

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	工認-126 改6
提出年月日	平成30年8月6日

## V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針

## 目 次

1. 概 要 .....	1
2. 床応答スペクトル作成に係る基本方針及び作成方法 .....	1
2.1 基本方針 .....	1
2.2 解析方法 .....	3
2.3 減衰定数 .....	3
2.4 数値計算用諸元 .....	3
2.5 応答スペクトル作成位置 .....	5
2.6 応答スペクトルの適用方法 .....	5
2.7 設計用床応答曲線の作成 .....	6
2.8 設備用床応答曲線の作成 .....	6
3. 地震応答解析モデル .....	7
4. 最大加速度及び設計用床応答曲線 .....	60
4.1 弾性設計用地震動 $S_d$ .....	60
4.2 基準地震動 $S_s$ .....	63
4.3 余震荷重を算定するための地震動 .....	67

## 1. 概要

本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、機器・配管系の動的解析に用いる設計用床応答曲線<sup>\*1</sup>の作成方針及びその方針に基づき作成した設計用床応答曲線に関して説明するものである。

また、当該申請の工事計画においては、耐震計算の適用に際して設計用床応答曲線の震度以上になるように配慮した床応答曲線（以下「設備評価用床応答曲線」という。）を用いることから、設備評価用床応答曲線の作成方法及び各施設への適用方針を説明する。

\* 1 : 1. 項～3. 項においては、床面の最大加速度も含めた総称として説明する。

## 2. 床応答スペクトルに係る基本方針及び作成方法

### 2.1 基本方針

- (1) V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2. 地震応答解析の方針」に基づき策定した各原子炉施設の解析モデルに対して、入力地震動を用いた時刻歴応答解析を行い、各質点位置における加速度応答時刻歴を求める。入力地震動は、V-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」に基づくものとして、表2-1に示す。
- (2) (1)で求めた各質点の加速度応答時刻歴を入力として、減衰付1自由度系の最大応答スペクトルを必要な減衰定数の値に対して求める。
- (3) (2)で求めた床応答スペクトルに対し、各原子炉施設の固有周期のシフトを考慮し、周期方向に±10%の拡幅を行い、設計用床応答曲線とする。
- (4) 工事計画に係る「V-2 耐震性に関する説明書」において、耐震計算に適用する設備評価用床応答曲線について、各施設に適用する設計震度が設計用床応答曲線の震度以上となるように配慮した設備評価用床応答曲線を作成する。

表 2-1 入力地震動

種 類		地震動名	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
基準地震動 S <sub>s</sub>	応答スペクトルに基づく地震動	S <sub>s</sub> -D 1	870		560
	断層モデルを用いた手法による地震動	S <sub>s</sub> -1 1	717	619	579
		S <sub>s</sub> -1 2	871	626	602
		S <sub>s</sub> -1 3	903	617	599
		S <sub>s</sub> -1 4	586	482	451
		S <sub>s</sub> -2 1	901	887	620
		S <sub>s</sub> -2 2	1009	874	736
	2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	S <sub>s</sub> -3 1	610		280
弾性設計用 地震動 S <sub>d</sub>	応答スペクトルに基づく地震動	S <sub>d</sub> -D 1	435		280
	断層モデルを用いた手法による地震動	S <sub>d</sub> -1 1	359	309	290
		S <sub>d</sub> -1 2	435	313	301
		S <sub>d</sub> -1 3	452	309	300
		S <sub>d</sub> -1 4	293	241	226
		S <sub>d</sub> -2 1	451	443	310
		S <sub>d</sub> -2 2	505	437	368
	2004 年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	S <sub>d</sub> -3 1	305		140

## 2.2 解析方法

2.1(1)で述べた方針で動的解析を行い、各モデルの各質点における応答加速度の時刻歴を求め、この応答加速度の時刻歴を入力波として応答スペクトルを作成する。すなわち、入力波の絶対加速度を $\ddot{Y}_n$ とおけば、質点系の振動方程式は、

$$\ddot{Z}_n + 2 \cdot h \cdot \omega \cdot \dot{Z}_n + \omega^2 \cdot Z_n = - \ddot{Y}_n \dots\dots\dots (2.1)$$

ただし、

$\omega$  : 質点系の固有円振動数

$Z_n$  : n 質点上の質点の相対変位

$h$  : 減衰定数

地震の間の $\ddot{Y}_n + \ddot{Z}_n$ の最大値を $\omega$ 及び $h$ をパラメータとして求め、応答スペクトルを作成する(図 2-2 参照)。応答スペクトルの作成には、計算機コード「SAS」、 「VIANA」及び「k-WAVE」を用いる。

