

VI-2-2-28 排気筒連絡ダクト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	10
3. 耐震評価	11
3.1 評価対象断面	11
3.2 使用材料及び材料の物性値	13
3.3 許容限界	14
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	14
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	19
3.4 評価方法	19
3.4.1 構造部材の健全性評価	19
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	19
4. 構造部材の地震時応答	20
4.1 土砂部	20
4.1.1 全応力解析における解析結果	20
4.1.2 有効応力解析における解析結果	23
4.2 岩盤部	26
5. 耐震評価結果	28
5.1 構造部材の健全性に対する評価結果	28
5.1.1 土砂部	28
5.1.2 岩盤部	30
5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果	31
5.2.1 土砂部	31
5.2.2 岩盤部	32
5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	33
5.3.1 土砂部の基礎地盤（狐崎部層）	33
5.3.2 岩盤部の基礎地盤（狐崎部層）	35

別紙1 断層交差部の耐震性についての計算書

## 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、排気筒連絡ダクトが基準地震動 $S_s$ 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。

排気筒連絡ダクト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

排気筒連絡ダクトの位置を図2-1に示す。

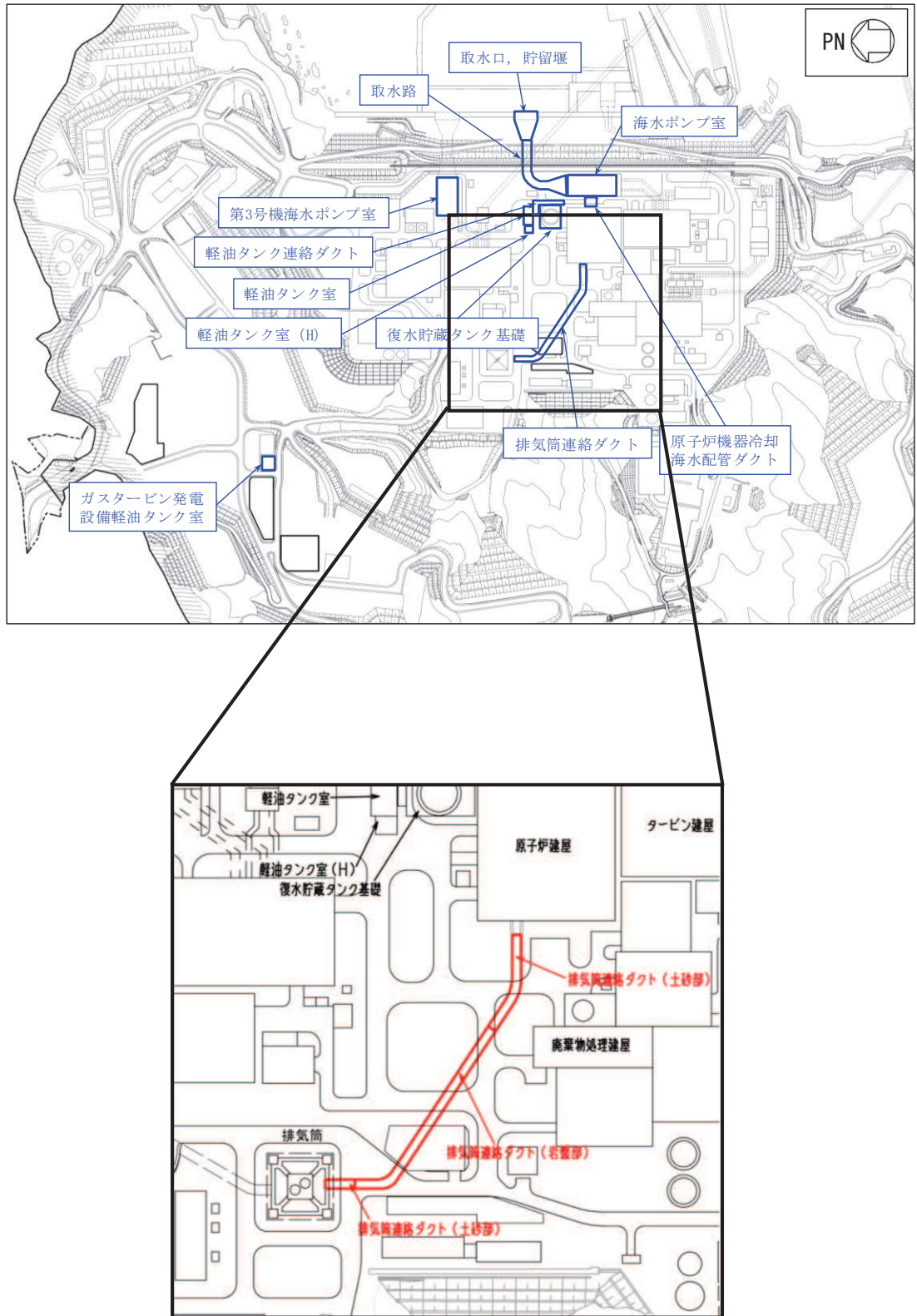


図2-1 排気筒連絡ダクトの位置図

## 2.2 構造概要

排気筒連絡ダクトの平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 及び図 2-4 に、縦断図を図 2-5 に、概略配筋図を図 2-6 及び図 2-7 に示す。

排気筒連絡ダクトは、非常用ガス処理系配管を底版で間接支持しており、支持機能が要求される。

排気筒連絡ダクトは、原子炉建屋と排気筒を結ぶ、延長 187.49m、内空  の鉄筋コンクリート造の地下トンネル構造物であり、幌型トンネルの土砂部と円形トンネルの岩盤部にて構成され、土砂部は直接又は MMR を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されており、岩盤は円形トンネルが岩盤に囲まれている。

排気筒連絡ダクトは、延長方向に 3.0m~9.0m 間隔に分割し構造目地を介して接合され、原子炉建屋及び排気筒との接合部には耐震ジョイントが設置されており、土砂部と岩盤部のそれぞれの区間で延長方向に断面の変化がない線状構造物である。

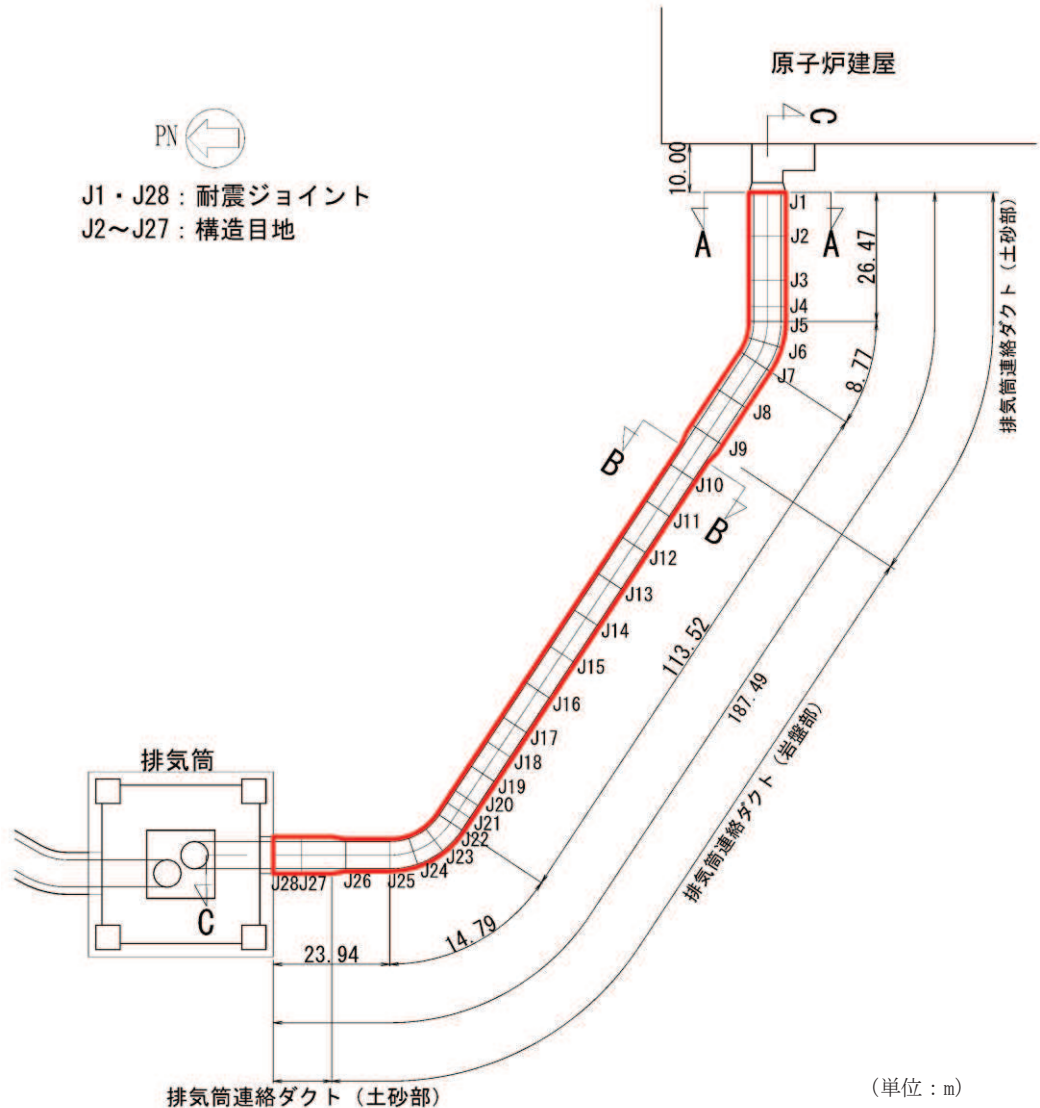


図 2-2 排気筒連絡ダクト平面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

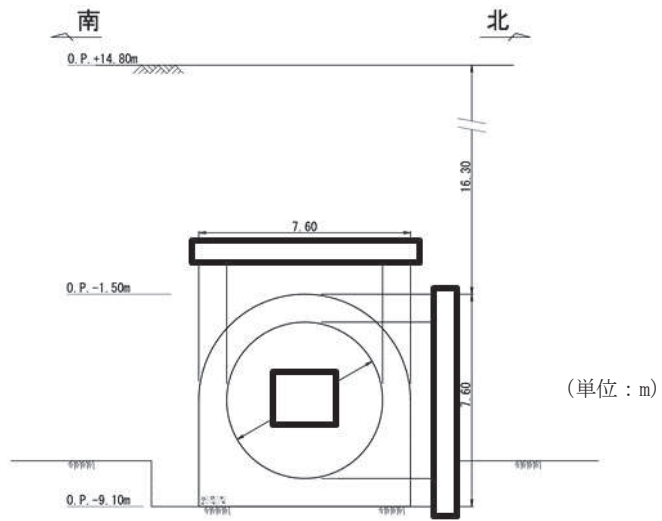


図 2-3 排気筒連絡ダクト断面図 (A-A 断面, 土砂部)

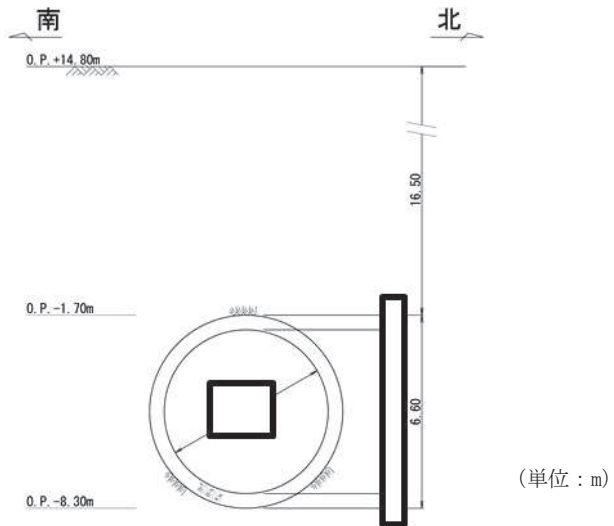


図 2-4 排気筒連絡ダクト断面図 (B-B 断面, 岩盤部)

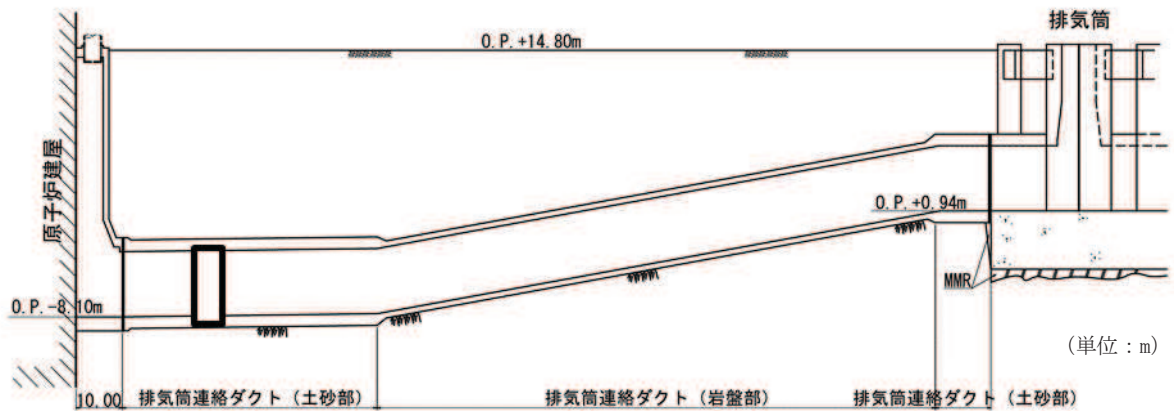


図 2-5 排気筒連絡ダクト縦断面図 (C-C 断面)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

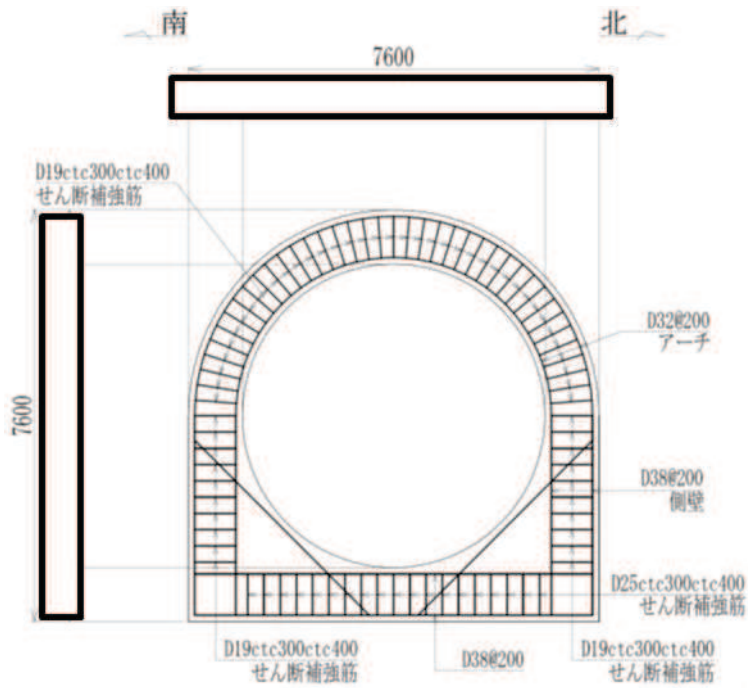


図 2-6 排気筒連絡ダクト概略配筋図 (A-A 断面, 土砂部)

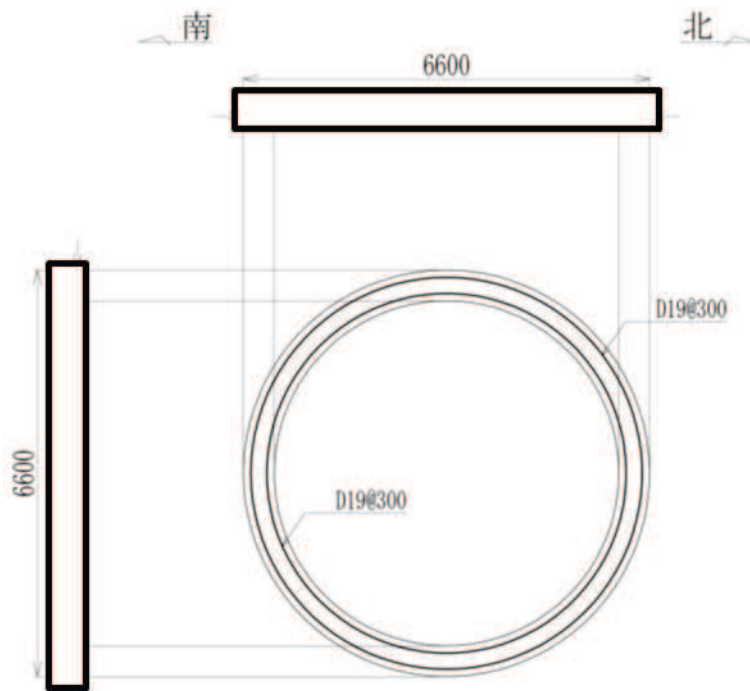


図 2-7 排気筒連絡ダクト概略配筋図 (B-B 断面, 岩盤部)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 2.3 評価方針

排気筒連絡ダクトは、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及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に分類される。

排気筒連絡ダクトの耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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。

なお、地震応答解析による解析手法は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」のうち「3.2 解析方法」に示すとおり、土砂部については全応力解析及び有効応力解析、岩盤部については全応力解析とする。解析ケースを表2-3に示す。

排気筒連絡ダクトの耐震評価フローを図2-8に示す。

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。

排気筒連絡ダクトは、「2.2 構造概要」に示すとおり、幌形トンネルの土砂部と円形トンネルの岩盤部から構成されていることから、それぞれの断面で健全性評価を行う。

土砂部の応答値は、二次元動的部材非線形解析（全応力解析ではファイバーモデル、有効応力解析ではM- $\phi$ モデル）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層間変形角、照査用ひずみ及び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。

岩盤部の応答値は、二次元動的解析（線形はり要素）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-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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、排気筒連絡ダクトの運転時、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。



表 2-1 排気筒連絡ダクトの評価項目（土砂部）

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*	
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	限界ひずみ*
					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。

表 2-2 排気筒連絡ダクトの評価項目（岩盤部）

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及び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	発生応力度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*	

注記\*： 妥当な安全余裕を考慮する。

表 2-3(1) 耐震評価における解析ケース（土砂部）

解析ケース	解析手法	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)	全応力解析	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	全応力解析	設計基準強度	平均値 + 1 $\sigma$	平均値
ケース③	全応力解析	設計基準強度	平均値 - 1 $\sigma$	平均値
ケース④* <sup>1</sup>	全応力解析	実強度に基づく 圧縮強度* <sup>2</sup>	平均値	平均値
ケース⑥ (基本ケース)	有効応力解析	設計基準強度	平均値	平均値
ケース⑦	有効応力解析	設計基準強度	平均値 + 1 $\sigma$	平均値
ケース⑧	有効応力解析	設計基準強度	平均値 - 1 $\sigma$	平均値
ケース⑨* <sup>1</sup>	有効応力解析	実強度に基づく 圧縮強度* <sup>2</sup>	平均値	平均値

注記\*1: 基本ケース（ケース①及び⑥）を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査における照査値の最大値を比較し、最大照査値を示す解析手法において、実強度を考慮した解析ケース（ケース④又はケース⑨）を実施する。なお、ケース①とケース⑥の曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査における照査値の最大値の差が 0.05 未満の場合は、両解析ケースで実強度を考慮した解析ケース（ケース④及び⑨）を実施する。

\*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。

表 2-3(2) 耐震評価における解析ケース（岩盤部）

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	平均値+1 $\sigma$
ケース③	設計基準強度	平均値	平均値-1 $\sigma$
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。

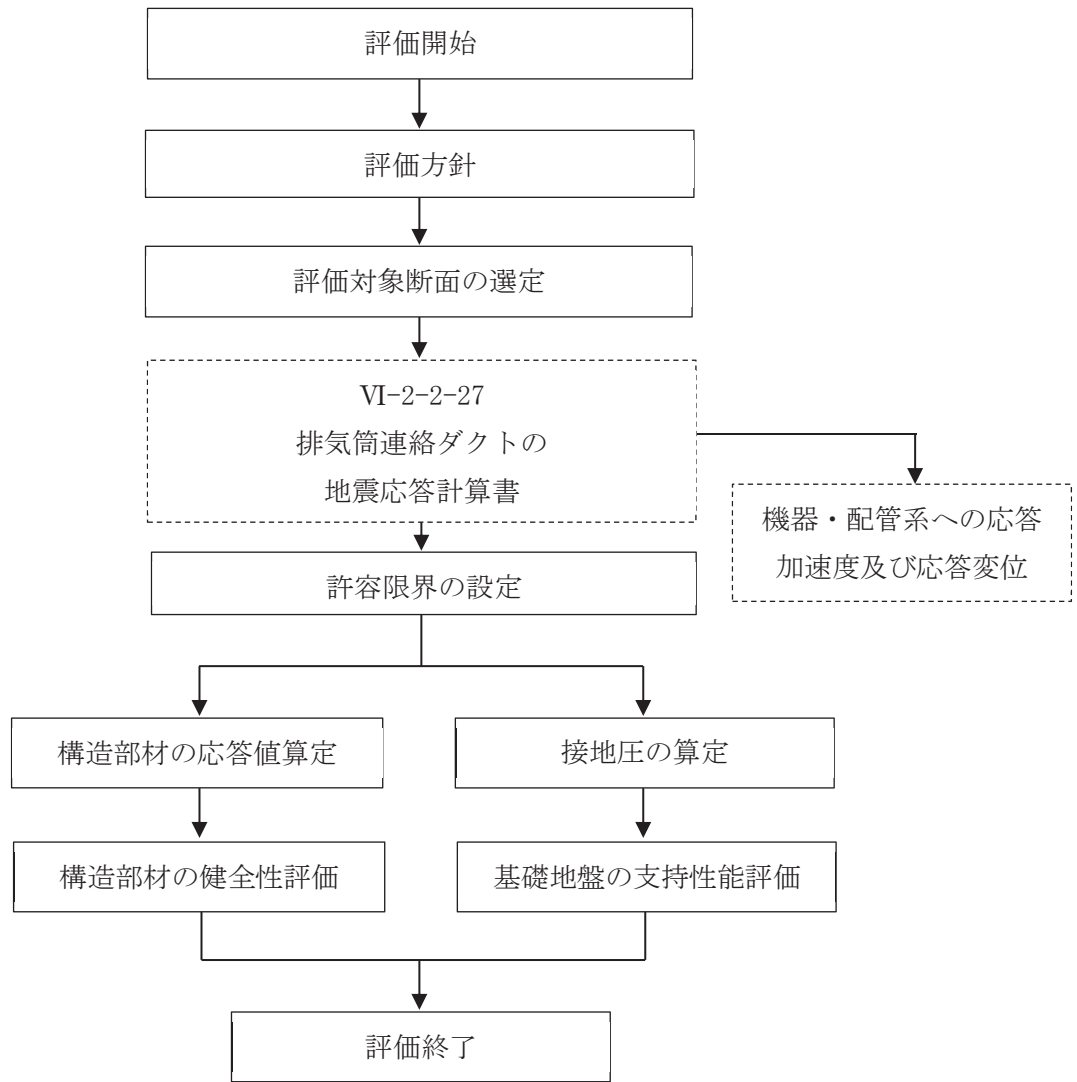


図 2-8 排気筒連絡ダクトの耐震評価フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]
- 土木学会 2017年 コンクリート標準示方書 [設計編]
- 土木学会 2005年 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
- 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1987)
- 日本道路協会 平成14年3月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV下部構造編

### 3. 耐震評価

#### 3.1 評価対象断面

排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置を図3-1に示す。

構造物の耐震評価における評価対象断面は、構造的特徴や周辺地盤状況を踏まえ、土砂部（断面①）と岩盤部（断面⑤）とする。評価対象地質断面図を図3-2及び図3-3に示す。

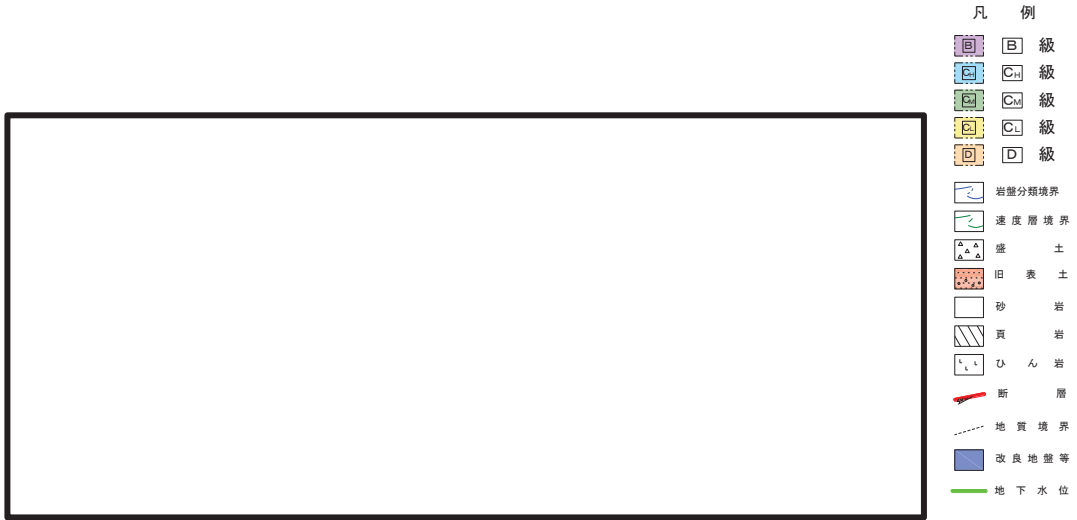


図3-1 排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

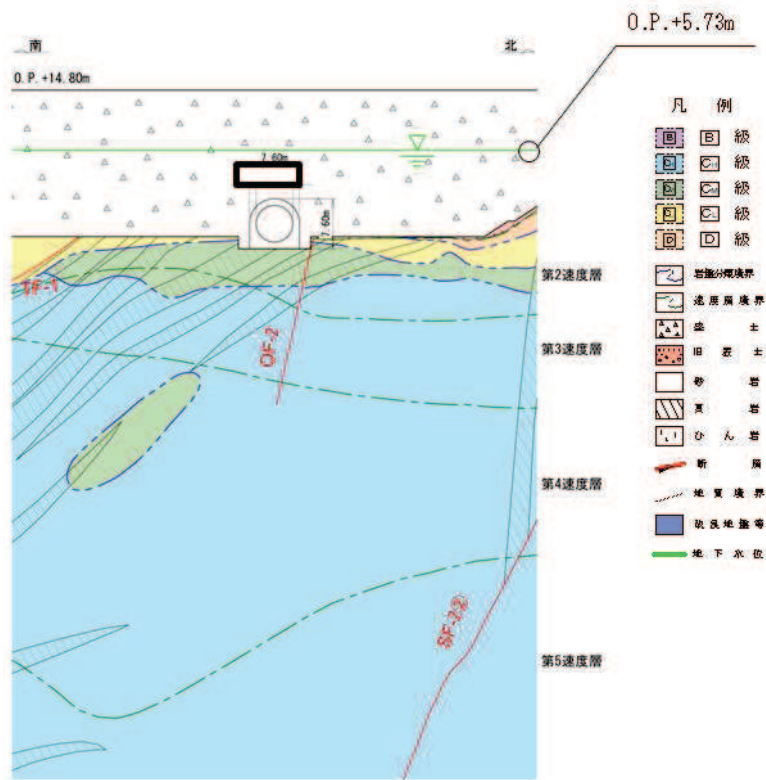


図 3-2 評価対象地質断面図 (断面①)

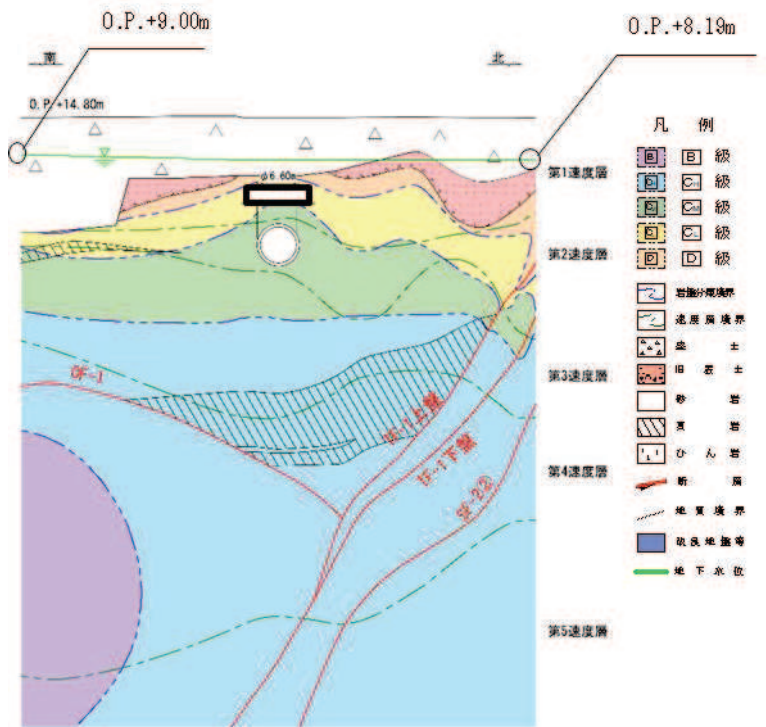


図 3-3 評価対象地質断面図 (断面⑤)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 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*	2.54×10 <sup>4</sup> 解析ケース ④, ⑨
		設計基準強度	2.33×10 <sup>4</sup> 解析ケース ①, ②, ③, ⑥, ⑦, ⑧
	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. 土砂部

土砂部の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）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、「土木学会 2005年 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」（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、底版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、全応力解析では、コンクリート標準示方書に基づき、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて、部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリート：2000 $\mu$ ，主筋：1725 $\mu$ ）とする。有効応力解析では、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 排気筒連絡ダクトの曲げ・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	限界ひずみ	コンクリート：2000 $\mu$ 主筋（SD345）：1725 $\mu$
	曲げモーメント	降伏曲げモーメント



b. 岩盤部

岩盤部の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。

なお、底版のアンカー定着部にはSクラスの施設を支持する機能が要求されるが、短期許容応力度により照査を行うため、全部材に対して確認する構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、支持する機能を損なわないことの確認も同時に行う。

表3-4 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度（岩盤部）

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	11.7
	許容せん断応力度 τ <sub>a1</sub>	0.42	0.63

注記\*：「土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」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（岩盤部）

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	294

注記\*：「土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」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. 土砂部

土砂部の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。

せん断耐力は、土木学会マニュアルに基づき「a. 棒部材式」、「b. ディープビーム式」のせん断耐力式で求まるせん断耐力のうち、いずれか大きい方とする。

また、せん断耐力式による照査において照査用せん断力が上記のせん断耐力を上回る場合、より詳細に材料非線形解析を用いて部材のせん断耐力を求め許容限界とする。せん断破壊に対する耐力評価のフローを図3-4に示す。

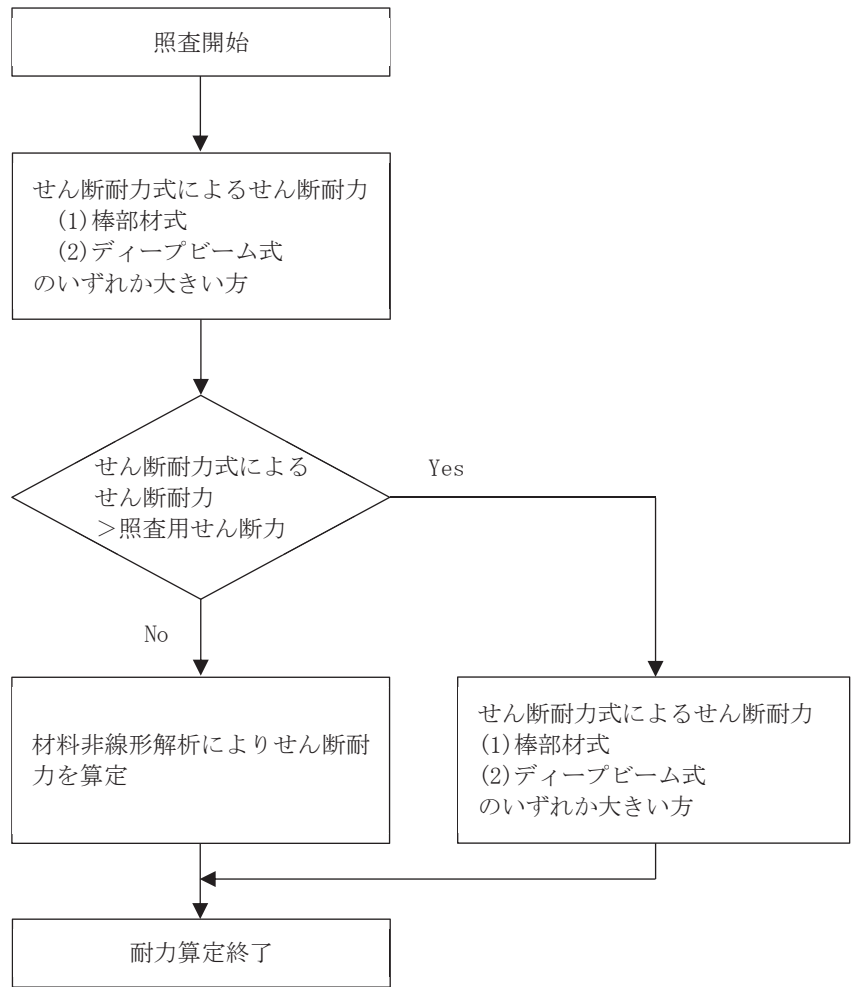


図 3-4 せん断破壊に対する耐力評価フロー

a. 棒部材式

$$V_{y d} = V_{c d} + V_{s d}$$

ここで,  $V_{y d}$  : せん断耐力

$V_{c d}$  : コンクリートが分担するせん断耐力

$V_{s d}$  : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{c d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{v c d} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{b c}$$

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

$$f_{v c d} = 0.72 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

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

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

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

$$= 1 + 2M_0 / M_d \quad (N'_d < 0) \quad \text{ただし, } \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{ただし, } \beta_a < 1.0 \text{ となる場合は } \beta_a = 1.0$$

ここで,  $f'_{c d}$  : コンクリート圧縮強度の設計用値(N/mm<sup>2</sup>)で設計基準強度  $f'_{c k}$  を材料係数  $\gamma_{m c}$  で除したもの

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

$A_s$  : 引張側鋼材の断面積

$b_w$  : 部材の有効幅

$d$  : 部材の有効高さ

$N'_d$  : 設計軸圧縮力

$M_d$  : 設計曲げモーメント

$M_0$  :  $M_d$  に対する引張縁において, 軸方向力によって発生する応力を

打ち消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント)

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

$D$  : 断面高さ

$a/d$  : せん断スパン比

$\gamma_{b c}$  : 部材係数

$\gamma_{m c}$  : 材料係数

$$V_{s d} = \left\{ A_w f_{w y d} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \right\} z / \gamma_{b s}$$

- ここで、 $A_w$  : 区間  $s$  におけるせん断補強鉄筋の総断面積  
 $f_{w y d}$  : せん断補強鉄筋の降伏強度を  $\gamma_{m s}$  で除したもので、  
 400N/mm<sup>2</sup>以下とする。ただし、コンクリート圧縮強度の特性値  $f'_{c k}$  が 60N/mm<sup>2</sup>以上のときは 800N/mm<sup>2</sup>以下とする。  
 $\alpha$  : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度  
 $s$  : せん断補強鉄筋の配置間隔  
 $z$  : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で  $d/1.15$ とする。  
 $\gamma_{b s}$  : 部材係数  
 $\gamma_{m s}$  : 材料係数

b. ディープビーム式

$$V_{y d d} = V_{c d d} + V_{s d d}$$

- ここで、 $V_{y d d}$  : せん断耐力  
 $V_{c d d}$  : コンクリートが分担するせん断耐力  
 $V_{s d d}$  : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{c d d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{d d} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{b c}$$

$$f_{d d} = 0.19 \sqrt{f'_{c d}}$$

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

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

$$\beta_a = \frac{5}{1 + (a/d)^2}$$

- ここで、 $\gamma_{b c}$  : 部材係数

$$V_{s d d} = \phi \cdot V_{s d}$$

$$\phi = -0.17 + 0.3 a/d + 0.33/p_{w b} \quad \text{ただし } 0 \leq \phi \leq 1$$

- ここで、 $p_{w b}$  : せん断補強鉄筋比(%)

b. 岩盤部

岩盤部の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、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

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

3.4 評価方法

排気筒連絡ダクトの耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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

(1) 土砂部

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、全応力解析では、照査用ひずみが、有効応力解析では、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。また、せん断破壊に対する照査においては、照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

(2) 岩盤部

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応答値が、短期許容応力度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

##### 4.1 土砂部

##### 4.1.1 全応力解析における解析結果

土砂部における構造部材（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、各部材のコンクリートの圧縮ひずみ及び主筋のひずみに対して最大照査値となる部材位置及び応答値を図 4-2 及び図 4-3 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 4-4 に示す。

なお、層間変形角は底版中央とアーチ頂部間の相対水平変位をもとに算定する。

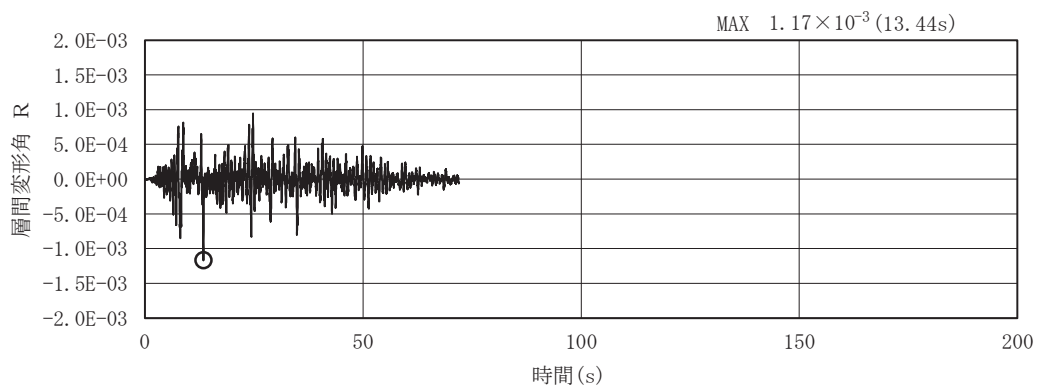
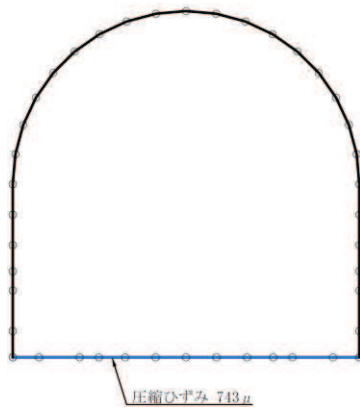
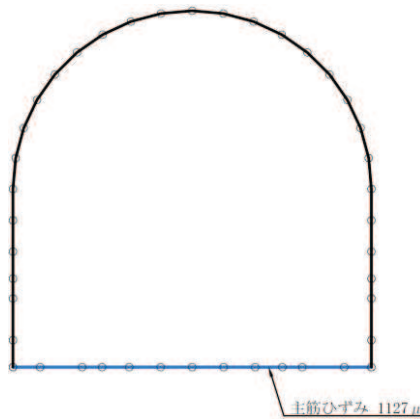


図 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査における層間変形角の時刻歴波形  
(解析ケース②, S s -D 2 (++))



注記\* : ■ は S クラスの施設を支持する部材 (底版) を示す

図 4-2 曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる部材位置及び応答値 (コンクリート)  
(底版, 解析ケース①,  $S_s - D 2 (-+)$ )



注記\* : ■ は S クラスの施設を支持する部材 (底版) を示す

図 4-3 曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる部材位置及び応答値 (鉄筋)  
(底版, 解析ケース④,  $S_s - D 2 (++)$ )

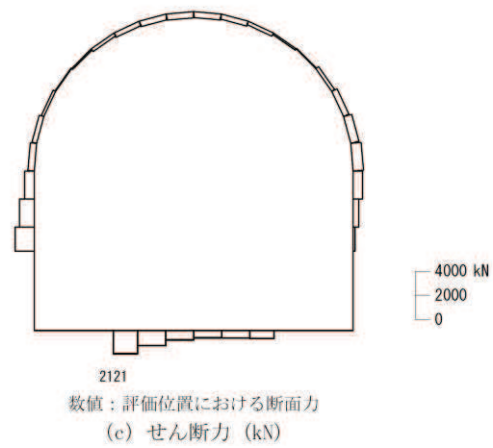
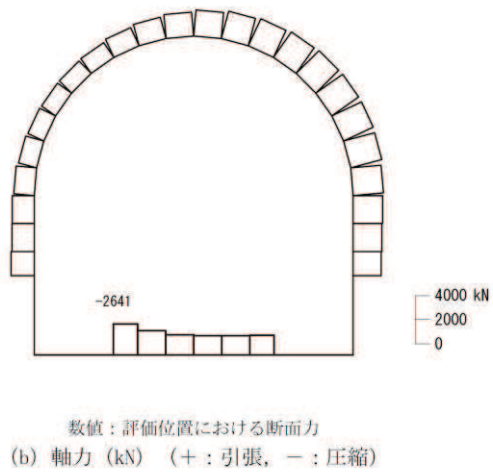
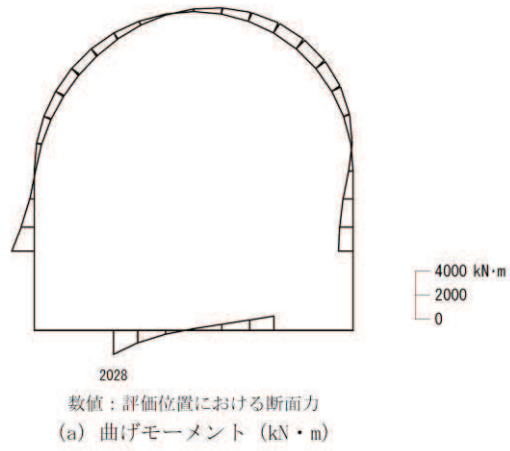


図 4-4 せん断破壊に対する照査値最大時\*の断面力図  
(解析ケース④, S s - N 1 (++))

注記\*：材料非線形解析による評価結果



#### 4.1.2 有効応力解析における解析結果

土砂部における構造部材（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4-5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4-6に示す。

なお、層間変形角は底版中央とアーチ頂部間の相対水平変位をもとに算定する。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査で最大照査値を示すケースについて、地盤に発生した過剰間隙水圧比分布を確認する。

過剰間隙水圧比分布図を図4-7に示す。

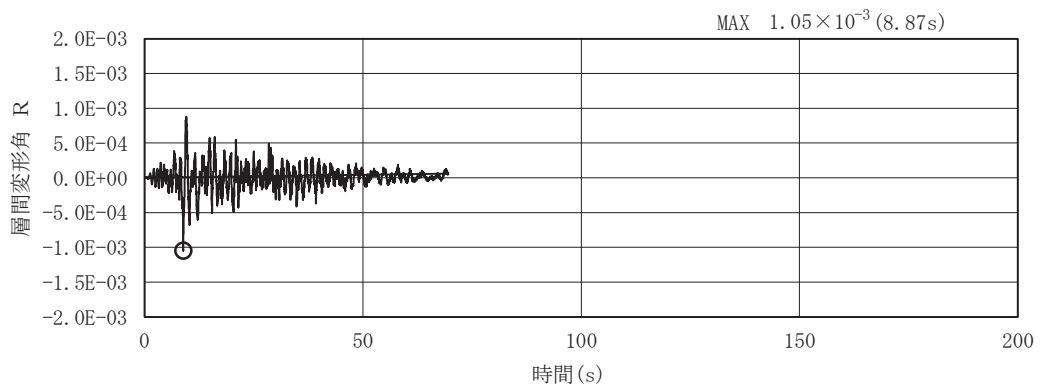
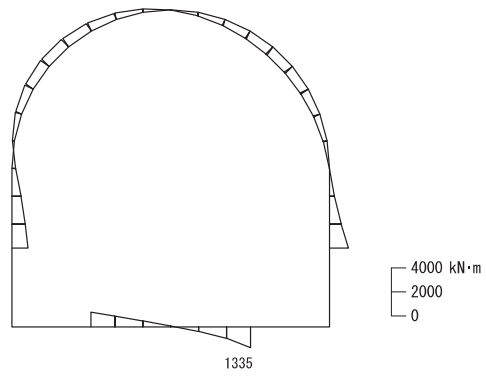
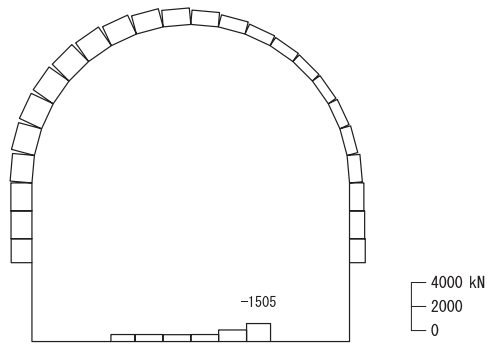


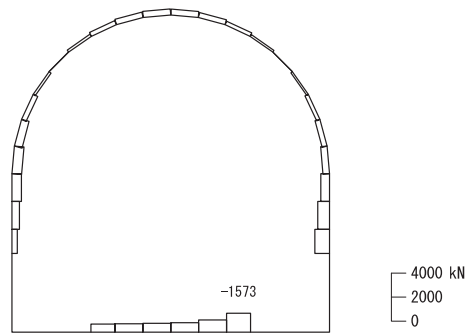
図4-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査における層間変形角の時刻歴波形  
(解析ケース⑦, S s - D 3 (-+))



数値：評価位置における断面力  
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



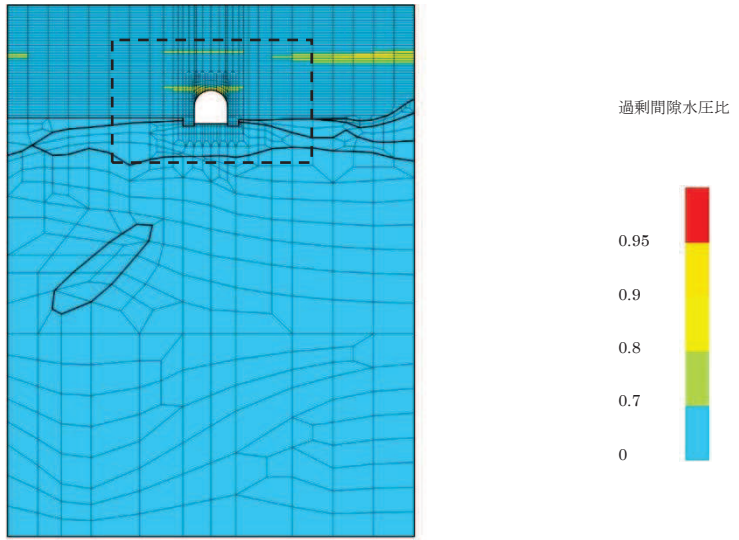
数値：評価位置における断面力  
 (b) 軸力 (kN) (+：引張，-：圧縮)



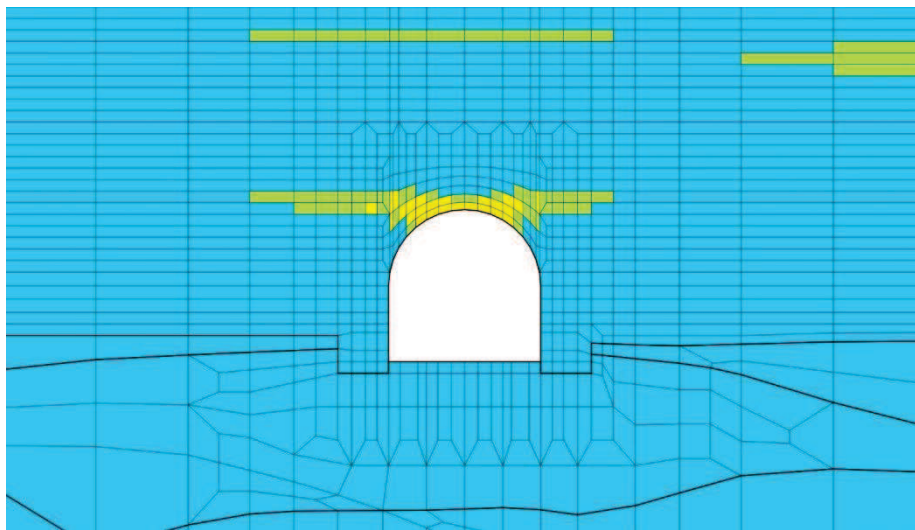
数値：評価位置における断面力  
 (c) せん断力 (kN)

図 4-6 せん断破壊に対する照査値最大時\*の断面力図  
 (解析ケース⑦, S s - D 3 (-+))

注記\*：材料非線形解析による評価結果



(a) 全体図

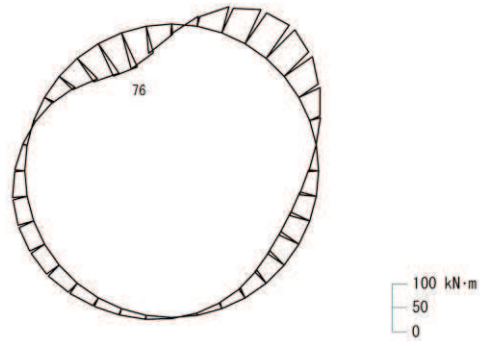


(b) 構造物周辺拡大図

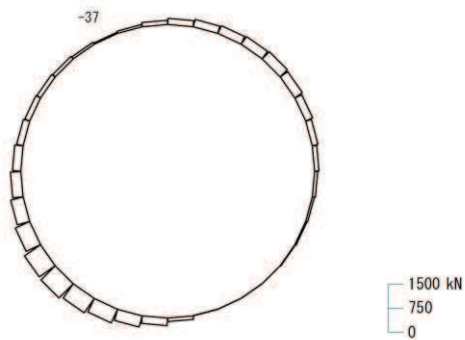
図 4-7 最大過剰間隙水圧比分布図 (土砂部 (断面①))  
(解析ケース⑦, S s - D 3 (-+))

## 4.2 岩盤部

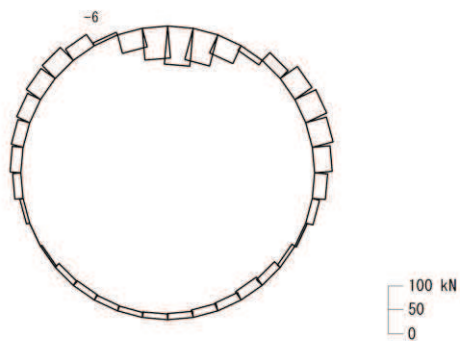
岩盤部における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図 4-8 に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図 4-9 に示す。



数値：評価位置における断面力  
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

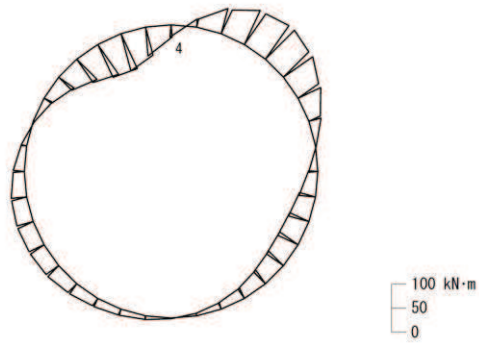


数値：評価位置における断面力  
 (b) 軸力 (kN) (+：引張，-：圧縮)

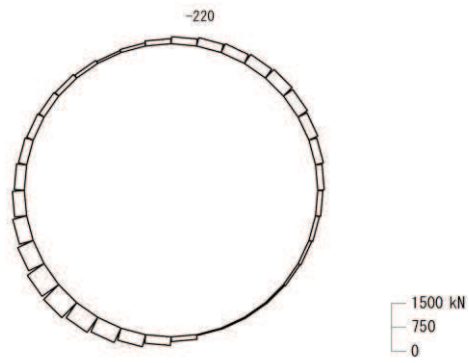


数値：評価位置における断面力  
 (c) せん断力 (kN)

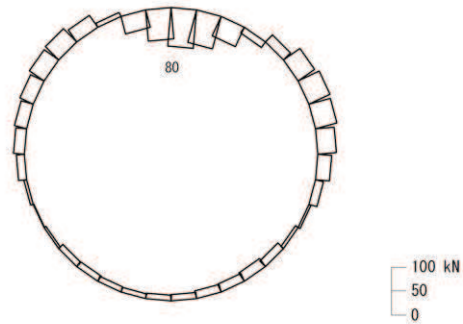
図 4-8 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図  
 (解析ケース④, S s - D 2 (-+))



数值：評価位置における断面力  
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



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



数值：評価位置における断面力  
 (c) せん断力 (kN)

図 4-9 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図  
 (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

5.1.1 土砂部

(1) 全応力解析における耐震評価結果

土砂部における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。

排気筒連絡ダクト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 $R_d/R_u$
②	S s - D 2 (++)	$1.41 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.15

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 $V_d/V_{y d}$
アーチ	1	①	S s - D 2 (-+)	946	1110*3	0.86
側壁	2	③	S s - N 1 (++)	1883	2487*4	0.76
底版	4	④	S s - N 1 (++)	2228	2537*4	0.88

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

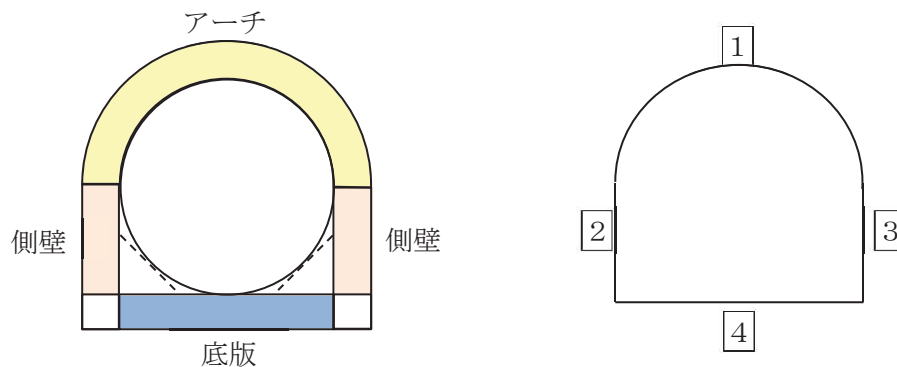


図 5-1 評価位置図

(2) 有効応力解析における耐震評価結果

土砂部における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 5-3 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。

排気筒連絡ダクト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 5-3 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 $R_d / R_u$
⑦	S s - D 3 (-+)	$1.26 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.13

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 5-4 せん断破壊に対する最大照査値

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用せん断力*2 $V_d$ (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d / V_{y d}$
アーチ	1	⑦	S s - D 3 (-+)	848	1110*3	0.77
側壁	3	⑥	S s - D 3 (-+)	1394	2129*4	0.66
底版	4	⑦	S s - D 3 (-+)	1653	2275*4	0.73

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

### 5.1.2 岩盤部

岩盤部における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 5-5 及び表 5-6 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-7 に示す。

排気筒連絡ダクトの発生応力度が、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 5-5 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	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
覆工部	1	③	S s - D 2 (-+)	78	-70	4.5	11.7	0.39

注記\*：評価位置は図 5-2 に示す。

表 5-6 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	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
覆工部	1	④	S s - D 2 (-+)	76	-37	196	294	0.67

注記\*：評価位置は図 5-2 に示す。

表 5-7 せん断破壊に対する照査

評価位置*		解析 ケース	地震動	発生 せん断力 (kN)	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 $\tau_d / \tau_{a1}$
覆工部	1	③	S s - D 2 (-+)	80	0.24	0.63	0.39

注記\*：評価位置は図 5-2 に示す。

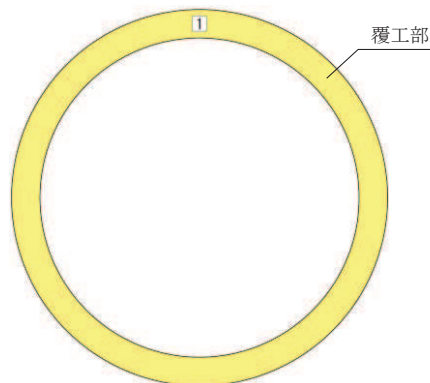


図 5-2 評価位置図



## 5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果

### 5.2.1 土砂部

#### (1) 全応力解析における耐震評価結果

土砂部における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5-8及び表5-9に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-10に示す。

排気筒連絡ダクトの照査用ひずみ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5-8 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	4	①	S s - D 2 (-+)	892 $\mu$	2000 $\mu$	0.45

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 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（主筋ひずみ）

評価位置*1		解析ケース	地震動	照査用ひずみ*2 $\epsilon_d$	限界ひずみ $\epsilon_R$	照査値 $\epsilon_d/\epsilon_R$
底版	4	④	S s - D 2 (++)	1353 $\mu$	1725 $\mu$	0.79

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5-10 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)	せん断耐力 $V_{y,d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y,d}$
底版	4	④	S s - N 1 (++)	2228	2537*3	0.88

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：材料非線形解析によるせん断耐力

(2) 有効応力解析における評価結果

土砂部における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5-11に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-12に示す。

排気筒連絡ダクト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5-11 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（降伏曲げモーメント）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 曲げモーメント*2 $M_d$	降伏曲げ モーメント $M_y$	照査値 $M_d/M_y$
底版	4	⑦	S s - D 3 (-+)	1339kN・m	2001kN・m	0.67

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5-12 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)	せん断耐力 $V_{yd}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{yd}$
底版	4	⑦	S s - D 3 (-+)	1653	2275*3	0.73

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：材料非線形解析によるせん断耐力

5.2.2 岩盤部

岩盤部は、短期許容応力度により照査を行う構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、「5.1 構造部材の健全性に対する評価結果」により、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した。

### 5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

#### 5.3.1 土砂部の基礎地盤（狐崎部層）

##### (1) 全応力解析における評価結果

土砂部における基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-13 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-3 に示す。

排気筒連絡ダクト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 5-13 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 $R_d/R_u$
①	S s - F 2 (-+)	3.3	13.7	0.25

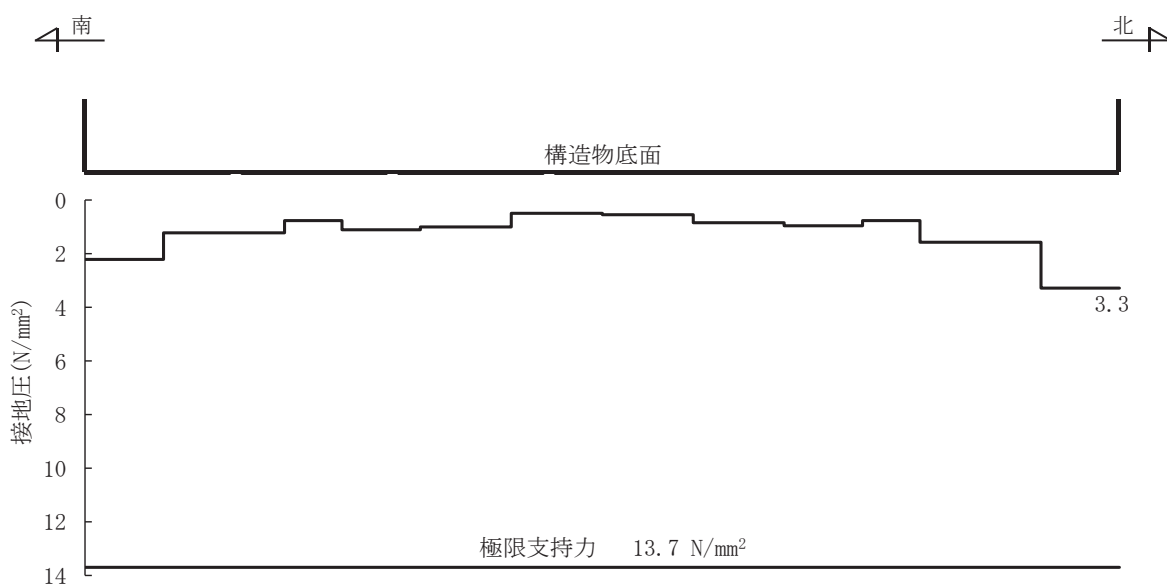


図 5-3 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース①, S s - F 2 (-+))

(2) 有効応力解析における評価結果

土砂部における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。

排気筒連絡ダクト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	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 $R_d/R_u$
⑥	S s - D 3 (++)	3.1	13.7	0.23

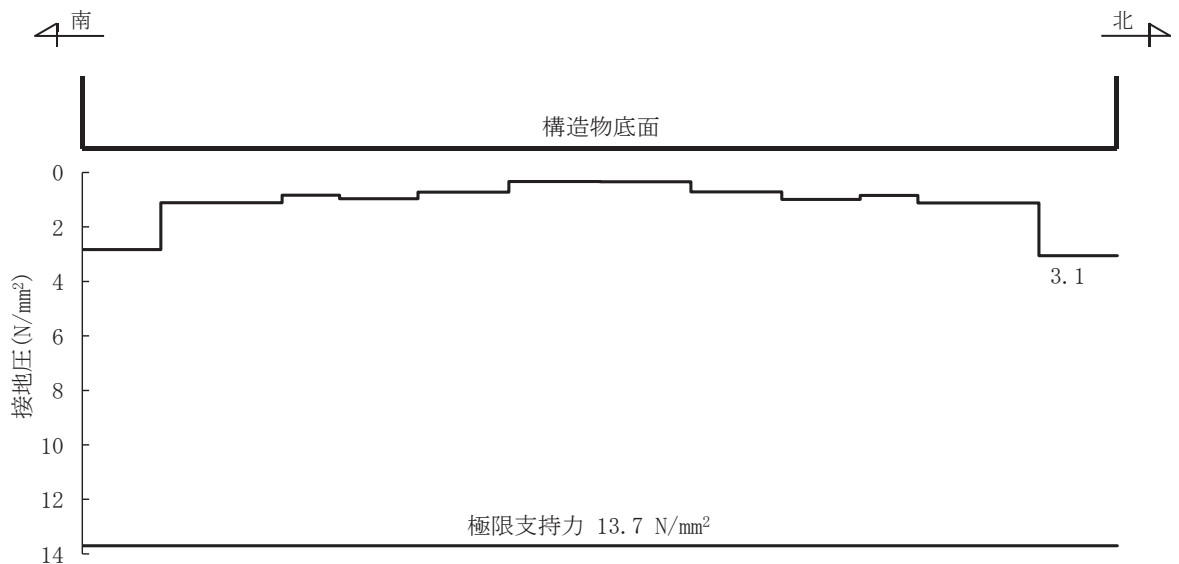


図 5-4 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース⑥, S s - D 3 (++) )

5.3.2 岩盤部の基礎地盤（狐崎部層）

岩盤部における基礎地盤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。

排気筒連絡ダクト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 5-15 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 - D 2 (-+)	0.5	13.7	0.04

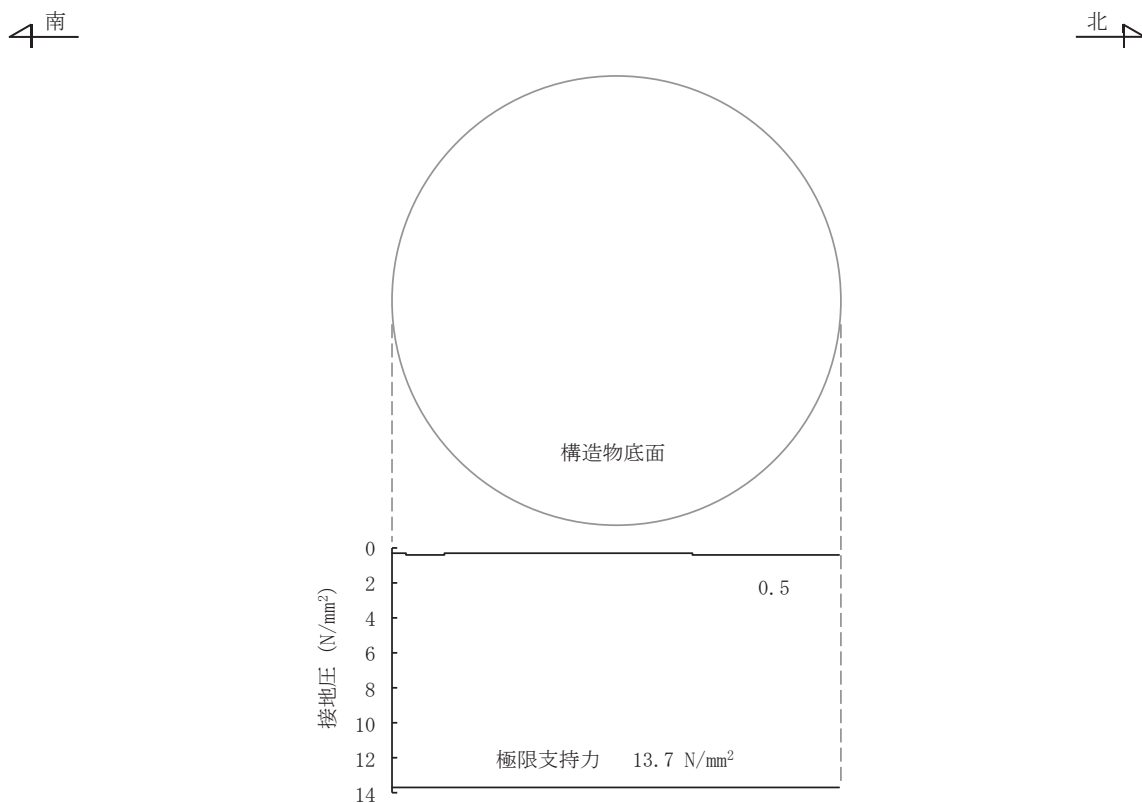


図 5-5 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース③, S s - D 2 (-+))

別紙 1 断層交差部の耐震性についての計算書

## 目次

1. 概要 .....	別紙 1-1
2. 基本方針 .....	別紙 1-1
2.1 位置及び構造概要 .....	別紙 1-1
2.2 評価方針 .....	別紙 1-1
2.3 適用基準 .....	別紙 1-4
3. 耐震評価 .....	別紙 1-4
3.1 評価対象断面 .....	別紙 1-4
3.2 使用材料及び材料の物性値 .....	別紙 1-5
3.3 許容限界 .....	別紙 1-5
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界.....	別紙 1-5
3.4 評価方法 .....	別紙 1-6
3.4.1 構造部材の健全性評価.....	別紙 1-6
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価.....	別紙 1-6
4. 構造部材の地震時応答 .....	別紙 1-6
5. 耐震評価結果 .....	別紙 1-9
5.1 構造部材の健全性及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果.....	別紙 1-9
5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	別紙 1-10

## 1. 概要

排気筒連絡ダクトの岩盤部（断面⑦）は、施設の周囲が岩盤に覆われており、0F-1 断層と交差する断面となる。岩盤と断層では剛性差が大きく、断層が構造物に与える影響があると考えられることから、排気筒連絡ダクト岩盤部（断面⑦）は断層と交差する特殊部として、評価対象断面に整理した。

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、排気筒連絡ダクトの断層交差部が基準地震動  $S_s$  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。

排気筒連絡ダクト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 位置及び構造概要

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」と同様とする。

### 2.2 評価方針

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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。

なお、地震応答解析による解析手法は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」のうち「3.2 解析方法」に示すとおり、全応力解析とする。解析ケースを表 2-2 に示す。

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

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。

応答値は二次元動的解析（線形はり要素）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-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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、排気筒連絡ダクトの運転時、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。



表 2-1 排気筒連絡ダクト断層交差部の評価項目

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及び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	発生応力度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*	

注記\*：妥当な安全余裕を考慮する。

表 2-2 耐震評価における解析ケース（岩盤部）

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	平均値+1 $\sigma$
ケース③	設計基準強度	平均値	平均値-1 $\sigma$
ケース④	実強度に基づく 圧縮強度*	平均値	平均値

注記\*：既設建造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

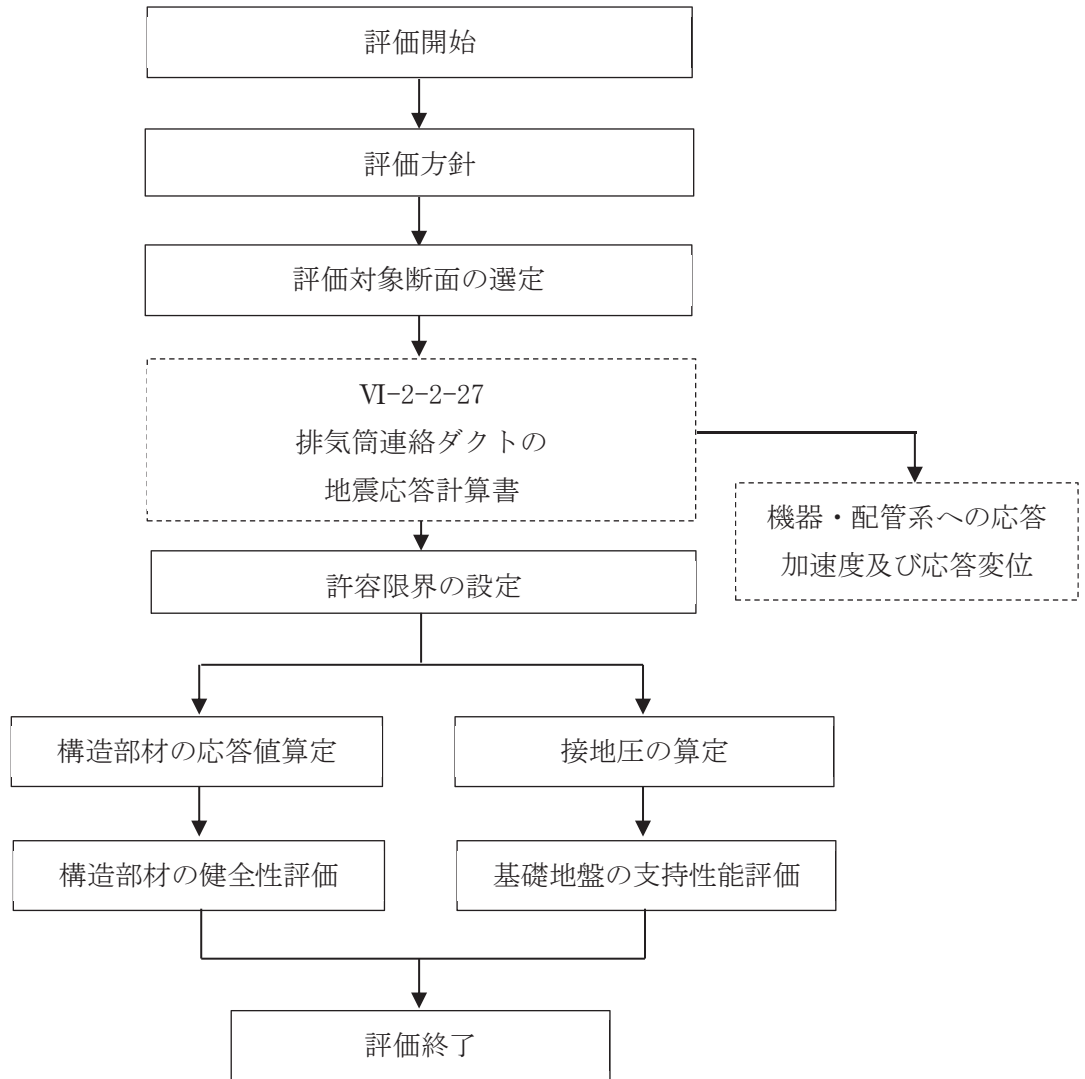


図 2-1 排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価フロー

### 2.3 適用基準

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「2.4 適用基準」と同様とする。

## 3. 耐震評価

### 3.1 評価対象断面

排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置を図3-1に示す。

断層交差部の耐震評価における評価対象断面は、構造的特徴や周辺地盤状況を踏まえ、岩盤部(断面⑦)とする。評価対象地質断面図を図3-2に示す。

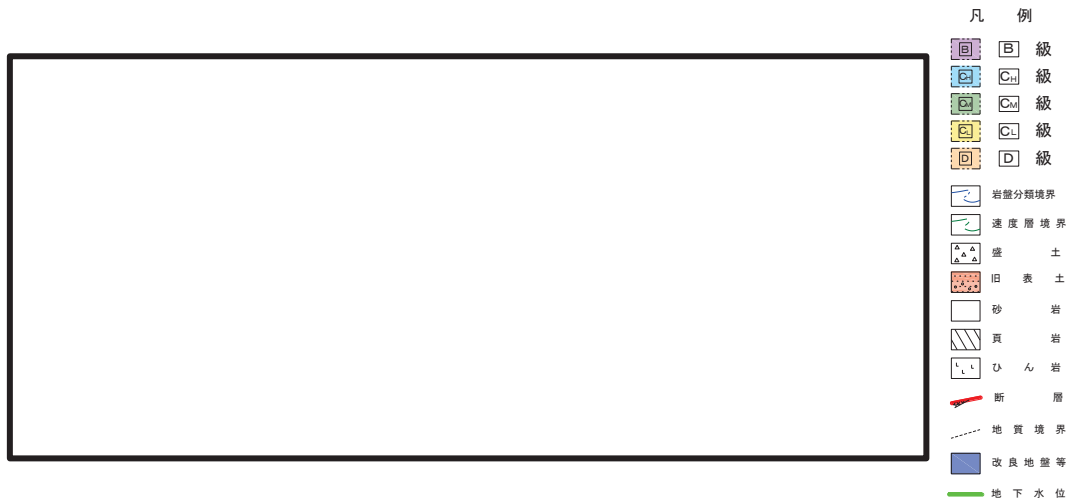


図3-1 排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置図

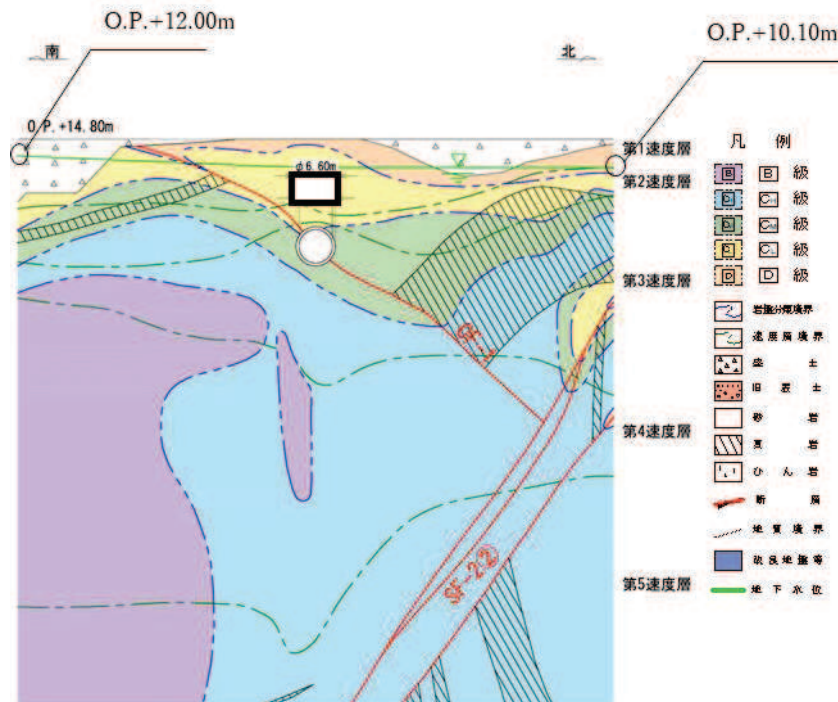


図3-2 評価対象地質断面図(岩盤部(断面⑦))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 3.2 使用材料及び材料の物性値

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「3.2 使用材料及び材料の物性値」と同様とする。

### 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3-1及び表3-2に示す。

なお、底版のアンカー定着部にはSクラスの施設を支持する機能が要求されるが、短期許容応力度により照査を行うため、全部材に対して確認する構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、支持する機能を損なわないことの確認も同時に行う。

表3-1 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度

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\*：「土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

表3-2 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度

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\*：「土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」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

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、表3-1に示す短期許容応力度とする。

### 3.4 評価方法

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」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

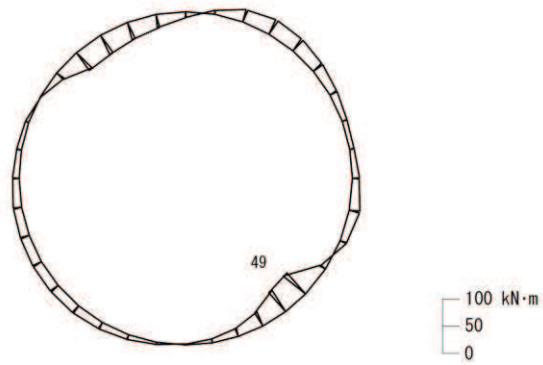
構造強度を有することの確認及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認については、鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査において、地震応答解析により算定した照査用応答値が、短期許容応力度を下回ることを確認する。

#### 3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

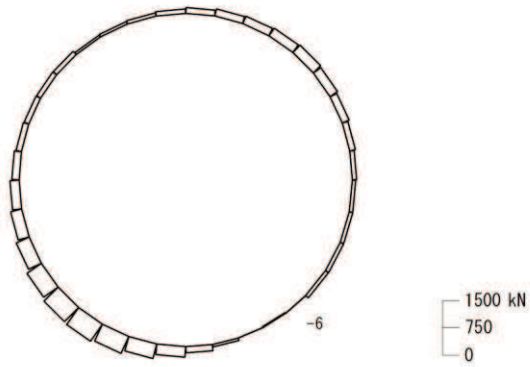
基礎地盤の支持性能評価においては、構造部材を支持する基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

### 4. 構造部材の地震時応答

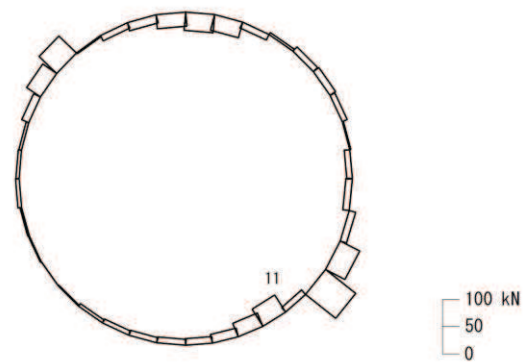
構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図4-1に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図4-2に示す。



数值：評価位置における断面力  
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

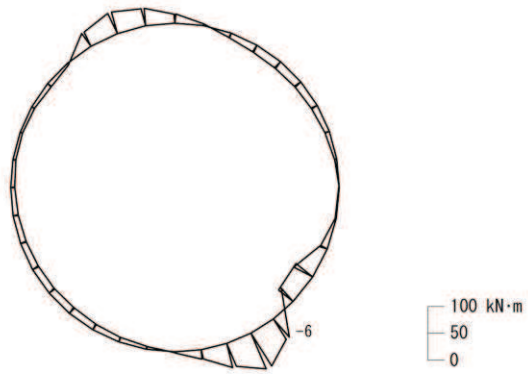


数值：評価位置における断面力  
 (b) 軸力 (kN) (+：引張, -：圧縮)

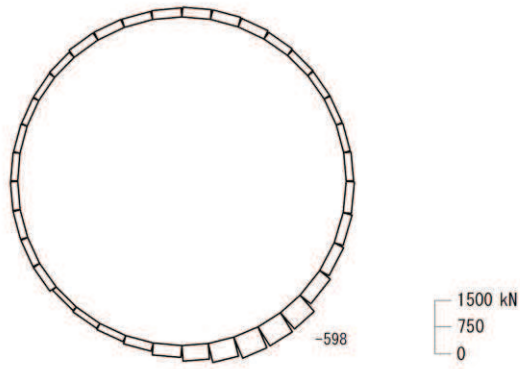


数值：評価位置における断面力  
 (c) せん断力 (kN)

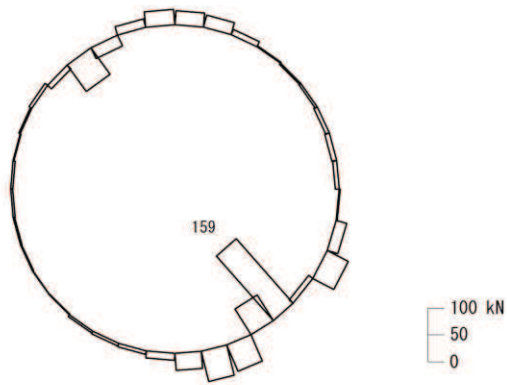
図 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大照時の断面力図  
 (解析ケース①, S s - N 1 (++) )



数值：評価位置における断面力  
(a) 曲げモーメント (kN・m)



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



数值：評価位置における断面力  
(c) せん断力 (kN)

図 4-2 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図  
(解析ケース④, S<sub>s</sub>-F<sub>2</sub>(++))

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性及び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最大照査値を表5-1及び表5-2に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-3に示す。

排気筒連絡ダクトの発生応力度が、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5-1 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	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
覆工部	1	①	S <sub>s</sub> -D1(++)	63	-117	3.5	11.7	0.30

注記\*：評価位置は図5-1に示す。

表5-2 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	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
覆工部	1	①	S <sub>s</sub> -N1(++)	49	-6	135	294	0.46

注記\*：評価位置は図5-1に示す。

表5-3 せん断破壊に対する照査

評価位置*		解析ケース	地震動	発生せん断力 V (kN)	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 $\tau_d / \tau_{a1}$
覆工部	1	④	S <sub>s</sub> -F2(++)	159	0.46	0.63	0.74

注記\*：評価位置は図5-1に示す。

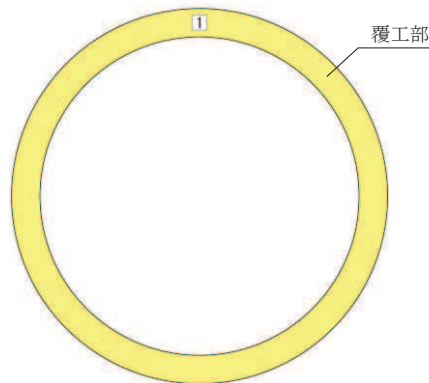


図5-1 評価位置図



5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

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

排気筒連絡ダクト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 5-4 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 $R_d/R_u$
④	S s - F 2 (++)	0.6	13.7	0.05

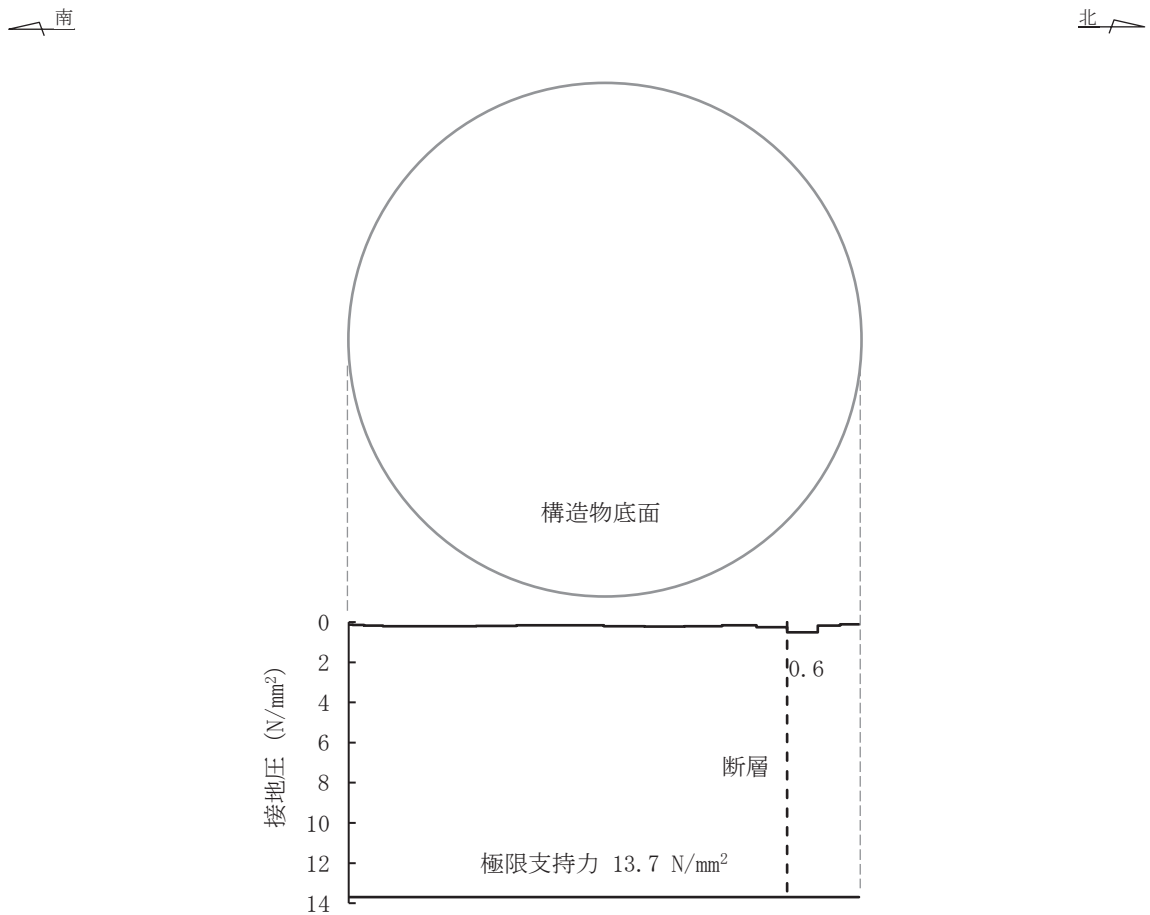


図 5-2 基礎地盤の最大接地圧分布図  
(解析ケース④, S s - F 2 (++) )

VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	10
2.4 適用規格・基準等	12
3. 解析方法	13
3.1 設計に用いる地震波	13
3.2 地震応答解析モデル	21
3.2.1 水平方向	21
3.2.2 鉛直方向	35
3.3 解析方法	38
3.3.1 解析方法	38
3.3.2 必要保有水平耐力	39
3.4 解析条件	41
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	41
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	48
3.4.3 誘発上下動を考慮する基礎浮上り評価法	49
3.4.4 材料物性の不確かさ	51
4. 解析結果	54
4.1 動的解析	54
4.1.1 基本ケースの地震応答解析結果	53
4.1.2 材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果	68
4.2 必要保有水平耐力	92
別紙 1 第3号機海水熱交換器建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2 による地震応答解析結果について	

## 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」に基づく第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び浸水防護施設の設計用地震力として用いる。また、必要保有水平耐力については建物・構築物の構造強度の確認に用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

第3号機海水熱交換器建屋の設置位置を図2-1に示す。

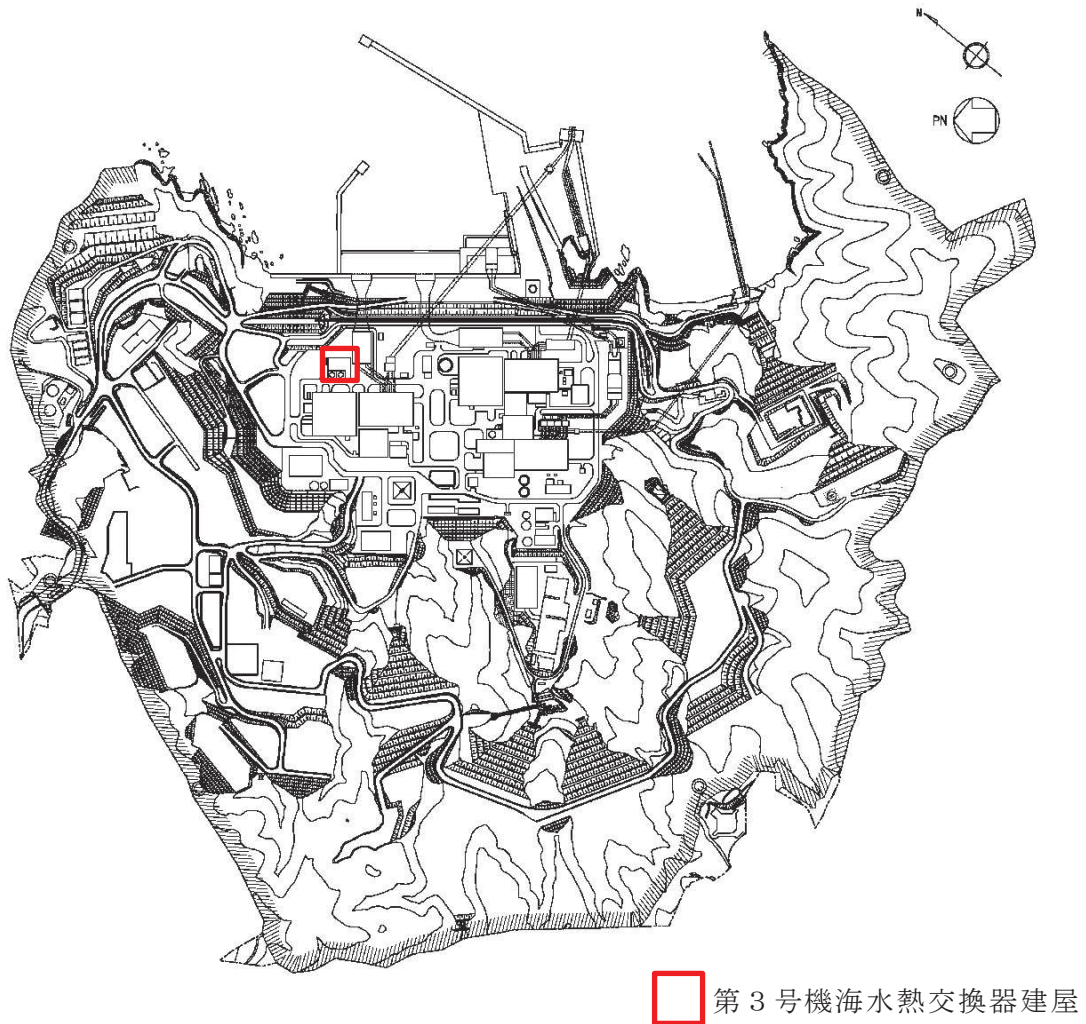


図2-1 第3号機海水熱交換器建屋の設置位置

## 2.2 構造概要

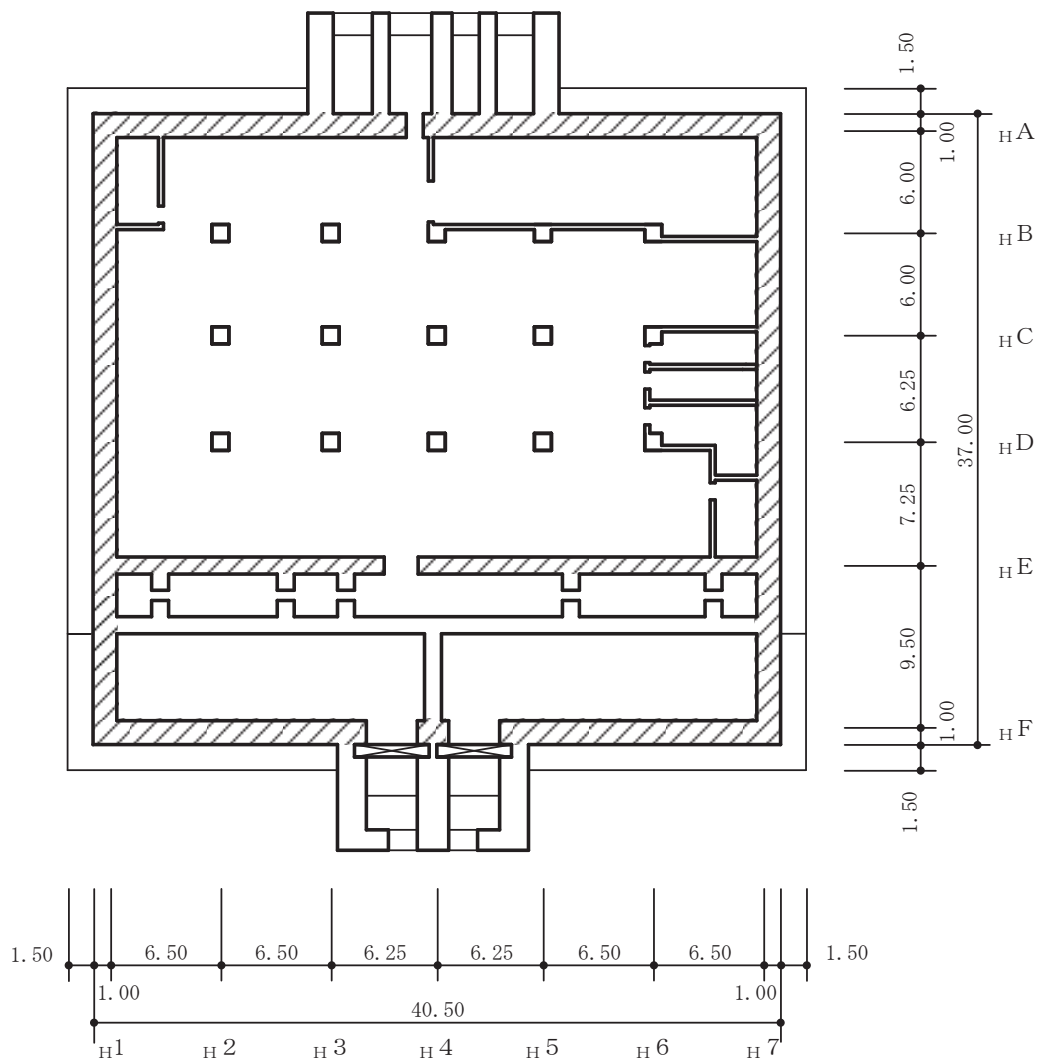
第3号機海水熱交換器建屋は、地下3階、地上1階建で、基礎底面からの高さは27.5mであり、平面は40.5m（NS方向）×37.0m（EW方向）\*である。

建屋の構造は鉄筋コンクリート造であり、その主たる耐震要素は耐震壁である。

第3号機海水熱交換器建屋の基礎は、厚さ3.0mのべた基礎で、支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されており、一部は支持地盤上に打設されたマンメイドロック上に設置されている。

第3号機海水熱交換器建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

注記\*：建屋寸法は壁外面押えとする。

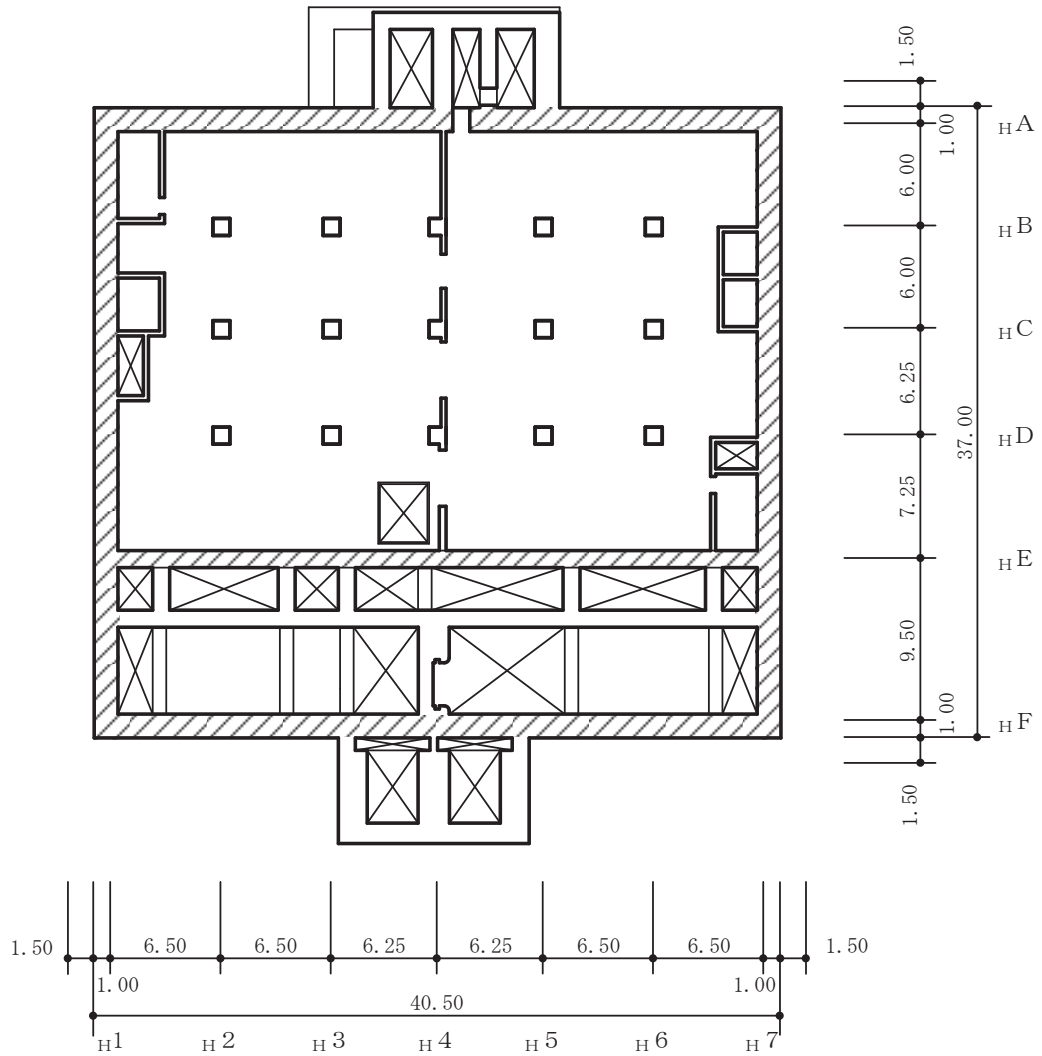


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-2(1) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0.P.\*-9.5m)

注記\*：0.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり，東京湾平均海面 (T.P.)-0.74m である。



注：網掛けは耐震壁を示す

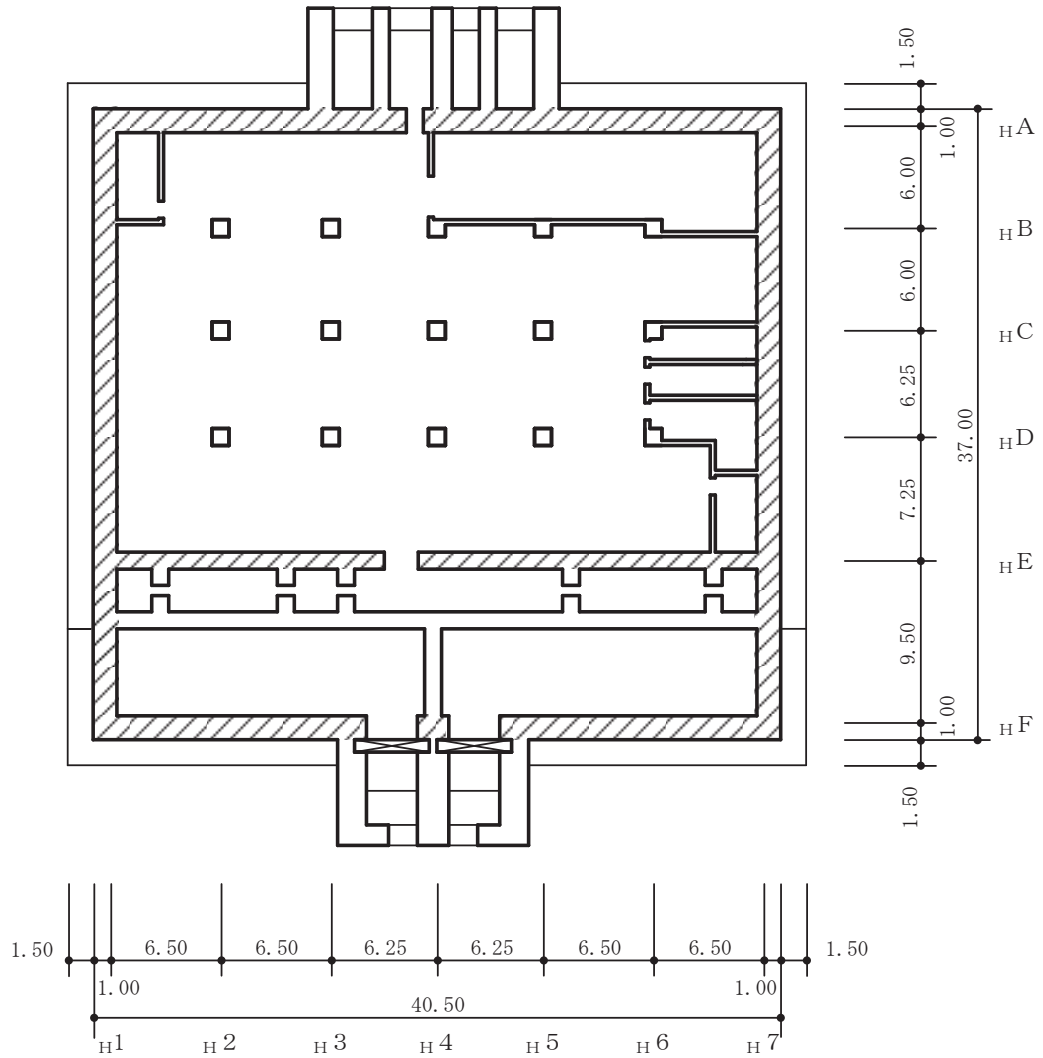
(単位：m)

図 2-2(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P. -1.1m)





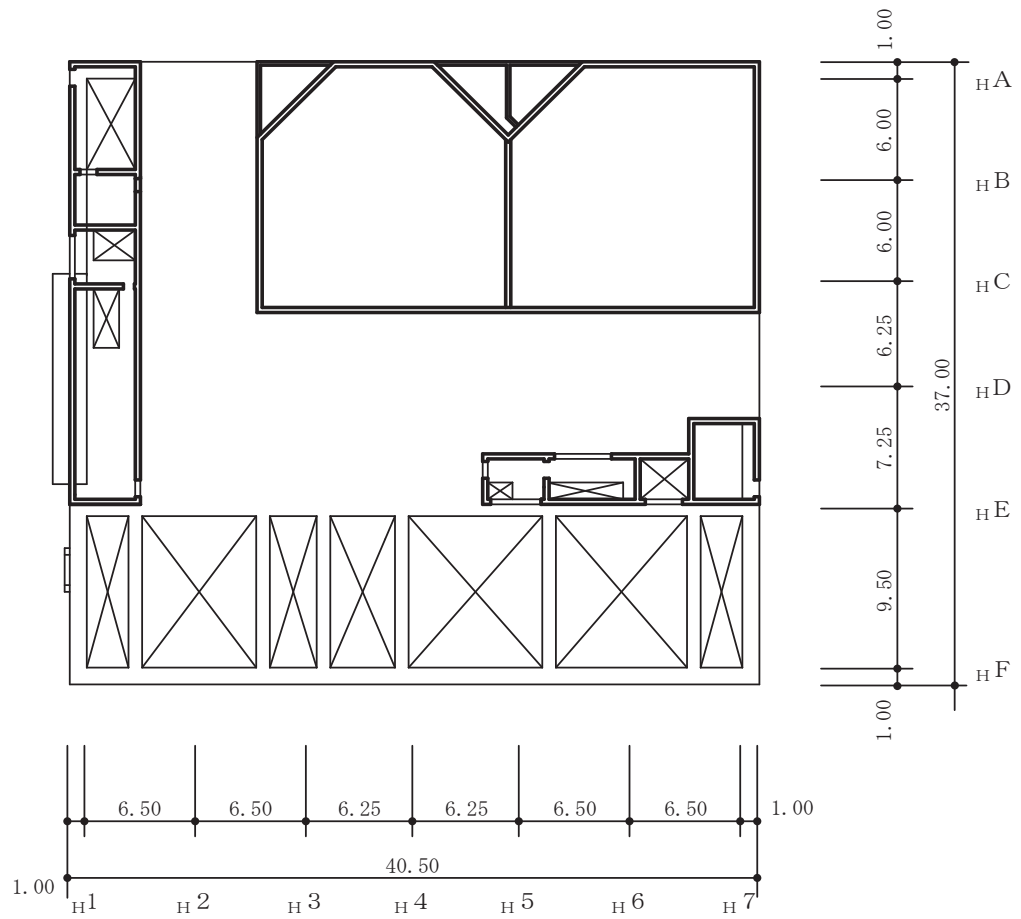
PN



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

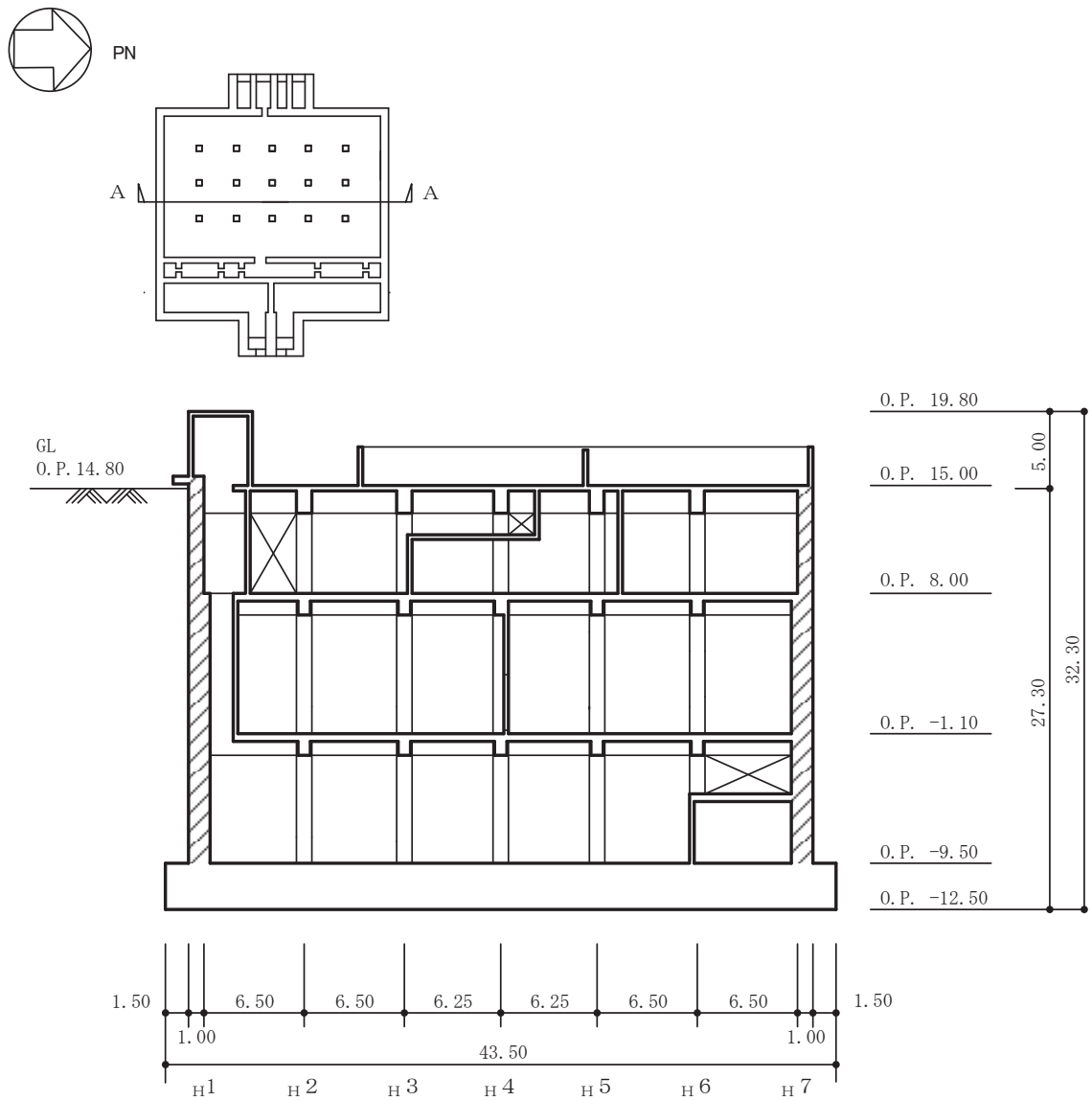
図 2-2(3) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0. P. 8. 0m)



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

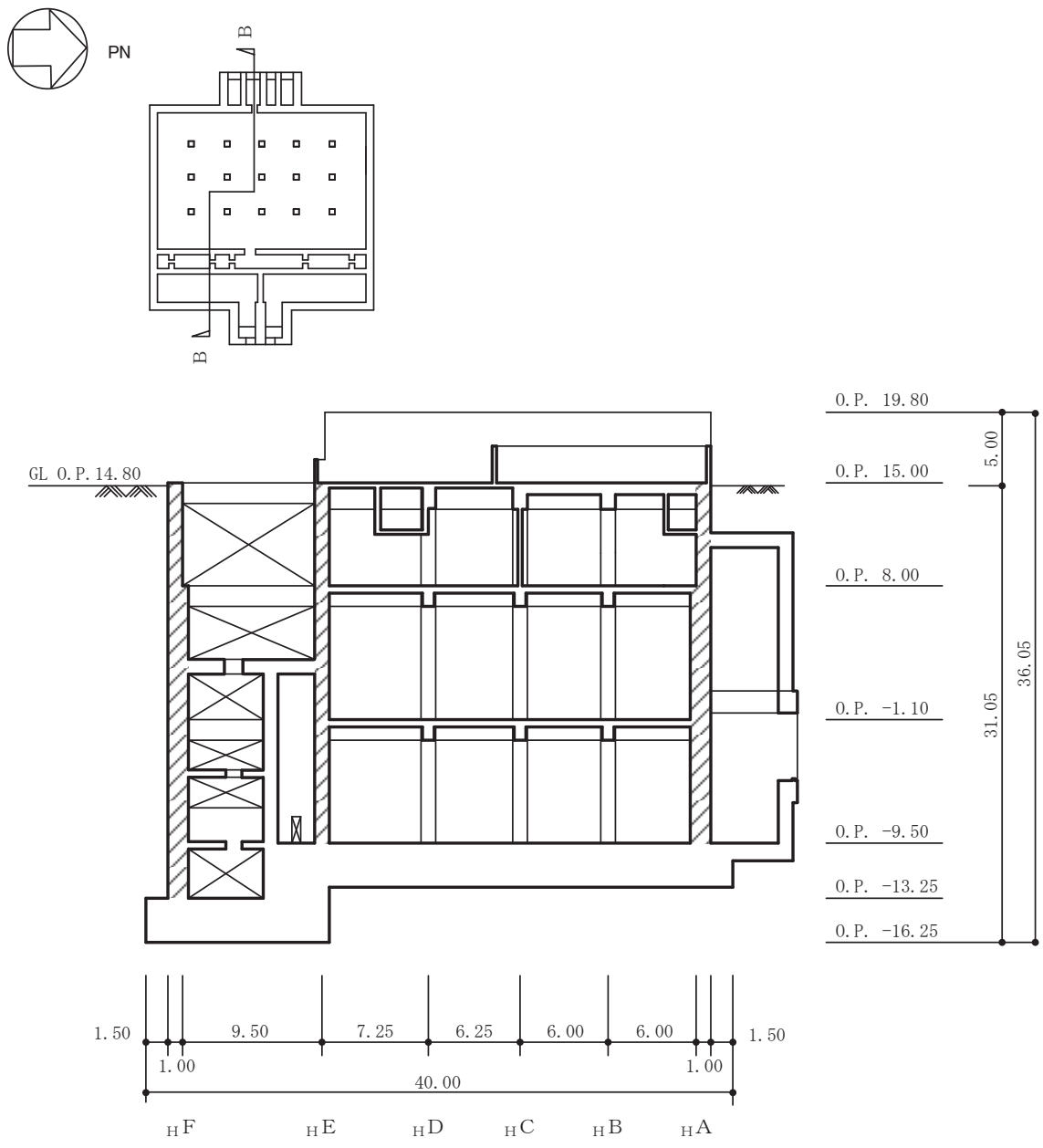
図 2-2(4) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P. 15.0m)



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-3(1) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

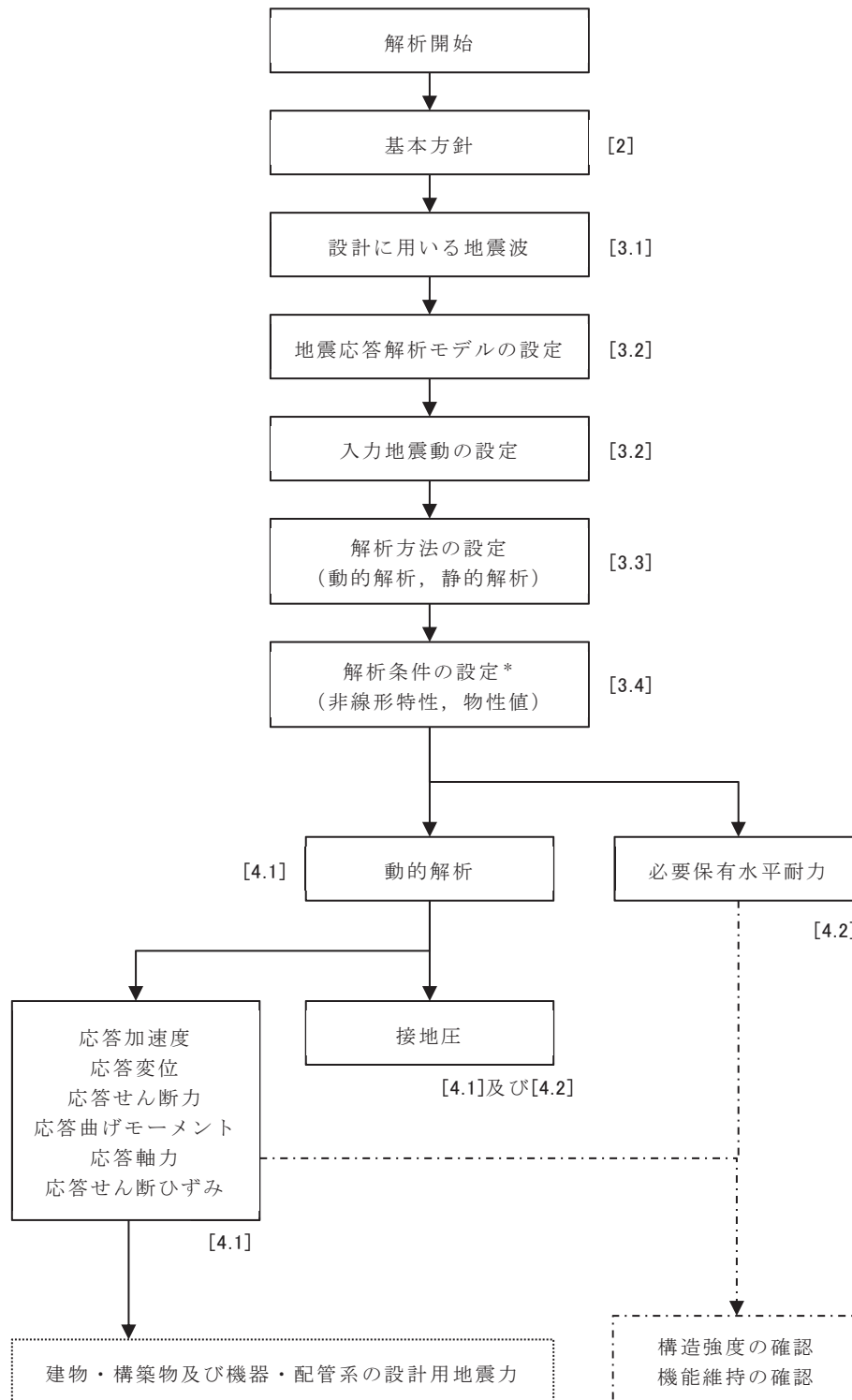
図 2-3(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

## 2.3 解析方針

第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2-4に第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.1 設計に用いる地震波」及び「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルを用いて実施することとし、「3.3 解析方法」及び「3.4 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては、材料物性の不確かさを考慮し、加速度、変位、せん断ひずみ、接地圧等を含む各種応答値を、「4.2 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算出する。



注：[ ]内は、本資料における章番号を示す。

注記\*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 2-4 第 3 号機海水熱交換器建屋の地震応答解析フロー

## 2.4 適用規格・基準等

第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号）
- ・ 日本建築学会 1991年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1・補-1984）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）

### 3. 解析方法

#### 3.1 設計に用いる地震波

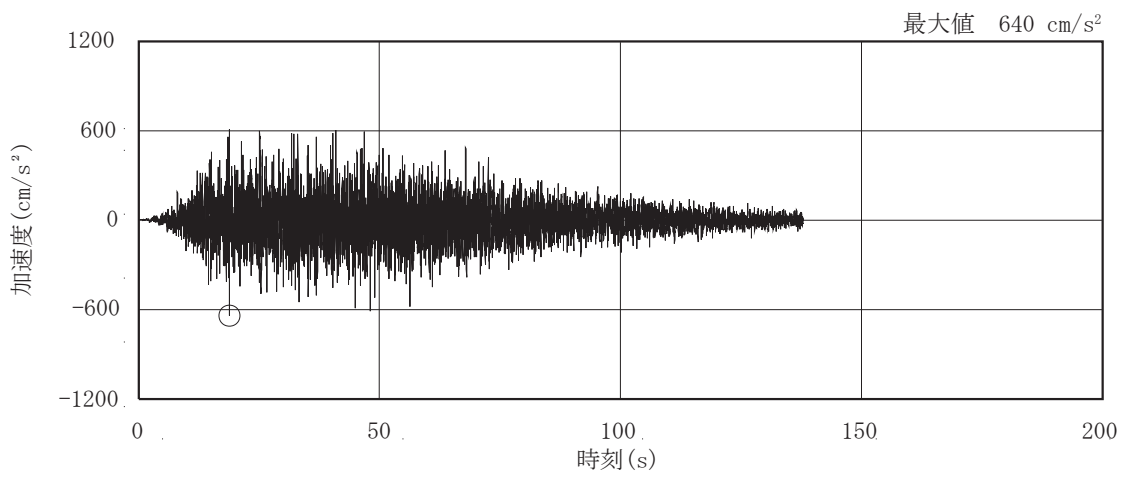
第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を評価した建屋-地盤連成モデルとする。この連成モデルへの入力地震動は、水平方向については、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す基準地震動  $S_s$  から、建屋底面位置 (O.P. -12.5m) より上部の地盤の振動特性を考慮して算定した地震動を用いる。鉛直方向については、基準地震動  $S_s$  を用いる。

基準地震動  $S_s$  の最大加速度一覧を表 3-1 に、加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1～図 3-3 に示す。

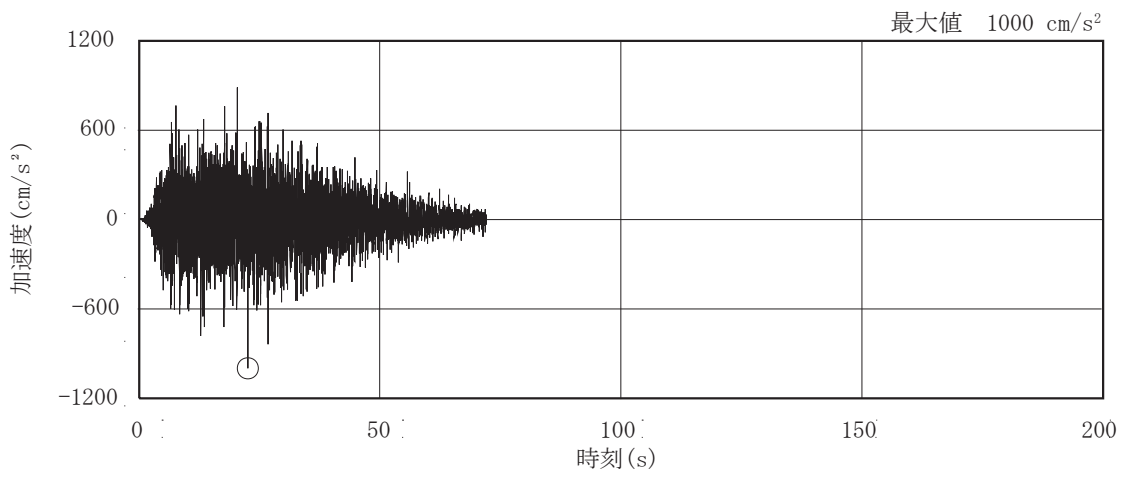
表 3-1 基準地震動  $S_s$  の最大加速度一覧

基準地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
		水平方向	鉛直方向
$S_s - D 1$	プレート間地震の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	640	430
$S_s - D 2$	海洋プレート内地震 (SMGA マントル内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	1000	600
$S_s - D 3$	海洋プレート内地震 (SMGA 地殻内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	800	500
$S_s - F 1$	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (応力降下量 (短周期レベル) の不確かさ)	717	393
$S_s - F 2$	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA 位置と応力降下量 (短周期レベル) の不確かさの重畳)	722	396
$S_s - F 3$	海洋プレート内地震 (SMGA マントル内) の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA マントル内集約)	835	443
$S_s - N 1$	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) の検討結果に保守性を考慮した地震動	620	320

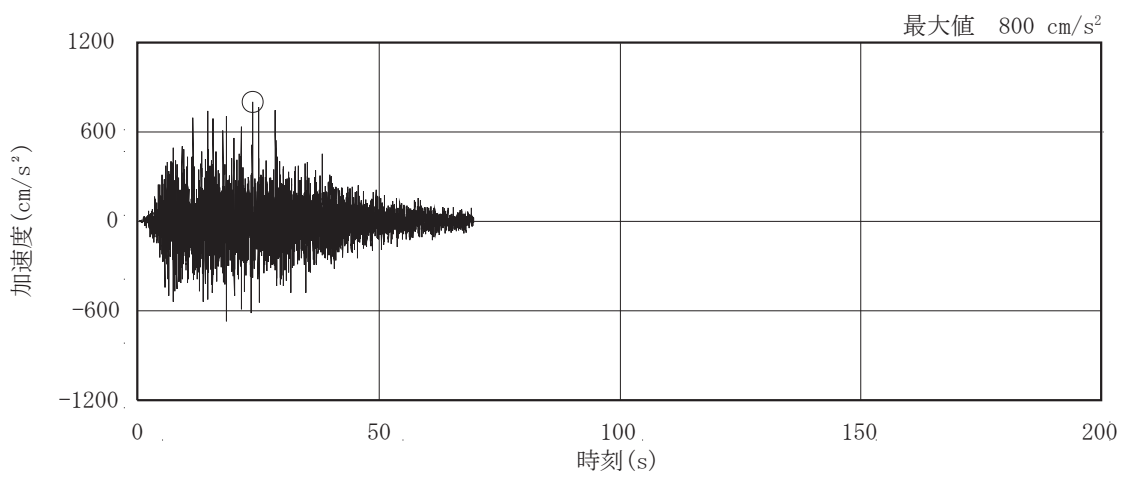




(a) S s - D 1

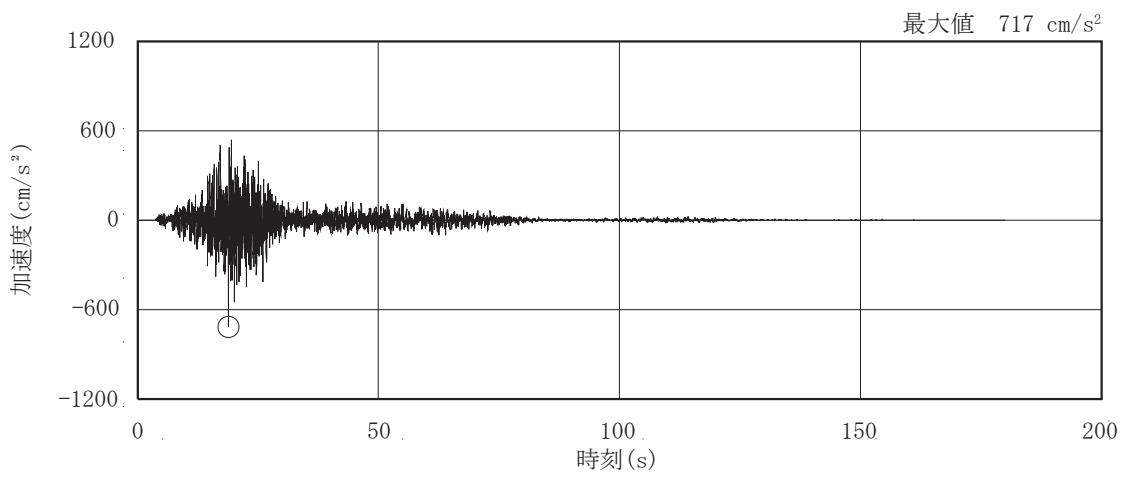


(b) S s - D 2

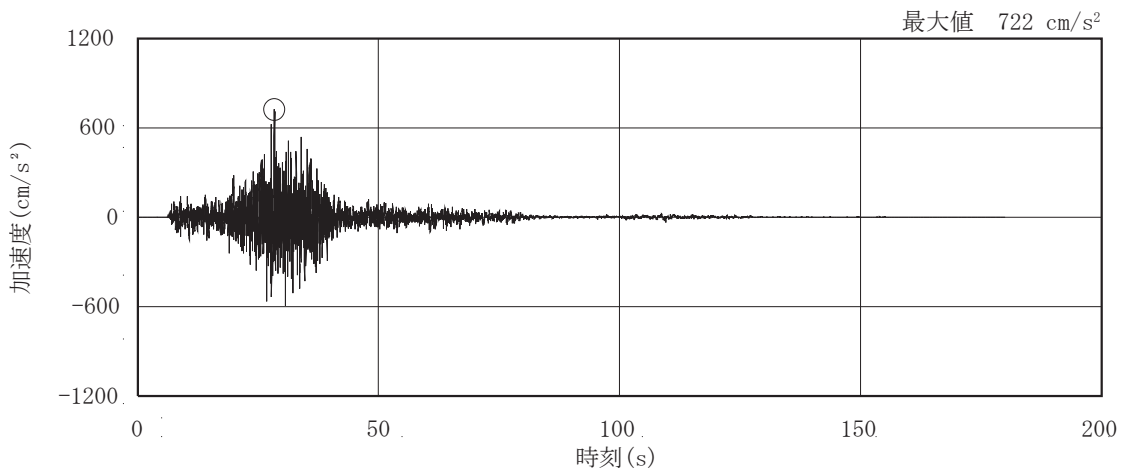


(c) S s - D 3

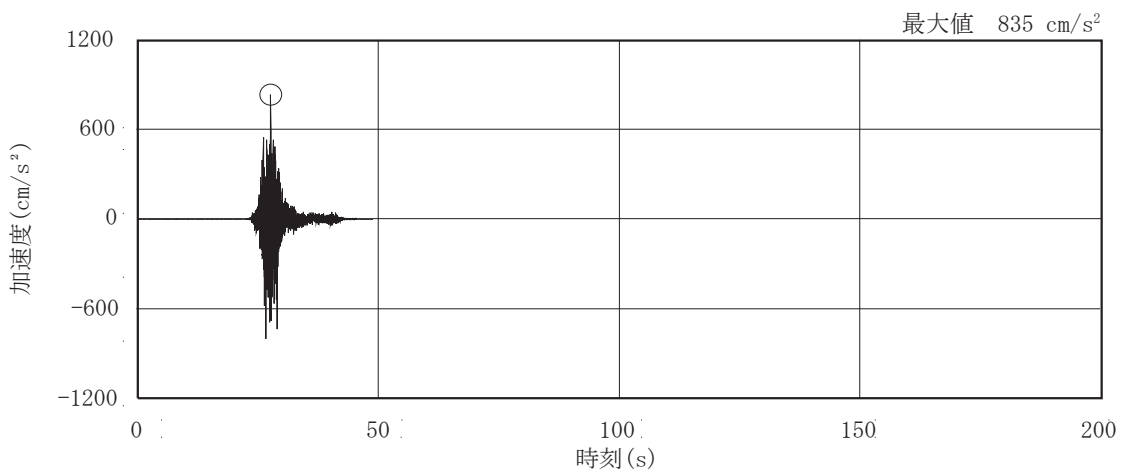
图 3-1(1) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 水平方向) (1/3)



(d) S s - F 1

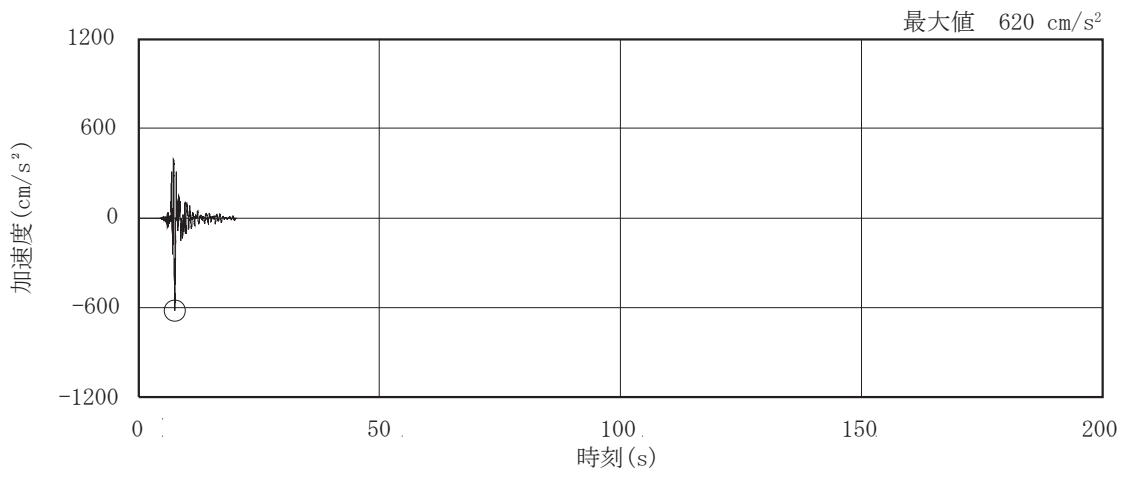


(e) S s - F 2



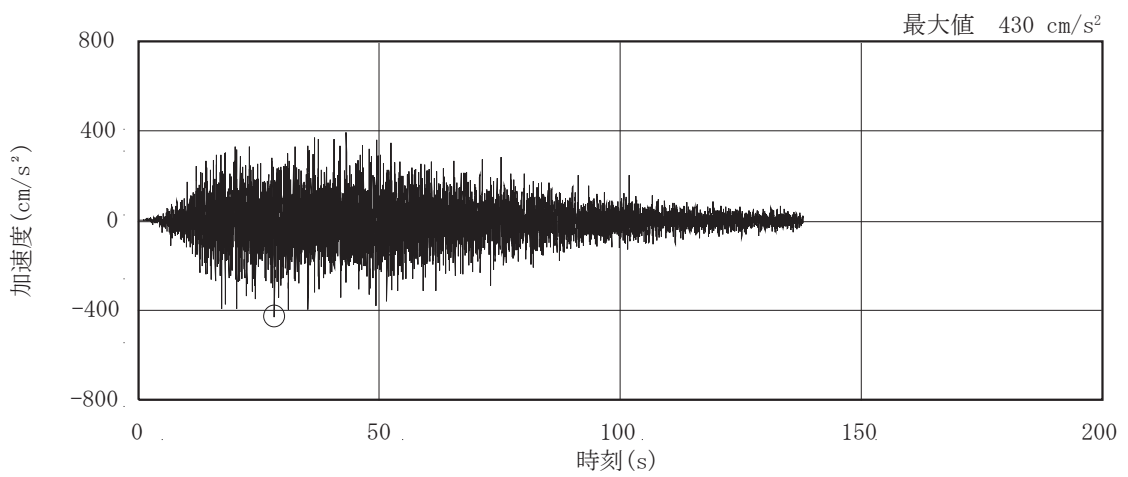
(f) S s - F 3

图 3-1(2) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 水平方向) (2/3)

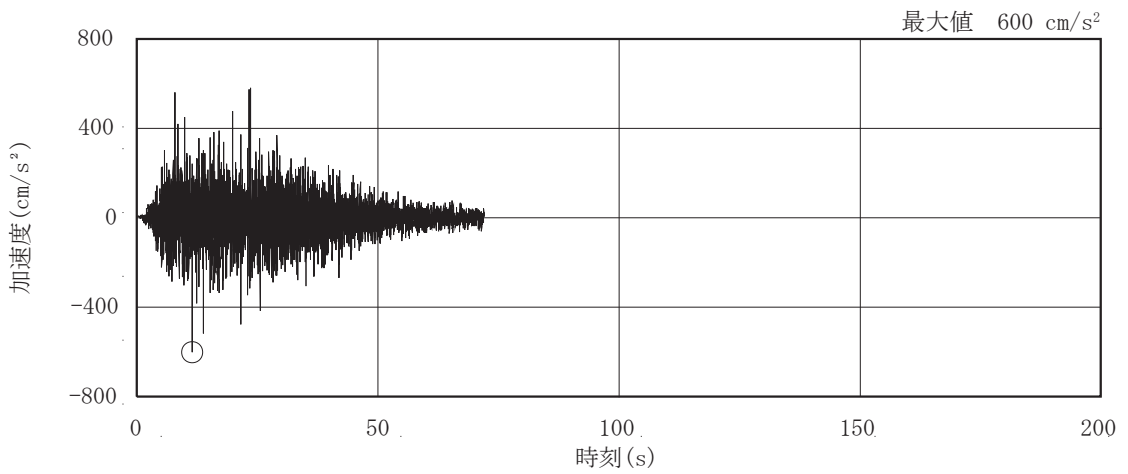


(g) S s - N 1

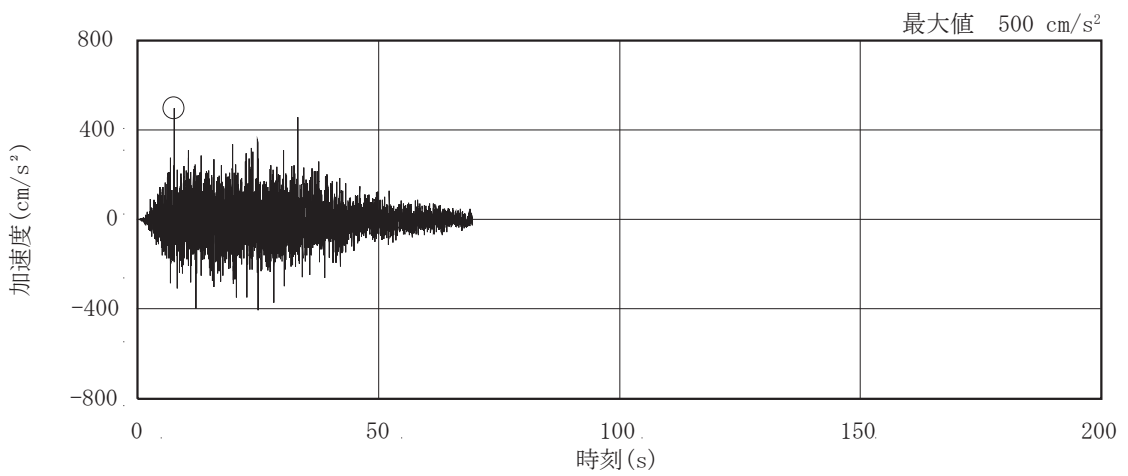
图 3-1(3) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 水平方向) (3/3)



(a) S s - D 1

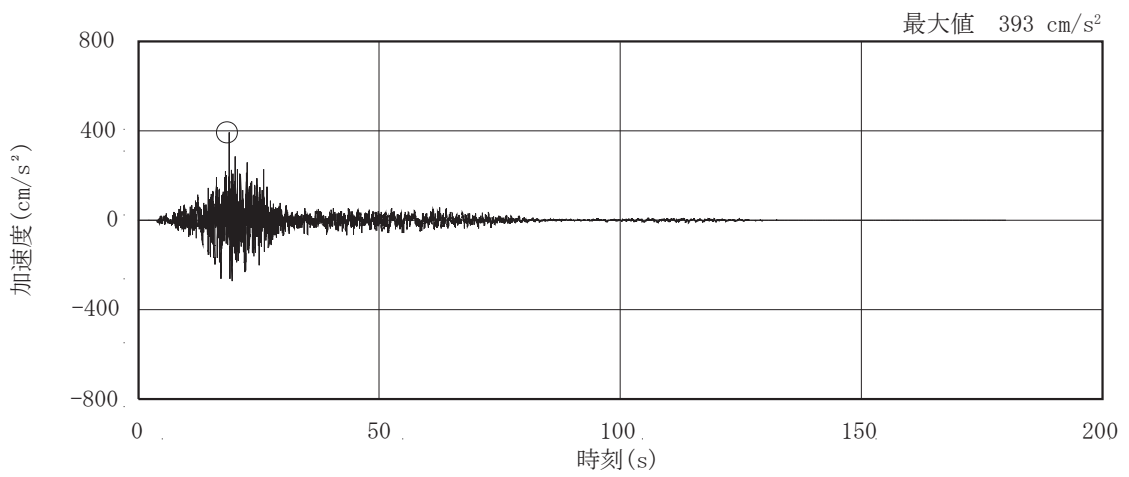


(b) S s - D 2

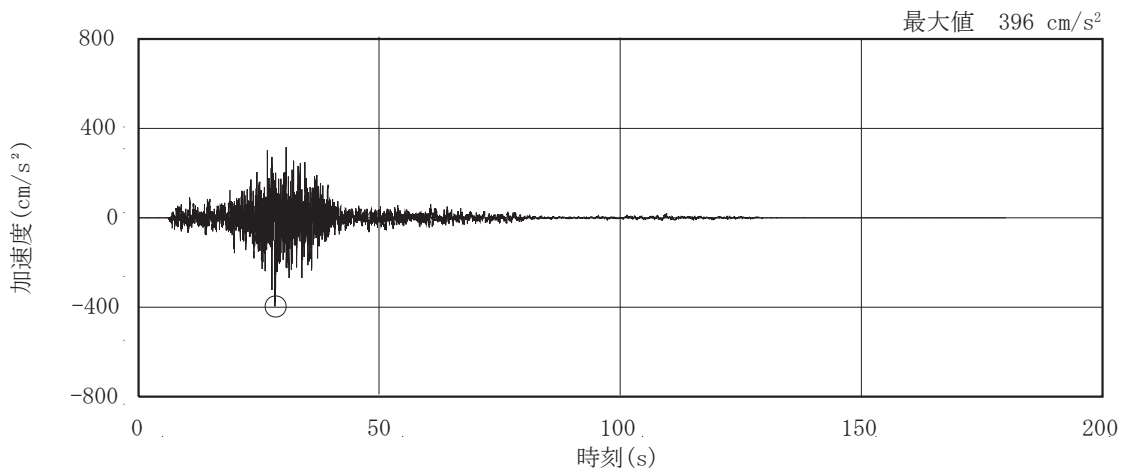


(c) S s - D 3

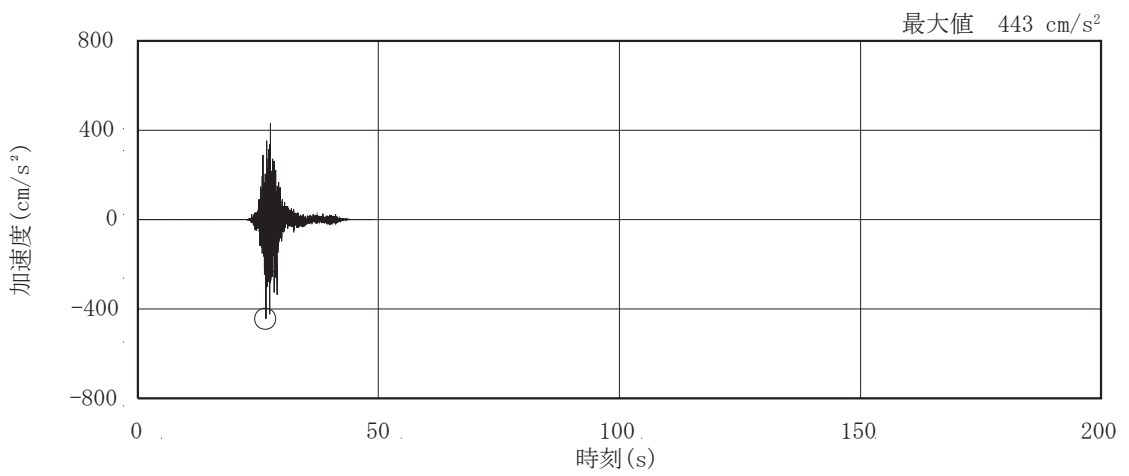
图 3-2(1) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s , 鉛直方向) (1/3)



(d) S s - F 1

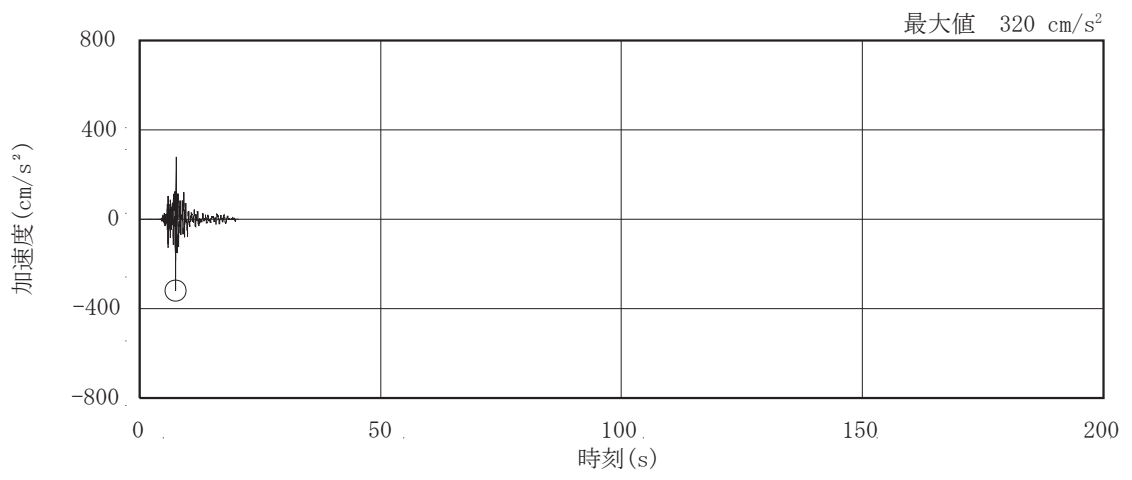


(e) S s - F 2



(f) S s - F 3

图 3-2(2) 加速度時刻歷波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向) (2/3)



(g) S s - N 1

图 3-2(3) 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S s, 鉛直方向) (3/3)

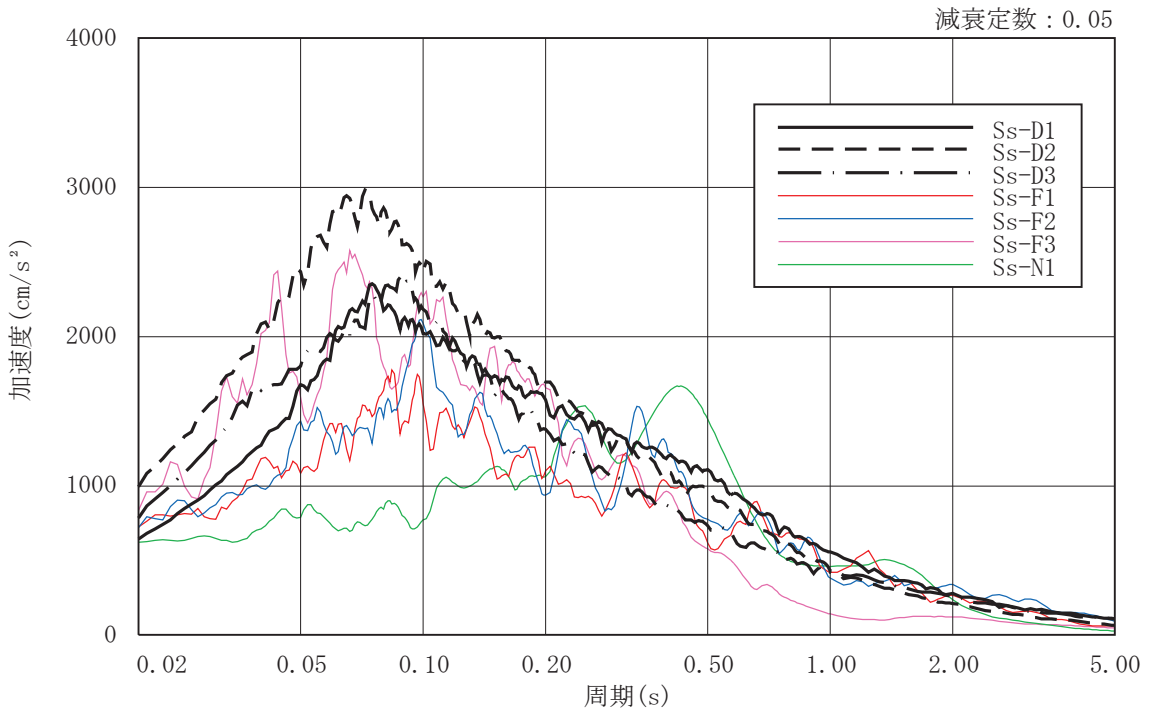


図 3-3(1) 加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$  , 水平方向)

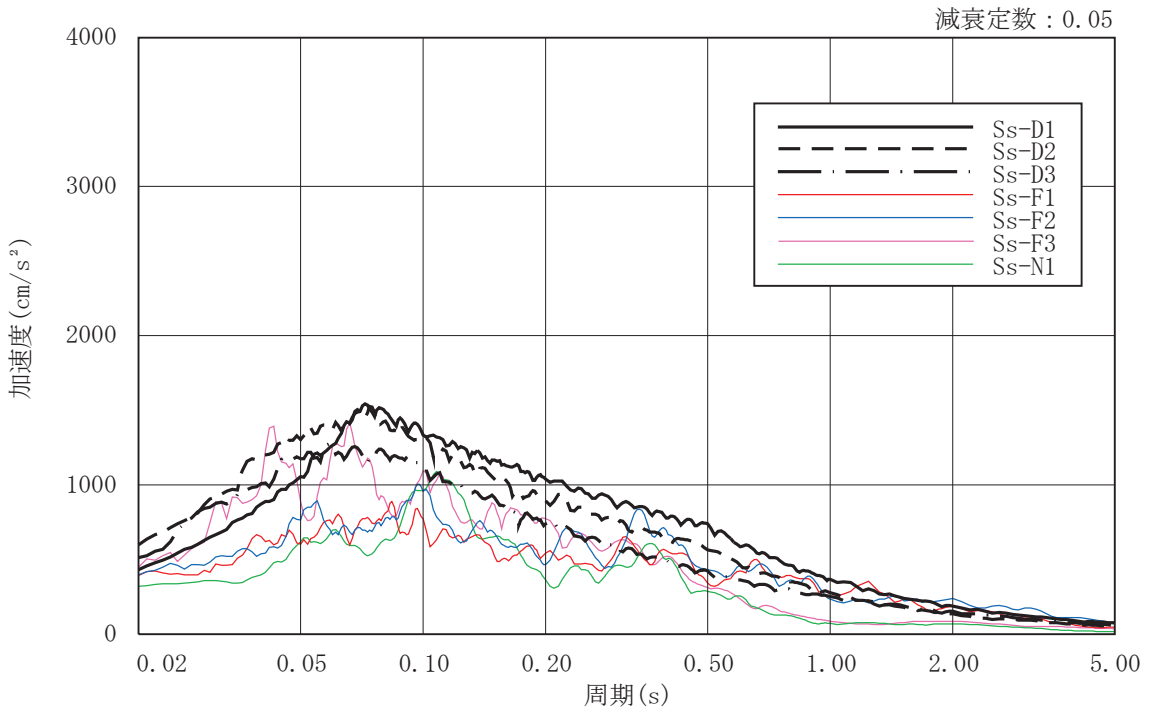


図 3-3(2) 加速度応答スペクトル (基準地震動  $S_s$  , 鉛直方向)

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の解析モデルの設定方針に基づき、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-2 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 32.4 (N/mm <sup>2</sup> ) (F <sub>c</sub> = 330 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD345	2.65 × 10 <sup>4</sup>	1.14 × 10 <sup>4</sup>	5	



### 3.2.1 水平方向

#### (1) 地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、建屋を曲げ変形とせん断変形をする耐震壁部からなる質点系モデルとし、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデルとする。

水平方向の地震応答解析モデルについては、図 3-4 のフローに示すとおり、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 -2015）」の基礎浮上りの評価法を参考に、応答のレベルに応じて 3 種類の地震応答解析モデルを用いる。地震応答解析モデル及び諸元を図 3-5 に示す。図 3-5 (a)に誘発上下動を考慮しない場合の地震応答解析モデル、図 3-5 (b)に誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデル、図 3-5 (c)に地盤を 3 次元 FEM でモデル化した場合の 3 次元 FEM 地盤モデルを示す。

このうち、図 3-5 (b)に示す誘発上下動を考慮する場合のモデルは、水平加振により励起される上下応答を評価するために、後述の鉛直方向の地震応答解析モデルの諸元（図 3-10）及び接地率に応じて変化する回転・鉛直連成ばねについても考慮している。

図 3-5 (c)のモデルは、地盤を 3 次元 FEM でモデル化し、地盤－建屋の一体モデルとしている。地盤は、表 3-5 の物性値を用いた水平成層地盤とし、モデル化にあたっては対称性を考慮して 1/2 のモデルを用いる。対称境界の拘束条件は、図 3-5(c)に示すとおり、X 方向及び Z 方向には自由度を持つが、対称境界面と直交する Y 方向は拘束している。建屋側方の地盤については、図 3-5 (a)及び(b)のモデルと同様に考慮しない。また、基礎スラブは基礎下端レベルに設定した仮想節点を多点拘束することで剛板を表現し、仮想節点と地盤節点をジョイント要素で接続することで接触・剥離を表現する。なお、建屋については、水平と鉛直の自由度を設定することで図 3-5(b)のモデルと同様に誘発上下動を考慮する。

なお、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下について、観測記録を用いた検討により確認したことから解析モデルに考慮する。復元力特性の設定にあたっては、地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等の要因は初期剛性及びその後の剛性を低下させるが、機能維持限界耐力及び終局耐力は既工認の復元力特性の各耐力を上回っていることを試験等により確認したことから、この復元力特性に初期剛性低下を反映して適用する。耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数を表 3-3 に示す。

## (2) 地盤ばね・地盤モデル

図 3-5(a)及び図 3-5(b)のモデルについては、基礎版底面下の地盤は、水平方向の地震応答解析モデルにおいては水平ばね及び回転ばねで置換している。この水平ばね及び回転ばねは、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、基礎版底面下の地盤を等価な半無限地盤と見なして、振動アドミタンス理論に基づいて評価している。いずれのばねも振動数に依存した複素剛性として表現されるが、図 3-6 に示すようにばね定数として、実部の静的な値( $K_0$ )を、また、減衰係数( $C_0$ )として、建屋-地盤連成モデルの 1 次固有円振動数( $\omega_1$ )に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾きを採用することにより近似する。このうち、回転ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。評価に用いる解析コードの検証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。地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-4 に、地盤モデルの物性値を表 3-5 に示す。

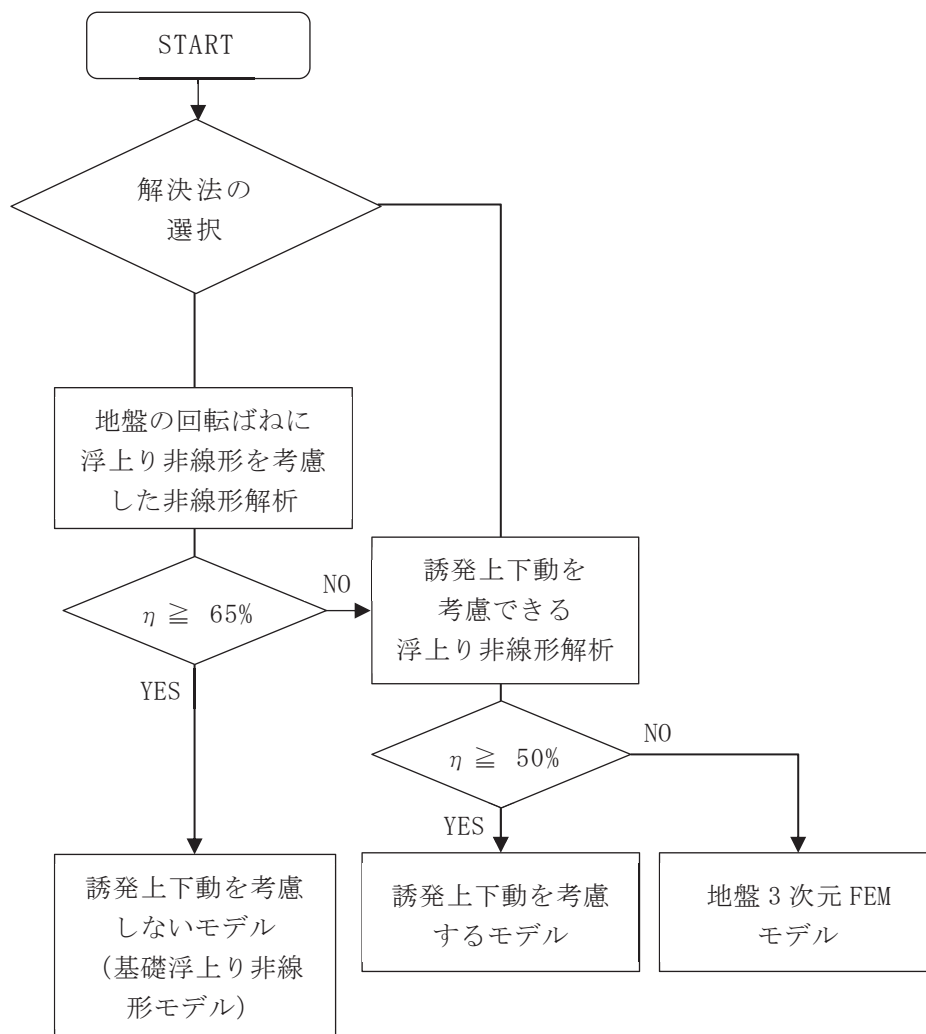
図 3-5(c)の地盤 3 次元 FEM モデルについては、基礎底面下の地盤の剛性及び減衰をソリッド要素並びに FEM 地盤モデルの側面及び底面の粘性境界で表現している。また、基礎底面と地盤の各節点の間にはジョイント要素を設けることにより基礎の浮上りを評価する。基礎底面のジョイント要素のばね定数は、解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値とする。

