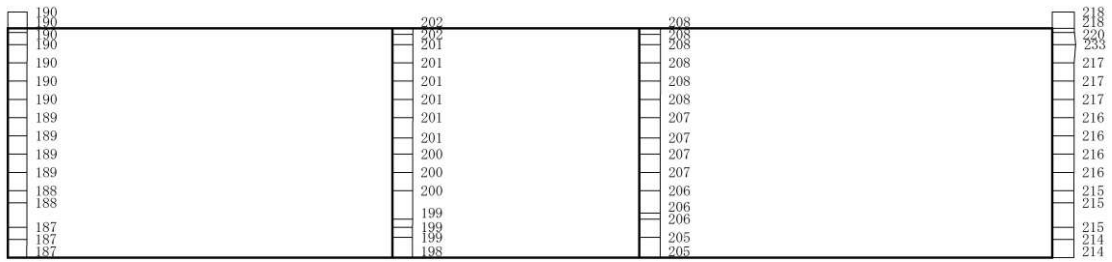
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-167 最大加速度分布図 (45/56) (解析ケース③)



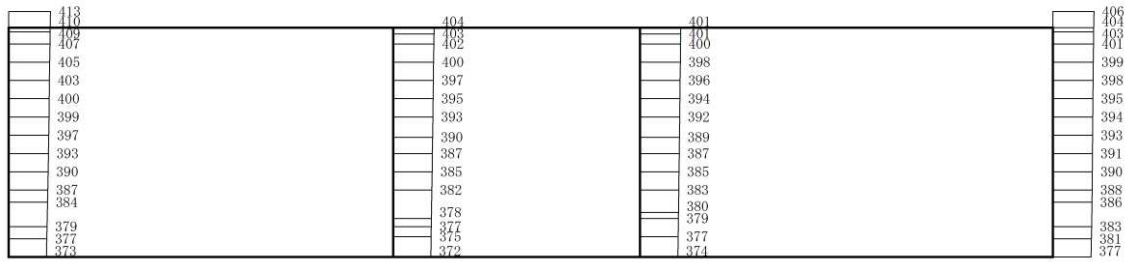
(a) S d - F 1 (++) 水平



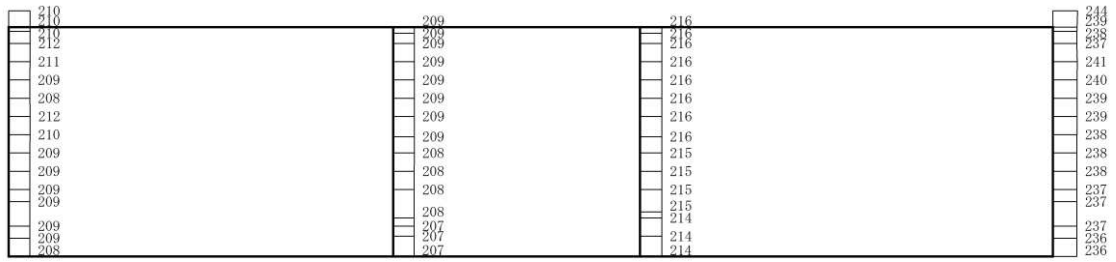
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-168 最大加速度分布図 (46/56) (解析ケース③)



(a) S d - F 2 (++) 水平

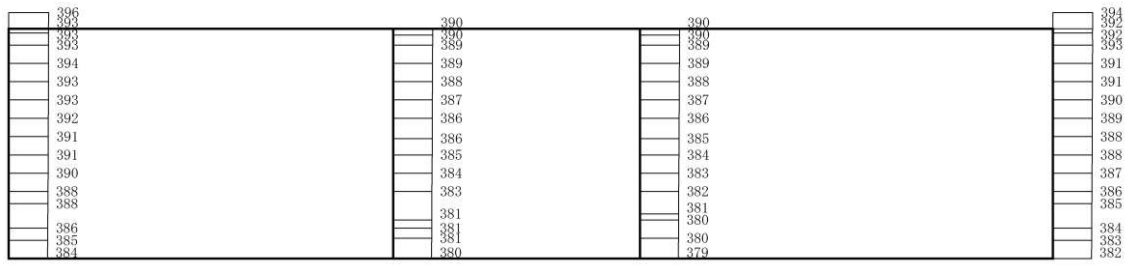


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

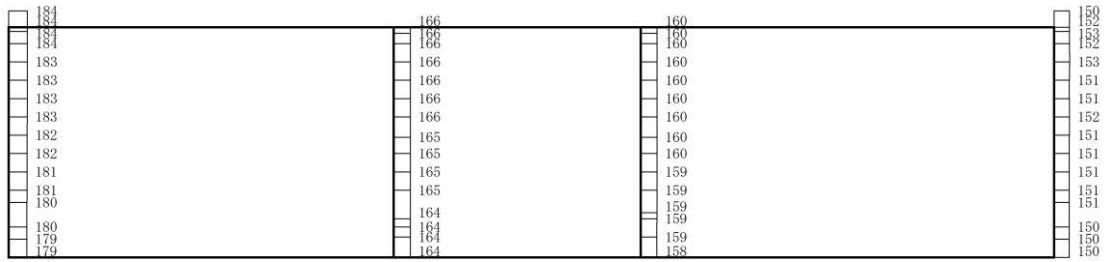
(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-169 最大加速度分布図 (47/56) (解析ケース③)





(a) S d - N 1 (++) 水平

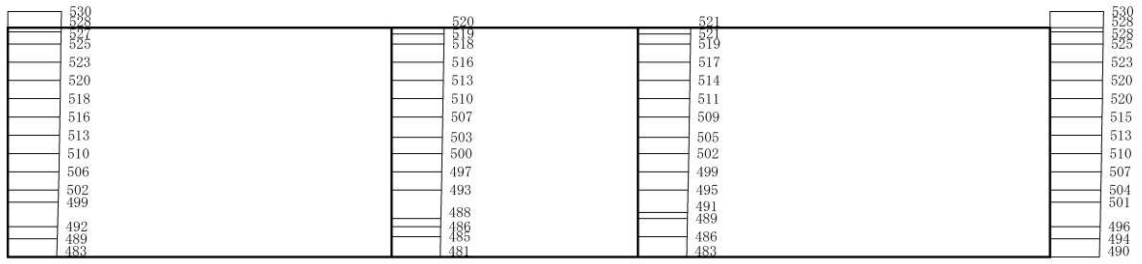


構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

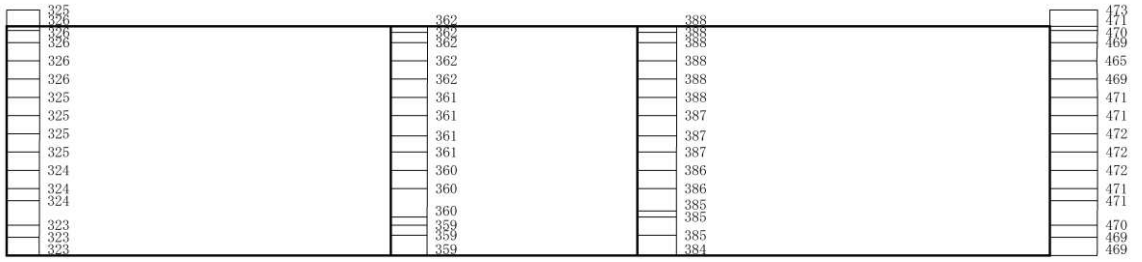
(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-171 最大加速度分布図 (49/56) (解析ケース③)





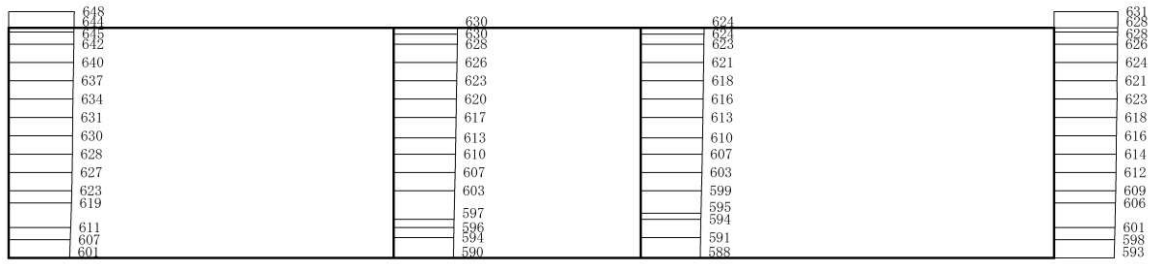
(a) S d - D 1 (++) 水平



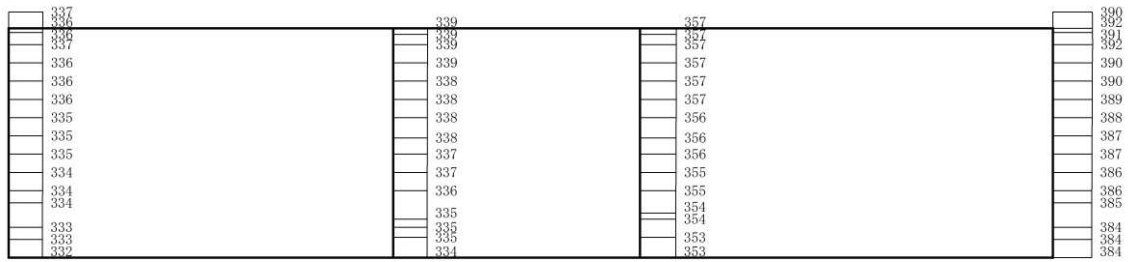
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 1 (++) 鉛直

図 4-172 最大加速度分布図 (50/56) (解析ケース④)



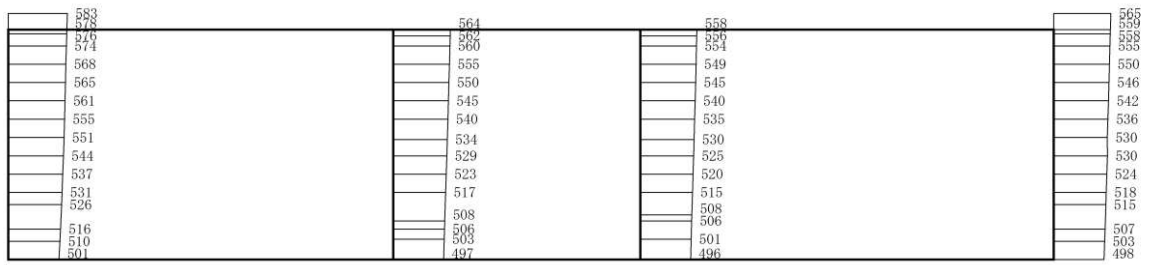
(a) S d - D 2 (++) 水平



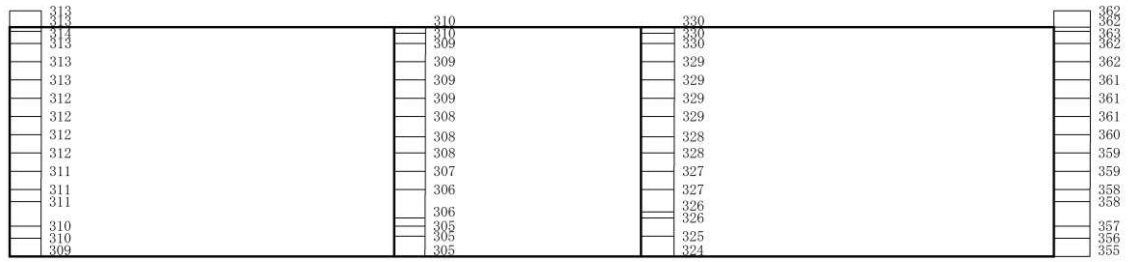
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-173 最大加速度分布図 (51/56) (解析ケース④)



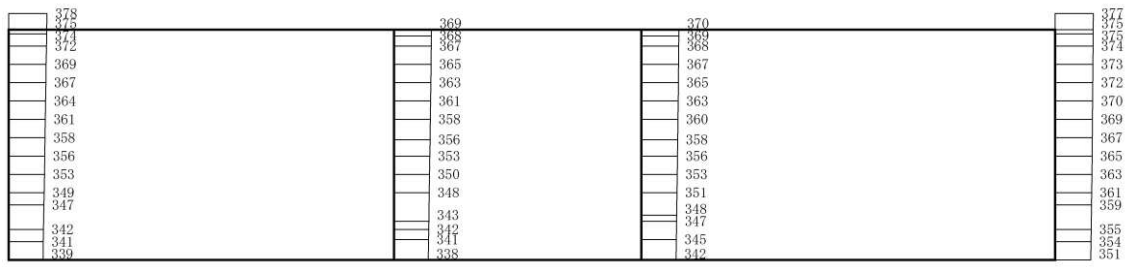
(a) S d - D 3 (++) 水平



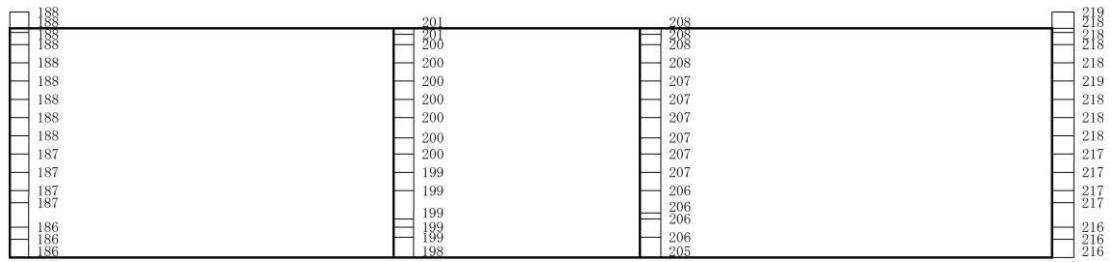
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - D 3 (++) 鉛直