## 2.3 減衰定数

応答スペクトルは、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」の機器・配管系の減衰定数を用いて作成する。

## 2.4 数値計算用諸元

固有周期作成幅	0.05~1.0 s
固有周期計算間隔	
0.05 ~ 0.1 s	$\Delta \omega = 4.0 \text{ rad/s}$
0.1 ~ 0.2 s	$\Delta \omega = 1.5 \text{ rad/s}$
0.2 ~ 0.39 s	$\Delta \omega = 1.0 \text{ rad/s}$
0.39 ~ 0.6 s	$\Delta \omega = 0.3 \text{ rad/s}$
0.6 ~ 1.0 s	$\Delta \omega = 0.5 \text{ rad/s}$

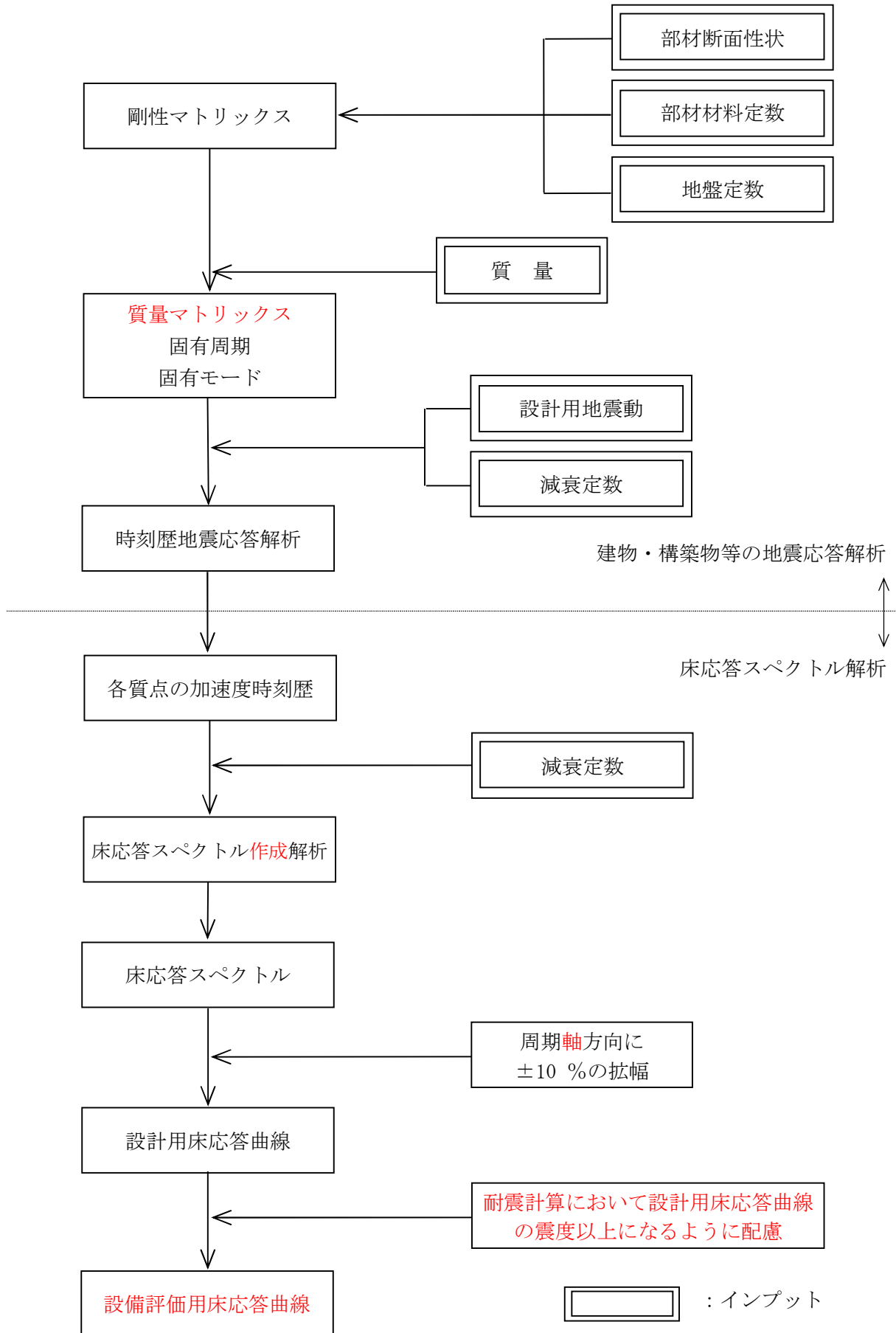


図 2-2 解析フロー図

2.5 応答スペクトル作成位置

図 3-1～図 3-24 に示す解析モデルについて応答スペクトルを作成する。

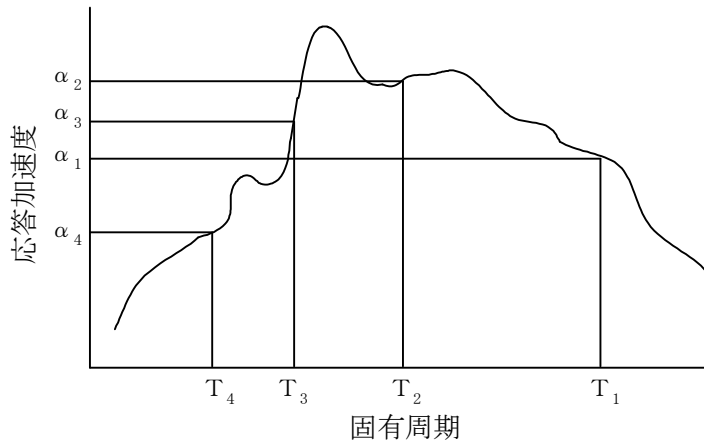
2.6 応答スペクトルの適用方法

(1) 概 要

機器・配管系の設計用地震力を動的解析によって求める場合は、それぞれの据付位置における応答スペクトルを使用して設計震度を定める。この場合、以下のように応答スペクトルを修正して使用する。

(2) 運用方法

- a. 応答スペクトルは、基準地震動  $S_s$  又は弾性設計用地震動  $S_d$  による地震応答解析から得られる応答波を用いて作成した応答スペクトルを固有周期の多少のずれにより、応答に大幅な変化が生じないよう周期軸方向に  $\pm 10\%$  の拡幅を行ったものとする。ただし、材料物性のばらつき等を考慮した地震応答解析の応答波を用いて作成する応答スペクトルについては、 $\pm 10\%$  の拡幅は考慮しない。また、評価対象設備に応じて振動方向に合わせ、水平方向（NS，EW）及び鉛直方向（UD）の各方向の応答スペクトルを使用する。
- b. 建屋床より自立する機器・配管系については、設置階の応答スペクトルを用い、建屋壁より支持される機器・配管系及び建屋中間階に設置される機器・配管系については、上下階の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。また、建屋上下階を貫通する配管系及び異なる建物、構築物等を渡る配管系については、それぞれの据付位置の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。ただし、応答スペクトルの運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。