## (3) 入力地震動

地震応答解析モデルへの入力地震動は、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動  $S_s$  から以下の手順で算定する。図 3-5(a)及び図 3-5(b)のモデルについては、まず、解放基盤表面相当以深の地盤を一次元地盤としてモデル化し、解析コード「SHAKE」を用いて一次元波動論に基づく評価により 0.P.-200m の入射波を算定する。次に、解析コード「mflow」を用いて、解析コード「SHAKE」により算定した 0.P.-200m の入射波を、表層地盤の非線形性を考慮した一次元地盤モデルに入力して逐次非線形解析を行い、建屋基礎底面での地盤の応答を評価して入力地震動とする。また、建屋基礎底面レベルにおけるせん断力(以下「補正水平力」という。)を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。表 3-4 に示す地盤モデルのうち表層地盤(0.P. 14.8m~0.P.-12.5m)には、地盤調査結果に基づき、初期せん断剛性  $G_0$ 、 $G/G_0-\gamma$  曲線及び  $h-\gamma$  曲線の非線形特性を設定した。 $G/G_0-\gamma$  曲線及び  $h-\gamma$  曲線の非線形特性を図 3-7 及び図 3-8 に示す。図 3-9 に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を、設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置(0.P.-12.5m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3-10 に示す。入力地震動の算定において、一次

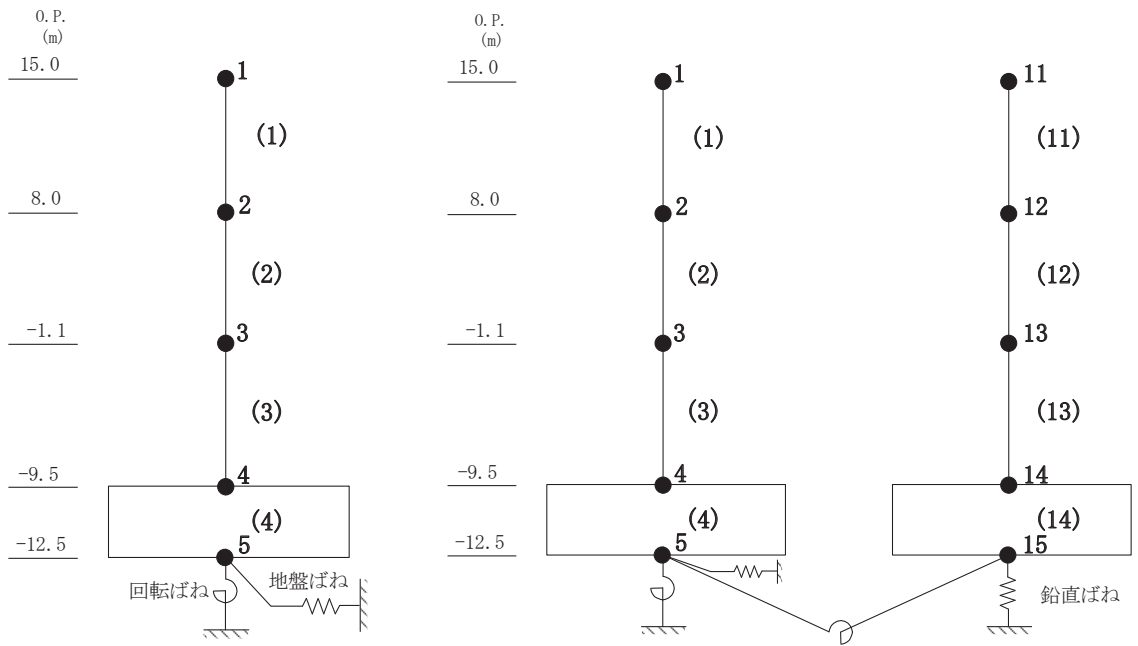
元波動論に基づく評価には解析コード「SHAKE」、逐次非線形解析には解析コード「mflow」を用いる。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

また、図 3-5(c)のモデルについては、地盤を 3 次元 FEM でモデル化していることから、基礎底面レベルにおける地盤の応答が上記入力地震動と一致するように補正した地震動をモデル底面に入力する。図 3-11 に入力の補正方法を示す。



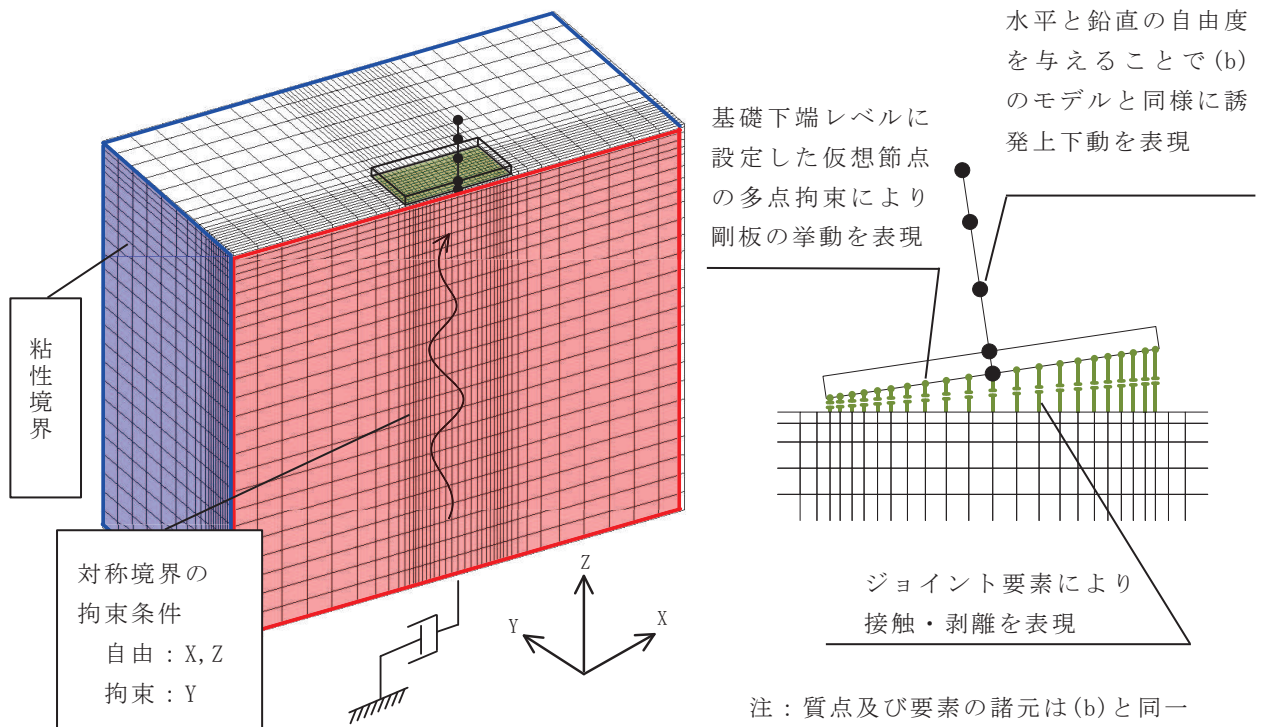
$\eta$  : 接地率

図 3-4 解析モデルの選定フロー



(a) 誘発上下動を考慮しないモデル  
( $\eta \geq 65\%$ )

(b) 誘発上下動を考慮するモデル  
( $65\% > \eta \geq 50\%$ )



(c) 地盤 3次元 FEM モデル ( $50\% > \eta$ )

図 3-5(1) 地震応答解析モデル及び諸元 (1/2)

標高 O. P. (m)	質点 番号	質点重量 ( $\times 10$ kN)	回転慣性重量 ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ m <sup>2</sup> )		要素 番号	せん断断面積 (m <sup>2</sup> )		断面二次モーメント ( $\times 10^3$ m <sup>4</sup> )	
			NS方向	EW方向		NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
15.0	1	6921	9.5	7.9					
					(1)	81.0	74.0	23.9	21.6
8.0	2	9209	12.6	10.6	(2)	97.2	103.6	30.4	28.8
-1.1	3	13497	18.6	15.6	(3)	143.5	103.6	42.6	28.8
-9.5	4	11687	18.5	15.7	(4)	1740.0	1740.0	274.4	232.0
-12.5	5	10980	17.4	14.7					

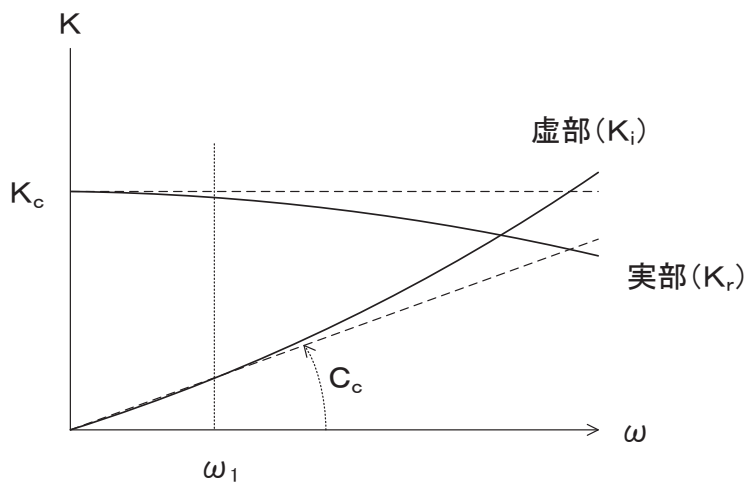
注：図3-5(b)及び(c)の誘発上下を考慮するモデルにおける質点11～15及び要素(11)～(14)の諸元は，図3-12における質点1～5及び要素(1)～(4)の諸元に対応する。

(d) 諸元

図3-5(2) 地震応答解析モデル及び諸元 (2/2)

表 3-3 耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数

方向	耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数
NS	0.80
EW	0.80



ばね定数：底面ばねは 0Hz のばね定数  $K_c$  で定数化

減衰係数：建屋—地盤連成系の 1 次固有円振動数  $\omega_1$  に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き  $C_c$  で定数化

図 3-6 地盤ばねの定数化の概要

表 3-4 地盤ばね定数と減衰係数

(a)NS 方向

地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
底面・水平	$9.743 \times 10^8$ (kN/m)	$6.764 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	$5.067 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$4.207 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

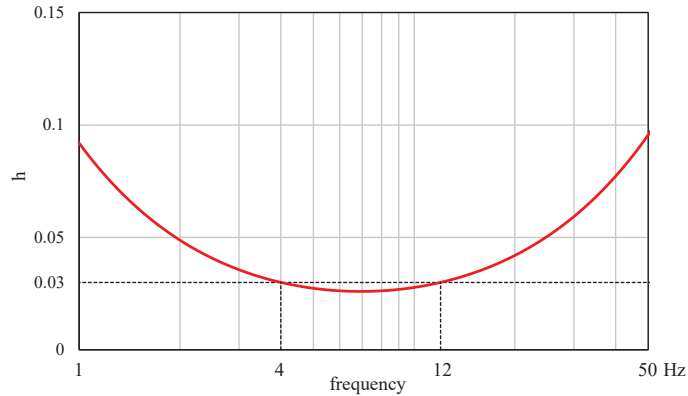
地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
底面・水平	$9.821 \times 10^8$ (kN/m)	$6.870 \times 10^6$ (kN·s/m)
底面・回転	$4.499 \times 10^{11}$ (kN·m/rad)	$2.948 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)

表 3-5 第 3 号機海水熱交換器建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

	地層レベル O.P. (m)	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断波速度 $V_s$ (m/s)	減衰定数 <sup>*2</sup> h (%)
表層地盤	14.80	18.6	*1	3 <sup>*3</sup>
底面地盤	-12.50	26.1	1360	3
	-27.00	26.4	2040	3
	-50.00	26.5	2520	3
	-200.0	26.5	2520	3

注記\*1：O.P. 14.8m～O.P. -12.5m は，上載圧依存を考慮してせん断波速度と相関のある初期せん断剛性 $G_0$ を設定する。また，ひずみ依存による非線形特性を考慮する。地盤の応答解析においては 20 層に分割する。

\*2：O.P. 14.8m～O.P. -12.5m の表層地盤の 1 次振動数及び 2 次振動数を基準として，レーリー減衰を 4Hz 及び 12Hz で設定する。



\*3：ひずみ依存による非線形特性を考慮する。



初期せん断剛性 $G_0$ は、PS 検層結果により次式で設定する。

$$G_0 = 1787 \cdot \sigma_c^{0.84} \quad (3.1)$$

ここで、

$$\sigma_c = Z \cdot \rho_t \cdot 2/3 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

$Z$  : 深度 (m)

$$\rho_t = 18.6 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$G/G_0 - \gamma$  曲線は、原位置せん断試験結果による強度定数と拘束圧から求めたせん断強度 $\tau_m$ と初期せん断剛性 $G_0$ から、基準ひずみ $\gamma_m$ を算定し次式により求める。

$$G/G_0 = 1 / (1 + \gamma / \gamma_m) \quad (3.2)$$

ここで、

$$\gamma_m = \tau_m / G_0$$

$$\tau_m = \tau_0 + \sigma_m \cdot \tan \phi \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\tau_0 = 0.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\phi = 33.9 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\sigma_m = 3/4 \cdot Z \cdot \rho_t \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$h - \gamma$  曲線は、繰返し三軸試験結果に基づき次式により求める。

$$h = 0.183 \cdot \gamma / (\gamma + 0.000261) \quad (3.3)$$

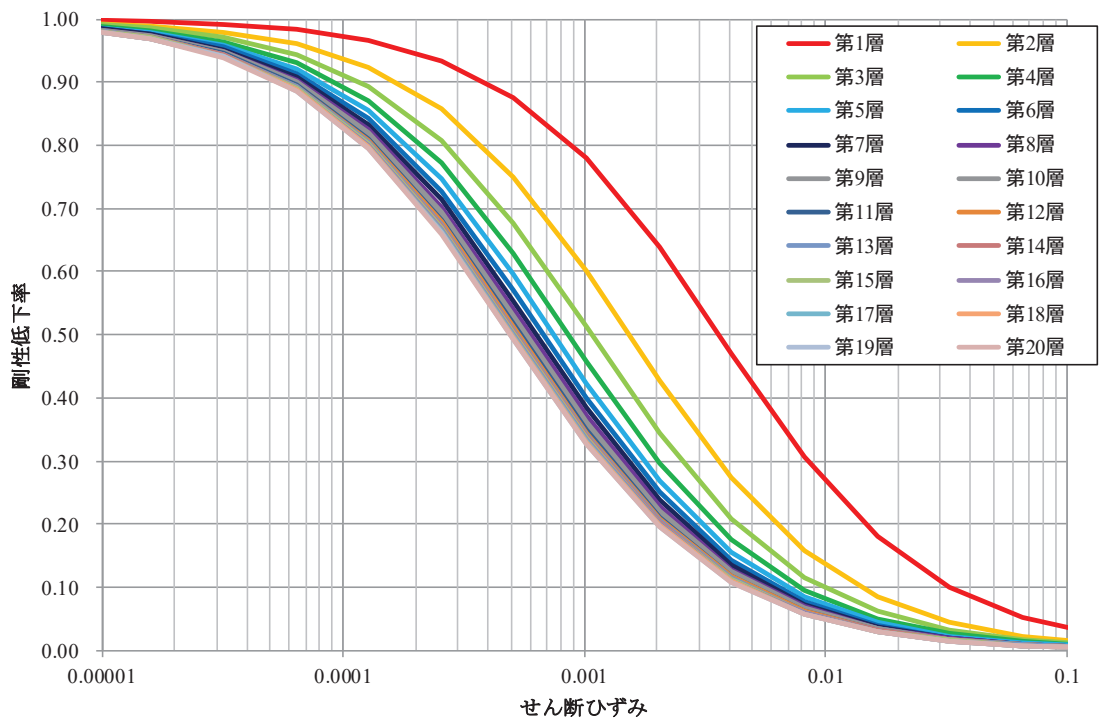


図 3-7  $G/G_0 - \gamma$  曲線

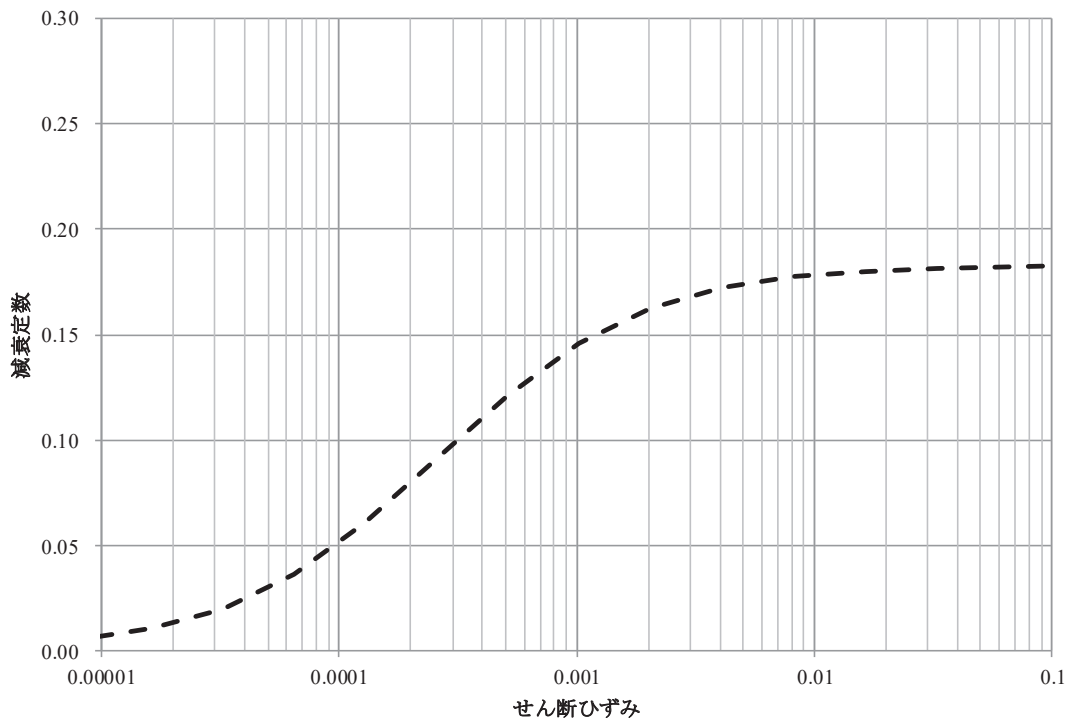


図 3-8  $h - \gamma$  曲線

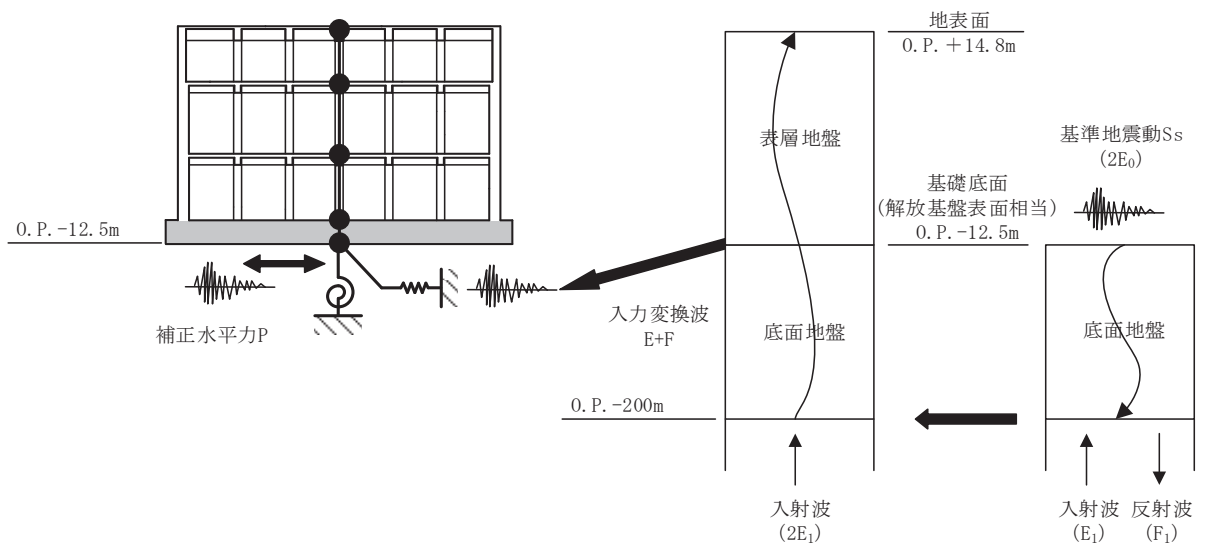


図 3-9 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)

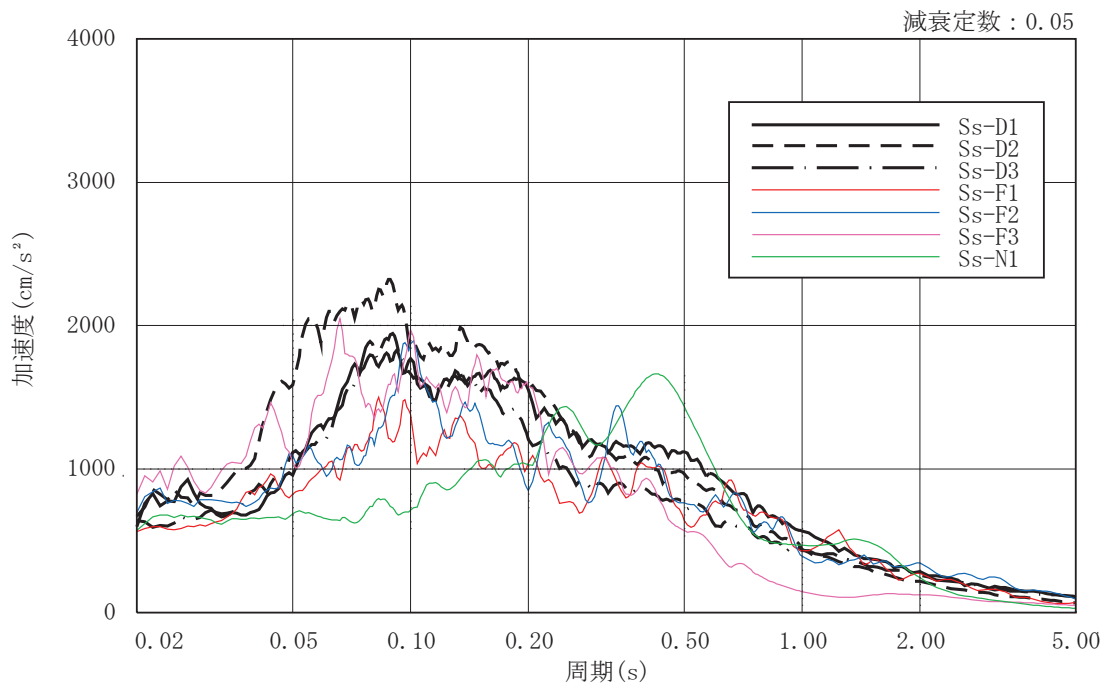
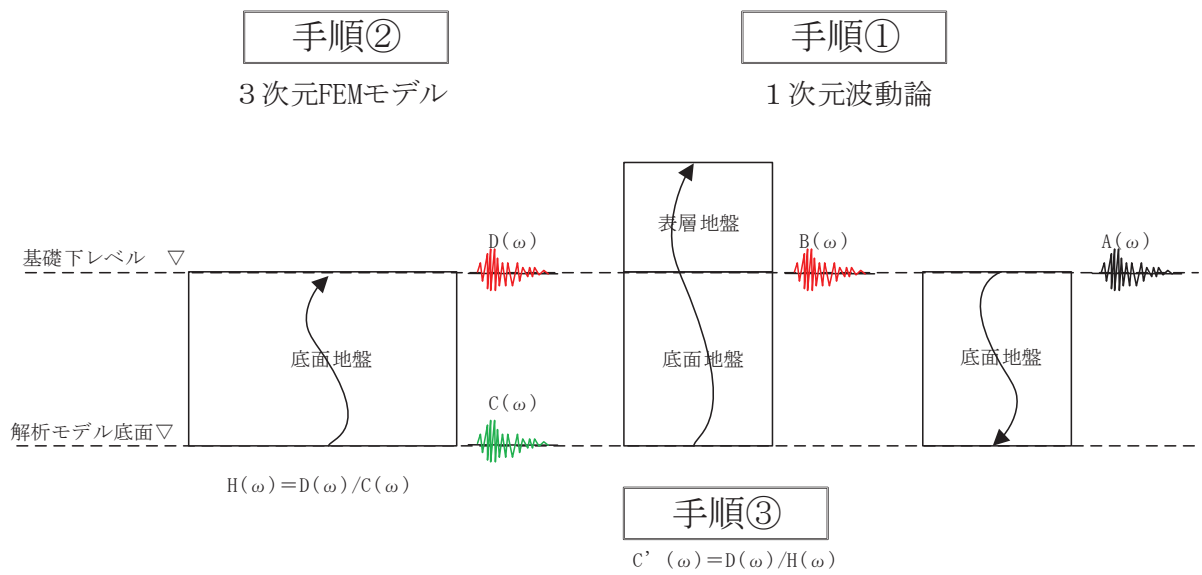


図 3-10 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, 0.P. -12.5m)



- ① 一次元波動論に基づき、解放基礎表面に評価対象の基準地震動(2E) ( $A(\omega)$  とする)を入力したときの建屋基礎下レベルの自由地盤応答(E+F) ( $B(\omega)$  とする)を求める。
- ② 3次元FEMモデルに基づき、解析モデル底面にホワイトノイズ(2E) ( $C(\omega)$  とする)を入力したときの建屋基礎下レベルの自由地盤応答(2E) ( $D(\omega)$  とする)を求める。このときの伝達関数を  $H(\omega) = D(\omega) / C(\omega)$  とする。
- ③ 3次元FEMモデルの建屋基礎下レベルで  $B(\omega)$  となるように、 $C'(\omega) = B(\omega) / H(\omega)$  の補正した地震動を解析モデル底面での入力地震動とする。

図 3-11 3次元FEMモデルへの入力地震動の補正方法

### 3.2.2 鉛直方向

#### (1) 地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、耐震壁部の軸剛性を評価した質点系モデルとし、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデルとする。

鉛直方向の地震応答解析モデル及び諸元を図 3-12 に示す。なお、鉛直方向の軸剛性に関しては、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下の影響が確認されなかったことから、設計剛性とする。

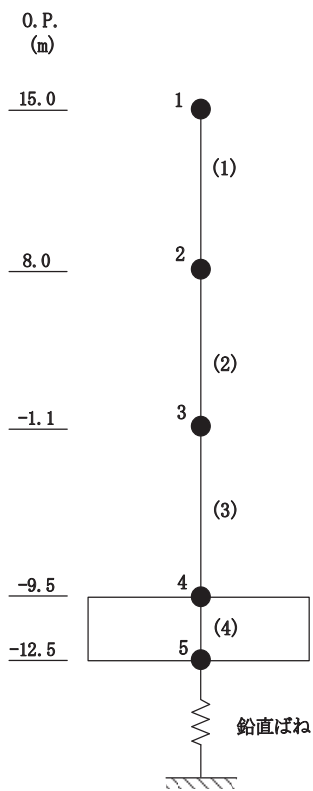
#### (2) 地盤ばね

基礎版底面下の地盤は、鉛直方向の地震応答解析モデルにおいては鉛直ばねで置換している。この鉛直ばねは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」により、基礎版底面下の地盤を等価な半無限地盤と見なして、振動アドミッタンス理論に基づいて評価しており、振動数に依存した複素剛性として表現される。図 3-6 に示すようにばね定数として、実部の静的な値( $K_0$ )を、また、減衰係数( $C_0$ )として、建屋－地盤連成モデルの 1 次固有円振動数( $\omega_1$ )に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾きを採用することにより近似する。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。評価に用いる解析コードの検証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。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 3-6 に示す。

#### (3) 入力地震動

地震応答解析モデルへの入力地震動は、「3.1 設計に用いる地震波」に示す基準地震動  $S_s$  とし、基礎底面レベルに直接入力する。図 3-13 に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。



標高 O. P. (m)	質点 番号	質点重量 ( $\times 10$ kN)	要素 番号	軸断面積 ( $m^2$ )
15.0	1	6921		
			(1)	260.7
8.0	2	9209		
			(2)	318.0
-1.1	3	13497		
			(3)	342.1
-9.5	4	11687		
			(4)	1740.0
-12.5	5	10980		

図 3-12 地震応答解析モデル及び諸元 (鉛直方向)

表 3-6 地盤ばね定数と減衰係数（鉛直方向）

地盤ばね 成分	ばね定数 $K_c$	減衰係数 $C_c$
底面・鉛直	$1.310 \times 10^9$ (kN/m)	$1.327 \times 10^7$ (kN·s/m)

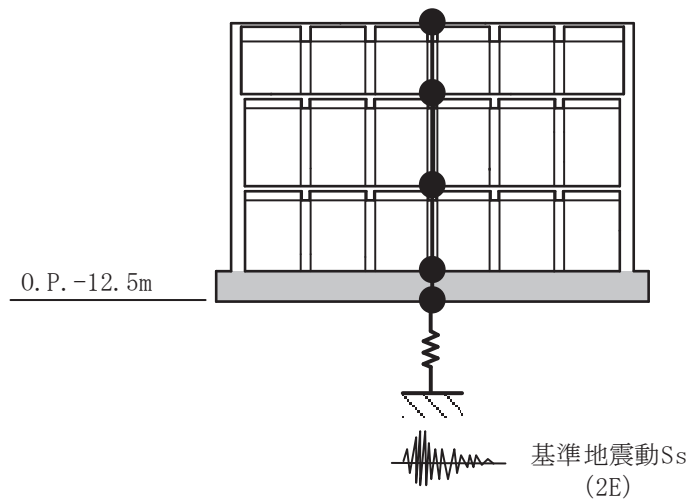


図 3-13 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）



### 3.3 解析方法

第3号機海水熱交換器建屋について、動的解析により応答加速度、応答変位、応答せん断力、応答曲げモーメント、応答軸力、応答せん断ひずみ及び接地圧を算出する。また、静的解析により必要保有水平耐力を算出する。

第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析には、解析コード「NUPP4」を用いる。評価に用いる解析コードの検証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。

#### 3.3.1 動的解析

建物・構築物の動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

なお、最大接地圧は、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 -2015）」を参考に、水平応答と鉛直応答から組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いて算出する。

### 3.3.2 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は、次式により算出する。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud} \quad (3.4)$$

ここで、

$D_s$  : 各層の構造特性係数 (0.55)

$F_{es}$  : 各層の形状特性係数 (1.0)

$$F_{es} = F_s \cdot F_e$$

$F_s$  : 剛性率に応じた数値 (1.0)

$F_e$  : 偏心率に応じた数値 (1.0)

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

$$Q_{ud} = n \cdot C_i \cdot W_i \quad (3.5)$$

ここで、

$n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.0)

$C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数

$W_i$  : 第  $i$  層が支える重量

地震層せん断力係数 $C_i$ は、次式により算出する。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \quad (3.6)$$

ここで、

$Z$  : 地震地域係数 (1.0)

$R_t$  : 振動特性係数 (1.0)

$A_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 (1.0)

なお、 $A_i$ はモーダル解析により以下のとおり算出する。

$$A_i = A_i' / A_1'$$

$$A_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left( \sum_{m=i}^n w_m \cdot \beta_j \cdot U_{mj} \cdot R_t(T_j) \right)^2} / \sum_{m=i}^n w_m$$

ここで、

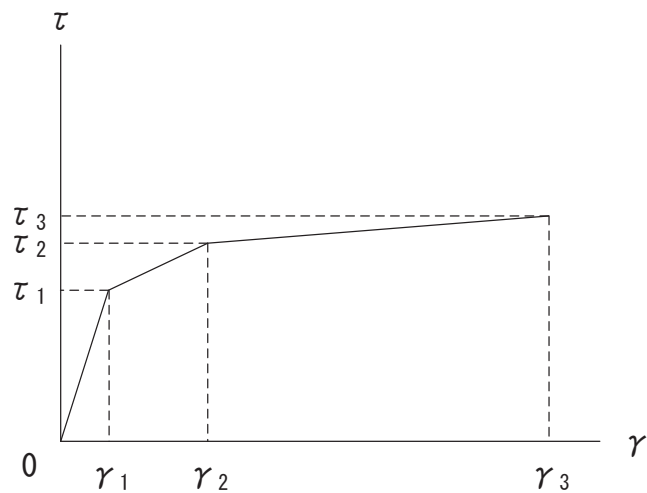
- $n$  : 建物・構築物の層数
- $w_m$  : 第 $m$ 層の重量
- $\beta_j \cdot U_{mj}$  : 第 $m$ 層の $j$ 次刺激関数
- $T_j$  : 固有値解析により得られる建物・構築物の $j$ 次固有周期
- $R_t(T_j)$  : 周期 $T_j$ に対応する加速度応答スペクトルの値  
(建築基準法施行令第88条第1項に与えられている振動特性係数 $R_t$ の $T_j$ に対する値とする。地盤種別は第1種地盤とする。)
- $k$  : 考慮すべき最高次数

### 3.4 解析条件

#### 3.4.1 建物・構築物の復元力特性

##### (1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$  関係）は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき，トリリニア型スケルトンカーブとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3-14 に示す。

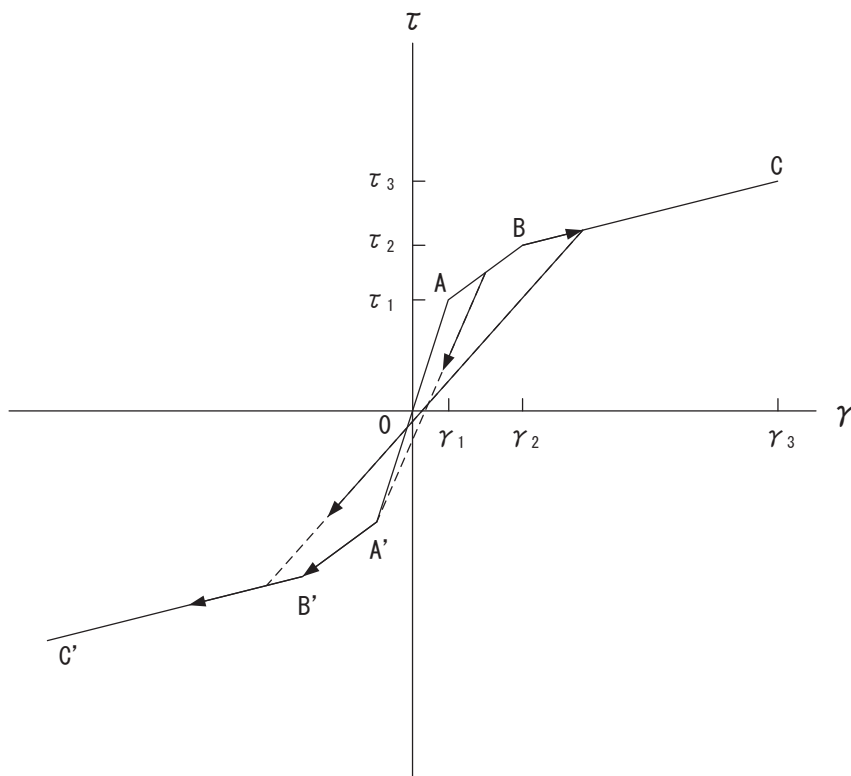


- $\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度
- $\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度
- $\tau_3$  : 終局点のせん断応力度
- $\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ
- $\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $=4.0 \times 10^{-3}$ )

図 3-14 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき、最大点指向型モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性を図 3-15 に示す。

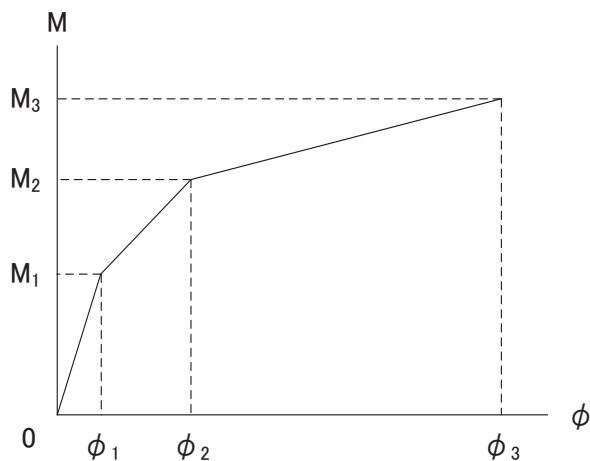


- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点  
第 1 折点を越えていない時は負側第 1 折点に向かう。
- c. B-C 間：負側最大点指向
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-15 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

(3) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- $\phi$  関係) は, 「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき, トリリニア型スケルトンカーブとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-16 に示す。



$M_1$  : 第 1 折点の曲げモーメント

$M_2$  : 第 2 折点の曲げモーメント

$M_3$  : 終局点の曲げモーメント

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

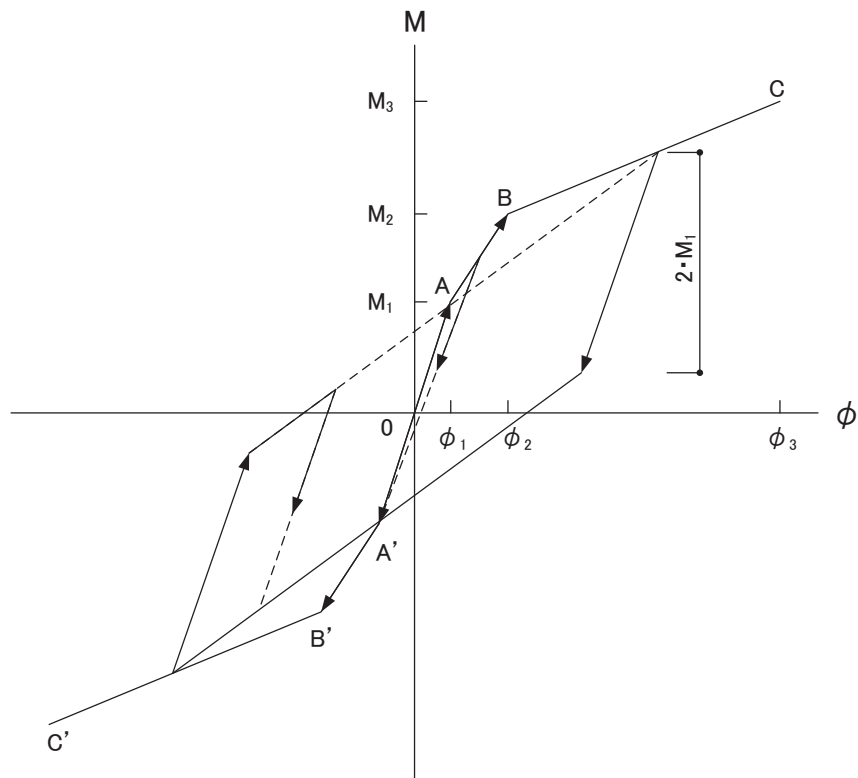
$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図 3-16 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

(4) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図 3-17 に示す。

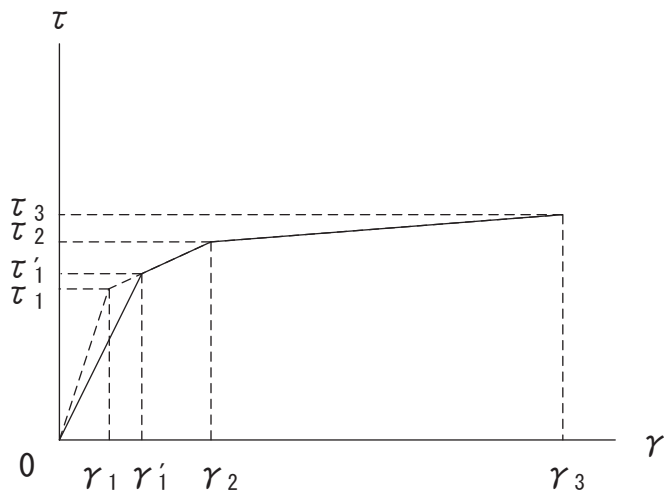


- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていない時は負側第 1 折点に向かう。
- c. B-C 間：最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は最大値から  $2 \cdot M_1$  を減じた点とする。ただし、負側最大点が第 2 折点を超えていなければ、負側第 2 折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性に同じとする。
- d. 各最大点はスケルトン上を移動することにより更新される。

図 3-17 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) 剛性低下を考慮したスケルトンカーブの設定

設計基準強度により算定したスケルトンカーブに対して，地震観測記録に基づき評価した建屋剛性に整合するようにスケルトンカーブの初期剛性を補正する。剛性低下を考慮したスケルトンカーブの概念を図 3-18 及び図 3-19 に示す。



$\tau_1$  : 第 1 折点のせん断応力度

$\tau_2$  : 第 2 折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度

$\gamma_1$  : 第 1 折点のせん断ひずみ

$\gamma_2$  : 第 2 折点のせん断ひずみ

$\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $=4 \times 10^{-3}$ )

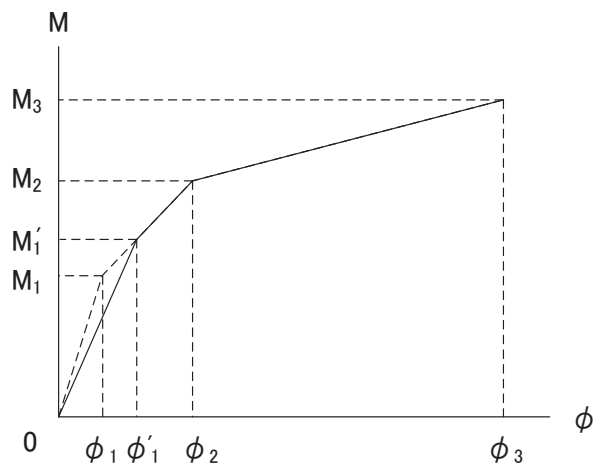
$\tau_1'$  : 初期剛性補正後の第 1 折点のせん断応力度

$\gamma_1'$  : 初期剛性補正後の第 1 折点のせん断ひずみ

注：剛性低下を考慮したスケルトンカーブの  $\tau_1'$  及び  $\gamma_1'$  は J E A G 式とは対応しない

図 3-18 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の  
スケルトンカーブの初期剛性の補正





$M_1$  : 第 1 折点の曲げモーメント

$M_2$  : 第 2 折点の曲げモーメント

$M_3$  : 終局点の曲げモーメント

$\phi_1$  : 第 1 折点の曲率

$\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

$M_1'$  : 初期剛性補正後の第 1 折点の曲げモーメント

$\phi_1'$  : 初期剛性補正後の第 1 折点の曲率

注：剛性低下を考慮したスケルトンカーブの $M_1'$ 及び $\phi_1'$ はJ E A G式とは対応しない

図 3-19 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の  
スケルトンカーブの初期剛性の補正

(6) スケルトンカーブの諸数値

第 3 号機海水熱交換器建屋の各耐震壁について算出したせん断力及び曲げモーメントのスケルトンカーブの諸数値を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-7(1) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

NS 方向

0. P. (m)	$\tau_1'$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1'$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
15.0 ~ 8.0	1.97	2.51	5.91	0.216	0.491	4.00
8.0 ~ -1.1	2.06	2.64	5.86	0.227	0.515	4.00
-1.1 ~ -9.5	2.20	2.82	6.24	0.242	0.550	4.00

表 3-7(2) せん断力のスケルトンカーブ ( $\tau - \gamma$  関係)

EW 方向

0. P. (m)	$\tau_1'$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1'$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
15.0 ~ 8.0	1.97	2.51	6.04	0.216	0.491	4.00
8.0 ~ -1.1	2.06	2.64	5.99	0.227	0.515	4.00
-1.1 ~ -9.5	2.20	2.82	6.26	0.242	0.550	4.00

表 3-8(1) 曲げモーメントのスケルトンカーブ ( $M - \phi$  関係)

NS 方向

0. P. (m)	$M_1'$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$\phi_1'$ ( $\times 10^{-5}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-5}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-5}$ /m)
15.0 ~ 8.0	2.98	5.84	7.98	0.589	4.95	98.9
8.0 ~ -1.1	4.16	8.36	11.1	0.646	5.05	101
-1.1 ~ -9.5	6.73	15.0	20.1	0.746	5.27	105

表 3-8(2) 曲げモーメントのスケルトンカーブ ( $M - \phi$  関係)

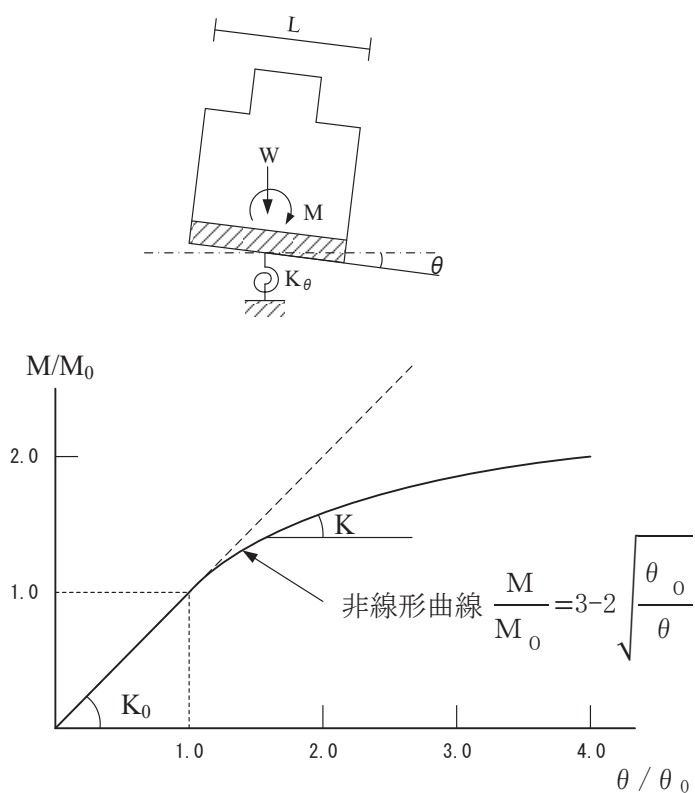
EW 方向

0. P. (m)	$M_1'$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$M_2$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$M_3$ ( $\times 10^6$ kN·m)	$\phi_1'$ ( $\times 10^{-5}$ /m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-5}$ /m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-5}$ /m)
15.0 ~ 8.0	2.95	5.34	7.72	0.644	5.40	108
8.0 ~ -1.1	4.31	8.22	11.6	0.708	5.55	111
-1.1 ~ -9.5	4.99	11.2	15.5	0.818	5.81	116

### 3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねに関する曲げモーメントー回転角の関係は「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。地盤の回転ばねの曲げモーメントー回転角の関係を図 3-20 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は、図 3-20 の曲線で表され、減衰係数は、回転ばねの接線剛性に比例するものとして考慮する。



- M : 転倒モーメント
- $M_0$  : 浮上り限界転倒モーメント ( $=W \cdot L / 6$ )
- $\theta$  : 回転角
- $\theta_0$  : 浮上り限界回転角
- $K_0$  : 地盤の回転ばね定数 (浮上り前)
- K : 地盤の回転ばね定数 (浮上り後)
- W : 建屋総重量
- L : 建屋基礎幅

図 3-20 地盤の回転ばねのモーメントー回転角の関係

### 3.4.3 誘発上下動を考慮する基礎浮上り評価法

図3-5に示す誘発上下動を考慮した地震応答解析モデルでは「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づく基礎の浮上り非線形性を考慮できる水平ばね $K_{HH}$ 及び回転ばね $K_{RR}$ に加えて、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1-2015）」を参考に、接地率 $\eta_t$ に応じて時々刻々と変化する鉛直ばね $K_{VV}$ 及び回転・鉛直連成ばね $K_{VR}$ を考慮している。

図3-21に誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図を、表3-9に基礎浮上り時の地盤ばねの剛性と減衰の評価式を示す。

$$\begin{Bmatrix} P \\ N \\ M \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{HH} & 0 & 0 \\ 0 & K_{VV} & K_{VR} \\ 0 & K_{VR} & K_{RR} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_0 \\ w_0 \\ \theta \end{Bmatrix}$$

ここで、

P : 水平方向慣性力

N : 鉛直方向慣性力

M : 転倒モーメント

$K_{HH}$ ,  $K_{VV}$ ,  $K_{RR}$  :

水平, 鉛直, 回転ばねの対角項

$K_{VR}$  : 回転・鉛直連成ばね

$u_0$ ,  $w_0$ ,  $\theta$  :

基礎底面中心の各変位及び回転角

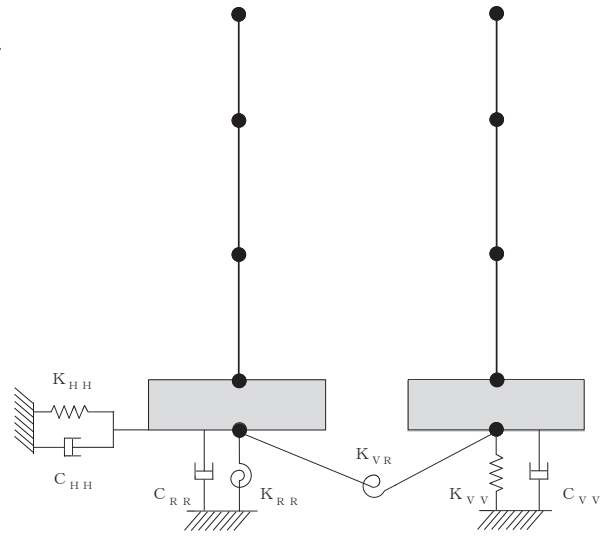


図 3-21 誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図

表 3-9 誘発上下動考慮モデルの基礎浮上り時の地盤ばねの剛性と減衰

	剛性	減衰
鉛直ばね	$K_{VV} = \eta_t^\beta \cdot K_{V0}$	$C_{VV} = C_{V0} \cdot \eta_t^{\alpha/2}$
回転・鉛直連成ばね	$K_{VR} = (1 - \eta_t) / 2 \cdot L \cdot K_{VV}$	$C_{VR} = 0$
回転ばね	$K_{RR} = (M - K_{VR} \cdot w_0) / \theta$	$C_{RR} = C_{R0} \cdot \eta_t^{\alpha/2}$

$\eta_t = (\theta_0 / \theta)^{2 / (\alpha - 2)}$ $\theta$ : 回転角	<p>M : 転倒モーメント</p> <p><math>w_0</math> : 基礎スラブ中心の鉛直変位</p> <p><math>\theta_0</math> : 浮上り限界回転角</p> <p>L : 建屋基礎幅</p> <p><math>K_{V0}</math> : 線形域の鉛直ばね剛性</p> <p><math>\beta</math> : 0.46</p> <p><math>\alpha</math> : 地反力分布に応じた値(三角形分布 6.0)</p> <p><math>C_{V0}</math> : 線形域の鉛直ばねの減衰係数</p> <p><math>C_{R0}</math> : 線形域の回転ばねの減衰係数</p>
---	--

#### 3.4.4 材料物性の不確かさ

解析においては、「3.2 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性の不確かさを考慮する。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、基本ケースによる地震応答解析で、部材または質点の応答値のうち、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及び軸力のいずれかが最大値となった地震動を基準地震動  $S_s$  から選定し実施する。

材料物性の不確かさのうち、地盤物性については、地盤調査結果の平均値をもとに設定した数値を基本ケースとし、底面地盤のせん断波速度のばらつきは、変動係数±7%を考慮する。O.P. 14.8m から O.P. -12.5m の表層地盤は、非線形性を考慮しているためばらつきは考慮しない。

建屋剛性の不確かさについて、水平方向については、全ての基準地震動  $S_s$  入力後の建屋全体の平均的な剛性低下を全ての基準地震動  $S_s$  について評価し、最も剛性低下するケースの低下後の剛性を初期剛性の不確かさとして考慮する。なお、終局耐力については、実機のコンクリート強度が設計基準強度より高い傾向にあり、終局耐力はその分高いほうに上振れすることが考えられるが、終局耐力の増加は建屋の変形を抑制する方向の評価となることから、これを考慮しない。また、鉛直方向については、水平方向に比べ剛性の低下量は小さく、これまでの経年変化によって設計基準強度に基づく剛性（以下「設計剛性」という。）を下回っていないこと、建屋シミュレーション解析では設計剛性に基づく解析モデルで記録を再現できたこと、また、剛性の変化が建屋応答に与える感度が小さいことから、初期剛性の不確かさは考慮しない。

材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケースを表 3-10 に、地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性を表 3-11 に示す。

表 3-10 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

対象地震動	ケース名	スケルトンカーブ		建屋材料減衰	地盤物性	
		初期剛性	終局耐力		入力地震動	底面地盤ばね
基準地震動 S <sub>s</sub> (水平)	ケース 1 (基本ケース)	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正	設計基準強度を用い JEAG 式で評価	5%	表層地盤の非線形性を考慮	標準地盤
	ケース 2	同上	同上	同上	同上	標準地盤 + σ
	ケース 3					標準地盤 - σ
	ケース 4	基本ケースの 0.53 倍*	同上	同上	同上	標準地盤
	ケース 5					標準地盤 + σ
	ケース 6					標準地盤 - σ
基準地震動 S <sub>s</sub> (鉛直)	ケース 1 (基本ケース)	設計剛性	—	5%	直接入力	標準地盤
	ケース 2	同上	—	同上	同上	標準地盤 + σ
	ケース 3					標準地盤 - σ

注記\*：建屋剛性（初期剛性）の不確かさについて，基準地震動 S<sub>s</sub> 入力後の建屋全体の平均的な剛性低下を全ての基準地震動 S<sub>s</sub> について評価し，最も剛性低下するケースの低下後の剛性を初期剛性の不確かさとして考慮する。具体的には，基準地震動 S<sub>s</sub> 入力前後の 1 次固有振動数の比 (f<sub>Ss 入力後</sub>/f<sub>Ss 入力前</sub>) から算定した剛性比を基本ケースの初期剛性に掛けることによって算定する。

表 3-11 地盤物性の不確かさを考慮した解析用地盤物性

	O. P. (m)	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
表層地盤	14.8	*	*	*
底面地盤	-12.5	1360	1460	1260
	-27.0	2040	2180	1900
	-50.0	2520	2700	2340
	-200.0	2520	2700	2340

注記\* : O. P. 14.8m~O. P. -12.5m は、上載圧依存を考慮してせん断波速度と  
 相関のある初期せん断剛性 $G_0$ を設定する。また、ひずみ依存によ  
 る非線形特性を考慮する。(詳細は表 3-5 及び図 3-6 に従う。)



#### 4. 解析結果

##### 4.1 動的解析

##### 4.1.1 基本ケースの地震応答解析結果

水平方向の地震応答解析に採用した解析モデルの一覧を表 4-1 に示す。

表 4-1 地震応答解析に採用した解析モデル

基本ケース	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1
NS 方向	②	②	②	②	②	②	①
EW 方向	②	②	②	①	①	②	①

注：表中の番号は以下のモデルを示す。

- ①誘発上下動を考慮しないモデル
- ②誘発上下動を考慮するモデル
- ③地盤 3 次元 FEM モデル

##### (1) 固有値解析結果

基本ケースの地震応答解析モデルの固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を表 4-2 に示す。刺激関数図を図 4-1 に示す。

なお，刺激係数は，各次の固有ベクトル {u} に対し，最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

##### (2) 地震応答解析結果

基準地震動 S<sub>s</sub> による最大応答値を図 4-2～図 4-12，表 4-3 及び表 4-4 に示す。また，基準地震動 S<sub>s</sub> に対する最大応答値を図 4-13 及び図 4-14 の耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして示す。表 4-5 に基準地震動 S<sub>s</sub> による地震応答解析結果に基づく接地率を示す。

表 4-2 固有値解析結果

(a) NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.137	7.28	1.364	全体 1 次
2	0.057	17.40	0.524	全体 2 次
3	0.045	22.39	0.176	
4	0.034	29.16	0.296	全体 3 次

(b) EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.149	6.69	1.349	全体 1 次
2	0.062	16.21	0.490	全体 2 次
3	0.044	22.65	0.099	
4	0.035	28.46	0.272	全体 3 次

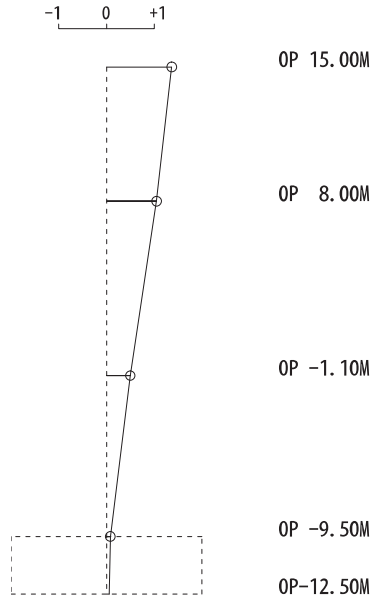
(c) UD 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.054	18.49	1.381	全体 1 次
2	0.023	43.79	0.507	全体 2 次
3	0.015	67.10	0.164	全体 3 次
4	0.011	90.57	0.024	

注記：刺激係数は、各次の固有ベクトル{u}に対し、最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

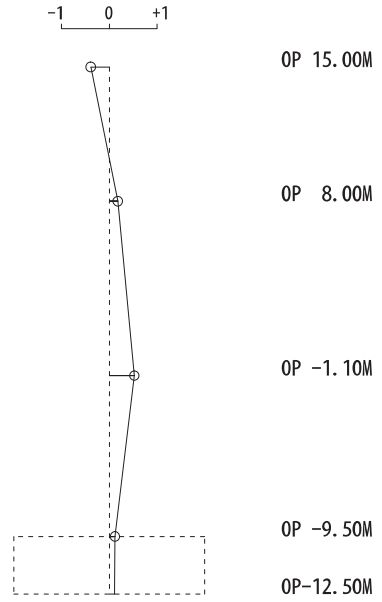
固有周期 0.137 s  
固有振動数 7.28 Hz  
刺激係数 1.364

固有周期 0.057 s  
固有振動数 17.40 Hz  
刺激係数 0.524



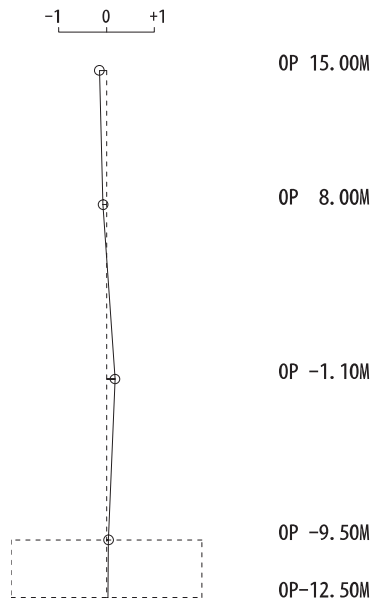
1次モード

固有周期 0.045 s  
固有振動数 22.39 Hz  
刺激係数 0.176

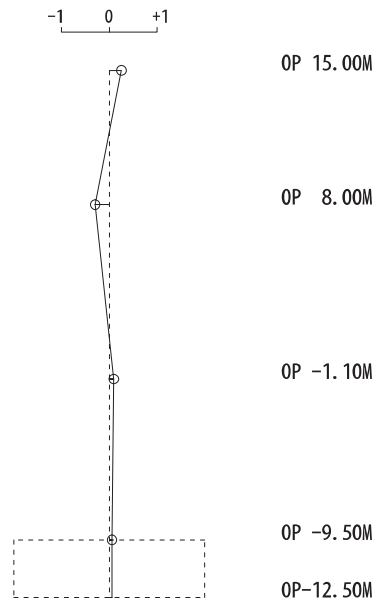


2次モード

固有周期 0.034 s  
固有振動数 29.16 Hz  
刺激係数 0.296



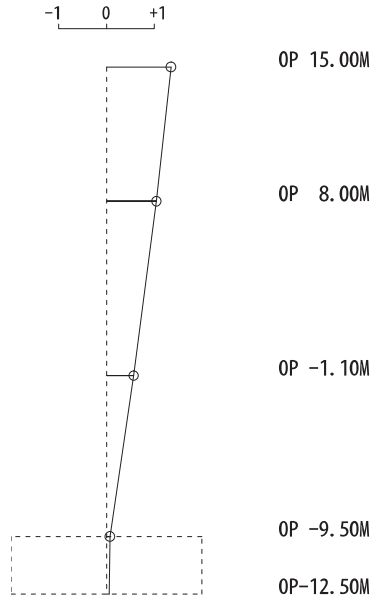
3次モード



4次モード

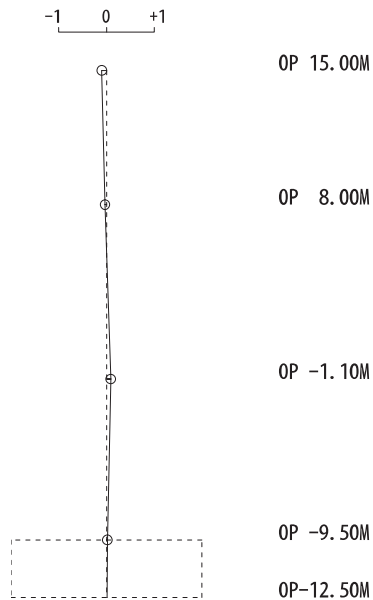
図 4-1(1) 刺激関数図 (NS 方向)

固有周期 0.149 s  
 固有振動数 6.69 Hz  
 刺激係数 1.349



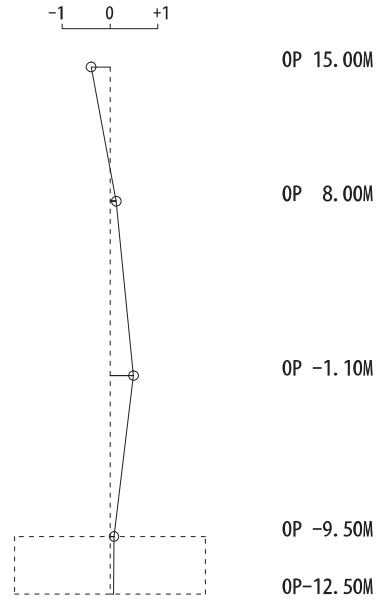
1 次モード

固有周期 0.044 s  
 固有振動数 22.65 Hz  
 刺激係数 0.099



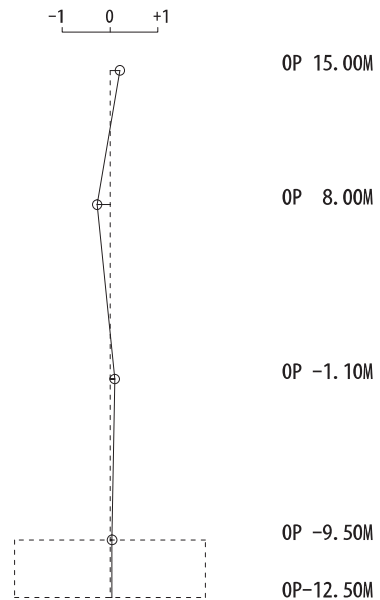
3 次モード

固有周期 0.062 s  
 固有振動数 16.21 Hz  
 刺激係数 0.490



2 次モード

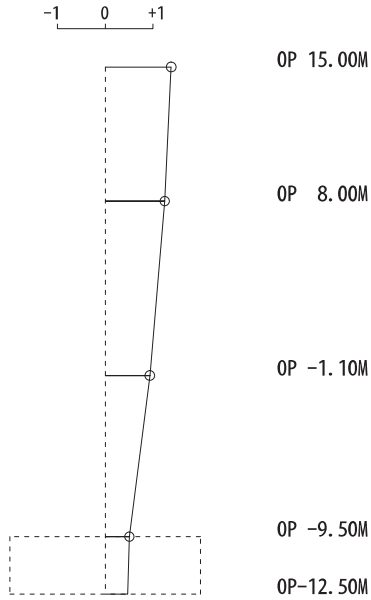
固有周期 0.035 s  
 固有振動数 28.46 Hz  
 刺激係数 0.272



4 次モード

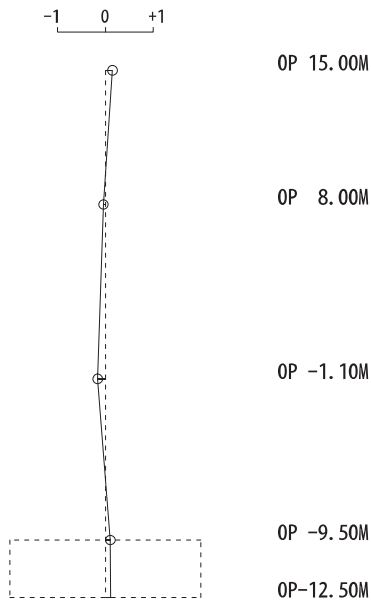
図 4-1(2) 刺激関数図 (EW 方向)

固有周期 0.054 s  
固有振動数 18.49 Hz  
刺激係数 1.381



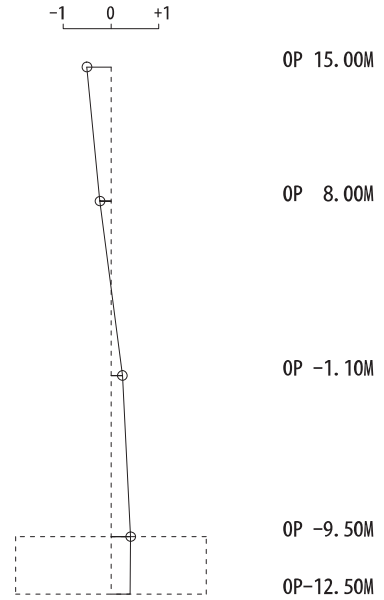
1次モード

固有周期 0.015 s  
固有振動数 67.10 Hz  
刺激係数 0.164



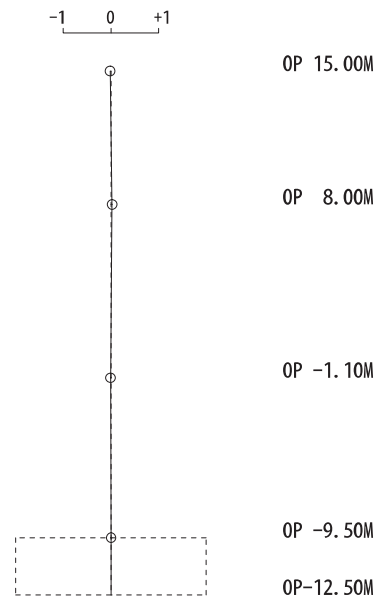
3次モード

固有周期 0.023 s  
固有振動数 43.79 Hz  
刺激係数 0.507



2次モード

固有周期 0.011 s  
固有振動数 90.57 Hz  
刺激係数 0.024



4次モード

図 4-1(3) 刺激関数図 (UD 方向)

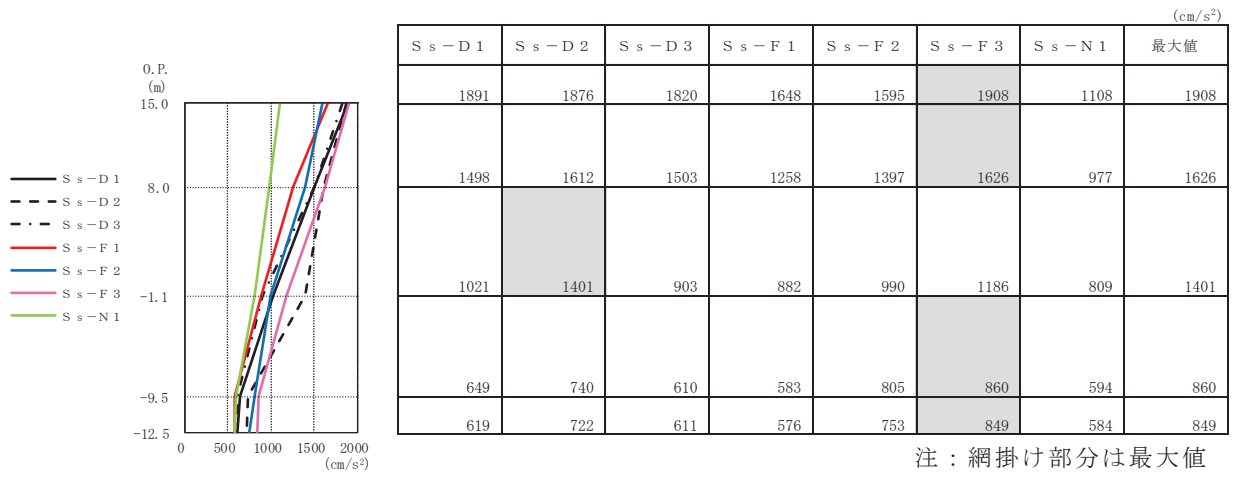


図 4-2 最大応答加速度（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS 方向）

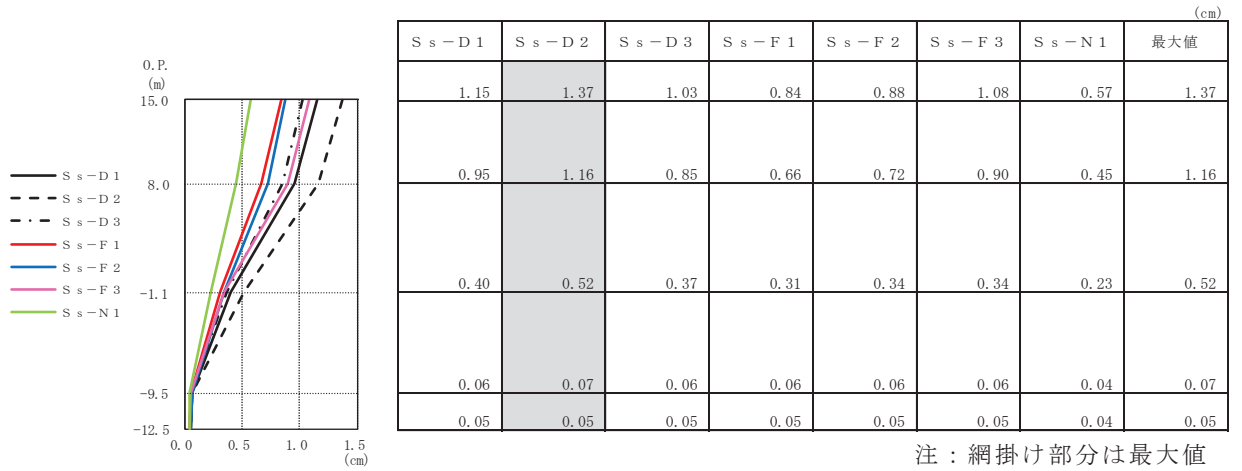


図 4-3 最大応答変位（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS 方向）

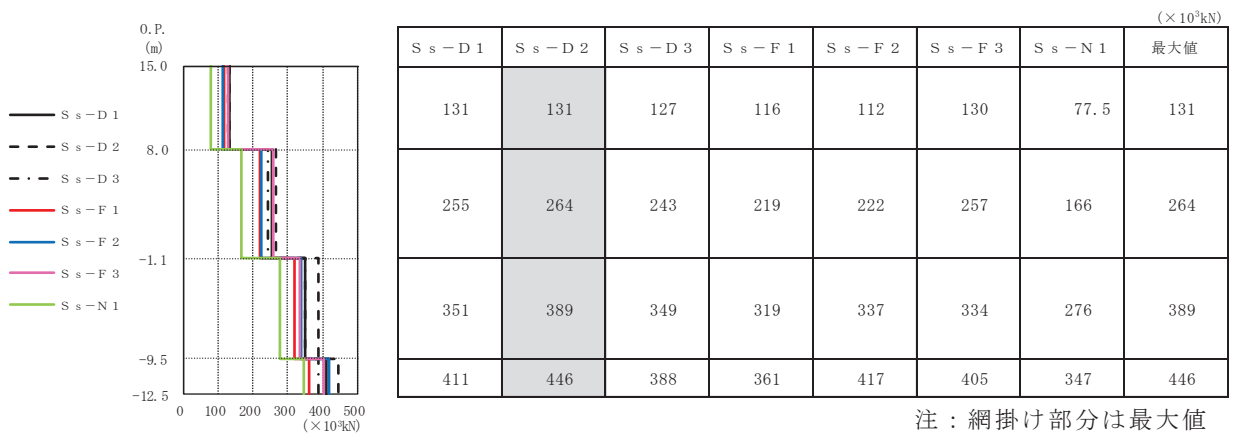


図 4-4 最大応答せん断力（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS 方向）

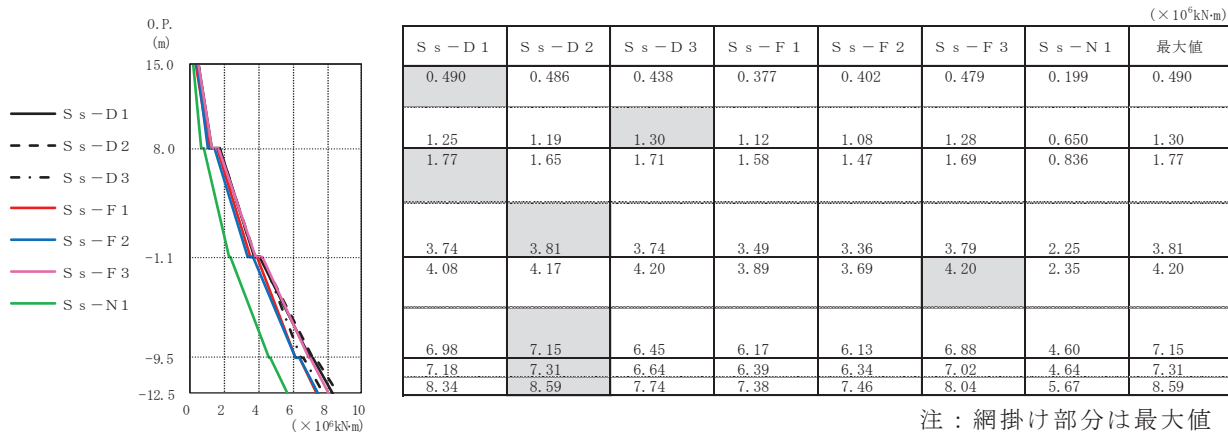
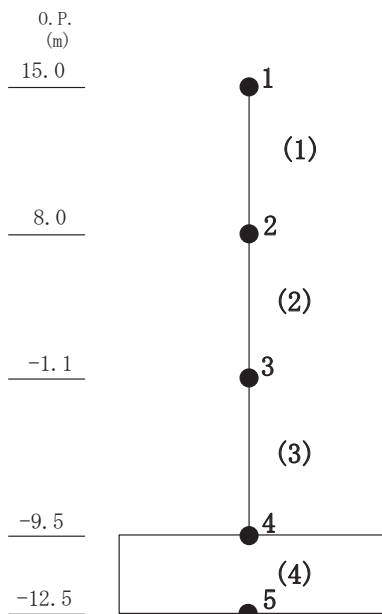


図 4-5 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向）

表 4-3 最大応答せん断ひずみ一覧（基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向）

要素 番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )							最大値 (×10 <sup>-3</sup> )
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	
(1)	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.18	0.11	0.18
(2)	0.51	0.60	0.45	0.32	0.34	0.52	0.19	0.60
(3)	0.36	0.50	0.36	0.25	0.32	0.31	0.21	0.50

注：網掛け部分は最大値



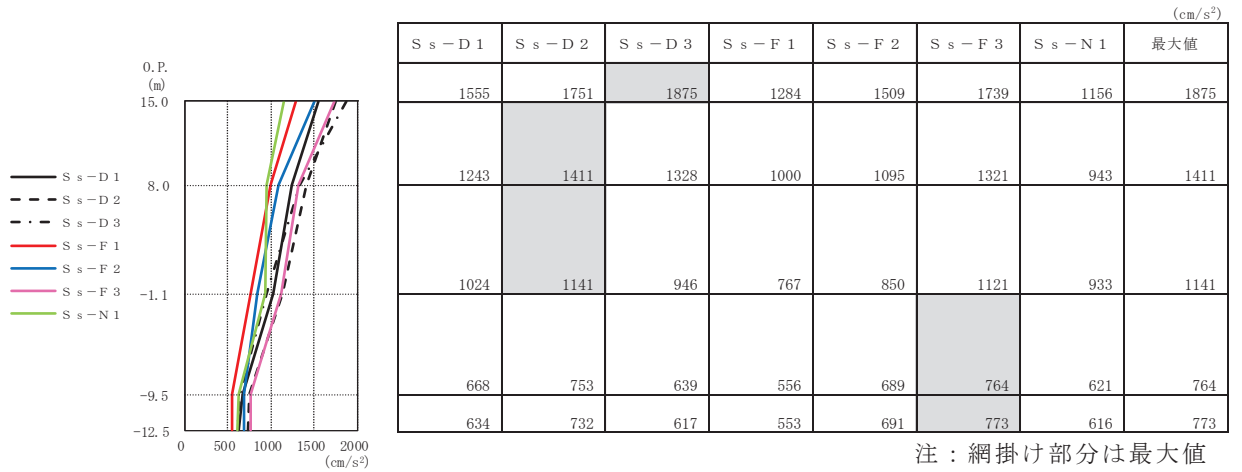


図 4-6 最大応答加速度（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）

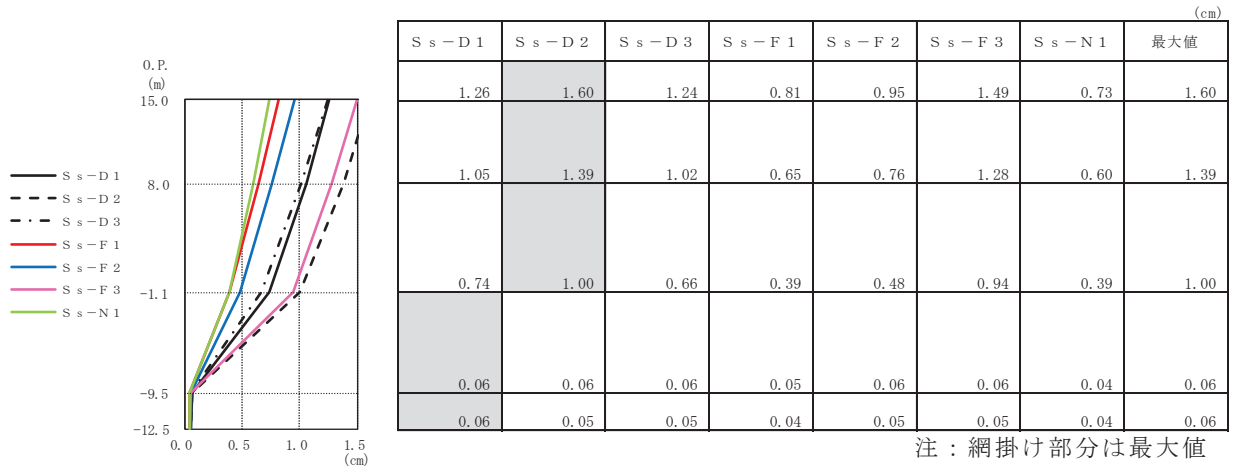


図 4-7 最大応答変位（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）

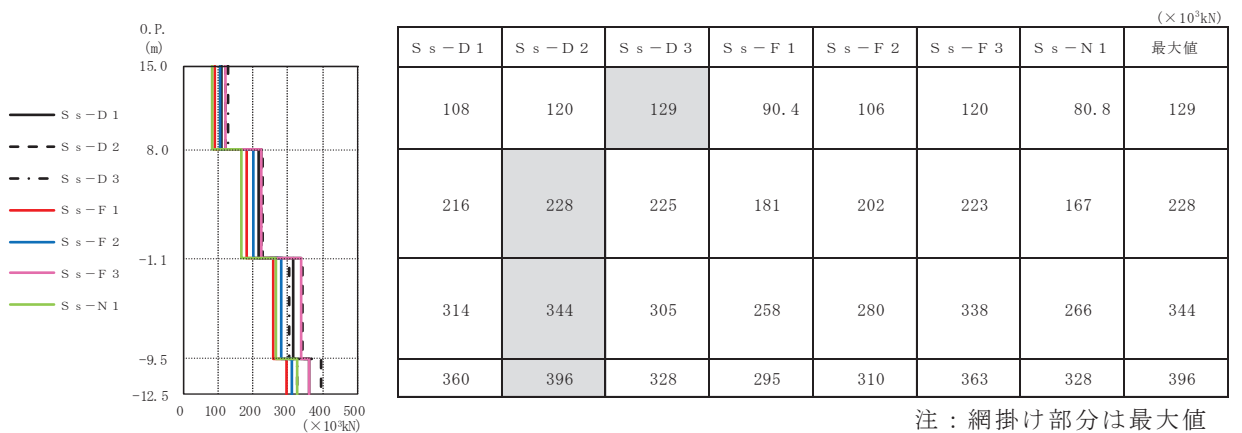


図 4-8 最大応答せん断力（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）



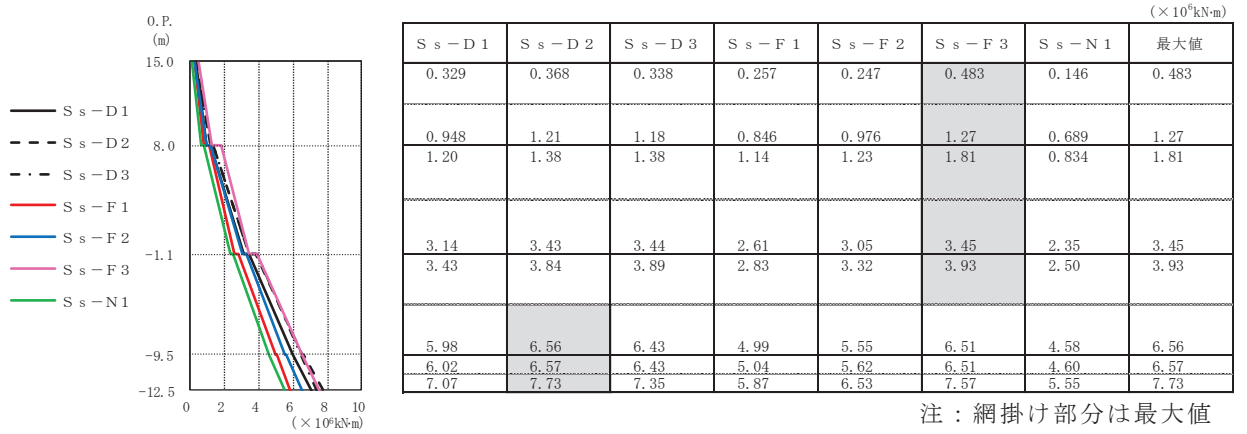
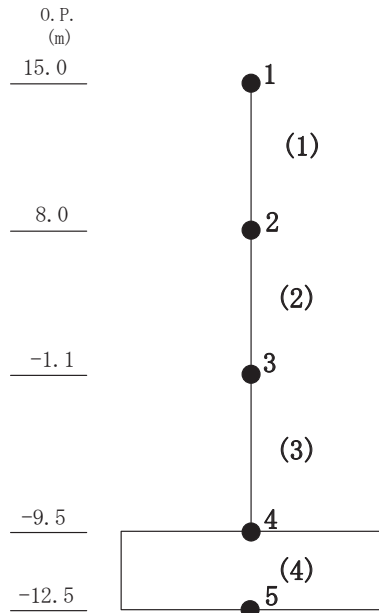


図 4-9 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW 方向）

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

要素 番号	最大応答せん断ひずみ (×10 <sup>-3</sup> )							最大値 (×10 <sup>-3</sup> )
	S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1	
(1)	0.16	0.18	0.19	0.13	0.16	0.18	0.12	0.19
(2)	0.24	0.30	0.28	0.19	0.21	0.27	0.18	0.30
(3)	0.77	1.05	0.68	0.39	0.49	1.00	0.42	1.05

注：網掛け部分は最大値



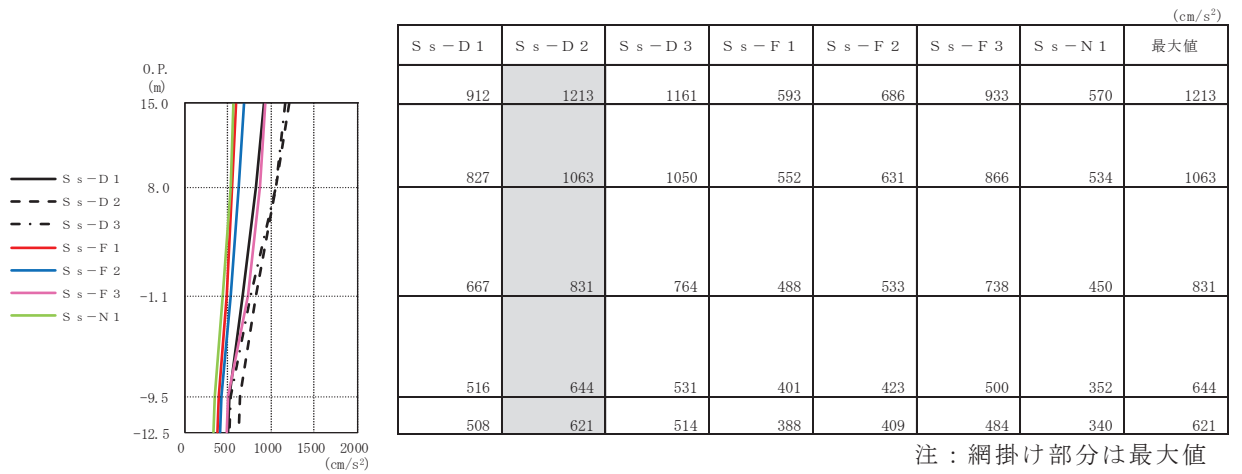


図 4-10 最大応答加速度（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

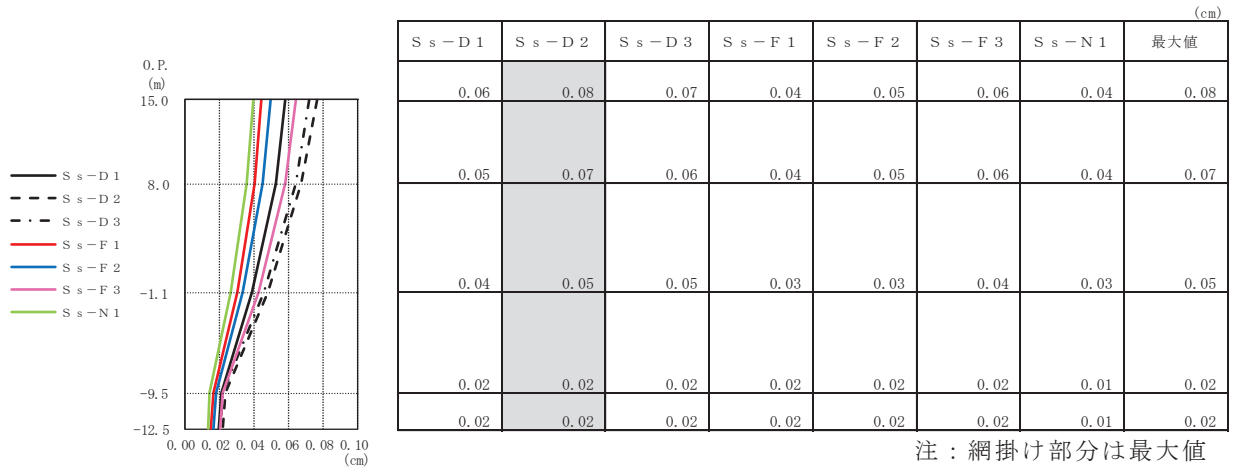


図 4-11 最大応答変位（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

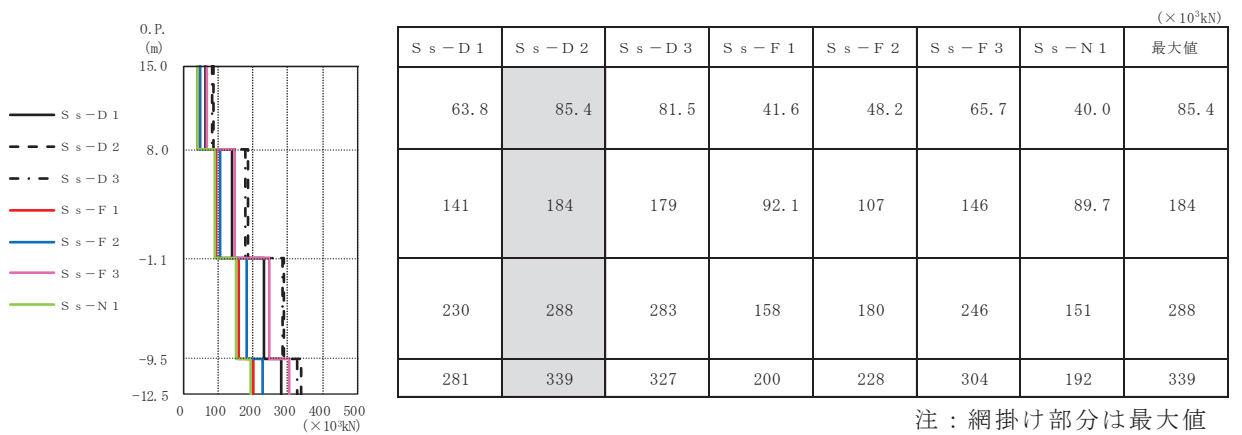


図 4-12 最大応答軸力（基準地震動 S<sub>s</sub>，鉛直方向）

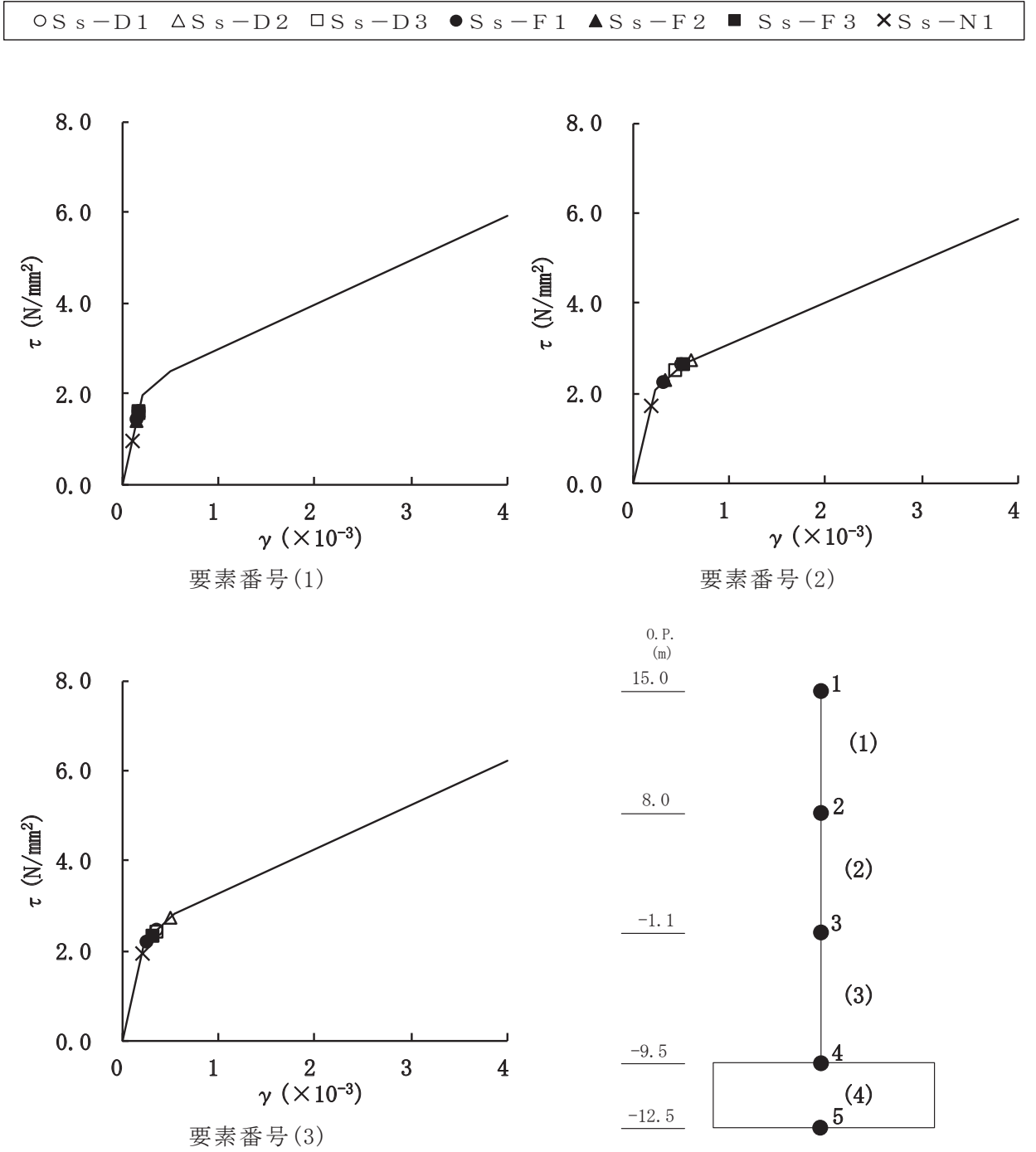
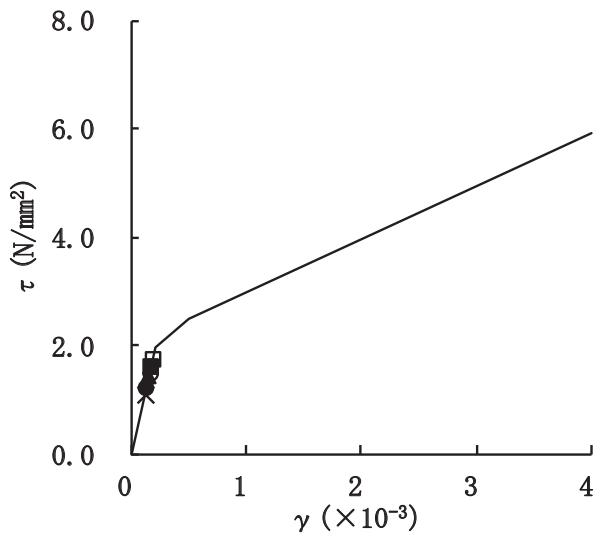
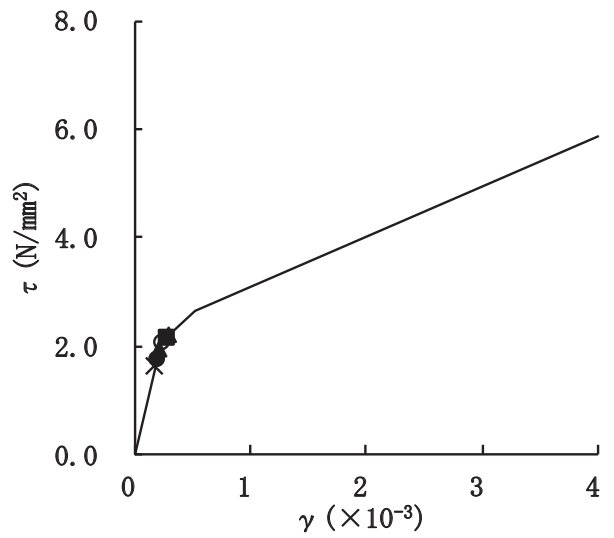


図 4-13(1) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

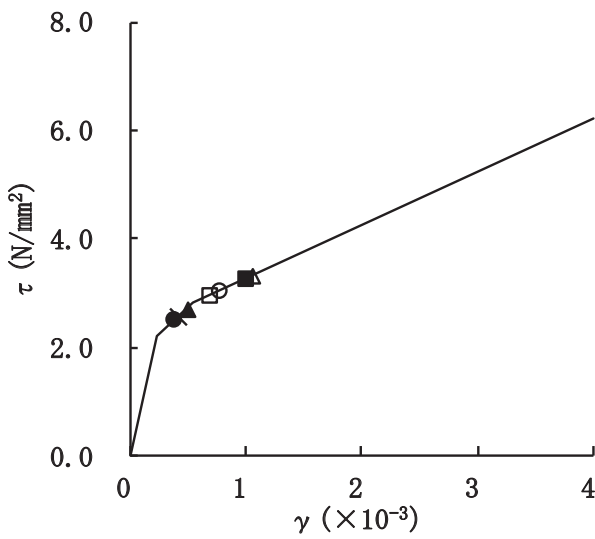
○ S<sub>s</sub>-D1   △ S<sub>s</sub>-D2   □ S<sub>s</sub>-D3   ● S<sub>s</sub>-F1   ▲ S<sub>s</sub>-F2   ■ S<sub>s</sub>-F3   × S<sub>s</sub>-N1



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

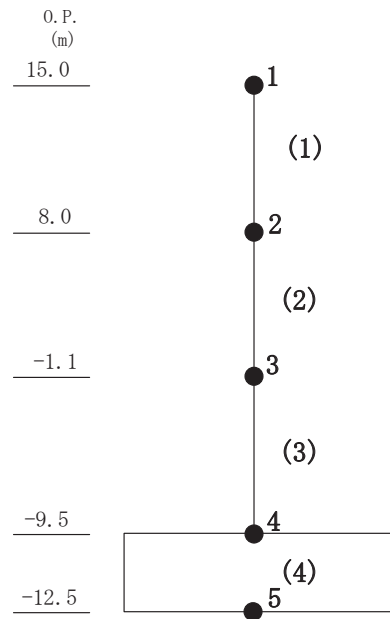
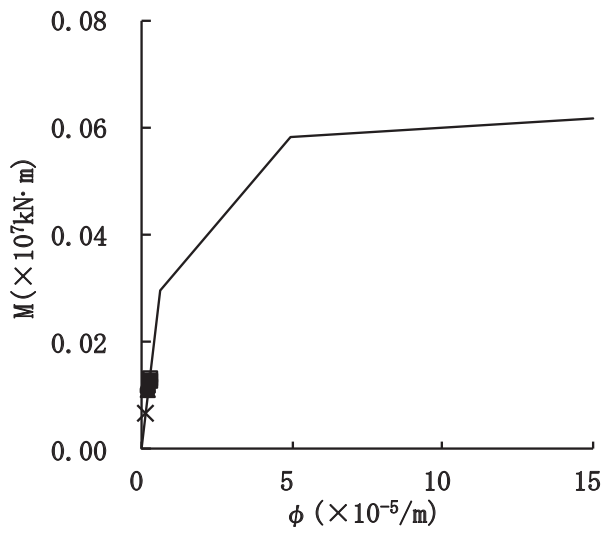
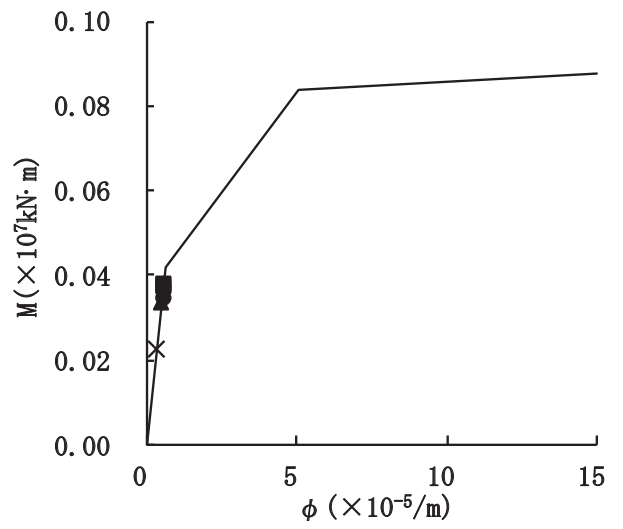


図 4-13(2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

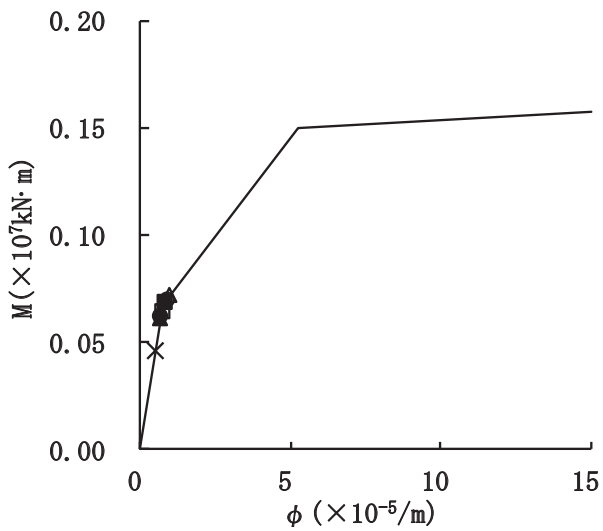
○ S<sub>s</sub>-D1   Δ S<sub>s</sub>-D2   □ S<sub>s</sub>-D3   ● S<sub>s</sub>-F1   ▲ S<sub>s</sub>-F2   ■ S<sub>s</sub>-F3   × S<sub>s</sub>-N1



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

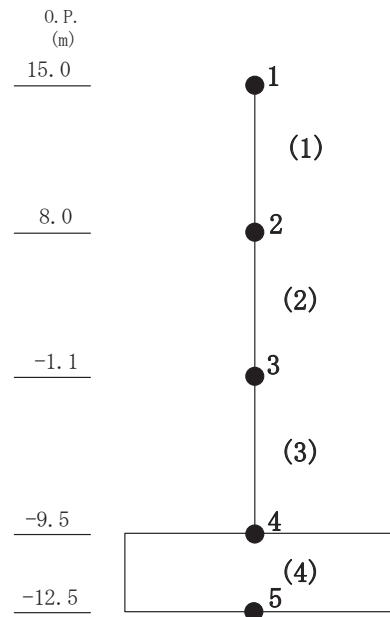
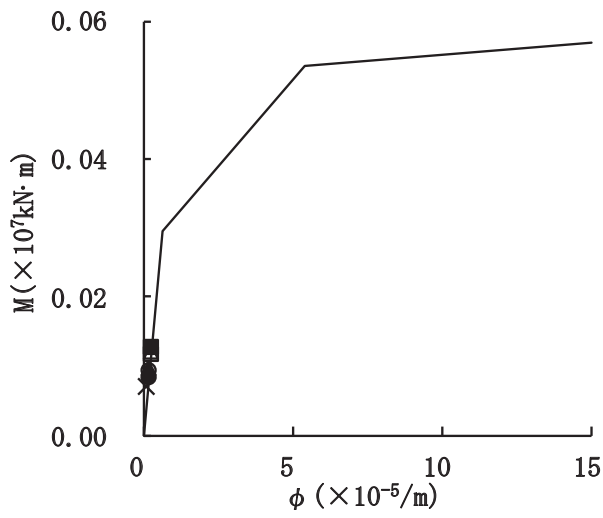
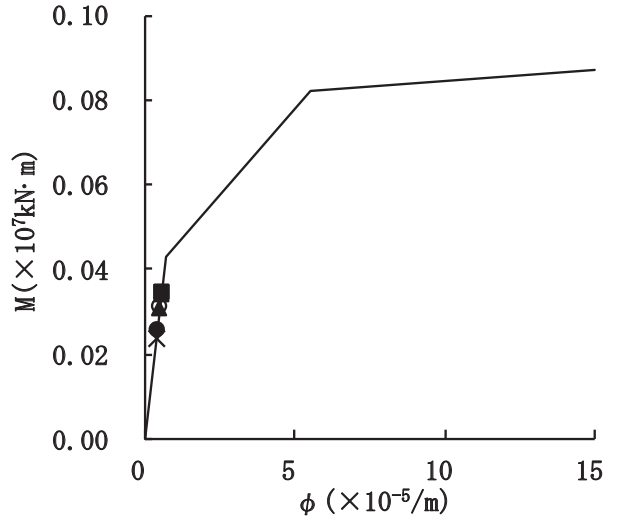


図 4-14(1) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

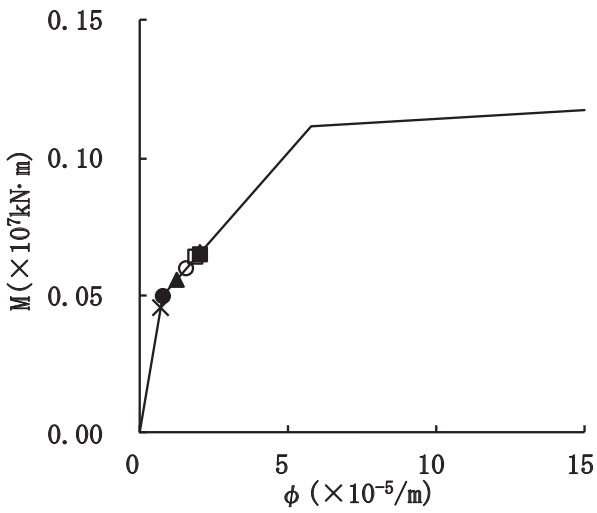
○ S<sub>s</sub>-D1   △ S<sub>s</sub>-D2   □ S<sub>s</sub>-D3   ● S<sub>s</sub>-F1   ▲ S<sub>s</sub>-F2   ■ S<sub>s</sub>-F3   × S<sub>s</sub>-N1



要素番号(1)



要素番号(2)



要素番号(3)

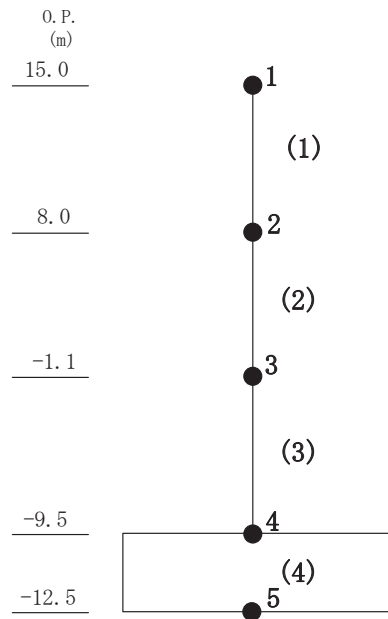


図 4-14(2) 曲げスケルトンカーブ上の最大応答値  
(基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

表 4-5 基準地震動  $S_s$  による地震応答解析結果に基づく接地率

(a)NS 方向

地震動	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D 1^*$	2.41	8.50	54.5
$S_s - D 2^*$	5.24	8.72	52.1
$S_s - D 3^*$	1.88	7.90	61.3
$S_s - F 1^*$	1.26	7.58	64.9
$S_s - F 2^*$	1.35	7.65	64.1
$S_s - F 3^*$	2.17	8.18	58.1
$S_s - N 1$	0.87	5.70	86.0

(b)EW 方向

地震動	最大接地圧 ( $\times 10^3 \text{kN/m}^2$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )	最小接地率 (%)
$S_s - D 1^*$	1.59	7.13	63.0
$S_s - D 2^*$	3.59	7.77	55.1
$S_s - D 3^*$	2.01	7.36	60.2
$S_s - F 1$	0.94	5.91	77.9
$S_s - F 2$	1.16	6.58	69.6
$S_s - F 3^*$	2.23	7.55	57.8
$S_s - N 1$	0.91	5.57	82.0

注記\* : 誘発上下動を考慮したケースを示す。

4.1.2 材料物性の不確かさを考慮したケースの地震応答解析結果

水平方向の地震応答解析に採用した解析モデルの一覧表を表 4-6 に示す。また、材料物性の不確かさを考慮した基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果について、基本ケースによる解析結果とあわせて表 4-7~表 4-17 に示す。

表 4-6 地震応答解析に採用した解析モデル

(a) NS 方向

検討ケース	$S_s - D 1$	$S_s - D 2$	$S_s - D 3$	$S_s - F 1$	$S_s - F 2$	$S_s - F 3$	$S_s - N 1$
ケース 1	②	②	②	②	②	②	①
ケース 2	②	②	②	—	—	②	—
ケース 3	②	②	②	—	—	②	—
ケース 4	③	③	②	—	—	③	—
ケース 5	③	③	②	—	—	③	—
ケース 6	③	③	②	—	—	③	—

(b) EW 方向

検討ケース	$S_s - D 1$	$S_s - D 2$	$S_s - D 3$	$S_s - F 1$	$S_s - F 2$	$S_s - F 3$	$S_s - N 1$
ケース 1	②	②	②	①	①	②	①
ケース 2	②	②	②	—	—	②	—
ケース 3	②	②	②	—	—	②	—
ケース 4	②	②	②	—	—	②	—
ケース 5	②	②	②	—	—	②	—
ケース 6	②	②	②	—	—	②	—

注：表中の番号は以下のモデルを示す。

- ① 誘発上下動を考慮しないモデル
- ② 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ 地盤 3 次元 FEM モデル



表 4-7(1) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(a)  $S_s - D 1$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1891	1909	1861	2189	2191	2218	1908	1922	1903	2369	2410	2336
2	1498	1511	1495	1639	1643	1626	1626	1622	1630	1784	1827	1751
3	1021	1030	1011	982	986	993	1401	1421	1378	1346	1398	1293
4	649	651	645	620	623	619	860	864	855	799	812	758
5	619	614	622	611	616	610	849	856	836	796	810	760

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1876	1892	1863	2369	2410	2336	1908	1922	1903	2369	2410	2336
2	1612	1611	1611	1784	1827	1751	1626	1622	1630	1784	1827	1751
3	1401	1421	1378	1346	1398	1293	1401	1421	1378	1346	1398	1293
4	740	764	738	715	738	697	860	864	855	799	812	758
5	722	716	714	691	723	680	849	856	836	796	810	760

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1820	1836	1803	2208	2228	2180	1908	1922	1903	2369	2410	2336
2	1503	1505	1495	1433	1466	1386	1626	1622	1630	1784	1827	1751
3	903	901	900	876	893	866	1401	1421	1378	1346	1398	1293
4	610	632	645	687	702	677	860	864	855	799	812	758
5	611	621	631	648	654	646	849	856	836	796	810	760

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-7(2) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(d)  $S_s - F3$

質点 番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1908	1922	1903	2292	2290	2311	1908	1922	1903	2369	2410	2336
2	1626	1622	1630	1611	1594	1620	1626	1622	1630	1784	1827	1751
3	1186	1227	1147	1130	1180	1088	1401	1421	1378	1346	1398	1293
4	860	864	855	799	812	758	860	864	855	799	812	758
5	849	856	836	796	810	760	849	856	836	796	810	760

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-8(1) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(a)  $S_s - D 1$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.15	1.16	1.14	1.87	1.86	1.88	1.37	1.37	1.36	1.96	1.95	1.97
2	0.95	0.96	0.94	1.46	1.45	1.47	1.16	1.17	1.16	1.53	1.52	1.53
3	0.40	0.40	0.41	0.67	0.65	0.68	0.52	0.51	0.53	0.72	0.71	0.73
4	0.06	0.06	0.07	0.12	0.10	0.13	0.07	0.06	0.08	0.16	0.15	0.18
5	0.05	0.05	0.06	0.09	0.08	0.10	0.05	0.05	0.06	0.13	0.12	0.15

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.37	1.37	1.36	1.96	1.95	1.97	1.37	1.37	1.36	1.96	1.95	1.97
2	1.16	1.17	1.16	1.53	1.52	1.53	1.16	1.17	1.16	1.53	1.52	1.53
3	0.52	0.51	0.53	0.67	0.67	0.68	0.52	0.51	0.53	0.72	0.71	0.73
4	0.07	0.06	0.08	0.13	0.12	0.15	0.07	0.06	0.08	0.16	0.15	0.18
5	0.05	0.05	0.06	0.10	0.09	0.12	0.05	0.05	0.06	0.13	0.12	0.15

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.03	1.04	1.01	1.65	1.66	1.63	1.37	1.37	1.36	1.96	1.95	1.97
2	0.85	0.86	0.84	1.22	1.23	1.21	1.16	1.17	1.16	1.53	1.52	1.53
3	0.37	0.37	0.36	0.53	0.53	0.54	0.52	0.51	0.53	0.72	0.71	0.73
4	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.16	0.15	0.18
5	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.06	0.13	0.12	0.15

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-8(2) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)  
(d)  $S_s - F3$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.08	1.09	1.08	1.80	1.81	1.79	1.37	1.37	1.36	1.96	1.95	1.97
2	0.90	0.90	0.90	1.40	1.40	1.41	1.16	1.17	1.16	1.53	1.52	1.53
3	0.34	0.34	0.35	0.72	0.71	0.73	0.52	0.51	0.53	0.72	0.71	0.73
4	0.06	0.05	0.06	0.16	0.15	0.18	0.07	0.06	0.08	0.16	0.15	0.18
5	0.05	0.04	0.06	0.13	0.12	0.15	0.05	0.05	0.06	0.13	0.12	0.15

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 4-9(1) 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(a)  $S_s - D 1$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	131	132	129	153	153	155	131	132	131	165	168	163
(2)	255	257	252	271	272	270	264	265	262	279	279	277
(3)	351	353	349	379	380	379	389	389	388	411	407	413
(4)	411	413	408	442	447	441	446	445	442	457	465	451

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	131	132	131	165	168	163	131	132	131	165	168	163
(2)	264	265	262	279	279	277	264	265	262	279	279	277
(3)	389	389	388	411	407	413	389	389	388	411	407	413
(4)	446	445	442	441	455	435	446	445	442	457	465	451

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	127	128	126	154	155	152	131	132	131	165	168	163
(2)	243	244	240	263	264	262	264	265	262	279	279	277
(3)	349	352	346	332	333	331	389	389	388	411	407	413
(4)	388	387	386	352	352	351	446	445	442	457	465	451

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 4-9(2) 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(d)  $S_s - F_3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - F_3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	130	131	129	159	159	160	131	132	131	165	168	163
(2)	257	258	255	277	277	275	264	265	262	279	279	277
(3)	334	337	332	401	406	397	389	389	388	411	407	413
(4)	405	408	403	457	465	451	446	445	442	457	465	451

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性  $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性  $-\sigma$

ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性  $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性  $-\sigma$

表 4-10(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(a)  $S_s - D 1$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.490	0.499	0.478	0.672	0.692	0.654	0.490	0.499	0.484	0.828	0.859	0.784
	1.25	1.28	1.22	1.44	1.48	1.44	1.30	1.31	1.30	1.64	1.70	1.61
(2)	1.77	1.82	1.72	2.08	2.12	2.05	1.77	1.82	1.72	2.18	2.28	2.15
	3.74	3.79	3.70	4.36	4.40	4.31	3.81	3.86	3.76	4.62	4.73	4.57
(3)	4.08	4.11	4.02	4.90	4.94	4.85	4.20	4.22	4.20	5.09	5.23	5.00
	6.98	7.07	6.89	7.69	7.75	7.58	7.15	7.21	7.14	7.80	7.90	7.64
(4)	7.18	7.25	7.11	7.76	7.77	7.67	7.31	7.36	7.30	7.89	8.04	7.73
	8.34	8.42	8.27	9.07	9.10	8.98	8.59	8.63	8.58	9.07	9.21	8.98

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(b)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.486	0.488	0.484	0.828	0.859	0.784	0.490	0.499	0.484	0.828	0.859	0.784
	1.19	1.21	1.17	1.64	1.70	1.61	1.30	1.31	1.30	1.64	1.70	1.61
(2)	1.65	1.67	1.64	2.18	2.28	2.15	1.77	1.82	1.72	2.18	2.28	2.15
	3.81	3.86	3.75	4.62	4.73	4.57	3.81	3.86	3.76	4.62	4.73	4.57
(3)	4.17	4.22	4.12	5.09	5.23	5.00	4.20	4.22	4.20	5.09	5.23	5.00
	7.15	7.21	7.14	7.74	7.90	7.56	7.15	7.21	7.14	7.80	7.90	7.64
(4)	7.31	7.36	7.30	7.87	8.04	7.69	7.31	7.36	7.30	7.89	8.04	7.73
	8.59	8.63	8.58	8.93	9.00	8.89	8.59	8.63	8.58	9.07	9.21	8.98

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 4-10(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , NS 方向)

(c)  $S_s - D3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.438	0.442	0.434	0.603	0.594	0.585	0.490	0.499	0.484	0.828	0.859	0.784
	1.30	1.30	1.30	1.39	1.42	1.37	1.30	1.31	1.30	1.64	1.70	1.61
(2)	1.71	1.72	1.72	1.93	1.91	1.93	1.77	1.82	1.72	2.18	2.28	2.15
	3.74	3.73	3.67	4.16	4.20	4.12	3.81	3.86	3.76	4.62	4.73	4.57
(3)	4.20	4.19	4.10	4.53	4.55	4.46	4.20	4.22	4.20	5.09	5.23	5.00
	6.45	6.58	6.46	7.28	7.33	7.19	7.15	7.21	7.14	7.80	7.90	7.64
(4)	6.64	6.75	6.66	7.40	7.45	7.31	7.31	7.36	7.30	7.89	8.04	7.73
	7.74	7.85	7.75	8.46	8.50	8.37	8.59	8.63	8.58	9.07	9.21	8.98

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(d)  $S_s - F3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.479	0.481	0.469	0.624	0.632	0.592	0.490	0.499	0.484	0.828	0.859	0.784
	1.28	1.31	1.27	1.51	1.55	1.51	1.30	1.31	1.30	1.64	1.70	1.61
(2)	1.69	1.74	1.69	2.08	2.10	2.02	1.77	1.82	1.72	2.18	2.28	2.15
	3.79	3.82	3.76	4.49	4.53	4.40	3.81	3.86	3.76	4.62	4.73	4.57
(3)	4.20	4.22	4.20	5.00	4.98	4.86	4.20	4.22	4.20	5.09	5.23	5.00
	6.88	6.85	6.79	7.80	7.88	7.64	7.15	7.21	7.14	7.80	7.90	7.64
(4)	7.02	7.01	6.93	7.89	7.99	7.73	7.31	7.36	7.30	7.89	8.04	7.73
	8.04	8.05	7.95	9.02	9.21	8.76	8.59	8.63	8.58	9.07	9.21	8.98

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。



表 4-11(1) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 1$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1555	1564	1547	1666	1690	1656	1875	1878	1865	2012	2029	1991
2	1243	1246	1235	1354	1364	1342	1411	1421	1394	1530	1531	1525
3	1024	1019	1025	942	960	939	1141	1138	1132	1344	1363	1325
4	668	653	667	617	622	620	764	775	753	855	879	842
5	634	632	638	618	614	620	773	788	750	859	865	848

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1751	1759	1739	1834	1853	1812	1875	1878	1865	2012	2029	1991
2	1411	1421	1394	1530	1531	1525	1411	1421	1394	1530	1531	1525
3	1141	1138	1132	1344	1363	1325	1141	1138	1132	1344	1363	1325
4	753	739	753	700	703	706	764	775	753	855	879	842
5	732	726	722	740	725	732	773	788	750	859	865	848

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

質点番号	最大応答加速度 ( $cm/s^2$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1875	1878	1865	1648	1670	1619	1875	1878	1865	2012	2029	1991
2	1328	1344	1305	1241	1242	1242	1411	1421	1394	1530	1531	1525
3	946	945	942	1203	1214	1187	1141	1138	1132	1344	1363	1325
4	639	646	618	693	710	683	764	775	753	855	879	842
5	617	629	609	646	653	646	773	788	750	859	865	848

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-11(2) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(d)  $S_s - F3$

質点 番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1739	1752	1729	2012	2029	1991	1875	1878	1865	2012	2029	1991
2	1321	1348	1300	1384	1398	1364	1411	1421	1394	1530	1531	1525
3	1121	1117	1107	1069	1058	1087	1141	1138	1132	1344	1363	1325
4	764	775	749	855	879	842	764	775	753	855	879	842
5	773	788	750	859	865	848	773	788	750	859	865	848

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$

ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 4-12(1) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 1$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.26	1.26	1.25	1.84	1.86	1.82	1.60	1.60	1.59	2.03	2.02	2.04
2	1.05	1.06	1.05	1.46	1.47	1.44	1.39	1.39	1.38	1.65	1.64	1.65
3	0.74	0.74	0.74	0.90	0.91	0.89	1.00	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03
4	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
5	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.60	1.60	1.59	2.03	2.02	2.04	1.60	1.60	1.59	2.03	2.02	2.04
2	1.39	1.39	1.38	1.65	1.64	1.65	1.39	1.39	1.38	1.65	1.64	1.65
3	1.00	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03	1.00	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03
4	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
5	0.05	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.24	1.25	1.23	1.69	1.71	1.66	1.60	1.60	1.59	2.03	2.02	2.04
2	1.02	1.03	1.00	1.29	1.31	1.28	1.39	1.39	1.38	1.65	1.64	1.65
3	0.66	0.67	0.66	0.70	0.71	0.69	1.00	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03
4	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
5	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-12(2) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)  
(d)  $S_s - F3$

質点番号	最大応答変位 (cm)											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
1	1.49	1.49	1.49	1.93	1.94	1.91	1.60	1.60	1.59	2.03	2.02	2.04
2	1.28	1.28	1.27	1.52	1.54	1.50	1.39	1.39	1.38	1.65	1.64	1.65
3	0.94	0.94	0.94	0.92	0.93	0.90	1.00	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03
4	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
5	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 4-13(1) 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 1$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	108	109	108	117	118	116	129	129	129	140	142	139
(2)	216	216	215	236	239	233	228	229	227	250	250	249
(3)	314	315	313	330	332	327	344	345	342	345	345	344
(4)	360	364	358	379	380	378	396	397	394	388	393	384

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	120	120	119	131	132	129	129	129	129	140	142	139
(2)	228	229	227	250	250	249	228	229	227	250	250	249
(3)	344	345	342	345	345	344	344	345	342	345	345	344
(4)	396	397	394	378	380	377	396	397	394	388	393	384

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - D 3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	129	129	129	115	116	113	129	129	129	140	142	139
(2)	225	226	223	228	231	224	228	229	227	250	250	249
(3)	305	307	304	309	311	306	344	345	342	345	345	344
(4)	328	330	327	388	393	384	396	397	394	388	393	384

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 $-\sigma$   
 ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 $+\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 $-\sigma$

表 4-13(2) 最大応答せん断力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(d)  $S_s - F_3$

要素 番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )											
	$S_s - F_3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	120	120	119	140	142	139	129	129	129	140	142	139
(2)	223	224	222	242	245	239	228	229	227	250	250	249
(3)	338	339	337	333	335	330	344	345	342	345	345	344
(4)	363	361	366	350	348	349	396	397	394	388	393	384

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4：建屋剛性考慮，ケース 5：建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 6：建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

表 4-14(1) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(a)  $S_s - D 1$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 1$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.329	0.334	0.324	0.484	0.499	0.468	0.483	0.486	0.478	0.520	0.527	0.516
	0.948	0.956	0.937	1.13	1.17	1.10	1.27	1.29	1.25	1.41	1.44	1.40
(2)	1.20	1.21	1.19	1.66	1.72	1.60	1.81	1.84	1.78	2.01	2.04	1.99
	3.14	3.16	3.10	3.37	3.42	3.38	3.45	3.52	3.43	3.96	3.99	3.92
(3)	3.43	3.44	3.39	3.67	3.71	3.64	3.93	4.02	3.86	4.40	4.42	4.38
	5.98	5.97	5.95	6.33	6.37	6.34	6.56	6.59	6.48	6.78	6.82	6.70
(4)	6.02	6.01	5.99	6.40	6.44	6.42	6.57	6.59	6.52	6.90	6.93	6.82
	7.07	7.06	7.04	7.39	7.44	7.39	7.73	7.76	7.65	7.75	7.78	7.69

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(b)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D 2$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.368	0.370	0.350	0.520	0.527	0.516	0.483	0.486	0.478	0.520	0.527	0.516
	1.21	1.21	1.18	1.41	1.44	1.40	1.27	1.29	1.25	1.41	1.44	1.40
(2)	1.38	1.36	1.37	2.01	2.04	1.99	1.81	1.84	1.78	2.01	2.04	1.99
	3.43	3.44	3.43	3.78	3.84	3.73	3.45	3.52	3.43	3.96	3.99	3.92
(3)	3.84	3.86	3.84	4.32	4.38	4.26	3.93	4.02	3.86	4.40	4.42	4.38
	6.56	6.59	6.48	6.75	6.74	6.68	6.56	6.59	6.48	6.78	6.82	6.70
(4)	6.57	6.59	6.52	6.84	6.82	6.77	6.57	6.59	6.52	6.90	6.93	6.82
	7.73	7.76	7.65	7.74	7.72	7.69	7.73	7.76	7.65	7.75	7.78	7.69

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

表 4-14(2) 最大応答曲げモーメント一覧表 (基準地震動  $S_s$ , EW 方向)

(c)  $S_s - D3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - D3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.338	0.330	0.345	0.475	0.472	0.478	0.483	0.486	0.478	0.520	0.527	0.516
	1.18	1.19	1.16	1.18	1.18	1.18	1.27	1.29	1.25	1.41	1.44	1.40
(2)	1.38	1.39	1.35	1.72	1.72	1.72	1.81	1.84	1.78	2.01	2.04	1.99
	3.44	3.43	3.39	3.40	3.46	3.33	3.45	3.52	3.43	3.96	3.99	3.92
(3)	3.89	3.88	3.86	3.69	3.73	3.62	3.93	4.02	3.86	4.40	4.42	4.38
	6.43	6.46	6.44	6.26	6.32	6.17	6.56	6.59	6.48	6.78	6.82	6.70
(4)	6.43	6.45	6.47	6.33	6.38	6.26	6.57	6.59	6.52	6.90	6.93	6.82
	7.35	7.38	7.38	7.32	7.37	7.24	7.73	7.76	7.65	7.75	7.78	7.69

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。

(d)  $S_s - F3$

要素 番号	最大応答曲げモーメント ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$ )											
	$S_s - F3$						最大値					
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
(1)	0.483	0.486	0.478	0.422	0.422	0.432	0.483	0.486	0.478	0.520	0.527	0.516
	1.27	1.29	1.25	1.34	1.33	1.34	1.27	1.29	1.25	1.41	1.44	1.40
(2)	1.81	1.84	1.78	1.75	1.77	1.75	1.81	1.84	1.78	2.01	2.04	1.99
	3.45	3.52	3.39	3.96	3.99	3.92	3.45	3.52	3.43	3.96	3.99	3.92
(3)	3.93	4.02	3.86	4.40	4.42	4.38	3.93	4.02	3.86	4.40	4.42	4.38
	6.51	6.46	6.48	6.78	6.82	6.70	6.56	6.59	6.48	6.78	6.82	6.70
(4)	6.51	6.46	6.48	6.90	6.93	6.82	6.57	6.59	6.52	6.90	6.93	6.82
	7.57	7.53	7.55	7.75	7.78	7.66	7.73	7.76	7.65	7.75	7.78	7.69

注 1: ケース 1: 基本ケース, ケース 2: 地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 3: 地盤物性 -  $\sigma$

ケース 4: 建屋剛性考慮, ケース 5: 建屋剛性考慮・地盤物性 +  $\sigma$ , ケース 6: 建屋剛性考慮・地盤物性 -  $\sigma$

注 2: 上段は要素の上端, 下段は要素の下端のモーメントを示す。



表 4-15(1) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動 S<sub>s</sub>, UD 方向)

(a) S<sub>s</sub>-D 1

質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S <sub>s</sub> -D 1			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	912	930	888	1213	1243	1196
2	827	844	804	1063	1082	1049
3	667	670	661	831	841	817
4	516	512	521	644	645	643
5	508	502	513	621	621	619

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 + σ，ケース 3：地盤物性 - σ

(b) S<sub>s</sub>-D 2

質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S <sub>s</sub> -D 2			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	1213	1243	1196	1213	1243	1196
2	1063	1077	1049	1063	1082	1049
3	831	841	817	831	841	817
4	644	645	643	644	645	643
5	621	621	619	621	621	619

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 + σ，ケース 3：地盤物性 - σ

(c) S<sub>s</sub>-D 3

質点番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )					
	S <sub>s</sub> -D 3			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	1161	1202	1118	1213	1243	1196
2	1050	1082	1012	1063	1082	1049
3	764	782	743	831	841	817
4	531	534	527	644	645	643
5	514	517	509	621	621	619

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 + σ，ケース 3：地盤物性 - σ

表 4-15(2) 最大応答加速度一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(d)  $S_s - F_3$

質点番号	最大応答加速度 ( $\text{cm/s}^2$ )					
	$S_s - F_3$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	933	964	901	1213	1243	1196
2	866	894	838	1063	1082	1049
3	738	755	720	831	841	817
4	500	503	499	644	645	643
5	484	485	485	621	621	619

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性  $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性  $-\sigma$

表 4-16(1) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(a)  $S_s - D 1$

質点番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - D 1$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
2	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07
3	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

質点番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
2	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
4	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

質点番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - D 3$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
2	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
3	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

表 4-16(2) 最大応答変位一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(d)  $S_s - F_3$

質点番号	最大応答変位 (cm)					
	$S_s - F_3$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
1	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
2	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
3	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
4	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
5	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性  $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性  $-\sigma$

表 4-17(1) 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)

(a)  $S_s - D 1$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )					
	$S_s - D 1$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
(1)	63.8	65.2	62.3	85.4	86.9	84.2
(2)	141	144	137	184	186	182
(3)	230	234	225	288	291	284
(4)	281	286	278	339	343	333

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

(b)  $S_s - D 2$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )					
	$S_s - D 2$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
(1)	85.4	86.9	84.2	85.4	86.9	84.2
(2)	184	186	182	184	186	182
(3)	288	290	284	288	291	284
(4)	339	343	333	339	343	333

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

(c)  $S_s - D 3$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )					
	$S_s - D 3$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
(1)	81.5	84.1	78.5	85.4	86.9	84.2
(2)	179	185	173	184	186	182
(3)	283	291	274	288	291	284
(4)	327	335	317	339	343	333

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性 +  $\sigma$ ，ケース 3：地盤物性 -  $\sigma$

表 4-17(2) 最大応答軸力一覧表 (基準地震動  $S_s$ , UD 方向)  
(d)  $S_s - F_3$

要素 番号	最大応答軸力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )					
	$S_s - F_3$			最大値		
	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3	ケース1 (基本 ケース)	ケース2	ケース3
(1)	65.7	67.7	63.4	85.4	86.9	84.2
(2)	146	150	140	184	186	182
(3)	246	254	239	288	291	284
(4)	304	312	297	339	343	333

注：ケース 1：基本ケース，ケース 2：地盤物性  $+\sigma$ ，ケース 3：地盤物性  $-\sigma$

#### 4.2 必要保有水平耐力

「3.3 解析方法」による解析方法で算出した必要保有水平耐力  $Q_{un}$  を表 4-18 に示す。

構造特性係数  $D_s$  は以下の条件に基づき設定している。

耐震壁は全てせん断破壊型であるため建築基準法施行令に基づく耐力壁の種別は WD とする。

耐震壁が全ての地震荷重を負担するため、耐震壁が分担する保有水平耐力の比  $\beta_u$  は 1.0 となる。

以上の条件から構造特性係数  $D_s$  は 0.55 となる。

形状特性係数  $F_{es}$  は

$F_s=1.0$  (剛性率が 0.6 以上のため)

$F_e=1.0$  (偏心率が 0.15 以下のため)

より、1.0 となる。

表 4-18 必要保有水平耐力

(a)NS 方向

階	O. P. (m)	構造特性係数 $D_s$	形状特性係数 $F_{e s}$	必要保有水平耐力 $Q_{u n} (\times 10^3 \text{kN})$
B1F	15.0 ~ 8.0	0.55	1.0	61.36
B2F	8.0 ~ -1.1	0.55	1.0	117.55
B3F	-1.1 ~ -9.5	0.55	1.0	162.95

(b)EW 方向

階	O. P. (m)	構造特性係数 $D_s$	形状特性係数 $F_{e s}$	必要保有水平耐力 $Q_{u n} (\times 10^3 \text{kN})$
B1F	15.0 ~ 8.0	0.55	1.0	59.11
B2F	8.0 ~ -1.1	0.55	1.0	114.27
B3F	-1.1 ~ -9.5	0.55	1.0	162.95



別紙 1 第 3 号機海水熱交換器建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2  
による地震応答解析結果について

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1-1
2. 設計に用いる地震波.....	別紙 1-3
3. 解析結果.....	別紙 1-7
3.1 地震応答解析結果.....	別紙 1-7

## 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」に基づく第3号機海水熱交換器建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2 による地震応答解析結果を示すものである。地震応答解析により算出した各種応答値は、添付書類「VI-3-別添3 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示す浸水防護施設の余震荷重として用いる。

なお、本資料で用いる地震応答解析モデル、解析方法及び解析条件は添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」に準じるものとする。弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケースを表 1-1 に示す。

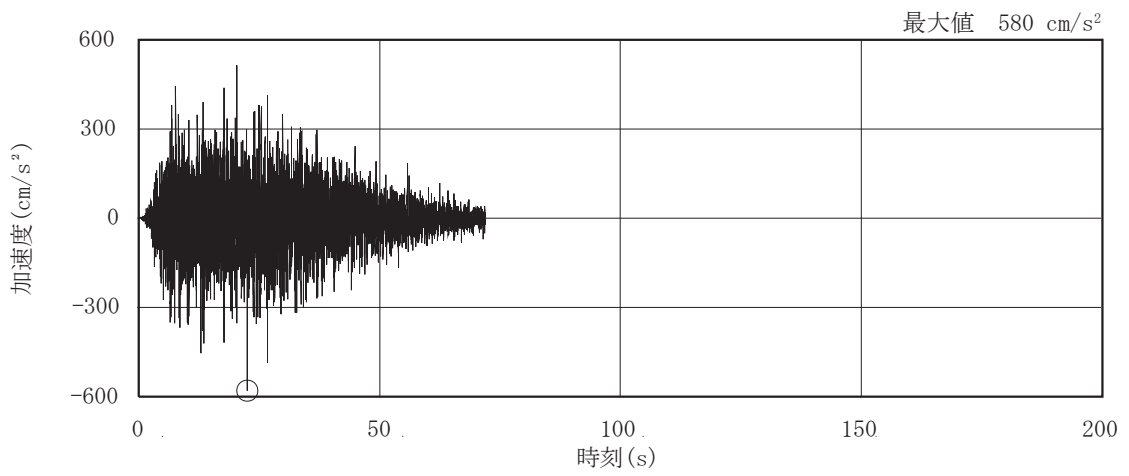
表 1-1 材料物性の不確かさを考慮する地震応答解析ケース

対象地震動	ケース名	スケルトンカーブ		建屋材料減衰	地盤物性	
		初期剛性	終局耐力		入力地震動	底面地盤ばね
弾性設計用 地震動 S d - D 2 (水平)	ケース 1 (基本ケース)	2011年3月11日東北 地方太平洋沖地震の観 測記録を用いたシミュ レーション解析により 補正	設計基準強度を用い JEAG 式で評価	5%	表層地盤の非線形性を考慮	標準地盤
	ケース 2	同上	同上	同上		標準地盤 + $\sigma$
	ケース 3					標準地盤 - $\sigma$
弾性設計用 地震動 S d - D 2 (鉛直)	ケース 1 (基本ケース)	設計剛性	—	5%	直接入力	標準地盤
	ケース 2	同上	—	同上	同上	標準地盤 + $\sigma$
	ケース 3					標準地盤 - $\sigma$

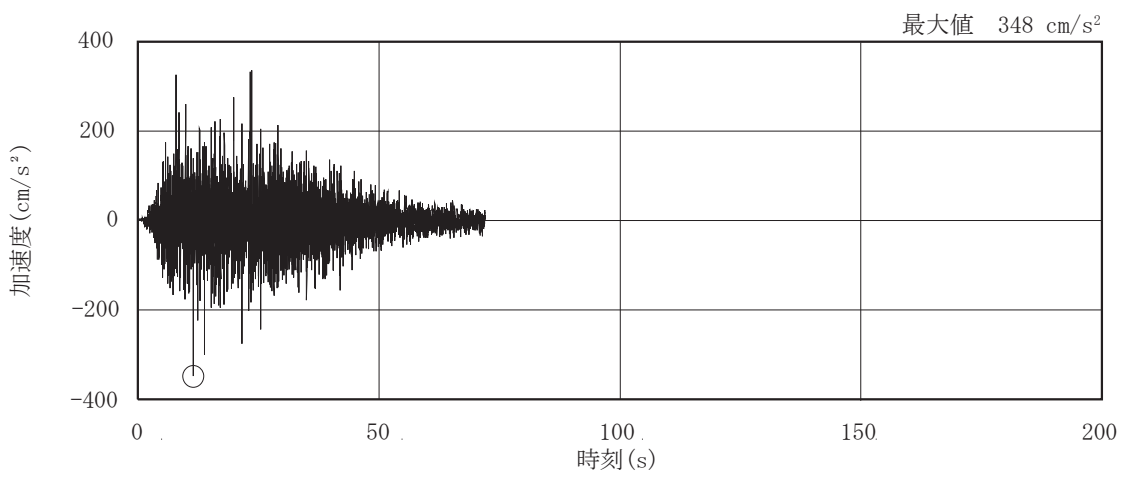
## 2. 設計に用いる地震波

第3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析に用いる入力地震動は、水平方向については、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す弾性設計用地震動  $S_d-D2$  から、建屋底面位置 (O.P. -12.5m) より上部の地盤の振動特性を考慮して算定した地震動を用いる。鉛直方向については、弾性設計用地震動  $S_d-D2$  を用いる。

弾性設計用地震動  $S_d-D2$  の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図2-1及び図2-2に、基礎底面位置 (O.P. -12.5m) における入力地震動の加速度応答スペクトルを図2-3に示す。

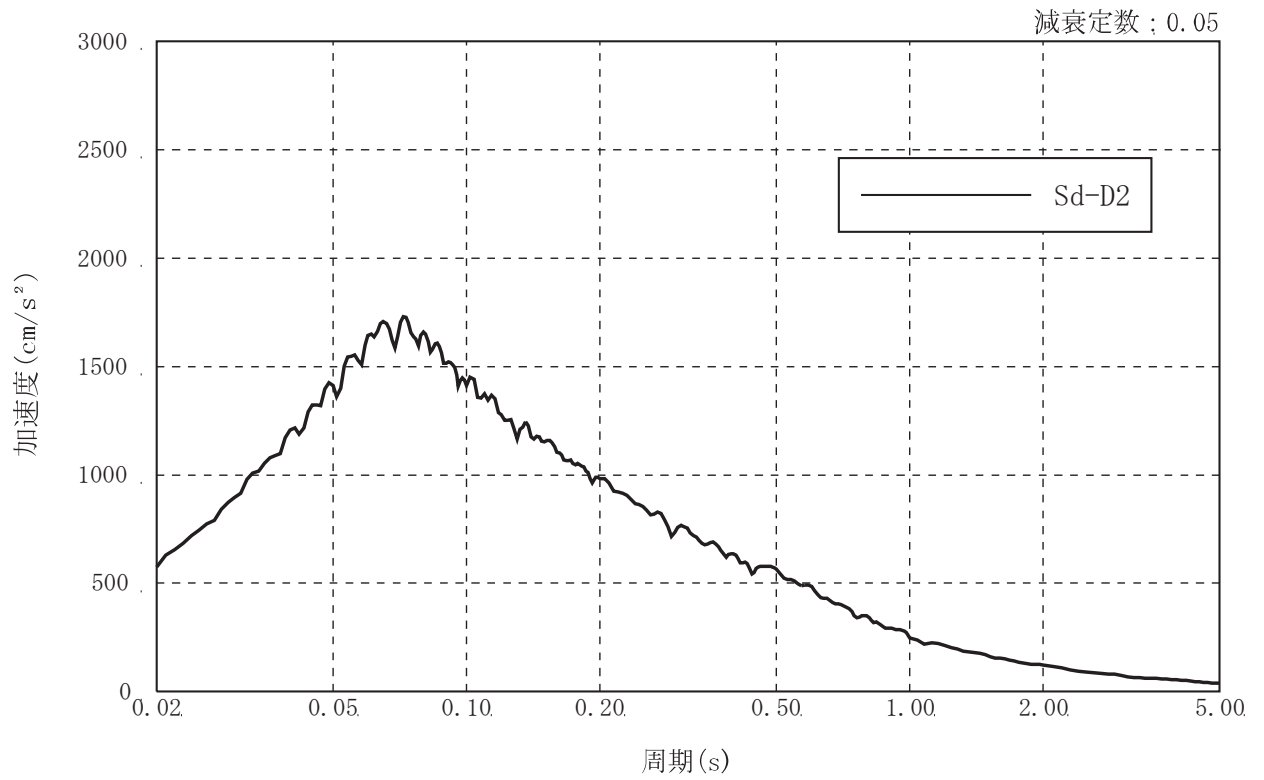


(a) 水平方向

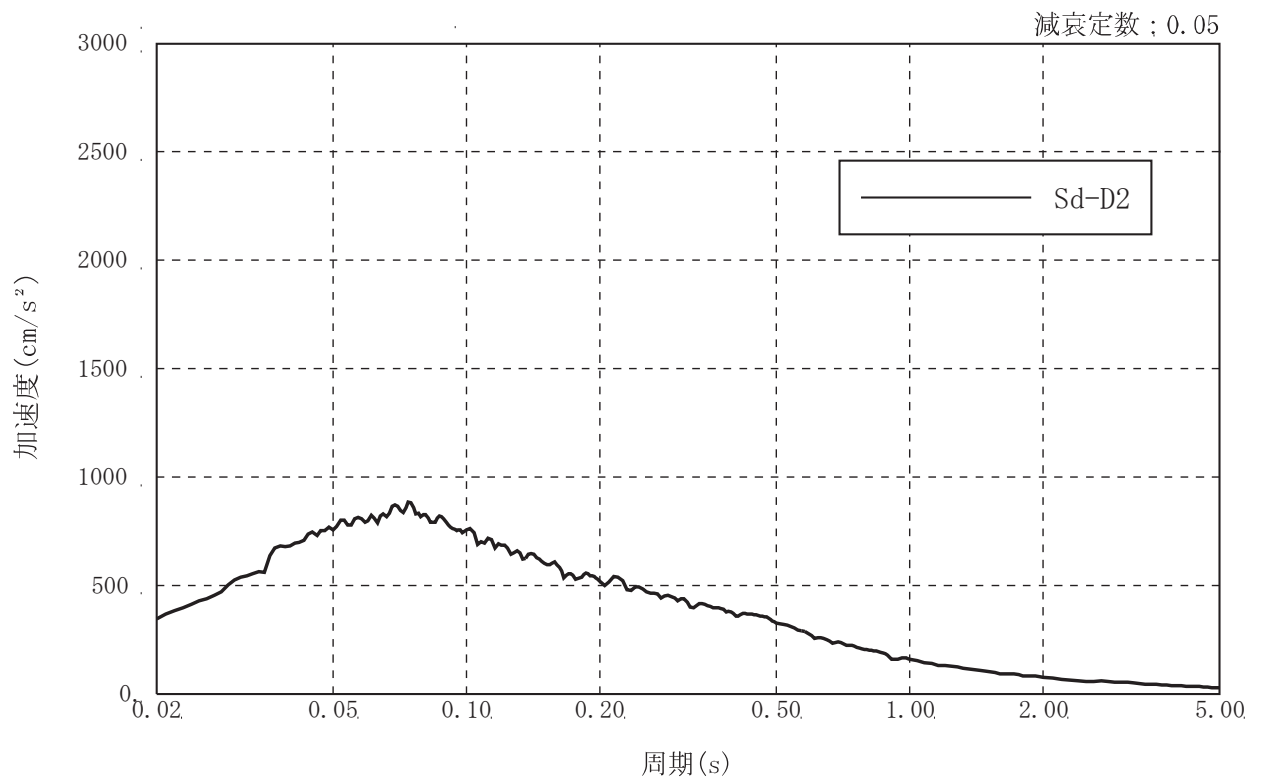


(b) 鉛直方向

図 2-1 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d - D 2)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 2-2 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d - D 2)

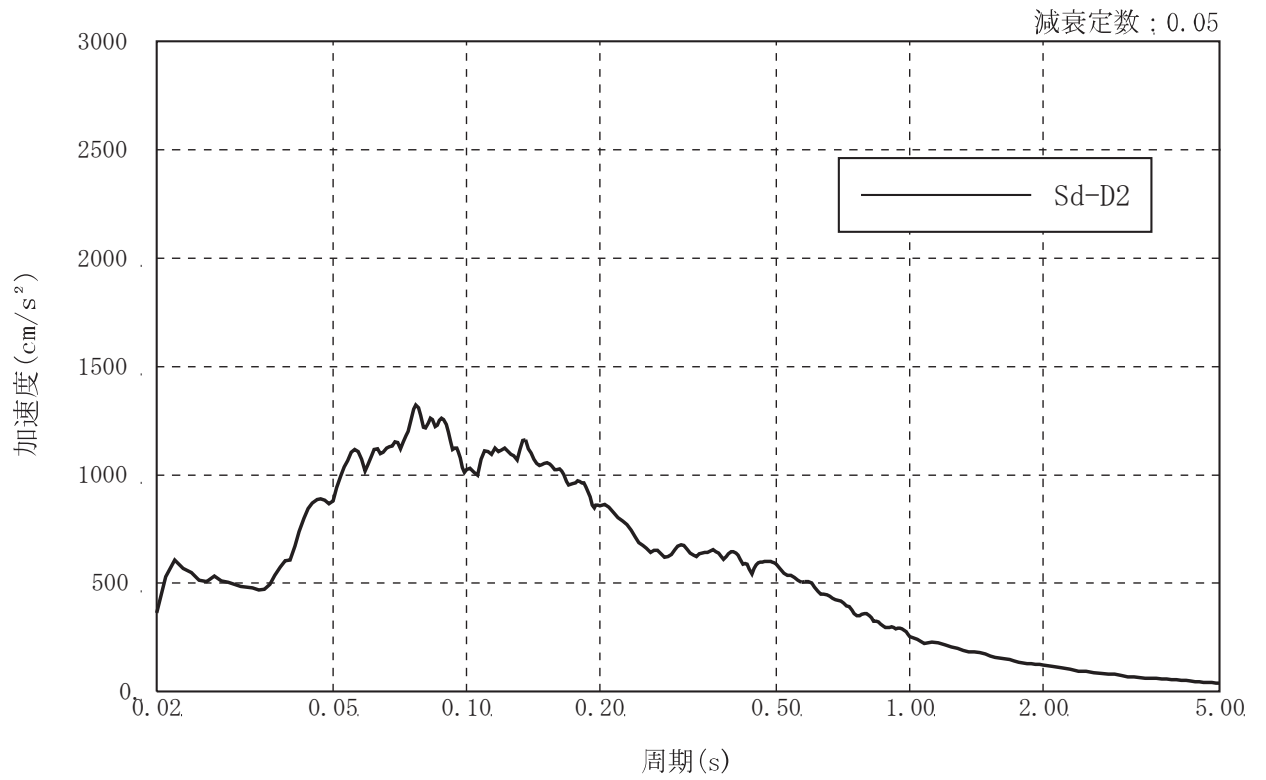


図 2-3 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(弾性設計用地震動 S d - D 2 , 0. P. -12. 5m)



### 3. 解析結果

#### 3.1 地震応答解析結果

弾性設計用地震動 S d - D 2 による最大応答値を図 3-1～図 3-5 に示す。また、弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する最大応答値を図 3-6 の耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして示す。

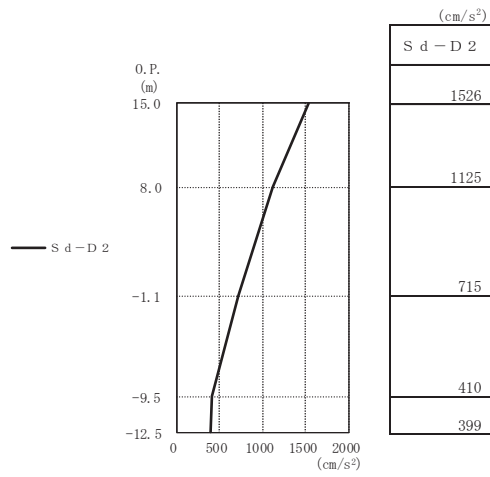


図 3-1 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d - D 2 , NS 方向)

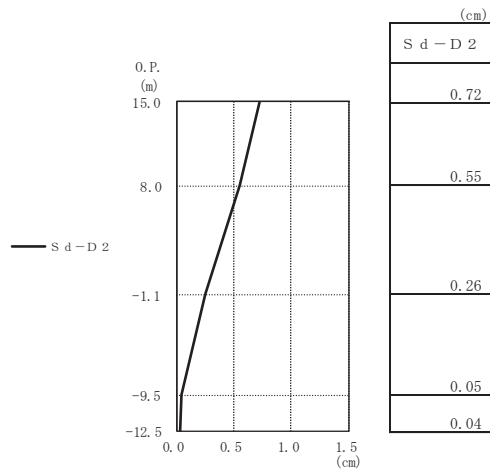


図 3-2 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d - D 2 , NS 方向)

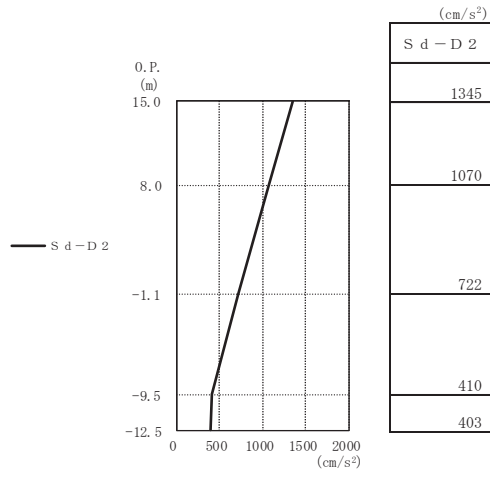


図 3-3 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d - D 2 , EW 方向)

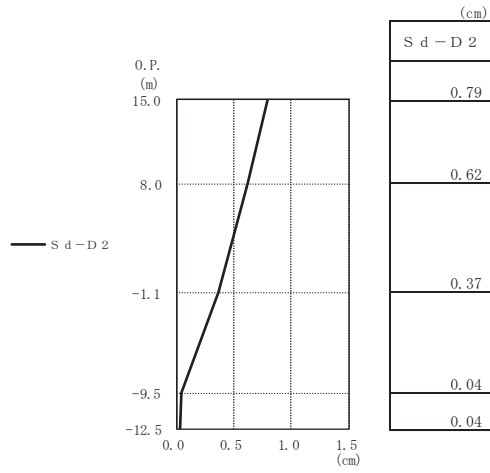


図 3-4 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d - D 2 , EW 方向)

