Ⅴ-2-1-14　計算書作成の方法

目　　次

添付資料-1　横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-2　たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-3　スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-4　横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-5　平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-6　管の耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-7　計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-8　計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針
添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針

添付資料-1　横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 4
3.　評価部位 ····· 5
4.　構造強度評価 ····· 5
4.1　構造強度評価方法 ····· 5
4.2　設計用地震力 ····· 6
4.3　計算方法 ····· 6
4.4　応力の評価 ····· 13
5.　機能維持評価 ····· 14
5.1　動的機能維持評価方法 ····· 14
6.　耐震計算書のフォーマット ····· 14

1. 概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている横軸ポンプ（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

なお，本基本方針は横軸ブロワ及びファンにも適用する（その場合は，ポンプをブロワ又はファンと読み替える。）。

ただし，本基本方針が適用できない横軸ポンプにあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

横軸ポンプの応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，横軸ポンプの機能維持評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを，「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」にて示す。

横軸ポンプの耐震評価フローを図 2－1 に示す。

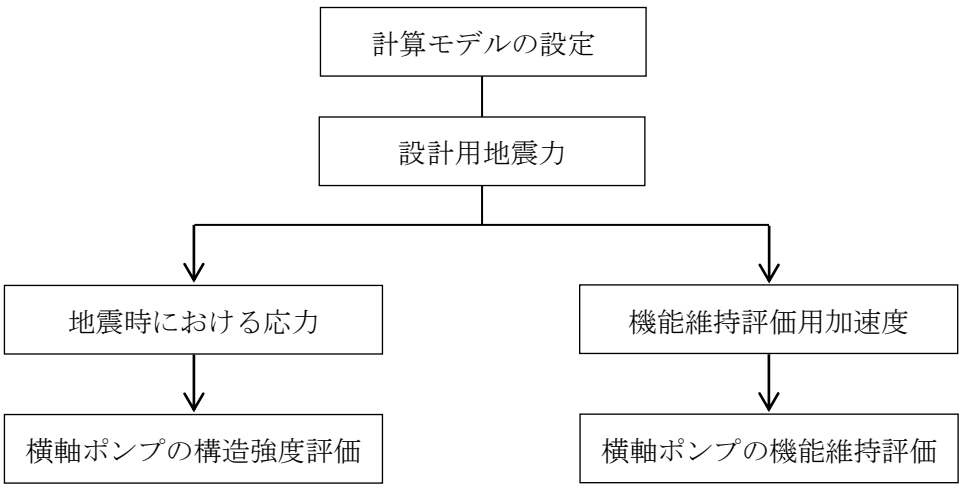


図 2－1 横軸ポンプの耐震評価フロー

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積*1	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_p	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径*1	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値*1	MPa
F_i^*	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値*1	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）*1	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H_p	予想最大両振幅	μm
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離*2	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離*1, *3	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離*1, *3	mm
M_p	ポンプ回転により作用するモーメント	N･mm
m_i	運転時質量*2	kg
N	回転数（原動機の同期回転数）	rpm
n_i	ボルトの本数*1	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*1	—
P	原動機出力	kW
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力*1	N
S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値*1	MPa
S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値*1	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める材料の 40℃における値*1	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記＊1：A_{bi}，d_i，F_i，F_i^*，F_{bi}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，ℓ_{1i}，ℓ_{2i}，n_i，n_{fi}，Q_{bi}，S_{ui}，S_{yi}，$S_{yi}(RT)$，σ_{bi}及びτ_{bi}の添字iの意味は，以下のとおりとする。

i＝1：基礎ボルト

i＝2：ポンプ取付ボルト

i＝3：原動機取付ボルト

なお，ポンプと原動機間に減速機がある場合は，次のように定義する。

i＝4：減速機取付ボルト

＊2：h_i及びm_iの添字iの意味は，以下のとおりとする。

i＝1：据付面

i＝2：ポンプ取付面

i＝3：原動機取付面

なお，ポンプと原動機間に減速機がある場合は，次のように定義する。

i＝4：減速機取付面

＊3：$\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
震度	―	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	―	―	整数位
質量	kg	―	―	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

3.　評価部位

横軸ポンプの耐震評価は「4.1　構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて評価を実施する。

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

(1)　横軸ポンプは構造的に1個の大きなブロック状をしており，重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり，かつ，下面が基礎ボルトにて固定されている。

したがって，全体的に一つの剛体と見なせるため，固有周期は十分に小さく，固有周期の計算は省略する。

(2)　ポンプ及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

(3)　地震力はポンプに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(4)　ポンプは基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。

(5)　転倒方向は図 4－1 概要図における軸直角方向及び軸方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。

(6)　設計用地震力はⅤ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

なお，横軸ポンプは剛として扱うため，設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の値を用いて評価する。

(7)　耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

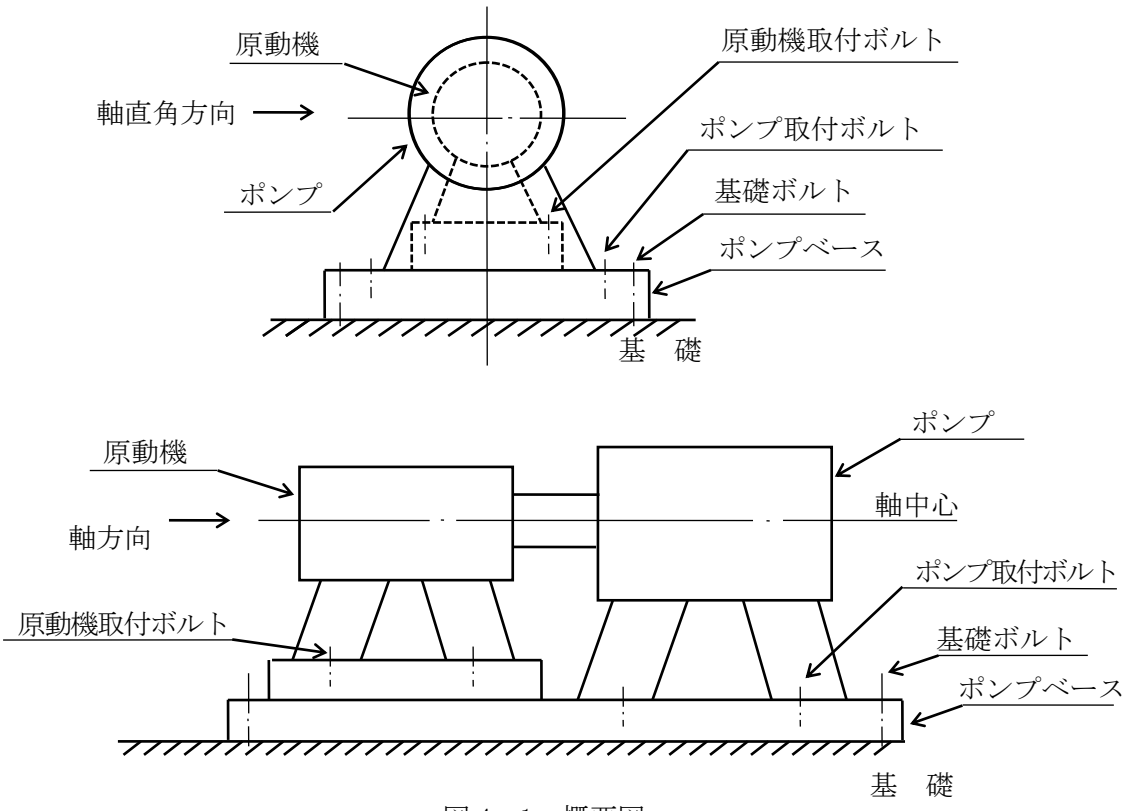


図 4－1　概要図

4.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

4.3　計算方法

4.3.1　応力の計算方法

4.3.1.1　ボルトの計算方法

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

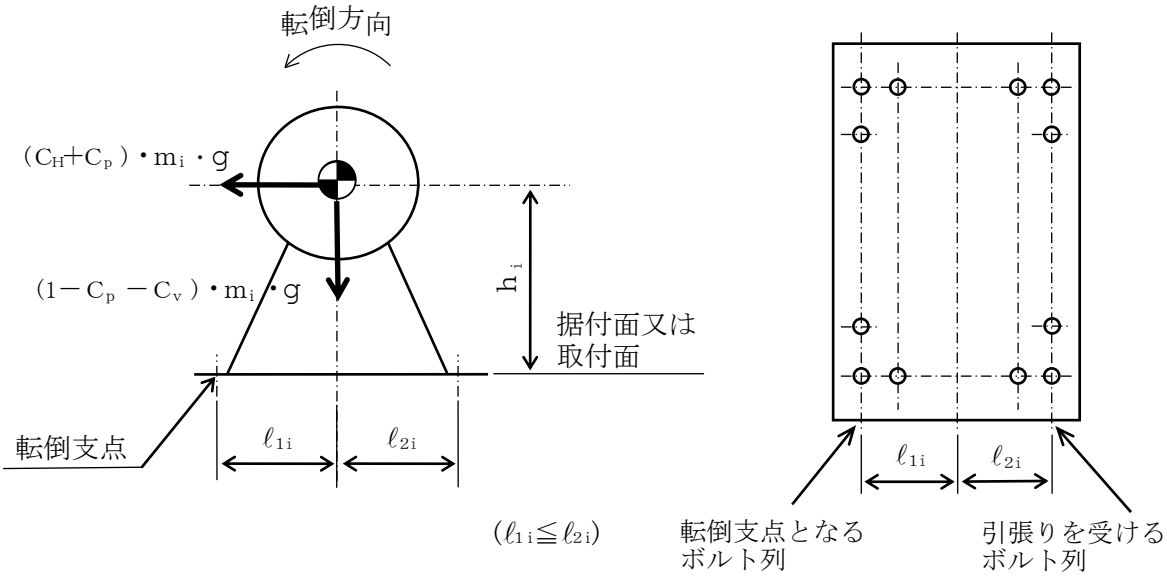


図 4－2(1)　計算モデル

（軸直角方向転倒－1　（1－Ｃｐ－Ｃｖ）≧0 の場合）

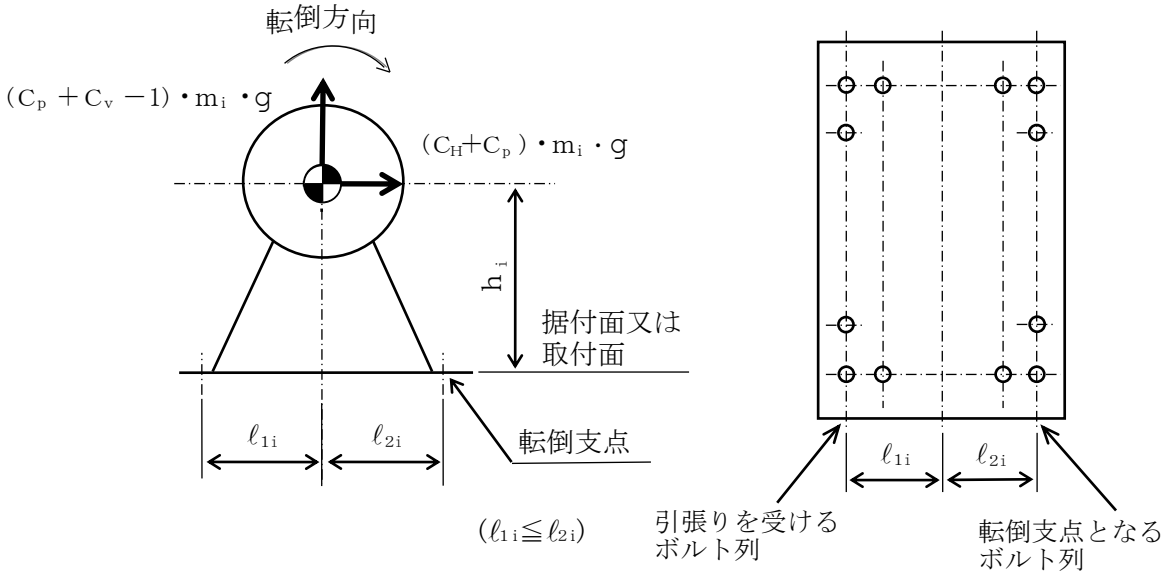


図 4－2(2)　計算モデル

（軸直角方向転倒－2　（1－Ｃｐ－Ｃｖ）＜0 の場合）

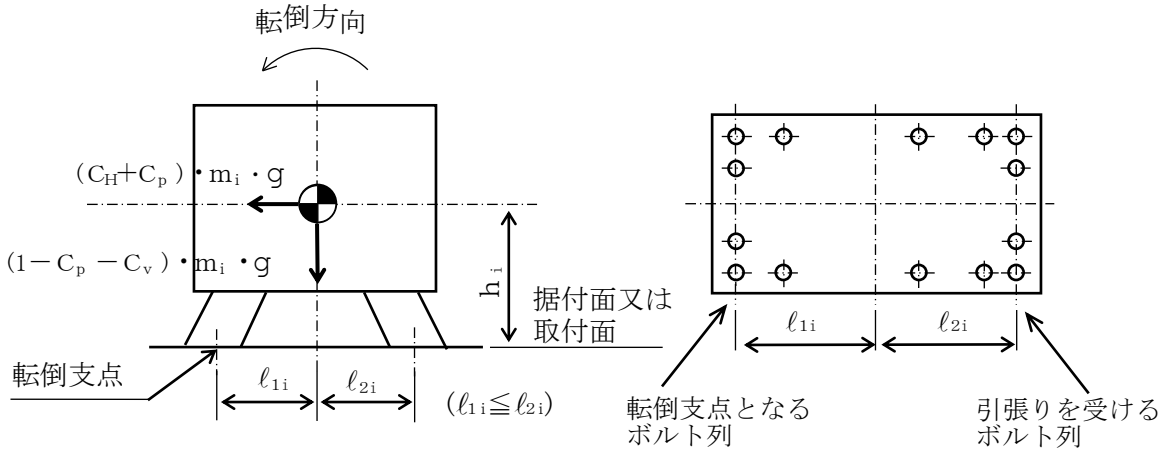


図 4－3(1)　計算モデル
（軸方向転倒－1　（1－C p－C v）≧0 の場合）

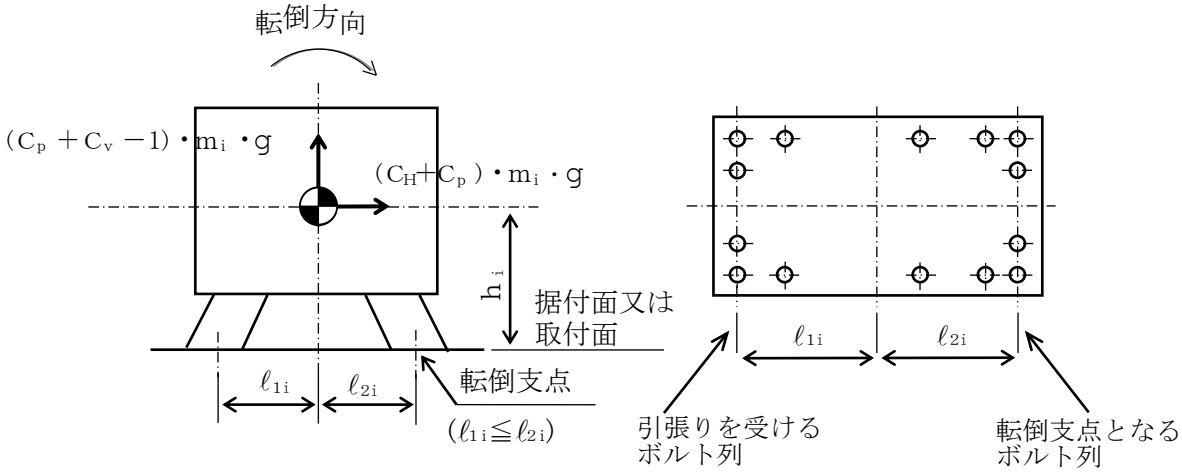


図 4－3(2)　計算モデル
（軸方向転倒－2　（1－C p－C v）＜0 の場合）

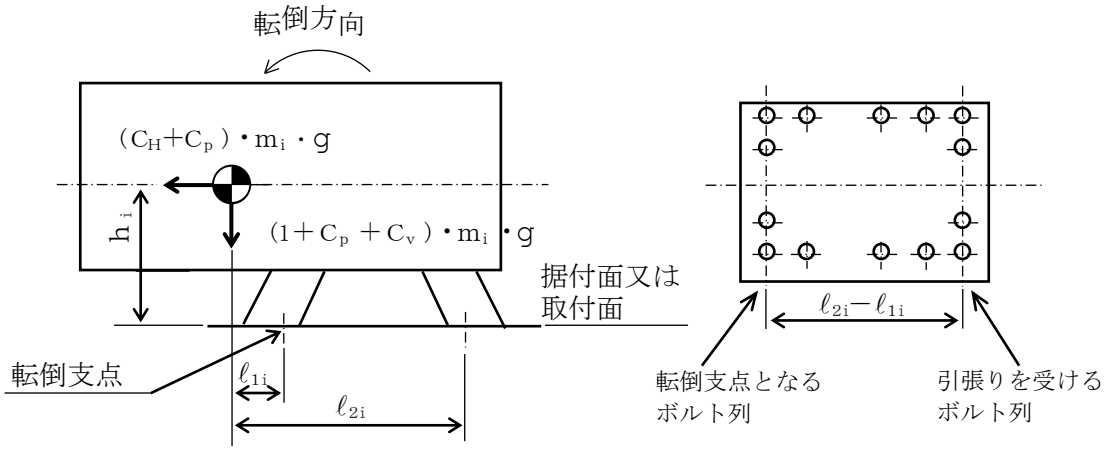


図 4－3(3)　計算モデル

(軸方向転倒－3　軸方向の重心位置が，両端のボルトの間にない場合で
$(\ell_{2i}+\ell_{1i})/(\ell_{2i}-\ell_{1i}) \geqq (C_v+C_p)$ の場合)

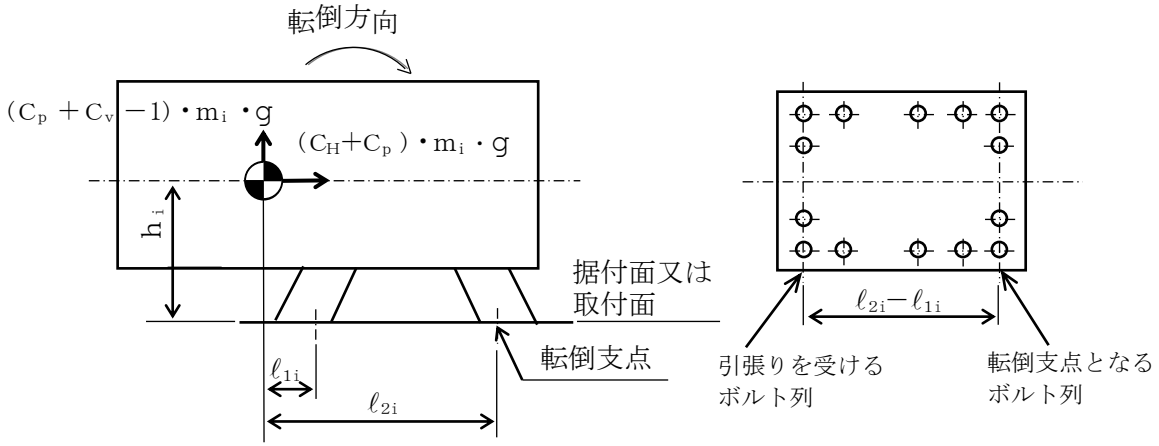


図 4－3(4)　計算モデル

(軸方向転倒－4　軸方向の重心位置が，両端のボルトの間にない場合で
$(\ell_{2i}+\ell_{1i})/(\ell_{2i}-\ell_{1i}) < (C_v+C_p)$ の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として，図 4－2 及び図 4－3 で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

なお，ポンプと原動機のベースが共通である場合の基礎ボルト（ｉ＝1）及び計算モデル図 4－3 の場合のボルト（ｉ＝1～4）については，ポンプ回転によるモーメントは作用しない。

引張力

計算モデル図 4－2(1)及び 4－3(1)の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H+C_p)\cdot h_i+M_p-m_i\cdot g\cdot(1-C_p-C_v)\cdot \ell_{1i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})}$$

$$=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H\cdot h_i+C_v\cdot \ell_{1i})+m_i\cdot C_p\cdot g\cdot(h_i+\ell_{1i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{1i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.1)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot\sqrt{(C_H\cdot h_i)^2+(C_v\cdot \ell_{1i})^2}+m_i\cdot g\cdot C_p\cdot(h_i+\ell_{1i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{1i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.2)$$

計算モデル図 4－2(2)及び 4－3(2)の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H+C_p)\cdot h_i+M_p-m_i\cdot g\cdot(1-C_p-C_v)\cdot \ell_{2i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})}$$

$$=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H\cdot h_i+C_v\cdot \ell_{2i})+m_i\cdot C_p\cdot g\cdot(h_i+\ell_{2i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{2i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.3)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot\sqrt{(C_H\cdot h_i)^2+(C_v\cdot \ell_{2i})^2}+m_i\cdot g\cdot C_p\cdot(h_i+\ell_{2i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{2i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.4)$$

計算モデル図4－3(3)の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H+C_p)\cdot h_i+M_p+m_i\cdot g\cdot(1+C_p+C_v)\cdot \ell_{1i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$=\frac{\begin{array}{r}m_i\cdot g\cdot(C_H\cdot h_i+C_v\cdot \ell_{1i})\\ +\ m_i\cdot C_p\cdot g\cdot(h_i+\ell_{1i})+M_p+m_i\cdot g\cdot \ell_{1i}\end{array}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.5)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_{bi}=\frac{\begin{array}{r}m_i\cdot g\cdot\sqrt{(C_H\cdot h_i)^2+(C_v\cdot \ell_{1i})^2}\\ +\ m_i\cdot g\cdot C_p\cdot(h_i+\ell_{1i})+M_p+m_i\cdot g\cdot \ell_{1i}\end{array}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.6)$$

計算モデル図4－3(4)の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot(C_H+C_p)\cdot h_i+M_p+m_i\cdot g\cdot(C_p+C_v-1)\cdot \ell_{2i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$=\frac{\begin{array}{r}m_i\cdot g\cdot(C_H\cdot h_i+C_v\cdot \ell_{2i})\\ +\ m_i\cdot C_p\cdot g\cdot(h_i+\ell_{2i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{2i}\end{array}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.7)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_{bi}=\frac{\begin{array}{r}m_i\cdot g\cdot\sqrt{(C_H\cdot h_i)^2+(C_v\cdot \ell_{2i})^2}\\ +\ m_i\cdot g\cdot C_p\cdot(h_i+\ell_{2i})+M_p-m_i\cdot g\cdot \ell_{2i}\end{array}}{n_{fi}\cdot(\ell_{2i}-\ell_{1i})}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.8)$$

ここで，ポンプ回転により作用するモーメントM_pは次式で求める。

$$M_p=\left(\frac{60}{2\cdot\pi\cdot N}\right)\cdot 10^6\cdot P \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.9)$$

$(1kW=10^6N\cdot mm/s)$

ただし，ベースが共通でポンプと原動機間に減速機がある場合，ポンプ及び減速機取付ボルト（ｉ＝2及び4）における（4.3.1.1.9）式中のＮはポンプ回転数とする。

また，C_pはポンプ振動による振幅及び原動機の同期回転数を考慮して定める値で，次式で求める。

$$C_p=\frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{H_p}{1000}\cdot\left(2\cdot\pi\cdot\frac{N}{60}\right)^2}{g\cdot 1000} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (4.3.1.1.10)$$

引張応力

$$\sigma_{bi}=\frac{F_{bi}}{A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.11)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_{bi}は次式により求める。

$$A_{bi}=\frac{\pi}{4}\cdot d_i^{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.12)$$

ただし，F_{bi}が負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{bi}=(C_H+C_p)\cdot m_i\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.13)$$

せん断応力

$$\tau_{bi}=\frac{Q_{bi}}{n_i\cdot A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.3.1.1.14)$$

4.4　応力の評価

4.4.1　ボルトの応力評価

4.3.1.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし，f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}] \quad \cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし，f_{sbi} は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」による。

なお，この適用形式を外れる場合は，加振試験等に基づき確認した加速度を用いることとし，個別計算書にその旨を記載する。

6. 耐震計算書のフォーマット

横軸ポンプの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2. 」から「1. 」とする。

【フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
		建屋 T.M.S.L. *1	—*2	—*2	C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	C_p=		

注記＊1：基準床レベルを示す。
＊2：固有周期は十分に小さく，計算は省略する。

1.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	ℓ_{1i} *1 (mm)	ℓ_{2i} *1 (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	n_{fi} *1
基礎ボルト (ｉ＝1)					(M)			
ポンプ取付ボルト (ｉ＝2)					(M)			
原動機取付ボルト (ｉ＝3)					(M)			
減速機取付ボルト (ｉ＝4)					(M)			

部材	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i * (MPa)	転倒方向		M_p (N･mm)
					弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	
基礎ボルト (ｉ＝1)	*2	*2					
ポンプ取付ボルト (ｉ＝2)	*3	*3					
原動機取付ボルト (ｉ＝3)	*3	*3					
減速機取付ボルト (ｉ＝4)	*3	*3					

H_p (μm)	N (rpm)

注記＊1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。
＊2：周囲環境温度で算出
＊3：最高使用温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）				
ポンプ取付ボルト（ｉ＝2）				
原動機取付ボルト（ｉ＝3）				
減速機取付ボルト（ｉ＝4）				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
ポンプ取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝
原動機取付ボルト（ｉ＝3）		引張り	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *
		せん断	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝
減速機取付ボルト（ｉ＝4）		引張り	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *
		せん断	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 動的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果】
【○○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
		建屋 T.M.S.L. *1	—*2	—*2	—	—	C_H=	C_V=	C_p=		

注記＊1：基準床レベルを示す。
＊2：固有周期は十分に小さく，計算は省略する。

2.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	ℓ_{1i}*1 (mm)	ℓ_{2i}*1 (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	n_{fi}*1
基礎ボルト (i＝1)					(M)			
ポンプ取付ボルト (i＝2)					(M)			
原動機取付ボルト (i＝3)					(M)			
減速機取付ボルト (i＝4)					(M)			

部材	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向		M_p (N･mm)
					弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	
基礎ボルト (i＝1)	*2	*2	—		—		
ポンプ取付ボルト (i＝2)	*3	*3	—		—		
原動機取付ボルト (i＝3)	*3	*3	—		—		
減速機取付ボルト (i＝4)	*3	*3	—		—		

H_p (μm)	N (rpm)

注記＊1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。
＊2：周囲環境温度で算出
＊3：最高使用温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―		―	
ポンプ取付ボルト（ｉ＝2）	―		―	
原動機取付ボルト（ｉ＝3）	―		―	
減速機取付ボルト（ｉ＝4）	―		―	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	―	―	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
ポンプ取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	―	―	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝
原動機取付ボルト（ｉ＝3）		引張り	―	―	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝
減速機取付ボルト（ｉ＝4）		引張り	―	―	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝

すべて許容応力以下である。

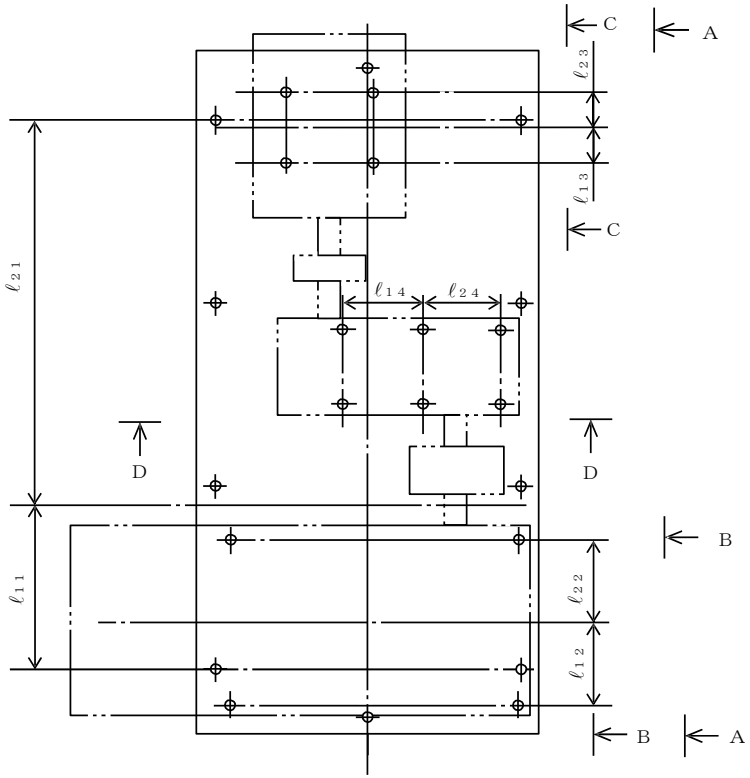
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

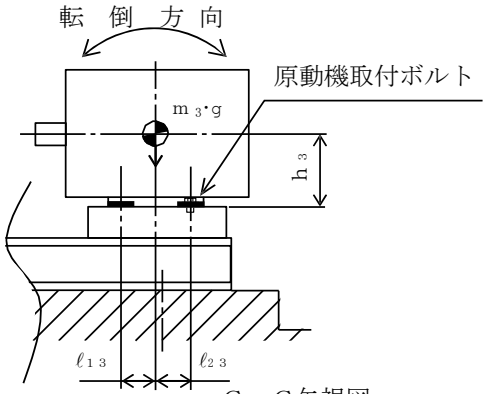
2.4.2 動的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

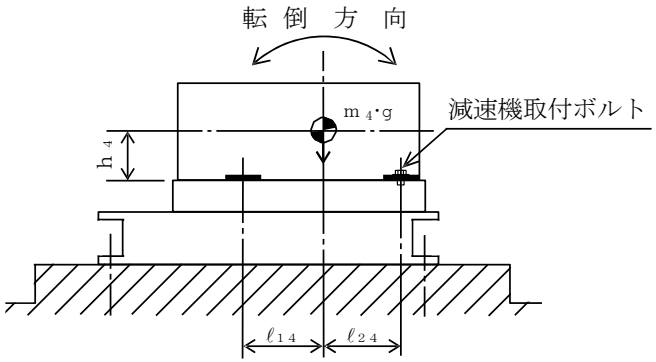
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。

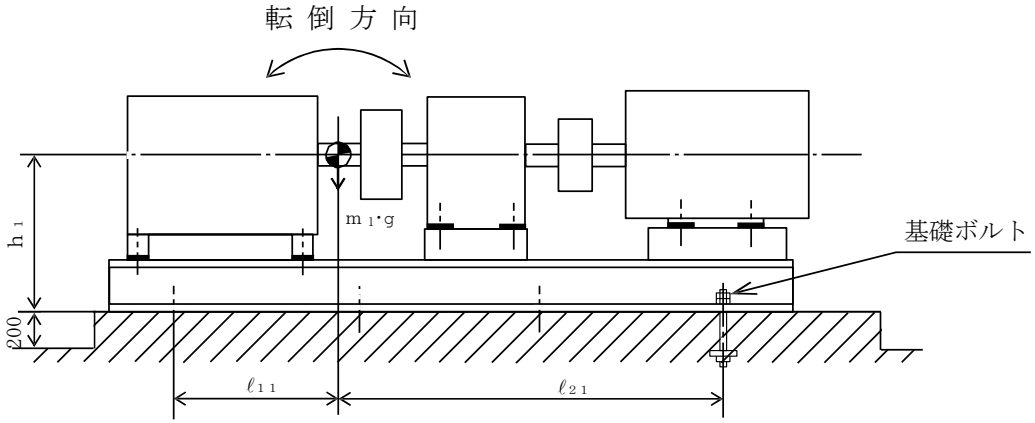




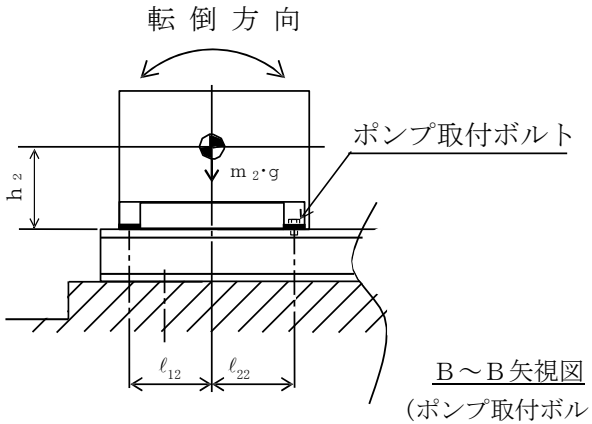
C～C矢視図
(原動機取付ボルト)



D～D矢視図
(減速機取付ボルト)



($\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$)
A～A矢視図
(基礎ボルト)



B～B矢視図
(ポンプ取付ボルト)

添付資料-2　たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 5
3.　評価部位 ····· 6
4.　固有値解析及び構造強度評価 ····· 6
4.1　固有値解析及び構造強度評価方法 ····· 6
4.2　固有周期の計算 ····· 7
4.3　設計用地震力 ····· 7
4.4　計算方法 ····· 7
4.5　応力の評価 ····· 10
5.　機能維持評価 ····· 12
5.1　動的機能維持評価方法 ····· 12
6.　耐震計算書のフォーマット ····· 12

1.　概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められているたて軸ポンプ（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できないたて軸ポンプにあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2.　一般事項

2.1　評価方針

たて軸ポンプの応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3.　評価部位」にて設定する箇所において，「4.2　固有周期の計算」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「4.　固有値解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，たて軸ポンプの機能維持評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを，「5.　機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6.耐震計算書のフォーマット」に示す。

たて軸ポンプの耐震評価フローを図2－1に示す。

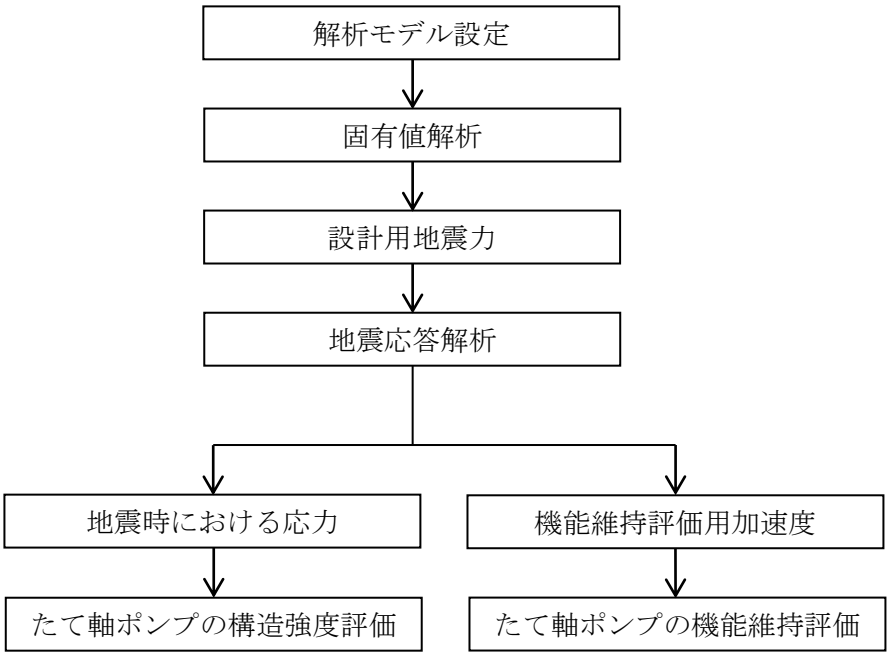


図2－1　たて軸ポンプの耐震評価フロー

K7 ① Ｖ-2-1-14(2) R1

2.2 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。

- 原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）
- 発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積*1	mm^2
A_c	バレルケーシング又はコラムパイプの断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_p	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_c	バレルケーシング又はコラムパイプの内径	mm
D_i	ボルトのピッチ円直径*1	mm
d_i	ボルトの呼び径*1	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値*1	MPa
F_i^*	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値*1	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）*1	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H_p	予想最大両振幅	μm
M	図 4－2 計算モデルにより求められるモーメント	N･mm
M_i	図 4－2 計算モデルの(イ)，(ロ)，(ハ)及び(ニ)を支点とする地震及び水平方向のポンプ振動による転倒モーメント*2	N･mm
M_p	ポンプ回転により作用するモーメント	N･mm
m	バレルケーシング付根部に対しては，ポンプ床下部質量 コラムパイプ付根部に対しては，コラムパイプ総質量	kg
m_i	運転時質量*3	kg
N	回転数（原動機の同期回転数）	rpm
n_i	ボルトの本数*1	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*1	—
P	原動機出力	kW
P_c	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧	MPa
Q_{bi}	図 4－2 計算モデルの(イ)，(ロ)，(ハ)及び(ニ)における地震及び水平方向のポンプ振動によりボルトに作用するせん断力*1	N
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 5 に定める値	MPa
S_a	バレルケーシング又はコラムパイプの許容応力	MPa
S_u，S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値*1	MPa
S_y，S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値*1	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める材料の 40℃における値*1	MPa

記号	記号の説明	単位
T_{Hi}	水平方向固有周期*4	s
T_{Vi}	鉛直方向固有周期*4	s
t	バレルケーシング又はコラムパイプの厚さ	mm
Z	バレルケーシング又はコラムパイプの断面係数	mm^3
π	円周率	—
σ	バレルケーシング又はコラムパイプの一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
σ_{cH}	水平方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
σ_{cv}	鉛直方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
σ_{zP}	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による軸方向応力	MPa
$\sigma_{\theta P}$	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による周方向応力	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記＊1：A_{bi}，D_i，d_i，F_i，F_i^*，F_{bi}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，n_i，n_{fi}，Q_{bi}，S_{ui}，S_{yi}，$S_{yi}(RT)$，σ_{bi}及びτ_{bi}の添字iの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：基礎ボルト

ｉ＝2：ポンプ取付ボルト

ｉ＝3：原動機台取付ボルト

ｉ＝4：原動機取付ボルト

なお，ポンプ取付ボルト(上)，(下)がある場合は，ｉ＝2：ポンプ取付ボルト(下)，ｉ＝3：ポンプ取付ボルト(上)とし，ｉ＝3をｉ＝4，ｉ＝4をｉ＝5とする。

＊2：M_iの添字ｉの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：㋑

ｉ＝2：㋺

ｉ＝3：㋩

ｉ＝4：㋥

＊3：m_iの添字ｉの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：据付面

ｉ＝2：ポンプ取付面

ｉ＝3：原動機台取付面

ｉ＝4：原動機取付面

なお，ポンプ取付面(上)，(下)がある場合は，ｉ＝2：ポンプ取付面(下)，ｉ＝3：ポンプ取付面(上)とし，ｉ＝3をｉ＝4，ｉ＝4をｉ＝5とする。

＊4：T_{Hi}，T_{vi}の添字ｉの意味は，固有周期の次数を示す。

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	―	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	―	―	整数位
質量	kg	―	―	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3.　評価部位

たて軸ポンプの耐震評価は「4.1　固有値解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる基礎ボルト，取付ボルト並びにバレルケーシング及びコラムパイプについて評価を実施する。

4.　固有値解析及び構造強度評価

4.1　固有値解析及び構造強度評価方法

たて軸ポンプの固有値解析及び構造評価に用いる解析モデルの作成条件を以下に示す。

(1)　ポンプは基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。

(2)　ポンプは原動機も含めて多質点モデルにてモデル化し，軸とケーシングとを分け軸受部をばねで接続した複列式多質点モデルとする。

(3)　モデル化に際しては，原動機，ポンプ及び内容物の質量は各質点に集中するものとする。

(4)　下部サポートは鉛直方向にスライドできるものとし，水平方向の地震力を受けるものとする。

(5)　地震力はポンプに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(6)　耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

(7)　固有値解析及び地震応答解析に用いる解析コードは「ＭＳＣ　ＮＡＳＴＲＡＮ」とする。

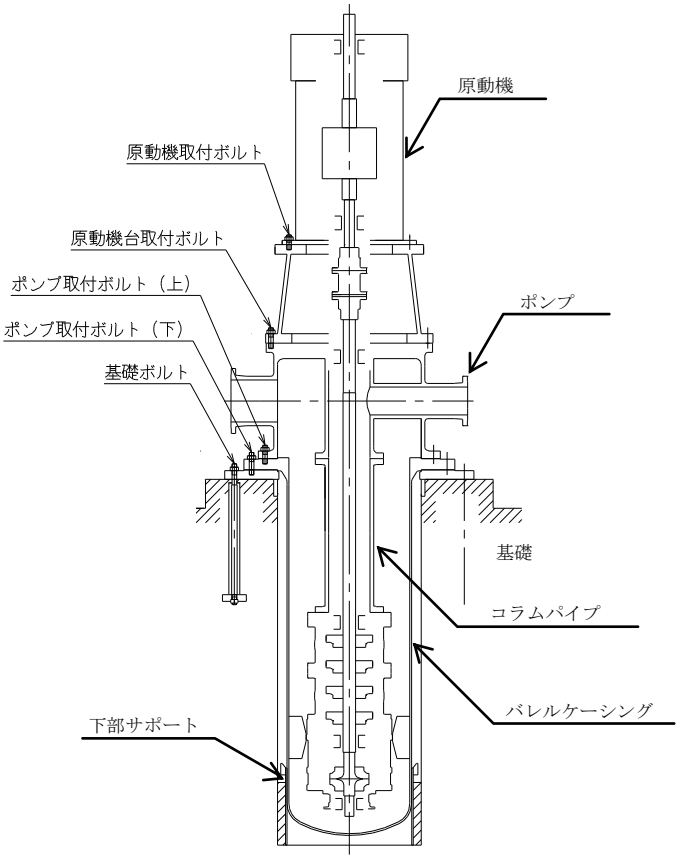


図 4－1　概要図

4.2　固有周期の計算

たて軸ポンプの固有周期について，「4.1　固有値解析及び構造強度評価方法」に基づき作成した解析モデルにより計算する。

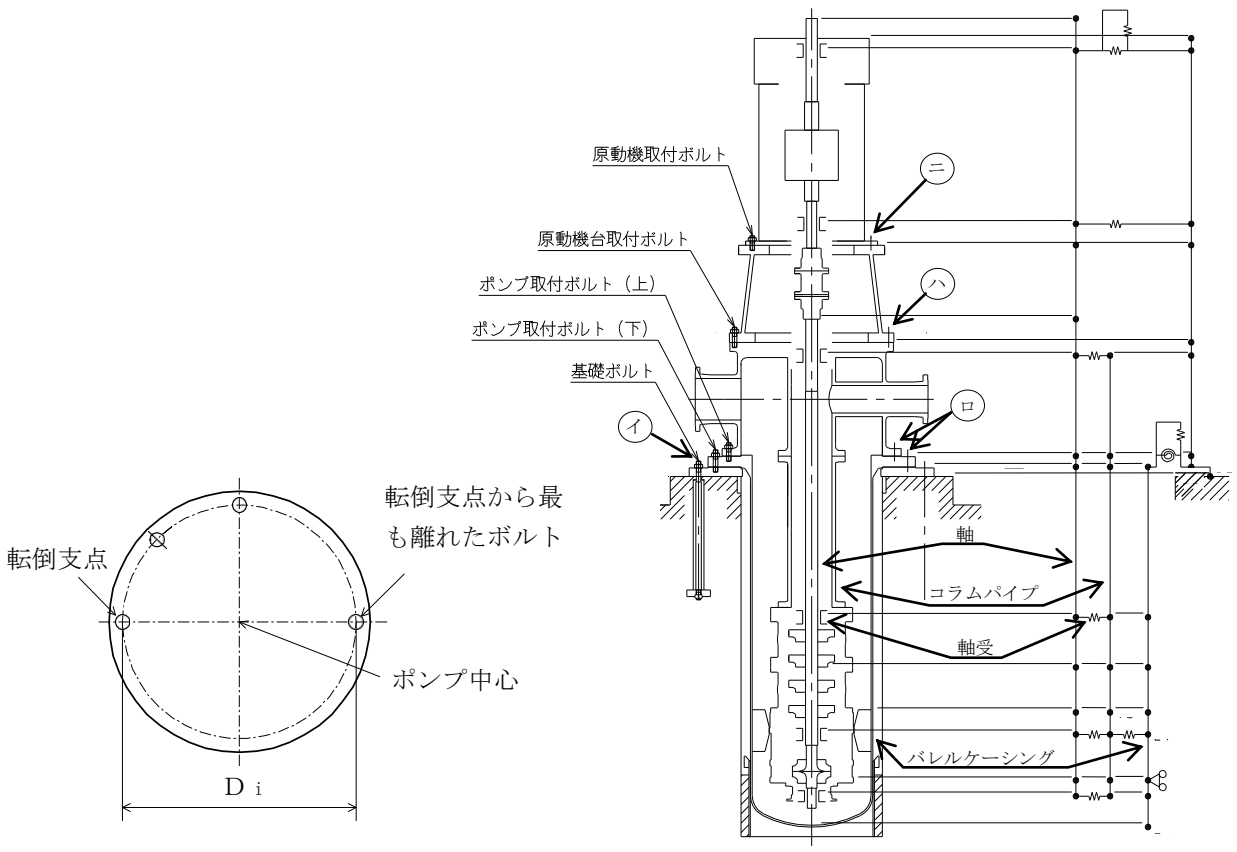
4.3　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

4.4　計算方法

4.4.1　応力の計算方法

4.4.1.1　ボルトの計算方法



$_i$＝1：基礎ボルト

$_i$＝2：ポンプ取付ボルト*

$_i$＝3：原動機台取付ボルト*

$_i$＝4：原動機取付ボルト*

注記＊：ポンプ取付ボルト(上)，(下)がある場合は，ｉ＝2：ポンプ取付ボルト(下)，ｉ＝3：ポンプ取付ボルト(上)とし，ｉ＝3をｉ＝4，ｉ＝4をｉ＝5とする。

図4－2　計算モデル

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

なお，転倒モーメント並びにせん断力は，水平方向には設計震度とポンプ振動による震度の合計を考慮し，鉛直方向には，設計震度と自重を考慮した地震応答解析により算出する。

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は転倒支点から正比例した力が作用するものとし，最も厳しい条件として転倒支点から最も離れたボルトについて計算する。

引張力

$$F_{bi}=\frac{M_i-(1-C_p-C_v)\cdot m_i\cdot g\cdot\frac{D_i}{2}}{\frac{3}{8}\cdot n_{fi}\cdot D_i} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.4.1.1.1)$$

ここで，M_iは地震応答解析により求める。

また，C_pはポンプ振動による振幅及び原動機の同期回転数を考慮して定める値で，次式で求める。

$$C_p=\frac{\frac{1}{2}\cdot\frac{H_p}{1000}\cdot\left(2\cdot\pi\cdot\frac{N}{60}\right)^2}{g\cdot 1000} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.4.1.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_{bi}=\frac{F_{bi}}{A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.4.1.1.3)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_{bi}は次式により求める。

$$A_{bi}=\frac{\pi}{4}\cdot d_i^{\,2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.4.1.1.4)$$

ただし，F_{bi}が負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。なお，基礎ボルト（$i=1$）については，ポンプ回転によるモーメントは作用しない。

せん断力

せん断力は地震応答解析により求めるQ_{bi}及びポンプ回転により作用するモーメントM_pを考慮して求める。

せん断応力

$$\tau_{bi}=\frac{Q_{bi}+2\cdot M_p/D_i}{n_i\cdot A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.1.5)$$

ここで，ポンプ回転により作用するモーメントM_pは次式で求める。

$$M_p=\left(\frac{60}{2\cdot\pi\cdot N}\right)\cdot 10^6\cdot P \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.1.6)$$

(1kW＝10^6N･mm/s)

4.4.1.2　バレルケーシング及びコラムパイプの計算方法

バレルケーシング及びコラムパイプの応力は次式により求める。

(1)　水平方向地震力による応力

多質点モデルを用いて応答計算を行い，得られた各部に働くモーメントにより，曲げ応力は以下のようになる。

$$\sigma_{cH}=\frac{M}{Z} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.2.1)$$

(2)　鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{cv}=\frac{(1+C_v+C_p)\cdot m\cdot g}{A_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.2.2)$$

(3)　内圧による応力

$$\sigma_{\theta P}=\frac{P_c\cdot D_c}{2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.2.3)$$

$$\sigma_{zP}=\frac{P_c\cdot D_c}{4\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.2.4)$$

以上の(1)～(3)の各応力から，一次一般膜応力は

$$\sigma=\mathrm{Max}(\sigma_{cH}+\sigma_{cv}+\sigma_{zP},\ \sigma_{\theta P}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.4.1.2.5)$$

一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

4.5　応力の評価

4.5.1　ボルトの応力評価

4.4.1.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし，f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.5.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし，f_{sbi} は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^{*}}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

4.5.2　バレルケーシング及びコラムパイプの応力評価

4.4.1.2 項で求めた応力が最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。ただし，Ｓａは下表による。

応力の種類	許容応力Ｓａ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの 0.6 倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの 1.2 倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。	設計引張強さＳｕの 0.6 倍

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。なお，水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の応答加速度又は設計用最大応答加速度（1.0・ZPA）のいずれか大きい方を，鉛直方向は設計用最大応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」による。

なお，この適用形式を外れる場合は，加振試験等に基づき確認した加速度を用いることとし，個別計算書にその旨を記載する。

6. 耐震計算書のフォーマット

たて軸ポンプの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2. 」から「1. 」とする。

【フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ(m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		ポンプ振動による震度	最高使用温度(℃)	周囲環境温度(℃)	最高使用圧力(MPa)	
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				吸込側	吐出側
		建屋 T.M.S.L.　*			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	C_p=				

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

(1)　ボルト

部材	m_i (kg)	D_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	n_{fi}	M_p (N･mm)	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i* (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　)					*2	*2		
ポンプ取付ボルト(下) (ｉ＝2)			(M　)					*1	*1		
ポンプ取付ボルト(上) (ｉ＝3)			(M　)					*1	*1		
原動機台取付ボルト (ｉ＝4)			(M　)					*1	*1		
原動機取付ボルト (ｉ＝5)			(M　)					*2	*2		

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出

(2)　バレルケーシング，コラムパイプ

部材	S (MPa)	S_y (MPa)	S_u (MPa)	D_c (mm)	t (mm)
バレルケーシング	*1	*1	*1		
コラムパイプ	*1	*1	*1		

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出

H_p (μm)	N (rpm)

1.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

部材	M_i (N・mm)		F_{bi} (N)		Q_{bi} (N)	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）						
ポンプ取付ボルト(下)（ｉ＝2）						
ポンプ取付ボルト(上)（ｉ＝3）						
原動機台取付ボルト（ｉ＝4）						
原動機取付ボルト（ｉ＝5）						

(2) バレルケーシング，コラムパイプに作用する力

(単位：N・mm)

部材	M	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
バレルケーシング		
コラムパイプ		

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：ｓ)

モード	固有周期
水平 1次	T_{H1}＝
鉛直 1次	T_{V1}＝

1.4.2 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
ポンプ取付ボルト(下)（ｉ＝2）		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝
ポンプ取付ボルト(上)（ｉ＝3）		引張り	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *
		せん断	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝
原動機台取付ボルト（ｉ＝4）		引張り	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *
		せん断	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝
原動機取付ボルト（ｉ＝5）		引張り	σ_{b5}＝	f_{ts5}＝ *	σ_{b5}＝	f_{ts5}＝ *
		せん断	τ_{b5}＝	f_{sb5}＝	τ_{b5}＝	f_{sb5}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.3 バレルケーシング，コラムパイプの応力 (単位：MPa)

部材	材料	一次一般膜応力		
			算出応力	許容応力
バレルケーシング		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	σ＝	Ｓａ＝
		基準地震動Ｓｓ	σ＝	Ｓａ＝
コラムパイプ		弾性設計用地震動	σ＝	Ｓａ＝
		基準地震動Ｓｓ	σ＝	Ｓａ＝

すべて許容応力以下である。

1.4.4　動的機能の評価結果　　(×9.8 m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。なお，水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の応答加速度又は設計用最大応答加速度（1.0・ZPA）のいずれか大きい方を，鉛直方向は設計用最大応答加速度（1.0・ZPA）を設定する。
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5　その他の機器要目

(1)　節点データ

節点番号	節点座標(mm)		
	x	y	z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

(2)　要素の断面性状

断面特性番号 (要素番号)	要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm^2)	断面二次 モーメント (mm^4)	断面二次 極モーメント (mm^4)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

(3)　ばね結合部の指定

ばねの両端の節点番号		ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N・mm/rad)

(4)　節点の質量

節点番号	質量 (kg)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性値

材料番号	温度 (℃)	縦弾性係数 (MPa)	質量密度 (kg/mm^3)	ポアソン比 (－)	材質
1					
2					
3					
4					
5					

【フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果】
【○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】
2.　重大事故等対処設備
2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ(m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		ポンプ振動による震度	最高使用温度(℃)	周囲環境温度(℃)	最高使用圧力(MPa)	
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				吸込側	吐出側
		建屋 T.M.S.L.　*			—	—	C_H=	C_V=	C_p=				

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目
(1)　ボルト

部材	m_i (kg)	D_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	n_{fi}	M_p (N･mm)	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
基礎ボルト (i＝1)			(M　)					＊2	＊2	—	
ポンプ取付ボルト(下) (i＝2)			(M　)					＊1	＊1	—	
ポンプ取付ボルト(上) (i＝3)			(M　)					＊1	＊1	—	
原動機台取付ボルト (i＝4)			(M　)					＊1	＊1	—	
原動機取付ボルト (i＝5)			(M　)					＊2	＊2	—	

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出

H_p (μm)	N (rpm)

(2)　バレルケーシング，コラムパイプ

部材	S (MPa)	S_y (MPa)	S_u (MPa)	D_c (mm)	t (mm)
バレルケーシング	＊1	＊1	＊1		
コラムパイプ	＊1	＊1	＊1		

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

部材	M_i (N・mm)		F_{bi} (N)		Q_{bi} (N)	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—		—		—	
ポンプ取付ボルト(下)（ｉ＝2）	—		—		—	
ポンプ取付ボルト(上)（ｉ＝3）	—		—		—	
原動機台取付ボルト（ｉ＝4）	—		—		—	
原動機取付ボルト（ｉ＝5）	—		—		—	

(2) バレルケーシング，コラムパイプに作用する力

(単位：N・mm)

部材	M	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
バレルケーシング	—	
コラムパイプ	—	

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：ｓ)

モード	固有周期
水平 1次	T_{H1}＝
鉛直 1次	T_{V1}＝

2.4.2 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	—	—	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	—	—	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
ポンプ取付ボルト(下)（ｉ＝2）		引張り	—	—	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	—	—	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝
ポンプ取付ボルト(上)（ｉ＝3）		引張り	—	—	σ_{b3}＝	f_{ts3}＝ *
		せん断	—	—	τ_{b3}＝	f_{sb3}＝
原動機台取付ボルト（ｉ＝4）		引張り	—	—	σ_{b4}＝	f_{ts4}＝ *
		せん断	—	—	τ_{b4}＝	f_{sb4}＝
原動機取付ボルト（ｉ＝5）		引張り	—	—	σ_{b5}＝	f_{ts5}＝ *
		せん断	—	—	τ_{b5}＝	f_{sb5}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.3 バレルケーシング，コラムパイプの応力 (単位：MPa)

部材	材料	一次一般膜応力		
			算出応力	許容応力
バレルケーシング		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	—	—
		基準地震動Ｓｓ	σ＝	Ｓａ＝
コラムパイプ		弾性設計用地震動	—	—
		基準地震動Ｓｓ	σ＝	Ｓａ＝

すべて許容応力以下である。

2.4.4　動的機能の評価結果　　(×9.8 m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。なお，水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の応答加速度又は設計用最大応答加速度（1.0・ZPA）のいずれか大きい方を，鉛直方向は設計用最大応答加速度（1.0・ZPA）を設定する。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2.5　その他の機器要目

(1)　節点データ

節点番号	節点座標(mm)		
	x	y	z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

(2)　要素の断面性状

断面特性番号 (要素番号)	要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm^2)	断面二次 モーメント (mm^4)	断面二次 極モーメント (mm^4)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

(3)　ばね結合部の指定

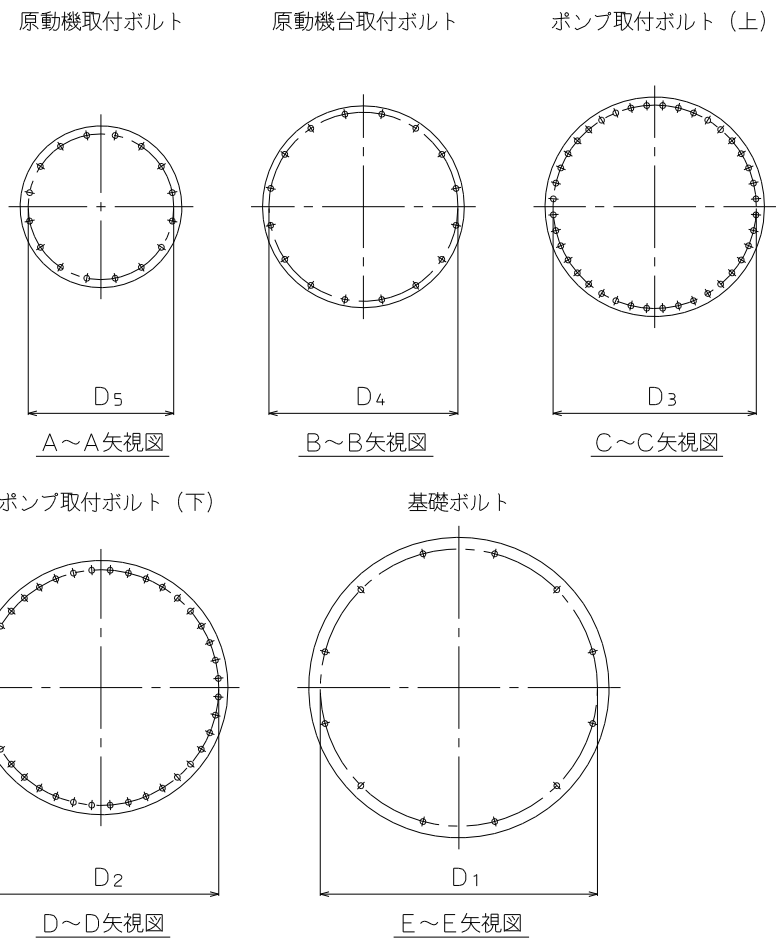
ばねの両端の節点番号		ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N･mm/rad)

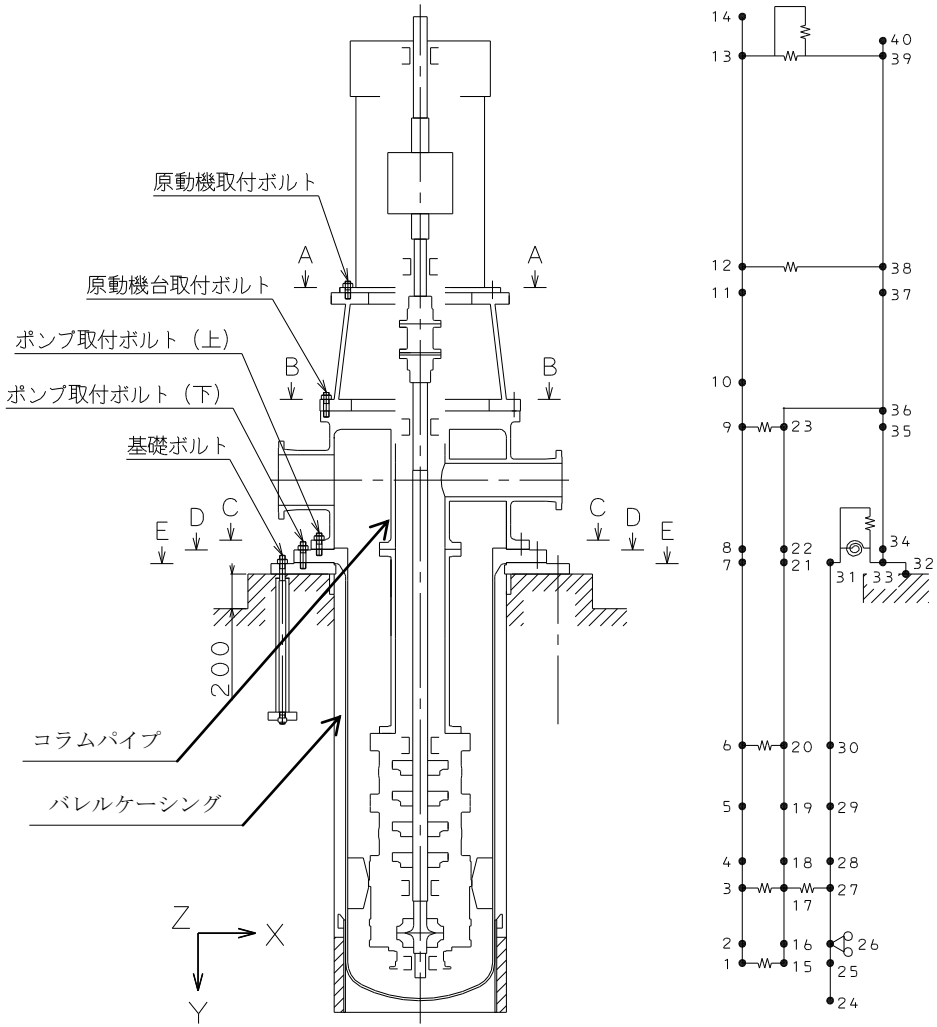
(4)　節点の質量

節点番号	質量 (kg)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性値

材料番号	温度 (℃)	縦弾性係数 (MPa)	質量密度 (kg/mm^3)	ポアソン比 (－)	材質
1					
2					
3					
4					
5					


原動機取付ボルト
原動機台取付ボルト
ポンプ取付ボルト（上）
D5
D4
D3
A～A矢視図
B～B矢視図
C～C矢視図
ポンプ取付ボルト（下）
基礎ボルト
D2
D1
D～D矢視図
E～E矢視図


原動機取付ボルト
原動機台取付ボルト
ポンプ取付ボルト（上）
ポンプ取付ボルト（下）
基礎ボルト
A
B
C
D
E
200
コラムパイプ
バレルケーシング
Z
X
Y

14
13
40
39
12
11
38
37
10
9
23
36
35
8
7
22
21
34
31
33
32
6
20
30
5
19
29
4
18
28
3
17
27
2
1
16
15
26
25
24

添付資料-3　スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　評価方針 …… 1
2.2　適用規格・基準等 …… 2
2.3　記号の説明 …… 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 …… 6
3.　評価部位 …… 7
4.　固有周期 …… 7
4.1　固有周期の計算方法 …… 7
5.　構造強度評価 …… 11
5.1　構造強度評価方法 …… 11
5.2　設計用地震力 …… 11
5.3　計算方法 …… 12
5.4　応力の評価 …… 20
6.　耐震計算書のフォーマット …… 24

1. 概要

本基本方針は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められているスカート支持たて置円筒形容器（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できないスカート支持たて置円筒形容器にあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

スカート支持たて置円筒形容器の応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」にて示す。

スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価フローを図 2－1 に示す。

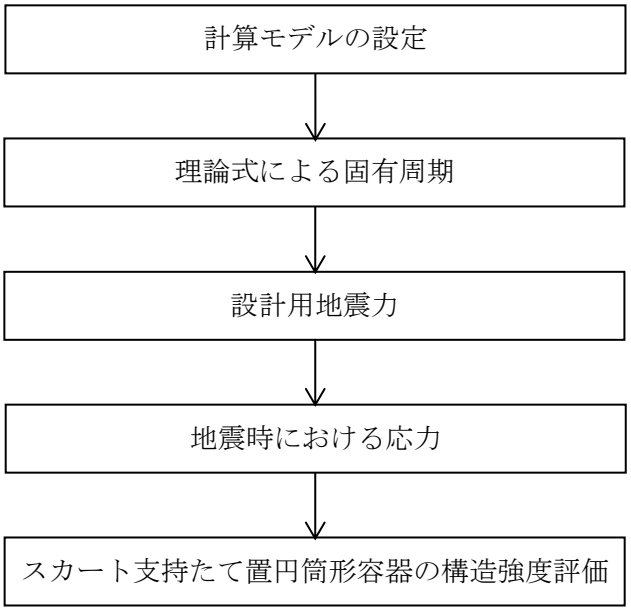


図 2－1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価フロー

K7 ① Ⅴ-2-1-14(3) R1

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社)日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm^2
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_e	胴の有効せん断断面積	mm^2
A_s	スカートの軸断面積	mm^2
A_{se}	スカートの有効せん断断面積	mm^2
C_c	基礎ボルト計算における係数	—
C_H	水平方向設計震度	—
C_t	基礎ボルト計算における係数	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_{bi}	ベースプレートの内径	mm
D_{bo}	ベースプレートの外径	mm
D_c	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D_i	胴の内径	mm
D_j	スカートに設けられた各開口部の穴径（$j=1, 2, 3\cdots j_1$）	mm
D_s	スカートの内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E_s	スカートの縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格　SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_c	基礎に作用する圧縮力	N
F_t	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	スカートの許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
G_s	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm^4
I_s	スカートの断面二次モーメント	mm^4
j_1	スカートに設けられた開口部の穴の個数	—

記号	記号の説明	単位
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
ℓ	胴のスカート接合点から重心までの距離	mm
ℓ_1，ℓ_2	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離（図5－2に示す距離）	mm
ℓ_r	容器の重心から上端支持部までの距離	mm
ℓ_s	スカートの長さ	mm
M_s	スカートに作用する転倒モーメント	N･mm
M_{s1}	スカートの上端部に作用する転倒モーメント	N･mm
M_{s2}	スカートの下端部に作用する転倒モーメント	N･mm
m_0	容器の運転時質量	kg
m_e	容器のスカート接合部から上部の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	—
P_r	最高使用圧力	MPa
Q	重心に作用する任意の水平力	N
Q′	Qにより上端の支持部に作用する反力	N
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
S_y(RT)	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_1	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側基礎相当幅	mm
t_s	スカートの厚さ	mm
Y	スカート開口部の水平断面における最大円周長さ	mm
z	基礎ボルト計算における係数	—
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
δ	荷重Qによる容器の上端での変位量	mm
δ'	荷重Q′による容器の上端での変位量	mm
δ_0	荷重Q，Q′による容器の重心での変位量	mm
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—

記号	記号の説明	単位
ρ'	液体の密度（＝比重×10^{-6}）	kg/mm^3
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2c}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（圧縮側）	MPa
σ_{2t}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（引張側）	MPa
σ_{2xc}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{2xt}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（引張側）	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ_s	スカートの組合せ応力	MPa
σ_{s1}	スカートの運転時質量による軸方向応力	MPa
σ_{s2}	水平方向地震によりスカートに生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ_{s3}	スカートの鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x1}，$\sigma_{\phi1}$	静水頭又は内圧により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の運転時質量による軸方向引張応力	MPa
σ_{x3}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ_{x5}	胴の鉛直方向地震による軸方向引張応力	MPa
σ_{x6}	胴の鉛直方向地震による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和（引張側）	MPa
σ_ϕ	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_s	地震によりスカートに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表 2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度		—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第 2 位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位*1
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
	スカートの厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
面積		mm^2	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
モーメント		N･mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
算出応力		MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力*3		MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は，小数点以下第 1 位表示とする。

＊2：絶対値が 1000 以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

3.　評価部位

スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価は「5.1　構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる胴，スカート及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4.　固有周期

4.1　固有周期の計算方法

スカート支持たて置円筒形容器の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1)　計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

a.　容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

b.　容器はスカートで支持され，スカート下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。

c.　胴とスカートをはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。

d.　スカート部材において，マンホール等の開口部があって補強をしていない場合は，欠損の影響を考慮する。

e.　耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

本容器は，前記の条件より図4－1に示す下端固定の1質点系振動モデルあるいは下端固定上端支持の1質点系振動モデルとして考える。

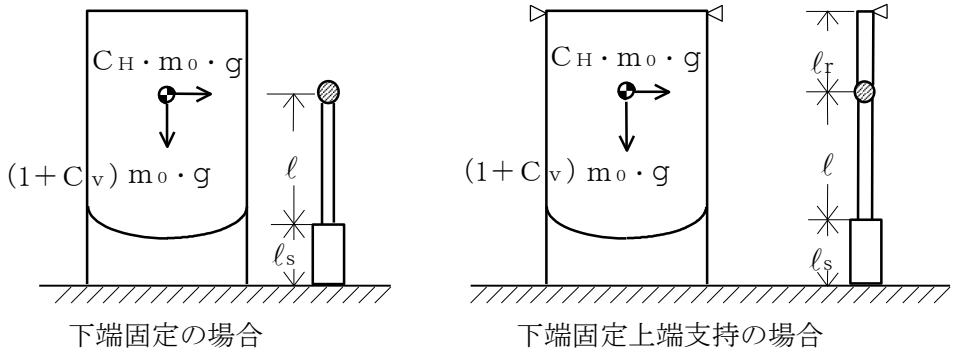


図4－1　固有周期の計算モデル

(2)　水平方向固有周期

a.　下端固定の場合

曲げ及びせん断変形によるばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H = 1000 \Big/ \left\{ \frac{\ell^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{1}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot (3 \cdot \ell^2 \cdot \ell_s + 3 \cdot \ell \cdot \ell_s^2 + \ell_s^3) + \frac{\ell}{G \cdot A_e} + \frac{\ell_s}{G_s \cdot A_{se}} \right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.1)$$

K7 ① V-2-1-14(3) R1

ここで，スカートの開口部（図4－2参照）による影響を考慮し，胴及びスカートの断面性能は次のように求める。

胴の断面性能は次式で求める。

$$I=\frac{\pi}{8}\cdot(D_i+t)^3\cdot t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.2)$$

$$A_e=\frac{2}{3}\cdot\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.3)$$

スカートの断面性能は次式で求める。

$$I_s=\frac{\pi}{8}\cdot(D_s+t_s)^3\cdot t_s-\frac{1}{4}\cdot(D_s+t_s)^2\cdot t_s\cdot Y \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.4)$$

スカート開口部の水平断面における最大円周長さは次式で求める。

（図 4－2 及び図 4－3 参照）

$$Y=\sum_{j=1}^{j_1}(D_s+t_s)\cdot\sin^{-1}\left(\frac{D_j}{D_s+t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.5)$$

$$A_{se}=\frac{2}{3}\cdot\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.6)$$

したがって，固有周期は次式で求める。

$$T_H=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.7)$$

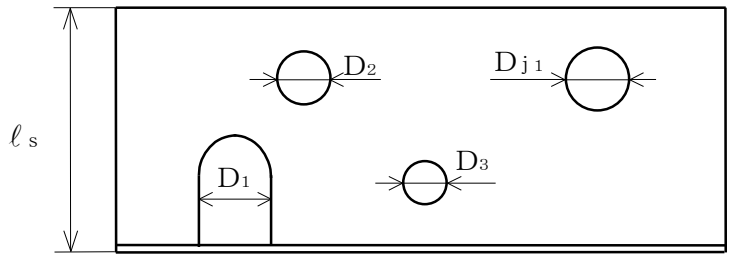


図4－2　スカート開口部の形状

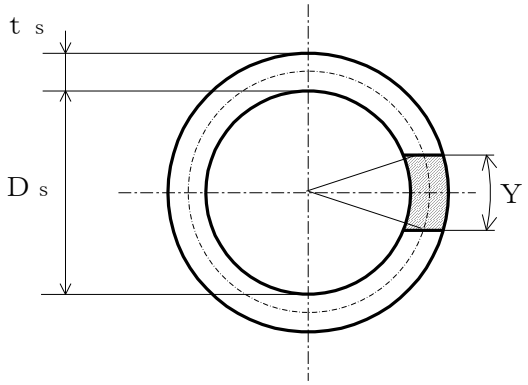


図4－3　スカート開口部の水平断面における最大円周長さ

b.　下端固定上端支持の場合

重心の位置に水平方向の荷重Qが作用したときに上端の支持部に生じる反力Q′は，図4－4に示すように荷重Q及び反力Q′による上端の変位量δとδ′が等しいとして求める。

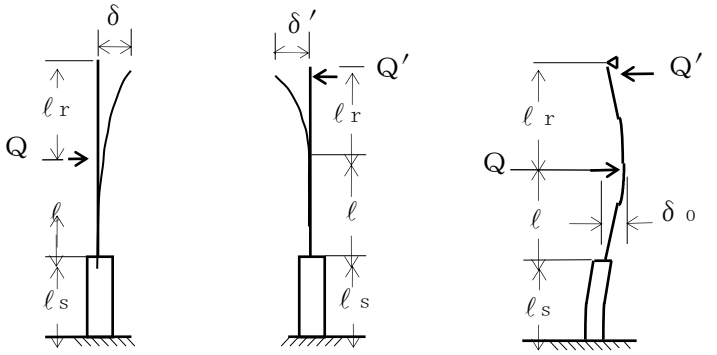


図4－4　下端固定上端支持の場合の変形モデル

図4－4の(1)の場合

$$\delta=\frac{Q\cdot\ell^{2}}{6\cdot E\cdot I}\cdot(2\cdot\ell+3\cdot\ell_{r})+\frac{Q}{6\cdot E_{s}\cdot I_{s}}$$
$$\cdot\{2\cdot\ell_{s}^{3}+3\cdot\ell_{s}^{2}\cdot\ell_{r}+6\cdot\ell_{s}\cdot\ell\cdot(\ell_{s}+\ell+\ell_{r})\}$$
$$+\frac{Q\cdot\ell}{G\cdot A_{e}}+\frac{Q\cdot\ell_{s}}{G_{s}\cdot A_{se}}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(4.1.8)$$

図4－4の(2)の場合

$$\delta'=\frac{Q'\cdot(\ell+\ell_{r})^{3}}{3\cdot E\cdot I}+\frac{Q'}{3\cdot E_{s}\cdot I_{s}}$$
$$\cdot\{3\cdot(\ell+\ell_{r})^{2}\cdot\ell_{s}+3\cdot(\ell+\ell_{r})\cdot\ell_{s}^{2}+\ell_{s}^{3}\}$$
$$+\frac{Q'\cdot(\ell+\ell_{r})}{G\cdot A_{e}}+\frac{Q'\cdot\ell_{s}}{G_{s}\cdot A_{se}}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(4.1.9)$$

(4.1.8) 式と (4.1.9) 式を等しく置くことにより，

$$Q'=Q\cdot\left\{\frac{\ell^{2}\cdot(2\cdot\ell+3\cdot\ell_{r})}{6\cdot E\cdot I}\right.$$
$$+\frac{2\cdot\ell_{s}^{3}+3\cdot\ell_{s}^{2}\cdot\ell_{r}+6\cdot\ell_{s}\cdot\ell\cdot(\ell_{s}+\ell+\ell_{r})}{6\cdot E_{s}\cdot I_{s}}$$
$$\left.+\frac{\ell}{G\cdot A_{e}}+\frac{\ell_{s}}{G_{s}\cdot A_{se}}\right\}\Big/\left\{\frac{(\ell+\ell_{r})^{3}}{3\cdot E\cdot I}+\right.$$
$$\frac{3\cdot(\ell+\ell_{r})^{2}\cdot\ell_{s}+3\cdot(\ell+\ell_{r})\cdot\ell_{s}^{2}+\ell_{s}^{3}}{3\cdot E_{s}\cdot I_{s}}$$
$$\left.+\frac{\ell+\ell_{r}}{G\cdot A_{e}}+\frac{\ell_{s}}{G_{s}\cdot A_{se}}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(4.1.10)$$

K7 ① V-2-1-14(3) R1

したがって，図4－4の(3)に示す重心位置での変位量δ_oは図4－4の(1)及び(2)の重心位置での変位量の重ね合わせから求めることができ，ばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H=\frac{Q}{\delta_o}=1000\ /\ \left\{\ \frac{\ell^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{3\cdot\ell^2\cdot\ell_s+3\cdot\ell\cdot\ell_s^2+\ell_s^3}{3\cdot E_s\cdot I_s}+\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)\cdot\left(\frac{\ell}{G\cdot A_e}+\frac{\ell_s}{G_s\cdot A_{se}}\right)-\frac{Q'}{Q}\cdot\left(\frac{2\cdot\ell^3+3\cdot\ell^2\cdot\ell_r}{6\cdot E\cdot I}+\frac{3\cdot\ell_s^2\cdot\ell+\ell_s^3+3\cdot\ell_s\cdot\ell^2+3\cdot\ell_s\cdot\ell\cdot\ell_r+\frac{3}{2}\cdot\ell_s^2\cdot\ell_r}{3\cdot E_s\cdot I_s}\right)\right\} \quad \cdots\cdots (4.1.11)$$

固有周期は（4.1.7）式により求める。

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数K_Vは，次式で求める。

$$K_V=1000\ /\left(\frac{\ell}{E\cdot A}+\frac{\ell_s}{E_s\cdot A_s}\right) \quad \cdots\cdots (4.1.12)$$

$$A=\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots (4.1.13)$$

$$A_s=\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s \quad \cdots\cdots (4.1.14)$$

したがって，固有周期T_Vは次式で求める。

$$T_V=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_V}} \quad \cdots\cdots (4.1.15)$$

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

4.1(1)項a.～e.のほか，次の条件で計算する。概要図を図5－1に示す。

(1)　地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

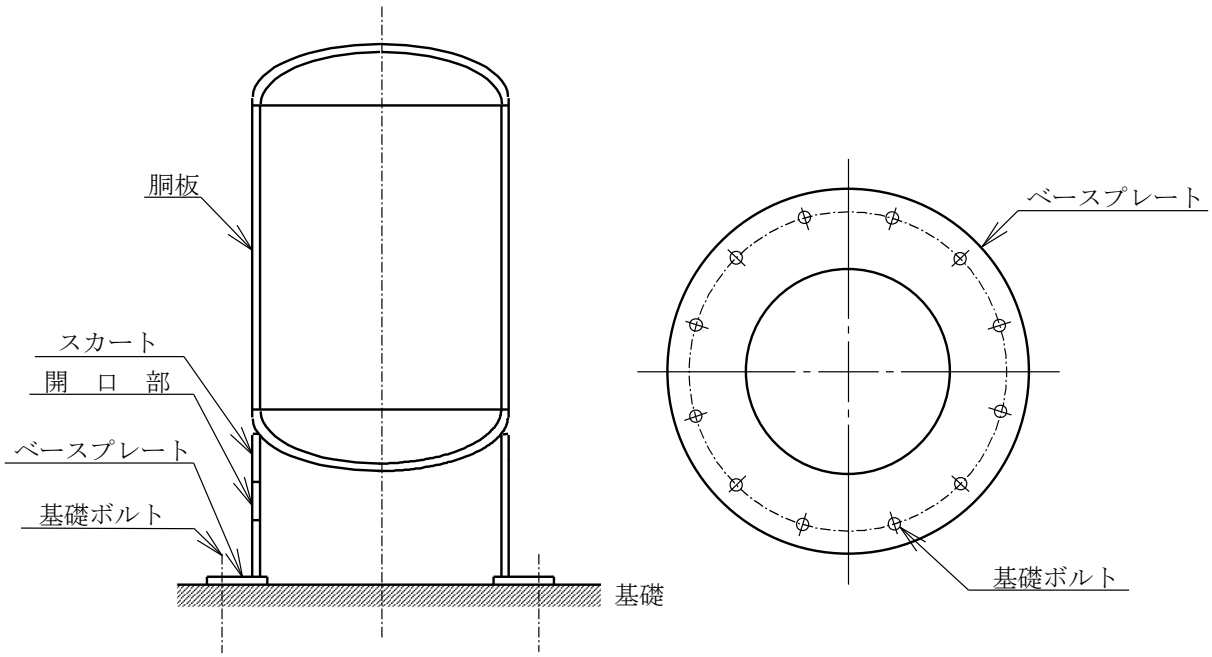


図5－1　概要図

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて，静的地震力を用いる場合は絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は，絶対値和又はＳＲＳＳ法を用いる。

5.3.1.1　胴の計算方法

(1)　静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.2)$$

$$\sigma_{x1}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.3)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{\phi 2}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.5)$$

$$\sigma_{x1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.6)$$

(2)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がスカートと接合する点を境界として，上部には胴自身の質量による圧縮応力が，下部には下部の胴自身の質量と内容物の質量による引張応力が生じる。

下部の胴について

$$\sigma_{x2}=\frac{(m_0-m_e) \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.7)$$

$$\sigma_{x5}=\frac{(m_0-m_e) \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.8)$$

上部の胴について

$$\sigma_{x3}=\frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.9)$$

$$\sigma_{x6}=\frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.10)$$

(3)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はスカート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

a.　下端固定の場合

$$\sigma_{x4}=\frac{4\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot \ell}{\pi\cdot(D_i+t)^2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.11)$$

$$\tau=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g}{\pi\cdot(D_i+t)\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.12)$$

b.　下端固定上端支持の場合

$$\sigma_{x4}=\frac{4\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left|\ell-\frac{Q'}{Q}\cdot(\ell+\ell_r)\right|}{\pi\cdot(D_i+t)^2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.13)$$

$$\tau=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)}{\pi\cdot(D_i+t)\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.14)$$

(4)　組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a.　一次一般膜応力

(a)　組合せ引張応力

$$\sigma_\phi=\sigma_{\phi1}+\sigma_{\phi2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.15)$$

$$\sigma_{0t}=\frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi+\sigma_{xt}+\sqrt{(\sigma_\phi-\sigma_{xt})^2+4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.16)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x4}+\sigma_{x5} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.17)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x4}{}^2+\sigma_{x5}{}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.18)$$

(b)　組合せ圧縮応力

$$\sigma_\phi=-\sigma_{\phi1}-\sigma_{\phi2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.19)$$

σ_{xc}が正の値（圧縮側）のとき，次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{0c}=\frac{1}{2}\cdot\left\{\sigma_\phi+\sigma_{xc}+\sqrt{(\sigma_\phi-\sigma_{xc})^2+4\cdot\tau^2}\right\}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.20)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.21)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^{2} + \sigma_{x6}^{2}} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.22)$$

したがって，胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して，

σ_0＝Max｛組合せ引張応力（σ_{0t}），組合せ圧縮応力（σ_{0c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.23)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

b. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.24)$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^{2} + 4 \cdot \tau^{2}}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.25)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{2xt} = \sigma_{x4} + \sigma_{x5} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.26)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x4}^{2} + \sigma_{x5}^{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.27)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.28)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^{2} + 4 \cdot \tau^{2}}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.29)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{2xc} = \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.30)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x4}^{2} + \sigma_{x6}^{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.31)$$

したがって，胴の地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して，

σ_2＝Max｛ 組合せ引張応力（σ_{2t}），組合せ圧縮応力（σ_{2c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.32)$$

とする。

5.3.1.2　スカートの計算方法

(1)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

スカート底部に生じる運転時質量及び鉛直方向地震による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1}=\frac{m_0\cdot g}{\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.1)$$

$$\sigma_{s3}=\frac{m_0\cdot g\cdot C_V}{\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.2)$$

(2)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力によりスカートに作用する曲げモーメントにより生じる軸方向応力及び水平方向地震力によるせん断応力は次のように求める。

a.　下端固定の場合

$$\sigma_{s2}=\frac{M_s}{(D_s+t_s)\cdot t_s\cdot\left\{\frac{\pi}{4}\cdot(D_s+t_s)-\frac{Y}{2}\right\}}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.3)$$

$$\tau_s=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g}{\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.4)$$

ここで,

$$M_s=C_H\cdot m_0\cdot g\cdot(\ell_s+\ell) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.5)$$

b.　下端固定上端支持の場合

軸方向応力は(5.3.1.2.3)式で表されるが，曲げモーメントM_sは次のM_{s1}又はM_{s2}のいずれか大きい方の値とする。

$$M_{s1}=C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left|\ell-\frac{Q'}{Q}\cdot(\ell+\ell_r)\right|$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.6)$$

$$M_{s2}=C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left|\ell_s+\ell-\frac{Q'}{Q}\cdot(\ell_s+\ell+\ell_r)\right|$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.7)$$

$$\tau_s=\frac{2\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot\left(1-\frac{Q'}{Q}\right)}{\{\pi\cdot(D_s+t_s)-Y\}\cdot t_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.8)$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は次式で求める。

【絶対値和】

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.9)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s3}^2})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.10)$$

5.3.1.3　基礎ボルトの計算方法

(1)　引張応力

基礎に作用する転倒モーメントＭｓは下端固定の場合，（5.3.1.2.5）式を，下端固定上端支持の場合は（5.3.1.2.6）式又は（5.3.1.2.7）式のいずれか大きい方を用いる。

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については，荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める（図5－2参照）。

以下にその手順を示す。

a.　σｂ及びσｃを仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数ｋを求める。

$$k=\frac{1}{1+\frac{\sigma_b}{s\cdot\sigma_c}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.1)$$

b.　基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度αを求める。

$$\alpha=\cos^{-1}(1-2\cdot k) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.2)$$

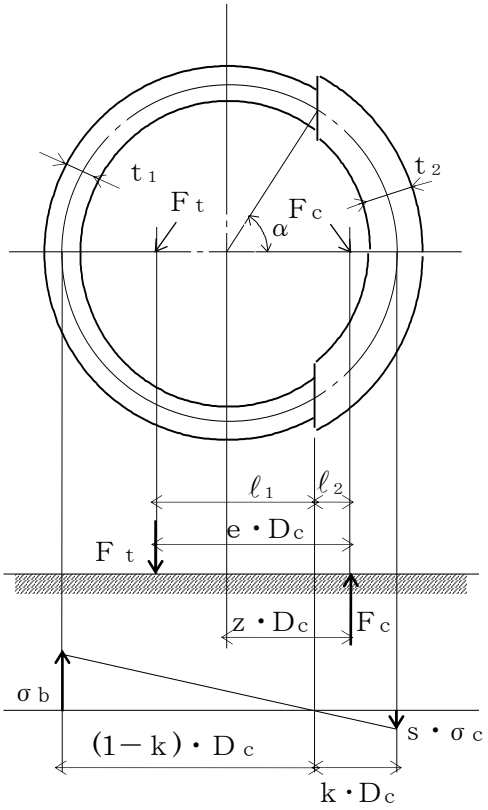


図5－2　基礎の荷重説明図

c. 各定数ｅ，ｚ，Ｃｔ及びＣｃを求める。

$$e=\frac{1}{2}\cdot\left\{\frac{(\pi-\alpha)\cdot\cos^2\alpha+\frac{1}{2}\cdot(\pi-\alpha)+\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha}+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.3)$$

$$z=\frac{1}{2}\cdot\left(\cos\alpha+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.4)$$

$$C_t=\frac{2\cdot\{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha\}}{1+\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.5)$$

$$C_c=\frac{2\cdot(\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.6)$$

d. 各定数を用いてＦｔ及びＦｃを求める。

【絶対値和】

$$F_t=\frac{M_s-(1-C_v)\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c}{e\cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.7)$$

$$F_c=F_t+(1-C_v)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.8)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_t=\frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}-\frac{z}{e}\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.9)$$

$$F_c=\frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot(z-e)\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}+(1-\frac{z}{e})\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.10)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは，αがπに等しくなったときであり，（5.3.1.3.3）式及び（5.3.1.3.4）式においてαをπに近づけた場合の値ｅ＝0.75及びｚ＝0.25を（5.3.1.3.7）式又は（5.3.1.3.9）式に代入し，得られるＦｔの値によって引張力の有無を次のように判定する。

Ｆｔ≦0ならば引張力は作用しない。

Ｆｔ＞0ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.　σ_b及びσ_cを求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.11)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.12)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.13)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{bi}) - t_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.14)$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.15)$$

σ_b及びσ_cがa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合のσ_b及びσ_cを基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2)　せん断応力

a.　下端固定の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.16)$$

b.　下端固定上端支持の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot (1 - \frac{Q'}{Q})}{n \cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.17)$$

5.4　応力の評価

5.4.1　胴の応力評価

5.3.1.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。ただし，Ｓａは下表による。

応力の種類	許容応力Ｓａ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。	設計引張強さＳｕの0.6倍
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点Ｓｙの2倍以下であれば，疲労解析は不要とする。	

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

5.4.2　スカートの応力評価

(1)　5.3.1.2項で求めたスカートの組合せ応力が許容引張応力f_t以下であること。

ただし，f_tは下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F}{1.5}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5}\cdot 1.5$

(2)　圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

（座屈の評価）

$$\frac{\eta\cdot(\sigma_{s1}+\sigma_{s3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.1)$$

ここで，f_cは次による。

$$\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq\frac{1200\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c=F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.2)$$

$$\frac{1200\cdot g}{F}<\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}<\frac{8000\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c=F\cdot\left[1-\frac{1}{6800\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_1\left(\frac{8000\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.3)$$

$$\frac{8000\cdot g}{F}\leqq\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c=\phi_1\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.4)$$

ただし，$\phi_1(x)$は次の関数とする。

$$\phi_1(x)=0.6\cdot\frac{E_s}{x}\cdot\left[1-0.901\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots\cdots \quad (5.4.2.5)$$

また，f_bは次による。

$$\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq\frac{1200\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b=F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.6)$$

$$\frac{1200\cdot g}{F}<\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}<\frac{9600\cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b=F\cdot\left[1-\frac{1}{8400\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_2\left(\frac{9600\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.7)$$

$$\frac{9600\cdot g}{F}\leqq\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b=\phi_2\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.8)$$

ただし，$\phi_2(x)$は次の関数とする。

$$\phi_2(x)=0.6\cdot\frac{E_s}{x}\cdot\left[1-0.731\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots\cdots \quad (5.4.2.9)$$

ηは安全率で次による。

$\dfrac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}\leqq\dfrac{1200\cdot g}{F}$ のとき

$$\eta=1 \quad \cdots\cdots \quad (5.4.2.10)$$

$\dfrac{1200\cdot g}{F}<\dfrac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}<\dfrac{8000\cdot g}{F}$ のとき

$$\eta=1+\frac{0.5\cdot F}{6800\cdot g}\cdot\left(\frac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}-\frac{1200\cdot g}{F}\right) \quad \cdots\cdots \quad (5.4.2.11)$$

$\dfrac{8000\cdot g}{F}\leqq\dfrac{D_s+2\cdot t_s}{2\cdot t_s}$ のとき

$$\eta=1.5 \quad \cdots\cdots \quad (5.4.2.12)$$

5.4.3　基礎ボルトの応力評価

5.3.1.3項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし，f_{to} は下表による。

$$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.3.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし，f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 耐震計算書のフォーマット

スカート支持たて置円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○容器の耐震性についての計算結果】
1.　設計基準対象施設
1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 T.M.S.L.　　＊			C_H＝	C_V＝	C_H＝	C_V＝			

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

m_o (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	D_s (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)
						＊1	＊2	＊1	＊2

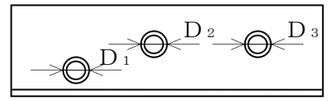
ℓ (mm)	ℓ_s (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	s	n	D_c (mm)	D_{bo} (mm)

D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	Y (mm)	M_s (N･mm)	
				弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
	(M　)				

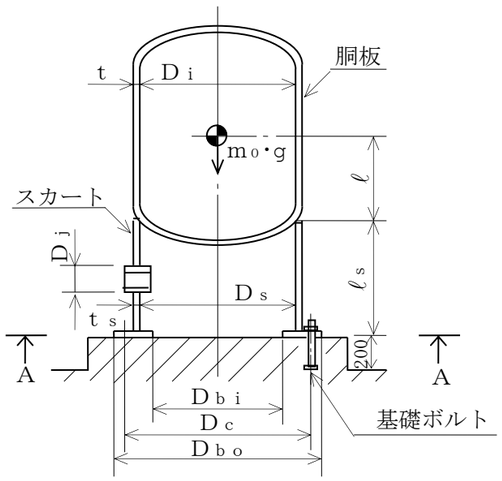
S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（スカート） (MPa)	S_u（スカート） (MPa)	F（スカート） (MPa)	F*(スカート) (MPa)
＊1	＊1	＊1	＊2	＊2		

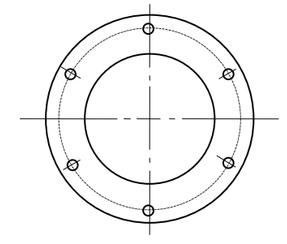
S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
＊2	＊2		

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。




A～A矢視図

1.3　計算数値

1.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}$＝	σ_{x1}＝	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	σ_{x1}＝	—
運転時質量による引張応力		—	σ_{x2}＝	—	—	σ_{x2}＝	—
鉛直方向地震による引張応力		$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x5}＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x5}＝	—
空質量による圧縮応力		—	σ_{x3}＝	—	—	σ_{x3}＝	—
鉛直方向地震による圧縮応力		—	σ_{x6}＝	—	—	σ_{x6}＝	—
水平方向地震による応力		—	σ_{x4}＝	τ＝	—	σ_{x4}＝	τ＝
応力の和	引張側	σ_{ϕ}＝	σ_{xt}＝	—	σ_{ϕ}＝	σ_{xt}＝	—
	圧縮側	σ_{ϕ}＝	σ_{xc}＝	—	σ_{ϕ}＝	σ_{xc}＝	—
組合せ応力	引張り	σ_{0t}＝			σ_{0t}＝		
	圧縮	—			—		

(2)　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による引張応力		$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x5}＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x5}＝	—
鉛直方向地震による圧縮応力		—	σ_{x6}＝	—	—	σ_{x6}＝	—
水平方向地震による応力		—	σ_{x4}＝	τ＝	—	σ_{x4}＝	τ＝
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—
	圧縮側	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—
組合せ応力（変動値）	引張り	σ_{2t}＝			σ_{2t}＝		
	圧縮	σ_{2c}＝			σ_{2c}＝		

算出応力値記載上の留意事項

・評価対象外及び応力が発生しないもの（引張応力の圧縮又は値が０となるもの）については“—”（バー）表示とする。この場合，記号及び“＝”（イコール）を削除し“—”（バー）のみとする。
ただし，胴に生じる応力のうち「応力の和」の「圧縮側」の欄のみは，圧縮となる場合でも“—”（バー）ではなくマイナスとして応力値を記載する。

・算出応力が小数点以下第２位以降に発生する場合は“0”と表示する。

1.3.2　スカートに生じる応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
		応力	組合せ応力	応力	組合せ応力
運転時質量による応力		σ_{s1}＝	σ_{s}＝	σ_{s1}＝	σ_{s}＝
鉛直方向地震による応力		σ_{s3}＝		σ_{s3}＝	
水平方向地震による応力	曲げ	σ_{s2}＝		σ_{s2}＝	
	せん断	τ_{s}＝		τ_{s}＝	

1.3.3　基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
引張応力	σ_{b}＝	σ_{b}＝
せん断応力	τ_{b}＝	τ_{b}＝

1.4　結論

1.4.1　固有周期　　（単位：s）

方向	固有周期
水 平 方 向	T_H＝
鉛 直 方 向	T_V＝

1.4.2　応力　　（単位：MPa）

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	σ_0＝	S_a＝	σ_0＝	S_a＝
		一次＋二次	σ_2＝	S_a＝	σ_2＝	S_a＝
スカート		組合せ	σ_s＝	f_t＝	σ_s＝	f_t＝
		圧縮と曲げの組合せ	$\frac{\eta\cdot(\sigma_{s1}+\sigma_{s3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$		$\frac{\eta\cdot(\sigma_{s1}+\sigma_{s3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$	
		(座屈の評価)	（無次元）		（無次元）	
基礎ボルト		引張り	σ_b＝	f_{ts}＝　＊	σ_b＝	f_{ts}＝　＊
		せん断	τ_b＝	f_{sb}＝	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot\tau_b,\ f_{to}]$

【○○○容器の耐震性についての計算結果】

【静水頭の場合】
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

別紙

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L. ＊			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	静水頭			

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m_o (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	D_s (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)
						＊1	＊2	＊1	＊2

ℓ (mm)	ℓ_s (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	H (mm)	s	n	D_c (mm)	D_{bo} (mm)

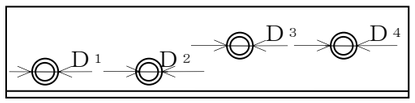
D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	Y (mm)	M_s (N･mm)	
				弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
	(M)				

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S_y (スカート) (MPa)	S_u (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F＊(スカート) (MPa)
＊1	＊1	＊1	＊2	＊2		

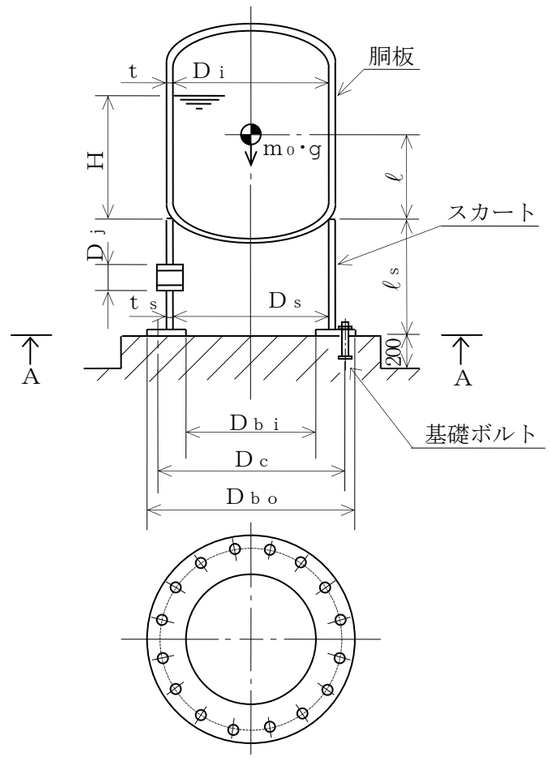
S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F＊(基礎ボルト) (MPa)
＊2	＊2		

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出

本記載例は，最高使用圧力が静水頭の容器を示したものである。



スカート開口部の形状を示す。



A～A矢視図

【フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果】
【○○○○容器の耐震性についての計算結果】

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
		建屋 T.M.S.L.　　＊			—	—	C_H=	C_V=			

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

m_0 (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	D_s (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)
						＊1	＊2	＊1	＊2

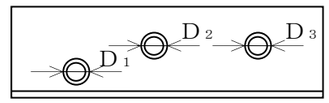
ℓ (mm)	ℓ_s (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	s	n	D_c (mm)	D_{bo} (mm)

D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	Y (mm)	M_s (N･mm)	
				弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
	(M　)			—	

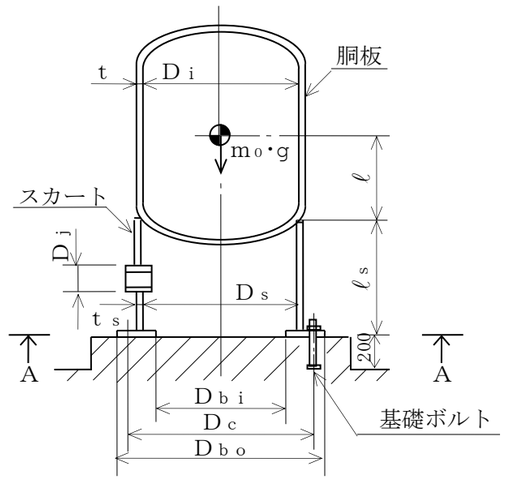
S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（スカート） (MPa)	S_u（スカート） (MPa)	F（スカート） (MPa)	F*(スカート) (MPa)
＊1	＊1	＊1	＊2	＊2	—	

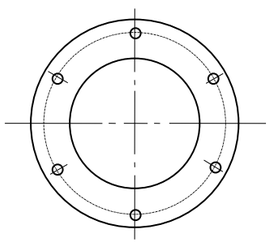
S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
＊2	＊2	—	

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。




A～A矢視図

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力		—	—	—	$\sigma_{x\phi1}$＝	σ_{x1}＝	—
運転時質量による引張応力		—	—	—	—	σ_{x2}＝	—
鉛直方向地震による引張応力		—	—	—	$\sigma_{x\phi2}$＝	σ_{x5}＝	—
空質量による圧縮応力		—	—	—	—	σ_{x3}＝	—
鉛直方向地震による圧縮応力		—	—	—	—	σ_{x6}＝	—
水平方向地震による応力		—	—	—	—	σ_{x4}＝	τ＝
応力の和	引張側	—	—	—	$\sigma_{x\phi}$＝	σ_{xt}＝	—
	圧縮側	—	—	—	$\sigma_{x\phi}$＝	σ_{xc}＝	—
組合せ応力	引張り	—			σ_{0t}＝		
	圧縮	—			—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による引張応力		—	—	—	$\sigma_{x\phi2}$＝	σ_{x5}＝	—
鉛直方向地震による圧縮応力		—	—	—	—	σ_{x6}＝	—
水平方向地震による応力		—	—	—	—	σ_{x4}＝	τ＝
応力の和	引張側	—	—	—	$\sigma_{2x\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—
	圧縮側	—	—	—	$\sigma_{2x\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—
組合せ応力（変動値）	引張り	—			σ_{2t}＝		
	圧縮	—			σ_{2c}＝		

2.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
		応力	組合せ応力	応力	組合せ応力
運転時質量による応力		—	—	σ_{s1}＝	σ_s＝
鉛直方向地震による応力		—		σ_{s3}＝	
水平方向地震による応力	曲げ	—		σ_{s2}＝	
	せん断	—		τ_s＝	

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
引張応力	—	σ_b＝
せん断応力	—	τ_b＝

算出応力値記載上の留意事項

・評価対象外及び応力が発生しないもの（引張応力の圧縮又は値が0となるもの）については“—”（バー）表示とする。この場合，記号及び“＝”（イコール）を削除し“—”（バー）のみとする。
ただし，胴に生じる応力のうち「応力の和」の「圧縮側」の欄のみは，圧縮となる場合でも“—”（バー）ではなくマイナスとして応力値を記載する。

・算出応力が小数点以下第2位以降に発生する場合は“0”と表示する。

2.4　結論

2.4.1　固有周期　　（単位：s）

方向	固有周期
水平方向	T_H＝
鉛直方向	T_V＝

2.4.2　応力　　（単位：MPa）

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	σ_0＝	S_a＝
		一次＋二次	—	—	σ_2＝	S_a＝
スカート		組合せ	—	—	σ_s＝	f_t＝
		圧縮と曲げの組合せ	$\frac{\eta\cdot(\sigma_{s1}+\sigma_{s3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$		$\frac{\eta\cdot(\sigma_{s1}+\sigma_{s3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{s2}}{f_b}\leqq 1$	
		(座屈の評価)	—		(無次元)	
基礎ボルト		引張り	—	—	σ_b＝	f_{ts}＝　＊
		せん断	—	—	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot\tau_b,\ f_{to}]$

【○○○容器の耐震性についての計算結果】
2.　重大事故等対処設備

【静水頭の場合】
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
但し，項番を1.とする。

別紙

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L.　　＊			—	—	C_H＝	C_V＝	静水頭			

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

m_o (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	D_s (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)
						＊1	＊2	＊1	＊2

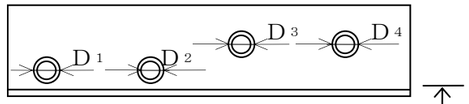
ℓ (mm)	ℓ_s (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	H (mm)	s	n	D_c (mm)	D_{bo} (mm)

D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	Y (mm)	M_s (N･mm)	
				弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
	(M　　)			—	

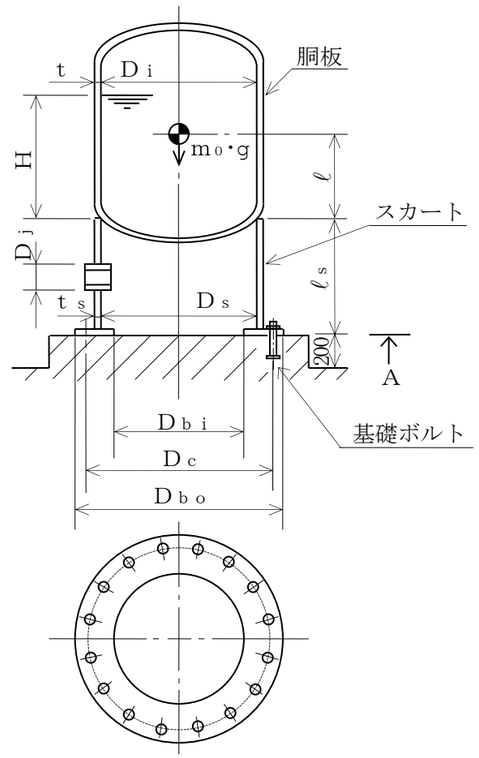
S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（スカート） (MPa)	S_u（スカート） (MPa)	F（スカート） (MPa)	F*（スカート） (MPa)
＊1	＊1	＊1	＊2	＊2	—	

S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*（基礎ボルト） (MPa)
＊2	＊2	—	

注記＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。



A～A矢視図

本記載例は，最高使用圧力が静水頭の容器を示したものである。

添付資料-4　横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 8
3.　評価部位 ····· 9
4.　固有周期 ····· 9
4.1　固有周期の計算方法 ····· 9
5.　構造強度評価 ····· 12
5.1　構造強度評価方法 ····· 12
5.2　設計用地震力 ····· 12
5.3　計算方法 ····· 12
5.4　応力の評価 ····· 26
6.　耐震計算書のフォーマット ····· 28
7.　引用文献 ····· 28

1. 概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている横置一胴円筒形容器（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できない横置一胴円筒形容器にあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

横置一胴円筒形容器の応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

横置一胴円筒形容器の耐震評価フローを図 2－1 に示す。

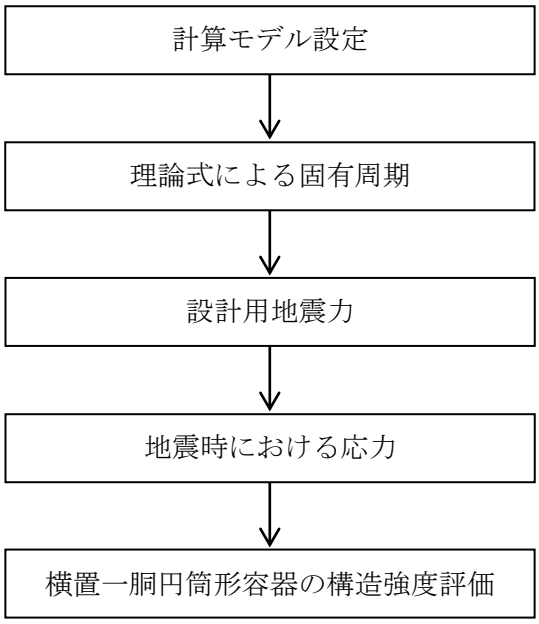


図 2－1　横置一胴円筒形容器の耐震評価フロー

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（（社）日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	第1脚の断面積	mm^2
A_{s1}	第1脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s2}	第1脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s3}	第1脚の長手方向に対するせん断断面積	mm^2
A_{s4}	第1脚の横方向に対するせん断断面積	mm^2
a	第1脚底板の長手方向幅	mm
b	第1脚底板の横方向幅	mm
C_1	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1（胴の横方向）	mm
C_2	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1（胴の長手方向）	mm
C_{cj}	周方向モーメントによる応力の補正係数（引用文献(2)より得られる値）（j＝1：周方向応力，j＝2：軸方向応力）	—
C_H	水平方向設計震度	—
$C_{\ell j}$	軸方向モーメントによる応力の補正係数（引用文献(2)より得られる値）（j＝1：周方向応力，j＝2：軸方向応力）	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D_i	胴の内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
d_1	第1脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d_2	第1脚底板端面から基礎ボルト（外側）中心までの横方向の距離	mm
d_3	第1脚底板端面から基礎ボルト（内側）中心までの横方向の距離	mm
E_s	脚の縦弾性係数	MPa
e	第1脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格　SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	脚の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G_s	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H	水頭	mm
h_1	基礎から第1脚の胴付け根部までの高さ	mm
h_2	基礎から胴の中心までの高さ	mm
I_{sx}	第1脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4

記号	記号の説明	単位
I_{sy}	第1脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
j_1	荷重分布で分割する荷重の数	—
j_2	第1脚より第2脚と反対の方向に作用する荷重の数（第1脚上の荷重は含まない。）	—
j_3	第2脚より第1脚と反対の方向に作用する荷重の数（第2脚上の荷重は含まない。）	—
K_{1j}，K_{2j}	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数（j＝1：周方向応力，j＝2：軸方向応力）	—
K_c	第1脚のばね定数（胴の横方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_ℓ	第1脚のばね定数（胴の長手方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_v	第1脚のばね定数（胴に鉛直力が作用する場合）	N/m
K_{cj}，$K_{\ell j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数（j＝1：周方向応力，j＝2：軸方向応力）	—
ℓ_0	脚中心間距離	mm
ℓ_i	第1脚より各荷重までの距離（ここで第2脚側の距離は正，その反対側は負とする。）（i＝1，2，3…j_1）	mm
ℓ_w	当板における脚の取り付かない部分の長手方向長さ	mm
M	第1脚底板に作用するモーメント	N･mm
M_1	第1脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N･mm
M_2	第2脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N･mm
M_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N･mm
M_{c1}	横方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N･mm
M_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N･mm
$M_{\ell 1}$	長手方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N･mm
M_x	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N･mm/mm
M_ϕ	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N･mm/mm
m_0	容器の運転時質量	kg
m_i	容器各部の質量（i＝1，2，3…j_1）	kg
m_{s1}	第1脚の質量	kg
m_{s2}	第2脚の質量	kg
N_x	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
N_ϕ	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
n	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
n_1	長手方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
n_2	横方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
P	運転時質量により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_e	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する鉛直荷重	N
P_r	最高使用圧力	MPa
P_s	長手方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N

記号	記号の説明	単位
P_{s1}	横方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N
R_1	第1脚の受ける荷重	N
R_2	第2脚の受ける荷重	N
r_m	第1脚付け根部における胴の平均半径	mm
r_o	第1脚付け根部における胴の外半径	mm
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
S_y(RT)	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_1	長手方向固有周期	s
T_2	横方向固有周期	s
T_3	鉛直方向固有周期	s
t	第1脚側胴板の厚さ	mm
t_e	第1脚付け根部における胴の有効板厚	mm
X_n	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm^3
Z_{sx}	第1脚の長手方向軸に対する断面係数	mm^3
Z_{sy}	第1脚の横方向軸に対する断面係数	mm^3
β，β_1，β_2	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
γ	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
θ	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
θ_o	胴の第1脚端部より鉛直軸までの角度	rad
θ_w	胴の第1脚端部より当板端部までの角度	rad
π	円周率	—
ρ'	液体の密度（＝比重×10^{-6}）	kg/mm^3
σ_o	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{oc}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{ocx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{oc\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{o\ell}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{o\ell x}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{0\ell\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_{1}	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\ell}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1\ell x}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\ell\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_{2}	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
σ_{2c}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2cx}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell x}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{b}	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1}	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{s}	第1脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{s\ell}$	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
σ_{s1}	運転時質量により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
σ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じる曲げ応力	MPa
σ_{s4}	鉛直方向地震により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x3}	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{x41}, σ_{x42}	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
σ_{x411}, σ_{x421}	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x412}, σ_{x422}	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x413}	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x51}, σ_{x52}	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x6}	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x71}, σ_{x72}	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}$, $\sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}$, $\sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}$, $\sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}$, $\sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}$, $\sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
τ_{b1}	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b2}	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa
τ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位*1
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント		N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
角度		rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3.　評価部位

横置一胴円筒形容器の耐震評価は「5.1　構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる胴，脚及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4.　固有周期

4.1　固有周期の計算方法

(1)　計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

a.　容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

b.　容器の胴は2個の脚で支持され，脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。

c.　胴は剛とし，脚をはりと考え，変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。

d.　脚が長手方向に変形する場合，脚を基礎に取り付ける基礎ボルトが，脚の変形方向に直角な方向より見て脚1個につき1列の場合は下端を単純支持とする。

その他の場合は固定とする。

e.　第2脚は長手方向にスライドできるものとし，その方向の力は全て第1脚で受けるものとする。

f.　耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図4－1～図4－4に示す。

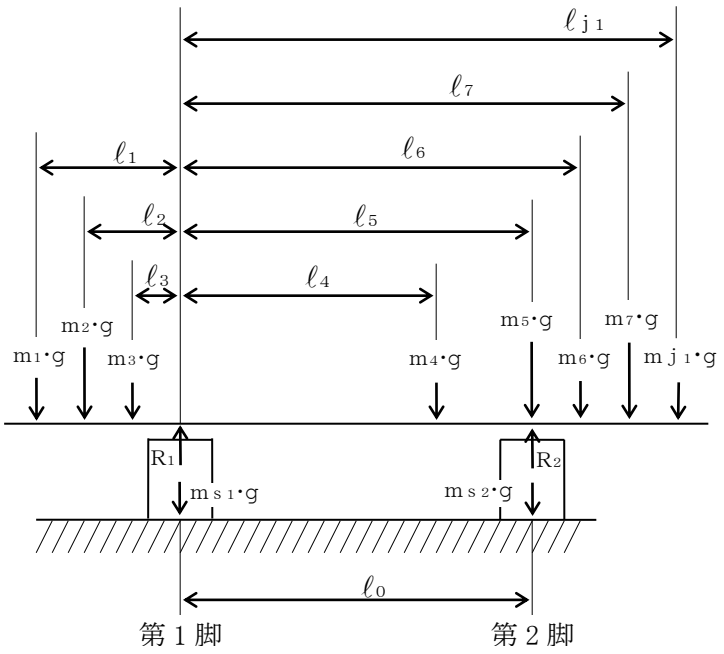


図4－1　荷重状態

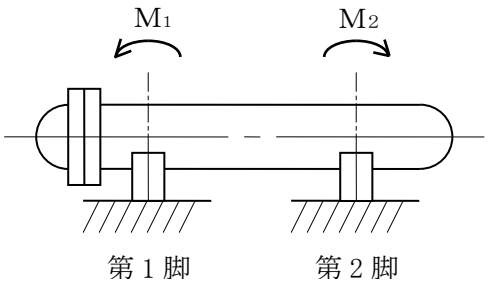


図4－2　脚の位置での曲げモーメント

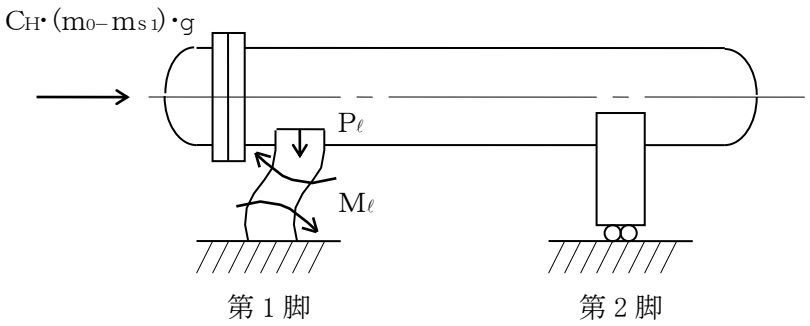


図4－3　長手方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント及び鉛直荷重

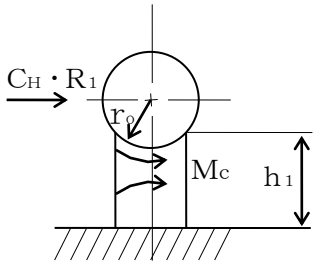


図4－4　横方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント

本容器は，前記の条件より図4－5，図4－6及び図4－7のような1質点系振動モデルとして考える。

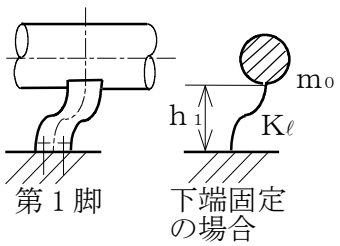


図 4－5　長手方向の固有周期計算モデル

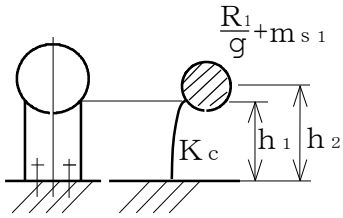


図 4－6　横方向の固有周期計算モデル

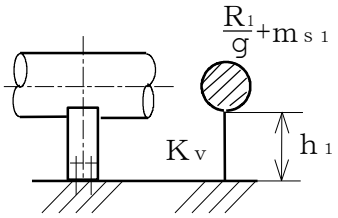


図 4－7　鉛直方向の固有周期計算モデル

(2)　脚の受ける荷重

脚の受ける荷重はモーメントの釣合いより求める。図4－1において第1脚回りのモーメントの釣合いは次式で求める。

$$\sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g \cdot \ell_i - R_2 \cdot \ell_0 = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.1)$$

したがって，脚の受ける荷重は次式で求める。

$$R_2 = \sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g \cdot \ell_i / \ell_0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.2)$$

$$R_1 = \sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g - R_2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.3)$$

(3)　長手方向の固有周期

図4－5におけるばね定数は次式で求める。

$$K_{\ell}=\frac{1000}{\frac{h_1{}^3}{12\cdot E_s\cdot I_{sy}}+\frac{h_1}{G_s\cdot A_{s1}}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.4)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_{\ell}}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.5)$$

(4)　横方向の固有周期

図4－6におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c=\frac{1000}{\frac{h_1{}^2\cdot(3\cdot h_2-h_1)}{6\cdot E_s\cdot I_{sx}}+\frac{(h_2-h_1)\cdot h_1\cdot(h_2-h_1/2)}{E_s\cdot I_{sx}}+\frac{h_1}{G_s\cdot A_{s2}}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.6)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{\frac{R_1}{g}+m_{s1}}{K_c}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.7)$$

ただし，脚の受ける荷重が$R_2>R_1$となる場合は，R_1をR_2に置き換える。

(5)　鉛直方向の固有周期

図4－7におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v=\frac{1000}{\frac{h_1}{A_s\cdot E_s}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.8)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{\frac{R_1}{g}+m_{s1}}{K_v}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.9)$$

ただし，脚の受ける荷重が$R_2>R_1$となる場合は，R_1をR_2に置き換える。

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

4.1(1)項a.～f.のほか，次の条件で計算する。概要図を図5－1に示す。

(1)　地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。ここで，水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。

(2)　第1脚と第2脚は同形状であり，受ける荷重の大きい方の脚についての評価を計算書に記載する。

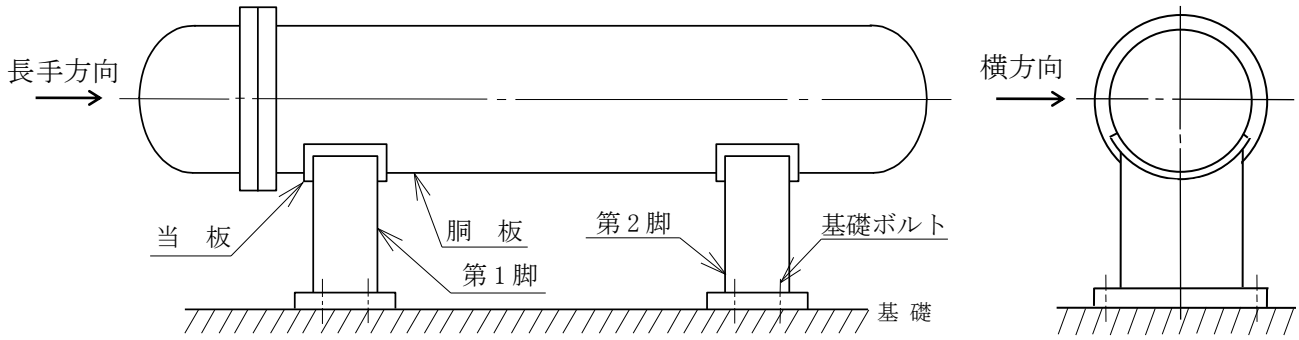


図5－1　概要図

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて，静的地震力を用いる場合は絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は，絶対値和又はＳＲＳＳ法を用いる。

5.3.1.1　胴の計算方法

(1)　曲げモーメント

図4－1に示すように胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図4－2において脚付け根部における曲げモーメントM_1及びM_2は次式で求める。

$$M_1=\sum_{i=1}^{j_2} m_i \cdot g \cdot |\ell_i| \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.1)$$

$$M_2=\sum_{i=j_1-j_3+1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot |\ell_i-\ell_0| \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.2)$$

(2)　静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.3)$$

$$\sigma_{\phi 2}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.5)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.6)$$

$$\sigma_{\phi 2}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.7)$$

$$\sigma_{x 1}=\frac{P_r \cdot (D_i+1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.8)$$

(3)　運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

(1)で求めた曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば，この曲げモーメントは胴の断面に対して一様に作用するものではなく，脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ，胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上$\frac{\theta_0}{6}$の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図5－2に2･θで示される円殻である。

したがって，運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2}=\frac{M_1}{Z} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.9)$$

また，鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 6}=\frac{M_1}{Z} \cdot C_v \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.10)$$

ここで,

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.11)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin\theta \cdot \cos\theta - 2 \cdot \sin^2\theta / \theta}{(\sin\theta / \theta) - \cos\theta} \right\} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.12)$$

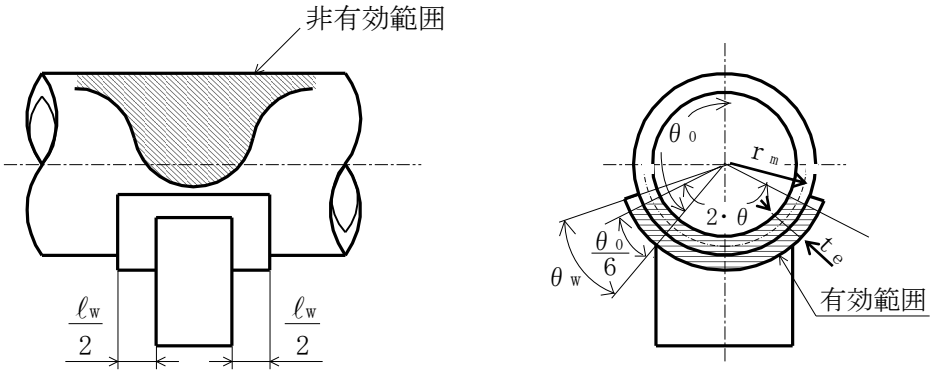


図 5－2　脚付け根部の有効範囲

胴の脚付け根部に取り付く当板の大きさが

周方向範囲　　$\theta_w \geqq \frac{\theta_0}{6}$ *1 ····· (5.3.1.1.13)

長手方向範囲　　$\ell_w \geqq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t}$ *2 ····· (5.3.1.1.14)

である場合，脚付け根部における胴の有効板厚 t_e は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。また，当板が上記の範囲を満たさない場合，t_e は胴板の厚さとする。

注記＊1：引用文献(1)より引用

＊2：引用文献(3)より引用

(4)　運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が$R_2 > R_1$となる場合は，R_1をR_2に置き換える。

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の第1脚付け根部に作用する反力は次式で求める。

運転時質量による反力は，

$$P = R_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.15)$$

鉛直方向地震による反力は，

$$P_e = C_v \cdot R_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.16)$$

この反力Ｐ及びP_eにより生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は，引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図5－3に示す。

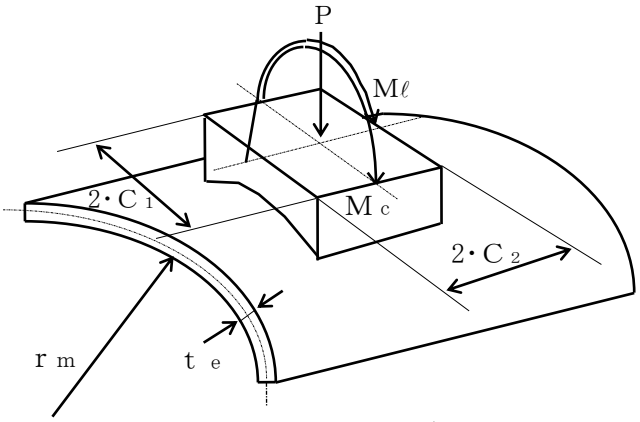


図5－3　脚が胴に及ぼす力の関係

ここで，シェルパラメータγ及びアタッチメントパラメータβは以下のように定義する。

$$\gamma = r_m / t_e \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.17)$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.18)$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.19)$$

$4 \geqq \beta_1 / \beta_2 \geqq 1$のとき

$$\beta = \left\{1 - \frac{1}{3} \cdot (\beta_1 / \beta_2 - 1) \cdot (1 - K_{1j})\right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.20)$$

ただし，$\beta \leqq 0.5$

$\frac{1}{4} \leqq \beta_1 / \beta_2 < 1$のとき

$$\beta = \left\{1 - \frac{4}{3} \cdot (1 - \beta_1 / \beta_2) \cdot (1 - K_{2j})\right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.21)$$

ただし，$\beta \leqq 0.5$

シェルパラメータγ及びアタッチメントパラメータβによって引用文献(2)の図より値（以下＊を付記するもの）を求めることにより応力は次式で求める。

反力Ｐによる応力は，

一次応力

$$\sigma_{\phi 3}=\left(\frac{N_{\phi}}{P／r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.22)$$

$$\sigma_{x3}=\left(\frac{N_x}{P／r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.23)$$

反力Ｐｅによる応力は，

一次応力

$$\sigma_{\phi 71}=\left(\frac{N_{\phi}}{P_e／r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P_e}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.24)$$

$$\sigma_{x71}=\left(\frac{N_x}{P_e／r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P_e}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.25)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72}=\left(\frac{M_{\phi}}{P_e}\right)^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot P_e}{t_e^{2}}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.26)$$

$$\sigma_{x72}=\left(\frac{M_x}{P_e}\right)^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot P_e}{t_e^{2}}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.27)$$

(5)　長手方向地震による脚付け根部の応力

第2脚は長手方向に自由にスライドできるので第1脚は図4－3のように変形し，脚付け根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell}=\frac{1}{2}\cdot C_H\cdot(m_0-m_{s1})\cdot g\cdot h_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.28)$$

$$P_{\ell}=C_H\cdot(m_0-m_{s1})\cdot g\cdot\frac{h_2-\frac{1}{2}\cdot h_1}{\ell_0} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.29)$$

曲げモーメントMℓと鉛直荷重Ｐℓにより生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は，シェルパラメータγ及びアタッチメントパラメータβによって引用文献(2)の図より値（以下＊を付記するもの）を求めることにより（5.3.1.1.31）式～（5.3.1.1.38）式で求める。

ここで，シェルパラメータγ及びＰℓの場合のアタッチメントパラメータβは(4)と同じであるが，Mℓの場合のアタッチメントパラメータβは次式による。

ただし，二次応力を求める場合は更にＫℓｊを乗じた値とする。

$$\beta=\sqrt[3]{\beta_1\cdot\beta_2^{\,2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.30)$$

ただし，$\beta\leqq 0.5$

曲げモーメントMℓにより生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411}=\left\{\frac{N_{\phi}}{M_{\ell}/(r_m^2\cdot\beta)}\right\}^{*}\cdot\left(\frac{M_{\ell}}{r_m^2\cdot\beta\cdot t_e}\right)\cdot C_{\ell 1} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.31)$$

$$\sigma_{x411}=\left\{\frac{N_x}{M_{\ell}/(r_m^2\cdot\beta)}\right\}^{*}\cdot\left(\frac{M_{\ell}}{r_m^2\cdot\beta\cdot t_e}\right)\cdot C_{\ell 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.32)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421}=\left\{\frac{M_{\phi}}{M_{\ell}/(r_m\cdot\beta)}\right\}^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot M_{\ell}}{r_m\cdot\beta\cdot t_e^2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.33)$$

$$\sigma_{x421}=\left\{\frac{M_x}{M_{\ell}/(r_m\cdot\beta)}\right\}^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot M_{\ell}}{r_m\cdot\beta\cdot t_e^2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.34)$$

鉛直荷重Pℓにより生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412}=\left(\frac{N_{\phi}}{P_{\ell}/r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P_{\ell}}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.35)$$

$$\sigma_{x412}=\left(\frac{N_x}{P_{\ell}/r_m}\right)^{*}\cdot\left(\frac{P_{\ell}}{r_m\cdot t_e}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.36)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 422}=\left(\frac{M_{\phi}}{P_{\ell}}\right)^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot P_{\ell}}{t_e^2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.37)$$

$$\sigma_{x422}=\left(\frac{M_x}{P_{\ell}}\right)^{*}\cdot\left(\frac{6\cdot P_{\ell}}{t_e^2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.38)$$

また，水平方向荷重により胴には，次式で求める引張応力が生じる。

$$\sigma_{x413}=\frac{C_H\cdot(m_0-m_{s1})\cdot g}{\pi\cdot(D_i+t)\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.39)$$

したがって，曲げモーメントMℓ，鉛直荷重Pℓ及び水平方向荷重により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41}=\sigma_{\phi 411}+\sigma_{\phi 412} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.40)$$

$$\sigma_{x41}=\sigma_{x411}+\sigma_{x412}+\sigma_{x413} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.41)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 42}=\sigma_{\phi 421}+\sigma_{\phi 422} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.42)$$

$$\sigma_{x42}=\sigma_{x421}+\sigma_{x422} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.43)$$

また，長手方向地震が作用した場合，第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell}=\frac{C_H\cdot(m_0-m_{s1})\cdot g}{4\cdot C_2\cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.44)$$

(6)　横方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が$R_2 > R_1$となる場合は，R_1をR_2に置き換える。

横方向地震が作用した場合，第1脚の付け根部に生じる曲げモーメントM_cは次式で求める。

$$M_c = C_H \cdot R_1 \cdot r_o \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.45)$$

$$r_o = \frac{D_i}{2} + t_e \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.46)$$

この曲げモーメントM_cにより生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は，シェルパラメータγ及びアタッチメントパラメータβによって引用文献(2)の図より値（以下＊を付記するもの）を求めることにより（5.3.1.1.48）式～（5.3.1.1.51）式で求める。

ここで，シェルパラメータγは(4)と同じであるが，アタッチメントパラメータβは次式による。ただし，二次応力を求める場合は更にK_{cj}を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^{\,2} \cdot \beta_2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.47)$$

ただし，$\beta \leqq 0.5$

したがって，応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_c / (r_m^{\,2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_c}{r_m^{\,2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.48)$$

$$\sigma_{x51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_m^{\,2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_c}{r_m^{\,2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.49)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_\phi}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^{\,2}} \right) \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.50)$$

$$\sigma_{x52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^{\,2}} \right) \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.51)$$

また，横方向地震が作用した場合，第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{C_H \cdot R_1}{4 \cdot C_1 \cdot t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.52)$$

(7) 組合せ応力

(2)～(6)によって求めた第1脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$\sigma_{0\ell}$＝Max｛周方向応力($\sigma_{0\ell\phi}$)，軸方向応力($\sigma_{0\ell x}$)｝

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.53)

ここで，

$\sigma_{0\ell\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.54)

【絶対値和】

$\sigma_{0\ell x}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x6}+\sigma_{x413}$ ・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.55)

【ＳＲＳＳ法】

$\sigma_{0\ell x}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x6}{}^2+\sigma_{x413}{}^2}$ ・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.56)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

σ_{0c}＝Max｛周方向応力($\sigma_{0c\phi}$)，軸方向応力(σ_{0cx})｝

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.57)

ここで，

$\sigma_{0c\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.58)

【絶対値和】

$\sigma_{0cx}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x6}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.59)

【ＳＲＳＳ法】

$\sigma_{0cx}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x6}$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.60)

したがって，胴に生じる一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法，それぞれに対して，

σ_0＝Max｛長手方向地震時応力($\sigma_{0\ell}$)，横方向地震時応力(σ_{0c})｝

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ (5.3.1.1.61)

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell}=\frac{1}{2}\cdot\left\{(\sigma_{1\ell\phi}+\sigma_{1\ell x})+\sqrt{(\sigma_{1\ell\phi}-\sigma_{1\ell x})^2+4\cdot\tau_{\ell}^2}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.62)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{1\ell\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 3}+\sigma_{\phi 41}+\sigma_{\phi 71} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.63)$$

$$\sigma_{1\ell x}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sigma_{x41}+\sigma_{x6}+\sigma_{x71} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.64)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{1\ell\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 3}+\sqrt{\sigma_{\phi 41}^2+(\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 71})^2} \quad \cdots (5.3.1.1.65)$$

$$\sigma_{1\ell x}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sqrt{\sigma_{x41}^2+(\sigma_{x6}+\sigma_{x71})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.66)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c}=\frac{1}{2}\cdot\left\{(\sigma_{1c\phi}+\sigma_{1cx})+\sqrt{(\sigma_{1c\phi}-\sigma_{1cx})^2+4\cdot\tau_{c}^2}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.67)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{1c\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 3}+\sigma_{\phi 51}+\sigma_{\phi 71} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.68)$$

$$\sigma_{1cx}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sigma_{x51}+\sigma_{x6}+\sigma_{x71} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.69)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{1c\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 3}+\sqrt{\sigma_{\phi 51}^2+(\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 71})^2} \quad \cdots (5.3.1.1.70)$$

$$\sigma_{1cx}=\sigma_{x1}+\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sqrt{\sigma_{x51}^2+(\sigma_{x6}+\sigma_{x71})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.71)$$

したがって，胴に生じる一次応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法，それぞれに対して，

$$\sigma_1=\mathrm{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\ell}),\ \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c})\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.72)$$

とする。

c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2\ell}=(\sigma_{2\ell\phi}+\sigma_{2\ell x})+\sqrt{(\sigma_{2\ell\phi}-\sigma_{2\ell x})^2+4\cdot\tau_{\ell}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.73)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{2\ell\phi}=\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 41}+\sigma_{\phi 42}+\sigma_{\phi 71}+\sigma_{\phi 72} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.74)$$

$$\sigma_{2\ell x}=\sigma_{x41}+\sigma_{x42}+\sigma_{x6}+\sigma_{x71}+\sigma_{x72} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.75)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2\ell\phi}=\sqrt{(\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 71}+\sigma_{\phi 72})^2+(\sigma_{\phi 41}+\sigma_{\phi 42})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.76)$$

$$\sigma_{2\ell x}=\sqrt{(\sigma_{x41}+\sigma_{x42})^2+(\sigma_{x6}+\sigma_{x71}+\sigma_{x72})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.77)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c}=(\sigma_{2c\phi}+\sigma_{2cx})+\sqrt{(\sigma_{2c\phi}-\sigma_{2cx})^2+4\cdot\tau_{c}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.78)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{2c\phi}=\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 51}+\sigma_{\phi 52}+\sigma_{\phi 71}+\sigma_{\phi 72} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.79)$$

$$\sigma_{2cx}=\sigma_{x51}+\sigma_{x52}+\sigma_{x6}+\sigma_{x71}+\sigma_{x72} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.1.80)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2c\phi}=\sqrt{(\sigma_{\phi 2}+\sigma_{\phi 71}+\sigma_{\phi 72})^2+(\sigma_{\phi 51}+\sigma_{\phi 52})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.81)$$

$$\sigma_{2cx}=\sqrt{(\sigma_{x51}+\sigma_{x52})^2+(\sigma_{x6}+\sigma_{x71}+\sigma_{x72})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.82)$$

したがって，胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法，それぞれに対して，

$$\sigma_{2}=\mathrm{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2\ell}),\ \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c})\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.83)$$

とする。

5.3.1.2　脚の計算方法

脚の受ける荷重が$R_2 > R_1$となる場合は，R_1をR_2に置き換える。

(1)　運転時荷重による応力

$$\sigma_{s1}=\frac{R_1+m_{s1}\cdot g}{A_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.1)$$

(2)　鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s4}=\frac{R_1+m_{s1}\cdot g}{A_s}\cdot C_V \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.2)$$

(3)　長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s2}=\frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}}+\frac{P_\ell}{A_s} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.3)$$

ここで，

$$M_{\ell 1}=\frac{1}{2}\cdot C_H\cdot m_0\cdot g\cdot h_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.4)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2}=\frac{C_H\cdot m_0\cdot g}{A_{s3}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.5)$$

(4)　横方向地震による応力

曲げ応力は次式で求める。

$$\sigma_{s3}=\frac{C_H\cdot(R_1+m_{s1}\cdot g)\cdot h_2}{Z_{sx}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.6)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3}=\frac{C_H\cdot(R_1+m_{s1}\cdot g)}{A_{s4}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.7)$$

(5)　組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

【絶対値和】

$$\sigma_{s\ell}=\sqrt{(\sigma_{s1}+\sigma_{s2}+\sigma_{s4})^2+3\cdot\tau_{s2}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.8)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{s\ell}=\sqrt{(\sigma_{s1}+\sqrt{\sigma_{s2}^2+\sigma_{s4}^2})^2+3\cdot\tau_{s2}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.9)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

【絶対値和】

$$\sigma_{sc}=\sqrt{(\sigma_{s1}+\sigma_{s3}+\sigma_{s4})^2+3\cdot\tau_{s3}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.10)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{sc}=\sqrt{(\sigma_{s1}+\sqrt{\sigma_{s3}^2+\sigma_{s4}^2})^2+3\cdot\tau_{s3}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.11)$$

したがって，脚に生じる最大応力は，絶対値和，ＳＲＳＳ法，それぞれに対して，

$$\sigma_s=\mathrm{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}),\ \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc})\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.12)$$

とする。

5.3.1.3　基礎ボルトの計算方法

(1)　鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a.　引張応力

長手方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{\ell 1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.1)$$

鉛直荷重は

【絶対値和】

$$P_s = (1 - C_v) \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) - P_\ell \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.2)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$P_s = R_1 + m_{s1} \cdot g - \sqrt{\{C_v \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)\}^2 + P_\ell{}^2}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.3)$$

である。ここで，モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.4)$$

とする。

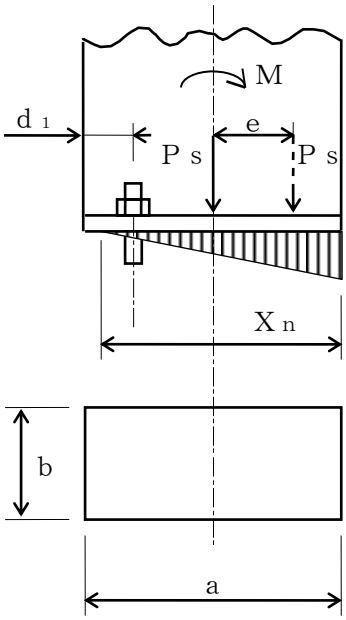


図 5－4　基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係（その 1）

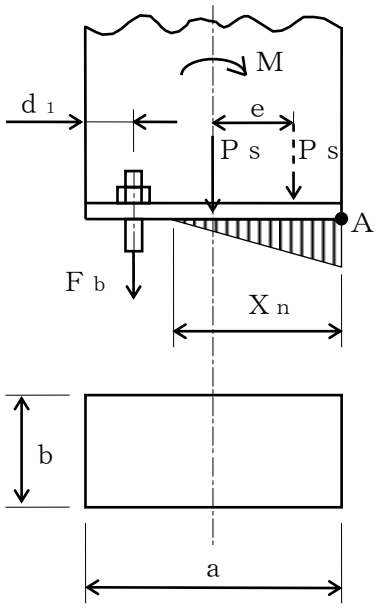


図 5－5　基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係（その 2）

図5－4のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため，引張力の評価は行わない。

一方，図5－5のように，ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.5)$$

のとき，基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図5－5において，鉛直荷重の釣合い，A点回りのモーメントの釣合い，基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置X_nは

$$X_n^3+3\cdot\left(e-\frac{a}{2}\right)\cdot X_n^2-\frac{6\cdot s\cdot A_b\cdot n_1}{b}\cdot\left(e+\frac{a}{2}-d_1\right)\cdot(a-d_1-X_n)=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.6)$$

より求めることができ，基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b=\frac{P_s\cdot\left(e-\frac{a}{2}+\frac{X_n}{3}\right)}{a-d_1-\frac{X_n}{3}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.7)$$

となる。

したがって，基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1}=\frac{F_b}{n_1\cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.8)$$

ここで，基礎ボルトの軸断面積A_bは次式により求める。

$$A_b=\frac{\pi}{4}\cdot d^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.9)$$

b.　せん断応力

$$\tau_{b1}=\frac{C_H\cdot m_0\cdot g}{n\cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.10)$$

(2)　鉛直方向と横方向地震が作用した場合

脚の受ける荷重が$R_2>R_1$となる場合は，

R_1をR_2に置き換える。

a.　引張応力

(a)　長手方向から見て図5－6のように応力を2列の基礎ボルトで受ける場合

鉛直方向と横方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは

$$M_{c1}=C_H\cdot(R_1+m_{s1}\cdot g)\cdot h_2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.11)$$

鉛直荷重は

$$P_{s1}=(1-C_v)\cdot(R_1+m_{s1}\cdot g) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.3.12)$$

で求める。

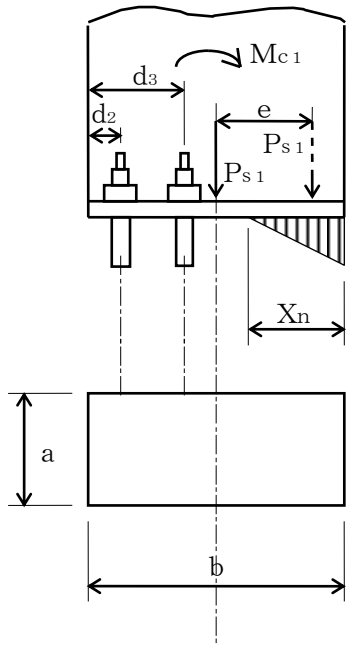


図 5－6　基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係（その 3）

(1)と同様にして中立軸の位置X_nを

$$X_n^3+3\cdot\left(e-\frac{b}{2}\right)\cdot X_n^2-\frac{6\cdot s\cdot A_b\cdot n_2}{a}\cdot\left\{\left(e+\frac{b}{2}-d_2\right)\cdot(b-X_n-d_2)+\left(e+\frac{b}{2}-d_3\right)\cdot(b-X_n-d_3)\right\}=0 \quad \cdots\cdots (5.3.1.3.13)$$

ただし

$$e=M_{c1}/P_{s1} \quad \cdots\cdots (5.3.1.3.14)$$

より求めると，基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b=\frac{P_{s1}\cdot\left(e-\frac{b}{2}+\frac{X_n}{3}\right)\cdot(b-X_n-d_2)}{\left(b-d_2-\frac{X_n}{3}\right)\cdot(b-X_n-d_2)+\left(b-d_3-\frac{X_n}{3}\right)\cdot(b-X_n-d_3)} \quad \cdots\cdots (5.3.1.3.15)$$

となる。

したがって，基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2}=\frac{F_b}{n_2\cdot A_b} \quad \cdots\cdots (5.3.1.3.16)$$

(b) 長手方向から見て応力を1列の基礎ボルトで受ける場合

(1)と同様にして引張応力は求められるが，MをM_{c1}，P_sをP_{s1}，d_1をd_2，aをb，bをa及びn_1をn_2に置き換え，得られた基礎ボルトの応力をσ_{b2}とする。

b. せん断応力

$$\tau_{b2}=\frac{C_H\cdot(R_1+m_{s1}\cdot g)}{n\cdot A_b} \quad \cdots\cdots (5.3.1.3.17)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものをσ_b及びτ_bとする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

σ_b＝Max｛長手方向地震時応力(σ_{b1})，横方向地震時応力(σ_{b2})｝

$\cdots\cdots (5.3.1.3.18)$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

τ_b＝Max｛長手方向地震時応力(τ_{b1})，横方向地震時応力(τ_{b2})｝

$\cdots\cdots (5.3.1.3.19)$

5.4　応力の評価

5.4.1　胴の応力評価

5.3.1.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。ただし，Ｓａは下表による。

応力の種類	許容応力Ｓａ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。	設計引張強さＳｕの0.6倍
一次応力	上記の1.5倍の値	上記の1.5倍の値
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点Ｓｙの2倍以下であれば，疲労解析は不要とする。	

5.4.2　脚の応力評価

5.3.1.2項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力f_t以下であること。

ただし，f_tは下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F}{1.5}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5}\cdot 1.5$

5.4.3　基礎ボルトの応力評価

5.3.1.3項で求めた基礎ボルトの引張応力σ_bは次式より求めた許容引張応力f_{ts}以下であること。ただし，f_{to}は下表による。

$$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.3.1)$$

せん断応力τ_bはせん断力のみ受ける基礎ボルトの許容せん断応力f_{sb}以下であること。ただし，f_{sb}は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F^{*}}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 耐震計算書のフォーマット

横置一胴円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2. 」から「1. 」とする。

7. 引用文献

(1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.

(2) Wichman, K.R. et al.:Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.

(3) 日本工業規格　ＪＩＳ　Ｂ　８２７８(2003)「サドル支持の横置圧力容器」

【フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○○タンクの耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
		建屋 T.M.S.L.　　＊			C_H＝	C_V＝	C_H＝	C_V＝			

注記＊：基準床レベルを示す。

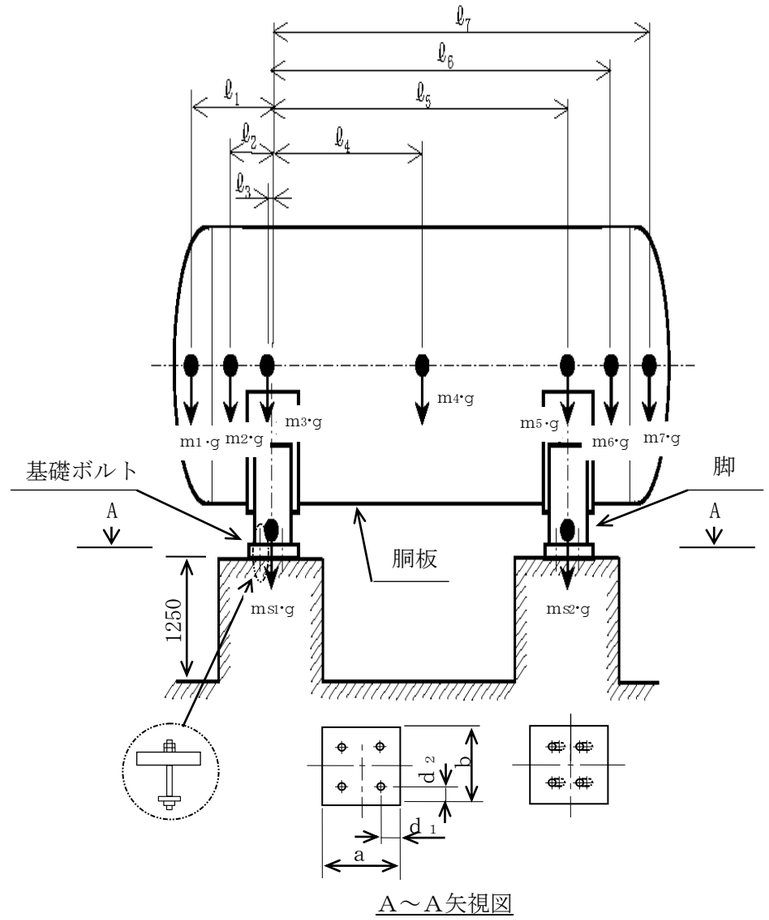
1.2　機器要目

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	m_5 (kg)	m_6 (kg)	m_7 (kg)

ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	ℓ_3 (mm)	ℓ_4 (mm)	ℓ_5 (mm)	ℓ_6 (mm)	ℓ_7 (mm)	M_1 (N・mm)	M_2 (N・mm)	R_1 (N)	R_2 (N)

m_0 (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_0 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	θ_w (rad)	ℓ_w (mm)
					＊1					

C_1 (mm)	C_2 (mm)	I_{sx} (mm^4)	I_{sy} (mm^4)	Z_{sx} (mm^3)	Z_{sy} (mm^3)	θ_0 (rad)	θ (rad)



A～A矢視図

A_s (mm^2)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	A_{s3} (mm^2)	A_{s4} (mm^2)
	*4	*4				

K_{11}*2	K_{12}*2	K_{21}*2	K_{22}*2	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	K_{c1}	K_{c2}	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	C_{c1}	C_{c2}

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
						(M)			

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（脚） (MPa)	S_u（脚） (MPa)	F（脚） (MPa)	F*（脚） (MPa)	S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*（基礎ボルト） (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4			*4	*4		

注記＊1：本計算においては当板を有効とした。
＊2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。
＊3：最高使用温度で算出
＊4：周囲環境温度で算出

胴板と当板の材料が異なる場合
当板のＳｙ，Ｓｕ及びＳ値を記載する。

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)
*1 (*3)	*1 (*3)	*1 (*3)	

注記　＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出
＊3：当板の材料を示す。

1.3　計算数値

1.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

（単位：MPa）

地震の種類	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$
長手方向地震により胴軸断面全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413}=$	—	—	—	$\sigma_{x 413}=$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{0\ell}=$		$\sigma_{0c}=$		$\sigma_{0\ell}=$		$\sigma_{0c}=$	

(2)　一次応力

（単位：MPa）

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$	$\sigma_{\phi 1}=$	$\sigma_{x 1}=$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$	—	$\sigma_{x 2}=$
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$	—	$\sigma_{x 6}=$
運転時質量による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 3}=$	$\sigma_{x 3}=$	$\sigma_{\phi 3}=$	$\sigma_{x 3}=$	$\sigma_{\phi 3}=$	$\sigma_{x 3}=$	$\sigma_{\phi 3}=$	$\sigma_{x 3}=$
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}=$	$\sigma_{x 71}=$	$\sigma_{\phi 71}=$	$\sigma_{x 71}=$	$\sigma_{\phi 71}=$	$\sigma_{x 71}=$	$\sigma_{\phi 71}=$	$\sigma_{x 71}=$
水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{\phi 411}=$ $\sigma_{\phi 412}=$	$\sigma_{x 411}=$ $\sigma_{x 412}=$	$\sigma_{\phi 51}=$	$\sigma_{x 51}=$	$\sigma_{\phi 411}=$ $\sigma_{\phi 412}=$	$\sigma_{x 411}=$ $\sigma_{x 412}=$	$\sigma_{\phi 51}=$	$\sigma_{x 51}=$
		$\sigma_{\phi 41}=$	$\sigma_{x 41}=$			$\sigma_{\phi 41}=$	$\sigma_{x 41}=$		
	せん断	$\tau_{\ell}=$		$\tau_{c}=$		$\tau_{\ell}=$		$\tau_{c}=$	
組合せ応力		$\sigma_{1\ell}=$		$\sigma_{1c}=$		$\sigma_{1\ell}=$		$\sigma_{1c}=$	

(3)　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	$\sigma_{x 71}$＝ $\sigma_{x 72}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	$\sigma_{x 71}$＝ $\sigma_{x 72}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	$\sigma_{x 71}$＝ $\sigma_{x 72}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	$\sigma_{x 71}$＝ $\sigma_{x 72}$＝
水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝	$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝
		$\sigma_{\phi 421}$＝ $\sigma_{\phi 422}$＝	$\sigma_{x 421}$＝ $\sigma_{x 422}$＝	$\sigma_{\phi 52}$＝	$\sigma_{x 52}$＝	$\sigma_{\phi 421}$＝ $\sigma_{\phi 422}$＝	$\sigma_{x 421}$＝ $\sigma_{x 422}$＝	$\sigma_{\phi 52}$＝	$\sigma_{x 52}$＝
		$\sigma_{\phi 42}$＝	$\sigma_{x 42}$＝			$\sigma_{\phi 42}$＝	$\sigma_{x 42}$＝		
	せん断	τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝		τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell}$＝		σ_{2c}＝		$\sigma_{2\ell}$＝		σ_{2c}＝	

1.3.2　脚に生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s 1}$＝	$\sigma_{s 1}$＝	$\sigma_{s 1}$＝	$\sigma_{s 1}$＝
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s 4}$＝	$\sigma_{s 4}$＝	$\sigma_{s 4}$＝	$\sigma_{s 4}$＝
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s 2}$＝	$\sigma_{s 3}$＝	$\sigma_{s 2}$＝	$\sigma_{s 3}$＝
	せん断	$\tau_{s 2}$＝	$\tau_{s 3}$＝	$\tau_{s 2}$＝	$\tau_{s 3}$＝
組合せ応力		$\sigma_{s\ell}$＝	σ_{sc}＝	$\sigma_{s\ell}$＝	σ_{sc}＝

1.3.3　基礎ボルトに生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{b 1}$＝	$\sigma_{b 2}$＝	$\sigma_{b 1}$＝	$\sigma_{b 2}$＝
水平方向地震による応力	せん断	$\tau_{b 1}$＝	$\tau_{b 2}$＝	$\tau_{b 1}$＝	$\tau_{b 2}$＝

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
長手方向	T_1＝
横方向	T_2＝
鉛直方向	T_3＝

1.4.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	σ_0＝	S_a＝	σ_0＝	S_a＝
		一次	σ_1＝	S_a＝	σ_1＝	S_a＝
		一次＋二次	σ_2＝	S_a＝	σ_2＝	S_a＝
脚		組合せ	σ_s＝	f_t ＝	σ_s＝	f_t ＝
基礎ボルト		引張り	σ_b＝	f_{ts}＝ *	σ_b＝	f_{ts}＝ *
		せん断	τ_b＝	f_{sb}＝	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{ts}＝Min[1.4・f_{to}－1.6・τ_b, f_{to}]

胴板と当板の材料が異なる場合，当板の材料名及び許容応力を記載する。

1.4.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	許容応力
胴板	(*)	S_a＝ (*)
		S_a＝ (*)
脚		f_t ＝
基礎ボルト		f_{ts}＝
		f_{sb}＝

注記＊：当板の材料を示す。

【○○○○○タンクの耐震性についての計算結果】

【静水頭の場合】
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

別紙

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比　重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L.　＊			C_H＝	C_V＝	C_H＝	C_V＝	静水頭			

注記＊：基準床レベルを示す。

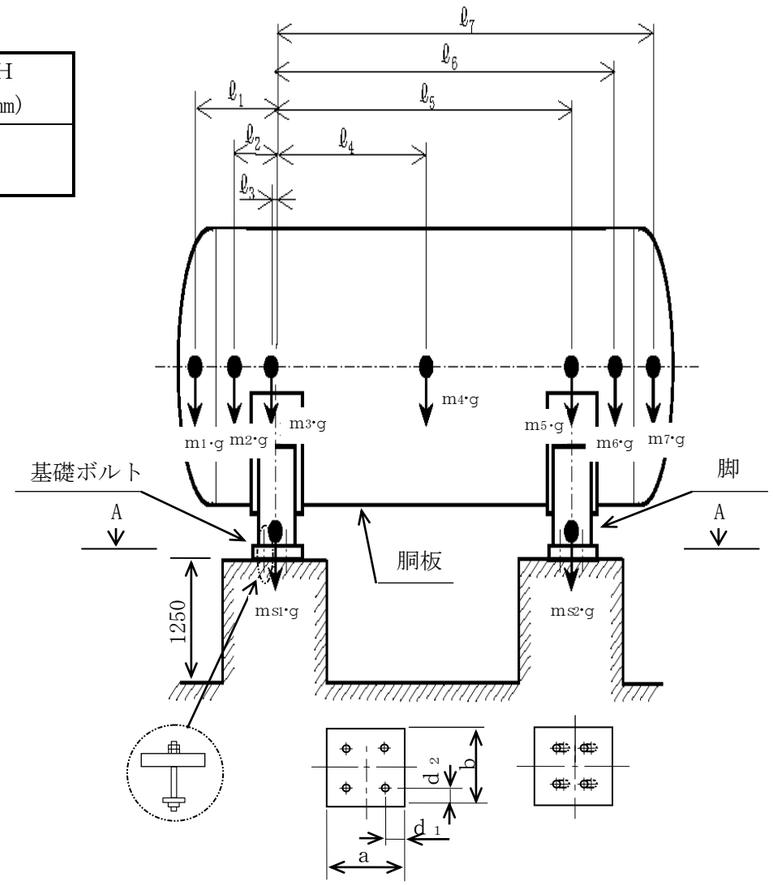
1.2 機器要目

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	m_5 (kg)	m_6 (kg)	m_7 (kg)

ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	ℓ_3 (mm)	ℓ_4 (mm)	ℓ_5 (mm)	ℓ_6 (mm)	ℓ_7 (mm)	M_1 (N･mm)	M_2 (N･mm)	R_1 (N)	R_2 (N)	H (mm)

m_0 (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_0 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	θ_w (rad)	ℓ_w (mm)
					＊1					

C_1 (mm)	C_2 (mm)	I_{sx} (mm^4)	I_{sy} (mm^4)	Z_{sx} (mm^3)	Z_{sy} (mm^3)	θ_0 (rad)	θ (rad)



A～A矢視図

1.3　計算数値

1.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

（単位：MPa）

地震の種類	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
長手方向地震により胴軸断面全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413}$＝	—	—	—	$\sigma_{x 413}$＝	—	—
組合せ応力	$\sigma_{0\ell}$＝		σ_{0c}＝		$\sigma_{0\ell}$＝		σ_{0c}＝	

(2)　一次応力

（単位：MPa）

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力		$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
運転時質量による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝
水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{\phi 411}$＝ $\sigma_{\phi 412}$＝	$\sigma_{x 411}$＝ $\sigma_{x 412}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝	$\sigma_{\phi 411}$＝ $\sigma_{\phi 412}$＝	$\sigma_{x 411}$＝ $\sigma_{x 412}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝
		$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝			$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝		
	せん断	τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝		τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝	
組合せ応力		$\sigma_{1\ell}$＝		σ_{1c}＝		$\sigma_{1\ell}$＝		σ_{1c}＝	

(3)　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6}=$	—	$\sigma_{x6}=$	—	$\sigma_{x6}=$	—	$\sigma_{x6}=$
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$	$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$	$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$	$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$
水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41}=$	$\sigma_{x41}=$	$\sigma_{\phi 51}=$	$\sigma_{x51}=$	$\sigma_{\phi 41}=$	$\sigma_{x41}=$	$\sigma_{\phi 51}=$	$\sigma_{x51}=$
		$\sigma_{\phi 421}=$ $\sigma_{\phi 422}=$	$\sigma_{x421}=$ $\sigma_{x422}=$	$\sigma_{\phi 52}=$	$\sigma_{x52}=$	$\sigma_{\phi 421}=$ $\sigma_{\phi 422}=$	$\sigma_{x421}=$ $\sigma_{x422}=$	$\sigma_{\phi 52}=$	$\sigma_{x52}=$
		$\sigma_{\phi 42}=$	$\sigma_{x42}=$			$\sigma_{\phi 42}=$	$\sigma_{x42}=$		
	せん断	$\tau_{\ell}=$		$\tau_{c}=$		$\tau_{\ell}=$		$\tau_{c}=$	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell}=$		$\sigma_{2c}=$		$\sigma_{2\ell}=$		$\sigma_{2c}=$	

1.3.2　脚に生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1}=$	$\sigma_{s1}=$	$\sigma_{s1}=$	$\sigma_{s1}=$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4}=$	$\sigma_{s4}=$	$\sigma_{s4}=$	$\sigma_{s4}=$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2}=$	$\sigma_{s3}=$	$\sigma_{s2}=$	$\sigma_{s3}=$
	せん断	$\tau_{s2}=$	$\tau_{s3}=$	$\tau_{s2}=$	$\tau_{s3}=$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell}=$	$\sigma_{sc}=$	$\sigma_{s\ell}=$	$\sigma_{sc}=$

1.3.3　基礎ボルトに生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{b1}=$	$\sigma_{b2}=$	$\sigma_{b1}=$	$\sigma_{b2}=$
水平方向地震による応力	せん断	$\tau_{b1}=$	$\tau_{b2}=$	$\tau_{b1}=$	$\tau_{b2}=$

【フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果】

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
		建屋 T.M.S.L.　　*			—	—	C_H=	C_V=			

注記＊：基準床レベルを示す。

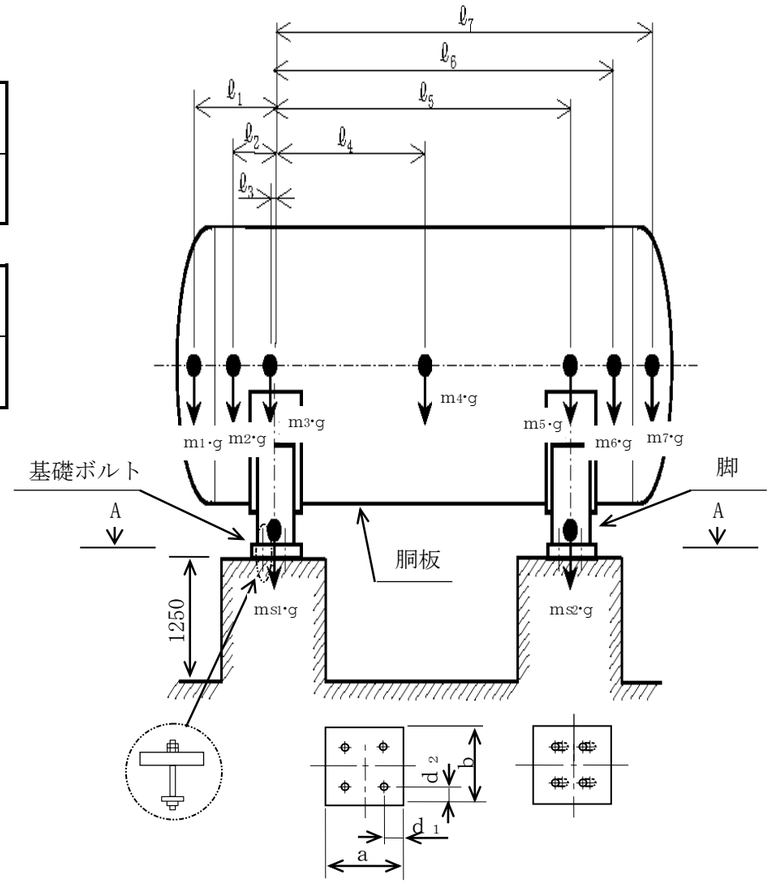
2.2　機器要目

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	m_5 (kg)	m_6 (kg)	m_7 (kg)

ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	ℓ_3 (mm)	ℓ_4 (mm)	ℓ_5 (mm)	ℓ_6 (mm)	ℓ_7 (mm)	M_1 (N･mm)	M_2 (N･mm)	R_1 (N)	R_2 (N)

m_0 (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_0 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	θ_w (rad)	ℓ_w (mm)
					*1					

C_1 (mm)	C_2 (mm)	I_{sx} (mm^4)	I_{sy} (mm^4)	Z_{sx} (mm^3)	Z_{sy} (mm^3)	θ_0 (rad)	θ (rad)



A～A矢視図

A_s (mm^2)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	A_{s3} (mm^2)	A_{s4} (mm^2)
	*4	*4				

K_{11}*2	K_{12}*2	K_{21}*2	K_{22}*2	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	K_{c1}	K_{c2}	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	C_{c1}	C_{c2}

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
						(M)			

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（脚） (MPa)	S_u（脚） (MPa)	F（脚） (MPa)	F*(脚) (MPa)	S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記＊1：本計算においては当板を有効とした。
＊2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。
＊3：最高使用温度で算出
＊4：周囲環境温度で算出

胴板と当板の材料が異なる場合
当板のS_y，S_u及びS値を記載する。

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
*1 (*3)	*1 (*3)	*1 (*3)	

注記　＊1：最高使用温度で算出
＊2：周囲環境温度で算出
＊3：当板の材料を示す。

2.3　計算数値

2.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
長手方向地震により胴軸断面全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}$＝	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{0\ell}$＝		σ_{0c}＝	

(2)　一次応力

(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
運転時質量による脚反力により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝
水平方向地震による応力	引張り	— —	— —	—	—	$\sigma_{\phi 411}$＝ $\sigma_{\phi 412}$＝	$\sigma_{x 411}$＝ $\sigma_{x 412}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝
		—	—			$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝		
	せん断	—		—		τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝	
組合せ応力		—		—		$\sigma_{1\ell}$＝		σ_{1c}＝	

(3)　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	σ_{x6}＝	—	σ_{x6}＝
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		— —	— —	— —	— —	$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	σ_{x71}＝ σ_{x72}＝	$\sigma_{\phi 71}$＝ $\sigma_{\phi 72}$＝	σ_{x71}＝ σ_{x72}＝
水平方向地震による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}$＝	σ_{x41}＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	σ_{x51}＝
		— —	— —	—	—	$\sigma_{\phi 421}$＝ $\sigma_{\phi 422}$＝	σ_{x421}＝ σ_{x422}＝	$\sigma_{\phi 52}$＝	σ_{x52}＝
		—	—			$\sigma_{\phi 42}$＝	σ_{x42}＝		
	せん断	—		—		τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝	
組合せ応力		—		—		$\sigma_{2\ell}$＝		σ_{2c}＝	

2.3.2　脚に生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	σ_{s1}＝	σ_{s1}＝
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	σ_{s4}＝	σ_{s4}＝
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	σ_{s2}＝	σ_{s3}＝
	せん断	—	—	τ_{s2}＝	τ_{s3}＝
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}$＝	σ_{sc}＝

2.3.3　基礎ボルトに生じる応力　　(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張り	—	—	σ_{b1}＝	σ_{b2}＝
水平方向地震による応力	せん断	—	—	τ_{b1}＝	τ_{b2}＝

2.4　結論

2.4.1　固有周期　　（単位：s）

方向	固有周期
長手方向	T_1＝
横方向	T_2＝
鉛直方向	T_3＝

2.4.2　応力　　（単位：MPa）

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	σ_0＝	S_a＝
		一次	—	—	σ_1＝	S_a＝
		一次＋二次	—	—	σ_2＝	S_a＝
脚		組合せ	—	—	σ_s＝	f_t　＝
基礎ボルト		引張り	—	—	σ_b＝	f_{ts}＝　　＊
		せん断	—	—	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

胴板と当板の材料が異なる場合，当板の材料名及び許容応力を記載する。

2.4.2　応力　　（単位：MPa）

部材	材料	許容応力
胴板	（　　＊）	S_a＝（　　＊）
		S_a＝（　　＊）
脚		f_t　＝
基礎ボルト		f_{ts}＝
		f_{sb}＝

注記＊：当板の材料を示す。

注記＊：f_{ts}＝Min[1.4・f_{to}－1.6・τ_b，f_{to}]

【静水頭の場合】
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

別紙

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L. ＊			—	—	C_H=	C_V=	静水頭			

注記＊：基準床レベルを示す。

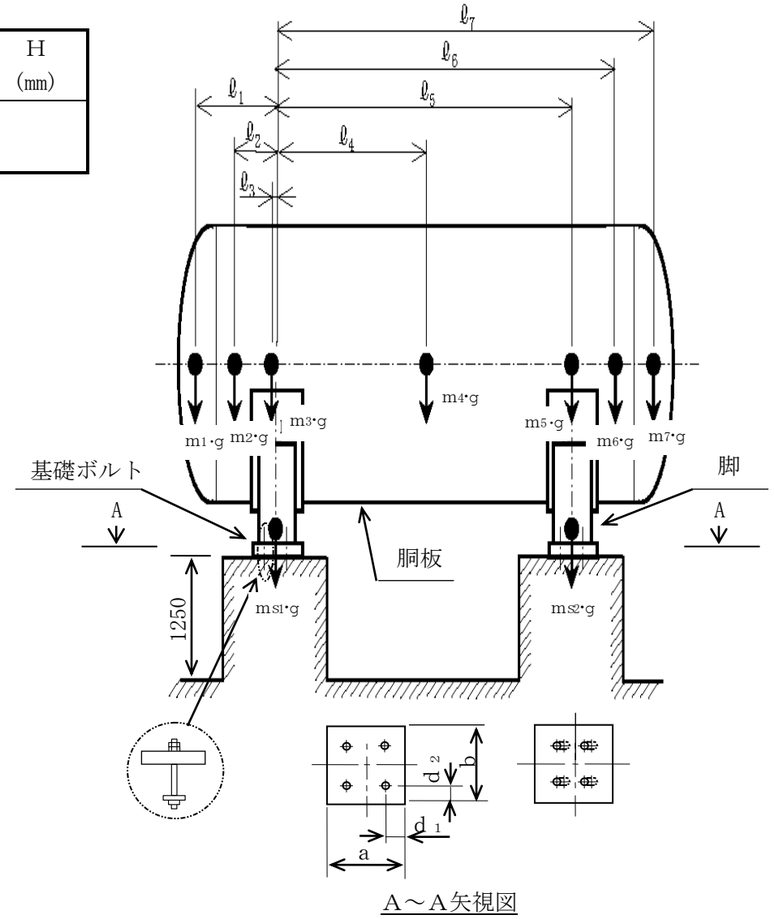
2.2 機器要目

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	m_5 (kg)	m_6 (kg)	m_7 (kg)

ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	ℓ_3 (mm)	ℓ_4 (mm)	ℓ_5 (mm)	ℓ_6 (mm)	ℓ_7 (mm)	M_1 (N・mm)	M_2 (N・mm)	R_1 (N)	R_2 (N)	H (mm)

m_0 (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_0 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	θ_w (rad)	ℓ_w (mm)
					＊1					

C_1 (mm)	C_2 (mm)	I_{sx} (mm^4)	I_{sy} (mm^4)	Z_{sx} (mm^3)	Z_{sy} (mm^3)	θ_0 (rad)	θ (rad)



A～A矢視図

2.3　計算数値

2.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
長手方向地震により胴軸断面全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}$＝	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{0\ell}$＝		σ_{0c}＝	

(2)　一次応力

(単位：MPa)

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝	$\sigma_{\phi 1}$＝	$\sigma_{x 1}$＝
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—
運転時質量による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}$＝	—	$\sigma_{x 2}$＝
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}$＝	—	$\sigma_{x 6}$＝
運転時質量による脚反力により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝	$\sigma_{\phi 3}$＝	$\sigma_{x 3}$＝
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝	$\sigma_{\phi 71}$＝	$\sigma_{x 71}$＝
水平方向地震による応力	引張り	— —	— —	—	—	$\sigma_{\phi 411}$＝ $\sigma_{\phi 412}$＝	$\sigma_{x 411}$＝ $\sigma_{x 412}$＝	$\sigma_{\phi 51}$＝	$\sigma_{x 51}$＝
		—	—			$\sigma_{\phi 41}$＝	$\sigma_{x 41}$＝		
	せん断	—		—		τ_{ℓ}＝		τ_{c}＝	
組合せ応力		—		—		$\sigma_{1\ell}$＝		σ_{1c}＝	

(3)　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値　　（単位：MPa）

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度				基準地震動Ｓｓ			
地震の方向		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
応力の方向		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 （鉛直方向地震時）		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—	$\sigma_{\phi 2}=$	—
鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6}=$	—	$\sigma_{x6}=$
鉛直方向地震による脚反力により生じる応力		— —	— —	— —	— —	$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$	$\sigma_{\phi 71}=$ $\sigma_{\phi 72}=$	$\sigma_{x71}=$ $\sigma_{x72}=$
水平方向地震による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=$	$\sigma_{x41}=$	$\sigma_{\phi 51}=$	$\sigma_{x51}=$
		— —	— —	—	—	$\sigma_{\phi 421}=$ $\sigma_{\phi 422}=$	$\sigma_{x421}=$ $\sigma_{x422}=$	$\sigma_{\phi 52}=$	$\sigma_{x52}=$
		—	—			$\sigma_{\phi 42}=$	$\sigma_{x42}=$		
	せん断	—		—		$\tau_{\ell}=$		$\tau_{c}=$	
組合せ応力		—		—		$\sigma_{2\ell}=$		$\sigma_{2c}=$	

2.3.2　脚に生じる応力　　（単位：MPa）

地震の種類		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1}=$	$\sigma_{s1}=$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4}=$	$\sigma_{s4}=$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2}=$	$\sigma_{s3}=$
	せん断	—	—	$\tau_{s2}=$	$\tau_{s3}=$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}=$	$\sigma_{sc}=$

2.3.3　基礎ボルトに生じる応力　　（単位：MPa）

地震の種類	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=$	$\sigma_{b2}=$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1}=$	$\tau_{b2}=$

添付資料-5　平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 5
3.　評価部位 ····· 6
4.　固有周期 ····· 6
4.1　固有周期の計算方法 ····· 6
5.　構造強度評価 ····· 8
5.1　構造強度評価方法 ····· 8
5.2　設計用地震力 ····· 8
5.3　計算方法 ····· 9
5.4　応力の評価 ····· 14
6.　耐震計算書のフォーマット ····· 17

1. 概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている平底たて置円筒形容器（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用されない平底たて置円筒形容器にあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

平底たて置円筒形容器の応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

平底たて置円筒形容器の耐震評価フローを図 2－1 に示す。

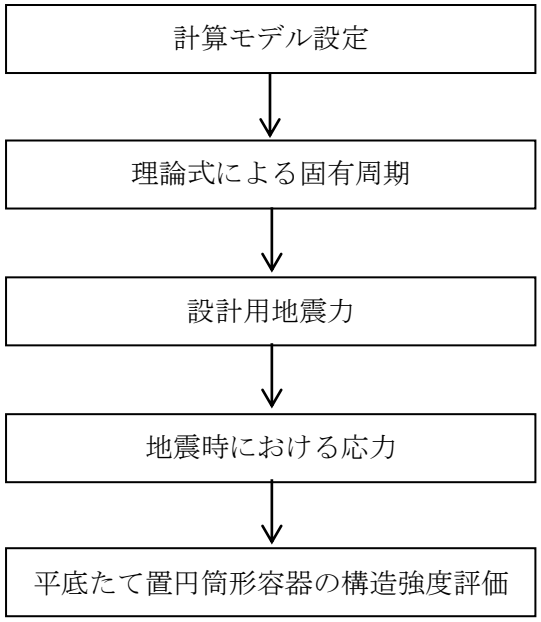


図 2－1 平底たて置円筒形容器の耐震評価フロー

K7 ① V-2-1-14(5) R1

2.2 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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（（社）日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm^2
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_e	胴の有効せん断断面積	mm^2
C_c	基礎ボルト計算における係数	—
C_H	水平方向設計震度	—
C_t	基礎ボルト計算における係数	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D_{bi}	ベースプレートの内径	mm
D_{bo}	ベースプレートの外径	mm
D_c	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D_i	胴の内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格　SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_c	基礎に作用する圧縮力	N
F_t	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm^4
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
ℓ_1，ℓ_2	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離（図5－2に示す距離）	mm
ℓ_g	基礎から容器重心までの距離	mm
M_s	基礎に作用する転倒モーメント	N･mm
m_o	容器の運転時質量	kg
m_e	容器の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	—
S	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表5に定める値	MPa
Sa	胴の許容応力	MPa

記号	記号の説明	単位
Ｓｕ	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa
Ｓｙ	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
Ｓｙ（ＲＴ）	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_1	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側基礎相当幅	mm
z	基礎ボルト計算における係数	—
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—
ρ'	液体の密度（＝比重×10^{-6}）	kg/mm^3
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2c}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（圧縮側）	MPa
σ_{2t}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値（引張側）	MPa
σ_{2xc}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{2xt}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和（引張側）	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}，$\sigma_{\phi1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x3}	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和（圧縮側）	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和（引張側）	MPa
σ_ϕ	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
ϕ_1（x）	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
ϕ_2（x）	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位*1
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント		N･mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

平底たて置円筒形容器の耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる胴及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

a. 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

b. 容器は胴下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。

c. 胴をはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。

d. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

本容器は，前記の条件より図4－1に示すような下端固定の1質点系振動モデルとして考える。

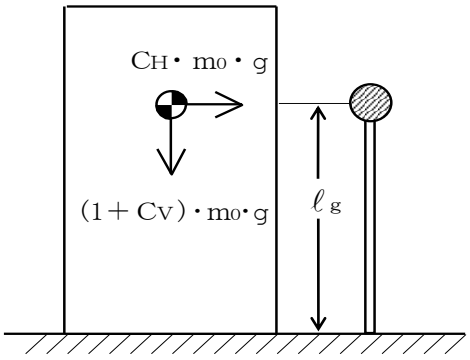


図4－1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数K_Hは次式で求める。

$$K_H=\frac{1000}{\frac{\ell_g{}^3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{\ell_g}{G\cdot A_e}} \quad \cdots\cdots (4.1.1)$$

ここで，胴の断面性能は次のように求める。

$$I=\frac{\pi}{8}\cdot(D_i+t)^3\cdot t \quad \cdots\cdots (4.1.2)$$

$$A_e=\frac{2}{3}\cdot\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots (4.1.3)$$

したがって，固有周期T_Hは次式で求める。

$$T_H=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \cdots\cdots (4.1.4)$$

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数K_Vは次式で求める。

$$K_V=\frac{1000}{\frac{\ell_g}{A\cdot E}} \quad \cdots\cdots (4.1.5)$$

ここで，胴の断面性能は次のように求める。

$$A=\pi\cdot(D_i+t)\cdot t \quad \cdots\cdots (4.1.6)$$

したがって，固有周期T_vは次式で求める。

$$T_v=2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m_e}{K_v}} \quad \cdots\cdots (4.1.7)$$

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

4.1(1)項a.～d.のほか，次の条件で計算する。概要図を図5－1に示す。

(1)　地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

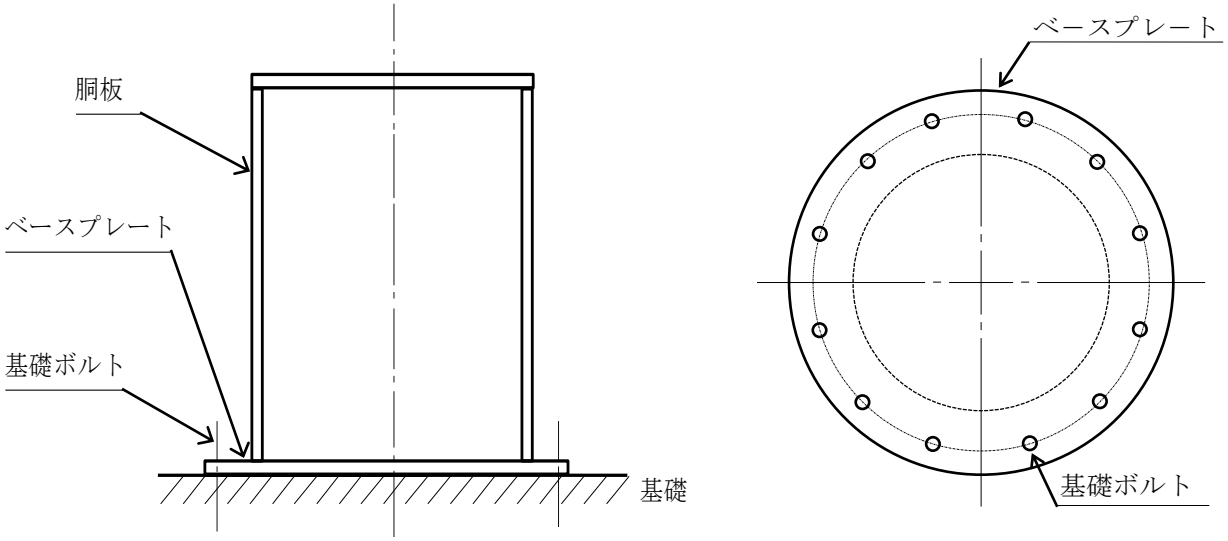


図5－1　概要図

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ｖ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて，静的地震力を用いる場合は，絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は，絶対値和又はＳＲＳＳ法を用いる。

5.3.1.1　胴の計算方法

(1)　静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2}=\frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.2)$$

$$\sigma_{x1}=0 \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.3)$$

(2)　運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がベースプレートと接合する点には，胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x2}=\frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{x3}=\frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.5)$$

(3)　水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x4}=\frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \ell_g}{\pi \cdot (D_i+t)^2 \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.6)$$

$$\tau=\frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i+t) \cdot t} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.7)$$

(4)　組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a.　一次一般膜応力

(a)　組合せ引張応力

$$\sigma_{\phi}=\sigma_{\phi 1}+\sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.8)$$

$$\sigma_{0t}=\frac{1}{2} \cdot \left\{\sigma_{\phi}+\sigma_{xt}+\sqrt{(\sigma_{\phi}-\sigma_{xt})^2+4 \cdot \tau^2}\right\} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.9)$$

ここで，

【絶対値和】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}-\sigma_{x2}+\sigma_{x3}+\sigma_{x4} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.10)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xt}=\sigma_{x1}-\sigma_{x2}+\sqrt{\sigma_{x3}^2+\sigma_{x4}^2} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.11)$$

(b)　組合せ圧縮応力

$$\sigma_{\phi} = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.12)$$

σ_{xc}が正の値（圧縮側）のとき，次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.13)$$

ここで，

【絶対値和】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.14)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.15)$$

したがって，胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して，

σ_0＝Max ｛組合せ引張応力（σ_{0t}），組合せ圧縮応力（σ_{0c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.16)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

b.　地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(a)　組合せ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.17)$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^2 + 4 \cdot \tau^2}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.18)$$

ここで，

【絶対値和】

$$\sigma_{2xt} = \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.19)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.20)$$

(b)　組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.21)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4 \cdot \tau^2}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.22)$$

ここで，

【絶対値和】

$$\sigma_{2xc} = \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.23)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.24)$$

したがって，胴の地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は，絶対値和，ＳＲＳＳ法それぞれに対して，

σ_2＝Max ｛組合せ引張応力（σ_{2t}），組合せ圧縮応力（σ_{2c}）｝

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.25)$$

とする。

5.3.1.2　基礎ボルトの計算方法

(1)　引張応力

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については，荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める（図5－2参照）。

以下にその手順を示す。

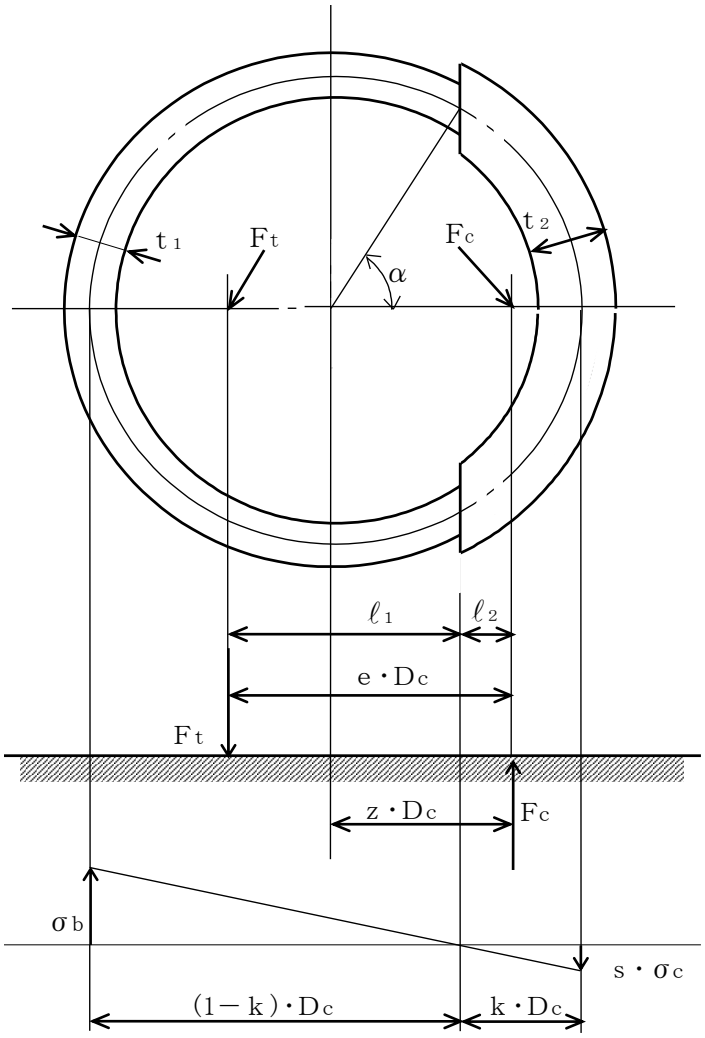


図5－2　基礎の荷重説明図

a.　σ_b及びσ_cを仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数kを求める。

$$k=\frac{1}{1+\frac{\sigma_b}{s\cdot\sigma_c}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.1)$$

K7 ① V-2-1-14(5) R1

b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度αを求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1-2\cdot k) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.2)$$

c. 各定数e，z，C_t及びC_cを求める。

$$e = \frac{1}{2}\cdot\left\{\frac{(\pi-\alpha)\cdot\cos^2\alpha+\frac{1}{2}\cdot(\pi-\alpha)+\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha}+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right\} \quad \cdots\cdots \quad (5.3.1.2.3)$$

$$z = \frac{1}{2}\cdot\left(\cos\alpha+\frac{\frac{1}{2}\cdot\alpha-\frac{3}{2}\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha+\alpha\cdot\cos^2\alpha}{\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.4)$$

$$C_t = \frac{2\cdot\{(\pi-\alpha)\cdot\cos\alpha+\sin\alpha\}}{1+\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.5)$$

$$C_c = \frac{2\cdot(\sin\alpha-\alpha\cdot\cos\alpha)}{1-\cos\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.6)$$

d. 各定数を用いてF_t及びF_cを求める。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s-(1-C_v)\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c}{e\cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.7)$$

$$F_c = F_t+(1-C_v)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.8)$$

【ＳＲＳＳ法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot z\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}-\frac{z}{e}\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.9)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2+(C_v\cdot m_0\cdot g\cdot(z-e)\cdot D_c)^2}}{e\cdot D_c}+\left(1-\frac{z}{e}\right)\cdot m_0\cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.10)$$

ここで,

$$M_s = C_H\cdot m_0\cdot g\cdot \ell_g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.11)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは，αがπに等しくなったときであり，（5.3.1.2.3）式及び（5.3.1.2.4）式においてαをπに近づけた場合の値e＝0.75及びz＝0.25を（5.3.1.2.7）式又は（5.3.1.2.9）式に代入し，得られるF_tの値によって引張力の有無を次のように判定する。

$F_t \leqq 0$ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.　σ_b及びσ_cを求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.12)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.13)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.14)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{bi}) - t_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.15)$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.16)$$

σ_b及びσ_cがa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合のσ_b及びσ_cを基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2)　せん断応力

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.2.17)$$

5.4　応力の評価

5.4.1　胴の応力評価

(1)　5.3.1.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力Ｓａ以下であること。ただし，Ｓａは下表による。

応力の種類	許容応力Ｓａ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点Ｓｙと設計引張強さＳｕの0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力Ｓの1.2倍の方が大きい場合は，この大きい方の値とする。	設計引張強さＳｕの0.6倍
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点Ｓｙの2倍以下であれば，疲労解析は不要とする。	

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

(2)　圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

(座屈の評価)

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leqq 1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.1.1)$$

ここで，f_cは次による。

$\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq \dfrac{1200\cdot g}{F}$　のとき

$$f_c = F \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.1.2)$$

$\dfrac{1200\cdot g}{F} < \dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} < \dfrac{8000\cdot g}{F}$ のとき

$$f_c = F\cdot\left[1-\frac{1}{6800\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_1\left(\frac{8000\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.1.3)$$

$\dfrac{8000\cdot g}{F} \leqq \dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t} \leqq 800$　のとき

$$f_c = \phi_1\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.1.4)$$

ただし，$\phi_1(x)$は次の関数とする。

$$\phi_1(x)=0.6\cdot\frac{E}{x}\cdot\left[1-0.901\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots\cdots (5.4.1.5)$$

また，f_bは次による。

$\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\leqq\dfrac{1200\cdot g}{F}$ のとき

$$f_b=F \quad \cdots\cdots (5.4.1.6)$$

$\dfrac{1200\cdot g}{F}<\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}<\dfrac{9600\cdot g}{F}$ のとき

$$f_b=F\cdot\left[1-\frac{1}{8400\cdot g}\cdot\left\{F-\phi_2\left(\frac{9600\cdot g}{F}\right)\right\}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right)\right] \quad \cdots\cdots (5.4.1.7)$$

$\dfrac{9600\cdot g}{F}\leqq\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\leqq 800$ のとき

$$f_b=\phi_2\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\right) \quad \cdots\cdots (5.4.1.8)$$

ただし，$\phi_2(x)$は次の関数とする。

$$\phi_2(x)=0.6\cdot\frac{E}{x}\cdot\left[1-0.731\cdot\left\{1-\exp\left(-\frac{1}{16}\cdot\sqrt{x}\right)\right\}\right] \quad \cdots\cdots (5.4.1.9)$$

ηは安全率で次による。

$\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}\leqq\dfrac{1200\cdot g}{F}$ のとき

$$\eta=1 \quad \cdots\cdots (5.4.1.10)$$

$\dfrac{1200\cdot g}{F}<\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}<\dfrac{8000\cdot g}{F}$ のとき

$$\eta=1+\frac{0.5\cdot F}{6800\cdot g}\cdot\left(\frac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}-\frac{1200\cdot g}{F}\right) \quad \cdots\cdots (5.4.1.11)$$

$\dfrac{8000\cdot g}{F}\leqq\dfrac{D_i+2\cdot t}{2\cdot t}$ のとき

$$\eta=1.5 \quad \cdots\cdots (5.4.1.12)$$

5.4.2　基礎ボルトの応力評価

5.3.1.2項で求めた基礎ボルトの引張応力σ_bは次式より求めた許容引張応力f_{ts}以下であること。ただし，f_{to}は下表による。

$$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.2.1)$$

せん断応力τ_bはせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力f_{sb}以下であること。ただし，f_{sb}は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 耐震計算書のフォーマット

平底たて置円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2. 」から「1. 」とする。

【フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○容器の耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L.　　*			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=				

注記＊：基準床レベルを示す。

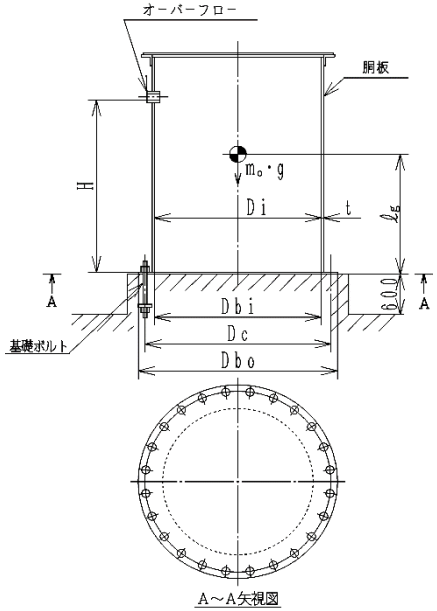
1.2　機器要目

m_0 (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	ℓ_g (mm)	H (mm)	s	n
				*1	*1				

D_c (mm)	D_{bo} (mm)	D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	M_s (N･mm)	
					弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
			(M　　)			

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F*（基礎ボルト） (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2		

注記＊1：最高使用温度で算出
　　＊2：周囲環境温度で算出



A～A矢視図

1.3　計算数値

1.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭による応力		$\sigma_{\phi 1}$=	—	—	$\sigma_{\phi 1}$=	—	—
鉛直方向地震による引張応力		$\sigma_{\phi 2}$=	—	—	$\sigma_{\phi 2}$=	—	—
空質量による圧縮応力		—	σ_{x2}=	—	—	σ_{x2}=	—
鉛直方向地震による軸方向応力		—	σ_{x3}=	—	—	σ_{x3}=	—
水平方向地震による応力		—	σ_{x4}=	τ =	—	σ_{x4}=	τ =
応力の和	引張側	σ_{ϕ}=	σ_{xt}=	—	σ_{ϕ}=	σ_{xt}=	—
	圧縮側	σ_{ϕ}=	σ_{xc}=	—	σ_{ϕ}=	σ_{xc}=	—
組合せ応力	引張り	σ_{0t}=			σ_{0t}=		
	圧　縮	σ_{0c}=			σ_{0c}=		

(2) 地震動のみによって生じる一次応力と二次応力の和の変動値 (単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力		$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x3}＝	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x3}＝	—
水平方向地震による応力		—	σ_{x4}＝	τ ＝	—	σ_{x4}＝	τ ＝
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—
	圧縮側	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—
組合せ応力（変動値）	引張り	σ_{2t}＝			σ_{2t}＝		
	圧　縮	σ_{2c}＝			σ_{2c}＝		

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力 (単位：MPa)

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
引張応力	σ_b＝	σ_b＝
せん断応力	τ_b＝	τ_b＝

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向	T_H＝
鉛直方向	T_V＝

1.4.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	σ_0＝	S_a＝	σ_0＝	S_a＝
		一次＋二次	σ_2＝	S_a＝	σ_2＝	S_a＝
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	$\frac{\eta\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$		$\frac{\eta\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$	
			（無次元）		（無次元）	
基礎ボルト		引張り	σ_b＝	f_{ts}＝　＊	σ_b＝	f_{ts}＝　＊
		せん断	τ_b＝	f_{sb}＝	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot\tau_b,\ f_{to}]$

【フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果】
【○○○容器の耐震性についての計算結果】

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 T.M.S.L.　　＊			—	—	C_H＝	C_V＝				

注記＊：基準床レベルを示す。

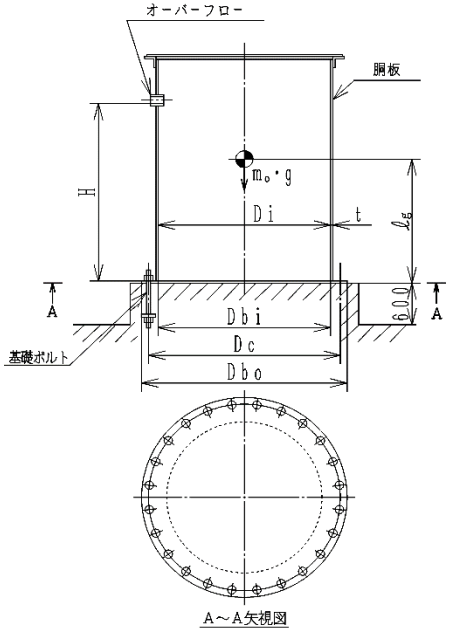
2.2　機器要目

m_o (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	ℓ_g (mm)	H (mm)	s	n
				＊1	＊1				

D_c (mm)	D_{bo} (mm)	D_{bi} (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	M_s (N･mm)	
					弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
			(Ｍ　　)		—	

S_y（胴板） (MPa)	S_u（胴板） (MPa)	S（胴板） (MPa)	S_y（基礎ボルト） (MPa)	S_u（基礎ボルト） (MPa)	F（基礎ボルト） (MPa)	F＊（基礎ボルト） (MPa)
＊1	＊1	＊1	＊2	＊2		

注記＊1：最高使用温度で算出
　　＊2：周囲環境温度で算出



A～A矢視図

2.3　計算数値

2.3.1　胴に生じる応力

(1)　一次一般膜応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭による応力		—	—	—	$\sigma_{\phi 1}$＝	—	—
鉛直方向地震による引張応力		—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	—	—
空質量による圧縮応力		—	—	—	—	σ_{x2}＝	—
鉛直方向地震による軸方向応力		—	—	—	—	σ_{x3}＝	—
水平方向地震による応力		—	—	—	—	σ_{x4}＝	τ＝
応力の和	引張側	—	—	—	σ_{ϕ}＝	σ_{xt}＝	—
	圧縮側	—	—	—	σ_{ϕ}＝	σ_{xc}＝	—
組合せ応力	引張り	—			σ_{0t}＝		
	圧　縮	—			σ_{0c}＝		

(2) 地震動のみによって生じる一次応力と二次応力の和の変動値 (単位：MPa)

		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度			基準地震動Ｓｓ		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力		—	—	—	$\sigma_{\phi 2}$＝	σ_{x3}＝	—
水平方向地震による応力		—	—	—	—	σ_{x4}＝	τ ＝
応力の和	引張側	—	—	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xt}＝	—
	圧縮側	—	—	—	$\sigma_{2\phi}$＝	σ_{2xc}＝	—
組合せ応力（変動値）	引張り	—			σ_{2t}＝		
	圧　縮	—			σ_{2c}＝		

2.3.2 基礎ボルトに生じる応力 (単位：MPa)

	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
引張応力	—	σ_b＝
せん断応力	—	τ_b＝

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向	T_H＝
鉛直方向	T_V＝

2.4.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	σ_0＝	S_a＝
		一次＋二次	—	—	σ_2＝	S_a＝
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）	—		$\frac{\eta\cdot(\sigma_{x2}+\sigma_{x3})}{f_c}+\frac{\eta\cdot\sigma_{x4}}{f_b}\leqq 1$	
			—		（無次元）	
基礎ボルト		引張り	—	—	σ_b＝	f_{ts}＝　＊
		せん断	—	—	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot\tau_b,\ f_{to}]$

添付資料-6　管の耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 6
3.　評価部位 ····· 7
4.　固有周期 ····· 7
4.1　固有周期の計算方法 ····· 7
5.　構造強度評価 ····· 8
5.1　構造強度評価方法 ····· 8
5.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 9
5.3　設計用地震力 ····· 13
5.4　計算方法 ····· 13
5.5　応力の評価 ····· 15
6.　機能維持評価 ····· 16
6.1　動的機能維持評価方法 ····· 16
7.　耐震計算書のフォーマット ····· 16

1.　概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている管（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの），管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁が十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

2.　一般事項

2.1　評価方針

管及び管に取り付く支持構造物の応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3.　評価部位」にて設定する箇所において，「4.　固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5.　構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，管に取り付く弁の機能維持評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを，「6.　機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7.　耐震計算書のフォーマット」に示す。

管，管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁の耐震評価フローを図2－1に示す。

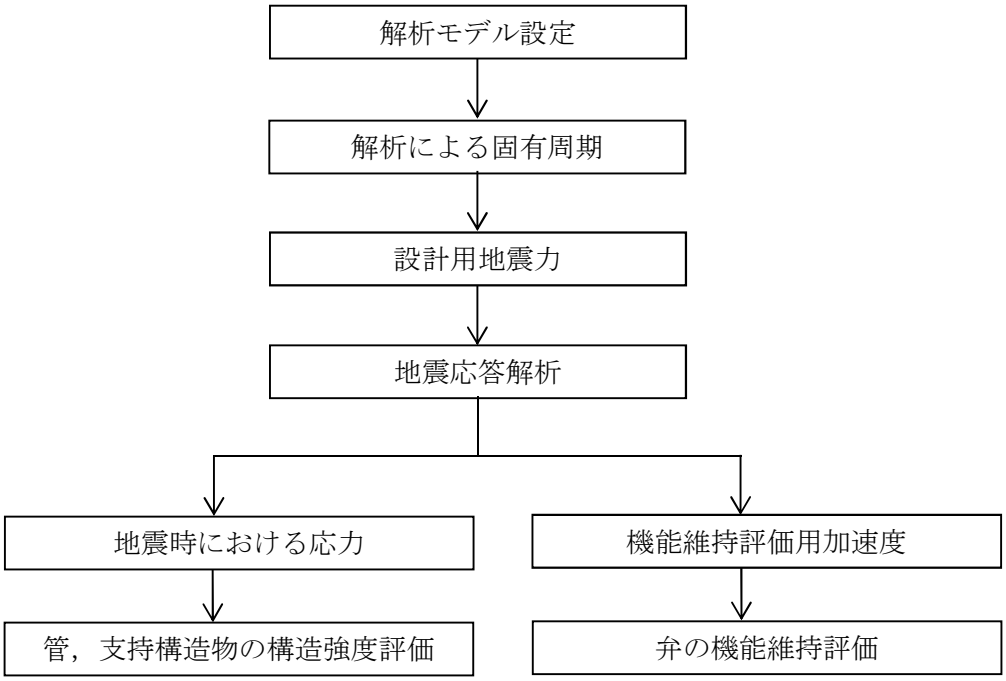


図2－1　管，管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁の耐震評価フロー

2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する適用規格・基準を以下に示す。

- 原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987　（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版　（(社) 日本電気協会）
- 発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社) 日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
B_1, B_2, B_{2b}, B_{2r}	設計・建設規格　PPB-3810 に規定する応力係数（一次応力の計算に使用するもの）	—
C_2, C_{2b}, C_{2r}	設計・建設規格　PPB-3810 に規定する応力係数（一次＋二次応力の計算に使用するもの）	—
D_0	管の外径	mm
E	設計・建設規格　付録材料図表 Part6 表 1 に規定する縦弾性係数	MPa
i_1	応力係数で設計・建設規格　PPC-3810 に規定する値又は 1.33 のいずれか大きい方の値	—
i_2	応力係数で設計・建設規格　PPC-3810 に規定する値又は 1.0 のいずれか大きい方の値	—
K_2, K_{2b}, K_{2r}	設計・建設規格　PPB-3810 に規定する応力係数（ピーク応力の計算に使用するもの）	—
M_a	管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る）により生じるモーメント	N･mm
M_b	耐震性についての計算：管の機械的荷重（地震を含めた短期的荷重）により生じるモーメント	N･mm
M_b*	地震による慣性力により生じるモーメントの全振幅	N･mm
M_{bp}	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の機械的荷重（地震による慣性力を含む）により生じるモーメント	N･mm
M_{bs}	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N･mm
M_c	耐震性についての計算：地震による相対変位により生じるモーメントの全振幅	N･mm
M_{ip}	耐震性についての計算：管の機械的荷重（地震による慣性力を含む)により生じるモーメント	N･mm
M_{is}	耐震性についての計算：管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N･mm
M_{rp}	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の機械的荷重（地震による慣性力を含む）により生じるモーメント	N･mm

記号	記号の説明	単位
M_{rs}	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N･mm
n_i	繰返し荷重ｉの実際の繰返し回数	回
N_i	繰返し荷重ｉに対し，設計・建設規格　PPB-3534 に従って算出された許容繰返し回数	回
P	耐震性についての計算：地震と組合せるべき運転状態における圧力	MPa
S_h	最高使用温度における設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力	MPa
S_ℓ	繰返しピーク応力強さ	MPa
S_m	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 1 に規定する材料の設計応力強さ	MPa
S_n	一次＋二次応力	MPa
S_p	ピーク応力	MPa
S_{prm}	一次応力	MPa
S_t	ねじりによる応力	MPa
S_t+S_b	曲げとねじりによる応力	MPa
S_y	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 8 に規定する材料の設計降伏点	MPa
S_u	設計・建設規格　付録材料図表 Part5 表 9 に規定する材料の設計引張強さ	MPa
t	管の厚さ	mm
U	運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲労累積係数	―
US_s	Ｓｓ地震動のみによる疲労累積係数	―
Z，Z_i	管の断面係数	mm^3
Z_b	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の断面係数	mm^3
Z_r	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の断面係数	mm^3
ε_e	S_pを求めたピーク応力強さのサイクルに対して，弾性解析により計算したときのひずみであり，次の計算式により計算した値 $\varepsilon_e=\bar{\sigma}^*/E$ $\bar{\sigma}^*$：弾性解析によるミーゼス相当応力	―

記号	記号の説明	単位
ε_{ep}	S_pを求めたピーク応力強さのサイクルに対して，材料の応力－ひずみ関係として，降伏応力をS_mの1.5倍の値とした弾完全塑性体とした弾塑性解析により計算したときのひずみであり，次の計算式により計算した値 $\varepsilon_{ep}=\overline{\sigma}/E+\overline{\varepsilon}_p$ $\overline{\sigma}$：弾塑性解析によるミーゼス相当応力 $\overline{\varepsilon}_p$：弾塑性解析によるミーゼス相当塑性ひずみ	—

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

項目	数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
鳥瞰図	寸法	mm	小数点第1位	四捨五入	整数位
	変位量	mm	小数点第2位	四捨五入	小数点第1位
計算条件	圧力	MPa	小数点第3位	四捨五入	小数点第2位*1
	温度	℃	小数点第1位	四捨五入	整数位
	外径	mm	小数点第2位	四捨五入	小数点第1位
	厚さ	mm	小数点第2位	四捨五入	小数点第1位
	縦弾性係数	MPa	小数点第1位	四捨五入	整数位
	質量	kg	小数点第1位	四捨五入	整数位
	単位長さ質量	kg/m	小数点第1位	四捨五入	整数位
	ばね定数	N/mm	有効桁数3桁	四捨五入	有効桁数2桁
	回転ばね定数	N･mm/rad	有効桁数3桁	四捨五入	有効桁数2桁
	方向余弦	―	小数点第5位	四捨五入	小数点第4位
	許容応力*2	MPa	小数点第1位	切捨て	整数位
	減衰定数	%	―	―	小数点第1位
解析結果及び評価	固有周期	s	小数点第4位	四捨五入	小数点第3位
	震度	―	小数点第3位	切上げ	小数点第2位
	刺激係数	―	小数点第4位	四捨五入	小数点第3位
	計算応力	MPa	小数点第1位	切上げ	整数位
	許容応力*2	MPa	小数点第1位	切捨て	整数位
	計算荷重	kN	小数点第1位	切上げ	整数位
	許容荷重	kN	小数点第1位	切捨て	整数位
	疲労累積係数	―	小数点第5位	切上げ	小数点第4位
	機能維持評価用加速度	$\times 9.8 m/s^2$	小数点第2位	切上げ	小数点第1位
	機能確認済加速度	$\times 9.8 m/s^2$	―	―	小数点第1位

注記＊1：必要に応じて小数点第3位表示とする。また，静水頭は「静水頭」と記載する。

＊2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容応力は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

管の耐震評価については，「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき一次応力評価，一次＋二次応力評価及び疲労評価を実施する。

管に取り付く支持構造物の耐震評価については，Ⅴ-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき，種類及び型式に区分して評価を実施する。

管に取り付く弁の耐震評価については，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，動的機能維持要求弁に対する動的機能維持評価を実施し，計算により求めた機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

管の固有周期の計算は三次元多質点系はりモデルによる解析により実施する。配管系の解析モデル作成に当たっては，以下を考慮する。

(1) 配管系は三次元多質点系はりモデルとし，曲げ，せん断，ねじり及び軸力に対する剛性を考慮する。

(2) 弁等の偏心質量がある場合には，その影響を評価できるモデル化を行う。また，弁の剛性を考慮したモデル化を行う。

(3) 同一モデルに含める範囲は，原則としてアンカ点からアンカ点までとする。

(4) 分岐管がある場合には，その影響を考慮できるモデル化を行う。ただし，母管に対して分岐管の径が十分に小さく，分岐管の振動が母管に与える影響が小さい場合にはこの限りではない。

(5) 質点は応力が高くなると考えられる点に設定するとともに，代表的な振動モードを十分に表現できるように，適切な間隔で設ける。

(6) 配管の支持構造物は，以下の境界条件として扱うことを基本とする。

a. レストレイント：拘束方向の剛性を考慮する。

b. スナッバ：拘束方向の剛性を考慮する。

c. アンカ：6 方向の剛性を考慮する。

d. ガイド：拘束方向及び回転拘束方向の剛性を考慮する。

(7) 配管系の質量は，配管自体の質量の他に弁等の集中質量，保温材等の付加質量及び管内流体の質量を考慮するものとする。

(8) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

(1) 管の構造強度評価は,「4.1 固有周期の計算方法」に基づき作成した解析モデルによる地震応答解析を行い，得られたモーメント等から「5.4 計算方法」に記載した方法で構造強度評価実施する。配管系の動的解析手法としては，スペクトルモーダル解析法を用いる。評価に当たっては，以下の荷重を考慮する。

a. 内圧

b. 機械的荷重（自重その他の長期的荷重）

c. 機械的荷重（逃がし弁又は安全弁の吹出し反力及びその他の短期的荷重）

d. 地震荷重（基準地震動Ｓｓ，弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的震度による慣性力及び相対変位）

(2) 管に取り付く支持構造物の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき，以下に示す種類及び型式に区分して評価を実施する。

a. オイルスナッバ

b. メカニカルスナッバ

c. ロッドレストレイント

d. スプリングハンガ

e. コンスタントハンガ

f. リジットハンガ

g. レストレイント

h. アンカ

上記の支持構造物のうち，a.～e.については，Ⅴ-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」において,種別及び型式単位に設定した許容荷重に対する応力評価を実施し，計算応力が許容応力以下であることを確認していることから，荷重確認による評価を実施し，計算荷重が許容荷重以下であることを確認する。なお，支持構造物は強度計算及び耐震性についての計算の基本式が同一であることから，強度計算を耐震性についての計算に含めて実施する。

5.2　荷重の組合せ及び許容応力

種類及び型式に区分して評価を実施する。

耐震性についての計算において考慮する荷重の組合せ及び許容応力を表5－1～表5－3に示す。

表5－1　荷重の組合せ

施設分類*1	管クラス	荷重の組合せ*2		許容応力状態
ＤＢ	クラス１管	I_L＋Ｓｄ	（Ｄ＋Ｐ＋Ｍ＋Ｓｄ*）	$III_A S$
		II_L＋Ｓｄ		
		IV_L（Ｌ）＋Ｓｄ*3	（Ｄ＋P_L＋M_L＋Ｓｄ*）	$IV_A S$
		I_L＋Ｓｓ	（Ｄ＋Ｐ＋Ｍ＋Ｓｓ）	
		II_L＋Ｓｓ		
	クラス２管 クラス３管 クラス４管 火力技術基準適用の管	I_L＋Ｓｄ	（Ｄ＋P_D＋M_D＋Ｓｄ*）	$III_A S$
		II_L＋Ｓｄ		
		IV_L（Ｌ）＋Ｓｄ*4		
		I_L＋Ｓｓ	（Ｄ＋P_D＋M_D＋Ｓｓ）	$IV_A S$
		II_L＋Ｓｓ		

表5－1　荷重の組合せ（続き）

施設分類*1	管クラス	荷重の組合せ*2		許容応力状態
ＳＡ	重大事故等クラス２管（クラス１管）	$Ⅳ_L$（Ｌ）＋Ｓｄ*3	（Ｄ＋P_L＋M_L＋Ｓｄ*）	$Ⅳ_AS$*8
		I_L＋Ｓｓ	（Ｄ＋Ｐ＋Ｍ＋Ｓｓ）	
		$Ⅱ_L$＋Ｓｓ		
		$Ⅴ_L$（Ｌ）＋Ｓｄ*5、*6, *7	（Ｄ＋P_{SAL}＋M_{SAL}＋Ｓｄ）	$Ⅴ_AS$
		$Ⅴ_L$（ＬＬ）＋Ｓｓ*6, *7	（Ｄ＋P_{SALL}＋M_{SALL}＋Ｓｓ）	
	重大事故等クラス２管（クラス２，３，４管） 重大事故等クラス３管 火力技術基準適用の管	I_L＋Ｓｓ	（Ｄ＋P_D＋M_D＋Ｓｓ）	$Ⅳ_AS$*8
		$Ⅱ_L$＋Ｓｓ		
		$Ⅴ_L$＋Ｓｓ*7	（Ｄ＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ）	$Ⅴ_AS$

注記＊1：ＤＢ施設とＳＡ設備の兼用範囲はＤＢ施設及びＳＡ設備の荷重の組合せを考慮する。

＊2：運転状態の添字Ｌは荷重，（Ｌ）は荷重が長期間作用している状態，（ＬＬ）は（Ｌ）より更に長期間荷重が作用している状態を示す。右の（　）付の欄はⅤ-2-1-9「機能維持の基本方針」の荷重の組合せを示し，計算書では記載を省略する。

＊3：ECCS等（非常用炉心冷却系及びそれに関連する系統）に対しては，許容応力状態$Ⅲ_AS$とする。

＊4：ECCS等（非常用炉心冷却系及びそれに関連する系統）のみにおいて考慮する。

＊5：荷重の組合せ$Ⅴ_L$（Ｌ）＋Ｓｄは$Ⅴ_L$（ＬＬ）＋Ｓｓに包絡される場合，評価を省略する。

＊6：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲は重大事故等発生時の使用条件が設計条件（最高使用圧力・温度等）を超える時間が短期（10^{-2}年未満）であるため，運転状態Ⅴ（Ｓ）においてＳｄ又はＳｓ地震力との組合せは考慮不要である。

＊7：原子炉格納容器内の設備については，原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

＊8：$Ⅳ_AS$の評価をＤＢ施設の計算書に記載する場合，又は，$Ⅳ_AS$の評価が$Ⅴ_AS$の評価に包絡される場合，ＳＡ設備の計算書では$Ⅳ_AS$の評価の記載を省略する。

表5－2　許容応力（クラス１管及び重大事故等クラス２管であってクラス１管）

許容応力 状態	一次一般 膜応力	一次応力 （曲げ応力を含む）	一次＋二次応力	一次＋二次 ＋ピーク応力
ⅢＡＳ	1.5Ｓｍ*2	2.25Ｓｍ ただし，ねじりによる応力が 0.55Ｓｍを超える場合は，曲げとねじりによる応力について 1.8Ｓｍとする。	3Ｓｍ*3 Ｓｄ又はＳｓ地震動のみによる応力振幅について評価する。	Ｓｄ又はＳｓ地震動のみによる疲労累積係数と運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲労累積係数の和が 1.0 以下であること。
ⅣＡＳ ＶＡＳ*1	2Ｓｍ*2	3Ｓｍ ただし，ねじりによる応力が 0.73Ｓｍを超える場合は，曲げとねじりによる応力について 2.4Ｓｍとする。		

注記＊1：許容応力状態ＶＡＳは許容応力状態ⅣＡＳの許容限界を使用し，許容応力状態ⅣＡＳとして評価を実施する。

＊2：軸力による全断面平均応力については，許容応力状態ⅢＡＳの一次一般膜応力の許容値（1.5Ｓｍ）の0.8倍の値とする。

＊3：3Ｓｍを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合，設計・建設規格PVB-3300（同PVB-3313を除く）又はPPB-3536(1)，(2)，(4)及び(5)の簡易弾塑性解析を用いる。

表 5－3　許容応力（「クラス１管及び重大事故等クラス２管であってクラス１管」を除く管で耐震重要度分類Ｓクラス及びＳｓ機能維持対象）

許容応力状態	一次一般膜応力	一次応力（曲げ応力を含む）	一次＋二次応力	一次＋二次＋ピーク応力
ⅢＡＳ	Min(Ｓｙ，0.6Ｓｕ) *2 ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，上記値と 1.2Ｓｈとの大きい方。	Ｓｙ ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，上記値と 1.2Ｓｈとの大きい方。	Ｓｄ又はＳｓ地震動のみによる疲労解析を行い疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし，地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が 2Ｓｙ以下であれば，疲労解析は不要である。*3	
ⅣＡＳ ＶＡＳ*1	0.6Ｓｕ*2	0.9Ｓｕ		

注記＊1：許容応力状態ＶＡＳは許容応力状態ⅣＡＳの許容限界を使用し，許容応力状態ⅣＡＳとして評価を実施する。

＊2：軸力による全断面平均応力については，許容応力状態ⅢＡＳの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

＊3：2Ｓｙを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合，設計・建設規格PPB-3536(1)，(2)，(4)及び(5)（ただし，Ｓｍは2/3Ｓｙと読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

5.3　設計用地震力

設計用地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定した設計用床応答曲線を用いる。また，減衰定数はⅤ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

建屋床より自立する配管系については，設置階の設計用床応答曲線を用い，建屋壁より支持される配管系及び建屋中間階に設置される配管系については，上下階の設計用床応答曲線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，構築物を渡る配管系については，それぞれの据付位置の設計用床応答曲線のうち安全側のものを用いるものとする。ただし，設計用床応答曲線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。

5.4　計算方法

(1)　クラス１管及び重大事故等クラス２管であってクラス１管

a.　一次応力

(a)　管台及び突合せ溶接式ティー

$$S_{prm}=B_1\cdot P\cdot D_0/(2\cdot t)+B_{2b}\cdot M_{bp}/Z_b+B_{2r}\cdot M_{rp}/Z_r$$

(b)　(a)以外の管

$$S_{prm}=B_1\cdot P\cdot D_0/(2\cdot t)+B_2\cdot M_{ip}/Z_i$$

b.　一次＋二次応力

(a)　管台及び突合せ溶接式ティー

$$S_n=C_{2b}\cdot M_{bs}/Z_b+C_{2r}\cdot M_{rs}/Z_r$$

(b)　(a)以外の管

$$S_n=C_2\cdot M_{is}/Z_i$$

c.　ピーク応力

(a)　管台及び突合せ溶接式ティー

$$S_p=K_{2b}\cdot C_{2b}\cdot M_{bs}/Z_b+K_{2r}\cdot C_{2r}\cdot M_{rs}/Z_r$$

(b)　(a)以外の管

$$S_p=K_2\cdot C_2\cdot M_{is}/Z_i$$

d.　繰返しピーク応力強さ

$$S_\ell=K_e\cdot S_p/2$$

K_e：次の計算式により計算した値

イ.　$S_n<3\cdot S_m$の場合

$$K_e=1$$

ロ．　$S_n \geqq 3 \cdot S_m$場合

（イ）　$K < B_0$の場合

ⅰ．　$S_n / (3 \cdot S_m) < [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$ の場合

$$K_e = K_e^* = 1 + A_0 \cdot \{S_n / (3 \cdot S_m) - 1 / K\}$$

ⅱ．　$S_n / (3 \cdot S_m) \geqq [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$ の場合

$$K_e = K_e' = 1 + (q - 1)(1 - 3 \cdot S_m / S_n)$$

（ロ）　$K \geqq B_0$の場合

ⅰ．　$S_n / (3 \cdot S_m) < [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}] / a$ の場合

$$K_e = K_e^{**} = a \cdot S_n / (3 \cdot S_m) + A_0 \cdot (1 - 1 / K) + 1 - a$$

ⅱ．　$S_n / (3 \cdot S_m) \geqq [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}] / a$ の場合

$$K_e = K_e' = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n)$$

ここで，

$$K = S_p / S_n,$$

$$a = A_0 \cdot (1 - 1 / K) + (q - 1) - 2 \cdot \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}$$

q，A_0，B_0：下表に掲げる材料の種類に応じ，それぞれの同表に掲げる値

材料の種類	q	A_0	B_0
低合金鋼	3.1	1.0	1.25
マルテンサイト系ステンレス鋼	3.1	1.0	1.25
炭素鋼	3.1	0.66	2.59
オーステナイト系ステンレス鋼	3.1	0.7	2.15
高ニッケル合金	3.1	0.7	2.15

$S_n \geqq 3 \cdot S_m$の場合，5.4(1)d.ロ.に関わらず，次の計算式により計算した値を用いてもよい。

$K_e = \varepsilon_{ep} / \varepsilon_e$

e.　疲労累積係数

$\Sigma (n_i / N_i) \leqq 1.0$

(2)　(1)を除く管

a.　一次応力

$$S_{prm} = P \cdot D_0 / 4 \cdot t + 0.75 i_1 \cdot (M_a + M_b) / Z$$

b.　一次＋二次応力

$$S_n = (0.75 i_1 \cdot M_b^* + i_2 \cdot M_c) / Z$$

5.5　応力の評価

5.4項で求めた応力及び疲労累積係数が5.2項に示す許容値以下であることを確認する。

6. 機能維持評価

6.1 動的機能維持評価方法

管の地震応答解析から得られた弁の機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は構造強度評価を実施し，計算応力が許容応力以下であることを確認する。

7. 耐震計算書のフォーマット

耐震計算書は，設計基準対象施設の耐震計算書と重大事故等対処設備の耐震計算書とに分けて作成し，それぞれ以下の項目を記載する。

(1) 概要

本基本方針及びⅤ-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき，管，支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示す旨を記載する。なお，支持構造物は強度計算及び耐震性についての計算の基本式が同一であることから，強度計算を耐震性についての計算に含めて実施している旨を記載する。

また，評価結果の記載方法は以下とする旨を記載する。

a. 管

工事計画記載範囲の管のうち，各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。また，各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

b. 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち，種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

c. 弁

評価結果を記載する対象弁は，工認主要弁かつ動的機能維持要求弁とし，機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として，弁型式別に評価結果を記載する。

(2) 概略系統図及び鳥瞰図

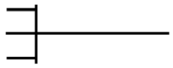
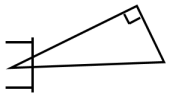
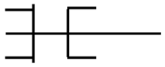
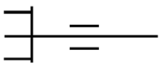
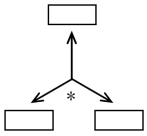
a. 概略系統図

工事計画記載範囲の系統の概略を示した図面を添付する。

b. 鳥瞰図

評価結果記載の解析モデルの解析モデル図を添付する。鳥瞰図に示す記号例を下表に示す。

記号例	内容
━━━━━（太線）	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
――――――（細線）	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他計算書記載範囲の管
･--------（破線）	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管

記号例	内容
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント （本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッバについても同様とする。）
	スナッバ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(㎜) （＊は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，□内に変位量を記載する。）

(3) 計算条件

本項目記載内容及び記載フォーマットを FORMAT 耐-1～耐-7 に示す。

(4) 解析結果及び評価

本項目記載内容及び記載フォーマットを FORMAT 耐-8～耐-13 に示す。

・FORMAT 耐-1：

荷重の組合せ及び許容応力

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, 4	許容応力状態*5

注記＊1：ＤＢは設計基準対象施設，ＳＡは重大事故等対処設備を示す。

＊2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／防止（ＤＢ拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張)，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／緩和（ＤＢ拡張)」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊3：運転状態の添字Ｌは荷重，（Ｌ)は荷重が長期間作用している状態，（ＬＬ)は(Ｌ)より更に長期間荷重が作用している状態を示す。

＊4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

＊5：許容応力状態ＶＡＳは許容応力状態ⅣＡＳの許容限界を使用し，許容応力状態ⅣＡＳとして評価を実施する。

・FORMAT 耐-2：

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥瞰図番号

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震重要度分類	縦弾性係数 (MPa)

・FORMAT 耐-3：

配管の付加質量，フランジ部の質量，弁部の質量

鳥瞰図番号

質量	対応する評価点

注：配管の付加質量は，保温等の配管に付加される重量を示す

・FORMAT 耐-4：

弁部の寸法

鳥瞰図番号

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)

・FORMAT 耐-5：

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図番号

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N･mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z

・FORMAT 耐-6：

材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度(℃)	許容応力(MPa)＊			
		S_m	S_y	S_u	S_h

注記＊：評価に使用しない許容応力については「―」と記載する。

・FORMAT 耐-7：

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお，設計用床応答曲線はⅤ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを用いる。また，減衰定数はⅤ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)

・FORMAT 耐-8：

固有周期及び設計震度

鳥瞰図番号

適用する地震動等		Ｓｄ及び静的震度			Ｓｓ		
モード	固有周期(s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		Ｘ方向	Ｚ方向	Ｙ方向	Ｘ方向	Ｚ方向	Ｙ方向
1次							
2次							
・・・							
8次							
n次							
n＋1次*2		―	―	―	―	―	―
動的震度*3							
静的震度*4					―	―	―

注：本表はＳクラスの場合を示す。なお，Ｓｓ機能維持評価の場合は，「Ｓｄ及び静的震度」欄及び「静的震度」欄を削除したものを使用する。

注記＊1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

＊2：n次までは固有周期が0.050sより長いモード，n＋1次は固有周期0.050s以下のモードを示す。

＊3：Ｓｄ又はＳｓ地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

＊4：3.6Ｃｉ及び1.2Ｃｖより定めた震度を示す。

・FORMAT 耐-9：

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図番号

モード	固有周期(s)	刺激係数*		
		Ｘ方向	Ｙ方向	Ｚ方向
1次				
2次				
・・・				
8次				
n次				

注：3次モードまでを代表として，各質点の変位の相対量・方向を示した振動モード図を添付する。

注記＊：刺激係数は，モード質量を正規化し，固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

FORMAT 耐-10-1：

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス１管

鳥瞰図	許容応力状態	最大応力評価点	配管要素名称	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)				一次＋二次応力評価 (MPa)		疲労評価
					一次応力 $S_{prm}(Sd)$ $S_{prm}(Ss)$	許容応力 $2.25S_m$ $3S_m$	ねじり応力 $S_t(Sd)$ $S_t(Ss)$	許容応力 $0.55S_m$ $0.73S_m$	一次＋二次応力 $S_n(Ss)$	許容応力 $3S_m$	疲労累積係数 $U+US_s$
鳥瞰図番号	III_AS			$S_{prm}(Sd)$	Max	$2.25S_m$	—	—	—	—	—
	III_AS			$S_t(Sd)$	—	—	Max*1	$0.55S_m$	—	—	—
	IV_AS			$S_{prm}(Ss)$	Max	$3S_m$	—	—	—	—	—
	IV_AS			$S_t(Ss)$	—	—	Max*1	$0.73S_m$	—	—	—
	IV_AS			$S_n(Ss)$	—	—	—	—	Max	$3S_m$	$U+US_s$*2
	IV_AS			$U+US_s$	—	—	—	—	—	—	Max

注：本表は曲げ＋ねじり応力評価を除く評価結果を示すものである。

注記＊1：ねじり応力が許容応力状態III_ASのとき $0.55S_m$，又は許容応力状態IV_ASのとき $0.73S_m$を超える場合は，曲げ＋ねじり応力評価を実施する。

＊2：一次＋二次応力が $3S_m$以下の場合は「—」と記載する。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態III_ASのとき $0.55S_m$，又は許容応力状態IV_ASのとき $0.73S_m$を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図	評価点	一次応力評価(MPa)			
		ねじり応力 $S_t(Sd)$ $S_t(Ss)$	許容応力 $0.55S_m$ $0.73S_m$	曲げとねじり応力 $S_t+S_b(Sd)$ $S_t+S_b(Ss)$	許容応力 $1.8S_m$ $2.4S_m$
鳥瞰図番号		Max Max	$0.55S_m$ $0.73S_m$	Max Max	$1.8S_m$ $2.4S_m$

注：本表はねじり＋曲げ応力評価結果を示すものである。

・FORMAT 耐-10-2：

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス２以下の管

鳥瞰図	許容応力状態	最大応力評価点	最大応力区分	一次応力評価(MPa)		一次＋二次応力評価(MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm}(S_d)$ $S_{prm}(S_s)$	許容応力 S_y*1 $0.9S_u$	計算応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $2S_y$	疲労累積係数 US_s
鳥瞰図番号	III_AS IV_AS IV_AS		$S_{prm}(S_d)$ $S_{prm}(S_s)$ $S_n(S_s)$	Max Max —	S_y*1 $0.9S_u$ —	— — Max	— — $2S_y$	— — US_s*2

注記＊1：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，S_yと 1.2S_hのうち大きい方とする。

＊2：一次＋二次応力が$2S_y$以下の場合は「—」と記載する。

・FORMAT 耐-10-3：

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス２管であってクラス１管

鳥瞰図	許容応力状態	最大応力評価点	配管要素名称	最大応力区分	一次応力評価(MPa)				一次＋二次応力評価(MPa)		疲労評価
					一次応力 $S_{prm}(S_s)$	許容応力 $3S_m$	ねじり応力 $S_t(S_s)$	許容応力 $0.73S_m$	一次＋二次応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $3S_m$	疲労累積係数 $U+US_s$
鳥瞰図番号	V_AS V_AS V_AS V_AS			$S_{prm}(S_s)$ $S_t(S_s)$ $S_n(S_s)$ $U+US_s$	Max — — —	$3S_m$ — — —	— Max*1 — —	— $0.73S_m$ — —	— — Max —	— — $3S_m$ —	— — $U+US_s$*2 Max

注：本表は曲げ＋ねじり応力評価を除く評価結果を示すものである。

注記＊1：ねじり応力が許容応力状態V_ASのとき 0.73S_mを超える場合は，曲げ＋ねじり応力評価を実施する。

＊2：一次＋二次応力が$3S_m$以下の場合は「—」と記載する。

下表に示すごとくねじりによる応力が許容応力状態ＶＡＳのとき 0.73Ｓｍを超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図	評価点	一次応力評価(MPa)			
		ねじり応力 Ｓｔ（Ｓｓ）	許容応力 0.73Ｓｍ	曲げとねじり応力 Ｓｔ＋Ｓｂ（Ｓｓ）	許容応力 2.4Ｓｍ
鳥瞰図番号		Max	0.73Ｓｍ	Max	2.4Ｓｍ

注：本表はねじり＋曲げ応力評価結果を示すものである。

・FORMAT 耐-10-4：

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス２管であってクラス２以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価(MPa)		一次＋二次応力評価(MPa)		疲労評価
				計算応力 Ｓｐｒｍ(Ｓｓ)	許容応力 0.9Ｓｕ	計算応力 Ｓｎ(Ｓｓ)	許容応力 2Ｓｙ	疲労累積係数 ＵＳｓ
鳥瞰図 番号	ＶＡＳ ＶＡＳ		Ｓｐｒｍ(Ｓｓ) Ｓｎ(Ｓｓ)	Max —	0.9Ｓｕ —	— Max	— 2Ｓｙ	— ＵＳｓ*

注記＊：一次＋二次応力が２Ｓｙ以下の場合は「—」と記載する。

・FORMAT 耐-11：

支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果(荷重評価)

支持構造物番号	種類	型式	材質	温度(℃)	評価結果	
					計算荷重(kN)	許容荷重(kN)
	メカニカルスナッバ		V-2-1-12 「配管及び支持構造物の耐震計算について」参照			
	オイルスナッバ					
	ロッドレストレイント					
	スプリングハンガ					
	コンスタントハンガ					
	リジットハンガ					

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物番号	種類	型式	材質	温度(℃)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN･m)			応力分類	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)
					F_X	F_Y	F_Z	M_X	M_Y	M_Z			
	アンカ												
	レストレイント												

注： 評価対象がない場合はすべての欄に「—」と記載する。

ⅢAS，ⅣASの評価結果のうち，裕度が最小の結果を記載する。

・FORMAT 耐-12：

弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能＊1	機能維持評価用加速度（×9.8m/s^2）		機能確認済加速度（×9.8m/s^2）		構造強度評価結果＊2（MPa）	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力

注：評価対象がない場合はすべての欄に「―」と記載する。

注記＊1：要求機能は，弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

α（Ｓｓ）：基準地震動Ｓｓ，弾性設計用地震動Ｓｄ時に動的機能が要求されるもの

α（Ｓｄ）：弾性設計用地震動Ｓｄ時に動的機能が要求されるもの

β（Ｓｓ）：基準地震動Ｓｓ，弾性設計用地震動Ｓｄ後に動的機能が要求されるもの

β（Ｓｄ）：弾性設計用地震動Ｓｄ後に動的機能が要求されるもの

＊2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は構造強度評価を実施し，計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「―」と記載する。

・FORMAT 耐-13-1：

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス＊範囲）

Ｎｏ	配管モデル	許容応力状態　ⅢＡＳ					許容応力状態　ⅣＡＳ												
		一次応力					一次応力					一次＋二次応力＊					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表

注：　耐震重要度分類Ｓクラス範囲の記載方法（重大事故等クラス２でクラス１管と重大事故等クラス２でクラス２，３管は上記の表を分けて記載する。）

注記＊：ⅢＡＳの一次＋二次応力の許容値はⅣＡＳと同様であることから，地震荷重が大きいⅣＡＳの一次＋二次応力裕度最小を代表とする。

・FORMAT 耐-13-2：

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し，応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載している。下表に，代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス＊範囲）

Ｎｏ	配管モデル	許容応力状態　ＶＡＳ												
		一次応力					一次＋二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力(MPa)	許容応力(MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表

注：　耐震重要度分類Ｓクラスを含まない，Ｓｓ機能維持の範囲の記載方法

添付資料-7　計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　評価方針 …… 1
2.2　適用規格・基準等 …… 2
2.3　記号の説明 …… 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 …… 4
3.　評価部位 …… 5
4.　固有周期 …… 5
5.　構造強度評価 …… 5
5.1　構造強度評価方法 …… 5
5.2　設計用地震力 …… 6
5.3　計算方法 …… 7
5.4　応力の評価 …… 12
6.　機能維持評価 …… 13
6.1　電気的機能維持評価方法 …… 13
7.　耐震計算書のフォーマット …… 13
7.1　直立形計装ラックの耐震計算書のフォーマット …… 13
7.2　壁掛形計装ラックの耐震計算書のフォーマット …… 13

1. 概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている計装ラック（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できない計装ラックにあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

計装ラックの応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，計装ラックの機能維持評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が電気的機能確認済加速度以下であることを，「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

計装ラックの耐震評価フローを図 2－1 に示す。

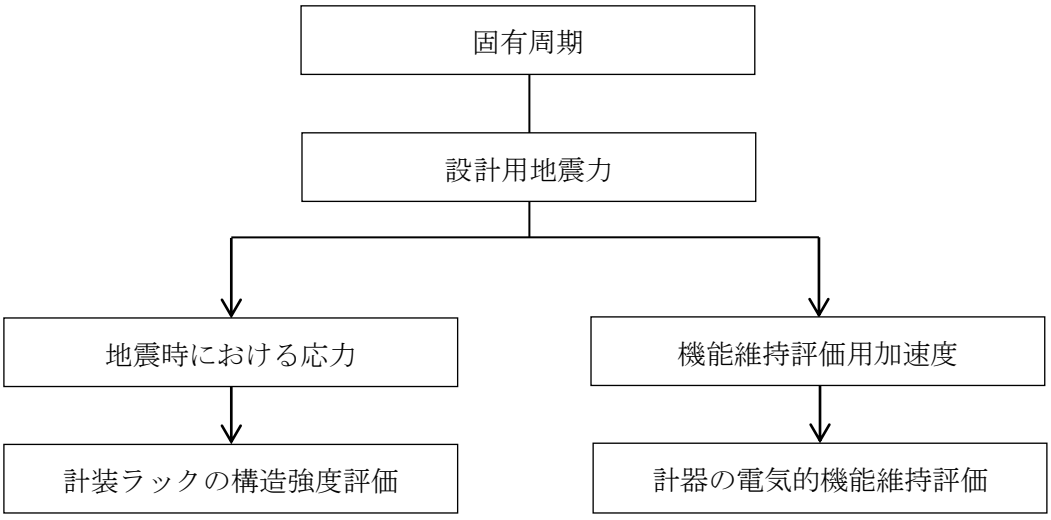


図 2－1 計装ラックの耐震評価フロー

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社)日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積*1	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径*1	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値*1	MPa
F_i^*	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値*1	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）*1	N
F_{b1i}	鉛直方向地震及び壁掛取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1 本当たり）（壁掛形）*1	N
F_{b2i}	鉛直方向地震及び壁掛取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1 本当たり）（壁掛形）*1	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離*2	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{1i}	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{2i}	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{3i}	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離（壁掛形）*1	mm
m_i	計装ラックの質量*2	kg
n_i	ボルトの本数*1	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（直立形）*1	—
n_{fVi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（鉛直方向）（壁掛形）*1	—
n_{fHi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（水平方向）（壁掛形）*1	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力*1	N
Q_{b1i}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
Q_{b2i}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値*1	MPa
S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値*1	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値*1	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記＊1：A_{bi}，d_i，F_i，F_i^*，F_{bi}，F_{b1i}，F_{b2i}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，ℓ_{1i}，ℓ_{2i}，ℓ_{3i}，n_i，n_{fi}，n_{fVi}，n_{fHi}，Q_{bi}，Q_{b1i}，Q_{b2i}，S_{ui}，S_{yi}，S_{yi}（ＲＴ），σ_{bi}及びτ_{bi}の添字ｉの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：基礎ボルト

ｉ＝2：取付ボルト

＊2：h_i及びm_iの添字iの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：据付面

ｉ＝2：取付面

＊3：$\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	－	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	―	―	整数位
質量	kg	―	―	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

計装ラックの耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる取付ボルト及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4. 固有周期

計装ラックの固有周期は，振動試験（加振試験又は自由振動試験）にて求める。なお，振動試験により固有周期が求められていない計装ラックについては，構造が同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験より算定された固有周期を使用する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

(1) 計装ラックの質量は重心に集中しているものとする。

(2) 地震力は計装ラックに対して，水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(3) 計装ラックは取付ボルトでチャンネルベースに固定されており，固定端とする。

(4) チャンネルベースは基礎ボルト又は埋込金物で基礎と固定されており，固定端とする。

(5) 床面据付の計装ラックの転倒方向は，図5－1概要図（直立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。壁掛形の計装ラック*については，図5－2概要図（壁掛形）における正面方向及び側面方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方を記載する。

(6) 計装ラックの重心位置については，転倒方向を考慮して，計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。

(7) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

注記＊：壁掛形の計装ラックの転倒方向は，計装ラックを正面より見て左右に転倒する場合を「正面方向転倒」，前方に転倒する場合を「側面方向転倒」という。

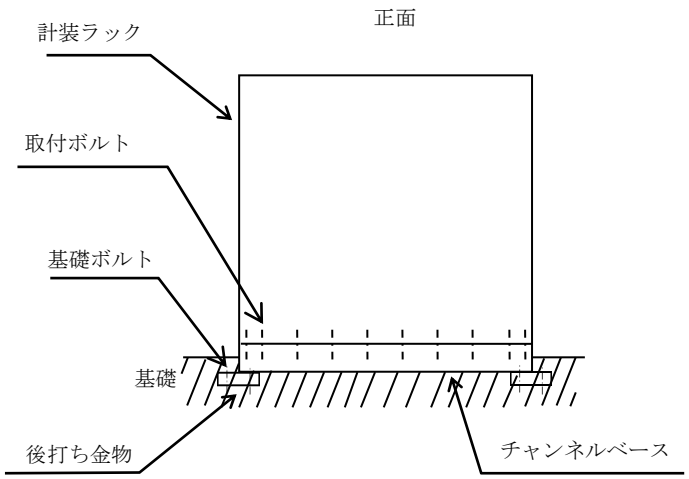


図 5－1　概要図（直立形）

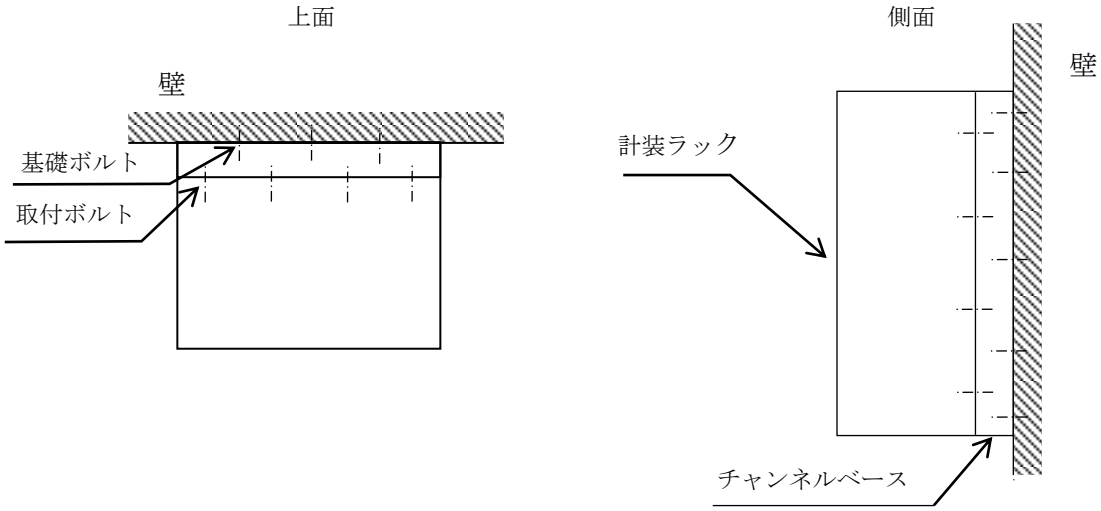


図 5－2　概要図（壁掛形）

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。なお，壁掛型の計装ラックの設計用地震力については，設置床上下階のいずれか大きい方を用いる。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

5.3.1.1　ボルトの計算方法

ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。計算モデルは，取付ボルトの場合を示す。

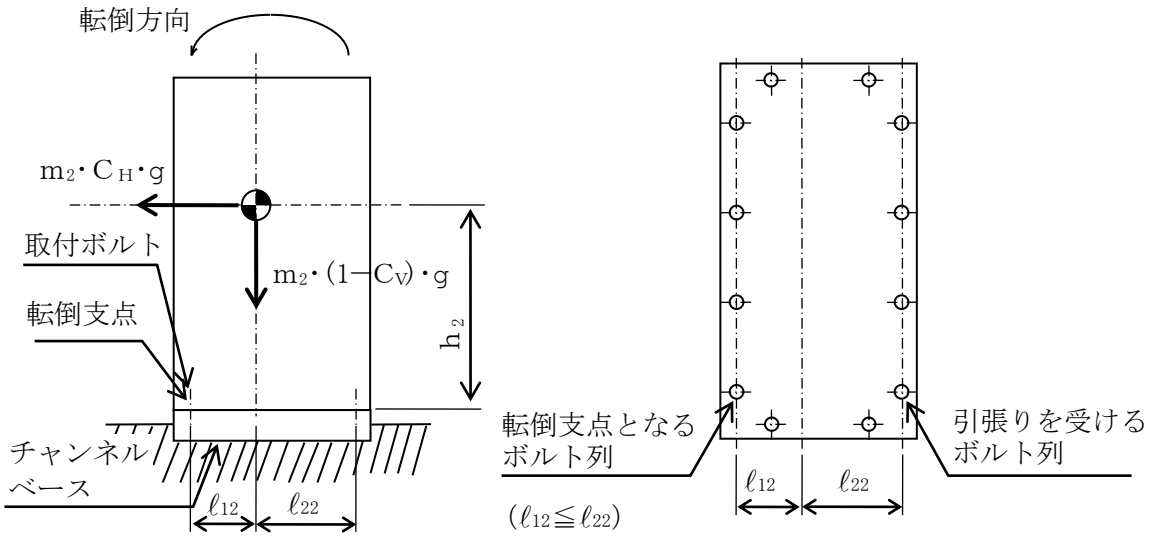


図5－3(1)　計算モデル

（直立形　短辺方向転倒－1（1－C_V）≧0 の場合）

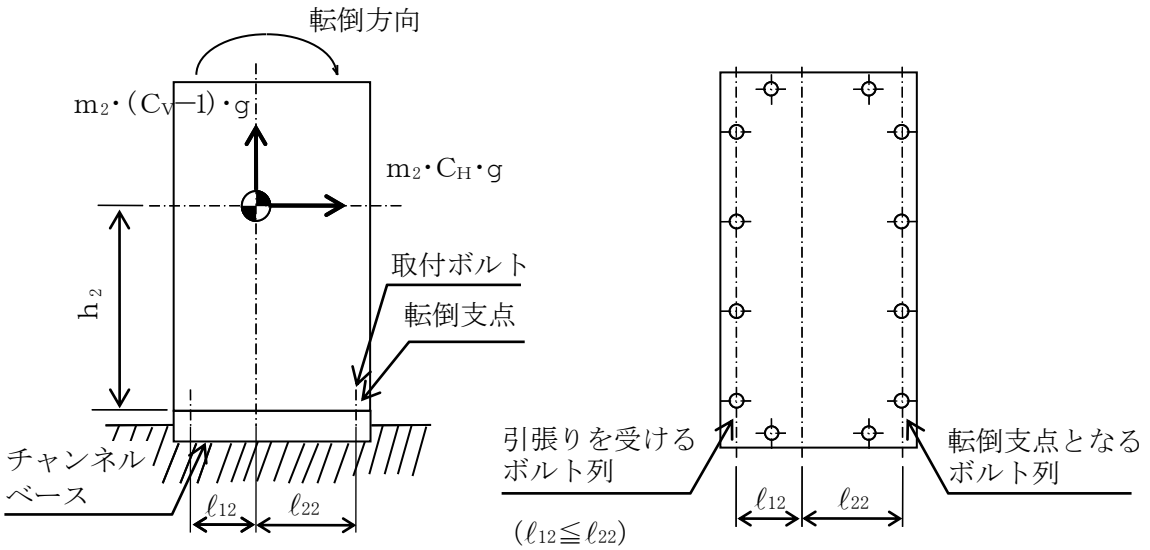


図5－3(2)　計算モデル

（直立形　短辺方向転倒－2（1－C_V）＜0 の場合）

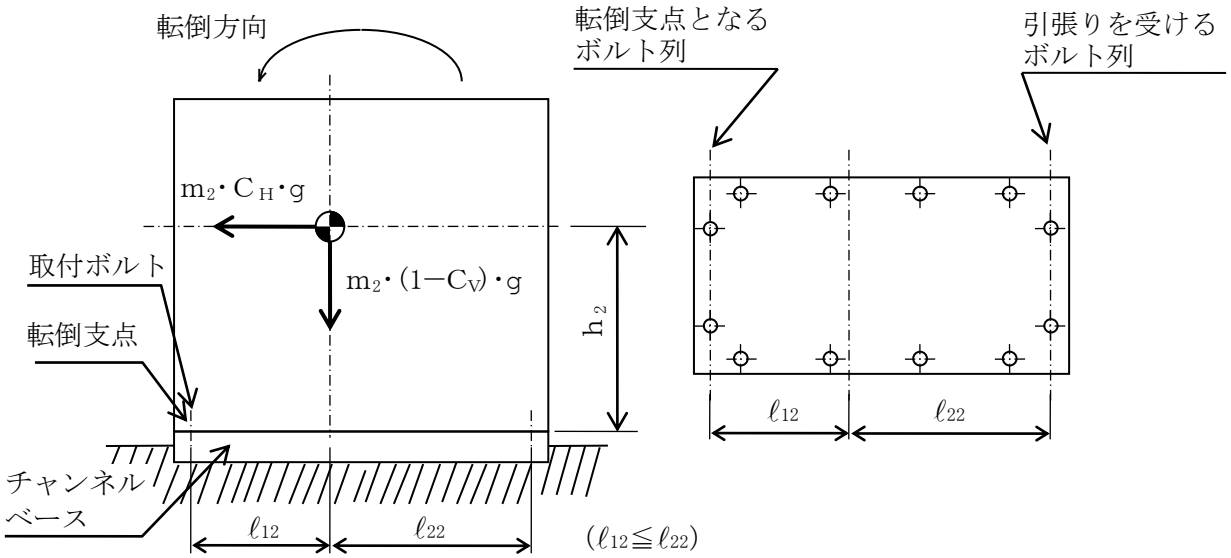


図5－3(3)　計算モデル

（直立形　長辺方向転倒－1（1－Cv）≧0 の場合）

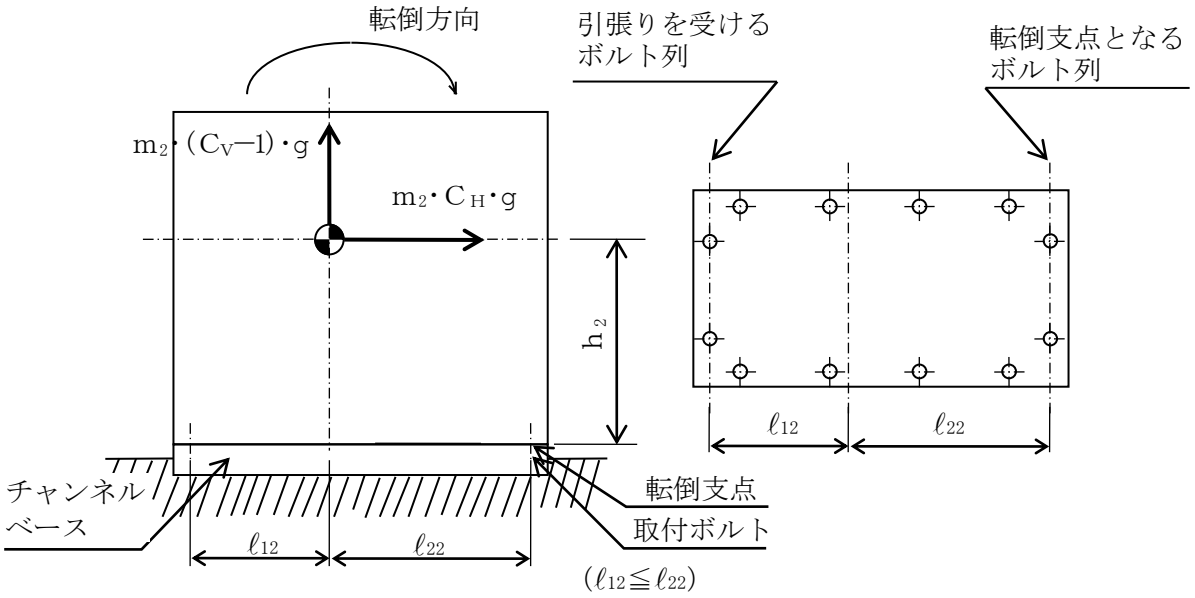


図5－3(4)　計算モデル

（直立形　長辺方向転倒－2（1－Cv）＜0 の場合）

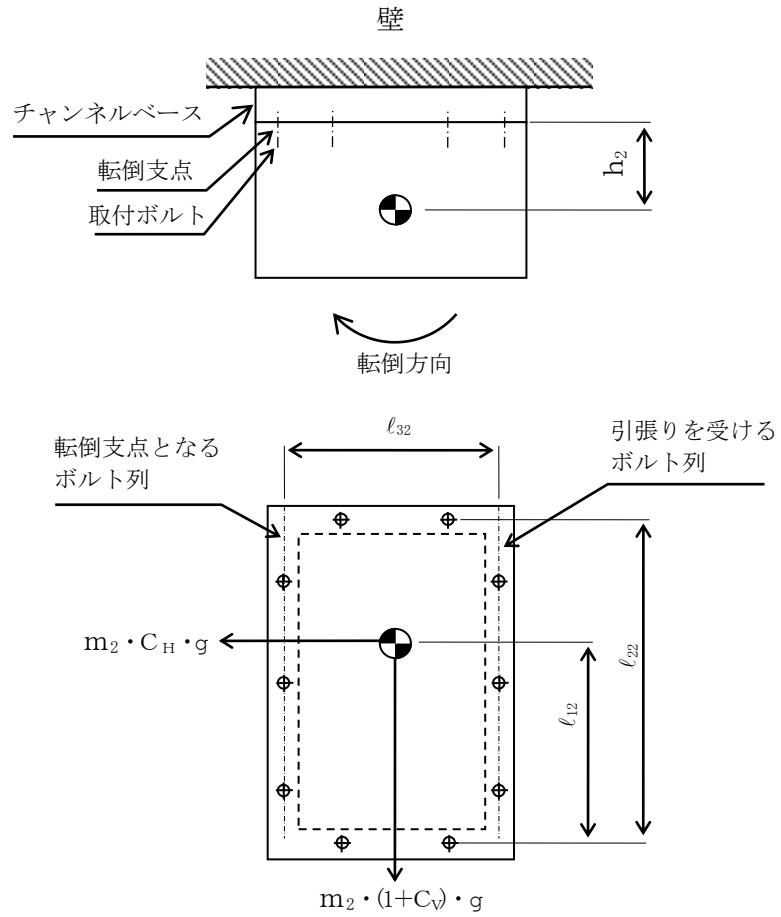


図 5－4(1)　計算モデル（壁掛形　正面方向転倒の場合）

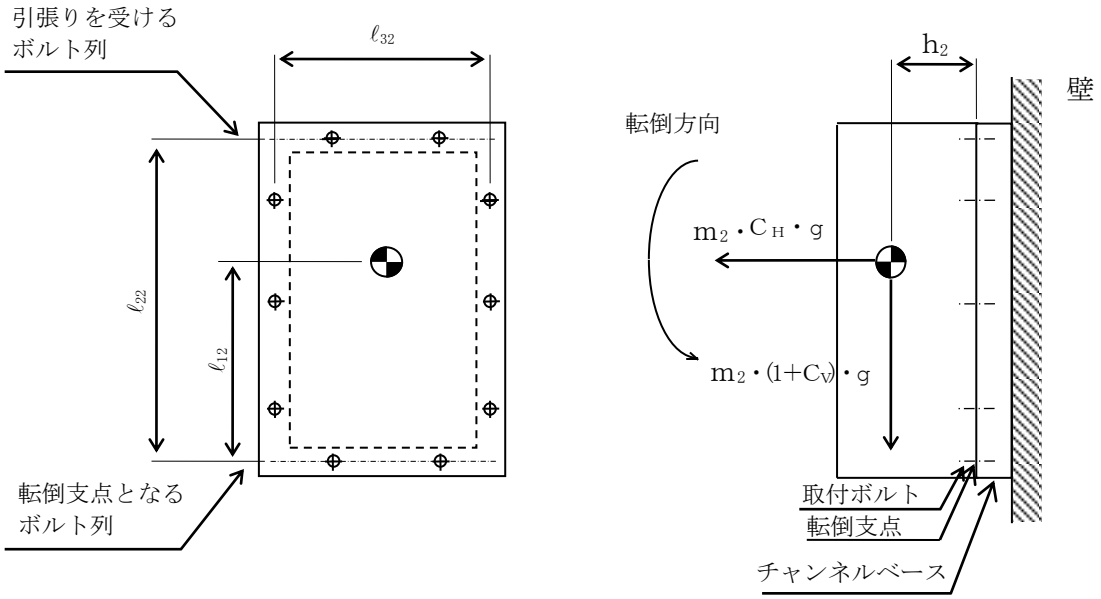


図 5－4(2)　計算モデル（壁掛形　側面方向転倒の場合）

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は，最も厳しい条件として，図5－3及び図5－4で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図5－3(1)及び図5－3(3)の場合の引張力

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot C_H\cdot h_i-m_i\cdot g\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{1i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.1)$$

計算モデル図5－3(2)及び図5－3(4)の場合の引張力

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot g\cdot C_H\cdot h_i-m_i\cdot g\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{2i}}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.2)$$

計算モデル図5－4(1)及び図5－4(2)の場合の引張力

$$F_{b1i}=\frac{m_i\cdot(1+C_V)\cdot h_i\cdot g}{n_{fVi}\cdot \ell_{2i}}+\frac{m_i\cdot C_H\cdot h_i\cdot g}{n_{fHi}\cdot \ell_{3i}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.3)$$

$$F_{b2i}=\frac{m_i\cdot(1+C_V)\cdot h_i\cdot g+m_i\cdot C_H\cdot \ell_{1i}\cdot g}{n_{fVi}\cdot \ell_{2i}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.4)$$

$$F_{bi}=\mathrm{Max}(F_{b1i},F_{b2i}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.5)$$

引張応力

$$\sigma_{bi}=\frac{F_{bi}}{A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.6)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_{bi}は次式により求める。

$$A_{bi}=\frac{\pi}{4}\cdot d_i^{\,2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.7)$$

ただし，F_{bi}が負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

a. 直立形の場合

$$Q_{bi} = m_i \cdot g \cdot C_H \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.8)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b1i} = m_i \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.9)$$

$$Q_{b2i} = m_i \cdot (1 + C_V) \cdot g \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.10)$$

$$Q_{bi} = \sqrt{(Q_{b1i})^2 + (Q_{b2i})^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.11)$$

せん断応力

$$\tau_{bi} = \frac{Q_{bi}}{n_i \cdot A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.3.1.1.12)$$

5.4　応力の評価

5.4.1　ボルトの応力評価

5.3.1.1項で求めたボルトの引張応力σ_{bi}は次式より求めた許容引張応力f_{tsi}以下であること。ただし，f_{toi}は下表による。

$$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.4.1.1)$$

せん断応力τ_{bi}は，せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力f_{sbi}以下であること。ただし，f_{sbi}は下表による。

〔ボルトの軸断面積による評価〕

	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\dfrac{F_i}{2}\cdot 1.5$	$\dfrac{F_i^{*}}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\dfrac{F_i}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\dfrac{F_i^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の電気的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき加振試験により確認した加速度を用いることとし，個別計算書にその旨を記載する。

7. 耐震計算書のフォーマット

7.1 直立形計装ラックの耐震計算書のフォーマット

直立形計装ラックの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

7.2 壁掛形計装ラックの耐震計算書のフォーマット

壁掛形計装ラックの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅢ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡ及びⅣを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマットⅠ　直立形計装ラックの設計基準対象施設としての評価結果】

【○○計装ラックの耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L.　　*			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)		*1	(M　　)				
取付ボルト (ｉ＝2)		*1	(M　　)				

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	*1	*1					
	*1	*1					
取付ボルト (ｉ＝2)	*1	*1					
	*1	*1					

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）				
取付ボルト（ｉ＝2）				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅡ　直立形計装ラックの重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L.　　*			—	—	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)		*1	(M　　)				
取付ボルト (ｉ＝2)		*1	(M　　)				

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	*1	*1		—		—	
	*1	*1					
取付ボルト (ｉ＝2)	*1	*1		—		—	
	*1	*1					

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。
＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―		―	
取付ボルト（ｉ＝2）	―		―	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	―	―	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	―	―	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

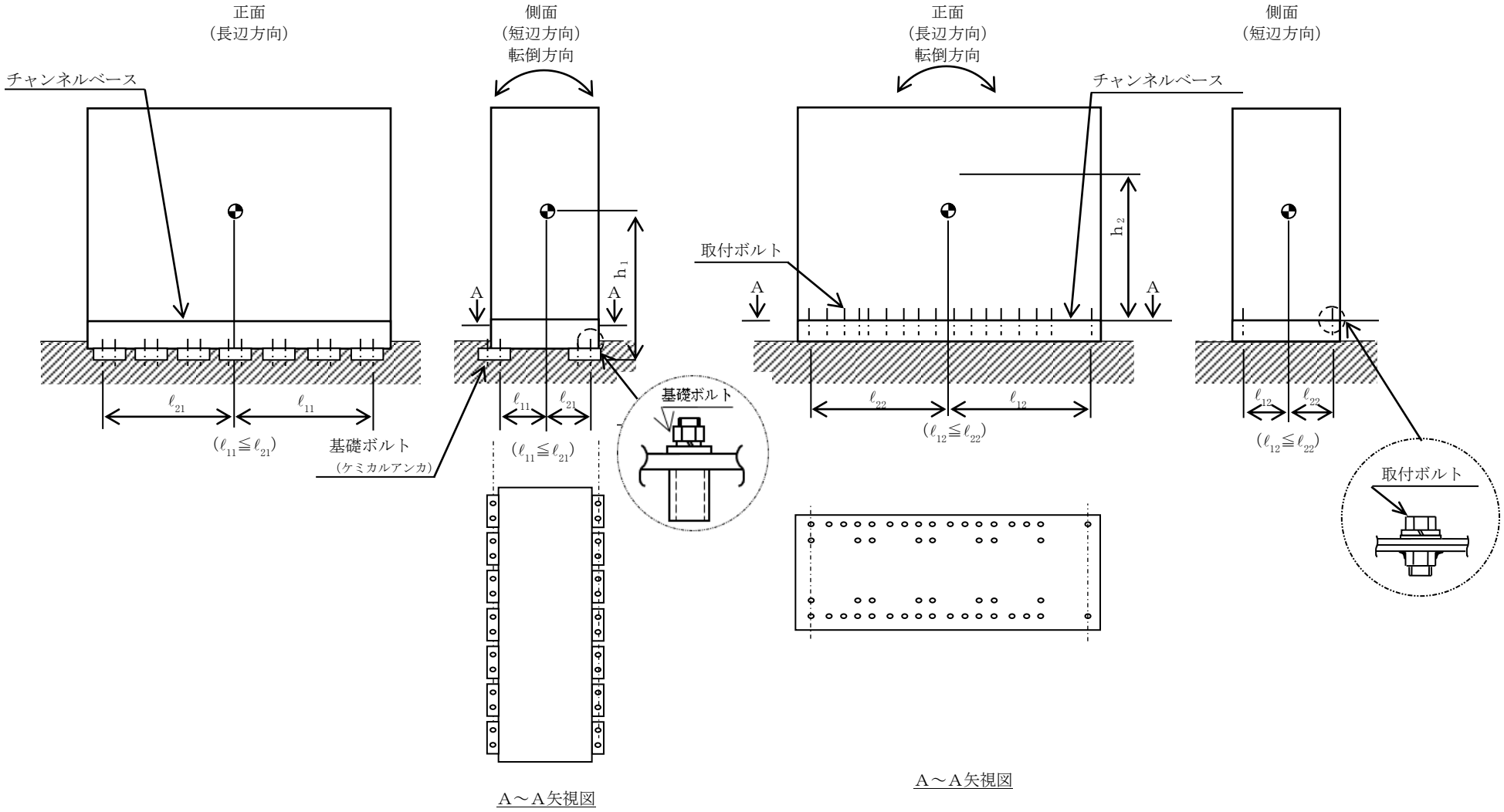
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
チャンネルベース
ℓ_{21}
ℓ_{11}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【フォーマットⅢ　壁掛形計装ラックの設計基準対象施設としての評価結果】
【○○計装ラックの耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L. *)			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記　＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　　)				

部材	n_{fVi}*	n_{fHi}*	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)									
取付ボルト (ｉ＝2)									

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1)				
取付ボルト（ｉ＝2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1)		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2)		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅣ　壁掛形計装ラックの重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L. *)			—	—	C_H=	C_V=	

注記 ＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　)				

部材	n_{fVi}*	n_{fHi}*	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)						—		—	
取付ボルト (i＝2)						—		—	

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―		―	
取付ボルト（ｉ＝2）	―		―	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	―	―	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	―	―	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

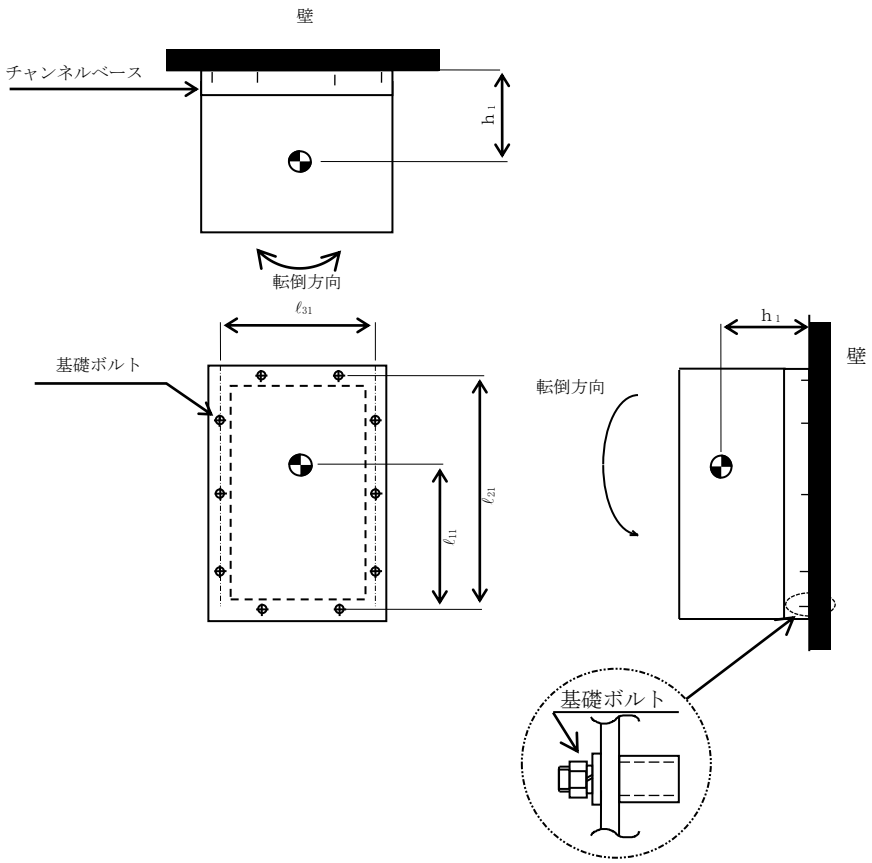
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

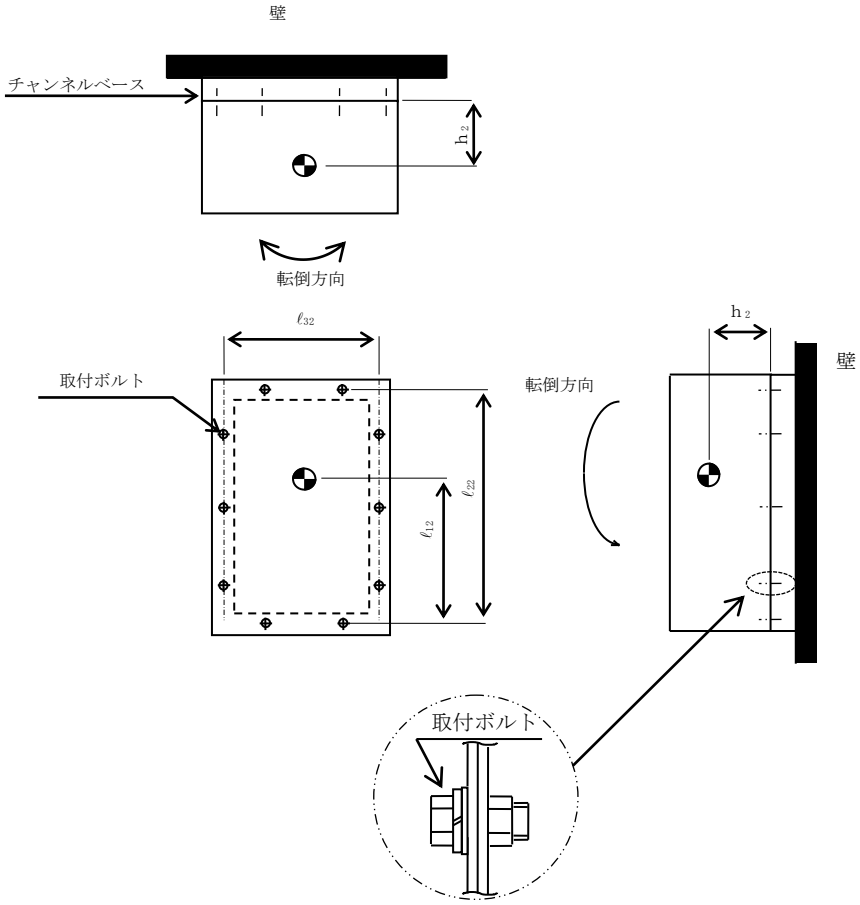
2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。


壁
チャンネルベース
h_1
転倒方向
ℓ_{31}
基礎ボルト
ℓ_{21}
ℓ_{11}
転倒方向
h_1
壁
基礎ボルト


壁
チャンネルベース
h_2
転倒方向
ℓ_{32}
取付ボルト
ℓ_{22}
ℓ_{12}
転倒方向
h_2
壁
取付ボルト

添付資料-8　計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　評価方針 ····· 1
2.2　適用規格・基準等 ····· 2
2.3　記号の説明 ····· 3
2.4　計算精度と数値の丸め方 ····· 4
3.　評価部位 ····· 5
4.　固有周期 ····· 5
5.　構造強度評価 ····· 5
5.1　構造強度評価方法 ····· 5
5.2　設計用地震力 ····· 7
5.3　計算方法 ····· 7
5.4　応力の評価 ····· 13
6.　機能維持評価 ····· 14
6.1　電気的機能維持評価方法 ····· 14
7.　耐震計算書のフォーマット ····· 14
7.1　直立形計器スタンションの耐震計算書のフォーマット ····· 14
7.2　壁掛形計器スタンションの耐震計算書のフォーマット ····· 14

1. 概要

本資料は，Ｖ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている計器スタンション（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ｖ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できない計器スタンションにあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

計器スタンションの応力評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，計器スタンションの機能維持評価は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が電気的機能確認済加速度以下であることを，「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

計器スタンションの耐震評価フローを図 2－1 に示す。

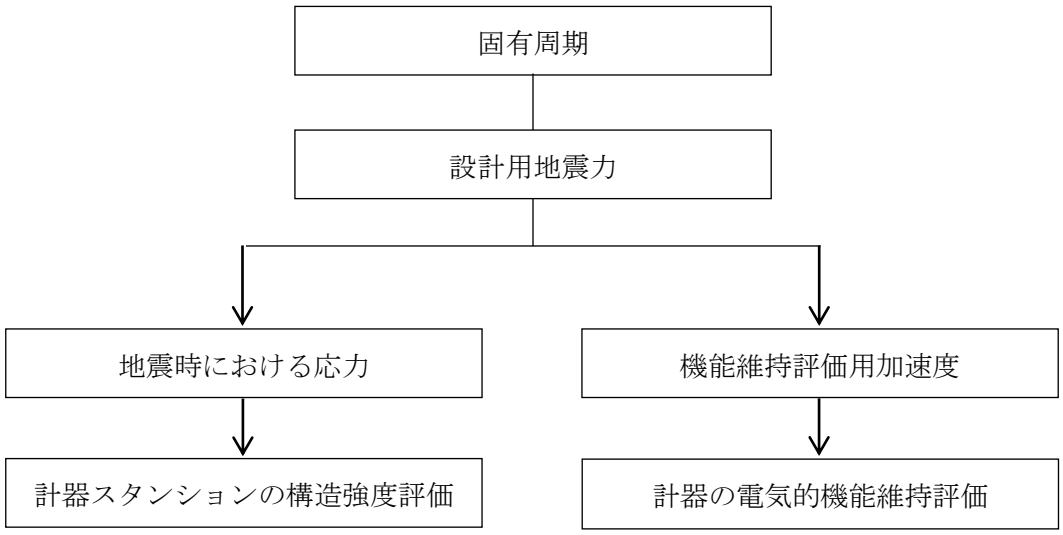


図 2－1 計器スタンションの耐震評価フロー

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社)日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格　SSB-3121.1(1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F_{b1}	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）（壁掛形）	N
F_{b2}	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）（壁掛形）	N
f_{sb}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
h_1	取付面から重心までの距離	mm
h_2	取付面から重心までの距離（壁掛形）	mm
ℓ_1	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
ℓ_2	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
ℓ_3	重心と下側ボルト間の距離（壁掛形）	mm
ℓ_a	側面（左右）ボルト間の距離（壁掛形）	mm
ℓ_b	上下ボルト間の距離（壁掛形）	mm
m	計器スタンションの質量	kg
n	ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
n_{fV}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（鉛直方向）（壁掛形）	—
n_{fH}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（水平方向）（壁掛形）	—
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
S_u	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値	MPa
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記＊：$\ell_1 \leqq \ell_2$

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	－	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	―	―	整数位
質量	kg	―	―	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

計器スタンションの耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて評価を実施する。

4. 固有周期

計器スタンションの固有周期は，振動試験（加振試験又は自由振動試験）にて求める。なお，振動試験により固有周期が求められていない計器スタンションについては，構造が同様な振動特性を持つ計器スタンションに対する振動試験より算定された固有周期を使用する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

(1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。

(2) 地震力は計器スタンションに対して，水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(3) 計器スタンションは基礎ボルトで床面及び壁面に固定されており，固定端とする。

(4) 転倒方向*は，図5－1概要図（直立形）における正面方向及び側面方向並びに図5－2概要図（壁掛形）における正面方向及び側面方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。

(5) 計器スタンションの重心位置については，転倒方向を考慮して，計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。