図 4-174 最大加速度分布図 (52/56) (解析ケース④)



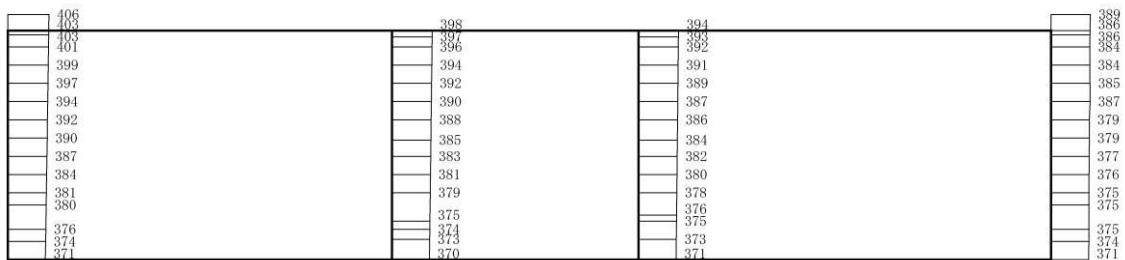
(a) S d - F 1 (++) 水平



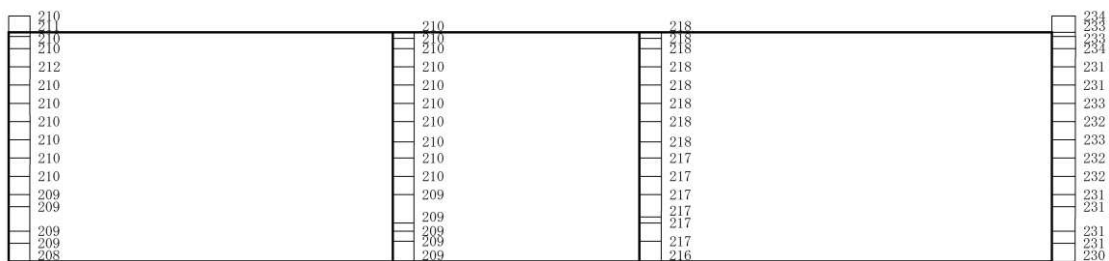
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 1 (++) 鉛直

図 4-175 最大加速度分布図 (53/56) (解析ケース④)



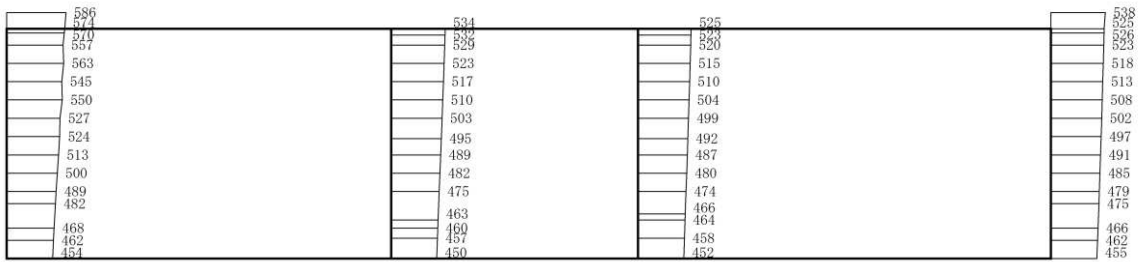
(a) S d - F 2 (++) 水平



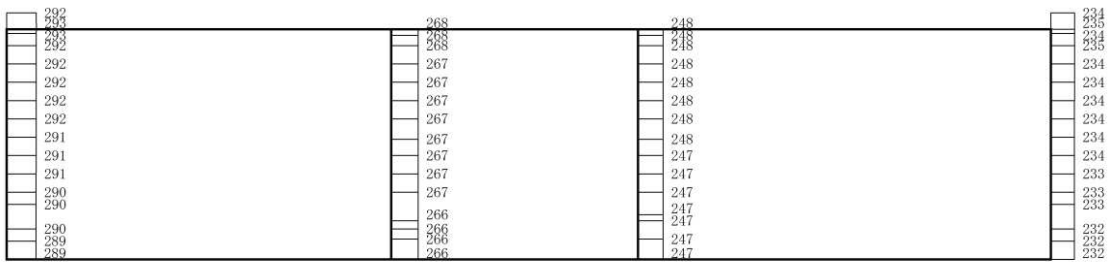
構造スケール 0 2 (m)      応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 2 (++) 鉛直

図 4-176 最大加速度分布図 (54/56) (解析ケース④)



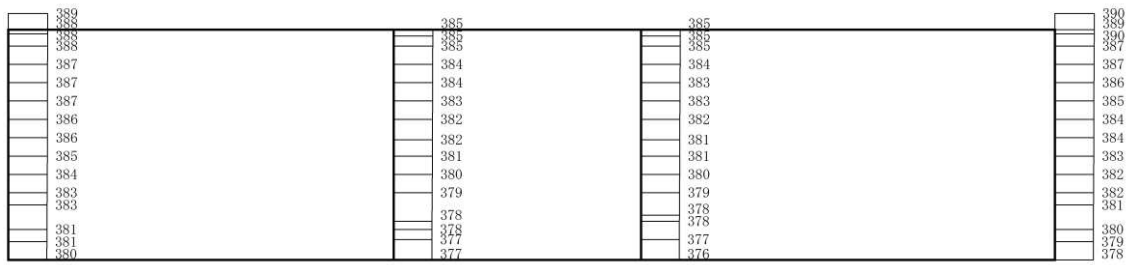
(a) S d - F 3 (++) 水平



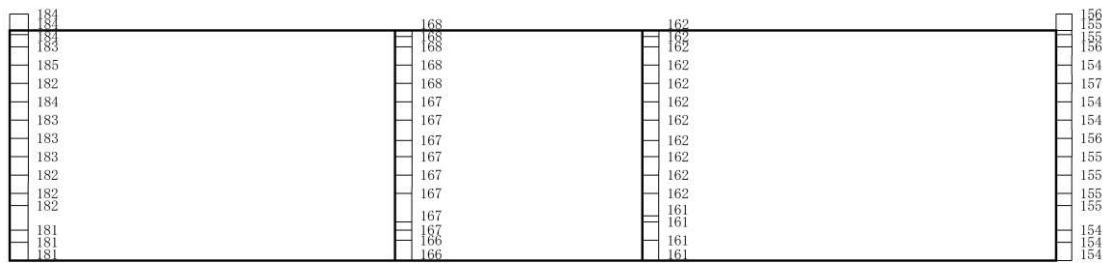
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s<sup>2</sup>)

(b) S d - F 3 (++) 鉛直

図 4-177 最大加速度分布図 (55/56) (解析ケース④)



(a) S d - N 1 (++) 水平



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

(b) S d - N 1 (++) 鉛直

図 4-178 最大加速度分布図 (56/56) (解析ケース④)

VI-2-2-14 軽油タンク室の耐震性についての計算書



## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	6
2.4 適用基準	9
3. 耐震評価	10
3.1 地震時荷重算出断面及び解析手法の選定	10
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	22
4. 構造部材の地震時応答	23
5. 耐震評価結果	34
5.1 構造部材の健全性に対する評価結果	34
5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果	37
5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	39
5.3.1 基礎地盤（狐崎部層）	39
5.3.2 MMR（既設）	40

## 1. 概要

本資料は、添付書類「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、軽油タンク室が基準地震動 $S_s$ に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

軽油タンク室に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析により算定した荷重を三次元構造解析モデルに作用させて、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。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

軽油タンク室の位置を図 2-1 に示す。

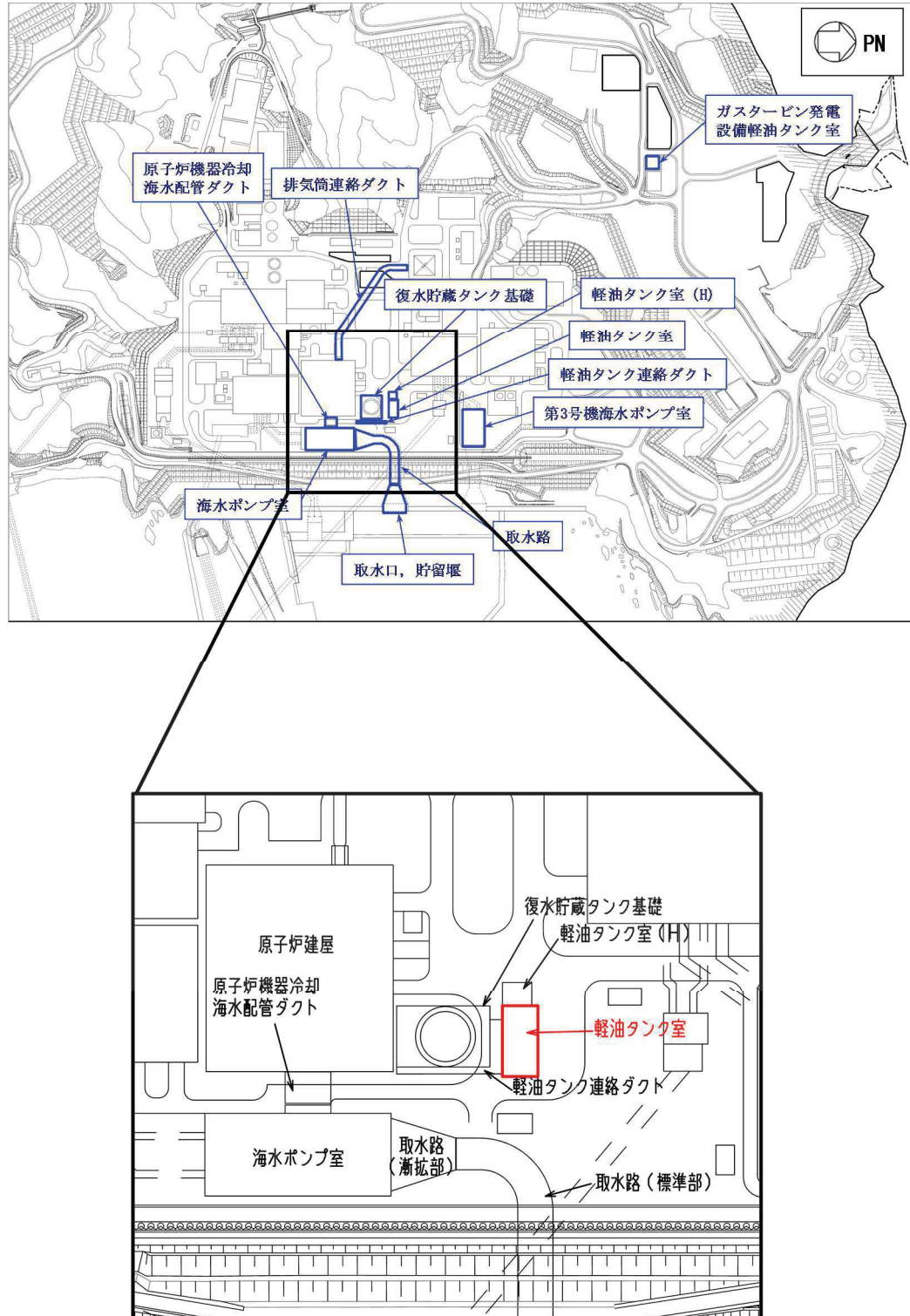


図 2-1 軽油タンク室の位置図

## 2.2 構造概要

軽油タンク室の平面図を図2-2に、断面図を図2-3、図2-4及び図2-5に、概略配筋図を図2-6～図2-8に示す。

軽油タンク室は、軽油タンクや燃料移送ポンプ等を頂版、底版、側壁及び隔壁で間接支持しており、支持機能が要求される。

軽油タンク室は、幅32.40m（東西）×20.70m（南北）、高さ6.80mの鉄筋コンクリート造の地中構造物で、二連ボックスカルバート構造の2室のタンク室と、タンク室南側に位置し三連のボックスカルバート状の断面を有する3室のポンプ室にて構成され、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岩盤に設置されている。

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。

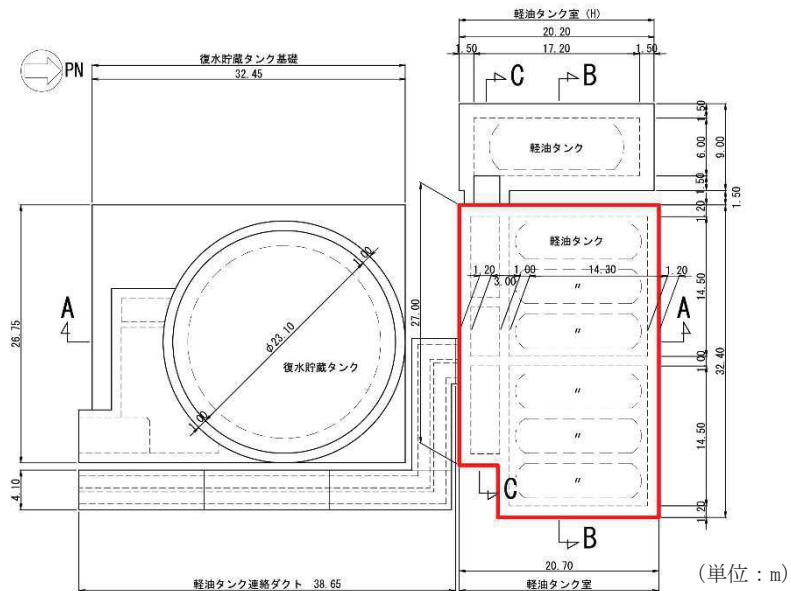


図2-2 軽油タンク室平面図

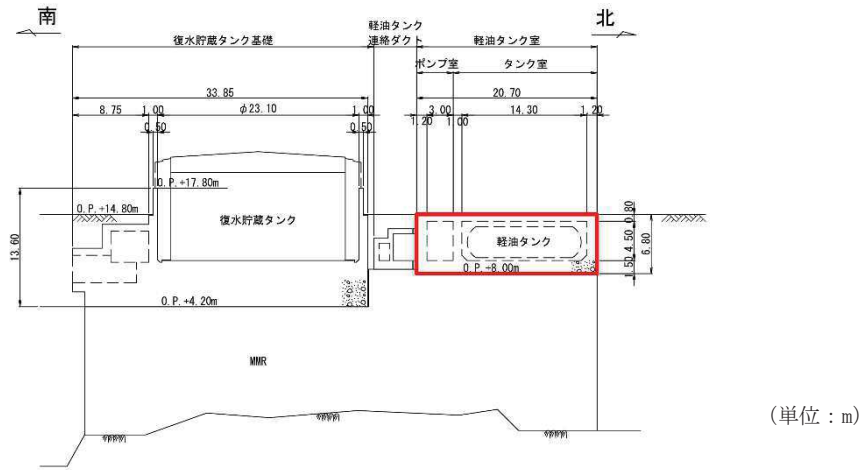


図 2-3 軽油タンク室断面図 (A-A 断面, 南北)