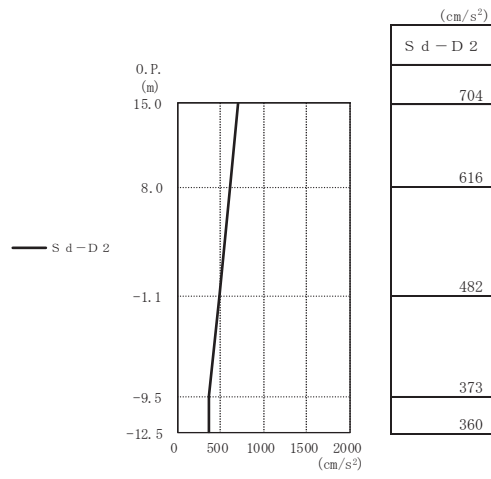
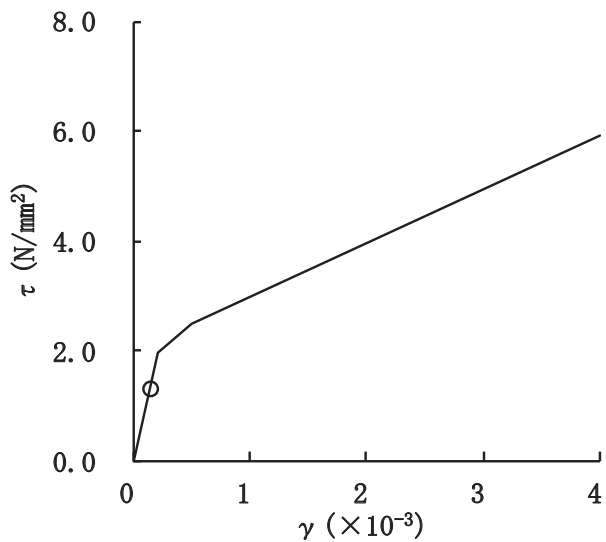
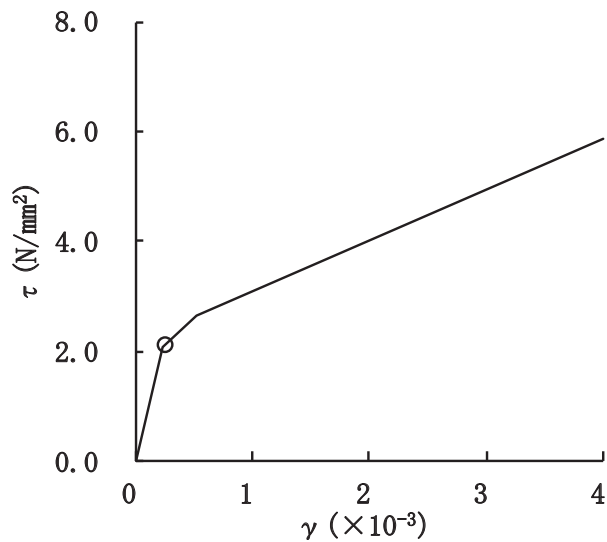


図 3-5 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d - D 2, UD 方向)

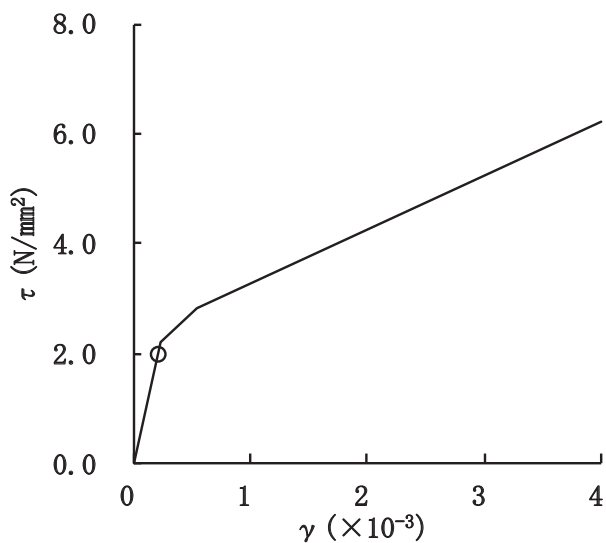
○ Sd-D2



要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)

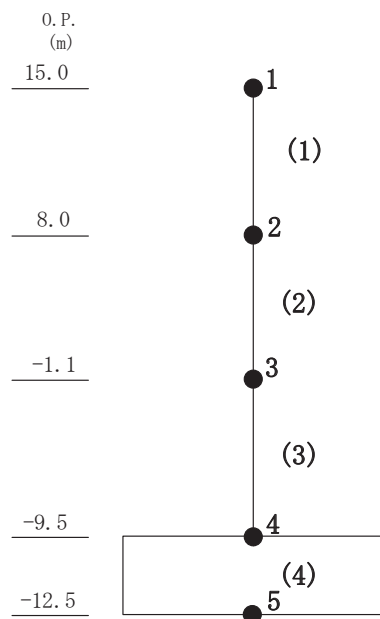
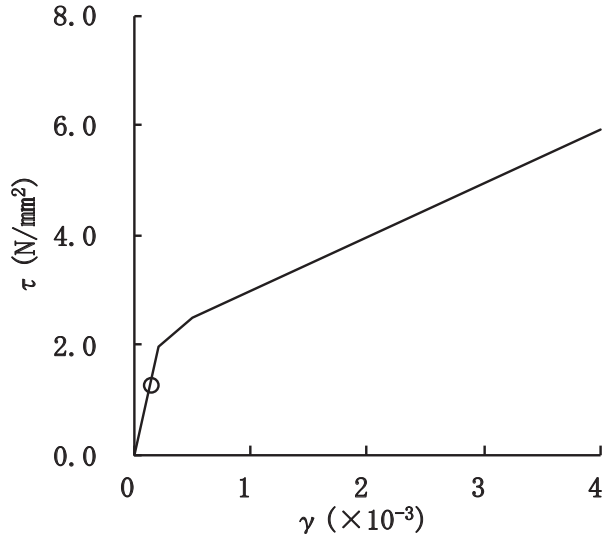
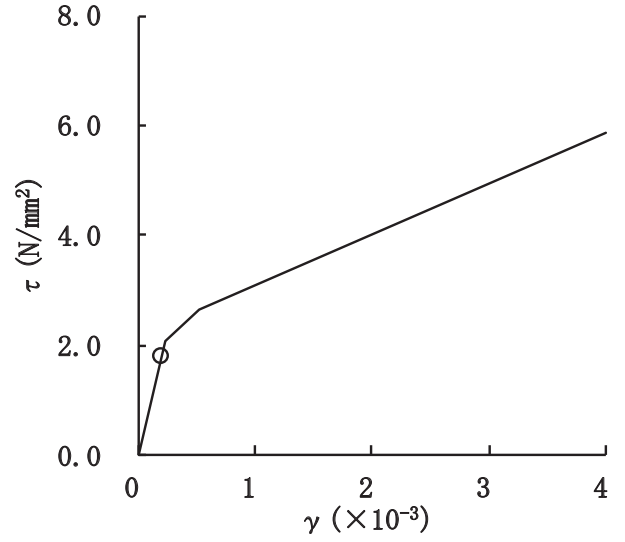


図 3-6(1) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d - D 2, NS 方向)

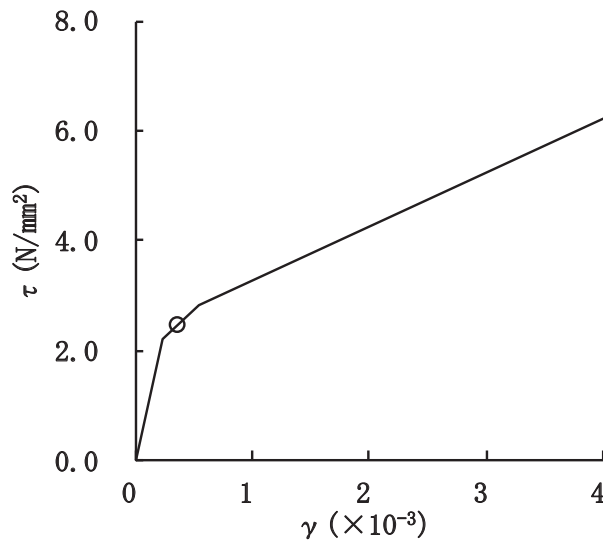
○ Sd-D2



要素番号 (1)



要素番号 (2)



要素番号 (3)

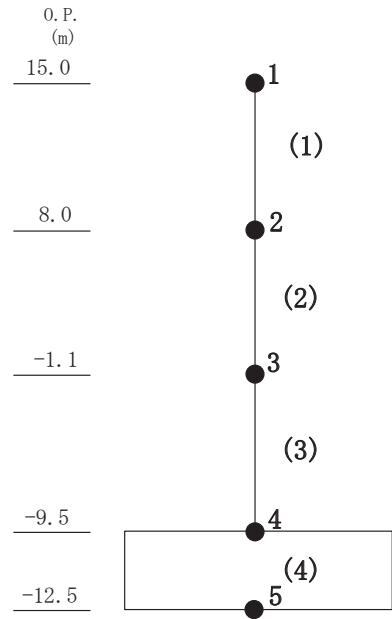


図 3-6(2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(弾性設計用地震動 S d - D 2, EW 方向)

VI-2-2-30 第3号機海水熱交換器建屋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.....	10
2.4 適用規格・基準等.....	13
3. 地震応答解析による評価方法.....	14
4. 地震応答解析による評価結果.....	15
4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果.....	15
4.2 保有水平耐力の評価結果.....	18

別紙 1 浸水防護施設を支持する部位等の評価について



## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、第3号機海水熱交換器建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は地震応答解析による評価により行う。

第3号機海水熱交換器建屋は、建屋内外部に浸水防護施設（防潮壁及び浸水防止蓋）が設置されている。このため、設計基準対象施設において「浸水防護施設の間接支持構造物」に分類される。

以下、第3号機海水熱交換器建屋の「浸水防護施設の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

第3号機海水熱交換器建屋の設置位置を図2-1に示す。

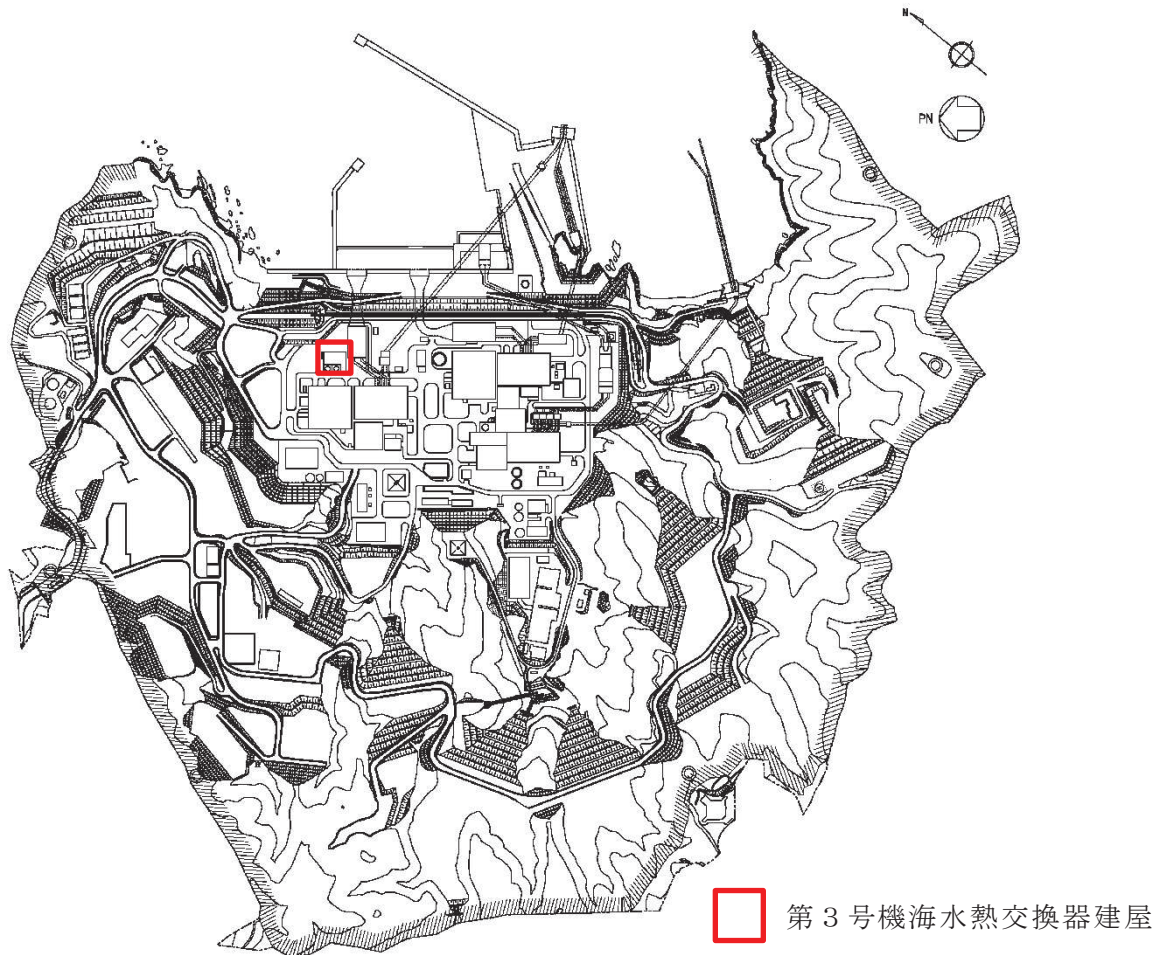


図2-1 第3号機海水熱交換器建屋の設置位置

## 2.2 構造概要

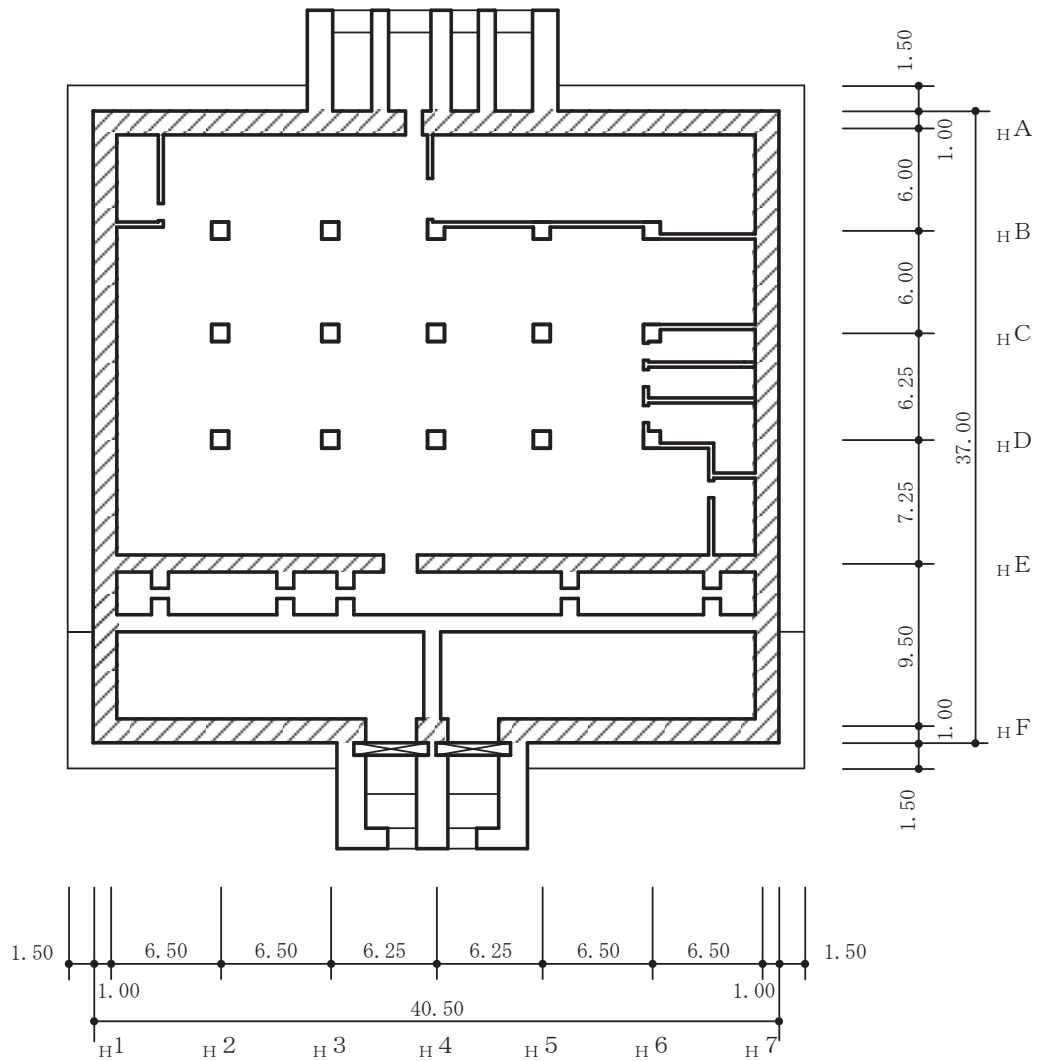
第3号機海水熱交換器建屋は地下3階，地上1階建で，基礎底面からの高さは27.5mであり，平面は40.5m（NS）×37.0m（EW）\*である。

建屋の構造は鉄筋コンクリート造であり，その主たる耐震要素は耐震壁である。

第3号機海水熱交換器建屋の基礎は，厚さ3.0mのべた基礎で，支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されており，一部は支持地盤上に打設されたマンメイドロック上に設置されている。

第3号機海水熱交換器建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

注記\*：建屋寸法は壁外面押えとする。



注：網掛けは耐震壁を示す

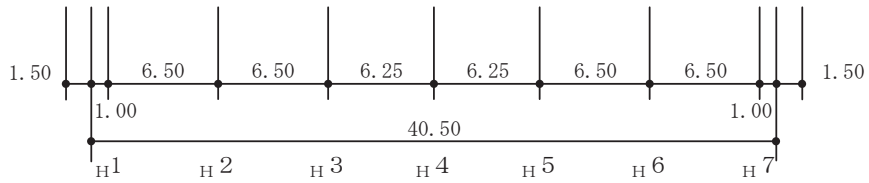
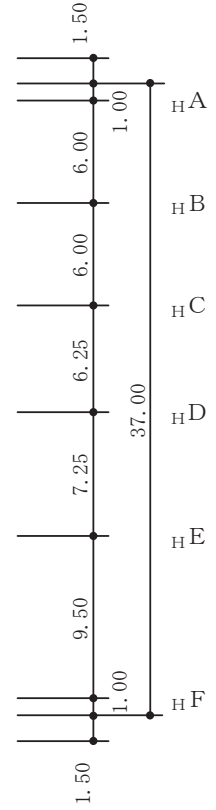
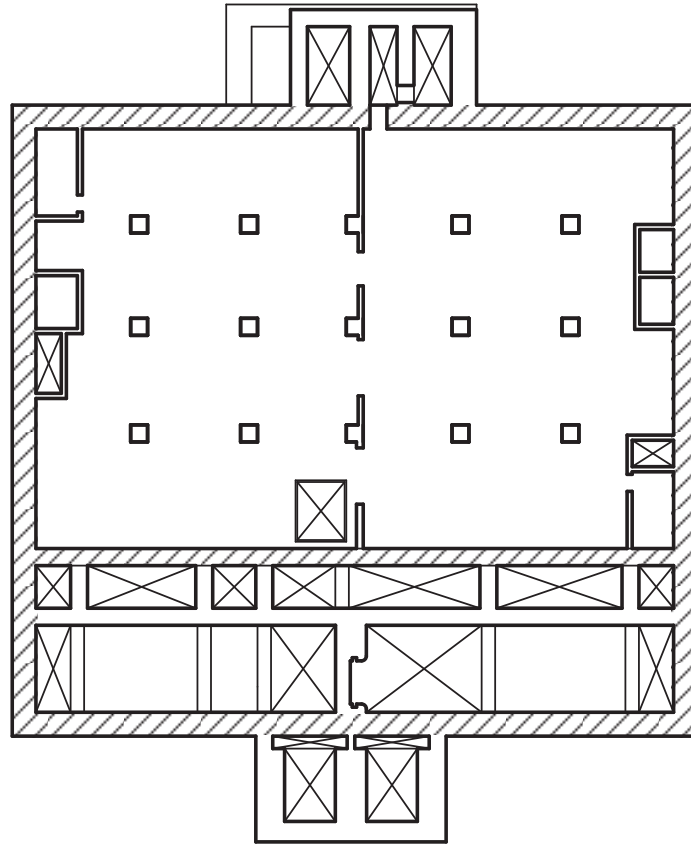
(単位：m)

図 2-2(1) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P. -9.5m)

注記\*：O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり，東京湾平均海面 (T.P.) -0.74m である。



PN



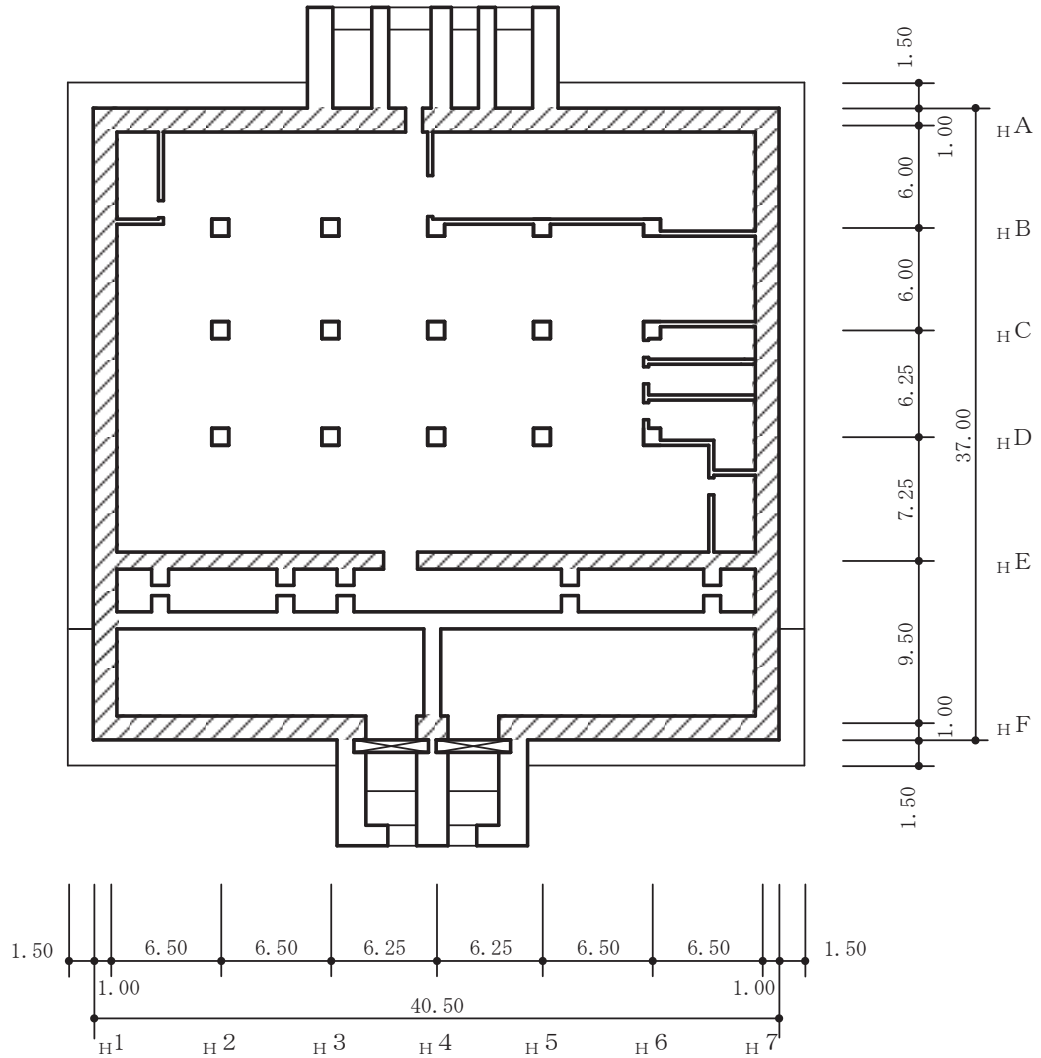
注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-2(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P. -1.1m)



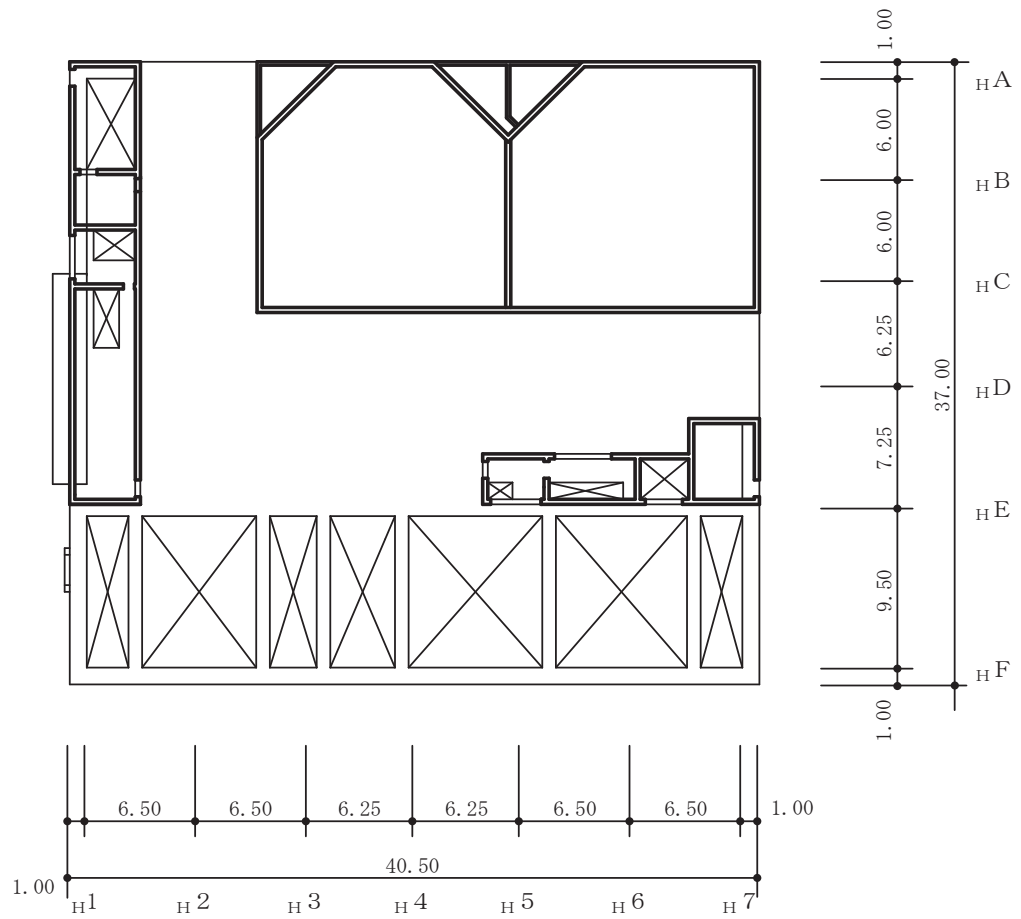
PN



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

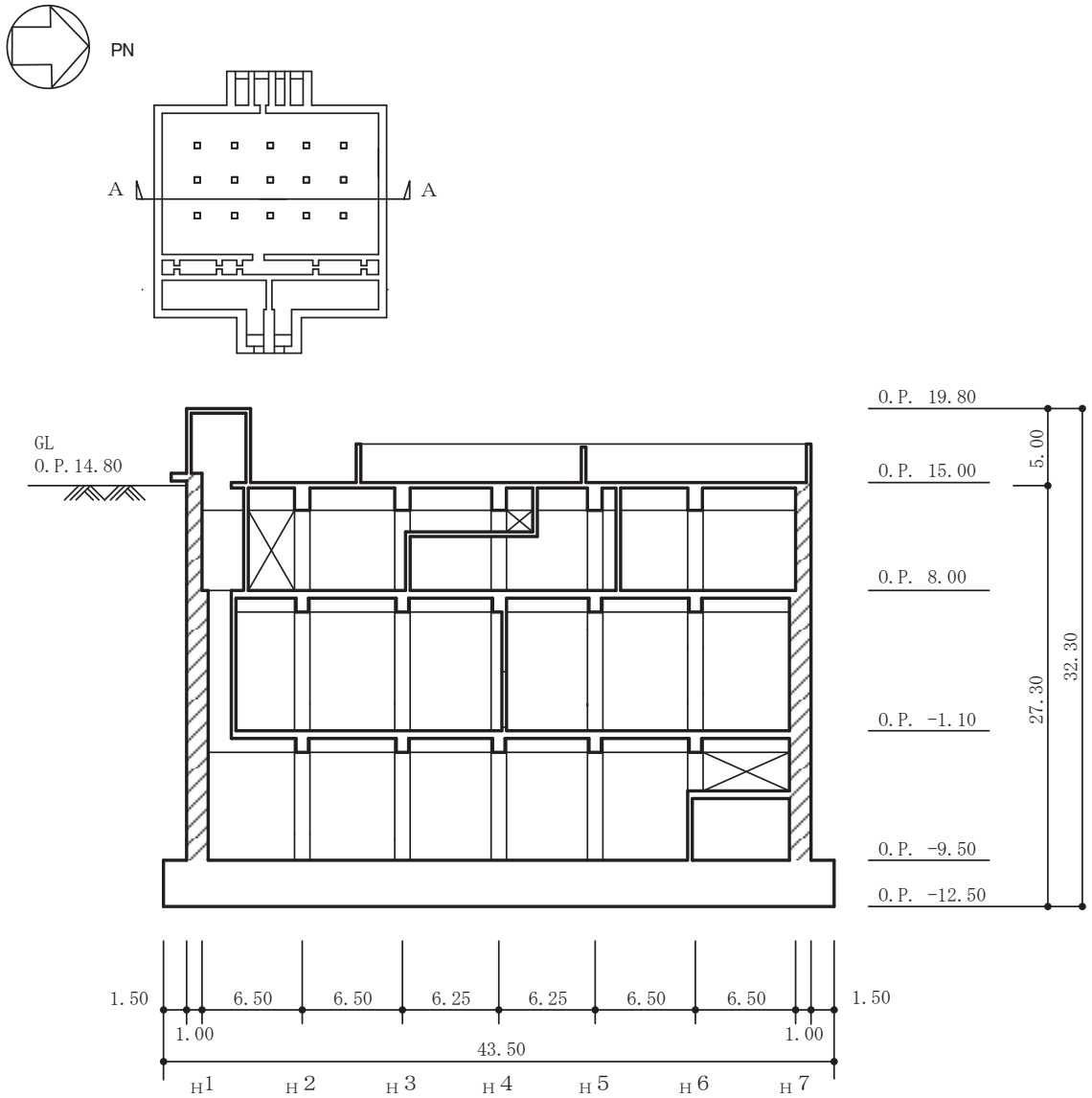
図 2-2(3) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0. P. 8. 0m)



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-2(4) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P. 15.0m)

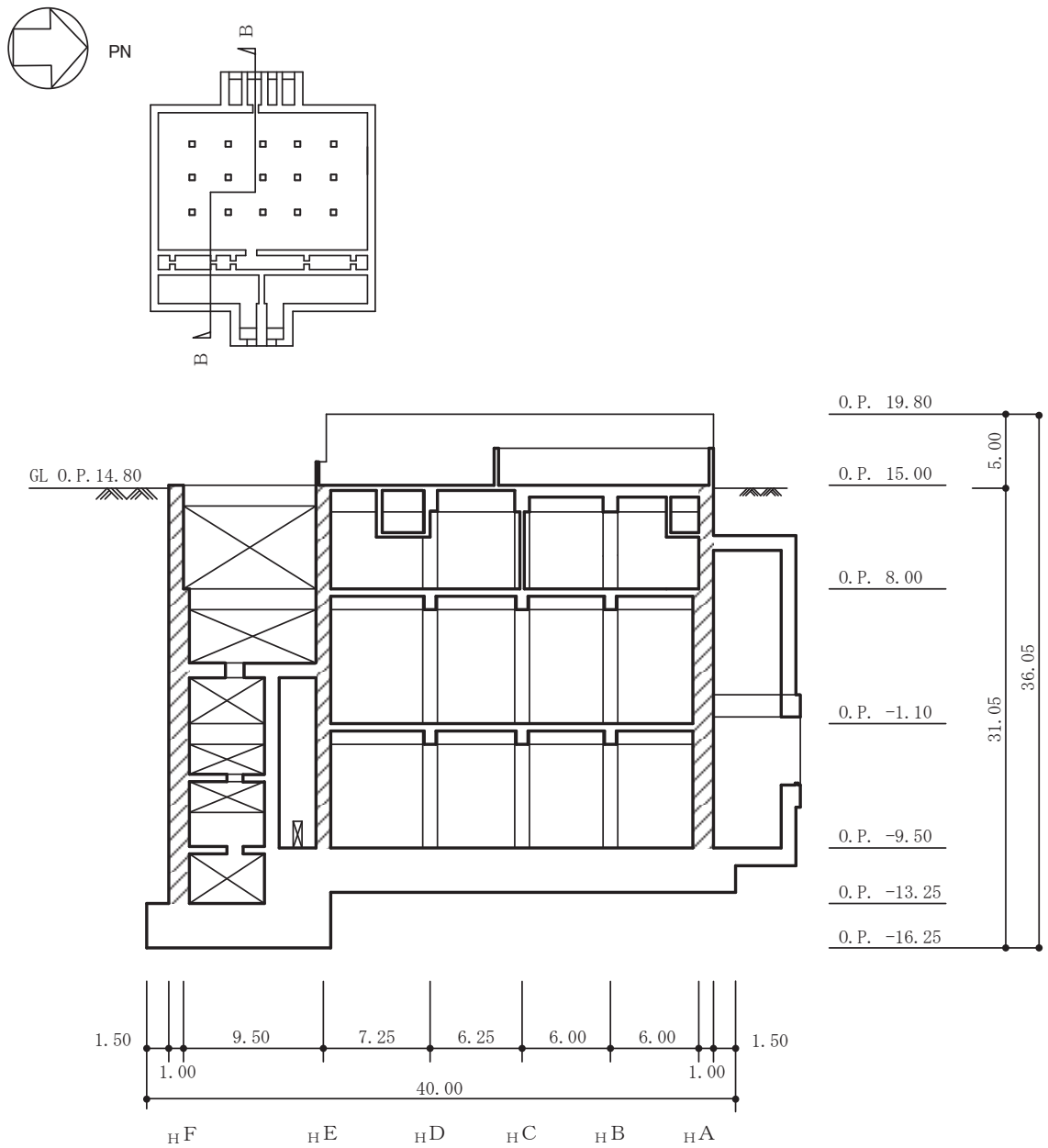


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-3(1) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)





注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-3(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

### 2.3 評価方針

第3号機海水熱交換器建屋は、建屋内外部に浸水防護施設(防潮壁及び浸水防止蓋)が設置されている。このため、設計基準対象施設においては「浸水防護施設の間接支持構造物」に分類される。

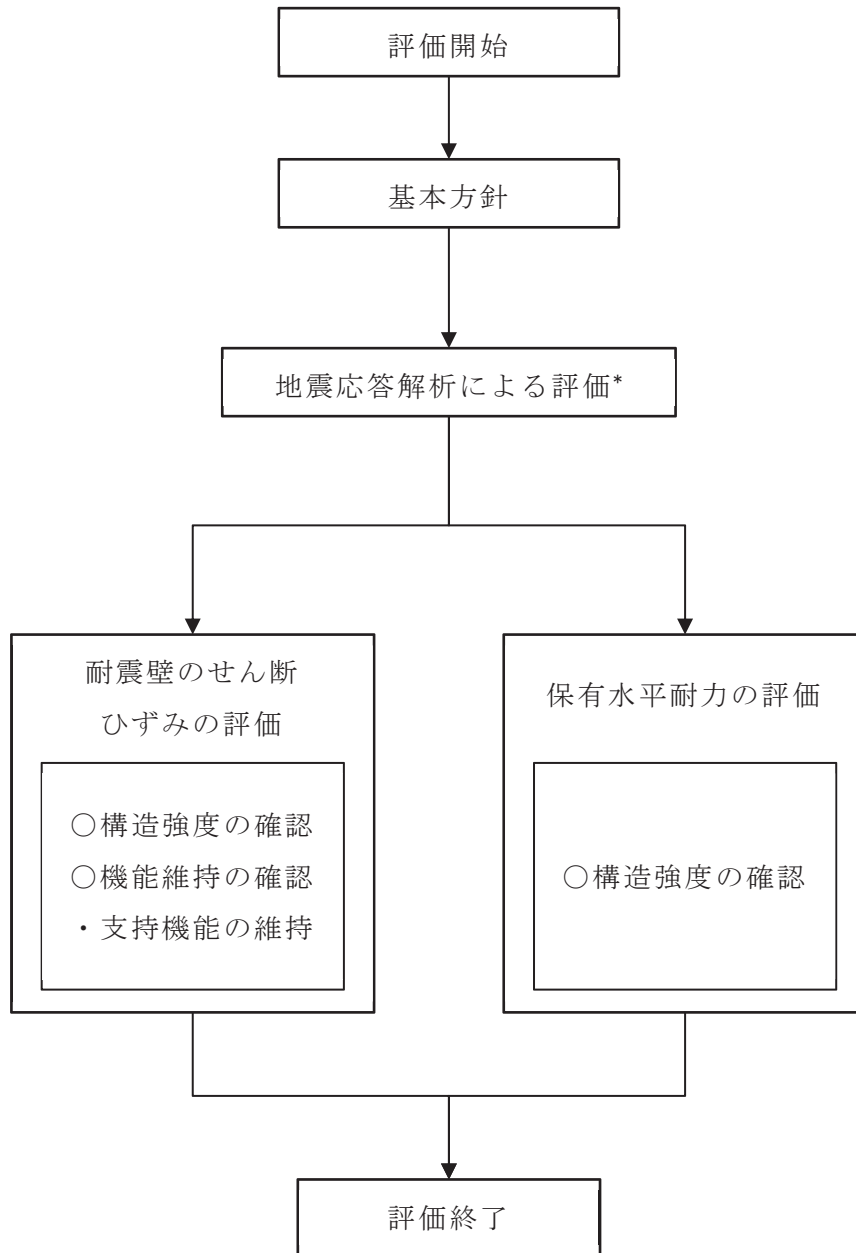
第3号機海水熱交換器建屋の設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 $S_s$ による地震力に対する評価(以下「 $S_s$ 地震時に対する評価」という。)及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。第3号機海水熱交換器建屋の評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、耐震壁のせん断ひずみ及び保有水平耐力の評価を行うことで、第3号機海水熱交換器建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表2-1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

図2-4に第3号機海水熱交換器建屋の評価フローを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	スケルトンカーブ		建屋材料減衰	地盤物性	
	初期剛性	終局耐力		入力地震動	底面地盤ばね
ケース 1 (工認モデル)	2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正	設計基準強度を用い JEAG 式で評価	5%	表層地盤の非線形性を考慮	標準地盤
ケース 2	同上	同上	同上	同上	標準地盤 + $\sigma$
ケース 3					標準地盤 - $\sigma$
ケース 4	基本ケースの 0.53 倍*	同上	同上	同上	標準地盤
ケース 5					標準地盤 + $\sigma$
ケース 6					標準地盤 - $\sigma$

注記\*：建屋剛性（初期剛性）の不確かさについて、基準地震動  $S_s$  入力後の建屋全体の平均的な剛性低下を全ての基準地震動  $S_s$  について評価し、最も剛性低下するケースの低下後の剛性を初期剛性の不確かさとして考慮する。具体的には、基準地震動  $S_s$  入力前後の 1 次固有振動数の比 ( $f_{S_s \text{ 入力後}}/f_{S_s \text{ 入力前}}$ ) を基本ケースの初期剛性に掛けることによって算定する。



注記\*：添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図2-4 第3号機海水熱交換器建屋の評価フロー

## 2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 日本建築学会 1991 年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1・補-1984）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。）

### 3. 地震応答解析による評価方法

第3号機海水熱交換器建屋の構造強度については、添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないこと、並びに保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における第3号機海水熱交換器建屋の許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持方針に基づき、表3-1のとおり設定する。

表3-1 地震応答解析による評価における許容限界  
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S <sub>s</sub>	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 <sup>-3</sup>
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	浸水防護施設を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S <sub>s</sub>	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 <sup>-3</sup>

注記\*1：建屋全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。なお、浸水防護施設を支持する部位及び浸水に対する隔壁となる部位の評価結果については「別紙1 浸水防護施設を支持する部位等の評価について」に示す。

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

#### 4. 地震応答解析による評価結果

##### 4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

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

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは  $1.07 \times 10^{-3}$  (EW 方向,  $S_s$ -D2, ケース5, 要素番号(3)) であり, 許容限界 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) を超えないことを確認した。各要素の耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表4-1に示す。各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について, せん断スケルトンカーブ上にプロットした図を図4-1に示す。

表 4-1 せん断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ

(a) NS 方向

0. P. (m)	階	地震応答解析 モデルの 要素番号	最大応答 せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )	許容限界 ( $\times 10^{-3}$ )
15.0~8.0	B1F	(1)	0.43	2.0
8.0~-1.1	B2F	(2)	0.77	
-1.1~-9.5	B3F	(3)	0.61	

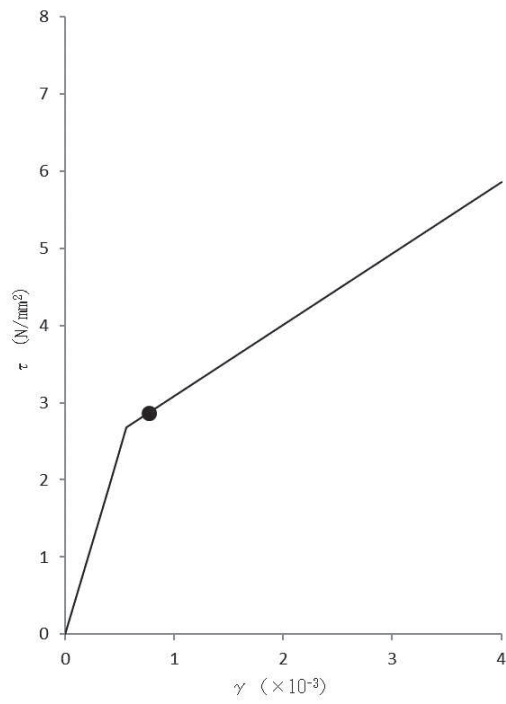
注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示

(b) EW 方向

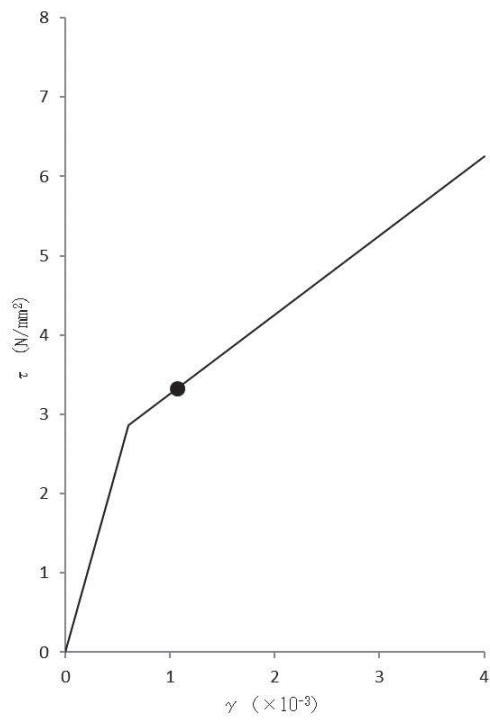
0. P. (m)	階	地震応答解析 モデルの 要素番号	最大応答 せん断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )	許容限界 ( $\times 10^{-3}$ )
15.0~8.0	B1F	(1)	0.40	2.0
8.0~-1.1	B2F	(2)	0.50	
-1.1~-9.5	B3F	(3)	1.07	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示





(a) NS 方向 (S s - D 2, ケース 5, 要素番号(2))



(b) EW 方向 (S s - D 2, ケース 5, 要素番号(3))

図 4-1 せん断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ

#### 4.2 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 $Q_u$ が必要保有水平耐力 $Q_{un}$ に対して妥当な安全裕度を有していることを確認する。

必要保有水平耐力 $Q_{un}$ と保有水平耐力 $Q_u$ の比較結果を表 4-2 に示す。各層において、保有水平耐力 $Q_u$ が必要保有水平耐力 $Q_{un}$ に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 $Q_{un}$ に対する保有水平耐力 $Q_u$ の比は最小で 3.97 である。

表 4-2 必要保有水平耐力 $Q_{un}$ と保有水平耐力 $Q_u$ の比較結果

(a) NS 方向

階	O. P. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^3 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^3 \text{kN})$	$Q_u / Q_{un}$
B1F	15.0 ~ 8.0	61.36	477.91	7.79
B2F	8.0 ~ -1.1	117.55	568.90	4.84
B3F	-1.1 ~ -9.5	162.95	893.38	5.48

(b) EW 方向

階	O. P. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^3 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^3 \text{kN})$	$Q_u / Q_{un}$
B1F	15.0 ~ 8.0	59.11	446.44	7.55
B2F	8.0 ~ -1.1	114.27	619.92	5.43
B3F	-1.1 ~ -9.5	162.95	647.41	3.97

別紙 1 浸水防護施設を支持する部位等の評価について

## 目 次

1. 概要.....	別紙 1- 1
2. 基本方針.....	別紙 1- 2
2.1 構造概要.....	別紙 1- 2
2.2 評価方針.....	別紙 1- 5
3. 浸水防護施設を支持する部位等の応力解析による評価.....	別紙 1- 6
3.1 評価フロー.....	別紙 1- 6
3.2 評価対象部位.....	別紙 1- 7
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	別紙 1- 8
3.3.1 荷重.....	別紙 1- 8
3.3.2 荷重の組合せ.....	別紙 1-16
3.4 解析モデル及び諸元.....	別紙 1-16
3.4.1 モデル化の基本方針.....	別紙 1-16
3.4.2 材料構成則.....	別紙 1-21
3.5 評価方法.....	別紙 1-24
3.5.1 応力解析方法.....	別紙 1-24
3.5.2 断面の評価方法.....	別紙 1-24
3.6 評価結果.....	別紙 1-26
4. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を支持する壁の評価.....	別紙 1-39
4.1 評価対象部位.....	別紙 1-39
4.2 荷重及び荷重の組み合わせ.....	別紙 1-41
4.2.1 入力荷重.....	別紙 1-41
4.2.2 荷重の組み合わせ.....	別紙 1-42
4.3 解析モデル及び諸元.....	別紙 1-42
4.3.1 解析モデル.....	別紙 1-42
4.3.2 使用材料の物性値.....	別紙 1-43
4.4 評価方法.....	別紙 1-44
4.4.1 応力解析方法.....	別紙 1-44
4.4.2 断面の評価方法.....	別紙 1-44
4.5 評価結果.....	別紙 1-46
5. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋等を支持する 片持ちスラブの評価.....	別紙 1-47
5.1 評価対象部位.....	別紙 1-47
5.2 荷重及び荷重の組み合わせ.....	別紙 1-49
5.2.1 入力荷重.....	別紙 1-49

5.2.2	荷重の組み合わせ	別紙 1-50
5.3	解析モデル及び諸元	別紙 1-51
5.3.1	解析モデル	別紙 1-51
5.3.2	使用材料の物性値	別紙 1-53
5.4	評価方法	別紙 1-53
5.4.1	応力解析方法	別紙 1-53
5.4.2	断面の評価方法	別紙 1-54
5.5	評価結果	別紙 1-55
6.	建屋南側袖壁の評価	別紙 1-56
6.1	評価対象部位	別紙 1-56
6.2	荷重及び荷重の組み合わせ	別紙 1-59
6.3	評価モデル及び諸元	別紙 1-61
6.3.1	評価モデル	別紙 1-61
6.3.2	使用材料の物性値	別紙 1-62
6.4	評価方法	別紙 1-63
6.4.1	応力解析方法	別紙 1-63
6.4.2	断面の評価方法	別紙 1-63
6.5	評価結果	別紙 1-65
7.	引用文献	別紙 1-65

## 1. 概要

本資料は、第3号機海水熱交換器建屋のうち浸水防護施設を支持する部位及び浸水に対する隔壁となる部位（以下「浸水防護施設を支持する部位等」という。）について、基準地震動  $S_s$  に対して耐震壁の面外方向に生じる土圧及び水圧を考慮した評価を実施するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造概要

第3号機海水熱交換器建屋は、地下3階、地上1階建の鉄筋コンクリート造で、基礎底面からの高さは27.5mであり、平面は40.5m(NS)×37.0m(EW)<sup>\*1</sup>である。

第3号機海水熱交換器建屋内外部には浸水防護施設が設置される計画であり、東側の取水立坑1階に防潮壁が、<sub>H</sub>E-<sub>H</sub>F間のO.P.<sup>\*2</sup>3.0mに浸水防止蓋及び水密扉が設置される。

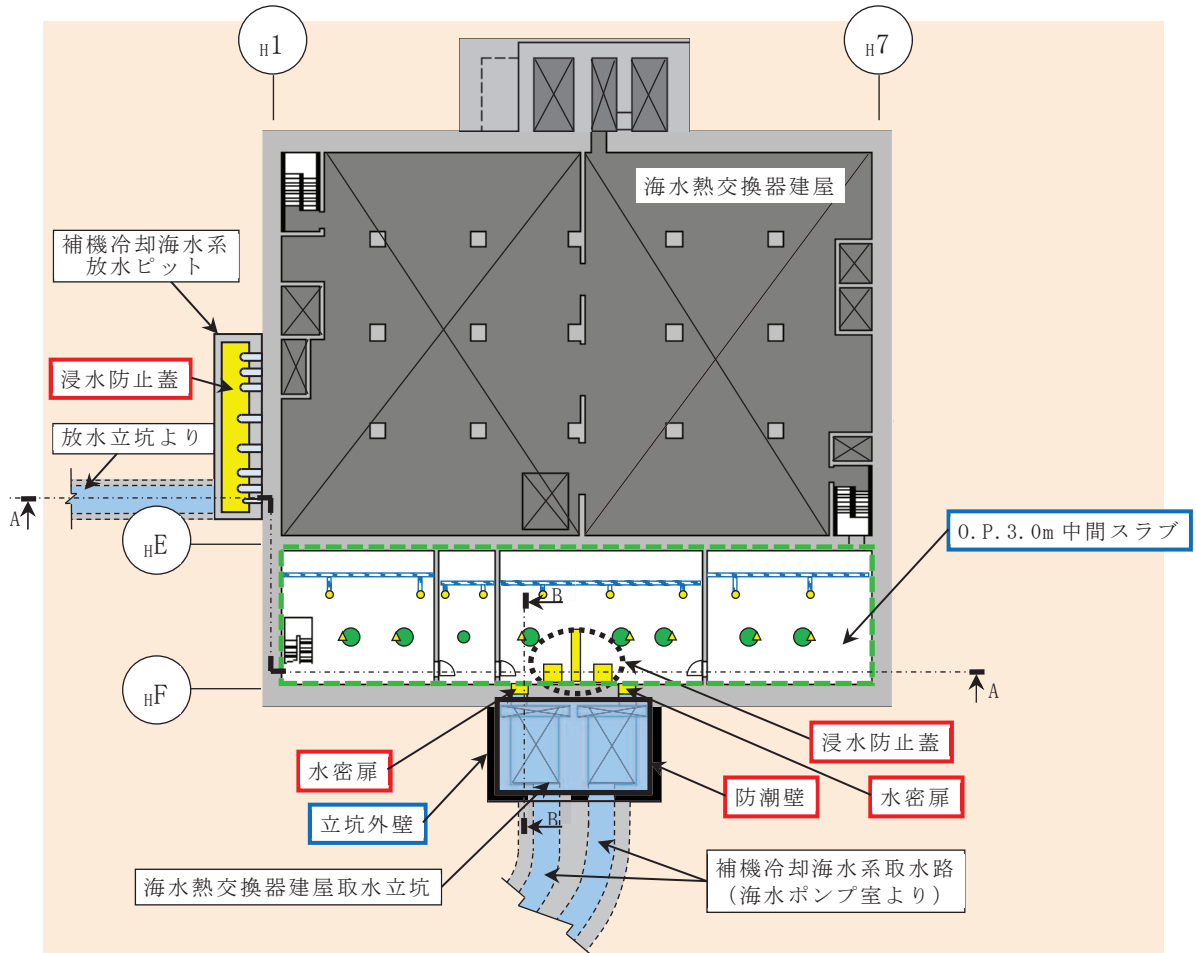
第3号機海水熱交換器建屋の防潮壁、浸水防止蓋及び水密扉の配置図を図2-1及び図2-2に示す。

注記\*1：建屋寸法は壁外面押えとする。

\*2：O.P.は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。



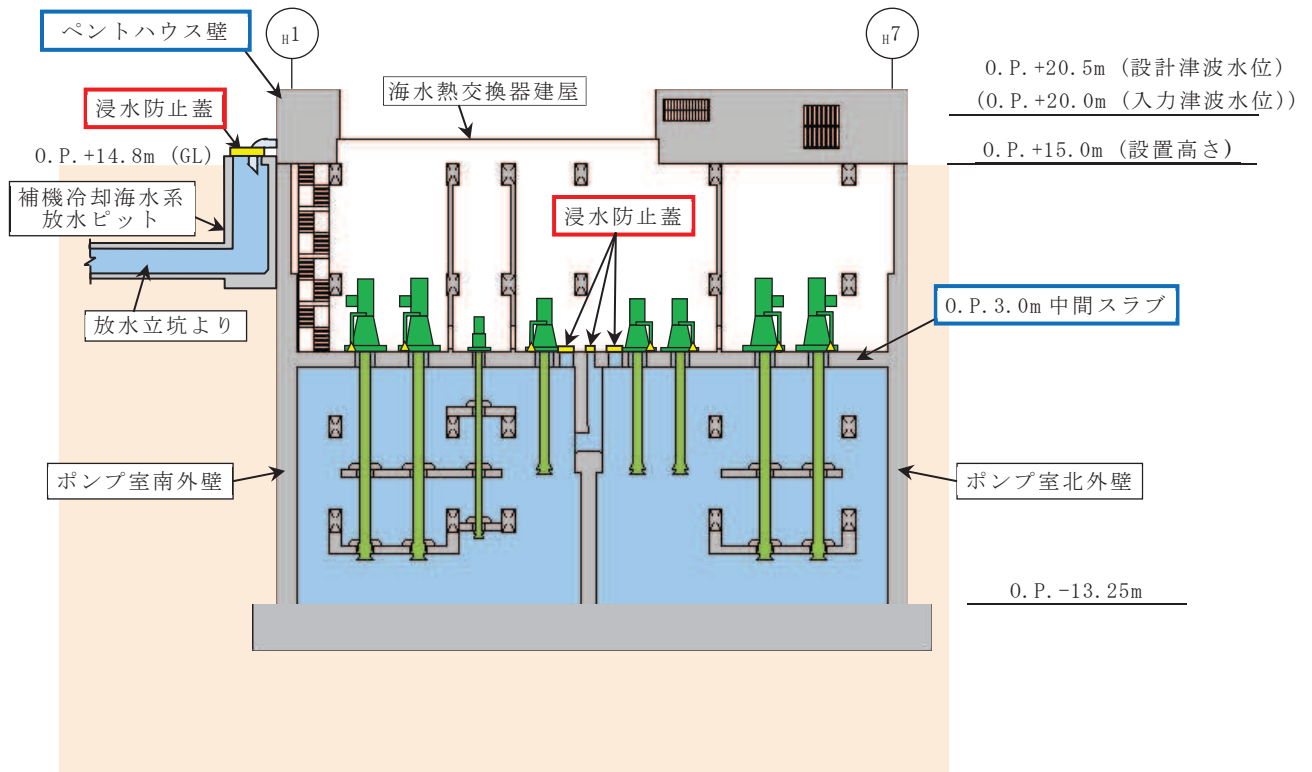
- : 補機ポンプエリア
- : 浸水想定範囲
- : 海水ポンプ室床側溝
- 黄色箇所 : 浸水経路 (浸水対策箇所)
- : 逆止弁付ファンネル
- ▲ : 海水ポンプグランドドレン



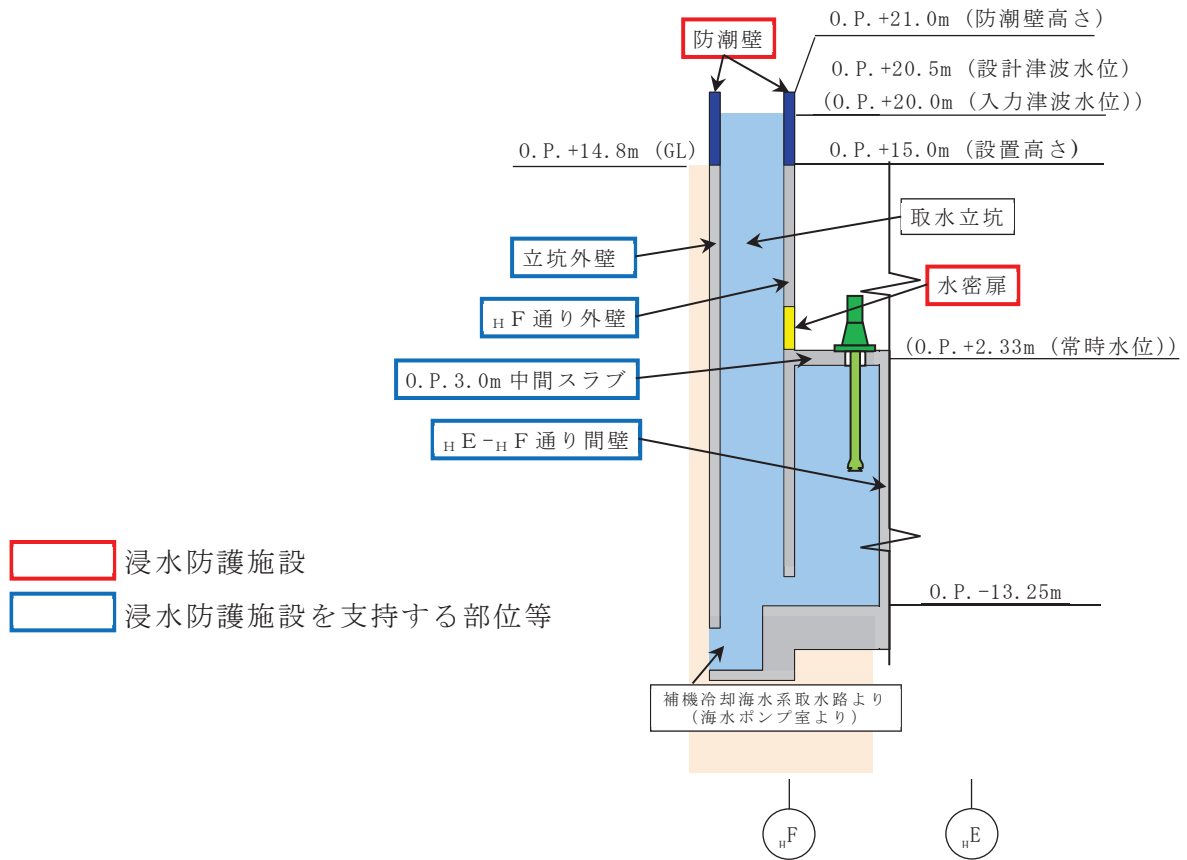
- 浸水防護施設
- 浸水防護施設を支持する部位等

図 2-1 第 3 号機海水熱交換器建屋浸水防護施設の配置図 (平面図)





(A-A 断面図)



浸水防護施設  
 浸水防護施設を支持する部位等

(B-B 断面図)

図 2-2 第 3 号機海水熱交換器建屋浸水防止設備の配置図 (断面図)

## 2.2 評価方針

浸水防護施設を支持する部位等の評価においては、基準地震動  $S_s$ （以下「 $S_s$ 地震時」という。）による地震荷重に対する評価を行う。評価は、添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとし、 $S_s$ 地震時に必要な構造強度を有することを確認する。

浸水防護施設を支持する部位等のうち土圧の影響を受ける部位を評価範囲に含む部位の評価を「3. 浸水防護施設を支持する部位等の応力解析による評価」に、土圧の影響を受けない補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を支持する壁の評価を「4. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を支持する壁の評価」に、補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を支持する片持ちスラブの評価を「5. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋及び配管のサポート類を支持する片持ちスラブの評価」に、補機冷却海水系放水ピットの止水ジョイントを取り付ける袖壁の評価を「6. 屋南側袖壁の評価」に示す。

### 3. 浸水防護施設を支持する部位等の応力解析による評価

#### 3.1 評価フロー

図 3-1 に浸水防護施設を支持する部位等の評価フローを示す。浸水防護施設を支持する部位等の評価は、「2.1 構造概要」に示す第3号機海水熱交換器建屋の構造を踏まえ、「3.2 評価対象部位」にて設定する評価対象部位において、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」で設定する荷重等を考慮し、「3.4 解析モデル及び諸元」に示すモデルにより算出する応力等に基づき、「3.5 評価方法」で設定する評価法により「3.6 評価結果」にて確認する。

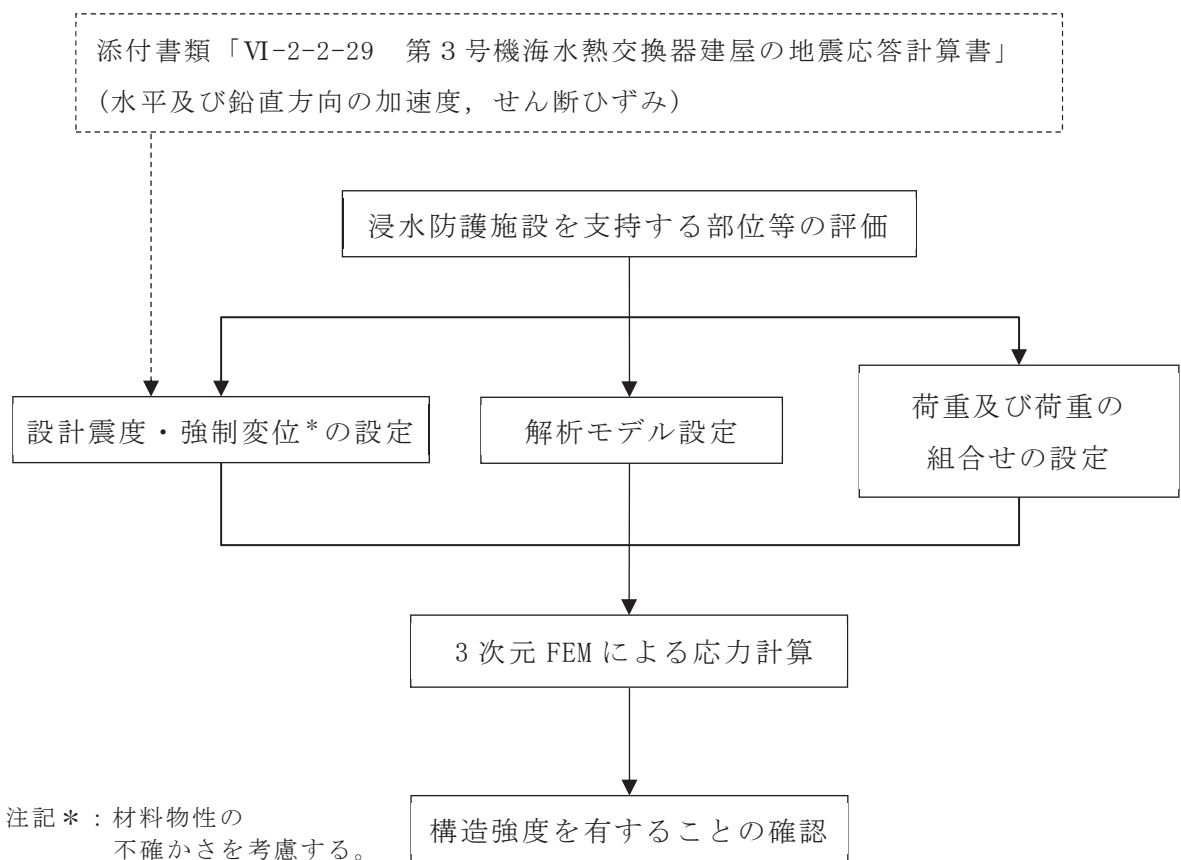


図 3-1 評価フロー

### 3.2 評価対象部位

表 3-1 に評価対象部位を示す。評価部位は、浸水防止設備（防潮壁、浸水防止蓋及び水密扉）を支持する部位及び浸水に対する隔壁となる部位とする。

表 3-1 評価対象部位

評価対象部位	要求される機能
立坑外壁	浸水防止設備（防潮壁）の支持
O.P. 3.0m 中間スラブ	浸水防止設備（浸水防止蓋）の支持 浸水に対する境界
$H F$ 通り外壁	浸水防止設備（防潮壁）の支持 浸水防止設備（水密扉）の支持 浸水に対する境界
$H E - H F$ 通り間の壁	浸水に対する境界

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

#### 3.3.1 荷重

表 3-2 に示す常時及び地震時の荷重を考慮する。

表 3-2 応力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，仕上げ荷重， 機器荷重，配管荷重，積載荷重
	常時土圧荷重 <sup>*1</sup>	外壁面に作用する常時土圧荷重
	静水圧荷重 <sup>*1</sup>	躯体に作用する静水圧荷重
地震時荷重	水平方向地震荷重	水平方向の強制変位として考慮 <sup>*2</sup>
	鉛直方向地震荷重 <sup>*1</sup>	躯体に作用する鉛直方向の慣性力
	付帯構造物の荷重	防潮壁反力 <sup>*3</sup>
	地震時増分土圧荷重 <sup>*1</sup>	外壁面に作用する地震時増分土圧荷重
	地震時動水圧荷重 <sup>*1</sup>	躯体に作用する地震時動水圧荷重

注記\*1：詳細を以下に示す。

\*2：添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」に示す地震応答解析結果に基づく層間変位を強制変位として与える。

\*3：添付書類「VI-2-10-2-3-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の耐震性についての計算書」及び「VI-3-別添 3-2-2-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の強度計算書」に示す防潮壁の地震時の応力解析により生じる反力。

#### (1) 常時土圧荷重

常時土圧荷重は，以下の式により算出する。

$$p_s = 0.5 \cdot \gamma_s \cdot h$$

ここで，

$p_s$  : 常時土圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_s$  : 埋戻土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 地表面から常時土圧荷重を求める点までの深さ (m)

## (2) 静水圧荷重

静水圧荷重は、以下の式により算出する。なお、静水圧荷重算定時に考慮する水面は、図 3-2 に示すとおり、常時水位である O. P. +2.33m とする。

$$p_w = \gamma_w \cdot h$$

ここで、

$p_w$  : 静水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 水面から静水圧荷重を求める点までの深さ (m)

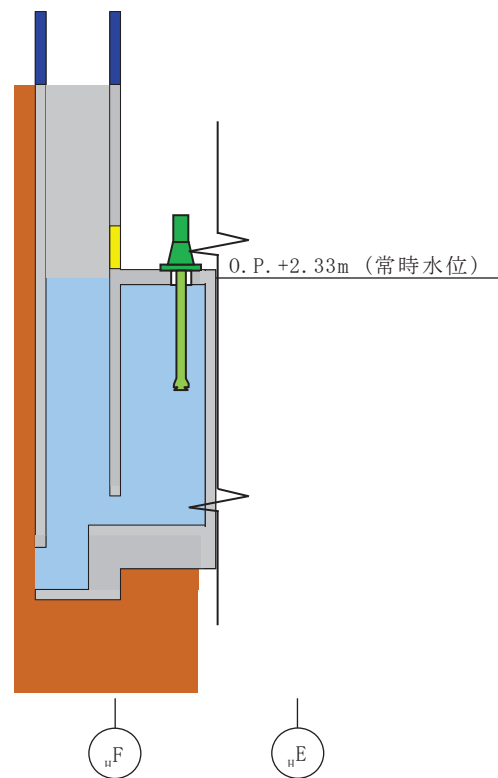


図 3-2 水面高さ

(3) 地震荷重

地震荷重は、添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」に示す地震応答解析結果に基づき設定する。

水平方向の地震荷重は、層間変位を各層に強制変位として与える。

鉛直方向の地震荷重は、鉛直方向の地震応答解析結果より算定された最大応答加速度を躯体自重、仕上げ荷重、機器荷重、配管荷重及び積載荷重に乗じて躯体に作用させる。

(4) 地震時増分土圧荷重

地震時増分土圧荷重は、図3-3に示す地盤2次元FEMモデルを用いて算出する。本モデルでは、第3号機海水熱交換器建屋(03Hx/B)及び近接する第3号機原子炉機建屋(03R/B)を質点系で、地盤を平面ひずみ要素でモデル化している。検討に用いる解析コードは、解析コード「SuperFLUSH/2D」とする。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。土圧算定時は、材料物性の不確かさを考慮する。入力する地震時増分土圧荷重を図3-4に示す。

別紙 1-11

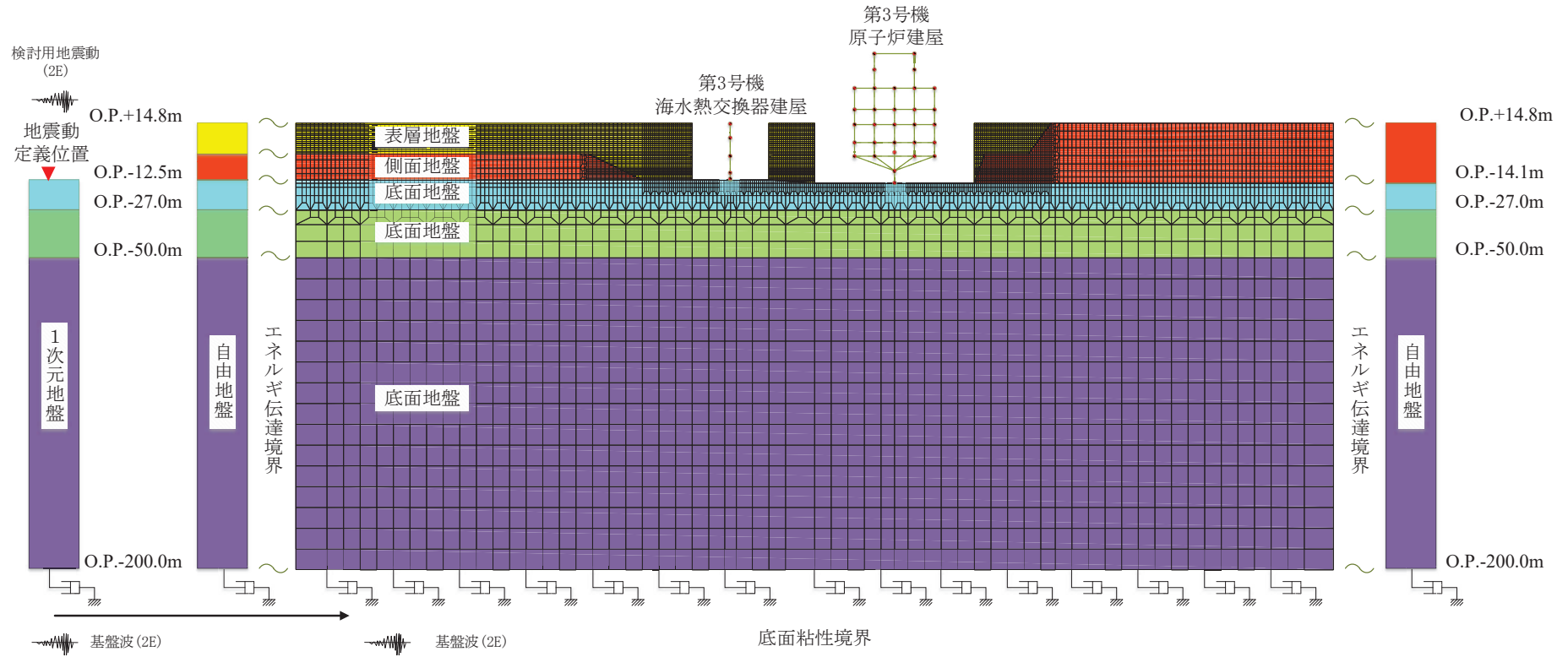


図 3-3 地盤 2次元 FEM モデル



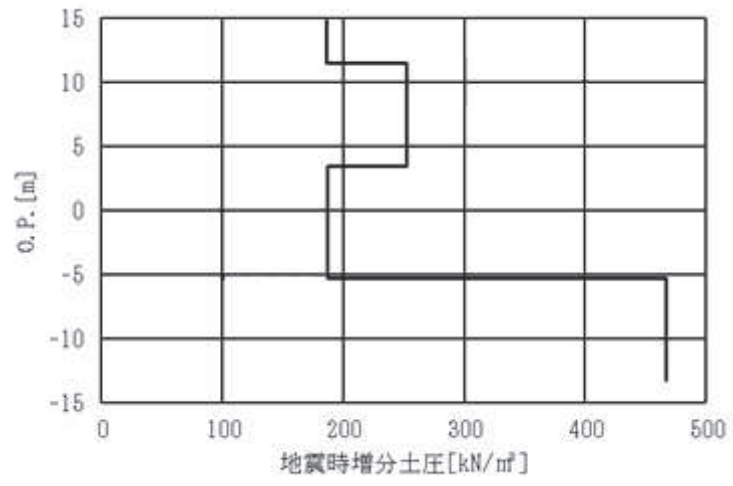


図 3-4 地震時増分土圧荷重

(5) 地震時動水圧荷重

図 3-5 に地震時動水圧荷重を設定するポンプ室及び立坑の位置を示す。

a. ポンプ室内の水平地震荷重による地震時動水圧荷重

ポンプ室内の水平地震荷重による地震時動水圧荷重は、「土木学会 1992 年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル」に基づき以下の式により算出する。

$$p_h = K_h \cdot \gamma_w \cdot L / 2$$

$$p_v = K_h \cdot \gamma_w \cdot L / 2 \cdot (1 - 2 \cdot x / L)$$

ここで、

$p_h$  : ポンプ室の壁面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$p_v$  : ポンプ室の上下面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_h$  : 水平震度

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$x$  : ポンプ室の壁面から地震時動水圧荷重を求める点までの水平距離 (m)

$L$  : ポンプ室の幅 (m)

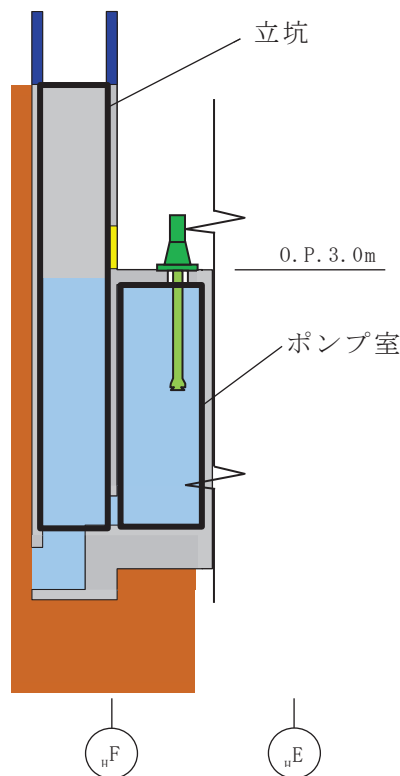


図 3-5 ポンプ室及び立坑配置図 (断面図)

b. ポンプ室内の鉛直地震荷重による地震時動水圧荷重

ポンプ室内の鉛直地震荷重による地震時動水圧荷重は、「土木学会 1992 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル」に基づき以下の式により算出する。

$$p_h = K_v \cdot \gamma_w \cdot H / 2 \cdot (1 - 2 \cdot h / H)$$

$$p_v = K_v \cdot \gamma_w \cdot H / 2$$

ここで、

$p_h$  : ポンプ室の壁面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$p_v$  : ポンプ室の上下面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_v$  : 鉛直震度

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : ポンプ室の水面 (O. P. 2.0m) から地震時動水圧荷重を求める点までの  
深さ (m)

$H$  : ポンプ室の高さ (m)

## c. 取水立坑内の水平地震荷重による地震時動水圧荷重

取水立坑内の水平地震荷重による地震時動水圧荷重は、「日本港湾協会 1989年 港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき以下の式により算出する。

$$p_h = 7/8 \cdot K_h \cdot \gamma_w \cdot c \cdot \sqrt{H \cdot h}$$

ここで、

$p_h$  : 取水立坑の壁面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_h$  : 水平震度

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$c$  : 補正係数

$L/H < 1.5$  のとき  $c = L / (1.5 \cdot H)$

$L/H \geq 1.5$  のとき  $c = 1.0$

$L$  : 取水立坑の幅 (m)

$H$  : 水深 (m)

$h$  : 取水立坑の水面 (O.P. 2.33m) から地震時動水圧荷重を求める点までの深さ (m)

## d. 取水立坑内の鉛直地震荷重による地震時動水圧荷重

取水立坑内の鉛直地震荷重による地震時動水圧荷重は、「土木学会 1992年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル」に基づき以下の式により算出する。

$$p_h = K_v \cdot \gamma_w \cdot h$$

ここで、

$p_h$  : 取水立坑の壁面に作用する地震時動水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_v$  : 鉛直震度

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 取水立坑の水面 (O.P. 2.33m) から地震時動水圧荷重を求める点までの深さ (m)

### 3.3.2 荷重の組合せ

評価対象部位は、土圧及び水圧を受ける南北方向に長い断面を有していることから、支配的な荷重は東西方向である。また、立坑の壁及び<sub>H</sub>F通りの外壁が常に東側から常時土圧荷重を受けていることから、常時土圧荷重の作用方向と同じ東から西に載荷することとし、これに鉛直方向の地震荷重を組み合わせるものとし、その方向は鉛直上向きとする。これは、地震時土圧荷重が作用する外壁において、外部から内部に生じる土圧荷重を打ち消す方向に内部から外部に作用する水圧のうち、鉛直震度により生じる水平方向の動水圧が小さくなるようにするためである。

水平地震荷重と鉛直地震荷重による応力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1-2015）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いるものとし、水平方向力が支配的なため、水平方向の係数を1.0とし、鉛直方向の係数を0.4とする。

## 3.4 解析モデル及び諸元

### 3.4.1 モデル化の基本方針

#### (1) 基本方針

応力解析は、3次元FEMモデルを用いた弾塑性応力解析とする。解析には、解析コード「Abaqus」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

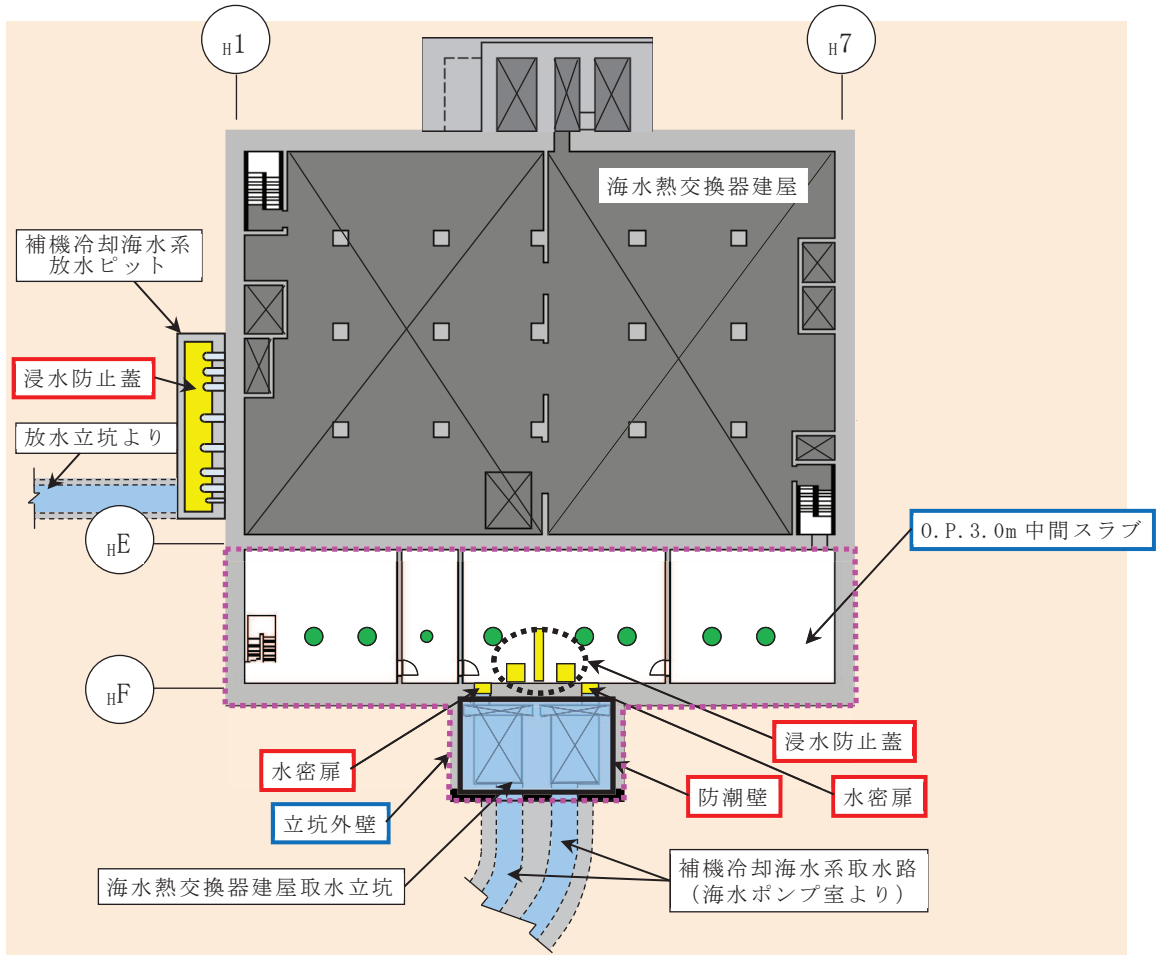
モデル化範囲を図3-6に、解析モデル概要図を図3-7に示す。応力解析モデルは、第3号機海水熱交換器建屋のうち評価対象部位を含むように、<sub>H</sub>E通り耐震壁より東側（<sub>H</sub>E通り耐震壁自体は含まない）をモデル化したものである。応力解析においては、最初に常時応力に対する解析を実施し、その応力を保ったまま $S_s$ 地震時の荷重に対する解析を行う。

#### (2) 使用要素

解析モデルに使用するFEM要素は、ソリッド要素（約795000要素）とする。

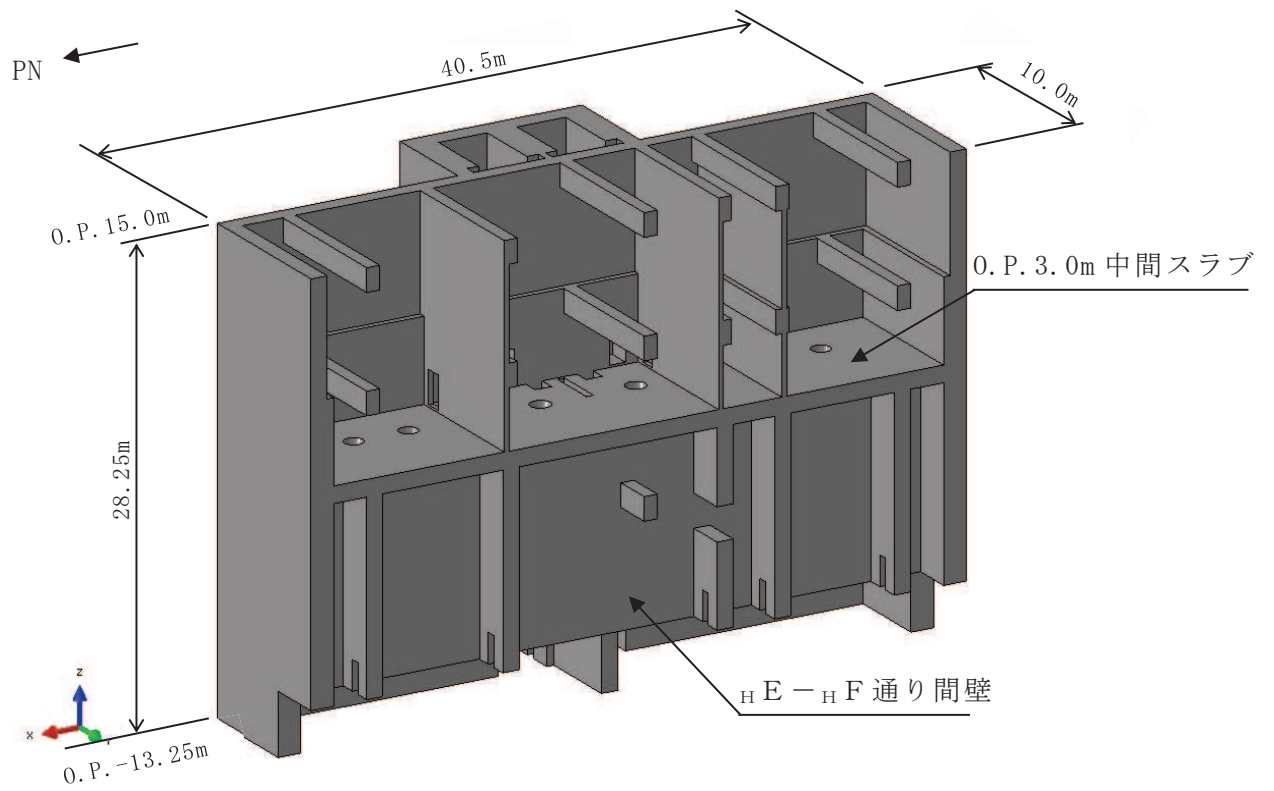


: 浸水想定範囲  
 : 浸水経路 (浸水対策箇所)

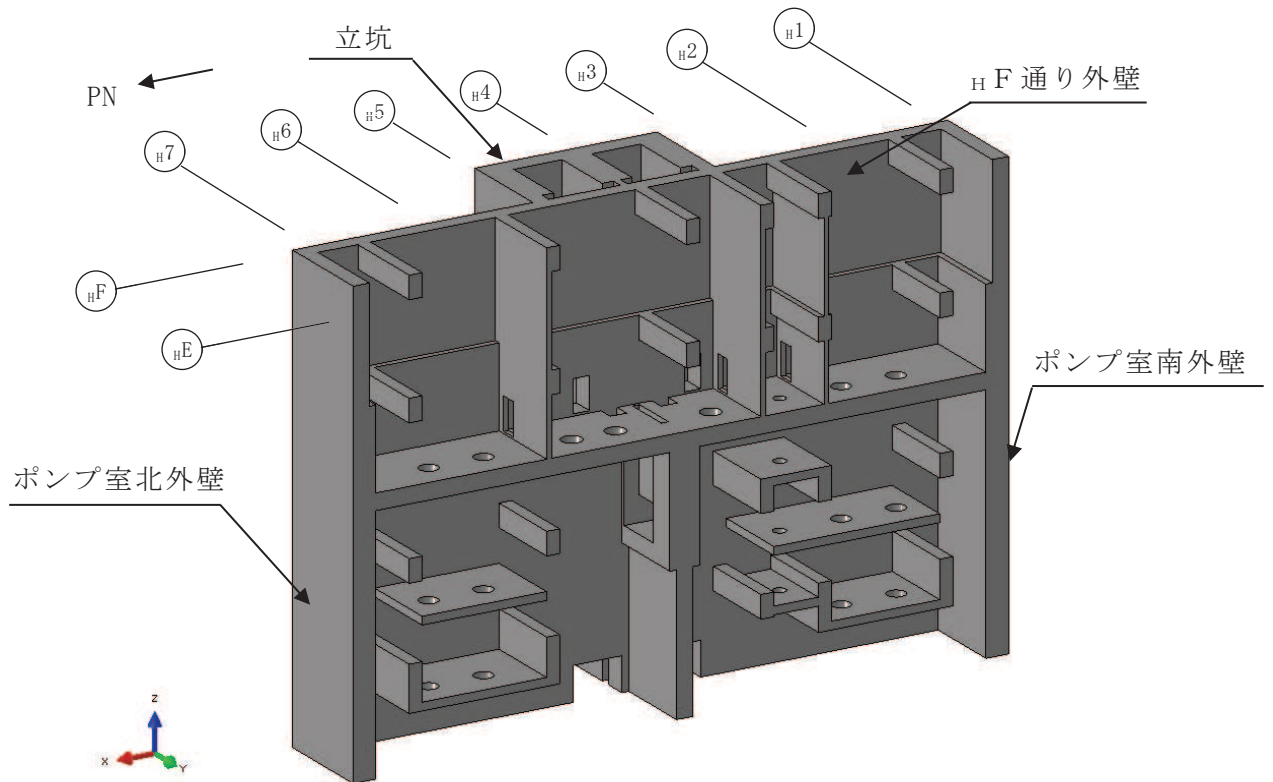


- 浸水防護施設
- 浸水防護施設を支持する部位等
- モデル化範囲 (HE通り耐震壁より東側 (HE通り耐震壁自体は含まない) )

図 3-6 モデル化範囲 (平面図)



(a) 全体図



(b) ポンプ室内表示

図 3-7 モデル概要

(3) 境界条件

a. 常時荷重作用時

常時荷重に対しては，モデル底面及びモデル側面端部の $H/E$ 通り側を完全固定とする。図3-8に常時荷重作用時の固定条件部を示す。

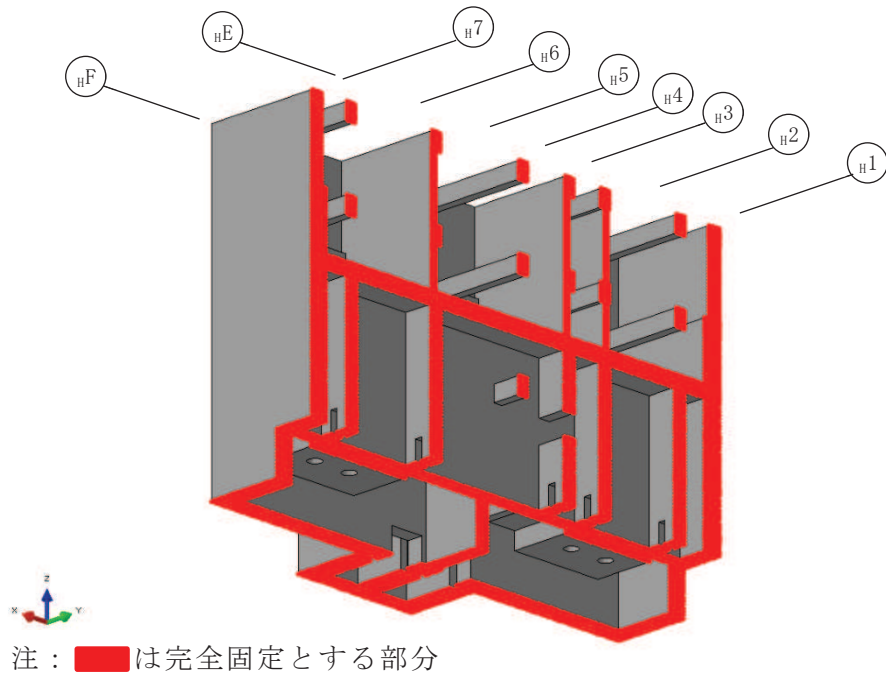


図3-8 常時荷重作用時の固定条件部



b. 地震時荷重作用時

地震時荷重に対しては，モデル底面を完全固定とし，建屋の床スラブ位置で生じる EW 方向の各層の最大せん断ひずみにより計算した強制変位を床レベルに与える。図 3-9 に地震時荷重作用時の固定条件部を，図 3-10 に強制変位の載荷範囲を示す。

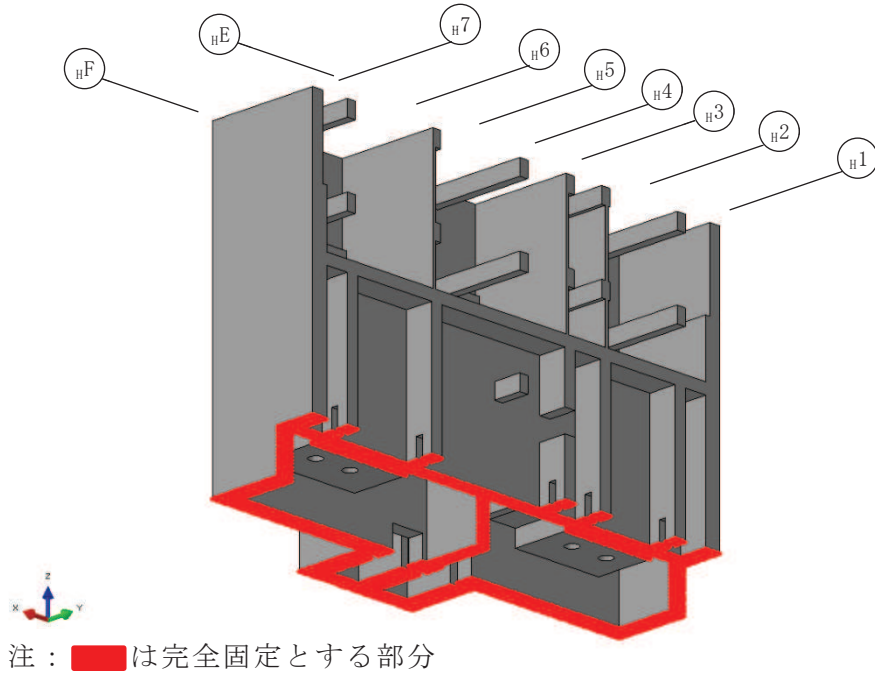


図 3-9 地震時荷重作用時の固定条件部

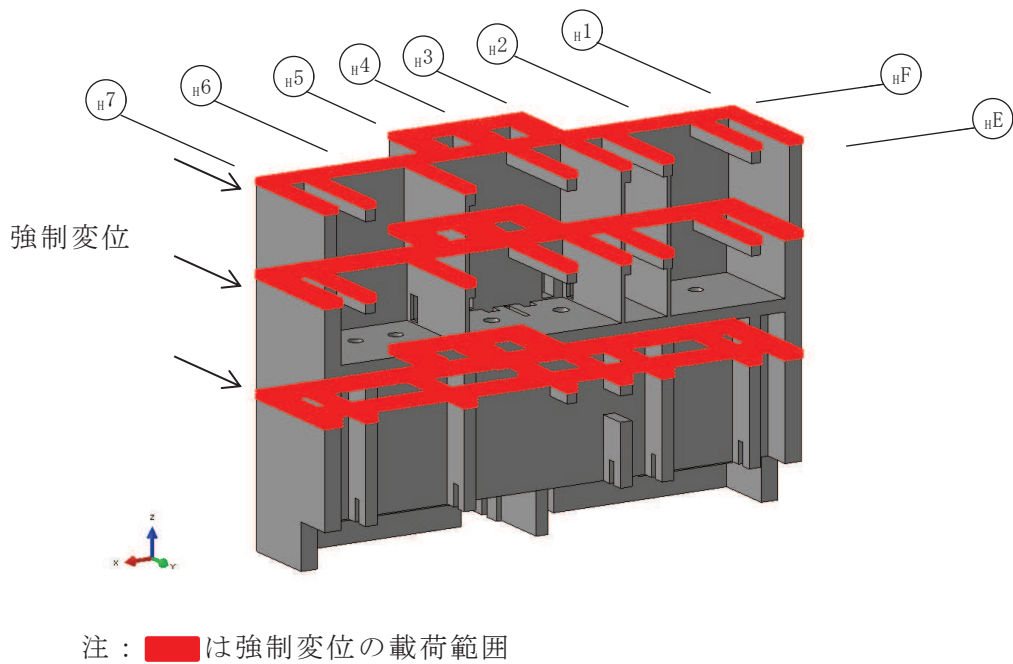


図 3-10 強制変位の載荷範囲

### 3.4.2 材料構成則

材料物性を表 3-3 に示し、材料構成則を図 3-11 に示す。

コンクリートのヤング係数については、設計基準強度に基づき算定した値とする。コンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。

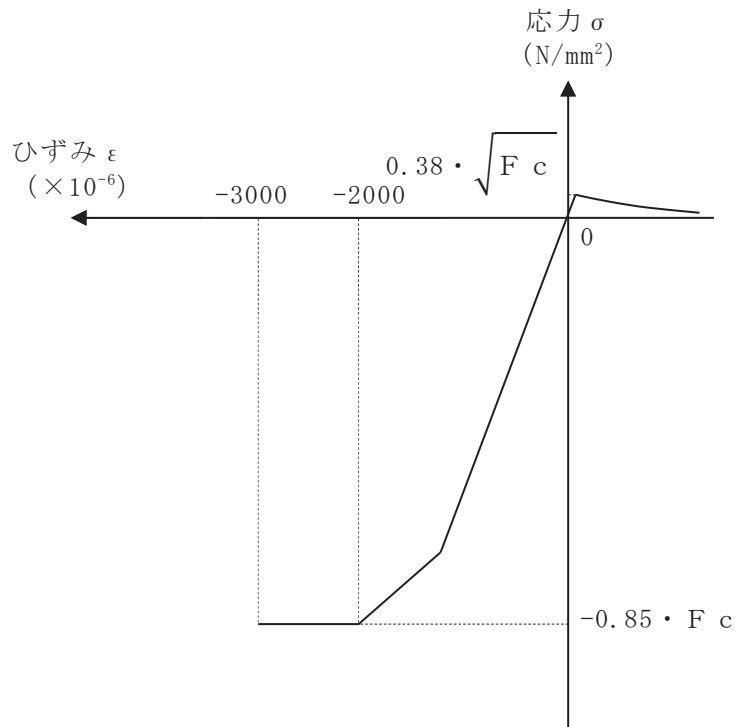
表 3-3 使用材料の物性値

(a) コンクリート

コンクリートの 設計基準強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	ヤング係数 $E$ ( $N/mm^2$ )	ポアソン比 $\nu$
32.4	$2.51 \times 10^4$	0.2

(b) 鉄筋

鉄筋の種類	ヤング係数 $E$ ( $N/mm^2$ )
SD345	$2.05 \times 10^5$



$F_c$  : コンクリートの設計基準強度

項目	設定
圧縮強度* <sup>1</sup>	$-0.85 \cdot F_c$ * <sup>2</sup>
終局圧縮ひずみ* <sup>1</sup>	$-3000 \times 10^{-6}$ * <sup>2</sup>
圧縮側のコンクリート構成則	CEB-FIP Model code に基づき設定 (引用文献(1)参照)
ひび割れ発生後の引張軟化曲線	出雲ほか(1987)による式 ( $c = 0.4$ ) (引用文献(2)参照)
引張強度	$\sigma_t = 0.38 \cdot \sqrt{F_c}$ * <sup>3</sup>

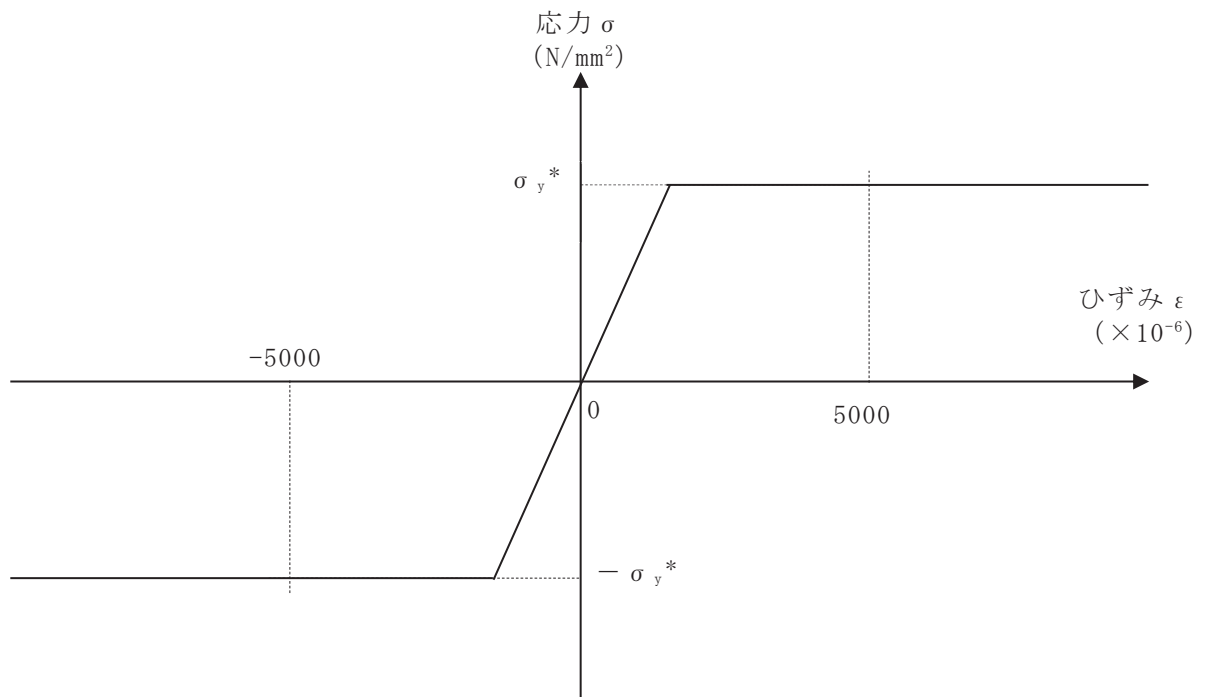
注記\*1 : 引張方向の符号を正とする。

\*2 : 「J S M E S N E 1 -2003 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格 (以下「CCV規格」という。)」に基づく。

\*3 : 「日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 -許容応力度設計法- (以下「RC規準」という。)」に基づく。

(a) コンクリートの応力-ひずみ関係

図 3-11(1) 材料構成則



注 : 引張方向の符号を正とする。  
注記\* : 鉄筋の降伏強度の 1.0 倍とする。

(b) 鉄筋の応力－ひずみ関係

図 3-11(2) 材料構成則

### 3.5 評価方法

#### 3.5.1 応力解析方法

浸水防護施設を支持する部位等を含む第3号機海水熱交換器建屋の東側切り出し3次元FEMモデルを用いた弾塑性応力解析を実施する。

#### 3.5.2 断面の評価方法

浸水防護施設を支持する部位等が基準地震動 $S_s$ に対して終局状態に至らず必要な構造強度を有していることを確認する。具体的には応力解析により得られたコンクリート及び鉄筋のひずみ並びに面外せん断力に対して次のとおり評価し、各部材の健全性を確認する。

##### (1) コンクリート及び鉄筋のひずみに対する断面の評価方法

各要素に生じるコンクリート及び鉄筋のひずみは、次に示す「CCV規格」に基づくひずみの目安値を超えないことを確認する。また、鉄筋のひずみが目安値を超える場合にあつては、当該断面内のコンクリートに圧縮応力を示す部分があり、かつコンクリートのひずみが目安値を超えないことを確認する。

- ・コンクリートの最小主ひずみ :  $-3000\mu^*$
- ・鉄筋のひずみ :  $\pm 5000\mu^*$

注記\* : 引張方向の符号を正とする。

##### (2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

「日本建築学会 2005年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (以下「RC-N規準」という。)」に基づく短期許容面外せん断力を目安値とし、要素応力を断面方向に積分して算出した断面の面外せん断力が、目安値を超えないことを確認する。なお、評価対象の壁については軸力を付加しない。また、断面の面外せん断力が目安値を超える場合にあつては、ソリッド要素を用いていることから3軸方向の主ひずみが評価されるので、断面内のコンクリート及び鉄筋のひずみが上記(1)に示すひずみの目安値を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

$Q_A$  : 許容面外せん断力 (N)

$b$  : 断面の幅 (mm)

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

$\alpha$  : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

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

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : せん断力 (N)

$d$  : 断面の有効せい (mm)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (1.21N/mm<sup>2</sup>)

### 3.6 評価結果

S s 地震時のコンクリートの最小主ひずみを図 3-12 に示す。ここでコンクリートの最小主ひずみは、部位ごとに最小となる位置で切断したコンターを示す。

S s 地震時のコンクリートの最小主ひずみは、全ての評価部位において目安値である  $-3.0 \times 10^{-3}$  以内の値となっている。

S s 地震時の鉄筋のひずみを図 3-13 及び図 3-14 に示す。ここで鉄筋のひずみは、部位ごとに引張が最大となる面を示す。

S s 地震時の鉄筋のひずみは、概ね目安値である  $\pm 5.0 \times 10^{-3}$  を超えない値となっている。H E - H F 通り間壁の縦筋において目安値を超える要素があるが、表 3-4 に示す通り「土木学会 2005 年 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」を参考に部材厚の 1.0 倍程度の範囲で要素のひずみを平均化した場合には、平均化後の鉄筋ひずみは目安値を下回ることを確認した。なお、当該断面内のコンクリートに圧縮応力を示す部分があり、かつ圧縮応力を示す部分のひずみが目安値を超えないことを確認している。

S s 地震時の面外せん断力の検定比を図 3-15 及び図 3-16 に示す。ここで面外せん断力は各要素のせん断力を断面方向に積分した値に対する検定比を示す。S s 地震時の面外せん断力の検定比は、概ね 1 以下の値となっている。ただし、直交する部材の有無による境界部における検定比は 1 以上となり、断面の面外せん断力が目安値を超える部分においては、断面内のコンクリート及び鉄筋のひずみが目安値を超えないことを確認している。面外せん断力の検定比が最大となる箇所の断面のコンクリートの最小主ひずみ及び鉄筋のひずみを図 3-17 及び図 3-18 にそれぞれ示す。

なお、参考として S s 地震時の変形性状を確認するため、S s 地震時の変形図を図 3-19 に示す。

表 3-4 S s 地震時の鉄筋のひずみ

荷重状態	評価部位	ひずみ発生値 (平均化前)	ひずみ発生値 (平均化後)	ひずみ 目安値
S s 地震時	H E - H F 通り間壁	8253 $\mu$	1479 $\mu$	5000 $\mu$

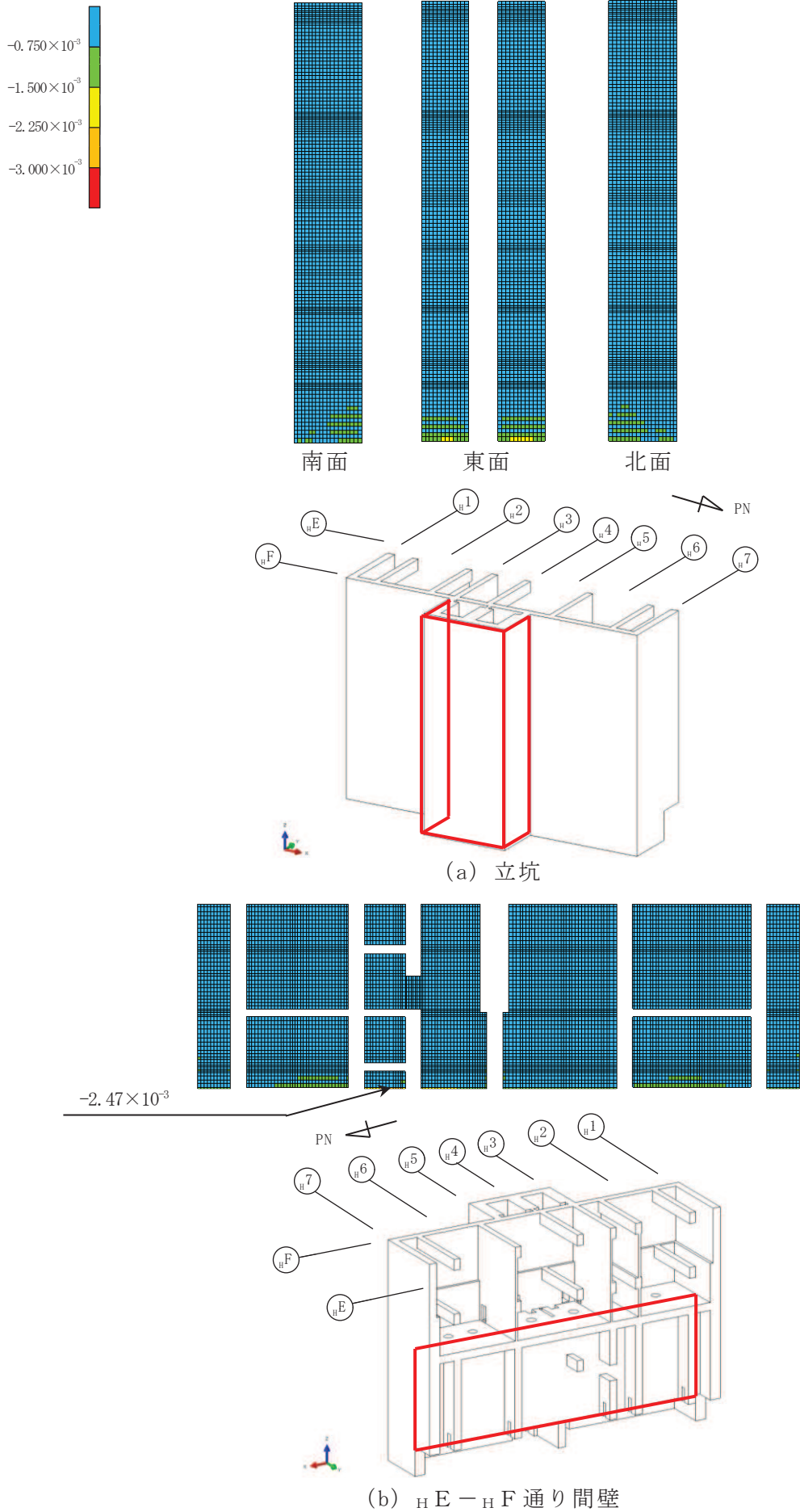
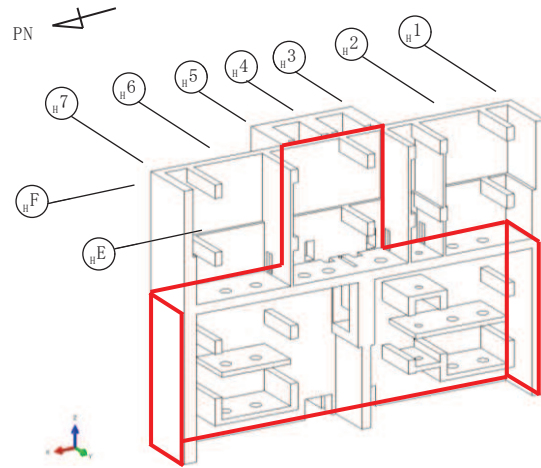
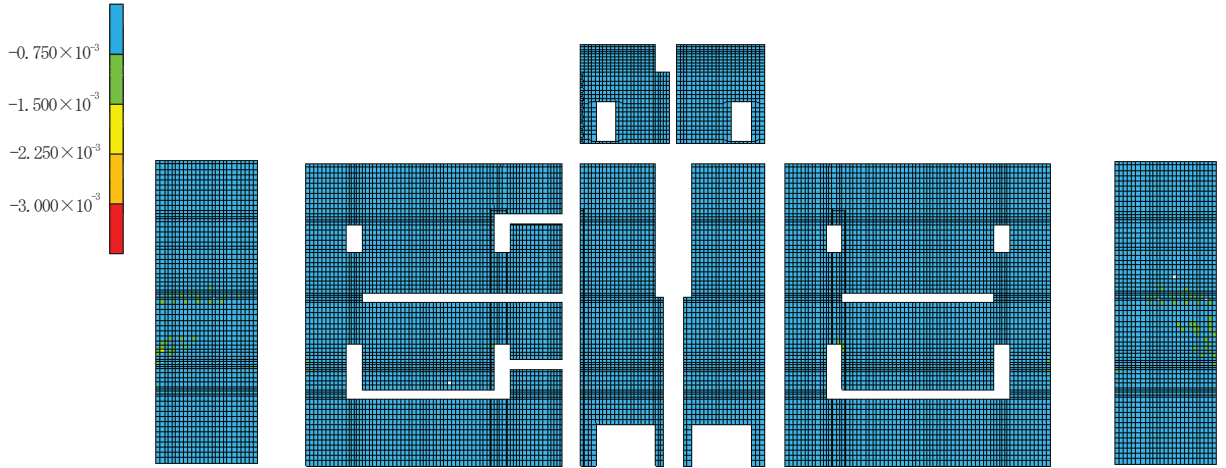
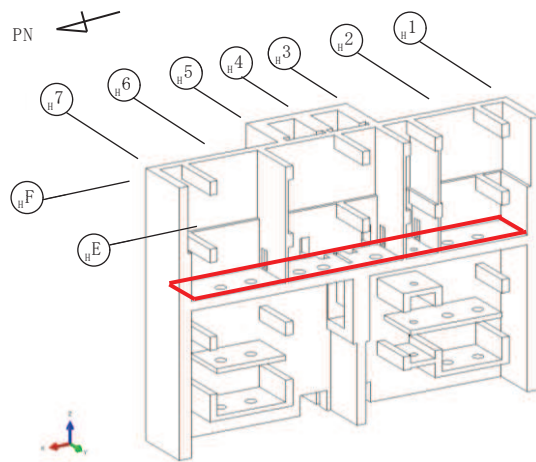
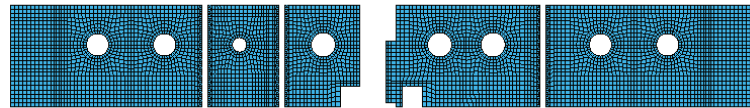


図 3-12(1) S<sub>s</sub>地震時コンクリート最小主ひずみ





(c) H F 通り外壁，ポンプ室南北外壁



(d) O.P. 3.0m 中間スラブ

図 3-12(2) S s 地震時コンクリート最小主ひずみ

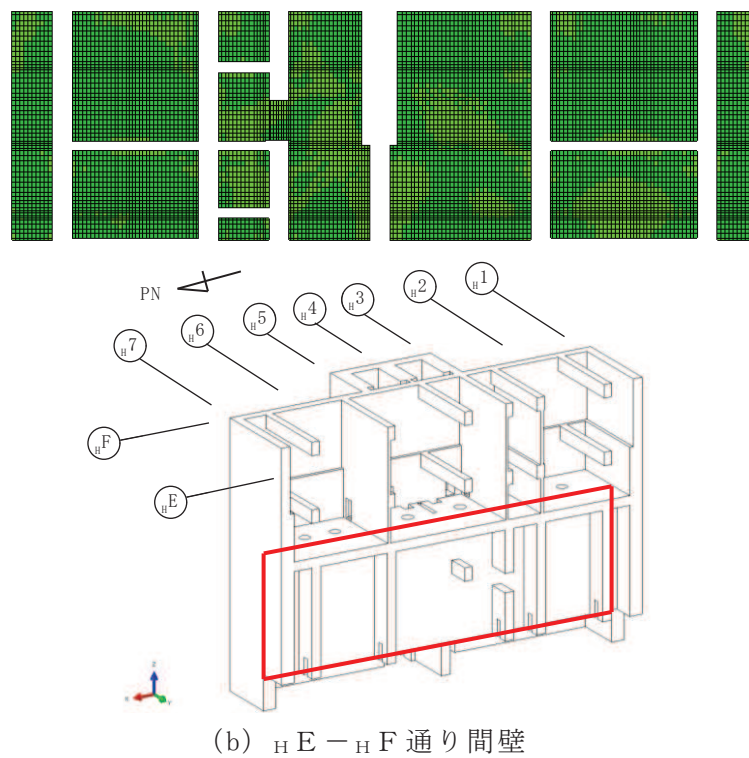
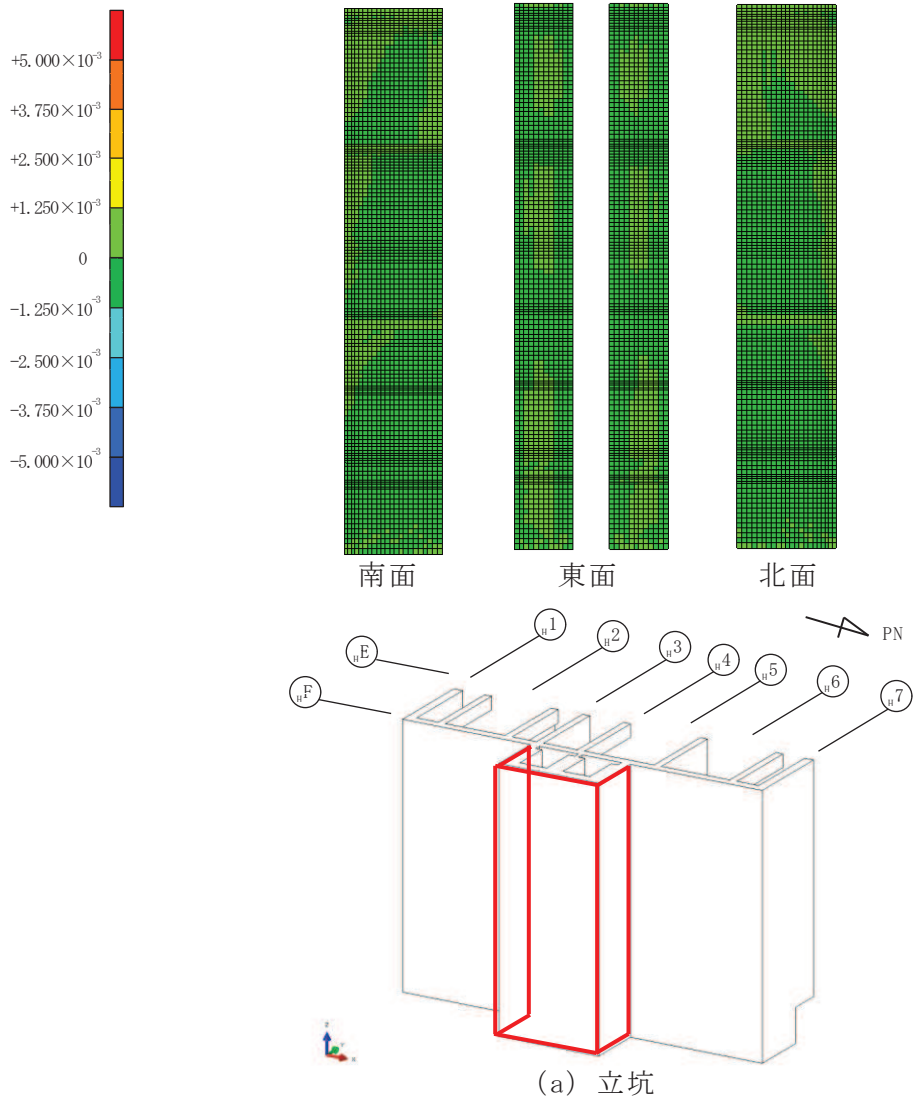
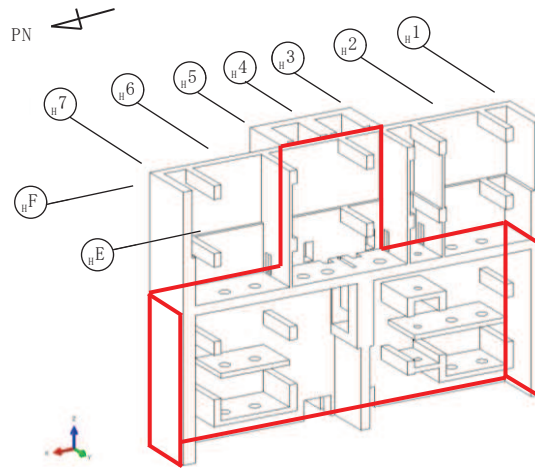
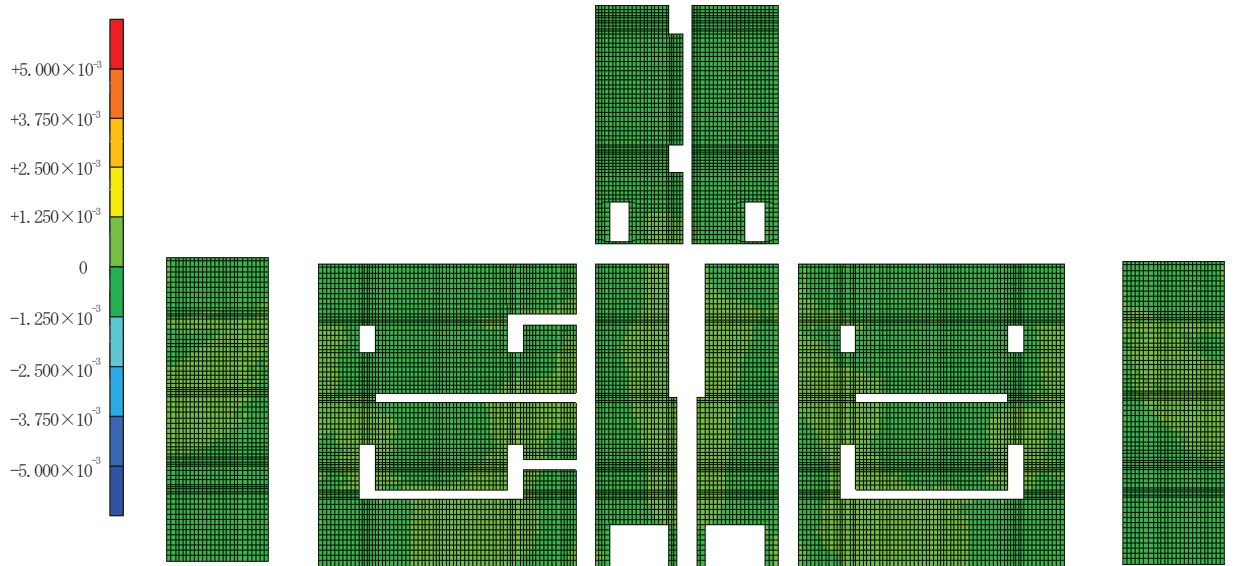
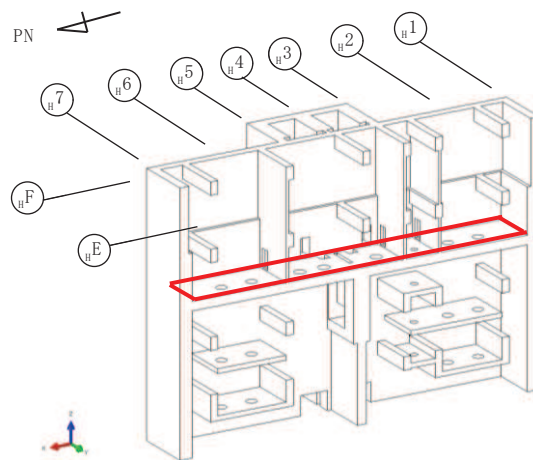
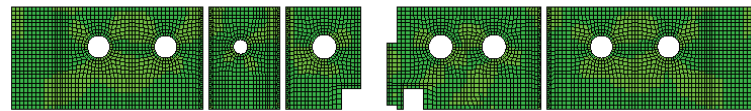
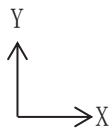


図 3-13(1) S s 地震時鉄筋ひずみ (X, 横方向)



(c) H F 通り外壁，ポンプ室南北外壁



(d) 0. P. 3. 0m 中間スラブ

図 3-13(2) S s 地震時鉄筋ひずみ (X, 横方向)

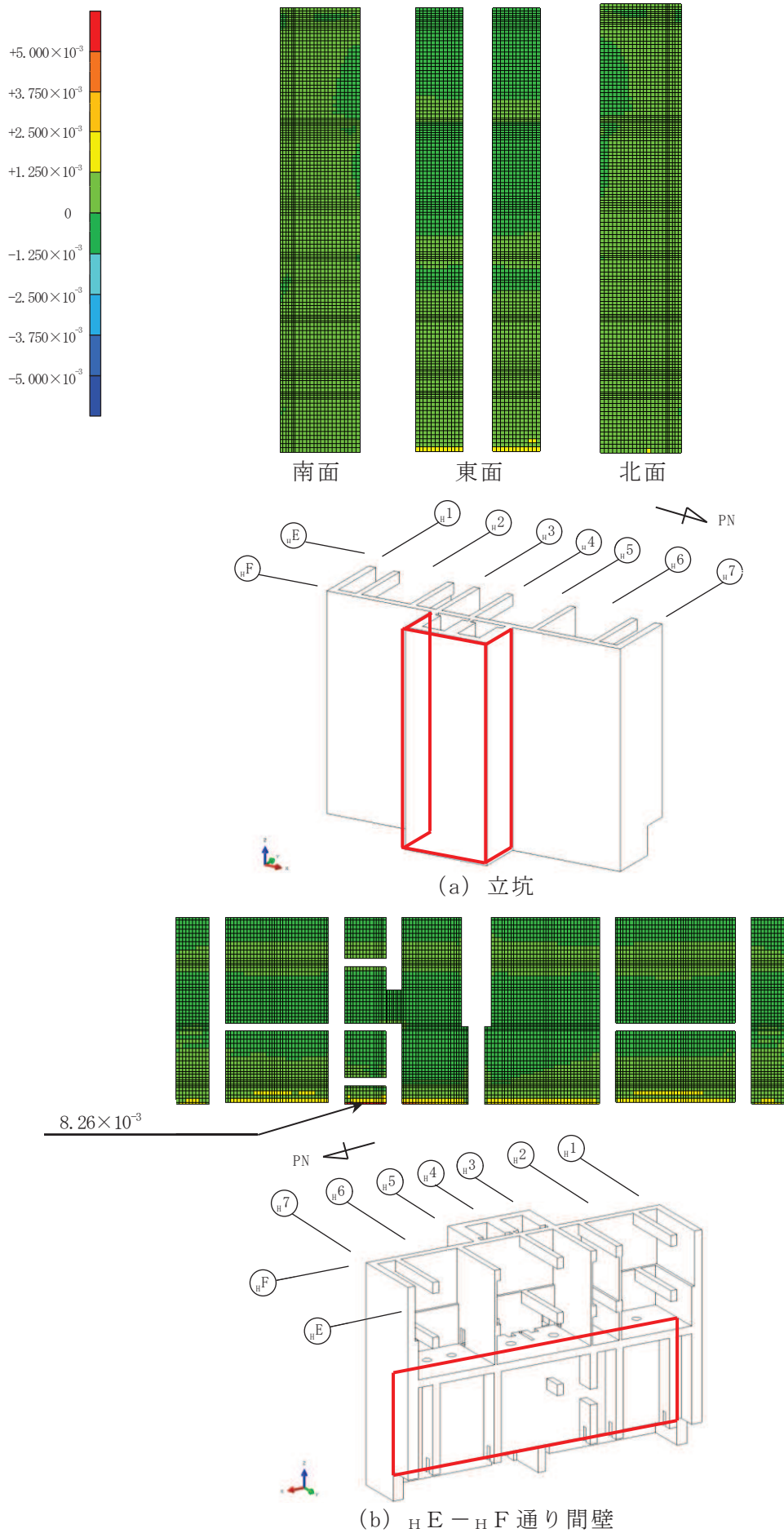
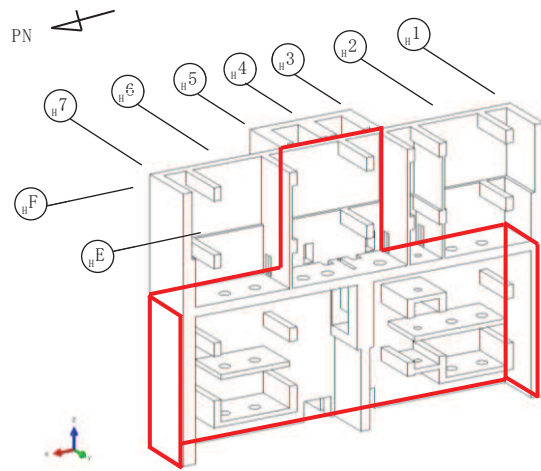
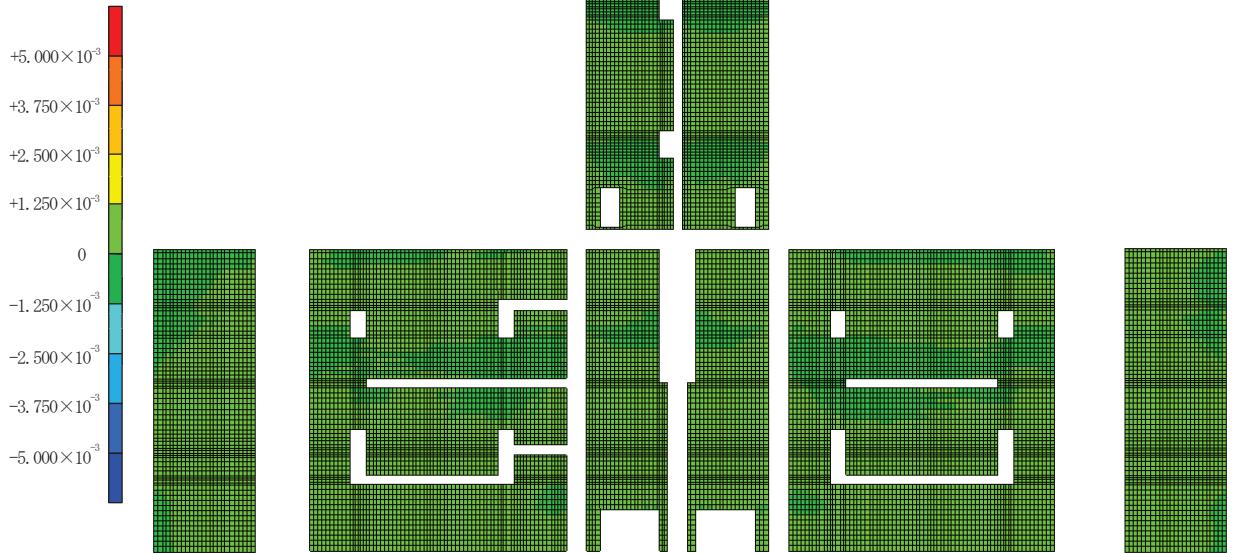
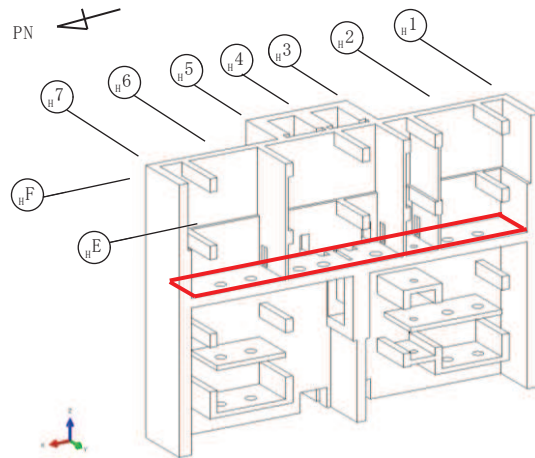
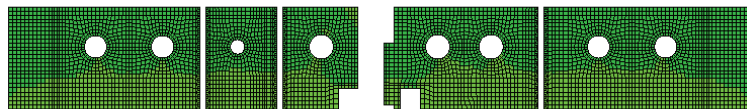
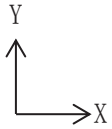


図 3-14(1) S<sub>s</sub>地震時鉄筋ひずみ (Y, 縦方向)



(c) HF 通り外壁，ポンプ室南北外壁



(d) 0. P. 3. 0m 中間スラブ

図 3-14(2) S s 地震時鉄筋ひずみ (Y, 縦方向)

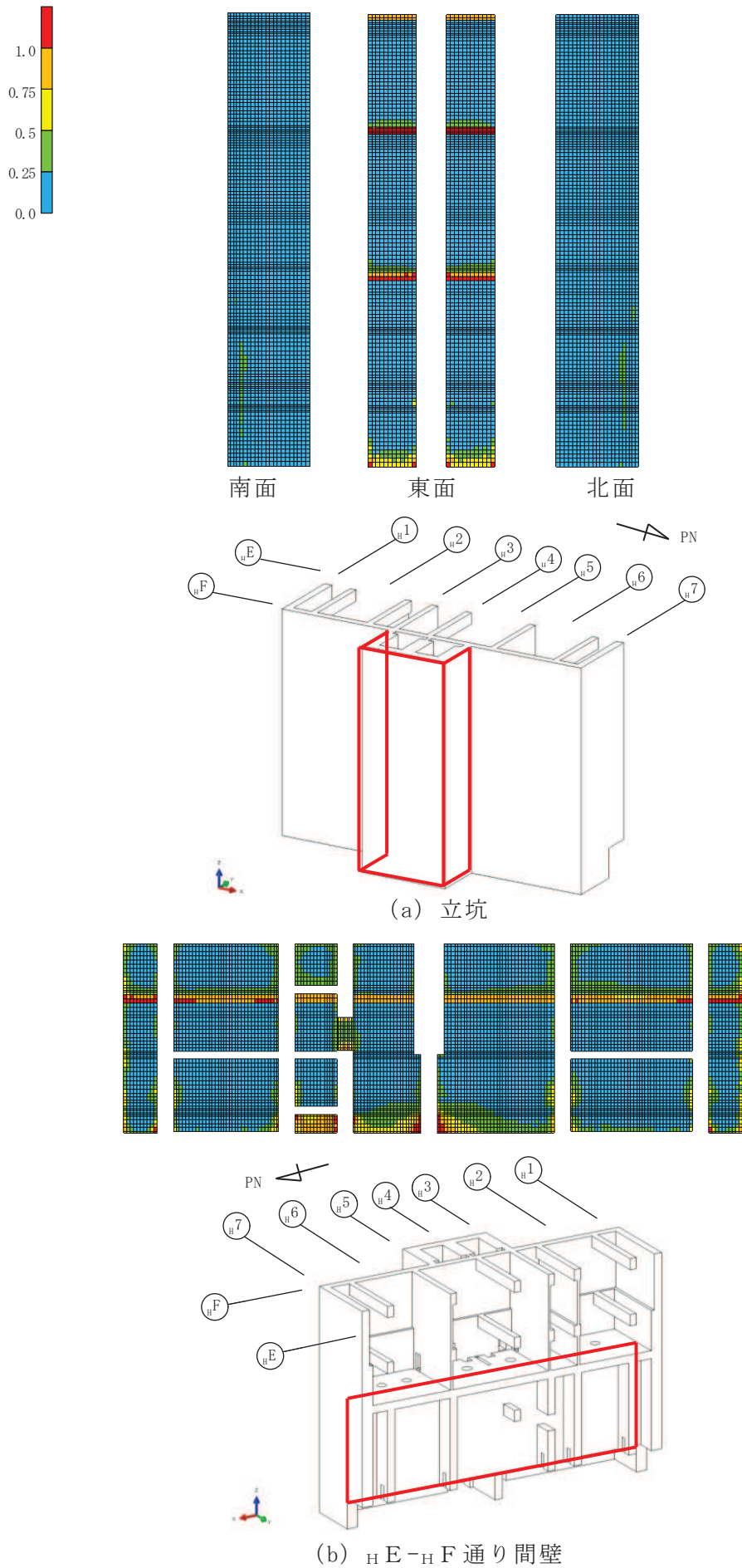
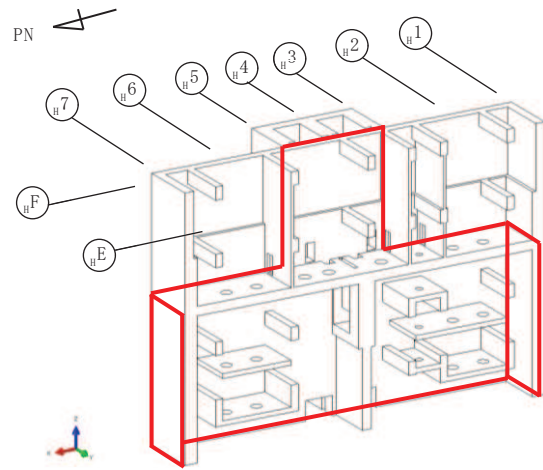
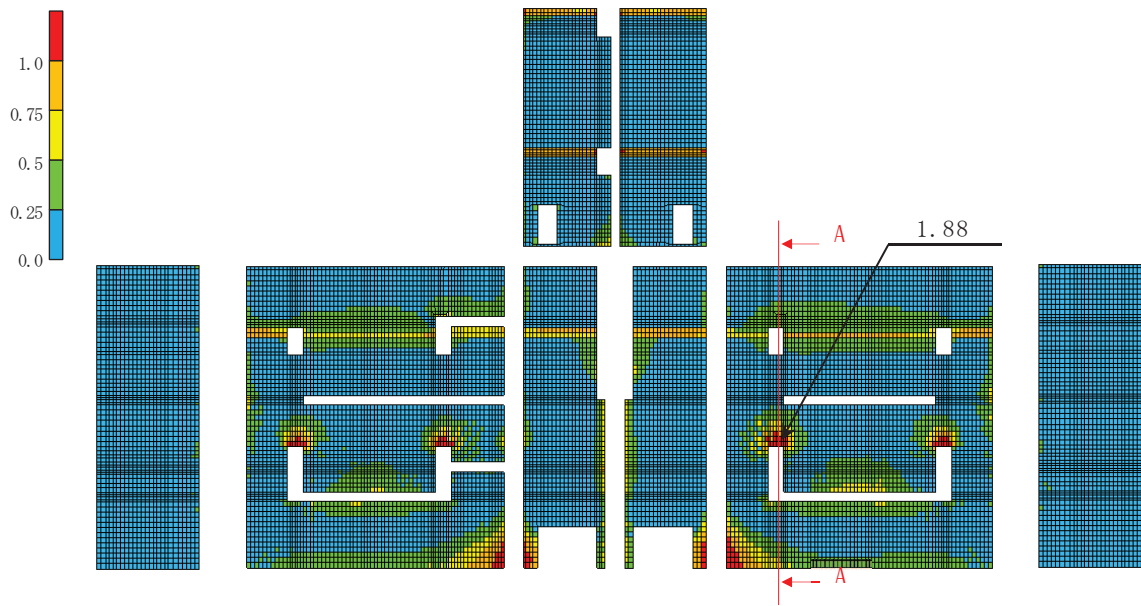
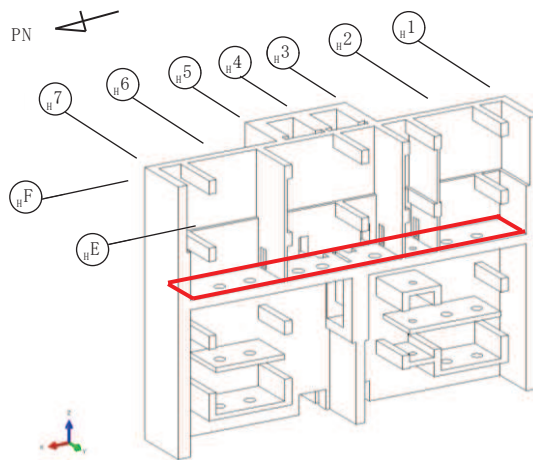
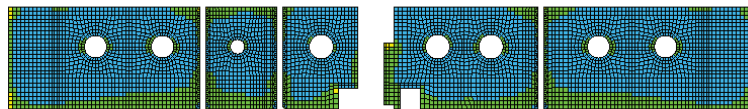


図 3-15(1) S s 地震時面外せん断力検定比 (縦方向)



(c) H F 通り外壁，ポンプ室南北外壁



(d) O. P. 3.0m 中間スラブ

図 3-15(2) S s 地震時面外せん断力検定比 (縦方向)

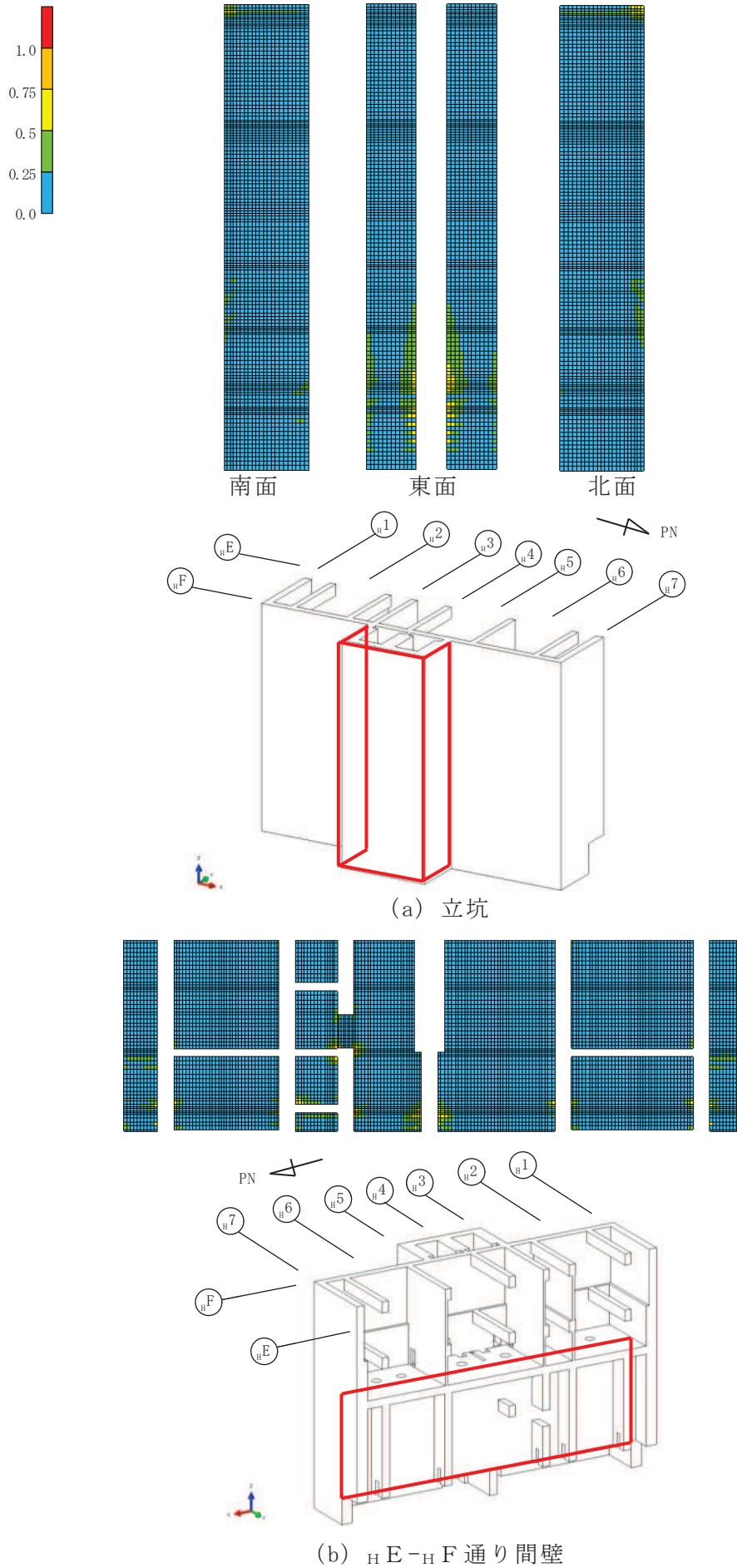
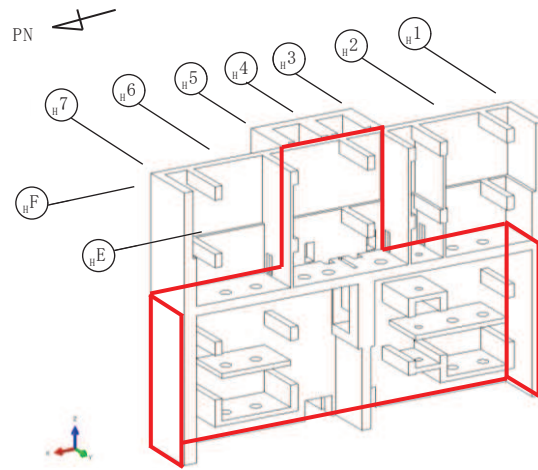
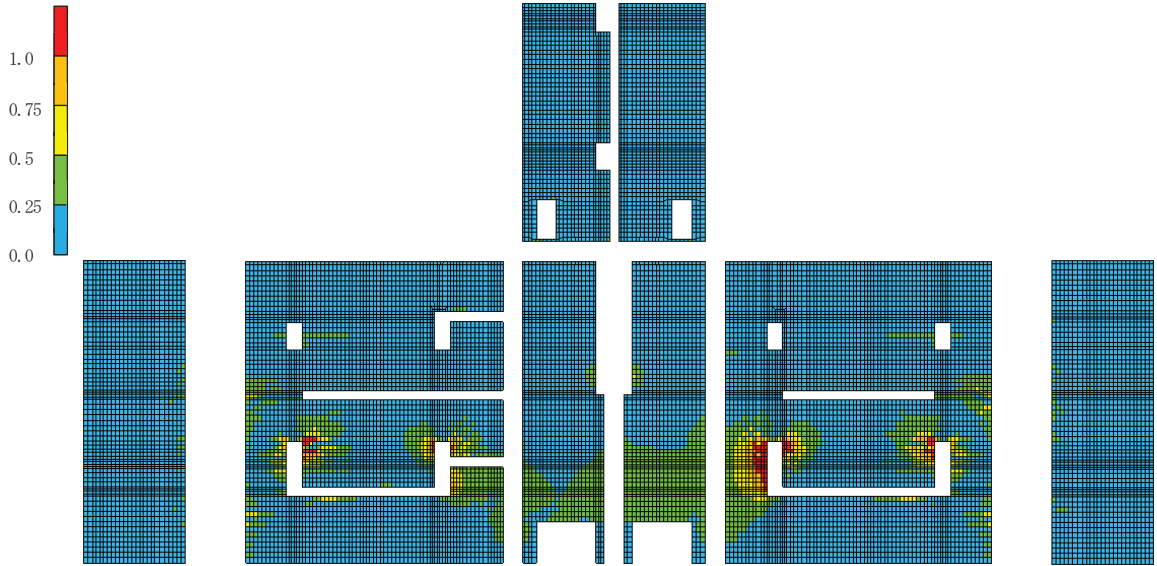
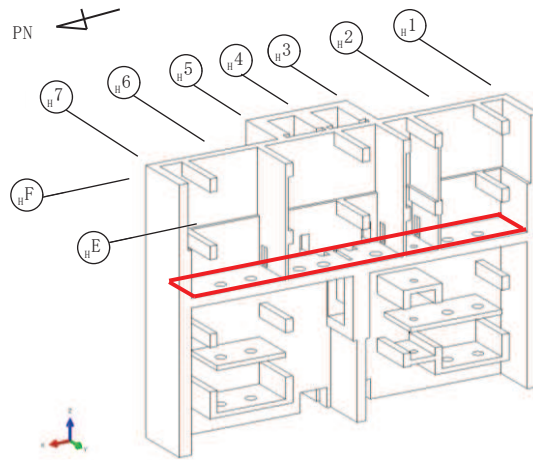
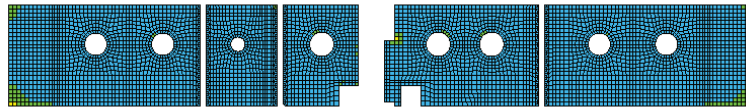


図 3-16(1) S s 地震時面外せん断力検定比 (横方向)





(c)  $H F$  通り外壁, ポンプ室南北外壁



(d) 0. P. 3. 0m 中間スラブ

図 3-16(2)  $S_s$  地震時面外せん断力検定比 (横方向)

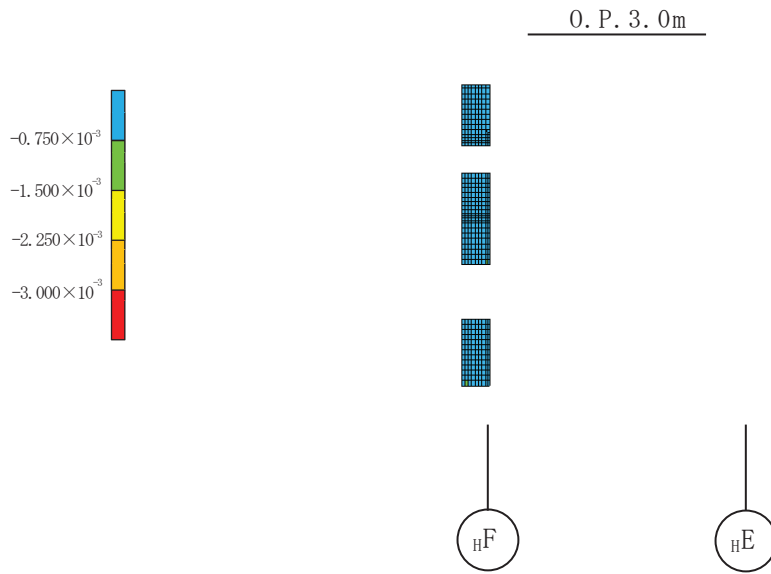


図 3-17 S s 地震時 A-A 断面内コンクリート最小主ひずみ

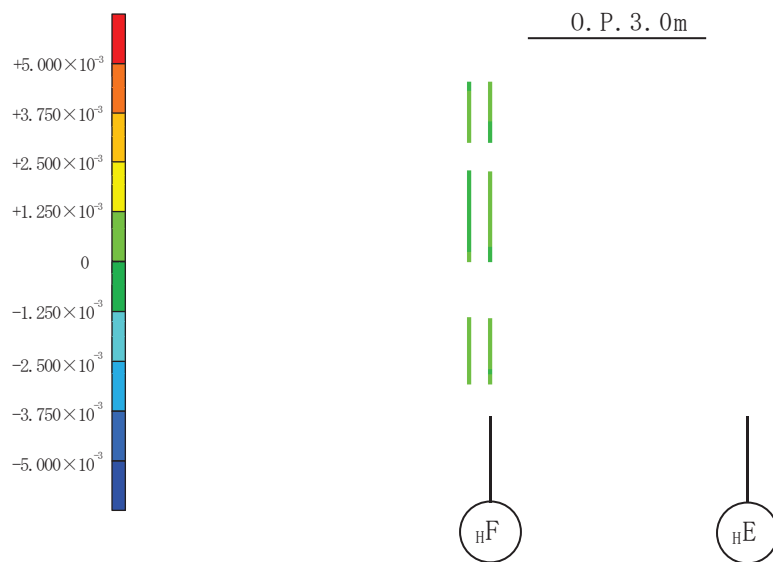


図 3-18 S s 地震時 A-A 断面内鉄筋ひずみ

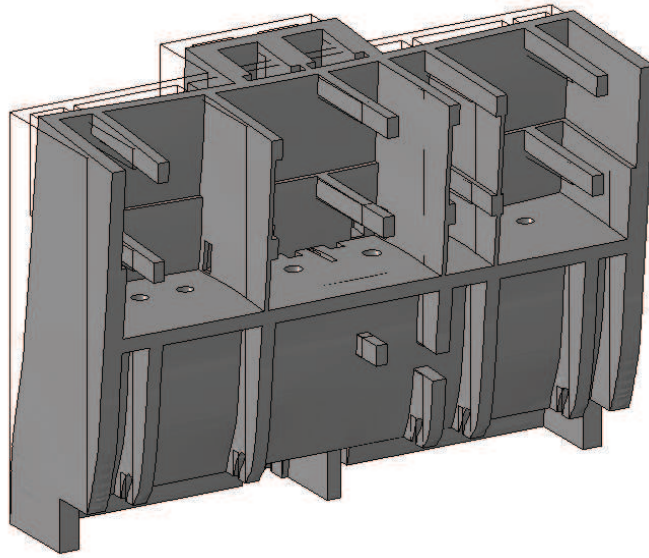


図 3-19 S s 地震時変形図 (変形倍率 200 倍)

#### 4. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を支持する壁の評価

##### 4.1 評価対象部位

浸水防止蓋を固定する鉄骨架構は第3号機海水熱交換機建屋1階ペントハウス（以下「ペントハウス」という。）の<sub>H1</sub>通り外壁で支持されることから、評価部位はペントハウスの<sub>H1</sub>通り外壁とする。評価対象部位であるペントハウスの<sub>H1</sub>通り外壁を図4-1に示す。