(6) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

注記＊：計器スタンションの転倒方向は，計器スタンションを正面より見て左右に転倒する場合を「正面方向転倒」，前方または後方に転倒する場合を「側面方向転倒」という。

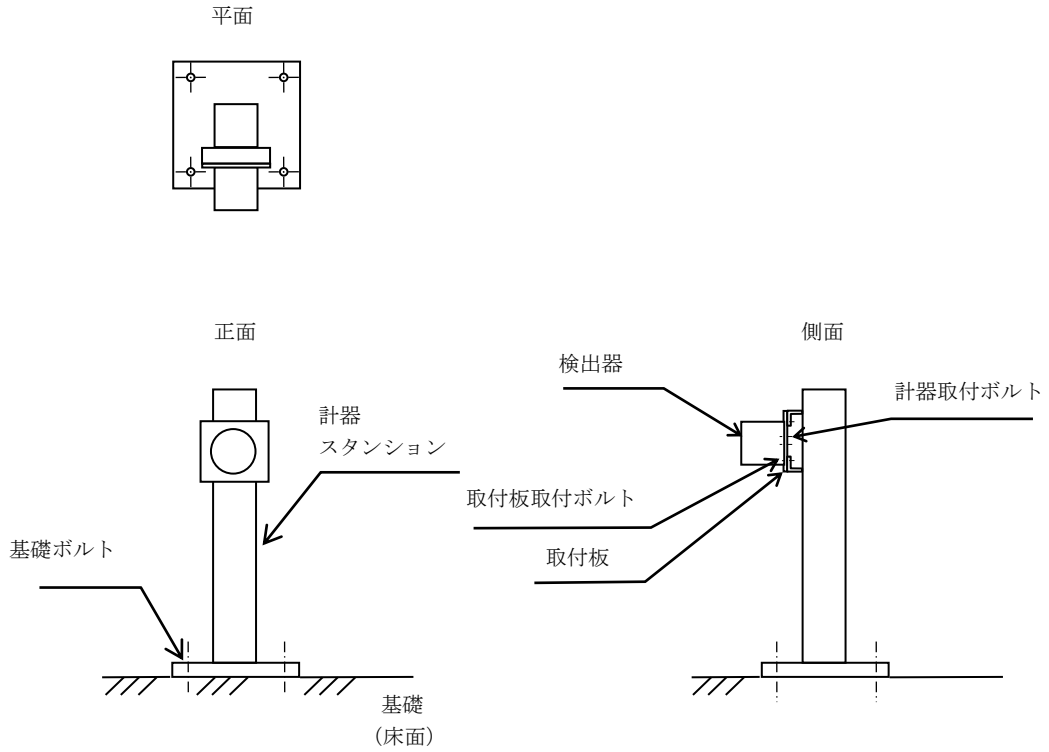


図 5－1　概要図（直立形）

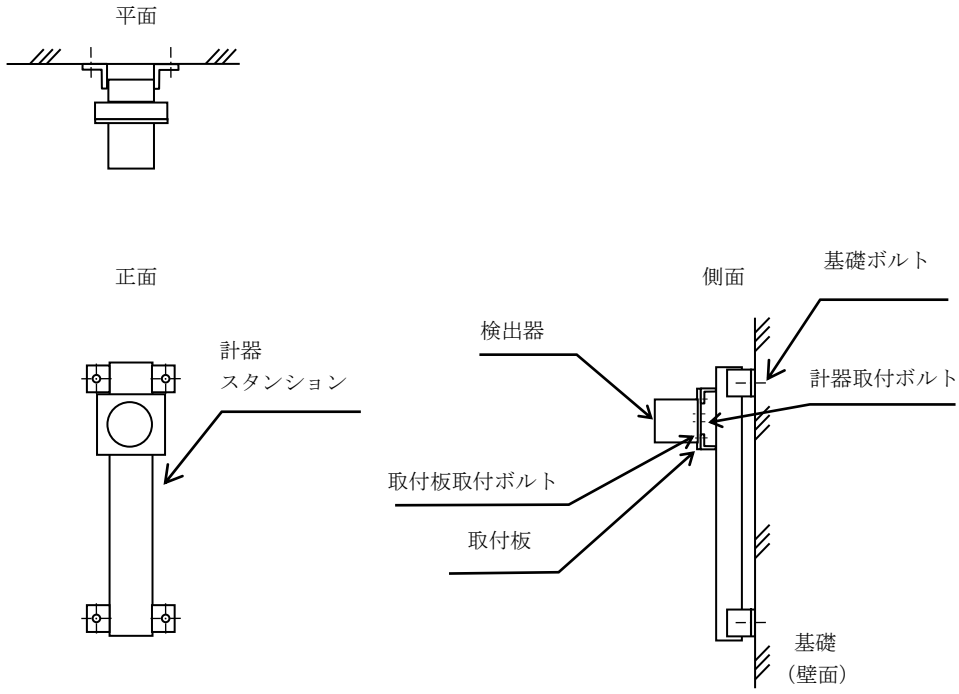


図 5－2　概要図（壁掛形）

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。なお，壁掛形の計器スタンションの設計用地震力については，設置床上下階のいずれか大きい方を用いる。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

5.3.1.1　ボルトの計算方法

ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

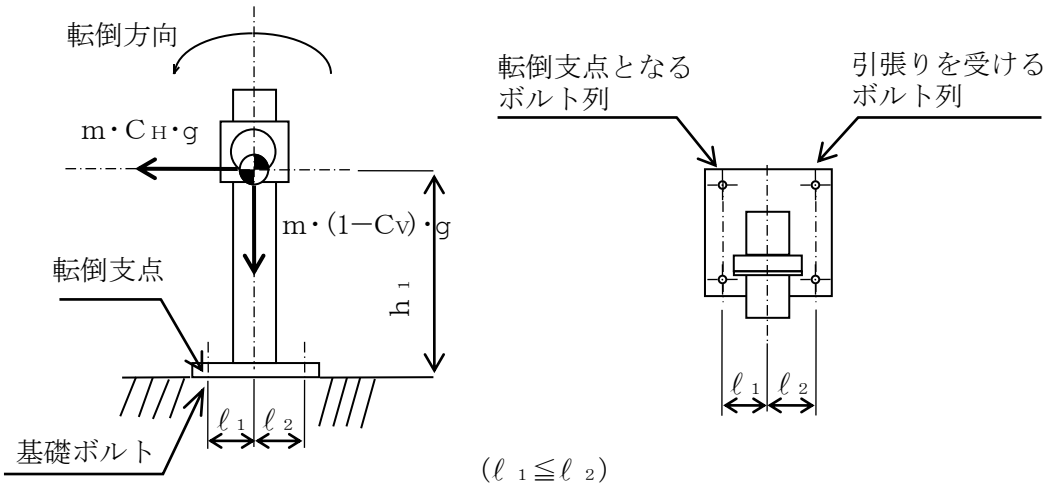


図5－3(1)　計算モデル

（直立形　正面方向転倒－1（1－Ｃv）≧0の場合）

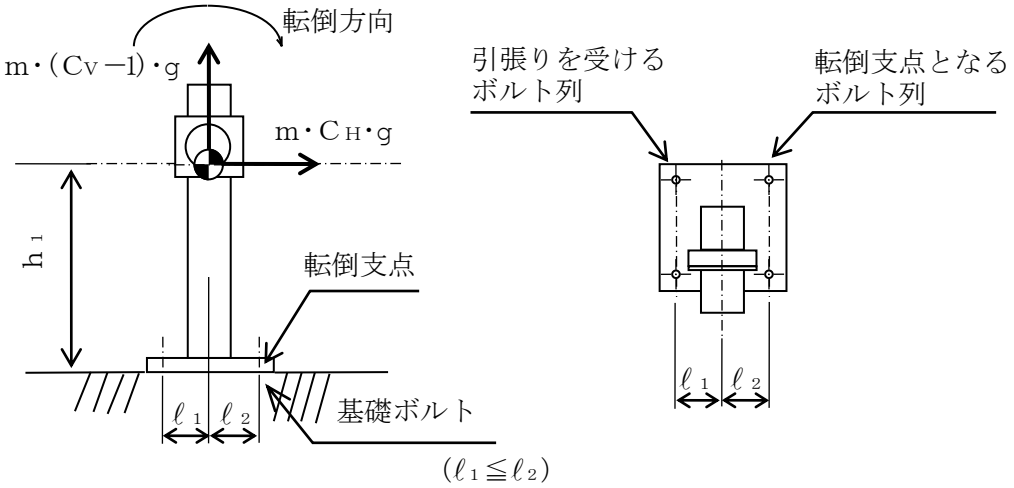


図5－3(2)　計算モデル

（直立形　正面方向転倒－2（1－Ｃv）＜0の場合）

K7 ① Ⅴ-2-1-14(8) R1

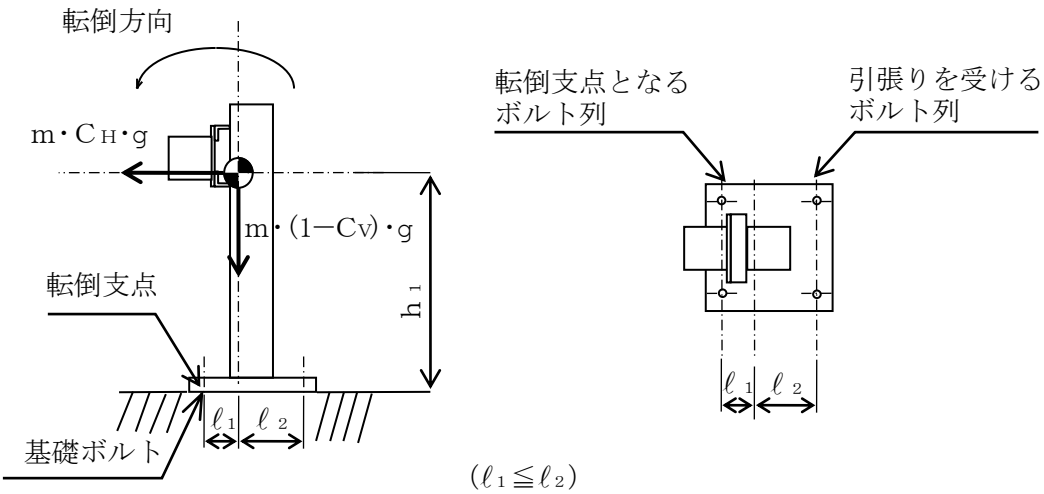


図5－4(1)　計算モデル

（直立形　側面方向転倒－1（1－CV）≧0の場合）

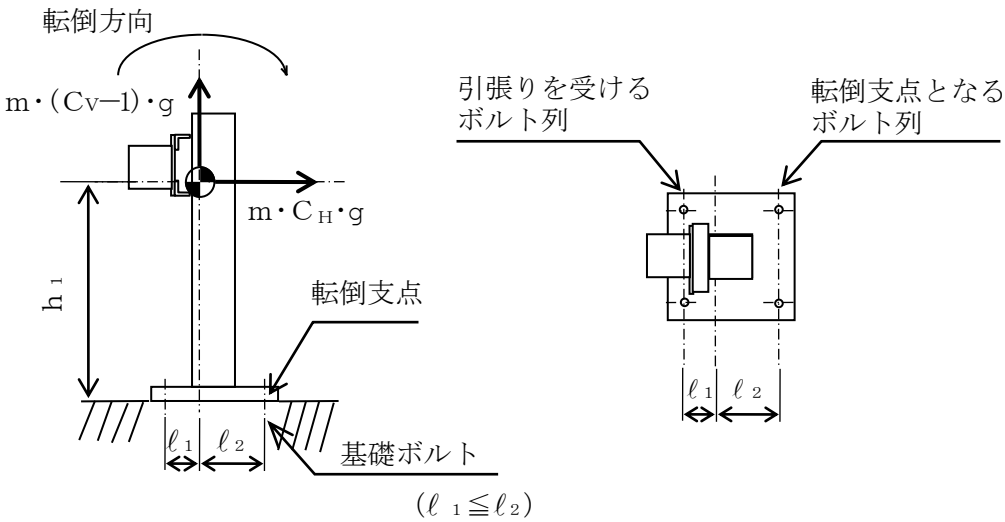


図5－4(2)　計算モデル

（直立形　側面方向転倒－1（1－CV）＜0の場合）

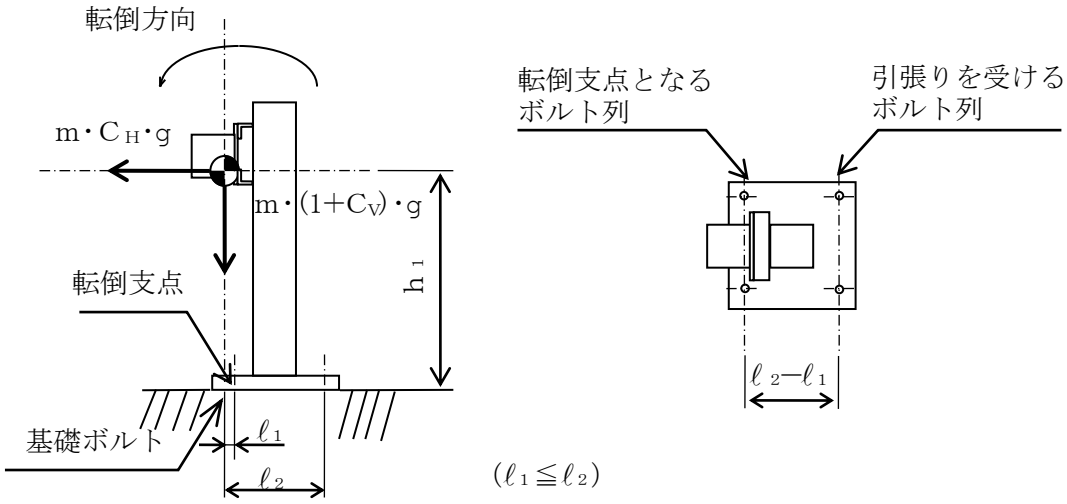


図5－4(3)　計算モデル

（直立形　側面方向転倒－3 重心位置が両端のボルトの間にない場合で
$(\ell_2+\ell_1)/(\ell_2-\ell_1) \geqq C_V$の場合）

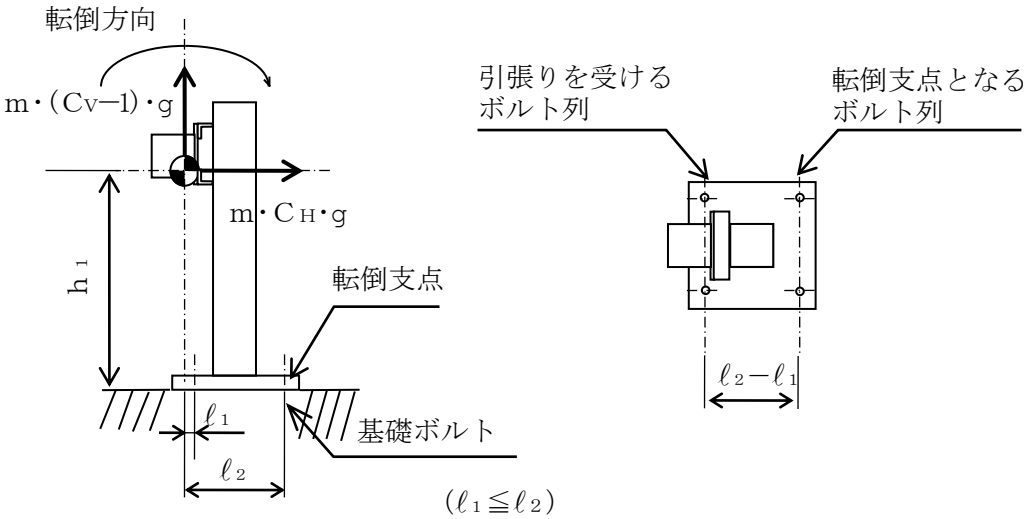


図5－4(4)　計算モデル

（直立形　側面方向転倒－4 重心位置が両端のボルトの間にない場合で
$(\ell_2+\ell_1)/(\ell_2-\ell_1) < C_V$の場合）

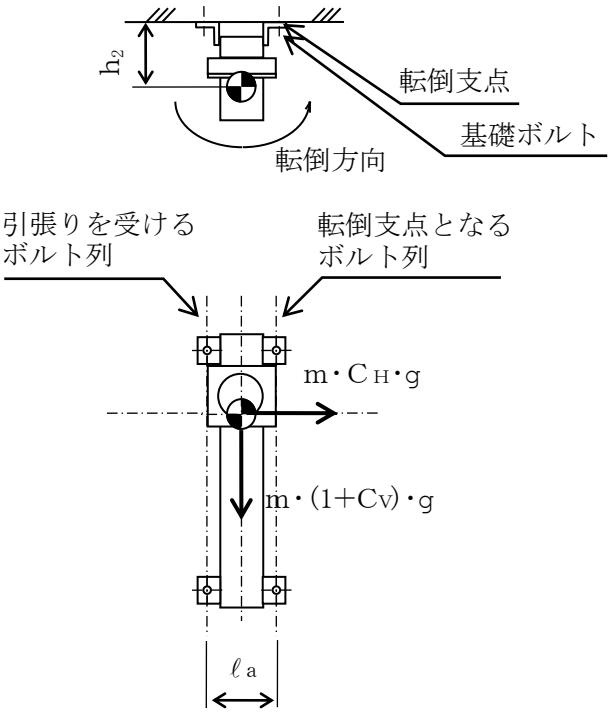


図5－5(1)　計算モデル

(壁掛形　正面方向転倒の場合)

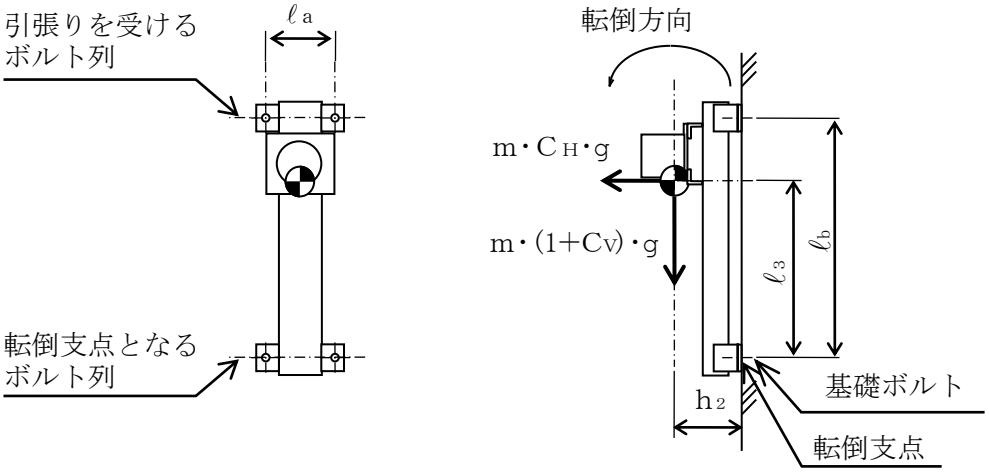


図5－5(2)　計算モデル

(壁掛形　側面方向転倒の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は，最も厳しい条件として，図5－3，図5－4及び図5－5で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図5－3(1)及び5－4(1)の場合の引張力

$$F_b=\frac{m\cdot g\cdot C_H\cdot h_1-m\cdot g\cdot(1-C_V)\cdot \ell_1}{n_f\cdot(\ell_1+\ell_2)} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.1)$$

計算モデル図5－3(2)及び5－4(2)の場合の引張力

$$F_b=\frac{m\cdot g\cdot C_H\cdot h_1-m\cdot g\cdot(1-C_V)\cdot \ell_2}{n_f\cdot(\ell_1+\ell_2)} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.2)$$

計算モデル図5－4(3)の場合の引張力

$$F_b=\frac{m\cdot g\cdot C_H\cdot h_1+m\cdot g\cdot(1+C_V)\cdot \ell_1}{n_f\cdot(\ell_2-\ell_1)} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.3)$$

計算モデル図5－4(4)の場合の引張力

$$F_b=\frac{m\cdot g\cdot C_H\cdot h_1-m\cdot g\cdot(1-C_V)\cdot \ell_2}{n_f\cdot(\ell_2-\ell_1)} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.4)$$

計算モデル図5－5(1)の場合の引張力

$$F_{b1}=m\cdot g\cdot\left(\frac{C_H\cdot h_2}{n_{fH}\cdot \ell_a}+\frac{(1+C_V)\cdot h_2}{n_{fV}\cdot \ell_b}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.5)$$

計算モデル図5－5(2)の場合の引張力

$$F_{b2}=m\cdot g\cdot\left(\frac{C_H\cdot \ell_3+(1+C_V)\cdot h_2}{n_{fV}\cdot \ell_b}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.6)$$

$$F_b=\mathrm{Max}\,(F_{b1},\ F_{b2}) \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.7)$$

引張応力

$$\sigma_b=\frac{F_b}{A_b} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.8)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_bは次式により求める。

$$A_b=\frac{\pi}{4}\cdot d^2 \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.9)$$

ただし，F_bが負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

a. 直立形の場合

$$Q_b = m \cdot g \cdot C_H \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.10)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b1} = m \cdot g \cdot C_H \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.11)$$

$$Q_{b2} = m \cdot g \cdot (1 + C_V) \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.12)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.13)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.14)$$

5.4　応力の評価

5.4.1　ボルトの応力評価

5.3.1.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし，f_{to} は下表による。

$$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}] \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.4.1.1)$$

せん断応力 τ_b は，せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし，f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の電気的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき加振試験により確認した加速度を用いることとし，個別計算書にその旨を記載する。

7. 耐震計算書のフォーマット

7.1 直立形計器スタンションの耐震計算書のフォーマット

直立形計器スタンションの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

7.2 壁掛形計器スタンションの耐震計算書のフォーマット

壁掛形計器スタンションの耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅢ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡ及びⅣを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマットⅠ　直立形計器スタンションの設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○の耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L.　　*			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m (kg)	h_1 (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	n	S_y (MPa)	S_u (MPa)
基礎ボルト			(M　　)				

部材	ℓ_1* (mm)	ℓ_2* (mm)	n_f*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト							

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3　計算数値

1.3.1　ボルトに作用する力　　(単位：N)

部材	F_b		Q_b	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト				

1.4　結論

1.4.1　ボルトの応力

（単位：MPa）

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	σ_b＝	f_{ts}＝　　*	σ_b＝	f_{ts}＝　　*
		せん断	τ_b＝	f_{sb}＝	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{ts}＝Min[1.4・f_{to}－1.6・τ_b，f_{to}]

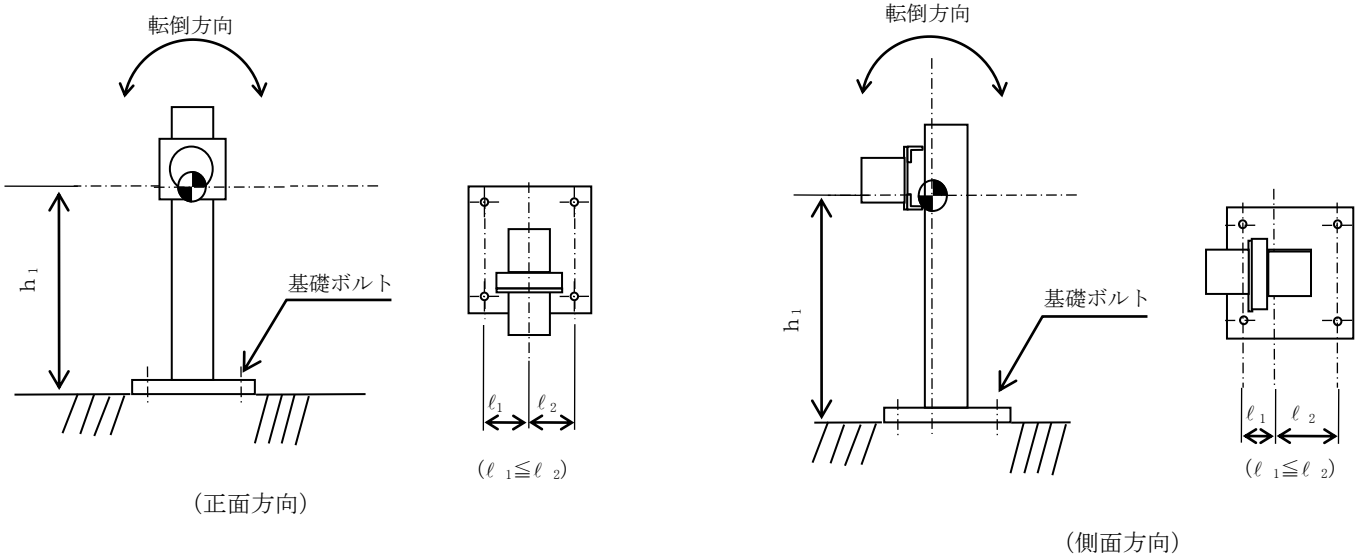
1.4.2　電気的機能の評価結果

（×9.8m/s^2）

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。



（正面方向）　　（側面方向）

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅡ　直立形計器スタンションの重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L.　　*			—	—	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m (kg)	h_1 (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	n	S_y (MPa)	S_u (MPa)
基礎ボルト			(M　)				

部材	ℓ_1* (mm)	ℓ_2* (mm)	n_f*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 Ｓｄ又は静的震度	基準地震動 Ｓｓ
基礎ボルト				—		—	

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3　計算数値

2.3.1　ボルトに作用する力　　(単位：N)

部材	F_b		Q_b	
	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	―	―	σ_b＝	f_{ts}＝　　*
		せん断	―	―	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}]$

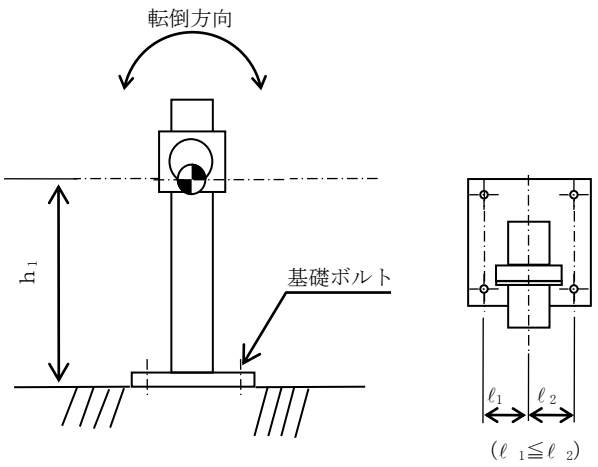
2.4.2 電気的機能の評価結果

(×9.8m/s^2)

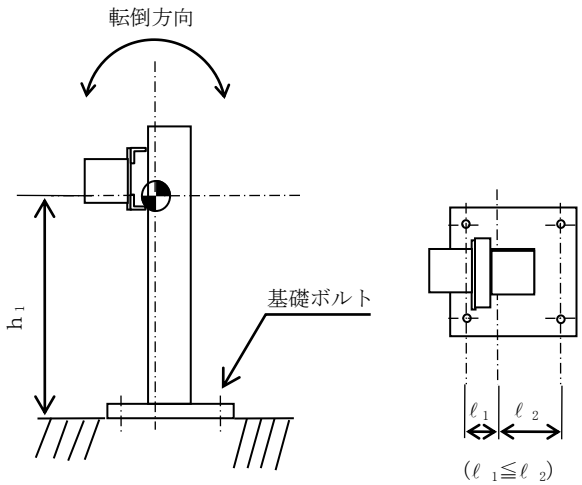
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。



（正面方向）



（側面方向）

【フォーマットⅢ　壁掛形計器スタンションの設計基準対象施設としての評価結果】
【○○○○の耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L.　　*)			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m (kg)	h_2 (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	n	S_y (MPa)	S_u (MPa)
基礎ボルト			(M　)				

部材	ℓ_{23}* (mm)	ℓ_a* (mm)	ℓ_b* (mm)	n_{fV}*	n_{fH}*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト									

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3　計算数値

1.3.1　ボルトに作用する力　　(単位：N)

部材	F_b		Q_b	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

（単位：MPa）

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	σ_b＝	f_{ts}＝　　＊	σ_b＝	f_{ts}＝　　＊
		せん断	τ_b＝	f_{sb}＝	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}]$

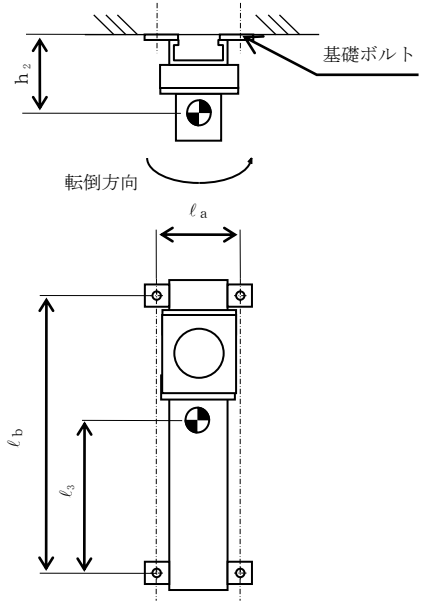
1.4.2 電気的機能の評価結果

（×9.8m/s²）

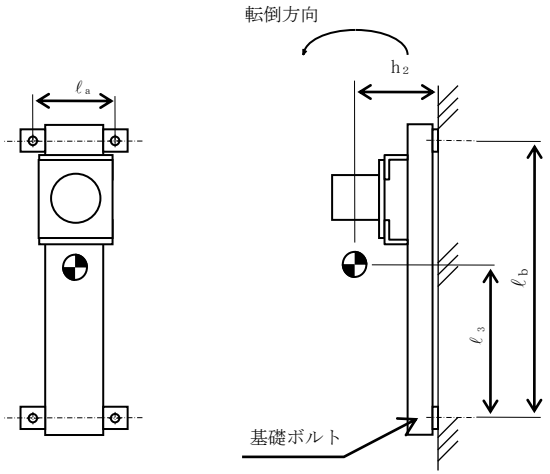
		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。



（平面方向）



（側面方向）

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅣ　壁掛形計器スタンションの重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L.　　*)			—	—	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m (kg)	h_2 (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	n	S_y (MPa)	S_u (MPa)
基礎ボルト			(M　)				

部材	ℓ_3* (mm)	ℓ_a* (mm)	ℓ_b* (mm)	n_{fV}*	n_{fH}*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 Ｓｄ又は静的震度	基準地震動 Ｓｓ
基礎ボルト						—		—	

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3　計算数値

2.3.1　ボルトに作用する力　　(単位：N)

部材	F_b		Q_b	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	—	—	σ_b＝	f_{ts}＝ *
		せん断	—	—	τ_b＝	f_{sb}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_b,\ f_{to}]$

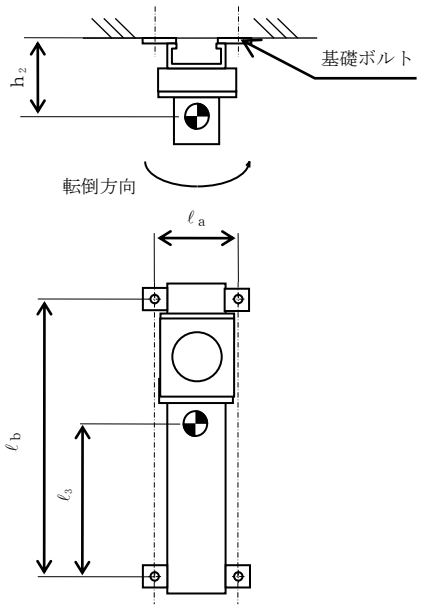
2.4.2 電気的機能の評価結果

(×9.8m/s^2)

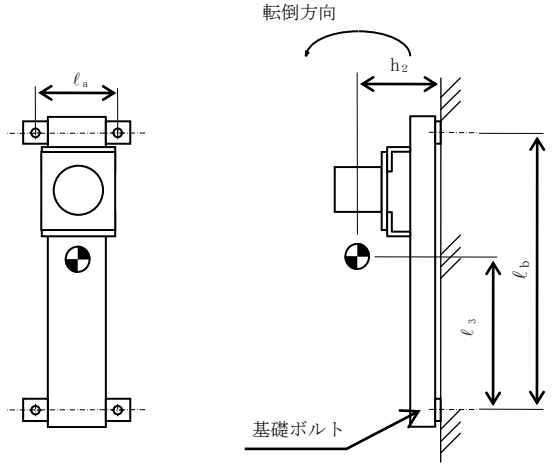
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度（1.0・ZPA）はすべて機能確認済加速度以下である。



(平面方向)



(側面方向)

添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針

目　　次

1.　概要　…… 1
2.　一般事項　…… 1
2.1　評価方針　…… 1
2.2　適用規格・基準等　…… 2
2.3　記号の説明　…… 3
2.4　計算精度と数値の丸め方　…… 4
3.　評価部位　…… 5
4.　固有周期　…… 5
5.　構造強度評価　…… 5
5.1　構造強度評価方法　…… 5
5.2　設計用地震力　…… 7
5.3　計算方法　…… 7
5.4　応力の評価　…… 18
6.　機能維持評価　…… 19
6.1　電気的機能維持評価方法　…… 19
7.　耐震計算書のフォーマット　…… 19
7.1　直立形盤の耐震計算書のフォーマット　…… 19
7.2　壁掛形盤の耐震計算書のフォーマット　…… 19

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき，耐震性に関する説明書が求められている盤（耐震重要度分類Ｓクラス又はＳｓ機能維持の計算を行うもの）が，十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし，本基本方針が適用できない盤にあっては，個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

盤の応力評価は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「3. 評価部位」にて設定する箇所において，「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また，盤の機能維持評価は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が電気的機能確認済加速度以下であることを，「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

盤の耐震評価フローを図2－1に示す。

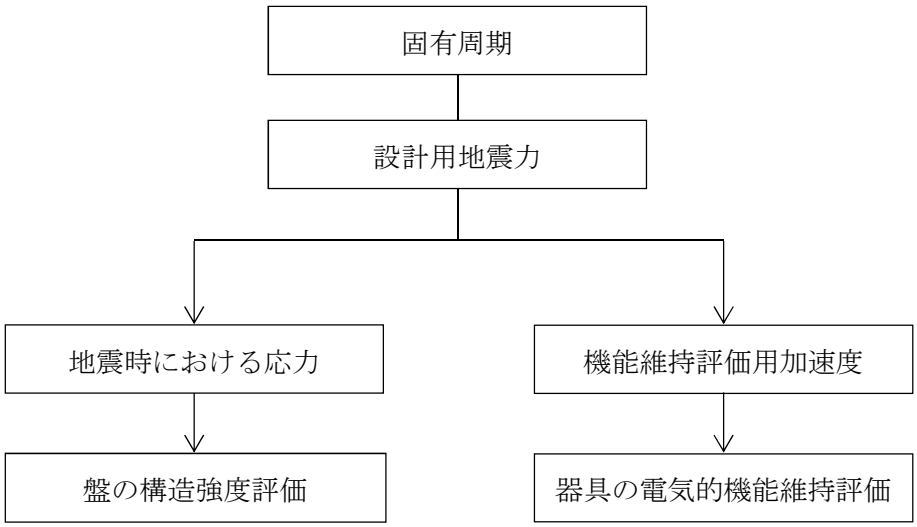


図2－1 盤の耐震評価フロー

2.2　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。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・発電用原子力設備規格　設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.3　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積*1	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径*1	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値*1	MPa
F_i	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値*1	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）*1	N
F_{b1i}	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1 本当たり）（壁掛形）*1	N
F_{b2i}	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1 本当たり）（壁掛形）*1	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離*2	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{1i}	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{2i}	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{3i}	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離（壁掛形）*1	mm
m_i	盤の質量*2	kg
n_i	ボルトの本数*1	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（直立形）*1	—
n_{fVi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（鉛直方向）（壁掛形）*1	—
n_{fHi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（水平方向）（壁掛形）*1	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力*1	N
Q_{b1i}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
Q_{b2i}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値*1	MPa
S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値*1	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表8に定める材料の40℃における値*1	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記＊1：A_{bi}，d_i，F_i，F_i^*，F_{bi}，F_{b1i}，F_{b2i}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，ℓ_{1i}，ℓ_{2i}，ℓ_{3i}，n_i，n_{fi}，n_{fVi}，n_{fHi}，Q_{bi}，Q_{b1i}，Q_{b2i}，S_{ui}，S_{yi}，S_{yi}（ＲＴ），σ_{bi}及びτ_{bi}の添字ｉの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：基礎ボルト

ｉ＝2：取付ボルト

＊2：h_i及びm_iの添字iの意味は，以下のとおりとする。

ｉ＝1：据付面

ｉ＝2：取付面

＊3：$\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$

2.4　計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2－1に示すとおりである。

表2－1　表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	－	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	―	―	整数位
質量	kg	―	―	整数位
長さ	mm	―	―	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記＊1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

＊2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

＊3：設計・建設規格　付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3.　評価部位

盤の耐震評価は「5.1　構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて評価を実施する。

4.　固有周期

盤の固有周期は，振動試験（加振試験又は自由振動試験）にて求める。なお，振動試験により固有周期が求められていない盤については，構造が同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験より算定された固有周期を使用する。

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

(1)　盤の質量は重心に集中しているものとする。

(2)　地震力は盤に対して，水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(3)　盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており，固定端とする。

(4)　チャンネルベースは基礎ボルト又は埋込金物で基礎に固定されており，固定端とする。

(5)　床面据付の盤の転倒方向は，図 5－1 概要図（直立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し，計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。壁掛形の盤については，図 5－2 概要図（壁掛形）における正面方向及び側面方向*について検討し，計算書には計算結果の厳しい方を記載する。

(6)　盤の重心位置については，転倒方向を考慮して，計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。

(7)　耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

注記＊：壁掛形の計装ラックの転倒方向は，計装ラックを正面より見て左右に転倒する場合を「正面方向転倒」，前方に転倒する場合を「側面方向転倒」という。

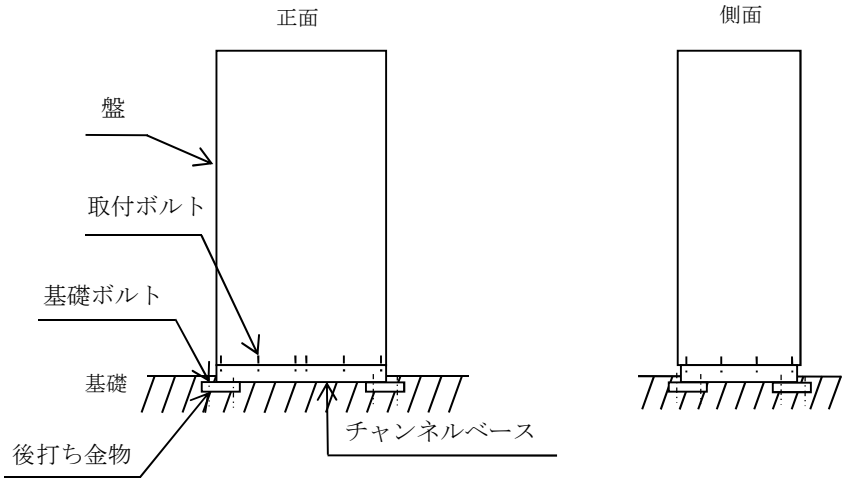


図 5－1　概要図（直立形）

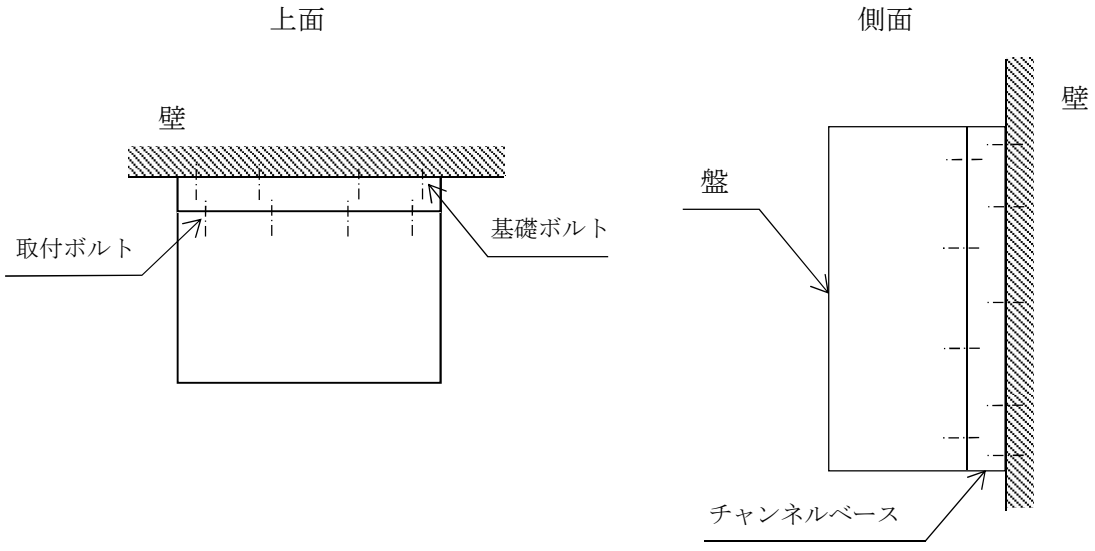


図 5－2　概要図（壁掛形）

5.2　設計用地震力

「弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度」及び「基準地震動Ｓｓ」による地震力は，Ｖ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。なお，壁掛形の盤の設計用地震力については，設置床上下階のいずれか大きい方を用いる。

5.3　計算方法

5.3.1　応力の計算方法

5.3.1.1　ボルトの計算方法

ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。計算モデルは，取付ボルトの場合を示す。

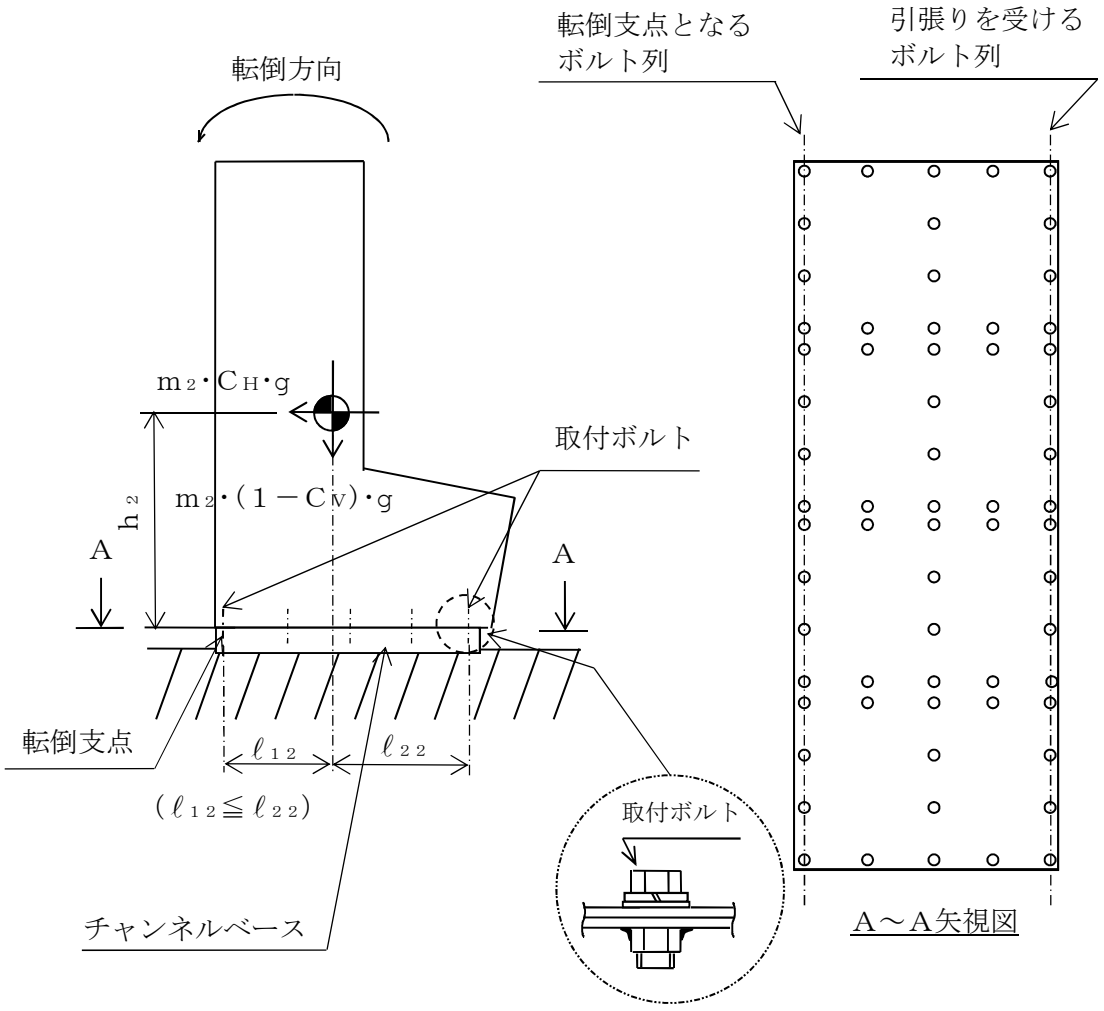


図5－3(1)　計算モデル
（ベンチ形　短辺方向転倒（1－Ｃｖ）≧0の場合）

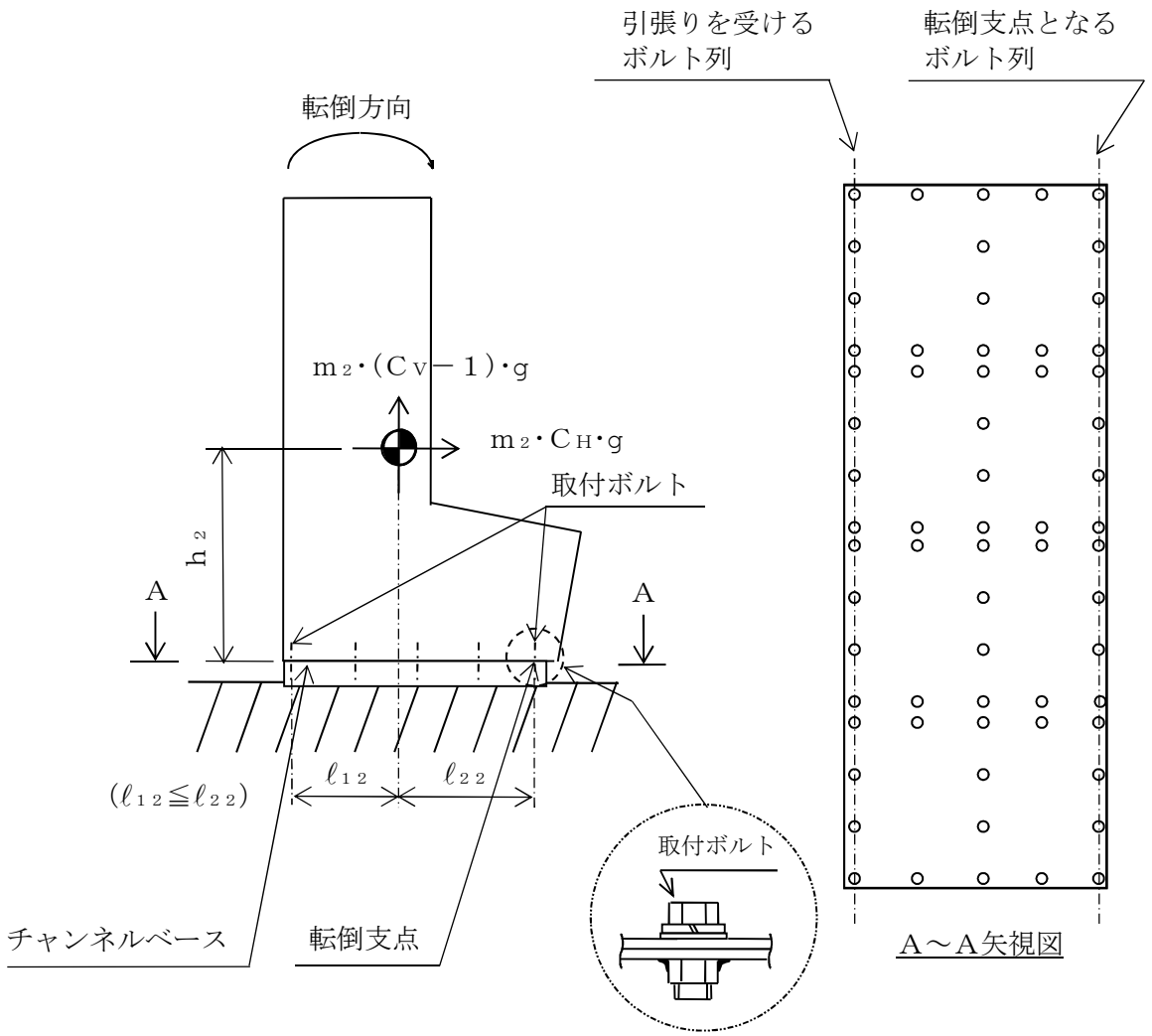


図5－3(2)　計算モデル
（ベンチ形　短辺方向転倒（1－CV）＜0の場合）

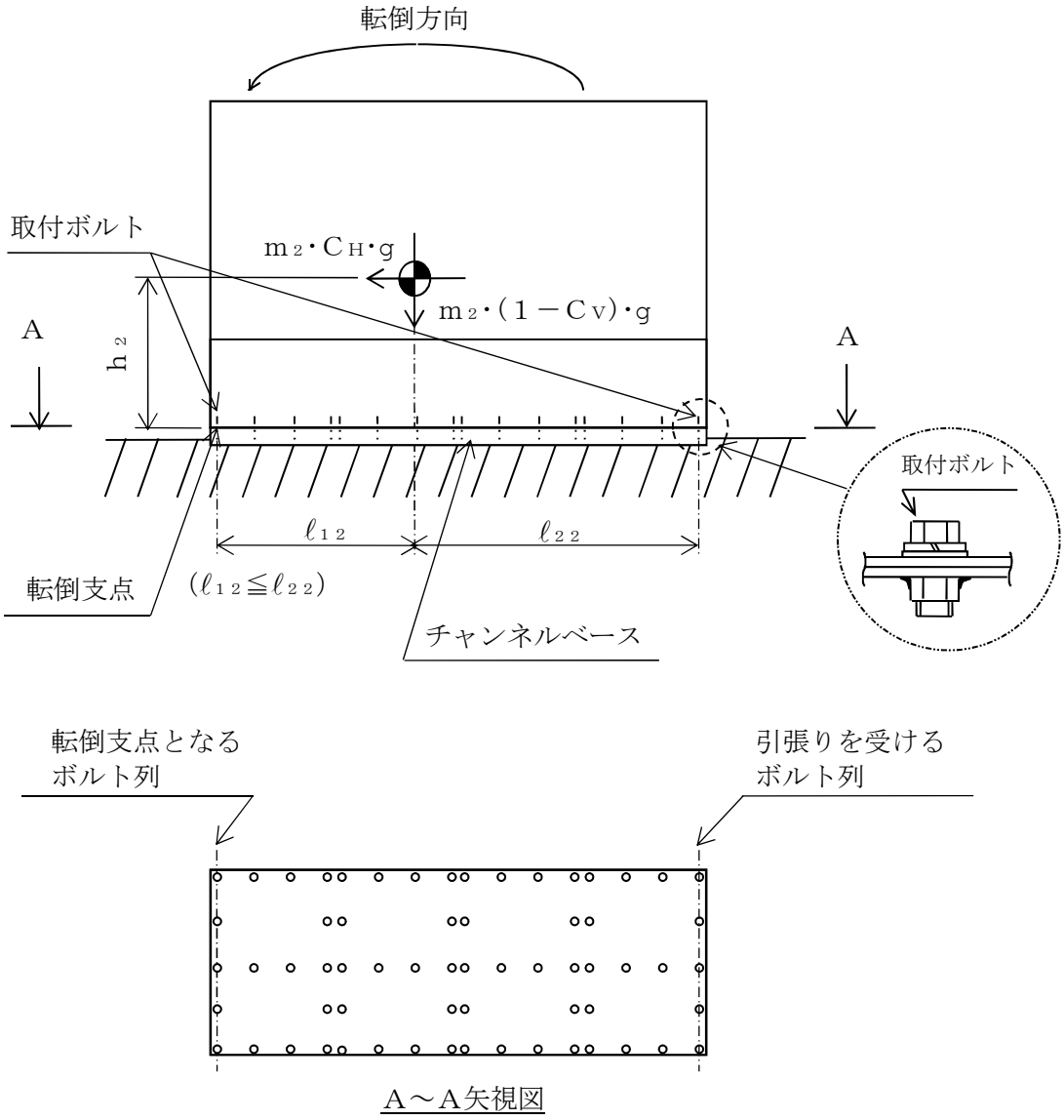


図5－3(3)　計算モデル
（ベンチ形　長辺方向転倒（1－CV）≧0の場合）

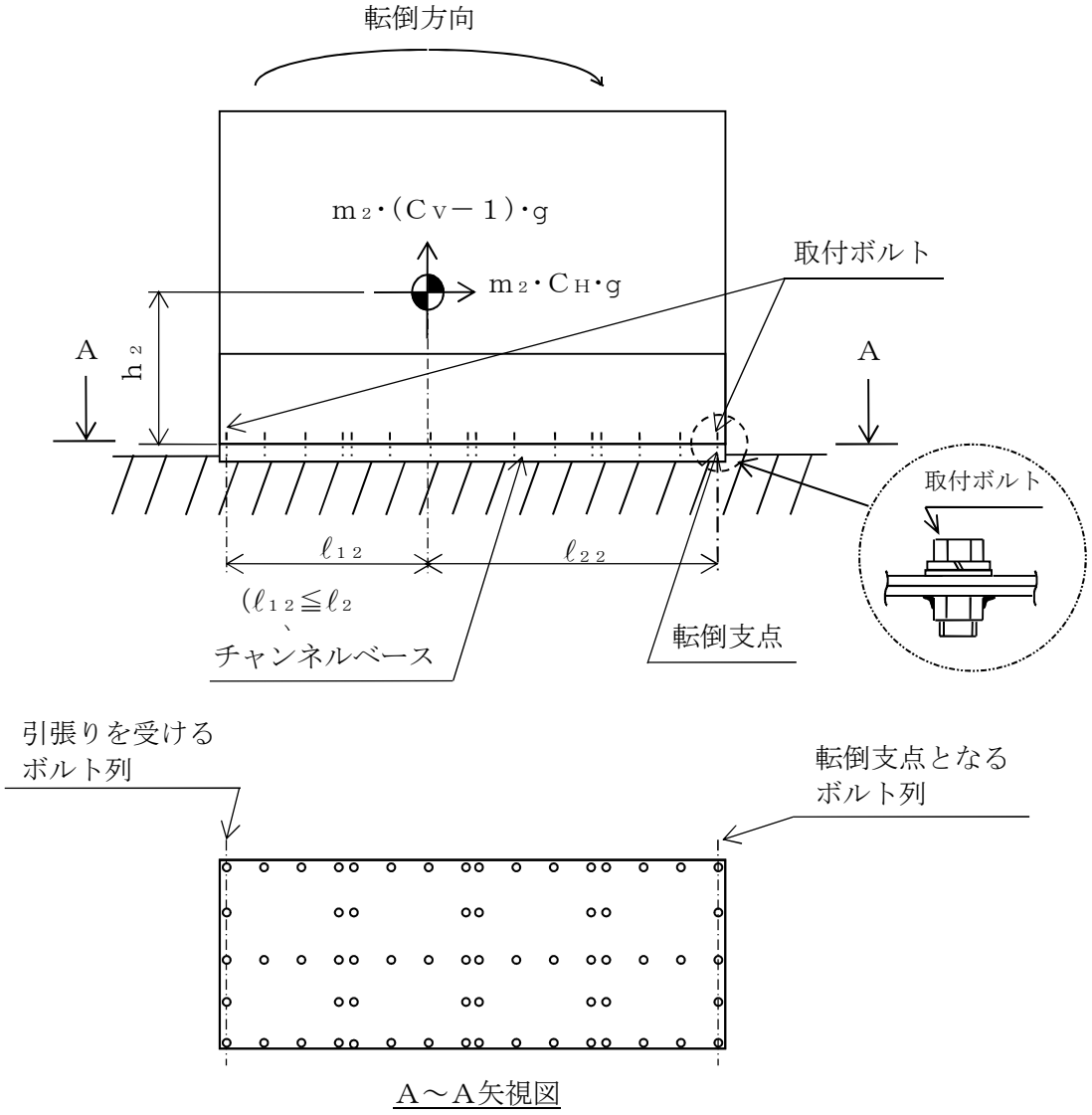


図5－3(4)　計算モデル
（ベンチ形　長辺方向転倒（1－CV）＜0の場合）

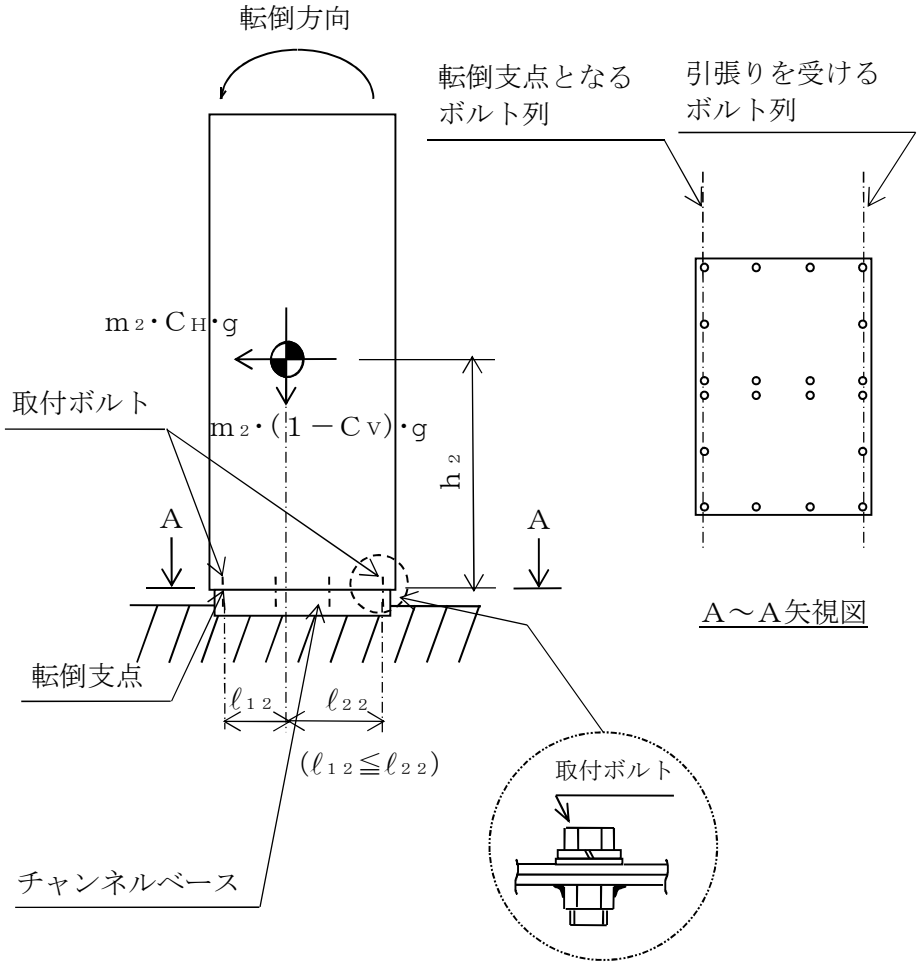


図5－4(1)　計算モデル
（直立形　短辺方向転倒（1－CV）≧0の場合）

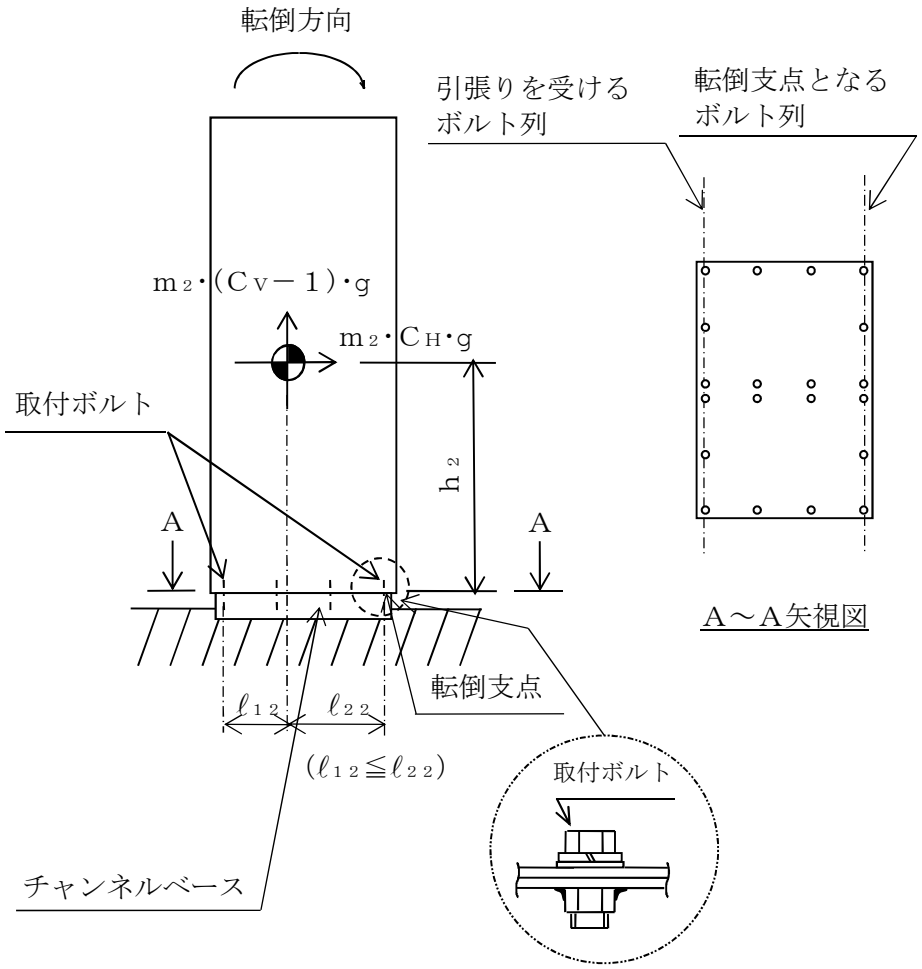


図5－4(2)　計算モデル
（直立形　短辺方向転倒（1－Cv）＜0の場合）

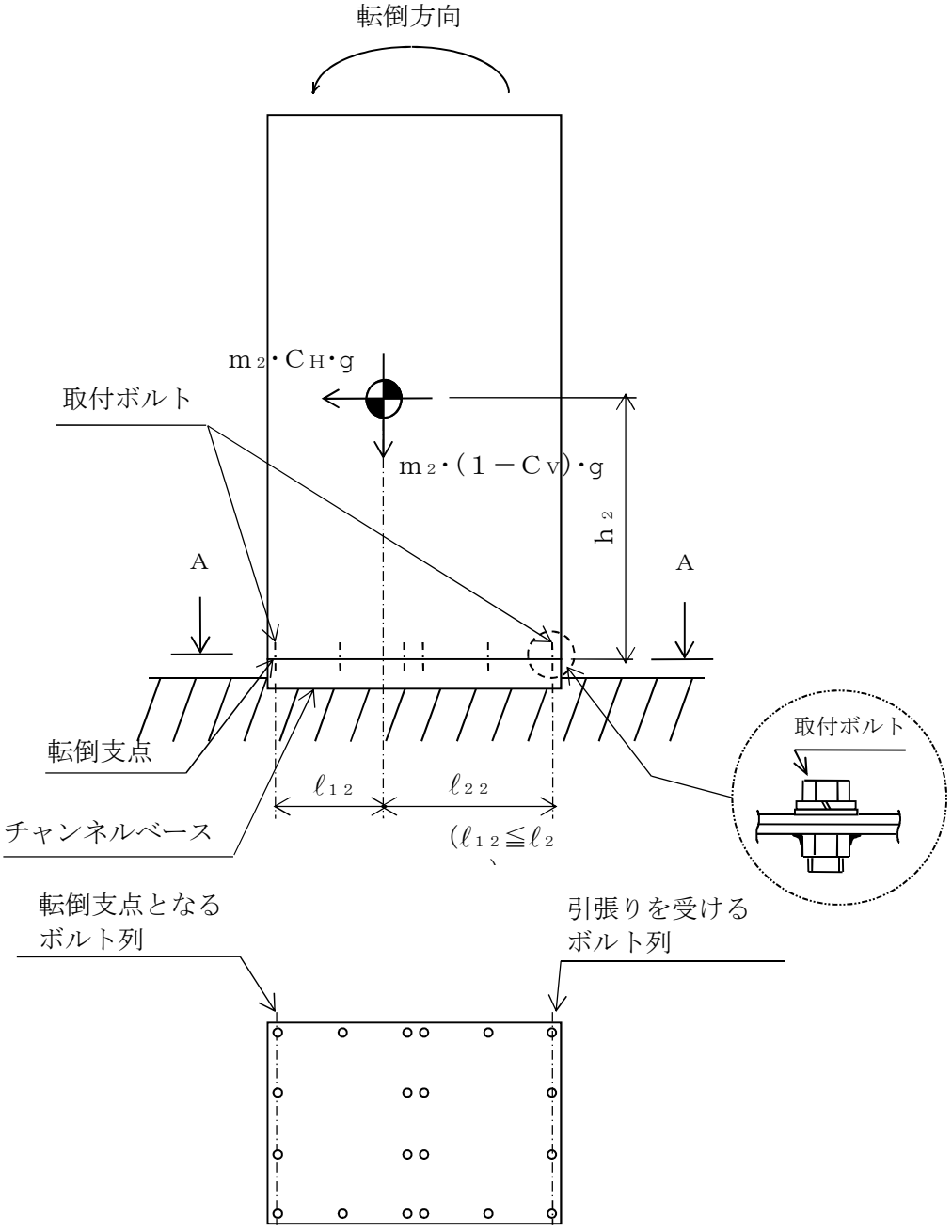


図5－4(3)　計算モデル
（直立形　長辺方向転倒（1－CV）≧0の場合）

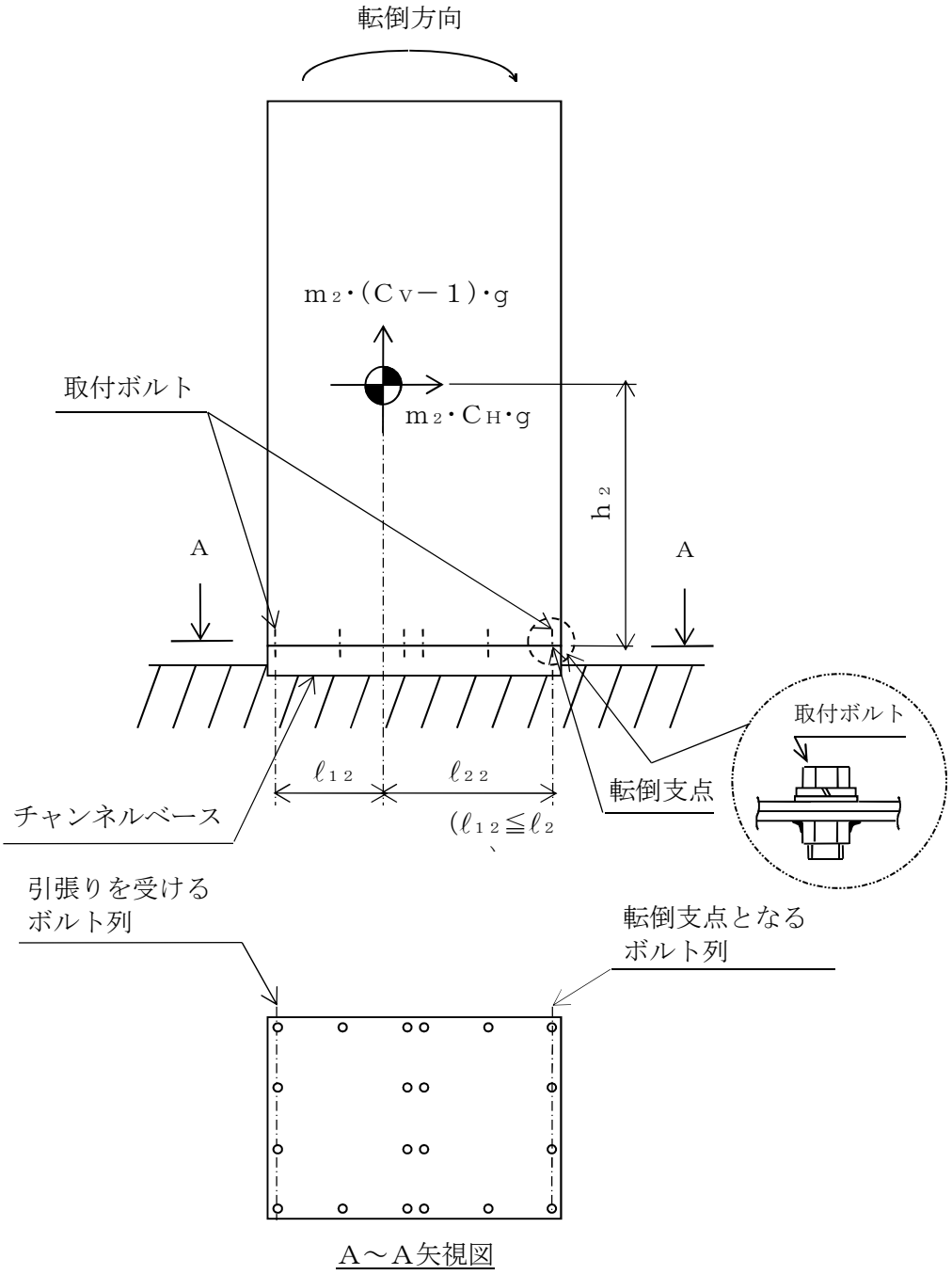


図5－4(4)　計算モデル
（直立形　長辺方向転倒（1－CV）＜0の場合）

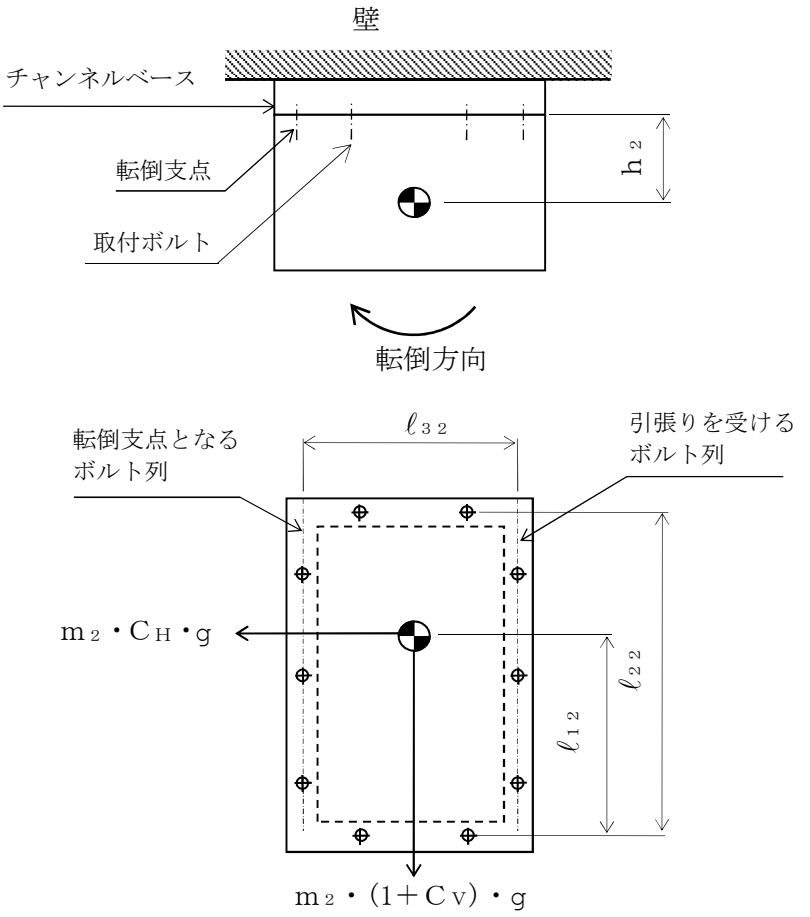


図 5－5(1)　計算モデル（壁掛形　正面方向転倒の場合）

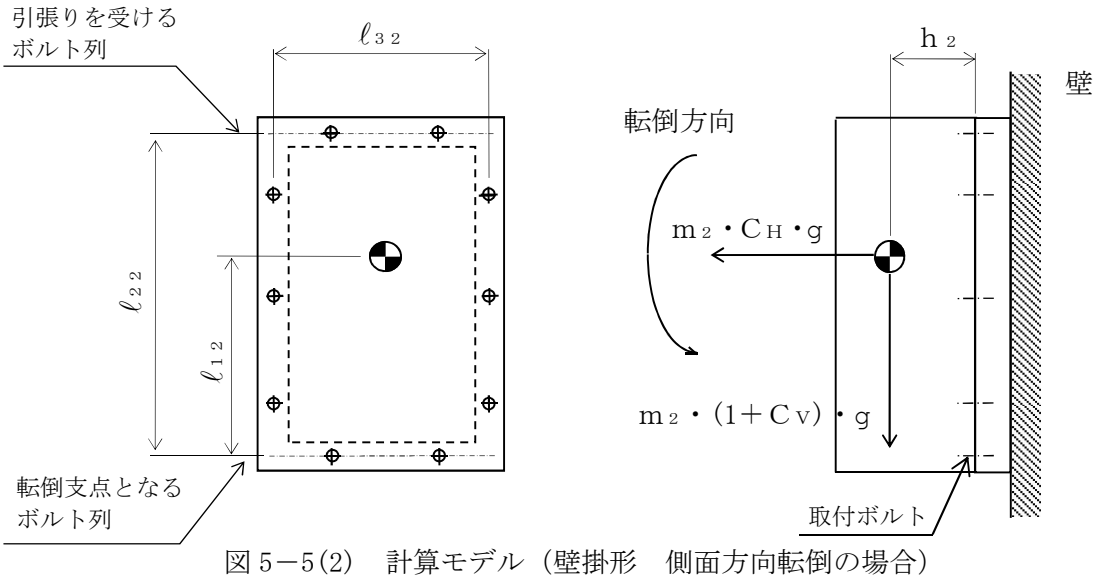


図 5－5(2)　計算モデル（壁掛形　側面方向転倒の場合）

(1)　引張応力

ボルトに対する引張力は，最も厳しい条件として図5－3，図5－4及び図5－5で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図5－3(1)，5－3(3)，5－4(1)及び5－4(3)の場合の引張力

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot C_H\cdot h_i\cdot g-m_i\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{1i}\cdot g}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.1)$$

計算モデル図5－3(2)，5－3(4)，5－4(2)及び5－4(4)の場合の引張力

$$F_{bi}=\frac{m_i\cdot C_H\cdot h_i\cdot g-m_i\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{2i}\cdot g}{n_{fi}\cdot(\ell_{1i}+\ell_{2i})} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.2)$$

計算モデル図5－5(1)及び5－5(2)の場合の引張力

$$F_{b1i}=\frac{m_i\cdot(1+Cv)\cdot h_i\cdot g}{n_{fvi}\cdot \ell_{2i}}+\frac{m_i\cdot C_H\cdot h_i\cdot g}{n_{fHi}\cdot \ell_{3i}} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.3)$$

$$F_{b2i}=\frac{m_i\cdot(1+Cv)\cdot h_i\cdot g+m_i\cdot C_H\cdot \ell_{1i}\cdot g}{n_{fvi}\cdot \ell_{2i}} \quad \cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.4)$$

$$F_{bi}=\mathrm{Max}(F_{b1i},F_{b2i}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.5)$$

引張応力

$$\sigma_{bi}=\frac{F_{bi}}{A_{bi}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.6)$$

ここで，ボルトの軸断面積A_{bi}は次式により求める。

$$A_{bi}=\frac{\pi}{4}\cdot d_i^{\,2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1.1.7)$$

ただし，F_{bi}が負のときボルトには引張力が生じないので，引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

a. ベンチ形，直立形の場合

$$Q_{bi} = m_i \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.8)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b1i} = m_i \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.9)$$

$$Q_{b2i} = m_i \cdot (1 + C_V) \cdot g \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.10)$$

$$Q_{bi} = \sqrt{(Q_{b1i})^2 + (Q_{b2i})^2} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.11)$$

せん断応力

$$\tau_{bi} = \frac{Q_{bi}}{n_i \cdot A_{bi}} \quad \cdots\cdots (5.3.1.1.12)$$

5.4　応力の評価

5.4.1　ボルトの応力評価

5.3.1項で求めたボルトの引張応力σ_{bi}は次式より求めた許容引張応力　f_{tsi}　以下であること。ただし，f_{toi}は下表による。

$$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.4.1.1)$$

せん断応力τ_{bi}は，せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力　f_{sbi}以下であること。ただし，f_{sbi}は下表による。

	弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ｓｓによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により，地震時又は地震後の電気的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき，基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき加振試験等により確認した加速度を用いることとし，個別計算書にその旨を記載する。

7. 耐震計算書のフォーマット

7.1 直立形盤の耐震計算書のフォーマット

直立形盤の耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ　重大事故等対処設備としての評価結果*

7.2 壁掛形盤の耐震計算書のフォーマット

壁掛形盤の耐震計算書のフォーマットは，以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅢ　設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅣ　重大事故等対処設備としての評価結果*

注記＊：重大事故等対処設備単独の場合は，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡ及びⅣを使用するものとする。ただし，評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマットⅠ　直立形盤の設計基準対象施設としての評価結果】
【○○盤の耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. ＊			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　)				

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)							
取付ボルト (ｉ＝2)							

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）				
取付ボルト（ｉ＝2）				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅡ　直立形盤の重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L.　　*			—	—	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　)				

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)				—		—	
取付ボルト (ｉ＝2)				—		—	

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―		―	
取付ボルト（ｉ＝2）	―		―	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	―	―	$\sigma_{b1}=$	$f_{ts1}=$ *
		せん断	―	―	$\tau_{b1}=$	$f_{sb1}=$
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	―	―	$\sigma_{b2}=$	$f_{ts2}=$ *
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=$	$f_{sb2}=$

すべて許容応力以下である。

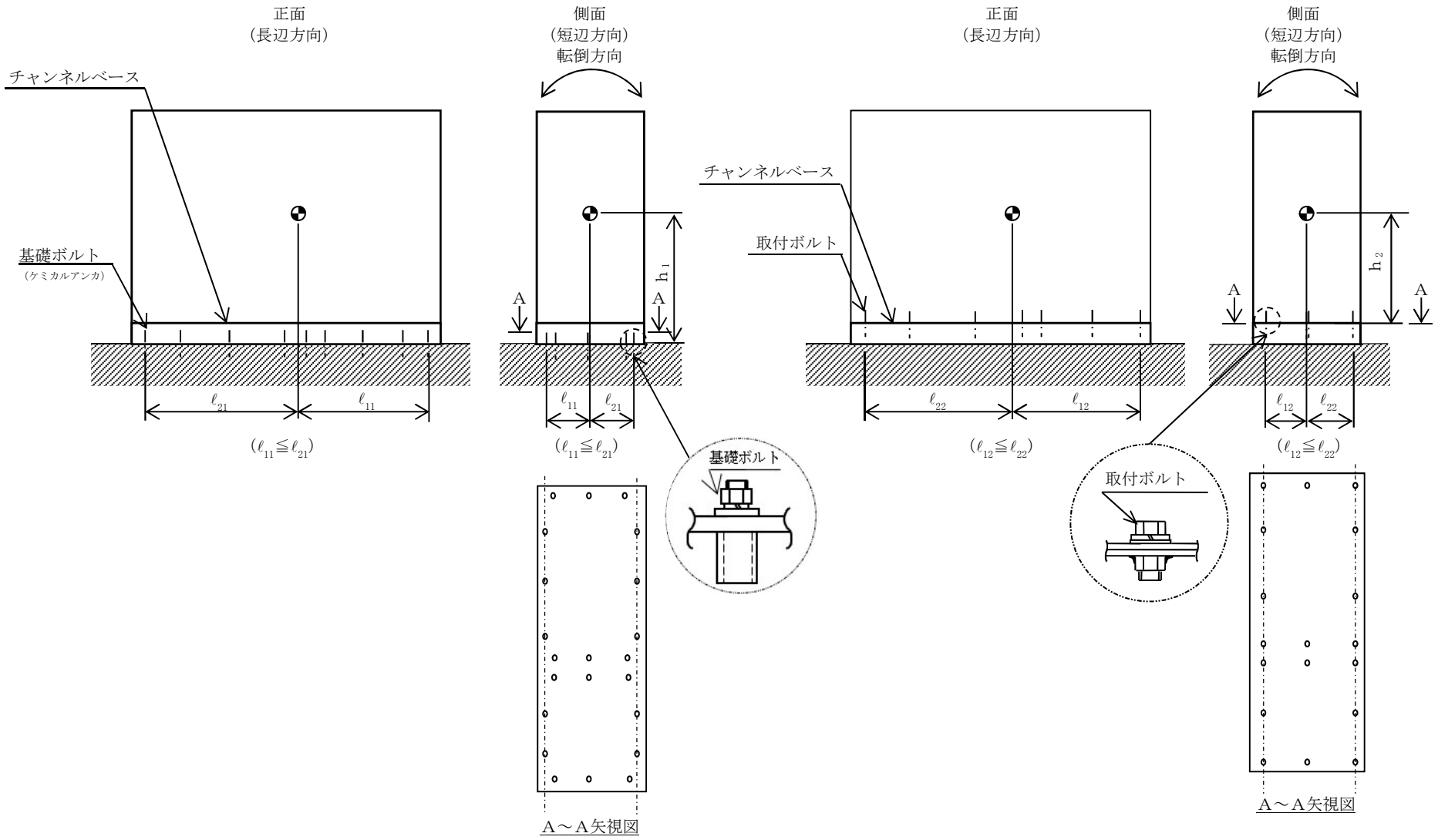
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8 m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
ℓ_{21}
ℓ_{11}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

【フォーマットⅢ　壁掛形盤の設計基準対象施設としての評価結果】
【○○盤の耐震性についての計算結果】

1.　設計基準対象施設

1.1　設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L.　　*)			C_H=	C_V=	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　)				

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fvi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)									
取付ボルト (ｉ＝2)									

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）				
取付ボルト（ｉ＝2）				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi} ＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}， f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

【重大事故等対処設備単独の場合】
本フォーマットを使用する。
ただし，章番を1.とする。

【フォーマットⅣ　壁掛形盤の重大事故等対処設備としての評価結果】

2.　重大事故等対処設備

2.1　設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
		建屋 T.M.S.L. (T.M.S.L.　　*)			—	—	C_H=	C_V=	

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2　機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)			(M　　)				
取付ボルト (ｉ＝2)			(M　　)				

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fVi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)						—		—	
取付ボルト (ｉ＝2)						—		—	

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―		―	
取付ボルト（ｉ＝2）	―		―	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）		引張り	―	―	σ_{b1}＝	f_{ts1}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b1}＝	f_{sb1}＝
取付ボルト（ｉ＝2）		引張り	―	―	σ_{b2}＝	f_{ts2}＝ *
		せん断	―	―	τ_{b2}＝	f_{sb2}＝

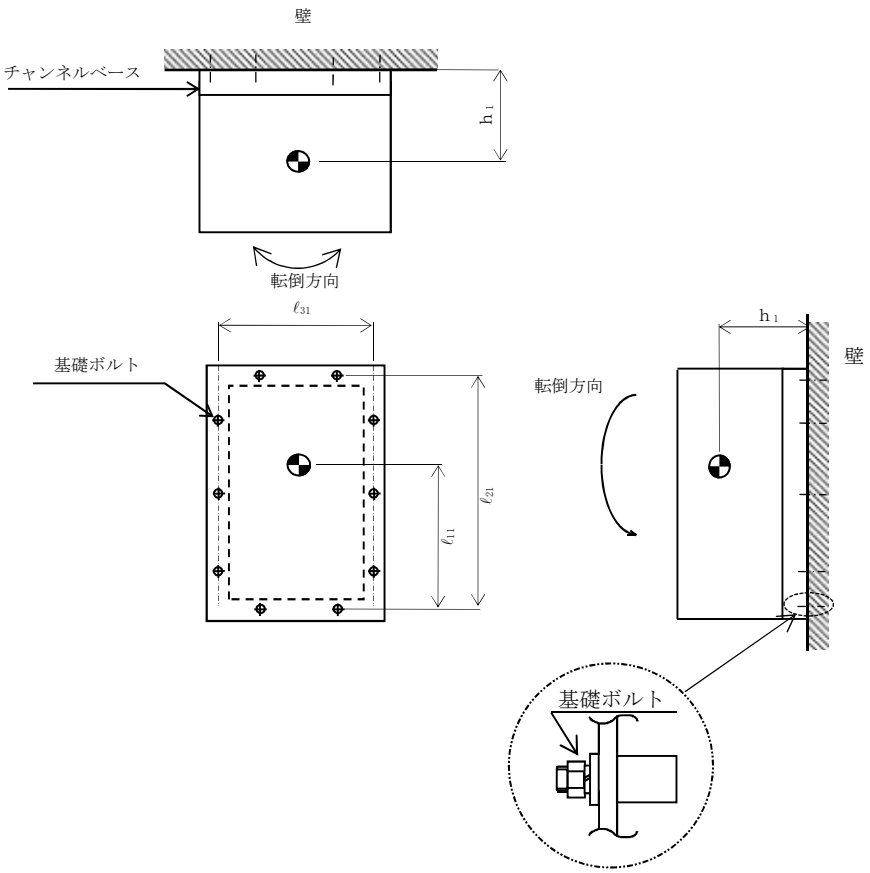
すべて許容応力以下である。

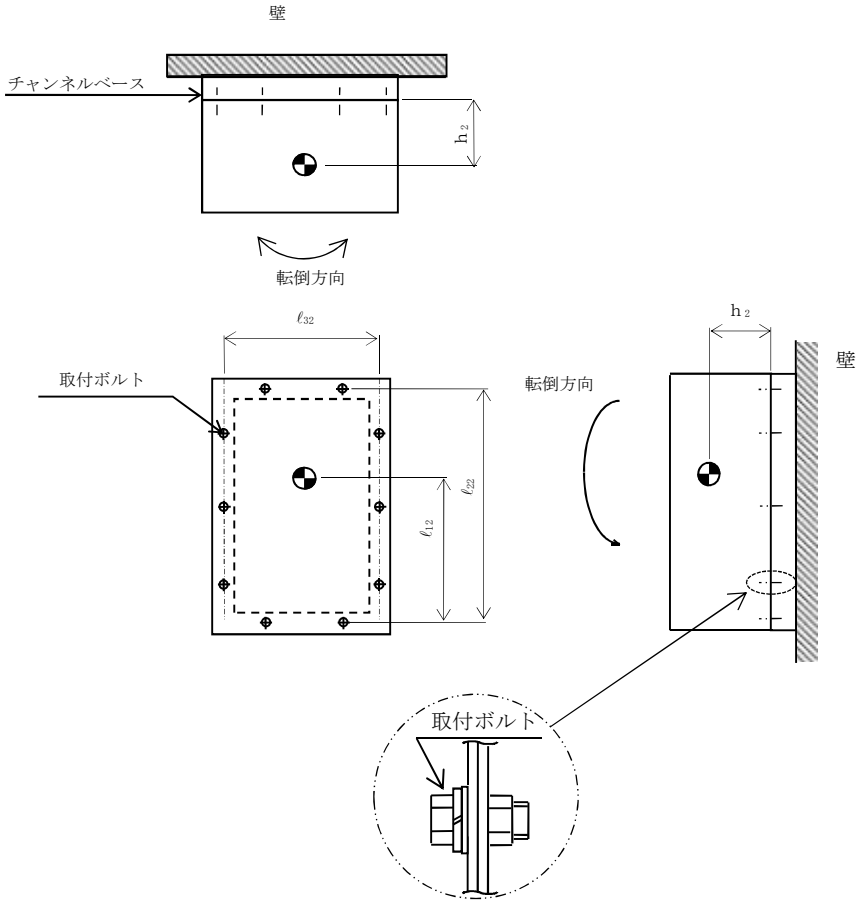
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
	鉛直方向		

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


壁
チャンネルベース
h_1
転倒方向
ℓ_{31}
基礎ボルト
ℓ_{21}
ℓ_{11}
h_1
壁
転倒方向
基礎ボルト


壁
チャンネルベース
h_2
転倒方向
ℓ_{32}
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
h_2
壁
転倒方向
取付ボルト

Ⅴ-2-2　耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-2-1　原子炉建屋の地震応答計算書

目　次

1.　概要 ····· 1
2.　基本方針 ····· 1
2.1　位置 ····· 1
2.2　構造概要 ····· 2
2.3　解析方針 ····· 14
2.4　適用規格・基準等 ····· 16
3.　解析方法 ····· 17
3.1　設計用模擬地震波 ····· 17
3.2　地震応答解析モデル ····· 40
3.2.1　水平方向モデル ····· 41
3.2.2　鉛直方向モデル ····· 42
3.3　解析方法 ····· 84
3.3.1　動的解析 ····· 84
3.3.2　静的解析 ····· 84
3.3.3　必要保有水平耐力 ····· 85
3.4　解析条件 ····· 86
3.4.1　建物・構築物の復元力特性 ····· 86
3.4.2　地盤の回転ばねの復元力特性 ····· 95
3.4.3　誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法 ····· 96
3.4.4　材料物性の不確かさ等 ····· 98
4.　解析結果 ····· 100
4.1　動的解析 ····· 100
4.1.1　固有値解析結果 ····· 100
4.1.2　応答解析結果 ····· 100
4.2　静的解析 ····· 166
4.3　必要保有水平耐力 ····· 169

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びⅤ-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちⅤ-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく原子炉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及び静的地震力は，Ⅴ-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。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

原子炉建屋の設置位置を図2－1に示す。

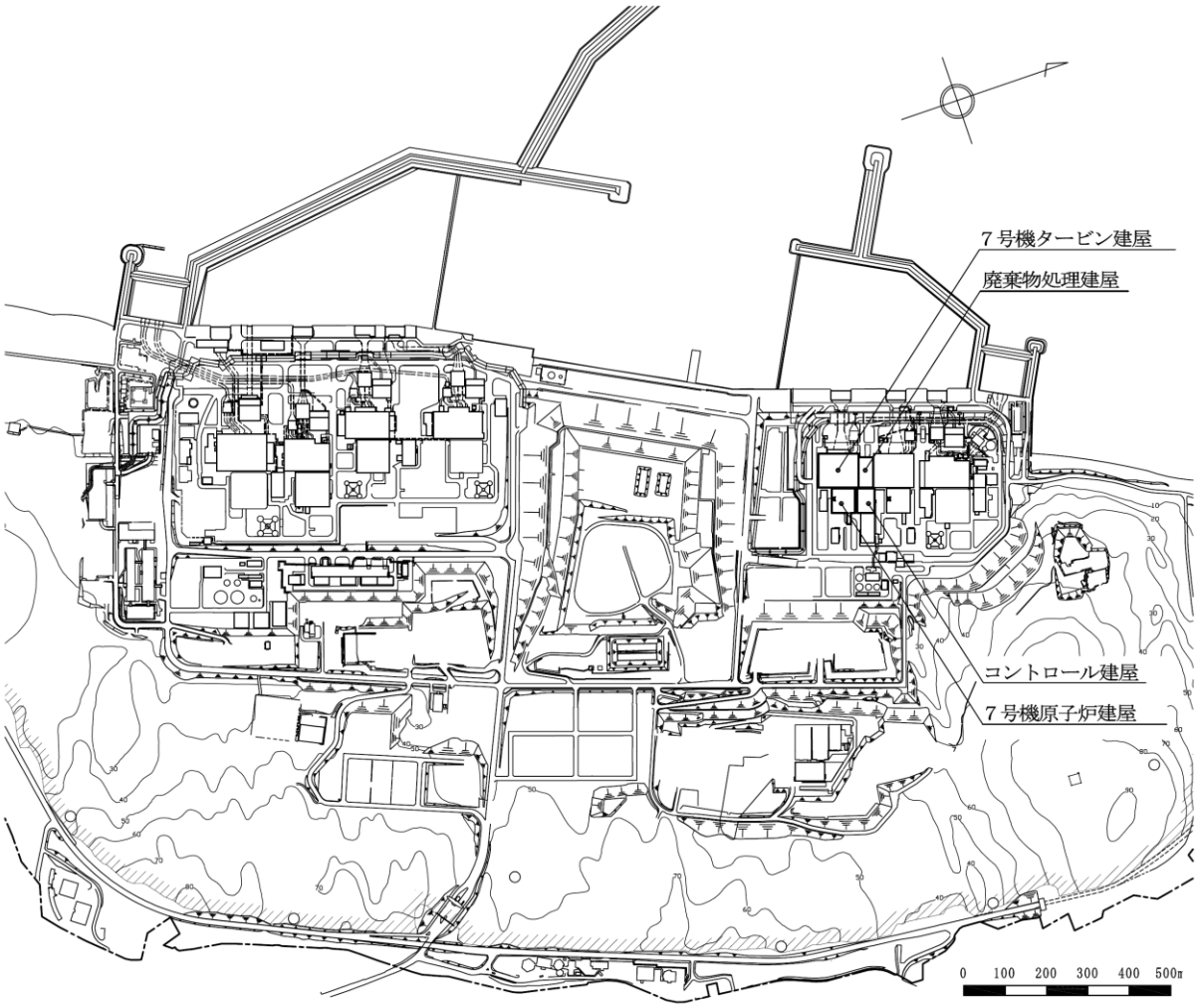


図2－1　原子炉建屋の設置位置

2.2　構造概要

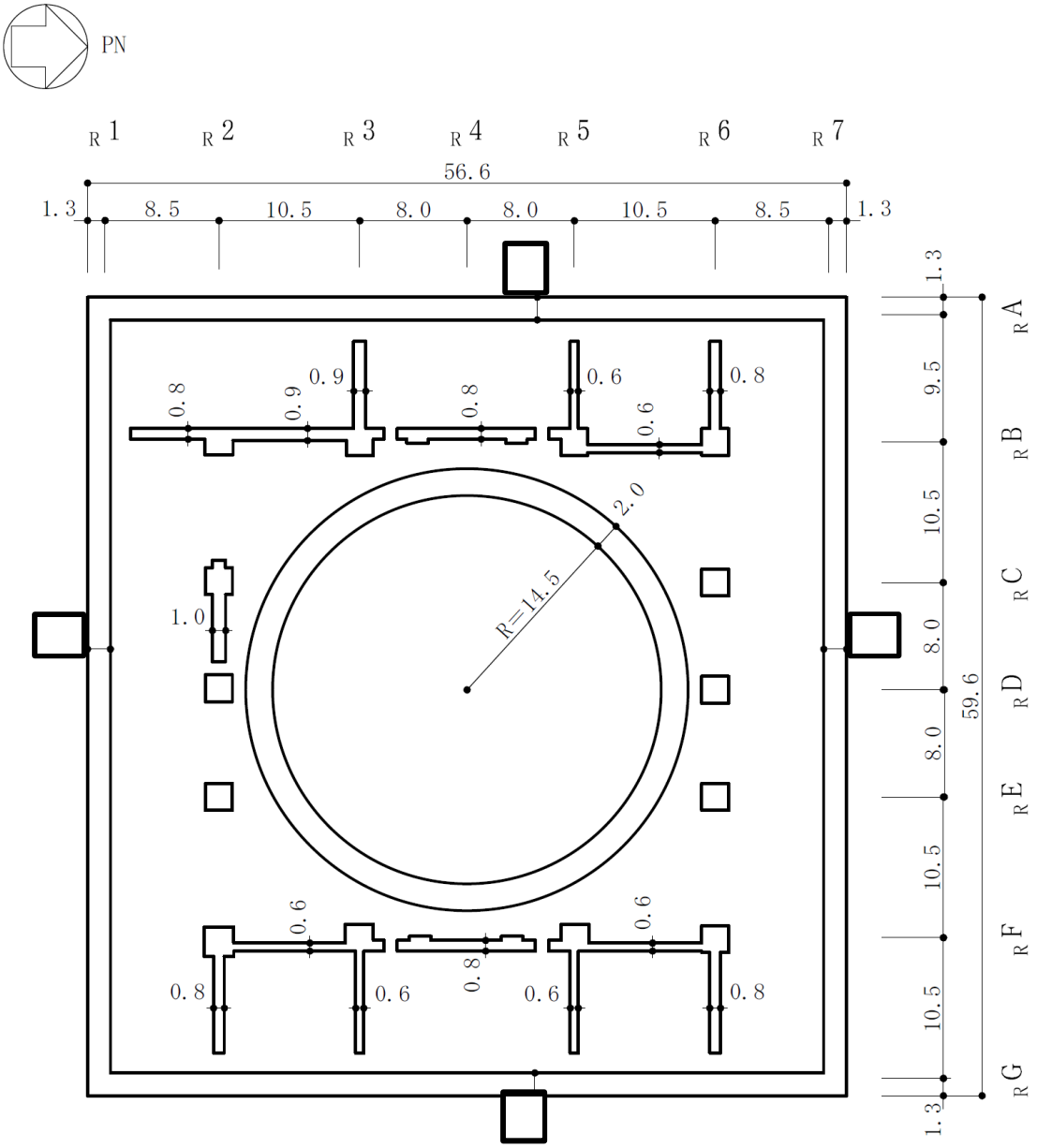
原子炉建屋は，地上4階，地下3階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で，屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図2－2及び図2－3に示す。

原子炉建屋の平面は，地下部分では56.6m（NS方向）×59.6m（EW方向），最上階は39.0m（NS方向）×59.6m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは63.4mであり，地上高さは37.7mである。なお，原子炉建屋の屋根部分には主排気筒が設置されている。また，原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は厚さ5.5mのべた基礎で，支持地盤である泥岩上にマンメイドロックを介して設置している。

原子炉建屋の中央部には原子炉圧力容器を収容している鉄筋コンクリート製原子炉格納容器（以下「RCCV」という。）がある。RCCVは円筒形で基礎スラブ上から立ち上がり，床スラブによって原子炉建屋と一体構造になっている。このRCCVの高さは底部上端からトップスラブ部下端まで29.5m，内径は29.0mであり，壁厚は2.0mである。

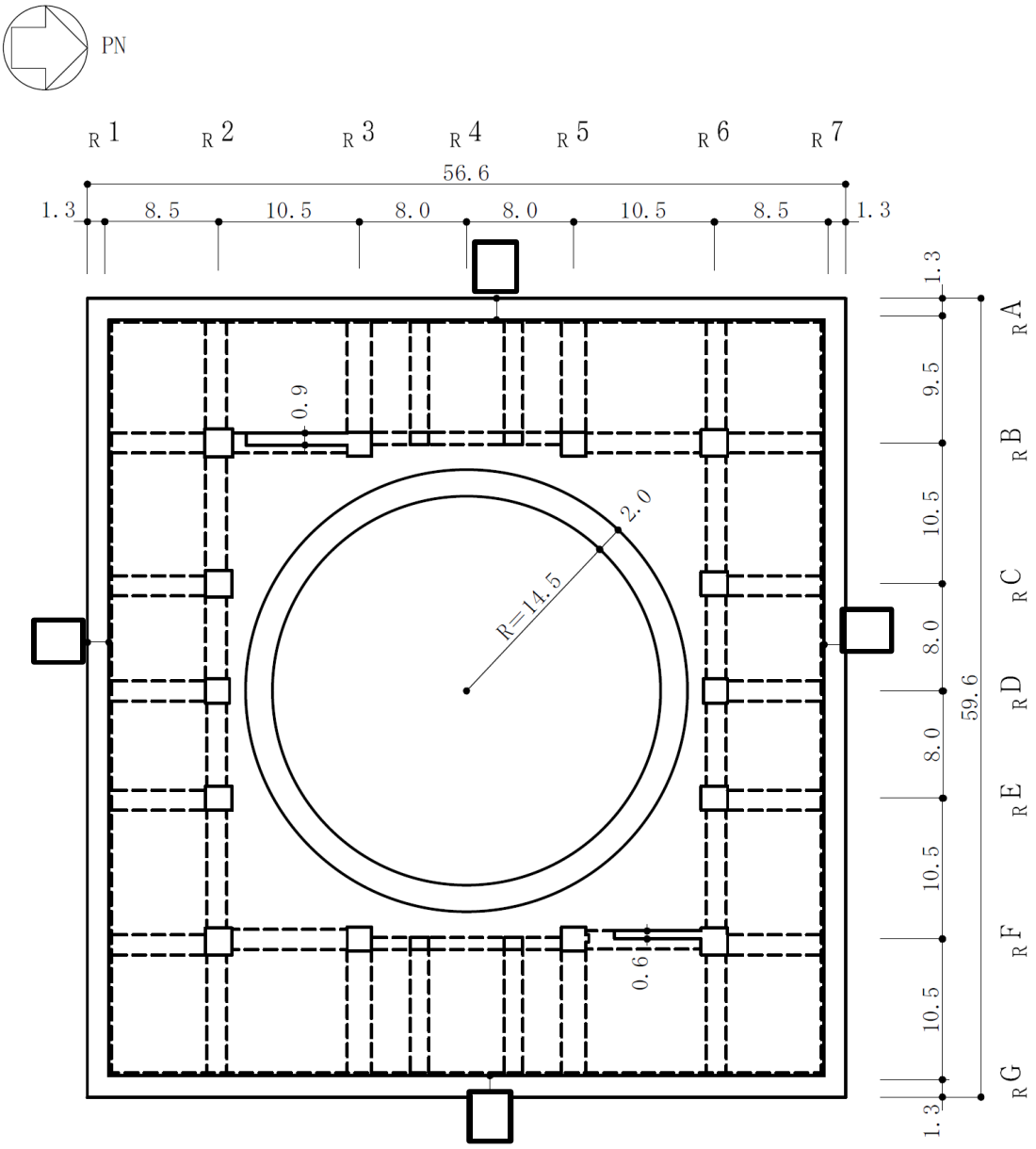
原子炉建屋の主な耐震壁は，RCCVと外壁である。主要な耐震壁は建屋の中心に対してほぼ対称に配置しており，開口部も少なく，建屋は全体として非常に剛性の高い構造となっている。



（単位：m）

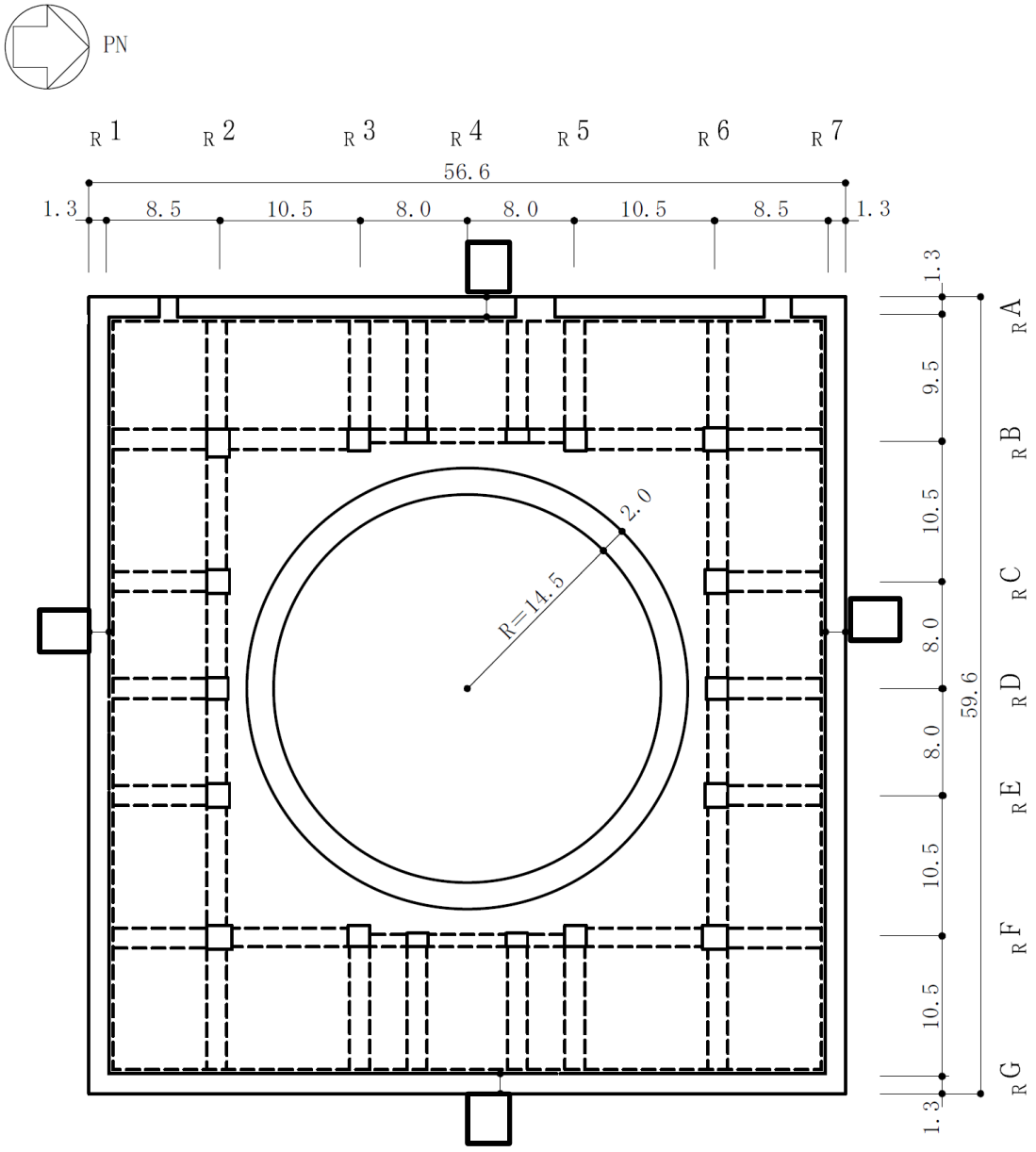
注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B3F，T.M.S.L. -8.2m）(1/9)



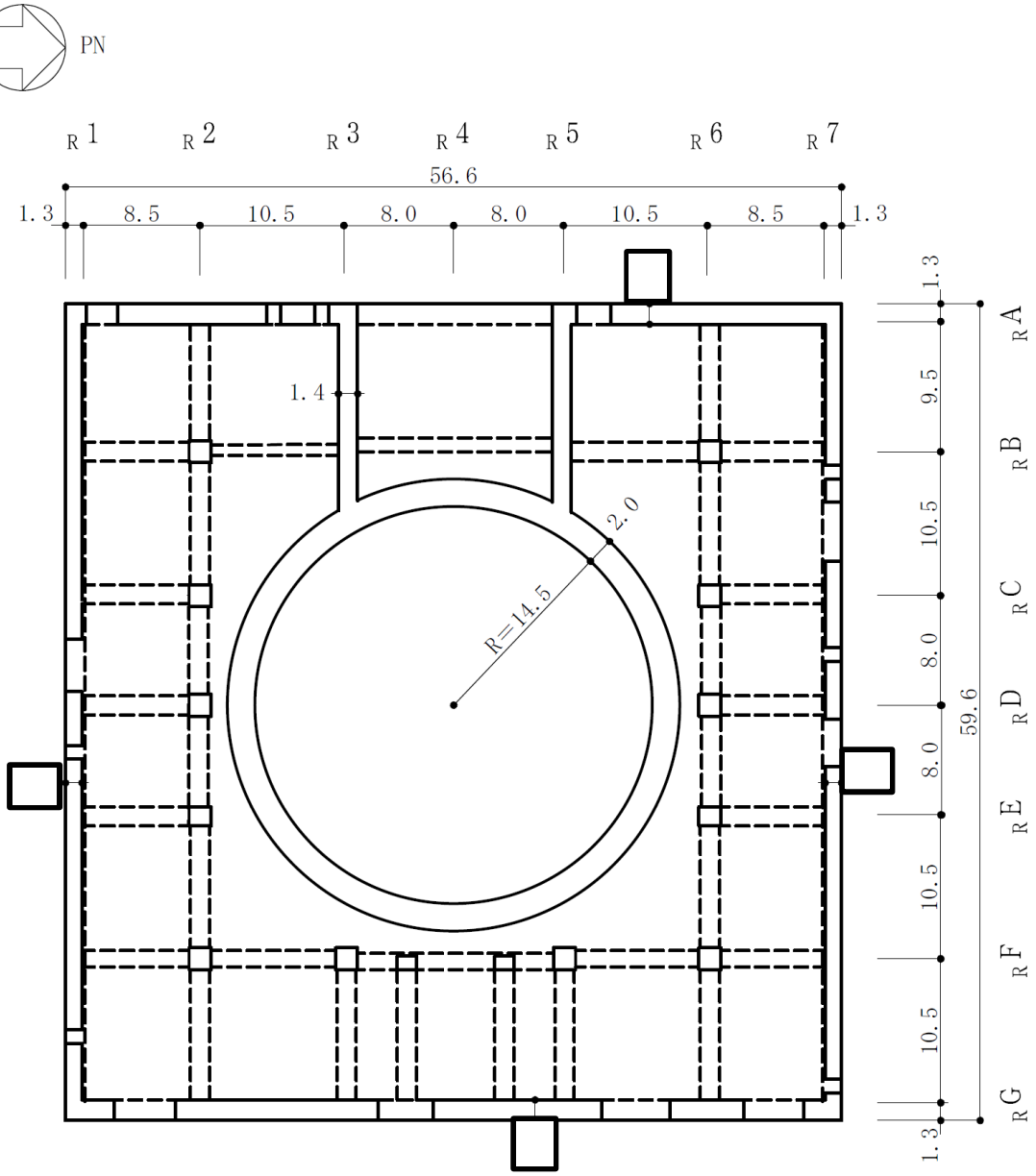
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B2F，T.M.S.L. -1.7m）(2/9)



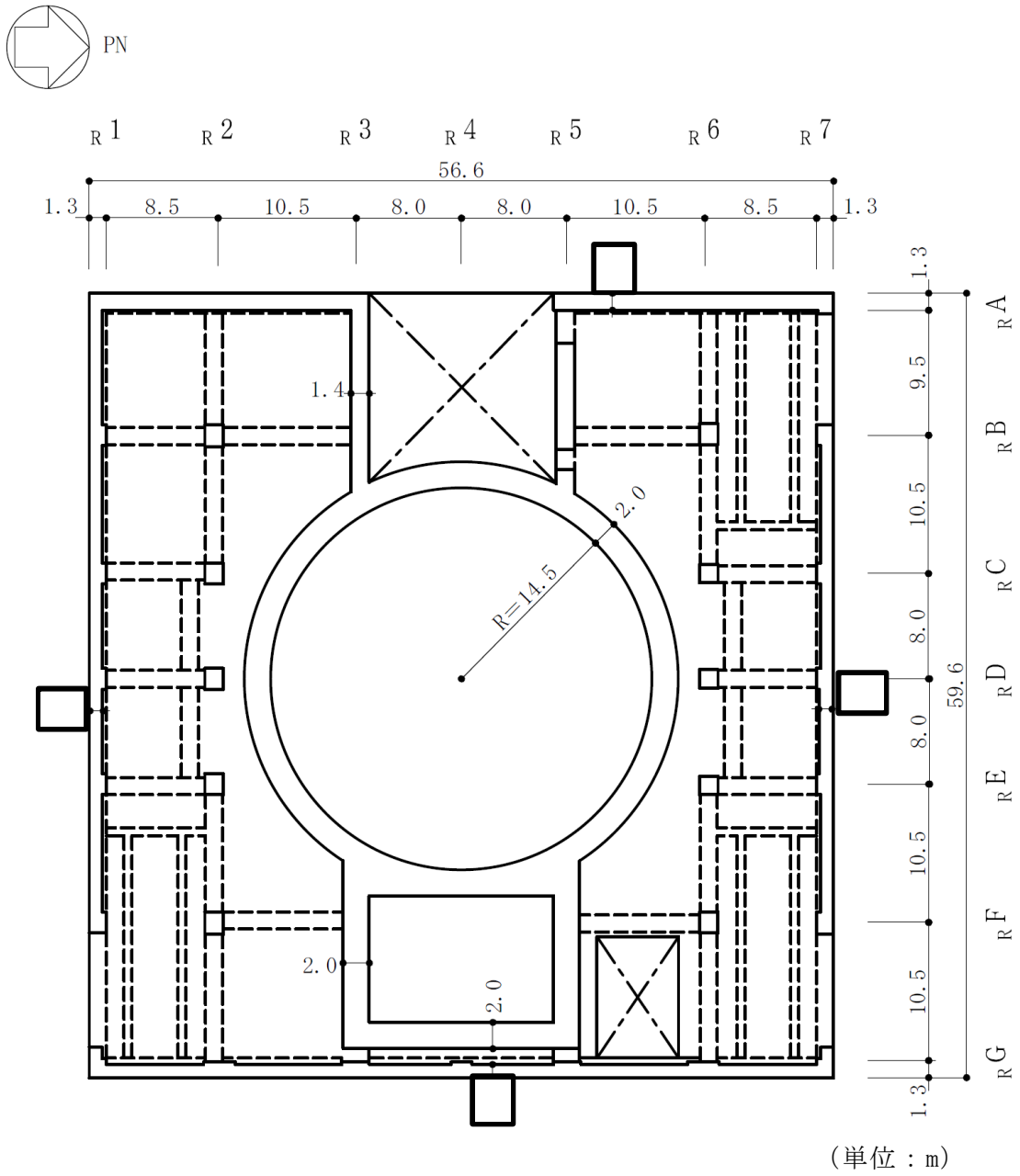
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B1F，T.M.S.L. 4.8m）（3/9）



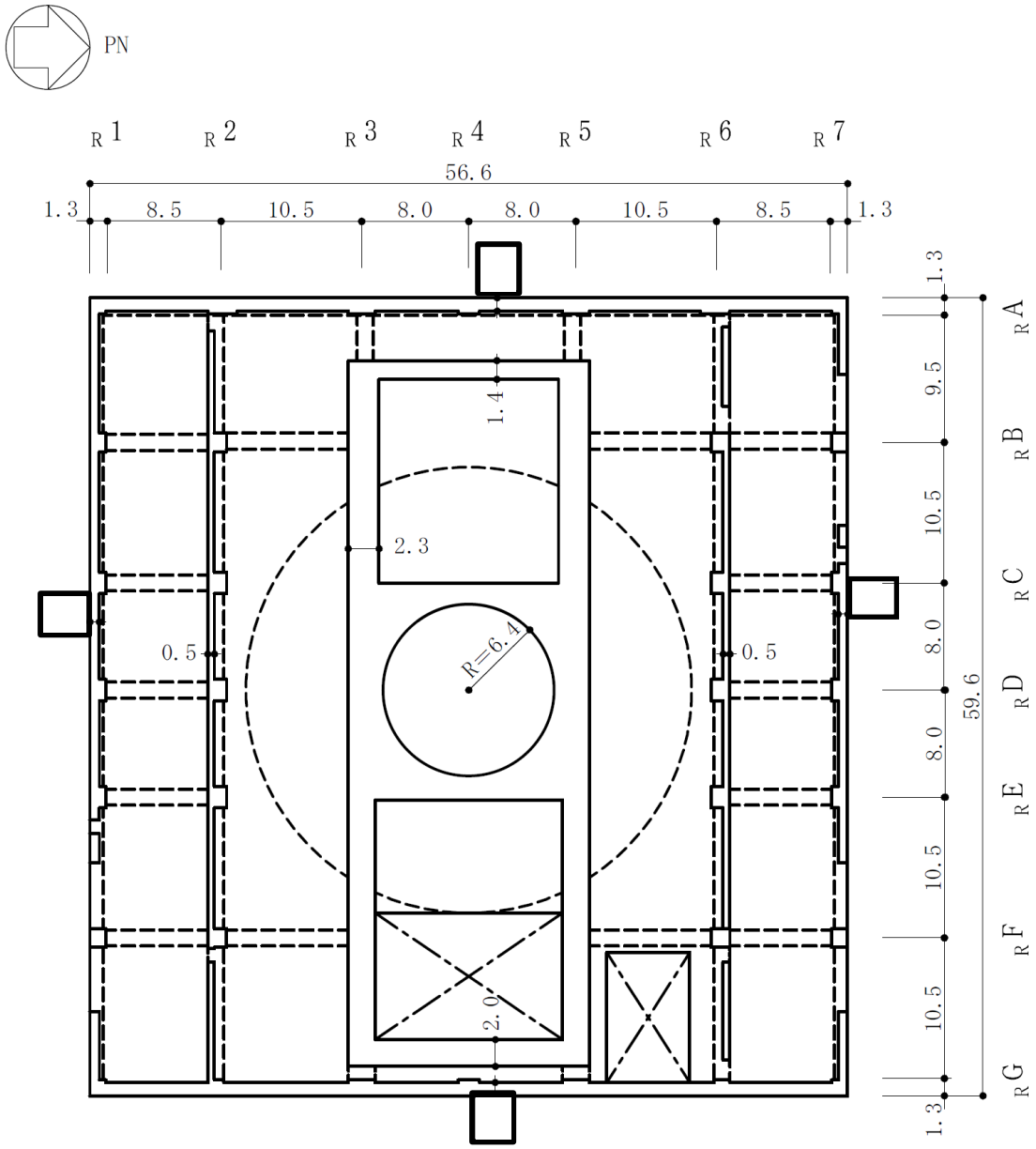
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（1F，T.M.S.L. 12.3m）（4/9）



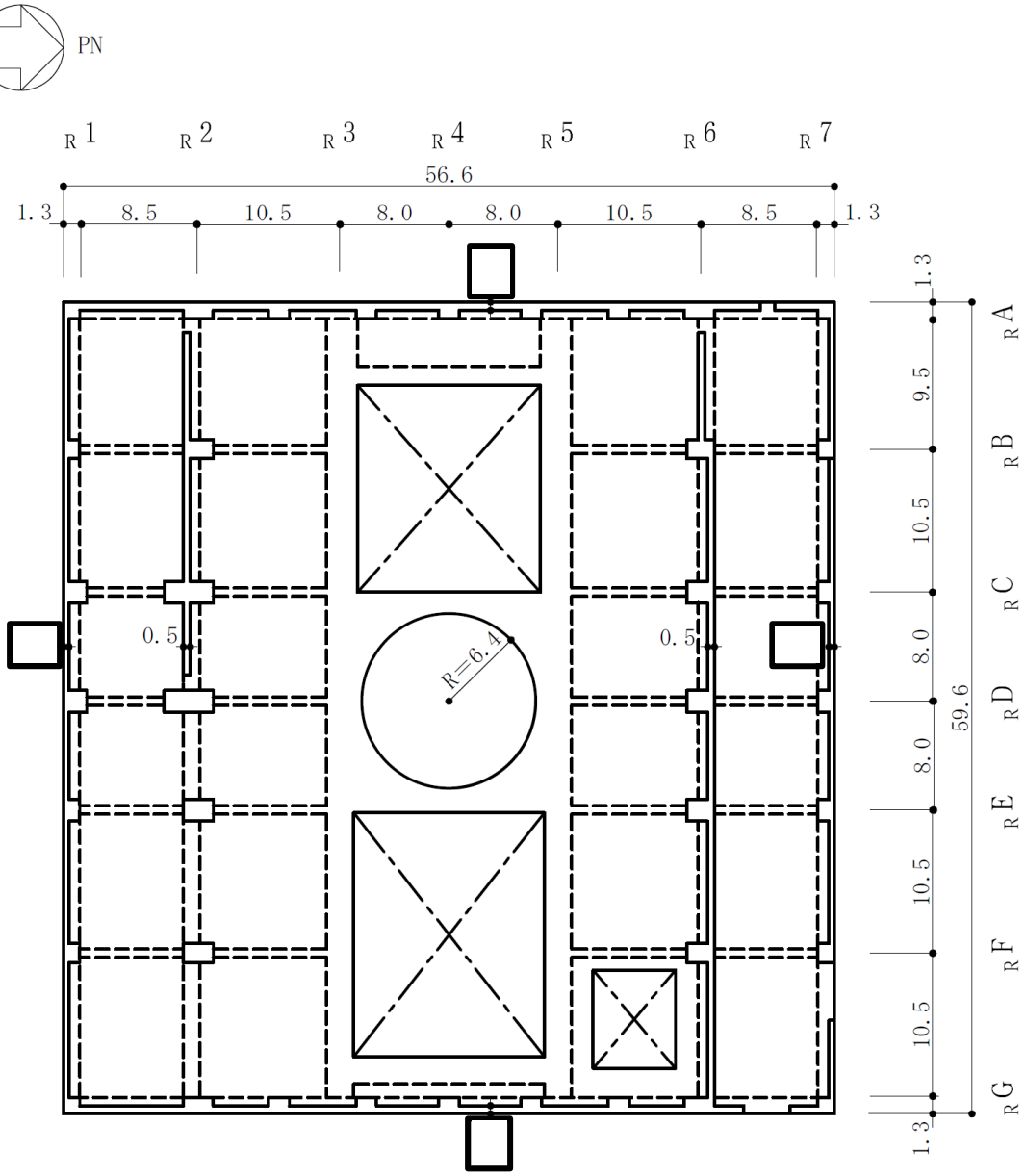
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（2F，T.M.S.L. 18.1m）（5/9）



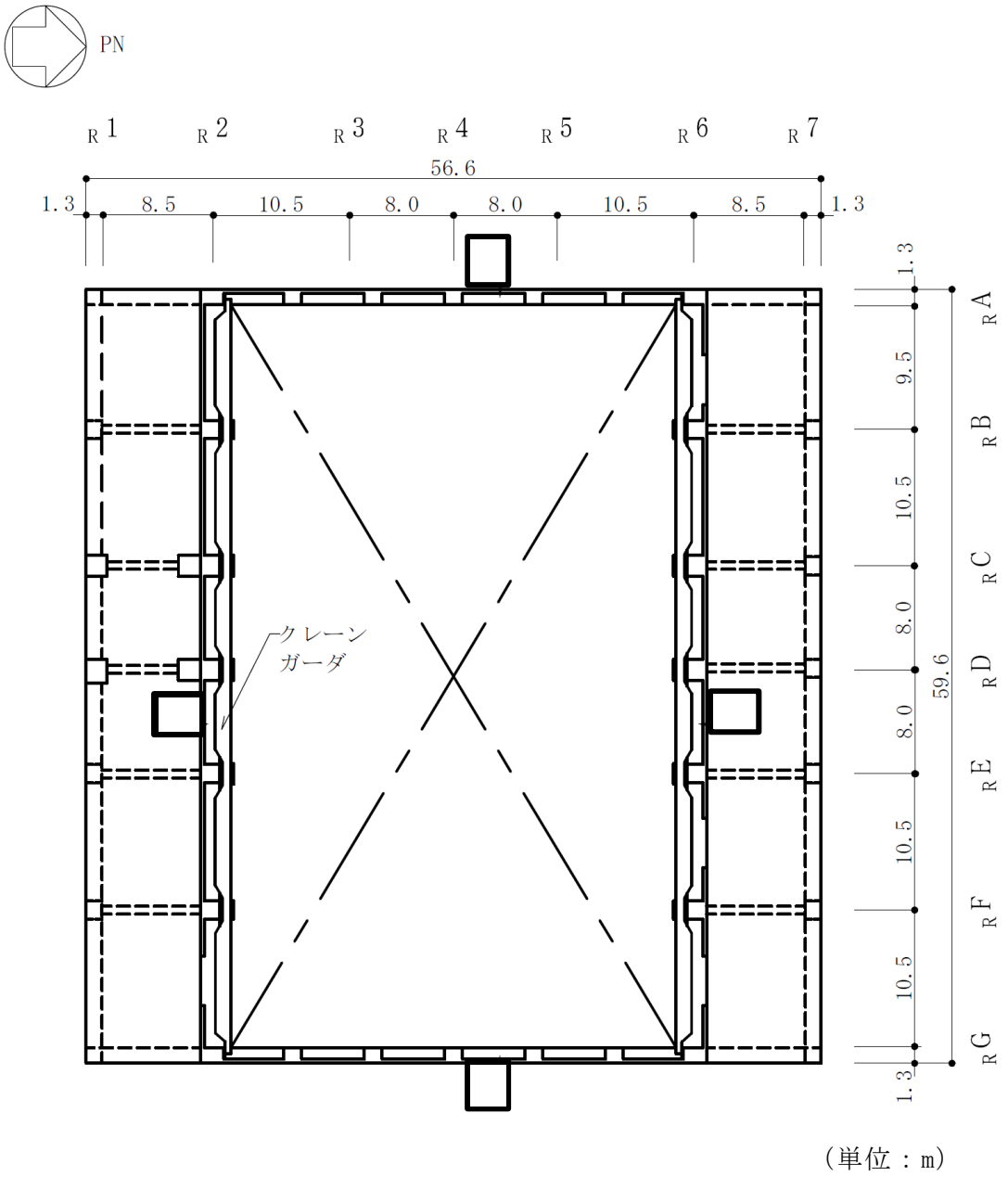
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（3F，T.M.S.L. 23.5m）(6/9)



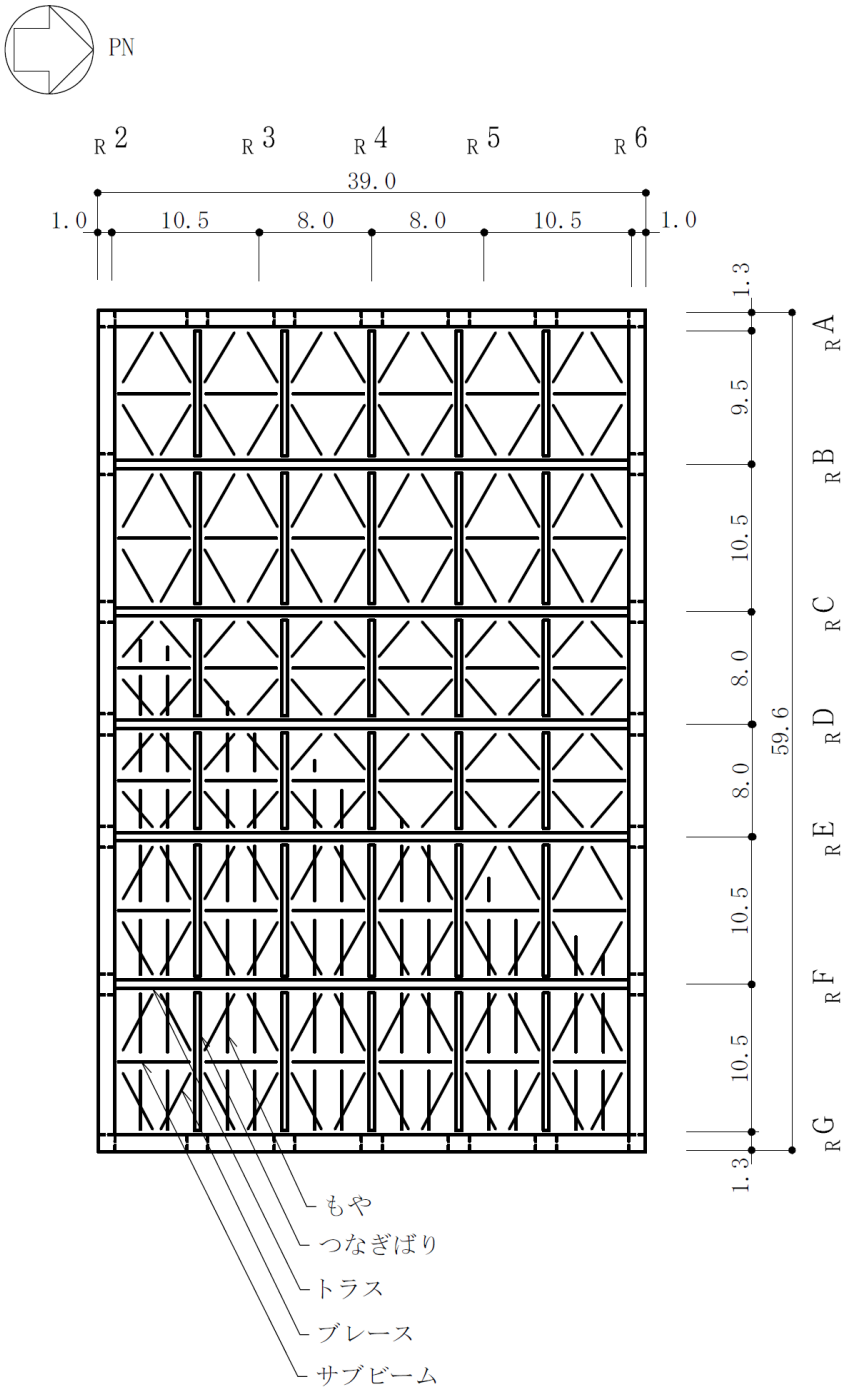
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（4F，T.M.S.L. 31.7m）（7/9）



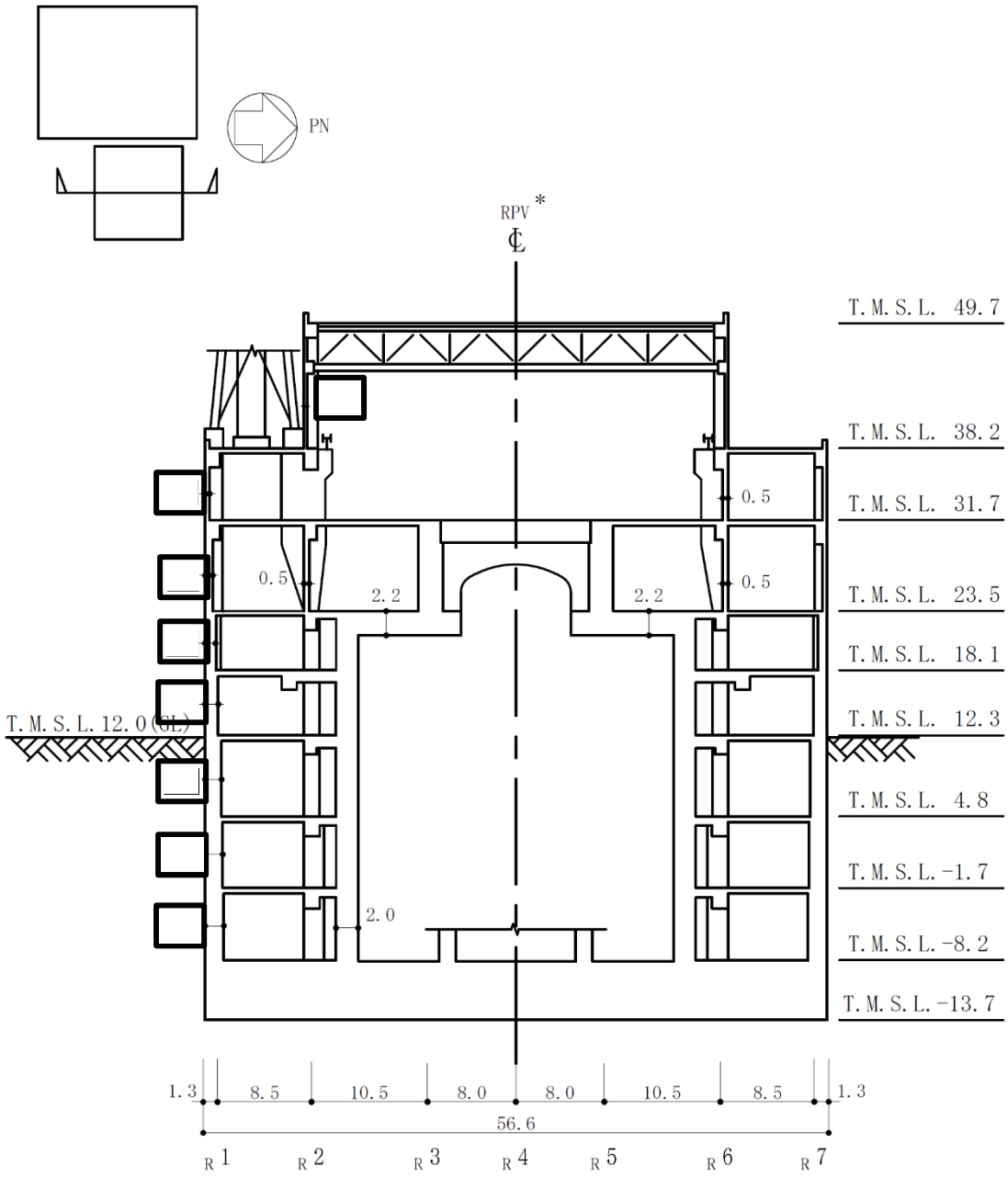
（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（CRF，T.M.S.L. 38.2m）(8/9)



（単位：m）

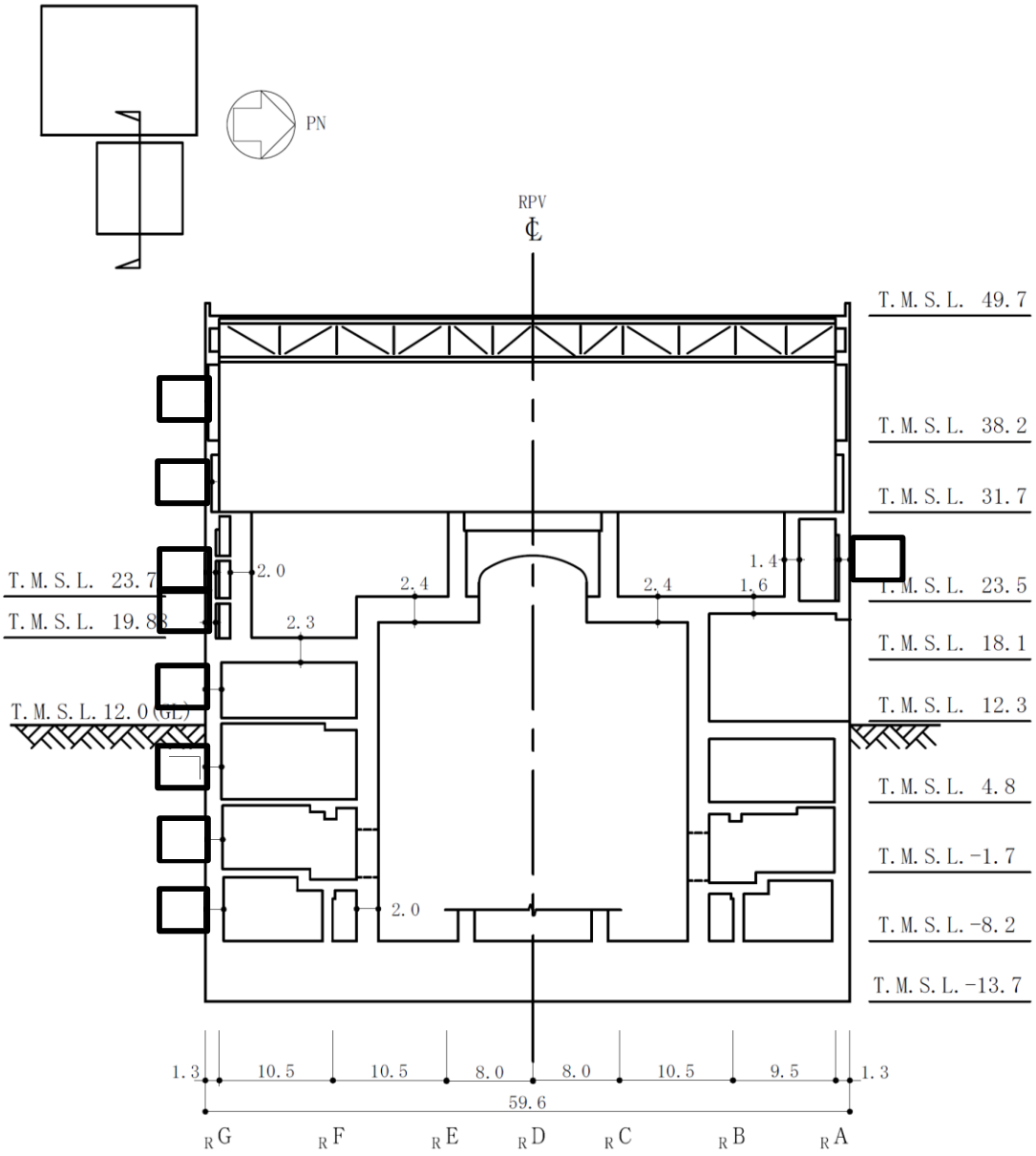
図2－2　原子炉建屋の概略平面図（RF，T.M.S.L. 49.7m）（9/9）



（単位：m）

注記＊：原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）

図2－3　原子炉建屋の概略断面図（NS方向）（1/2）



（単位：m）

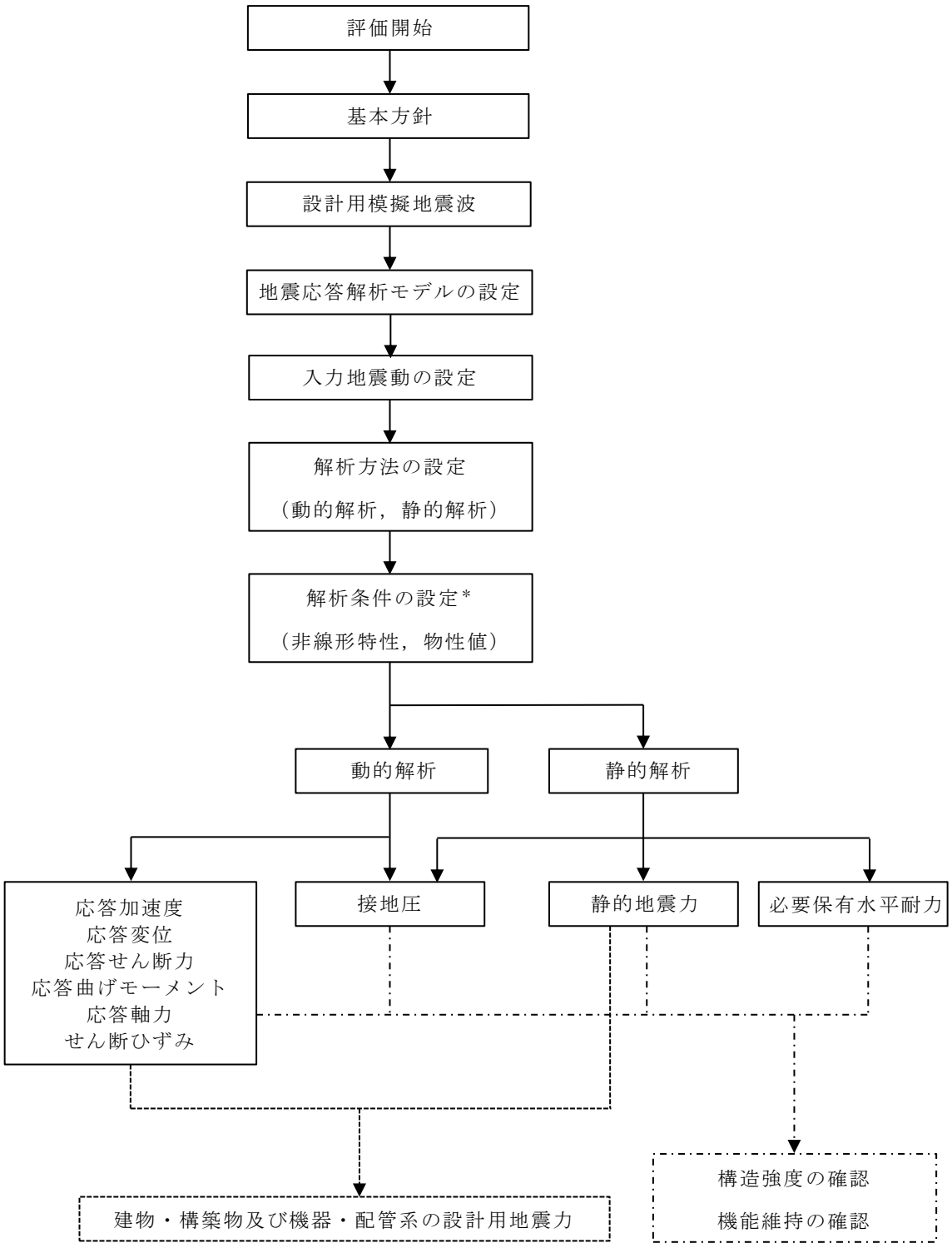
図2－3　原子炉建屋の概略断面図（EW方向）（2/2）

2.3　解析方針

原子炉建屋の地震応答解析は，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2－4に原子炉建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は，「3.1　設計用模擬地震波」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算出する。「4.2　静的解析」においては静的地震力を，「4.3　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。



注記＊：材料物性の不確かさを考慮する。

図2－4　原子炉建屋の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

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。

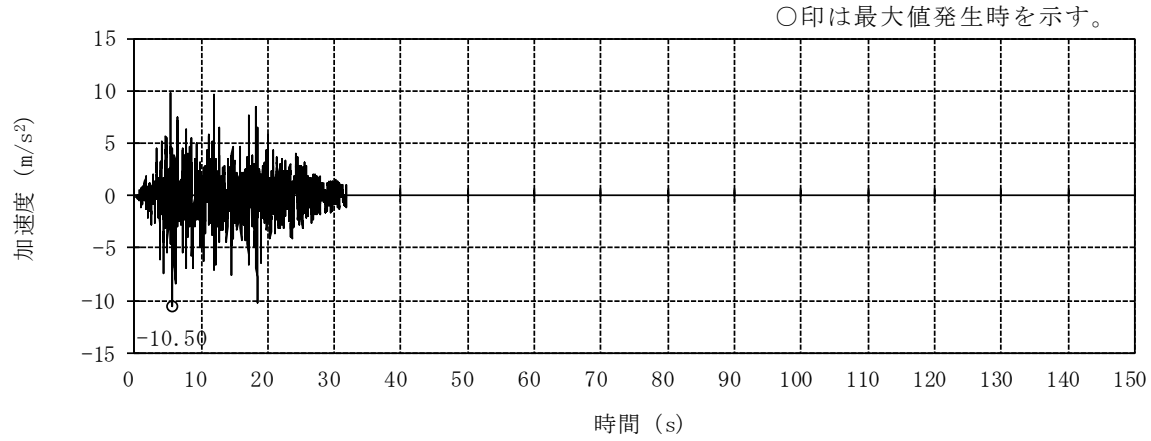
- 建築基準法・同施行令
- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説　－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，1999改定）
- 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社) 日本建築学会，2005 制定）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）
- 鋼構造設計規準　－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定）

3. 解析方法

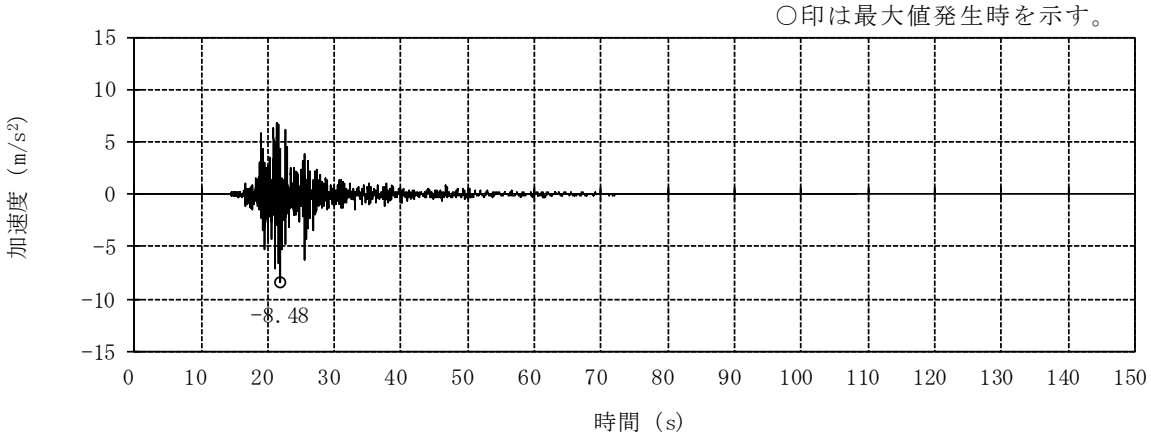
3.1 設計用模擬地震波

原子炉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。この建屋－地盤連成モデルへの入力地震動は，Ⅴ-2-1-2「基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する設計用模擬地震波を用いることとする。

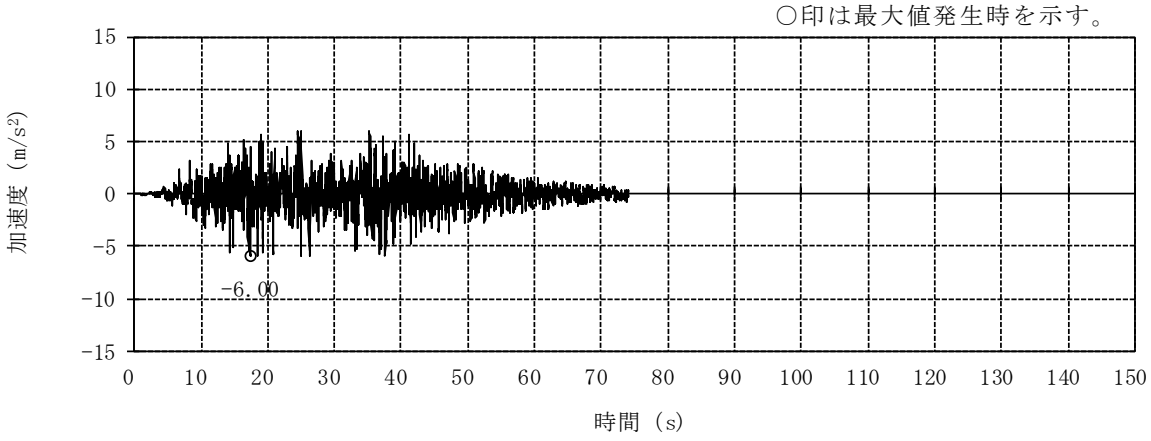
基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄとして作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図3－1～図3－8に示す。



(a)　Ss-1H

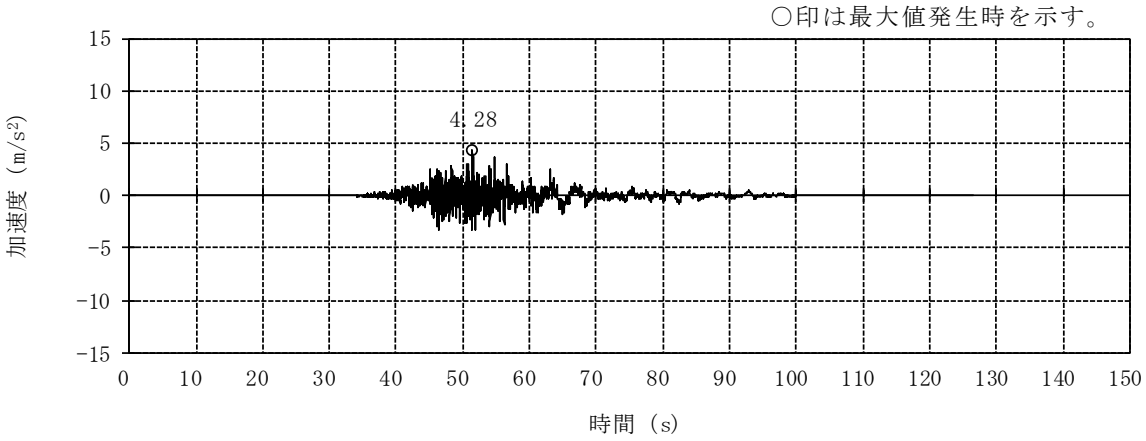


(b)　Ss-2NS

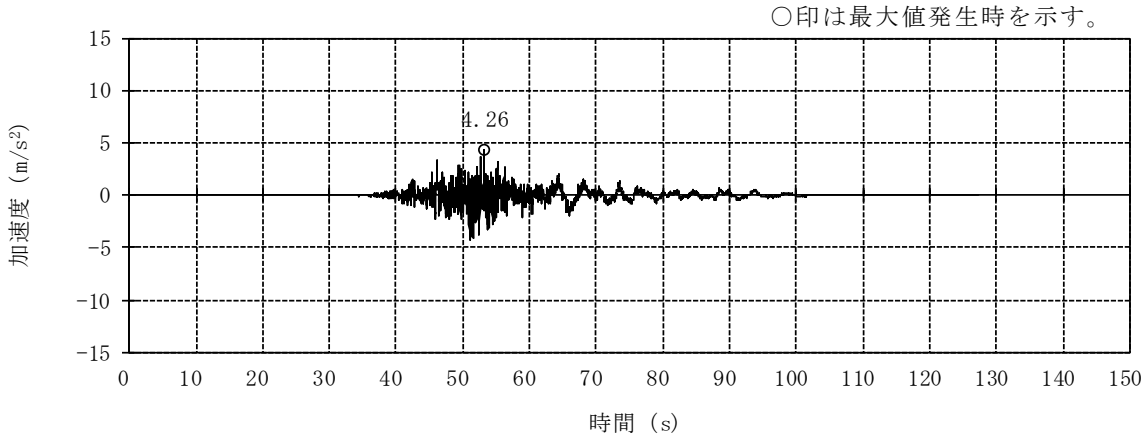


(c)　Ss-3H

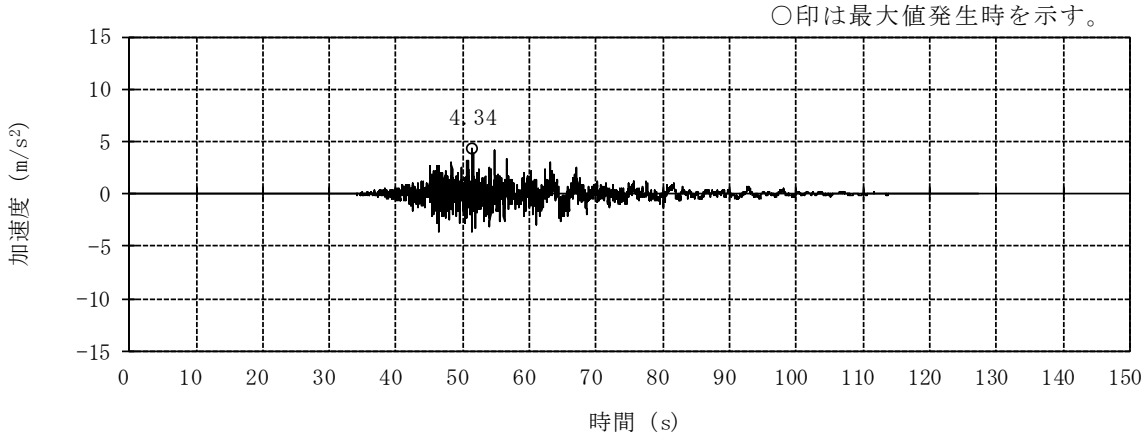
図3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS方向）(1/3)



(d)　Ss-4NS

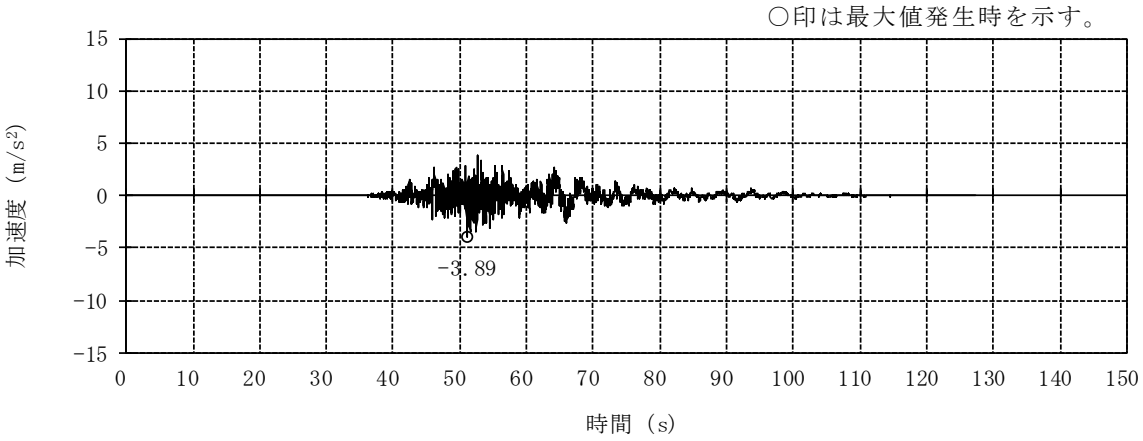


(e)　Ss-5NS

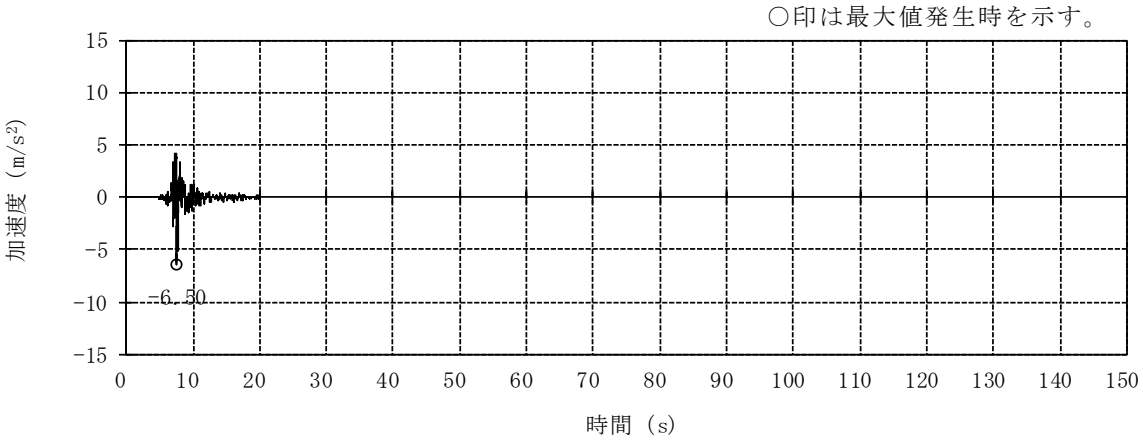


(f)　Ss-6NS

図3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS方向）(2/3)

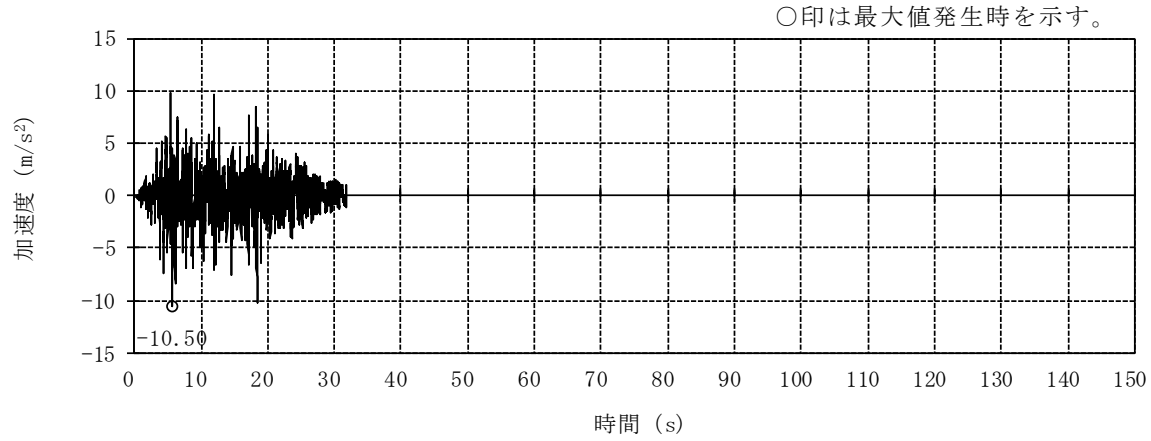


(g)　Ss-7NS

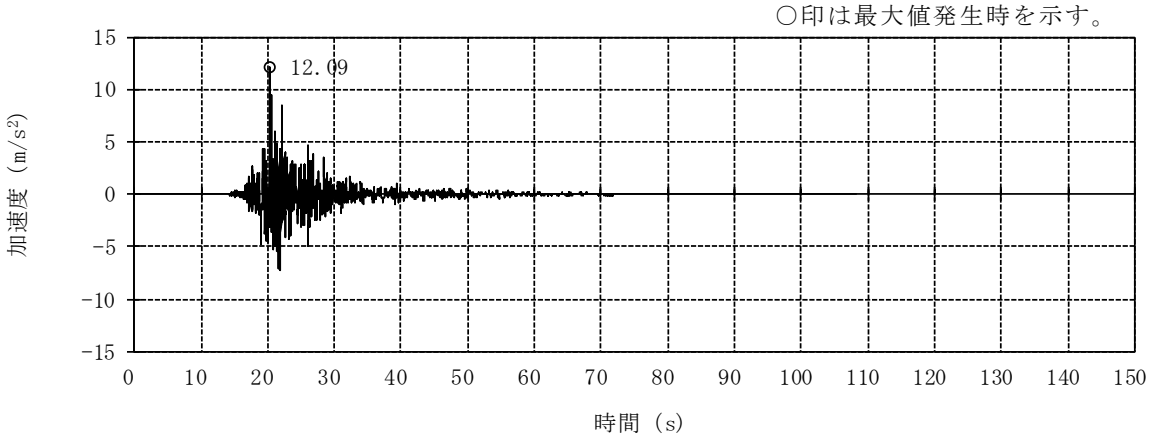


(h)　Ss-8H

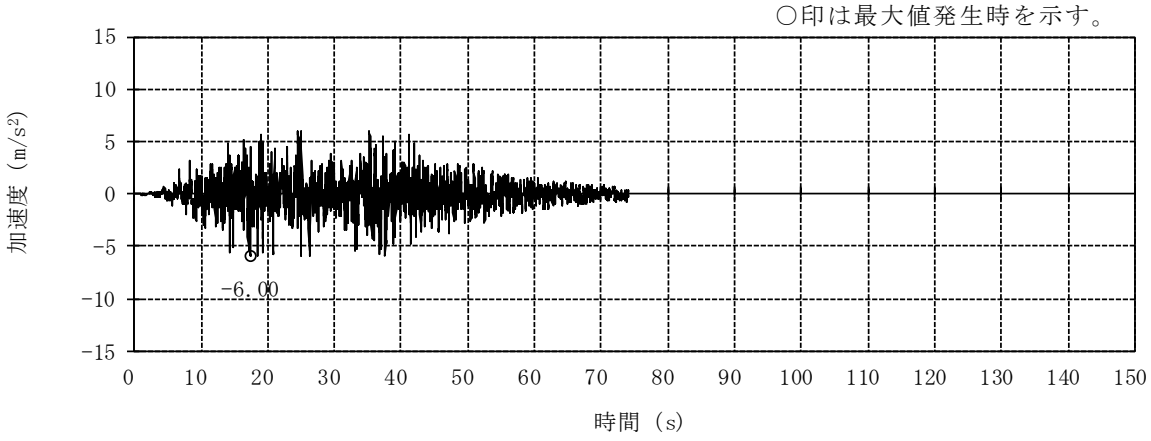
図3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS方向）(3/3)



(a)　Ss-1H

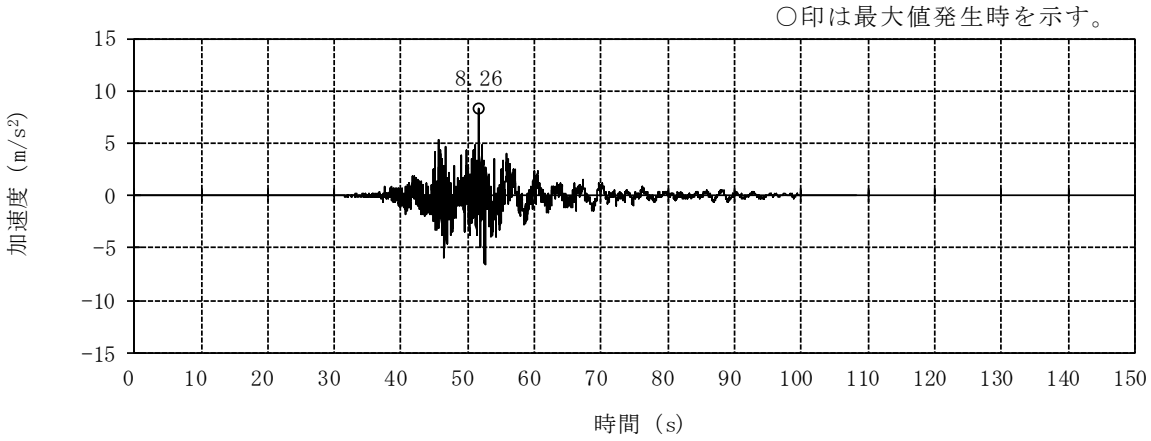


(b)　Ss-2EW

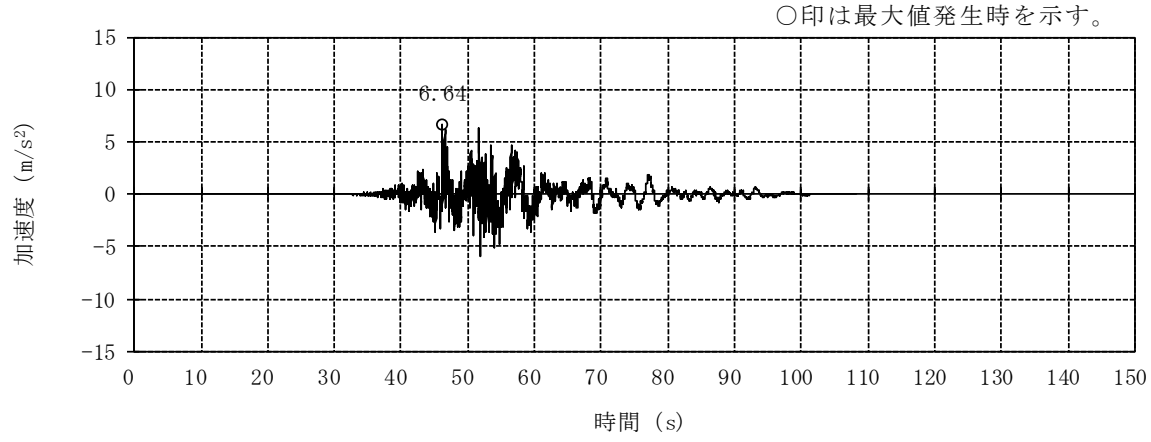


(c)　Ss-3H

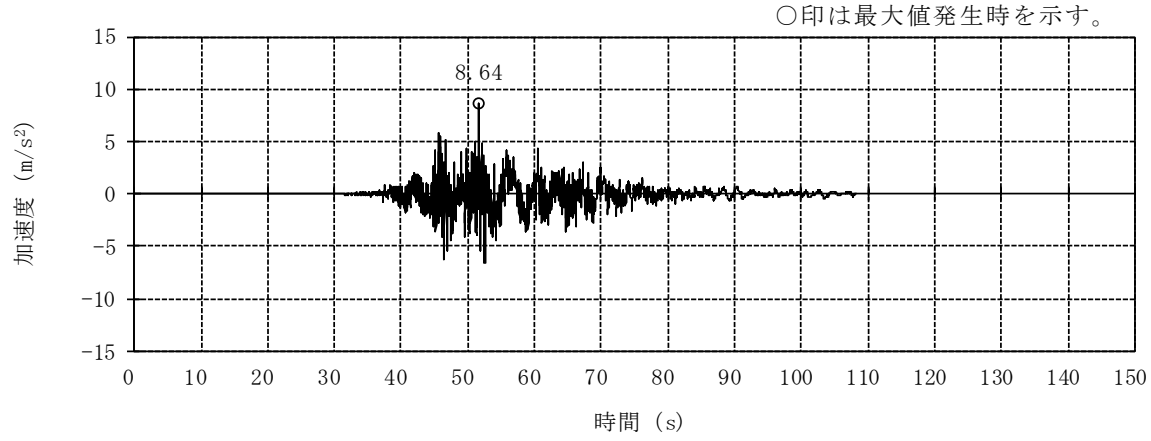
図3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW方向）(1/3)



(d)　Ss-4EW

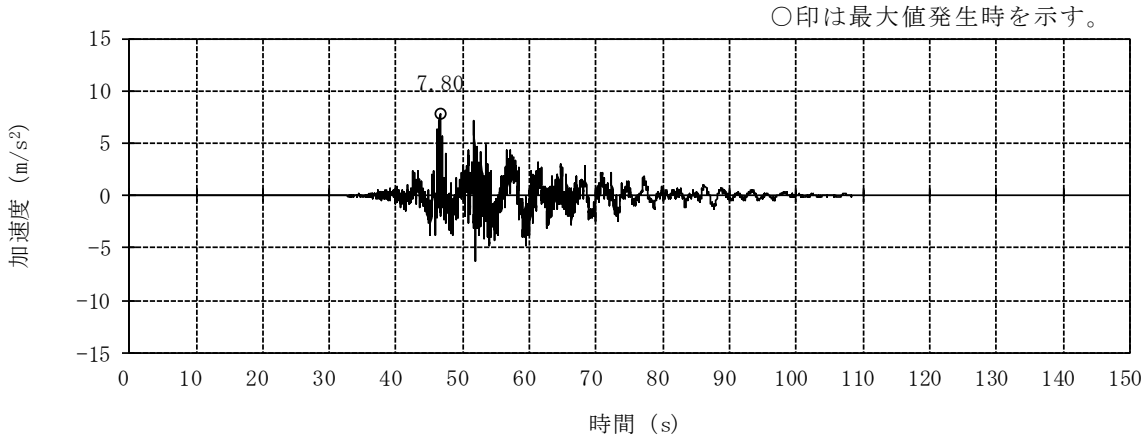


(e)　Ss-5EW

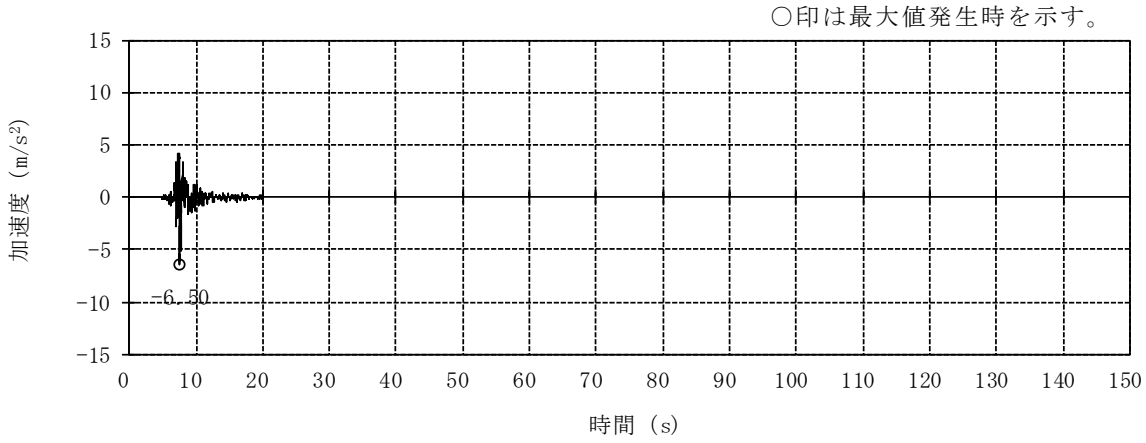


(f)　Ss-6EW

図3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW方向）(2/3)

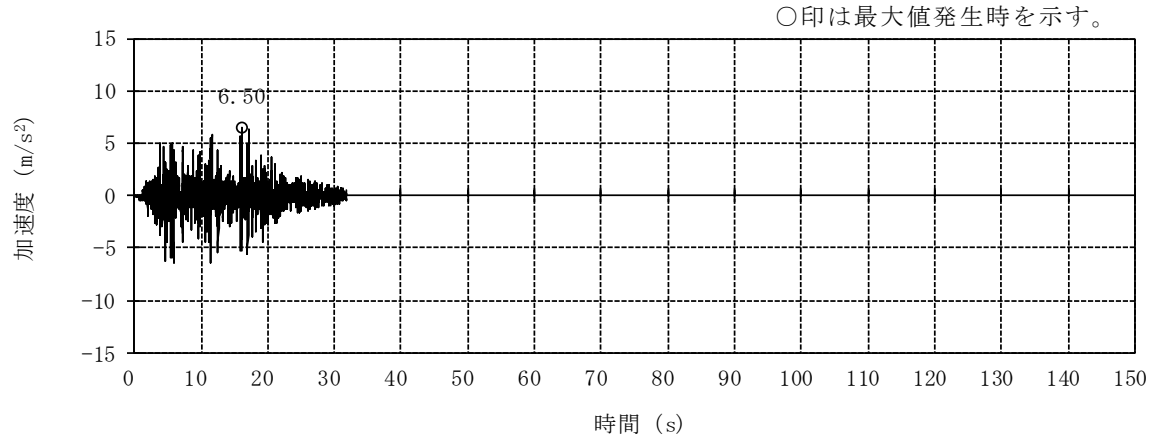


(g)　Ss-7EW

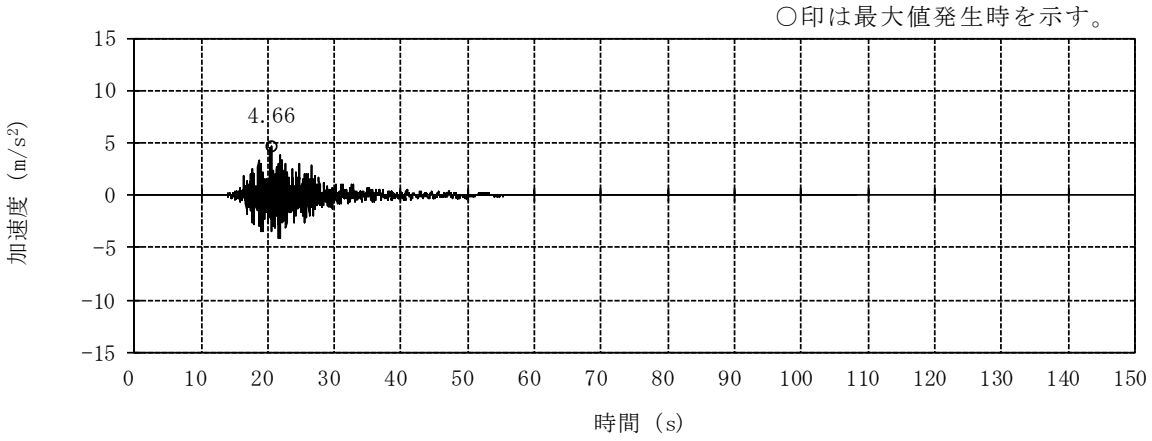


(h)　Ss-8H

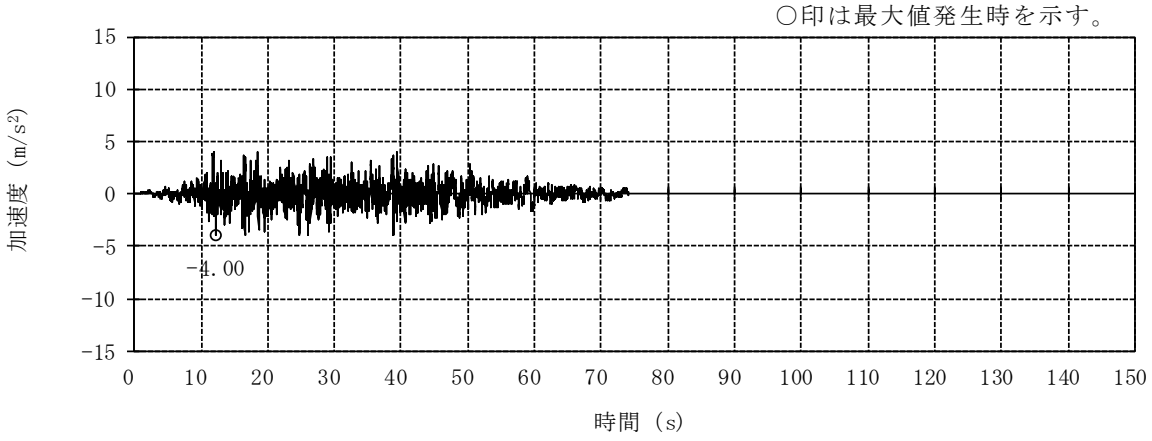
図3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW方向）(3/3)



(a)　Ss-1V

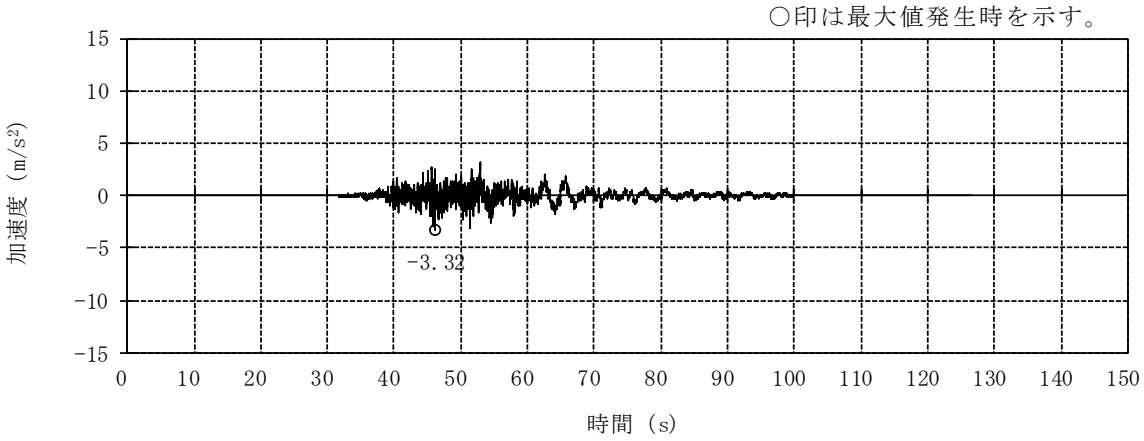


(b)　Ss-2UD

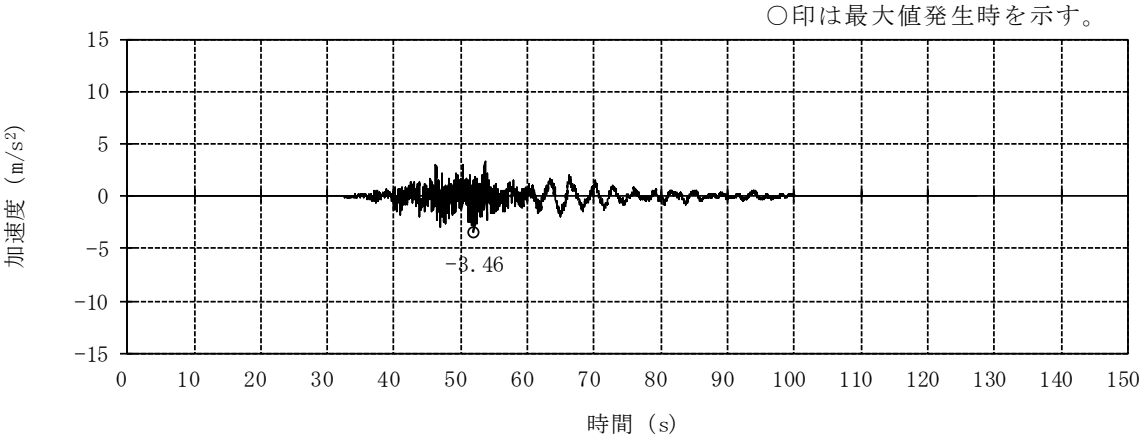


(c)　Ss-3V

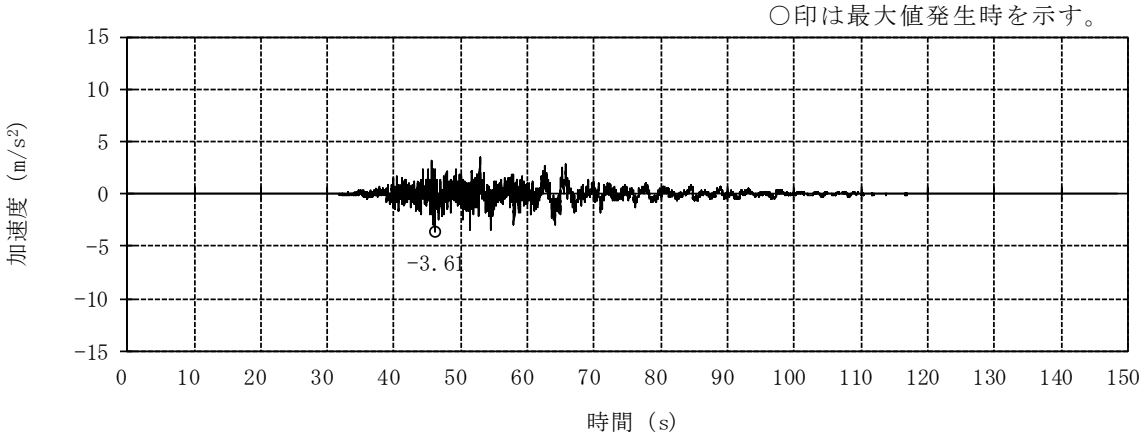
図3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(1/3)



(d)　Ss-4UD

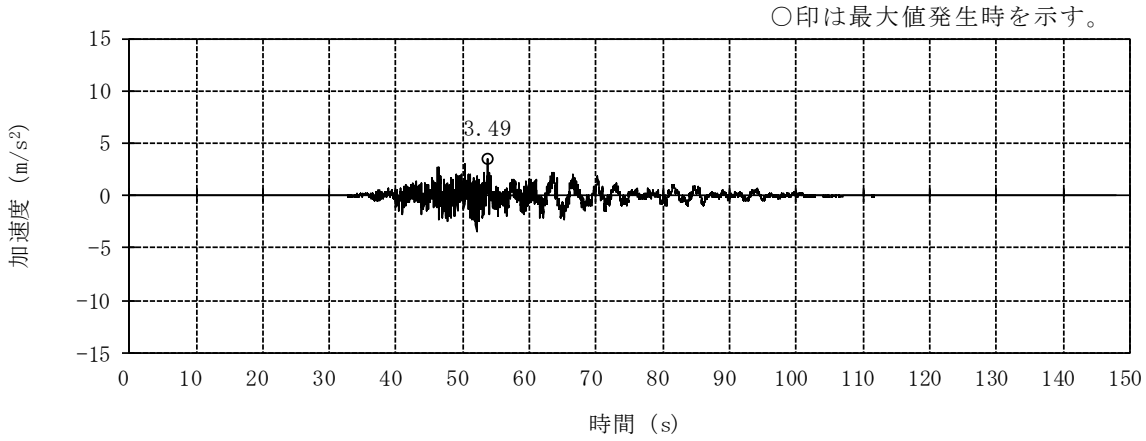


(e)　Ss-5UD

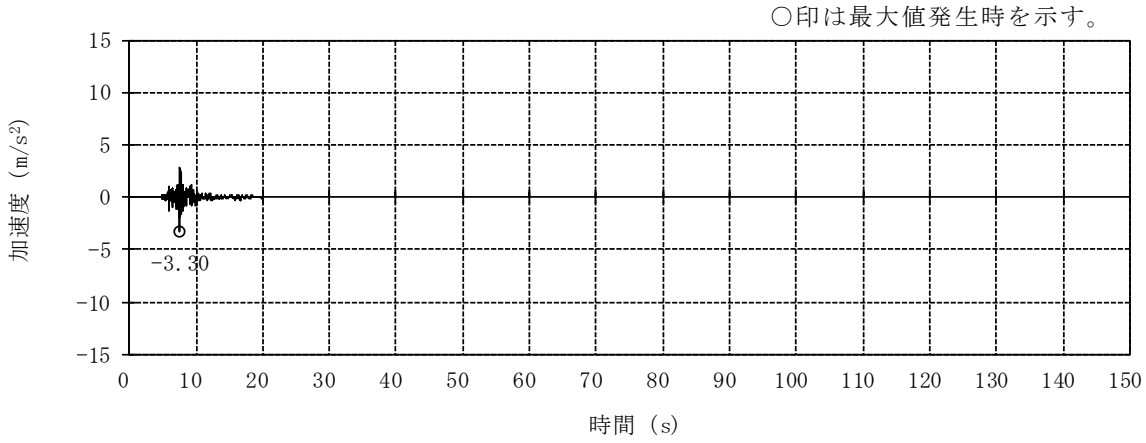


(f)　Ss-6UD

図3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(2/3)

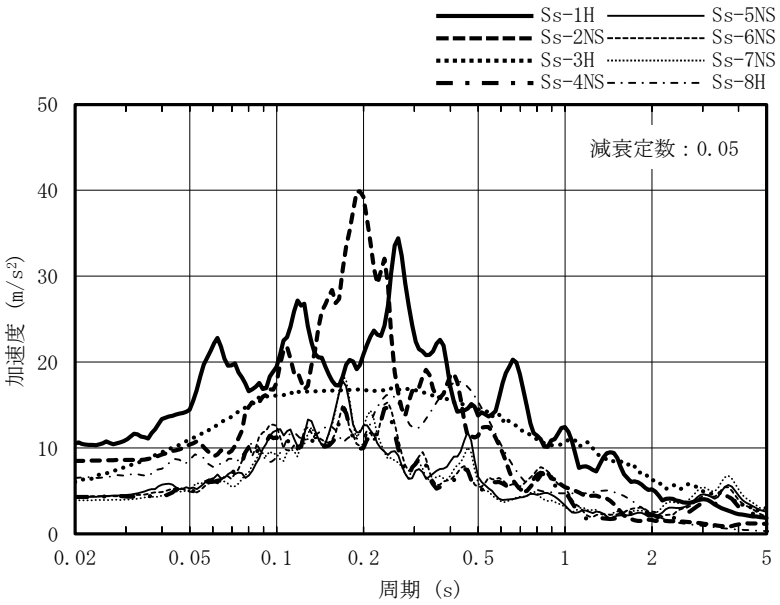


(g)　Ss-7UD

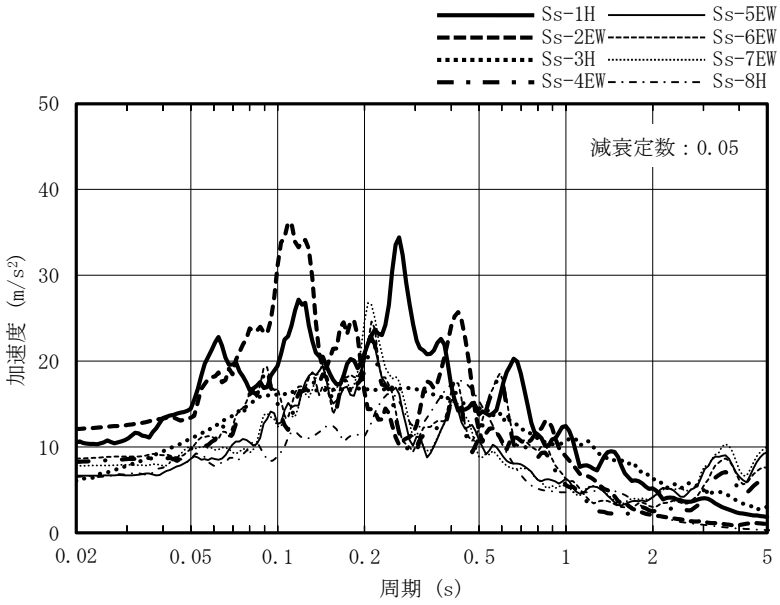


(h)　Ss-8V

図3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(3/3)

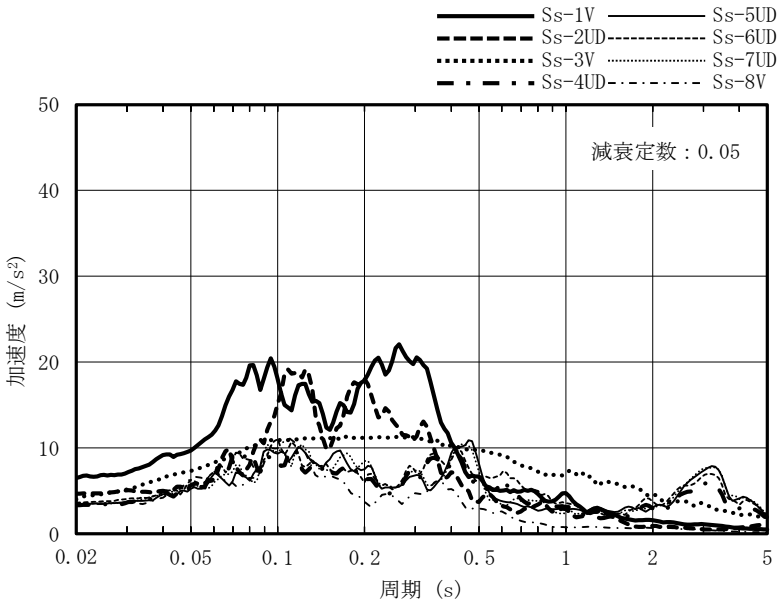


(a)　NS方向



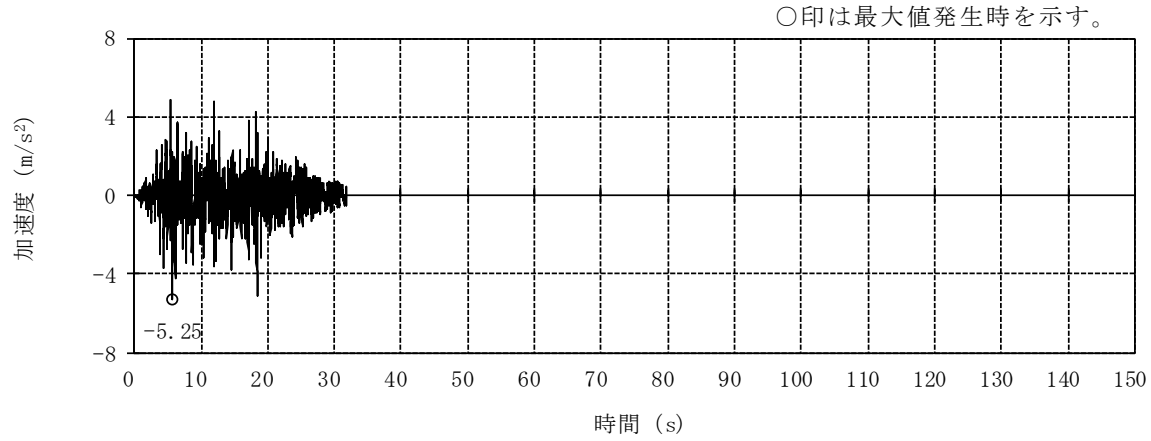
(b)　EW方向

図3－4　加速度応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ）(1/2)

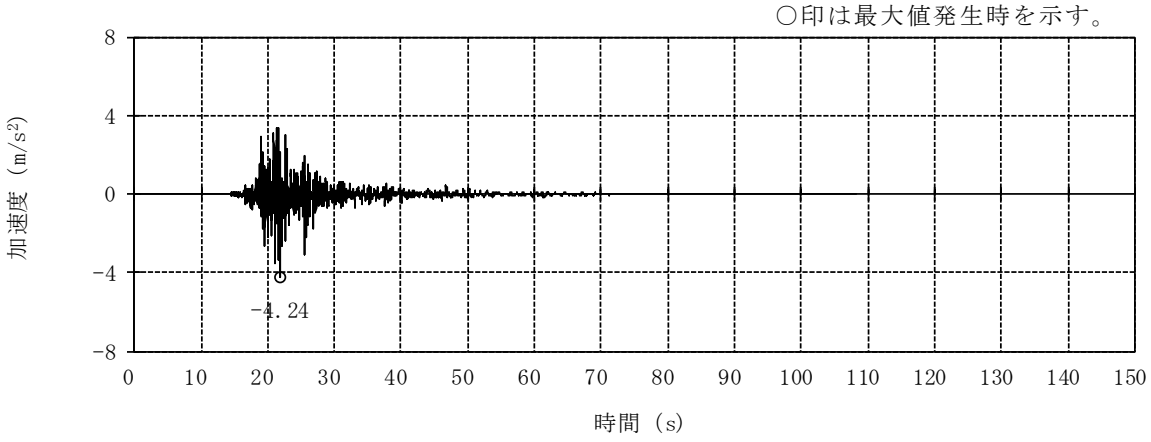


（c） 鉛直方向

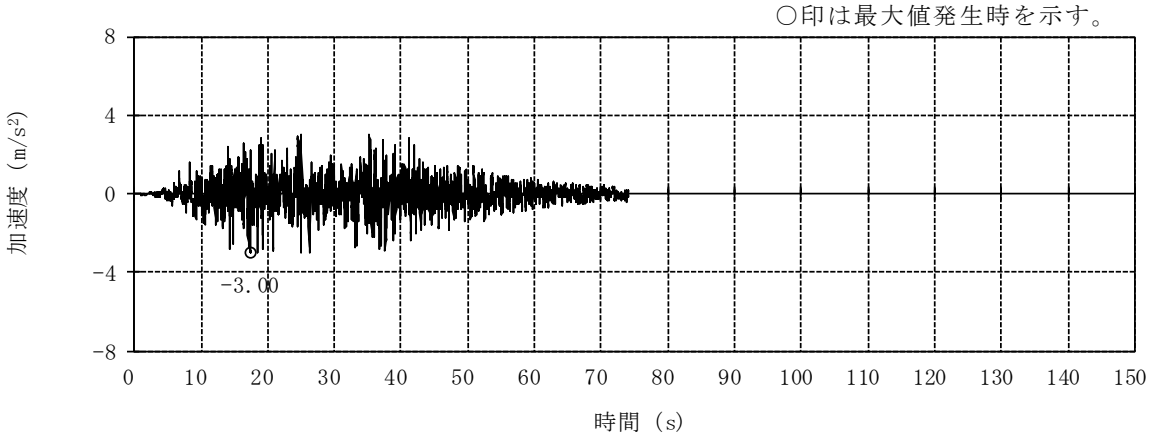
図3－4 加速度応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ）(2/2)



(a)　Sd-1H

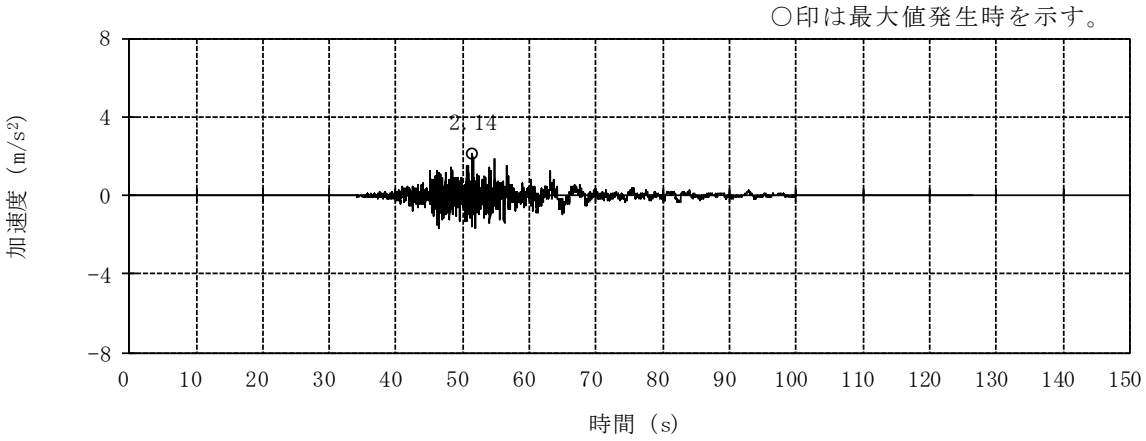


(b)　Sd-2NS

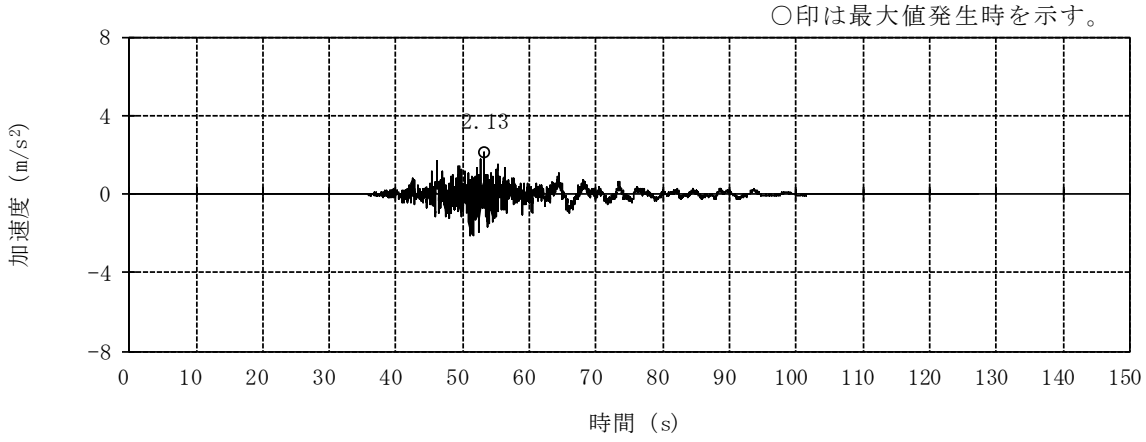


(c)　Sd-3H

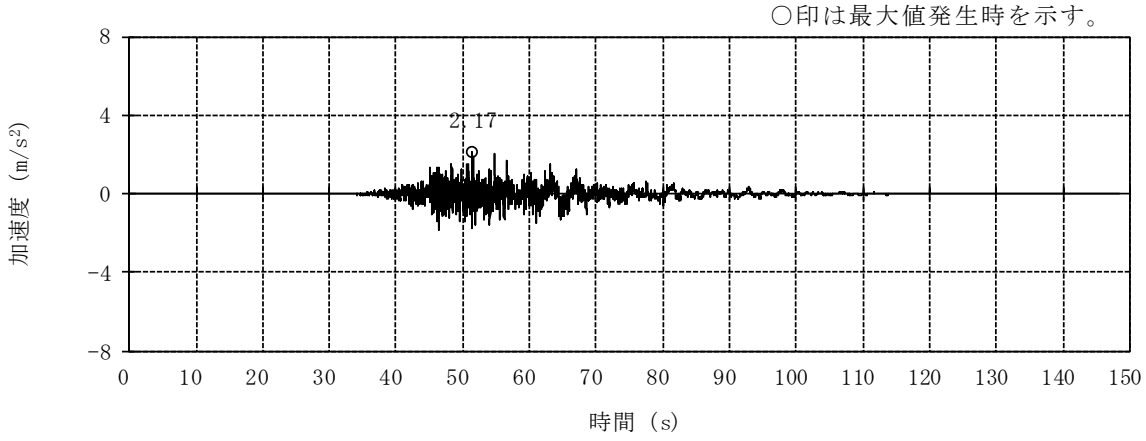
図3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）(1/3)



(d)　Sd-4NS

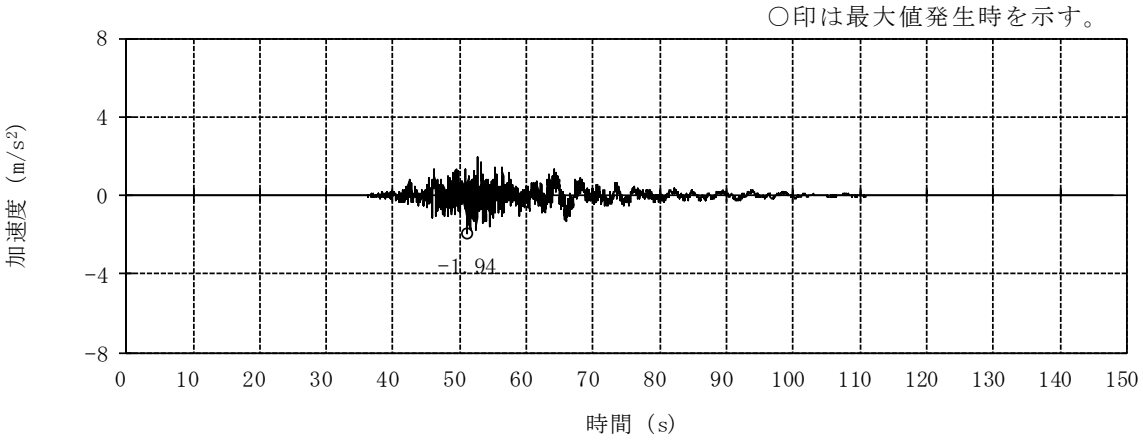


(e)　Sd-5NS

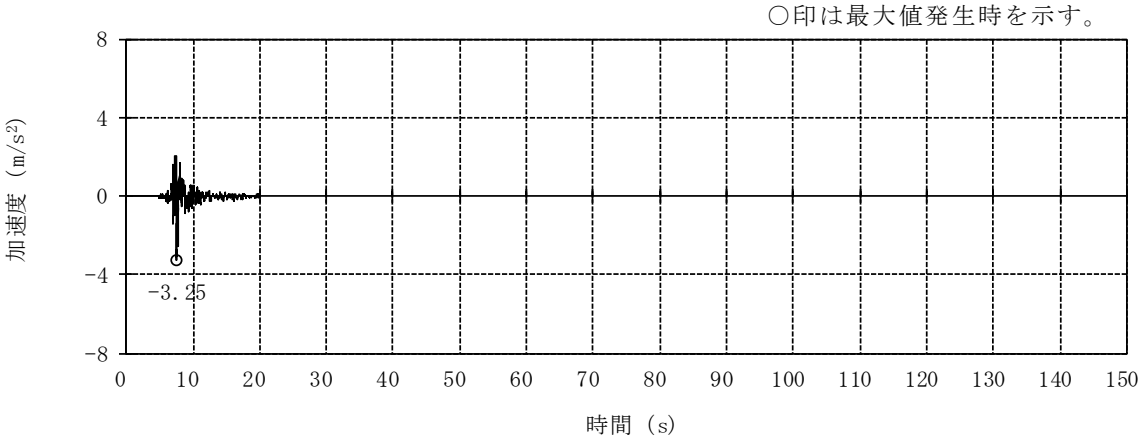


(f)　Sd-6NS

図3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）(2/3)

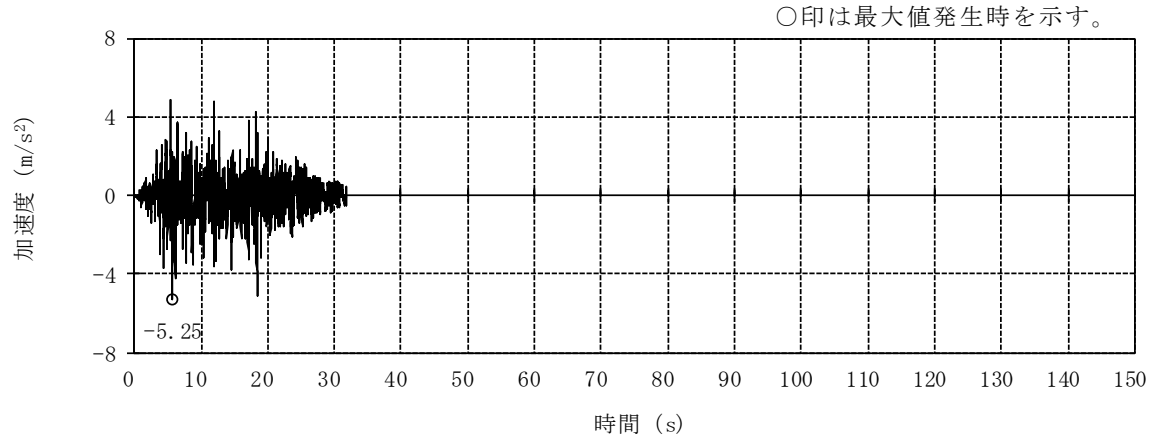


(g)　Sd-7NS

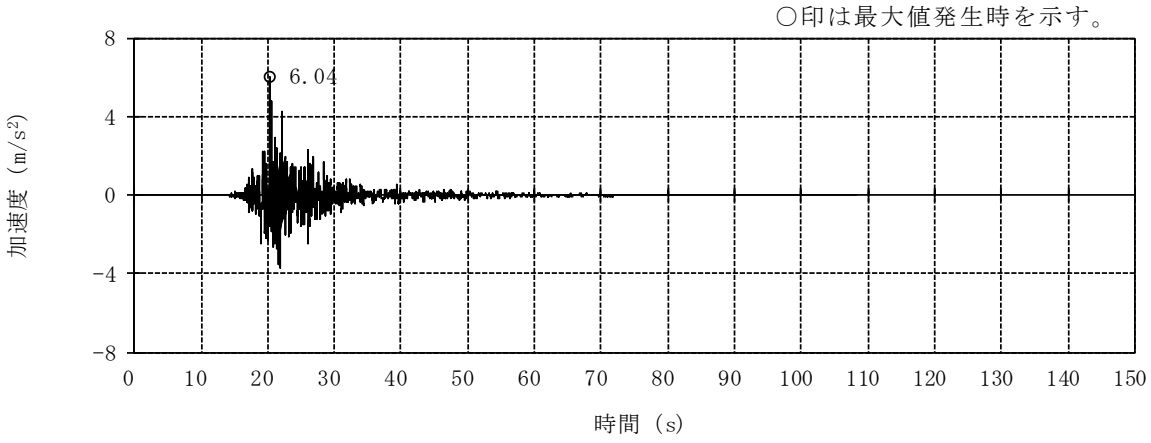


(h)　Sd-8H

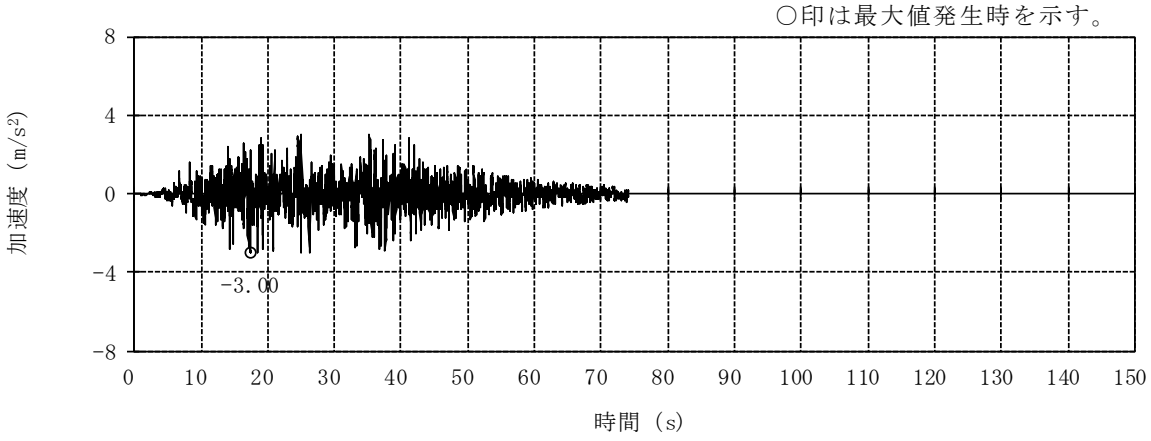
図3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）(3/3)



(a)　Sd-1H

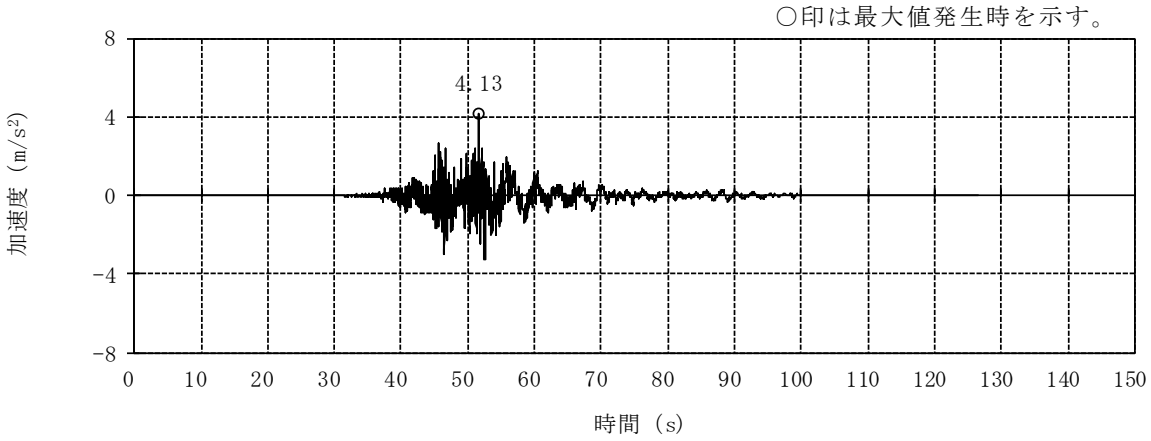


(b)　Sd-2EW

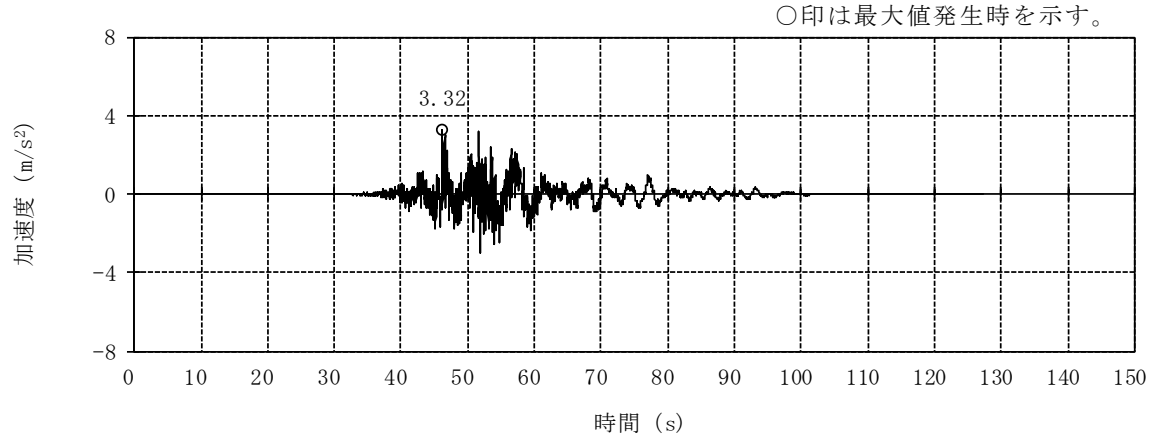


(c)　Sd-3H

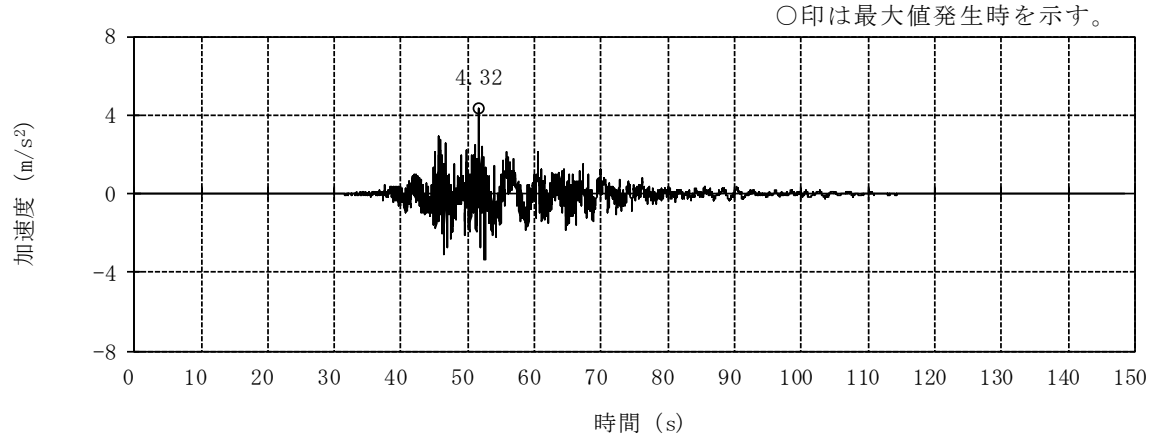
図3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）(1/3)



(d)　Sd-4EW

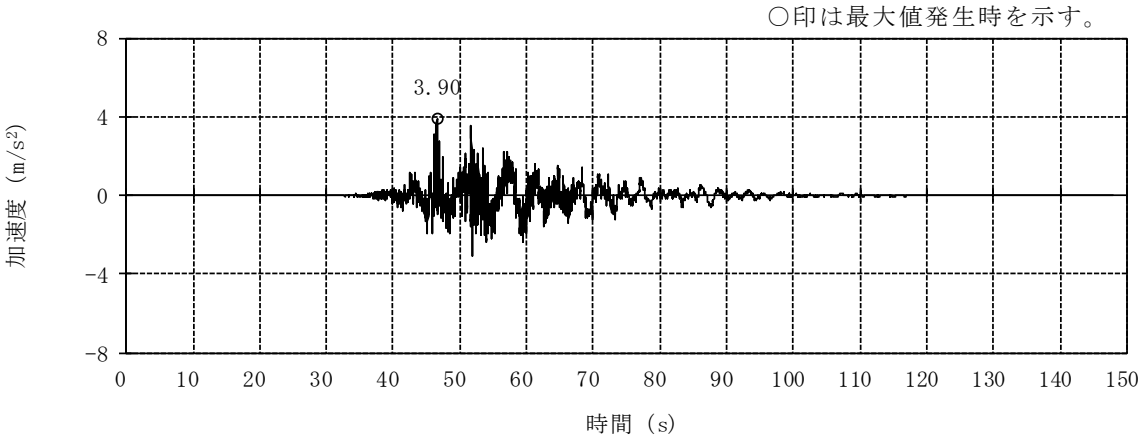


(e)　Sd-5EW

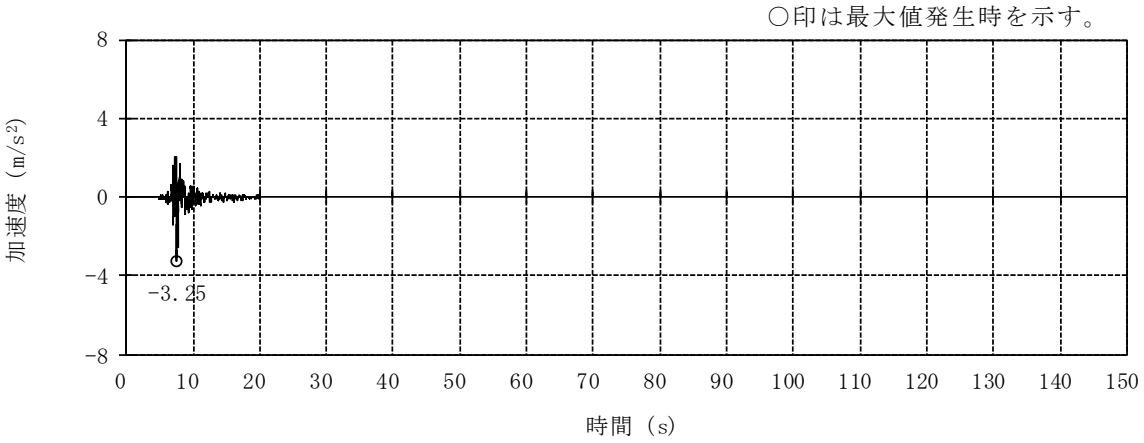


(f)　Sd-6EW

図3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）(2/3)

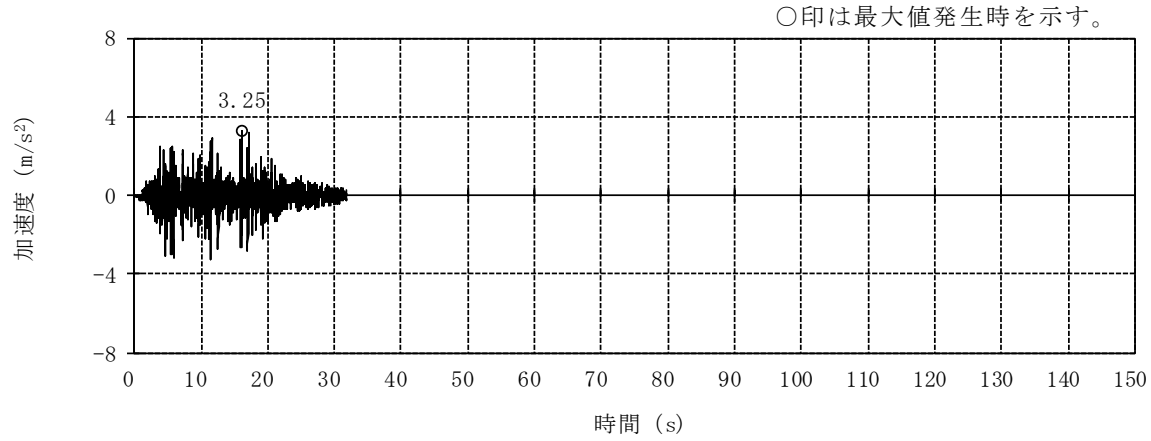


(g)　Sd-7EW

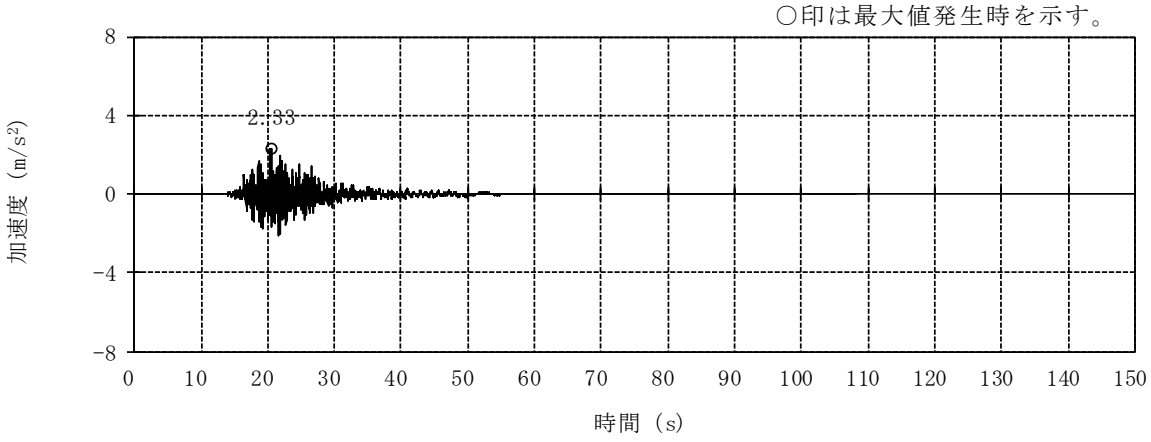


(h)　Sd-8H

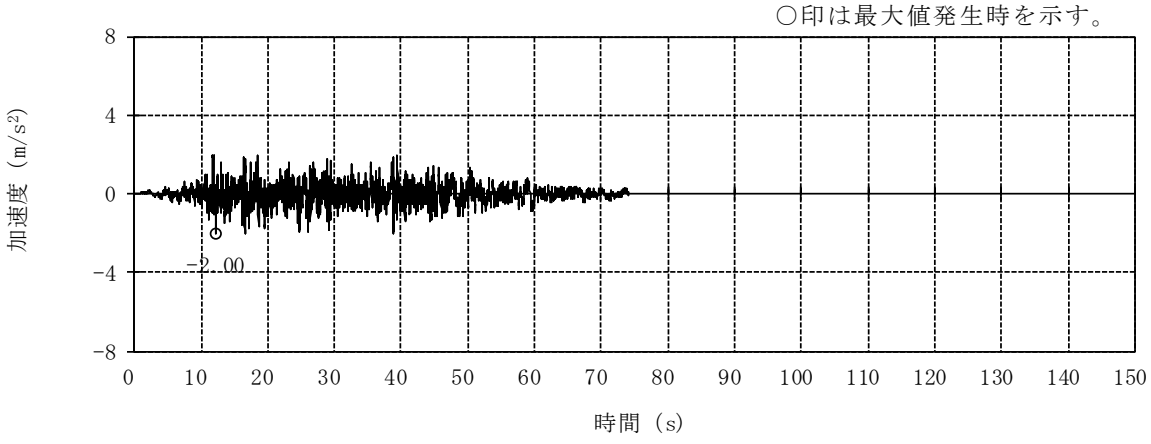
図3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）(3/3)



(a)　Sd-1V

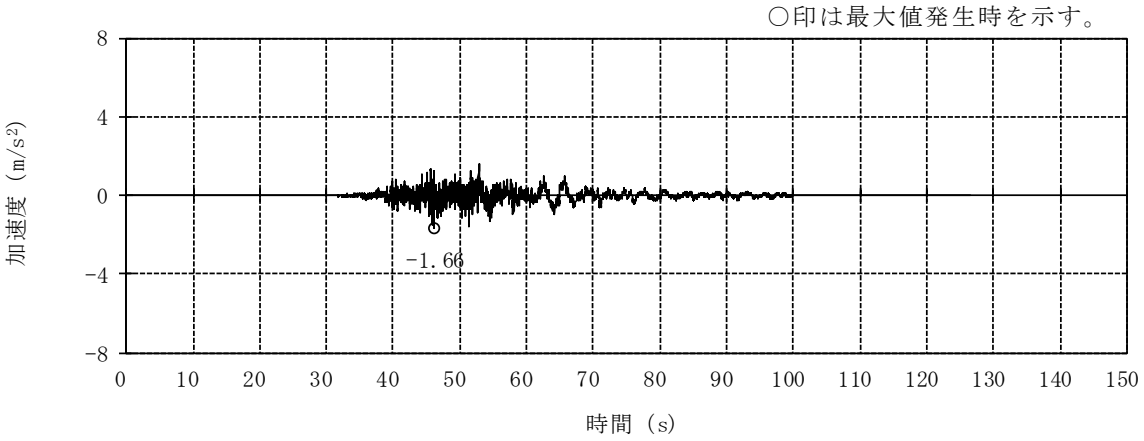


(b)　Sd-2UD

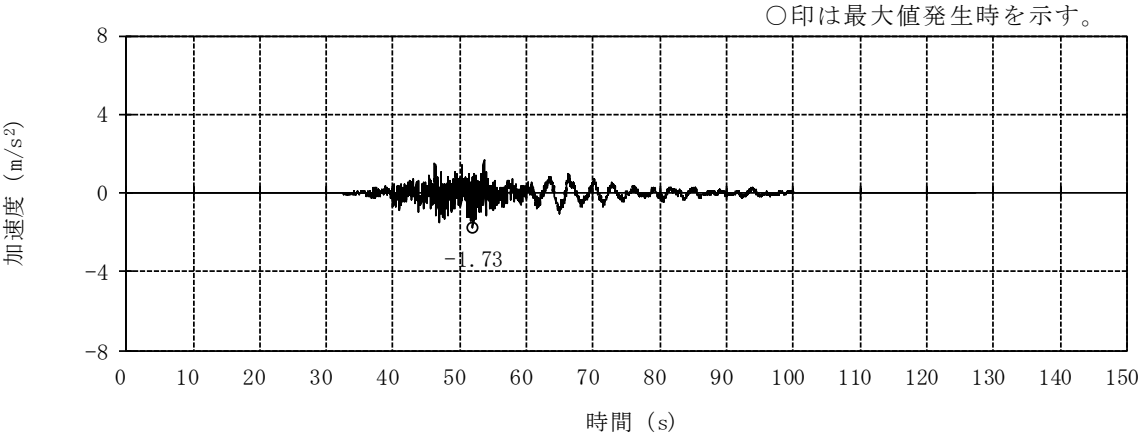


(c)　Sd-3V

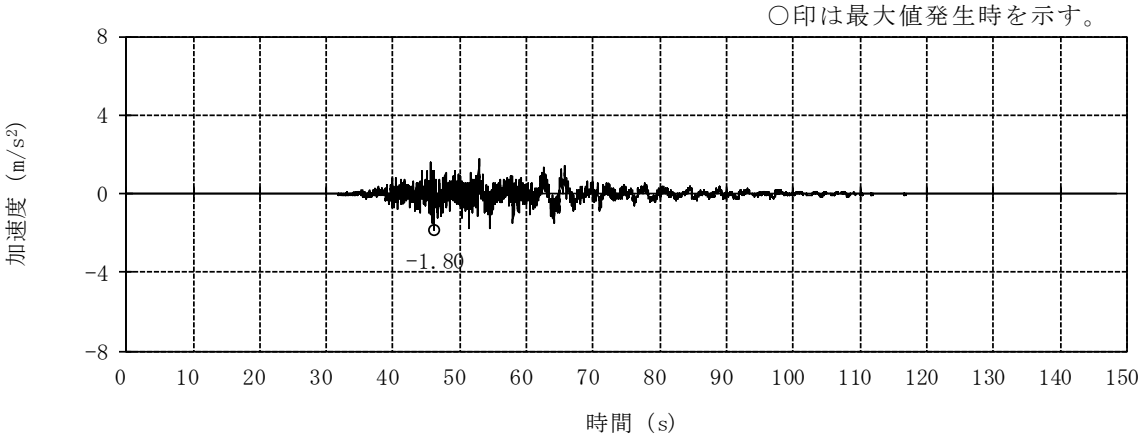
図3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(1/3)



(d)　Sd-4UD

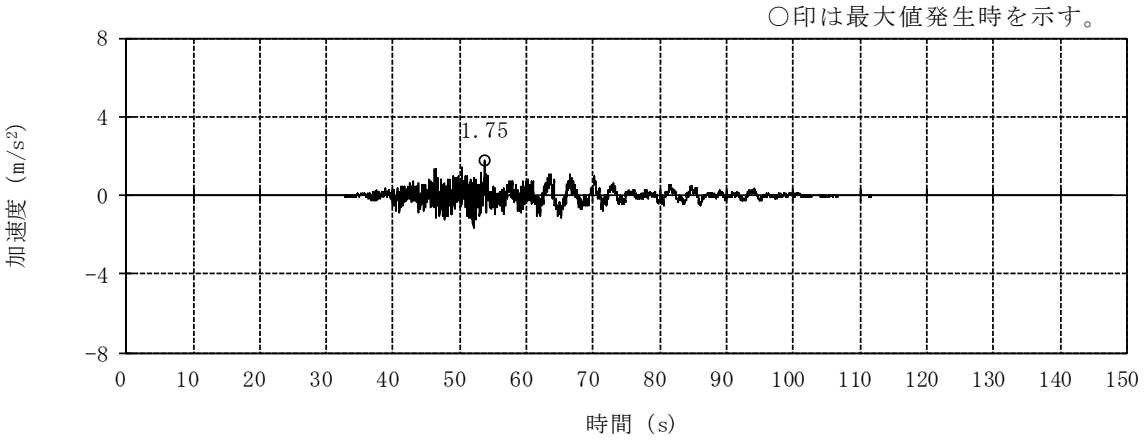


(e)　Sd-5UD

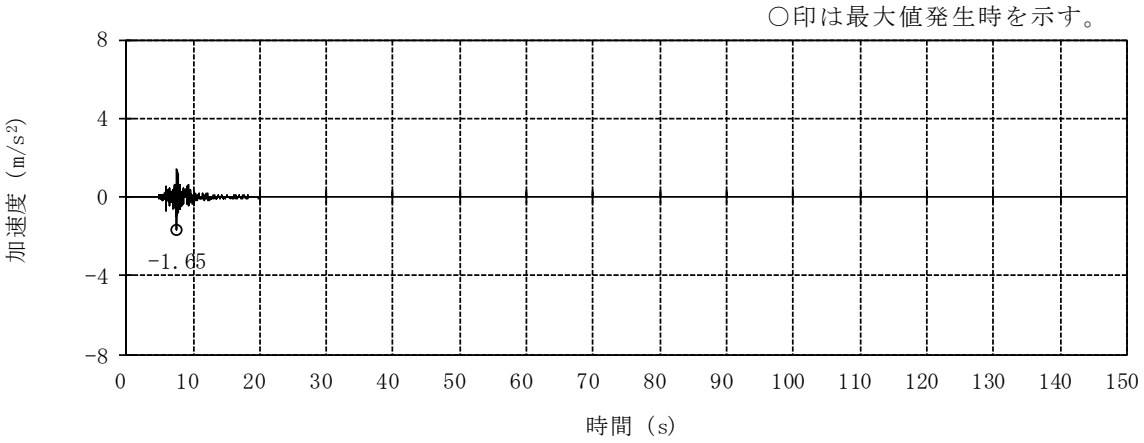


(f)　Sd-6UD

図3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(2/3)

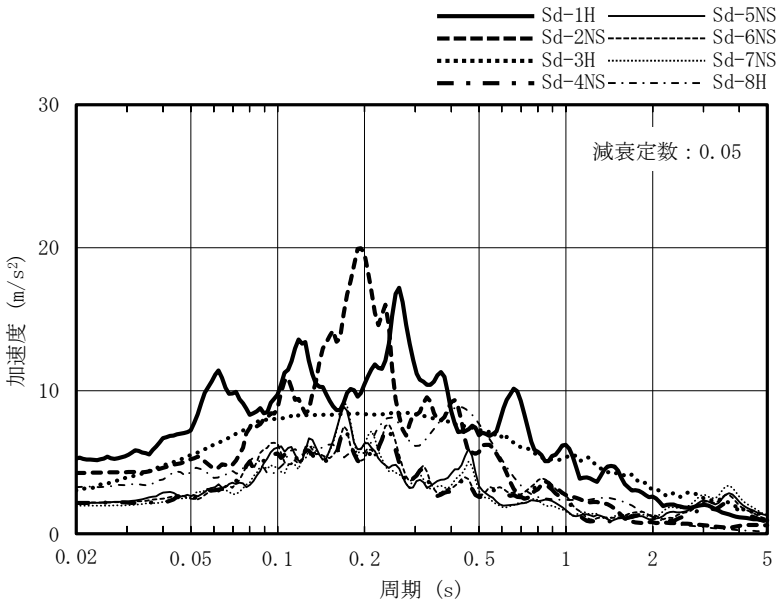


(g)　Sd-7UD

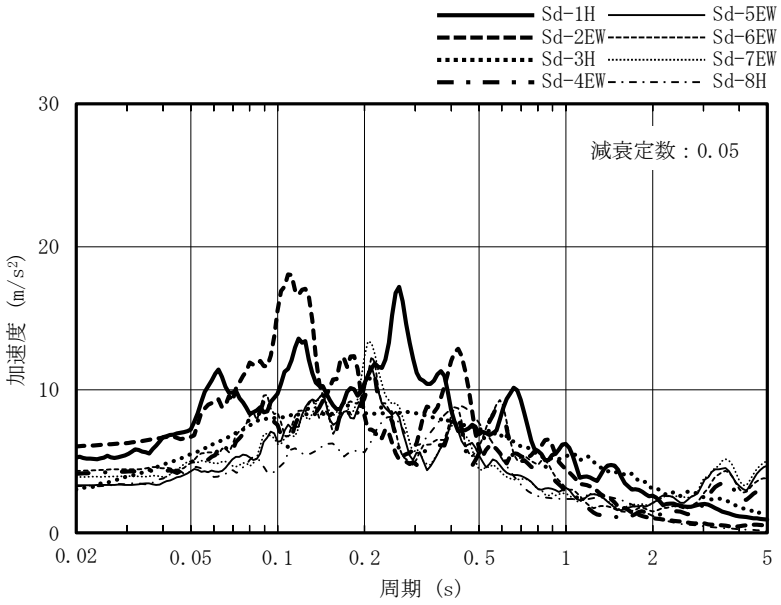


(h)　Sd-8V

図3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(3/3)

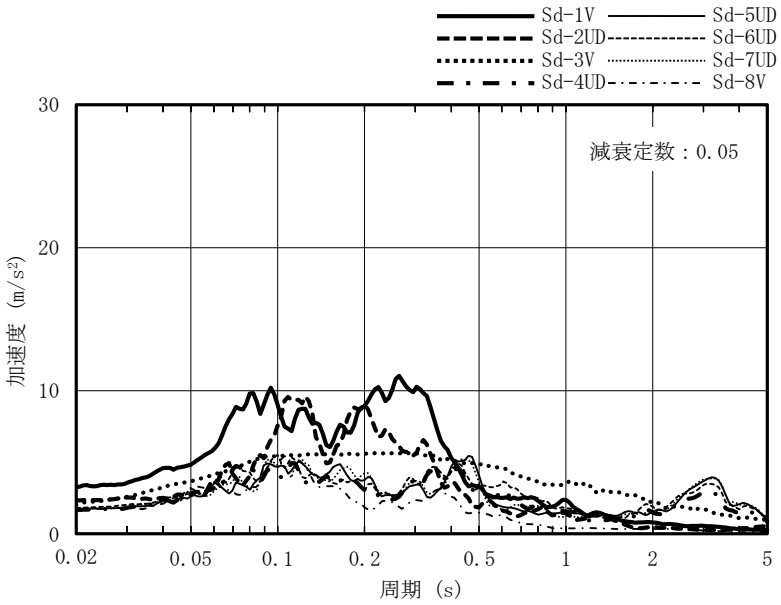


(a)　NS方向



(b)　EW方向

図3－8　加速度応答スペクトル（弾性設計用地震動Ｓｄ）(1/2)



（c） 鉛直方向

図3－8 加速度応答スペクトル（弾性設計用地震動Ｓｄ）(2/2)

3.2　地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定する。

地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値を表3－1に示す。

ここで，コンクリート剛性については，実現象に近い応答を模擬するという観点から，建設時コンクリートの 91 日強度データを基に設定した実強度を用いて算定する。

表3－1　建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm^2)	せん断弾性係数 G (N/mm^2)	減衰定数 h (%)
建屋部	コンクリート＊： σ_C＝43.1(N/mm^2) (σ_C＝440kgf/cm^2) 鉄筋：SD35 (SD345相当)	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート＊： σ_C＝39.2(N/mm^2) (σ_C＝400kgf/cm^2) 鉄筋：SD35 (SD345相当)	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨：SS41（SS400相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM41A（SM400A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM50A（SM490A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記＊：実強度に基づくコンクリート強度。

3.2.1　水平方向モデル

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，基準地震動Ｓｓについては弾塑性時刻歴応答解析，弾性設計用地震動Ｓｄについては弾性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化はNS方向，EW方向それぞれについて行っているが，EW方向においては，使用済燃料プール壁がRCCVの曲げ変形を拘束する影響を考慮して回転ばねを取り付けている。また，設計時には考慮していなかった補助壁を，実現象に近い応答を模擬するという観点から，耐震要素と位置づけ，地震応答解析モデルに取り込む。また，図3－9のフローに示すとおり，「原子力発電所耐震設計技術規程　ＪＥＡＣ４６０１-2008（(社）日本電気協会)」の基礎浮上りの評価法を参考に，応答のレベルに応じて異なる地震応答解析モデルを用いる。地震応答解析モデルを図3－10(a)に，地震応答解析モデルの諸元を表3－2及び表3－3に示す。なお，図3－10(b)に示す誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルについては，「原子力発電所耐震設計技術規程　ＪＥＡＣ４６０１-2008（(社）日本電気協会)」を参考に，水平加振により励起される上下応答を評価するために，後述の鉛直方向モデルの諸元（表3－36）及び接地率に応じて変化する回転・鉛直連成ばねK_{VR}についても考慮している。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，「原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社）日本電気協会)」（以下「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」という。）により，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを，近似法により定数化して用いる。このうち，基礎底面のロッキング地盤ばねには，基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＧＲＩＭＰ２」を用いる。

また，埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては，建屋側面位置の地盤定数を用いて，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」により，Novakの方法に基づき求めた水平ばねを，基礎底面地盤ばねと同様に，近似法により定数化して用いる。また，設計時に考慮していなかった回転ばねを，水平ばねと同様に，定数化して用いる。なお，地盤表層部（新期砂層）については，基準地震動Ｓｓによる地盤応答レベルを踏まえ，表層部では建屋－地盤相互作用が見込めないと判断し，この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平・回転ばねの評価には，解析コード「ＮＶＫ２６３」を用いる。

水平方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤の応答として評価する。また，基礎底面レベルにおけるせん断力（以下「切欠き力」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。図3－

11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。入力地震動の算定には，解析コード「ＫＳＨＡＫＥ」を用いる。

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤定数を表3－4～表3－19に示す。なお，地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3－12及び図3－13に示す。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3－20～表3－35に示す。

復元力特性は，建屋の方向別に，層を単位とした水平断面形状より「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づいて設定する。

なお，水平方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.2　鉛直方向モデル

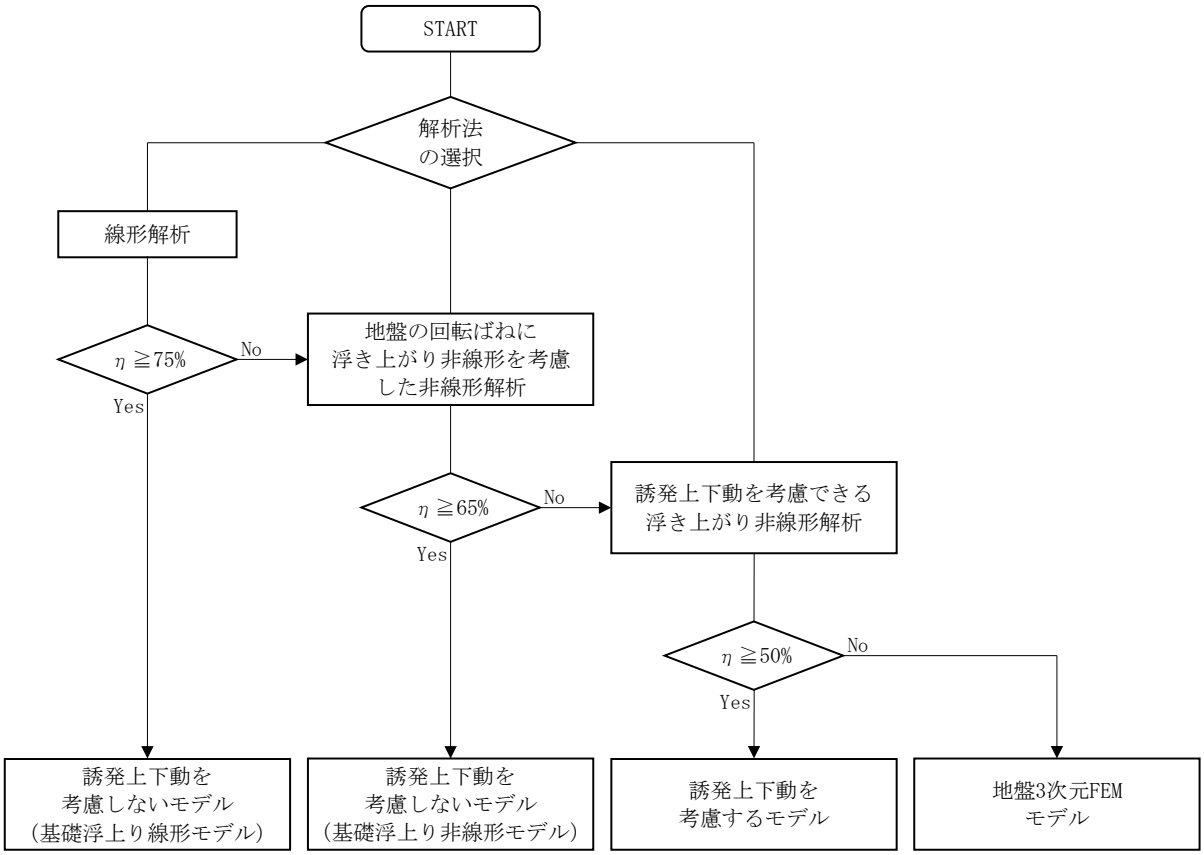
鉛直方向の地震応答解析モデルは，耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし，弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に，補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図3－14に，地震応答解析モデルの諸元を表3－36に示す。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＧＲＩＭＰ２」を用いる。

鉛直方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤の応答として評価したものであり，基礎底面レベルに直接入力する。図3－15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。入力地震動の算定には，解析コード「ＫＳＨＡＫＥ」を用いる。

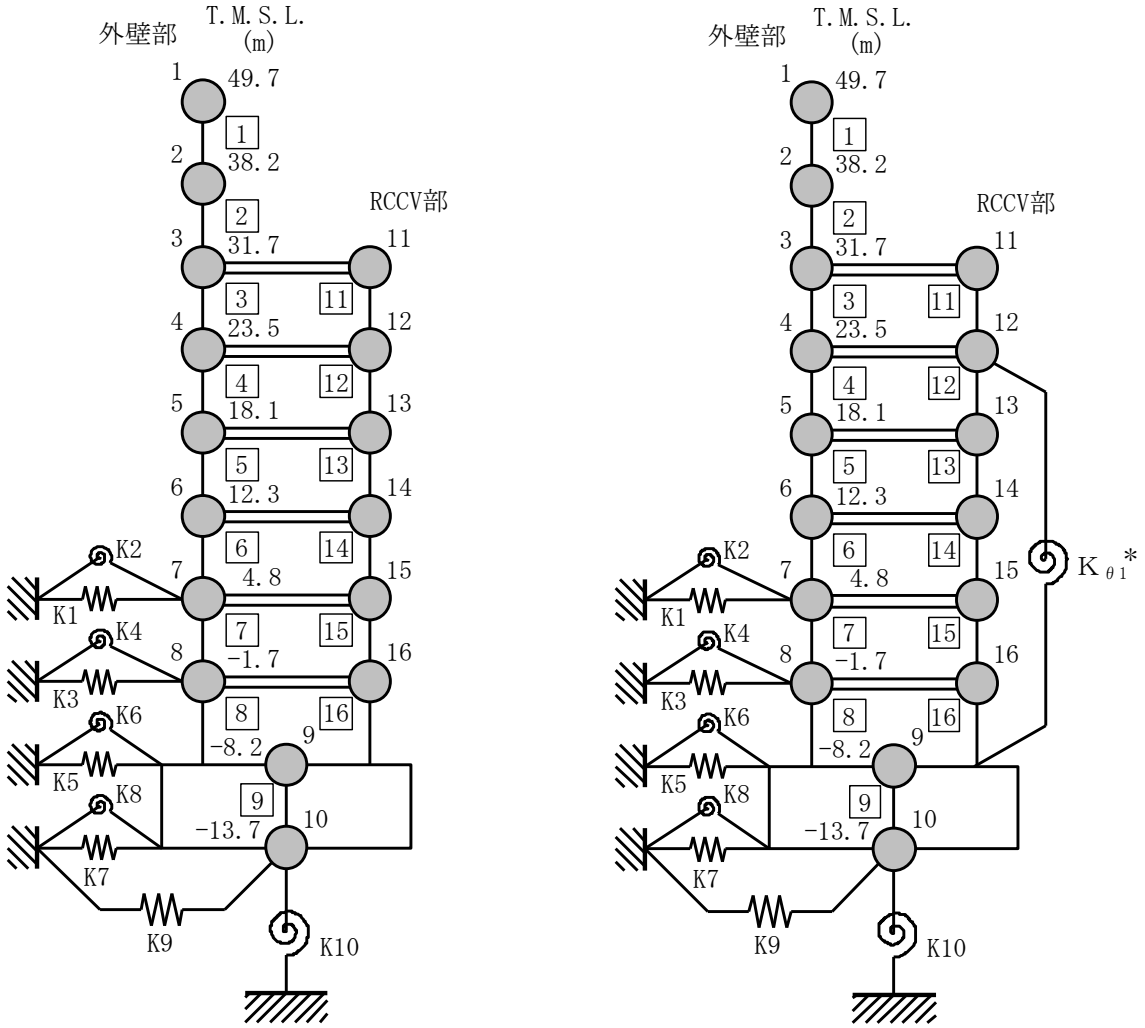
設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3－16及び図3－17に示す。なお，地盤定数は表3－4～表3－19に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3－37～表3－52に示す。

なお,鉛直方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



η ：接地率

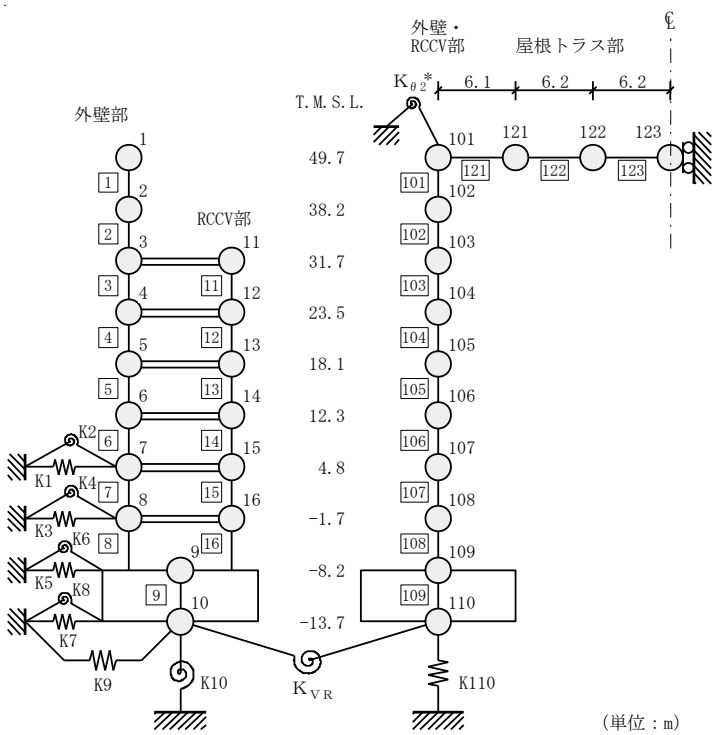
図 3－9　解析モデルの選定フロー



注記＊：RCCV 回転ばね

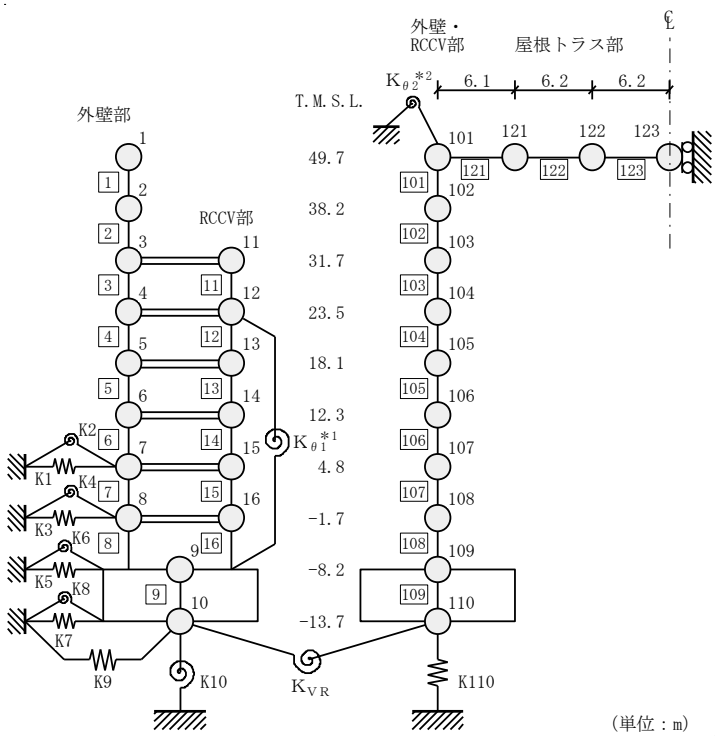
(a)　誘発上下動を考慮しない場合

図3－10　地震応答解析モデル（水平方向）(1/2)



注記＊：屋根トラス端部回転拘束ばね

NS方向



注記＊1：RCCV回転ばね
注記＊2：屋根トラス端部回転拘束ばね

EW方向

(b)　誘発上下動を考慮する場合

図3－10　地震応答解析モデル（水平方向）(2/2)

表3－2　地震応答解析モデル諸元（NS方向）

質点番号	質点重量 W（kN）	回転慣性重量 I_G （×10^5kN･m^2）	部材番号	せん断断面積 A_s（m^2）	断面二次モーメント I（m^4）
1	39490	70.6			
2	80520	410.9	1	41.0	13700
3	84470	473.7	2	83.0	51100
4	84770	293.2	3	188.0	70600
5	55380	198.1	4	132.5	69000
6	81140	289.3	5	149.4	84700
7	80120	296.2	6	180.5	105000
8	81300	298.1	7	183.2	112800
9	342450	945.4	8	223.5	119000
10	216040	581.5	9	3373.4	900600
合計	1955110				

質点番号	質点重量 W（kN）	回転慣性重量 I_G （×10^5kN･m^2）	部材番号	せん断断面積 A_s（m^2）	断面二次モーメント I（m^4）
11	91400	32.4	11	119.6	7200
12	155040	371.7	12	113.0	23300
13	102870	305.0	13	137.6	23500
14	199270	408.9	14	139.2	23400
15	124050	387.4	15	132.4	23600
16	136800	369.7	16	186.4	29600

①建屋部

ヤング係数E 2.88×10^4（N/mm^2）
せん断弾性係数G 1.20×10^4（N/mm^2）
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%

②基礎スラブ

ヤング係数E 2.79×10^4（N/mm^2）
せん断弾性係数G 1.16×10^4（N/mm^2）
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%
基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
×5.5m（厚さ）

表3－3　地震応答解析モデル諸元（EW方向）

質点番号	質点重量 W（kN）	回転慣性重量 I_G （$\times10^5$kN･m^2）	部材番号	せん断断面積 A_s（m^2）	断面二次モーメント I（m^4）
1	39490	147.1			
			1	54.7	30000
2	80520	300.1			
			2	122.9	62600
3	89570	299.1			
			3	172.7	87900
4	67270	275.6			
			4	131.8	81900
5	50210	210.8			
			5	166.7	92800
6	78630	320.7			
			6	179.3	114600
7	76690	316.8			
			7	211.5	124000
8	79240	324.6			
			8	259.5	131000
9	342450	1039.5			
			9	3373.4	998600
10	216040	644.3			
合計	1955110				

質点番号	質点重量 W（kN）	回転慣性重量 I_G （$\times10^5$kN･m^2）	部材番号	せん断断面積 A_s（m^2）	断面二次モーメント I（m^4）
11	86300	267.7			
			11	219.0	6700
12	172540	474.6			
			12	222.8	23300
13	108040	340.3			
			13	207.4	23100
14	201780	453.1			
			14	152.1	23400
15	127480	432.5			
			15	180.1	21200
16	138860	409.9			
			16	164.4	23800

①建屋部

ヤング係数E 2.88×10^4（N/mm^2）
せん断弾性係数G 1.20×10^4（N/mm^2）
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%
回転ばね$K_{\theta 1}$ 1.97×10^{10}（kN･m/rad）

②基礎スラブ

ヤング係数E 2.79×10^4（N/mm^2）
せん断弾性係数G 1.16×10^4（N/mm^2）
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%
基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
×5.5m（厚さ）

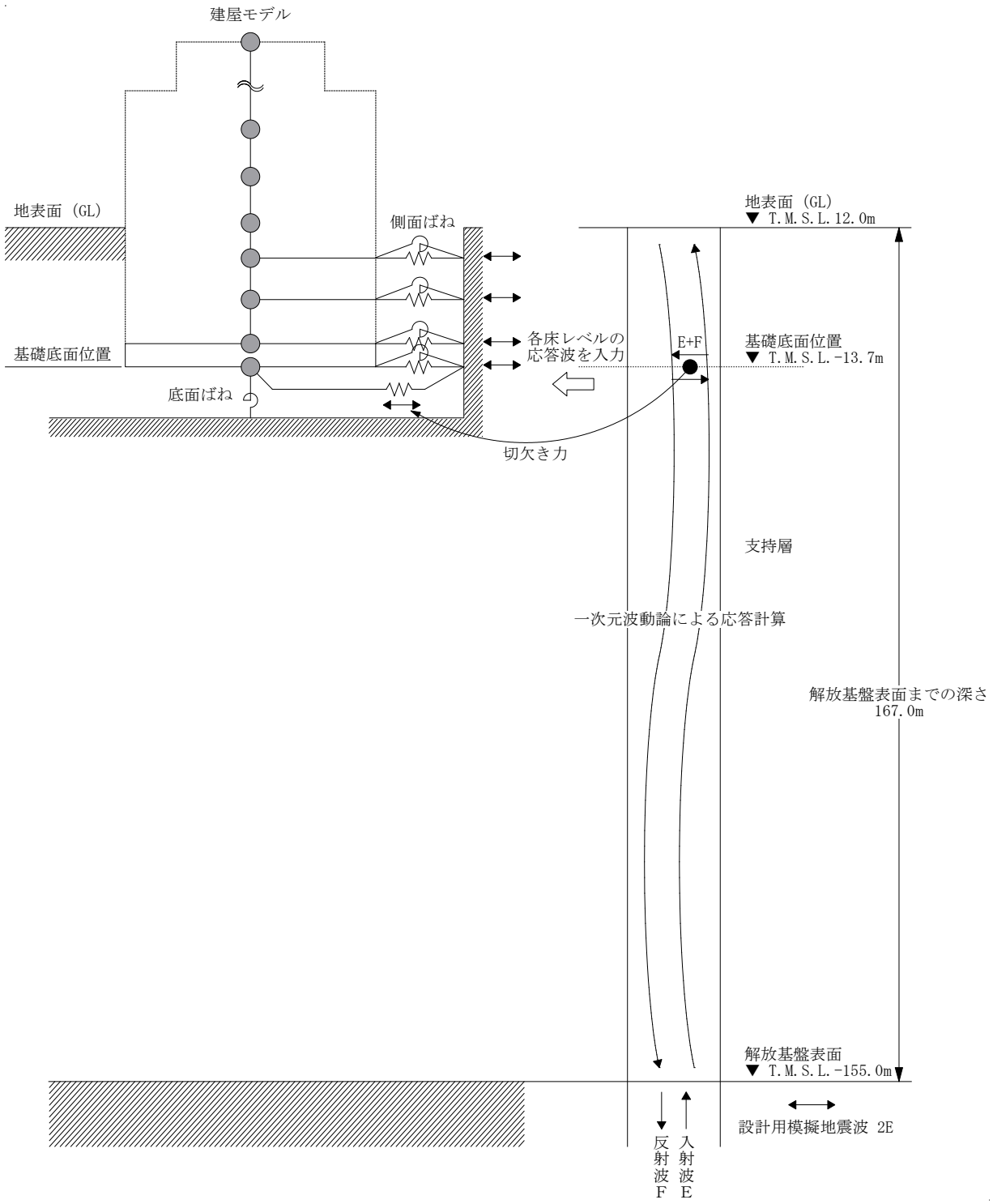


図3－11　地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

表3－4　地盤定数（Ss-1）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.0996	0.369	0.27	23
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	28
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.01	1.92	0.53	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.22	4.75	0.89	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.28	6.14	0.86	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－5　地盤定数（Ss-2）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.107	0.369	0.29	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.0722	0.657	0.11	26
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	0.979	1.92	0.51	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－6　地盤定数（Ss-3）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	27
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.05	1.92	0.55	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.86	4.16	0.93	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.03	4.75	0.85	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.15	6.14	0.84	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.23	8.32	0.87	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表3－7　地盤定数（Ss-4）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.11	1.92	0.58	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.37	4.75	0.92	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表3－8　地盤定数（Ss-5）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	22
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.07	1.92	0.56	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.46	6.14	0.89	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.48	8.32	0.90	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－9　地盤定数（Ss-6）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.0919	0.657	0.14	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.52	6.14	0.90	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.65	8.32	0.92	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－10　地盤定数（Ss-7）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.40	6.14	0.88	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－11　地盤定数（Ss-8）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.110	0.369	0.30	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	29
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.15	1.92	0.60	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.71	6.14	0.93	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－12　地盤定数（Sd-1）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.140	0.369	0.38	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.26	1.92	0.66	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.51	4.75	0.95	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－13　地盤定数（Sd-2）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.151	0.369	0.41	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.144	0.657	0.22	19
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.22	1.92	0.64	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－14　地盤定数（Sd-3）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.180	0.369	0.49	15
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.46	4.75	0.94	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.77	6.14	0.94	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－15　地盤定数（Sd-4）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.195	0.369	0.53	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.256	0.657	0.39	16
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.07	4.16	0.98	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.60	4.75	0.97	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－16　地盤定数（Sd-5）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.177	0.369	0.48	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－17　地盤定数（Sd-6）

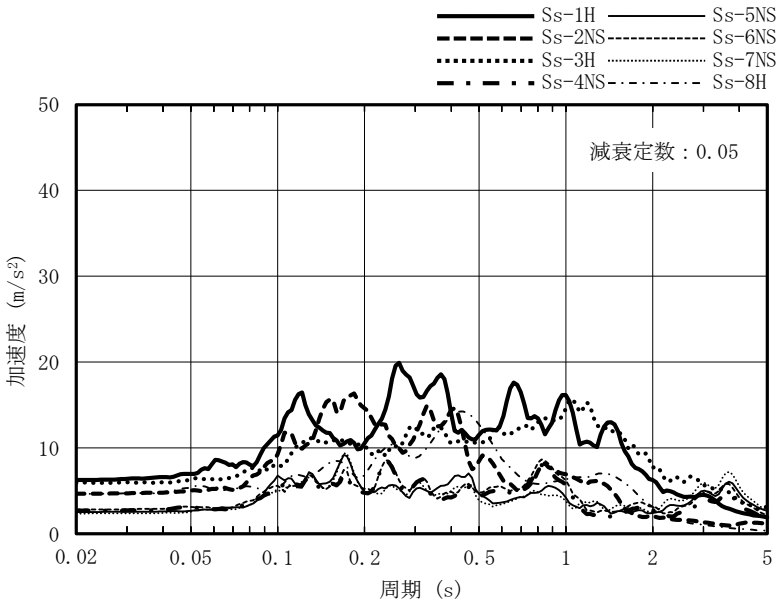
標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.191	0.369	0.52	12
+8.0		200	16.1	0.308	0.243	0.657	0.37	17
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.89	6.14	0.96	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－18　地盤定数（Sd-7）

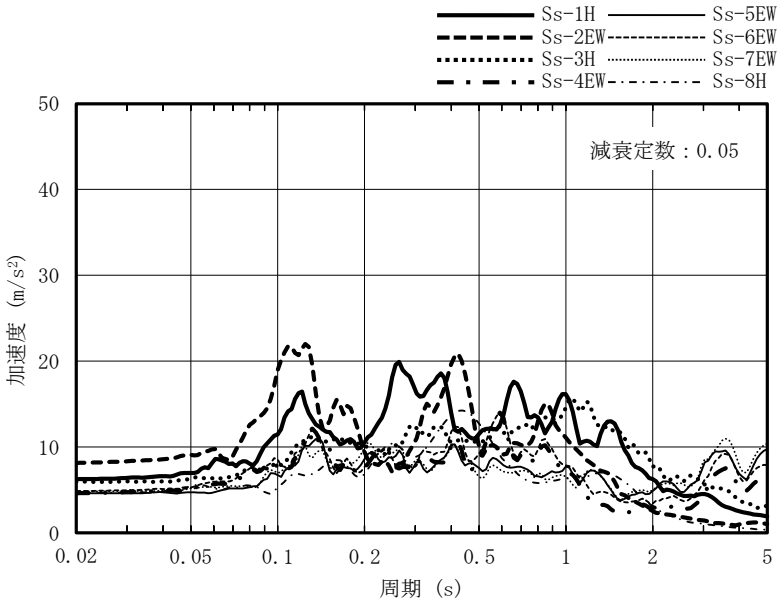
標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.166	0.369	0.45	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.190	0.657	0.29	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表3－19　地盤定数（Sd-8）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.158	0.369	0.43	17
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.28	1.92	0.67	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.15	8.32	0.98	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

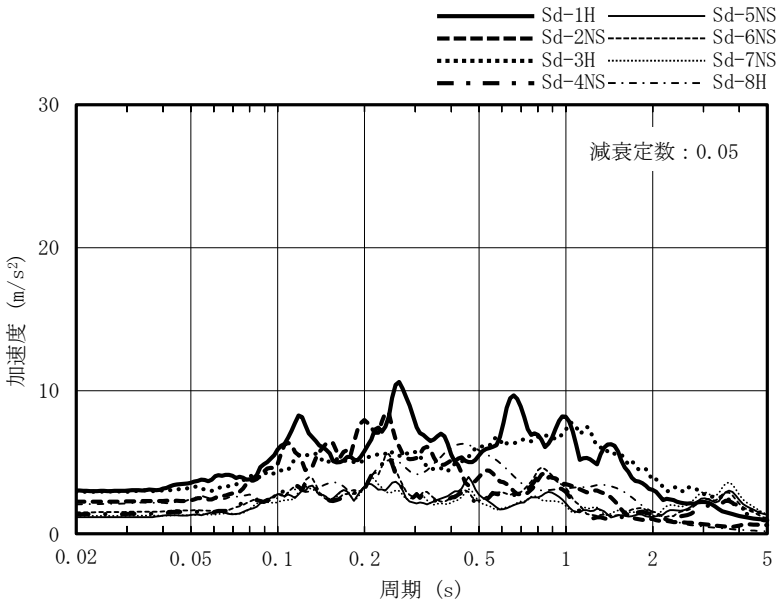


(a)　NS方向

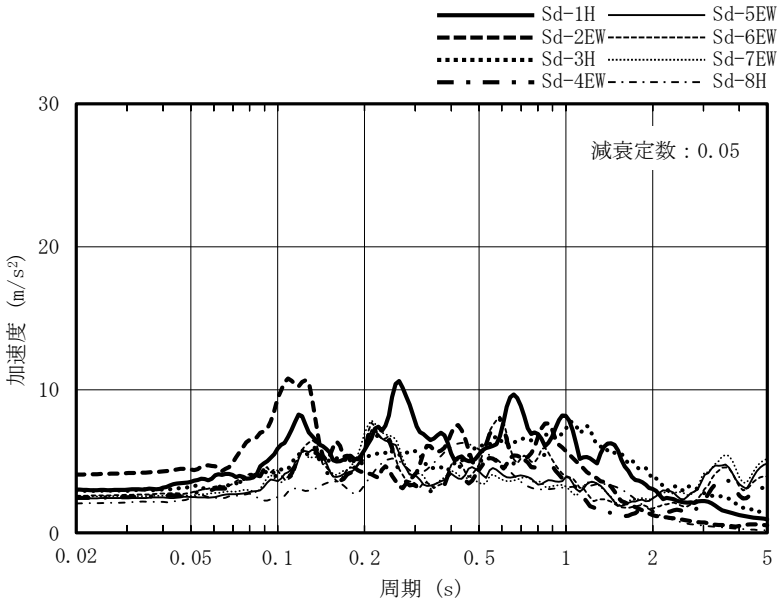


(b)　EW方向

図3－12　入力地震動の加速度応答スペクトル
（基準地震動Ｓｓ，T.M.S.L.-13.7m）



(a)　NS方向



(b)　EW方向

図3－13　入力地震動の加速度応答スペクトル
（弾性設計用地震動Ｓｄ，T.M.S.L.-13.7m）

表3－20　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-1）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^{6}	4.25×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.33×10^{8}	1.05×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.85×10^{6}	1.13×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.21×10^{9}	2.80×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.53×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.73×10^{9}	3.98×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.62×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.96×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.28×10^{7}	2.82×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.06×10^{10}	6.02×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^{6}	4.26×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.33×10^{8}	1.06×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.85×10^{6}	1.13×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.21×10^{9}	2.81×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.53×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.73×10^{9}	4.00×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.62×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.97×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.25×10^{7}	2.80×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.60×10^{10}	7.01×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－21　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-2）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.04×10^{6}	4.19×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.05×10^{8}	1.04×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.75×10^{6}	1.11×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.14×10^{9}	2.76×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.51×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.72×10^{9}	3.97×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.62×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.96×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.34×10^{7}	2.83×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.15×10^{10}	6.01×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.04×10^{6}	4.20×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.05×10^{8}	1.04×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.75×10^{6}	1.12×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.14×10^{9}	2.77×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.51×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.72×10^{9}	4.00×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.61×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.98×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.31×10^{7}	2.81×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.70×10^{10}	7.04×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－22　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-3）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.11×10^{6}	4.30×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.61×10^{8}	1.07×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.94×10^{6}	1.14×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.28×10^{9}	2.84×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.62×10^{6}	1.74×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.79×10^{9}	3.99×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.56×10^{6}	8.66×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.57×10^{9}	1.96×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.16×10^{7}	2.80×10^{6}
K10	10	底面・回転	6.89×10^{10}	6.00×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.11×10^{6}	4.32×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.61×10^{8}	1.07×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.94×10^{6}	1.15×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.28×10^{9}	2.84×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.62×10^{6}	1.74×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.79×10^{9}	4.02×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.56×10^{6}	8.66×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.57×10^{9}	1.98×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.13×10^{7}	2.78×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.42×10^{10}	6.99×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－23　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-4）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.17×10^{6}	4.42×10^{5}
K2	7	側面・回転	9.12×10^{8}	1.10×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.11×10^{6}	1.17×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.42×10^{9}	2.91×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.85×10^{6}	1.77×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.98×10^{9}	4.05×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.68×10^{6}	8.77×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.66×10^{9}	1.99×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.52×10^{7}	2.87×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.33×10^{10}	6.09×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.17×10^{6}	4.44×10^{5}
K2	7	側面・回転	9.12×10^{8}	1.10×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.11×10^{6}	1.18×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.42×10^{9}	2.92×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.85×10^{6}	1.77×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.98×10^{9}	4.08×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.68×10^{6}	8.76×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.66×10^{9}	2.01×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.48×10^{7}	2.84×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.89×10^{10}	7.13×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－24　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-5）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.14×10^{6}	4.36×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.83×10^{8}	1.08×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.01×10^{6}	1.16×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.34×10^{9}	2.87×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.73×10^{6}	1.76×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.89×10^{9}	4.03×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.72×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	1.98×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.43×10^{7}	2.85×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.21×10^{10}	6.07×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.14×10^{6}	4.37×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.83×10^{8}	1.09×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.01×10^{6}	1.16×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.34×10^{9}	2.88×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.73×10^{6}	1.75×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.89×10^{9}	4.05×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.71×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	1.99×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.40×10^{7}	2.83×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.76×10^{10}	7.07×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－25　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-6）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.15×10^{6}	4.39×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.97×10^{8}	1.09×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.06×10^{6}	1.16×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.38×10^{9}	2.89×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.85×10^{6}	1.77×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.97×10^{9}	4.05×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.68×10^{6}	8.77×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.66×10^{9}	1.99×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.49×10^{7}	2.86×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.27×10^{10}	6.09×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.15×10^{6}	4.40×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.97×10^{8}	1.09×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.06×10^{6}	1.17×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.38×10^{9}	2.90×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.85×10^{6}	1.77×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.97×10^{9}	4.08×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.68×10^{6}	8.76×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.66×10^{9}	2.00×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.45×10^{7}	2.84×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.82×10^{10}	7.10×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－26　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-7）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.15×10^{6}	4.39×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.97×10^{8}	1.09×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.06×10^{6}	1.16×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.38×10^{9}	2.89×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.74×10^{6}	1.76×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.89×10^{9}	4.03×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.72×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	1.98×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.40×10^{7}	2.85×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.18×10^{10}	6.07×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.15×10^{6}	4.40×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.97×10^{8}	1.09×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.06×10^{6}	1.17×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.38×10^{9}	2.90×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.74×10^{6}	1.76×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.89×10^{9}	4.06×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.71×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	1.99×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.37×10^{7}	2.82×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.73×10^{10}	7.07×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－27　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-8）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.22×10^{6}	4.49×10^{5}
K2	7	側面・回転	9.48×10^{8}	1.12×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.24×10^{6}	1.19×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.52×10^{9}	2.96×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.77×10^{6}	1.76×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.91×10^{9}	4.04×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.72×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	1.98×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.43×10^{7}	2.85×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.18×10^{10}	6.07×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.22×10^{6}	4.51×10^{5}
K2	7	側面・回転	9.48×10^{8}	1.12×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.24×10^{6}	1.20×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.52×10^{9}	2.97×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.77×10^{6}	1.76×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.91×10^{9}	4.07×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.62×10^{6}	8.71×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.62×10^{9}	2.00×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.40×10^{7}	2.83×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.73×10^{10}	7.11×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－28　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-1）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.34×10^{6}	4.69×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.04×10^{9}	1.16×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.55×10^{6}	1.24×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.76×10^{9}	3.09×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.11×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.17×10^{9}	4.12×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.01×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.70×10^{7}	2.90×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.50×10^{10}	6.17×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.34×10^{6}	4.70×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.04×10^{9}	1.17×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.55×10^{6}	1.25×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.76×10^{9}	3.10×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.11×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.17×10^{9}	4.15×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.66×10^{7}	2.88×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.08×10^{10}	7.22×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－29　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-2）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.29×10^{6}	4.61×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.00×10^{9}	1.14×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.42×10^{6}	1.22×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.66×10^{9}	3.04×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.08×10^{6}	1.79×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.16×10^{9}	4.11×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.01×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.76×10^{7}	2.91×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.17×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.29×10^{6}	4.63×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.00×10^{9}	1.15×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.42×10^{6}	1.23×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.66×10^{9}	3.05×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.08×10^{6}	1.79×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.16×10^{9}	4.15×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.72×10^{7}	2.89×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.22×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－30　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-3）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.81×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.16×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.15×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.20×10^{9}	4.13×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.01×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.67×10^{7}	2.90×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.47×10^{10}	6.17×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.83×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.20×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.18×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.15×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.20×10^{9}	4.17×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.63×10^{7}	2.87×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.05×10^{10}	7.22×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－31　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-4）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.82×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.17×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.22×10^{6}	1.81×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.26×10^{9}	4.15×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.82×10^{6}	8.90×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.77×10^{9}	2.02×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.82×10^{7}	2.93×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.62×10^{10}	6.22×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.83×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.20×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.18×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.22×10^{6}	1.81×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.26×10^{9}	4.19×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.82×10^{6}	8.89×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.77×10^{9}	2.04×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.78×10^{7}	2.90×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.21×10^{10}	7.28×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－32　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-5）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.81×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.17×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.15×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.20×10^{9}	4.14×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.02×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.73×10^{7}	2.91×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.42×10^{6}	4.83×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.10×10^{9}	1.20×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.77×10^{6}	1.28×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.93×10^{9}	3.18×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.15×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.20×10^{9}	4.17×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.69×10^{7}	2.88×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－33　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-6）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.40×10^{6}	4.78×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.09×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.71×10^{6}	1.27×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.88×10^{9}	3.15×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.14×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.19×10^{9}	4.14×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.02×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.76×10^{7}	2.91×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.40×10^{6}	4.80×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.09×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.71×10^{6}	1.27×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.88×10^{9}	3.16×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.14×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.19×10^{9}	4.17×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.72×10^{7}	2.89×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－34　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-7）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.40×10^{6}	4.78×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.09×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.71×10^{6}	1.27×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.88×10^{9}	3.15×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.14×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.19×10^{9}	4.14×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.02×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.73×10^{7}	2.91×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.40×10^{6}	4.80×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.09×10^{9}	1.19×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.71×10^{6}	1.27×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.88×10^{9}	3.16×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.14×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.19×10^{9}	4.17×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.69×10^{7}	2.88×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

表3－35　地盤ばね定数と減衰係数（Sd-8）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.36×10^{6}	4.72×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.06×10^{9}	1.17×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.60×10^{6}	1.25×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.80×10^{9}	3.11×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.12×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.18×10^{9}	4.13×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.86×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.02×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.76×10^{7}	2.91×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

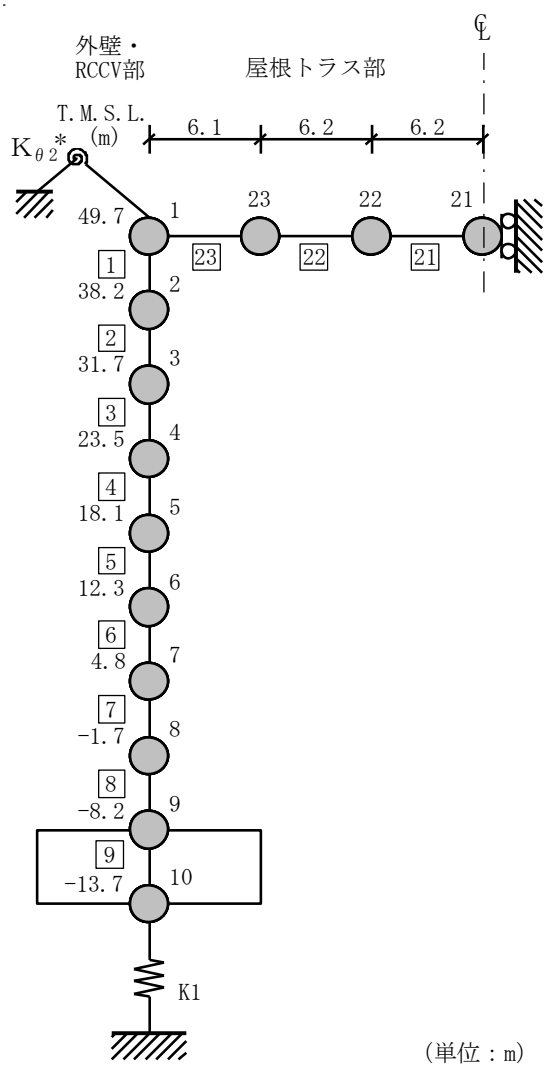
注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.36×10^{6}	4.74×10^{5}
K2	7	側面・回転	1.06×10^{9}	1.18×10^{8}
K3	8	側面・並進	3.60×10^{6}	1.26×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.80×10^{9}	3.12×10^{8}
K5	9	側面・並進	9.12×10^{6}	1.80×10^{6}
K6	9	側面・回転	7.18×10^{9}	4.16×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.78×10^{6}	8.85×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.74×10^{9}	2.03×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.72×10^{7}	2.89×10^{6}
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

注記＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad



（単位：m）

注記＊：屋根トラス端部回転拘束ばね

図3－14　地震応答解析モデル（鉛直方向）

表3－36　地震応答解析モデルの諸元（鉛直方向）

外壁・RCCV部			
質点番号	質点重量 W (kN)	部材番号	軸断面積 A_N (m^2)
1	30640		
		1	89.0
2	80520		
		2	200.1
3	175870		
		3	581.5
4	239810		
		4	611.6
5	158250		
		5	674.3
6	280410		
		6	681.3
7	204170		
		7	719.6
8	218100		
		8	833.7
9	342450		
		9	3373.4
10	216040		
合計	1955110		

屋根トラス部				
質点番号	質点重量 W (kN)	部材番号	せん断断面積 A_s ($\times10^{-2}m^2$)	断面二次モーメント I (m^4)
1	－			
		23	21.25	2.00
23	3540			
		22	16.82	2.00
22	3540			
		21	7.94	2.00
21	1770			

屋根トラス端部回転拘束ばね $K_{\theta 2}$ 3.90×10^7 (kN･m/rad)

①コンクリート部　建屋
ヤング係数E 2.88×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数G 1.20×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%

②コンクリート部　基礎スラブ
ヤング係数E 2.79×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数G 1.16×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%
基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)×5.5m（厚さ）

③鉄骨部
ヤング係数E 2.05×10^5 (N/mm^2)
せん断弾性係数G 7.90×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.30
減衰定数h 2%

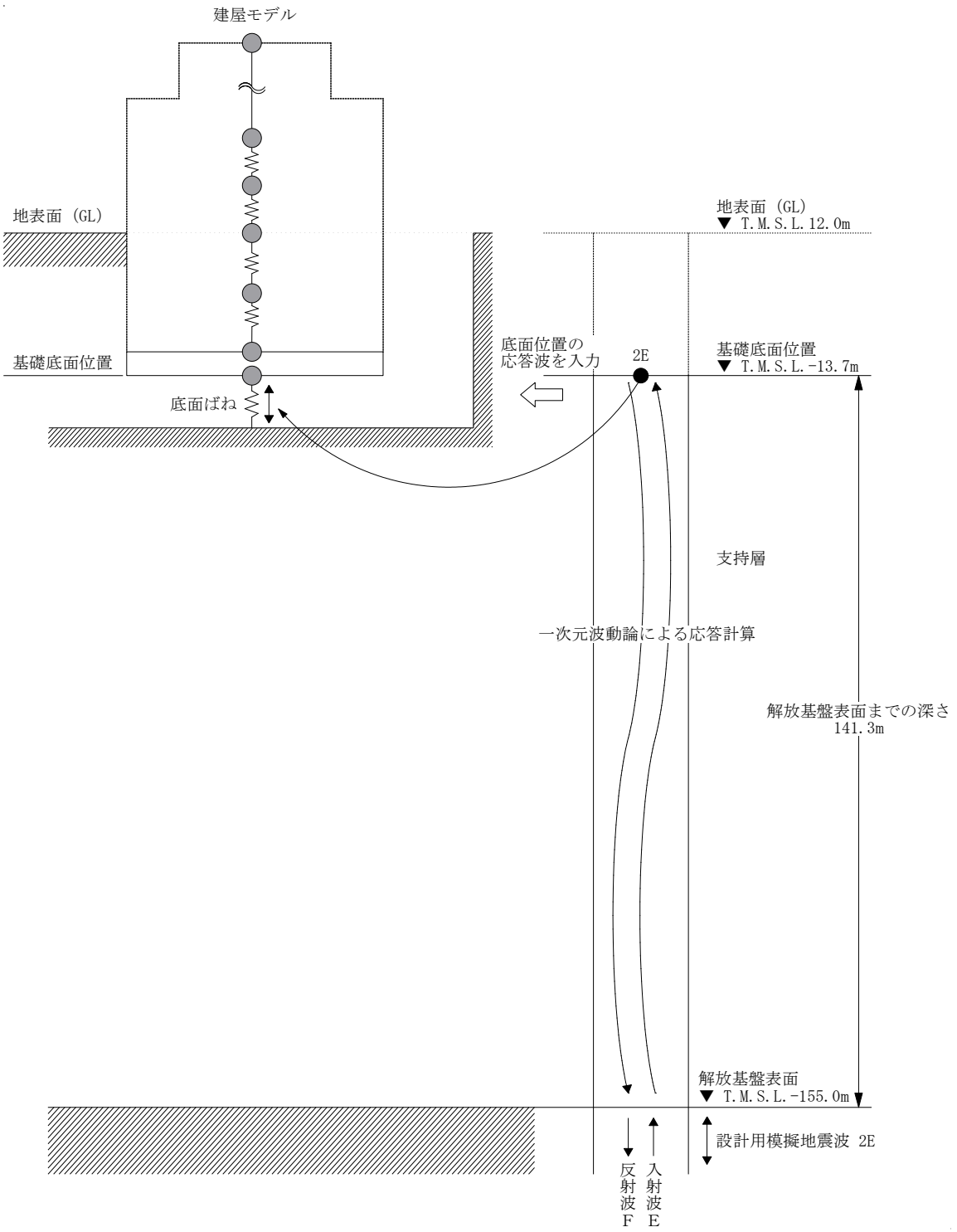


図3－15　地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

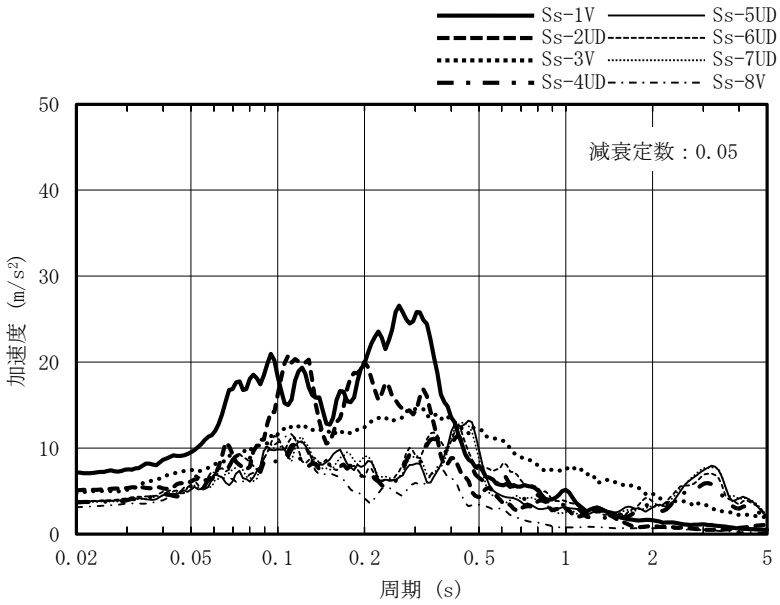


図3－16　入力地震動の加速度応答スペクトル
（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.-13.7m）