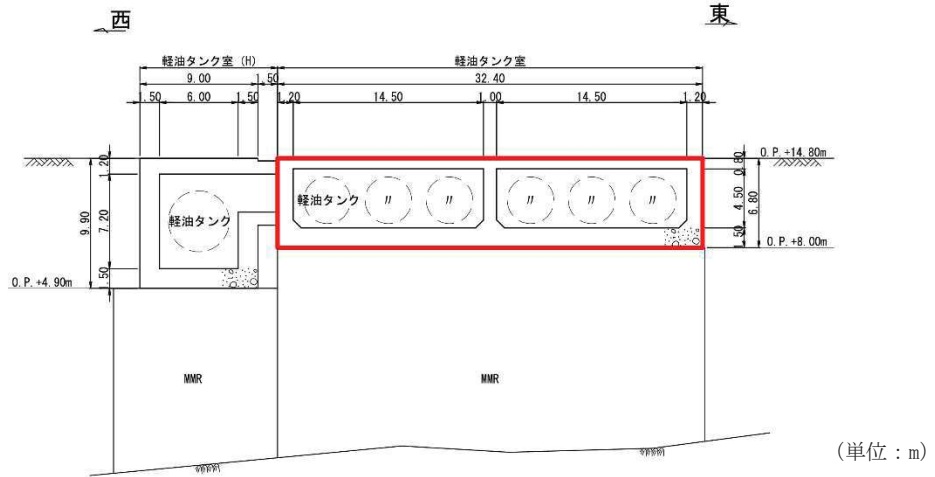


図 2-4 軽油タンク室断面図 (B-B 断面, 東西 (タンク室))

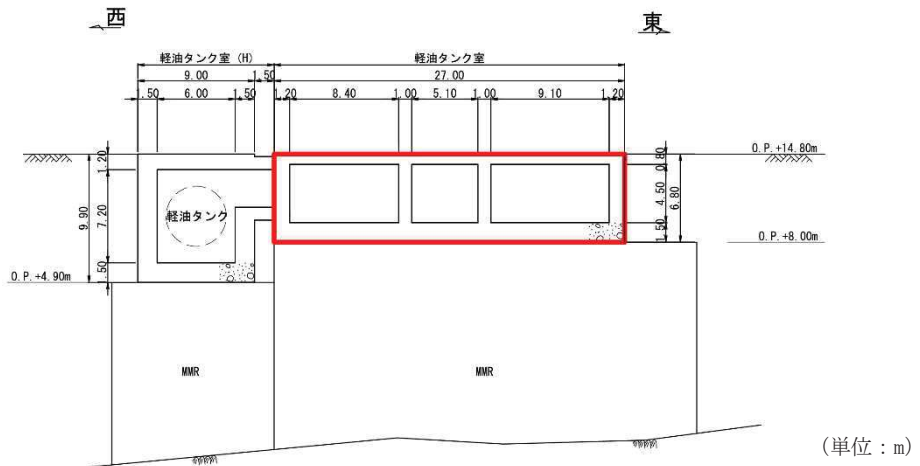


図 2-5 軽油タンク室断面図 (C-C 断面, 東西 (ポンプ室))

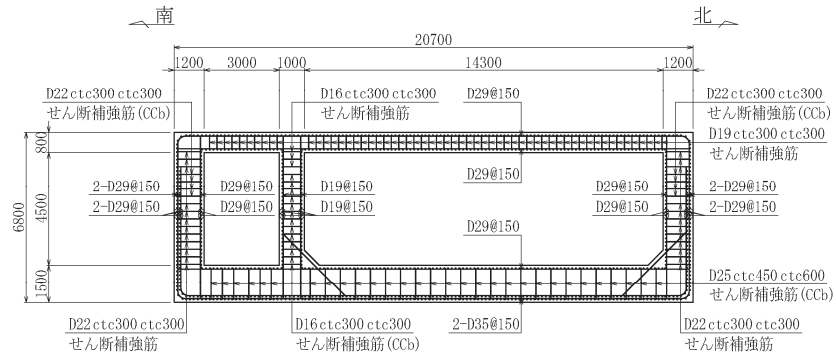


図 2-6 軽油タンク室概略配筋図 (A-A 断面, 南北)

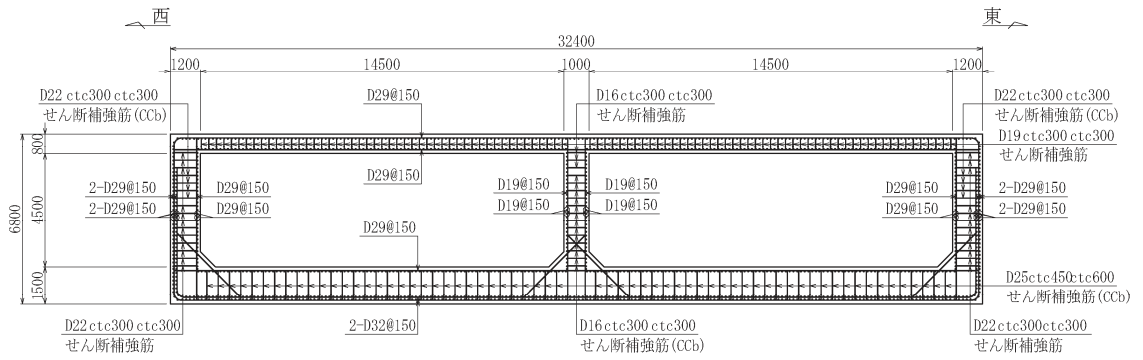


図 2-7 軽油タンク室概略配筋図 (B-B 断面, 東西 (タンク室))

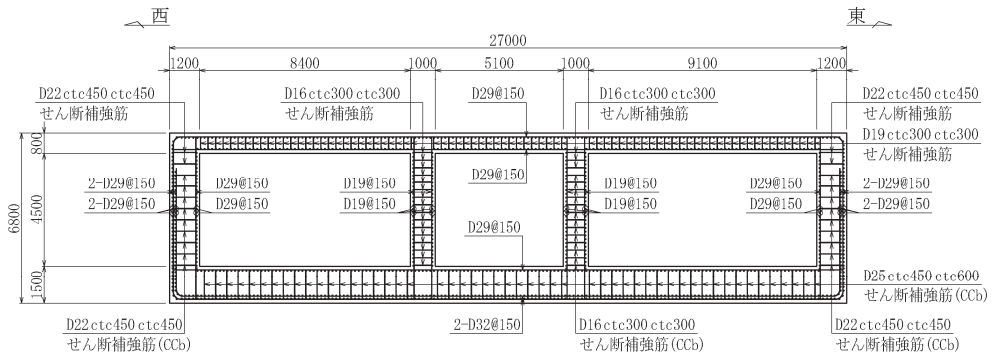


図 2-8 軽油タンク室概略配筋図 (C-C 断面, 東西 (ポンプ室))

### 2.3 評価方針

軽油タンク室は、設計基準対象施設においては、Sクラス施設の間接支持構造物である屋外重要土木構造物に分類され、重大事故等対処施設においては、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設に分類される。

軽油タンク室の耐震評価フローを図2-9に示す。

軽油タンク室の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の評価として、表2-1に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いた、非線形シェル要素による三次元静的材料非線形解析（以下「三次元構造解析」という。）により応答値を算定し、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを、せん断破壊に対しては照査用せん断力及び照査用層間変形角（面内）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おいては、添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

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

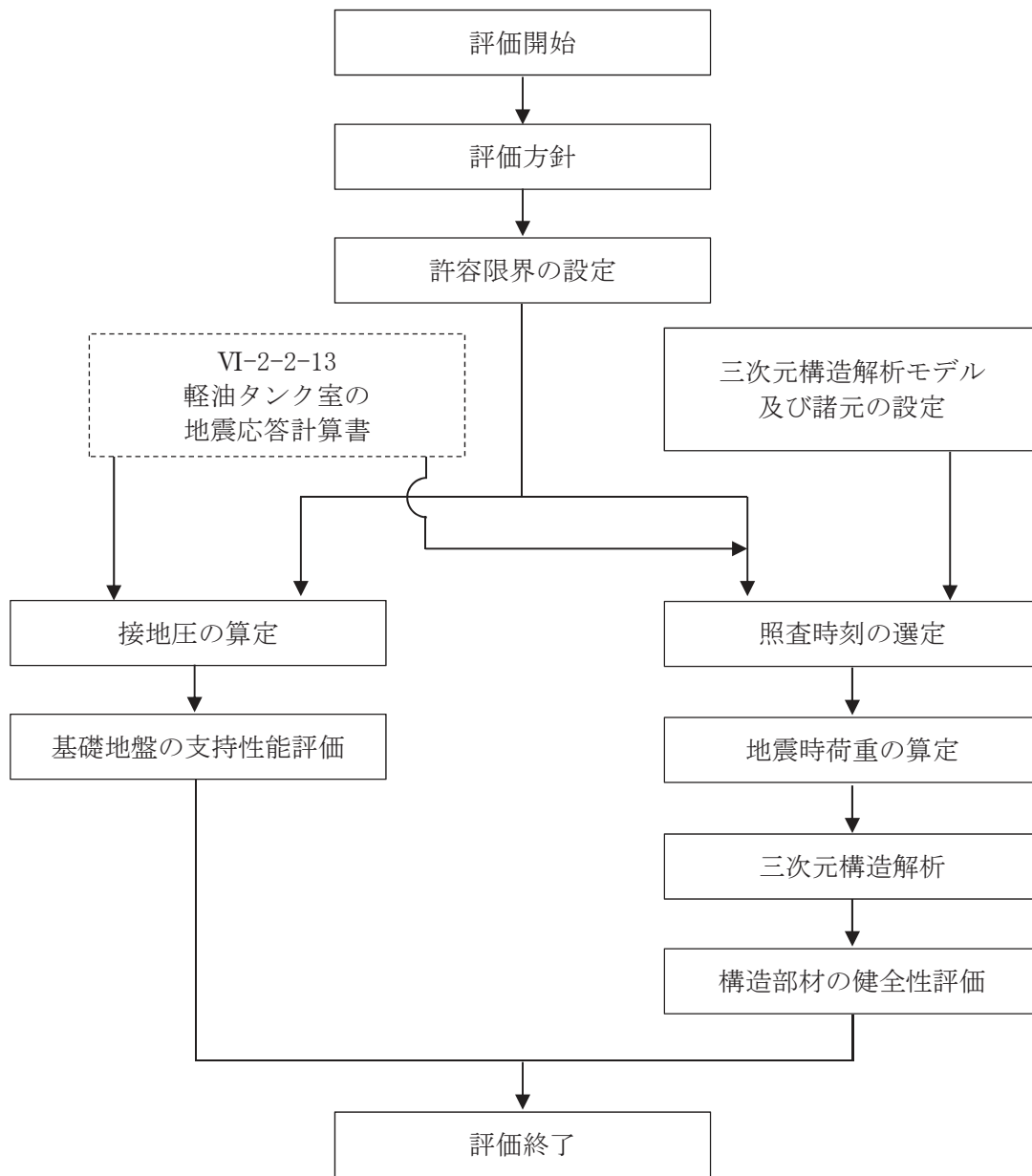


図 2-9 軽油タンク室の耐震評価フロー



表 2-1 軽油タンク室の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界		
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ, 照査用せん断力及び照査用層間変形角(面内)が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*
					面内	限界層間変形角*
	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*		
MMR		MMRの支圧強度*				
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ, 照査用せん断力及び照査用層間変形角(面内)が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*
					面内	限界層間変形角*

注記\*： 妥当な安全余裕を考慮する。

## 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）
- コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2012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 原子力土木委員会，2005年6月）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 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）
- 道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- 道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）

### 3. 耐震評価

#### 3.1 地震時荷重算出断面及び解析手法の選定

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）及びタンクの軸方向に対し直交する東西方向とし、東西方向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、タンク室を通る断面（B-B断面、東西（タンク室））とポンプ室を通る断面（C-C断面、東西（ポンプ室））とする。地震時荷重算出用地質断面図を図3-2～図3-4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）が弱軸方向となり、東西方向（B-B断面及びC-C断面）が強軸方向となることから、耐震評価は弱軸方向である南北方向（A-A断面）に対して実施する。

また、軽油タンク室は、加振方向に平行に配置される面部材（妻壁や隔壁）を有する箱形構造物であり、Sクラスの施設を支持する機能（支持機能）が要求されることから、シェル要素を用いた三次元構造解析により耐震評価を行う。