- c. 応答スペクトルを用いて動的解析を行う場合には、以下に示す方法によりモード合成を行うものとする。



- $T_i$  :  $i$  次の固有周期
- $\alpha_i$  :  $T_i$  に対応する応答加速度
- $\phi_{in}$  :  $i$  次の  $n$  質点の固有モード
- $\beta_i$  :  $i$  次の刺激係数
- $A_n$  :  $n$  質点の応答加速度

$$A_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\beta_i \cdot \phi_{in} \cdot \alpha_i)^2}$$

## 2.6 設計用床応答曲線の作成

### 2.6.1 建物・構築物

コンクリート強度を設計基準強度，地盤の物性を標準地盤とした解析ケース（以下「基本ケース」という。）の応答波を用いて作成した応答スペクトルに対して，周期軸方向に±10%拡幅したものを設計用床応答曲線とする。

### 2.6.2 屋外重要土木構造物

原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース（以下「基本ケース」という。）の応答波並びに敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース及び地盤物性のばらつきを考慮して非液状化の条件を仮定した解析ケースの応答波を用いる。

上記応答波を用いて作成した応答スペクトルに対して，基本ケースには周期軸方向に±10%の拡幅及び全ての解析ケースには震度軸方向に余裕を確保したものを設計用床応答曲線とする。

## 2.7 設備用評価床応答曲線の作成

### 2.7.1 建物・構築物

建物・構築物の設備評価用床応答曲線の作成における配慮方法を以下に示す。機器・配管系の構造強度評価及び機能維持評価の適用に際しては，いずれかの方法により作成した設備評価用床応答曲線を用いる。

#### (1) 設計用床応答曲線の震度を一律に1.5倍した床応答曲線

設計用床応答曲線の震度を一律に1.5倍した床応答曲線を設備評価用床応答曲線とする。

#### (2) 設計用床応答曲線及び材料物性のばらつき等を考慮した床応答曲線を包絡した床応答曲線

資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき材料物性のばらつき等を考慮した解析ケースの応答波により作成した床応答曲線と設計用床応答曲線とを包絡させたものを設備評価用床応答曲線とする