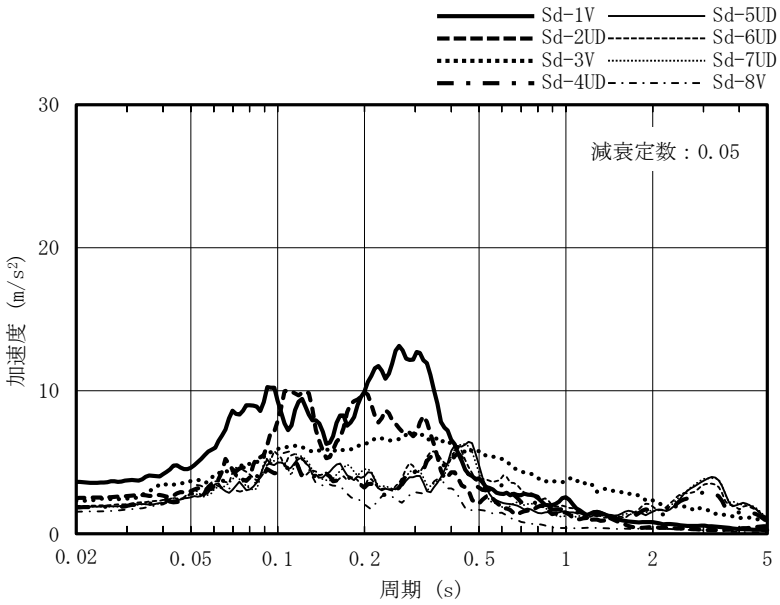


図3－17　入力地震動の加速度応答スペクトル
（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向，T.M.S.L.-13.7m）

表3－37　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.20×10^{8}	6.46×10^{6}

表3－38　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^{8}	6.52×10^{6}

表3－39　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.16×10^{8}	6.36×10^{6}

表3－40　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.24×10^{8}	6.57×10^{6}

表3－41　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^{8}	6.52×10^{6}

表3－42　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.23×10^{8}	6.54×10^{6}

表3－43　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.21×10^{8}	6.50×10^{6}

表3－44　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^{8}	6.52×10^{6}

表3－45　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.27×10^{8}	6.64×10^{6}

表3－46　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^{8}	6.68×10^{6}

表3－47　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.26×10^{8}	6.62×10^{6}

表3－48　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.29×10^{8}	6.70×10^{6}

表3－49　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^{8}	6.67×10^{6}

表3－50　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^{8}	6.68×10^{6}

表3－51　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^{8}	6.67×10^{6}

表3－52　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^{8}	6.68×10^{6}

3.3　解析方法

原子炉建屋の地震応答解析には，解析コード「ＤＡＣ３Ｎ」を用いる。なお，解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「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，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，時刻歴応答解析により実施する。

3.3.2　静的解析

(1)　水平地震力

水平地震力算定用の基準面は地表面（T.M.S.L.　12.0m）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た次式にて算定する。

$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$

$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$

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_0　：標準せん断力係数（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。

$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H / 40) \cdot Z \cdot \alpha$

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

Ｚ　：地震地域係数（1.0）

α　：建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数（1.2）

各層に生じる水平地震力は，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可され

た工事計画の添付資料「Ⅳ-2-3　原子炉建屋の地震応答計算書」にて算出した値を用いる。

(2)　鉛直地震力

鉛直地震力は，鉛直震度0.3を基準とし，建物・構築物の振動特性，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。

$C_v = R_v \cdot 0.3$

ここで，

C_v　：鉛直震度

R_v　：鉛直方向振動特性係数（0.8）

鉛直地震力は，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-7-1　原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

3.3.3　必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力Q_{un}は，次式により算定する。

$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$

ここで，

D_s　：各層の構造特性係数

F_{es}　：各層の形状特性係数

地震力によって各層に生じる水平力Q_{ud}は，次式により算定する。

$Q_{ud} = n \cdot C_i \cdot W_i$

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

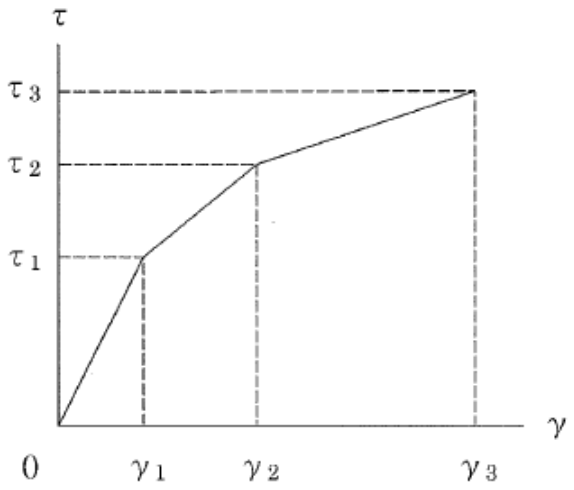
各層の必要保有水平耐力Q_{un}は，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-7-1　原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

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（τ－γ関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（τ－γ関係）は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図3－18に示す。



τ_1：第1折点のせん断応力度

τ_2：第2折点のせん断応力度

τ_3：終局点のせん断応力度

γ_1：第1折点のせん断ひずみ

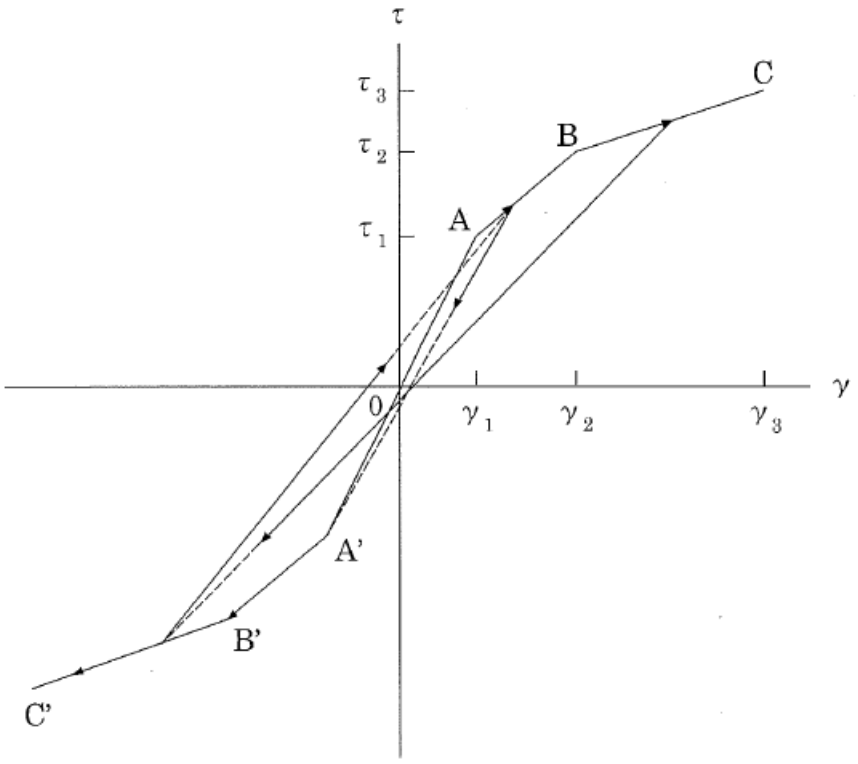
γ_2：第2折点のせん断ひずみ

γ_3：終局点のせん断ひずみ（4.0×10^{-3}）

図3－18　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，「ＪＥＡＧ４６０１－1991　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3－19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. B－C間　：負側最大点指向。

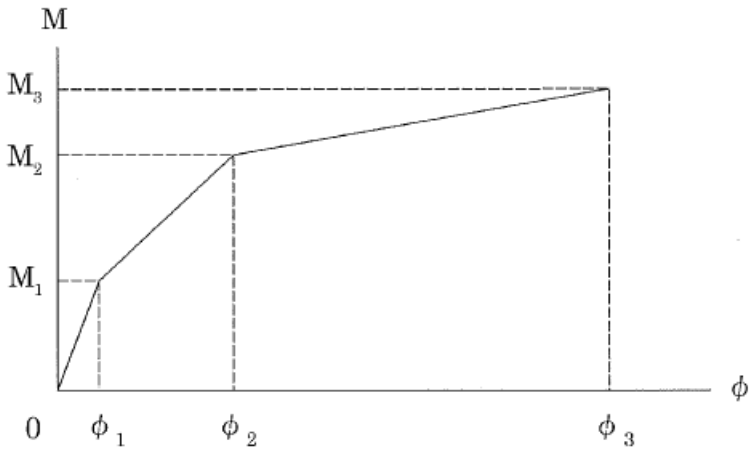
d. 各最大点は，スケルトン上を移動することにより更新される。

e. 安定ループは面積を持たない。

図3－19　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－曲率関係（Ｍ－φ関係）

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（Ｍ－φ関係）は，「ＪＥＡＧ４６０１－1991　追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメント－曲率関係を図3－20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

ϕ_1：第1折点の曲率

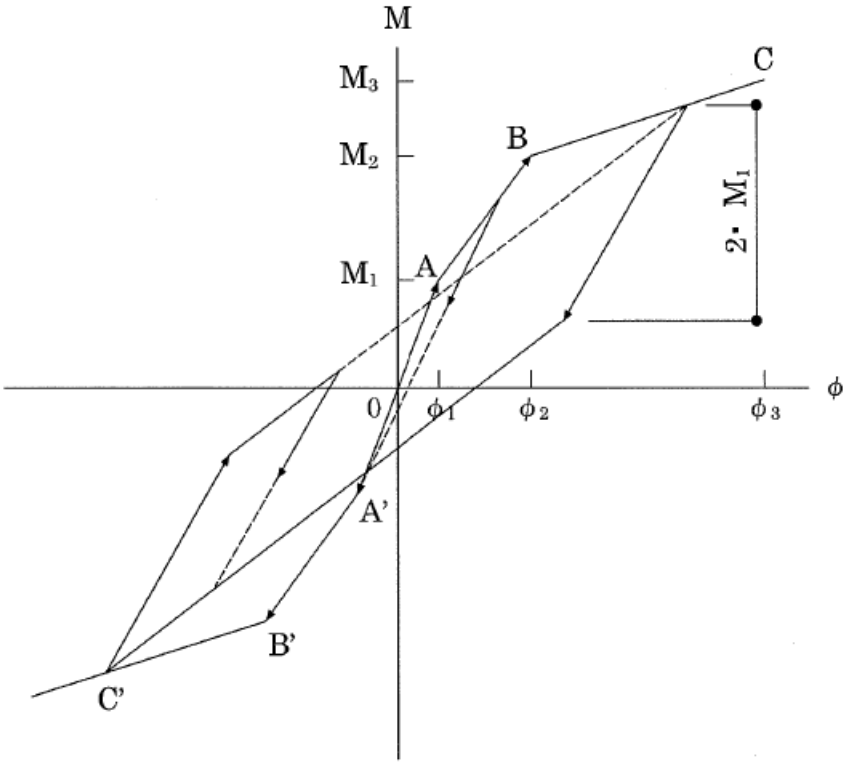
ϕ_2：第2折点の曲率

ϕ_3：終局点の曲率

図3－20　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係

(4)　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991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－曲率関係の履歴特性を図3－21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．B－C間　：負側最大点指向型で，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3－21　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

(5)　スケルトン曲線の諸数値

原子炉建屋の耐震壁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曲線の諸数値を表3－53～表3－56に示す。

表3－53　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（NS方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
CRF	2.28	0.191	3.08	0.569	6.81	4.00
4F	2.38	0.199	3.21	0.588	6.54	4.00
3F	2.40	0.201	2.96	0.630	4.84	4.00
2F	2.54	0.213	3.35	0.644	6.62	4.00
1F	2.55	0.213	3.29	0.660	6.44	4.00
B1F	2.62	0.219	3.47	0.665	6.98	4.00
B2F	2.70	0.226	3.64	0.674	7.56	4.00
B3F	2.69	0.224	3.52	0.691	7.03	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
3F	2.26	0.189	3.01	0.567	6.88	4.00
2F	2.32	0.194	3.00	0.584	7.23	4.00
1F	2.34	0.196	2.93	0.605	6.75	4.00
B1F	2.42	0.202	3.03	0.626	6.40	4.00
B2F	2.47	0.206	3.15	0.573	6.26	4.00
B3F	2.45	0.205	3.14	0.589	5.73	4.00

表3－54　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（EW方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
CRF	2.33	0.195	3.15	0.582	6.58	4.00
4F	2.33	0.195	3.14	0.581	6.73	4.00
3F	2.50	0.209	3.28	0.634	6.13	4.00
2F	2.47	0.206	3.21	0.626	6.23	4.00
1F	2.48	0.207	3.18	0.642	6.24	4.00
B1F	2.54	0.212	3.43	0.636	7.39	4.00
B2F	2.58	0.216	3.41	0.656	7.10	4.00
B3F	2.58	0.215	3.31	0.673	6.60	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3F	2.23	0.187	2.65	0.567	4.76	4.00
2F	2.28	0.191	2.63	0.584	4.82	4.00
1F	2.28	0.191	2.68	0.605	5.32	4.00
B1F	2.41	0.201	2.96	0.626	6.17	4.00
B2F	2.41	0.201	2.90	0.650	5.38	4.00
B3F	2.46	0.206	3.21	0.563	6.42	4.00

表3－55　曲げモーメントのスケルトン曲線（Ｍ－φ関係）（NS方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
CRF	2.02	5.11	2.17	61.0	5.28	1220
4F	5.95	4.04	6.73	40.4	9.49	809
3F	9.10	4.47	11.8	40.7	15.4	815
2F	9.44	4.75	18.7	42.0	18.9	840
1F	12.2	5.02	28.6	42.6	29.8	853
B1F	15.4	5.08	30.3	43.1	40.9	863
B2F	17.2	5.30	35.9	43.8	49.3	876
B3F	19.1	5.56	41.6	44.3	59.2	887

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3F	1.72	8.25	3.86	117	4.42	2340
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.52	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	6.26	9.19	18.3	88.1	25.9	1250
B3F	7.27	8.52	21.0	88.3	30.1	1240

表3－56　曲げモーメントのスケルトン曲線（Ｍ－φ関係）（EW方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
CRF	3.20	3.70	3.81	38.8	4.54	776
4F	6.69	3.71	6.94	39.7	12.1	793
3F	10.6	4.16	10.9	41.0	19.3	819
2F	10.1	4.27	17.0	39.7	23.0	795
1F	12.0	4.49	24.3	40.5	31.4	809
B1F	14.7	4.46	32.3	40.7	41.8	814
B2F	17.0	4.75	38.3	41.3	52.6	826
B3F	18.9	5.01	44.6	41.8	61.7	837

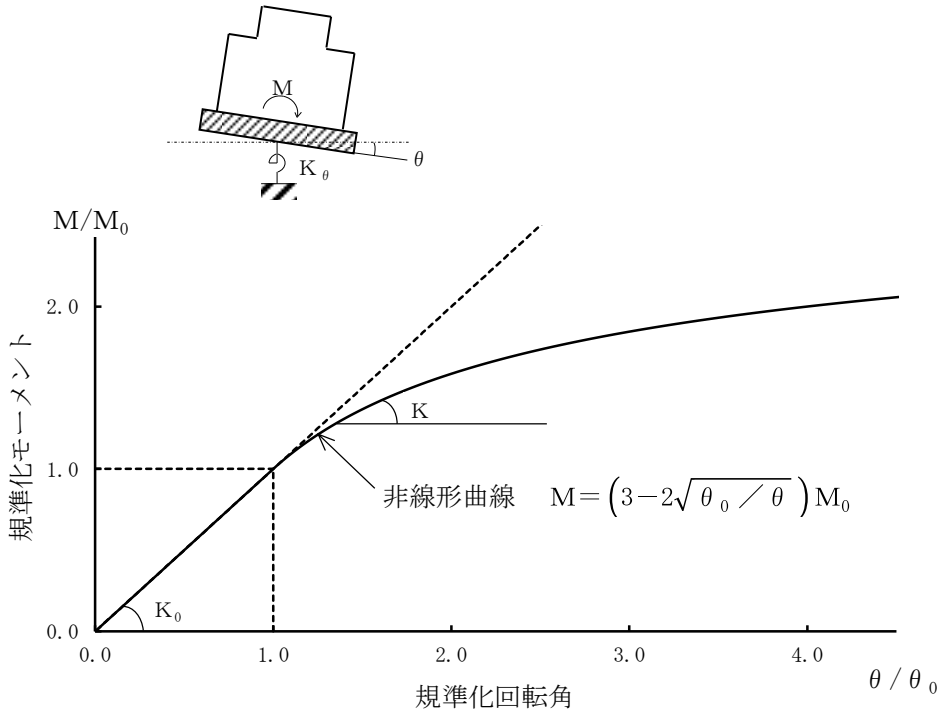
RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3F	1.72	8.25	3.61	90.3	5.99	1430
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.43	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	5.58	9.13	18.1	88.1	25.5	1250
B3F	6.48	9.43	18.8	88.3	26.5	1240

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－回転角の関係は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　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。回転ばねの曲げモーメント－回転角の関係を図3－22に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図3－22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

θ　　：回転角

θ_0　：浮上り限界回転角

K_0　：底面回転ばねのばね定数（浮上り前）

K　　：底面回転ばねのばね定数（浮上り後）

図3－22　回転ばねの曲げモーメントと回転角の関係

3.4.3　誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法

誘発上下動を考慮した地震応答解析モデルでは，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　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　ＪＥＡＣ４６０１-2008（(社)日本電気協会)」を参考に，接地率η_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3－23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3－57に基礎が浮上った場合の基礎底面につく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，θ：基礎底面中心の各変位及び回転角

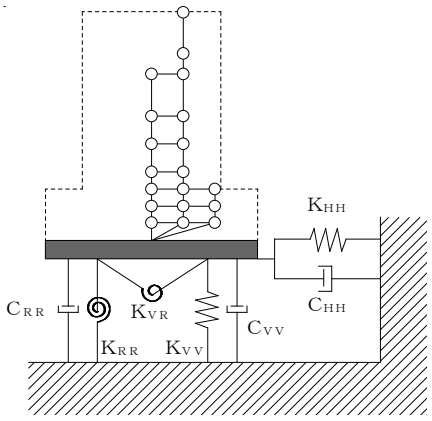


図3－23　誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図

表3－57　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	減衰係数
鉛直ばね	$K_{VV}=\eta_t^{\beta}\cdot K_{V0}$	$C_{VV}=C_{V0}\cdot\eta_t^{\frac{\alpha}{2}}$
回転・鉛直連成ばね	$K_{VR}=\frac{1-\eta_t}{2}L\cdot K_{VV}$	$C_{VR}=0$
回転ばね	$K_{RR}=\frac{M-K_{VR}\cdot w_0}{\theta}$	$C_{RR}=C_{R0}\cdot\eta_t^{\frac{\alpha}{2}}$
$\eta_t=\left(\frac{\theta_0}{\theta}\right)^{\frac{2}{\alpha-2}}$ θ：回転角	Ｍ　：転倒モーメント w_0：基礎スラブ中心の鉛直変位 θ_0：浮上り限界回転角 Ｌ　：建屋基礎幅 K_{V0}：線形域の鉛直ばね剛性 β　：0.46 α　：地反力分布に応じた値（三角形分布6.0） C_{V0}：線形域の鉛直ばねの減衰係数 C_{R0}：線形域の回転ばねの減衰係数	

3.4.4　材料物性の不確かさ等

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，建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし，基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動（基準地震動Ｓｓについては$Ss-1$～$Ss-3$及び$Ss-8$，弾性設計用地震動Ｓｄについては$Sd-1$～$Sd-3$及び$Sd-8$）に対して実施することとする。

材料物性の不確かさのうち，建屋剛性については，建設時コンクリートの91日強度の平均値程度の$43.1N/mm^2$を基本とし，91日強度の±1σを考慮する。更にマイナス側については，91日強度の値として95%信頼区間の下限値に相当する値を考慮し，プラス側については，実機の経年後のコア強度の平均値を考慮する。

側面地盤回転ばねについては，Novakの方法により算定されるばね値を100%見込む場合を基本として，接地率の評価が保守的になる50%の場合も考慮する。

地盤剛性については，地盤調査結果の平均値を基に設定した数値を基本ケースとし，地盤剛性の不確かさ検討にあたっては，初期せん断波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（±1σ）を考慮する。

材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを表3－58に示す。

表3－58　材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性	回転ばね定数	地盤剛性	備考
①ケース1 （工認モデル）	実強度 （43.1N/mm^2）	100%	標準地盤	基本ケース
②ケース2 （建屋剛性＋σ， 地盤剛性＋σ）	実強度＋σ （46.0N/mm^2）	100%	標準地盤＋σ （新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%）	
③ケース3 （建屋剛性－σ， 地盤剛性－σ）	実強度－σ （40.2N/mm^2）	100%	標準地盤－σ （新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%）	
④ケース4 （建屋剛性コア平均）	実強度 （コア平均） （55.7N/mm^2）	100%	標準地盤	
⑤ケース5 （建屋剛性－2σ）	実強度－2σ （37.2N/mm^2）	100%	標準地盤	
⑥ケース6 （回転ばね低減）	実強度 （43.1N/mm^2）	50%	標準地盤	

4. 解析結果

4.1 動的解析

本資料においては，代表として，基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの地震応答解析結果を示す。また，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

(a) 基準地震動Ｓｓ

基本ケース	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
NS方向	②	②	②	②	②	②	②	②
EW方向	②	③	②	②	②	②	②	②

(b) 弾性設計用地震動Ｓｄ

基本ケース	Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
NS方向	①	①	①	①	①	①	①	①
EW方向	①	①	①	①	①	①	①	①

凡例

①：誘発上下動を考慮しないモデル（基礎浮上り線形モデル）

②：誘発上下動を考慮しないモデル（基礎浮上り非線形モデル）

③：誘発上下動を考慮するモデル

4.1.1 固有値解析結果

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を表4－2～表4－17に示す。刺激関数図をSs-1，Sd-1の結果を代表として図4－1及び図4－2に示す。

なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる値を示す。

4.1.2 応答解析結果

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの地震応答解析結果を図4－3～図4－31，表4－18及び表4－19に示す。

表4－2　固有値解析結果（Ss-1）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.439	2.28	1.585	建屋－地盤連成1次
2	0.192	5.20	-0.697	
3	0.091	11.03	0.068	
4	0.078	12.88	0.061	
5	0.077	12.98	0.070	
6	0.056	17.79	-0.041	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.429	2.33	1.547	建屋－地盤連成1次
2	0.191	5.23	-0.617	
3	0.082	12.16	-0.028	
4	0.077	12.97	0.138	
5	0.071	14.02	-0.044	
6	0.058	17.13	0.038	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	9.356	屋根トラス1次
2	0.258	3.87	-8.417	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.092	
4	0.051	19.45	-0.116	
5	0.047	21.32	0.112	
6	0.028	35.22	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－3　固有値解析結果（Ss-2）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.438	2.28	1.585	建屋－地盤連成1次
2	0.192	5.21	-0.698	
3	0.091	11.03	0.068	
4	0.078	12.89	0.062	
5	0.077	12.99	0.070	
6	0.056	17.79	-0.041	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.428	2.34	1.547	建屋－地盤連成1次
2	0.191	5.25	-0.618	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.97	0.139	
5	0.071	14.03	-0.044	
6	0.058	17.14	0.038	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－4　固有値解析結果（Ss-3）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.441	2.27	1.584	建屋－地盤連成1次
2	0.193	5.17	-0.694	
3	0.091	11.03	0.067	
4	0.078	12.88	0.060	
5	0.077	12.96	0.072	
6	0.056	17.78	-0.040	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.431	2.32	1.546	建屋－地盤連成1次
2	0.192	5.20	-0.615	
3	0.082	12.16	-0.028	
4	0.077	12.96	0.137	
5	0.071	14.01	-0.045	
6	0.058	17.13	0.037	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.281	3.56	10.170	屋根トラス1次
2	0.261	3.83	-9.229	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.088	
4	0.051	19.45	-0.113	
5	0.047	21.31	0.109	
6	0.028	35.22	0.041	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－5　固有値解析結果（Ss-4）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.433	2.31	1.587	建屋－地盤連成1次
2	0.190	5.27	-0.704	
3	0.091	11.03	0.070	
4	0.078	12.90	0.064	
5	0.077	13.03	0.068	
6	0.056	17.80	-0.042	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.422	2.37	1.549	建屋－地盤連成1次
2	0.188	5.31	-0.622	
3	0.082	12.17	-0.029	
4	0.077	12.98	0.142	
5	0.071	14.07	-0.045	
6	0.058	17.14	0.040	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.59	8.488	屋根トラス1次
2	0.255	3.92	-7.551	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.095	
4	0.051	19.45	-0.119	
5	0.047	21.34	0.115	
6	0.028	35.23	0.044	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－6　固有値解析結果（Ss-5）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.435	2.30	1.586	建屋－地盤連成1次
2	0.191	5.24	-0.701	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.069	
6	0.056	17.79	-0.042	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.35	1.548	建屋－地盤連成1次
2	0.189	5.28	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.05	-0.045	
6	0.058	17.14	0.039	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－7　固有値解析結果（Ss-6）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.434	2.31	1.587	建屋－地盤連成1次
2	0.190	5.26	-0.703	
3	0.091	11.03	0.070	
4	0.078	12.90	0.064	
5	0.077	13.02	0.069	
6	0.056	17.80	-0.042	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.424	2.36	1.548	建屋－地盤連成1次
2	0.189	5.30	-0.621	
3	0.082	12.17	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.06	-0.045	
6	0.058	17.14	0.039	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.59	8.700	屋根トラス1次
2	0.256	3.91	-7.763	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.094	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.34	0.114	
6	0.028	35.23	0.044	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－8　固有値解析結果（Ss-7）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.436	2.30	1.586	建屋－地盤連成1次
2	0.191	5.24	-0.700	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.068	
6	0.056	17.79	-0.042	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.35	1.548	建屋－地盤連成1次
2	0.190	5.28	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.140	
5	0.071	14.04	-0.045	
6	0.058	17.14	0.039	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	9.137	屋根トラス1次
2	0.257	3.88	-8.198	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.092	
4	0.051	19.45	-0.117	
5	0.047	21.33	0.113	
6	0.028	35.23	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－9　固有値解析結果（Ss-8）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.434	2.30	1.587	建屋－地盤連成1次
2	0.191	5.25	-0.701	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.068	
6	0.056	17.79	-0.042	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.424	2.36	1.548	建屋－地盤連成1次
2	0.189	5.29	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.05	-0.045	
6	0.058	17.14	0.039	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

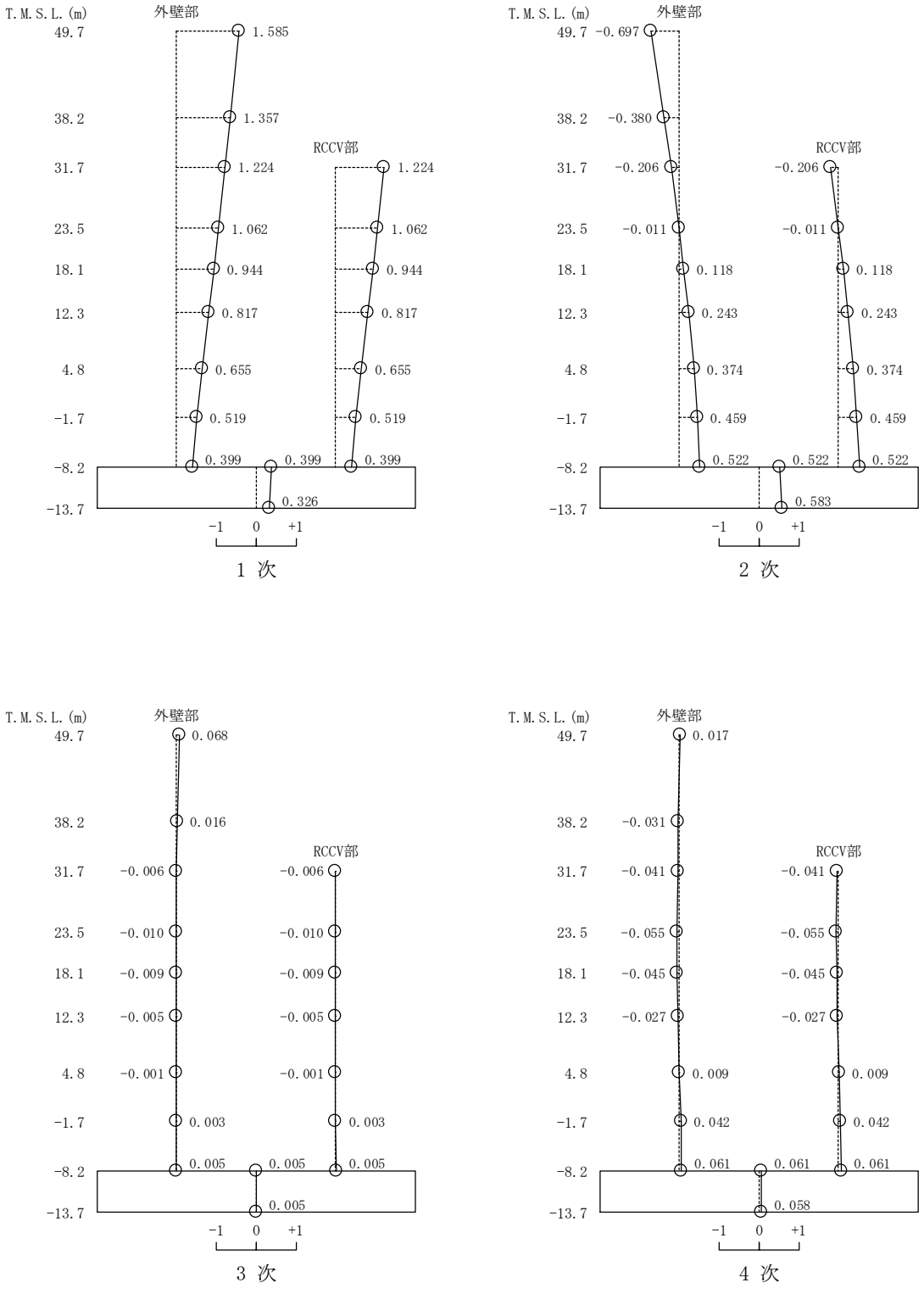


図4－1　刺激関数図（Ss-1，NS方向）（1/3）

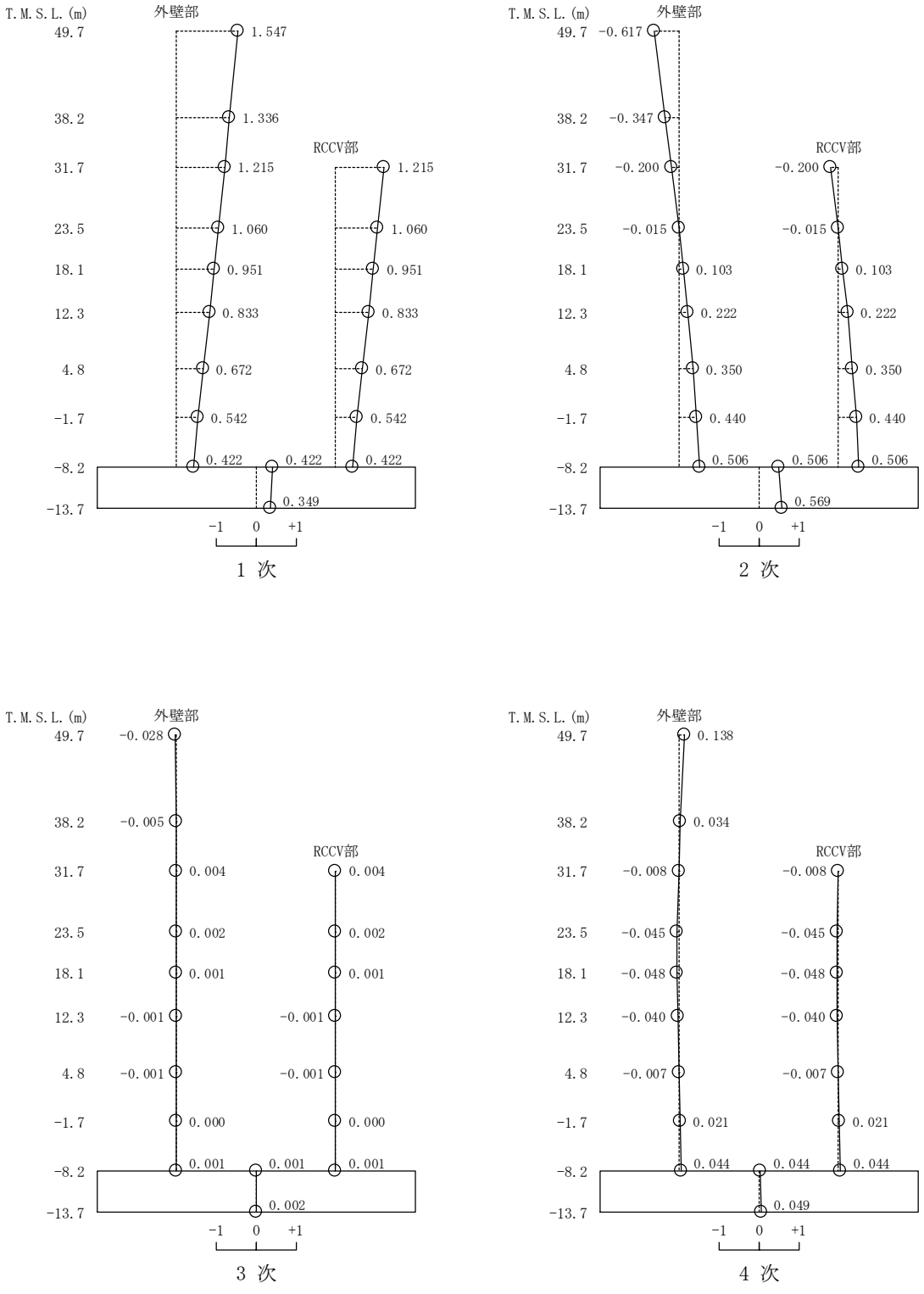
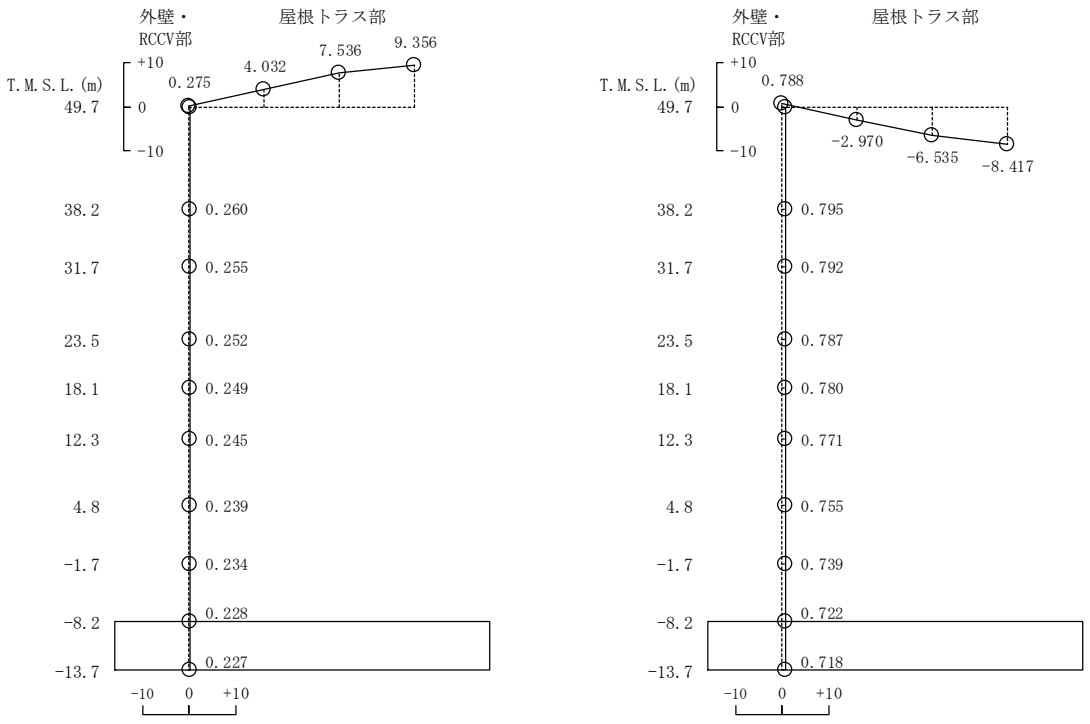


図4－1　刺激関数図（Ss-1，EW方向）（2/3）



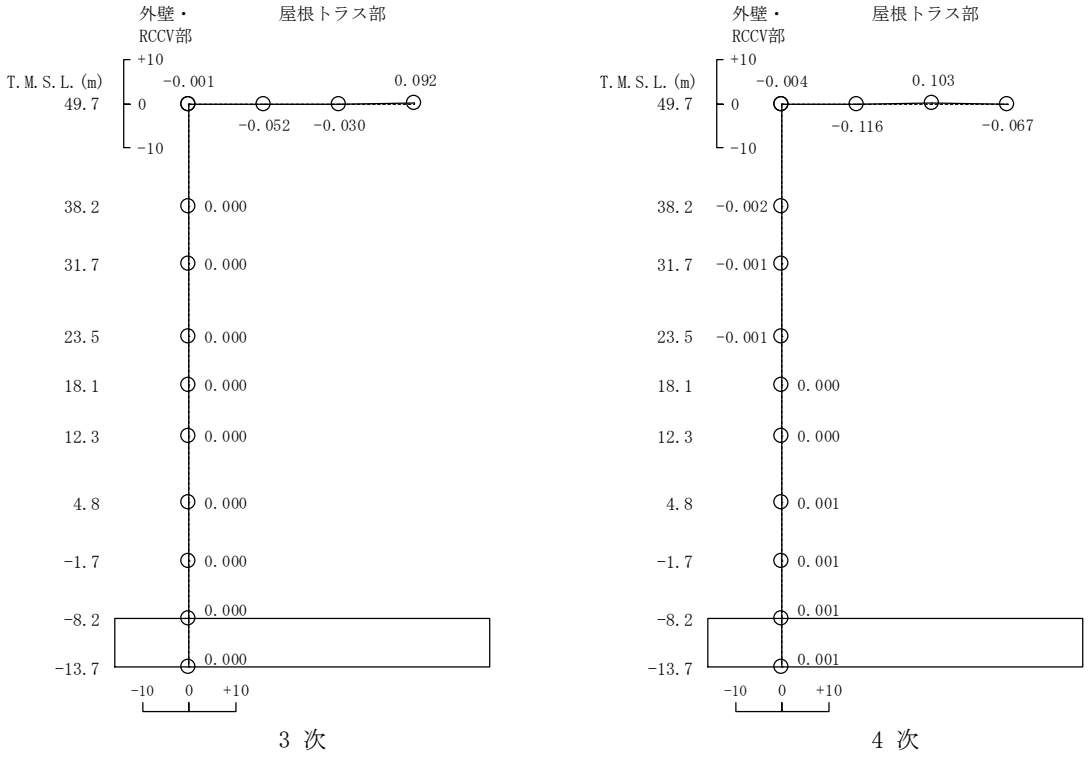


図4－1　刺激関数図（Ss-1，鉛直方向）（3/3）

表4－10　固有値解析結果（Sd-1）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.427	2.34	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.188	5.33	-0.709	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.066	
5	0.077	13.06	0.067	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.417	2.40	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.625	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	12.99	0.144	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.879	屋根トラス1次
2	0.253	3.96	-6.943	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.097	
4	0.051	19.45	-0.121	
5	0.047	21.35	0.117	
6	0.028	35.23	0.045	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－11　固有値解析結果（Sd-2）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.427	2.34	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.187	5.34	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.068	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.417	2.40	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.38	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.10	-0.045	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－12　固有値解析結果（Sd-3）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.427	2.34	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.188	5.33	-0.709	
3	0.091	11.03	0.071	
4	0.077	12.91	0.066	
5	0.077	13.06	0.065	
6	0.056	17.81	-0.043	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.417	2.40	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.625	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	12.99	0.144	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.59	8.076	屋根トラス1次
2	0.253	3.95	-7.140	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.096	
4	0.051	19.45	-0.121	
5	0.047	21.35	0.116	
6	0.028	35.23	0.045	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－13　固有値解析結果（Sd-4）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.424	2.36	1.591	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.712	
3	0.091	11.03	0.073	
4	0.077	12.92	0.068	
5	0.076	13.08	0.067	
6	0.056	17.82	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.414	2.42	1.552	建屋－地盤連成1次
2	0.185	5.41	-0.627	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.146	
5	0.071	14.12	-0.046	
6	0.058	17.15	0.042	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.505	屋根トラス1次
2	0.251	3.98	-6.571	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.123	
5	0.047	21.36	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－14　固有値解析結果（Sd-5）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.35	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.076	13.07	0.065	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.415	2.41	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－15　固有値解析結果（Sd-6）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.35	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.711	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.066	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.415	2.41	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－16　固有値解析結果（Sd-7）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.065	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.41	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.38	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4－17　固有値解析結果（Sd-8）

(a)　NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.590	建屋－地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.067	
6	0.056	17.81	-0.044	

(b)　EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.41	1.551	建屋－地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	0.041	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	0.046	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

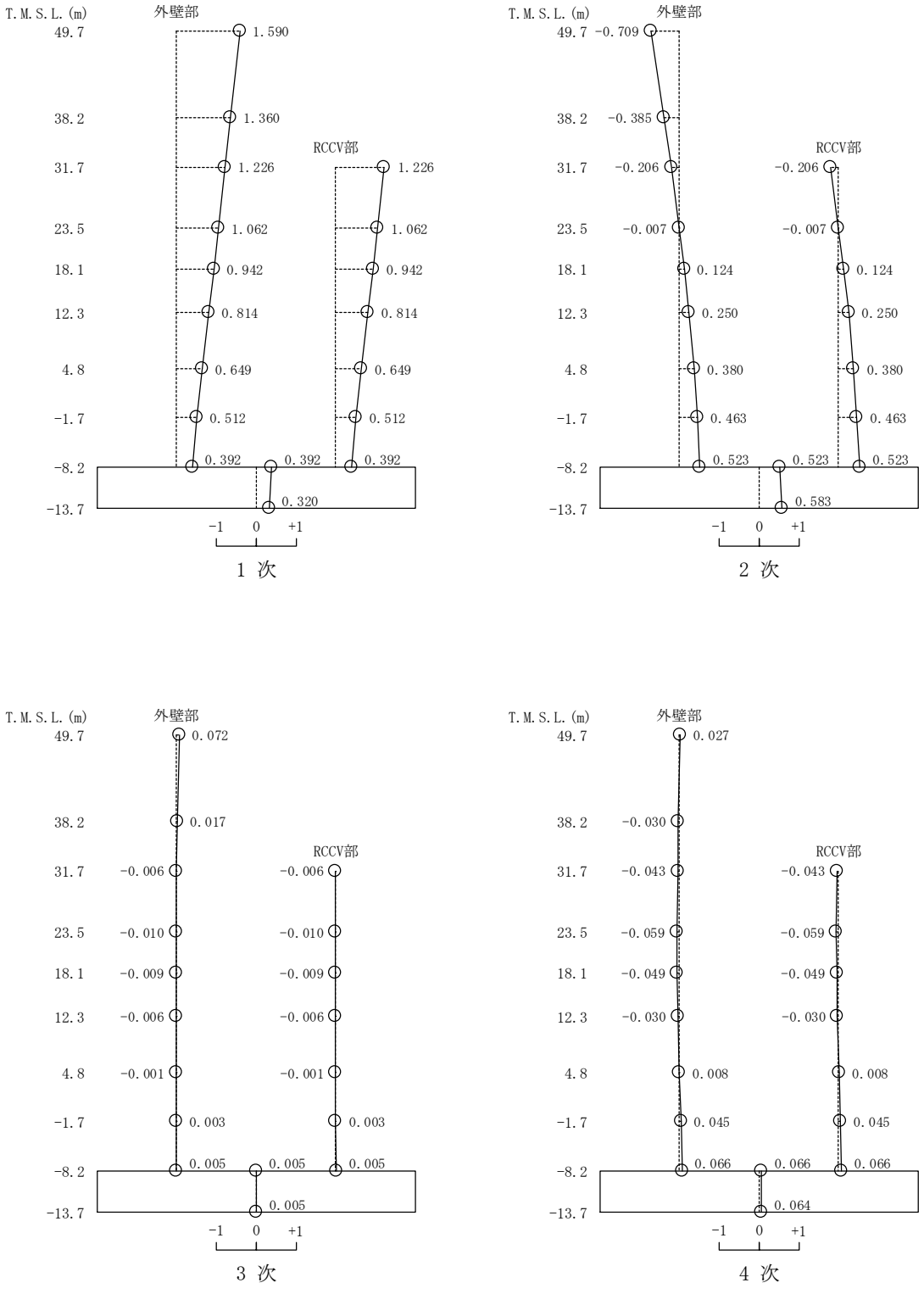


図4－2　刺激関数図（Sd-1，NS方向）（1/3）

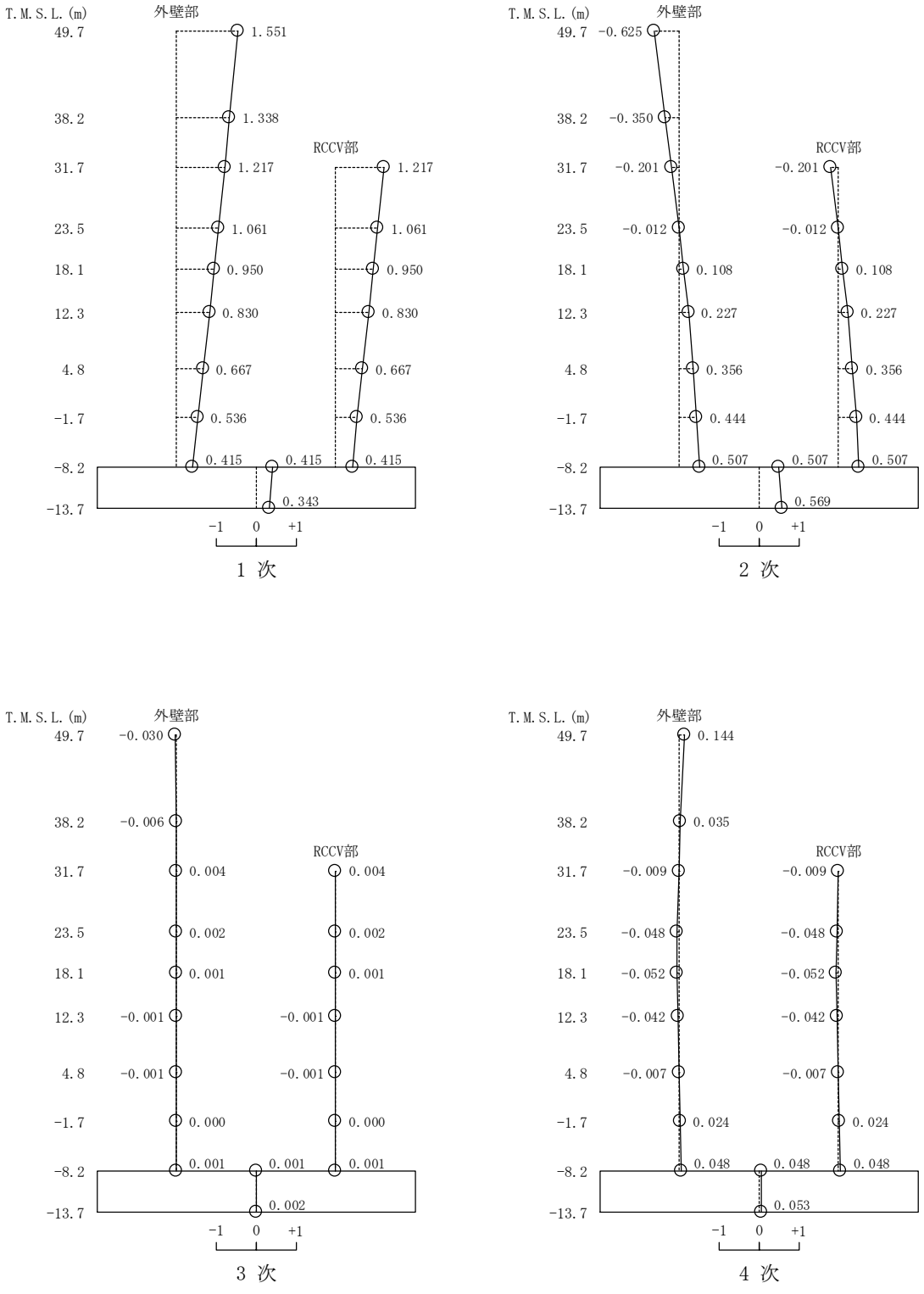
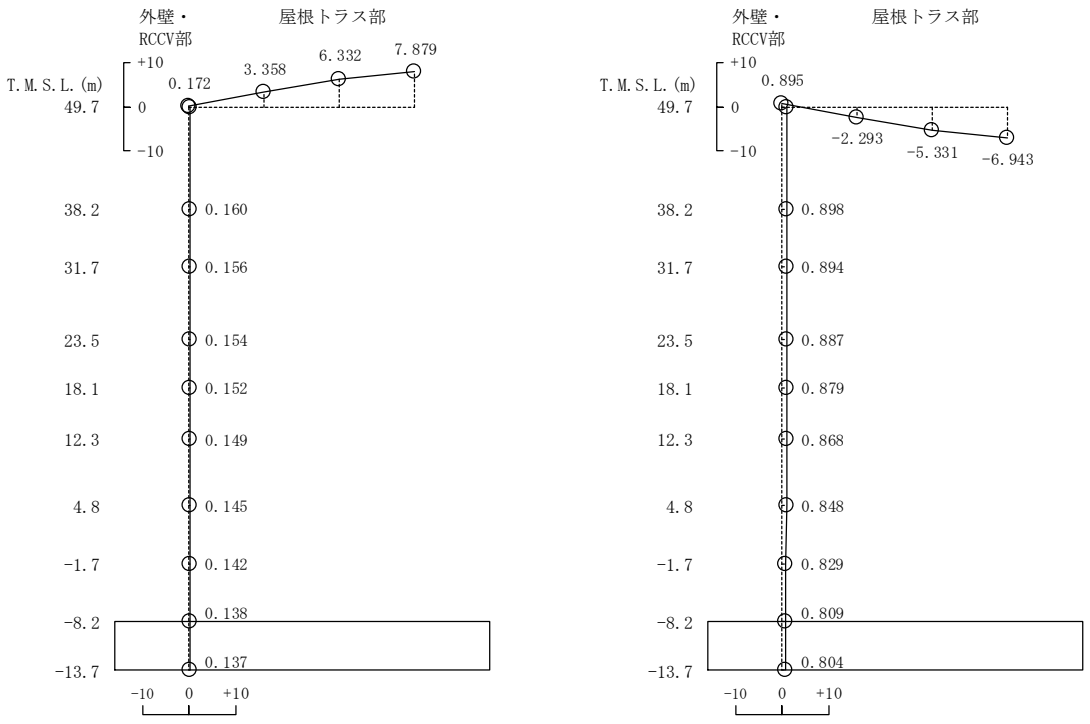
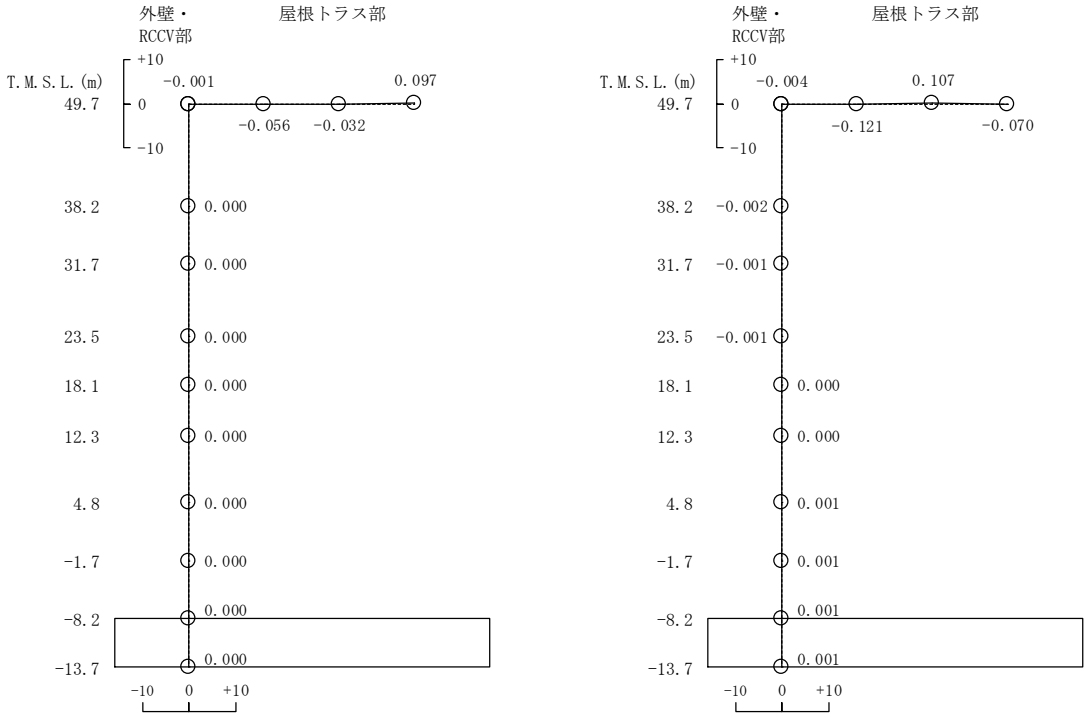


図4－2　刺激関数図（Sd-1，EW方向）（2/3）



1 次

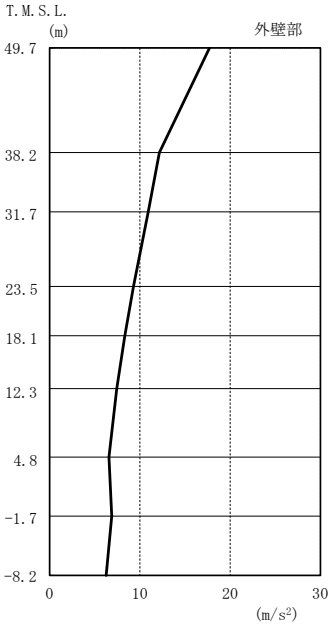
2 次

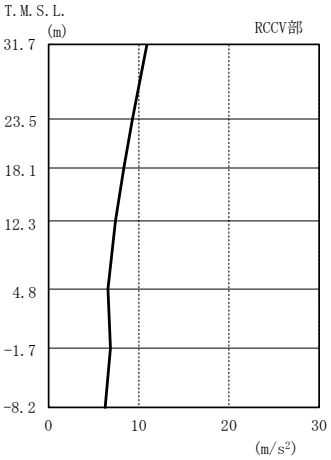


3 次

4 次

図4－2　刺激関数図（Sd-1，鉛直方向）（3/3）





外壁部 (m/s²)

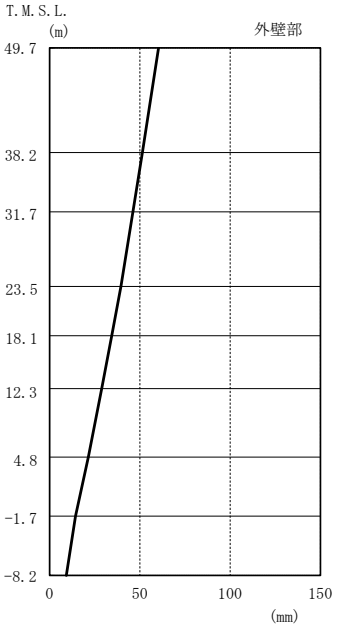
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
17.7	10.9	10.9	7.88	6.71	8.14	6.69	14.5	17.7
12.2	8.62	8.89	6.11	5.18	6.32	4.99	11.3	12.2
10.9	7.71	7.82	5.21	4.76	5.42	4.42	10.0	10.9
9.30	6.69	6.80	4.25	4.24	4.43	3.90	9.14	9.30
8.34	5.98	6.30	3.66	3.84	3.78	3.44	8.16	8.34
7.43	5.22	5.92	3.17	3.47	3.23	2.94	7.20	7.43
6.57	4.98	5.63	2.70	3.14	2.69	2.81	6.20	6.57
6.88	4.60	5.81	2.55	2.86	2.83	2.64	5.57	6.88
5.87	4.43	6.28	2.69	2.65	3.00	2.51	4.95	6.28

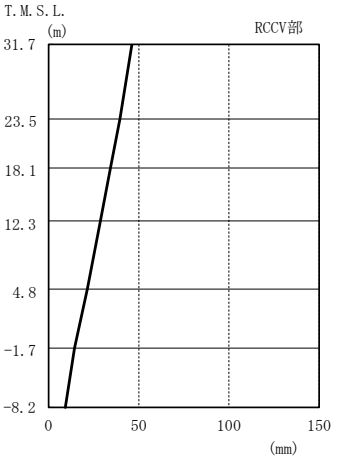
RCCV部 (m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
10.9	7.71	7.82	5.21	4.76	5.42	4.42	10.0	10.9
9.30	6.69	6.80	4.25	4.24	4.43	3.90	9.14	9.30
8.34	5.98	6.30	3.66	3.84	3.78	3.44	8.16	8.34
7.43	5.22	5.92	3.17	3.47	3.23	2.94	7.20	7.43
6.57	4.98	5.63	2.70	3.14	2.69	2.81	6.20	6.57
6.88	4.60	5.81	2.55	2.86	2.83	2.64	5.57	6.88
5.87	4.43	6.28	2.69	2.65	3.00	2.51	4.95	6.28

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－3　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，NS方向）





外壁部
(mm)

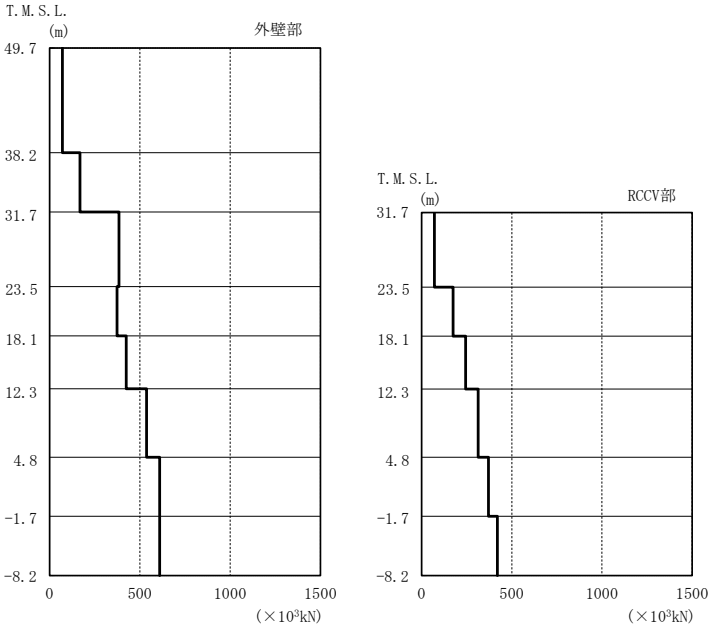
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
59.1	41.9	41.3	24.6	25.4	25.5	21.7	60.4	60.4
49.9	35.2	34.3	20.0	21.4	20.8	18.1	51.4	51.4
44.5	31.3	30.3	17.4	19.0	18.1	16.0	46.2	46.2
37.5	26.5	25.4	14.3	16.2	14.8	13.4	39.5	39.5
32.0	23.0	21.8	12.0	14.1	12.5	11.5	34.4	34.4
26.1	19.3	18.0	9.57	11.8	10.0	9.55	28.8	28.8
18.5	14.6	13.2	6.58	8.96	6.95	7.27	21.4	21.4
12.3	10.5	9.07	4.26	6.42	4.72	5.33	14.3	14.3
7.97	7.01	5.48	2.69	4.15	3.07	3.54	9.26	9.26

RCCV部
(mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
44.5	31.3	30.3	17.4	19.0	18.1	16.0	46.2	46.2
37.5	26.5	25.4	14.3	16.2	14.8	13.4	39.5	39.5
32.0	23.0	21.8	12.0	14.1	12.5	11.5	34.4	34.4
26.1	19.3	18.0	9.57	11.8	10.0	9.55	28.8	28.8
18.5	14.6	13.2	6.58	8.96	6.95	7.27	21.4	21.4
12.3	10.5	9.07	4.26	6.42	4.72	5.33	14.3	14.3
7.97	7.01	5.48	2.69	4.15	3.07	3.54	9.26	9.26

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－4　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，NS方向）



外壁部
(×10³kN)

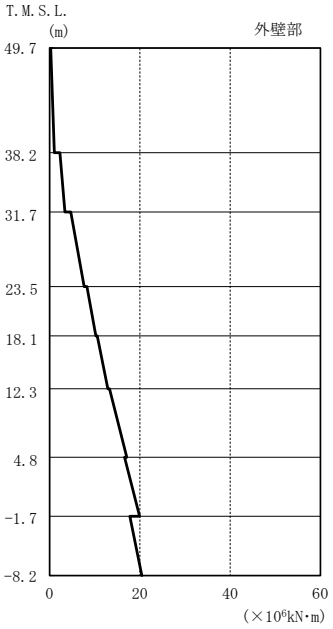
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
71.7	44.6	43.6	31.5	27.4	32.5	27.0	58.4	71.7
168	113	116	81.1	68.0	83.8	67.6	146	168
384	226	235	157	135	162	124	336	384
374	288	295	194	175	201	161	361	374
424	343	348	226	210	235	193	413	424
537	447	451	282	278	293	251	529	537
610	493	500	297	314	307	270	610	610
600	456	513	262	319	262	276	609	609

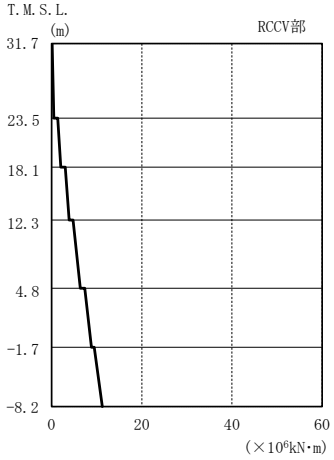
RCCV部
(×10³kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
71.3	25.6	27.6	17.4	19.6	17.6	19.6	55.8	71.3
175	125	128	80.3	78.8	84.0	75.1	151	175
244	165	169	104	106	109	98.6	221	244
314	208	216	128	136	134	123	300	314
371	258	303	161	179	166	150	368	371
420	354	386	195	243	194	213	407	420

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－5　最大応答せん断力（基準地震動Ｓｓ，NS方向）





外壁部

(×10⁶kN·m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
0.257	0.169	0.149	0.0902	0.0839	0.0900	0.0712	0.174	0.257
1.06	0.676	0.638	0.452	0.389	0.463	0.381	0.830	1.06
2.30	1.62	1.42	0.949	0.780	0.958	0.756	1.58	2.30
3.37	2.32	2.12	1.47	1.22	1.50	1.19	2.52	3.37
4.68	3.38	2.97	2.02	1.64	2.05	1.60	3.25	4.68
7.65	4.97	4.75	3.27	2.64	3.35	2.59	5.57	7.65
8.30	5.59	5.23	3.59	2.87	3.66	2.81	5.94	8.30
10.2	6.80	6.68	4.60	3.69	4.72	3.63	7.79	10.2
10.6	7.19	6.98	4.80	3.83	4.92	3.77	8.01	10.6
12.9	8.63	8.84	6.08	4.87	6.25	4.82	10.3	12.9
13.3	9.15	9.24	6.34	5.06	6.51	5.00	10.6	13.3
17.1	11.8	12.3	8.37	6.93	8.63	6.77	14.4	17.1
16.6	11.5	12.2	8.31	6.71	8.55	6.57	13.7	16.6
19.9	14.4	15.0	10.1	8.75	10.4	8.25	17.3	19.9
17.8	13.3	14.1	9.51	8.04	9.79	7.58	15.1	17.8
20.5	16.1	16.3	10.8	10.0	11.2	9.07	18.8	20.5

RCCV部

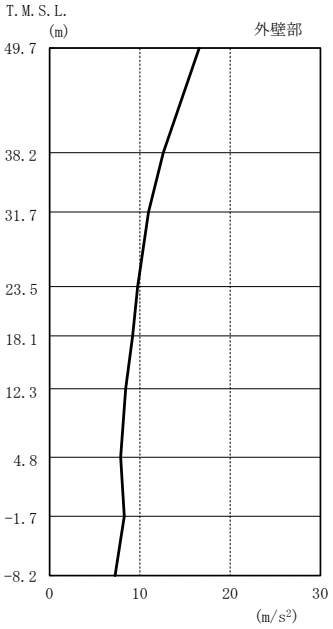
(×10⁶kN·m)

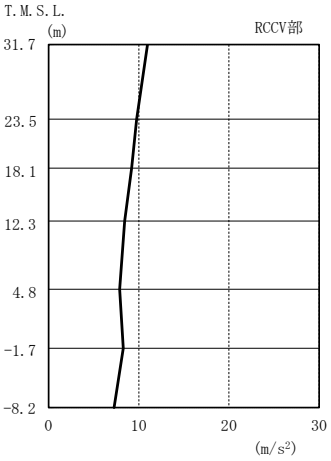
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
0.132	0.0920	0.0770	0.0457	0.0390	0.0464	0.0361	0.0717	0.132
0.526	0.258	0.257	0.188	0.184	0.191	0.183	0.408	0.526
1.38	1.28	1.01	0.701	0.520	0.714	0.514	0.865	1.38
2.06	1.71	1.47	1.12	0.845	1.15	0.834	1.51	2.06
3.01	2.53	2.10	1.52	1.10	1.56	1.08	1.74	3.01
3.88	3.06	2.81	2.10	1.61	2.16	1.56	2.89	3.88
4.78	4.08	3.60	2.60	1.88	2.66	1.85	3.36	4.78
6.39	4.75	4.74	3.48	2.86	3.60	2.66	5.56	6.39
7.34	5.57	5.39	3.89	3.06	4.00	2.89	5.91	7.34
8.84	6.48	6.67	4.81	4.20	4.98	3.85	8.26	8.84
9.47	6.96	7.20	5.12	4.36	5.29	4.05	8.61	9.47
11.0	8.87	8.78	6.12	5.82	6.32	5.16	11.2	11.2

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－6　最大応答曲げモーメント（基準地震動Ｓｓ，NS方向）





外壁部 (m/s^2)

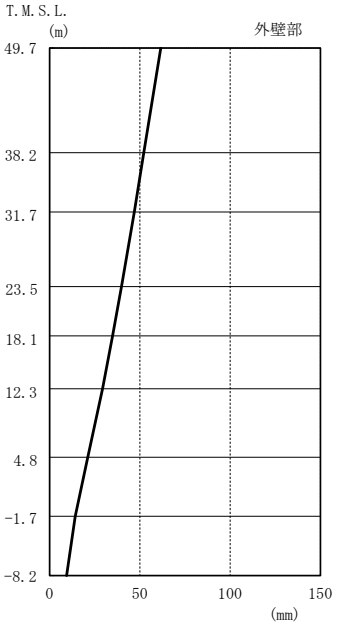
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
16.6	14.4	10.2	9.12	10.2	9.28	11.8	13.5	16.6
12.6	11.6	8.44	6.97	8.54	7.12	8.96	10.7	12.6
10.3	11.0	7.56	6.10	7.70	6.35	8.04	9.46	11.0
8.98	9.77	6.78	6.17	6.81	6.51	6.92	8.98	9.77
8.13	9.21	6.17	6.17	6.29	6.54	6.33	8.24	9.21
7.66	8.42	5.90	6.04	5.80	6.43	5.94	7.43	8.42
6.81	7.88	5.63	5.48	5.19	5.87	5.63	6.39	7.88
6.97	8.28	5.68	4.88	4.94	5.26	5.56	5.63	8.28
5.89	7.26	6.18	4.33	4.94	4.65	5.59	5.05	7.26

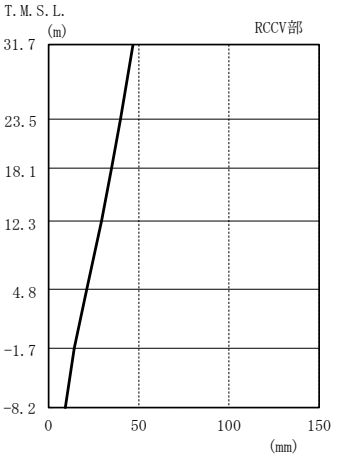
RCCV部 (m/s^2)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
10.3	11.0	7.56	6.10	7.70	6.35	8.04	9.46	11.0
8.98	9.77	6.78	6.17	6.81	6.51	6.92	8.98	9.77
8.13	9.21	6.17	6.17	6.29	6.54	6.33	8.24	9.21
7.66	8.42	5.90	6.04	5.80	6.43	5.94	7.43	8.42
6.81	7.88	5.63	5.48	5.19	5.87	5.63	6.39	7.88
6.97	8.28	5.68	4.88	4.94	5.26	5.56	5.63	8.28
5.89	7.26	6.18	4.33	4.94	4.65	5.59	5.05	7.26

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－7　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，EW方向）





外壁部
(mm)

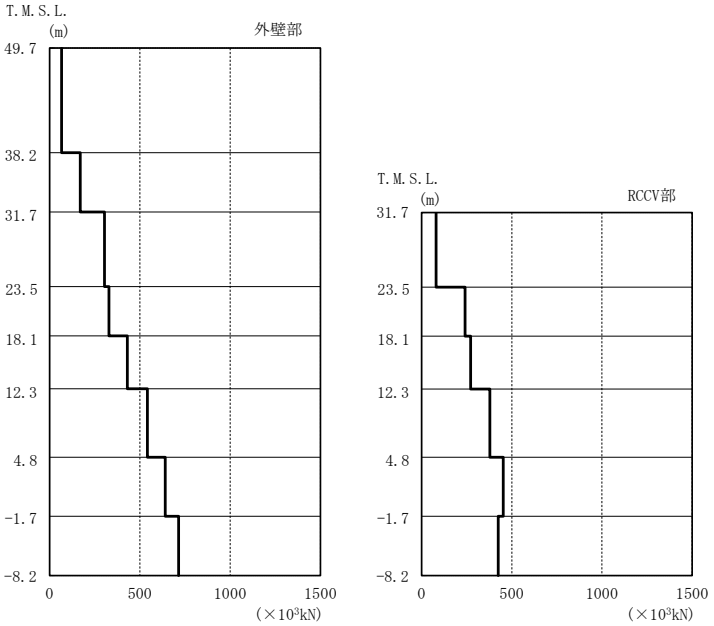
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
53.1	61.6	36.9	31.6	36.5	34.1	39.2	53.9	61.6
44.7	52.2	30.9	26.5	30.4	28.7	32.7	45.8	52.2
40.0	46.9	27.5	23.7	27.0	25.7	29.0	41.1	46.9
33.7	39.8	23.2	20.1	22.5	21.9	24.3	35.1	39.8
29.2	34.9	20.2	17.6	19.4	19.3	21.1	30.9	34.9
24.3	29.4	17.0	14.9	16.1	16.4	17.5	26.3	29.4
17.5	21.1	12.7	11.2	11.5	12.4	12.7	19.6	21.1
12.2	14.2	9.04	8.05	7.97	9.08	8.84	14.2	14.2
8.10	8.50	5.67	5.14	5.04	5.92	5.39	9.34	9.34

RCCV部
(mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
40.0	46.9	27.5	23.7	27.0	25.7	29.0	41.1	46.9
33.7	39.8	23.2	20.1	22.5	21.9	24.3	35.1	39.8
29.2	34.9	20.2	17.6	19.4	19.3	21.1	30.9	34.9
24.3	29.4	17.0	14.9	16.1	16.4	17.5	26.3	29.4
17.5	21.1	12.7	11.2	11.5	12.4	12.7	19.6	21.1
12.2	14.2	9.04	8.05	7.97	9.08	8.84	14.2	14.2
8.10	8.50	5.67	5.14	5.04	5.92	5.39	9.34	9.34

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－8　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，EW方向）



外壁部
(×10³kN)

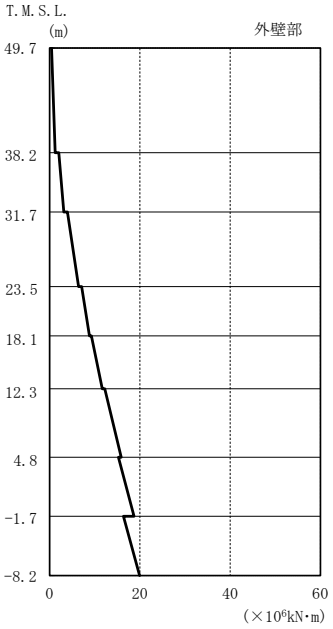
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
66.9	58.3	40.8	37.0	40.3	37.8	47.9	54.0	66.9
170	154	110	94.4	110	95.5	121	138	170
305	300	184	161	185	163	204	240	305
324	329	214	173	215	179	227	288	329
423	431	306	250	308	260	323	414	431
501	541	430	371	431	392	445	497	541
586	641	491	468	489	500	501	581	641
680	715	580	573	544	618	569	678	715

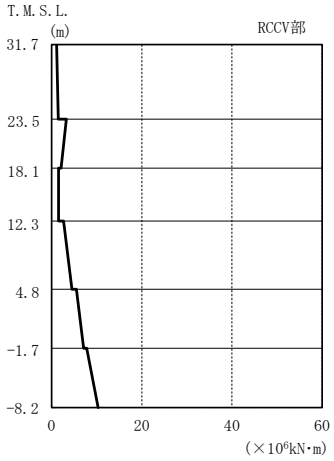
RCCV部
(×10³kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
76.3	80.4	65.0	60.5	64.7	63.7	64.8	78.7	80.4
226	241	195	166	195	174	202	232	241
244	272	200	180	200	190	205	234	272
346	379	231	220	234	233	237	337	379
430	453	308	307	300	329	307	406	453
392	425	327	330	306	356	323	367	425

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－9　最大応答せん断力（基準地震動Ｓｓ，EW方向）





外壁部

(×10⁶kN·m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
0.437	0.408	0.282	0.266	0.293	0.281	0.327	0.257	0.437
1.21	1.04	0.732	0.672	0.731	0.712	0.877	0.855	1.21
2.06	1.73	1.26	1.19	1.30	1.26	1.51	1.24	2.06
3.17	2.63	1.92	1.75	1.91	1.85	2.29	2.13	3.17
3.95	3.26	2.43	2.24	2.46	2.38	2.90	2.48	3.95
6.45	5.40	3.82	3.46	3.73	3.63	4.56	4.35	6.45
7.09	5.91	4.26	3.85	4.21	4.08	5.09	4.65	7.09
8.81	7.43	5.29	4.72	5.07	4.92	6.24	6.13	8.81
9.24	7.78	5.60	4.98	5.42	5.23	6.63	6.34	9.24
11.7	9.95	7.20	6.30	6.99	6.43	8.31	8.66	11.7
12.2	10.4	7.64	6.66	7.34	6.87	8.85	8.95	12.2
15.9	13.9	10.5	8.85	10.4	9.07	11.5	12.6	15.9
15.2	13.8	10.4	8.87	10.2	9.08	11.5	11.9	15.2
18.7	17.3	13.1	11.0	13.1	11.4	13.9	15.7	18.7
16.4	16.4	12.4	10.5	12.3	10.9	13.0	13.5	16.4
19.3	19.9	14.9	12.8	15.1	13.4	15.8	17.8	19.9

RCCV部

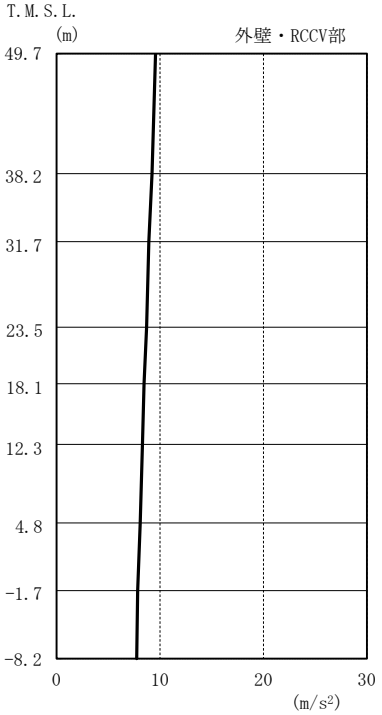
(×10⁶kN·m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
1.12	0.941	0.692	0.682	0.677	0.709	0.756	0.529	1.12
1.50	1.21	0.920	0.967	0.912	0.962	1.11	0.982	1.50
2.94	3.25	1.55	1.55	1.50	1.64	1.50	2.62	3.25
1.83	2.09	0.587	0.660	0.502	0.701	0.545	1.50	2.09
1.40	1.56	1.01	0.782	0.812	0.832	0.799	1.07	1.56
1.49	1.55	1.25	1.29	1.31	1.36	1.52	1.13	1.55
2.67	2.27	2.07	2.09	2.25	2.22	2.59	1.60	2.67
4.49	3.88	3.31	2.93	3.30	2.98	3.63	3.75	4.49
5.52	4.52	4.00	3.48	3.86	3.63	4.51	4.05	5.52
6.97	7.13	5.46	4.67	5.44	4.83	5.57	6.55	7.13
7.52	7.81	5.98	5.04	5.91	5.21	6.19	7.08	7.81
9.50	10.3	7.47	6.56	7.45	6.89	7.64	9.20	10.3

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

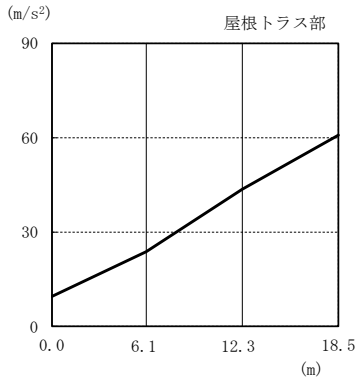
図4－10　最大応答曲げモーメント（基準地震動Ｓｓ，EW方向）



外壁・RCCV部

(m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
9.57	6.02	6.55	4.75	4.68	4.94	4.78	3.60	9.57
9.23	5.83	6.15	4.51	4.60	4.70	4.62	3.12	9.23
8.93	5.72	6.01	4.31	4.51	4.52	4.49	2.82	8.93
8.70	5.64	5.93	4.18	4.41	4.33	4.35	2.69	8.70
8.46	5.55	5.90	4.05	4.31	4.22	4.22	2.56	8.46
8.31	5.44	5.85	3.90	4.18	4.16	4.06	2.40	8.31
8.08	5.23	5.81	3.81	4.07	4.05	3.80	2.36	8.08
7.85	5.03	5.83	3.77	3.98	3.94	3.57	2.38	7.85
7.74	4.82	5.81	3.72	3.88	3.83	3.39	2.47	7.74



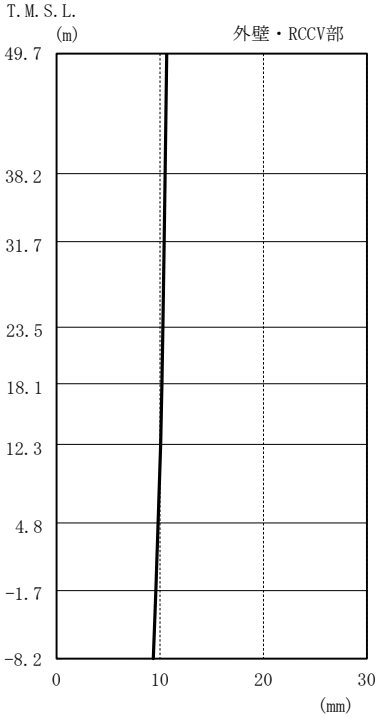
屋根トラス部

(m/s²)

Ss-1	9.57	23.8	43.6	60.8
Ss-2	6.02	17.2	29.6	36.7
Ss-3	6.55	15.2	26.2	32.2
Ss-4	4.75	8.16	13.2	15.9
Ss-5	4.68	7.95	14.5	19.1
Ss-6	4.94	9.22	14.8	17.9
Ss-7	4.78	8.73	15.0	17.3
Ss-8	3.60	5.57	7.62	8.51
最大値	9.57	23.8	43.6	60.8

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

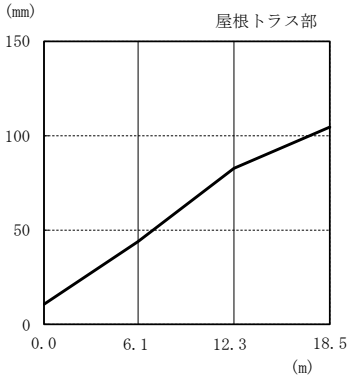
図4－11　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）



外壁・RCCV部

(mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
10.7	5.52	9.48	4.97	5.35	5.37	4.83	3.05	10.7
10.5	5.41	9.33	4.89	5.26	5.30	4.77	3.00	10.5
10.4	5.35	9.25	4.84	5.21	5.25	4.73	2.97	10.4
10.3	5.30	9.16	4.79	5.16	5.20	4.68	2.94	10.3
10.2	5.24	9.08	4.73	5.10	5.14	4.64	2.91	10.2
10.1	5.17	8.96	4.66	5.03	5.06	4.58	2.86	10.1
9.82	5.05	8.77	4.53	4.91	4.93	4.47	2.79	9.82
9.60	4.93	8.59	4.41	4.79	4.81	4.37	2.72	9.60
9.36	4.82	8.40	4.29	4.66	4.70	4.26	2.65	9.36



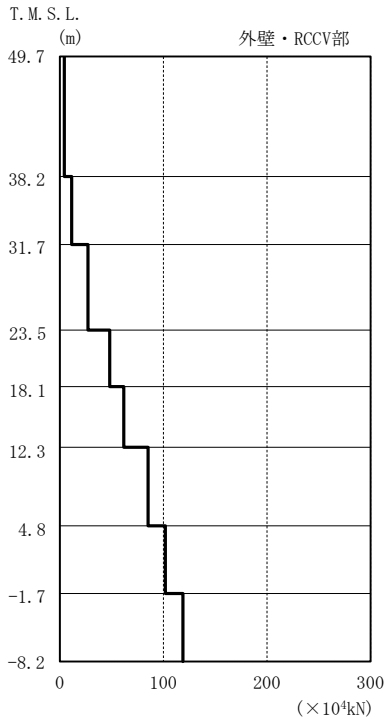
屋根トラス部

(mm)

Ss-1	10.7	44.0	82.7	105
Ss-2	5.52	33.5	60.5	74.3
Ss-3	9.48	31.2	52.5	64.6
Ss-4	4.97	16.2	27.0	32.8
Ss-5	5.35	16.4	28.4	34.9
Ss-6	5.37	17.8	30.2	36.7
Ss-7	4.83	17.5	30.1	36.7
Ss-8	3.05	9.25	15.6	18.7
最大値	10.7	44.0	82.7	105

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－12　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）



外壁・RCCV部

(×10^4kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
4.39	3.40	3.31	2.31	2.27	2.36	2.47	1.29	4.39
11.5	6.53	8.00	5.95	6.05	5.98	6.26	3.80	11.5
27.0	16.5	18.2	13.7	14.1	14.1	14.3	8.80	27.0
48.2	30.3	32.7	23.9	24.9	24.7	24.9	15.4	48.2
61.8	39.2	42.2	30.5	31.9	31.4	31.7	19.6	61.8
85.1	54.7	58.8	41.6	43.8	42.5	43.3	26.4	85.1
102	65.6	70.8	49.2	52.0	50.2	51.1	30.7	102
119	76.6	83.4	56.9	60.5	58.9	59.0	34.8	119

注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－13　最大応答軸力（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

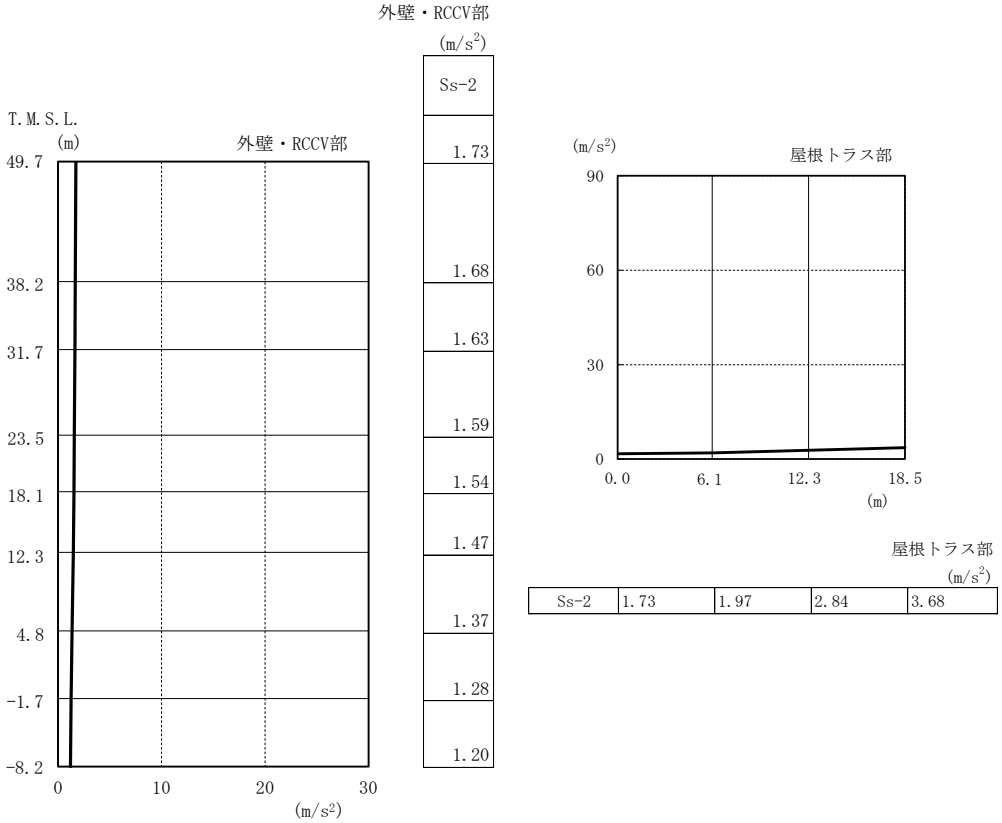


図4－14　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，EW方向，誘発上下動）

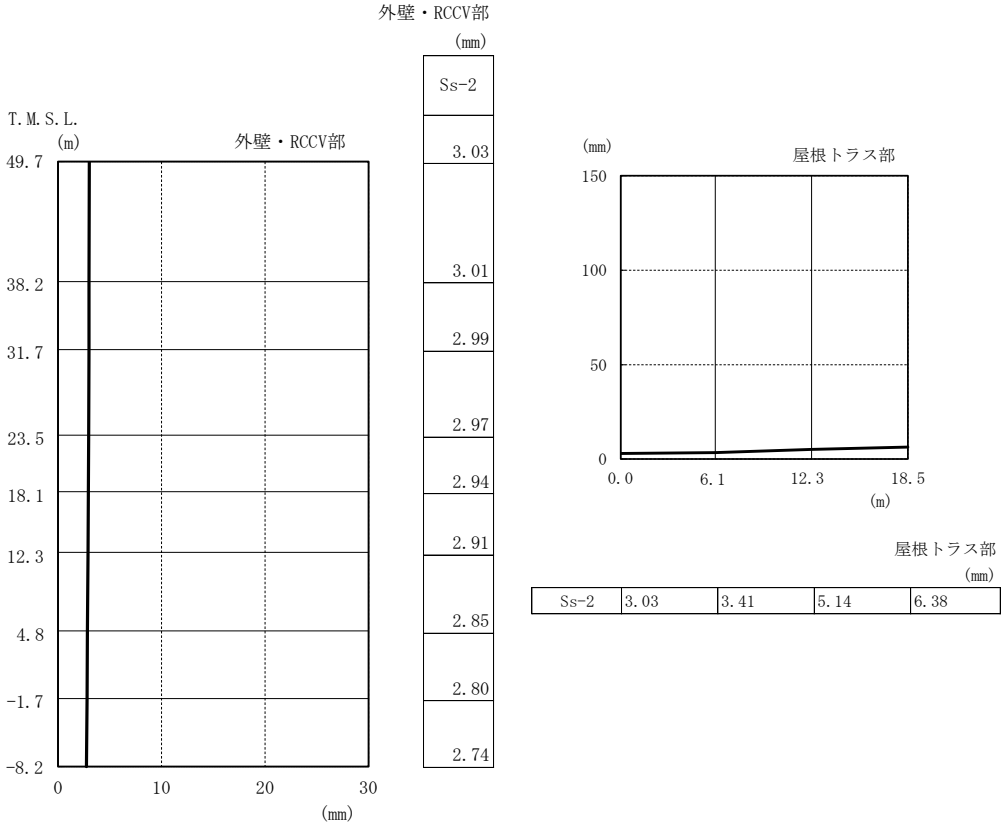


図4－15　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，EW方向，誘発上下動）

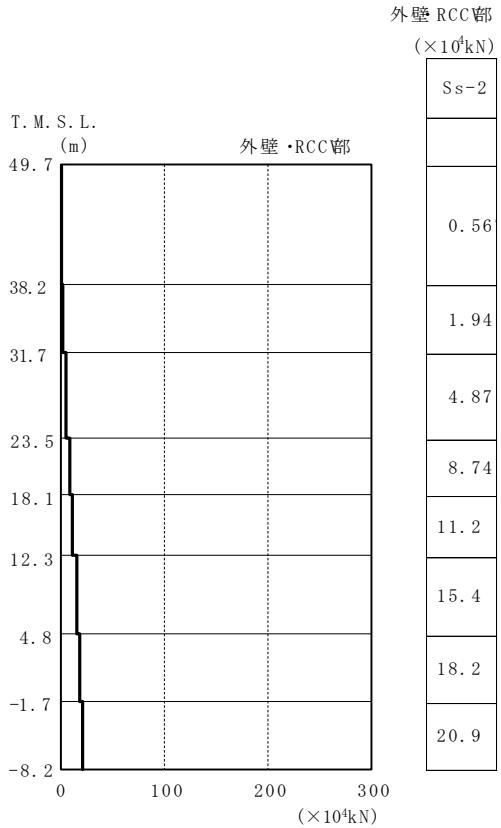
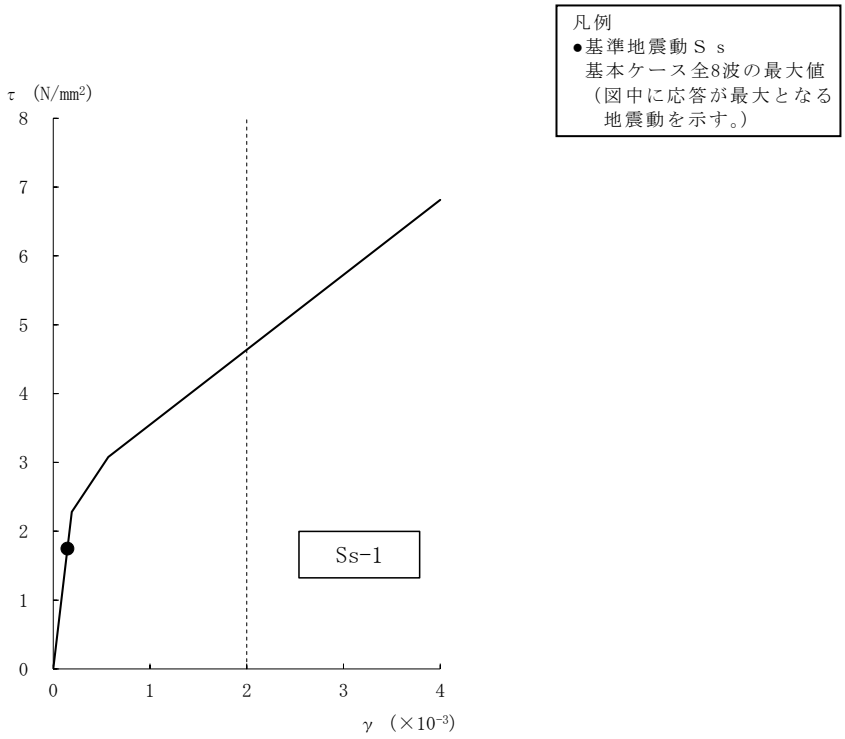
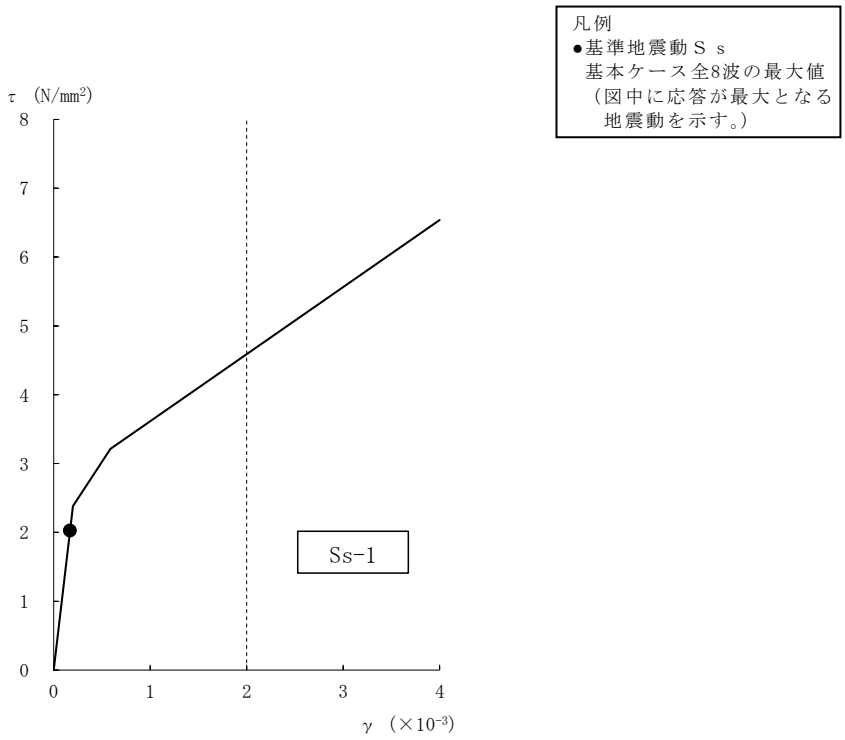


図4－16　最大応答軸力（基準地震動Ｓｓ，EW方向，誘発上下動）



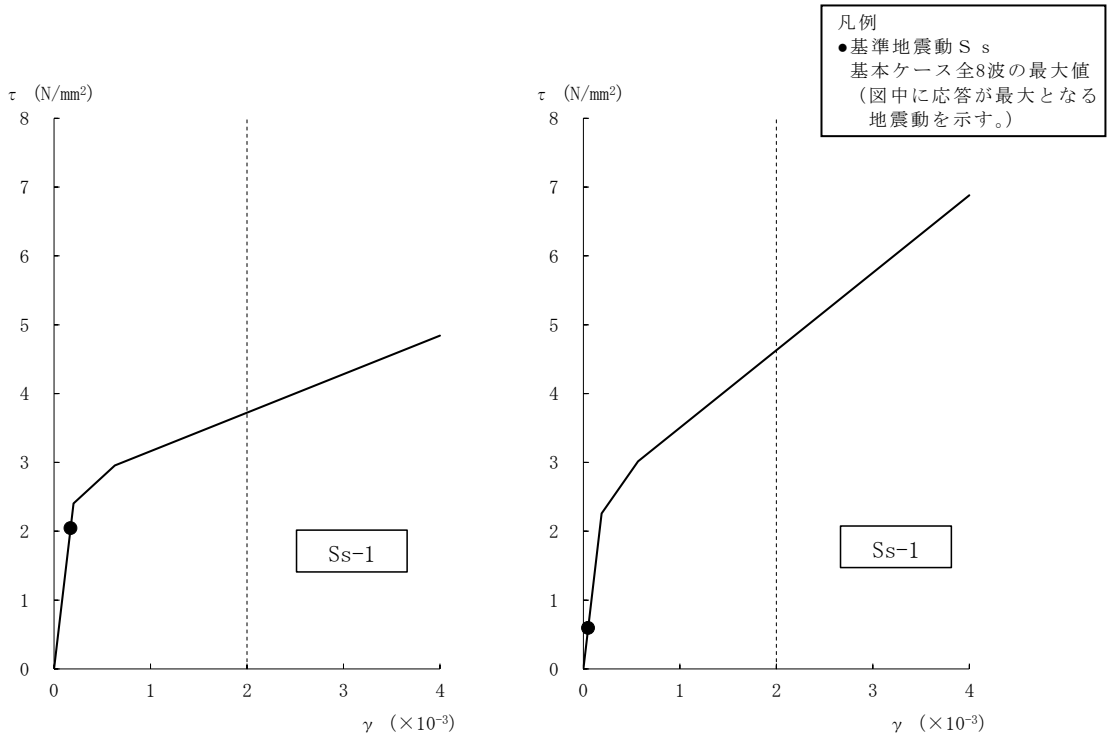
［外壁部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，CRF）（1/8）



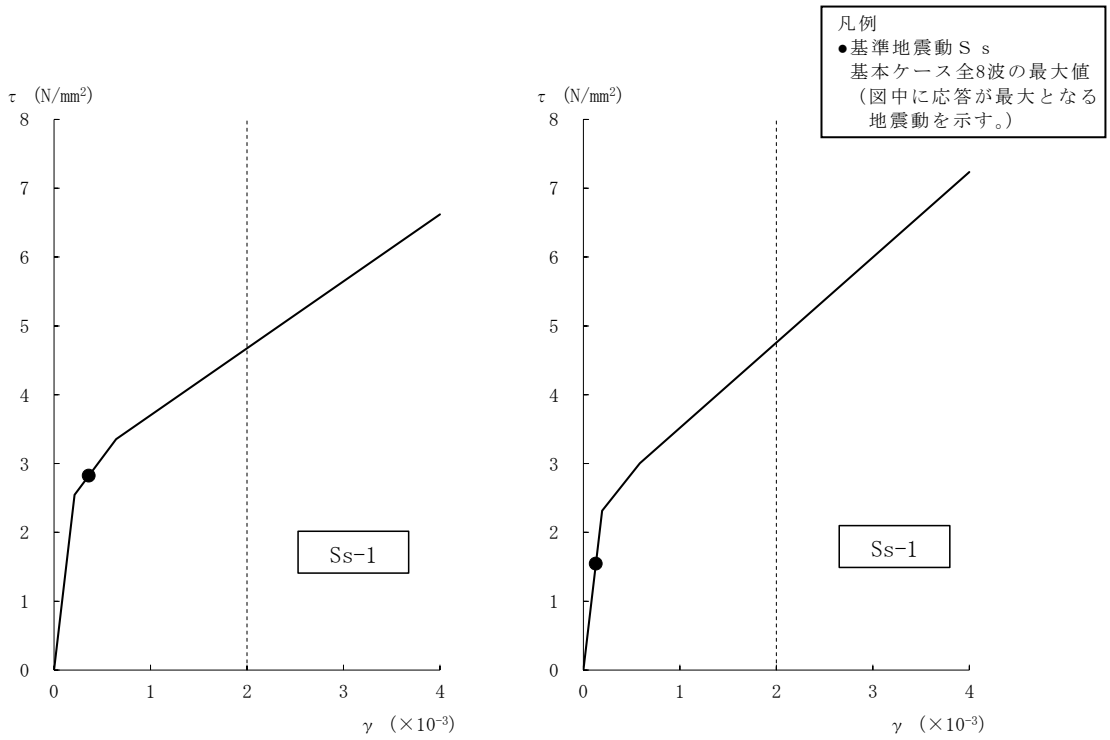
［外壁部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，4F）（2/8）



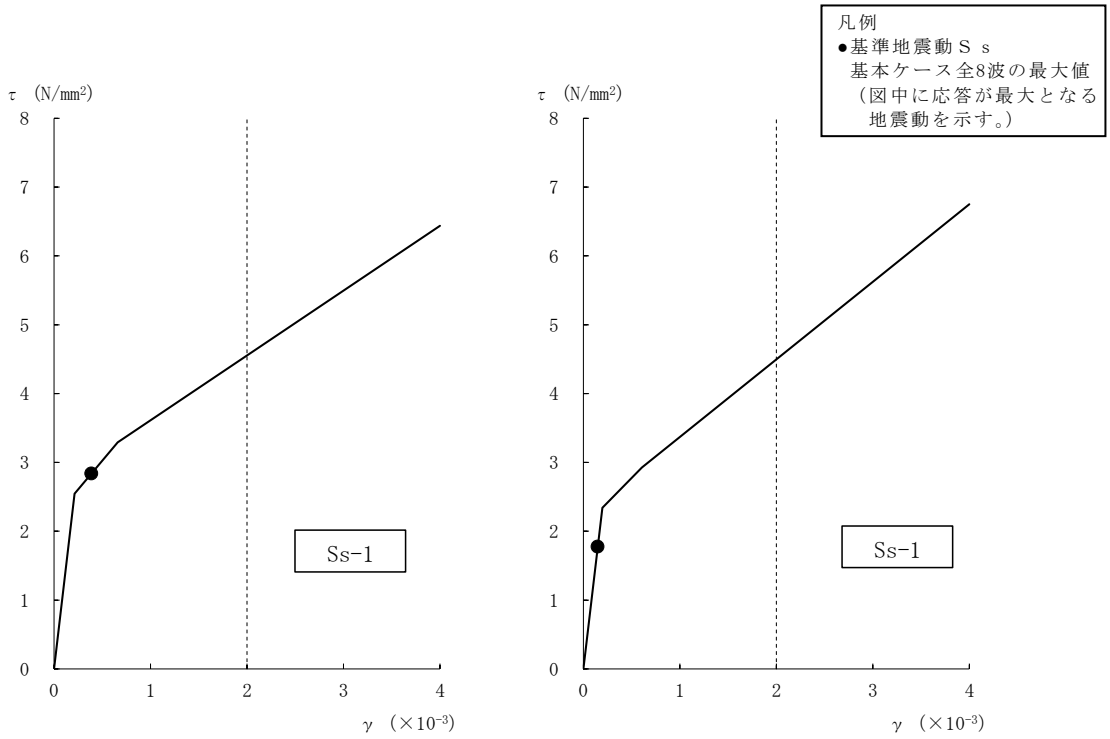
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，3F）（3/8）



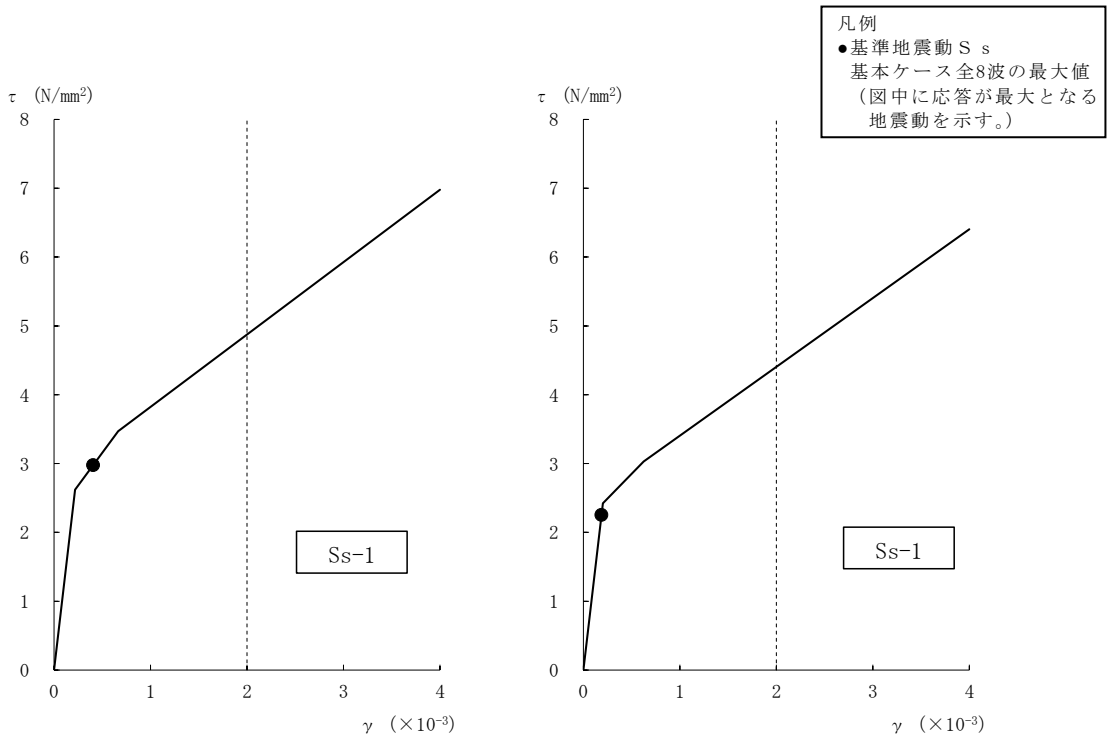
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，2F）（4/8）



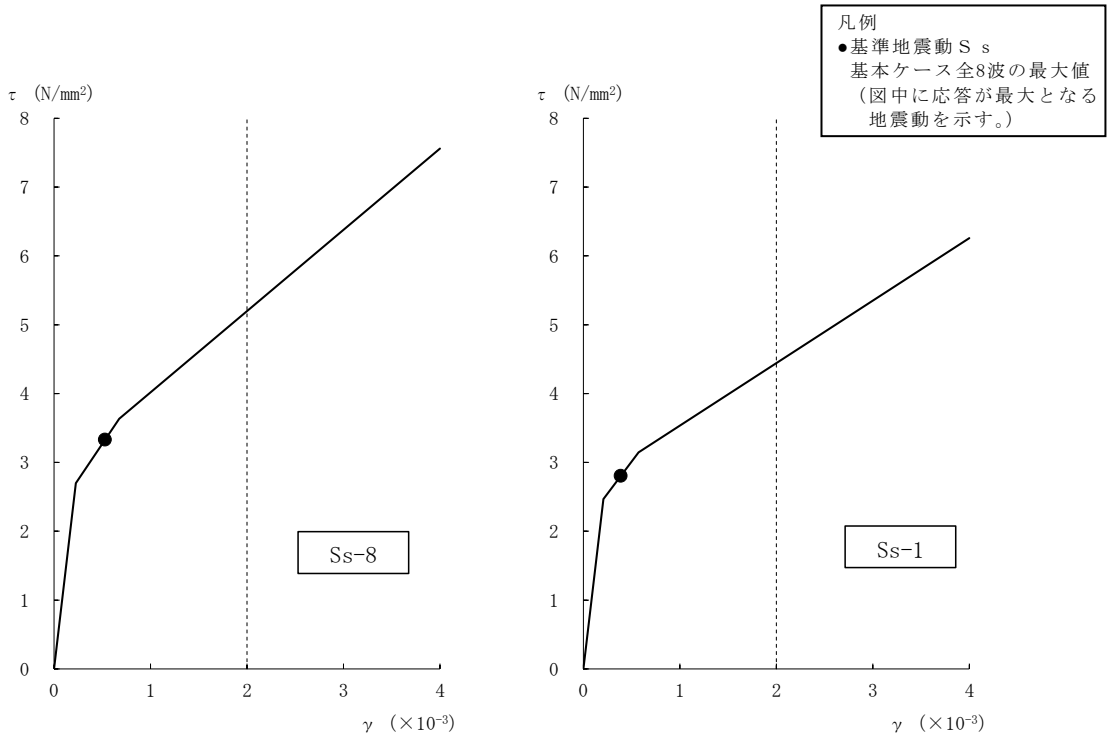
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，1F）（5/8）



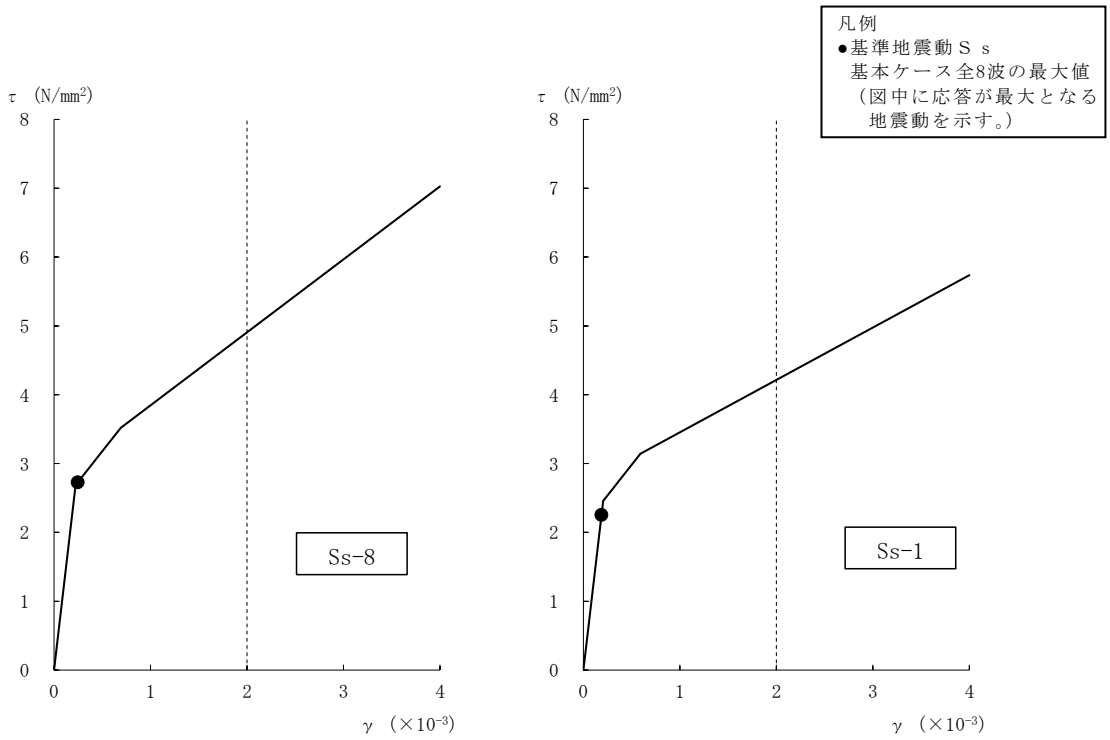
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，B1F）（6/8）



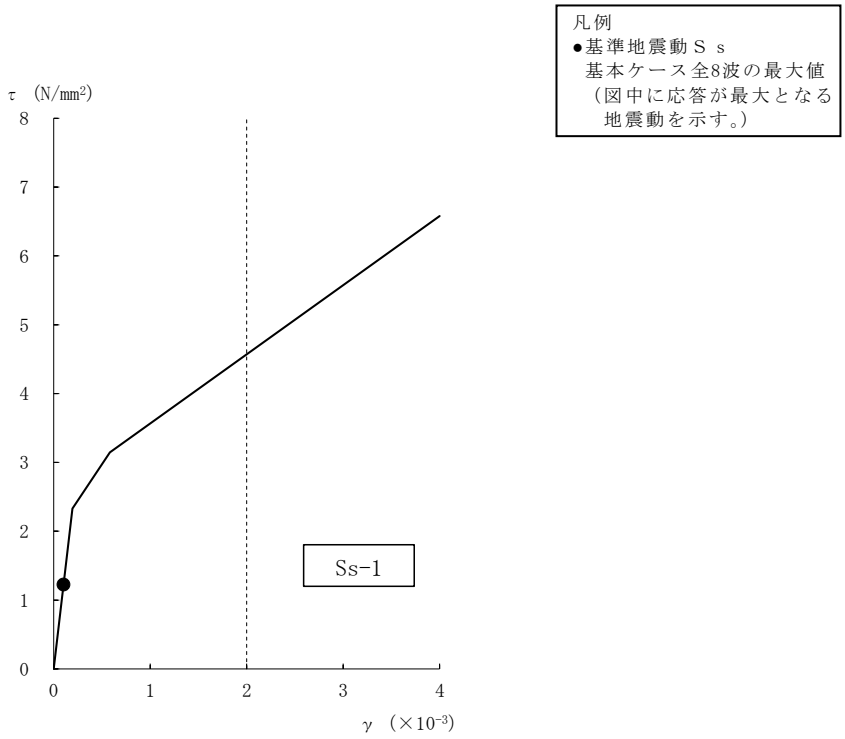
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，B2F）（7/8）



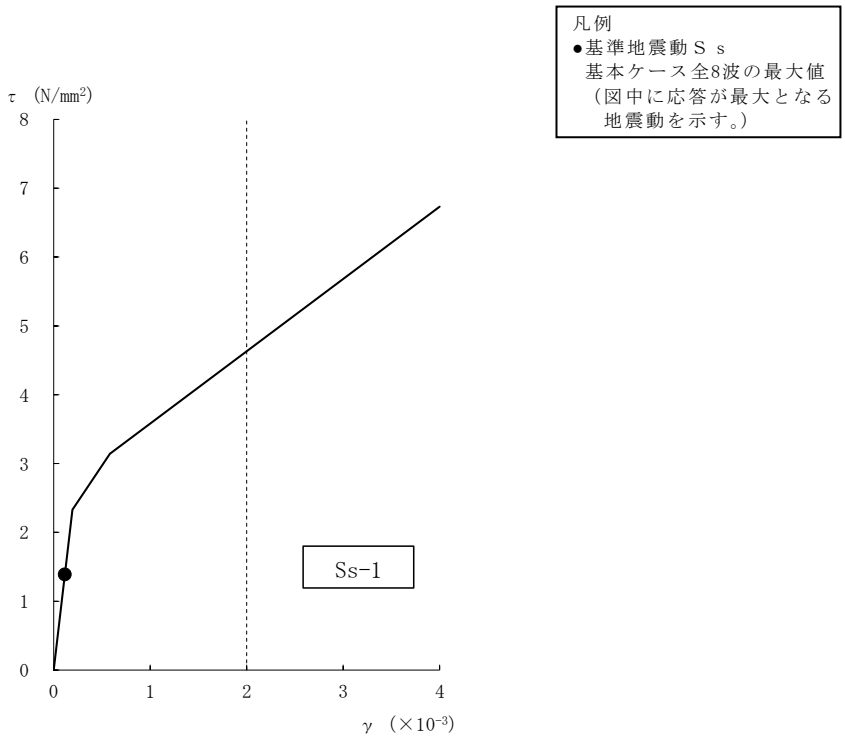
［外壁部］　［RCCV部］

図4－17　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS方向，B3F）（8/8）



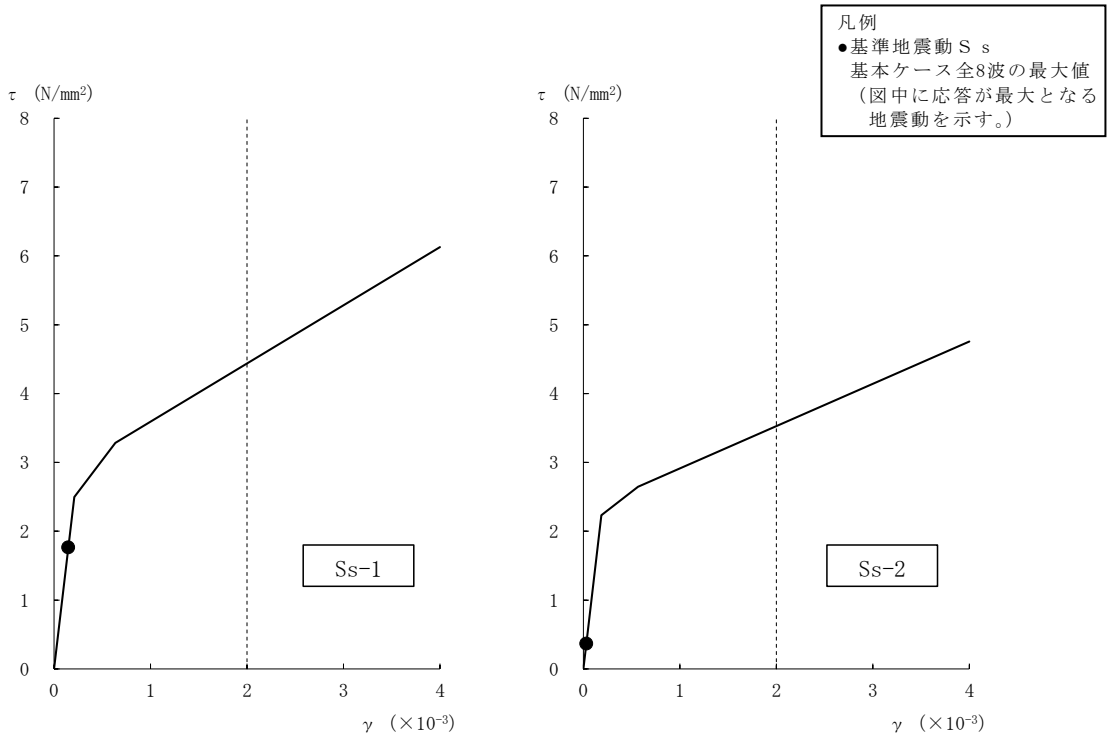
［外壁部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，CRF）(1/8)



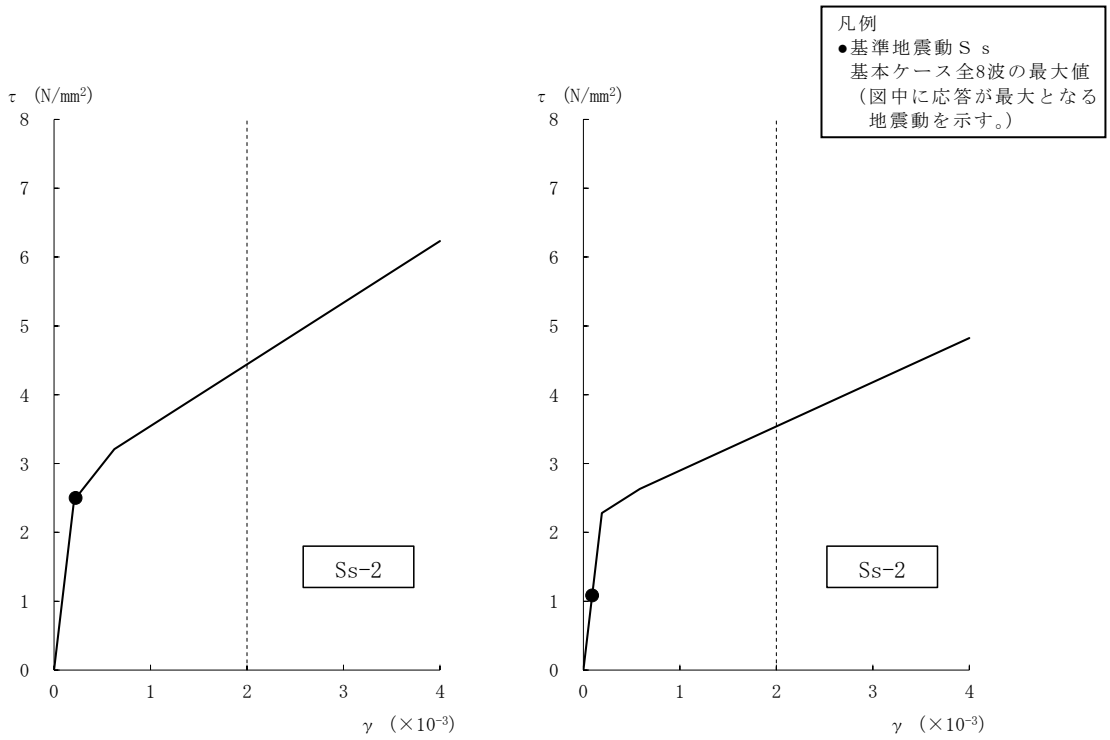
［外壁部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，4F）(2/8)



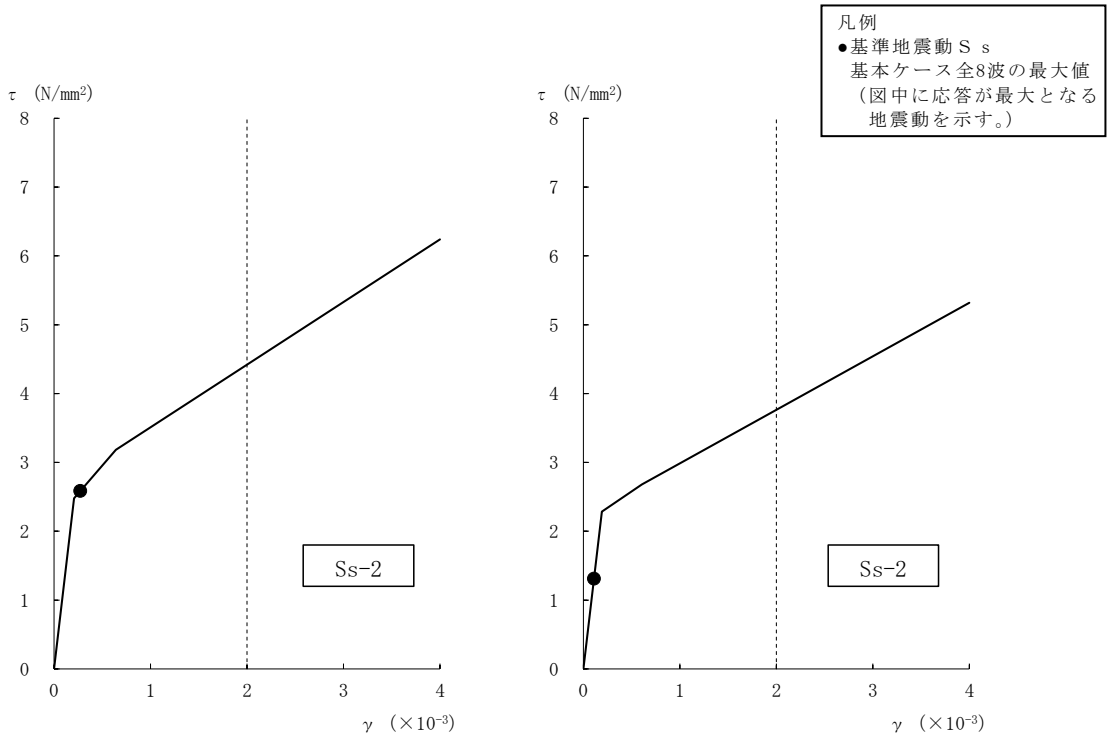
［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，3F）（3/8）



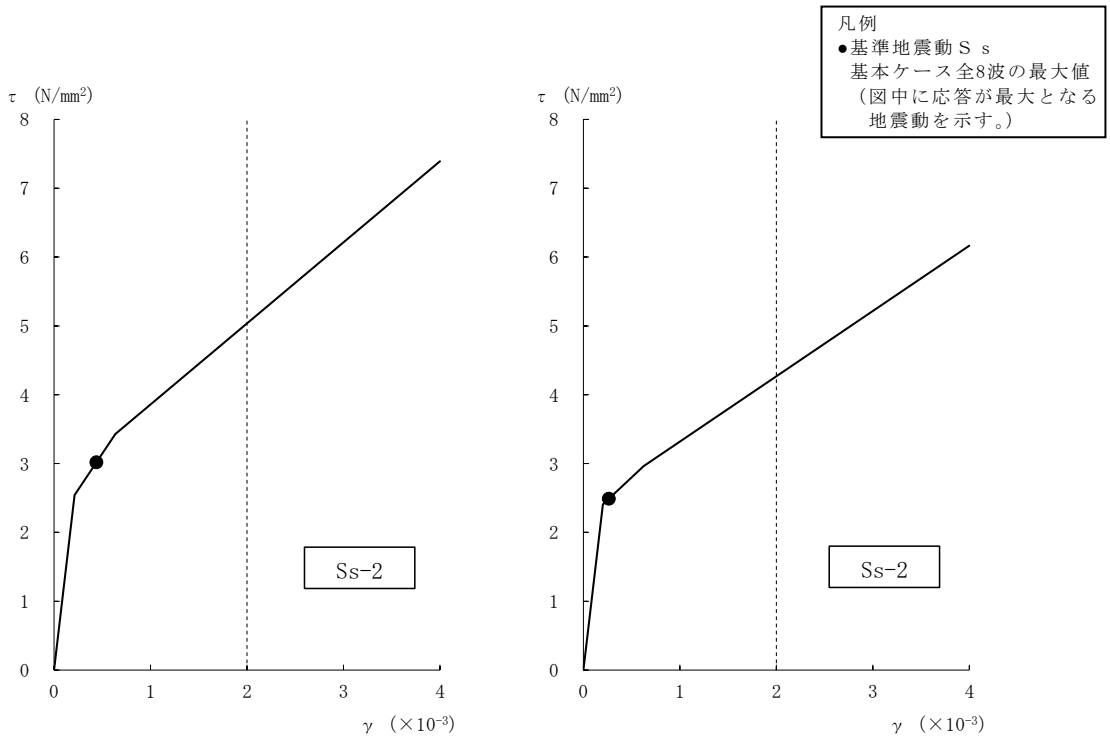
［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，2F）（4/8）



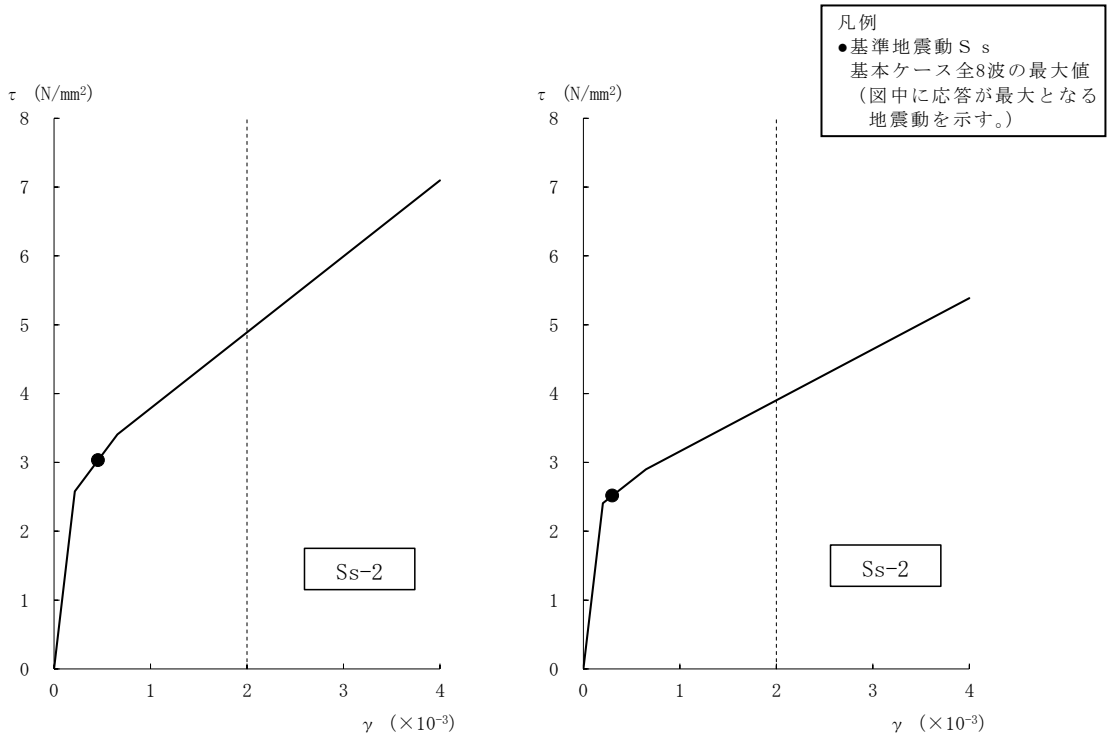
［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，1F）（5/8）



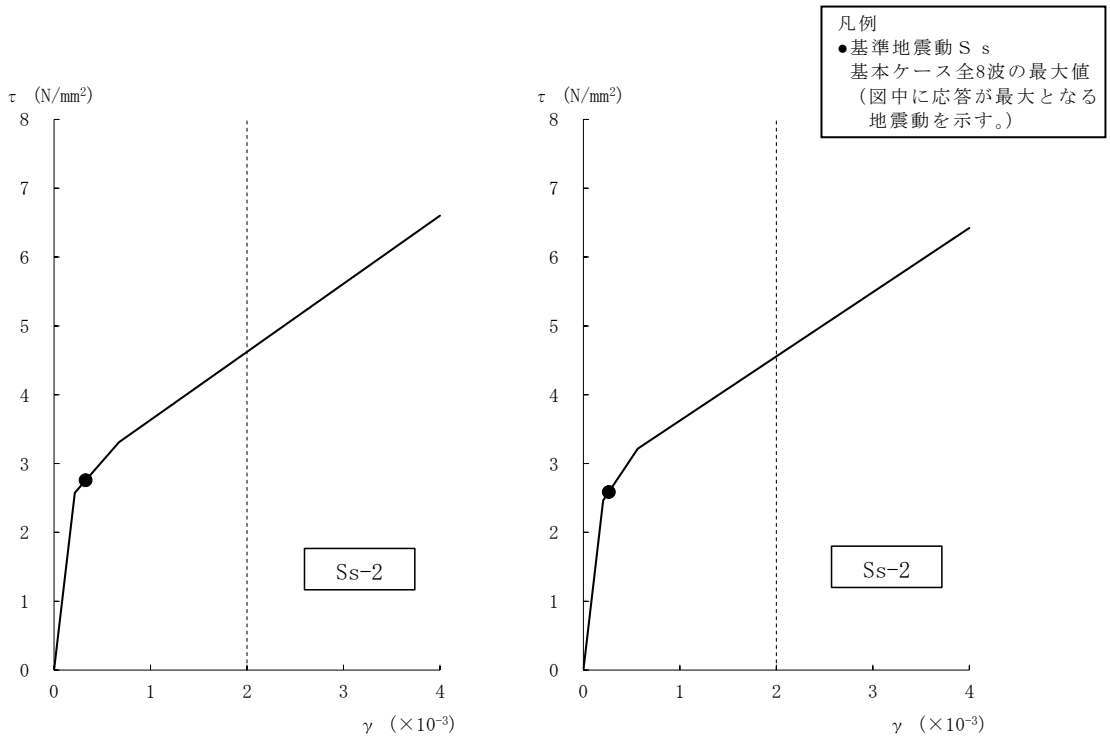
［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，B1F）（6/8）



［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，B2F）(7/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－18　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW方向，B3F）(8/8)

表 4－18　基準地震動Ｓｓによる地震応答解析結果に基づく接地率

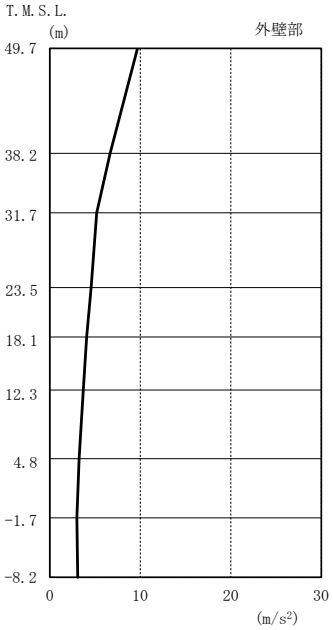
(a)　NS方向

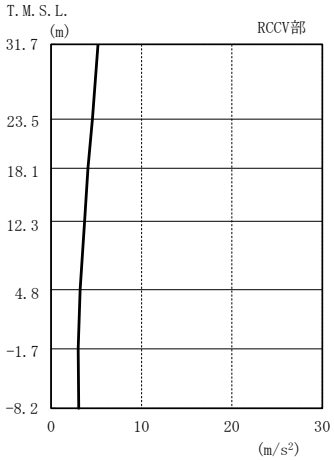
基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率（%）
Ss-1	1890	30.0	68.6
Ss-2	1550	25.2	81.7
Ss-3	1540	24.7	83.0
Ss-4	1200	16.6	100.0
Ss-5	1210	16.7	100.0
Ss-6	1220	17.2	100.0
Ss-7	1130	14.4	100.0
Ss-8	1750	30.0	68.7

(b)　EW方向

基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率（%）
Ss-1	1890	31.5	68.8
Ss-2*	2110	34.3	67.4
Ss-3	1530	25.5	84.3
Ss-4	1370	22.7	91.4
Ss-5	1500	26.0	83.2
Ss-6	1420	23.9	88.4
Ss-7	1540	26.8	80.9
Ss-8	1740	31.3	69.4

注記＊：誘発上下動考慮の結果を示す。





外壁部
(m/s^2)

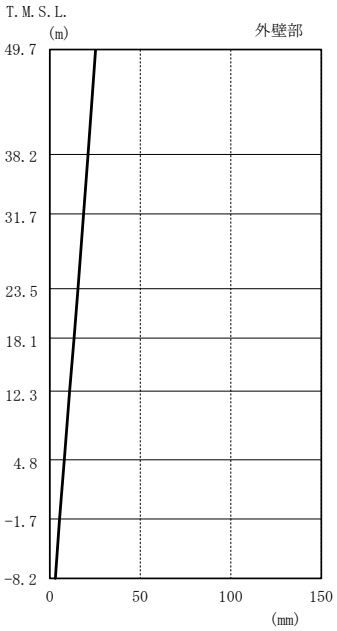
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
9.70	5.33	5.52	3.81	3.32	4.01	3.30	6.78	9.70
6.68	3.91	4.50	3.01	2.43	3.15	2.42	5.74	6.68
5.20	3.46	3.90	2.59	2.26	2.71	2.09	5.07	5.20
4.56	2.97	3.39	2.14	2.02	2.25	1.85	4.42	4.56
4.03	2.65	3.18	1.87	1.82	1.94	1.64	4.07	4.07
3.70	2.55	3.11	1.65	1.73	1.67	1.49	3.68	3.70
3.23	2.45	2.92	1.38	1.60	1.41	1.46	3.13	3.23
2.99	2.26	2.87	1.31	1.48	1.47	1.43	2.70	2.99
3.07	2.12	3.08	1.32	1.35	1.50	1.40	2.33	3.08

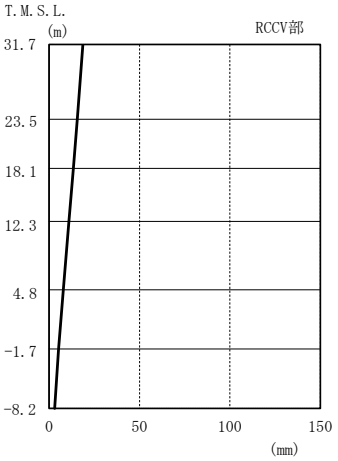
RCCV部
(m/s^2)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
5.20	3.46	3.90	2.59	2.26	2.71	2.09	5.07	5.20
4.56	2.97	3.39	2.14	2.02	2.25	1.85	4.42	4.56
4.03	2.65	3.18	1.87	1.82	1.94	1.64	4.07	4.07
3.70	2.55	3.11	1.65	1.73	1.67	1.49	3.68	3.70
3.23	2.45	2.92	1.38	1.60	1.41	1.46	3.13	3.23
2.99	2.26	2.87	1.31	1.48	1.47	1.43	2.70	2.99
3.07	2.12	3.08	1.32	1.35	1.50	1.40	2.33	3.08

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－19　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）





外壁部
(mm)

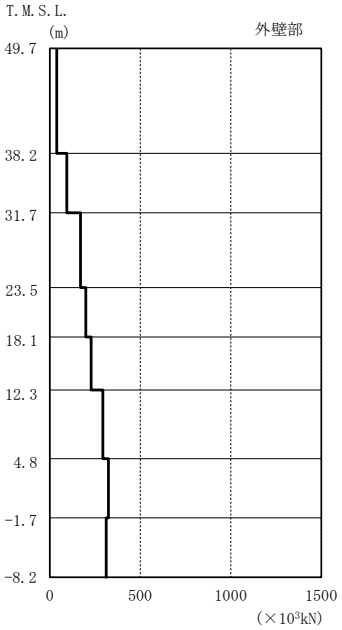
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
24.9	17.9	18.4	11.9	11.3	12.4	10.0	25.3	25.3
20.4	15.0	15.3	9.70	9.43	10.2	8.30	21.1	21.1
17.9	13.2	13.4	8.42	8.33	8.84	7.30	18.6	18.6
14.9	11.1	11.2	6.89	6.99	7.24	6.09	15.6	15.6
12.7	9.59	9.50	5.78	6.01	6.07	5.19	13.4	13.4
10.3	7.95	7.71	4.60	4.96	4.84	4.23	11.0	11.0
7.32	5.85	5.40	3.14	3.60	3.30	3.00	7.95	7.95
4.90	4.06	3.61	1.94	2.43	2.05	1.99	5.34	5.34
2.94	2.47	2.05	1.08	1.39	1.17	1.17	3.10	3.10

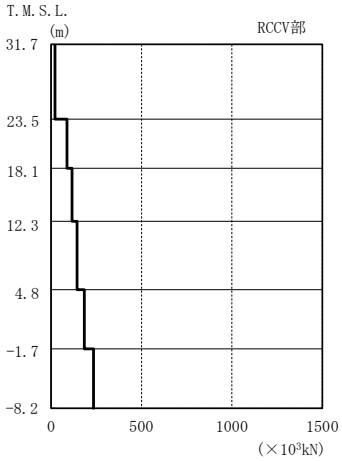
RCCV部
(mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
17.9	13.2	13.4	8.42	8.33	8.84	7.30	18.6	18.6
14.9	11.1	11.2	6.89	6.99	7.24	6.09	15.6	15.6
12.7	9.59	9.50	5.78	6.01	6.07	5.19	13.4	13.4
10.3	7.95	7.71	4.60	4.96	4.84	4.23	11.0	11.0
7.32	5.85	5.40	3.14	3.60	3.30	3.00	7.95	7.95
4.90	4.06	3.61	1.94	2.43	2.05	1.99	5.34	5.34
2.94	2.47	2.05	1.08	1.39	1.17	1.17	3.10	3.10

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－20　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）





外壁部
(×10³kN)

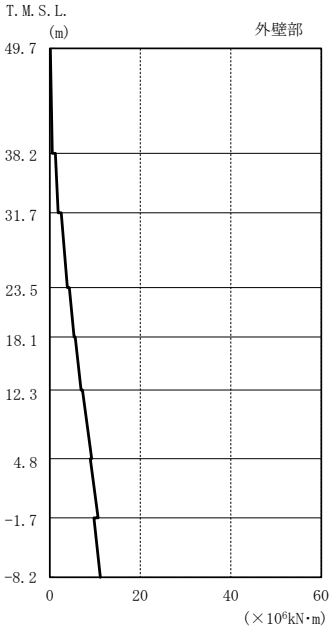
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
38.8	21.8	22.1	15.2	13.6	16.0	13.3	26.9	38.8
93.6	52.5	58.6	39.6	33.3	41.2	33.0	73.6	93.6
170	103	115	77.1	63.5	80.3	60.1	148	170
199	130	144	96.2	82.9	100	76.2	188	199
229	153	170	112	99.4	117	90.8	223	229
289	197	222	141	131	148	118	293	293
322	222	242	151	146	157	128	325	325
311	224	246	138	147	140	124	312	312

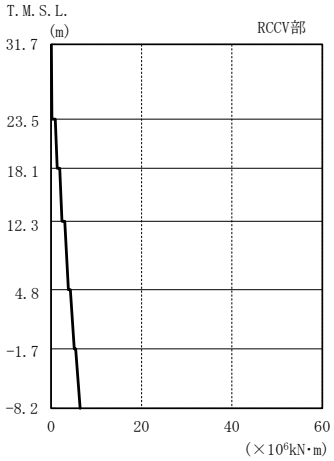
RCCV部
(×10³kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
21.2	11.9	14.2	8.19	9.88	8.58	9.76	17.0	21.2
88.1	55.6	63.8	39.9	37.0	42.0	36.5	82.2	88.1
115	73.3	85.5	52.3	49.8	54.9	47.5	111	115
142	92.9	110	65.2	64.1	67.8	58.9	143	143
184	123	141	82.6	81.8	85.5	71.5	182	184
234	174	189	102	111	104	96.1	233	234

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－21　最大応答せん断力（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）





外壁部

(×10⁶kN·m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
0.122	0.0862	0.0790	0.0453	0.0467	0.0465	0.0384	0.0574	0.122
0.569	0.334	0.318	0.221	0.194	0.230	0.189	0.361	0.569
1.22	0.809	0.717	0.472	0.399	0.486	0.384	0.645	1.22
1.83	1.14	1.05	0.725	0.608	0.751	0.598	1.12	1.83
2.52	1.67	1.46	1.00	0.823	1.03	0.808	1.45	2.52
3.92	2.45	2.37	1.61	1.31	1.67	1.30	2.66	3.92
4.30	2.76	2.60	1.77	1.43	1.83	1.42	2.84	4.30
5.38	3.34	3.35	2.27	1.83	2.35	1.81	3.86	5.38
5.61	3.53	3.50	2.37	1.90	2.45	1.88	3.98	5.61
6.92	4.21	4.43	3.00	2.40	3.11	2.38	5.27	6.92
7.23	4.48	4.63	3.14	2.50	3.25	2.47	5.43	7.23
9.24	5.48	6.16	4.14	3.31	4.31	3.31	7.61	9.24
8.98	5.45	6.09	4.09	3.19	4.24	3.21	7.34	8.98
10.7	6.68	7.43	4.94	4.08	5.16	3.99	9.43	10.7
9.77	6.18	6.98	4.63	3.70	4.80	3.63	8.60	9.77
11.2	7.37	8.01	5.32	4.65	5.55	4.37	10.6	11.2

RCCV部

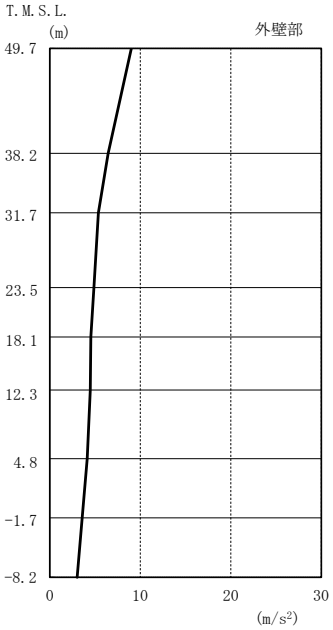
(×10⁶kN·m)

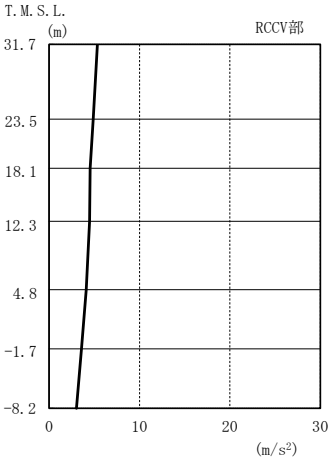
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
0.0672	0.0467	0.0400	0.0232	0.0207	0.0243	0.0188	0.0300	0.0672
0.196	0.122	0.140	0.0903	0.0907	0.0939	0.0875	0.165	0.196
0.941	0.634	0.538	0.351	0.278	0.359	0.272	0.496	0.941
1.34	0.818	0.806	0.551	0.432	0.569	0.427	0.937	1.34
1.90	1.23	1.11	0.751	0.589	0.774	0.579	1.19	1.90
2.43	1.46	1.52	1.04	0.799	1.07	0.794	1.82	2.43
3.05	1.98	1.89	1.28	0.980	1.32	0.963	2.12	3.05
3.86	2.26	2.53	1.72	1.34	1.79	1.32	3.16	3.86
4.30	2.68	2.83	1.92	1.44	1.99	1.44	3.39	4.30
5.11	3.19	3.52	2.37	1.97	2.46	1.84	4.53	5.11
5.44	3.37	3.74	2.52	2.05	2.62	1.94	4.72	5.44
6.42	4.29	4.57	3.07	2.75	3.20	2.47	6.20	6.42

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－22　最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向）





外壁部
(m/s^2)

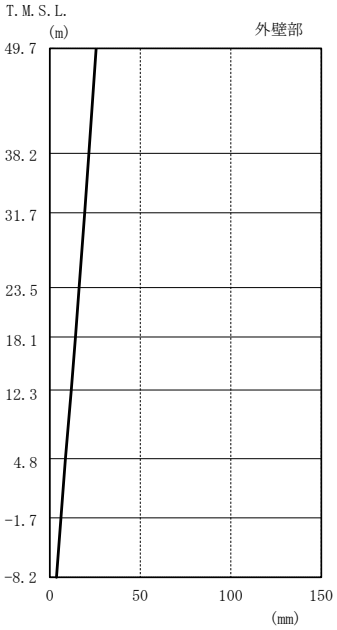
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
9.03	6.96	5.13	4.85	5.41	4.95	5.70	6.51	9.03
6.46	5.84	4.19	3.60	4.43	3.74	4.53	5.45	6.46
5.20	5.36	3.76	3.05	3.94	3.19	4.01	4.92	5.36
4.38	4.88	3.31	3.08	3.47	3.25	3.37	4.25	4.88
4.08	4.54	3.15	3.12	3.19	3.29	3.08	3.90	4.54
3.73	4.49	3.10	3.05	2.92	3.23	2.91	3.58	4.49
3.23	4.13	2.92	2.79	2.61	2.98	2.77	3.11	4.13
2.97	3.58	2.82	2.48	2.52	2.65	2.75	2.74	3.58
2.98	2.95	3.03	2.20	2.53	2.35	2.75	2.37	3.03

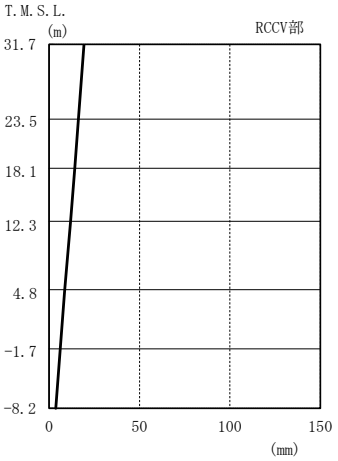
RCCV部
(m/s^2)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
5.20	5.36	3.76	3.05	3.94	3.19	4.01	4.92	5.36
4.38	4.88	3.31	3.08	3.47	3.25	3.37	4.25	4.88
4.08	4.54	3.15	3.12	3.19	3.29	3.08	3.90	4.54
3.73	4.49	3.10	3.05	2.92	3.23	2.91	3.58	4.49
3.23	4.13	2.92	2.79	2.61	2.98	2.77	3.11	4.13
2.97	3.58	2.82	2.48	2.52	2.65	2.75	2.74	3.58
2.98	2.95	3.03	2.20	2.53	2.35	2.75	2.37	3.03

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－23　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）





外壁部
(mm)

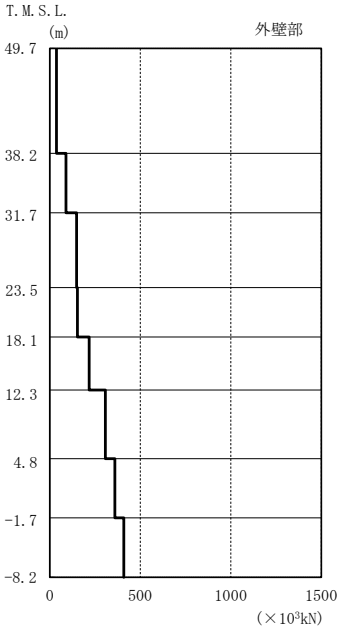
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
23.0	25.7	16.8	14.0	17.4	14.9	17.7	22.8	25.7
19.0	21.6	14.1	11.7	14.5	12.5	14.7	19.1	21.6
16.8	19.3	12.5	10.4	12.8	11.1	13.0	17.0	19.3
13.9	16.3	10.5	8.68	10.6	9.29	10.8	14.3	16.3
12.0	14.2	9.01	7.53	9.12	8.07	9.28	12.4	14.2
9.82	11.9	7.44	6.29	7.50	6.75	7.63	10.4	11.9
7.05	8.72	5.28	4.56	5.30	4.92	5.40	7.54	8.72
4.86	6.13	3.58	3.13	3.52	3.40	3.63	5.20	6.13
2.98	3.75	2.07	1.80	1.92	1.98	2.05	3.09	3.75

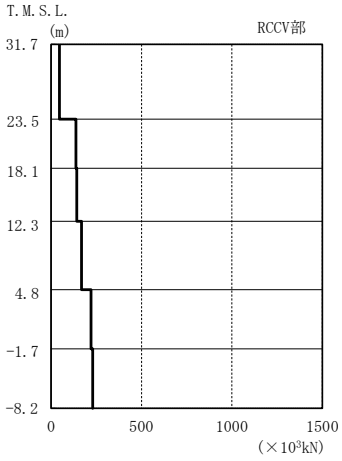
RCCV部
(mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
16.8	19.3	12.5	10.4	12.8	11.1	13.0	17.0	19.3
13.9	16.3	10.5	8.68	10.6	9.29	10.8	14.3	16.3
12.0	14.2	9.01	7.53	9.12	8.07	9.28	12.4	14.2
9.82	11.9	7.44	6.29	7.50	6.75	7.63	10.4	11.9
7.05	8.72	5.28	4.56	5.30	4.92	5.40	7.54	8.72
4.86	6.13	3.58	3.13	3.52	3.40	3.63	5.20	6.13
2.98	3.75	2.07	1.80	1.92	1.98	2.05	3.09	3.75

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－24　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）





外壁部
(×10³kN)

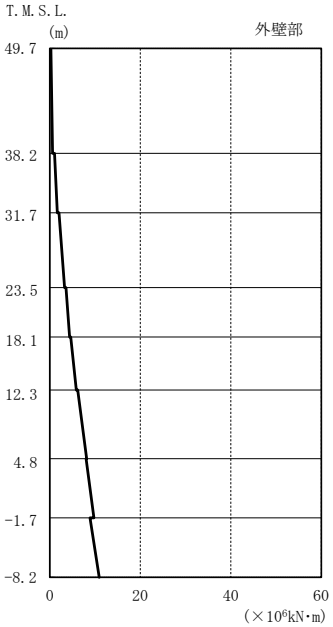
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
36.5	28.2	20.5	19.6	21.4	20.0	23.1	25.8	36.5
89.1	75.7	54.7	49.2	57.2	50.7	59.5	69.9	89.1
148	126	91.5	82.1	96.0	85.1	99.8	117	148
153	150	106	87.1	110	91.1	114	137	153
209	218	151	124	158	129	161	197	218
276	307	210	184	220	193	219	275	307
314	360	233	222	245	235	241	308	360
357	410	278	272	270	290	273	349	410

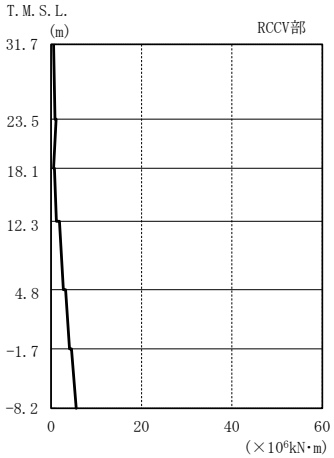
RCCV部
(×10³kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
44.3	46.2	31.6	29.7	33.0	31.0	31.7	40.6	46.2
129	138	94.8	82.0	99.6	85.8	99.2	124	138
128	143	97.6	89.0	101	93.8	99.7	125	143
151	168	116	110	118	116	115	147	168
195	221	149	146	148	156	147	186	221
201	231	159	156	151	167	155	194	231

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－25　最大応答せん断力（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）





外壁部

(×10⁶kN·m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
0.226	0.156	0.135	0.137	0.145	0.145	0.169	0.103	0.226
0.640	0.457	0.353	0.348	0.357	0.364	0.429	0.399	0.640
1.07	0.732	0.593	0.614	0.643	0.646	0.763	0.599	1.07
1.64	1.20	0.938	0.903	0.931	0.948	1.13	1.05	1.64
2.05	1.47	1.17	1.16	1.21	1.22	1.45	1.25	2.05
3.25	2.47	1.89	1.79	1.90	1.86	2.25	2.21	3.25
3.58	2.69	2.10	1.99	2.07	2.09	2.52	2.38	3.58
4.41	3.47	2.63	2.43	2.66	2.51	3.07	3.12	4.41
4.65	3.63	2.78	2.56	2.79	2.67	3.28	3.24	4.65
5.86	4.82	3.60	3.22	3.68	3.31	4.08	4.38	5.86
6.19	5.05	3.80	3.39	3.86	3.49	4.36	4.56	6.19
8.18	7.17	5.27	4.50	5.41	4.66	5.64	6.62	8.18
8.01	7.09	5.24	4.49	5.34	4.65	5.62	6.41	8.01
9.74	9.21	6.53	5.47	6.75	5.70	6.98	8.40	9.74
8.89	8.63	6.16	5.17	6.31	5.40	6.53	7.64	8.89
10.6	10.9	7.37	6.13	7.71	6.45	7.88	9.88	10.9

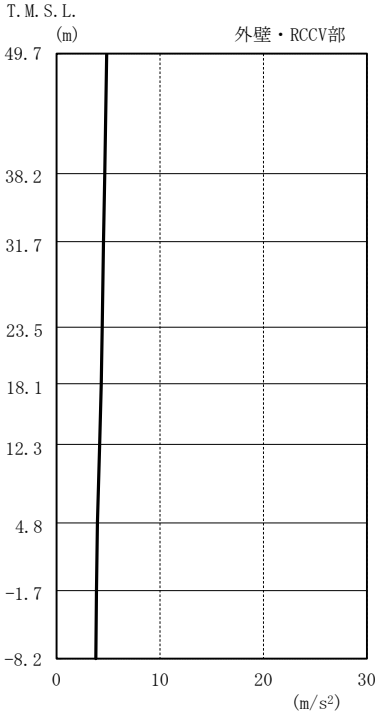
RCCV部

(×10⁶kN·m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
0.591	0.511	0.397	0.364	0.330	0.384	0.391	0.246	0.591
0.869	0.657	0.464	0.514	0.489	0.520	0.560	0.564	0.869
0.998	1.12	0.758	0.774	0.769	0.817	0.721	0.923	1.12
0.376	0.539	0.296	0.344	0.255	0.363	0.248	0.304	0.539
0.598	0.726	0.515	0.417	0.419	0.443	0.463	0.351	0.726
1.21	0.862	0.660	0.699	0.675	0.712	0.820	0.768	1.21
1.89	1.29	1.07	1.11	1.14	1.16	1.36	1.07	1.89
2.74	2.34	1.74	1.54	1.79	1.59	1.87	2.16	2.74
3.25	2.71	2.07	1.80	2.07	1.86	2.31	2.41	3.25
4.11	3.97	2.78	2.31	2.88	2.41	2.97	3.59	4.11
4.49	4.24	3.03	2.48	3.09	2.58	3.20	3.79	4.49
5.30	5.59	3.75	3.10	3.92	3.26	3.98	5.00	5.59

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

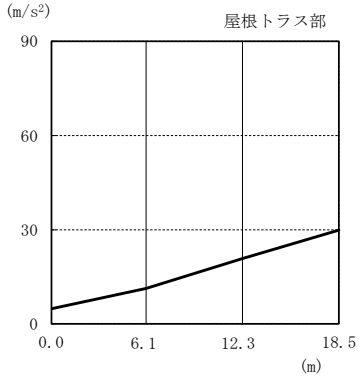
図4－26　最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向）



外壁・RCCV部

(m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
4.84	3.06	3.11	2.37	2.32	2.41	2.35	1.88	4.84
4.66	2.97	3.01	2.22	2.26	2.30	2.27	1.63	4.66
4.54	2.92	2.94	2.10	2.21	2.21	2.20	1.48	4.54
4.43	2.87	2.89	2.03	2.17	2.12	2.14	1.35	4.43
4.31	2.82	2.87	1.96	2.13	2.09	2.08	1.27	4.31
4.17	2.77	2.84	1.92	2.08	2.07	2.00	1.22	4.17
3.96	2.66	2.84	1.89	2.00	2.01	1.88	1.17	3.96
3.87	2.56	2.86	1.87	1.96	1.96	1.77	1.19	3.87
3.80	2.45	2.85	1.86	1.90	1.90	1.67	1.20	3.80



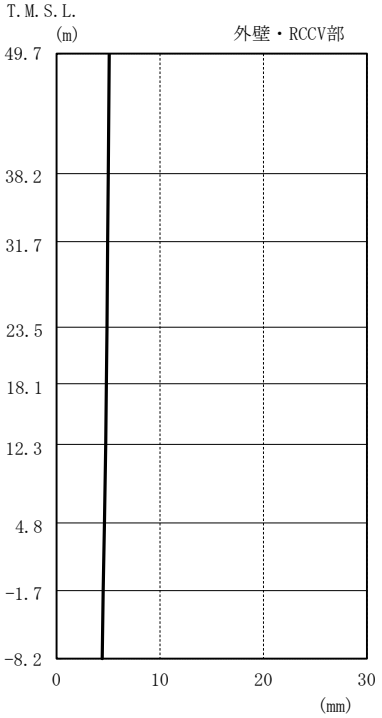
屋根トラス部

(m/s²)

Sd-1	4.84	11.3	20.8	29.9
Sd-2	3.06	8.05	13.8	17.1
Sd-3	3.11	6.92	12.2	15.2
Sd-4	2.37	3.99	6.44	7.75
Sd-5	2.32	3.85	6.84	9.10
Sd-6	2.41	4.51	7.13	8.86
Sd-7	2.35	4.25	7.09	8.25
Sd-8	1.88	2.75	3.73	4.19
最大値	4.84	11.3	20.8	29.9

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

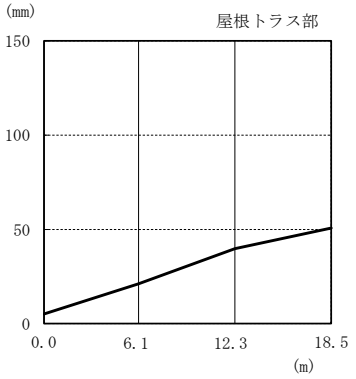
図4－27　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）



外壁・RCCV部

(mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
5.08	2.60	4.30	2.39	2.56	2.58	2.32	1.45	5.08
5.00	2.57	4.23	2.35	2.52	2.55	2.27	1.43	5.00
4.94	2.55	4.19	2.33	2.49	2.52	2.25	1.41	4.94
4.89	2.53	4.15	2.31	2.47	2.50	2.23	1.39	4.89
4.83	2.50	4.11	2.28	2.44	2.47	2.20	1.38	4.83
4.76	2.46	4.05	2.25	2.41	2.43	2.17	1.36	4.76
4.63	2.40	3.96	2.19	2.35	2.37	2.11	1.33	4.63
4.51	2.34	3.87	2.13	2.29	2.31	2.06	1.30	4.51
4.40	2.28	3.78	2.07	2.24	2.25	2.01	1.26	4.40



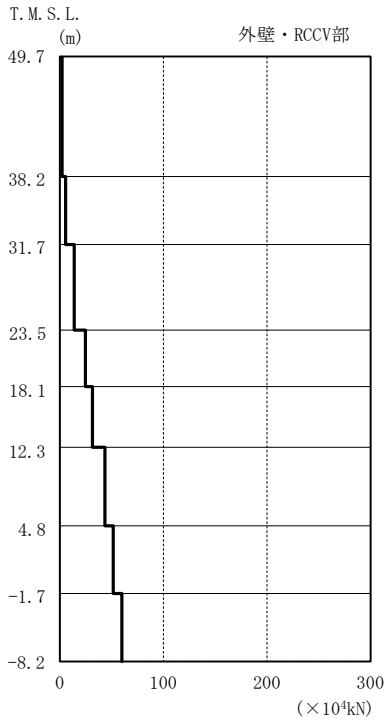
屋根トラス部

(mm)

Sd-1	5.08	21.2	39.8	50.6
Sd-2	2.60	15.7	28.3	34.7
Sd-3	4.30	14.2	24.1	29.8
Sd-4	2.39	7.81	13.2	16.0
Sd-5	2.56	7.88	13.4	16.4
Sd-6	2.58	8.55	14.6	17.7
Sd-7	2.32	8.24	14.2	17.3
Sd-8	1.45	4.46	7.54	9.05
最大値	5.08	21.2	39.8	50.6

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4－28　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）



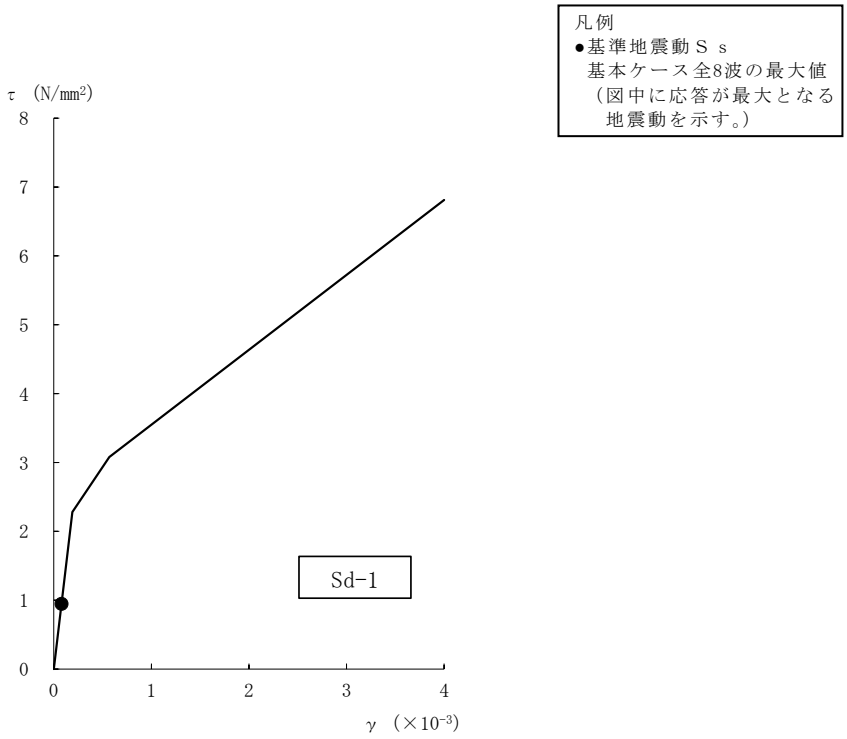
外壁・RCCV部

(×10^4kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
2.20	1.65	1.53	1.13	1.12	1.14	1.21	0.676	2.20
5.65	3.17	3.73	2.92	2.99	2.93	3.08	2.01	5.65
13.8	8.40	8.88	6.70	6.97	6.92	7.06	4.64	13.8
24.7	15.4	15.9	11.7	12.3	12.1	12.3	7.90	24.7
31.6	20.0	20.5	14.9	15.7	15.4	15.7	9.85	31.6
43.5	27.8	28.5	20.3	21.7	20.8	21.4	13.0	43.5
51.7	33.3	34.3	24.0	25.8	24.9	25.3	15.3	51.7
59.8	39.0	40.4	27.7	30.1	29.2	29.2	17.5	59.8

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

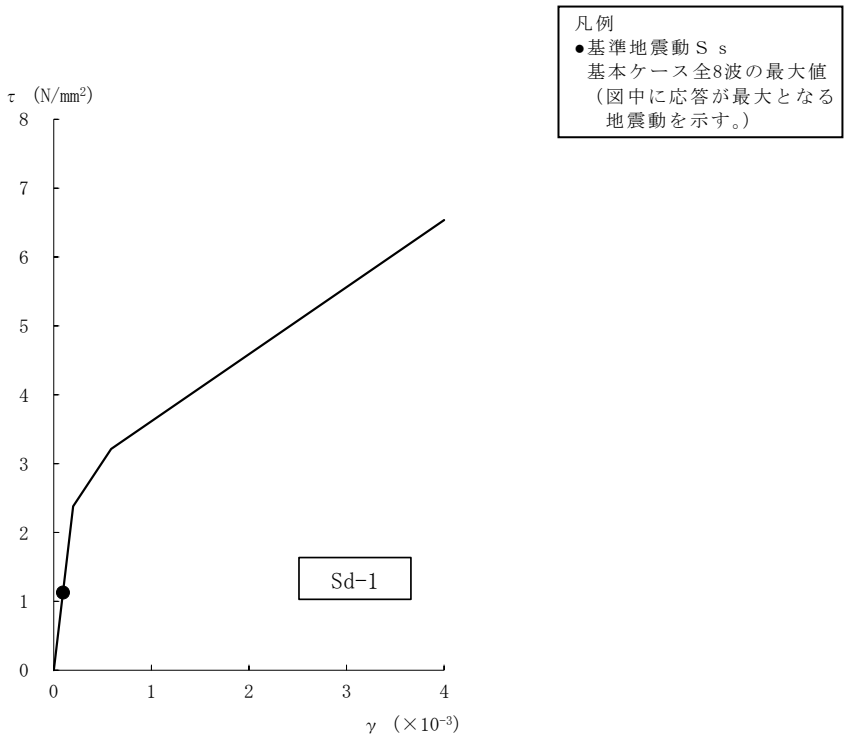
図4－29　最大応答軸力（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）



［外壁部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，CRF）

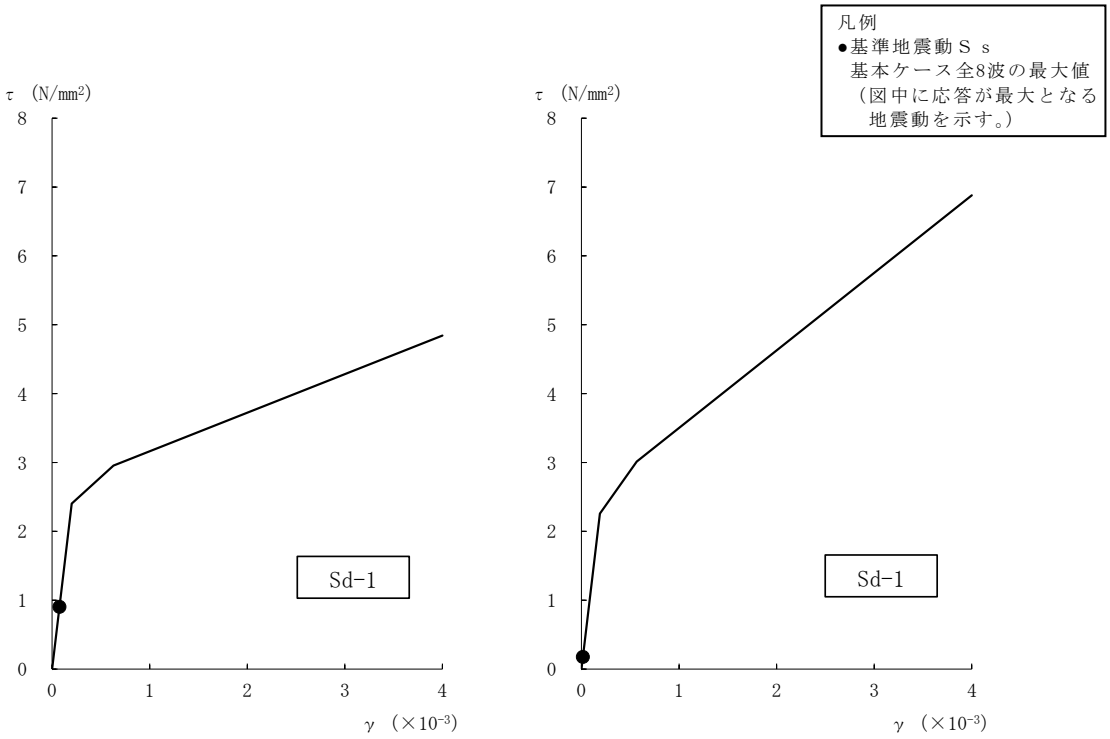
(1/8)



［外壁部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，4F）

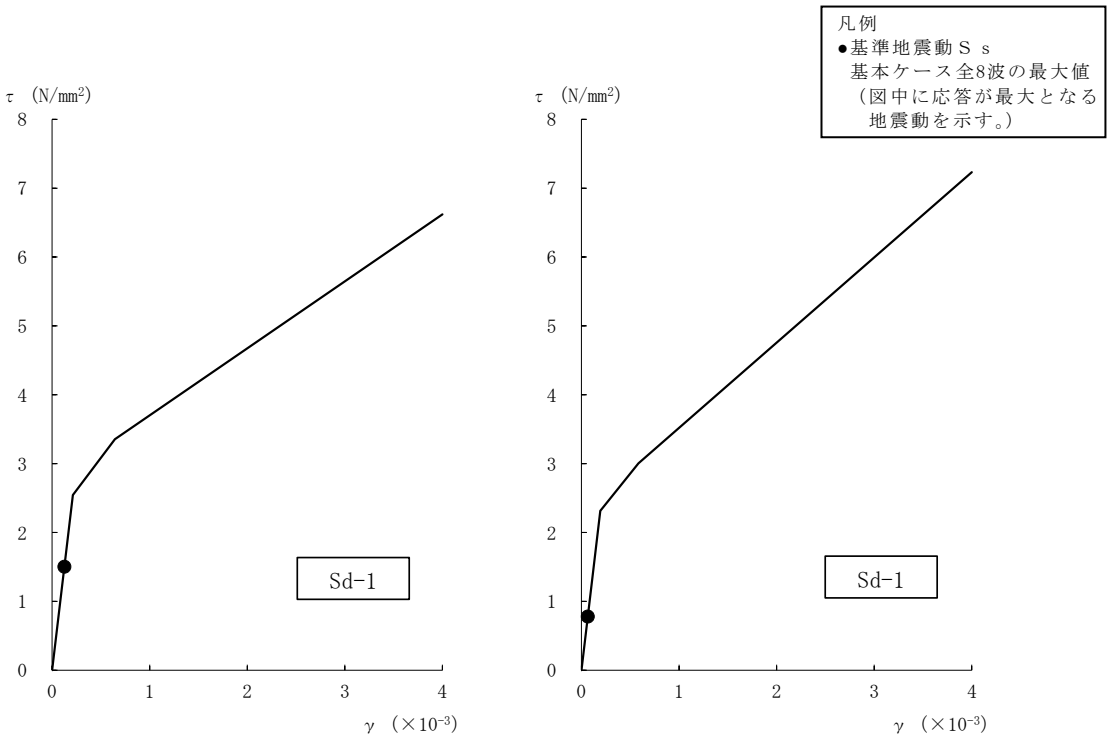
(2/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，3F）

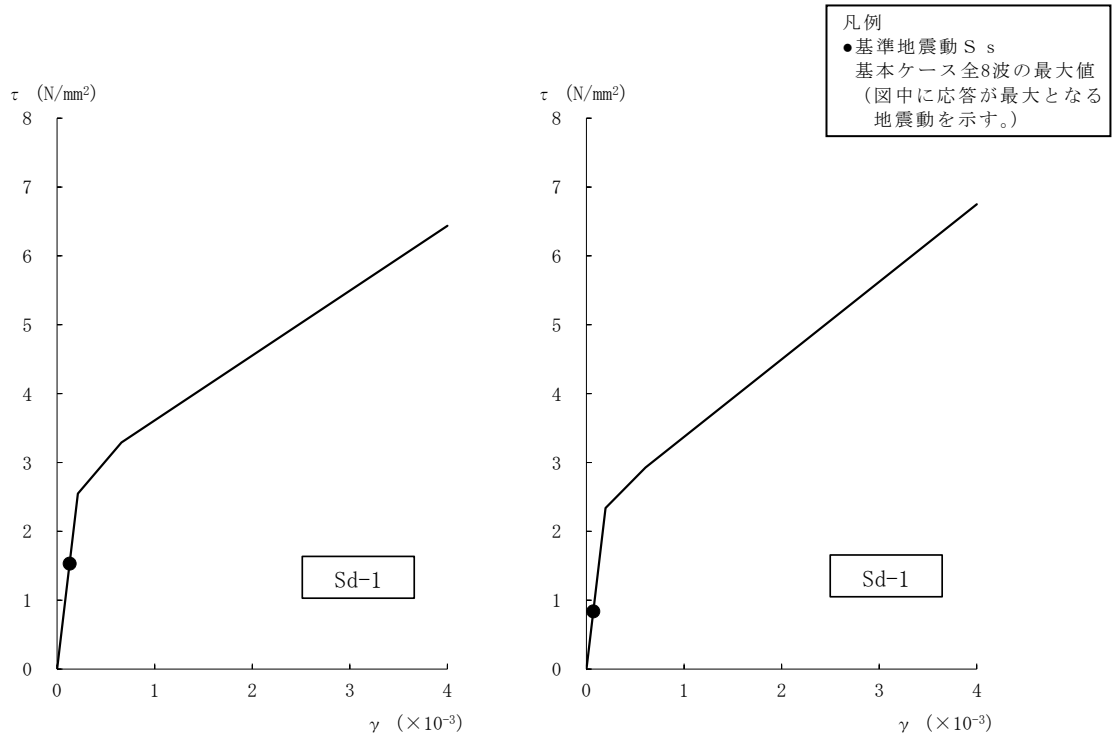
(3/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，2F）

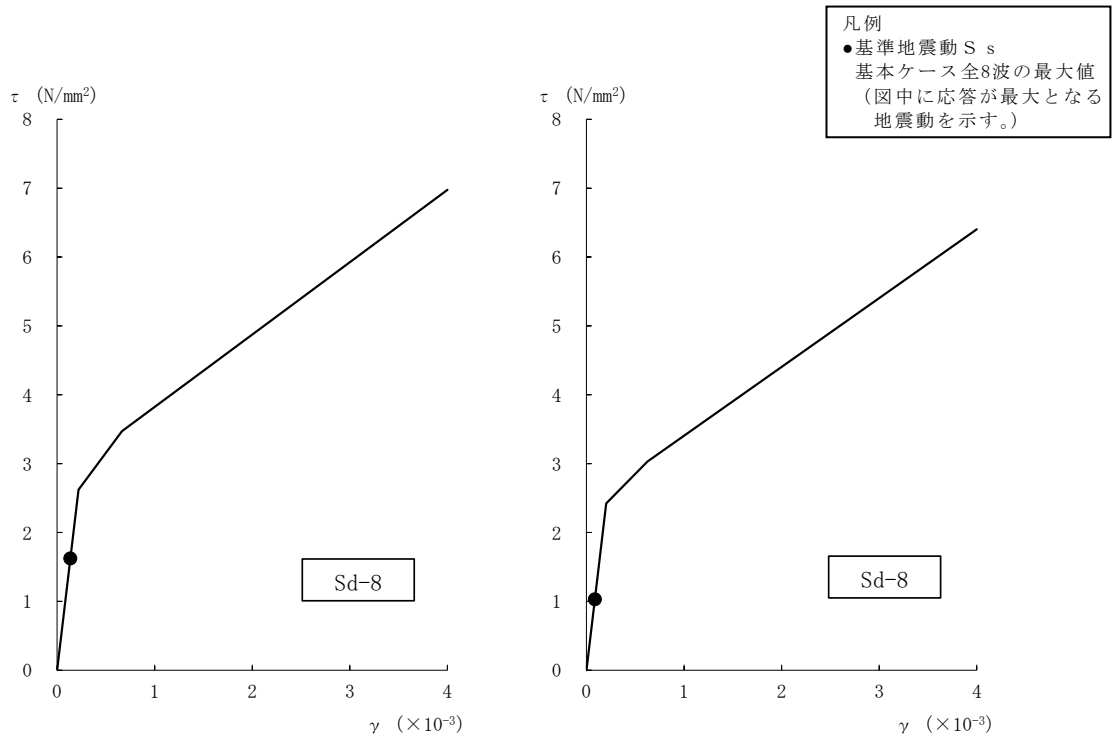
(4/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，1F）

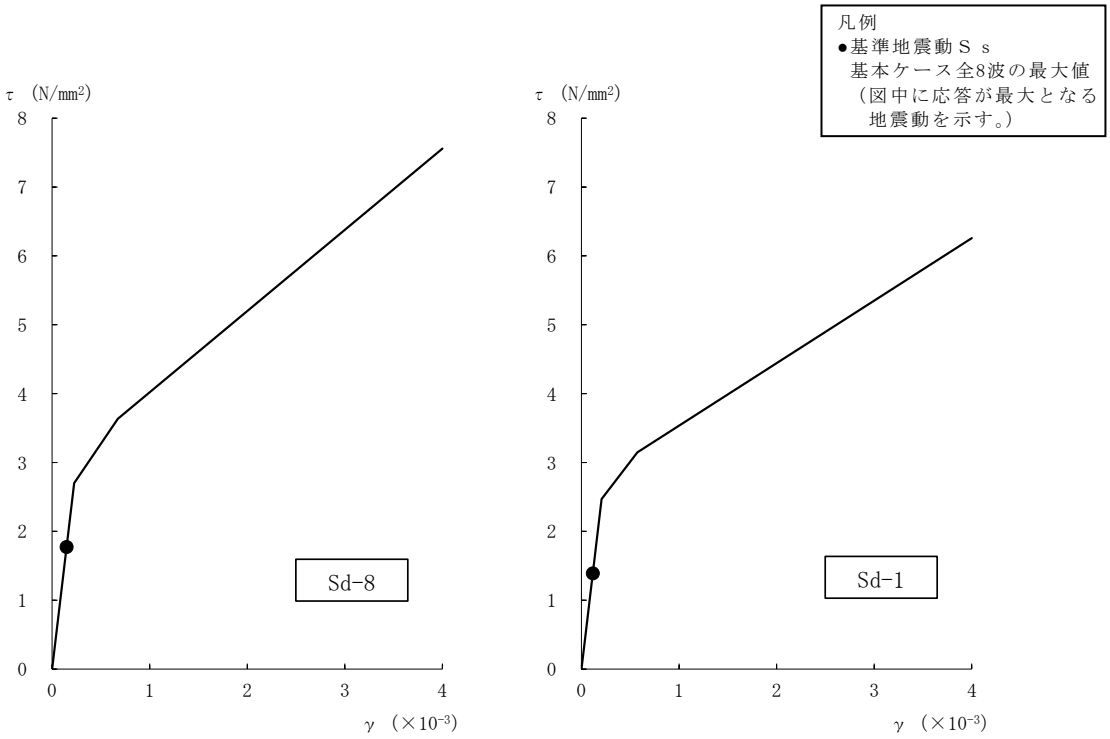
(5/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，B1F）

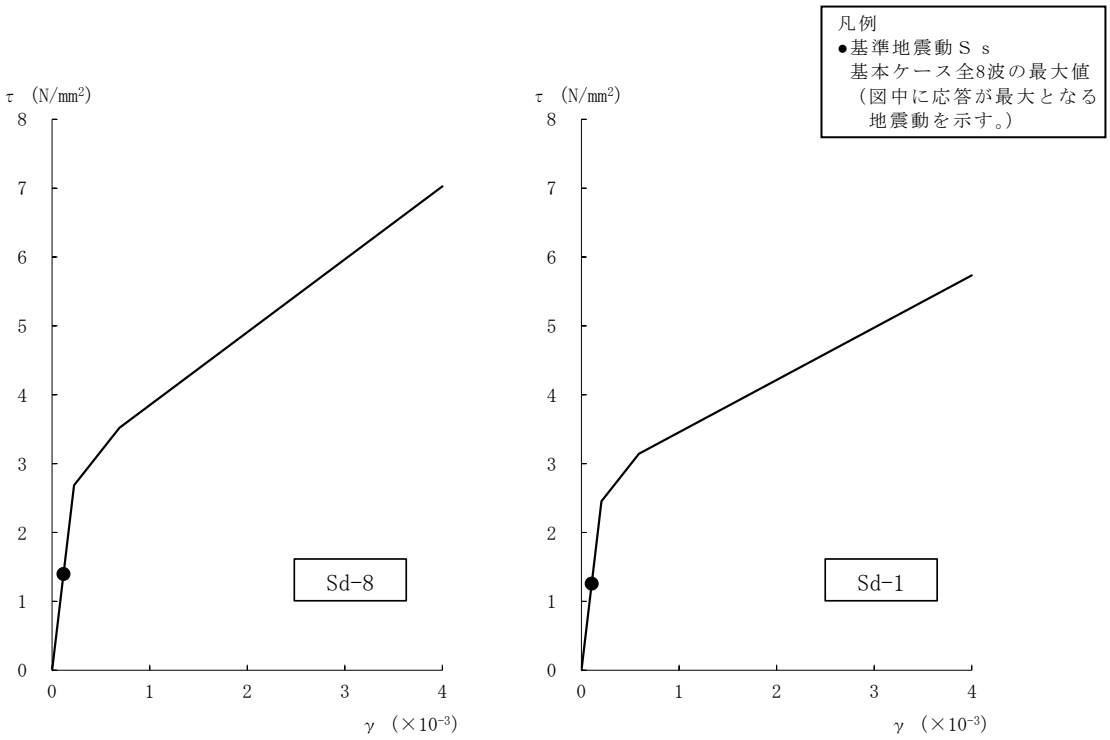
(6/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，B2F）

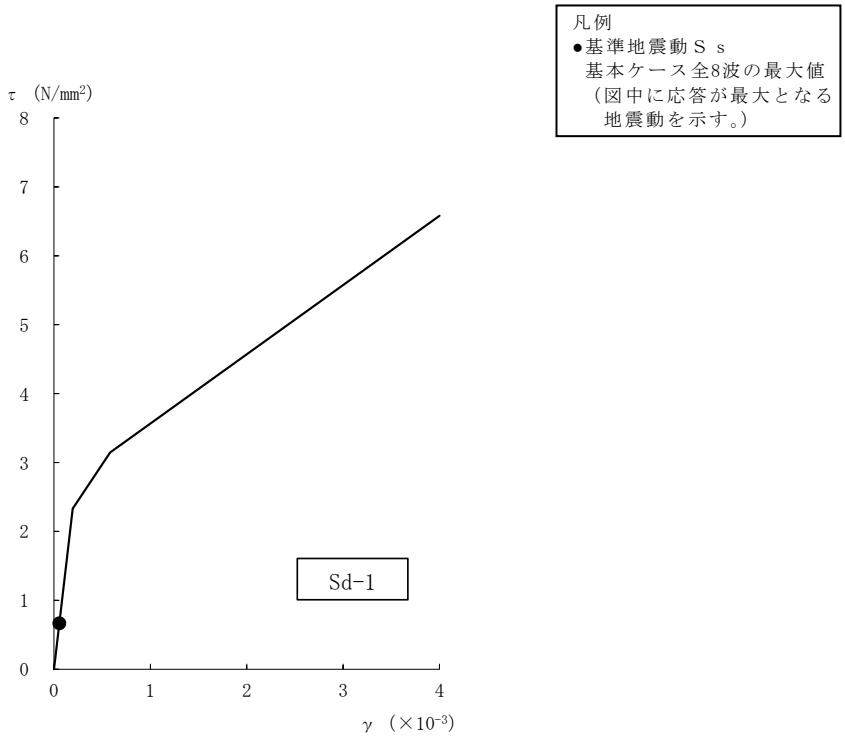
(7/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－30　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS方向，B3F）

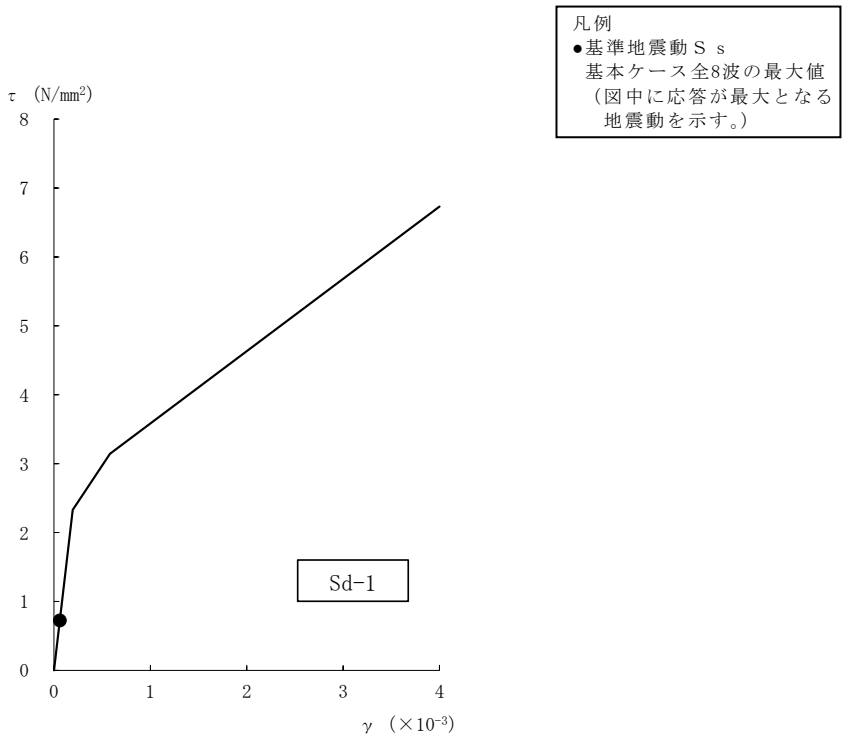
(8/8)



［外壁部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，CRF）

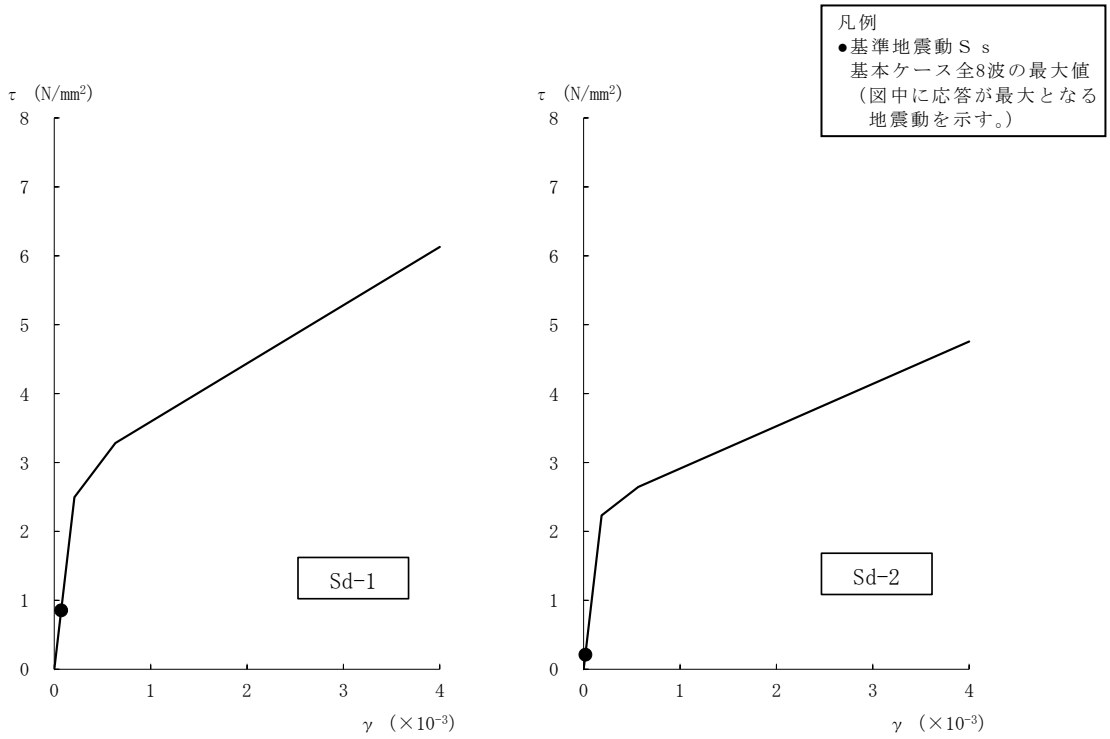
(1/8)



［外壁部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，4F）

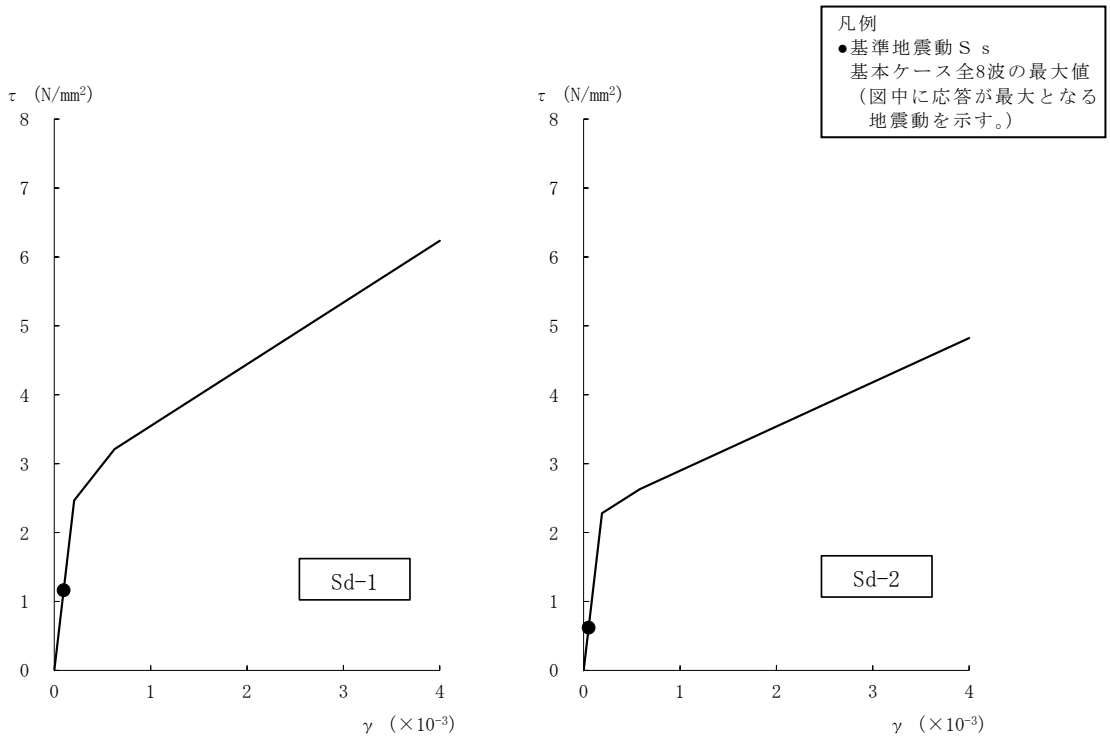
(2/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，3F）

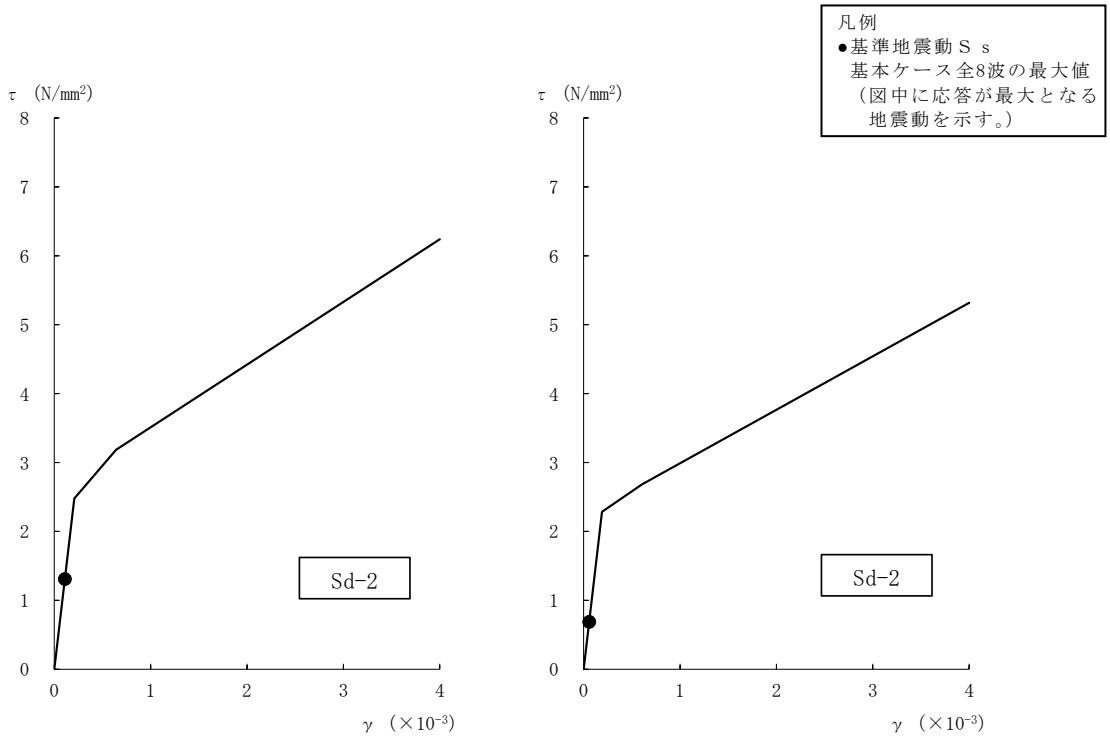
(3/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，2F）

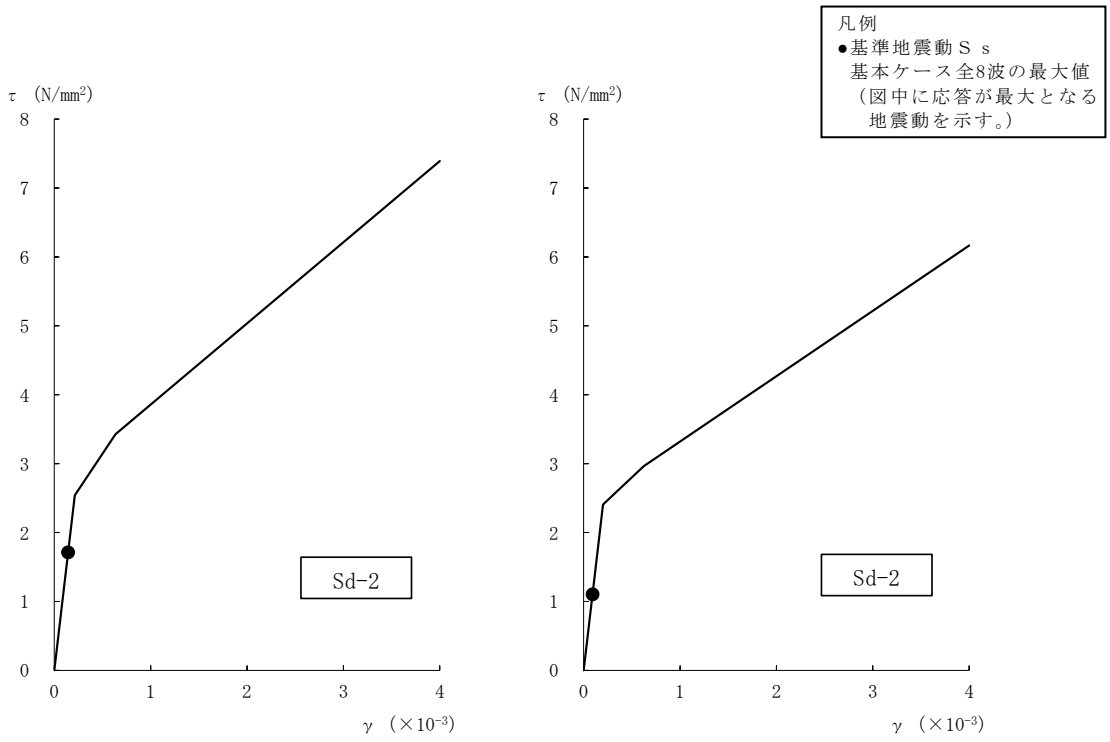
(4/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，1F）

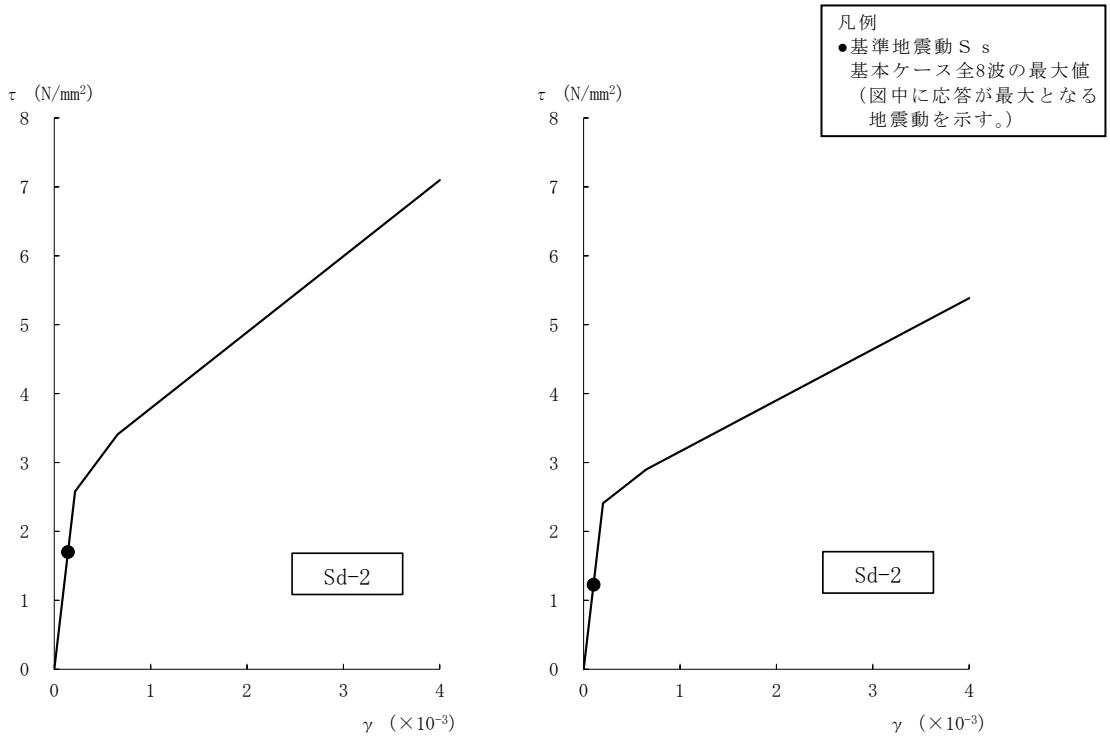
(5/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，B1F）

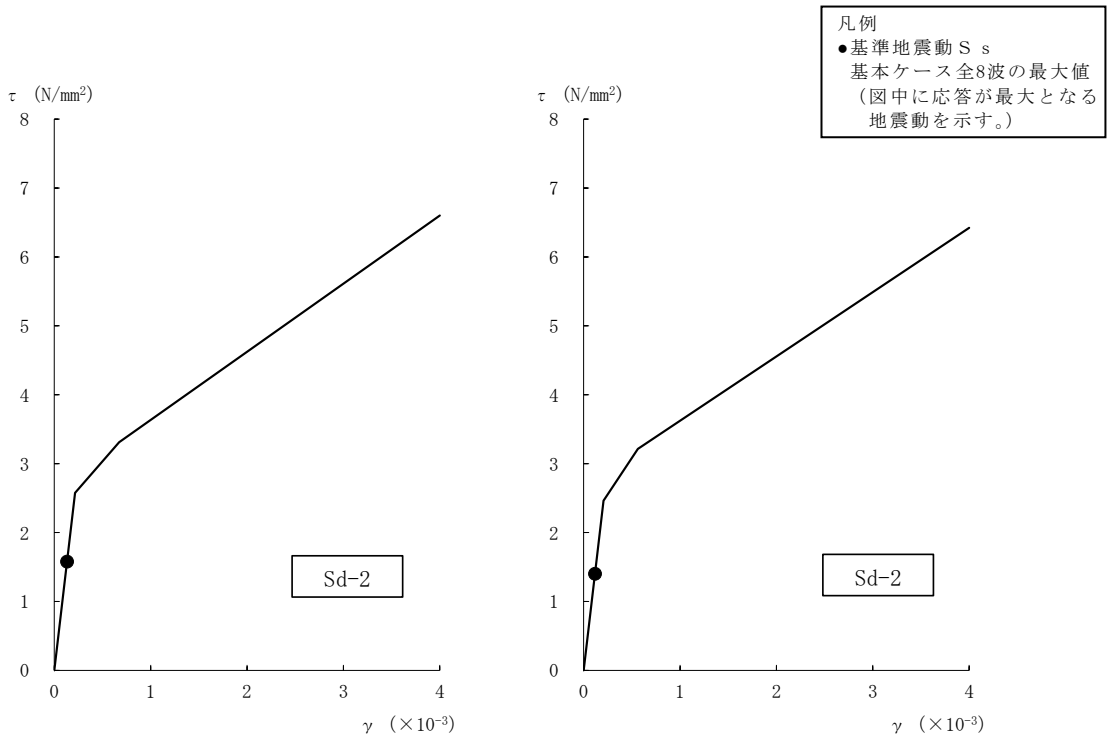
(6/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，B2F）

(7/8)



［外壁部］　［RCCV部］

図4－31　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW方向，B3F）

(8/8)

表 4－19　弾性設計用地震動Ｓｄによる地震応答解析結果に基づく接地率

(a)　NS方向

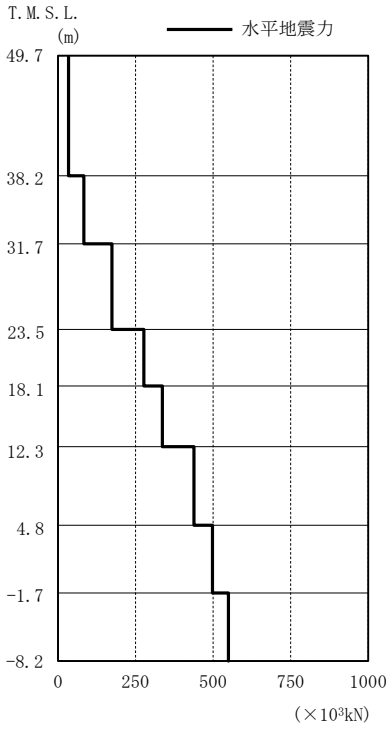
弾性設計用地震動Ｓｄ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率（%）
Sd-1	1230	17.5	100.0
Sd-2	1030	12.1	100.0
Sd-3	1060	12.8	100.0
Sd-4	889	8.32	100.0
Sd-5	878	7.91	100.0
Sd-6	904	8.71	100.0
Sd-7	848	7.01	100.0
Sd-8	1170	17.6	100.0

(b)　EW方向

弾性設計用地震動Ｓｄ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率（%）
Sd-1	1230	18.1	100.0
Sd-2	1230	19.4	100.0
Sd-3	1050	13.1	100.0
Sd-4	949	10.8	100.0
Sd-5	1040	13.5	100.0
Sd-6	970	11.4	100.0
Sd-7	1040	13.7	100.0
Sd-8	1140	17.7	100.0

4.2　静的解析

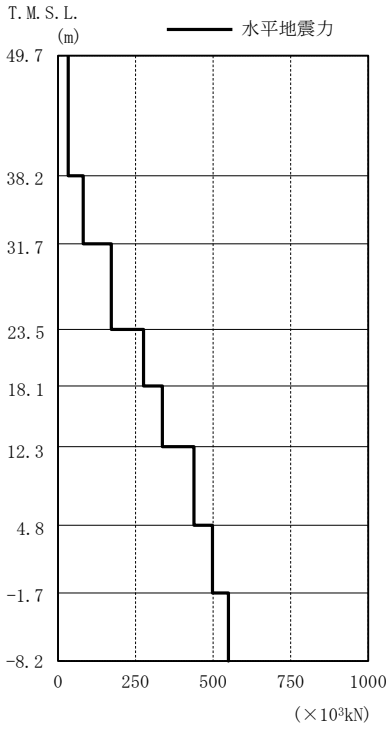
静的地震力については，「3.3　解析方法」に示すとおり，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-3　原子炉建屋の地震応答計算書」にて算出した値を用いる。地震層せん断力係数3.0C_i及び静的地震力（水平地震力）を図4－32及び図4－33に示す。



層せん断力係数 $3.0C_i$	水平地震力 Q_i (×10³kN)
0.76	34.32
0.65	83.16
0.58	174.17
0.51	277.33
0.48	336.96
(0.36)	437.96
(0.30)	498.18
(0.24)	549.86

注：（　）内数値は地下震度を示す。

図4－32　地震層せん断力係数（$3.0C_i$）及び水平地震力（NS方向）



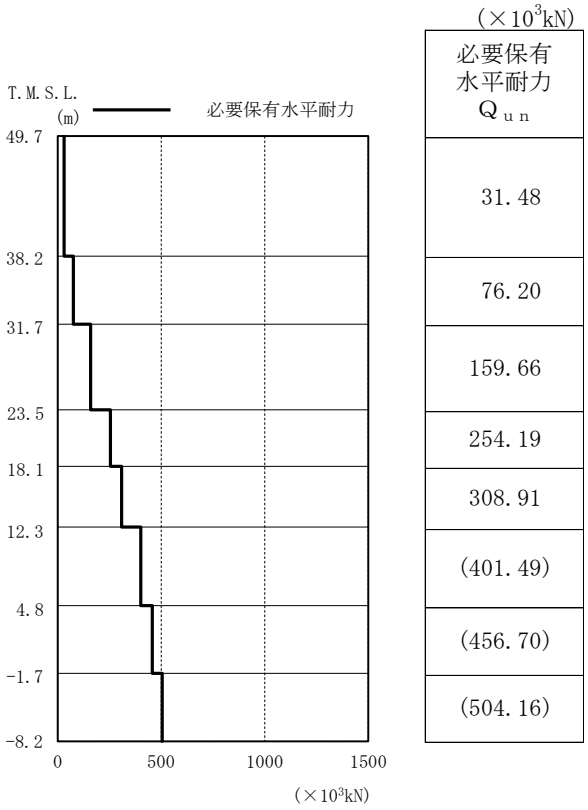
層せん断力係数 $3.0C_i$	水平地震力 Q_i (×10³kN)
0.72	32.95
0.64	80.90
0.57	171.42
0.51	276.25
0.48	336.96
(0.36)	437.96
(0.30)	498.18
(0.24)	549.86

注：（　）内数値は地下震度を示す。

図4－33　地震層せん断力係数（$3.0C_i$）及び水平地震力（EW方向）

4.3　必要保有水平耐力

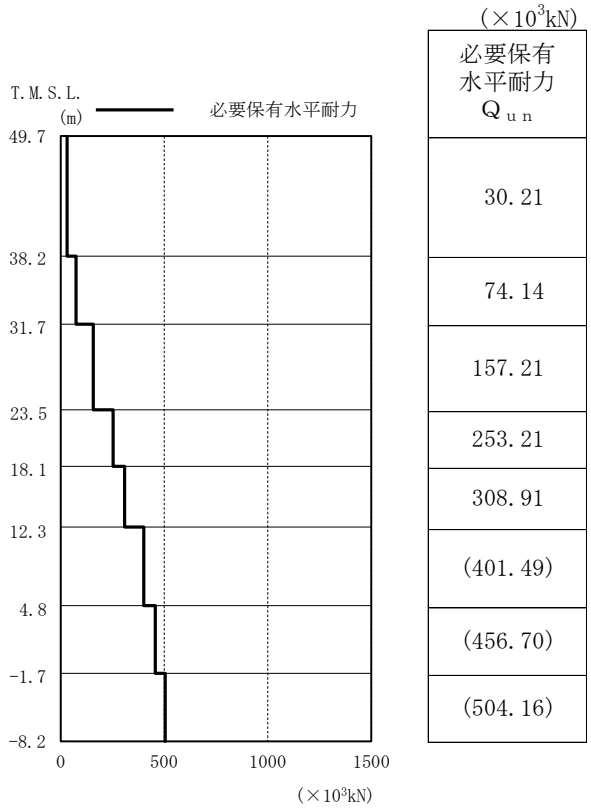
必要保有水平耐力については，「3.3　解析方法」に示すとおり，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-7-1　原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。必要保有水平耐力Q_{un}を図4－34及び図4－35に示す。



(×10³kN)
必要保有水平耐力 Q_{un}
31.48
76.20
159.66
254.19
308.91
(401.49)
(456.70)
(504.16)

注：（　）内数値は地下震度を使用した場合を示す。

図4－34　必要保有水平耐力Q_{un}（NS方向）



注：（　）内数値は地下震度を使用した場合を示す。

図4－35　必要保有水平耐力Ｑｕｎ（EW方向）

別紙　原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した
地震応答解析

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　基本方針 ····· 2
2.1　解析方針 ····· 2
2.2　適用規格・基準等 ····· 4
3.　解析方法 ····· 5
3.1　設計用模擬地震波 ····· 5
3.2　地震応答解析モデル ····· 6
3.2.1　水平方向モデル ····· 7
3.2.2　鉛直方向モデル ····· 8
3.3　解析方法 ····· 17
3.3.1　動的解析 ····· 17
3.4　解析条件 ····· 18
3.4.1　建物・構築物の復元力特性 ····· 18
3.4.2　地盤の回転ばねの復元力特性 ····· 23
4.　解析結果 ····· 24
4.1　動的解析 ····· 24
4.1.1　固有値解析結果 ····· 24
4.1.2　応答解析結果 ····· 24
4.2　応答比率の算定 ····· 44
4.3　原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響 ····· 59
4.3.1　最大せん断ひずみ ····· 59
4.3.2　最大接地圧 ····· 62
4.4　機器・配管系の耐震性への影響 ····· 63
4.4.1　影響検討方法 ····· 63
4.4.2　補強反映耐震条件 ····· 63
4.4.3　影響検討結果 ····· 75
5.　まとめ ····· 76

1. 概要

本資料は，原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加することの影響を考慮したモデル（以下「補強反映モデル」という。）の諸元及び地震応答解析結果を示すとともに，原子炉建屋及び原子炉建屋内に設置される機器・配管系への影響検討結果を示すものである。

補強反映モデルとは，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の「3.2　地震応答解析モデル」に示す原子炉建屋の地震応答解析モデルを基に設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量の増加を考慮しモデル化したものである。

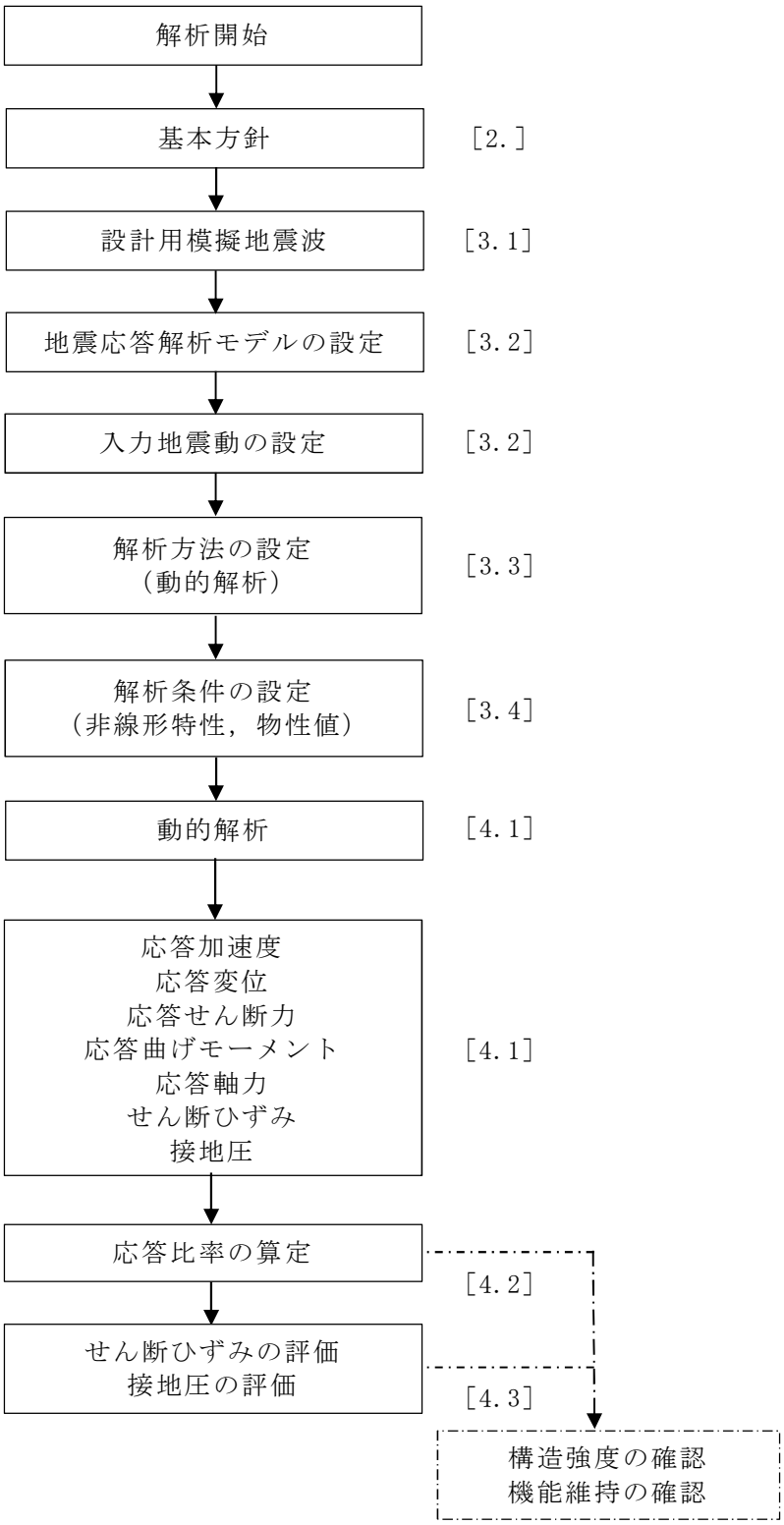
2. 基本方針

2.1 解析方針

補強反映モデルの地震応答解析フローを図 2－1 に示す。

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　設計用模擬地震波」に基づき「3.2　地震応答解析モデル」において設定した入力地震動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，せん断ひずみ及び接地圧を含む各種応答値を算出する。

なお，影響検討は，応答比率を用いた手法により行うことから，応答比率の算出のための補強反映モデルを用いた地震応答解析は，位相特性の偏りがなく，全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 Ss-1 に対して実施することとする。



注：[　]内は，本資料における章番号を示す。

図 2－1　補強反映モデルの地震応答解析フロー

2.2 適用規格・基準等

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・同施行令
- 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－（(社) 日本建築学会，1999改定）
- 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社) 日本建築学会，2005 制定）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）
- 鋼構造設計規準　－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定）

3. 解析方法

3.1 設計用模擬地震波

原子炉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。この建屋－地盤連成モデルへの入力地震動は，Ⅴ-2-1-2「基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する設計用模擬地震波を用いることとする。

基準地震動Ｓｓとして作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルは，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

3.2　地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の地震応答解析モデルと同様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 3－1 に示す。

ここで，コンクリート剛性については，実現象に近い応答を模擬するという観点から，建設時コンクリートの 91 日強度データを基に設定した実強度を用いて算定する。

表 3－1　建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm^2)	せん断弾性係数 G (N/mm^2)	減衰定数 h (%)
建屋部	コンクリート*： σ_C＝43.1(N/mm^2) （σ_C＝440kgf/cm^2） 鉄筋：SD35 （SD345相当）	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート*： σ_C＝39.2(N/mm^2) （σ_C＝400kgf/cm^2） 鉄筋：SD35 （SD345相当）	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨：SS41（SS400相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM41A（SM400A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM50A（SM490A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記＊：実強度に基づくコンクリート強度。

3.2.1　水平方向モデル

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，弾塑性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化は NS 方向，EW 方向それぞれについて行っているが，EW 方向においては，使用済燃料プール壁が RCCV の曲げ変形を拘束する影響を考慮して回転ばねを取り付けている。また，設計時には考慮していなかった補助壁を，実現象に近い応答を模擬するという観点から，耐震要素と位置づけ，地震応答解析モデルに取り込む。地震応答解析モデルを図 3－1 に，地震応答解析モデルの諸元を表 3－2 及び表 3－3 に示す。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，「原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社）日本電気協会)」（以下「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」という。）により，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを，近似法により定数化して用いる。このうち，基礎底面のロッキング地盤ばねには，基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＧＲＩＭＰ２」を用いる。

また，埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては，建屋側面位置の地盤定数を用いて，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」により，Novakの方法に基づき求めた水平ばねを，基礎底面地盤ばねと同様に，近似法により定数化して用いる。また，設計時に考慮していなかった回転ばねを，水平ばねと同様に，定数化して用いる。なお，地盤表層部（新期砂層）については，基準地震動Ｓｓによる地盤応答レベルを踏まえ，表層部では建屋－地盤相互作用が見込めないと判断し，この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平・回転ばねの評価には，解析コード「ＮＶＫ２６３」を用いる。

水平方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓに対する地盤の応答として評価する。また，基礎底面レベルにおけるせん断力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。入力地震動の算定には，解析コード「ＫＳＨＡＫＥ」を用いる。

基準地震動Ss-1に対する地盤定数を表3－4に示す。なお，地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルはⅤ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3－5に示す。

復元力特性は，建屋の方向別に，層を単位とした水平断面形状より「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づいて設定する。

K7 ① Ⅴ-2-2-1 別紙 R1

なお，水平方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.2　鉛直方向モデル

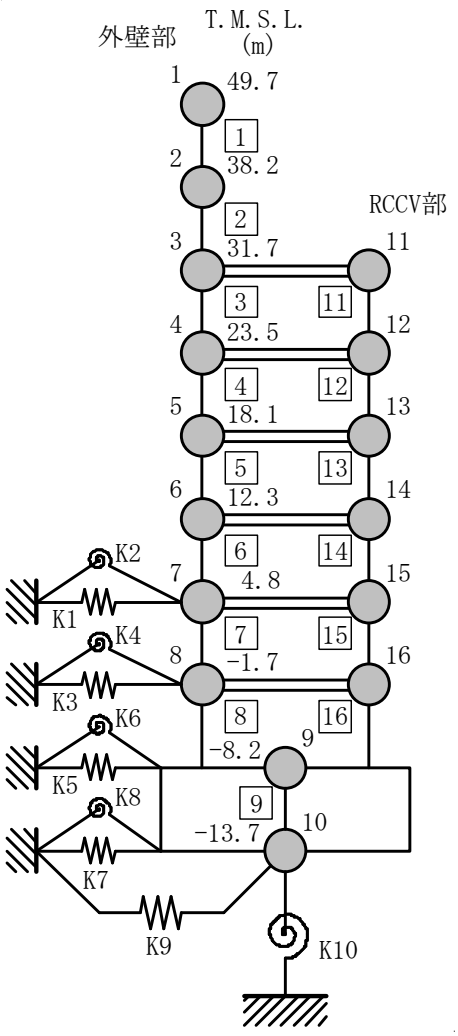
鉛直方向の地震応答解析モデルは，耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし，弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に，補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図3－2に，地震応答解析モデルの諸元を表3－6に示す。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＧＲＩＭＰ２」を用いる。

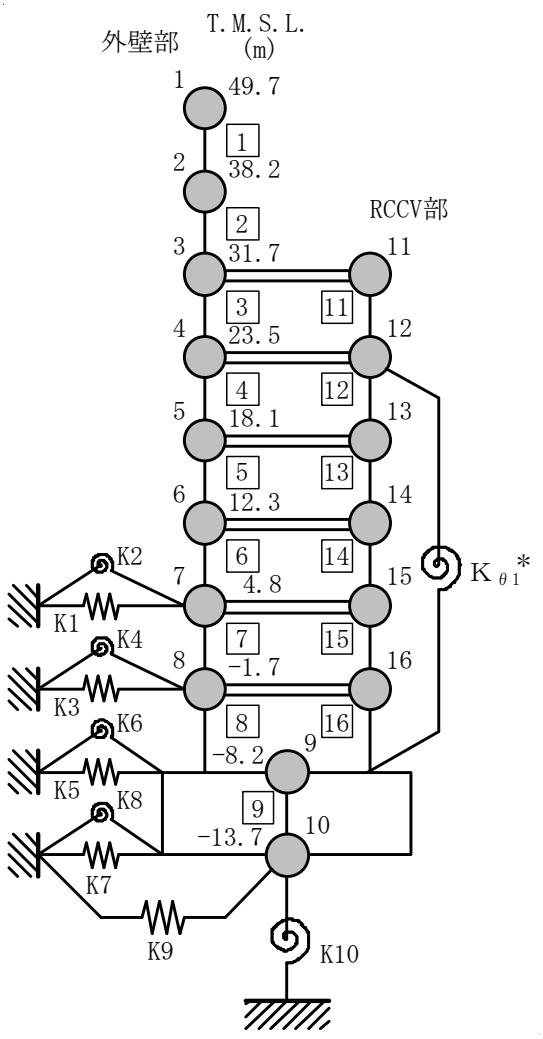
鉛直方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓに対する地盤の応答として評価したものであり，基礎底面レベルに直接入力する。入力地震動の算定には，解析コード「ＫＳＨＡＫＥ」を用いる。

設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルはⅤ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。なお，地盤定数は表3－4に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3－7に示す。

なお,鉛直方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



NS方向



EW方向

注記＊：RCCV 回転ばね

図 3－1　地震応答解析モデル（水平方向）

表 3－2　地震応答解析モデル諸元（NS 方向）

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I_G ($\times10^5$kN·m^2)	部材番号	せん断断面積 A_s (m^2)	断面二次モーメント I (m^4)
1	40120	71.7			
2	82560	421.3	1	41.0	13700
3	86330	484.1	2	83.0	51100
4	86050	297.6	3	188.0	70600
5	56480	202.0	4	132.5	69000
6	83060	296.1	5	149.4	84700
7	81480	301.2	6	180.5	105000
8	82180	301.3	7	183.2	112800
9	343870	949.3	8	223.5	119000
10	216040	581.5	9	3373.4	900600
合計	1982400				

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I_G ($\times10^5$kN·m^2)	部材番号	せん断断面積 A_s (m^2)	断面二次モーメント I (m^4)
11	93720	33.2	11	119.6	7200
12	157970	378.7	12	113.0	23300
13	105060	311.5	13	137.6	23500
14	202660	415.9	14	139.2	23400
15	126470	395.0	15	132.4	23600
16	138350	373.9	16	186.4	29600

①建屋部

ヤング係数Ｅ 2.88×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.20×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ 5%

②基礎スラブ

ヤング係数Ｅ 2.79×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.16×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ 5%
基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
×5.5m（厚さ）

表 3－3　地震応答解析モデル諸元（EW 方向）

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I_G ($\times10^5$kN･m^2)	部材番号	せん断断面積 A_s (m^2)	断面二次モーメント I (m^4)
1	40120	149.4			
			1	54.7	30000
2	82560	307.7			
			2	122.9	62600
3	92590	309.2			
			3	172.7	87900
4	68990	282.6			
			4	131.8	81900
5	51300	215.4			
			5	166.7	92800
6	80490	328.3			
			6	179.3	114600
7	78000	322.2			
			7	211.5	124000
8	80090	328.1			
			8	259.5	131000
9	343870	1043.8			
			9	3373.4	998600
10	216040	644.3			
合計	1982400				

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I_G ($\times10^5$kN･m^2)	部材番号	せん断断面積 A_s (m^2)	断面二次モーメント I (m^4)
11	87460	271.3			
			11	219.0	6700
12	175030	481.4			
			12	222.8	23300
13	110240	347.2			
			13	207.4	23100
14	205230	460.8			
			14	152.1	23400
15	129950	440.9			
			15	180.1	21200
16	140440	414.6			
			16	164.4	23800

①建屋部

ヤング係数Ｅ 2.88×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.20×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ 5%
回転ばね $K_{\theta 1}$ 1.97×10^{10} (kN･m/rad)

②基礎スラブ

ヤング係数Ｅ 2.79×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.16×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ 5%
基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
×5.5m（厚さ）

表3－4　地盤定数（Ss-1）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.0996	0.369	0.27	23
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	28
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.01	1.92	0.53	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.22	4.75	0.89	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.28	6.14	0.86	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
$-\infty$								

表 3－5　地盤ばね定数と減衰係数（Ss-1）

(a)　NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^{6}	4.24×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.33×10^{8}	1.05×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.85×10^{6}	1.13×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.21×10^{9}	2.79×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.53×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.73×10^{9}	3.97×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.63×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.95×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.28×10^{7}	2.82×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.06×10^{10}	5.95×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

(b)　EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^{6}	4.25×10^{5}
K2	7	側面・回転	8.33×10^{8}	1.06×10^{8}
K3	8	側面・並進	2.85×10^{6}	1.13×10^{6}
K4	8	側面・回転	2.21×10^{9}	2.80×10^{8}
K5	9	側面・並進	8.53×10^{6}	1.73×10^{6}
K6	9	側面・回転	6.73×10^{9}	3.99×10^{8}
K7	10	側面・並進	4.52×10^{6}	8.62×10^{5}
K8	10	側面・回転	3.54×10^{9}	1.97×10^{8}
K9	10	底面・並進	7.25×10^{7}	2.80×10^{6}
K10	10	底面・回転	7.60×10^{10}	6.94×10^{8}

注記＊1：K1,K3,K5,K7,K9はkN/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m/rad

＊2：K1,K3,K5,K7,K9はkN･s/m　K2,K4,K6,K8,K10はkN･m･s/rad

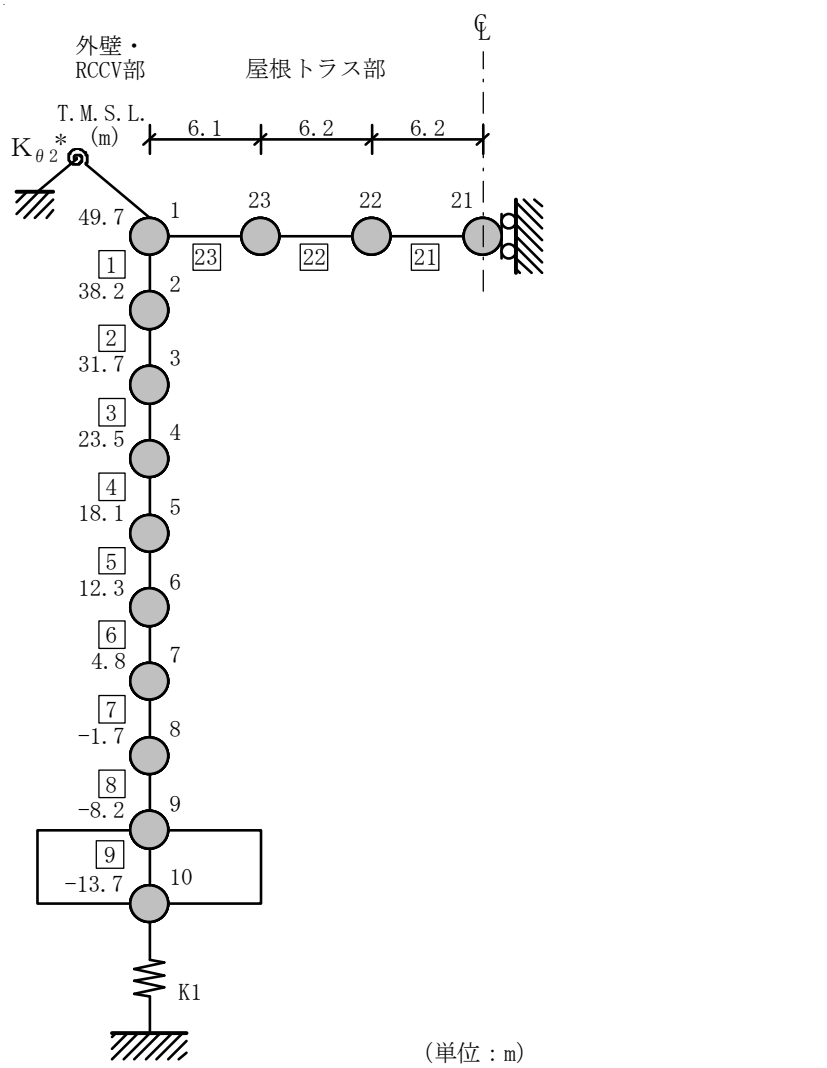


図 3－2　地震応答解析モデル（鉛直方向）

表 3－6　地震応答解析モデルの諸元（鉛直方向）

外壁・RCCV部			
質点番号	質点重量 W (kN)	部材番号	軸断面積 A_N (m^2)
1	31270		
		1	89.0
2	82560		
		2	200.1
3	180050		
		3	581.5
4	244020		
		4	611.6
5	161540		
		5	674.3
6	285720		
		6	681.3
7	207950		
		7	719.6
8	220530		
		8	833.7
9	343870		
		9	3373.4
10	216040		
合計	1982400		

屋根トラス部				
質点番号	質点重量 W (kN)	部材番号	せん断断面積 A_s ($\times10^{-2}m^2$)	断面二次モーメント I (m^4)
1	－			
		23	21.25	2.00
23	3540			
		22	16.82	2.00
22	3540			
		21	7.94	2.00
21	1770			

屋根トラス端部回転拘束ばね $K_{\theta 2}$ 3.90×10^7 (kN･m/rad)

①コンクリート部　建屋
ヤング係数Ｅ 2.88×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.20×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ　5%

②コンクリート部　基礎スラブ
ヤング係数Ｅ 2.79×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.16×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.20
減衰定数ｈ　5%
基礎形状　56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
×5.5m（厚さ）

③鉄骨部
ヤング係数Ｅ 2.05×10^5 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 7.90×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比 ν 0.30
減衰定数ｈ　2%

表 3－7　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.20×10^{8}	6.45×10^{6}

3.3　解析方法

原子炉建屋の地震応答解析には，解析コード「ＤＡＣ３Ｎ」を用いる。なお，解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「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，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，時刻歴応答解析により実施する。

3.4　解析条件

3.4.1　建物・構築物の復元力特性

重量増加に伴うせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線への影響は軽微であるためⅤ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の「3.4.1　建物・構築物の復元力特性」で示したスケルトン曲線及び履歴特性と同一の値を用いる。

(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，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。

(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，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づき，最大点指向型モデルとする。

(3)　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（Ｍ－φ関係）

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（Ｍ－φ関係）は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。

(4)　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991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。

(5)　スケルトン曲線の諸数値

原子炉建屋の耐震壁のせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表3－8～表3－11に示す。

表 3－8　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（NS 方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
CRF	2.28	0.191	3.08	0.569	6.81	4.00
4F	2.38	0.199	3.21	0.588	6.54	4.00
3F	2.40	0.201	2.96	0.630	4.84	4.00
2F	2.54	0.213	3.35	0.644	6.62	4.00
1F	2.55	0.213	3.29	0.660	6.44	4.00
B1F	2.62	0.219	3.47	0.665	6.98	4.00
B2F	2.70	0.226	3.64	0.674	7.56	4.00
B3F	2.69	0.224	3.52	0.691	7.03	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
3F	2.26	0.189	3.01	0.567	6.88	4.00
2F	2.32	0.194	3.00	0.584	7.23	4.00
1F	2.34	0.196	2.93	0.605	6.75	4.00
B1F	2.42	0.202	3.03	0.626	6.40	4.00
B2F	2.47	0.206	3.15	0.573	6.26	4.00
B3F	2.45	0.205	3.14	0.589	5.73	4.00

表 3－9　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（EW 方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
CRF	2.33	0.195	3.15	0.582	6.58	4.00
4F	2.33	0.195	3.14	0.581	6.73	4.00
3F	2.50	0.209	3.28	0.634	6.13	4.00
2F	2.47	0.206	3.21	0.626	6.23	4.00
1F	2.48	0.207	3.18	0.642	6.24	4.00
B1F	2.54	0.212	3.43	0.636	7.39	4.00
B2F	2.58	0.216	3.41	0.656	7.10	4.00
B3F	2.58	0.215	3.31	0.673	6.60	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times10^{-3}$)
3F	2.23	0.187	2.65	0.567	4.76	4.00
2F	2.28	0.191	2.63	0.584	4.82	4.00
1F	2.28	0.191	2.68	0.605	5.32	4.00
B1F	2.41	0.201	2.96	0.626	6.17	4.00
B2F	2.41	0.201	2.90	0.650	5.38	4.00
B3F	2.46	0.206	3.21	0.563	6.42	4.00

表 3－10　曲げモーメントのスケルトン曲線（Ｍ－φ関係）（NS 方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
CRF	2.02	5.11	2.17	61.0	5.28	1220
4F	5.95	4.04	6.73	40.4	9.49	809
3F	9.10	4.47	11.8	40.7	15.4	815
2F	9.44	4.75	18.7	42.0	18.9	840
1F	12.2	5.02	28.6	42.6	29.8	853
B1F	15.4	5.08	30.3	43.1	40.9	863
B2F	17.2	5.30	35.9	43.8	49.3	876
B3F	19.1	5.56	41.6	44.3	59.2	887

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3F	1.72	8.25	3.86	117	4.42	2340
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.52	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	6.26	9.19	18.3	88.1	25.9	1250
B3F	7.27	8.52	21.0	88.3	30.1	1240

表 3－11　曲げモーメントのスケルトン曲線（Ｍ－φ関係）（EW 方向）

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
CRF	3.20	3.70	3.81	38.8	4.54	776
4F	6.69	3.71	6.94	39.7	12.1	793
3F	10.6	4.16	10.9	41.0	19.3	819
2F	10.1	4.27	17.0	39.7	23.0	795
1F	12.0	4.49	24.3	40.5	31.4	809
B1F	14.7	4.46	32.3	40.7	41.8	814
B2F	17.0	4.75	38.3	41.3	52.6	826
B3F	18.9	5.01	44.6	41.8	61.7	837

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3F	1.72	8.25	3.61	90.3	5.99	1430
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.43	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	5.58	9.13	18.1	88.1	25.5	1250
B3F	6.48	9.43	18.8	88.3	26.5	1240

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－回転角の関係は，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同様に「ＪＥＡＧ４６０１-1991　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。

4. 解析結果

4.1 動的解析

4.1.1 固有値解析結果

補強反映モデルの基準地震動Ss-1の固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を表4－1，刺激関数図を図4－1に示す。

なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる値を示す。

4.1.2 応答解析結果

補強反映モデルの基準地震動Ss-1の地震応答解析結果を図4－2～図4－14，表4－2に示す。

表 4－1　固有値解析結果（Ss-1）

(a)　NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.443	2.26	1.582	建屋－地盤連成1次
2	0.194	5.17	-0.695	
3	0.092	10.93	0.067	
4	0.078	12.79	0.061	
5	0.078	12.88	0.079	
6	0.057	17.64	-0.042	

(b)　EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.433	2.31	1.544	建屋－地盤連成1次
2	0.192	5.20	-0.615	
3	0.083	12.05	-0.025	
4	0.078	12.88	0.136	
5	0.072	13.92	-0.045	
6	0.059	17.01	0.039	

(c)　鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.280	3.57	9.799	屋根トラス1次
2	0.260	3.85	-8.859	建屋－地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.091	
4	0.051	19.44	-0.125	
5	0.047	21.18	0.121	
6	0.029	34.90	0.043	

注記＊：モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる刺激係数を示す。

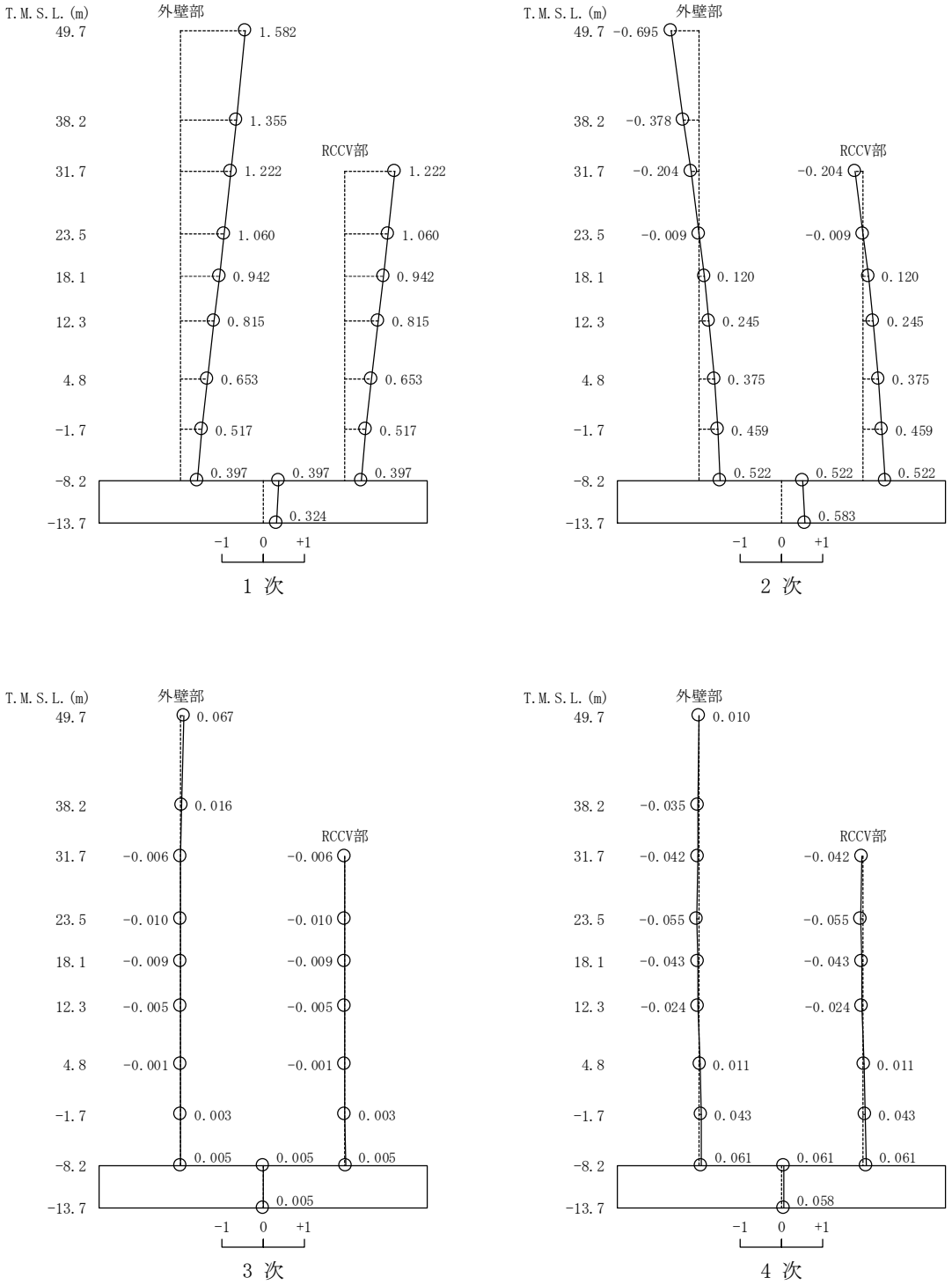


図 4－1　刺激関数図（Ss-1，NS 方向）（1/3）

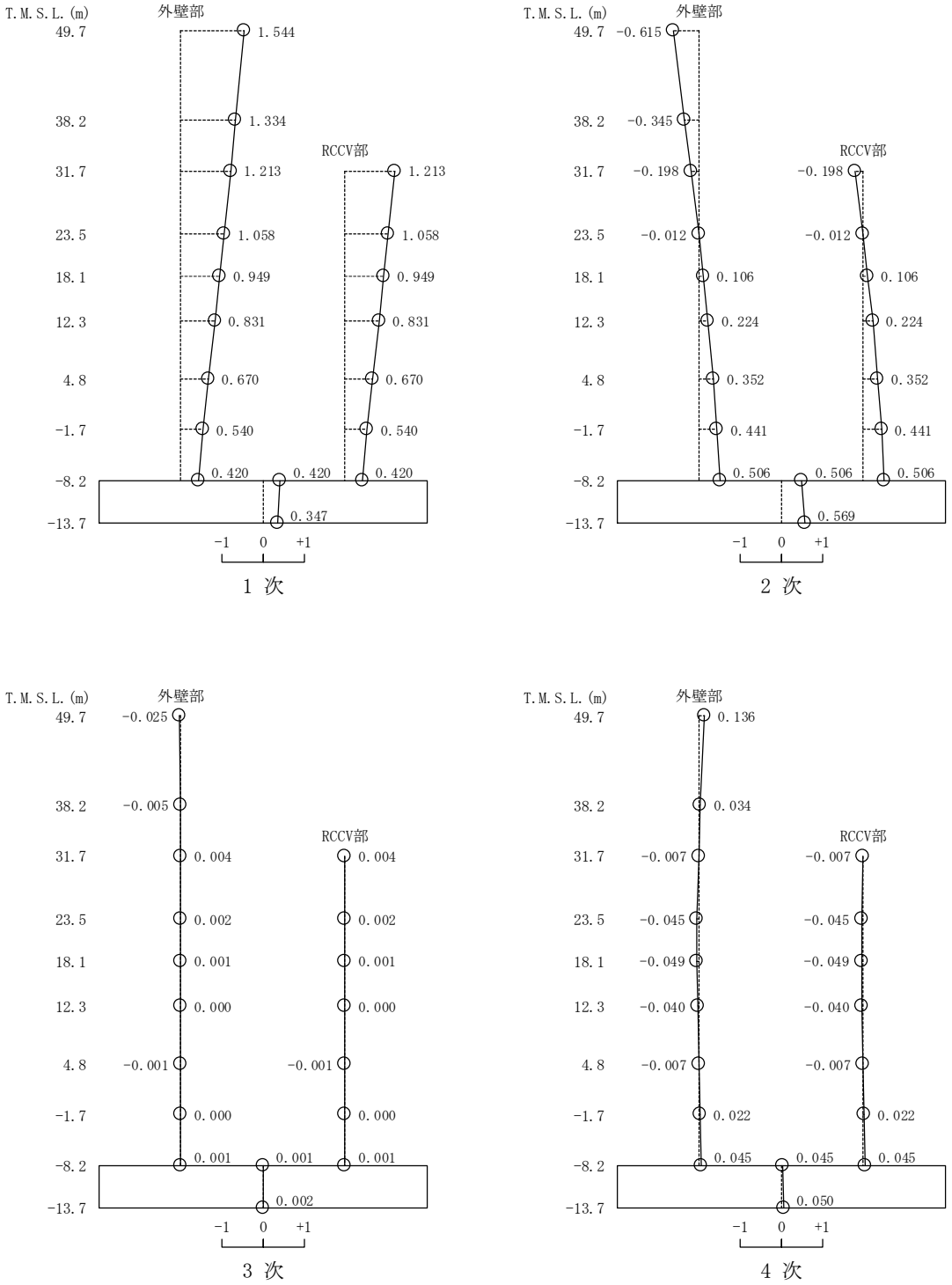


図 4－1　刺激関数図（Ss-1，EW 方向）（2/3）

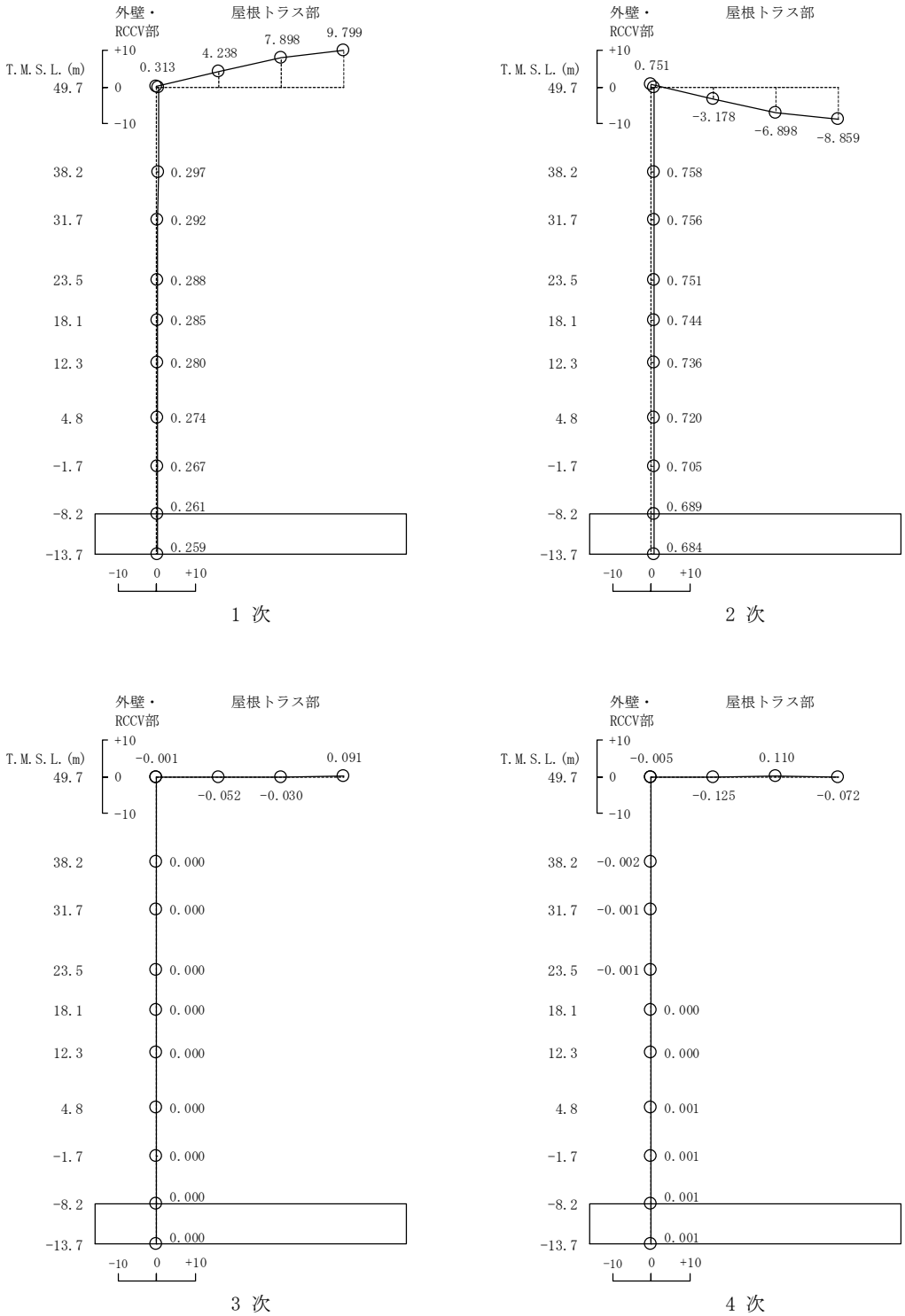
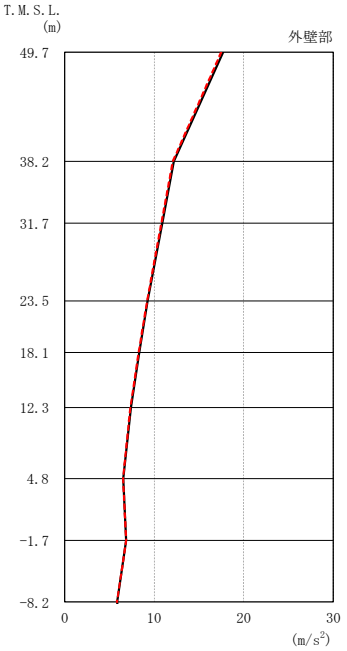
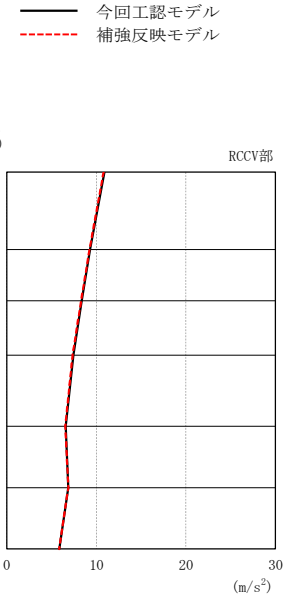


図 4－1　刺激関数図（Ss-1，鉛直方向）（3/3）





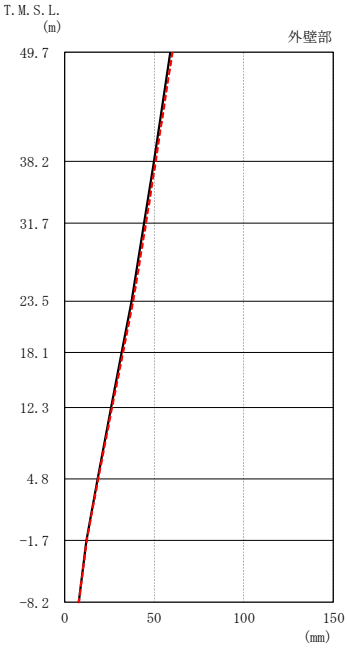
外壁部 (m/s²)

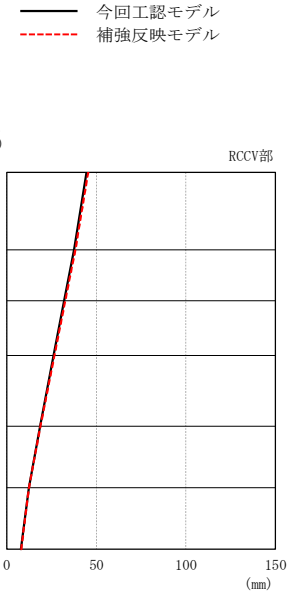
今回工認モデル	補強反映モデル
17.7	17.5
12.2	12.1
10.9	10.8
9.30	9.22
8.34	8.29
7.43	7.34
6.57	6.53
6.88	6.87
5.87	5.85

RCCV部 (m/s²)

今回工認モデル	補強反映モデル
10.9	10.8
9.30	9.22
8.34	8.29
7.43	7.34
6.57	6.53
6.88	6.87
5.87	5.85

図 4－2　最大応答加速度（Ss-1，NS 方向）





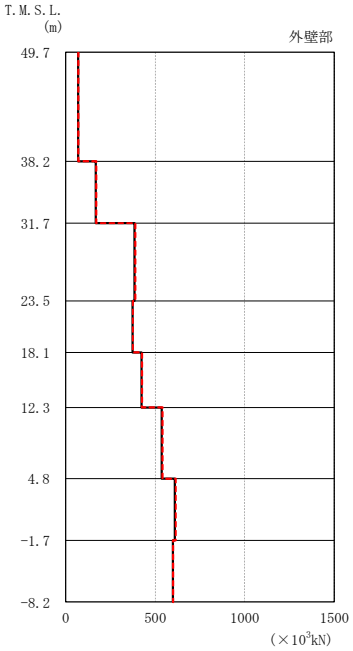
外壁部 (mm)

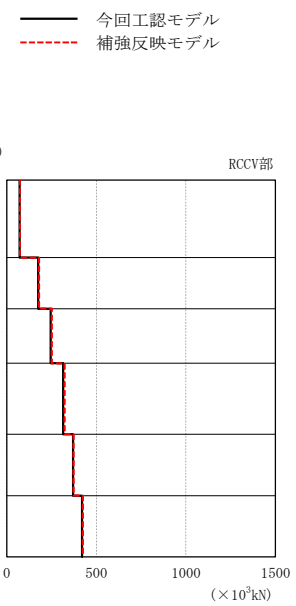
今回工認モデル	補強反映モデル
59.1	60.2
49.9	50.9
44.5	45.4
37.5	38.3
32.0	32.7
26.1	26.6
18.5	18.8
12.3	12.4
7.97	8.04

RCCV部 (mm)

今回工認モデル	補強反映モデル
44.5	45.4
37.5	38.3
32.0	32.7
26.1	26.6
18.5	18.8
12.3	12.4
7.97	8.04

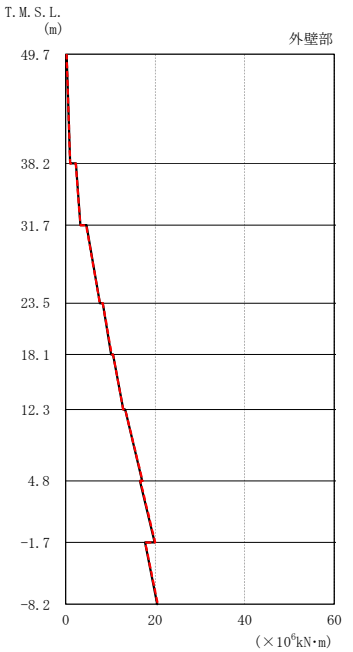
図 4－3　最大応答変位（Ss-1，NS 方向）

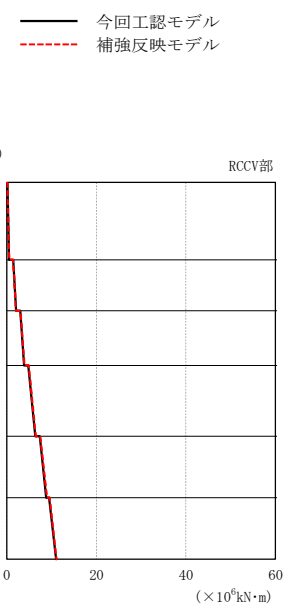




外壁部 (×10³kN)		RCCV部 (×10³kN)	
今回工認モデル	補強反映モデル	今回工認モデル	補強反映モデル
71.7	72.0		
168	171		
384	390	71.3	72.8
374	376	175	180
424	426	244	252
537	542	314	323
610	615	371	373
600	601	420	425

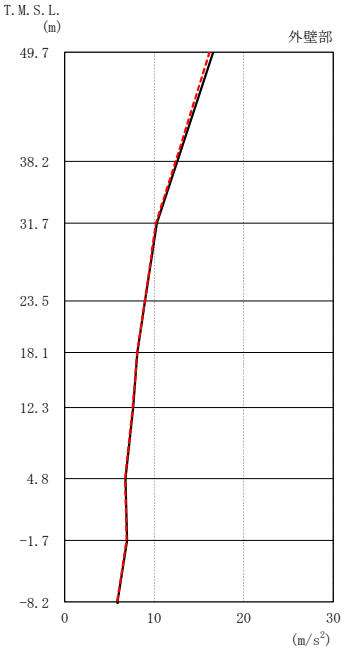
図 4－4　最大応答せん断力（Ss-1，NS 方向）

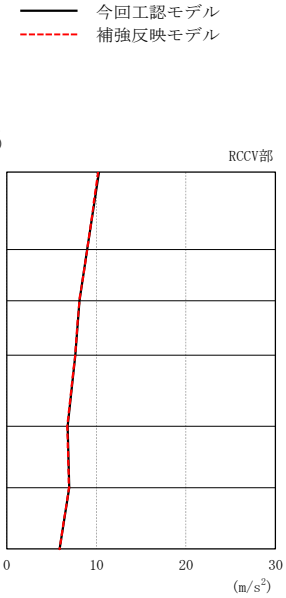




外壁部 (×10⁶kN·m)		RCCV部 (×10⁶kN·m)	
今回工認モデル	補強反映モデル	今回工認モデル	補強反映モデル
0.257	0.249		
1.06	1.05		
2.30	2.28		
3.37	3.36		
4.68	4.65	0.132	0.137
7.65	7.68	0.526	0.539
8.30	8.32	1.38	1.38
10.2	10.3	2.06	2.06
10.6	10.6	3.01	3.07
12.9	12.9	3.88	3.93
13.3	13.3	4.78	4.90
17.1	17.2	6.39	6.45
16.6	16.7	7.34	7.44
19.9	20.0	8.84	8.97
17.8	17.8	9.47	9.56
20.5	20.6	11.0	11.1

図 4－5　最大応答曲げモーメント（Ss-1，NS 方向）





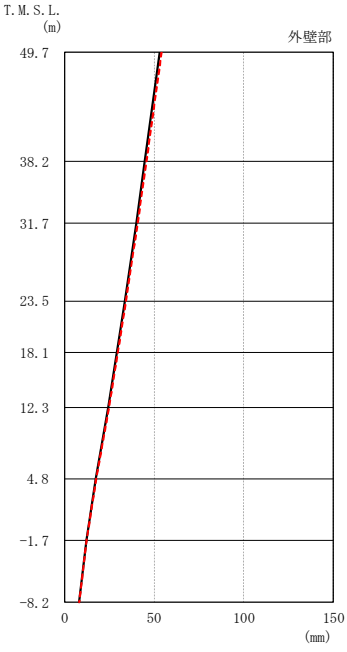
外壁部 (m/s²)

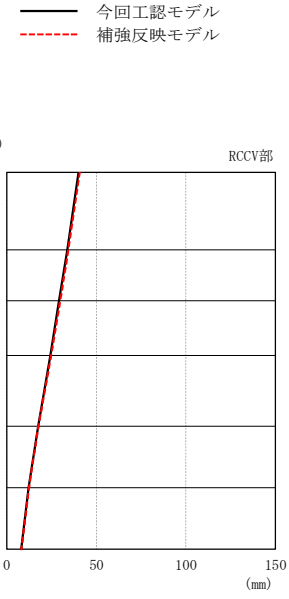
今回工認モデル	補強反映モデル
16.6	16.2
12.6	12.4
10.3	10.2
8.98	8.98
8.13	8.10
7.66	7.63
6.81	6.75
6.97	6.94
5.89	5.88

RCCV部 (m/s²)

今回工認モデル	補強反映モデル
10.3	10.2
8.98	8.98
8.13	8.10
7.66	7.63
6.81	6.75
6.97	6.94
5.89	5.88

図 4－6　最大応答加速度（Ss-1，EW 方向）





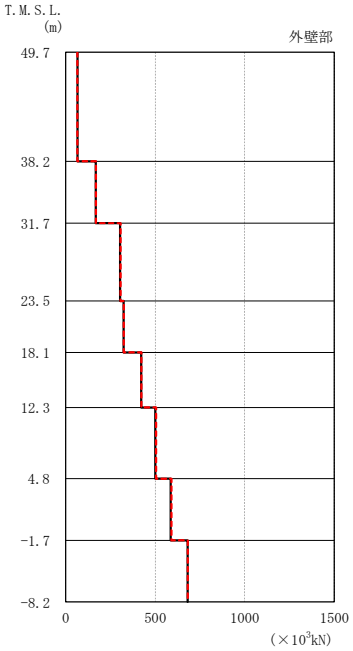
外壁部 (mm)

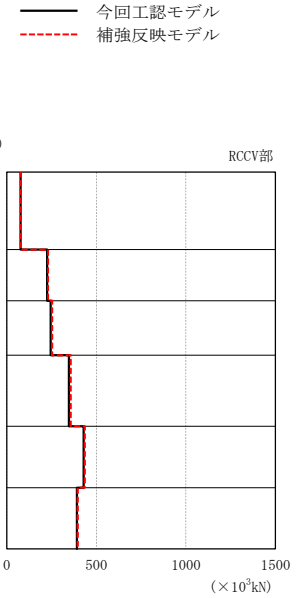
今回工認モデル	補強反映モデル
53.1	54.2
44.7	45.7
40.0	40.8
33.7	34.3
29.2	29.8
24.3	24.8
17.5	17.7
12.2	12.3
8.10	8.19

RCCV部 (mm)

今回工認モデル	補強反映モデル
40.0	40.8
33.7	34.3
29.2	29.8
24.3	24.8
17.5	17.7
12.2	12.3
8.10	8.19

図 4－7　最大応答変位（Ss-1，EW 方向）

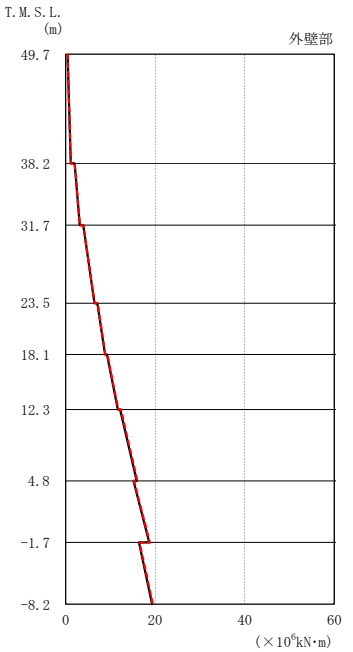


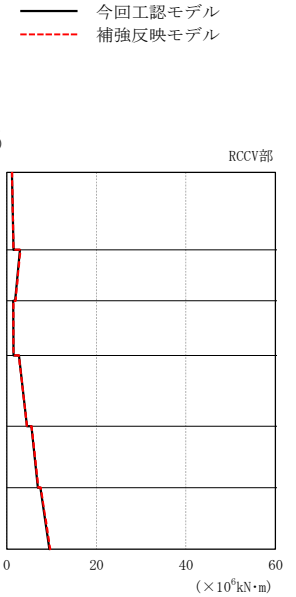


外壁部 (×10³kN)	
今回工認モデル	補強反映モデル
66.9	66.4
170	170
305	307
324	326
423	424
501	505
586	591
680	682

RCCV部 (×10³kN)	
今回工認モデル	補強反映モデル
76.3	77.9
226	230
244	253
346	357
430	435
392	395

図 4－8　最大応答せん断力（Ss-1，EW 方向）

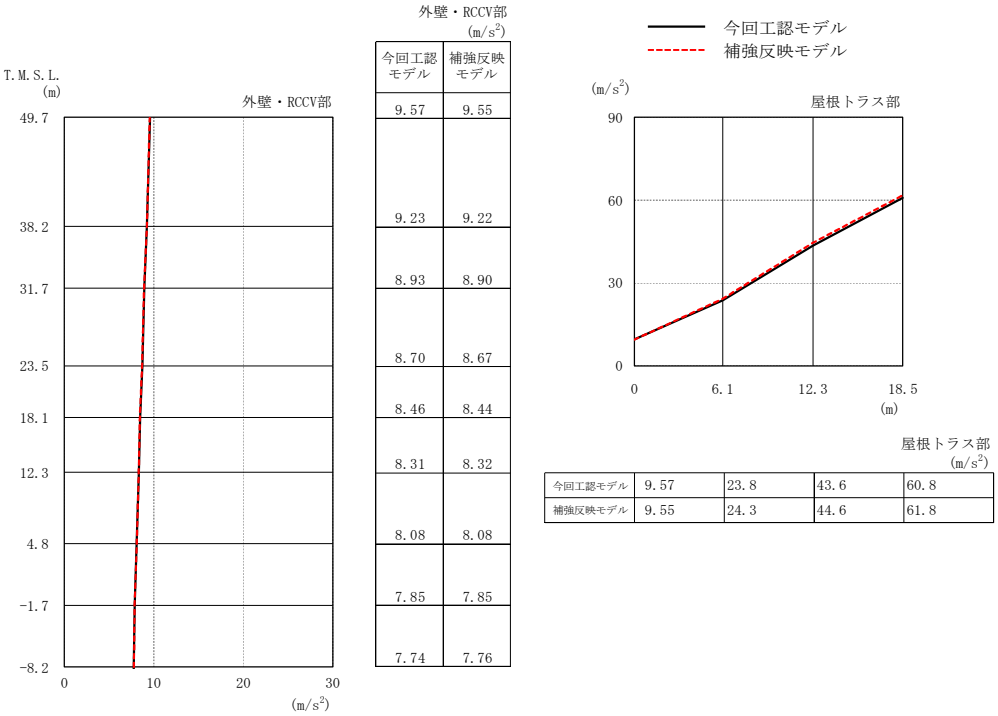




外壁部 (×10⁶kN·m)	
今回工認モデル	補強反映モデル
0.437	0.440
1.21	1.20
2.06	2.07
3.17	3.18
3.95	3.99
6.45	6.51
7.09	7.17
8.81	8.90
9.24	9.35
11.7	11.8
12.2	12.4
15.9	16.0
15.2	15.3
18.7	18.8
16.4	16.5
19.3	19.5

RCCV部 (×10⁶kN·m)	
今回工認モデル	補強反映モデル
1.12	1.15
1.50	1.51
2.94	3.05
1.83	1.92
1.40	1.47
1.49	1.49
2.67	2.70
4.49	4.50
5.52	5.54
6.97	7.04
7.52	7.59
9.50	9.67

図 4－9　最大応答曲げモーメント（Ss-1，EW 方向）



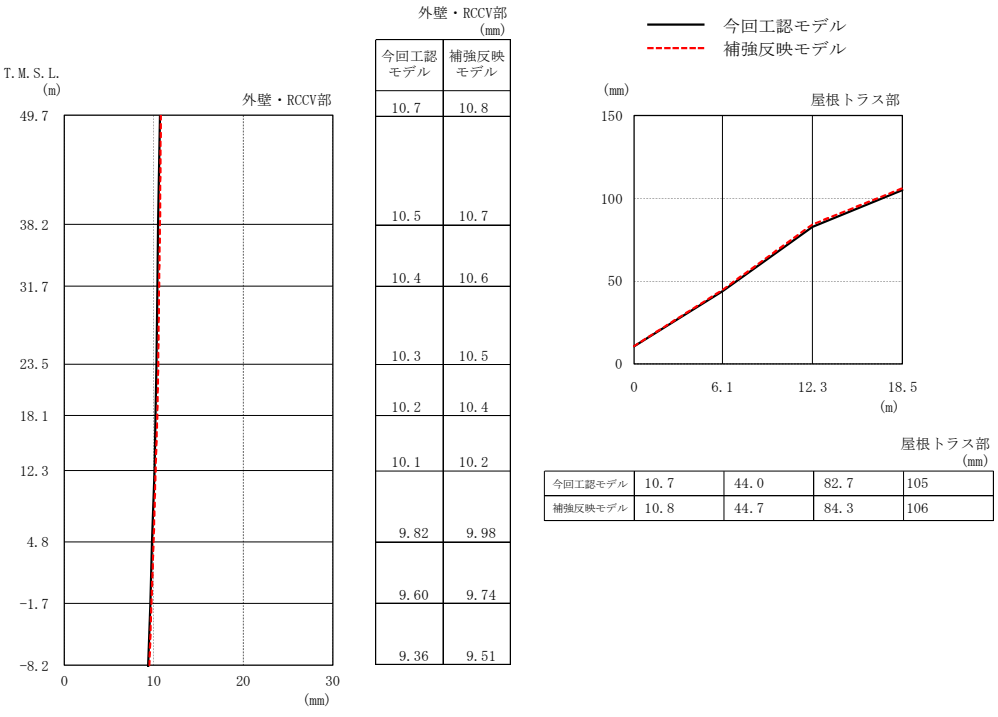
外壁・RCCV部 (m/s²)

今回工認モデル	補強反映モデル
9.57	9.55
9.23	9.22
8.93	8.90
8.70	8.67
8.46	8.44
8.31	8.32
8.08	8.08
7.85	7.85
7.74	7.76

屋根トラス部 (m/s²)

今回工認モデル	9.57	23.8	43.6	60.8
補強反映モデル	9.55	24.3	44.6	61.8

図 4－10　最大応答加速度（Ss-1，鉛直方向）



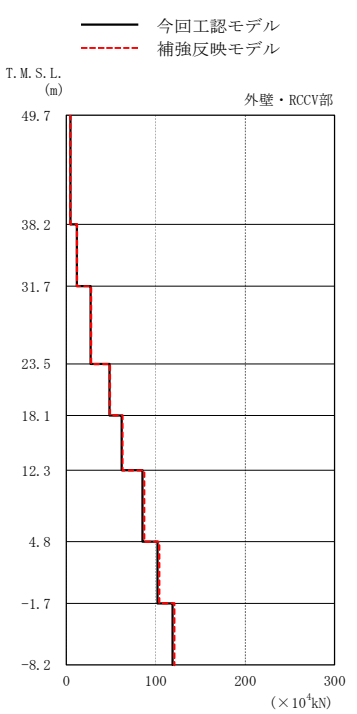
外壁・RCCV部 (mm)

今回工認モデル	補強反映モデル
10.7	10.8
10.5	10.7
10.4	10.6
10.3	10.5
10.2	10.4
10.1	10.2
9.82	9.98
9.60	9.74
9.36	9.51

屋根トラス部 (mm)

今回工認モデル	10.7	44.0	82.7	105
補強反映モデル	10.8	44.7	84.3	106

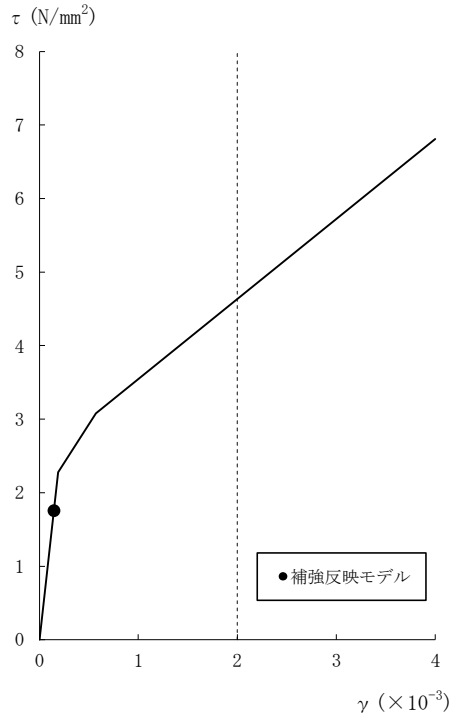
図 4－11　最大応答変位（Ss-1，鉛直方向）



外壁・RCCV部
(×10^4kN)

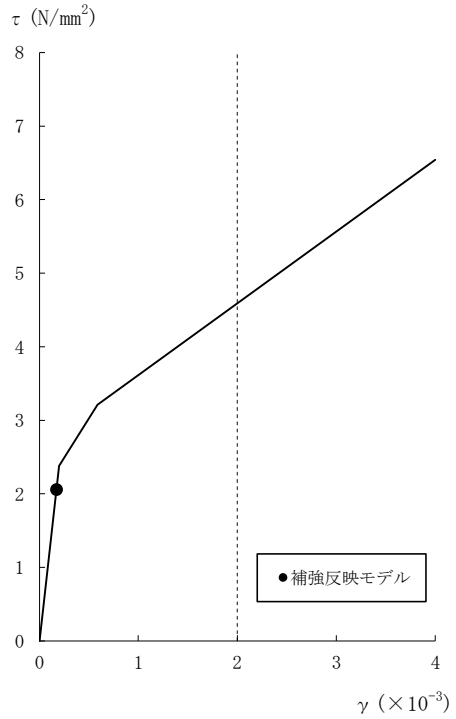
今回工認モデル	補強反映モデル
4.39	4.52
11.5	11.9
27.0	27.8
48.2	49.0
61.8	62.9
85.1	87.0
102	104
119	121