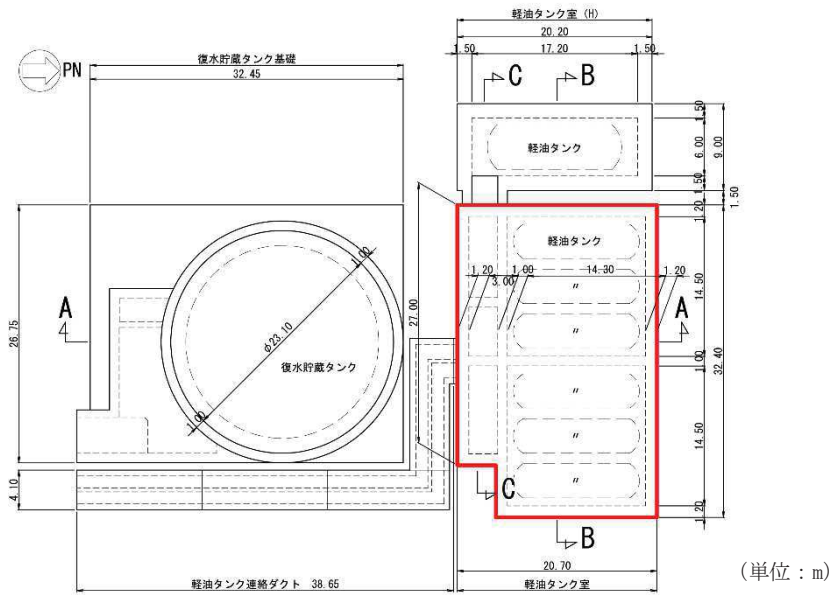


図3-1 軽油タンク室の地震時荷重算出断面位置図

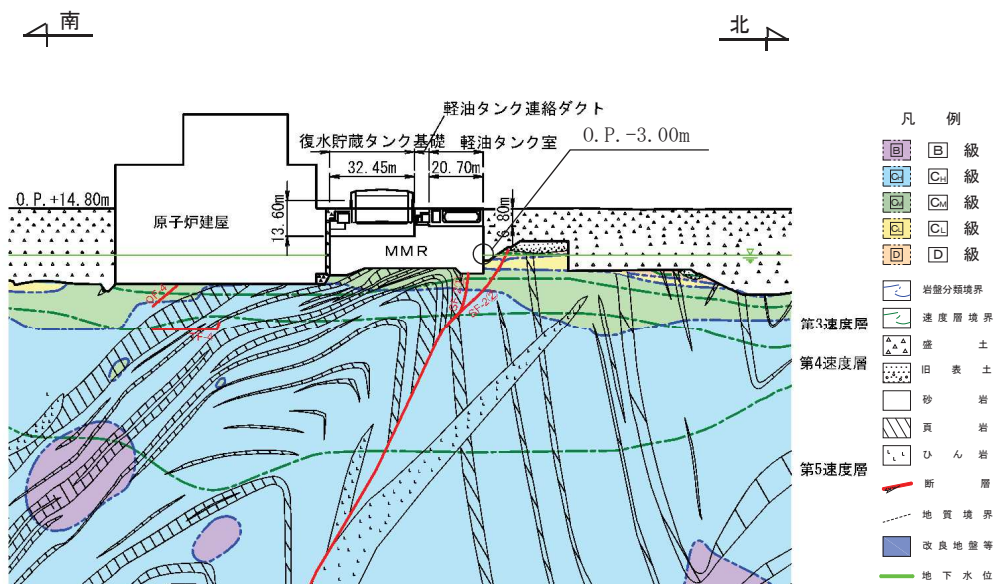


図 3-2 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図  
(A-A 断面, 南北)

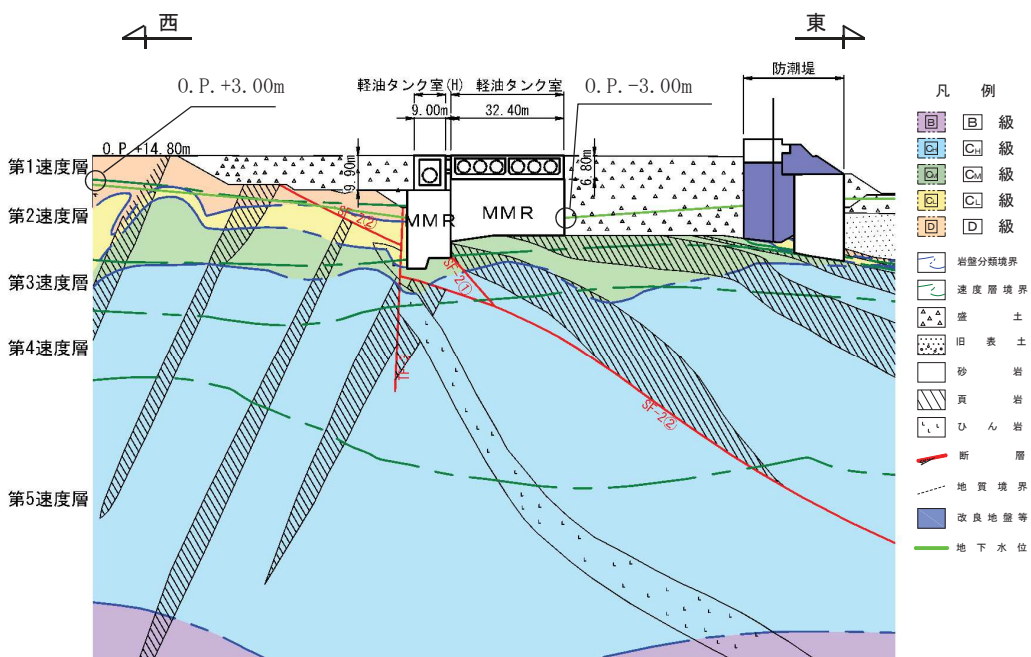


図 3-3 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図  
(B-B 断面, 東西 (タンク室))

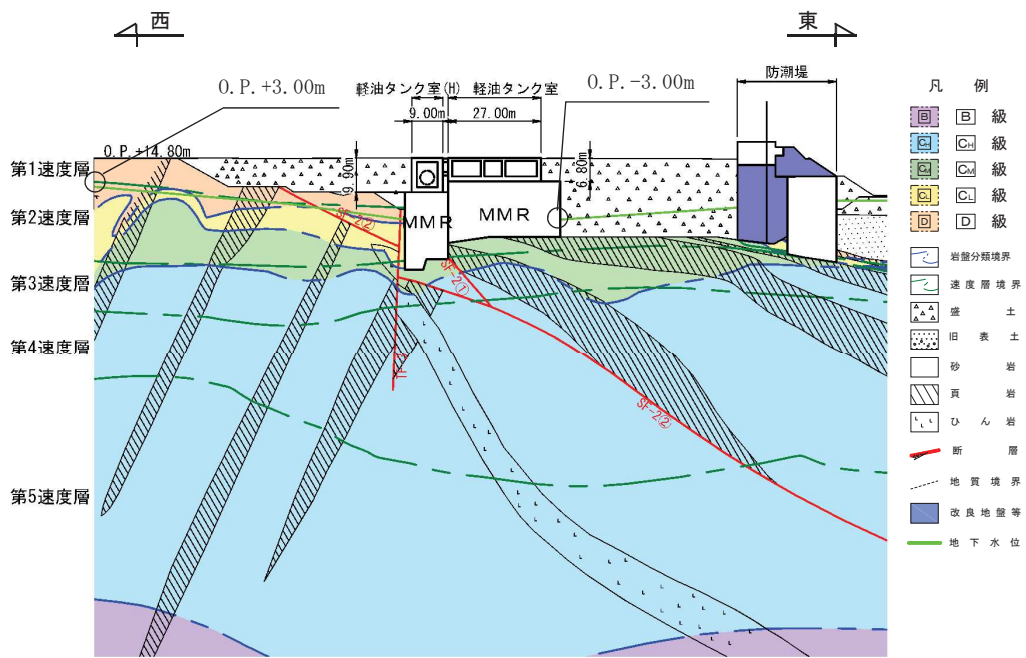


図 3-4 軽油タンク室 地震時荷重算出用地質断面図  
(C-C 断面, 東西 (ポンプ室))

### 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	底版, 側壁, 隔壁	設計基準強度 20.5N/mm <sup>2</sup>
	頂版, 隔壁	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>
鉄筋		SD345

表 3-2 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*		3.32×10 <sup>4</sup>	解析ケース④
		設計基準強度	20.5N/mm <sup>2</sup>	2.33×10 <sup>4</sup>	解析ケース①, ②, ③
			24.0N/mm <sup>2</sup>	2.50×10 <sup>4</sup>	
	ポアソン比		0.2		

注記\* : 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

### 3.3 許容限界

許容限界は、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 構造部材の健全性に対する許容限界

##### (1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、原子力発電所屋外重要土木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。）に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、土木学会マニュアルではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木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等が確保できるとして設定されたものである。

また、頂版、底版、側壁及び隔壁のアンカー定着部に要求されるSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、主鉄筋のひずみ及びコンクリートの圧縮ひずみについて、おおむね弾性範囲に相当するひずみ（主鉄筋：1725 $\mu$ ，コンクリート：2000 $\mu$ ）とする。

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-3に示す。

表3-3 軽油タンク室の曲げ・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%（10000 $\mu$ ）
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと		主鉄筋(SD345)：1725 $\mu$ コンクリート：2000 $\mu$

##### (2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）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くせん断耐力とする。

壁部材の面内せん断に対する許容限界は、層間変形角（面内）2000 $\mu$ （2/1000）とする。層間変形角（面内）2000 $\mu$ （2/1000）は、J E A G 4 6 0 1 - 1987において、耐震壁の終局耐力に相当する層間変形角4000 $\mu$ （4/1000）に余裕を見込んだ許容限界かつ耐震壁の支持機能に対する許容限界として規定されている。

### 3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

#### (1) 基礎地盤（狐崎部層）

基礎地盤（狐崎部層）に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「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（狐崎部層）の許容限界を表3-4に示す。

表3-4 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
極限支持力	狐崎部層	13.7

#### (2) MMR（既設）

MMR（既設）に発生する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMR（既設）の許容限界を表3-5に示す。

表3-5 MMR（既設）の支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR（既設）	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
支圧強度	コンクリート ( $f'_{ck} = 15.6 \text{ N/mm}^2$ )	$f'_a = 15.6$



### 3.4 評価方法

#### 3.4.1 構造部材の健全性評価

軽油タンク室の耐震評価は、非線形シェル要素を用いた三次元構造解析により実施する。三次元構造解析には、解析コード「SLAP Ver. 6.64」を用いる。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

三次元構造解析への入力荷重は、添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」に基づく地震応答解析において、軽油タンク室の耐震評価に支配的な荷重が最大となる時刻を選定し、当該時刻における地震時応答から設定する。

添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した地震時荷重（地震時土圧及び慣性力）を用いて、三次元構造解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