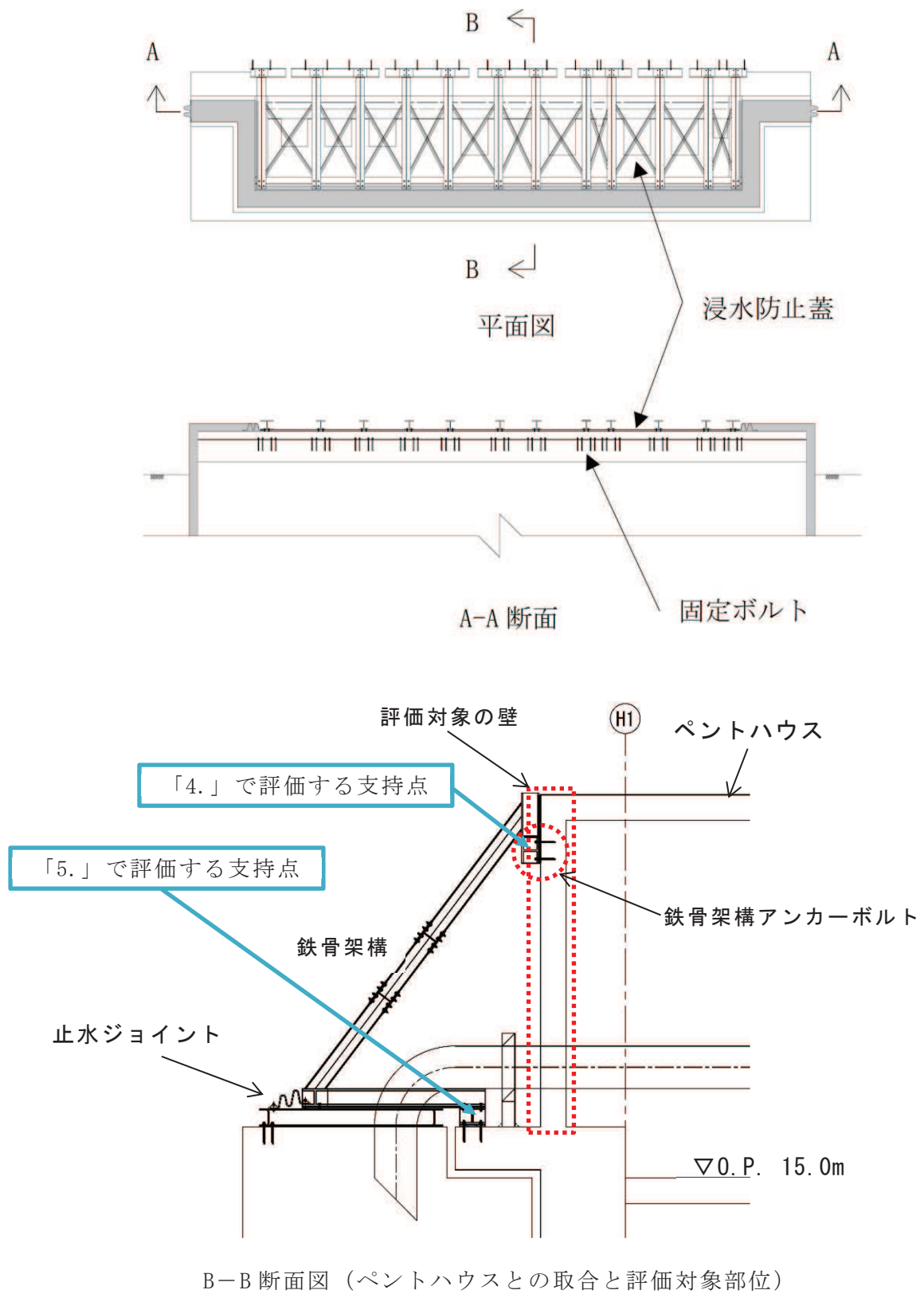


図 4-1 浸水防止蓋概要図

## 4.2 荷重及び荷重の組み合わせ

### 4.2.1 入力荷重

表 4-1 に示す地震時の荷重の組み合わせを考慮する。

表 4-1 応力解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力* <sup>1</sup>
	付帯構造物の荷重	浸水防止蓋の反力* <sup>2</sup>

注記\*1：添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の地震応答解析結果に基づく、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの震度の包絡値とする。

\*2：添付書類「VI-2-10-2-8-4 浸水防止蓋（第3号機補機冷却海水系放水ピット）の耐震性についての計算書」及び添付書類「VI-3-別添 3-2-7-2 浸水防止蓋（第3号機補機冷却海水系放水ピット）の強度計算書」に示す、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの包絡値とする。

#### (1) 躯体に作用する慣性力

地震時慣性力の算出に用いる水平震度を表 4-2 に示す。なお、ペントハウス部の固有周期は剛であり、震度の増幅は考慮しない。

表 4-2 地震時慣性力の算出に用いる水平震度

ケース	O.P. (m)	水平震度 (NS 方向)
S <sub>s</sub> 地震時	15.0	2.46

#### (2) 浸水防止蓋の反力

浸水防止蓋を固定する鉄骨架構から評価対象部位であるペントハウスの<sub>H</sub>1 通り外壁に対しては、図 4-1 に示すとおりアンカーボルトを通して反力が伝達される。アンカーボルトからペントハウスの<sub>H</sub>1 通り外壁に作用する荷重を表 4-3 に示す。

表 4-3 アンカーボルトからペントハウスの<sub>H</sub>1 通り外壁に作用する荷重

ケース	水平荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)
S <sub>s</sub> 地震時	10.665	2.631

#### 4.2.2 荷重の組み合わせ

荷重の組み合わせとしては、 $S_s$ 地震時における慣性力及び付帯構造物の荷重を考慮する。

### 4.3 解析モデル及び諸元

#### 4.3.1 解析モデル

応力解析には、解析コード「KANSAS2」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

解析モデル概要図を図4-2に示す。ペントハウスの $H_1$ 通り外壁は面内方向に十分な耐力を有することから、応力解析においては面外方向の評価を実施することとし、1階から屋根スラブまでの一方向版としてモデル化を行う。境界条件として、1階側は固定支持とし、屋根スラブ側はピン支持とする。また、図4-2(b)に示すとおり、鉄骨架構斜材のアンカーボルトピッチが400mmであることと、ペントハウス評価対象の壁厚が300mmであることから、ペントハウス壁部の検討幅を700mmとする。

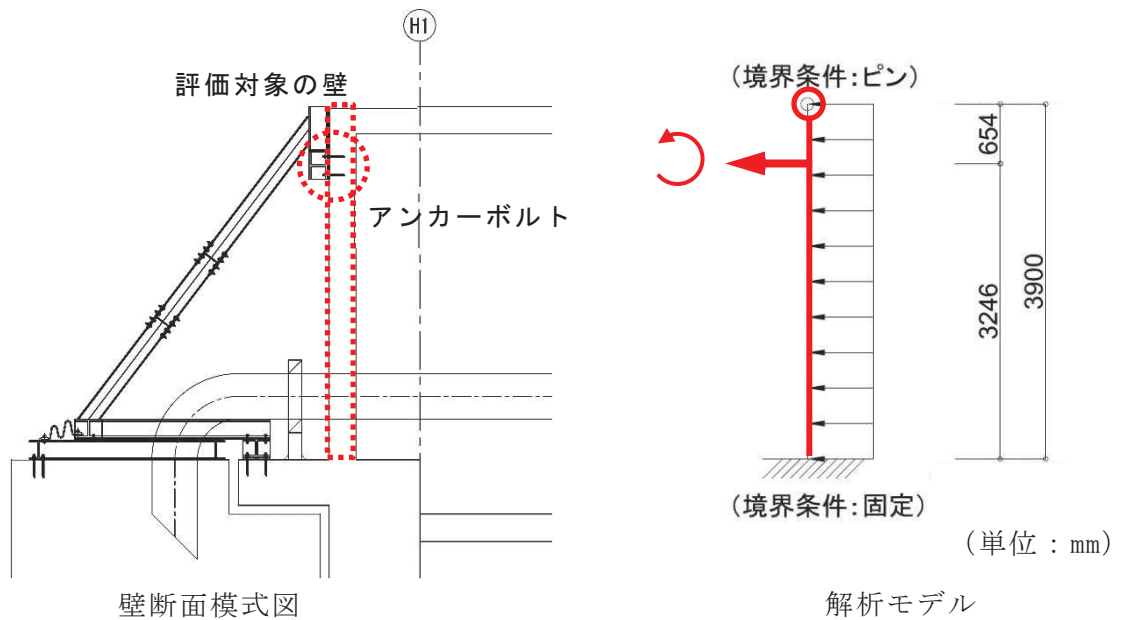
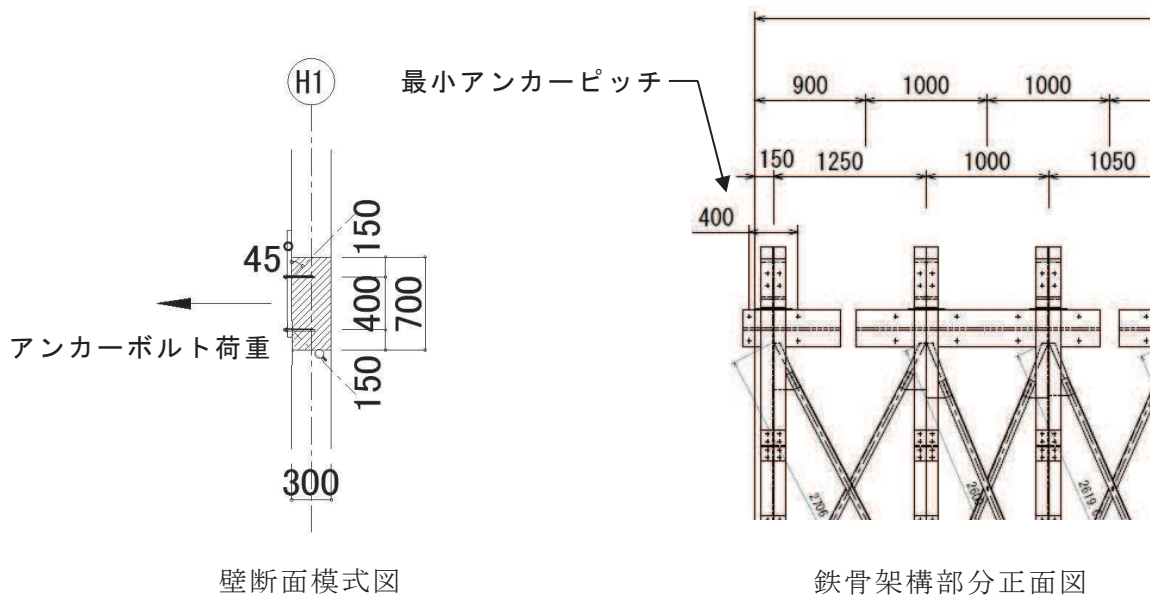


図4-2(1) 解析モデル (1/2)



(単位：mm)

(b) 評価幅の考え方

図 4-2(2) 解析モデル (2/2)

4.3.2 使用材料の物性値

使用材料の物性値を表 4-4 に示す。

コンクリートのヤング係数については、設計基準強度に基づき算定した値とする。コンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。

表 4-4 使用材料の物性値

(a) コンクリート

コンクリートの設計基準強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
32.4	$2.51 \times 10^4$	0.2

(b) 鉄筋

鉄筋の種類	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )
SD345	$2.05 \times 10^5$



## 4.4 評価方法

### 4.4.1 応力解析方法

ペントハウスの<sub>H</sub>1通り外壁を一方向版としてモデル化した応力解析を実施する。

### 4.4.2 断面の評価方法

ペントハウスの<sub>H</sub>1通り外壁が浸水防止蓋の支持に十分な構造強度を有していることを確認するため、応力解析により得られた曲げモーメント、並びに面外せん断力に対して次の通り評価し、ペントハウスの<sub>H</sub>1通り外壁の健全性を確認する。

断面の評価にあたって、曲げモーメントに対する評価については「RC規準」に基づく曲げ終局強度 $M_u$ を、面外せん断力に対する評価については「RC-N規準」に基づく短期許容面外せん断力 $Q_A$ を許容値とし、算出した発生応力が許容値を超えないことを確認する。なお、ペントハウスの<sub>H</sub>1通り外壁については軸力を付加しない。

$$M_u = 0.9 \cdot a_t \cdot \sigma_y \cdot d \cdot 10^{-6}$$

ここで、

$M_u$  : 曲げ終局強度 (kN・m)

$a_t$  : 縦筋設計断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\sigma_y$  : 鉄筋の降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>) \*

$d$  : 有効せい (mm)

注記\* : 「建設省告示第 2464 号」に基づき降伏点強度に 1.1 倍の割増しを考慮する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s \cdot 10^{-3}$$

ここで,

$Q_A$  : 短期許容面外せん断力 (kN)

$b$  : 断面の幅 (mm)

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

$\alpha$  : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

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

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : せん断力 (N)

$d$  : 断面の有効せい (mm)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (1.21N/mm<sup>2</sup>)

#### 4.5 評価結果

断面の評価結果を表 4-5 に示す。

表 4-5 より、ペントハウスの<sub>H</sub>1 通り外壁に対する曲げモーメント並びに面外せん断力は、許容値を下回ることを確認したことから、ペントハウスの<sub>H</sub>1 通り外壁が地震時に必要な構造強度を有することを確認した。

表 4-5 断面評価結果

O.P. (m)		15.6~19.8
壁位置 (通り)		<sub>H</sub> 1
壁厚 D (mm)		300
壁幅 B (mm)		700
有効せい d (mm)		220
配筋 (鉄筋断面積)	縦筋配筋	2-D13@200
	縦筋設計断面積 $a_t$ (mm <sup>2</sup> )	381
せん断に対する検討	せん断力 Q (kN)	31.9
	せん断スパン比による割増し係数 $\alpha$	1.00
	コンクリートの短期許容せん断応力度 $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.21
	短期許容面外せん断力 $Q_A$ (kN)	163
	検定比 $Q/Q_A$	0.20
曲げモーメントに対する検討	曲げモーメント M (kN・m)	25.7
	鉄筋の降伏応力度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	379.5
	曲げ終局強度 $M_u$ (kN・m)	28.6
	検定比 $M/M_u$	0.90
判定		可

## 5. 補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋等を支持する片持ちスラブの評価

### 5.1 評価対象部位

補機冷却海水系放水ピット上の浸水防止蓋を固定する鉄骨架構及び配管サポートは、第3号機海水熱交換機建屋1階のH1通り側の片持ちスラブ（以下「片持ちスラブ」という。）で支持されることから、評価対象部位は片持ちスラブとする。評価対象部位である片持ちスラブを図5-1に示す。

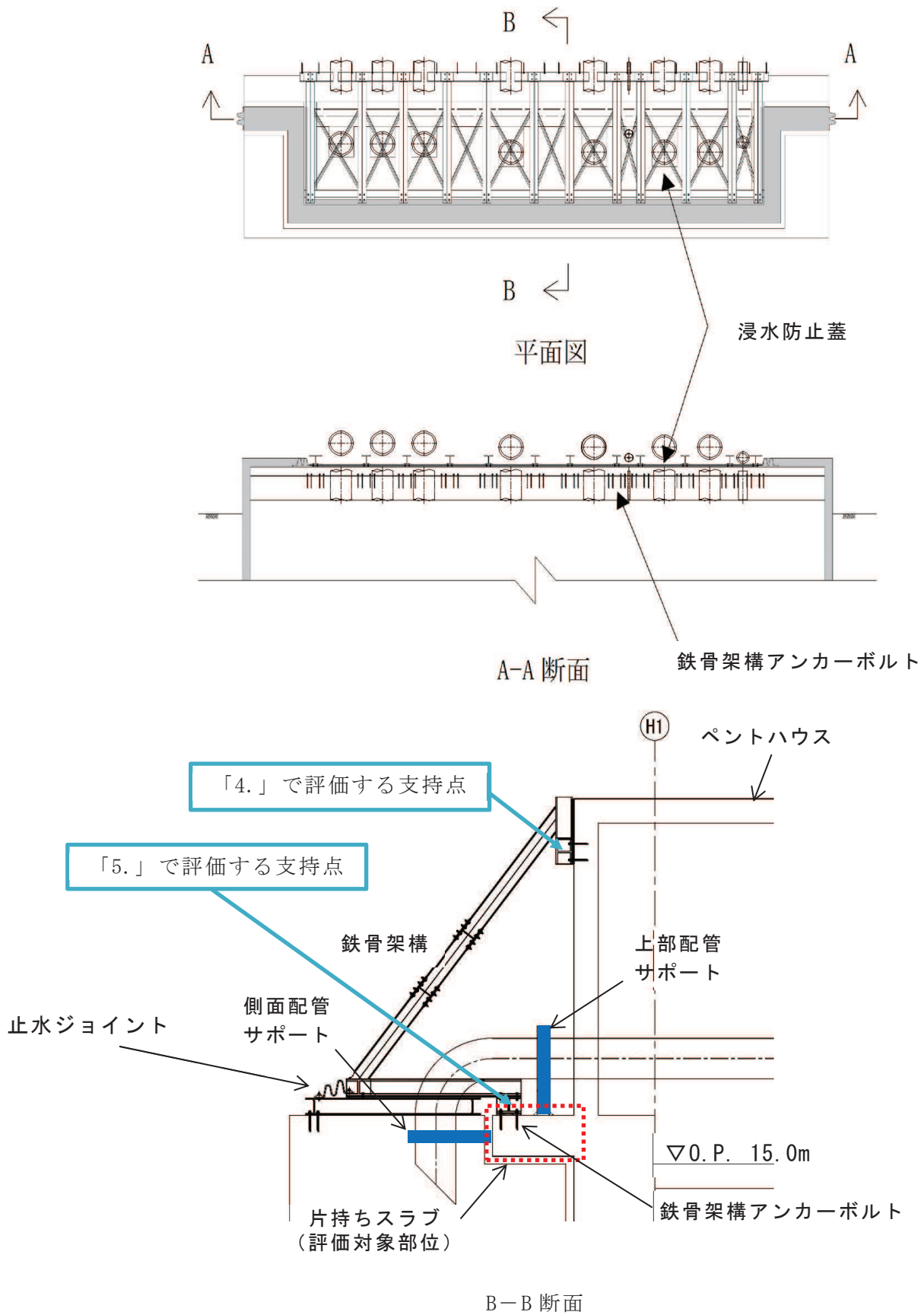


図 5-1 評価対象部位の概要図

## 5.2 荷重及び荷重の組み合わせ

### 5.2.1 入力荷重

表 5-1 に示す地震時の荷重の組み合わせを考慮する。

表 5-1 応力解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力 <sup>*1</sup>
	付帯構造物の荷重	浸水防止蓋の反力 <sup>*2</sup> 配管サポートの反力 <sup>*3</sup>

注記\*1：添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の地震応答解析結果に基づく、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの震度の包絡値とする。

\*2：添付書類「VI-2-10-2-8-4 浸水防止蓋（第3号機補機冷却海水系放水ピット）の耐震性についての計算書」及び添付書類「VI-3-別添 3-2-7-2 浸水防止蓋（第3号機補機冷却海水系放水ピット）の強度計算書」に示す、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの包絡値とする。

\*3：添付書類「VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」に基づく配管サポートの反力を用いる。

#### (1) 躯体に作用する慣性力

地震時慣性力の算出に用いる鉛直震度を表 5-2 に示す。

表 5-2 地震時慣性力の算出に用いる鉛直震度

ケース	O.P. (m)	鉛直震度 (UD 方向)
S s 地震時	15.0	1.27

(2) 付帯構造物の荷重

浸水防止蓋を固定する鉄骨架構及び配管サポートから評価対象部位である片持ちスラブに対しては、図 5-1 に示すとおりアンカーボルトを通して反力が伝達される。アンカーボルトから片持ちスラブに作用する荷重を表 5-3 に示す。

表 5-3 アンカーボルトから片持ちスラブに作用する荷重

(a) 浸水防止蓋を固定する鉄骨架構からの反力

ケース	鉛直荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)
S s 地震時	1.837 (上向き)	0.777 (上向き*)
	12.208 (下向き)	4.558 (下向き*)

注記\*：曲げモーメントの上向きとは、固定端において下端引張となる向きを、下向きとは上端引張となる向きを表す

(b) 上部配管サポートからの反力 (上向き・下向き)

ケース	鉛直荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)
S s 地震時	133.0	0.000

(c) 側面配管サポートからの反力 (上向き・下向き)

ケース	鉛直荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)
S s 地震時	1.0	0.260

5.2.2 荷重の組み合わせ

荷重の組み合わせとしては、S s 地震時における慣性力及び付帯構造物の荷重を考慮する。

### 5.3 解析モデル及び諸元

#### 5.3.1 解析モデル

解析モデル概要図を図 5-2 に示す。片持ちスラブは面内方向に十分な耐力を有することから、応力解析においては<sub>H</sub>1 通り側を固定端とした片持ちスラブとしてモデル化を行う。また、モデル化幅は主筋 1 本当りりの負担幅の 200mm とし、スラブに掛かる各荷重はアンカーボルトのピッチ及び部材厚を考慮して負担幅を算定し、負担幅の中に存在する主筋本数で除した値とする。

図 5-3 に負担幅の考え方を示す。鉄骨架構ではアンカーボルトが一行であることと、評価対象の部材厚が 500mm であることから、図 5-3(a) のとおり負担幅を 500mm とし、上部配管サポートではアンカーボルトのピッチが 1250mm であることと、評価対象の部材厚が 500mm であることから、図 5-3(b) のとおり負担幅を 1750mm とする。また、側面配管サポートにおいては、応力が最大となる片持ちスラブの固定点までの距離が十分に長いため、負担幅は図 5-3(c) のとおりベースプレートのピッチである 1000mm とする。

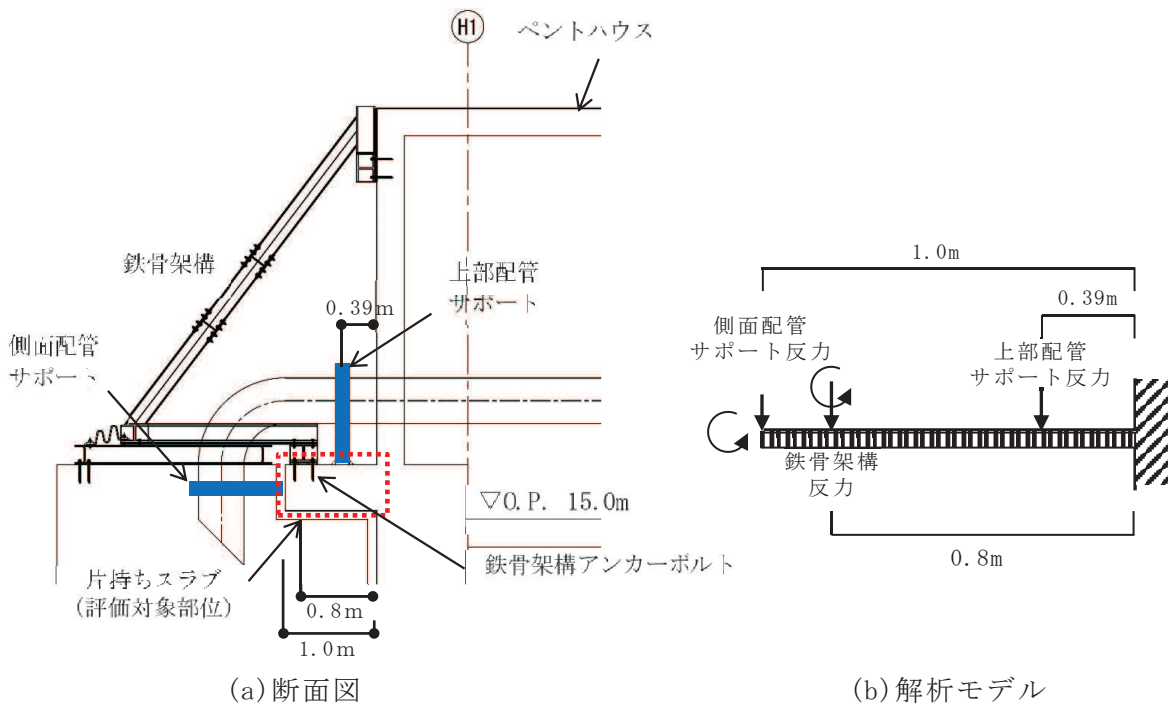
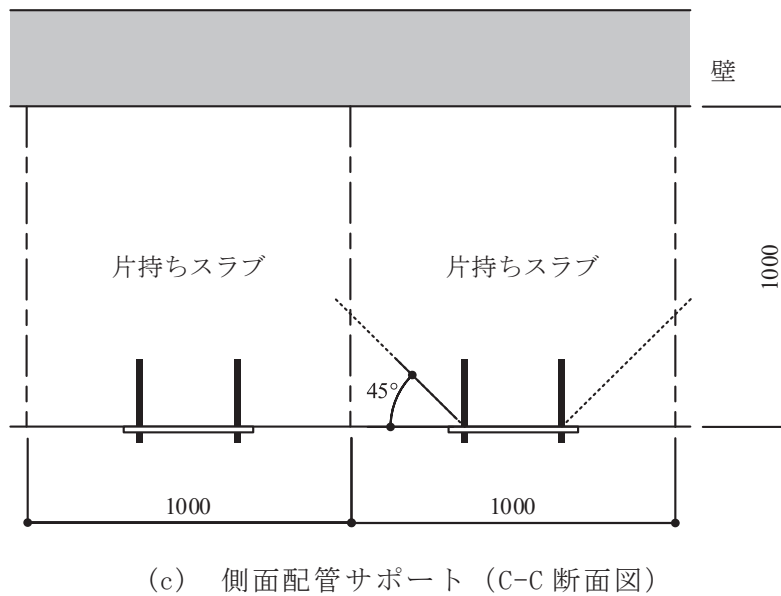
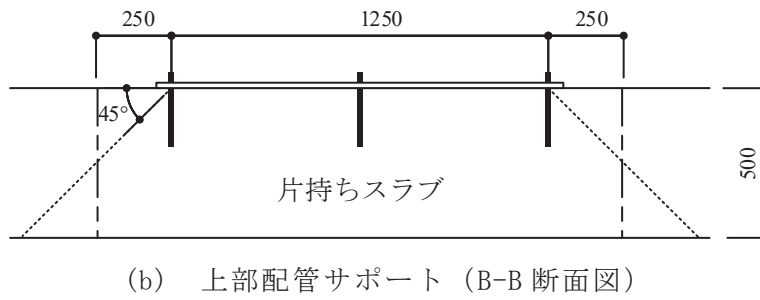
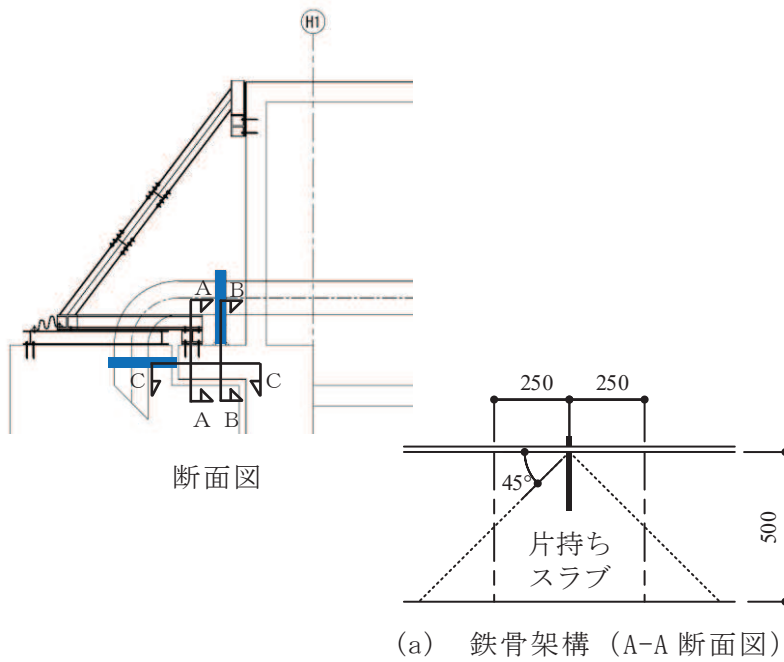


図 5-2 解析モデル概要図





(単位 : mm)

図 5-3 負担幅の考え方

### 5.3.2 使用材料の物性値

使用材料の物性値を表 5-4 に示す。

コンクリートのヤング係数については、設計基準強度に基づき算定した値とする。コンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。

表 5-4 使用材料の物性値

#### (a) コンクリート

コンクリートの 設計基準強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
32.4	$2.51 \times 10^4$	0.2

#### (b) 鉄筋

鉄筋の種類	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )
SD345	$2.05 \times 10^5$

## 5.4 評価方法

### 5.4.1 応力解析方法

片持ちスラブについて<sub>H</sub>1 通り側を固定端としてモデル化した応力解析を実施する。

#### 5.4.2 断面の評価方法

片持ちスラブが浸水防止蓋を固定する鉄骨架構及び配管サポートの支持に十分な構造強度を有していることを確認するため、応力解析により得られた曲げモーメント、並びに面外せん断力に対して次のとおり評価し、片持ちスラブの健全性を確認する。

片持ちスラブは浸水防止機能を担う部材であり、地震時に損傷することで同機能を損なう可能性がある。そこで、地震時における発生応力度等が短期許容応力度以内に収まっていることで、応答が弾性範囲内に抑えられ健全性が維持されるものと判断されることから、断面の評価にあたって、曲げモーメントに対する評価については「RC-N規準」に基づく短期許容曲げモーメント $M_A$ を、面外せん断力に対する評価については「RC-N規準」に基づく短期許容面外せん断力 $Q_A$ を許容値とし、算出した発生応力が許容値を超えないことを確認する。なお、H1通り側の片持ちスラブについては軸力を付加しない。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j \cdot 10^{-6}$$

ここで、

$M_A$  : 短期許容曲げモーメント (kN・m)

$a_t$  : 鉄筋の設計断面積 (mm<sup>2</sup>)

$f_t$  : 鉄筋の短期許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

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

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s \cdot 10^{-3}$$

ここで、

$Q_A$  : 短期許容面外せん断力 (kN)

$b$  : 断面の幅 (mm)

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

$\alpha$  : 許容せん断力の割増し係数

(2を超える場合は2, 1未満の場合は1とする。)

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

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : せん断力 (N)

$d$  : 断面の有効せい (mm)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (1.21N/mm<sup>2</sup>)

### 5.5 評価結果

断面の評価結果を表 5-5 に示す。

表 5-5 より、片持ちスラブに対する曲げモーメント並びに面外せん断力は、許容値を下回ることを確認したことから、片持ちスラブが地震時に必要な構造強度を有することを確認した。

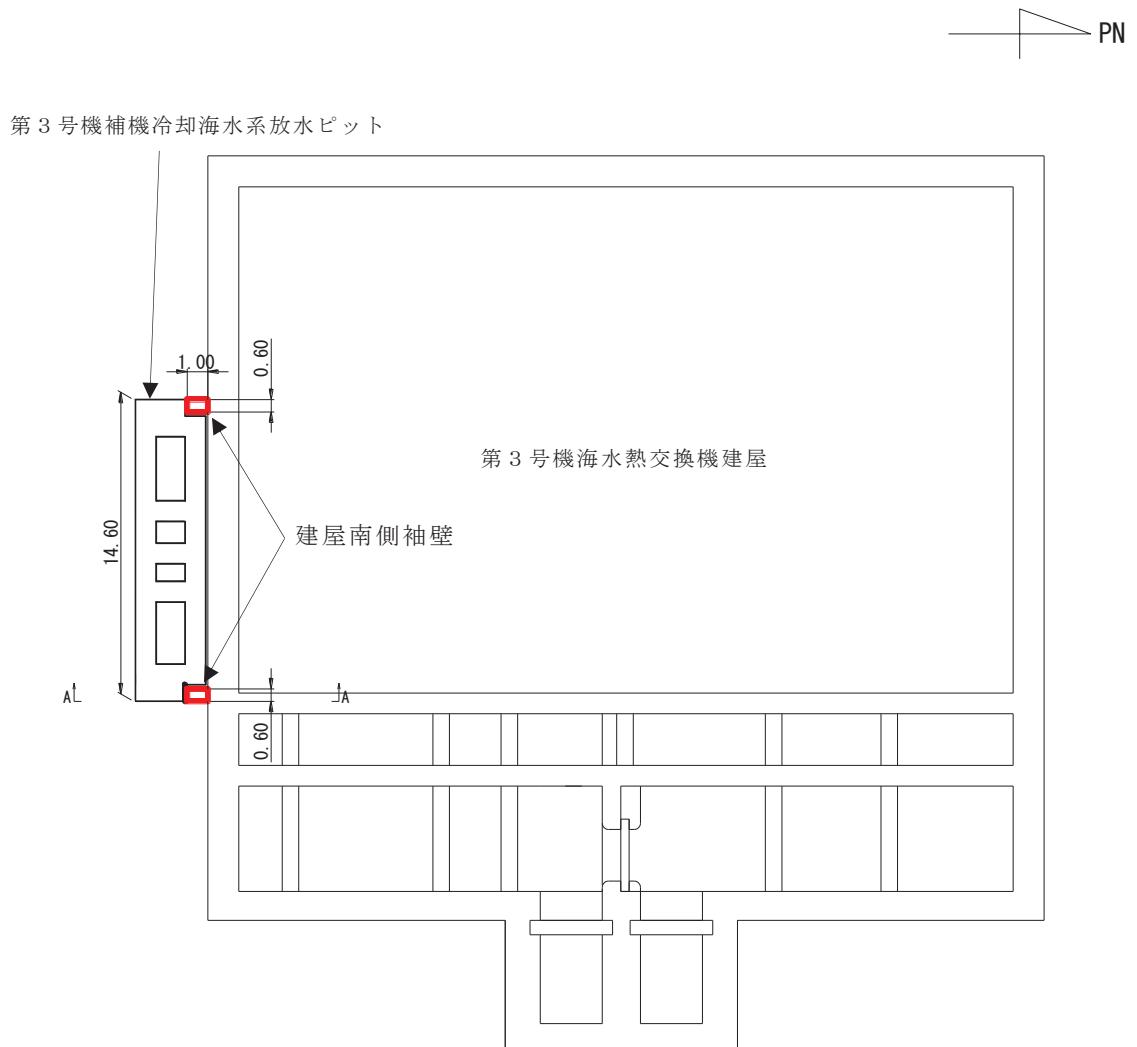
表 5-5 断面評価結果

O.P. (m)		15.6
スラブ位置 (通り)		H 1
スラブ厚 D (mm)		500
検討幅 B (mm)		200
有効せい d (mm)		421
配筋 (鉄筋断面積)	主筋	2-D19@200
	設計断面積 $a_t$ (mm <sup>2</sup> )	287
せん断に対する検討	せん断力 Q (kN)	28.4
	せん断スパン比による割増し係数 $\alpha$	1.67
	コンクリートの短期許容せん断応力度 $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.21
	短期許容面外せん断力 $Q_A$ (kN)	148
	検定比 $Q/Q_A$	0.20
曲げモーメントに対する検討	曲げモーメント M (kN・m)	16.7
	鉄筋の短期許容引張応力度 $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	345
	短期許容曲げモーメント $M_A$ (kN・m)	36.4
	検定比 $M/M_A$	0.46
判定		可

## 6. 建屋南側袖壁の評価

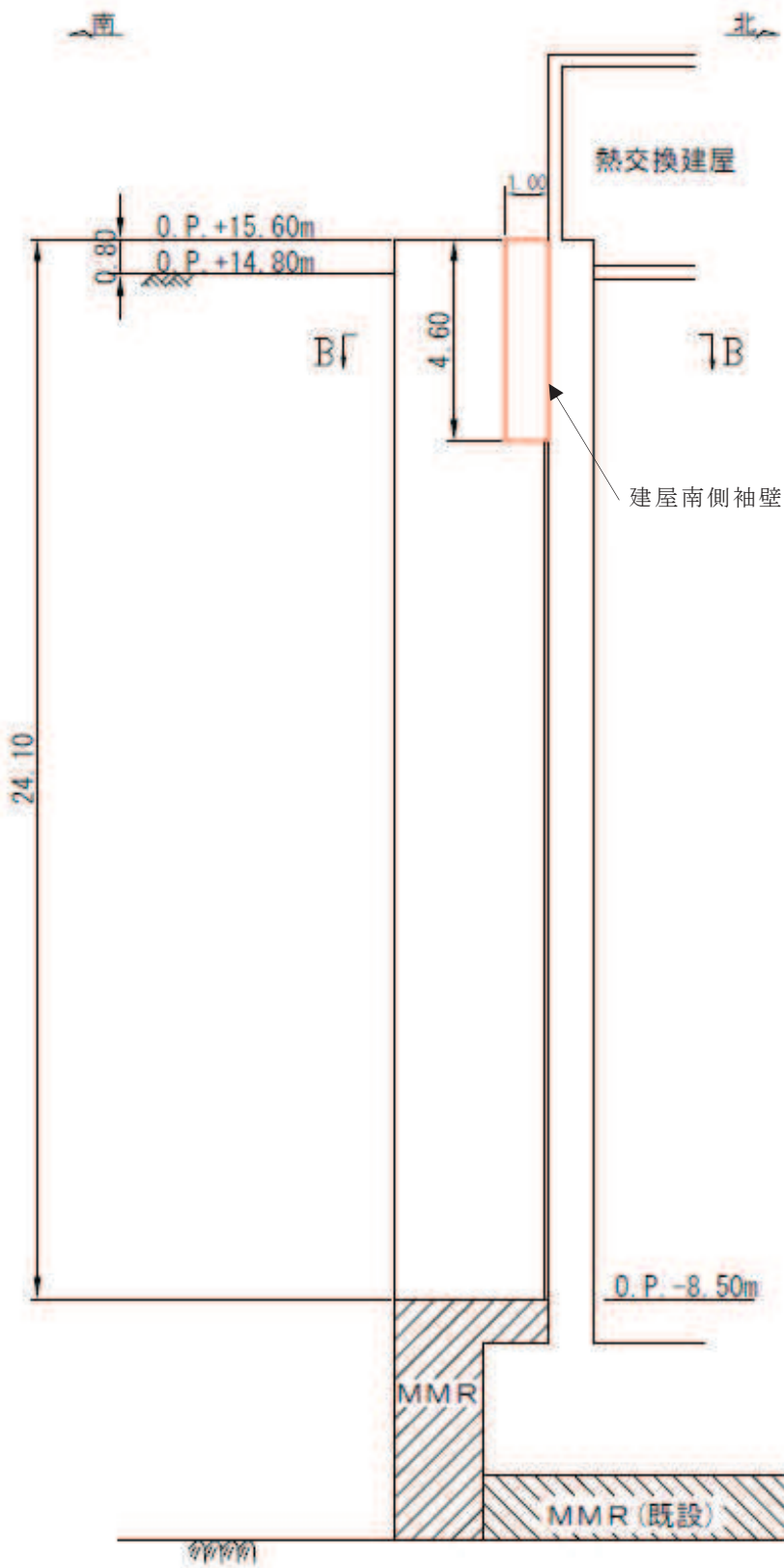
### 6.1 評価対象部位

浸水防止蓋（第3号機補機冷却海水系放水ピット）の止水ジョイントは，第3号機海水熱交換機建屋側壁に設置する建屋南側袖壁に固定されることから，評価対象部位は建屋南側袖壁とする。建屋南側袖壁の概要を図6-1に示す。



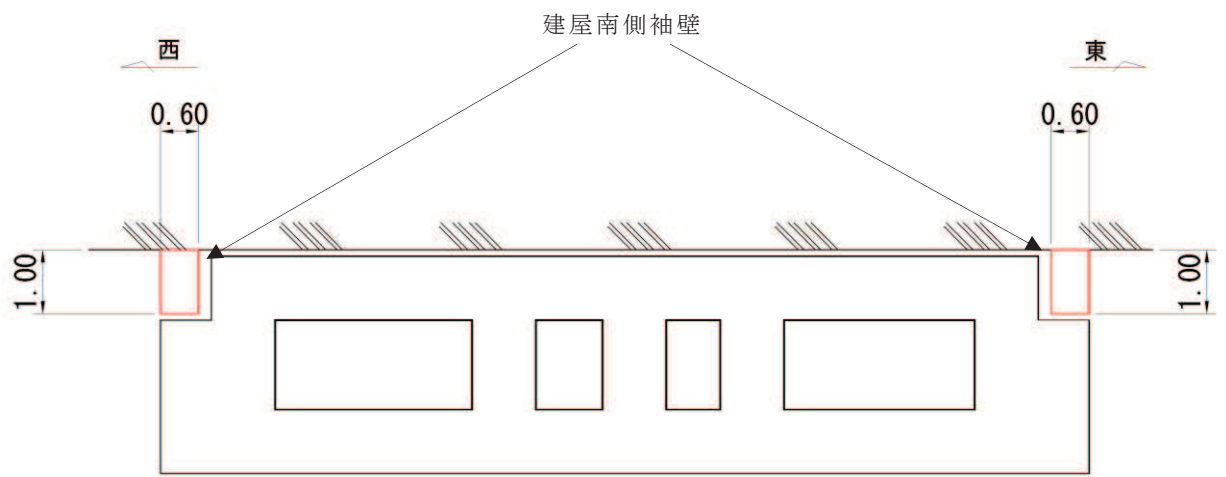
(単位：m)

図6-1 評価対象部位 平面図



(單位：m)

图 6-2 側面图 (A-A 断面)



(单位：m)

图 6-3 断面图 (B-B 断面)

## 6.2 荷重及び荷重の組み合わせ

表 6-1 に示す地震時の荷重の組み合わせを考慮する。

表 6-1 応力解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力* <sup>1</sup>
	土圧	躯体に作用する地震時土圧* <sup>2</sup>

注記\*1: 添付書類「VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書」の地震応答解析結果に基づく、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの震度の包絡値とする。

\*2: 添付書類「VI-2-10-2-8-4 浸水防止蓋(第3号機補機冷却海水系放水ピット)の耐震性についての計算書」及び添付書類「VI-3-別添 3-2-7-2 浸水防止蓋(第3号機補機冷却海水系放水ピット)の強度計算書」に示す、材料物性の不確かさを考慮した各ケースの包絡値とする。

### (1) 躯体に作用する慣性力

地震時慣性力の算出に用いる水平震度を表 6-2 に示す。

表 6-2 地震時慣性力の算出に用いる水平震度

ケース	O.P. (m)	水平震度 (EW 方向)
S s 地震時	15.0	2.07



(2) 躯体に作用する地震時土圧

建屋南側袖壁に作用する地震時土圧は第3号機補機冷却海水系放水ピットの地盤応答解析によって得られた地震時土圧（EW方向）を用いる。地震時土圧の一覧表を表6-3に示す。

躯体に作用する地震時土圧は最大包絡値 354kN/m<sup>2</sup>とする。

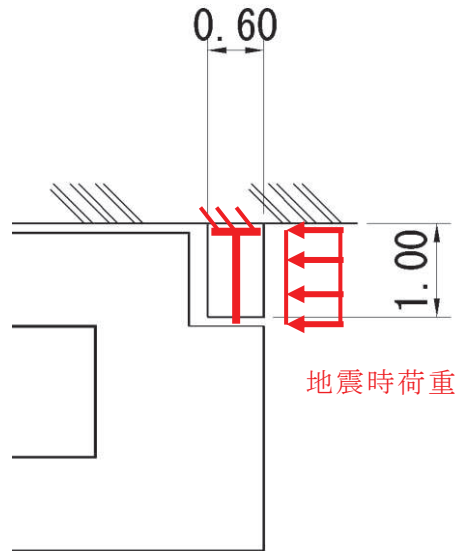
表6-3 地震時土圧一覧表

地震動		土圧最大値 (kN/m <sup>2</sup> )			
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース	材料物性（コンクリート）に実強度を考慮した解析ケース
Ss-D1	++	311.7			
	--	326.4			
Ss-D2	++	296.1			
	--	289.2			
Ss-D3	++	239.8			
	--	234.0			
Ss-F1	++	239.5			
	--	229.3			
Ss-F2	++	276.1			
	--	267.1			
Ss-F3	++	281.5			
	--	253.7			
Ss-N1	++	349.5	<u>354.0</u>	350.8	348.7
	--	347.3			

### 6.3 評価モデル及び諸元

#### 6.3.1 評価モデル

評価モデル概要図を図 6-4 に示す。第 3 号機海水熱交換機建屋側壁を固定端とした片持ち梁としてモデル化を行う。なお、本構造物は鉛直方向に連続した形状であるため、片持ち梁の検討幅は 1m とする。



(単位：m)

図 6-4 評価モデル

### 6.3.2 使用材料の物性値

使用材料の物性値を表 6-4 に示す。

コンクリートのヤング係数については、設計基準強度に基づき算定した値とする。コンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。

表 6-4 使用材料の物性値

(a) コンクリート

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

(b) 鉄筋

鉄筋の種類	ヤング係数 $E$ ( $N/mm^2$ )
SD345	$2.05 \times 10^5$

## 6.4 評価方法

### 6.4.1 応力解析方法

建屋南側袖壁について第3号機海水熱交換器建屋側壁を固定端としてモデル化した応力解析を実施する。

### 6.4.2 断面の評価方法

建屋南側袖壁は、第3号機海水熱交換機建屋側壁を固定端とした片持ち梁モデルであり、そのモデルから算定される曲げモーメント、並びに面外せん断力に対して次のように評価し、健全性を確認する。

張出長の単位長さ当りの地震時土圧の分布荷重を  $P$ 、慣性力の分布荷重を  $S_s$  とし、以下の式にて断面力を算定した。

(曲げモーメント)

$$M = (P + S_s) \cdot L^2 / 2$$

ここに、

- $M$  : 曲げモーメント (kN・m)
- $P$  : 地震時土圧の分布荷重 (kN/m)
- $S_s$  : 慣性力の分布荷重 (kN/m)
- $L$  : 建屋南側袖壁張出長 (m)

(せん断力)

$$S_d = \gamma_a \cdot S$$

ここに、

- $S_d$  : 設計せん断力 (kN)
- $\gamma_a$  : 構造解析係数 (=1.05)
- $S$  : 発生せん断力 (kN) (=  $(P + S_s) \cdot L$ )

建屋南側袖壁は、海水熱交換器建屋に固定された浸水防止機能を担う部材であり、地震時に損傷することで同機能を損なう可能性がある。そこで、地震時における発生応力度等が短期許容応力度以内に収まっていることで、応答が弾性範囲内に抑えられ健全性が維持されるものと判断されることから、断面の評価にあたって、曲げモーメントに対する評価については「RC規準」に基づく短期許容曲げモーメント $M_A$ を、面外せん断力に対する評価については「RC規準」に基づく短期許容面外せん断力 $Q_A$ を許容値とし、算出した発生応力が許容値を超えないことを確認する。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j \cdot 10^{-6}$$

ここで、

$M_A$  : 短期許容曲げモーメント (kN・m)

$a_t$  : 横筋設計断面積 (mm<sup>2</sup>)

$f_t$  : 短期許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

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

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t (p_w - 0.002) \} \cdot 10^{-3}$$

ここで、

$Q_A$  : 短期許容面外せん断力 (kN)

$b$  : 断面の幅 (mm)

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

$\alpha$  : 許容せん断力の割増し係数

(2を超える場合は2, 1未満の場合は1とする。)

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

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

$Q$  : せん断力 (N)

$d$  : 断面の有効せい (mm)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (1.19N/mm<sup>2</sup>)

$w f_t$  : せん断補強筋の短期許容引張応力度

$p_w$  : せん断補強筋比

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

$a_w$  : せん断補強筋の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$x$  : せん断補強筋の間隔 (mm)

## 6.5 評価結果

断面の評価結果を表 6-5 に示す。

表 6-5 より建屋南側袖壁に対する曲げモーメント並びに面外せん断力は、許容値を下回ることを確認したことから、地震時に必要な構造強度を有することを確認した。

表 6-5(1) 止水ジョイント袖壁の曲げ・軸力系の破壊（鉄筋）に対する照査結果

地震動	解析 ケース	配筋	発生断面力	短期許容曲げ モーメント $M_A$ (kN・m)	照査値	
			曲げモーメント (kN・m)			
S s - N1	++	②	D 22@200	192	262	0.74

表 6-5(2) 止水ジョイント袖壁のせん断破壊に対する照査結果

地震動	解析 ケース	せん断補強筋	発生断面力	短期許容 面外せん断力 $Q_A$ (kN)	照査値	
			せん断力 (kN)			
S s - N1	++	②	D 19@300×400	384	879	0.44

7. 引用文献

- (1) Comite Euro-International du Beton : CEB-FIP MODEL CODE 1990 (DESIGN CODE), 1993
- (2) 出雲淳一, 島弘, 岡村甫 : 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学, Vol.25, No.9, 1987.9

## VI-2-3 原子炉本体の耐震性についての計算書



## 目 次

- VI-2-3-1 原子炉本体の耐震性についての計算結果
- VI-2-3-2 炉心，原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書
- VI-2-3-3 炉心の耐震性についての計算書
- VI-2-3-4 原子炉压力容器の耐震性についての計算書

## VI-2-3-1 原子炉本体の耐震性についての計算結果

1. 概要

本資料は、原子炉本体の設備の耐震計算の手法及び条件の整理について説明するものである。

2. 耐震評価条件整理

原子炉本体の設備に対して、設計基準対象施設の耐震クラス、重大事故等対処設備の設備分類を整理した。既設の設計基準対象施設については、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異の有無を整理した。また、重大事故等対処設備のうち、設計基準対象施設であるものについては、重大事故等対処設備の評価条件と設計基準対象施設の評価条件の差異の有無を整理した。結果を表2-1に示す。

原子炉本体の耐震計算は表2-1に示す計算書に記載する。

表2-1 耐震評価条件整理一覧表 (1/4)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
		耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所	
原子炉本体	炉心	燃料集合体	—	有	VI-2-3-3-1	—	—	—
	炉心支持構造物	炉心シュラウド	S	無	VI-2-3-3-2-2	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
		シュラウドサポート	S	無	VI-2-3-3-2-3	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
		炉心シュラウド支持ロッド	S	無	VI-2-3-3-2-4	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
		上部格子板	S	無	VI-2-3-3-2-5	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1

表2-1 耐震評価条件整理一覧表 (2/4)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
原子炉本体	炉心支持構造物	炉心支持板	S	無	VI-2-3-3-2-6	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
		燃料支持金具	S	—*2	VI-2-3-3-2-7	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
		制御棒案内管	S	無	VI-2-3-3-2-8	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*1
	原子炉压力容器		S	無	VI-2-3-4-1-2	(原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載)	—	—*3

表2-1 耐震評価条件整理一覧表 (3/4)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
原子炉本体	原子炉圧力容器 付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ	S	無	VI-2-3-4-2-1	—	—	—
		原子炉格納容器スタビライザ	S	無	VI-2-3-4-2-2	—	—	—
		制御棒駆動機構ハウジング支持金具	S	無	VI-2-3-4-2-3	—	—	—
		差圧検出・ほう酸水注入系配管（ティーよりN11ノズルまでの外管）	S	無	VI-2-3-4-2-4	（原子炉冷却システム施設, 計測制御システム施設及び原子炉格納施設に記載）	—	—*3
	原子炉圧力容器 内部構造物	蒸気乾燥器	S	無	VI-2-3-4-3-2	—	—	—
		気水分離器及びスタンドパイプ	S	無	VI-2-3-4-3-3	—	—	—
		シュラウドヘッド	S	無	VI-2-3-4-3-4	—	—	—
		ジェットポンプ	S	無	VI-2-3-4-3-5	（原子炉冷却システム施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-5
		給水スパーチャ	S	無	VI-2-3-4-3-6	（原子炉冷却システム施設, 原子炉格納施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-6
		高圧及び低圧炉心スプレイスパーチャ	S	無	VI-2-3-4-3-7	（原子炉冷却システム施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-7

表2-1 耐震評価条件整理一覧表 (4/4)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
原子炉本体	原子炉内部構造物	残留熱除去系配管（原子炉压力容器内部）	S	無	VI-2-3-4-3-8	（原子炉冷却システム施設，原子炉格納施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-8
		高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（原子炉压力容器内部）	S	無	VI-2-3-4-3-9	（原子炉冷却システム施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-9
		差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）	S	無	VI-2-3-4-3-10	（原子炉冷却システム施設に記載）	有	VI-2-3-4-3-10
		中性子束計測案内管	S	無	VI-2-3-4-3-11	—	—	—

注記\*1: 炉心支持構造物については，重大事故等対処設備の耐震評価は，設計基準対象施設の耐震評価に包絡されることから評価省略。

\*2: 本工事計画で新規に申請する設備であることから，差異比較の対象外

\*3: 原子炉压力容器については，重大事故等対処設備の耐震評価は，設計基準対象施設の耐震評価に包絡されることから評価省略。

VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに  
原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書



## 目次

1.	概要	1
2.	基本方針	1
2.1	構造概要	1
2.2	解析方針	4
2.3	適用規格・基準等	4
3.	解析方法	4
3.1	入力地震動	4
3.2	地震応答解析モデル	7
3.2.1	大型機器系地震応答解析モデル	7
3.2.2	炉内構造物系地震応答解析モデル	24
3.3	解析方法	45
3.3.1	動的解析	45
3.3.2	静的解析	46
3.4	解析条件	47
3.4.1	耐震壁の復元力特性	47
3.4.2	地盤の回転ばねの復元力特性	47
3.4.3	原子炉本体の基礎の復元力特性	47
3.4.4	炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースにおける荷重-変位特性	51
3.4.5	材料物性の不確かさ等	54
4.	解析結果	56
4.1	固有値解析結果	56
4.1.1	大型機器系地震応答解析モデル	56
4.1.2	炉内構造物系地震応答解析モデル	56
4.2	地震応答解析結果及び静的解析結果	154
4.2.1	大型機器系地震応答解析モデル	154
4.2.2	炉内構造物系地震応答解析モデル	232
5.	設計用地震力	318
5.1	弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的地震力	318
5.2	基準地震動 $S_s$	318

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づく原子炉压力容器、原子炉格納容器、原子炉しゃへい壁、原子炉本体の基礎等の地震応答解析及び炉心、原子炉压力容器、原子炉内部構造物等の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値及び静的地震力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。

## 2. 基本方針

### 2.1 構造概要

原子炉建屋内の原子炉格納容器、原子炉压力容器、原子炉しゃへい壁、原子炉本体の基礎等の大型機器、構築物は、その支持構造上から建屋との連成が無視できないため、図 3-1～図 3-6 に示すように原子炉建屋と連成で解析する。

原子炉格納容器は、円筒形の鋼製のドライウエル及び円環形の鋼製のサプレッションチェンバからなり、水平地震力は O.P. 22.500m で原子炉格納容器シヤラグを介して原子炉建屋に伝達され、下端は O.P. 1.150m で原子炉建屋基礎版に支持される。

原子炉しゃへい壁は原子炉压力容器を取り囲む二重円筒鋼板の壁であり、内部にモルタルが充てんされる。また、原子炉格納容器スタビライザを介して原子炉格納容器に結ばれ、さらに原子炉压力容器スタビライザを介して原子炉压力容器に結ばれる。

原子炉压力容器は、鋼製の円筒形容器であり、O.P. [ ] で原子炉压力容器スタビライザにより水平方向に支持され、その下部は原子炉压力容器支持スカートを通じて O.P. [ ] で原子炉本体の基礎により支持される。

原子炉本体の基礎は円筒形の鋼製（無筋コンクリート充てん）構造物で原子炉压力容器基礎ボルトにより原子炉压力容器支持スカートを通じて原子炉压力容器を支持するとともに原子炉しゃへい壁を支持しており、原子炉本体の基礎の下端は原子炉建屋基礎版に固定する。

所員用エアロックはドライウエルに支持される鋼製構造物であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

ベント管は、ドライウエルからサプレッションチェンバにつながる鋼製円筒構造物であり、ベントノズルを介してドライウエルに支持される。鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、ドライウエルを介して原子炉建屋に伝達される。

燃料交換ベローズは、原子炉压力容器と原子炉格納容器の間を接続する鋼製構造物である。

原子炉压力容器内には、気水分離器及びスタンドパイプ、炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒、制御棒案内管、制御棒駆動機構ハウジング、ジェットポンプ等が収納される。

炉心シュラウドは薄肉円筒形で、鉛直方向は下部胴下端でシュラウドサポートレグにより原子炉压力容器に支持され、また上部胴上端とシュラウドサポートプレートが炉心シュラウド支持ロッドにより支持される。水平方向は、上部胴は上部サポートにより、中間胴下端は下部スタビライザにより、また下部胴下端はシュラウドサポートプレートにより原子炉压力容器に支

持される構造である。炉心シュラウド上部には、さら形のシュラウドヘッドがあり（以下、炉心シュラウド及びシュラウドヘッドを「炉心シュラウド」と総称する。）、その上に 163 本のスタンドパイプが立ち、その上の気水分離器を支持している。炉心シュラウド内部には 560 本の燃料集合体が収納され、下端を炉心支持板、上端を上部格子板で支持されることにより正確に位置が定められている。燃料集合体に加わる荷重は、水平方向は上部格子板及び炉心支持板を支持する炉心シュラウド、鉛直方向は制御棒案内管及び制御棒案内管を支持する制御棒駆動機構ハウジングを介し、原子炉压力容器に伝達される。

制御棒駆動機構は、原子炉压力容器下部鏡板を貫通し取り付けられる 137 本の制御棒駆動機構ハウジング内に納められ、その上端に取り付けられる制御棒を炉心に挿入する機能を有している。

また、炉心シュラウドと原子炉压力容器の間には、ジェットポンプがシュラウドサポート上に 20 個据付けられているが、質量が小さく、炉内の構造物の振動に与える影響は小さいため質量のみを考慮する。

同様に中性子束計測案内管及び中性子束計測ハウジングについても炉内の構造物の振動に与える影響は小さいため質量のみを考慮する。これらの構造概要を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

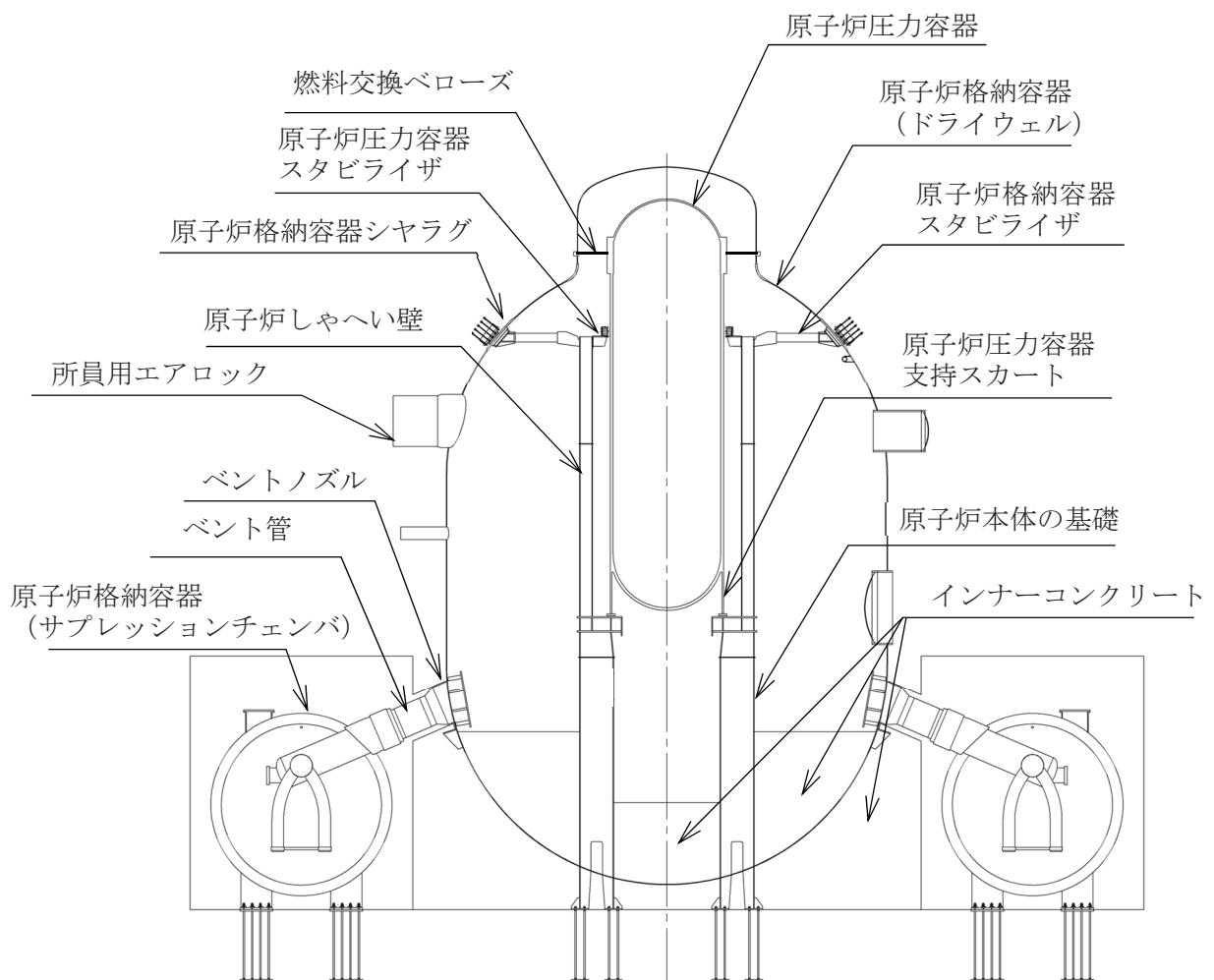


図 2-1 原子炉格納容器，原子炉しゃへい壁，原子炉本体の基礎，原子炉压力容器等の構造概要図

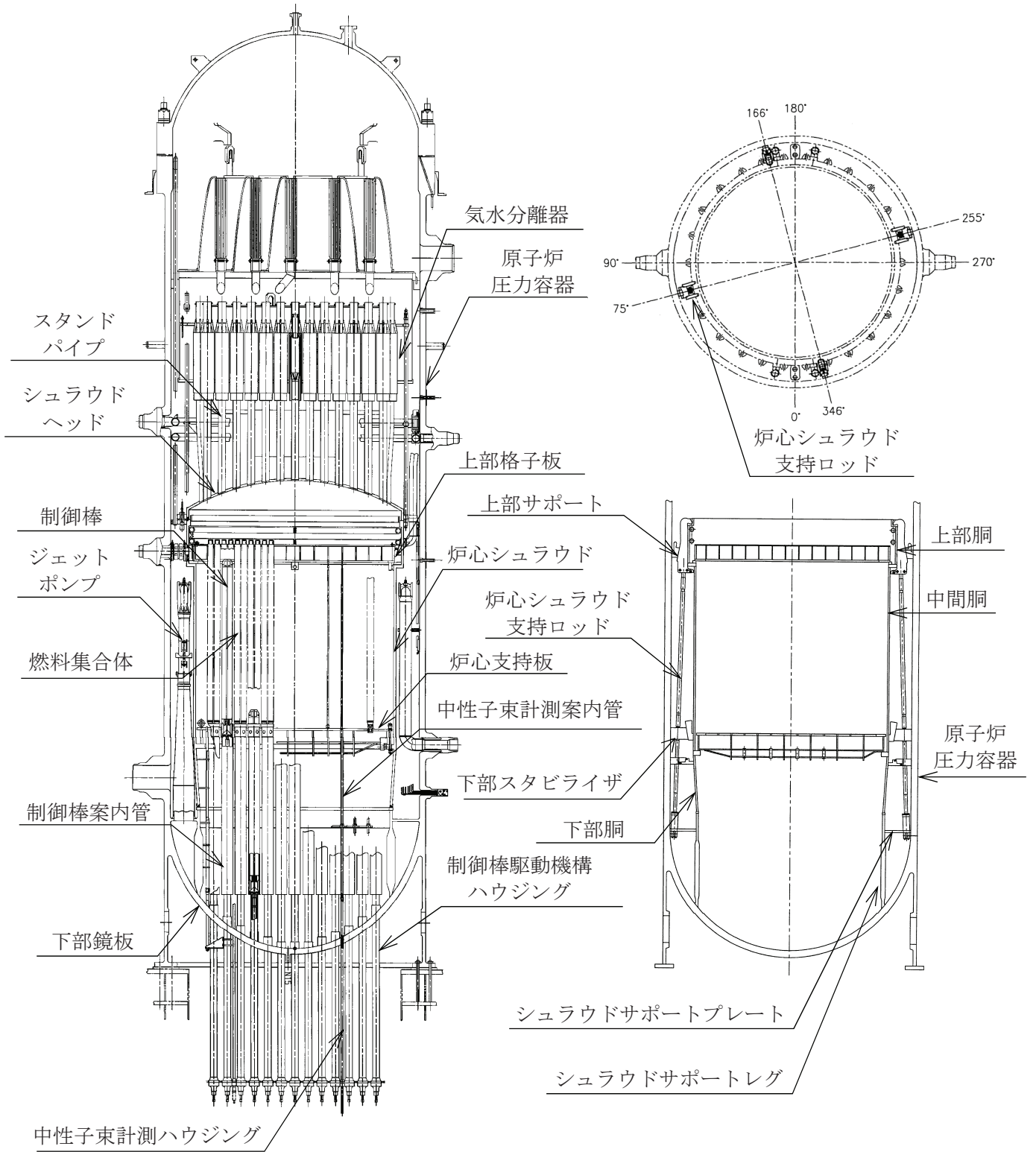


図 2-2 原子炉圧力容器内部の構造概要図

## 2.2 解析方針

地震応答解析は、以下の2つの解析モデルを使用し、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

- ・大型機器系地震応答解析モデル（原子炉建屋，原子炉圧力容器，原子炉格納容器，原子炉しゃへい壁，原子炉本体の基礎等を連成）
- ・炉内構造物系地震応答解析モデル（原子炉建屋，炉心，原子炉圧力容器，原子炉内部構造物等を連成）

地震応答解析は、「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデル及び「3.1 入力地震動」において設定した入力地震動を用いて直接積分法による解析を実施し、各種応答値を算出する。

大型機器系地震応答解析モデル及び炉内構造物系地震応答解析モデルの両方でモデル化される、原子炉圧力容器，原子炉しゃへい壁及び原子炉本体の基礎については、大型機器系地震応答解析モデルによって得られる地震応答を用いた評価を基本とする。

原子炉圧力容器のうち、炉内配管に接続される原子炉圧力容器のノズル部及び炉内機器を支持するブラケット部については、炉内構造物系地震応答解析モデルによって得られる地震応答を用いて配管反力及び機器反力を設定し、評価を実施する。

## 2.3 適用規格・基準等

大型機器系地震応答解析モデル及び炉内構造物系地震応答解析モデルを用いた地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1 ・補-1984）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）

## 3. 解析方法

### 3.1 入力地震動

地震応答解析モデルへの入力地震動は、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す解放基盤表面で定義された基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  を用いて、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」で建屋基礎底面レベルでの地盤の応答として評価されたものを使用する。基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の最大加速度を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 基準地震動 S<sub>s</sub> の最大加速度

基準地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
		水平方向	鉛直方向
S <sub>s</sub> -D 1	プレート間地震の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	640	430
S <sub>s</sub> -D 2	海洋プレート内地震 (SMGA*マントル内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	1,000	600
S <sub>s</sub> -D 3	海洋プレート内地震 (SMGA*地殻内) の応答スペクトルに基づく手法による基準地震動	800	500
S <sub>s</sub> -F 1	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (応力降下量 (短周期レベル) の不確かさ)	717	393
S <sub>s</sub> -F 2	プレート間地震の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA*位置と応力降下量 (短周期レベル) の不確かさの重畳)	722	396
S <sub>s</sub> -F 3	海洋プレート内地震 (SMGA*マントル内) の断層モデルを用いた手法による基準地震動 (SMGA*マントル内集約)	835	443
S <sub>s</sub> -N 1	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町) の検討結果に保守性を考慮した地震動	620	320

注記\* : 強震動生成域

表 3-2 弾性設計用地震動 S d の最大加速度

弾性設計用地震動	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	
	水平方向	鉛直方向
S d-D 1	371	249
S d-D 2	580	348
S d-D 3	464	290
S d-F 1	359	197
S d-F 2	361	198
S d-F 3	418	222
S d-N 1	310	160

### 3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の解析モデルの設定方針に基づき、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。

#### 3.2.1 大型機器系地震応答解析モデル

##### 3.2.1.1 水平方向

水平方向地震応答解析モデルは図 3-1 及び図 3-2 に示すように、原子炉建屋、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁及び原子炉本体の基礎は、それぞれの質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはり又は無質量のばねにより結合する。

原子炉格納容器は 12 質点でモデル化し、原子炉格納容器シャラグと等価なばねで建屋モデルと、燃料交換ベローズと等価なばねで原子炉圧力容器と、それに加えて所員用エアロック及びベント管と結合し、下端は原子炉建屋基礎版と剛に結合する。

原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁及び原子炉本体の基礎はそれぞれ 8 質点、5 質点、4 質点でモデル化する。原子炉圧力容器は原子炉圧力容器スタビライザと等価なばねで、原子炉しゃへい壁上端と結び、さらに原子炉格納容器スタビライザと等価なばねにより原子炉格納容器を介し、原子炉建屋に結合する。原子炉圧力容器の下端は、原子炉本体の基礎の上端に剛に結合し、原子炉本体の基礎の下端は原子炉建屋 1 次しゃへい壁に剛に結合する。

原子炉建屋は質点系でモデル化し、地盤を等価なばねで評価した建屋－地盤連成モデルとする。

建屋底面下の地盤は、水平ばね及び回転ばねで置換する。また、基礎版底面における地盤の水平及び回転ばねは、それ以深の地盤を等価な半無限地盤とみなして、波動論により評価する。

図 3-1 及び図 3-2 に示した大型機器系の水平方向地震応答解析モデルの各質点質量、部材長、断面二次モーメント、有効せん断断面積、ばね定数等を表 3-3～表 3-16 に示す。また、解析に用いる各構造物の物性値を表 3-24、表 3-25 及び表 3-27 に示す。なお、原子炉建屋のスケルトンカーブ及び地盤ばね定数については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に記載の値を使用する。

原子炉本体の基礎の復元力特性は、建屋の方向別に、原子炉本体の基礎の要素を単位とした水平断面形状より設定した非線形の復元力特性とする。

##### 3.2.1.2 鉛直方向

鉛直方向地震応答解析モデルは図 3-3 に示すように、原子炉建屋、原子炉格納容器、原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁、原子炉本体の基礎及びインナーコンクリート等の各質点間を等価な軸剛性を有する無質量のばねにより結合する。また、屋根トラスは、各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはりで結合し、支持端部の回転拘束と等価な回転ばねで結合する。なお、インナーコンクリートとは、原子炉建屋の基礎版上面からドライウェル床面までの範囲で、1 次しゃへい壁の内側のコンクリートをい



う。鉛直方向地震応答解析モデルにおいては、原子炉建屋が1軸でモデル化されており、原子炉本体の基礎の下端を原子炉建屋に接続した場合、建屋全体の剛性を考慮することになるため、鉛直方向地震応答解析モデルでは原子炉本体の基礎の下端の接続先としてインナーコンクリートをモデル化する。なお、水平方向地震応答解析モデルでは、原子炉本体の基礎の下端を原子炉建屋の1次しゃへい壁に接続しているため、インナーコンクリートはモデル化していない。

原子炉格納容器、原子炉圧力容器、原子炉しゃへい壁及び原子炉本体の基礎はそれぞれ10質点、8質点、5質点、4質点でモデル化する。原子炉格納容器の下端は、原子炉建屋と剛に結合される。原子炉圧力容器支持スカートの下端は、原子炉本体の基礎の上端に剛に結合されており、原子炉本体の基礎の下端は、インナーコンクリートを介して原子炉建屋と結合される。

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

また、水平方向地震応答解析モデルで考慮している水平ばね（原子炉格納容器スタビライザ等）については、鉛直方向に対しては拘束効果がない構造となっているか、拘束効果があっても本体部材の鉛直剛性に対して無視できる程度に小さい値であるため、鉛直方向地震応答解析モデルでは考慮しない。

図3-3に示した鉛直方向地震応答解析モデルの各質点質量、部材長、ばね定数等を表3-17～表3-23に示す。また、解析に用いる各構造物の物性値を表3-26及び表3-28に示す。

なお、原子炉建屋の地盤ばね定数については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に記載の値を使用する。

K <sub>1</sub>	原子炉格納容器シヤラグ
K <sub>2</sub>	原子炉格納容器スタビライザ
K <sub>3</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ
K <sub>4</sub>	燃料交換ベローズ
K <sub>5</sub>	所員用エアロック
K <sub>6</sub>	ベント管

記号	内容
●	質点
	はり
— —	水平ばね
⊙	回転ばね

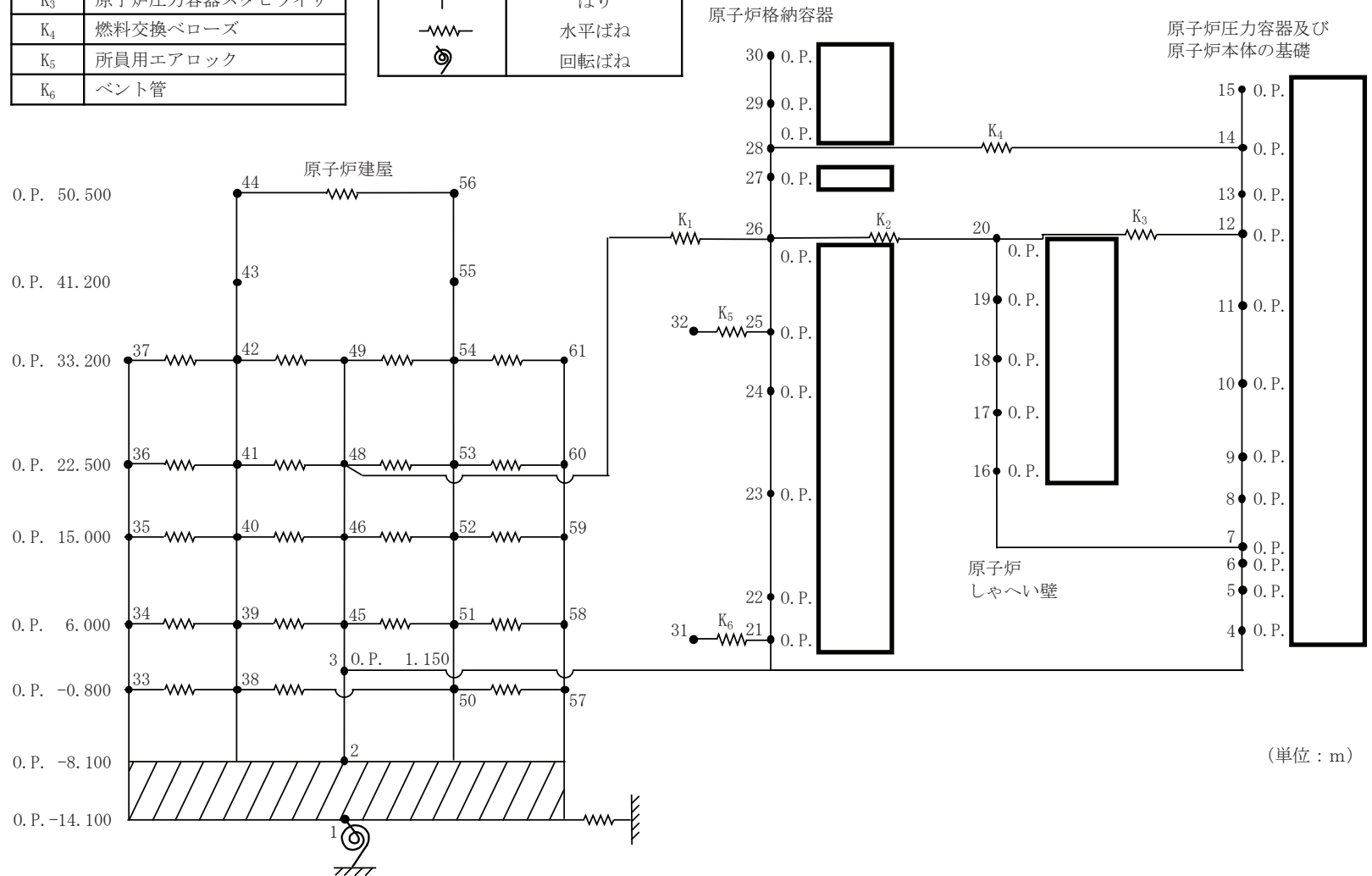


図 3-1 大型機器系地震応答解析モデル (NS 方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

K <sub>1</sub>	原子炉格納容器シヤラグ
K <sub>2</sub>	原子炉格納容器スタビライザ
K <sub>3</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ
K <sub>4</sub>	燃料交換ベローズ
K <sub>5</sub>	所員用エアロック
K <sub>6</sub>	ベント管

記号	内容
●	質点
	はり
— —	水平ばね
○	回転ばね

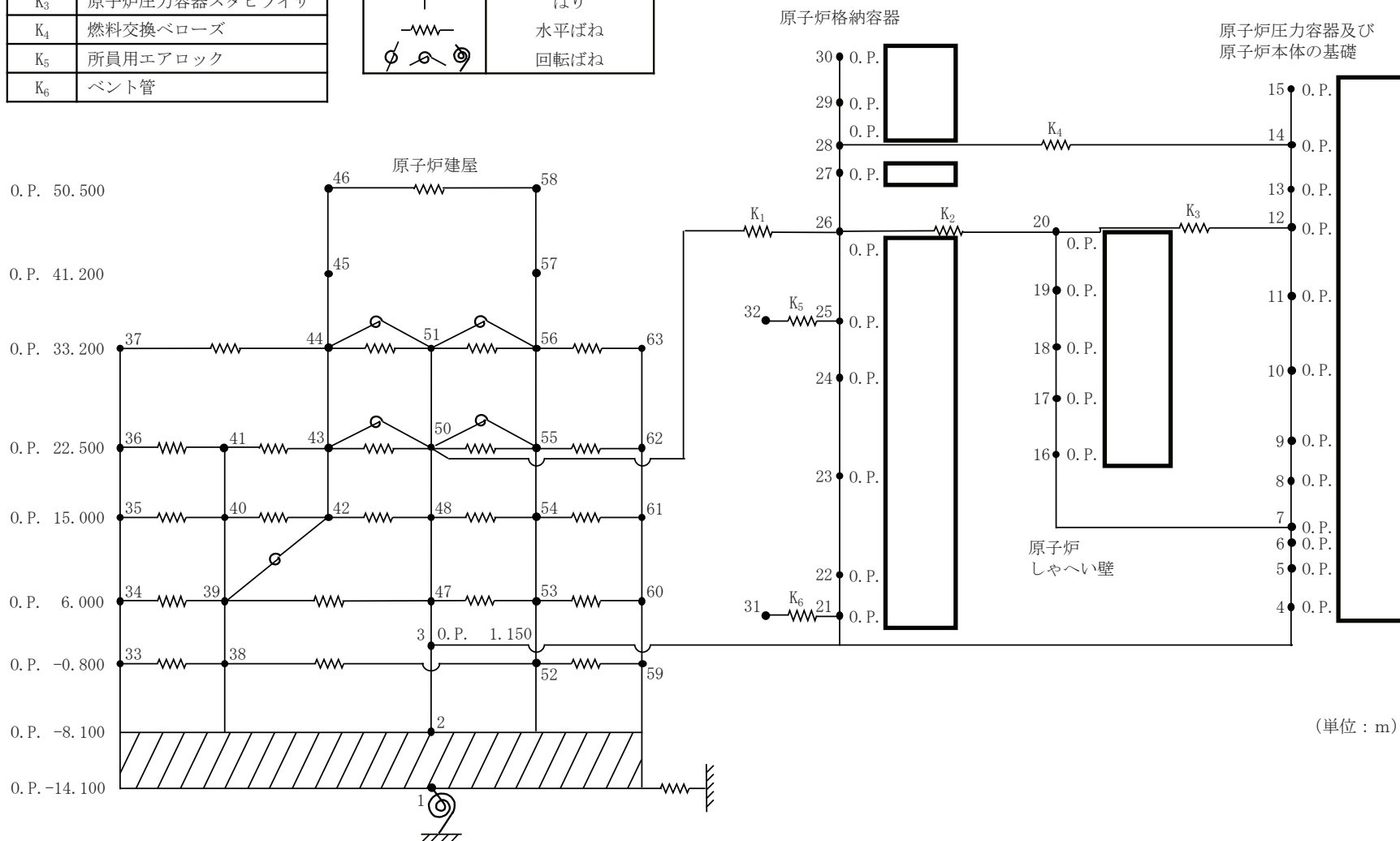


図 3-2 大型機器系地震応答解析モデル (EW 方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

$K_{\theta}$	トラス端部回転拘束ばね
--------------	-------------

記号	内容
●	質点
—	軸ばね (構造物)
—	はり (屋根トラス部)
⊗	回転ばね
⊚	鉛直ばね (地盤)

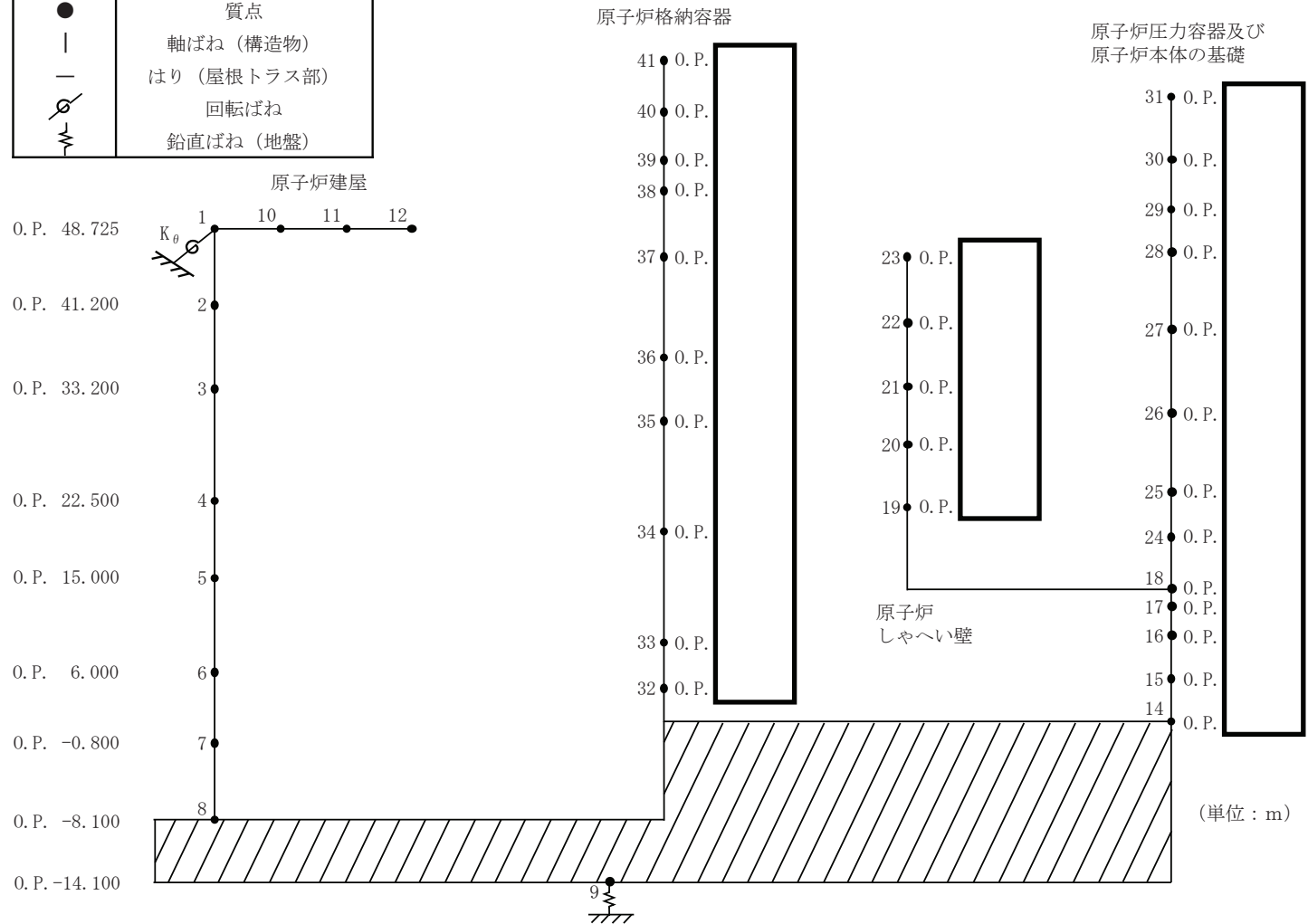


図 3-3 大型機器系地震応答解析モデル (鉛直方向)

表 3-3 原子炉建屋のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
61	33.200		10.70	29.20	30.8	1.410
60	22.500		7.50	59.40	59.2	2.510
59	15.000		9.00	73.40	75.0	2.560
58	6.000		6.80	108.90	107.8	3.410
57	-0.800		7.30	114.40	107.8	3.520
2	-8.100		9.30	3.84	10.0	—
56	50.500		8.00	6.35	18.2	0.141
55	41.200		10.70	54.30	59.4	0.252
54	33.200		7.50	101.20	85.8	6.120
53	22.500		9.00	159.50	123.2	9.430
52	15.000		6.80	211.10	165.2	8.580
51	6.000		7.30	216.10	165.2	9.940
50	-0.800		10.70	3.83	50.6	10.61
2	-8.100		7.50	9.63	72.7	—
49	33.200		9.00	11.20	71.0	0.412
48	22.500		4.85	10.50	66.8	0.932
46	15.000		9.30	3.90	10.0	1.150
45	6.000		8.00	6.82	18.2	0.761
3	1.150		10.70	50.70	59.8	—
44	50.500		7.50	105.30	90.0	0.141
43	41.200		9.00	132.10	118.7	0.309
42	33.200		6.80	184.10	155.3	5.090
41	22.500		7.30	188.30	159.8	6.840
40	15.000		10.70	22.40	28.4	7.100
39	6.000		7.50	46.50	52.0	7.870
38	-0.800		9.00	62.80	77.0	7.140
2	-8.100		6.80	84.00	107.8	—
37	33.200		7.30	81.60	107.8	0.872
36	22.500		9.25	15.70	108.0	1.350
35	15.000		6.00	3195.70	6468.0	2.250
34	6.000		2			2.700
33	-0.800		3			3.040
2	-8.100		2			—
3	1.150	1			0.921	
2	-8.100				38.16	
1	-14.100				23.06	

表 3-4 原子炉建屋（補強部材）のモデル諸元（NS 方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
44	50.500	—	9.30	0.0794	0.1844	—
43	41.200	—	8.00	0.4001	7.56	—
42	33.200	—				—
56	50.500	—	9.30	0.0794	0.1844	—
55	41.200	—	8.00	0.7001	7.56	—
54	33.200	—				—

表 3-5 原子炉建屋（床ばね）のモデル諸元（NS 方向）

質点 番号		ばね定数 ( $\times 10^5 \text{kN/m}$ )	減衰 (%)
37	42	350.1	5.0
36	41	354.4	5.0
35	40	374.6	5.0
34	39	452.4	5.0
33	38	862.2	5.0
44	56	13.4	5.0
42	49	240.9	5.0
41	48	281.5	5.0
40	46	571.2	5.0
39	45	376.6	5.0
38	50	80.5	5.0
49	54	313.7	5.0
48	53	327.1	5.0
46	52	561.2	5.0
45	51	396.5	5.0
54	61	219.0	5.0
53	60	265.2	5.0
52	59	208.4	5.0
51	58	250.8	5.0
50	57	167.8	5.0

表 3-6 原子炉格納容器のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
32					
31					
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
3					

表 3-7 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
20					
19					
18					
17					
16					
7					

表 3-8 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					

表 3-9 大型機器系地震応答解析モデルのばね定数 (NS 方向)

No.	名称	ばね定数 (N/mm)	減衰定数 (%)
K <sub>1</sub>	原子炉格納容器シヤラグ		1.0
K <sub>2</sub>	原子炉格納容器スタビライザ		1.0
K <sub>3</sub>	原子炉压力容器スタビライザ		1.0
K <sub>4</sub>	燃料交換ベローズ		1.0
K <sub>5</sub>	所員用エアロック		1.0
K <sub>6</sub>	ベント管		1.0



表 3-10 原子炉建屋のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )	
63	33.200		10.70	29.90	32.4	1.130	
62	22.500		7.50	60.50	54.7	1.900	
61	15.000		9.00	80.30	84.0	2.790	
60	6.000		6.80	105.80	109.2	3.740	
59	-0.800		7.30	105.90	117.6	3.760	
2	-8.100		9.30	6.49	13.3	—	
58	50.500		8.00	10.30	21.2	0.247	
57	41.200		10.70	27.30	53.0	0.285	
56	33.200		7.50	107.30	79.8	6.640	
55	22.500		9.00	152.30	121.4	9.240	
54	15.000		6.80	216.90	170.0	9.010	
53	6.000		7.30	213.80	167.2	10.12	
52	-0.800		10.70	3.07	63.3	10.91	
2	-8.100		7.50	9.63	72.7	—	
51	33.200		9.00	11.20	71.0	0.720	
50	22.500		4.85	10.50	66.8	1.610	
48	15.000		9.30	6.49	13.3	1.050	
47	6.000		8.00	12.50	17.4	0.761	
3	1.150		10.70	29.50	51.8	—	
46	50.500		7.50	34.00	36.5	5.610	
45	41.200		7.50	66.10	76.6	5.830	
44	33.200		9.00	92.70	107.1	0.099	
43	22.500		6.80	219.90	163.7	3.900	
42	15.000		7.30	227.80	169.0	9.890	
41	22.500		10.70	37.60	41.0	11.43	
40	15.000		7.50	65.30	57.4	11.15	
39	6.000		9.00	85.90	84.0	—	
38	-0.800		6.80	110.90	114.8	2.590	
2	-8.100		7.30	113.10	117.6	2.860	
37	33.200		9.25	15.70	108.0	2.580	
36	22.500		6.00	3803.20	6468.0	3.080	
35	15.000		2	-8.100			3.120
34	6.000		3	1.150			—
33	-0.800		2	-8.100			0.921
2	-8.100		1	-14.100			45.39
1	-14.100						27.44

表 3-11 原子炉建屋（補強部材）のモデル諸元（EW 方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
45	41.200	—	8.00	1.8883	8.58	—
44	33.200	—				—

表 3-12 原子炉建屋（床ばね）のモデル諸元（EW 方向）

質点 番号	質点 番号	ばね定数 ( $\times 10^5 \text{kN/m}$ )	回転ばね 定数 ( $\times 10^9 \text{kN}\cdot\text{m/rad}$ )	減衰 (%)
37	44	175.5	—	5.0
36	41	680.7	—	5.0
35	40	511.5	—	5.0
34	39	583.7	—	5.0
33	38	679.8	—	5.0
41	43	450.0	—	5.0
40	42	480.3	—	5.0
39	47	406.7	—	5.0
38	52	68.3	—	5.0
46	58	23.8	—	5.0
44	51	530.0	3.55	5.0
43	50	771.8	3.55	5.0
42	48	655.1	—	5.0
51	56	198.0	3.55	5.0
50	55	232.1	3.55	5.0
48	54	247.3	—	5.0
47	53	388.5	—	5.0
56	63	407.0	—	5.0
55	62	444.2	—	5.0
54	61	412.5	—	5.0
53	60	483.1	—	5.0
52	59	783.1	—	5.0
39	42	—	97.1	5.0

表 3-13 原子炉格納容器のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
32					
31					
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
3					

表 3-14 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
20					
19					
18					
17					
16					
7					

表 3-15 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					

表 3-16 大型機器系地震応答解析モデルのばね定数 (EW 方向)

No.	名称	ばね定数 (N/mm)	減衰定数 (%)
K <sub>1</sub>	原子炉格納容器シヤラグ		1.0
K <sub>2</sub>	原子炉格納容器スタビライザ		1.0
K <sub>3</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ		1.0
K <sub>4</sub>	燃料交換ベローズ		1.0
K <sub>5</sub>	所員用エアロック		1.0
K <sub>6</sub>	ベント管		1.0

表 3-17 原子炉建屋のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ kN/m)	
1	48.725		7.525	20.4	
2	41.200		8.000	48.3	
3	33.200		10.700	137.3	
4	22.500		7.500	279.1	
5	15.000		9.000	278.9	
6	6.000		6.800	499.5	
7	-0.800		7.300	477.2	
8	-8.100		6.000		2854.3
9	-14.100				

表 3-18 原子炉建屋 (屋根トラス部) のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
1	48.725	—	6.400	6.99	1.11
10	48.725	333			
11	48.725	326	6.300	6.99	1.12
12	48.725	163	6.300	6.99	0.773

表 3-19 原子炉格納容器のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ N/mm)
41				
40				
39				
38				
37				
36				
35				
34				
33				
32				
14				

表 3-20 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^8$ N/mm)
23				
22				
21				
20				
19				
18				

表 3-21 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^8$ N/mm)
31				
30				
29				
28				
27				
26				
25				
24				
18				
17				
16				
15				
14				

表 3-22 インナーコンクリートのモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^9$ N/mm)
14				
8				

表 3-23 原子炉建屋屋根トラス部のばね定数

No.	名称	ばね定数 ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}/\text{rad}$ )	減衰定数 (%)
$K_{\theta}$	トラス端部回転拘束ばね	32.15	5.0

表 3-24 解析に用いる建屋の物性値 (NS 方向)

名称	縦弾性係数 E ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋	$1.99 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(オペフロ上部)	$7.94 \times 10^3$	0.167	5.0
原子炉建屋(補強耐震壁)	$2.52 \times 10^4$	0.2	5.0
原子炉建屋(鉄骨ブレース)	$2.05 \times 10^5$	0.3	2.0

表 3-25 解析に用いる建屋の物性値 (EW 方向)

名称	縦弾性係数 E ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋	$2.12 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(オペフロ上部)	$1.32 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(補強耐震壁)	$2.52 \times 10^4$	0.2	5.0

表 3-26 解析に用いる建屋の物性値 (鉛直方向)

名称	縦弾性係数 E ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋(鉄筋コンクリート造)	—	—	5.0
原子炉建屋(屋根トラス部)	$2.65 \times 10^4$	0.3	2.0

表 3-27 解析に用いる大型機器系地震応答解析モデルの物性値（水平方向）

名称	縦弾性係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉しゃへい壁			5.0
原子炉本体の基礎			5.0
原子炉圧力容器			1.0
原子炉圧力容器支持スカート			1.0
原子炉格納容器			1.0

表 3-28 解析に用いる大型機器系地震応答解析モデルの物性値（鉛直方向）

名称	減衰定数 (%)
原子炉しゃへい壁	5.0
原子炉本体の基礎	5.0
原子炉圧力容器	1.0
原子炉格納容器	1.0



### 3.2.2 炉内構造物系地震応答解析モデル

#### 3.2.2.1 水平方向

水平方向地震応答解析モデルは図 3-5 及び図 3-6 に示すように、原子炉建屋、原子炉しゃへい壁、原子炉本体の基礎、原子炉圧力容器、炉心シュラウド、燃料集合体、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング等の各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはり又は無質量のばねにより結合する。

原子炉しゃへい壁は 5 質点、原子炉本体の基礎は 4 質点、原子炉圧力容器は 18 質点でモデル化する。原子炉圧力容器は原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉本体の基礎を介して原子炉建屋に支持される。

炉心シュラウドは、下部胴下端がシュラウドサポートプレート及びシュラウドサポートレグの回転ばねにより原子炉圧力容器と結合され、上部胴上端が炉心シュラウド支持ロッドの回転ばねによりシュラウドサポートプレートと結合される。また、上部胴は上部サポートの水平ばねにより、中間胴下端は下部スタビライザの水平ばねにより原子炉圧力容器と結合される。

気水分離器及びスタンドパイプは 3 質点、炉心シュラウドは 10 質点、燃料集合体は 7 質点、制御棒案内管は 4 質点、制御棒駆動機構ハウジングは 6 質点でモデル化する。これらを O.P.  でシュラウドサポートと等価な回転ばねを介して、原子炉圧力容器と結合する。

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

原子炉建屋は質点系でモデル化し、地盤を等価なばねで評価した建屋—地盤連成モデルとする。

建屋底面下の地盤は、水平ばね及び回転ばねで置換する。また、基礎版底面における地盤の水平及び回転ばねは、それ以深の地盤を等価な半無限地盤とみなして、波動論により評価する。

図 3-5 及び図 3-6 に示した炉内構造物系の水平方向地震応答解析モデルの各質点質量、部材長、断面二次モーメント、有効せん断断面積、ばね定数等を表 3-29～表 3-50 に示す。また、解析に用いる各構造物の物性値を表 3-62、表 3-63 及び表 3-65 に示す。

原子炉本体の基礎の復元力特性は、建屋の方向別に、原子炉本体の基礎の要素を単位とした水平断面形状より設定した非線形の復元力特性とする。

炉心シュラウドについては、第 6 回定期検査（平成 15 年 5 月 22 日から平成 15 年 12 月 25 日）において、溶接線の目視点検を行ったところ、溶接部の一部にひびが発生していることを確認しており、炉心シュラウド支持ロッドを取り付ける補修を実施している。炉心シュラウド支持ロッドは、炉心シュラウド全ての周方向溶接線が全周破断した状態

においても、炉心シュラウド支持ロッドによる拘束力により、炉心シュラウドの機能を維持し得る設計としているため、炉心シュラウド支持ロッド施工後は、炉心シュラウド全ての周方向溶接部の構造健全性及び構造強度を期待しない構造となっている。ただし、炉内構造物系の地震応答解析においては、炉心シュラウド周方向溶接線の分離（炉心シュラウド溶接線の分離想定ケース）を考慮し、炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザにおいて考慮すべき地震荷重が最大となるケースとして、以下の4通りのモデルを想定する。図3-4に炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド及びシュラウドサポートの概略形状並びに炉心シュラウド周方向溶接線の位置を示す。

- ・シュラウド健全モデル
- ・上部胴上端（H1）分離モデル
- ・下部胴上端（H6b）分離モデル
- ・全溶接線（周方向）分離モデル

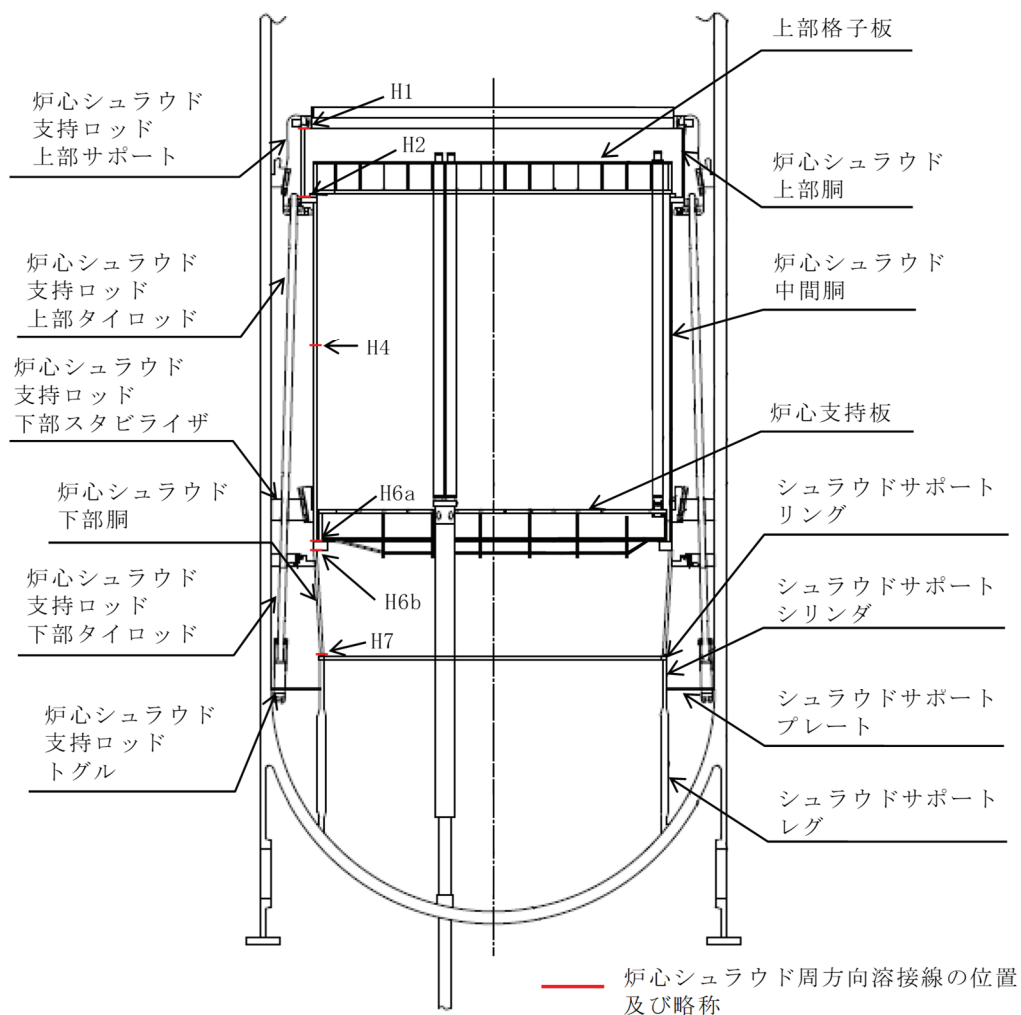


図3-4 炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド及びシュラウドサポートの概略形状並びに炉心シュラウド周方向溶接線の位置

### 3.2.2.2 鉛直方向

鉛直方向地震応答解析モデルは図 3-7 に示すように、原子炉建屋、原子炉しゃへい壁、原子炉本体の基礎、インナーコンクリート、原子炉压力容器、炉心シュラウド、制御棒案内管及び制御棒駆動機構ハウジング、炉心シュラウド支持ロッド等の各質点間を等価な軸剛性を有する無質量のばねにより結合する。また、屋根トラスは、各質点間を等価な曲げ、せん断剛性を有する無質量のはりで結合し、支持端部の回転拘束と等価な回転ばねで結合する。

原子炉しゃへい壁は 5 質点、原子炉本体の基礎は 4 質点、原子炉压力容器は 19 質点でモデル化する。原子炉压力容器は原子炉本体の基礎及びインナーコンクリートを介して原子炉建屋に支持される。

気水分離器及びスタンドパイプは 3 質点、炉心シュラウドは 11 質点、制御棒案内管は 3 質点、制御棒駆動機構ハウジングは 6 質点でモデル化する。なお、燃料集合体については、鉛直方向に拘束していない構造であるため、質量のみ制御棒案内管上端に付加し、鉛直方向地震応答解析モデルでは考慮しない。

ジェットポンプ、中性子束計測案内管、中性子束計測ハウジングについては、水平方向と同様に質量のみを考慮する。

炉内構造物の質点は原則として、水平方向と同一とし、部材の端点及び剛性の変化する点、応力評価点等に設けるが、全体の振動特性が把握できるよう、質点間隔については、工学的判断を加えて定めるものとする。ただし、炉心シュラウドについては、シュラウドサポートレグ上下端に質点を設け、原子炉压力容器下部鏡板に結合する。

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

なお、鉛直方向地震応答解析モデルでは、炉水による付加質量効果は小さいため仮想質量は考慮しない。

図 3-7 に示した鉛直方向地震応答解析モデルの各質点質量、部材長、ばね定数等を表 3-51～表 3-61 に示す。また、解析に用いる各構造物の物性値を表 3-64 及び表 3-66 に示す。

なお、原子炉建屋の地盤ばね定数については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に記載の値を使用する。

K <sub>1</sub>	原子炉格納容器スタビライザ
K <sub>2</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム
K <sub>4</sub>	シュラウドサポート
K <sub>5</sub>	上部サポート
K <sub>6</sub>	下部スタビライザ
K <sub>7</sub>	炉心シュラウド支持ロッド

記号	内容
●	質点 (ピン結合以外)
○	質点 (ピン結合)
	はり
— —	水平ばね
⊗	回転ばね

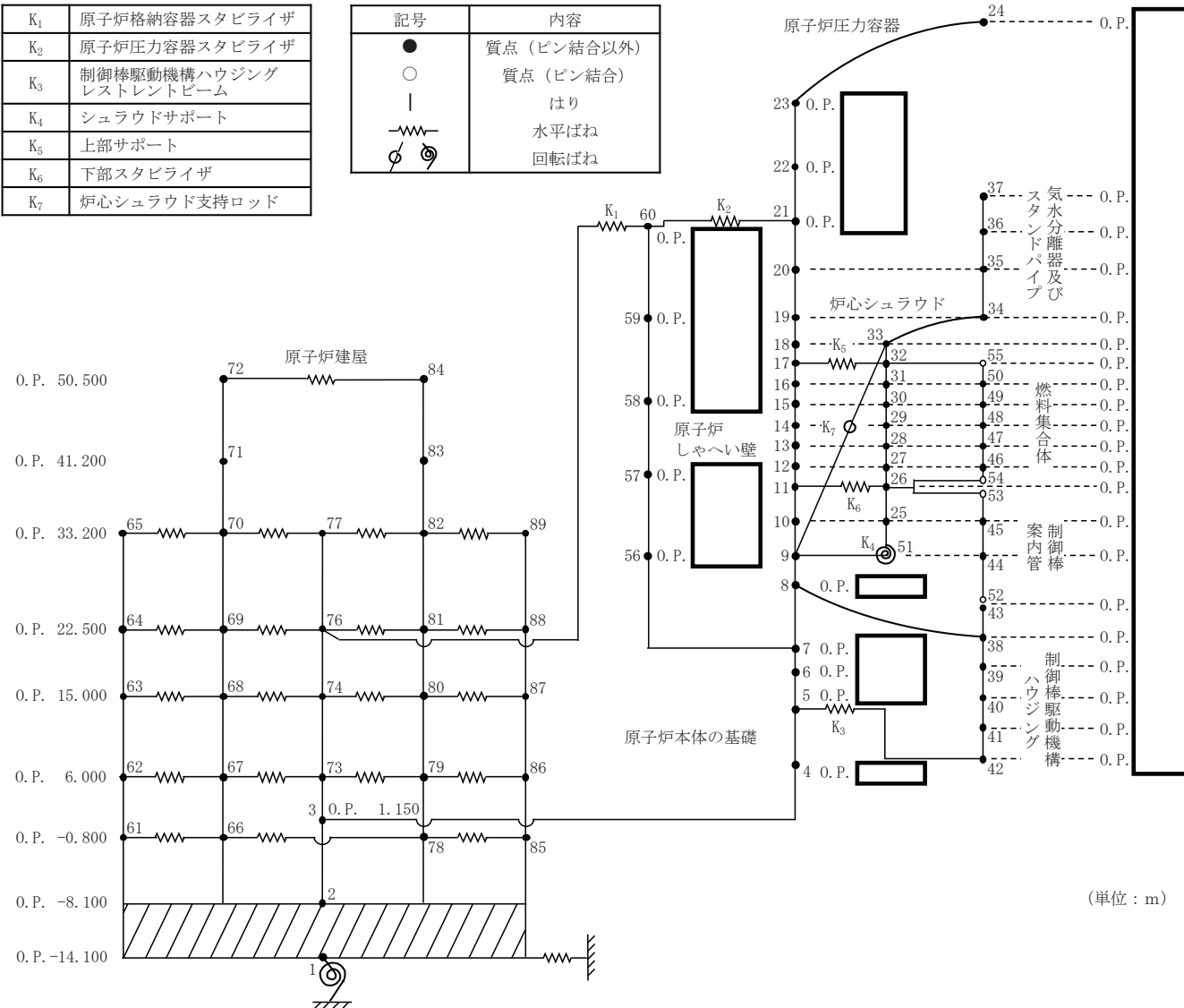


図 3-5 炉内構造物系地震応答解析モデル (NS 方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

K <sub>1</sub>	原子炉格納容器スタビライザ
K <sub>2</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム
K <sub>4</sub>	シュラウドサポート
K <sub>5</sub>	上部サポート
K <sub>6</sub>	下部スタビライザ
K <sub>7</sub>	炉心シュラウド支持ロッド

記号	内容
●	質点 (ピン結合以外)
○	質点 (ピン結合)
	はり
— — —	水平ばね
⊗ ⊙ ⊚	回転ばね

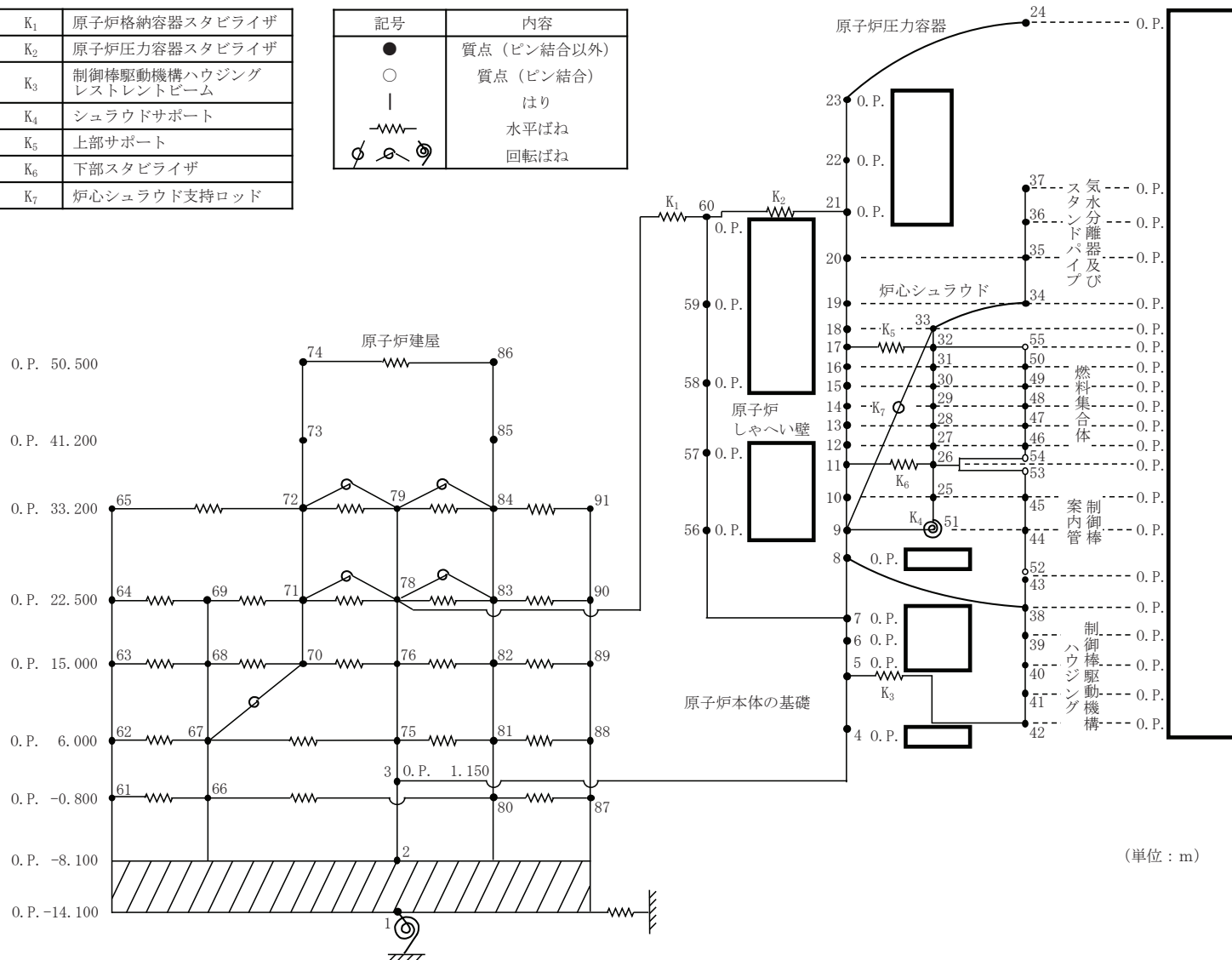


図 3-6 炉内構造物系地震応答解析モデル (EW 方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

$K_{\theta}$	トラス端部回転拘束ばね
記号	内容
●	質点
	軸ばね (構造物)
—	はり (屋根トラス部)
○	回転ばね
⊥	鉛直ばね (地盤)

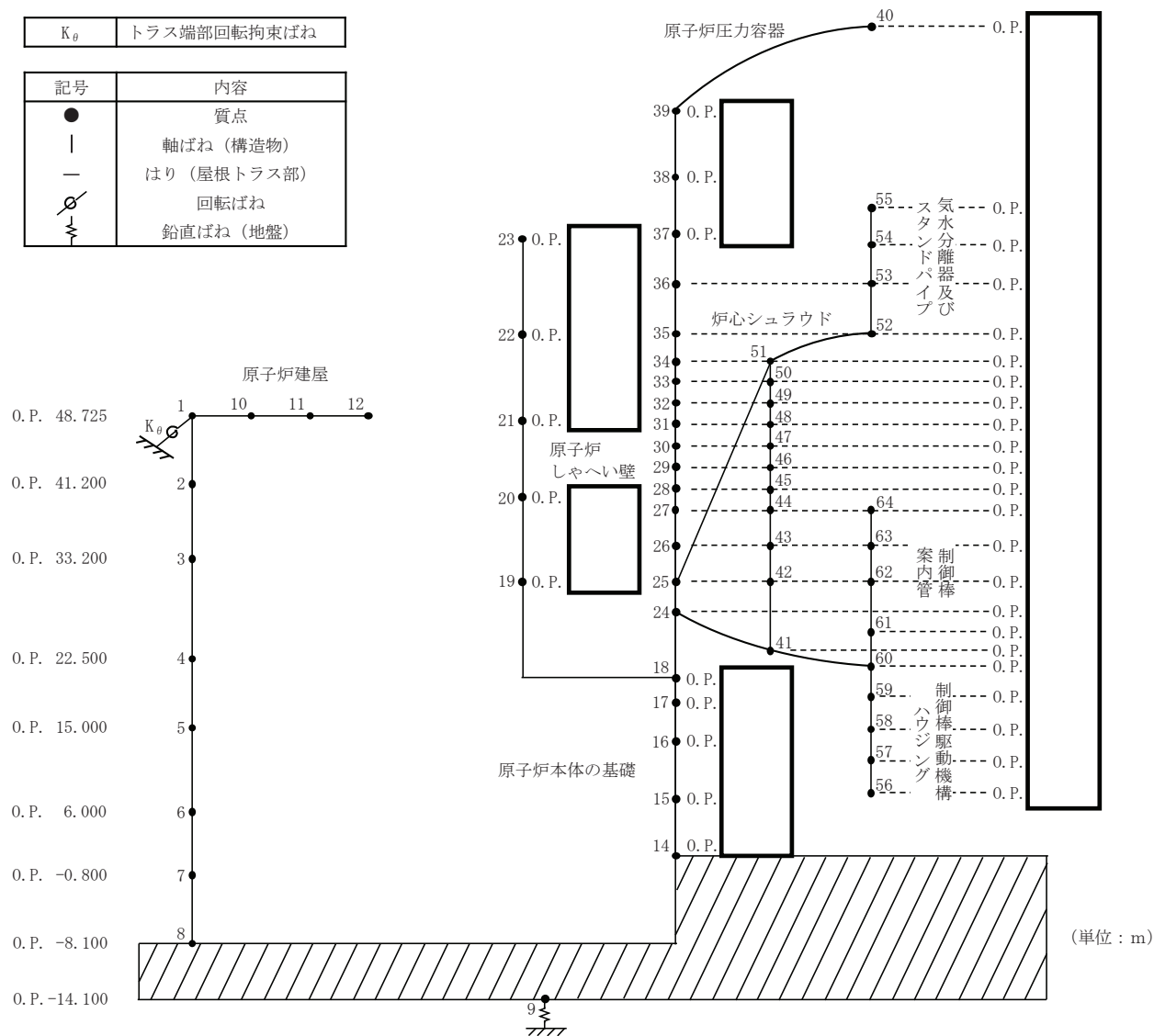


図 3-7 炉内構造物系地震応答解析モデル (鉛直方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 原子炉建屋のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
89	33.200		10.70	29.20	30.8	1.410
88	22.500		7.50	59.40	59.2	2.510
87	15.000		9.00	73.40	75.0	2.560
86	6.000		6.80	108.90	107.8	3.410
85	-0.800		7.30	114.40	107.8	3.520
2	-8.100		9.30	3.84	10.0	—
84	50.500		8.00	6.35	18.2	0.141
83	41.200		10.70	54.30	59.4	0.252
82	33.200		7.50	101.20	85.8	6.120
81	22.500		9.00	159.50	123.2	9.430
80	15.000		6.80	211.10	165.2	8.580
79	6.000		7.30	216.10	165.2	9.940
78	-0.800		10.70	3.83	50.6	10.61
2	-8.100		7.50	9.63	72.7	—
77	33.200		9.00	11.20	71.0	0.412
76	22.500		4.85	10.50	66.8	0.932
74	15.000		9.30	3.90	10.0	1.150
73	6.000		8.00	6.82	18.2	0.761
3	1.150		10.70	50.70	59.8	—
72	50.500		7.50	105.30	90.0	0.141
71	41.200		9.00	132.10	118.7	0.309
70	33.200		6.80	184.10	155.3	5.090
69	22.500		7.30	188.30	159.8	6.840
68	15.000		10.70	22.40	28.4	7.100
67	6.000		7.50	46.50	52.0	7.870
66	-0.800		9.00	62.80	77.0	7.140
2	-8.100		6.80	84.00	107.8	—
65	33.200		7.30	81.60	107.8	0.872
64	22.500		9.25	15.70	108.0	1.350
63	15.000		6.00	3195.70	6468.0	2.250
62	6.000					2.700
61	-0.800				3.040	
2	-8.100				—	
3	1.150				0.921	
2	-8.100				38.16	
1	-14.100				23.06	

表 3-30 原子炉建屋（補強部材）のモデル諸元（NS 方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
72	50.500	—	9.30	0.0794	0.1844	—
71	41.200	—	8.00	0.4001	7.56	—
70	33.200	—				—
84	50.500	—	9.30	0.0794	0.1844	—
83	41.200	—	8.00	0.7001	7.56	—
82	33.200	—				—

表 3-31 原子炉建屋（床ばね）のモデル諸元（NS 方向）

質点 番号		ばね定数 ( $\times 10^5 \text{kN/m}$ )	減衰 (%)
65	70	350.1	5.0
64	69	354.4	5.0
63	68	374.6	5.0
62	67	452.4	5.0
61	66	862.2	5.0
72	84	13.4	5.0
70	77	240.9	5.0
69	76	281.5	5.0
68	74	571.2	5.0
67	73	376.6	5.0
66	78	80.5	5.0
77	82	313.7	5.0
76	81	327.1	5.0
74	80	561.2	5.0
73	79	396.5	5.0
82	89	219.0	5.0
81	88	265.2	5.0
80	87	208.4	5.0
79	86	250.8	5.0
78	85	167.8	5.0



表 3-32 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
60					
59					
58					
57					
56					
7					

表 3-33 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
24					
23					
22					
21					
20					
19					
18					
17					
16					
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					

表 3-34 原子炉圧力容器下部鏡板のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
8					
38					

表 3-35 気水分離器, スタンドパイプ及び炉心シュラウドのモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
37					
36					
35					
34					
33					
32					
31					
30					
29					
28					
27					
26					
25					
51					

表 3-36 燃料集合体のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
55					
50					
49					
48					
47					
46					
54					

表 3-37 制御棒案内管のモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
53					
45					
44					
52					

表 3-38 制御棒駆動機構ハウジングのモデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
43					
38					
39					
40					
41					
42					

表 3-39 炉内構造物系地震応答解析モデルのばね定数 (NS 方向)

No.	名称	ばね定数		減衰定数 (%)
K <sub>1</sub>	原子炉格納容器スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>2</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム		(N/mm)	1.0
K <sub>4</sub>	シュラウドサポート		(N・mm/rad)	1.0
K <sub>5</sub>	上部サポート		(N/mm)	1.0
K <sub>6</sub>	下部スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>7</sub>	炉心シュラウド支持ロッド		(N・mm/rad)	1.0

表 3-40 原子炉建屋のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3 \text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3 \text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )	回転慣性質量 ( $\times 10^9 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
91	33.200		10.70	29.90	32.4	1.130
90	22.500		7.50	60.50	54.7	1.900
89	15.000		9.00	80.30	84.0	2.790
88	6.000		6.80	105.80	109.2	3.740
87	-0.800		7.30	105.90	117.6	3.760
2	-8.100		9.30	6.49	13.3	—
86	50.500		8.00	10.30	21.2	0.247
85	41.200		10.70	27.30	53.0	0.285
84	33.200		7.50	107.30	79.8	6.640
83	22.500		9.00	152.30	121.4	9.240
82	15.000		6.80	216.90	170.0	9.010
81	6.000		7.30	213.80	167.2	10.12
80	-0.800		10.70	3.07	63.3	10.91
2	-8.100		7.50	9.63	72.7	—
79	33.200		9.00	11.20	71.0	0.720
78	22.500		4.85	10.50	66.8	1.610
76	15.000		9.30	6.49	13.3	1.050
75	6.000		8.00	12.50	17.4	0.761
3	1.150		10.70	29.50	51.8	—
74	50.500		7.50	34.00	36.5	0.247
73	41.200		7.50	66.10	76.6	0.475
72	33.200		9.00	92.70	107.1	5.610
71	22.500		6.80	219.90	163.7	5.830
70	15.000		7.30	227.80	169.0	0.099
69	22.500		10.70	37.60	41.0	3.900
68	15.000		7.50	65.30	57.4	9.890
67	6.000		9.00	85.90	84.0	11.43
66	-0.800		6.80	110.90	114.8	11.15
2	-8.100		7.30	113.10	117.6	—
65	33.200		9.25	15.70	108.0	2.590
64	22.500		6.00	3803.20	6468.0	2.860
63	15.000		27.44			2.580
62	6.000				3.080	
61	-0.800				3.120	
2	-8.100				—	
3	1.150				0.921	
2	-8.100				45.39	
1	-14.100				27.44	

表 3-41 原子炉建屋（補強部材）のモデル諸元（EW 方向）

質点 番号	標高 O.P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\times 10^3$ m <sup>4</sup> )	有効せん断 断面積 (m <sup>2</sup> )	回転慣性質量 ( $\times 10^9$ kg $\cdot$ m <sup>2</sup> )
73	41.200	—	8.00	1.8883	8.58	—
72	33.200	—				—

表 3-42 原子炉建屋（床ばね）のモデル諸元（EW 方向）

質点 番号		ばね定数 ( $\times 10^5$ kN/m)	回転ばね定数 ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m/rad)	減衰 (%)
65	72	175.5	—	5.0
64	69	680.7	—	5.0
63	68	511.5	—	5.0
62	67	583.7	—	5.0
61	66	679.8	—	5.0
69	71	450.0	—	5.0
68	70	480.3	—	5.0
67	75	406.7	—	5.0
66	80	68.3	—	5.0
74	86	23.8	—	5.0
72	79	530.0	3.55	5.0
71	78	771.8	3.55	5.0
70	76	655.1	—	5.0
79	84	198.0	3.55	5.0
78	83	232.1	3.55	5.0
76	82	247.3	—	5.0
75	81	388.5	—	5.0
84	91	407.0	—	5.0
83	90	444.2	—	5.0
82	89	412.5	—	5.0
81	88	483.1	—	5.0
80	87	783.1	—	5.0
67	70	—	97.1	5.0

表 3-43 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
60					
59					
58					
57					
56					
7					

表 3-44 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3\text{kg}$ )	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $\text{m}^4$ )	有効せん断 断面積 ( $\text{m}^2$ )
24					
23					
22					
21					
20					
19					
18					
17					
16					
15					
14					
13					
12					
11					
10					
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					

表 3-45 原子炉压力容器下部鏡板のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
8					
38					

表 3-46 気水分離器, スタンドパイプ及び炉心シュラウドのモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
37					
36					
35					
34					
33					
32					
31					
30					
29					
28					
27					
26					
25					
51					

表 3-47 燃料集合体のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
55					
50					
49					
48					
47					
46					
54					

表 3-48 制御棒案内管のモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
53					
45					
44					
52					

表 3-49 制御棒駆動機構ハウジングのモデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
43					
38					
39					
40					
41					
42					

表 3-50 炉内構造物系地震応答解析モデルのばね定数 (EW 方向)

No.	名称	ばね定数		減衰定数 (%)
K <sub>1</sub>	原子炉格納容器スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>2</sub>	原子炉圧力容器スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>3</sub>	制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム		(N/mm)	1.0
K <sub>4</sub>	シュラウドサポート		(N・mm/rad)	1.0
K <sub>5</sub>	上部サポート		(N/mm)	1.0
K <sub>6</sub>	下部スタビライザ		(N/mm)	1.0
K <sub>7</sub>	炉心シュラウド支持ロッド		(N・mm/rad)	1.0



表 3-51 原子炉建屋のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ kN/m)	
1	48.725		7.525	20.4	
2	41.200		8.000	48.3	
3	33.200		10.700	137.3	
4	22.500		7.500	279.1	
5	15.000		9.000	278.9	
6	6.000		6.800	499.5	
7	-0.800		7.300	477.2	
8	-8.100		6.000		2854.3
9	-14.100				

表 3-52 原子炉建屋 (屋根トラス部) のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	断面二次 モーメント ( $m^4$ )	有効せん断 断面積 ( $m^2$ )
1	48.725	—	6.400	6.99	1.11
10	48.725	333	6.300	6.99	1.12
11	48.725	326	6.300	6.99	0.773
12	48.725	163			

表 3-53 原子炉しゃへい壁のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^8$ N/mm)
23				
22				
21				
20				
19				
18				

表 3-54 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎のモデル諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^8$ N/mm)
40				
39				
38				
37				
36				
35				
34				
33				
32				
31				
30				
29				
28				
27				
26				
25				
24				
18				
17				
16				
15				
14				

表 3-55 インナーコンクリートのモデル諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^9$ N/mm)
14				
8				

表 3-56 原子炉圧力容器下部鏡板のモデル諸元（鉛直方向）

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ N/mm)
24				
41				
60				

表 3-57 気水分離器, スタンドパイプ及び炉心シュラウドのモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O.P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ N/mm)
55				
54				
53				
52				
51				
50				
49				
48				
47				
46				
45				
44				
43				
42				
41				

表 3-58 炉心シュラウド支持ロッドのモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O.P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^5$ N/mm)
51				
25				

表 3-59 制御棒案内管のモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O.P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^7$ N/mm)
64				
63				
62				
61				

表 3-60 制御棒駆動機構ハウジングのモデル諸元 (鉛直方向)

質点 番号	標高 O. P. (m)	質量 ( $\times 10^3$ kg)	部材長 (m)	ばね定数 ( $\times 10^8$ N/mm)
61				
60				
59				
58				
57				
56				

表 3-61 原子炉建屋屋根トラス部のばね定数

No.	名称	ばね定数 ( $\times 10^6$ kN・m/rad)	減衰定数 (%)
$K_{\theta}$	トラス端部回転拘束ばね	32.15	5.0

表 3-62 解析に用いる建屋の物性値 (NS 方向)

名称	縦弾性係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋	$1.99 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(オペフロ上部)	$7.94 \times 10^3$	0.167	5.0
原子炉建屋(補強耐震壁)	$2.52 \times 10^4$	0.2	5.0
原子炉建屋(鉄骨ブレース)	$2.05 \times 10^5$	0.3	2.0

表 3-63 解析に用いる建屋の物性値 (EW 方向)

名称	縦弾性係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋	$2.12 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(オペフロ上部)	$1.32 \times 10^4$	0.167	5.0
原子炉建屋(補強耐震壁)	$2.52 \times 10^4$	0.2	5.0

表 3-64 解析に用いる建屋の物性値 (鉛直方向)

名称	縦弾性係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉建屋(鉄筋コンクリート造)	—	—	5.0
原子炉建屋(屋根トラス部)	$2.65 \times 10^4$	0.3	2.0

表 3-65 解析に用いる炉内構造物系地震応答解析モデルの物性値（水平方向）

名称	縦弾性係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 (%)
原子炉しゃへい壁			5.0
原子炉本体の基礎			5.0
原子炉压力容器			1.0
原子炉压力容器支持スカート			1.0
炉心シュラウド			1.0
原子炉压力容器下部鏡板			1.0
制御棒案内管			1.0
制御棒駆動機構ハウジング			3.5
燃料集合体			7.0

表 3-66 解析に用いる炉内構造物系地震応答解析モデルの物性値（鉛直方向）

名称	減衰定数 (%)
原子炉しゃへい壁	5.0
原子炉本体の基礎	5.0
原子炉压力容器	1.0
炉心シュラウド	1.0
原子炉压力容器下部鏡板	1.0
制御棒案内管	1.0
制御棒駆動機構ハウジング	1.0
炉心シュラウド支持ロッド	1.0

### 3.3 解析方法

「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルを用いて、電子計算機により、剛性マトリックス、質量マトリックスを作り、固有振動数、固有モードマトリックス等を求める。次に、入力地震動に対する各質点の加速度、変位、せん断力（軸力）等を時刻歴応答解析法により時間の関数として求め、地震継続時間中のこれらの最大値を求める。

以上の計算は、解析コード「TDAPⅢ」を使用し、時刻歴応答解析を実施する。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

#### 3.3.1 動的解析

大型機器系地震応答解析モデル及び炉内構造物系地震応答解析モデルを用いた動的解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。なお、解析に用いる減衰マトリックスは、以下のとおりモード減衰定数を組み合わせて算出する。また、モード減衰定数は、各次の振動モードにおける各部材のひずみエネルギーに比例するものとして設定する。

$$[c] = [m]^T \left( \sum_i \{u_i\} \eta_i \{u_i\}^T \right) [m]$$

$$\eta_i = \frac{2 h_i \omega_i}{\{u_i\}^T [m] \{u_i\}}$$

$$h_i = \frac{\sum_j (\xi^j E_i^j)}{\sum_j E_i^j}$$

$$E_i^j = \frac{1}{2} \{u_i^j\}^T [k^j] \{u_i^j\}$$

ここで、

$[c]$  : 減衰マトリックス

$[m]$  : 質量マトリックス

$\{u_i\}$  :  $i$  次モードの固有ベクトル

$\{u_i^j\}$  :  $i$  次モードにおける  $j$  部材の固有ベクトル

$h_i$  :  $i$  次モードのモード減衰定数

$\omega_i$  :  $i$  次モードの固有円振動数

$\xi^j$  :  $j$  部材の減衰定数

$[k^j]$  :  $j$  部材の剛性マトリックス

### 3.3.2 静的解析

#### (1) 水平地震力

水平地震力は「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に記載の方法に基づき、算出する。水平地震力算定用の基準面は地表面（O.P. 14.8m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いて、次式により算出する。なお、機器・配管系については、算出した値を1.2倍して用いる。

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

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

ここで、

$Q_i$  : 第  $i$  層に生じる水平地震力

$n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)

$C_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数

$W_i$  : 第  $i$  層が支える重量

$Z$  : 地震地域係数 (1.0)

$R_t$  : 振動特性係数 (0.8)

$A_i$  : 第  $i$  層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

$C_o$  : 標準層せん断力係数 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。なお、機器・配管系については、算出した値を1.2倍して用いる。

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

ここで、

$K$  : 地下部分の水平震度

$n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)

$H$  : 地下の各部分の基準面からの深さ (m)

$\alpha$  : 建物・構築物側方の地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.0)

#### (2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、静的解析によらず、鉛直震度0.3を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。なお、機器・配管系については、算出した値を1.2倍して用いる。ここで、鉛直方向の静的地震力は、一律に同じ値を適用する。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

ここで、

$C_v$  : 鉛直震度

$R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)

### 3.4 解析条件

#### 3.4.1 耐震壁の復元力特性

耐震壁の復元力特性については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す。

#### 3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねの復元力特性については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す。

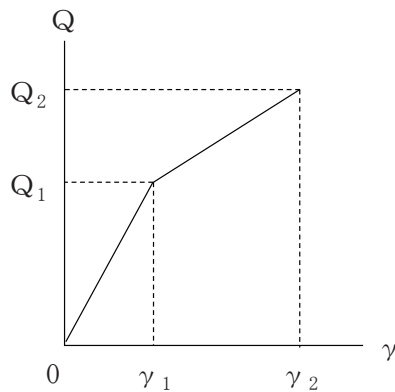
#### 3.4.3 原子炉本体の基礎の復元力特性

女川原子力発電所第2号機の建設時工認で用いた基準地震動のレベルにおいては、原子炉建屋は非線形領域付近であったため非線形の復元力特性を設定していた。一方で、原子炉本体の基礎はおおむね線形領域に収まっていたことから、剛性一定の線形の復元力特性を設定していた。

今回工認では基準地震動のレベルが増大し、原子炉本体の基礎の地震応答が線形領域を超えることから、適正な地震応答に基づく評価を行うために、原子炉建屋の地震応答解析モデルだけでなく、原子炉本体の基礎にもコンクリートの剛性変化を考慮した非線形の復元力特性を適用する。

##### (1) 原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係 (Q- $\gamma$ 関係)

原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係 (Q- $\gamma$  関係) は、コンクリートのひび割れを表す第1折点と鋼板の降伏を表す第2折点までを設定する。原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係を図3-8に示す。



$Q_1$  : 第1折点のせん断力

$Q_2$  : 第2折点のせん断力

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断変形角

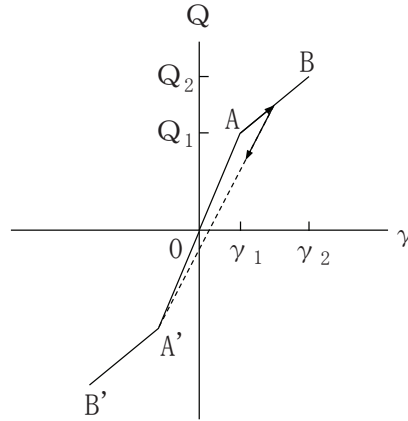
$\gamma_2$  : 第2折点のせん断変形角

図 3-8 原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係



(2) 原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係の履歴特性

原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係の履歴特性は、最大点指向型モデルとする。原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係の履歴特性を図 3-9 に示す。

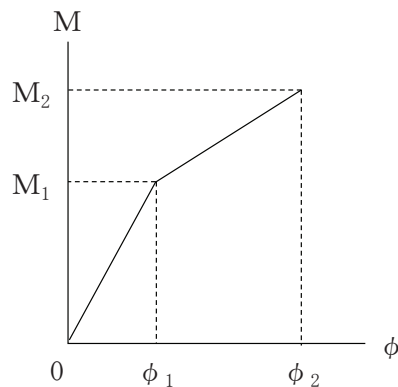


- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていなければ、負側第 1 折点に向かう。
- c. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- d. 安定ループは面積を持たない。

図 3-9 原子炉本体の基礎のせん断力-せん断変形角関係の履歴特性

(3) 原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係 (M-φ 関係)

原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係 (M-φ 関係) は、コンクリートのひび割れを表す第 1 折点と鋼板の降伏を表す第 2 折点までを設定する。原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係を図 3-10 に示す。

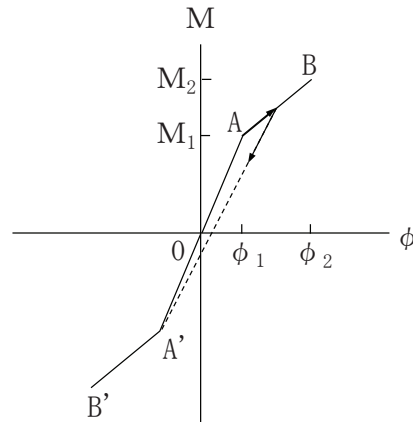


- $M_1$  : 第 1 折点の曲げモーメント
- $M_2$  : 第 2 折点の曲げモーメント
- $\phi_1$  : 第 1 折点の曲率
- $\phi_2$  : 第 2 折点の曲率

図 3-10 原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係

(4) 原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係の履歴特性

原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係の履歴特性は、最大点指向型モデルとする。  
原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係の履歴特性を図 3-11 に示す。



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

図 3-11 原子炉本体の基礎の曲げモーメント-曲率関係の履歴特性

(5) スケルトンカーブの諸数値

原子炉本体の基礎の各要素について算定したせん断力及び曲げモーメントのスケルトンカーブの諸数値を表 3-67～表 3-70 に示す。なお、曲げモーメントのスケルトンカーブの算定には、解析コード「SCC」を使用する。評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、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。

表 3-67 原子炉本体の基礎のせん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$  関係) (NS 方向)

質点番号	要素番号	$Q_1$ ( $\times 10^4$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-4}$ )	$Q_2$ ( $\times 10^4$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-4}$ )
7	6	5.042	1.775	34.90	32.51
6					
5	5	2.867	1.859	24.63	27.17
	4	5.343	1.808	29.06	33.23
4	3	5.428	1.837	29.06	33.23
3					

表 3-68 原子炉本体の基礎の曲げモーメントのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係) (NS 方向)

質点番号	要素番号	$M_1$ ( $\times 10^8$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-8}$ 1/mm)	$M_2$ ( $\times 10^8$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-8}$ 1/mm)
7	6	1.032	1.036	16.81	38.53
6					
5	5	1.107	1.151	15.98	38.49
	4	1.740	1.721	16.36	38.39
4	3	1.738	1.799	15.73	38.50
3					

表 3-69 原子炉本体の基礎のせん断力のスケルトンカーブ (Q- $\gamma$  関係) (EW 方向)

質点番号	要素番号	Q <sub>1</sub> ( $\times 10^4$ kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-4}$ )	Q <sub>2</sub> ( $\times 10^4$ kN)	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-4}$ )
7	6	5.042	1.775	34.90	32.51
6					
5	5	5.400	1.859	39.48	31.21
	4	5.343	1.808	29.06	33.23
4	3	5.032	1.837	27.23	33.20
3					

表 3-70 原子炉本体の基礎の曲げモーメントのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係) (EW 方向)

質点番号	要素番号	M <sub>1</sub> ( $\times 10^8$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-8}$ 1/mm)	M <sub>2</sub> ( $\times 10^8$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-8}$ 1/mm)
7	6	1.032	1.036	16.81	38.53
6					
5	5	0.8983	1.441	10.66	38.90
	4	1.740	1.721	16.36	38.39
4	3	1.767	1.794	16.01	38.49
3					

### 3.4.4 炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースにおける荷重-変位特性

炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースは、健全ケース、H1 分離ケース、H6b 分離ケース及び全溶接線分離ケースの 4 通りを設定する。各分離想定ケースにおいて、炉心シュラウドの荷重-変位特性を以下のように設定する。

#### 3.4.4.1 健全ケース

健全ケースにおける炉心シュラウドの荷重-変位特性は、線形として設定する。

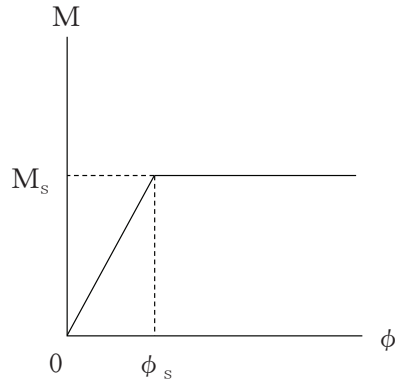
#### 3.4.4.2 溶接線分離ケース (H1 分離, H6b 分離及び全溶接線分離ケース)

溶接線分離ケースにおける炉心シュラウドの荷重-変位特性は非線形として設定する。

なお、溶接線分離ケースにおいては、以降に示す曲げ非線形特性を溶接線分離位置の各要素に対して設定する。

(1) 炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係 (M- $\phi$  関係)

炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係 (M- $\phi$  関係) は、炉心シュラウド溶接線に分離が生じたことを表す折点を設定し、折点以降は曲げモーメントをそれ以上伝達しないよう設定する。炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係を図 3-12 に示す。

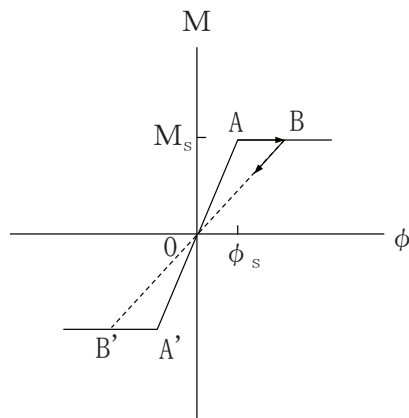


$M_s$  : シュラウド溶接線が口開きするときの曲げモーメント  
 $\phi_s$  : シュラウド溶接線が口開きするときの曲率

図 3-12 炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係

(2) 炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係の履歴特性

炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係の履歴特性は、原点指向型モデルとする。炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係の履歴特性を図 3-13 に示す。



- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：原点に向かう

図 3-13 炉心シュラウドの曲げモーメント-曲率関係の履歴特性

(3) スケルトンカーブの諸数値

炉心シュラウドの各要素について算定した曲げモーメントのスケルトンカーブの諸数値を表 3-71～表 3-73 に示す。H1 分離ケース及び H6b 分離ケースについては、各溶接線分離位置に基づき、以下の要素のみ折点を設定し、それ以外の要素の荷重-変位特性は線形として設定する。

- ・ H1 分離ケース：要素番号 32
- ・ H6b 分離ケース：要素番号 25

表 3-71 炉心シュラウドの曲げモーメントのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係) (H1 分離ケース)

質点番号	要素番号	$M_s$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_s$ ( $\times 10^{-9}$ 1/mm)
33	32	1.53	5.29
32			

表 3-72 炉心シュラウドの曲げモーメントのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係) (H6b 分離ケース)

質点番号	要素番号	$M_s$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_s$ ( $\times 10^{-9}$ 1/mm)
26	25	1.53	6.82
25			

表 3-73 炉心シュラウドの曲げモーメントのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係) (全溶接線分離ケース)

質点番号	要素番号	$M_s$ ( $\times 10^6$ kN $\cdot$ mm)	$\phi_s$ ( $\times 10^{-9}$ 1/mm)
33	32	1.53	5.29
32			
31	31	1.53	6.45
	30	1.53	6.45
30	29	1.53	6.45
	28	1.53	6.45
29	27	1.53	6.45
	26	1.53	6.45
28	25	1.53	6.82
	24	1.53	6.82
27			
26			
25			
51			

#### 3.4.5 材料物性の不確かさ等

解析においては、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」にて考慮する材料物性の不確かさに加え、原子炉本体の基礎のコンクリート剛性を低下させたケースを考慮する。設計用地震力は基本ケースと材料物性の不確かさ等を考慮したケースの包絡値を使用する。材料物性の不確かさ等を考慮する解析ケースを表 3-74 に示す。

表 3-74 建屋-機器連成地震応答解析において材料物性の不確かさ等を考慮する解析ケース

検討ケース	建屋初期剛性	地盤物性		原子炉本体の基礎 の初期剛性	備考
		入力地震動	底面地盤ばね		
ケース 1	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正 <sup>*1</sup>	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	コンクリート強度：設計基準強度 初期剛性低下：考慮しない	基本ケース
ケース 2	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900+100m/s	標準地盤+ $\sigma$	同上	
ケース 3	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900-100m/s	標準地盤- $\sigma$	同上	
ケース 4	基本ケースの 0.78 倍 <sup>*2</sup>	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	同上	基準地震動 S s 固有の 解析ケース
ケース 5	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900+100m/s	標準地盤+ $\sigma$	同上	基準地震動 S s 固有の 解析ケース
ケース 6	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900-100m/s	標準地盤- $\sigma$	同上	基準地震動 S s 固有の 解析ケース
ケース 7	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正 <sup>*1</sup>	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	コンクリート強度：設計基準強度 初期剛性低下：原子炉建屋地下 3 階から地上 2 階の補正係数を適用	建屋-機器連成地震応答 解析固有のケース

注記\*1：コンクリート強度は設計基準強度とし、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す原子炉建屋の耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数（地上 3 階及びクレーン階：NS 方向 0.30，EW 方向 0.50，地下 3 階から地上 2 階：NS 方向 0.75，EW 方向 0.80）を適用して初期剛性を設定する。

\*2：原子炉建屋の基準地震動 S s 入力前後の 1 次ピーク振動数の比から算定した剛性比



#### 4. 解析結果

本章では、代表として、弾性設計用地震動  $S_d$  及び基準地震動  $S_s$  の基本ケースの地震応答解析結果を示す。なお、炉内構造物系については、基本ケースのうち、シュラウド健全ケースの結果を代表とする。

##### 4.1 固有値解析結果

###### 4.1.1 大型機器系地震応答解析モデル

計算の結果得られた固有値の中で、固有周期 0.050s までの次数についてまとめた結果を表 4-1～表 4-3 に示す。また、図 4-1～図 4-41 に振動モード図を示す。

###### 4.1.2 炉内構造物系地震応答解析モデル

計算の結果得られた固有値の中で、固有周期 0.050s までの次数についてまとめた結果を表 4-4～表 4-6 に示す。また、図 4-42～図 4-92 に振動モード図を示す。

表 4-1 大型機器系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*1 (NS 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数*2	卓越部位
1	0.236	2.222	原子炉建屋
2	0.123	-2.741	原子炉建屋
3	0.116	-1.113	原子炉建屋
4	0.097	2.048	原子炉建屋
5	0.093	-1.037	原子炉建屋
6	0.090	-1.774	原子炉压力容器
7	0.089	-0.033	原子炉建屋
8	0.082	-0.001	原子炉建屋
9	0.074	-0.614	原子炉建屋
10	0.071	0.445	原子炉建屋
11	0.068	-0.374	原子炉建屋
12	0.065	-0.596	原子炉建屋
13	0.063	-0.668	原子炉建屋
14	0.060	0.047	原子炉建屋
15	0.058	0.475	原子炉建屋
16	0.055	-0.590	原子炉压力容器
17	0.052	1.558	原子炉建屋
18	0.051	0.438	原子炉建屋
19	0.050	0.173	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

表 4-2 大型機器系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*<sup>1</sup> (EW 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数* <sup>2</sup>	卓越部位
1	0.228	2.197	原子炉建屋
2	0.125	1.928	原子炉建屋
3	0.116	0.066	原子炉建屋
4	0.098	0.619	原子炉建屋
5	0.091	-0.782	原子炉建屋
6	0.090	-1.793	原子炉压力容器
7	0.086	2.182	原子炉建屋
8	0.077	1.023	原子炉建屋
9	0.074	0.369	原子炉建屋
10	0.070	-0.244	原子炉建屋
11	0.067	-0.521	原子炉建屋
12	0.064	0.549	原子炉建屋
13	0.062	-0.256	原子炉建屋
14	0.060	1.549	原子炉建屋
15	0.059	0.109	原子炉建屋
16	0.055	-0.329	原子炉建屋
17	0.055	0.558	原子炉压力容器
18	0.052	-2.456	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

表 4-3 大型機器系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*<sup>1</sup> (鉛直方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数* <sup>2</sup>	卓越部位
1	0.339	1.458	原子炉建屋 (屋根トラス)
2	0.100	1.584	原子炉建屋
3	0.079	1.360	原子炉建屋 (屋根トラス)
4	0.051	-0.381	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.236

刺激係数 : 2.222

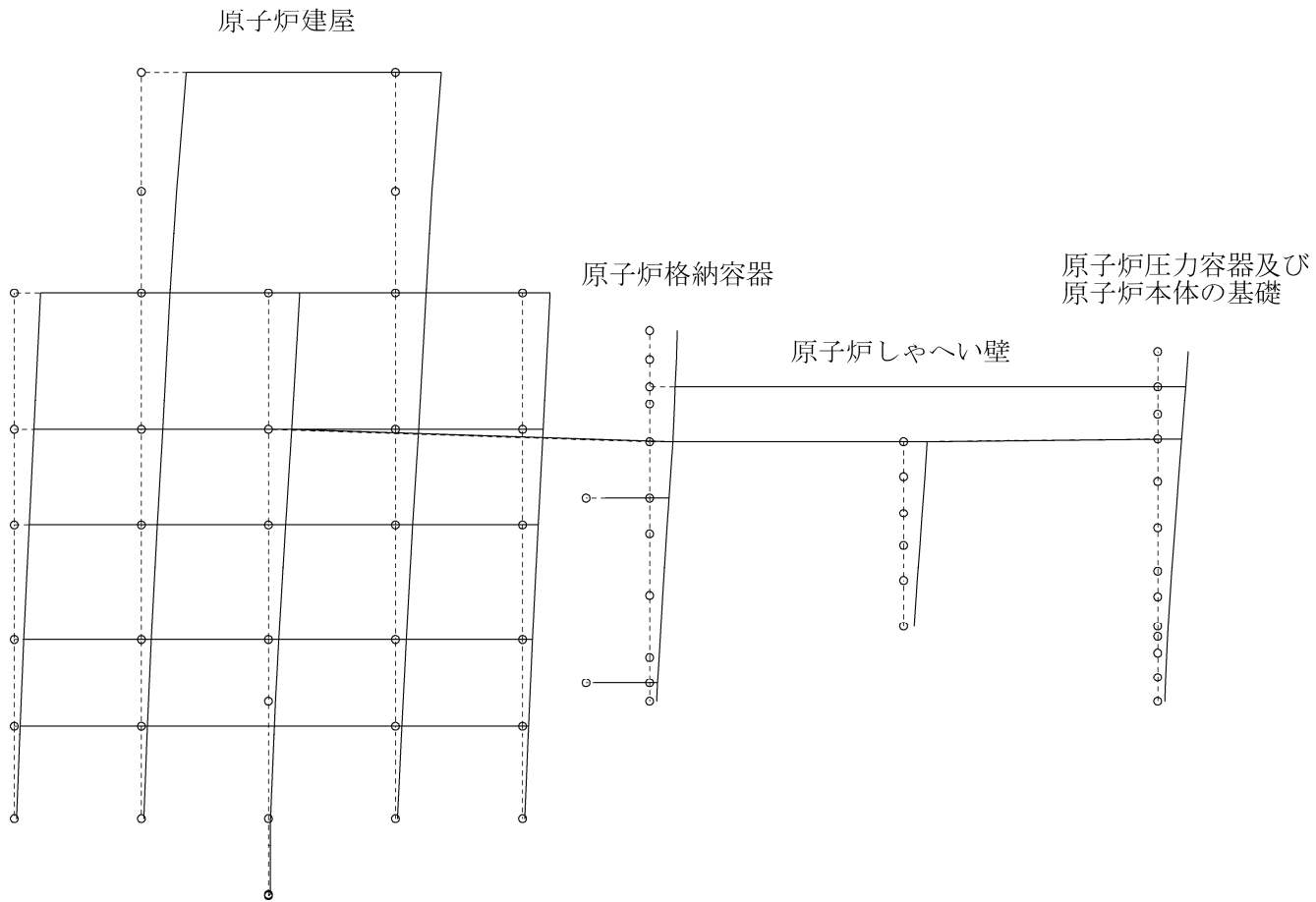


図 4-1 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.123

刺激係数 : -2.741

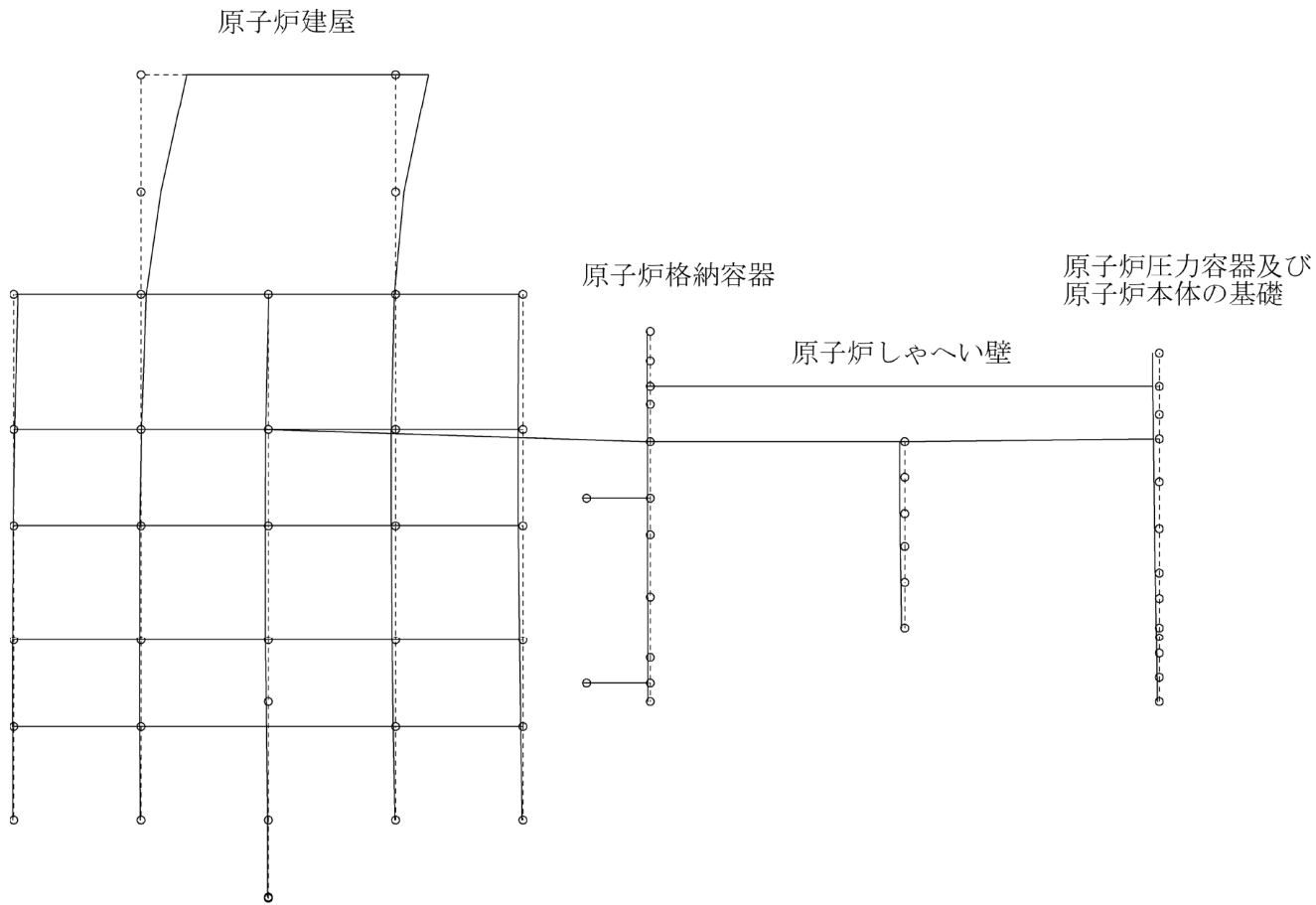


図 4-2 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.116

刺激係数 : -1.113

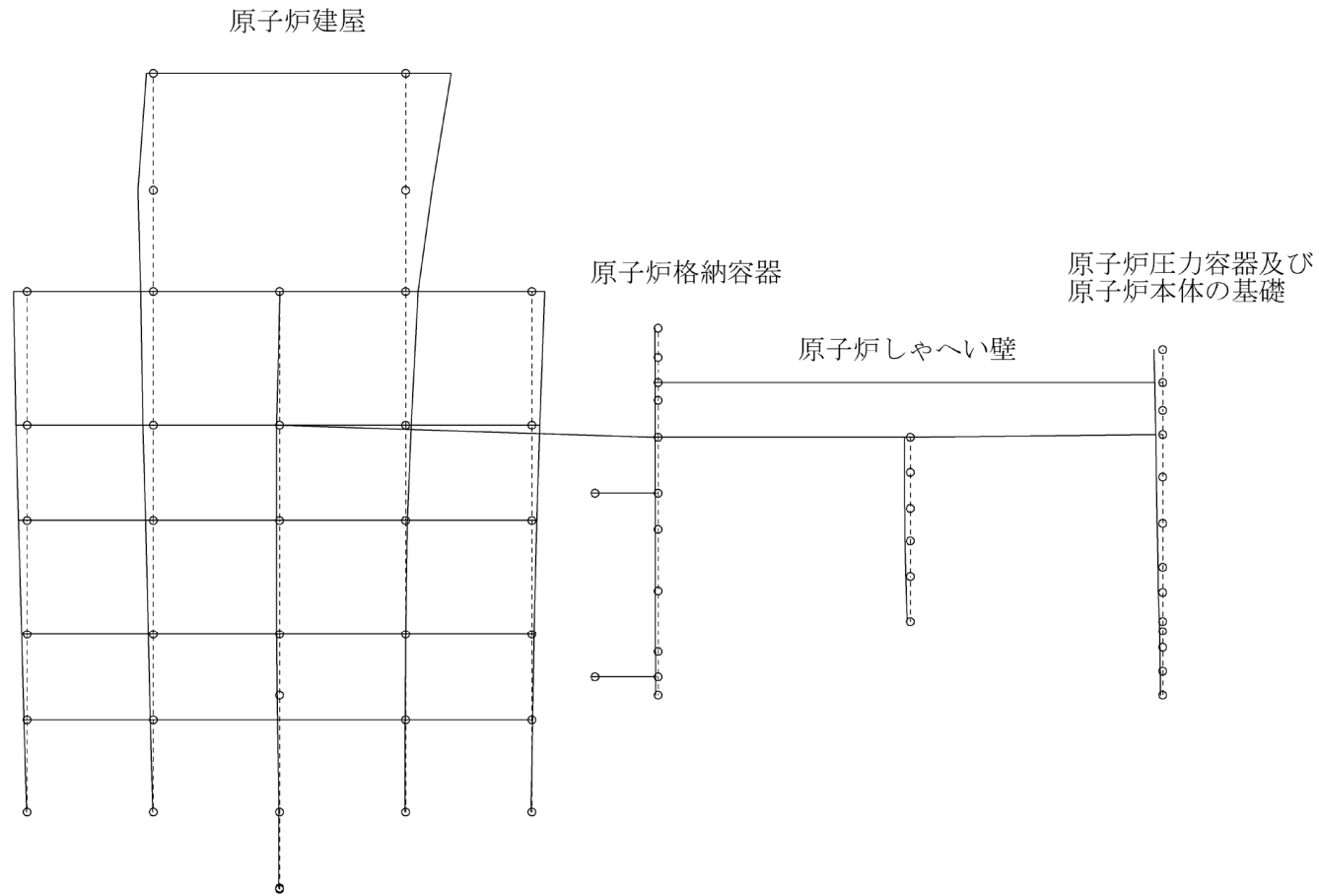


図 4-3 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.097

刺激係数 : 2.048

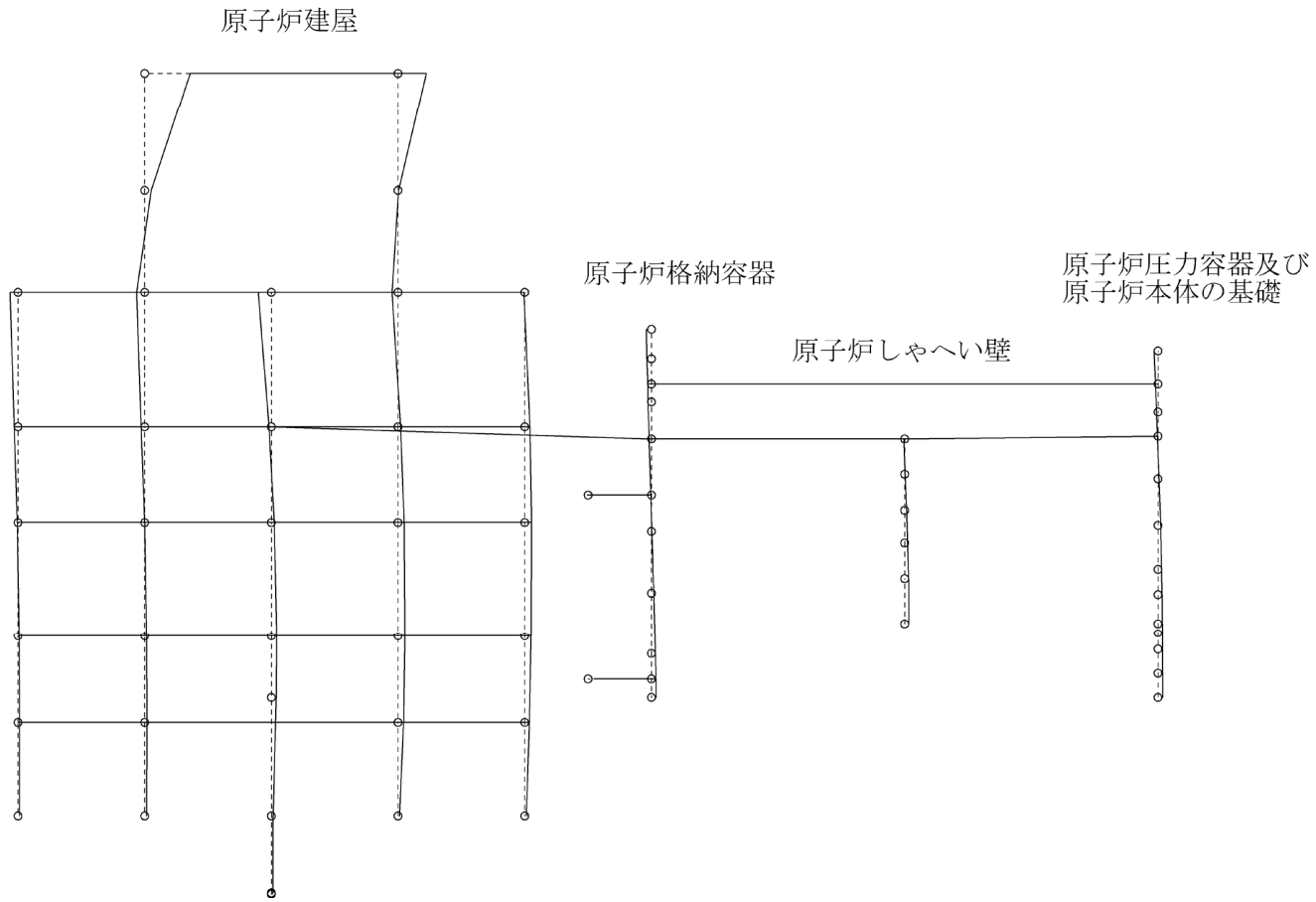


図 4-4 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (4次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.093