図 4－12　最大応答軸力（Ss-1，鉛直方向）



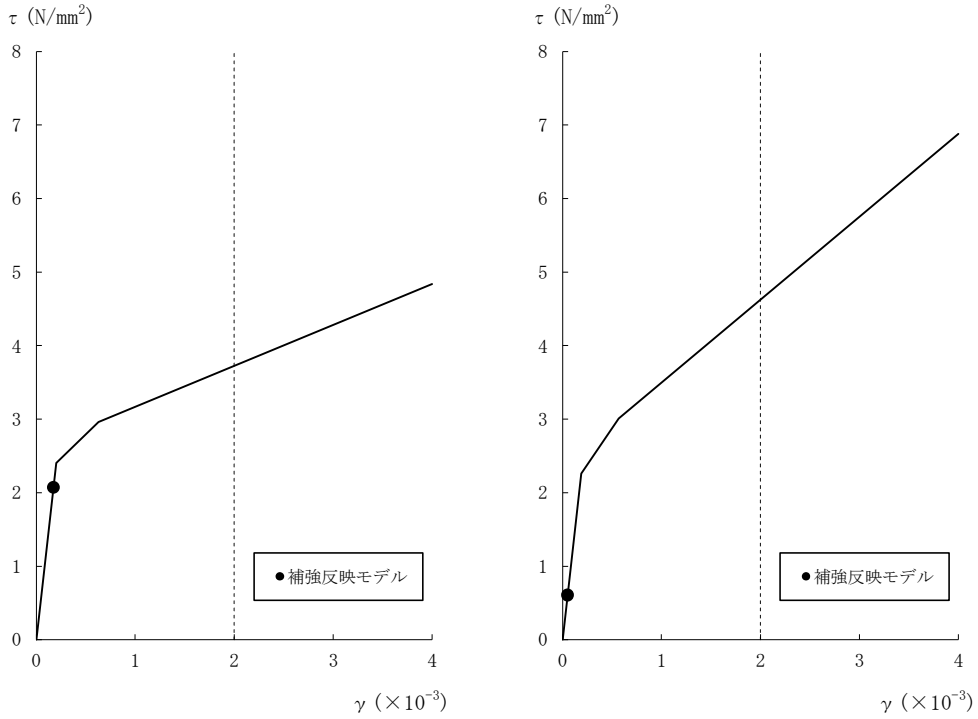
［外壁部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，CRF）（1/8）



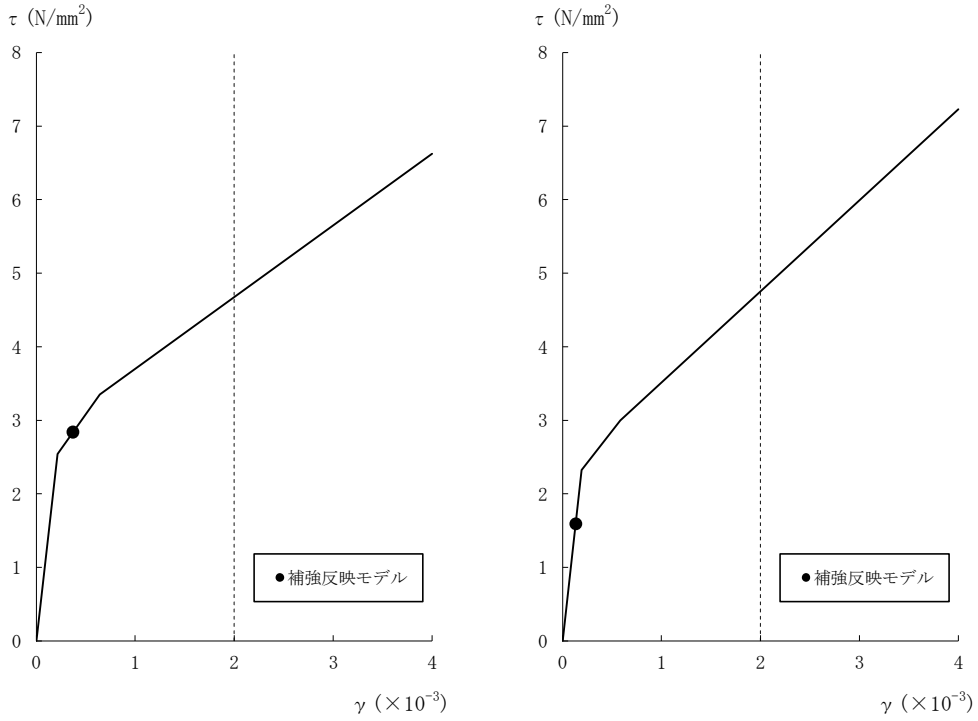
［外壁部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，4F）（2/8）



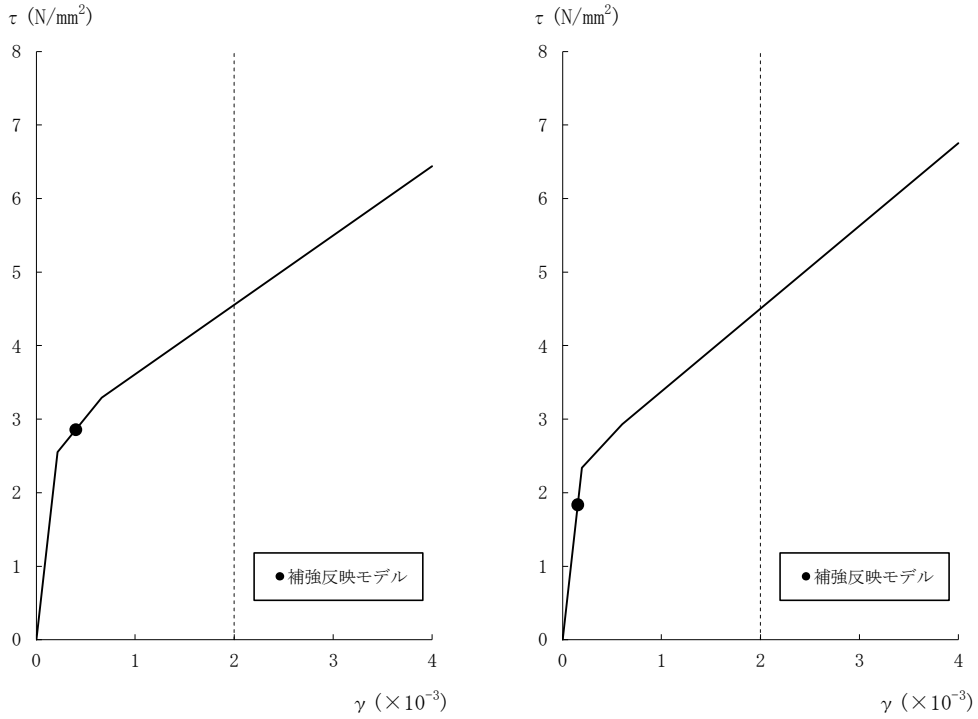
［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，3F）（3/8）



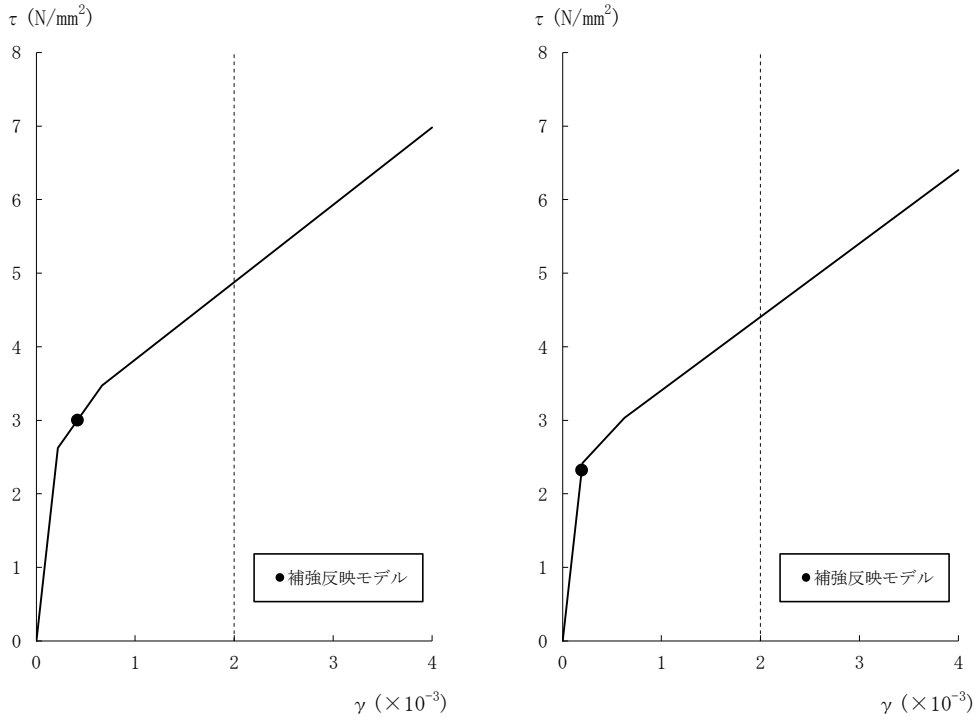
［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，2F）（4/8）



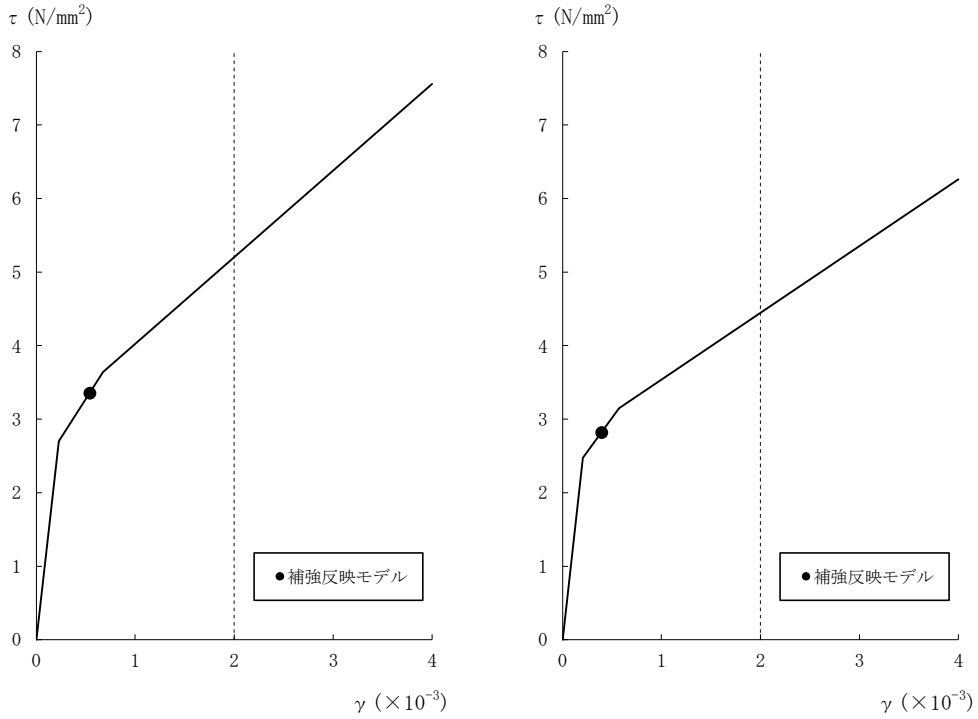
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，1F）（5/8）



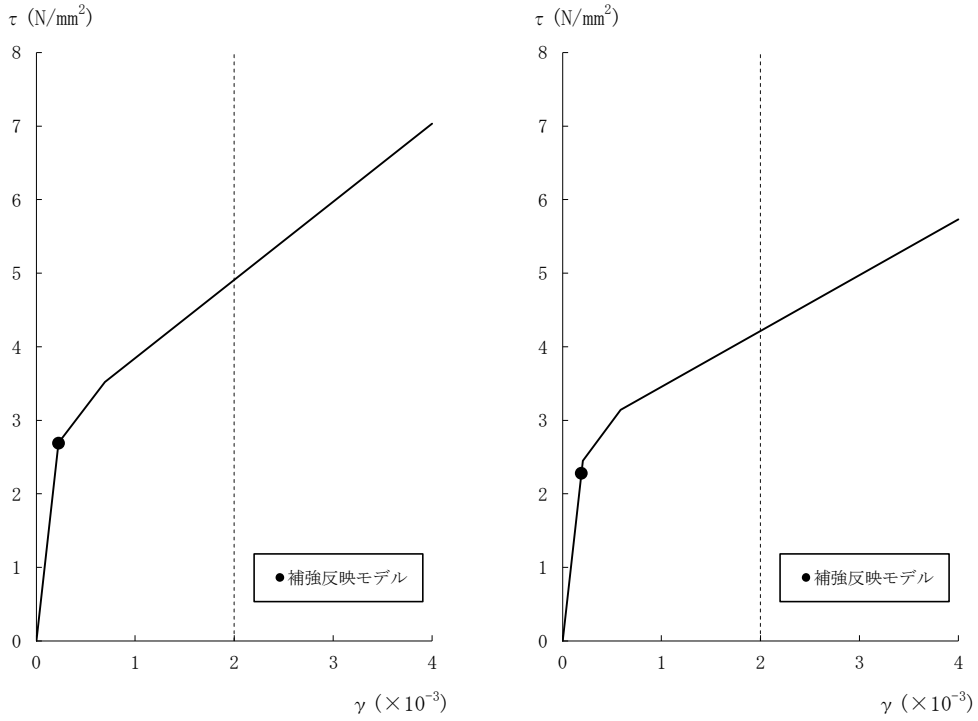
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，B1F）（6/8）



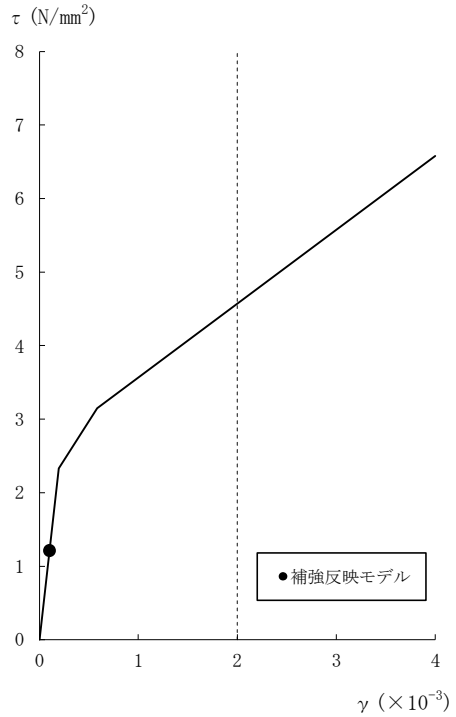
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，B2F）（7/8）



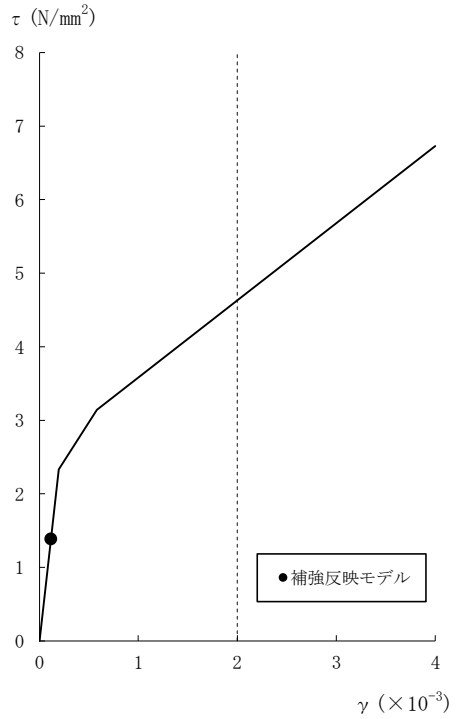
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－13　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，NS 方向，B3F）（8/8）



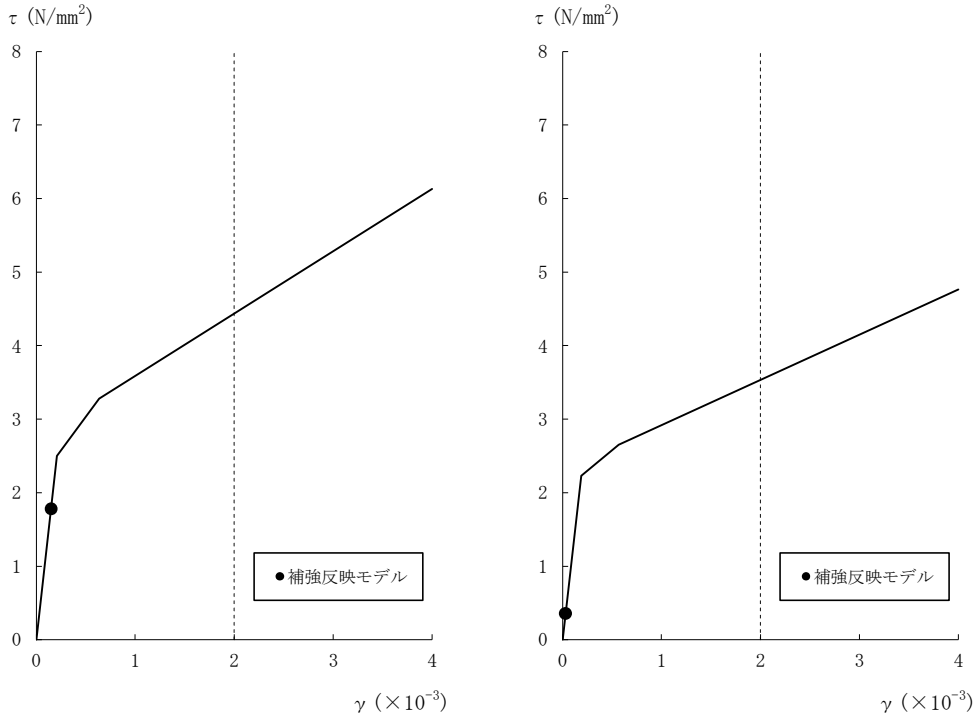
［外壁部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，CRF）(1/8)



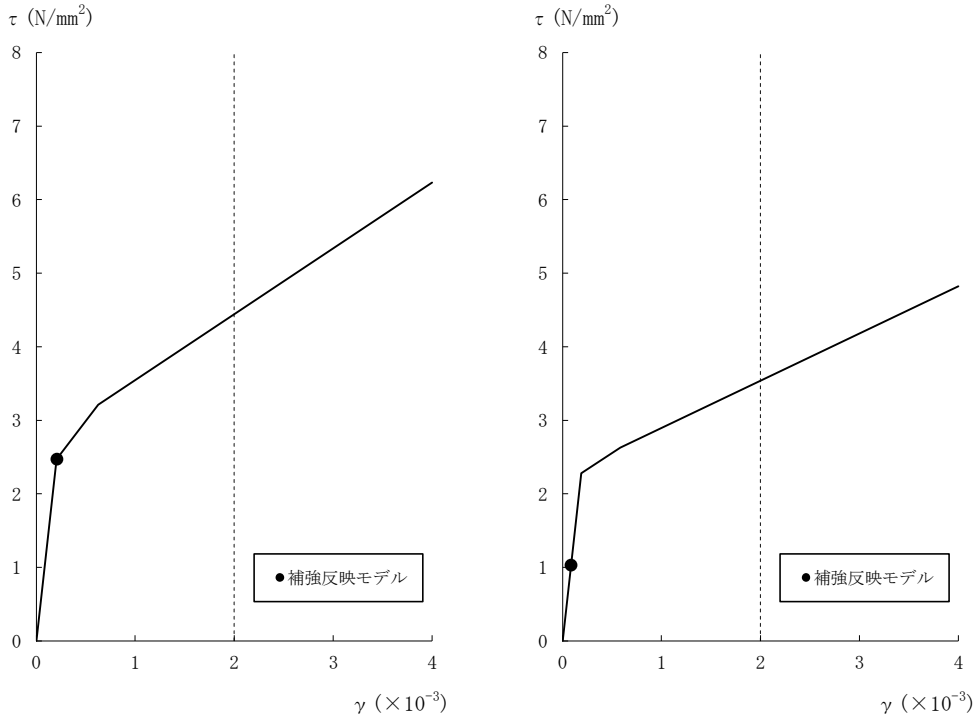
［外壁部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，4F）(2/8)



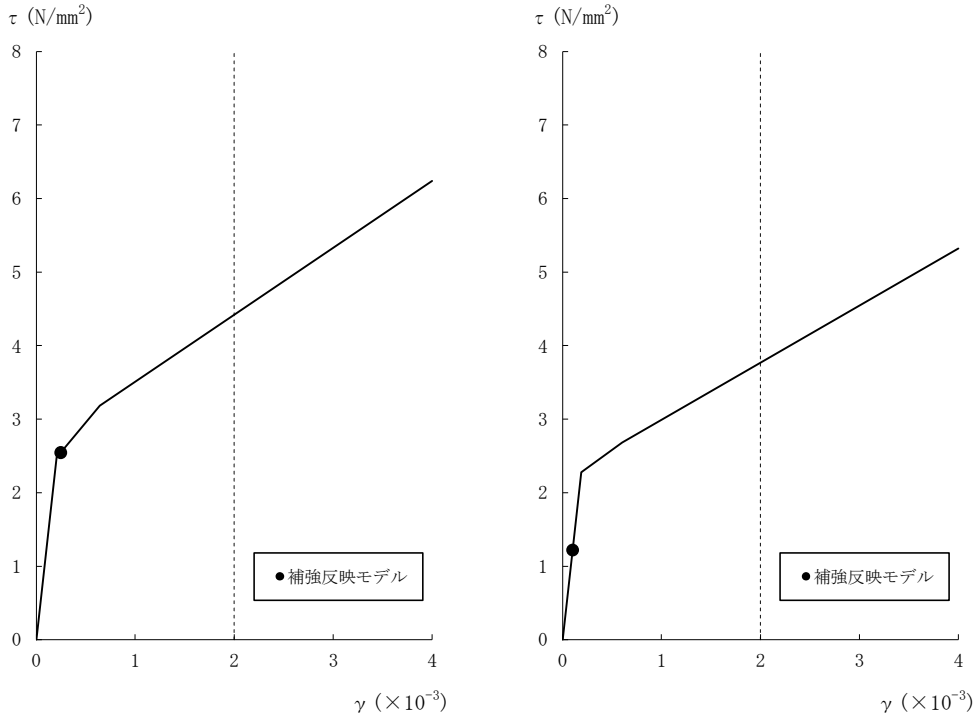
［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，3F）（3/8）



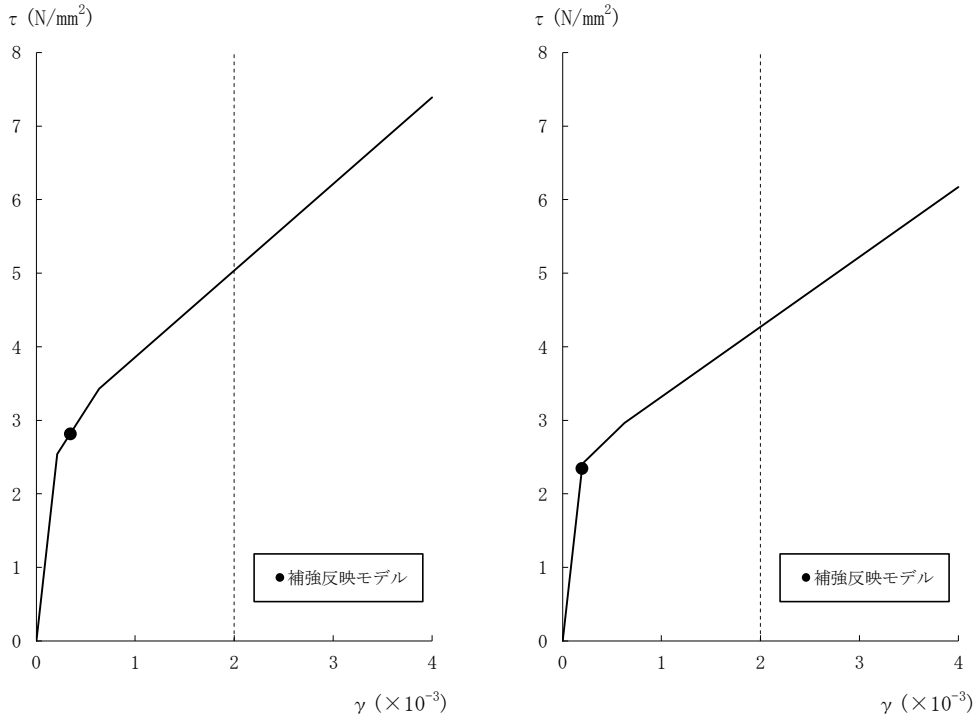
［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，2F）（4/8）



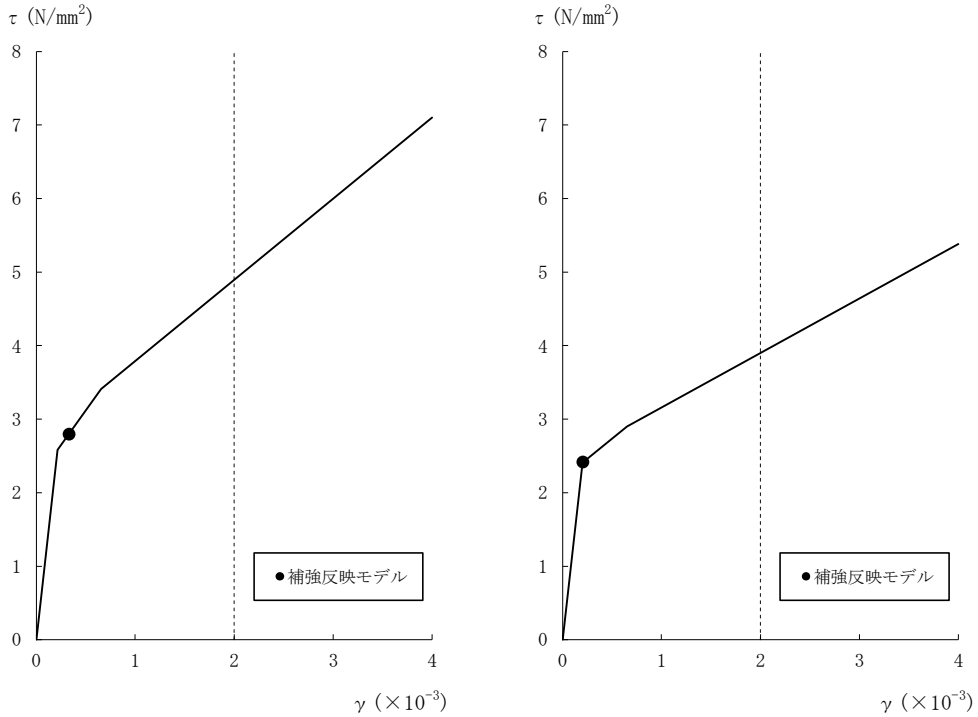
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，1F）（5/8）



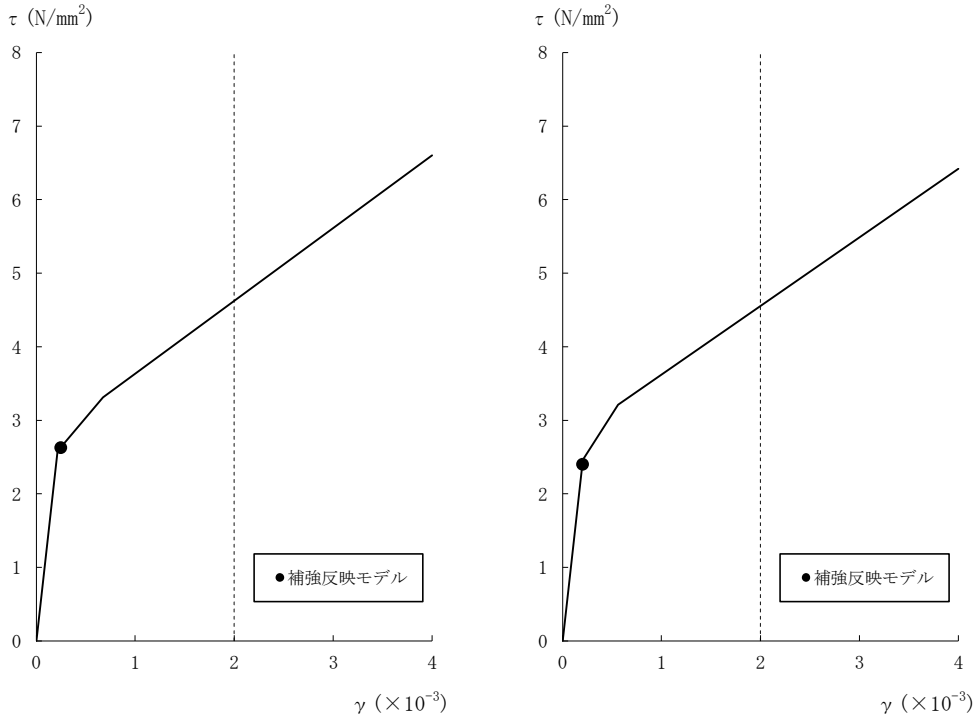
［外壁部］　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，B1F）（6/8）



［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，B2F）(7/8)



［外壁部］　　［RCCV 部］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ss-1，EW 方向，B3F）(8/8)

表 4－2　基準地震動Ｓｓによる地震応答解析結果に基づく接地率

(a)　NS 方向

基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率 (%)
Ss-1	1920	30.4	68.6

(b)　EW 方向

基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6 kN \cdot m$)	最小接地率 (%)
Ss-1	1920	32.0	68.7

4.2　応答比率の算定

基準地震動 Ss-1 による補強反映モデルとⅤ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の「4.1.2　応答解析結果」に示した今回工認モデルの応答の比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を算出する。なお，ここでの応答比率を算出する応答結果は，補強反映モデル及び今回工認モデルともに，基準地震動 Ss-1 の基本ケースである。表 4－3～表 4－9 に最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント，最大応答軸力，最大せん断ひずみ及び最大接地圧の応答比率を示す。

表 4－3　最大応答加速度の応答比率（Ss-1，基本ケース）(1/3)

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (m/s^2)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	17.7	17.5	1.00
38.2	2	12.2	12.1	1.00
31.7	3	10.9	10.8	1.00
23.5	4	9.30	9.22	1.00
18.1	5	8.34	8.29	1.00
12.3	6	7.43	7.34	1.00
4.8	7	6.57	6.53	1.00
-1.7	8	6.88	6.87	1.00
-8.2	9	5.87	5.85	1.00

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (m/s^2)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	10.9	10.8	1.00
23.5	12	9.30	9.22	1.00
18.1	13	8.34	8.29	1.00
12.3	14	7.43	7.34	1.00
4.8	15	6.57	6.53	1.00
-1.7	16	6.88	6.87	1.00

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－3　最大応答加速度の応答比率（Ss-1，基本ケース）(2/3)

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (m/s^2)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	16.6	16.2	1.00
38.2	2	12.6	12.4	1.00
31.7	3	10.3	10.2	1.00
23.5	4	8.98	8.98	1.00
18.1	5	8.13	8.10	1.00
12.3	6	7.66	7.63	1.00
4.8	7	6.81	6.75	1.00
-1.7	8	6.97	6.94	1.00
-8.2	9	5.89	5.88	1.00

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (m/s^2)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	10.3	10.2	1.00
23.5	12	8.98	8.98	1.00
18.1	13	8.13	8.10	1.00
12.3	14	7.66	7.63	1.00
4.8	15	6.81	6.75	1.00
-1.7	16	6.97	6.94	1.00

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－3　最大応答加速度の応答比率（Ss-1，基本ケース）(3/3)

(c)　鉛直方向

［外壁・RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s^2)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	9.57	9.55	1.00
38.2	2	9.23	9.22	1.00
31.7	3	8.93	8.90	1.00
23.5	4	8.70	8.67	1.00
18.1	5	8.46	8.44	1.00
12.3	6	8.31	8.32	1.01
4.8	7	8.08	8.08	1.00
-1.7	8	7.85	7.85	1.00
-8.2	9	7.74	7.76	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［屋根トラス部］

質点番号		1	23	22	21
最大応答加速度 (m/s^2)	① 今回工認モデル (Ss-1)	9.57	23.8	43.6	60.8
	② 補強反映モデル (Ss-1)	9.55	24.3	44.6	61.8
②／①* 応答比率		1.00	1.03	1.03	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－4　最大応答変位の応答比率（Ss-1，基本ケース）(1/3)

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	59.1	60.2	1.02
38.2	2	49.9	50.9	1.03
31.7	3	44.5	45.4	1.03
23.5	4	37.5	38.3	1.03
18.1	5	32.0	32.7	1.03
12.3	6	26.1	26.6	1.02
4.8	7	18.5	18.8	1.02
-1.7	8	12.3	12.4	1.01
-8.2	9	7.97	8.04	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	44.5	45.4	1.03
23.5	12	37.5	38.3	1.03
18.1	13	32.0	32.7	1.03
12.3	14	26.1	26.6	1.02
4.8	15	18.5	18.8	1.02
-1.7	16	12.3	12.4	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－4　最大応答変位の応答比率（Ss-1，基本ケース）(2/3)

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	53.1	54.2	1.03
38.2	2	44.7	45.7	1.03
31.7	3	40.0	40.8	1.02
23.5	4	33.7	34.3	1.02
18.1	5	29.2	29.8	1.03
12.3	6	24.3	24.8	1.03
4.8	7	17.5	17.7	1.02
-1.7	8	12.2	12.3	1.01
-8.2	9	8.10	8.19	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	40.0	40.8	1.02
23.5	12	33.7	34.3	1.02
18.1	13	29.2	29.8	1.03
12.3	14	24.3	24.8	1.03
4.8	15	17.5	17.7	1.02
-1.7	16	12.2	12.3	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－4　最大応答変位の応答比率（Ss-1，基本ケース）(3/3)

(c)　鉛直方向

［外壁・RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	10.7	10.8	1.01
38.2	2	10.5	10.7	1.02
31.7	3	10.4	10.6	1.02
23.5	4	10.3	10.5	1.02
18.1	5	10.2	10.4	1.02
12.3	6	10.1	10.2	1.01
4.8	7	9.82	9.98	1.02
-1.7	8	9.60	9.74	1.02
-8.2	9	9.36	9.51	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［屋根トラス部］

質点番号		1	23	22	21
最大応答変位 (mm)	① 今回工認モデル (Ss-1)	10.7	44.0	82.7	105
	② 補強反映モデル (Ss-1)	10.8	44.7	84.3	106
②／①* 応答比率		1.01	1.02	1.02	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－5　最大応答せん断力の応答比率（Ss-1，基本ケース）(1/2)

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答せん断力（×10^3kN）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	1	71.7	72.0	1.01
38.2	2	168	171	1.02
31.7	3	384	390	1.02
23.5	4	374	376	1.01
18.1	5	424	426	1.01
12.3	6	537	542	1.01
4.8	7	610	615	1.01
-1.7	8	600	601	1.01
-8.2				

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答せん断力（×10^3kN）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
	11	71.3	72.8	1.03
23.5	12	175	180	1.03
18.1	13	244	252	1.04
12.3	14	314	323	1.03
4.8	15	371	373	1.01
-1.7	16	420	425	1.02
-8.2				

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－5　最大応答せん断力の応答比率（Ss-1，基本ケース）(2/2)

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答せん断力（×10^3kN）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
38.2	1	66.9	66.4	1.00
31.7	2	170	170	1.00
23.5	3	305	307	1.01
18.1	4	324	326	1.01
12.3	5	423	424	1.01
4.8	6	501	505	1.01
-1.7	7	586	591	1.01
-8.2	8	680	682	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答せん断力（×10^3kN）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
23.5	11	76.3	77.9	1.03
18.1	12	226	230	1.02
12.3	13	244	253	1.04
4.8	14	346	357	1.04
-1.7	15	430	435	1.02
-8.2	16	392	395	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－6　最大応答曲げモーメントの応答比率（Ss-1，基本ケース）（1/2）

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答曲げモーメント（×10^6kN･m） ①今回工認モデル (Ss-1)	②補強反映モデル (Ss-1)	②／①* 応答比率
49.7	1	0.257	0.249	1.00
38.2		1.06	1.05	1.00
31.7	2	2.30	2.28	1.00
23.5		3.37	3.36	1.00
18.1	3	4.68	4.65	1.00
12.3		7.65	7.68	1.01
4.8	4	8.30	8.32	1.01
-1.7		10.2	10.3	1.01
-8.2	5	10.6	10.6	1.00
		12.9	12.9	1.00
	6	13.3	13.3	1.00
		17.1	17.2	1.01
	7	16.6	16.7	1.01
		19.9	20.0	1.01
	8	17.8	17.8	1.00
		20.5	20.6	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答曲げモーメント（×10^6kN･m） ①今回工認モデル (Ss-1)	②補強反映モデル (Ss-1)	②／①* 応答比率
31.7	11	0.132	0.137	1.04
23.5		0.526	0.539	1.03
18.1	12	1.38	1.38	1.00
12.3		2.06	2.06	1.00
4.8	13	3.01	3.07	1.02
-1.7		3.88	3.93	1.02
-8.2	14	4.78	4.90	1.03
		6.39	6.45	1.01
	15	7.34	7.44	1.02
		8.84	8.97	1.02
	16	9.47	9.56	1.01
		11.0	11.1	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－6　最大応答曲げモーメントの応答比率（Ss-1，基本ケース）(2/2)

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答曲げモーメント（×10^6kN･m） ①今回工認モデル (Ss-1)	②補強反映モデル (Ss-1)	②／①* 応答比率
49.7				
	1	0.437	0.440	1.01
38.2		1.21	1.20	1.00
	2	2.06	2.07	1.01
31.7		3.17	3.18	1.01
	3	3.95	3.99	1.02
23.5		6.45	6.51	1.01
	4	7.09	7.17	1.02
18.1		8.81	8.90	1.02
	5	9.24	9.35	1.02
12.3		11.7	11.8	1.01
	6	12.2	12.4	1.02
4.8		15.9	16.0	1.01
	7	15.2	15.3	1.01
-1.7		18.7	18.8	1.01
	8	16.4	16.5	1.01
-8.2		19.3	19.5	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大応答曲げモーメント（×10^6kN･m） ①今回工認モデル (Ss-1)	②補強反映モデル (Ss-1)	②／①* 応答比率
31.7				
	11	1.12	1.15	1.03
23.5		1.50	1.51	1.01
	12	2.94	3.05	1.04
18.1		1.83	1.92	1.05
	13	1.40	1.47	1.05
12.3		1.49	1.49	1.00
	14	2.67	2.70	1.02
4.8		4.49	4.50	1.01
	15	5.52	5.54	1.01
-1.7		6.97	7.04	1.02
	16	7.52	7.59	1.01
-8.2		9.50	9.67	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－7　最大応答軸力の応答比率（Ss-1，基本ケース）

［外壁・RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材 番号	最大応答軸力（$\times 10^4$kN）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
38.2	1	4.39	4.52	1.03
31.7	2	11.5	11.9	1.04
23.5	3	27.0	27.8	1.03
18.1	4	48.2	49.0	1.02
12.3	5	61.8	62.9	1.02
4.8	6	85.1	87.0	1.03
-1.7	7	102	104	1.02
-8.2	8	119	121	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－8　最大せん断ひずみの応答比率（Ss-1，基本ケース）(1/2)

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
38.2	1	0.147	0.147	1.00
31.7	2	0.170	0.172	1.02
23.5	3	0.171	0.174	1.02
18.1	4	0.361	0.369	1.03
12.3	5	0.388	0.398	1.03
4.8	6	0.406	0.418	1.03
-1.7	7	0.528	0.543	1.03
-8.2	8	0.225	0.226	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
23.5	11	0.0499	0.0510	1.03
18.1	12	0.130	0.133	1.03
12.3	13	0.149	0.154	1.04
4.8	14	0.189	0.194	1.03
-1.7	15	0.388	0.395	1.02
-8.2	16	0.189	0.191	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－8　最大せん断ひずみの応答比率（Ss-1，基本ケース）(2/2)

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
38.2	1	0.103	0.102	1.00
31.7	2	0.116	0.116	1.00
23.5	3	0.148	0.149	1.01
18.1	4	0.206	0.210	1.02
12.3	5	0.243	0.250	1.03
4.8	6	0.334	0.344	1.03
-1.7	7	0.318	0.332	1.05
-8.2	8	0.244	0.247	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材番号	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）		②／①* 応答比率
		① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
23.5	11	0.0292	0.0298	1.03
18.1	12	0.0848	0.0863	1.02
12.3	13	0.0982	0.103	1.05
4.8	14	0.191	0.197	1.04
-1.7	15	0.200	0.206	1.03
-8.2	16	0.200	0.201	1.01

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

表 4－9　最大接地圧の応答比率（Ss-1，基本ケース）

方向	最大接地圧（kN/m^2）		②／①＊ 応答比率
	① 今回工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
NS方向	1890	1920	1.02
EW方向	1890	1920	1.02

注記＊：応答比率が1.00を下回る場合は1.00とする。

4.3　原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加する影響を考慮した地震応答解析結果を踏まえ，原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響として，最大せん断ひずみ及び最大接地圧を算出する。

4.3.1　最大せん断ひずみ

(1)　算出方法

最大せん断ひずみの検討として，材料物性の不確かさを考慮した最大せん断ひずみ（基準地震動 Ss-1～Ss-8 に対する包絡値）に，基準地震動 Ss-1 に対する補強反映モデルと今回工認モデルの応答比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を乗じて算出する。

(2)　算出結果

原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値を表 4－10 に示す。

表 4－10 より，最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値の最大値は 0.700×10^{-3}（NS 方向，外壁部）であり，許容限界（2.0×10^{-3}）を超えないことを確認した。

表 4－10　原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値（1/2）

(a)　NS 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Ss-1～Ss-8)
49.7				
	1	1.00	0.155	0.155
38.2				
	2	1.02	0.182	0.186
31.7				
	3	1.02	0.185	0.189
23.5				
	4	1.03	0.404	0.417
18.1				
	5	1.03	0.437	0.451
12.3				
	6	1.03	0.525	0.541
4.8				
	7	1.03	0.679	0.700
-1.7				
	8	1.01	0.278	0.281
-8.2				

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Ss-1～Ss-8)
31.7				
	11	1.03	0.0633	0.0652
23.5				
	12	1.03	0.145	0.150
18.1				
	13	1.04	0.167	0.174
12.3				
	14	1.03	0.267	0.276
4.8				
	15	1.02	0.475	0.485
-1.7				
	16	1.02	0.213	0.218
-8.2				

表 4－10　原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値（2/2）

(b)　EW 方向

［外壁部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Ss-1～Ss-8)
49.7				
	1	1.00	0.110	0.110
38.2				
	2	1.00	0.120	0.120
31.7				
	3	1.01	0.159	0.161
23.5				
	4	1.02	0.249	0.254
18.1				
	5	1.03	0.305	0.315
12.3				
	6	1.03	0.570	0.588
4.8				
	7	1.05	0.554	0.582
-1.7				
	8	1.02	0.390	0.398
-8.2				

［RCCV 部］

標高 T.M.S.L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大せん断ひずみ（$\times 10^{-3}$）	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Ss-1～Ss-8)
31.7				
	11	1.03	0.0326	0.0336
23.5				
	12	1.02	0.103	0.106
18.1				
	13	1.05	0.129	0.136
12.3				
	14	1.04	0.381	0.397
4.8				
	15	1.03	0.390	0.402
-1.7				
	16	1.01	0.327	0.331
-8.2				

4.3.2　最大接地圧

(1)　算出方法

最大接地圧の検討として，材料物性の不確かさを考慮した最大接地圧（弾性設計用地震動 Sd-1～Sd-8 に対する包絡値及び基準地震動 Ss-1～Ss-8 に対する包絡値）に，基準地震動 Ss-1 に対する補強反映モデルと今回工認モデルの応答比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を乗じて算出する。

(2)　算出結果

原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値を表 4－11 及び表 4－12 に示す。

表 4－11 より，Ｓｄ地震時の最大接地圧に応答比率を乗じた値の最大値は 1370kN/m^2（EW 方向）であり，許容限界（4110kN/m^2）を超えないことを確認した。また，表 4－12 より，Ｓｓ地震時の最大接地圧に応答比率を乗じた値の最大値は 2680kN/m^2（EW 方向）であり，許容限界（6170kN/m^2）を超えないことを確認した。

表 4－11　原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値（Ｓｄ地震時）

方向	① 応答比率	最大接地圧（kN/m^2）	
		② 材料物性の 不確かさ考慮 (Sd-1～Sd-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Sd-1～Sd-8)
NS方向	1.02	1320	1350
EW方向	1.02	1340	1370

表 4－12　原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値（Ｓｓ地震時）

方向	① 応答比率	最大接地圧（kN/m^2）	
		② 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (Ss-1～Ss-8)
NS方向	1.02	2360	2410
EW方向	1.02	2620	2680

4.4　機器・配管系の耐震性への影響

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加する影響を考慮した地震応答解析結果を踏まえ，原子炉建屋内に設置される機器・配管系の耐震性への影響を検討する。

4.4.1　影響検討方法

4.1 項における地震応答解析結果を用いて算定した応答比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を考慮した耐震条件（以下「補強反映耐震条件」という。）を用いて，以下の手順により影響検討を行う。

(1)　簡易評価

補強反映耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件の比率と設備の裕度（許容値／発生値）を用いた評価により，発生値が許容値を超えないことを簡易的に確認する。

(2)　詳細評価

簡易評価で発生値が許容値を超える設備について，補強反映耐震条件を用いた評価を行い，発生値が許容値を超えないことを確認する。

4.4.2　補強反映耐震条件

補強反映耐震条件を表 4－13，図 4－15 及び図 4－16 に示す。なお，同図表にはⅤ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用最大応答加速度Ⅰ及び設計用床応答曲線Ⅰを併記して示す。

ここで，補強反映耐震条件のうち最大応答加速度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用最大応答加速度Ⅰに応答比率を乗じて算定する。床応答スペクトルは，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用床応答曲線Ⅰの作成に用いる基本ケース及び材料物性の不確かさ等を考慮した解析ケースの床応答スペクトルにそれぞれ応答比率を乗じた上で，設計用床応答曲線Ⅰと同様の方法で作成する。

表 4－13　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ）(1/2)

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度(×9.80665m/s^2)×1.0			
		設計用最大応答加速度Ⅰ		補強反映耐震条件	
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
49.7	1	1.89	1.02	1.87	1.02
38.2	2	1.36	0.99	1.34	0.99
31.7	3	1.15	0.96	1.14	0.96
23.5	4	1.01	0.93	1.01	0.93
18.1	5	0.94	0.90	0.94	0.90
12.3	6	0.89	0.87	0.89	0.88
4.8	7	0.83	0.84	0.83	0.84
−1.7	8	0.86	0.83	0.86	0.83
−8.2	9	0.74	0.84	0.74	0.85
−13.7	10	0.71	0.84	0.72	0.85

表 4－13　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ）(2/2)

標高 T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度(×9.80665m/s^2)×1.2			
		設計用最大応答加速度Ⅰ		補強反映耐震条件	
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
49.7	1	2.27	1.23	2.25	1.23
38.2	2	1.63	1.18	1.61	1.18
31.7	3	1.38	1.15	1.37	1.15
23.5	4	1.21	1.12	1.20	1.12
18.1	5	1.13	1.08	1.13	1.08
12.3	6	1.07	1.05	1.07	1.06
4.8	7	0.99	1.00	0.99	1.00
−1.7	8	1.03	1.00	1.03	1.00
−8.2	9	0.89	1.00	0.89	1.01
−13.7	10	0.85	1.00	0.86	1.01

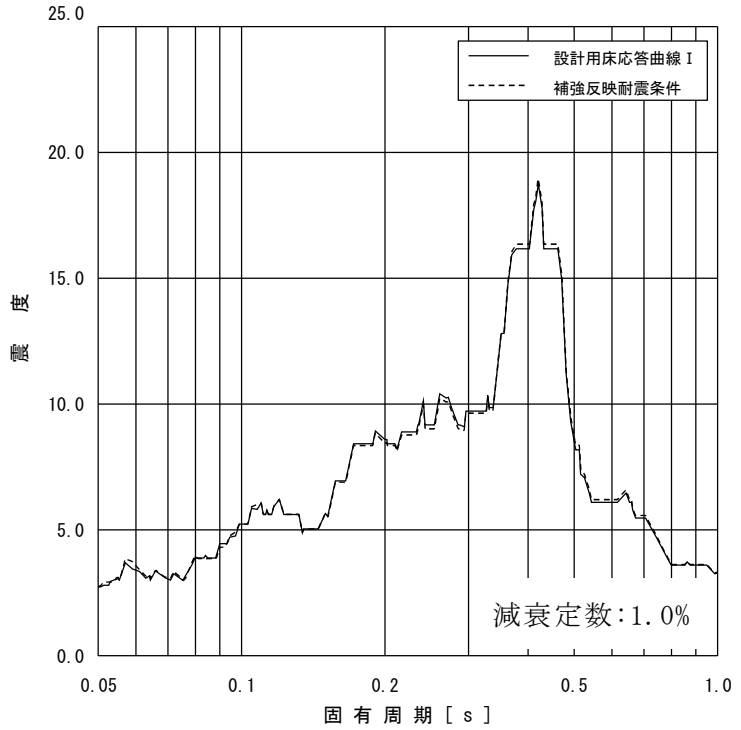


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.49.7m）(1/10)

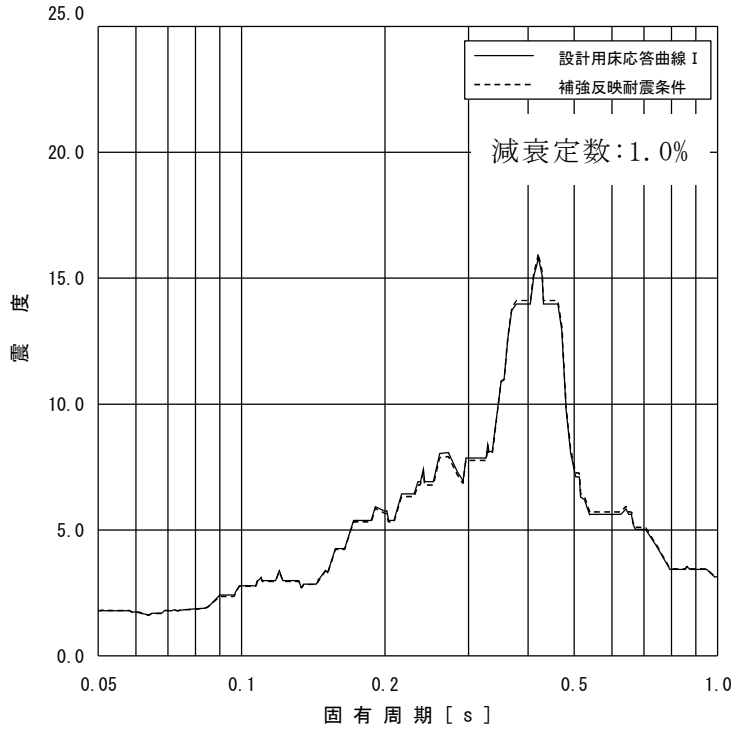


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.38.2m）(2/10)

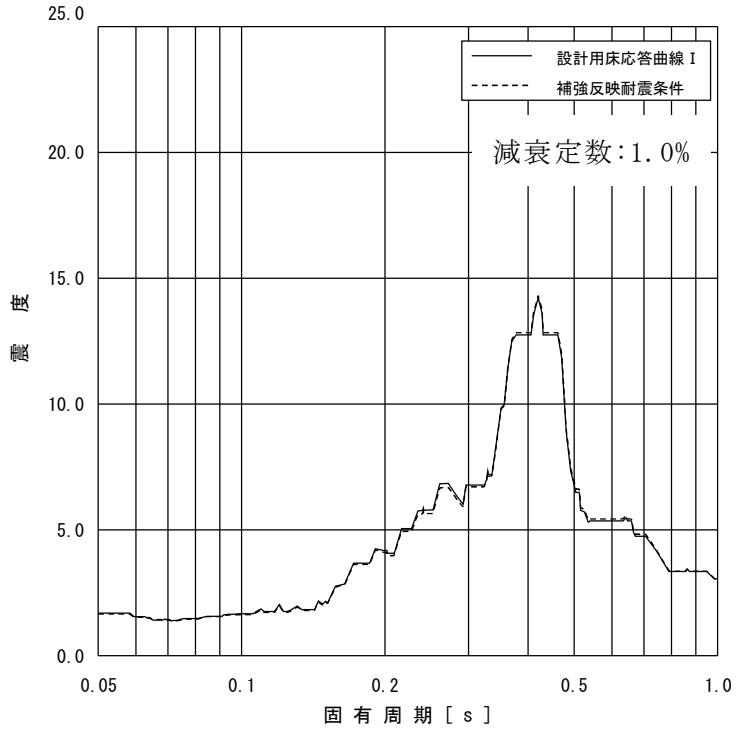


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.31.7m）(3/10)

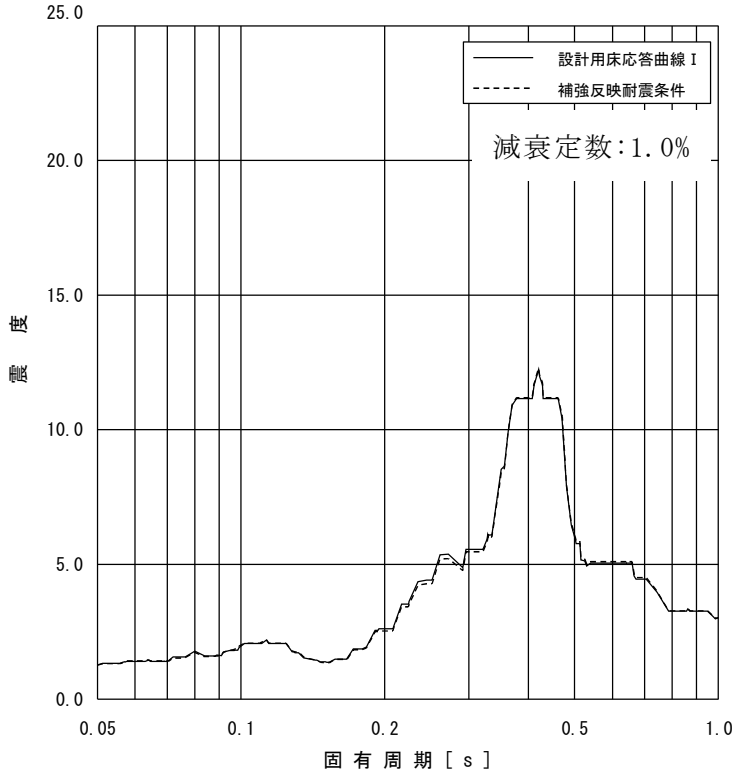


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.23.5m）(4/10)

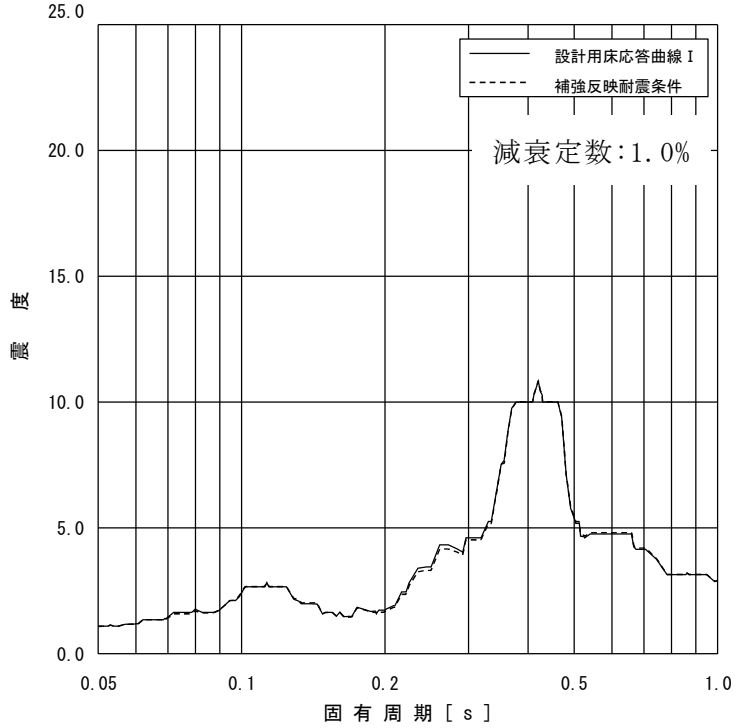


図 4－15 床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.18.1m）(5/10)

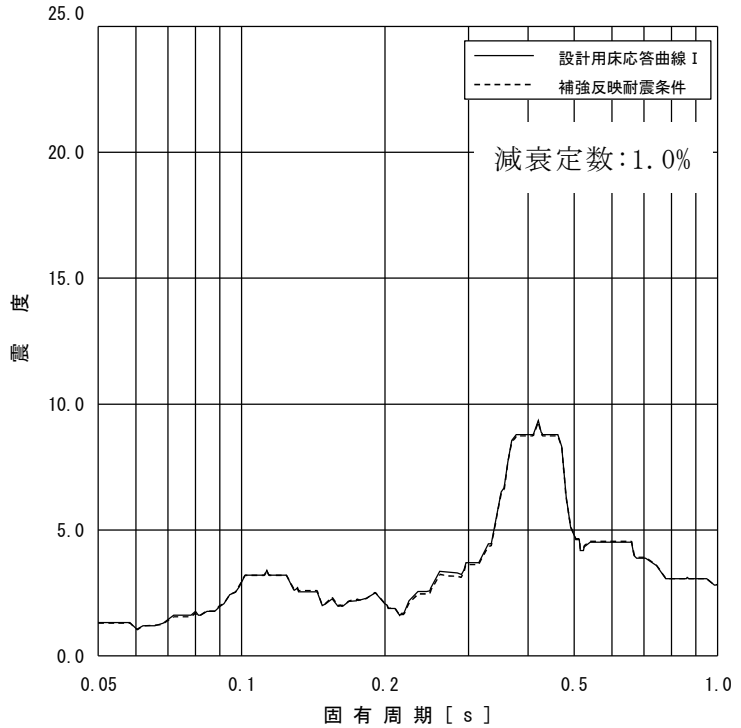


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.12.3m）(6/10)

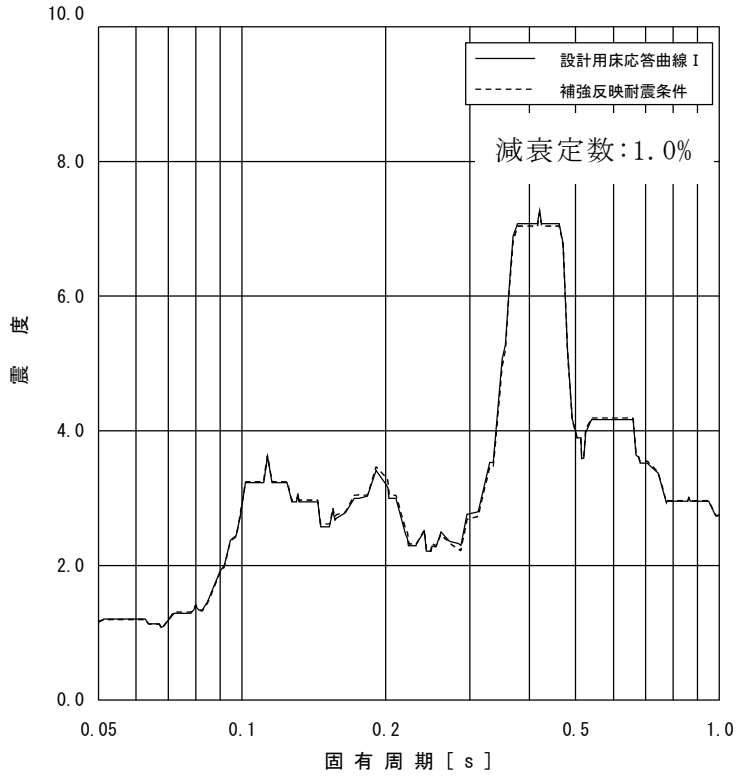


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.4.8m）(7/10)

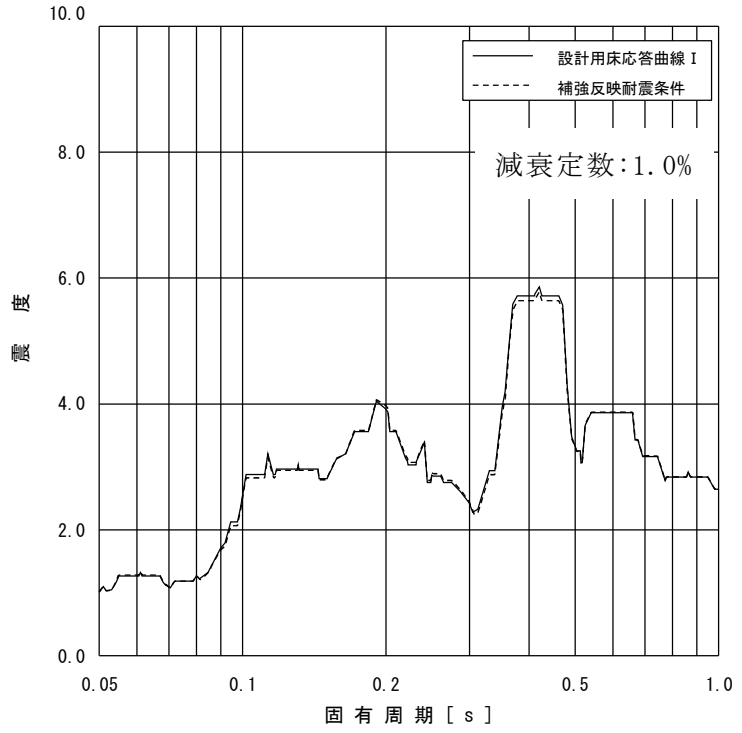


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.-1.7m）(8/10)

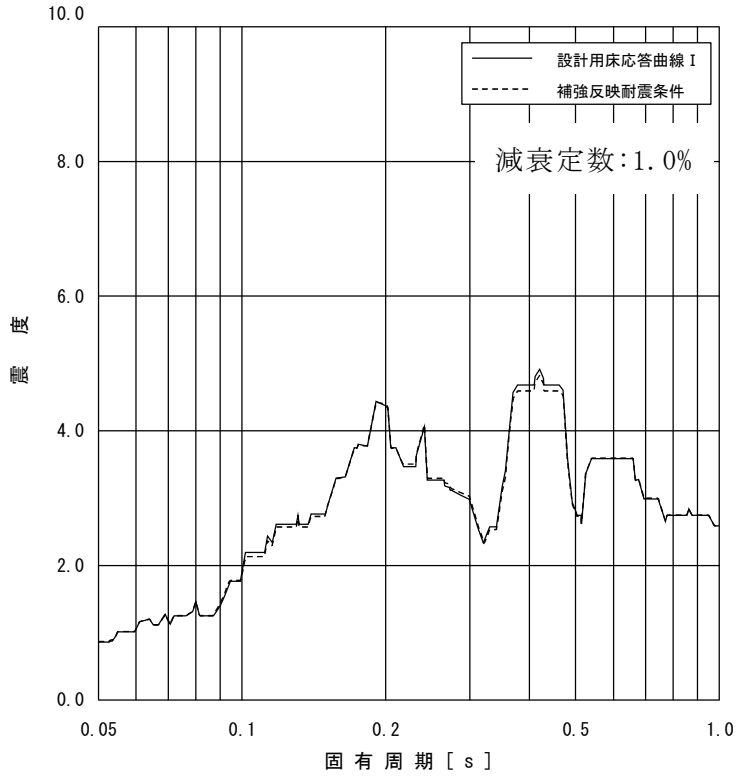


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.-8.2m）(9/10)

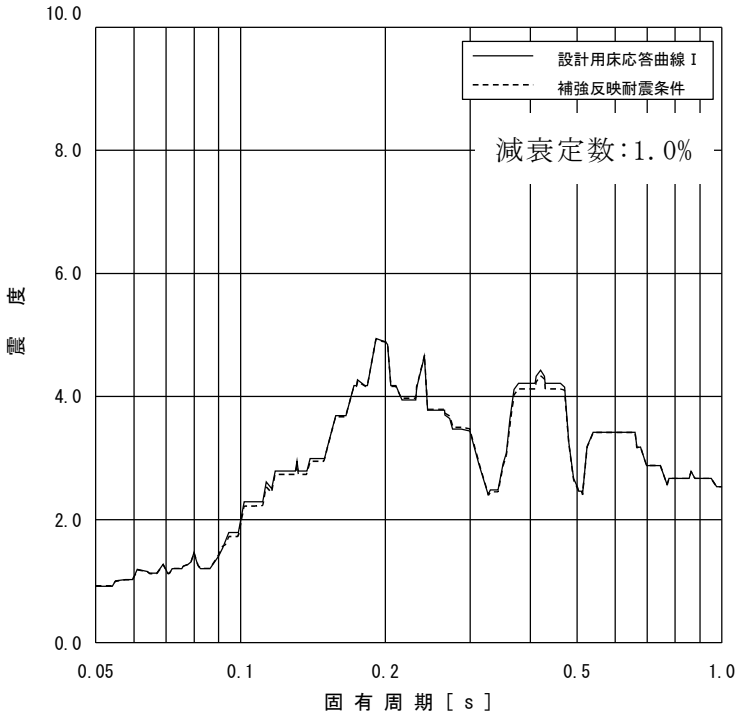


図 4－15　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，水平方向，T.M.S.L.-13.7m）(10/10)

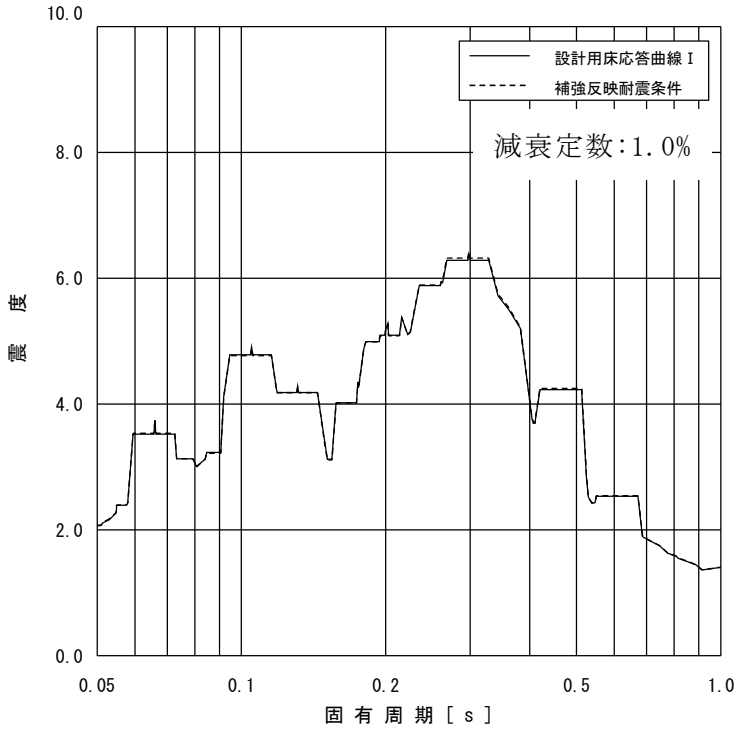


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.49.7m）(1/10)

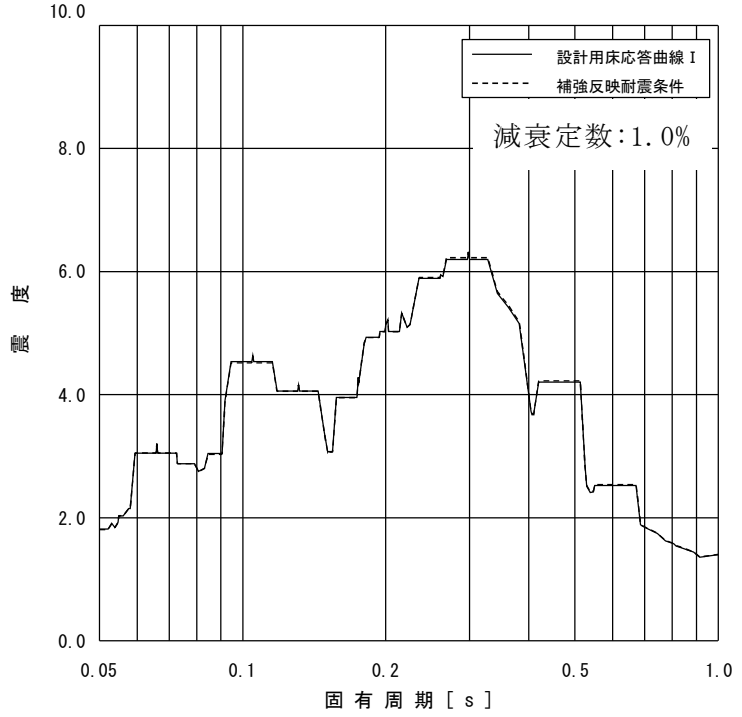


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.38.2m）(2/10)

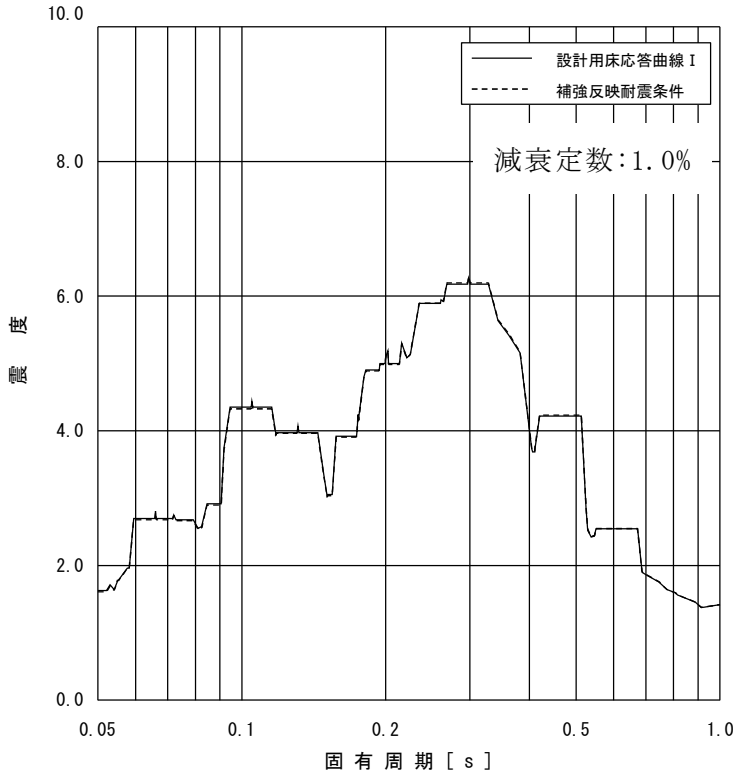


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.31.7m）(3/10)

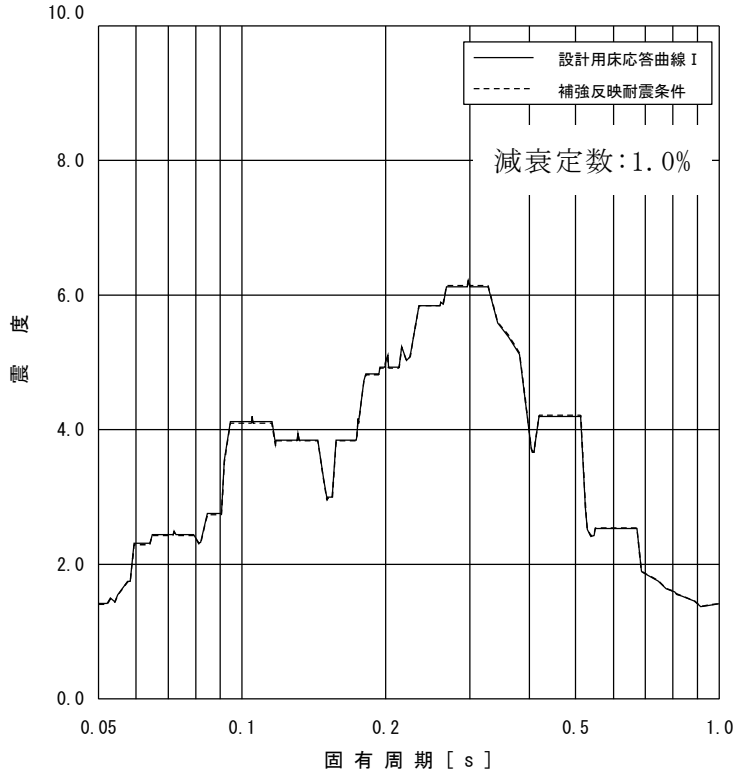


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.23.5m）(4/10)

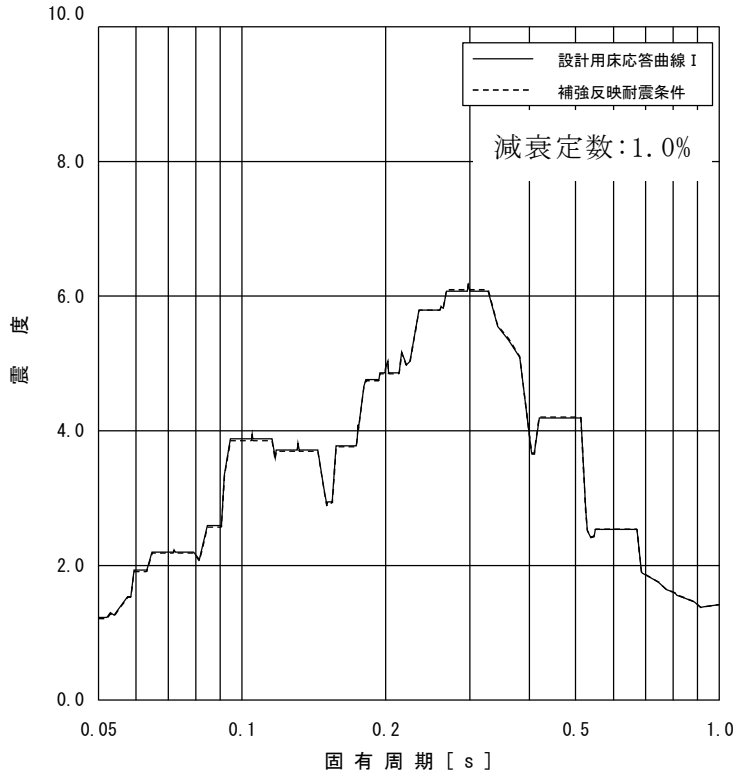


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.18.1m）(5/10)

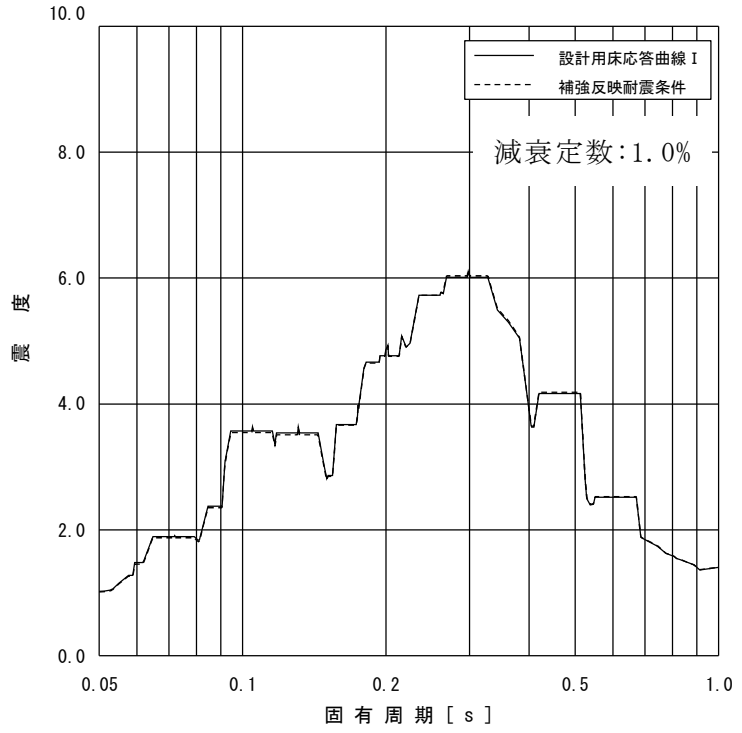


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.12.3m）(6/10)

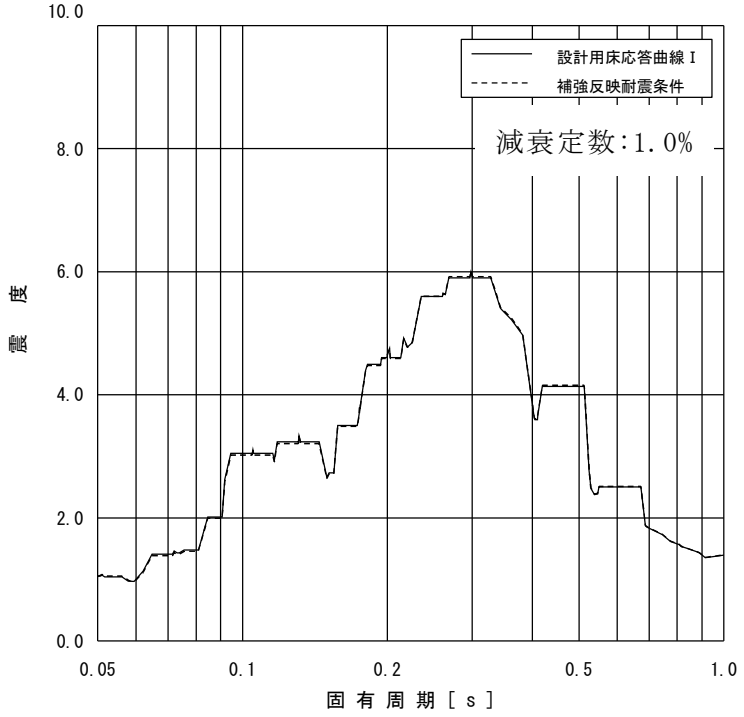


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.4.8m）(7/10)

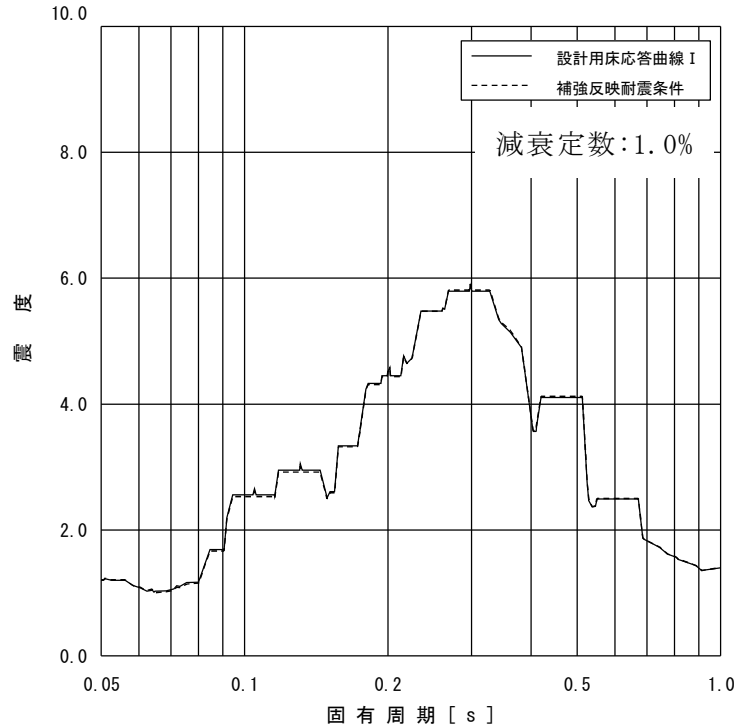


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.-1.7m）(8/10)

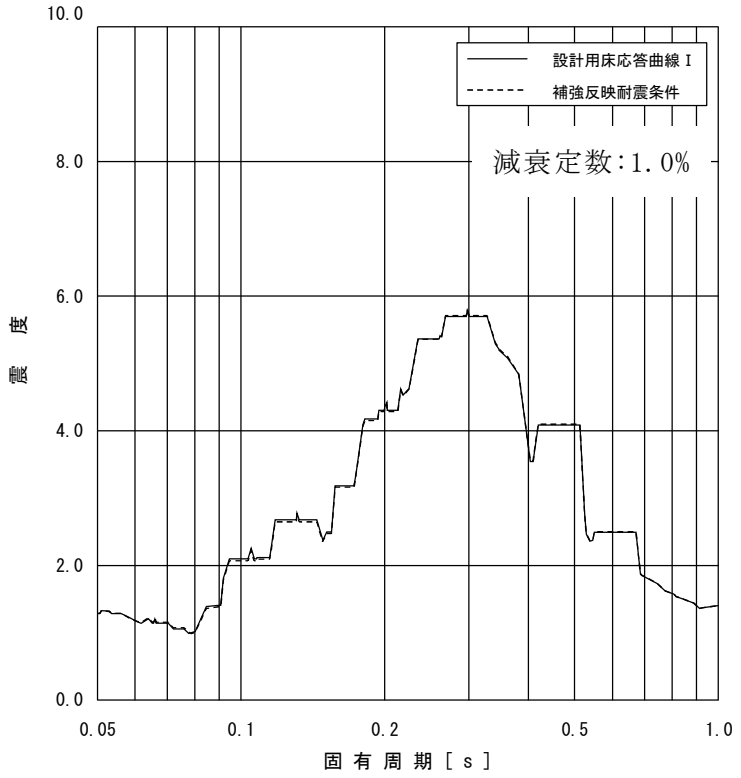


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.-8.2m）(9/10)

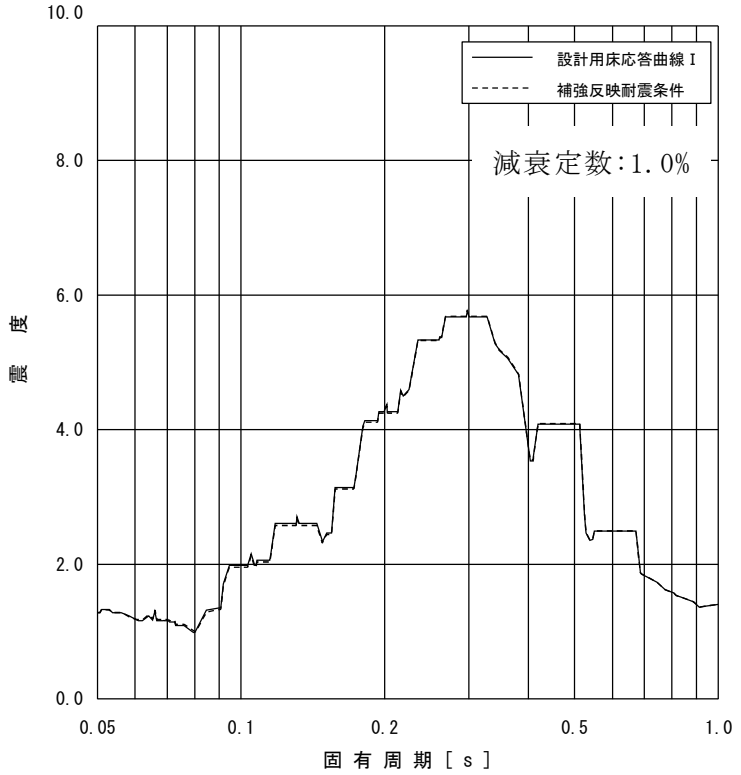


図 4－16　床応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.-13.7m）(10/10)

4.4.3　影響検討結果

簡易評価で発生値が許容値を超える設備について，補強反映耐震条件を用いた詳細評価結果を表 4－14 に示す。表 4－14 より，発生値が許容値を超えないことを確認した。

表 4－14　評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果	
			発生値	許容値
高圧炉心注水系配管（HPCF-R-3）	配管本体	一次＋二次応力	383MPa（疲労累積係数：0.0004）	376MPa（疲労累積係数：1.0）
下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板（所員用エアロック付）	鏡板のスリーブとの結合部（P2-A）	一次＋二次応力	460MPa（疲労累積係数：0.276）	393MPa（疲労累積係数：1.0）
	スリーブのフランジプレートとの結合部（P3-A）	一次＋二次応力	469MPa（疲労累積係数：0.303）	393MPa（疲労累積係数：1.0）
下部ドライウェル所員用エアロック	下部ドライウェル所員用エアロック円筒胴と鏡板との結合部（P12-A）	一次＋二次応力	506MPa（疲労累積係数：0.423）	393MPa（疲労累積係数：1.0）

5. まとめ

設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量の増加分を考慮した「補強反映モデル」を用いて基準地震動 Ss-1 に対する地震応答解析を実施し，「今回工認モデル」と「補強反映モデル」の最大応答値は「今回工認モデル」の結果と概ね整合しており，材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力に応答比率を考慮した場合においても，原子炉建屋及び建屋内に設置される機器・配管系の耐震性が確保されることを確認した。

Ⅴ-2-2-2　原子炉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 ····· 15
2.4　適用規格・基準等 ····· 18
3.　地震応答解析による評価方法 ····· 19
4.　地震応答解析による評価結果 ····· 21
4.1　耐震壁のせん断ひずみの評価結果 ····· 21
4.2　保有水平耐力の評価結果 ····· 25

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，原子炉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。

原子炉建屋は，建屋内部に「Ｓクラスの施設」が収納されている。このため，設計基準対象施設においては「Ｓクラスの施設の間接支持構造物」に，重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がＳクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）の間接支持構造物」に分類される。原子炉建屋のうち，原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）は，設計基準対象施設においては「Ｓクラスの施設」に，重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。また，原子炉建屋を構成する壁及びスラブの一部は，原子炉建屋の二次遮蔽壁及び補助遮蔽に該当し，その二次遮蔽壁及び補助遮蔽は，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以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」に分類される。

以下，原子炉建屋の「Ｓクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がＳクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）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。

なお，「Ｓクラスの施設」及び「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は，原子炉格納容器コンクリート部については，Ⅴ-2-9-2-1「原子炉格納容器コンクリート部の耐震性についての計算書」にて，原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）については，Ⅴ-2-9-3-1「原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）の耐震性についての計算書」にて，原子炉建屋機器搬出入口については，Ⅴ-2-9-3-2「原子炉建屋機器搬出入口の耐震性についての計算書」にて，原子炉建屋エアロックについては，Ⅴ-2-9-3-3「原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書」にて，原子炉建屋基礎スラブについては，Ⅴ-2-9-3-4「原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書」にて，使用済燃料貯蔵プールについては，Ⅴ-2-4-2-1「使用済燃料貯蔵プール及びキャスクピットの耐震性についての計算書」にて実施する。また「常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は，二次遮蔽壁及び補助遮蔽については，Ⅴ-2-9-3-1「原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）の耐震性についての計算書」にて実施する。

2.　基本方針

2.1　位置

原子炉建屋の設置位置を図 2－1 に示す。

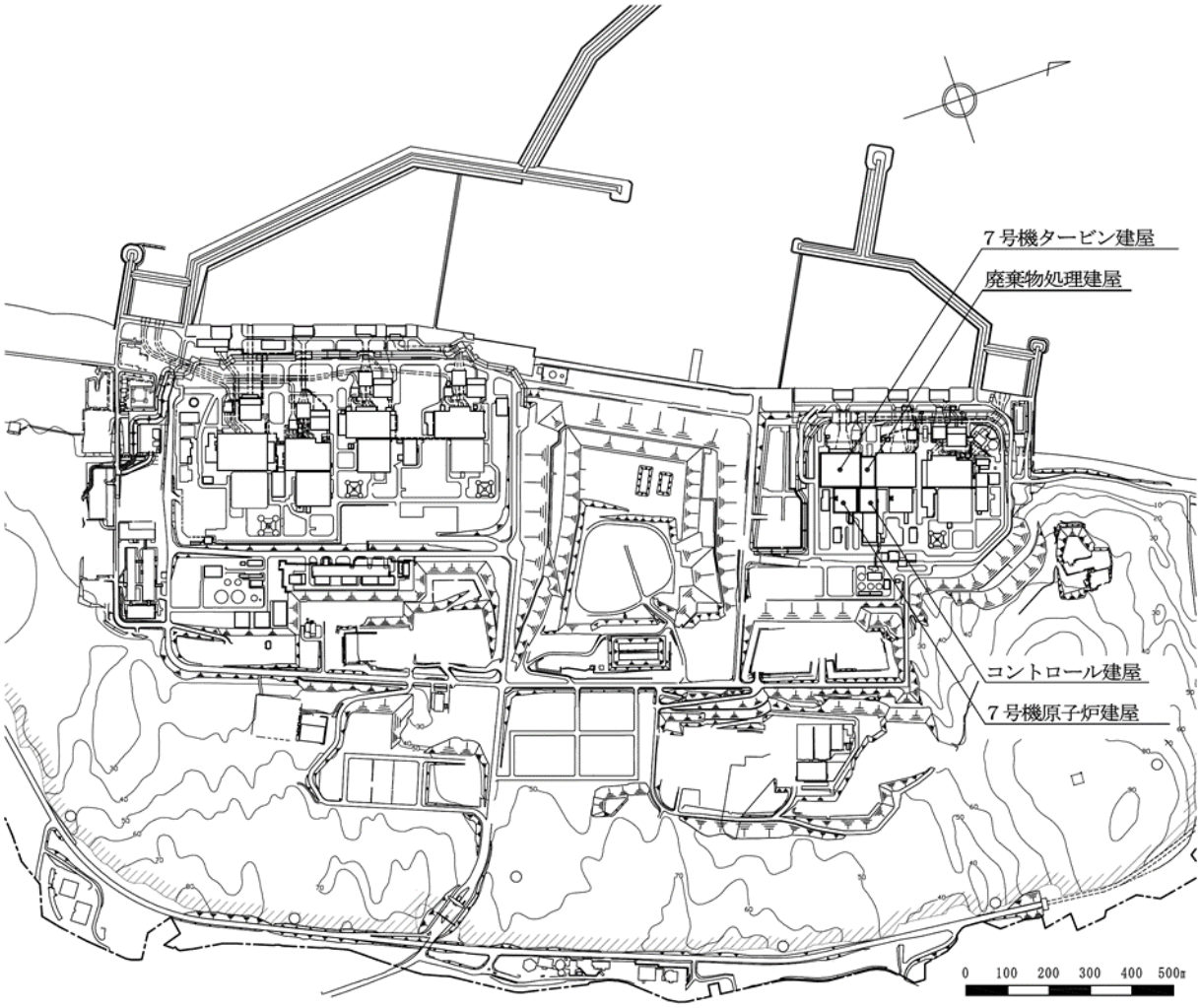


図 2－1　原子炉建屋の設置位置

2.2　構造概要

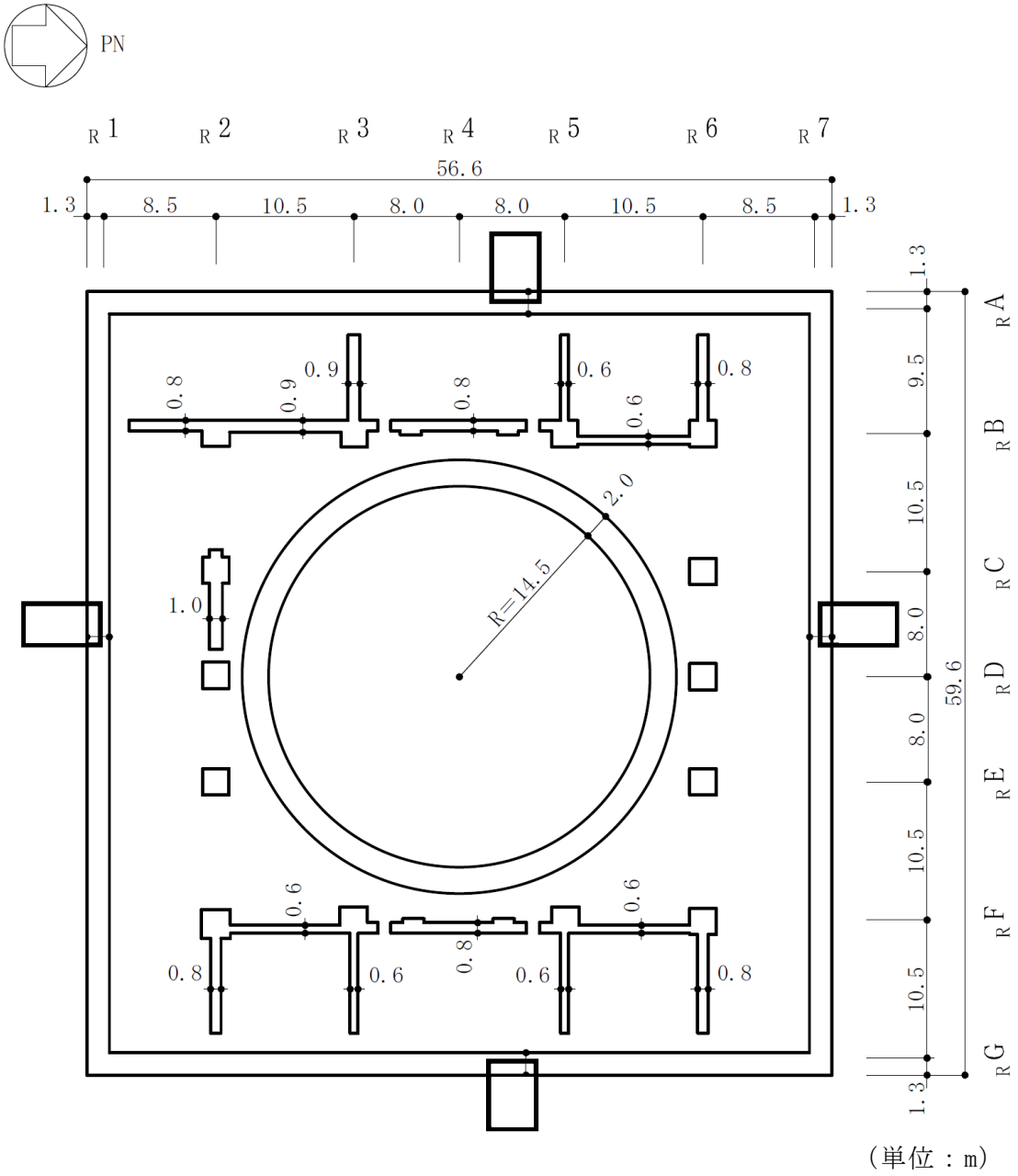
原子炉建屋は，地上4階，地下3階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で，屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。原子炉建屋の概略平面図を図2－2に，概略断面図を図2－3に示す。

原子炉建屋の平面は，下部では56.6m（NS方向）×59.6m（EW方向），最上階は39.0m（NS方向）×59.6m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは63.4mであり，地上高さは37.7mである。なお，原子炉建屋の屋根部分には主排気筒が設置されている。また，原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は厚さ5.5mのべた基礎で，支持地盤である泥岩上にマンメイドロックを介して設置している。

原子炉建屋の中央部には原子炉圧力容器を収容している鉄筋コンクリート製原子炉格納容器（以下「RCCV」という。）がある。RCCVは円筒形で基礎スラブ上から立ち上がり，床スラブによって原子炉建屋と一体構造になっている。このRCCVの高さは底部上端からトップスラブ部下端まで29.5m，内径は29.0mであり，壁厚は2.0mである。

原子炉建屋の主な耐震壁は，RCCVと外壁である。主要な耐震壁は建屋の中心に対してほぼ対称に配置しており，開口部も少なく，建屋は全体として非常に剛性の高い構造となっている。



（単位：m）

注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B3F，T.M.S.L.－8.2m）（1/9）

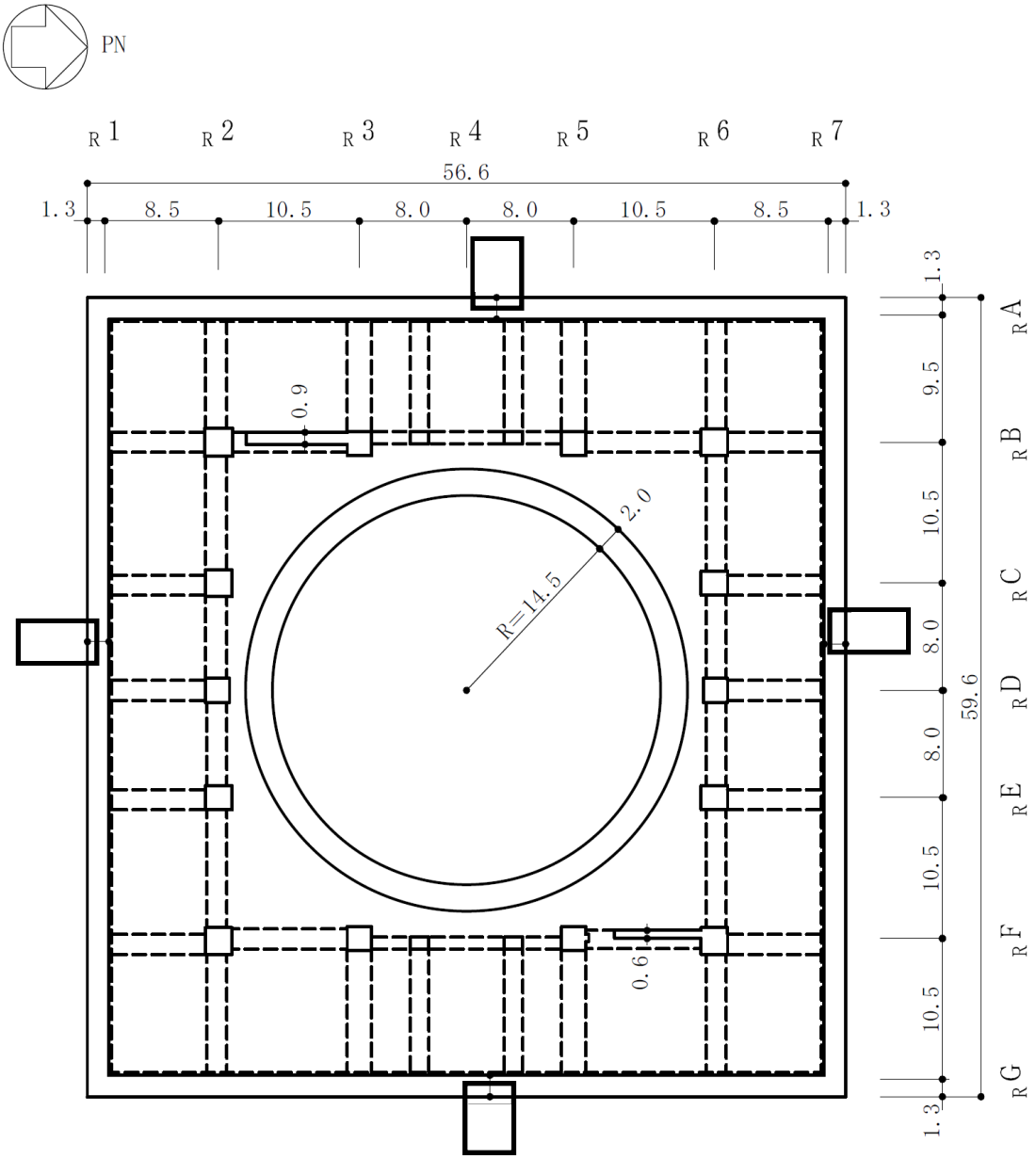


図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B2F，T.M.S.L.－1.7m）(2/9)

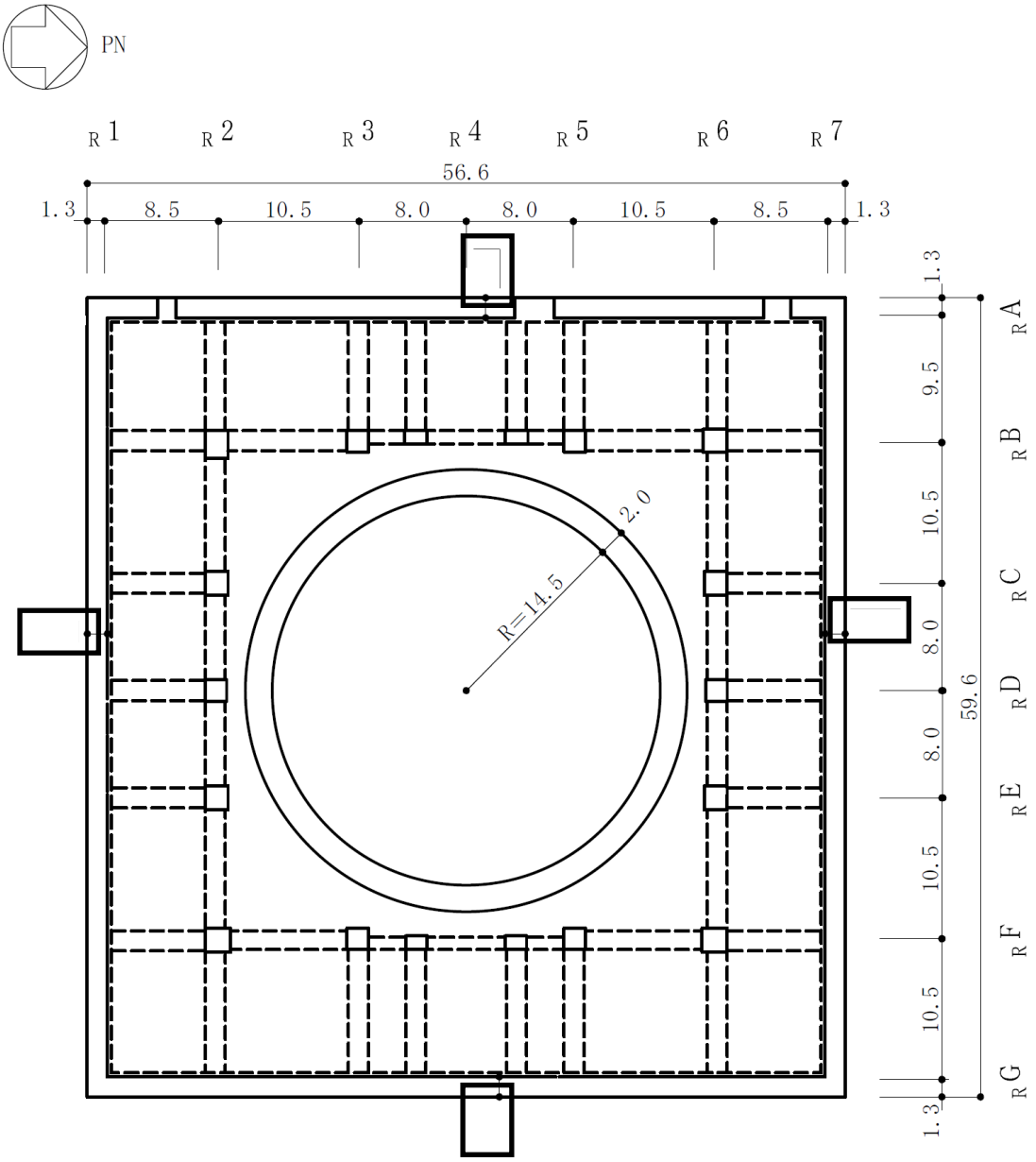


図2－2　原子炉建屋の概略平面図（B1F，T.M.S.L. 4.8m）（3/9）

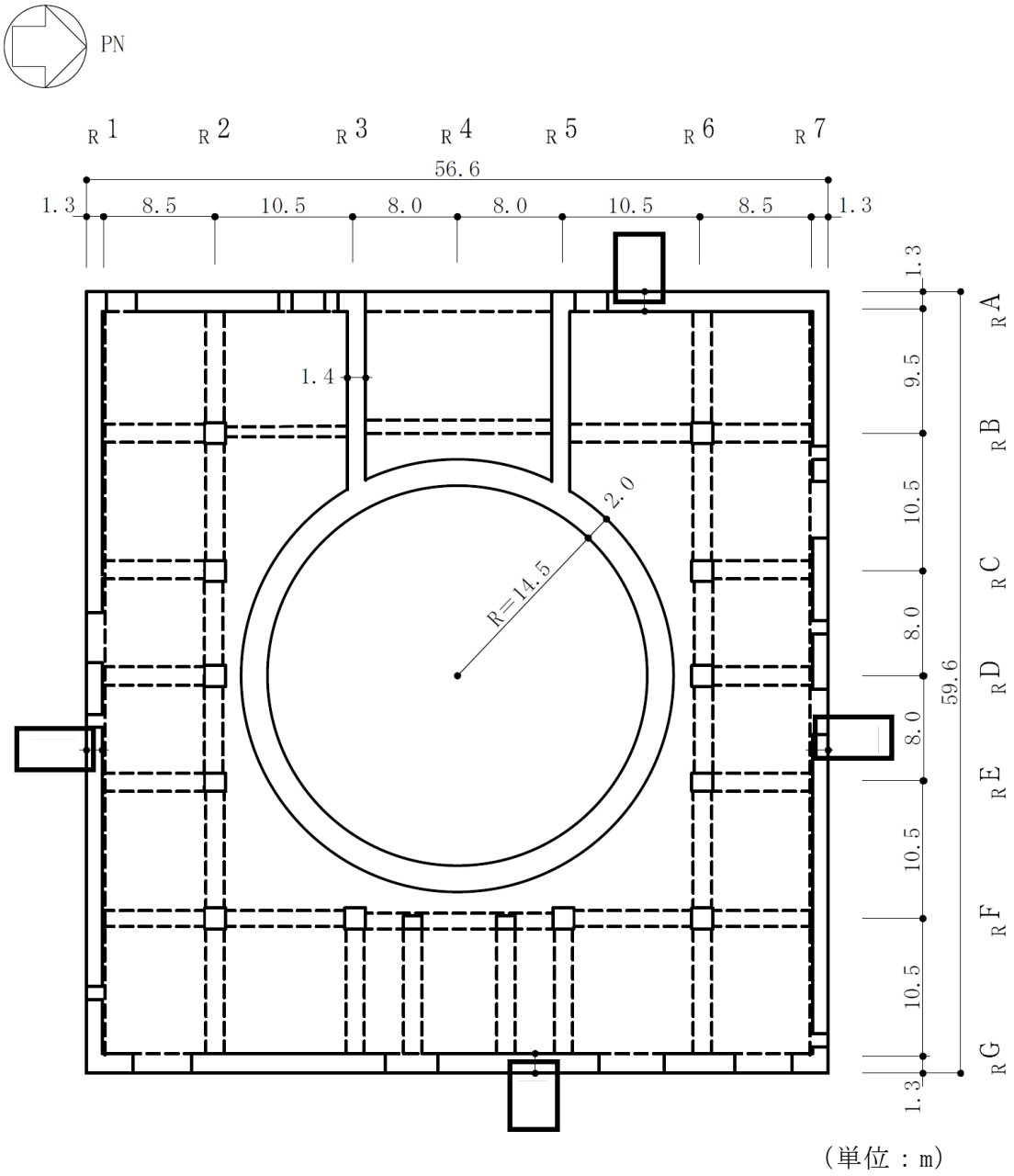


図2－2　原子炉建屋の概略平面図（1F，T.M.S.L. 12.3m）（4/9）

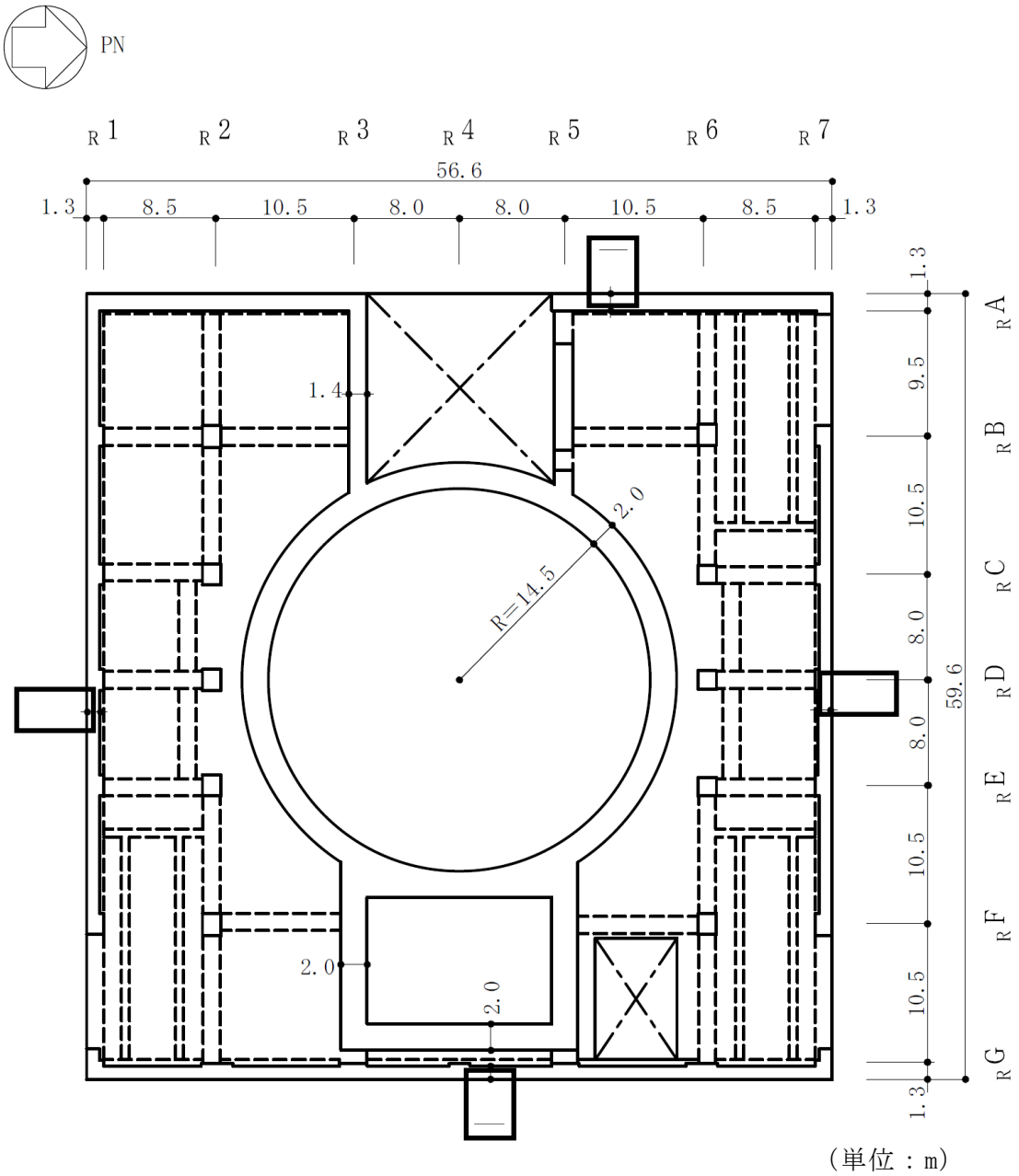
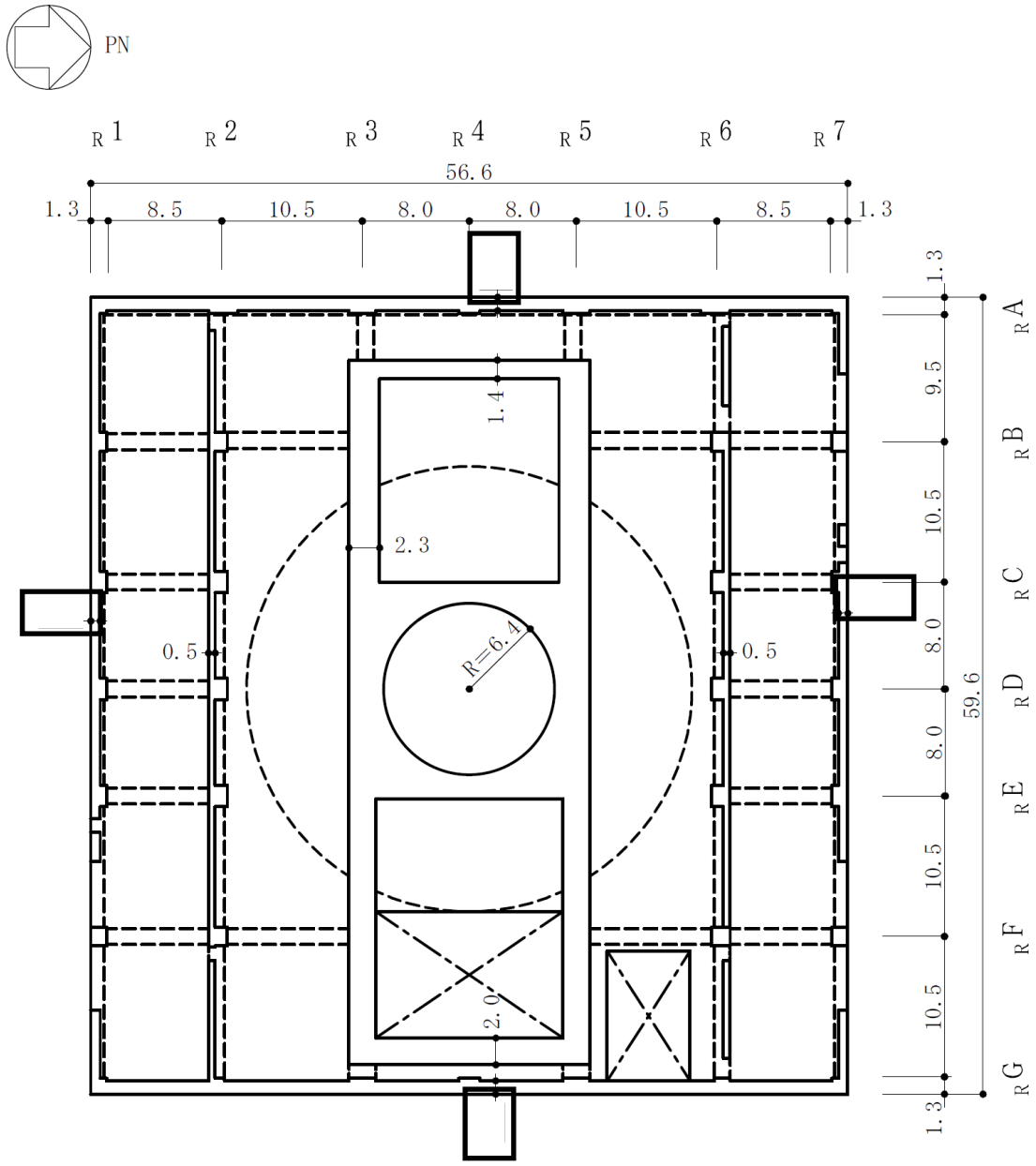
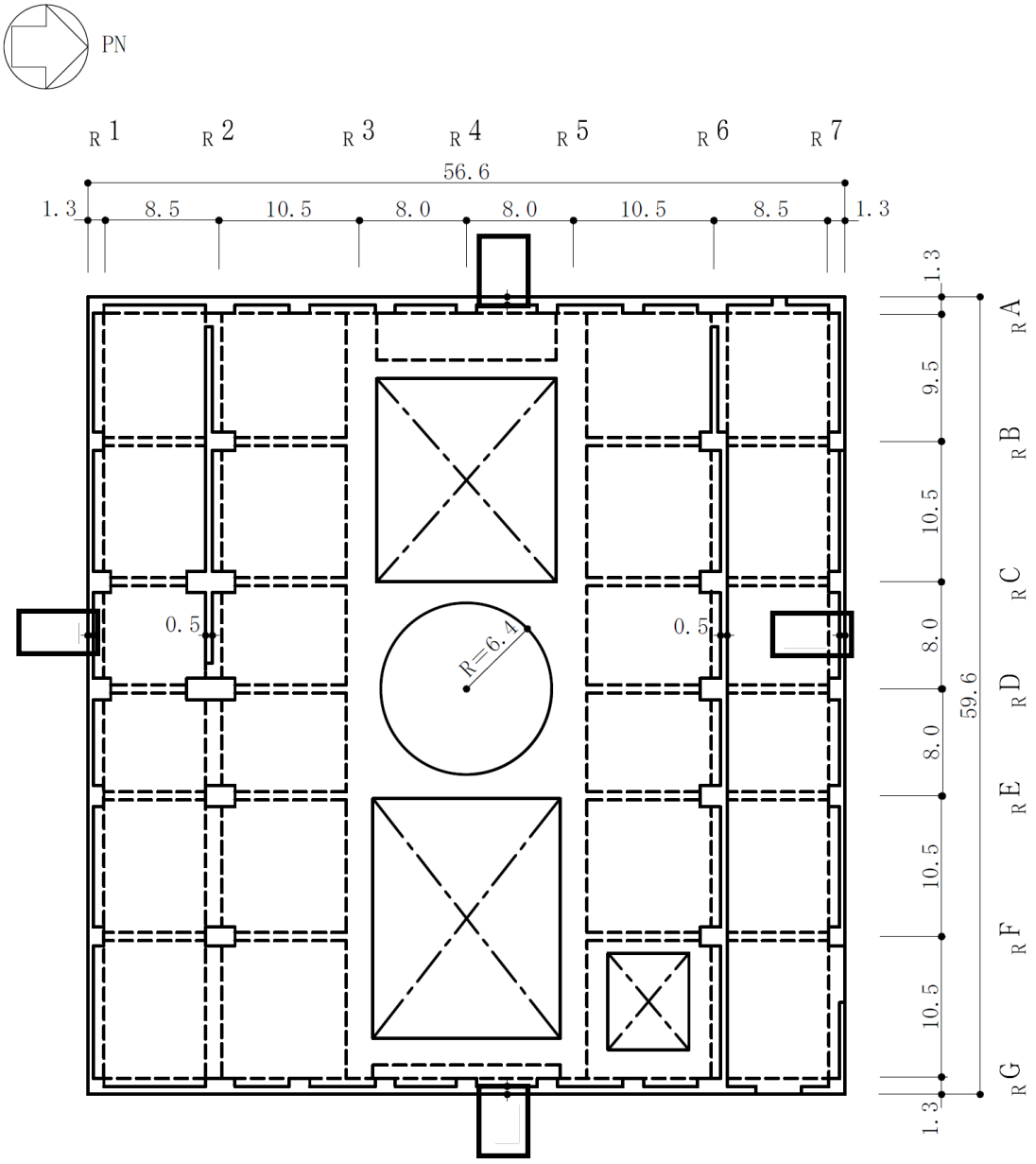


図2－2　原子炉建屋の概略平面図（2F，T.M.S.L. 18.1m）(5/9)



（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（3F，T.M.S.L. 23.5m）(6/9)



（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（4F，T.M.S.L. 31.7m）（7/9）

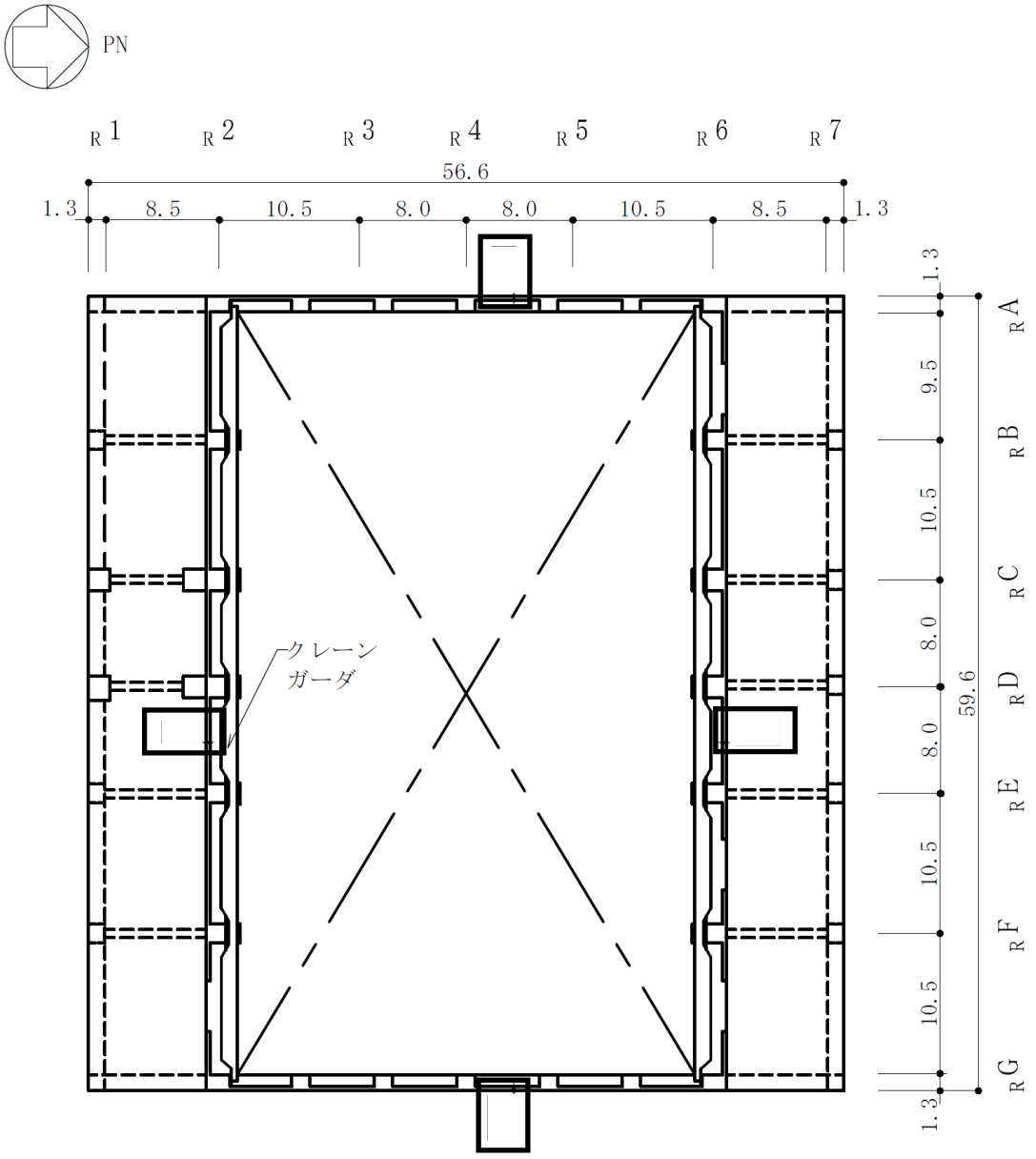
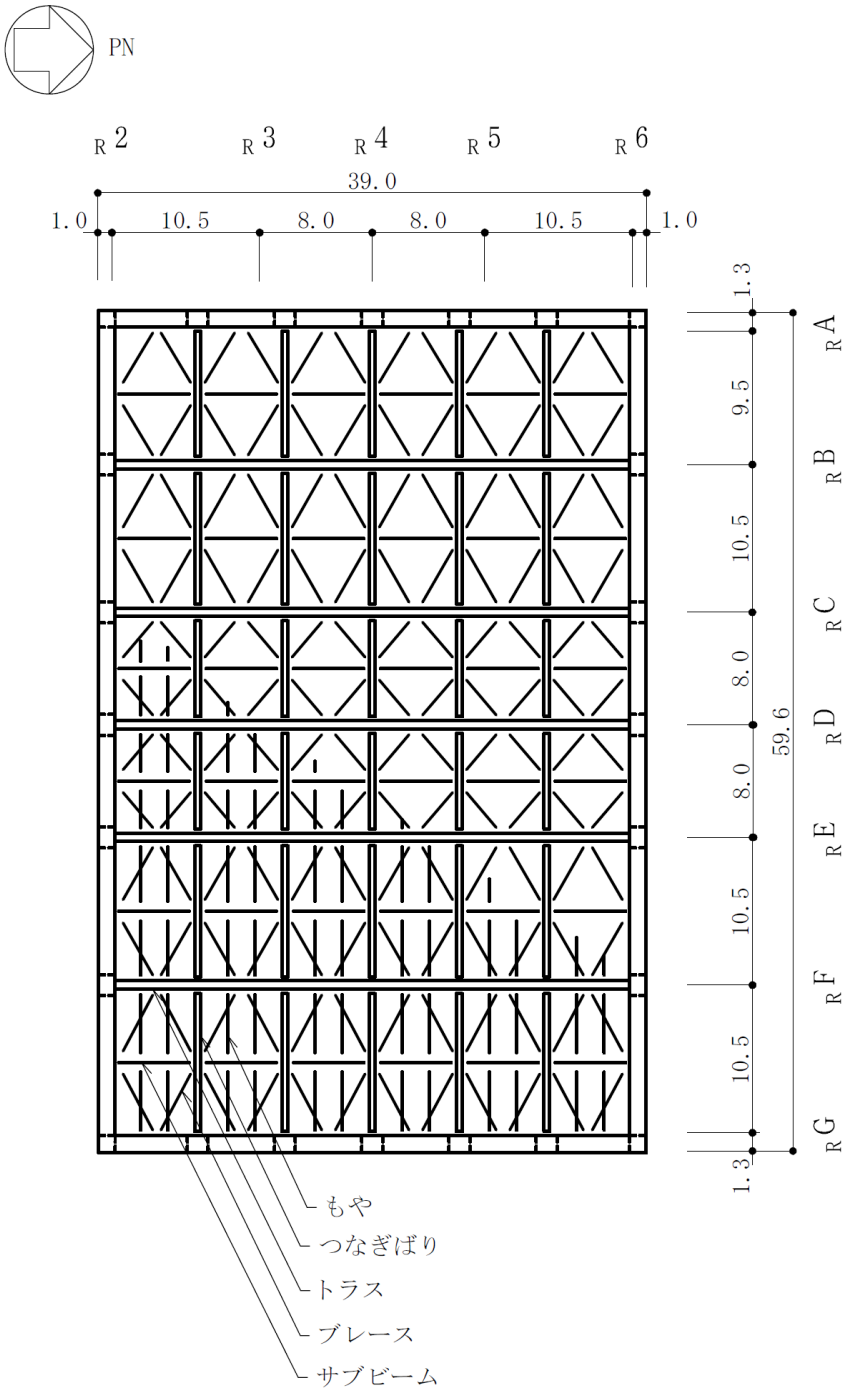
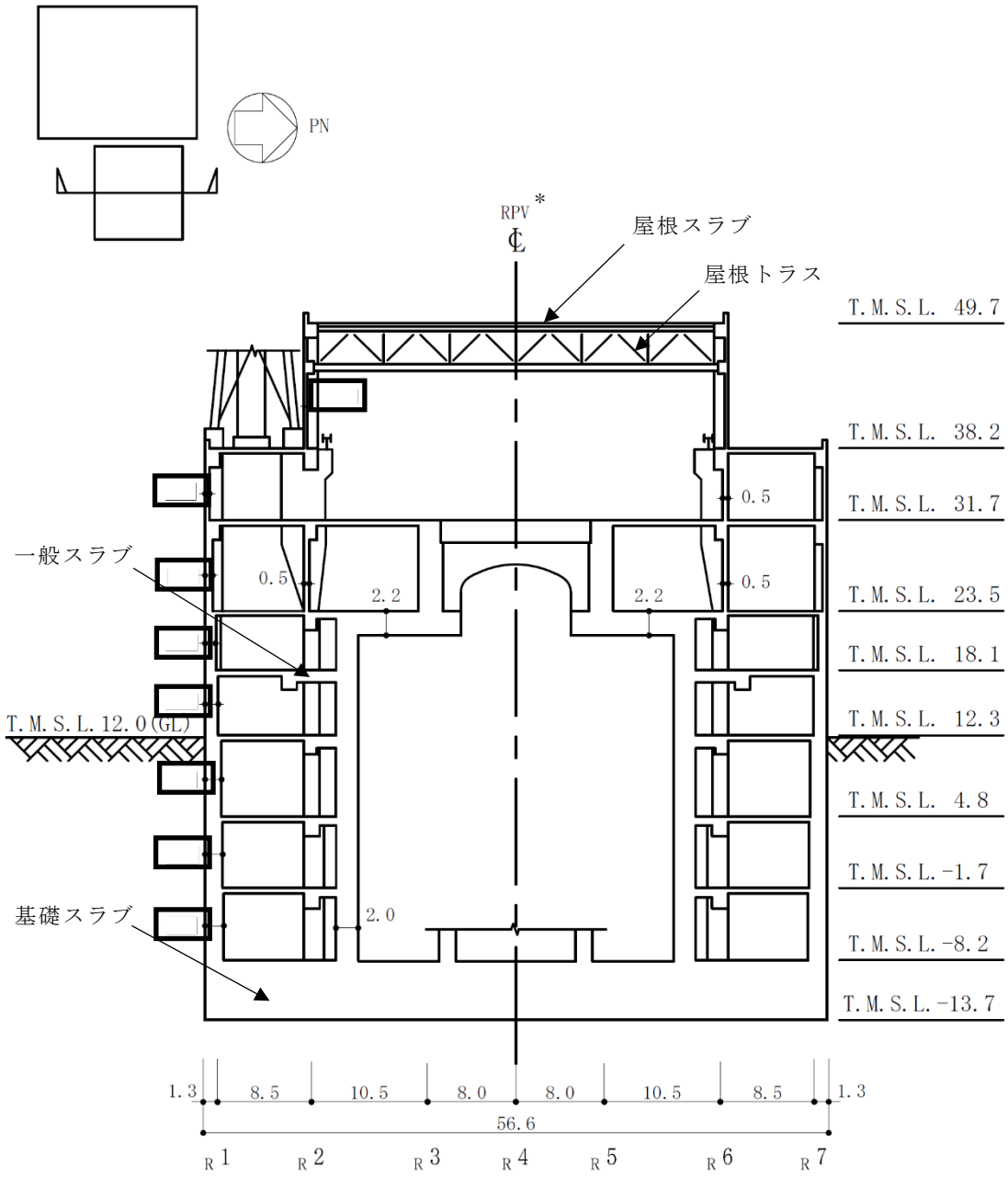


図2－2　原子炉建屋の概略平面図（CRF，T.M.S.L. 38.2m）(8/9)



（単位：m）

図2－2　原子炉建屋の概略平面図（RF，T.M.S.L. 49.7m）（9/9）



（単位：m）

注記＊：原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）

図2－3　原子炉建屋の概略断面図（NS方向）（1/2）

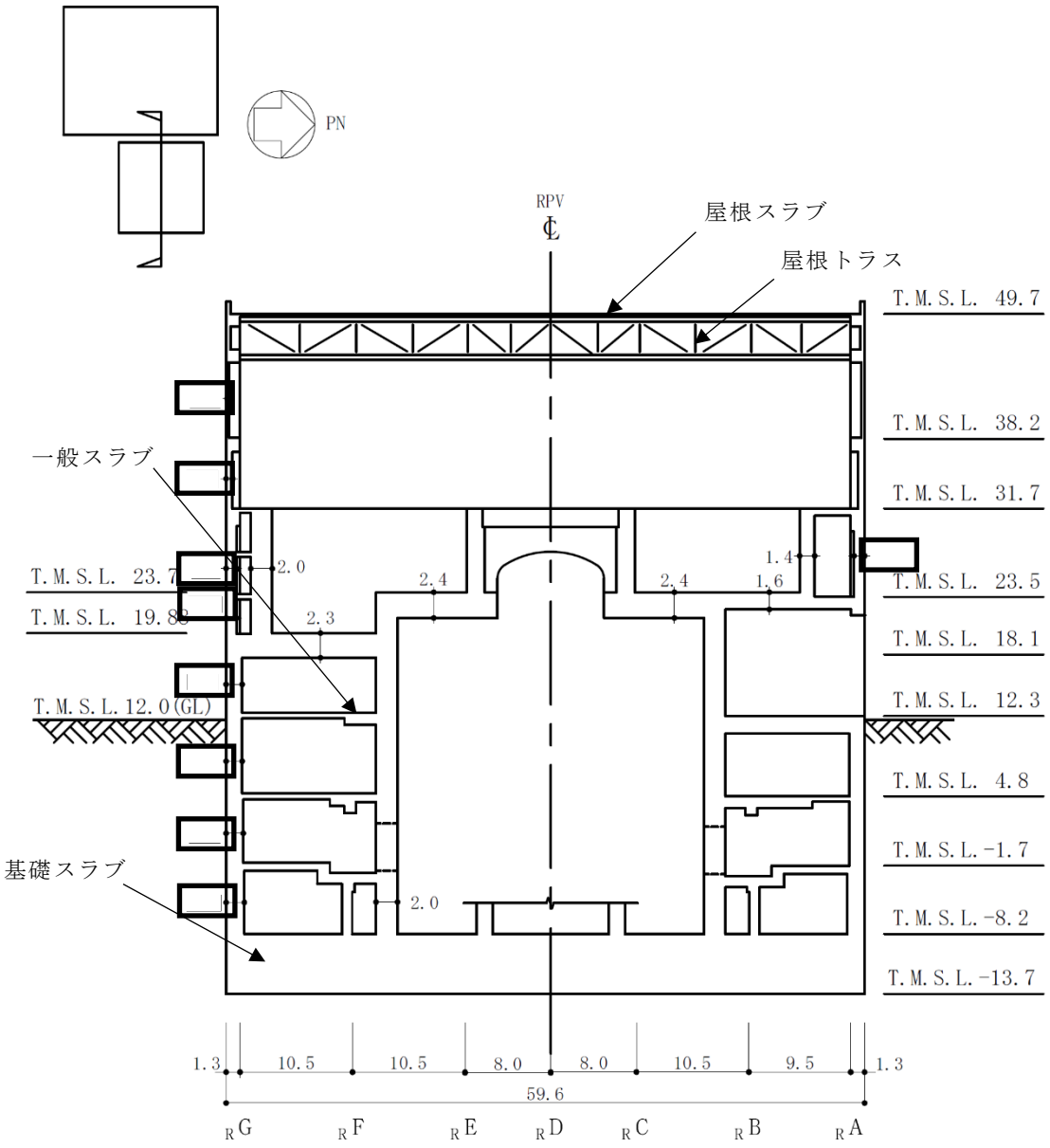


図2－3　原子炉建屋の概略断面図（EW方向）（2/2）

2.3 評価方針

原子炉建屋は，建屋内部に「Ｓクラスの施設」が収納されている。このため，設計基準対象施設においては「Ｓクラスの施設の間接支持構造物」に，重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がＳクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）の間接支持構造物」に分類される。

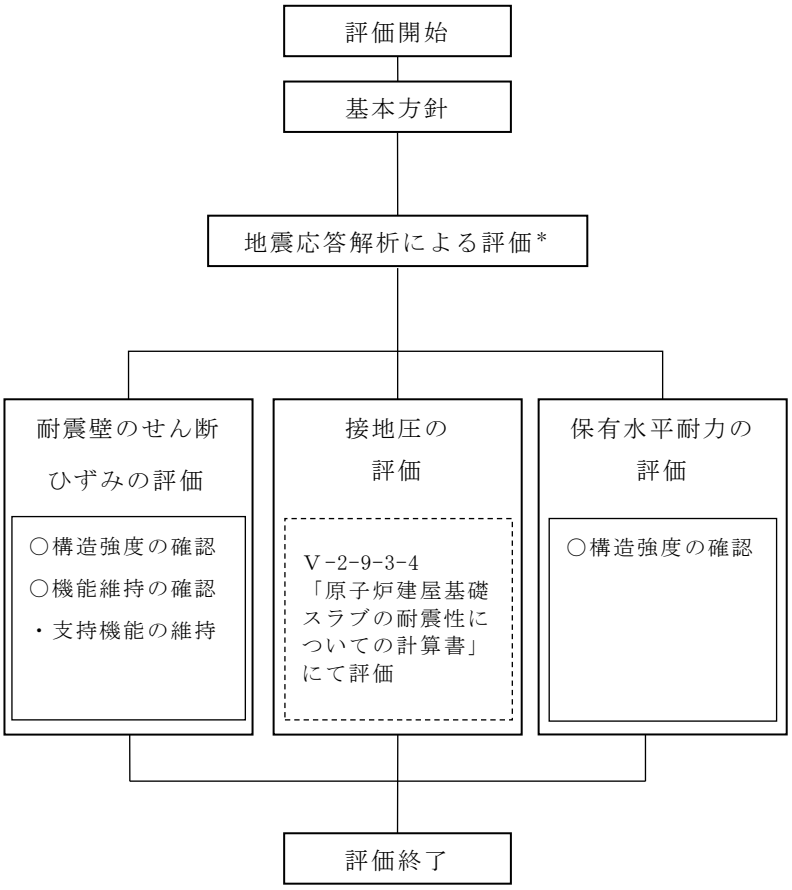
原子炉建屋の設計基準対象施設としての評価においては，基準地震動 Ｓｓによる地震力に対する評価（以下「Ｓｓ地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし，それぞれの評価は，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。原子炉建屋の評価は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，耐震壁のせん断ひずみ及び保有水平耐力の評価を行うことで，原子炉建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては，材料物性の不確かさを考慮する。表2－1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

また，重大事故等対処施設としての評価においては，Ｓｓ地震時に対する評価及び保有水平耐力の評価を行う。ここで，原子炉建屋はRCCV，RCCV底部及び使用済燃料貯蔵プールにおいて，運転時，設計基準事故時及び重大事故等時の状態で，温度の条件が異なるが，コンクリートの温度が上昇した場合においても，コンクリートの圧縮強度の低下は認められず，剛性低下は認められるが，その影響は小さいと考えられること，また，「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（(社)日本機械学会，2003)」では要素内の温度差及び拘束力により発生する熱応力は自己拘束的な応力であり，十分な塑性変形能力がある場合は終局耐力に影響しないとされていることから，重大事故等対処施設としての評価は，設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図2－4に原子炉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	コンクリート剛性	回転ばね定数	地盤剛性	備考
①ケース1 （工認モデル）	実強度 （43.1N/mm^2）	100%	標準地盤	基本ケース
②ケース2 （建屋剛性＋σ， 地盤剛性＋σ）	実強度＋σ （46.0N/mm^2）	100%	標準地盤＋σ （新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%）	
③ケース3 （建屋剛性－σ， 地盤剛性－σ）	実強度－σ （40.2N/mm^2）	100%	標準地盤－σ （新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%）	
④ケース4 （建屋剛性コア平均）	実強度 （コア平均） （55.7N/mm^2）	100%	標準地盤	
⑤ケース5 （建屋剛性－2σ）	実強度－2σ （37.2N/mm^2）	100%	標準地盤	
⑥ケース6 （回転ばね低減）	実強度 （43.1N/mm^2）	50%	標準地盤	



注記＊：V-2-2-1「原子炉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　原子炉建屋の評価フロー

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・同施行令
- 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－（(社）日本建築学会，1999改定）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社）日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社）日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社）日本電気協会）
- 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（(社)日本機械学会，2003）

3. 地震応答解析による評価方法

原子炉建屋の構造強度については，Ⅴ-2-2-1「原子炉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，Ⅴ-2-2-1「原子炉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原子炉建屋の許容限界は，Ⅴ-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 及び表 3－2 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Ｓｓ	耐震壁*1	最大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^{-3}
		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	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動Ｓｓ	耐震壁*1	最大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^{-3}

注記＊1：建屋全体としては，地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており，柱，はり，間仕切壁等が耐震壁の変形に追従すること，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ため，各層の耐震壁の最大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。また，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」にて補助壁を耐震要素とした地震応答解析を行っているため，評価対象部位には補助壁を含む。

＊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。

表 3－2　地震応答解析による評価における許容限界

（重大事故等対処施設としての評価）

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Ｓｓ	耐震壁*1	最大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^{-3}
		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	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動Ｓｓ	耐震壁*1	最大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^{-3}

注記＊1：建屋全体としては，地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており，柱，はり，間仕切壁等が耐震壁の変形に追従すること，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ため，各層の耐震壁の最大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。また，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」にて補助壁を耐震要素とした地震応答解析を行っているため，評価対象部位には補助壁を含む。

＊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，Ｓｓ地震時の各層の最大せん断ひずみが許容限界（2.0×10^{-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せん断ひずみは0.679×10^{-3}（NS方向，外壁部，Ss-8，ケース3）であり，許容限界（2.0×10^{-3}）を超えないことを確認した。各層の耐震壁の最大せん断ひずみ一覧を表4－1及び表4－2に示す。各表において，各層の最大せん断ひずみのうち最も大きい値について，せん断スケルトン曲線上にプロットした図を図4－1～図4－4に示す。

表 4－1　せん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ（NS 方向）

［外壁部］

T.M.S.L.（m）	階	地震応答解析モデルの部材番号	最大せん断ひずみ（$\times10^{-3}$）	許容限界（$\times10^{-3}$）
49.7～38.2	CRF	1	0.155	2.0
38.2～31.7	4F	2	0.182	
31.7～23.5	3F	3	0.185	
23.5～18.1	2F	4	0.404	
18.1～12.3	1F	5	0.437	
12.3～ 4.8	B1F	6	0.525	
4.8～-1.7	B2F	7	0.679	
-1.7～-8.2	B3F	8	0.278	

注：ハッチングは各層の最大せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

［RCCV部］

T.M.S.L.（m）	階	地震応答解析モデルの部材番号	最大せん断ひずみ（$\times10^{-3}$）	許容限界（$\times10^{-3}$）
31.7～23.5	3F	11	0.0633	2.0
23.5～18.1	2F	12	0.145	
18.1～12.3	1F	13	0.167	
12.3～ 4.8	B1F	14	0.267	
4.8～-1.7	B2F	15	0.475	
-1.7～-8.2	B3F	16	0.213	

注：ハッチングは各層の最大せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

表 4－2　せん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ（EW 方向）

［外壁部］

T.M.S.L. (m)	階	地震応答解析 モデルの部材 番号	最大せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
49.7～38.2	CRF	1	0.110	2.0
38.2～31.7	4F	2	0.120	
31.7～23.5	3F	3	0.159	
23.5～18.1	2F	4	0.249	
18.1～12.3	1F	5	0.305	
12.3～ 4.8	B1F	6	0.570	
4.8～-1.7	B2F	7	0.554	
-1.7～-8.2	B3F	8	0.390	

注：ハッチングは各層の最大せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

［RCCV部］

T.M.S.L. (m)	階	地震応答解析 モデルの部材 番号	最大せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
31.7～23.5	3F	11	0.0326	2.0
23.5～18.1	2F	12	0.103	
18.1～12.3	1F	13	0.129	
12.3～ 4.8	B1F	14	0.381	
4.8～-1.7	B2F	15	0.390	
-1.7～-8.2	B3F	16	0.327	

注：ハッチングは各層の最大せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

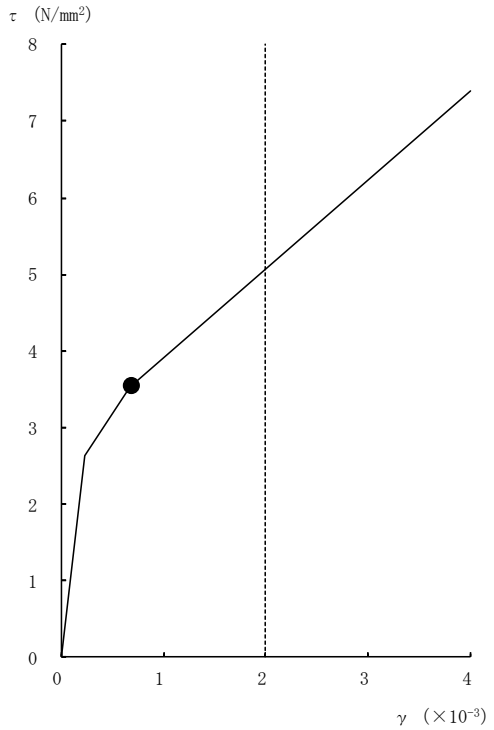


図 4－1　外壁部のせん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ
（NS 方向，Ss-8，ケース 3，B2F）

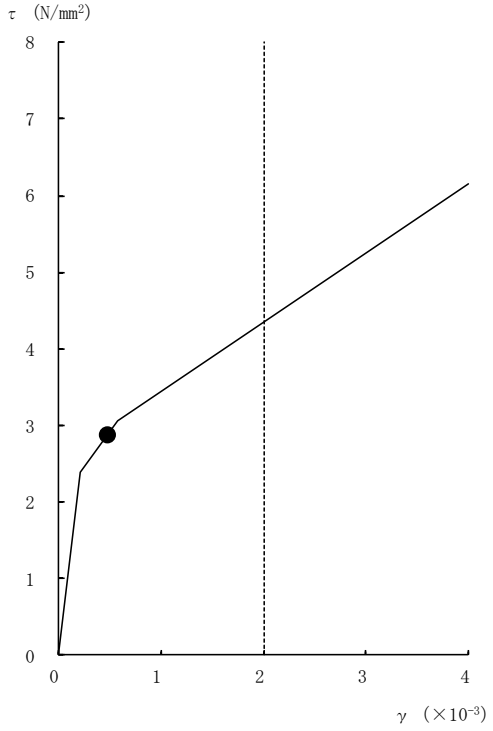


図 4－2　RCCV 部のせん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ
（NS 方向，Ss-8，ケース 3，B2F）

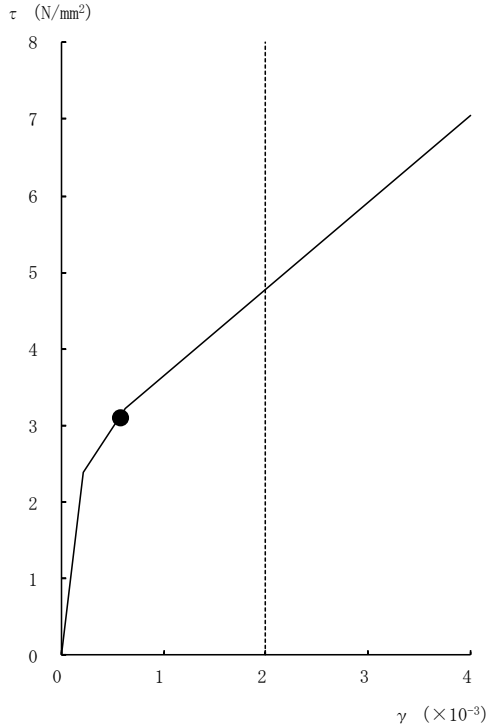


図 4－3　外壁部のせん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ
（EW 方向，Ss-2，ケース 5，B1F）

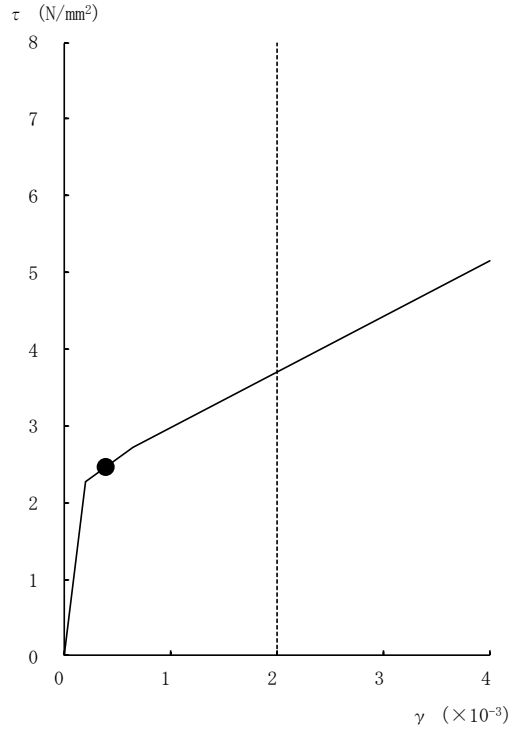


図 4－4　RCCV 部のせん断スケルトン曲線上の最大せん断ひずみ
（EW 方向，Ss-2，ケース 5，B2F）

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。なお，各要素の保有水平耐力Q_u及び必要保有水平耐力Q_{un}は平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-7-1　原子炉建屋の耐震性についての計算書」（以下「既工認」という。）によるものとする。

今回工認の地震応答解析モデルにおいては建屋重量の変更，補助壁の考慮等の変更点があるが，保有水平耐力Q_uについては補助壁を考慮しない既工認の値を用いることは保守的な評価となる。また，必要保有水平耐力Q_{un}の算定における形状特性係数F_{es}及び高さ方向の分布係数A_iについては，既工認と今回工認の値はおおむね同等である。以上より，保有水平耐力の評価において既工認の値を用いることは妥当である。

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4－3及び表4－4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4.05である。

表 4－3　必要保有水平耐力Q_{un}と保有水平耐力Q_uの比較結果（NS 方向）

標高 T.M.S.L.(m)	Q_{un} ($\times 10^3$kN)	Q_u ($\times 10^3$kN)	Q_u / Q_{un}
49.7 ～ 38.2	31.48	138.86	4.41
38.2 ～ 31.7	76.20	370.49	4.86
31.7 ～ 23.5	159.66	772.56	4.83
23.5 ～ 18.1	254.19	1381.56	5.43
18.1 ～ 12.3	308.91	1455.69	4.71
12.3 ～ 4.8	(401.49)	1734.40	4.31
4.8 ～ －1.7	(456.70)	1853.65	4.05
－1.7 ～ －8.2	(504.16)	2186.98	4.33

注：（　）内数値は地下震度式を使用した場合を示す。

表 4－4　必要保有水平耐力Q_{un}と保有水平耐力Q_uの比較結果（EW 方向）

標高 T.M.S.L.(m)	Q_{un} ($\times 10^3$kN)	Q_u ($\times 10^3$kN)	Q_u / Q_{un}
49.7 ～ 38.2	30.21	177.20	5.86
38.2 ～ 31.7	74.14	508.67	6.86
31.7 ～ 23.5	157.21	835.72	5.31
23.5 ～ 18.1	253.21	1259.46	4.97
18.1 ～ 12.3	308.91	1554.25	5.03
12.3 ～ 4.8	(401.49)	1882.68	4.68
4.8 ～ －1.7	(456.70)	1990.35	4.35
－1.7 ～ －8.2	(504.16)	2268.37	4.49

注：（　）内数値は地下震度式を使用した場合を示す。

Ⅴ-2-2-3　原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書

Ⅴ-2-2-3「原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書」は，Ⅴ-2-9-3-4「原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書」によるものとする。

Ⅴ-2-2-4　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 ····· 2
2.1　構造概要 ····· 2
2.2　解析方針 ····· 4
2.3　適用規格・基準等 ····· 5
3.　解析方法 ····· 6
3.1　入力地震動 ····· 6
3.2　地震応答解析モデル ····· 8
3.2.1　水平方向 ····· 8
3.2.2　鉛直方向 ····· 9
3.3　解析方法 ····· 22
3.3.1　動的解析 ····· 22
3.3.2　静的解析 ····· 22
3.4　解析条件 ····· 25
3.4.1　耐震壁の復元力特性 ····· 25
3.4.2　地盤の回転ばねの復元力特性 ····· 25
3.4.3　原子炉本体基礎の復元力特性 ····· 25
3.4.4　誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法 ····· 31
3.4.5　材料物性の不確かさ等 ····· 31
4.　解析結果 ····· 33
4.1　固有値解析 ····· 33
4.2　地震応答解析及び静的解析 ····· 33
5.　設計用地震力 ····· 358
5.1　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的震度 ····· 358
5.2　基準地震動Ｓｓ ····· 358

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づく原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎等（以下「大型機器系」と総称する。）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，Ⅴ-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

原子炉圧力容器は，鋼製の円筒形容器であり，T.M.S.L.18.440m で，原子炉圧力容器スタビライザにより水平方向に支持され，その下部は原子炉圧力容器スカートを介して T.M.S.L.8.200m で原子炉本体基礎により支持されている。また，燃料取替用ベローズにより原子炉格納容器と連結されている。

原子炉遮蔽壁は，原子炉圧力容器を取り囲む二重円筒鋼板の壁であり，二重円筒形の内部にモルタルが充てんされる。また，原子炉圧力容器スタビライザを介して原子炉圧力容器に水平方向地震力を伝達する。

原子炉本体基礎は，円筒形の鋼製（無筋コンクリート充てん）構造物で，原子炉圧力容器基礎ボルトにより原子炉圧力容器スカートを介して，原子炉圧力容器を支持するとともに原子炉遮蔽壁を支持しており，原子炉本体基礎の下端は原子炉建屋基礎スラブに支持される。また，原子炉本体基礎の上端はダイヤフラムフロアにより原子炉格納容器を介し，水平方向に原子炉建屋に支持される。

これらの構造概要を図 2－1 に示す。

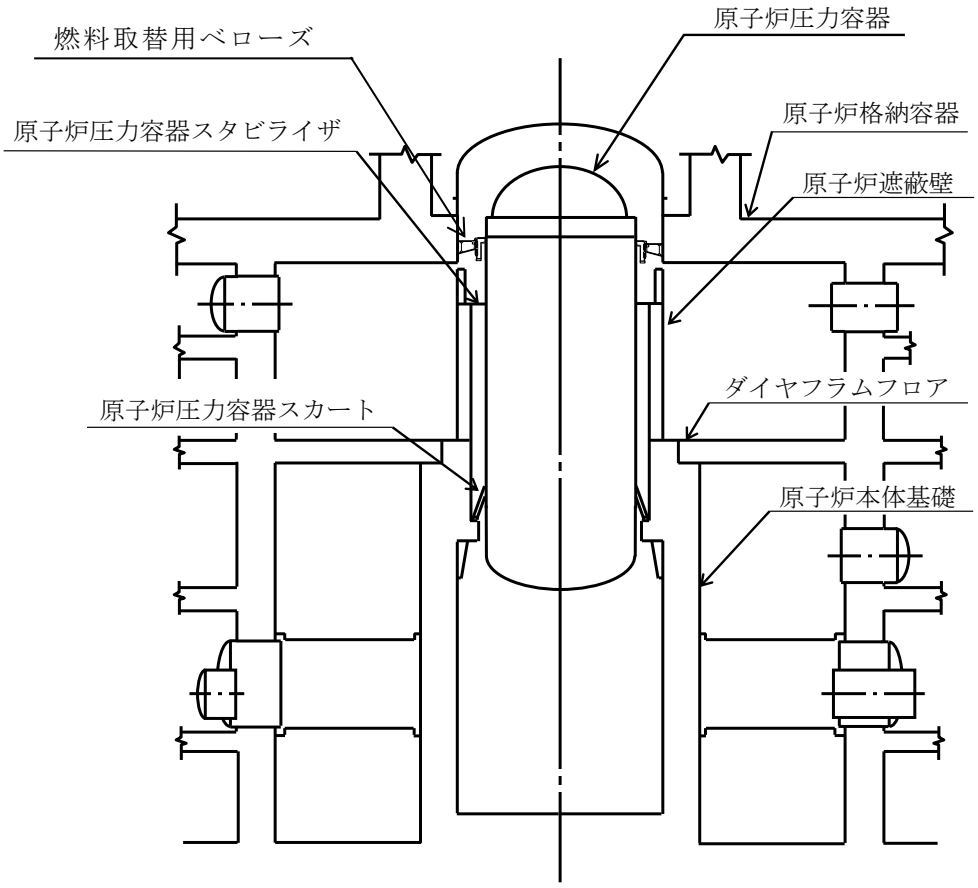


図 2－1　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁，原子炉本体基礎等の概要図

2.2　解析方針

大型機器系の地震応答解析は，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

地震応答解析は，「3.1　入力地震動」において設定した入力地震動及び「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，「3.3　解析方法」及び「3.4　解析条件」に基づき，直接積分法による時刻歴応答解析を実施し，各種応答値を算出する。

2.3 適用規格・基準等

大型機器系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。

・原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版（(社) 日本電気協会）

3. 解析方法

3.1 入力地震動

大型機器系の地震応答解析モデルへの入力地震動は，Ⅴ-2-1-2「基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄ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Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄを用いて，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」にて埋込み部分の各床スラブレベル及び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Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄ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Ｓｓ

基準地震動Ｓｓ				最大加速度(cm/s²)		
				NS方向	EW方向	鉛直方向
Ss-1	F-B断層による地震	応答スペクトルに基づく地震動評価		1050		650
Ss-2		断層モデルを用いた手法による地震動評価		848	1209	466
Ss-3	長岡平野西縁断層帯による地震	応答スペクトルに基づく地震動評価	応力降下量及び断層傾斜角の不確かさをそれぞれ考慮したケースを包絡	600		400
Ss-4		断層モデルを用いた手法による地震動評価	応力降下量の不確かさ考慮	428	826	332
Ss-5			断層傾斜角の不確かさ考慮	426	664	346
Ss-6	長岡平野西縁断層帯～山本山断層～十日町断層帯西部の連動を考慮した地震	断層モデルを用いた手法による地震動評価	応力降下量の不確かさ考慮	434	864	361
Ss-7			断層傾斜角の不確かさ考慮	389	780	349
Ss-8	震源を特定せず策定する地震動	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動評価		650		330

表３－２　弾性設計用地震動Ｓｄ

弾性設計用地震動Ｓｄ	最大加速度(cm/s^2)		
	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
Sd-1	525		325
Sd-2	424	604	233
Sd-3	300		200
Sd-4	214	413	166
Sd-5	213	332	173
Sd-6	217	432	180
Sd-7	194	390	175
Sd-8	325		165

3.2　地震応答解析モデル

大型機器系の地震応答解析モデルは，Ｖ-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　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,原子炉遮蔽壁,原子炉本体基礎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。

原子炉建屋は 10 質点，原子炉格納容器は 6 質点，原子炉圧力容器は 11 質点，原子炉遮蔽壁は 5 質点，原子炉本体基礎は 8 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の剛性と等価なばねで原子炉遮蔽壁の T.M.S.L.18.440m と，燃料取替用ベローズの剛性と等価なばねで原子炉格納容器の T.M.S.L.23.500m と結合される。

原子炉圧力容器スカートの下端は，原子炉本体基礎の T.M.S.L.8.200m の位置と剛に結合される。

原子炉本体基礎は，その下端において原子炉建屋基礎スラブ上端と剛に結合され，更に T.M.S.L.12.300m において，ダイヤフラムフロアの剛性と等価なばねにより原子炉格納容器を介し，原子炉建屋に支持される。

図 3－1 及び図 3－2 に示した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，有効せん断断面積等を表 3－3～表 3－8 に，ばね定数等を表 3－9 に示す。また，解析に用いる各構造物の物性値を表 3－10 及び表 3－11 に示す。なお，原子炉建屋のスケルトン曲線及び地盤ばね定数については，Ｖ-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。

図 3－3 及び図 3－4 に示す誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルについては,「原子力発電所耐震設計技術規程　ＪＥＡＣ４６０１-2008（(社) 日本電気協会)」を参考に，水平加振により励起される上下応答を評価するために，鉛直方向モデルの諸元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。

原子炉本体基礎の復元力特性は，建屋の方向別に，原子炉本体基礎の要素を単位とした水平断面形状より設定する。

3.2.2　鉛直方向

鉛直方向地震応答解析モデルは，原子炉遮蔽壁や原子炉本体基礎等も含めてモデル化されている，Ⅴ-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に示す解析モデルを用いる。鉛直方向地震応答解析モデルを図 3－5 に示す。

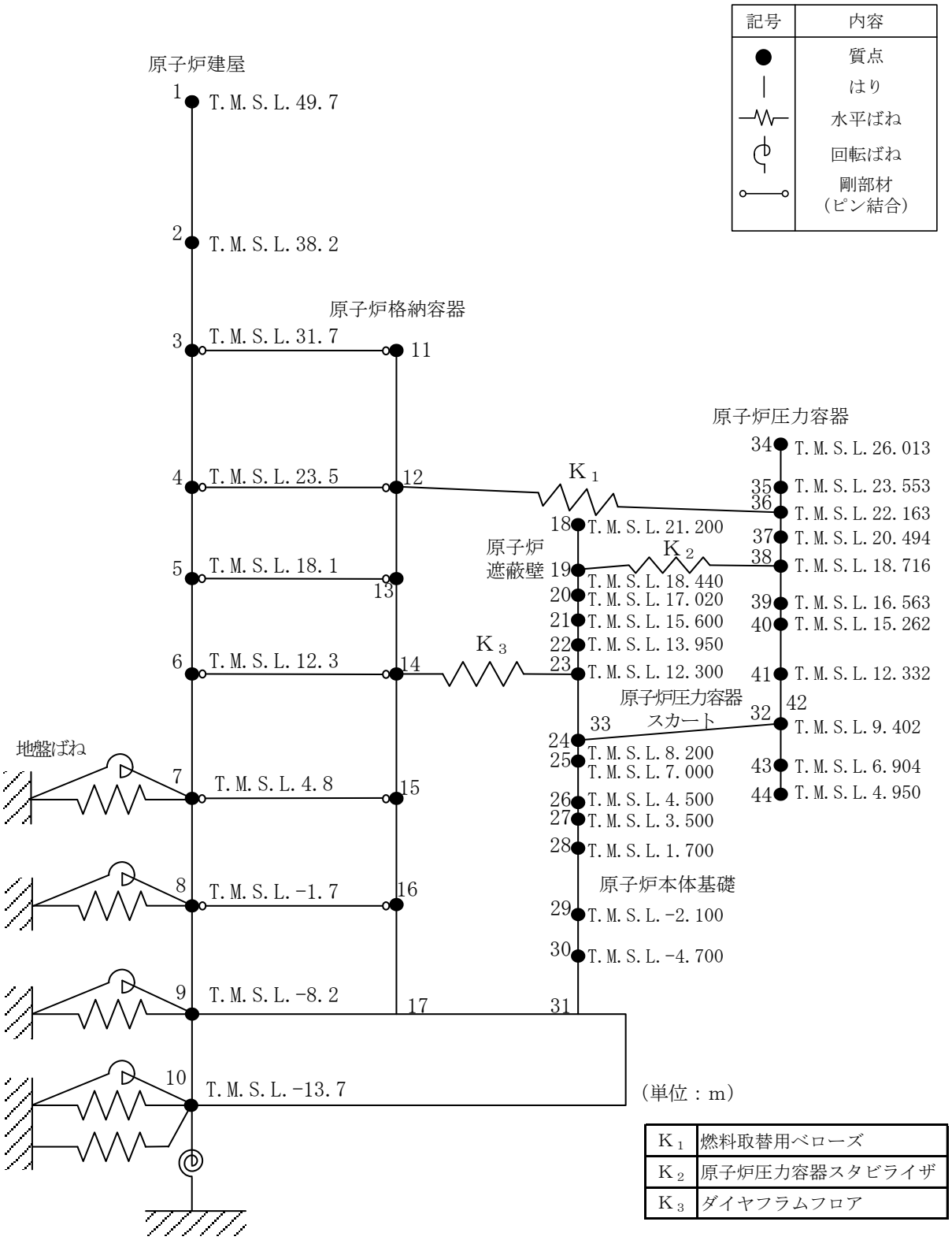


図 3－1　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル
（NS 方向　誘発上下動を考慮しない場合）

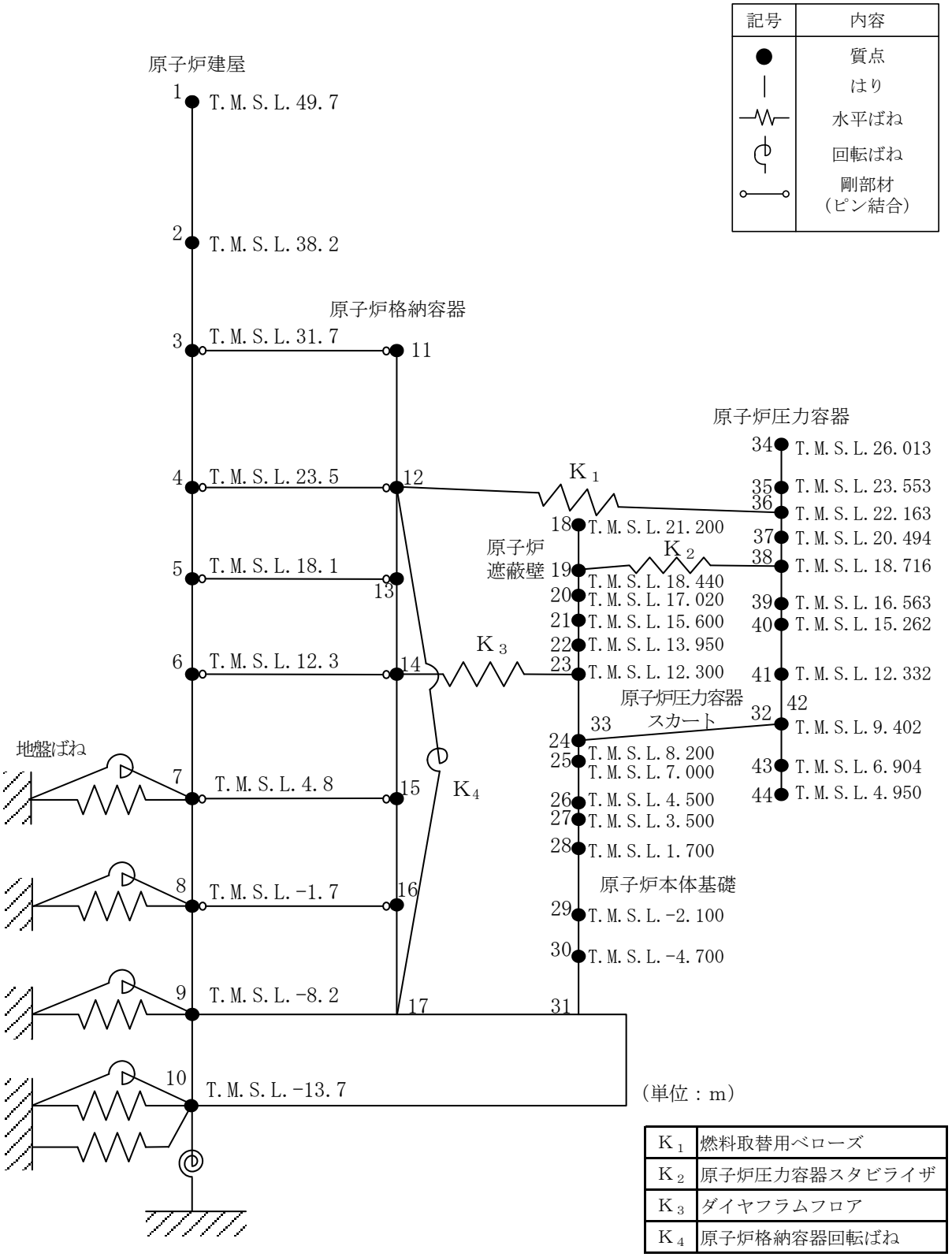


図 3－2　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル
（EW 方向　誘発上下動を考慮しない場合）

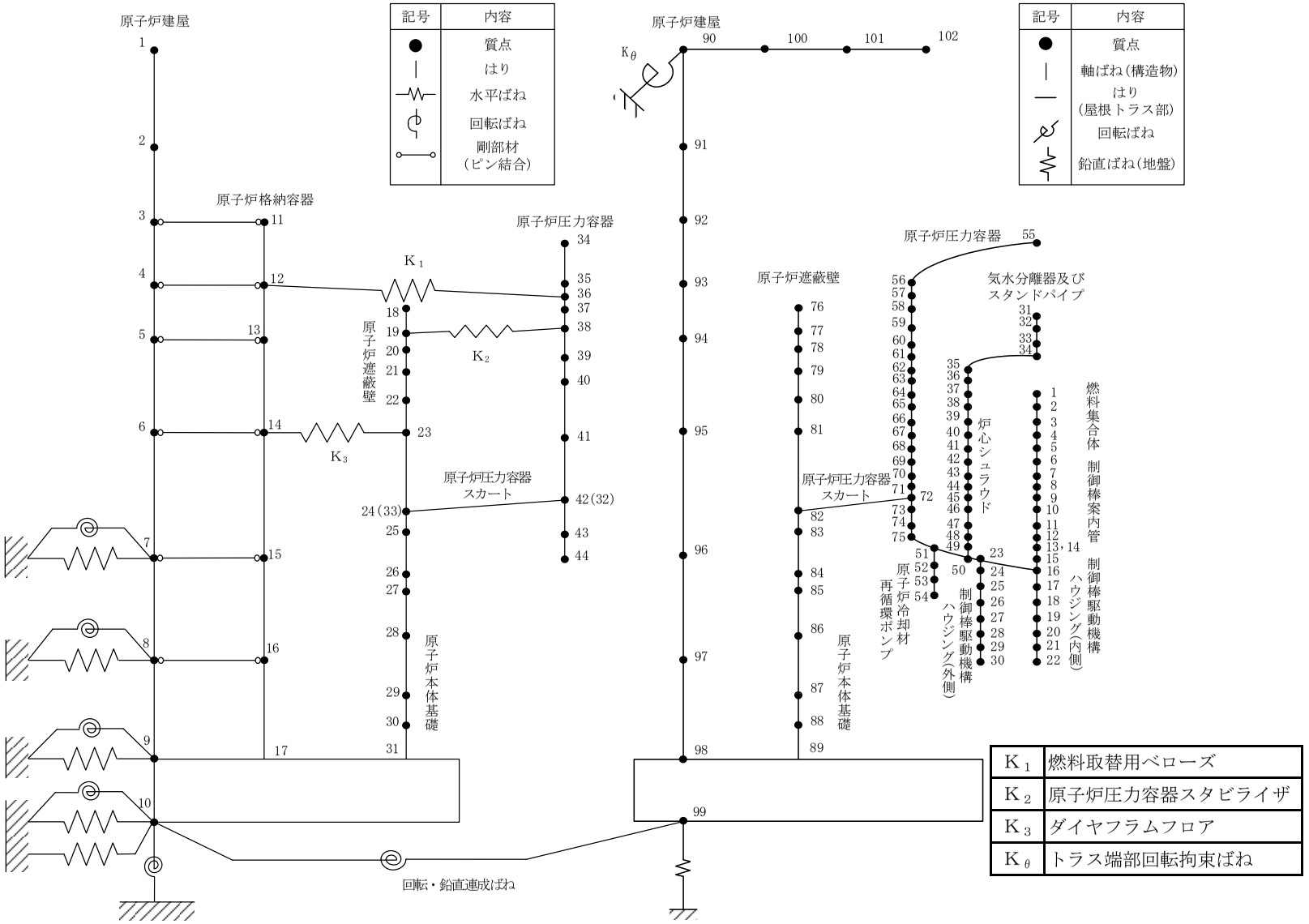


図3－3　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル
（NS方向　誘発上下動を考慮する場合）

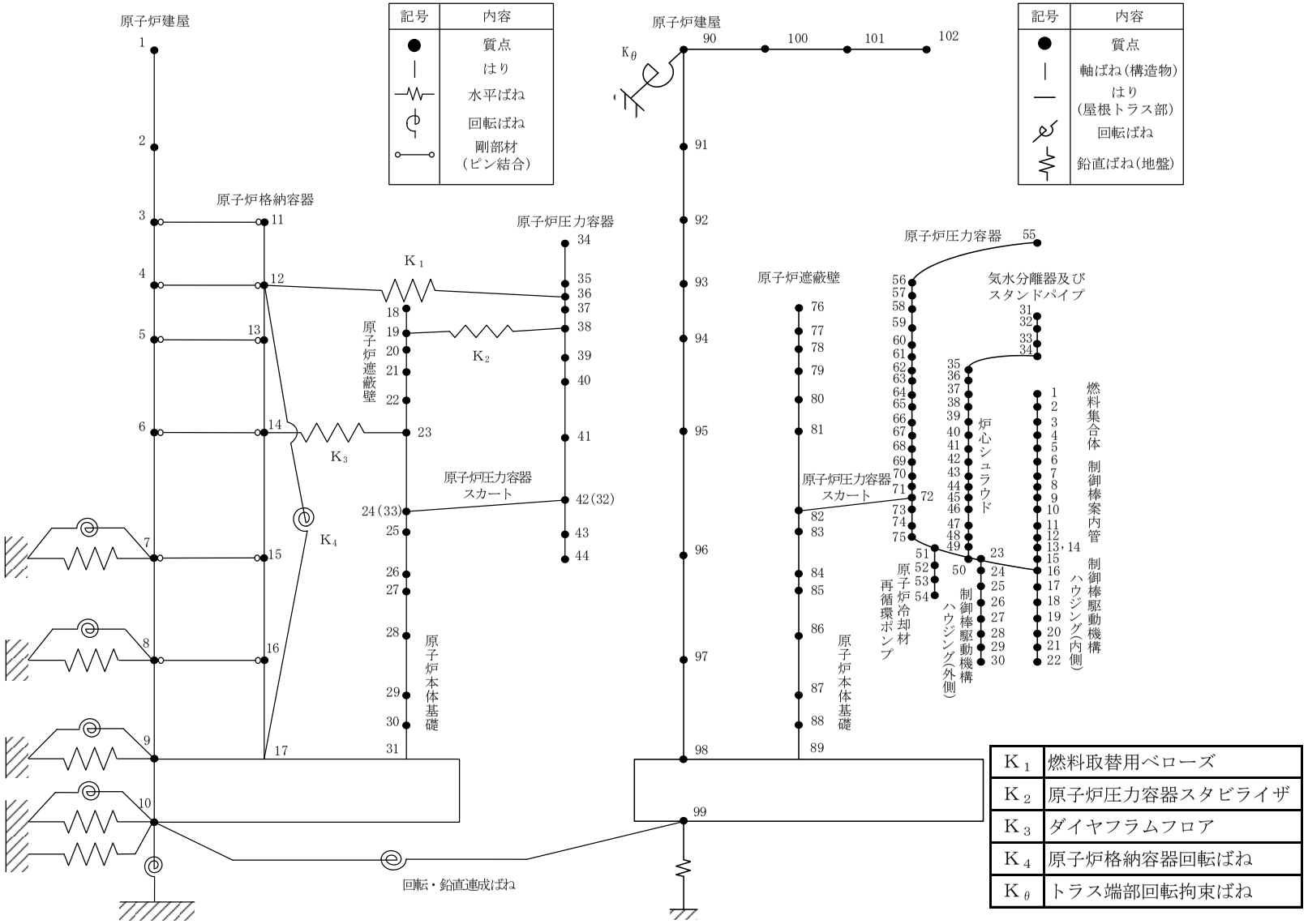


図3－4　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル
（EW方向　誘発上下動を考慮する場合）

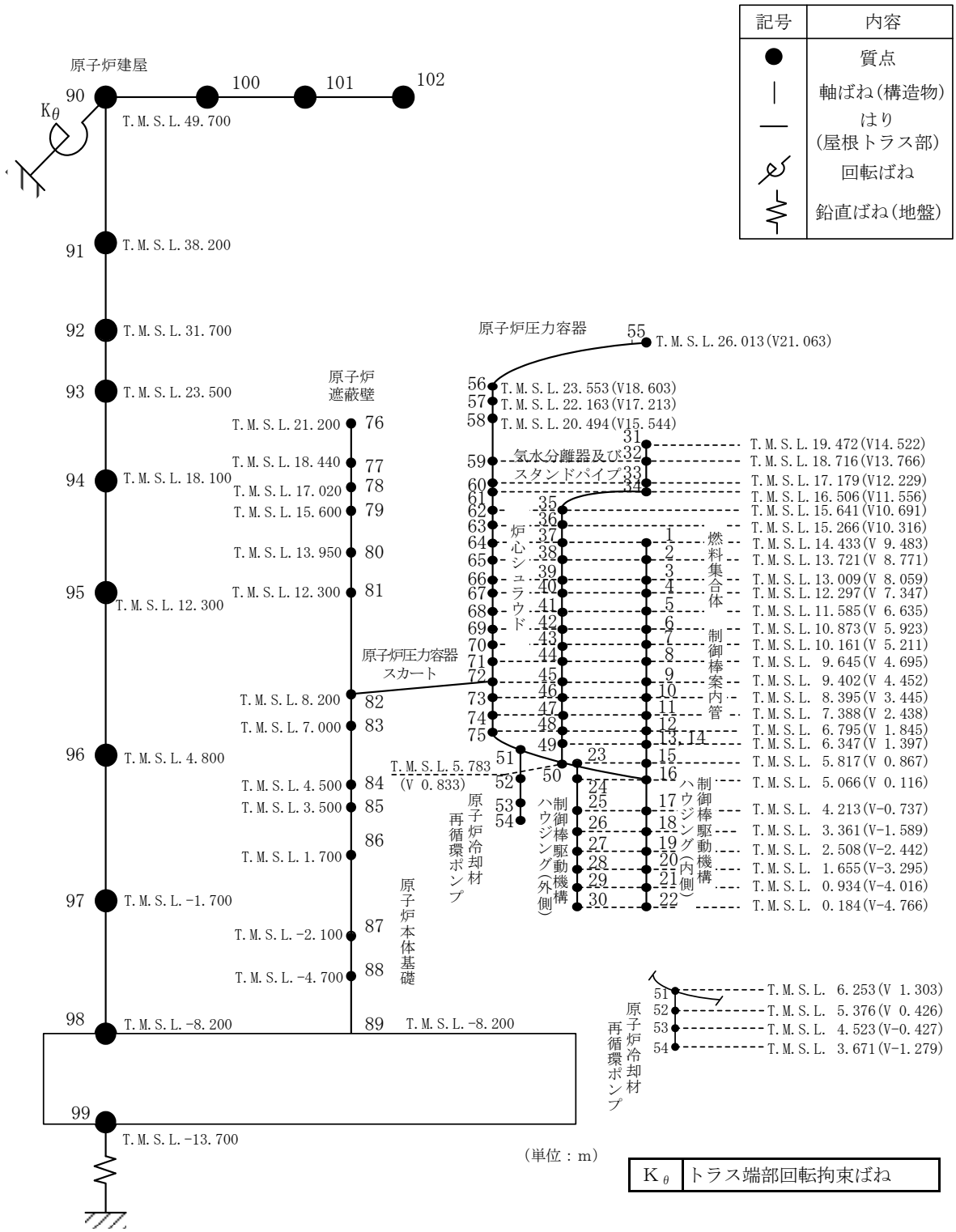


図 3－5　原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎地震応答解析モデル
（鉛直方向）

表 3－3　原子炉建屋及び原子炉格納容器のデータ諸元（NS 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)	回転慣性 ($\times 10^4 t \cdot m^2$)
1	49.700		11.500	13700	41.0	72
2	38.200		6.500	51100	83.0	419
3	31.700		8.200	70600	188.0	483
4	23.500		5.400	69000	132.5	299
5	18.100		5.800	84700	149.4	202
6	12.300		7.500	105000	180.5	295
7	4.800		6.500	112800	183.2	302
8	-1.700		6.500	119000	223.5	304
9	-8.200		5.500	900600	3373.4	964
10	-13.700		8.200	7200	119.6	593
11	31.700		5.400	23300	113.0	33
12	23.500		5.800	23500	137.6	379
13	18.100		7.500	23400	139.2	311
14	12.300		6.500	23600	132.4	417
15	4.800		6.500	29600	186.4	395
16	-1.700					377
17	-8.200					—

表 3－4　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎のデータ諸元（NS 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)
18	21.200		2.760		
19	18.440		1.420		
20	17.020		1.420		
21	15.600		1.650		
22	13.950		1.650		
23	12.300		4.100		
24	8.200		1.200		
25	7.000		2.500		
26	4.500		1.000		
27	3.500		1.800		
28	1.700		3.800		
29	-2.100		2.600		
30	-4.700		3.500		
31	-8.200				

表 3－5　原子炉圧力容器のデータ諸元（NS 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)
32	9.402		1.202		
33	8.200				
34	26.013		2.460		
35	23.553		1.390		
36	22.163		1.669		
37	20.494		1.778		
38	18.716		2.153		
39	16.563		1.301		
40	15.262		2.930		
41	12.332		2.930		
42	9.402		2.498		
43	6.904		1.954		
44	4.950				

表 3－6　原子炉建屋及び原子炉格納容器のデータ諸元（EW 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)	回転慣性 ($\times 10^4 t \cdot m^2$)
1	49.700		11.500	30000	54.7	150
2	38.200		6.500	62600	122.9	306
3	31.700		8.200	87900	172.7	305
4	23.500		5.400	81900	131.8	281
5	18.100		5.800	92800	166.7	215
6	12.300		7.500	114600	179.3	327
7	4.800		6.500	124000	211.5	323
8	-1.700		6.500	131000	259.5	331
9	-8.200		5.500	998600	3373.4	1060
10	-13.700		8.200	6700	219.0	657
11	31.700		5.400	23300	222.8	273
12	23.500		5.800	23100	207.4	484
13	18.100		7.500	23400	152.1	347
14	12.300		6.500	21200	180.1	462
15	4.800		6.500	23800	164.4	441
16	-1.700					418
17	-8.200					—

表 3－7　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎のデータ諸元（EW 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)
18	21.200		2.760		
19	18.440		1.420		
20	17.020		1.420		
21	15.600		1.650		
22	13.950		1.650		
23	12.300		4.100		
24	8.200		1.200		
25	7.000		2.500		
26	4.500		1.000		
27	3.500		1.800		
28	1.700		3.800		
29	-2.100		2.600		
30	-4.700		3.500		
31	-8.200				

表 3－8　原子炉圧力容器のデータ諸元（EW 方向）

質点 番号	標高 T.M.S.L.(m)	質量 (t)	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)
32	9.402		1.202		
33	8.200				
34	26.013		2.460		
35	23.553		1.390		
36	22.163		1.669		
37	20.494		1.778		
38	18.716		2.153		
39	16.563		1.301		
40	15.262		2.930		
41	12.332		2.930		
42	9.402		2.498		
43	6.904		1.954		
44	4.950				

表 3－9　大型機器系ばね定数

No.	名称	ばね定数	減衰定数 (%)
K_1	燃料取替用ベローズ		1.0
K_2	原子炉圧力容器スタビライザ		2.0
K_3	ダイヤフラムフロア		5.0
K_4	原子炉格納容器回転ばね	1.97×10^{10} kN・m/rad	5.0

表 3－10　解析に用いる原子炉建屋の物性値

名称	縦弾性係数E (MPa)	ポアソン比 ν	減衰定数 (%)
原子炉建屋（建屋，原子炉格納容器）	2.88×10^4	0.20	5.0
原子炉建屋（基礎スラブ）	2.79×10^4	0.20	5.0

表 3－11　解析に用いる大型機器系の物性値

名称		縦弾性係数E (MPa)	ポアソン比 ν	減衰定数 (%)
原子炉遮蔽壁			0.30	5.0
原子炉本体基礎			0.30	5.0
原子炉圧力容器	質点 34～39*		0.30	1.0
	質点 39～44*		0.30	1.0
原子炉圧力容器スカート			0.30	1.0

注記＊：図 3－1～図 3－4 に対応。

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，せん断力及び軸力等を直接積分法による時刻歴応答解析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，計算機コード「ＤＹＮＡ２Ｅ」を使用し，時刻歴応答解析を実施する。

なお，評価に用いる計算機コードの検証及び妥当性確認等の概要については，別紙「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

大型機器系の地震応答計算書の動的解析は，Ⅴ-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，直接積分法による時刻歴応答解析により実施する。時刻歴応答解析の解析計算刻みは，水平方向，鉛直方向ともに 0.001s に設定する。

3.3.2　静的解析

(1)　水平地震力

水平地震力算定用の基準面は地表面（T.M.S.L.12.000m）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た次式にて算定する。

なお，機器・配管系については 20%増しで算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

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

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_0　：標準せん断力係数（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20%増しで算定する。

$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha$

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

H　：地下の各部分の基準面からの深さ

Z　：地震地域係数（1.0）

α　：建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数（1.2）

原子炉建屋及び原子炉格納容器の各層に生じる水平地震力は，表 3－12 に示す平成 3 年 8 月 23 日付け 3 資庁第 6675 号にて認可された工事計画書のⅣ-2-3「原子炉建屋の地震応答計算書」にて算出した値を用いる。

表 3－12　地震層せん断力係数(3.0・C_i)及び地下部分の水平震度（K）

標高 T.M.S.L.(m)	地震層せん断力係数・地下部分の水平震度		備考
	NS 方向	EW 方向	
49.700	0.76	0.72	地震層せん断力係数
38.200	0.65	0.64	
31.700	0.58	0.57	
23.500	0.51	0.51	
18.100	0.48	0.48	
12.300	0.36	0.36	地下部分の水平震度
4.800	0.30	0.30	
-1.700	0.24	0.24	
-8.200	0.18	0.18	

(2)　鉛直地震力

鉛直地震力は，鉛直震度 0.3 を基準とし，建物・構築物の振動特性，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 20%増しで算定する。

$C_v = R_v \cdot 0.3$

ここで，

C_v　：鉛直震度

R_v　：鉛直方向振動特性係数（0.8）

鉛直地震力は，上記の平成 3 年 8 月 23 日付け 3 資庁第 6675 号にて認可された工事計画書のⅣ-2-7-1「原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

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，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す。

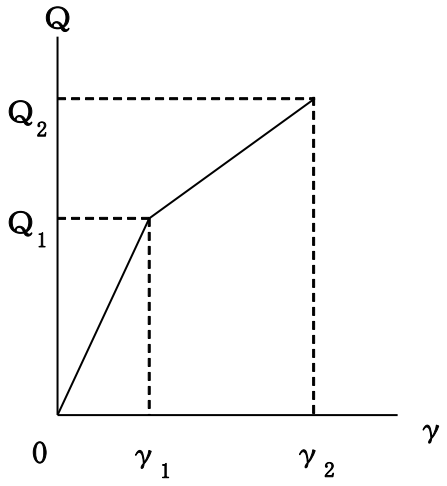
3.4.2　地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねの復元力特性については，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す。

3.4.3　原子炉本体基礎の復元力特性

(1)　原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係（Q－γ関係）

原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係（Q－γ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。原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係を図 3－6 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

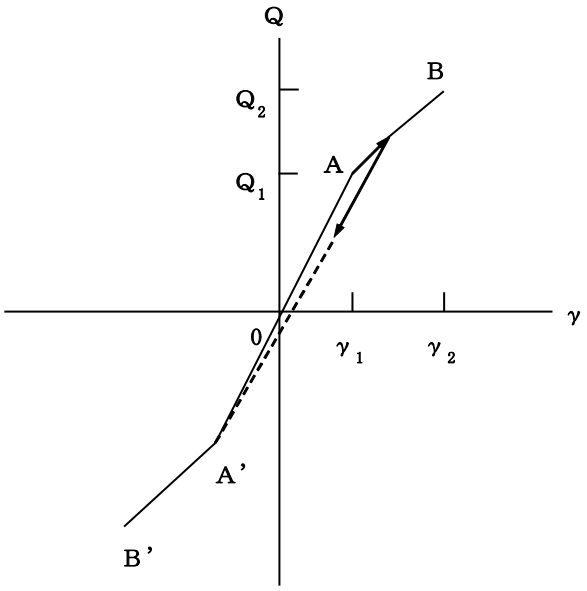
γ_1：第 1 折点のせん断ひずみ

γ_2：第 2 折点のせん断ひずみ

図 3－6　原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係

(2)　原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係の履歴特性

原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係の履歴特性は,最大点指向型モデルとする。原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係の履歴特性を図 3－7 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。

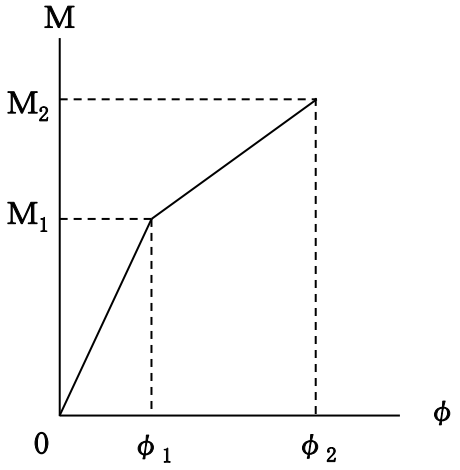
c. 各最大点は，スケルトン上を移動することにより更新される。

d. 安定ループは面積を持たない。

図 3－7　原子炉本体基礎のせん断力－せん断ひずみ関係の履歴特性

(3)　原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係（Mー φ関係）

原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係（Mー 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。原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係を図 3－8 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

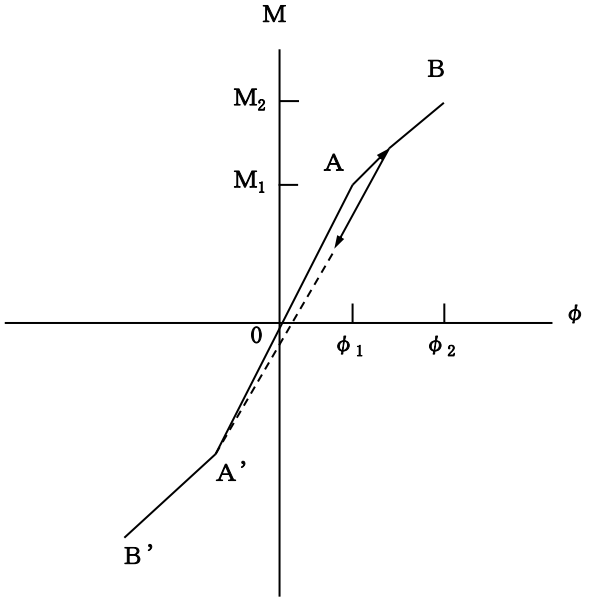
ϕ_1：第 1 折点の曲率

ϕ_2：第 2 折点の曲率

図 3－8　原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係

(4)　原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は,最大点指向型モデルとする。原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率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 3－9　原子炉本体基礎の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5)　スケルトン曲線の諸数値

原子炉本体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曲線の諸数値を表 3－13～表 3－16 に示す。

表 3－13　せん断力のスケルトン曲線（Q－γ関係）（NS 方向）

質点番号	要素番号	Q_1 ($\times 10^3$kN)	γ_1 ($\times 10^{-5}$rad)	Q_2 ($\times 10^3$kN)	γ_2 ($\times 10^{-5}$rad)
23	21	74.8	16.6	814	325
24	22	112	17.1	1090	325
25	23	73.6	18.2	745	326
26	24	55.4	19.5	474	331
27	25	36.4	9.30	394	333
28	26	29.6	9.60	330	333
29	27	37.2	9.60	389	333
30	28	37.2	9.70	379	333
31					

表 3－14　曲げモーメントのスケルトン曲線（M－φ関係）（NS 方向）

質点番号	要素番号	M_1 ($\times 10^6$kN・m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$1/m)	M_2 ($\times 10^6$kN・m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$1/m)
23	21	0.298	7.28	5.57	263
24	22	0.388	7.90	6.42	263
25	23	0.353	9.52	4.39	262
26	24	0.299	11.4	3.43	269
27	25	0.154	4.31	3.63	249
28	26	0.186	5.21	3.63	249
29	27	0.180	5.10	3.34	248
30	28	0.192	5.49	3.36	249
31					

表 3－15　せん断力のスケルトン曲線（Q－γ関係）（EW 方向）

質点番号	要素番号	Q_1 ($\times 10^3$kN)	γ_1 ($\times 10^{-5}$rad)	Q_2 ($\times 10^3$kN)	γ_2 ($\times 10^{-5}$rad)
23	21	73.5	16.6	804	324
24					
25	22	112	17.1	1090	325
26	23	73.2	18.2	737	325
27	24	55.4	19.5	474	331
28	25	36.4	9.30	394	333
29	26	37.6	9.60	394	333
30	27	37.2	9.60	389	333
31	28	37.2	9.70	379	333

表 3－16　曲げモーメントのスケルトン曲線（M－φ関係）（EW 方向）

質点番号	要素番号	M_1 ($\times 10^6$kN・m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$1/m)	M_2 ($\times 10^6$kN・m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$1/m)
23	21	0.300	7.28	5.64	263
24					
25	22	0.388	7.90	6.42	263
26	23	0.354	9.52	4.42	262
27	24	0.299	11.4	3.43	269
28	25	0.154	4.31	3.63	249
29	26	0.143	5.21	2.66	249
30	27	0.180	5.10	3.34	248
31	28	0.192	5.49	3.36	249

3.4.4　誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法

誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価については，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に示す。

3.4.5　材料物性の不確かさ等

解析においては，Ⅴ-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て，以下の不確かさを考慮する。材料物性の不確かさ等を考慮する解析ケースを表 3－17 に示す。

(1)　原子炉本体基礎とダイヤフラムフロアのコンクリート剛性（ケース 7）

原子炉本体基礎とダイヤフラムフロアのコンクリート強度には,既工認と同様に設計基準強度を用いることを基本としているが,原子炉建屋等と同等の検討として実強度相当を考慮する。

(2)　手法特有の配慮（ケース 8）

原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定は折線近似を基本としているが,現実には上に凸な曲線になると考えられることから，各要素，各方向（NS，EW 方向）の曲げモーメントのスケルトン曲線について，曲線近似を包絡するように，基本ケースの折線近似のスケルトン曲線の第二勾配の領域を一律同じ値だけ嵩上げした曲線近似包絡のスケルトン曲線を考慮する。

表 3－17　大型機器系の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	コンクリート剛性			回転ばね定数	地盤剛性	原子炉本体基礎のスケルトン曲線の設定方法	備考
	原子炉建屋	原子炉本体基礎	ダイヤフラムフロア				
①ケース 1 （工認モデル）	実強度 43.1N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤	折線近似	基本ケース
②ケース 2 （建屋剛性＋σ， 地盤剛性＋σ）	実強度＋σ 46.0N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤＋σ （新期砂層+13%, 古安田層+25%, 西山層+10%）	折線近似	地盤剛性の変化に伴い，回転ばね定数が変化
③ケース 3 （建屋剛性－σ， 地盤剛性－σ）	実強度－σ 40.2N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤－σ （新期砂層-13%, 古安田層-25%, 西山層-10%）	折線近似	地盤剛性の変化に伴い，回転ばね定数が変化
④ケース 4 （建屋剛性 コア平均）	実強度 （コア平均） 55.7N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤	折線近似	
⑤ケース 5 （建屋剛性－2σ）	実強度－2σ 37.2N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤	折線近似	
⑥ケース 6 （回転ばね低減）	実強度 43.1N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	50%	標準地盤	折線近似	
⑦ケース 7 （原子炉本体基礎 ダイヤフラムフロア 実強度）	実強度 43.1N/mm^2	実強度 39.2N/mm^2	実強度 43.1N/mm^2	100%	標準地盤	折線近似	建屋－機器連成解析固有のケース
⑧ケース 8 （原子炉本体基礎 スケルトン曲線 曲線包絡）	実強度 43.1N/mm^2	設計基準強度 29.4N/mm^2	設計基準強度 32.3N/mm^2	100%	標準地盤	折線近似 （曲線近似を包絡）	建屋－機器連成解析固有のケース

4. 解析結果

本章では，代表として，弾性設計用地震動Ｓｄ及び基準地震動Ｓｓの基本ケースの地震応答解析結果を示す。ここでは，Ⅴ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の接地率を踏まえて，Ss-2，EW 方向について誘発上下動を考慮している。

4.1 固有値解析

各地震動による地震応答解析より得られた固有周期の中で,固有周期 0.050s 以上の次数についてまとめた結果を表 4－1～表 4－32（弾性設計用地震動Ｓｄ：表 4－1～表 4－16，基準地震動Ｓｓ：表 4－17～表 4－32）に示す。また，各地震動の刺激関数モードを図 4－1～図 4－224（弾性設計用地震動Ｓｄ：図 4－1～図 4－112，基準地震動Ｓｓ：図 4－113～図 4－224）に示す。なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示している。

鉛直方向の固有値及び刺激関数モード図は，Ⅴ-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に示す。

4.2 地震応答解析及び静的解析

(1) 弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的震度

水平方向の弾性設計用地震動Ｓｄ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 4－225～図 4－248 に，算定したスケルトン曲線と最大応答値の関係を図 4－249～図 4－252 に，原子炉圧力容器スタビライザ及びダイヤフラムフロアに加わる力（ばね反力）を表 4－33 に示す。

鉛直方向の弾性設計用地震動Ｓｄ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 4－253～図 4－261 に示す。なお，鉛直方向の静的解析は実施せず，「3.3.2 静的解析」において算定した静的震度を一律に適用する。

(2) 基準地震動Ｓｓ

水平方向の基準地震動Ｓｓ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 4－262～図 4－285 に，算定したスケルトン曲線と最大応答値の関係を図 4－286～図 4－289 に，原子炉圧力容器スタビライザ及びダイヤフラムフロアに加わる力（ばね反力）を表 4－34 に示す。

鉛直方向の基準地震動Ｓｓ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 4－290～図 4－298 に示す。

表 4－1　固有値解析結果*（Sd-1，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.426	1.592	原子炉建屋
2	0.188	-0.711	原子炉建屋
3	0.091	0.073	原子炉建屋
4	0.079	-0.570	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.281	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－2　固有値解析結果*（Sd-1，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.416	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.627	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.558	原子炉建屋
5	0.071	0.226	原子炉建屋
6	0.070	0.021	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－3　固有値解析結果*（Sd-2，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.425	1.592	原子炉建屋
2	0.187	-0.712	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.577	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.284	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.043	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－4　固有値解析結果*（Sd-2，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.416	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.628	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.562	原子炉建屋
5	0.071	0.231	原子炉建屋
6	0.070	0.019	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－5　固有値解析結果*（Sd-3，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.425	1.592	原子炉建屋
2	0.188	-0.711	原子炉建屋
3	0.091	0.073	原子炉建屋
4	0.079	-0.569	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.280	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－6　固有値解析結果*（Sd-3，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.416	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.627	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.556	原子炉建屋
5	0.071	0.227	原子炉建屋
6	0.070	0.019	原子炉圧力容器
7	0.058	0.065	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－7　固有値解析結果*（Sd-4，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.423	1.594	原子炉建屋
2	0.187	-0.714	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.589	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.286	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.043	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－8　固有値解析結果*（Sd-4，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.413	1.554	原子炉建屋
2	0.185	-0.630	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.570	原子炉建屋
5	0.071	0.245	原子炉建屋
6	0.070	0.008	原子炉圧力容器
7	0.058	0.067	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－9　固有値解析結果*（Sd-5，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.424	1.593	原子炉建屋
2	0.187	-0.712	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.578	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.282	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－10　固有値解析結果*（Sd-5，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.414	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.628	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.562	原子炉建屋
5	0.071	0.236	原子炉建屋
6	0.070	0.013	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－11　固有値解析結果*（Sd-6，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.424	1.593	原子炉建屋
2	0.187	-0.713	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.580	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.283	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－12　固有値解析結果*（Sd-6，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.414	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.629	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.564	原子炉建屋
5	0.071	0.235	原子炉建屋
6	0.070	0.014	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－13　固有値解析結果*（Sd-7，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.424	1.593	原子炉建屋
2	0.187	-0.712	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.578	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.282	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－14　固有値解析結果*（Sd-7，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.415	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.628	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.561	原子炉建屋
5	0.071	0.235	原子炉建屋
6	0.070	0.014	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－15　固有値解析結果*（Sd-8，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.425	1.593	原子炉建屋
2	0.187	-0.713	原子炉建屋
3	0.091	0.074	原子炉建屋
4	0.079	-0.579	原子炉建屋
5	0.077	-0.058	原子炉建屋
6	0.070	0.284	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.042	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－16　固有値解析結果*（Sd-8，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.415	1.553	原子炉建屋
2	0.186	-0.628	原子炉建屋
3	0.082	-0.035	原子炉建屋
4	0.079	-0.563	原子炉建屋
5	0.071	0.234	原子炉建屋
6	0.070	0.016	原子炉圧力容器
7	0.058	0.066	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－17　固有値解析結果*（Ss-1，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.438	1.587	原子炉建屋
2	0.193	-0.699	原子炉建屋
3	0.091	0.070	原子炉建屋
4	0.079	-0.500	原子炉建屋
5	0.077	-0.055	原子炉建屋
6	0.070	0.264	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.039	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－18　固有値解析結果*（Ss-1，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.428	1.549	原子炉建屋
2	0.191	-0.619	原子炉建屋
3	0.082	-0.033	原子炉建屋
4	0.079	-0.514	原子炉建屋
5	0.071	0.162	原子炉建屋
6	0.070	0.065	原子炉圧力容器
7	0.058	0.062	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－19　固有値解析結果*（Ss-2，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.437	1.588	原子炉建屋
2	0.192	-0.700	原子炉建屋
3	0.091	0.070	原子炉建屋
4	0.079	-0.509	原子炉建屋
5	0.077	-0.055	原子炉建屋
6	0.070	0.266	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.040	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－20　固有値解析結果*（Ss-2，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.427	1.549	原子炉建屋
2	0.191	-0.620	原子炉建屋
3	0.082	-0.033	原子炉建屋
4	0.079	-0.519	原子炉建屋
5	0.071	0.169	原子炉建屋
6	0.070	0.060	原子炉圧力容器
7	0.058	0.062	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－21　固有値解析結果*（Ss-3，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.440	1.586	原子炉建屋
2	0.194	-0.696	原子炉建屋
3	0.091	0.069	原子炉建屋
4	0.079	-0.482	原子炉建屋
5	0.077	-0.054	原子炉建屋
6	0.070	0.259	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.038	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－22　固有値解析結果*（Ss-3，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.430	1.548	原子炉建屋
2	0.192	-0.617	原子炉建屋
3	0.082	-0.033	原子炉建屋
4	0.079	-0.505	原子炉建屋
5	0.071	0.148	原子炉建屋
6	0.070	0.074	原子炉圧力容器
7	0.058	0.061	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－23　固有値解析結果*（Ss-4，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.431	1.590	原子炉建屋
2	0.190	-0.706	原子炉建屋
3	0.091	0.072	原子炉建屋
4	0.079	-0.541	原子炉建屋
5	0.077	-0.057	原子炉建屋
6	0.070	0.274	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.041	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－24　固有値解析結果*（Ss-4，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.422	1.551	原子炉建屋
2	0.189	-0.624	原子炉建屋
3	0.082	-0.034	原子炉建屋
4	0.079	-0.538	原子炉建屋
5	0.071	0.197	原子炉建屋
6	0.070	0.041	原子炉圧力容器
7	0.058	0.064	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－25　固有値解析結果*（Ss-5，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.434	1.589	原子炉建屋
2	0.191	-0.703	原子炉建屋
3	0.091	0.071	原子炉建屋
4	0.079	-0.524	原子炉建屋
5	0.077	-0.056	原子炉建屋
6	0.070	0.270	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.040	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－26　固有値解析結果*（Ss-5，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.424	1.550	原子炉建屋
2	0.190	-0.622	原子炉建屋
3	0.082	-0.034	原子炉建屋
4	0.079	-0.529	原子炉建屋
5	0.071	0.182	原子炉建屋
6	0.070	0.052	原子炉圧力容器
7	0.058	0.063	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－27　固有値解析結果*（Ss-6，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.432	1.589	原子炉建屋
2	0.190	-0.705	原子炉建屋
3	0.091	0.071	原子炉建屋
4	0.079	-0.534	原子炉建屋
5	0.077	-0.057	原子炉建屋
6	0.070	0.273	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.041	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－28　固有値解析結果*（Ss-6，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.423	1.550	原子炉建屋
2	0.189	-0.623	原子炉建屋
3	0.082	-0.034	原子炉建屋
4	0.079	-0.535	原子炉建屋
5	0.071	0.190	原子炉建屋
6	0.070	0.047	原子炉圧力容器
7	0.058	0.064	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－29　固有値解析結果*（Ss-7，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.434	1.589	原子炉建屋
2	0.191	-0.702	原子炉建屋
3	0.091	0.071	原子炉建屋
4	0.079	-0.521	原子炉建屋
5	0.077	-0.056	原子炉建屋
6	0.070	0.269	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.040	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－30　固有値解析結果*（Ss-7，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.424	1.550	原子炉建屋
2	0.190	-0.622	原子炉建屋
3	0.082	-0.034	原子炉建屋
4	0.079	-0.527	原子炉建屋
5	0.071	0.179	原子炉建屋
6	0.070	0.053	原子炉圧力容器
7	0.058	0.063	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－31　固有値解析結果*（Ss-8，NS 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.433	1.589	原子炉建屋
2	0.191	-0.703	原子炉建屋
3	0.091	0.071	原子炉建屋
4	0.079	-0.524	原子炉建屋
5	0.077	-0.056	原子炉建屋
6	0.070	0.270	原子炉圧力容器
7	0.056	-0.040	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

表 4－32　固有値解析結果*（Ss-8，EW 方向）

次数	固有周期 (s)	刺激係数	卓越部位
1	0.423	1.550	原子炉建屋
2	0.189	-0.622	原子炉建屋
3	0.082	-0.034	原子炉建屋
4	0.079	-0.530	原子炉建屋
5	0.071	0.182	原子炉建屋
6	0.070	0.051	原子炉圧力容器
7	0.058	0.063	原子炉建屋