#### (1) 解析モデル

材料の非線形特性を考慮した非線形シェル要素でモデル化する。三次元構造解析モデルを図3-5及び図3-6に示す。

また、構造部材（鉄筋コンクリート）の非線形特性を図3-7及び図3-8に示す。

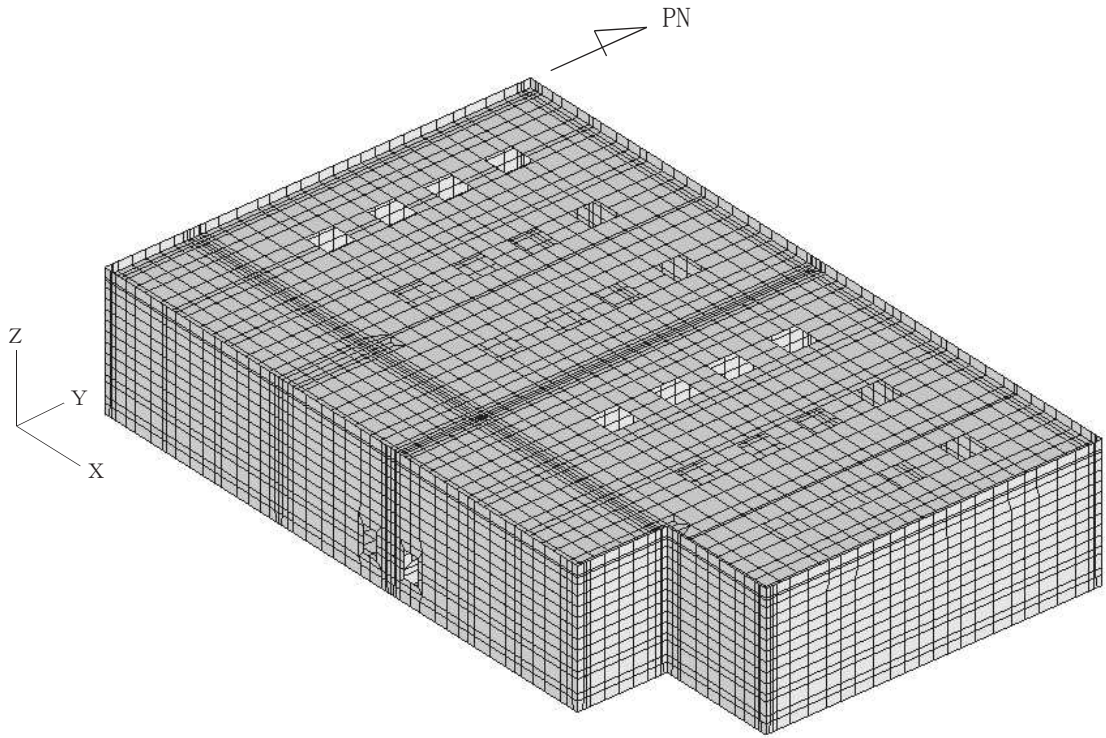


図3-5 三次元構造解析モデル図（鳥瞰図）

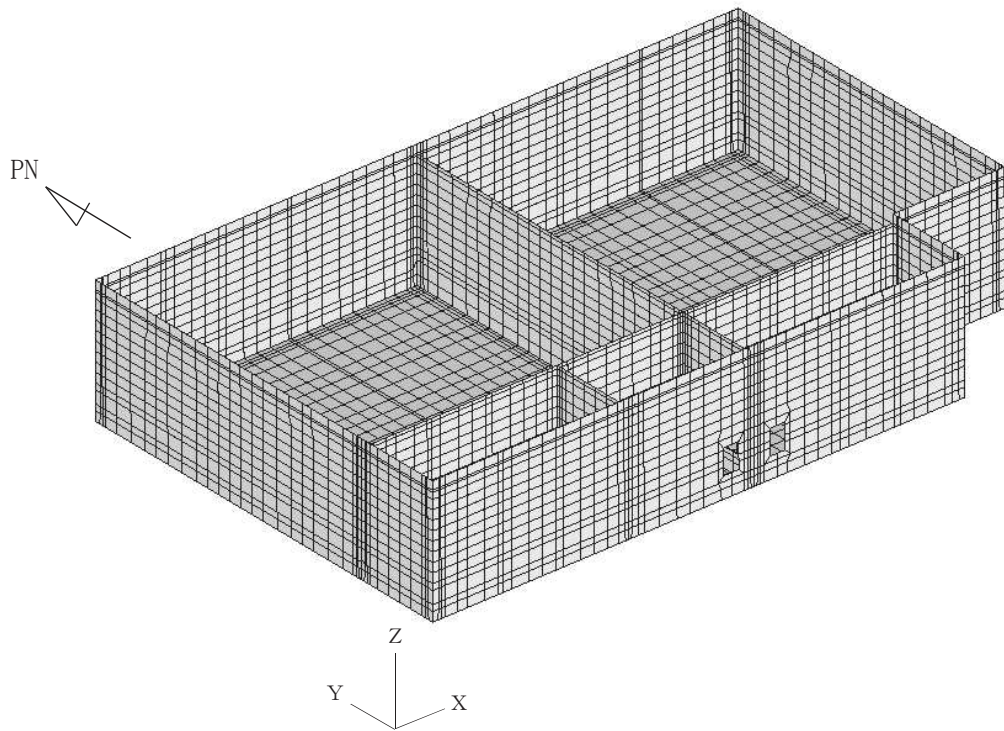


図3-6 三次元構造解析モデル図（鳥瞰図（頂版非表示））

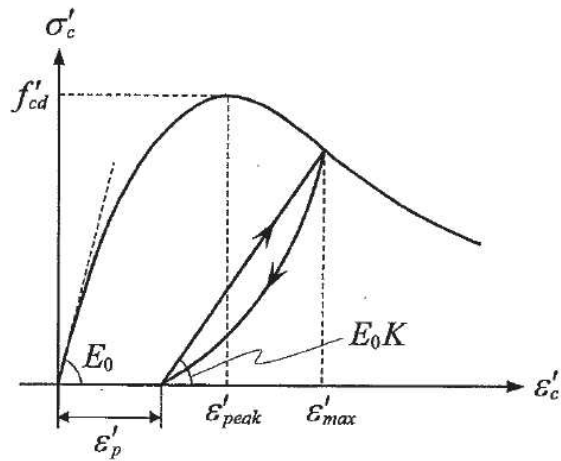


図3-7 構造部材の非線形特性（コンクリートの応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2017年制定）より引用）

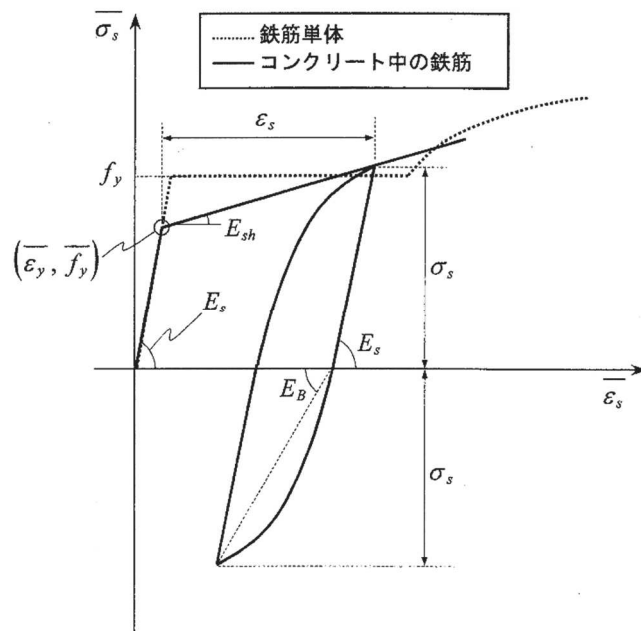



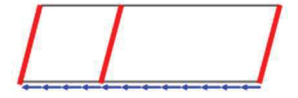
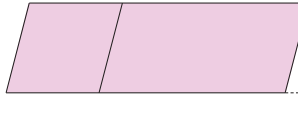
図3-8 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）  
 （コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2012年制定）より引用）

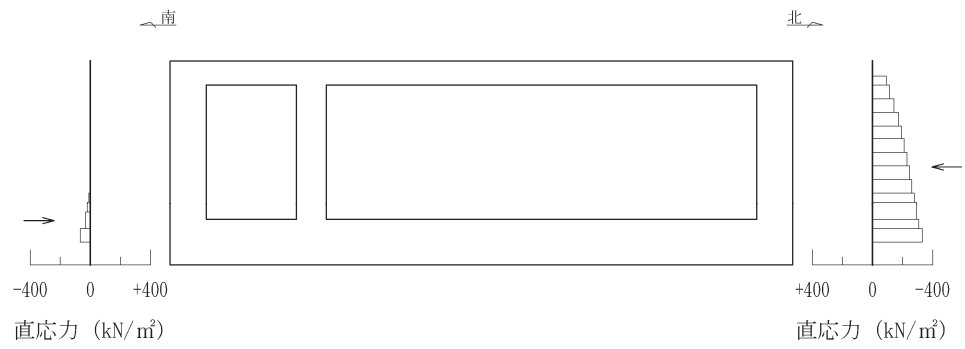
(2) 照査時刻

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

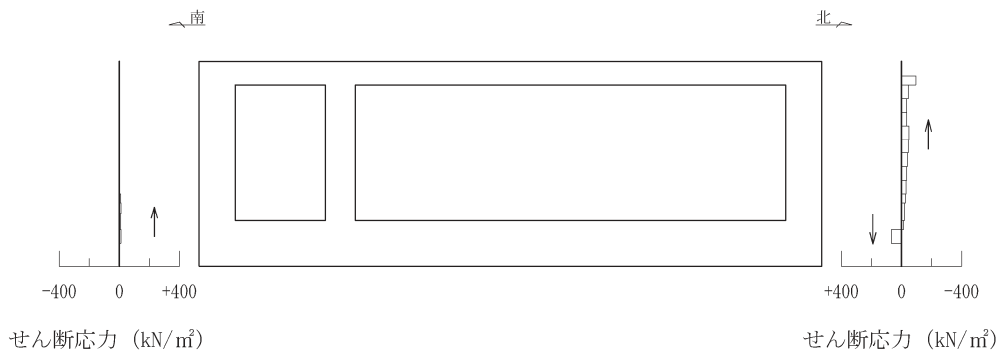
なお、照査値が最大となるせん断破壊に対する照査時における作用荷重分布図を図 3-9 及び図 3-10 に示す。

表 3-6 照査時刻の考え方

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		頂底版間の層間変位が最大となる時刻
時刻 2	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻
時刻 3 (時刻 1)	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻



直応力



せん断応力

図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図 3-9 作用荷重分布図 (直応力及びせん断応力)  
(解析ケース③, S s - D 2 (++) , 南北)

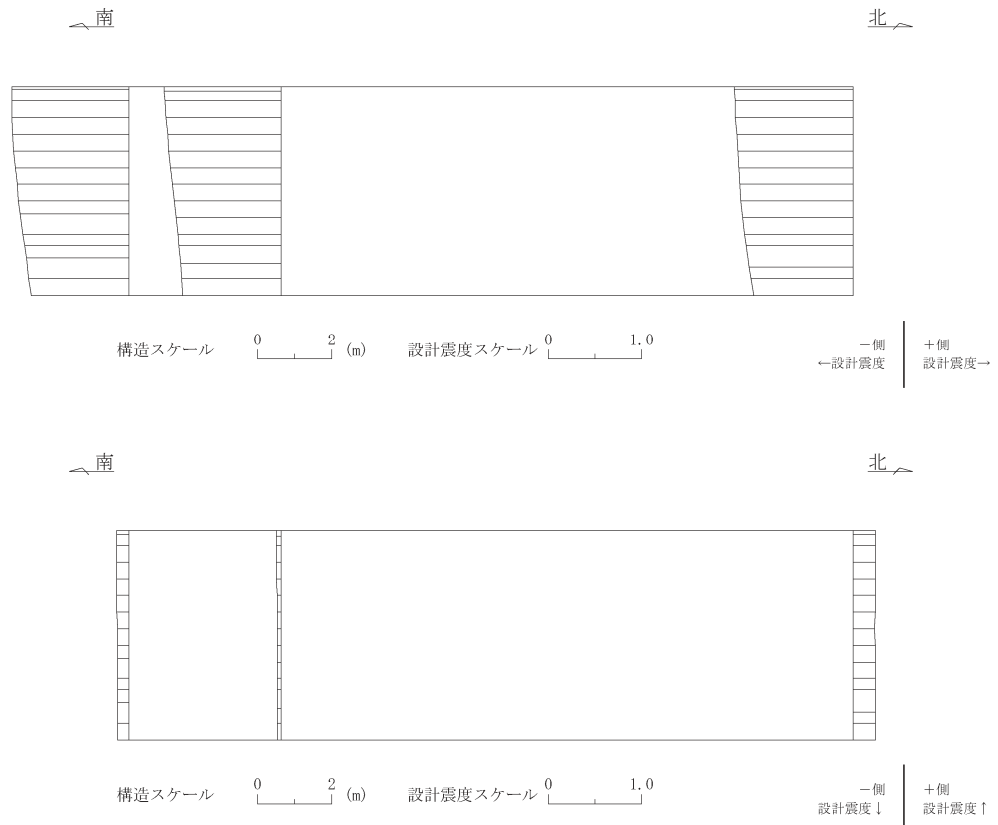


図 3-10 作用荷重分布図（設計震度分布）  
 （解析ケース③，S<sub>s</sub>-D2（++），南北）

(3) 入力荷重

三次元構造解析の入力荷重は、設計値及び添付書類「VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書」より得られた地震応答解析に基づく「(2) 照査時刻」で選定した照査時刻における応答値を用いて算定する。入力荷重の一覧を表 3-7 に示す。

表 3-7 三次元構造解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
常時荷重	固定荷重	躯体自重
	積載荷重	機器・配管荷重
	常時土圧	躯体側面に作用する常時土圧
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力
	地震時土圧	躯体側面に作用する地震時土圧

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

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

4. 構造部材の地震時応答

三次元構造解析に基づく、各構造部材の地震時応答結果を示す。各部材位置を図4-1に、各部材の要素座標系を図4-2に、シェル要素における各要素の断面力の方向を図4-3に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査のうち、各部材のコンクリートの圧縮ひずみ及び主鉄筋のひずみに対して最大照査値となる評価時刻でのひずみ分布を図4-4及び図4-5に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力分布を図4-6～図4-11に示す。