刺激係数 : -1.037

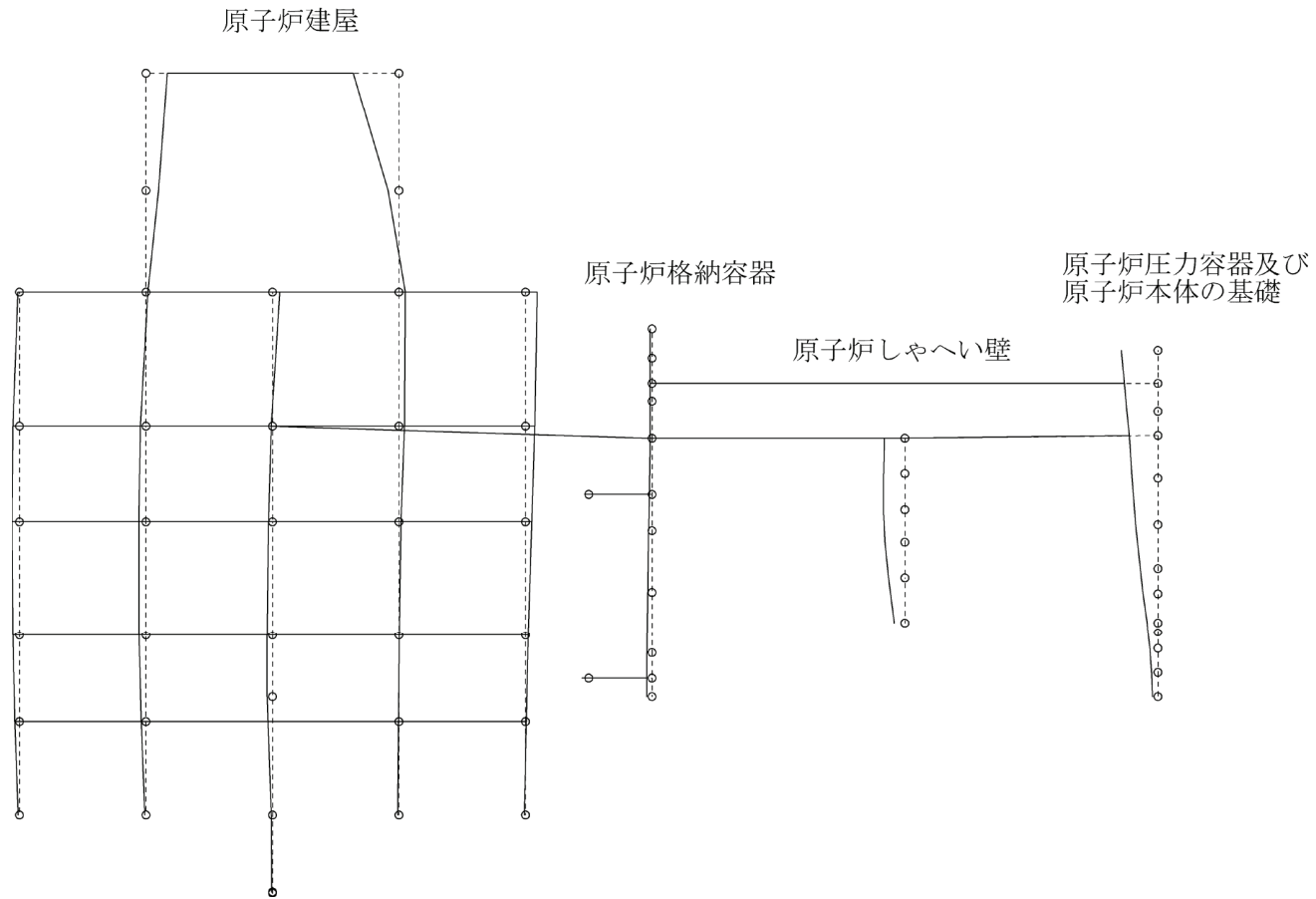


図 4-5 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (5次) (NS 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.090

刺激係数 : -1.774

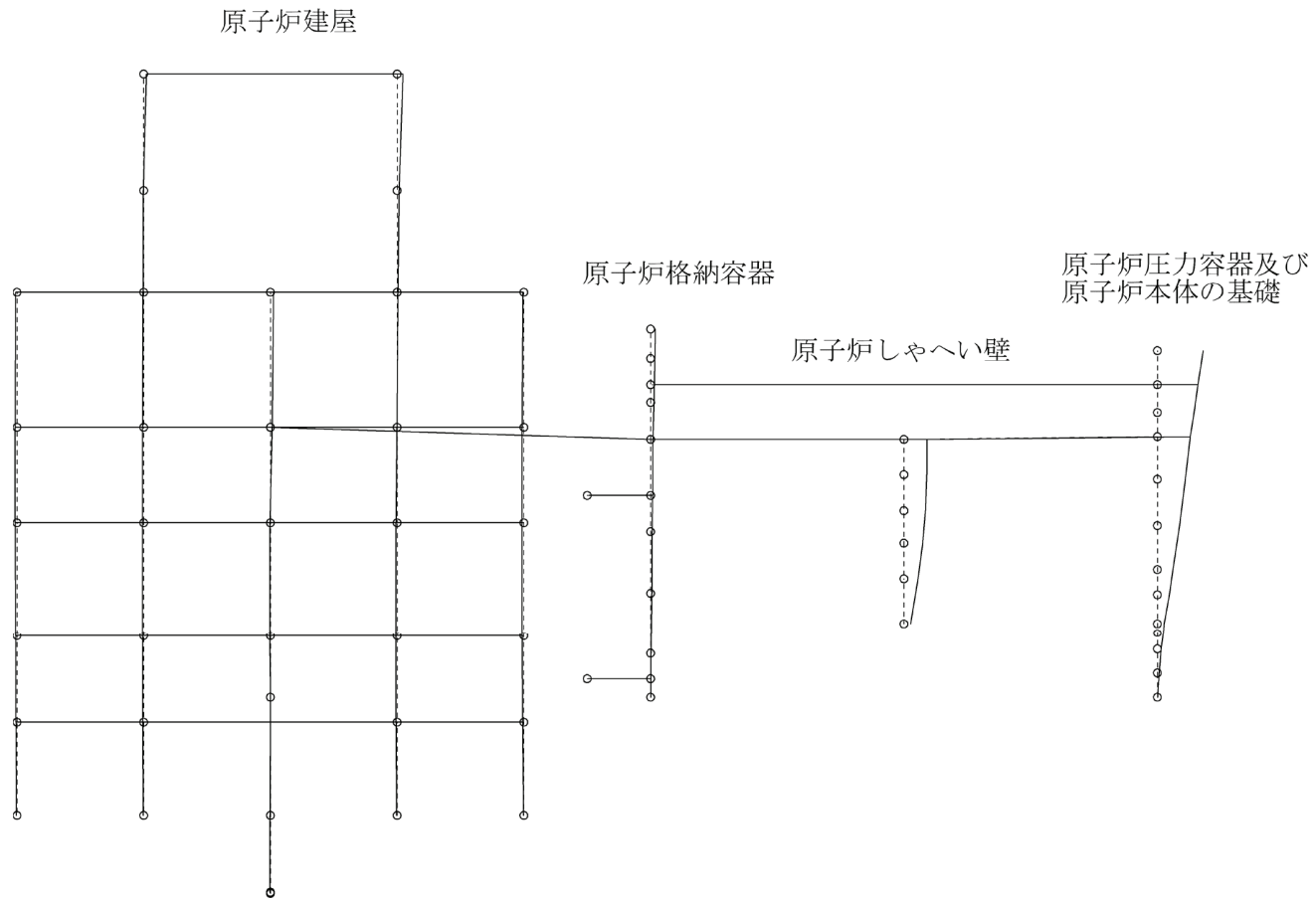


図 4-6 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (6次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.089

刺激係数 : -0.033

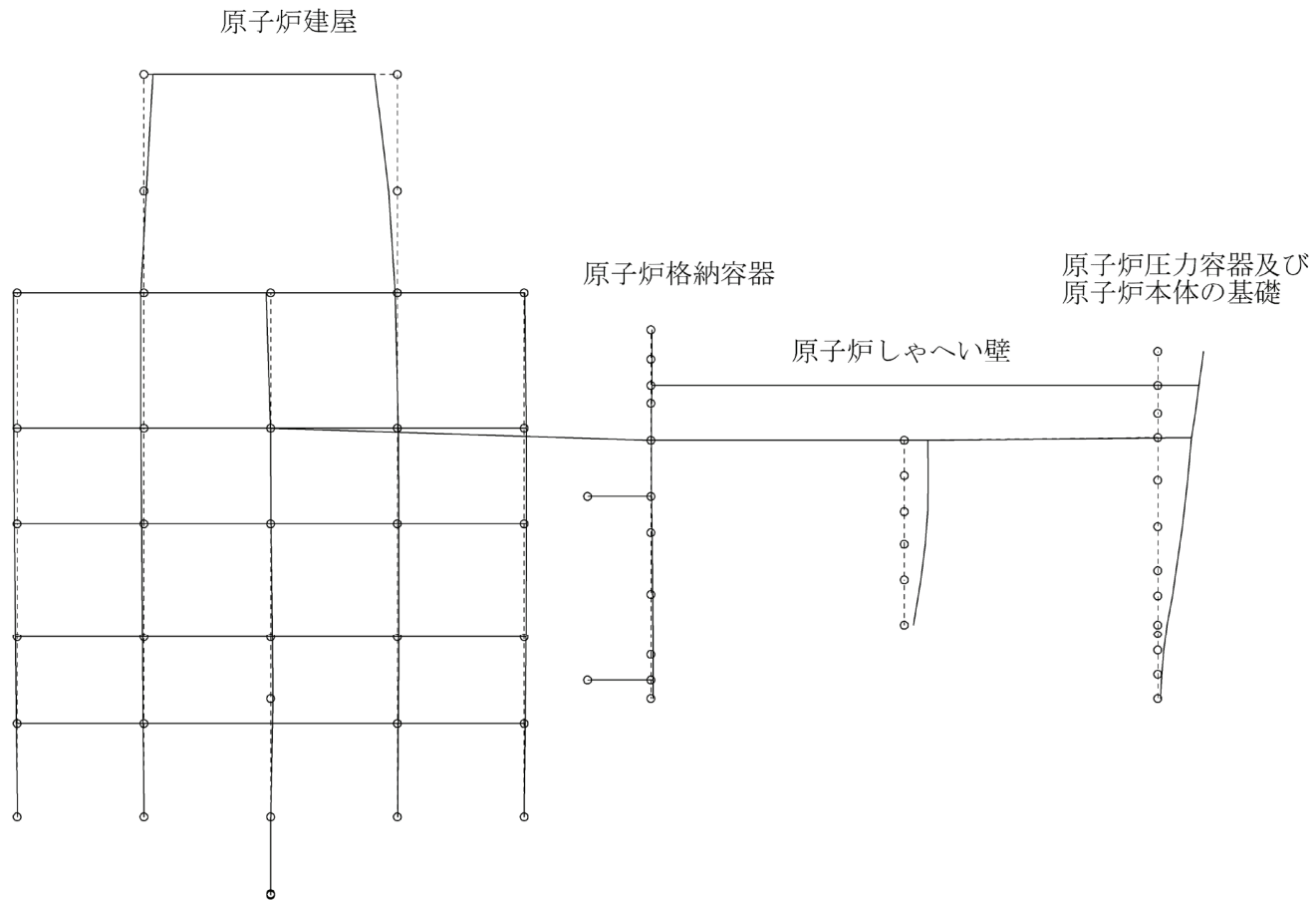


図 4-7 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (7次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.082

刺激係数 : -0.001

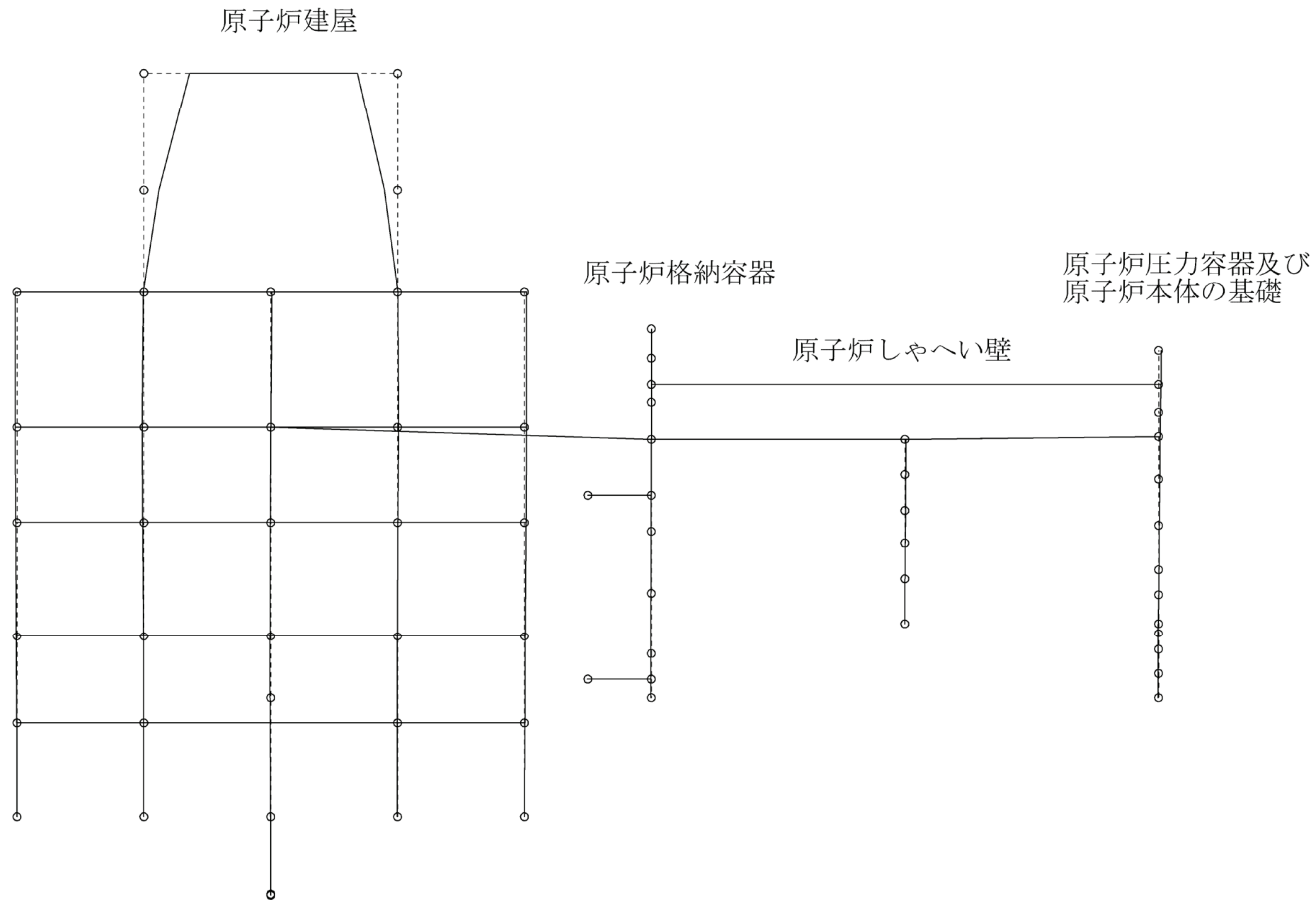


図 4-8 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (8次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.074

刺激係数 : -0.614

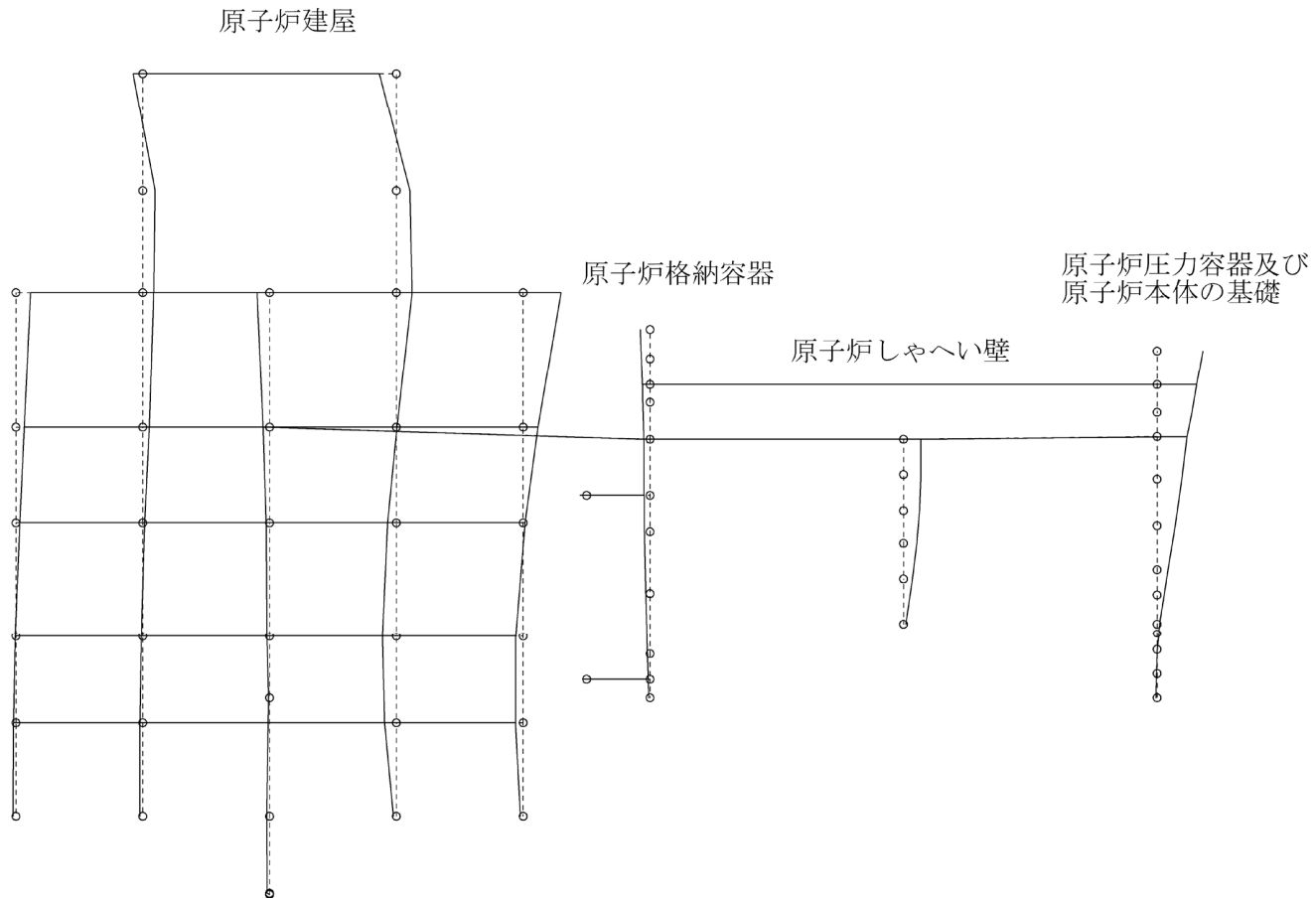


図 4-9 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (9次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.071

刺激係数 : 0.445

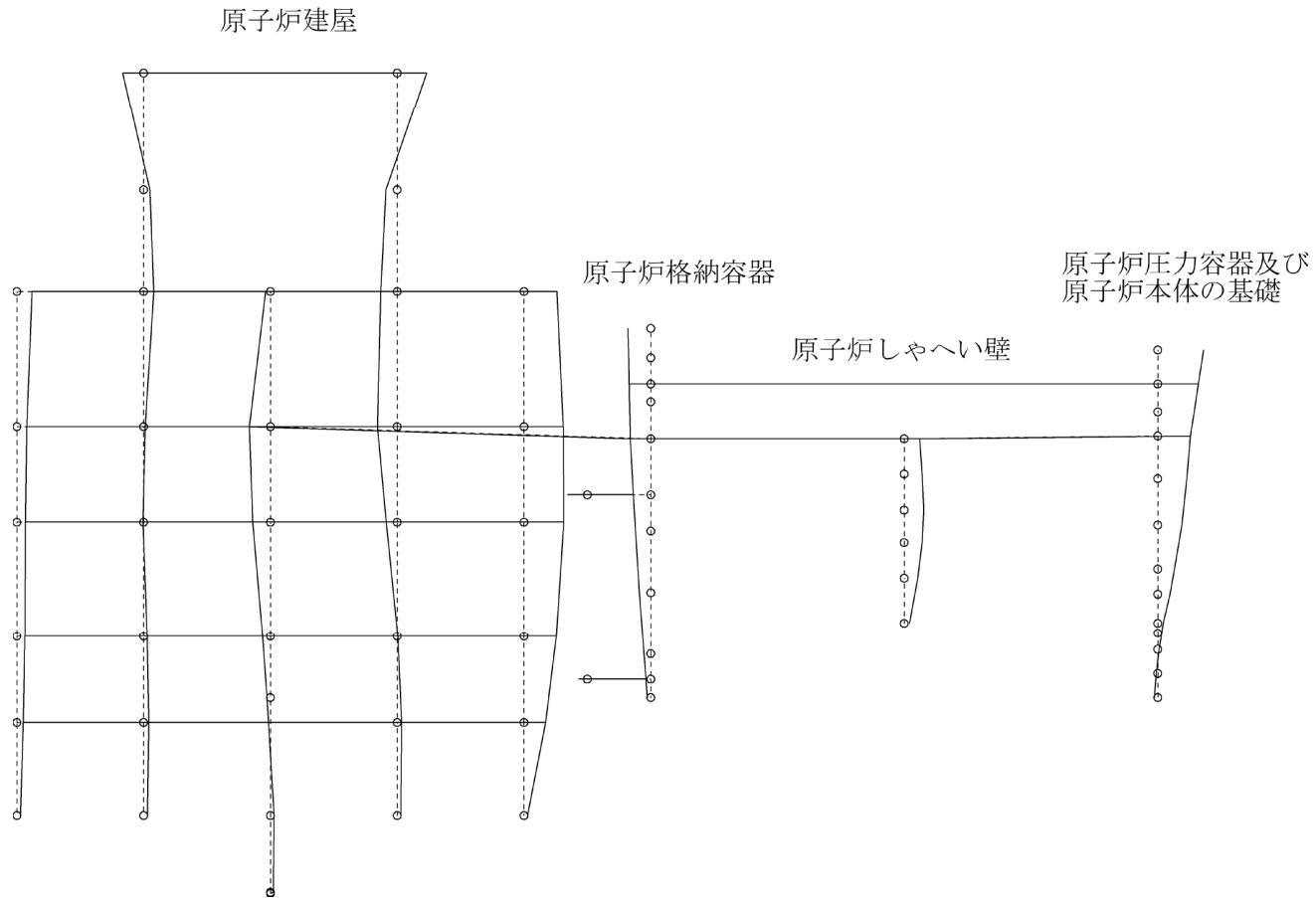


図 4-10 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (10次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.068

刺激係数 : -0.374

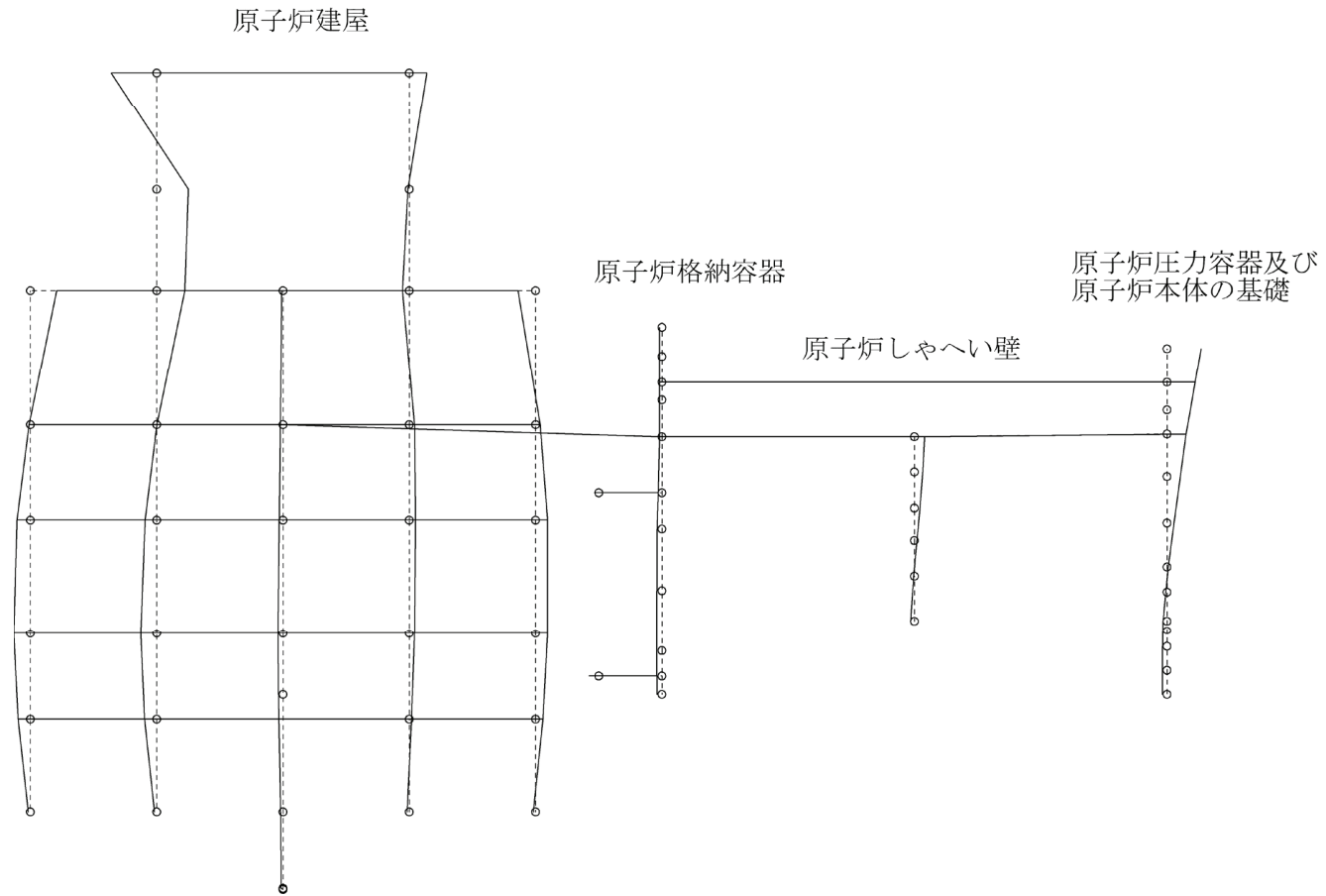
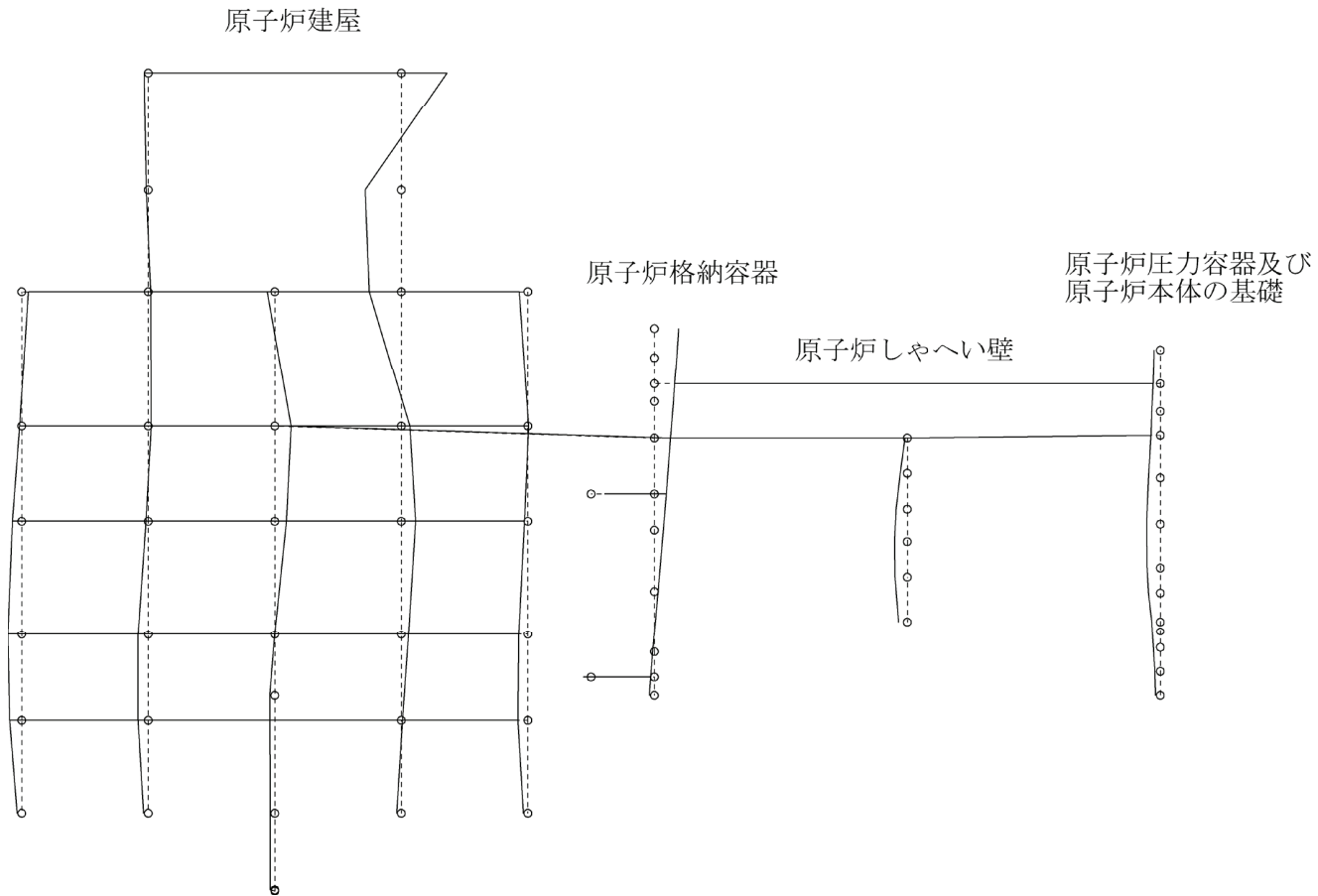


図 4-11 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (11 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.065

刺激係数 : -0.596



70

図 4-12 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (12次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.063

刺激係数 : -0.668

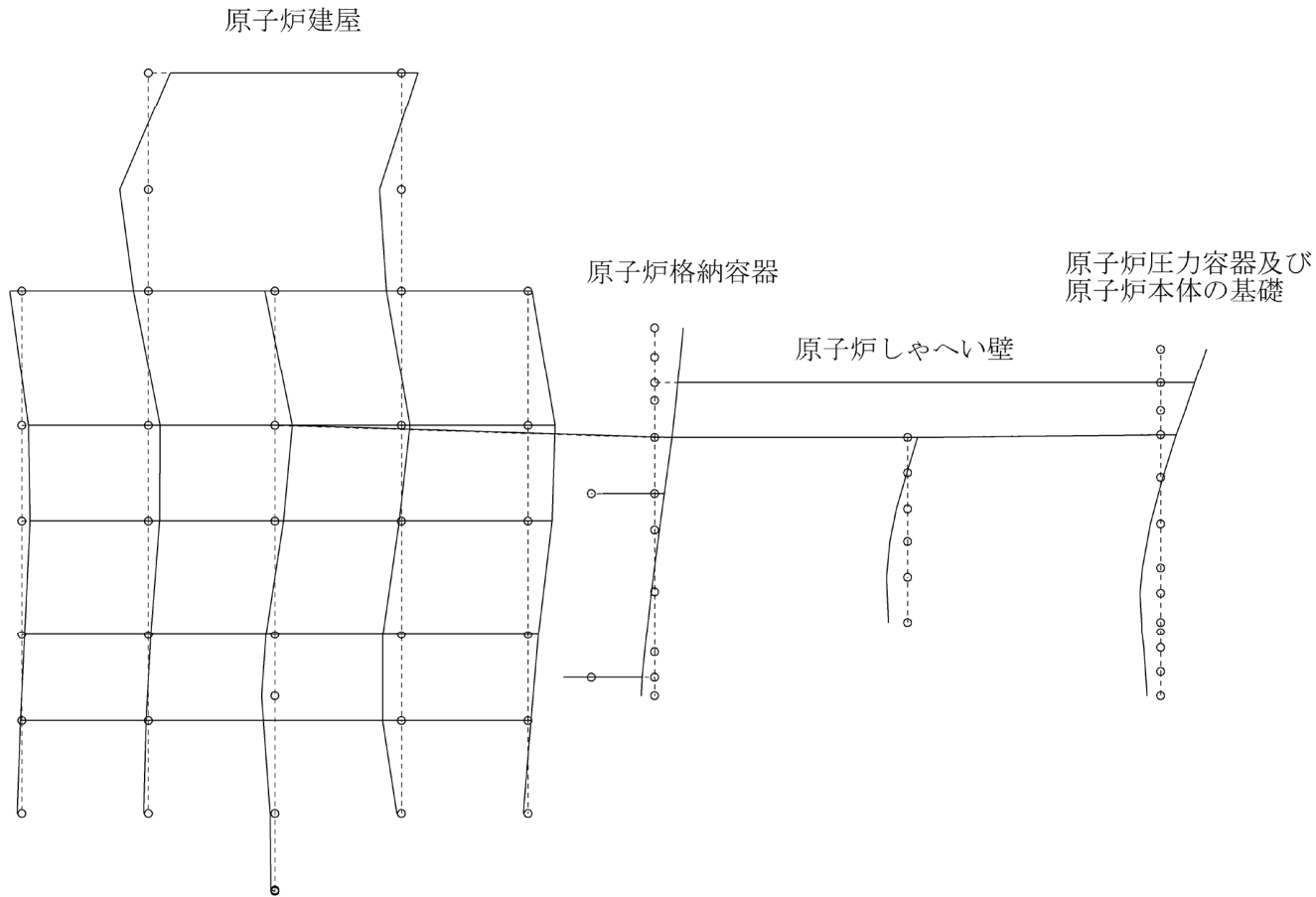


図 4-13 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (13次) (NS 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.060

刺激係数 : 0.047

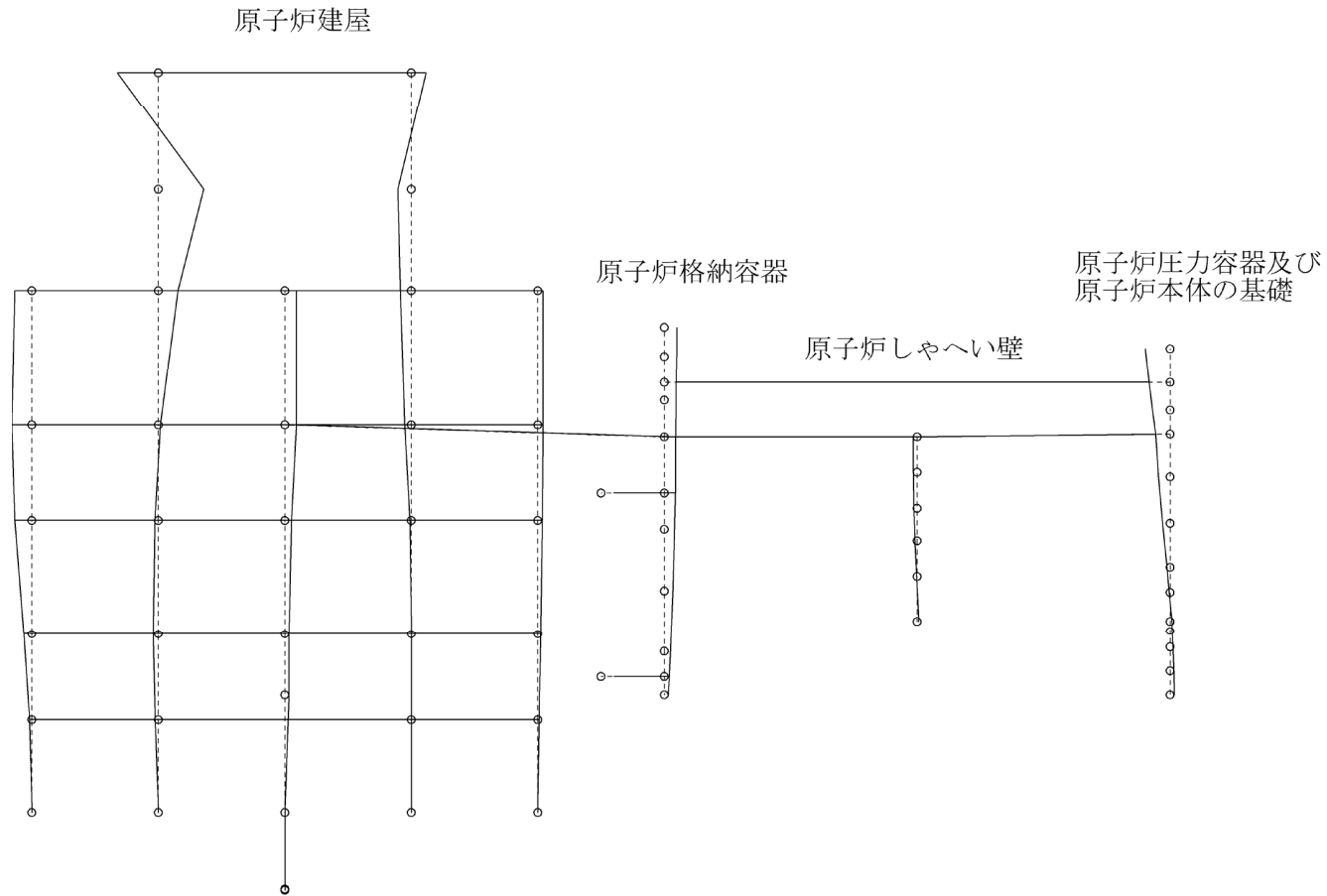


図 4-14 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (14 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.058

刺激係数 : 0.475

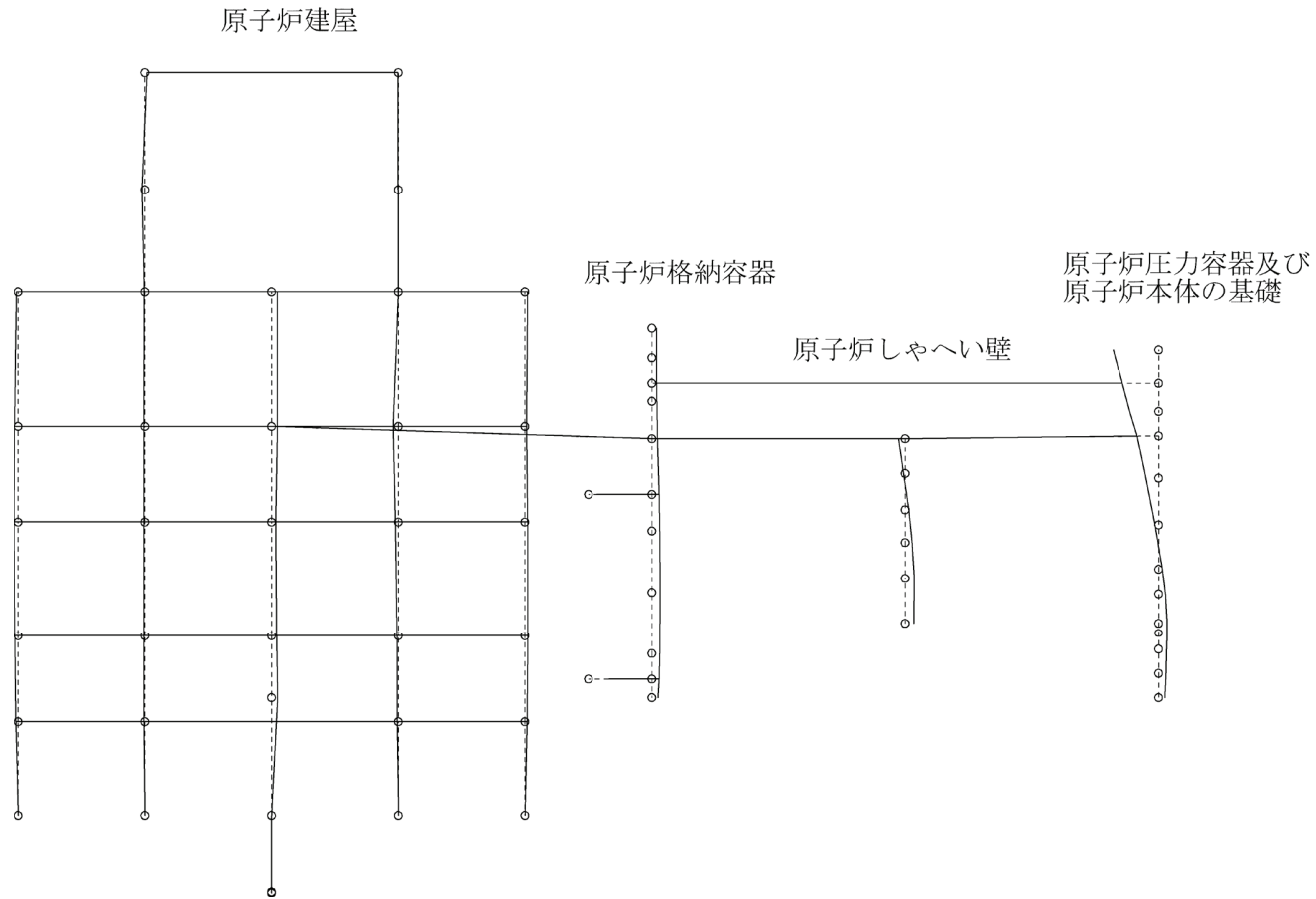


図 4-15 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (15次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.055

刺激係数 : -0.590

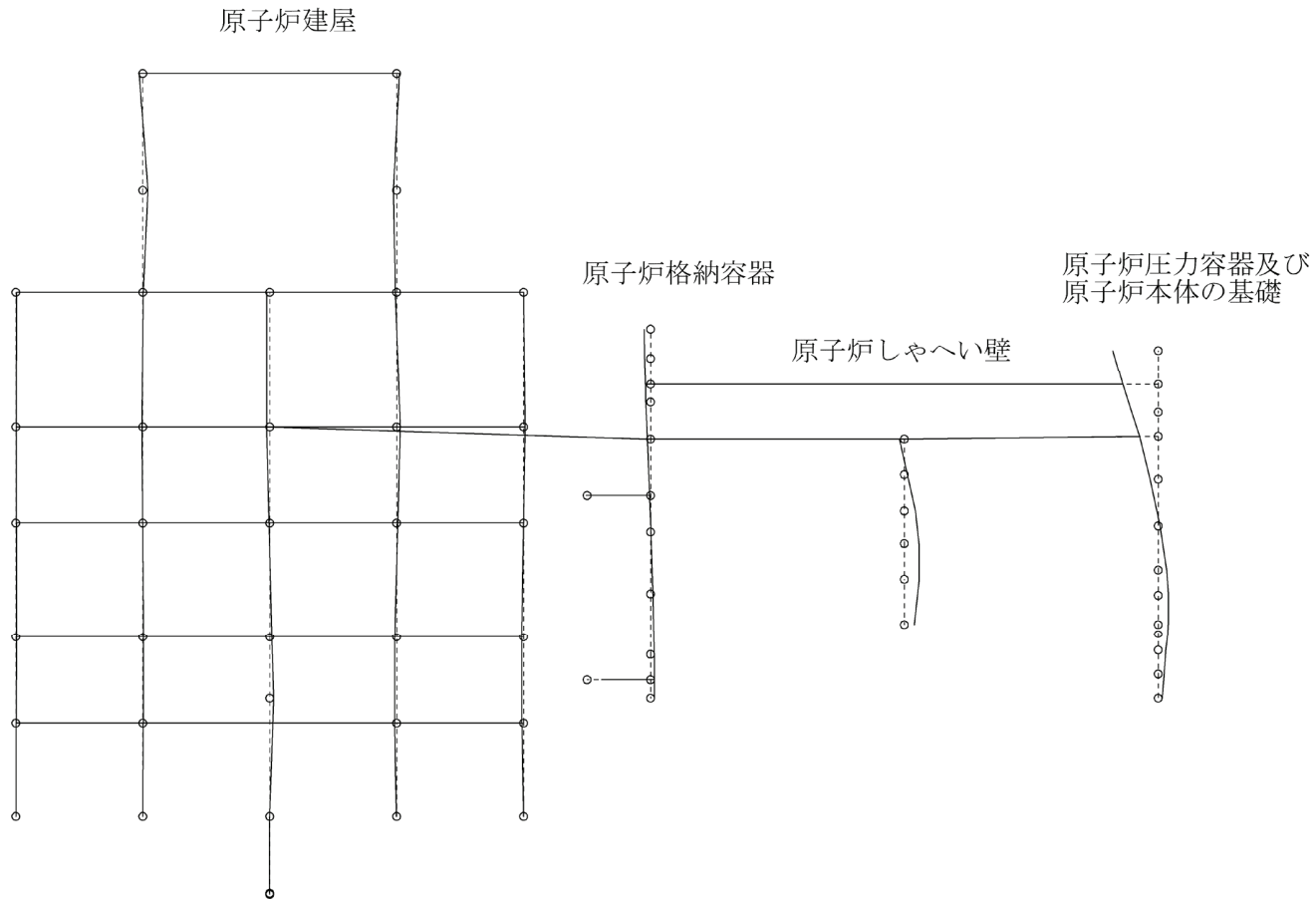


図 4-16 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (16次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.052

刺激係数 : 1.558

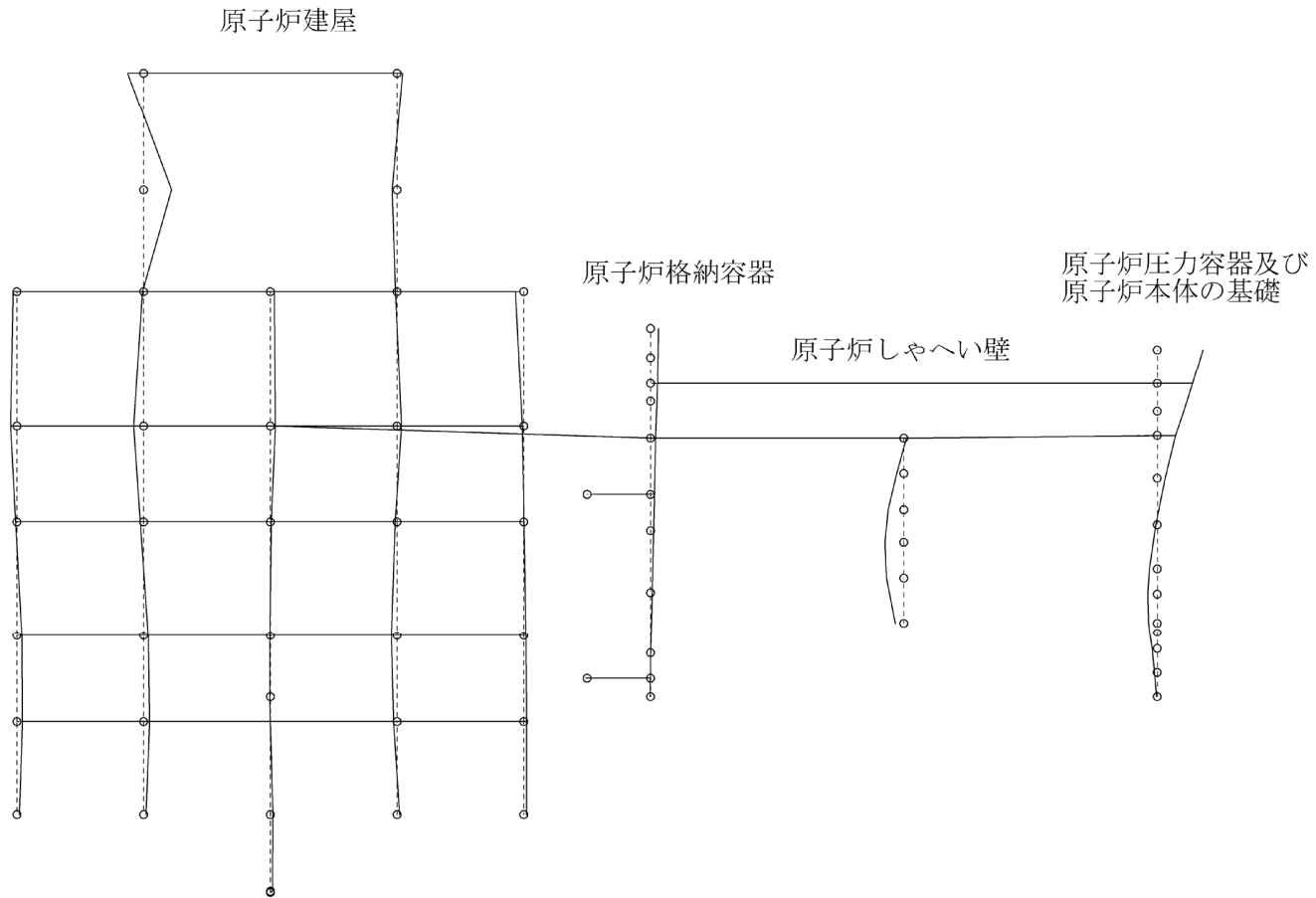


図 4-17 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (17次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.051

刺激係数 : 0.438

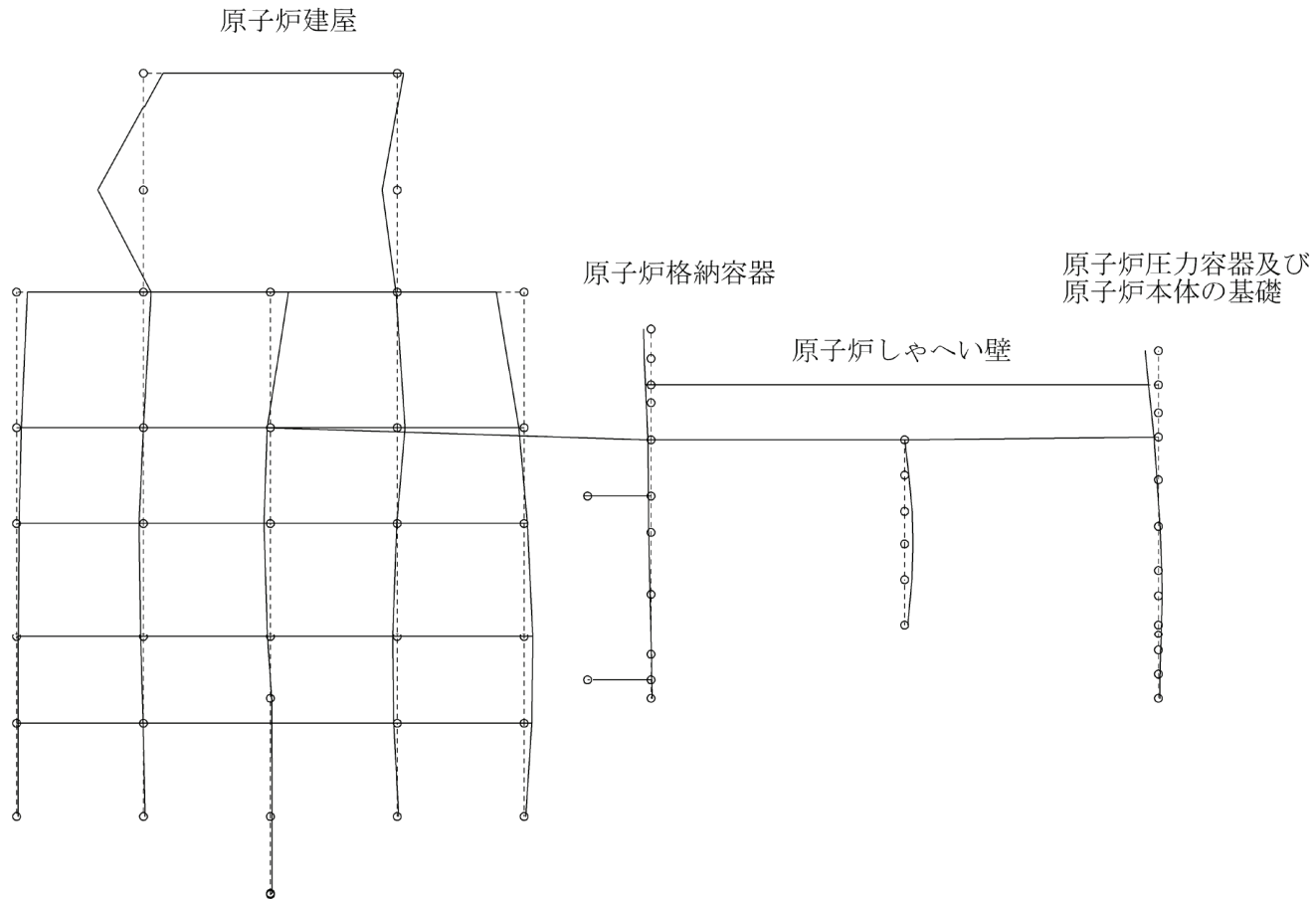


図 4-18 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (18次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.050

刺激係数 : 0.173

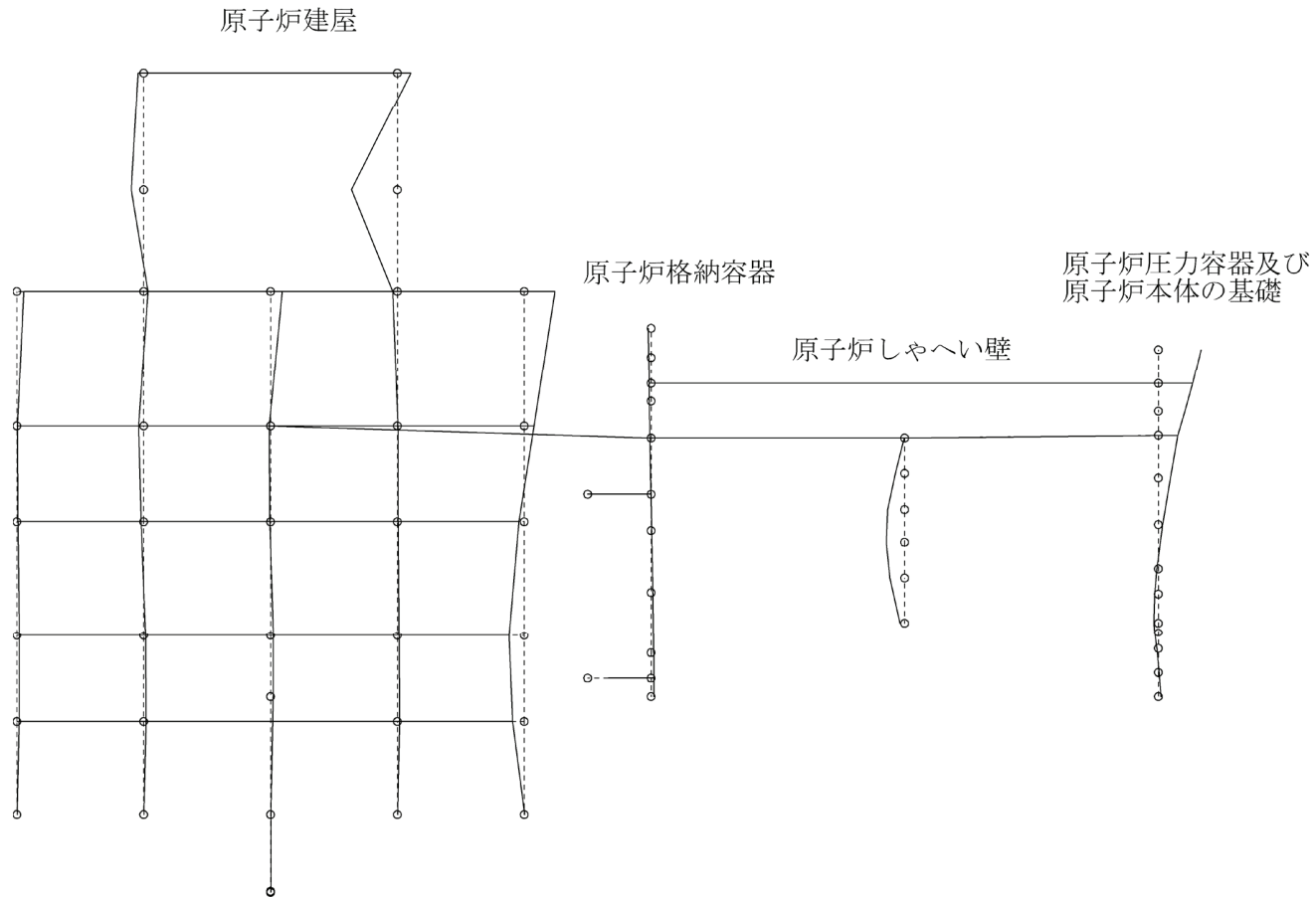
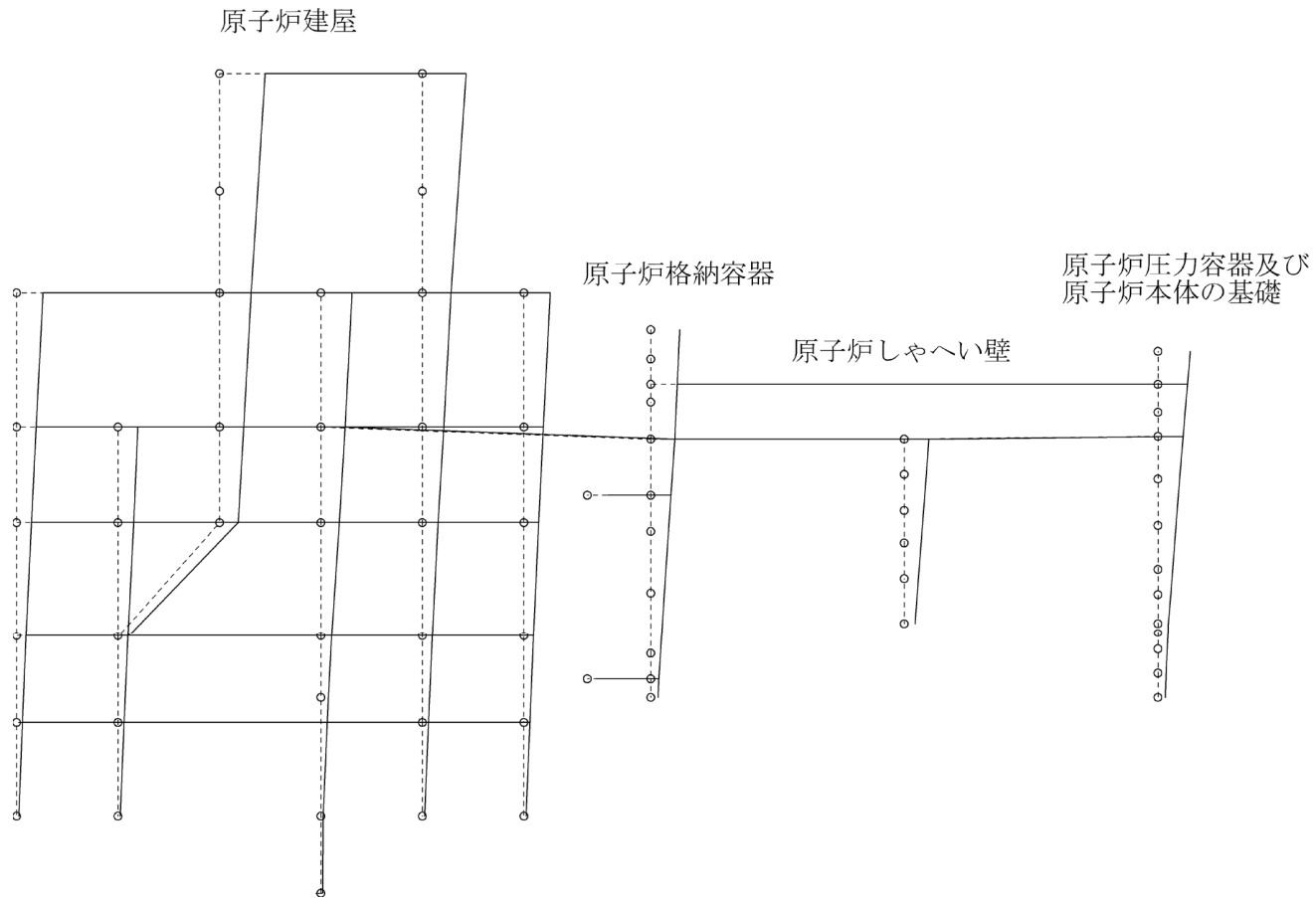


図 4-19 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (19次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.228

刺激係数 : 2.197



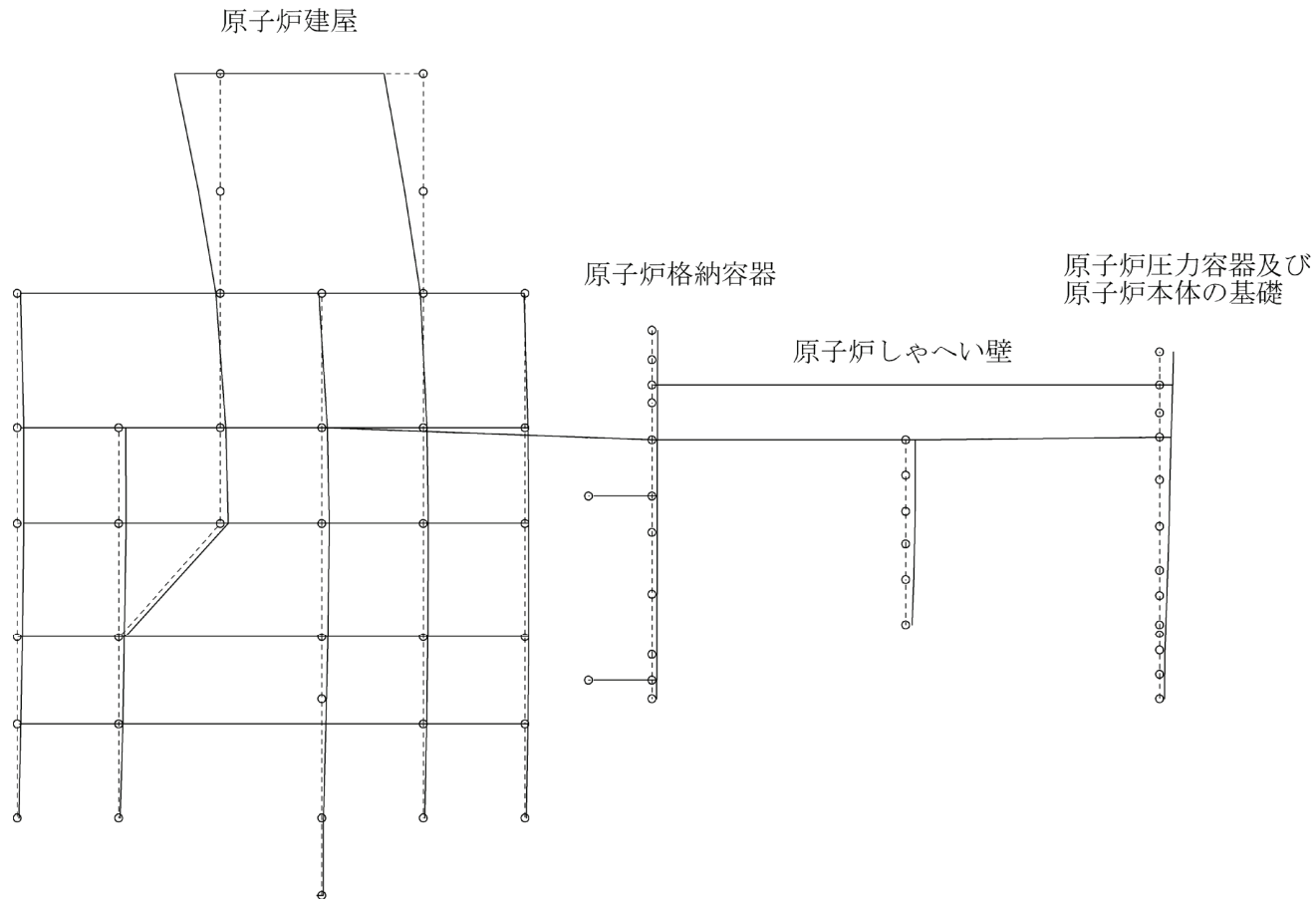
78

図 4-20 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.125

刺激係数 : 1.928



79

図 4-21 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (EW 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.116

刺激係数 : 0.066

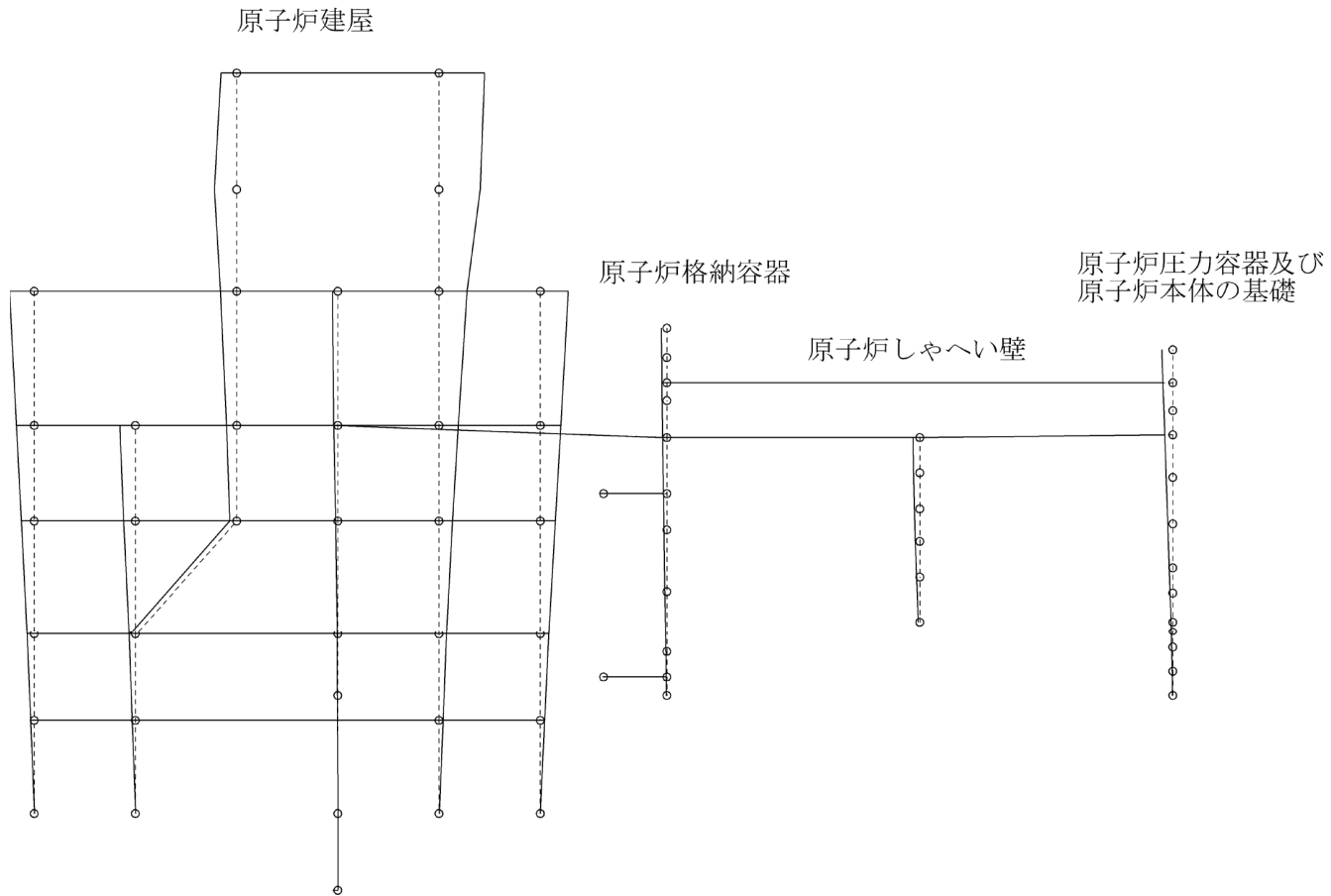


図 4-22 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.098

刺激係数 : 0.619

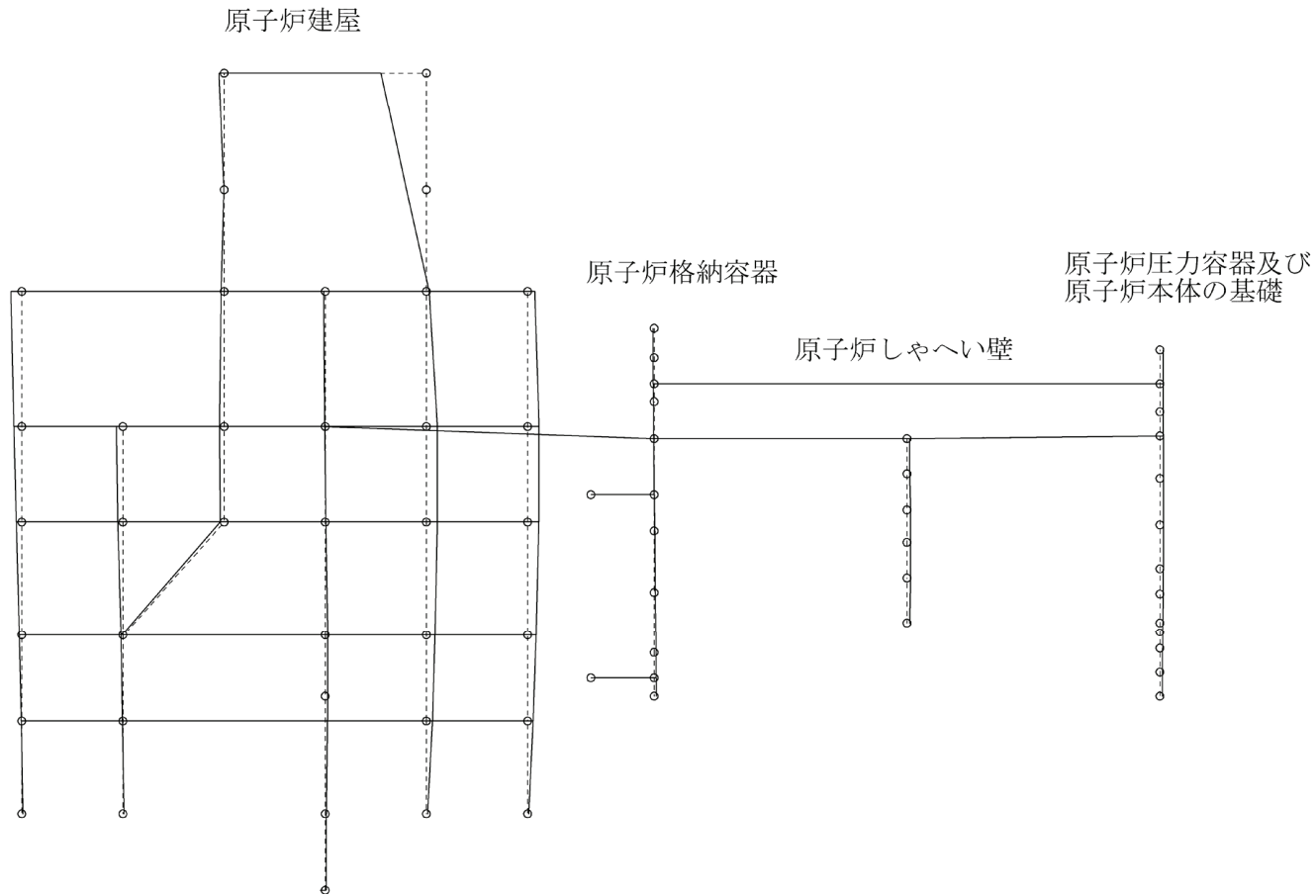


図 4-23 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (4次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.091

刺激係数 : -0.782

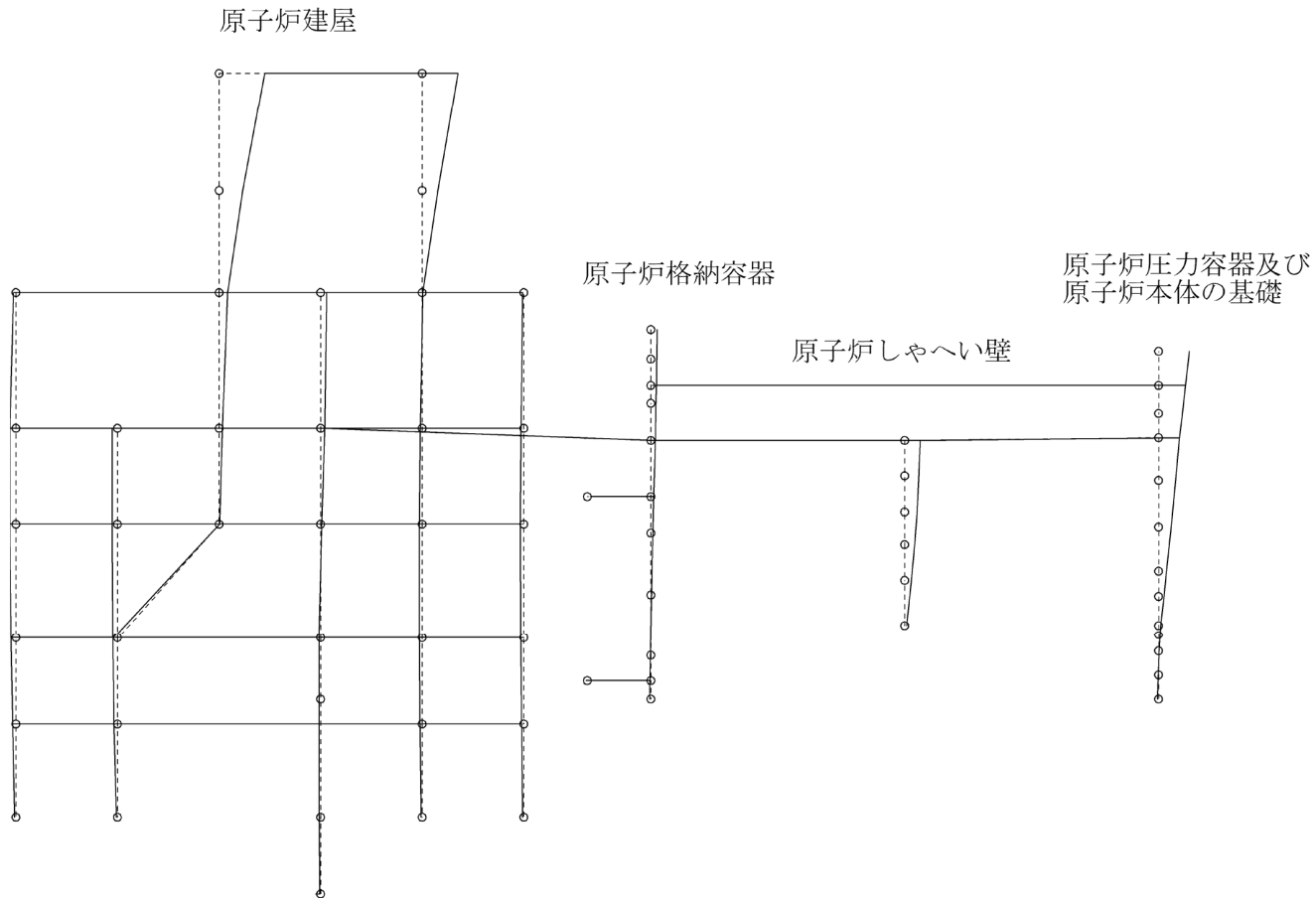


図 4-24 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (5次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.090

刺激係数 : -1.793

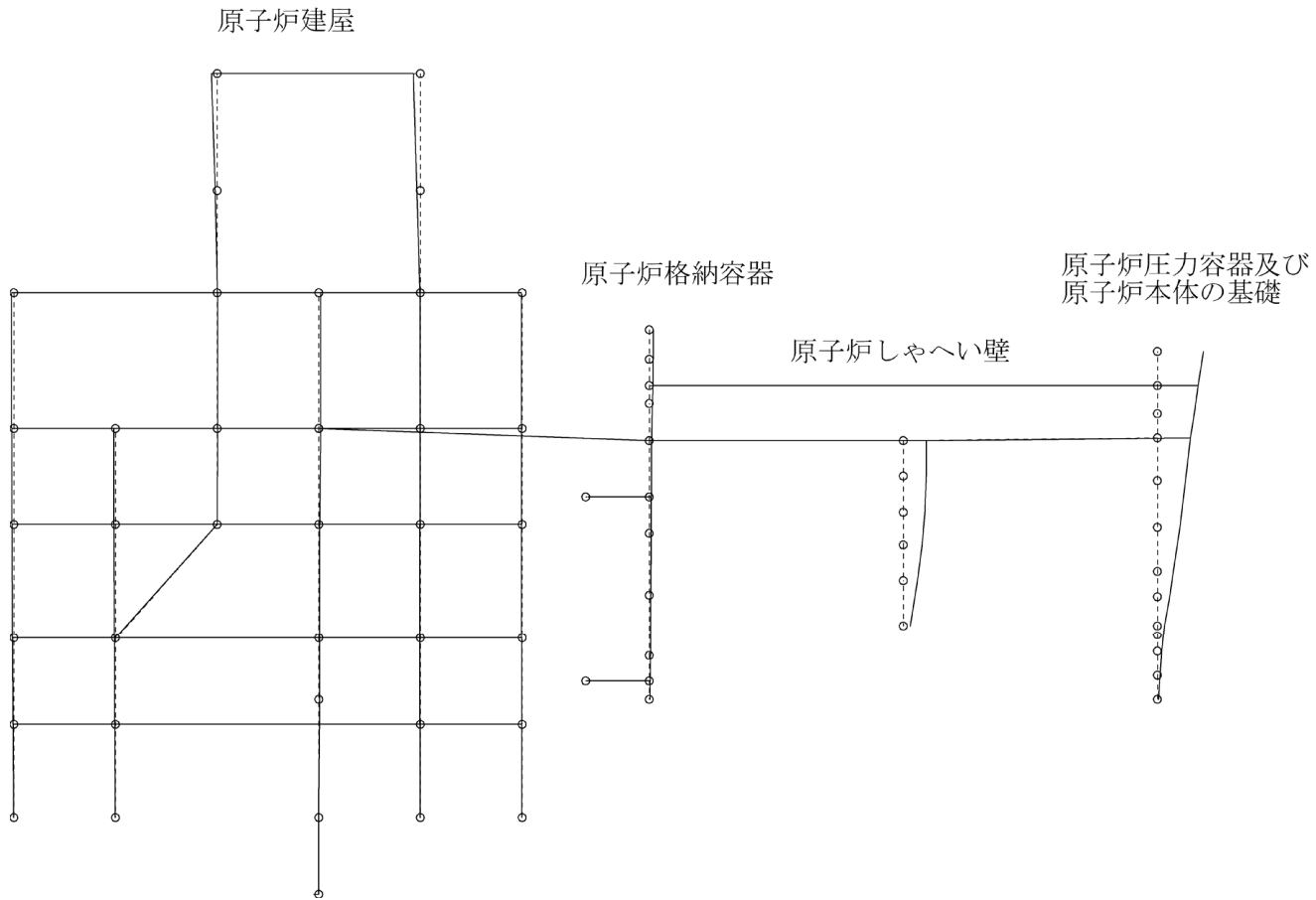


図 4-25 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (6次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.086

刺激係数 : 2.182

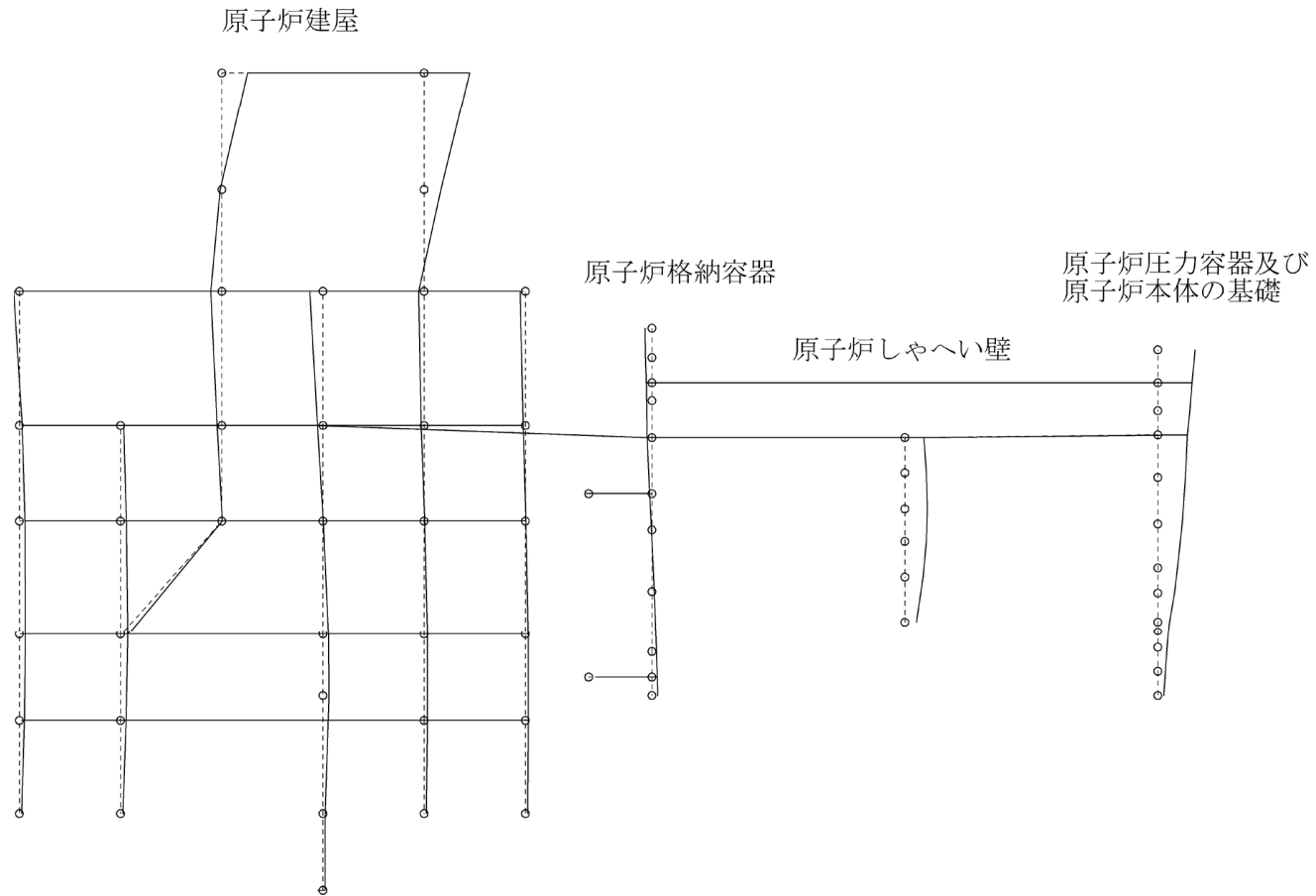


図 4-26 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (7次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.077

刺激係数 : 1.023

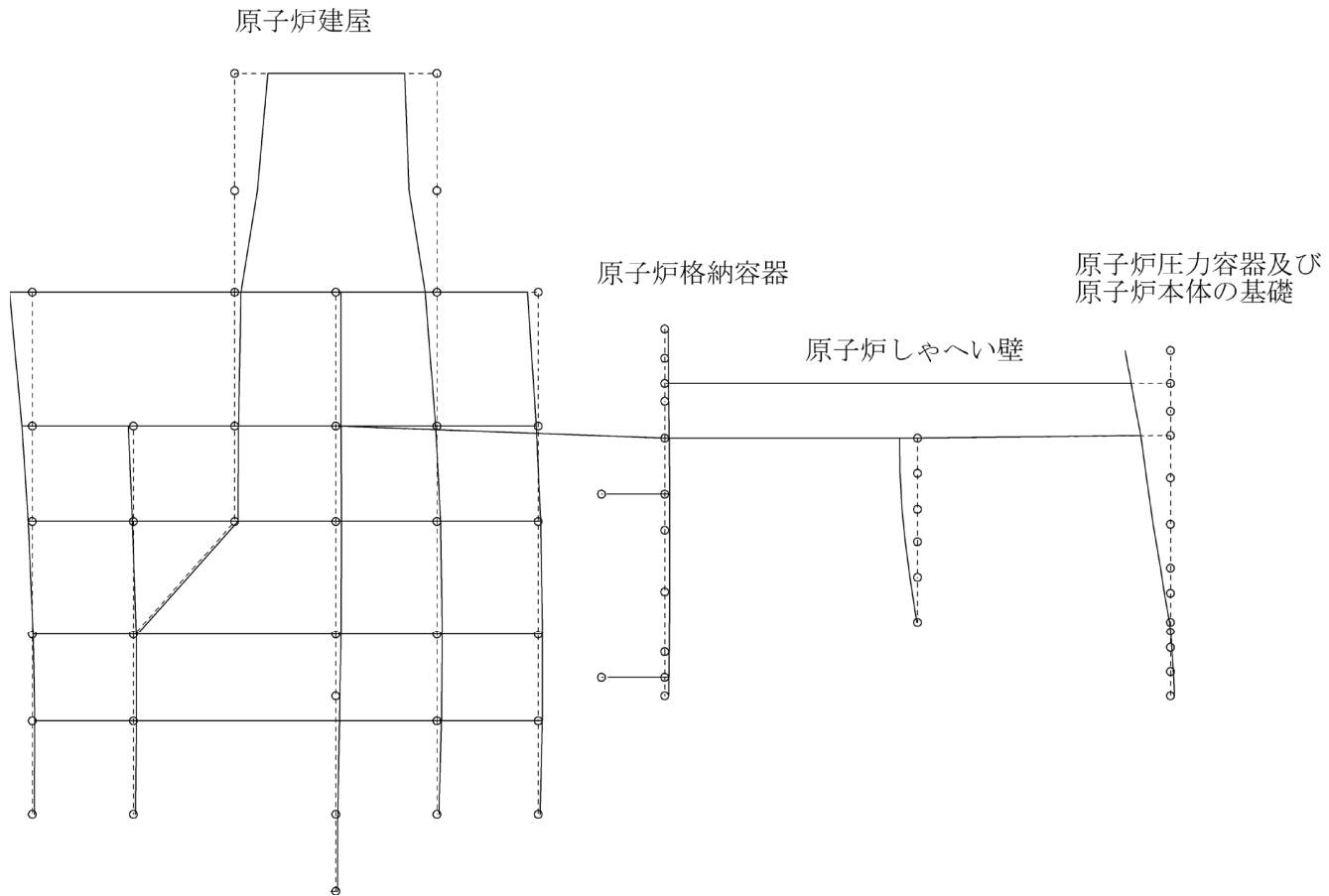


図 4-27 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (8次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.074

刺激係数 : 0.369

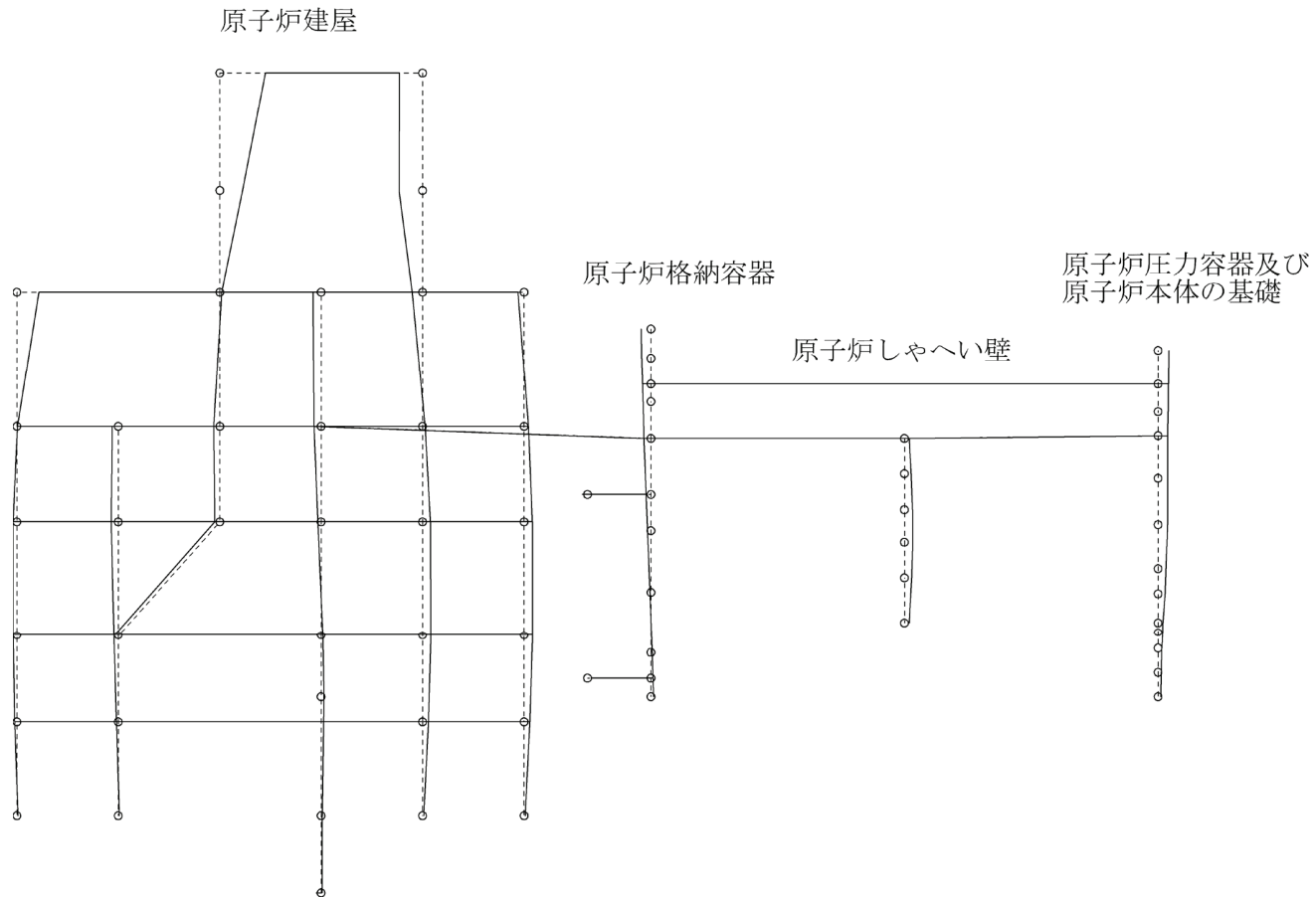


図 4-28 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (9次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.070

刺激係数 : -0.244

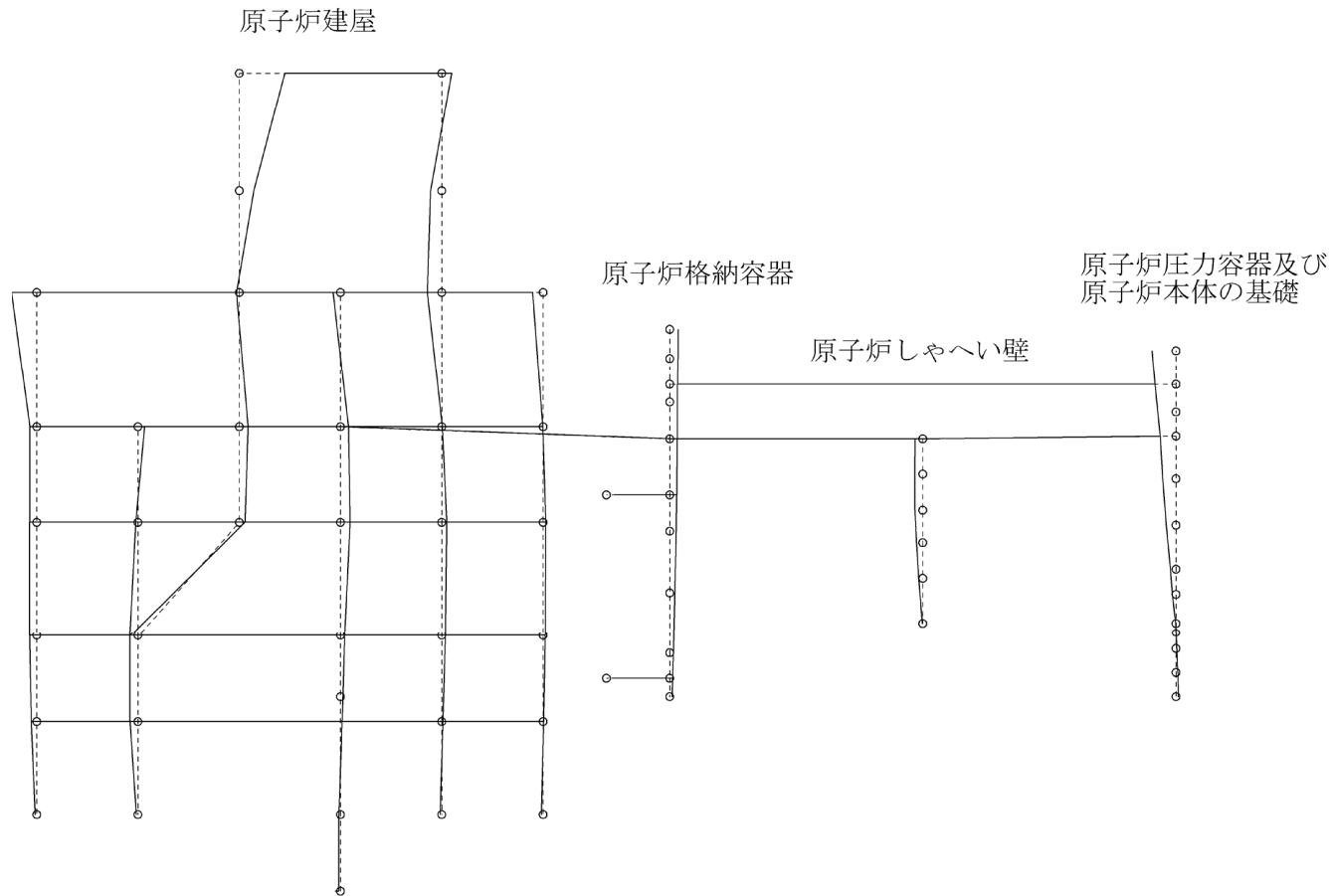


図 4-29 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (10次) (EW 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.067

刺激係数 : -0.521

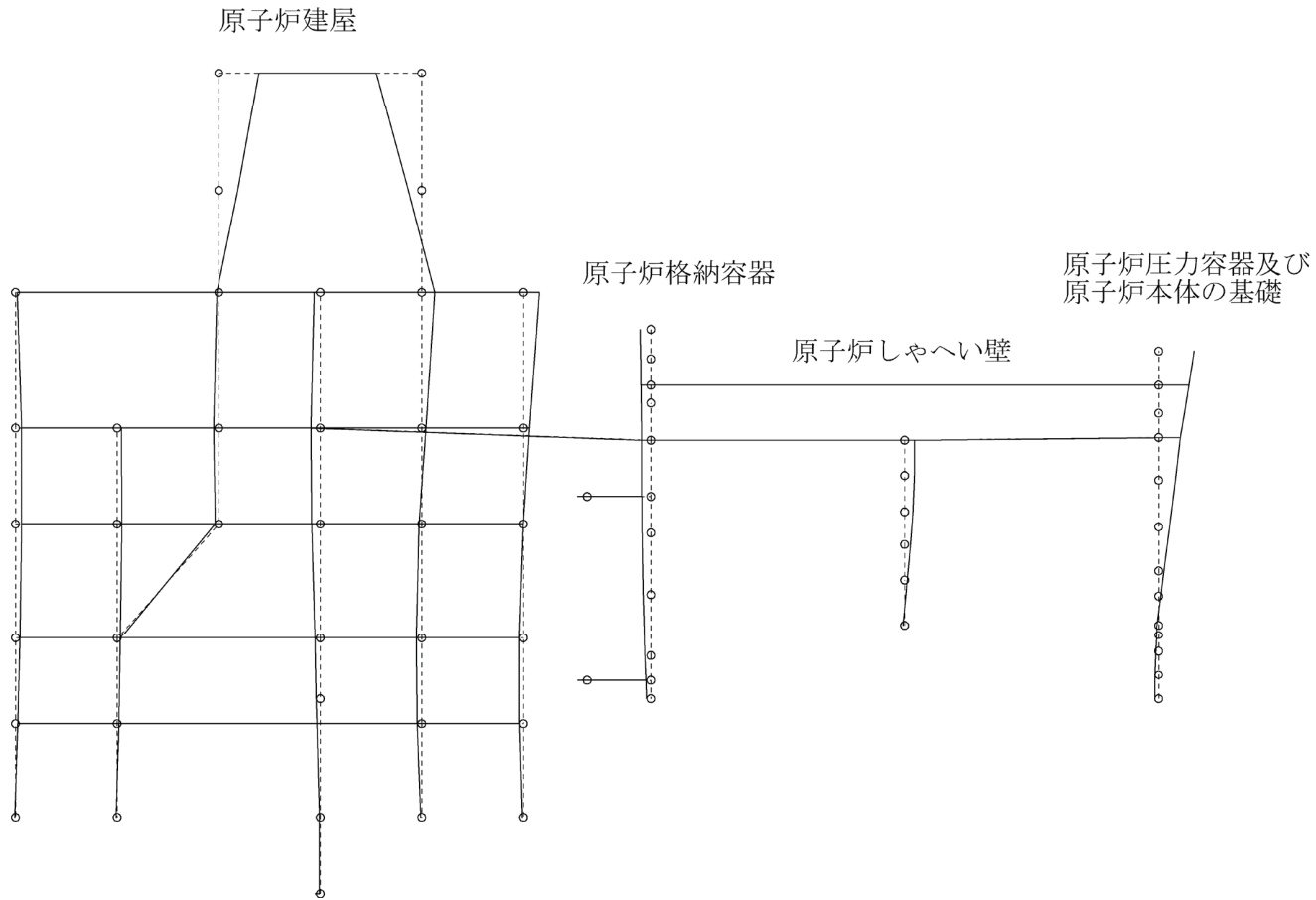


図 4-30 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (11次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.064

刺激係数 : 0.549

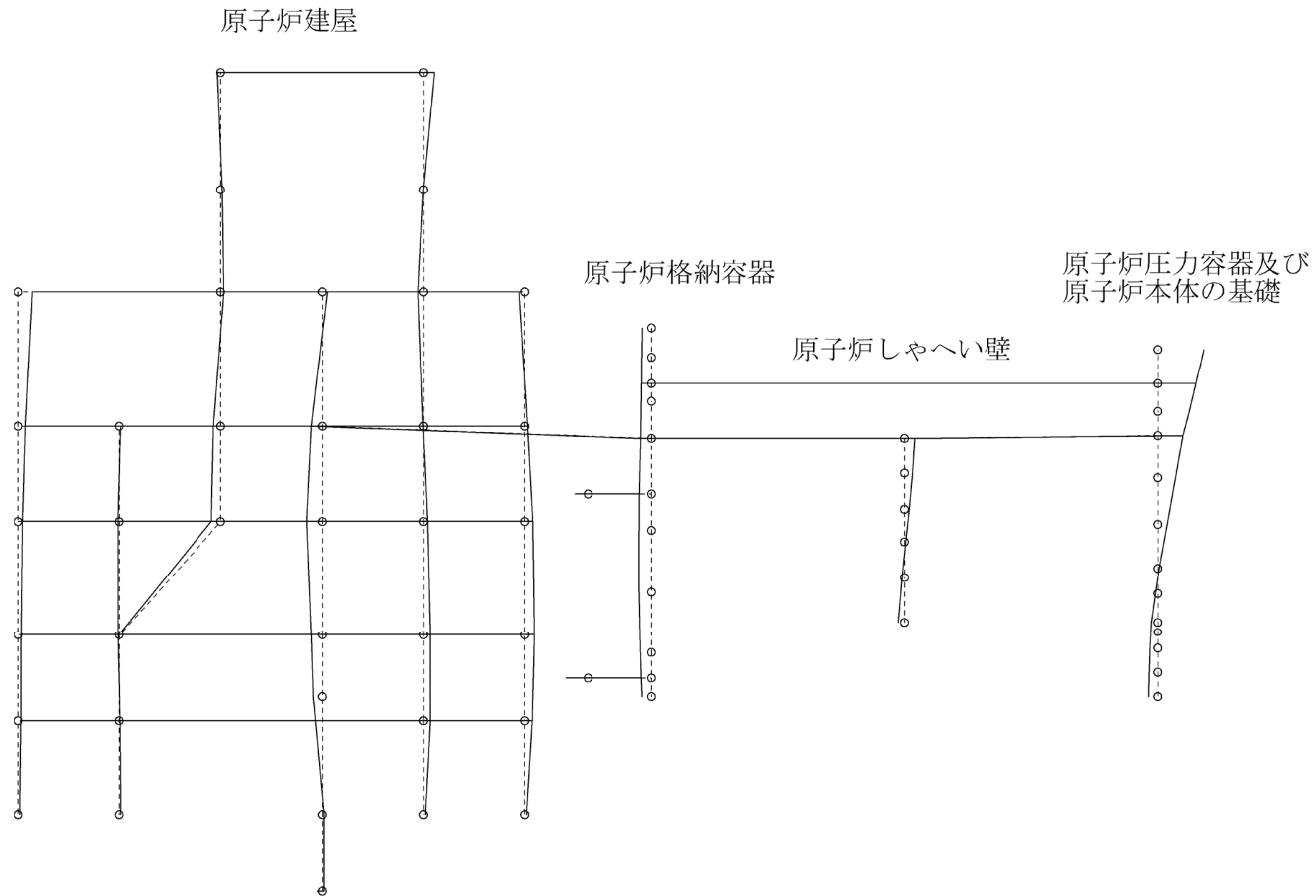
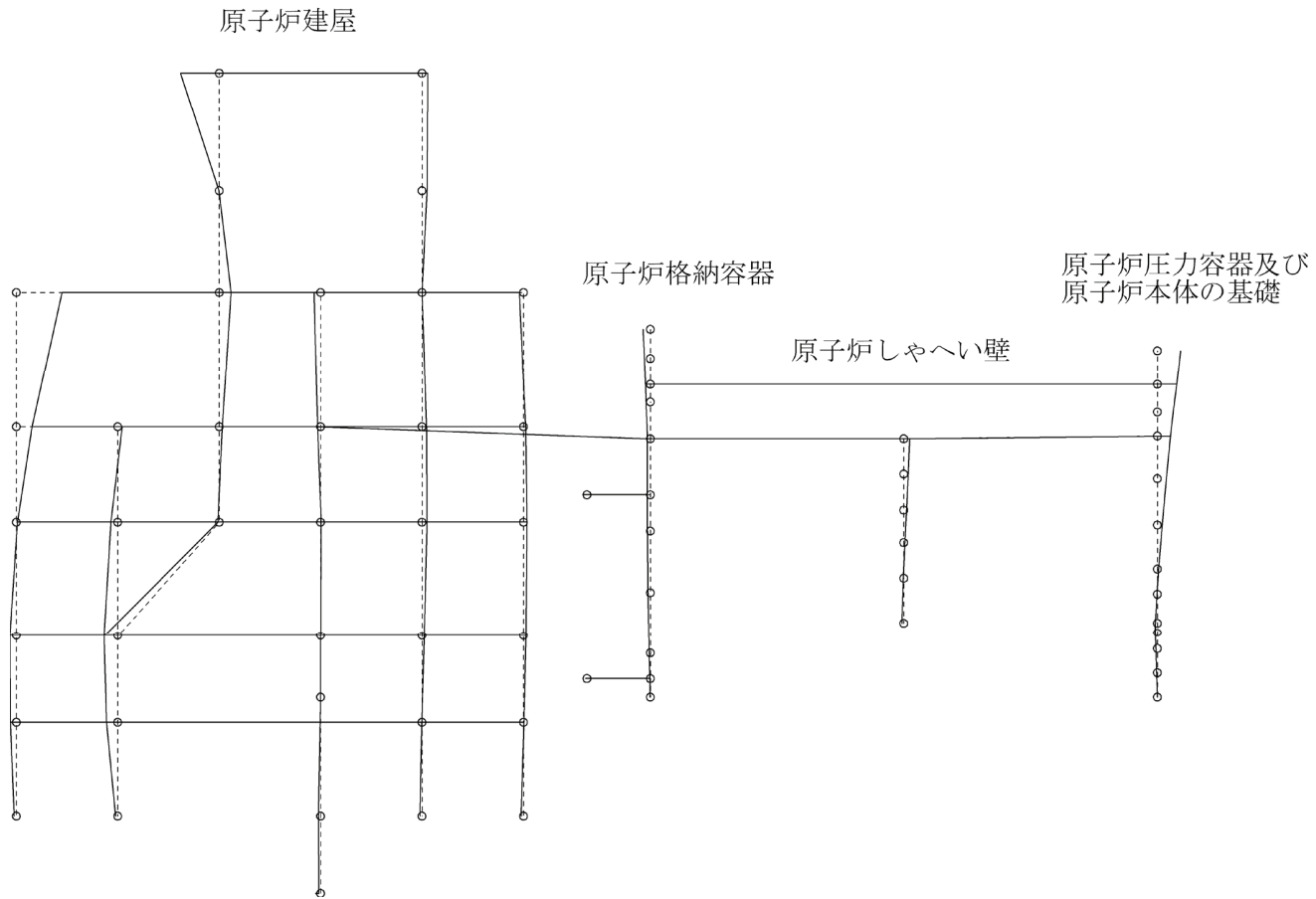


図 4-31 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (12次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.062

刺激係数 : -0.256



06

図 4-32 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (13次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.060

刺激係数 : 1.549

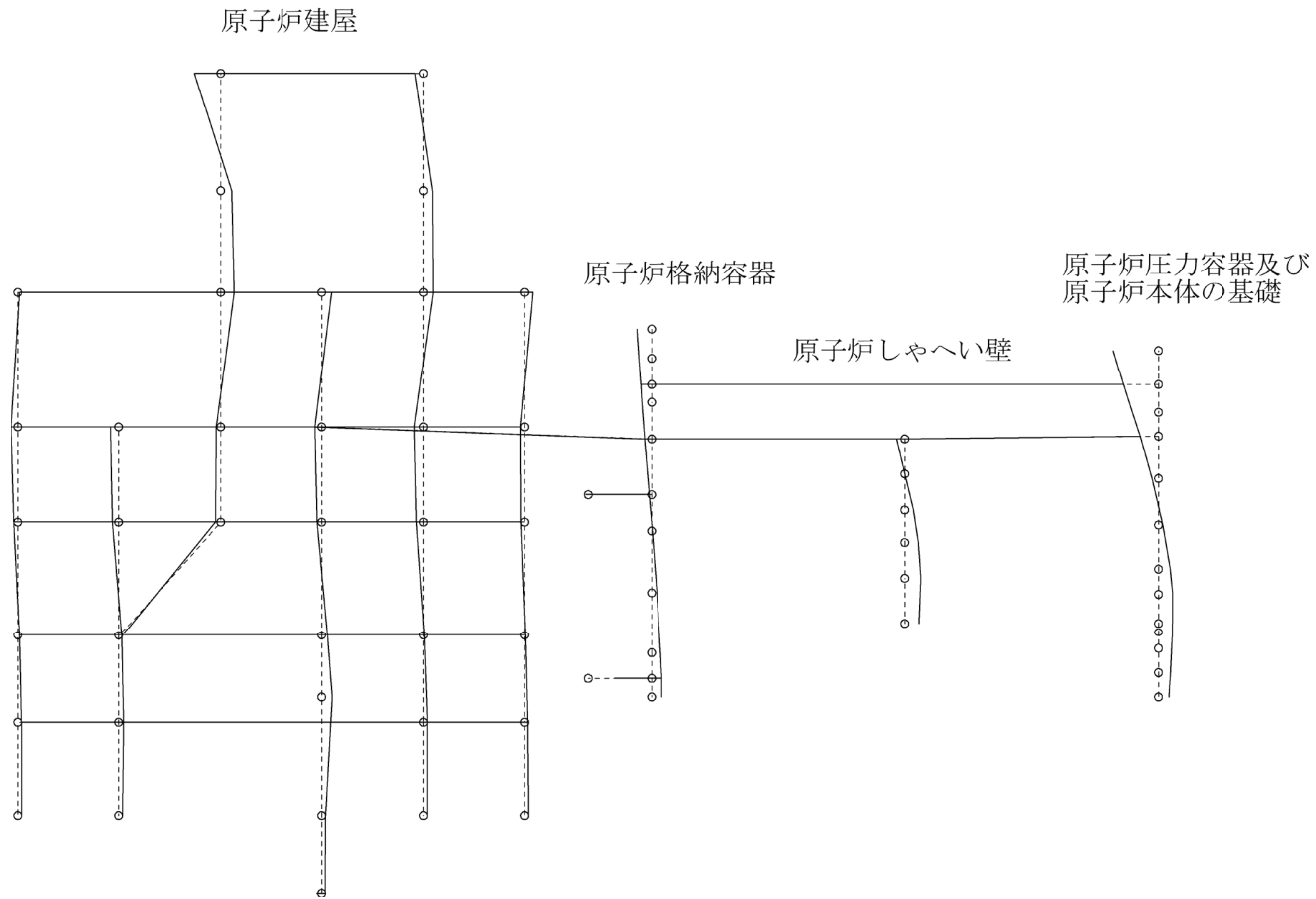


図 4-33 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (14次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.059

刺激係数 : 0.109

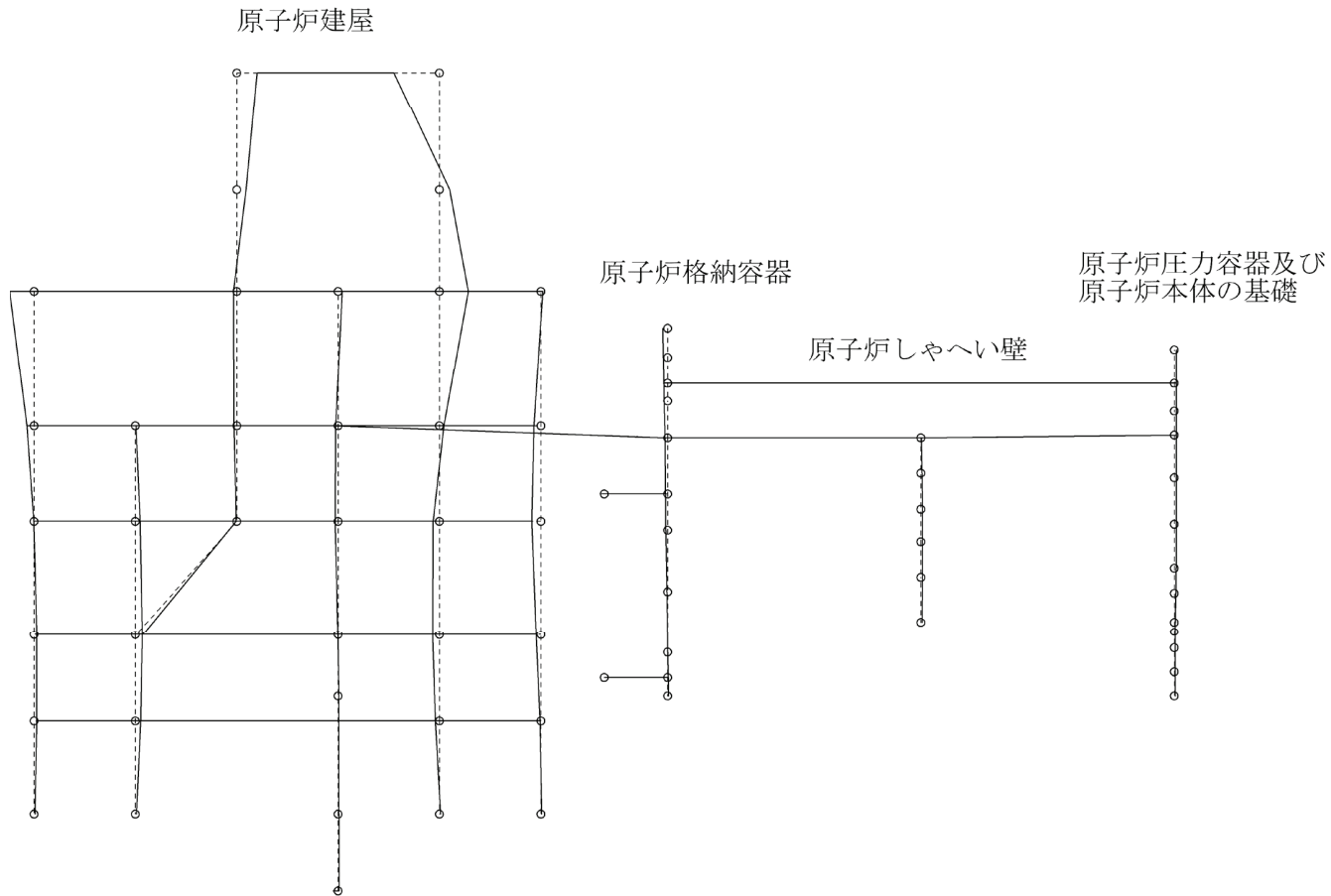


図 4-34 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (15次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.055

刺激係数 : -0.329

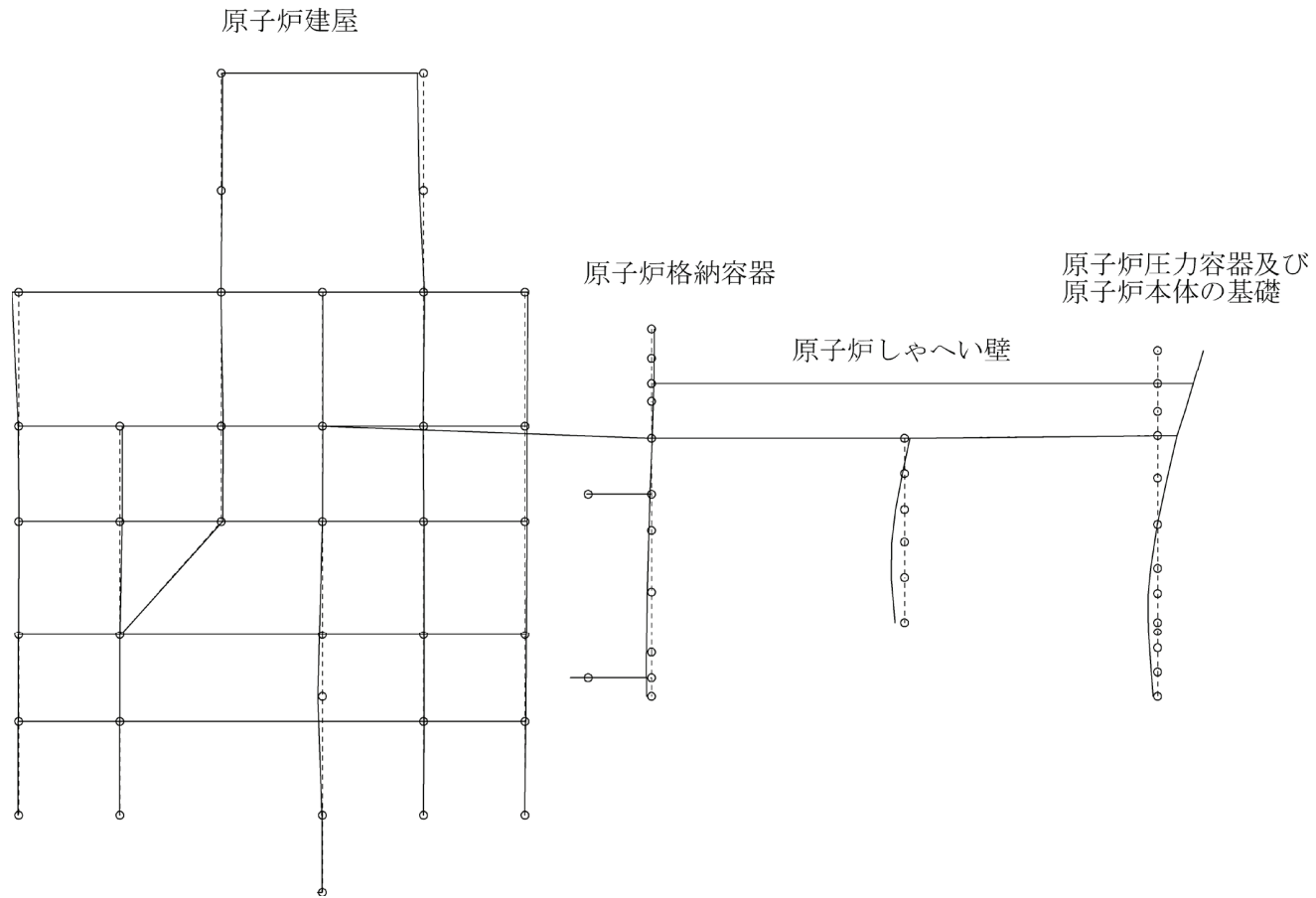


図 4-35 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (16次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.055

刺激係数 : 0.558

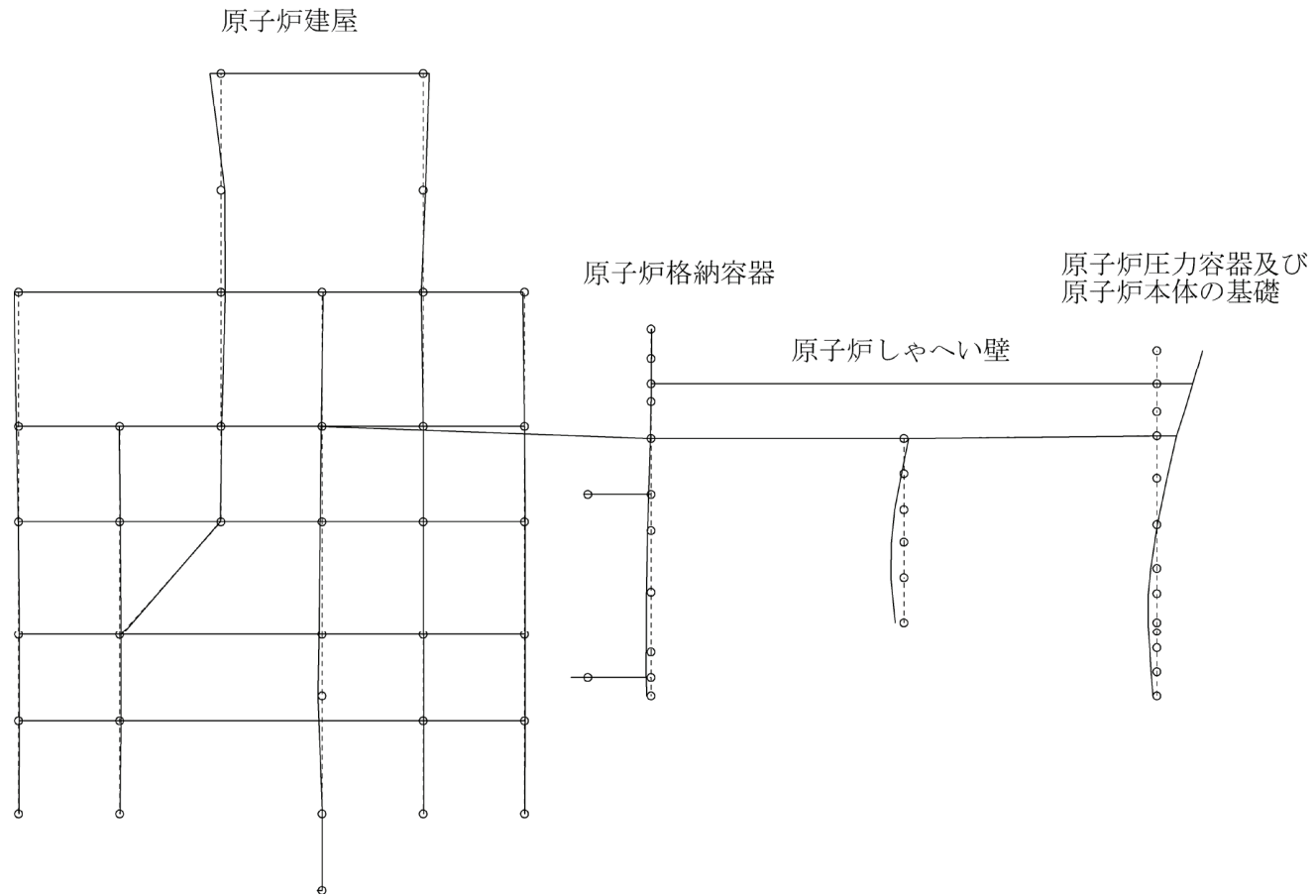


図 4-36 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (17次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.052

刺激係数 : -2.456

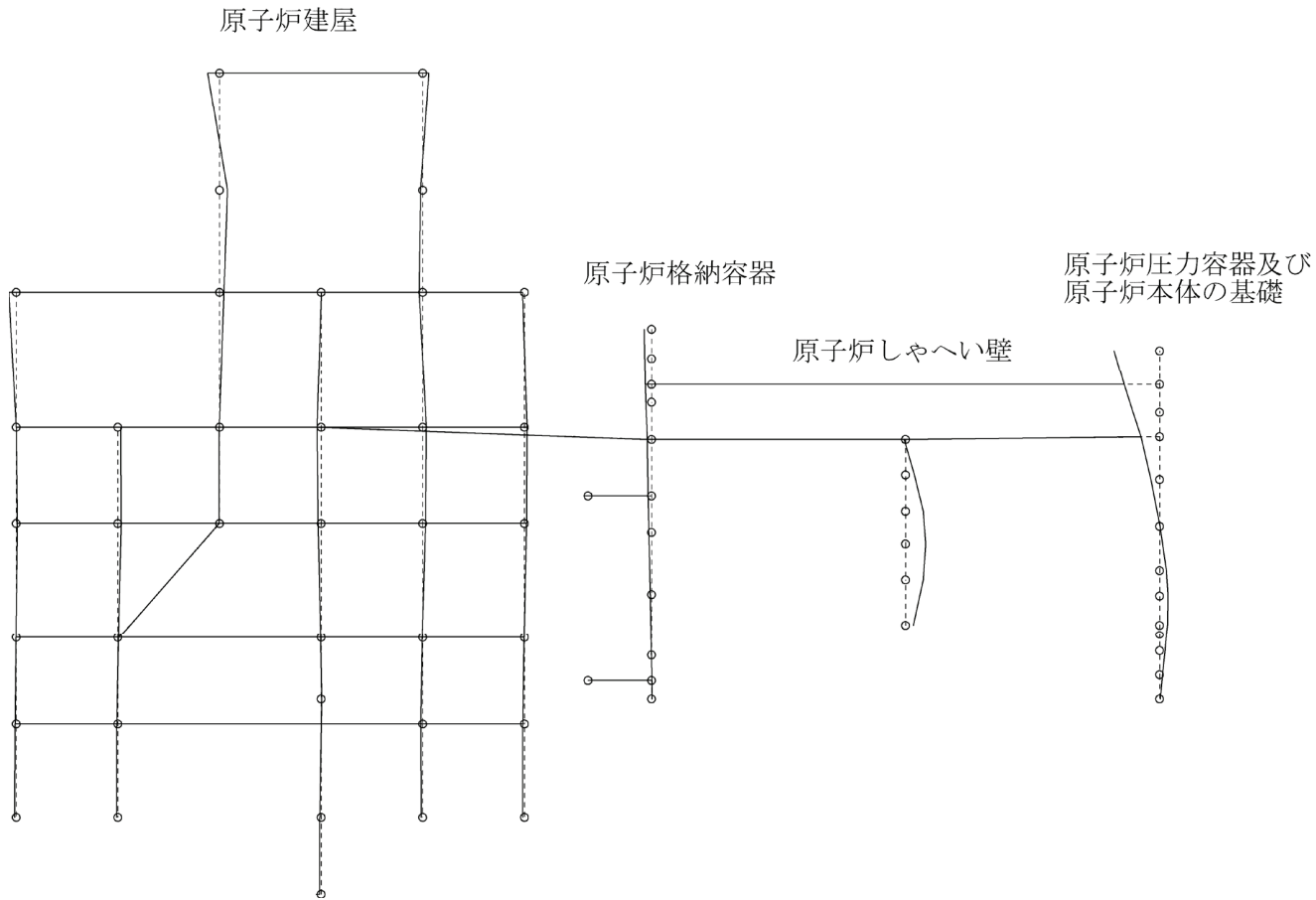


図 4-37 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (18次) (EW 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.339

刺激係数 : 1.458

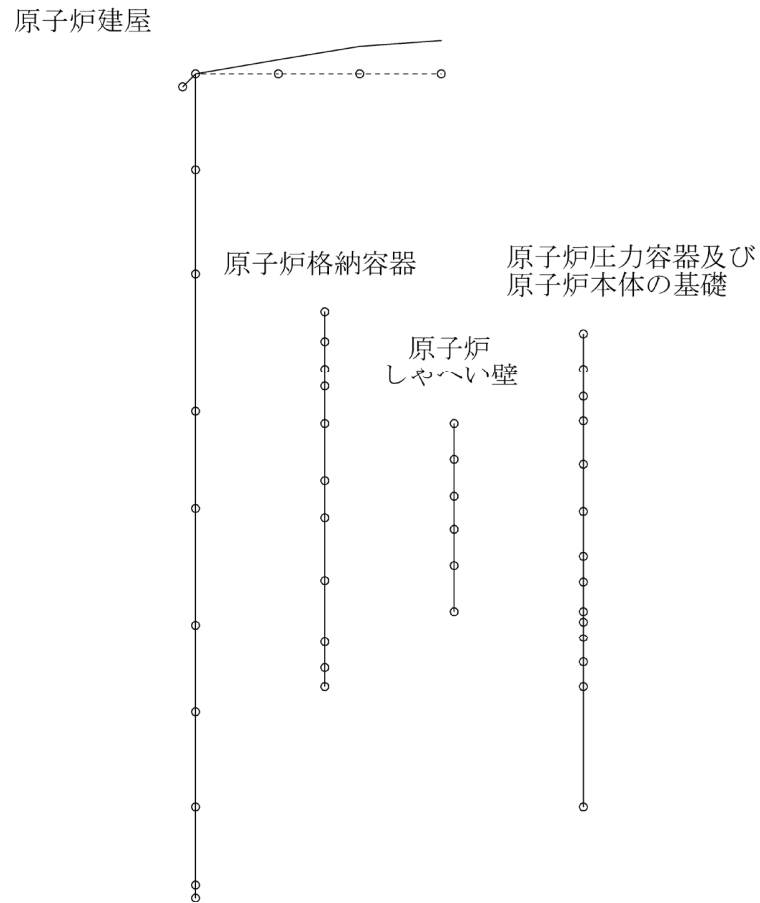


図 4-38 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (鉛直方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.100

刺激係数 : 1.584

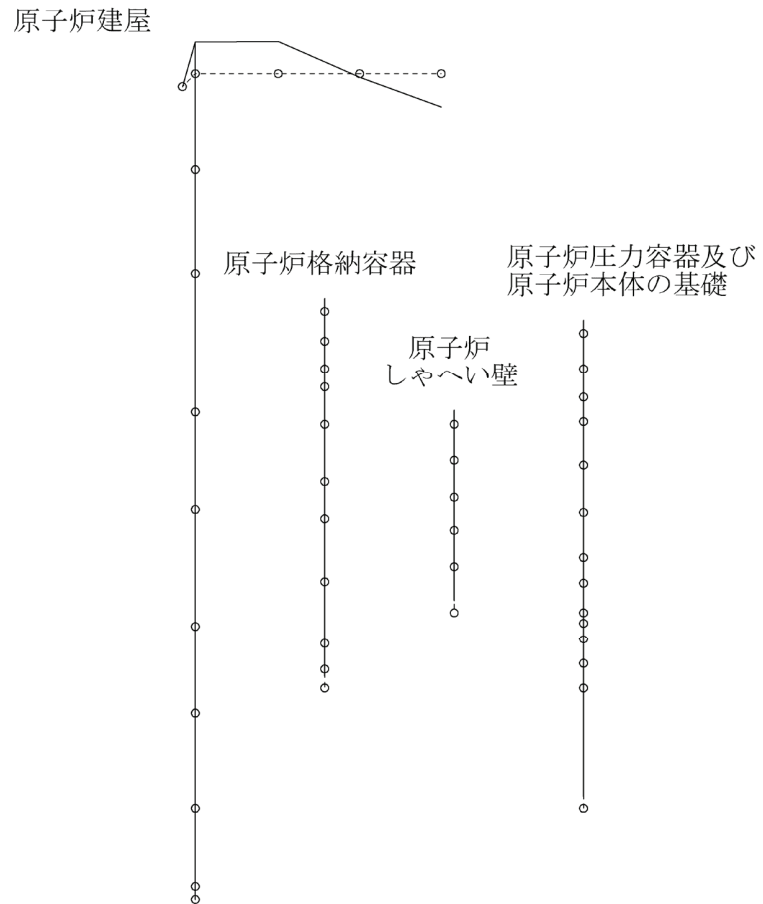


図 4-39 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (鉛直方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.079

刺激係数 : 1.360

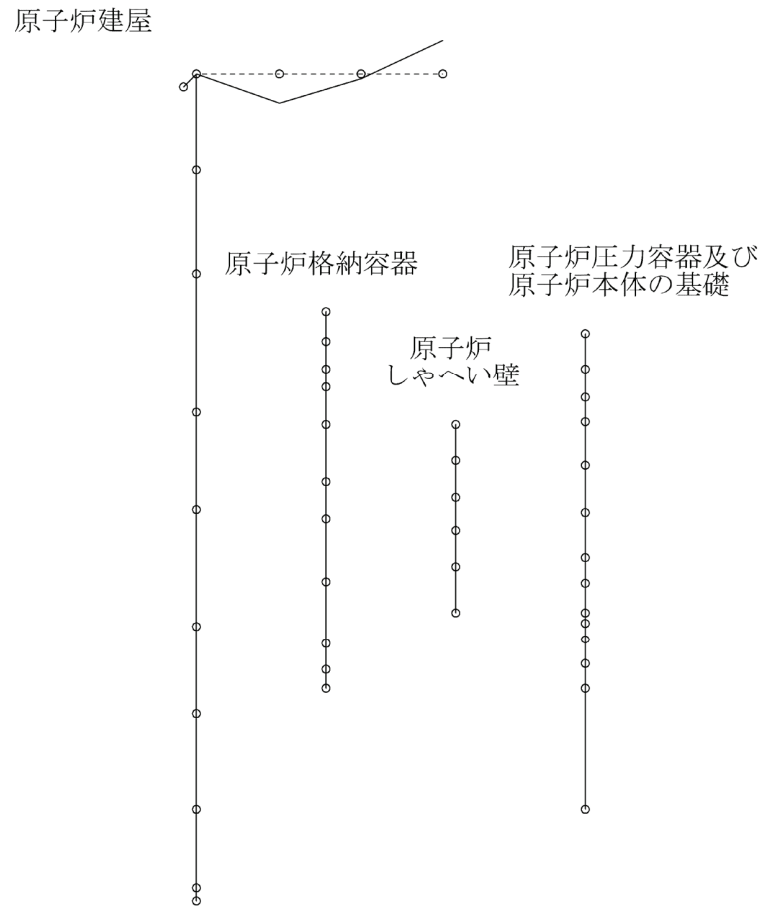


図 4-40 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (鉛直方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.051

刺激係数 : -0.381

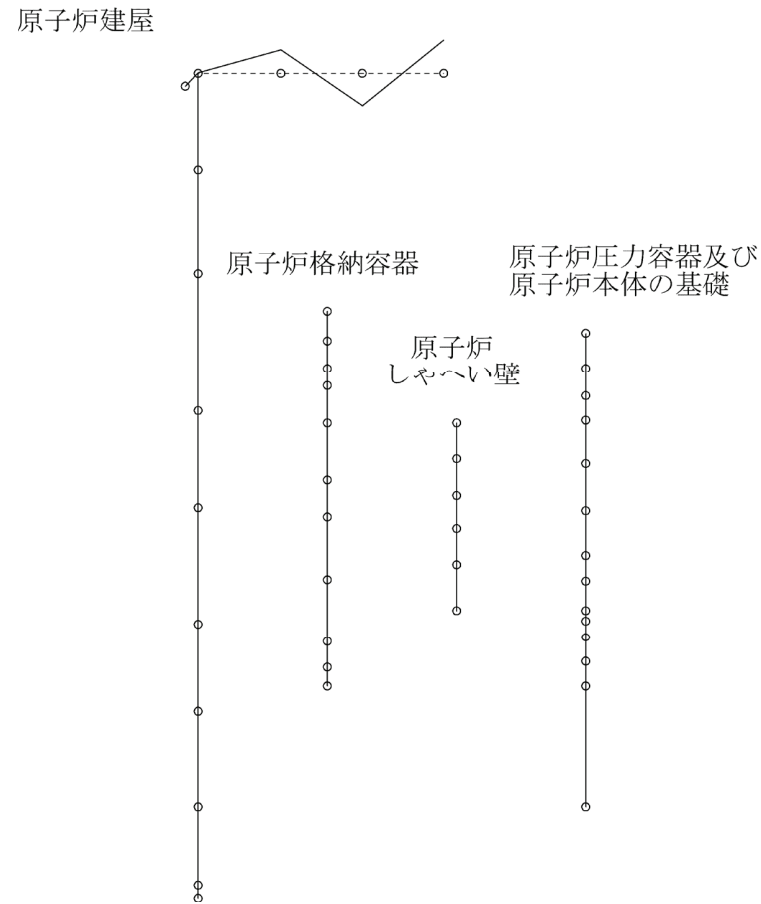


図 4-41 大型機器系地震応答解析モデルの振動モード図 (4 次) (鉛直方向)

表 4-4 炉内構造物系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*1 (NS 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数*2	卓越部位
1	0.237	9.023	原子炉建屋
2	0.229	7.968	燃料集合体
3	0.123	2.705	原子炉建屋
4	0.118	-1.519	炉心シュラウド
5	0.116	-3.848	原子炉建屋
6	0.097	-2.066	原子炉建屋
7	0.093	1.039	原子炉建屋
8	0.090	2.070	原子炉压力容器
9	0.089	-0.091	原子炉建屋
10	0.082	0.001	原子炉建屋
11	0.074	-0.717	原子炉建屋
12	0.071	-0.527	原子炉建屋
13	0.068	-0.372	原子炉建屋
14	0.066	2.206	制御棒案内管
15	0.065	-1.729	原子炉建屋
16	0.063	1.077	原子炉建屋
17	0.060	-0.084	原子炉建屋
18	0.059	-0.364	原子炉建屋
19	0.058	-0.771	燃料集合体
20	0.056	-3.586	炉心シュラウド
21	0.053	-5.222	原子炉压力容器
22	0.052	-7.672	原子炉建屋
23	0.051	-0.434	原子炉建屋
24	0.050	0.311	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

表 4-5 炉内構造物系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*1 (EW 方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数*2	卓越部位
1	0.231	18.712	燃料集合体
2	0.227	17.658	原子炉建屋
3	0.125	2.617	原子炉建屋
4	0.117	2.888	炉心シュラウド
5	0.116	-0.130	原子炉建屋
6	0.098	0.630	原子炉建屋
7	0.091	-0.820	原子炉建屋
8	0.090	-1.751	原子炉压力容器
9	0.086	2.243	原子炉建屋
10	0.077	1.120	原子炉建屋
11	0.074	-0.379	原子炉建屋
12	0.070	0.238	原子炉建屋
13	0.067	0.505	原子炉建屋
14	0.066	-0.366	制御棒案内管
15	0.064	-0.599	原子炉建屋
16	0.062	-0.271	原子炉建屋
17	0.060	2.781	原子炉建屋
18	0.059	0.114	原子炉建屋
19	0.058	-1.209	燃料集合体
20	0.056	-3.214	炉心シュラウド
21	0.055	1.326	原子炉建屋
22	0.053	-5.150	原子炉压力容器
23	0.052	7.104	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

表 4-6 炉内構造物系地震応答解析モデルの固有値解析結果\*<sup>1</sup> (鉛直方向)

次数	固有周期 (s)	刺激係数* <sup>2</sup>	卓越部位
1	0.339	1.458	原子炉建屋
2	0.100	1.584	原子炉建屋
3	0.079	1.360	原子炉建屋
4	0.051	-0.380	原子炉建屋

注記\*1：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

\*2：刺激係数は、各次の固有ベクトルを最大振幅が 1.0 となるように正規化して算出した値を示す。

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.237

刺激係数 : 9.023

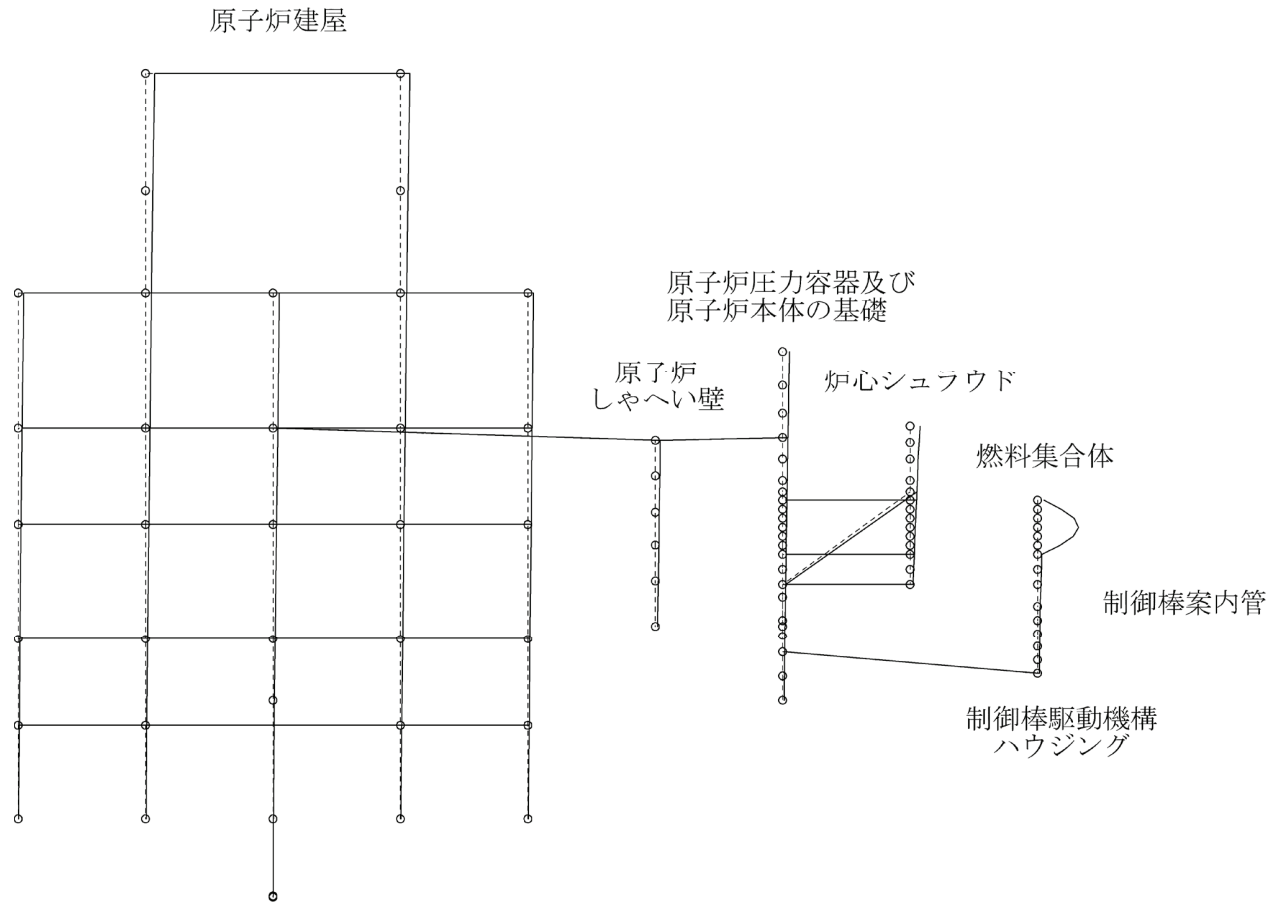


図 4-42 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (NS 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.229