注記＊：固有周期 0.050s 以上の次数について記載した。

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.426　　刺激係数　　；1.592

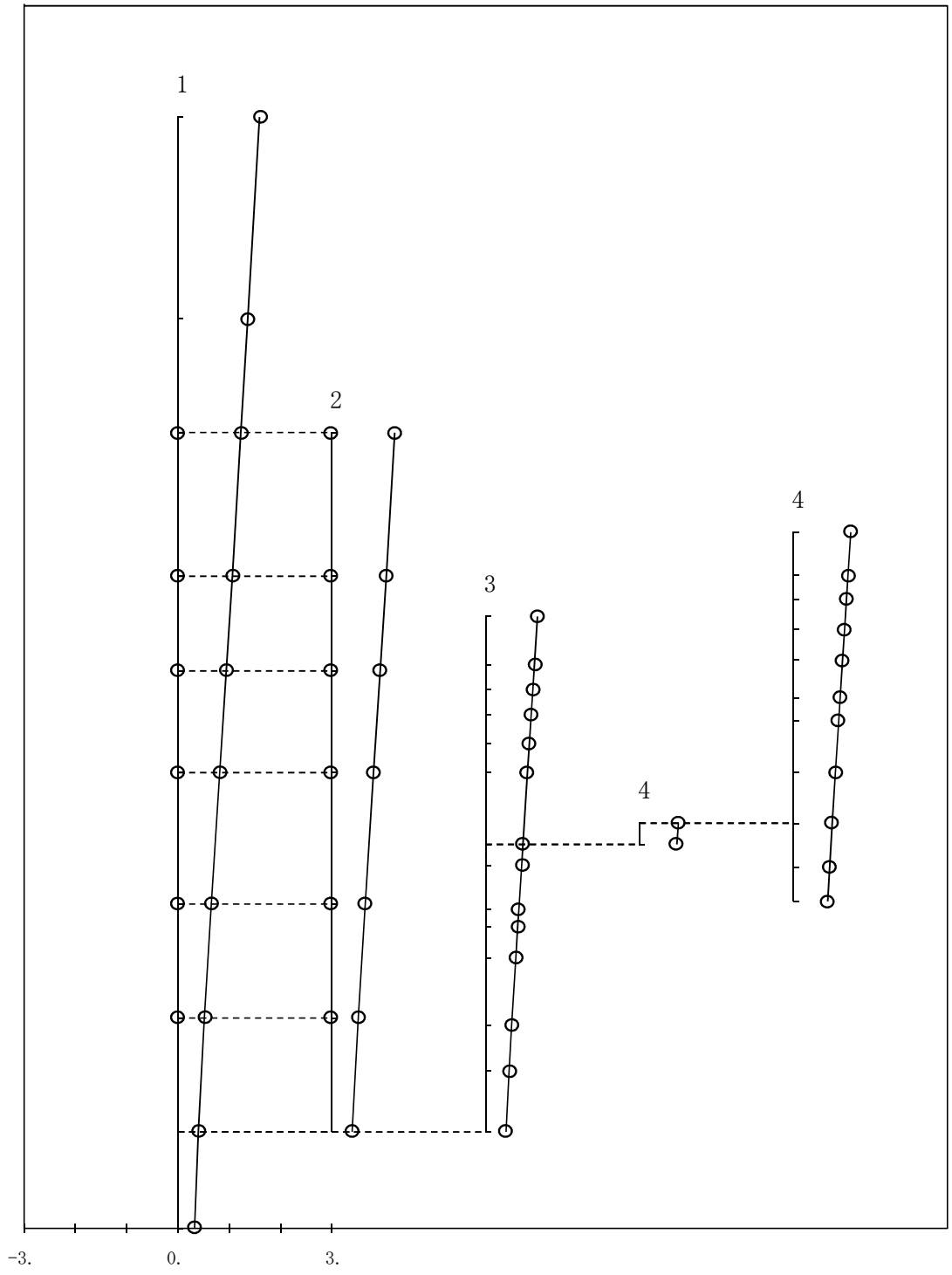


図4－1　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.188　　刺激係数　　；-0.711

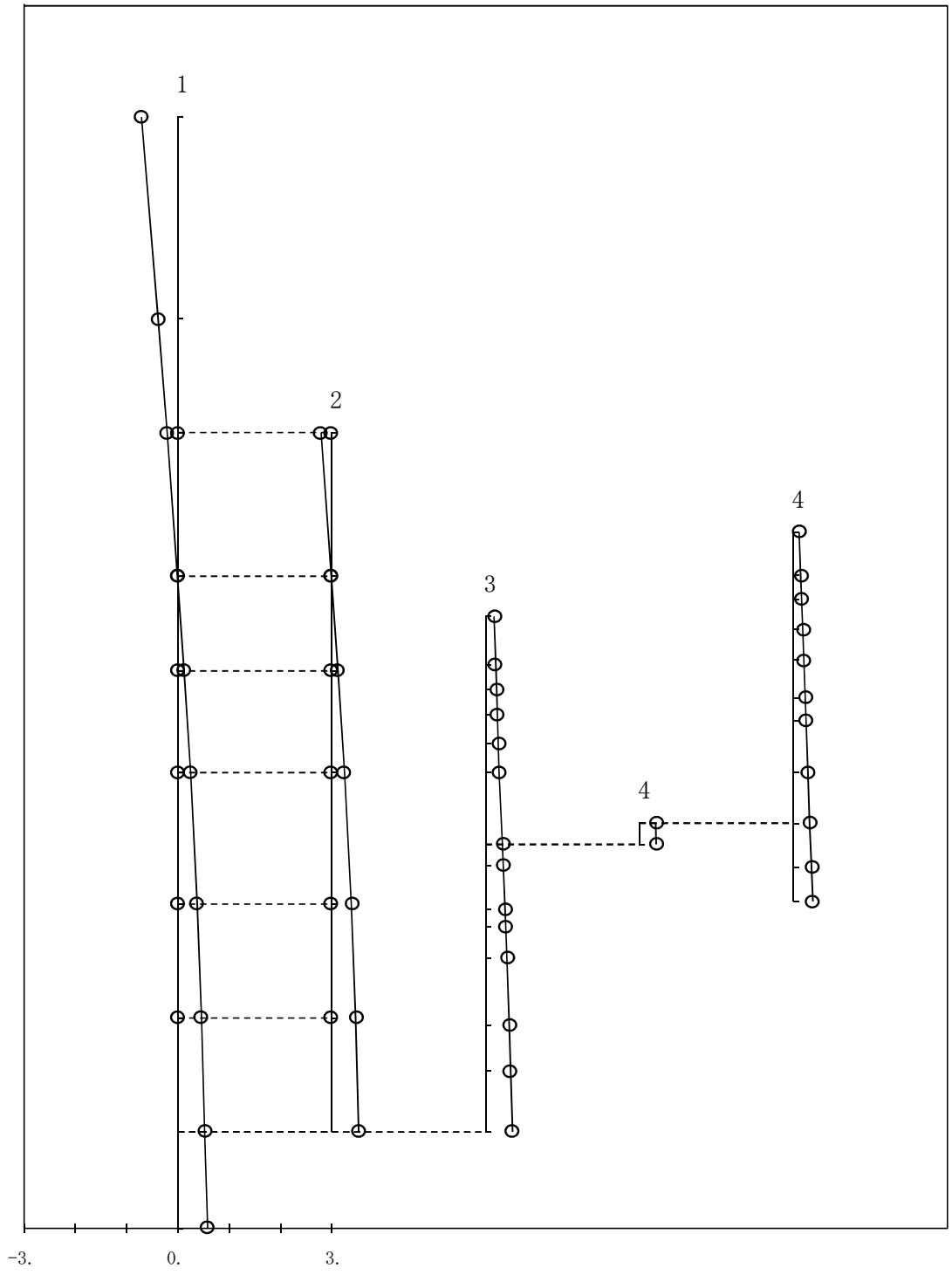


図4－2　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.073

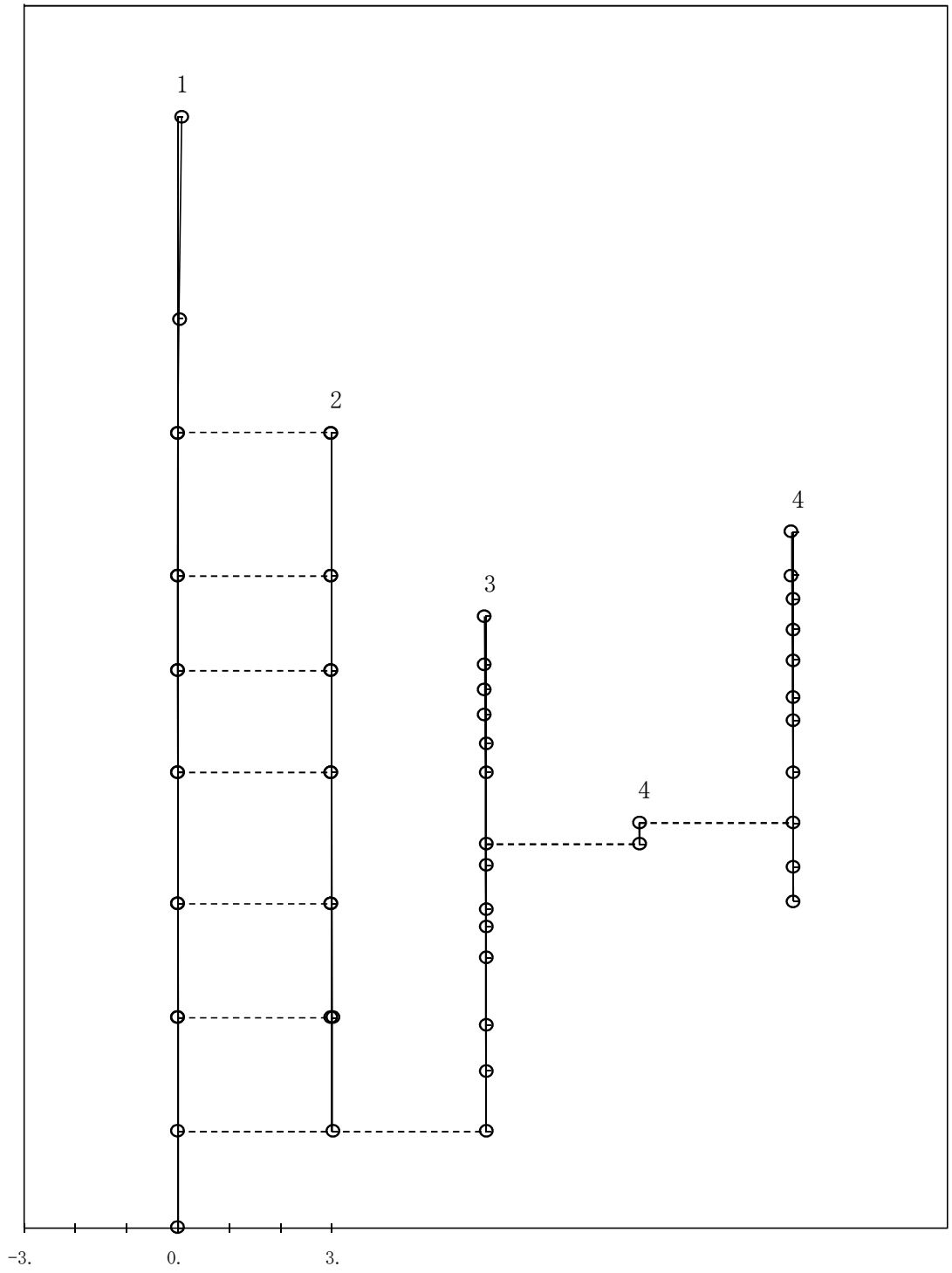


図4－3　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.570

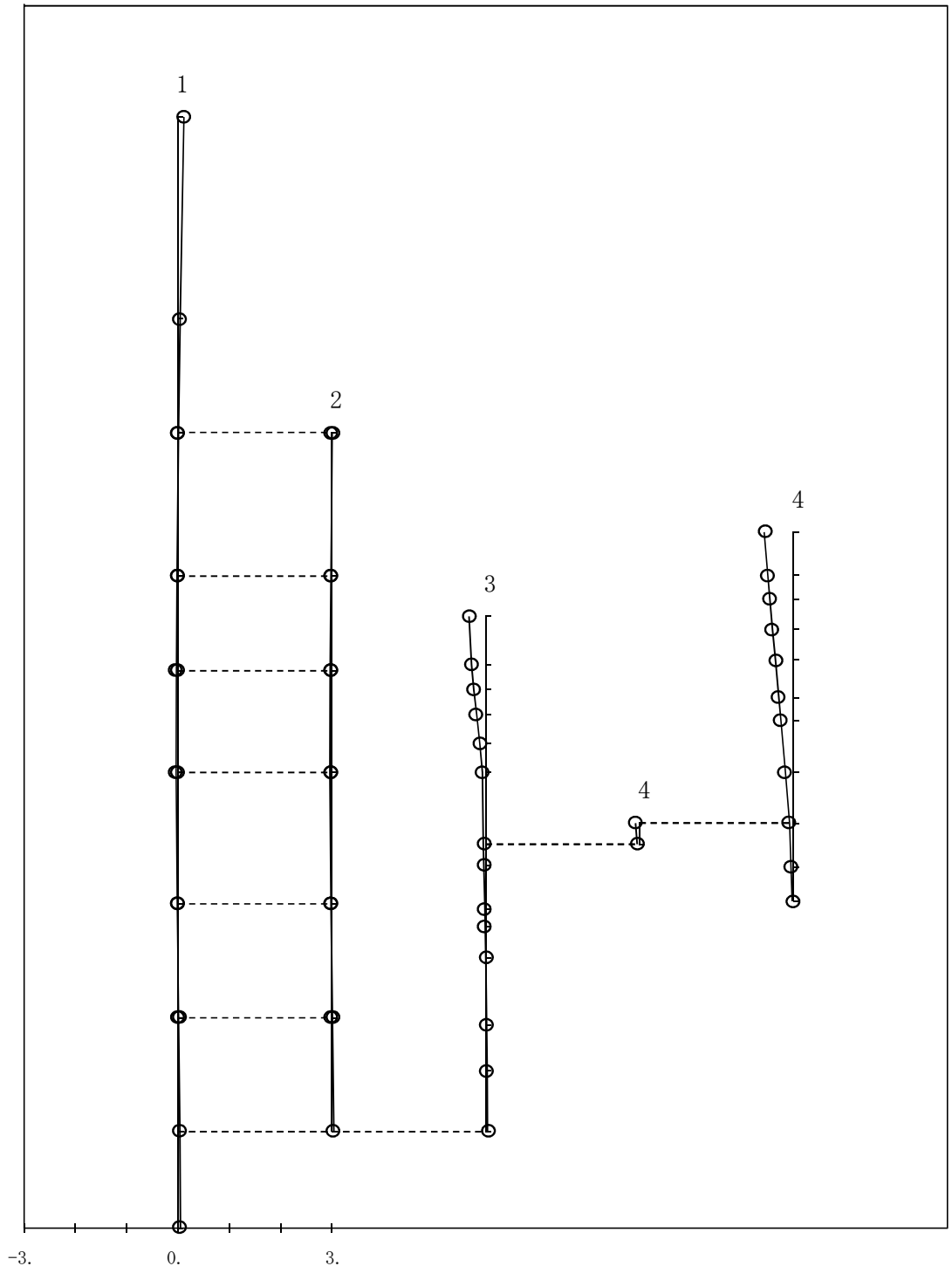


図4－4　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

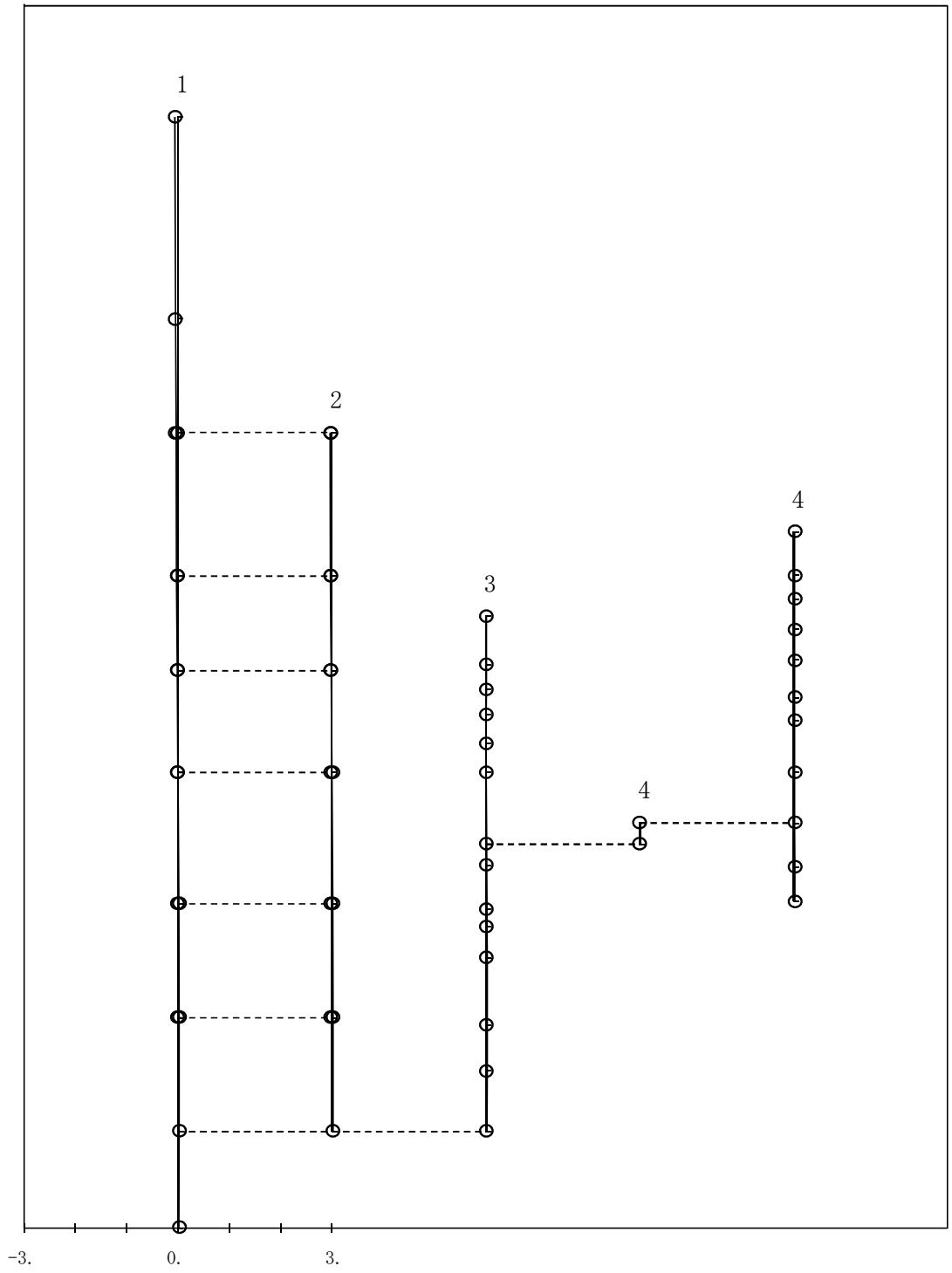


図4－5　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.281

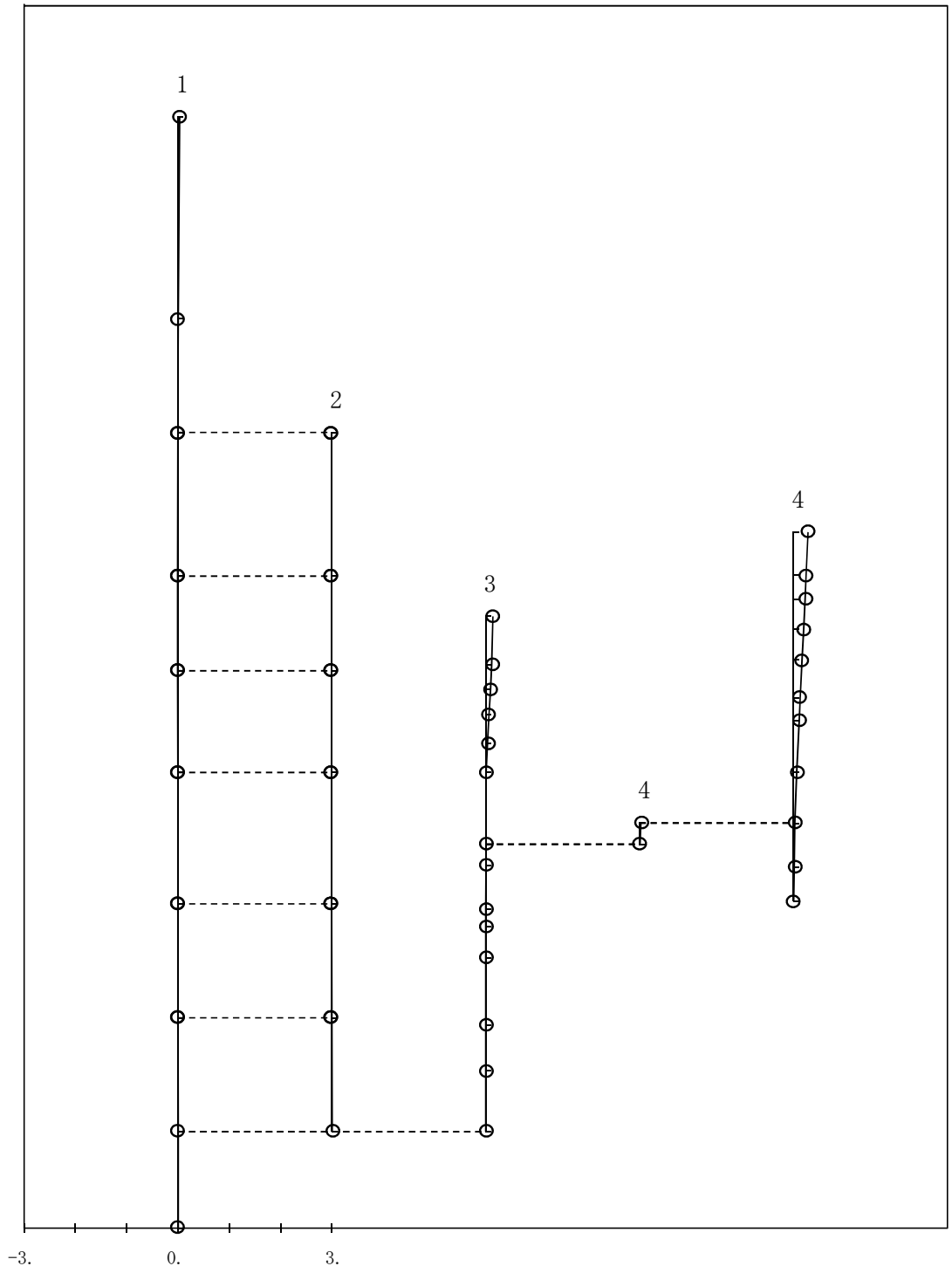


図4－6　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

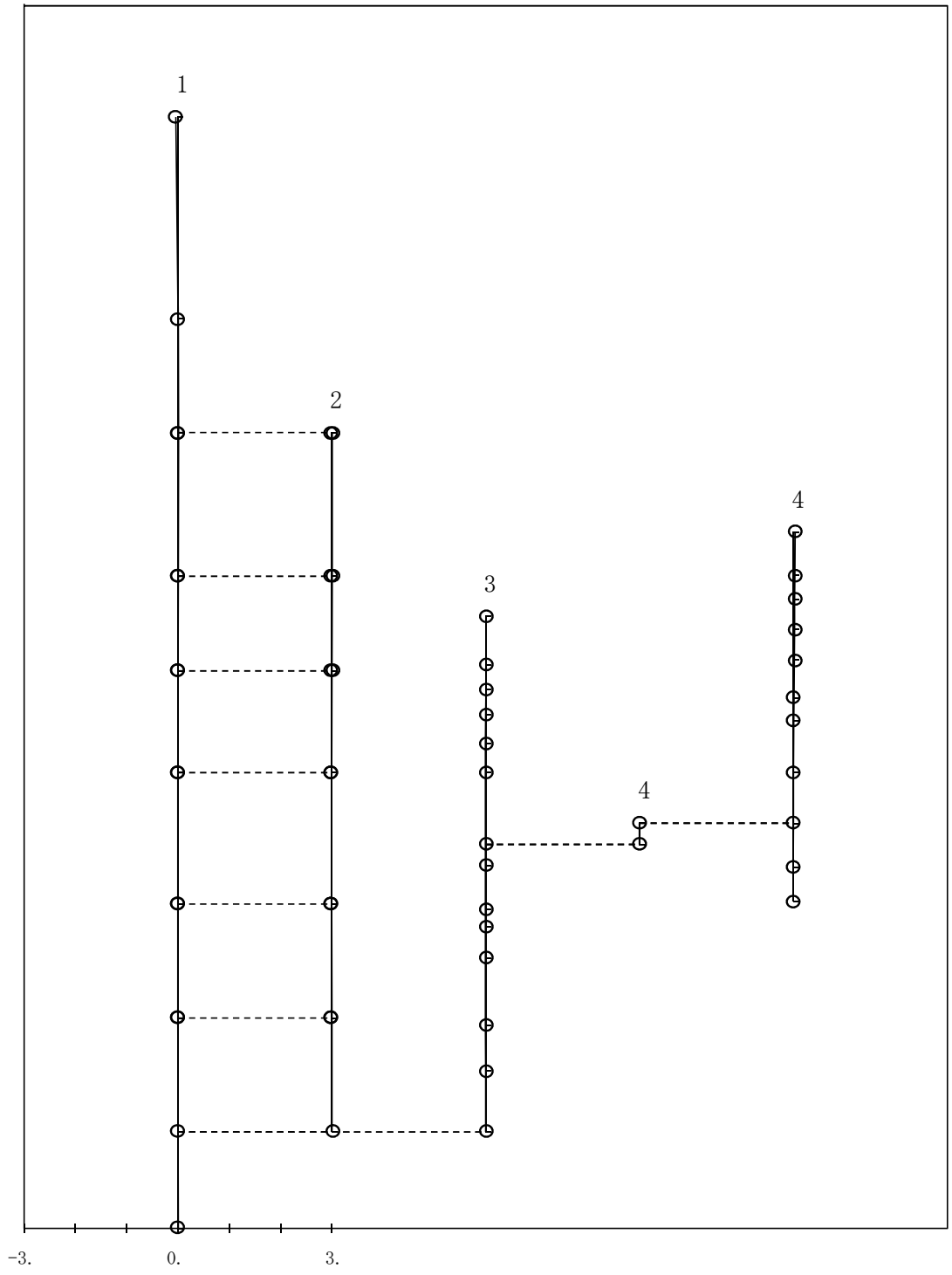


図4－7　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.416　　刺激係数　　；1.553

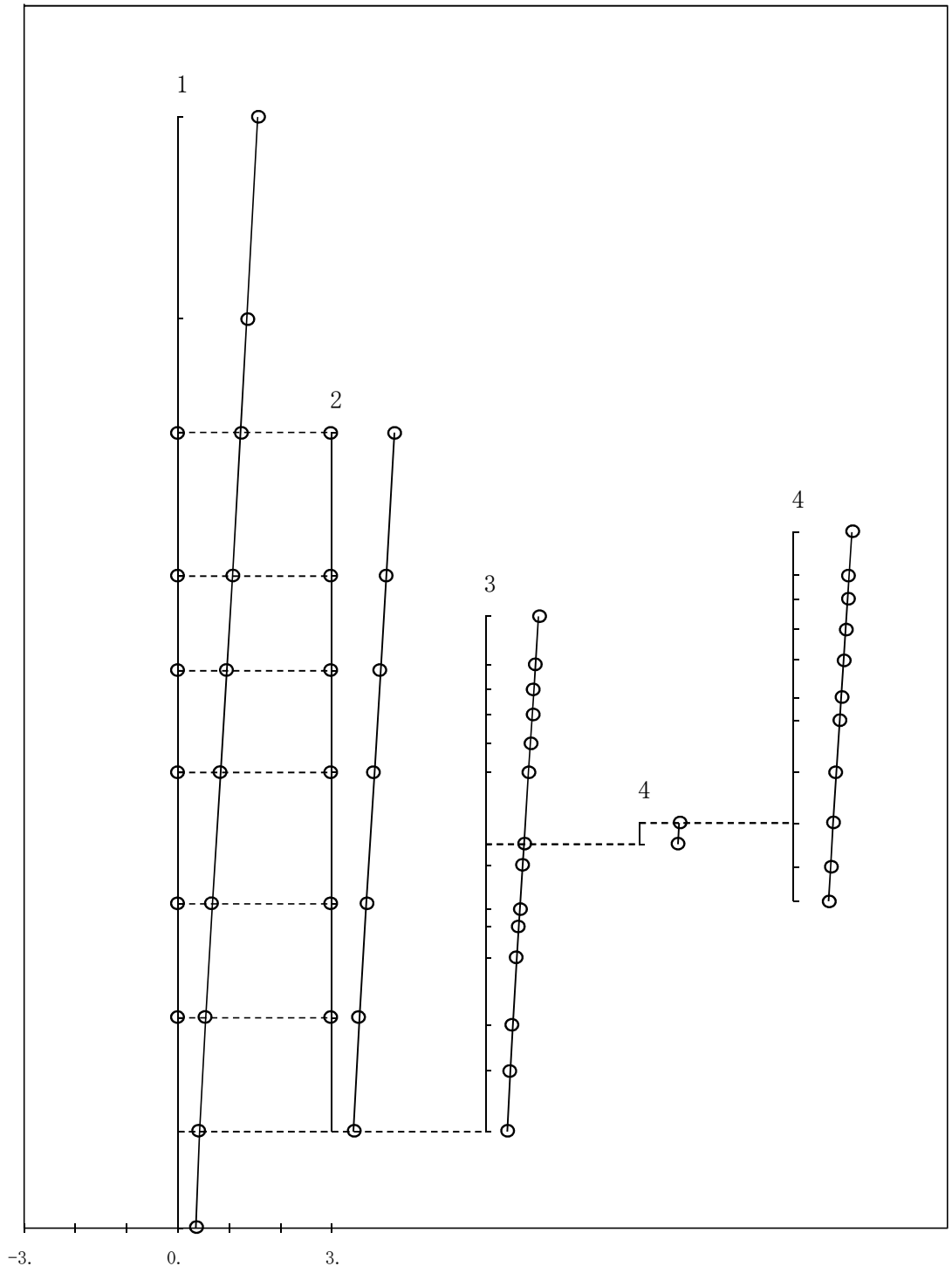


図4－8　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.627

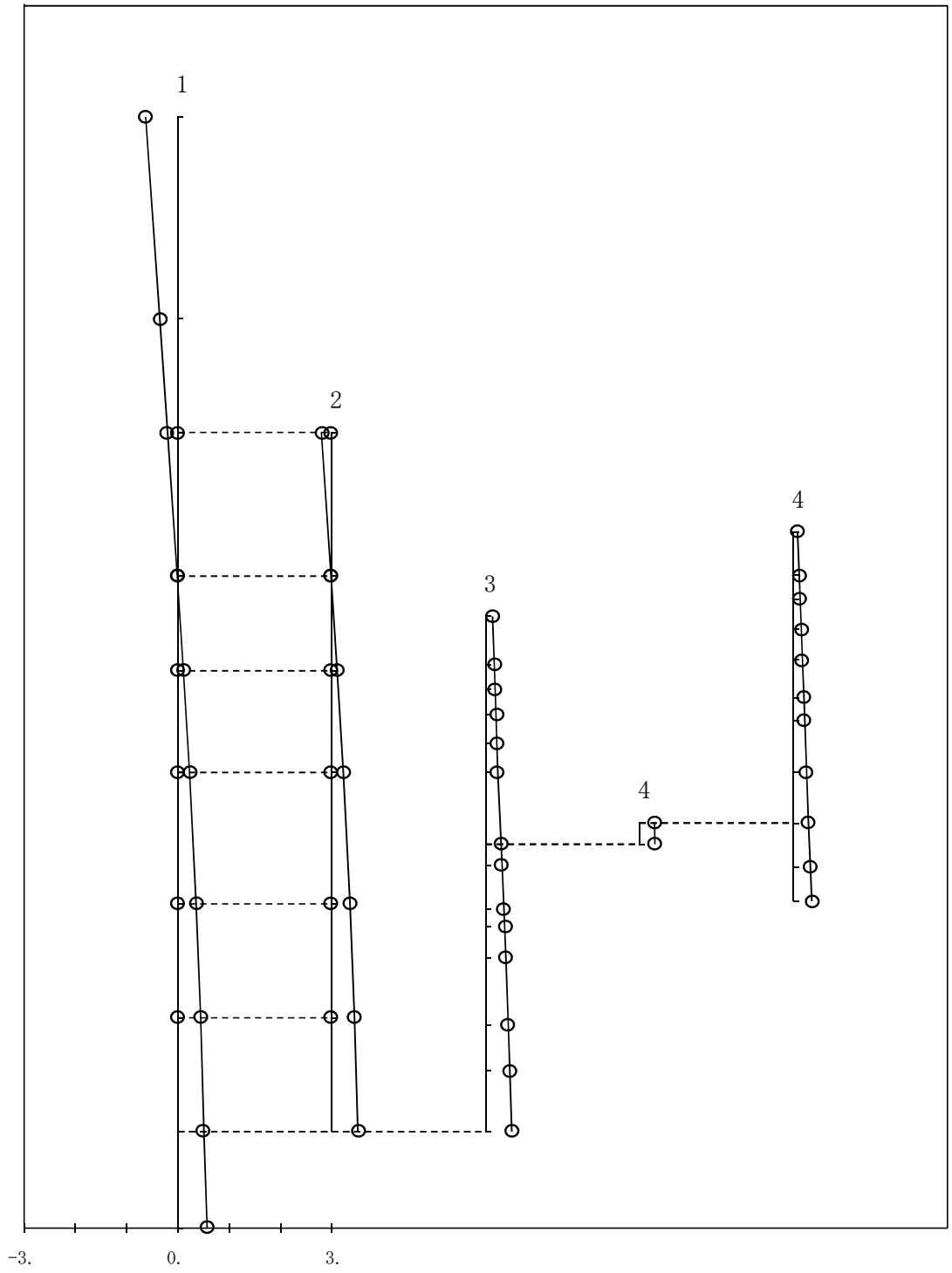


図4－9　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

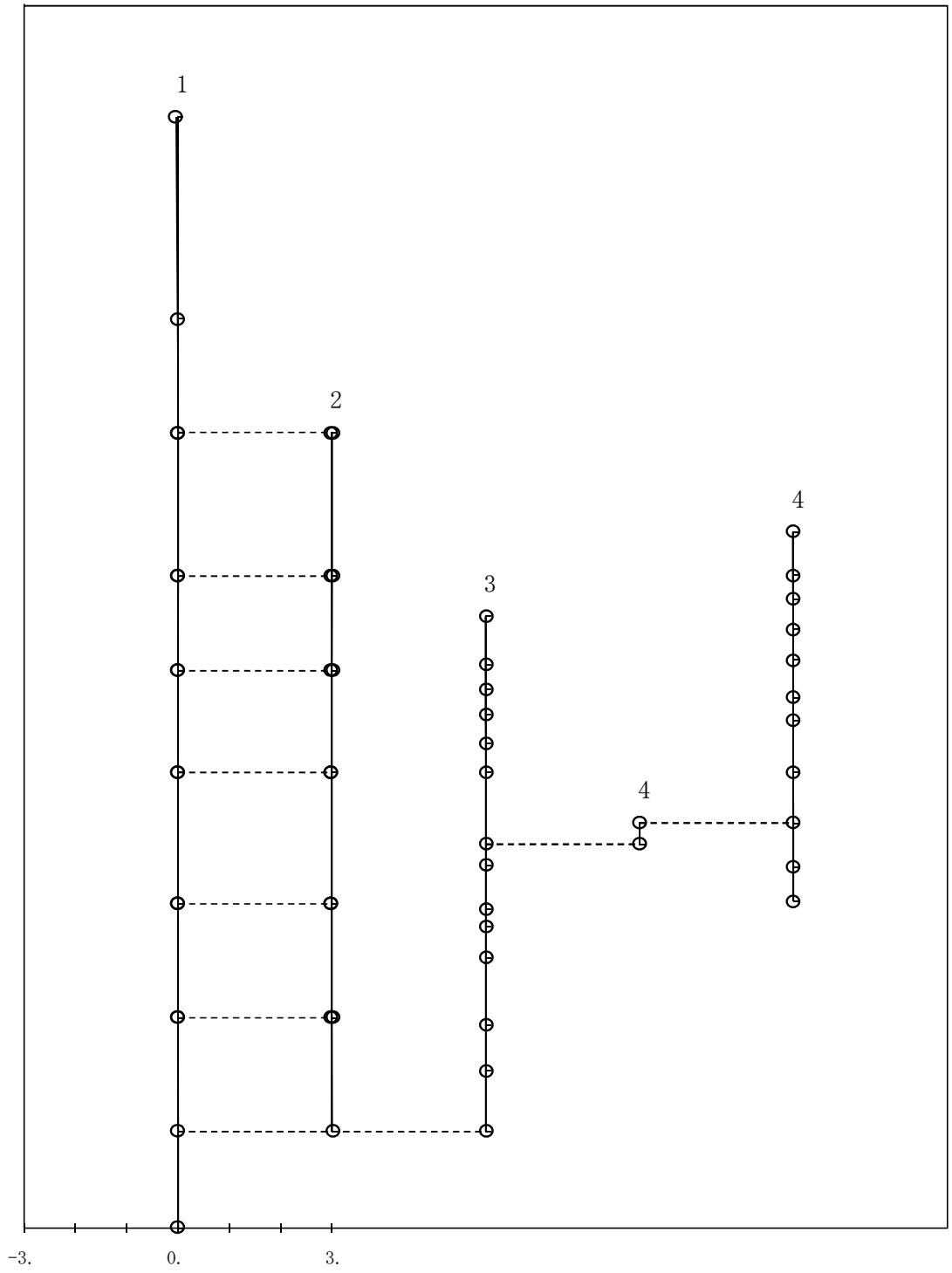


図4－10　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.558

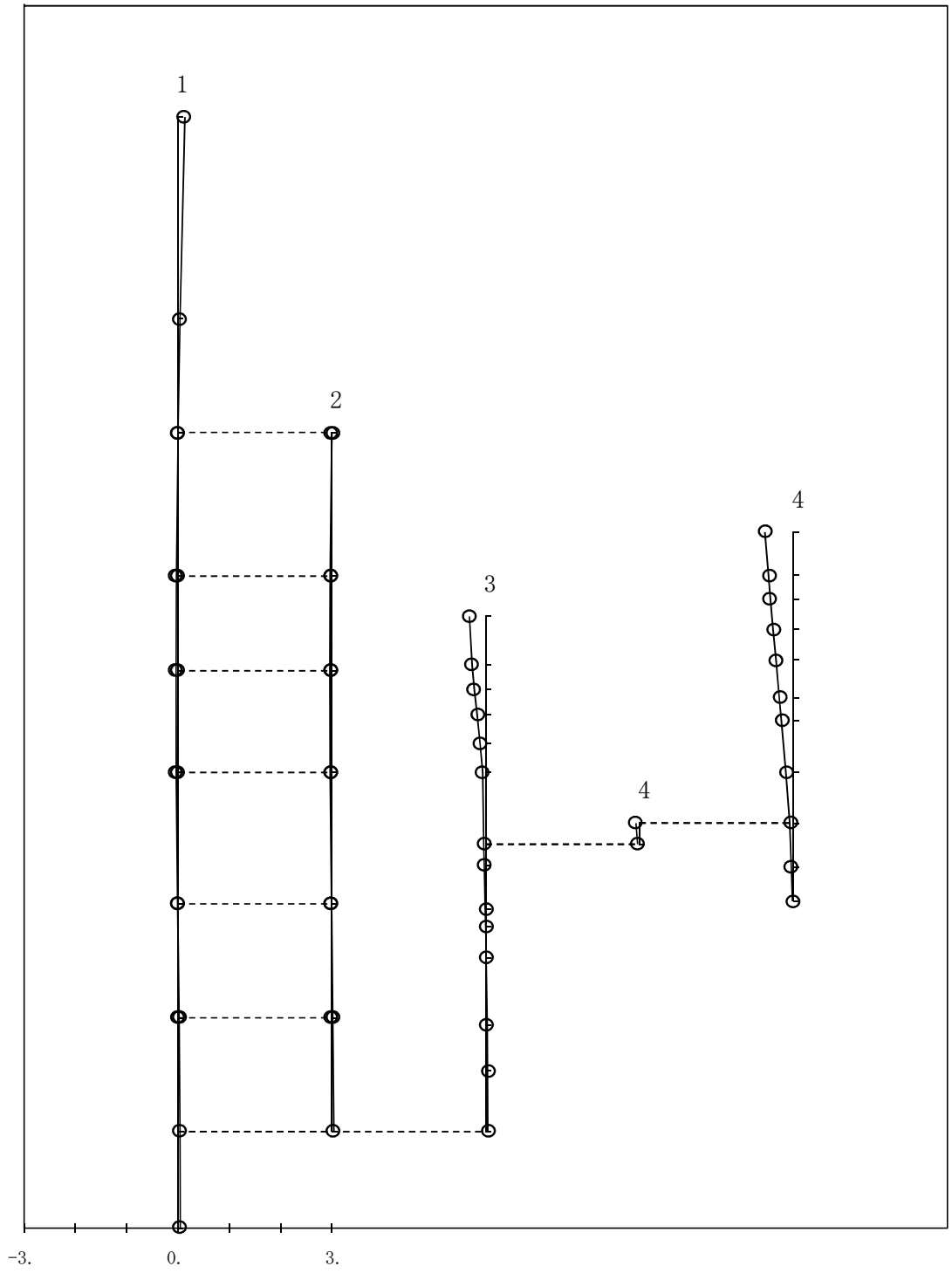


図4－11　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.226

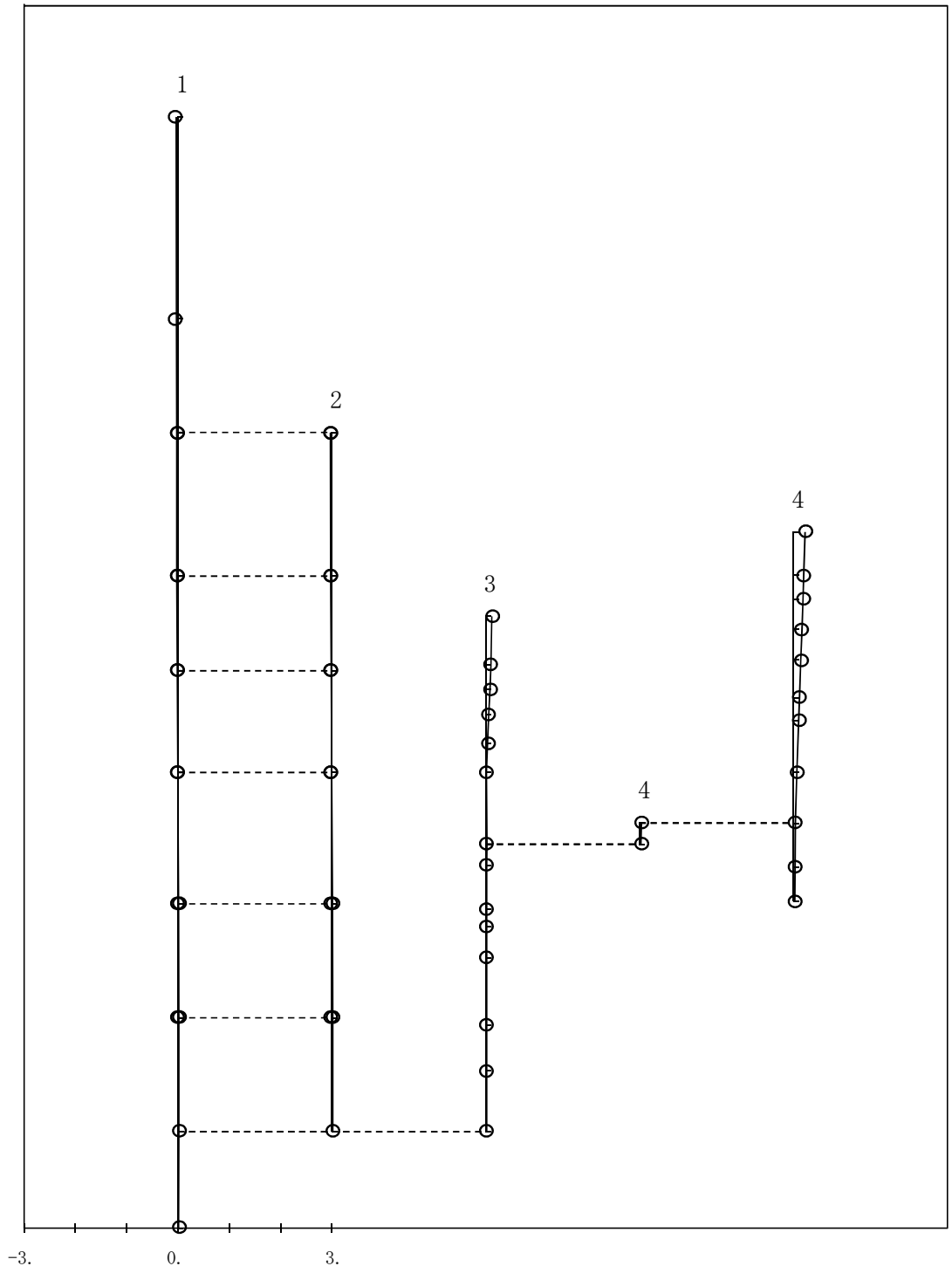


図4－12　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.021

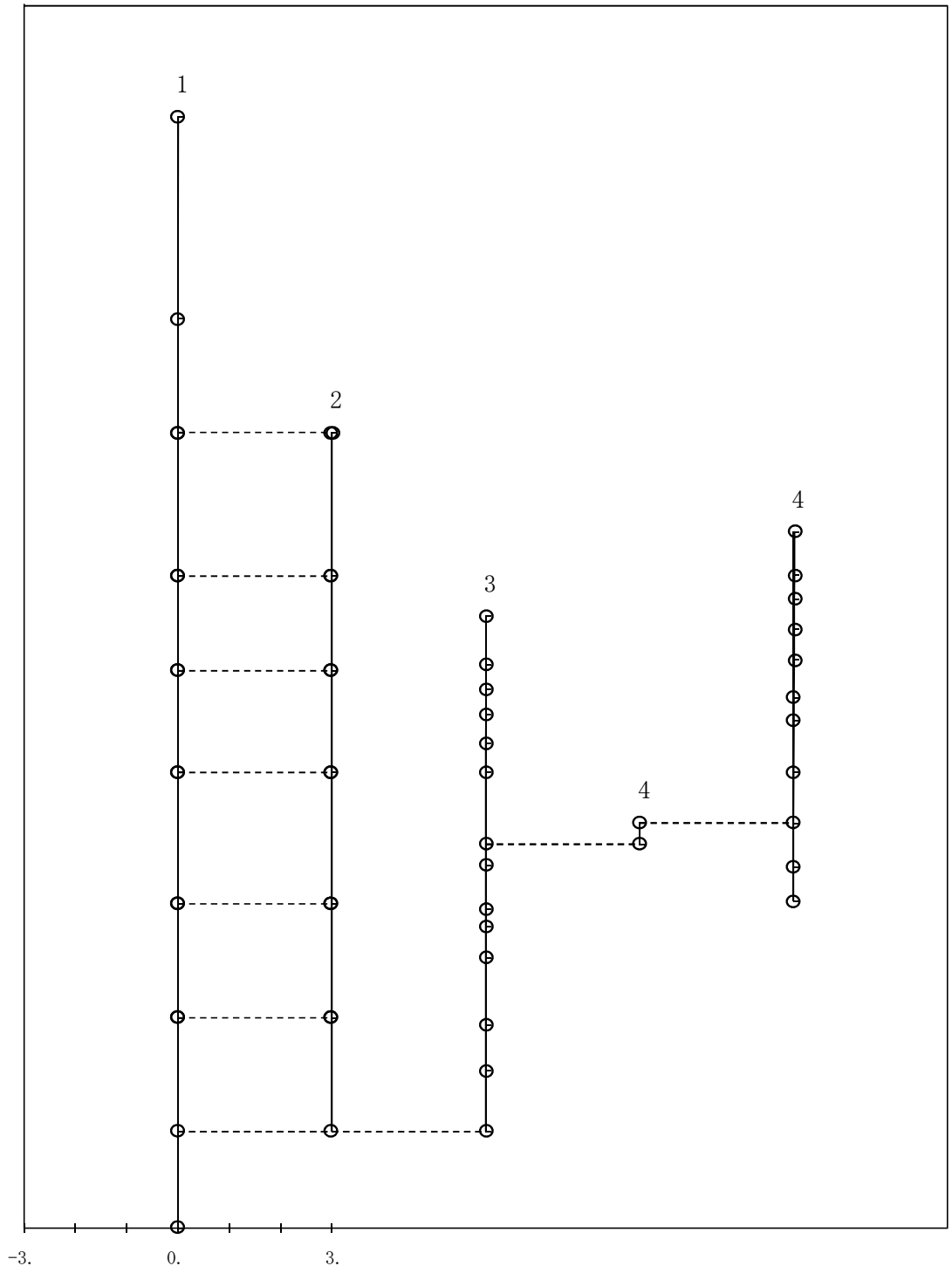


図4－13　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

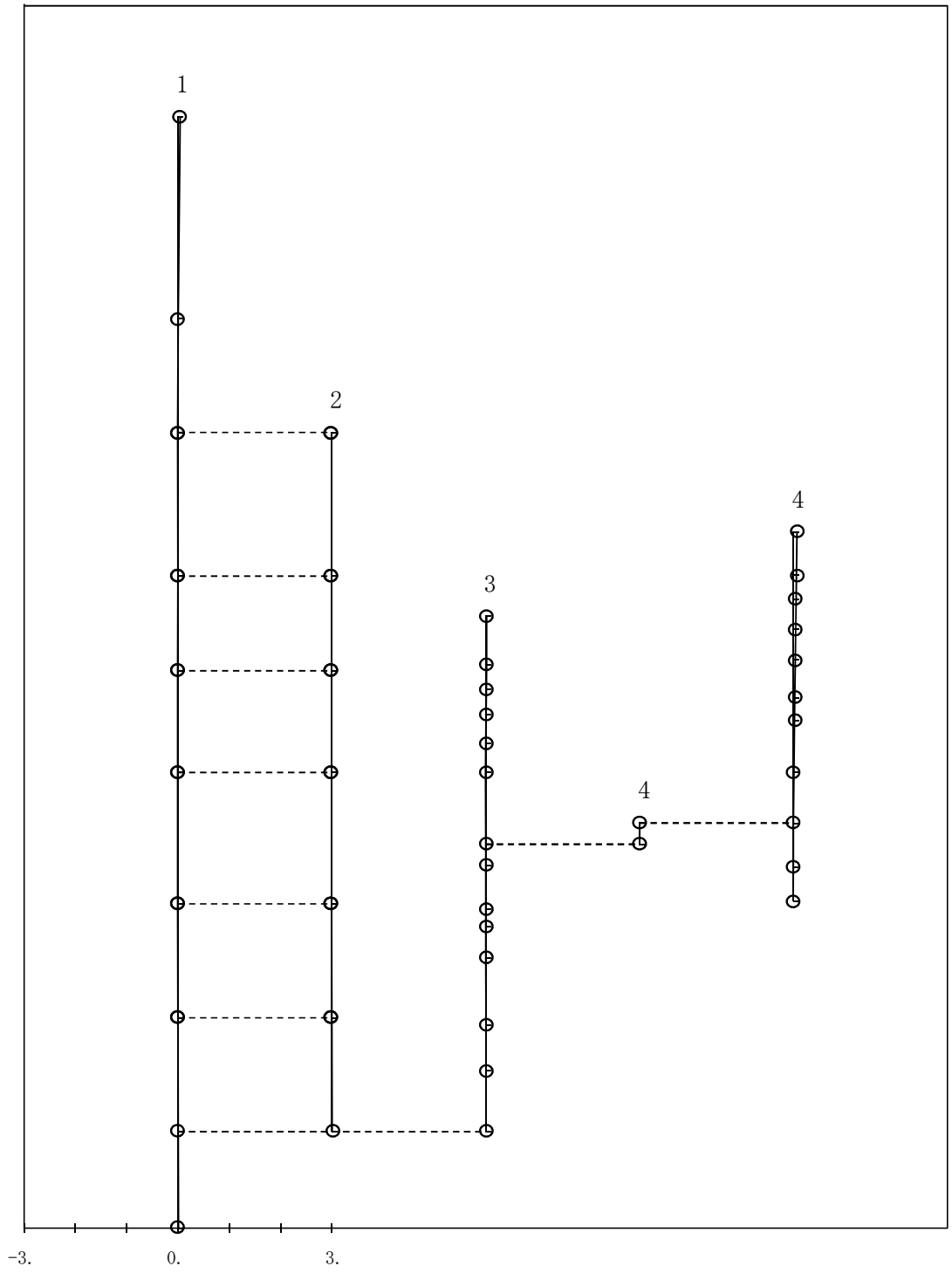


図4－14　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.425　　刺激係数　　；1.592

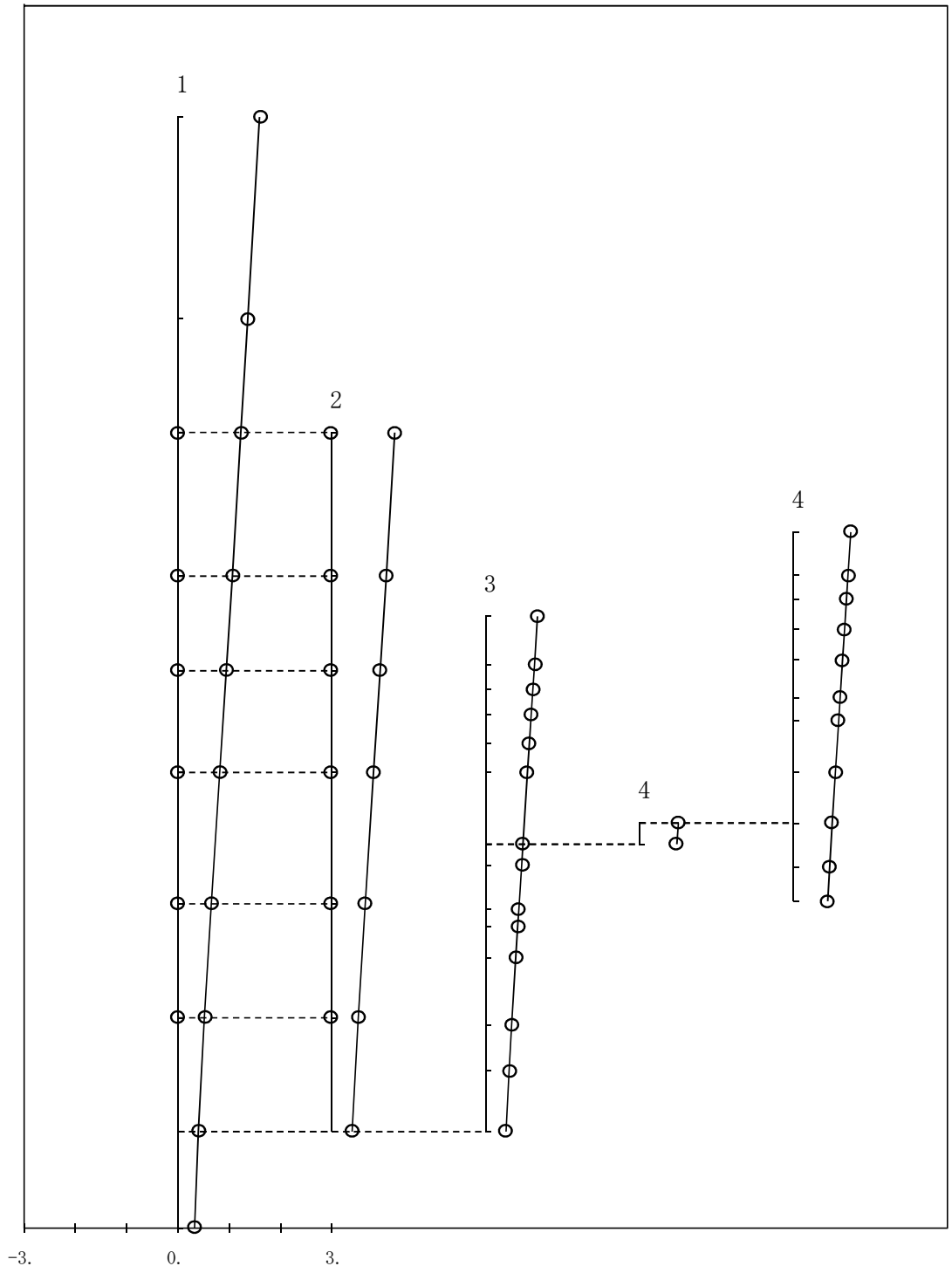


図4－15　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.712

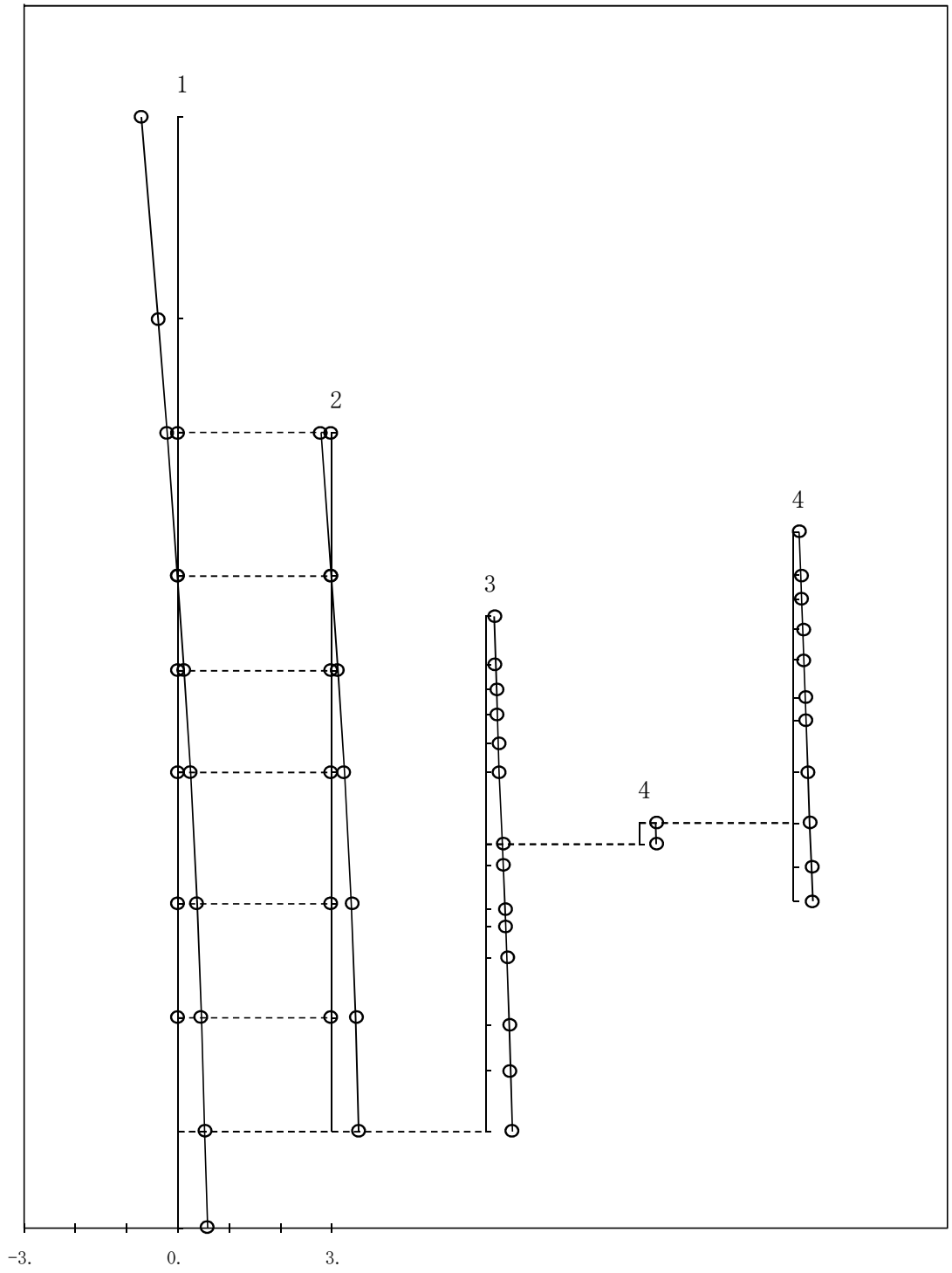


図4－16　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

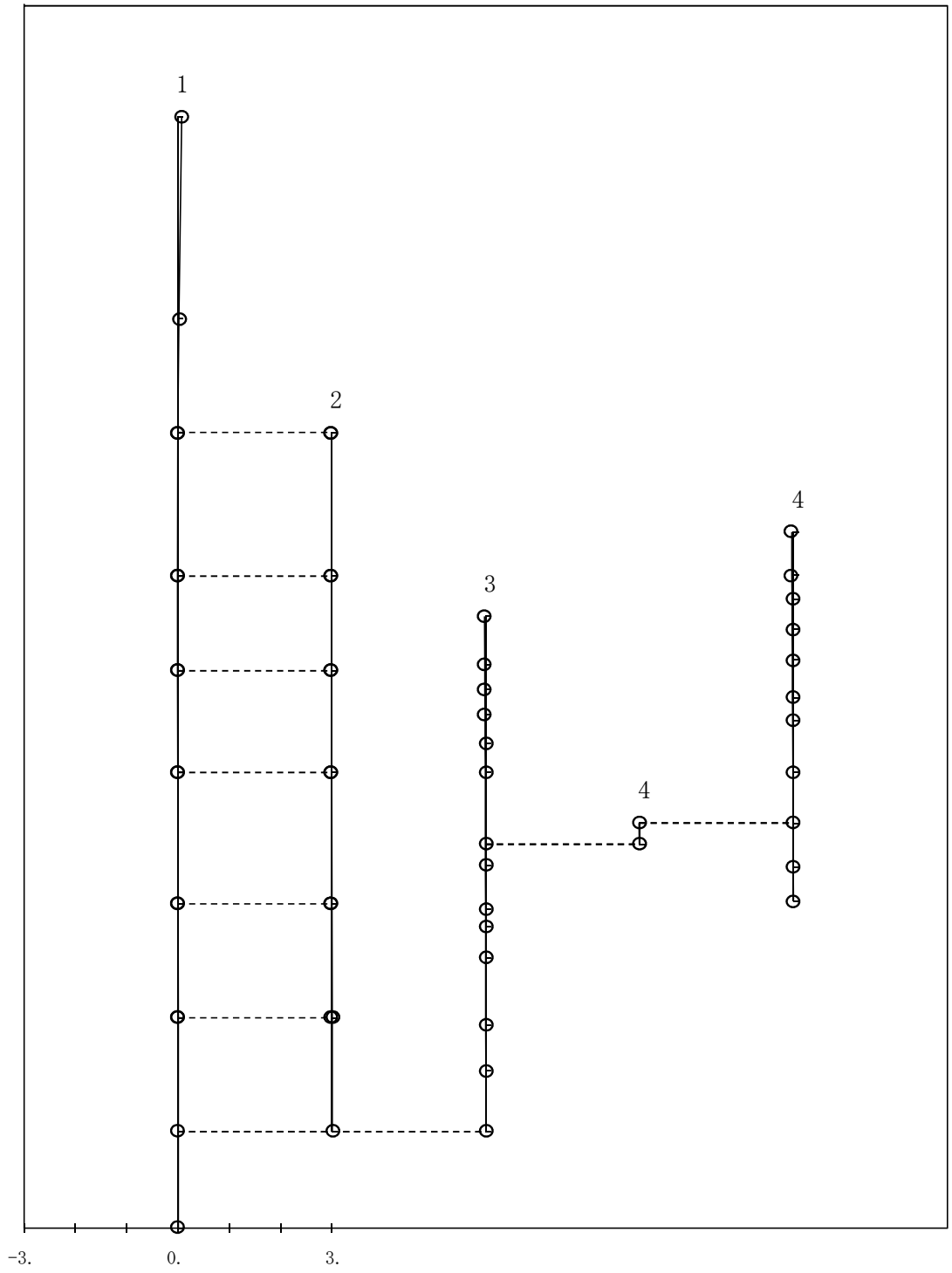


図4－17　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.577

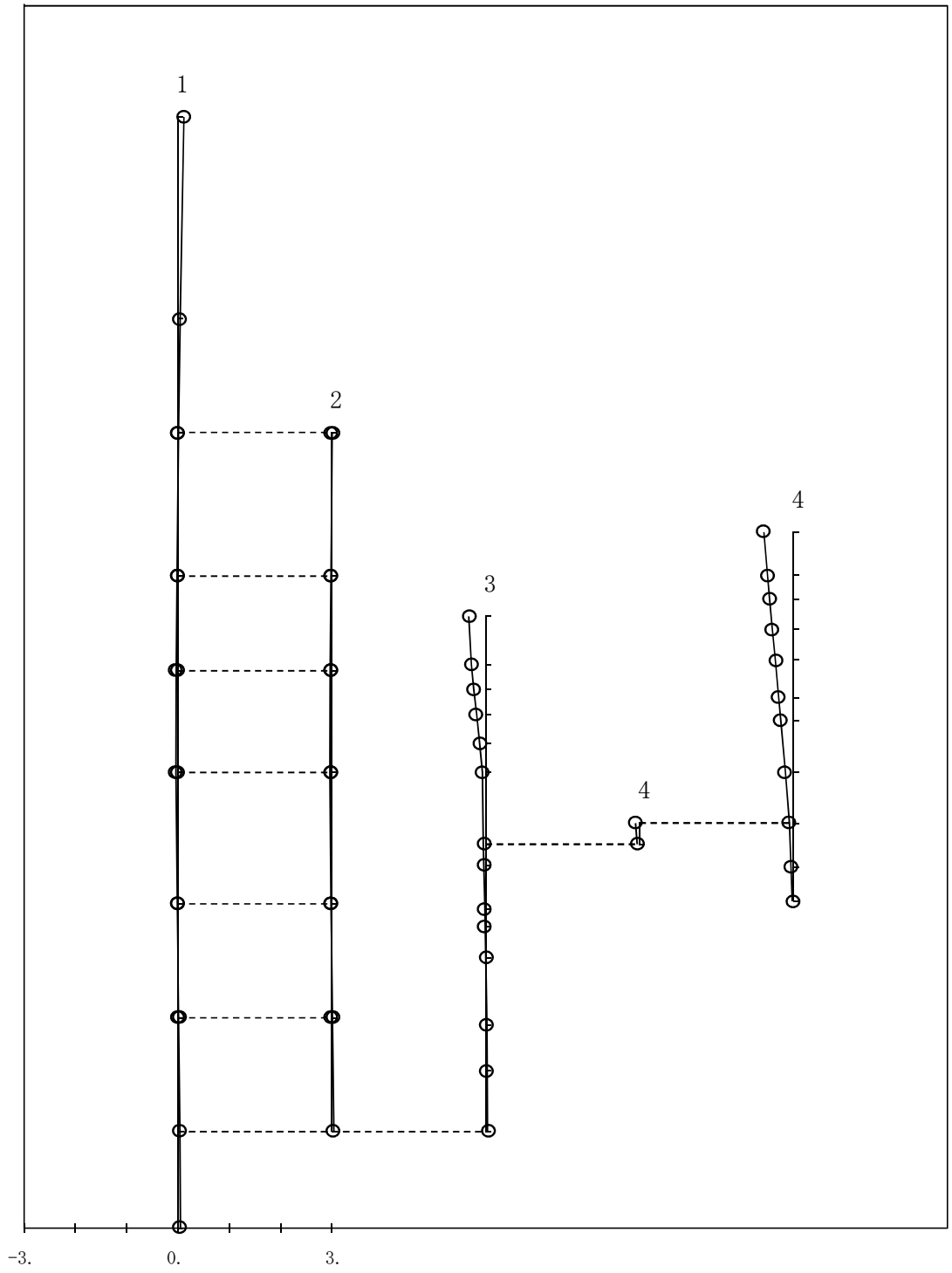


図4－18　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

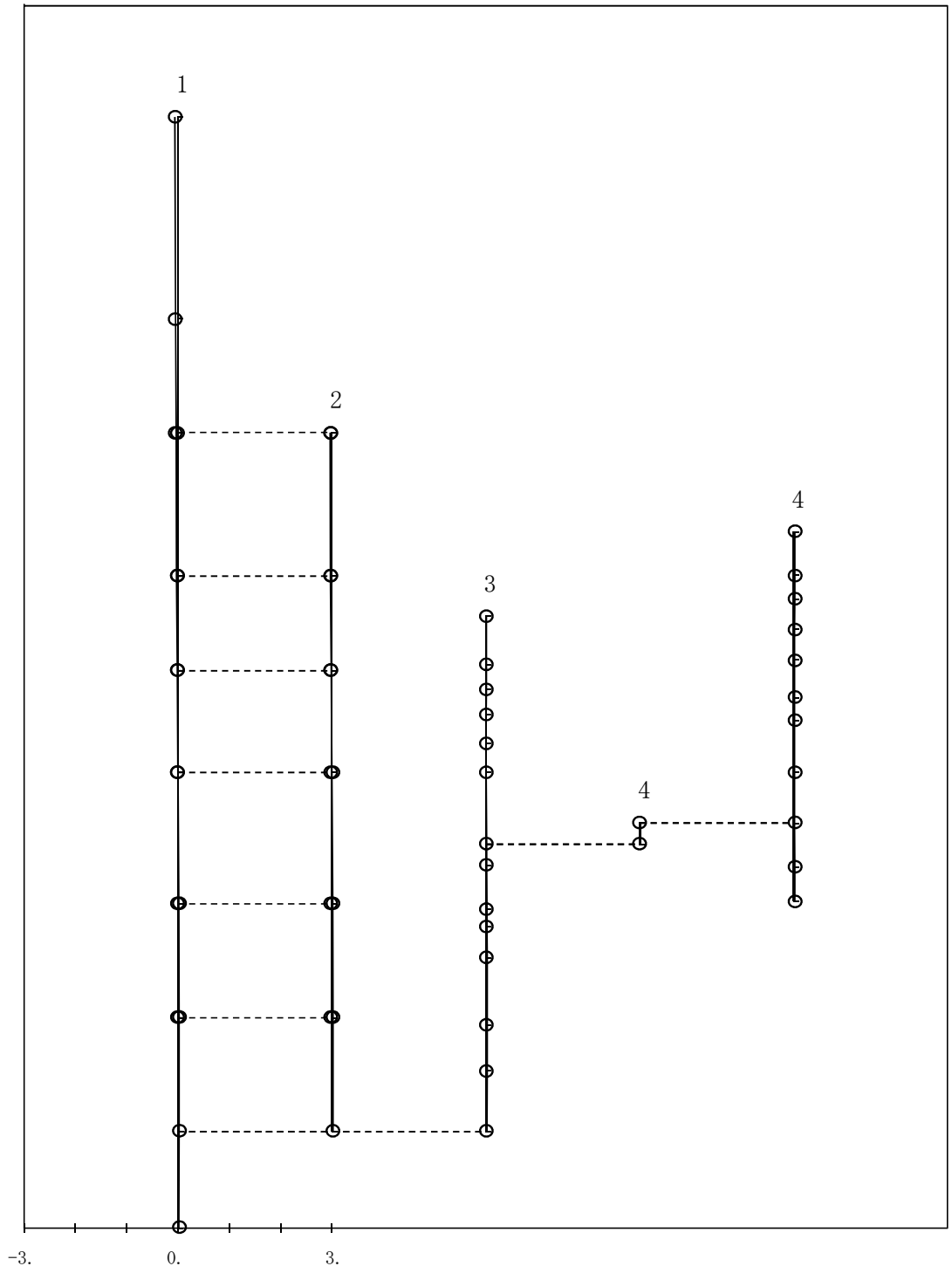


図4－19　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.284

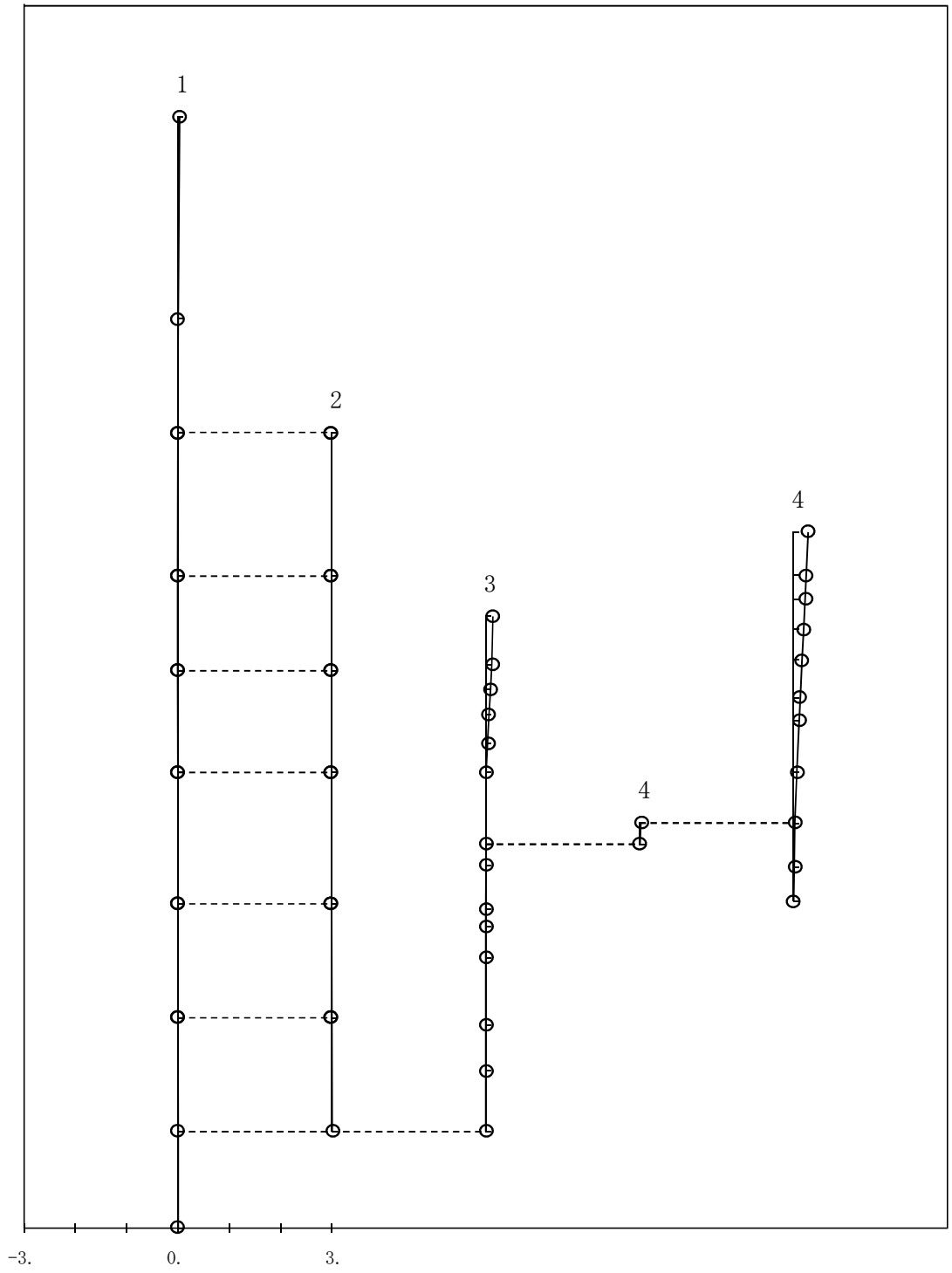


図4－20　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.043

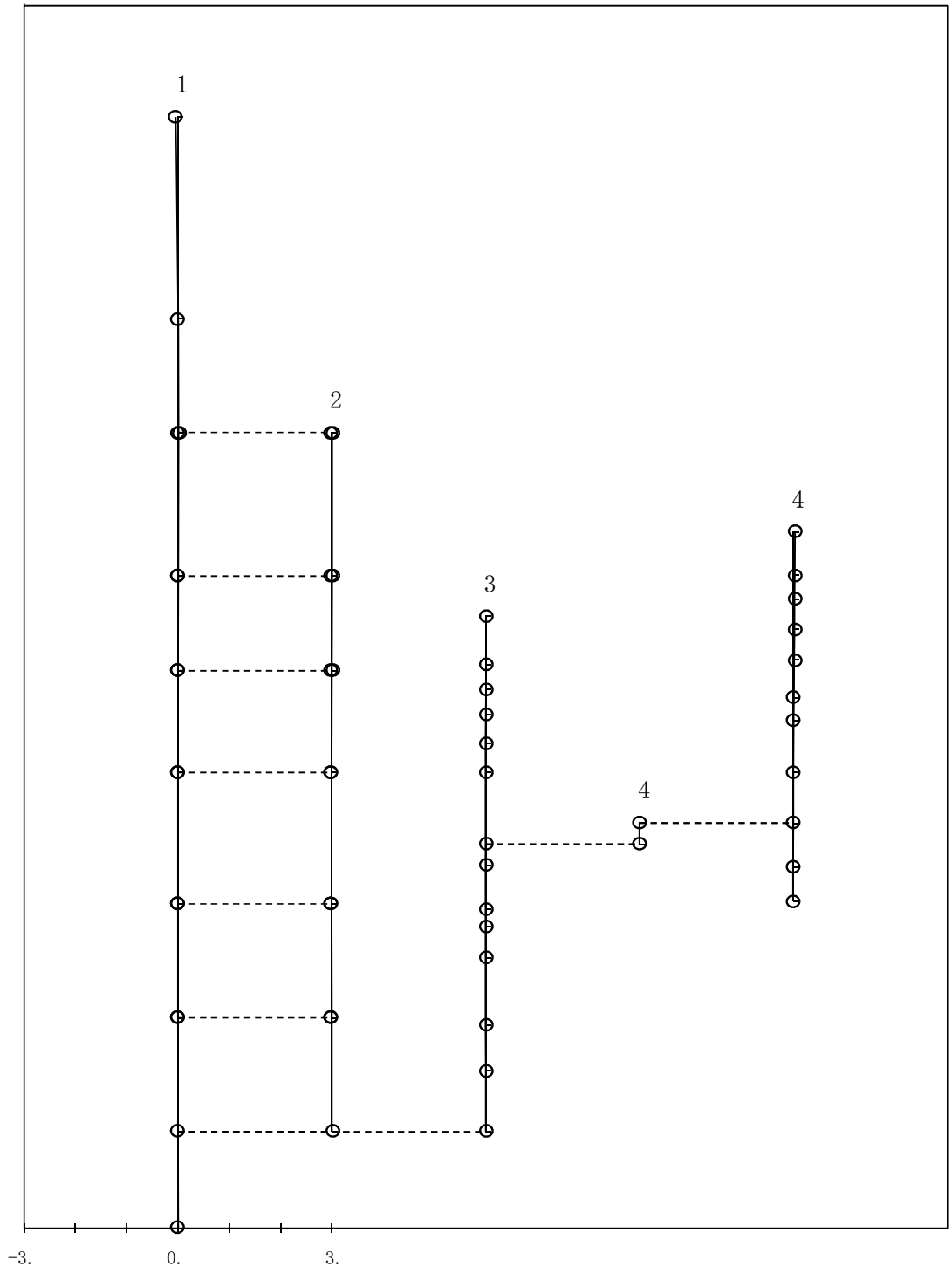


図4－21　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.416　　刺激係数　　；1.553

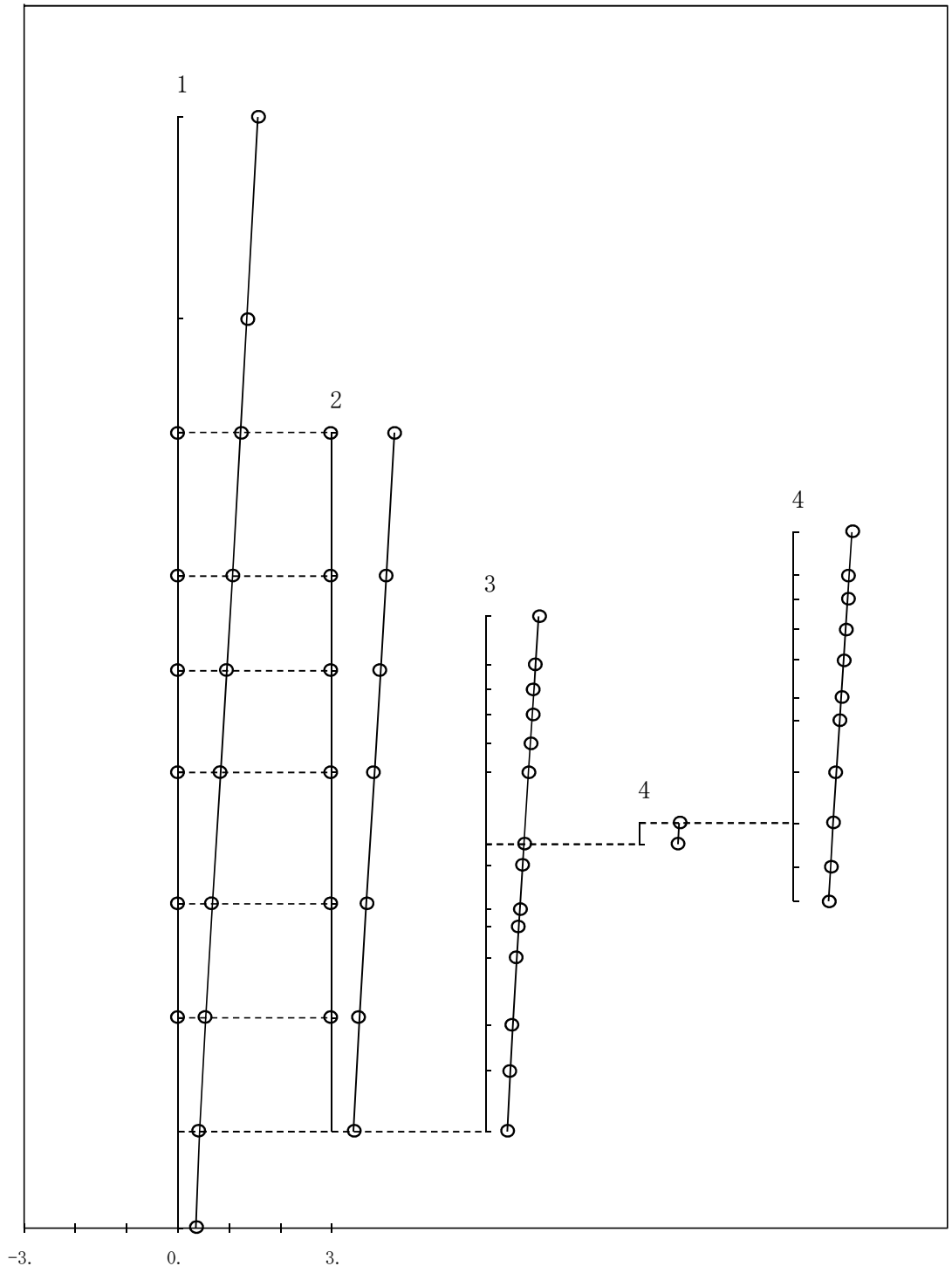


図4－22　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.628

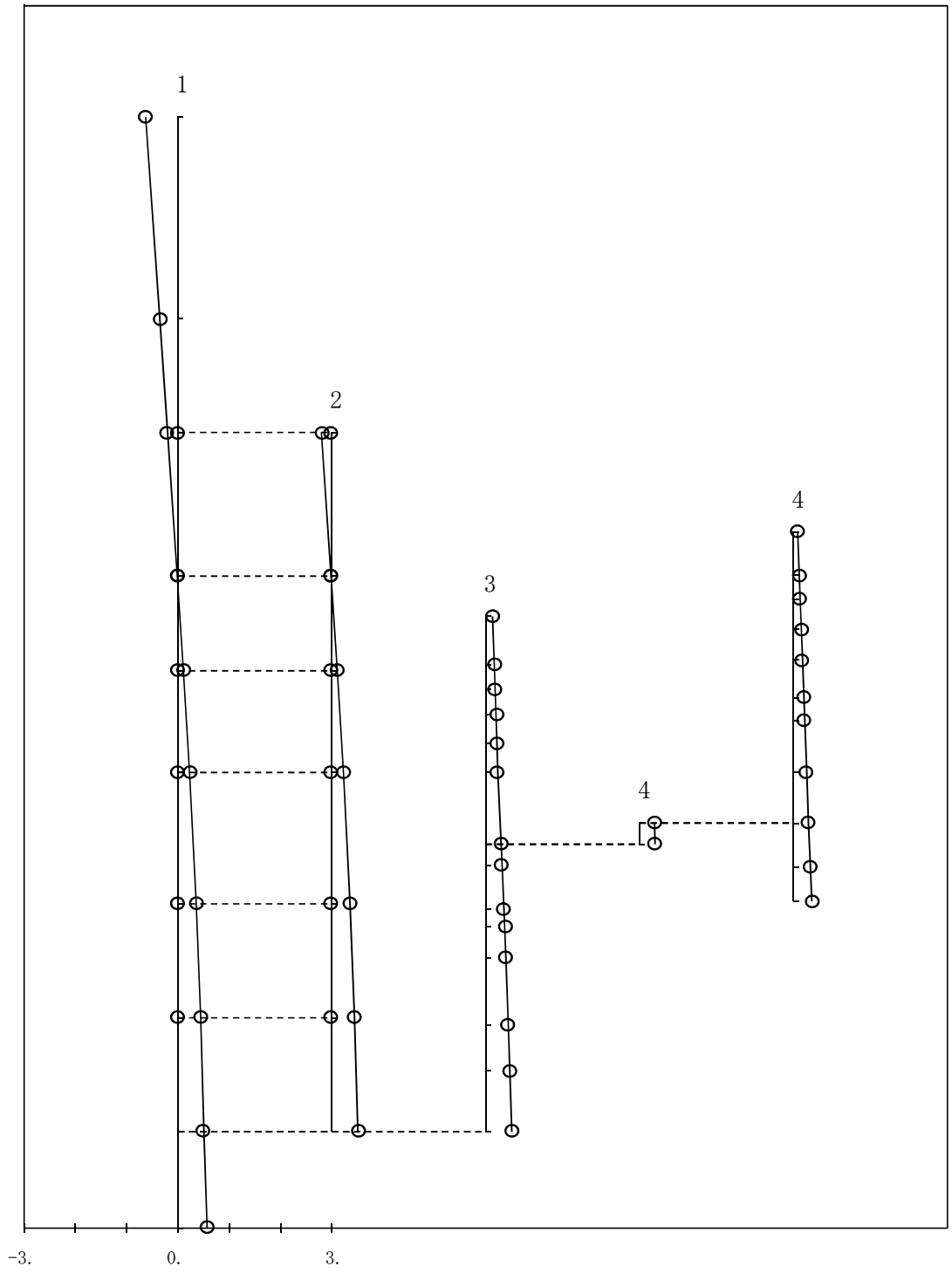


図4－23　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

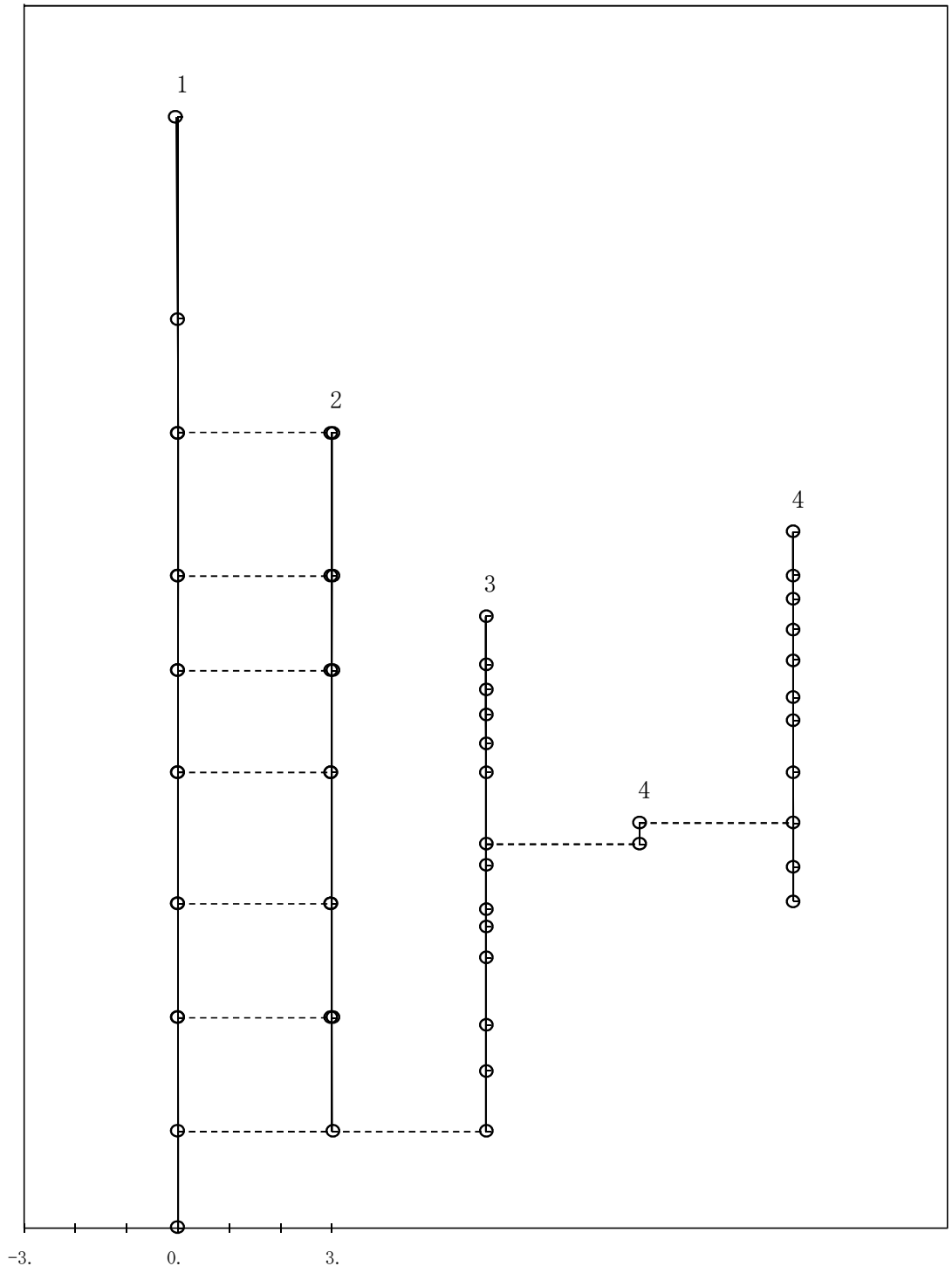


図4－24　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.562

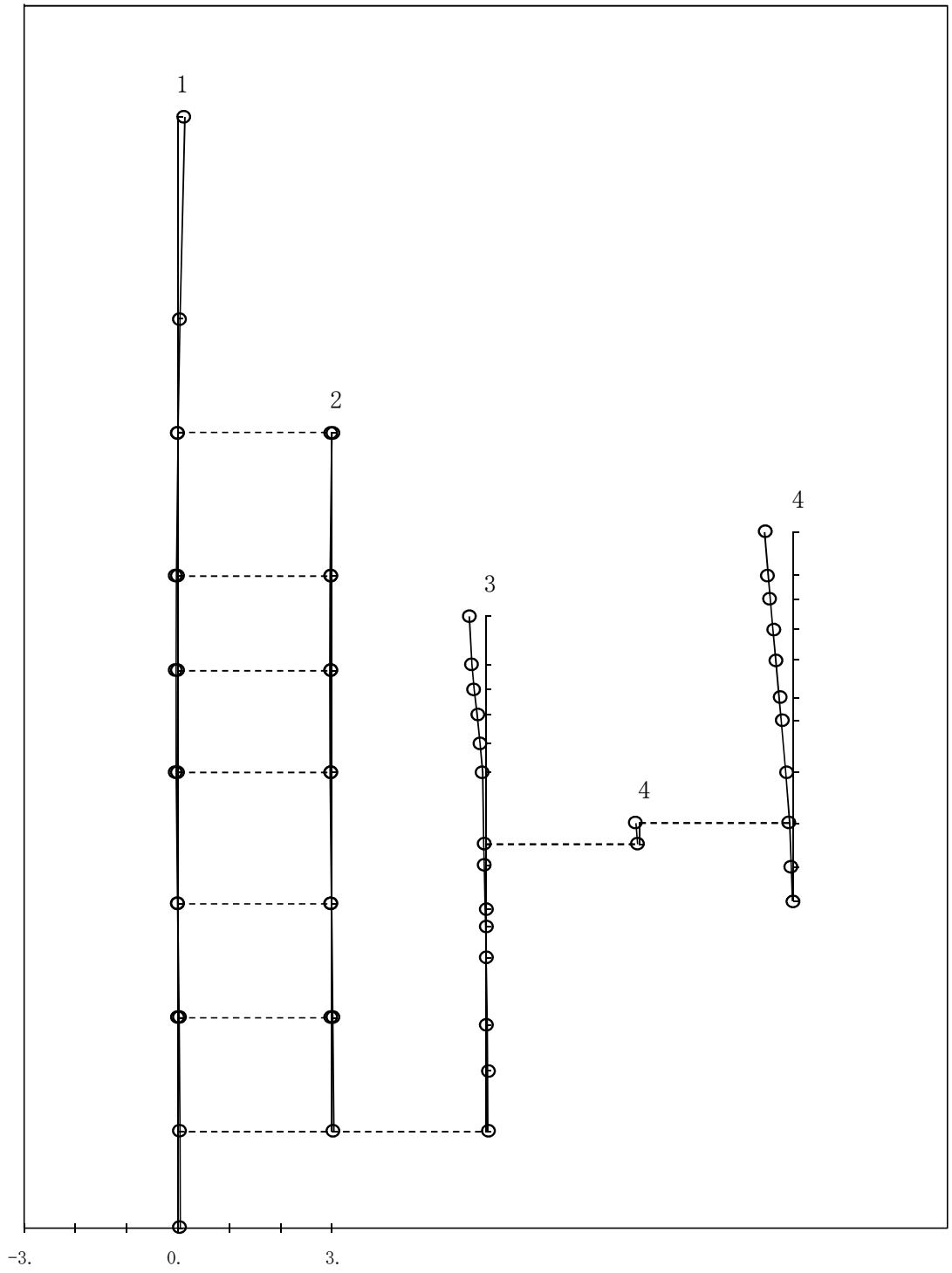


図4－25　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.231

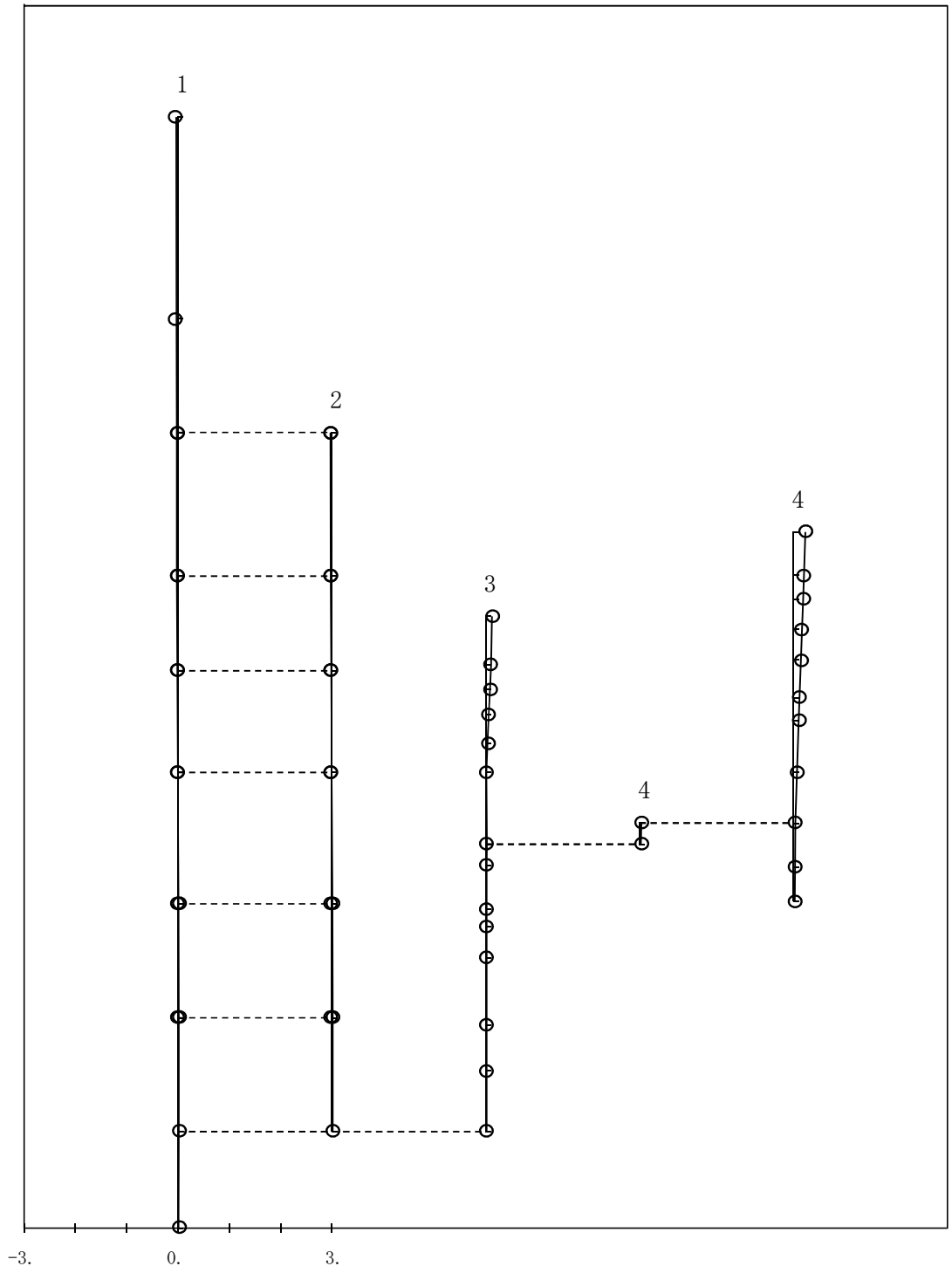


図4－26　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.019

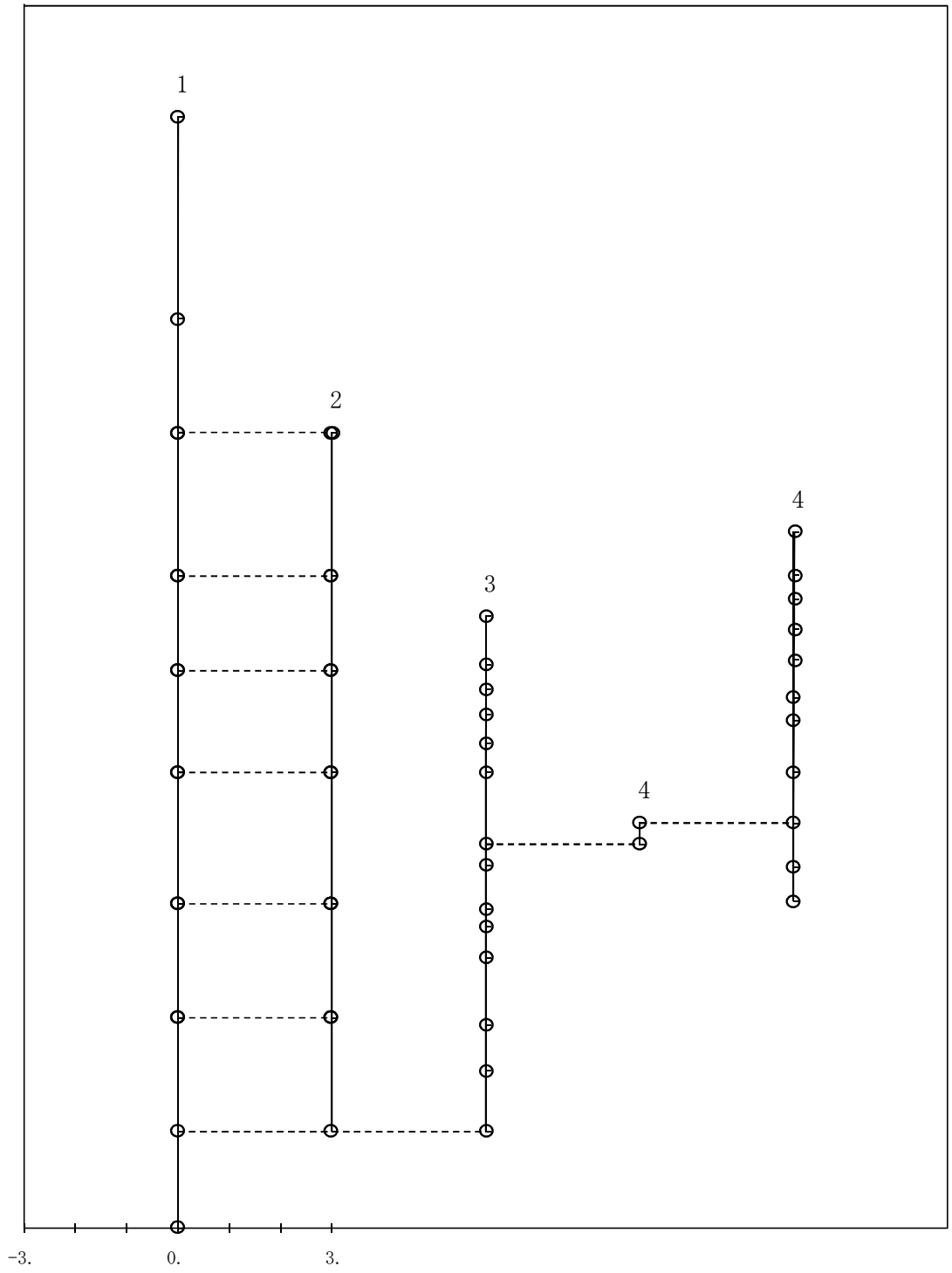


図4－27　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

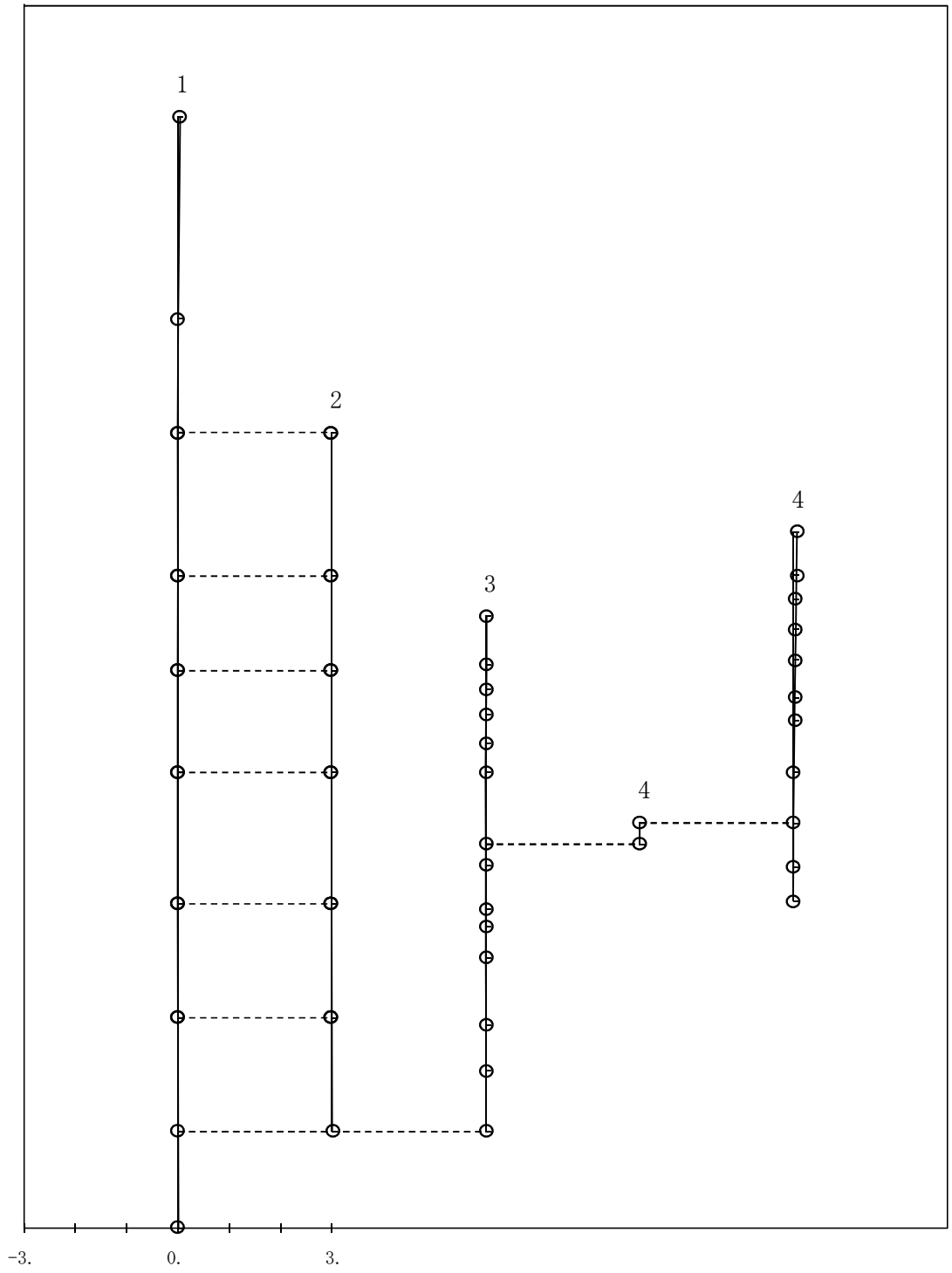


図4－28　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.425　　刺激係数　　；1.592

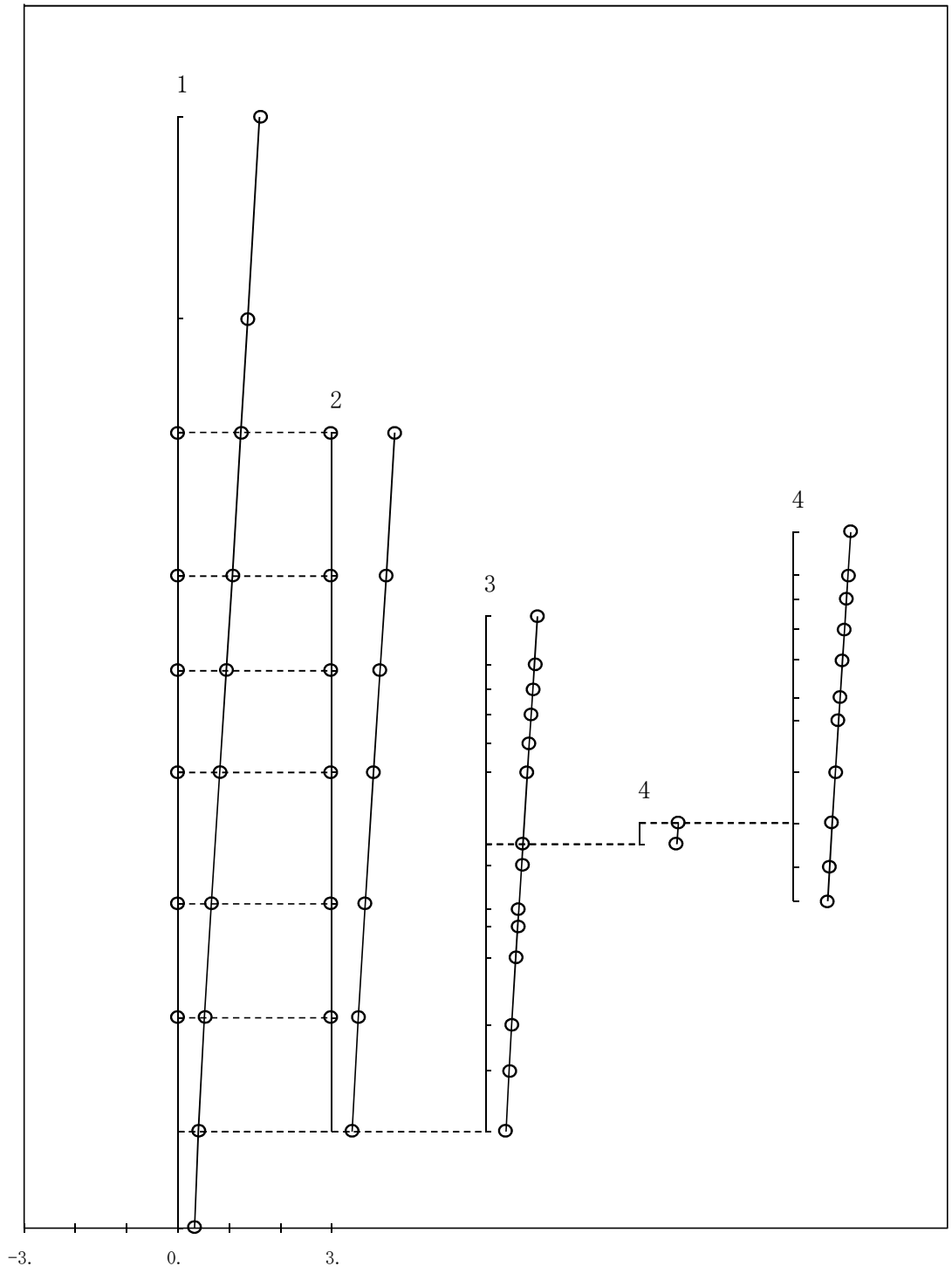


図4－29　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.188　　刺激係数　　；-0.711

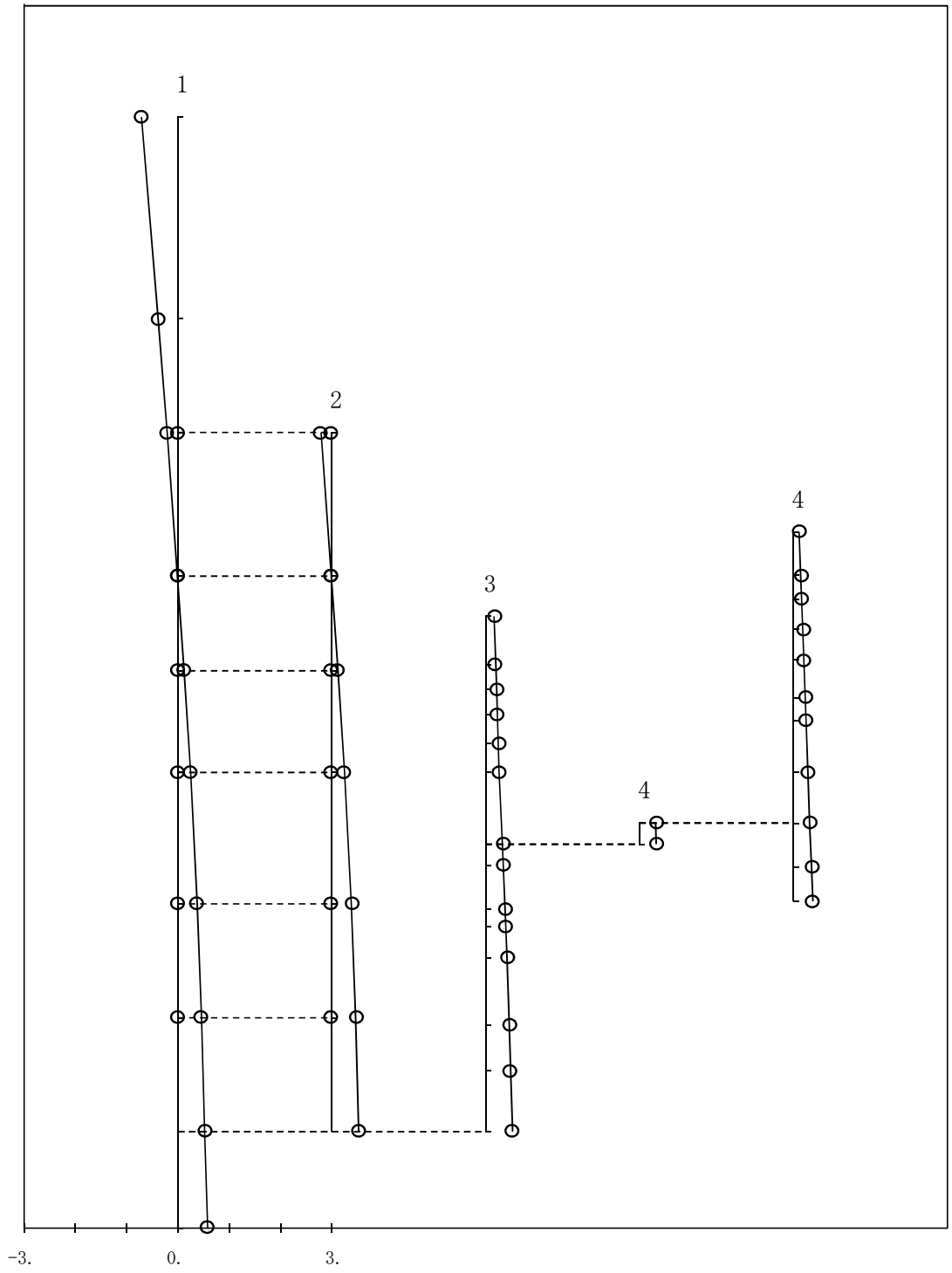


図4－30　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.073

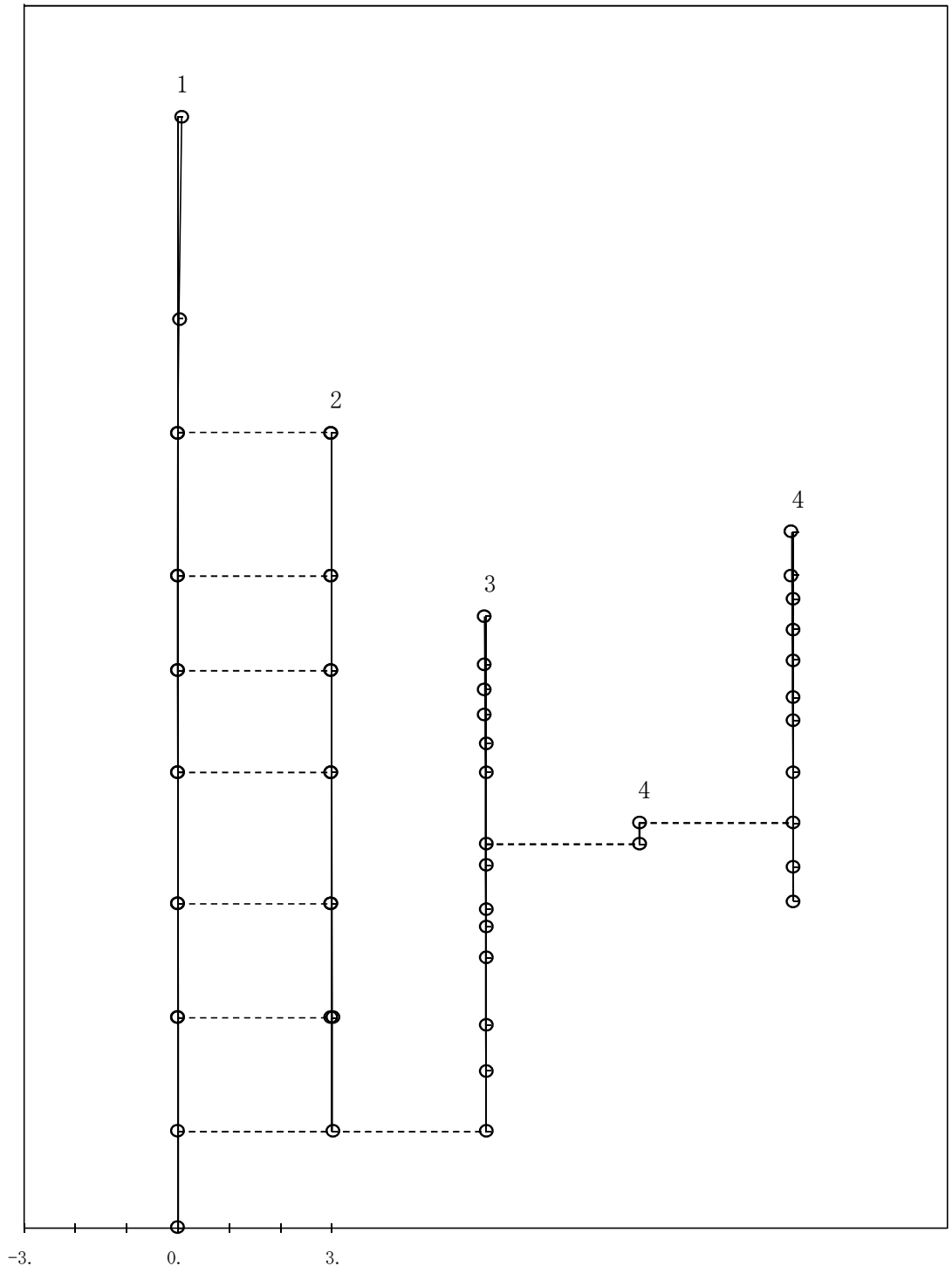


図4－31　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.569

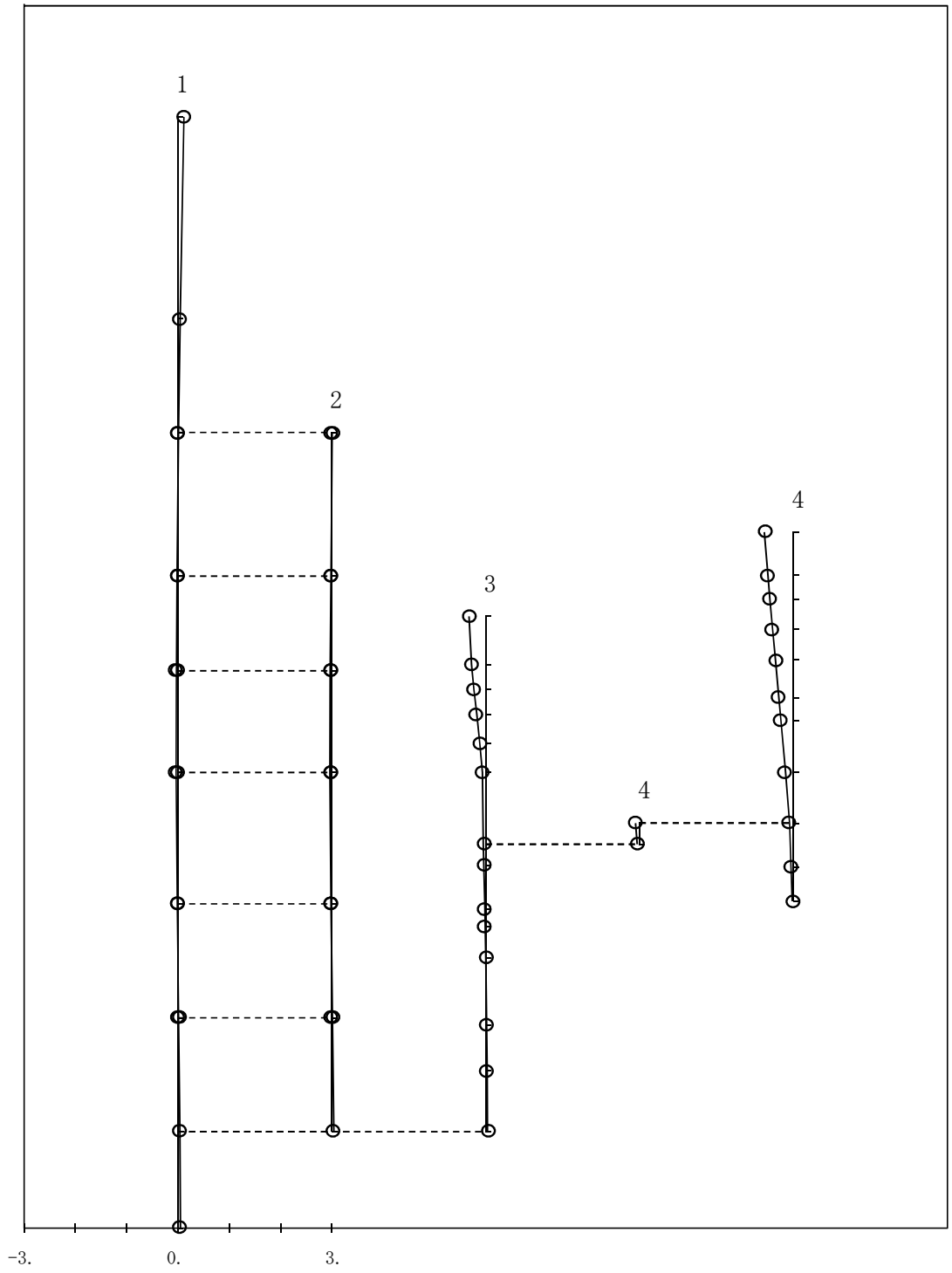


図4－32　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

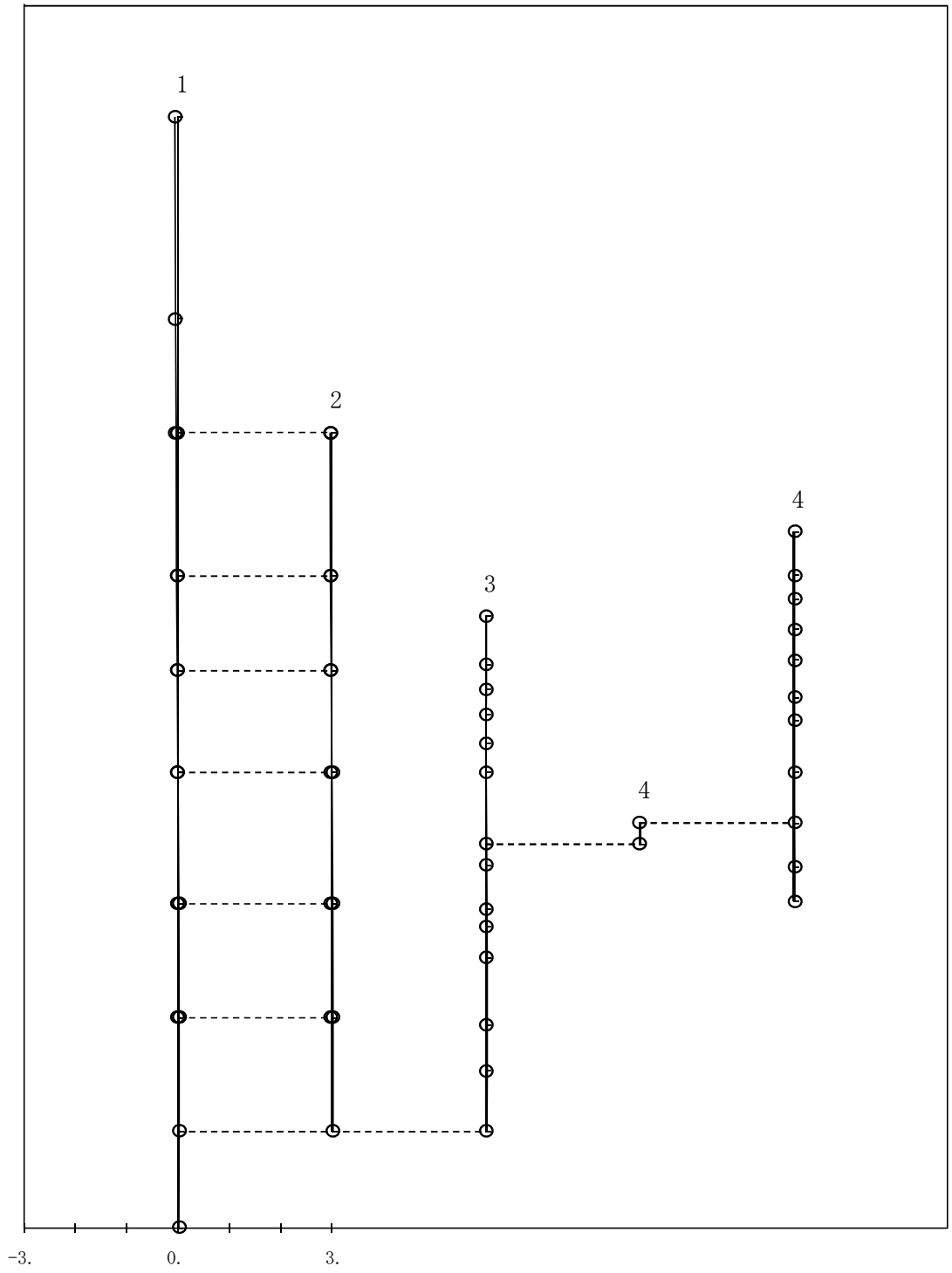


図4－33　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.280

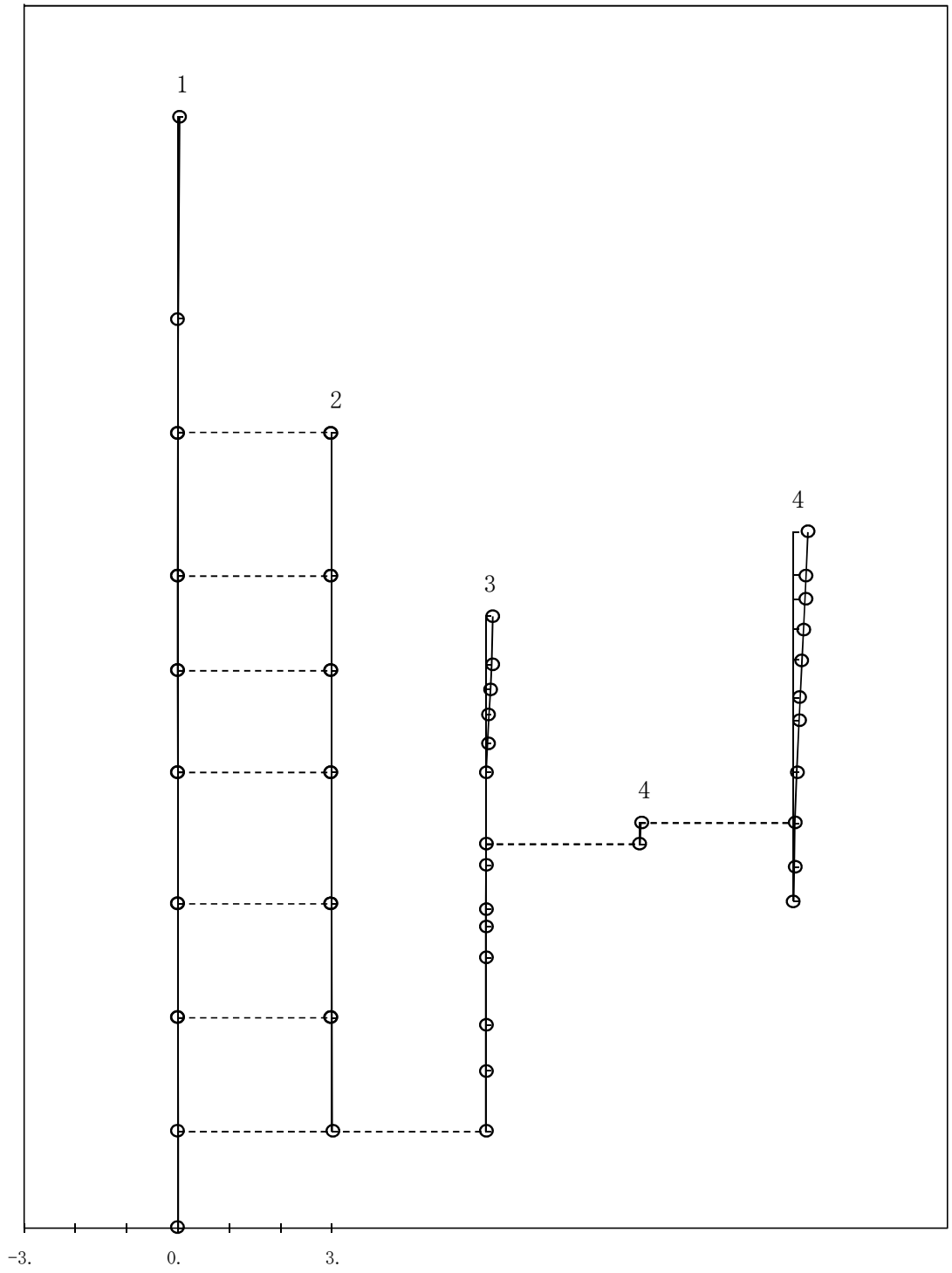


図4－34　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

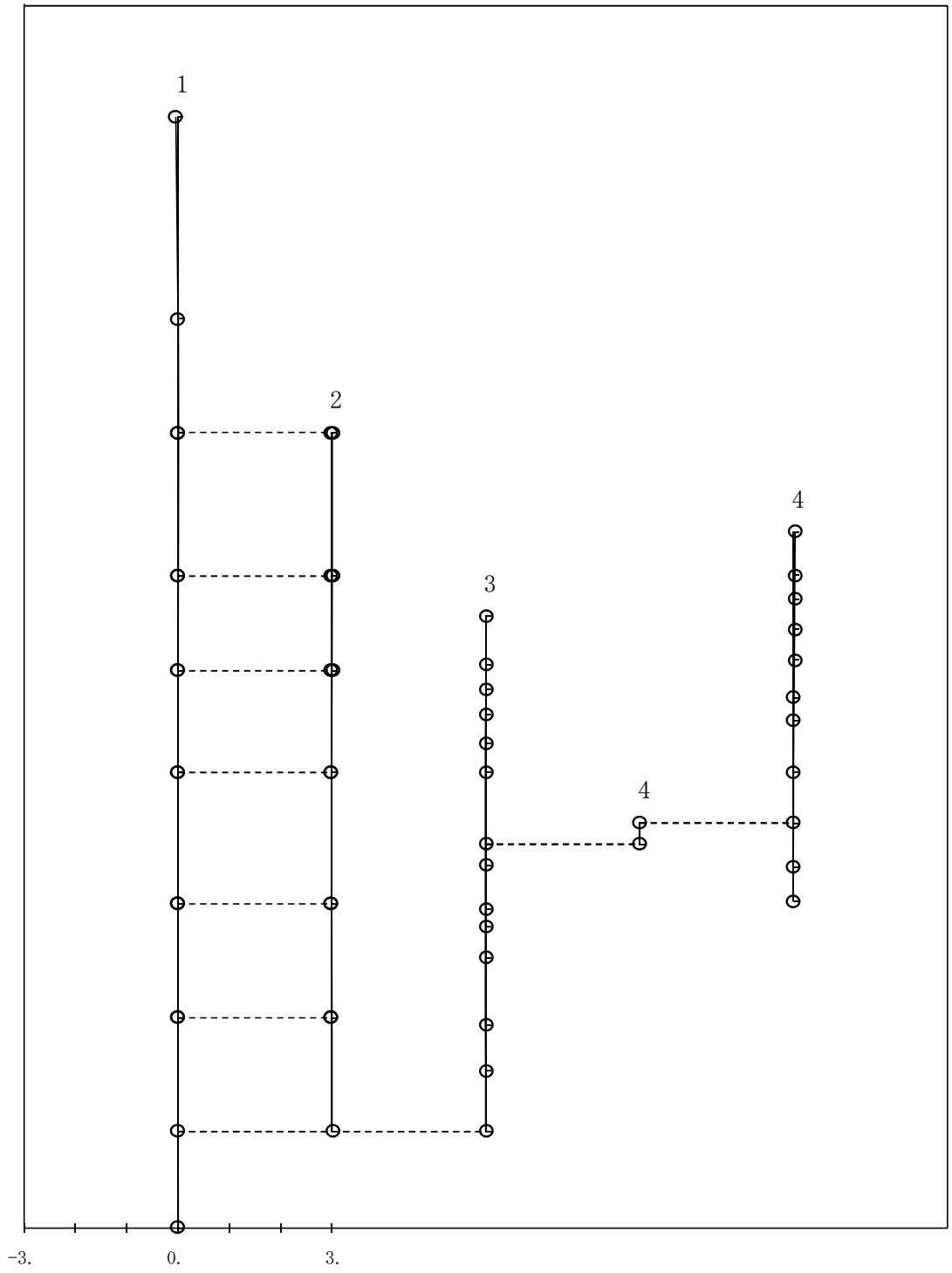


図4－35　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.416　　刺激係数　　；1.553

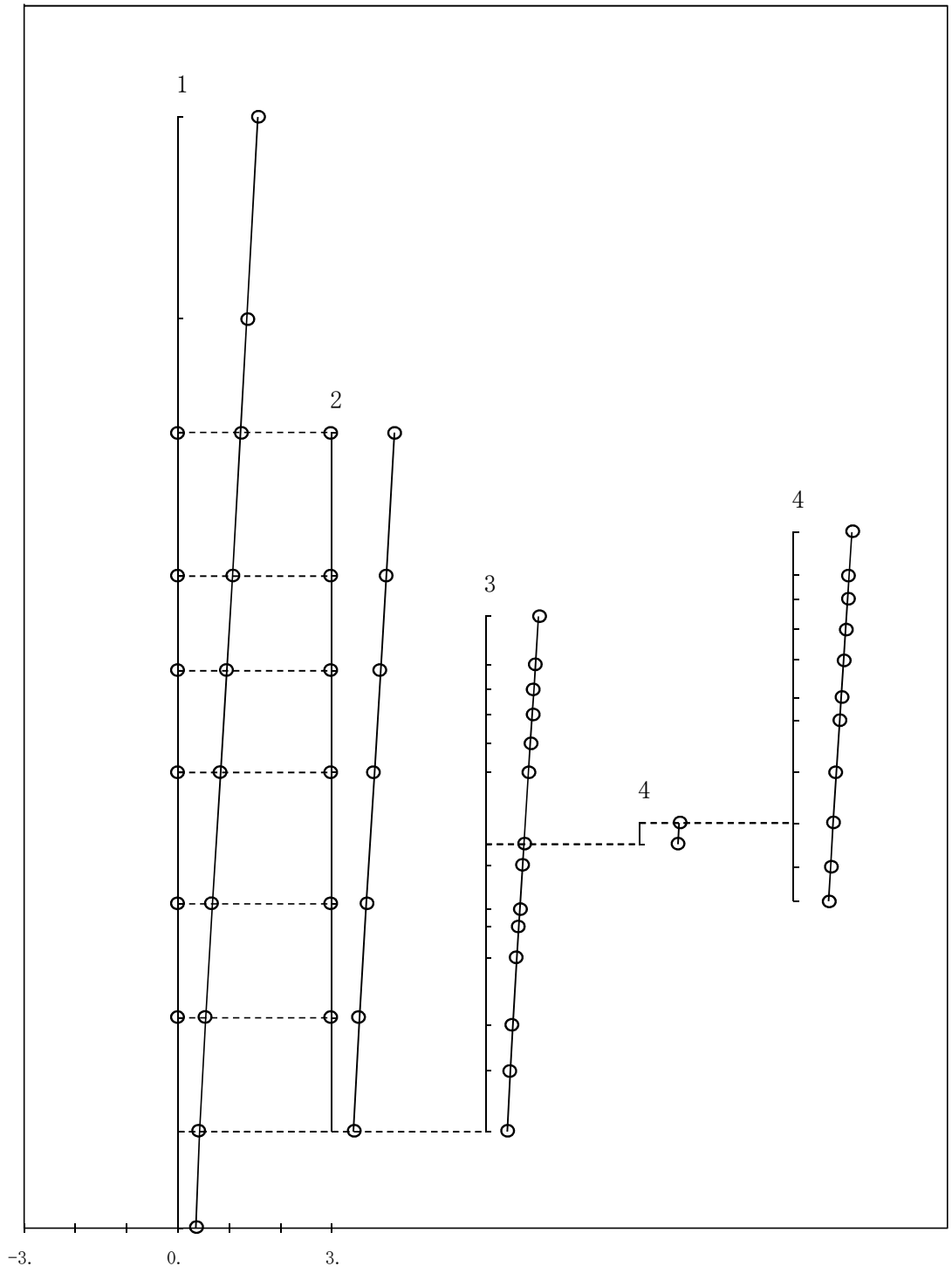


図4－36　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.627

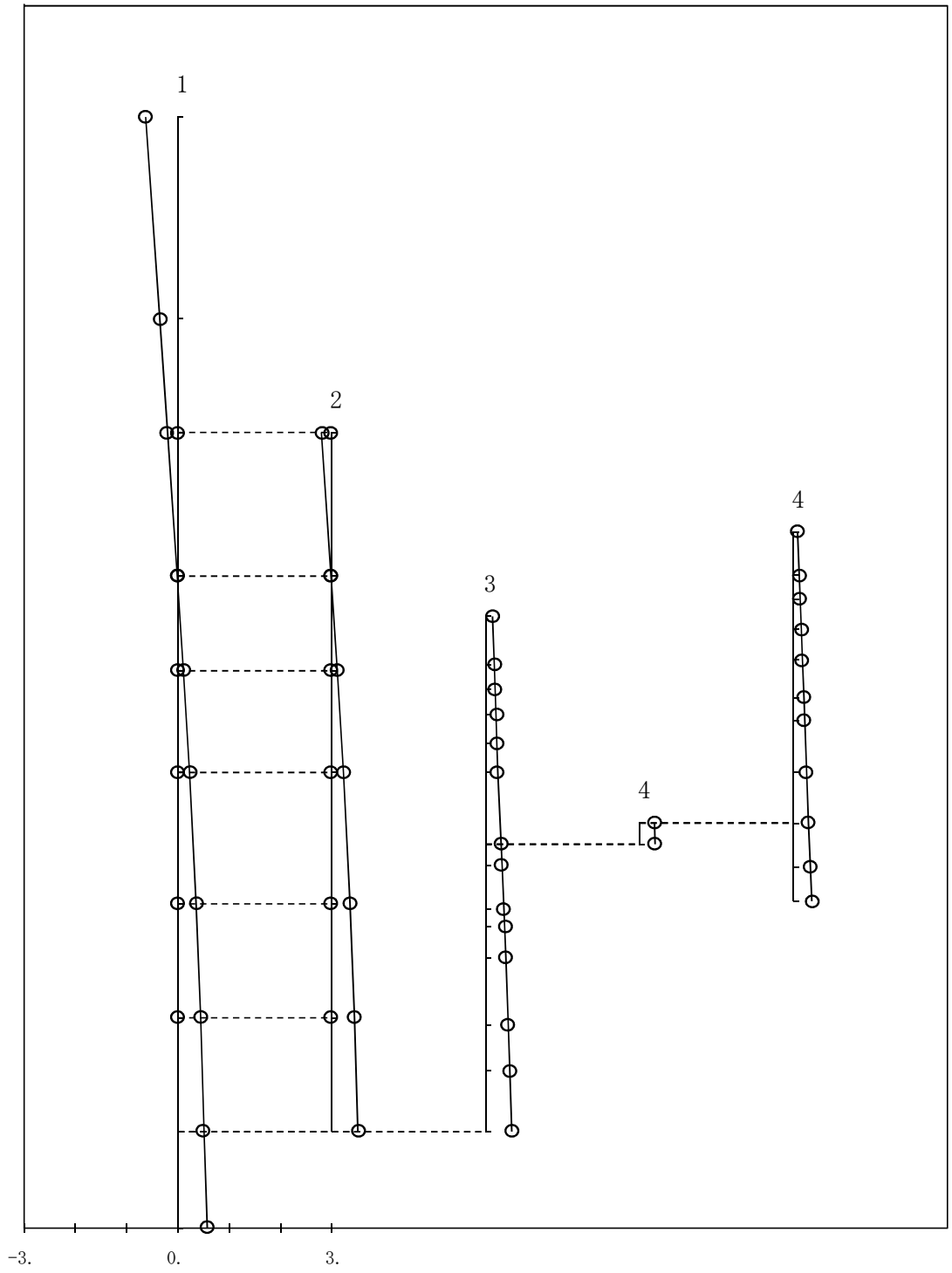


図4－37　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

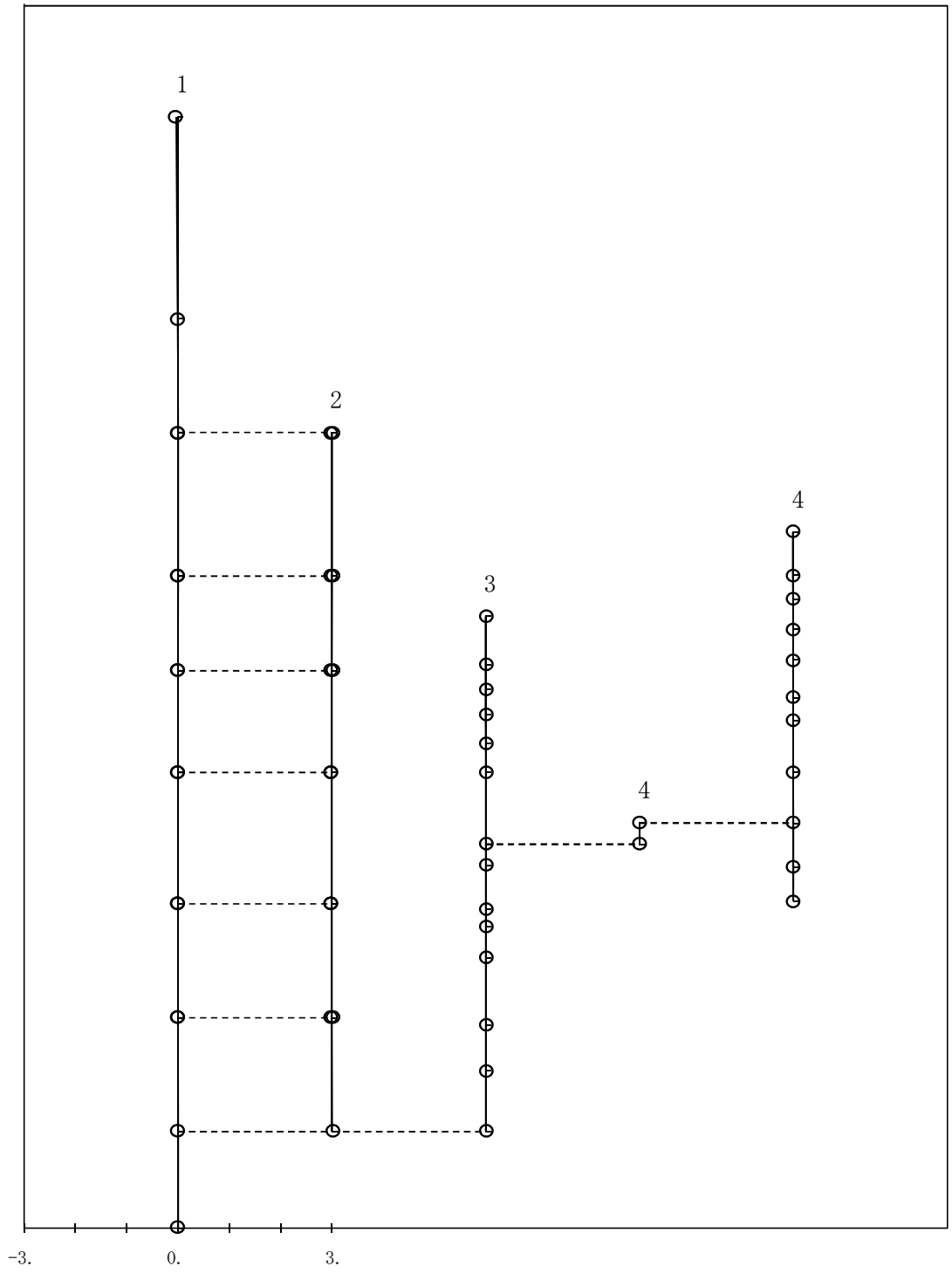


図4－38　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.556

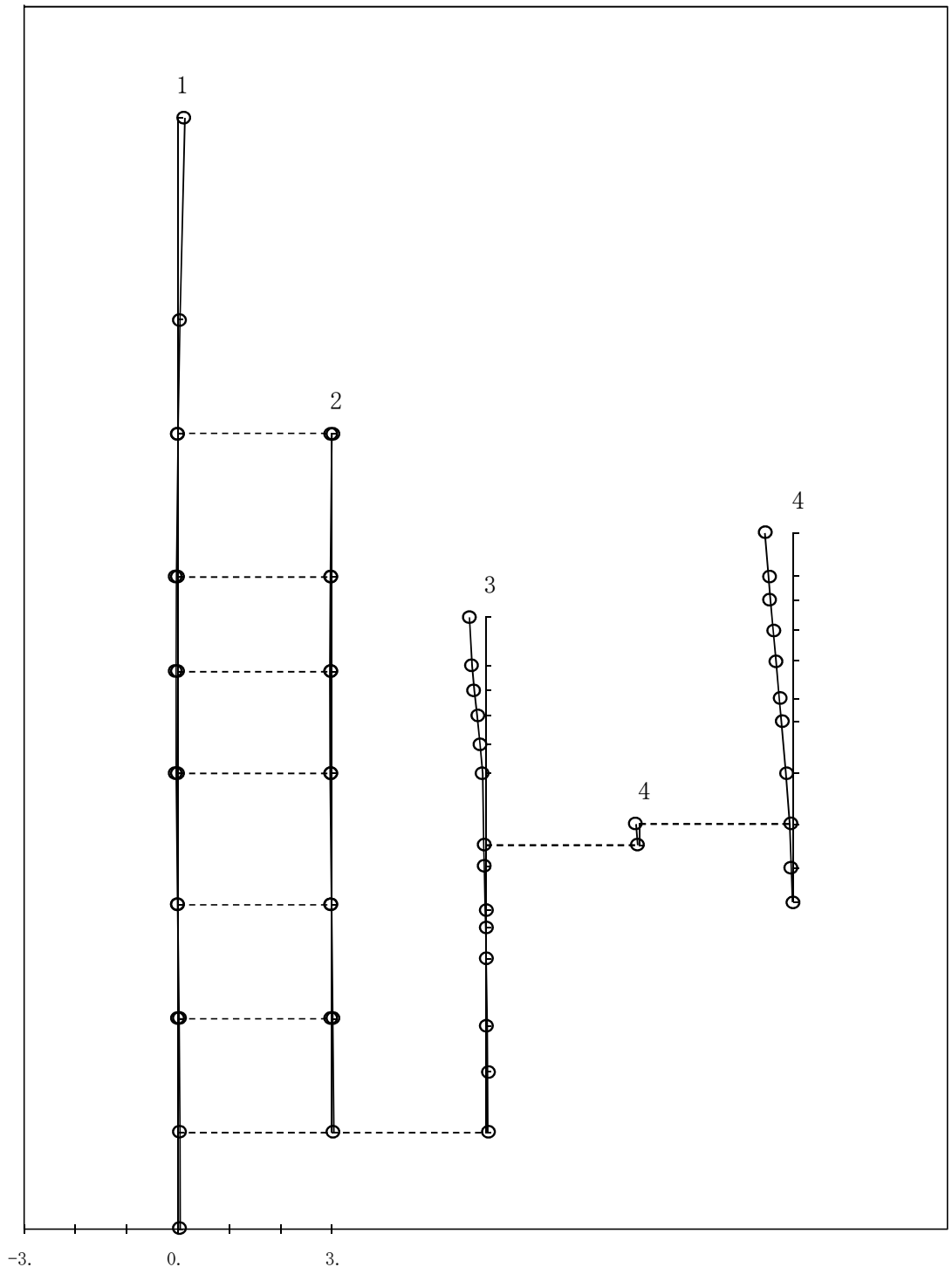


図4－39　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.227

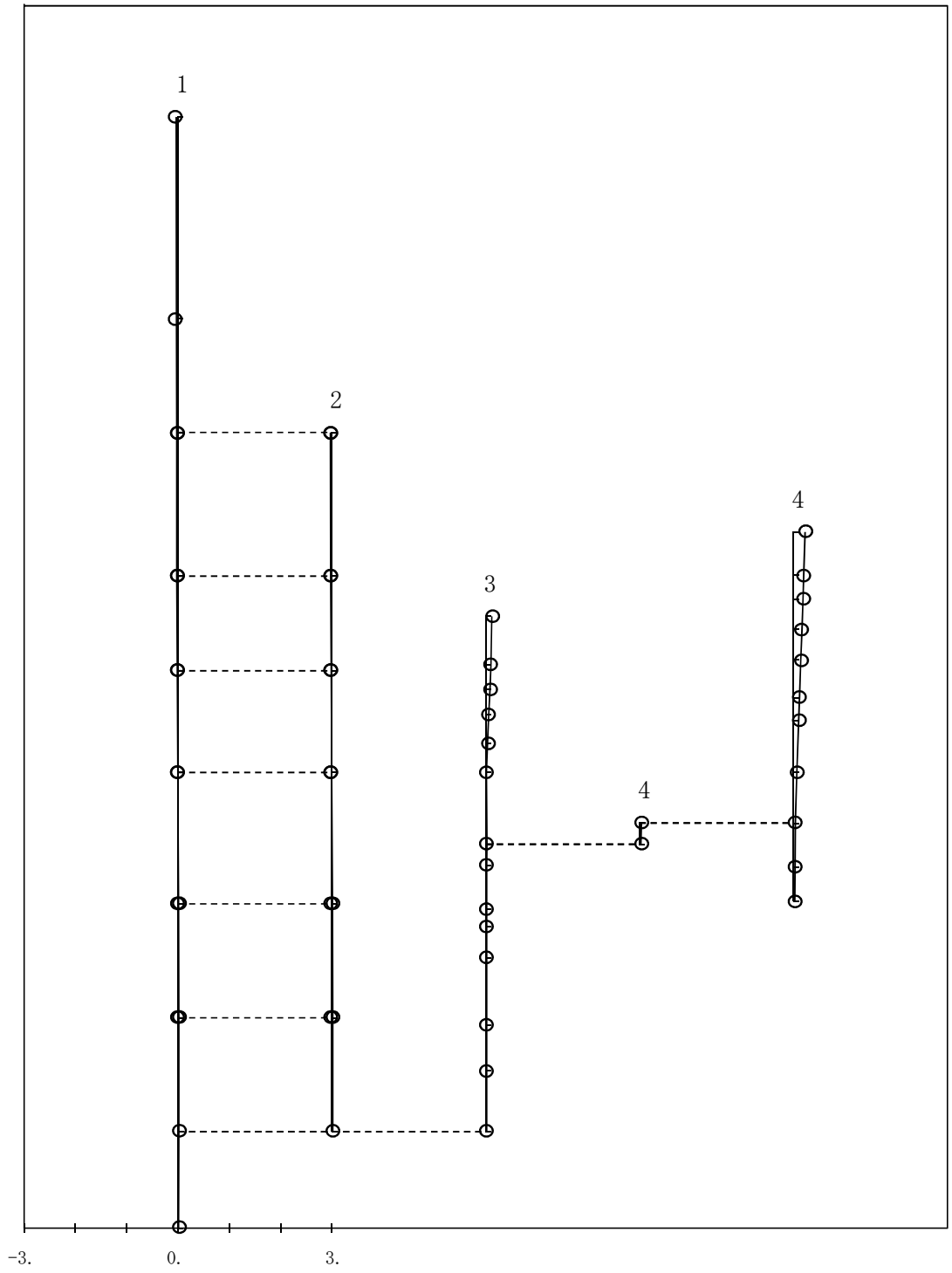


図4－40　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.019

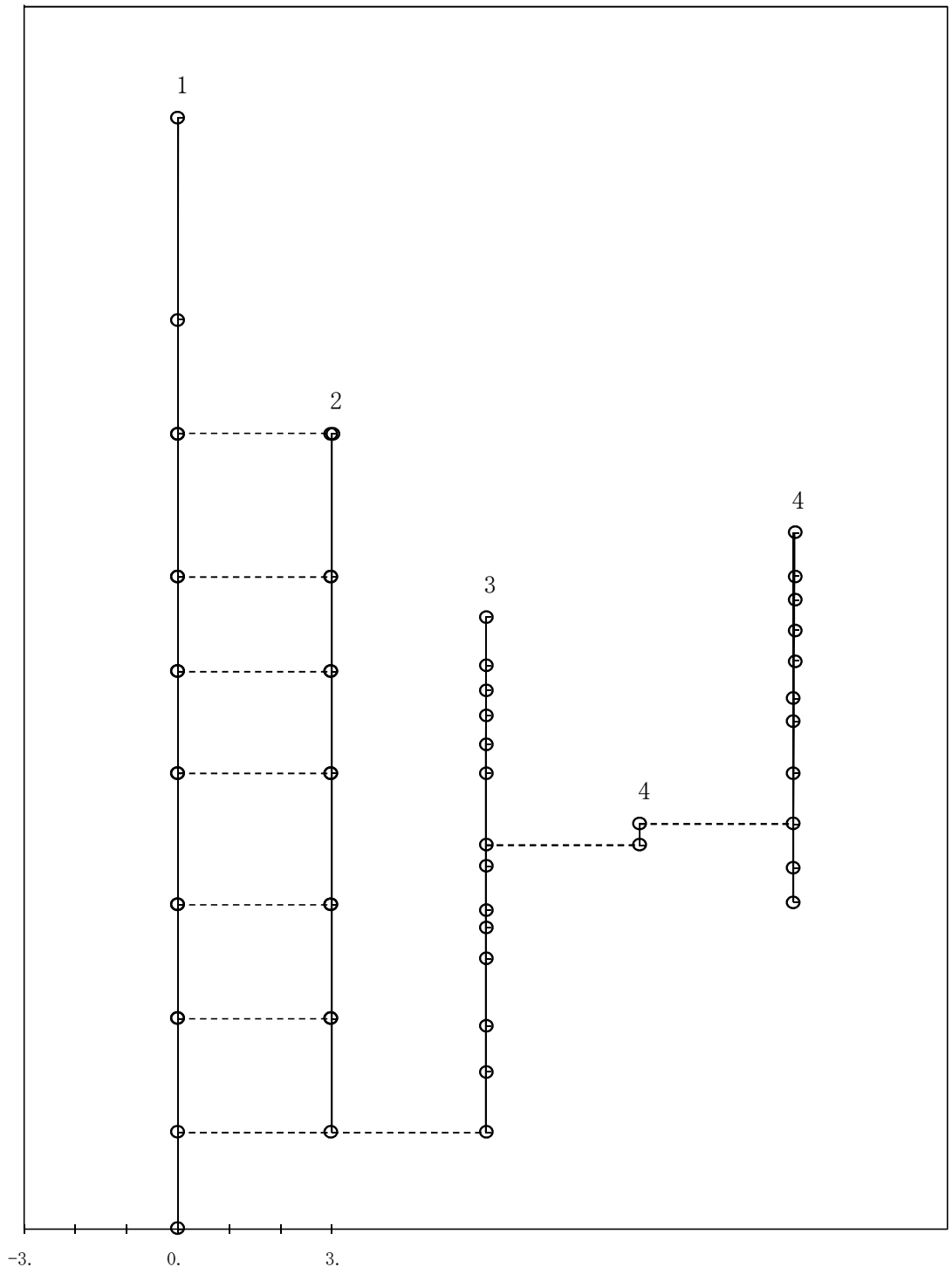


図4－41　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.065

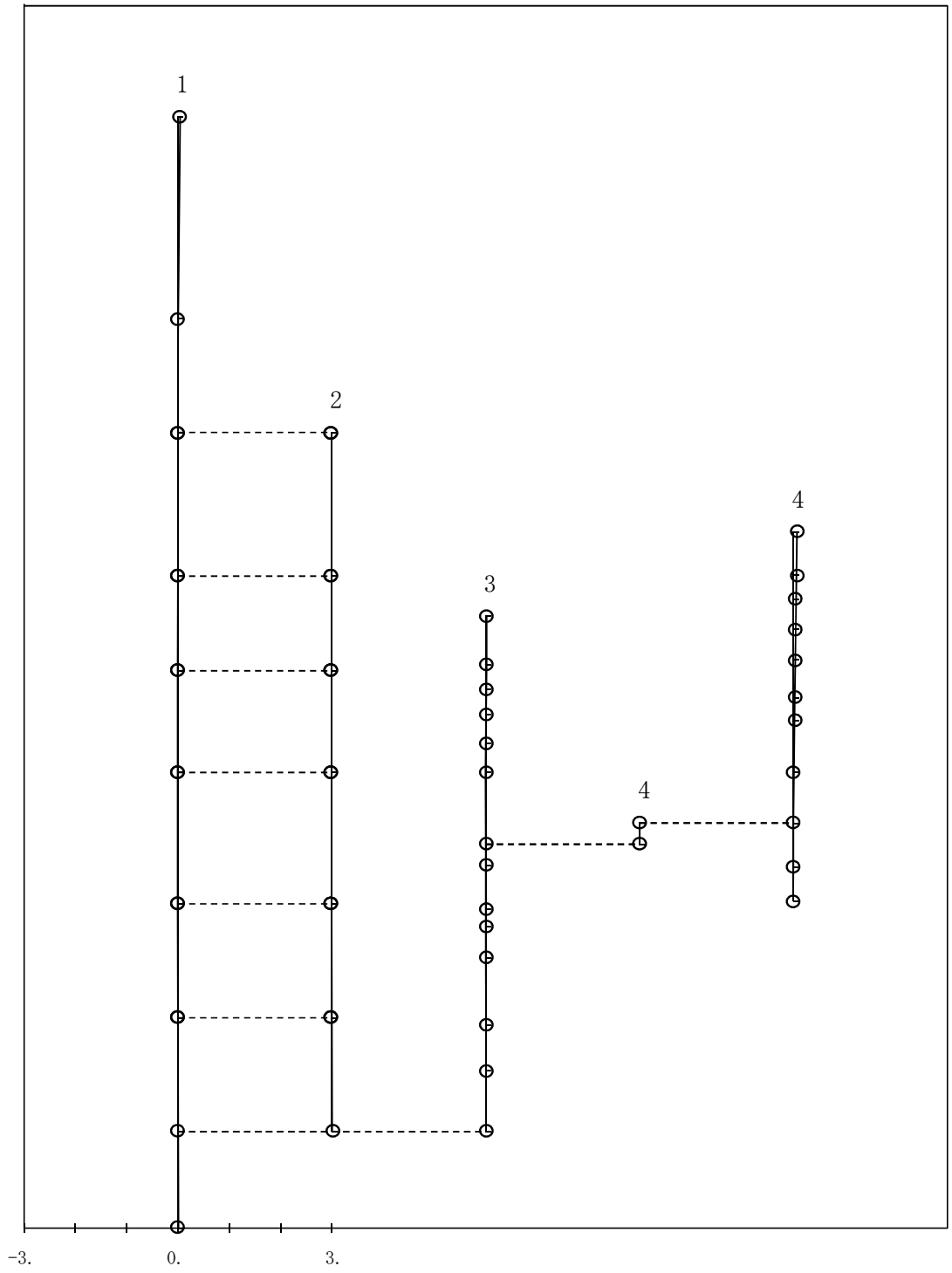


図4－42　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.423　　刺激係数　　；1.594

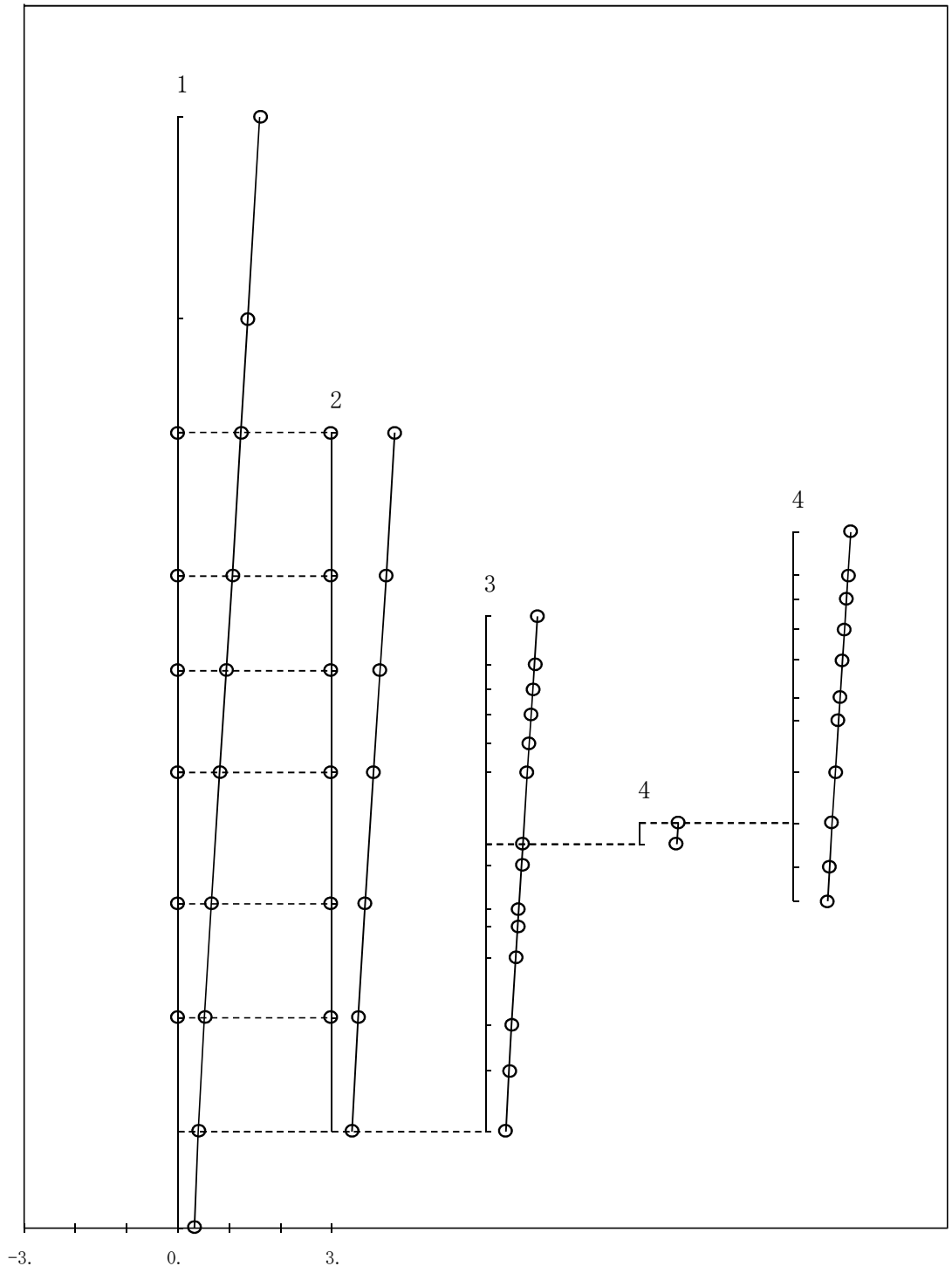


図4－43　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.714

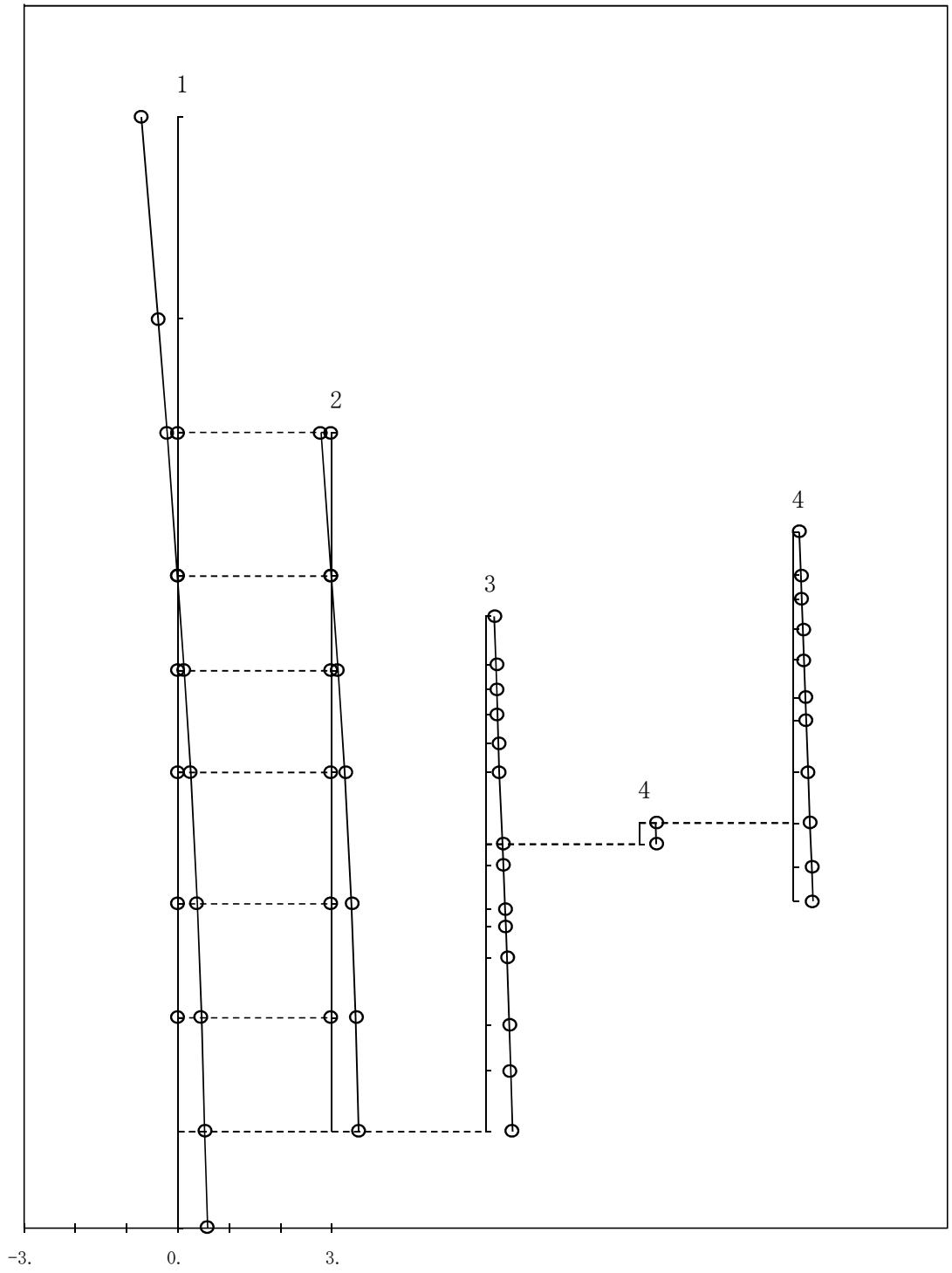


図4－44　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

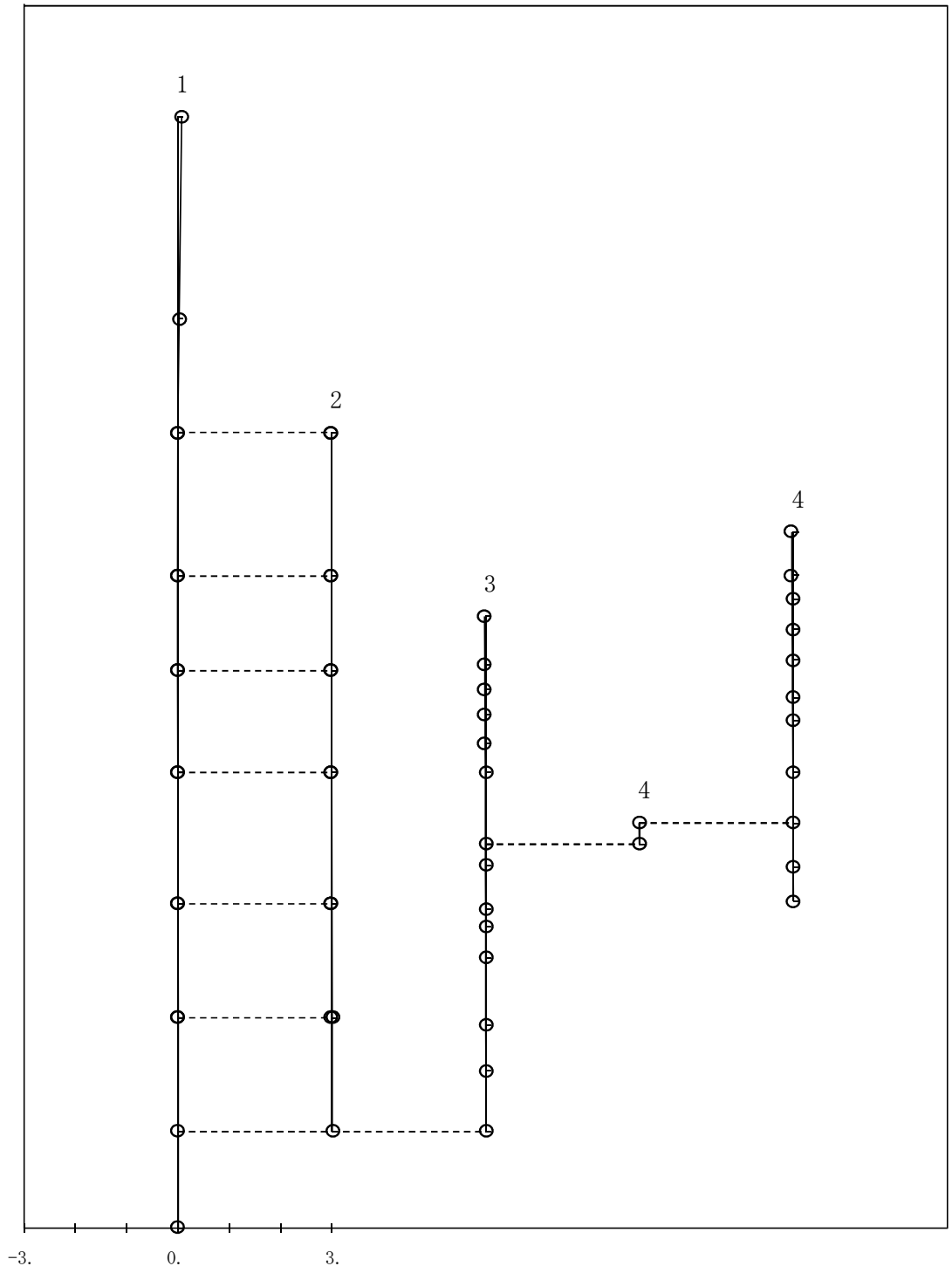


図4－45　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.589

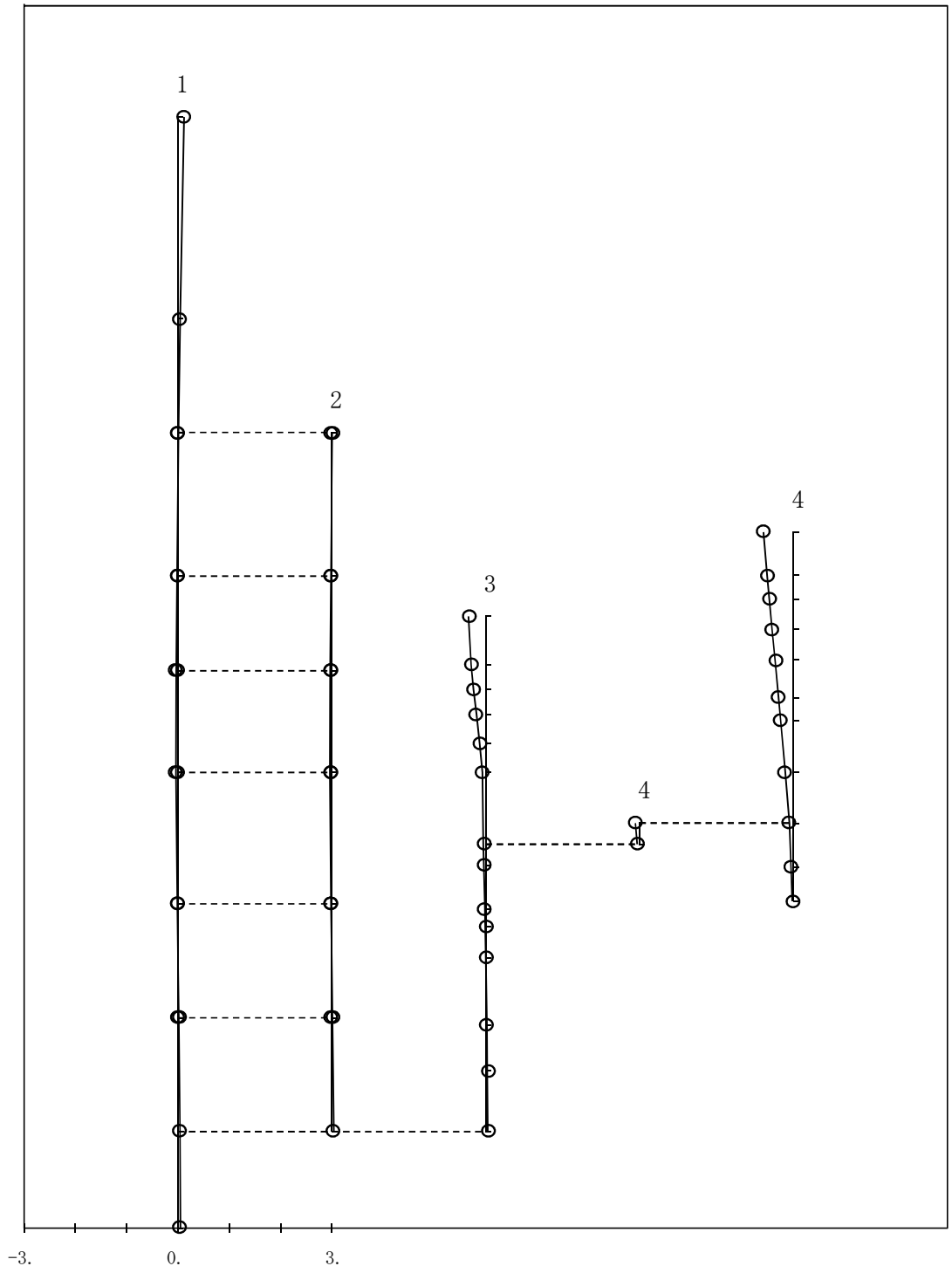


図4－46　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

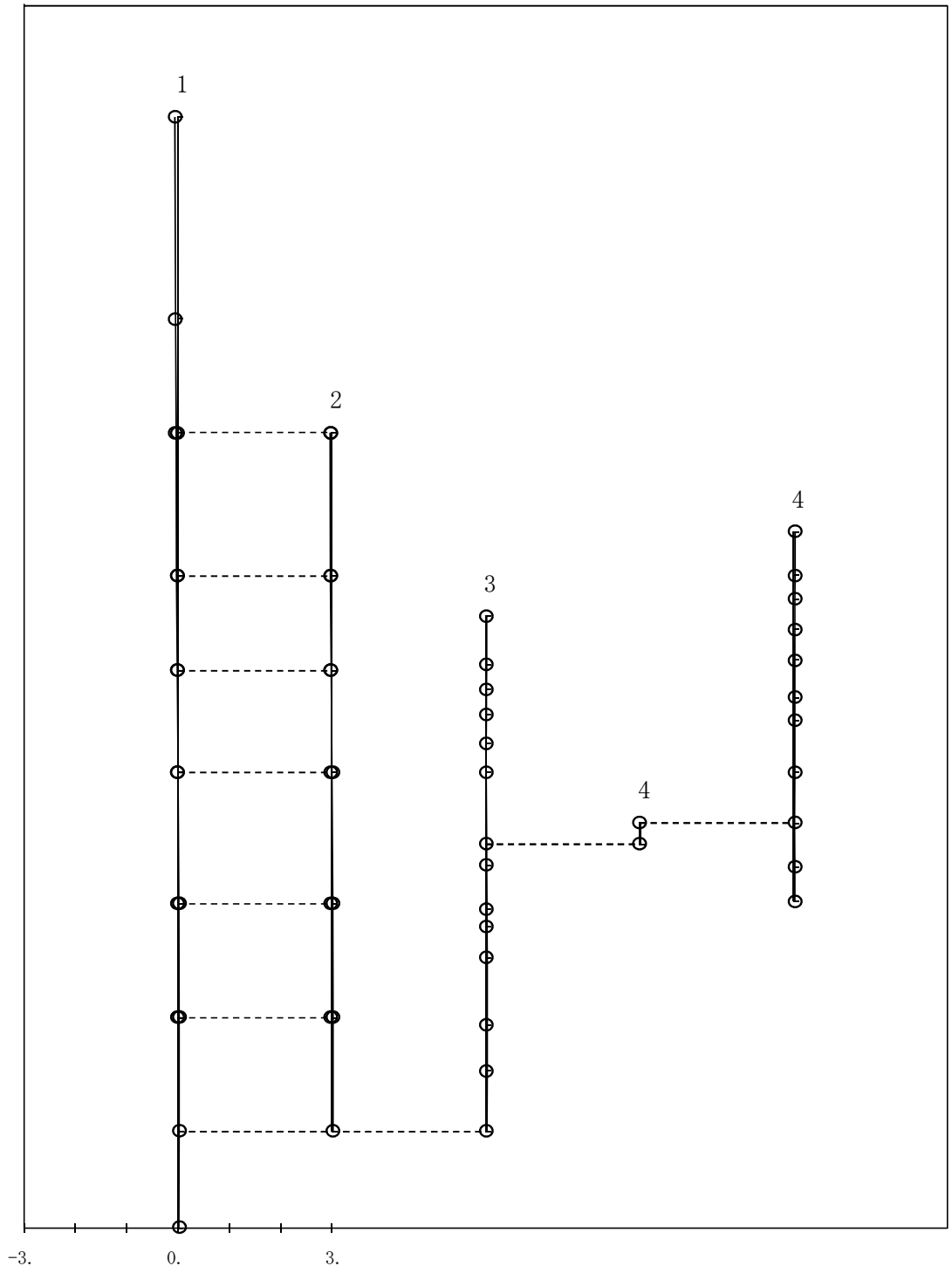


図4－47　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.286

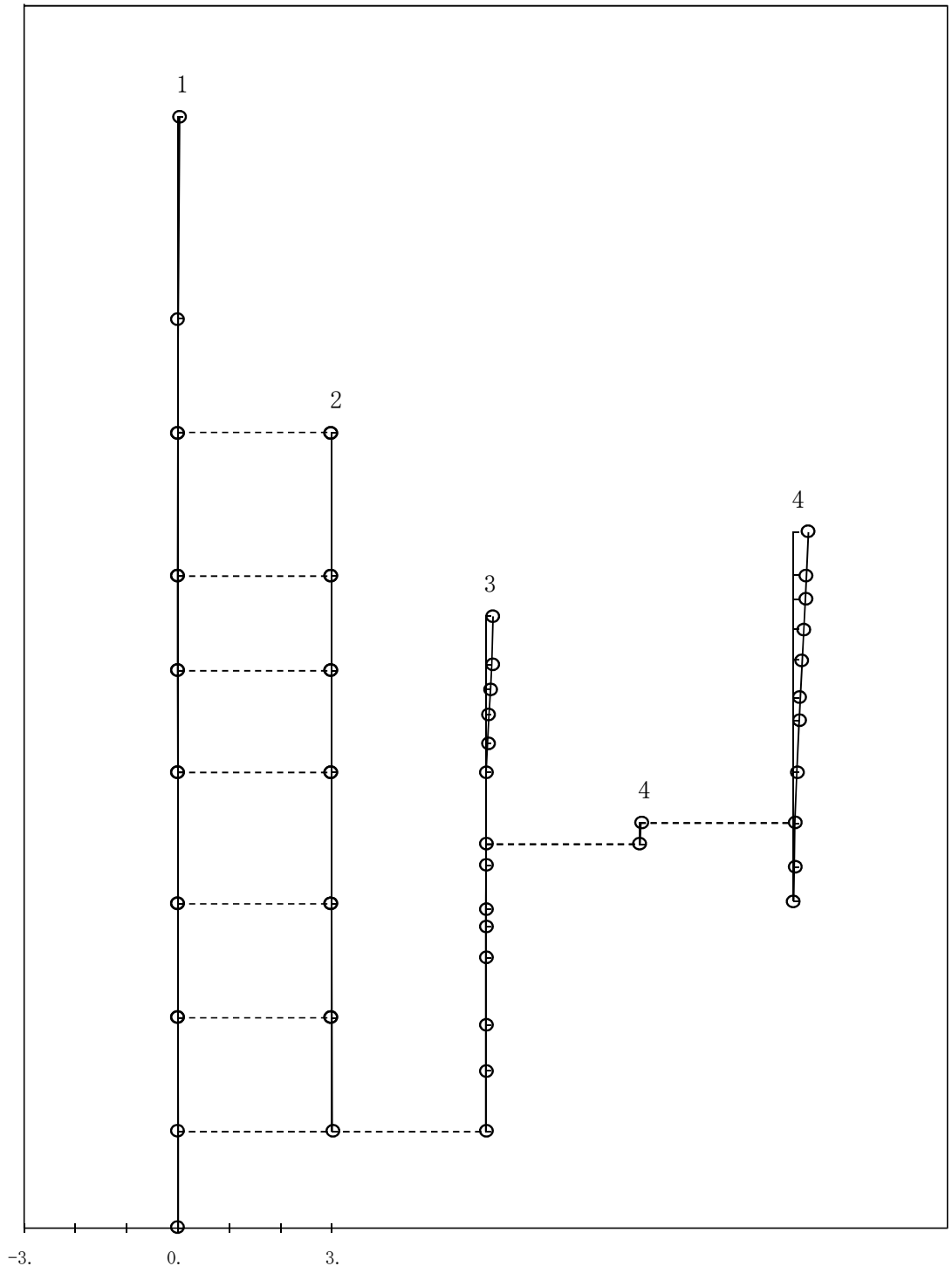


図4－48　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.043

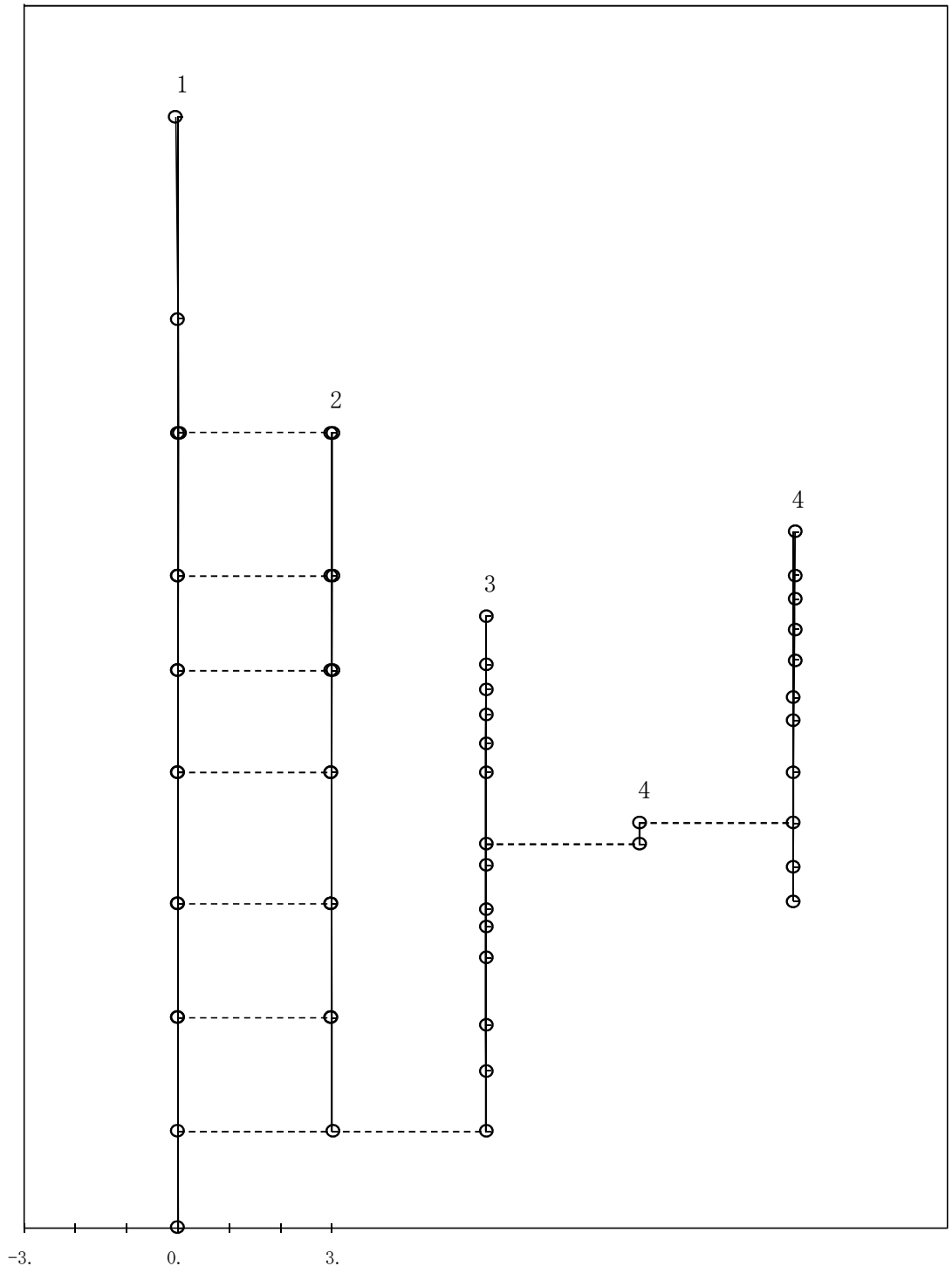


図4－49　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.413　　刺激係数　　；1.554

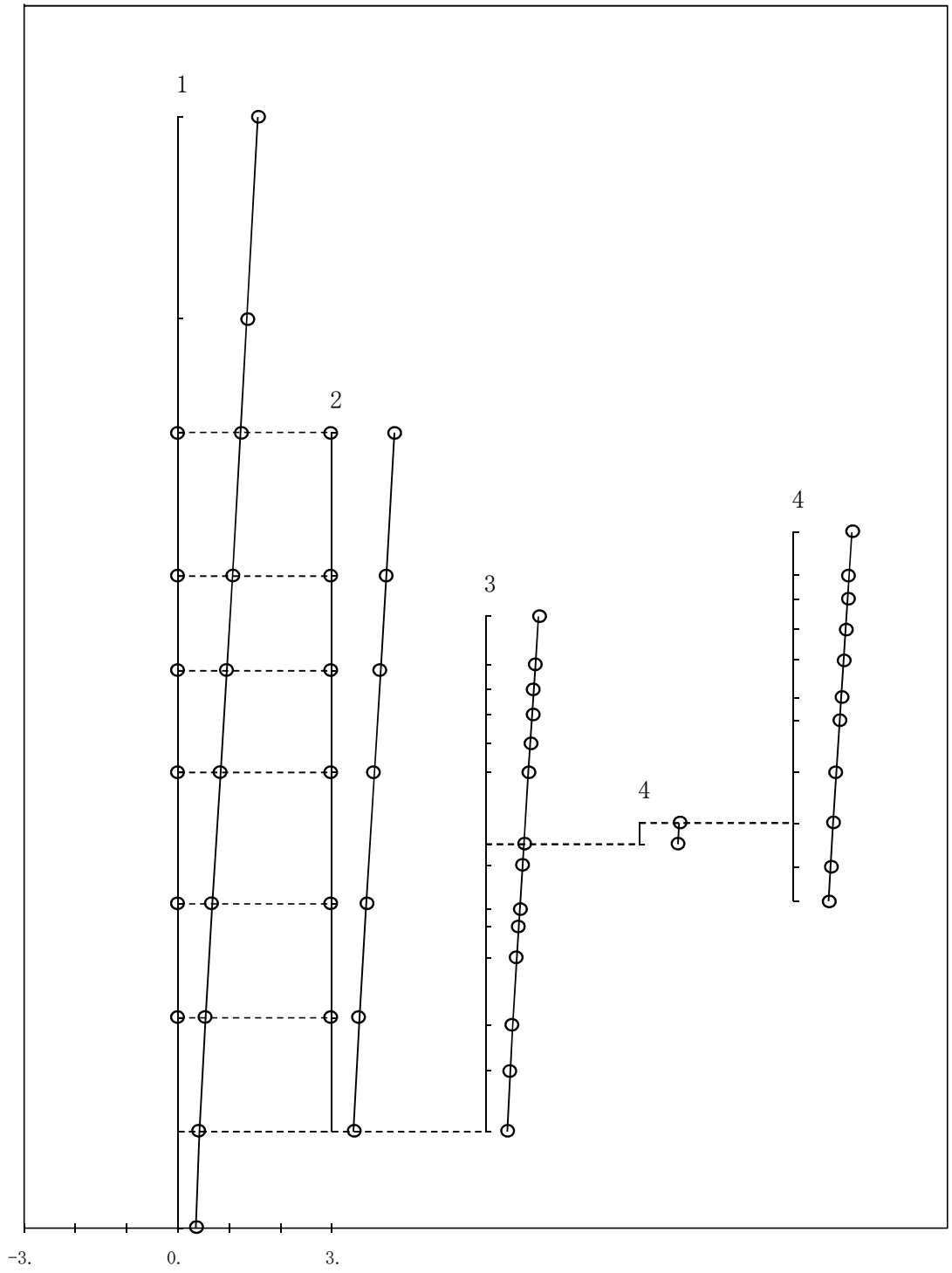


図4－50　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.185　　刺激係数　　；-0.630

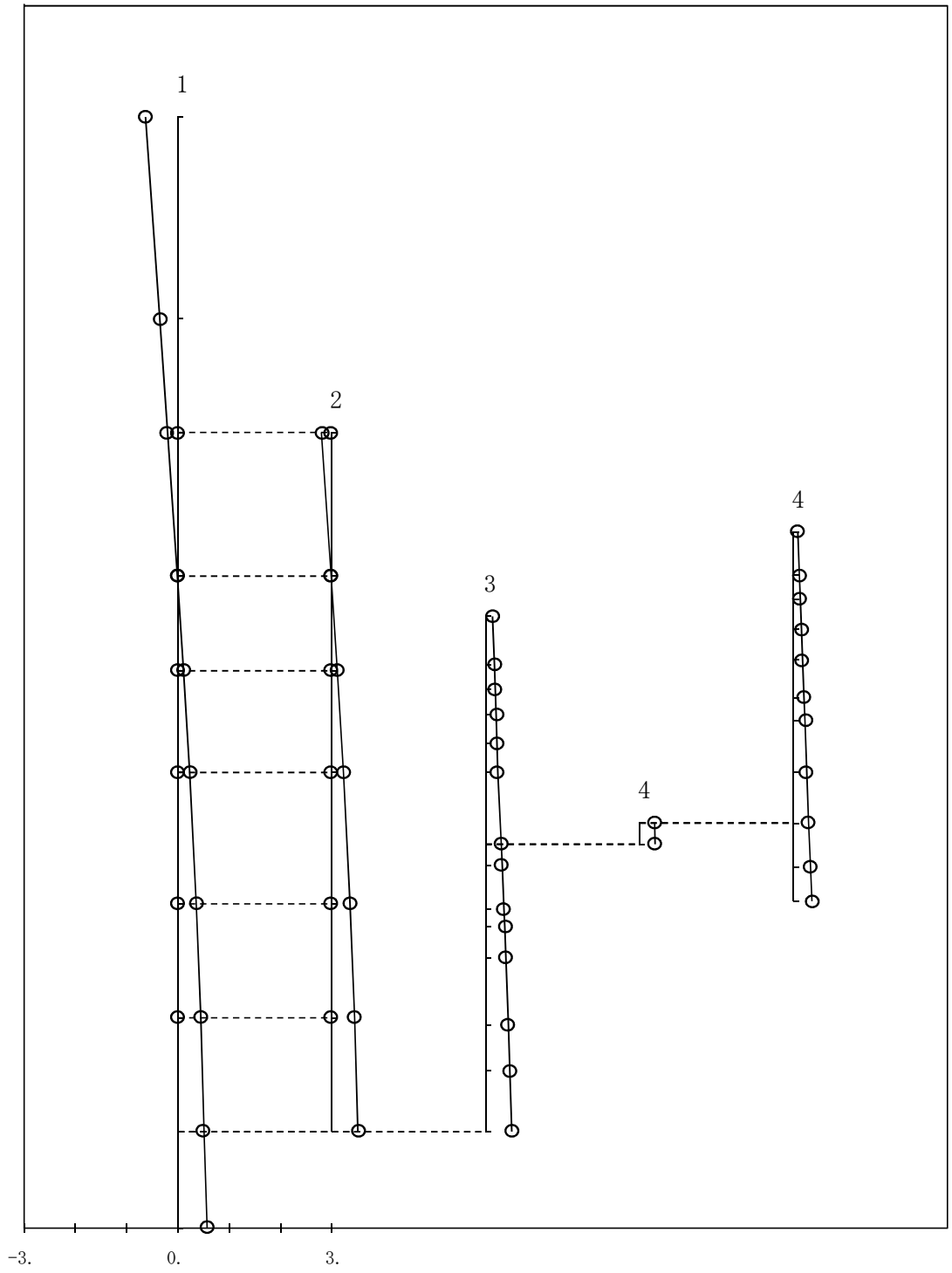


図4－51　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

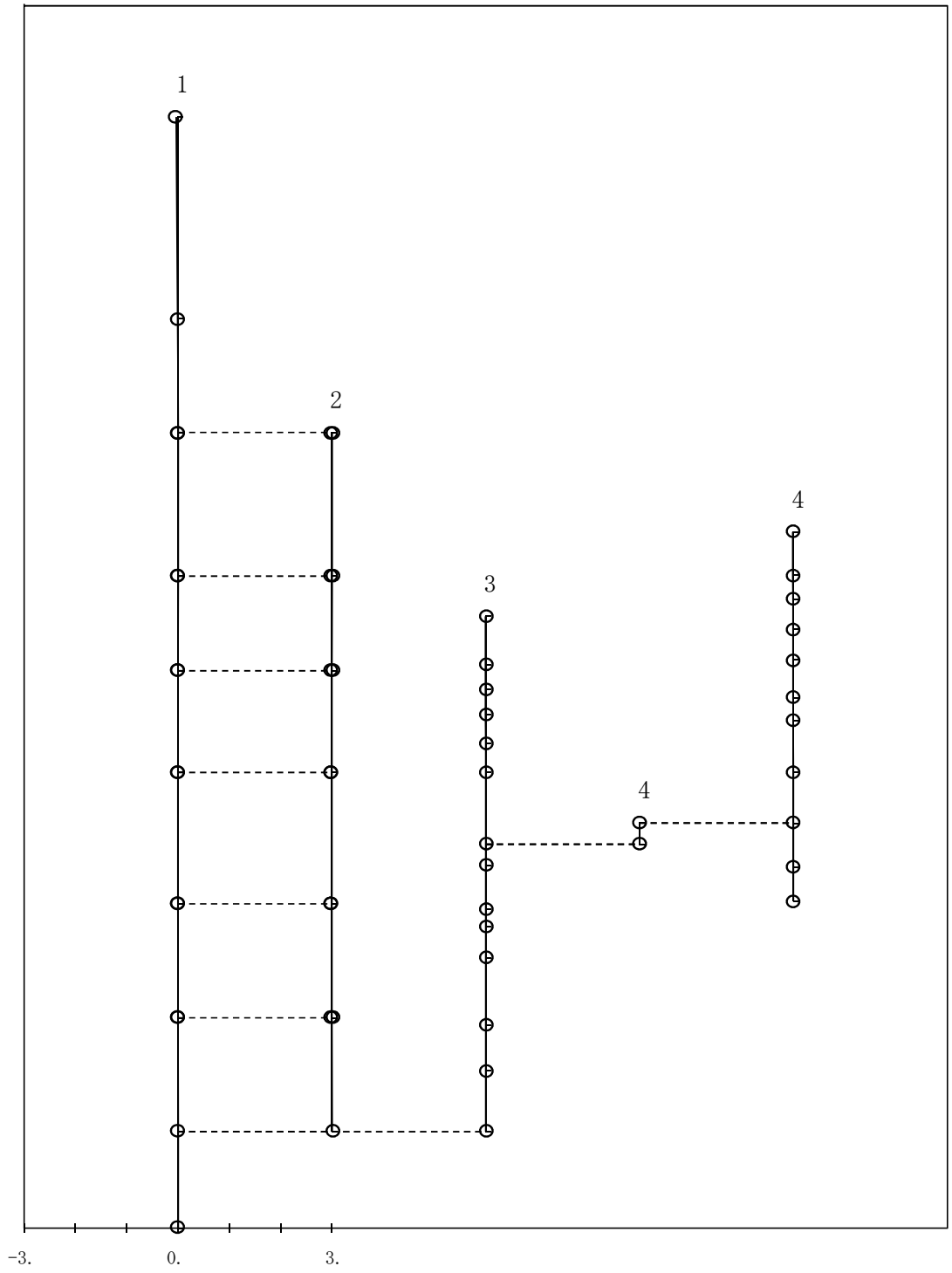


図4－52　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.570

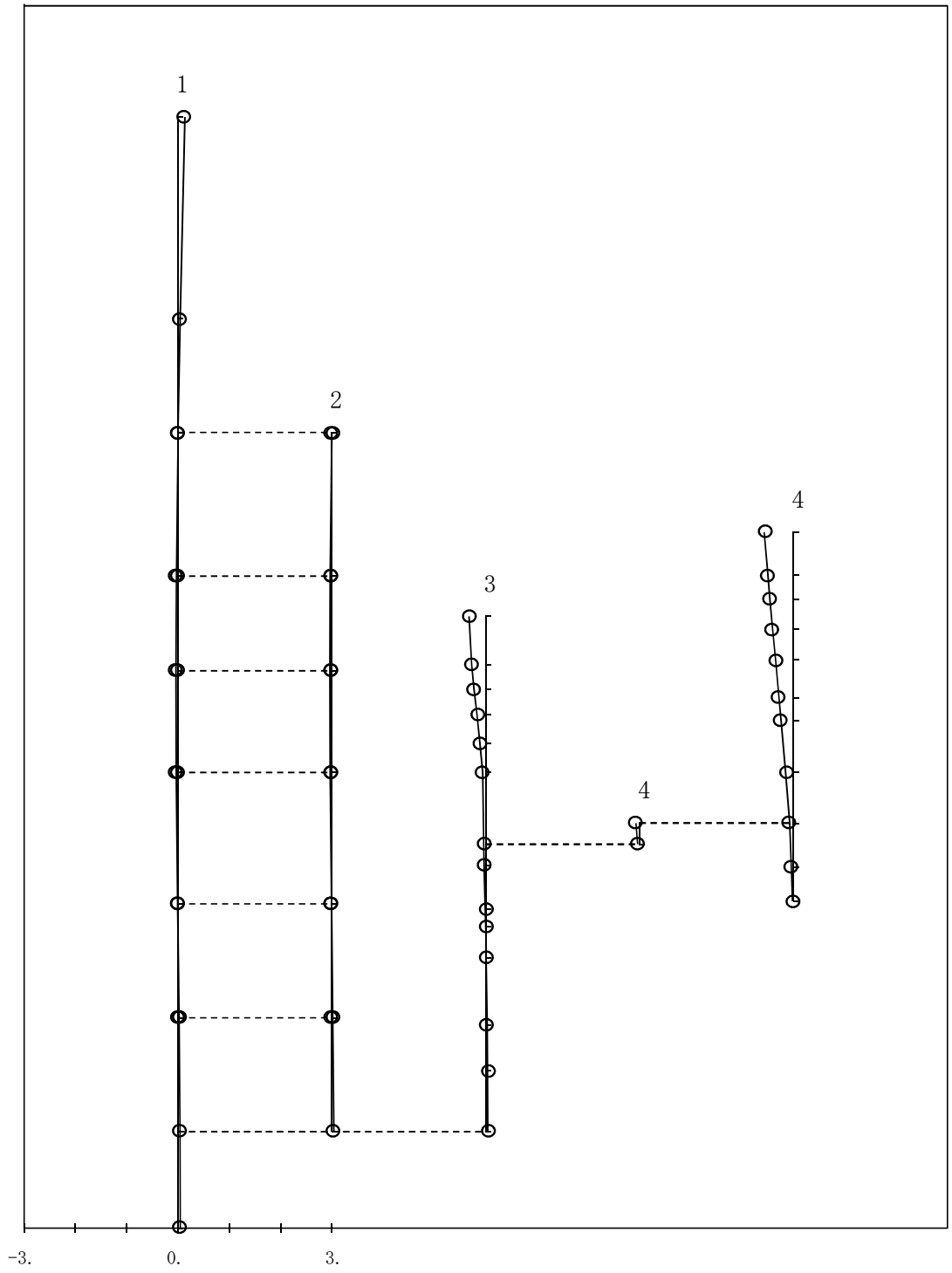


図4－53　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.245

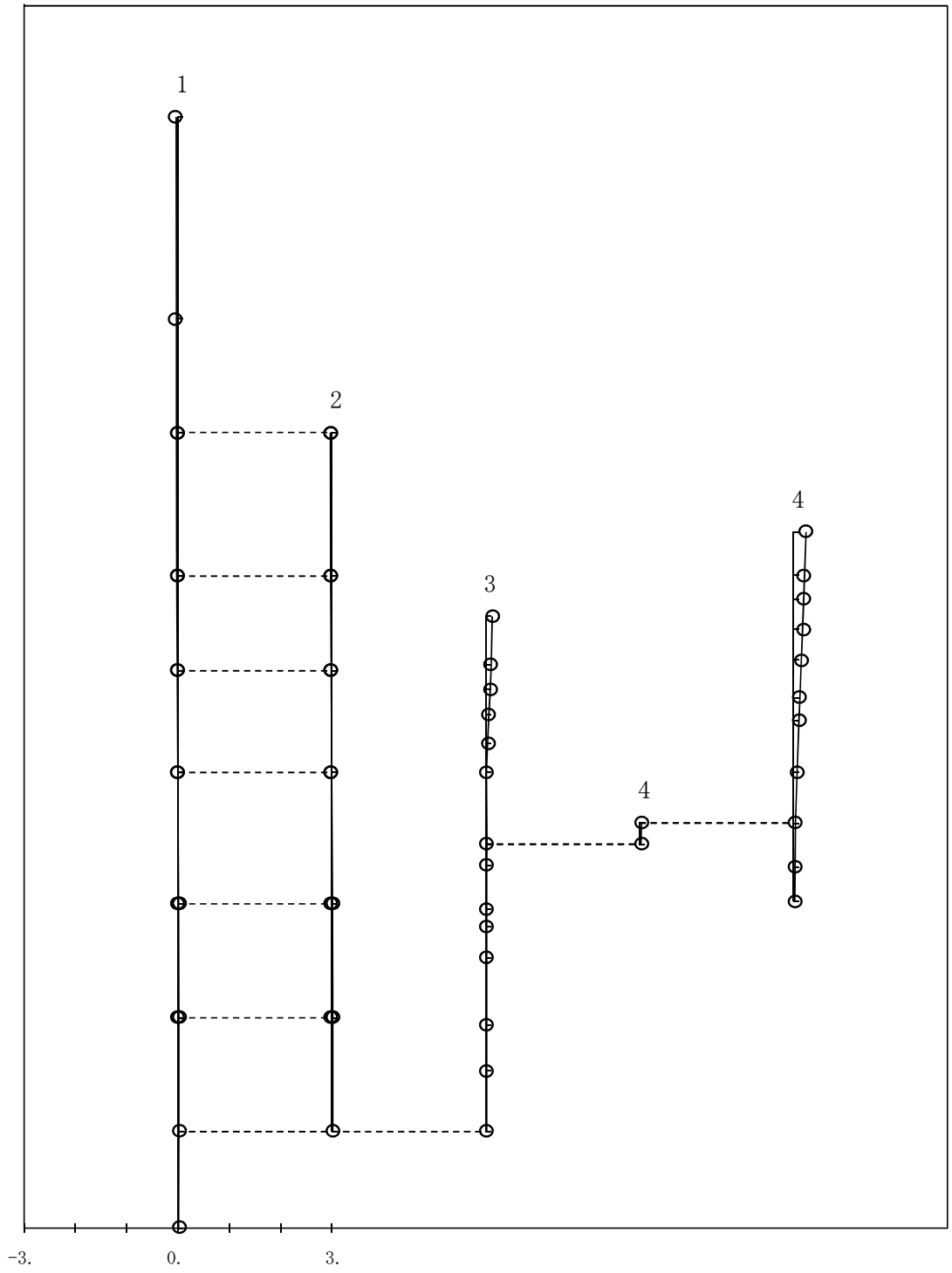


図4－54　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.008

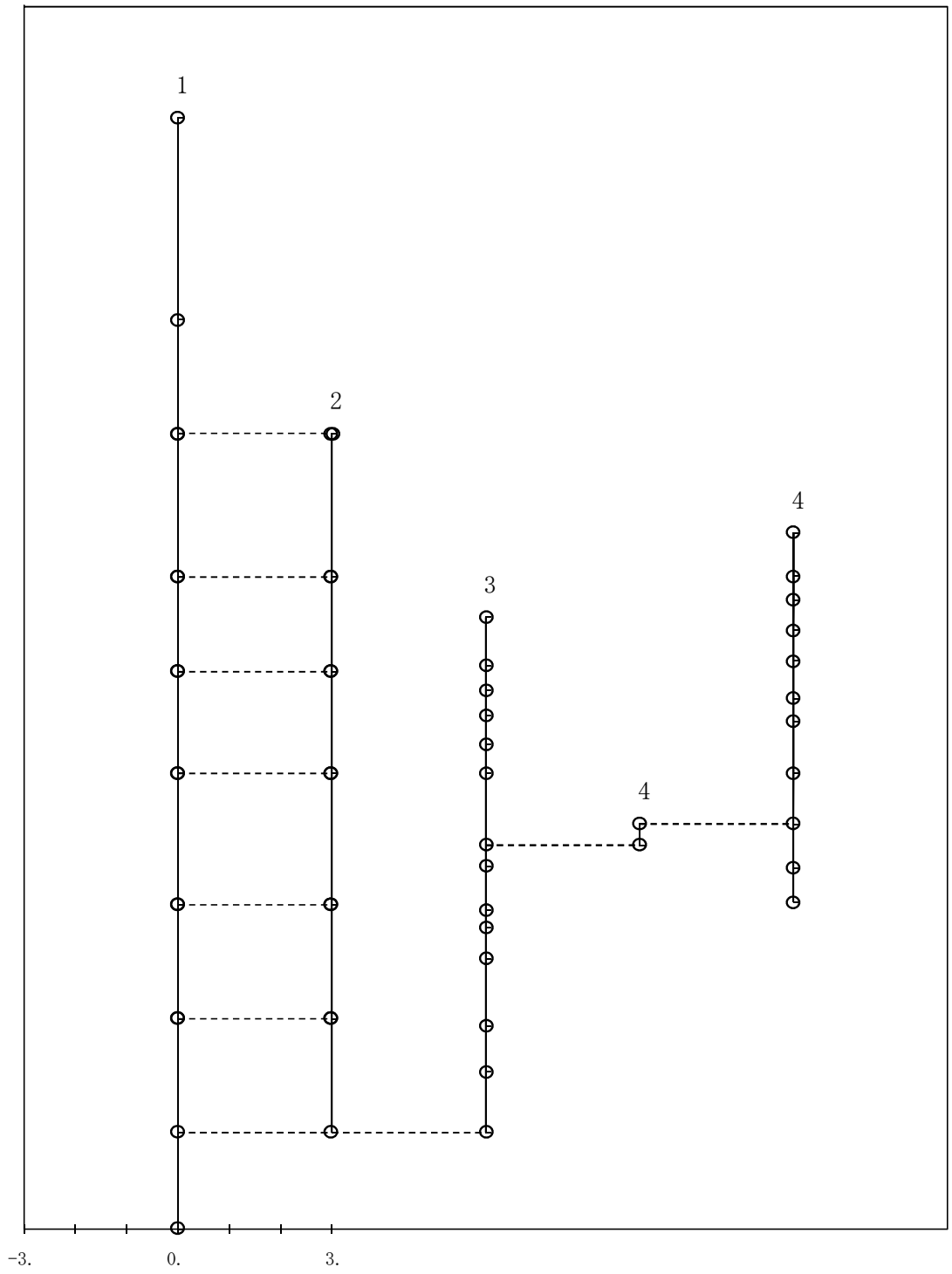


図4－55　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.067

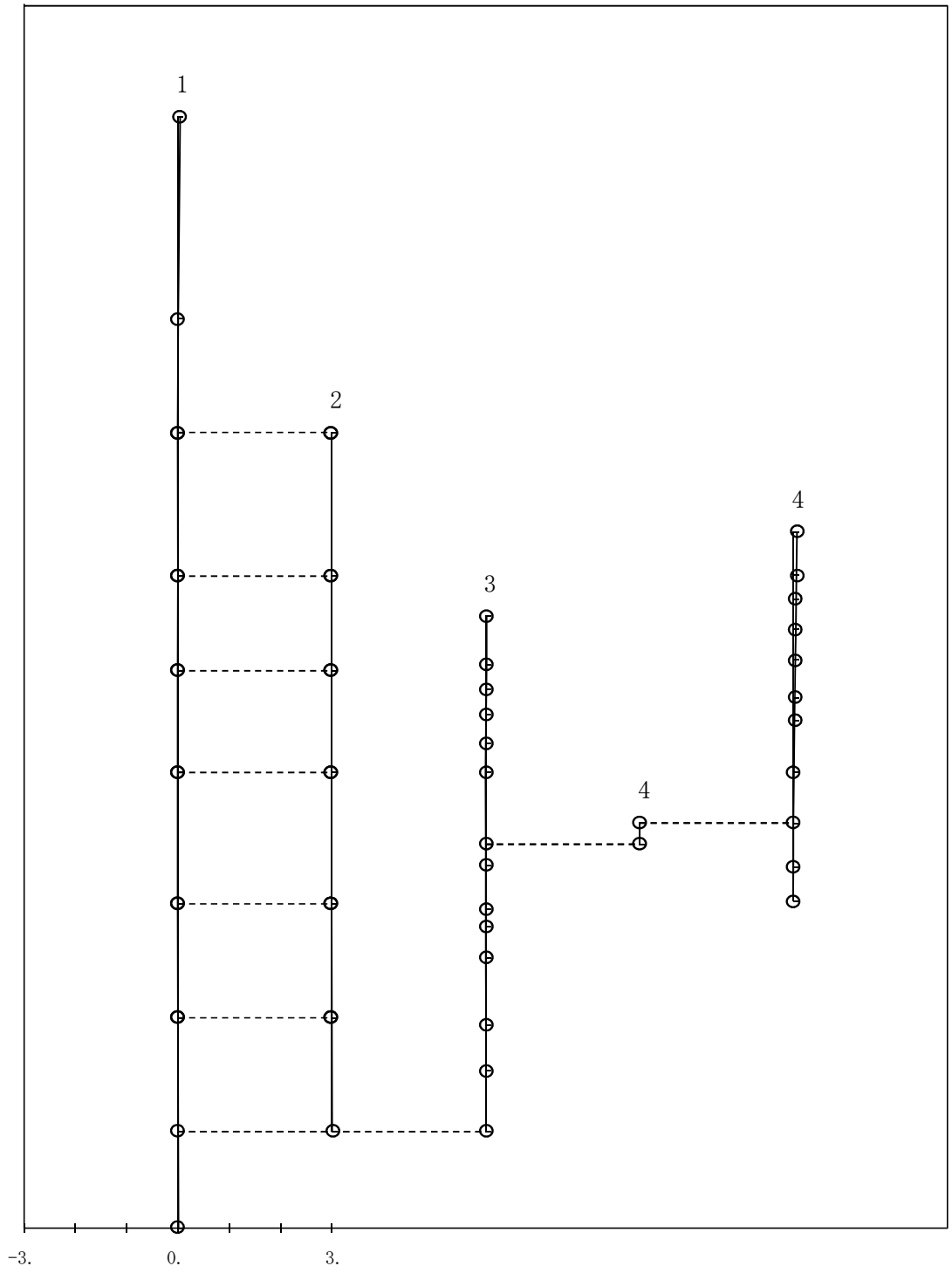


図4－56　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.424　　刺激係数　　；1.593

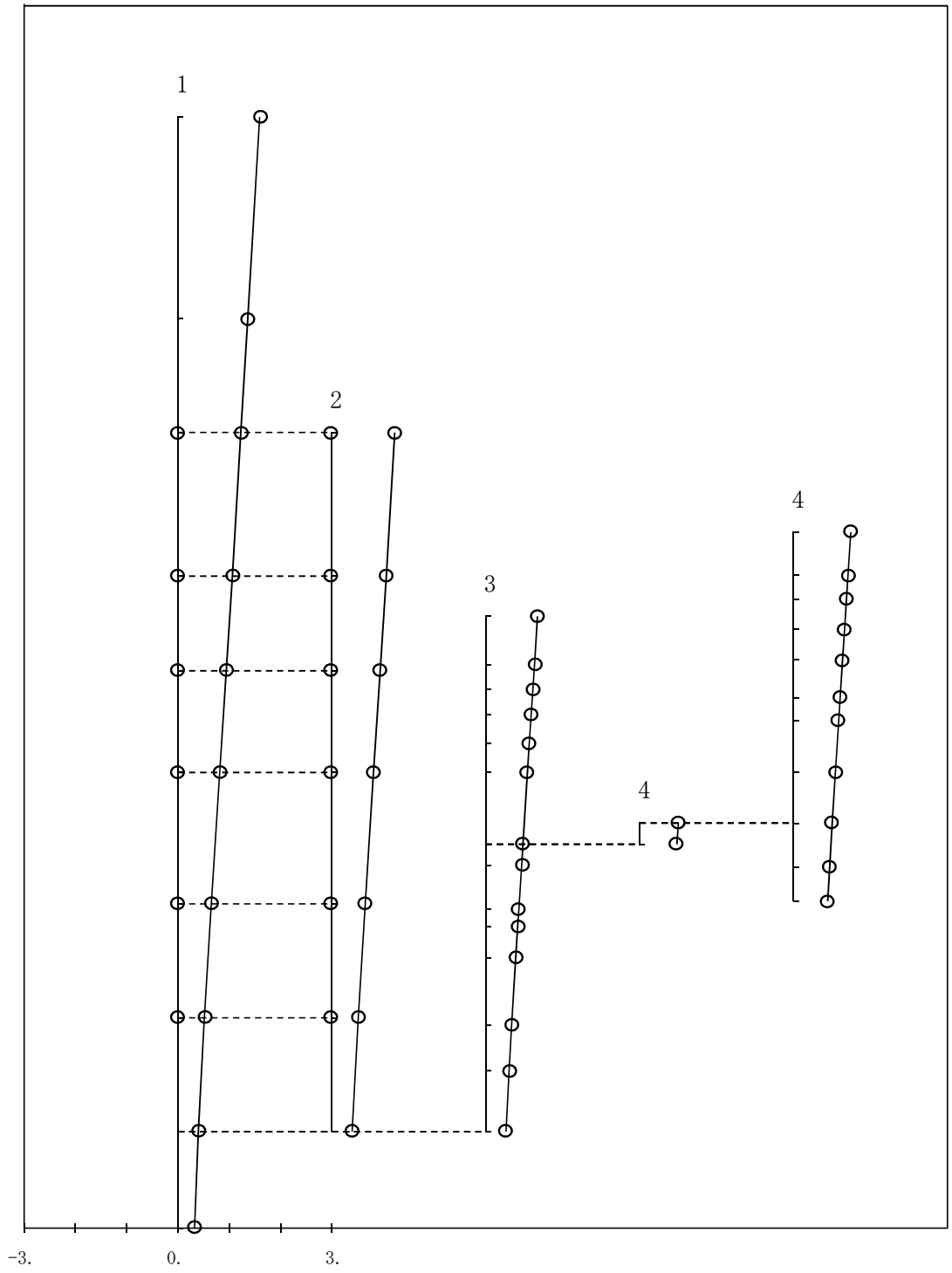


図4－57　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.712

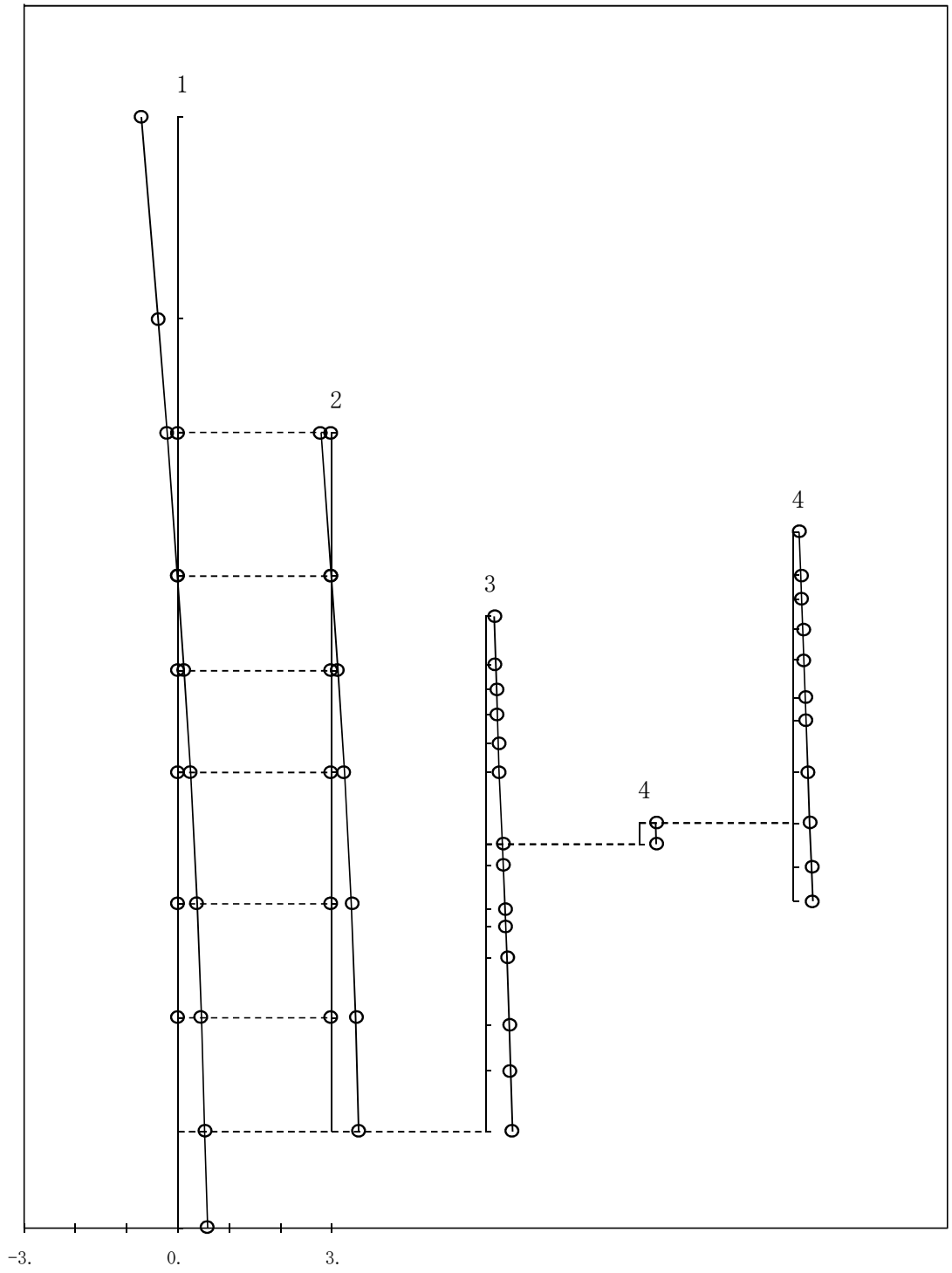


図4－58　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

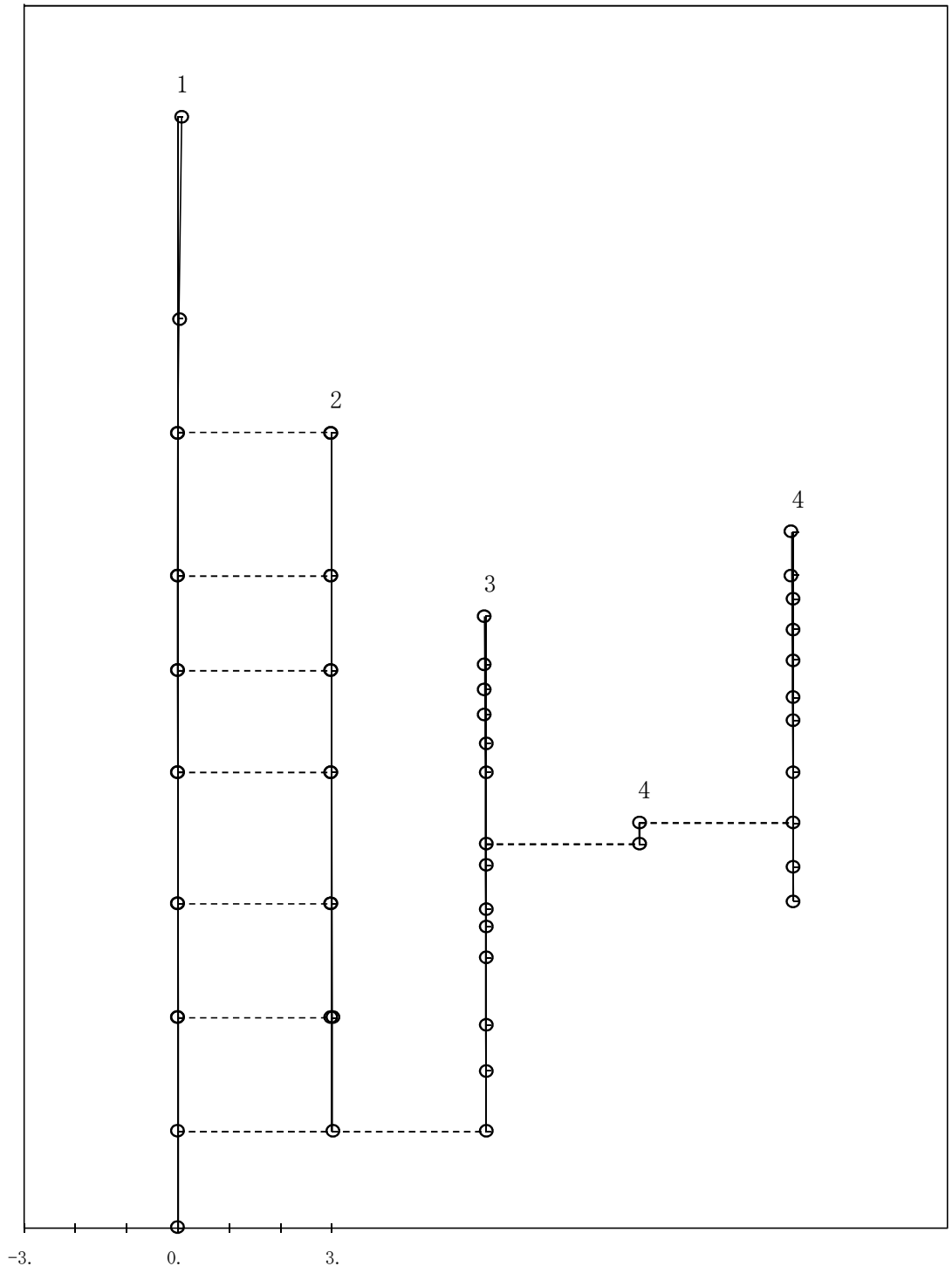


図4－59　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.578

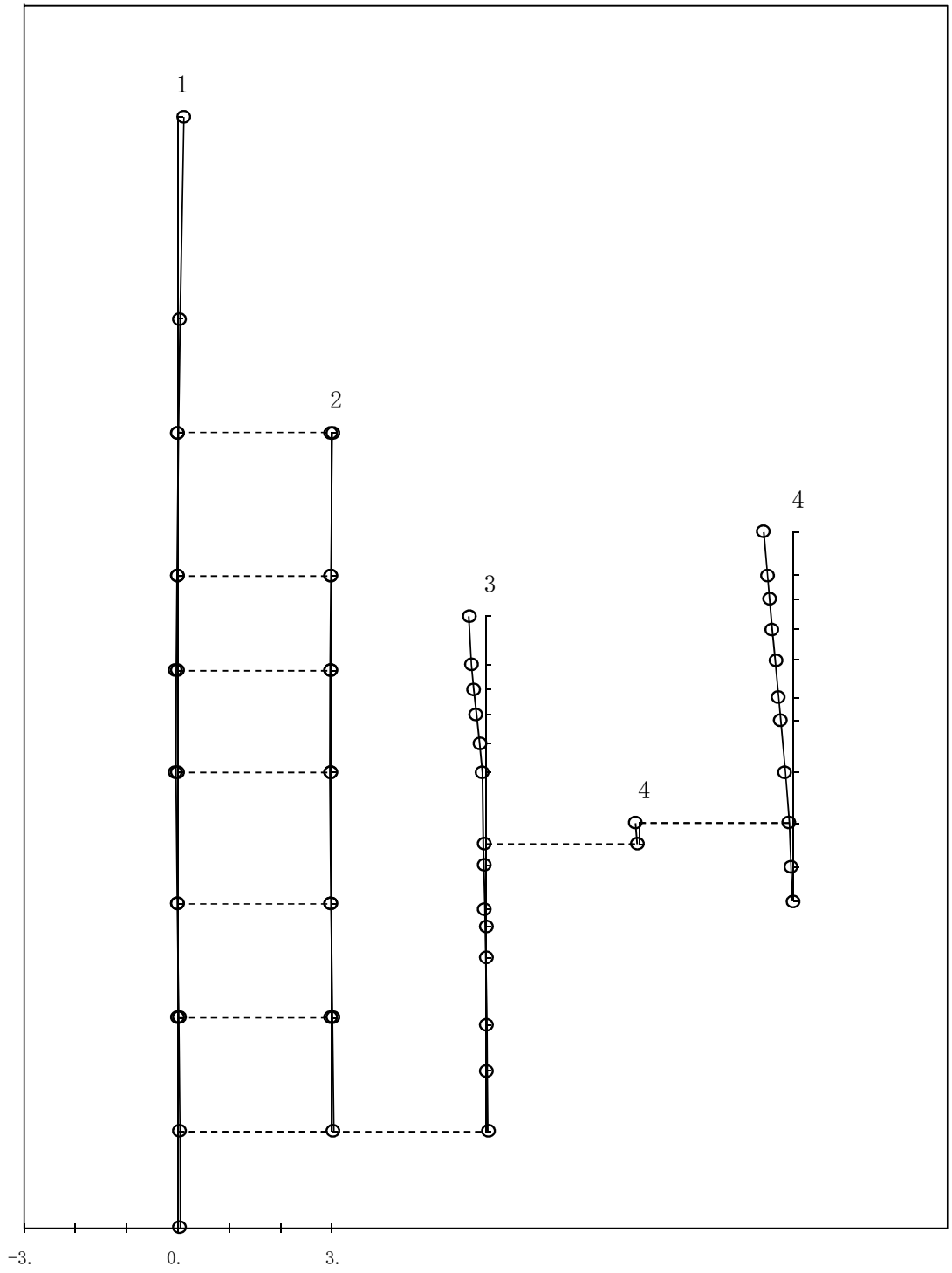


図4－60　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

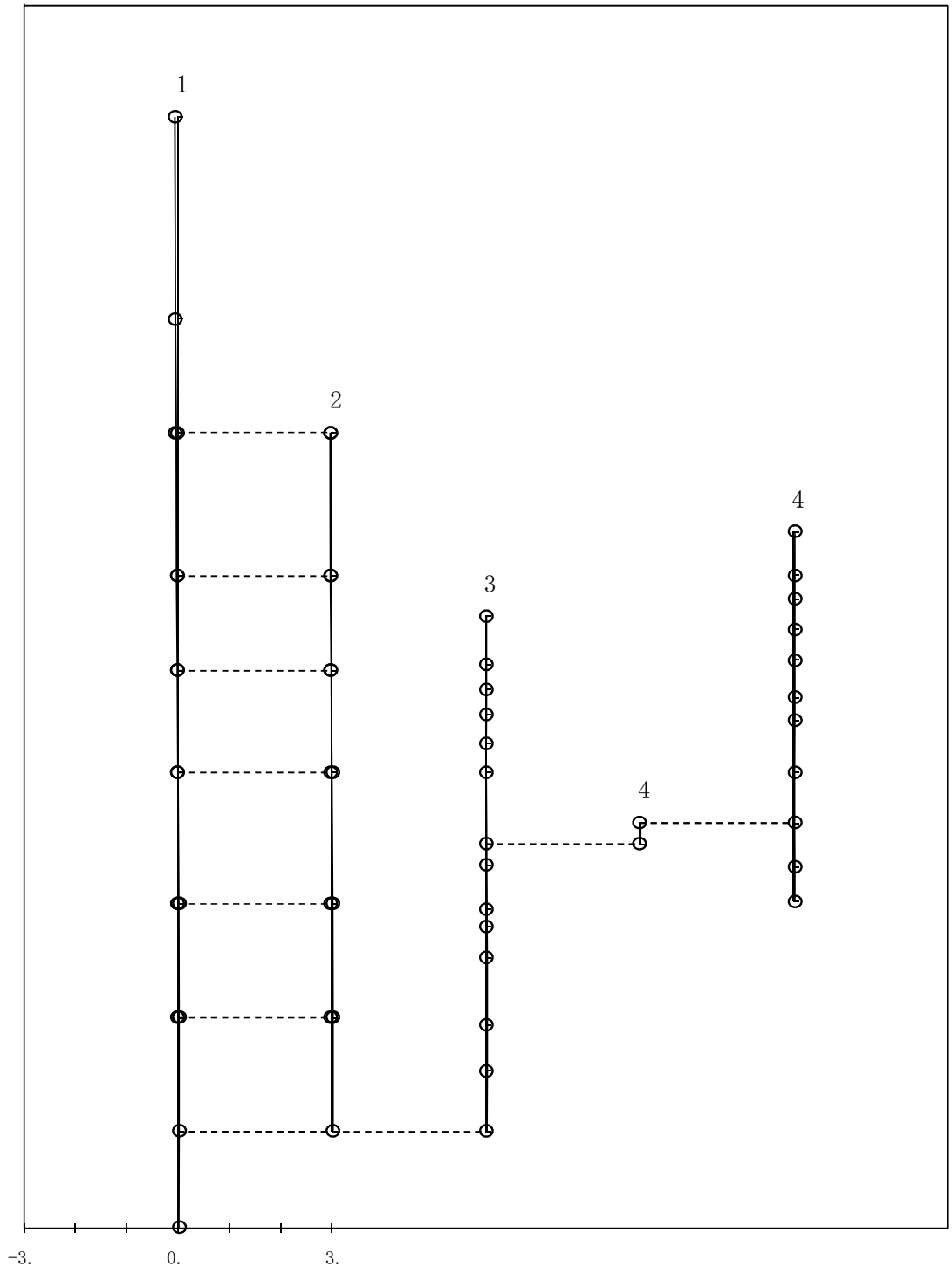


図4－61　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.282

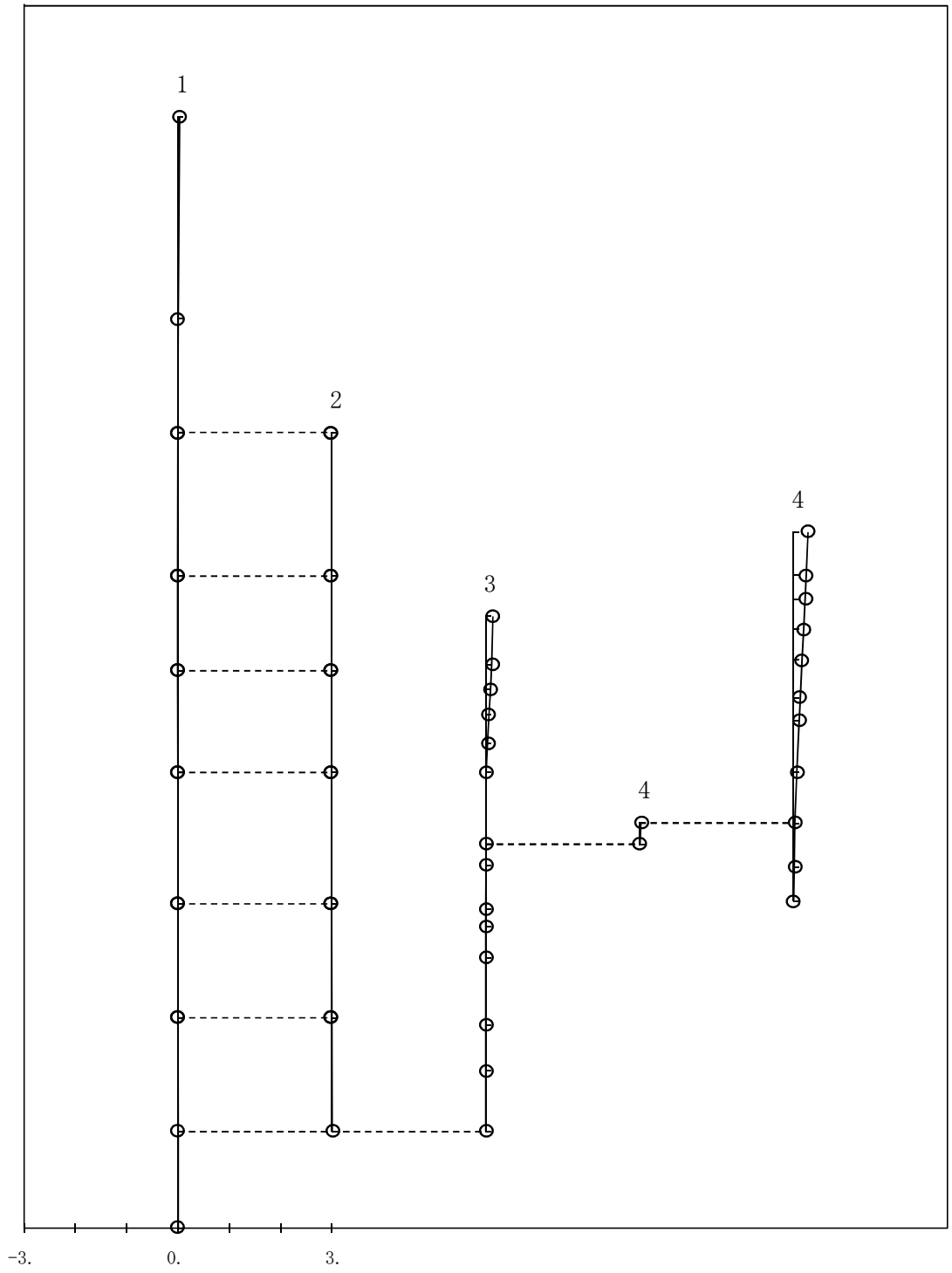


図4－62　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

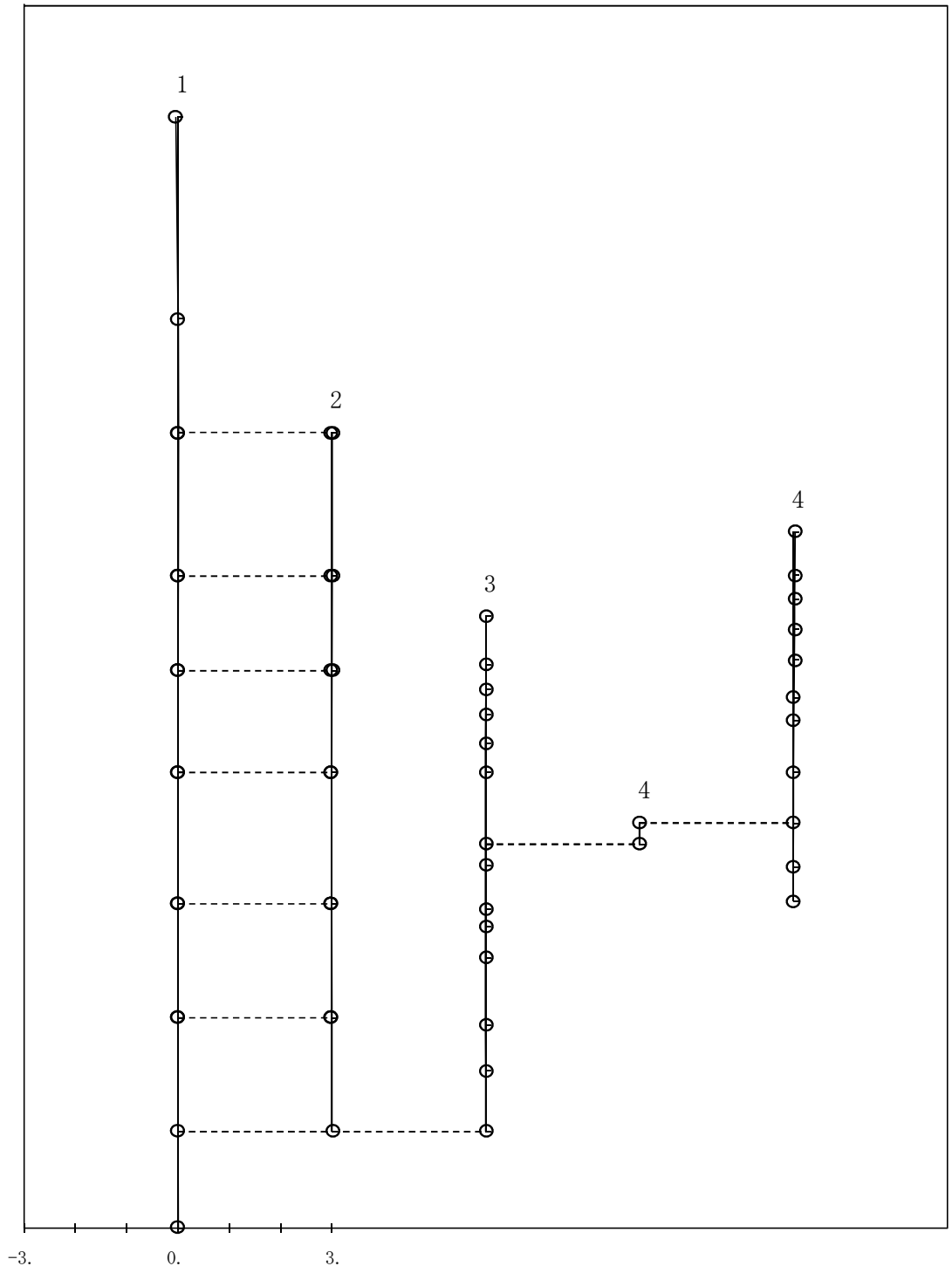


図4－63　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.414　　刺激係数　　；1.553

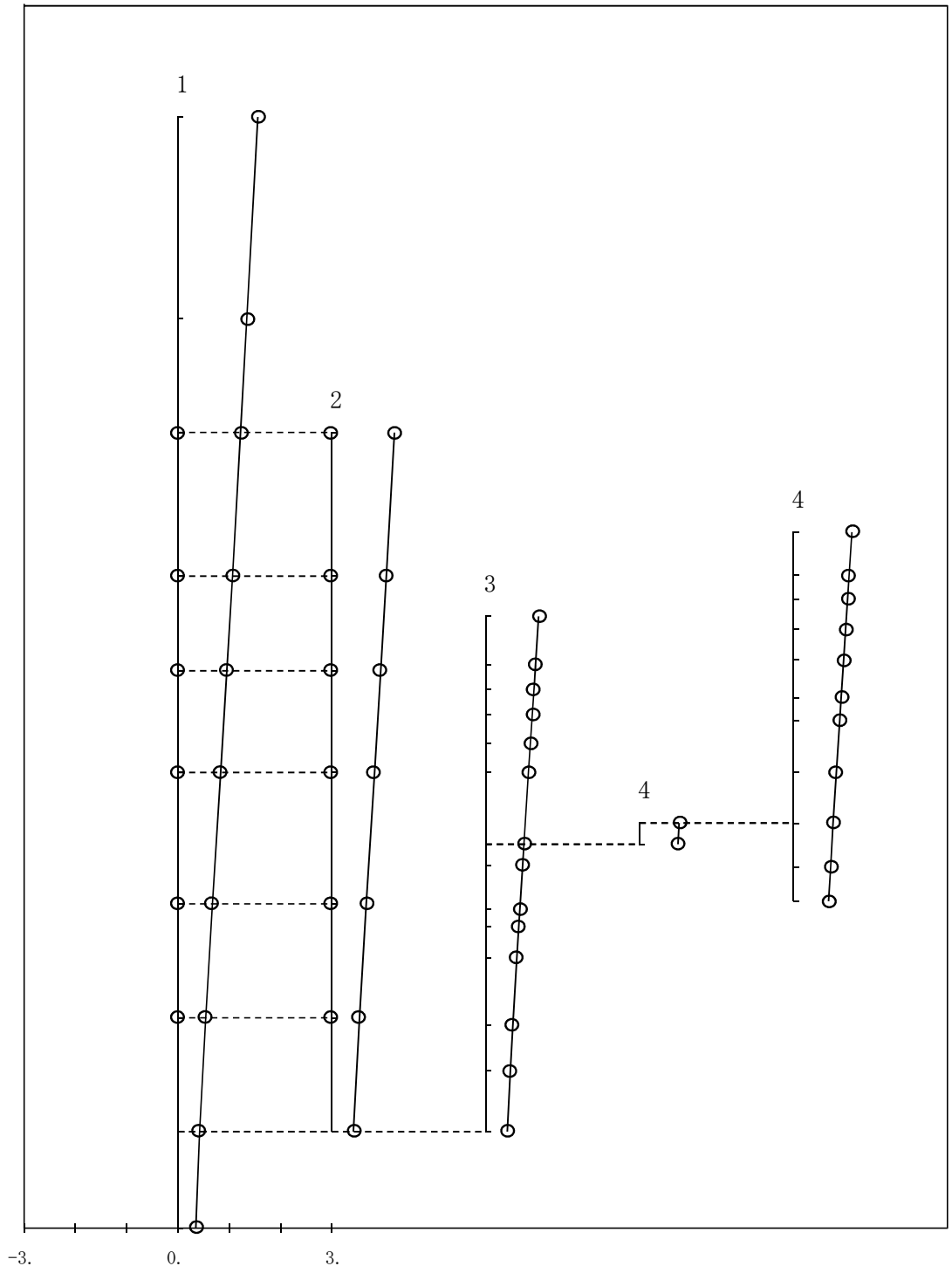


図4－64　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.628

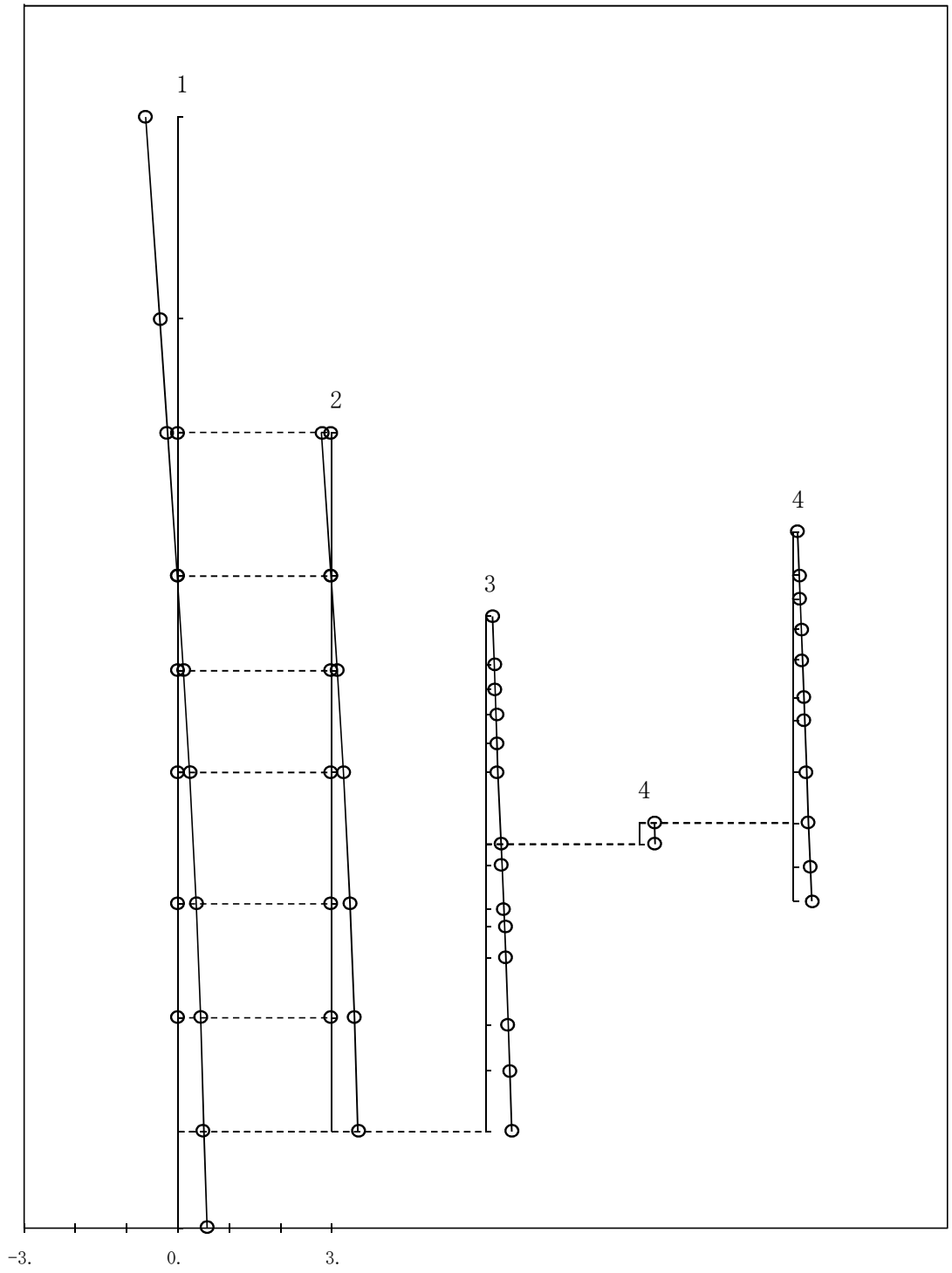


図4－65　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

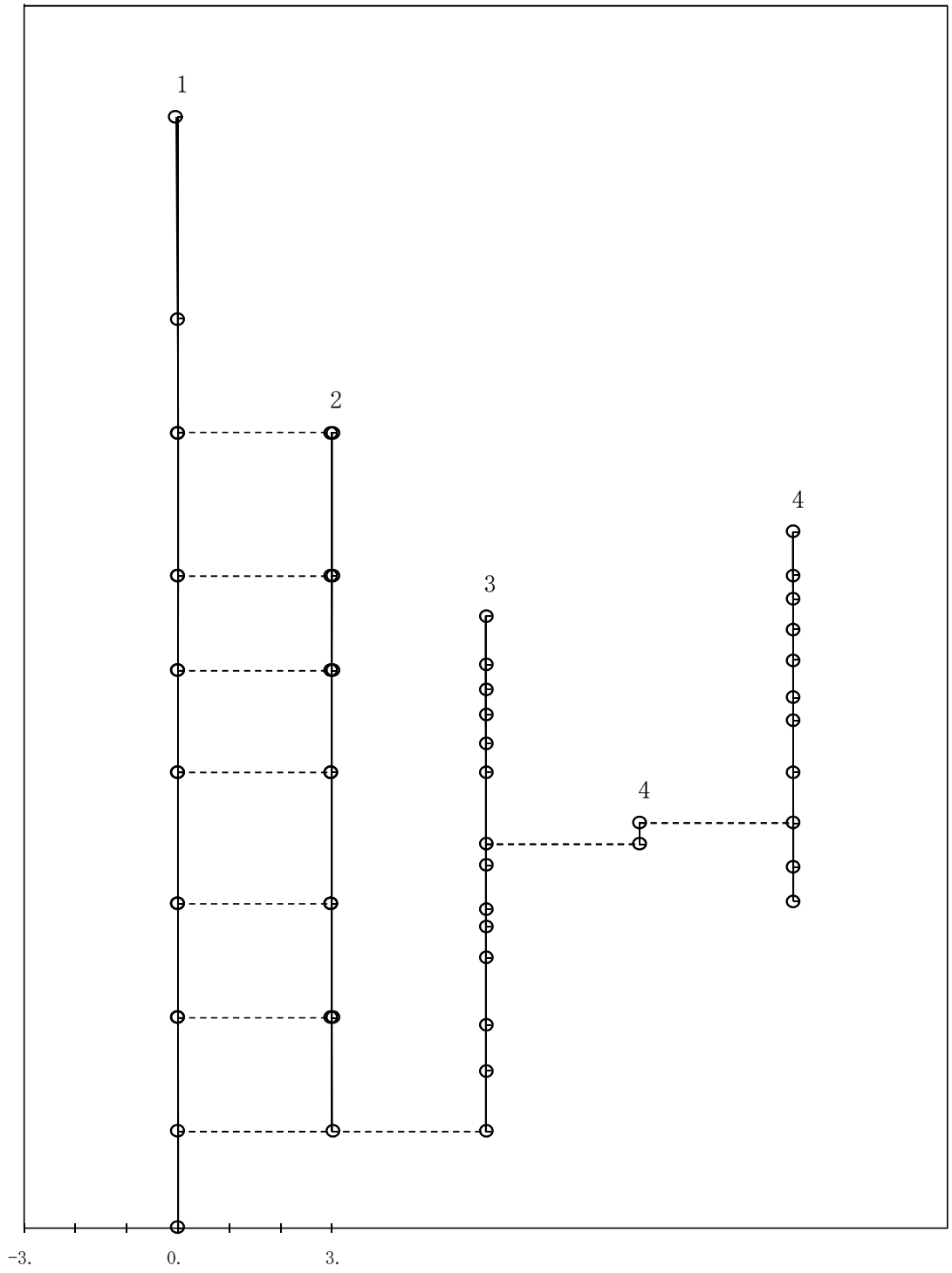


図4－66　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.562

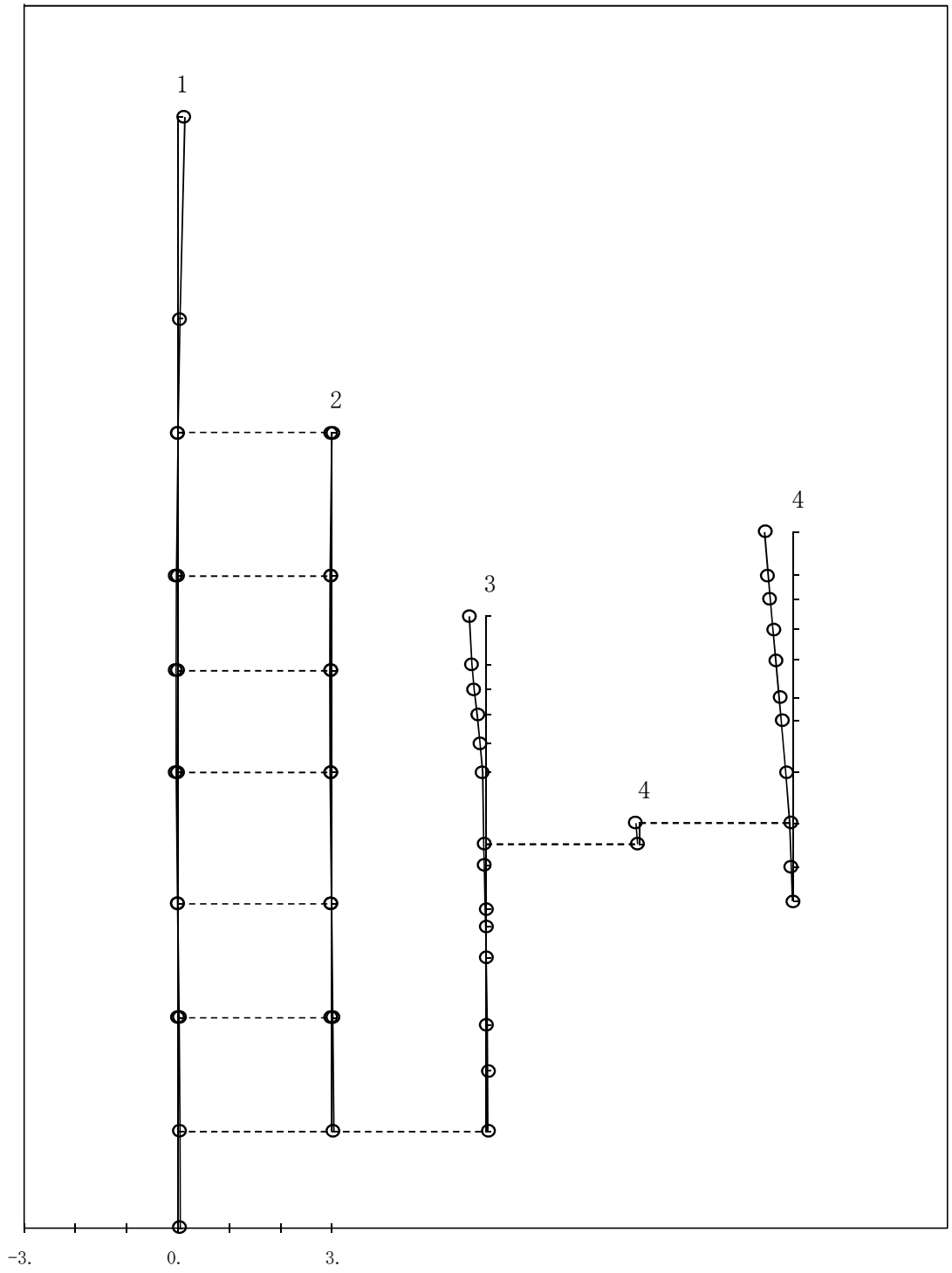


図4－67　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.236

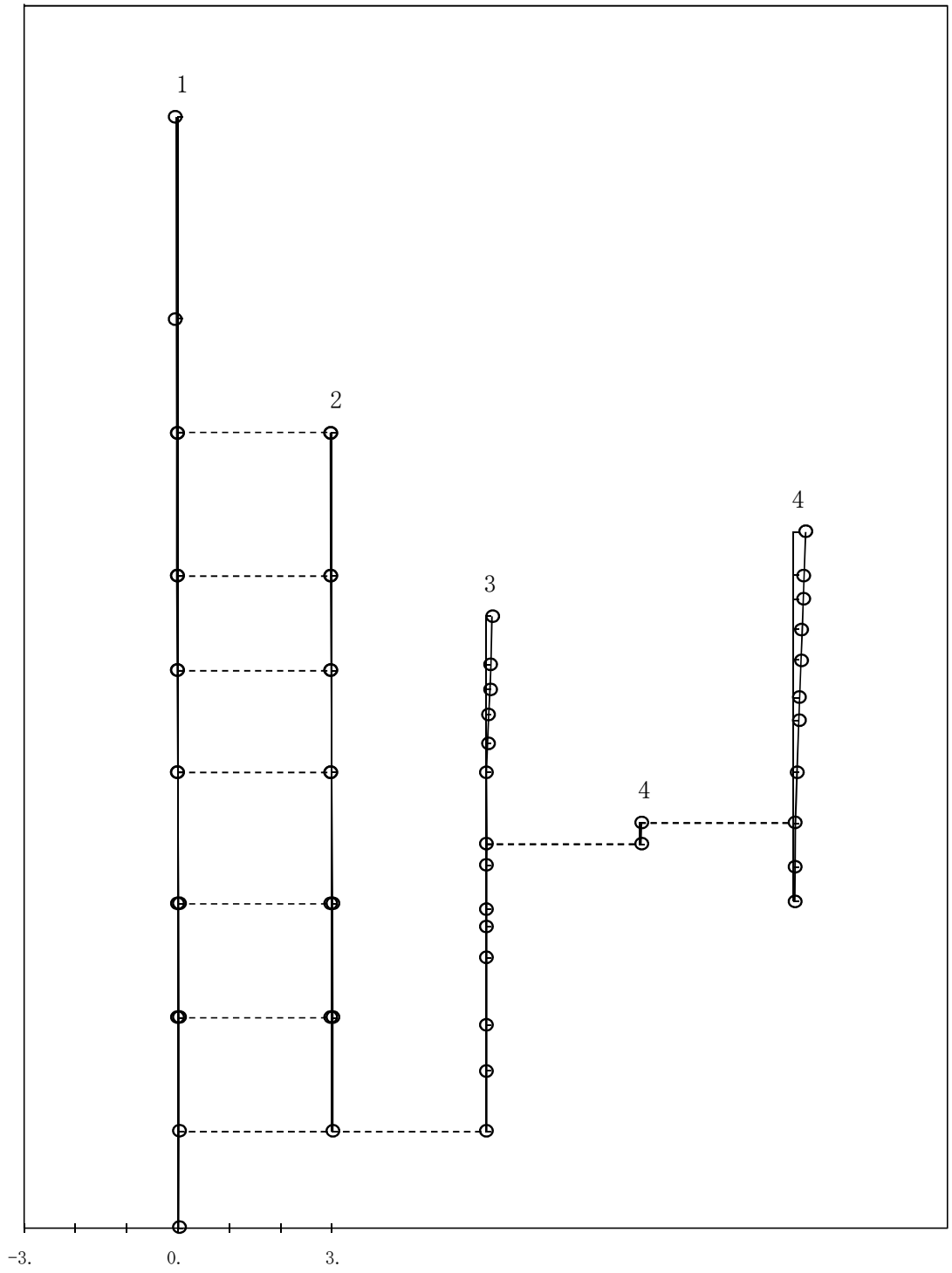


図4－68　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.013

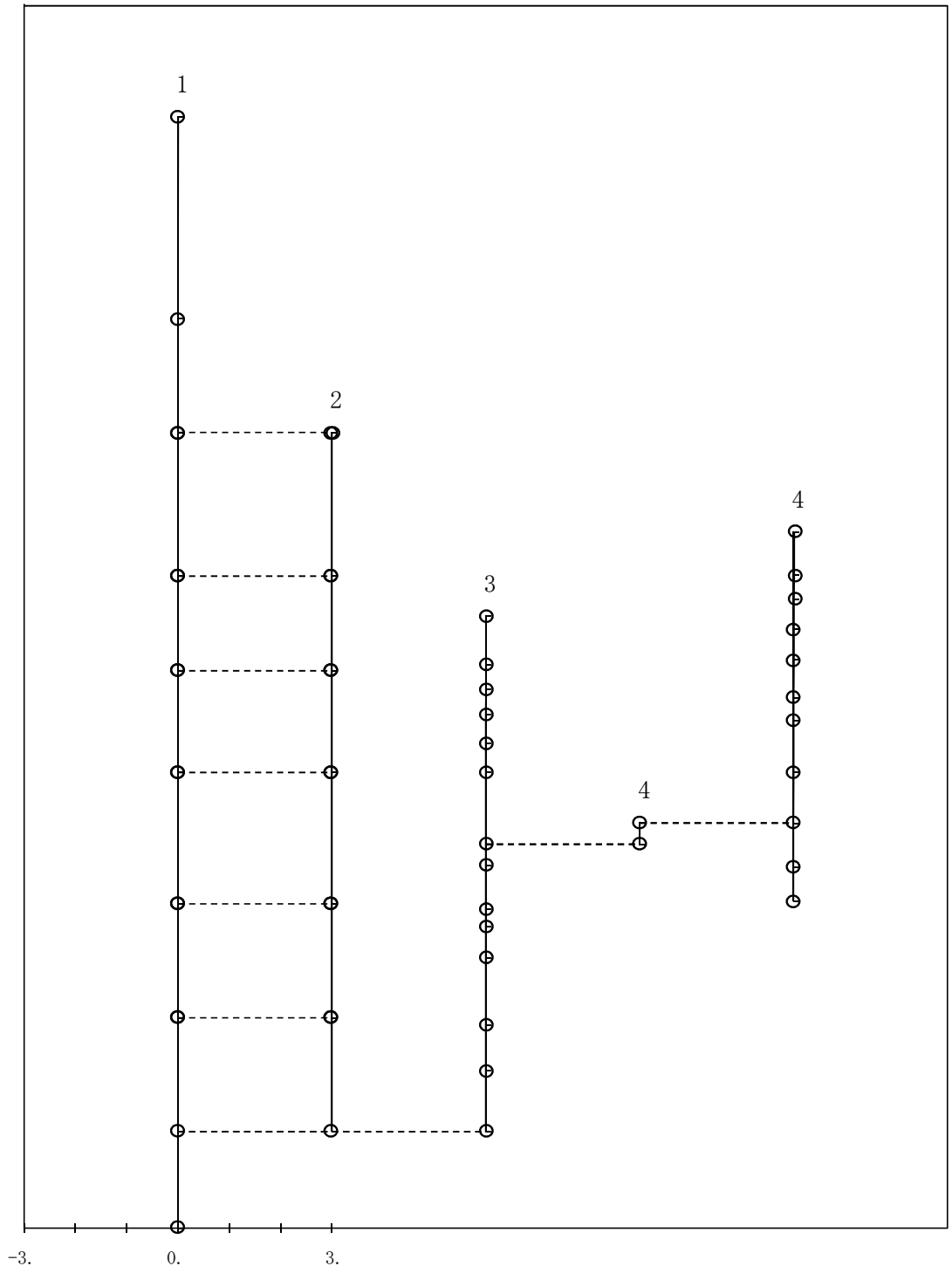


図4－69　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

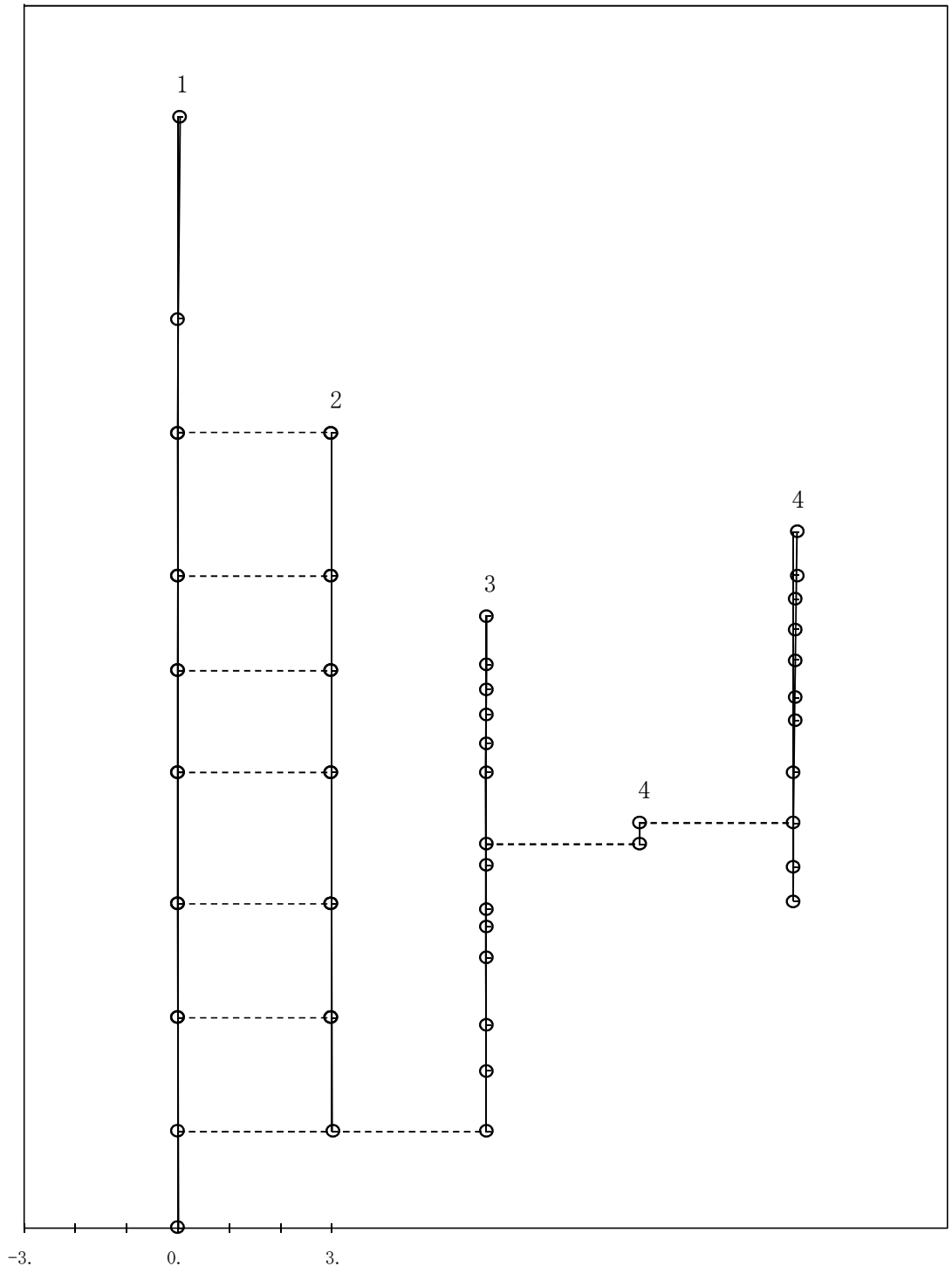


図4－70　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.424　　刺激係数　　；1.593

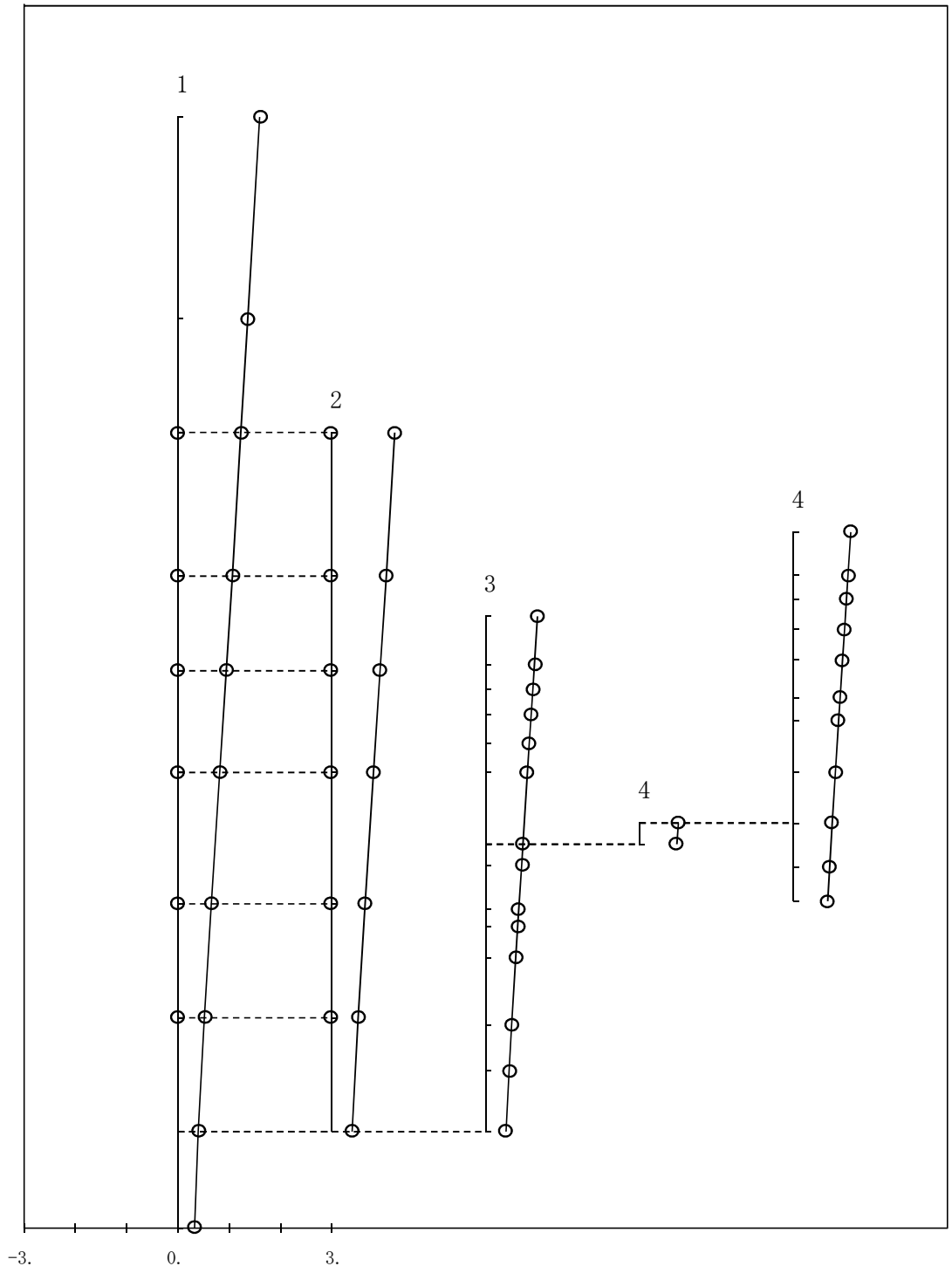


図4－71　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.713

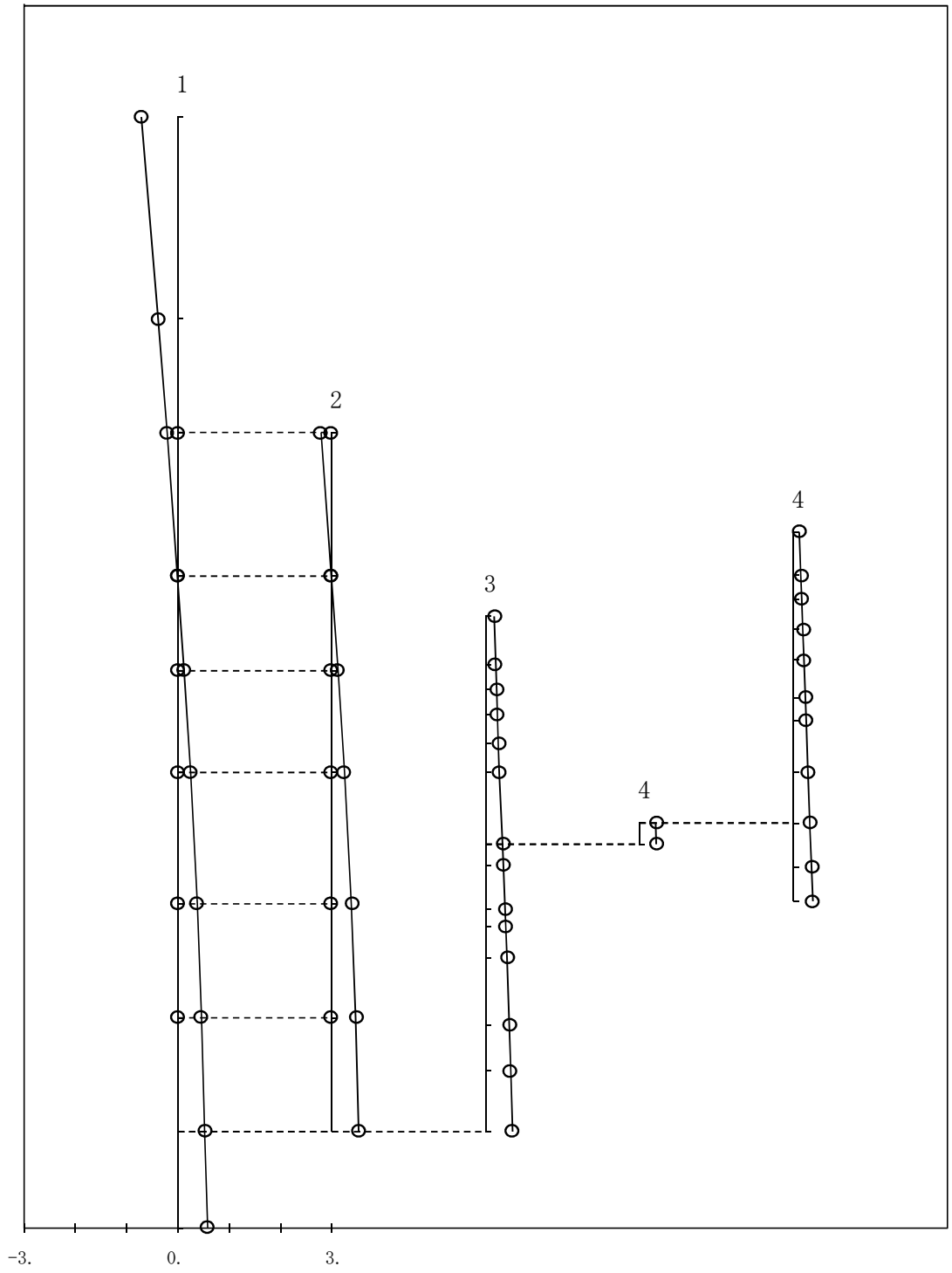


図4－72　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

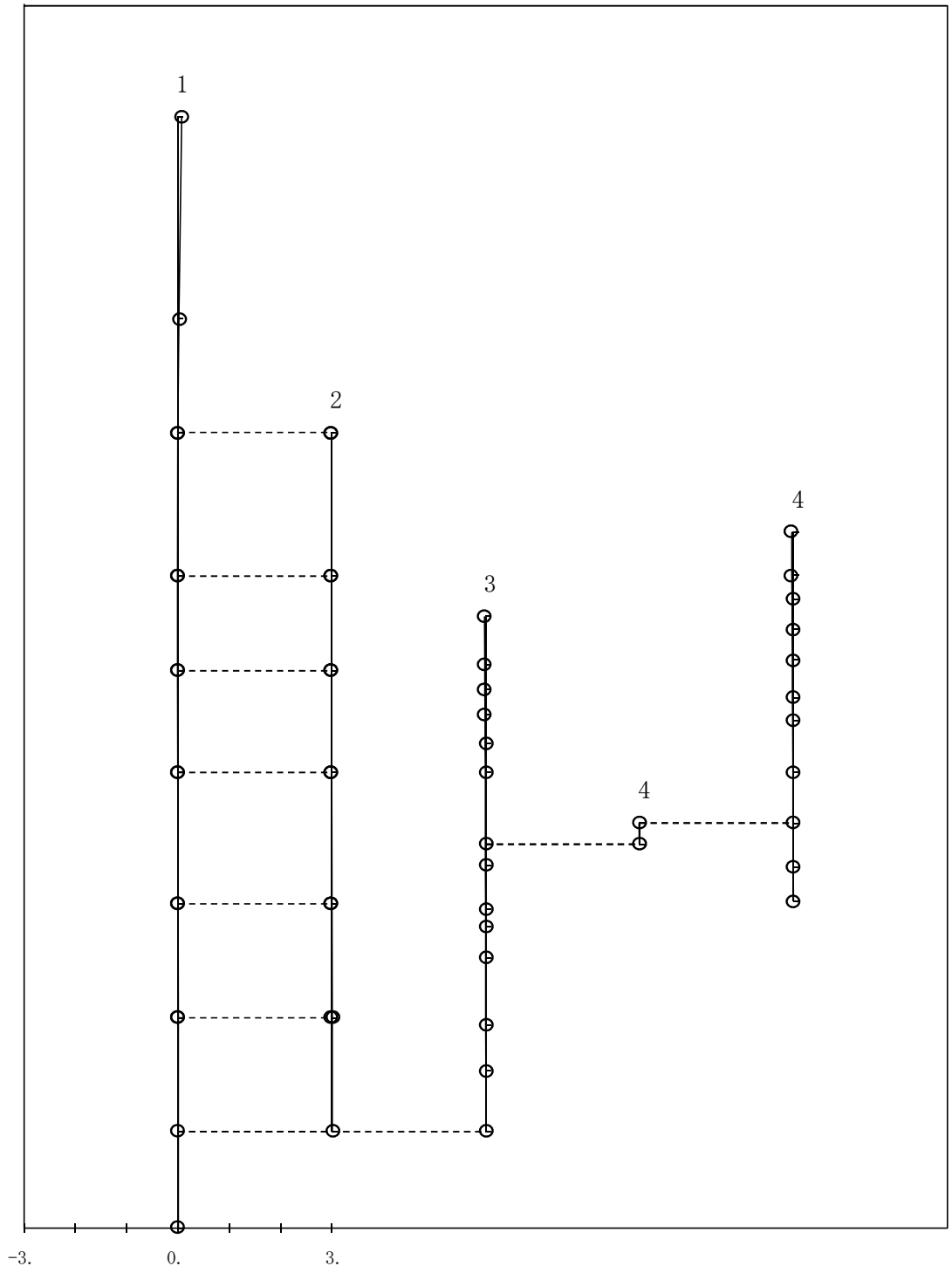


図4－73　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.580

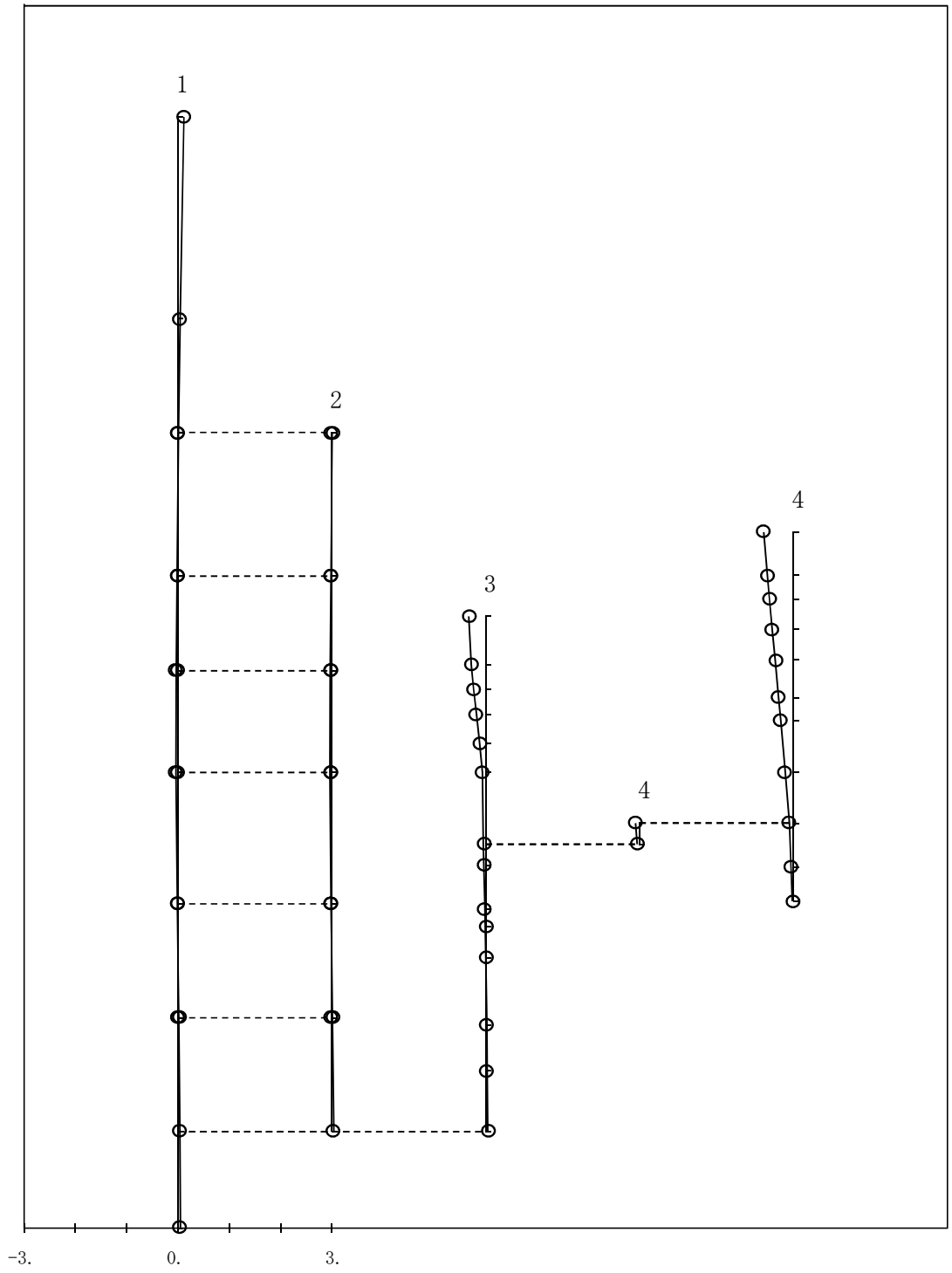


図4－74　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

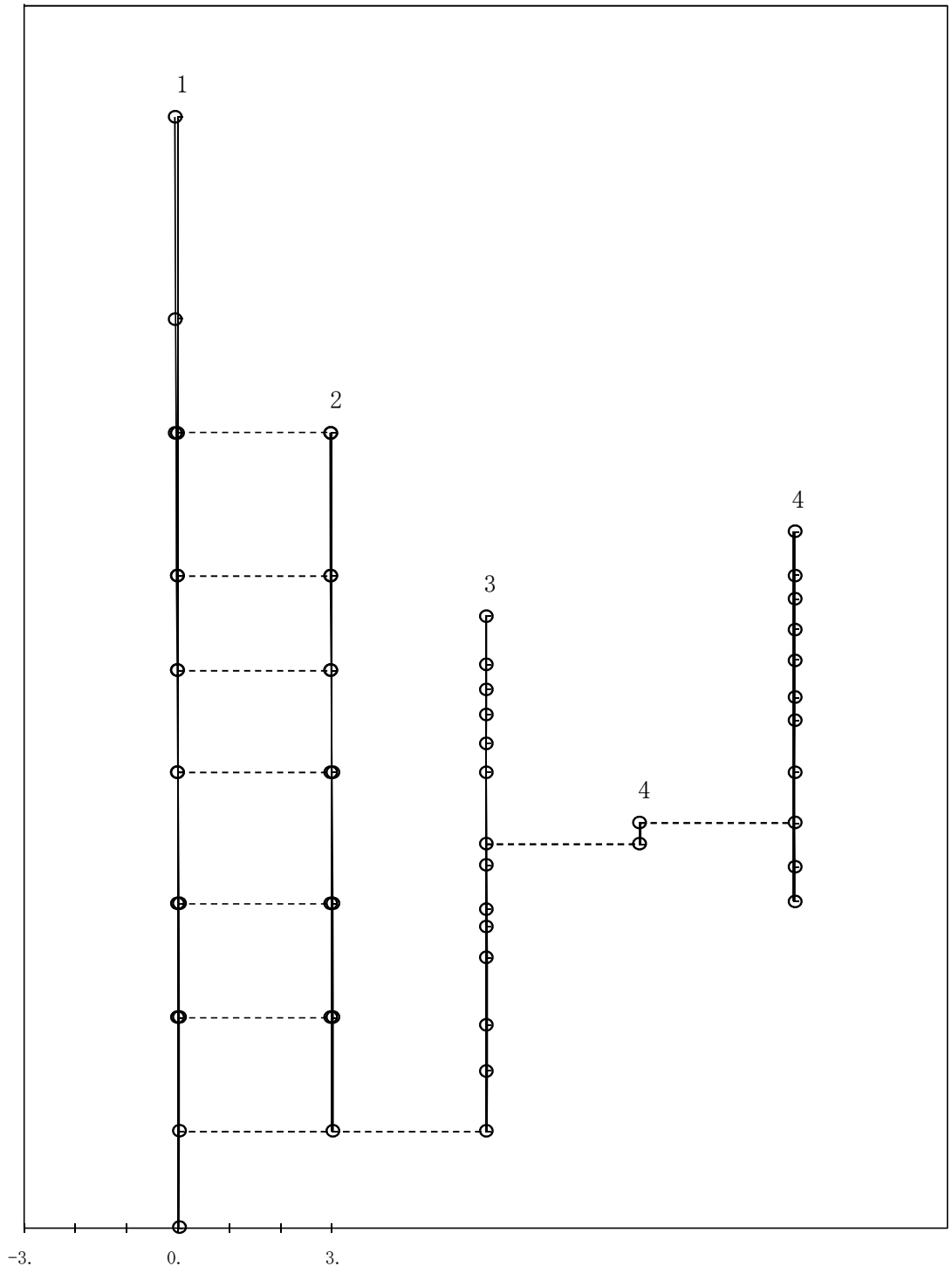


図4－75　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.283

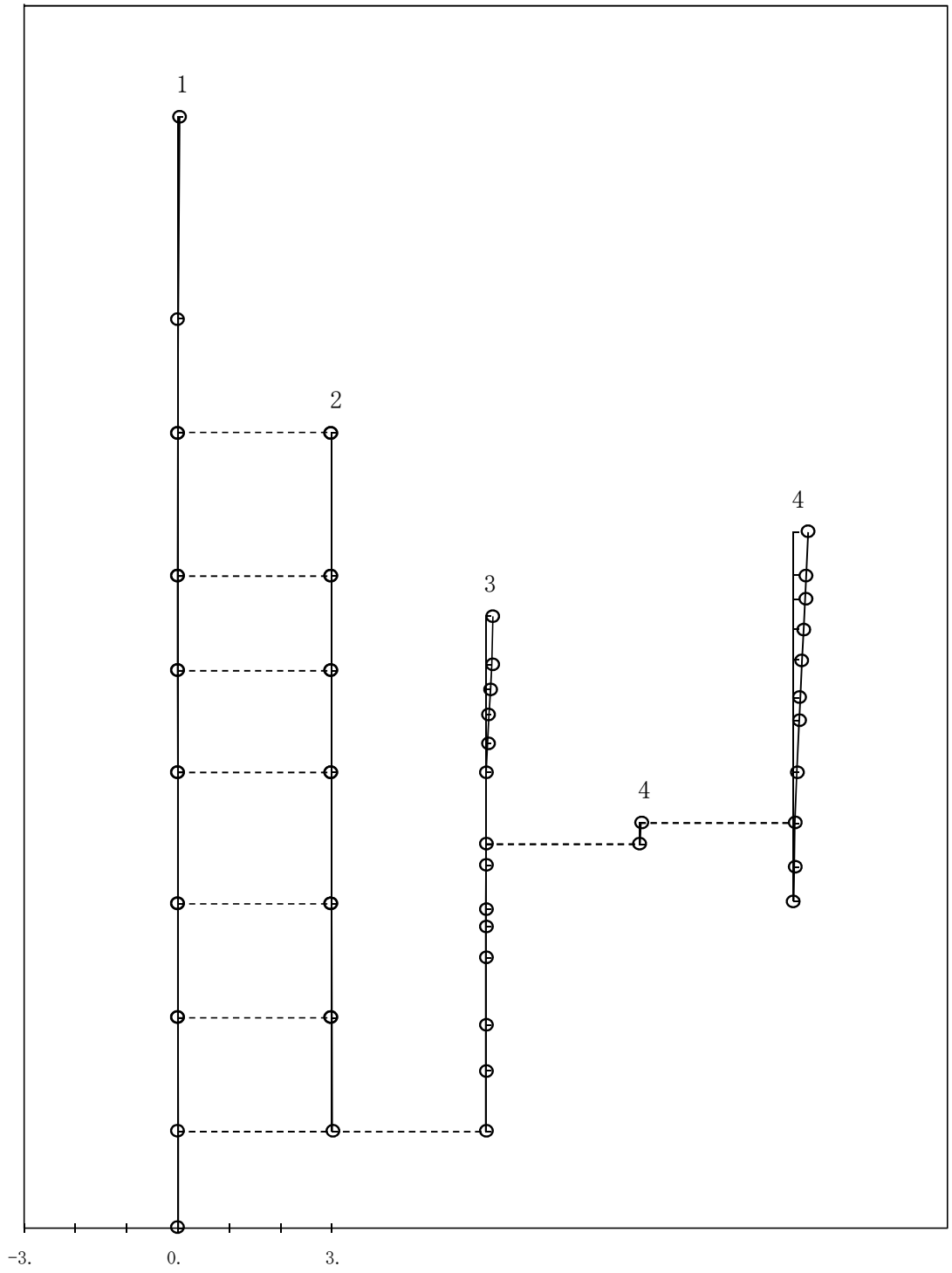


図4－76　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

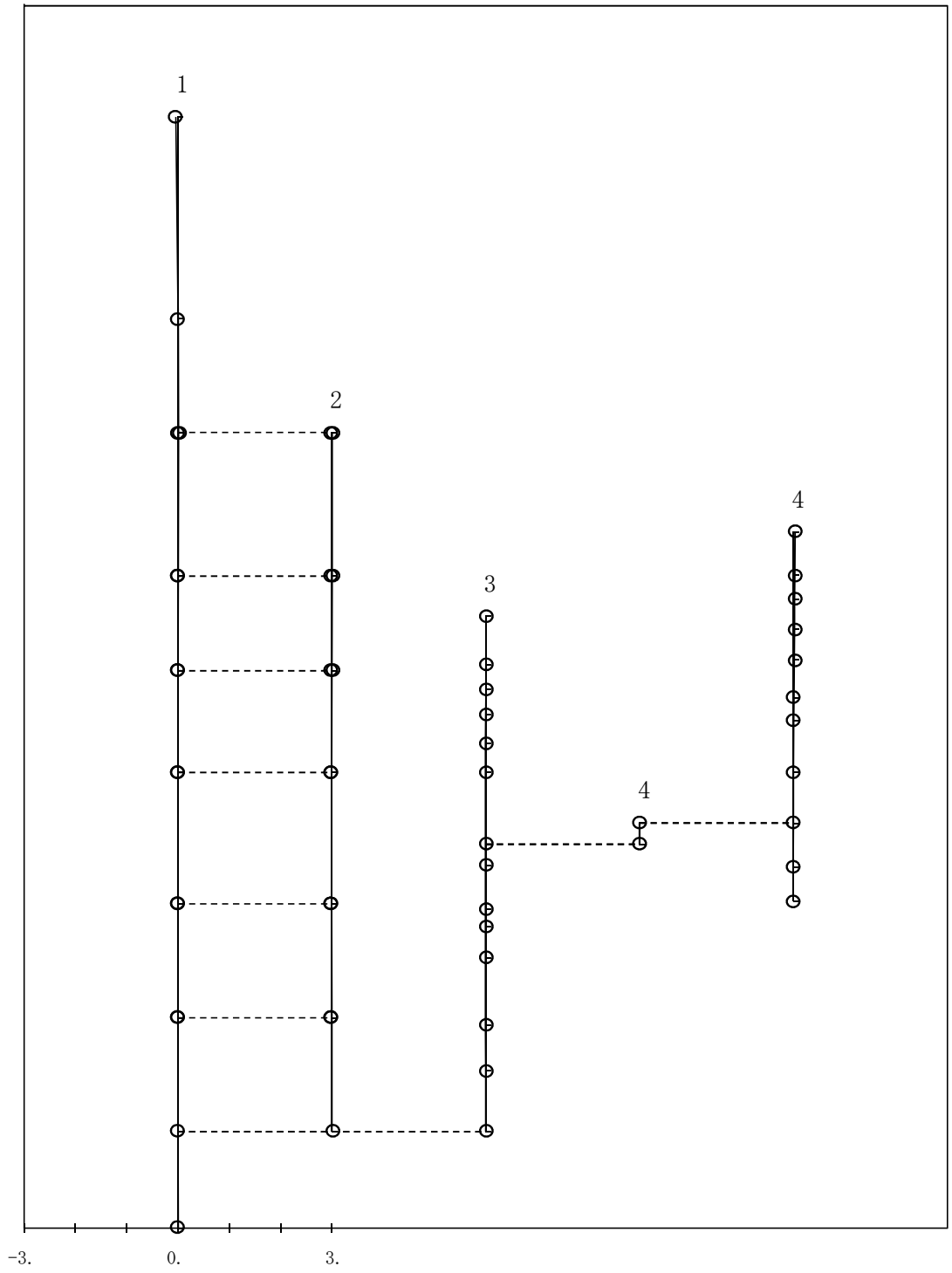


図4－77　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.414　　刺激係数　　；1.553

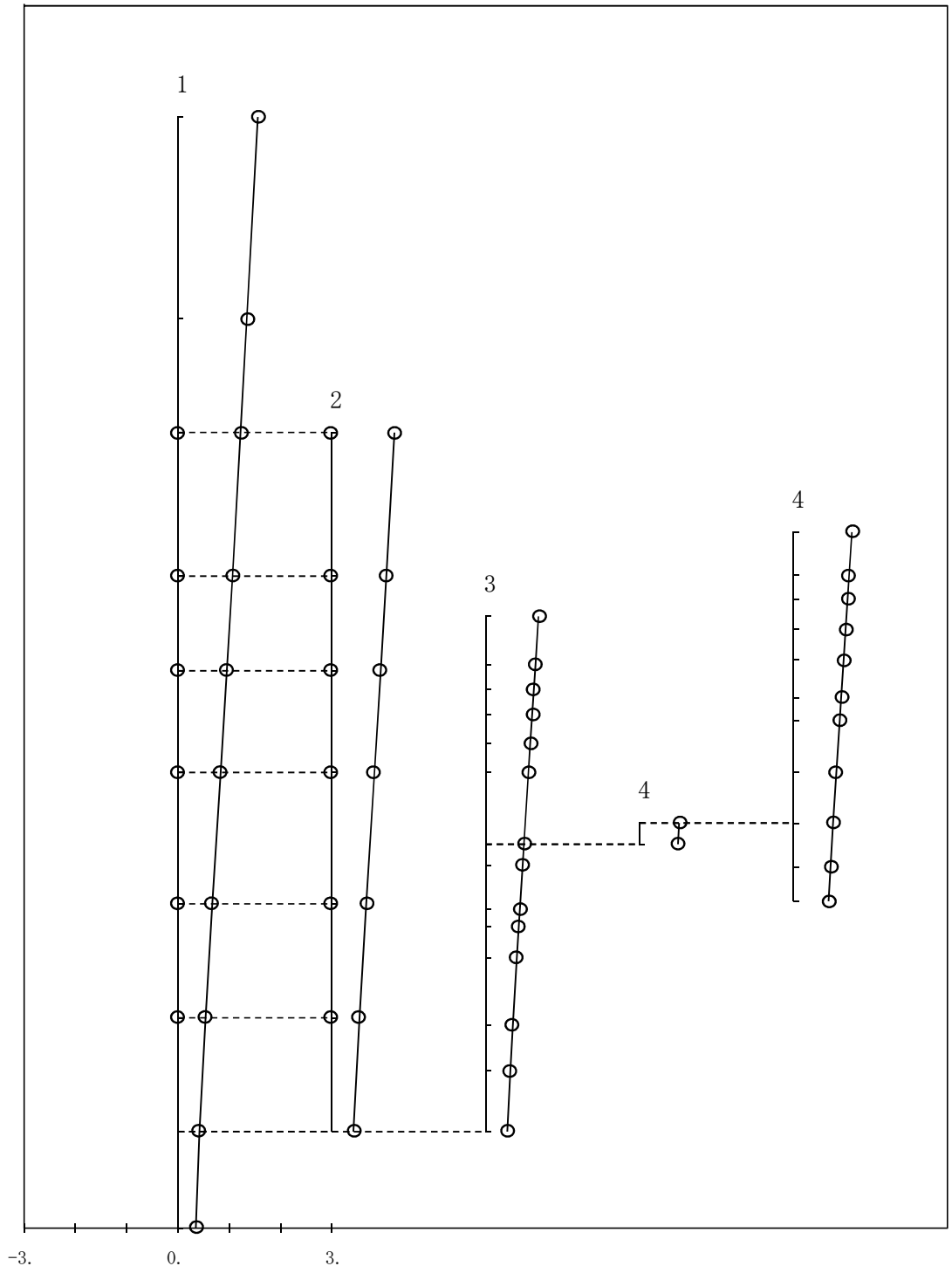


図4－78　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.629

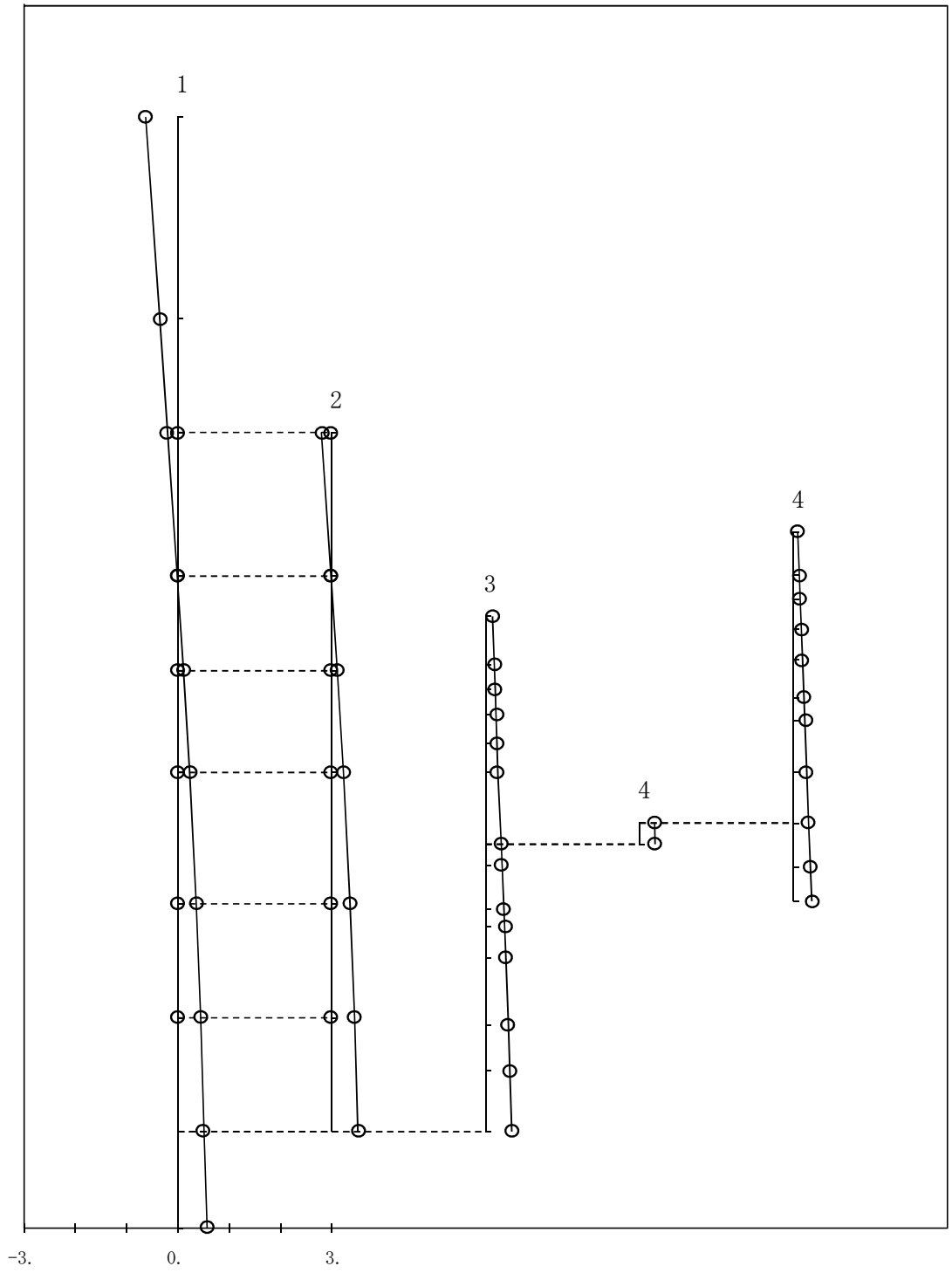


図4－79　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

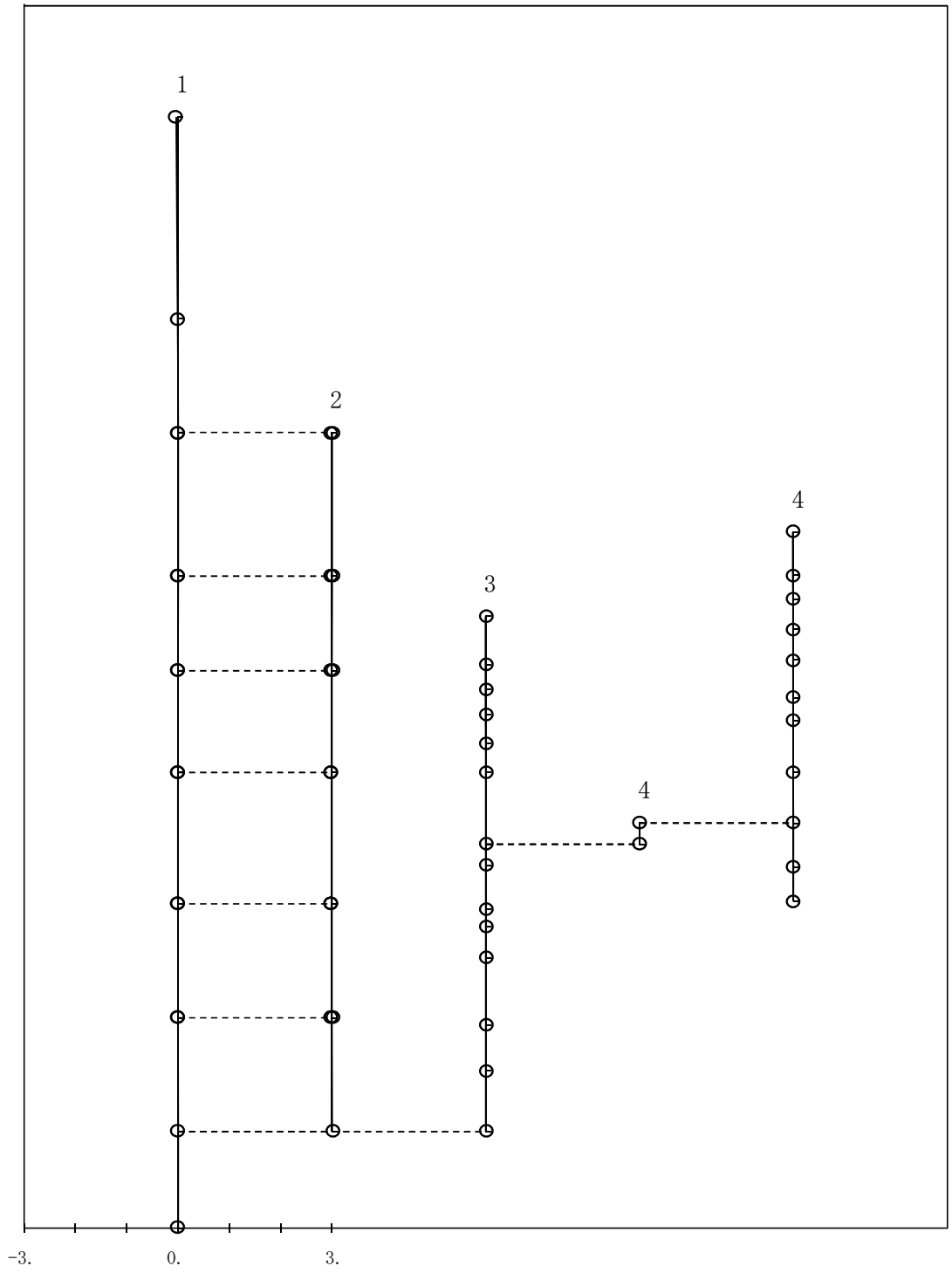


図4－80　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.564

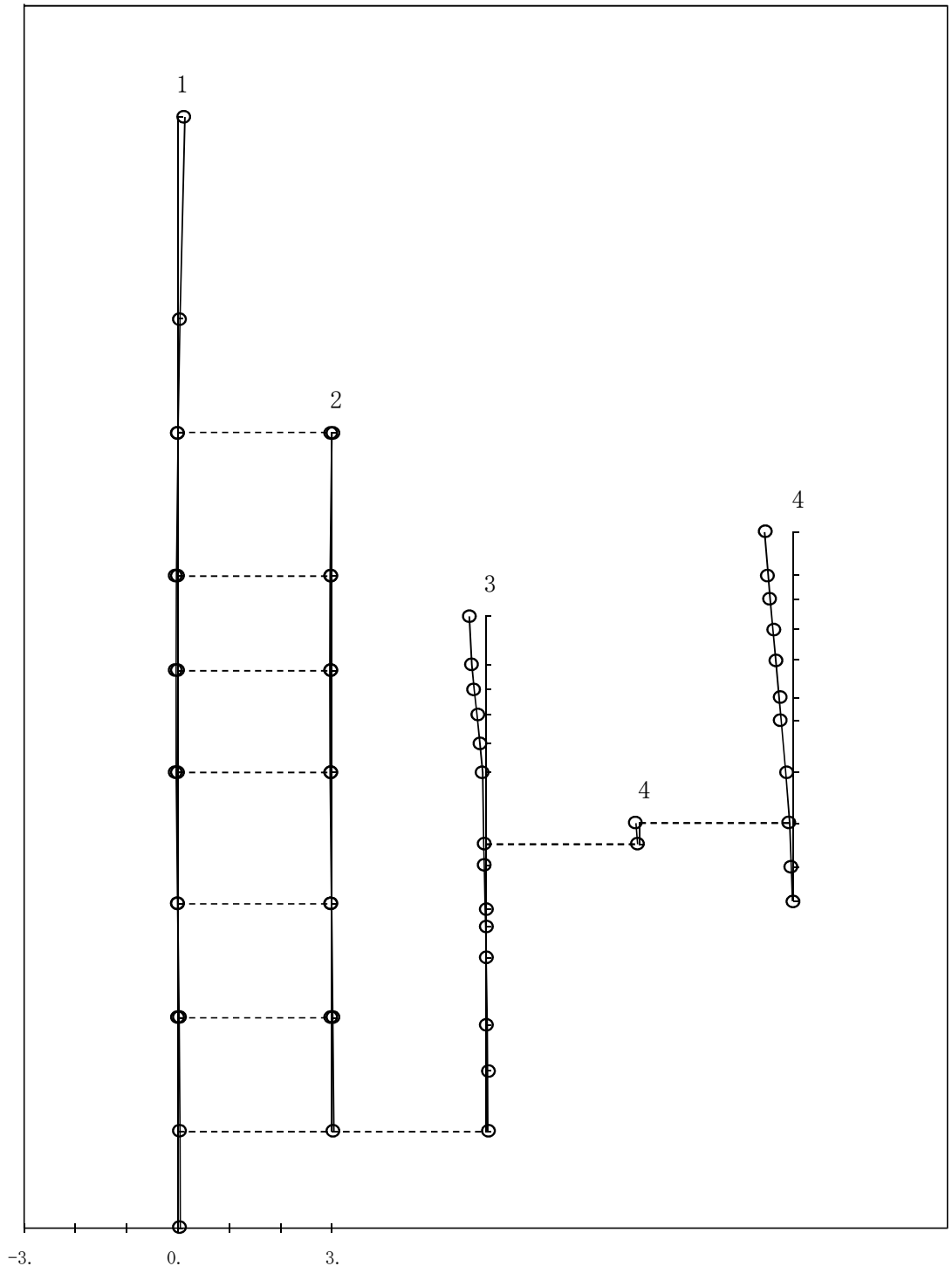


図4－81　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.235

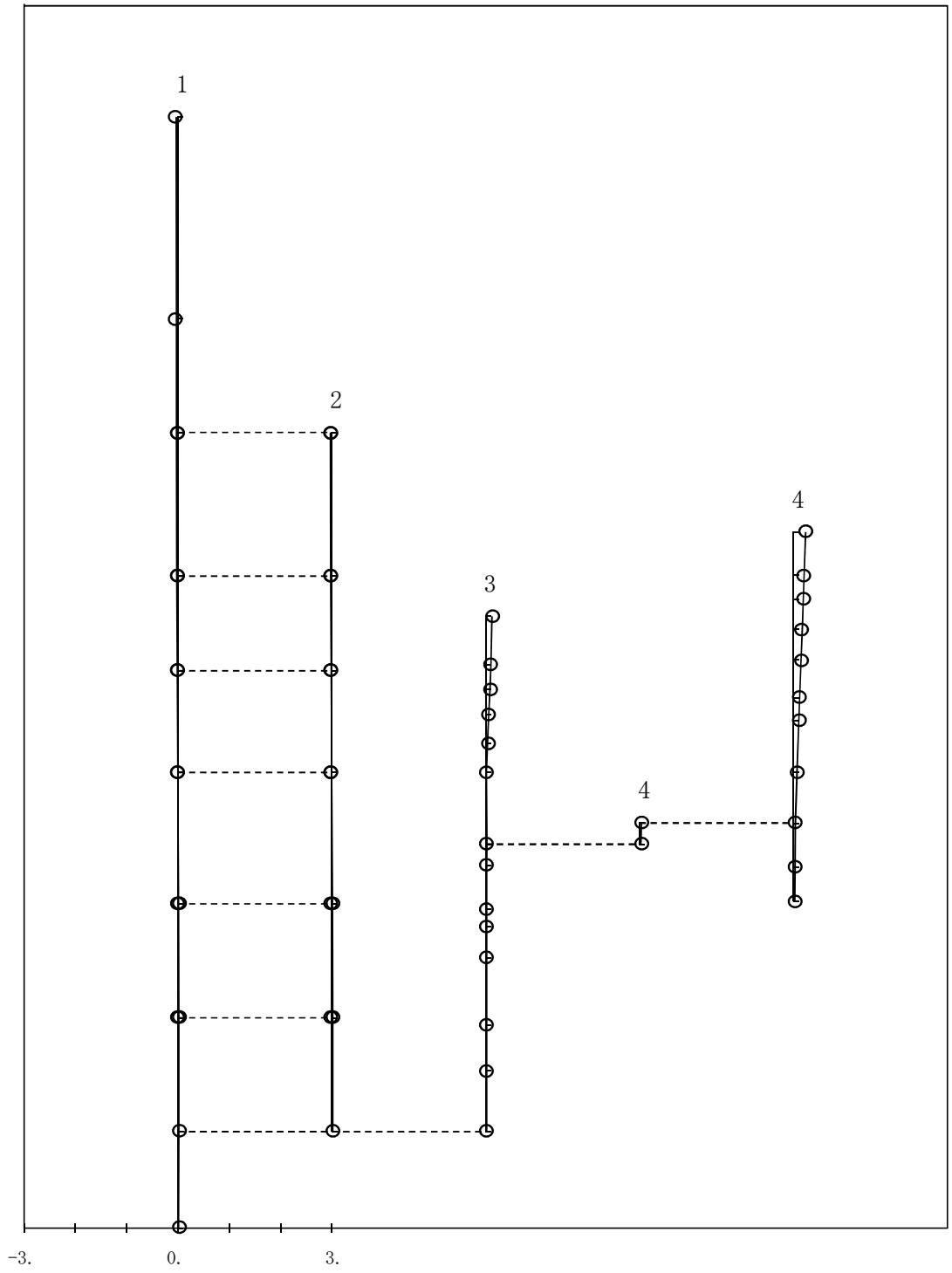


図4－82　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.014

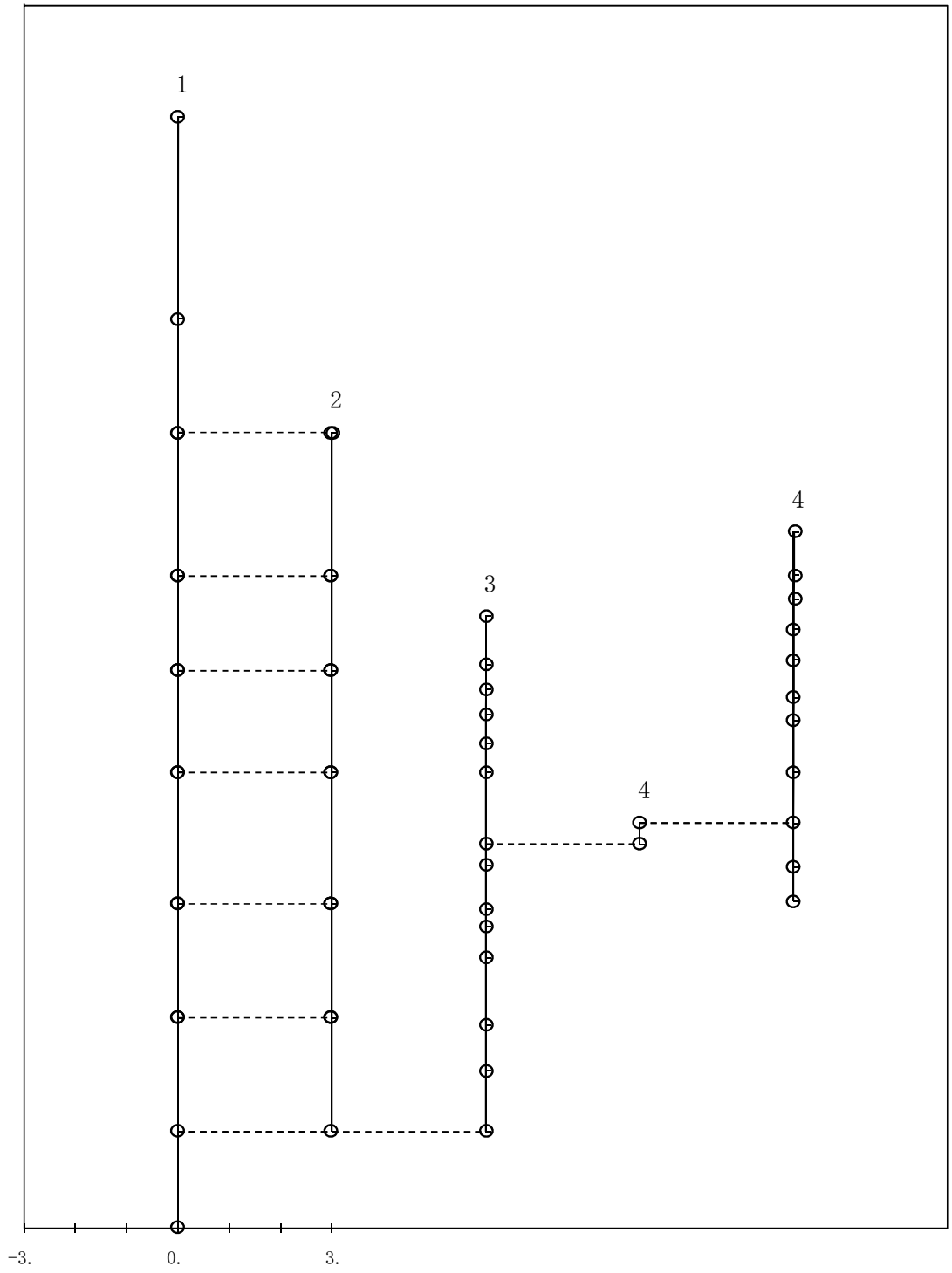


図4－83　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

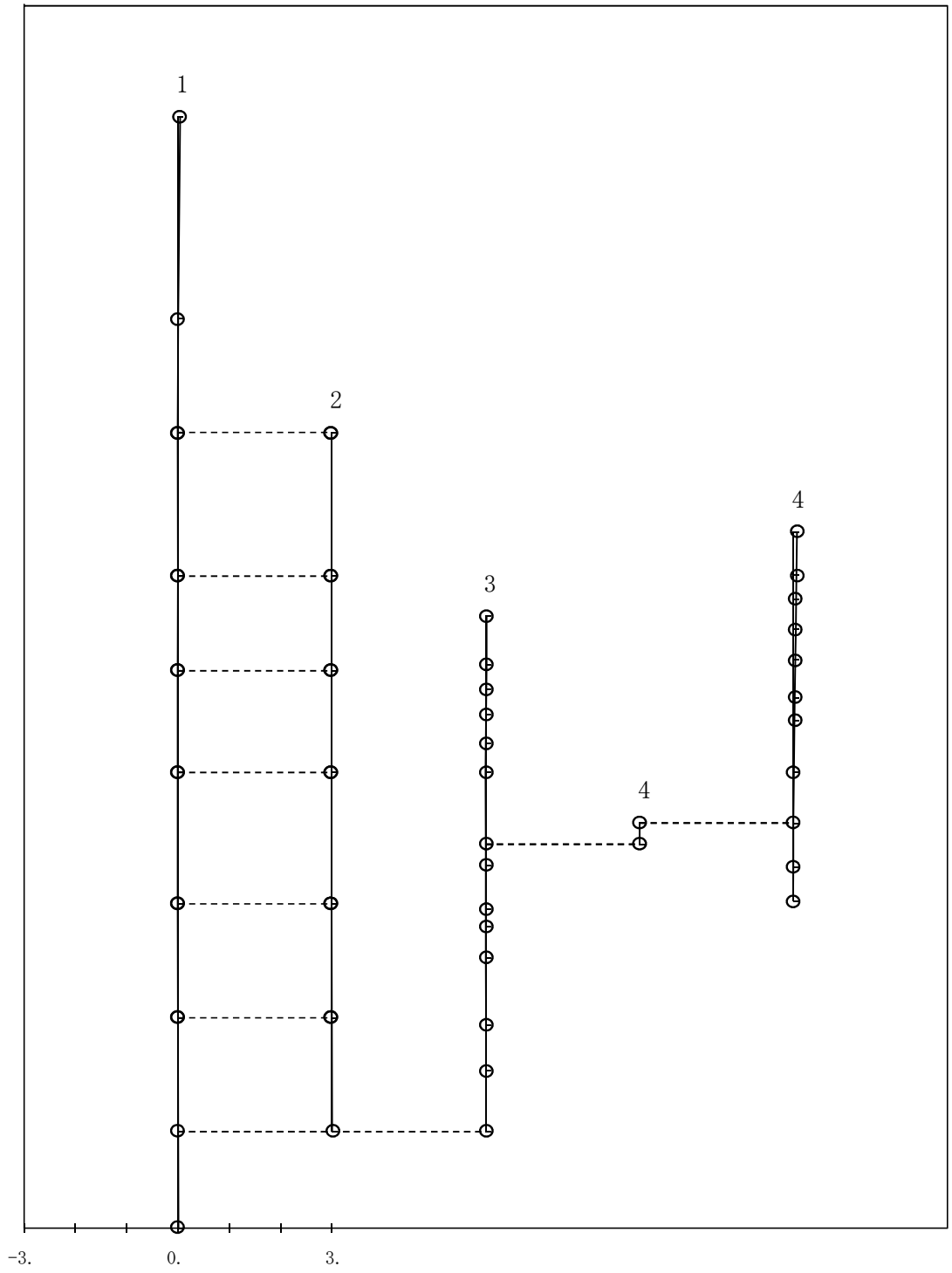


図4－84　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.424　　刺激係数　　；1.593

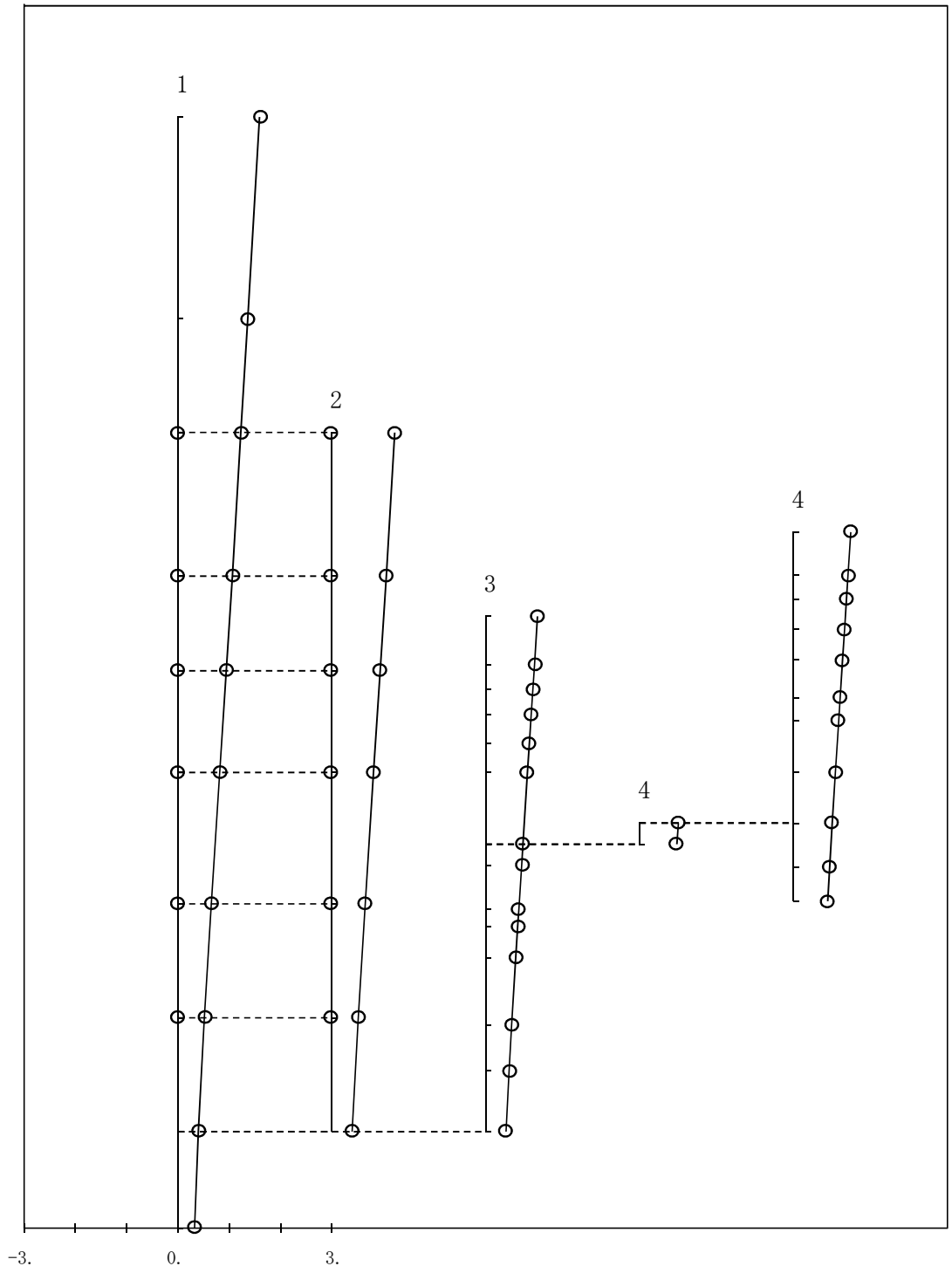


図4－85　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.712

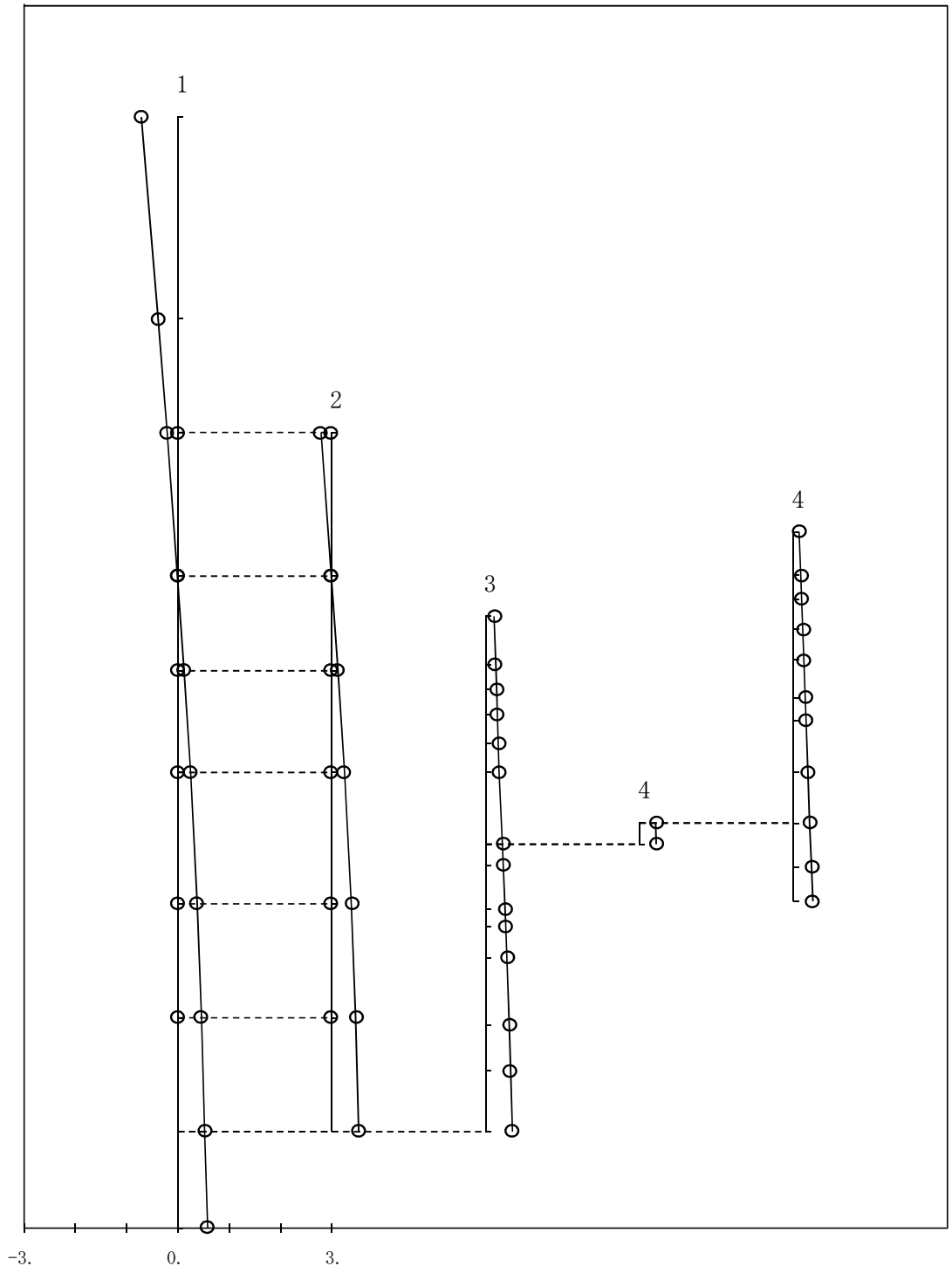


図4－86　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

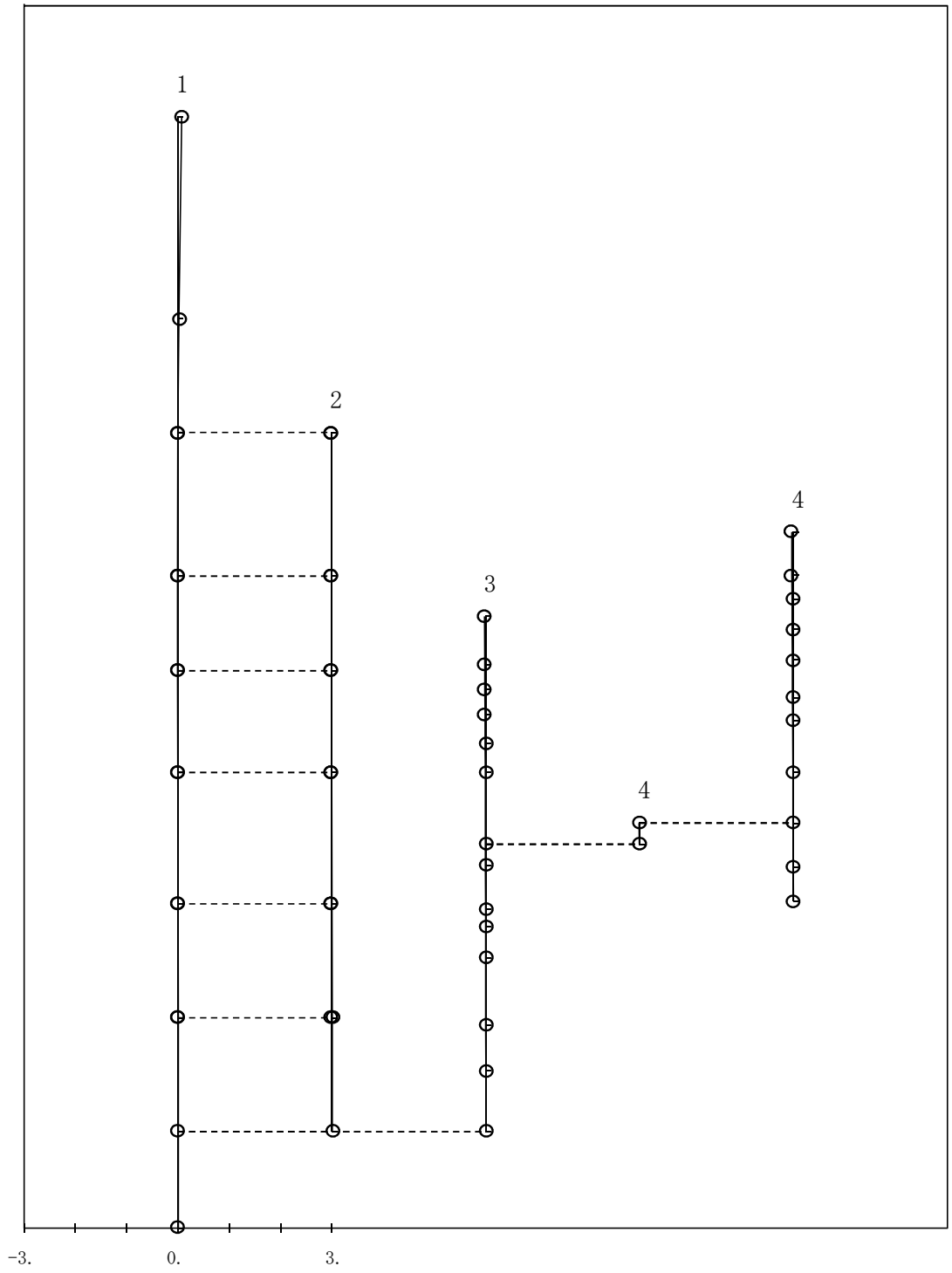


図4－87　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.578

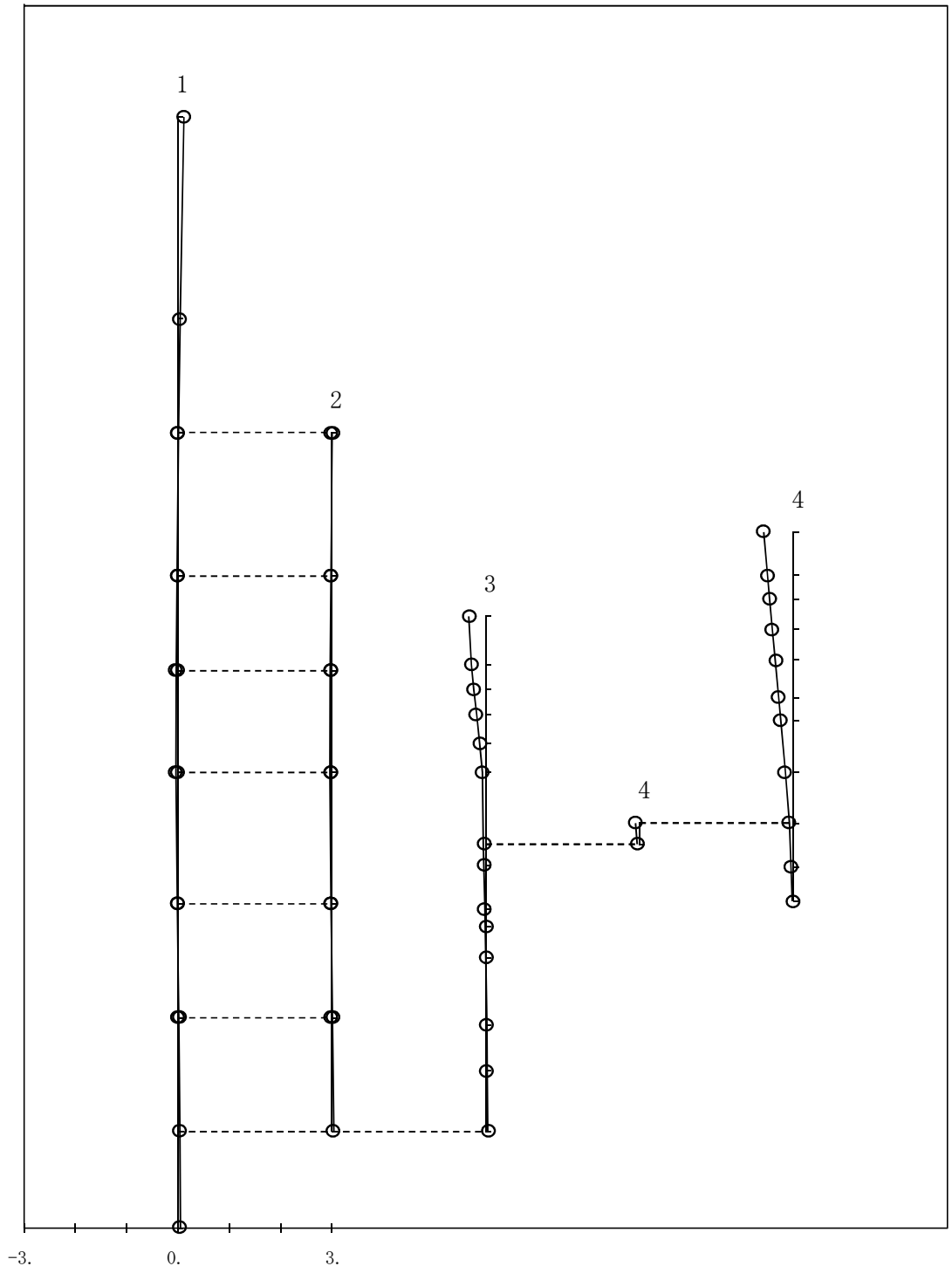


図4－88　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

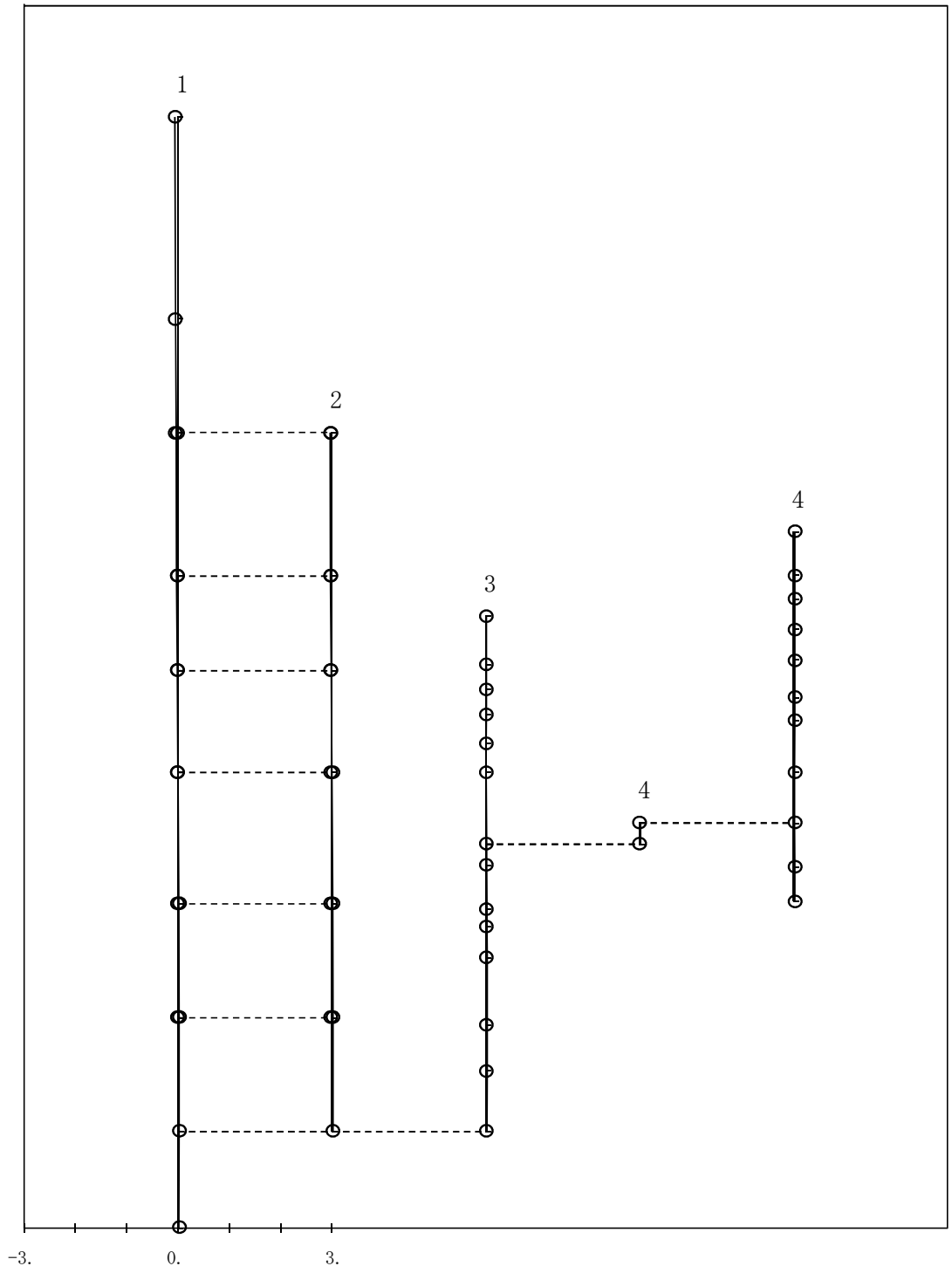


図4－89　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.282

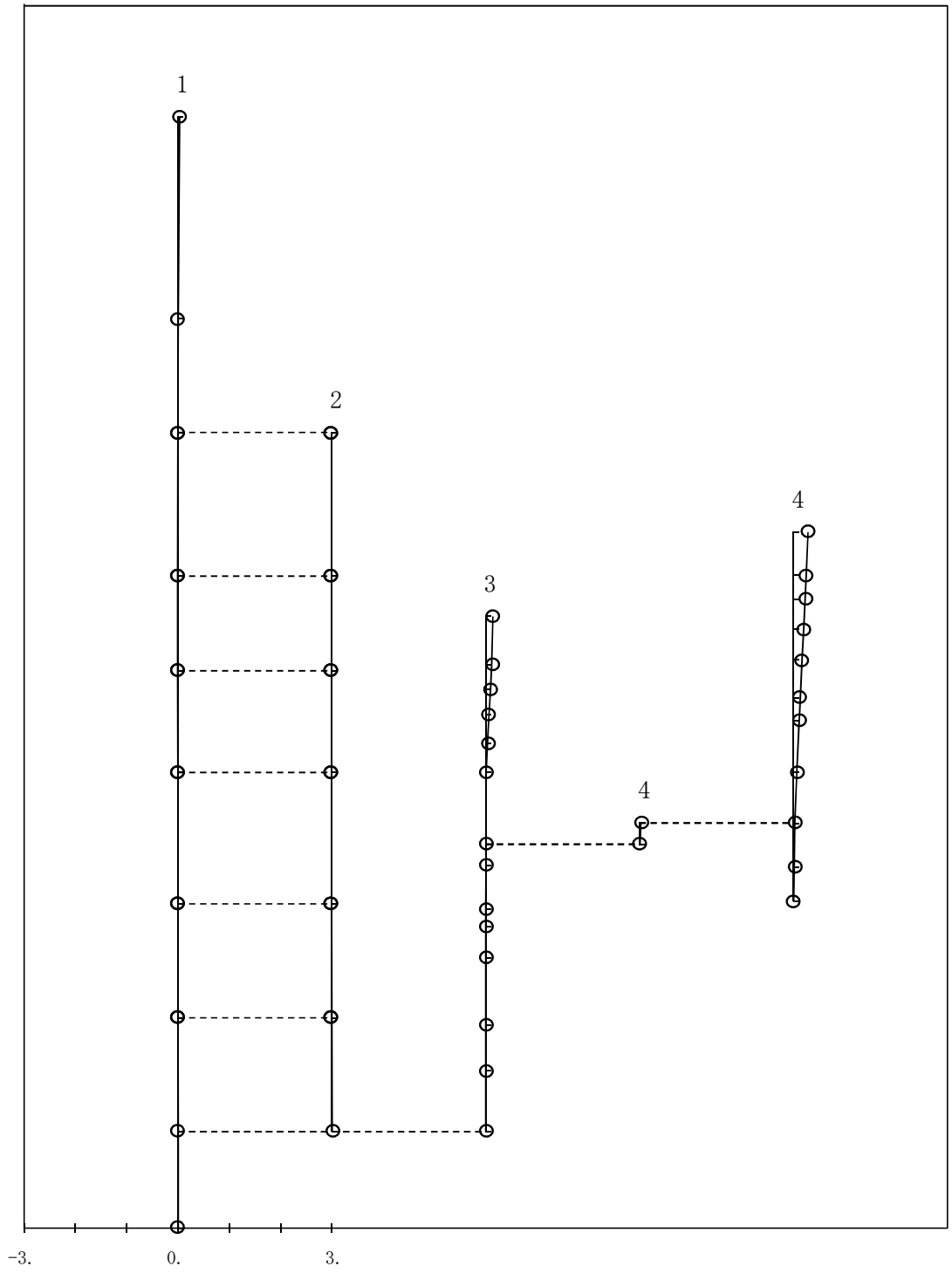


図4－90　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

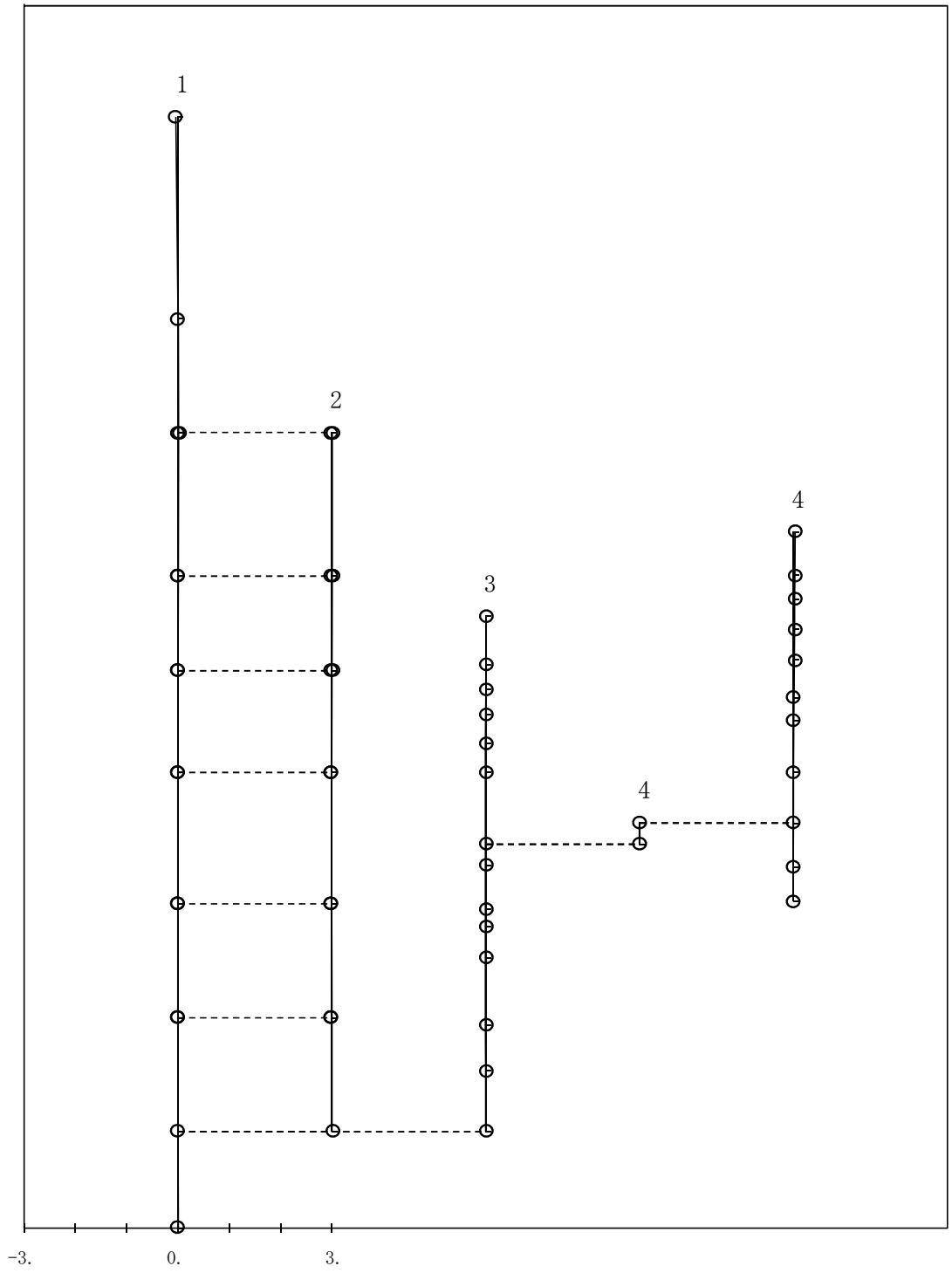


図4－91　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.415　　刺激係数　　；1.553

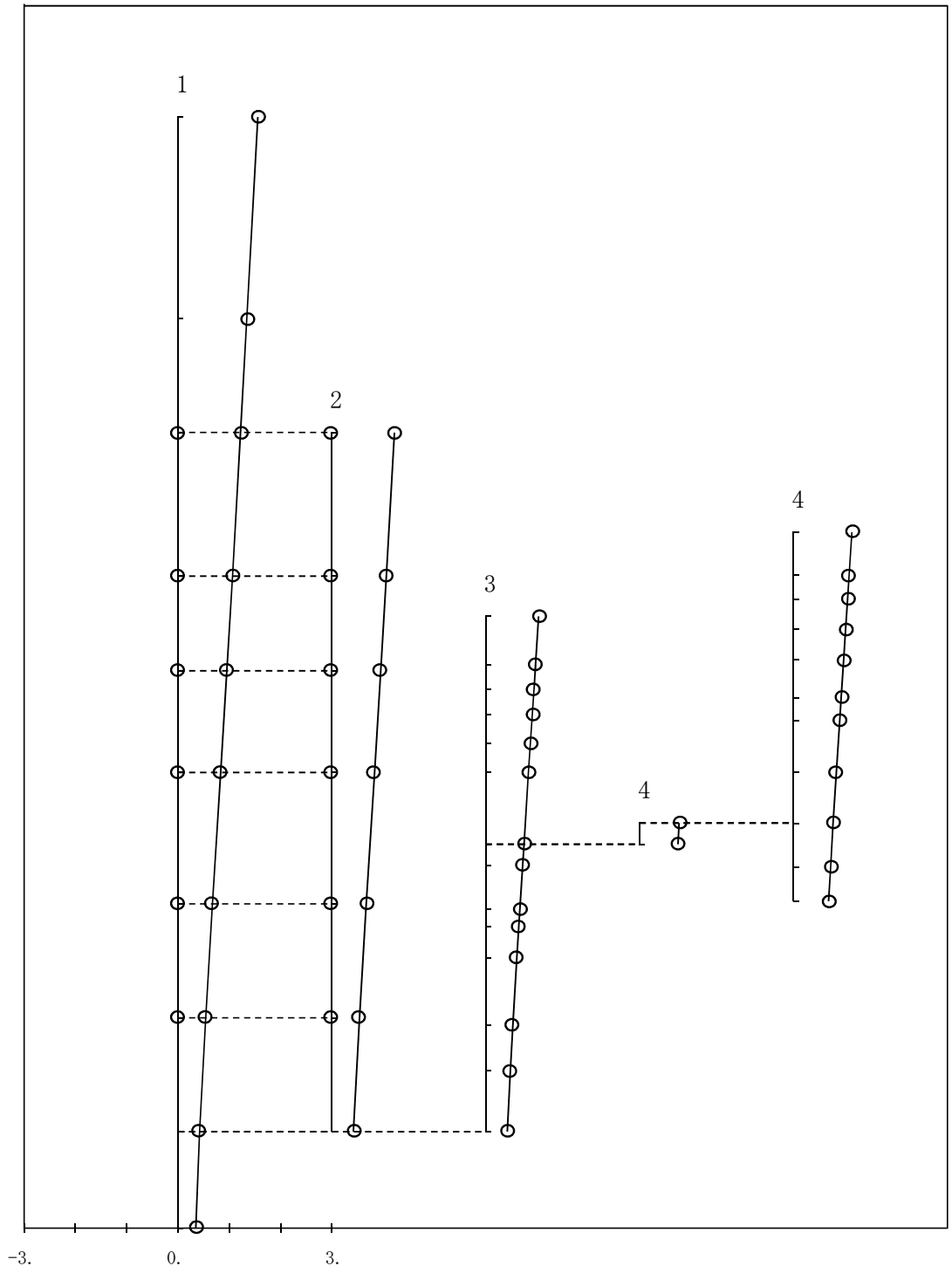


図4－92　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.628

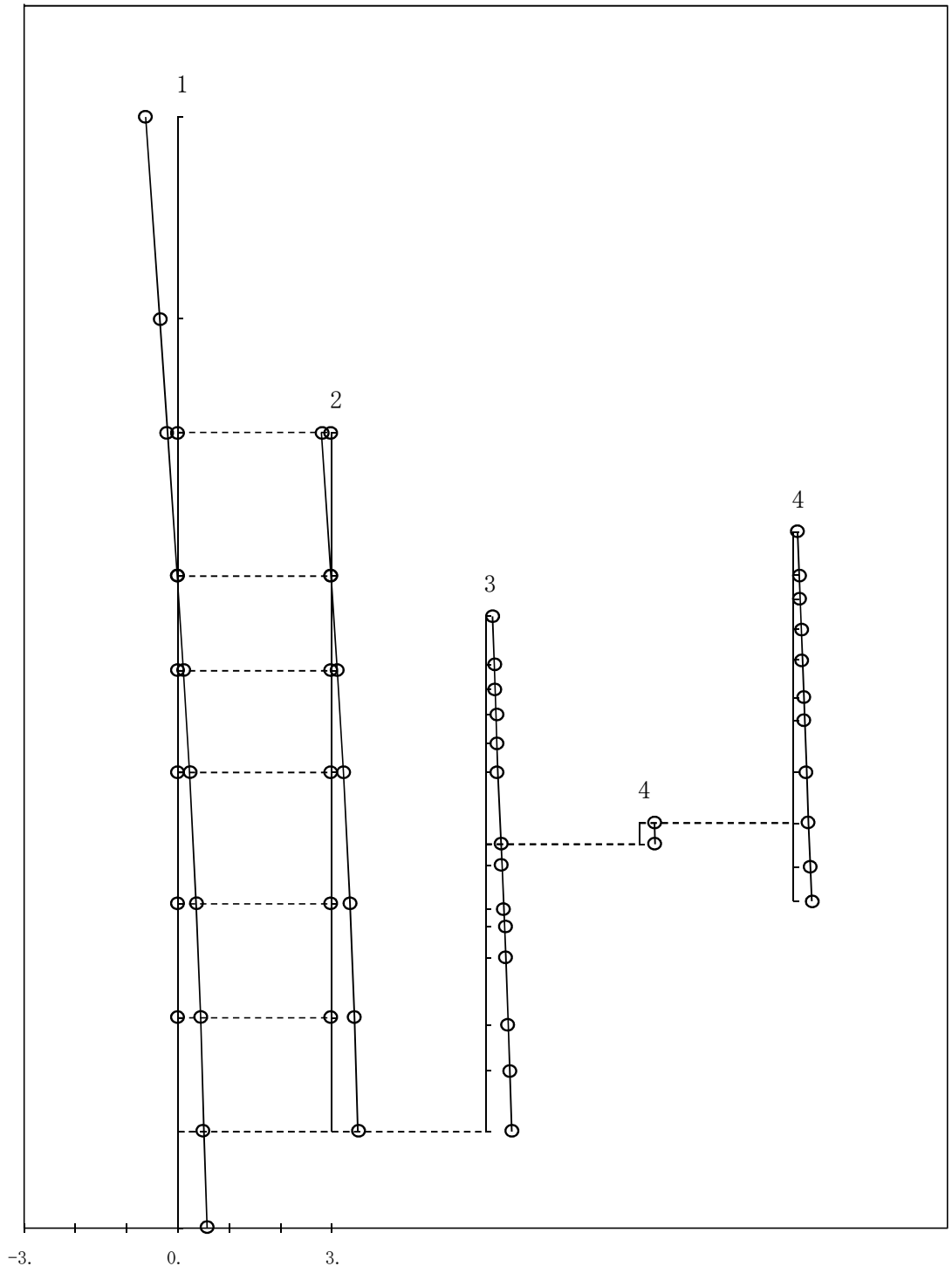


図4－93　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

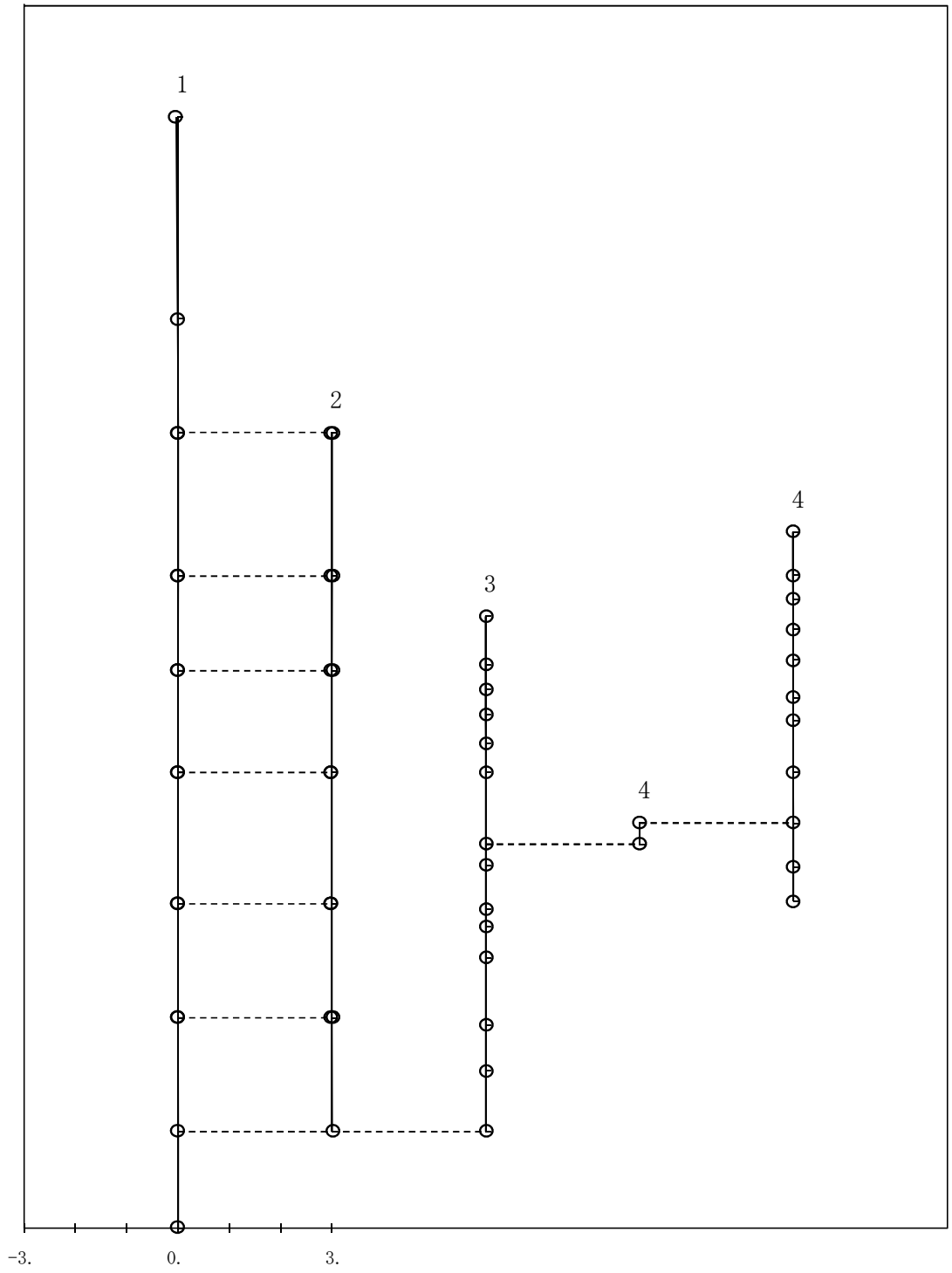


図4－94　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.561

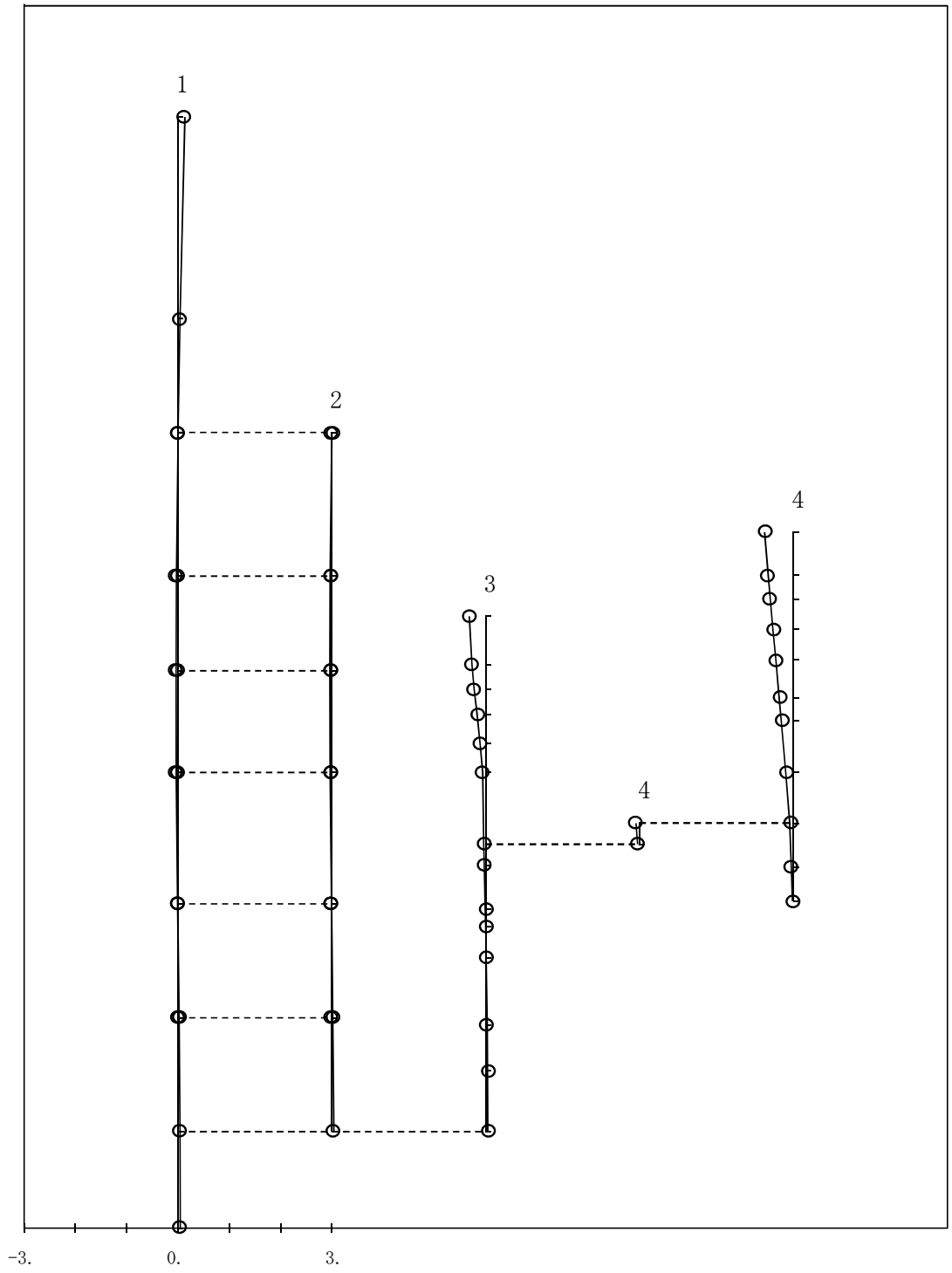


図4－95　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.235

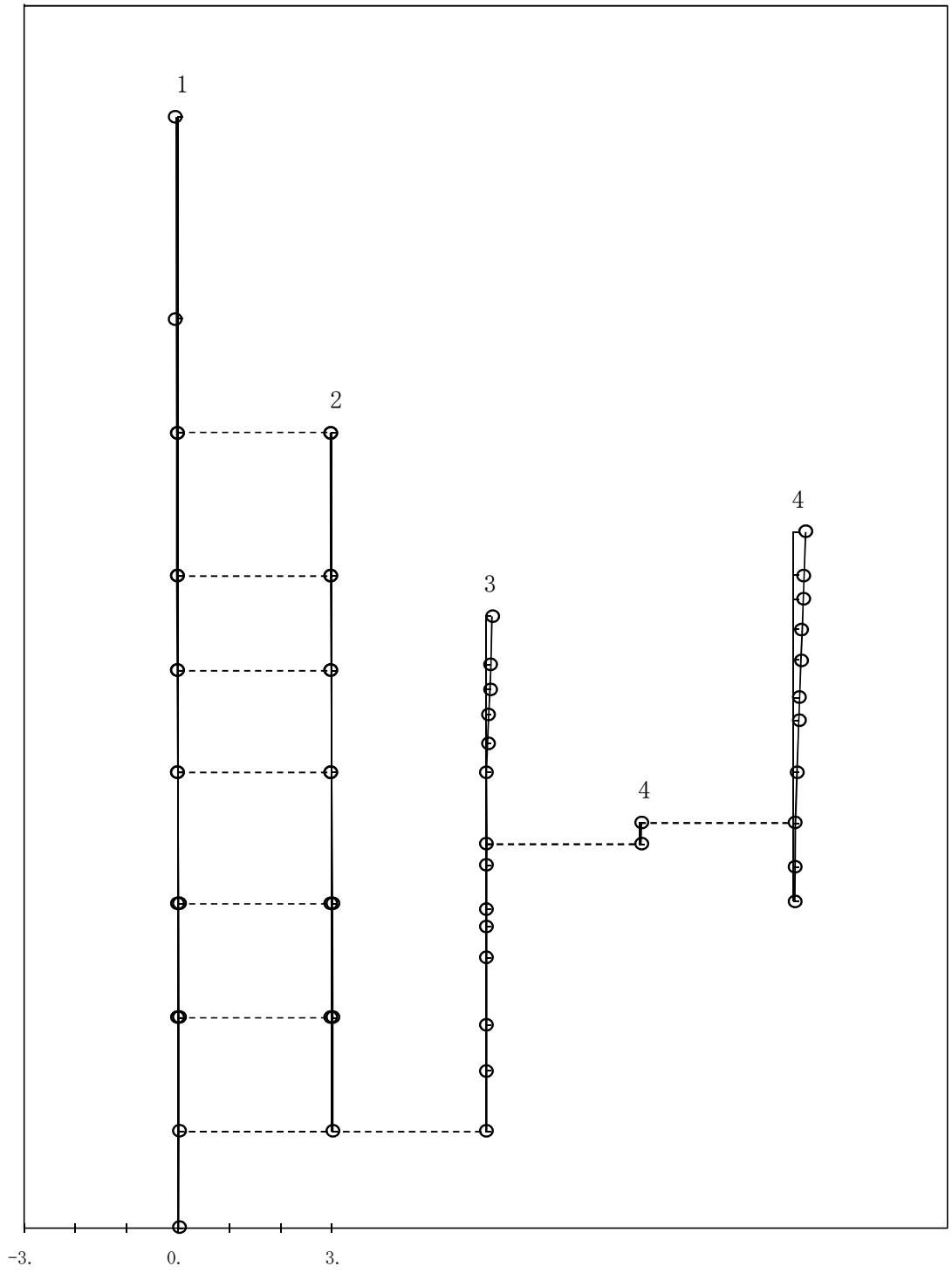


図4－96　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.014

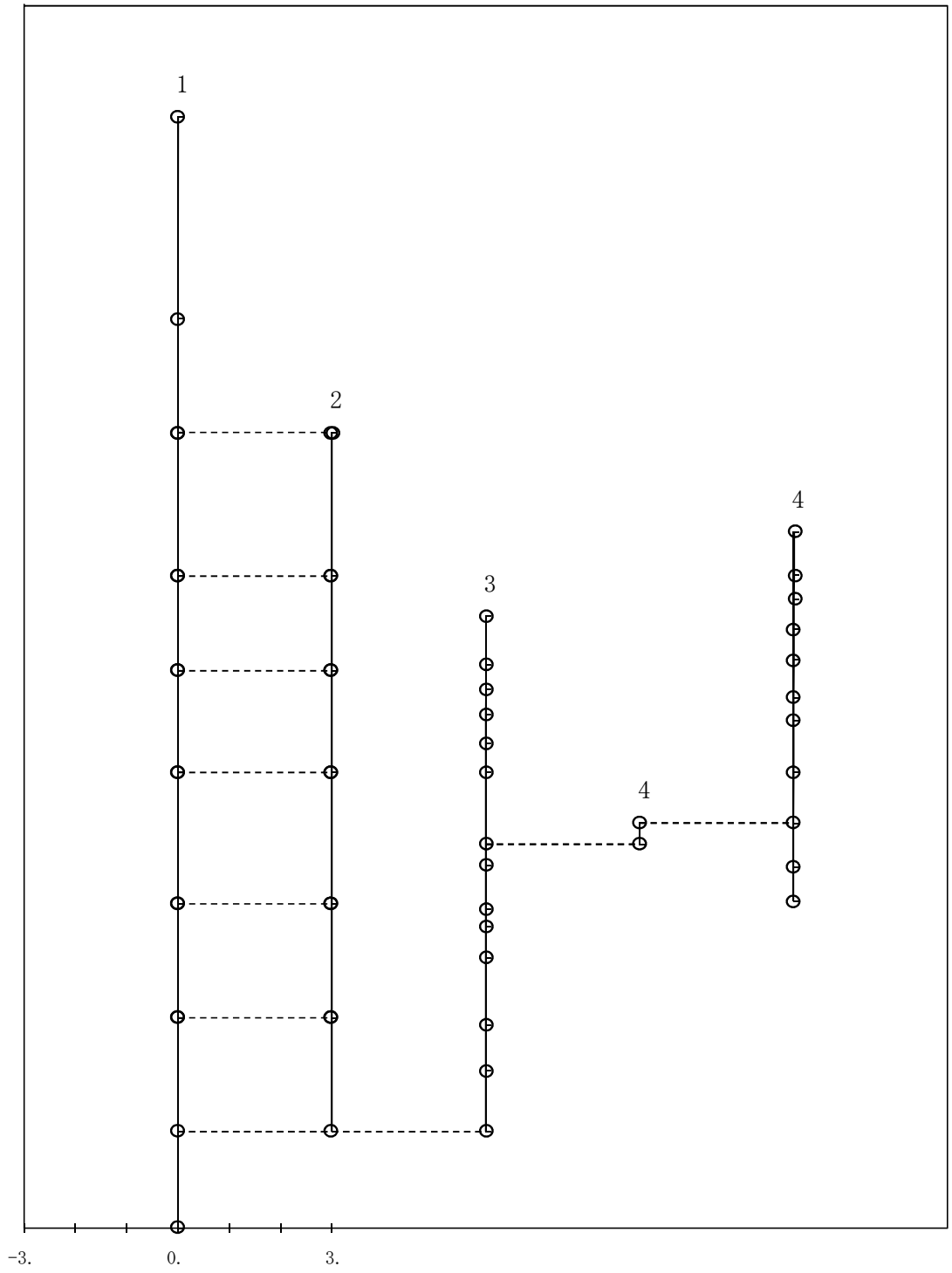


図4－97　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

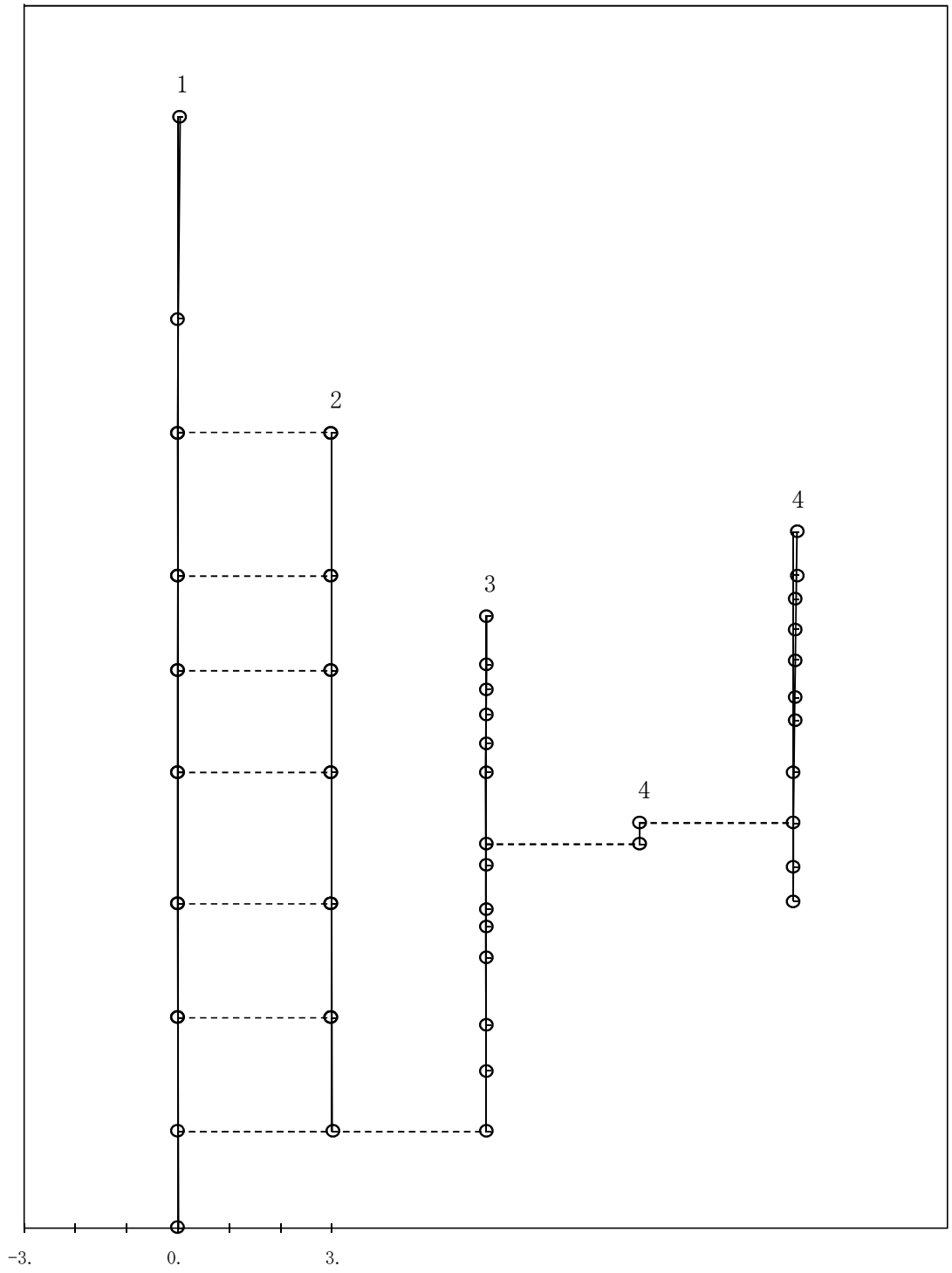


図4－98　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.425　　刺激係数　　；1.593

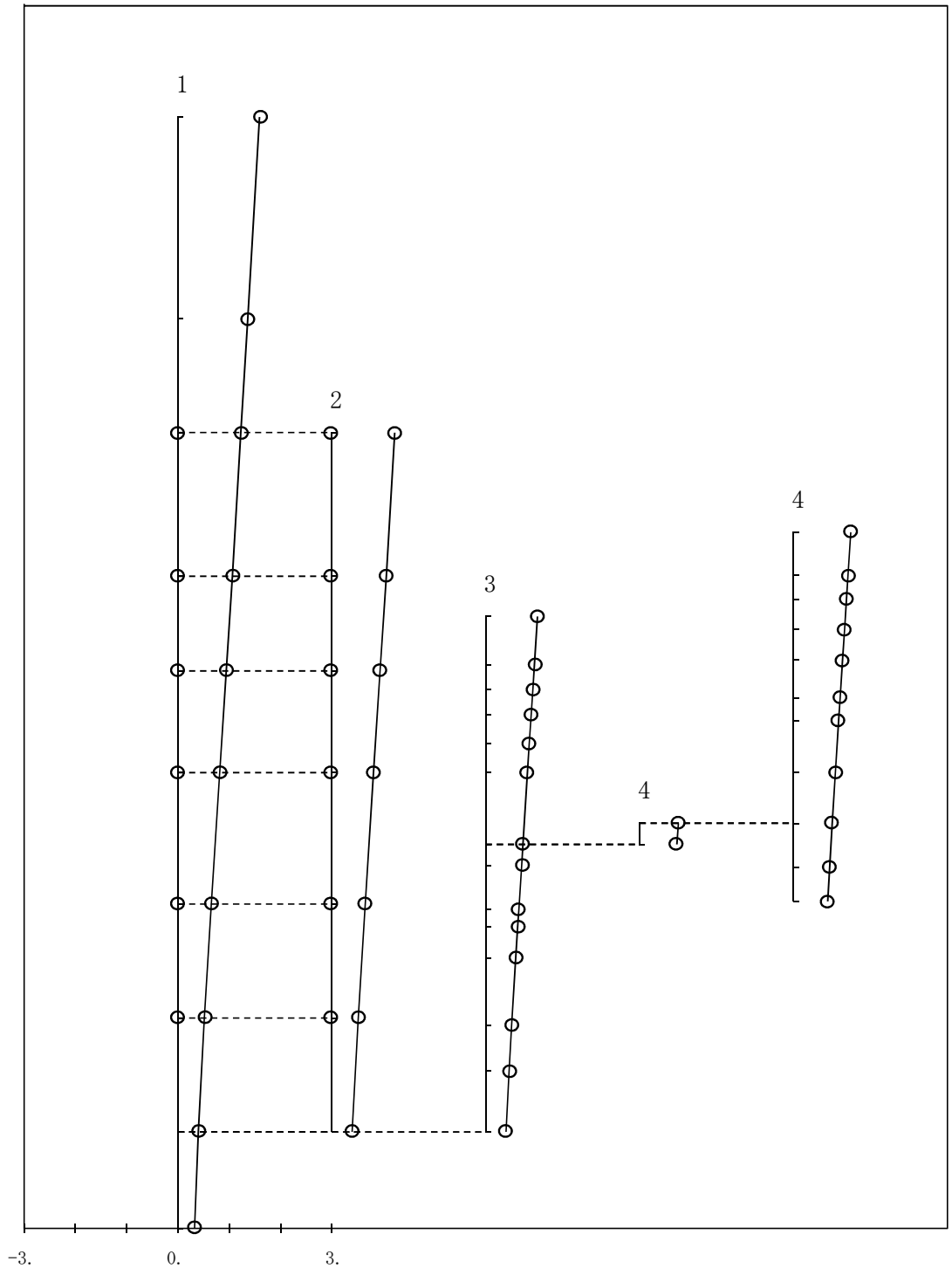


図4－99　第1次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.187　　刺激係数　　；-0.713