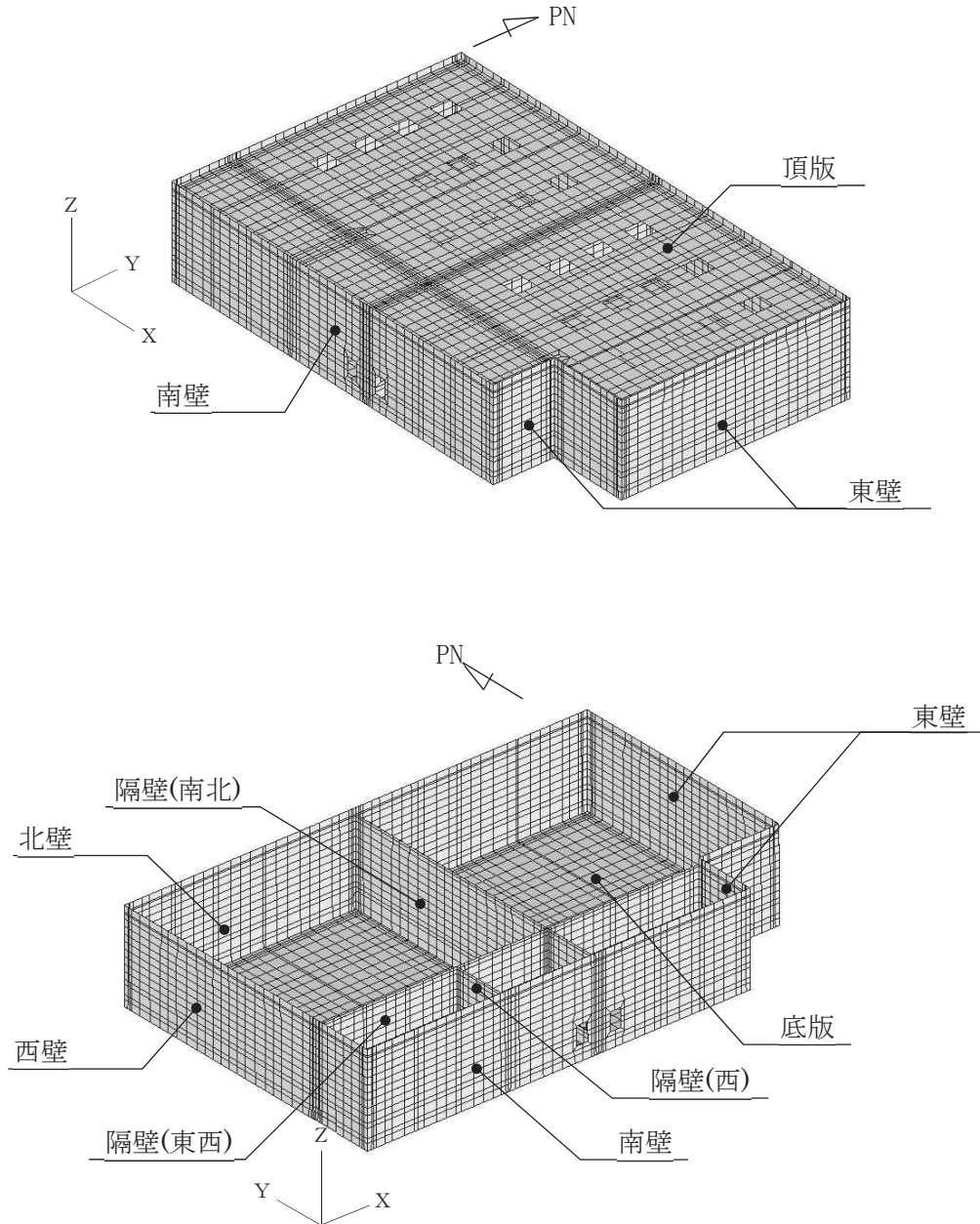
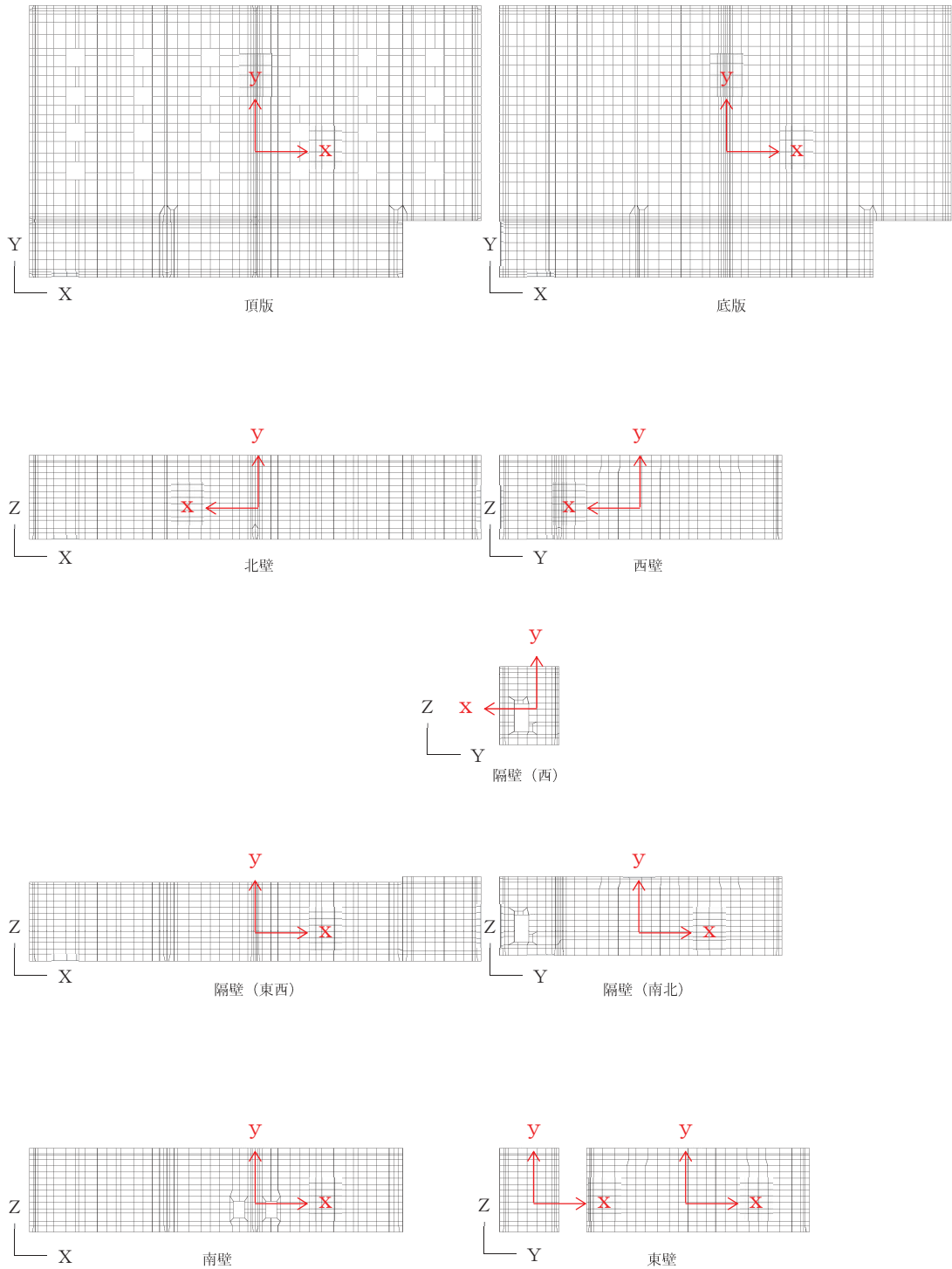


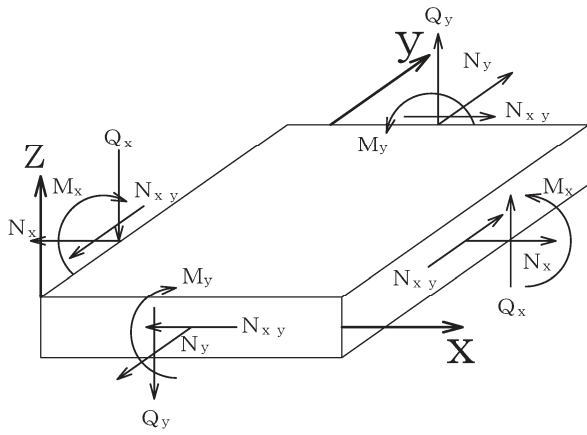
図4-1 各部材位置





黒：全体座標系を示す  
 赤：要素座標系を示す

図 4-2 各部材の要素座標系



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

図 4-3 シェル要素における断面力の方向

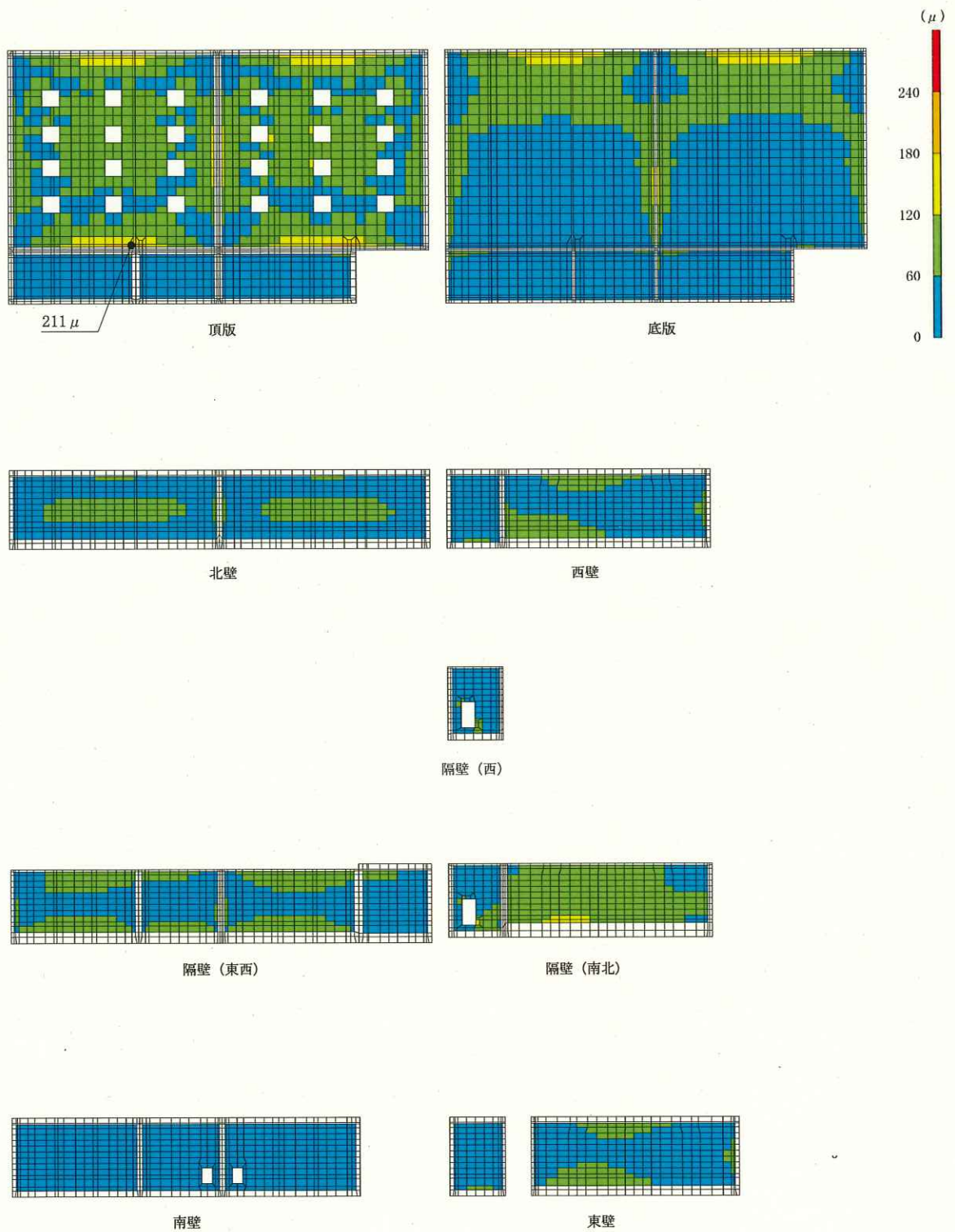


図 4-4 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (コンクリート)  
(頂版, 解析ケース①, S s - D 1 (++) )

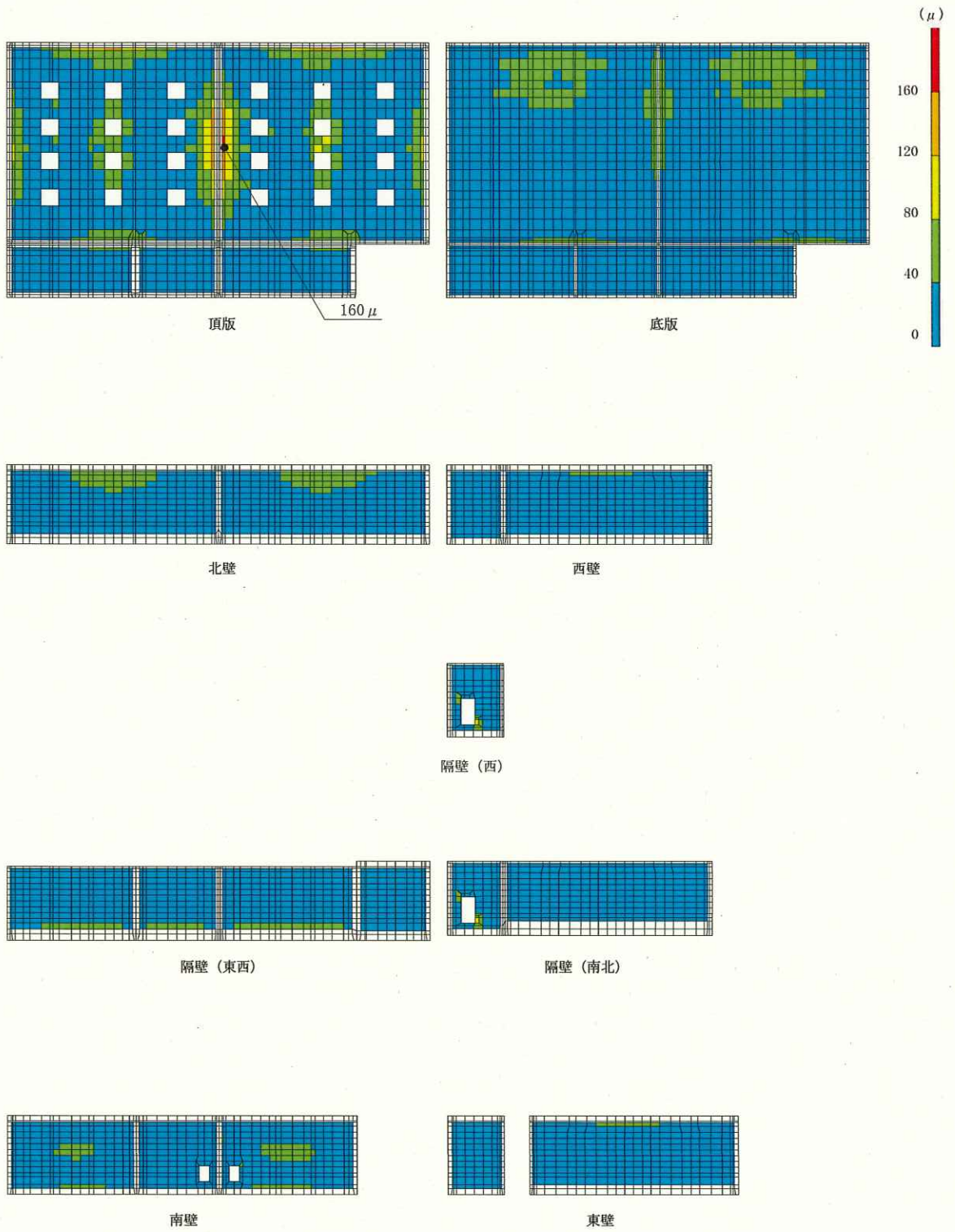


図 4-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (鉄筋)  
(頂版, 解析ケース①, S s - D 2 (-+))