#### (3) (2)項の設備評価用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線

(2)項で設定した床応答曲線に対して保守側に包絡できるように余裕を確保したものを設備評価用床応答曲線とする。

### 2.7.2 屋外重要土木構造物

屋外重要土木構造物の設備評価用床応答曲線の作成における配慮方法を以下に示す。機器・配管系の構造強度評価及び機能維持評価の適用に際しては，いずれかの方法により作成した設備評価用床応答曲線を用いる。

#### (1) 余裕を確保した設計用床応答曲線

2.6.2項で作成した設計用床応答曲線を設備評価用床応答曲線とする。

#### (2) 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線

2.6.2項で設定した床応答曲線に対して保守側に包絡できるように余裕を確保したものを設備評価用床応答曲線とする。



### 3. 地震応答解析モデル

#### (1) 原子炉建屋

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-1(1)に、鉛直方向の地震応答解析モデル図を 3-1(2)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして、EW方向及びNS方向についてそれぞれ設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した質点系モデルとする。

#### (2) 使用済燃料乾式貯蔵建屋

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-2(1)及び図 3-2(2)に、鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-2(3)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、NS方向及びEW方向についてそれぞれ設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を評価した質点系モデルとする。

#### (3) 取水構造物

NS方向の地震応答解析モデルを図 3-3(1)、図 3-3(2)、図 3-3(3)及び図 3-3(4)に、EW方向の地震応答解析モデルを図 3-3(5)及び 3-3(6)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。NS方向の地震応答解析モデルにおける構造部材は非線形はり要素によりモデル化する。EW方向の地震応答解析モデルにおける構造部材は非線形はり要素及び平面要素によりモデル化する。

#### (4) 屋外二重管

地震応答解析モデルを図 3-4(1)、図 3-4(2)、図 3-4(3)、図 3-4(4)、図 3-4(5)及び図 3-4(6)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

#### (5) 緊急時対策所建屋

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-5(1)に、鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-5(2)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、NS方向及びEW方向についてそれぞれ設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱の軸剛性を評価した質点系モデルとする。

#### (6) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎

NS方向の地震応答解析モデルを図 3-6(1)及び図 3-6(2)に、EW方向の地震応答解析モデルを図 3-6(3)及び図 3-6(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

(7) 主排気筒

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-7(1)に、鉛直方向の地震応答解析モデル図 3-7(2)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、 $0^\circ$  方向及び  $45^\circ$  方向についてそれぞれ設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、軸剛性を評価した質点系モデルとする。

(8) 非常用ガス処理系配管支持架構

地震応答解析モデルを図 3-8 に示す。

水平方向、鉛直方向とも、地盤との相互作用を考慮し、鉄骨部材の軸、曲げ及びせん断剛性を考慮した要素と、軸剛性のみを考慮した要素による、剛基礎を有する 3次元フレームモデルとする。

(9) 格納容器圧力逃がし装置格納槽

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-9(1)、図 3-9(2)及び図 3-9(3)に、鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-9(4)及び図 3-9(5)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして、NS 方向及びEW 方向についてそれぞれ設定する。地盤は 2次元 FEM モデルとする。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁の軸剛性を評価した質点系モデルとする。地盤は 2次元 FEM モデルとする。

(10) 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

地震応答解析モデルを図 3-10(1)及び図 3-10(2)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素及び平面要素によりモデル化する。

(11) 常設代替高圧電源装置置場

NS 方向の地震応答解析モデルを図 3-11(1)及び図 3-11(2)に、EW 方向の地震応答解析モデルを図 3-11(3)及び図 3-11(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。NS 方向の地震応答解析モデルにおける構造部材は線形はり要素によりモデル化する。EW 方向の地震応答解析モデルにおける構造部材は線形はり要素及び平面要素によりモデル化する。

(12) 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

地震応答解析モデルを図 3-12(1)及び図 3-12(2)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

(13) 常設代替高压電源装置用カルバート（トンネル部）

地震応答解析モデルを図 3-13(1)及び図 3-13(2)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素及び平面要素によりモデル化する。

(14) 常設代替高压電源装置用カルバート（立坑部）

NS方向の地震応答解析モデルを図 3-14(1)及び図 3-14(2)に、EW方向の地震応答解析モデルを図 3-14(3)及び図 3-14(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(15) 可搬型設備用軽油タンク基礎

EW方向の地震応答解析モデルを図 3-15(1)及び図 3-15(2)に、NS方向の地震応答解析モデルを図 3-15(3)及び図 3-15(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

(16) 常設低压代替注水系ポンプ室

EW方向の地震応答解析モデルを図 3-16(1)及び図 3-16(2)に、NS方向の地震応答解析モデルを図 3-16(3)及び図 3-16(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(17) 代替淡水貯槽