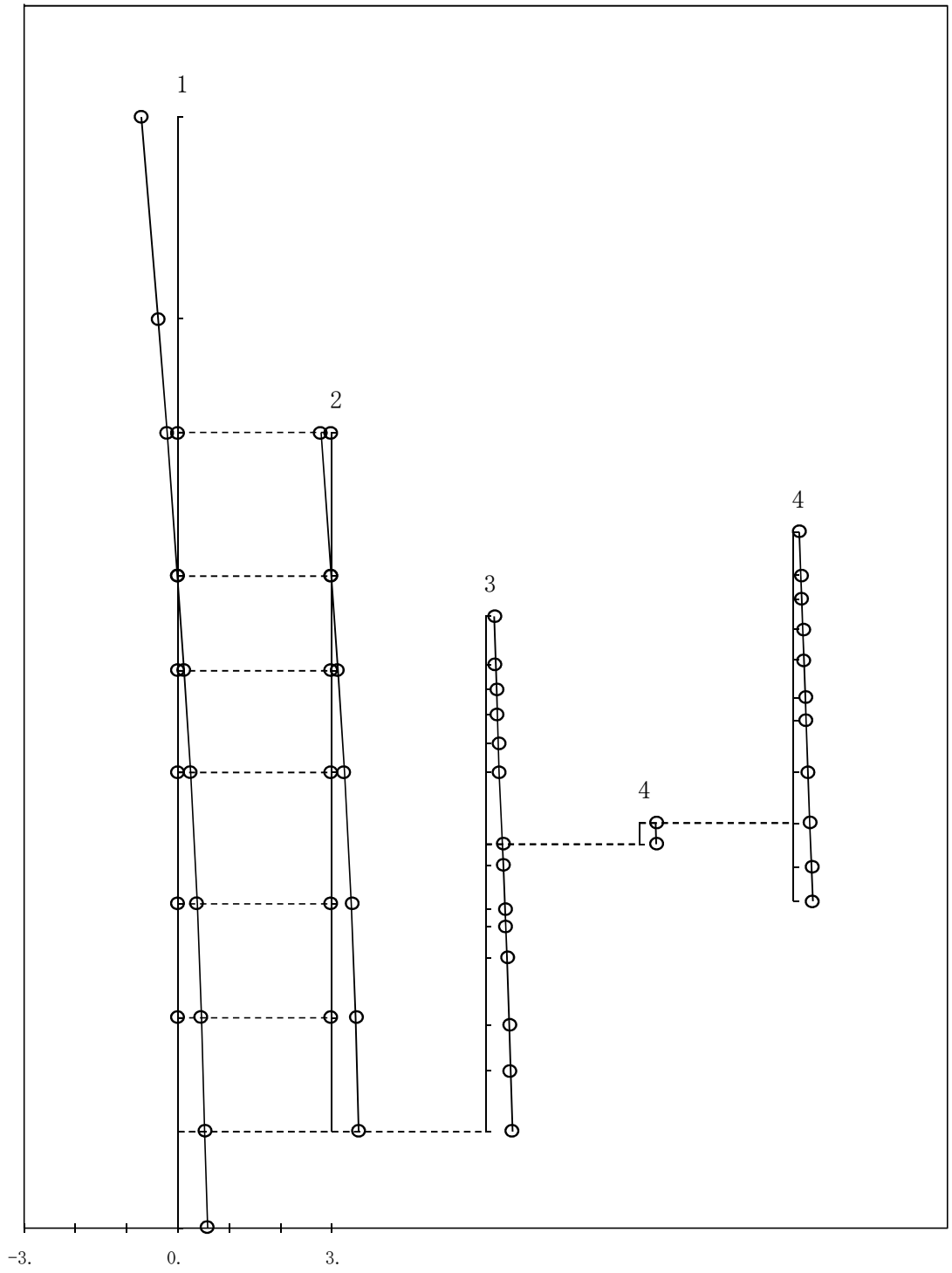


図4－100　第2次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.074

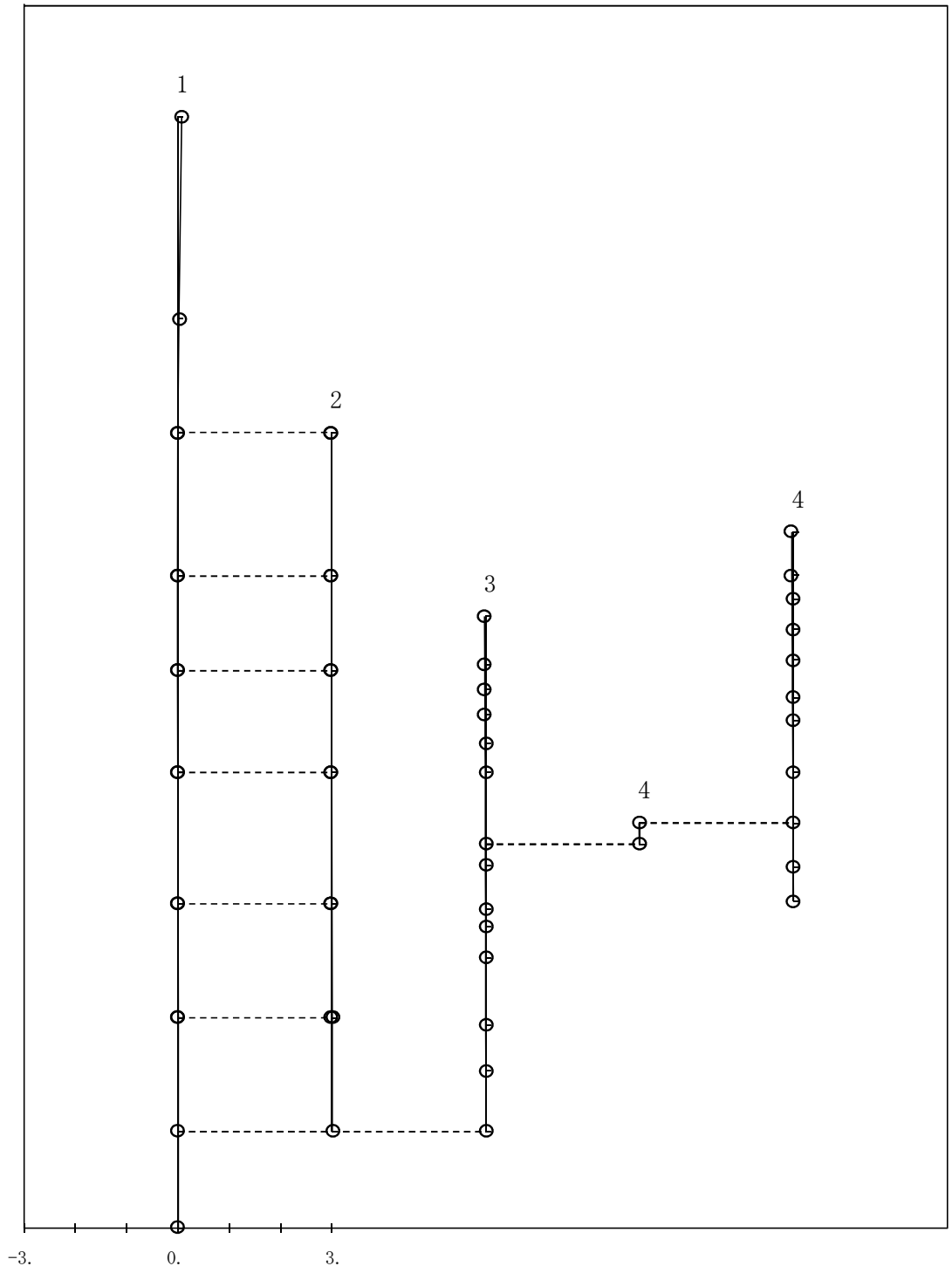


図4－101　第3次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.579

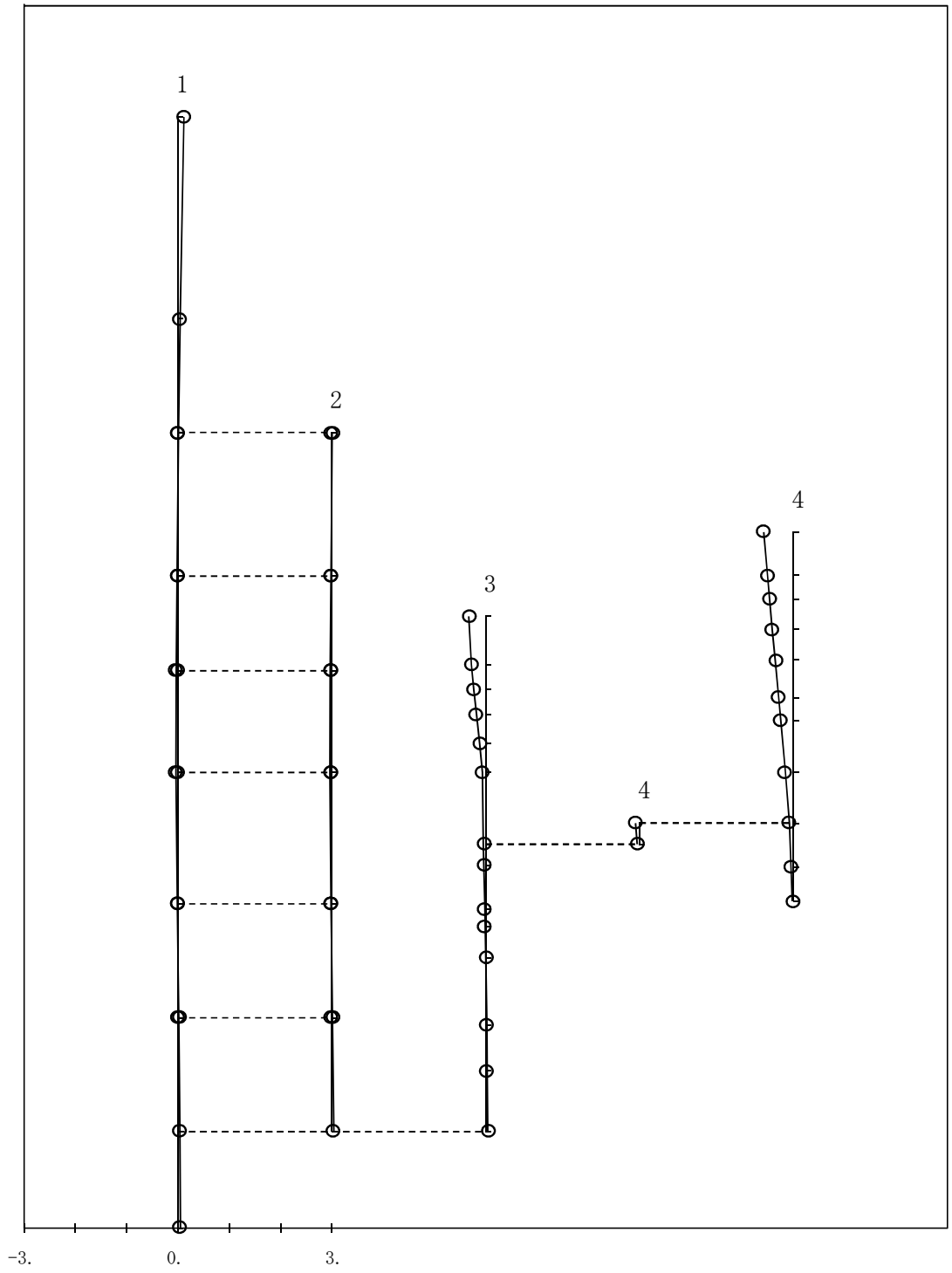


図4－102　第4次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.058

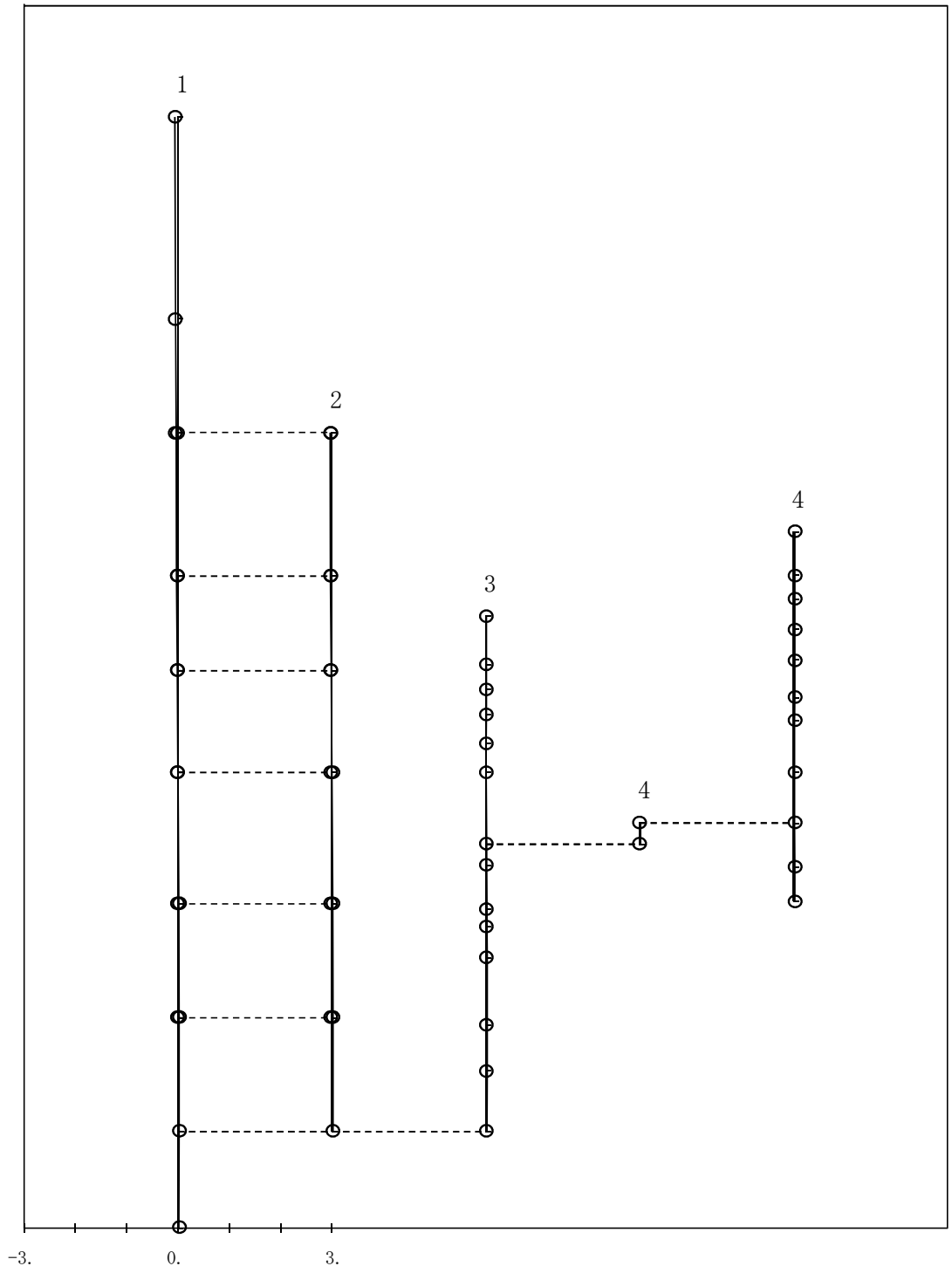


図4－103　第5次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.284

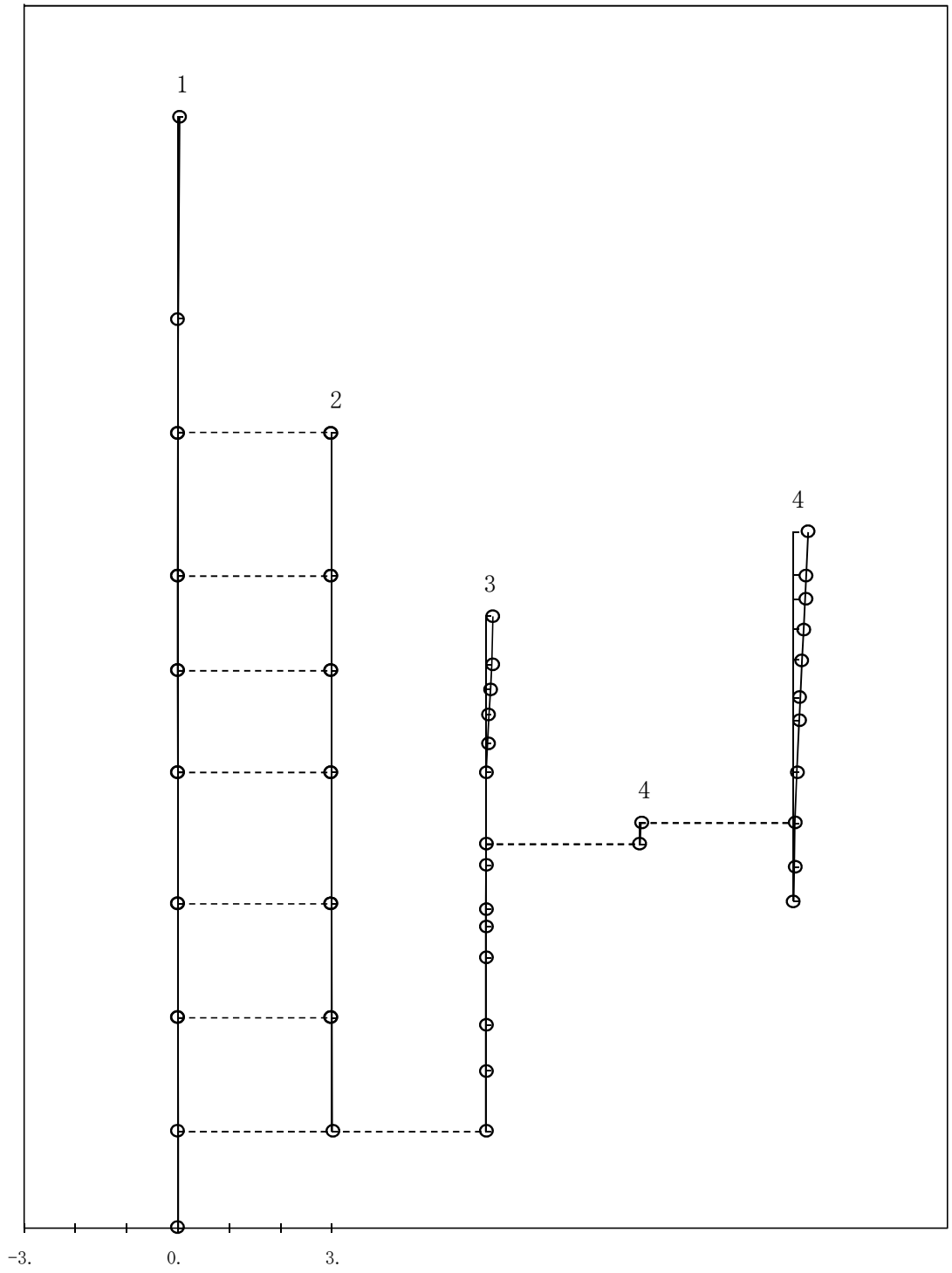


図4－104　第6次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.042

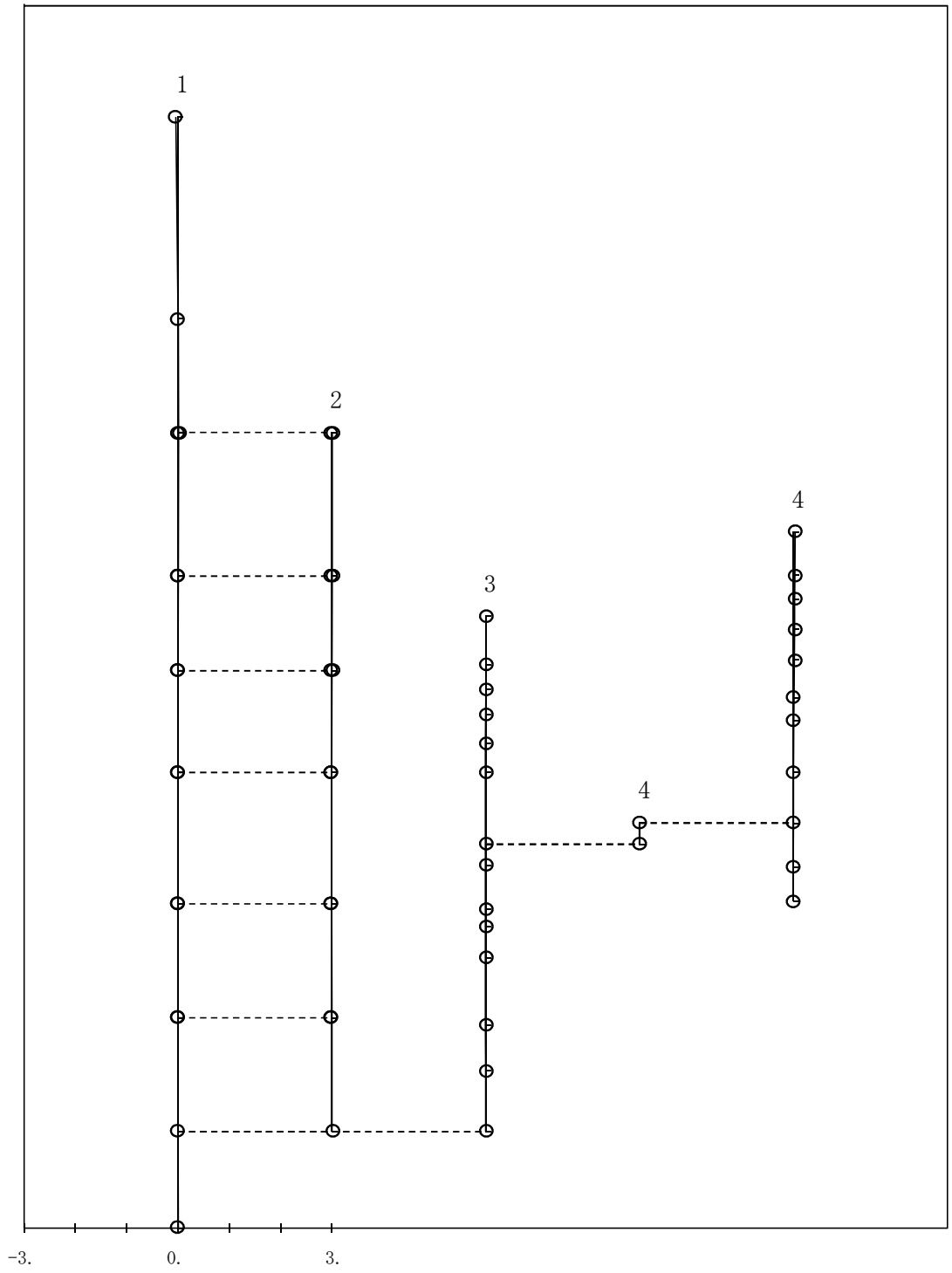


図4－105　第7次刺激関数モード（NS方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.415　　刺激係数　　；1.553

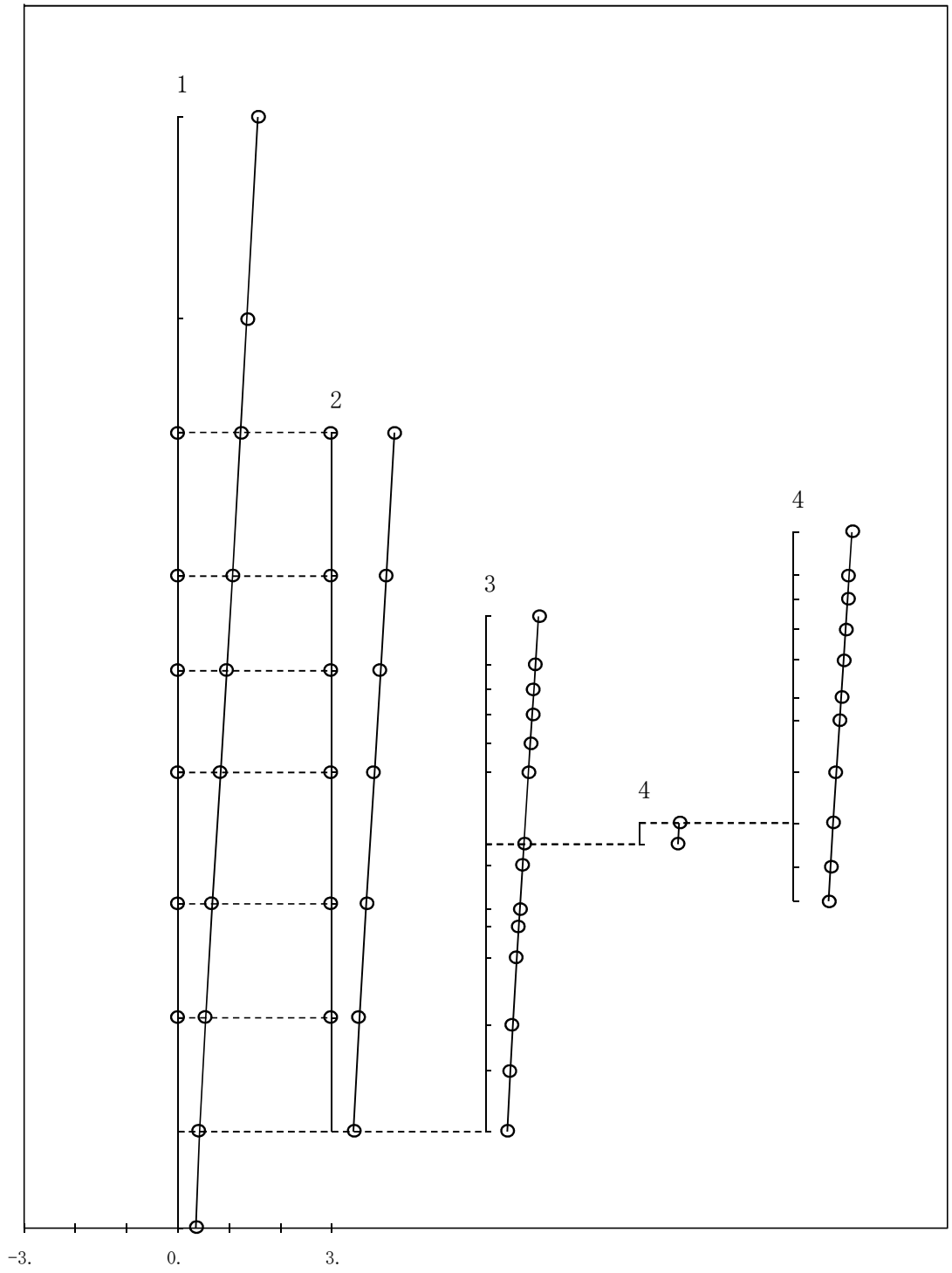


図4－106　第1次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.186　　刺激係数　　；-0.628

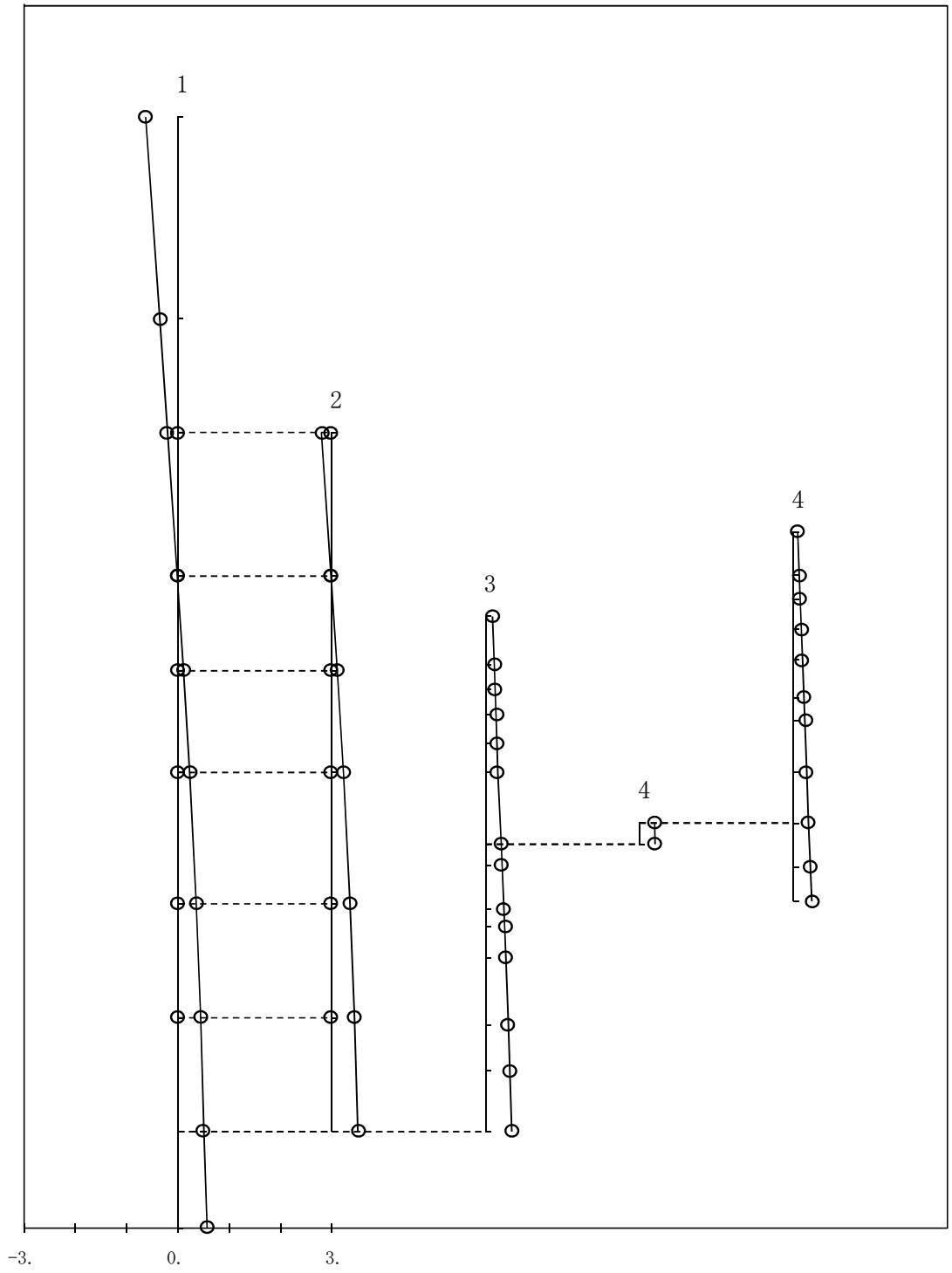


図4－107　第2次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.035

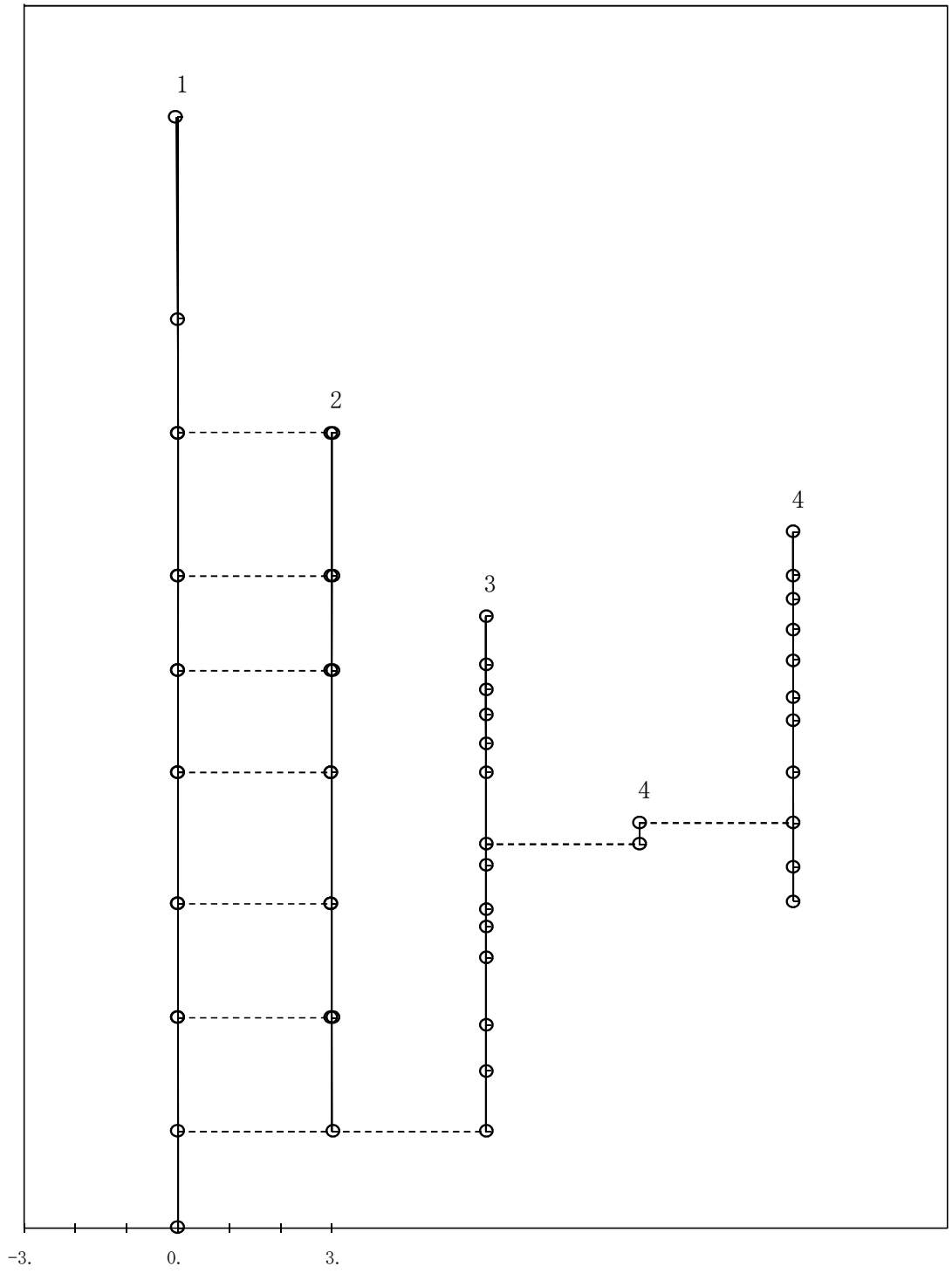


図4－108　第3次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.563

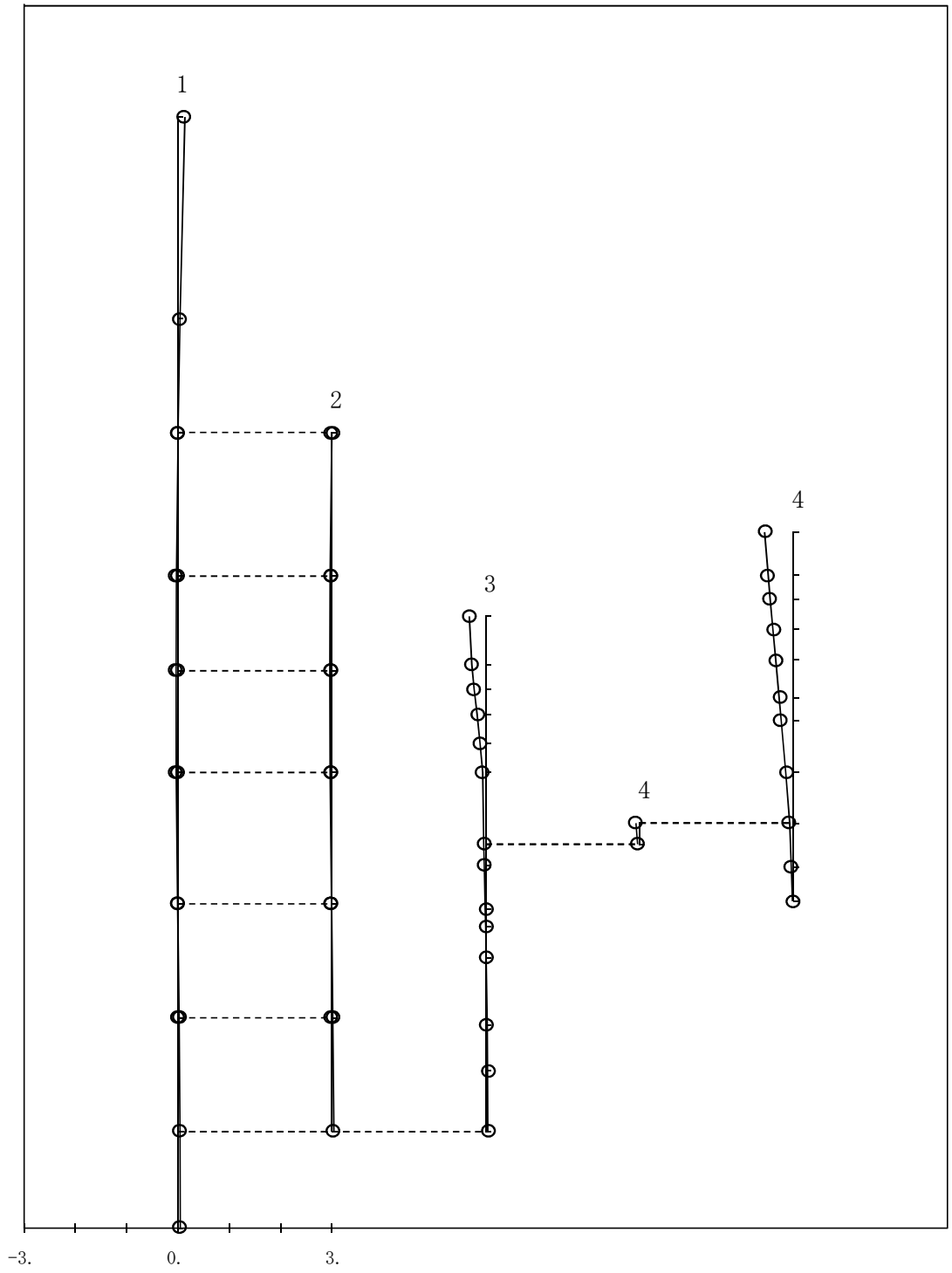


図4－109　第4次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.234

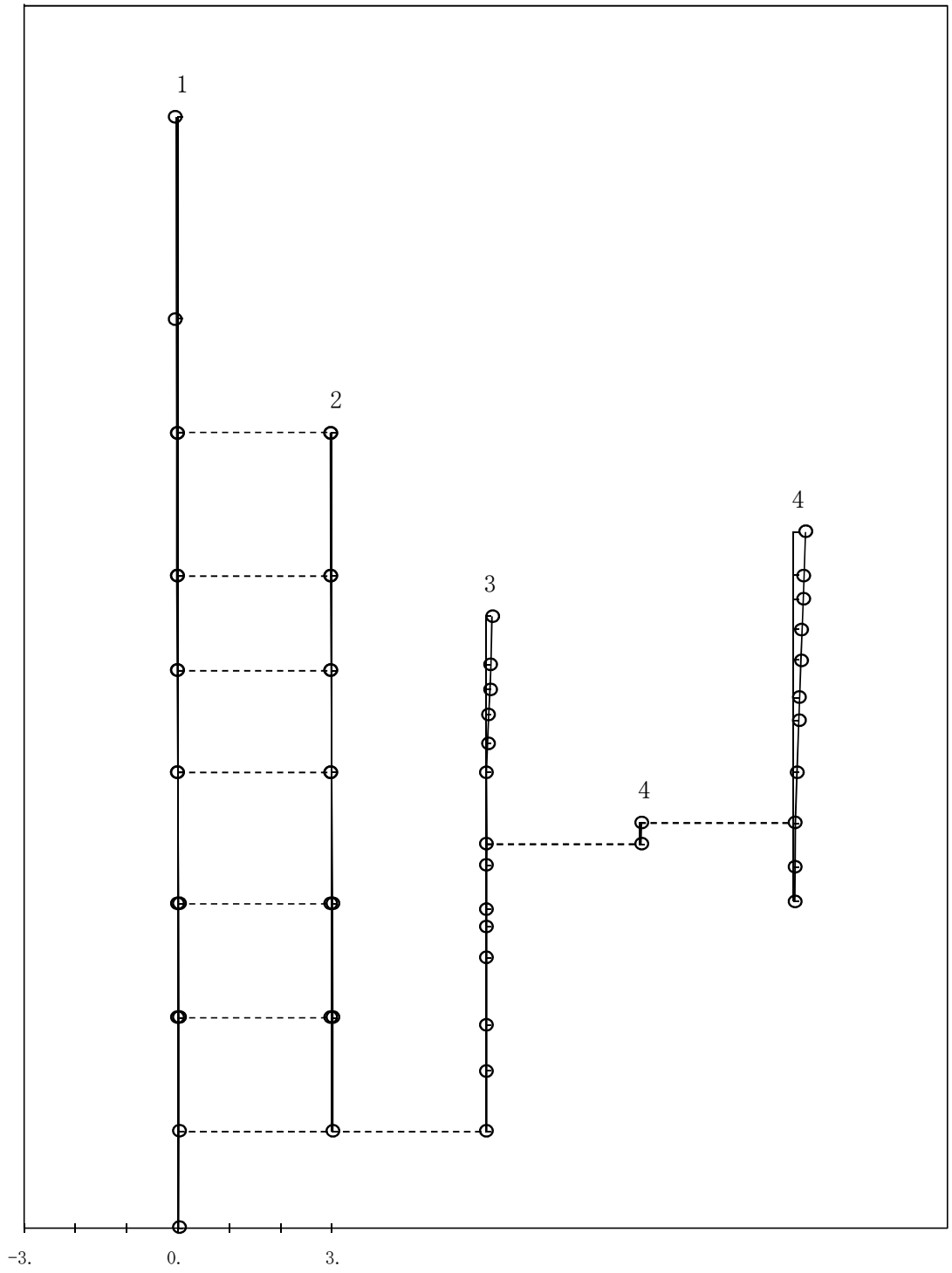


図4－110　第5次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.016

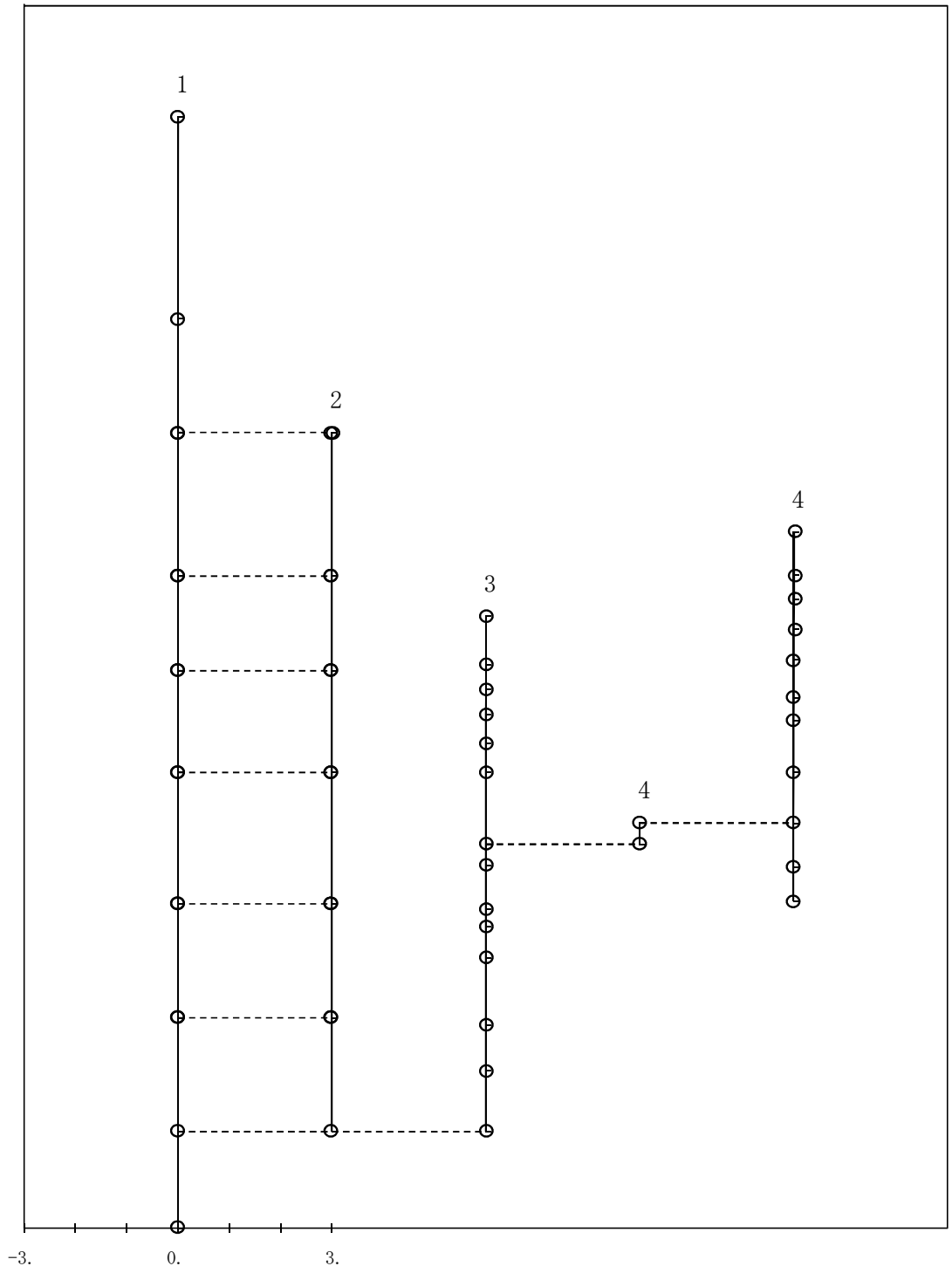


図4－111　第6次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.066

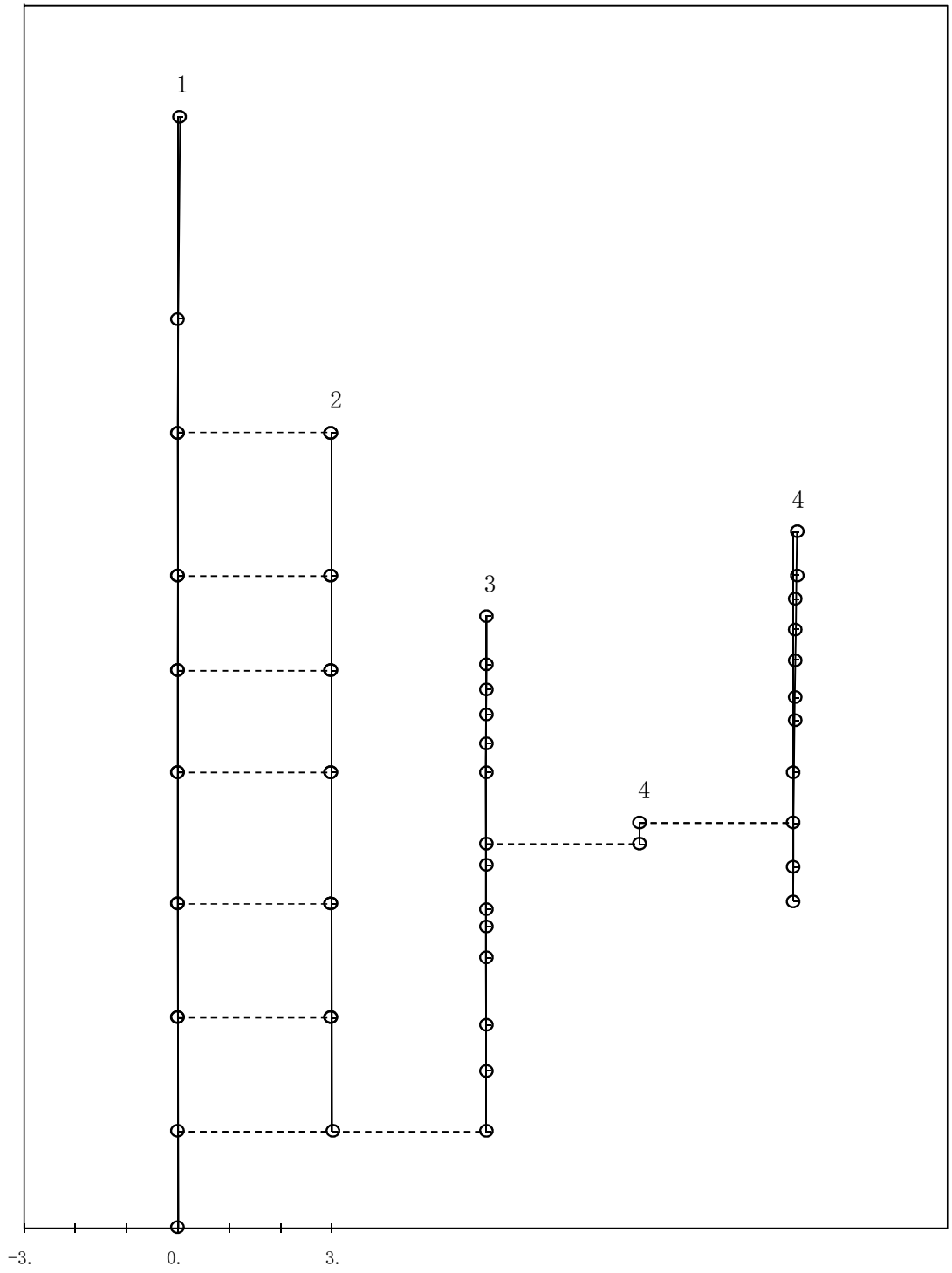


図4－112　第7次刺激関数モード（EW方向,Sd-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.438　　刺激係数　　；1.587

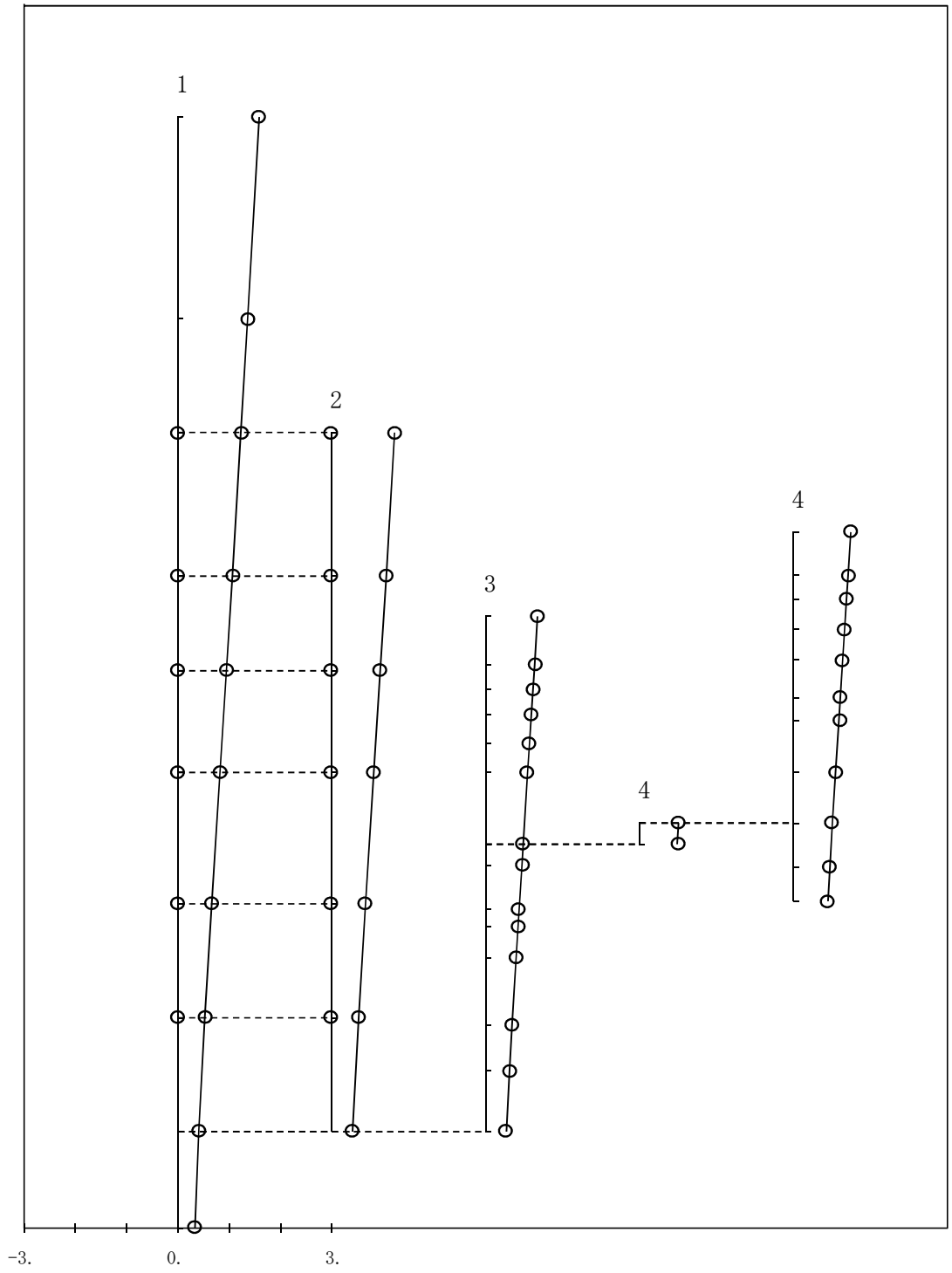


図4－113　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.193　　刺激係数　　；-0.699

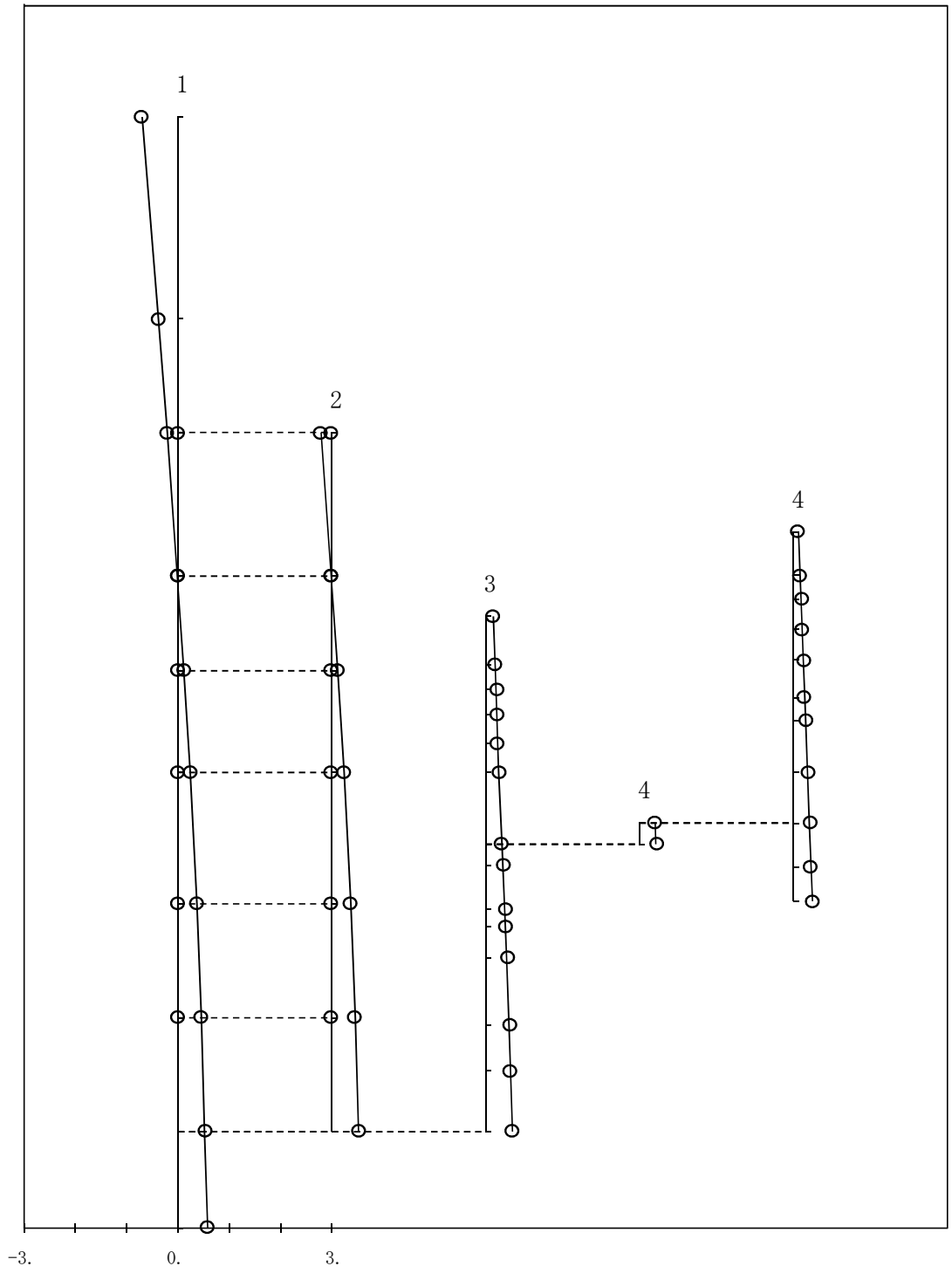


図4－114　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.070

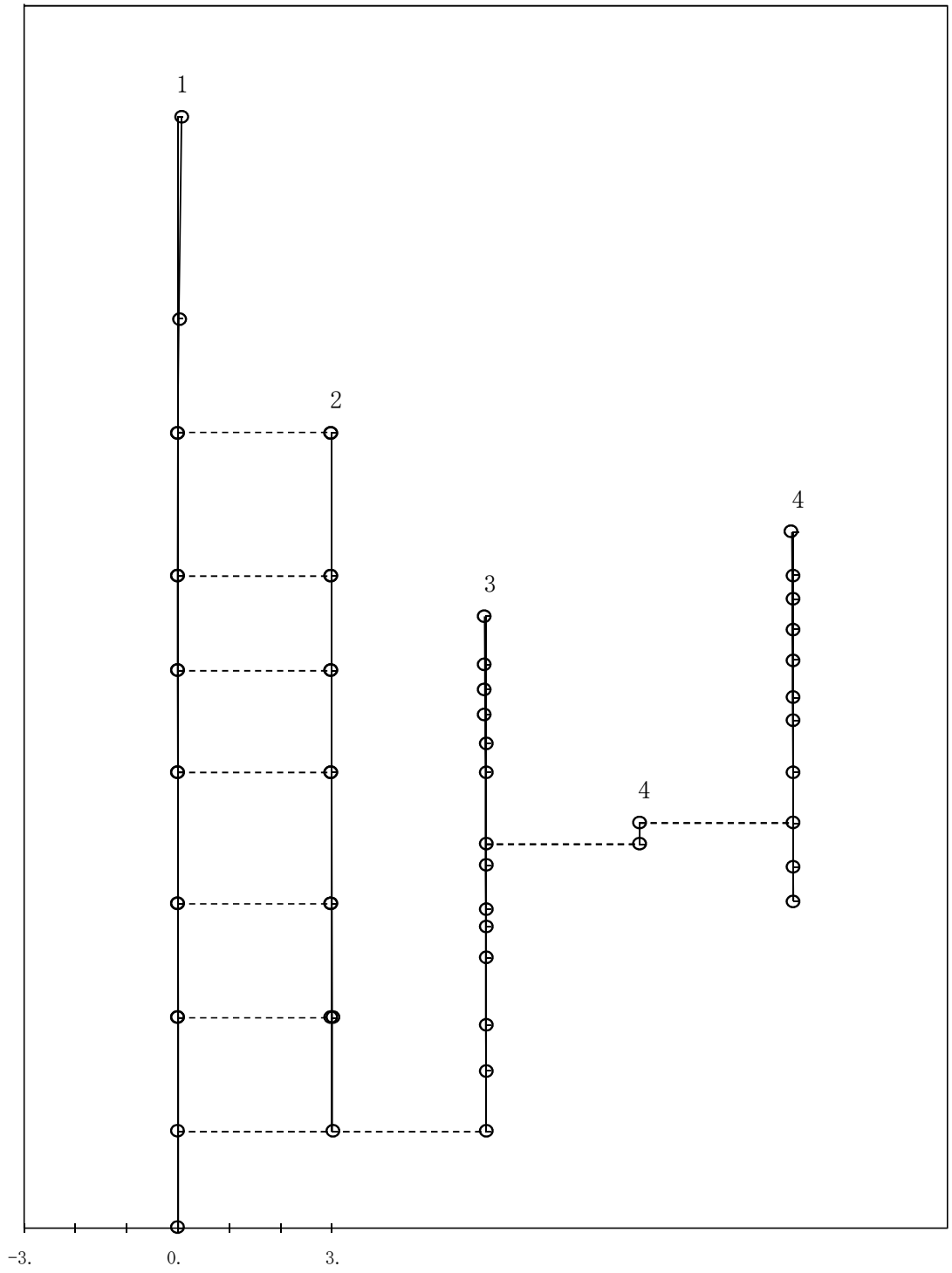


図4－115　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.500

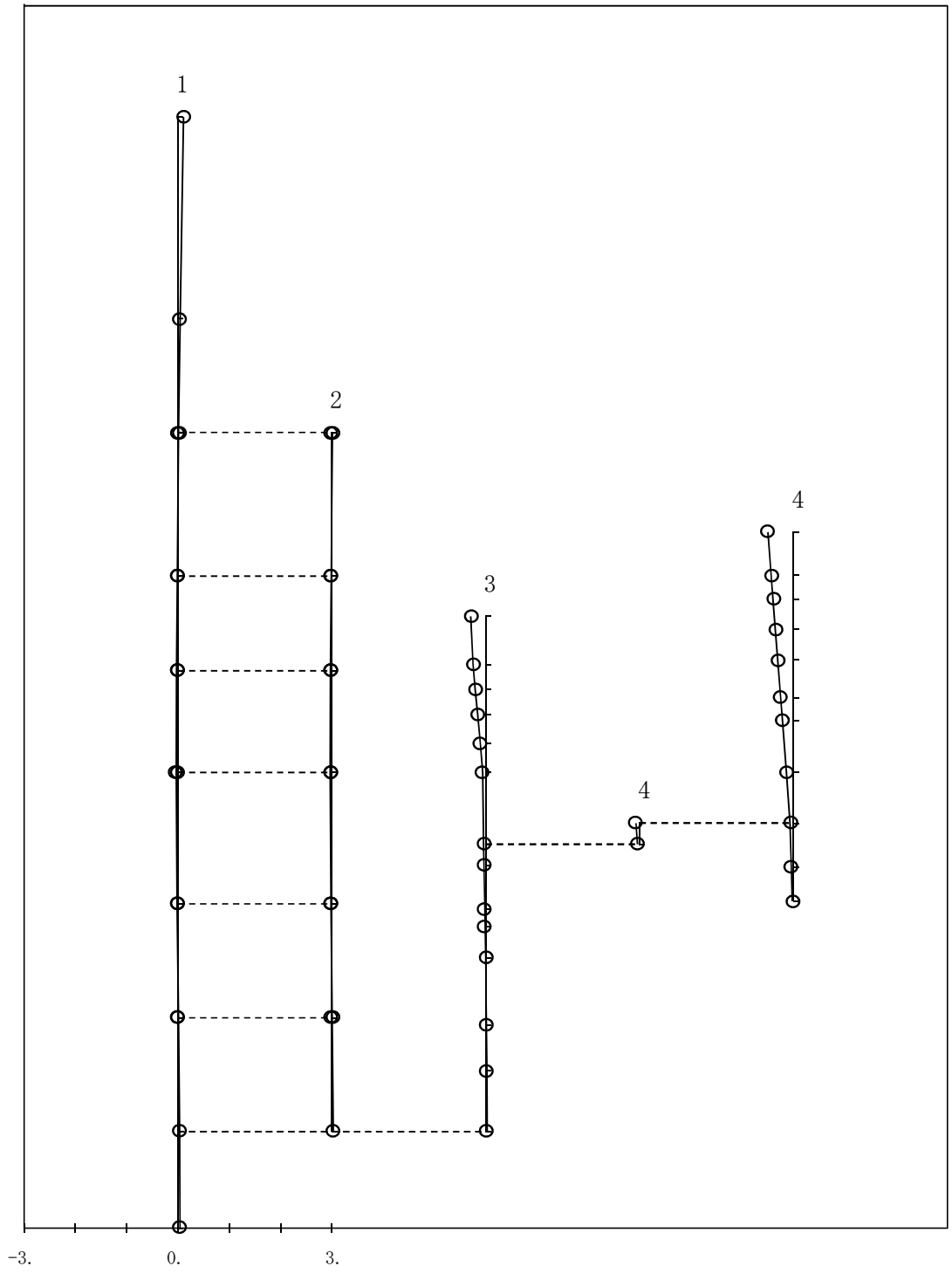


図4－116　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.055

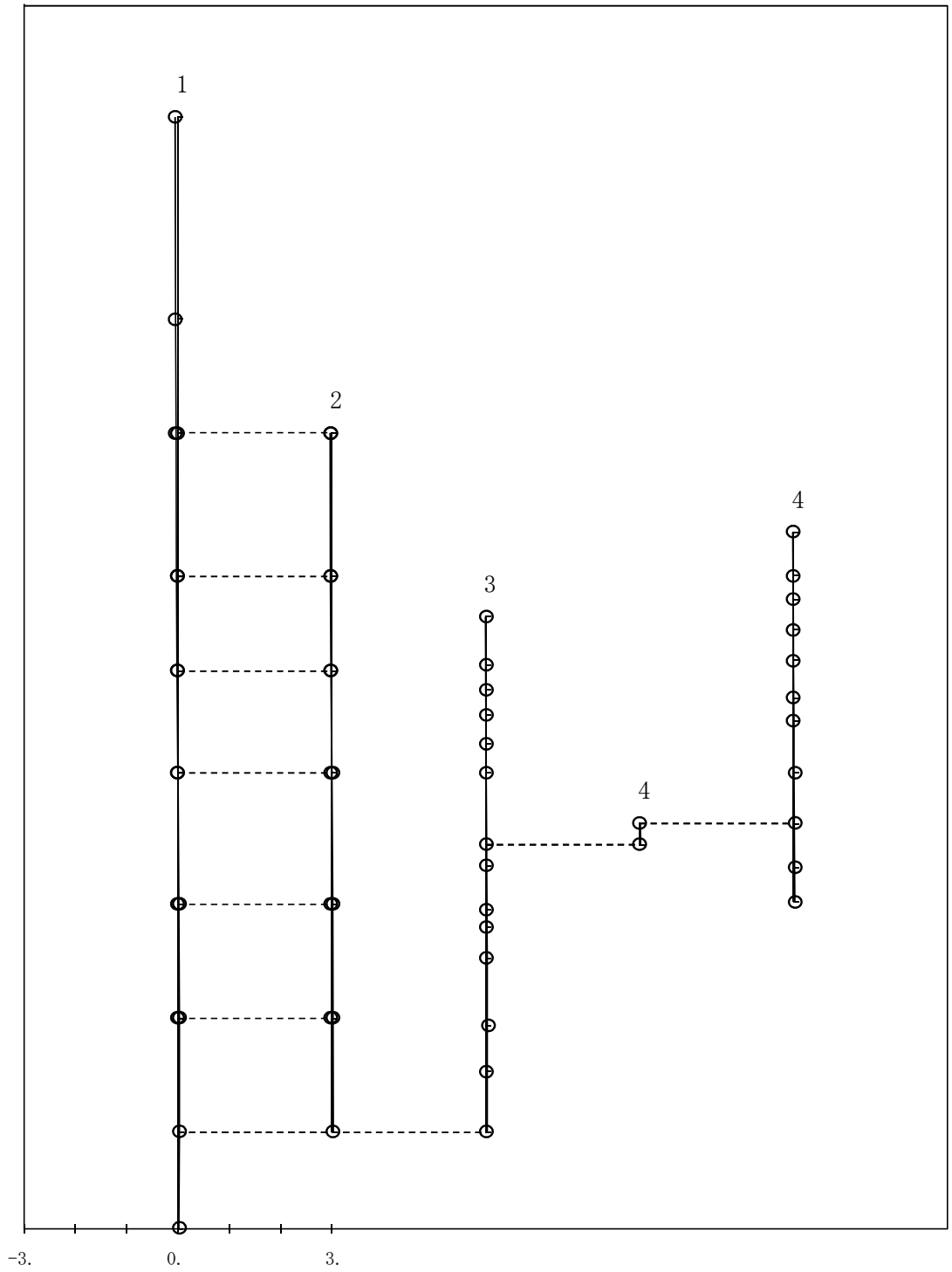


図4－117　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.264

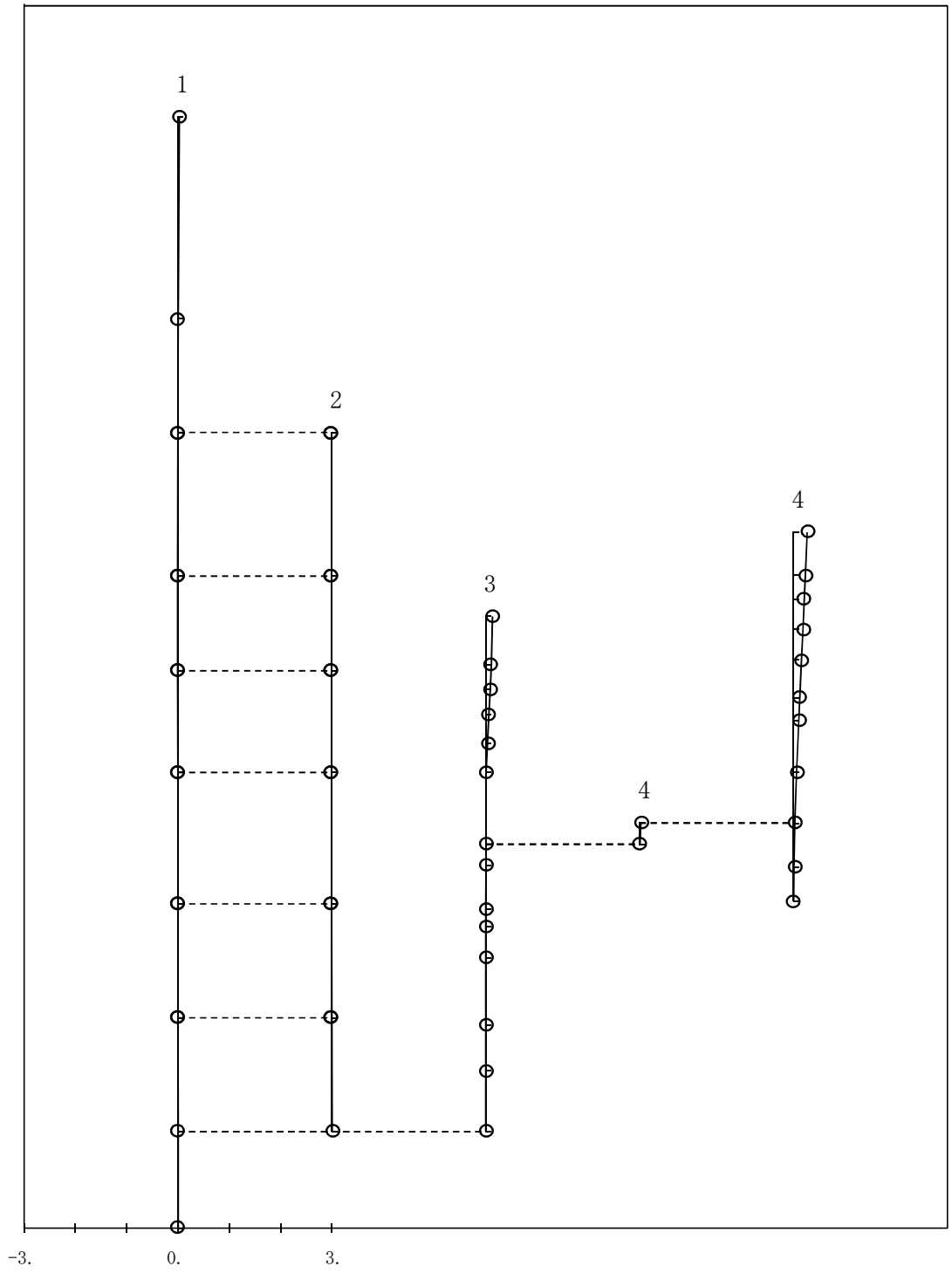


図4－118　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.039

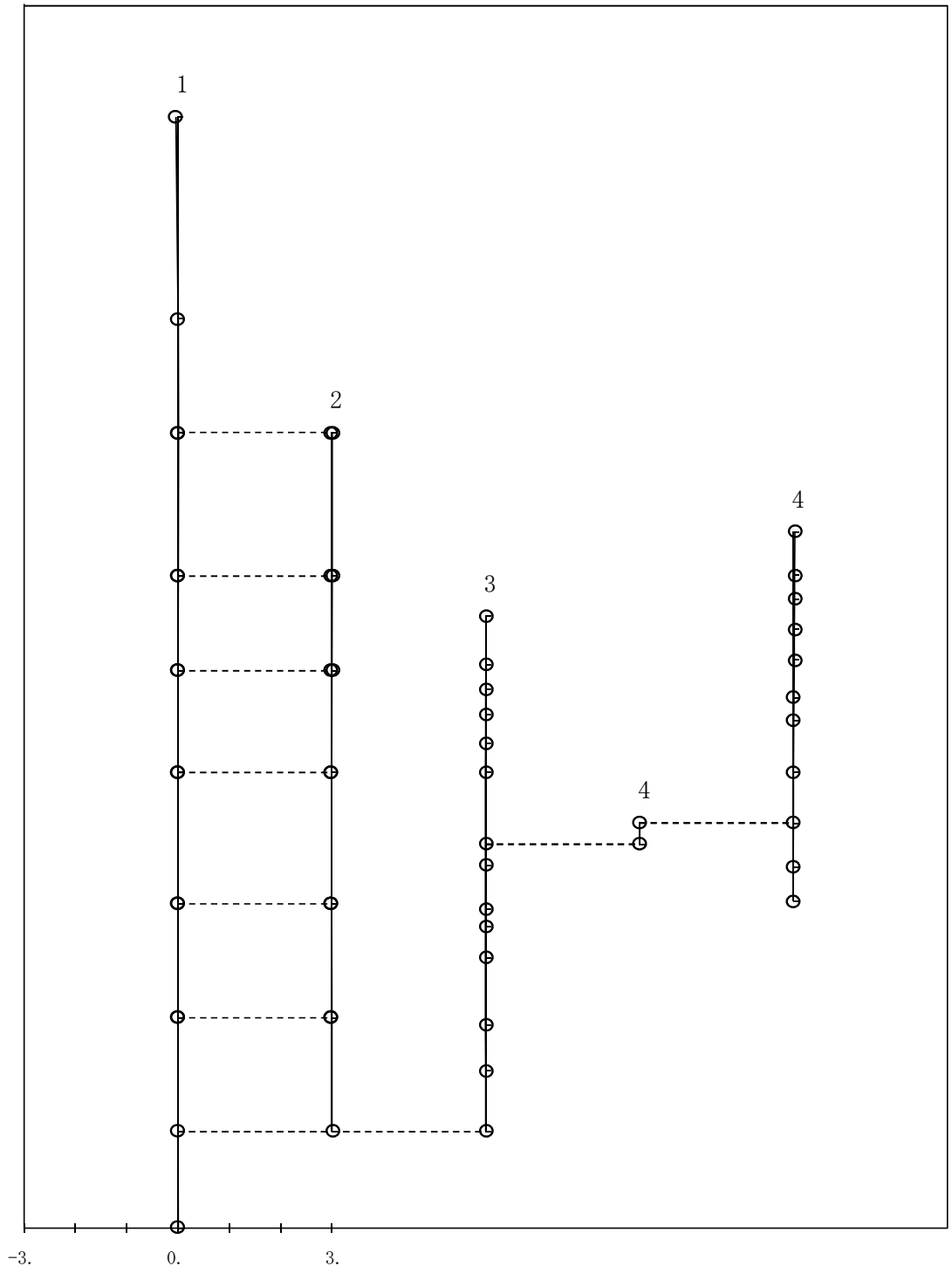


図4－119　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.428　　刺激係数　　；1.549

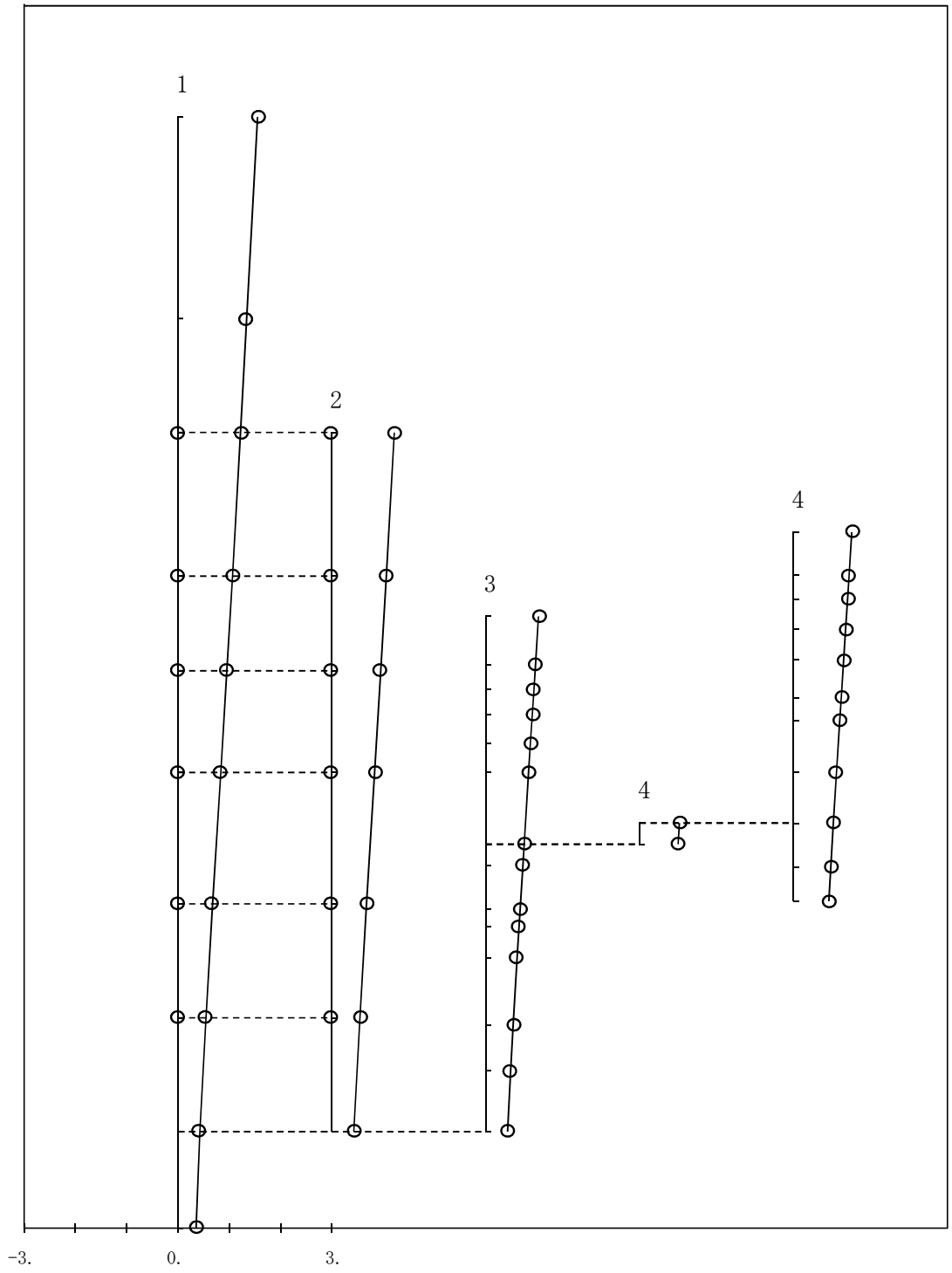


図4－120　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.191　　刺激係数　　；-0.619

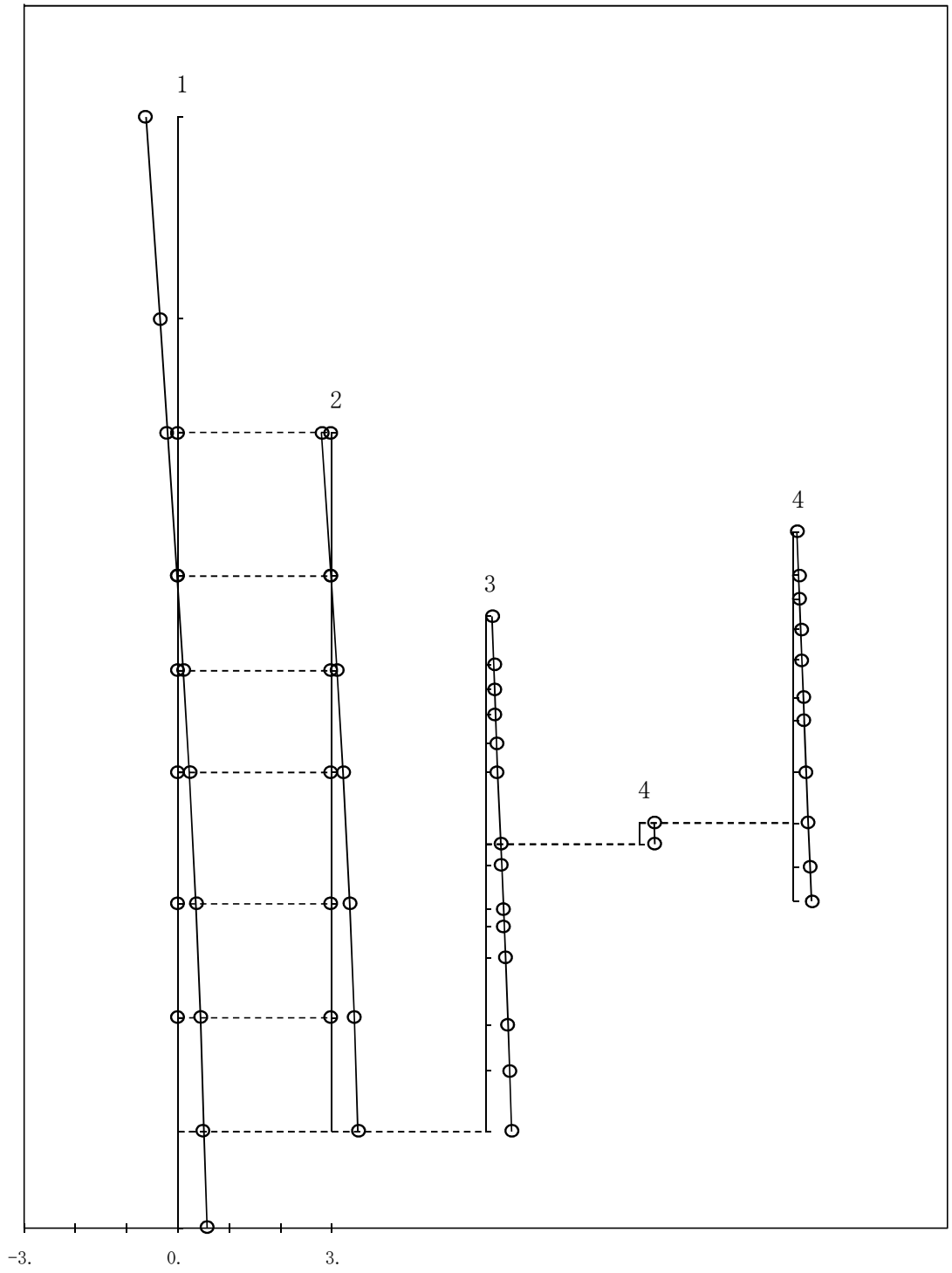


図4－121　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.033

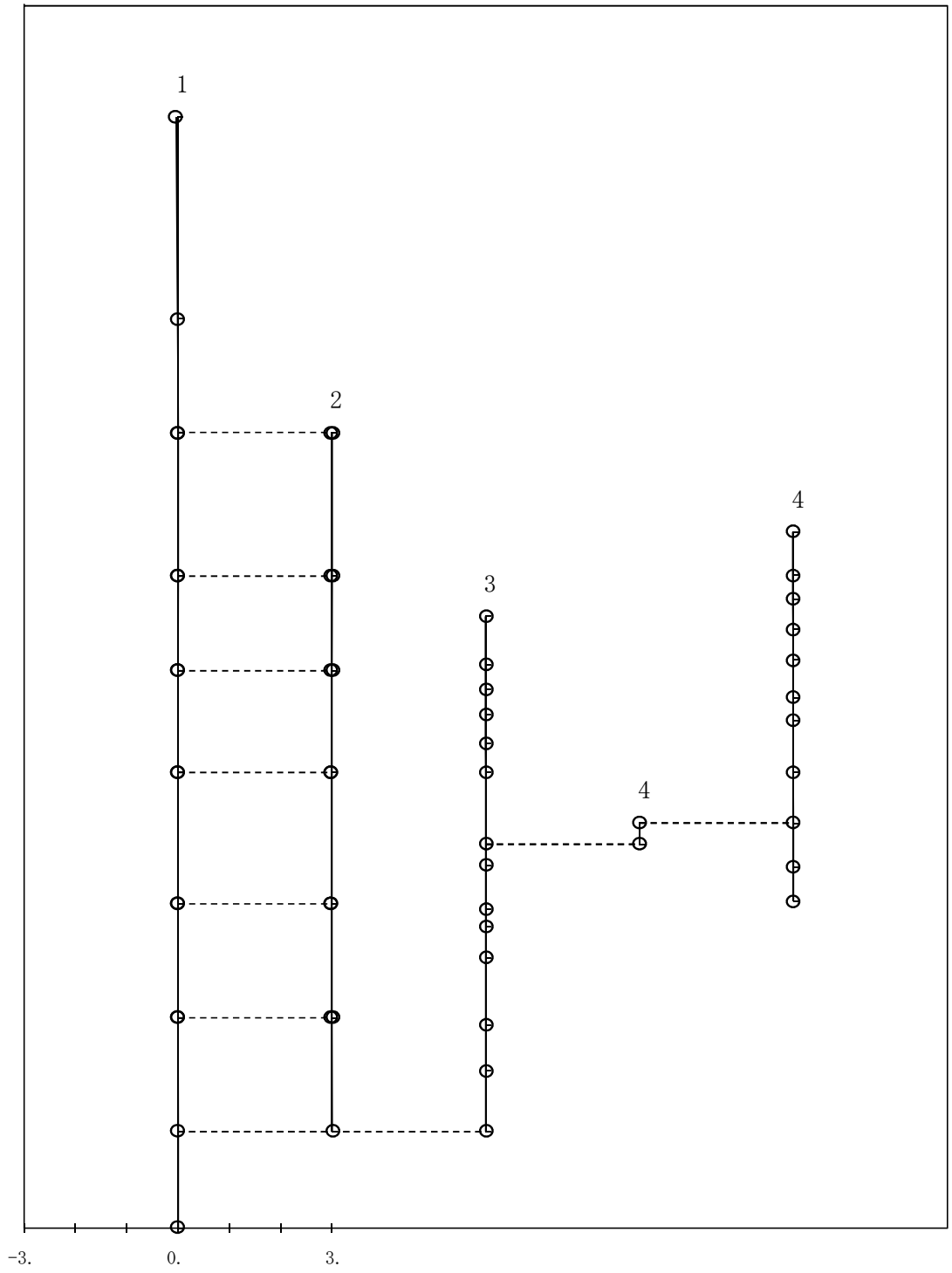


図4－122　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.514

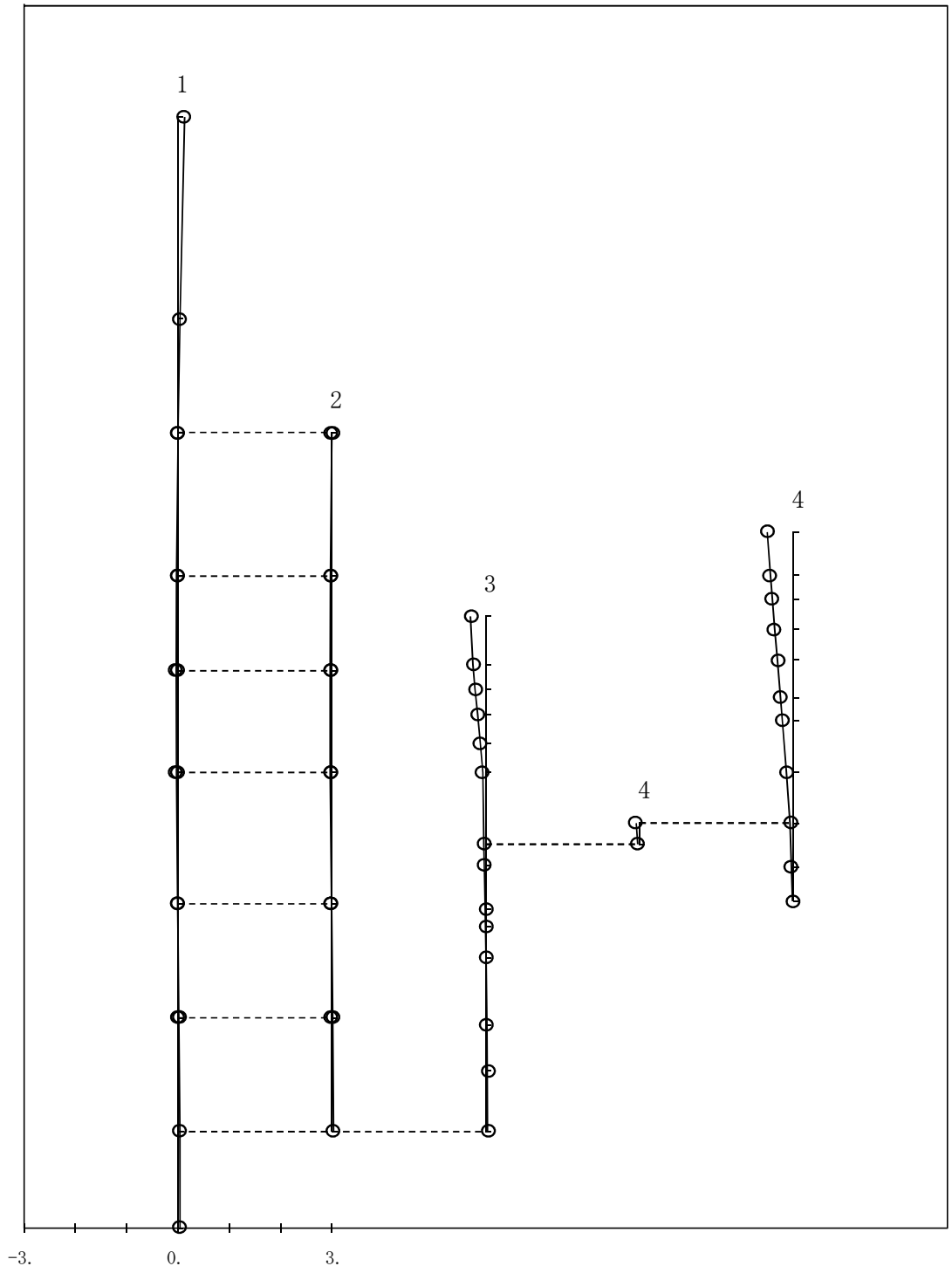


図4－123　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.162

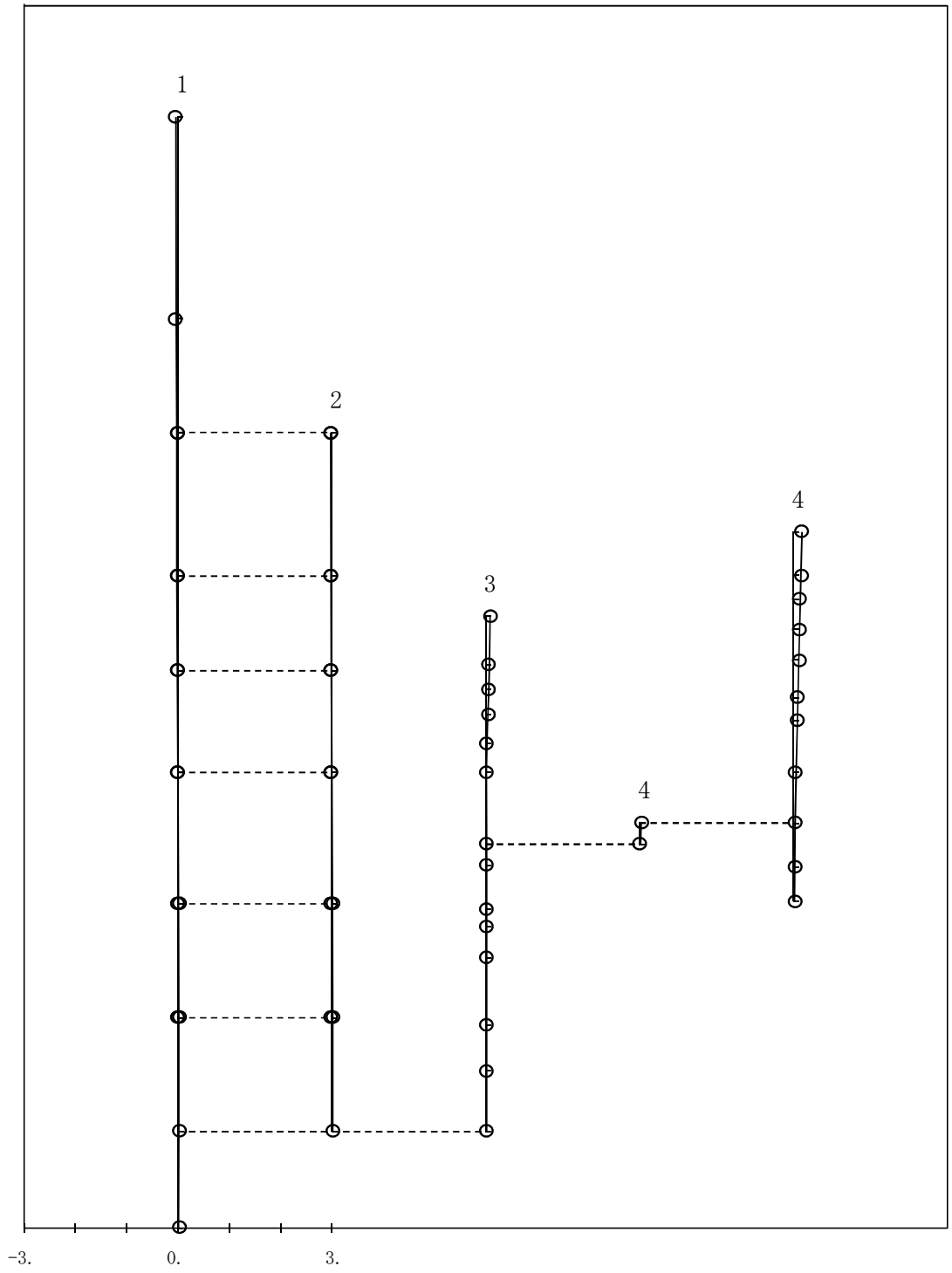


図4－124　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.065

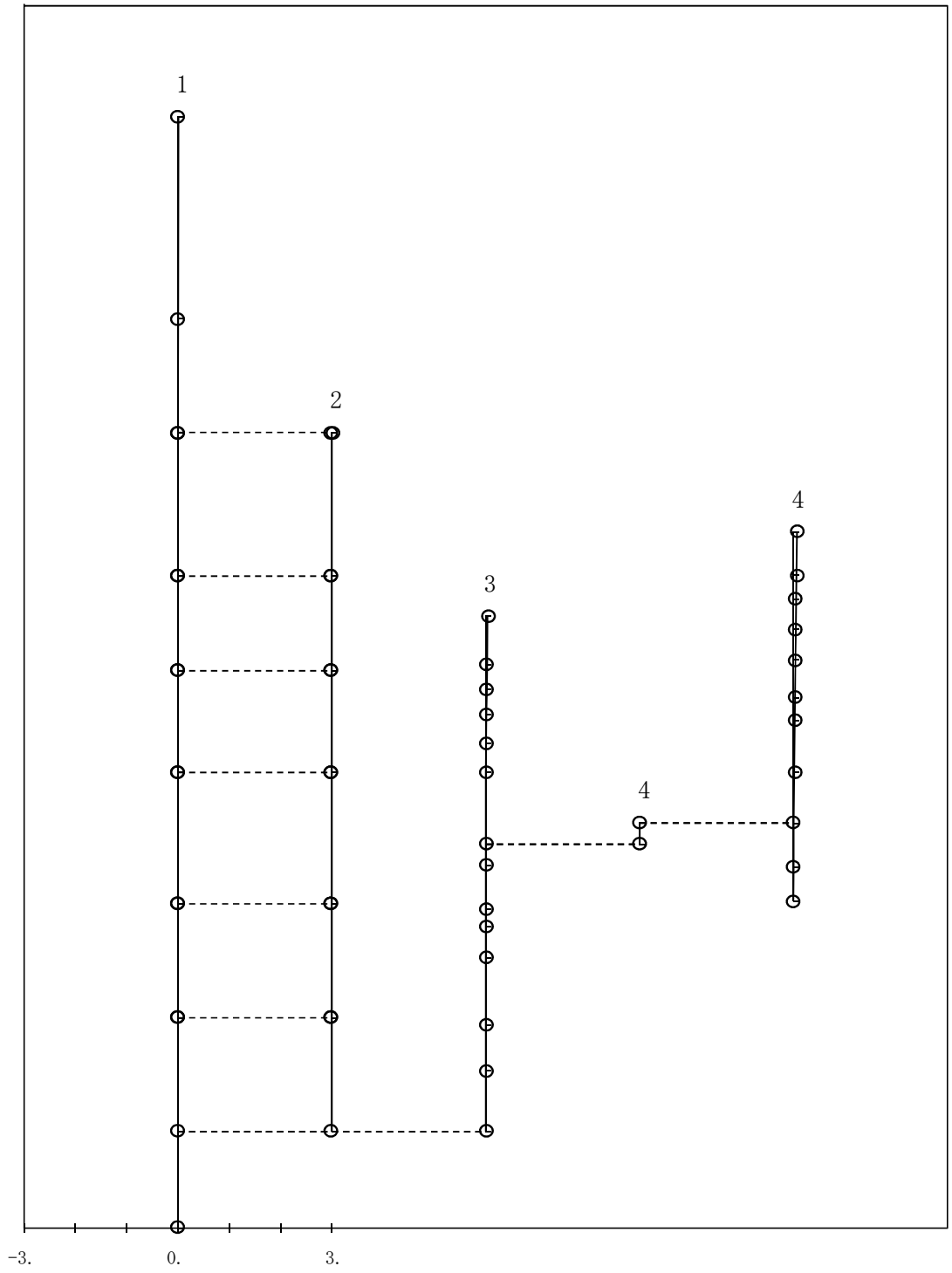


図4－125　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.062

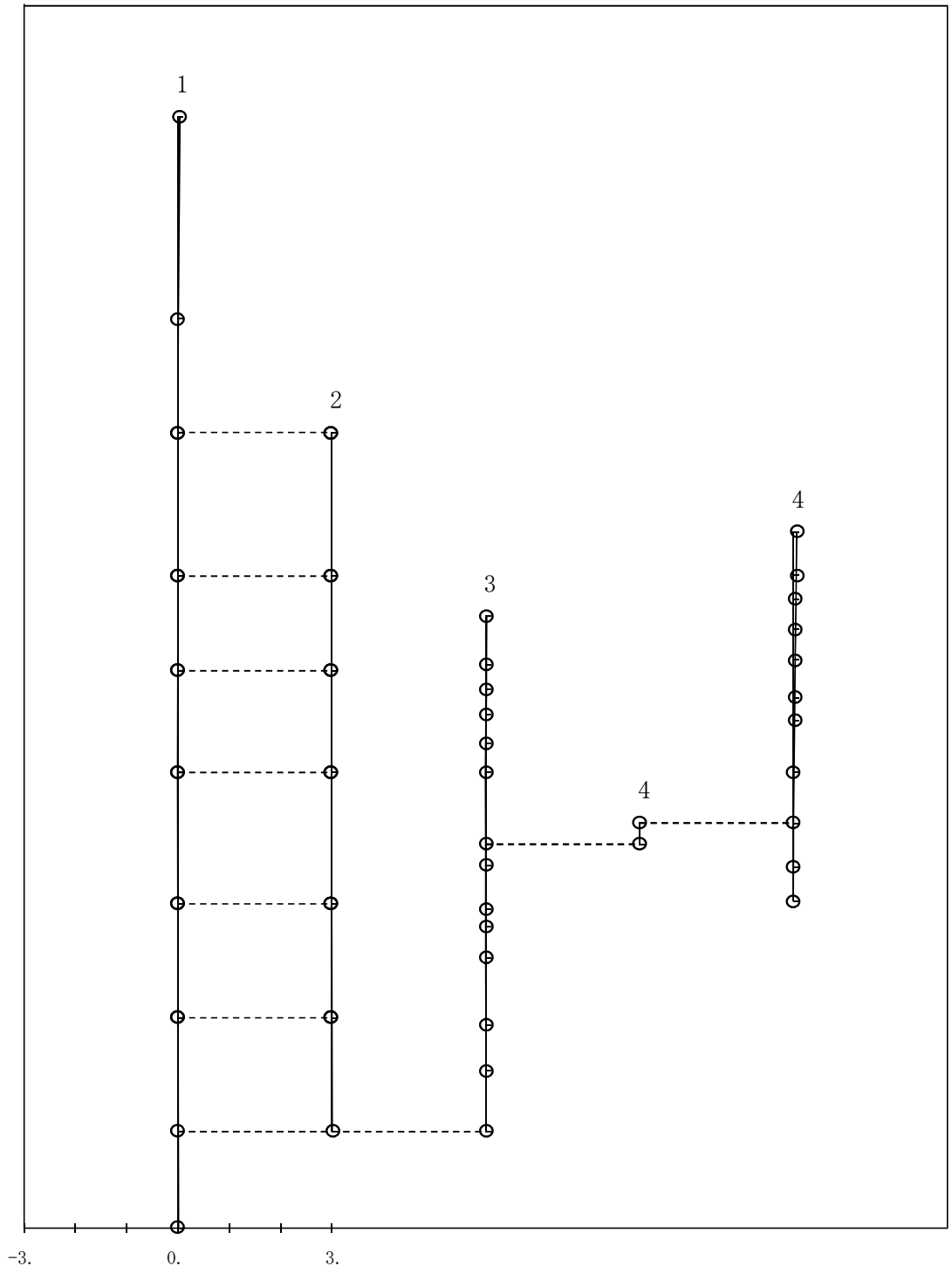


図4－126　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-1）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.437　　刺激係数　　；1.588

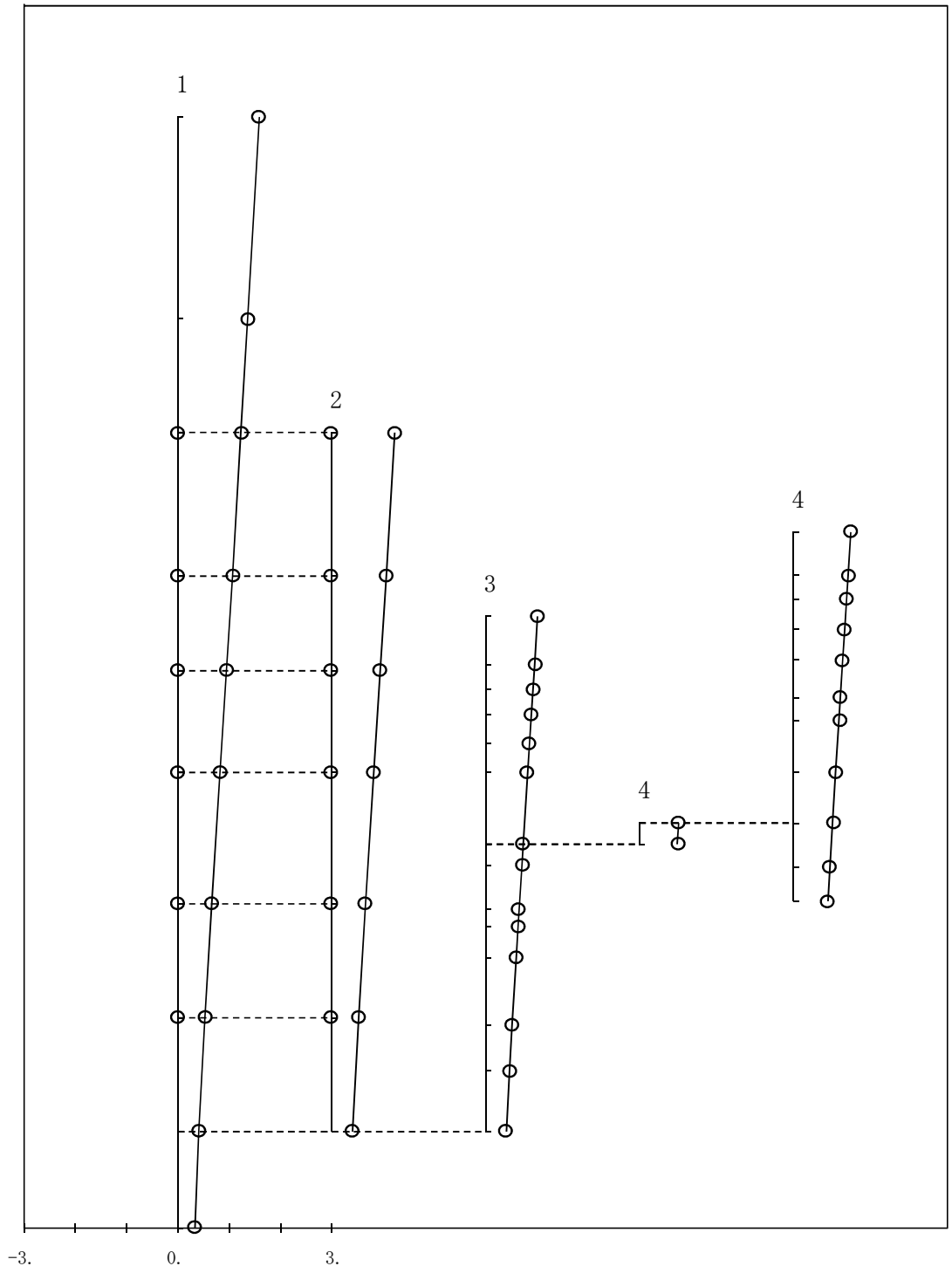


図4－127　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.192　　刺激係数　　；-0.700

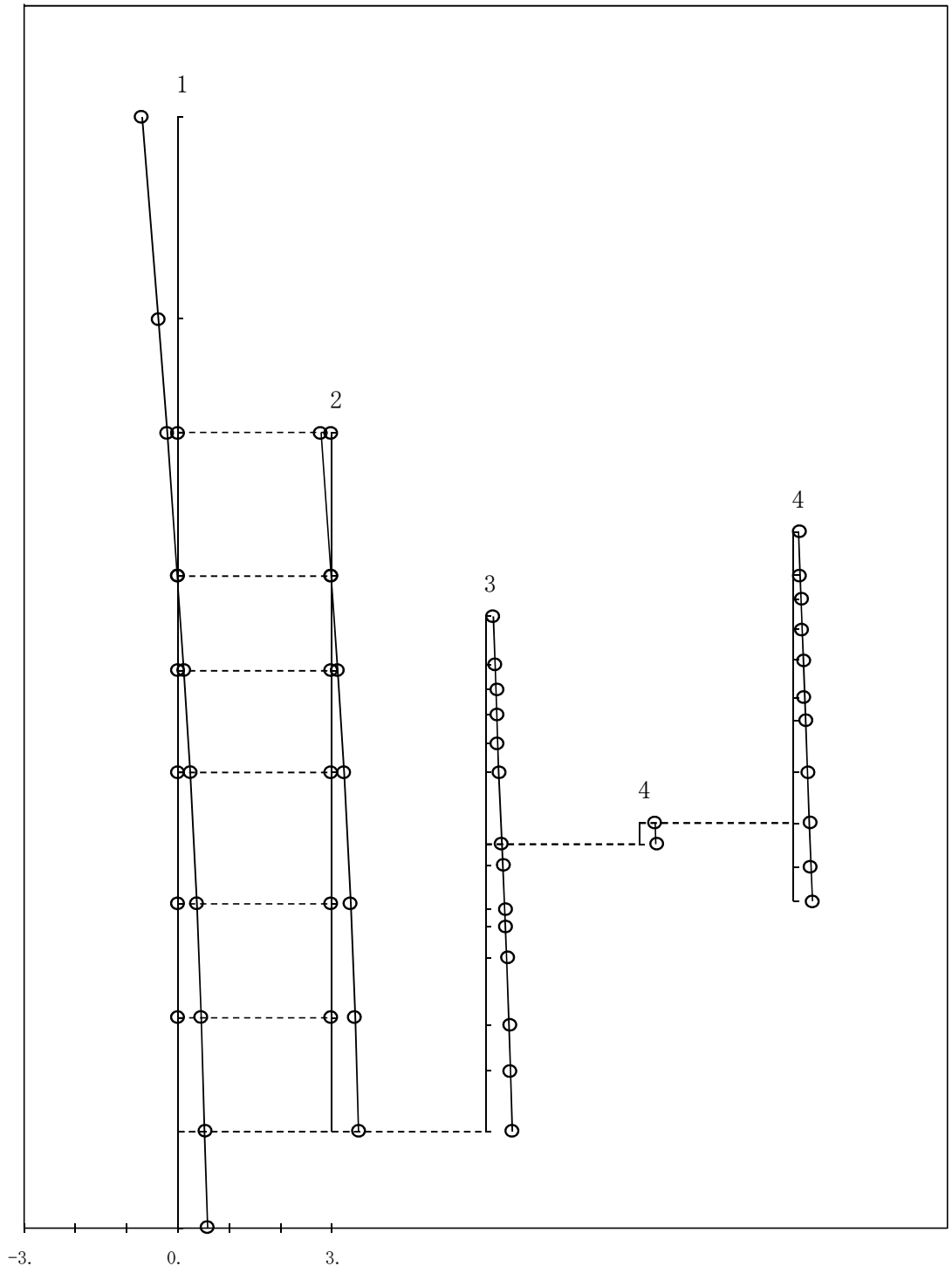


図4－128　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.070

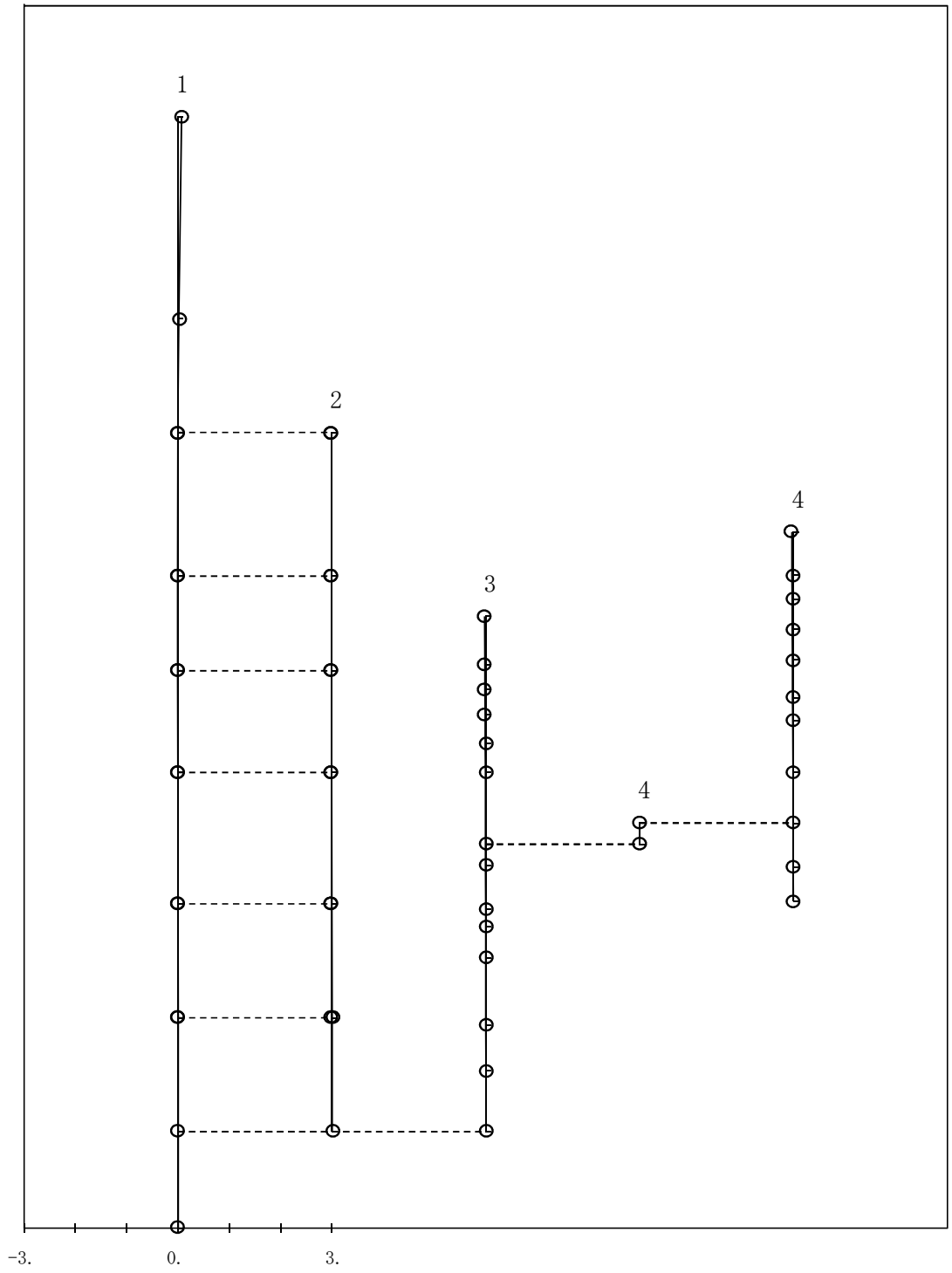


図4－129　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.509

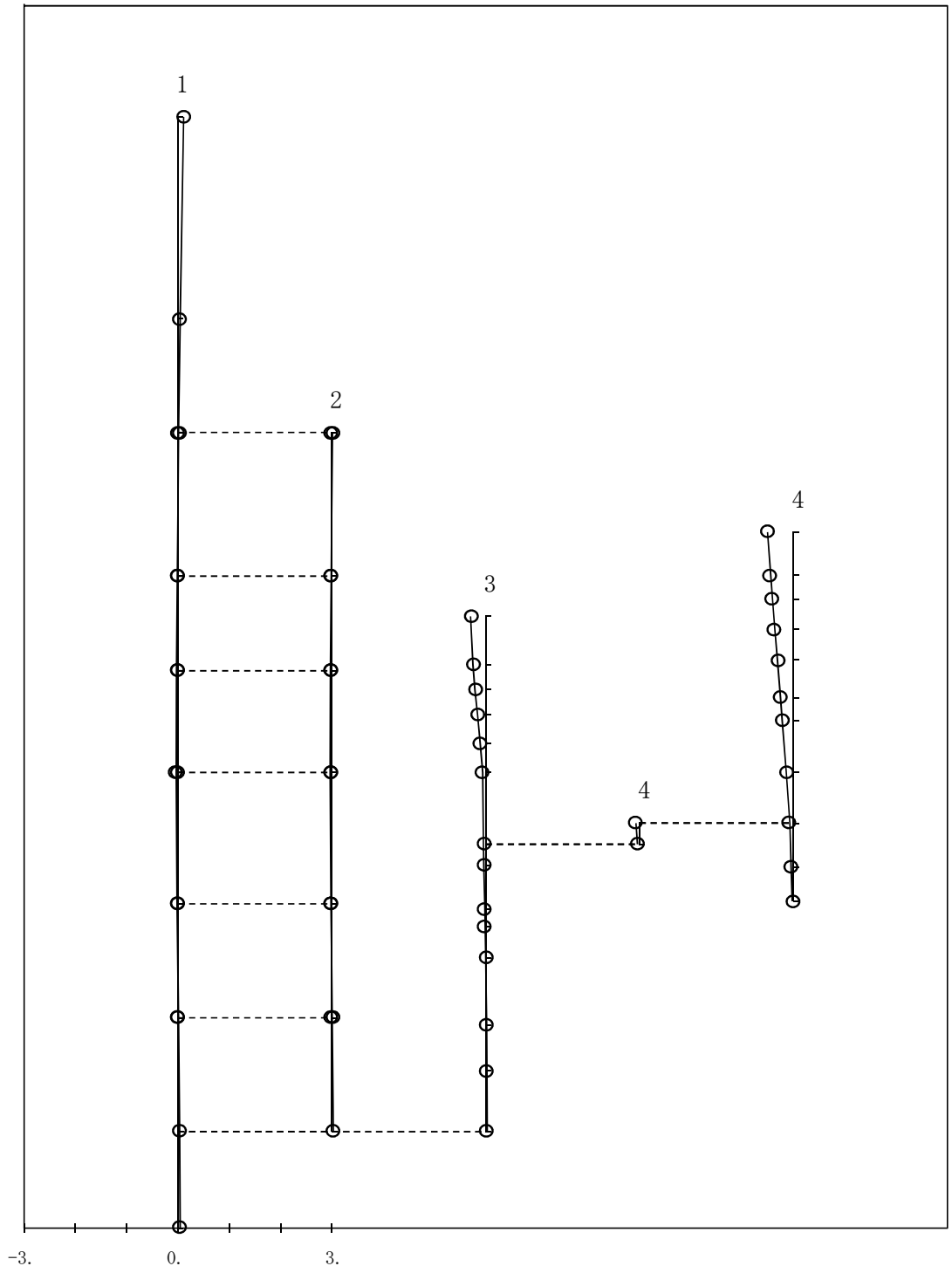


図4－130　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.055

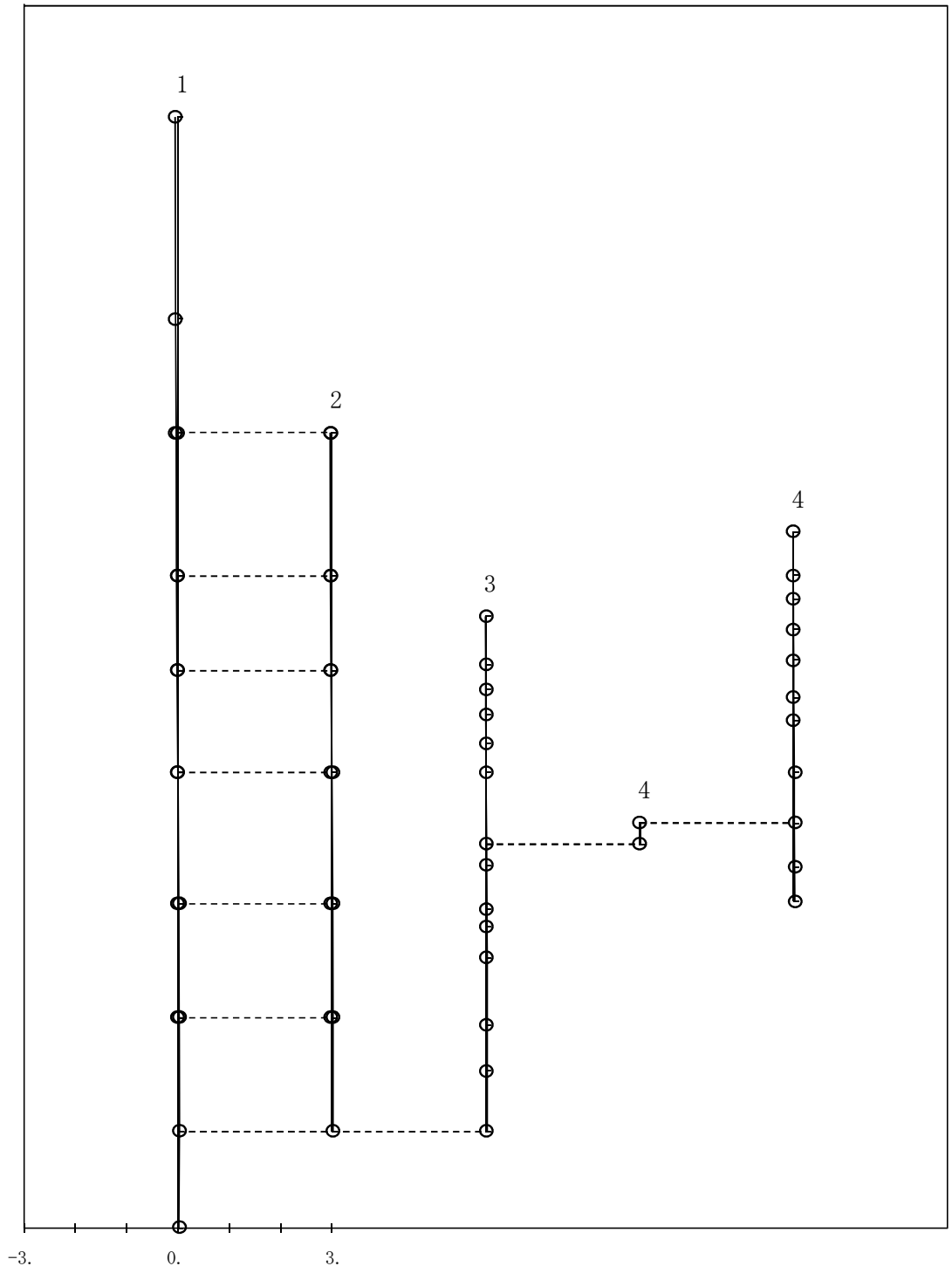


図4－131　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.266

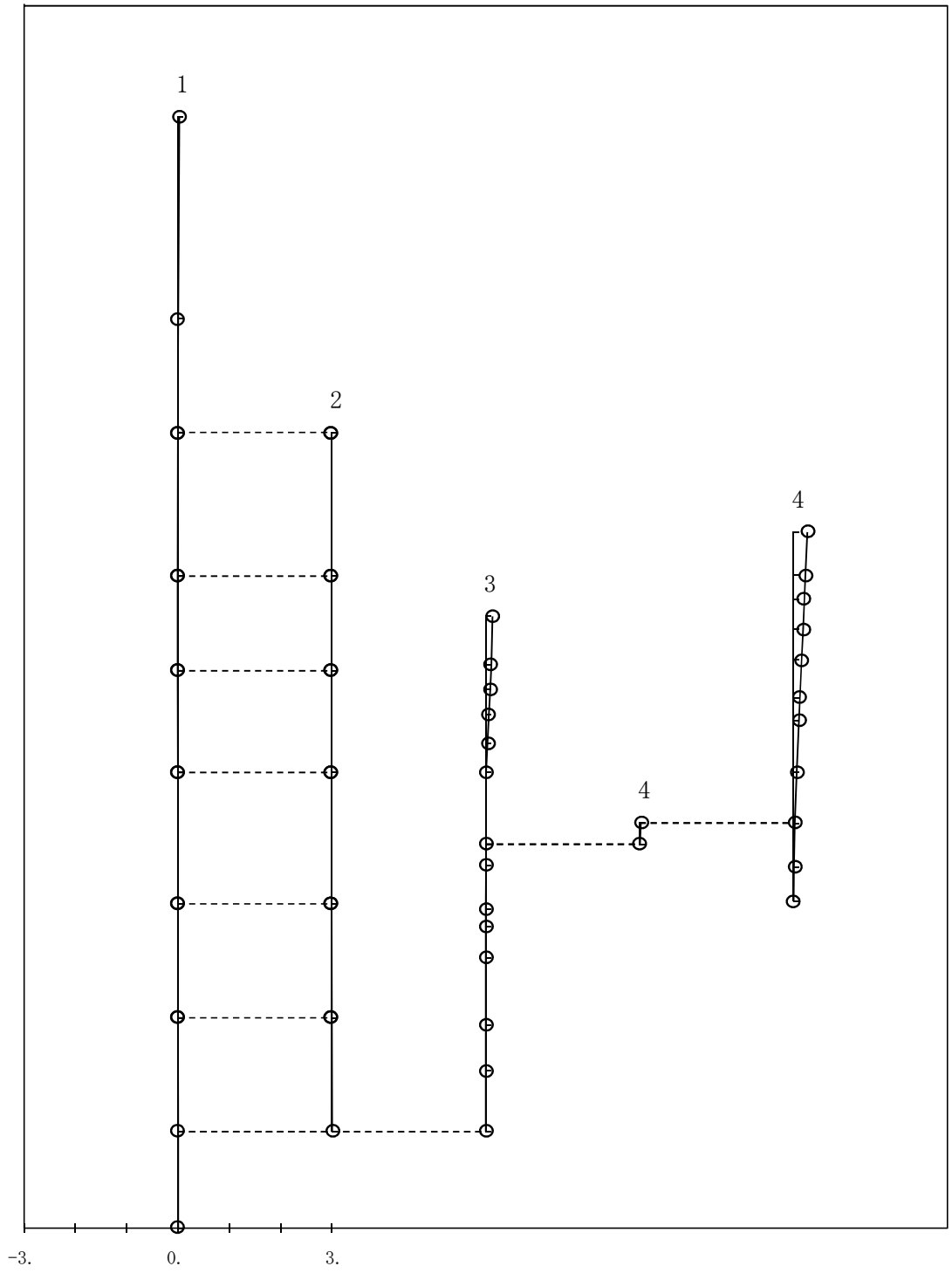


図4－132　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.040

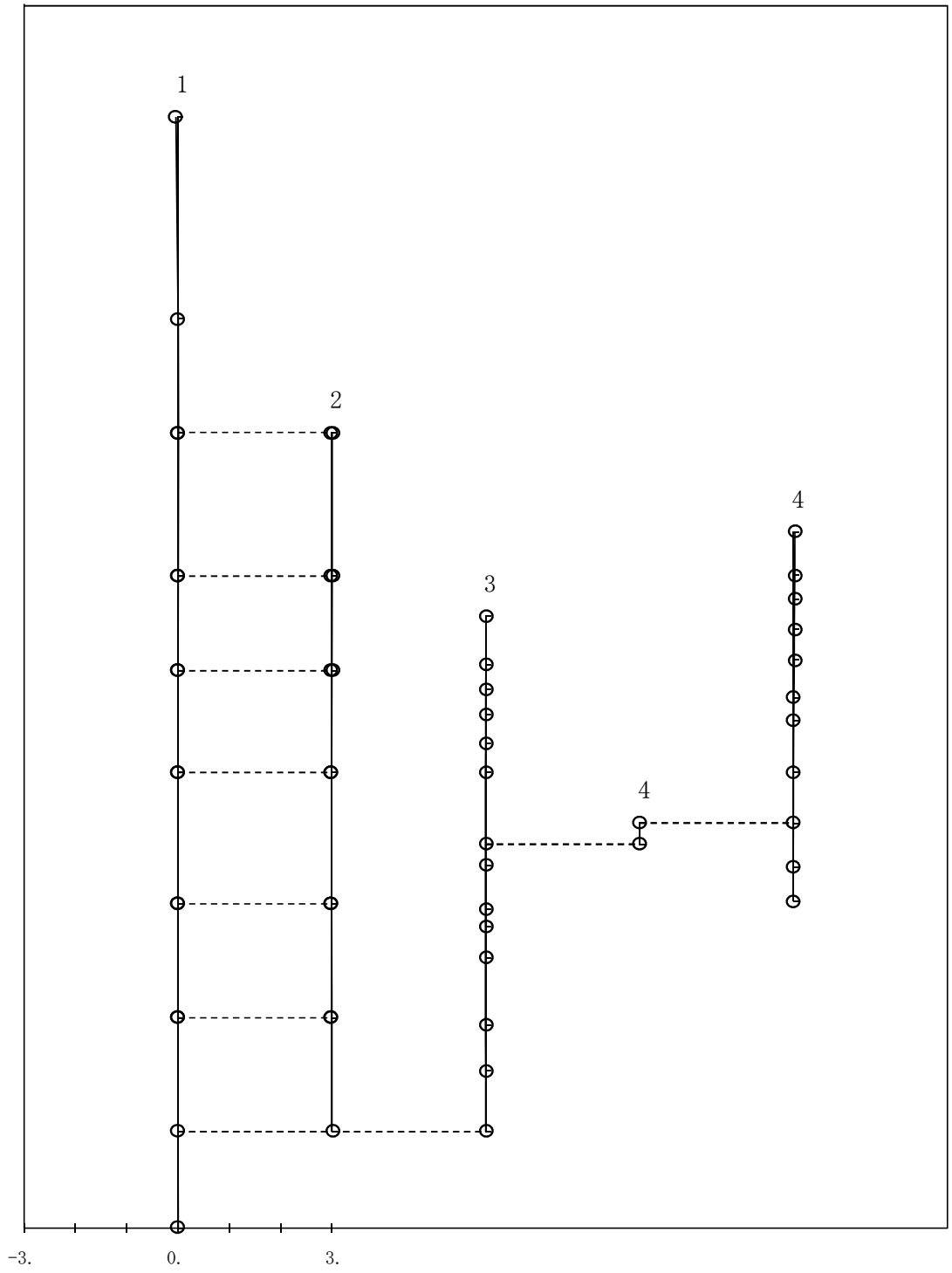


図4－133　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.427　　刺激係数　　；1.549

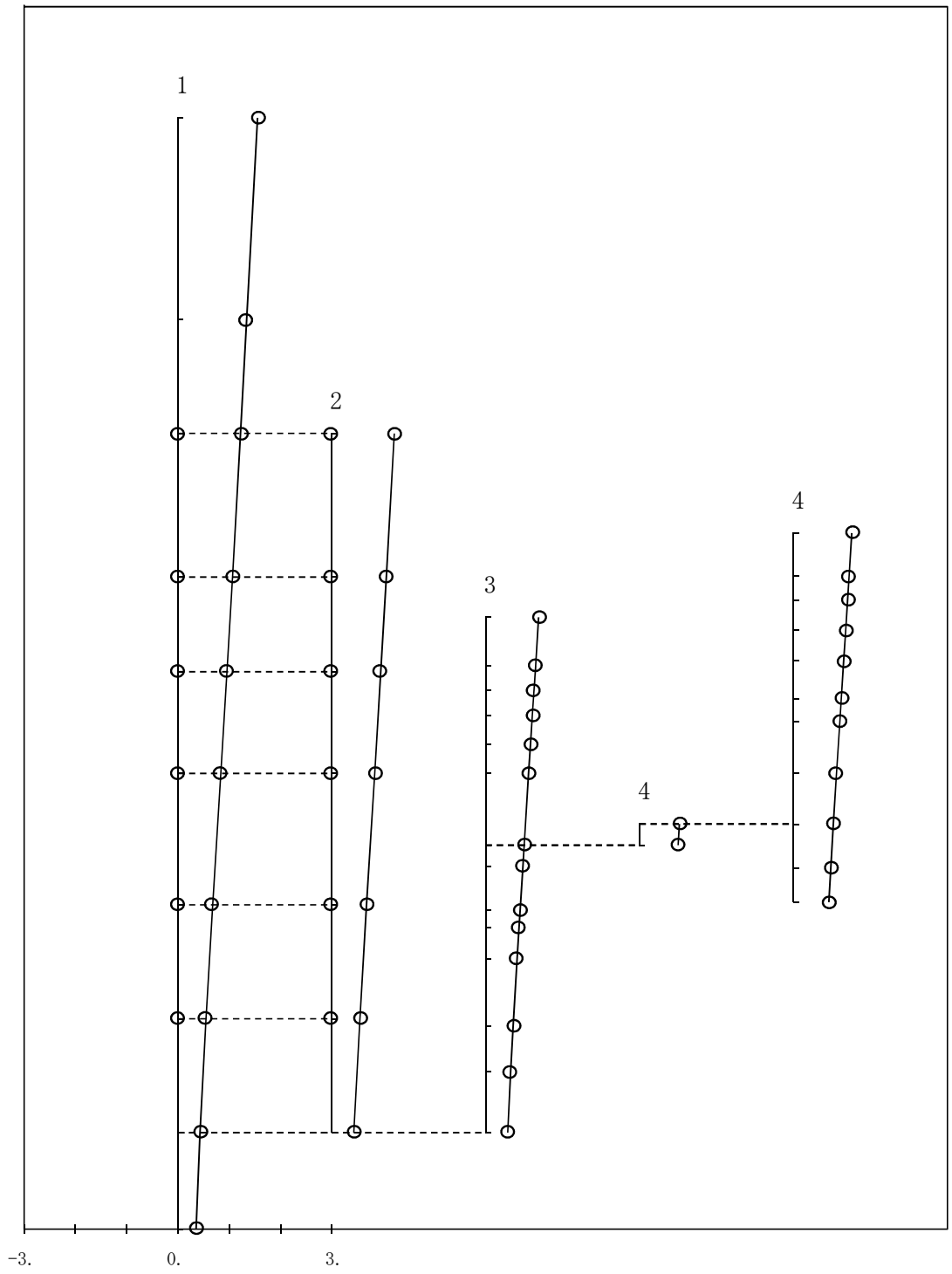


図4－134　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.191　　刺激係数　　；-0.620

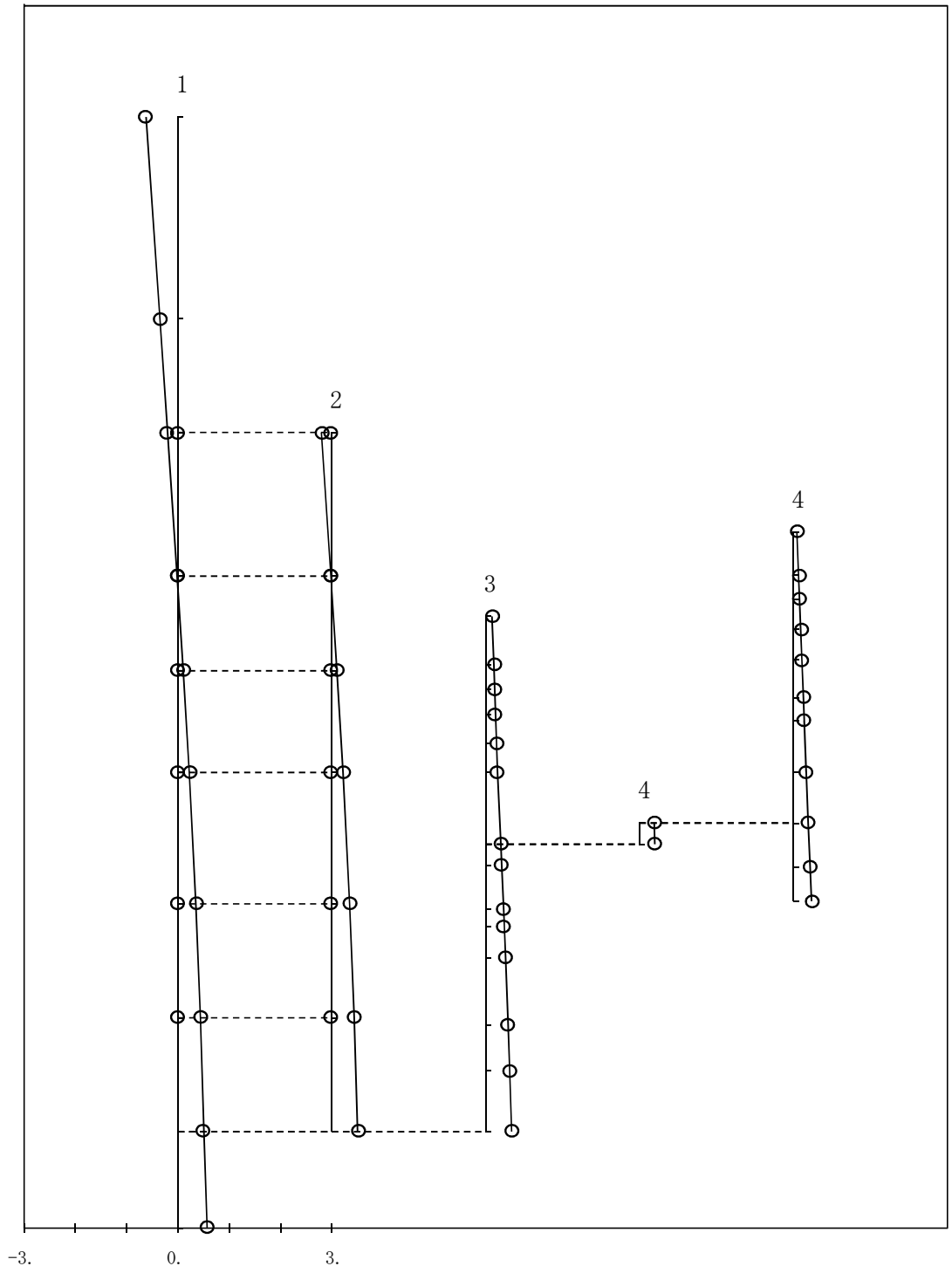


図4－135　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.033

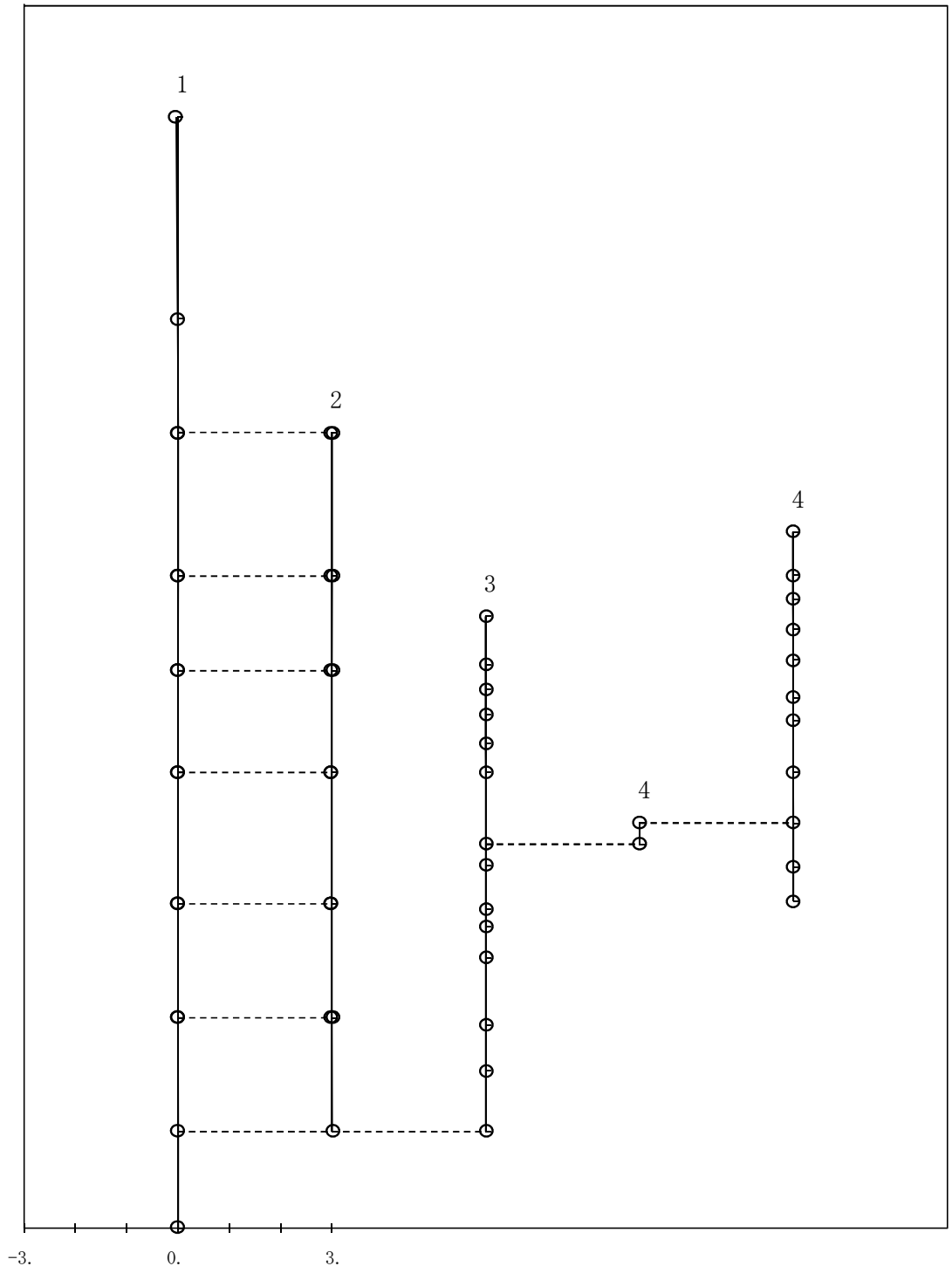


図4－136　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.519

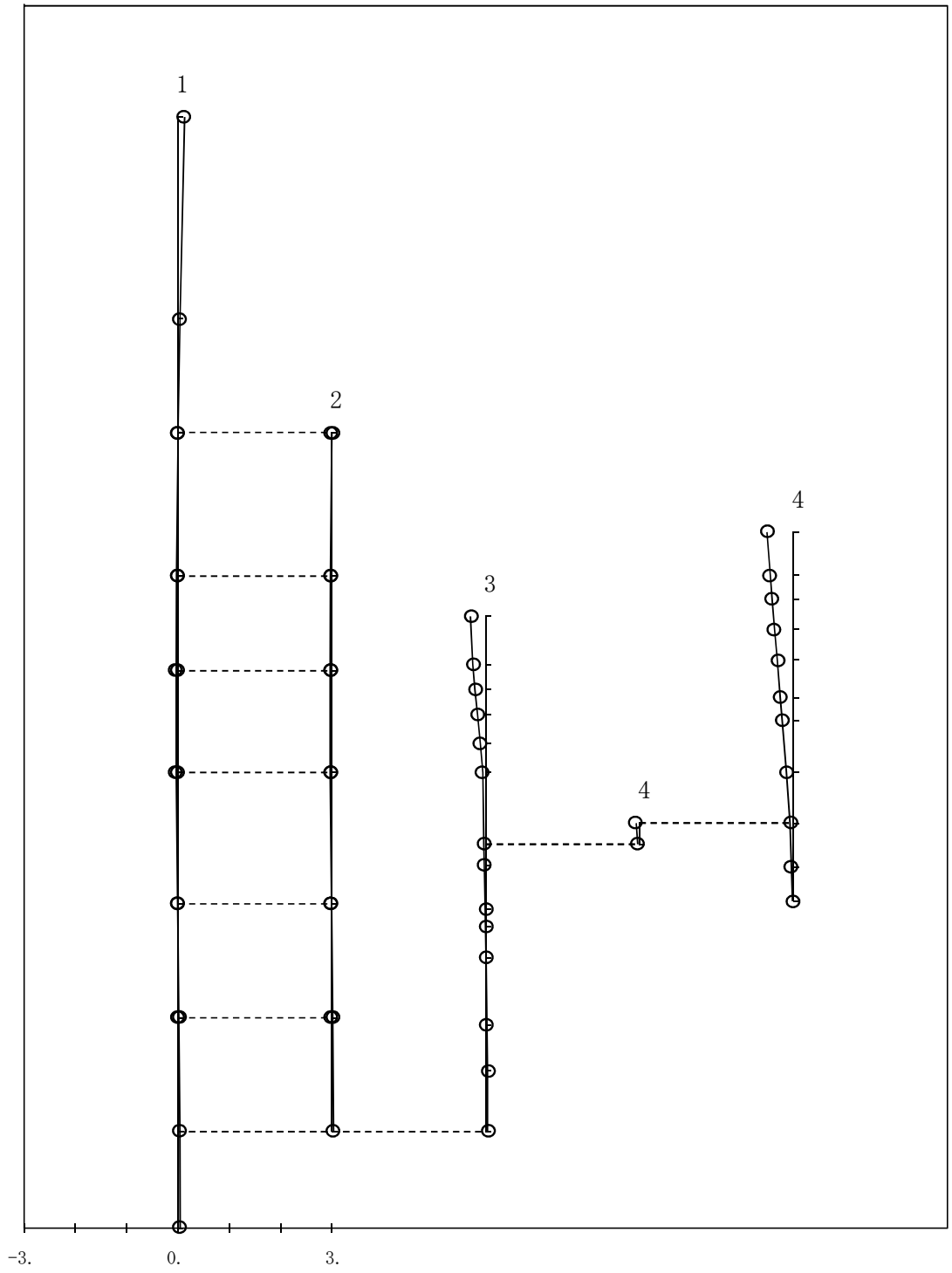


図4－137　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.169

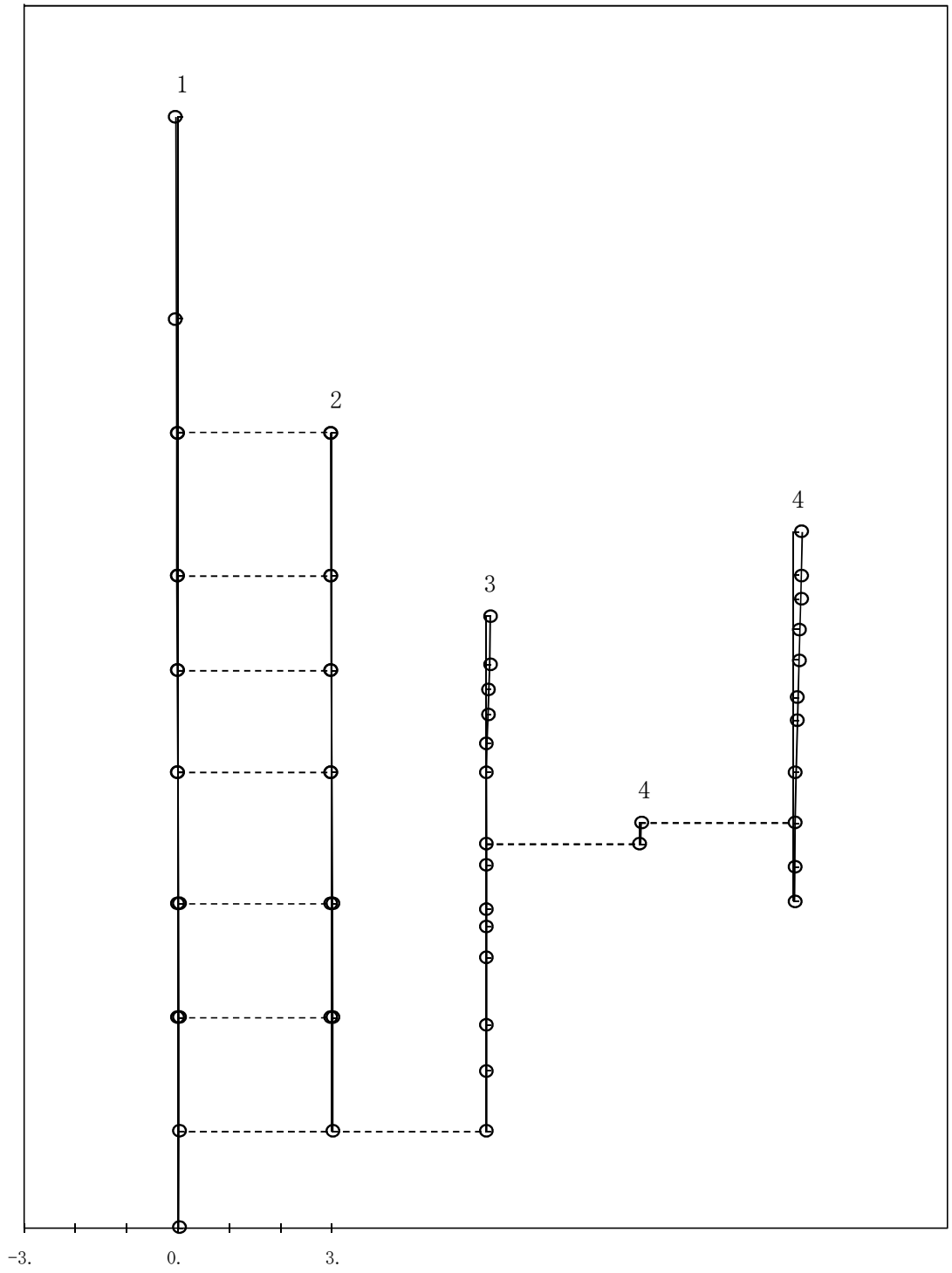


図4－138　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.060

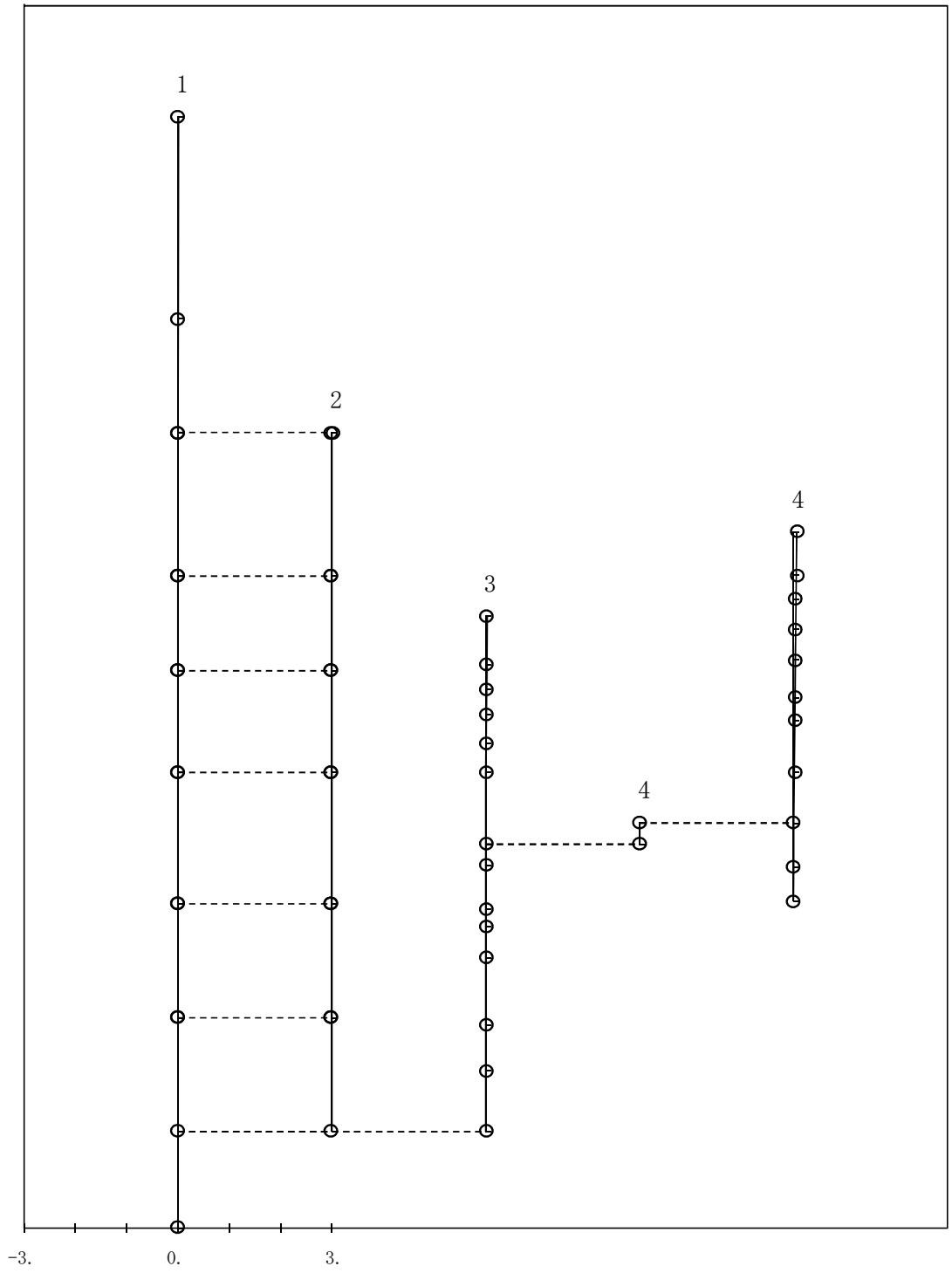


図4－139　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.062

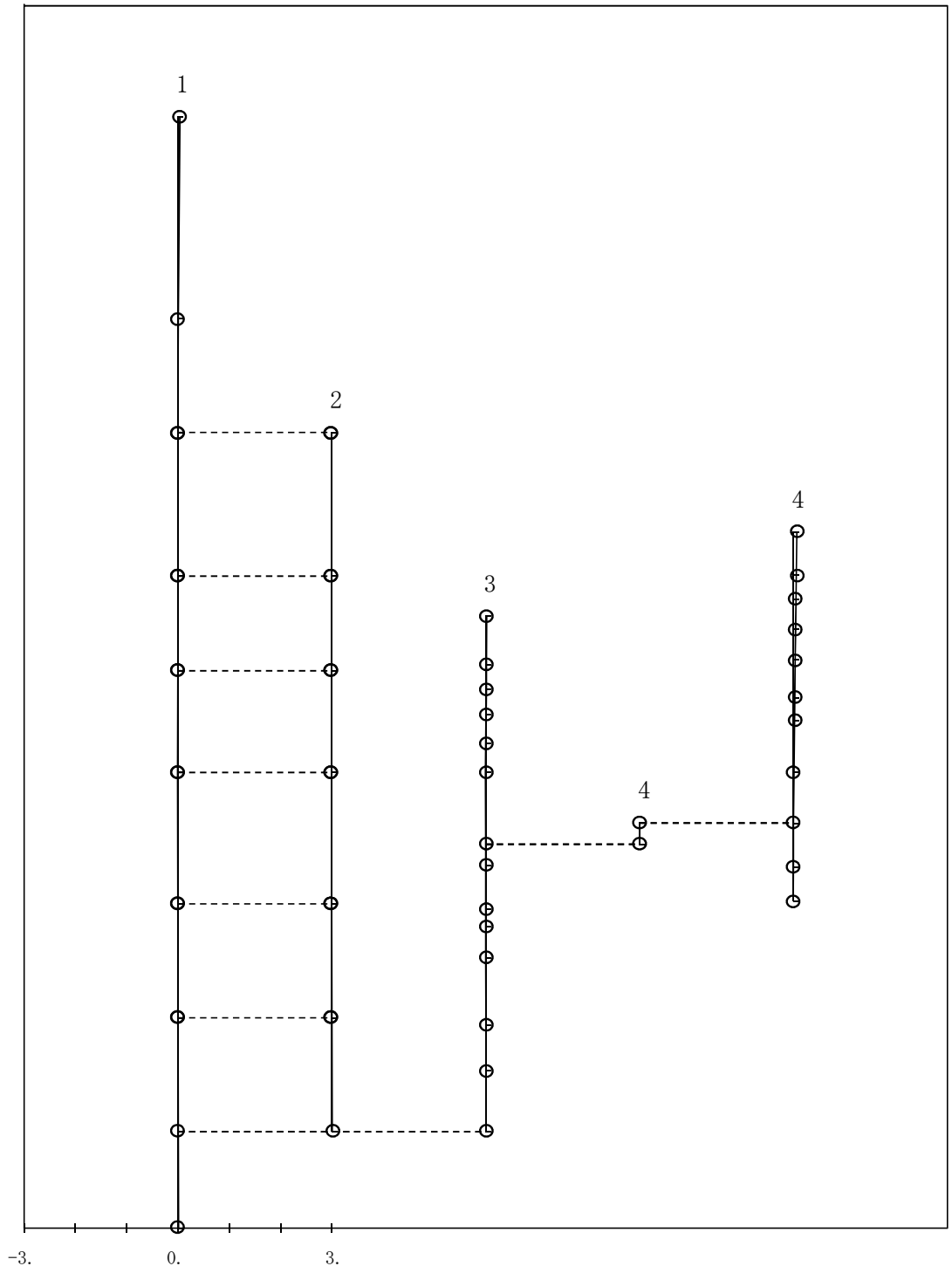


図4－140　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-2）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.440　　刺激係数　　；1.586

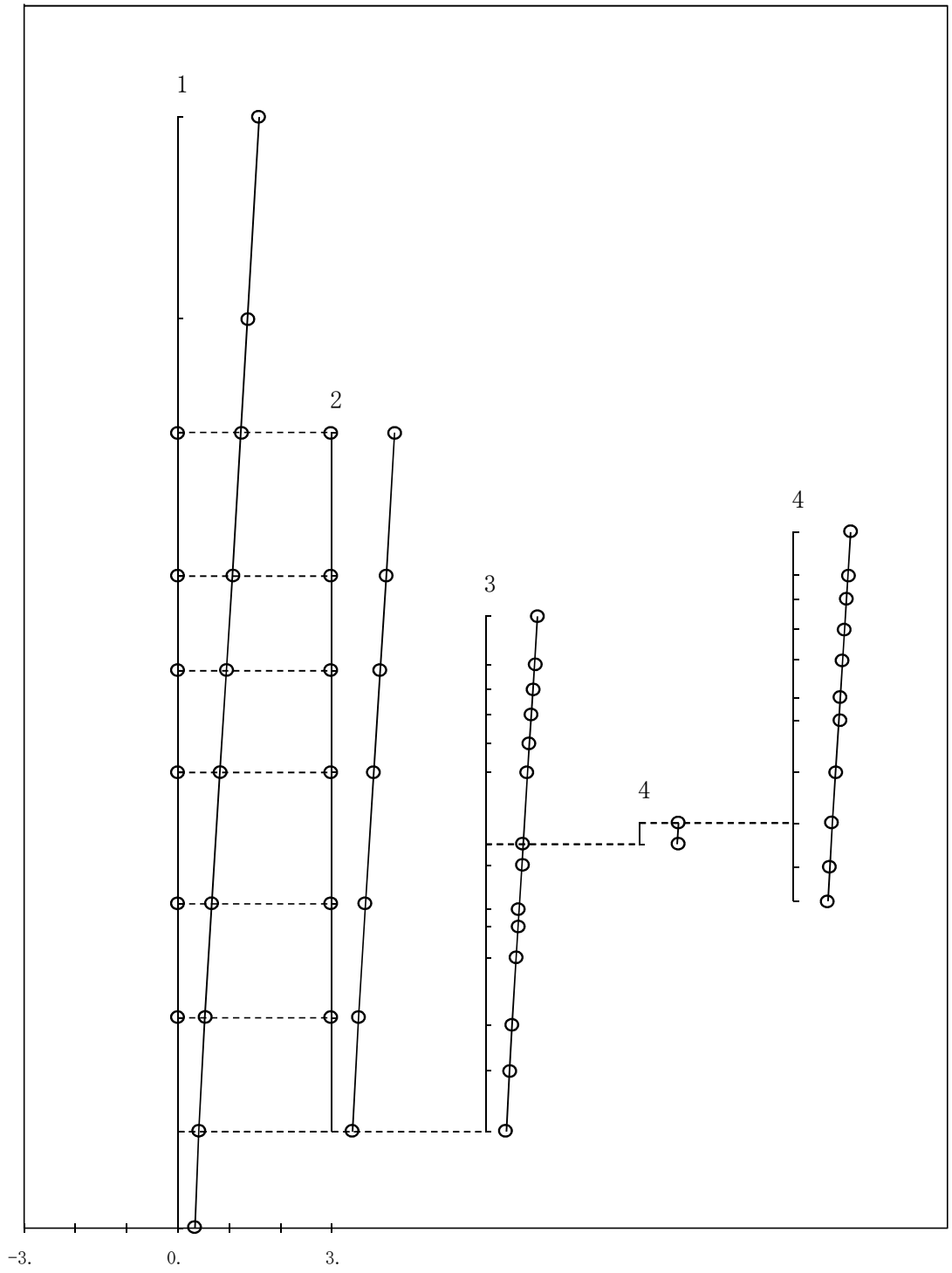


図4－141　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.194　　刺激係数　　；-0.696

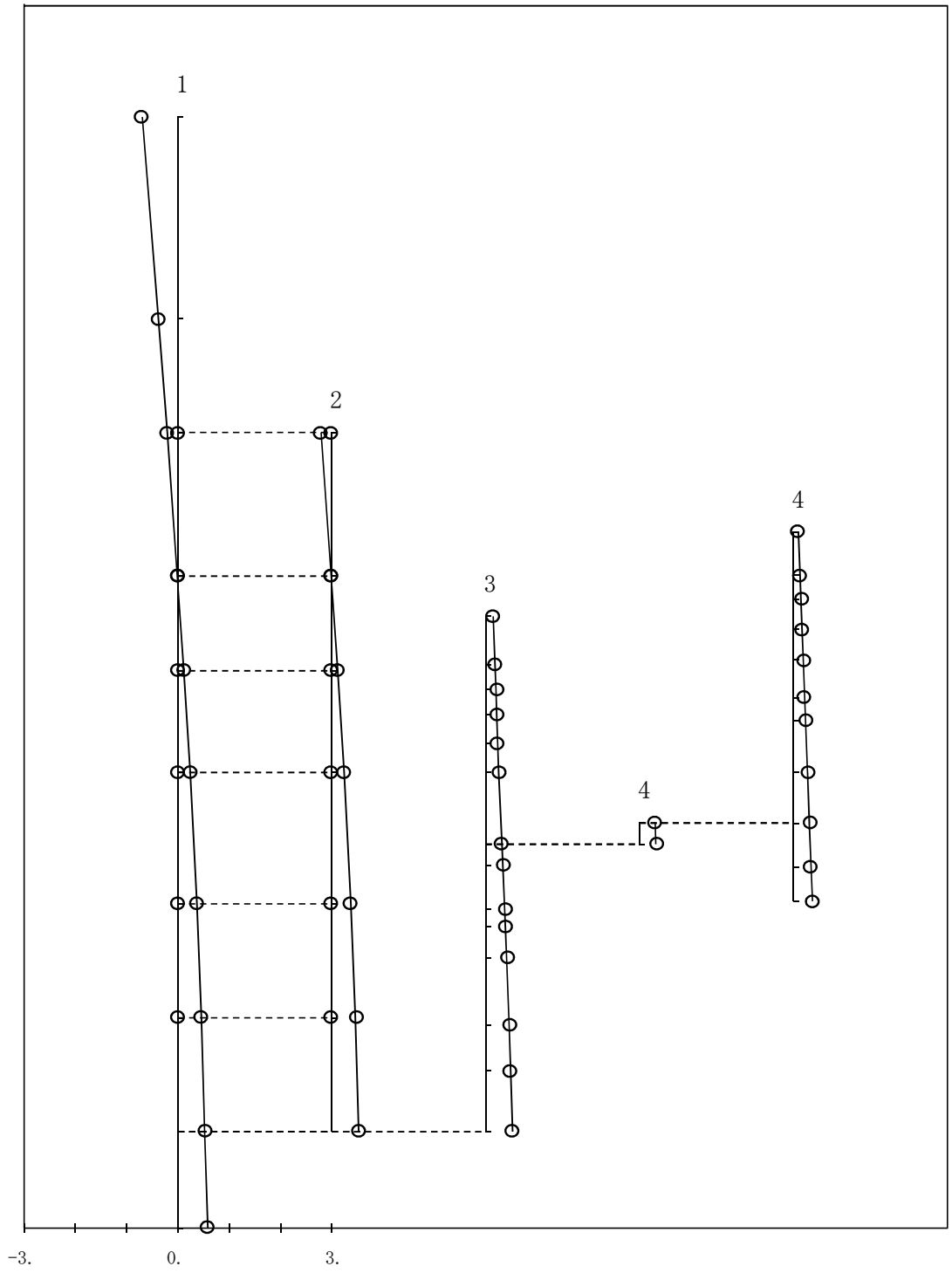


図4－142　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.069

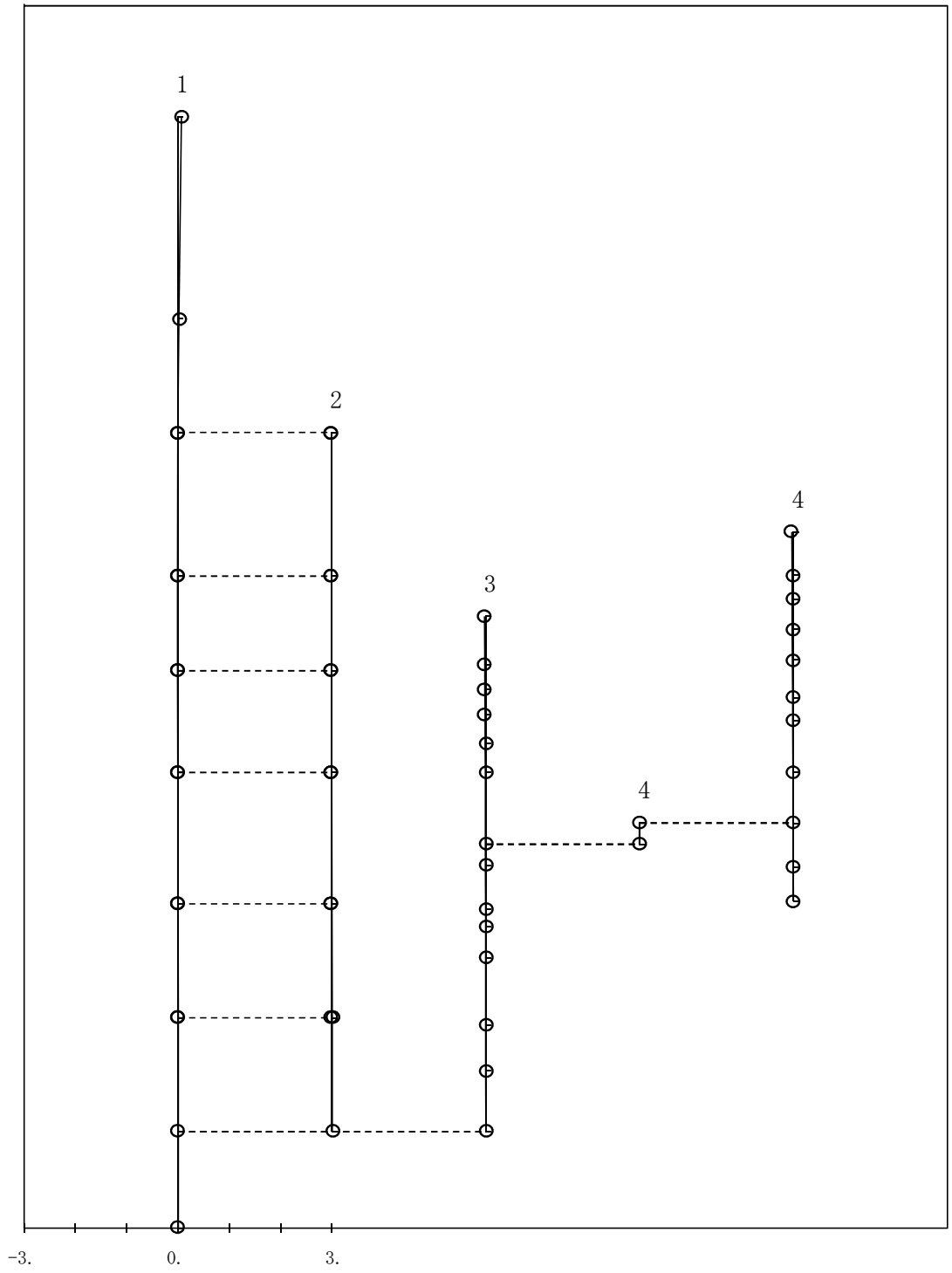


図4－143　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.482

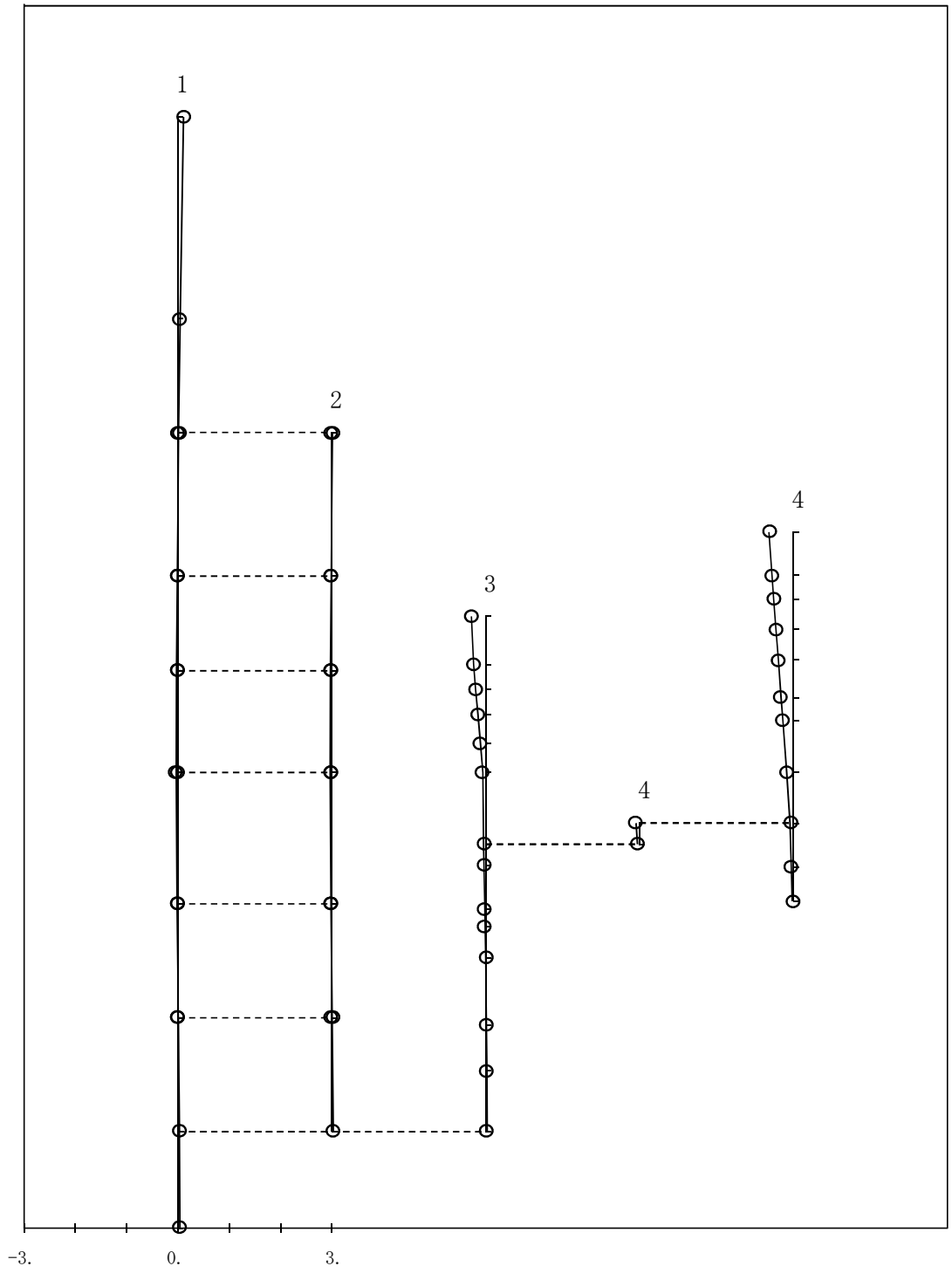


図4－144　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.054

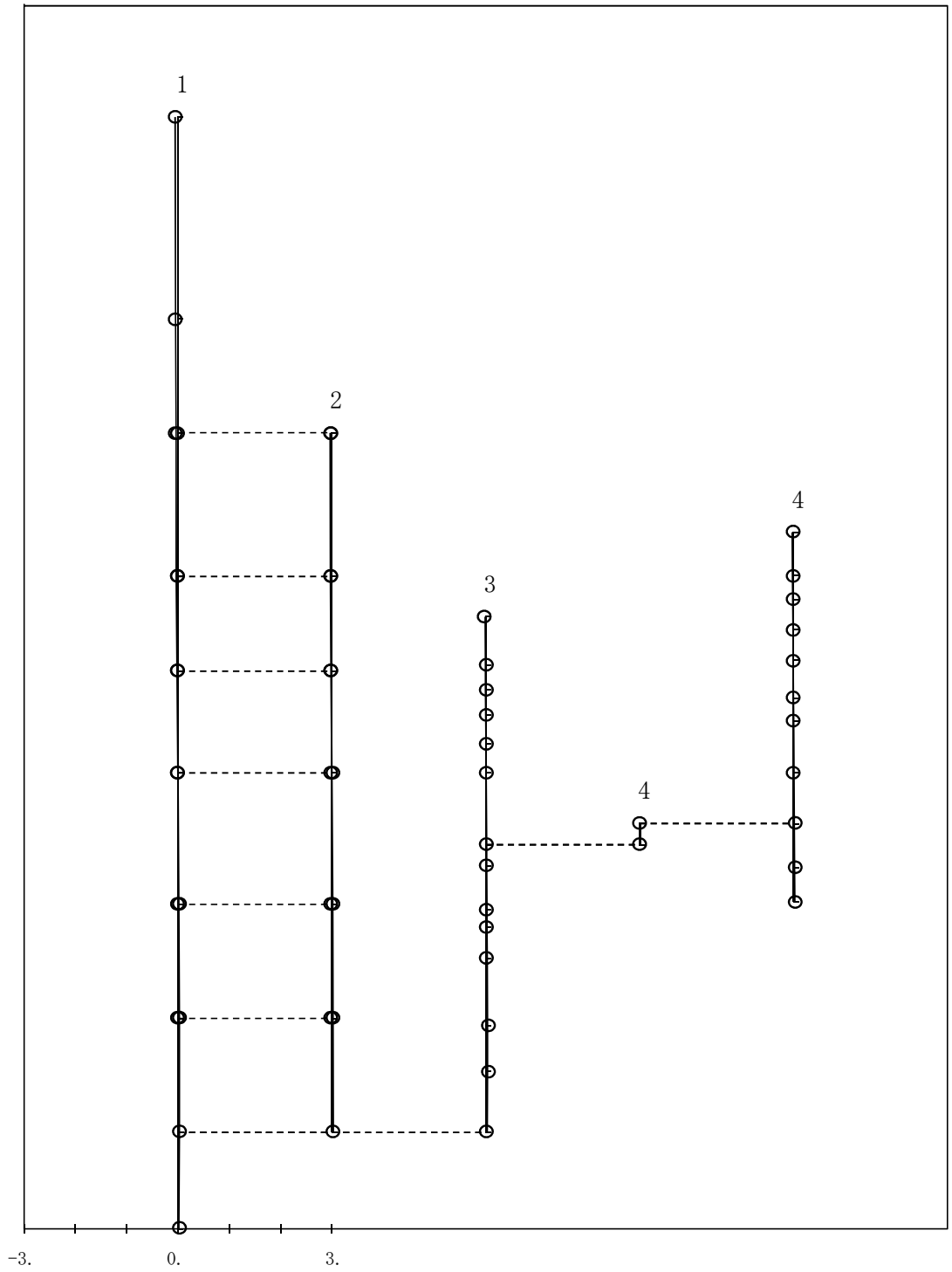


図4－145　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.259

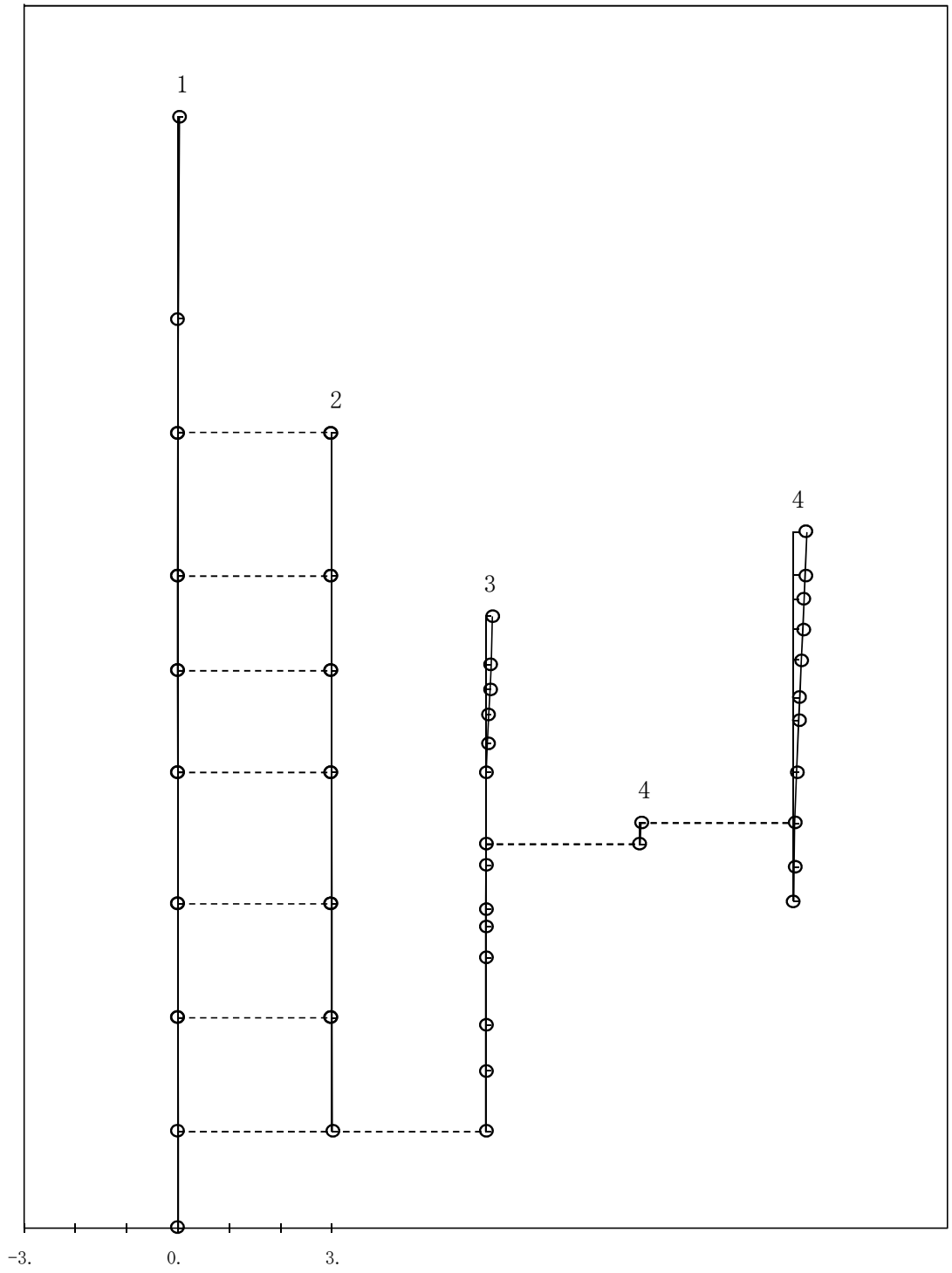


図4－146　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.038

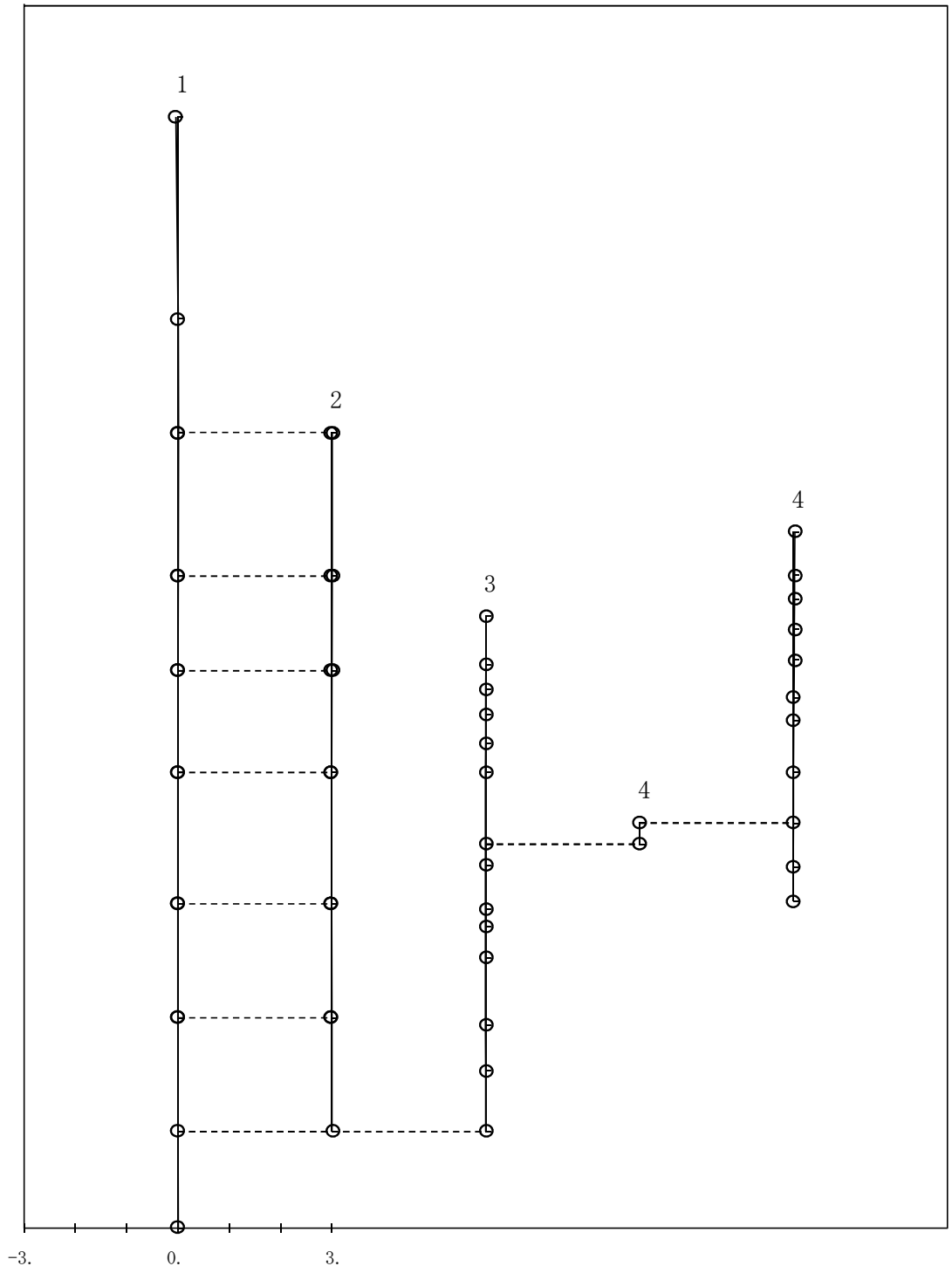


図4－147　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.430　　刺激係数　　；1.548

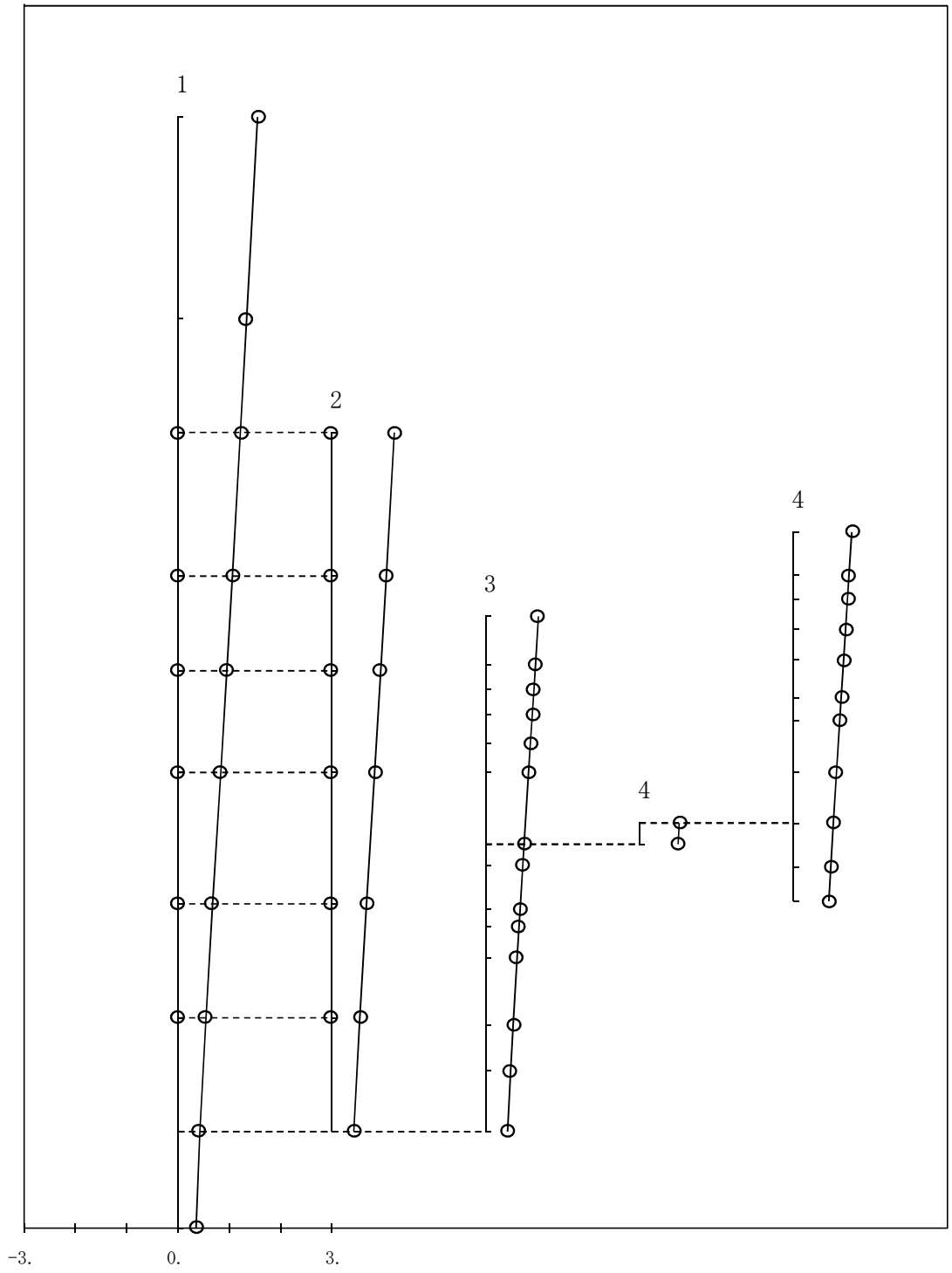


図4－148　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.192　　刺激係数　　；-0.617

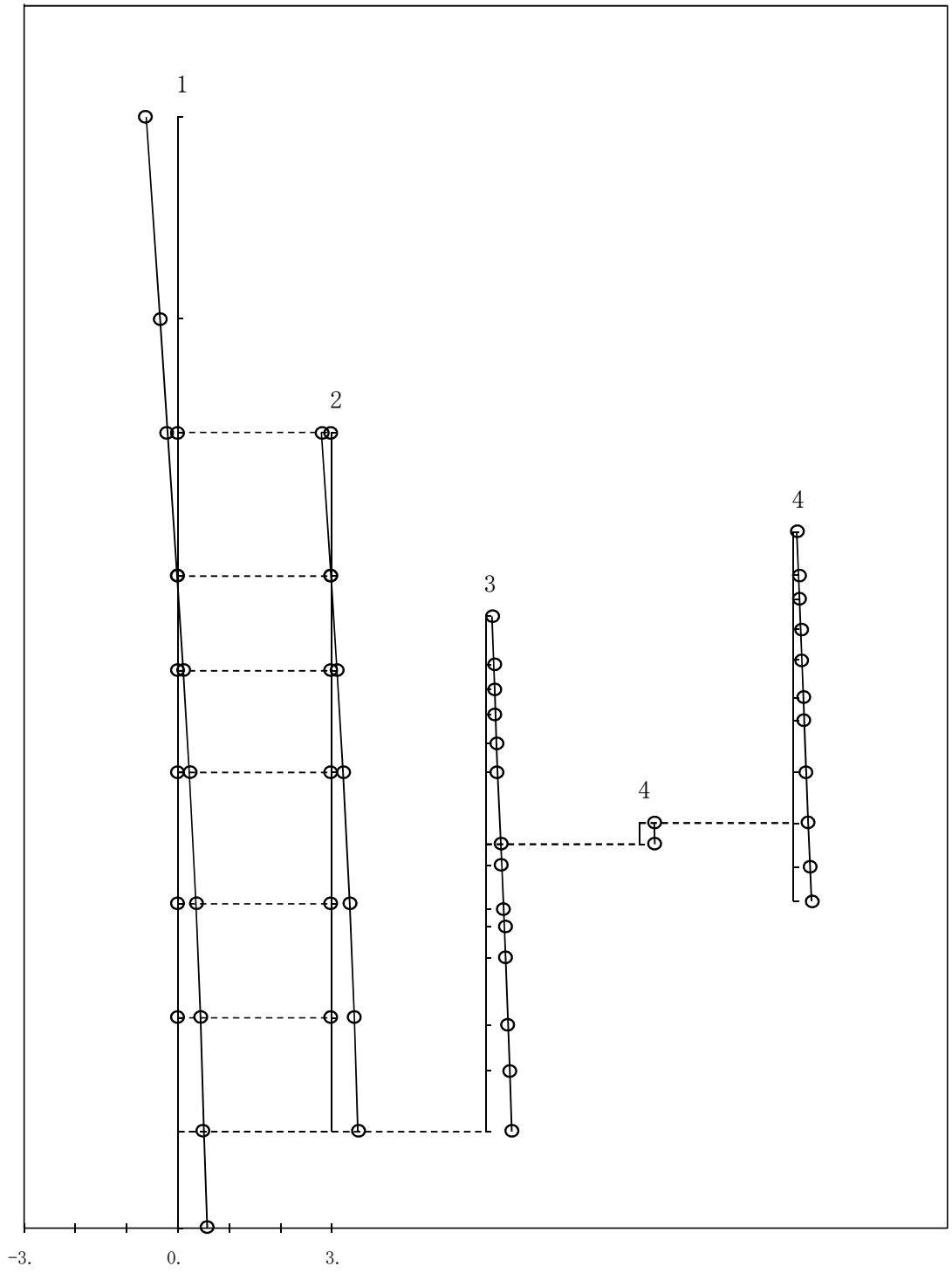


図4－149　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.033

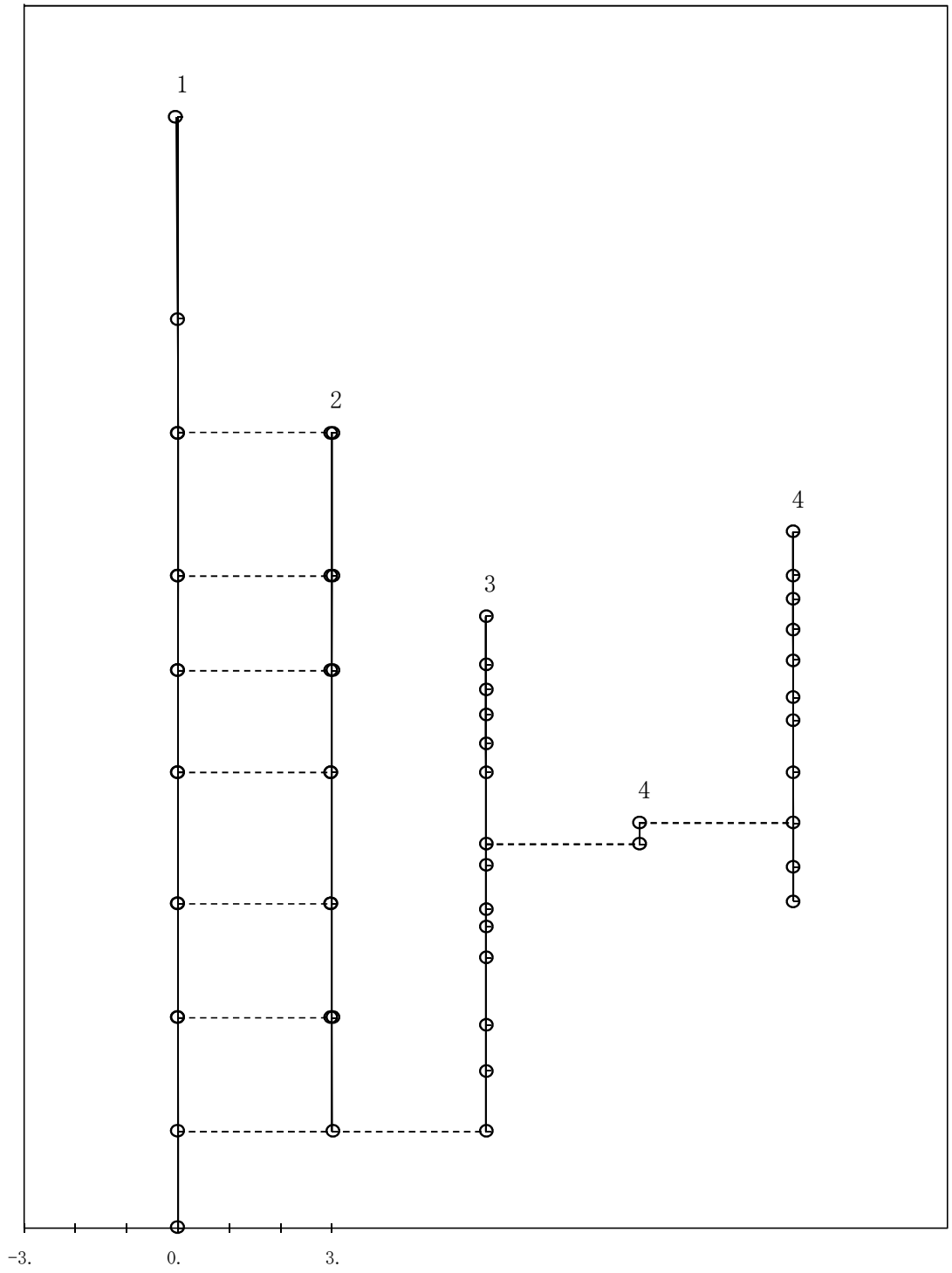


図4－150　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.505

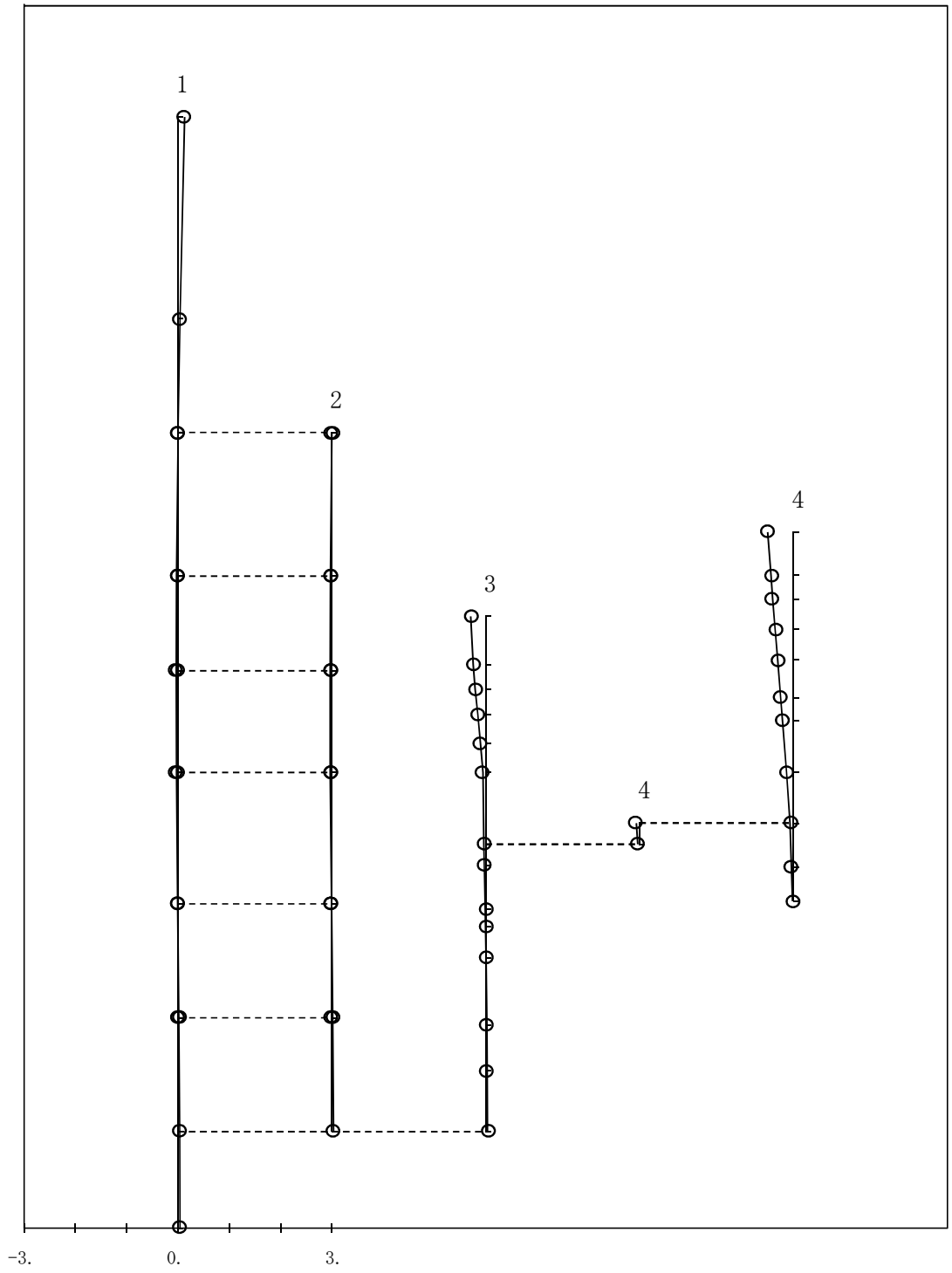


図4－151　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.148

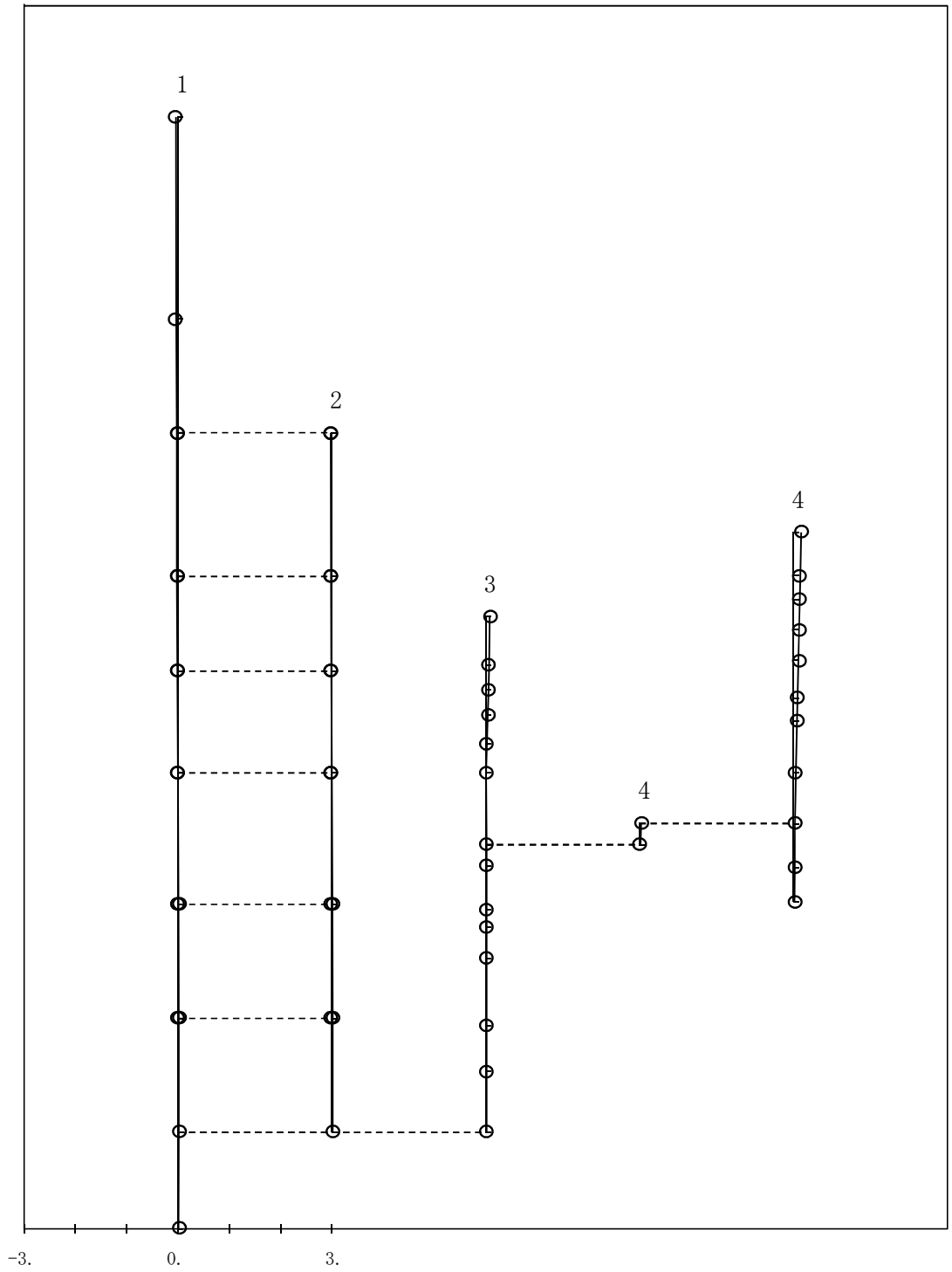


図4－152　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.074

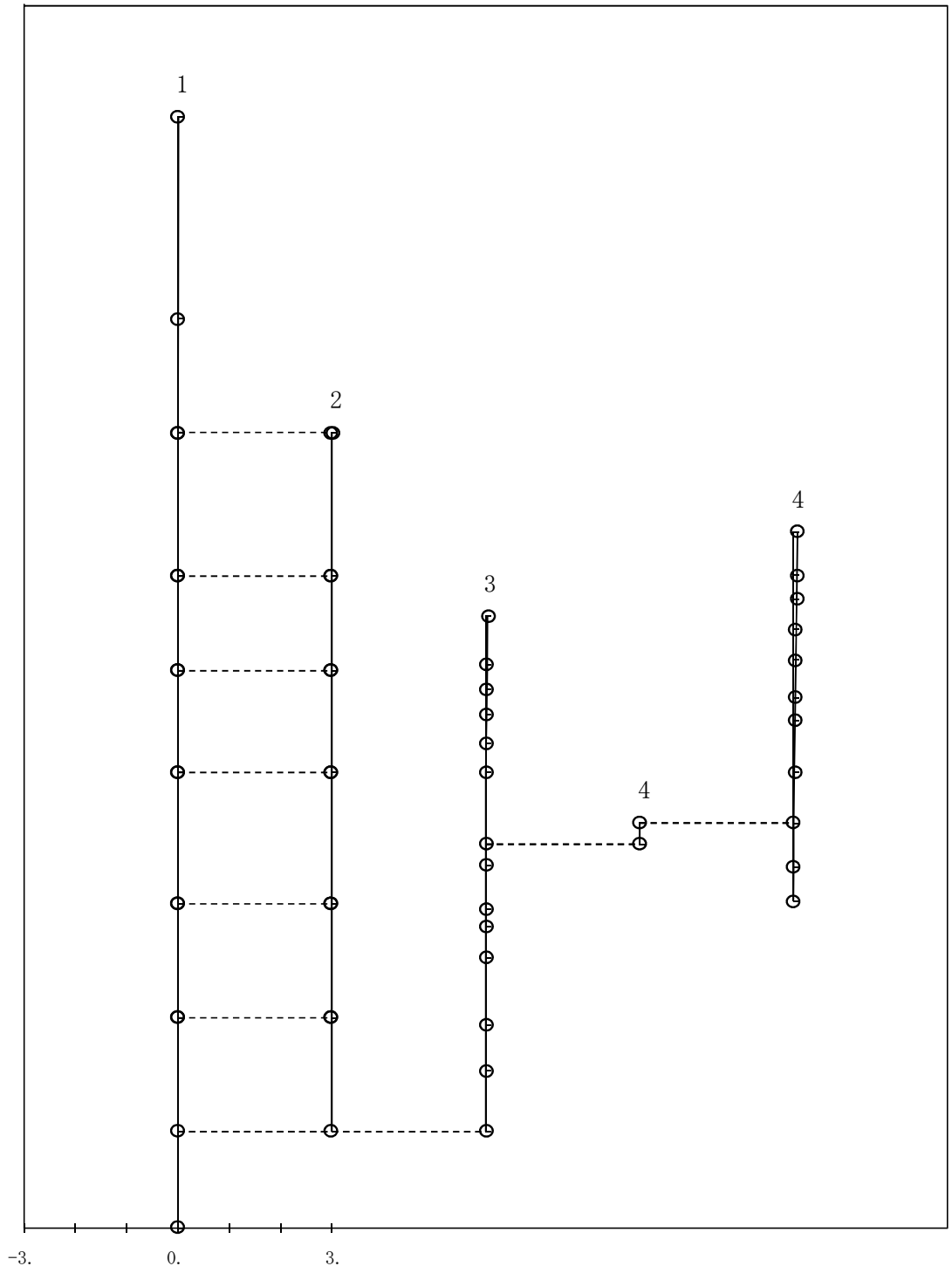


図4－153　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.061

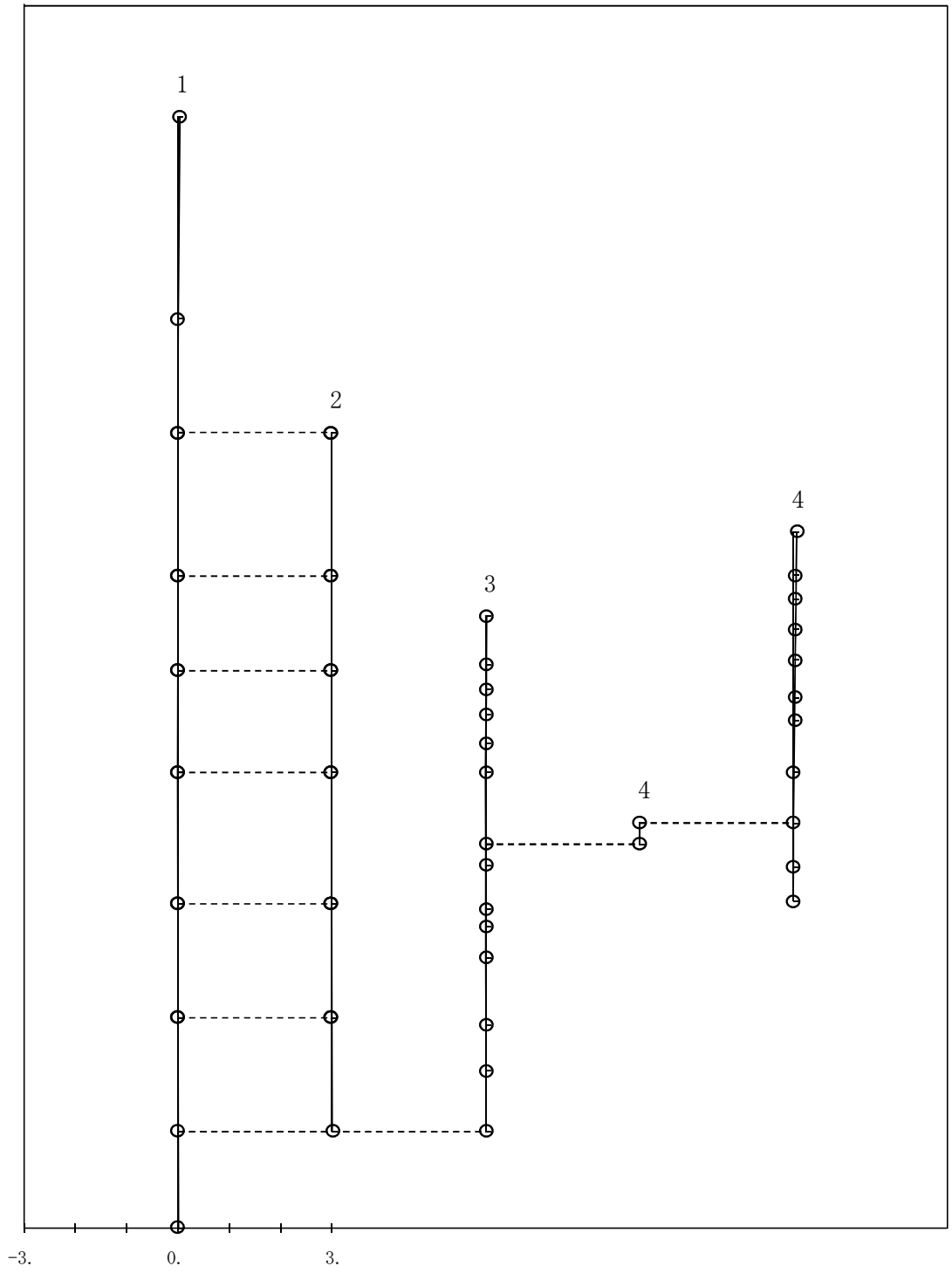


図4－154　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-3）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.431　　刺激係数　　；1.590

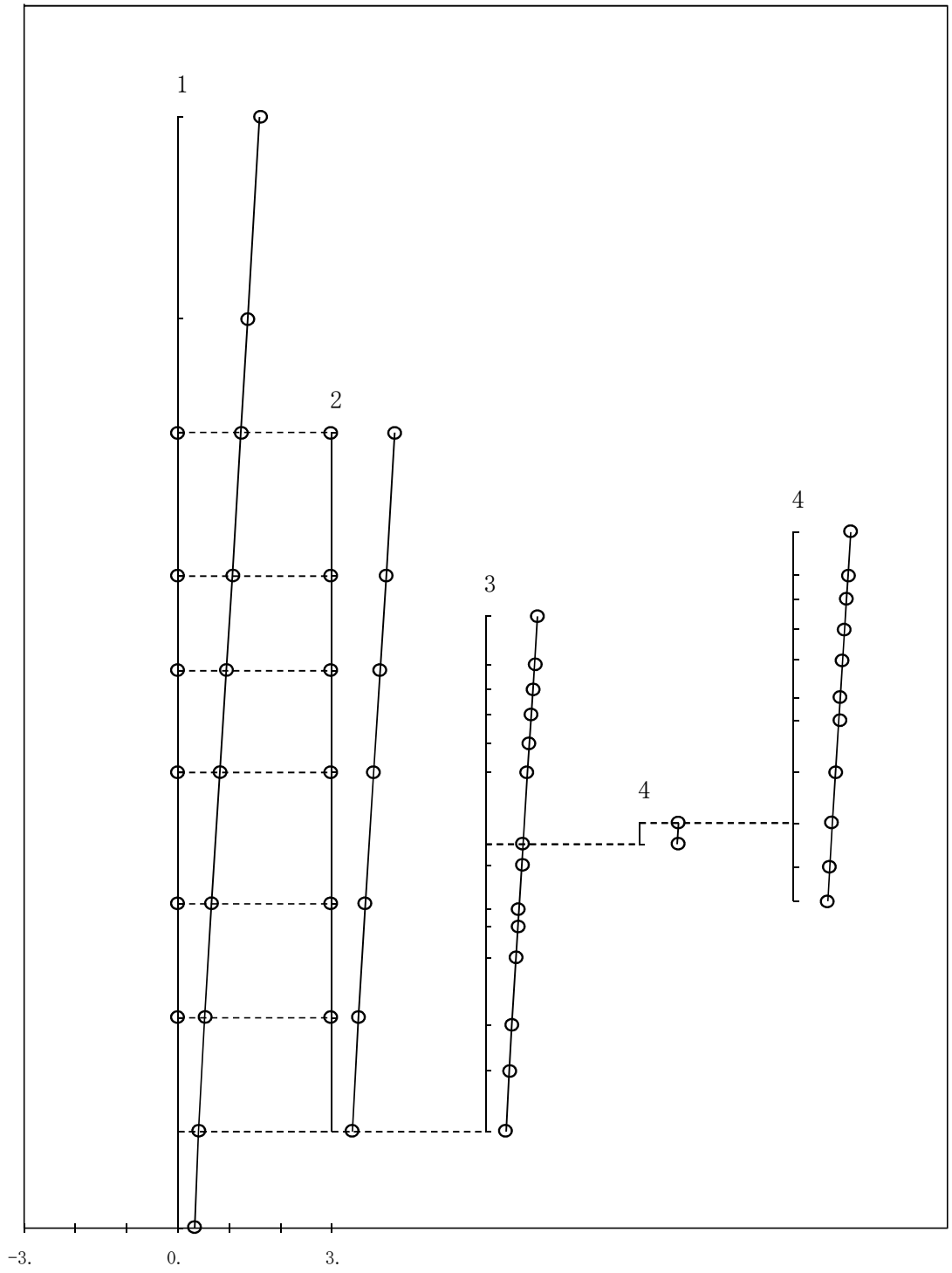


図4－155　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.190　　刺激係数　　；-0.706

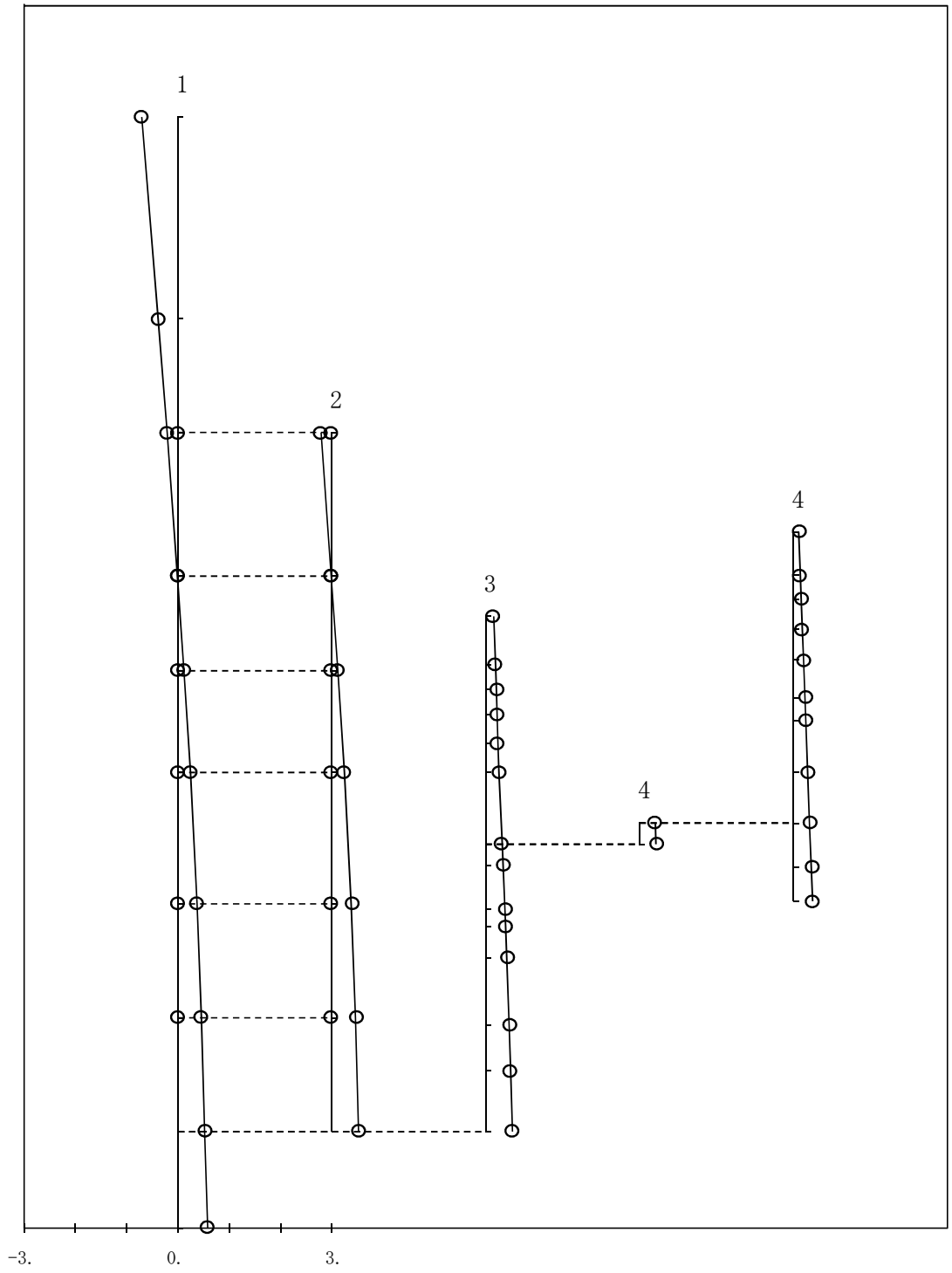


図4－156　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.072

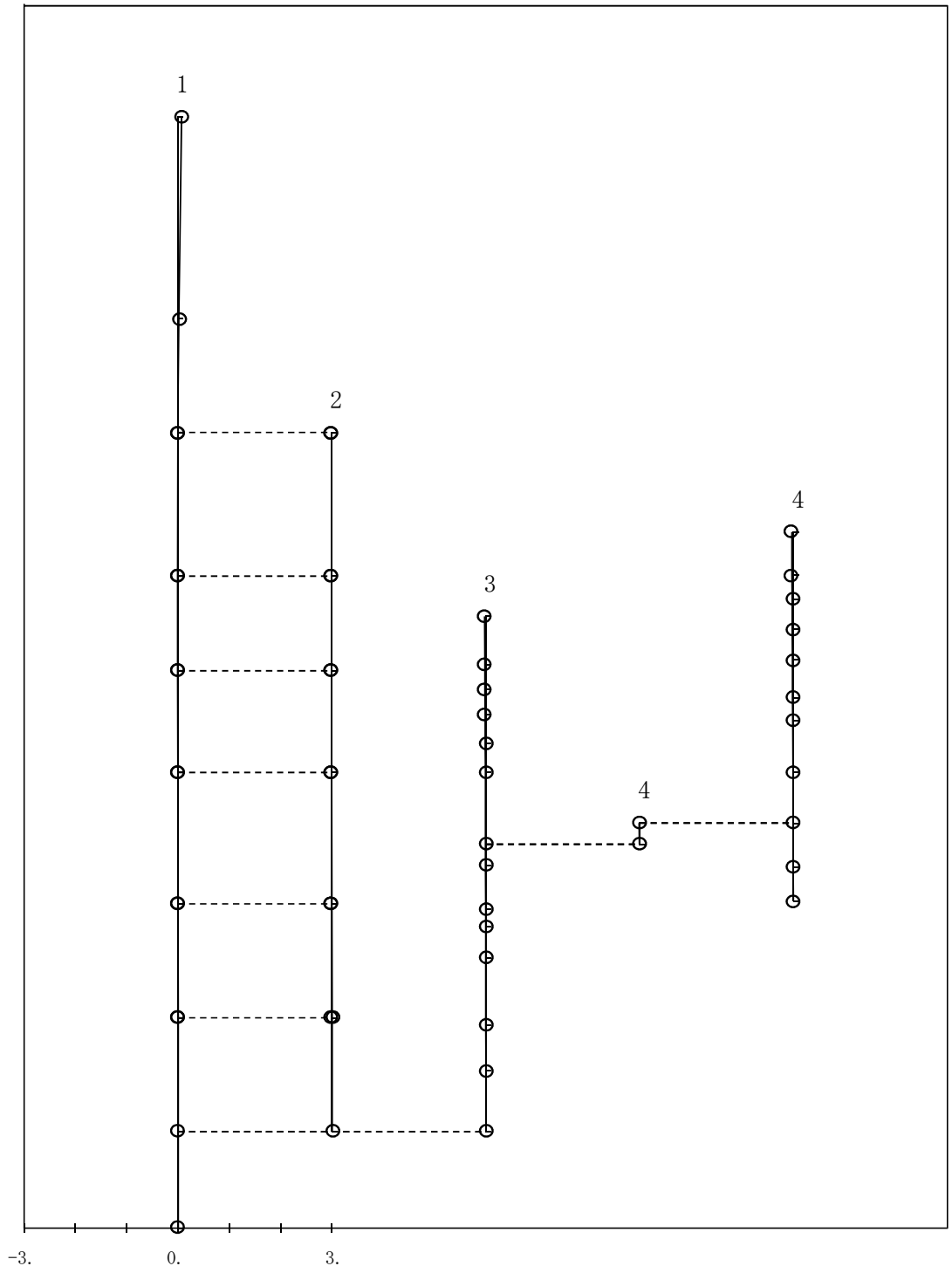


図4－157　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.541

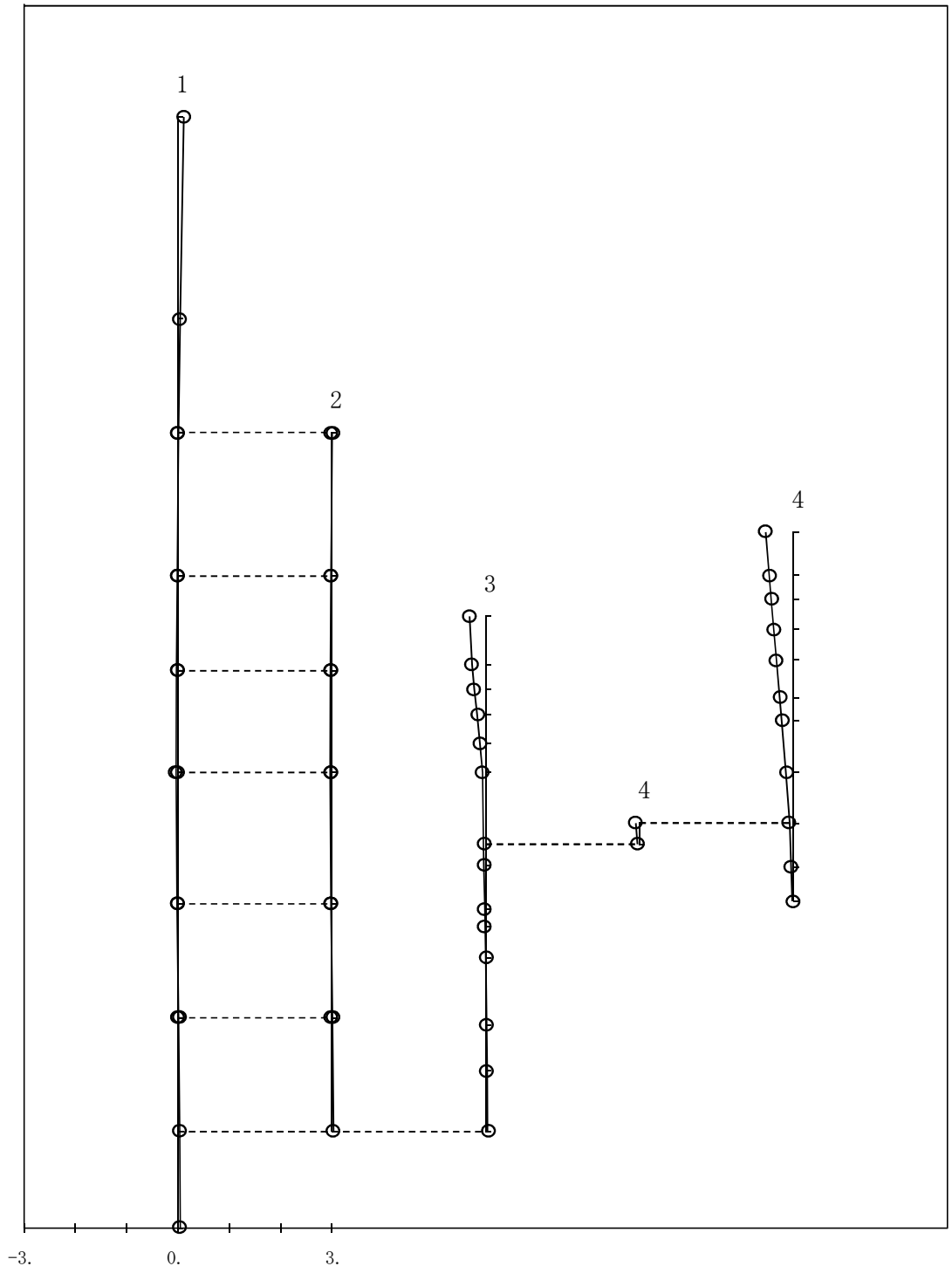


図4－158　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.057

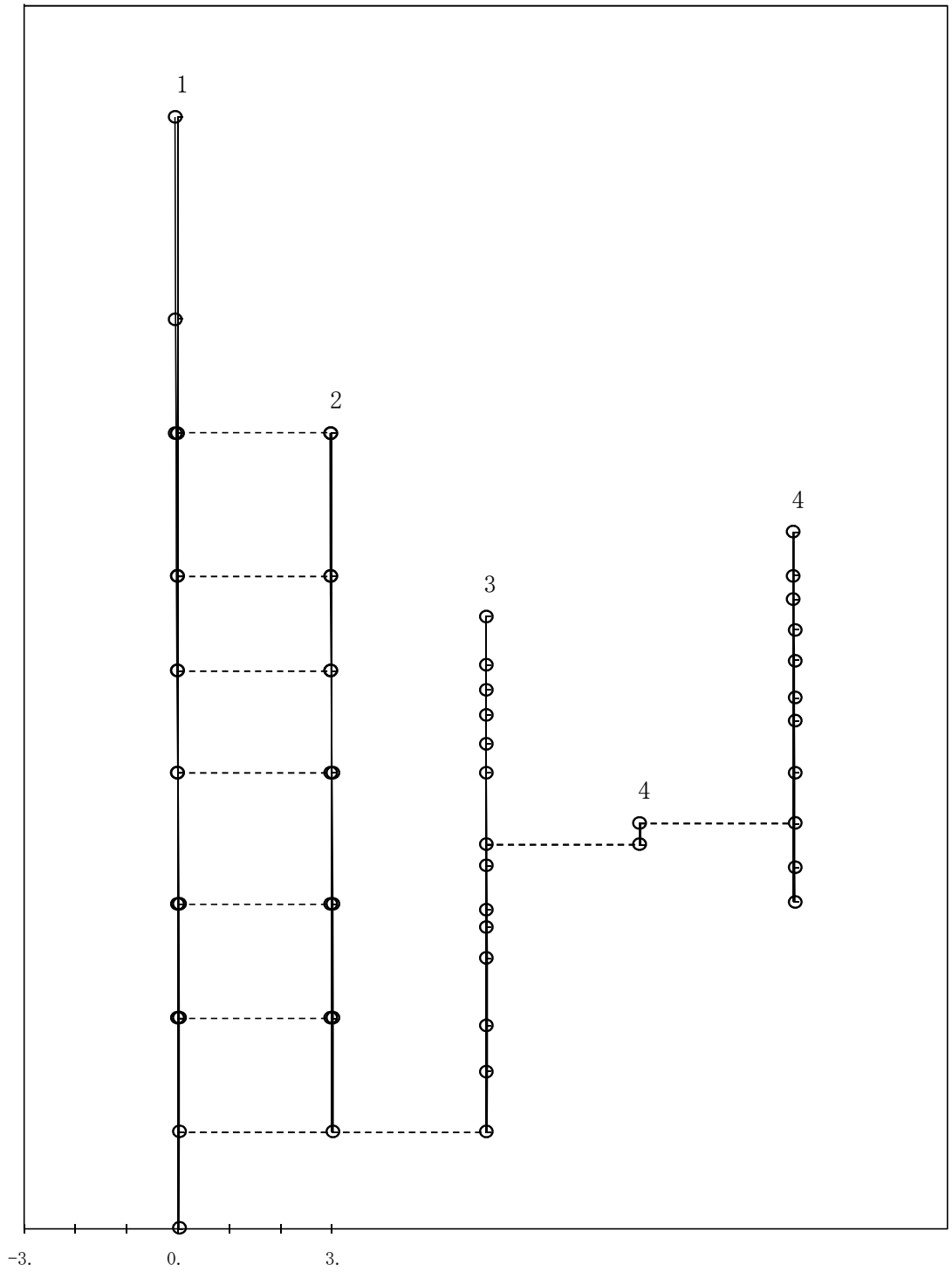


図4－159　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.274

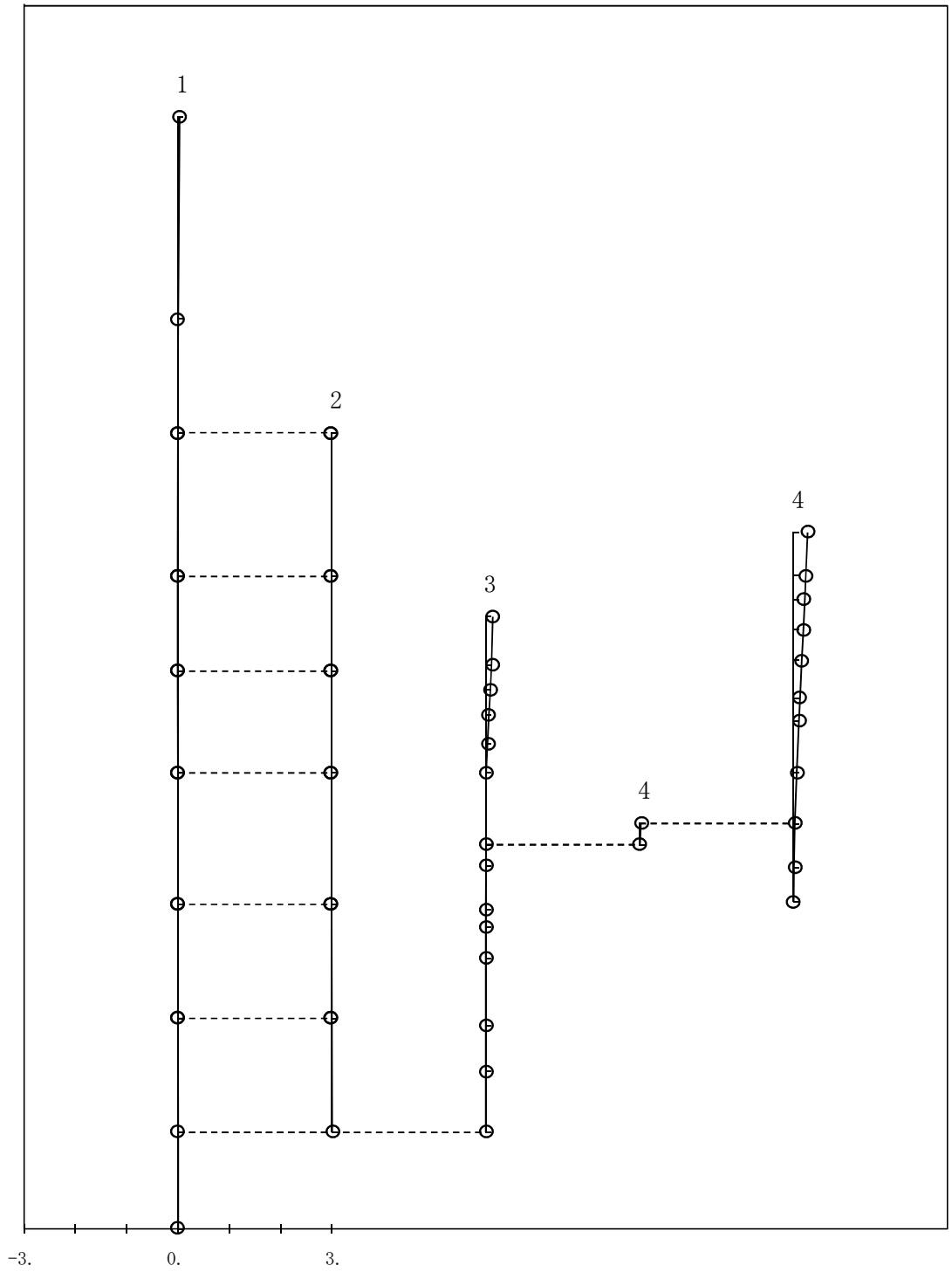


図4－160　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.041

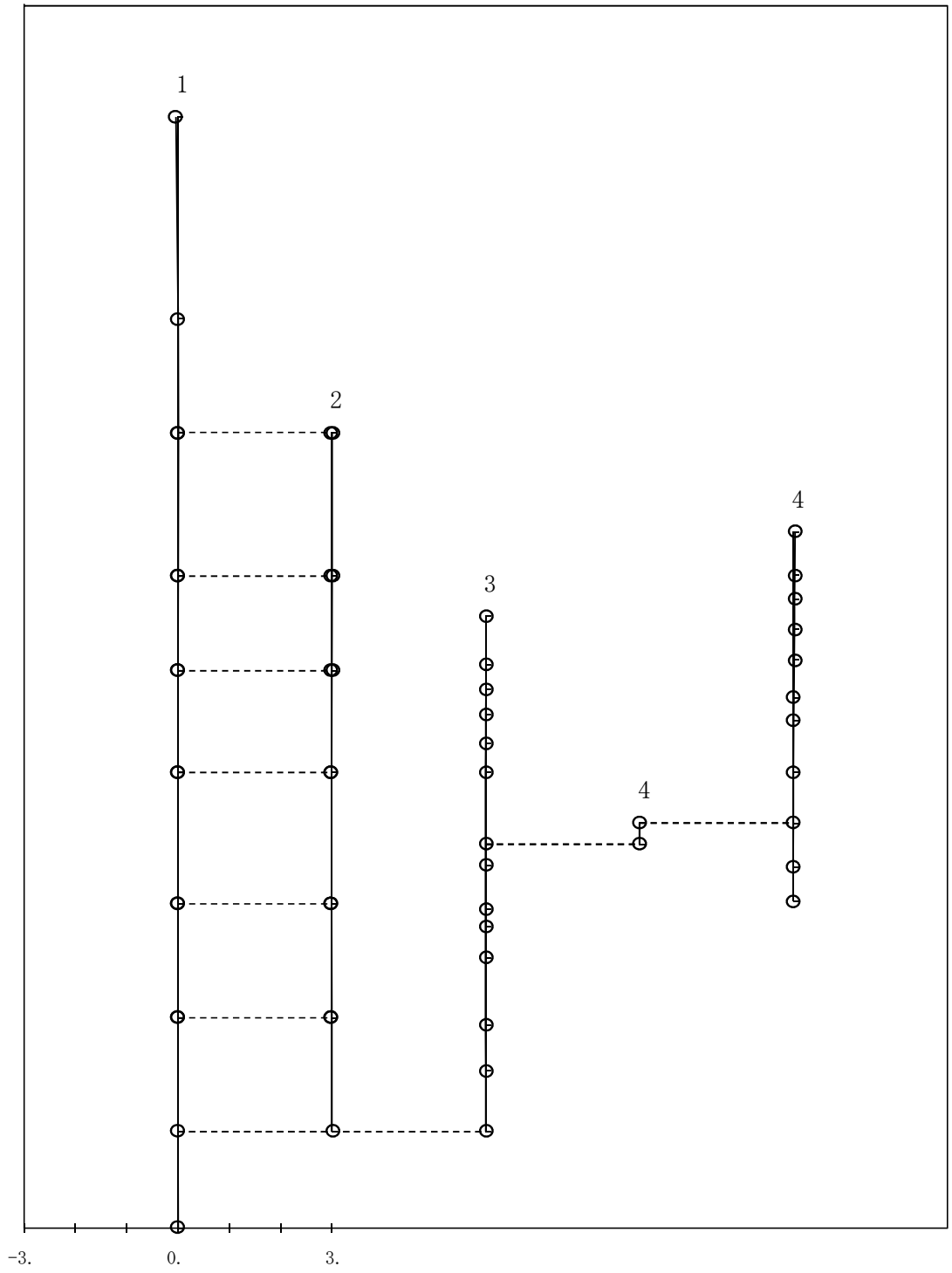


図4－161　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.422　　刺激係数　　；1.551

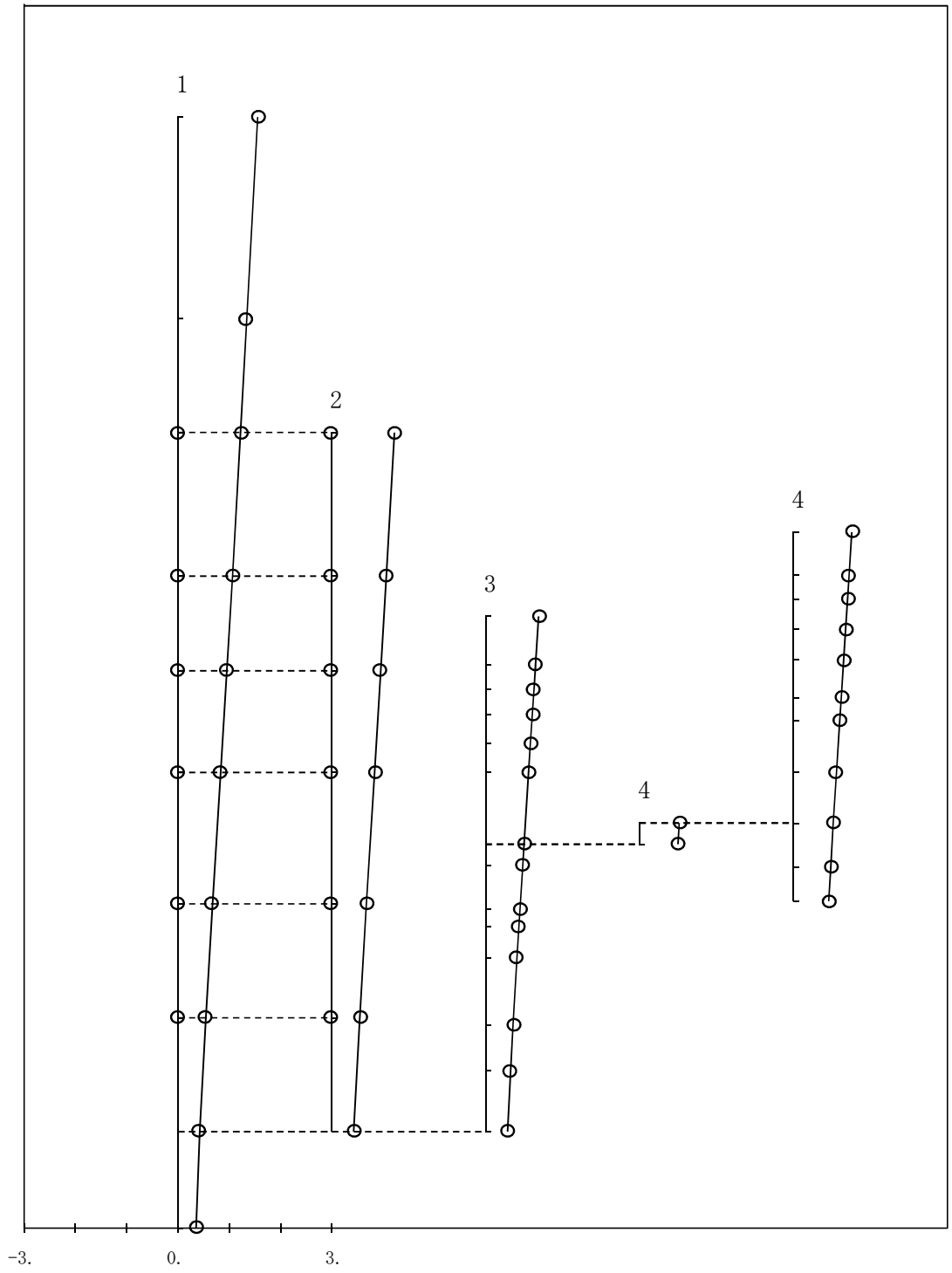


図4－162　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.189　　刺激係数　　；-0.624

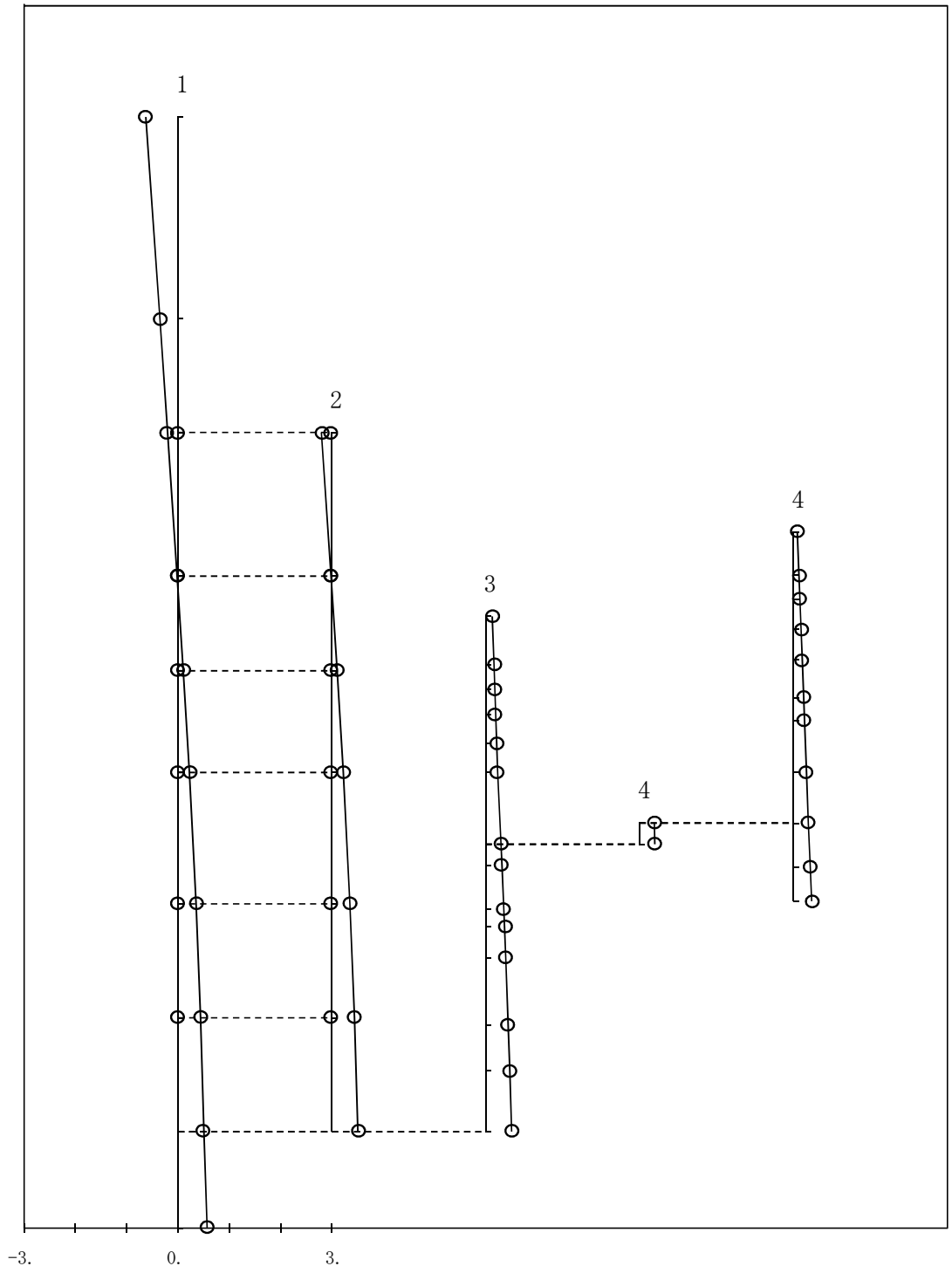


図4－163　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.034

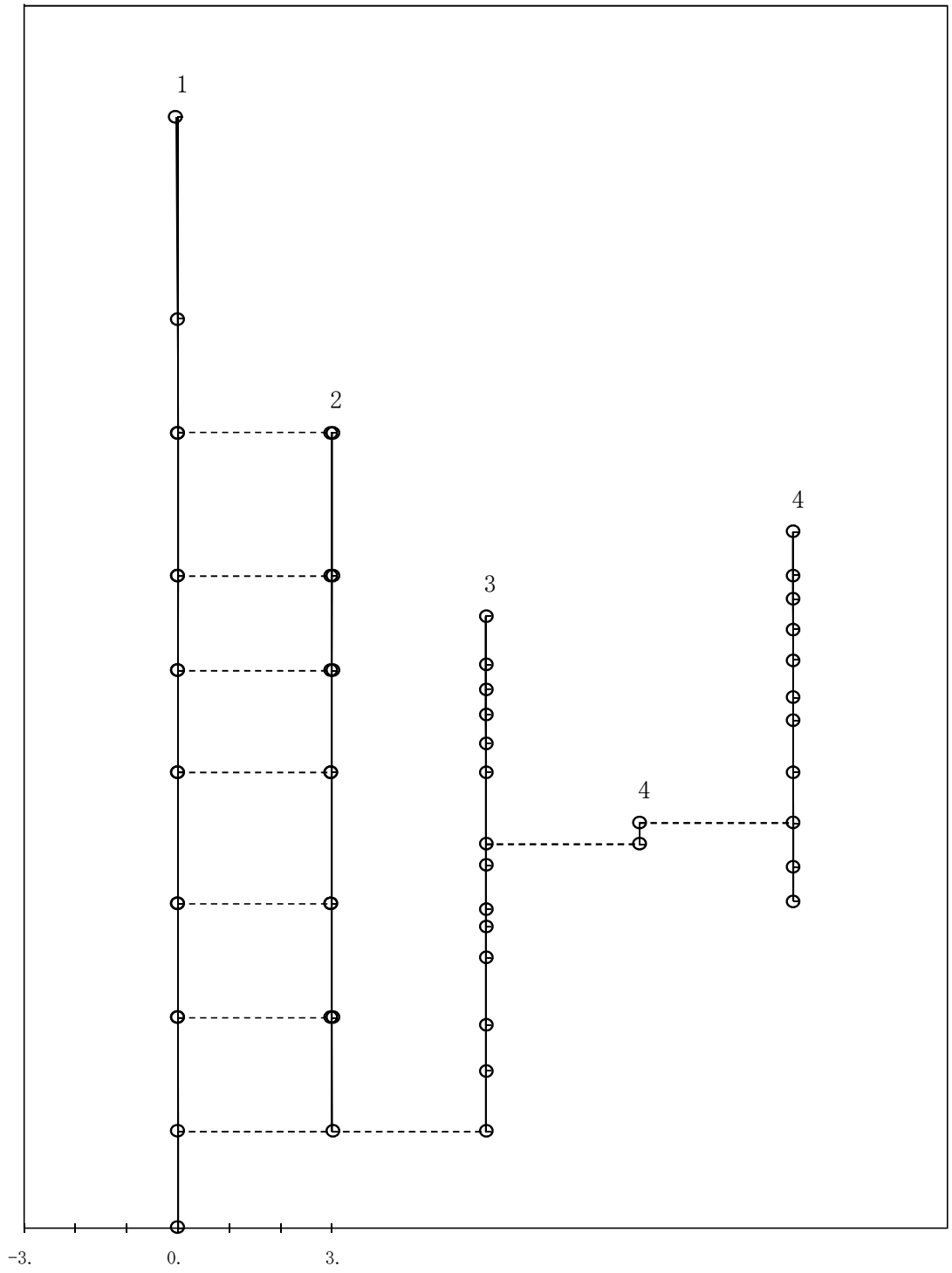


図4－164　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.538

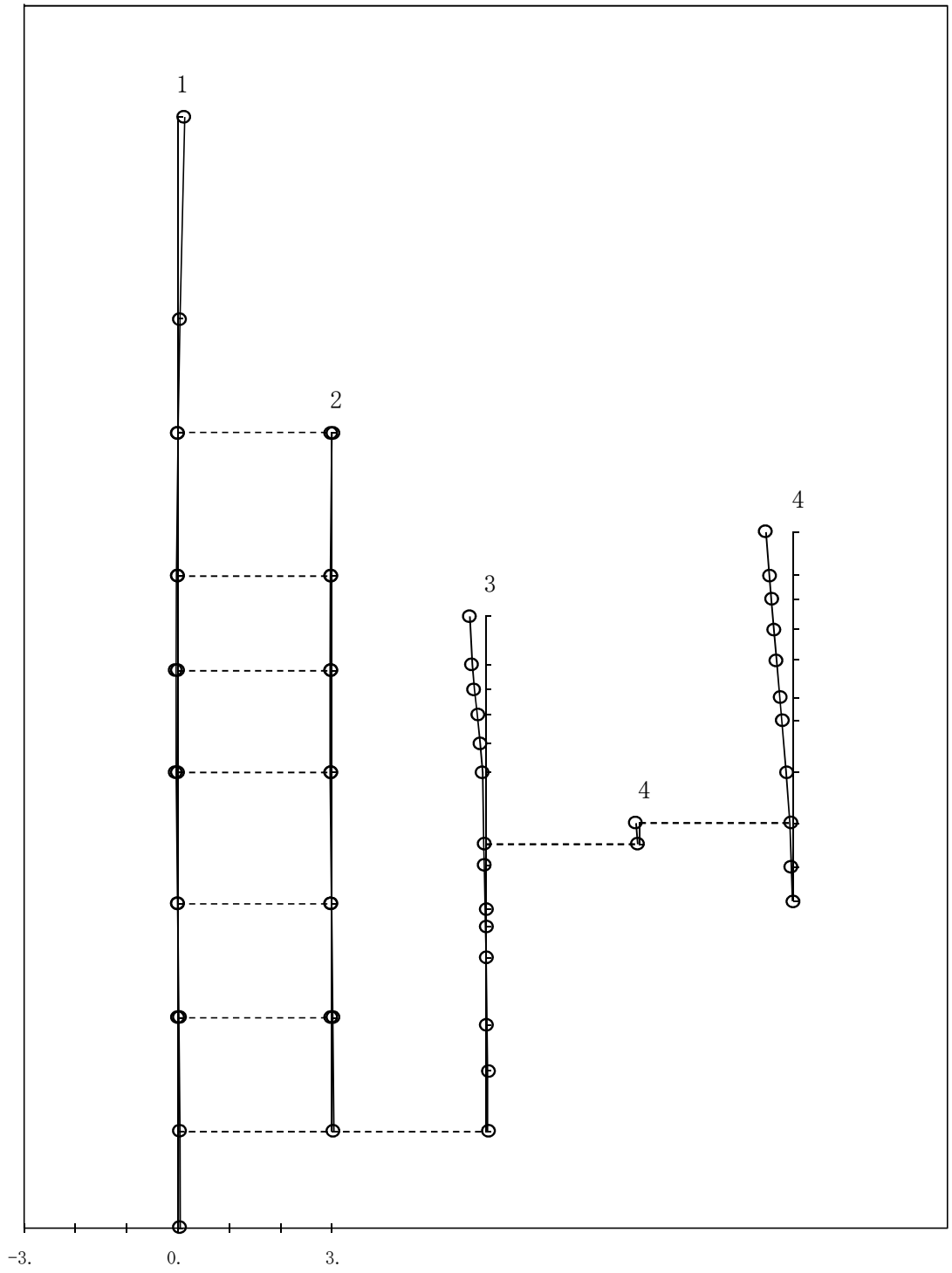


図4－165　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.197

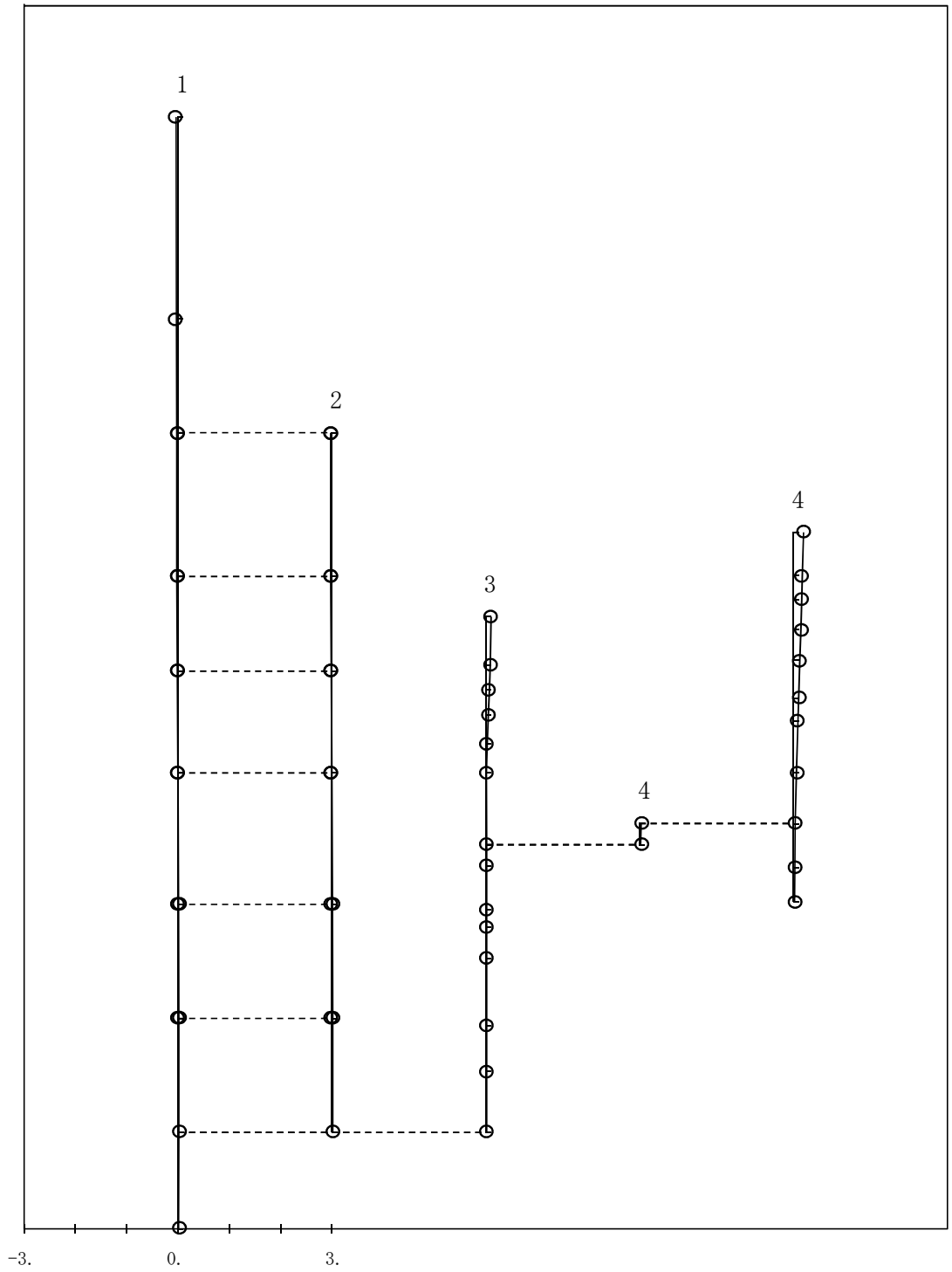


図4－166　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.041

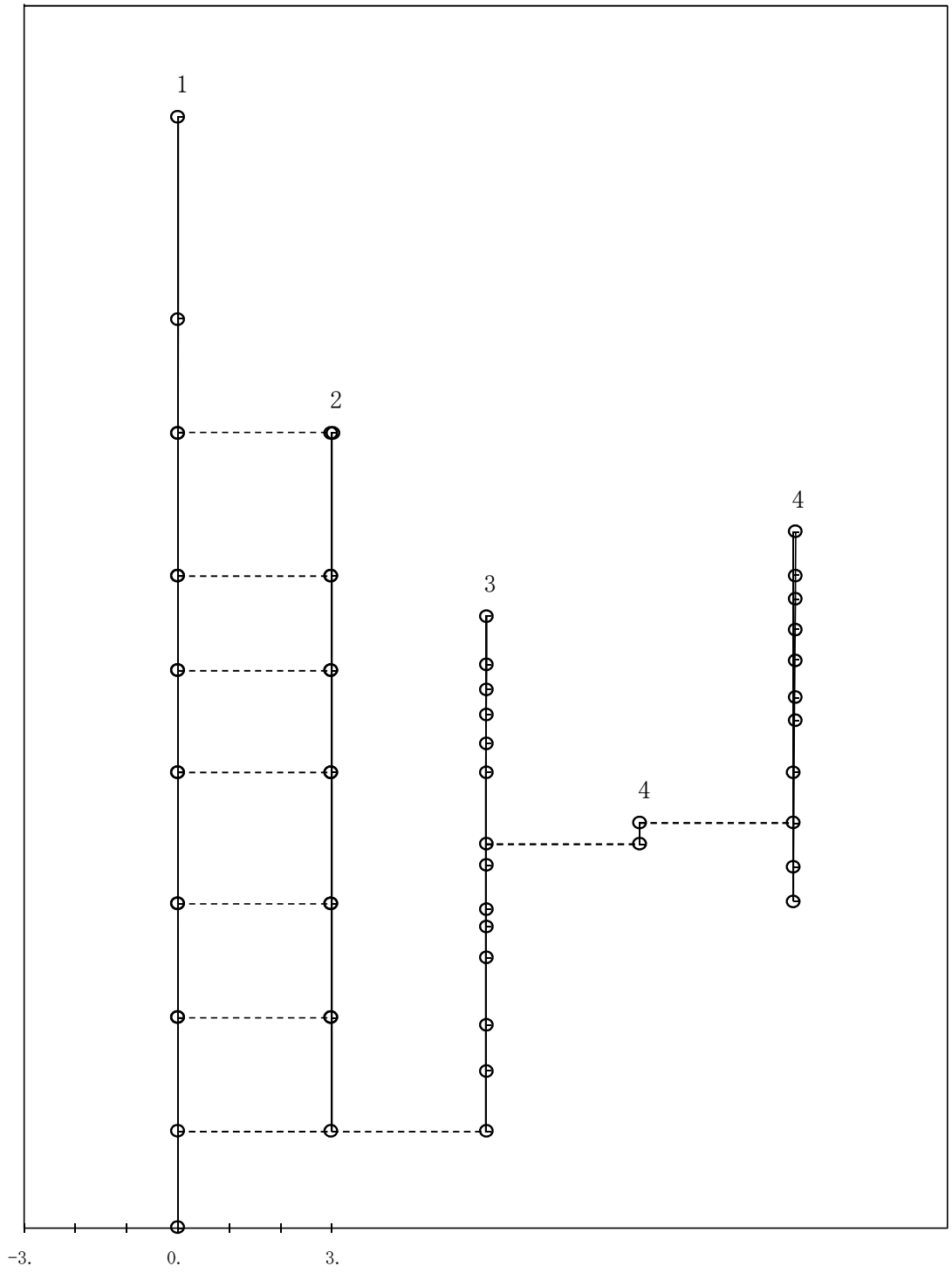


図4－167　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.064

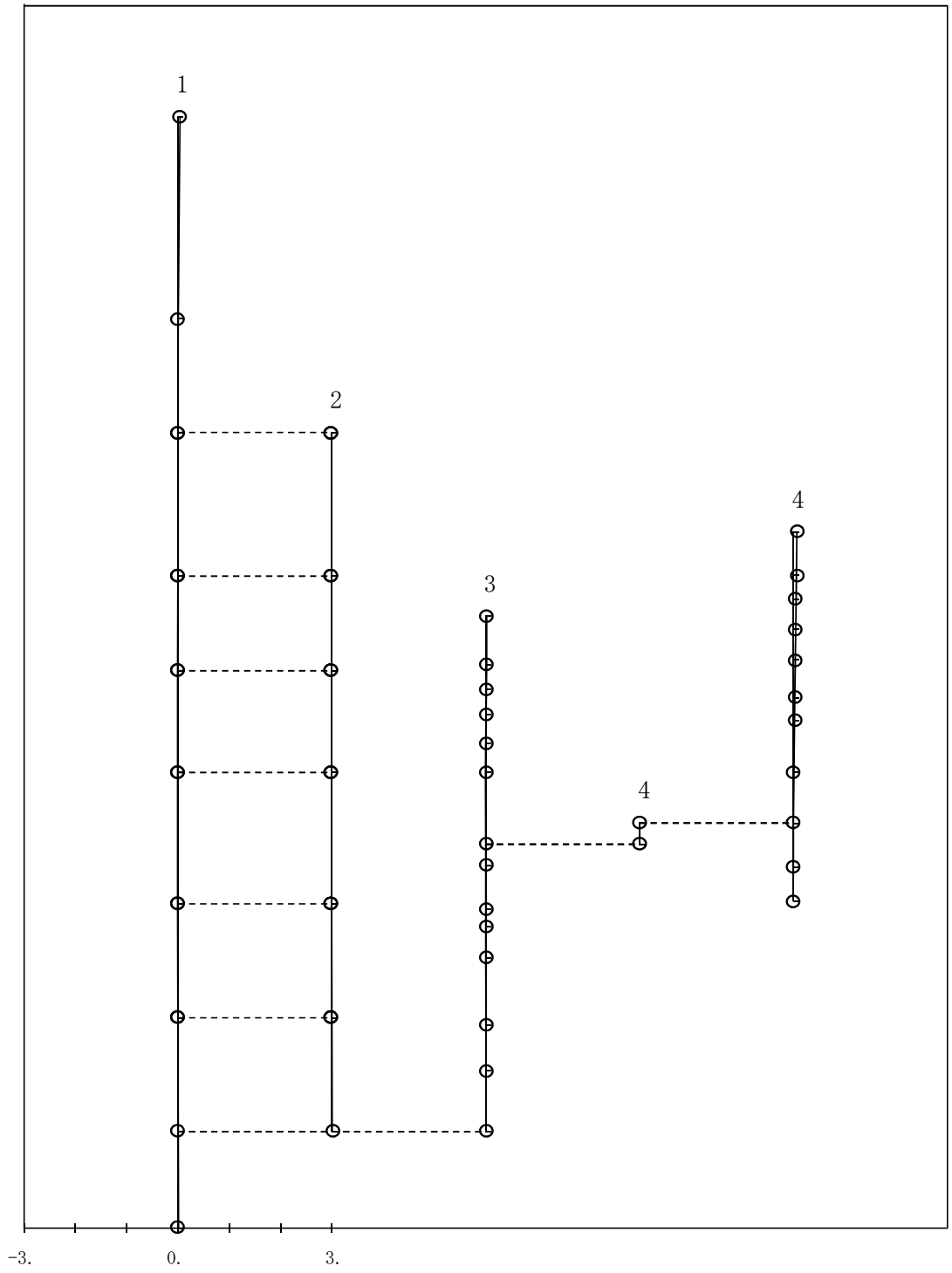


図4－168　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-4）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.434　　刺激係数　　；1.589