刺激係数 : 7.968

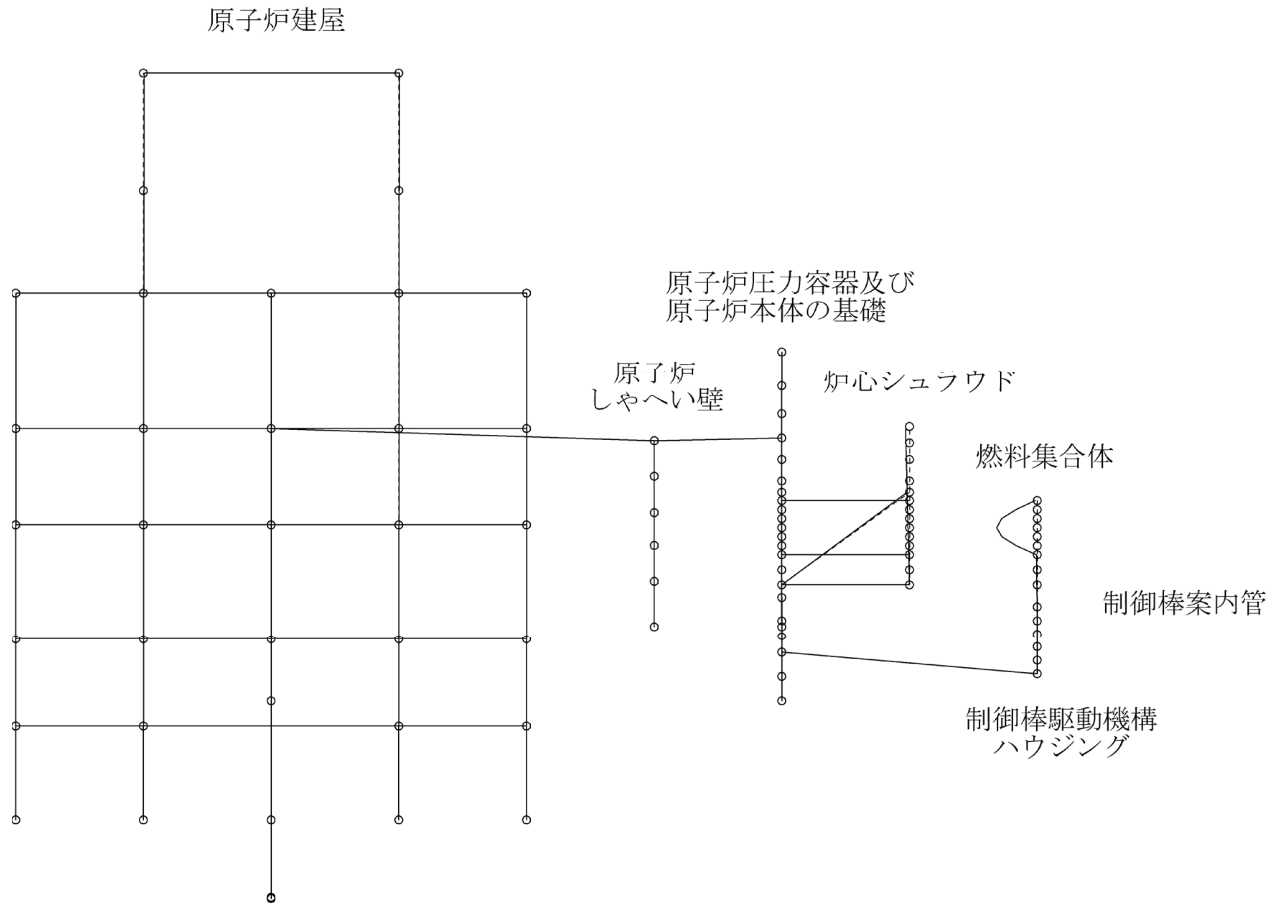


図 4-43 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.123

刺激係数 : 2.705

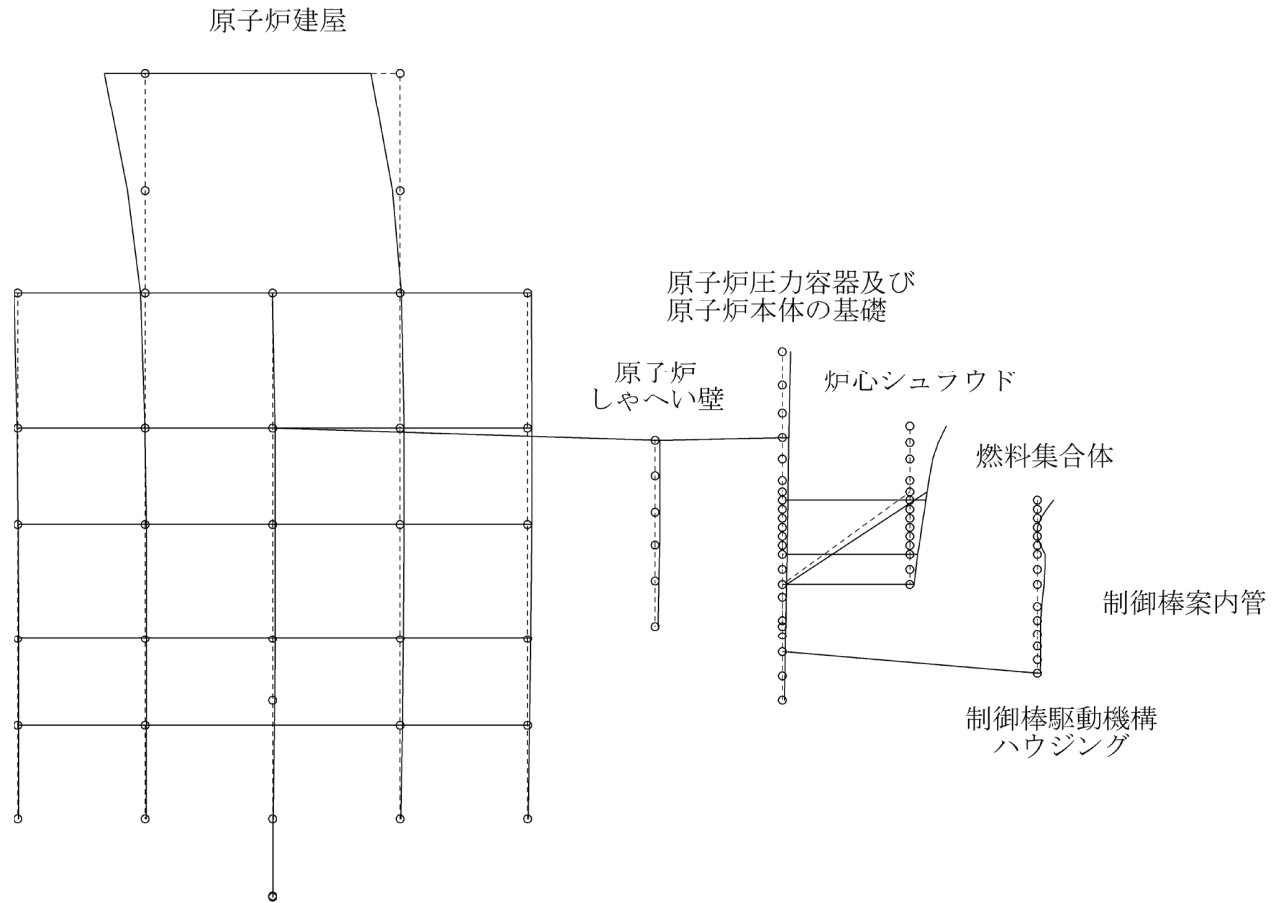


図 4-44 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.118

刺激係数 : -1.519

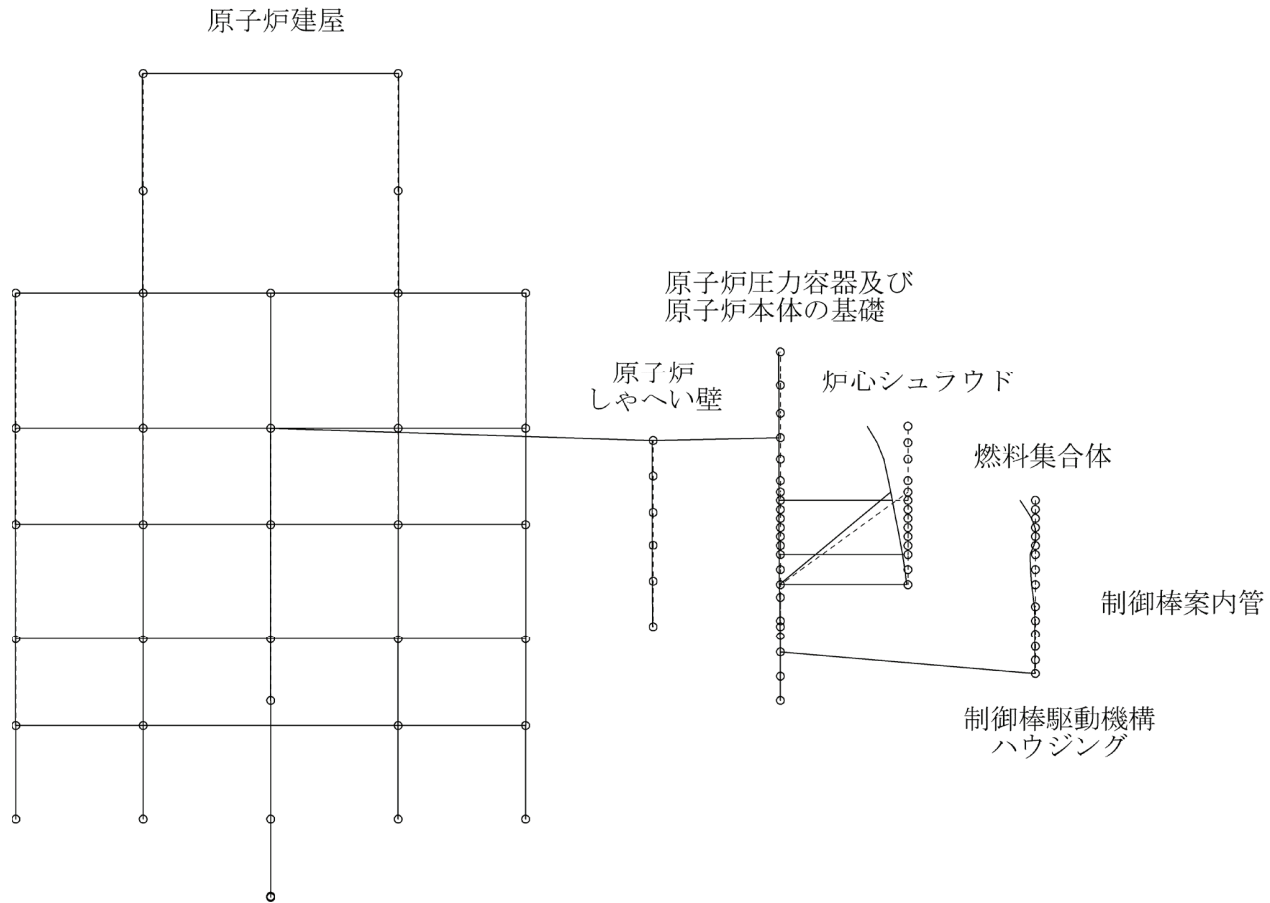


図 4-45 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (4次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.116

刺激係数 : -3.848

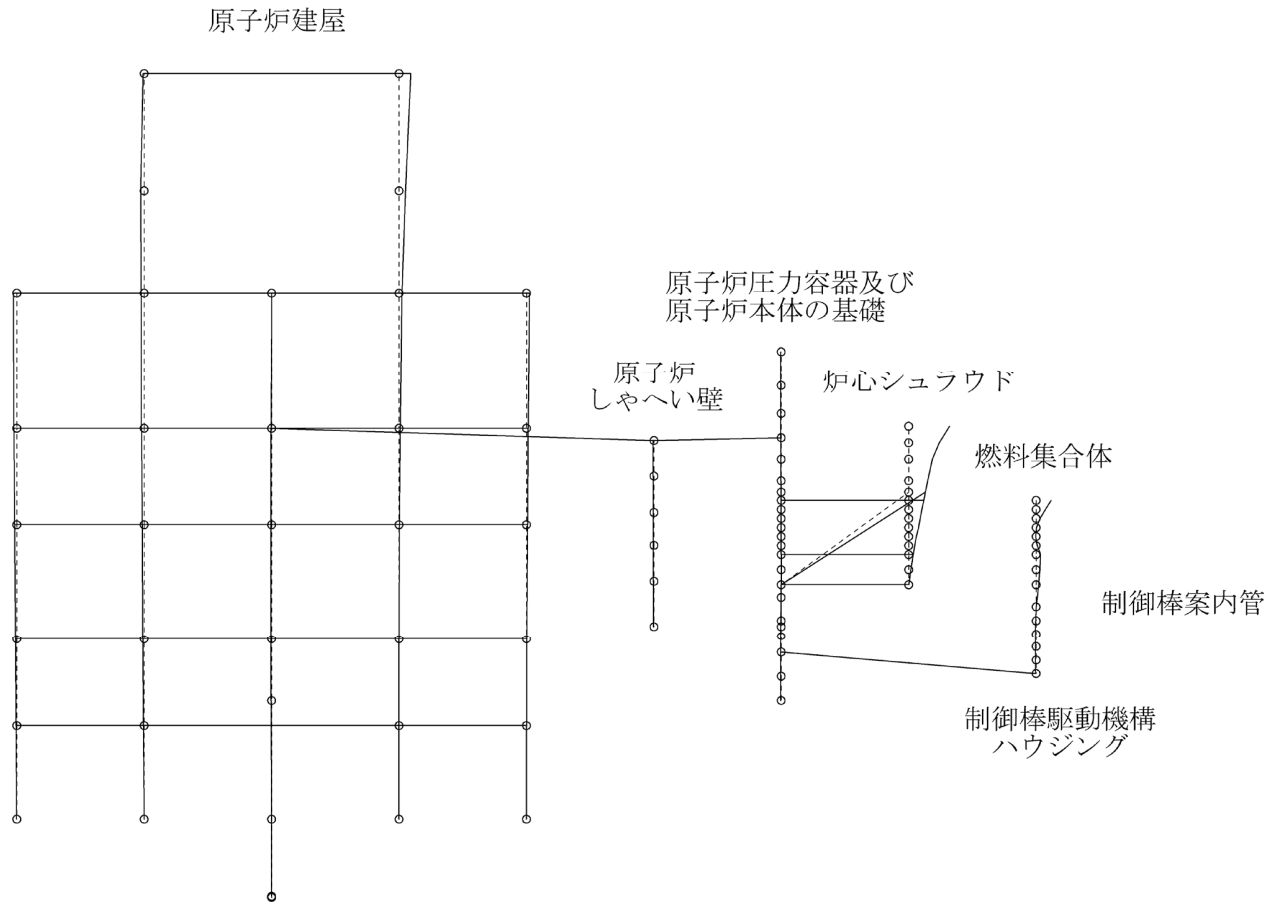


図 4-46 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (5次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.097

刺激係数 : -2.066

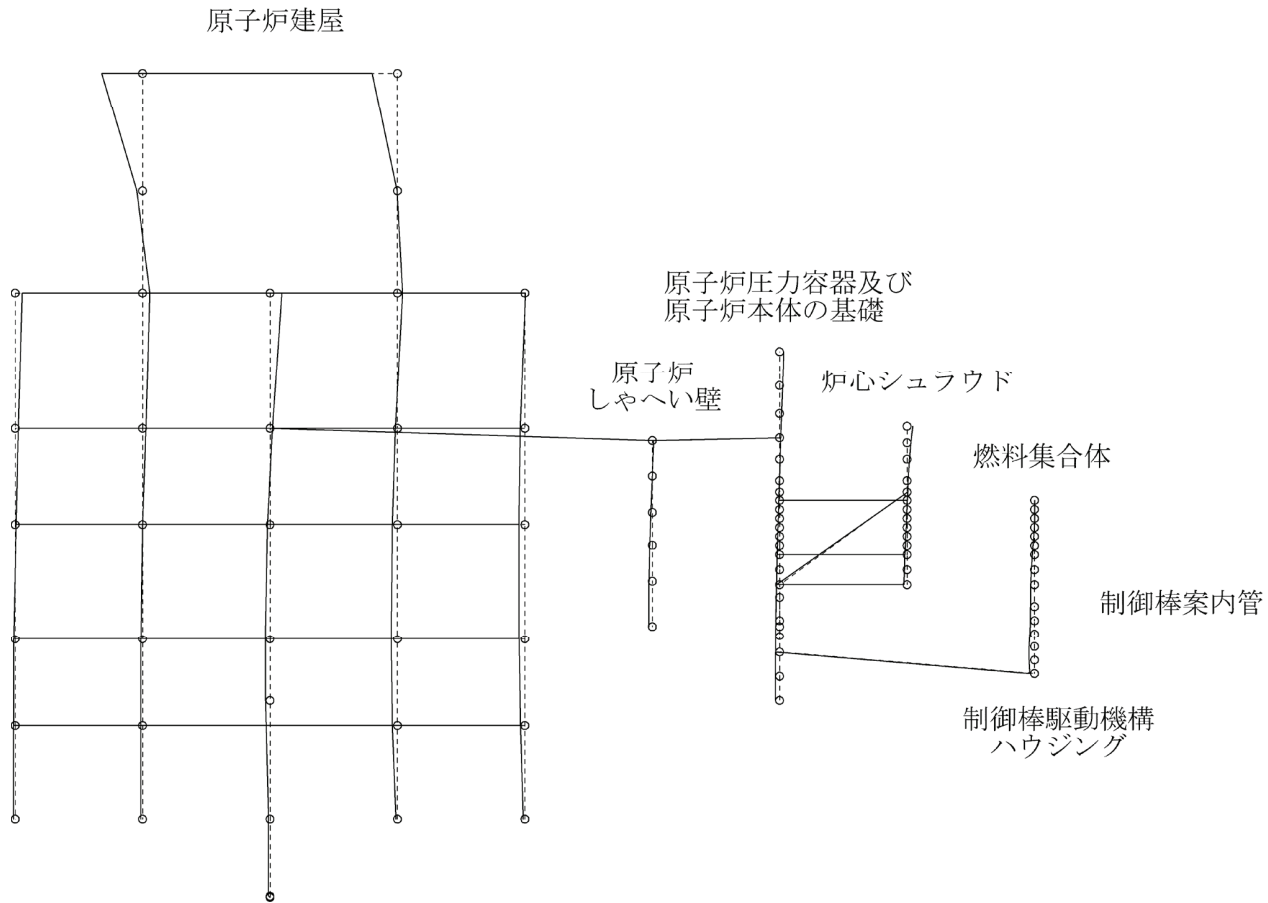


図 4-47 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (6次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.093

刺激係数 : 1.039

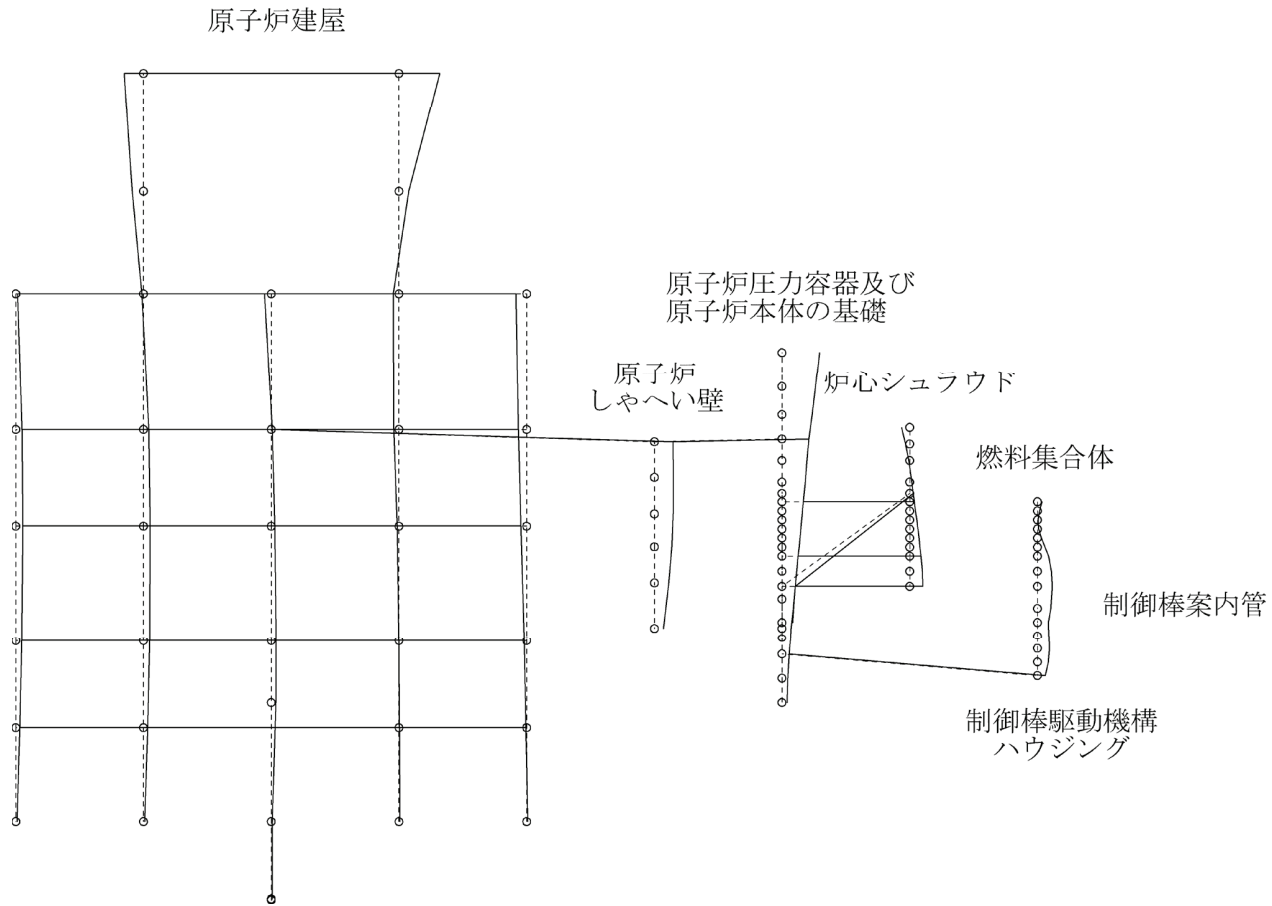


図 4-48 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (7次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.090

刺激係数 : 2.070

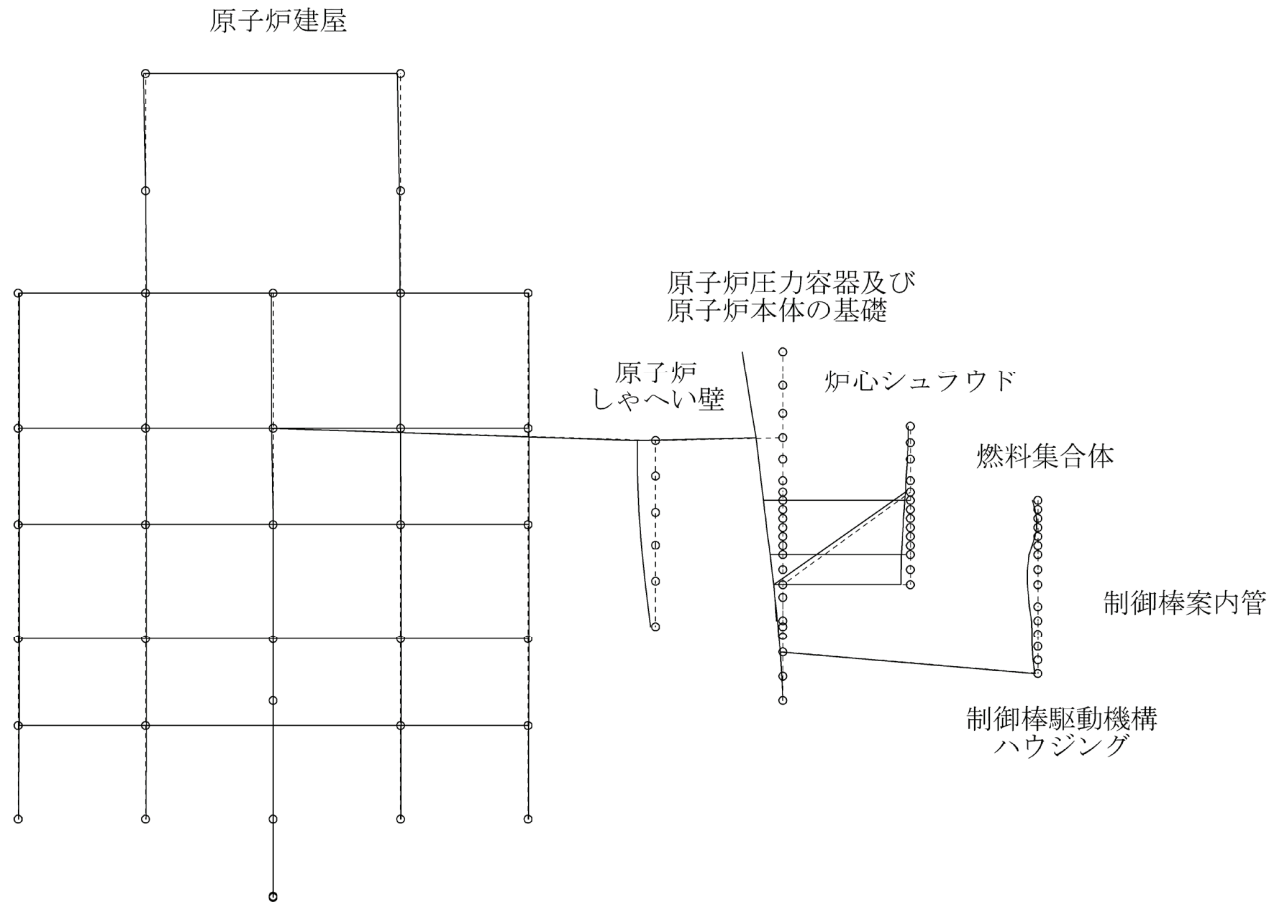


図 4-49 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (8次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.089

刺激係数 : -0.091

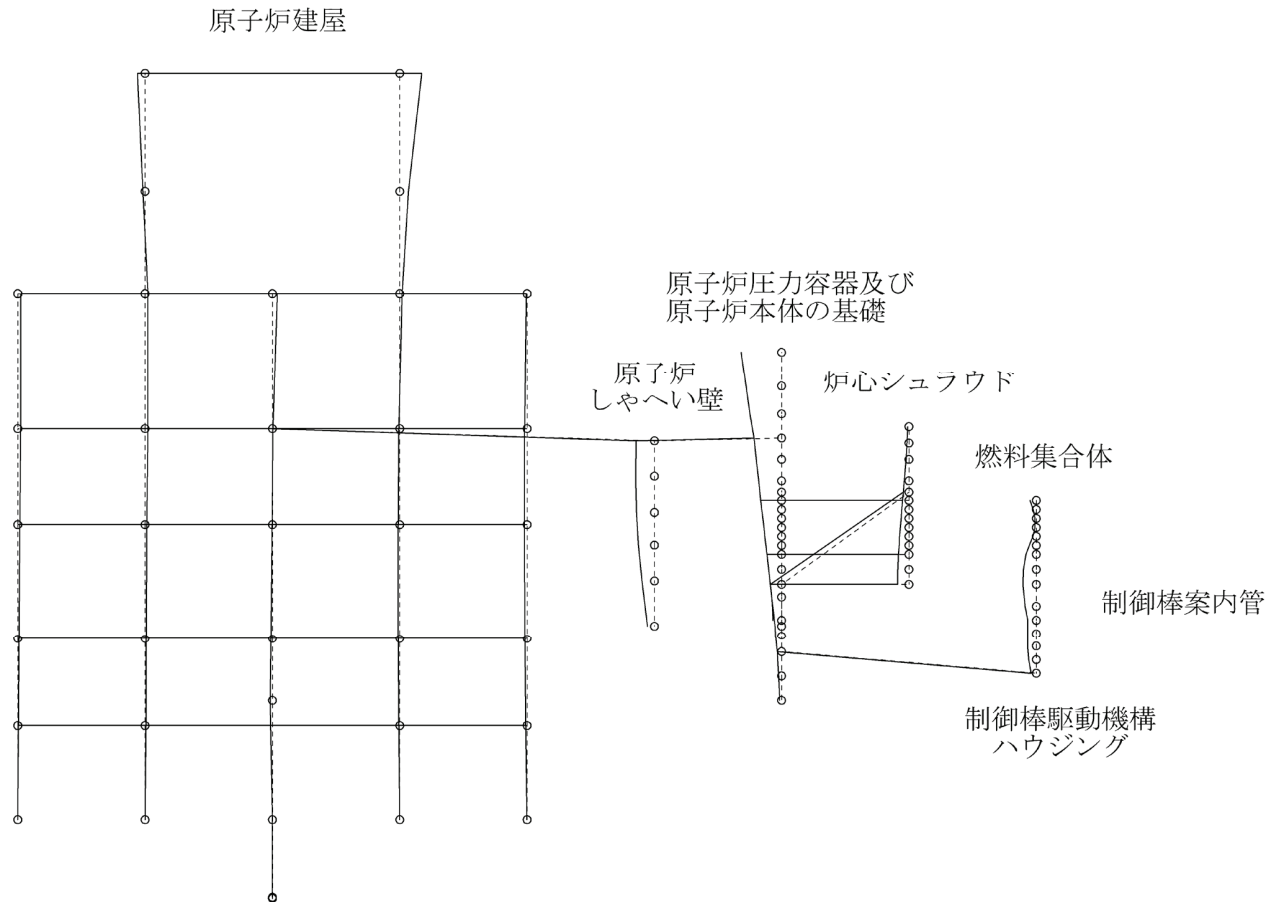


図 4-50 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (9次) (NS方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.082

刺激係数 : 0.001

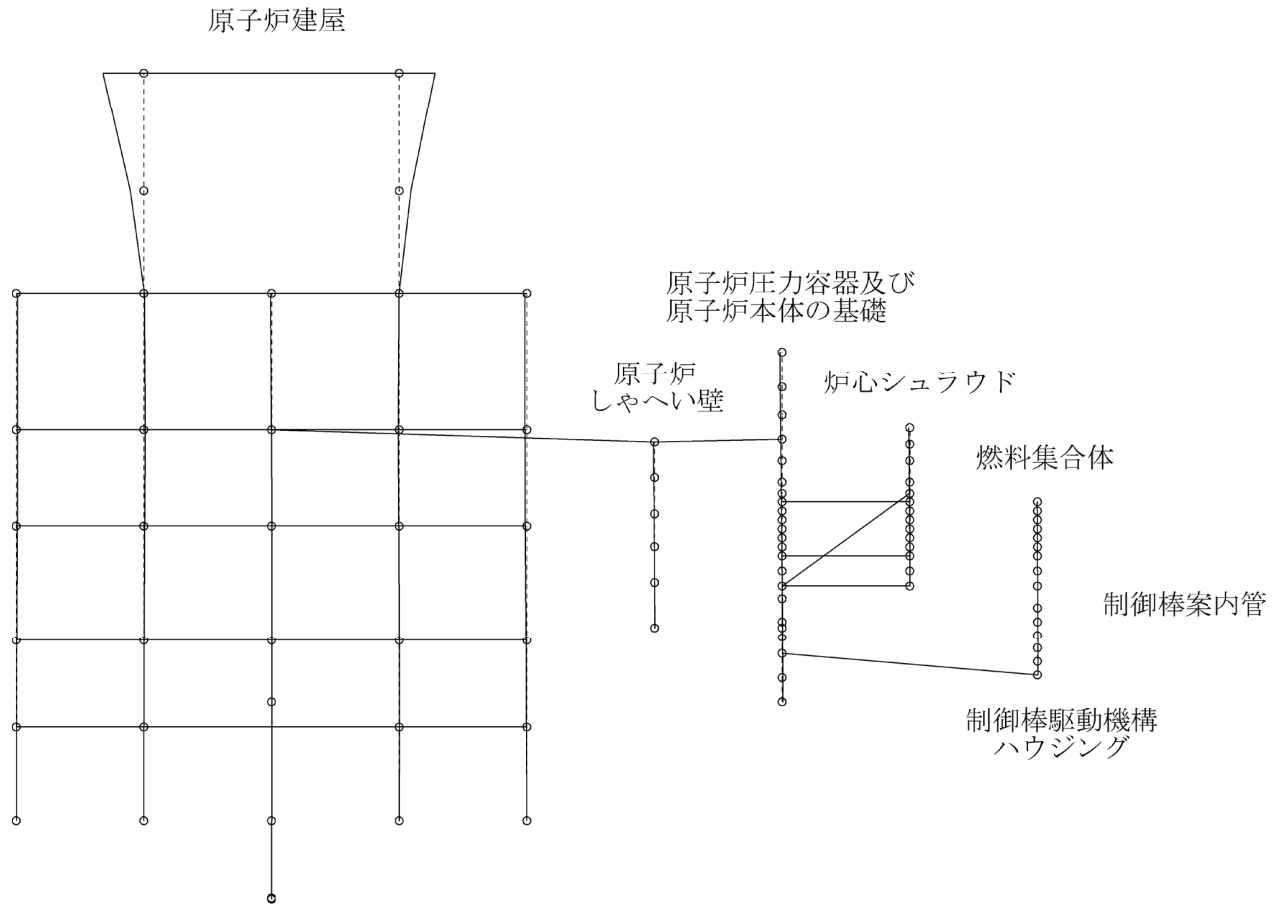


図 4-51 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (10 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.074

刺激係数 : -0.717

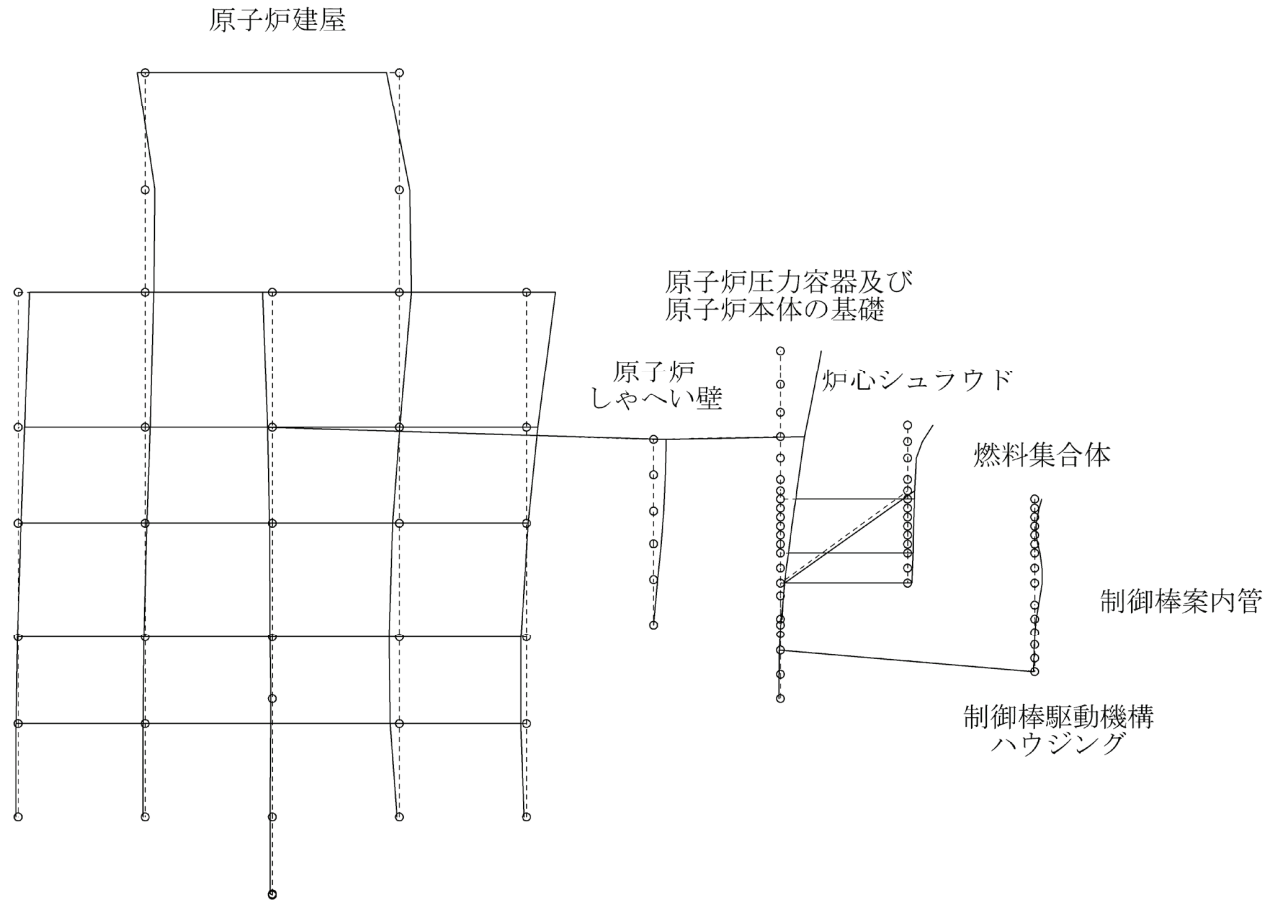


図 4-52 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (11 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.071

刺激係数 : -0.527

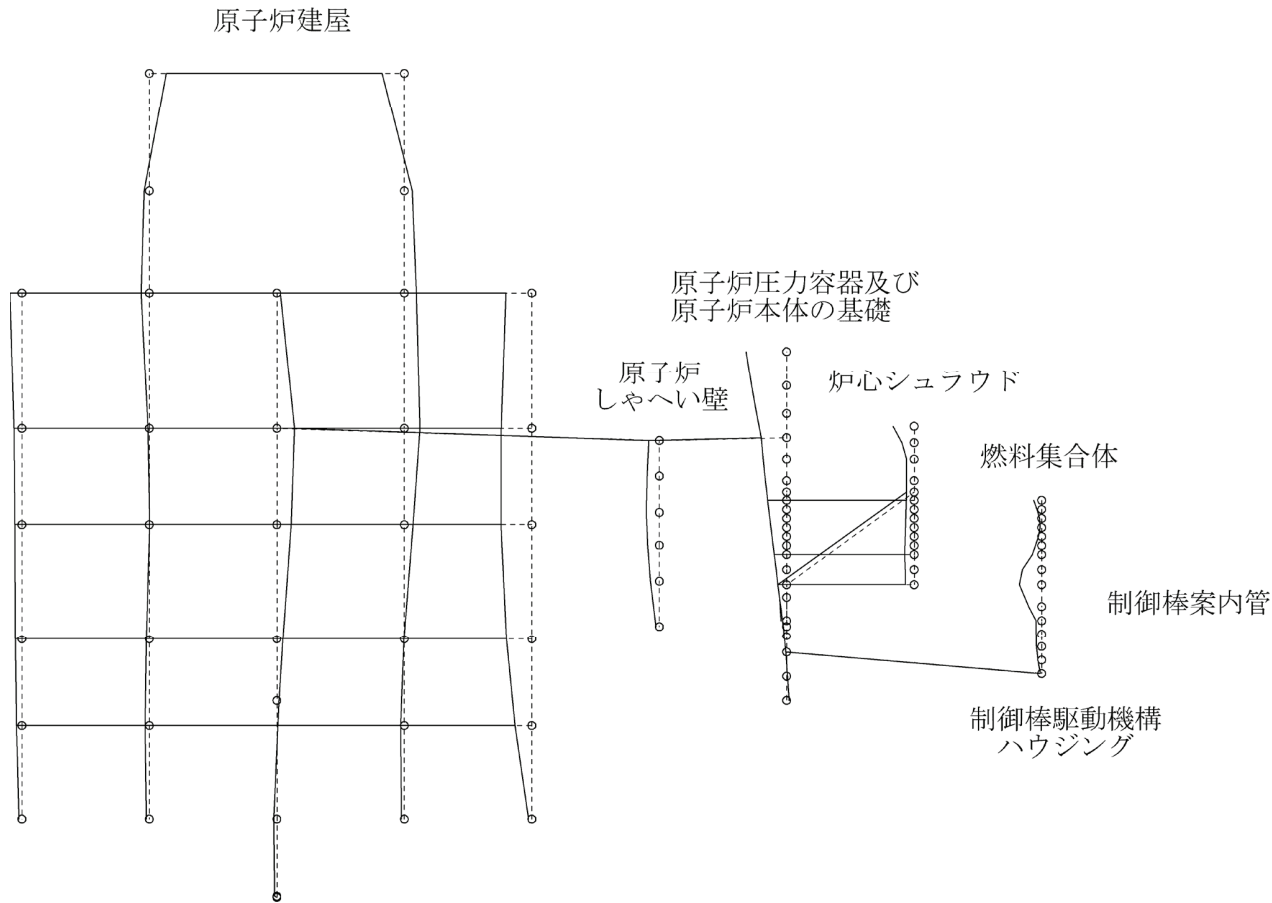


図 4-53 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (12次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.068

刺激係数 : -0.372

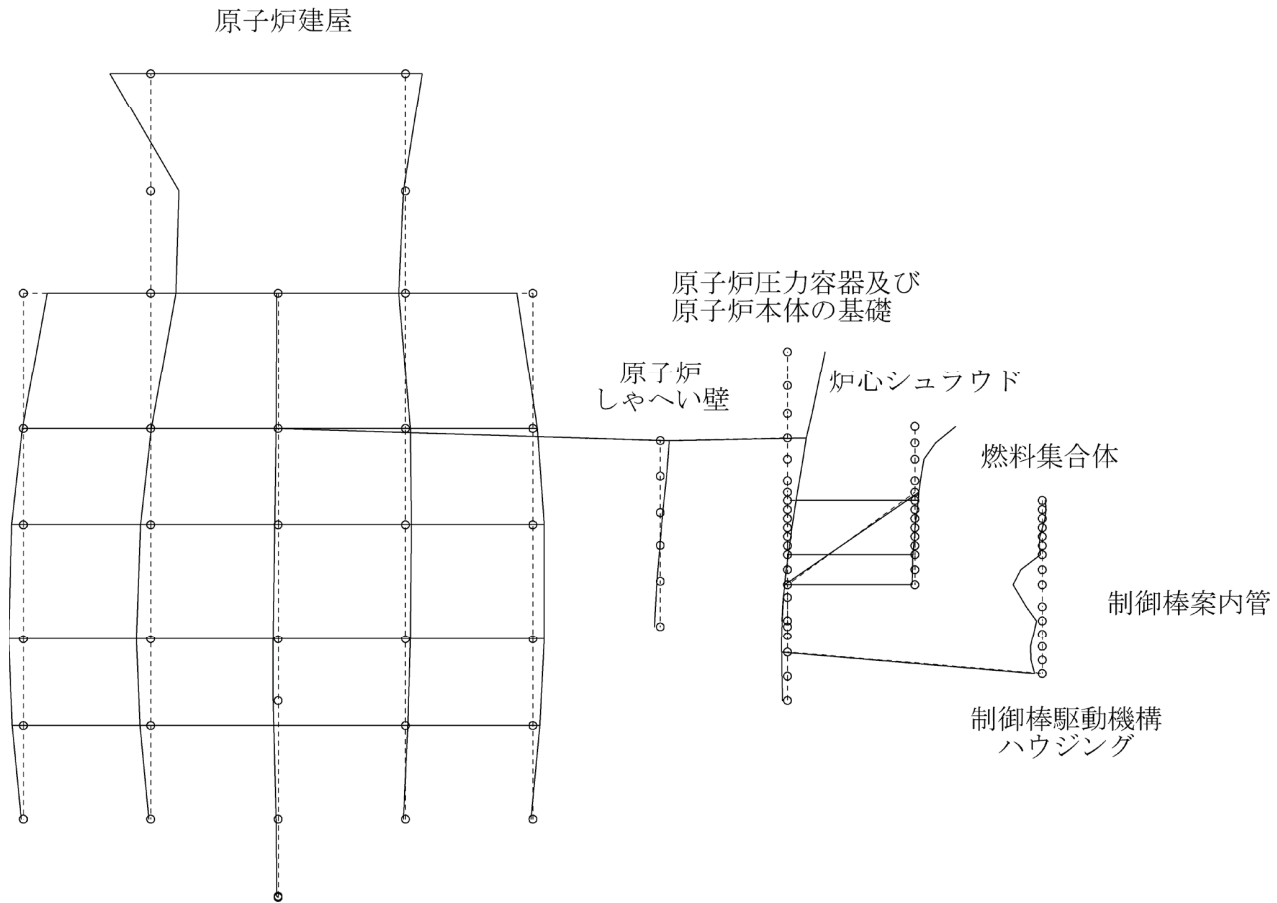


図 4-54 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (13次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.066

刺激係数 : 2.206

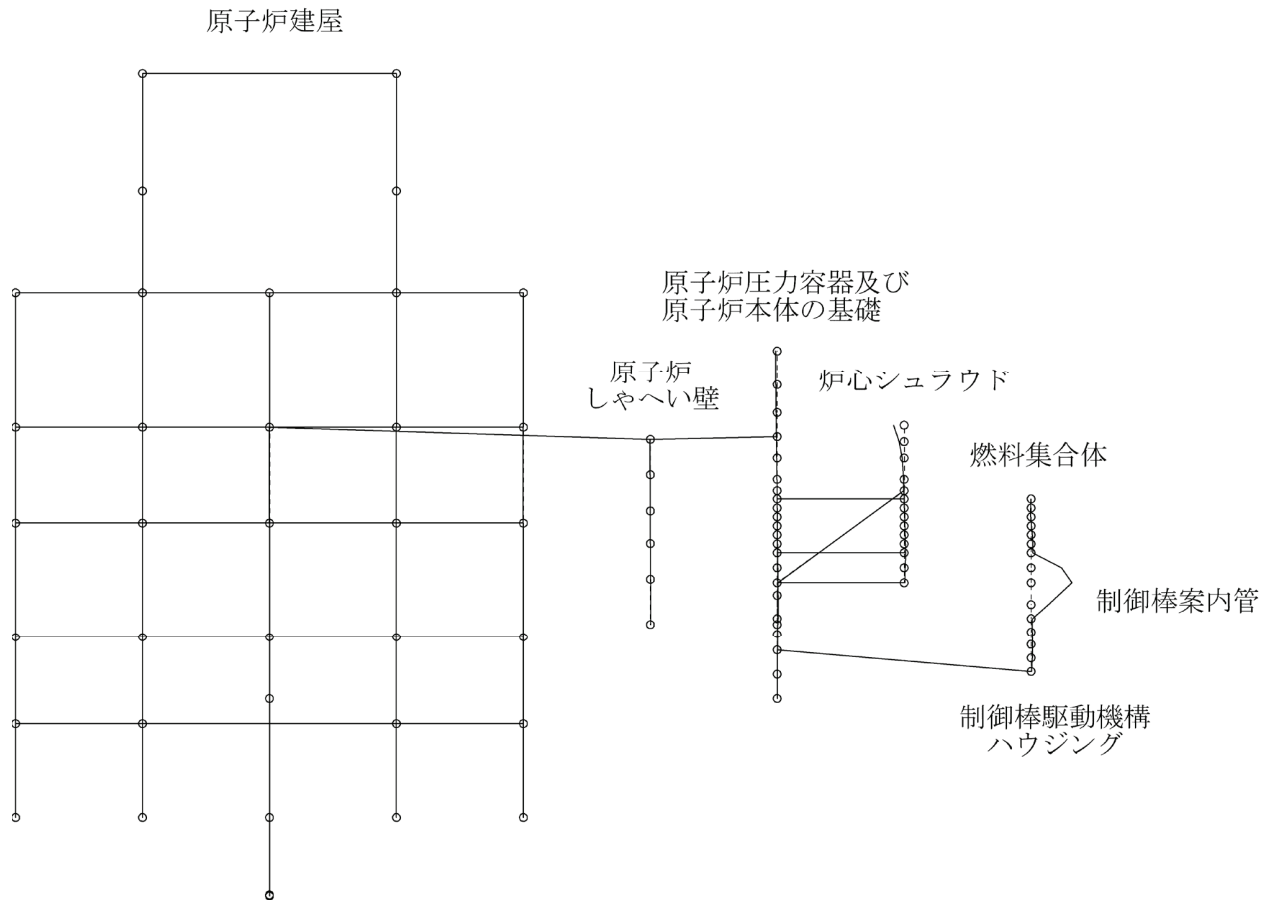


図 4-55 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (14次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.065

刺激係数 : -1.729

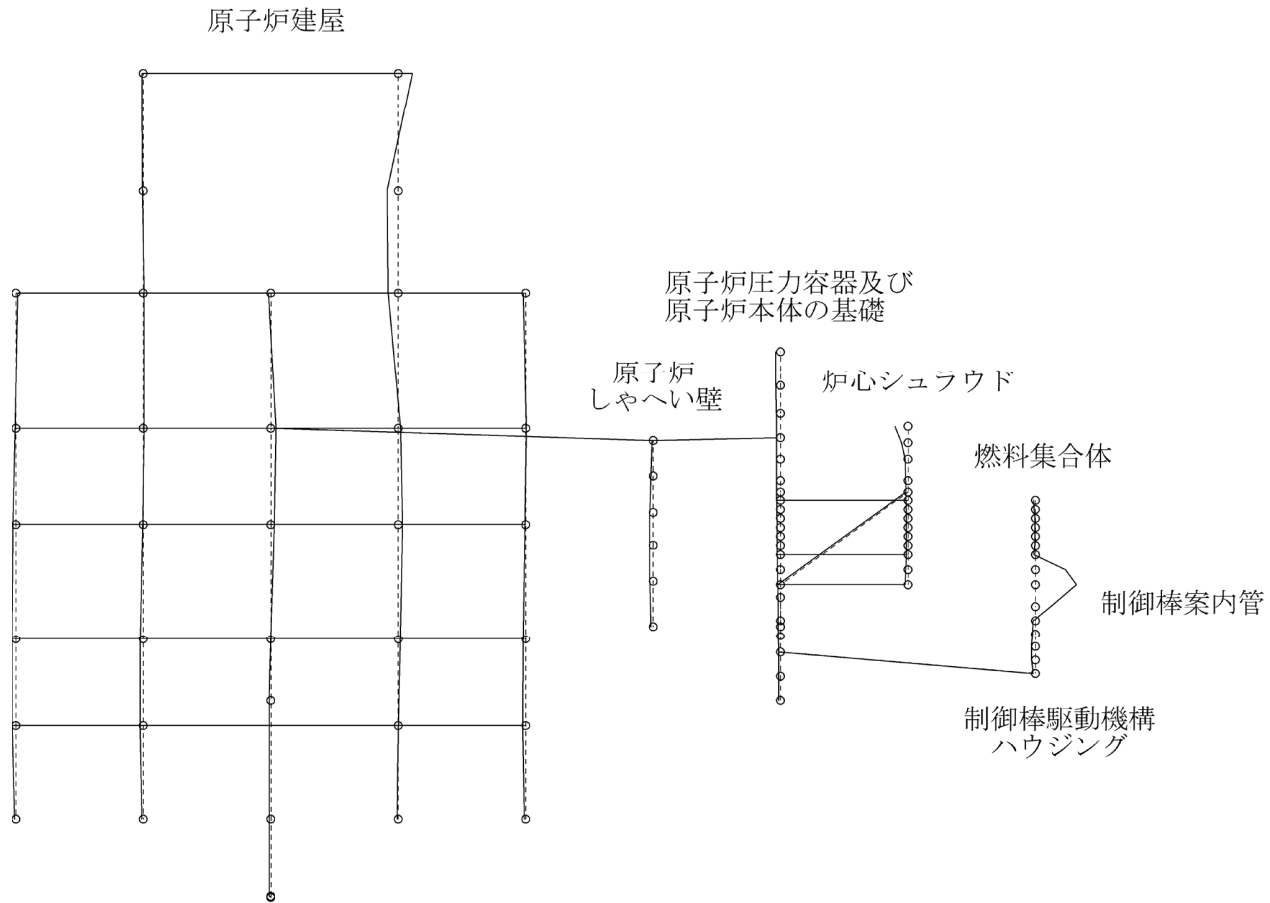


図 4-56 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (15次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.063

刺激係数 : 1.077

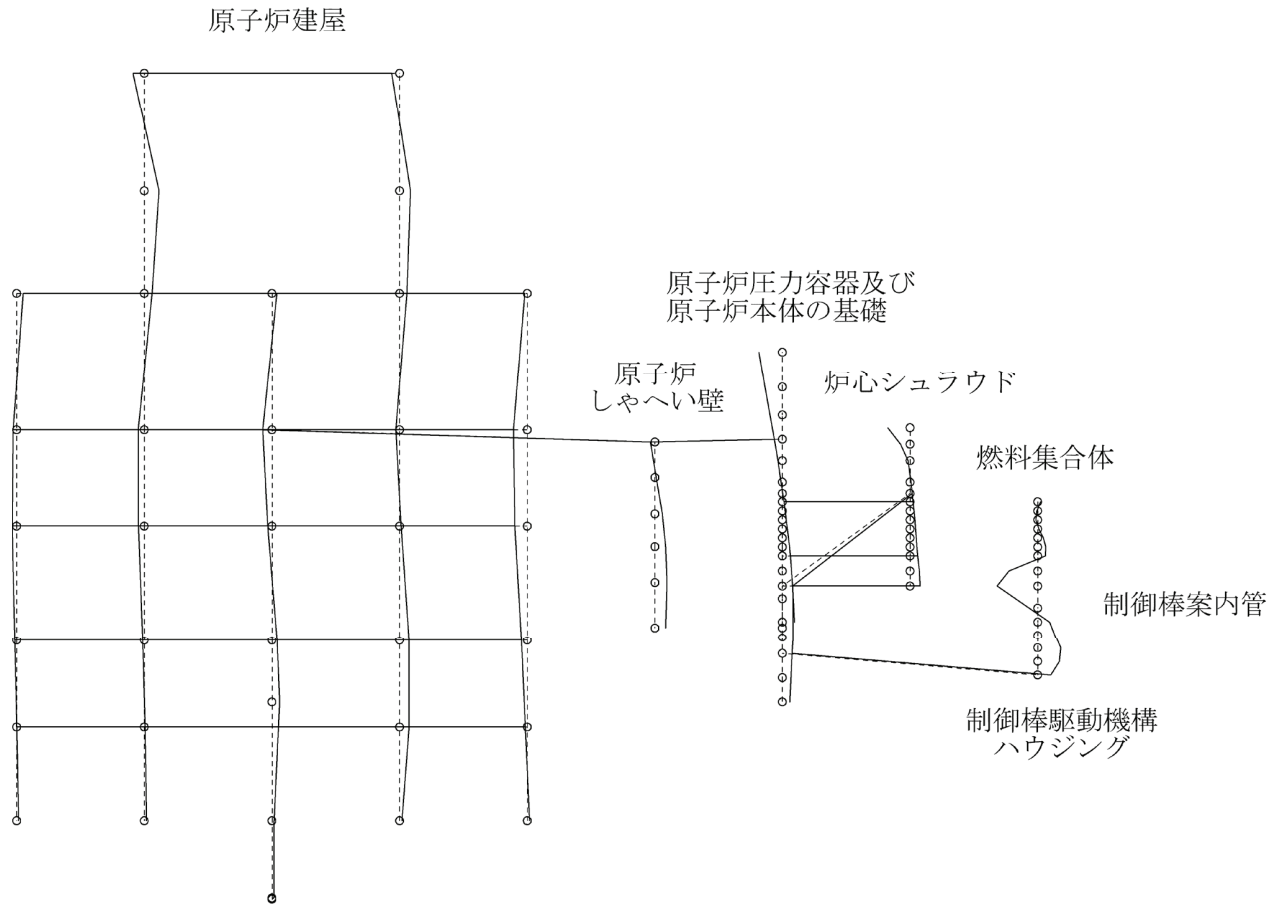


図 4-57 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (16次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.060

刺激係数 : -0.084

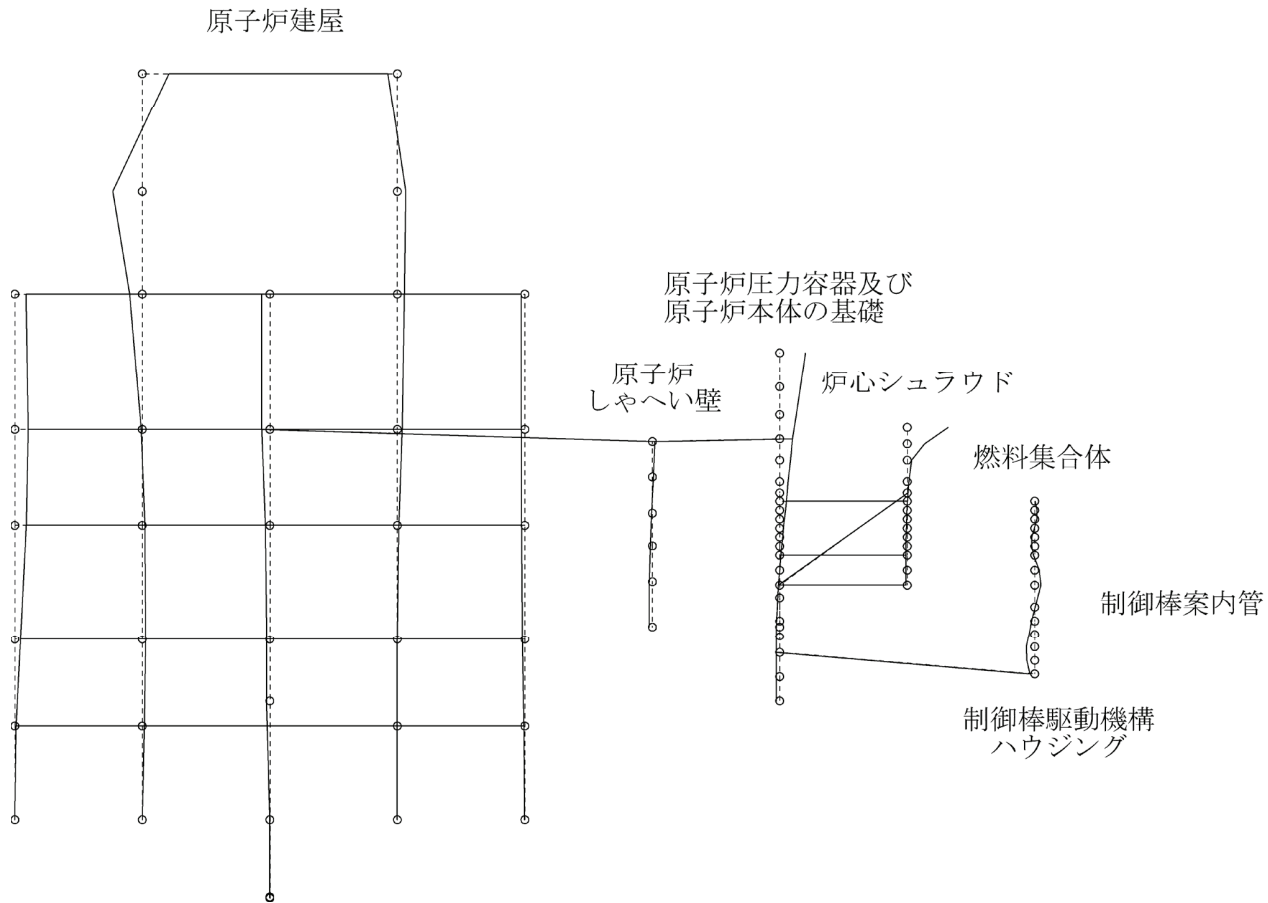


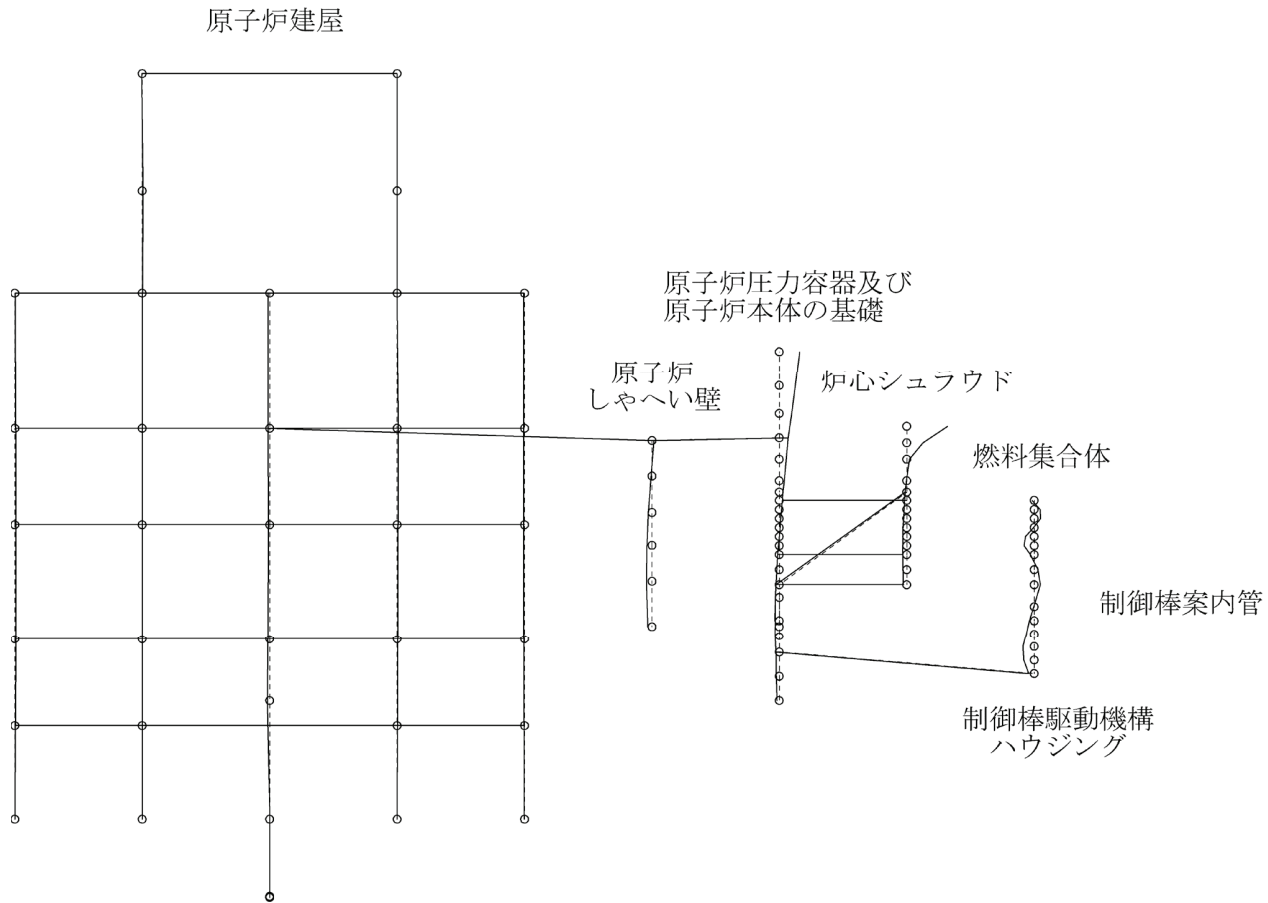
図 4-58 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (17 次) (NS 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.059

刺激係数 : -0.364



120

図 4-59 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (18次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.058

刺激係数 : -0.771

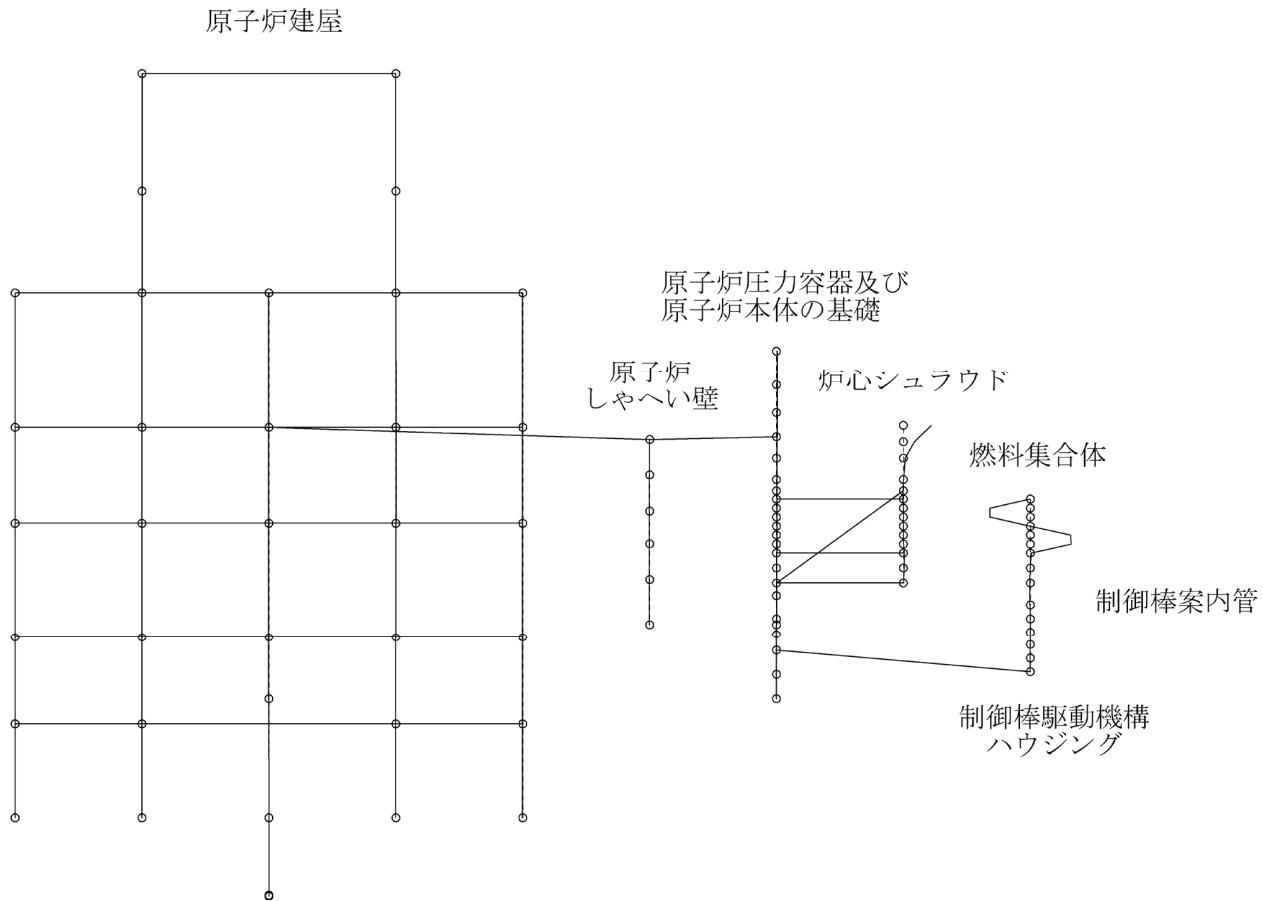


図 4-60 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (19次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.056

刺激係数 : -3.586

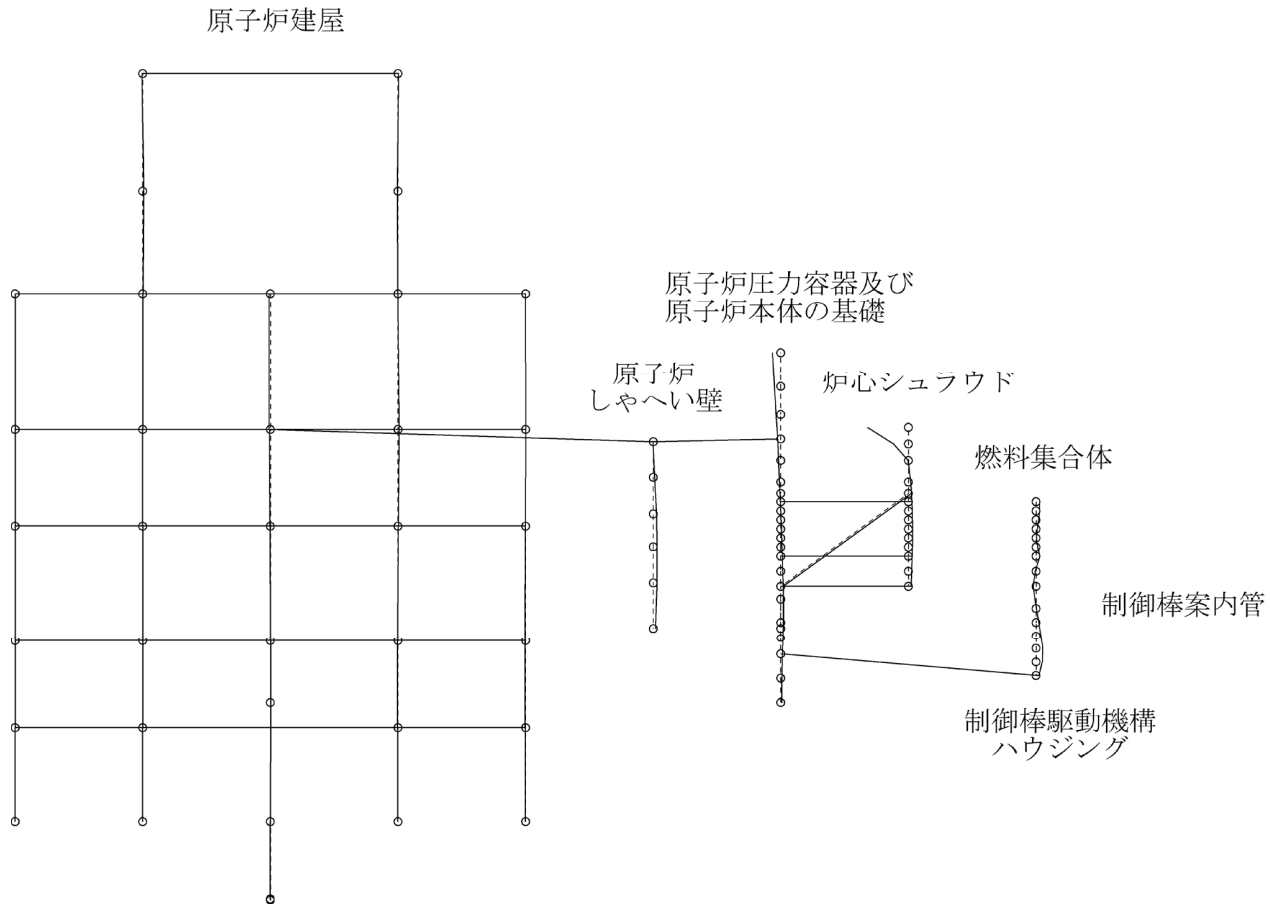


図 4-61 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (20次) (NS方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.053

刺激係数 : -5.222

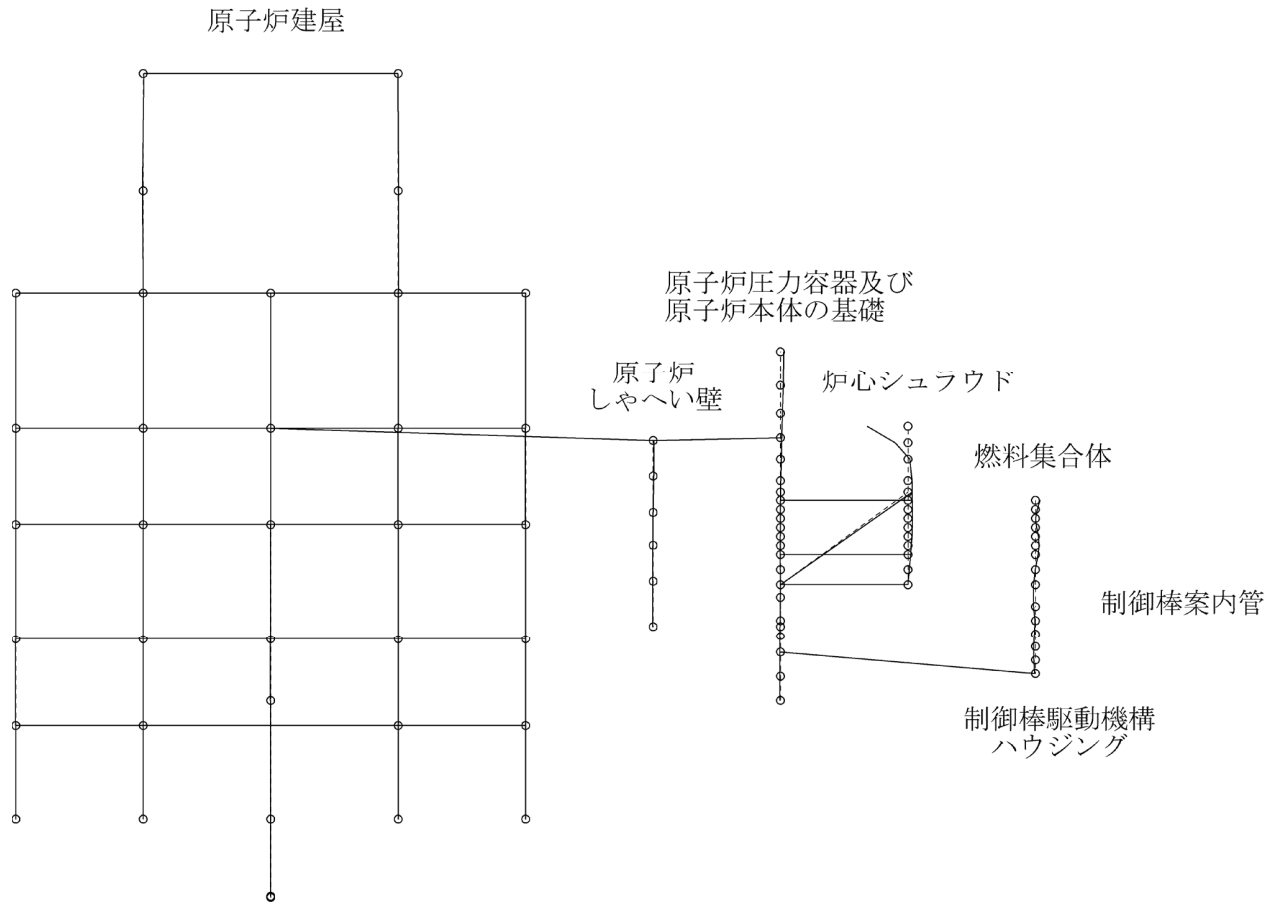


図 4-62 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (21 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.052

刺激係数 : -7.672

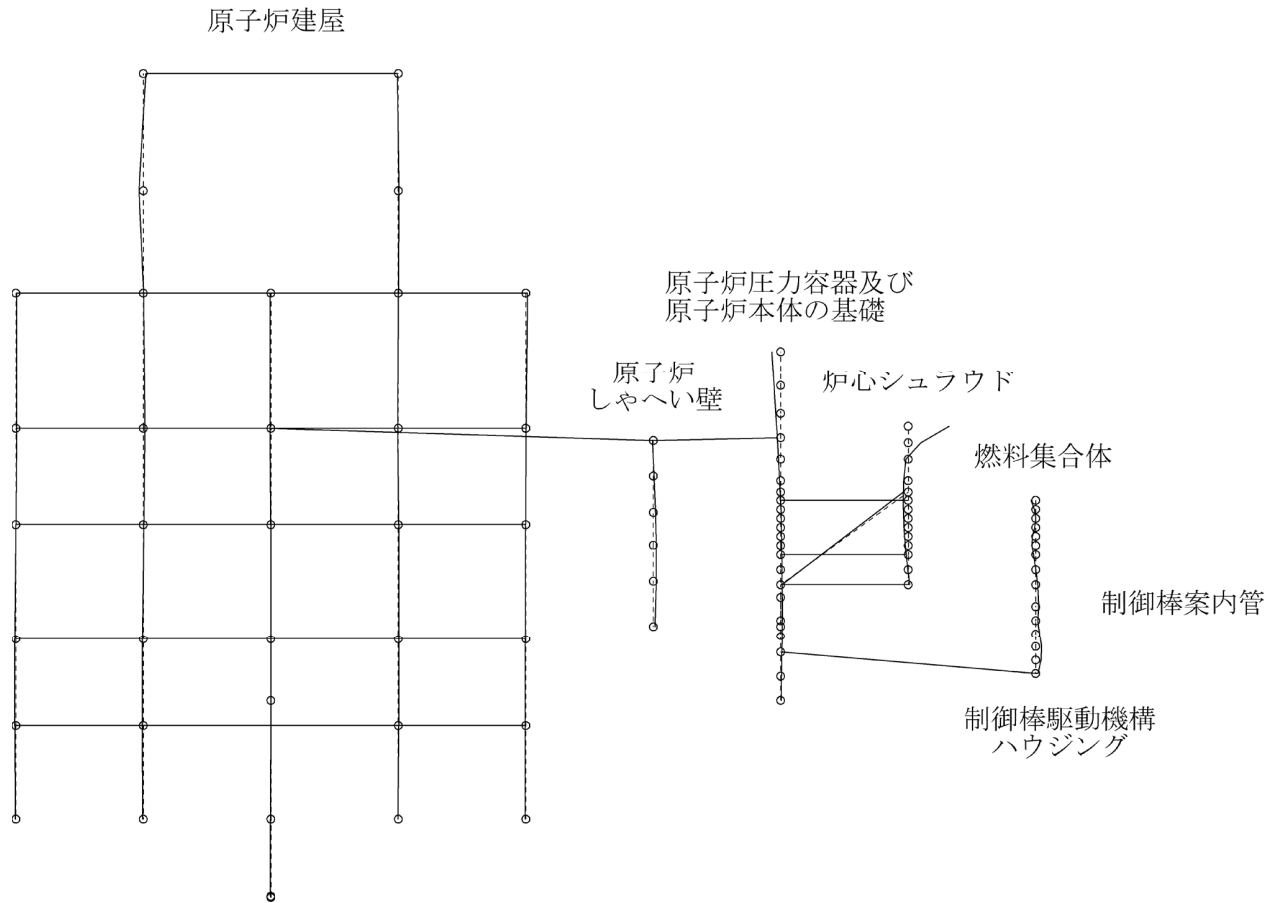


図 4-63 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (22 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.051

刺激係数 : -0.434

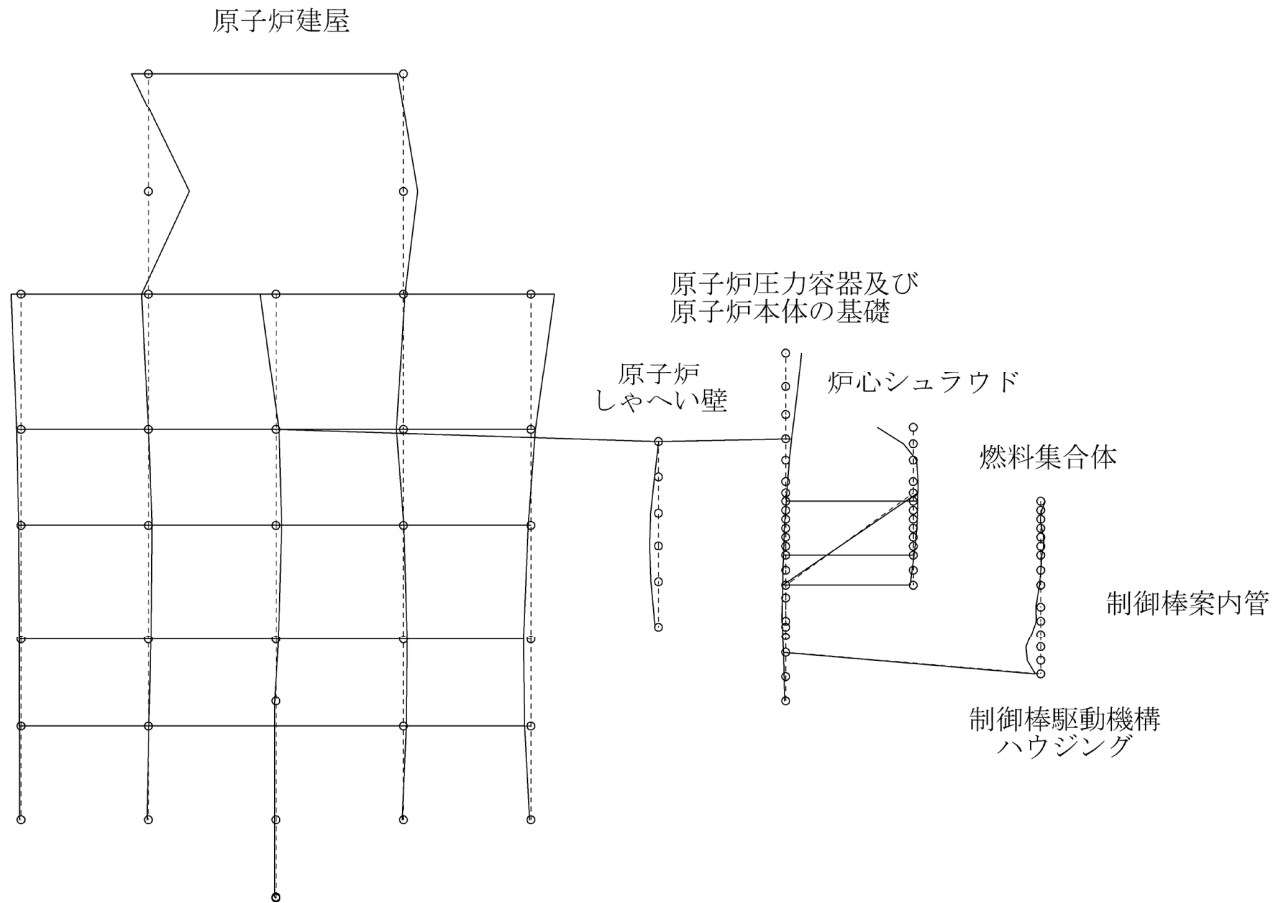


図 4-64 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (23 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.050

刺激係数 : 0.311

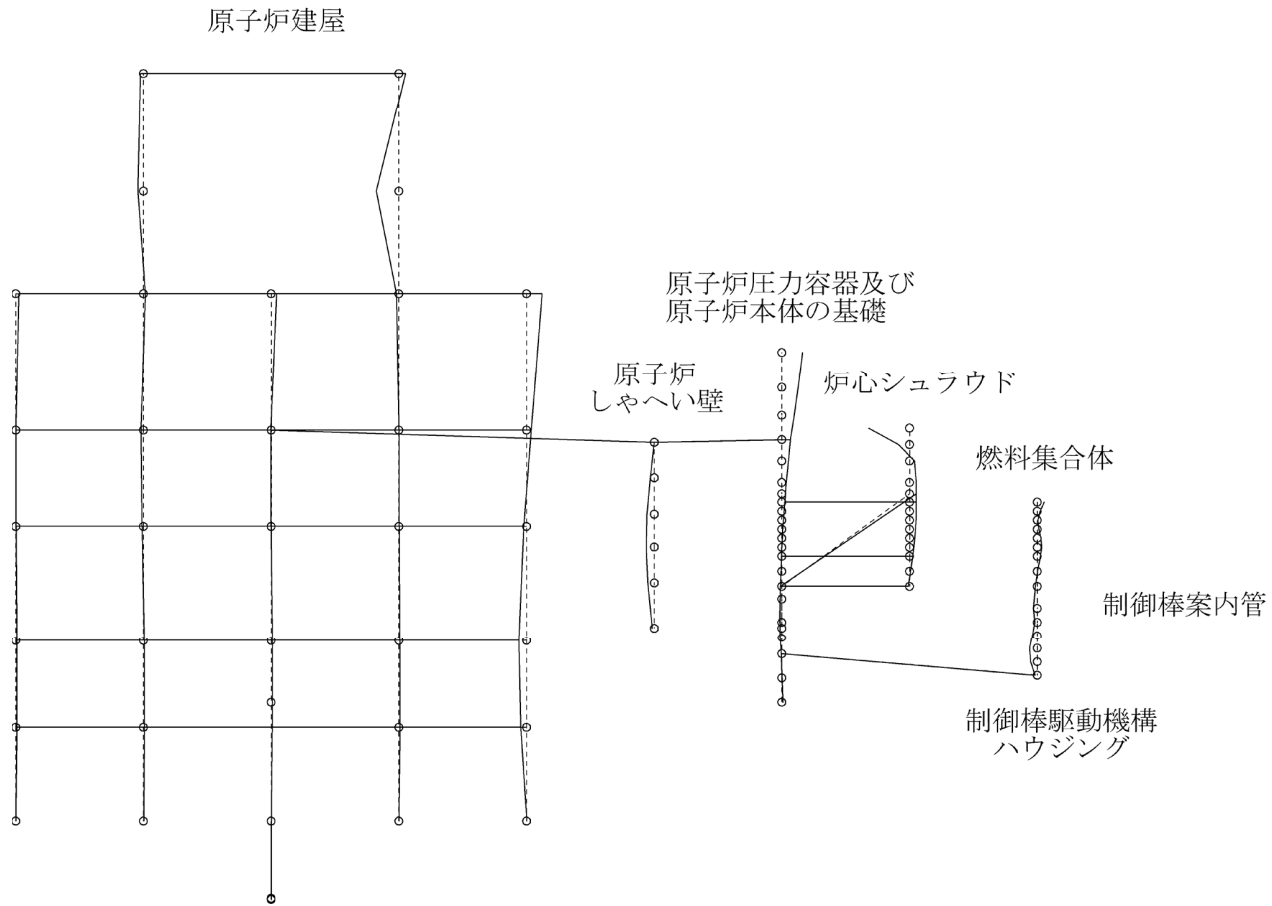


図 4-65 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (24 次) (NS 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.231

刺激係数 : 18.712

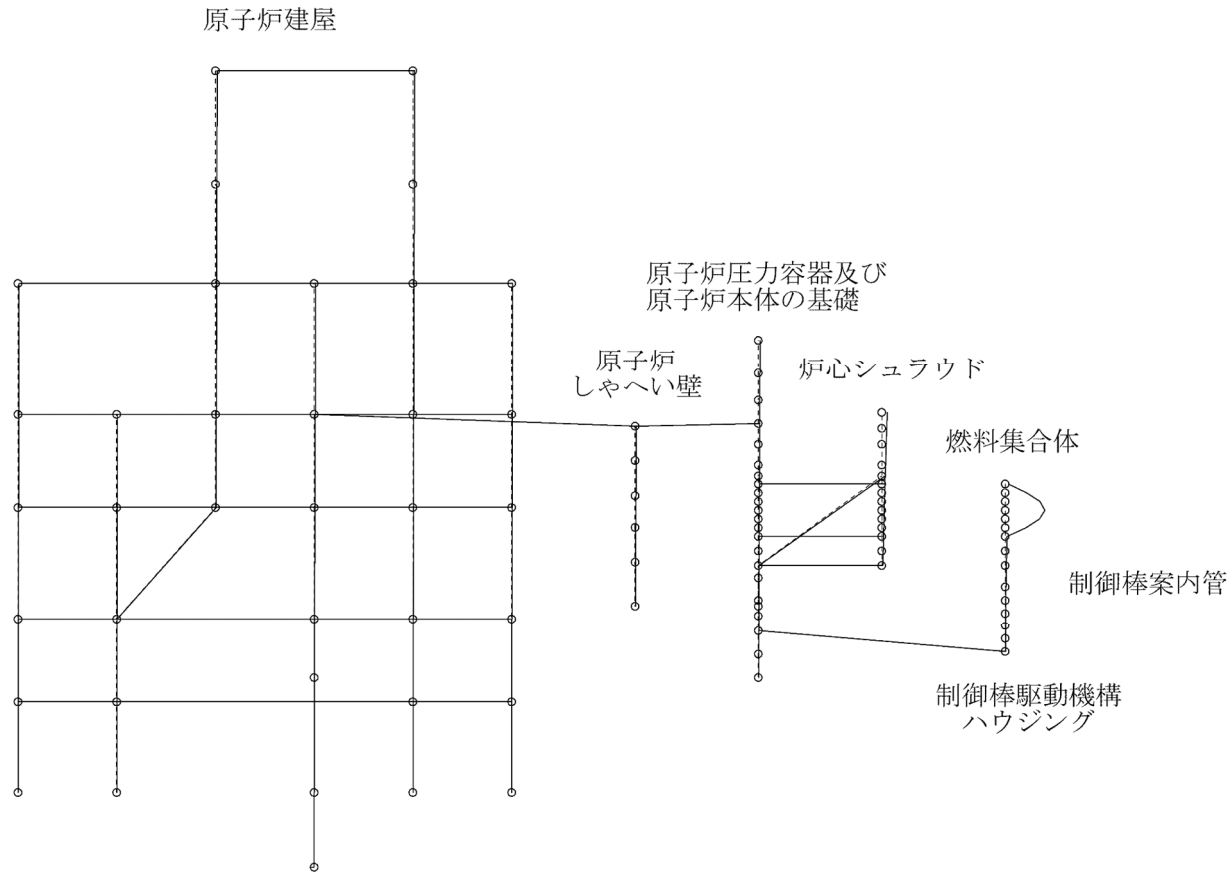


図 4-66 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (EW 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.227

刺激係数 : 17.658

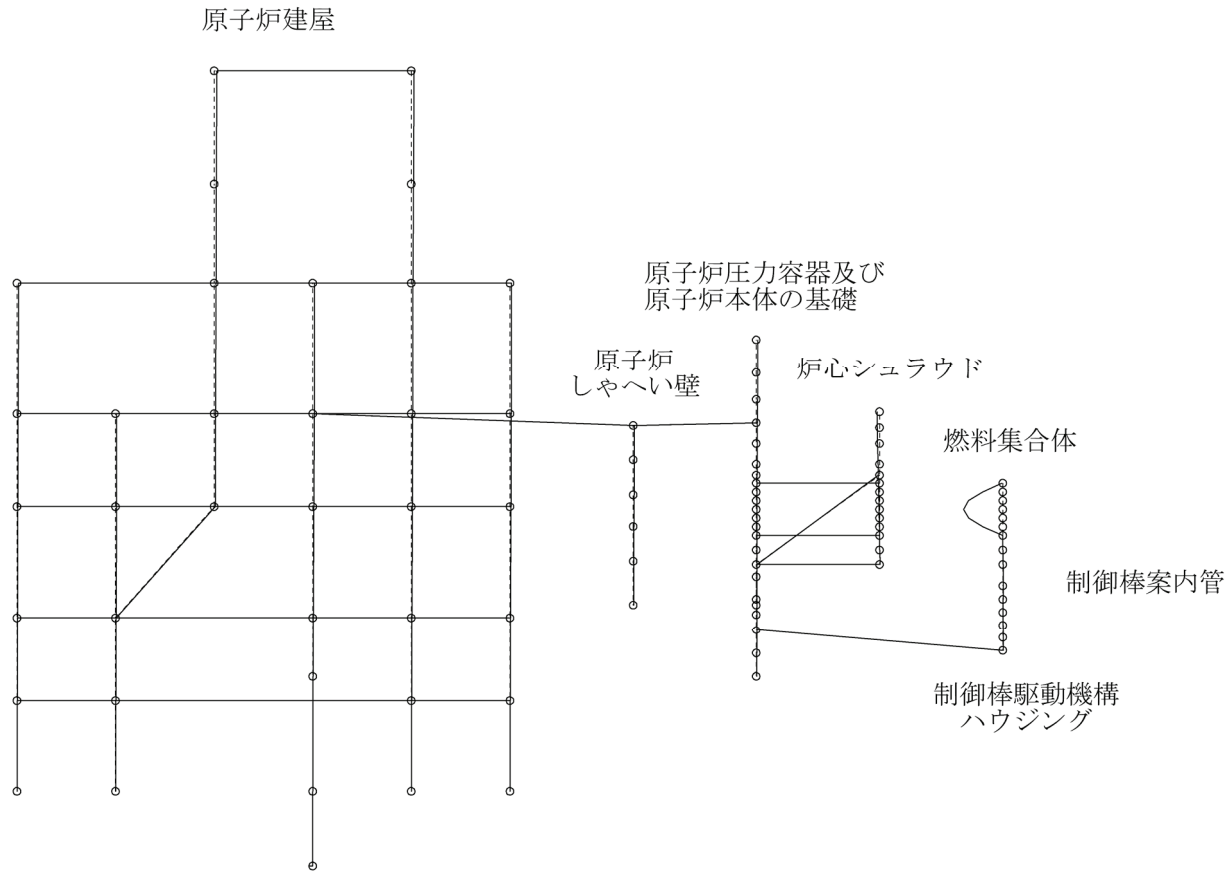


図 4-67 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.125

刺激係数 : 2.617

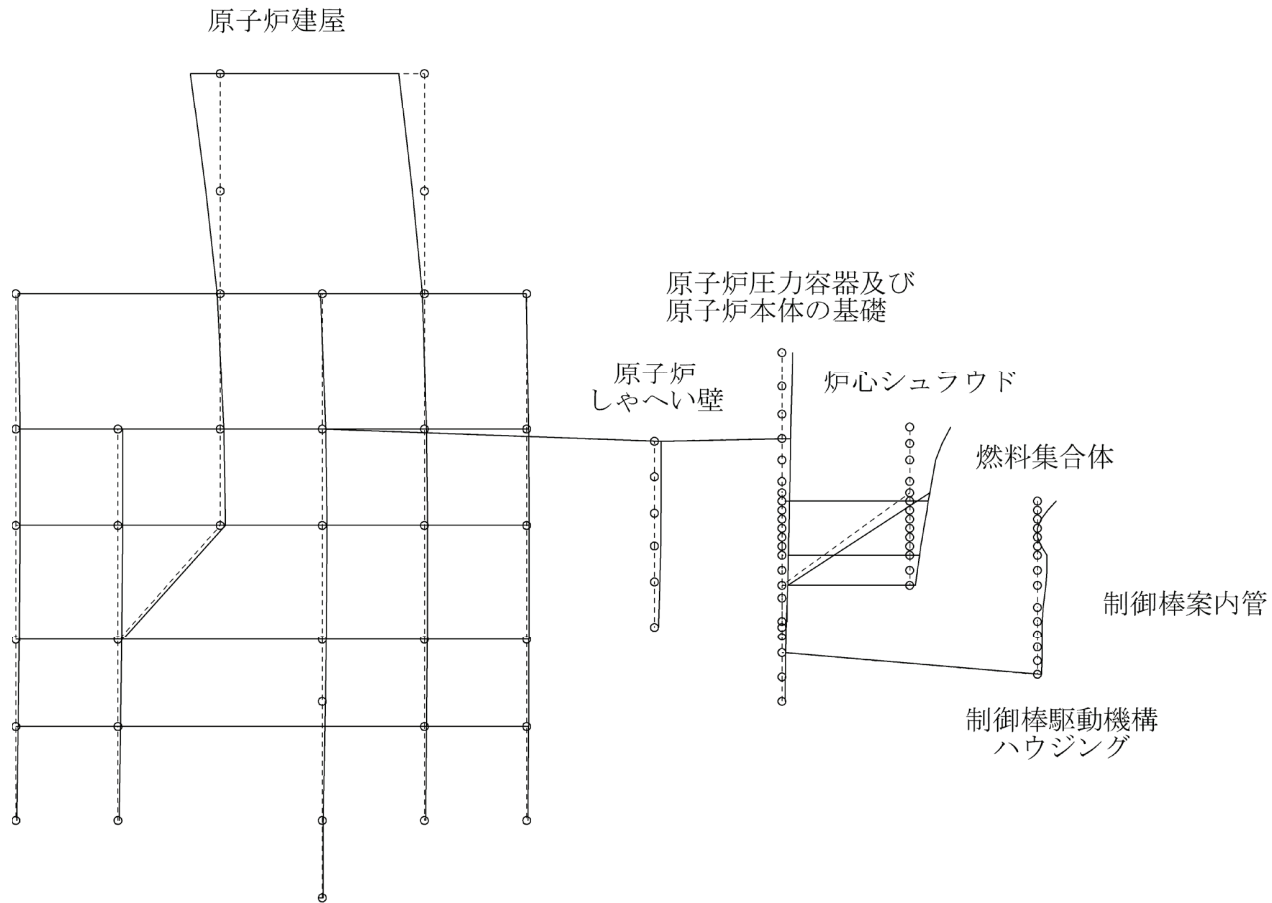


図 4-68 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.117

刺激係数 : 2.888

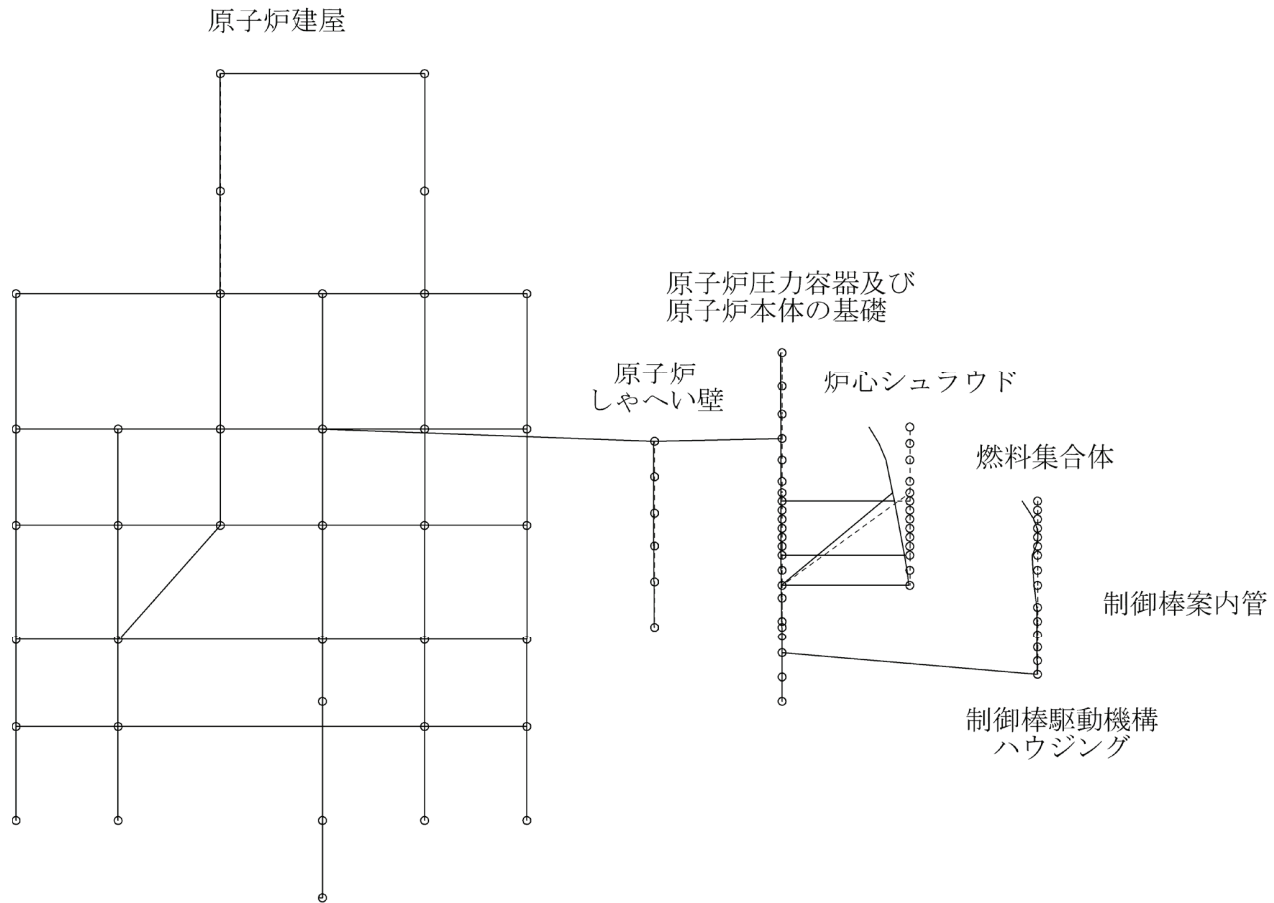


図 4-69 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (4次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.116

刺激係数 : -0.130

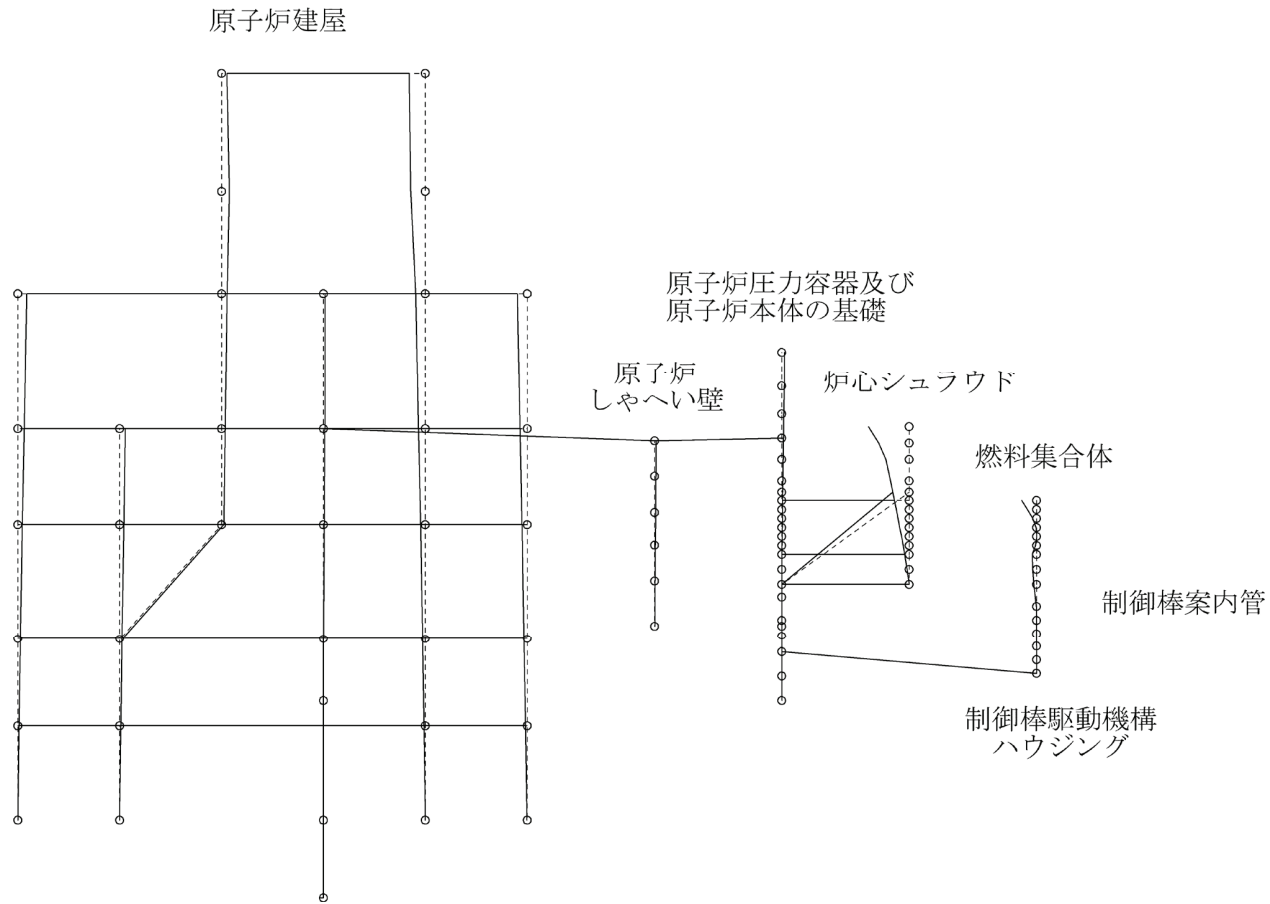


図 4-70 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (5次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.098

刺激係数 : 0.630

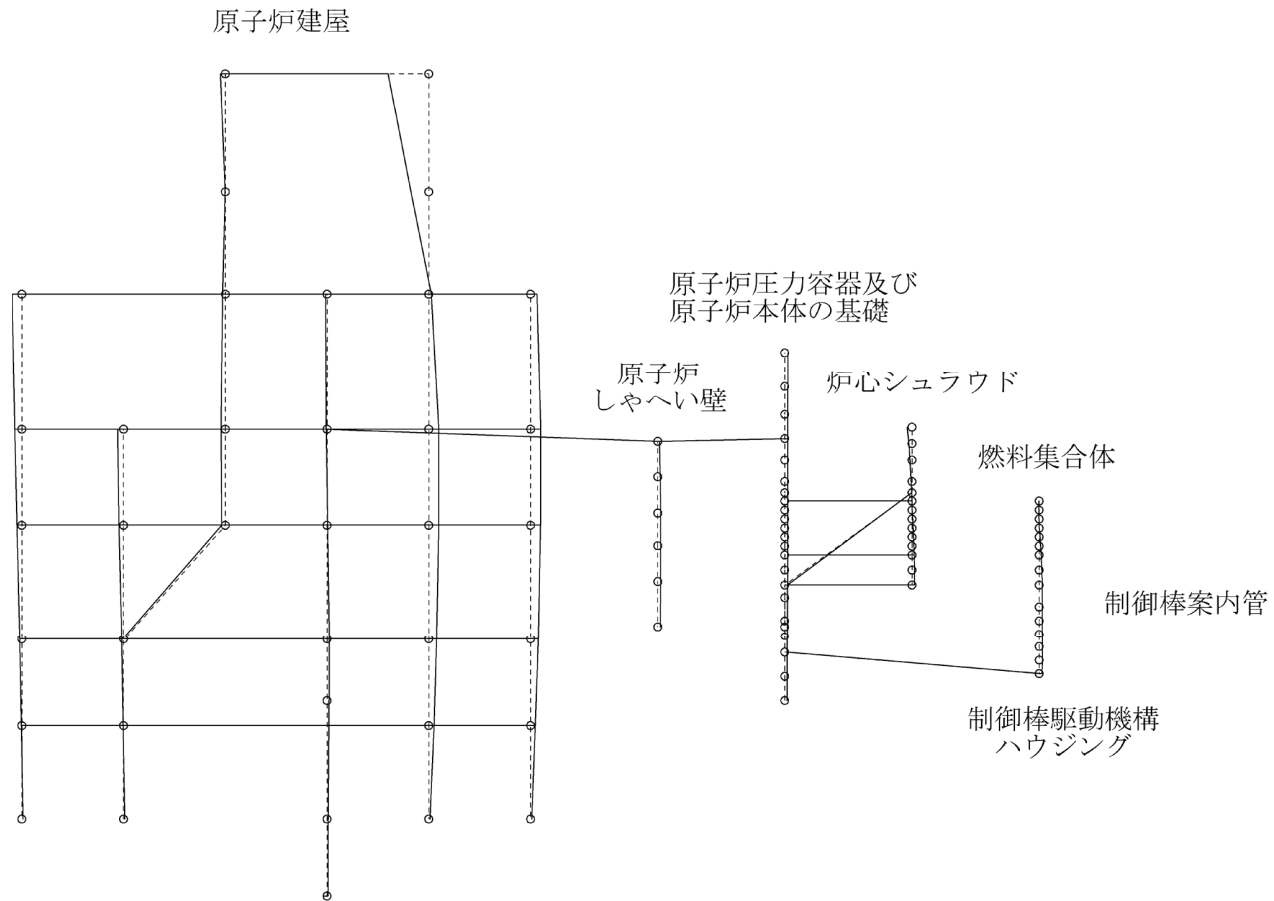


図 4-71 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (6次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.091

刺激係数 : -0.820

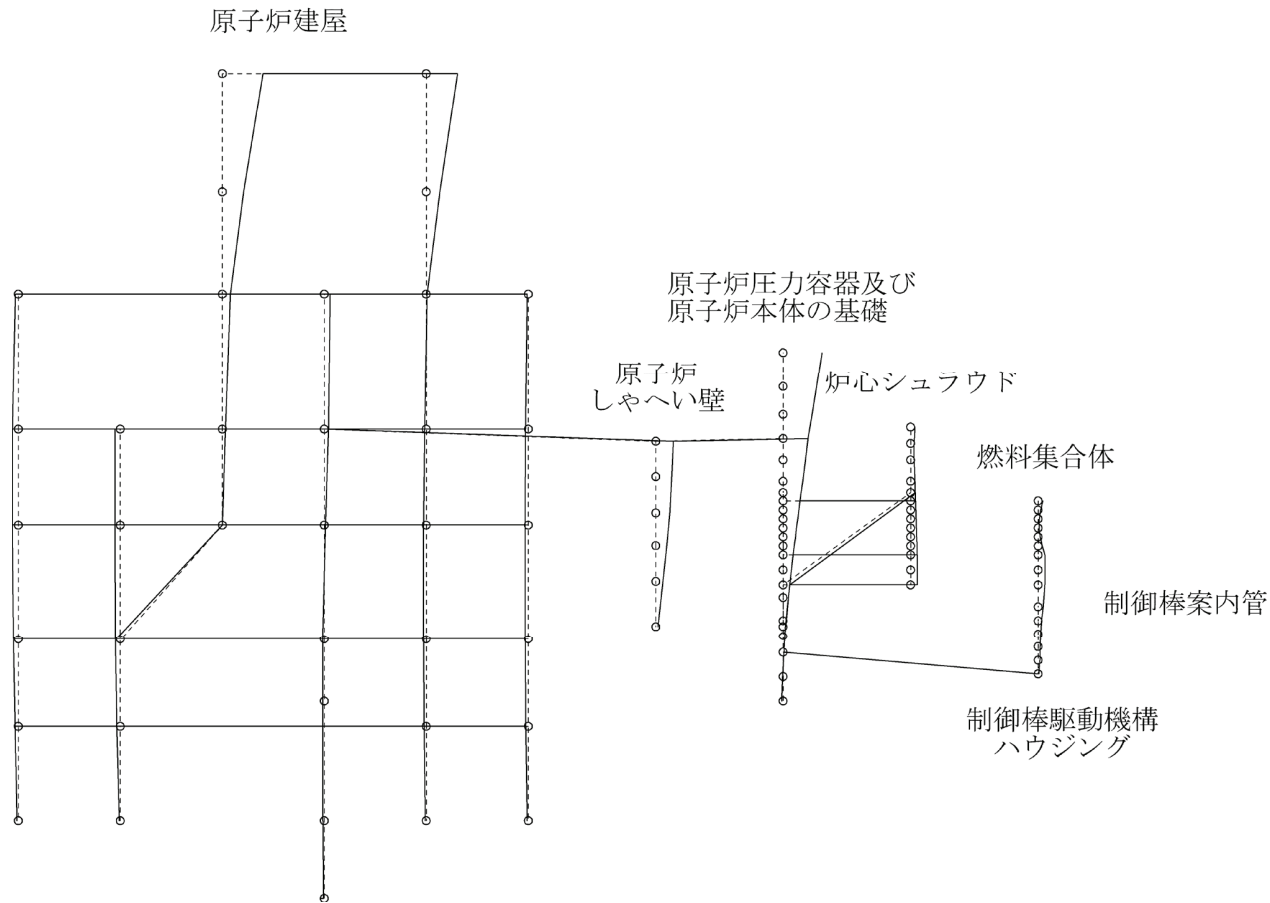


図 4-72 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (7次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.090

刺激係数 : -1.751

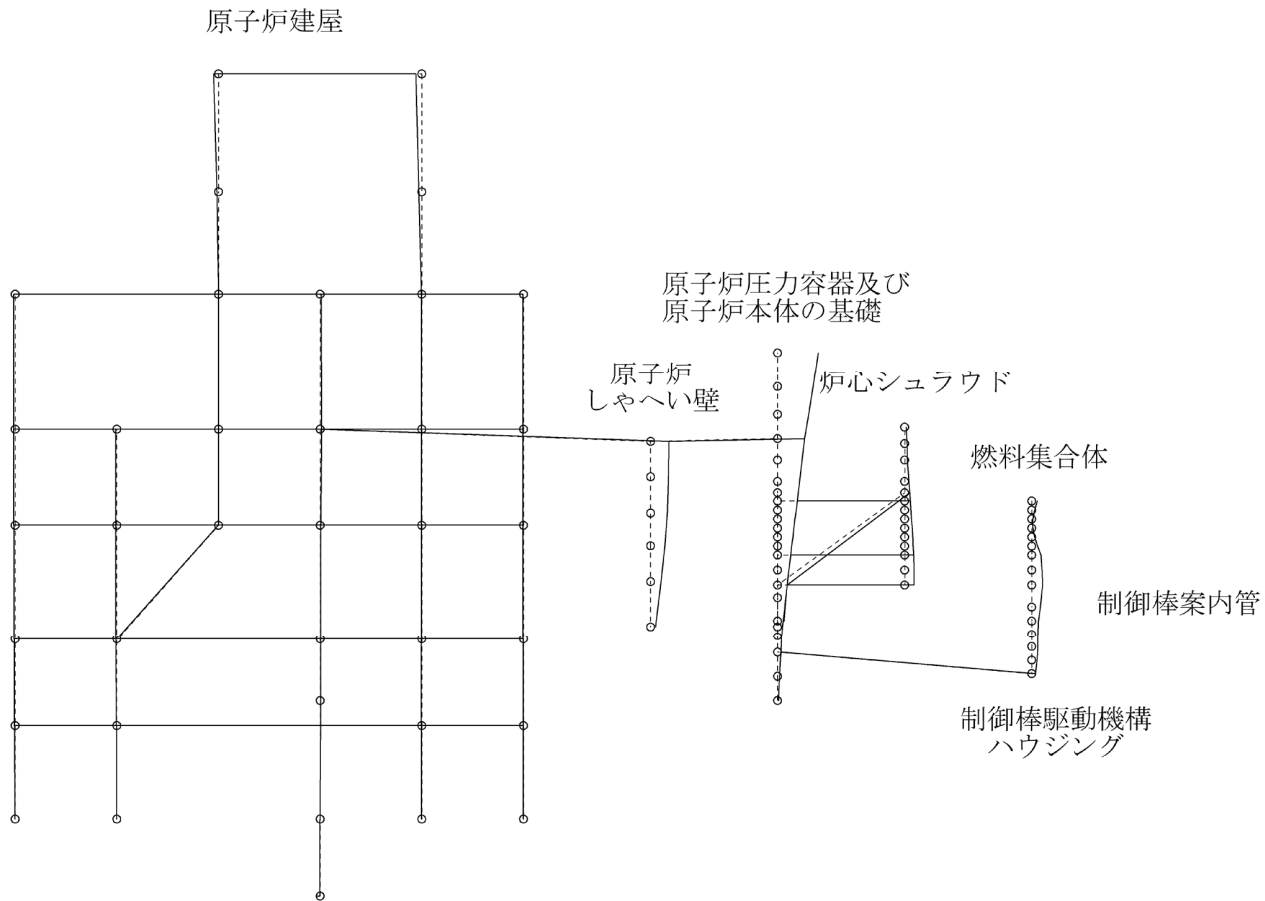


図 4-73 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (8次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.086

刺激係数 : 2.243

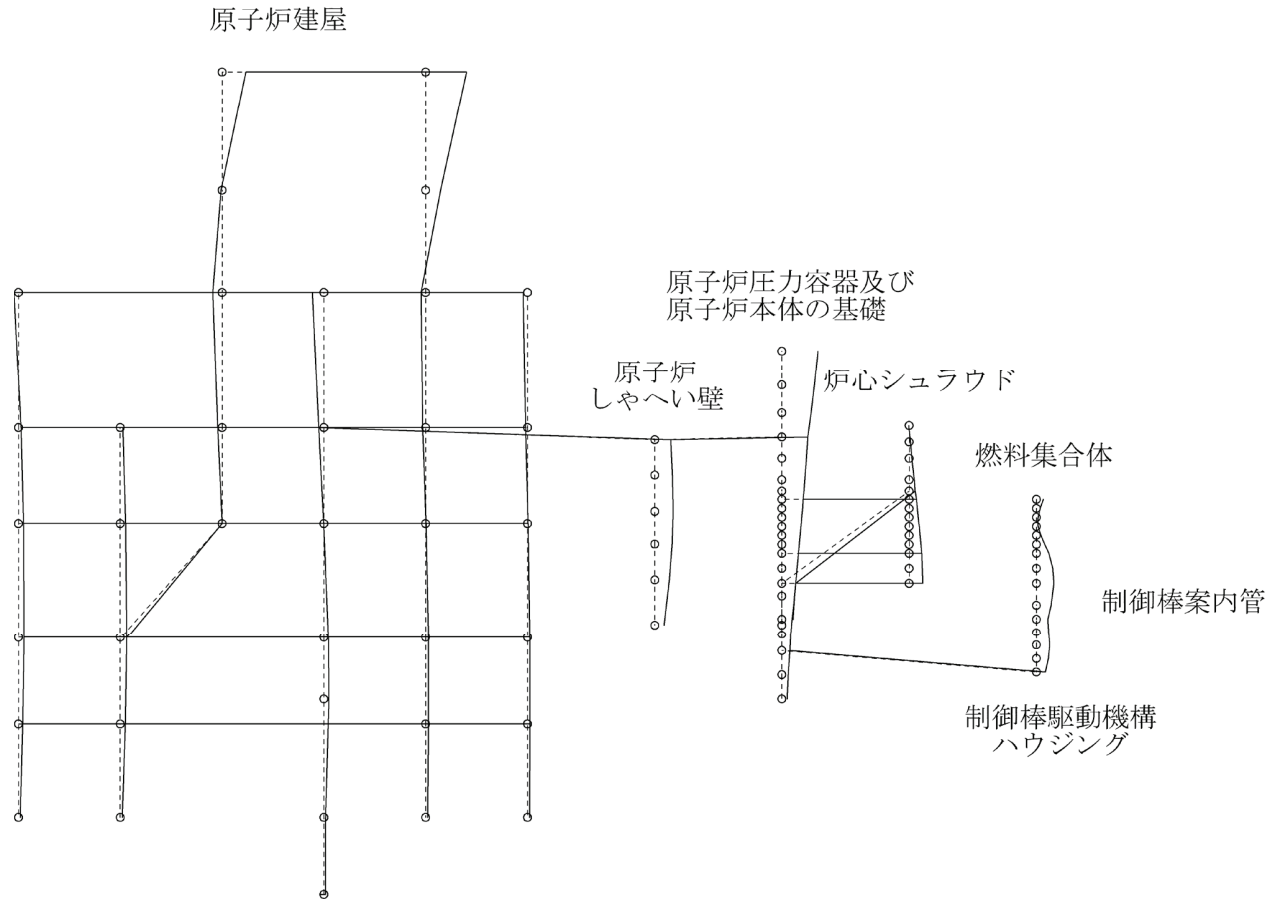


図 4-74 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (9次) (EW 方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.077

刺激係数 : 1.120

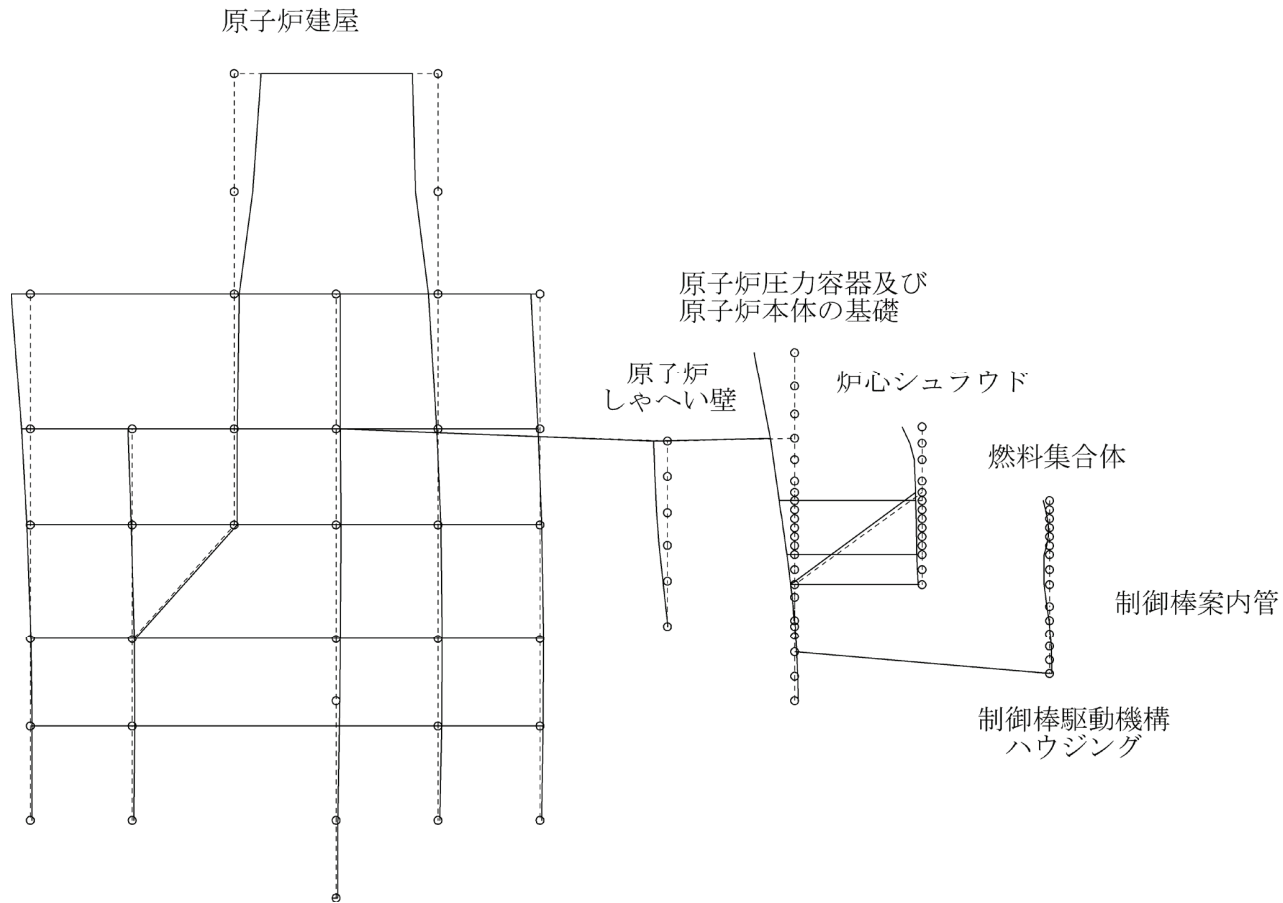


図 4-75 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (10次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.074

刺激係数 : -0.379

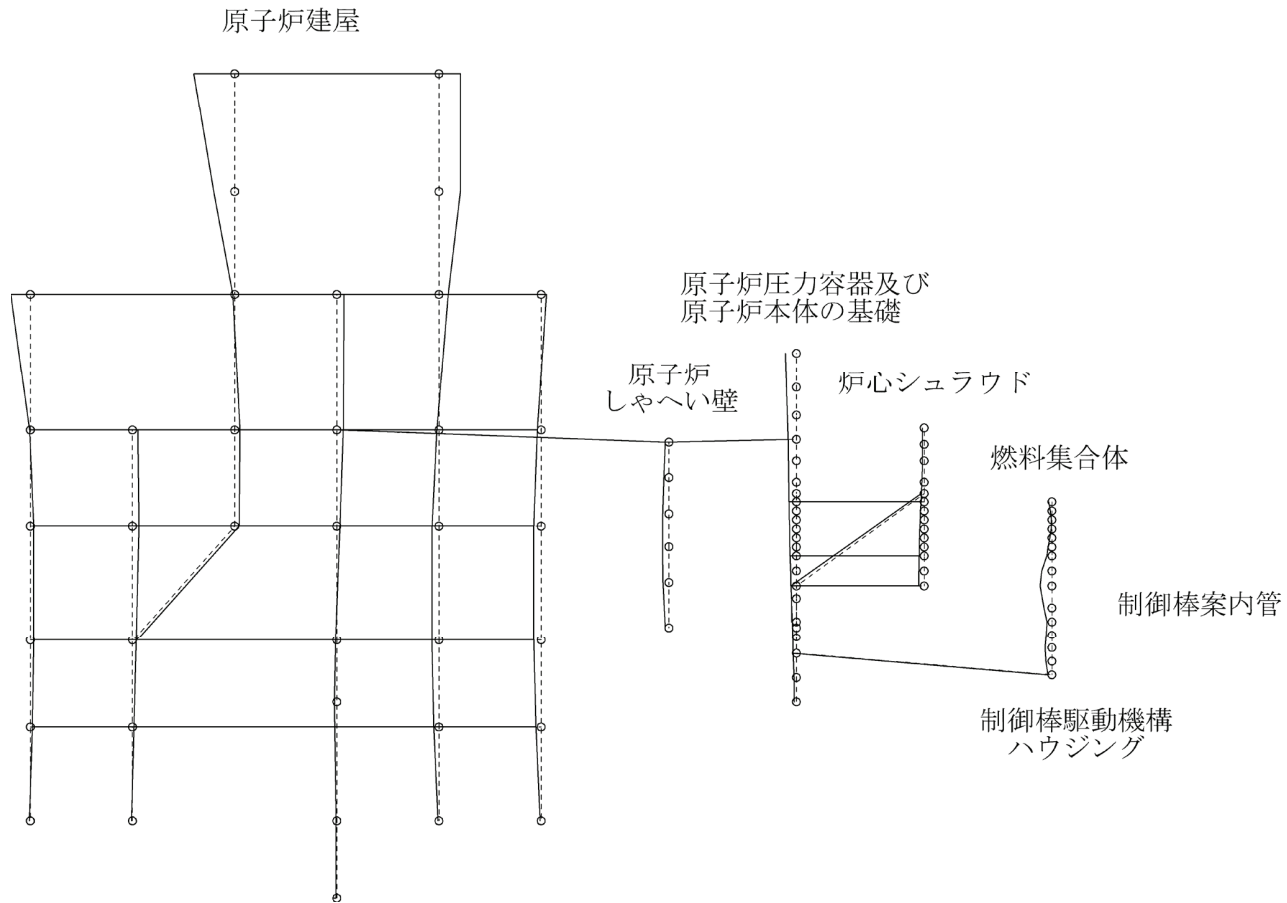


図 4-76 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (11 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.070

刺激係数 : 0.238

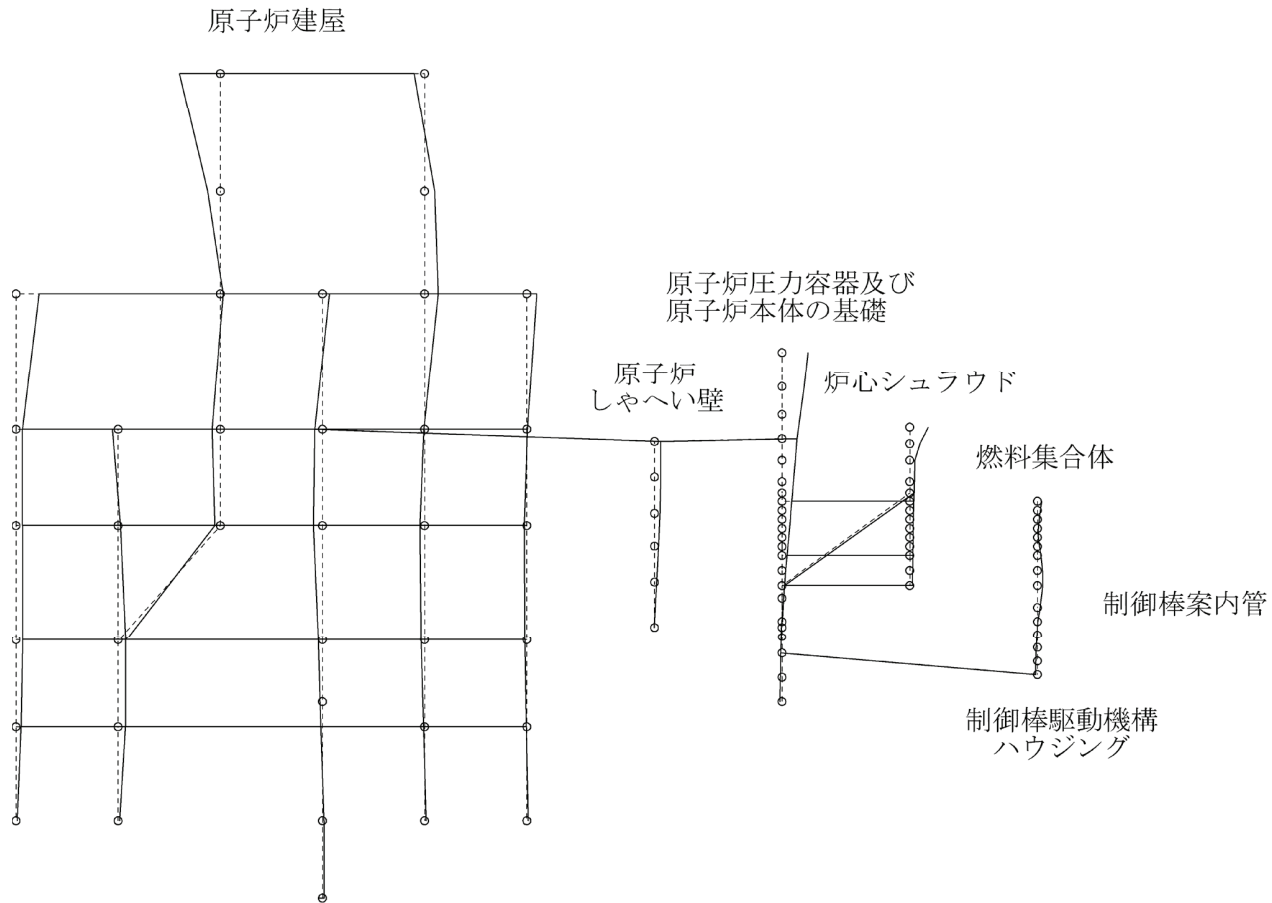


図 4-77 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (12次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.067

刺激係数 : 0.505

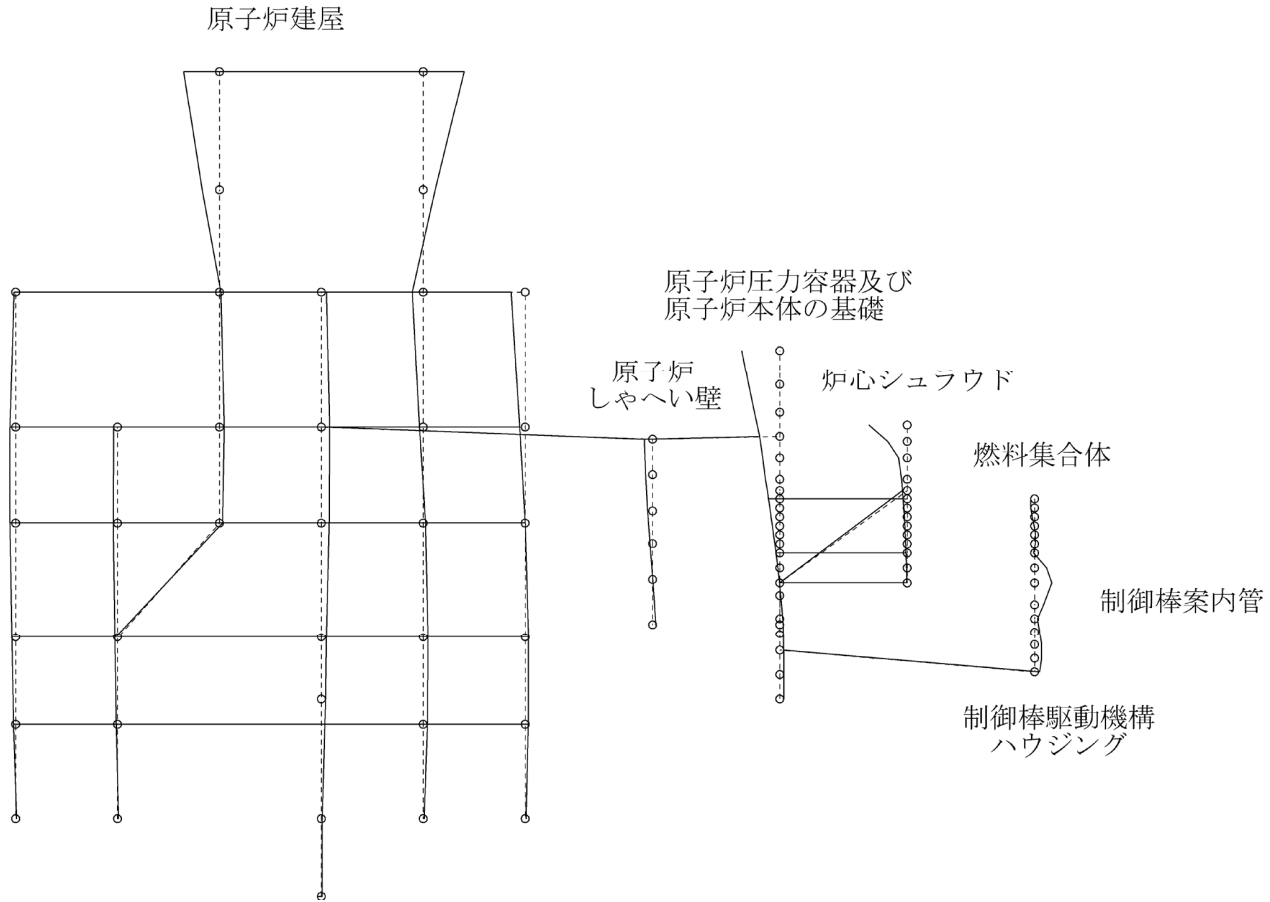


図 4-78 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (13 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.066

刺激係数 : -0.366

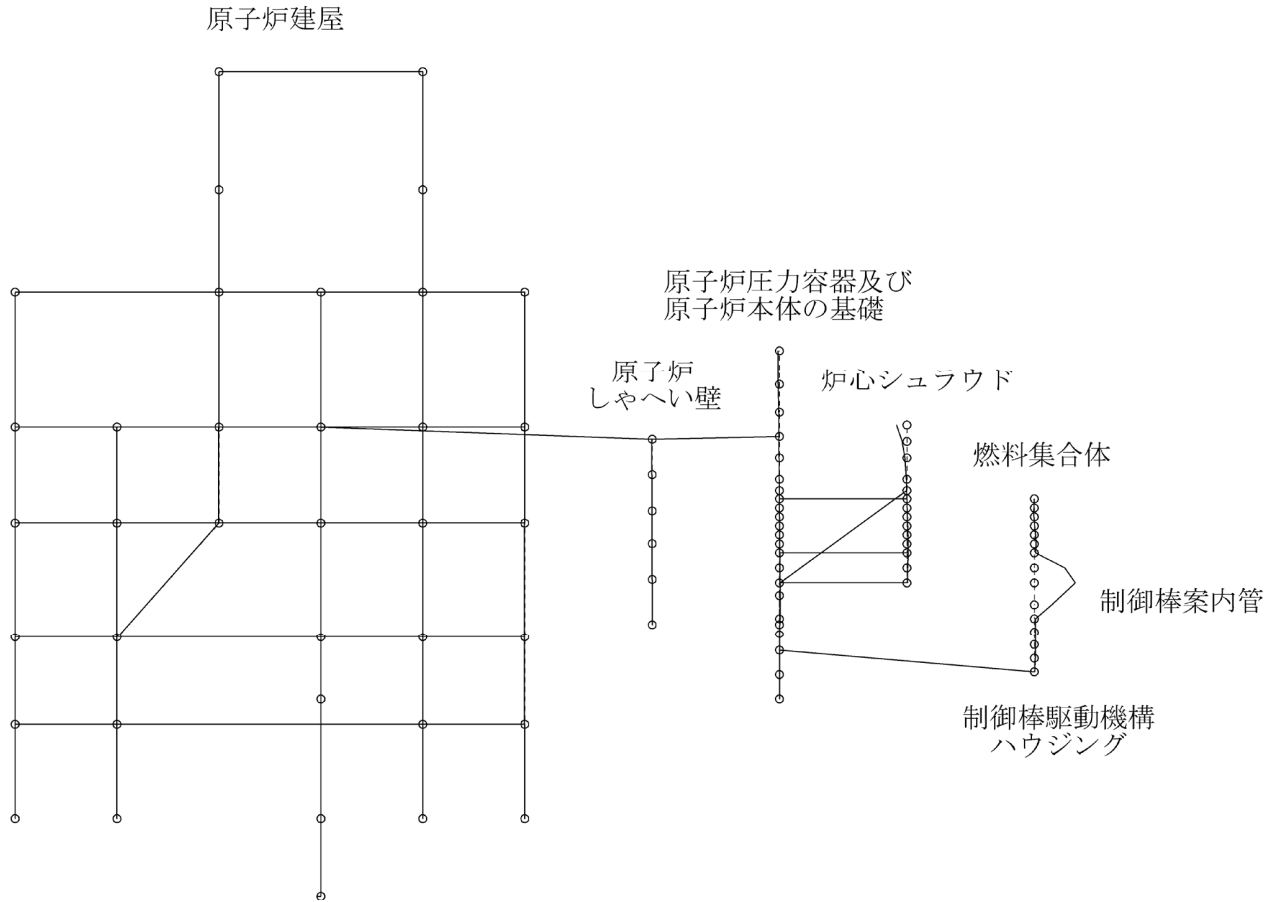


図 4-79 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (14 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.064

刺激係数 : -0.599

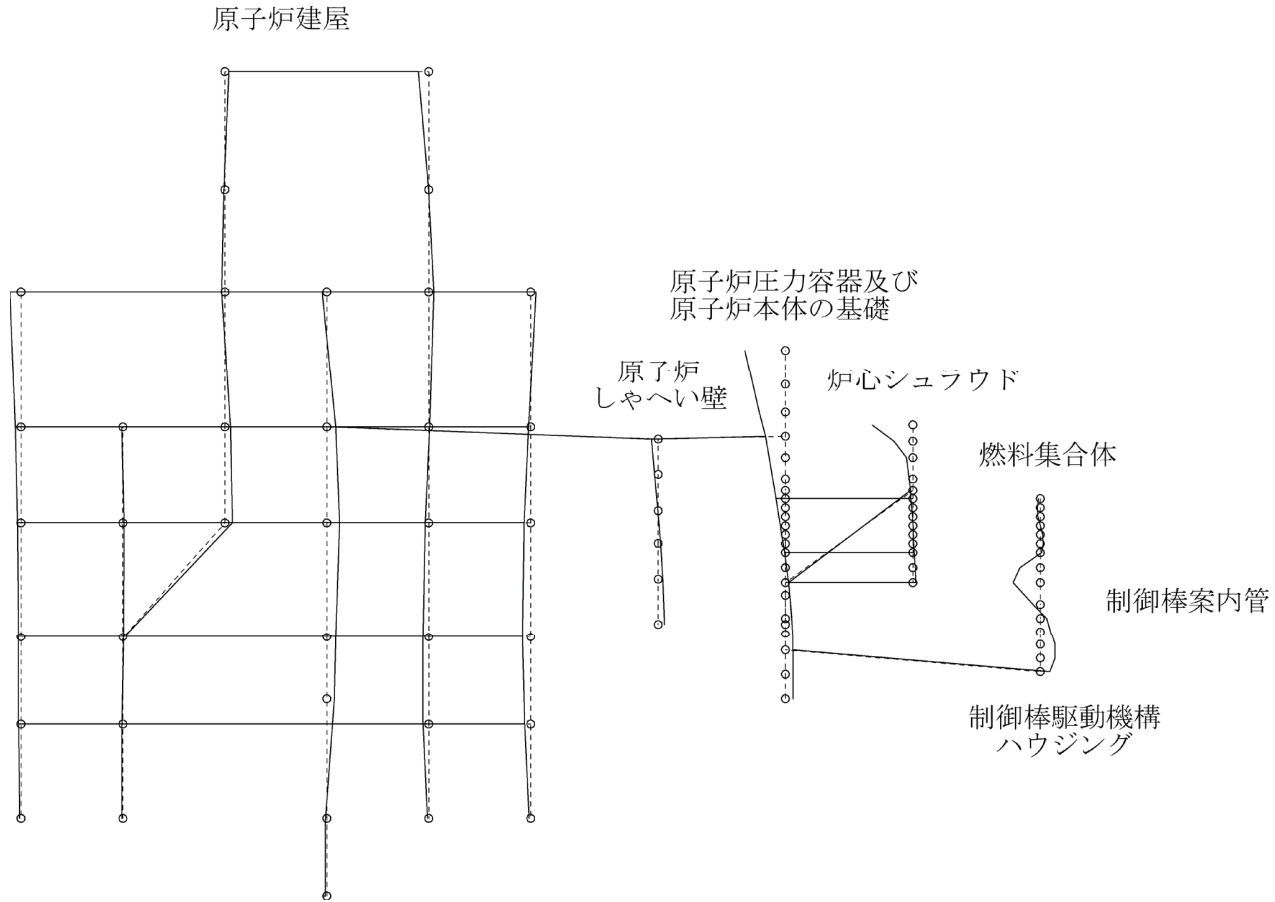


図 4-80 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (15次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.062

刺激係数 : -0.271

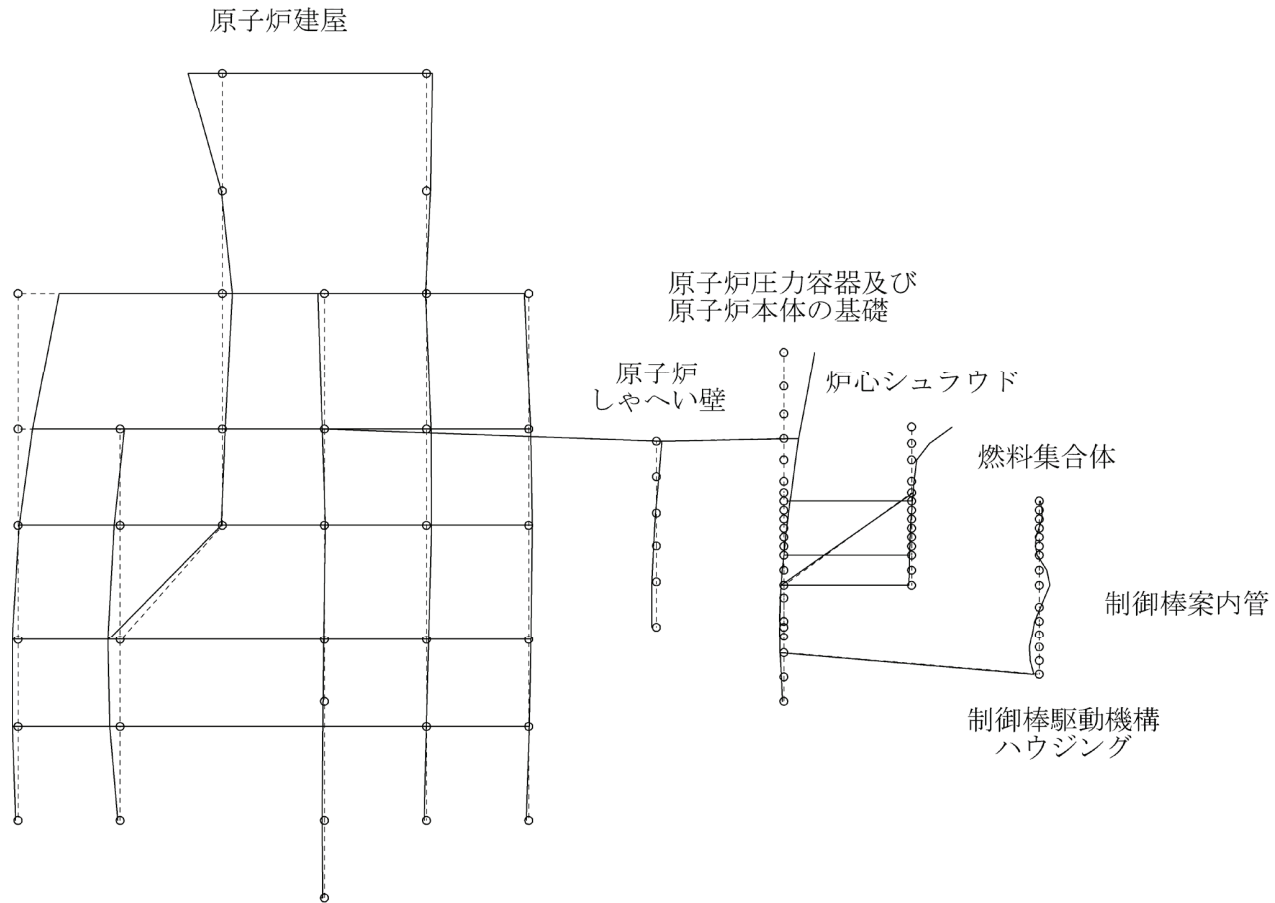


図 4-81 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (16次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.060

刺激係数 : 2.781

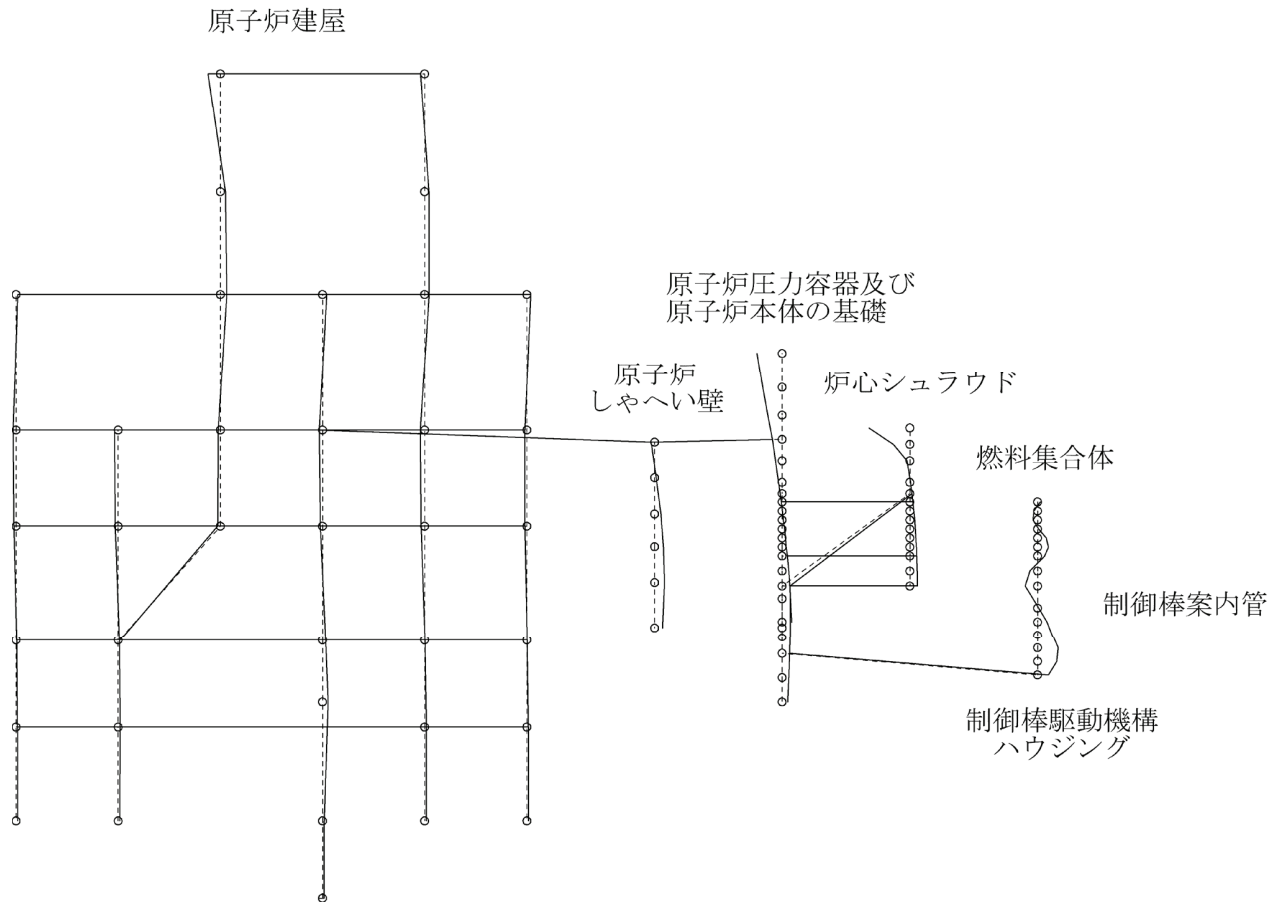


図 4-82 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (17次) (EW方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.059

刺激係数 : 0.114

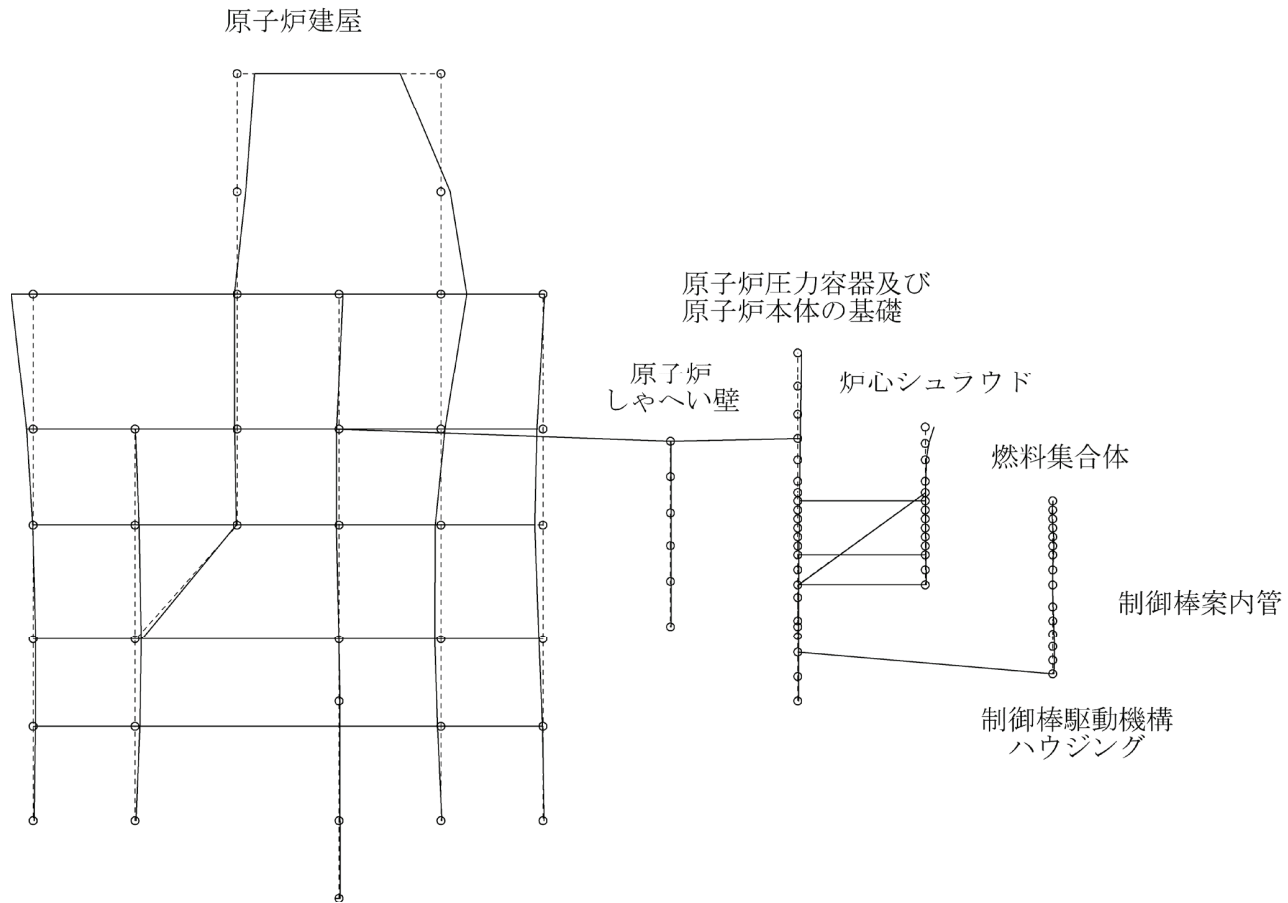


図 4-83 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (18次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.058

刺激係数 : -1.209

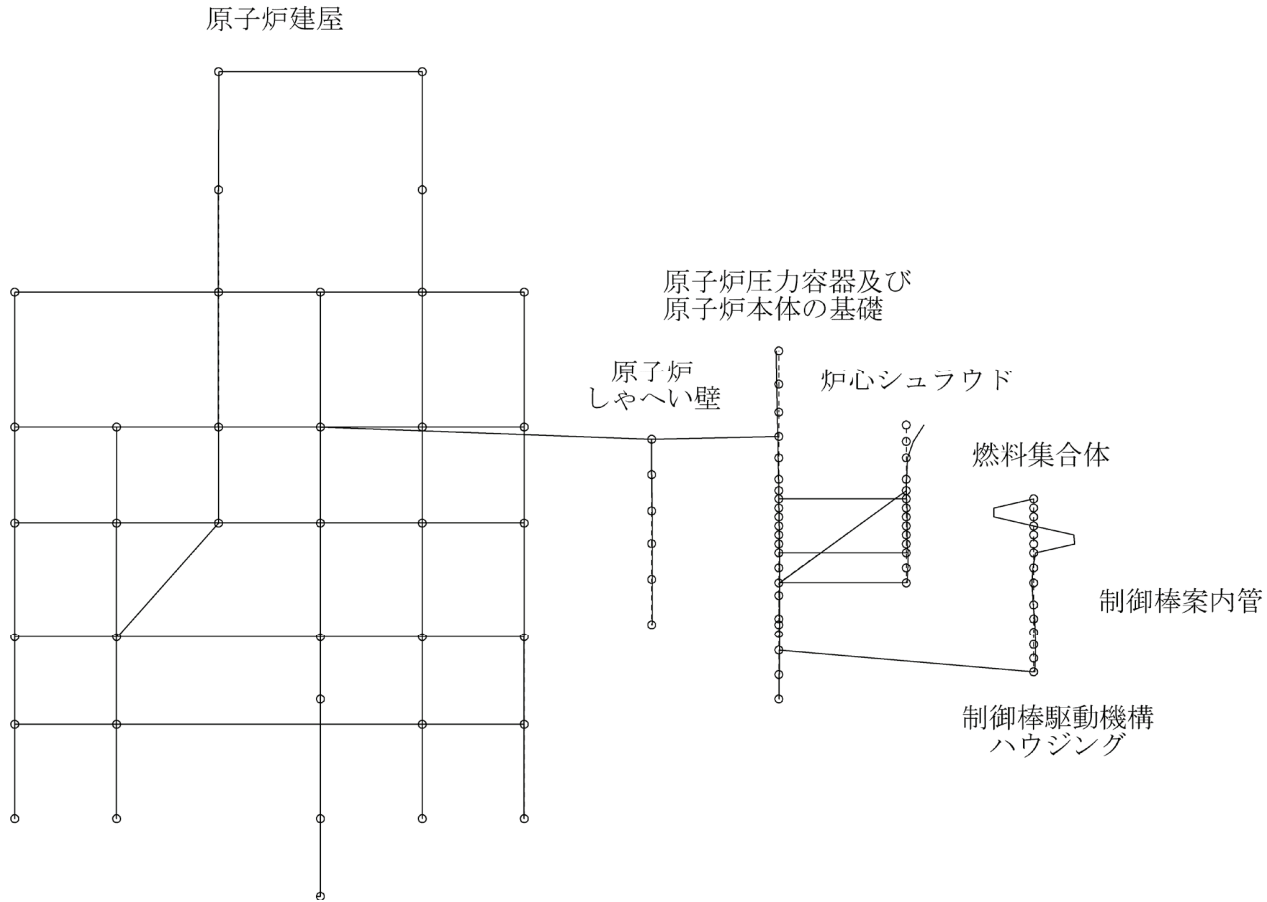


図 4-84 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (19次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.056

刺激係数 : -3.214

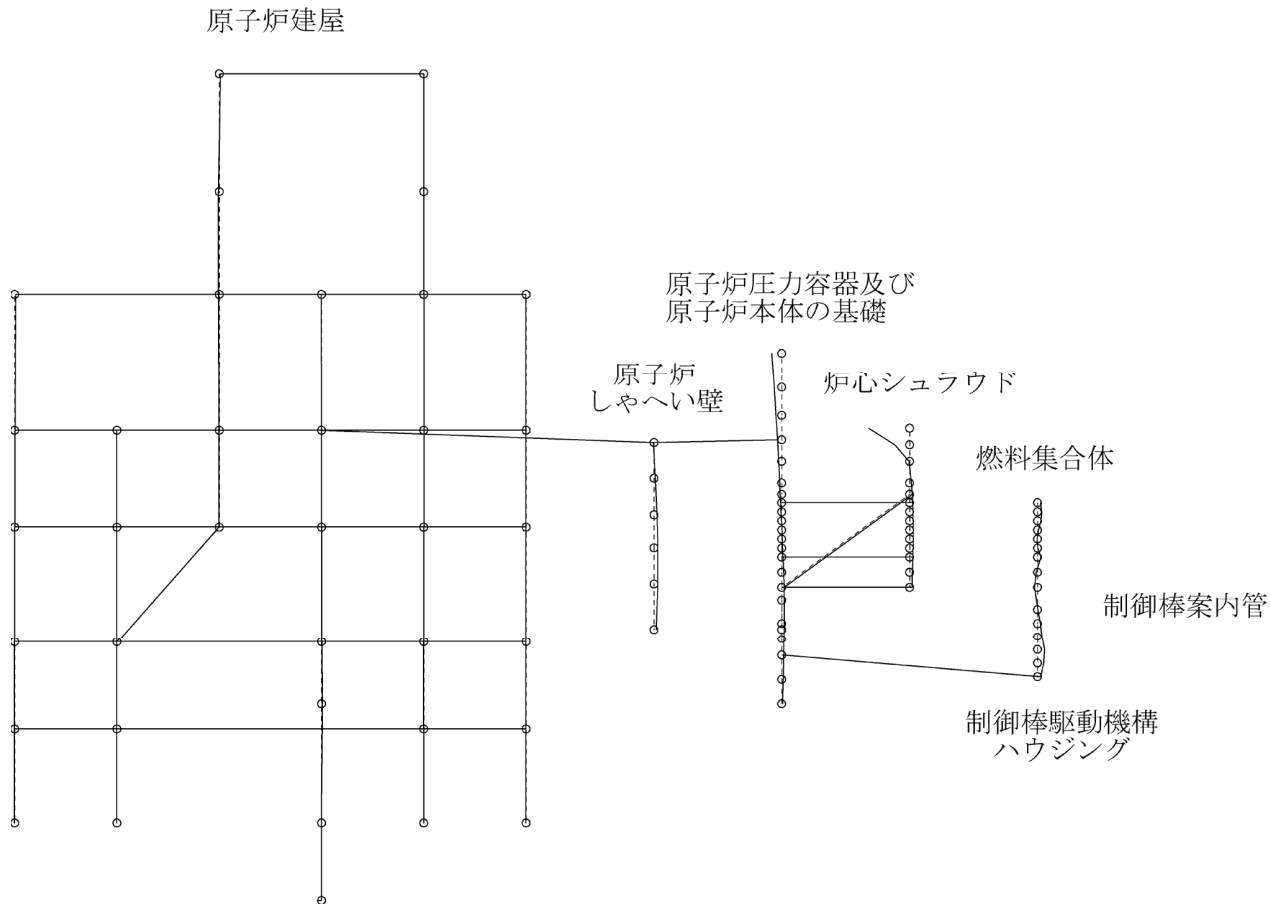


図 4-85 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (20次) (EW方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.055