EW方向の地震応答解析モデルを図 3-17(1)及び図 3-17(2)に、NS方向の地震応答解析モデルを図 3-17(3)及び図 3-17(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線

形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(18) 常設低圧代替注水系配管カルバート

地震応答解析モデルを図 3-18(1)及び図 3-18(2)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

(19) SA用海水ピット

EW方向の地震応答解析モデルを図 3-19(1)及び図 3-19(2)に、NS方向の地震応答解析モデルを図 3-19(3)及び図 3-19(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(20) 緊急用海水ポンプピット

EW方向の地震応答解析モデルを図 3-20(1)及び図 3-20(2)に、NS方向の地震応答解析モデルを図 3-20(3)及び図 3-20(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(21) 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

地震応答解析モデルを図 3-21(1)、図 3-21(2)、図 3-21(3)、図 3-21(4)、図 3-21(5)及び図 3-21(6)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

(22) 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）

地震応答解析モデルを図 3-22(1)、図 3-22(2)、図 3-22(3)、図 3-22(4)、図 3-22(5)、図 3-22(6)、図 3-22(7)及び図 3-22(8)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤

との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(23) 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））

地震応答解析モデルを図 3-23(1)、図 3-22(2)、図 3-22(3)及び図 3-22(4)に示す。

地盤と構造物連成系の地震応答解析には、2次元 FEM モデルを用いる。地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。構造部材は、構造部材と等価な剛性を有する線形はり要素の構造梁によりモデル化する。構造梁は構造物の中心に配置することから、側方地盤との離隔を模擬するため、十分に剛な仮想剛梁を水平方向に配置する。構造物と側方地盤の接合面にはジョイント要素を設定するための十分に柔な仮想柔梁を配置する。

(24) 炉心，原子炉圧力容器，原子炉格納容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎

水平方向の地震応答解析モデルを図 3-24(1)に、鉛直方向の地震応答解析モデル図を 3-24(2)に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは、原子炉建屋，原子炉格納容器，原子炉遮蔽，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。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、原子炉建屋，原子炉格納容器，原子炉遮蔽，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及び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。

#### 4. 最大加速度及び設計用床応答曲線

本項では、施設ごとの各床面の静的震度、設計用最大加速度及び設計用床応答曲線を示す。

また、「V-2 耐震性に関する説明書」において各施設の耐震計算書の適用に際して、設計用最大加速度及び設計用床応答曲線の震度以上となるように配慮した設備評価用最大加速度及び設備評価用床応答曲線を示す。設備評価用最大加速度及び設備評価用床応答曲線における配慮方法について 2.7 項の記載項目を以下に示す。なお、以下記載は、床応答曲線は最大加速度を含めた総称としている。

- (1) 設計用床応答曲線の加速度を一律に 1.5 倍した床応答曲線
- (2) 設計用床応答曲線及び材料物性のばらつき等を考慮した床応答曲線を包絡した床応答曲線
- (3) (2) 項の設備評価用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線
- (4) 余裕を確保した設計用床応答曲線
- (5) 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線

##### 4.1 弾性設計用地震動 $S_d$

設計用最大加速度及び静的震度並びに設計用床応答曲線 ( $S_d$ ) を示す。また設備評価用加速度及び設備評価用床応答曲線 ( $S_d$ ) についても示す。

###### (1) 床応答加速度一覧表

建物・構築物の各床面の設計用最大加速度及び静的震度並びに設備評価用最大加速度を表 4.1-1～表 4.1-10 に示す。また、建物・構築物と表番号との関連を表 4.1 に示す。

表 4.1 建物・構築物等における表番号との関連（弾性設計用地震動  $S_d$ ）

No.	建物・構築物等	設計用最大加速度 及び静的震度	設備評価用最大加速度	
			表番号	配慮事項
1	原子炉建屋	表 4.1-1(1)	表 4.1-1(2-1) 表 4.1-1(2-2)	4. (1) 4. (2)
2	使用済燃料乾式貯蔵建屋	表 4.1-2(1)	表 4.1-2(2)	4. (1)
3	取水構造物	表 4.1-3(1)	同左 表 4.1-3(2)	4. (4) 4. (5)
4	屋外二重管	表 4.1-4(1)	同左 表 4.1-4(2)	4. (4) 4. (5)
5	主排気筒	表 4.1-5(1)	表 4.1-5(2)	4. (1)
6	非常用ガス処理系配管支持架構	表 4.1-6(1)	表 4.1-6(2)	4. (1)
7	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	表 4.1-7(1)	同左 表 4.1-7(2)	4. (4) 4. (5)
8	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	表 4.1-8(1)	同左 表 4.1-8(2)	4. (4) 4. (5)
9	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	表 4.1-9(1)	同左 表 4.1-9(2)	4. (4) 4. (5)
10	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	表 4.1-10(1)	同左 表 4.1-10(2)	4. (4) 4. (5)