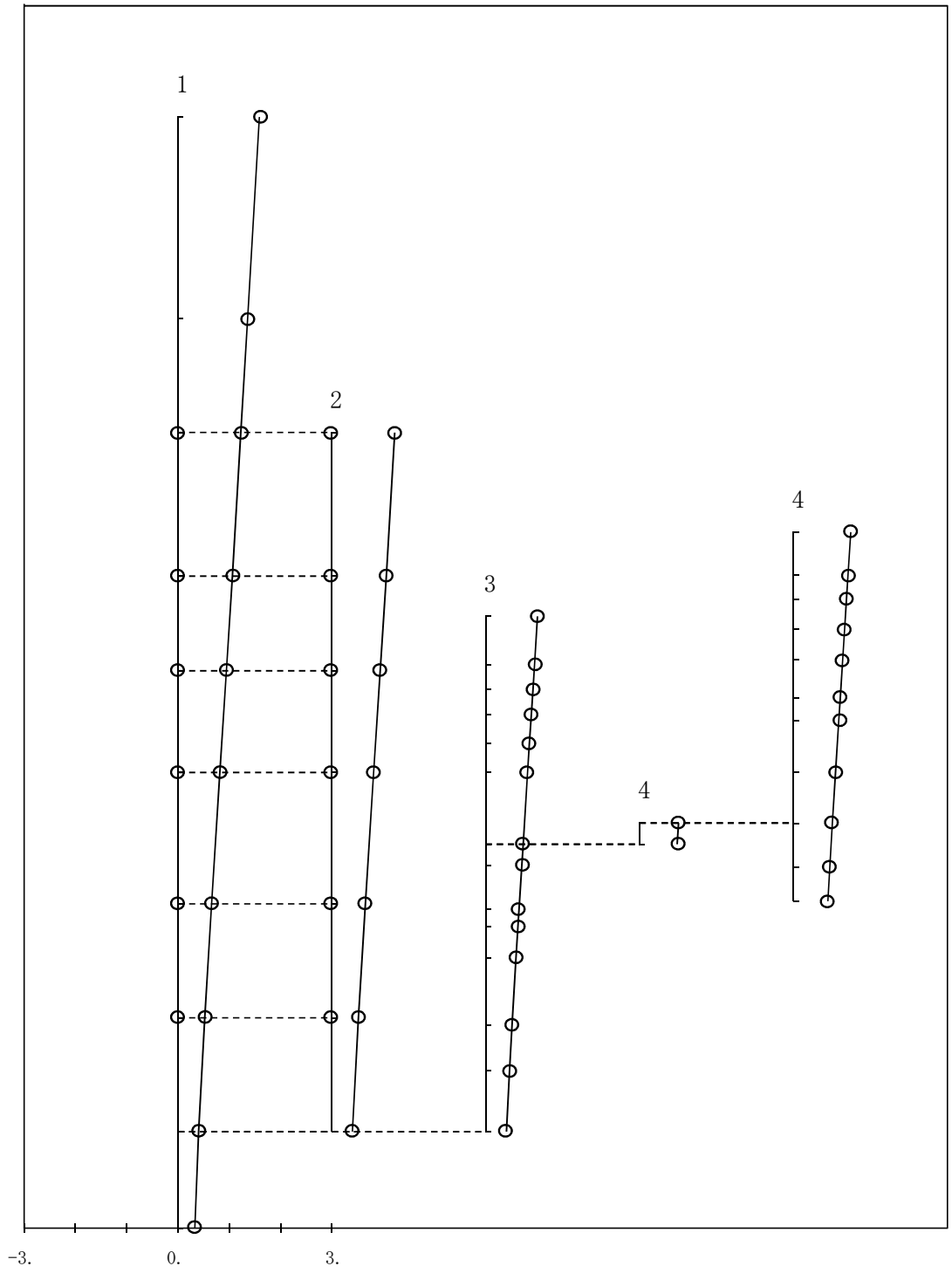


図4－169　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.191　　刺激係数　　；-0.703

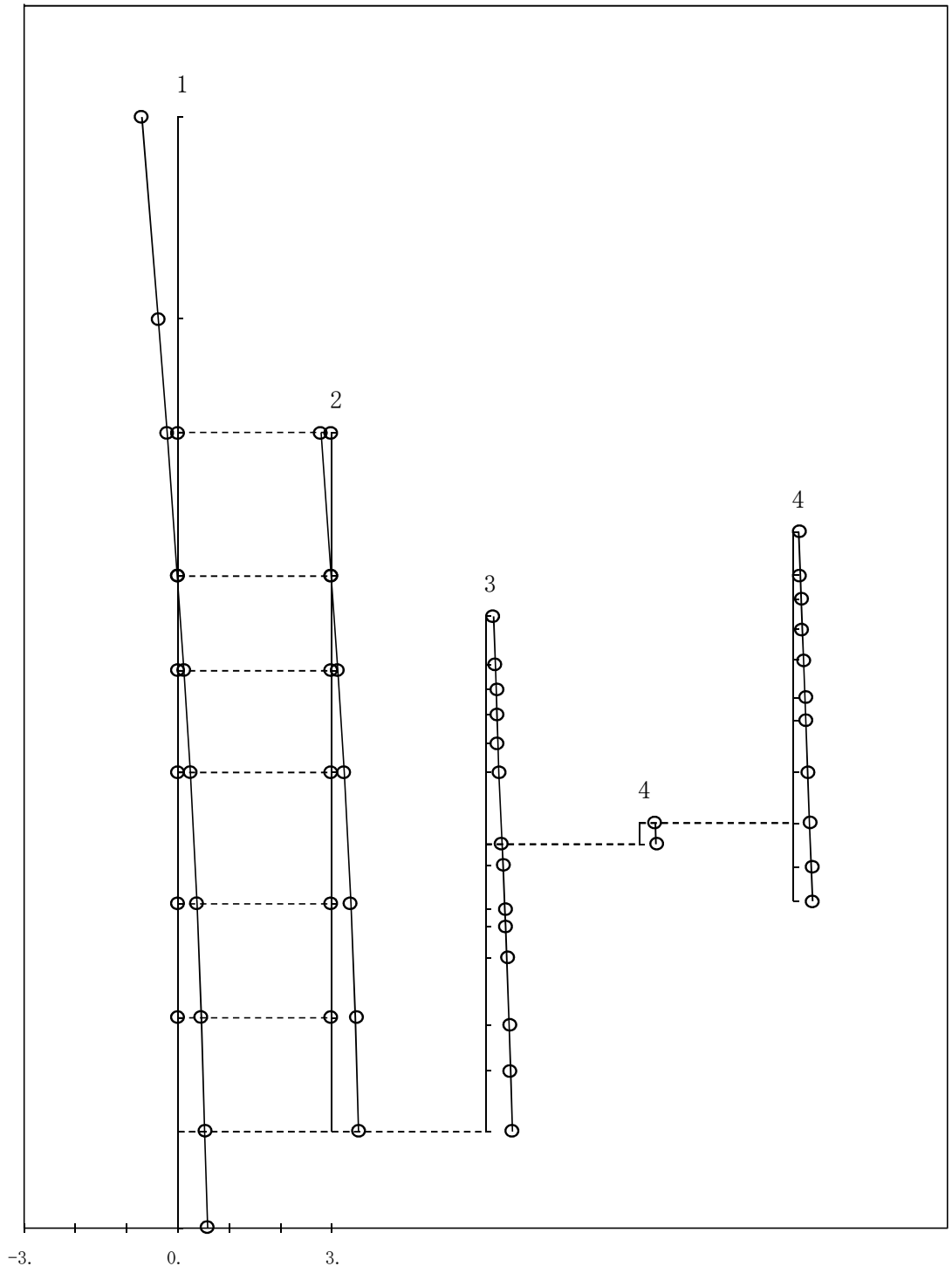


図4－170　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.071

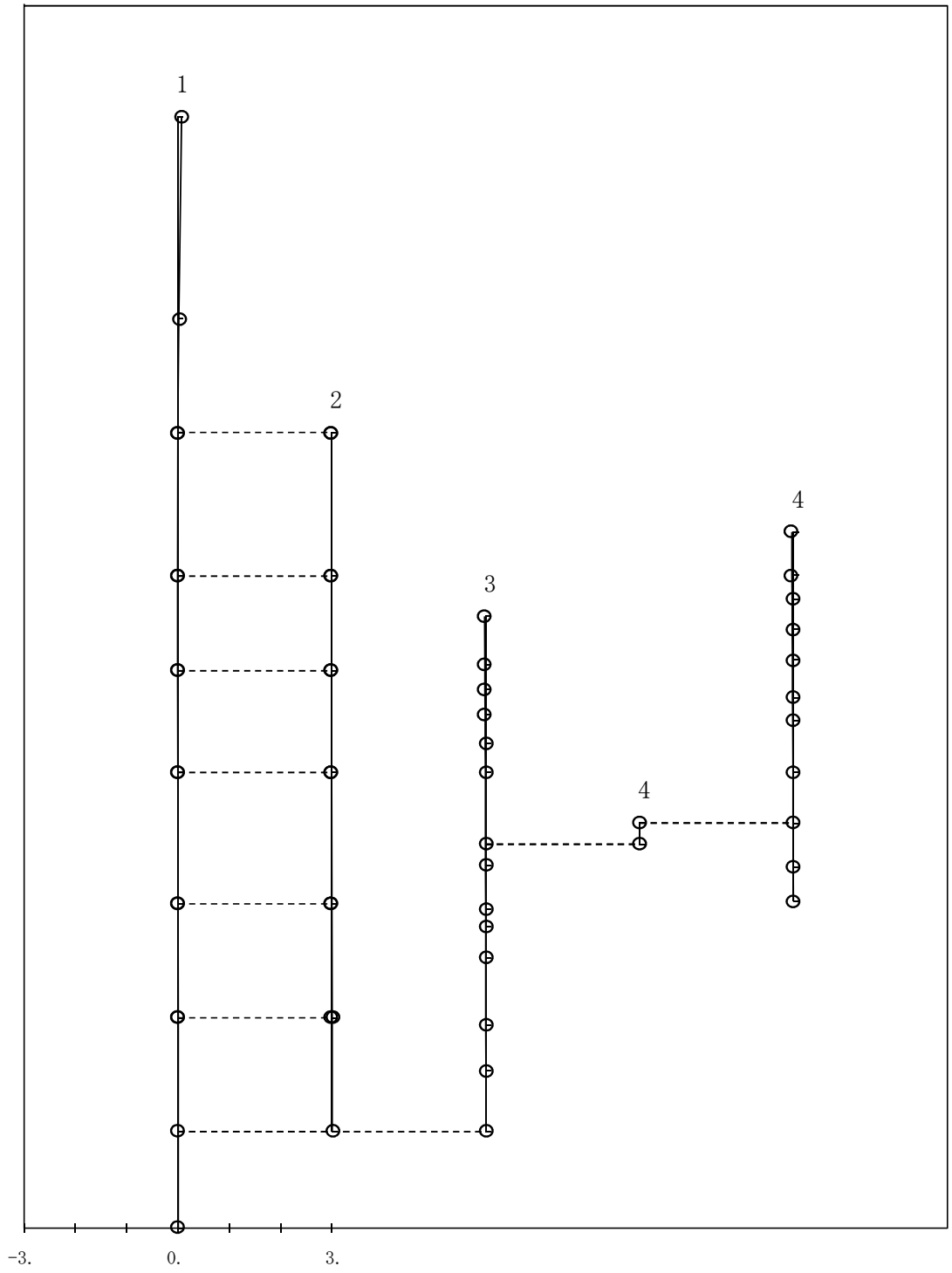


図4－171　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.524

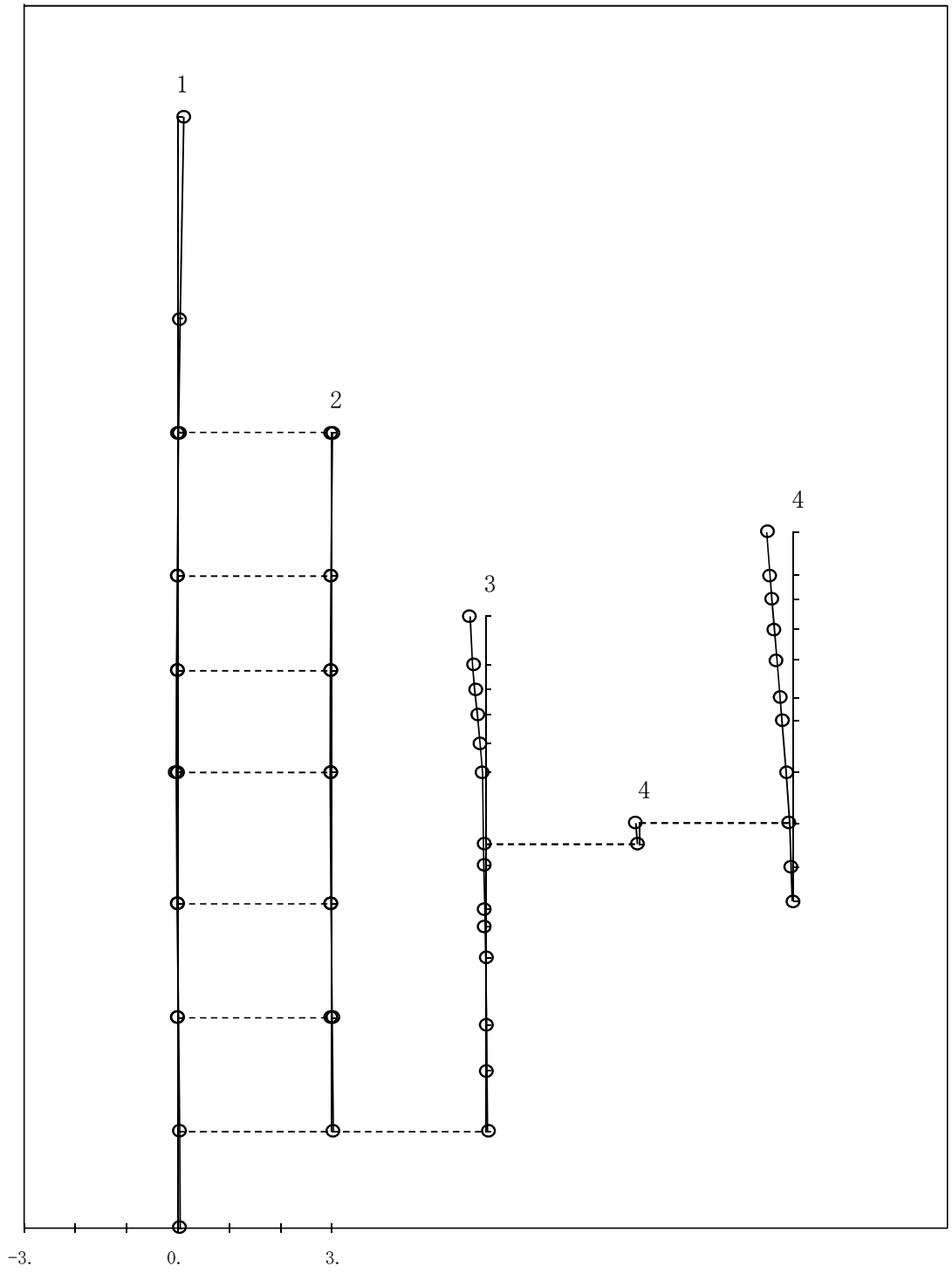


図4－172　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.056

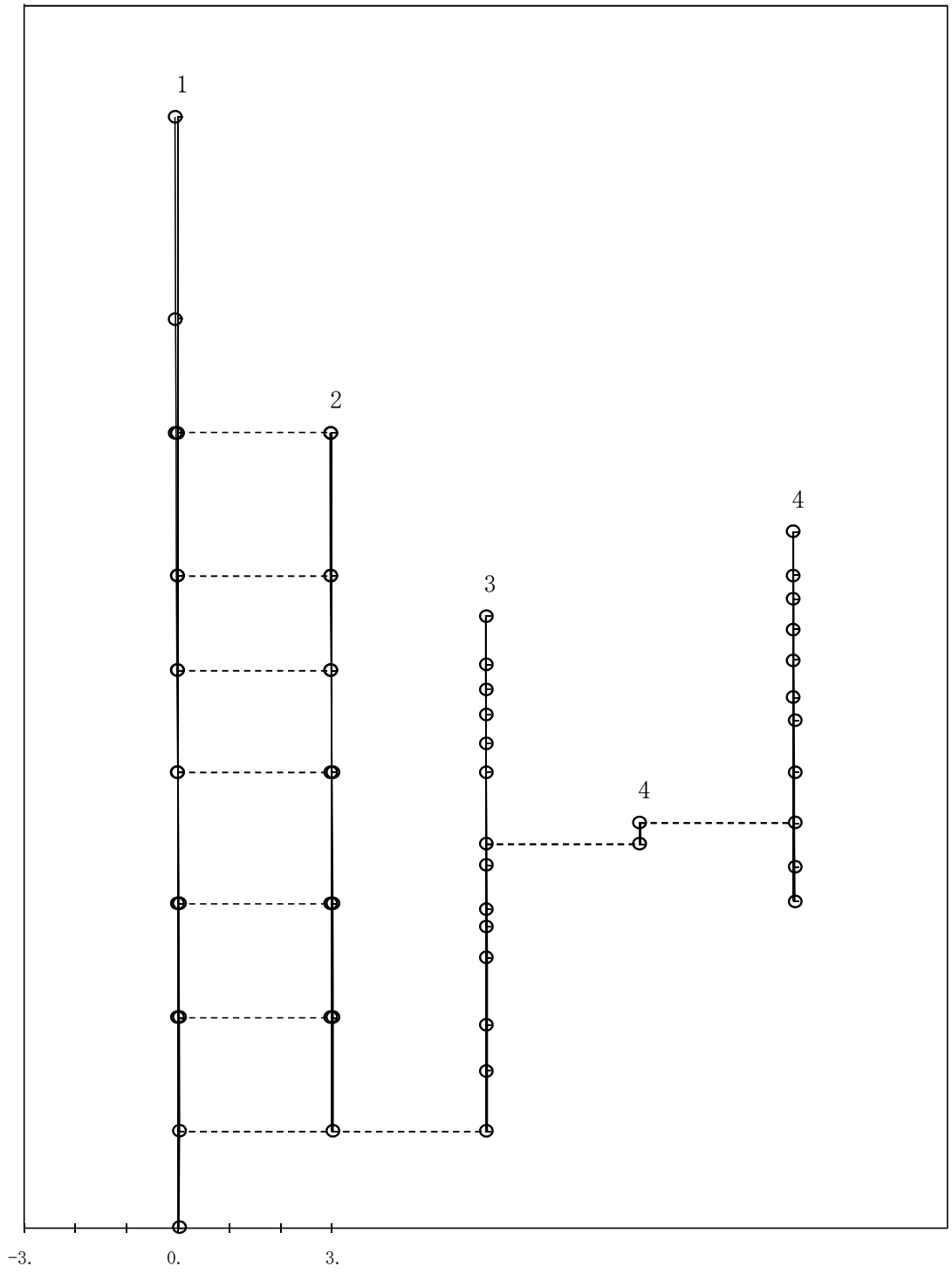


図4－173　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.270

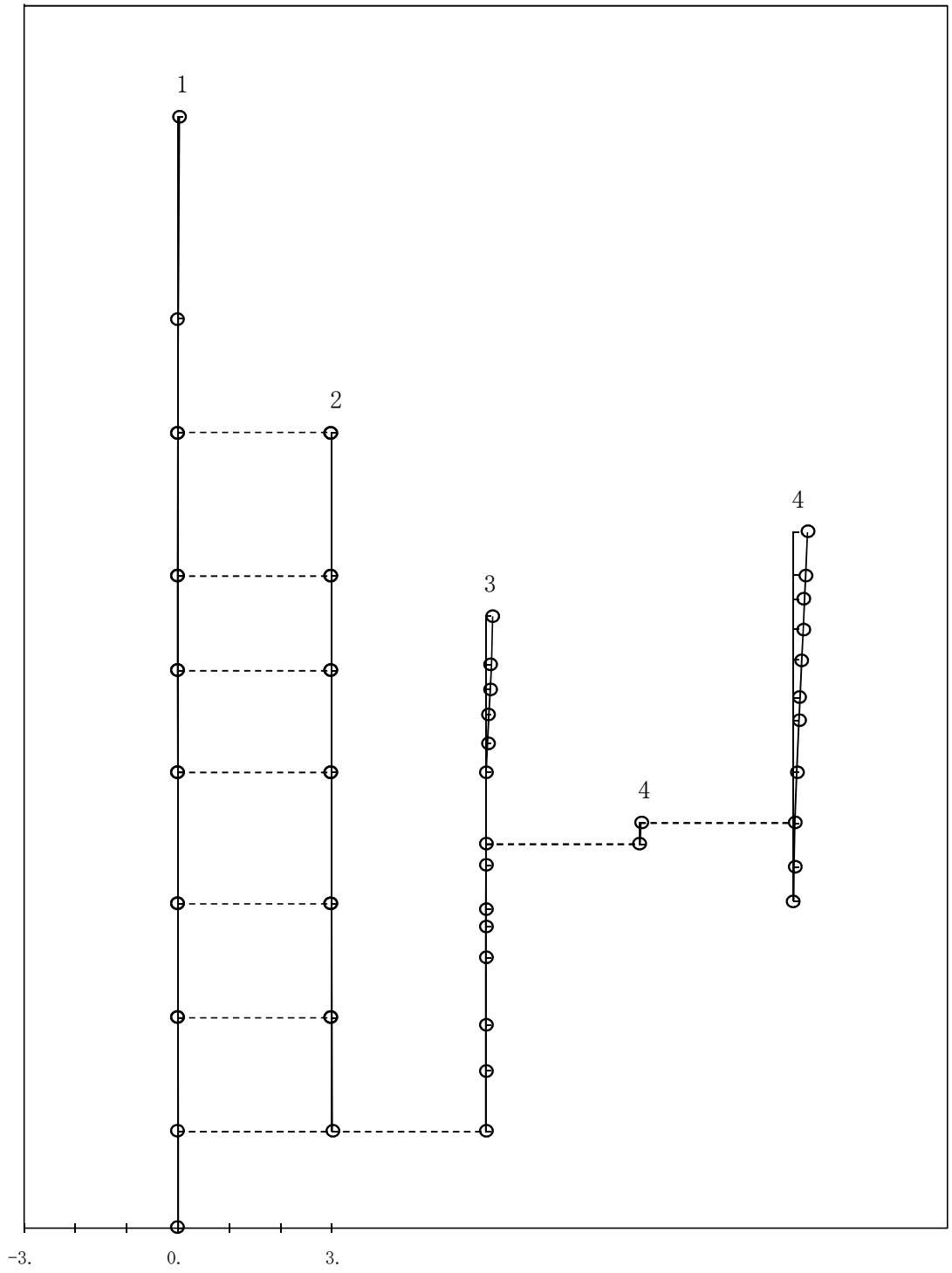


図4－174　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.040

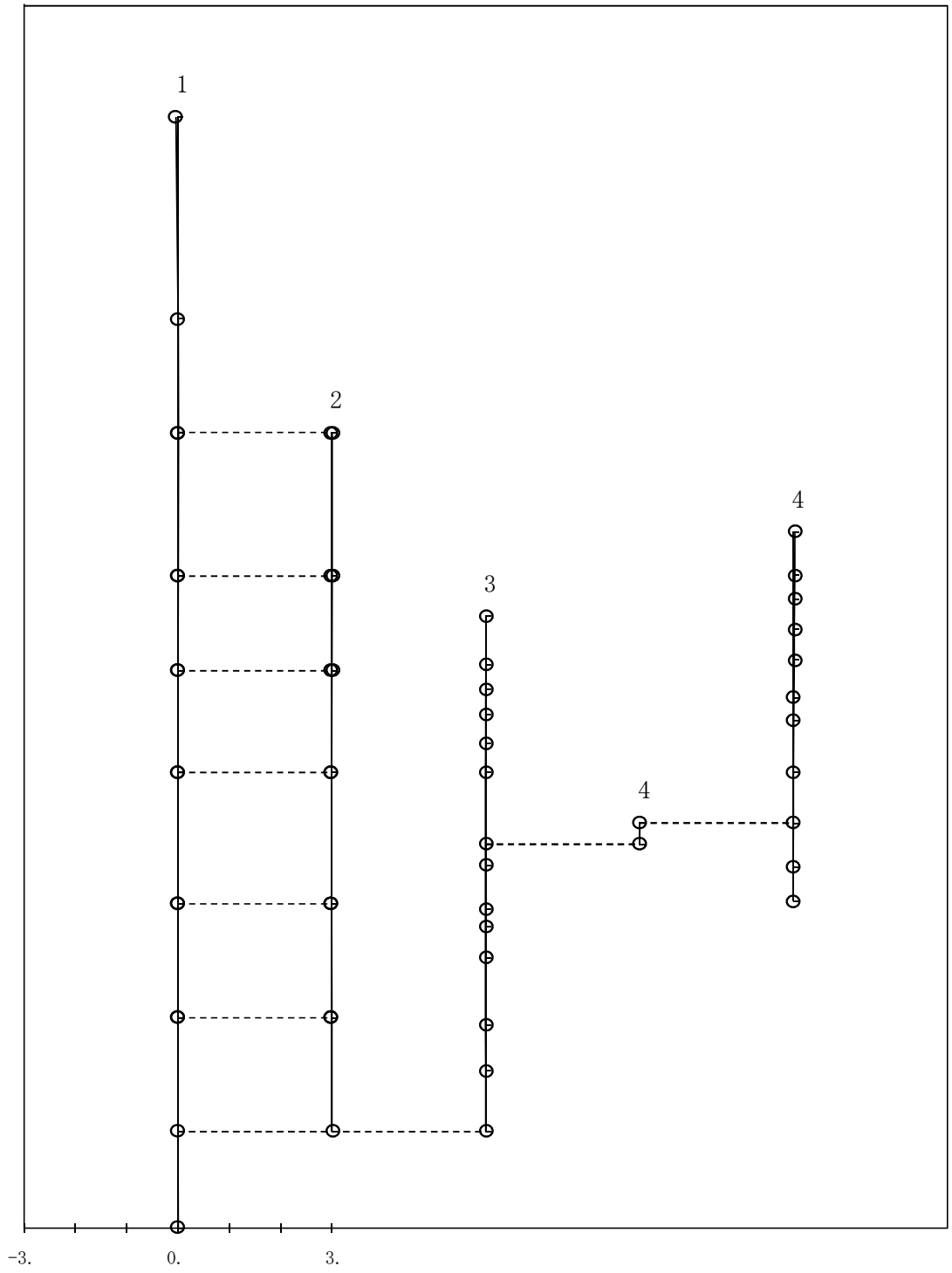


図4－175　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.424　　刺激係数　　；1.550

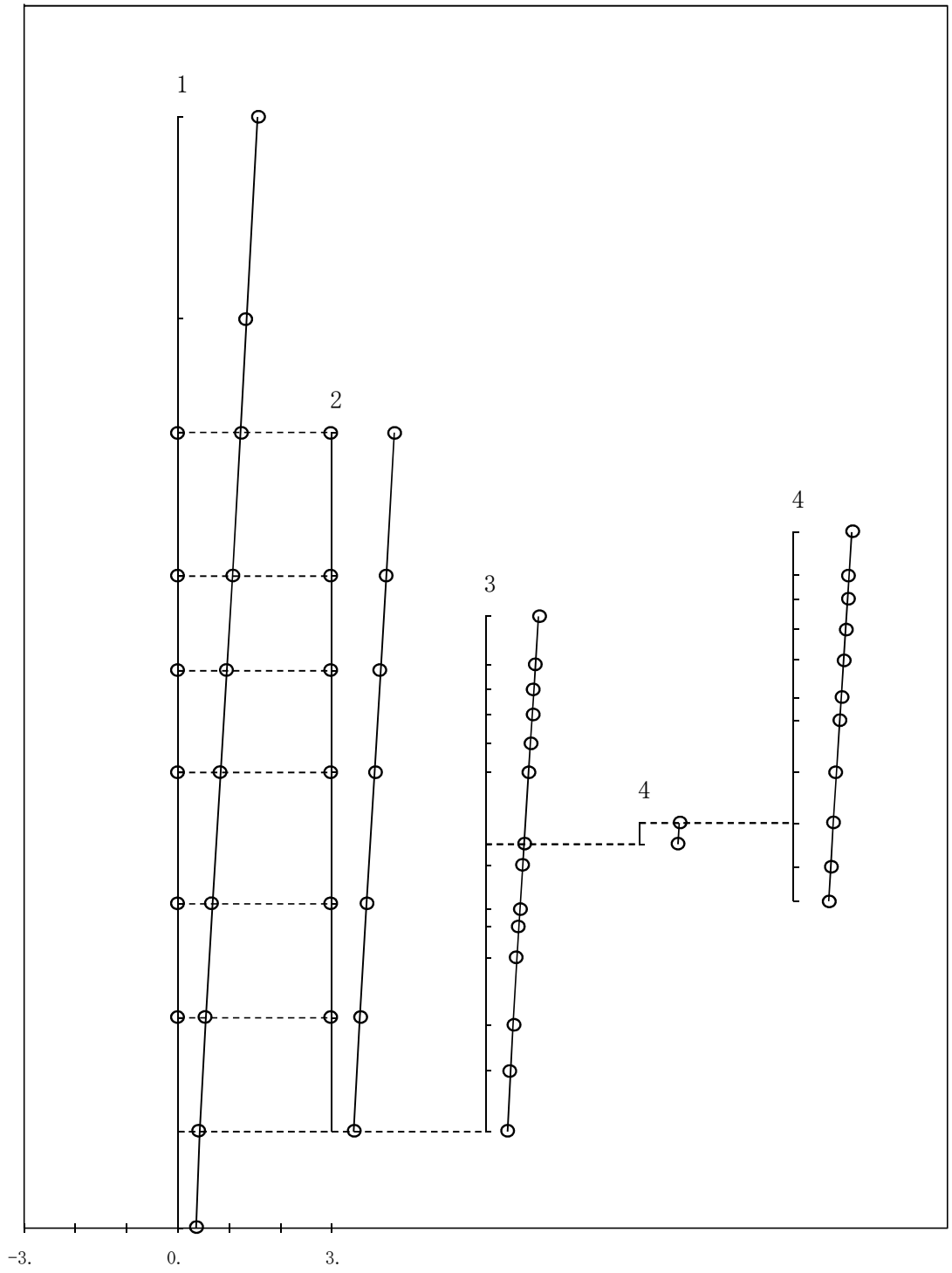


図4－176　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.190　　刺激係数　　；-0.622

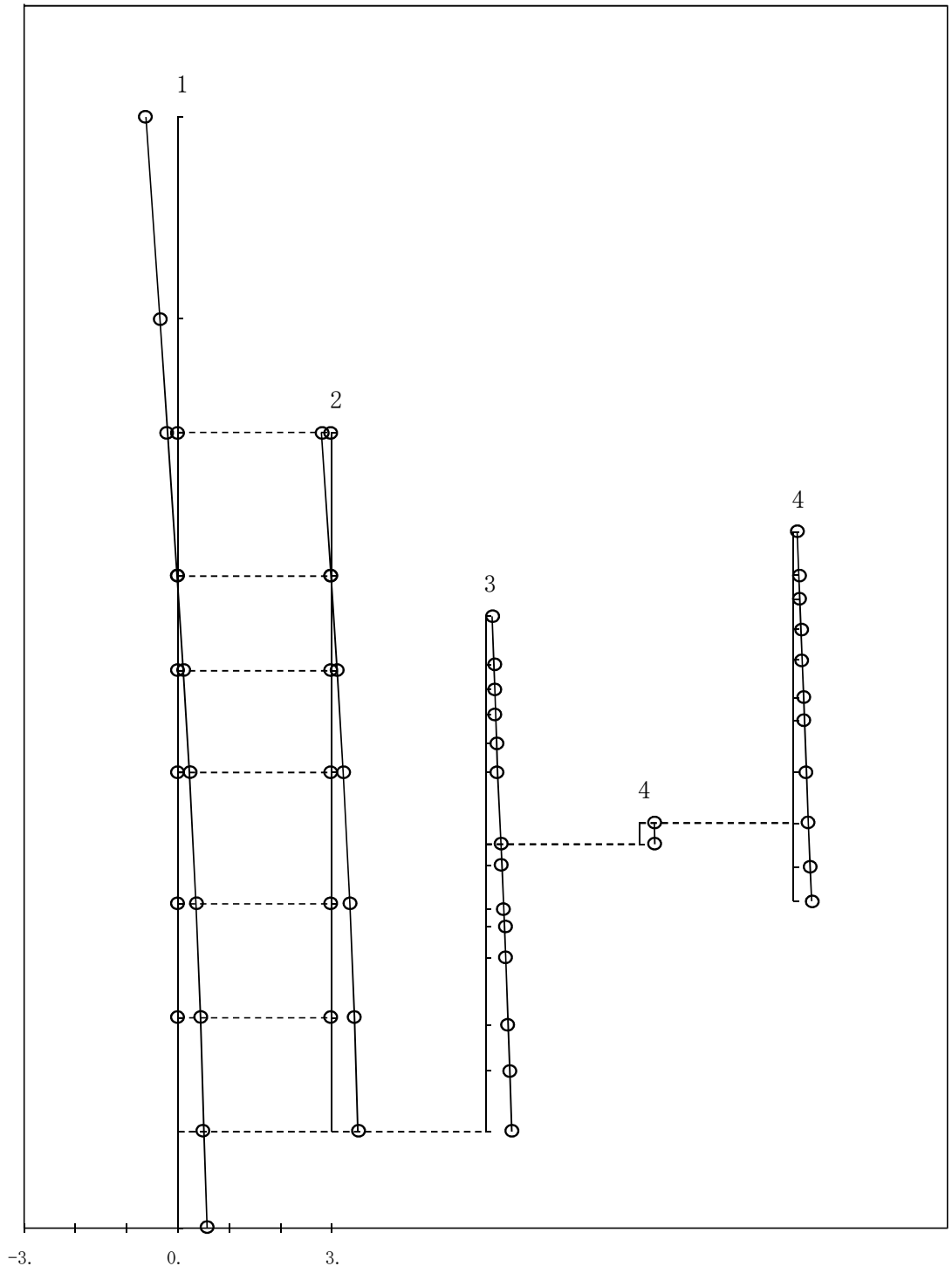


図4－177　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.034

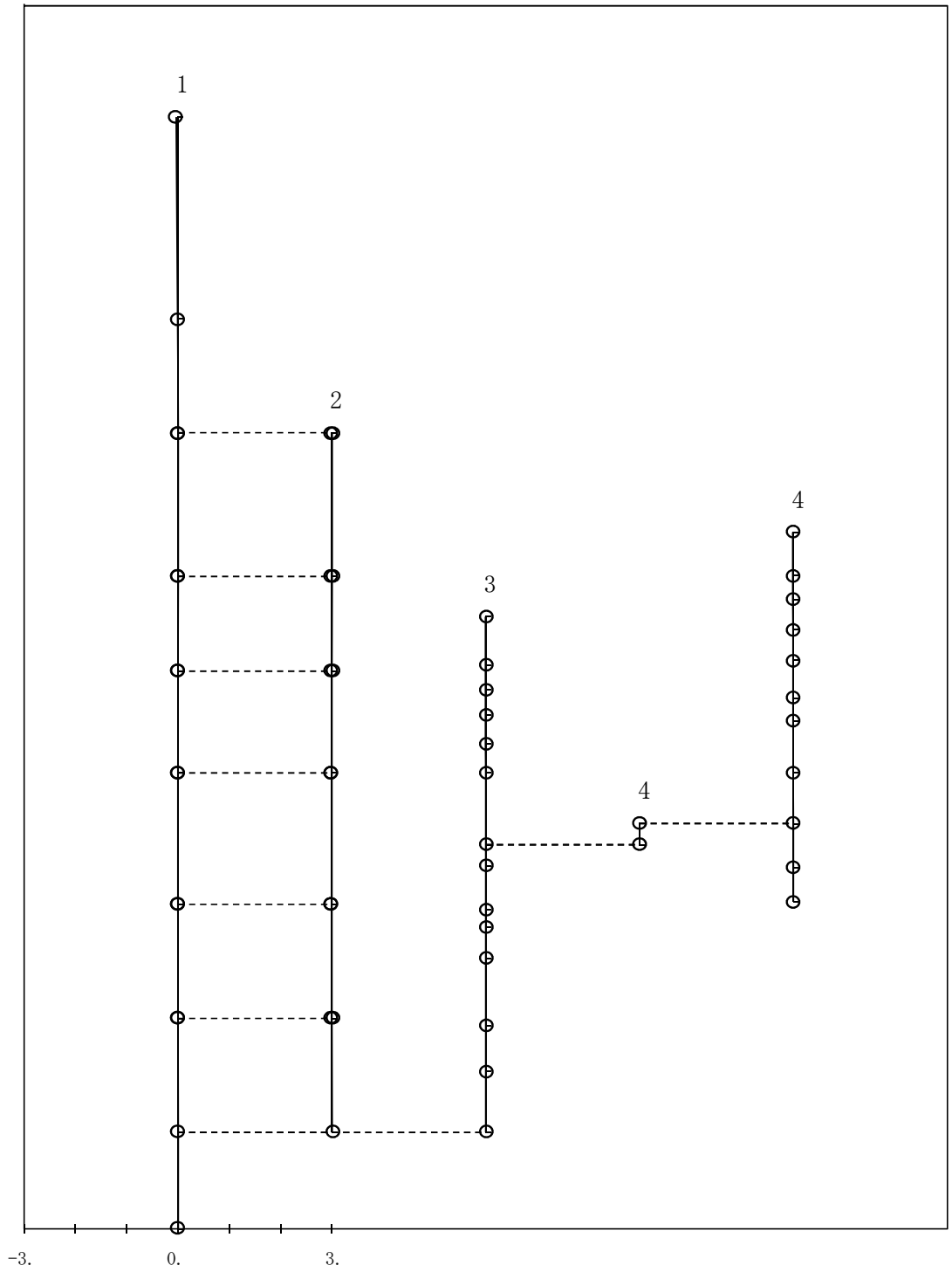


図4－178　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.529

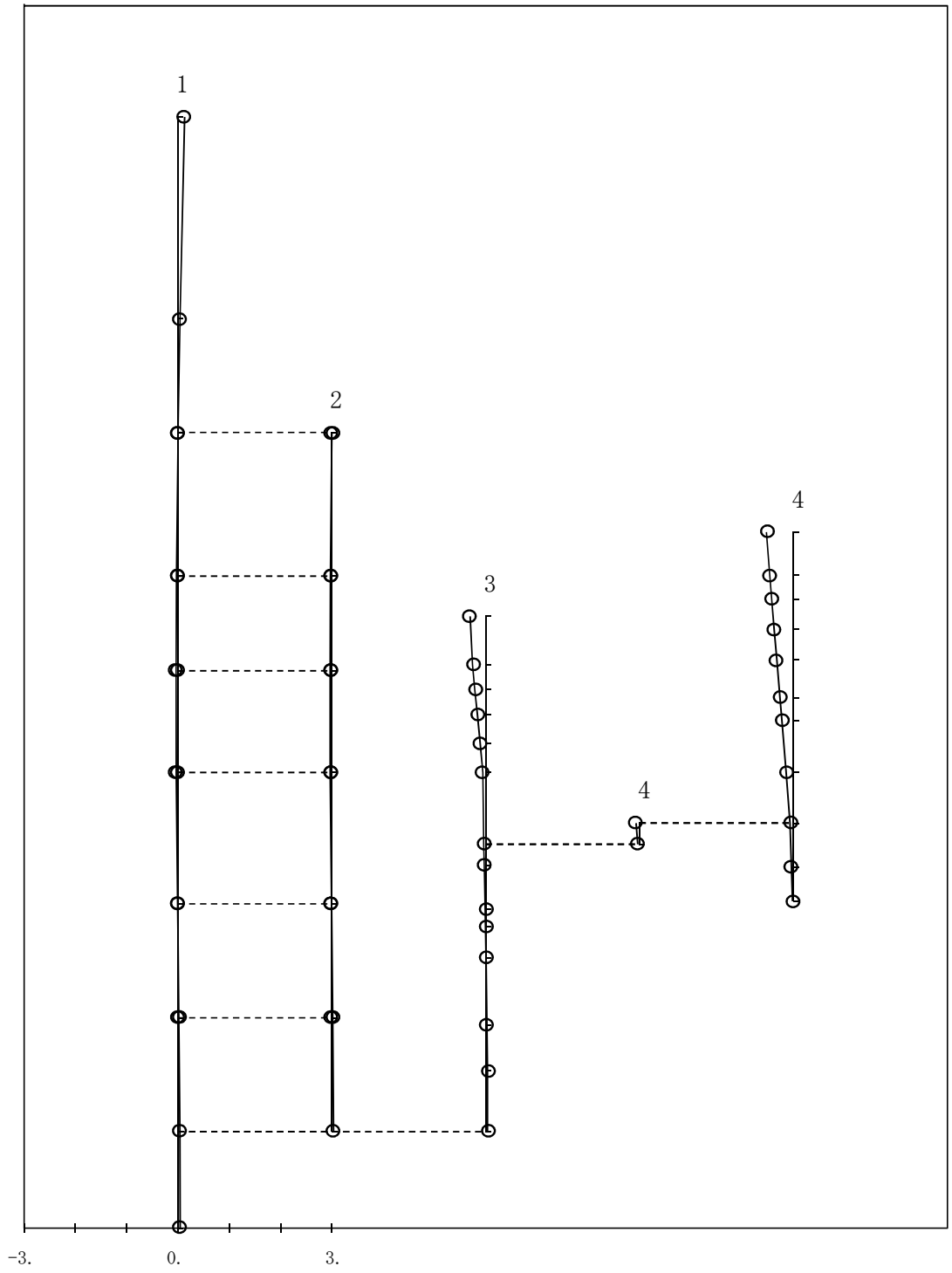


図4－179　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.182

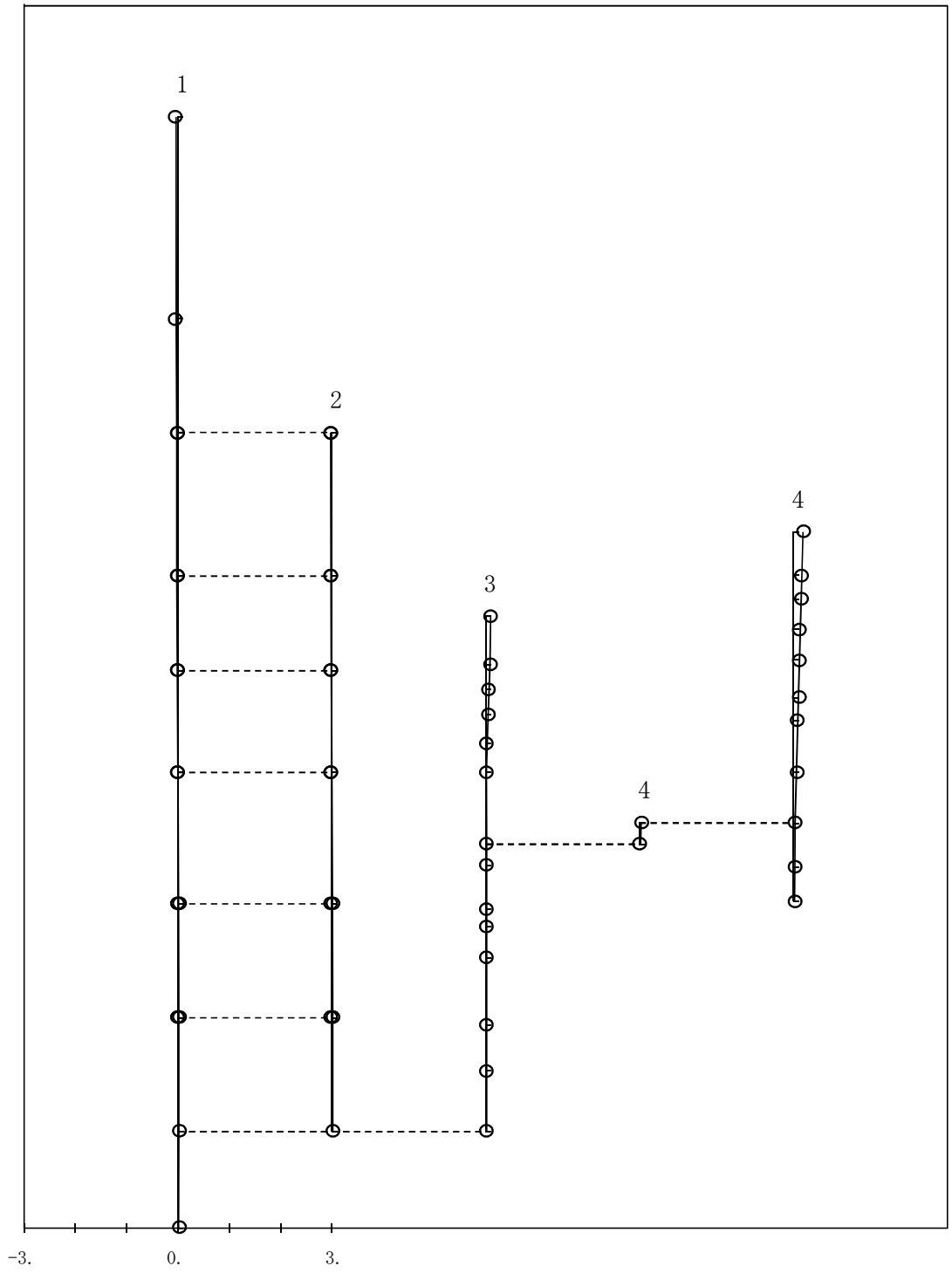


図4－180　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.052

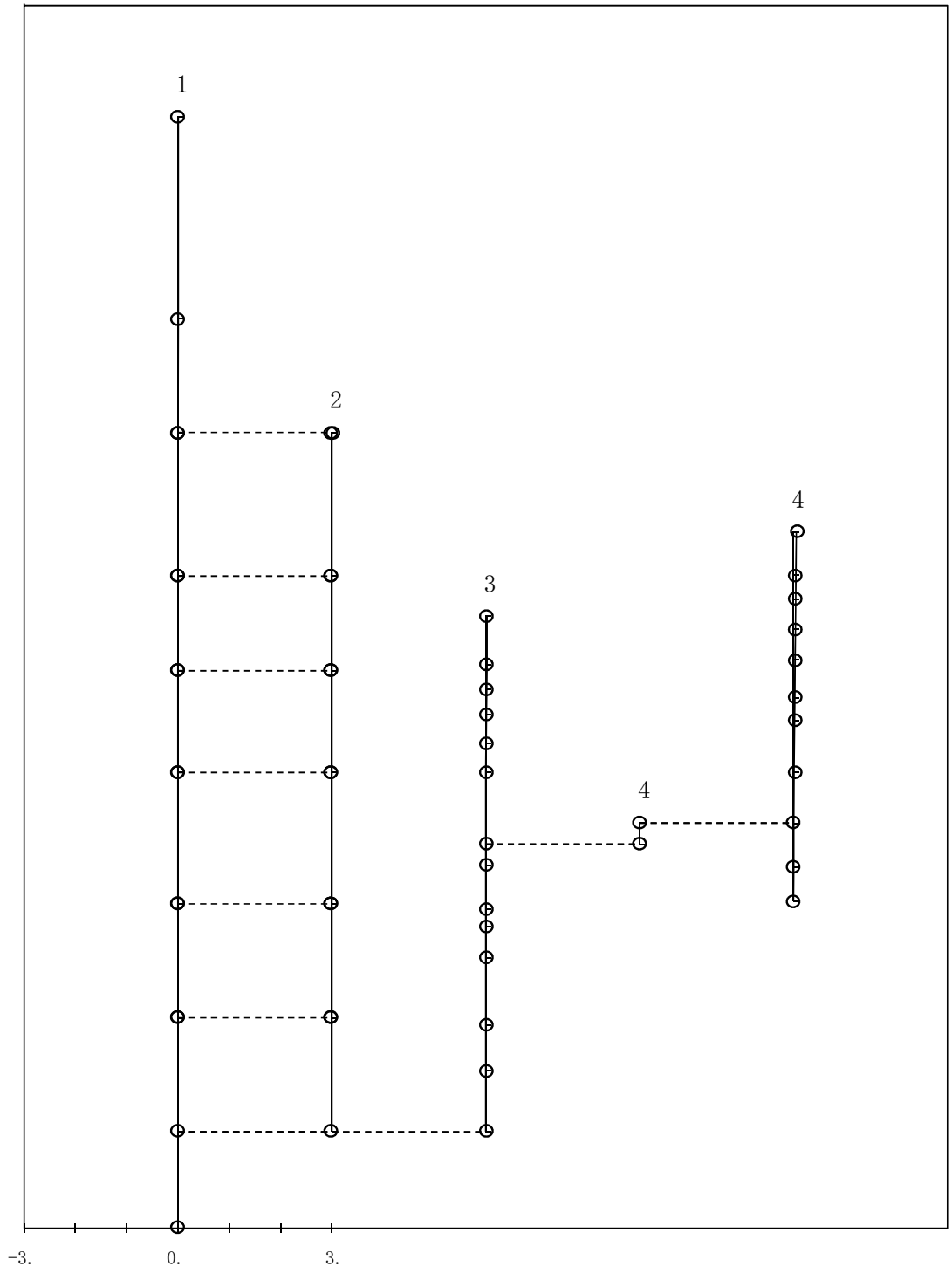


図4－181　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.063

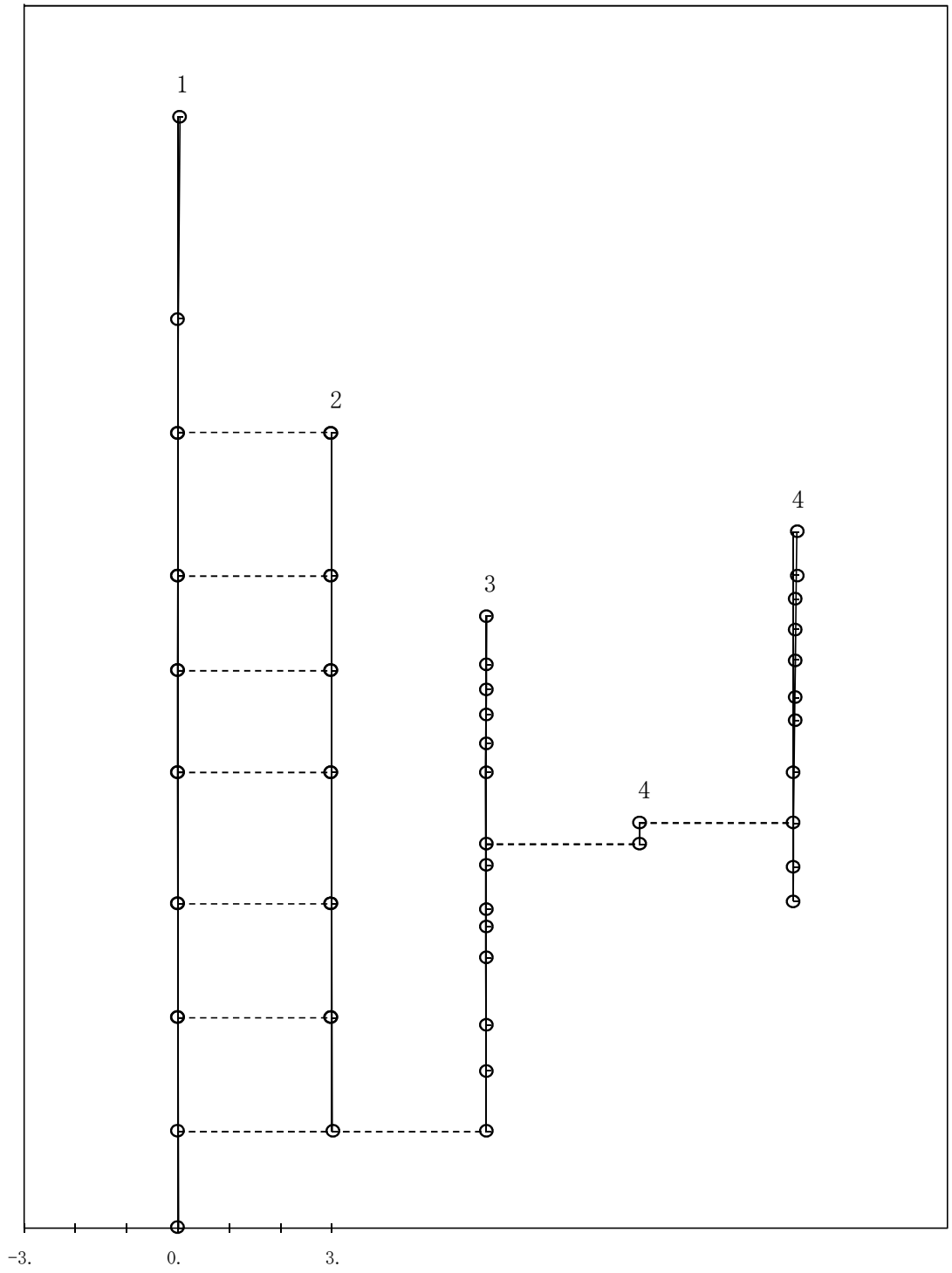


図4－182　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-5）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.432　　刺激係数　　；1.589

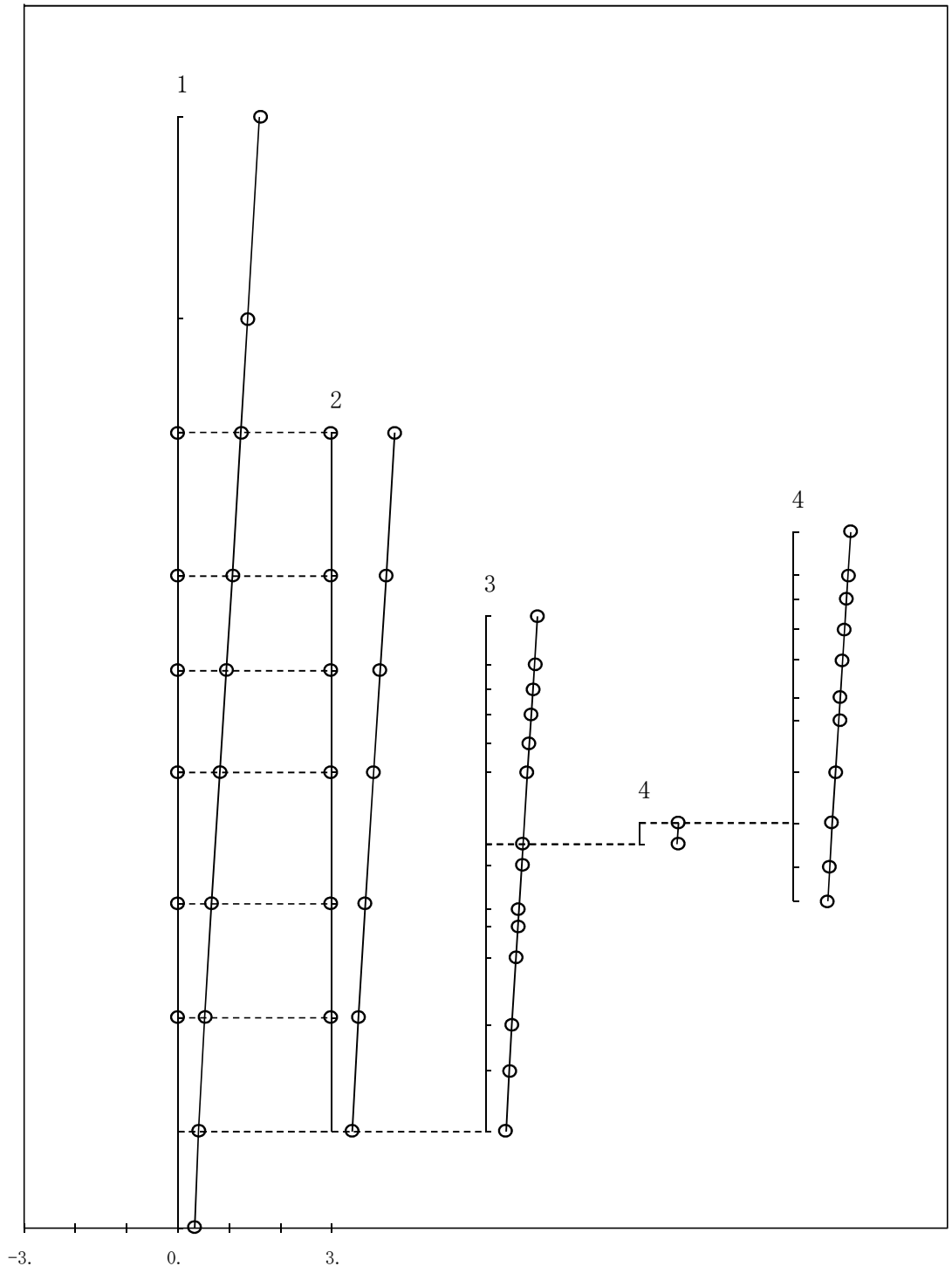


図4－183　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.190　　刺激係数　　；-0.705

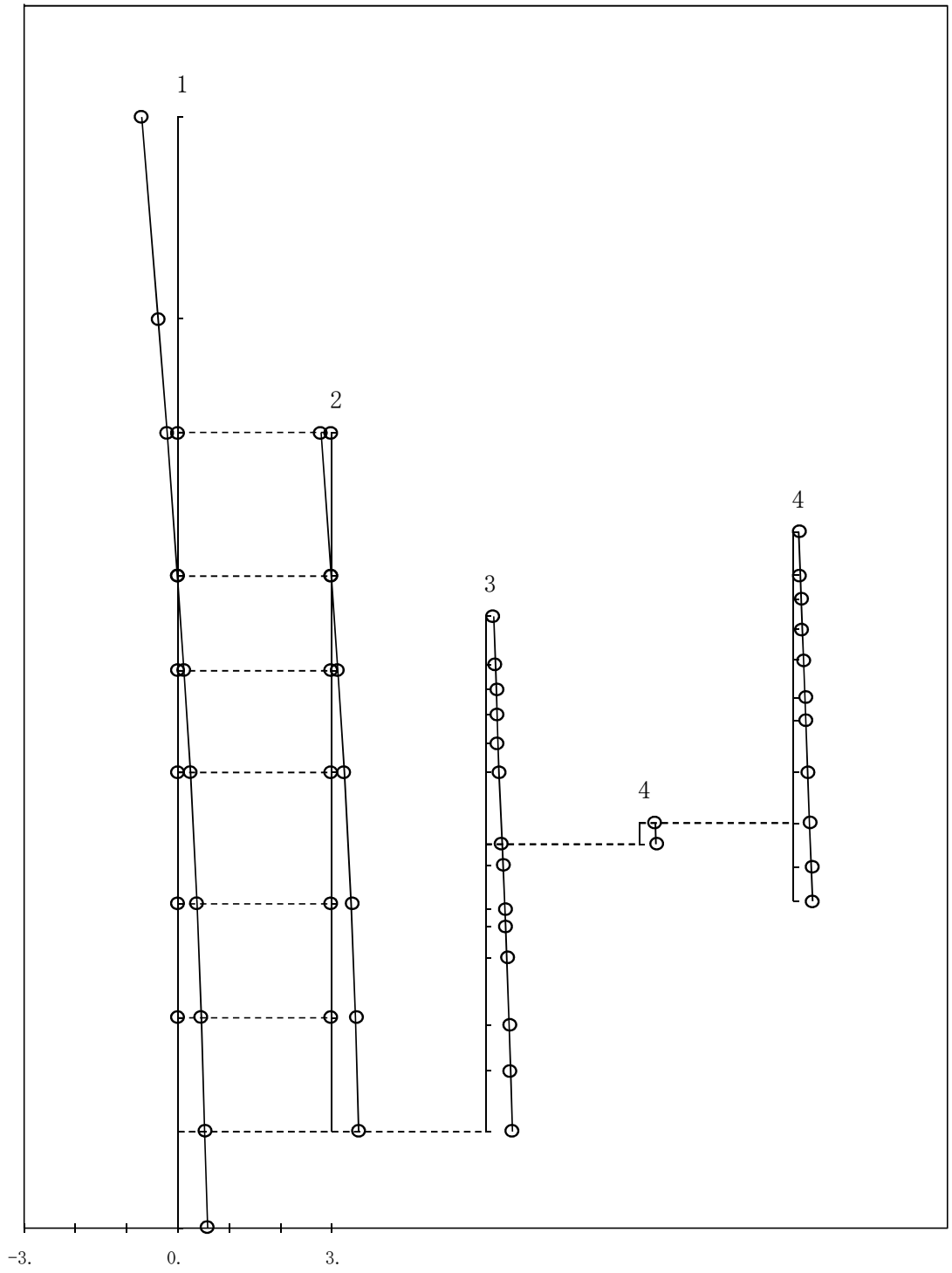


図4－184　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.071

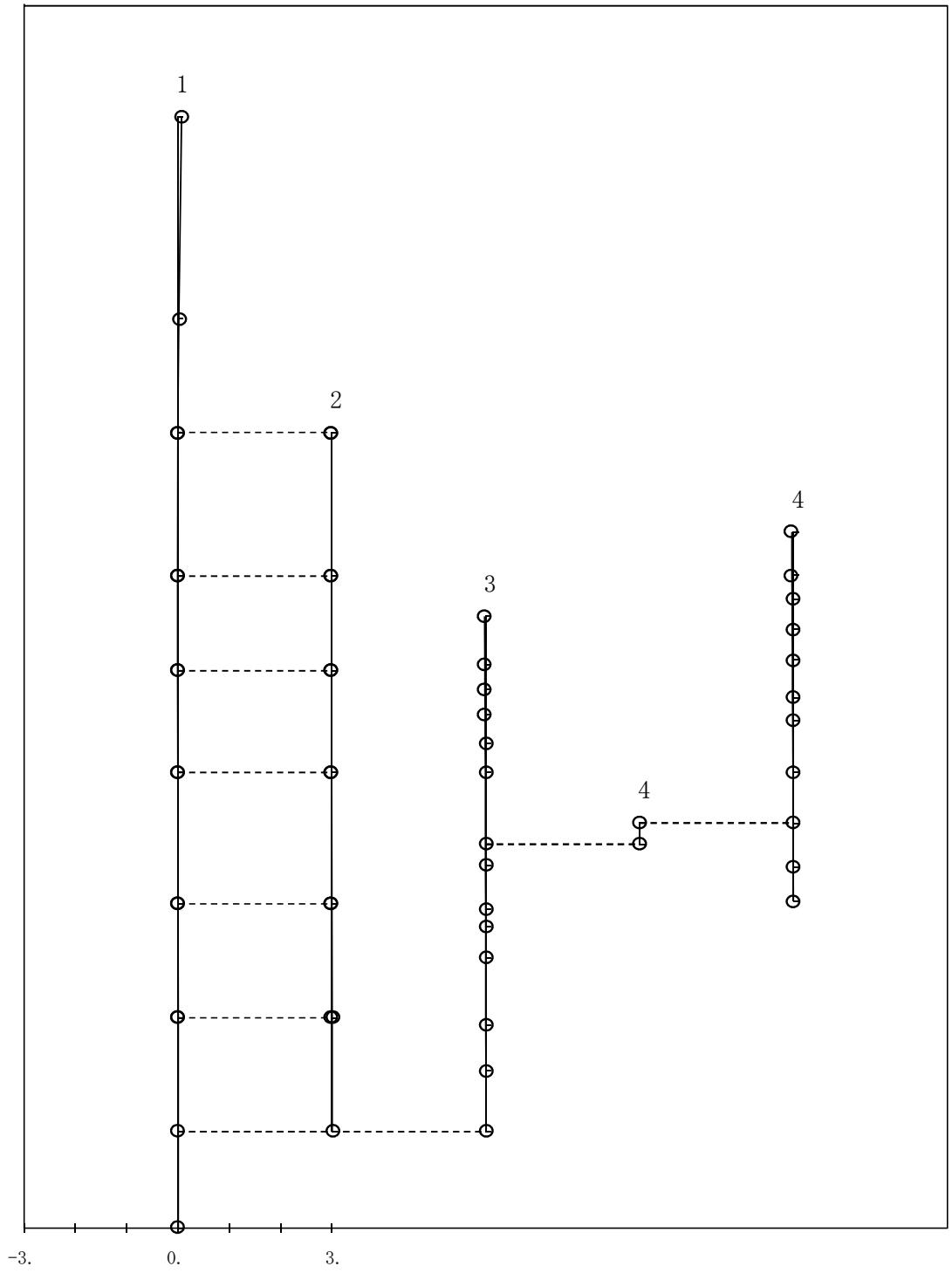


図4－185　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.534

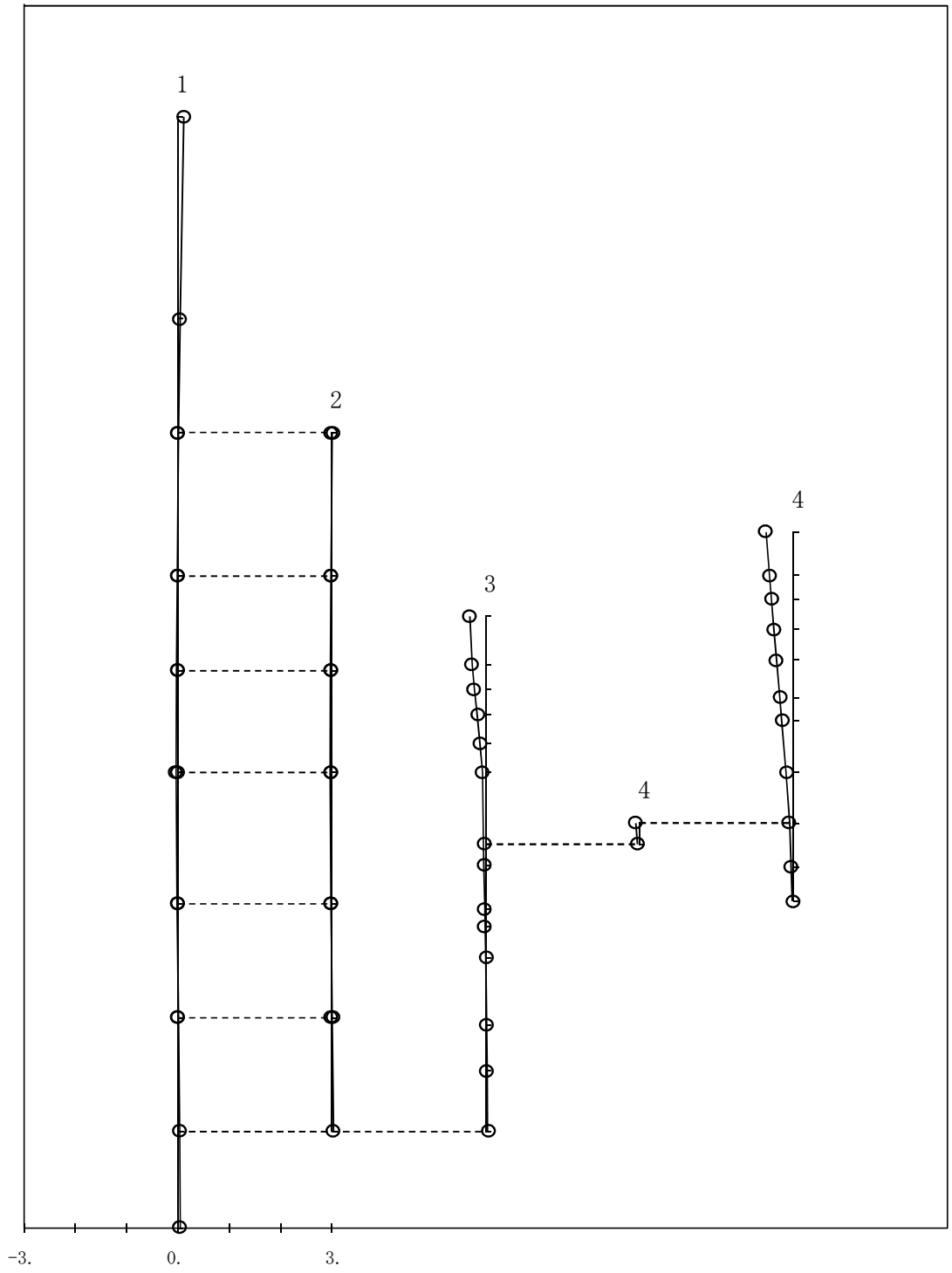


図4－186　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.057

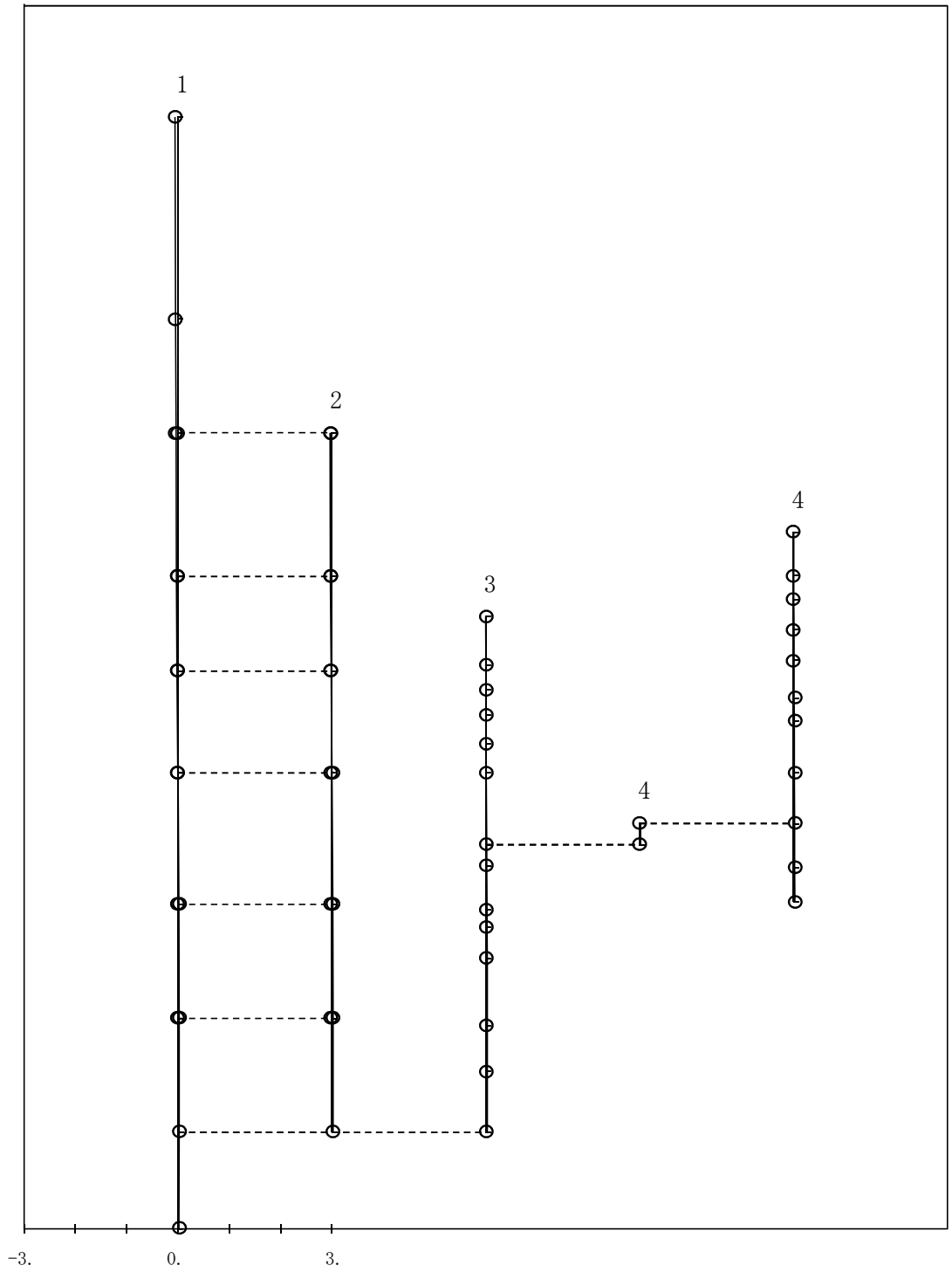


図4－187　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.273

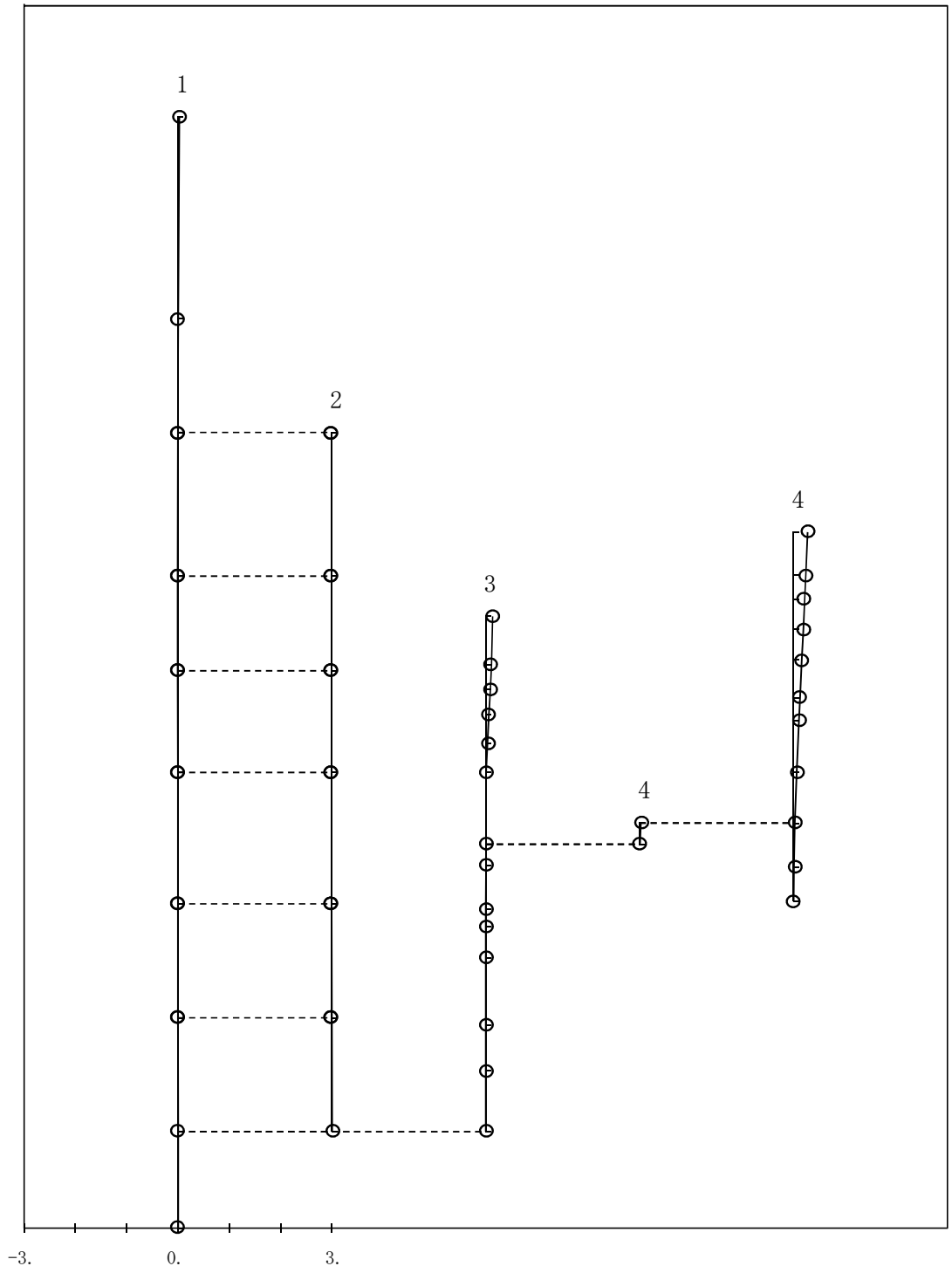


図4－188　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.041

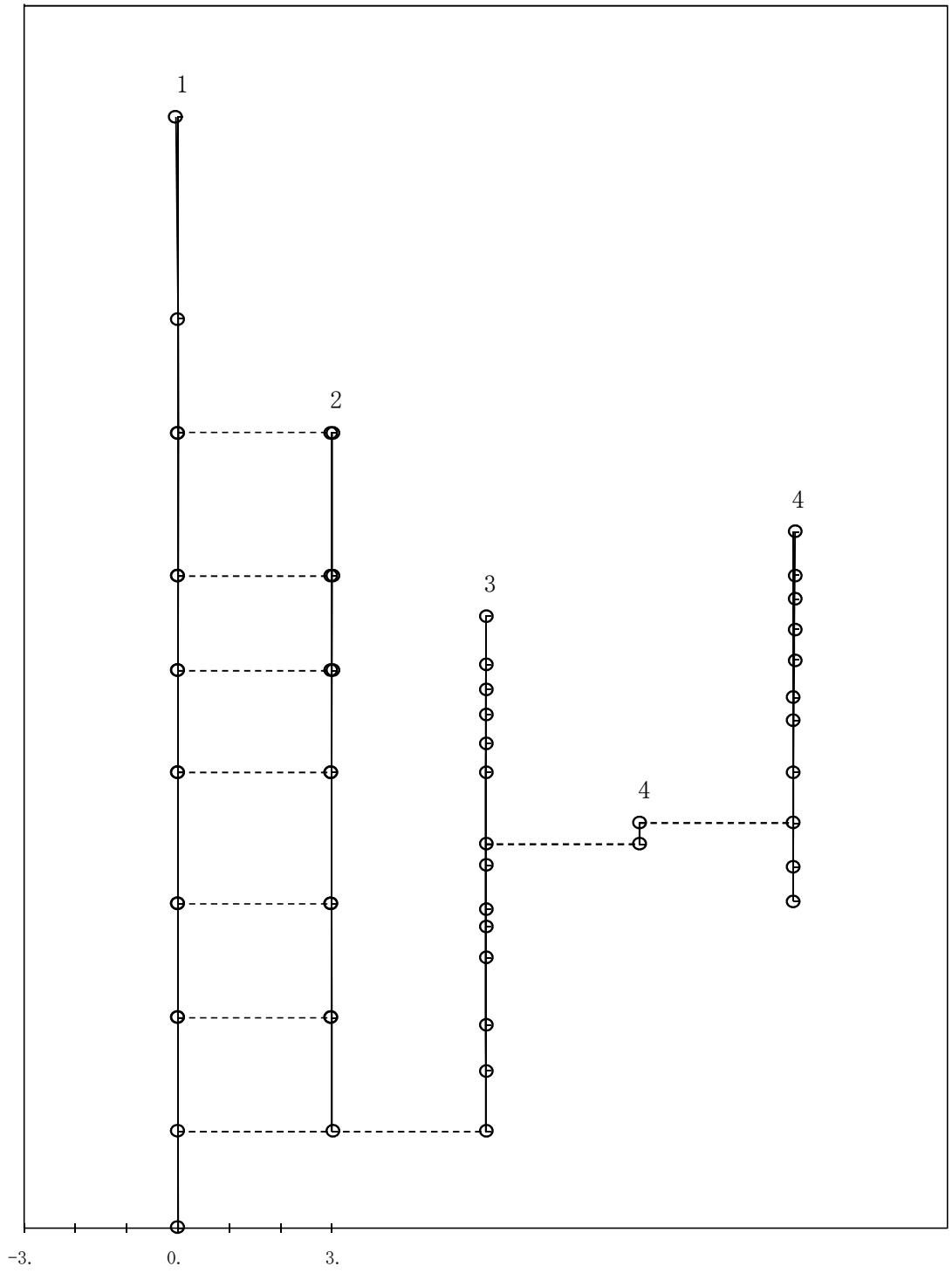


図4－189　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.423　　刺激係数　　；1.550

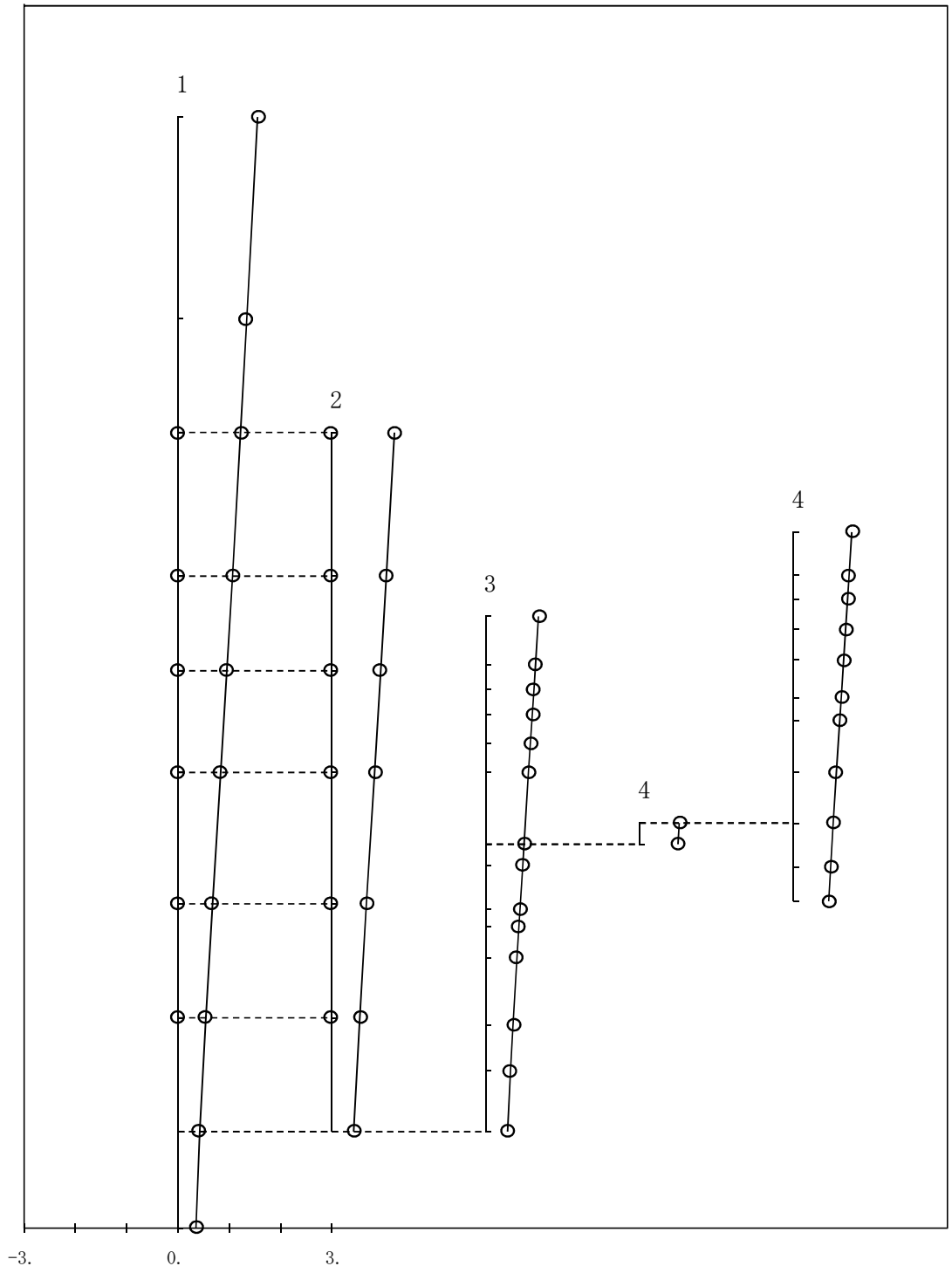


図4－190　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.189　　刺激係数　　；-0.623

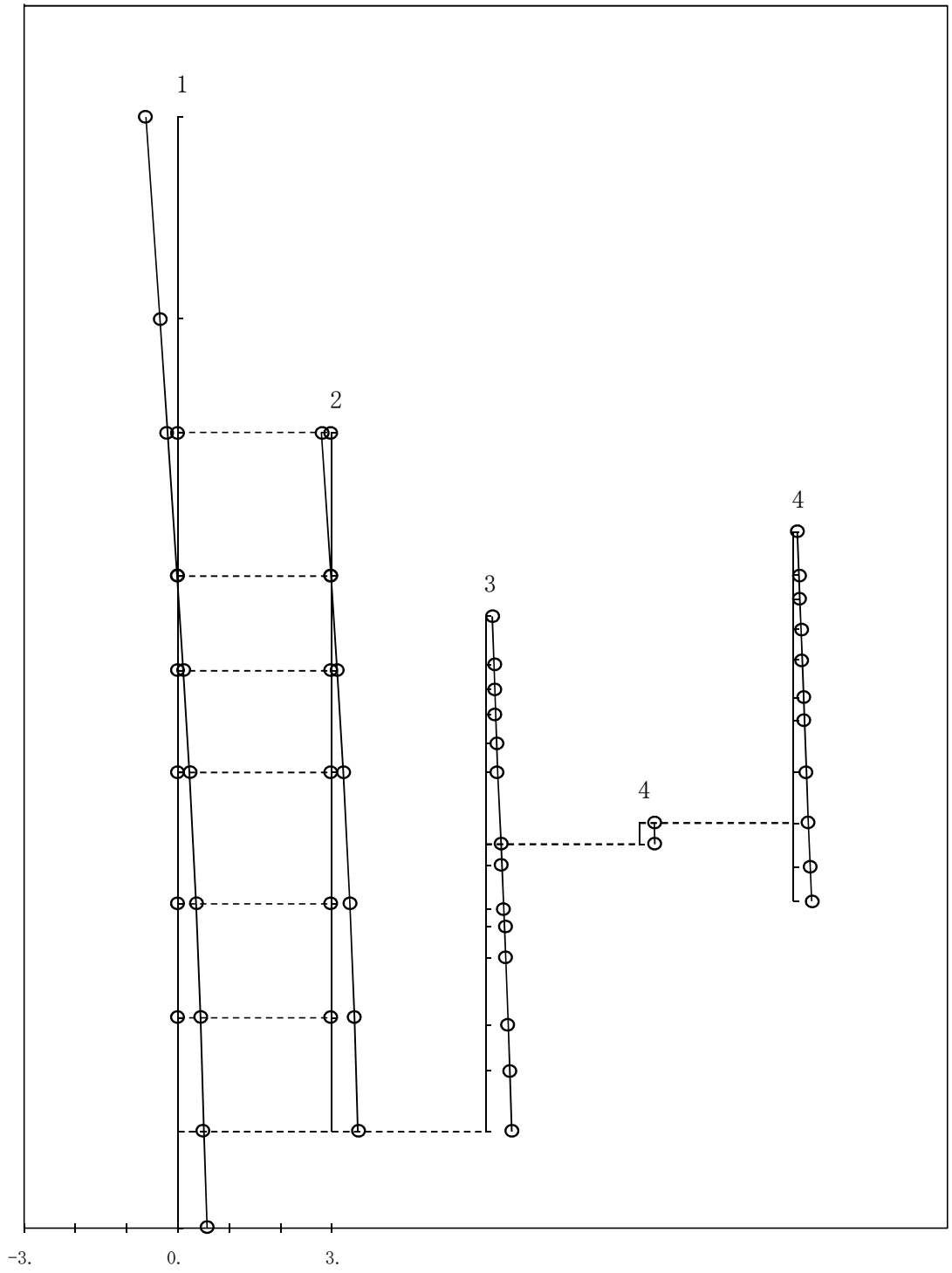


図4－191　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.034

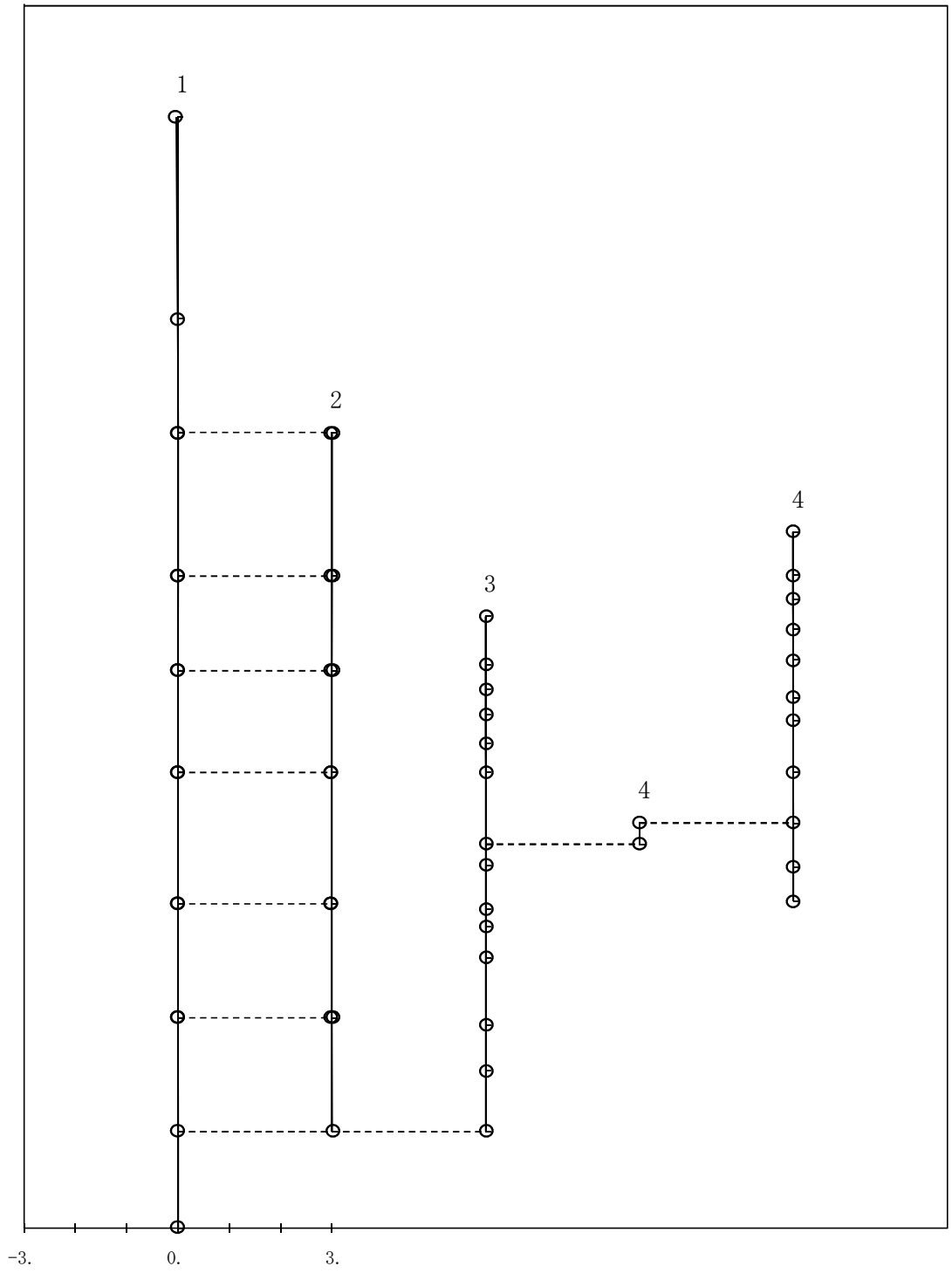


図4－192　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.535

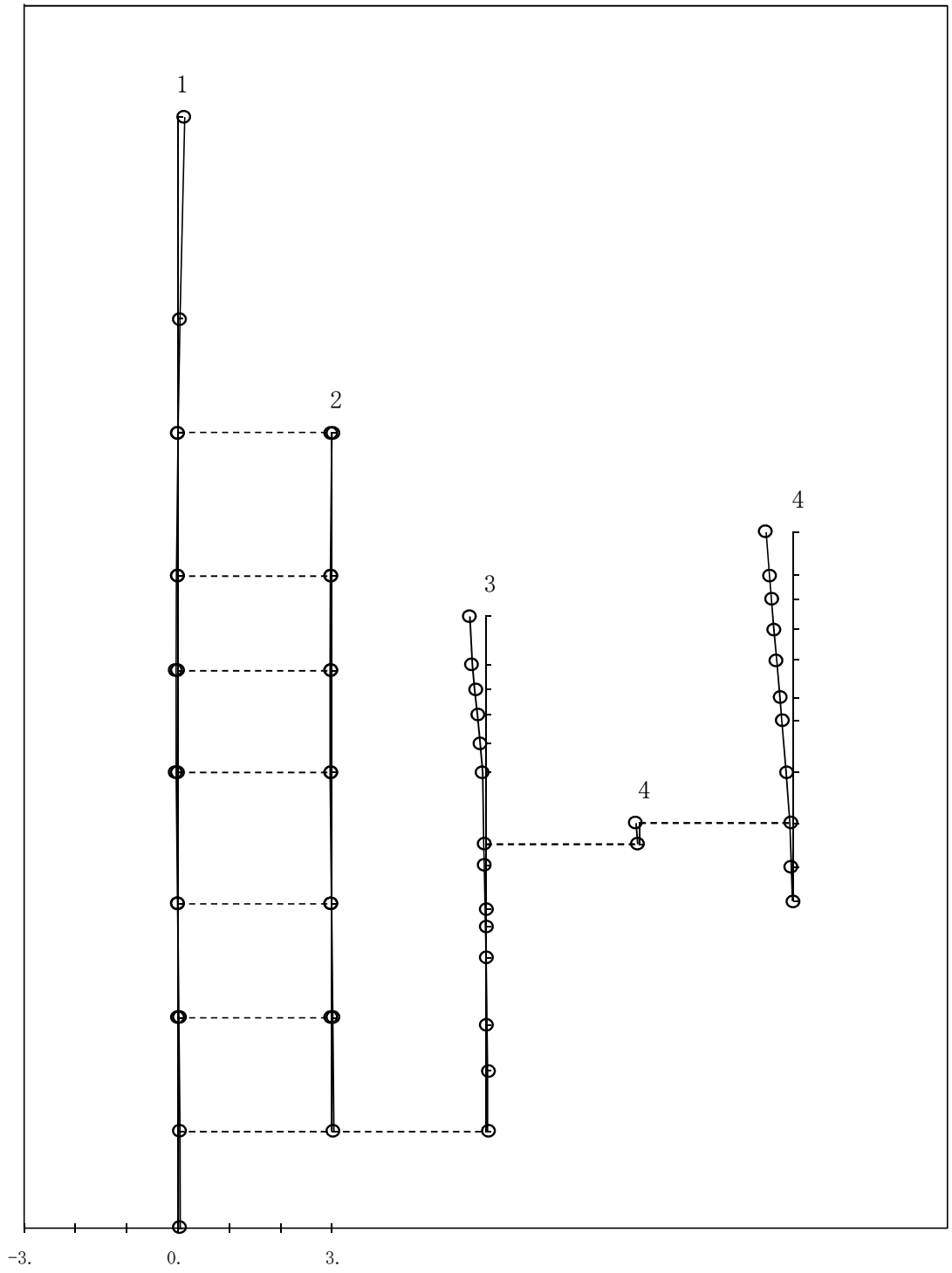


図4－193　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.190

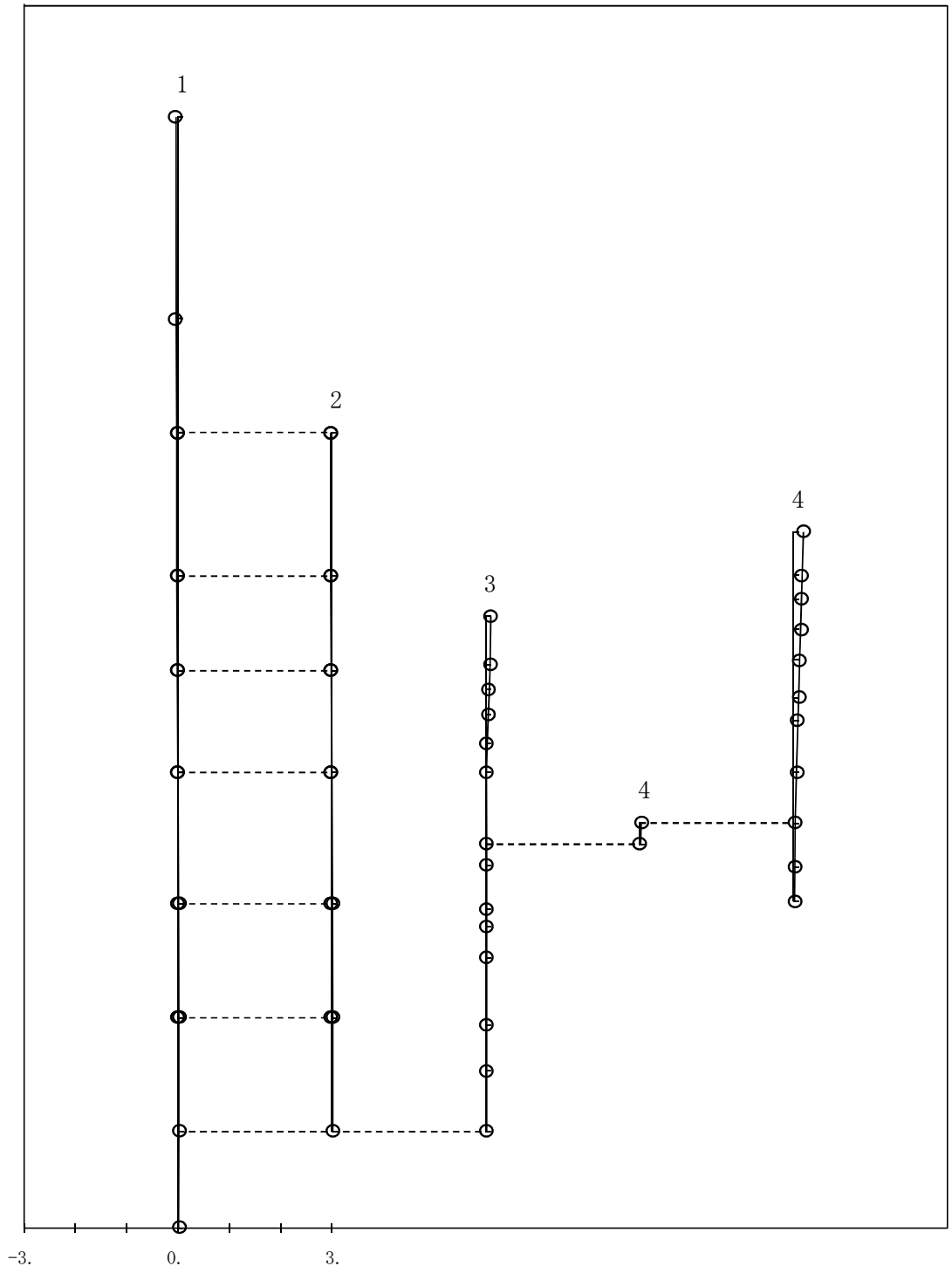


図4－194　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.047

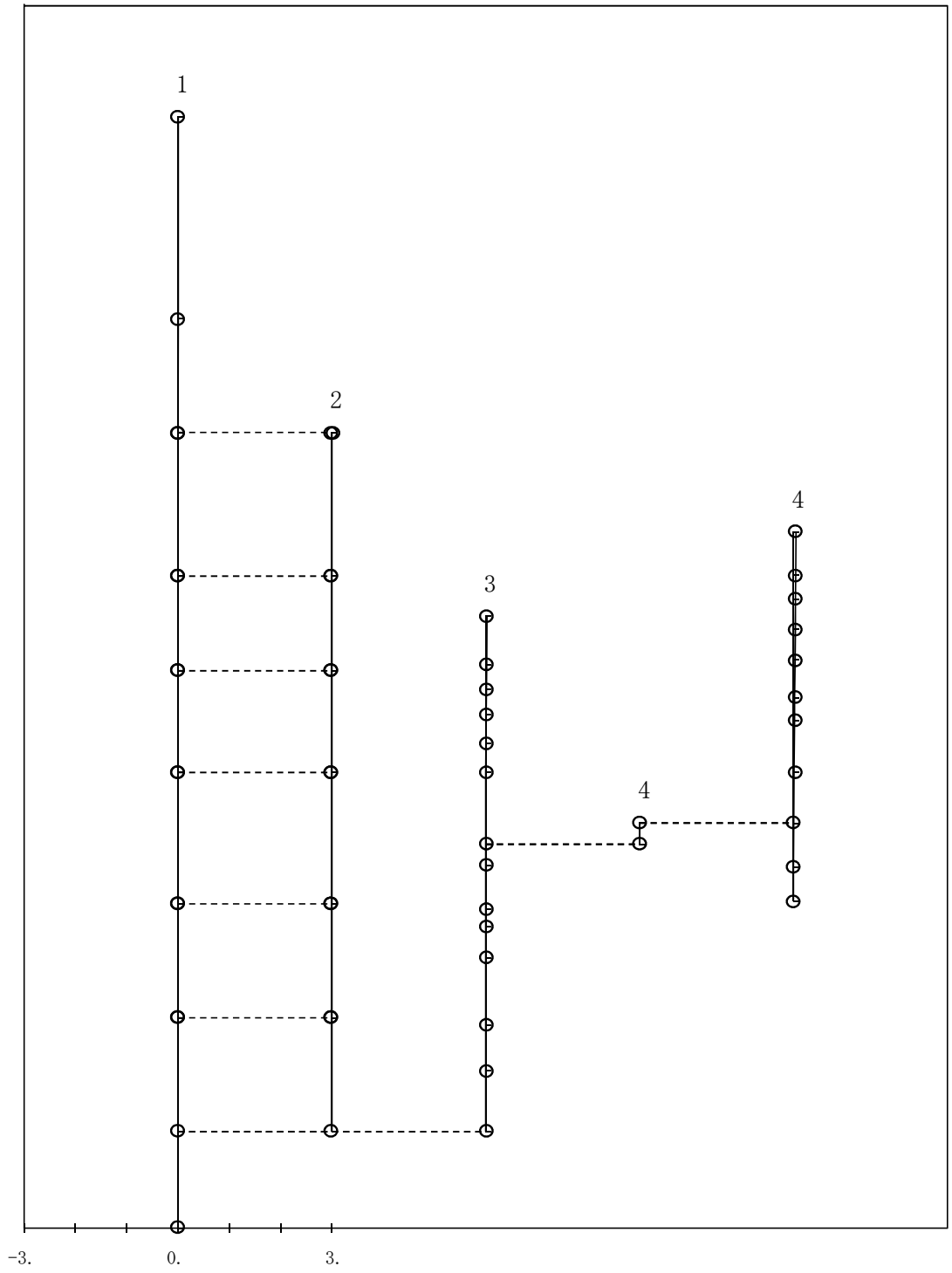


図4－195　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.064

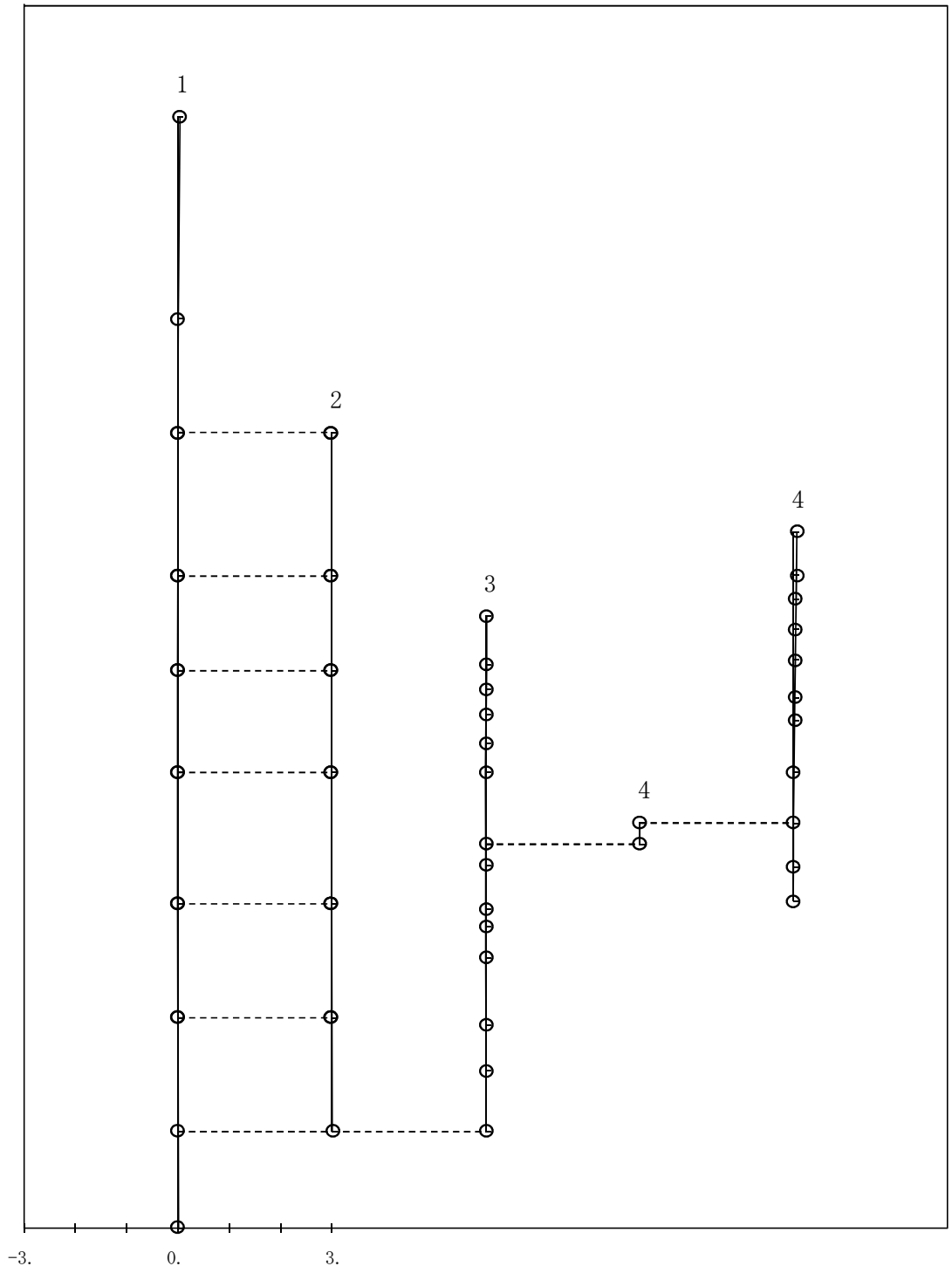


図4－196　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-6）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.434　　刺激係数　　；1.589

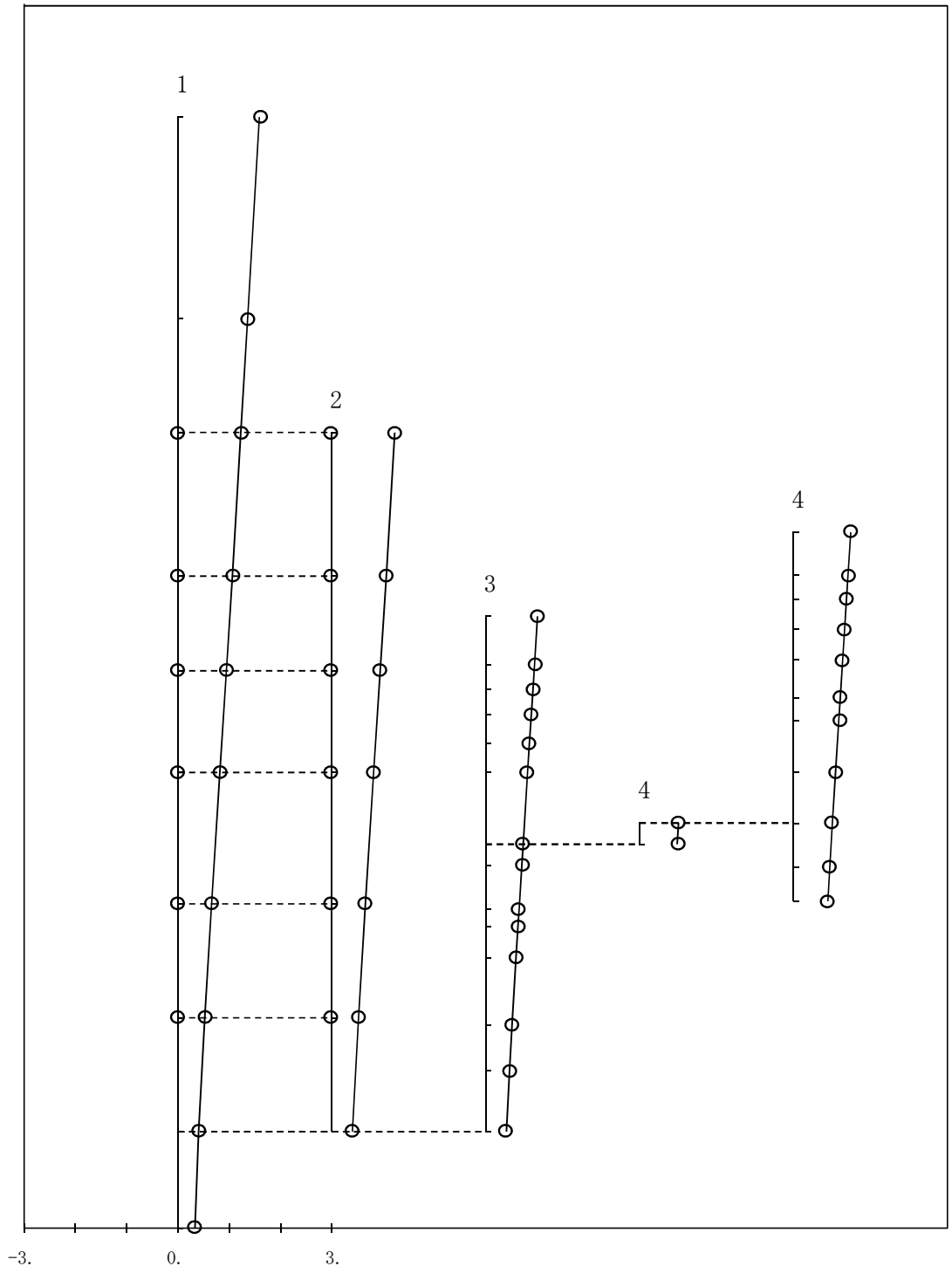


図4－197　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.191　　刺激係数　　；-0.702

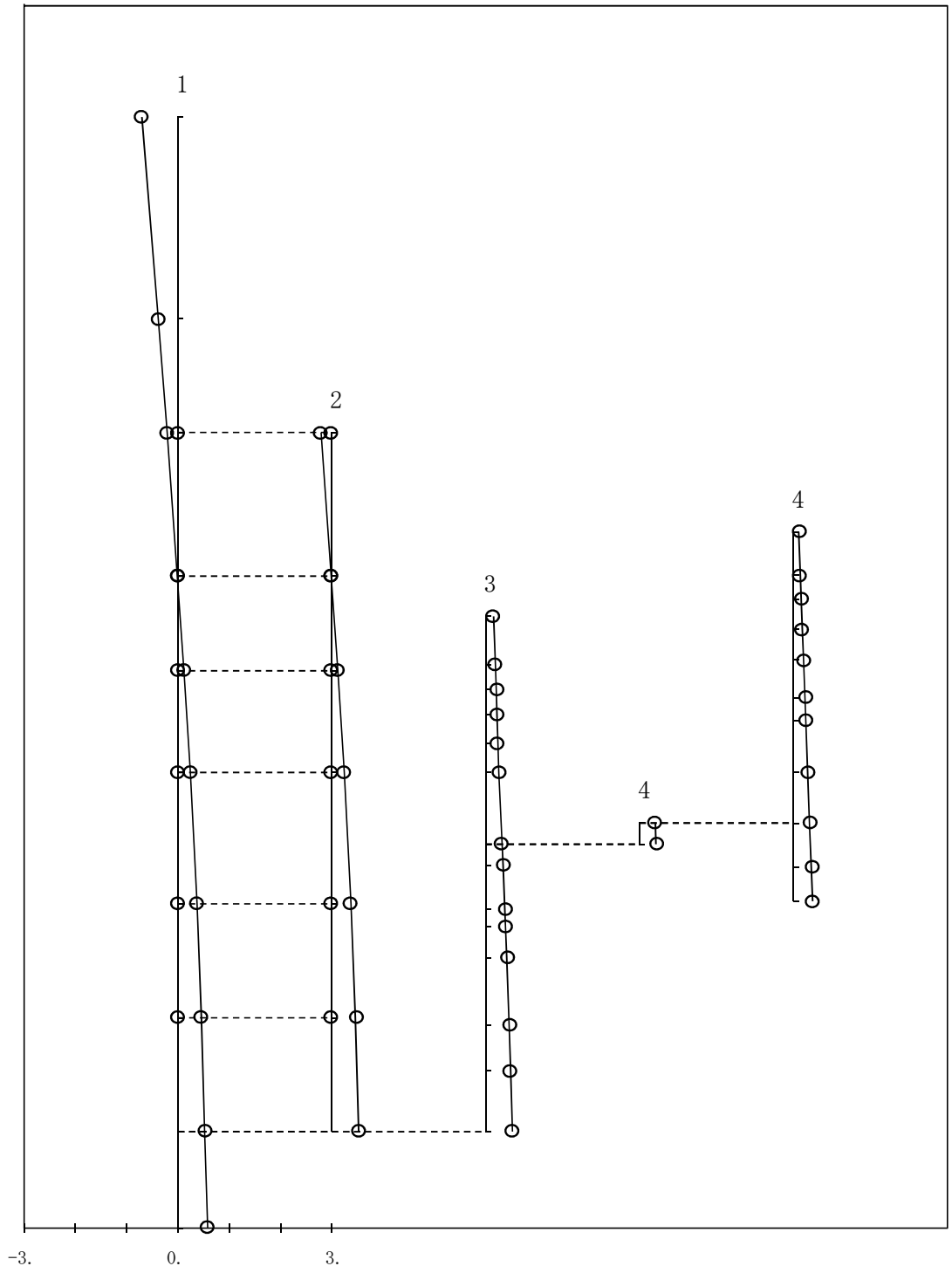


図4－198　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.071

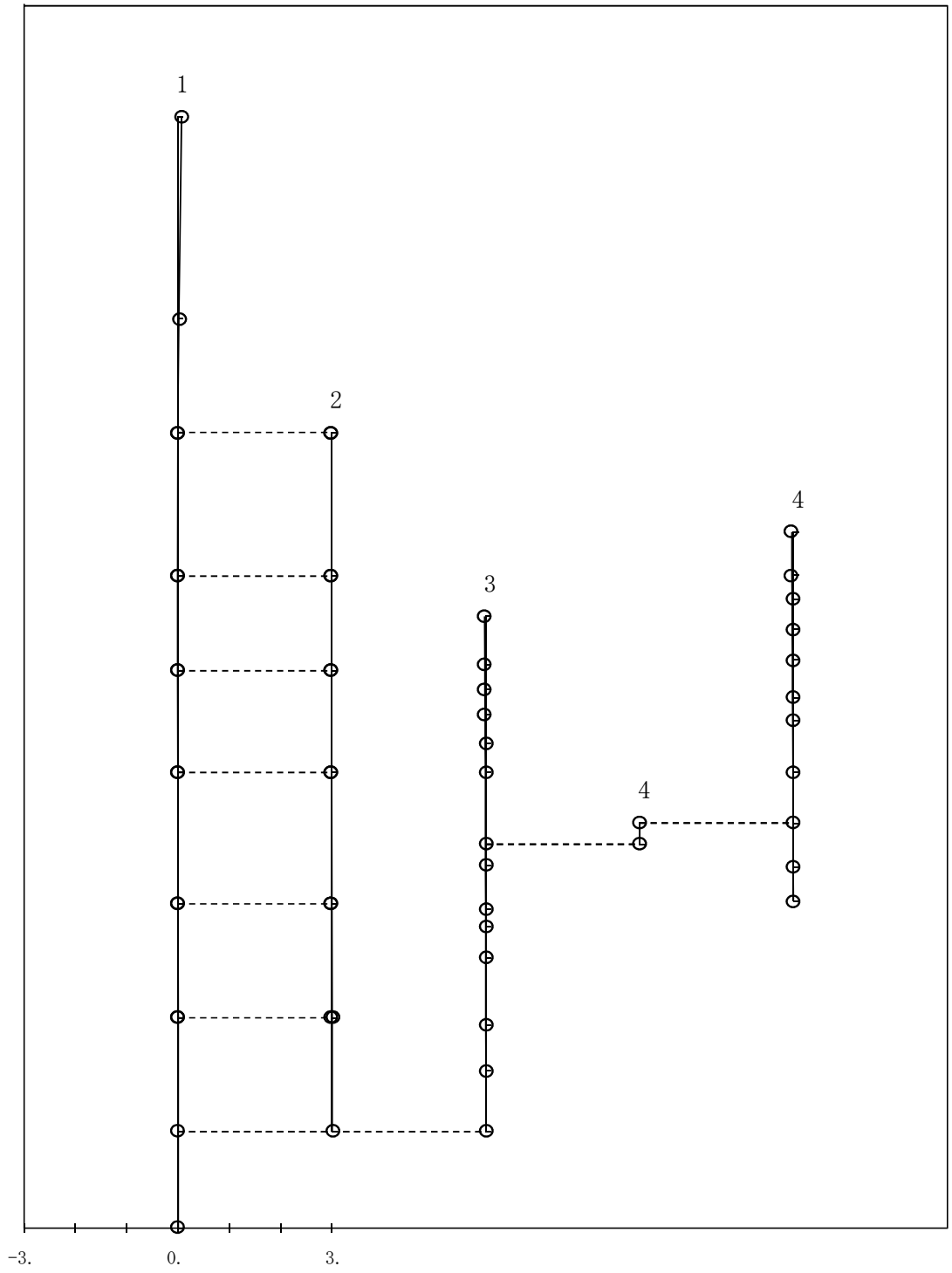


図4－199　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.521

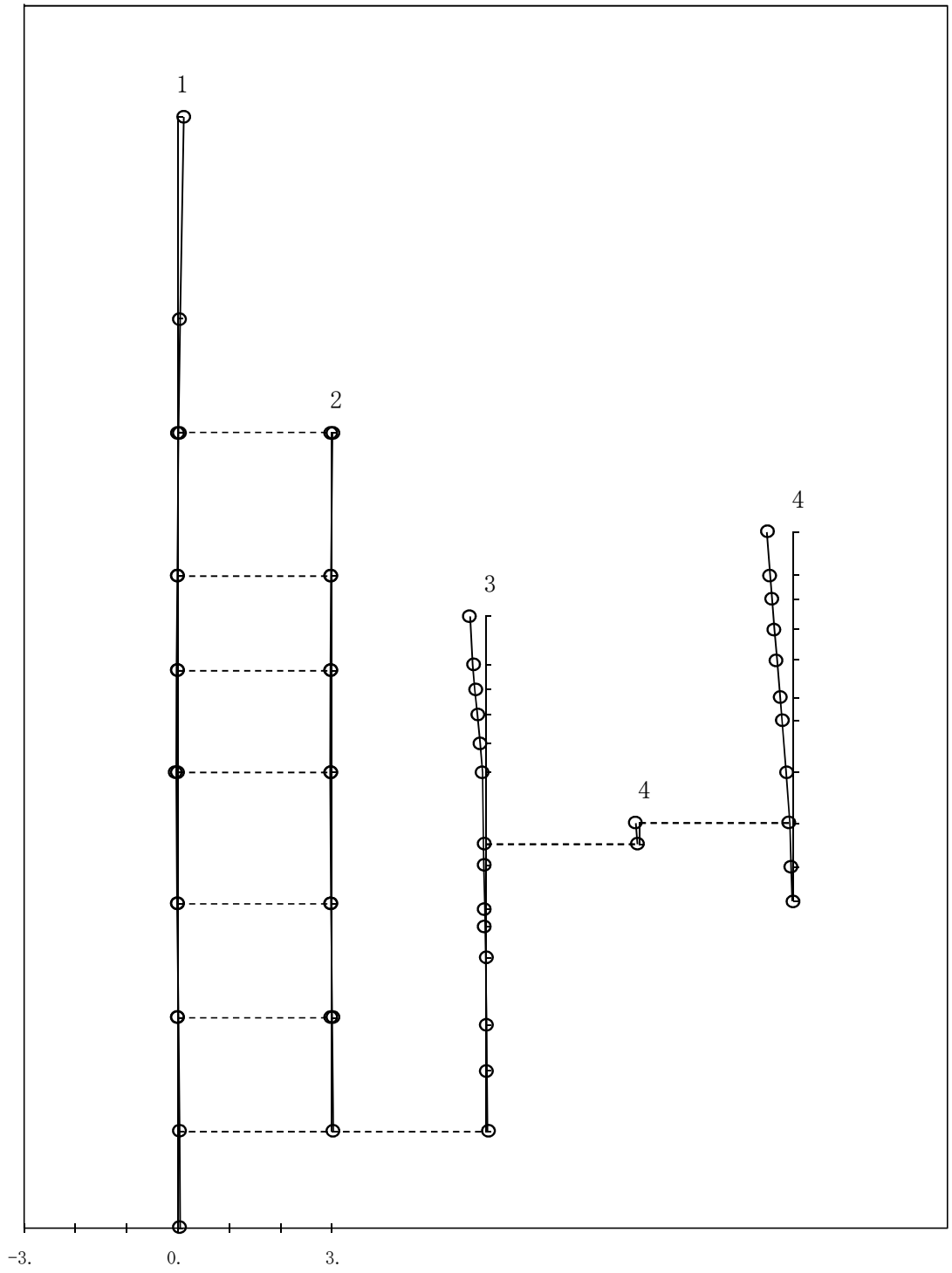


図4－200　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.056

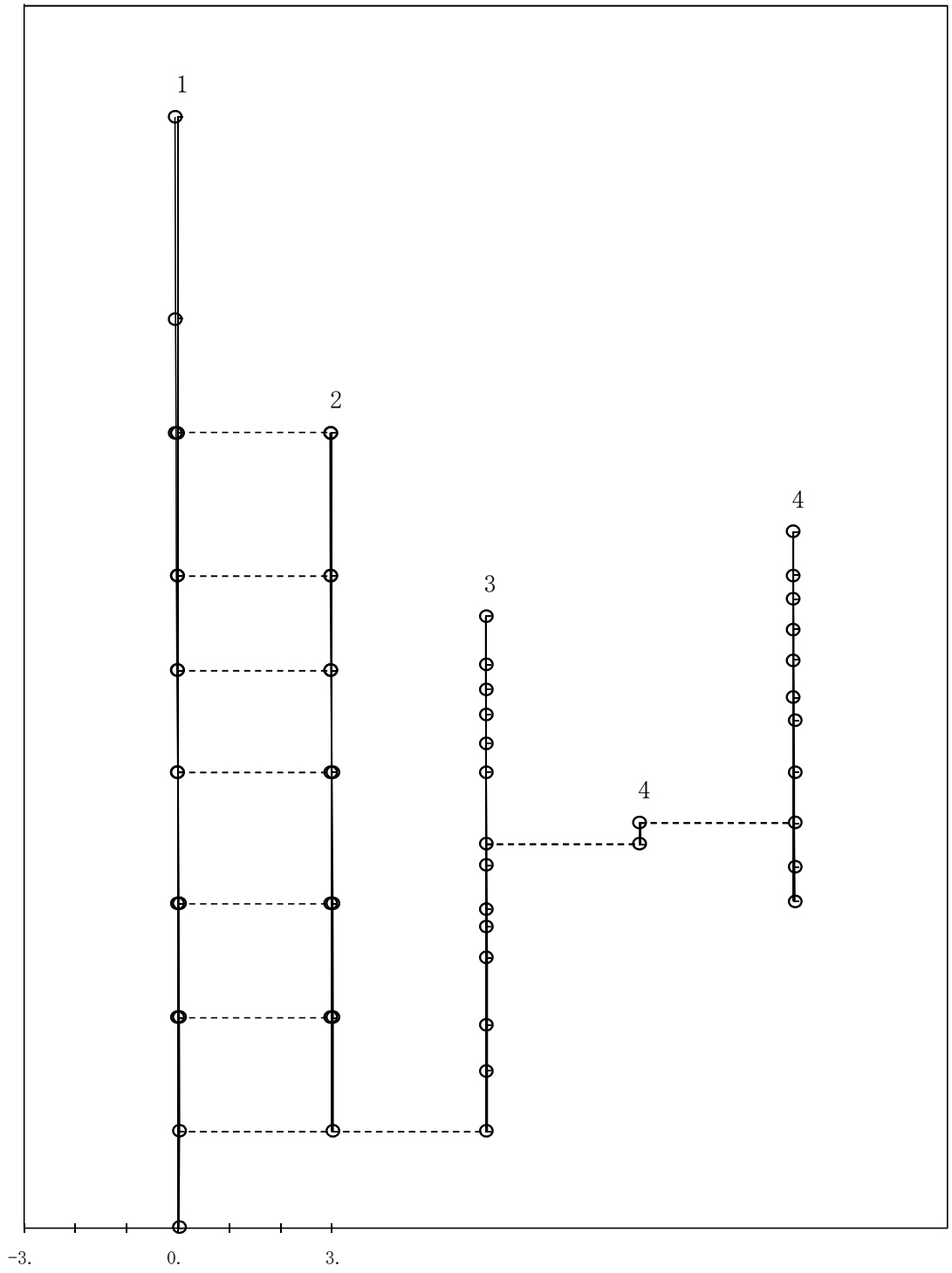


図4－201　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.269

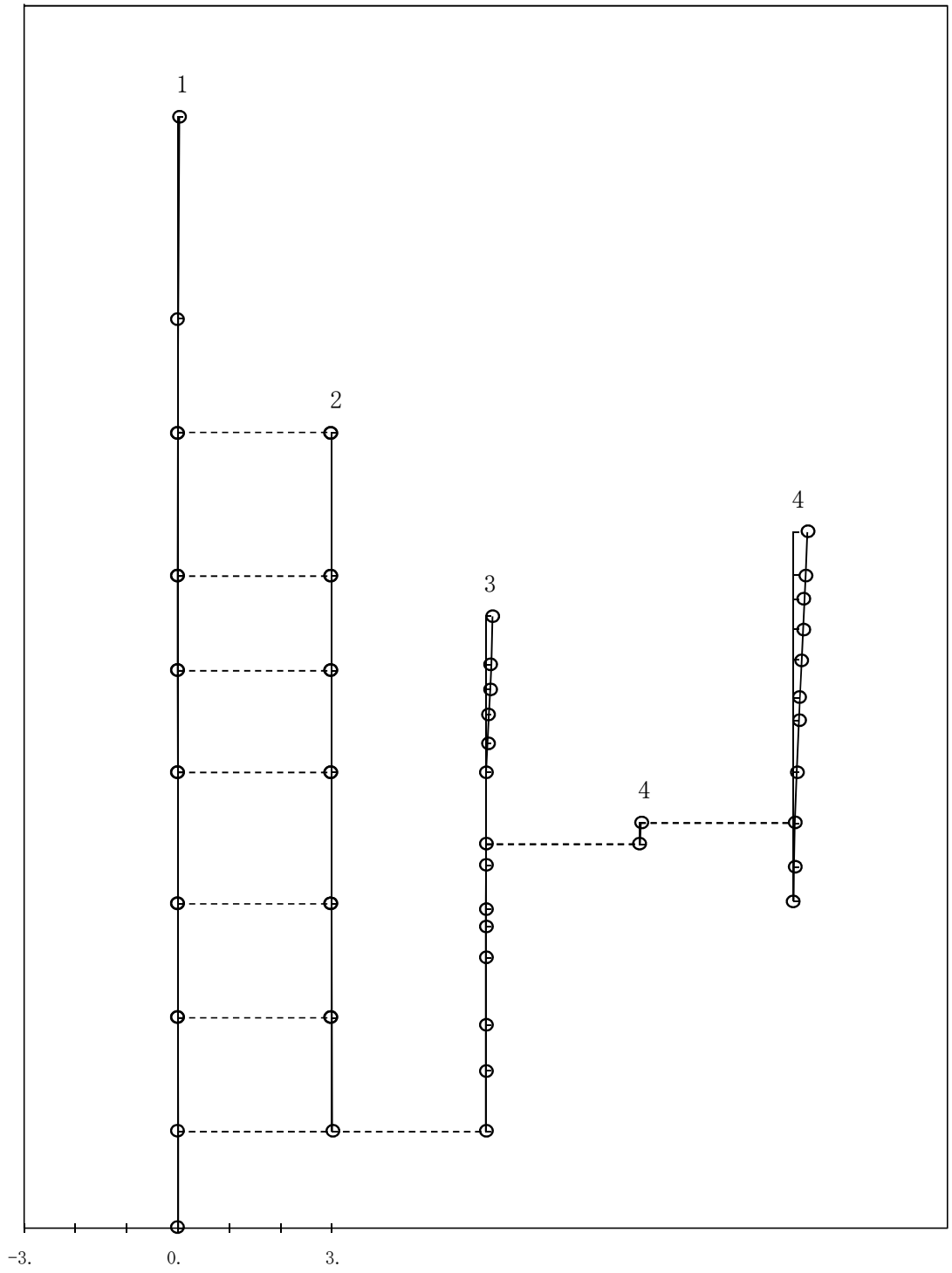


図4－202　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.040

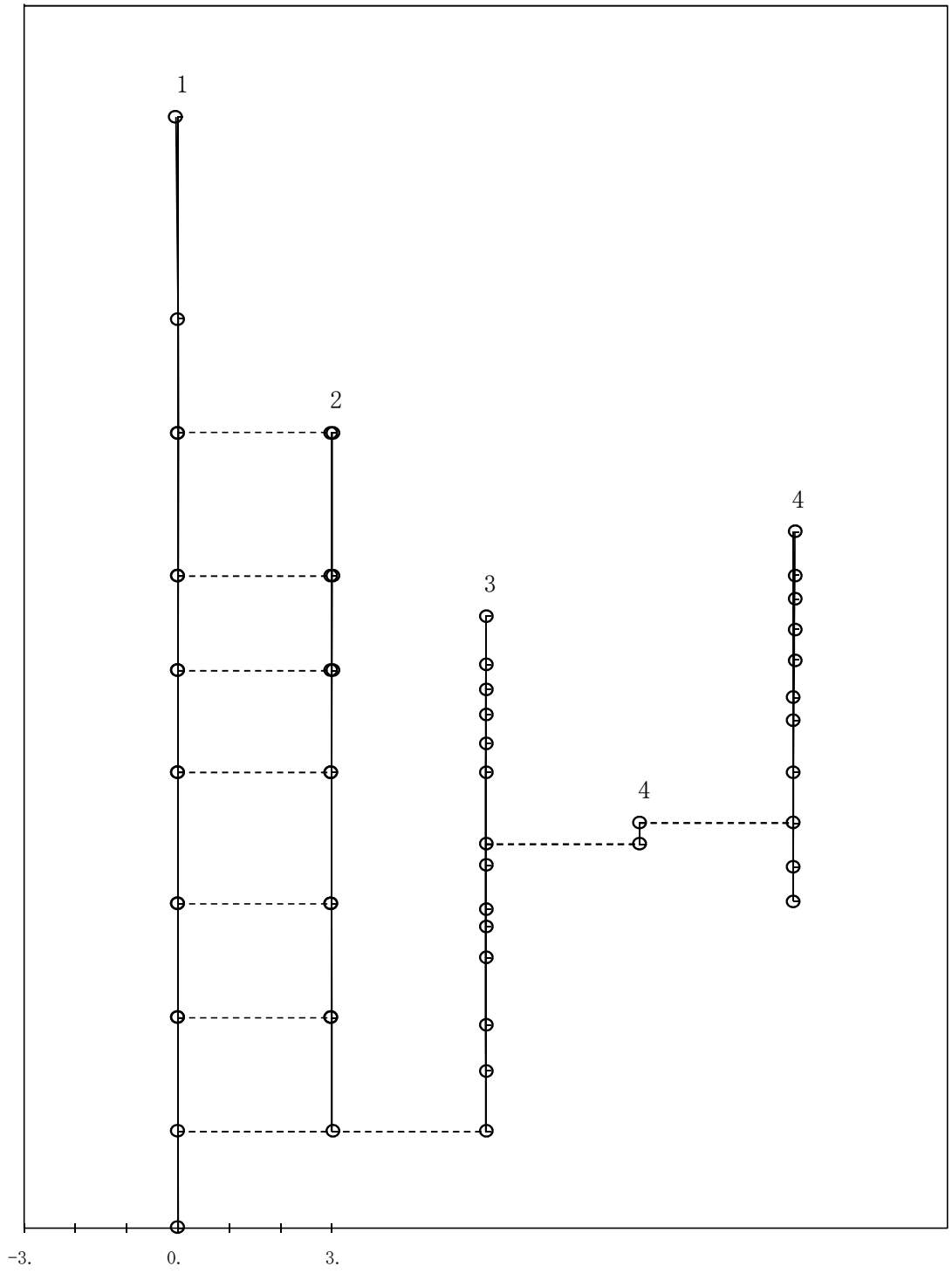


図4－203　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.424　　刺激係数　　；1.550

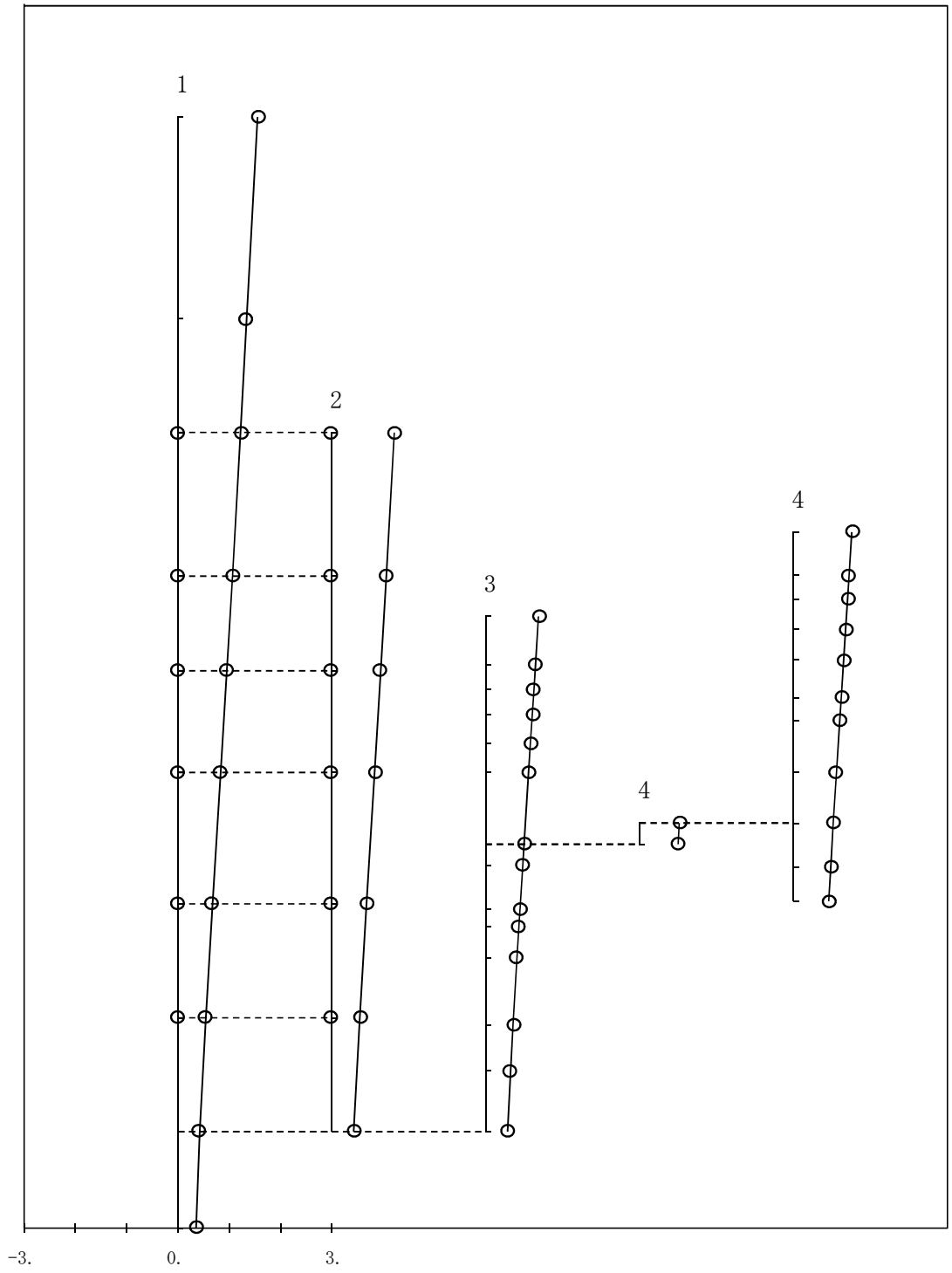


図4－204　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.190　　刺激係数　　；-0.622

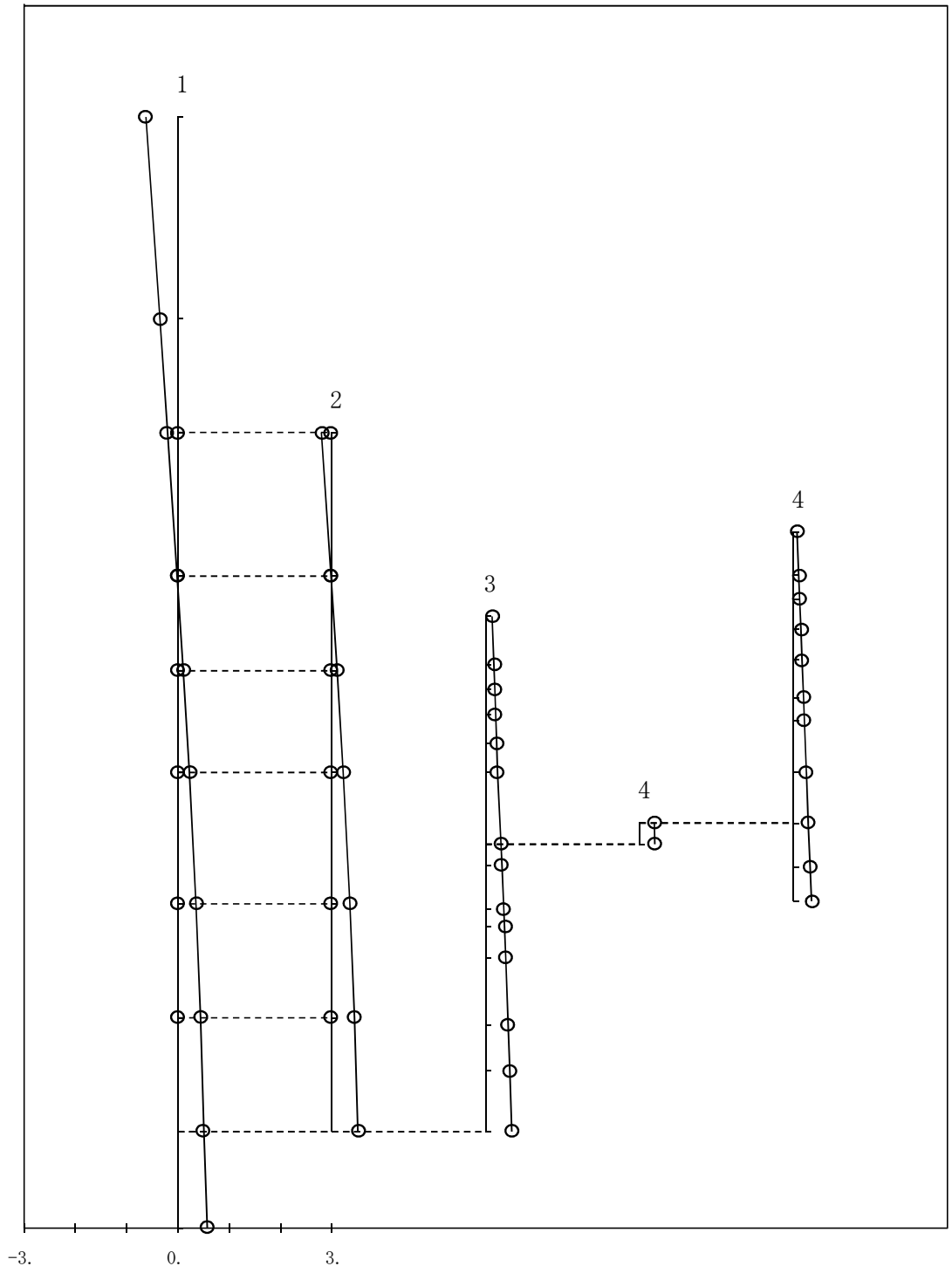


図4－205　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.034

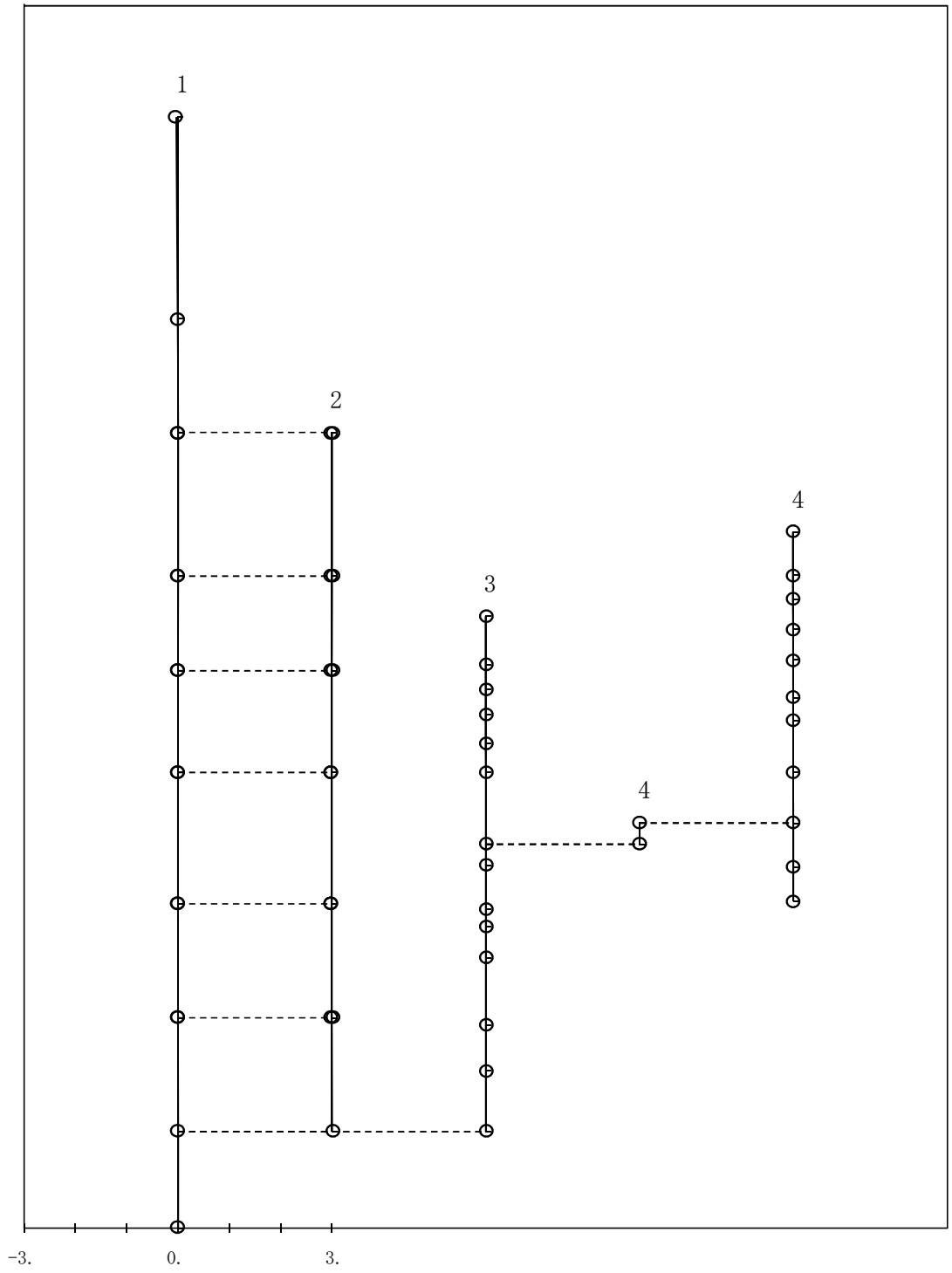


図4－206　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.527

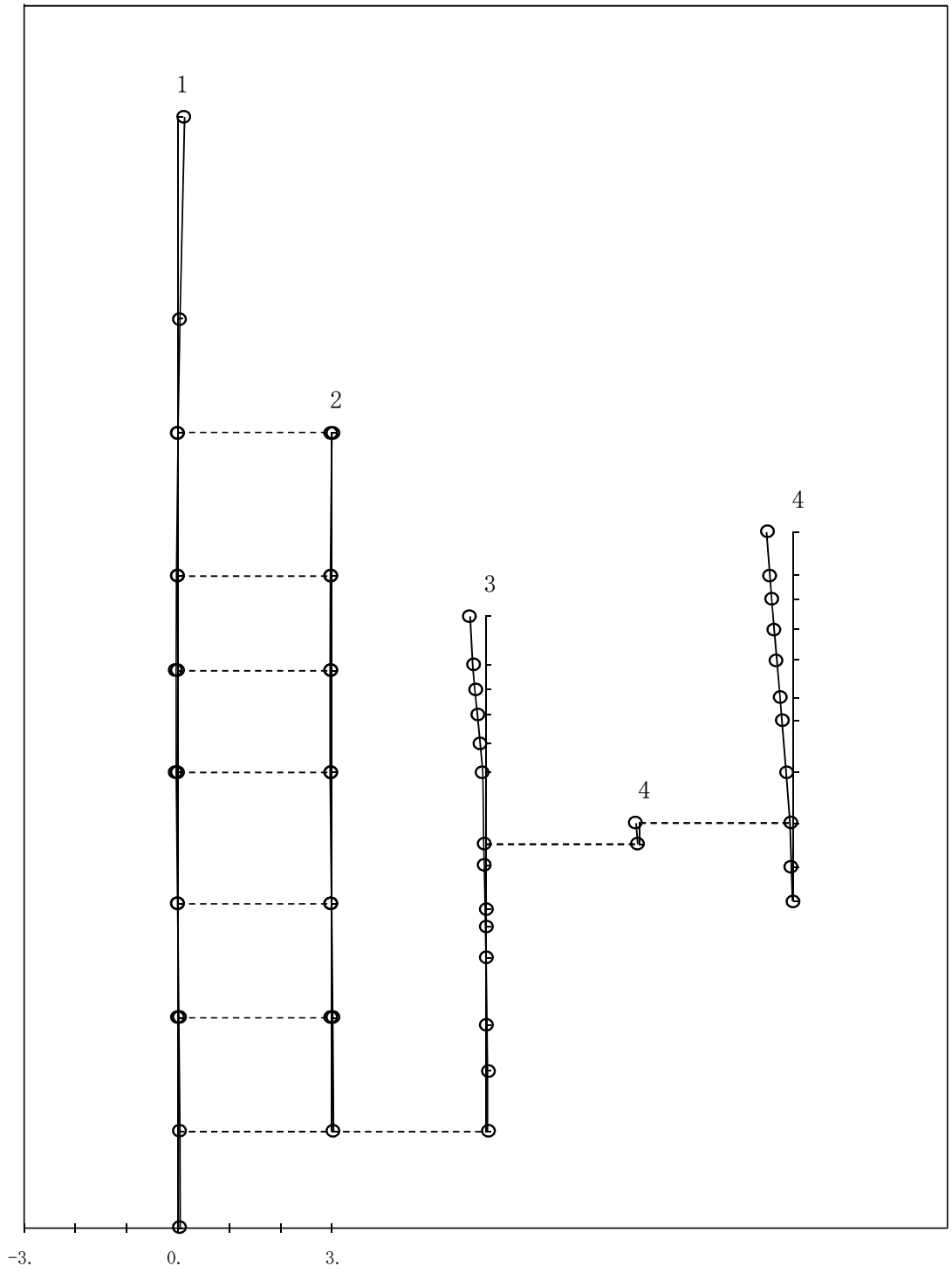


図4－207　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.179

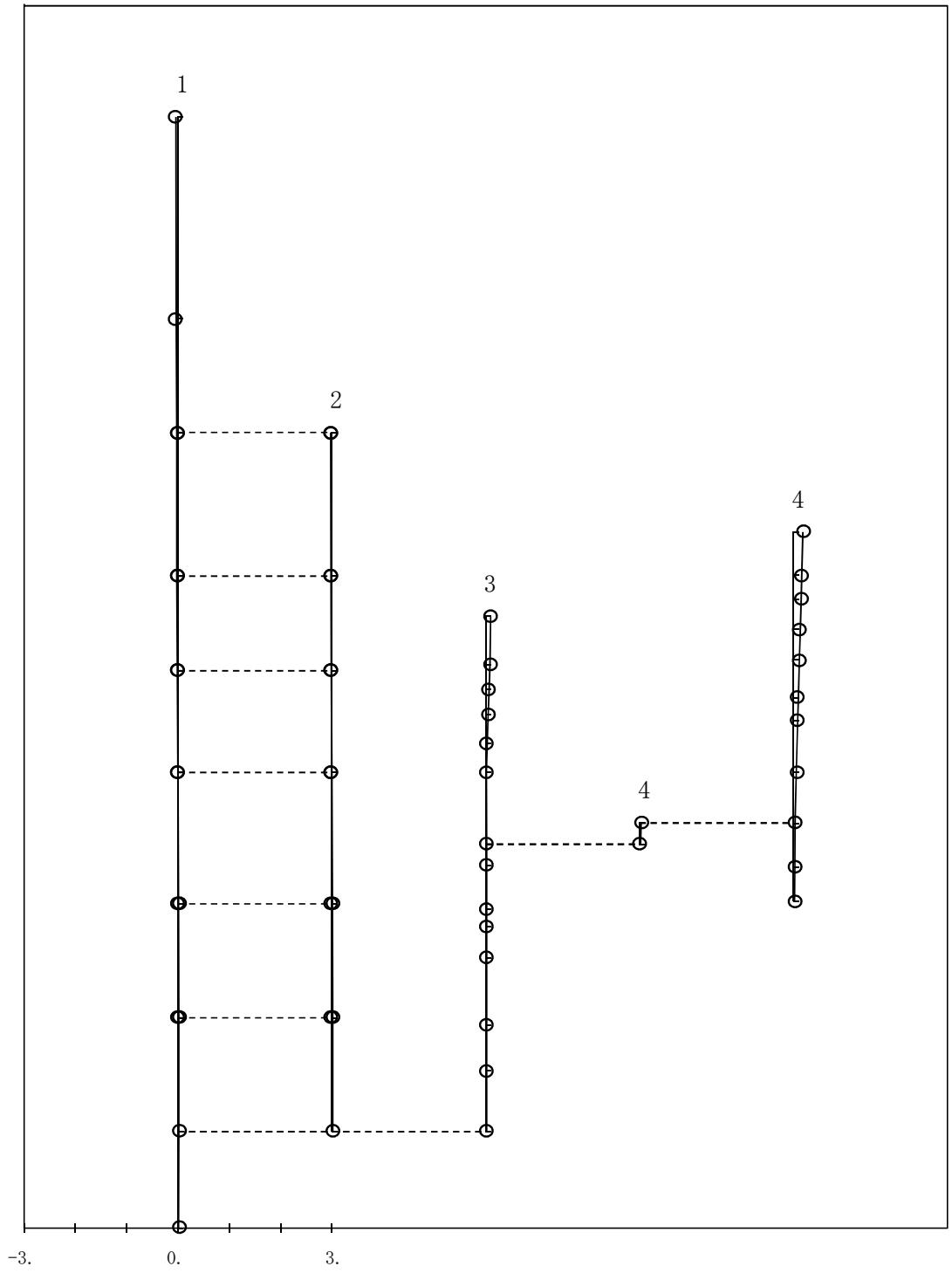


図4－208　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.053

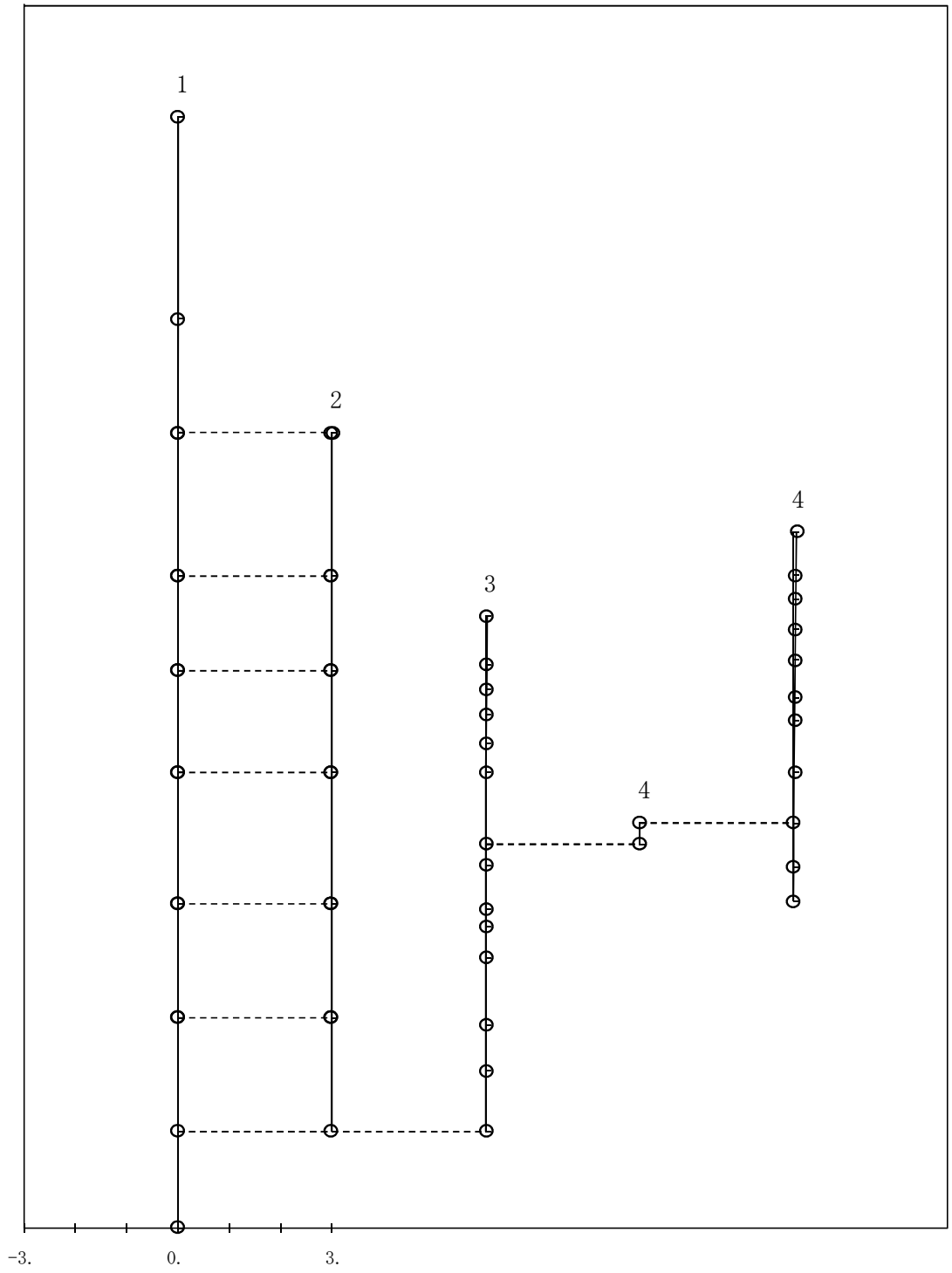


図4－209　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.063

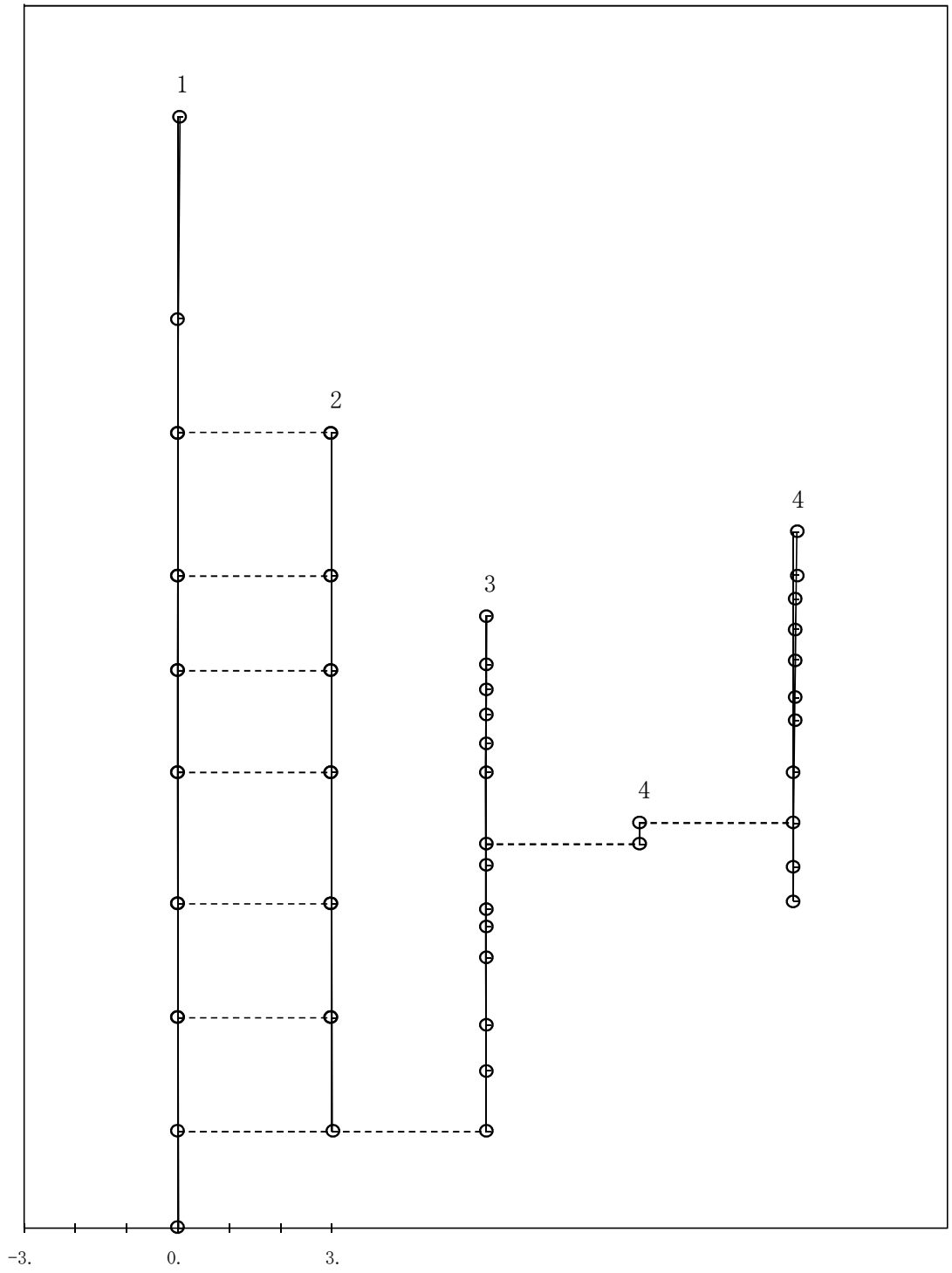


図4－210　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-7）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.433　　刺激係数　　；1.589

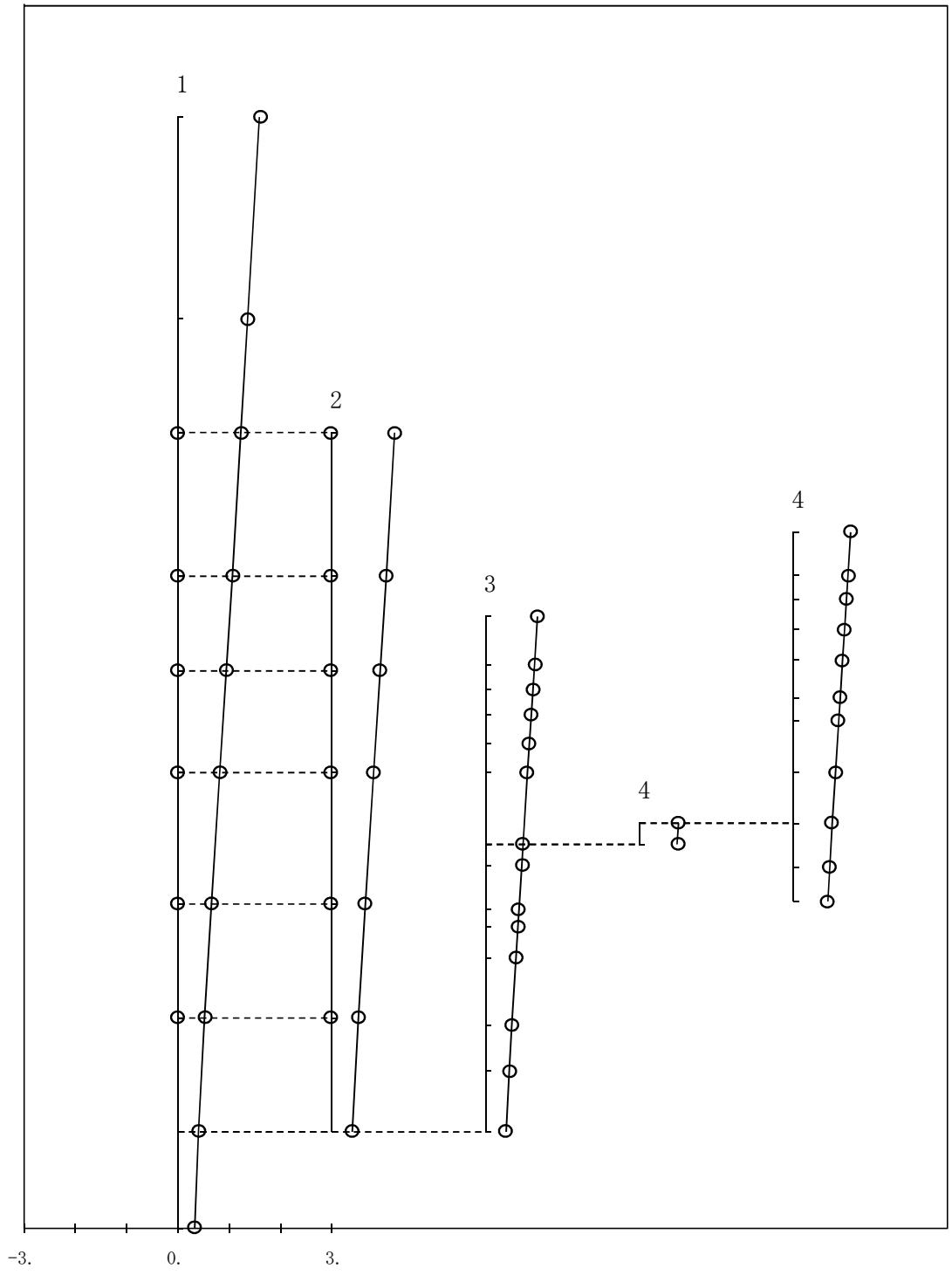


図4－211　第1次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.191　　刺激係数　　；-0.703

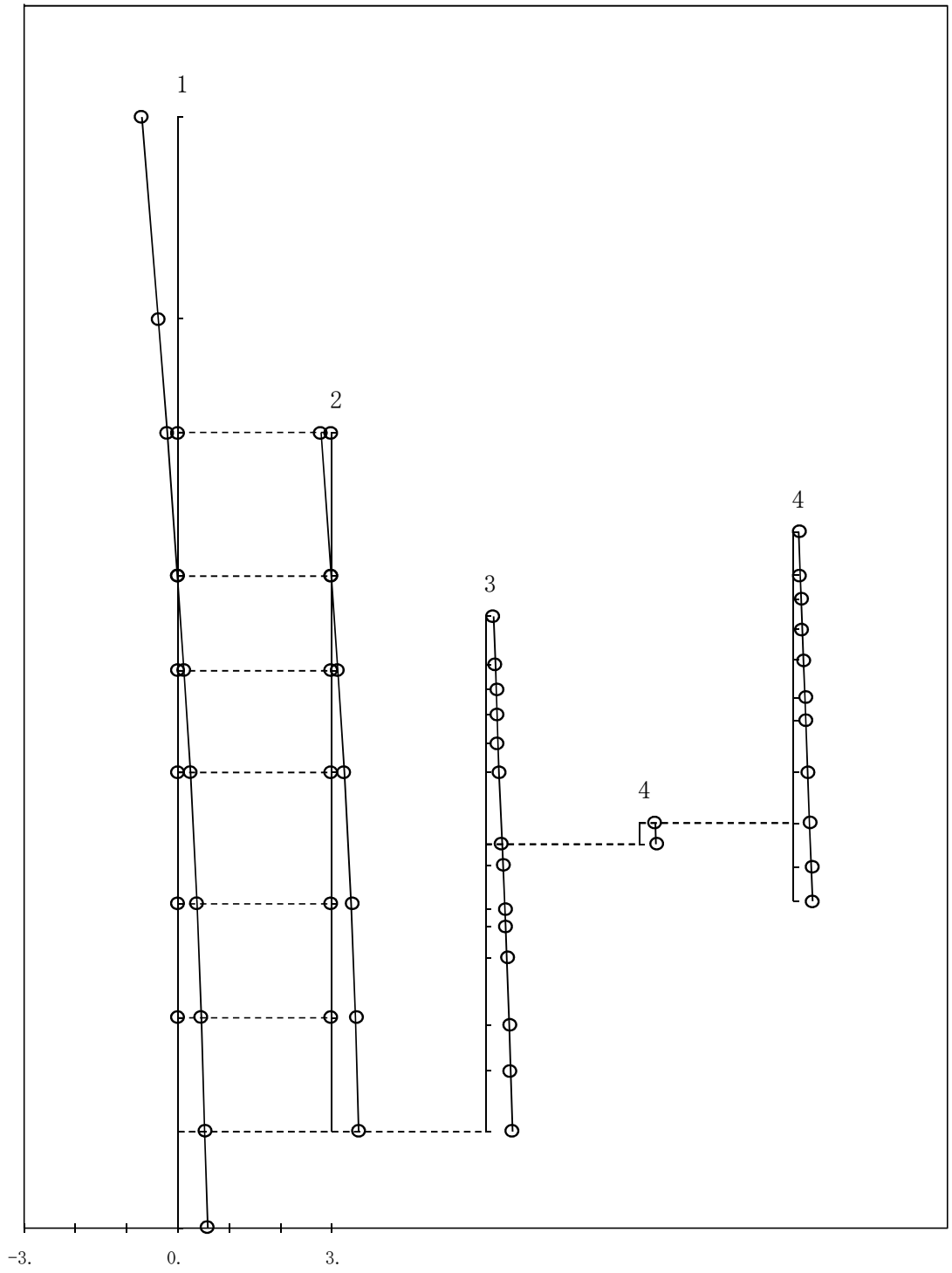


図4－212　第2次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.091　　刺激係数　　；0.071

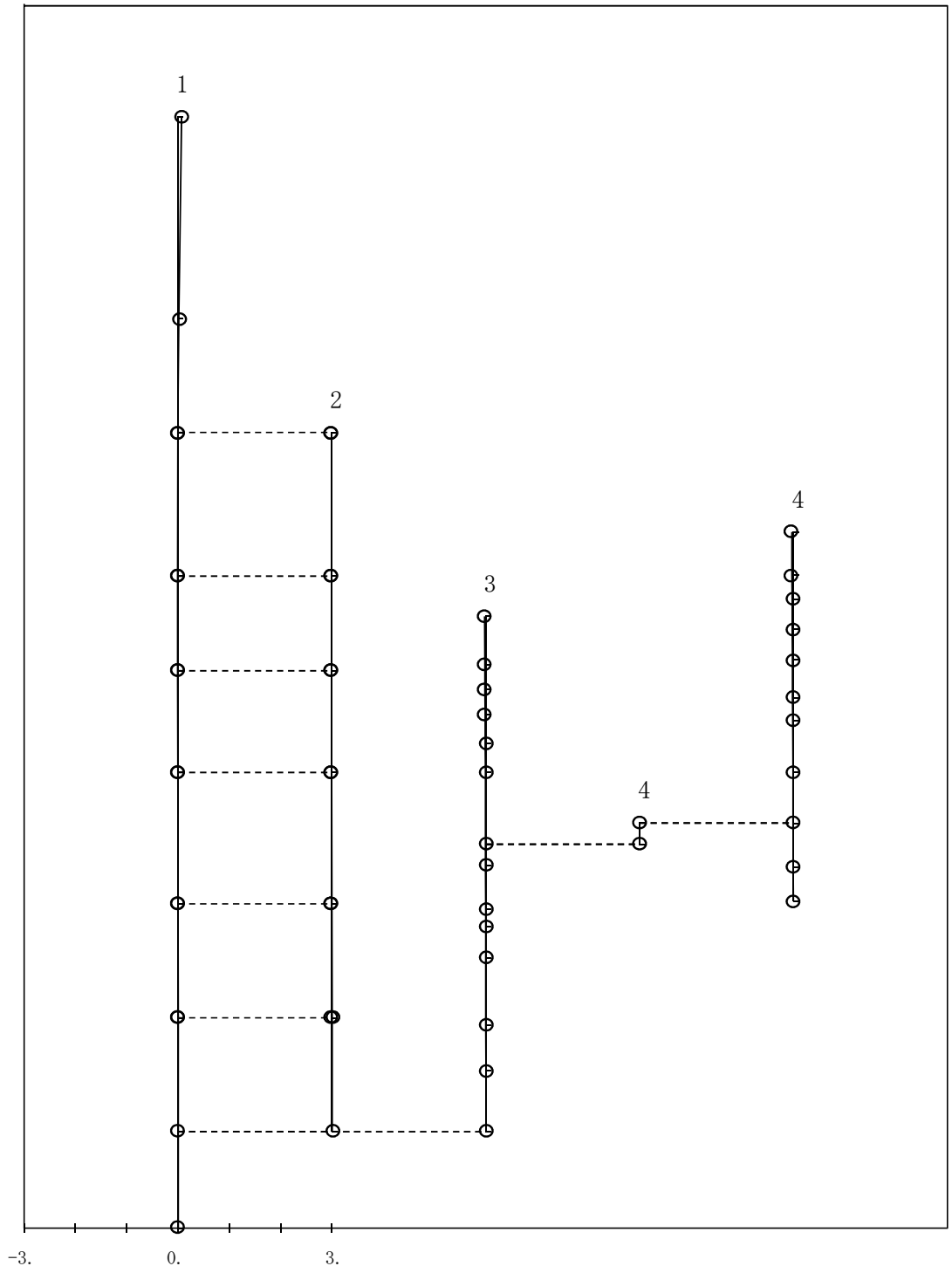


図4－213　第3次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.524

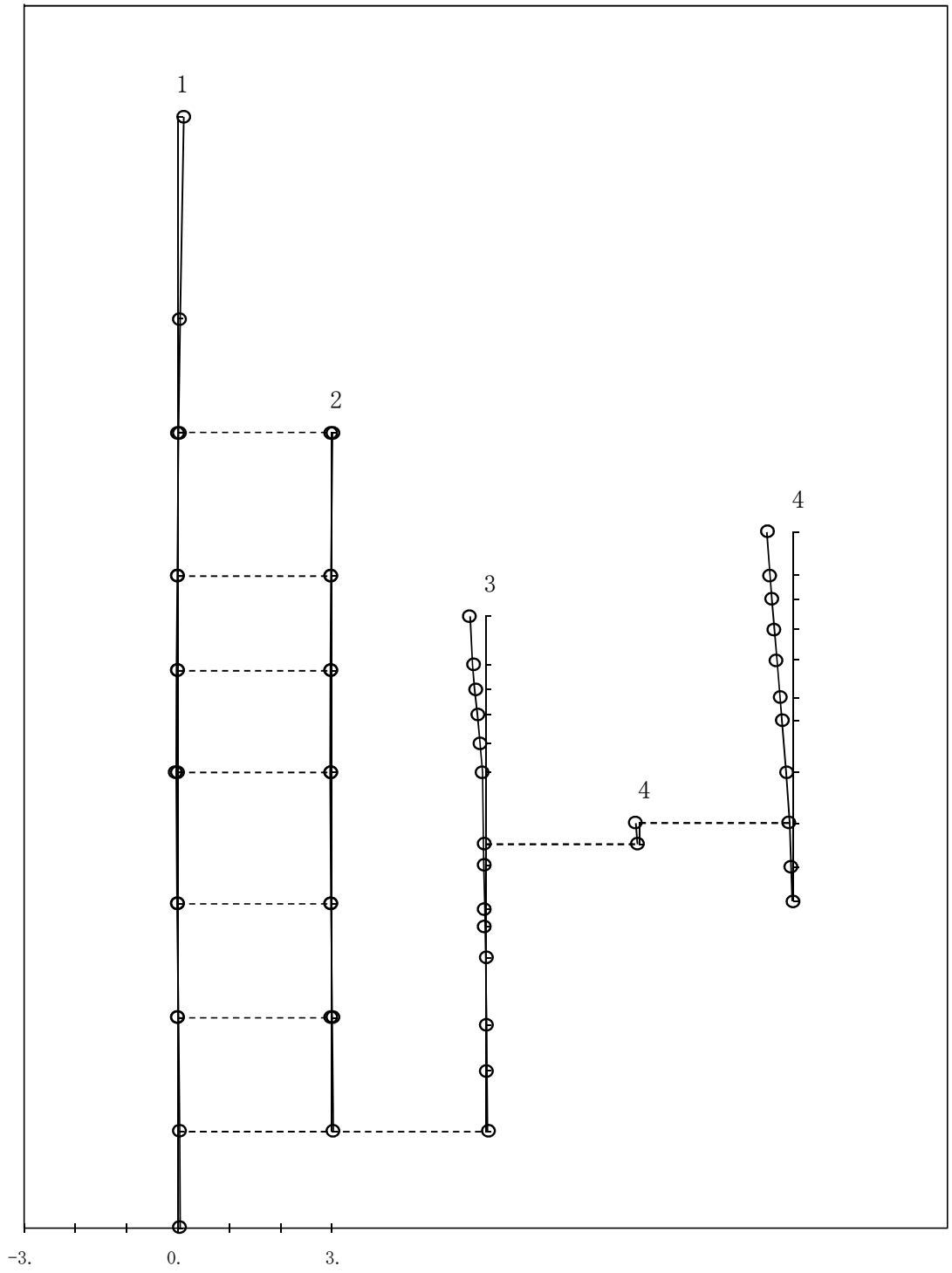


図4－214　第4次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.077　　刺激係数　　；-0.056

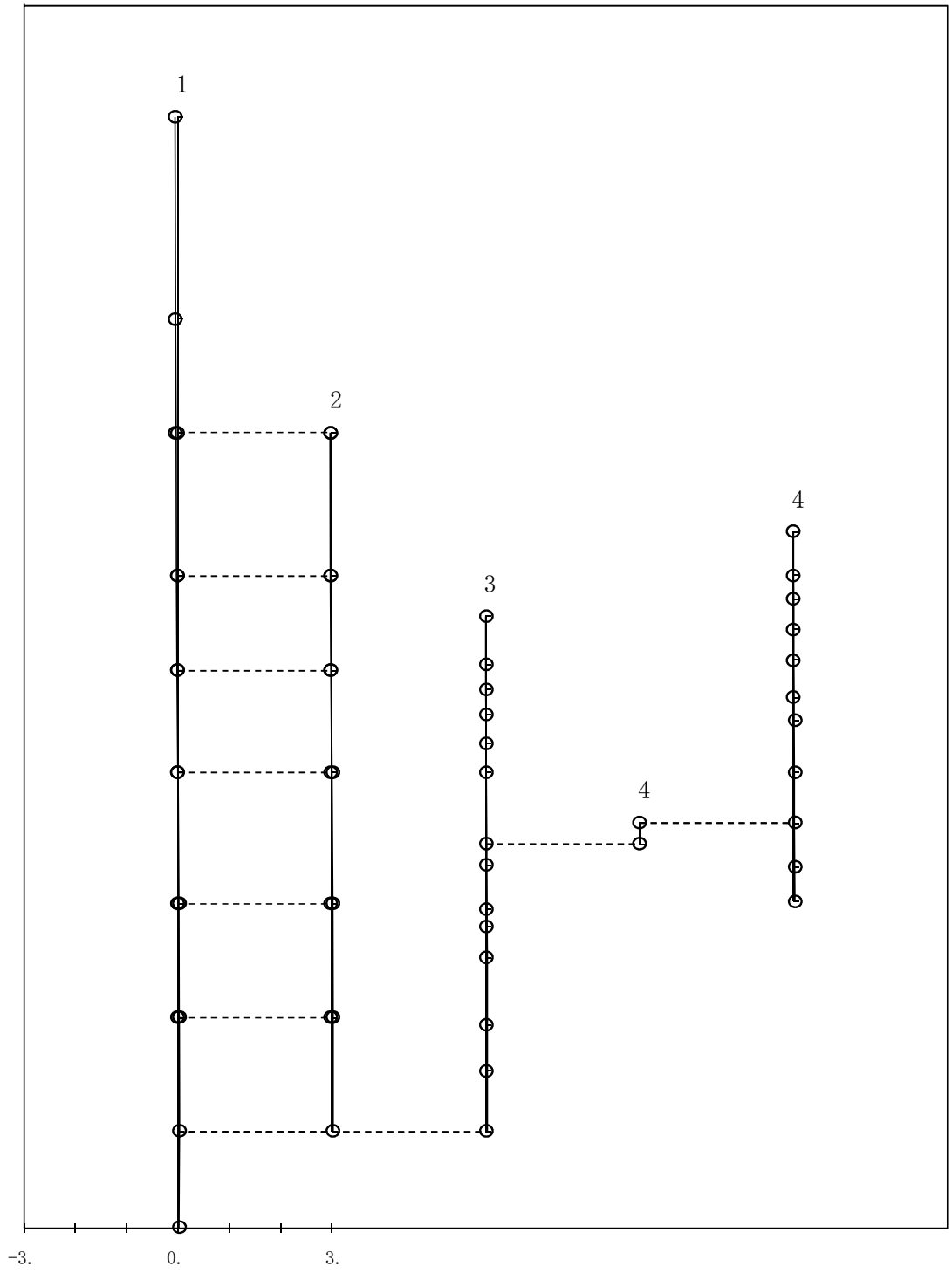


図4－215　第5次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.270

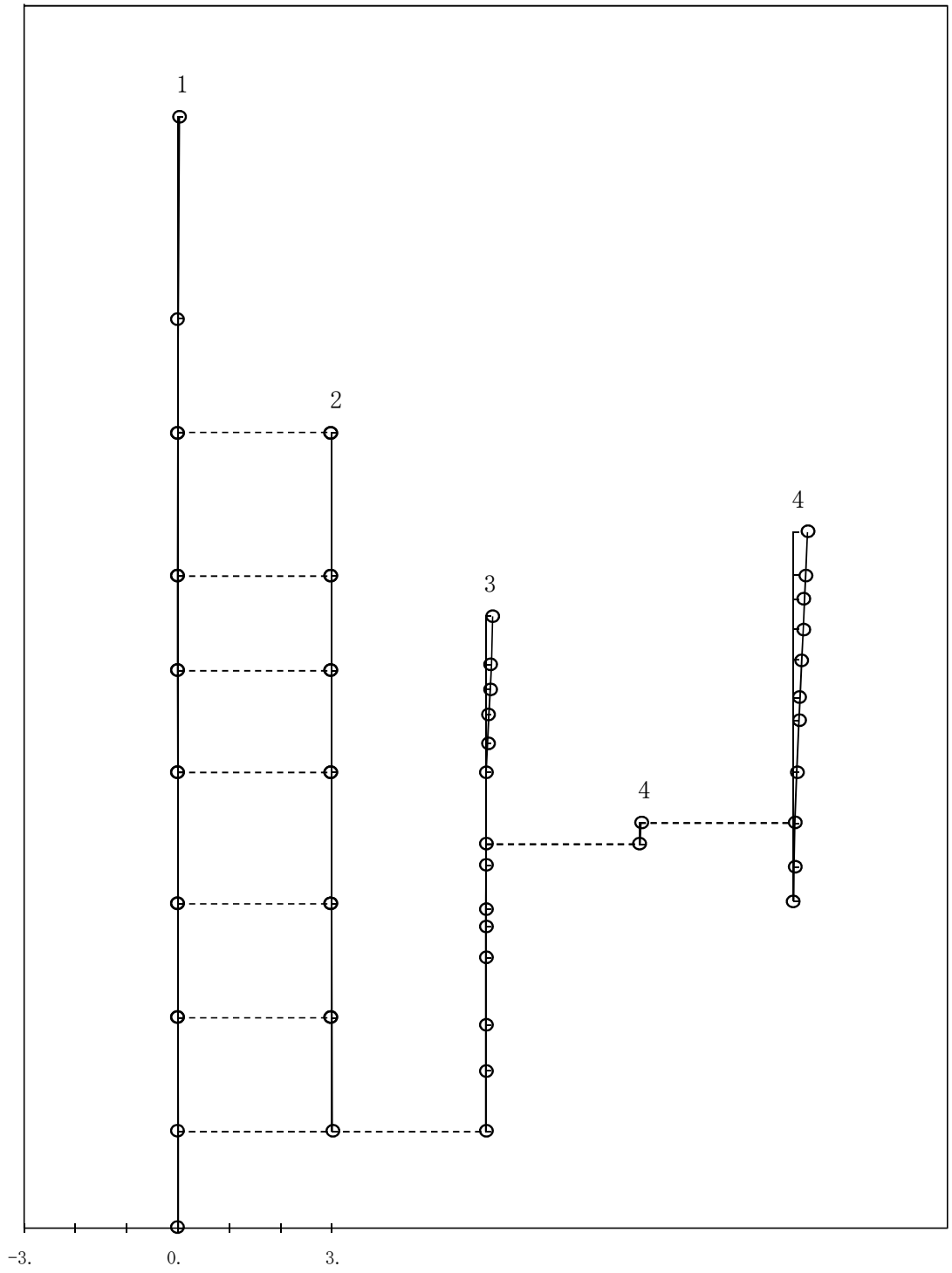


図4－216　第6次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.056　　刺激係数　　；-0.040

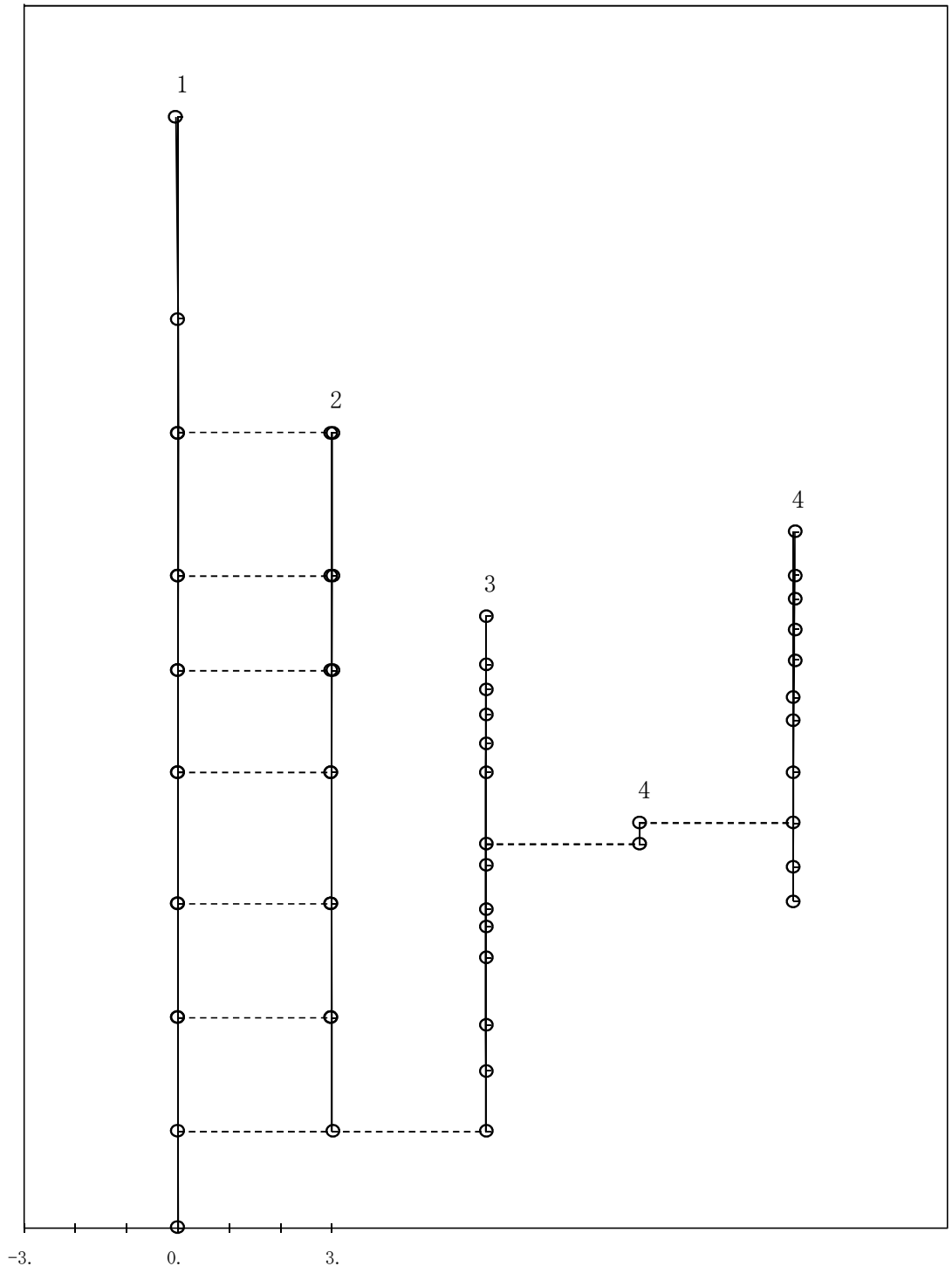


図4－217　第7次刺激関数モード（NS方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.423　　刺激係数　　；1.550

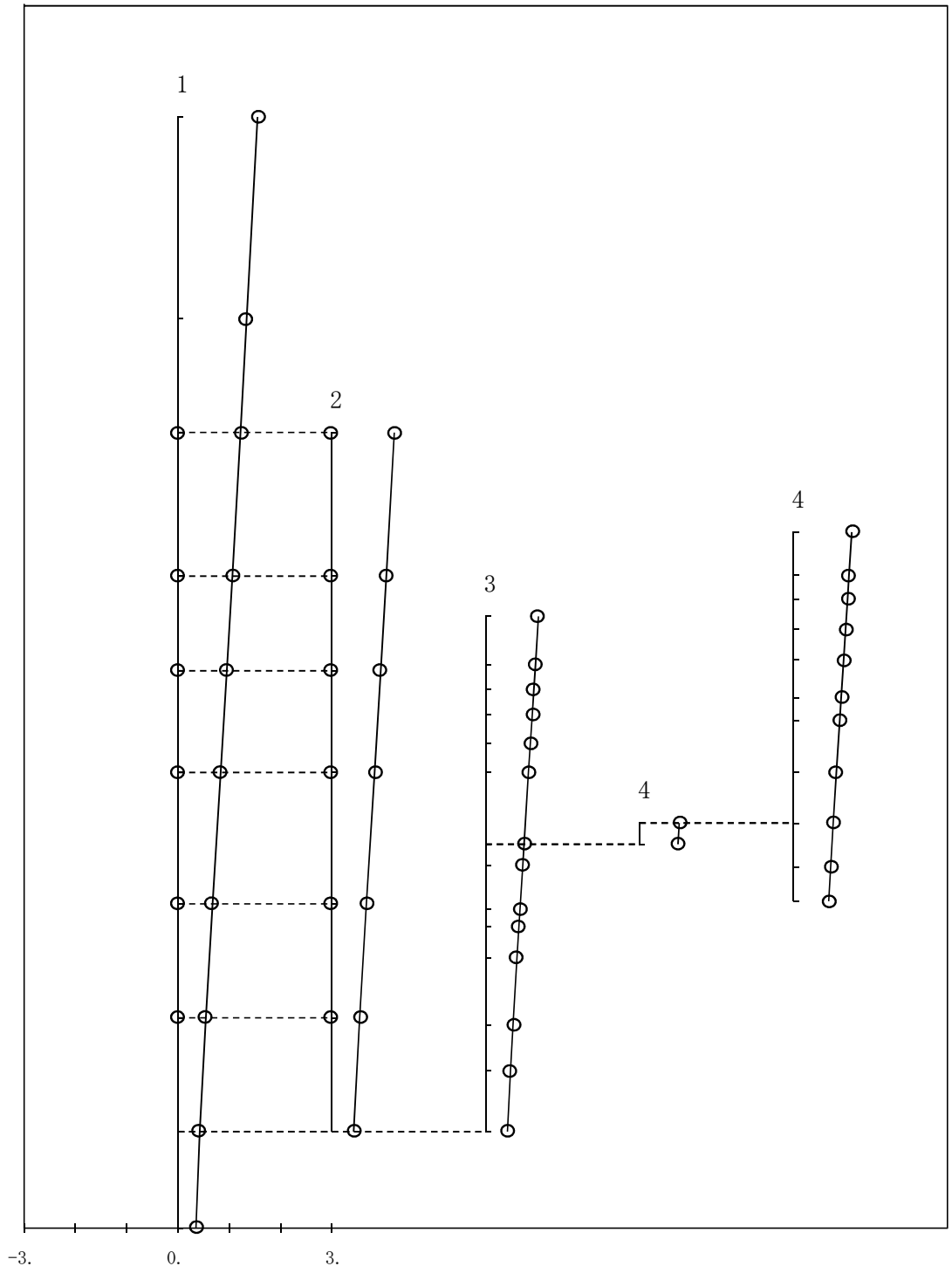


図4－218　第1次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.189　　刺激係数　　；-0.622

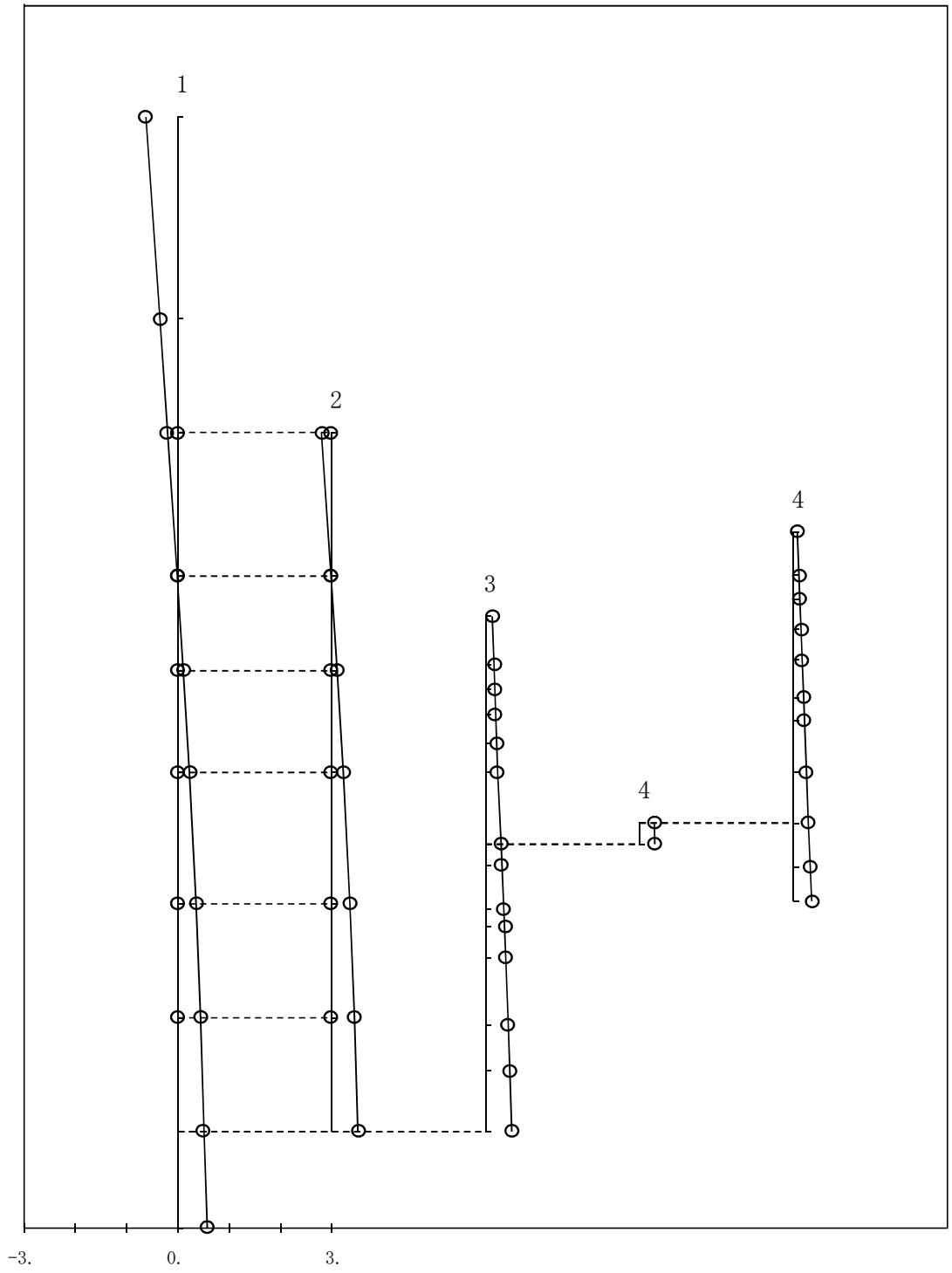


図4－219　第2次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.082　　刺激係数　　；-0.034

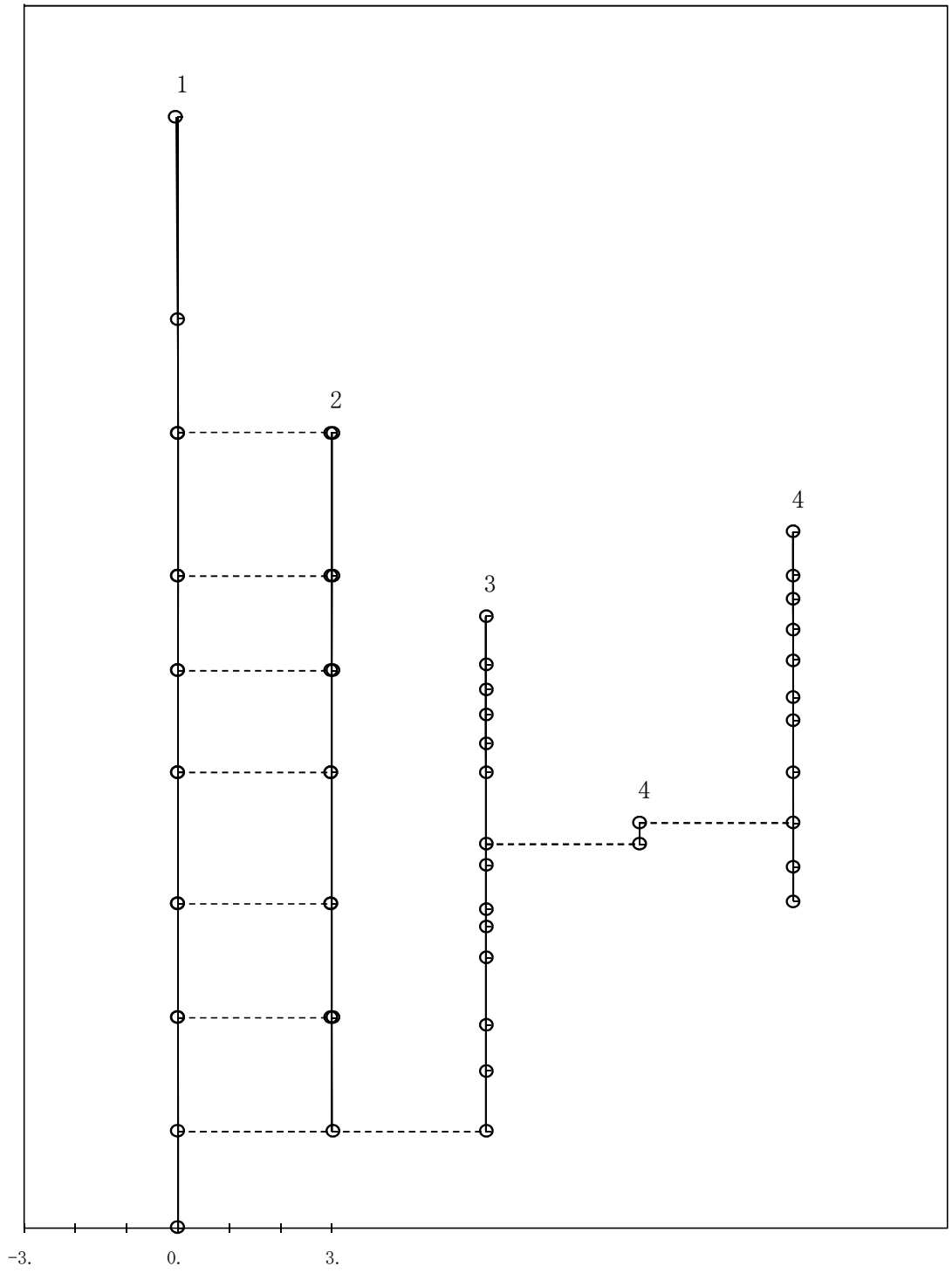


図4－220　第3次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.079　　刺激係数　　；-0.530

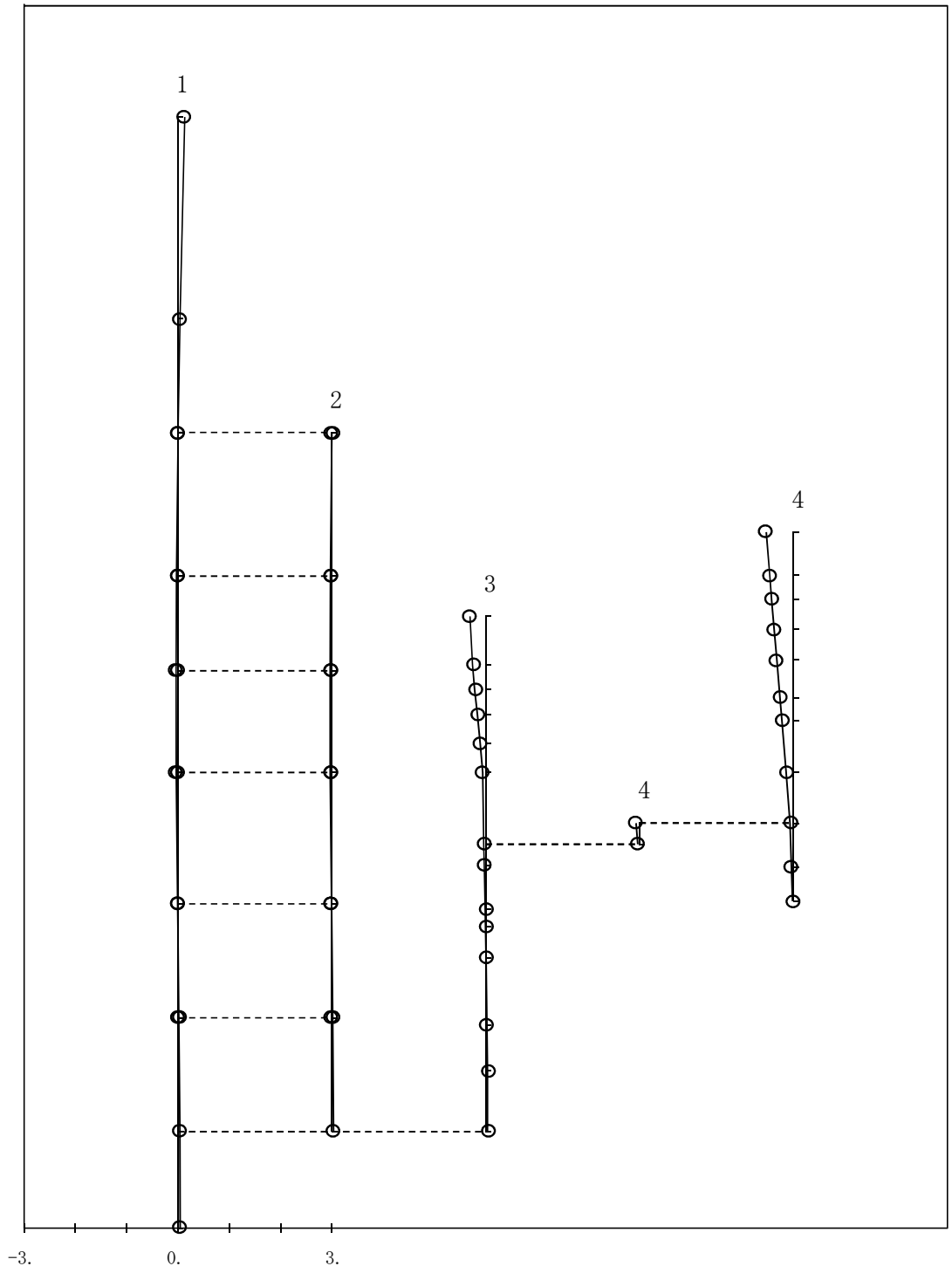


図4－221　第4次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.071　　刺激係数　　；0.182

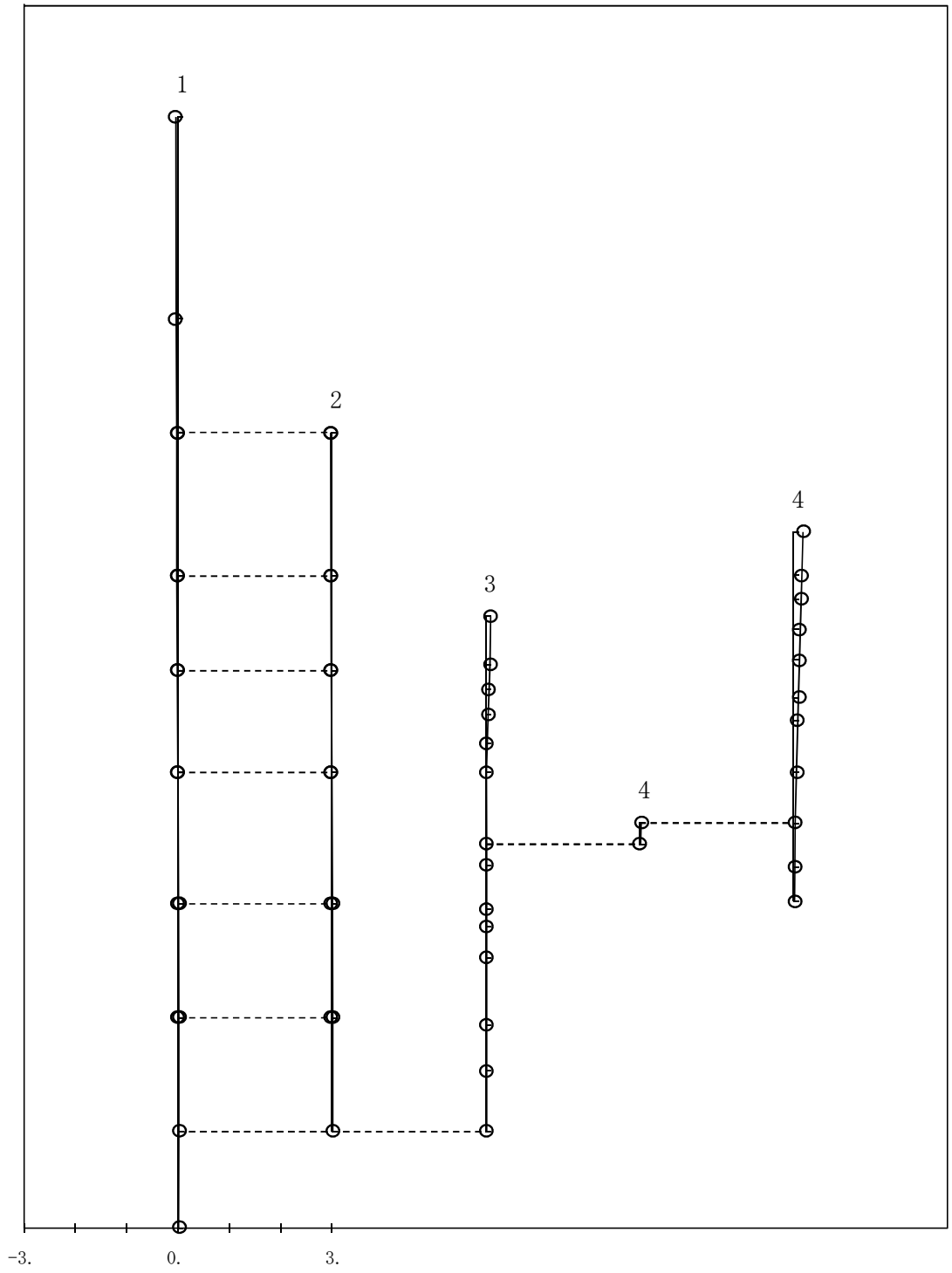


図4－222　第5次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.070　　刺激係数　　；0.051

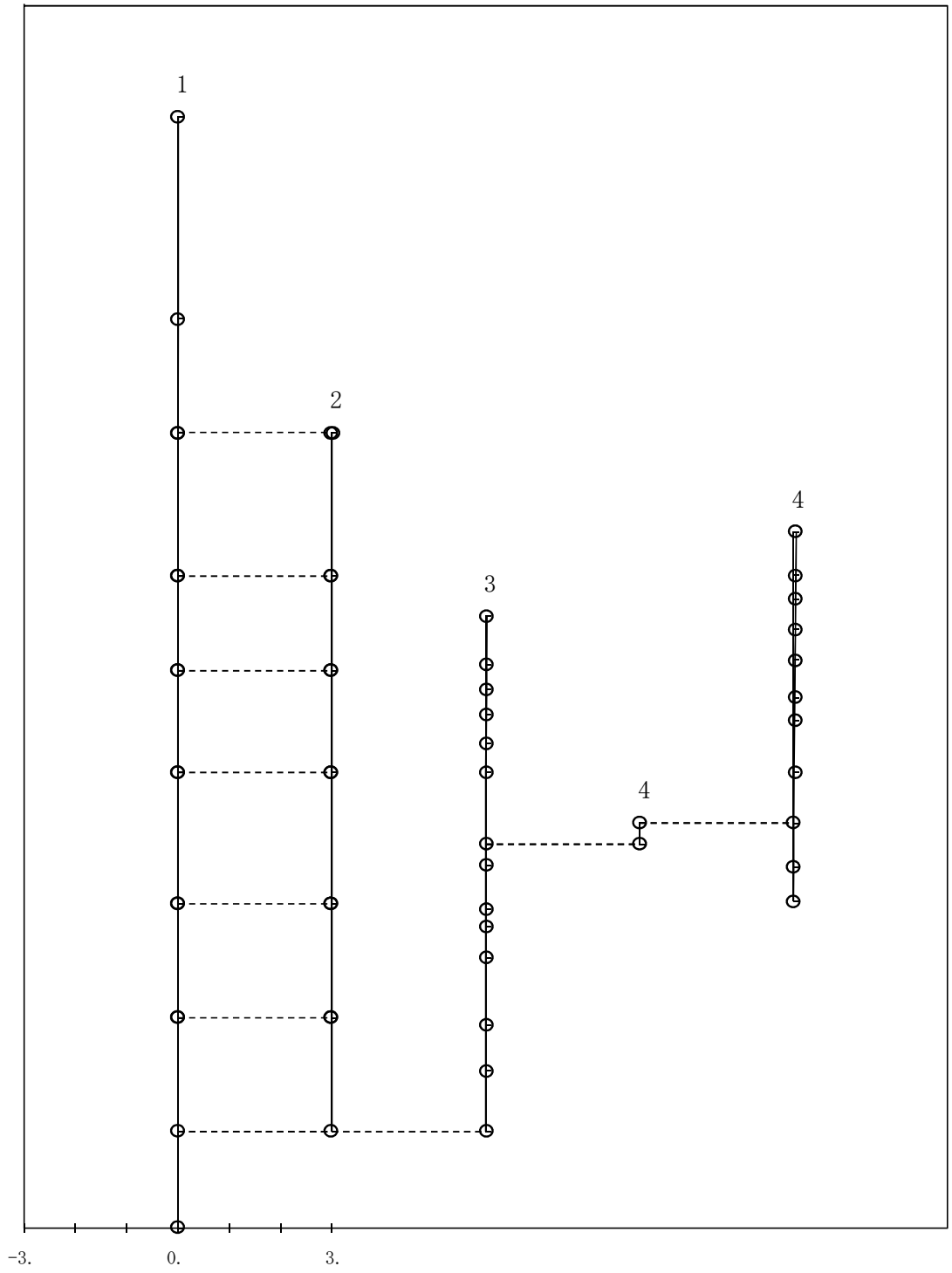


図4－223　第6次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）

プラント名：柏崎刈羽原子力発電所第７号機

1 原子炉建屋
2 原子炉格納容器
3 原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎
4 原子炉圧力容器

固有周期(s)　；0.058　　刺激係数　　；0.063

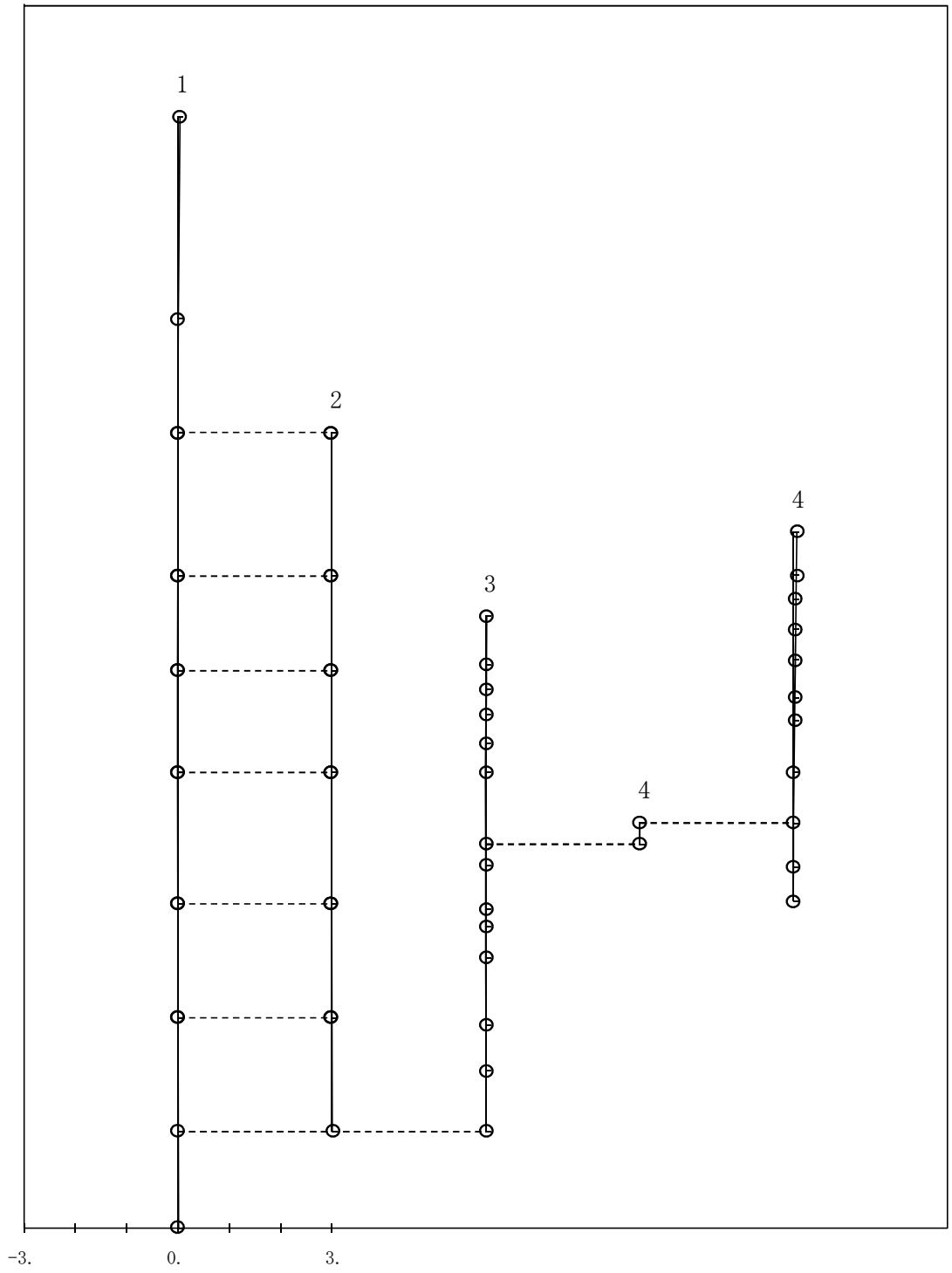
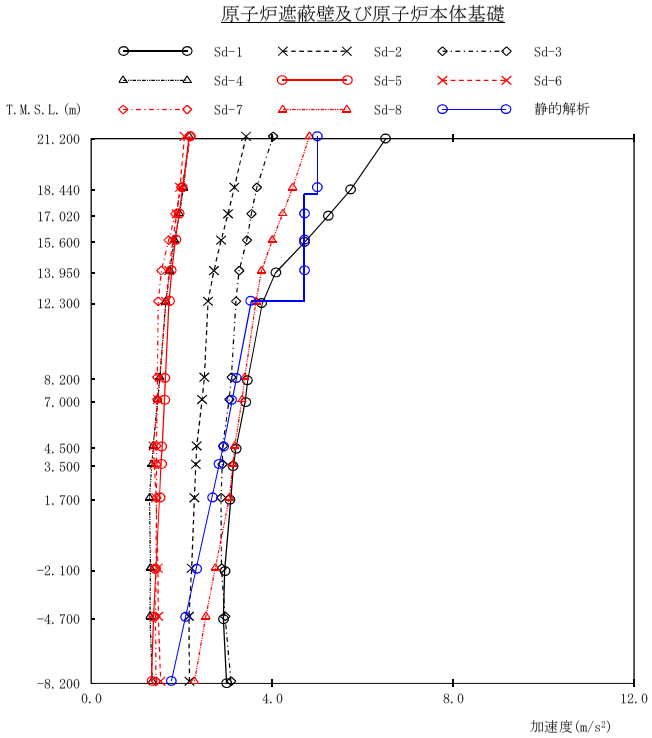


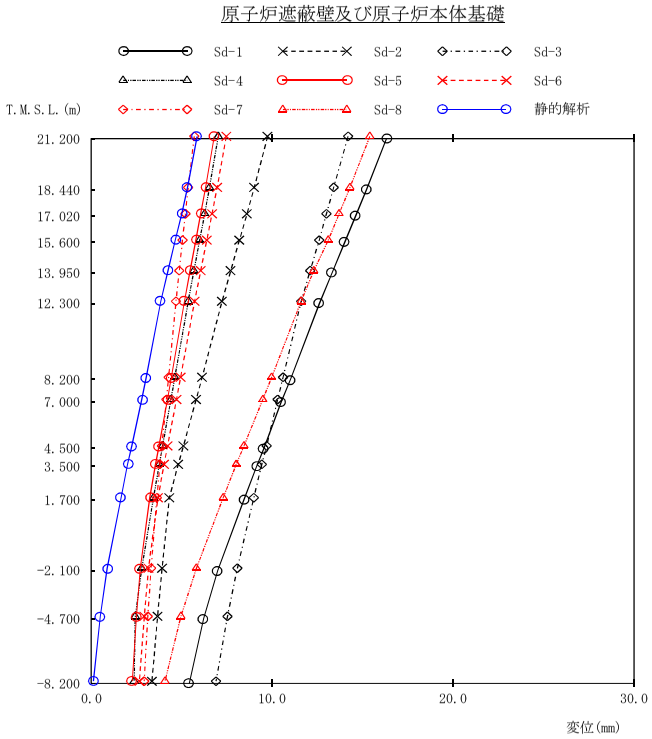
図4－224　第7次刺激関数モード（EW方向,Ss-8）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
6.51	3.42	4.02	2.16	2.17	2.06	2.20	4.82	5.00	原子炉遮蔽壁頂部
5.73	3.16	3.66	2.04	2.02	1.96	1.99	4.45	5.00	原子炉圧力容器
5.23	3.02	3.54	1.95	1.94	1.89	1.86	4.23	4.71	スタビライザ位置
4.71	2.87	3.44	1.84	1.86	1.80	1.71	4.00	4.71	
4.07	2.71	3.27	1.74	1.78	1.72	1.55	3.76	4.71	
3.78	2.58	3.20	1.65	1.72	1.65	1.48	3.64	3.53	原子炉本体基礎頂部
3.46	2.50	3.10	1.52	1.64	1.51	1.46	3.39	3.21	原子炉圧力容器
3.40	2.45	3.05	1.47	1.62	1.47	1.46	3.33	3.11	スカート基部
3.20	2.33	2.91	1.37	1.57	1.37	1.44	3.17	2.91	
3.14	2.31	2.90	1.34	1.54	1.39	1.44	3.13	2.82	
3.08	2.28	2.87	1.29	1.51	1.43	1.44	3.05	2.66	
2.95	2.22	2.88	1.31	1.43	1.47	1.43	2.74	2.32	
2.92	2.16	2.96	1.30	1.38	1.48	1.42	2.53	2.08	
2.99	2.17	3.09	1.35	1.33	1.53	1.43	2.28	1.77	原子炉本体基礎基部

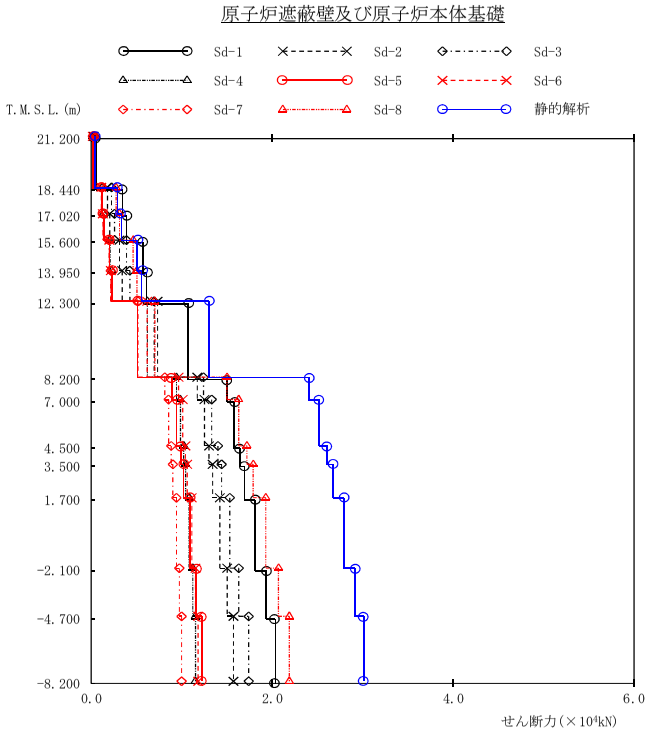
図4－225　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



（単位：mm）

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
16.3	9.74	14.2	7.02	6.80	7.47	5.69	15.4	5.85	原子炉遮蔽壁頂部
15.2	9.00	13.4	6.53	6.32	6.96	5.35	14.3	5.32	原子炉圧力容器
14.6	8.60	13.0	6.27	6.05	6.68	5.20	13.7	5.00	スタビライザ位置
14.0	8.18	12.6	5.99	5.78	6.39	5.04	13.1	4.64	
13.3	7.70	12.1	5.67	5.46	6.05	4.86	12.3	4.24	
12.6	7.22	11.6	5.36	5.15	5.71	4.68	11.6	3.84	原子炉本体基礎頂部
11.0	6.12	10.6	4.62	4.42	4.94	4.27	9.97	3.03	原子炉圧力容器
10.5	5.79	10.3	4.40	4.21	4.71	4.15	9.48	2.79	スカート基部
9.54	5.09	9.69	3.94	3.74	4.22	3.90	8.44	2.24	
9.13	4.80	9.42	3.76	3.55	4.02	3.79	8.01	2.00	
8.43	4.31	8.98	3.44	3.23	3.69	3.62	7.29	1.64	
6.99	3.91	8.07	2.79	2.70	3.16	3.30	5.81	0.876	
6.21	3.66	7.52	2.43	2.49	2.93	3.12	4.95	0.489	
5.42	3.35	6.89	2.37	2.26	2.66	2.92	4.07	0.104	原子炉本体基礎基部

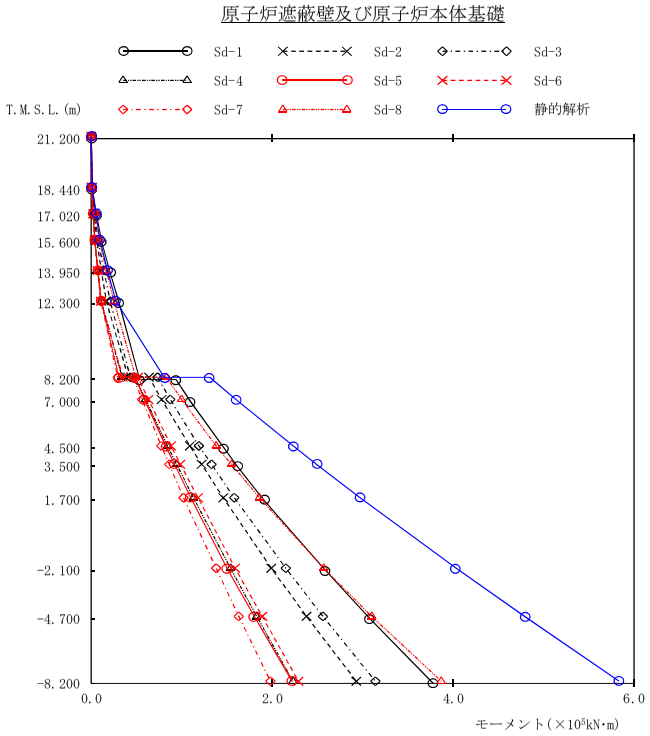
図4－226　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
									原子炉遮蔽壁頂部
470	240	297	160	157	153	156	350	361	
3450	1780	2230	1180	1180	1110	1150	2720	2850	原子炉圧力容器
3910	2040	2560	1350	1350	1280	1310	3100	3280	スタビライザ位置
5660	3110	3890	2060	2050	1980	1960	4620	5070	
6110	3400	4250	2250	2250	2160	2130	5030	5580	原子炉遮蔽壁基部
									原子炉本体基礎頂部
10700	7320	6950	6180	5130	6170	5160	7010	13000	
15000	11700	12400	9400	8870	9650	8110	15000	24000	原子炉圧力容器
15800	12500	13300	9840	9450	10100	8530	16300	25200	スカート基部
16400	13000	14000	10200	9900	10400	8830	17200	26100	
16900	13400	14400	10400	10200	10600	9010	17900	26700	
18100	14200	15300	10800	10900	11100	9400	19300	27900	
19300	15000	16300	11200	11600	11500	9720	20700	29100	
20300	15700	17400	11500	12200	11800	9970	21900	30100	
									原子炉本体基礎基部

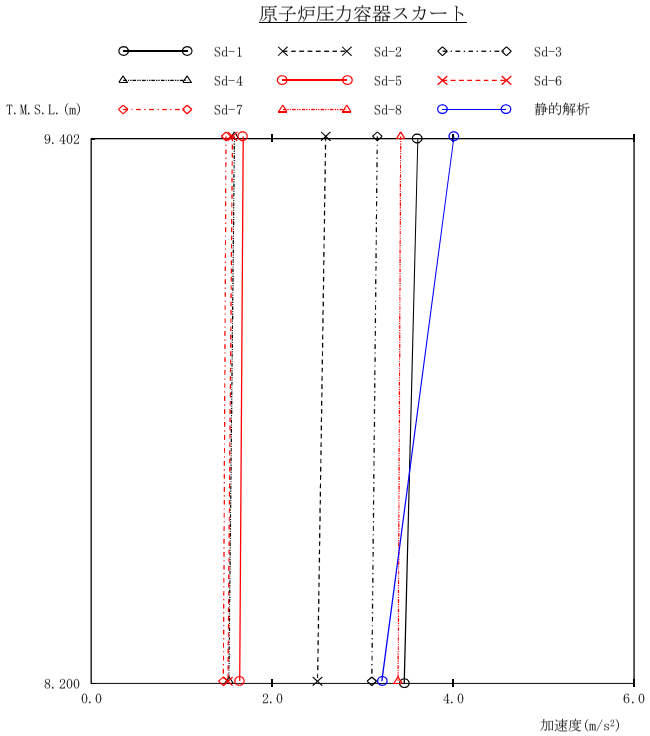
図4－227　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN·m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉遮蔽壁頂部
1300	664	820	443	434	423	431	966	990	原子炉圧力容器
6200	3190	3990	2110	2100	2000	2060	4800	5050	スタビライザ位置
11800	6090	7630	4030	4010	3820	3920	9200	9700	
21100	11200	14000	7440	7390	7080	7150	16800	18000	
31200	16800	21000	11200	11100	10700	10700	25100	27300	原子炉本体基礎頂部
53600	41000	43200	34100	30500	35100	29200	49200	80900	原子炉圧力容器
93800	63900	73300	48900	48500	51800	46600	83100	131000	スカート基部
110000	77800	87400	60000	59000	63200	56200	100000	160000	
147000	109000	119000	84400	82300	88200	77400	138000	223000	
162000	122000	133000	94500	92000	98600	86200	155000	249000	
191000	146000	158000	113000	110000	118000	102000	186000	297000	
259000	199000	215000	154000	150000	159000	138000	257000	403000	
308000	238000	256000	183000	180000	189000	163000	310000	479000	
378000	293000	314000	223000	222000	229000	198000	387000	583000	原子炉本体基礎基部

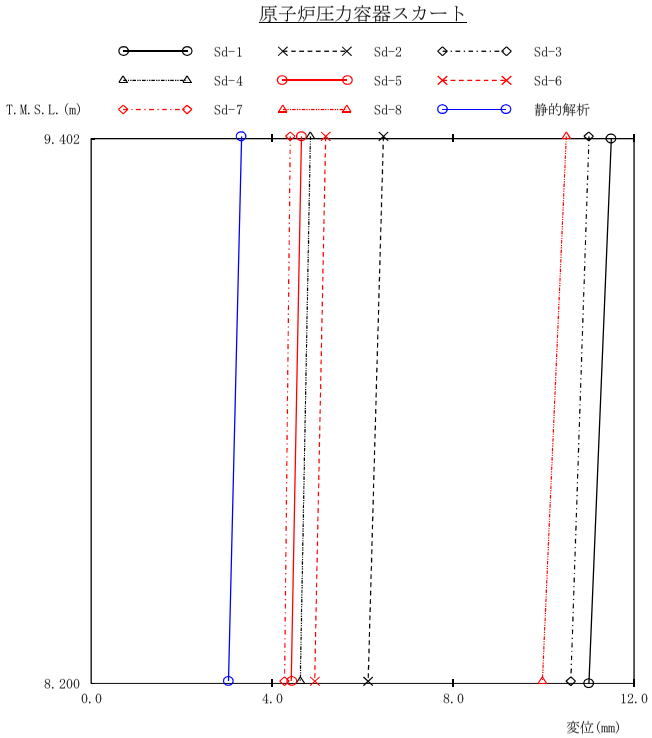
図4－228　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
3.61	2.59	3.16	1.58	1.68	1.56	1.49	3.42	4.01	原子炉圧力容器 スカート頂部
3.46	2.50	3.10	1.52	1.64	1.51	1.46	3.39	3.21	原子炉圧力容器 スカート基部

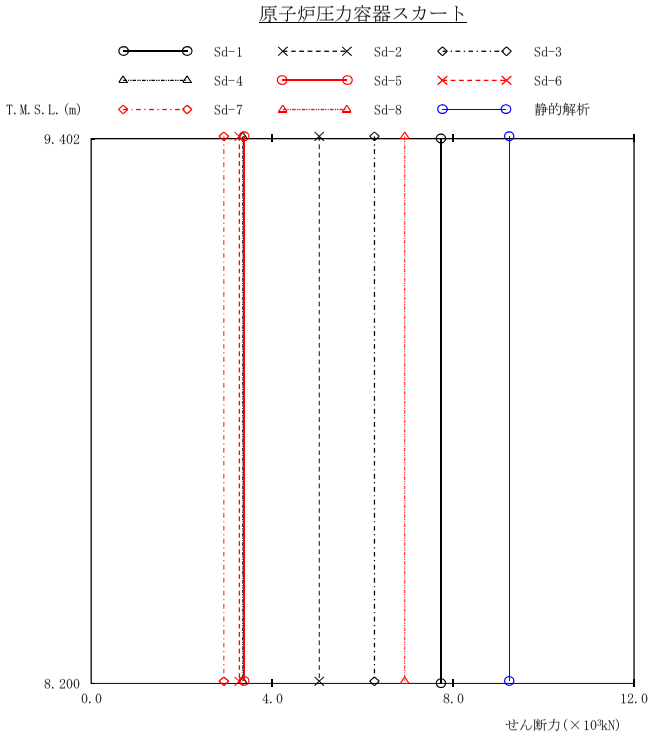
図4－229　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
11.5	6.46	11.0	4.84	4.65	5.18	4.40	10.5	3.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
11.0	6.12	10.6	4.62	4.42	4.94	4.27	9.97	3.03	原子炉圧力容器 スカート基部

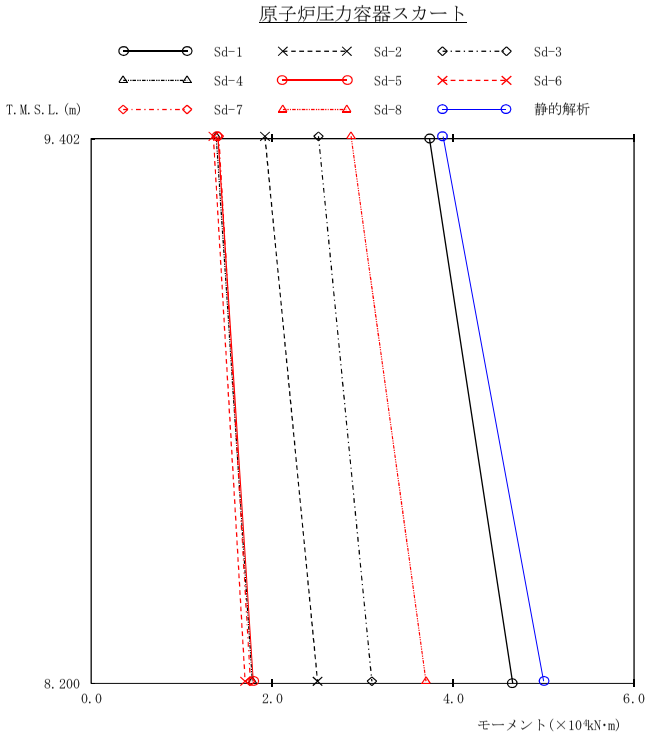
図4－230　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
7740	5040	6260	3350	3390	3270	2930	6930	9250	原子炉圧力容器 スカート頂部 原子炉圧力容器 スカート基部

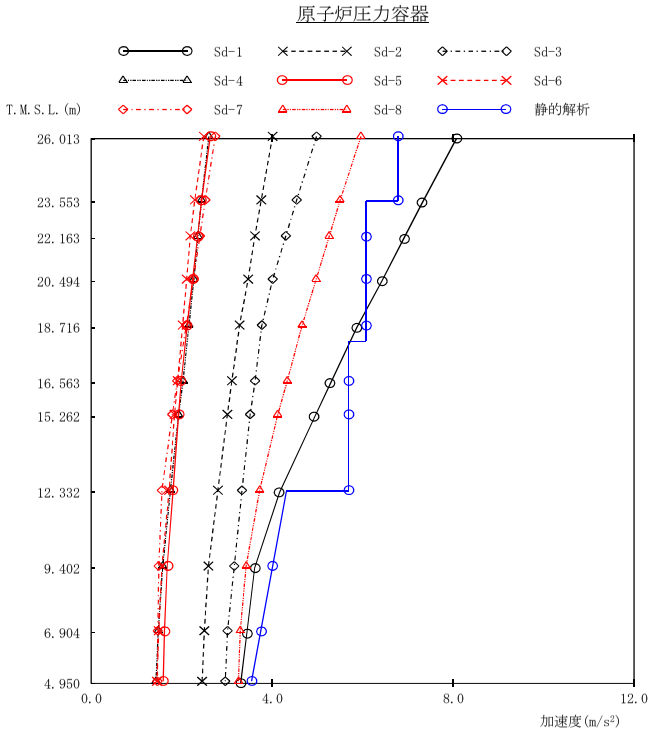
図4－231　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN・m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
37400	19200	25100	13800	14000	13500	14100	28700	38900	原子炉圧力容器 スカート頂部
46600	25000	31000	17800	17900	17000	17600	37000	50000	原子炉圧力容器 スカート基部

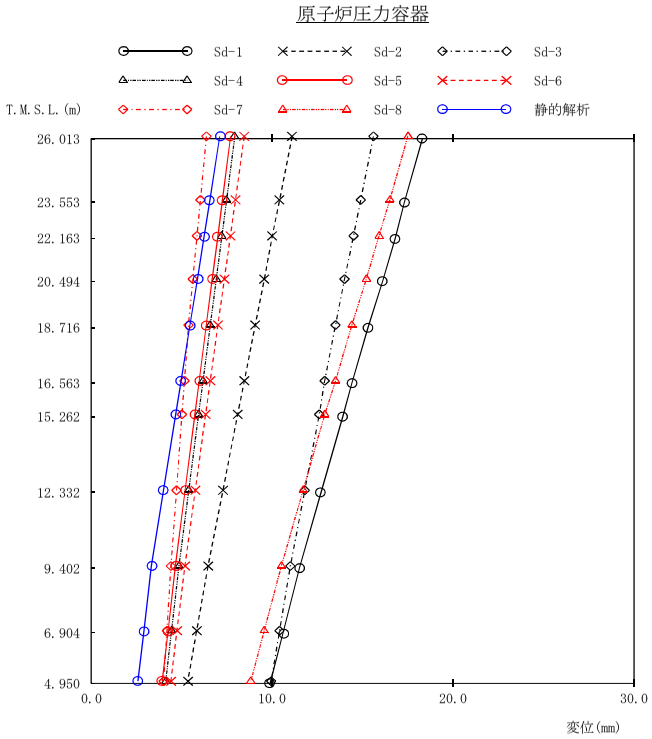
図4－232　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
8.07	4.01	4.98	2.60	2.63	2.49	2.74	5.96	6.77	原子炉圧力容器頂部
7.32	3.76	4.54	2.44	2.44	2.29	2.52	5.50	6.77	
6.91	3.62	4.30	2.36	2.35	2.19	2.40	5.26	6.08	燃料取替用ベローズ位置
6.42	3.47	4.01	2.27	2.24	2.11	2.26	4.97	6.08	
5.87	3.28	3.77	2.16	2.12	2.02	2.10	4.66	6.08	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
5.29	3.11	3.62	2.03	1.99	1.91	1.90	4.33	5.69	
4.94	3.01	3.51	1.93	1.93	1.84	1.79	4.12	5.69	
4.16	2.80	3.33	1.75	1.81	1.72	1.56	3.72	5.69	
3.61	2.59	3.16	1.58	1.68	1.56	1.49	3.42	4.01	原子炉圧力容器 スカート頂部
3.44	2.50	3.01	1.48	1.62	1.49	1.47	3.29	3.75	
3.30	2.45	2.96	1.43	1.59	1.45	1.46	3.25	3.55	原子炉圧力容器底部

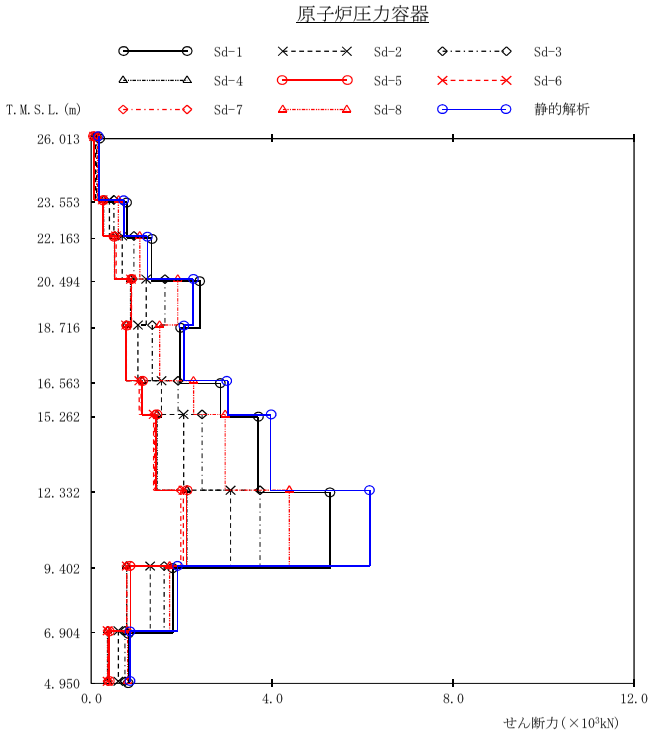
図4－233　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
18.3	11.1	15.6	7.92	7.70	8.45	6.36	17.5	7.09	原子炉圧力容器頂部
17.3	10.4	14.9	7.47	7.25	7.97	6.03	16.5	6.55	
16.8	10.0	14.5	7.21	7.00	7.69	5.84	15.9	6.24	燃料取替用ベローズ位置
16.1	9.56	14.0	6.90	6.69	7.36	5.61	15.2	5.86	
15.3	9.06	13.5	6.57	6.36	7.00	5.37	14.4	5.45	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
14.4	8.46	12.9	6.17	5.97	6.58	5.15	13.5	4.96	
13.9	8.09	12.6	5.92	5.73	6.32	5.01	12.9	4.66	
12.7	7.28	11.8	5.38	5.19	5.75	4.71	11.7	3.99	
11.5	6.46	11.0	4.84	4.65	5.18	4.40	10.5	3.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
10.6	5.83	10.4	4.43	4.25	4.74	4.18	9.55	2.92	
9.88	5.34	9.94	4.11	3.92	4.40	4.00	8.81	2.58	原子炉圧力容器底部

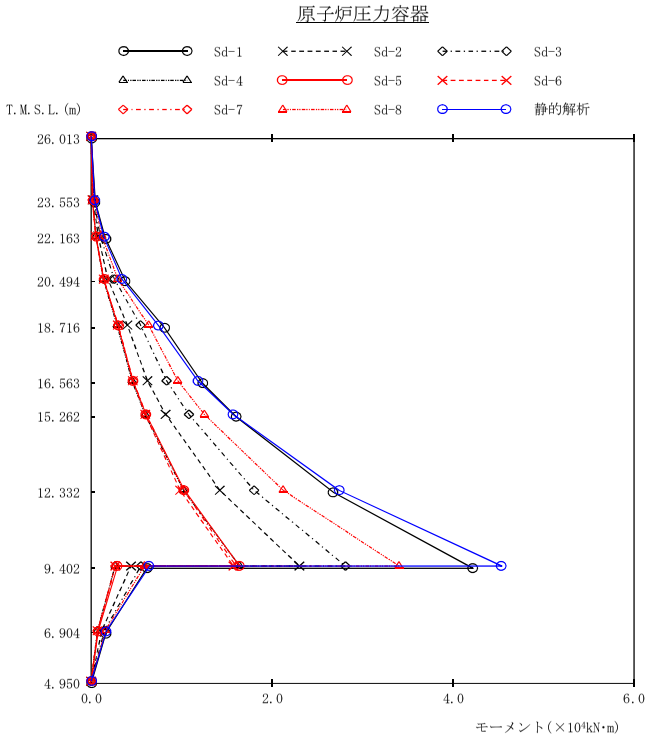
図4－234　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
186	90.6	118	61.5	60.3	57.1	61.9	138	155	原子炉圧力容器頂部
793	395	502	269	264	249	268	598	718	
1340	683	944	511	509	548	515	1070	1230	燃料取替用ベローズ位置
2410	1210	1630	864	889	877	892	1910	2240	
1960	1030	1350	768	773	768	773	1510	2040	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
2860	1550	1920	1120	1120	1060	1100	2260	3010	
3690	2040	2450	1450	1440	1380	1400	2960	3970	
5280	3080	3730	2110	2100	2040	1980	4380	6160	
1810	1300	1610	777	855	784	782	1730	1910	原子炉圧力容器 スカート頂部
828	595	744	356	393	361	361	798	858	原子炉圧力容器底部

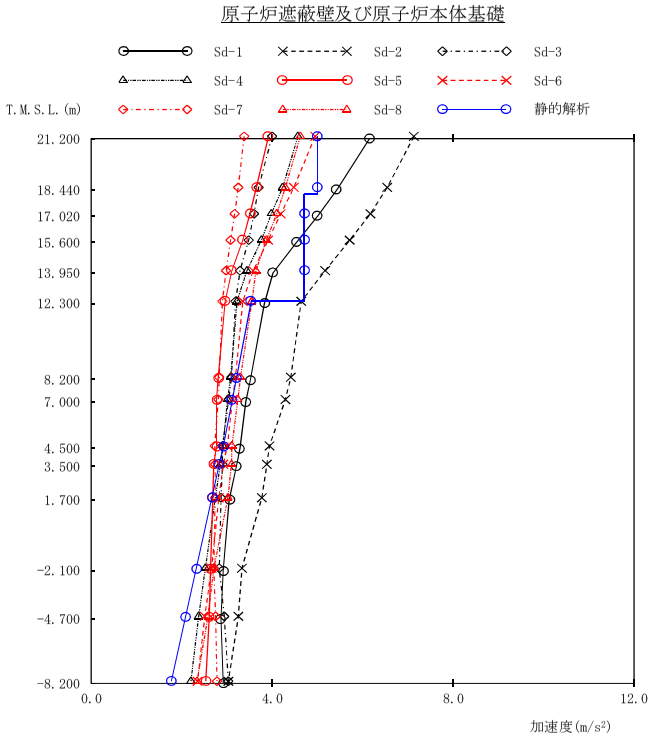
図4－235　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN･m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
458	223	289	151	148	141	152	340	381	
1560	771	986	525	515	487	525	1170	1370	燃料取替用ベローズ位置
3790	1840	2560	1330	1370	1390	1380	2950	3420	
8080	3990	5450	2860	2950	2950	2970	6340	7400	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
12300	6210	8330	4510	4610	4590	4630	9570	11800	
16000	8220	10800	5960	6060	5960	6060	12500	15700	
26800	14200	18000	10200	10300	9810	10200	21200	27400	
42200 6130	23000 4400	28100 5490	16400 2640	16400 2910	15700 2660	16000 2660	34000 5880	45400 6440	原子炉圧力容器 スカート頂部
1620	1160	1450	696	768	705	706	1560	1680	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器底部

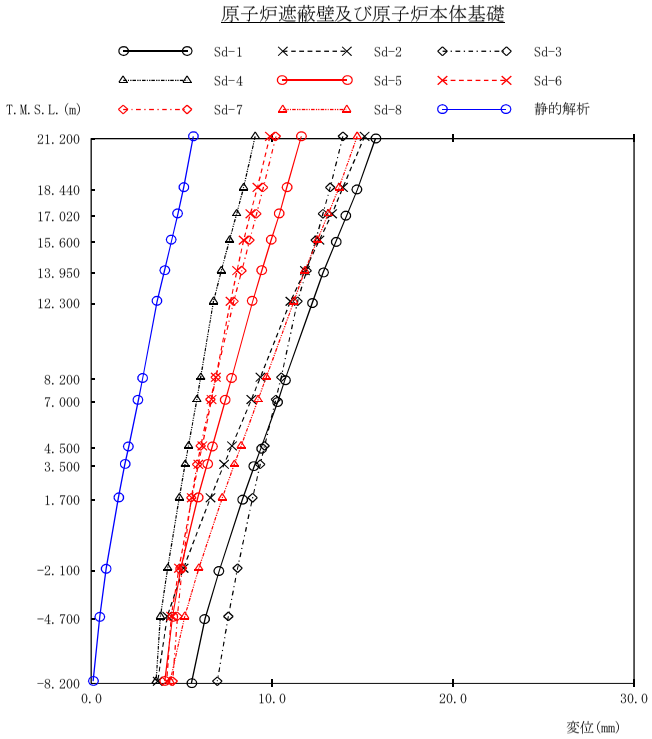
図4－236　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
6.15	7.13	4.00	4.57	3.92	4.95	3.38	4.62	5.00	原子炉遮蔽壁頂部
5.43	6.54	3.70	4.23	3.65	4.48	3.25	4.29	5.00	原子炉圧力容器
5.01	6.17	3.60	3.98	3.51	4.19	3.17	4.10	4.71	スタビライザ位置
4.54	5.71	3.48	3.76	3.35	3.91	3.08	3.87	4.71	
4.02	5.17	3.29	3.44	3.11	3.58	2.98	3.64	4.71	
3.83	4.64	3.19	3.22	2.96	3.35	2.90	3.55	3.53	原子炉本体基礎頂部
3.52	4.41	3.10	3.08	2.81	3.19	2.83	3.30	3.21	原子炉圧力容器
3.42	4.29	3.04	3.01	2.77	3.12	2.81	3.24	3.11	スカート基部
3.29	3.94	2.90	2.91	2.77	3.01	2.73	3.11	2.91	
3.21	3.88	2.90	2.85	2.71	2.92	2.74	3.10	2.82	
3.05	3.77	2.87	2.74	2.69	2.82	2.74	3.02	2.66	
2.92	3.33	2.83	2.52	2.64	2.66	2.71	2.71	2.32	
2.87	3.25	2.94	2.37	2.61	2.51	2.75	2.58	2.08	
2.92	3.03	3.03	2.20	2.53	2.35	2.78	2.34	1.77	原子炉本体基礎基部

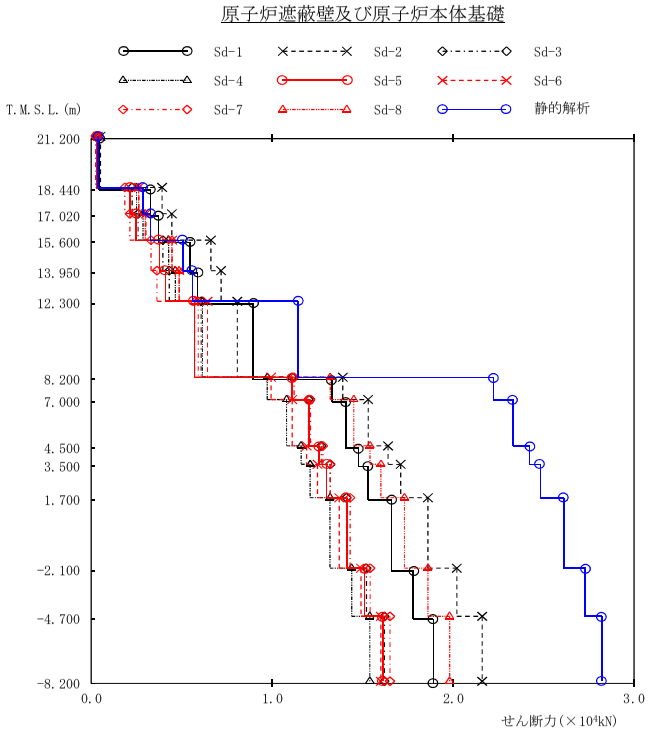
図4－237　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