刺激係数 : 1.326

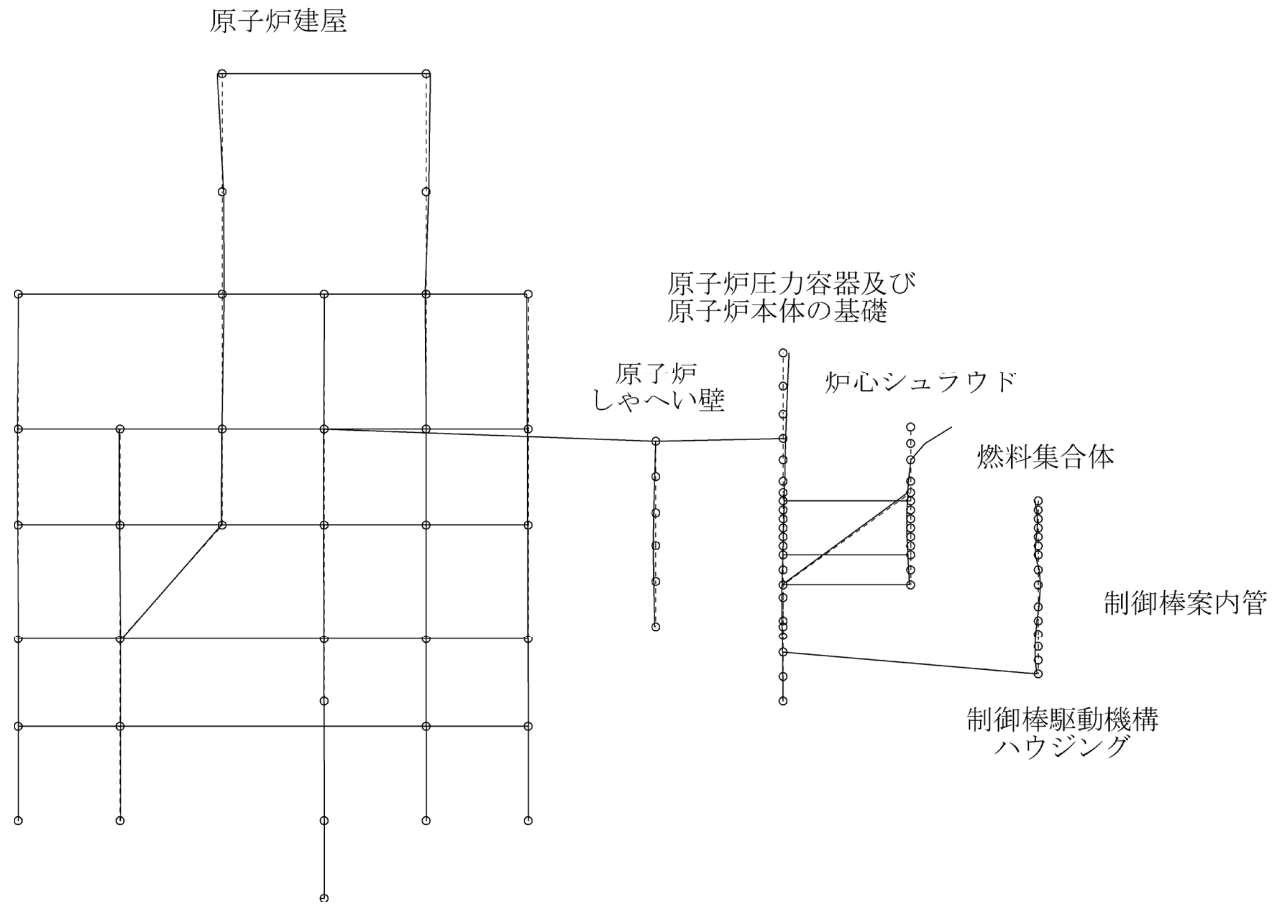


図 4-86 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (21 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.053

刺激係数 : -5.150

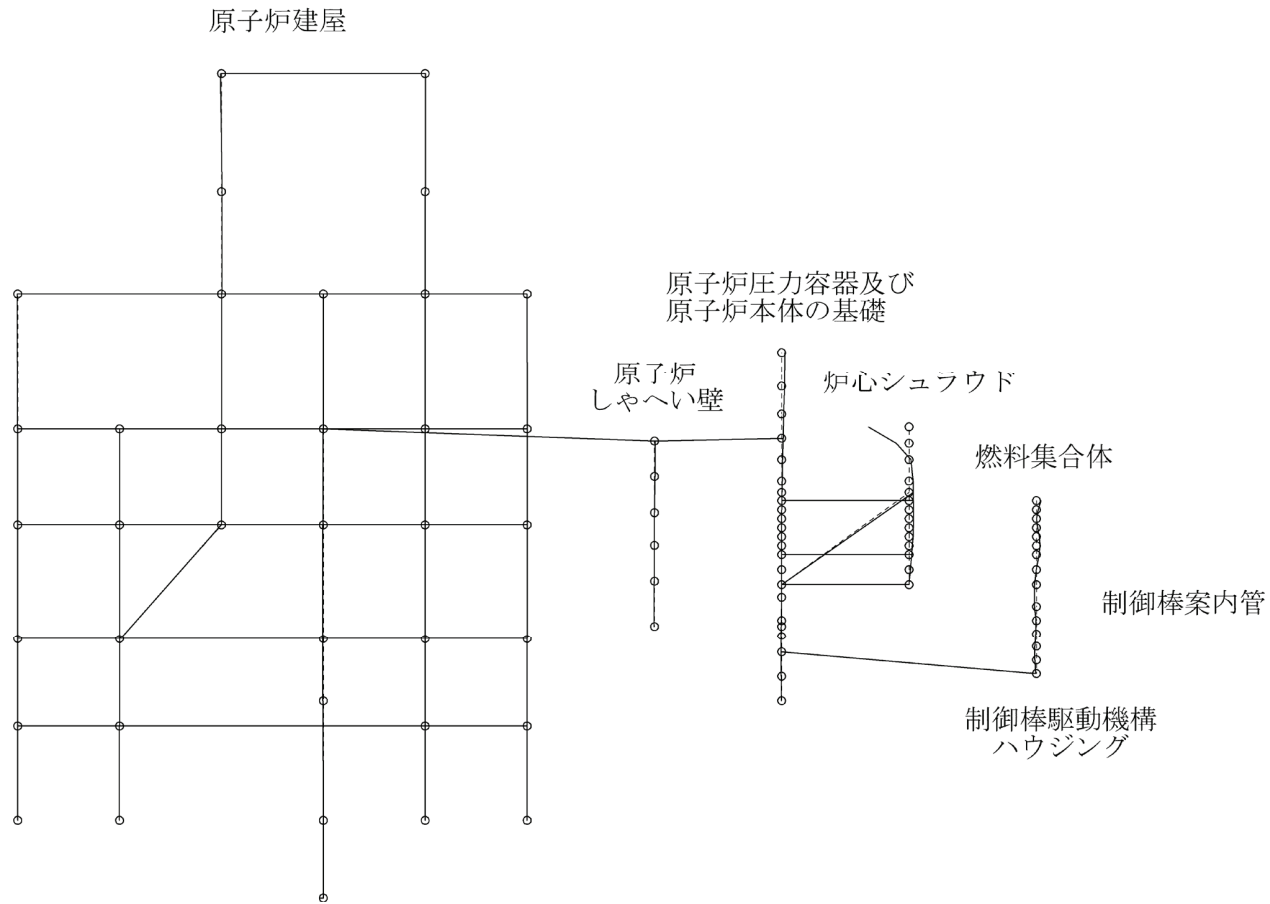


図 4-87 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (22 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.052

刺激係数 : 7.104

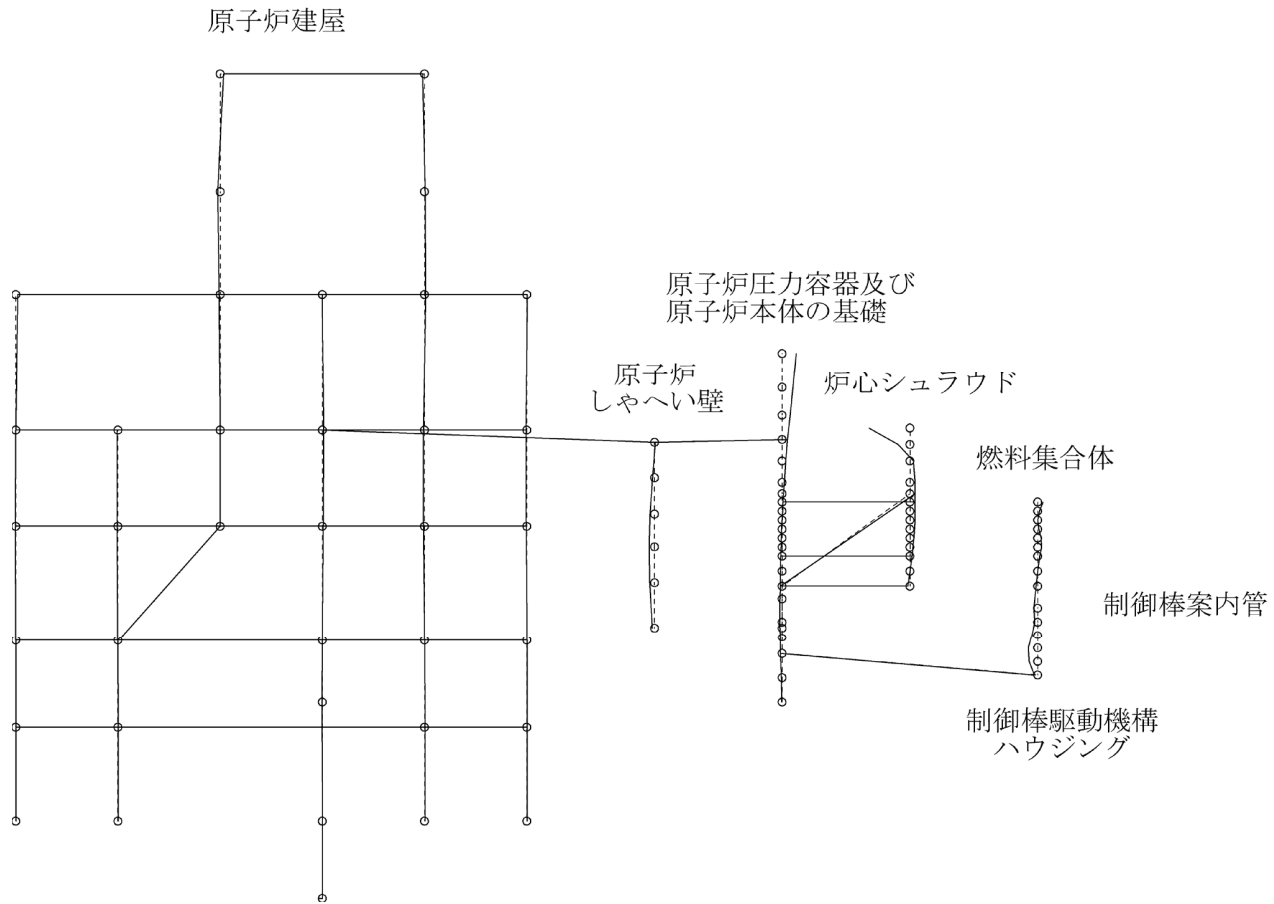
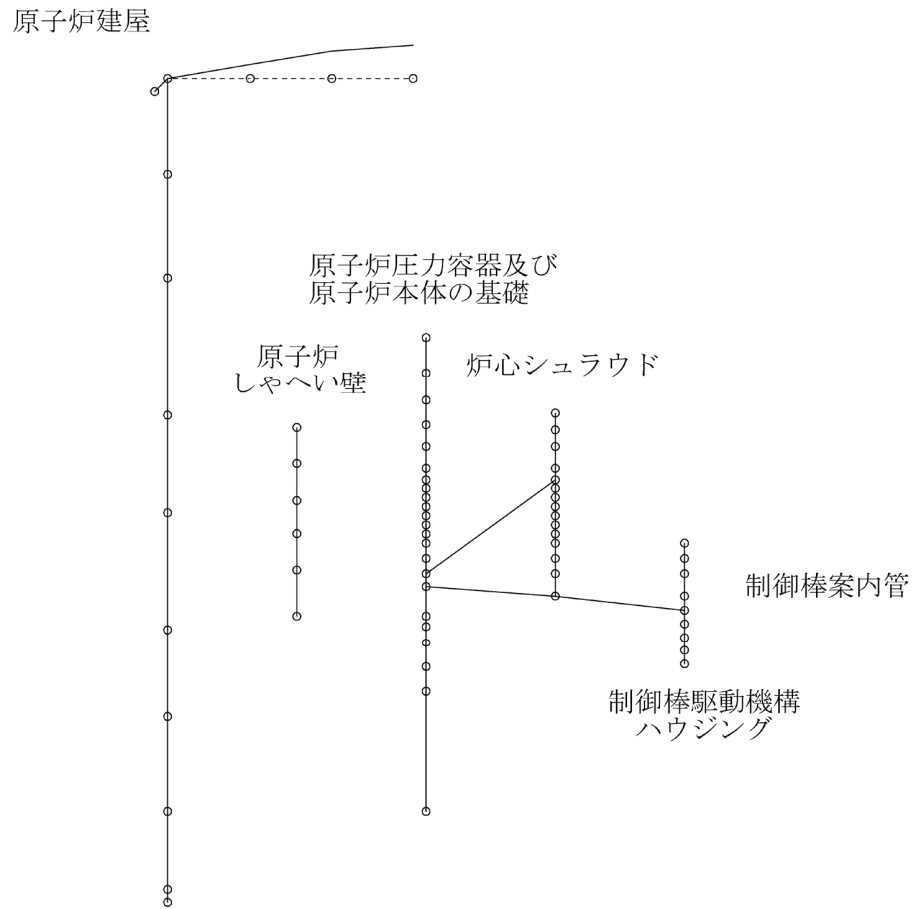


図 4-88 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (23 次) (EW 方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.339

刺激係数 : 1.458



150

図 4-89 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (1次) (鉛直方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.100

刺激係数 : 1.584

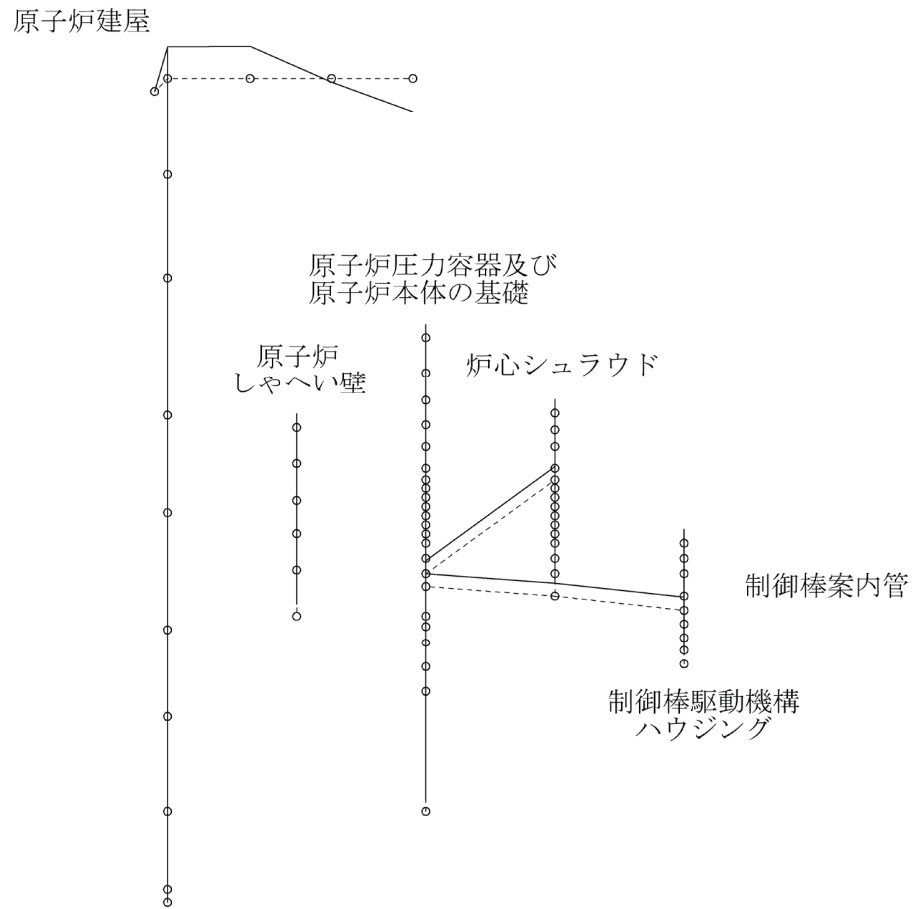


図 4-90 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (2次) (鉛直方向)



プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期 (s) : 0.079

刺激係数 : 1.360

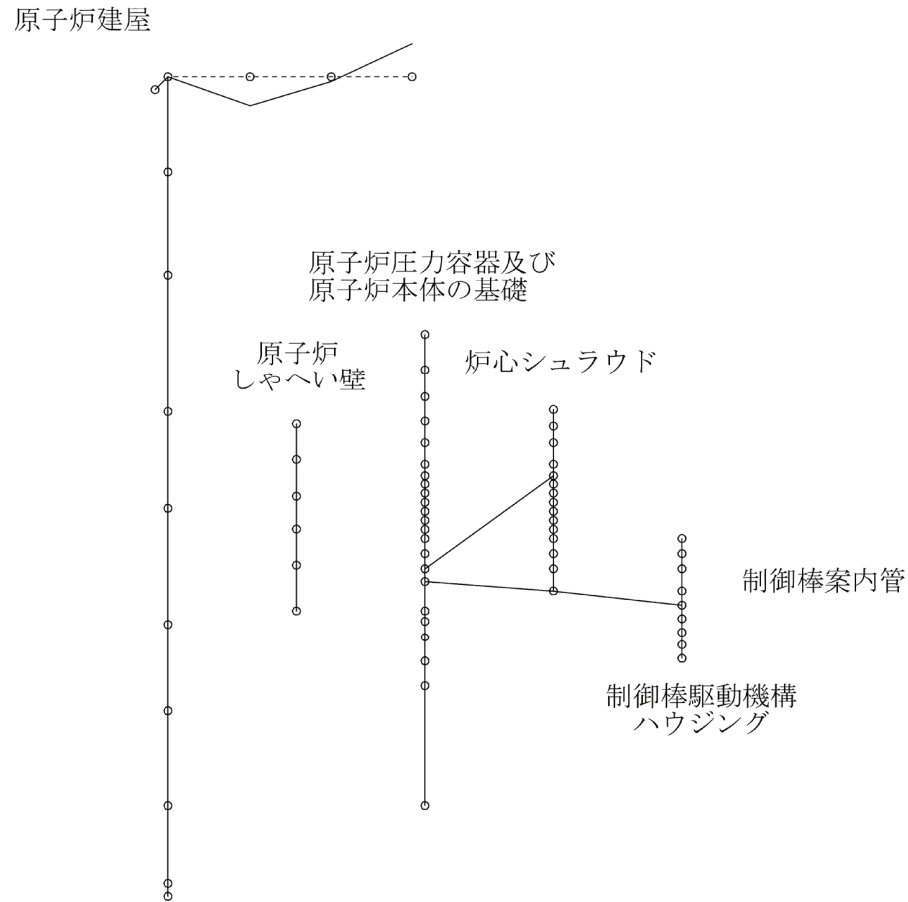


図 4-91 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (3次) (鉛直方向)

プラント名：女川原子力発電所第2号機

固有周期(s) : 0.051

刺激係数 : -0.380

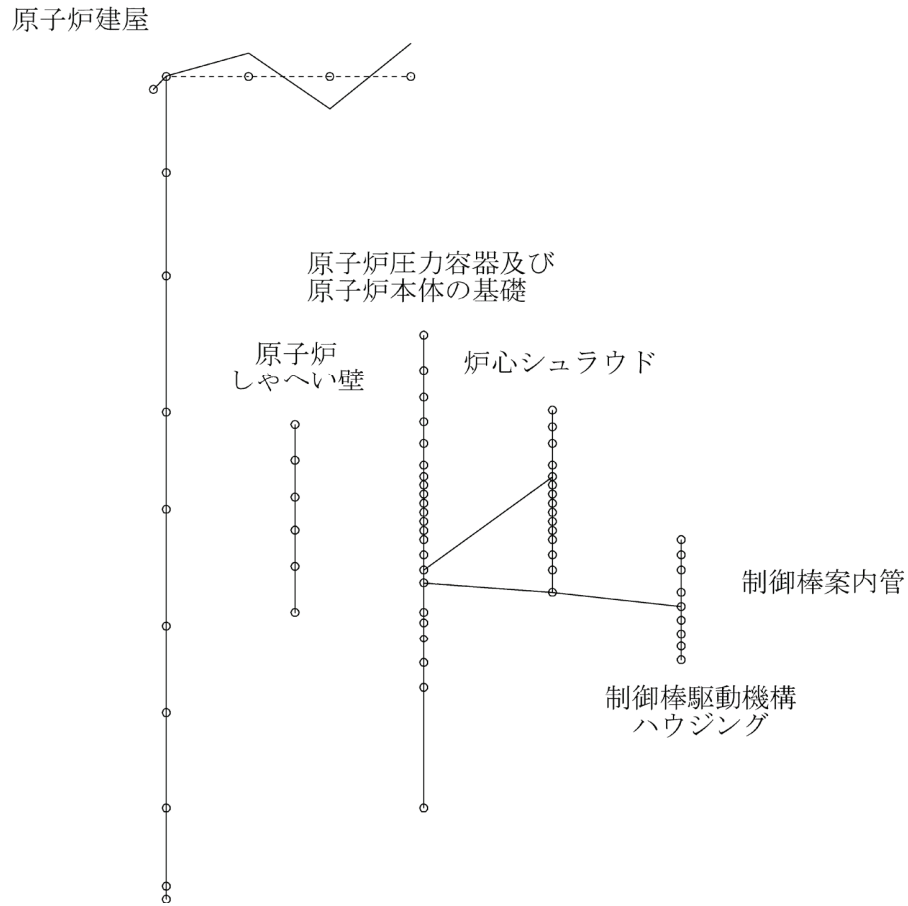


図 4-92 炉内構造物系地震応答解析モデルの振動モード図 (4次) (鉛直方向)

## 4.2 地震応答解析結果及び静的解析結果

### 4.2.1 大型機器系地震応答解析モデル

#### (1) 弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的解析

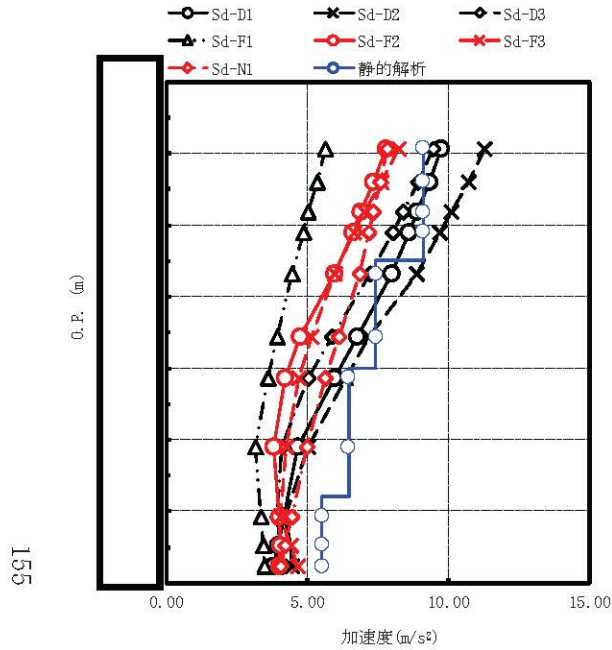
水平方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析及び静的解析より得られた各点の最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-93～図 4-116 に，算定した原子炉本体の基礎のスケルトンカーブと最大応答値の関係を図 4-117～図 4-120 に，原子炉圧力容器スタビライザ，原子炉格納容器スタビライザ及び原子炉格納容器シヤラグに加わる力（ばね反力）を表 4-7 に示す。

鉛直方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度，最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-121～図 4-129 に示す。また，鉛直方向の静的解析は実施せず，一律に算定することから，表 4-8 に鉛直方向の静的震度を示す。

#### (2) 基準地震動 $S_s$

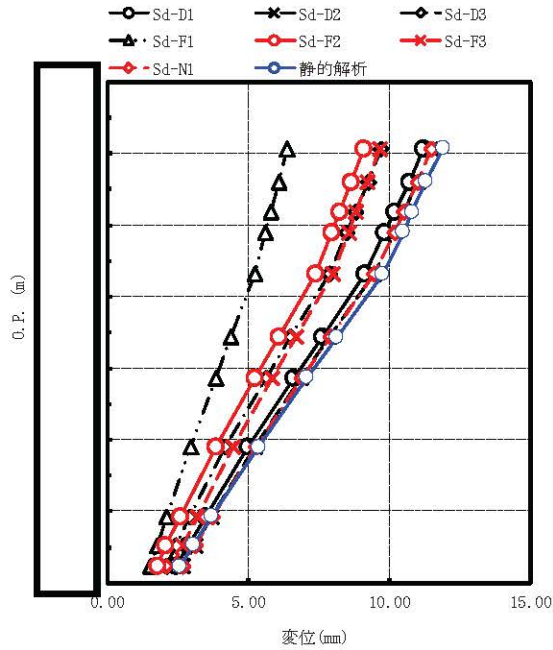
水平方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-130～図 4-153 に，算定したスケルトンカーブと最大応答値の関係を図 4-154～図 4-157 に，原子炉圧力容器スタビライザ，原子炉格納容器スタビライザ及び原子炉格納容器シヤラグに加わる力（ばね反力）を表 4-9 に示す。

鉛直方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度，最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-158～図 4-166 に示す。



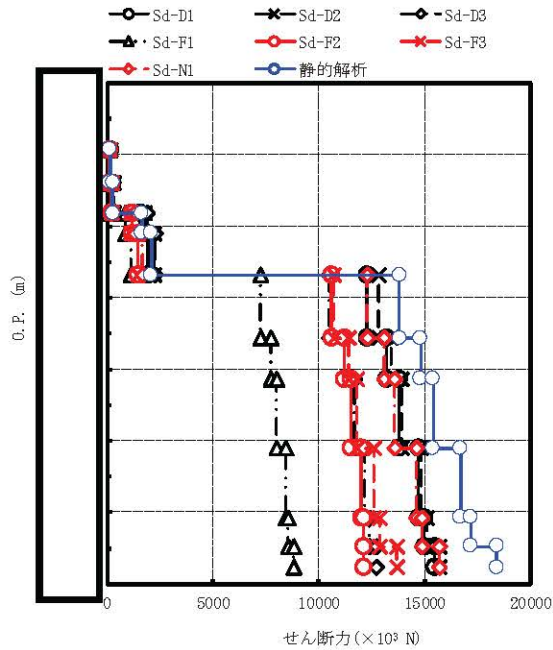
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.75	11.3	9.44	5.64	7.81	8.22	7.83	9.13	原子炉格納容器頂部
9.32	10.7	8.91	5.34	7.35	7.64	7.58	9.13	
8.89	10.1	8.40	5.05	6.90	7.03	7.35	9.13	燃料交換ベローズ位置
8.62	9.69	8.02	4.85	6.61	6.65	7.19	9.13	
8.01	8.87	7.23	4.46	5.98	5.95	6.86	7.44	シヤラグ位置
6.78	7.19	5.87	3.95	4.74	5.16	6.11	7.44	
5.95	6.38	5.05	3.63	4.21	4.72	5.63	6.48	
4.67	5.03	4.10	3.17	3.83	4.24	5.00	6.48	
4.18	4.23	3.94	3.36	4.01	4.04	4.45	5.53	
3.97	4.42	4.04	3.46	4.06	4.44	4.23	5.53	
3.82	4.46	4.15	3.50	4.03	4.65	4.06	5.53	原子炉格納容器基部

図 4-93 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
11.2	11.5	9.71	6.36	9.07	9.65	11.5	11.9	原子炉格納容器頂部
10.7	11.0	9.24	6.07	8.64	9.22	11.0	11.3	燃料交換ベローズ位置
10.2	10.5	8.80	5.79	8.23	8.82	10.5	10.8	
9.82	10.2	8.50	5.61	7.96	8.56	10.2	10.5	シヤラグ位置
9.15	9.44	7.87	5.22	7.38	8.00	9.45	9.76	
7.62	7.87	6.50	4.38	6.08	6.69	7.91	8.14	
6.63	6.84	5.62	3.84	5.23	5.85	6.91	7.08	
5.01	5.22	4.19	2.96	3.86	4.48	5.28	5.36	原子炉格納容器基部
3.47	3.71	2.94	2.11	2.58	3.19	3.73	3.71	
2.86	3.11	2.45	1.77	2.07	2.68	3.11	3.06	
2.43	2.69	2.10	1.53	1.77	2.32	2.67	2.59	

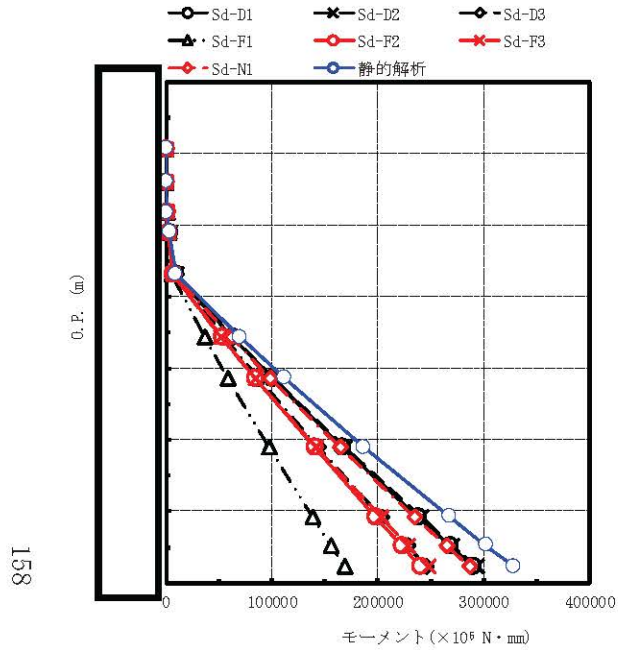
図 4-94 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
147	171	140	85.9	119	124	119	137	原子炉格納容器頂部
287	332	272	168	231	239	234	274	燃料交換ベローズ位置
1590	1800	1890	873	1210	1130	1300	1650	シヤラグ位置
1930	2240	2280	1120	1460	1440	1670	2100	
12300	12800	10500	7270	10600	10700	12300	13800	
13200	13400	11200	7740	11200	11400	13100	14800	
13800	13900	11700	8030	11500	11800	13600	15400	
14700	14800	12200	8440	12000	12600	14600	16700	
15000	15100	12400	8570	12100	12900	14900	17200	
15500	15700	12700	8800	12100	13700	15700	18400	原子炉格納容器基部
15500	15700	12700	8800	12100	13700	15700	18400	

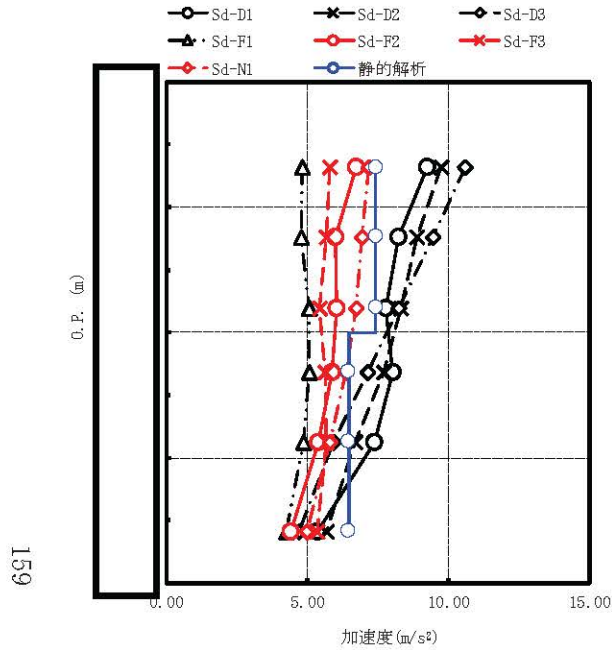
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-95 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答モーメント(×10 <sup>5</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉格納容器頂部
338	398	323	198	273	286	274	316	燃料交換ベローズ位置
950	1110	904	556	765	796	772	902	
2980	3470	3520	1770	2260	2320	2580	3190	シヤラグ位置
8570	9990	10200	5030	6500	6520	7420	9310	
62400	63500	55500	36700	52600	52000	61200	69900	
101000	102000	87300	58800	84400	84400	98400	112000	
167000	169000	144000	97700	141000	142000	165000	187000	
238000	241000	203000	139000	198000	203000	235000	268000	
268000	271000	228000	156000	223000	228000	265000	302000	
290000	293000	246000	169000	240000	248000	287000	329000	原子炉格納容器基部

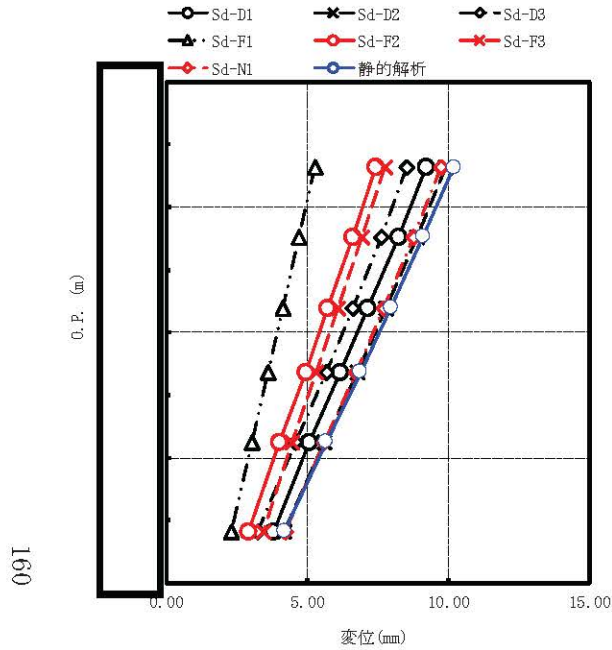
図 4-96 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.26	9.75	10.6	4.81	6.74	5.79	7.20	7.44	原子炉しゃへい壁頂部
8.22	8.88	9.47	4.77	6.01	5.67	6.92	7.44	
7.79	8.33	8.23	5.08	6.04	5.42	6.72	7.44	
8.04	7.73	7.16	5.08	5.90	5.63	6.39	6.48	
7.38	6.69	5.93	4.85	5.39	5.70	5.80	6.48	
5.34	5.68	4.72	4.25	4.43	5.34	4.99	6.48	原子炉しゃへい壁基部

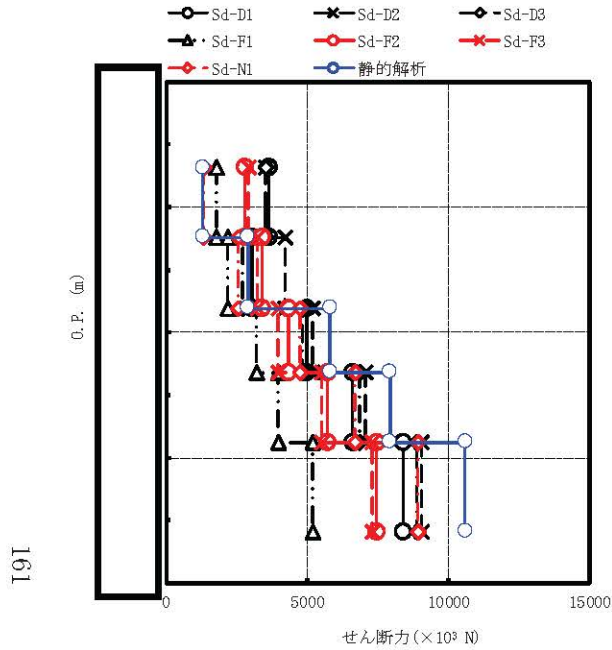
図 4-97 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉しゃへい壁)





最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.23	9.90	8.53	5.27	7.42	7.76	9.75	10.2	原子炉しゃへい壁頂部
8.23	8.89	7.63	4.71	6.61	6.95	8.78	9.11	
7.15	7.79	6.63	4.14	5.74	6.10	7.73	7.97	
6.16	6.76	5.67	3.61	4.94	5.33	6.74	6.89	
5.09	5.60	4.57	3.03	4.03	4.48	5.61	5.68	
3.80	4.18	3.26	2.31	2.91	3.43	4.20	4.18	原子炉しゃへい壁基部

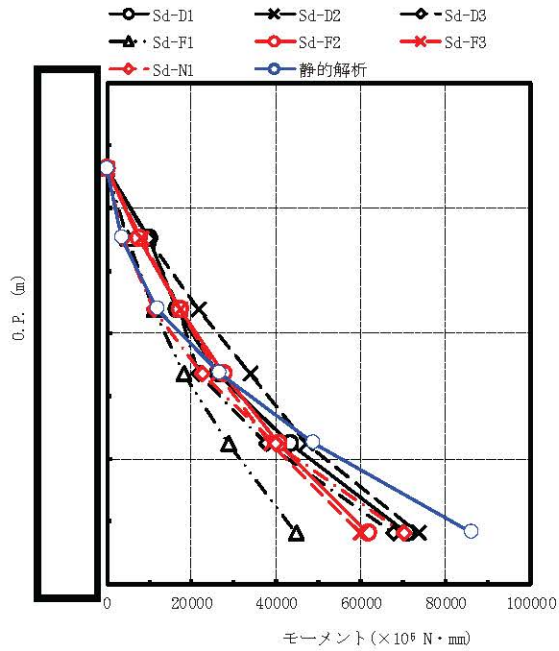
図 4-98 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
3640	3540	3530	1800	2780	2910	1350	1300	原子炉しゃへい壁頂部
3060	4210	2700	2170	3420	3230	2560	2910	
4980	5180	4820	3190	4360	3980	4730	5820	
6600	7060	6840	3990	5720	5510	6680	7950	
8410	9060	8870	5210	7480	7320	8930	10600	
8410	9060	8870	5210	7480	7320	8930	10600	原子炉しゃへい壁基部

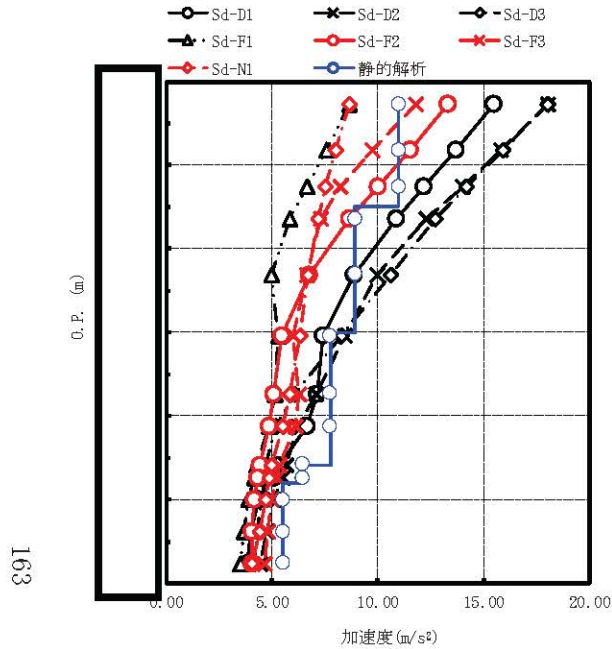
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-99 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



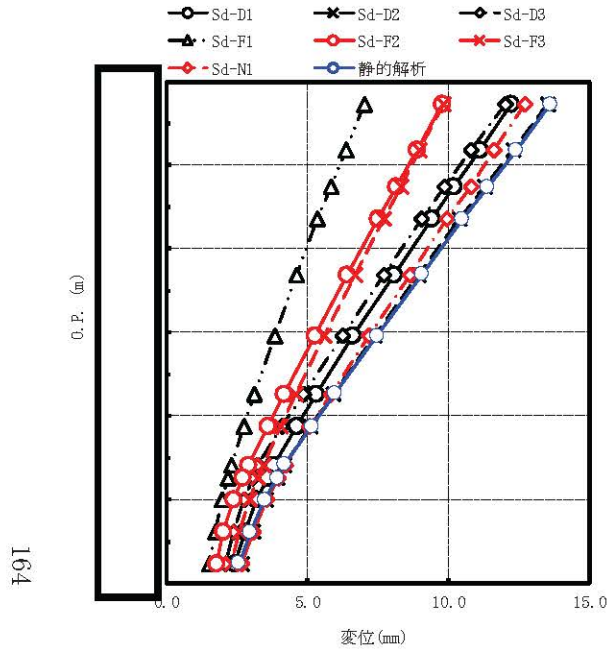
最大応答モーメント ( $\times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$ )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉しゃへい壁頂部
10100	9750	9720	4960	7660	8010	3710	3570	
16400	21700	17100	11100	17300	17200	11000	11900	
26200	33700	21500	18100	27700	26100	22400	26700	
43400	47200	37600	28700	40700	38800	39800	48900	
70900	73600	67600	44600	61600	59800	70100	86300	原子炉しゃへい壁基部

図 4-100 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



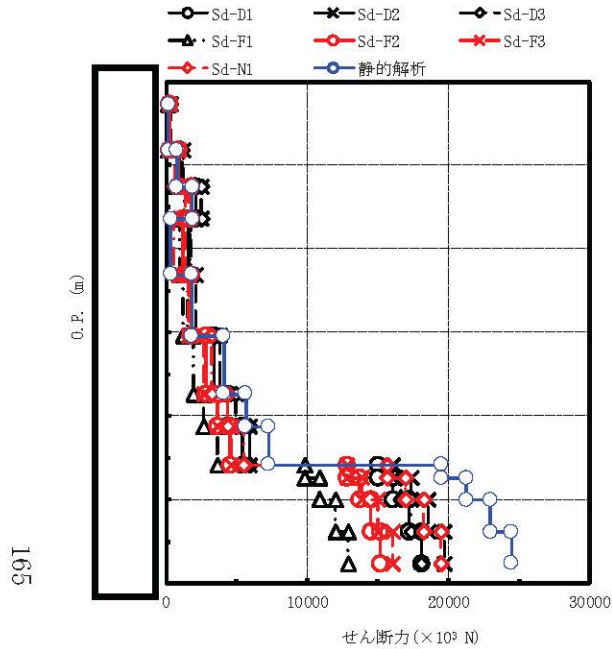
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
16.5	18.0	18.0	8.67	13.3	11.8	8.65	11.0	原子炉压力容器頂部
13.7	15.8	15.9	7.55	11.5	9.76	8.01	11.0	燃料交換ベローズ位置
12.2	14.0	14.2	6.65	9.99	8.21	7.54	11.0	原子炉压力容器スタビライザ位置
10.9	12.3	12.7	5.83	8.64	7.29	7.17	8.93	
8.86	9.95	10.6	4.99	6.75	6.63	6.72	8.93	
7.41	8.43	8.27	5.28	5.46	6.01	6.35	7.77	原子炉压力容器支持スカート位置
7.12	7.08	6.04	5.13	5.09	6.25	5.85	7.77	
6.63	6.23	5.20	4.89	4.89	6.11	5.52	7.77	
5.34	5.68	4.72	4.25	4.43	5.34	4.99	6.48	原子炉本体の基礎頂部
5.07	5.53	4.68	4.15	4.34	5.26	4.87	6.48	
4.37	5.06	4.47	3.89	4.14	4.98	4.71	5.53	原子炉本体の基礎基部
4.01	4.75	4.31	3.67	4.05	4.80	4.43	5.53	
3.82	4.46	4.15	3.50	4.03	4.65	4.06	5.53	

図 4-101 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答変位 (mm)							備考	
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	静的解析		
12.2	13.5	12.0	7.03	9.80	9.83	12.7	13.6	原子炉圧力容器頂部
11.1	12.3	10.8	6.36	8.89	8.98	11.6	12.4	燃料交換ベローズ位置
10.2	11.3	9.87	5.83	8.16	8.31	10.8	11.4	原子炉圧力容器スタビライザ位置
9.41	10.4	9.05	5.36	7.52	7.73	9.96	10.5	
8.07	8.94	7.72	4.61	6.43	6.70	8.63	9.05	
6.63	7.38	6.26	3.84	5.26	5.61	7.19	7.47	
5.31	5.91	4.87	3.13	4.18	4.60	5.83	5.98	
4.61	5.12	4.11	2.75	3.60	4.06	5.09	5.17	原子炉圧力容器支持スカート位置
3.80	4.18	3.25	2.31	2.91	3.43	4.20	4.18	原子炉本体の基礎頂部
3.59	3.95	3.09	2.20	2.73	3.26	3.97	3.95	
3.22	3.53	2.77	1.98	2.40	2.96	3.55	3.49	
2.79	3.07	2.41	1.74	2.04	2.61	3.07	3.00	
2.43	2.69	2.10	1.53	1.77	2.32	2.67	2.59	原子炉本体の基礎基部

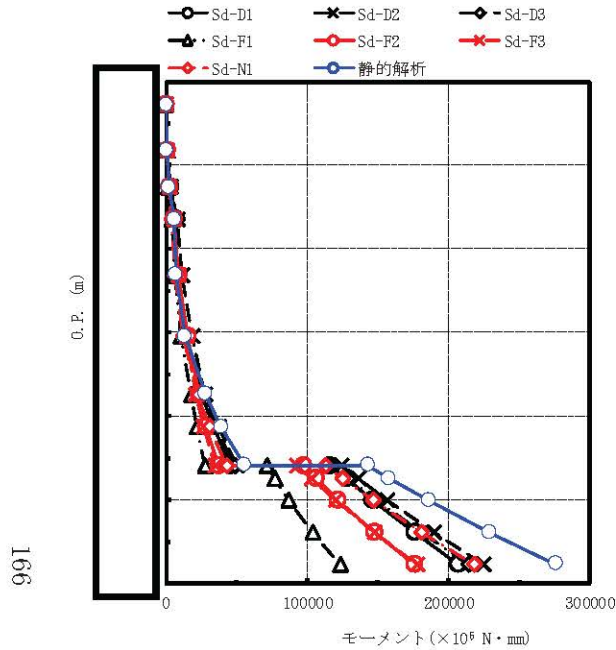
図 4-102 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
261	308	306	148	224	201	151	188	原子炉压力容器頂部
971	1180	1120	658	853	923	622	806	燃料交換ベローズ位置
2140	2480	2490	1260	1810	1650	1340	1880	原子炉压力容器スタビライザ位置
1590	1790	1680	963	1200	1350	585	339	
1810	2080	1540	1240	1800	1600	1590	1840	
3430	3820	3810	1980	2840	2680	3270	4130	
4410	4930	4980	2660	3630	3670	4380	5660	
5450	5940	5950	3640	4520	4600	5480	7270	原子炉压力容器支持スカート位置
15000	16100	15700	9790	12800	12800	15700	19500	原子炉本体の基礎頂部
16100	17400	16800	10900	13700	13900	17000	21300	
17200	18600	17400	12000	14500	15000	18300	23000	
18100	19700	18100	12900	15200	16100	19500	24500	
18100	19700	18100	12900	15200	16100	19500	24500	原子炉本体の基礎基部

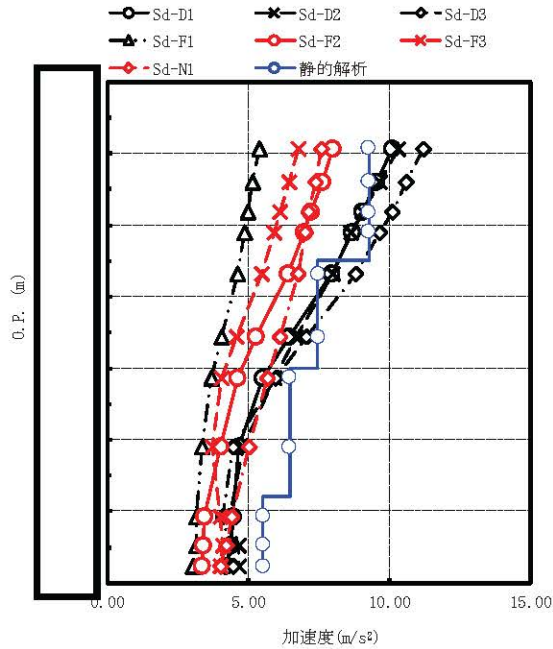
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-103 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉圧力容器頂部
716	844	838	405	612	549	413	515	燃料交換ベローズ位置
2840	3300	3280	1840	2480	2570	1780	2280	原子炉圧力容器スタビライザ位置
6890	7990	7990	4230	5910	5690	4310	5830	
7680	11000	7520	6150	8630	8900	6270	6970	
14300	18600	12700	10700	15200	14500	12000	13700	
25500	27500	24900	17400	23400	21100	22900	28000	
33800	37000	34800	21700	28600	26400	30900	39200	原子炉圧力容器支持スカート位置
45400	50100	48300	27200	37500	34600	42600	55800	原子炉本体の基礎頂部
116000	124000	116000	71500	97200	92800	113000	143000	
128000	136000	129000	77300	106000	103000	125000	158000	
146000	157000	149000	87200	122000	120000	147000	186000	
176000	190000	181000	104000	148000	148000	181000	229000	
207000	225000	214000	123000	176000	178000	218000	276000	原子炉本体の基礎基部

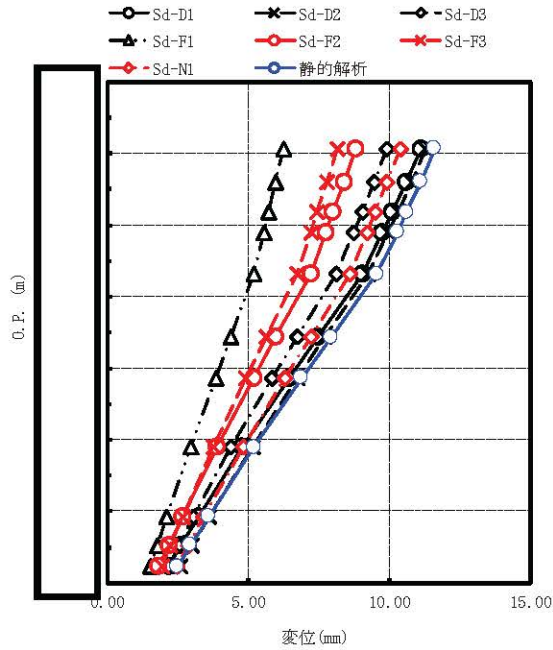
図 4-104 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
10.1	10.3	11.2	5.41	8.01	6.77	7.58	9.28	原子炉格納容器頂部
9.54	9.64	10.6	5.17	7.63	6.45	7.37	9.28	燃料交換ベローズ位置
9.04	9.05	10.1	4.97	7.24	6.13	7.16	9.28	
8.69	8.65	9.64	4.86	6.98	5.92	7.03	9.28	シヤラグ位置
7.95	8.00	8.81	4.61	6.40	5.46	6.77	7.48	
6.45	6.70	7.08	4.04	5.28	4.58	6.11	7.48	静的解析
5.52	5.92	5.96	3.71	4.62	4.04	5.70	6.49	
4.66	4.82	4.46	3.35	4.01	3.75	5.04	6.49	静的解析
4.47	4.36	4.08	3.17	3.46	4.01	4.44	5.53	
4.37	4.68	4.36	3.15	3.41	4.08	4.20	5.53	原子炉格納容器基部
4.22	4.65	4.46	3.06	3.38	4.03	4.01	5.53	

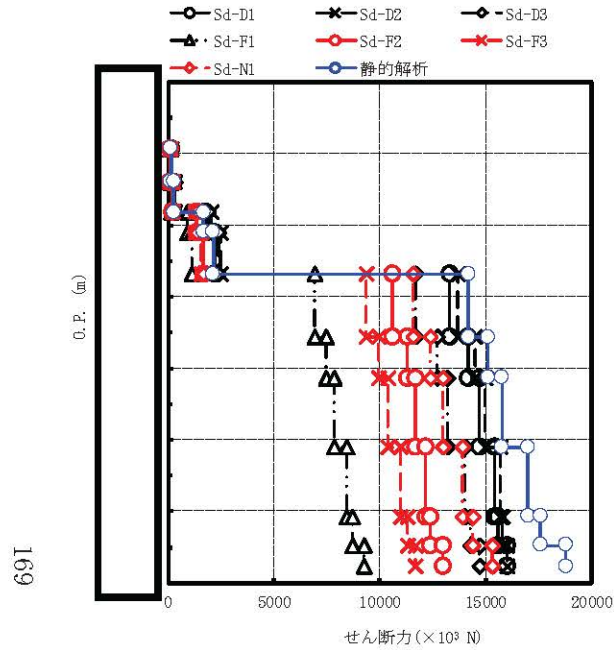
図 4-105 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉格納容器)





最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
11.1	11.3	9.91	6.25	8.79	8.14	10.4	11.6	原子炉格納容器頂部
10.6	10.8	9.46	5.98	8.39	7.78	9.92	11.1	燃料交換ベローズ位置
10.1	10.3	9.03	5.73	8.01	7.44	9.49	10.6	
9.73	9.93	8.73	5.56	7.76	7.21	9.21	10.3	シヤラグ位置
9.04	9.26	8.11	5.20	7.23	6.74	8.60	9.54	
7.47	7.73	6.74	4.38	5.98	5.63	7.21	7.94	原子炉格納容器基部
6.44	6.74	5.84	3.84	5.18	4.91	6.30	6.89	
4.79	5.14	4.40	2.96	3.88	3.76	4.83	5.21	
3.23	3.62	3.06	2.12	2.66	2.67	3.42	3.60	
2.61	3.02	2.54	1.79	2.18	2.24	2.86	2.96	
2.20	2.60	2.18	1.55	1.84	1.93	2.46	2.50	

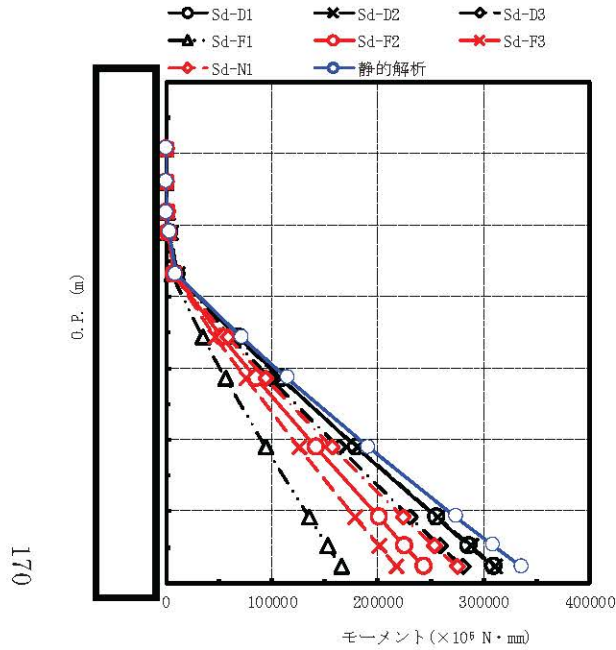
図 4-106 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉格納容器)



最大応答せん断力 (×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
150	153	166	82.4	118	101	115	140	原子炉格納容器頂部
292	297	324	161	230	196	226	279	燃料交換ベローズ位置
1760	2070	1890	934	1350	1300	1340	1680	
2190	2500	2360	1140	1690	1590	1690	2150	シヤラグ位置
13300	13700	11700	6940	10600	9380	11600	14200	
14200	14500	12700	7470	11300	9970	12400	15100	
14700	15000	13200	7830	11700	10400	13000	15800	
15400	15700	14000	8440	12200	11000	13900	17000	
15600	15800	14300	8700	12400	11300	14400	17600	
16000	16000	14700	9270	13000	11700	15300	18800	原子炉格納容器基部
16000	16000	14700	9270	13000	11700	15300	18800	

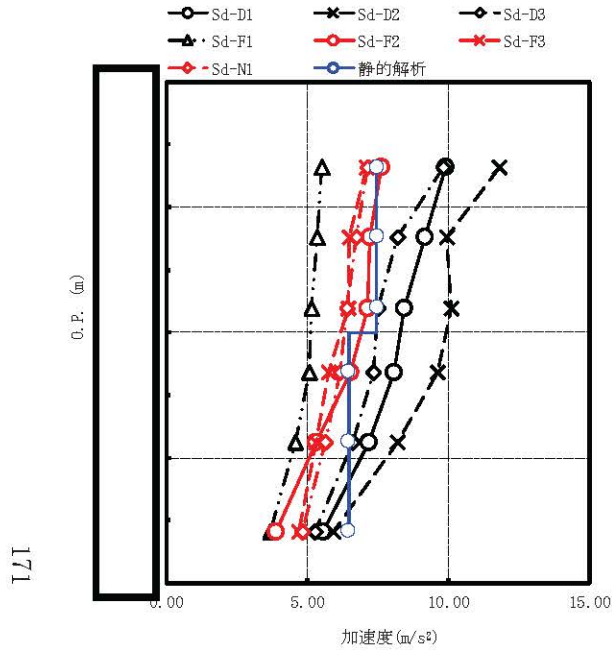
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-107 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉格納容器)



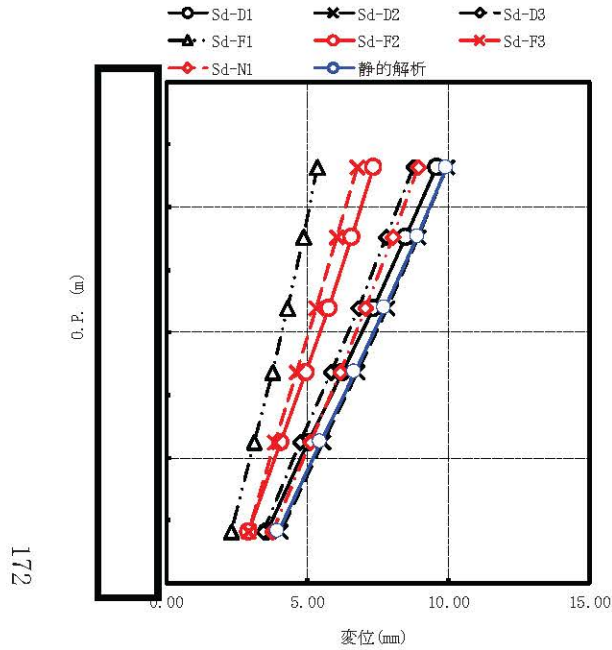
最大応答モーメント ( $\times 10^5 \text{ N}\cdot\text{mm}$ )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉格納容器頂部
346	353	383	190	272	232	264	321	燃料交換ベローズ位置
969	986	1080	533	763	649	747	916	
3420	3870	3690	1750	2630	2440	2600	3260	シヤラグ位置
9780	11200	10600	5050	7540	7060	7500	9500	
68300	67200	62100	34800	53000	46900	58300	71600	
109000	108000	98100	56100	85000	75300	93700	115000	
180000	181000	163000	94000	142000	126000	157000	191000	
255000	257000	230000	135000	201000	179000	224000	274000	原子炉格納容器基部
286000	288000	259000	153000	225000	201000	253000	309000	
309000	311000	280000	166000	244000	218000	275000	336000	

図 4-108 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉格納容器)



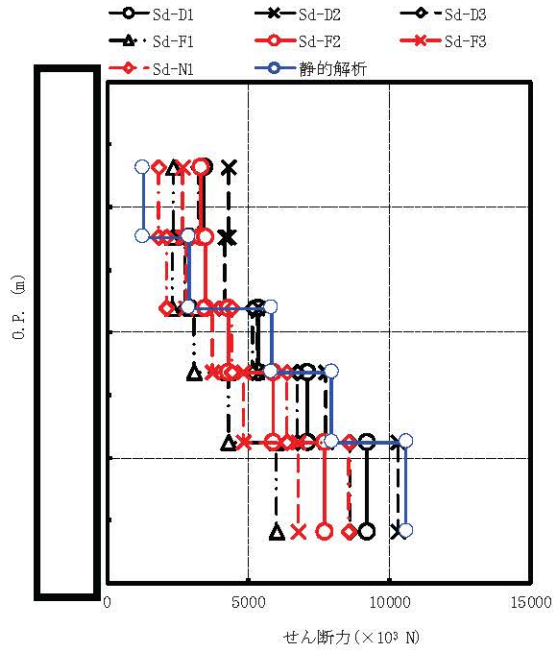
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.91	11.8	9.83	5.53	7.63	7.10	7.16	7.48	原子炉しゃへい壁頂部
9.16	9.96	8.21	5.36	7.23	6.50	6.75	7.48	
8.46	10.1	7.49	5.16	7.16	6.47	6.43	7.48	
8.07	9.60	7.36	5.07	6.55	5.77	6.16	6.49	
7.18	8.18	6.60	4.60	5.32	5.32	5.64	6.49	
5.54	5.94	5.28	3.71	3.90	4.69	4.82	6.49	原子炉しゃへい壁基部

図 4-109 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.56	9.93	8.75	5.36	7.36	6.76	8.93	9.93	原子炉しゃへい壁頂部
8.50	8.93	7.81	4.86	6.59	6.05	8.05	8.89	
7.34	7.83	6.80	4.31	5.76	5.31	7.08	7.75	
6.26	6.77	5.84	3.77	4.96	4.64	6.16	6.68	
5.05	5.55	4.76	3.14	4.06	3.87	5.11	5.47	
3.58	4.04	3.44	2.33	2.93	2.91	3.78	3.97	原子炉しゃへい壁基部

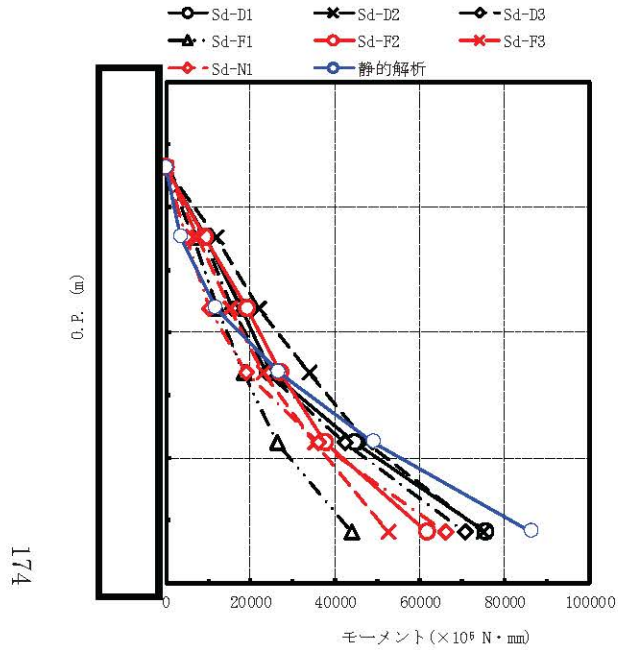
図 4-110 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
3460	4310	3230	2350	3330	2690	1810	1280	原子炉しゃへい壁頂部
2920	4160	2760	2300	3500	2780	2120	2900	
5360	5300	5140	3080	4310	3750	4430	5830	
7100	7770	6730	4310	5900	4840	6380	7960	
9210	10300	8590	6000	7710	6760	8570	10600	
9210	10300	8590	6000	7710	6760	8570	10600	原子炉しゃへい壁基部

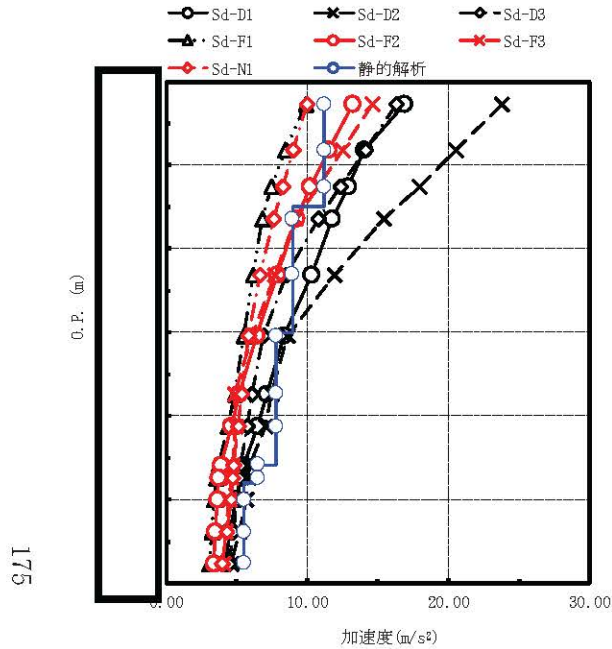
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-111 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答モーメント (×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉しゃへい壁頂部
9540	11900	8920	6480	9180	7430	4970	3540	
17800	21900	15600	12100	19100	15100	10300	11800	
24900	33700	23800	18400	27000	23000	18900	26700	
44600	47300	42300	26300	37500	35100	36100	49000	
75400	75000	70700	43700	61700	52500	66000	86400	原子炉しゃへい壁基部

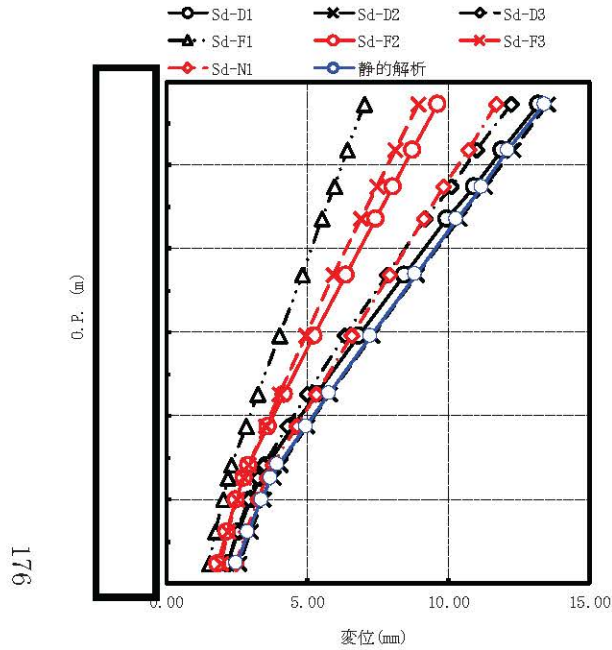
図 4-112 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
16.9	23.8	16.3	9.88	13.2	14.6	9.96	11.2	原子炉压力容器頂部
14.0	20.5	14.1	8.47	11.5	12.5	9.02	11.2	燃料交換ベローズ位置
12.9	17.9	12.3	7.48	10.2	10.8	8.26	11.2	原子炉压力容器スタビライザ位置
11.8	15.4	10.8	6.83	9.21	9.16	7.59	8.98	
10.3	11.9	8.53	6.16	7.90	7.71	6.68	8.98	原子炉压力容器支持スカート位置
8.35	8.64	6.89	5.50	6.42	6.05	5.88	7.79	
7.11	7.43	6.07	4.83	5.16	4.89	5.36	7.79	
6.50	7.06	5.74	4.35	4.64	4.94	5.12	7.79	原子炉本体の基礎頂部
5.54	5.94	5.28	3.71	3.90	4.69	4.82	6.49	
5.32	5.87	5.20	3.58	3.75	4.61	4.69	6.49	原子炉本体の基礎基部
4.98	5.64	5.04	3.43	3.63	4.47	4.59	5.53	
4.56	5.19	4.76	3.21	3.46	4.25	4.28	5.53	原子炉本体の基礎基部
4.22	4.65	4.46	3.06	3.38	4.03	4.01	5.53	

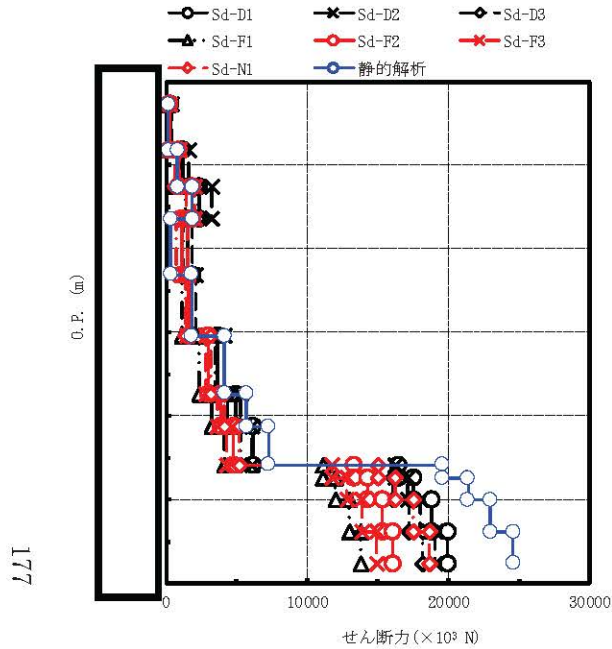
図 4-113 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)





最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
13.2	13.5	12.2	7.04	9.62	8.91	11.7	13.4	原子炉压力容器頂部
11.9	12.3	11.0	6.43	8.72	8.10	10.7	12.1	燃料交換ベローズ位置
10.9	11.3	10.1	5.95	8.02	7.46	9.84	11.2	原子炉压力容器スタビライザ位置
9.95	10.4	9.18	5.52	7.41	6.89	9.13	10.3	
8.45	8.90	7.82	4.81	6.36	5.94	7.91	8.83	
6.83	7.31	6.35	4.02	5.24	4.94	6.57	7.26	
5.32	5.81	5.00	3.26	4.19	4.02	5.31	5.77	
4.51	5.00	4.28	2.84	3.62	3.51	4.61	4.96	原子炉压力容器支持スカート位置
3.58	4.04	3.44	2.33	2.93	2.91	3.78	3.97	原子炉本体の基礎頂部
3.34	3.80	3.23	2.20	2.75	2.75	3.56	3.73	
2.99	3.44	2.91	2.01	2.48	2.51	3.24	3.37	
2.55	2.99	2.52	1.76	2.14	2.20	2.82	2.91	
2.20	2.60	2.18	1.55	1.84	1.93	2.46	2.50	原子炉本体の基礎基部

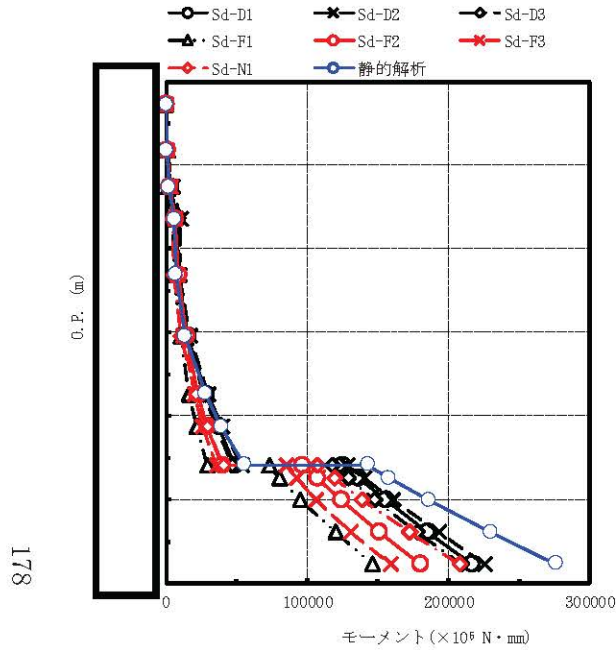
図 4-114 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
289	402	278	170	224	248	173	191	原子炉压力容器頂部
1240	1610	1110	670	928	976	658	808	燃料交換ベローズ位置
2370	3230	2280	1380	1890	2020	1480	1900	原子炉压力容器スタビライザ位置
1650	1870	1500	1200	1100	1560	699	333	
1840	2110	1760	1140	1650	1480	1390	1840	
3670	4130	3510	2330	3020	2820	3130	4140	
4940	5250	4400	3260	3930	3660	4170	5680	
6180	6070	5310	4130	4820	4330	5180	7280	原子炉压力容器支持スカート位置
16500	16200	15000	11100	13300	11800	15000	19600	原子炉本体の基礎頂部
17500	17100	16100	12000	14300	12800	16200	21400	
18800	18000	17200	13000	15300	13900	17500	23000	
20000	19100	18200	13800	16100	14900	18700	24600	
20000	19100	18200	13800	16100	14900	18700	24600	原子炉本体の基礎基部

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

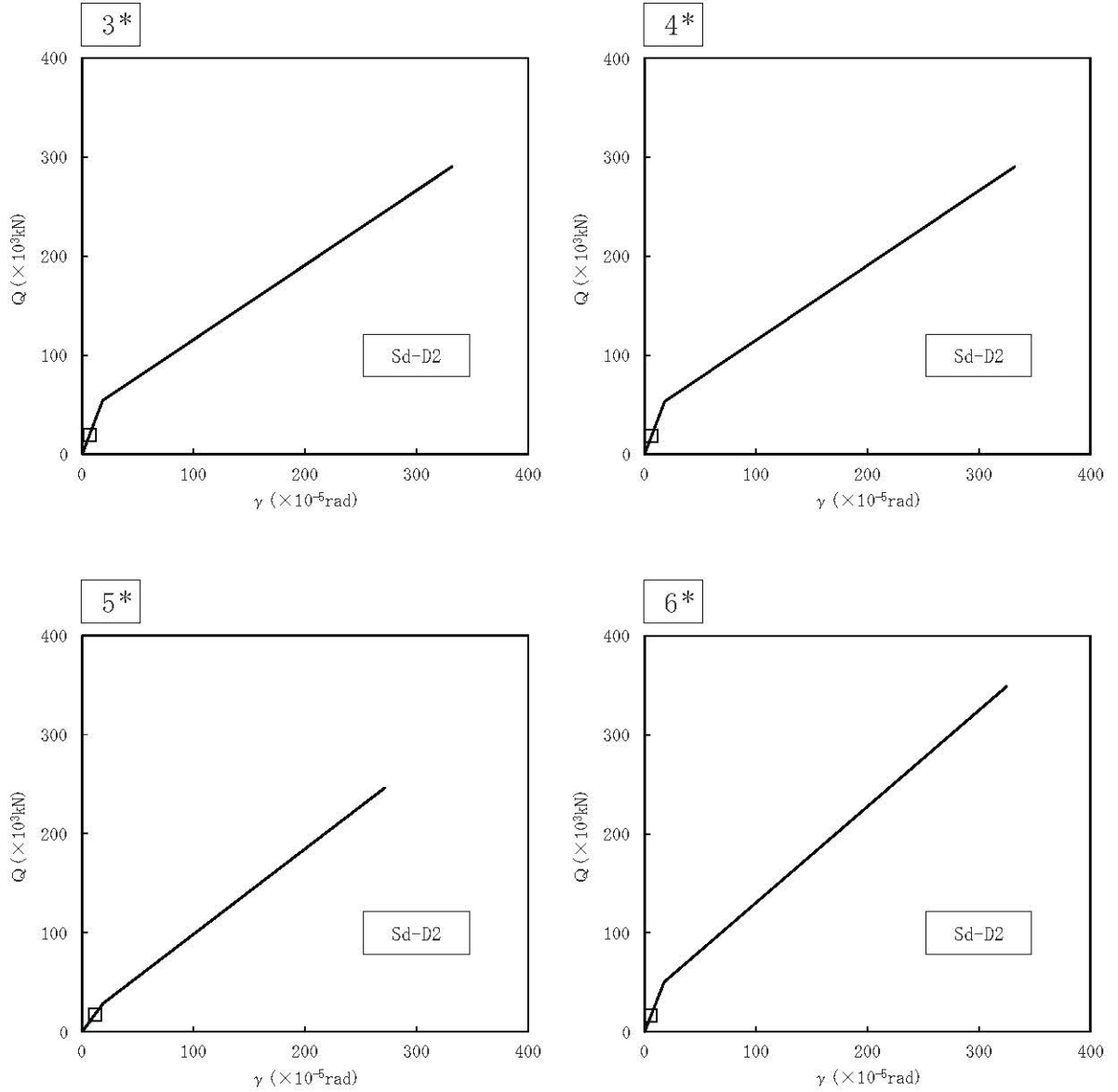
図 4-115 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0	0	0	0	0	0	0	0	原子炉圧力容器頂部
791	1100	763	466	613	678	474	523	燃料交換ベローズ位置
3510	4590	3140	1940	2650	2820	1920	2300	原子炉圧力容器スタビライザ位置
7990	10600	7460	4540	6230	6640	4710	5880	
8750	9700	8480	5980	8780	7710	5410	7000	
15400	16700	14800	10200	14400	12500	10400	13700	原子炉圧力容器支持スカート位置
28000	29600	26900	16000	22900	20300	21100	28000	
36900	39900	35400	21600	29500	25800	29200	39300	原子炉本体の基礎頂部
48900	53800	47000	29100	39500	35600	40900	55900	
125000	128000	118000	72800	96900	85400	107000	143000	
136000	140000	129000	80100	107000	92300	119000	158000	原子炉本体の基礎基部
156000	161000	148000	95300	124000	106000	139000	186000	
185000	193000	178000	120000	151000	131000	172000	230000	原子炉本体の基礎基部
217000	226000	209000	146000	180000	159000	208000	276000	

図 4-116 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)

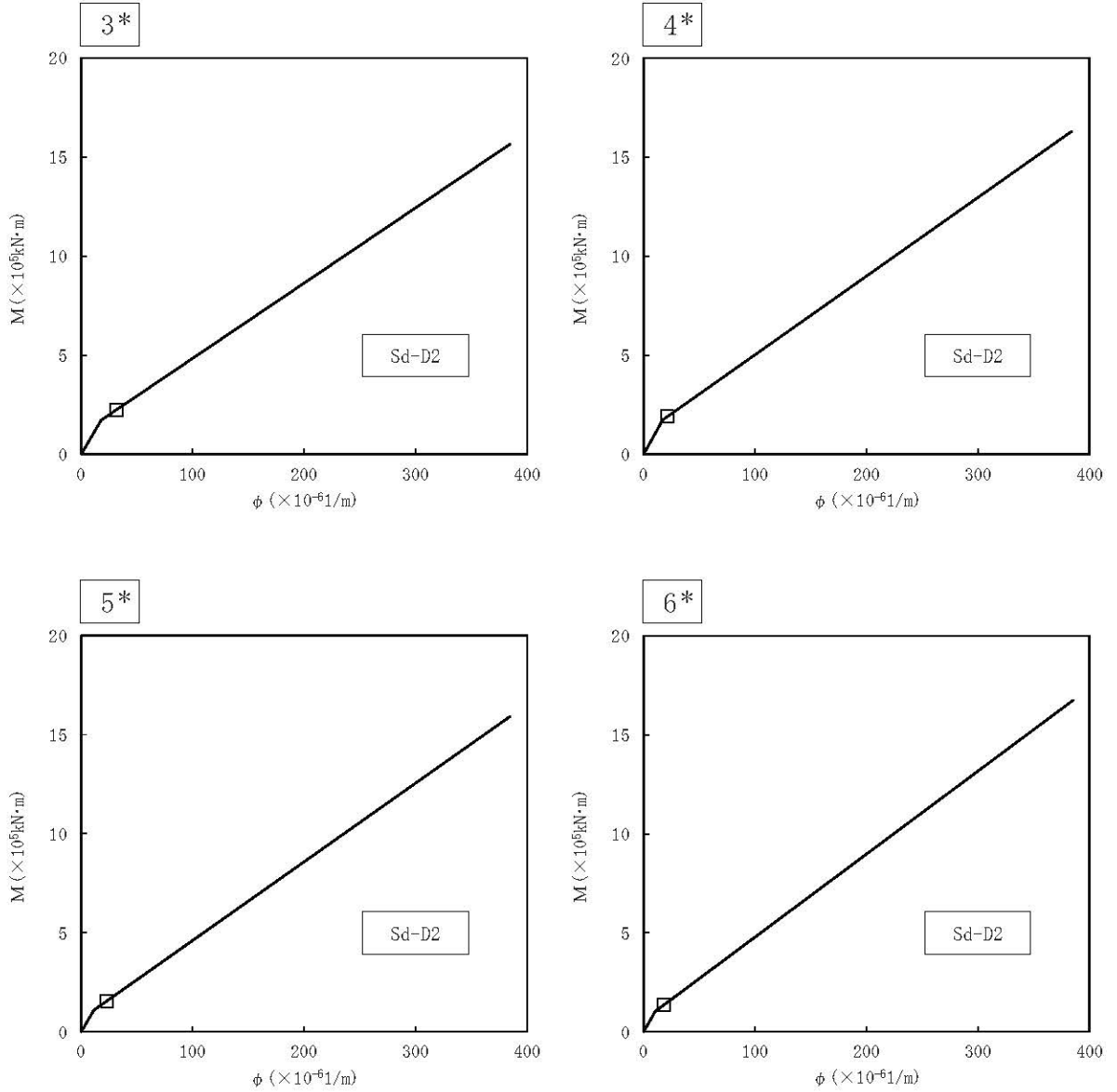
凡例  
 □ : S d 基本ケース全 7 波の最大値  
 ( 図中に応答が最大となる地震動を示す )



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-67 に対応

図 4-117 原子炉本体の基礎の  $Q-\gamma$  関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS 方向)

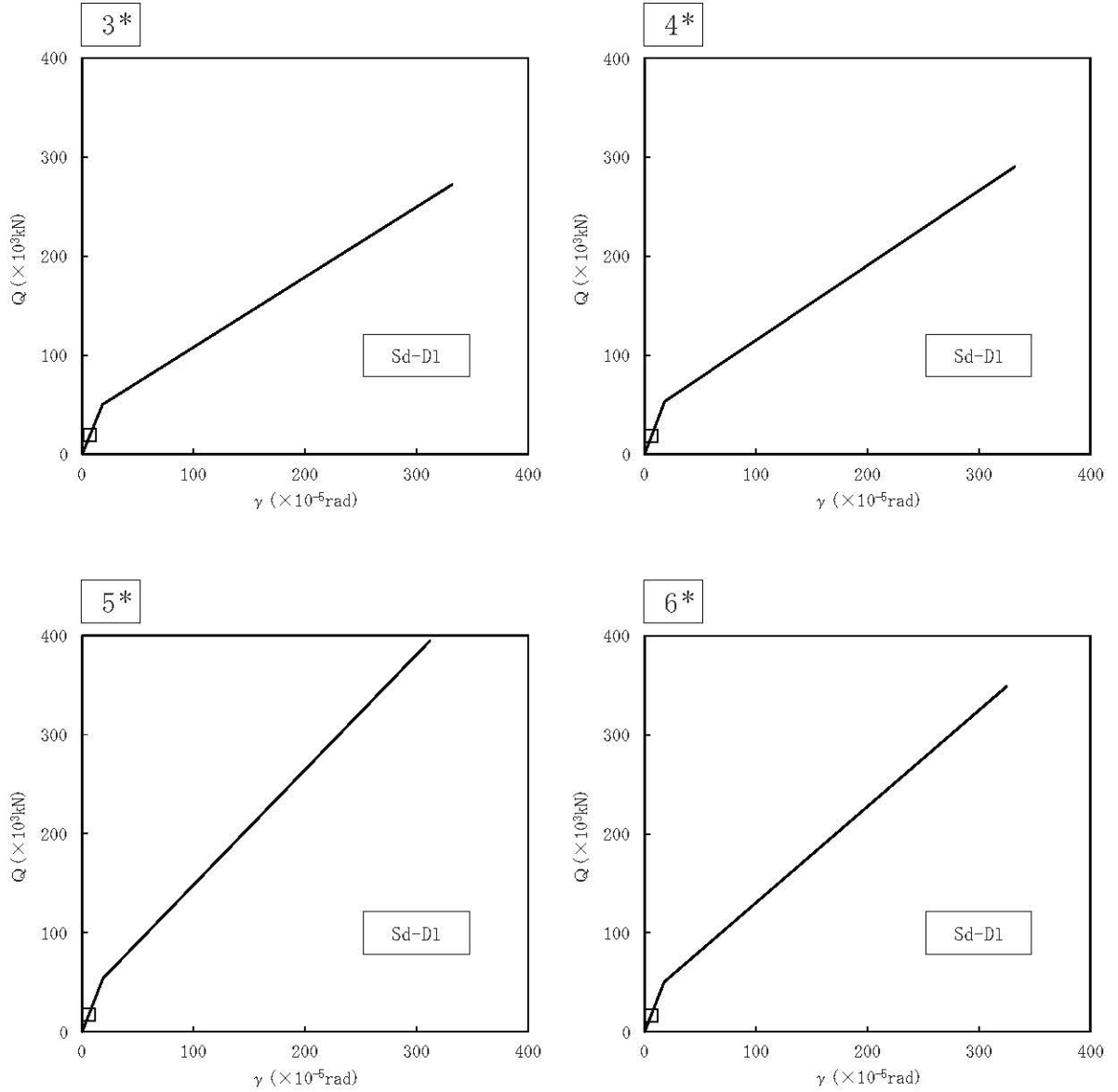
凡例  
 □ : S d 基本ケース全 7 波の最大値  
 ( 図中に応答が最大となる地震動を示す )



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-68 に対応

図 4-118 原子炉本体の基礎の M- $\phi$  関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS 方向)

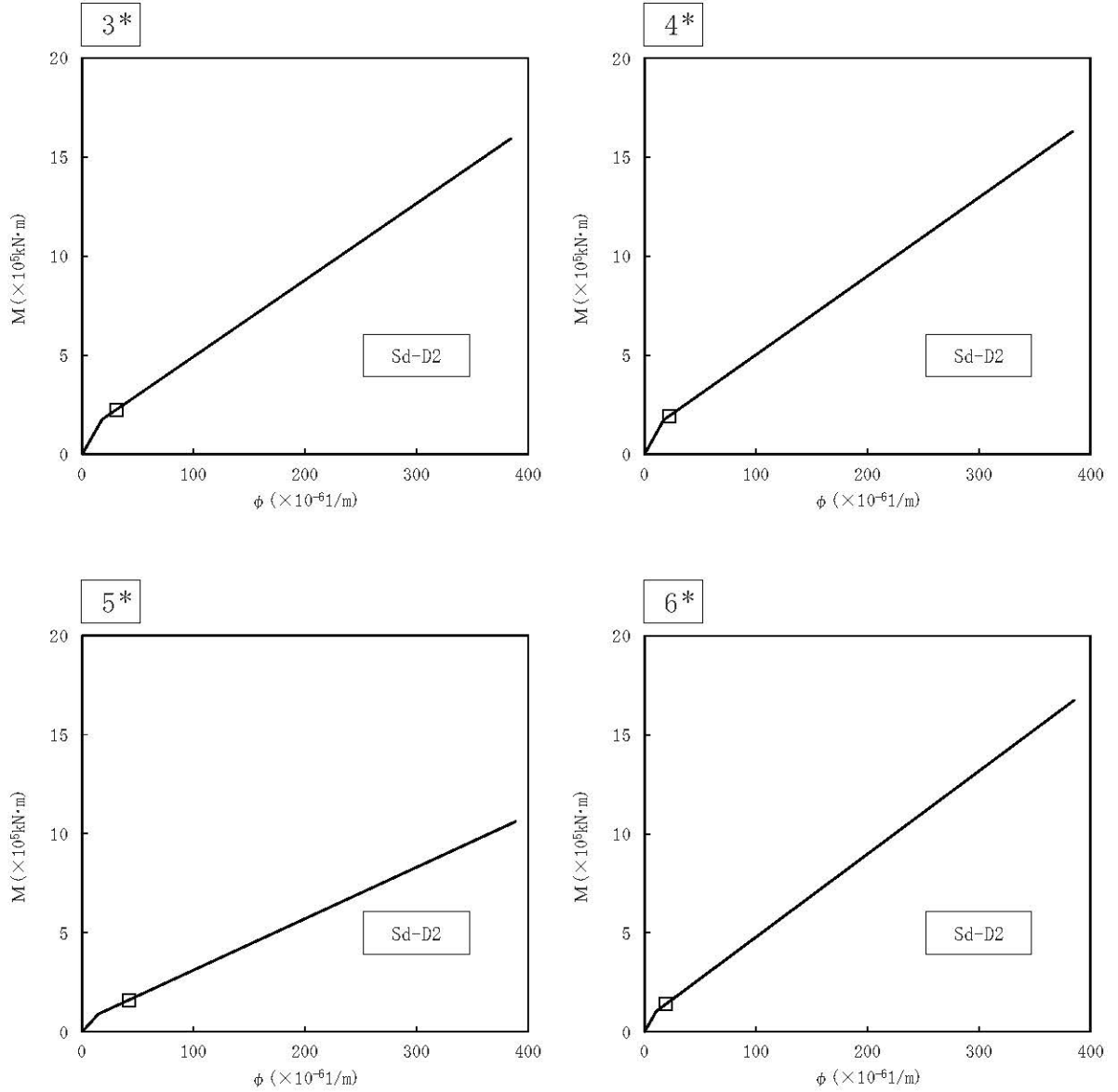
凡例  
 □ : S d 基本ケース全 7 波の最大値  
 ( 図中に応答が最大となる地震動を示す )



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-69 に対応

図 4-119 原子炉本体の基礎の  $Q-\gamma$  関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW 方向)

凡例  
 □ : S d 基本ケース全 7 波の最大値  
 (図中に応答が最大となる地震動を示す)



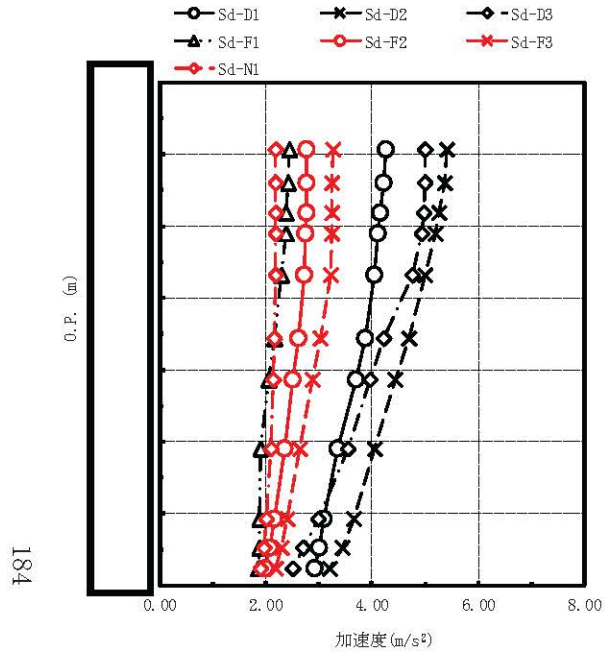
注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-70 に対応

図 4-120 原子炉本体の基礎のM- $\phi$  関係と最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW 方向)

表 4-7 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析によるばね反力

名称	方向	最大地震応答値 ( $\times 10^3\text{N}$ )							
		Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析
原子炉圧力容器 スタビライザ	NS	3470	4250	4250	2090	2990	2900	1760	2480
	EW	3840	5810	3990	2520	3010	3300	2090	2520
原子炉格納容器 スタビライザ	NS	7130	7750	7180	4070	4310	5490	2360	2450
	EW	7030	8560	7140	4510	4760	5860	2520	2500
原子炉格納容器 シヤラグ	NS	10900	13100	12200	7260	9130	10300	7900	8020
	EW	10600	14600	10300	7970	8410	10500	7050	8270
燃料交換 ベローズ	NS	746	886	894	409	585	601	451	564
	EW	854	1060	752	494	655	645	503	584
所員用 エアロック	NS	146	157	121	84.8	101	109	132	157
	EW	137	145	150	85.8	112	98.4	130	157
ベント管	NS	677	782	697	560	634	689	543	624
	EW	764	1210	760	555	829	693	548	624





最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
4.26	5.42	5.01	2.45	2.77	3.26	2.19	原子炉格納容器頂部
4.23	5.36	5.00	2.43	2.76	3.25	2.19	
4.15	5.27	4.97	2.39	2.76	3.25	2.18	燃料交換ベローズ位置
4.12	5.20	4.93	2.37	2.75	3.25	2.18	
4.05	5.00	4.77	2.30	2.72	3.22	2.18	シヤラグ位置
3.87	4.70	4.23	2.16	2.62	3.04	2.16	
3.69	4.44	3.97	2.06	2.52	2.87	2.14	
3.35	4.05	3.54	1.91	2.36	2.64	2.10	
3.09	3.65	2.98	1.88	2.17	2.40	2.01	
3.01	3.44	2.71	1.88	2.07	2.29	1.96	
2.93	3.20	2.52	1.86	1.99	2.19	1.91	原子炉格納容器基部

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

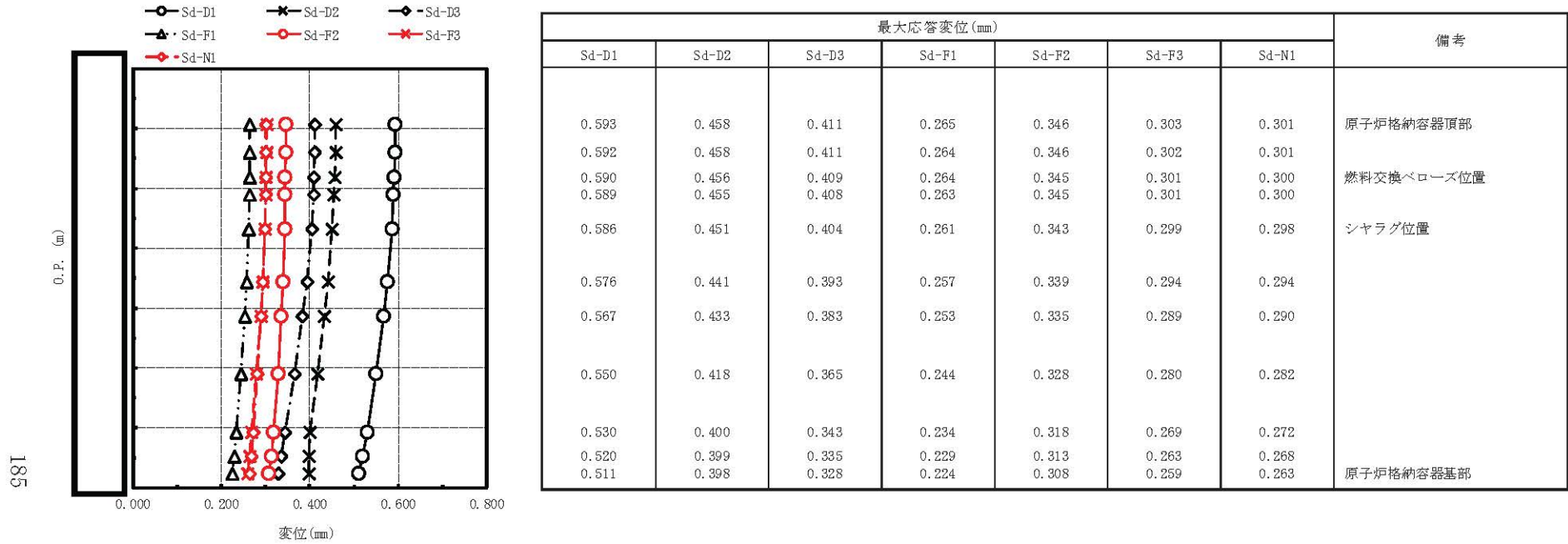
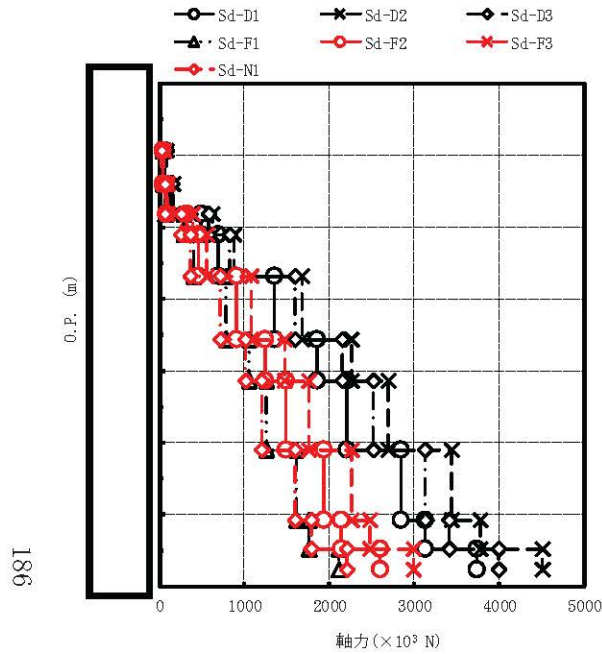


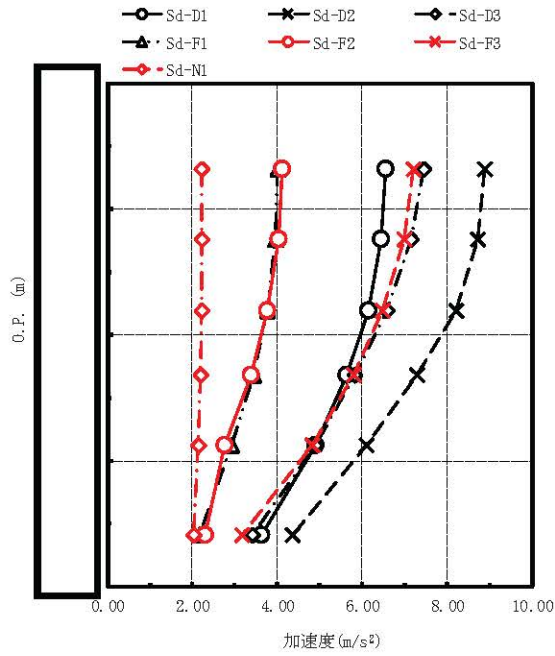
図 4-122 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉格納容器)



最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
63.7	81.0	74.8	36.8	41.1	49.5	32.6	原子炉格納容器頂部
127	161	150	73.2	82.2	98.7	65.2	燃料交換ベローズ位置
491	619	584	284	324	387	257	シヤラグ位置
695	875	828	403	460	550	366	
1350	1680	1600	778	901	1080	721	
1850	2260	2150	1060	1250	1480	1010	
2210	2690	2520	1260	1490	1760	1210	
2840	3440	3130	1610	1940	2260	1600	
3120	3770	3410	1760	2140	2480	1780	原子炉格納容器基部
3730	4500	3990	2110	2600	2990	2210	
3730	4500	3990	2110	2600	2990	2210	

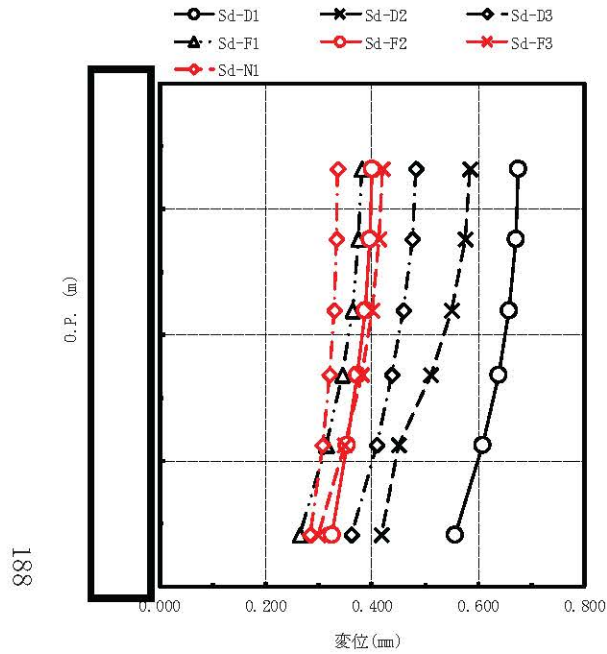
注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

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



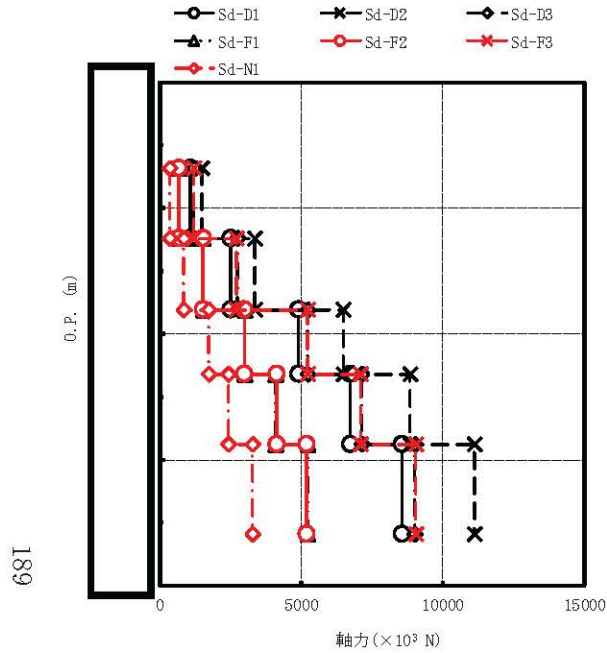
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
6.54	8.87	7.43	4.01	4.12	7.21	2.23	原子炉しゃへい壁頂部
6.44	8.70	7.13	3.94	4.02	6.99	2.22	
6.14	8.19	6.58	3.75	3.77	6.47	2.21	
5.63	7.27	5.83	3.43	3.38	5.79	2.19	
4.89	6.09	4.89	2.92	2.76	4.82	2.14	
3.63	4.35	3.42	2.15	2.30	3.17	2.03	原子炉しゃへい壁基部

図 4-124 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答変位 (mm)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
0.675	0.585	0.483	0.380	0.400	0.419	0.336	原子炉しゃへい壁頂部
0.670	0.576	0.476	0.375	0.396	0.414	0.334	
0.658	0.549	0.458	0.363	0.387	0.400	0.328	
0.638	0.511	0.437	0.344	0.373	0.380	0.320	
0.608	0.451	0.409	0.314	0.352	0.349	0.307	
0.557	0.417	0.362	0.264	0.325	0.298	0.284	原子炉しゃへい壁基部

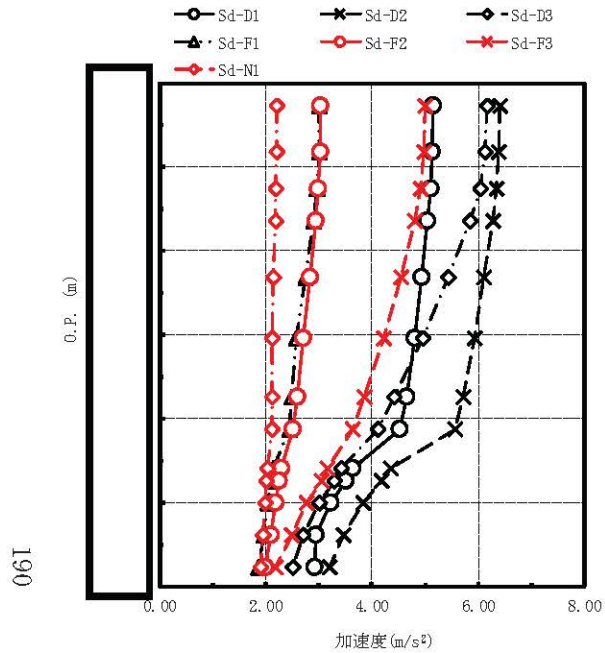
図 4-125 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答軸力 (×10 <sup>9</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
1100	1500	1230	674	687	1210	375	原子炉しゃへい壁頂部
2500	3360	2740	1530	1550	2720	857	
4900	6510	5220	3000	3010	5230	1730	
6720	8830	7130	4110	4120	7120	2450	
8570	11100	9010	5250	5200	9030	3290	
8570	11100	9010	5250	5200	9030	3290	原子炉しゃへい壁基部

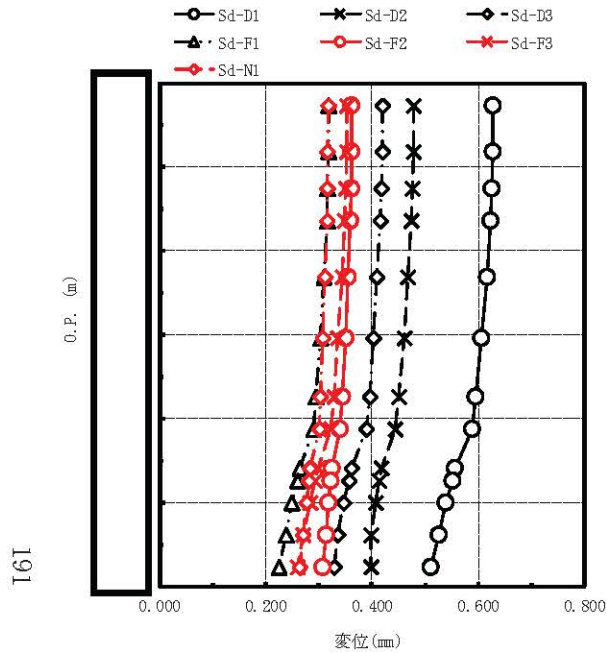
注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-126 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
5.15	6.41	6.16	3.01	3.03	5.00	2.20	原子炉压力容器頂部
5.13	6.39	6.13	3.00	3.02	4.98	2.20	燃料交換ベローズ位置
5.10	6.34	6.03	2.96	2.99	4.92	2.19	原子炉压力容器スタビライザ位置
5.04	6.27	5.84	2.89	2.94	4.80	2.18	
4.93	6.11	5.44	2.75	2.84	4.55	2.15	原子炉压力容器支持スカート位置
4.81	5.94	4.96	2.58	2.71	4.21	2.13	
4.65	5.72	4.41	2.49	2.59	3.85	2.12	
4.53	5.56	4.11	2.45	2.52	3.64	2.11	原子炉本体の基礎頂部
3.63	4.35	3.42	2.15	2.30	3.17	2.03	
3.50	4.18	3.29	2.12	2.26	3.05	2.02	原子炉本体の基礎基部
3.22	3.84	3.00	2.04	2.18	2.78	1.99	
2.94	3.47	2.70	1.96	2.09	2.49	1.95	原子炉本体の基礎基部
2.93	3.20	2.52	1.86	1.99	2.19	1.91	

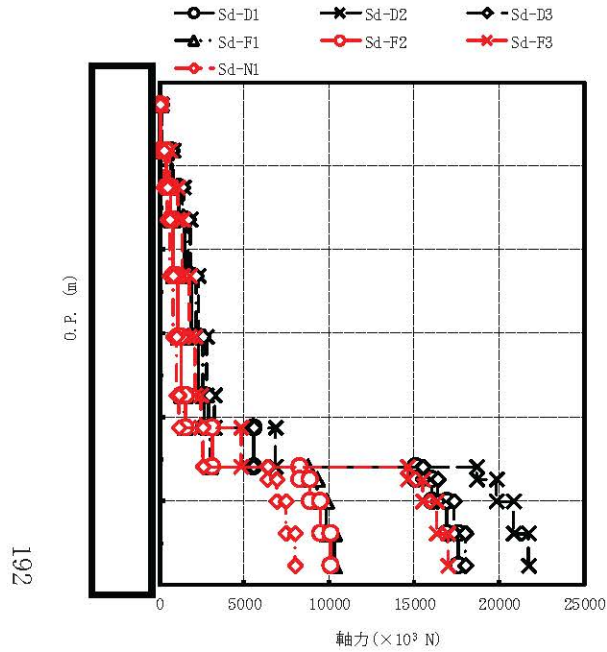
図 4-127 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答変位 (mm)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
0.628	0.479	0.420	0.319	0.362	0.353	0.318	原子炉圧力容器頂部
0.627	0.479	0.419	0.318	0.361	0.352	0.317	燃料交換ベローズ位置
0.626	0.477	0.418	0.317	0.361	0.351	0.317	原子炉圧力容器スタビライザ位置
0.623	0.474	0.416	0.315	0.359	0.349	0.315	
0.616	0.468	0.410	0.310	0.355	0.343	0.312	原子炉圧力容器支持スカート位置
0.607	0.460	0.403	0.303	0.350	0.336	0.308	
0.596	0.450	0.395	0.295	0.344	0.328	0.303	原子炉本体の基礎頂部
0.588	0.444	0.389	0.290	0.340	0.322	0.300	
0.557	0.417	0.362	0.264	0.325	0.298	0.284	原子炉本体の基礎基部
0.552	0.414	0.357	0.259	0.322	0.293	0.282	
0.540	0.406	0.347	0.249	0.318	0.283	0.277	原子炉本体の基礎基部
0.526	0.398	0.336	0.237	0.313	0.271	0.270	
0.511	0.398	0.328	0.224	0.308	0.259	0.263	

図 4-128 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)





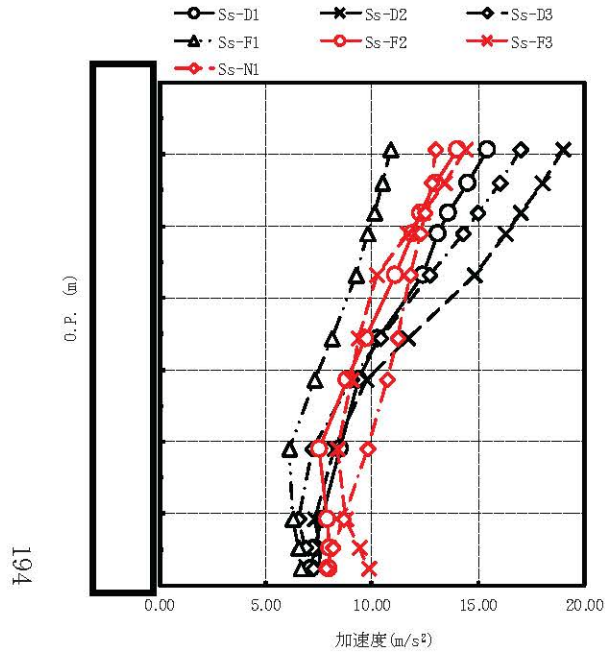
最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
89.4	112	105	51.6	51.7	85.4	37.8	原子炉圧力容器頂部
652	814	760	376	377	621	276	燃料交換ベローズ位置
1140	1410	1320	651	654	1080	480	原子炉圧力容器スタビライザ位置
1460	1800	1680	832	838	1380	617	
1880	2320	2150	1070	1080	1770	803	
2270	2790	2550	1280	1300	2120	977	
2660	3270	2930	1480	1520	2450	1160	
5570	6830	5570	2970	3120	4810	2540	原子炉圧力容器支持スカート位置
15100	18700	15500	8720	8230	14600	6340	原子炉本体の基礎頂部
16000	19800	16400	9250	8840	15500	6880	
16900	20800	17300	9780	9480	16300	7450	
17600	21700	18000	10300	10100	17000	7980	
17600	21700	18000	10300	10100	17000	7980	原子炉本体の基礎基部

注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-129 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)

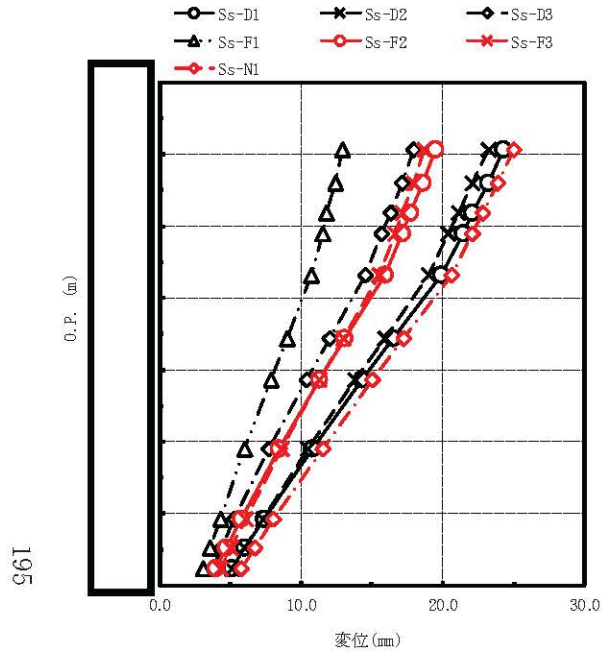
表 4-8 静的震度 (鉛直方向)

種別	鉛直方向静的震度
建物・構築物	0.24 (1.0Cv)
機器・配管系	0.29 (1.2Cv)



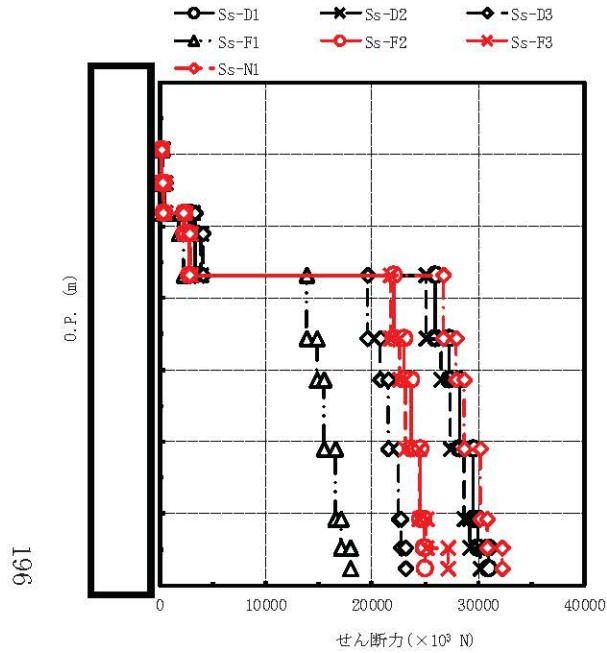
最大応答加速度(m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
15.4	19.0	17.0	10.9	14.0	14.4	13.0	原子炉格納容器頂部
14.5	18.0	16.0	10.5	13.0	13.4	12.8	
13.6	17.0	15.0	10.1	12.3	12.4	12.5	燃料交換ベローズ位置
13.1	16.3	14.3	9.81	11.9	11.7	12.3	
12.4	14.8	12.7	9.23	11.1	10.2	11.8	シヤラグ位置
10.3	11.7	10.4	8.10	9.71	9.36	11.2	
9.38	9.72	9.01	7.33	8.84	9.04	10.7	
8.50	8.23	7.17	6.11	7.50	8.40	9.79	
7.64	7.28	6.57	6.28	7.89	8.74	8.63	
7.30	7.56	6.89	6.54	8.00	9.41	8.19	
7.12	7.51	7.25	6.64	7.96	9.85	7.84	原子炉格納容器基部

図 4-130 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答変位(mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
24.3	23.2	17.9	12.9	19.5	18.7	25.0	原子炉格納容器頂部
23.2	22.1	17.1	12.4	18.6	17.9	23.9	燃料交換ベローズ位置
22.1	21.1	16.3	11.8	17.7	17.1	22.8	
21.4	20.4	15.7	11.5	17.1	16.6	22.1	シヤラグ位置
19.9	19.0	14.5	10.7	15.9	15.5	20.6	
16.5	15.9	12.0	8.97	13.1	13.0	17.2	
14.3	13.8	10.4	7.85	11.3	11.3	15.0	
10.8	10.5	7.69	6.04	8.42	8.63	11.5	
7.37	7.29	5.27	4.30	5.72	6.08	8.04	
6.03	6.02	4.36	3.60	4.67	5.06	6.70	
5.09	5.13	3.72	3.11	3.95	4.33	5.76	原子炉格納容器基部

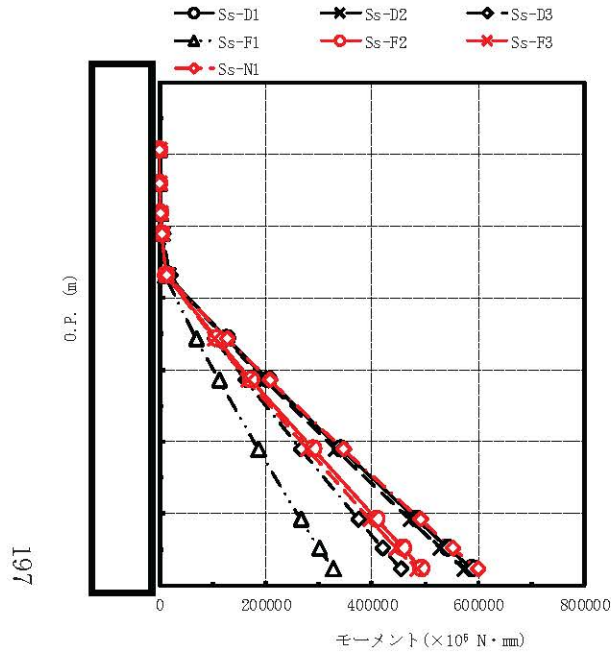
図 4-131 最大応答変位 基準地震動 S s (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
228	286	250	165	211	220	187	原子炉格納容器頂部
443	556	485	324	407	423	371	燃料交換ベローズ位置
2850	3100	3390	1850	2340	2320	2270	
3400	3920	4080	2300	2790	2880	2840	シヤラグ位置
26000	25100	19600	13900	22100	21800	26700	
27300	26500	20800	14800	23100	22600	27900	28200
28200	27400	21500	15500	23700	23200	28700	
29500	28700	22500	16600	24600	24500	30200	30000
31000	30200	23200	18000	25000	27200	32300	
31000	30200	23200	18000	25000	27200	32300	原子炉格納容器基部

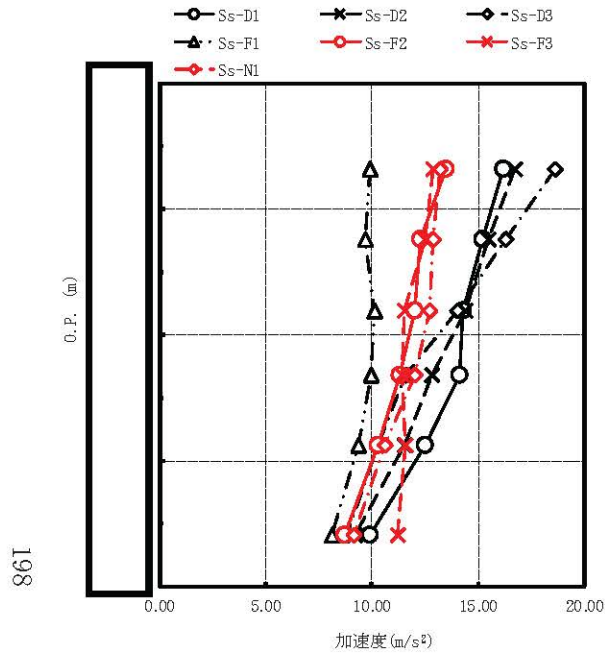
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-132 最大応答せん断力 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉格納容器)



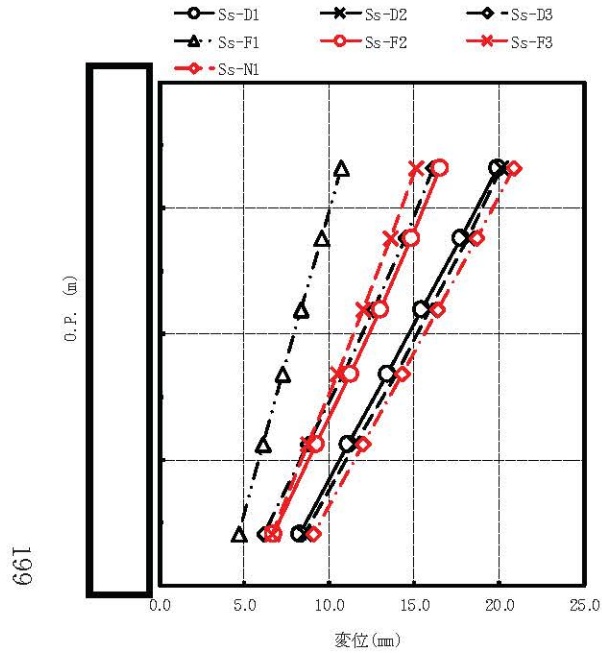
最大応答モーメント( $\times 10^6$ N·mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉格納容器頂部
525	657	576	381	486	506	431	燃料交換ベローズ位置
1470	1850	1620	1080	1360	1410	1230	
5230	6160	6330	3560	4420	4580	4350	シヤラグ位置
15200	17600	18300	10300	12500	13000	12600	
127000	124000	103000	69500	109000	103000	128000	
205000	200000	163000	112000	174000	167000	207000	
342000	332000	266000	186000	289000	279000	346000	
484000	471000	375000	267000	408000	397000	492000	
544000	529000	420000	301000	458000	446000	553000	原子炉格納容器基部
589000	573000	454000	327000	494000	485000	600000	

図 4-133 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉格納容器)



最大応答加速度(m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
16.2	16.7	18.6	9.90	13.5	12.9	13.2	原子炉しゃへい壁頂部
15.2	15.5	16.3	9.71	12.3	12.5	12.9	
14.3	14.4	14.0	10.1	12.0	11.5	12.7	
14.1	12.8	11.6	9.93	11.3	11.4	12.0	
12.5	11.5	10.3	9.35	10.3	11.6	10.6	
9.90	9.20	8.80	8.10	8.72	11.2	9.15	原子炉しゃへい壁基部

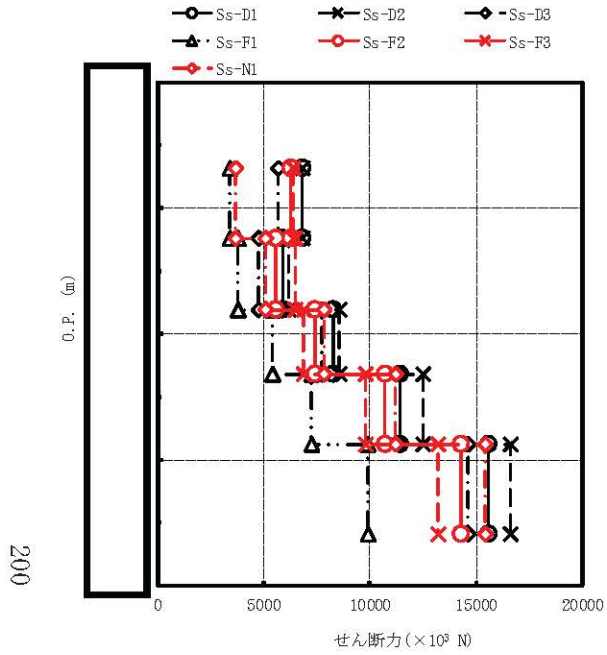
図 4-134 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答変位(mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
19.9	20.1	16.1	10.7	16.5	15.1	20.8	原子炉しゃへい壁頂部
17.7	18.1	14.5	9.55	14.8	13.6	18.7	
15.4	15.9	12.6	8.35	13.0	12.0	16.4	
13.4	13.9	10.8	7.26	11.2	10.5	14.3	
11.1	11.5	8.73	6.07	9.17	8.75	12.0	
8.25	8.49	6.18	4.65	6.66	6.63	9.03	原子炉しゃへい壁基部

図 4-135 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉しゃへい壁)

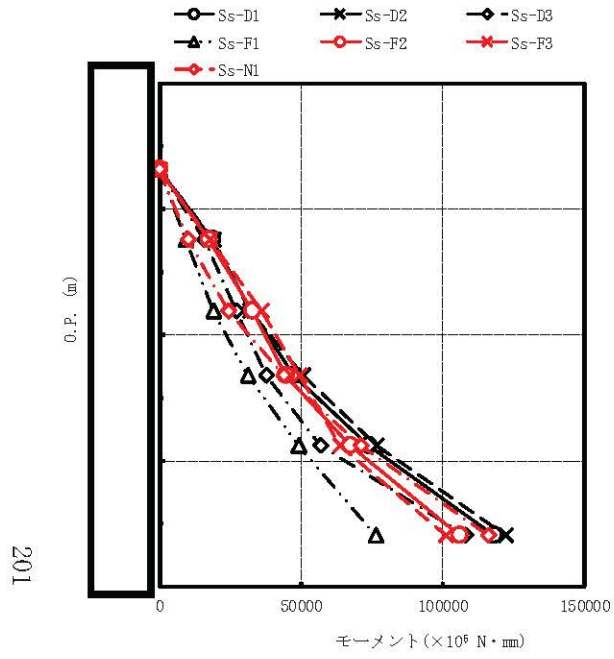




最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
6790	6840	5660	3390	6270	6410	3660	原子炉しゃへい壁頂部
5910	6190	4740	3760	5550	6500	5080	
8290	8560	7750	5420	7400	6870	7820	
11400	12500	11400	7250	10700	9780	11200	
15600	16600	14600	9890	14300	13200	15400	
15600	16600	14600	9890	14300	13200	15400	原子炉しゃへい壁基部

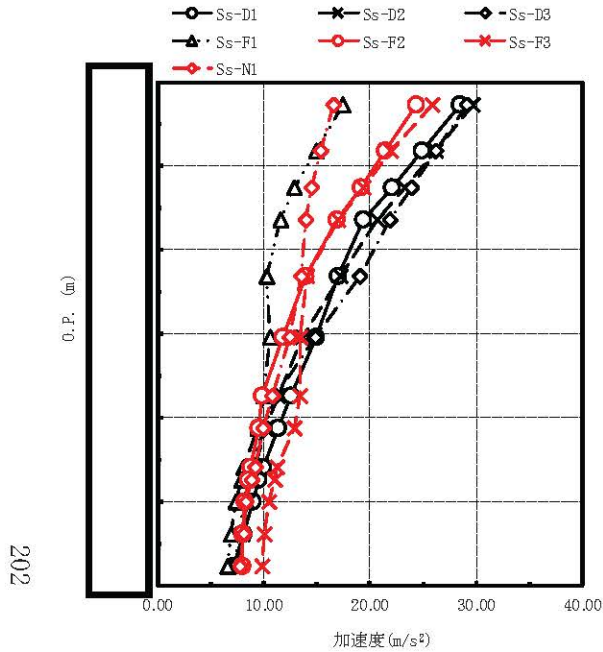
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-136 最大応答せん断力 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



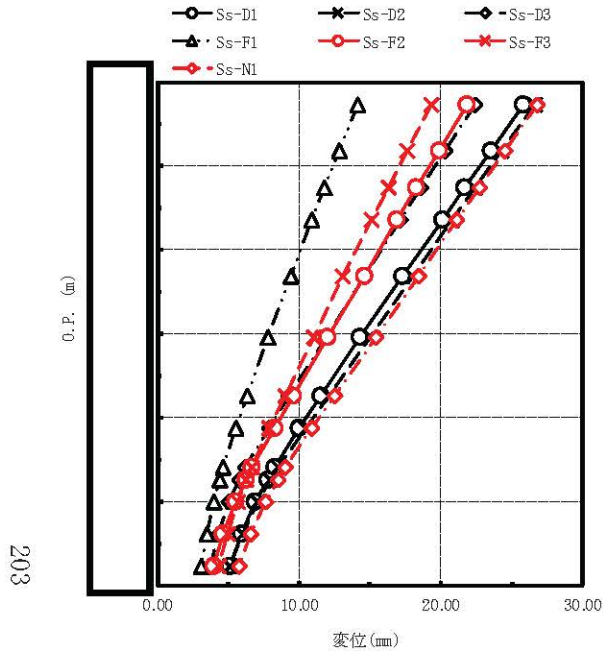
最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉しゃへい壁頂部
18800	18900	15700	9340	17300	17700	10100	
32300	32200	27000	19100	33000	36100	24500	
47500	50900	37800	31300	44800	49600	43800	
73800	76800	56600	48900	67200	63700	70900	
118000	122000	108000	76200	106000	101000	116000	原子炉しゃへい壁基部

図 4-137 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉しゃへい壁)



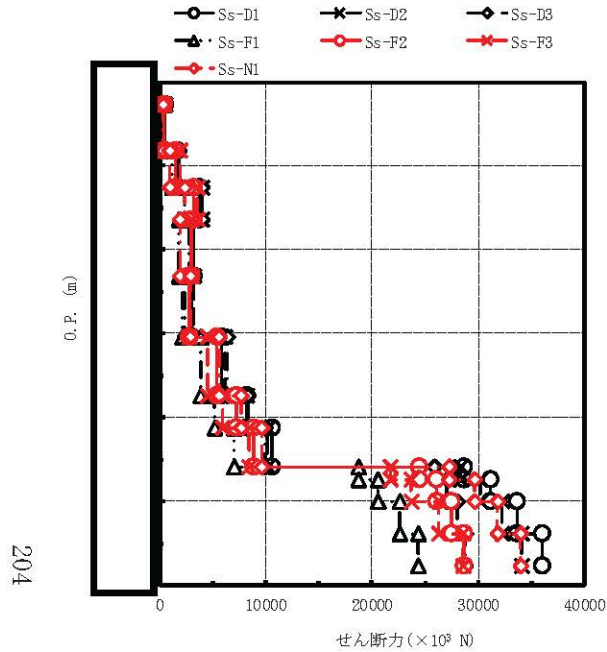
最大応答加速度(m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
28.5	29.7	29.1	17.4	24.3	25.9	16.6	原子炉圧力容器頂部
24.9	26.2	26.2	14.9	21.4	22.0	15.4	燃料交換ベローズ位置
22.1	23.3	23.9	12.9	19.1	19.4	14.5	原子炉圧力容器スタビライザ位置
19.4	20.7	21.9	11.6	16.9	17.0	14.0	
17.0	17.2	19.0	10.3	14.0	14.1	13.5	原子炉圧力容器支持スカート位置
14.9	13.6	14.8	10.6	11.8	13.4	12.4	
12.6	11.4	11.1	9.98	9.89	13.4	10.8	
11.4	10.2	10.1	9.43	9.50	12.9	9.94	原子炉本体の基礎頂部
9.90	9.20	8.80	8.10	8.72	11.2	9.15	原子炉本体の基礎基部
9.52	8.91	8.63	7.88	8.57	11.0	8.84	
9.00	8.47	8.08	7.37	8.22	10.5	8.37	原子炉本体の基礎基部
8.15	8.01	7.64	6.95	8.03	10.1	8.10	
7.12	7.51	7.25	6.64	7.96	9.85	7.84	

図 4-138 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答変位(mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
25.8	26.6	22.4	14.1	21.8	19.3	26.8	原子炉圧力容器頂部
23.5	24.3	20.3	12.8	19.9	17.6	24.5	燃料交換ベローズ位置
21.7	22.4	18.6	11.8	18.3	16.3	22.7	原子炉圧力容器スタビライザ位置
20.1	20.8	17.1	10.9	16.9	15.1	21.1	
17.3	18.0	14.6	9.42	14.6	13.1	18.4	
14.3	15.0	11.9	7.81	12.0	11.0	15.4	
11.5	12.1	9.27	6.32	9.56	8.99	12.5	
10.0	10.5	7.85	5.54	8.24	7.91	10.9	原子炉圧力容器支持スカート位置
8.25	8.49	6.18	4.65	6.66	6.63	9.03	原子炉本体の基礎頂部
7.76	7.97	5.74	4.41	6.24	6.28	8.51	
6.90	7.04	5.03	4.00	5.49	5.65	7.62	
5.91	5.99	4.31	3.52	4.64	4.93	6.59	
5.09	5.13	3.72	3.11	3.95	4.33	5.76	原子炉本体の基礎基部

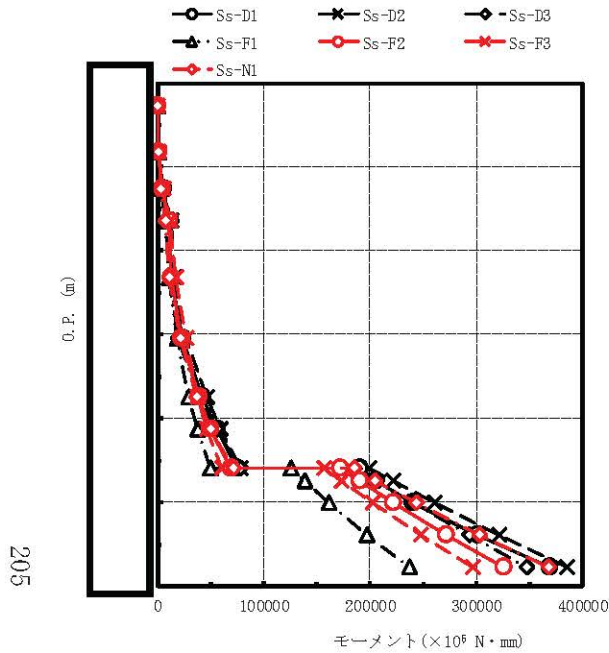
図 4-139 最大応答変位 基準地震動 S s (NS 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
482	510	495	301	410	445	281	原子炉压力容器頂部
1690	1890	1780	1230	1490	1890	974	燃料交換ベローズ位置
3800	3960	3990	2380	3200	3540	2330	原子炉压力容器スタビライザ位置
3200	3050	2790	1860	3000	3040	1970	
3020	3270	2330	2110	2850	2770	2920	原子炉压力容器支持スカート位置
5850	6150	6360	3870	5440	4570	5620	
8270	8260	8310	5210	7280	5960	7700	
10600	10200	9950	6990	8920	8450	9660	原子炉本体の基礎頂部
28700	28300	25900	18700	24500	21800	27300	
31200	30200	27100	20600	26100	23700	29600	原子炉本体の基礎基部
33700	32200	28000	22600	27500	26300	31800	
36000	34100	28800	24300	28700	28600	34000	原子炉本体の基礎基部
36000	34100	28800	24300	28700	28600	34000	

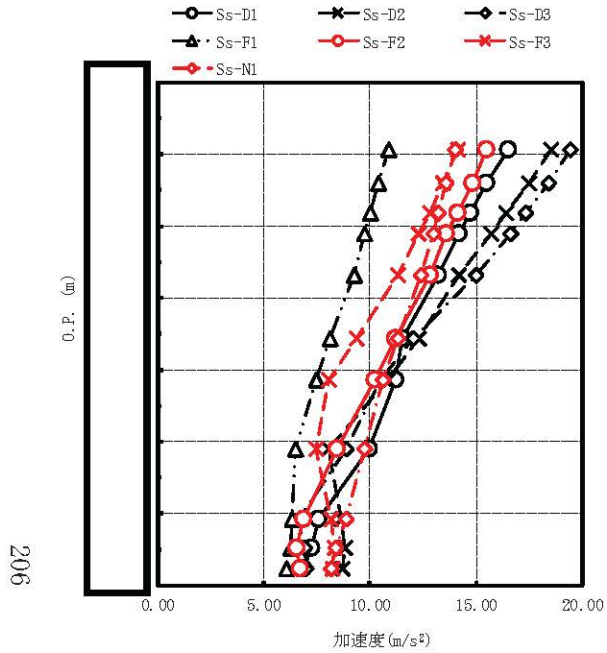
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-140 最大応答せん断力 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



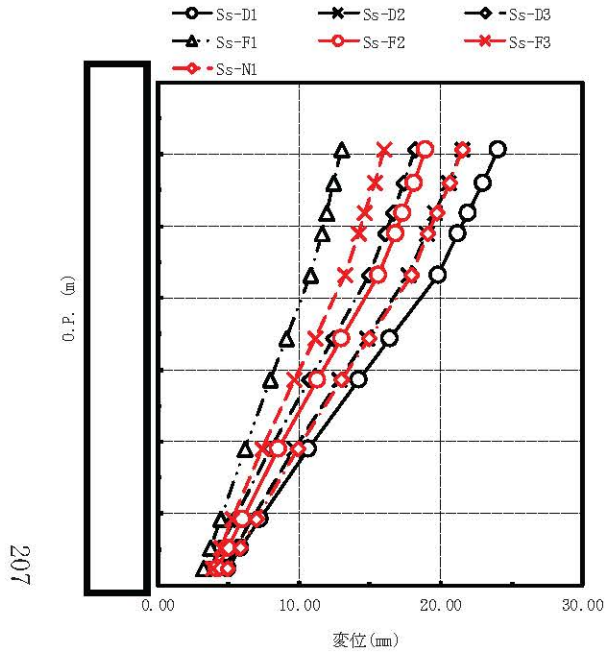
最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉压力容器頂部
1320	1400	1360	824	1130	1220	769	燃料交換ベローズ位置
5020	5400	5130	3410	4350	5330	2840	原子炉压力容器スタビライザ位置
12300	12700	12700	7810	10400	12100	7250	
13000	16100	12200	10800	12700	16900	10700	
23600	27500	19000	18400	23000	26800	21200	
42000	46700	38500	29300	38600	38200	37000	
55900	59500	54900	37800	49800	46200	49900	原子炉压力容器支持スカート位置
74600	77800	77700	50100	69200	60100	70900	
190000	199000	185000	126000	172000	157000	185000	原子炉本体の基礎頂部
206000	222000	206000	138000	190000	173000	205000	
240000	261000	240000	161000	222000	202000	243000	
301000	321000	293000	197000	272000	248000	303000	
369000	385000	347000	237000	326000	297000	368000	原子炉本体の基礎基部

図 4-141 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
16.5	18.5	19.4	10.9	15.5	14.1	14.0	原子炉格納容器頂部
15.5	17.5	18.4	10.4	14.8	13.4	13.6	
14.7	16.4	17.3	9.99	14.1	12.8	13.2	燃料交換ベローズ位置
14.2	15.7	16.6	9.75	13.6	12.3	13.0	
13.2	14.2	15.0	9.23	12.8	11.3	12.4	シヤラグ位置
11.5	12.3	12.0	8.13	11.2	9.38	11.3	
11.2	10.8	10.5	7.44	10.2	8.06	10.6	
9.93	8.07	8.86	6.47	8.42	7.46	9.75	
7.58	8.63	6.65	6.31	6.89	8.17	8.88	
7.23	8.82	6.91	6.25	6.55	8.35	8.38	
6.88	8.71	6.96	6.05	6.69	8.25	8.17	原子炉格納容器基部

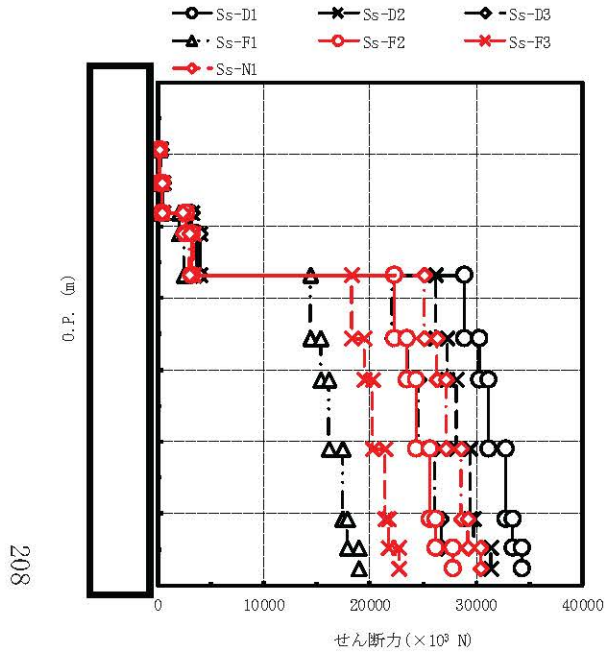
図 4-142 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW 方向 原子炉格納容器)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
24.0	21.5	18.2	13.0	18.9	16.0	21.5	原子炉格納容器頂部
23.0	20.5	17.4	12.4	18.1	15.3	20.6	燃料交換ベローズ位置
21.9	19.6	16.6	11.9	17.3	14.6	19.7	
21.2	19.0	16.1	11.6	16.8	14.2	19.1	シヤラグ位置
19.8	17.7	14.9	10.8	15.6	13.2	17.9	
16.4	14.8	12.4	9.07	13.0	11.1	14.9	
14.2	12.8	10.7	7.96	11.3	9.65	13.0	原子炉格納容器基部
10.6	9.64	7.96	6.15	8.54	7.41	9.87	
7.19	6.68	5.41	4.43	5.97	5.30	6.95	
5.86	5.51	4.40	3.74	4.96	4.47	5.80	原子炉格納容器基部
4.93	4.68	3.69	3.24	4.24	3.86	4.98	

図 4-143 最大応答変位 基準地震動 S s (EW 方向 原子炉格納容器)

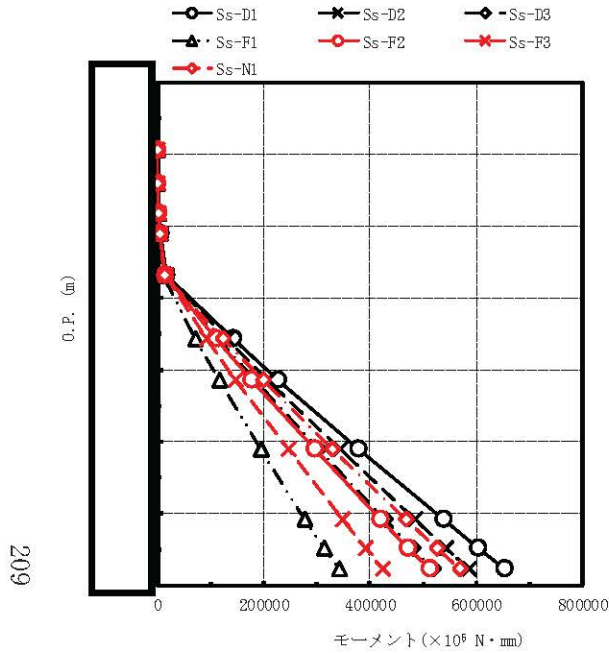




最大応答せん断力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
244	269	288	168	229	209	207	原子炉格納容器頂部
475	522	560	323	446	408	407	燃料交換ベローズ位置
3060	3220	3190	2050	2700	2740	2380	
3670	3980	3990	2460	3260	3340	3020	シヤラグ位置
28900	26200	22100	14400	22300	18300	25100	
30300	27300	23600	15400	23500	19500	26300	原子炉格納容器基部
31200	28100	24600	16100	24400	20200	27200	
32800	29400	26100	17400	25700	21400	28600	
33400	29800	26700	17900	26200	21800	29200	
34300	31400	27800	18900	27800	22700	30400	
34300	31400	27800	18900	27800	22700	30400	

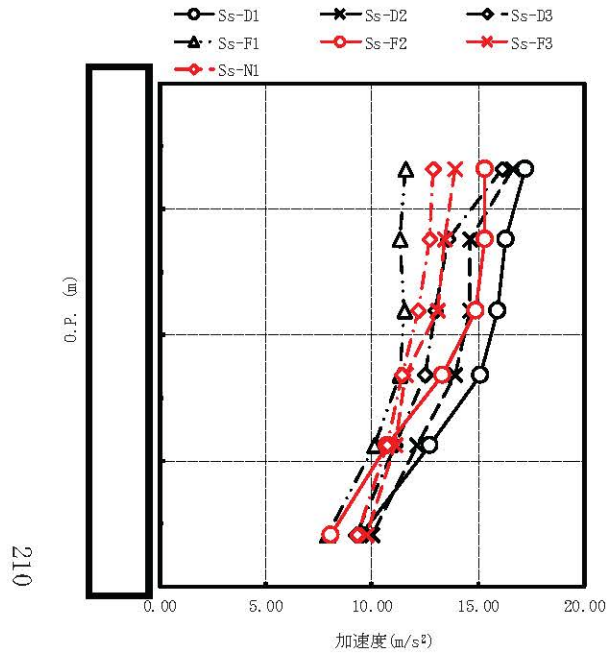
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-144 最大応答せん断力 基準地震動 S<sub>s</sub> (EW 方向 原子炉格納容器)



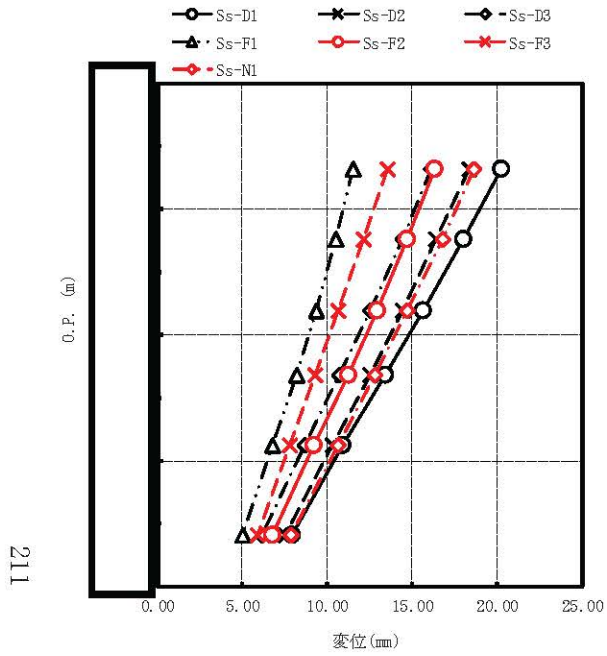
最大応答モーメント ( $\times 10^6$ N·mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉格納容器頂部
563	619	663	386	527	481	476	燃料交換ベローズ位置
1580	1740	1860	1080	1480	1360	1350	
5670	6210	6270	3760	5070	5140	4660	シヤラグ位置
16300	17800	17900	11000	14600	14900	13500	
142000	129000	115000	72100	111000	91900	123000	
228000	207000	183000	116000	178000	148000	198000	
379000	343000	302000	194000	296000	246000	329000	
538000	484000	428000	278000	420000	349000	468000	
604000	543000	481000	314000	472000	392000	526000	原子炉格納容器基部
654000	587000	520000	341000	512000	425000	570000	

図 4-145 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (EW 方向 原子炉格納容器)



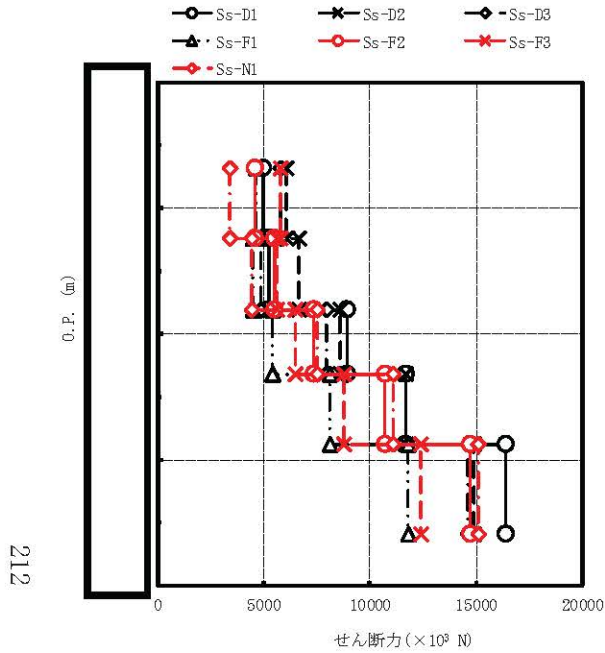
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
17.2	16.6	16.1	11.6	15.3	13.9	12.9	原子炉しゃへい壁頂部
16.3	14.6	13.6	11.3	15.3	13.4	12.7	
15.9	14.6	13.0	11.5	14.9	13.1	12.2	
15.1	13.9	12.5	11.3	13.3	11.6	11.4	
12.7	12.1	11.1	10.1	10.7	11.1	10.7	
9.45	10.0	9.27	7.91	8.07	9.72	9.28	原子炉しゃへい壁基部

図 4-146 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
20.2	18.3	16.1	11.5	16.3	13.5	18.6	原子炉しゃへい壁頂部
18.0	16.4	14.4	10.5	14.7	12.1	16.8	
15.6	14.4	12.5	9.30	12.9	10.6	14.7	
13.4	12.5	10.7	8.15	11.2	9.27	12.8	
10.9	10.3	8.68	6.79	9.23	7.77	10.6	
7.93	7.49	6.17	5.01	6.73	5.85	7.83	原子炉しゃへい壁基部

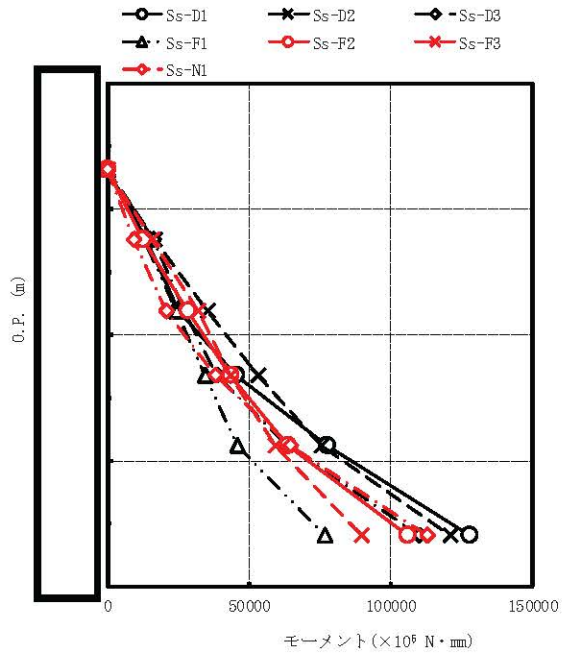
図 4-147 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
4980	6040	5810	4660	4600	5770	3400	原子炉しゃへい壁頂部
5260	6640	4870	4490	5490	5640	4450	
8910	8610	7940	5390	7380	6480	7540	
11700	11700	10700	8100	10700	8760	11100	
16400	14900	14600	11800	14700	12400	15100	
16400	14900	14600	11800	14700	12400	15100	原子炉しゃへい壁基部

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

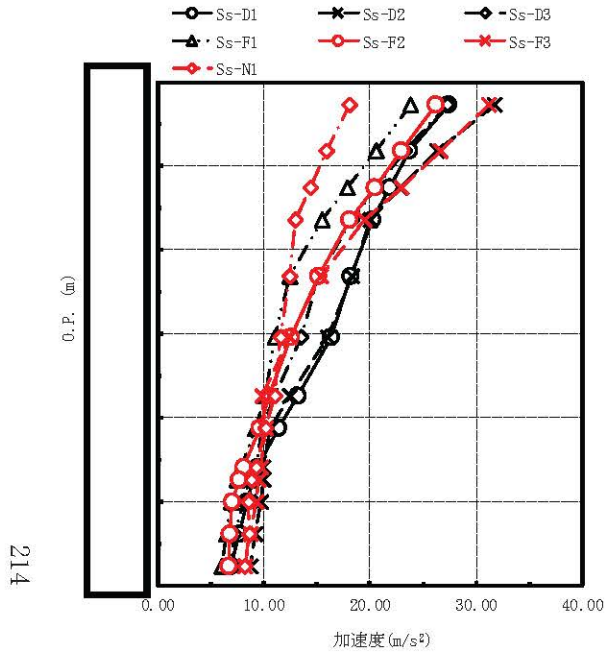
図 4-148 最大応答せん断力 基準地震動  $S_s$  (EW 方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答モーメント ( $\times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$ )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉しゃへい壁頂部
13800	16700	16100	12900	12700	16000	9380	
25000	35300	27300	24500	28300	32000	20500	
45400	53300	38700	34400	43600	43400	38200	
77400	75300	63700	45900	63700	59400	64700	
128000	121000	110000	76700	106000	89800	113000	原子炉しゃへい壁基部