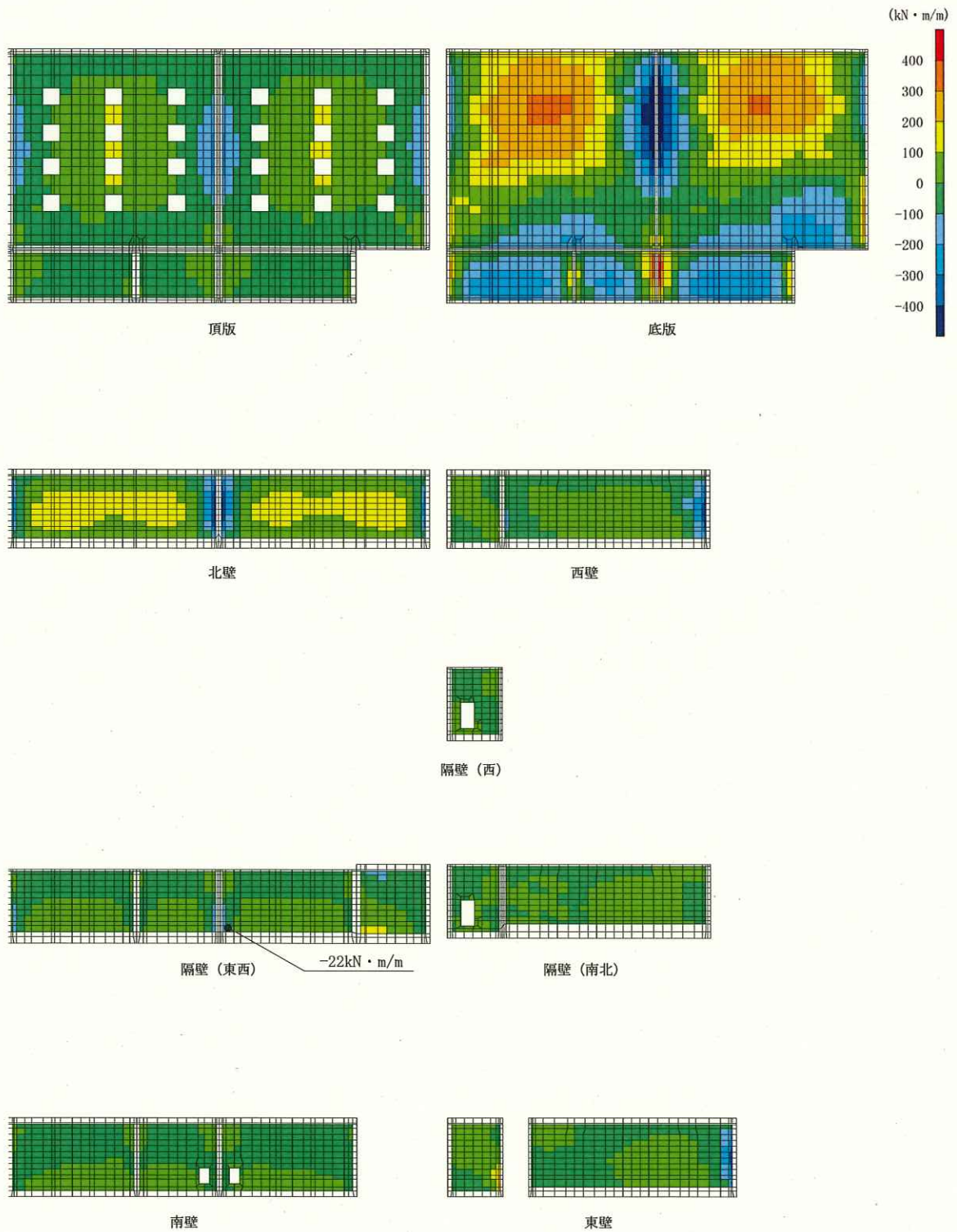


図 4-6 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図  
 (曲げモーメント (kN · m/m) :  $M_x$ )  
 (隔壁 (東西), 解析ケース③, S s - D 2 (++) )





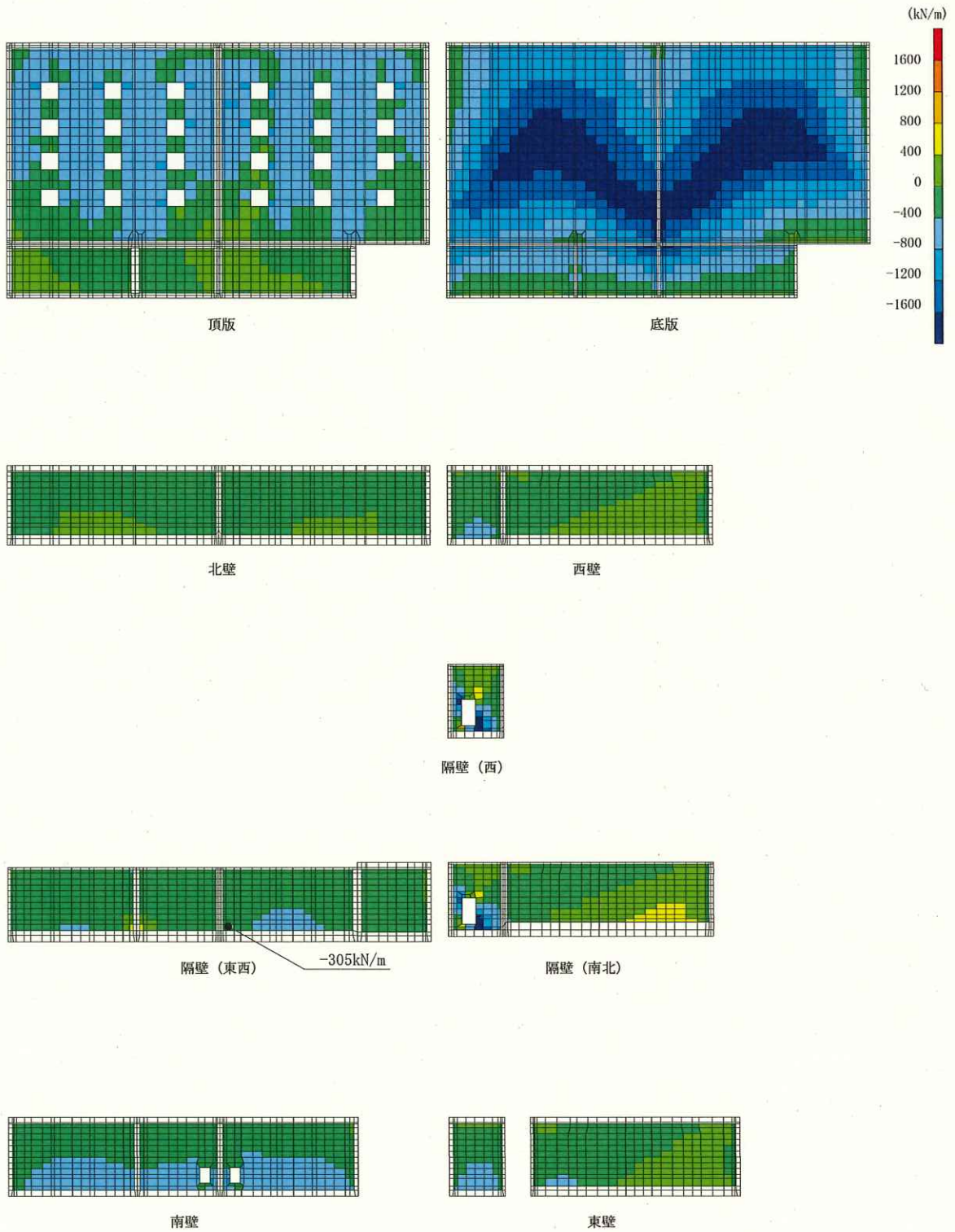


図 4-9 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) :  $N_y$ )

(隔壁 (東西), 解析ケース③,  $S_s - D 2$  (++)



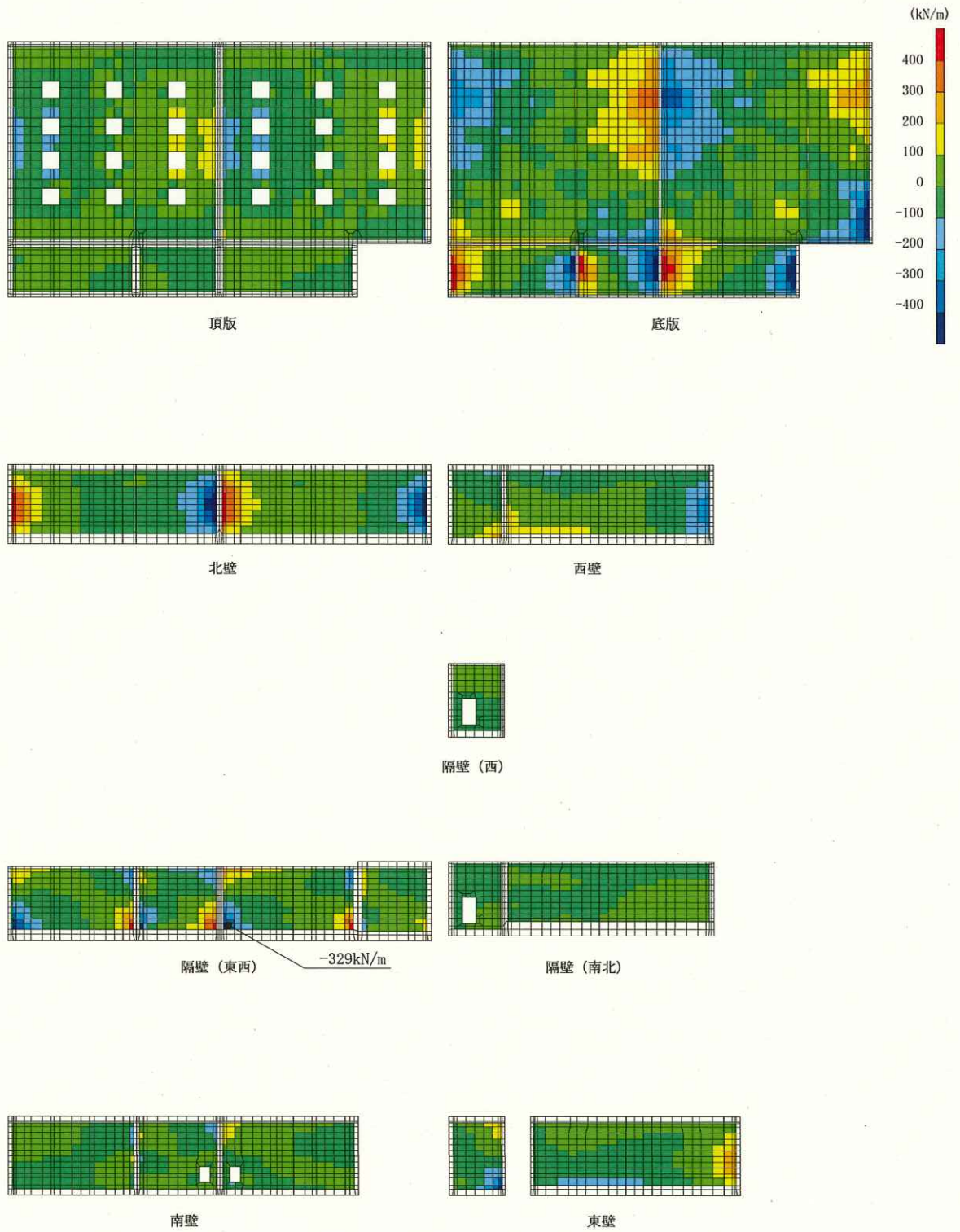


図 4-10 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) :  $Q_x$ )

(隔壁 (東西), 解析ケース③,  $S_s - D 2 (+ +)$ )



5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-2 に、各壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査値を表 5-3 に示す。

軽油タンク室の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ）、照査用せん断力及び壁部材の層間変形角（面内せん断）が、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1		解析ケース	地震動	照査用ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$
底版	12	①	S s - D 2 (-+)	219 $\mu$	10000 $\mu$	0.03
頂版	21	①	S s - D 1 (++)	253 $\mu$	10000 $\mu$	0.03
南北壁	41	①	S s - F 2 (++)	137 $\mu$	10000 $\mu$	0.02
隔壁(東西)	51	③	S s - D 2 (++)	199 $\mu$	10000 $\mu$	0.02
東西壁	61	①	S s - D 2 (-+)	147 $\mu$	10000 $\mu$	0.02
隔壁(南北)	82	③	S s - D 2 (++)	219 $\mu$	10000 $\mu$	0.03
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	195 $\mu$	10000 $\mu$	0.02

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-2 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析ケース	地震動	照査用せん断力*2 $V_d$ (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	11	④	S s - D 2 (++)	361	585	0.62
頂版	22	①	S s - D 2 (-+)	336	564	0.60
南北壁	42	③	S s - D 2 (++)	584	1173	0.50
隔壁(東西)	53	③	S s - D 2 (++)	478	715	0.67
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	285	443	0.65
隔壁(南北)	81	②	S s - D 2 (++)	22	470	0.05
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	50	511	0.10