(2) 床応答曲線の図番

作成床面及び減衰定数に応じた設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の図番を表 4.2-1～表 4.2-10 に示す。また、建物・構築物等の表番号との関連を表 4.2 に示す。

表 4.2 建物・構築物等における表番号との関連（弾性設計用地震動  $S_d$ ）

No.	建物・構築物等	設計用床応答曲線	設備評価用床応答曲線	
			表番号	配慮事項
1	原子炉建屋	表 4.2-1(1)	表 4.2-1(2-1) 表 4.2-1(2-2)	4.(1) 4.(2)
2	取水構造物	表 4.2-2(1)	同左 表 4.2-2(2)	4.(4) 4.(5)
3	屋外二重管	表 4.2-3(1)	同左 表 4.2-3(2)	4.(4) 4.(5)
4	主排気筒	表 4.2-4(1)	表 4.2-4(2)	4.(1)
5	非常用ガス処理系配管支持架構	表 4.2-5(1)	表 4.2-5(2)	4.(1)
6	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	表 4.2-6(1)	同左 表 4.2-6(2)	4.(4) 4.(5)
7	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	表 4.2-7(1)	同左 表 4.2-7(2)	4.(4) 4.(5)
8	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	表 4.2-8(1)	同左 表 4.2-8(2)	4.(4) 4.(5)
9	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	表 4.2-9(1)	同左 表 4.2-9(2)	4.(4) 4.(5)
10	原子炉格納容器, 原子炉圧力容器, 原子炉遮蔽, 原子炉本体の基礎, 炉心シュラウド	表 4.2-10(1)	表 4.2-10(2-1) 表 4.2-10(2-2)	4.(1) 4.(2)



#### 4.2 基準地震動 $S_s$

最大加速度及び設計用床応答曲線 ( $S_s$ ) を示す。また設備評価用加速度及び設備評価用床応答曲線 ( $S_s$ ) についても示す。

##### (1) 床応答加速度一覧表

建物・構築物の各床面の設計用最大加速度及び設備評価用最大加速度を表 4.3-1～表 4.3-23 に示す。また、建物・構築物と表番号との関連を表 4.3 に示す。

表 4.3 建物・構築物等における表番号との関連 (基準地震動  $S_s$ ) (1/2)

No.	建物・構築物等	設計用最大加速度	設備評価用最大加速度	
			表番号	配慮事項
1	原子炉建屋	表 4.3-1(1)	表 4.3-1(2-1) 表 4.3-1(2-2)	4. (1) 4. (2)
2	使用済燃料乾式貯蔵建屋	表 4.3-2(1)	表 4.3-2(2)	4. (1)
3	取水構造物	表 4.3-3(1)	同左 表 4.3-3(2)	4. (4) 4. (5)
4	屋外二重管	表 4.3-4(1)	同左 表 4.3-4(2)	4. (4) 4. (5)
5	緊急時対策所建屋	表 4.3-5(1)	表 4.3-5(2-1) 表 4.3-5(2-2)	4. (2) 4. (3)
6	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	表 4.3-6(1)	同左 表 4.3-6(2)	4. (4) 4. (5)
7	主排気筒	表 4.3-7(1)	表 4.3-7(2)	4. (1) 4. (2)
8	非常用ガス処理系配管支持架構	表 4.3-8(1)	表 4.3-8(2)	4. (1) 4. (2)
9	格納容器圧力逃がし装置格納槽	表 4.3-9(1)	表 4.3-9(2-1) 表 4.3-9(2-2)	4. (2) 4. (3)
10	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	表 4.3-10(1)	同左 表 4.3-10(2)	4. (3) 4. (5)
11	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	表 4.3-11(1)	同左 表 4.3-11(2)	4. (4) 4. (5)
12	常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部)	表 4.3-12(1)	同左 表 4.3-12(2)	4. (4) 4. (5)