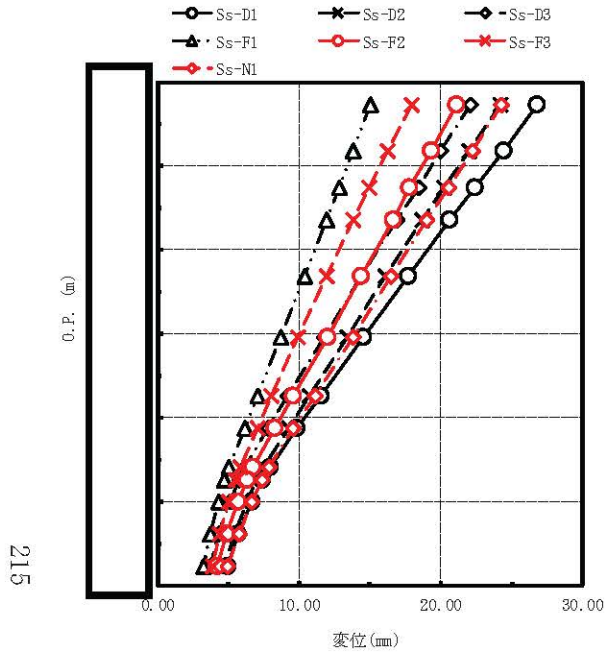
図 4-149 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (EW 方向 原子炉しゃへい壁)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
27.4	31.7	27.3	23.8	26.2	31.2	18.1	原子炉压力容器頂部
23.7	26.3	23.3	20.6	22.9	26.6	15.9	燃料交換ベローズ位置
21.9	22.8	20.6	17.9	20.4	22.9	14.4	原子炉压力容器スタビライザ位置
20.2	20.0	18.3	15.5	18.1	19.5	13.0	
18.2	18.3	15.1	12.4	15.2	15.4	12.4	原子炉压力容器支持スカート位置
16.3	16.0	13.5	11.0	12.5	12.4	11.6	
13.2	12.4	11.0	10.2	10.5	9.84	11.0	原子炉本体の基礎頂部
11.4	10.6	9.88	9.23	9.62	10.2	10.2	
9.45	10.0	9.27	7.91	8.07	9.72	9.28	原子炉本体の基礎基部
9.03	9.93	8.64	7.41	7.66	9.57	8.88	
8.39	9.71	8.11	6.96	7.03	9.25	8.58	原子炉本体の基礎基部
7.68	9.24	7.20	6.46	6.76	8.75	8.65	
6.88	8.71	6.96	6.05	6.69	8.25	8.17	

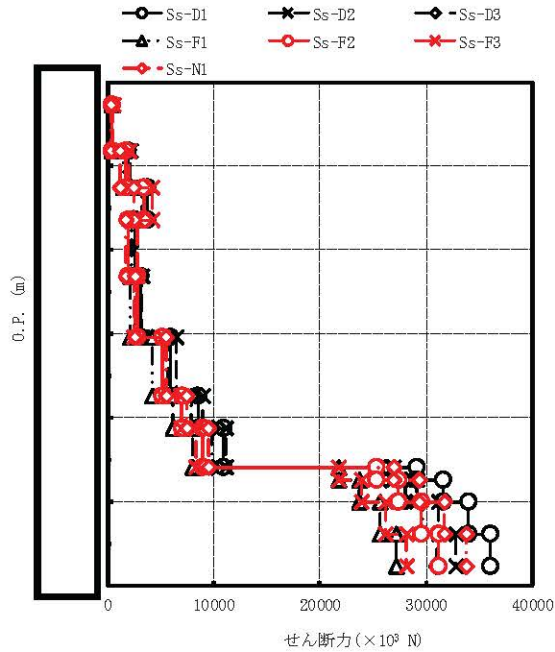
図 4-150 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
26.8	24.2	22.1	15.0	21.1	17.9	24.3	原子炉圧力容器頂部
24.4	22.0	20.0	13.8	19.3	16.2	22.2	燃料交換ベローズ位置
22.4	20.2	18.4	12.8	17.8	14.9	20.5	原子炉圧力容器スタビライザ位置
20.6	18.7	16.9	11.9	16.6	13.8	19.0	
17.7	16.1	14.4	10.4	14.4	11.9	16.5	原子炉圧力容器支持スカート位置
14.5	13.4	11.8	8.70	12.0	9.90	13.8	
11.5	10.7	9.20	7.07	9.60	8.07	11.1	
9.81	9.25	7.82	6.15	8.31	7.07	9.60	原子炉本体の基礎頂部
7.93	7.49	6.17	5.01	6.73	5.85	7.83	
7.41	7.01	5.74	4.72	6.31	5.52	7.35	原子炉本体の基礎基部
6.65	6.30	5.11	4.27	5.68	5.03	6.63	
5.70	5.41	4.32	3.71	4.89	4.40	5.72	原子炉本体の基礎基部
4.93	4.68	3.69	3.24	4.24	3.86	4.98	

図 4-151 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (EW 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)

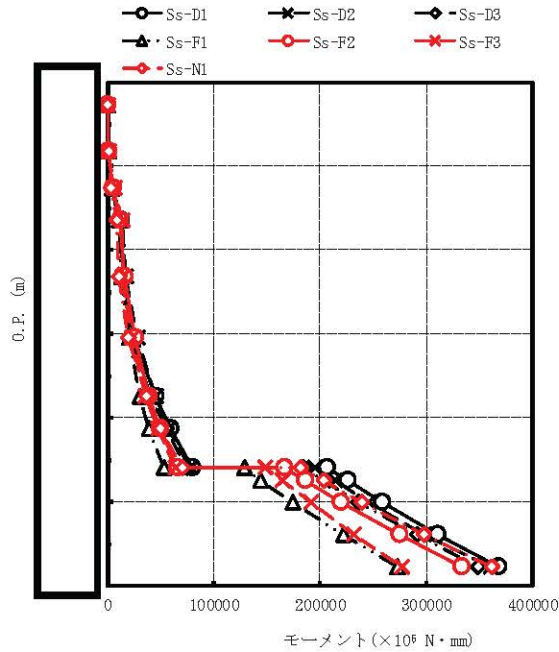




最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
468	536	463	399	441	530	320	原子炉压力容器頂部
1890	2130	1880	1550	1730	2060	1230	燃料交換ベローズ位置
3760	4210	3770	3250	3500	4260	2520	原子炉压力容器スタビライザ位置
2560	2550	2770	2300	1950	2780	1720	
3130	3200	2600	2120	2770	2490	2600	
5970	6480	5700	4260	5140	5190	5500	
8550	8930	7850	6200	7040	6940	7490	
10900	11100	9870	8030	8950	8340	9540	原子炉压力容器支持スカート位置
29100	27000	26200	21700	25300	21800	26900	原子炉本体の基礎頂部
31600	29100	28000	23700	27400	23900	29300	
34000	31200	29700	25600	29500	26200	31700	
36000	32800	31000	27200	31200	28100	33800	
36000	32800	31000	27200	31200	28100	33800	原子炉本体の基礎基部

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

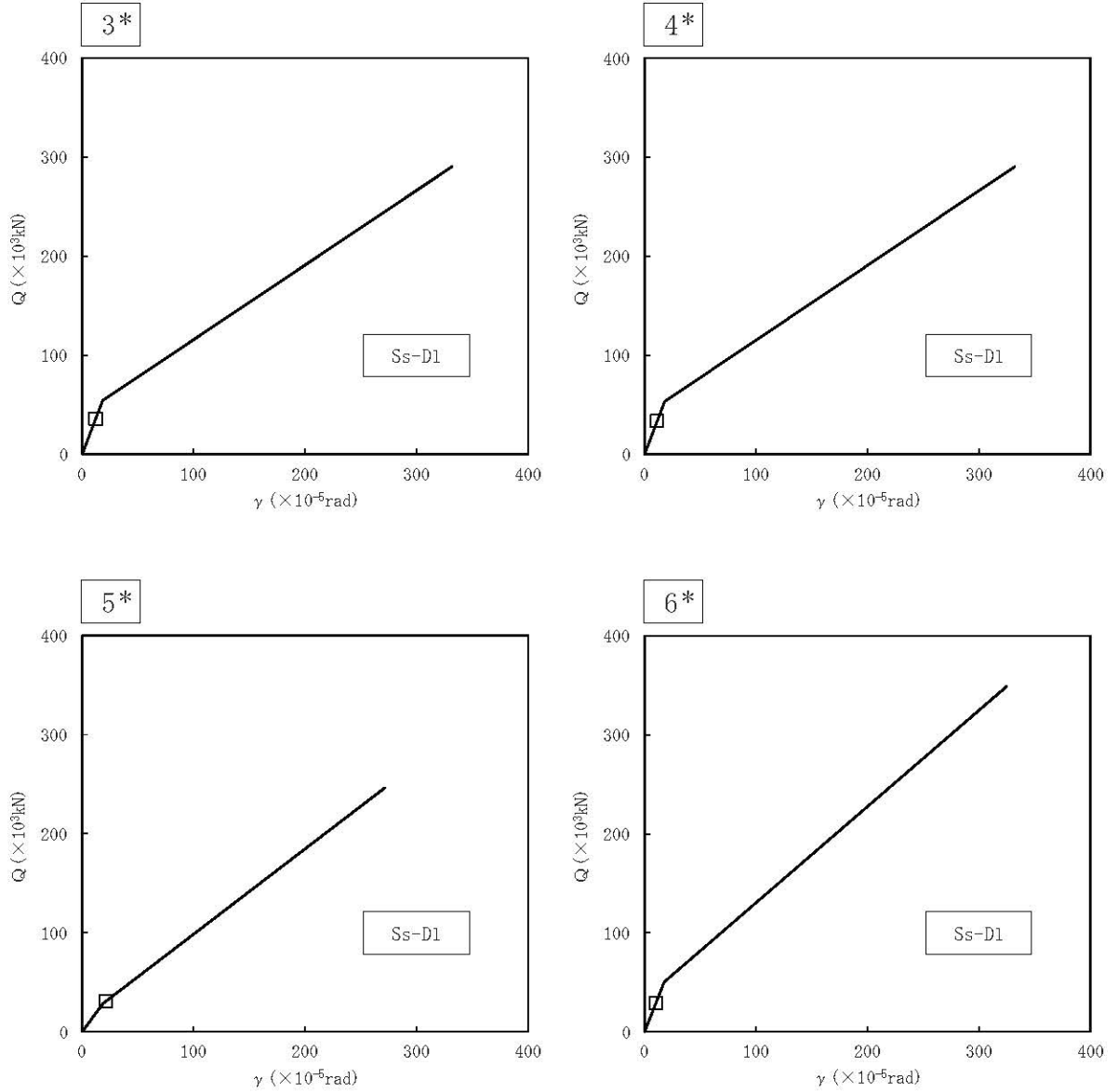
図 4-152 最大応答せん断力 基準地震動  $S_s$  (EW 方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0	0	0	0	0	0	0	原子炉圧力容器頂部
1290	1470	1270	1100	1210	1460	878	燃料交換ベローズ位置
5410	6120	5380	4480	4990	5950	3570	原子炉圧力容器スタビライザ位置
12600	14100	12600	10700	11500	14100	8350	
15600	16900	14300	12800	16000	14400	10500	原子炉圧力容器支持スカート位置
25200	27900	21900	20100	26000	22500	19900	
45200	45000	40700	29900	39000	35900	36800	原子炉本体の基礎頂部
59700	57500	54700	38700	49300	47500	49700	
79600	77800	74400	53300	66400	64000	69800	原子炉本体の基礎基部
207000	196000	184000	129000	167000	148000	182000	
226000	214000	203000	144000	186000	164000	203000	
259000	246000	236000	174000	220000	191000	239000	
311000	298000	291000	222000	275000	232000	298000	原子炉本体の基礎基部
368000	360000	349000	273000	333000	277000	362000	

図 4-153 最大応答モーメント 基準地震動 S s (EW 方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)

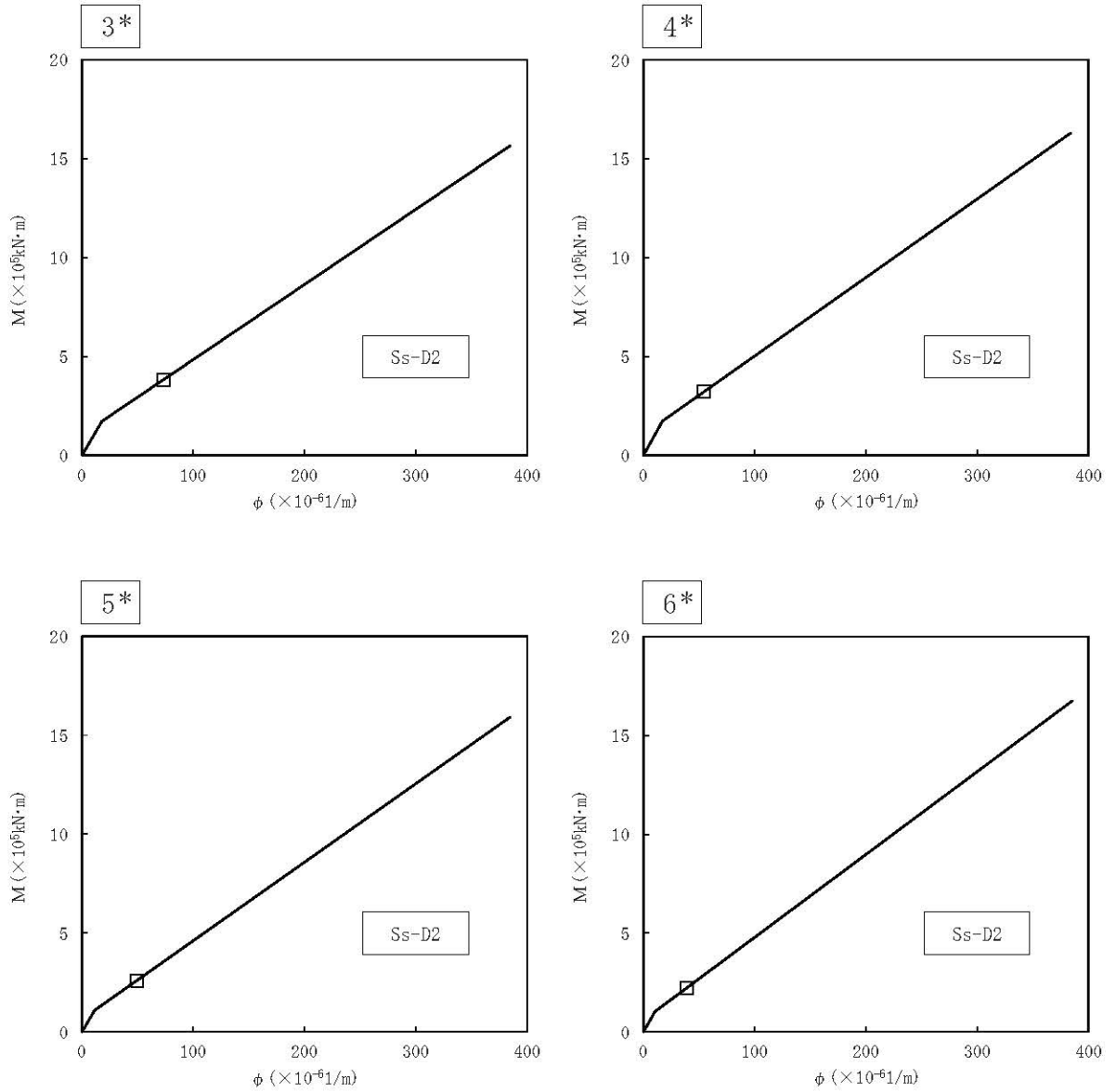
凡例  
 □ : S s 基本ケース全 7 波の最大値  
 ( 図中に応答が最大となる地震動を示す )



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-67 に対応

図 4-154 原子炉本体の基礎の Q-γ 関係と最大応答値 (基準地震動 S s , NS 方向)

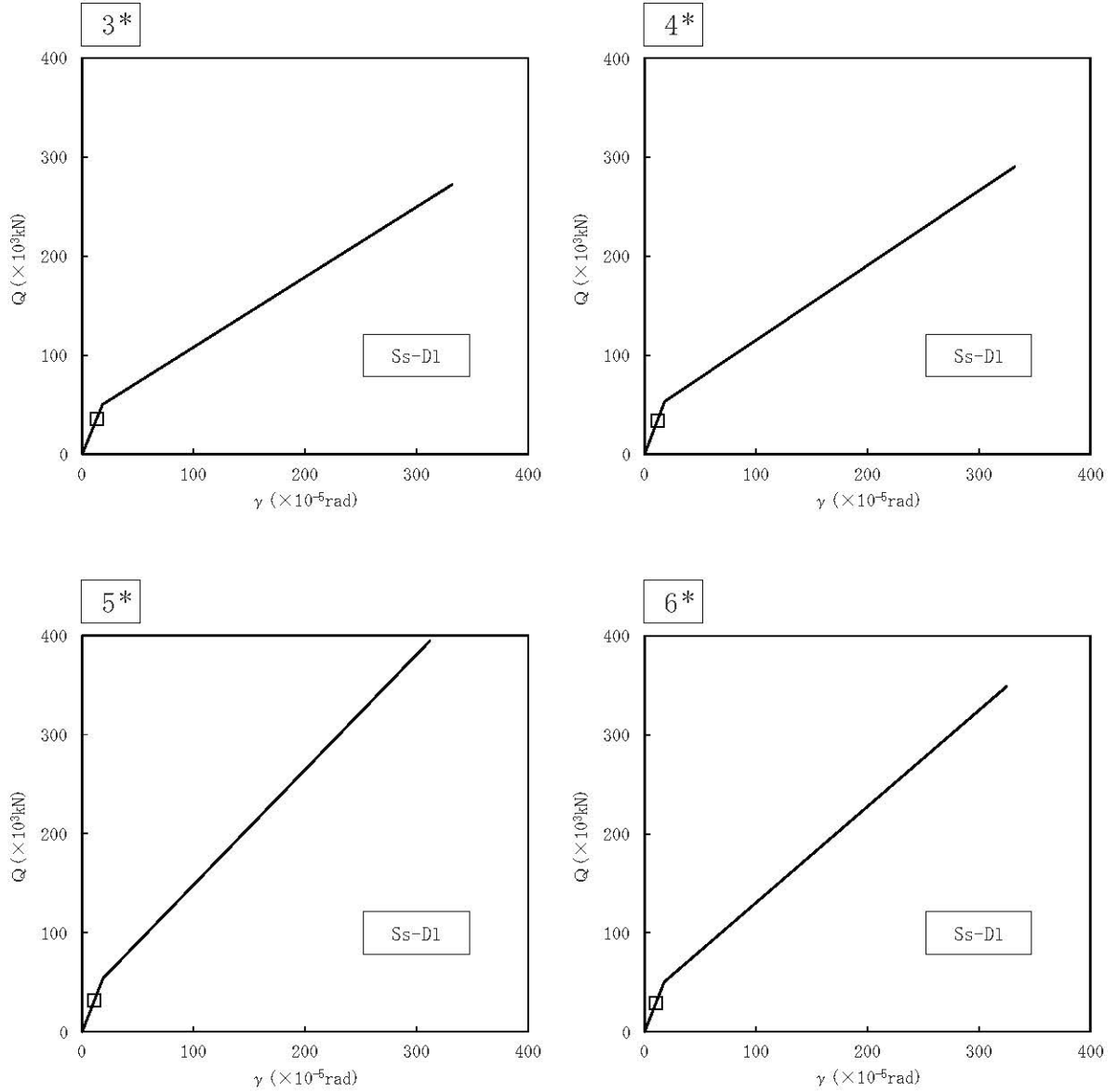
凡例  
 □ : S<sub>s</sub> 基本ケース全 7 波の最大値  
 (図中に応答が最大となる地震動を示す)



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-68 に対応

図 4-155 原子炉本体の基礎の M-φ 関係と最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向)

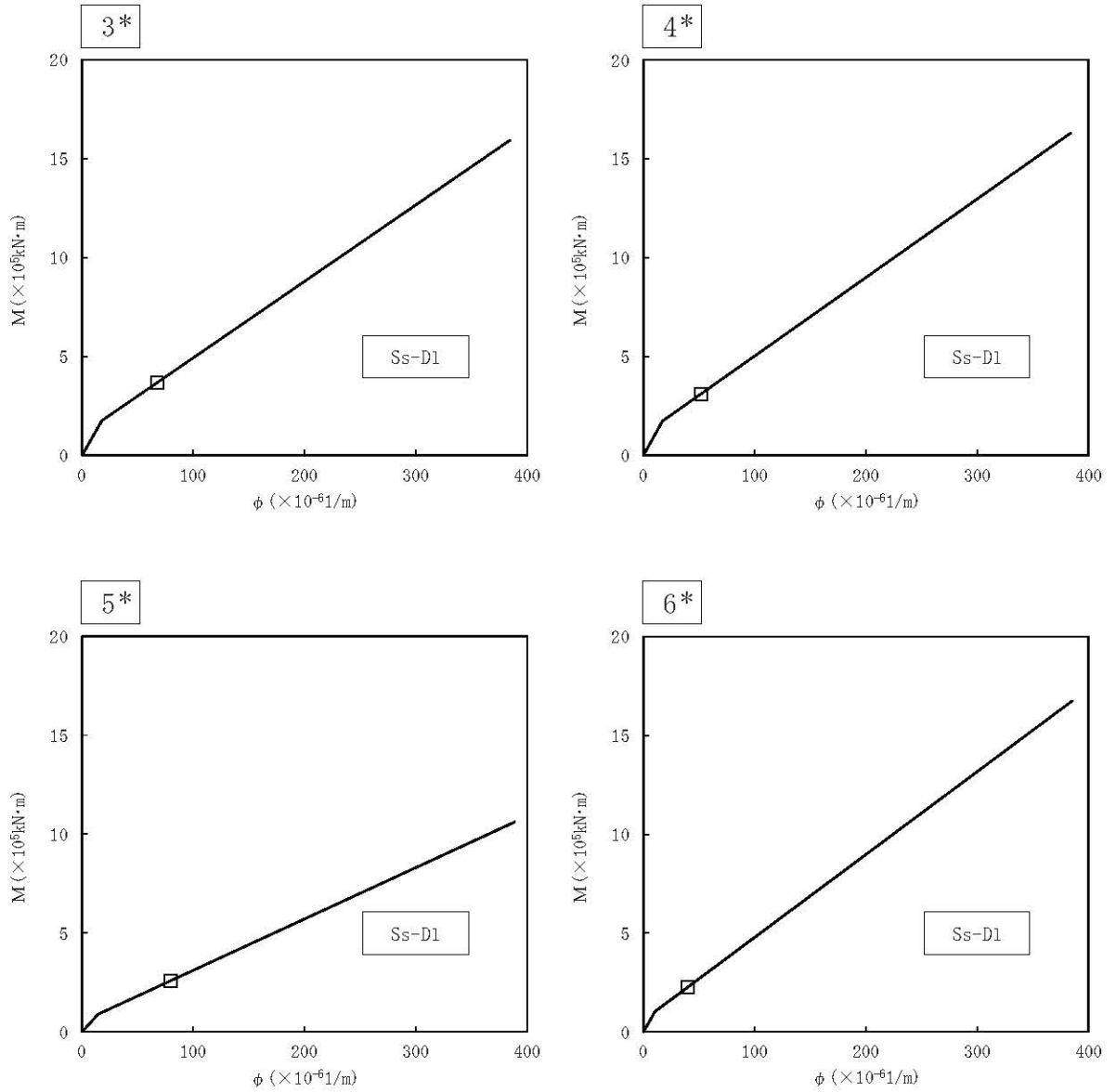
凡例  
 □ : S<sub>s</sub> 基本ケース全 7 波の最大値  
 ( 図中に応答が最大となる地震動を示す )



注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-69 に対応

図 4-156 原子炉本体の基礎の Q- $\gamma$  関係と最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

凡例  
 □ : S<sub>s</sub> 基本ケース全 7 波の最大値  
 (図中に応答が最大となる地震動を示す)

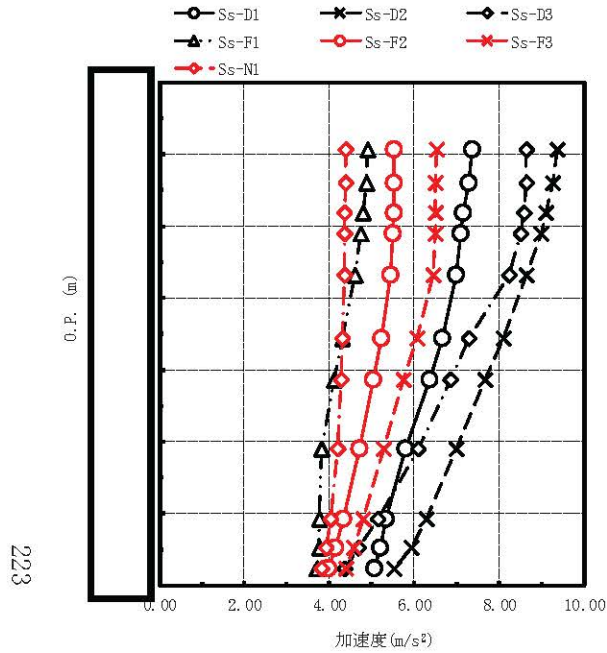


注記\* : 各図上に記載の要素番号は表 3-70 に対応

図 4-157 原子炉本体の基礎のM- $\phi$ 関係と最大応答値 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向)

表 4-9 基準地震動 S<sub>s</sub> によるばね反力

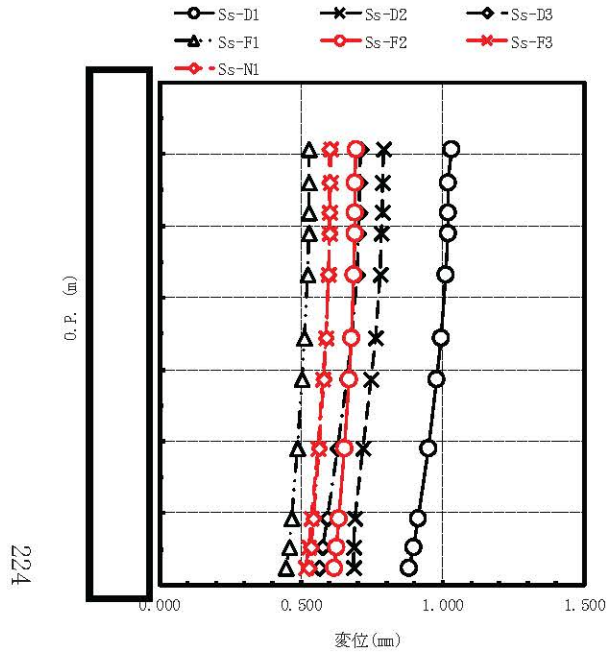
名称	方向	最大地震応答値 (×10 <sup>3</sup> N)						
		S <sub>s</sub> -D1	S <sub>s</sub> -D2	S <sub>s</sub> -D3	S <sub>s</sub> -F1	S <sub>s</sub> -F2	S <sub>s</sub> -F3	S <sub>s</sub> -N1
原子炉圧力容器 スタビライザ	NS	6690	7700	7420	4450	6260	6870	3770
	EW	7200	7350	6770	5630	6090	6980	4280
原子炉格納容器 スタビライザ	NS	14800	13300	13200	8260	10900	13600	6160
	EW	13200	12800	13200	9050	10600	12900	6650
原子炉格納容器 シヤラグ	NS	24700	24200	21900	13100	22600	20700	24800
	EW	22500	25800	21600	15500	15900	20000	21300
燃料交換 ベローズ	NS	1500	1660	1620	891	1310	1440	1020
	EW	1640	1500	1340	1110	1380	1410	965
所員用 エアロック	NS	229	261	223	176	204	208	257
	EW	261	281	251	180	231	209	231
ペント管	NS	1140	1630	1150	1020	1230	1610	1020
	EW	1280	1820	1320	1150	1220	1510	1050



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
7.35	9.35	8.64	4.90	5.53	6.52	4.38	原子炉格納容器頂部
7.28	9.24	8.62	4.86	5.62	6.49	4.37	
7.14	9.08	8.57	4.78	5.51	6.50	4.36	燃料交換ベローズ位置
7.10	8.97	8.49	4.73	5.49	6.49	4.35	
6.98	8.62	8.22	4.60	5.44	6.43	4.35	シヤラグ位置
6.66	8.09	7.29	4.31	5.23	6.07	4.31	
6.36	7.65	6.84	4.11	5.04	5.74	4.27	
5.78	6.98	6.10	3.82	4.71	5.28	4.19	
5.33	6.29	5.14	3.75	4.33	4.80	4.02	
5.19	5.93	4.67	3.75	4.14	4.57	3.92	
5.05	5.51	4.35	3.71	3.97	4.37	3.81	原子炉格納容器基部

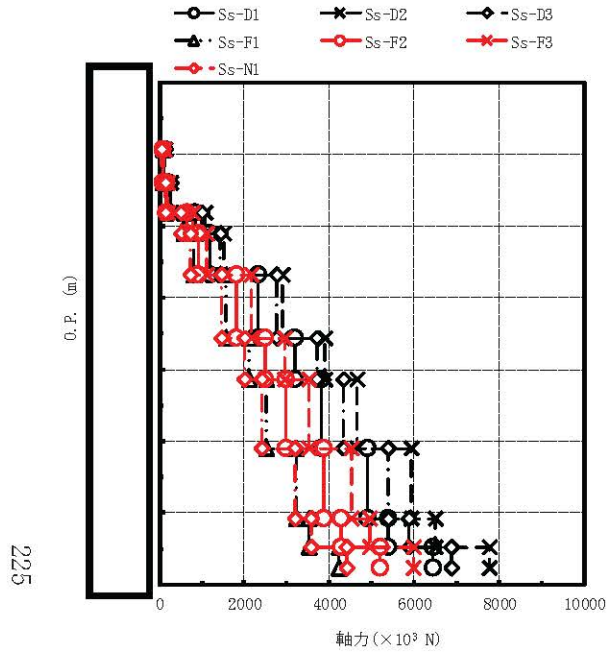
図 4-158 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉格納容器)





最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
1.03	0.790	0.709	0.529	0.692	0.605	0.602	原子炉格納容器頂部
1.02	0.789	0.707	0.528	0.691	0.604	0.602	燃料交換ベローズ位置
1.02	0.786	0.705	0.527	0.690	0.602	0.600	
1.02	0.784	0.703	0.526	0.689	0.601	0.599	シヤラグ位置
1.01	0.778	0.696	0.522	0.686	0.597	0.596	
0.993	0.761	0.677	0.513	0.678	0.587	0.587	
0.978	0.746	0.661	0.505	0.670	0.577	0.579	
0.948	0.720	0.629	0.488	0.655	0.560	0.564	原子炉格納容器基部
0.913	0.690	0.592	0.467	0.635	0.537	0.544	
0.896	0.687	0.577	0.457	0.625	0.526	0.535	
0.881	0.686	0.565	0.448	0.616	0.517	0.526	

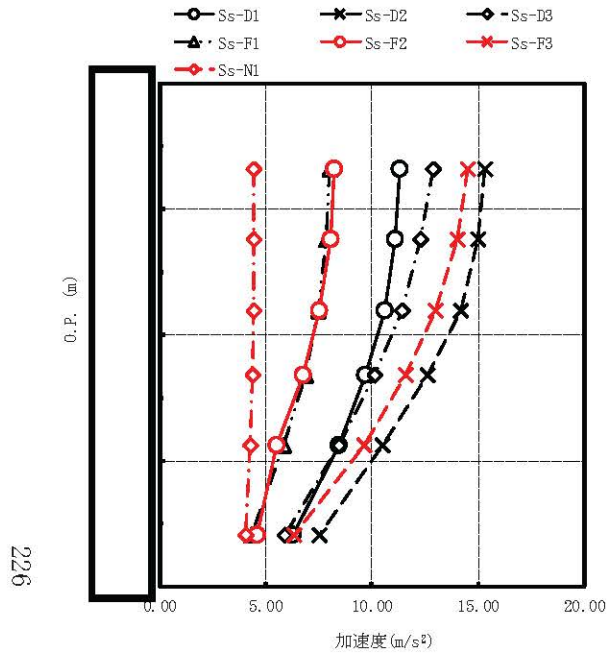
図 4-159 最大応答変位 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉格納容器)



最大応答軸力 ( $\times 10^9$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
110	140	129	73.5	82.2	99.0	65.2	原子炉格納容器頂部
219	278	258	147	165	198	131	燃料交換ベローズ位置
846	1070	1010	568	647	774	513	
1200	1510	1430	805	920	1100	731	シヤラグ位置
2330	2900	2760	1560	1810	2160	1450	
3190	3900	3710	2120	2490	2950	2010	
3810	4640	4340	2510	2980	3520	2420	
4900	5930	5380	3210	3870	4510	3190	
5380	6500	5870	3520	4280	4960	3560	
6430	7760	6880	4220	5200	5980	4420	原子炉格納容器基部
6430	7760	6880	4220	5200	5980	4420	

注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

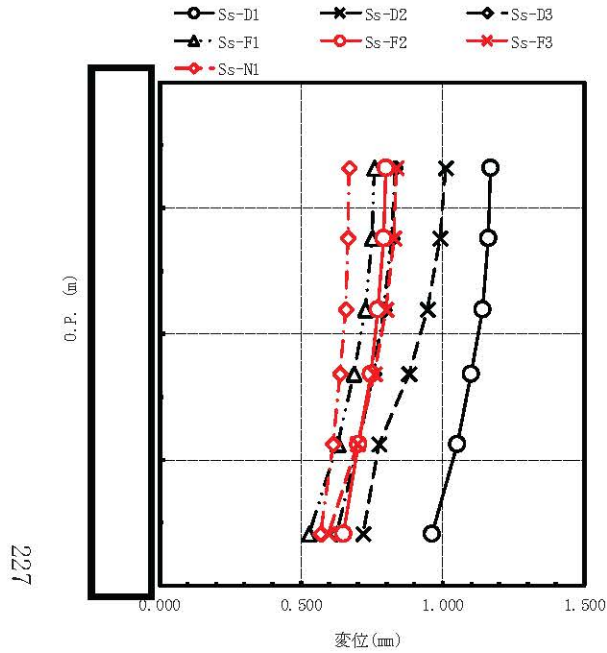
図 4-160 最大応答軸力 基準地震動  $S_s$  (鉛直方向 原子炉格納容器)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
11.3	15.3	12.9	8.01	8.23	14.5	4.45	原子炉しゃへい壁頂部
11.1	15.0	12.3	7.87	8.04	14.0	4.44	
10.6	14.2	11.4	7.49	7.53	13.0	4.41	
9.70	12.6	10.1	6.86	6.76	11.6	4.37	
8.43	10.5	8.42	5.83	5.51	9.64	4.27	
6.26	7.50	5.89	4.30	4.59	6.34	4.05	原子炉しゃへい壁基部

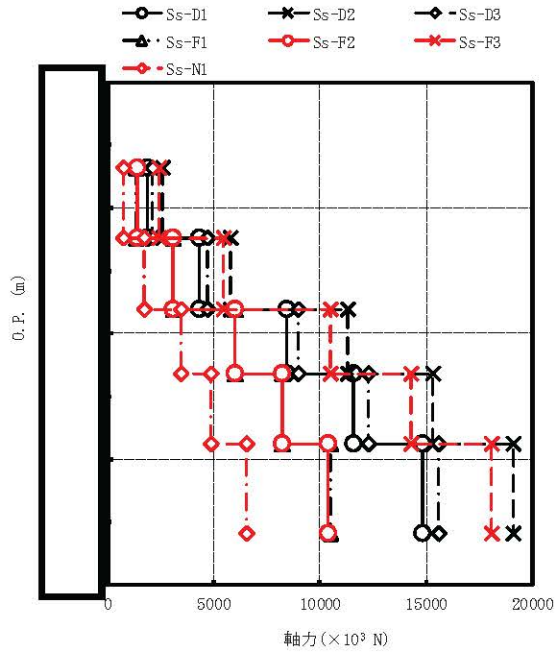
図 4-161 最大応答加速度 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)

226



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
1.17	1.01	0.832	0.759	0.799	0.837	0.671	原子炉しゃへい壁頂部
1.16	0.992	0.820	0.750	0.792	0.827	0.667	
1.14	0.946	0.790	0.725	0.773	0.800	0.656	
1.10	0.880	0.753	0.687	0.745	0.760	0.639	
1.05	0.777	0.704	0.627	0.703	0.697	0.613	
0.960	0.719	0.623	0.528	0.649	0.595	0.568	原子炉しゃへい壁基部

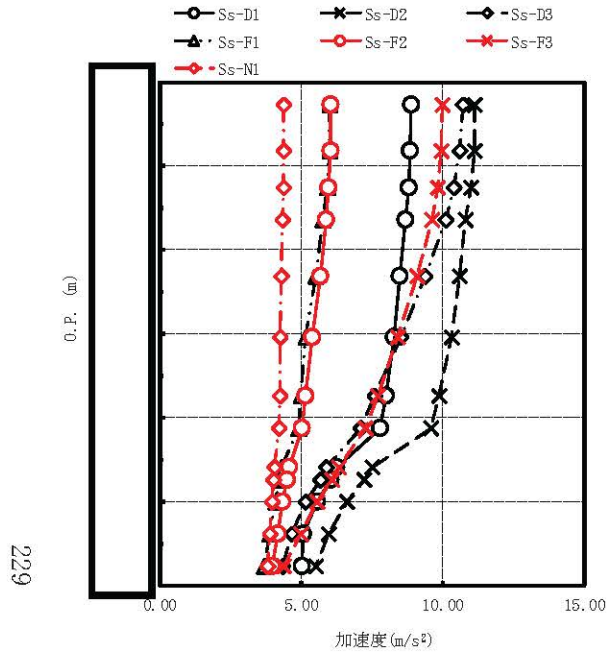
図 4-162 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)



最大応答軸力 (×10 <sup>9</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
1900	2580	2120	1350	1380	2420	750	原子炉しゃへい壁頂部
4300	5790	4720	3060	3100	5440	1720	
8440	11300	9000	5990	6020	10500	3450	
11600	15300	12300	8220	8230	14300	4890	
14800	19100	15600	10500	10400	18100	6570	
14800	19100	15600	10500	10400	18100	6570	原子炉しゃへい壁基部

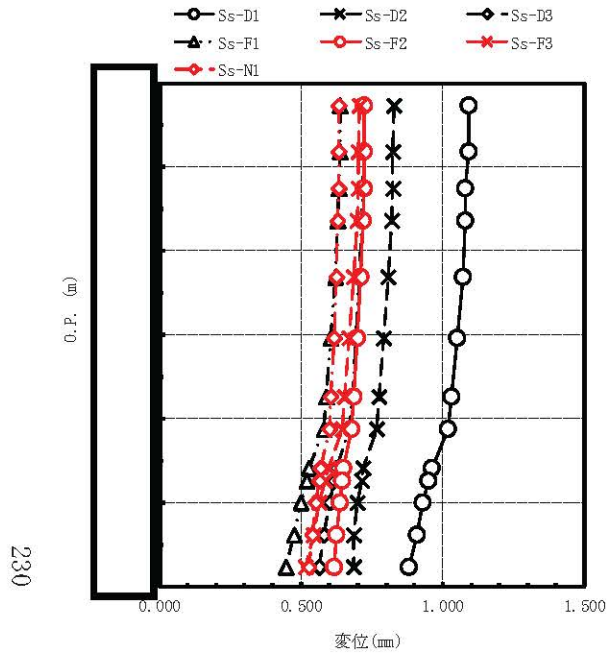
注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-163 最大応答軸力 基準地震動 S<sub>s</sub> (鉛直方向 原子炉しゃへい壁)



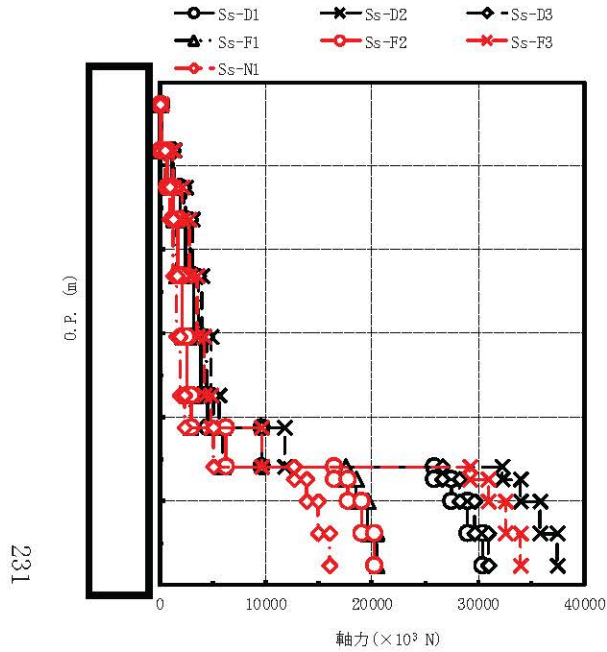
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
8.87	11.1	10.7	6.02	6.05	10.0	4.40	原子炉压力容器頂部
8.85	11.1	10.6	5.99	6.03	9.95	4.39	燃料交換ベローズ位置
8.79	11.0	10.4	5.91	5.98	9.84	4.37	
8.69	10.8	10.1	5.78	5.88	9.60	4.35	原子炉压力容器スタビライザ位置
8.50	10.6	9.38	5.50	5.67	9.09	4.29	
8.29	10.3	8.52	5.16	5.41	8.41	4.26	
8.01	9.85	7.60	4.97	5.17	7.70	4.24	
7.80	9.58	7.09	4.90	5.03	7.28	4.22	原子炉压力容器支持スカート位置
6.26	7.50	5.89	4.30	4.59	6.34	4.05	原子炉本体の基礎頂部
6.04	7.21	5.66	4.23	4.52	6.09	4.03	
5.55	6.62	5.16	4.08	4.36	5.56	3.97	
5.06	5.97	4.66	3.91	4.18	4.97	3.90	
5.05	5.51	4.35	3.71	3.97	4.37	3.81	原子炉本体の基礎基部

図 4-164 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (鉛直方向 原子炉压力容器及び原子炉本体の基礎)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
1.09	0.826	0.723	0.637	0.723	0.705	0.635	原子炉圧力容器頂部
1.09	0.825	0.722	0.636	0.722	0.704	0.634	燃料交換ベローズ位置
1.08	0.823	0.720	0.634	0.721	0.701	0.633	原子炉圧力容器スタビライザ位置
1.08	0.818	0.716	0.630	0.717	0.697	0.630	
1.07	0.807	0.707	0.620	0.710	0.686	0.624	原子炉圧力容器支持スカート位置
1.05	0.792	0.695	0.606	0.699	0.671	0.615	
1.03	0.776	0.680	0.590	0.687	0.655	0.605	
1.02	0.765	0.671	0.579	0.679	0.644	0.599	原子炉圧力容器支持スカート位置
0.960	0.719	0.623	0.528	0.649	0.595	0.568	原子炉本体の基礎頂部
0.951	0.713	0.615	0.518	0.644	0.585	0.564	
0.930	0.699	0.599	0.498	0.636	0.565	0.553	原子炉本体の基礎基部
0.907	0.686	0.579	0.474	0.626	0.542	0.540	
0.881	0.686	0.565	0.448	0.616	0.517	0.526	原子炉本体の基礎基部

図 4-165 最大応答変位 基準地震動  $S_s$  (鉛直方向) 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎



最大応答軸力 ( $\times 10^9$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
155	193	181	104	104	171	75.6	原子炉圧力容器頂部
1130	1410	1310	751	753	1250	552	燃料交換ベローズ位置
1960	2430	2270	1310	1310	2160	960	原子炉圧力容器スタビライザ位置
2510	3100	2900	1670	1680	2760	1240	
3240	4000	3700	2140	2160	3540	1610	
3910	4810	4390	2550	2600	4230	1960	
4580	5640	5040	2950	3040	4890	2320	
9600	11800	9590	5930	6240	9610	5070	原子炉圧力容器支持スカート位置
25900	32200	26600	17500	16500	29200	12700	原子炉本体の基礎頂部
27500	34000	28200	18500	17700	30900	13800	
29000	35800	29700	19600	19000	32600	14900	
30400	37400	31000	20500	20200	34000	16000	
30400	37400	31000	20500	20200	34000	16000	原子炉本体の基礎基部

注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-166 最大応答軸力 基準地震動 S s (鉛直方向 原子炉圧力容器及び原子炉本体の基礎)



#### 4.2.2 炉内構造物系地震応答解析モデル

##### (1) 弾性設計用地震動 $S_d$ 及び静的解析

水平方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析及び静的解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-167～図 4-198 に、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザに加わる力（ばね反力、せん断力）を表 4-10 に示す。燃料集合体の最大応答相対変位については、図 4-172 及び図 4-188 に示す。

上部格子板のせん断力は、上部格子板位置に付加している燃料集合体の質量に加速度を乗じた値と当該位置にピン結合されている燃料集合体最上部のせん断力を足して算出する。

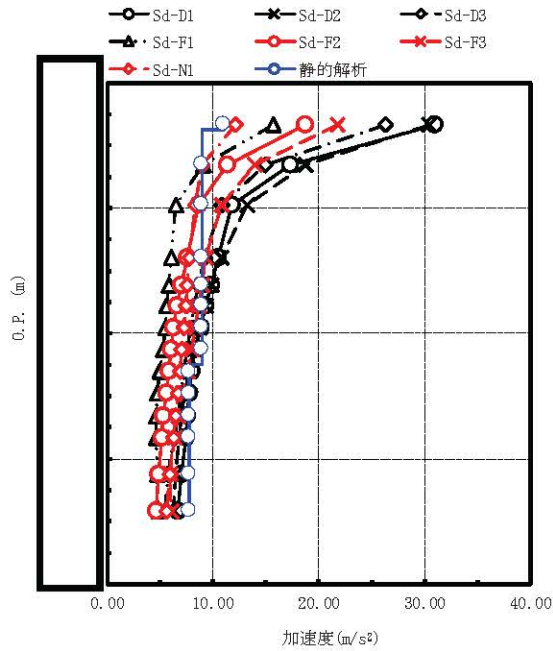
炉心支持板のせん断力は、炉心支持板位置に付加している燃料集合体及び制御棒案内管の質量に加速度を乗じた値と当該位置にピン結合されている燃料集合体最下部及び制御棒案内管最上部のせん断力を足して算出する。

鉛直方向の弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-199～図 4-207 に示す。また、鉛直方向の静的解析は実施せず、一律に算定することから、表 4-11 に鉛直方向の静的震度を示す。

##### (2) 基準地震動 $S_s$

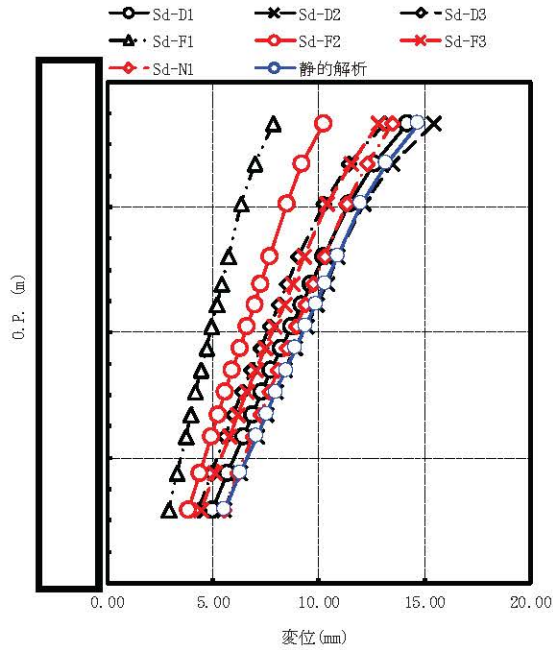
水平方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位、最大応答せん断力及び最大応答モーメントを図 4-208～図 4-239 に、制御棒駆動機構ハウジングレストレントビーム、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザに加わる力（ばね反力、せん断力）を表 4-12 に示す。燃料集合体の最大応答相対変位については、図 4-213 及び図 4-229 に示す。

鉛直方向の基準地震動  $S_s$  による地震応答解析より得られた各点の最大応答加速度、最大応答変位及び最大応答軸力を図 4-240～図 4-248 に示す。



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
30.9	30.4	26.3	15.7	18.7	21.7	12.1	11.0	気水分離器頂部
17.3	18.7	14.9	9.06	11.4	14.0	9.01	8.93	
11.8	13.2	10.8	6.46	8.67	10.8	8.28	8.93	
10.5	10.8	9.23	6.03	7.58	9.34	7.81	8.93	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
9.82	9.79	8.61	5.80	7.02	8.95	7.62	8.93	
9.34	9.28	8.21	5.64	6.59	8.65	7.41	8.93	上部格子板
8.84	8.77	7.90	5.46	6.32	8.31	7.24	8.93	
8.34	8.24	7.59	5.25	6.10	7.95	7.08	8.93	
7.96	7.76	7.29	5.02	5.86	7.56	6.91	7.77	
7.79	7.32	6.98	4.77	5.61	7.16	6.72	7.77	
7.62	7.03	6.66	4.61	5.32	6.74	6.48	7.77	
7.46	6.82	6.35	4.67	5.16	6.35	6.29	7.77	炉心支持板
7.03	6.52	5.77	4.79	4.90	5.96	5.93	7.77	
6.69	6.24	5.48	4.86	4.69	6.03	5.62	7.77	炉心シュラウド下部胴

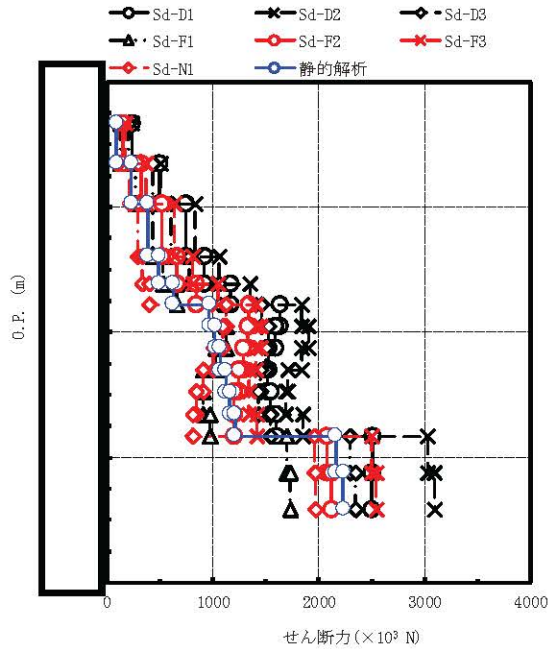
図 4-167 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 炉心シュラウド)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
14.2	15.4	13.1	7.86	10.2	12.8	13.5	14.7	気水分離器頂部
12.6	13.5	11.4	6.97	9.21	11.5	12.3	13.2	
11.4	12.1	10.2	6.33	8.47	10.4	11.3	12.0	
10.2	10.9	9.05	5.72	7.67	9.28	10.3	10.9	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
9.63	10.4	8.52	5.42	7.27	8.76	9.75	10.3	
9.21	9.90	8.12	5.19	6.96	8.37	9.37	9.86	上部格子板
8.71	9.39	7.67	4.94	6.61	7.91	8.94	9.38	
8.23	8.89	7.23	4.69	6.26	7.46	8.51	8.91	
7.76	8.41	6.80	4.44	5.91	7.02	8.08	8.44	
7.30	7.95	6.38	4.19	5.58	6.60	7.67	7.97	
6.86	7.51	5.97	3.95	5.25	6.18	7.26	7.52	
6.44	7.08	5.58	3.71	4.92	5.78	6.86	7.07	炉心支持板
5.68	6.29	4.93	3.31	4.36	5.08	6.16	6.29	
4.99	5.54	4.34	2.93	3.83	4.43	5.49	5.56	炉心シュラウド下部胴

図 4-168 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 炉心シュラウド)

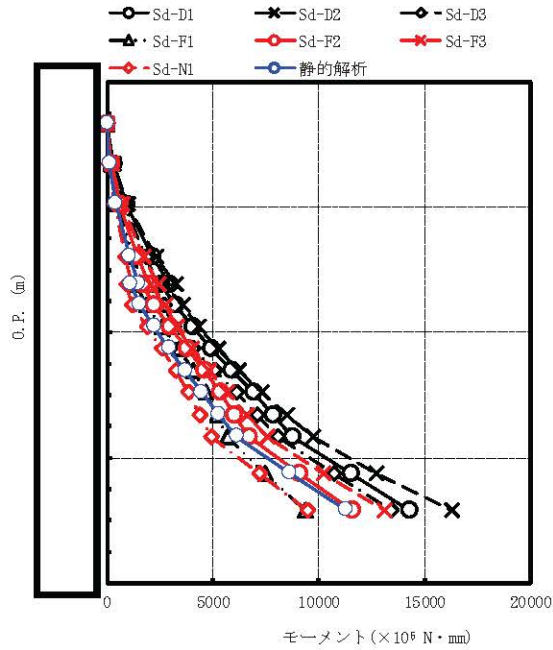
235



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
236	233	201	126	149	172	95.0	87.1	気水分離器頂部
498	507	427	269	328	367	221	229	
750	829	605	434	521	637	287	387	
924	1060	778	532	659	814	336	488	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
1170	1350	1060	655	845	1050	399	626	
1630	1840	1460	1130	1340	1410	1130	968	上部格子板
1590	1900	1530	1120	1330	1450	1090	1020	
1530	1840	1500	1030	1290	1410	1010	1070	
1520	1710	1450	912	1240	1340	912	1120	
1550	1690	1430	908	1200	1340	841	1160	
1600	1850	1550	976	1200	1420	813	1210	
2510	3030	2290	1700	2080	2500	1960	2160	炉心支持板
2500	3090	2350	1730	2120	2540	1970	2230	
2500	3090	2350	1730	2120	2540	1970	2230	炉心シュラウド下部胴

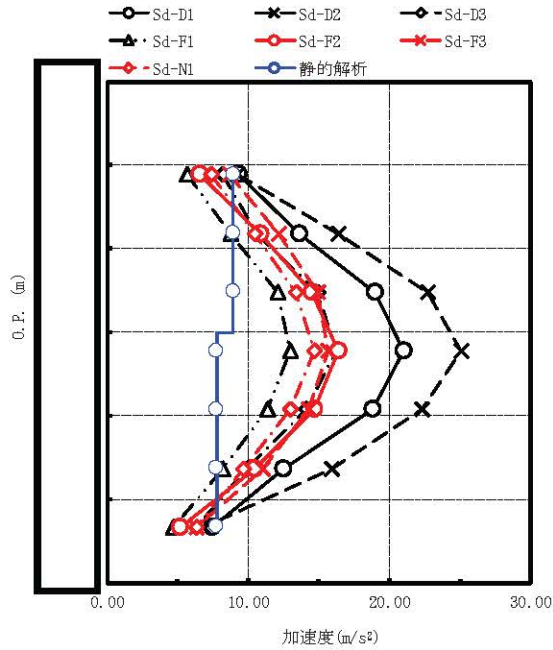
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-169 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 炉心シュラウド)



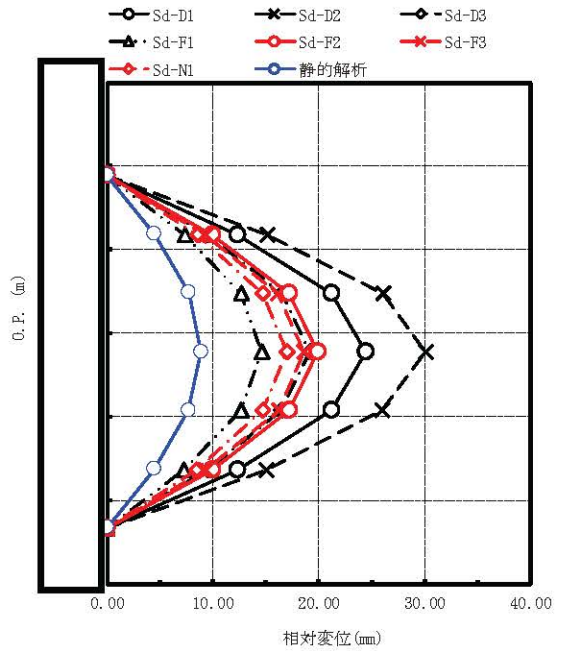
最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
303	299	257	162	190	220	122	112	
941	946	804	506	611	679	401	406	
2170	2300	1820	1240	1440	1740	881	1060	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
2960	3220	2440	1710	2010	2450	1180	1490	
2550	2720	2160	1400	1660	2060	938	1130	上部格子板
3250	3570	2700	1820	2190	2740	1200	1540	
4050	4330	3140	2610	2990	3320	1870	2220	
4910	5220	4040	3380	3810	4010	2580	2940	
5900	6220	5080	4070	4600	4800	3260	3690	
6900	7320	6090	4670	5340	5670	3860	4470	
7830	8500	7080	5180	6030	6600	4390	5290	
8750	9750	8080	5660	6700	7600	4910	6130	炉心支持板
11500	12700	10700	7490	9100	10200	7170	8650	
14300	16300	13400	9360	11600	13100	9470	11300	炉心シュラウド下部胴

図 4-170 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 炉心シュラウド)



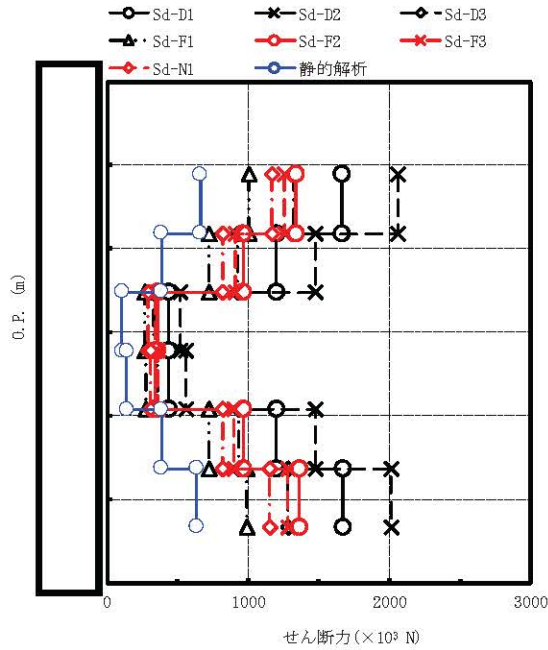
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
9.34	9.28	8.21	5.64	6.59	8.65	7.41	8.93	上部格子板
13.6	16.4	10.6	8.79	10.9	12.2	10.5	8.93	
19.0	22.7	14.9	12.1	14.5	14.9	13.4	8.93	
21.0	25.1	16.2	13.0	16.4	15.7	14.7	7.77	燃料集合体中央
18.8	22.3	14.1	11.4	14.7	14.3	13.0	7.77	
12.5	15.9	9.86	8.23	10.5	11.0	9.68	7.77	炉心支持板
7.46	6.82	6.35	4.67	5.16	6.35	6.29	7.77	

図 4-171 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 燃料集合体)



最大応答相対変位(mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
12.3	15.1	9.57	7.31	9.91	9.30	8.50	4.53	燃料集合体中央
21.2	26.1	16.6	12.7	17.2	16.1	14.7	7.75	
24.5	30.1	19.1	14.6	19.9	18.6	17.0	8.89	
21.2	26.0	16.5	12.7	17.2	16.2	14.7	7.69	炉心支持板
12.3	15.0	9.50	7.28	9.94	9.34	8.48	4.47	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

図 4-172 最大応答相対変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 燃料集合体)

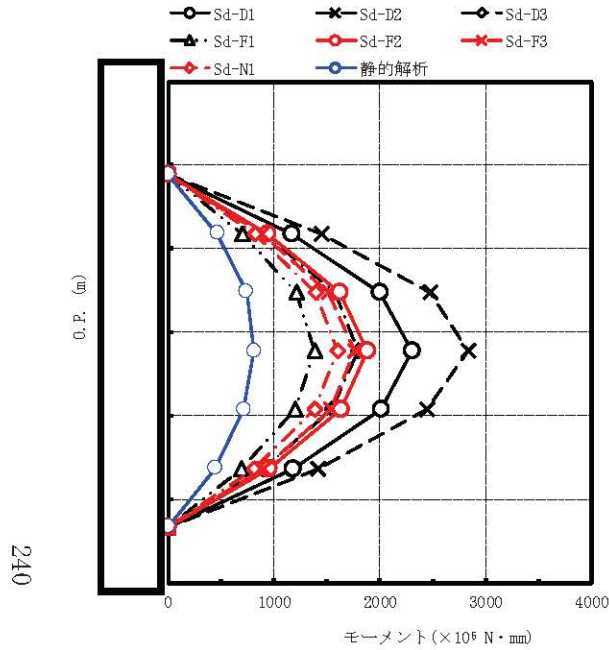


最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
1660	2060	1320	1010	1340	1260	1170	665	上部格子板
1200	1480	927	725	969	905	823	389	
436	515	330	267	360	339	292	106	
439	560	358	278	344	355	306	141	燃料集合体中央
1200	1480	930	721	967	901	822	387	
1670	2010	1280	989	1360	1280	1150	633	
1670	2010	1280	989	1360	1280	1150	633	炉心支持板

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

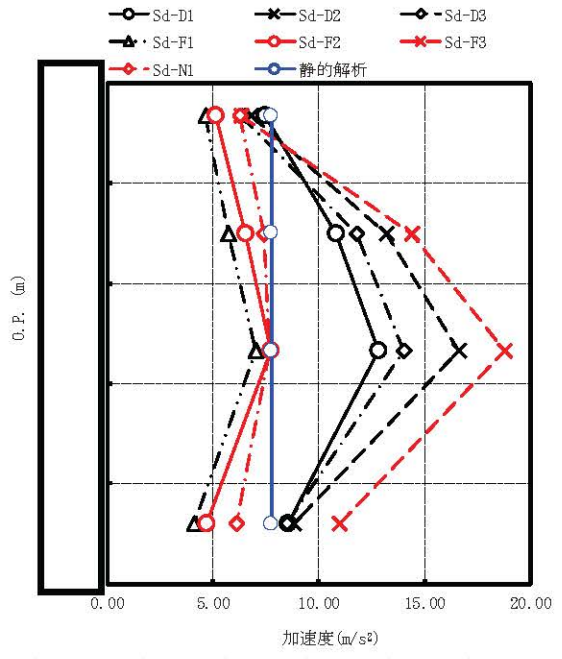
図 4-173 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 燃料集合体)





最大応答モーメント ( $\times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$ )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
1170	1450	923	708	939	882	817	468	燃料集合体中央
2000	2480	1580	1210	1620	1520	1400	741	
2310	2840	1800	1390	1880	1760	1600	815	
2010	2450	1550	1200	1630	1540	1390	717	炉心支持板
1180	1420	895	695	951	900	809	445	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

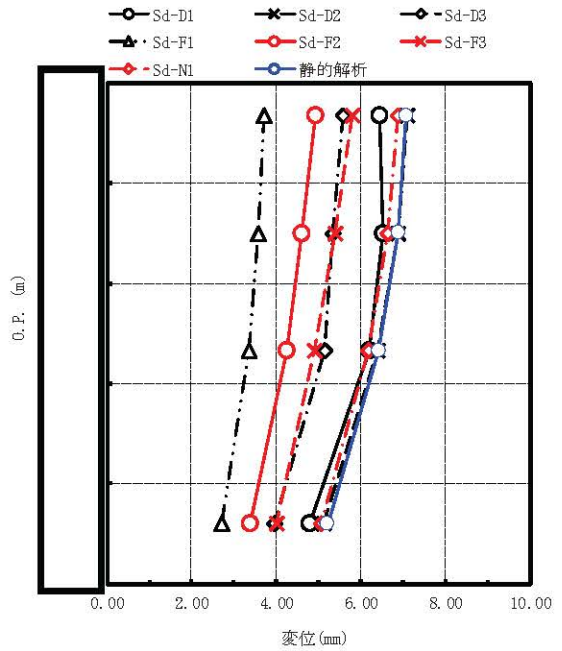
図 4-174 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 燃料集合体)



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
7.46	6.82	6.35	4.67	5.16	6.35	6.29	7.77	炉心支持板
10.8	13.2	11.8	5.71	6.54	14.4	7.41	7.77	
12.8	16.6	14.0	7.01	7.73	18.8	7.67	7.77	
8.55	8.80	8.50	4.11	4.73	11.0	6.09	7.77	制御棒案内管下端

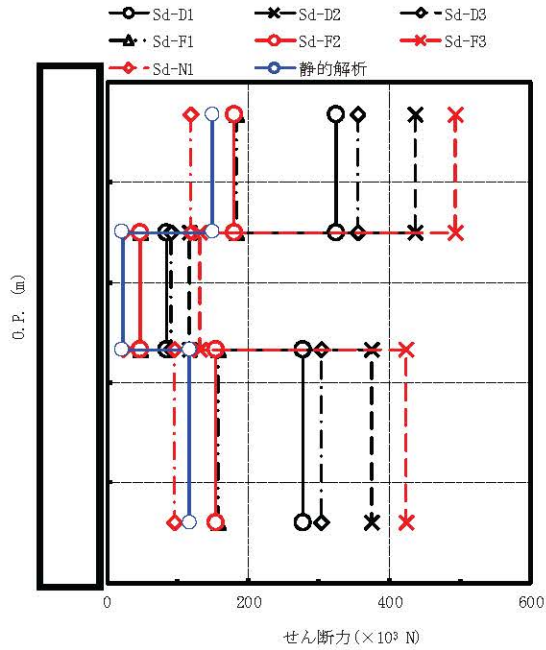
図 4-175 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒案内管)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
6.44	7.08	5.58	3.71	4.92	5.78	6.86	7.07	炉心支持板
6.52	6.86	5.32	3.58	4.60	5.37	6.62	6.88	
6.19	6.38	5.15	3.35	4.24	4.90	6.16	6.42	
4.78	5.11	3.96	2.70	3.37	4.00	5.06	5.22	制御棒案内管下端

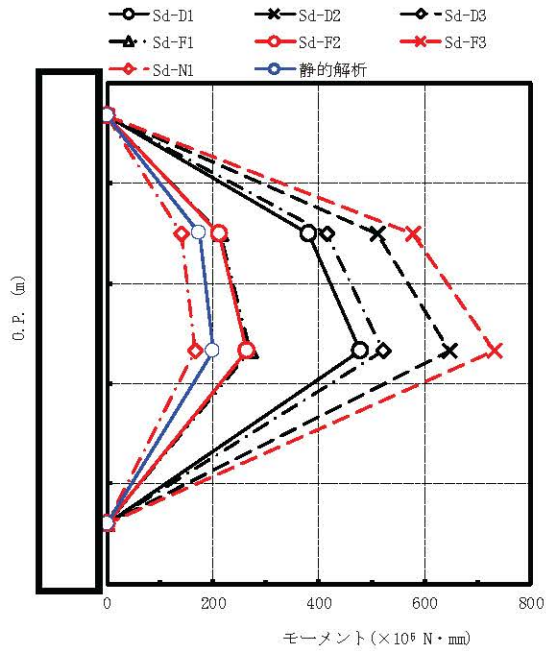
図 4-176 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒案内管)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
324	437	355	184	180	493	119	150	炉心支持板
84.3	116	90.8	46.7	46.6	132	22.5	22.3	
277	375	303	157	154	424	95.9	117	
277	375	303	157	154	424	95.9	117	制御棒案内管下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

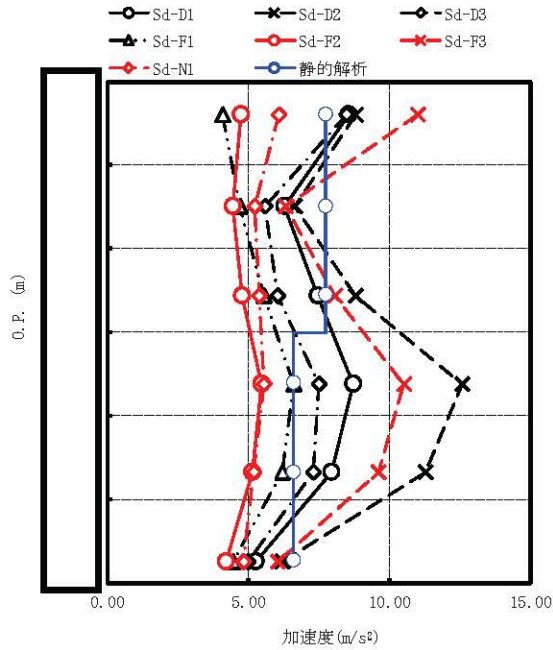
図 4-177 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒案内管)



最大応答モーメント (×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板
380	511	416	215	211	577	140	175	
478	647	522	270	265	731	166	201	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端

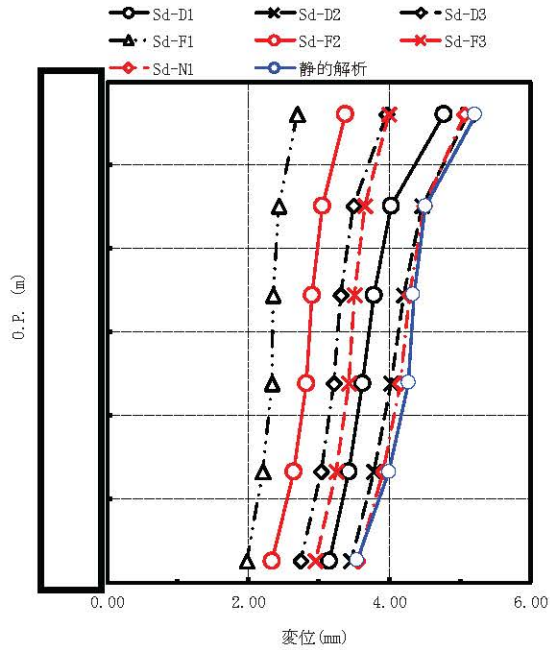
図 4-178 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒案内管)

244



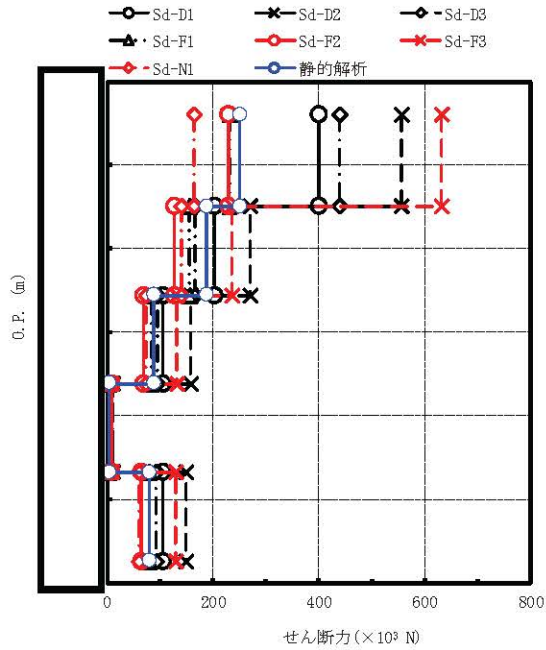
最大応答加速度(m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
8.55	8.80	8.50	4.11	4.73	11.0	6.09	7.77	制御棒案内管下端
6.28	6.65	5.59	4.70	4.48	6.35	5.25	7.77	原子炉压力容器底部
7.46	8.82	6.03	5.56	4.80	8.09	5.39	7.77	
8.74	12.6	7.52	6.62	5.47	10.5	5.57	6.63	
7.95	11.3	7.29	6.22	5.17	9.63	5.19	6.63	
5.26	6.20	4.99	4.45	4.21	6.03	4.84	6.63	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-179 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
4.78	5.11	3.96	2.70	3.37	4.00	5.06	5.22	制御棒案内管下端
4.02	4.47	3.49	2.44	3.05	3.66	4.49	4.52	原子炉压力容器底部
3.78	4.21	3.31	2.36	2.90	3.51	4.28	4.35	
3.62	4.03	3.21	2.33	2.82	3.42	4.15	4.27	
3.42	3.79	3.03	2.21	2.64	3.24	3.91	4.00	
3.15	3.46	2.75	1.98	2.34	2.96	3.55	3.54	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-180 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

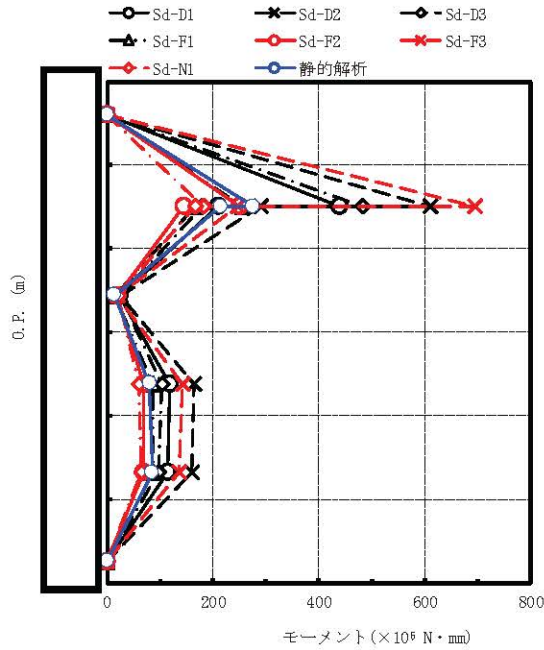


最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
400	556	440	232	229	632	165	251	制御棒案内管下端
203	270	167	155	128	235	141	189	原子炉压力容器底部
107	158	95.0	83.6	69.5	131	73.1	89.4	
8.28	9.80	10.3	4.66	8.04	7.44	7.85	4.49	
107	150	92.5	80.7	65.6	129	60.2	80.4	
107	150	92.5	80.7	65.6	129	60.2	80.4	制御棒駆動機構ハウジング下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

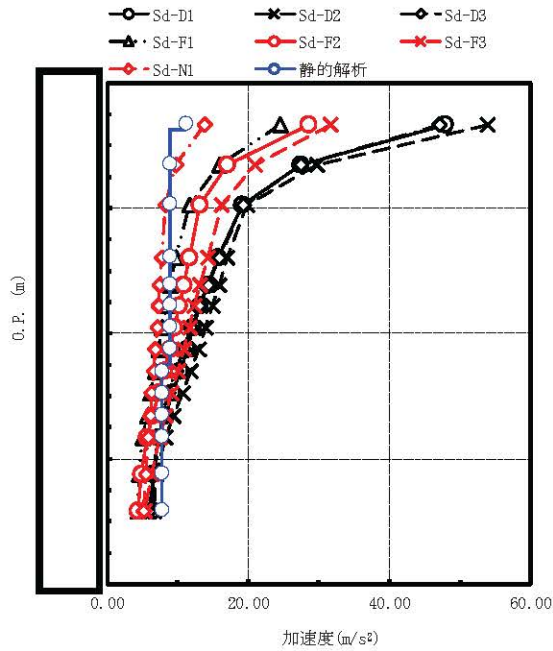
図 4-181 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)





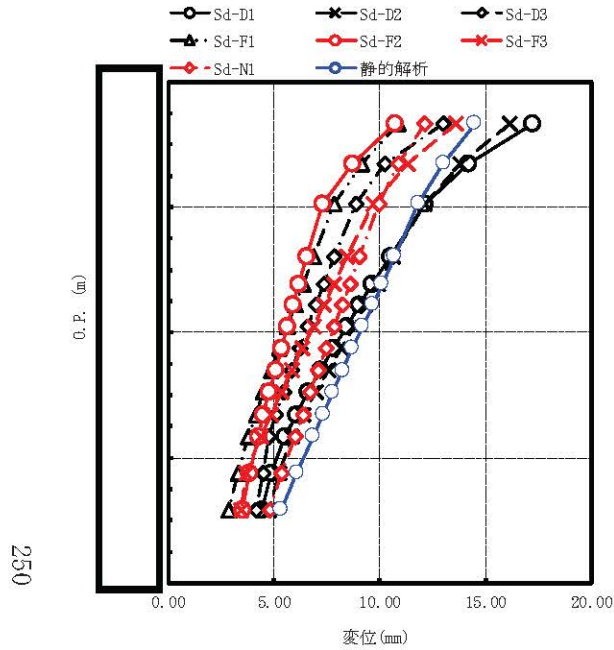
最大応答モーメント ( $\times 10^6$ N·mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端
440 210	611 290	483 179	255 166	252 145	694 246	181 167	276 215	原子炉压力容器底部
22.8	25.4	26.0	14.5	19.7	19.7	21.4	14.2	
119	164	103	86.8	69.6	142	60.0	80.6	
114	159	98.2	85.6	69.6	137	63.9	85.4	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-182 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)



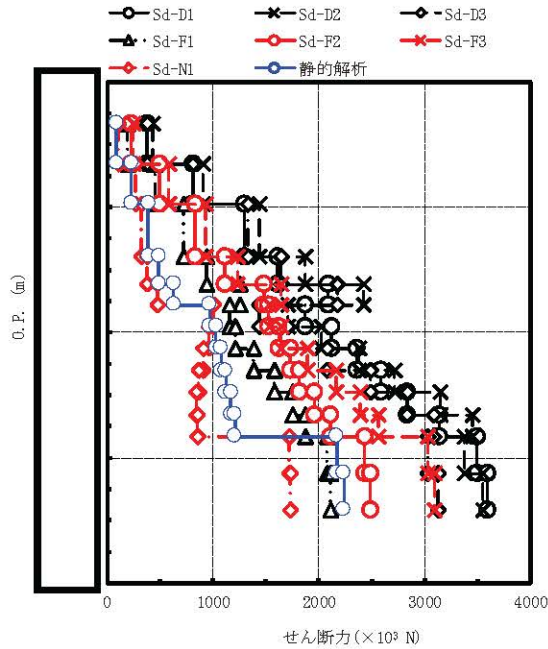
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
47.9	53.9	47.0	24.5	28.5	31.7	13.8	11.2	気水分離器頂部
27.4	29.7	27.5	15.9	17.1	21.0	9.70	8.98	
19.1	19.8	19.3	11.6	13.2	16.2	8.30	8.98	
15.8	17.1	15.9	9.67	11.6	14.2	7.82	8.98	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
14.3	15.9	14.3	8.86	10.8	13.2	7.50	8.98	
13.1	14.9	13.0	8.36	10.2	12.4	7.29	8.98	上部格子板
12.2	14.0	11.9	7.86	9.54	11.7	7.07	8.98	
11.3	13.0	10.9	7.33	8.86	10.9	6.87	8.98	
10.3	11.9	9.73	6.78	8.13	9.99	6.62	7.79	
9.17	10.7	8.54	6.22	7.35	9.16	6.37	7.79	
8.21	9.48	7.96	5.64	6.54	8.33	6.12	7.79	
7.33	8.26	7.45	5.07	5.73	7.53	5.88	7.79	炉心支持板
6.45	7.02	6.71	4.59	4.85	6.35	5.45	7.79	
6.45	6.64	6.04	4.38	4.37	5.36	5.14	7.79	炉心シュラウド下部胴

図 4-183 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 炉心シュラウド)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
17.2	16.1	13.0	10.9	10.7	13.6	12.1	14.5	気水分離器頂部
14.2	13.8	10.2	9.13	8.70	11.3	10.9	13.0	
12.1	12.1	8.89	7.86	7.29	9.70	9.94	11.8	
10.5	10.6	7.87	6.87	6.53	8.43	9.04	10.7	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
9.65	9.89	7.37	6.40	6.18	7.83	8.59	10.1	
9.06	9.33	6.99	6.03	5.90	7.35	8.24	9.66	上部格子板
8.43	8.75	6.61	5.64	5.63	6.85	7.86	9.18	
7.81	8.16	6.23	5.26	5.34	6.35	7.47	8.71	
7.20	7.57	5.85	4.88	5.06	5.85	7.09	8.23	
6.62	6.99	5.48	4.51	4.77	5.35	6.72	7.77	
6.06	6.41	5.10	4.15	4.48	4.86	6.36	7.31	
5.54	5.86	4.77	3.81	4.25	4.39	6.00	6.86	炉心支持板
4.86	5.27	4.47	3.30	3.86	3.65	5.38	6.08	
4.41	4.74	4.15	2.89	3.50	3.45	4.80	5.35	炉心シュラウド下部胴

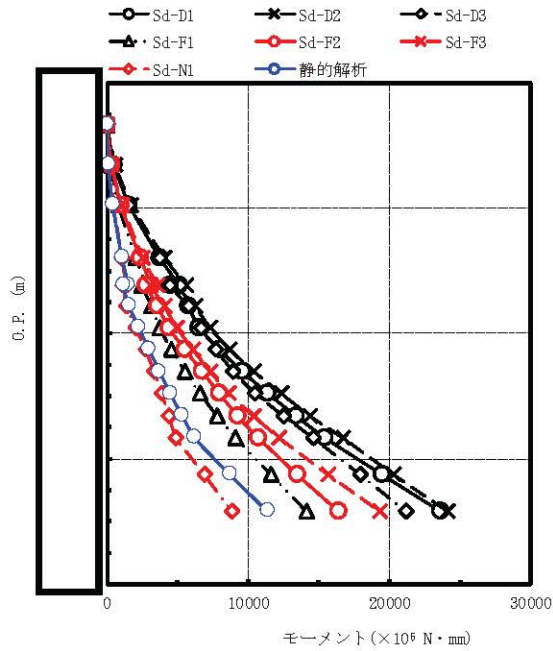
図 4-184 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 炉心シュラウド)



最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
383	433	376	198	231	251	112	88.5	気水分離器頂部
816	905	814	454	499	581	269	231	
1300	1440	1330	728	838	932	321	390	
1610	1870	1650	941	1110	1230	382	491	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
2090	2420	2170	1250	1480	1640	479	630	
1870	1710	1440	1160	1530	1540	1010	973	上部格子板
2120	2020	1710	1210	1620	1650	962	1030	
2360	2380	2080	1390	1730	1890	906	1080	
2590	2720	2490	1580	1820	2160	867	1120	
2830	3150	2830	1750	1960	2390	848	1170	
3140	3450	3080	1870	2110	2560	852	1210	
3500	3380	3030	2080	2440	3030	1720	2170	炉心支持板
3590	3550	3130	2110	2490	3090	1730	2240	
3590	3550	3130	2110	2490	3090	1730	2240	炉心シュラウド下部胴

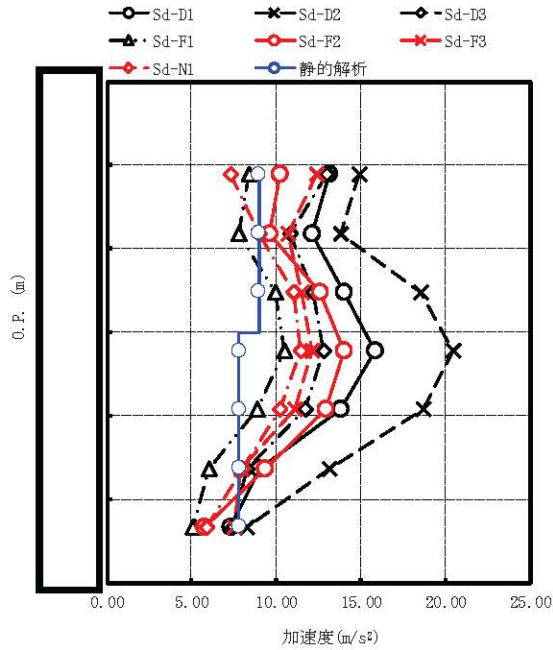
注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-185 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 炉心シュラウド)



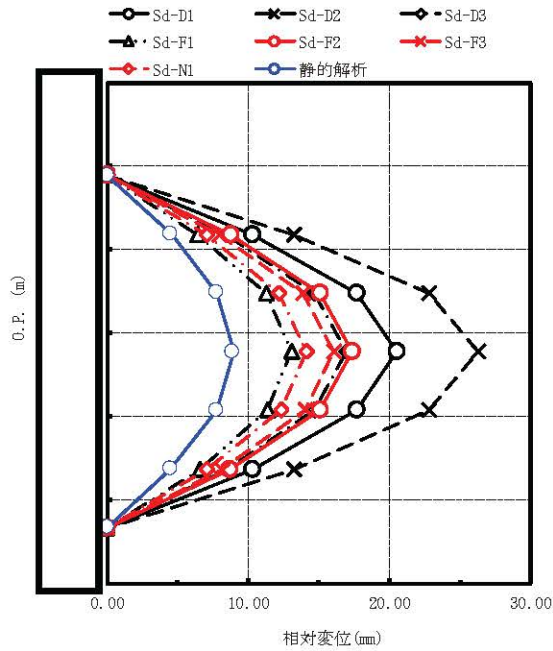
最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
491	555	482	253	295	322	143	114	
1540	1720	1520	835	934	1070	488	410	
3690	4020	3750	2050	2310	2550	1030	1070	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
5080	5560	5180	2850	3200	3550	1350	1500	
4490	4860	4490	2440	2750	3100	1100	1150	上部格子板
5750	6260	5780	3170	3570	4050	1380	1550	
6500	7310	6670	3730	4410	4940	2050	2240	
7940	8720	7720	4510	5530	6100	2720	2960	
9590	10400	8930	5480	6720	7300	3340	3710	
11400	12300	10500	6590	7980	8640	3890	4500	
13400	14400	12500	7800	9280	10400	4400	5320	
15400	16700	14600	9110	10700	12200	4900	6170	炉心支持板
19500	20300	17900	11600	13500	15700	6880	8700	
23600	24100	21200	14100	16400	19300	8880	11400	炉心シュラウド下部胴

図 4-186 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 炉心シュラウド)



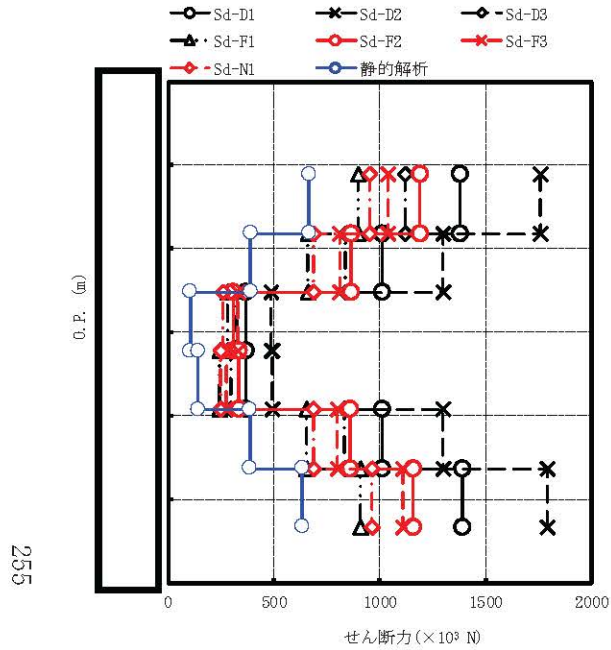
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
13.1	14.9	13.0	8.36	10.2	12.4	7.29	8.98	上部格子板
12.1	13.8	10.8	7.75	9.63	10.7	9.01	8.98	
14.0	18.5	12.2	9.97	12.6	11.5	11.0	8.98	
15.8	20.4	12.8	10.5	14.0	12.1	11.4	7.79	燃料集合体中央
13.8	18.7	11.7	8.83	12.9	11.1	10.2	7.79	
9.00	13.1	8.23	6.00	9.34	7.91	7.99	7.79	炉心支持板
7.33	8.26	7.45	5.07	5.73	7.53	5.88	7.79	

図 4-187 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 燃料集合体)



最大応答相対変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
10.3	13.2	8.43	6.44	8.73	7.97	7.05	4.54	燃料集合体中央
17.7	22.8	14.7	11.3	15.1	13.9	12.2	7.78	
20.5	26.3	17.0	13.1	17.4	16.1	14.1	8.92	
17.7	22.8	14.7	11.4	15.1	14.0	12.3	7.72	
10.3	13.2	8.50	6.59	8.67	8.09	7.07	4.48	炉心支持板
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

図 4-188 最大応答相対変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 燃料集合体)

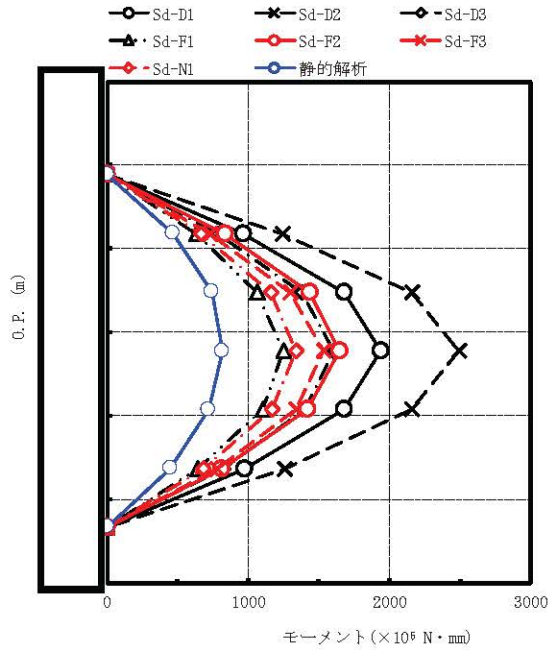


最大応答せん断力 (×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
1380	1760	1120	896	1190	1040	950	668	上部格子板
1010	1300	841	660	863	811	688	390	
369	489	324	282	308	330	257	106	
367	498	297	242	337	275	250	142	燃料集合体中央
1010	1300	832	652	860	803	687	388	
1390	1790	1160	909	1160	1110	964	635	
1390	1790	1160	909	1160	1110	964	635	炉心支持板

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

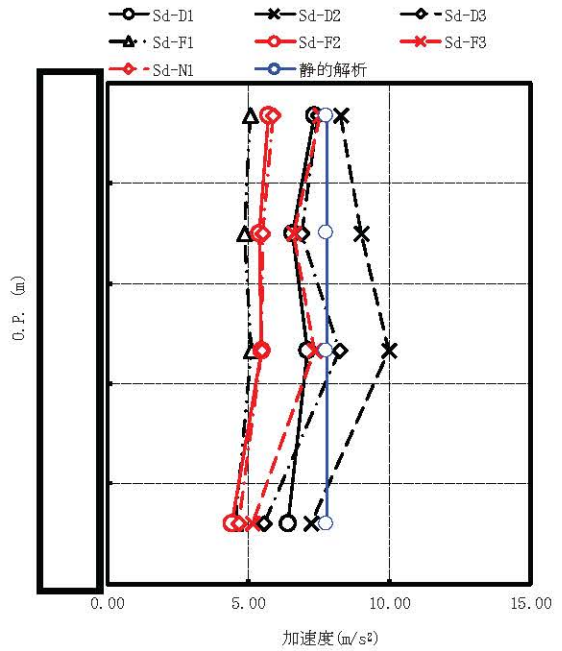
図 4-189 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 燃料集合体)





最大応答モーメント ( $\times 10^5 \text{ N}\cdot\text{mm}$ )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
965	1240	785	630	835	728	668	470	燃料集合体中央
1680	2160	1380	1060	1440	1300	1160	744	
1940	2490	1610	1250	1650	1530	1340	818	
1680	2160	1400	1100	1420	1340	1170	719	炉心支持板
971	1260	816	640	813	777	678	446	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

図 4-190 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 燃料集合体)

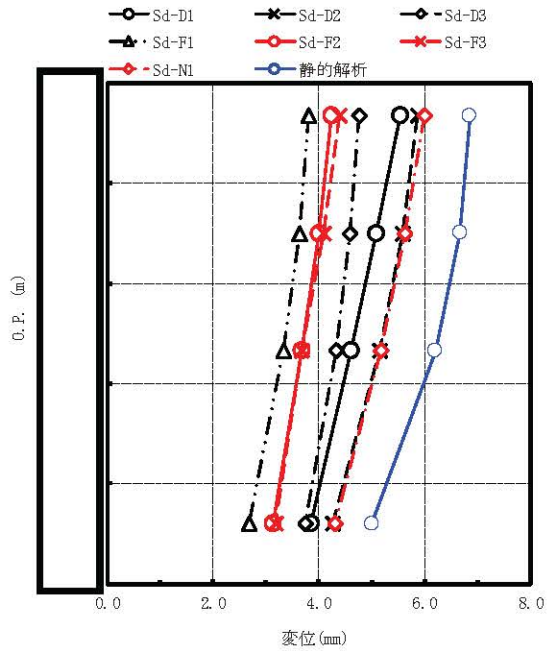


最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
7.33	8.26	7.45	5.07	5.73	7.53	5.88	7.79	炉心支持板
6.58	9.01	6.90	4.87	5.38	6.63	5.51	7.79	
7.09	9.97	8.24	5.11	5.48	7.35	5.48	7.79	
6.41	7.22	5.54	4.54	4.44	5.15	4.67	7.79	制御棒案内管下端

図 4-191 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒案内管)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

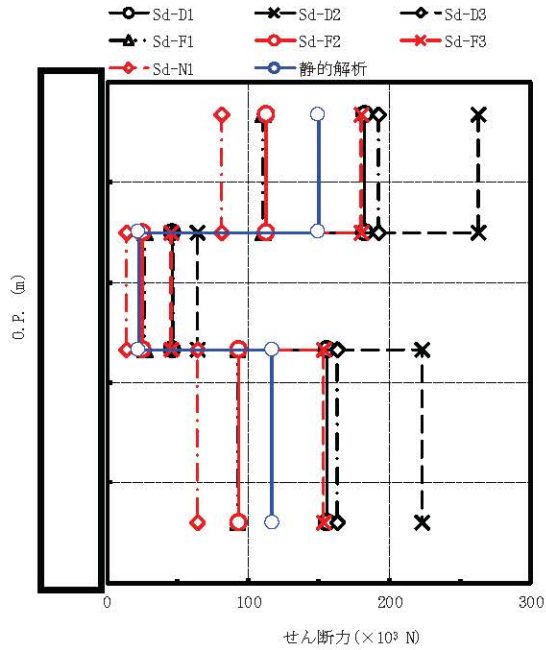
258



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
5.54	5.86	4.77	3.81	4.25	4.39	6.00	6.86	炉心支持板
5.08	5.58	4.59	3.64	4.00	4.10	5.63	6.67	
4.61	5.16	4.32	3.34	3.68	3.67	5.17	6.21	
3.86	4.26	3.74	2.68	3.13	3.18	4.31	5.01	制御棒案内管下端

図 4-192 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒案内管)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

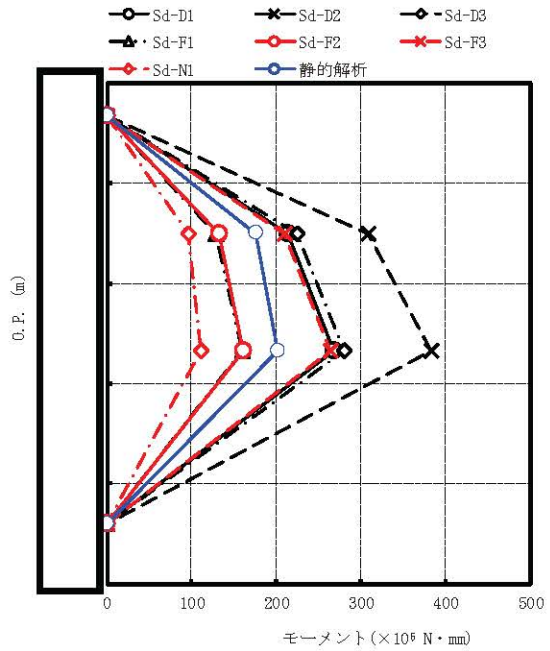


最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
183	263	192	110	113	180	81.4	150	炉心支持板
46.4	64.3	47.3	26.6	25.1	45.8	14.1	22.3	
156	223	163	92.5	93.1	153	64.4	117	
156	223	163	92.5	93.1	153	64.4	117	制御棒案内管下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお，最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-193 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒案内管)

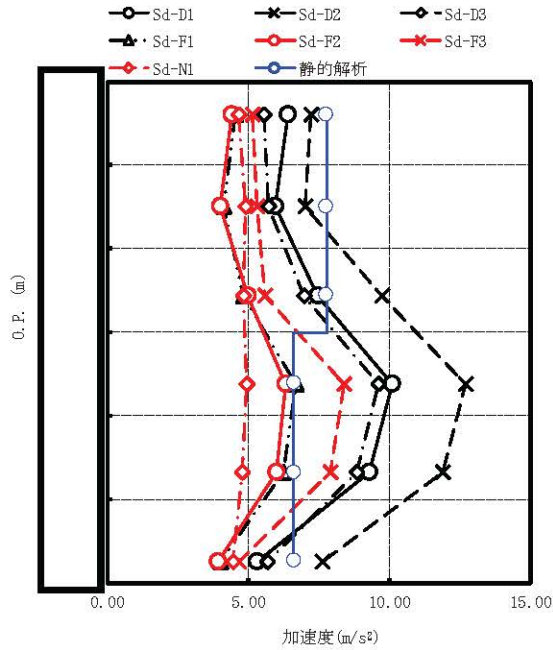
260



最大応答モーメント (×10 <sup>6</sup> N・mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板
214	308	225	129	132	210	95.4	176	
268	383	280	160	161	264	111	202	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端

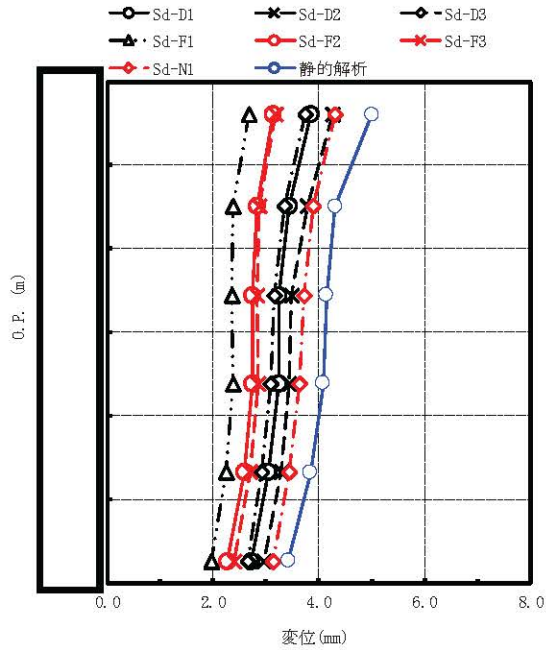
図 4-194 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒案内管)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



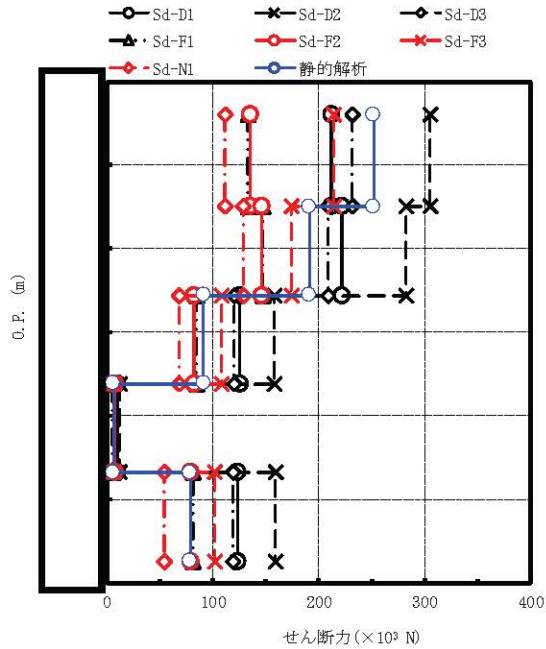
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
6.41	7.22	5.54	4.54	4.44	5.15	4.67	7.79	制御棒案内管下端
5.96	7.01	5.71	4.12	4.02	5.31	4.91	7.79	原子炉压力容器底部
7.45	9.74	6.99	4.81	5.01	5.61	4.84	7.79	
10.1	12.7	9.60	6.71	6.31	8.42	4.93	6.63	
9.29	11.9	8.85	6.24	6.00	7.91	4.78	6.63	
5.31	7.64	5.68	4.00	3.94	4.65	4.48	6.63	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-195 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒駆動機構ハウジング)



最大応答変位 (mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
3.86	4.26	3.74	2.68	3.13	3.18	4.31	5.01	制御棒案内管下端
3.44	3.78	3.35	2.39	2.83	2.88	3.90	4.31	原子炉压力容器底部
3.25	3.49	3.17	2.35	2.75	2.83	3.73	4.15	
3.24	3.45	3.09	2.38	2.75	2.85	3.64	4.08	
3.05	3.28	2.92	2.25	2.60	2.71	3.45	3.85	
2.73	2.96	2.66	1.97	2.28	2.41	3.13	3.42	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-196 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

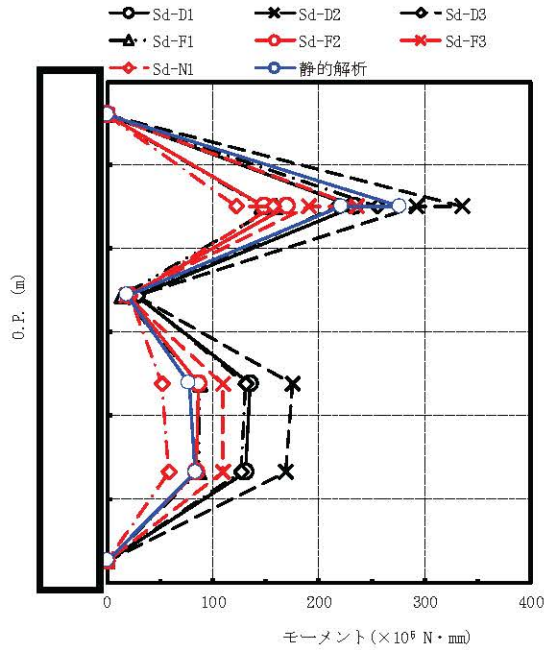


最大応答せん断力(×10 <sup>3</sup> N)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
212	305	232	133	135	214	111	252	制御棒案内管下端
222	282	209	147	146	174	129	191	原子炉压力容器底部
126	158	120	84.8	81.9	108	67.7	90.9	
9.23	12.3	9.84	4.91	7.65	6.89	6.87	5.99	
123	159	119	81.0	79.0	102	54.5	78.9	
123	159	119	81.0	79.0	102	54.5	78.9	制御棒駆動機構ハウジング下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-197 最大応答せん断力 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒駆動機構ハウジング)



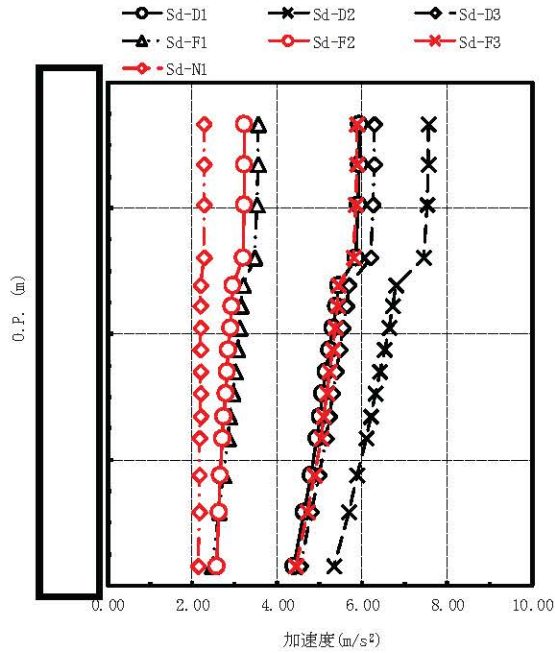


最大応答モーメント ( $\times 10^5$ N·mm)								備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	静的解析	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端
233 234	335 292	265 218	146 159	148 170	236 190	122 157	277 221	原子炉压力容器底部
28.0	28.5	29.4	14.2	20.4	18.6	21.8	18.9	
135	175	131	87.1	86.8	109	51.8	77.4	
131	169	127	86.0	83.9	109	57.9	83.8	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-198 最大応答モーメント 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析 (EW 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

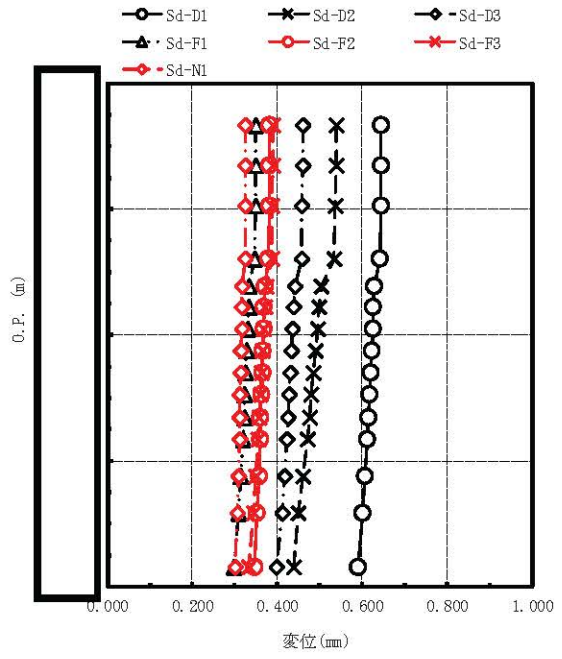
表 4-10 弾性設計用地震動 S d 及び静的解析によるばね反力，せん断力

名称	単位	方向	最大地震応答値							静的解析
			Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	×10 <sup>3</sup> N	NS	155	199	138	122	102	184	102	142
		EW	172	229	164	113	113	136	95.6	141
シュラウドサポート	×10 <sup>6</sup> N・mm	NS	14300	16300	13400	9360	11600	13100	9470	11300
		EW	23600	24100	21200	14100	16400	19300	8880	11400
上部サポート	×10 <sup>3</sup> N	NS	921	1080	874	596	726	786	479	547
		EW	1540	1610	1450	869	1170	1240	485	551
下部スタビライザ	×10 <sup>3</sup> N	NS	243	299	232	162	202	219	148	167
		EW	399	397	360	226	297	323	137	168
炉心シュラウド支持ロッド	×10 <sup>3</sup> N	NS	96.3	104	87.9	63.4	74.4	83.0	58.4	70.8
		EW	163	171	149	95.5	113	129	57.2	71.2
上部格子板	×10 <sup>3</sup> N	NS	1740	2140	1390	1060	1400	1340	1240	739
		EW	1490	1890	1230	965	1280	1150	1010	742
炉心支持板	×10 <sup>3</sup> N	NS	2160	2600	1780	1280	1660	1920	1410	956
		EW	1740	2240	1520	1140	1400	1460	1180	958



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
5.93	7.56	6.29	3.53	3.23	5.87	2.28	気水分離器頂部
5.93	7.55	6.28	3.53	3.23	5.86	2.28	
5.90	7.51	6.25	3.51	3.21	5.84	2.27	
5.84	7.43	6.19	3.47	3.18	5.79	2.27	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
5.44	6.79	5.69	3.18	2.95	5.45	2.20	上部格子板
5.39	6.72	5.63	3.15	2.92	5.41	2.20	
5.31	6.62	5.55	3.10	2.89	5.35	2.19	
5.23	6.52	5.46	3.05	2.85	5.29	2.19	
5.15	6.41	5.38	2.99	2.82	5.22	2.18	炉心支持板
5.07	6.30	5.29	2.94	2.78	5.16	2.18	
5.00	6.19	5.22	2.88	2.74	5.09	2.18	
4.93	6.08	5.14	2.83	2.70	5.02	2.17	
4.78	5.88	4.97	2.73	2.65	4.86	2.16	炉心シュラウド下部胴
4.62	5.67	4.80	2.63	2.62	4.71	2.15	
4.37	5.34	4.54	2.46	2.57	4.44	2.13	

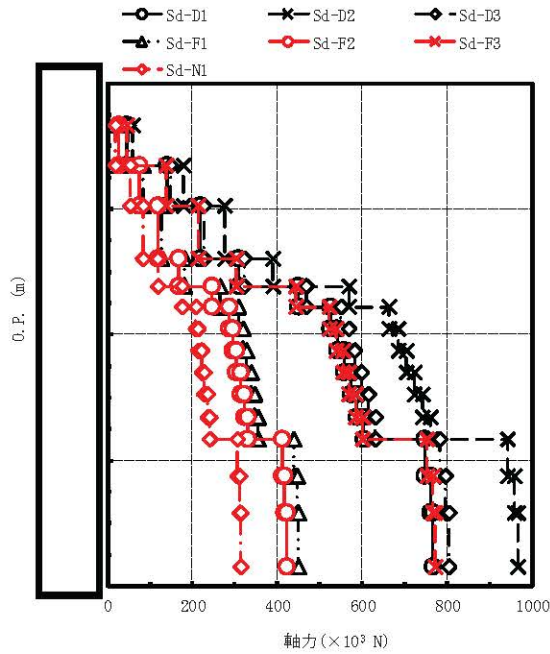
図 4-199 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド)



最大応答変位 (mm)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
0.644	0.538	0.459	0.350	0.382	0.389	0.325	気水分離器頂部
0.644	0.538	0.459	0.350	0.382	0.389	0.325	
0.643	0.536	0.458	0.349	0.381	0.388	0.324	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
0.641	0.532	0.456	0.347	0.380	0.386	0.324	
0.628	0.503	0.441	0.334	0.371	0.372	0.317	上部格子板
0.626	0.499	0.439	0.332	0.369	0.370	0.317	
0.624	0.495	0.436	0.330	0.368	0.368	0.316	炉心支持板
0.621	0.490	0.433	0.328	0.366	0.366	0.314	
0.619	0.485	0.431	0.325	0.365	0.363	0.313	炉心シュラウド下部胴
0.617	0.480	0.428	0.323	0.363	0.361	0.312	
0.614	0.475	0.425	0.321	0.361	0.358	0.311	
0.611	0.470	0.422	0.318	0.360	0.355	0.310	
0.606	0.459	0.416	0.313	0.356	0.350	0.307	
0.600	0.448	0.410	0.307	0.352	0.344	0.305	
0.590	0.439	0.398	0.297	0.346	0.333	0.300	

図 4-200 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド)

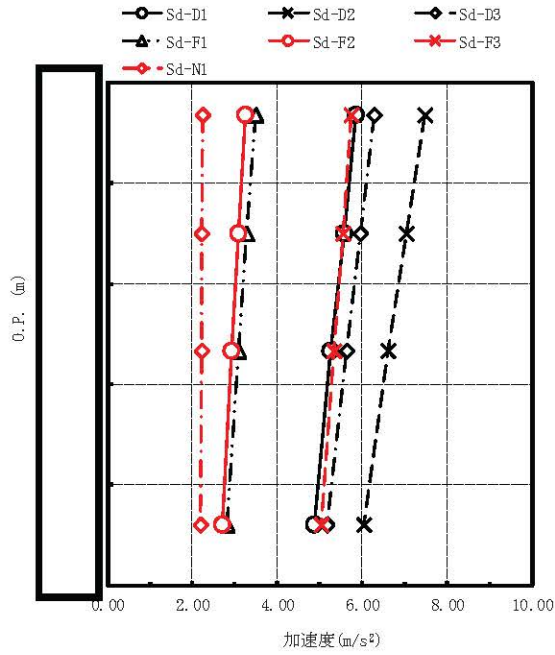
267



最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
47.0	59.8	49.3	27.8	25.7	46.1	18.1	気水分離器頂部
141	179	148	83.0	76.8	139	54.2	
218	276	228	128	119	213	83.6	
308	390	322	181	168	302	119	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
448	567	469	264	245	443	176	上部格子板
526	664	550	309	287	521	208	
542	684	567	319	296	538	214	
557	704	583	328	304	554	221	
573	723	599	337	313	569	228	
588	742	615	346	321	585	234	炉心支持板
603	761	631	354	330	601	241	
748	941	783	439	410	751	306	
761	957	796	446	417	765	312	炉心シュラウド下部胴
767	965	803	450	421	771	315	
767	965	803	450	421	771	315	

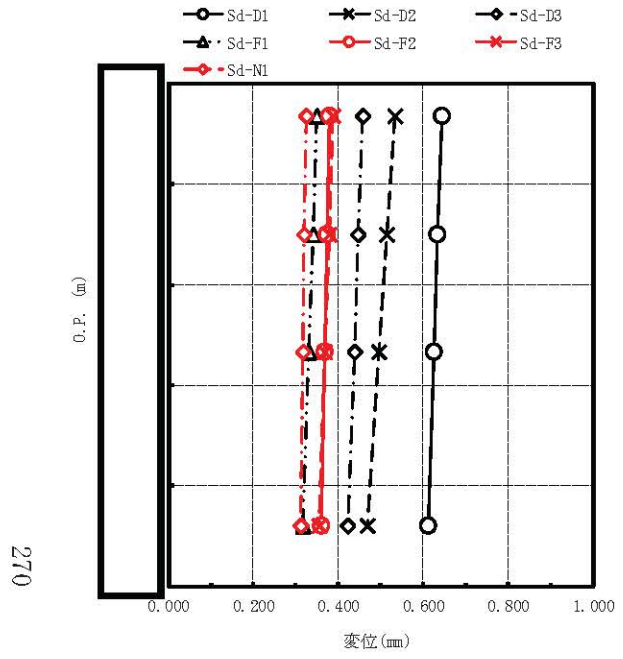
注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-201 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 炉心シュラウド)



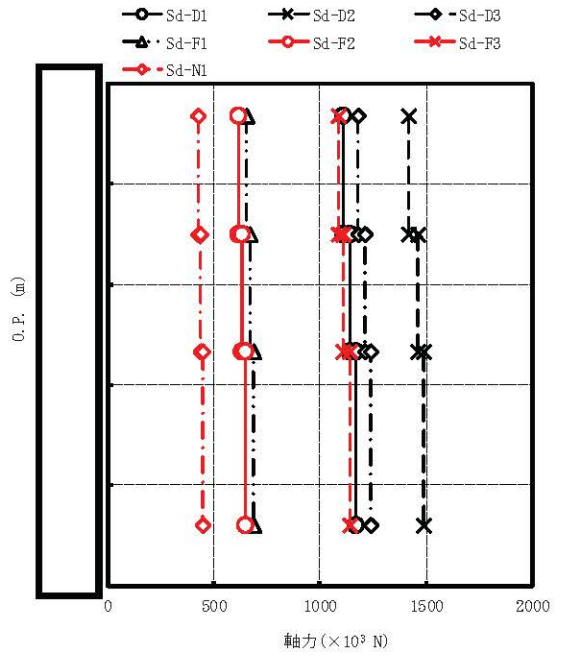
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
5.84	7.48	6.27	3.48	3.24	5.74	2.25	炉心支持板
5.56	7.04	5.94	3.28	3.08	5.54	2.23	
5.26	6.61	5.62	3.09	2.92	5.33	2.21	
4.87	6.03	5.16	2.80	2.71	5.02	2.18	制御棒案内管下端

図 4-202 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒案内管)



最大応答変位 (mm)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
0.643	0.534	0.457	0.348	0.380	0.387	0.324	炉心支持板
0.634	0.515	0.447	0.340	0.374	0.378	0.320	
0.625	0.496	0.437	0.331	0.368	0.369	0.316	
0.611	0.469	0.421	0.317	0.359	0.354	0.310	制御棒案内管下端

図 4-203 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒案内管)

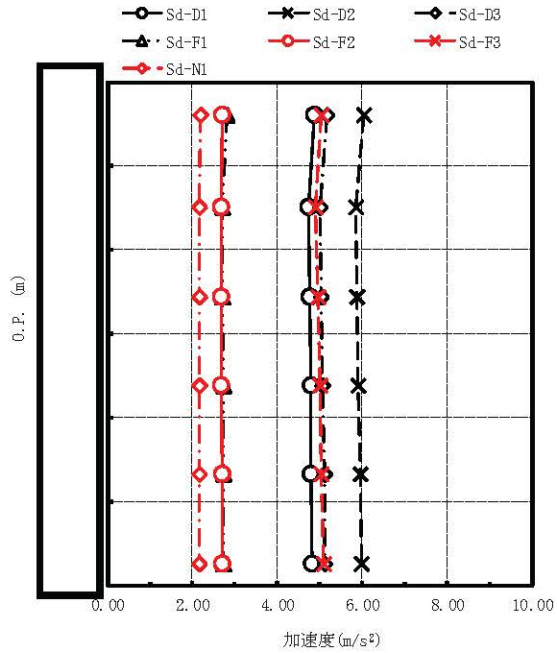


最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
1110	1420	1180	654	616	1090	428	炉心支持板
1140	1460	1210	671	633	1110	439	
1170	1490	1240	687	648	1140	451	
1170	1490	1240	687	648	1140	451	制御棒案内管下端

注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

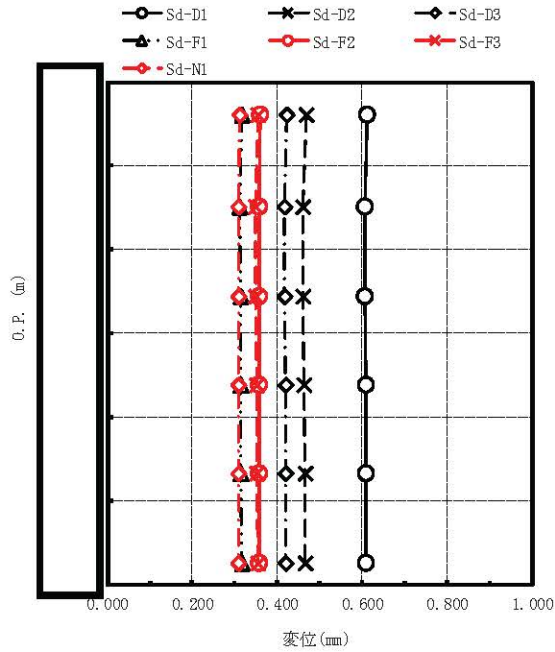
図 4-204 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒案内管)





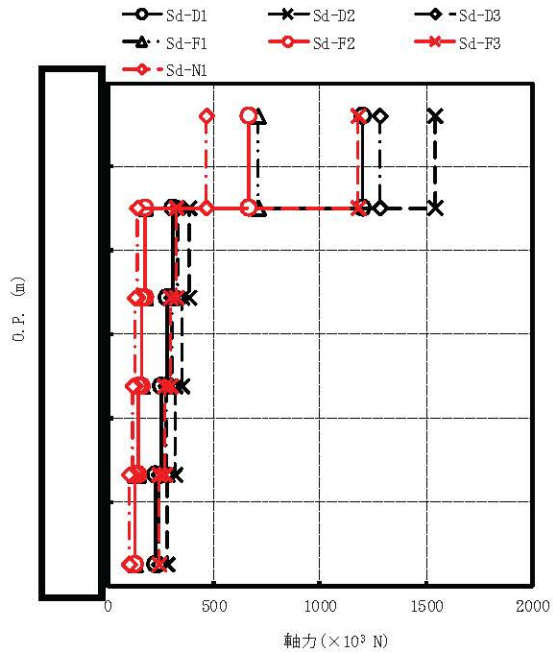
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
4.87	6.03	5.16	2.80	2.71	5.02	2.18	制御棒案内管下端
4.73	5.84	5.01	2.70	2.67	4.90	2.17	原子炉圧力容器底部
4.76	5.88	5.04	2.71	2.68	4.95	2.17	
4.78	5.91	5.07	2.72	2.69	5.00	2.17	
4.80	5.94	5.10	2.73	2.70	5.04	2.17	
4.82	5.98	5.12	2.74	2.71	5.08	2.17	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-205 最大応答加速度 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング)



最大応答変位 (mm)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
0.611	0.469	0.421	0.317	0.359	0.354	0.310	制御棒案内管下端
0.606	0.459	0.416	0.312	0.356	0.349	0.307	原子炉圧力容器底部
0.607	0.461	0.417	0.313	0.356	0.350	0.308	
0.608	0.463	0.418	0.314	0.357	0.351	0.308	
0.609	0.464	0.419	0.315	0.358	0.352	0.309	
0.610	0.466	0.420	0.316	0.358	0.353	0.309	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-206 最大応答変位 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング)



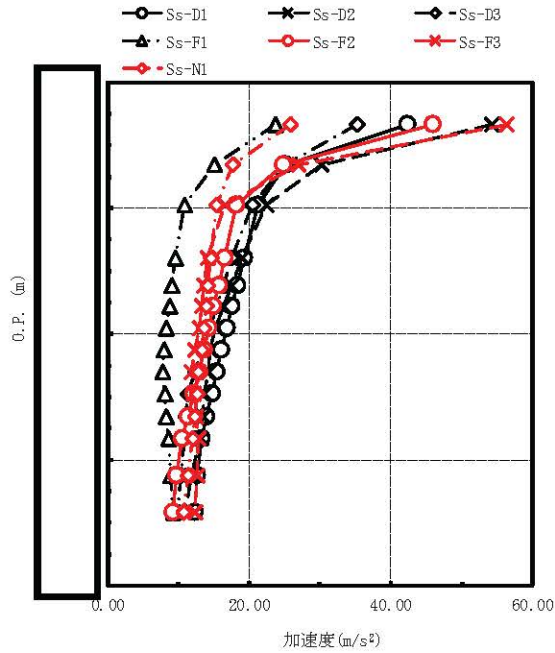
最大応答軸力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Sd-D1	Sd-D2	Sd-D3	Sd-F1	Sd-F2	Sd-F3	Sd-N1	
1200	1540	1280	708	668	1180	467	制御棒案内管下端
309	384	331	176	176	327	141	原子炉压力容器底部
282	351	302	161	160	299	129	
255	317	273	145	145	270	116	
227	283	244	130	129	241	104	
227	283	244	130	129	241	104	制御棒駆動機構ハウジング下端

注：要素上端の質点位置に軸力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にも軸力を記載。

図 4-207 最大応答軸力 弾性設計用地震動 S d (鉛直方向 制御棒駆動機構ハウジング)

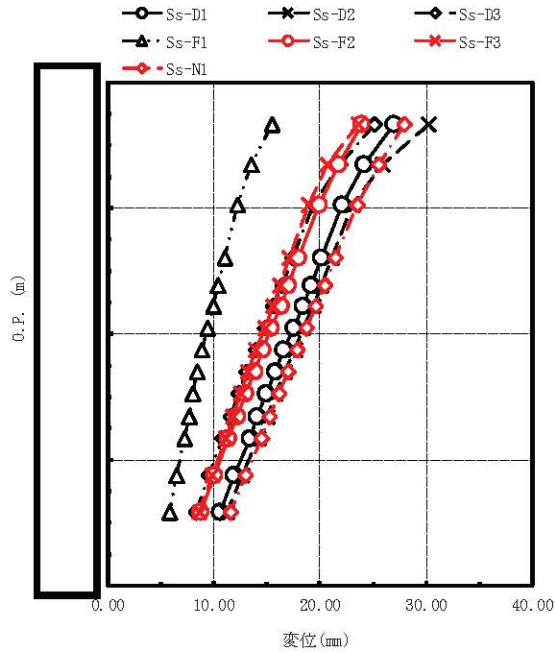
表 4-11 静的震度（鉛直方向）

種別	鉛直方向静的震度
建物・構築物	0.24 (1.0Cv)
機器・配管系	0.29 (1.2Cv)



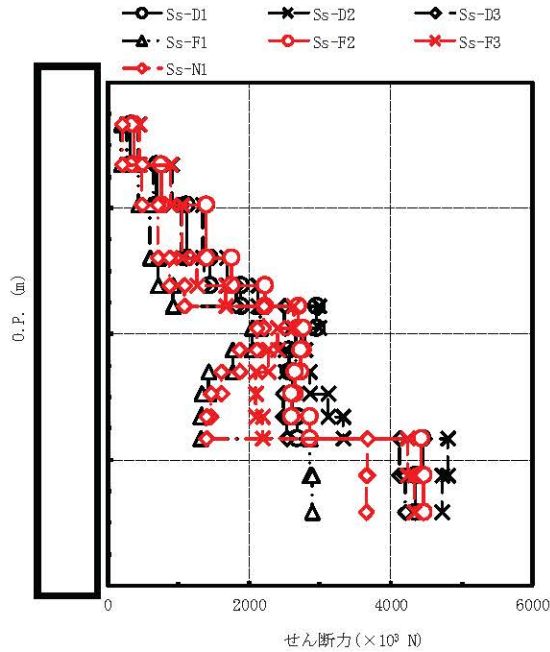
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
42.4	54.3	35.3	23.7	45.9	56.3	25.8	気水分離器頂部
25.1	30.2	25.0	15.1	24.9	27.0	17.7	
21.2	22.4	20.5	10.8	18.2	16.5	15.4	
19.3	19.0	17.6	9.62	16.5	14.1	14.6	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
18.3	17.5	16.4	9.14	15.8	13.7	14.1	
17.6	16.4	15.4	8.75	15.0	13.3	14.0	上部格子板
16.8	15.3	14.4	8.33	14.3	12.9	13.6	
16.1	14.5	13.3	7.91	13.6	12.4	13.3	
15.4	14.2	12.3	7.80	12.9	11.9	12.8	
14.7	13.7	11.4	8.08	12.2	12.1	12.6	
14.0	13.4	11.1	8.34	11.3	12.5	12.3	
13.3	13.1	10.9	8.59	10.6	12.8	12.0	炉心支持板
12.7	11.9	10.4	8.97	9.75	12.6	11.4	
12.3	11.0	9.93	9.19	9.19	12.4	10.7	炉心シュラウド下部胴

図 4-208 最大応答加速度 基準地震動 S s (NS 方向 炉心シュラウド)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
27.0	30.2	25.1	15.5	23.9	23.6	27.9	気水分離器頂部
24.1	25.9	21.9	13.5	21.8	20.7	25.5	
22.1	23.0	19.4	12.2	19.9	18.9	23.5	
20.1	21.1	17.4	11.0	18.0	17.1	21.4	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
19.1	20.1	16.4	10.4	17.0	16.2	20.4	上部格子板
18.4	19.4	15.6	9.90	16.3	15.6	19.6	
17.5	18.4	14.8	9.37	15.4	14.8	18.7	
16.6	17.6	14.0	8.87	14.6	14.0	17.8	
15.8	16.7	13.1	8.44	13.8	13.2	17.0	炉心支持板
14.9	15.8	12.3	8.03	13.0	12.5	16.1	
14.1	15.0	11.6	7.63	12.2	11.8	15.3	
13.4	14.2	10.8	7.24	11.4	11.1	14.5	
11.9	12.7	9.52	6.54	10.1	9.79	13.0	炉心シュラウド下部胴
10.6	11.2	8.36	5.88	8.81	8.64	11.6	

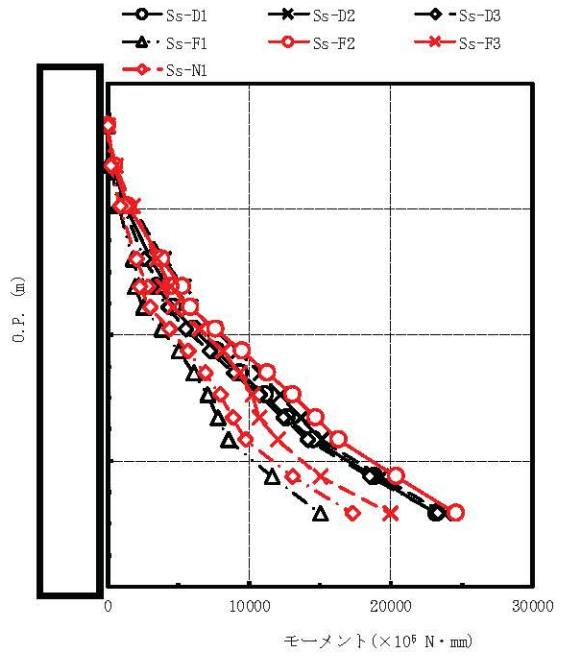
図 4-209 最大応答変位 基準地震動 S s (NS 方向 炉心シュラウド)



最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
323	443	278	194	365	458	210	気水分離器頂部
694	909	651	437	755	892	486	
1120	1350	1030	596	1400	1060	716	
1450	1690	1370	710	1760	1270	878	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
1880	2120	1810	932	2220	1670	1090	
2950	2990	2500	2160	2690	2630	2210	上部格子板
2750	2790	2660	2050	2760	2400	2110	
2570	2520	2660	1770	2730	2270	1870	
2610	2850	2580	1420	2650	2090	1610	
2620	3110	2480	1330	2600	2090	1460	炉心支持板
2680	3330	2530	1320	2850	2190	1400	
4440	4810	4130	2860	4430	4240	3670	
4350	4730	4210	2890	4470	4340	3660	
4350	4730	4210	2890	4470	4340	3660	炉心シュラウド下部胴

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

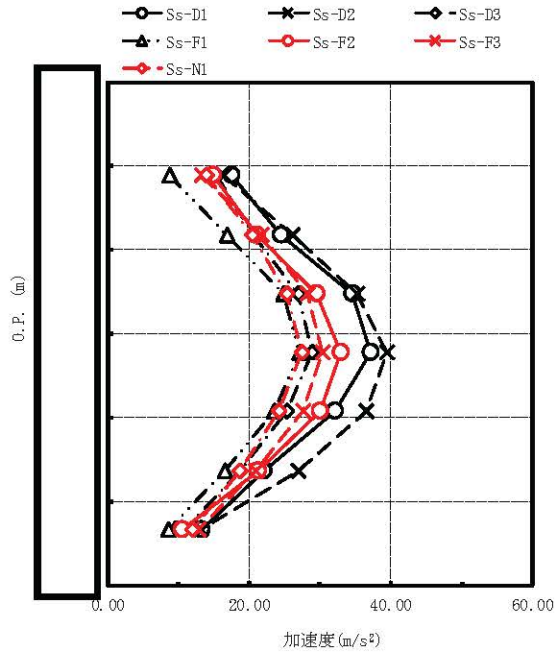
図 4-210 最大応答せん断力 基準地震動  $S_s$  (NS 方向 炉心シュラウド)



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	気水分離器頂部
414	567	356	248	468	587	269	
1310	1740	1170	808	1440	1740	886	
3050	3990	2610	1810	3770	3510	2060	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
4250	5380	3810	2420	5310	4490	2830	
3500	4630	3140	1960	4460	3890	2280	上部格子板
4650	5870	4310	2500	5880	4640	2980	
6100	7550	5520	3770	7640	6490	4340	
7680	9230	7210	5010	9490	8100	5660	
9330	10800	8950	6110	11300	9340	6860	
11100	12200	10700	7030	13100	10200	7920	
12700	13600	12400	7800	14700	10700	8850	
14500	15100	14100	8500	16300	12000	9730	炉心支持板
18800	19300	18500	11600	20400	15000	13100	
23200	23800	23300	15000	24600	20000	17300	炉心シュラウド下部胴

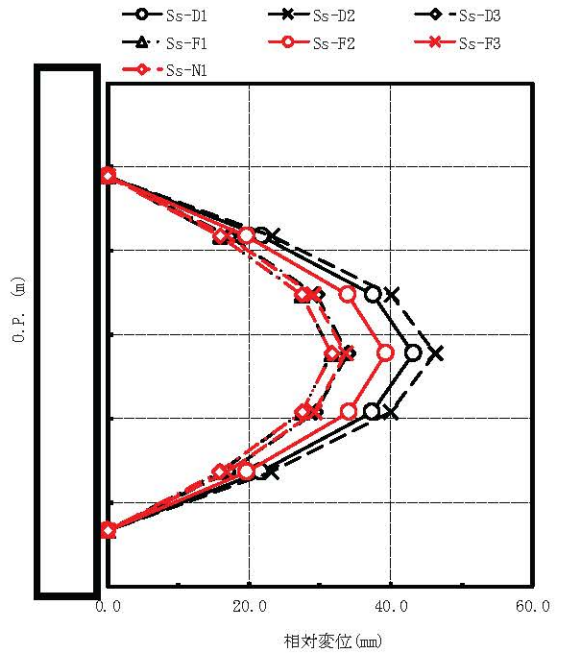
図 4-211 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 炉心シュラウド)





最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
17.6	16.4	15.4	8.75	15.0	13.3	14.0	上部格子板
24.5	26.2	20.6	16.8	21.1	21.7	20.5	
34.5	35.3	26.9	24.8	29.6	28.3	25.3	
37.2	39.4	28.9	27.1	33.0	30.4	27.4	燃料集合体中央
32.1	36.6	25.4	23.5	30.1	27.6	24.2	
22.1	26.9	18.7	16.5	21.2	21.0	18.6	
13.3	13.1	10.9	8.59	10.6	12.8	12.0	炉心支持板

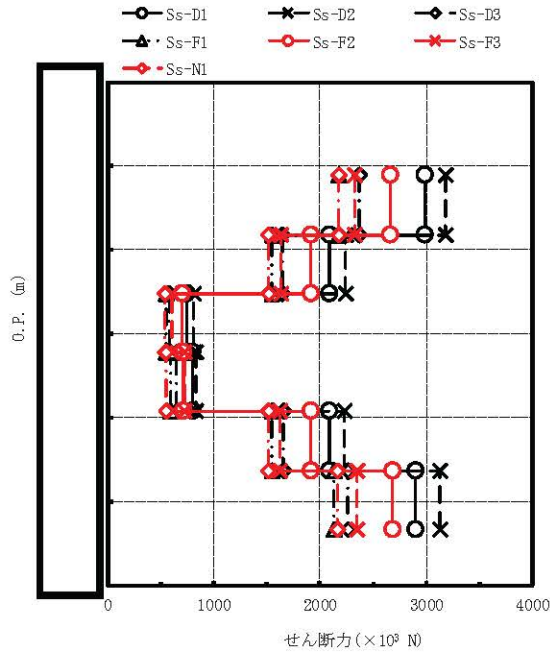
図 4-212 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 燃料集合体)



最大応答相対変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
21.7	23.2	17.2	15.9	19.7	16.8	15.9	燃料集合体中央
37.5	40.1	29.6	27.5	34.0	29.1	27.4	
43.2	46.2	34.0	31.7	39.3	33.6	31.6	
37.3	40.0	29.4	27.4	34.1	29.2	27.4	炉心支持板
21.6	23.1	17.0	15.9	19.7	16.9	15.8	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

図 4-213 最大応答相対変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 燃料集合体)

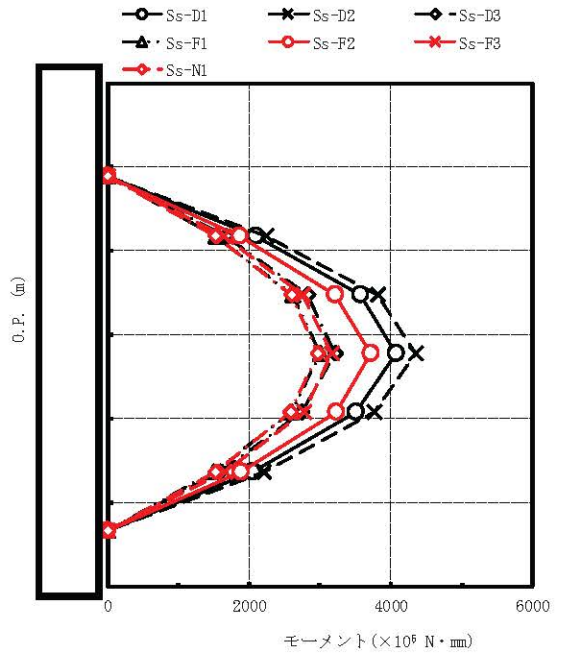
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
2990	3180	2370	2180	2660	2330	2170	上部格子板
2090	2240	1650	1550	1920	1630	1520	
743	809	586	548	705	602	537	
803	832	653	590	714	721	556	燃料集合体中央
2090	2230	1660	1550	1920	1620	1520	
2900	3130	2260	2130	2680	2350	2160	炉心支持板
2900	3130	2260	2130	2680	2350	2160	

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

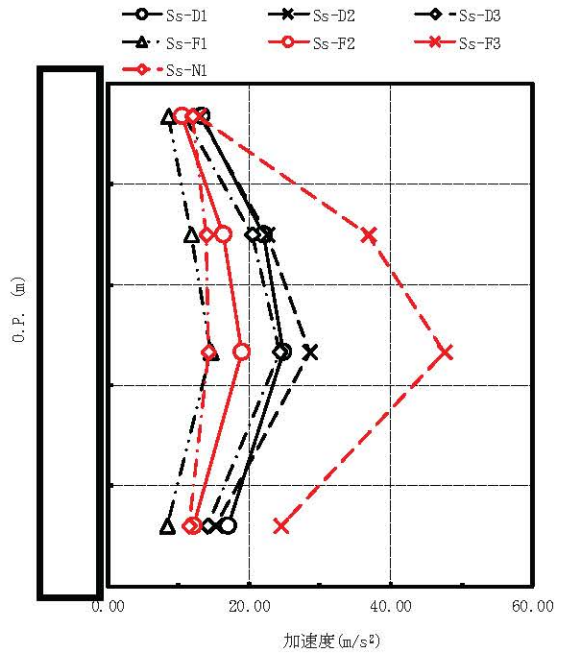
図 4-214 最大応答せん断力 基準地震動  $S_s$  (NS 方向 燃料集合体)



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	上部格子板
2100	2240	1670	1530	1870	1640	1530	
3570	3810	2830	2620	3220	2760	2590	
4070	4350	3210	3000	3710	3160	2970	燃料集合体中央
3500	3770	2750	2590	3230	2770	2580	
2040	2200	1590	1500	1880	1650	1520	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板

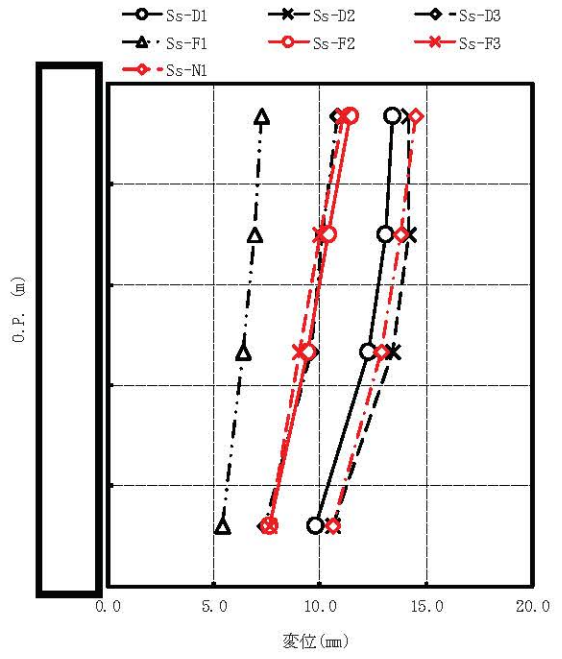
図 4-215 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 燃料集合体)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



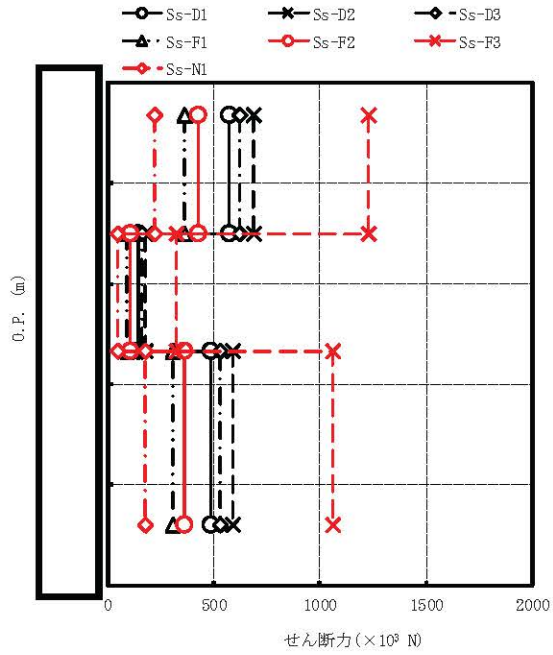
最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
13.3	13.1	10.9	8.59	10.6	12.8	12.0	炉心支持板
22.0	22.5	20.4	11.9	16.4	36.9	13.9	
24.8	28.5	24.4	14.6	19.0	47.6	14.3	
17.1	15.2	14.1	8.36	12.2	24.5	11.5	制御棒案内管下端

図 4-216 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒案内管)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
13.4	14.2	10.8	7.24	11.4	11.1	14.5	炉心支持板
13.1	14.2	10.1	6.90	10.4	10.0	13.8	
12.3	13.4	9.58	6.41	9.43	9.02	12.9	
9.78	10.6	7.42	5.40	7.64	7.64	10.6	制御棒案内管下端

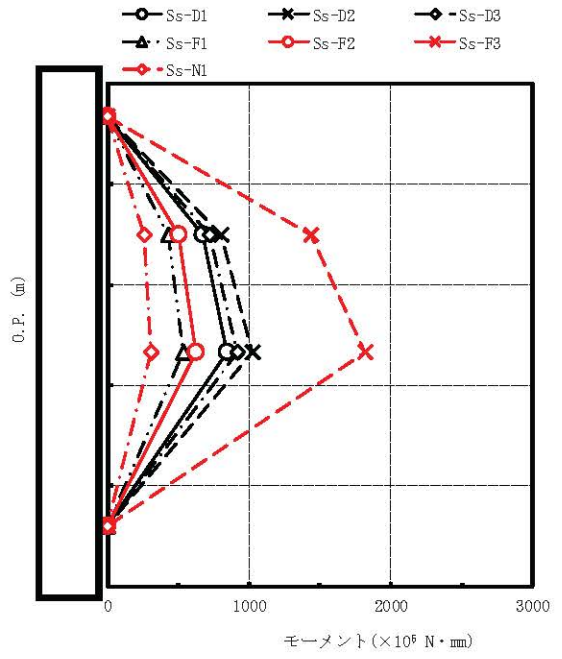
図 4-217 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒案内管)



最大応答せん断力 (×10 <sup>3</sup> N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
573	688	620	364	426	1230	220	炉心支持板
147	178	163	91.9	106	323	46.5	
489	587	532	310	361	1060	178	
489	587	532	310	361	1060	178	制御棒案内管下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-218 最大応答せん断力 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒案内管)

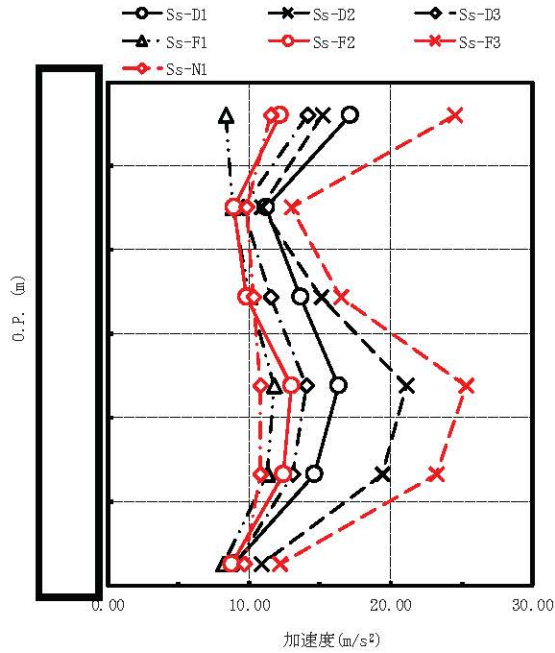


最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	炉心支持板
671	805	726	426	499	1440	258	
843	1020	917	534	623	1820	308	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端

図 4-219 最大応答モーメント 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒案内管)

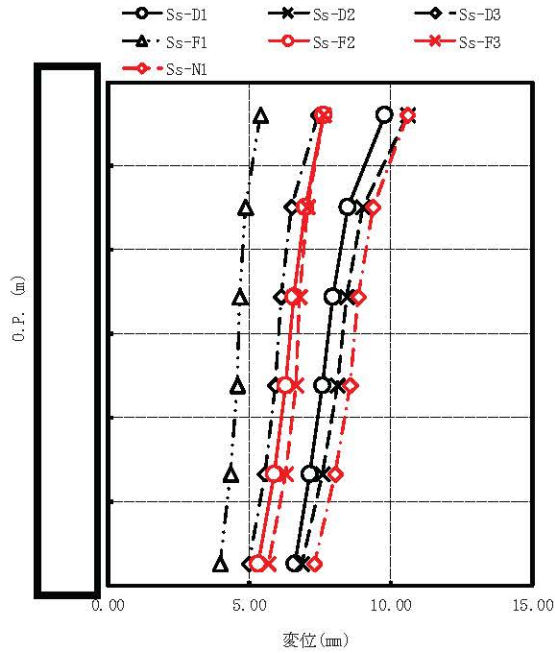
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
17.1	15.2	14.1	8.36	12.2	24.5	11.5	制御棒案内管下端
11.2	10.9	9.61	8.87	8.93	13.0	9.83	原子炉压力容器底部
13.6	15.1	11.5	10.1	9.82	16.5	10.3	
16.3	21.1	14.0	11.8	13.0	25.3	10.8	
14.6	19.4	13.1	11.3	12.4	23.2	10.8	
8.91	10.9	9.10	8.20	8.73	12.2	9.69	制御棒駆動機構ハウジング下端

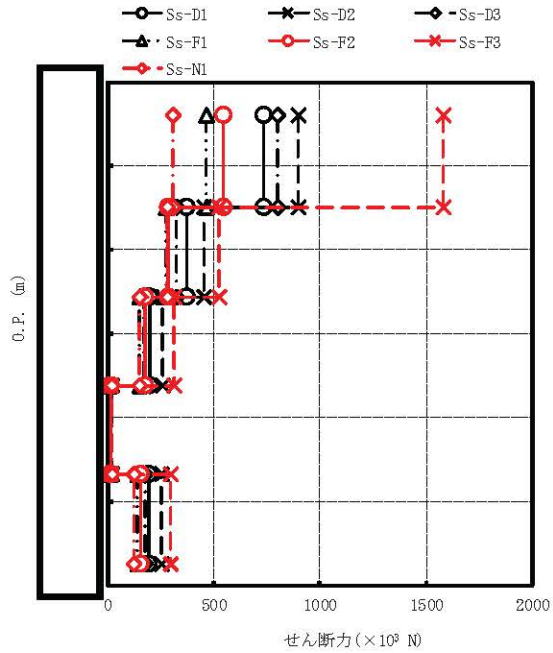
図 4-220 最大応答加速度 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
9.78	10.6	7.42	5.40	7.64	7.64	10.6	制御棒案内管下端
8.49	9.01	6.48	4.88	6.99	7.07	9.36	原子炉圧力容器底部
7.95	8.46	6.14	4.68	6.56	6.79	8.85	
7.59	8.11	5.94	4.59	6.29	6.65	8.56	
7.15	7.59	5.57	4.36	5.89	6.29	8.05	
6.61	6.87	5.00	3.97	5.32	5.66	7.31	制御棒駆動機構ハウジング下端

図 4-221 最大応答変位 基準地震動 S<sub>s</sub> (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

290

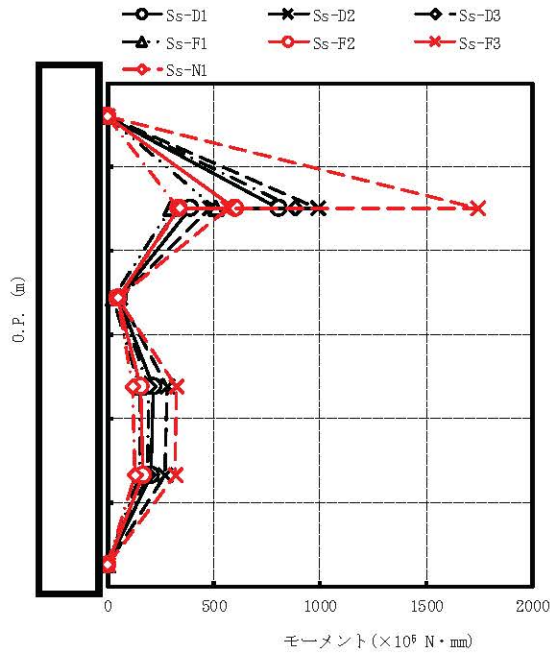


最大応答せん断力 ( $\times 10^3$ N)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
734	900	801	465	548	1580	306	制御棒案内管下端
374	454	322	277	289	524	282	原子炉压力容器底部
200	261	175	151	176	316	151	
17.5	20.5	18.0	9.60	15.3	18.5	18.7	
195	255	177	142	156	299	124	
195	255	177	142	156	299	124	制御棒駆動機構ハウジング下端

注：要素上端の質点位置にせん断力を記載。なお、最下端の要素は要素下端の質点位置にもせん断力を記載。

図 4-222 最大応答せん断力 基準地震動  $S_s$  (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

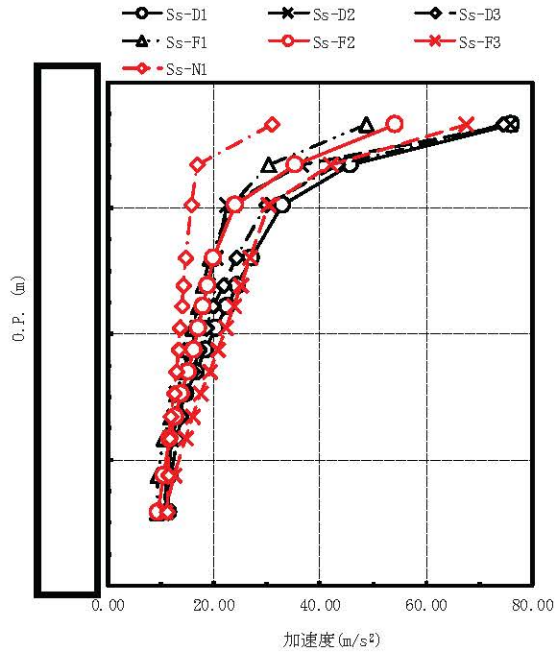
291



最大応答モーメント(×10 <sup>6</sup> N・mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒案内管下端
807 391	989 479	880 332	510 296	603 333	1740 569	336 342	原子炉压力容器底部
53.7	59.1	49.8	29.1	46.0	48.4	50.0	
217	279	195	153	159	322	116	
207	271	188	151	165	318	132	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	制御棒駆動機構ハウジング下端

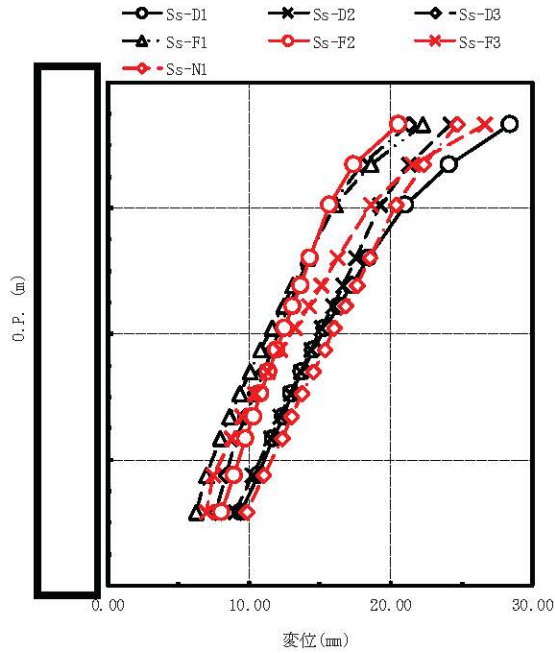
図 4-223 最大応答モーメント 基準地震動 S s (NS 方向 制御棒駆動機構ハウジング)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



最大応答加速度 (m/s <sup>2</sup> )							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
76.0	75.8	74.5	48.8	54.1	67.5	30.9	気水分離器頂部
45.7	36.4	43.3	30.3	35.3	42.0	16.8	
32.8	22.6	29.8	23.3	24.0	30.2	15.7	
27.1	20.3	24.3	19.3	20.0	26.8	14.7	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
24.5	18.9	21.8	18.0	18.9	25.1	14.3	
22.4	17.9	20.0	17.0	18.0	23.7	14.0	上部格子板
20.3	16.8	18.7	16.1	17.1	22.2	13.6	
18.4	15.5	17.4	15.1	16.2	20.8	13.3	
16.6	14.2	15.9	14.0	15.1	19.2	12.9	炉心支持板
14.7	13.0	14.7	12.9	13.9	17.6	12.5	
13.1	12.6	13.9	11.8	12.7	16.1	12.0	
12.1	12.2	13.2	10.7	11.7	14.7	11.7	炉心シュラウド下部胴
11.4	11.2	11.8	9.48	10.5	12.5	11.4	
11.4	10.7	10.6	9.32	9.44	10.8	11.2	

図 4-224 最大応答加速度 基準地震動 S s (EW 方向 炉心シュラウド)



最大応答変位 (mm)							備考
Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1	
28.4	24.2	21.3	22.2	20.5	26.6	24.7	気水分離器頂部
24.1	21.3	17.9	18.6	17.4	21.5	22.3	
21.0	19.2	15.8	16.1	15.7	18.6	20.4	
18.4	17.5	14.2	14.1	14.3	16.2	18.5	シュラウドヘッド上部鏡板頂部
17.2	16.6	13.4	13.1	13.6	15.1	17.6	
16.3	15.9	12.8	12.4	13.1	14.2	16.8	上部格子板
15.3	15.1	12.2	11.6	12.5	13.2	16.0	
14.5	14.4	11.6	10.8	11.9	12.2	15.3	
13.7	13.6	11.0	10.1	11.4	11.3	14.5	
13.0	12.9	10.4	9.31	10.8	10.4	13.7	
12.4	12.2	9.72	8.60	10.3	9.52	13.0	
11.7	11.5	9.12	7.94	9.76	8.74	12.3	炉心支持板
10.6	10.2	8.33	6.97	8.89	7.49	11.0	
9.45	8.99	7.63	6.21	8.07	6.96	9.80	炉心シュラウド下部胴

図 4-225 最大応答変位 基準地震動 S s (EW 方向 炉心シュラウド)