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数  $\gamma_a$

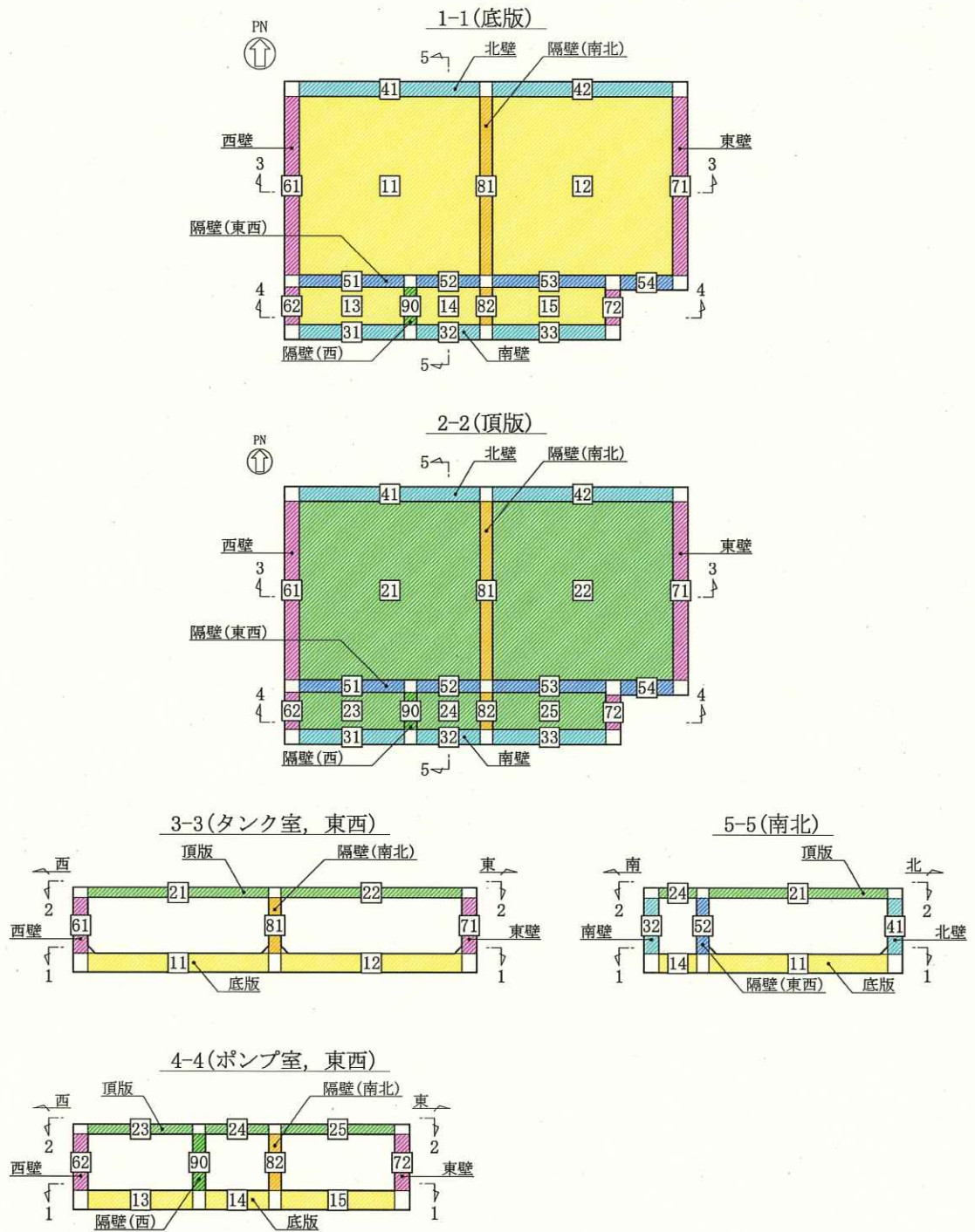


図 5-1 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

表 5-3 壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用層間 変形角*2 $\gamma_d$	許容限界 $\gamma_R$	照査値 $\gamma_d / \gamma_R$
南北壁	30	①	S s - F 3 (-+)	14 $\mu$	2000 $\mu$	0.01
隔壁(東西)	50	③	S s - D 2 (++)	31 $\mu$	2000 $\mu$	0.02
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	79 $\mu$	2000 $\mu$	0.04
隔壁(南北)	80	③	S s - D 2 (++)	168 $\mu$	2000 $\mu$	0.09
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	124 $\mu$	2000 $\mu$	0.07

注記\*1：評価位置は図 5-2 に示す。

\*2：照査用層間変形角＝発生する層間変形角×構造解析係数  $\gamma_a$

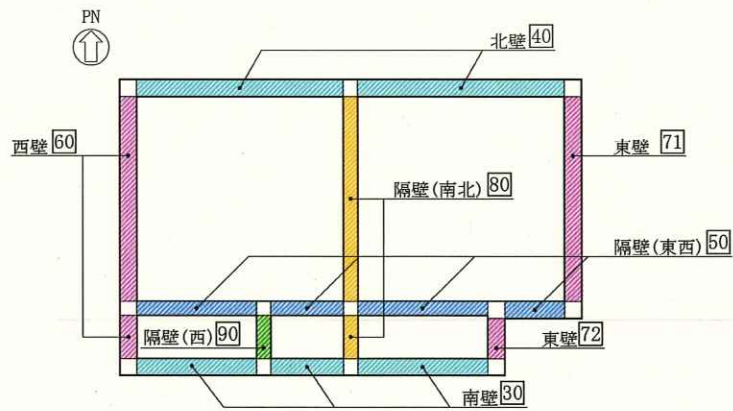


図 5-2 評価位置図 (壁部材の面内せん断 (層間変形角))

O 2 ③ VI-2-2-14 R O

## 5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-4及び表5-5に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-6に、各壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査値を表5-7に示す。

軽油タンク室の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ及び主鉄筋ひずみ）、照査用せん断力及び壁部材の層間変形角（面内せん断）が、Sクラスの施設を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-4 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1		解析ケース	地震動	照査用ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$
底版	12	①	S s - D 2 (-+)	219 $\mu$	2000 $\mu$	0.11
頂版	21	①	S s - D 1 (++)	253 $\mu$	2000 $\mu$	0.13
南北壁	41	①	S s - F 2 (++)	137 $\mu$	2000 $\mu$	0.07
隔壁(東西)	51	③	S s - D 2 (++)	199 $\mu$	2000 $\mu$	0.10
東西壁	61	①	S s - D 2 (-+)	147 $\mu$	2000 $\mu$	0.08
隔壁(南北)	82	③	S s - D 2 (++)	219 $\mu$	2000 $\mu$	0.11
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	195 $\mu$	2000 $\mu$	0.10

注記\*1：評価位置は図5-1に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

表5-5 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（主鉄筋ひずみ）

評価位置*1		解析ケース	地震動	照査用ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d / \epsilon_R$
底版	11	③	S s - D 2 (++)	115 $\mu$	1725 $\mu$	0.07
頂版	22	①	S s - D 2 (-+)	193 $\mu$	1725 $\mu$	0.12
南北壁	41	①	S s - F 2 (++)	107 $\mu$	1725 $\mu$	0.07
隔壁(東西)	51	③	S s - D 2 (++)	139 $\mu$	1725 $\mu$	0.09
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	72 $\mu$	1725 $\mu$	0.05
隔壁(南北)	82	①	S s - D 2 (-+)	113 $\mu$	1725 $\mu$	0.07
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	164 $\mu$	1725 $\mu$	0.10

注記\*1：評価位置は図5-1に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-6 せん断破壊に対する最大照査値（再掲）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 $V_d$ (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	11	④	S s - D 2 (++)	361	585	0.62
頂版	22	①	S s - D 2 (-+)	336	564	0.60
南北壁	42	③	S s - D 2 (++)	584	1173	0.50
隔壁(東西)	53	③	S s - D 2 (++)	478	715	0.67
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	285	443	0.65
隔壁(南北)	81	②	S s - D 2 (++)	22	470	0.05
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	50	511	0.10

注記\*1：評価位置は図 5-1 に示す。

\*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数  $\gamma_a$

表 5-7 壁部材の面内せん断（層間変形角）に対する照査（再掲）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用層間 変形角*2 $\gamma_d$	許容限界 $\gamma_R$	照査値 $\gamma_d / \gamma_R$
南北壁	30	①	S s - F 3 (-+)	14 $\mu$	2000 $\mu$	0.01
隔壁(東西)	50	③	S s - D 2 (++)	31 $\mu$	2000 $\mu$	0.02
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	79 $\mu$	2000 $\mu$	0.04
隔壁(南北)	80	③	S s - D 2 (++)	168 $\mu$	2000 $\mu$	0.09
隔壁(西)	90	③	S s - D 2 (++)	124 $\mu$	2000 $\mu$	0.07

注記\*1：評価位置は図 5-2 に示す。

\*2：照査用層間変形角＝発生する層間変形角×構造解析係数  $\gamma_a$

### 5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

#### 5.3.1 基礎地盤（狐崎部層）

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-8 に示す。また，最大接地圧分布図を図 5-3 に示す。

軽油タンク室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 5-8 基礎地盤の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	極限支持力 $R_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/R_u$
②	S s - D 2 (++)	2.5	13.7	0.19

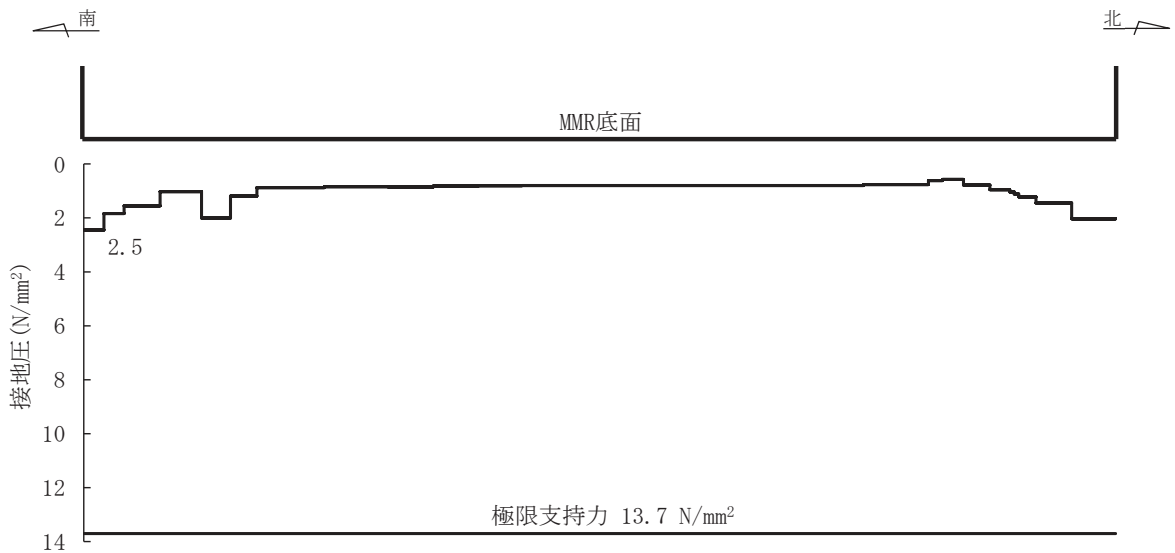


図 5-3 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース②，S s - D 2 (++))



5.3.2 MMR（既設）

MMR（既設）の支持性能に対する照査結果を表5-9に示す。また、最大接地圧分布図を図5-4に示す。

軽油タンク室のMMR（既設）に発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表5-9 MMR（既設）の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 $R_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	支圧強度 $f'_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $R_d/f'_a$
③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	1.3	15.6	0.09

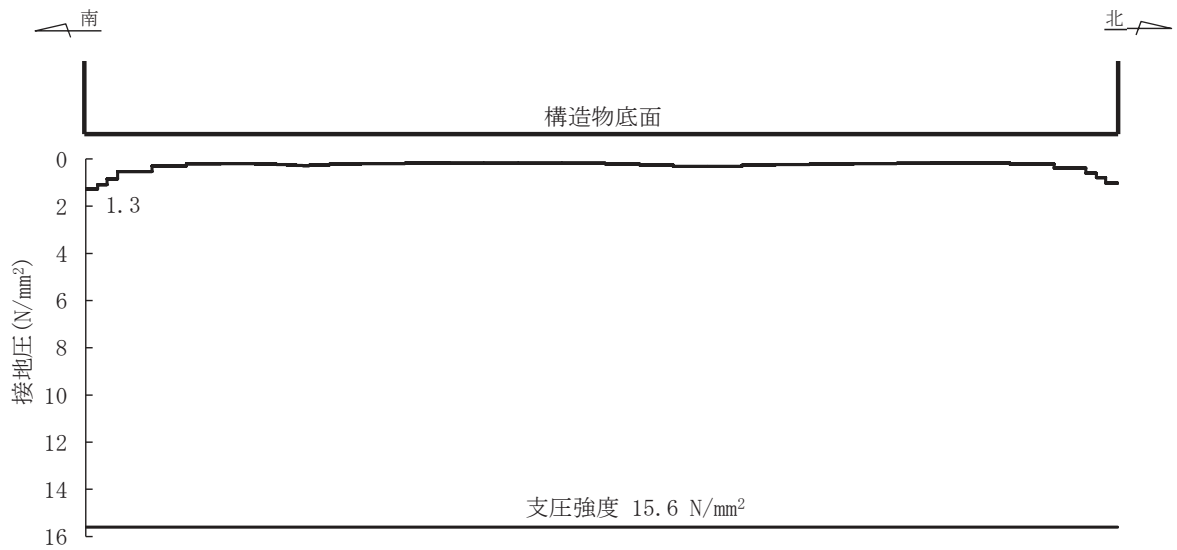


図5-4 MMR（既設）の最大接地圧分布図  
(解析ケース③, S<sub>s</sub>-D2 (++))