表 4.3 建物・構築物等における表番号との関連（基準地震動 S<sub>s</sub>）（2/2）

No.	建物・構築物等	設計用最大加速度	設備評価用最大加速度	
			表番号	配慮事項
13	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	表 4.3-13(1)	同左 表 4.3-13(2)	4. (4) 4. (5)
14	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	表 4.3-14(1)	同左 表 4.3-14(2)	4. (4) 4. (5)
15	可搬型設備用軽油タンク基礎	表 4.3-15(1)	同左 表 4.3-15(2)	4. (4) 4. (5)
16	常設低圧代替注水系ポンプ室	表 4.3-16(1)	同左 表 4.3-16(2)	4. (4) 4. (5)
17	代替淡水貯槽	表 4.3-17(1)	同左 表 4.3-17(2)	4. (4) 4. (5)
18	常設低圧代替注水系配管カルバート	表 4.3-18(1)	同左 表 4.3-18(2)	4. (4) 4. (5)
19	SA 用海水ピット	表 4.3-19(1)	同左 表 4.3-19(2)	4. (4) 4. (5)
20	緊急用海水ポンプピット	表 4.3-20(1)	同左 表 4.3-20(2)	4. (4) 4. (5)
21	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	表 4.3-21(1)	同左 表 4.3-21(2)	4. (4) 4. (5)
22	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	表 4.3-22(1)	同左 表 4.3-22(2)	4. (4) 4. (5)
23	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））	表 4.3-23(1)	同左 表 4.3-23(2)	4. (4) 4. (5)

## (2) 床応答曲線の図番

作成床面及び減衰定数に応じた設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の図番を表 4.4-1～表 4.4-20 に示す。また、建物・構築物等の表番号との関連を表 4.4 に示す。

表 4.4 建物・構築物等における表番号との関連（基準地震動  $S_s$ ）（1/2）

No.	建物・構築物等	設計用床応答曲線	設備評価用床応答曲線	
			表番号	配慮事項
1	原子炉建屋	表 4.4-1(1)	表 4.4-1(2-1)	4. (1)
			表 4.4-1(2-2)	4. (2)
2	取水構造物	表 4.4-2(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-2(2)	4. (5)
3	屋外二重管	表 4.4-3(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-3(2)	4. (5)
4	緊急時対策所建屋	表 4.4-4(1)	表 4.4-4(2-1)	4. (2)
			表 4.4-4(2-2)	4. (3)
5	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	表 4.4-5(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-5(2)	4. (5)
6	主排気筒	表 4.4-6(1)	表 4.4-6(2-2)	4. (1)
				4. (2)
7	非常用ガス処理系配管支持架構	表 4.4-7(1)	表 4.4-7(2-2)	4. (1)
				4. (2)
8	格納容器圧力逃がし装置格納槽	表 4.4-8(1)	表 4.4-8(2-1)	4. (2)
			表 4.4-8(2-2)	4. (3)
9	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	表 4.4-9(1)	同左	4. (3)
			表 4.4-9(2)	4. (5)
10	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	表 4.4-10(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-10(2)	4. (5)
11	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	表 4.4-11(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-11(2)	4. (5)
12	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	表 4.4-12(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-12(2)	4. (5)
13	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	表 4.4-13(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-13(2)	4. (5)
14	可搬型設備用軽油タンク基礎	表 4.4-14(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-14(2)	4. (5)
15	常設低圧代替注水系ポンプ室	表 4.4-15(1)	同左	4. (4)
			表 4.4-15(2)	4. (5)

表 4.4 建物・構築物等における表番号との関連（基準地震動 S<sub>s</sub>）（2/2）

No.	建物・構築物等	設計用床応答曲線	設備評価用床応答曲線	
			表番号	配慮事項
16	代替淡水貯槽	表 4.4-16(1)	同左 表 4.4-16(2)	4.(4) 4.(5)
17	常設低圧代替注水系配管カルバート	表 4.4-17(1)	同左 表 4.4-17(2)	4.(4) 4.(5)
18	緊急用海水ポンプピット	表 4.4-18(1)	同左 表 4.4-18(2)	4.(4) 4.(5)
19	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	表 4.4-19(1)	同左 表 4.4-19(2)	4.(4) 4.(5)
20	原子炉格納容器，原子炉圧力容器，原子炉遮蔽，原子炉本体の基礎，炉心シュラウド	表 4.4-20(1)	表 4.4-20(2-1) 表 4.4-20(2-2)	4.(1) 4.(2)

#### 4.3 余震荷重を算定するための地震動

津波荷重と重畳させる余震荷重を算定するための地震動（S d - D 1）における設計用最大加速度を示す。

##### (1) 床応答加速度一覧表

建物・構築物の各床面の設計用最大加速度を表 4.5-1～表 4.5-4 に示す。また、建物・構築物と表番号との関連を表 4.5 に示す。

表 4.5 建物・構築物等における表番号との関連（S d - D 1）

No.	建物・構築物等	設計用最大加速度
1	格納容器圧力逃がし装置格納槽	表 4.5-1
2	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	表 4.5-2
3	常設低圧代替注水系ポンプ室	表 4.5-3
4	代替淡水貯槽	表 4.5-4
5	SA 用海水ピット	表 4.5-5
6	緊急用海水ポンプピット	表 4.5-6
7	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	表 4.5-7
8	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））	表 4.5-8

表 4.1-1(1) 弾性設計用地震動  $S_d$  設計用最大床加速度 (原子炉建屋) 1/7

構築物	質点番号	EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$								
			$S_d - D 1$			$S_d - 1 1$			$S_d - 1 2$		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原子炉建屋	1	63.65	0.72	0.77	0.43	0.48	0.46	0.47	0.67	0.41	0.44
	2	57.00	0.62	0.67	0.42	0.36	0.37	0.44	0.53	0.32	0.41
	3	46.50	0.50	0.51	0.38	0.18	0.18	0.37	0.24	0.21	0.35
	4	38.80	0.46	0.47	0.36	0.14	0.17	0.34	0.19	0.19	0.34
	5	34.70	0.43	0.44	0.33	0.12	0.15	0.31	0.17	0.17	0.33
	6	29.00	0.38	0.38	0.29	0.14	0.14	0.28	0.17	0.18	0.30
	7	20.30	0.31	0.31	0.25	0.14	0.15	0.23	0.17	0.18	0.25
	8	14.00	0.28	0.28	0.24	0.15	0.16	0.21	0.16	0.17	0.24
	9	8.20	0.26	0.27	0.23	0.16	0.15	0.22	0.16	0.15	0.23
	10	2.00	0.26	0.26	0.23	0.14	0.15	0.22	0.16	0.13	0.23
	11	-4.00	0.25	0.25	0.23	0.14	0.14	0.22	0.17	0.12	0.22

表 4.1-1(1) 弾性設計用地震動  $S_d$  設計用最大床加速度 (原子炉建屋) 2/7

構築物	質点番号	EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$								
			$S_d - 1 3$			$S_d - 1 4$			$S_d - 2 1$		
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原子炉建屋	1	63.65	0.66	0.42	0.44	0.36	0.41	0.35	0.79	0.64	0.56
	2	57.00	0.52	0.33	0.42	0.30	0.33	0.32	0.68	0.50	0.53
	3	46.50	0.23	0.20	0.37	0.20	0.16	0.24	0.49	0.25	0.45
	4	38.80	0.18	0.18	0.34	0.15	0.14	0.23	0.40	0.19	0.43
	5	34.70	0.17	0.18	0.32	0.14	0.14	0.22	0.34	0.18	0.39
	6	29.00	0.16	0.19	0.29	0.13	0.14	0.22	0.30	0.16	0.34
	7	20.30	0.17	0.19	0.24	0.14	0.14	0.21	0.29	0.18	0.29
	8	14.00	0.18	0.18	0.23	0.14	0.14	0.20	0.29	0.18	0.27
	9	8.20	0.18	0.16	0.21	0.14	0.13	0.18	0.28	0.17	0.25
	10	2.00	0.18	0.14	0.21	0.14	0.12	0.18	0.26	0.16	0.24
	11	-4.00	0.18	0.13	0.21	0.13	0.11	0.18	0.22	0.15	0.22

表 4.1-1(1) 弹性设计用地震动  $S_d$  设计用最大床加速度 (原子炉建屋) 3/7

構築物	質点番号	EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$							
			$S_d - 2 2$			$S_d - 3 1$			包絡値	
			NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	水平 方向	鉛直 方向
原子炉建屋	1	63.65	0.78	0.78	0.55	0.69	0.70	0.22	0.79	0.56
	2	57.00	0.68	0.66	0.52	0.64	0.65	0.21	0.68	0.53
	3	46.50	0.51	0.41	0.42	0.56	0.57	0.18	0.57	0.45
	4	38.80	0.42	0.33	0.39	0.50	0.51	0.17	0.51	0.43
	5	34.70	0.39	0.30	0.36	0.47	0.48	0.16	0.48	0.39
	6	29.00	0.35	0.25	0.33	0.43	0.44	0.14	0.44	0.34
	7	20.30	0.28	0.24	0.30	0.39	0.39	0.12	0.39	0.30
	8	14.00	0.24	0.21	0.29	0.35	0.36	0.11	0.36	0.29
	9	8.20	0.21	0.19	0.28	0.32	0.32	0.10	0.32	0.28
	10	2.00	0.21	0.19	0.27	0.29	0.29	0.10	0.29	0.27
	11	-4.00	0.20	0.18	0.27	0.26	0.26	0.10	0.26	0.27