（単位：mm）

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
15.7	15.1	13.9	9.05	11.6	9.87	10.2	14.7	5.64	原子炉遮蔽壁頂部
14.7	13.9	13.2	8.41	10.8	9.18	9.50	13.7	5.11	原子炉圧力容器
14.1	13.3	12.8	8.03	10.4	8.79	9.13	13.1	4.79	スタビライザ位置
13.5	12.6	12.4	7.63	9.93	8.42	8.75	12.5	4.44	
12.8	11.8	11.9	7.18	9.42	8.05	8.31	11.8	4.04	
12.2	11.0	11.4	6.75	8.91	7.69	7.87	11.2	3.64	原子炉本体基礎頂部
10.7	9.34	10.5	6.04	7.76	6.88	6.88	9.67	2.85	原子炉圧力容器
10.3	8.84	10.2	5.83	7.42	6.64	6.59	9.22	2.61	スカート基部
9.37	7.77	9.58	5.37	6.69	6.13	6.05	8.28	2.08	
8.99	7.33	9.34	5.18	6.39	5.91	5.85	7.90	1.85	
8.34	6.58	8.92	4.86	5.88	5.55	5.53	7.24	1.49	
7.07	5.09	8.09	4.22	4.94	4.84	5.02	5.94	0.826	
6.28	4.19	7.58	3.82	4.49	4.41	4.76	5.16	0.464	
5.52	3.66	6.97	3.58	4.06	4.16	4.50	4.35	0.103	原子炉本体基礎基部

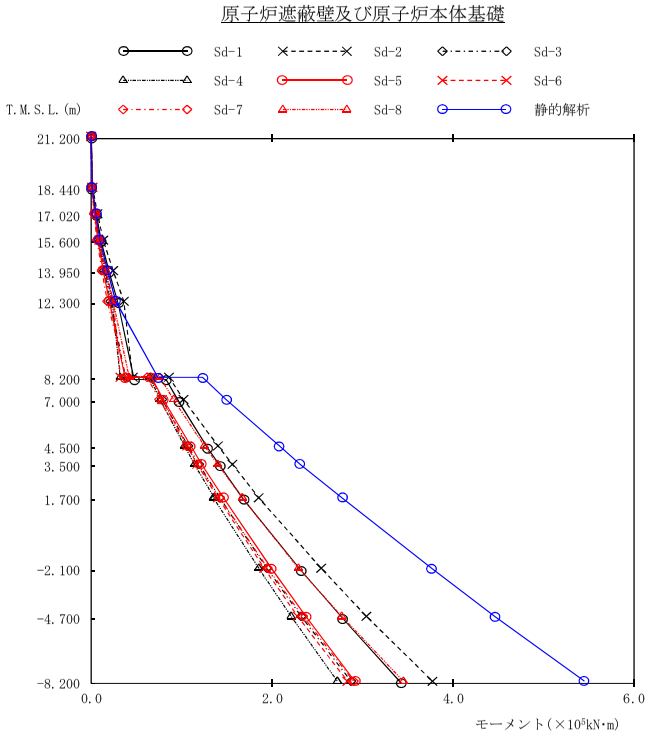
図4－238　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
									原子炉遮蔽壁頂部
445	512	305	334	288	363	244	339	358	
3300	3910	2250	2490	2130	2630	1850	2610	2840	原子炉圧力容器
3740	4450	2580	2850	2450	3010	2130	2970	3270	スタビライザ位置
5450	6610	3950	4270	3750	4470	3300	4450	5060	
5880	7170	4310	4640	4090	4860	3630	4850	5570	原子炉遮蔽壁基部
									原子炉本体基礎頂部
8970	8070	6070	6140	5680	6420	5910	5710	11400	
13300	13900	11100	9730	11100	9930	11200	13200	22200	原子炉圧力容器
14100	15300	12000	10800	12000	11100	12100	14500	23300	スカート基部
14800	16400	12700	11600	12600	11900	12800	15400	24200	
15300	17100	13200	12100	13000	12500	13200	16000	24800	
16600	18600	14100	13200	14100	13700	14300	17300	26100	
17800	20200	15200	14400	15100	14900	15400	18600	27300	
18900	21600	16200	15400	16100	16000	16500	19800	28200	
									原子炉本体基礎基部

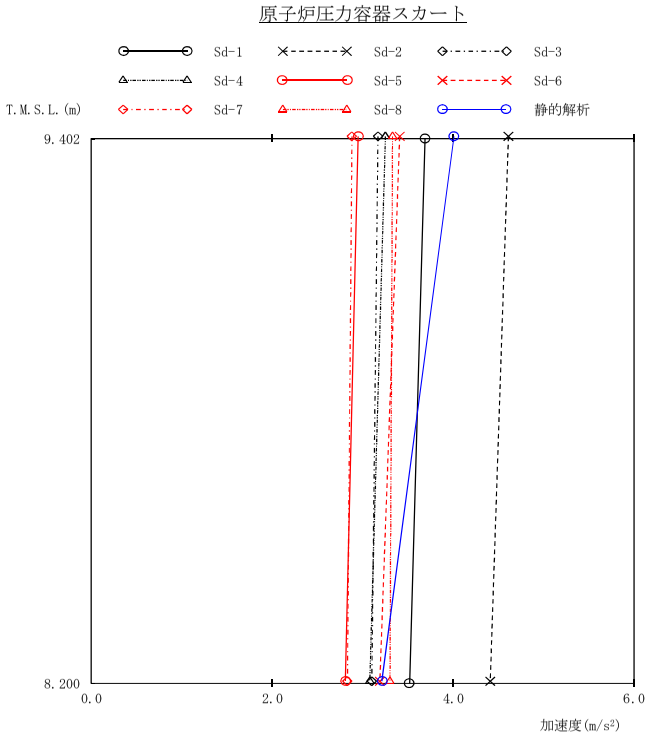
図4－239　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN・m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉遮蔽壁頂部
1230	1410	841	922	795	1000	674	934	990	原子炉圧力容器
5910	6970	4030	4460	3820	4740	3300	4610	5040	スタビライザ位置
11200	13300	7700	8500	7300	9000	6330	8830	9680	
20200	24200	14200	15500	13500	16400	11800	16200	18000	
29900	36000	21300	23200	20200	24400	17800	24200	27200	原子炉本体基礎頂部
47400 83000 96900	45900 85900 102000	37700 65800 78200	32100 64500 76100	37200 66500 79700	32300 66300 78200	38500 61900 75300	42000 76000 91000	73800 123000 149000	原子炉圧力容器 スカート基部
129000 143000	140000 156000	107000 119000	103000 114000	110000 122000	106000 117000	105000 118000	125000 140000	208000 231000	
169000	185000	142000	136000 135000	146000	140000	142000	167000	277000	
232000	254000	194000	185000	199000	191000	195000	229000	376000	
278000	304000	232000	221000	237000	228000	234000	277000	446000	
343000	377000	287000	272000	291000	283000	290000	345000	545000	原子炉本体基礎基部

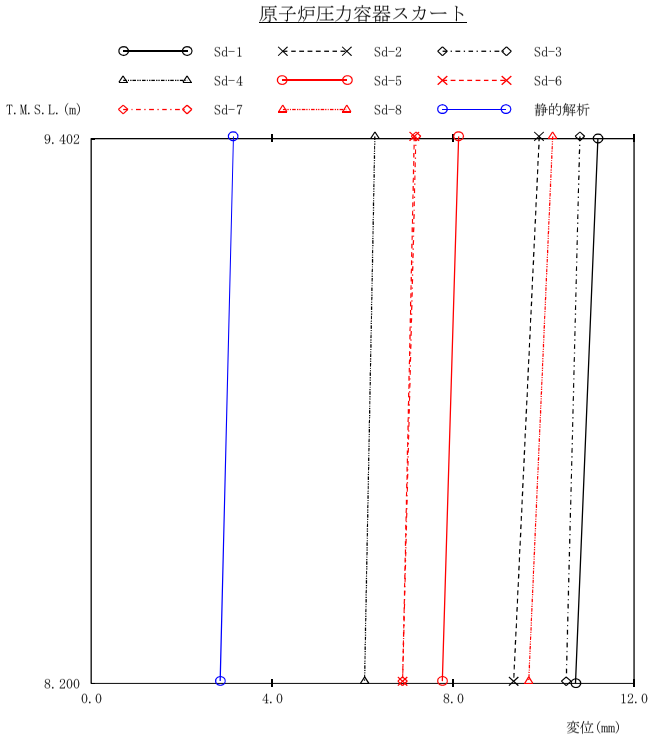
図4－240　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
3.69	4.61	3.17	3.25	2.95	3.41	2.88	3.33	4.01	原子炉圧力容器 スカート頂部
3.52	4.41	3.10	3.08	2.81	3.19	2.83	3.30	3.21	原子炉圧力容器 スカート基部

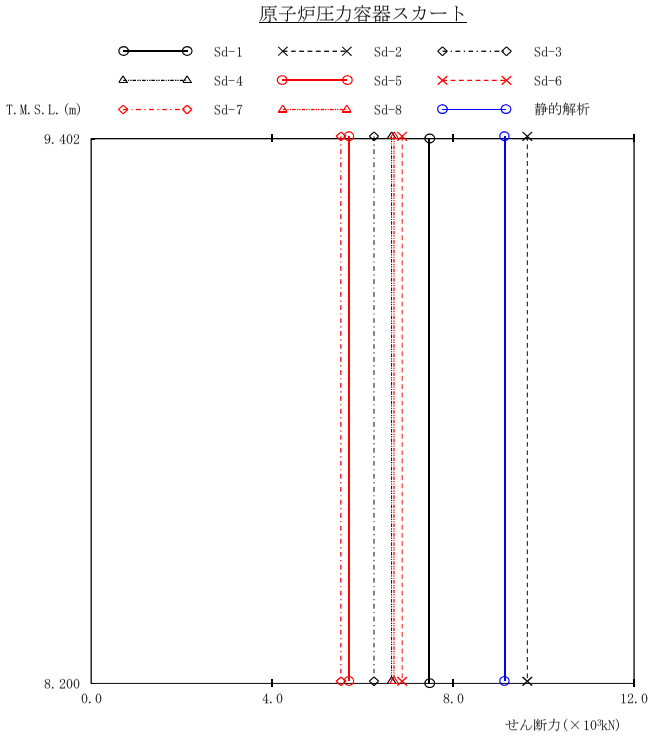
図4－241　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
11.2	9.90	10.8	6.27	8.12	7.14	7.18	10.2	3.14	原子炉圧力容器 スカート頂部
10.7	9.34	10.5	6.04	7.76	6.88	6.88	9.67	2.85	原子炉圧力容器 スカート基部

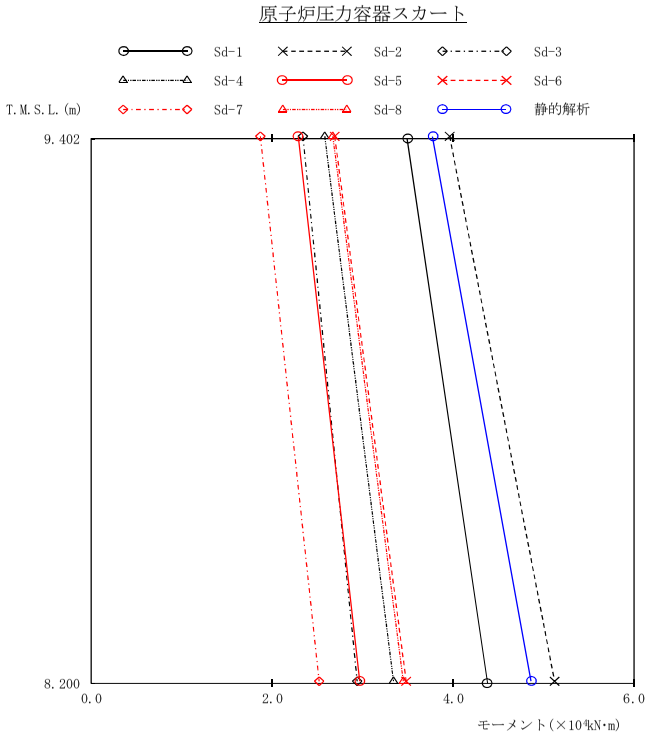
図4－242　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
7470	9640	6250	6640	5710	6870	5520	6690	9150	原子炉圧力容器 スカート頂部 原子炉圧力容器 スカート基部

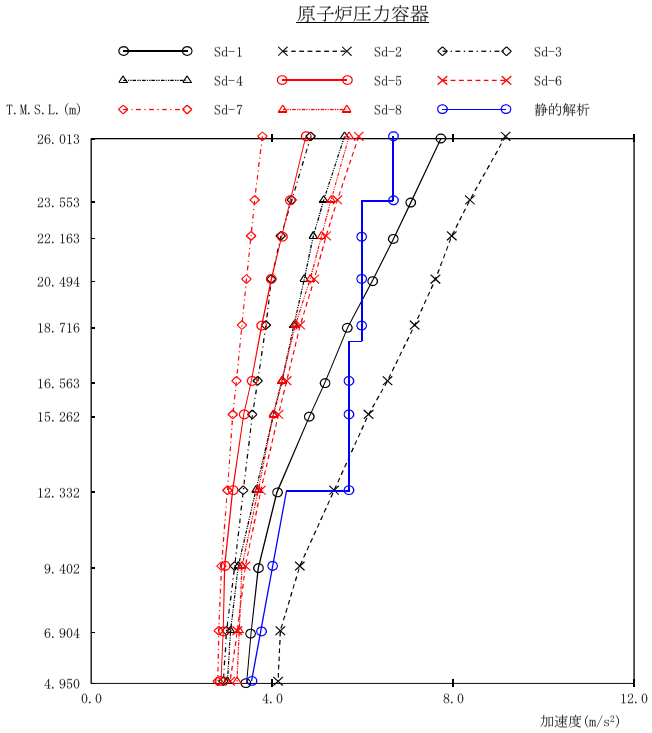
図4－243　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN・m)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
34900	39600	23400	25800	22900	26900	18700	26700	37700	原子炉圧力容器 スカート頂部
43800	51200	29400	33400	29700	34800	25200	34500	48600	原子炉圧力容器 スカート基部

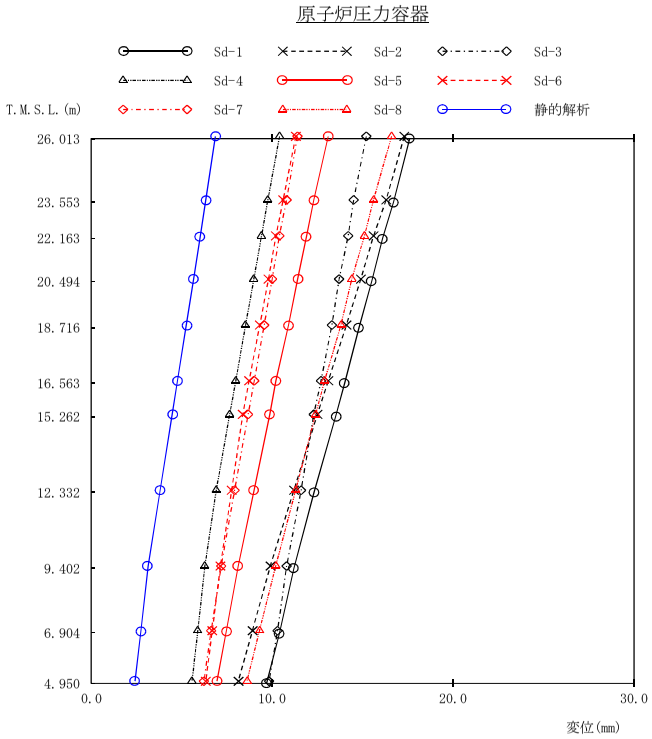
図4－244　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
7.73	9.16	4.85	5.60	4.74	5.91	3.78	5.70	6.67	原子炉圧力容器頂部
7.07	8.37	4.43	5.14	4.40	5.44	3.61	5.30	6.67	
6.69	7.97	4.19	4.91	4.21	5.19	3.53	5.09	5.98	燃料取替用ベローズ位置
6.21	7.61	3.98	4.71	3.98	4.93	3.43	4.84	5.98	
5.67	7.15	3.86	4.48	3.77	4.62	3.33	4.51	5.98	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
5.16	6.55	3.68	4.22	3.54	4.32	3.21	4.21	5.69	
4.82	6.13	3.56	4.03	3.37	4.14	3.13	4.02	5.69	
4.10	5.37	3.36	3.64	3.13	3.75	3.01	3.69	5.69	
3.69	4.61	3.17	3.25	2.95	3.41	2.88	3.33	4.01	原子炉圧力容器 スカート頂部
3.53	4.18	2.99	3.08	2.92	3.23	2.82	3.27	3.75	
3.43	4.13	2.92	3.01	2.87	3.07	2.80	3.22	3.55	原子炉圧力容器底部

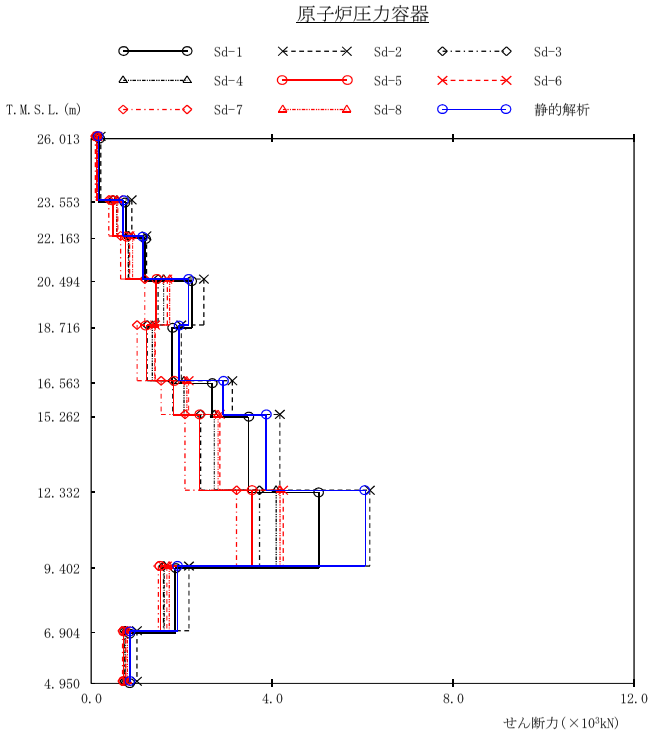
図4－245　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
17.6	17.3	15.2	10.4	13.1	11.3	11.4	16.6	6.86	原子炉圧力容器頂部
16.7	16.3	14.5	9.75	12.3	10.6	10.8	15.6	6.33	
16.1	15.6	14.2	9.40	11.9	10.2	10.4	15.1	6.02	燃料取替用ベローズ位置
15.5	14.9	13.7	8.98	11.4	9.79	10.0	14.4	5.65	
14.8	14.1	13.3	8.52	10.9	9.31	9.56	13.8	5.25	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
14.0	13.1	12.7	7.98	10.2	8.72	9.01	12.9	4.76	
13.5	12.5	12.3	7.64	9.86	8.37	8.67	12.4	4.47	
12.3	11.2	11.6	6.90	8.99	7.76	7.92	11.3	3.80	
11.2	9.90	10.8	6.27	8.12	7.14	7.18	10.2	3.14	原子炉圧力容器 スカート頂部
10.4	8.91	10.3	5.88	7.46	6.69	6.62	9.30	2.74	
9.69	8.13	9.83	5.56	6.94	6.33	6.22	8.61	2.41	原子炉圧力容器底部

図4－246　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器）

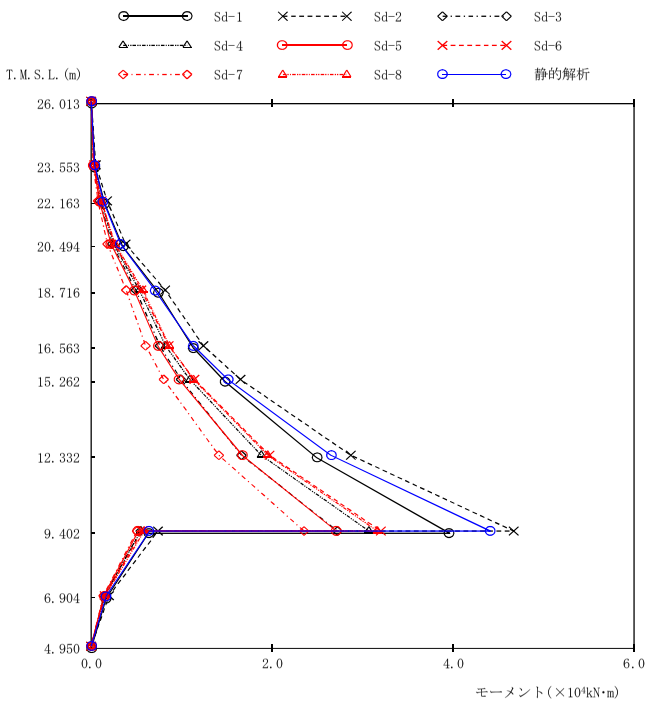


(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　考
									原子炉圧力容器頂部
177	208	112	130	109	136	86.6	131	153	
762	895	482	560	474	587	385	570	704	燃料取替用ベローズ位置
1190	1220	816	825	767	846	646	912	1140	
2230	2490	1480	1600	1440	1680	1180	1730	2150	原子炉圧力容器
1790	1990	1240	1350	1220	1410	1010	1400	1940	スタビライザ位置
2660	3120	1800	2050	1820	2150	1540	2110	2920	
3470	4170	2420	2720	2400	2840	2070	2800	3870	
5040	6160	3720	4090	3550	4240	3210	4170	6060	
1860	2160	1600	1610	1530	1670	1480	1720	1910	原子炉圧力容器 スカート頂部
859	1010	738	748	716	760	689	796	858	
									原子炉圧力容器底部

図4－247　最大応答せん断力　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器）

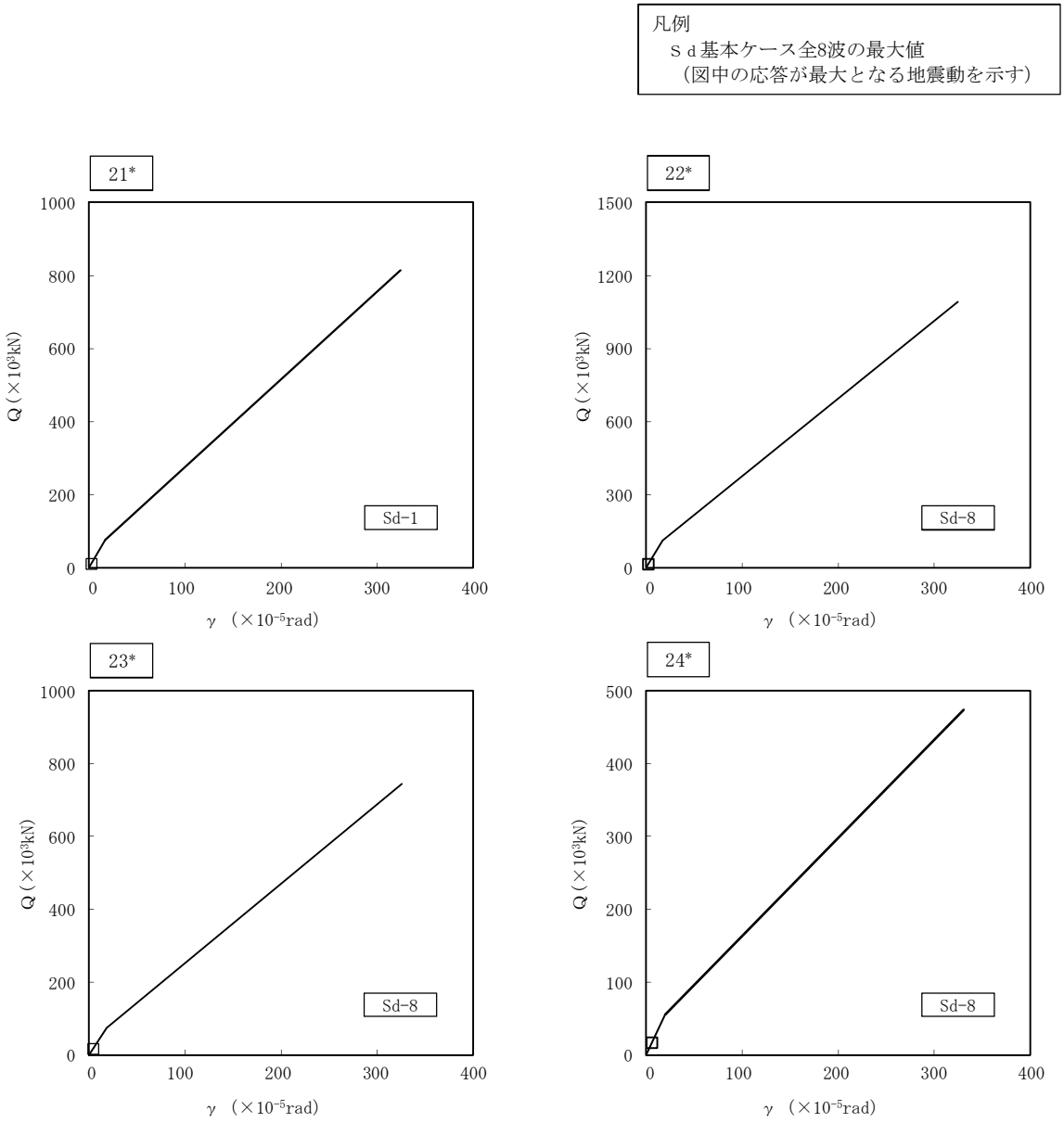
原子炉圧力容器



(単位：kN・m)

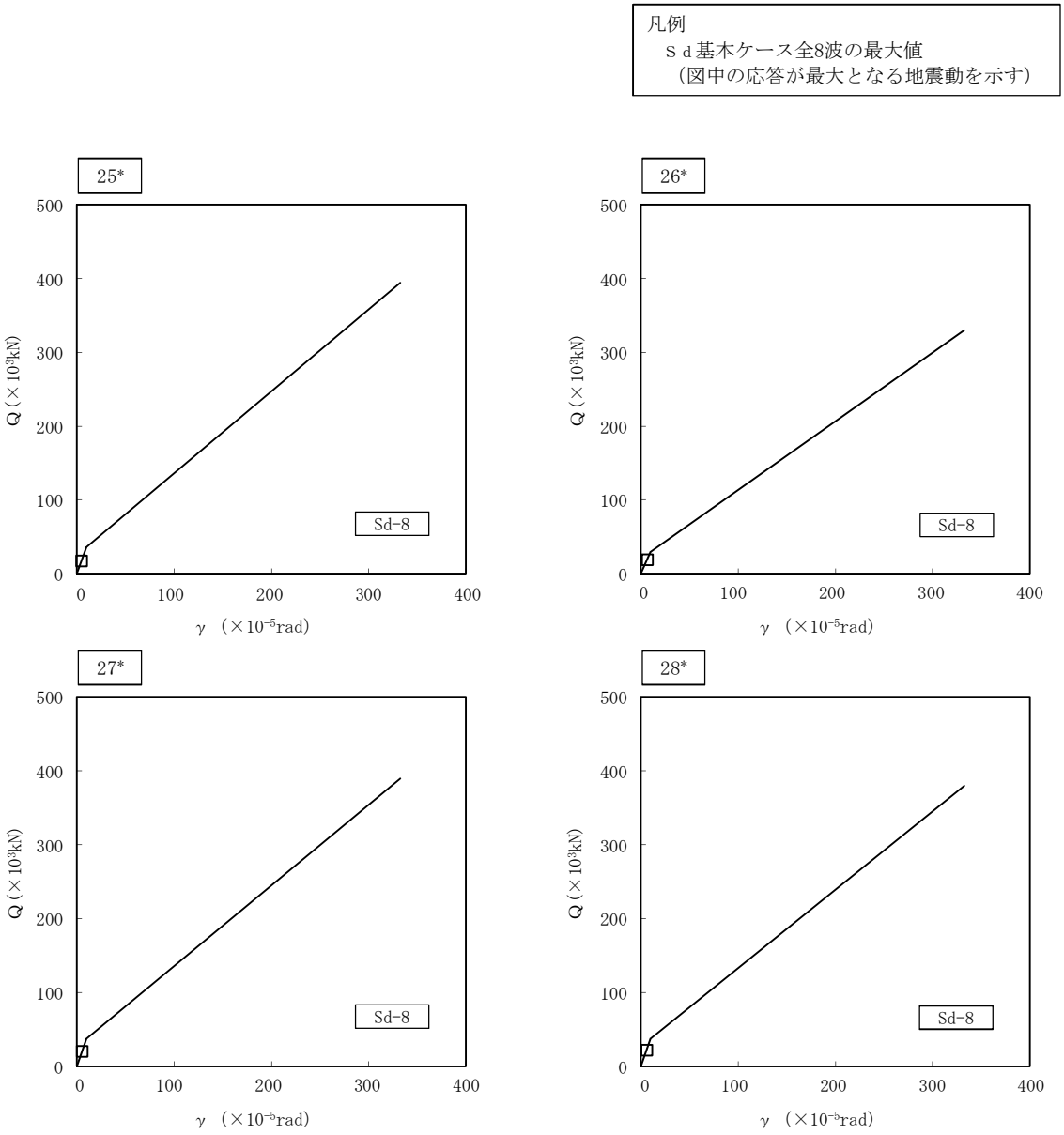
Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析	備　　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
436	512	276	320	268	334	213	322	376	
1500	1760	945	1100	927	1150	748	1110	1350	燃料取替用ベローズ位置
3480	3800	2310	2470	2210	2550	1790	2640	3260	
7450	8180	4930	5320	4760	5530	3860	5710	7060	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
11300	12400	7580	8220	7370	8560	6010	8630	11300	
14800	16500	9910	10900	9730	11400	8010	11300	15100	
24900	28700	16600	18800	16700	19700	14100	19500	26500	
39600 6320	46700 7380	27200 5450	30700 5490	27100 5220	32000 5640	23500 5050	31600 5850	44100 6440	原子炉圧力容器 スカート頂部
1680	1970	1440	1460	1400	1490	1350	1550	1680	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器底部

図4－248　最大応答モーメント　弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的解析（EW方向　原子炉圧力容器）



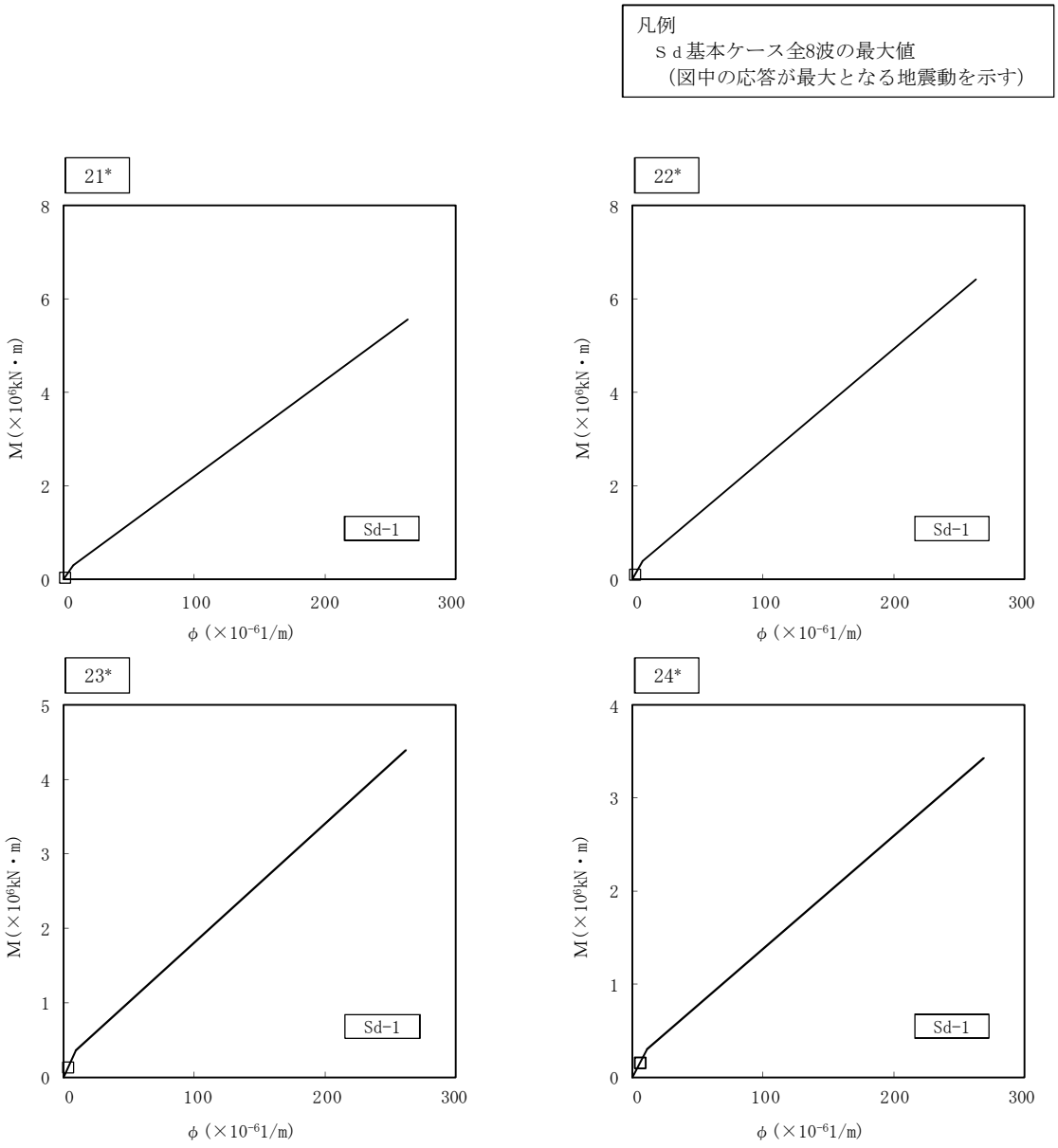
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－13に対応

図4－249　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｄ，NS方向）(1/2)



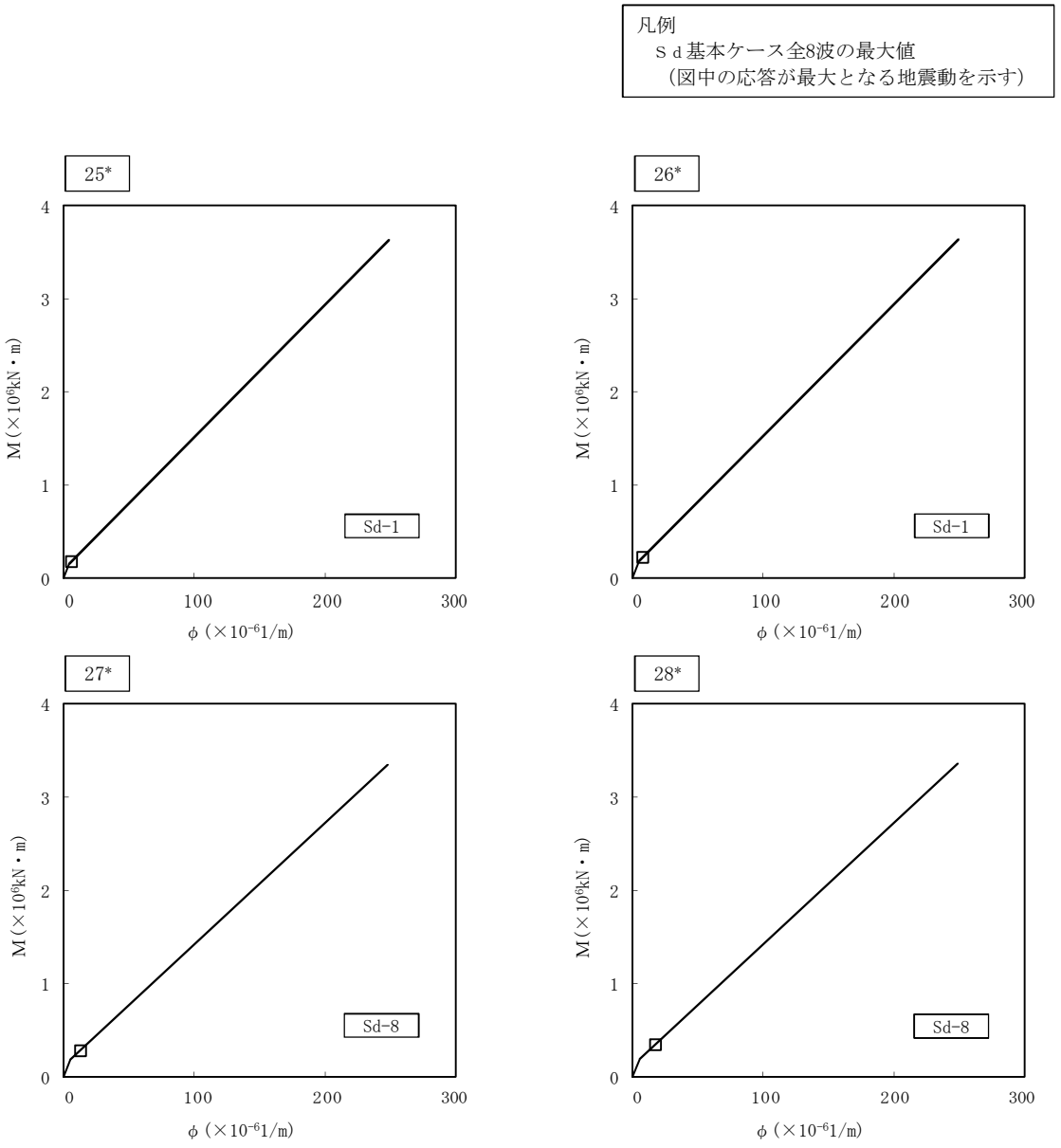
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－13に対応

図4－249　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｄ，NS方向）(2/2)



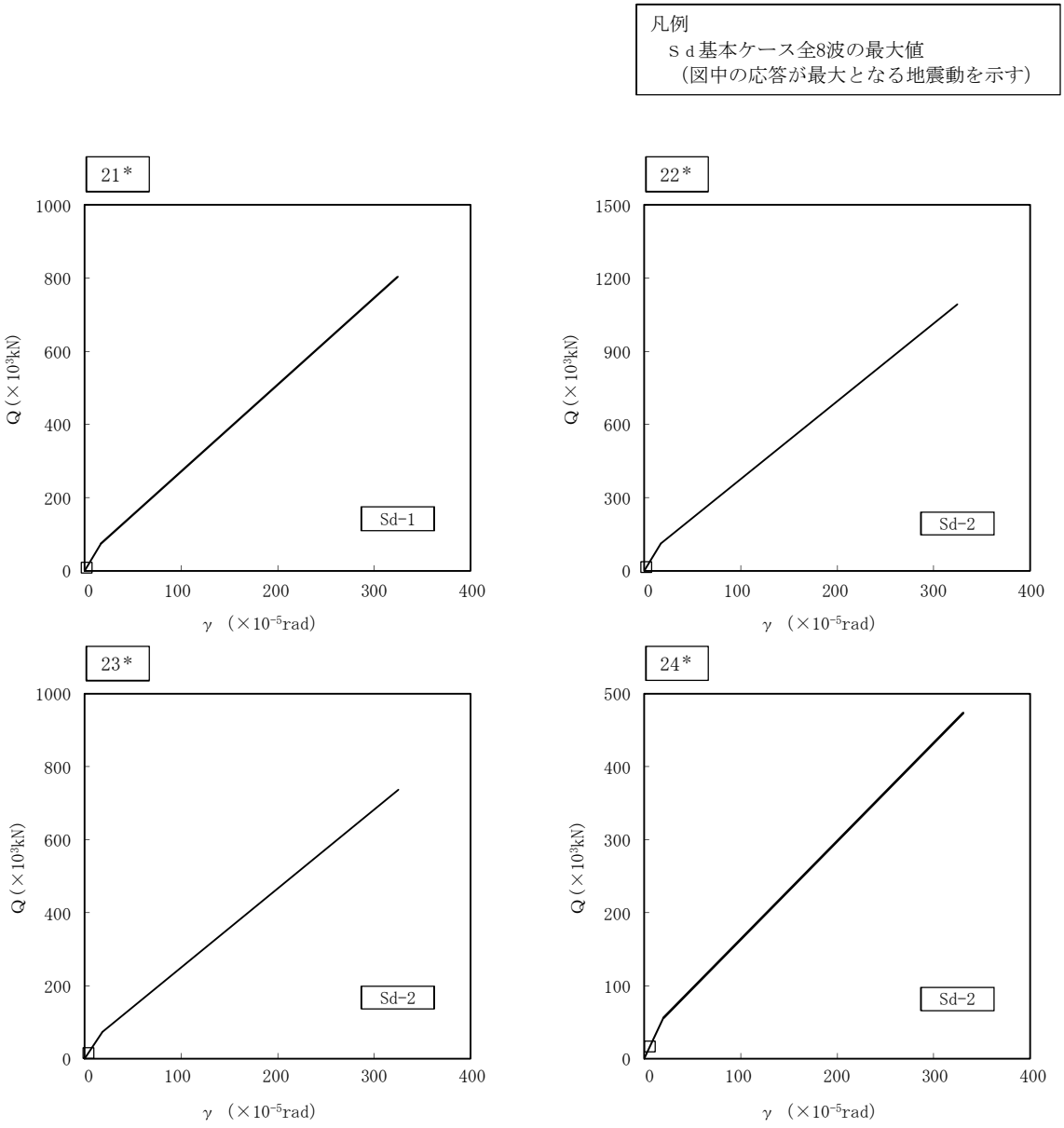
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－14に対応

図4－250　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｄ，NS方向）(1/2)



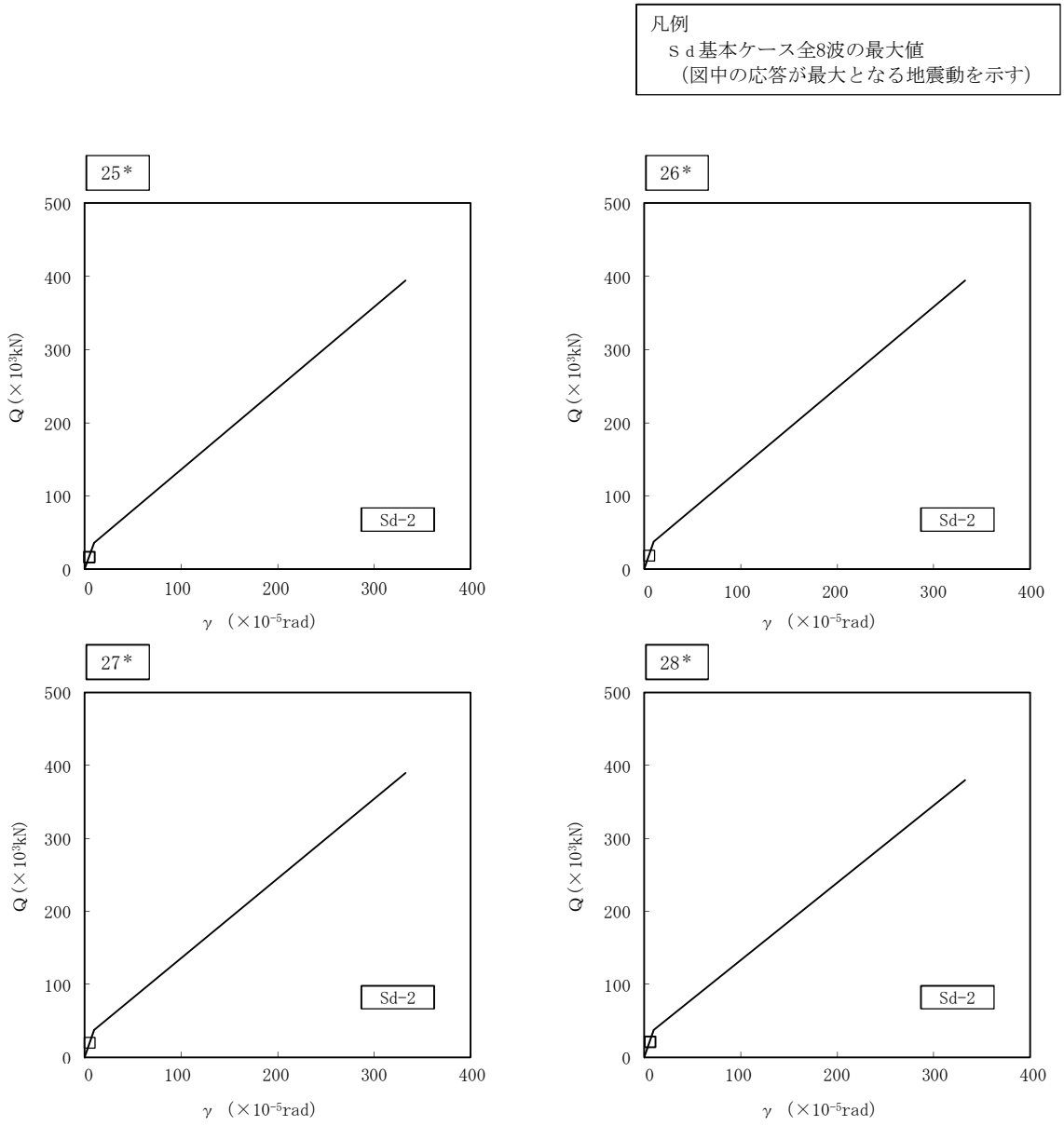
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－14に対応

図4－250　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｄ，NS方向）(2/2)



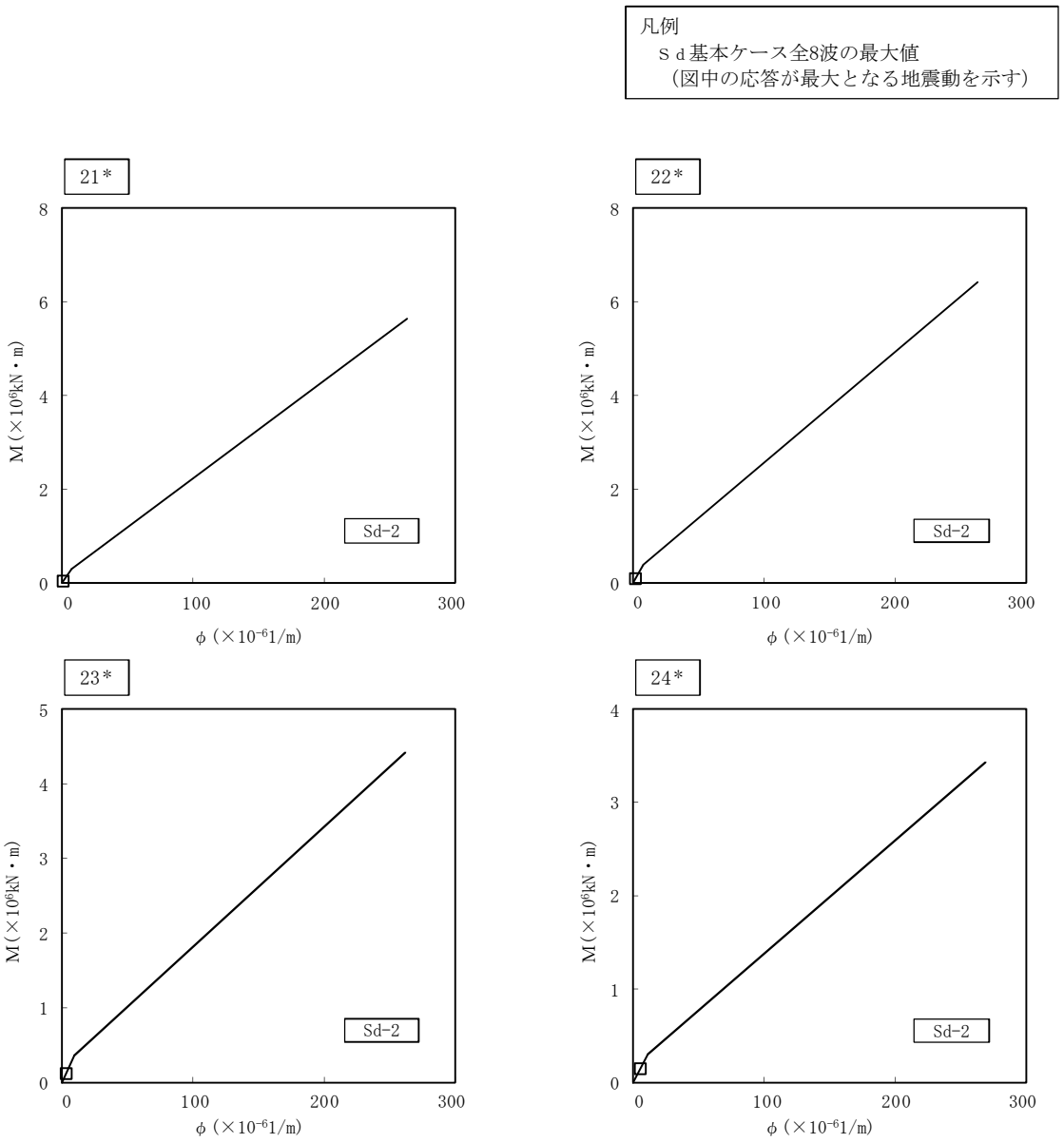
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－15に対応

図4－251　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｄ，EW方向）(1/2)



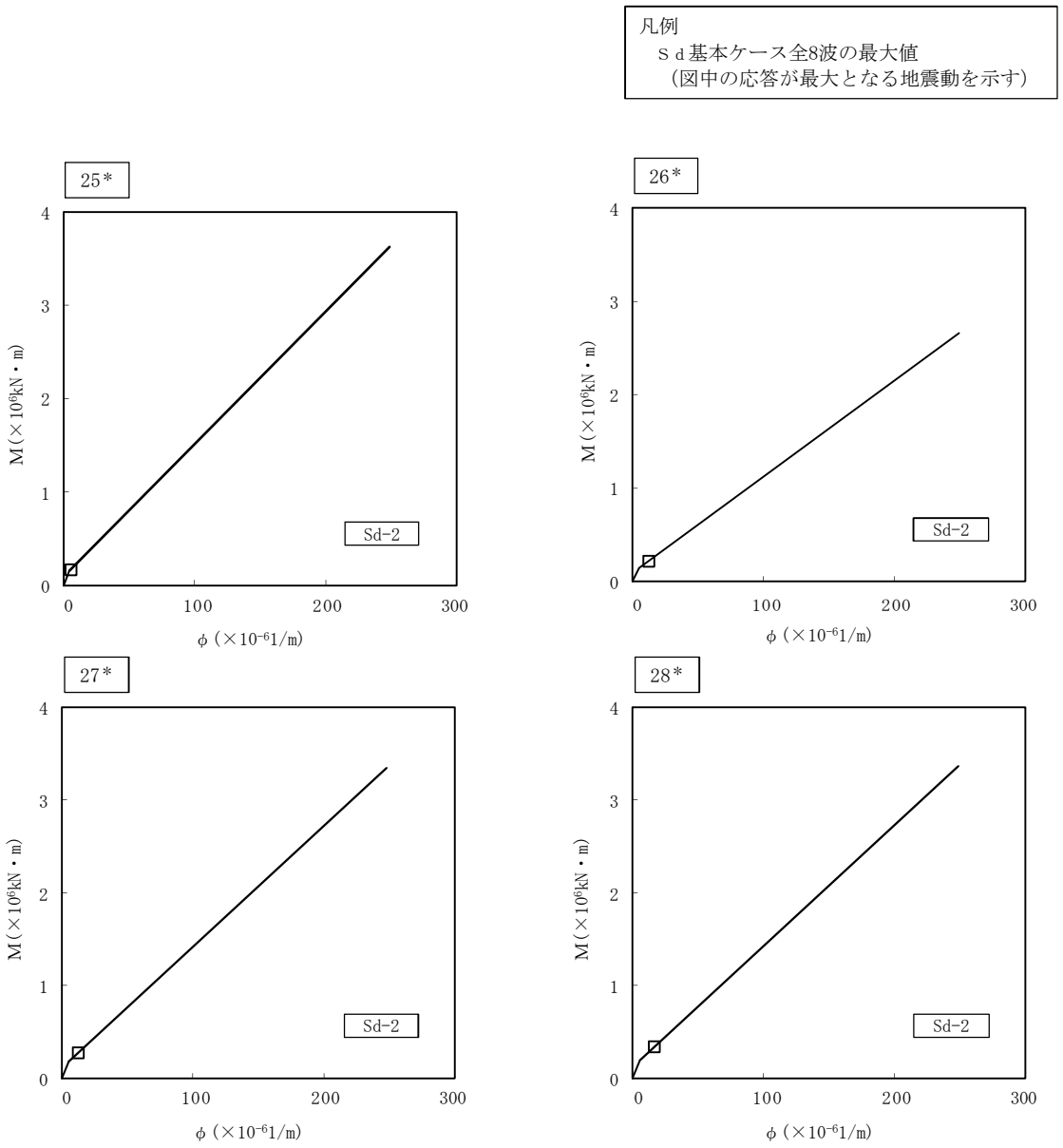
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－15に対応

図4－251　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｄ，EW方向）(2/2)



注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－16に対応

図4－252　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｄ，EW方向）(1/2)

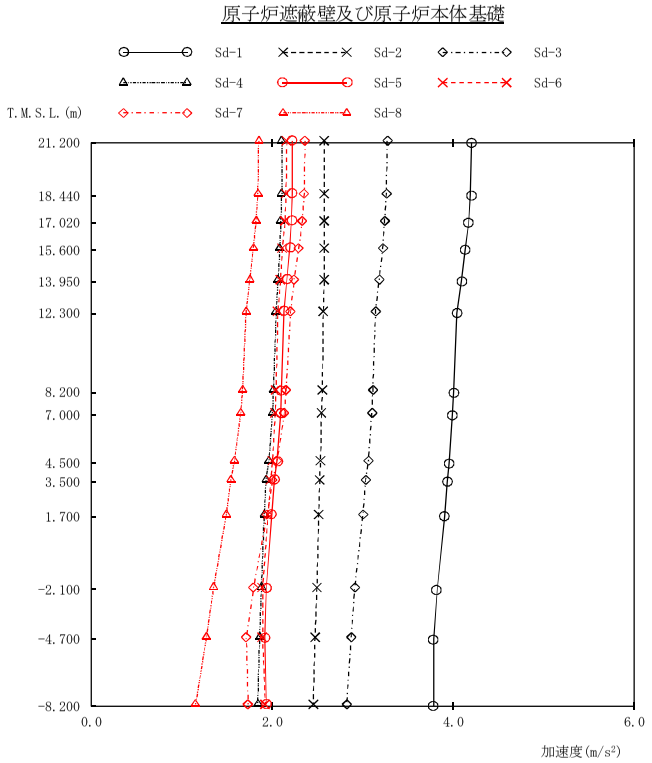


注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－16に対応

図4－252　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｄ，EW方向）(2/2)

表4－33　弾性設計用地震動Ｓｄ（基本ケース）及び静的解析によるばね反力

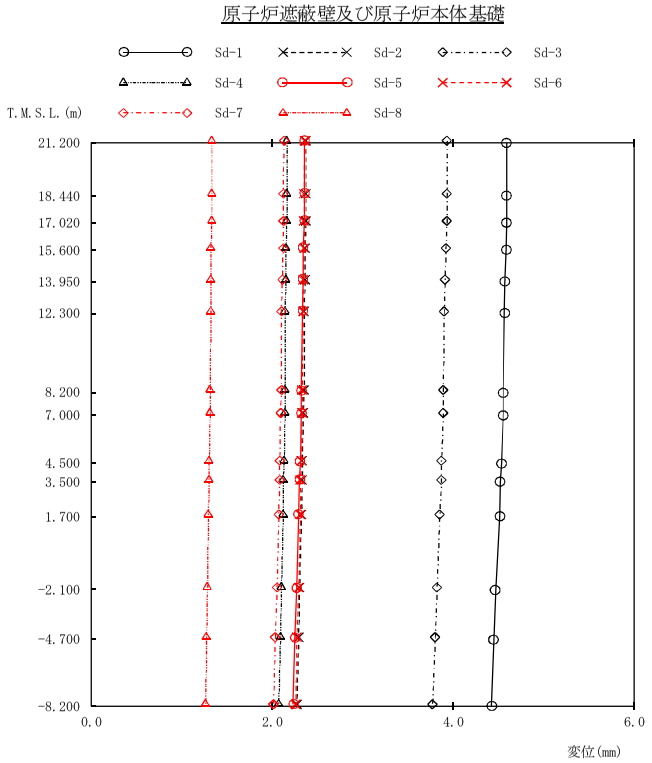
名称	方向	最大地震応答値 (kN)								
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	静的解析
原子炉圧力容器スタビライザ	NS	1070	512	683	326	355	334	337	906	831
	EW	1040	1240	639	726	623	756	525	854	834
ダイヤフラムフロア	NS	8730	7370	9040	4780	4040	4450	3100	5730	2670
	EW	8550	14500	8940	7300	6180	7860	5690	6680	949



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.20	2.57	3.27	2.10	2.22	2.16	2.36	1.85	原子炉遮蔽壁頂部
4.19	2.57	3.26	2.10	2.22	2.15	2.35	1.84	原子炉圧力容器
4.17	2.57	3.24	2.09	2.21	2.14	2.33	1.82	スタビライザ位置
4.13	2.57	3.22	2.08	2.19	2.11	2.29	1.79	
4.09	2.57	3.18	2.06	2.16	2.09	2.24	1.75	
4.04	2.56	3.14	2.04	2.13	2.06	2.20	1.71	原子炉本体基礎頂部
4.00	2.55	3.11	2.01	2.10	2.04	2.15	1.67	原子炉圧力容器
3.99	2.54	3.10	2.00	2.09	2.03	2.13	1.65	スカート基部
3.95	2.53	3.06	1.96	2.05	2.00	2.05	1.58	
3.93	2.52	3.03	1.93	2.02	1.98	2.00	1.54	
3.90	2.51	3.00	1.91	1.99	1.95	1.94	1.49	
3.82	2.49	2.91	1.88	1.93	1.89	1.79	1.35	
3.78	2.47	2.87	1.86	1.91	1.89	1.71	1.27	
3.78	2.45	2.82	1.84	1.93	1.92	1.73	1.15	原子炉本体基礎基部

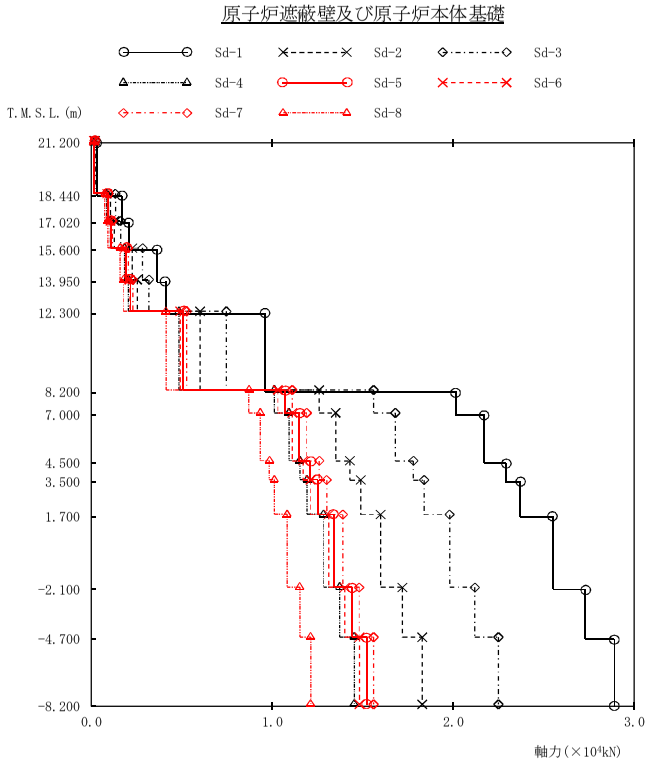
図4－253　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.59	2.37	3.93	2.16	2.35	2.36	2.13	1.33	原子炉遮蔽壁頂部
4.59	2.37	3.93	2.16	2.35	2.35	2.12	1.33	原子炉圧力容器
4.59	2.37	3.93	2.16	2.35	2.35	2.12	1.33	スタビライザ位置
4.58	2.36	3.92	2.15	2.34	2.35	2.12	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.56	2.35	3.90	2.14	2.33	2.34	2.10	1.32	原子炉本体基礎頂部
4.55	2.35	3.89	2.14	2.32	2.33	2.10	1.31	原子炉圧力容器
4.55	2.34	3.89	2.14	2.32	2.33	2.09	1.31	スカート基部
4.53	2.33	3.87	2.13	2.31	2.32	2.08	1.30	
4.52	2.33	3.87	2.12	2.30	2.31	2.08	1.30	
4.51	2.32	3.85	2.12	2.29	2.31	2.07	1.29	
4.47	2.30	3.82	2.10	2.27	2.29	2.05	1.28	
4.45	2.29	3.80	2.09	2.25	2.27	2.03	1.27	
4.42	2.27	3.77	2.07	2.23	2.26	2.01	1.26	原子炉本体基礎基部

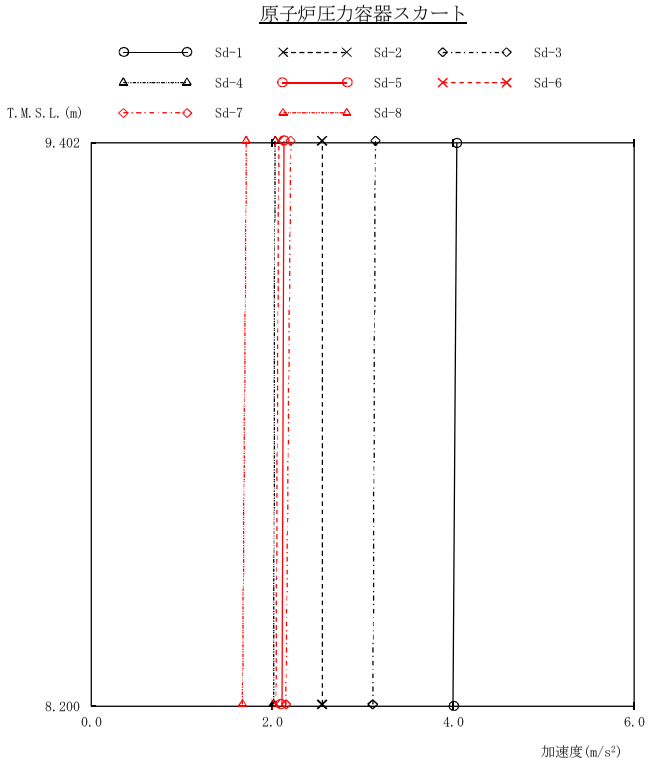
図4－254　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
								原子炉遮蔽壁頂部
303	186	235	151	161	156	170	133	
1700	1050	1320	849	902	874	953	747	原子炉圧力容器
2070	1280	1610	1040	1100	1060	1160	910	スタビライザ位置
3640	2250	2830	1830	1930	1870	2030	1590	
4090	2530	3180	2050	2170	2100	2280	1780	
								原子炉本体基礎頂部
9600	6020	7460	4830	5080	4910	5270	4120	
20100	12600	15600	10100	10700	10300	11100	8700	原子炉圧力容器
21700	13500	16800	10900	11500	11100	11900	9330	スカート基部
22900	14300	17800	11500	12100	11700	12600	9830	
23700	14900	18400	11900	12500	12100	13000	10100	
25500	16000	19800	12800	13400	13100	13900	10800	
27300	17200	21200	13700	14400	14000	14800	11500	
28900	18300	22500	14500	15200	14800	15600	12100	
								原子炉本体基礎基部

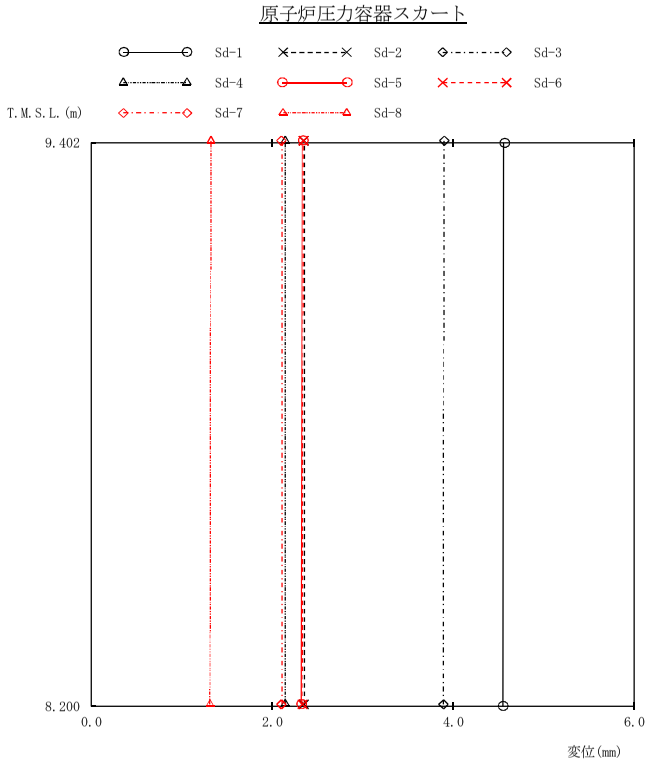
図4－255　最大応答軸力　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.04	2.55	3.14	2.03	2.13	2.07	2.20	1.71	原子炉圧力容器 スカート頂部
4.00	2.55	3.11	2.01	2.10	2.04	2.15	1.67	原子炉圧力容器 スカート基部

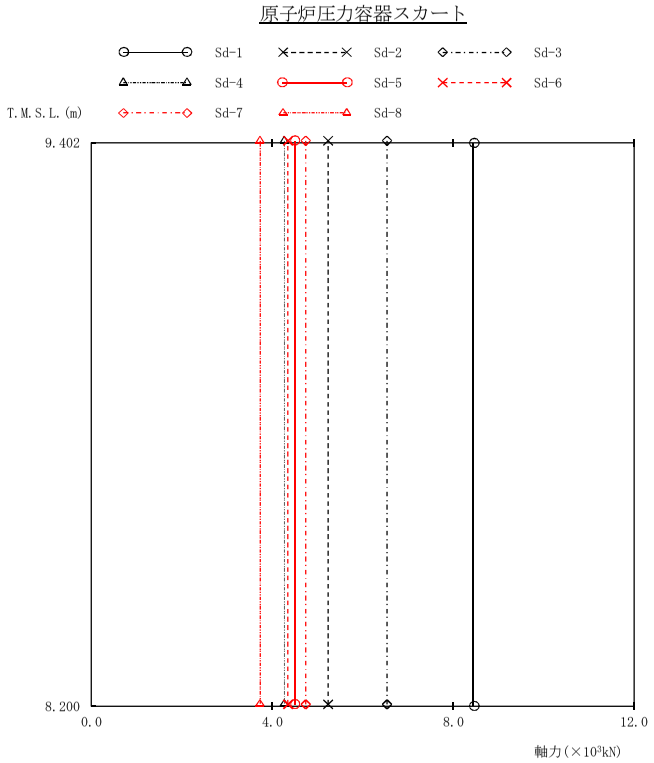
図4－256　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.56	2.35	3.90	2.14	2.33	2.34	2.10	1.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
4.55	2.35	3.89	2.14	2.32	2.33	2.10	1.31	原子炉圧力容器 スカート基部

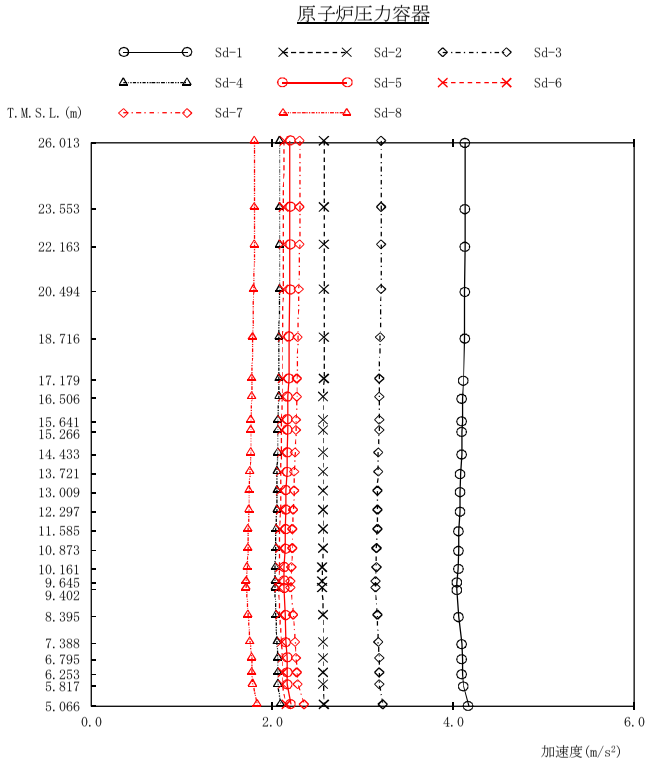
図4－257　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
8450	5230	6530	4260	4500	4350	4740	3720	原子炉圧力容器 スカート頂部 原子炉圧力容器 スカート基部

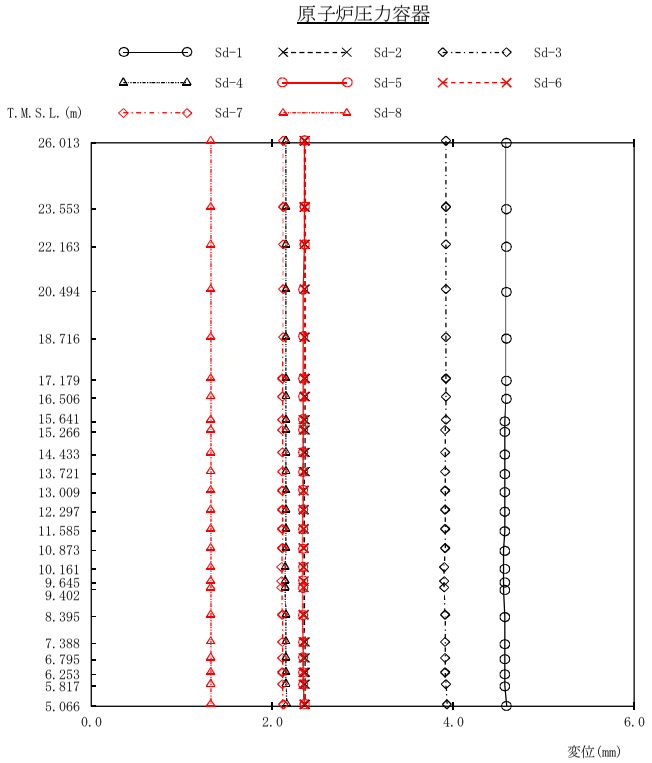
図4－258　最大応答軸力　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.13	2.57	3.20	2.08	2.19	2.13	2.30	1.80	原子炉圧力容器頂部
4.13	2.57	3.20	2.08	2.19	2.12	2.30	1.80	
4.13	2.57	3.20	2.08	2.19	2.12	2.30	1.80	燃料取替用ベローズ位置
4.12	2.57	3.20	2.08	2.19	2.12	2.29	1.79	
4.12	2.57	3.19	2.07	2.18	2.11	2.28	1.78	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
4.11	2.57	3.18	2.07	2.18	2.11	2.27	1.77	
4.10	2.56	3.18	2.07	2.17	2.11	2.27	1.77	
4.10	2.56	3.18	2.06	2.17	2.10	2.26	1.76	
4.09	2.56	3.18	2.06	2.17	2.10	2.26	1.76	
4.09	2.56	3.17	2.06	2.16	2.10	2.25	1.76	
4.08	2.56	3.17	2.05	2.16	2.09	2.24	1.75	
4.07	2.56	3.16	2.05	2.15	2.09	2.24	1.74	
4.07	2.56	3.16	2.05	2.15	2.09	2.23	1.74	
4.06	2.56	3.16	2.04	2.14	2.08	2.22	1.73	
4.06	2.56	3.15	2.04	2.14	2.08	2.22	1.73	
4.05	2.55	3.15	2.03	2.13	2.08	2.21	1.72	
4.04	2.55	3.14	2.03	2.13	2.07	2.20	1.71	
4.04	2.55	3.14	2.03	2.13	2.07	2.20	1.71	原子炉圧力容器 スカート頂部
4.06	2.56	3.16	2.04	2.14	2.08	2.23	1.73	
4.09	2.56	3.17	2.05	2.15	2.10	2.25	1.75	
4.10	2.56	3.18	2.06	2.16	2.11	2.26	1.77	
4.10	2.56	3.18	2.06	2.16	2.11	2.27	1.77	
4.11	2.56	3.18	2.06	2.16	2.11	2.28	1.78	
4.17	2.57	3.22	2.09	2.20	2.15	2.35	1.83	原子炉圧力容器底部

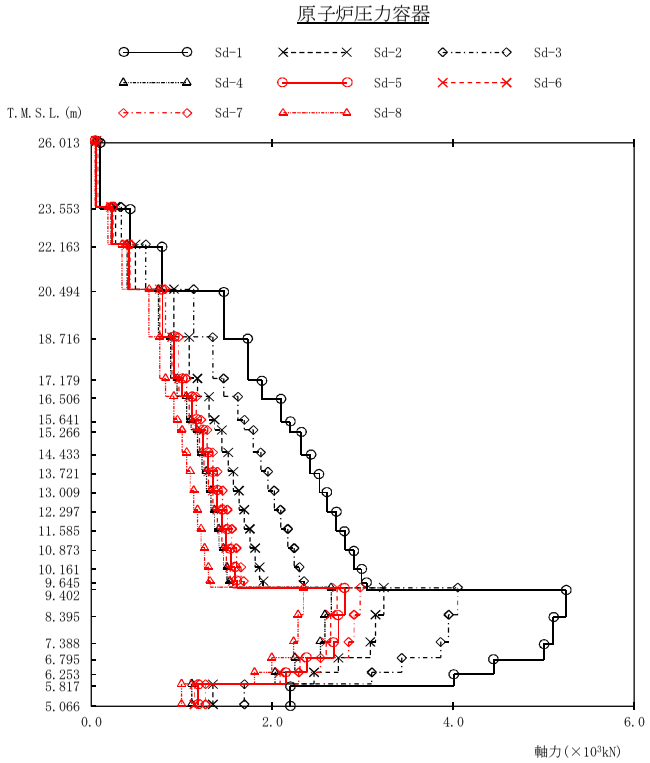
図4－259　最大応答加速度　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
4.58	2.36	3.92	2.15	2.35	2.35	2.12	1.32	原子炉圧力容器頂部
4.58	2.36	3.92	2.15	2.35	2.35	2.12	1.32	
4.58	2.36	3.92	2.15	2.35	2.35	2.12	1.32	燃料取替用ベローズ位置
4.58	2.36	3.92	2.15	2.34	2.35	2.12	1.32	
4.58	2.36	3.92	2.15	2.34	2.35	2.12	1.32	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
4.58	2.36	3.92	2.15	2.34	2.35	2.11	1.32	
4.58	2.36	3.92	2.15	2.34	2.35	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.92	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.35	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.35	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.35	3.91	2.15	2.33	2.34	2.11	1.32	
4.56	2.35	3.91	2.15	2.33	2.34	2.11	1.32	
4.56	2.35	3.90	2.14	2.33	2.34	2.10	1.32	
4.56	2.35	3.90	2.14	2.33	2.34	2.10	1.32	
4.56	2.35	3.90	2.14	2.33	2.34	2.10	1.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
4.57	2.35	3.91	2.15	2.33	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.91	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.57	2.36	3.92	2.15	2.34	2.34	2.11	1.32	
4.59	2.36	3.93	2.16	2.35	2.35	2.12	1.32	原子炉圧力容器底部

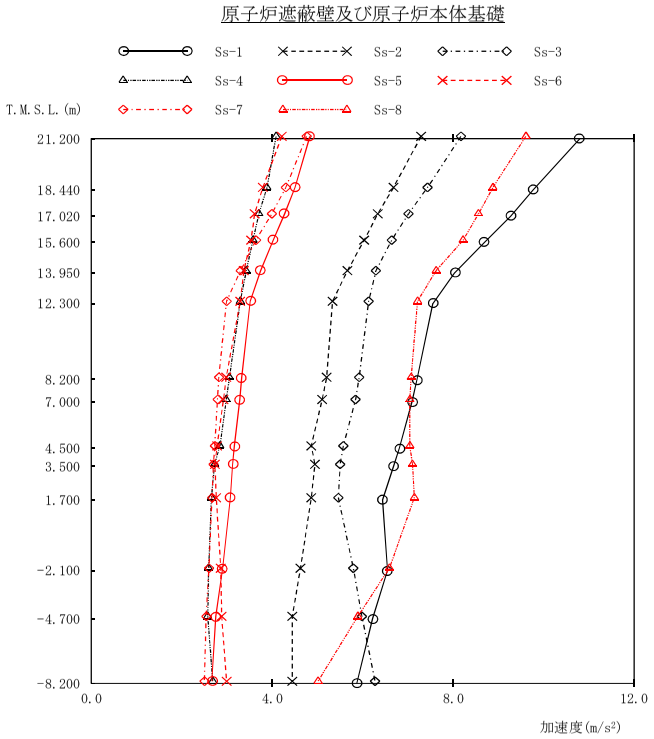
図4－260　最大応答変位　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN)

Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	備　考
91.2	56.6	70.5	45.9	48.3	46.9	50.7	39.6	原子炉圧力容器頂部
425	264	328	214	225	218	236	184	
778	484	601	392	413	400	432	338	燃料取替用ベローズ位置
1470	913	1130	739	779	754	815	637	
1730	1080	1340	873	920	891	963	753	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
1880	1170	1460	949	1000	969	1050	818	
2090	1300	1620	1050	1110	1080	1160	909	
2190	1360	1690	1100	1160	1120	1210	949	
2320	1440	1790	1170	1230	1190	1280	1000	
2420	1510	1870	1220	1290	1240	1340	1050	
2520	1570	1950	1270	1340	1290	1390	1090	
2610	1630	2020	1320	1390	1340	1450	1130	
2710	1690	2090	1360	1440	1390	1500	1170	
2800	1750	2170	1410	1490	1440	1550	1210	
2900	1810	2240	1460	1540	1490	1600	1250	
2980	1860	2300	1500	1580	1530	1650	1290	
3040	1900	2350	1530	1610	1560	1680	1310	原子炉圧力容器 スカート頂部
5250	3230	4050	2650	2800	2710	2970	2340	
5110	3140	3950	2580	2730	2640	2900	2280	
5000	3080	3860	2530	2680	2590	2840	2230	
4450	2730	3430	2250	2380	2300	2530	1990	
4010	2460	3100	2030	2150	2080	2290	1800	
2200	1340	1690	1110	1180	1140	1260	994	原子炉圧力容器底部

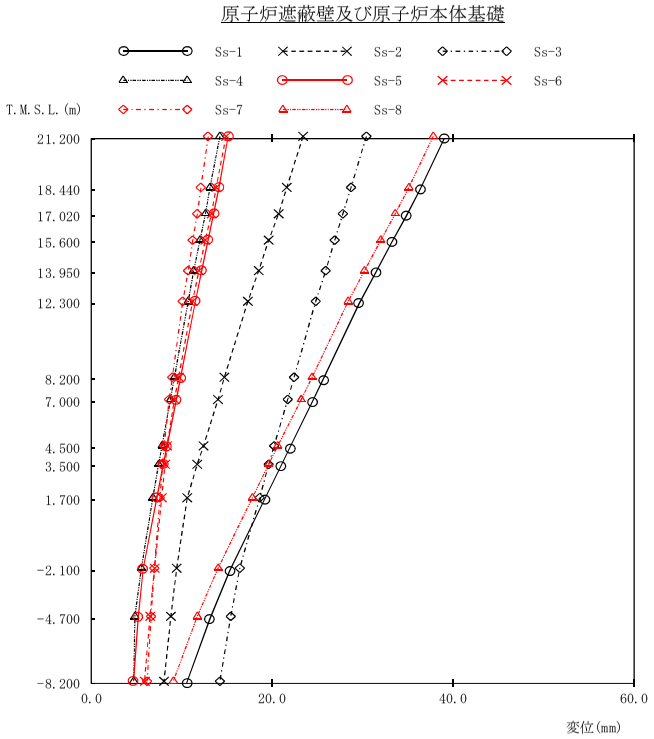
図4－261　最大応答軸力　弾性設計用地震動Ｓｄ（鉛直方向　原子炉圧力容器）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
10.8	7.29	8.17	4.08	4.83	4.21	4.76	9.61	原子炉遮蔽壁頂部
9.77	6.68	7.43	3.88	4.50	3.79	4.30	8.88	原子炉圧力容器
9.27	6.33	7.01	3.70	4.27	3.61	3.99	8.56	スタビライザ位置
8.69	6.03	6.64	3.57	4.02	3.53	3.64	8.22	
8.03	5.66	6.29	3.42	3.74	3.37	3.30	7.62	
7.55	5.33	6.13	3.29	3.51	3.29	2.99	7.21	原子炉本体基礎頂部
7.20	5.20	5.92	3.05	3.32	2.98	2.82	7.07	原子炉圧力容器
7.09	5.10	5.84	2.98	3.28	2.92	2.79	7.04	スカート基部
6.81	4.86	5.57	2.84	3.16	2.78	2.73	7.04	
6.68	4.94	5.50	2.72	3.12	2.73	2.70	7.10	
6.44	4.86	5.46	2.65	3.07	2.76	2.67	7.14	
6.55	4.62	5.79	2.59	2.90	2.86	2.60	6.59	
6.22	4.44	5.98	2.57	2.75	2.88	2.54	5.89	
5.87	4.44	6.27	2.68	2.66	2.99	2.50	5.01	原子炉本体基礎基部

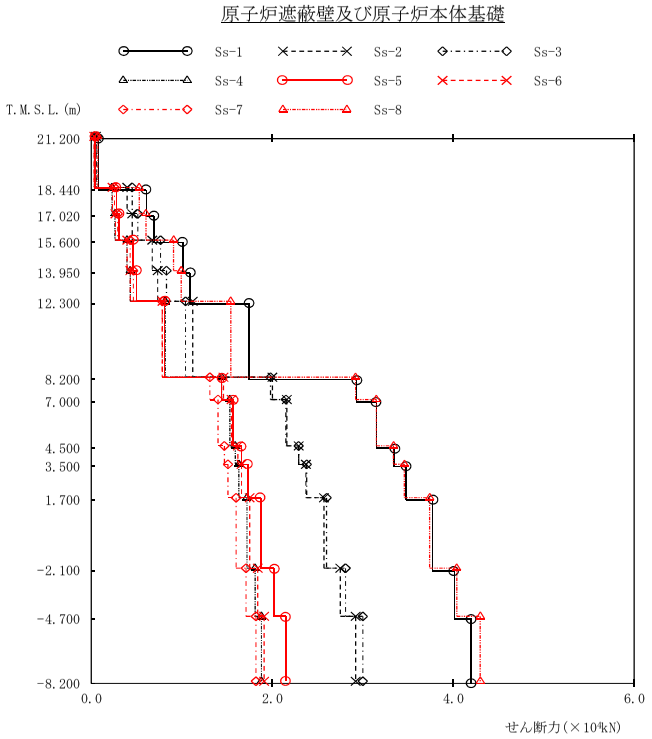
図4－262　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
39.0	23.4	30.4	14.2	15.1	14.9	12.9	37.8	原子炉遮蔽壁頂部
36.3	21.6	28.7	13.1	14.1	13.8	12.1	35.1	原子炉圧力容器
34.8	20.7	27.8	12.6	13.5	13.3	11.7	33.6	スタビライザ位置
33.2	19.6	26.9	12.0	12.9	12.6	11.2	32.0	
31.4	18.5	25.9	11.3	12.2	11.9	10.7	30.2	
29.6	17.3	24.8	10.7	11.5	11.2	10.1	28.4	原子炉本体基礎頂部
25.6	14.7	22.4	9.17	9.87	9.66	8.94	24.4	原子炉圧力容器
24.4	14.0	21.7	8.73	9.40	9.19	8.59	23.2	スカート基部
21.9	12.4	20.2	7.81	8.38	8.38	8.04	20.6	
20.9	11.7	19.6	7.43	7.96	8.16	7.86	19.6	
19.1	10.6	18.6	6.79	7.24	7.79	7.57	17.8	
15.3	9.43	16.4	5.53	5.75	6.99	6.96	14.0	
13.1	8.79	15.4	4.81	5.21	6.49	6.60	11.7	
10.5	8.03	14.2	4.69	4.66	5.90	6.16	9.05	原子炉本体基礎基部

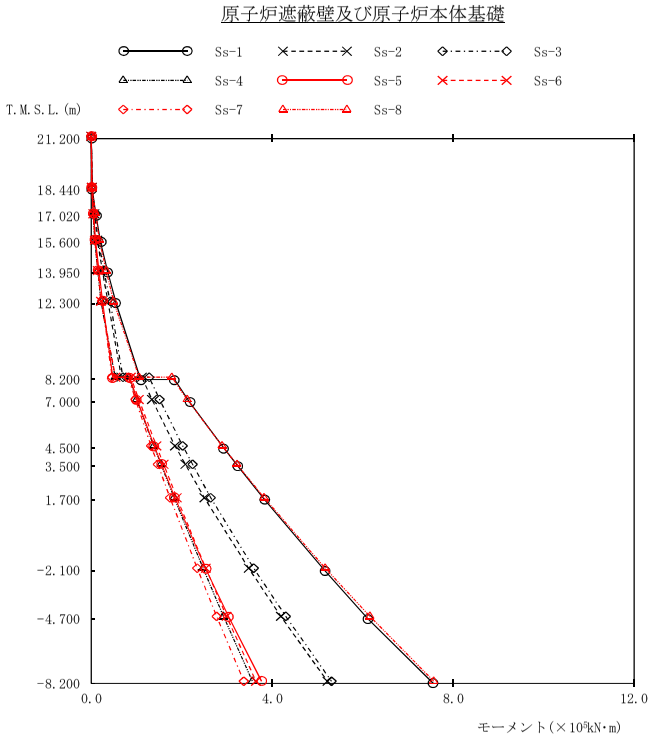
図4－263　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉遮蔽壁頂部
802	512	601	301	348	307	337	694	
6040	3960	4510	2260	2710	2330	2550	5280	原子炉圧力容器
6870	4510	5130	2590	3090	2650	2900	6020	スタビライザ位置
10100	6730	7640	3920	4610	3950	4280	9080	
10900	7330	8300	4280	5020	4300	4630	9920	原子炉遮蔽壁基部
								原子炉本体基礎頂部
17400	11200	10400	8140	8060	7850	7820	15400	
29300	20000	19800	14400	14400	14600	13100	29200	原子炉圧力容器
31500	21600	21500	15300	15700	15500	14000	31500	スカート基部
33500	22900	22900	15900	16600	16200	14700	33400	
34800	23700	23800	16300	17300	16600	15100	34600	
37700	25700	26000	17200	18700	17500	16000	37400	
40100	27500	28100	18100	20200	18400	17100	40400	
42000	29200	30000	18800	21500	19100	18200	43000	
								原子炉本体基礎基部

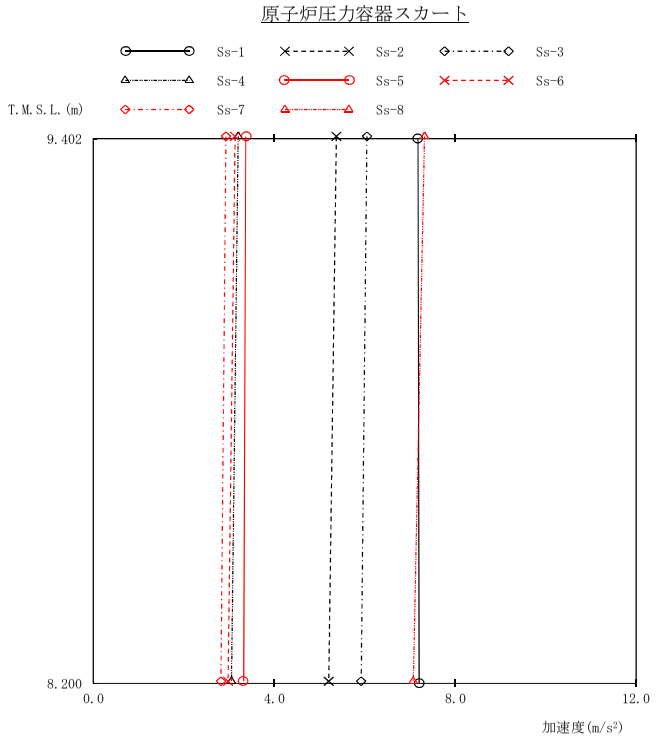
図4－264　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN・m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉遮蔽壁頂部
2210	1410	1660	830	961	848	930	1920	原子炉圧力容器
10800	7040	8060	4040	4810	4150	4550	9410	スタビライザ位置
20500	13400	15300	7720	9200	7910	8680	18000	
37100	24500	27900	14200	16800	14400	15700	32900	
55100	36600	41600	21200	25100	21400	23400	49200	原子炉本体基礎頂部
109000	66400	69900	52700	47200	53600	46000	106000	
184000	112000	128000	83200	84700	87500	82100	178000	原子炉圧力容器
217000	134000	151000	100000	101000	105000	97600	212000	スカート基部
293000	185000	202000	138000	139000	144000	132000	289000	
325000	208000	224000	154000	155000	160000	147000	322000	
384000	250000	264000	183000	185000	189000	174000	382000	
516000	348000	359000	247000	252000	253000	234000	517000	
611000	419000	430000	292000	303000	299000	277000	616000	
756000	522000	531000	356000	376000	364000	337000	757000	原子炉本体基礎基部

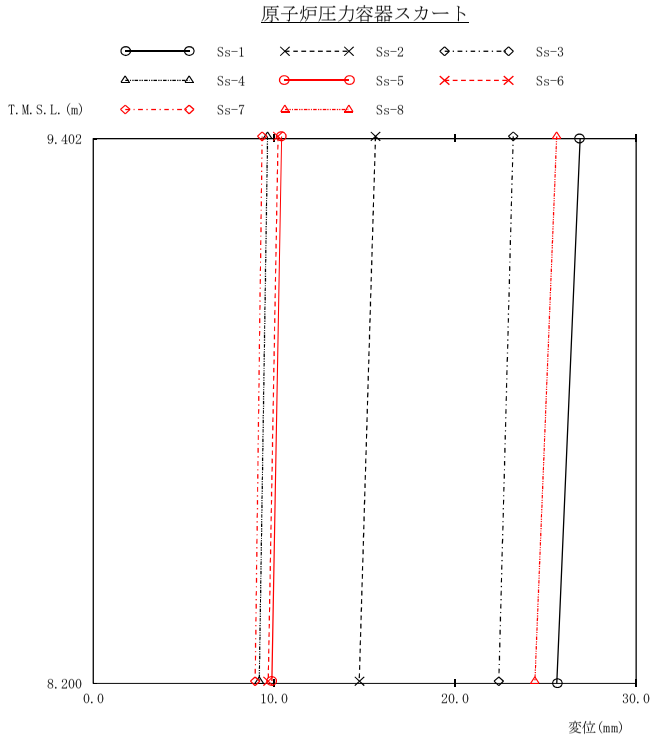
図4－265　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
7.18	5.37	6.05	3.20	3.37	3.13	2.93	7.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
7.20	5.20	5.92	3.05	3.32	2.98	2.82	7.07	原子炉圧力容器 スカート基部

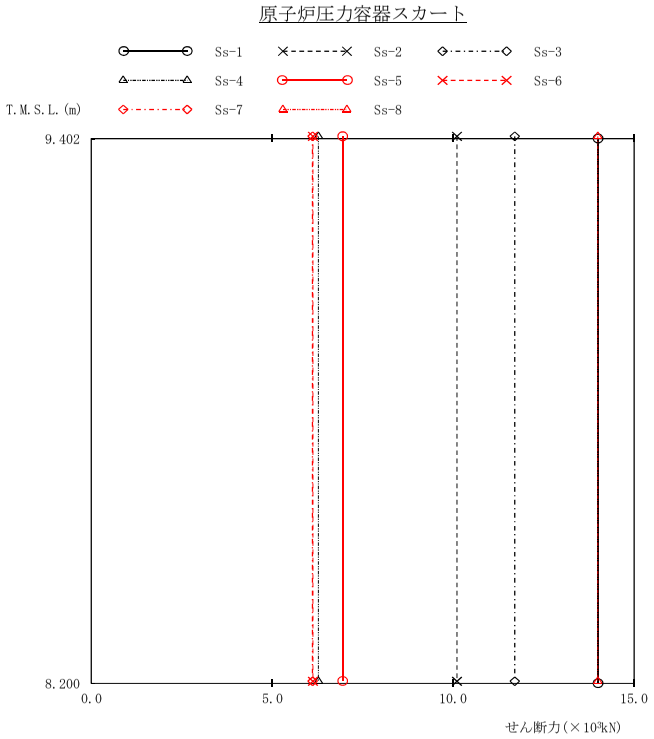
図4－266　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
26.9	15.6	23.2	9.63	10.4	10.2	9.33	25.6	原子炉圧力容器 スカート頂部
25.6	14.7	22.4	9.17	9.87	9.66	8.94	24.4	原子炉圧力容器 スカート基部

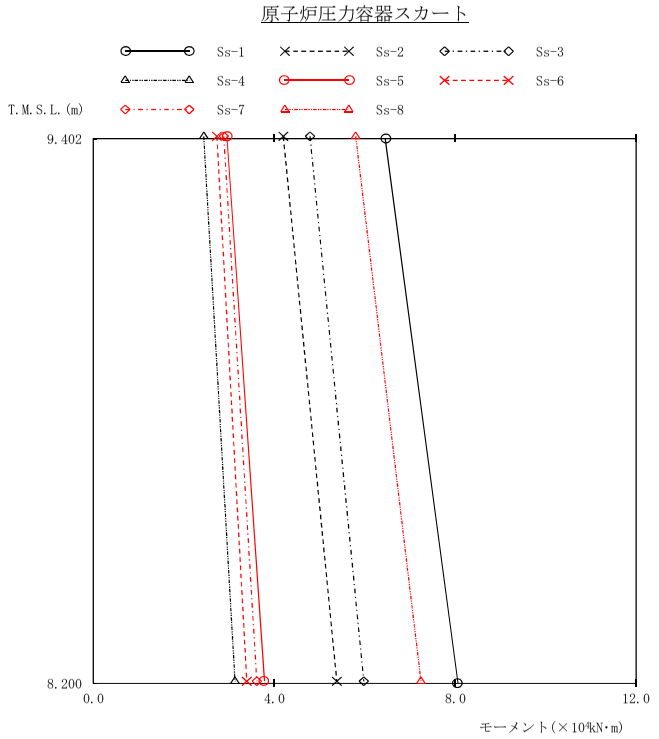
図4－267　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉圧力容器 スカート頂部
14000	10100	11700	6270	6940	6120	6110	14000	
								原子炉圧力容器 スカート基部

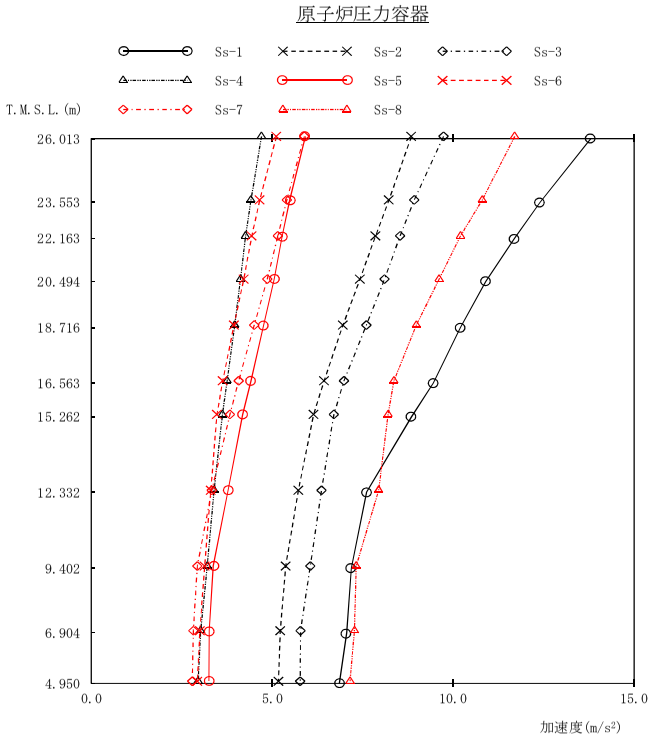
図4－268　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN・m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
64500	42000	47900	24400	29500	27300	28800	58000	原子炉圧力容器 スカート頂部
80600	53800	59800	31300	37800	33900	36100	72400	原子炉圧力容器 スカート基部

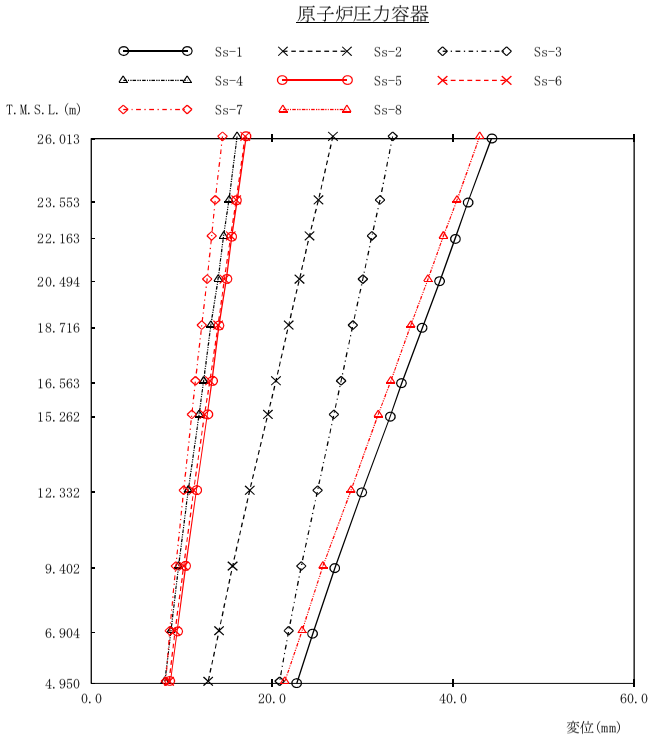
図4－269　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
13.8	8.84	9.73	4.70	5.91	5.11	5.88	11.7	原子炉圧力容器頂部
12.4	8.22	8.92	4.41	5.48	4.65	5.40	10.8	
11.7	7.85	8.53	4.26	5.27	4.43	5.15	10.2	燃料取替用ベローズ位置
10.9	7.42	8.10	4.12	5.05	4.21	4.86	9.61	
10.2	6.95	7.60	3.96	4.76	3.94	4.50	8.98	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
9.45	6.43	6.98	3.75	4.41	3.63	4.07	8.36	
8.85	6.14	6.70	3.62	4.18	3.47	3.83	8.20	
7.60	5.72	6.36	3.39	3.78	3.30	3.33	7.94	
7.18	5.37	6.05	3.20	3.37	3.13	2.93	7.32	原子炉圧力容器 スカート頂部
7.05	5.22	5.78	3.02	3.26	3.00	2.82	7.27	
6.85	5.17	5.77	2.95	3.25	2.93	2.79	7.15	原子炉圧力容器底部

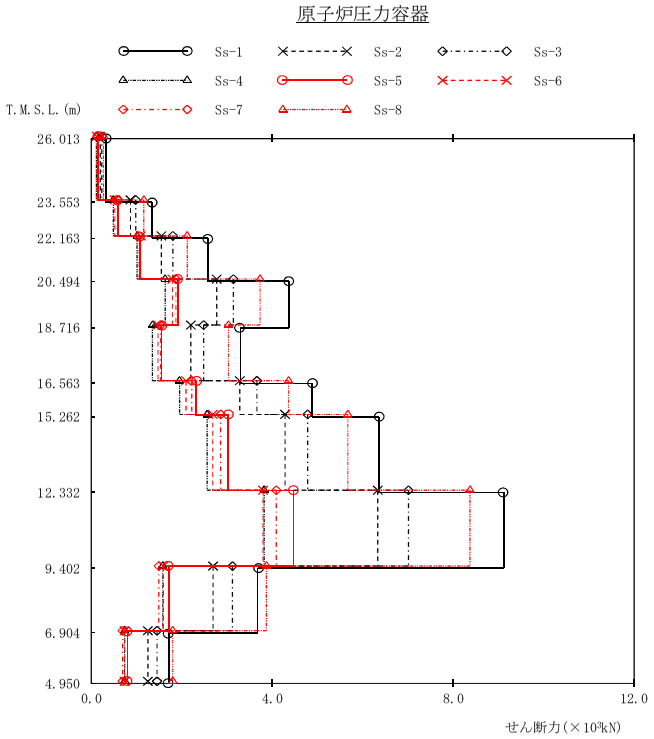
図4－270　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
44.2	26.7	33.3	16.1	17.1	17.0	14.5	42.9	原子炉圧力容器頂部
41.6	25.1	31.9	15.2	16.1	16.0	13.7	40.4	
40.2	24.1	31.0	14.6	15.5	15.4	13.3	38.9	燃料取替用ベローズ位置
38.5	23.0	30.0	14.0	14.9	14.7	12.8	37.2	
36.6	21.8	28.9	13.2	14.1	14.0	12.2	35.3	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
34.3	20.4	27.6	12.4	13.3	13.1	11.5	33.1	
33.0	19.5	26.8	11.9	12.8	12.5	11.1	31.7	
29.9	17.5	25.0	10.7	11.6	11.3	10.2	28.7	
26.9	15.6	23.2	9.63	10.4	10.2	9.33	25.6	原子炉圧力容器 スカート頂部
24.5	14.1	21.8	8.79	9.47	9.25	8.65	23.3	
22.7	12.9	20.8	8.12	8.73	8.59	8.22	21.4	原子炉圧力容器底部

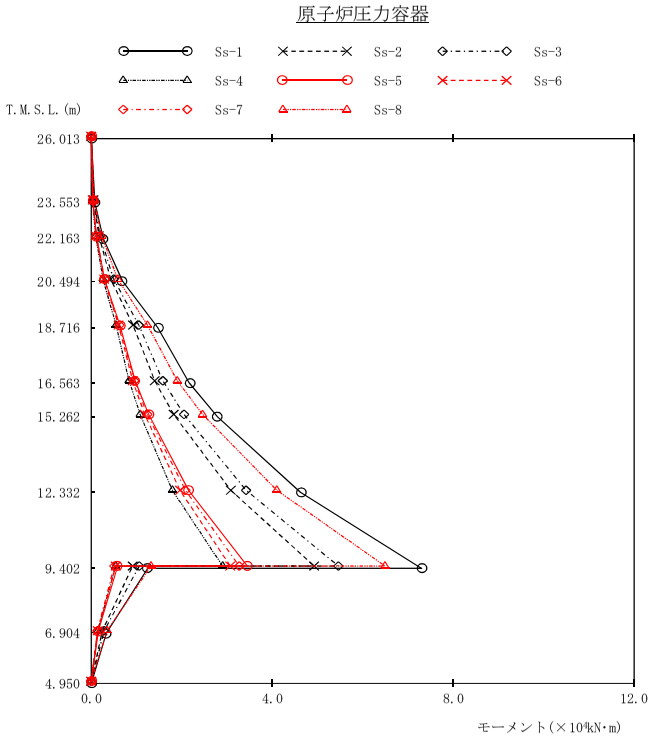
図4－271　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉圧力容器頂部
317	199	229	111	135	121	134	271	
1340	865	980	485	588	517	577	1160	
2570	1550	1800	1010	1070	1090	1060	2120	燃料取替用ベローズ位置
4370	2770	3140	1630	1920	1790	1870	3730	
3290	2200	2480	1350	1550	1470	1530	3030	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
4880	3280	3660	1950	2310	2090	2220	4360	
6350	4280	4780	2560	3020	2680	2860	5670	
9110	6330	7010	3820	4460	3790	4090	8370	
3680	2690	3120	1580	1710	1590	1490	3870	原子炉圧力容器 スカート頂部
1710	1250	1450	736	799	736	689	1800	
								原子炉圧力容器底部

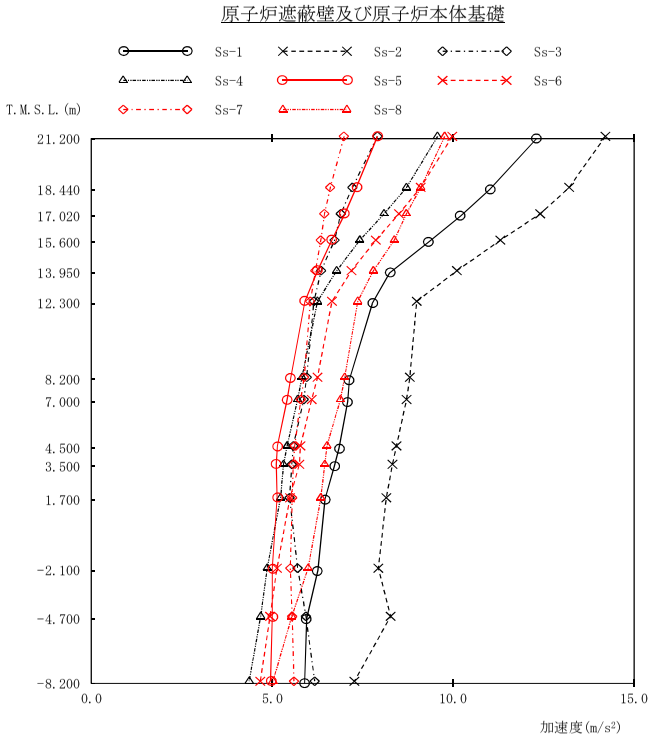
図4－272　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN・m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
779	489	563	273	333	297	330	666	
2640	1690	1930	947	1150	1020	1130	2280	燃料取替用ベローズ位置
6930	4280	4920	2590	2940	2840	2900	5830	
14700	9210	10500	5470	6340	6020	6220	12400	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
21700	14000	15800	8340	9680	9150	9500	19000	
27900	18200	20500	10800	12700	11800	12400	24600	
46300	30800	34200	17900	21500	19600	20800	41000	
73000 12500	49200 9140	54600 10600	29000 5390	34500 5840	30700 5400	32700 5070	64900 13200	原子炉圧力容器 スカート頂部
3340	2440	2840	1440	1560	1440	1350	3510	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器底部

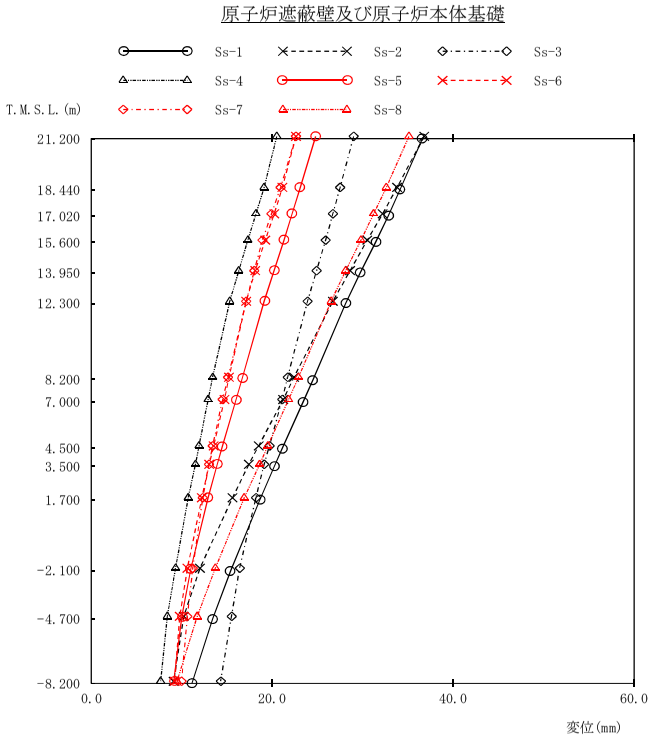
図4－273　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（NS方向　原子炉圧力容器）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
12.3	14.2	7.90	9.57	7.90	9.97	6.98	9.76	原子炉遮蔽壁頂部
11.0	13.2	7.21	8.71	7.32	9.10	6.60	9.10	原子炉圧力容器
10.2	12.4	6.89	8.09	7.00	8.50	6.44	8.70	スタビライザ位置
9.30	11.3	6.72	7.42	6.64	7.86	6.34	8.37	
8.24	10.1	6.35	6.78	6.25	7.19	6.19	7.79	
7.76	8.99	6.15	6.25	5.90	6.65	6.05	7.36	原子炉本体基礎頂部
7.13	8.80	5.95	5.82	5.51	6.25	5.88	7.00	原子炉圧力容器
7.08	8.71	5.87	5.70	5.41	6.09	5.79	6.88	スカート基部
6.84	8.43	5.58	5.41	5.14	5.78	5.62	6.51	
6.71	8.32	5.54	5.31	5.11	5.75	5.58	6.45	
6.45	8.15	5.48	5.23	5.13	5.49	5.55	6.34	
6.26	7.93	5.70	4.86	5.00	5.13	5.50	5.99	
5.95	8.27	5.93	4.68	5.00	4.94	5.55	5.54	
5.89	7.27	6.17	4.36	4.95	4.67	5.60	5.02	原子炉本体基礎基部

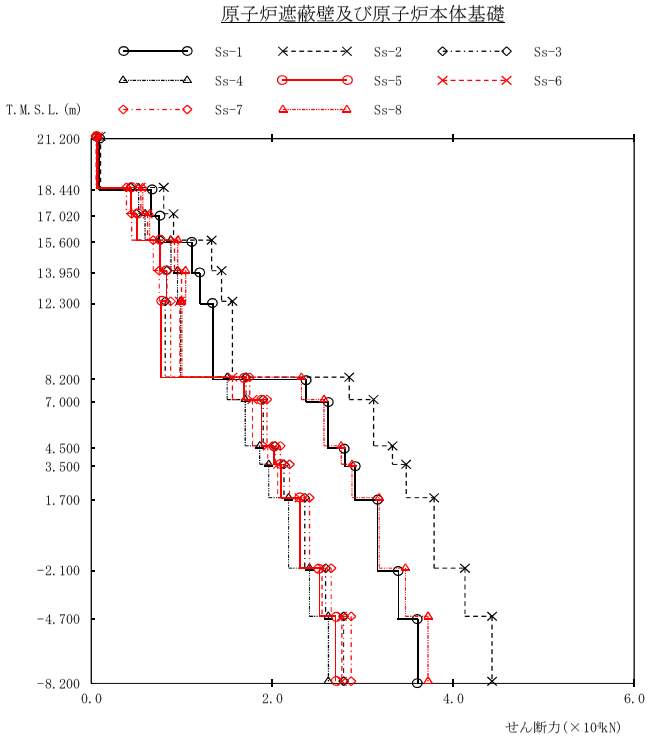
図4－274　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
36.6	36.8	29.0	20.5	24.8	22.6	22.6	35.1	原子炉遮蔽壁頂部
34.1	33.8	27.5	19.1	23.1	21.1	20.9	32.6	原子炉圧力容器
32.8	32.2	26.7	18.2	22.2	20.2	19.9	31.2	スタビライザ位置
31.4	30.5	25.9	17.3	21.3	19.2	18.9	29.8	
29.7	28.6	24.9	16.3	20.2	18.1	18.0	28.1	
28.1	26.7	23.9	15.3	19.1	17.1	17.1	26.5	原子炉本体基礎頂部
24.5	22.4	21.7	13.4	16.7	15.2	15.1	22.9	原子炉圧力容器
23.4	21.2	21.1	12.9	16.0	14.7	14.5	21.8	スカート基部
21.1	18.5	19.7	11.9	14.5	13.5	13.4	19.5	
20.2	17.4	19.1	11.5	13.9	13.0	13.0	18.6	
18.6	15.6	18.2	10.7	12.9	12.2	12.3	16.9	
15.4	12.0	16.4	9.30	11.0	10.6	11.2	13.7	
13.4	10.2	15.5	8.39	10.0	9.75	10.6	11.7	
11.1	9.09	14.3	7.65	9.09	9.20	9.96	9.47	原子炉本体基礎基部

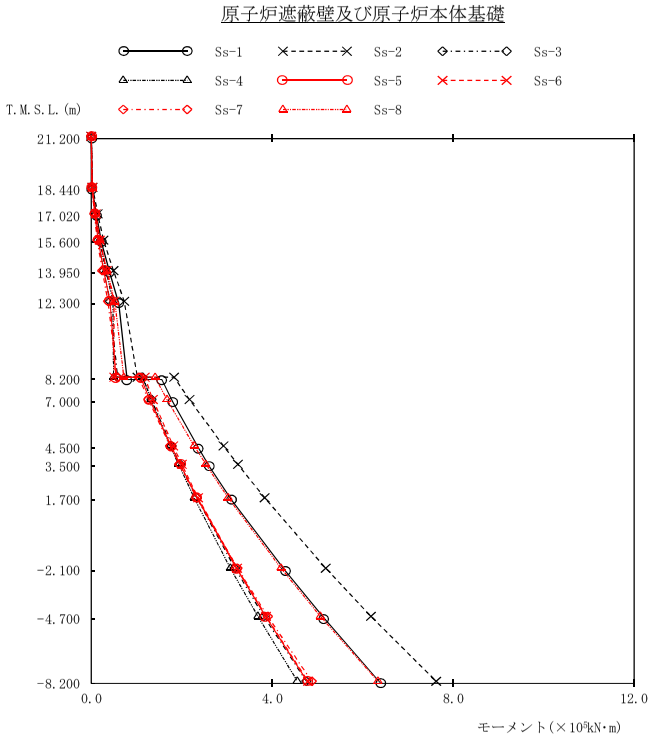
図4－275　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉遮蔽壁頂部
883	1010	584	696	583	728	503	708	
6640	8000	4370	5200	4420	5460	3870	5660	原子炉圧力容器
7540	9080	5010	5930	5060	6220	4440	6430	スタビライザ位置
11100	13300	7650	8780	7630	9190	6840	9530	
12000	14400	8350	9510	8320	9970	7510	10400	原子炉遮蔽壁基部
								原子炉本体基礎頂部
13400	15600	8160	9830	7710	9770	8760	9980	
23700	28500	17100	15000	16900	15600	17500	23200	原子炉圧力容器
26200	31200	19000	17000	18800	17800	19400	25700	スカート基部
28000	33300	20300	18600	20200	19500	20900	27600	
29100	34800	21300	19600	21000	20600	21900	28800	
31600	37900	23600	21800	23100	23000	24100	31800	
33900	41300	25900	24100	25200	25500	26500	34700	
36100	44300	27900	26200	27000	27700	28700	37200	
								原子炉本体基礎基部

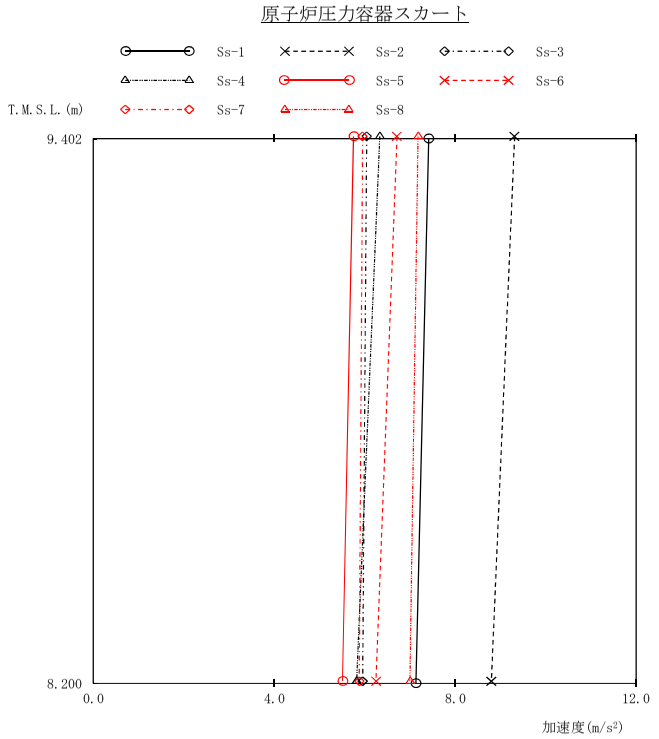
図4－276　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN・m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉遮蔽壁頂部
2440	2790	1610	1920	1610	2010	1390	1950	原子炉圧力容器
11800	14100	7810	9310	7880	9760	6880	10000	スタビライザ位置
22500	27000	14900	17700	15100	18600	13200	19100	
40800	49000	27400	32200	27700	33800	24400	34800	
60600	72700	41200	47900	41400	50200	36800	51900	原子炉本体基礎頂部
79100	102000	57900	49200	54600	50600	57100	71900	原子炉圧力容器
156000	183000	113000	114000	109000	118000	105000	141000	スカート基部
180000	217000	133000	132000	129000	136000	126000	167000	
237000	292000	177000	174000	176000	181000	174000	227000	
261000	324000	196000	193000	196000	200000	195000 194000	253000	
310000	383000	233000	227000	234000	236000	233000	302000	
428000	518000	317000	307000	321000	322000	323000	419000	
515000	618000	381000	368000	385000	386000	390000	506000	
640000	762000	475000	455000	477000	479000	487000	633000	原子炉本体基礎基部

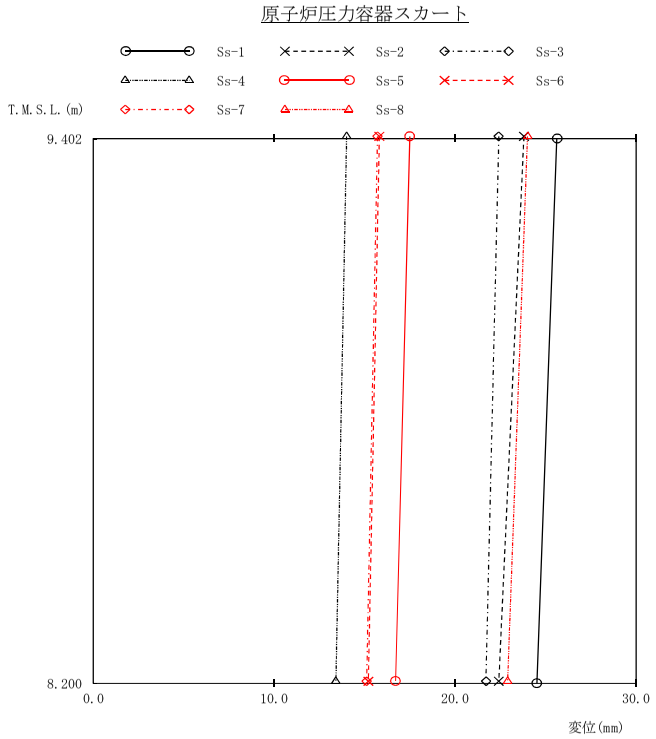
図4－277　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
7.41	9.31	6.04	6.33	5.75	6.71	5.95	7.18	原子炉圧力容器 スカート頂部
7.13	8.80	5.95	5.82	5.51	6.25	5.88	7.00	原子炉圧力容器 スカート基部

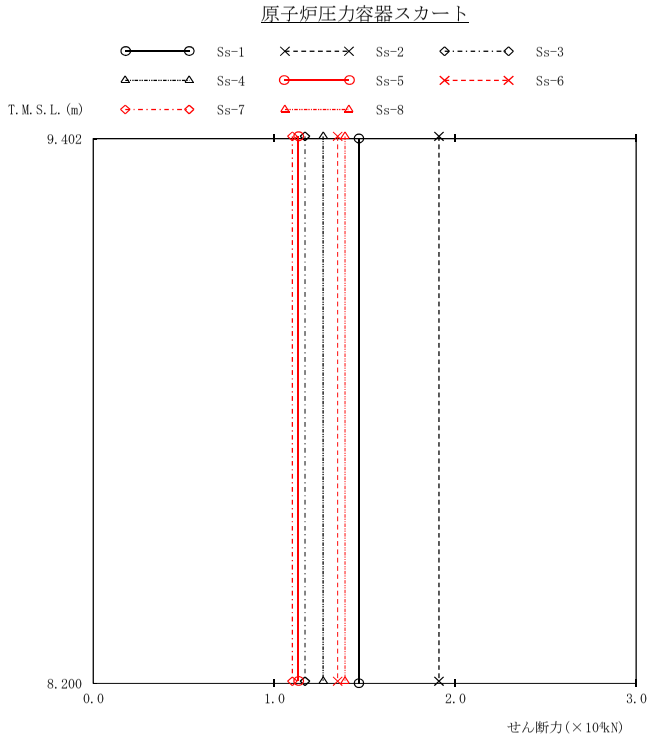
図4－278　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



（単位：mm）

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
25.6	23.8	22.4	14.0	17.5	15.8	15.7	24.0	原子炉圧力容器 スカート頂部
24.5	22.4	21.7	13.4	16.7	15.2	15.1	22.9	原子炉圧力容器 スカート基部

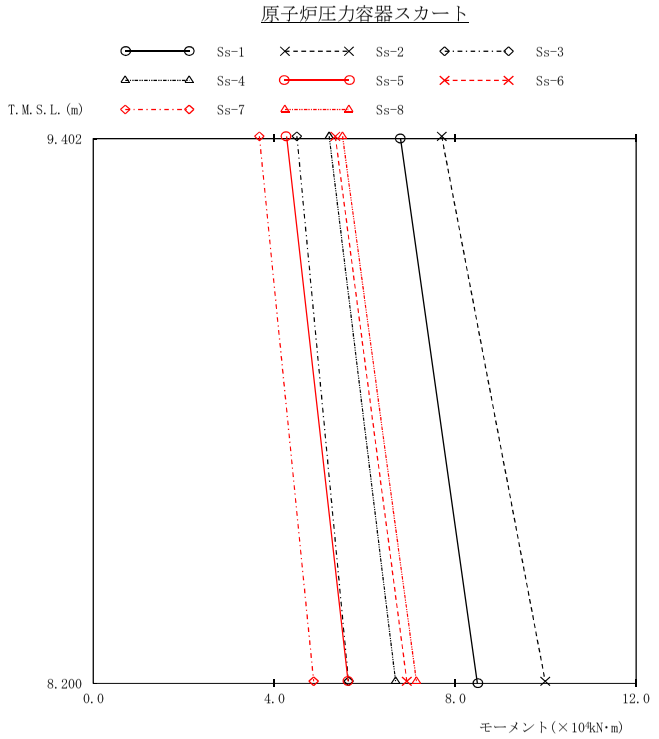
図4－279　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉圧力容器 スカート頂部
14700	19100	11700	12700	11300	13500	11000	13900	
								原子炉圧力容器 スカート基部

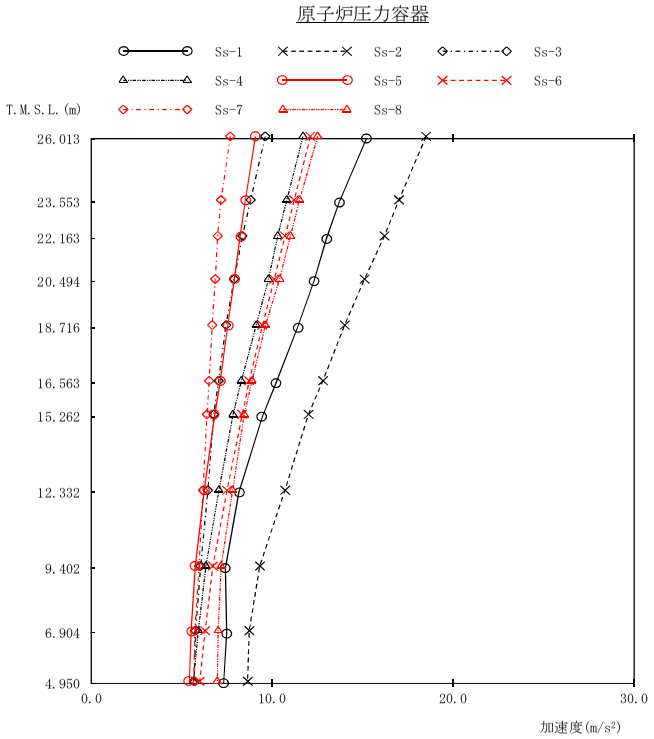
図4－280　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：kN・m)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
67900	77000	45000	52100	42700	53500	36700	55100	原子炉圧力容器 スカート頂部
84900	99900	56400	66800	56300	69300	48700	71400	原子炉圧力容器 スカート基部

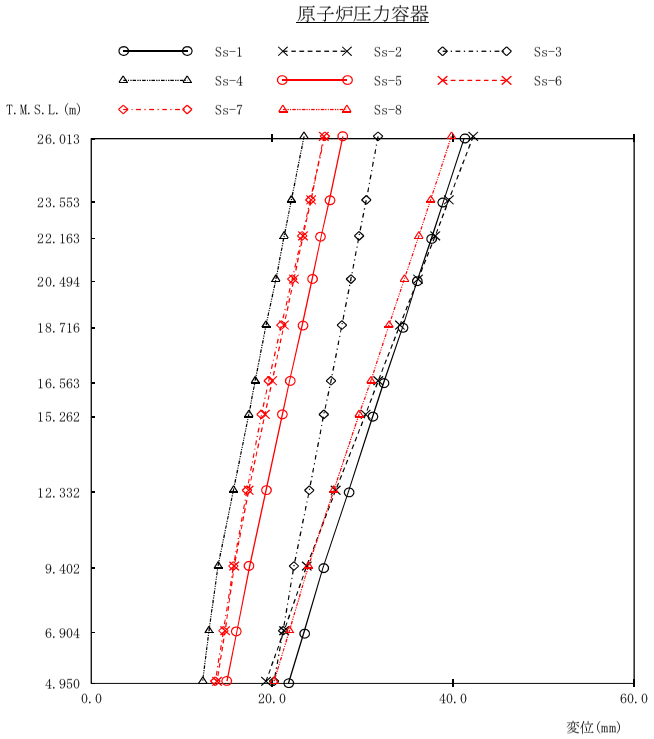
図4－281　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
15.2	18.5	9.61	11.7	9.08	12.1	7.68	12.5	原子炉圧力容器頂部
13.7	17.0	8.80	10.8	8.52	11.2	7.17	11.5	
13.0	16.2	8.35	10.3	8.23	10.7	6.98	11.0	燃料取替用ベローズ位置
12.3	15.1	7.89	9.79	7.91	10.1	6.85	10.4	
11.4	14.0	7.44	9.11	7.54	9.45	6.68	9.62	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
10.2	12.8	7.03	8.29	7.13	8.72	6.51	8.88	
9.45	12.0	6.76	7.83	6.82	8.33	6.39	8.45	
8.15	10.7	6.44	7.05	6.24	7.49	6.17	7.81	
7.41	9.31	6.04	6.33	5.75	6.71	5.95	7.18	原子炉圧力容器 スカート頂部
7.47	8.73	5.76	5.91	5.52	6.28	5.72	7.01	
7.31	8.64	5.68	5.64	5.42	5.98	5.66	6.97	原子炉圧力容器底部

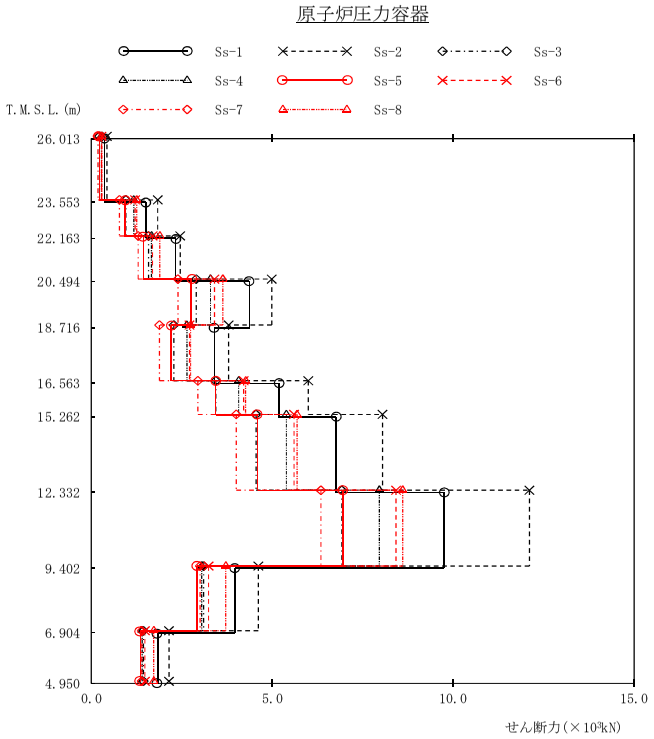
図4－282　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
41.2	42.2	31.7	23.5	27.8	25.7	25.8	39.8	原子炉圧力容器頂部
38.9	39.5	30.4	22.1	26.3	24.3	24.2	37.5	
37.6	38.0	29.6	21.3	25.4	23.4	23.3	36.2	燃料取替用ベローズ位置
36.0	36.1	28.7	20.4	24.4	22.4	22.2	34.6	
34.4	34.1	27.7	19.3	23.3	21.3	21.0	32.9	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
32.3	31.7	26.5	18.1	21.9	20.0	19.6	30.9	
31.1	30.3	25.7	17.4	21.1	19.2	18.8	29.6	
28.4	27.0	24.1	15.7	19.3	17.4	17.2	26.8	
25.6	23.8	22.4	14.0	17.5	15.8	15.7	24.0	原子炉圧力容器 スカート頂部
23.5	21.3	21.2	13.0	16.1	14.8	14.6	21.9	
21.8	19.3	20.2	12.3	15.0	13.9	13.7	20.2	原子炉圧力容器底部

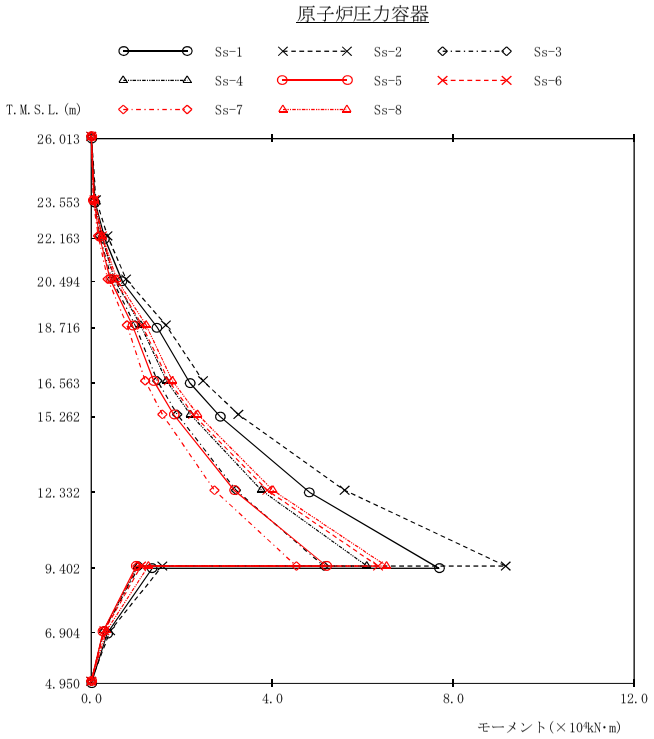
図4－283　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉圧力容器頂部
356	424	222	272	210	278	177	289	
1510	1830	956	1170	919	1210	775	1250	
2320	2450	1580	1660	1430	1690	1290	1890	燃料取替用ベローズ位置
4370	4980	2900	3290	2760	3400	2390	3630	
3390	3790	2280	2640	2190	2710	1880	2740	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
5170	5990	3440	4070	3430	4210	2940	4260	
6770	8040	4550	5390	4590	5600	4000	5680	
9740	12100	6920	7960	6940	8420	6340	8600	
3980	4610	3100	3050	2920	3240	3000	3710	原子炉圧力容器 スカート頂部
1830	2140	1440	1400	1350	1480	1390	1720	
								原子炉圧力容器底部

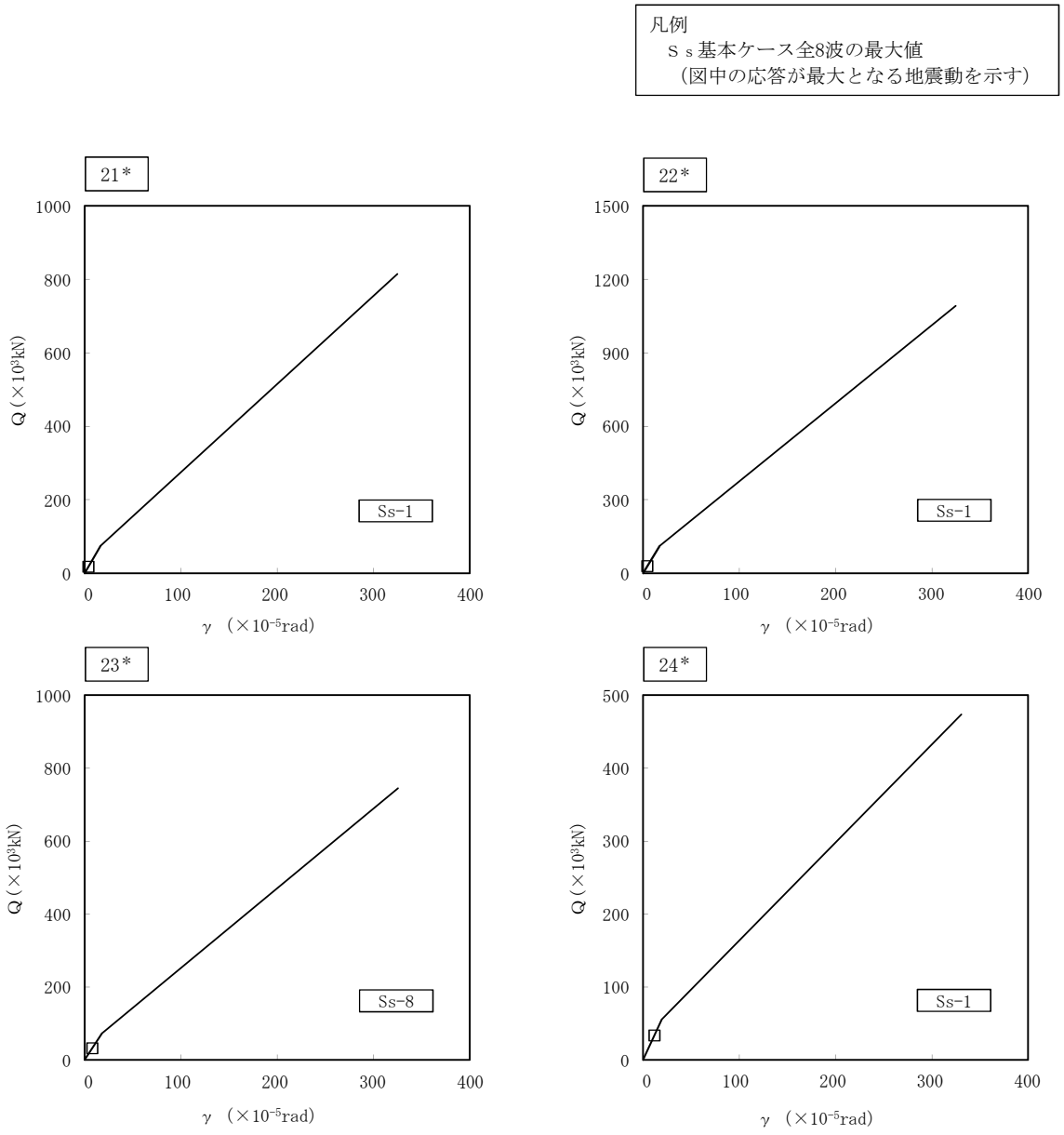
図4－284　最大応答せん断力　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN・m)

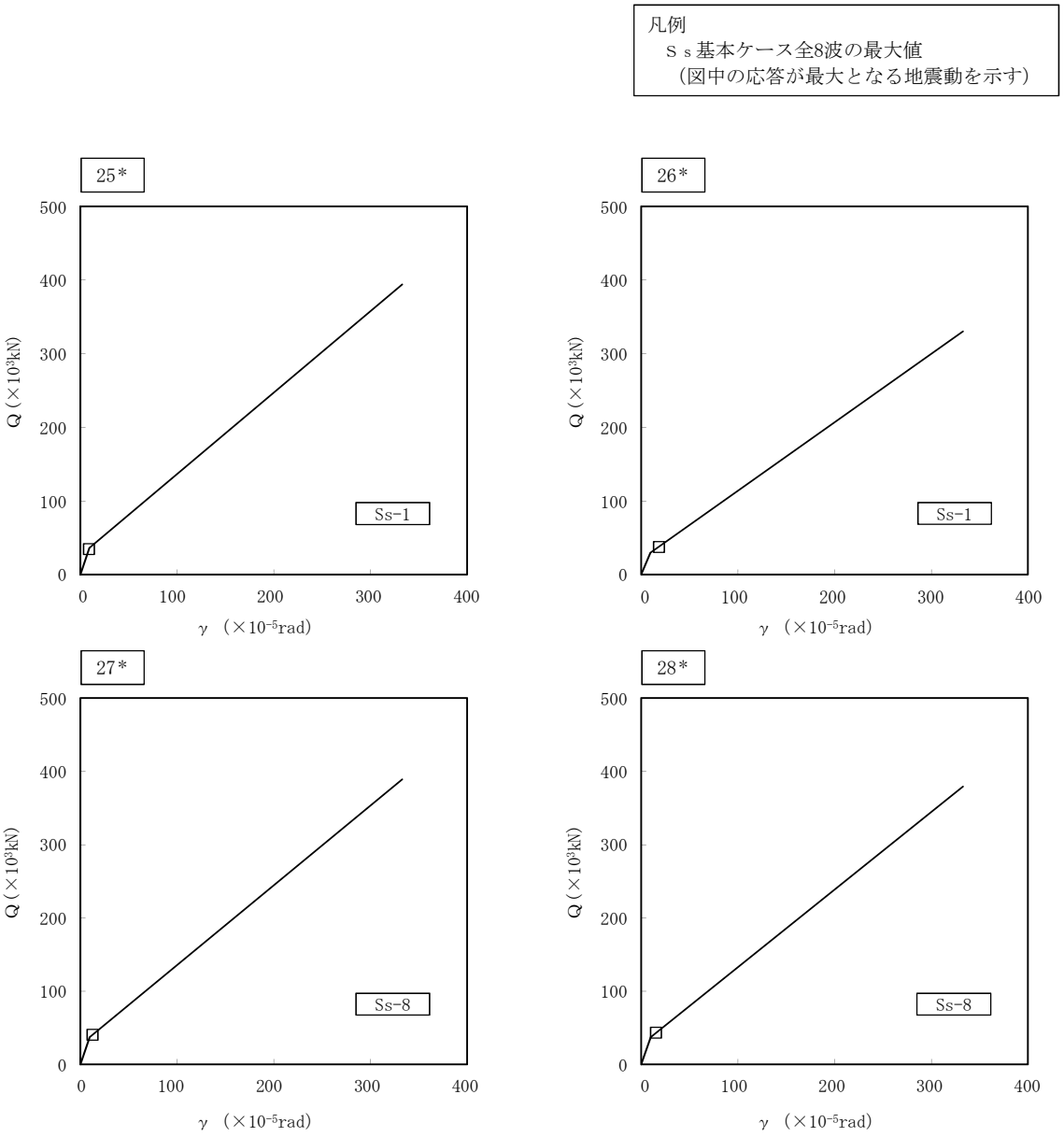
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器頂部
876	1040	547	669	516	684	437	711	
2980	3590	1880	2300	1790	2360	1510	2440	燃料取替用ベローズ位置
6850	7680	4510	5060	4160	5170	3620	5600	
14600	16500	9670	10900	9070	11200	7870	12100	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
21800	24700	14600	16600	13800	17100	11900	17900	
28500	32500	19000	21900	18200	22500	15700	23500	
48300	56000	32000	37600	31600	38900	27200	40100	
76800 13500	91600 15700	51400 10600	60900 10300	52000 9920	63400 11000	45300 10200	65200 12600	原子炉圧力容器 スカート頂部
3580	4190	2800	2730	2640	2890	2720	3360	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	原子炉圧力容器底部

図4－285　最大応答モーメント　基準地震動Ｓｓ（EW方向　原子炉圧力容器）



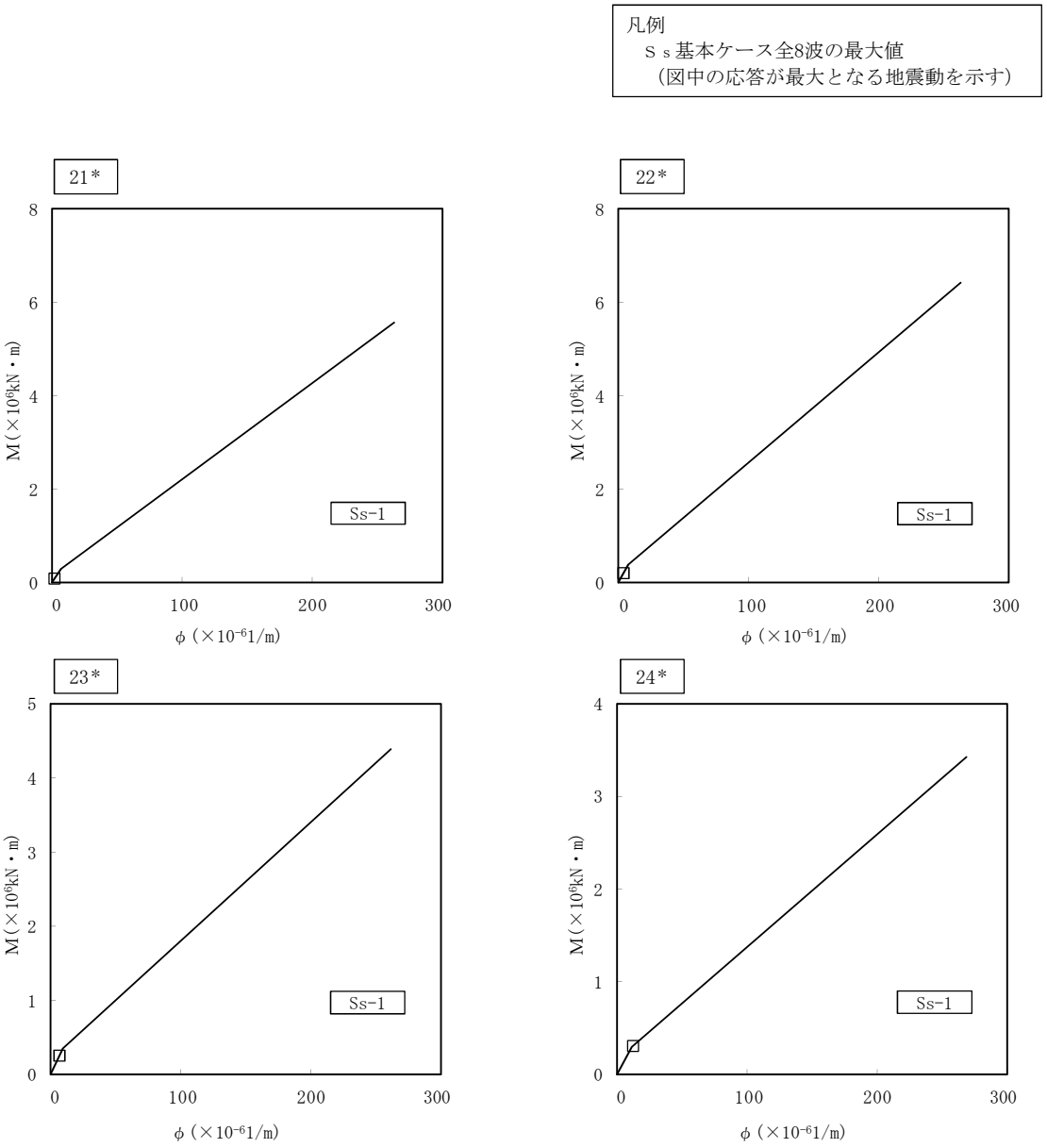
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－13に対応

図4－286　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｓ，NS方向）(1/2)



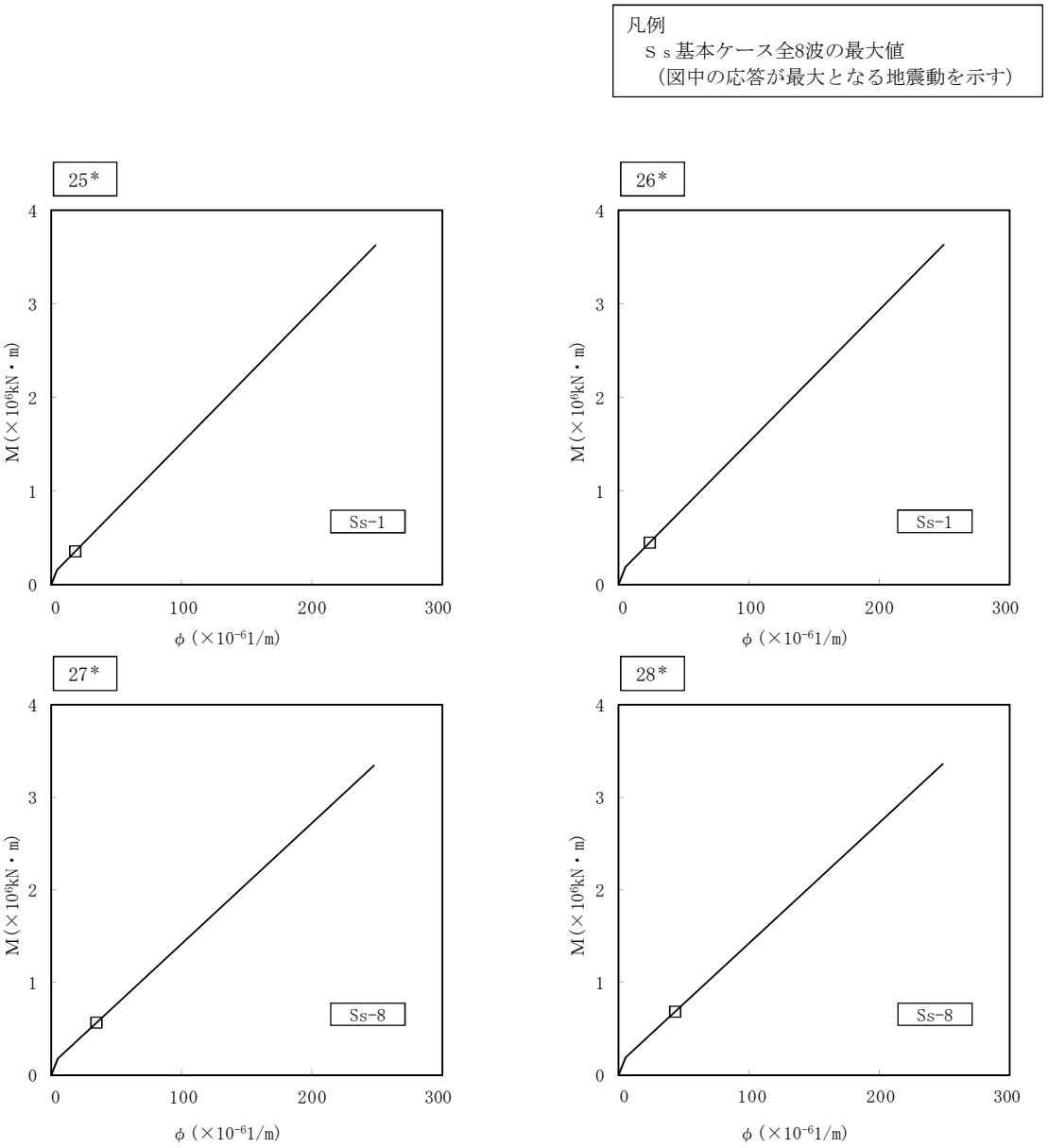
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－13に対応

図4－286　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｓ，NS方向）(2/2)



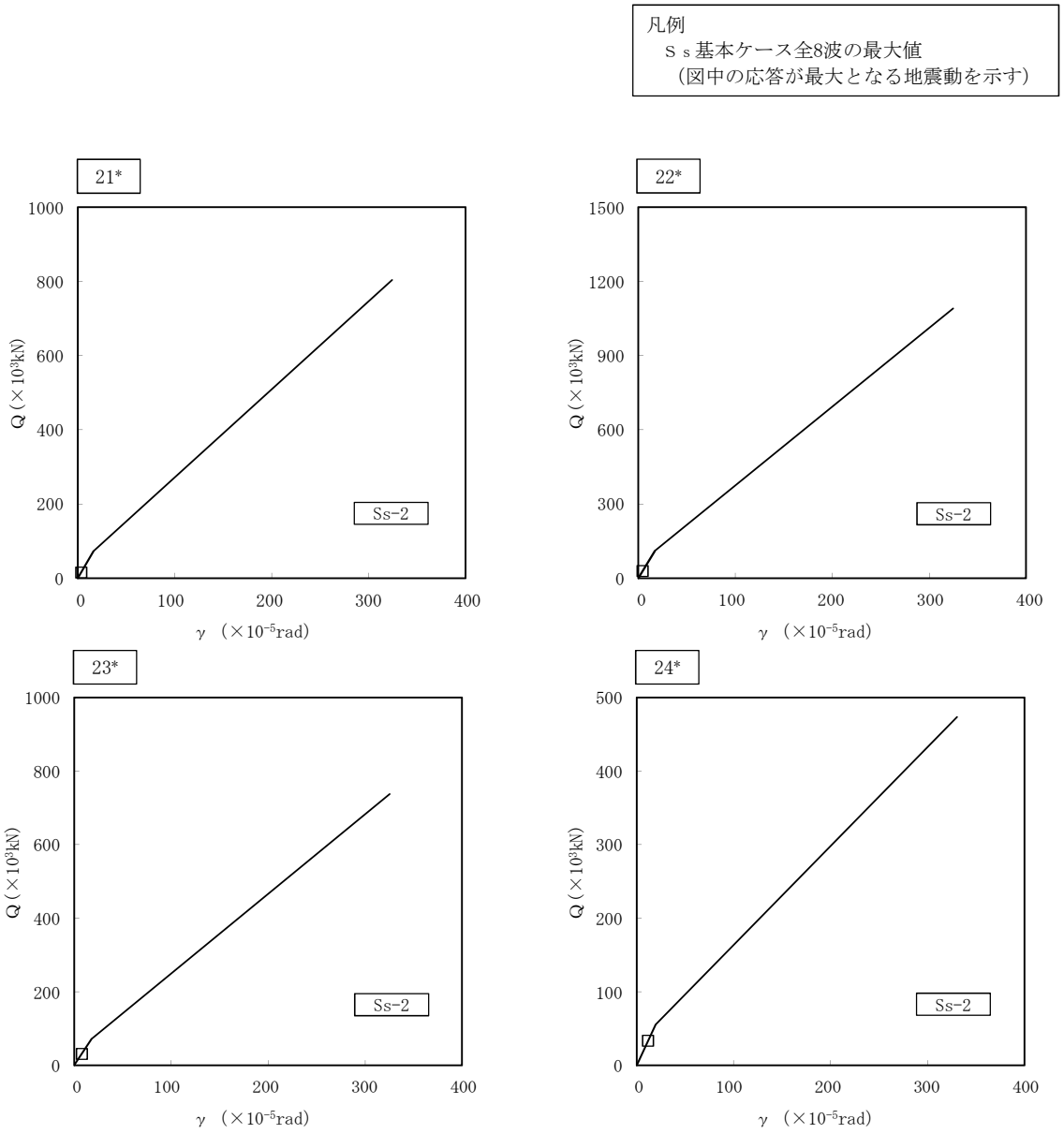
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－14に対応

図4－287　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｓ，NS方向）(1/2)



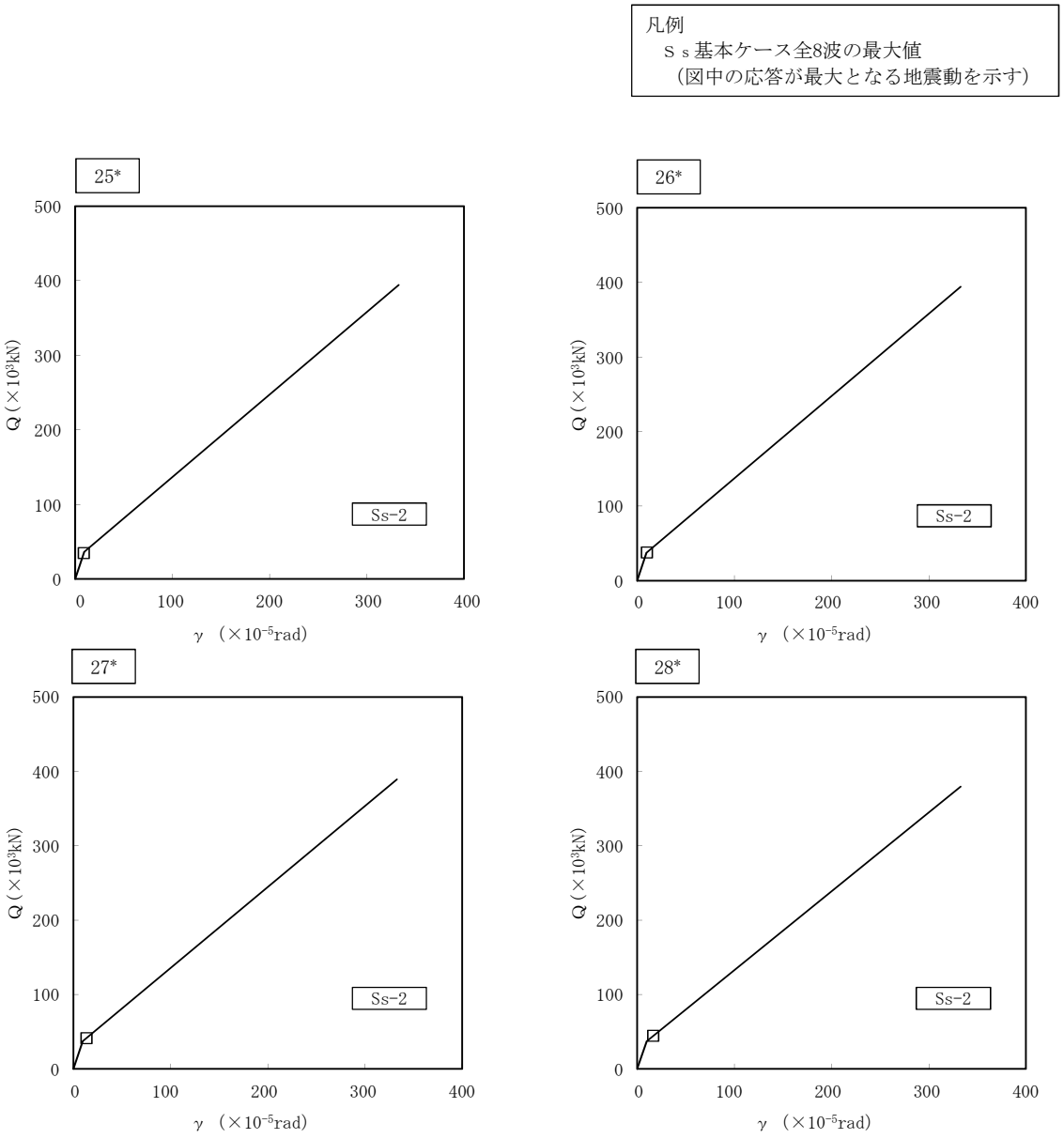
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－14に対応

図4－287　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｓ，NS方向）(2/2)



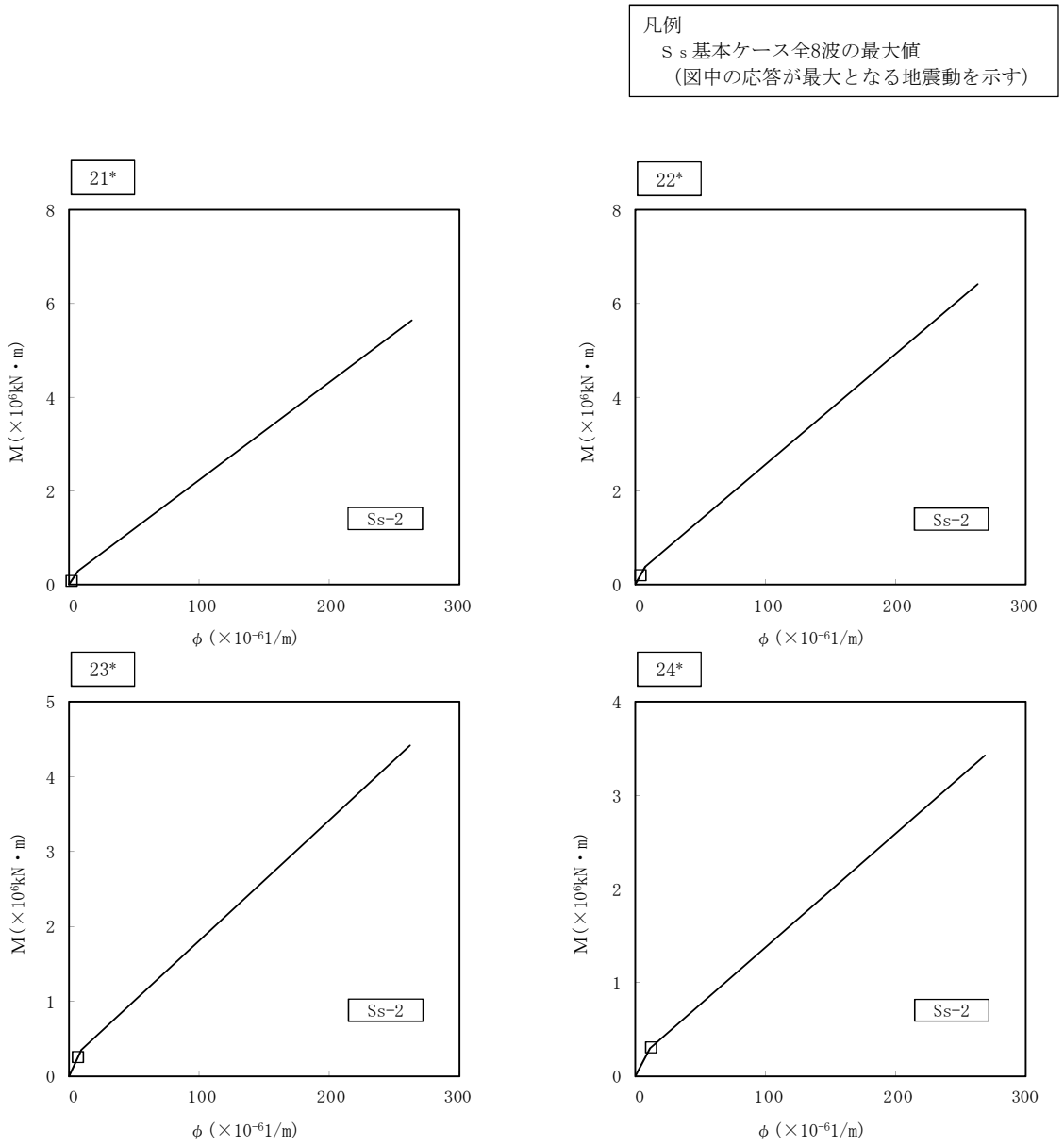
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－15に対応

図4－288　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｓ，EW方向）(1/2)



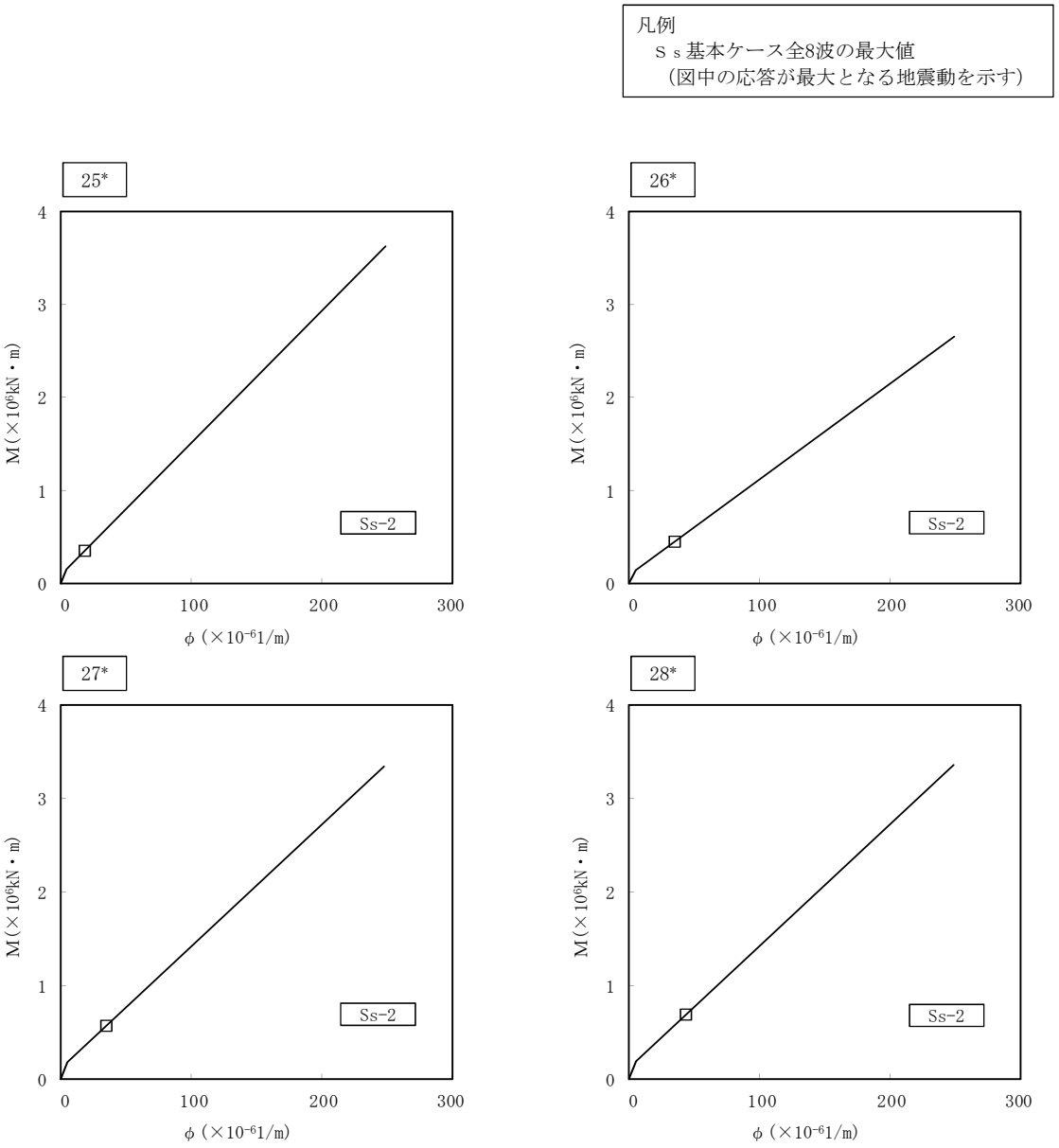
注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－15に対応

図4－288　Q－γ関係と最大応答値（Ｓｓ，EW方向）(2/2)



注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－16に対応

図4－289　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｓ，EW方向）(1/2)

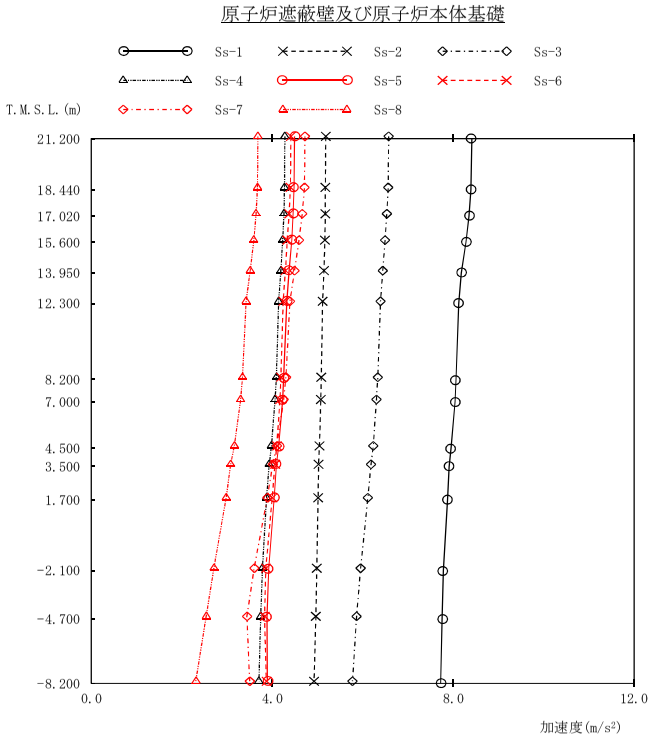


注記＊：各図上に記載の要素番号は表3－16に対応

図4－289　Ｍ－φ関係と最大応答値（Ｓｓ，EW方向）(2/2)

表4－34　基準地震動Ｓｓ（基本ケース）によるばね反力

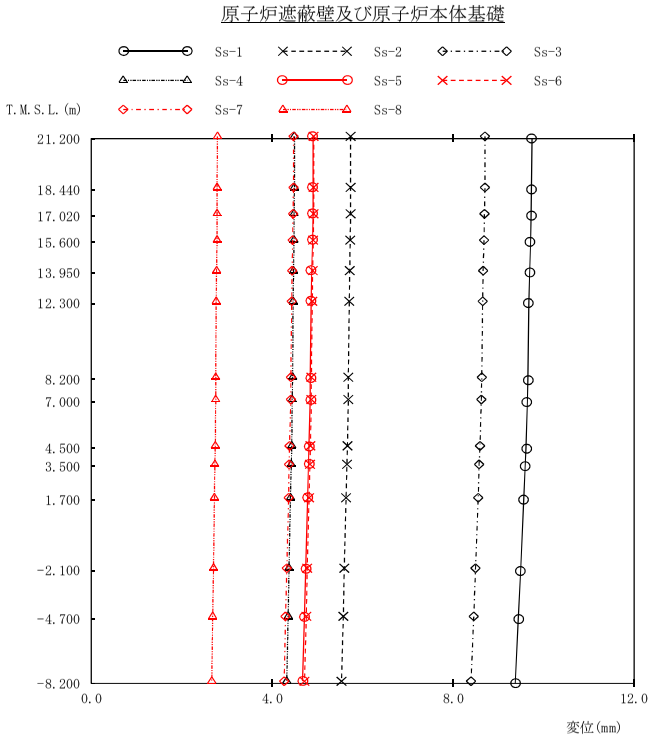
名称	方向	最大地震応答値 (kN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
原子炉圧力容器スタビライザ	NS	2130	1310	1450	651	868	738	806	1810
	EW	2180	2650	1380	1600	1360	1690	1180	1910
ダイヤフラムフロア	NS	19400	12400	17900	8430	8800	8880	6010	12000
	EW	19100	34100	18000	18600	14200	20000	13800	15900



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
8.41	5.18	6.57	4.28	4.49	4.41	4.72	3.68	原子炉遮蔽壁頂部
8.39	5.17	6.56	4.27	4.48	4.40	4.71	3.67	原子炉圧力容器
8.35	5.17	6.53	4.26	4.46	4.37	4.66	3.64	スタビライザ位置
8.28	5.16	6.49	4.23	4.43	4.33	4.59	3.59	
8.18	5.14	6.44	4.19	4.37	4.29	4.49	3.51	
8.12	5.11	6.39	4.14	4.32	4.24	4.39	3.42	原子炉本体基礎頂部
8.06	5.08	6.33	4.09	4.25	4.19	4.30	3.34	原子炉圧力容器
8.04	5.07	6.30	4.06	4.23	4.17	4.25	3.30	スカート基部
7.95	5.04	6.23	3.98	4.14	4.10	4.10	3.16	
7.91	5.02	6.18	3.93	4.09	4.06	4.01	3.08	
7.87	5.01	6.11	3.87	4.04	4.00	3.89	2.98	
7.78	4.98	5.95	3.78	3.92	3.86	3.60	2.71	
7.75	4.96	5.86	3.74	3.88	3.83	3.44	2.54	
7.72	4.92	5.77	3.70	3.89	3.87	3.50	2.31	原子炉本体基礎基部

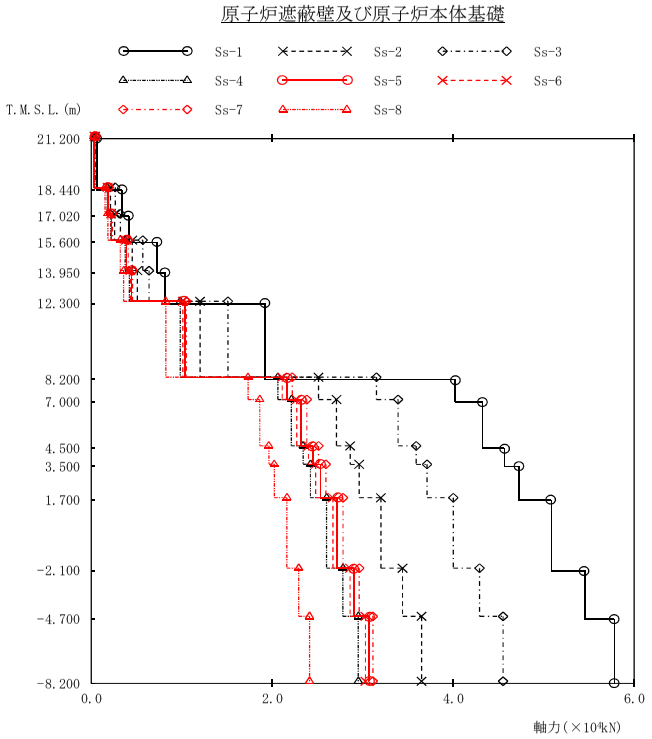
図4－290　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
9.74	5.73	8.70	4.49	4.90	4.91	4.47	2.79	原子炉遮蔽壁頂部
9.73	5.73	8.70	4.49	4.90	4.91	4.47	2.78	原子炉圧力容器
9.72	5.73	8.69	4.48	4.90	4.91	4.46	2.78	スタビライザ位置
9.71	5.72	8.68	4.48	4.89	4.90	4.45	2.78	
9.69	5.71	8.66	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.67	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.43	2.76	原子炉本体基礎頂部
9.65	5.68	8.63	4.45	4.84	4.86	4.41	2.75	原子炉圧力容器
9.64	5.68	8.62	4.44	4.84	4.86	4.41	2.75	スカート基部
9.61	5.66	8.59	4.43	4.81	4.84	4.38	2.74	
9.59	5.65	8.57	4.42	4.80	4.83	4.37	2.73	
9.56	5.63	8.55	4.40	4.78	4.81	4.36	2.72	
9.49	5.59	8.49	4.37	4.74	4.77	4.32	2.70	
9.44	5.57	8.45	4.35	4.71	4.75	4.29	2.68	
9.37	5.53	8.39	4.32	4.67	4.71	4.26	2.66	原子炉本体基礎基部

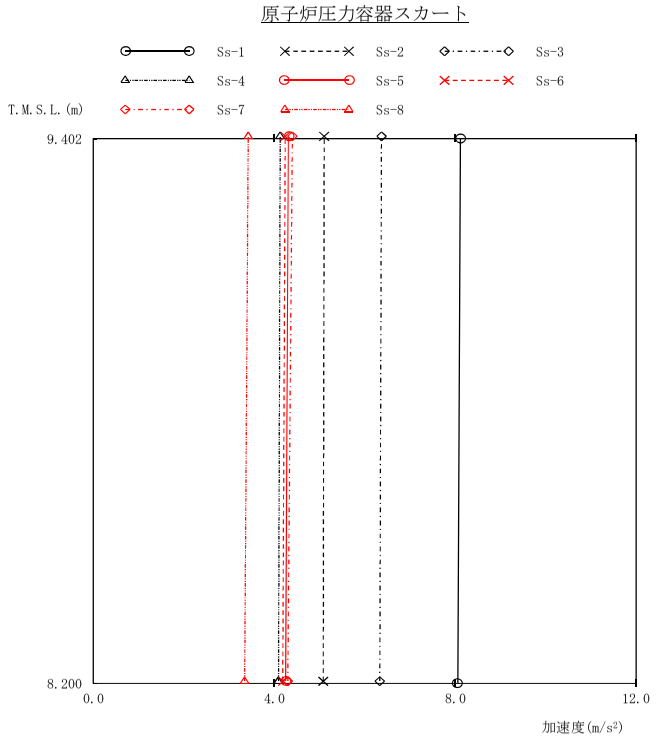
図4－291　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
								原子炉遮蔽壁頂部
604	373	471	308	325	318	339	266	
3390	2100	2640	1730	1820	1780	1900	1490	原子炉圧力容器
4130	2560	3220	2110	2220	2170	2310	1810	スタビライザ位置
7270	4510	5680	3720	3910	3820	4050	3180	
8160	5070	6380	4170	4380	4290	4540	3560	
								原子炉本体基礎頂部
19200	12000	15100	9810	10300	10100	10500	8210	
40200	25100	31500	20600	21600	21100	22200	17300	原子炉圧力容器
43200	27100	33900	22100	23200	22700	23800	18600	スカート基部
45600	28600	35900	23400	24500	24000	25100	19600	
47200	29600	37100	24200	25300	24800	25900	20200	
50800	32000	40000	26000	27200	26700	27800	21600	
54500	34400	42900	27800	29000	28600	29600	22900	
57800	36500	45500	29500	30700	30300	31100	24100	
								原子炉本体基礎基部

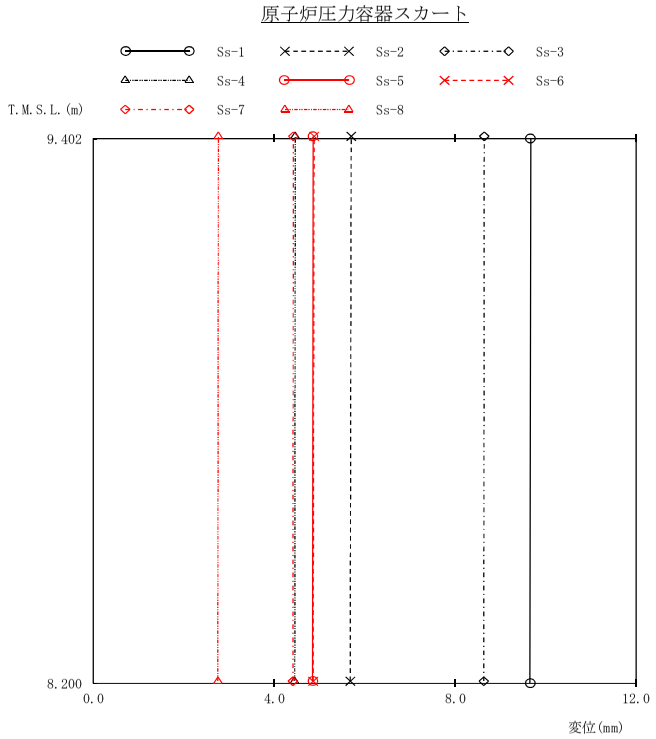
図4－292　最大応答軸力　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
8.11	5.10	6.37	4.13	4.31	4.24	4.40	3.42	原子炉圧力容器 スカート頂部
8.06	5.08	6.33	4.09	4.25	4.19	4.30	3.34	原子炉圧力容器 スカート基部

図4－293　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）

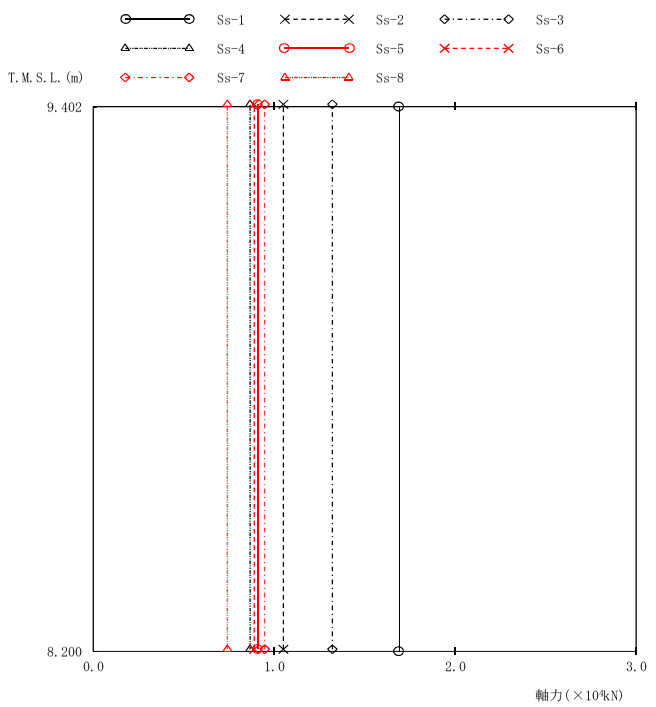


（単位：mm）

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
9.67	5.70	8.64	4.46	4.86	4.88	4.42	2.76	原子炉圧力容器 スカート頂部
9.65	5.68	8.63	4.45	4.84	4.86	4.41	2.75	原子炉圧力容器 スカート基部

図4－294　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）

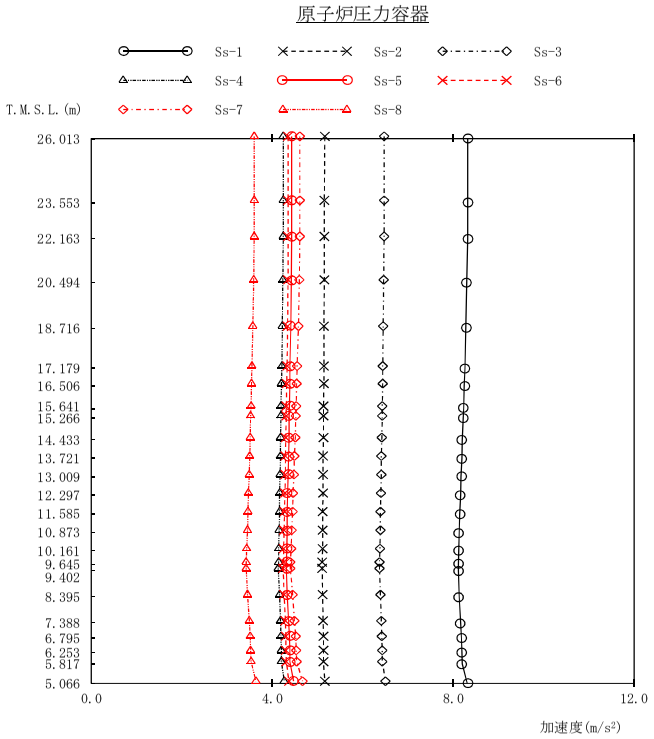
原子炉圧力容器スカート



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
16900	10500	13200	8660	9100	8890	9460	7400	原子炉圧力容器 スカート頂部 原子炉圧力容器 スカート基部

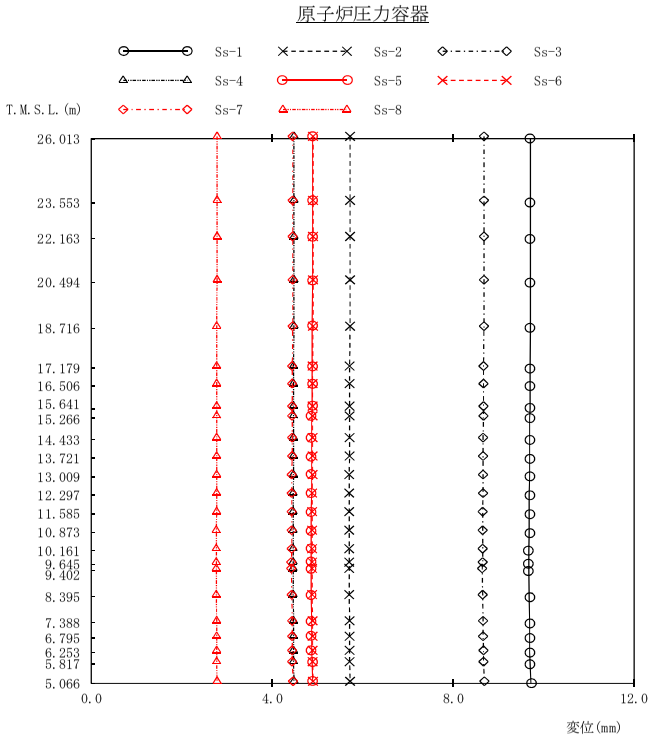
図4－295　最大応答軸力　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器スカート）



(単位：m/s²)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
8.32	5.16	6.47	4.24	4.43	4.35	4.61	3.60	原子炉圧力容器頂部
8.32	5.15	6.47	4.24	4.43	4.35	4.61	3.60	
8.32	5.15	6.47	4.24	4.43	4.35	4.61	3.60	燃料取替用ベローズ位置
8.30	5.15	6.46	4.23	4.42	4.35	4.60	3.59	
8.28	5.14	6.45	4.22	4.41	4.34	4.58	3.57	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
8.26	5.14	6.44	4.21	4.39	4.33	4.55	3.55	
8.24	5.14	6.44	4.20	4.39	4.32	4.54	3.54	
8.23	5.13	6.43	4.19	4.38	4.31	4.53	3.53	
8.22	5.13	6.43	4.19	4.37	4.31	4.52	3.52	
8.20	5.13	6.42	4.18	4.37	4.30	4.51	3.51	
8.19	5.12	6.41	4.18	4.36	4.29	4.49	3.50	
8.17	5.12	6.41	4.17	4.35	4.29	4.48	3.49	
8.16	5.12	6.40	4.16	4.34	4.28	4.46	3.47	
8.14	5.11	6.39	4.16	4.33	4.27	4.45	3.46	
8.13	5.11	6.39	4.15	4.33	4.26	4.43	3.45	
8.12	5.11	6.38	4.14	4.32	4.25	4.42	3.43	
8.11	5.10	6.37	4.14	4.31	4.25	4.40	3.42	
8.11	5.10	6.37	4.13	4.31	4.24	4.40	3.42	原子炉圧力容器 スカート頂部
8.13	5.11	6.39	4.16	4.33	4.26	4.45	3.45	
8.16	5.12	6.41	4.18	4.36	4.29	4.49	3.49	
8.18	5.13	6.42	4.19	4.38	4.30	4.52	3.51	
8.19	5.13	6.43	4.20	4.39	4.30	4.53	3.52	
8.20	5.13	6.43	4.20	4.39	4.31	4.54	3.53	
8.31	5.16	6.50	4.26	4.47	4.37	4.67	3.64	原子炉圧力容器底部

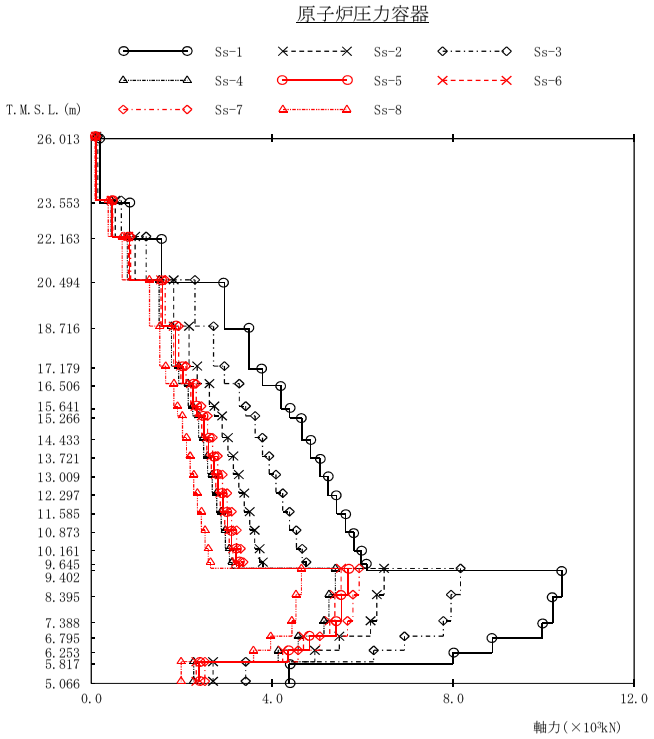
図4－296　最大応答加速度　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器）



(単位：mm)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
9.71	5.72	8.68	4.48	4.89	4.90	4.45	2.78	原子炉圧力容器頂部
9.71	5.72	8.68	4.48	4.89	4.90	4.45	2.78	
9.71	5.72	8.68	4.48	4.89	4.90	4.45	2.78	燃料取替用ベローズ位置
9.71	5.72	8.68	4.48	4.89	4.90	4.45	2.78	
9.71	5.72	8.68	4.48	4.88	4.90	4.45	2.77	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
9.70	5.71	8.67	4.47	4.88	4.89	4.44	2.77	
9.70	5.71	8.67	4.47	4.88	4.89	4.44	2.77	
9.70	5.71	8.67	4.47	4.88	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.71	8.67	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.71	8.66	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.71	8.66	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.70	8.66	4.47	4.87	4.89	4.43	2.77	
9.68	5.70	8.66	4.46	4.87	4.88	4.43	2.77	
9.68	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.43	2.77	
9.68	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.43	2.76	
9.67	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.43	2.76	
9.67	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.42	2.76	
9.67	5.70	8.64	4.46	4.86	4.88	4.42	2.76	原子炉圧力容器 スカート頂部
9.68	5.70	8.65	4.46	4.86	4.88	4.43	2.76	
9.69	5.71	8.66	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.71	8.66	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.69	5.71	8.67	4.47	4.87	4.89	4.44	2.77	
9.70	5.71	8.67	4.47	4.88	4.89	4.44	2.77	
9.72	5.72	8.69	4.48	4.89	4.90	4.46	2.78	原子炉圧力容器底部

図4－297　最大応答変位　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器）



(単位：kN)

Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	備　考
183	113	142	93.2	97.4	95.8	102	79.3	原子炉圧力容器頂部
852	528	662	434	454	446	472	369	
1560	967	1210	795	832	818	866	677	燃料取替用ベローズ位置
2940	1820	2290	1500	1570	1540	1630	1280	
3480	2160	2700	1770	1860	1820	1930	1510	原子炉圧力容器 スタビライザ位置
3780	2340	2940	1930	2020	1980	2090	1640	
4200	2610	3270	2140	2240	2200	2320	1820	
4390	2720	3410	2240	2340	2300	2430	1900	
4650	2890	3620	2370	2480	2440	2570	2010	
4850	3020	3780	2480	2590	2550	2680	2100	
5050	3140	3930	2570	2700	2650	2790	2180	
5240	3260	4080	2670	2800	2750	2900	2260	
5430	3380	4230	2770	2900	2850	3000	2340	
5620	3500	4380	2870	3000	2950	3100	2430	
5810	3610	4530	2960	3100	3050	3210	2510	
5970	3720	4660	3050	3190	3130	3300	2580	
6090	3790	4750	3110	3260	3200	3360	2630	
10400	6470	8160	5390	5680	5520	5920	4640	原子炉圧力容器 スカート頂部
10200	6310	7950	5250	5530	5380	5780	4520	
9970	6170	7780	5140	5420	5270	5660	4430	
8860	5480	6920	4570	4820	4690	5050	3960	
8000	4940	6240	4130	4350	4230	4570	3580	
4380	2690	3410	2260	2390	2320	2510	1980	原子炉圧力容器底部

図4－298　最大応答軸力　基準地震動Ｓｓ（鉛直方向　原子炉圧力容器）

5. 設計用地震力

本章では，Ⅴ-2「耐震性に関する説明書」における各施設の耐震計算書への適用に際し，設定した設計用地震力及び静的地震力を示す。

設計用地震力の作成における配慮方法を以下に示す。なお，静的地震力は，前項の静的解析から得られた地震力以上となるように作成する。

(1) 前項の地震応答解析から得られた地震力に対し，材料物性の不確かさ等や地震動及び地殻変動による基礎地盤の傾斜に対する影響を考慮して作成した地震力（以下「設計用地震力Ⅰ」という。）

(2) 設計用地震力Ⅰ以上となるように作成した地震力（以下「設計用地震力Ⅱ」という。）

5.1 弾性設計用地震動Ｓｄ及び静的震度

弾性設計用地震動Ｓｄに基づく設計用地震力Ⅰ，設計用地震力Ⅱ及び静的地震力のうち，せん断力，モーメント及び軸力を表 5－1～表 5－3 に，原子炉圧力容器スタビライザ，ダイヤフラムフロアに加わる力（ばね反力）を表 5－4 に示す。

なお，設計用床応答曲線，設計用最大応答加速度及び静的震度については，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

5.2 基準地震動Ｓｓ

基準地震動Ｓｓに基づく設計用地震力Ⅰ及び設計用地震力Ⅱのうち，せん断力，モーメント及び軸力を表 5－5～表 5－7 に，原子炉圧力容器スタビライザ，ダイヤフラムフロアに加わる力（ばね反力）を表 5－8 に示す。

なお，設計用床応答曲線及び設計用最大応答加速度については，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

表 5－1　設計用地震力及び静的地震力（せん断力，Ｓｄ）

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)	静的地震力 (kN)
原子炉圧力容器	26.013	229	270	197
	23.553	986	1180	922
	22.163	1480	1760	1580
	20.494	2700	3330	2860
	18.716	2160	2750	2520
	16.563	3340	4220	3770
	15.262	4430	5580	4990
	12.332	6560	8290	7750
	9.402	2270	2970	3430
	6.904	1050	1340	1600
	4.950			
原子炉圧力容器 スカート	9.402	10100	13200	13200
	8.200			
原子炉遮蔽壁	21.200	540	663	461
	18.440	4180	5070	4380
	17.020	4760	5790	4910
	15.600	7010	8580	7180
	13.950	7580	9310	7840
	12.300			
原子炉本体基礎	8.200	13600	16800	15300
	7.000	18200	23600	30500
	4.500	19500	25400	32600
	3.500	20400	26700	34200
	1.700	21000	27600	35200
	-2.100	22400	29400	37700
	-4.700	23900	31500	40100
	-8.200	25300	33300	42500

表 5－2　設計用地震力及び静的地震力（モーメント，Ｓｄ）

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN･m)	設計用地震力Ⅱ (kN･m)	静的地震力 (kN･m)
原子炉圧力容器	26.013	0	0	0
	23.553	563	662	491
	22.163	1940	2290	1770
	20.494	4140	5070	4410
	18.716	8920	11000	9480
	16.563	13600	16900	14900
	15.262	17900	22400	19800
	12.332	30900	38800	34400
	9.402	50100	63000	57100
	6.904	2040	2600	3130
	4.950	0	0	0
原子炉圧力容器 スカート	9.402	43000	53000	45500
	8.200	55000	68700	61200
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0	0
	18.440	1490	1840	1270
	17.020	7420	9030	7480
	15.600	14200	17300	14500
	13.950	25800	31500	26300
	12.300	38300	46800	39300
原子炉本体基礎	8.200	107000	138000	156000
	7.000	127000	164000	193000
	4.500	173000	221000	274000
	3.500	192000	247000	308000
	1.700	227000	296000	372000
	-2.100	309000	406000	515000
	-4.700	370000	487000	619000
	-8.200	456000	602000	769000

表 5－3　設計用地震力（軸力，Ｓｄ）(1/2)

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉圧力容器	26.013	93.4	127
	23.553	435	589
	22.163	797	1080
	20.494	1510	2050
	18.716	1780	2410
	17.179	1940	2620
	16.506	2150	2920
	15.641	2250	3050
	15.266	2380	3230
	14.433	2490	3370
	13.721	2590	3500
	13.009	2690	3630
	12.297	2790	3760
	11.585	2890	3900
	10.873	2980	4030
	10.161	3070	4150
	9.645	3130	4230
	9.402	5350	7350
	8.395	5210	7170
	7.388	5100	7010
	6.795	4520	6240
	6.253	4080	5630
	5.783		
	5.817	2230	3100
	5.066		
原子炉圧力容器 スカート	9.402	8640	11800
	8.200		

表 5－3　設計用地震力（軸力，Ｓｄ）(2/2)

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉遮蔽壁	21.200	306	431
	18.440	1720	2420
	17.020	2100	2940
	15.600	3700	5170
	13.950	4160	5800
	12.300	9880	13600
原子炉本体基礎	8.200	20700	28300
	7.000	22300	30300
	4.500	23600	32200
	3.500	24400	33200
	1.700	26400	35700
	-2.100	28400	38100
	-4.700	30100	40200
	-8.200		

表 5－4　設計用地震力及び静的地震力（ばね反力，Ｓｄ）

名称	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)	静的地震力 (kN)
原子炉圧力容器 スタビライザ	1330	1560	1800
ダイヤフラム フロア	16300	16300	16800

表 5－5　設計用地震力（せん断力，Ｓｓ）

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉圧力容器	26.013	453	523
	23.553	1970	2270
	22.163	2980	3410
	20.494	5360	6310
	18.716	4150	4880
	16.563	6520	7710
	15.262	8720	10400
	12.332	12900	15800
	9.402	4710	5800
	6.904	2210	2640
	4.950		
原子炉圧力容器 スカート	9.402	20000	25000
	8.200		
原子炉遮蔽壁	21.200	1090	1270
	18.440	8520	10100
	17.020	9670	11400
	15.600	14200	16800
	13.950	15300	18200
	12.300	20500	25500
原子炉本体基礎	8.200	35300	41100
	7.000	37600	44100
	4.500	39300	46700
	3.500	40300	48300
	1.700	43000	51800
	-2.100	45400	55700
	-4.700	48000	59300
	-8.200		

表 5－6　設計用地震力（モーメント，Ｓｓ）

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN･m)	設計用地震力Ⅱ (kN･m)
原子炉圧力容器	26.013	0	0
	23.553	1120	1290
	22.163	3850	4440
	20.494	8490	9770
	18.716	18000	21000
	16.563	27000	31500
	15.262	35000	41400
	12.332	60500	71700
	9.402	98300	118000
	6.904	4310	5170
	4.950	0	0
原子炉圧力容器 スカート	9.402	83700	98100
	8.200	108000	128000
原子炉遮蔽壁	21.200	0	0
	18.440	3010	3500
	17.020	15100	17900
	15.600	28900	34000
	13.950	52200	61700
	12.300	77300	91700
原子炉本体基礎	8.200	212000	253000
	7.000	254000	301000
	4.500	347000	410000
	3.500	386000	455000
	1.700	457000	537000
	-2.100	617000	719000
	-4.700	731000	849000
	-8.200	892000	1040000

表 5－7　設計用地震力（軸力，Ｓｓ）(1/2)

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉圧力容器	26.013	189	253
	23.553		
	22.163	879	1180
	20.494	1610	2150
	18.716	3040	4060
	17.179	3600	4790
	16.506	3910	5200
	15.641	4350	5780
	15.266	4540	6020
	14.433	4810	6390
	13.721	5030	6670
	13.009	5230	6930
	12.297	5430	7190
	11.585	5630	7450
	10.873	5830	7710
	10.161	6030	7970
	9.645	6200	8210
	9.402	6330	8380
	8.395	10800	14600
	7.388	10600	14200
	6.795	10300	14000
	6.253	9140	12400
	5.783	8240	11200
	5.817	4500	6100
	5.066		
原子炉圧力容器 スカート	9.402	17500	23400
	8.200		

表 5－7　設計用地震力（軸力，Ｓｓ）(2/2)

名称	標高 T.M.S.L.(m)	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉遮蔽壁	21.200	623	851
	18.440	3500	4780
	17.020	4260	5820
	15.600	7520	10200
	13.950	8450	11500
	12.300	20100	26800
原子炉本体基礎	8.200	41900	55900
	7.000	45200	60100
	4.500	47800	63500
	3.500	49500	65600
	1.700	53500	70600
	-2.100	57500	75400
	-4.700	61100	79700
	-8.200		

表 5－8　設計用地震力（ばね反力，Ｓｓ）

名称	設計用地震力Ⅰ (kN)	設計用地震力Ⅱ (kN)
原子炉圧力容器 スタビライザ	2810	3280
ダイヤフラム フロア	37500	40300

Ⅴ-2-2-5　タービン建屋の地震応答計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　基本方針 ····· 1
2.1　位置 ····· 1
2.2　構造概要 ····· 2
2.3　解析方針 ····· 7
2.4　適用規格・基準等 ····· 9
3.　解析方法 ····· 10
3.1　設計用模擬地震波 ····· 10
3.2　地震応答解析モデル ····· 33
3.2.1　水平方向モデル ····· 34
3.2.2　鉛直方向モデル ····· 35
3.3　解析方法 ····· 78
3.3.1　動的解析 ····· 78
3.3.2　静的解析 ····· 78
3.3.3　必要保有水平耐力 ····· 80
3.4　解析条件 ····· 81
3.4.1　建物・構築物の復元力特性 ····· 81
3.4.2　地盤の回転ばねの復元力特性 ····· 90
3.4.3　材料物性の不確かさ等 ····· 91
4.　解析結果 ····· 92
4.1　動的解析 ····· 92
4.1.1　固有値解析結果 ····· 92
4.1.2　応答解析結果 ····· 92
4.2　静的解析 ····· 157
4.3　必要保有水平耐力 ····· 159

1. 概要

本資料は，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びⅤ-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちⅤ-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づくタービン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及び静的地震力は，Ⅴ-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。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

タービン建屋の設置位置を図2－1に示す。

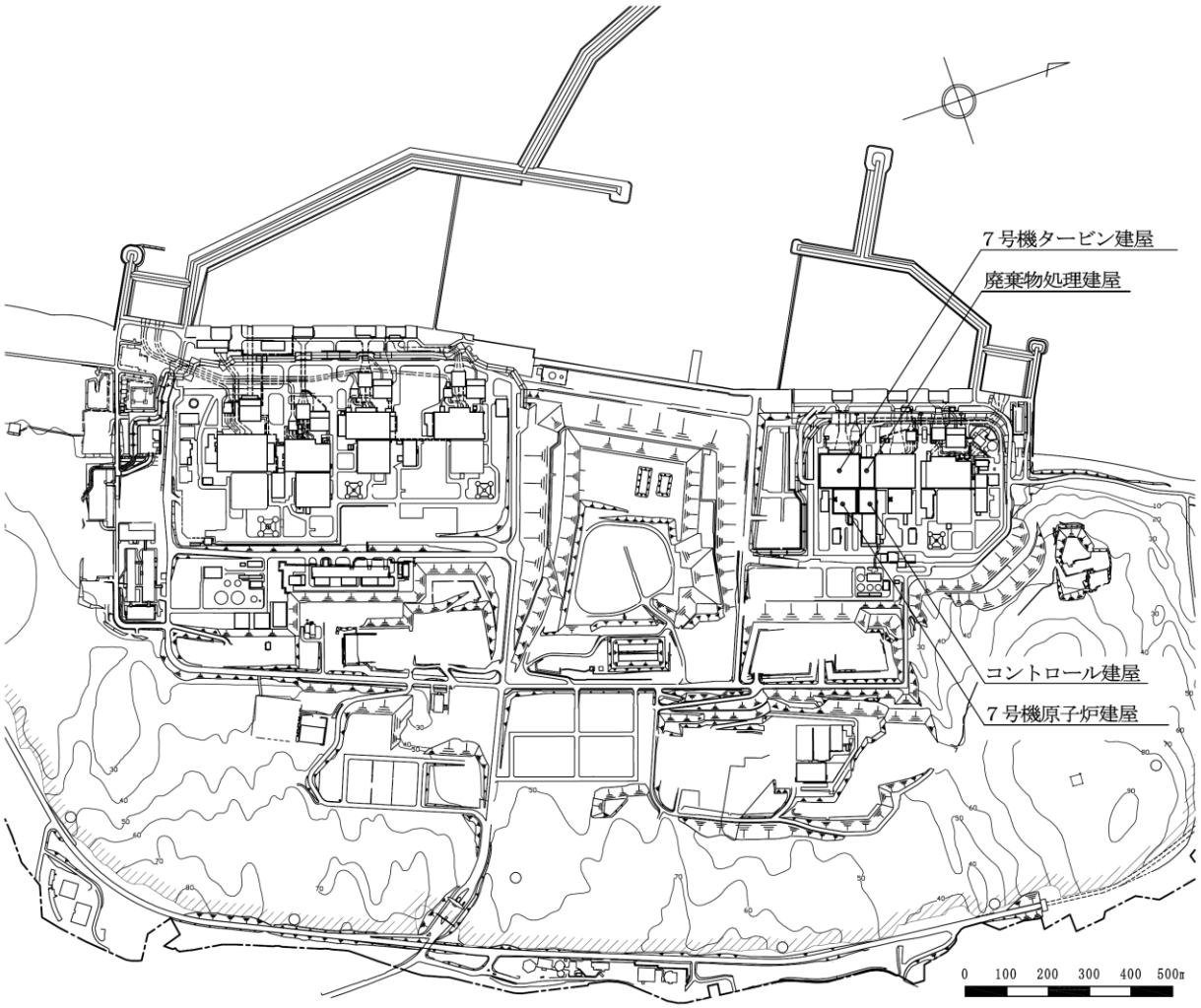


図2－1　タービン建屋の設置位置

2.2　構造概要

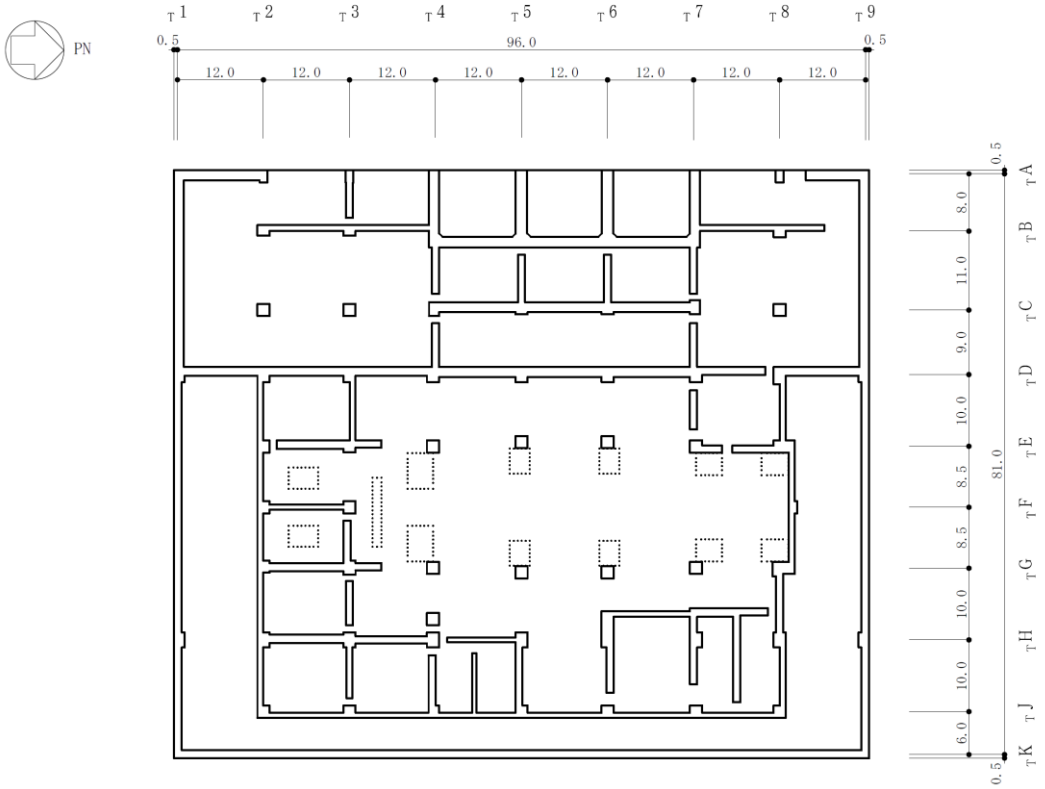
タービン建屋は，地上2階（一部3階），地下2階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で，屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。タービン建屋の概略平面図及び概略断面図を図2－2及び図2－3に示す。

タービン建屋の平面は，地下部分では97.0m（NS方向）×82.0m（EW方向），最上階は97.0m（NS方向）×48.9m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは52.2mであり，地上高さは32.3mである。また，タービン建屋は隣接する原子炉建屋及び廃棄物処理建屋と構造的に分離している。

タービン建屋の基礎は厚さ2.0m（蒸気タービンの基礎のうちラーメン構造部（以下「T/G架台」という。）部分及びその周辺部は厚さ2.8m）のべた基礎で，支持地盤である泥岩上に直接又はマンメイドロックを介して設置している。

蒸気タービンの基礎とは，図2－2及び図2－3に示すように，タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える柱及びはりによって構成される鉄筋コンクリート造のラーメン構造部及びそれを支持する基礎スラブ部をいう。

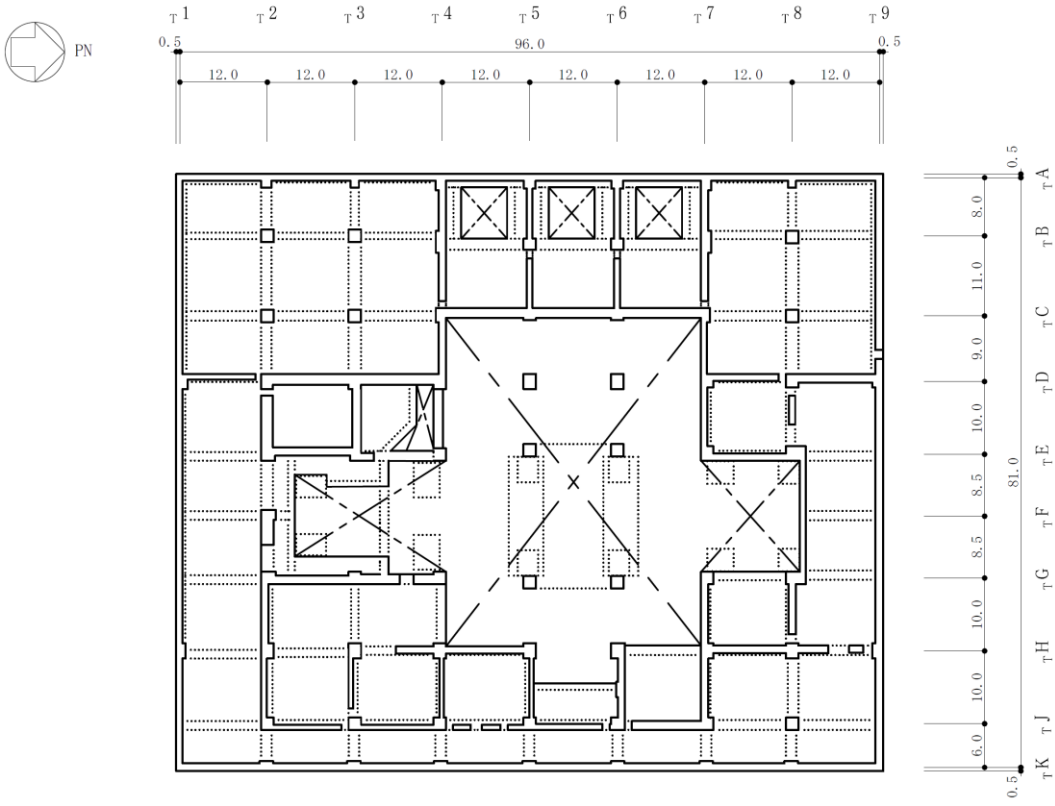
ラーメン構造部は高さ25.5m，長さ69.7m，幅約16.3mの大きさでタービン建屋とは基礎スラブ部で接続する以外は構造的に分離する。



（単位：m）

注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図 2－2　タービン建屋の概略平面図（B2F，T.M.S.L.-5.1m）（1/6）



（単位：m）

図 2－2　タービン建屋の概略平面図（B1F，T.M.S.L.4.9m）（2/6）

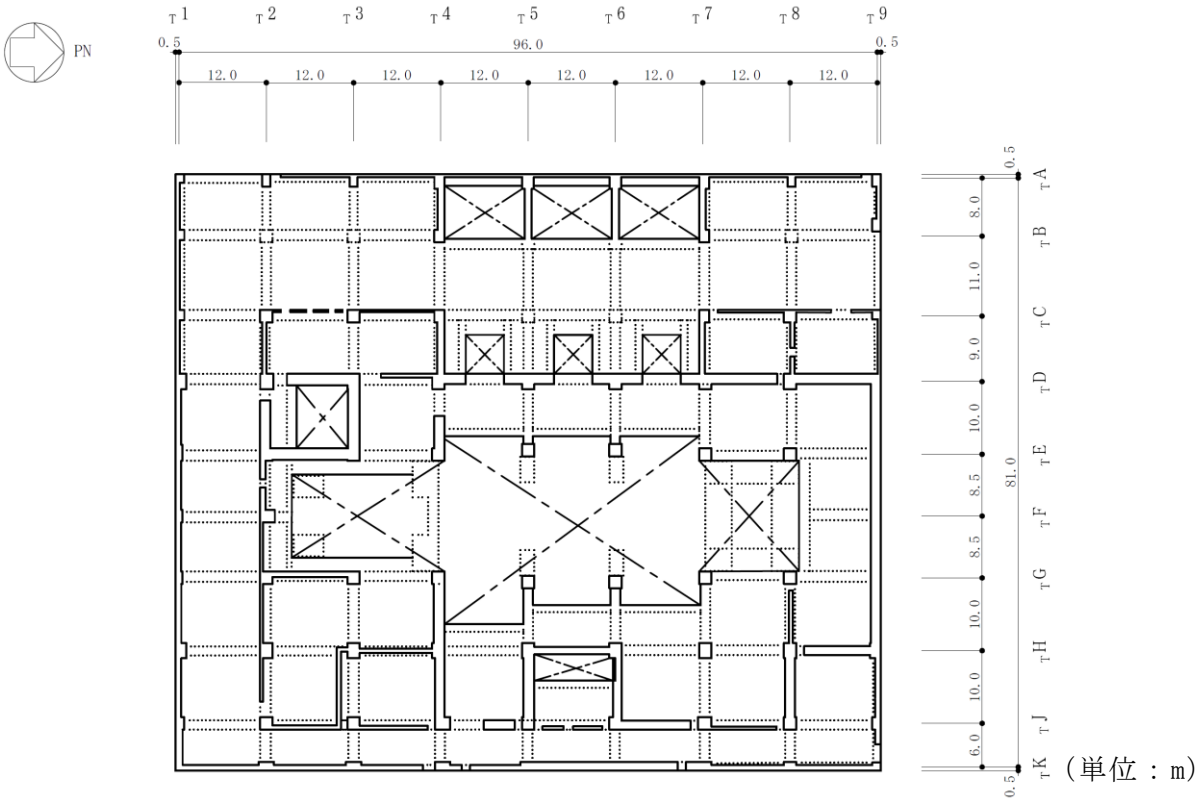


図 2－2　タービン建屋の概略平面図（1F，T.M.S.L.12.3m）（3/6）

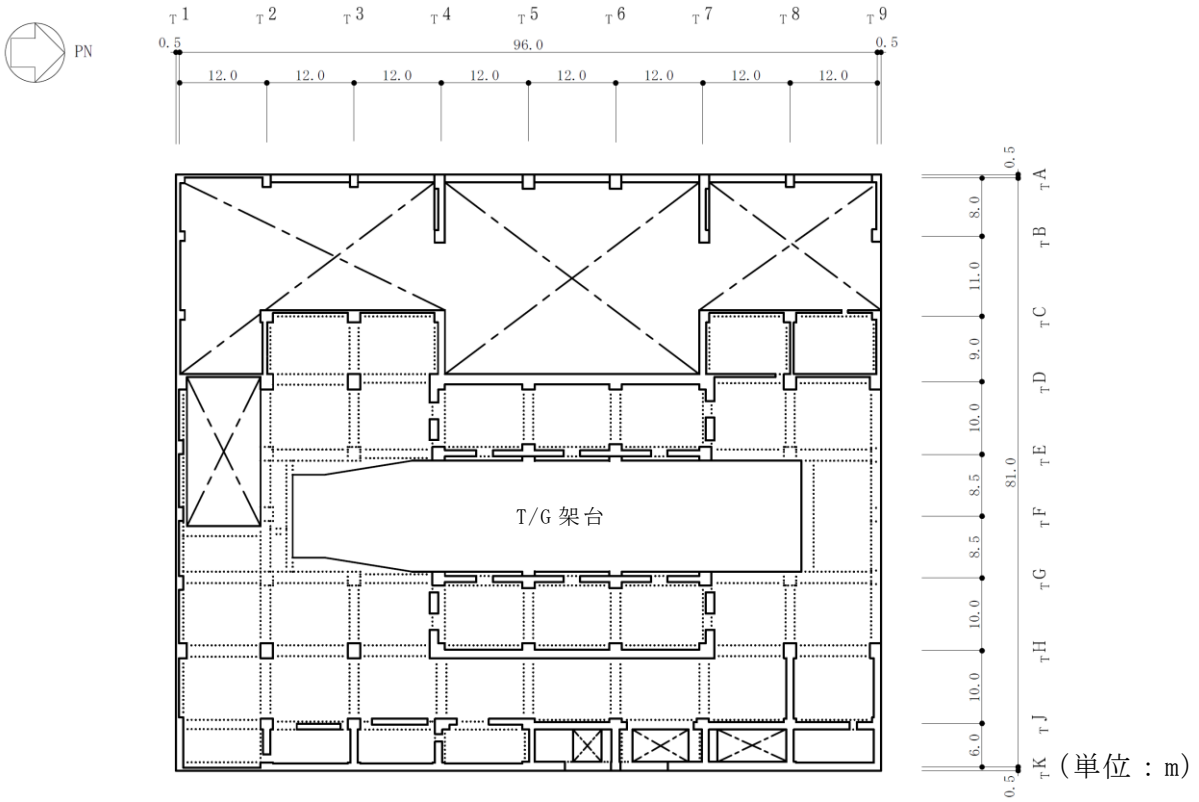


図 2－2　タービン建屋の概略平面図（2F，T.M.S.L.20.4m）（4/6）

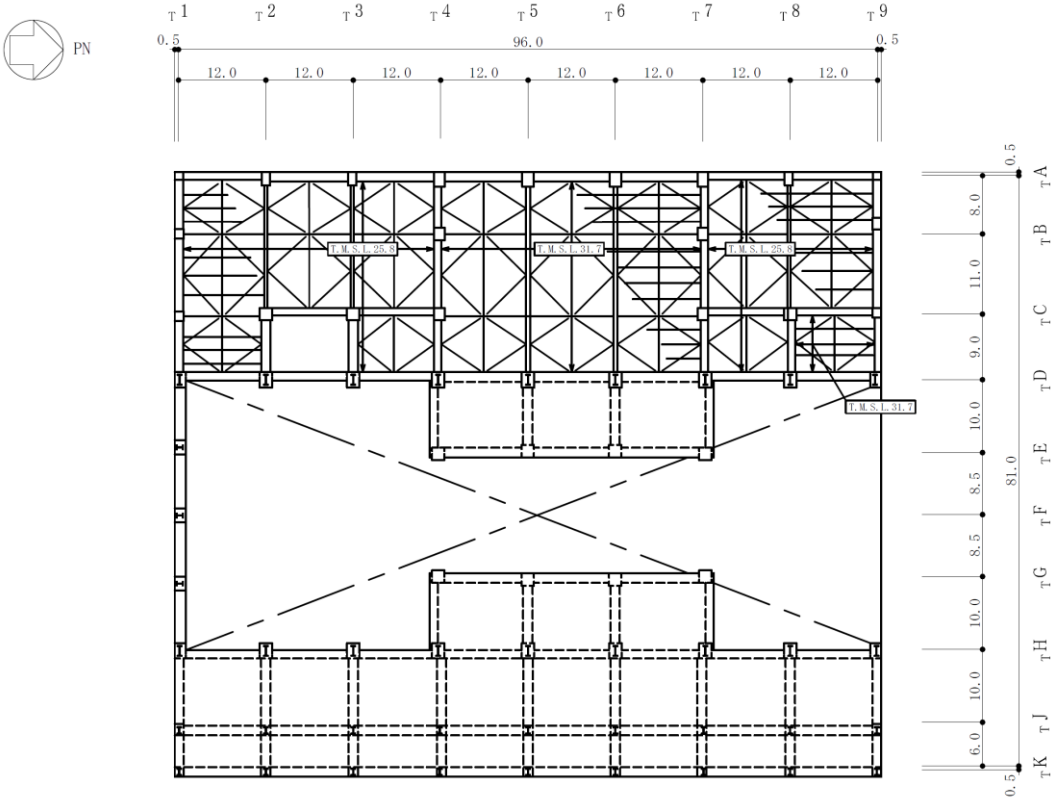


図 2－2　タービン建屋の概略平面図（3F，T.M.S.L.30.9m）（5/6）

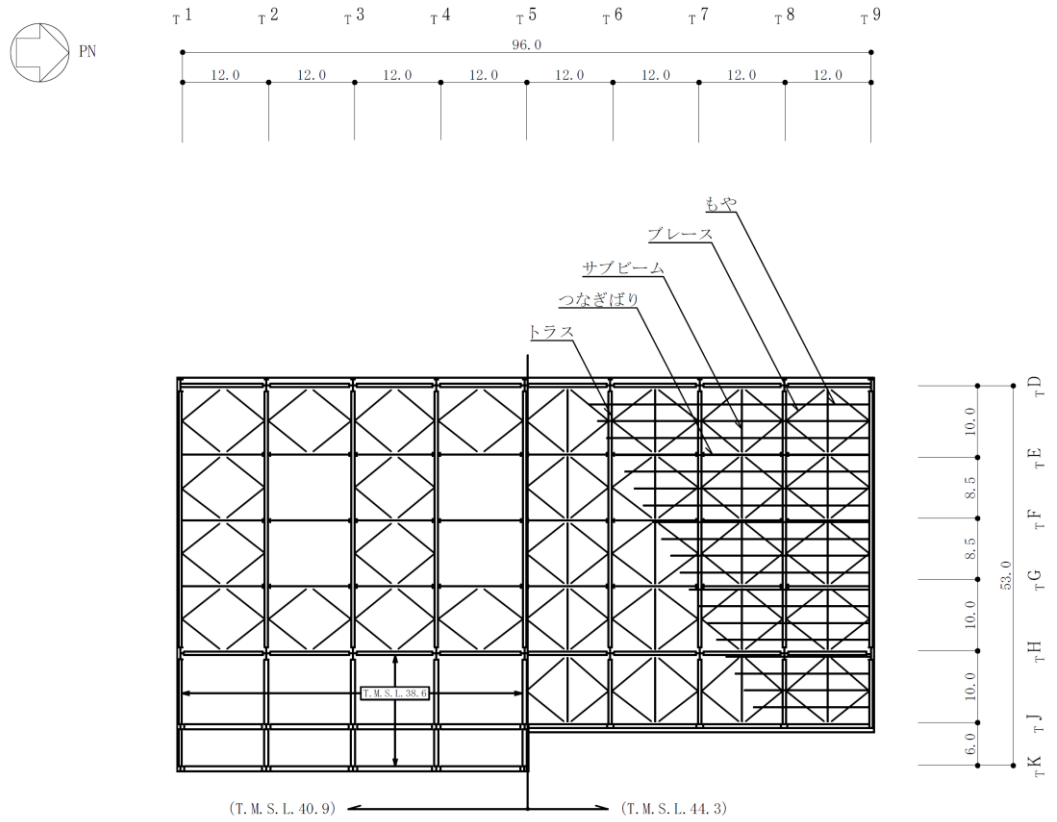
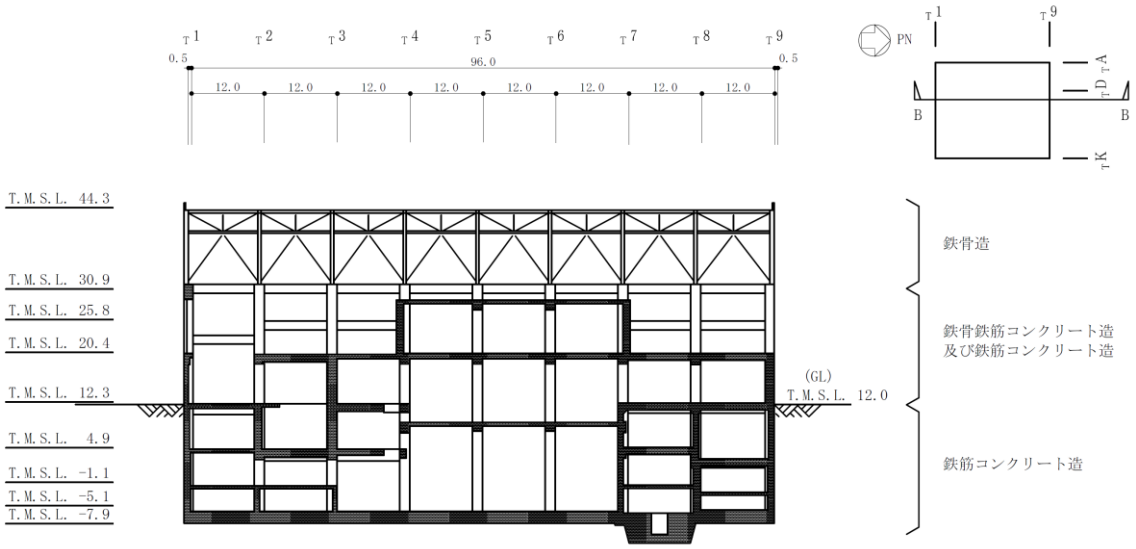
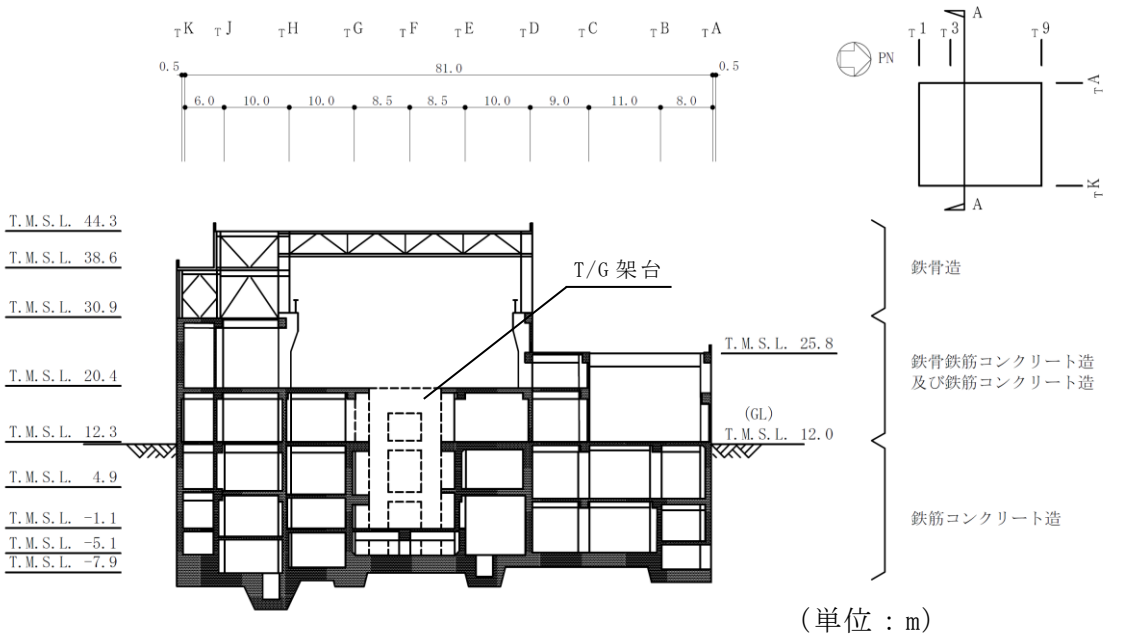


図 2－2　タービン建屋の概略平面図（RF，T.M.S.L.44.3m）（6/6）



（単位：m）

NS 方向断面



（単位：m）

EW 方向断面

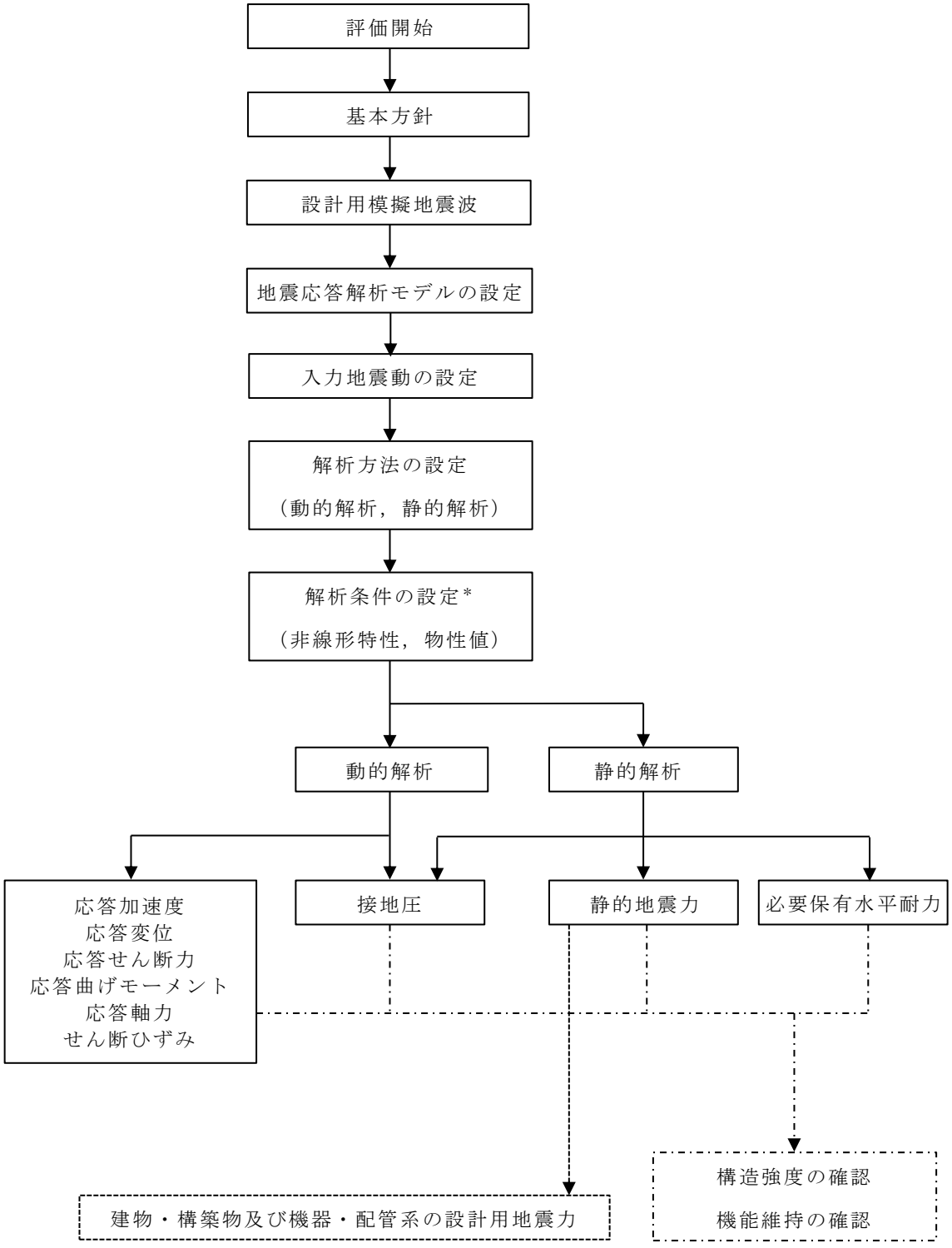
図 2－3　タービン建屋の概略断面図

2.3　解析方針

タービン建屋の地震応答解析は，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図 2－4 にタービン建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は，「3.1　設計用模擬地震波」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算出する。「4.2　静的解析」においては静的地震力を，「4.3　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。



注記＊：材料物性の不確かさを考慮する。

図 2－4　タービン建屋の地震応答解析フロー

2.4　適用規格・基準等

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・同施行令

・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－（（社）日本建築学会，1999 改定）

・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説　（（社）日本建築学会，2005 制定）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（（社）日本電気協会）

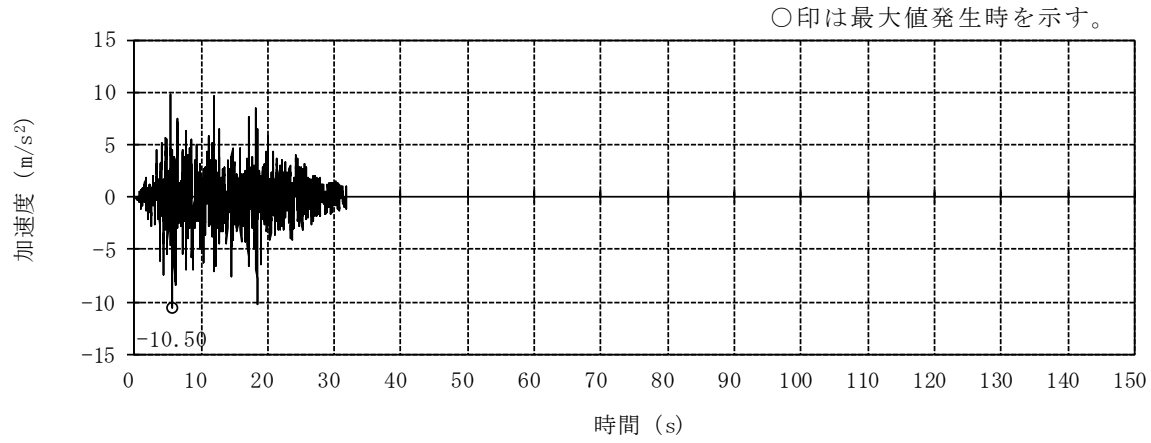
・鋼構造設計規準　－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）

3. 解析方法

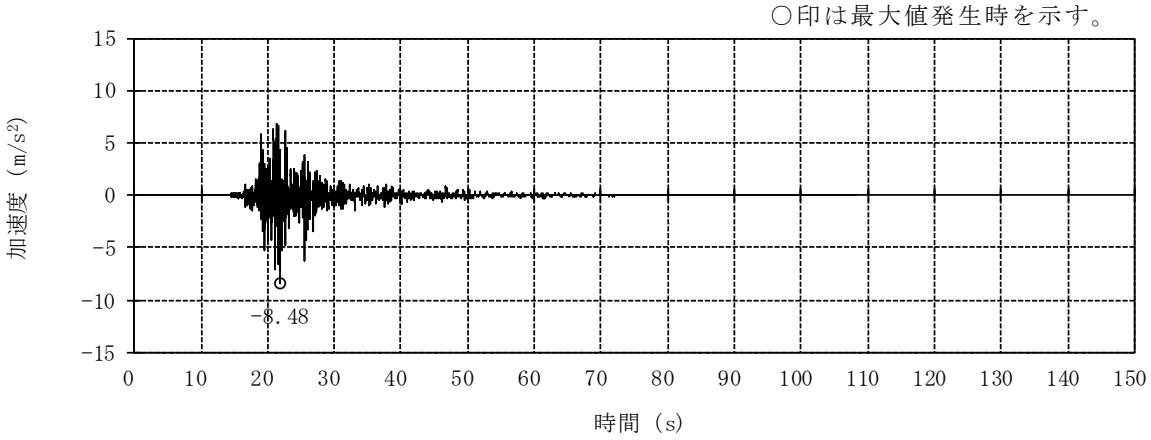
3.1 設計用模擬地震波

タービン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。この建屋－地盤連成モデルへの入力地震動は，Ⅴ-2-1-2「基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する設計用模擬地震波を用いることとする。

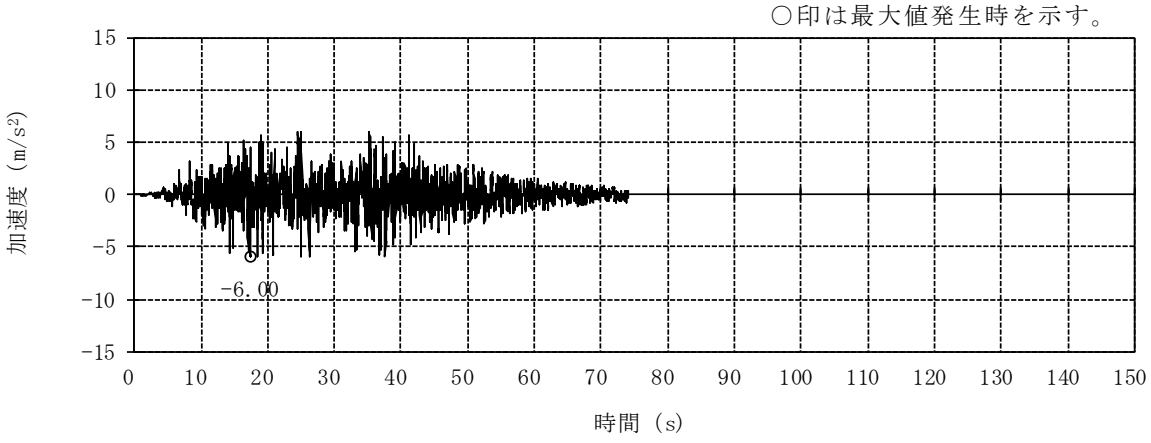
基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄとして作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図 3－1～図 3－8 に示す。



(a) Ss-1H

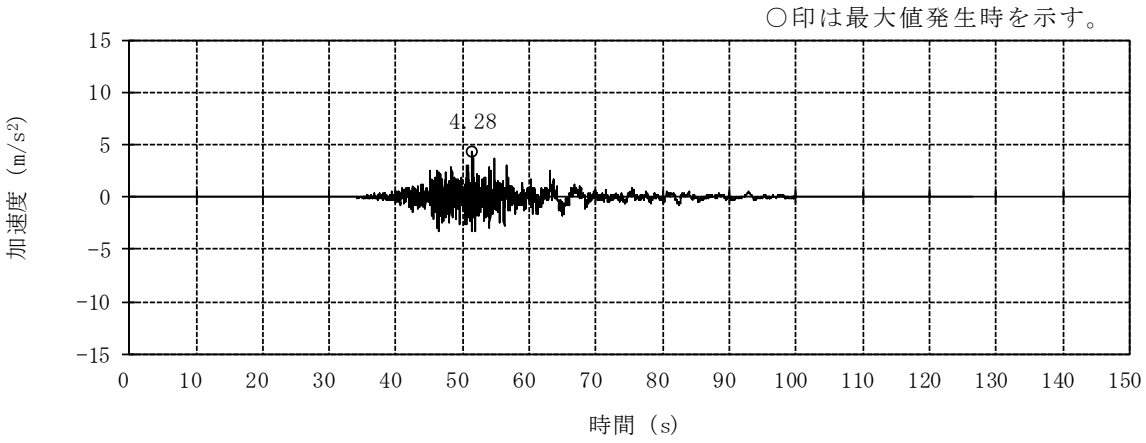


(b) Ss-2NS

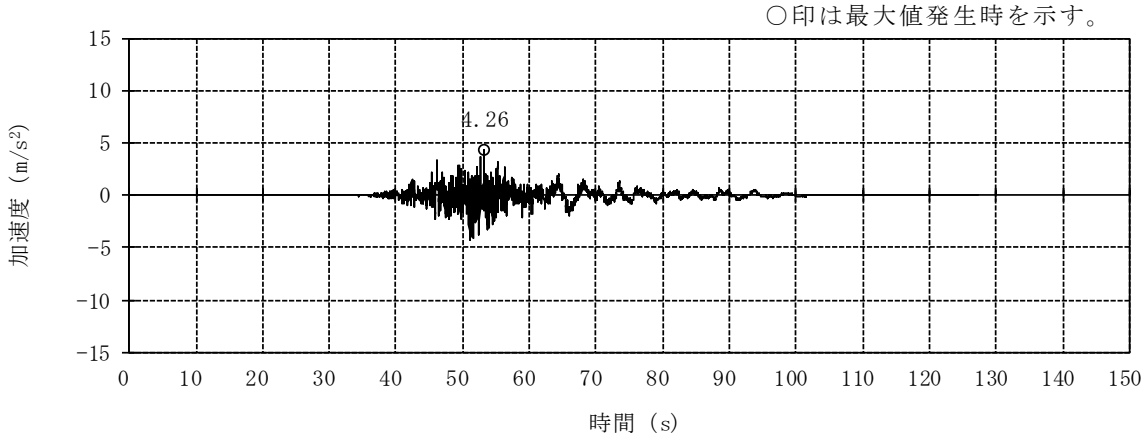


(c) Ss-3H

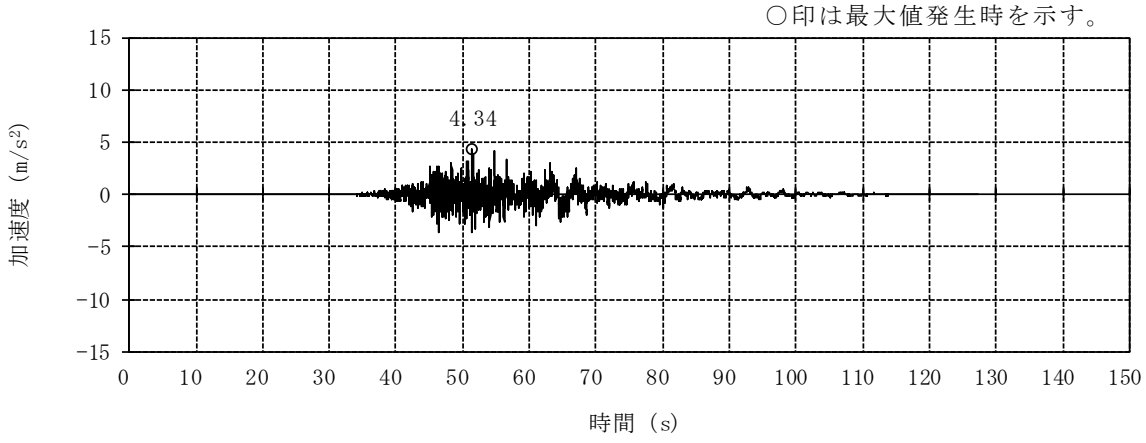
図 3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）(1/3)



(d) Ss-4NS

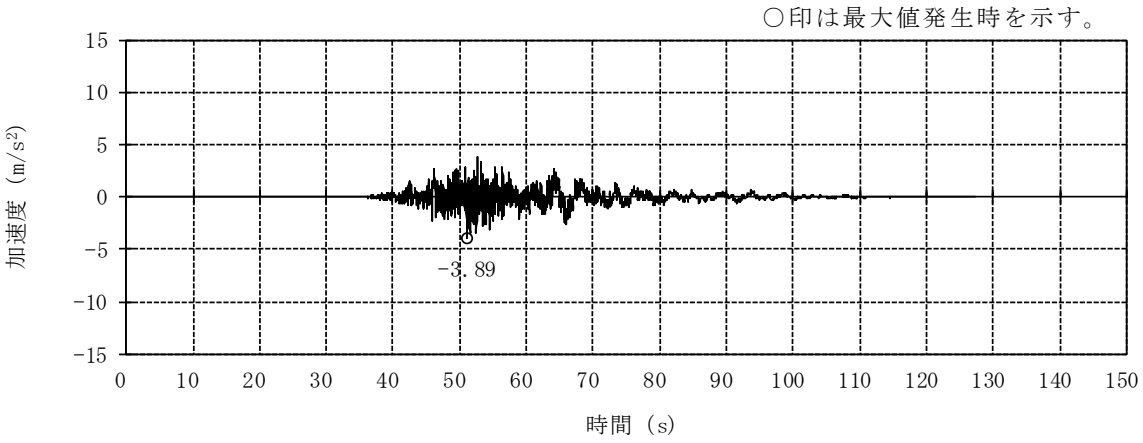


(e) Ss-5NS

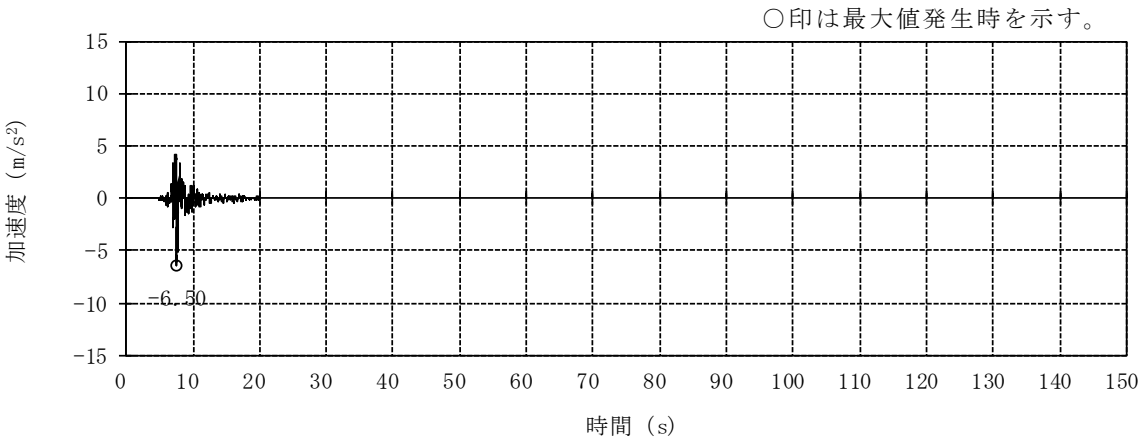


(f) Ss-6NS

図 3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）(2/3)

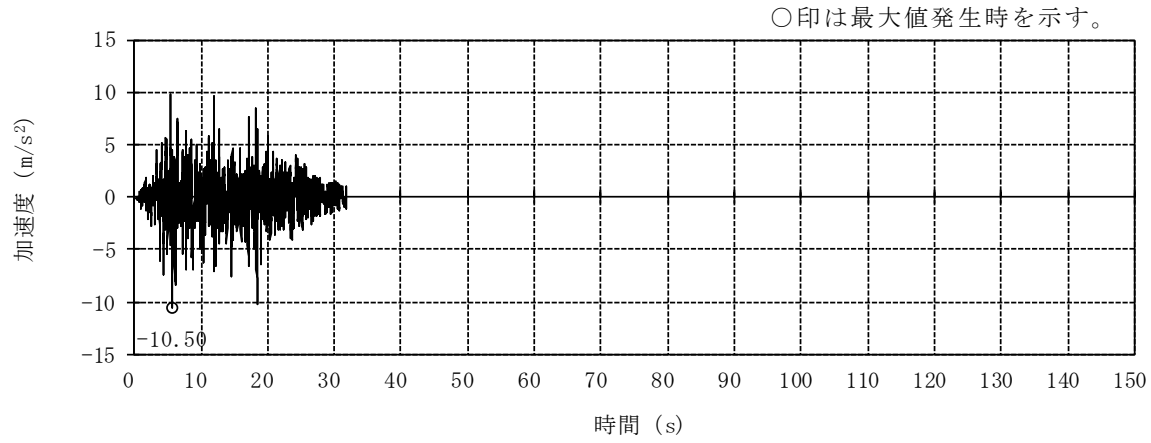


（g） Ss-7NS

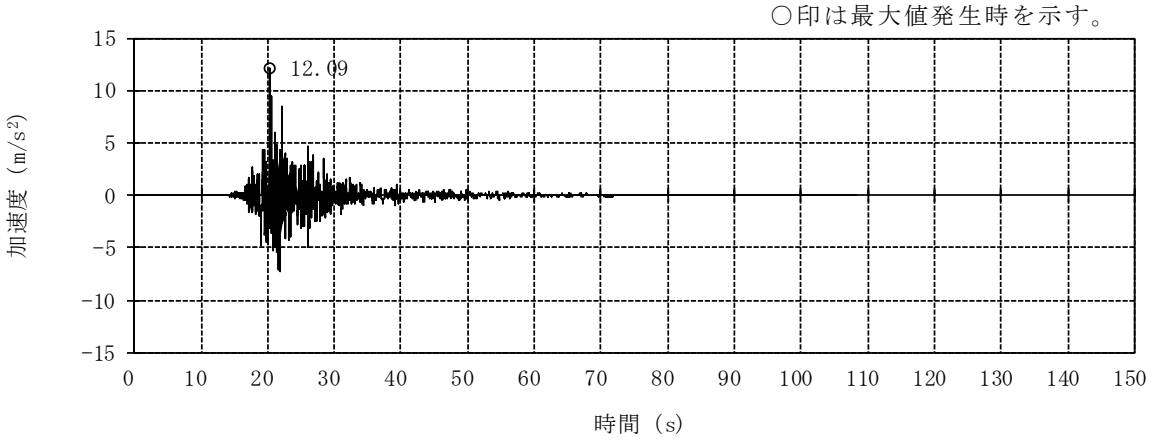


（h） Ss-8H

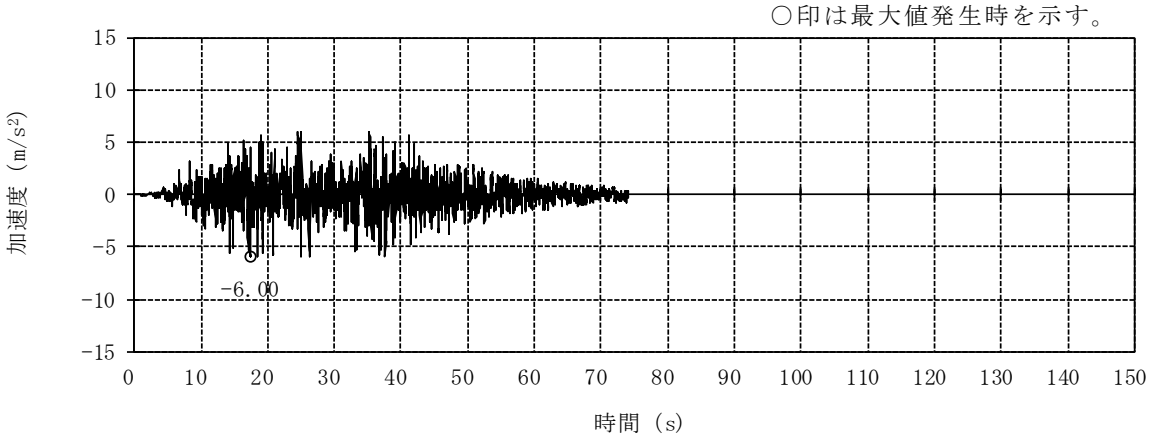
図 3－1　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）（3/3）



(a) Ss-1H

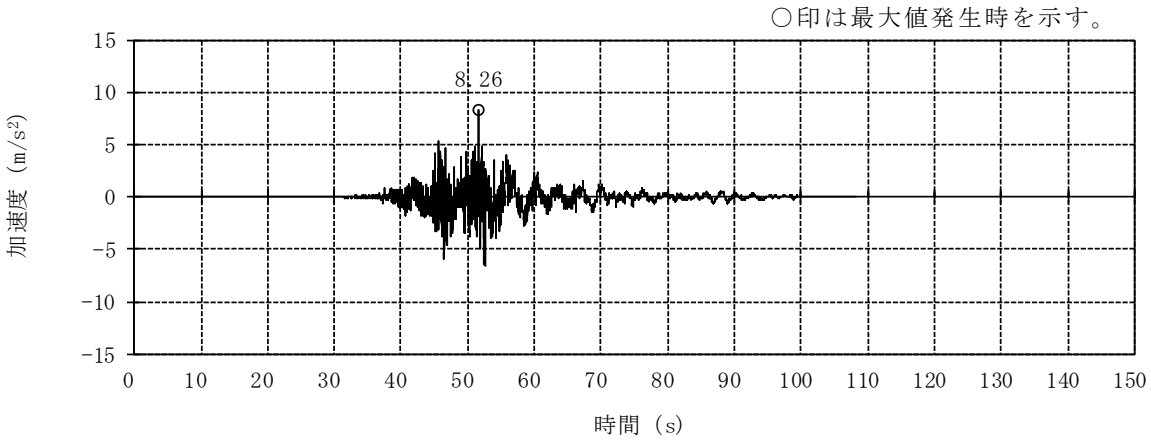


(b) Ss-2EW

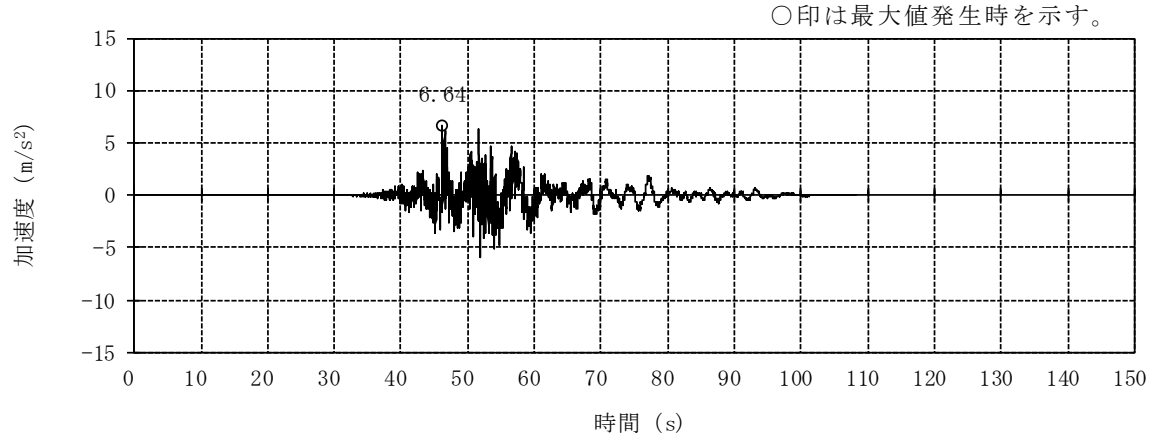


(c) Ss-3H

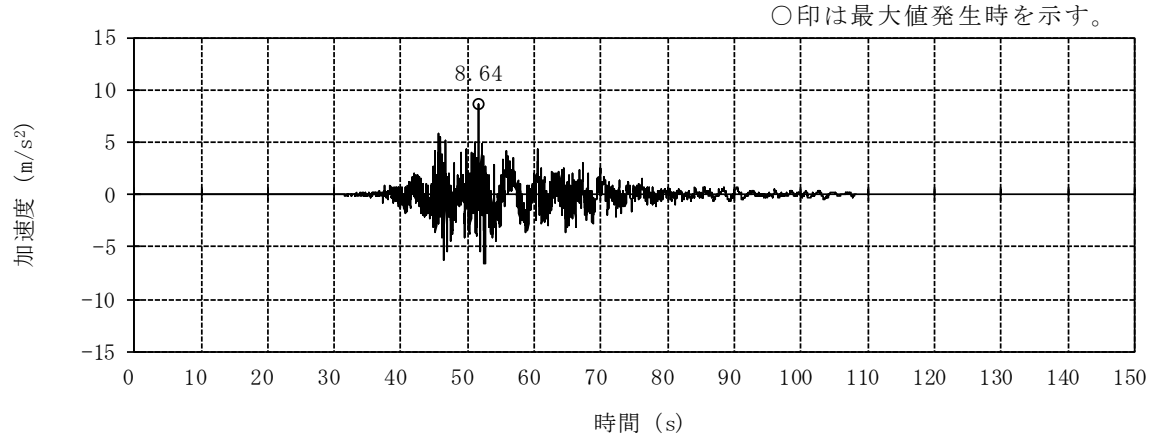
図 3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）(1/3)



(d) Ss-4EW

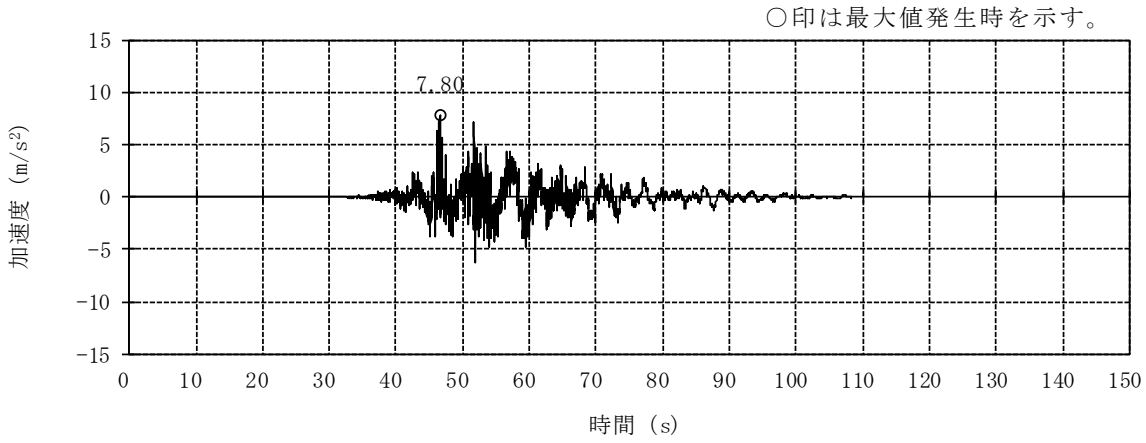


(e) Ss-5EW

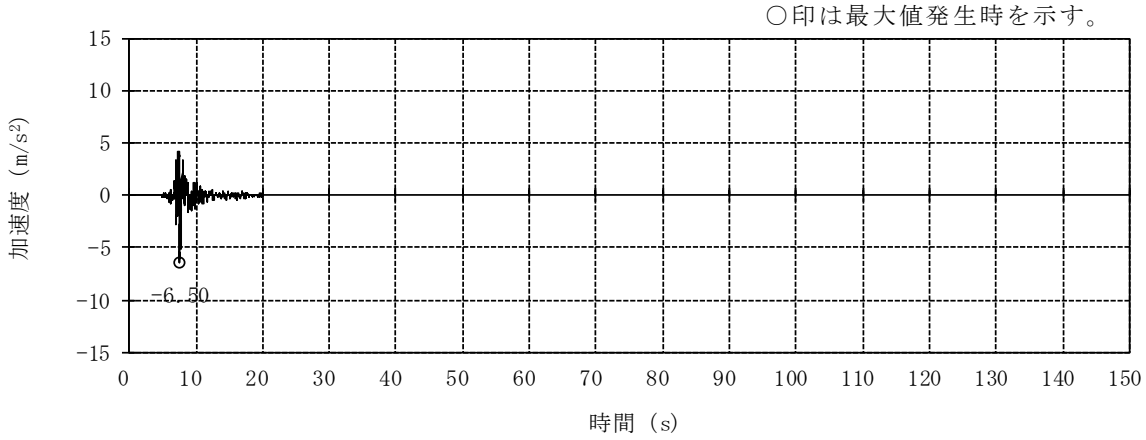


(f) Ss-6EW

図 3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）(2/3)

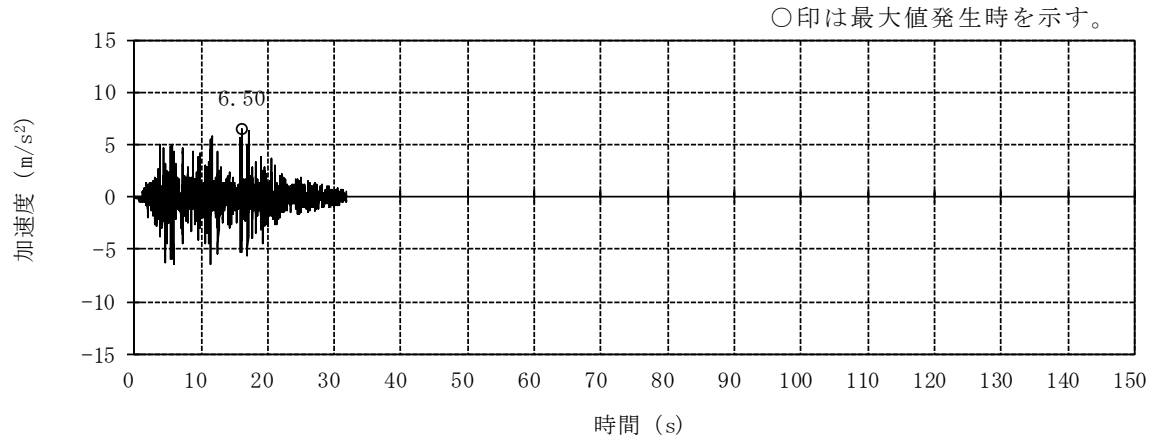


(g) Ss-7EW

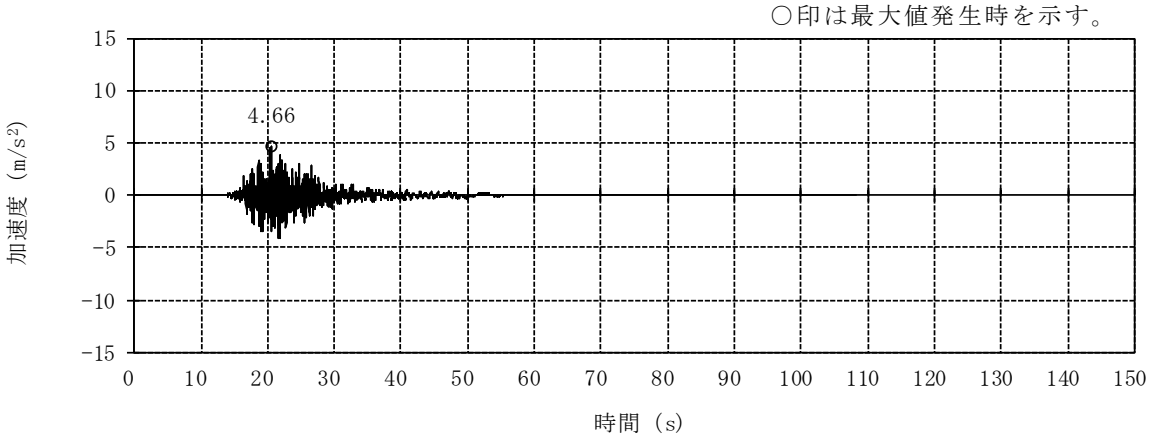


(h) Ss-8H

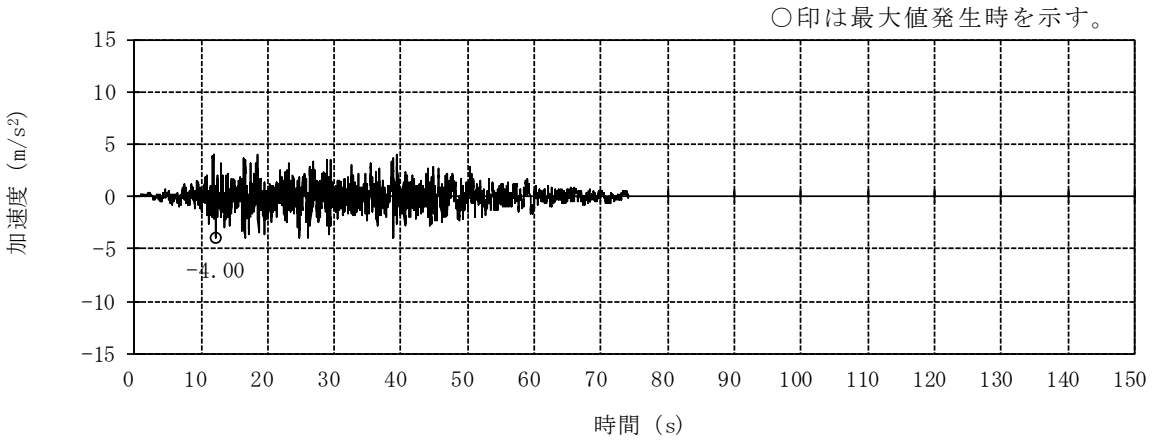
図 3－2　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）(3/3)



(a) Ss-1V

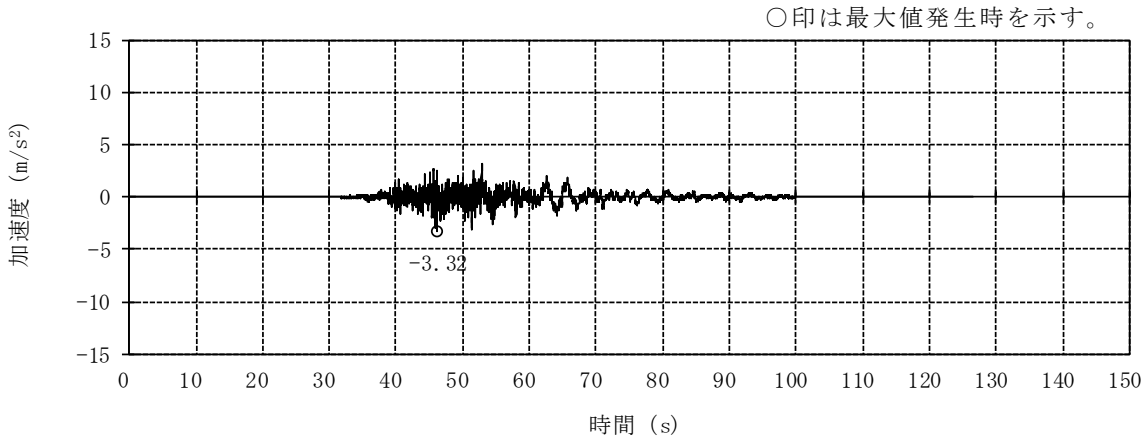


(b) Ss-2UD

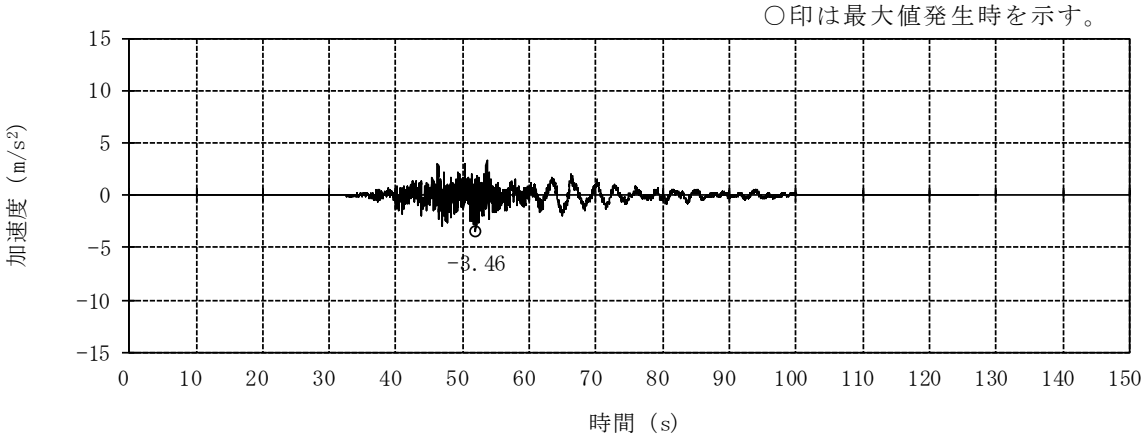


(c) Ss-3V

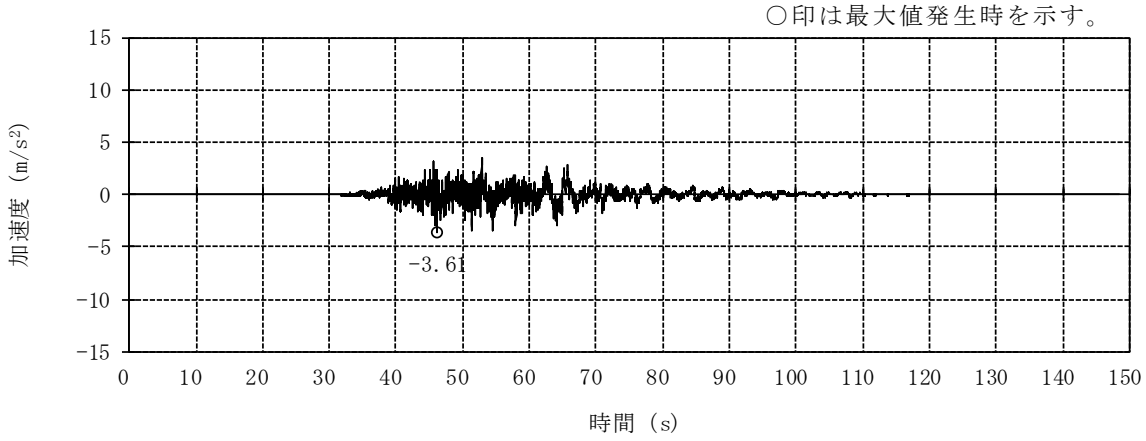
図 3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(1/3)



(d) Ss-4UD

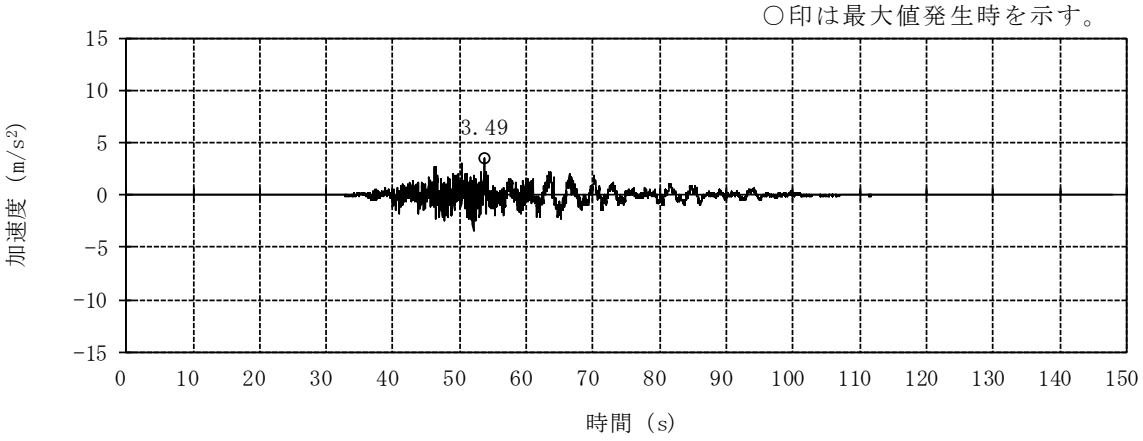


(e) Ss-5UD

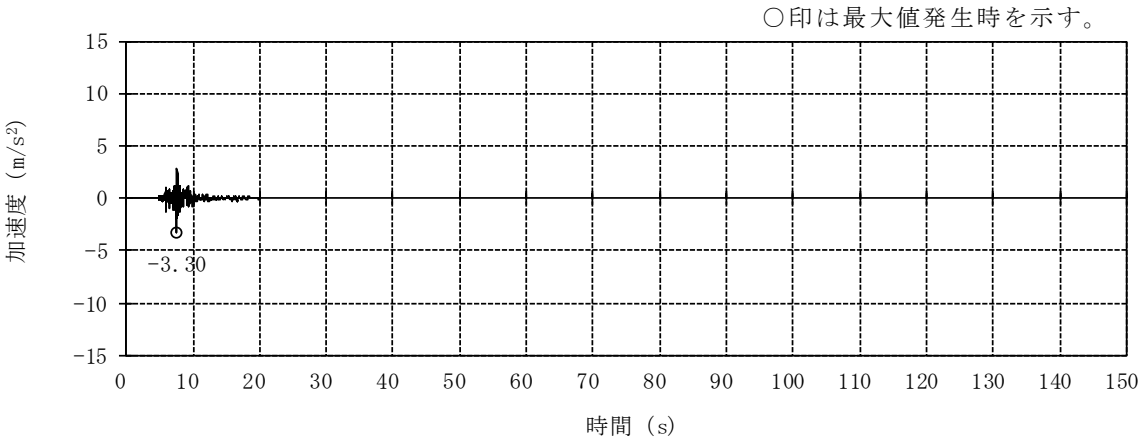


(f) Ss-6UD

図 3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(2/3)

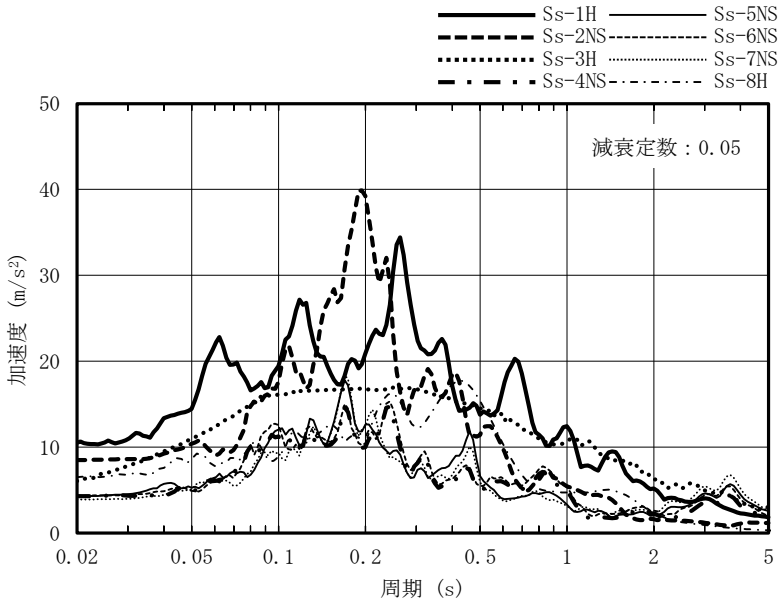


(g) Ss-7UD

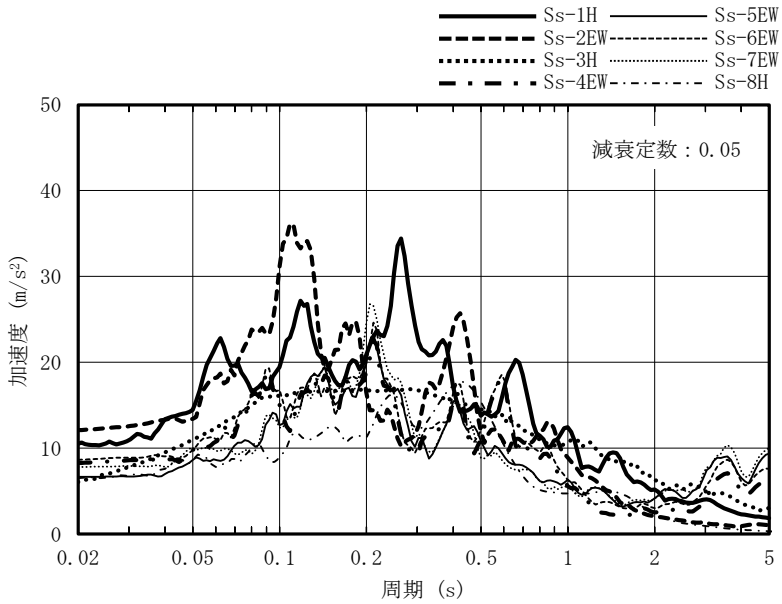


(h) Ss-8V

図 3－3　加速度時刻歴波形（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）(3/3)

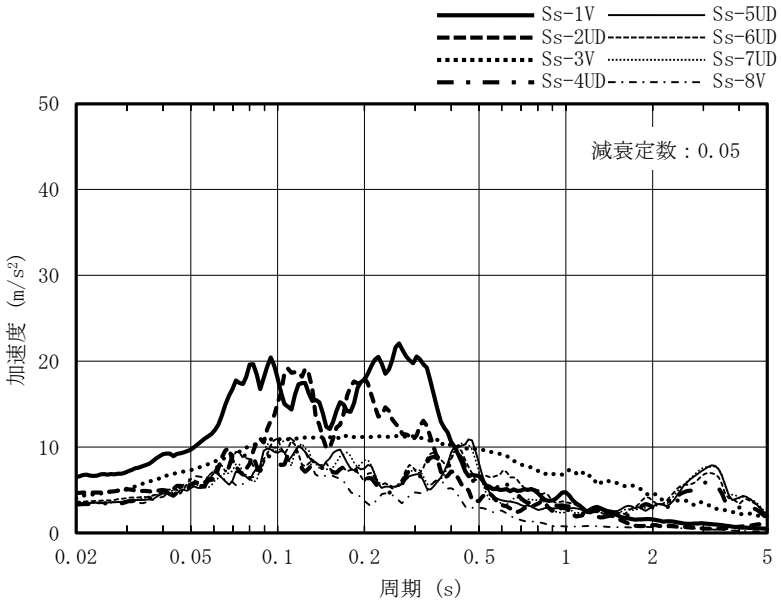


（a）NS 方向



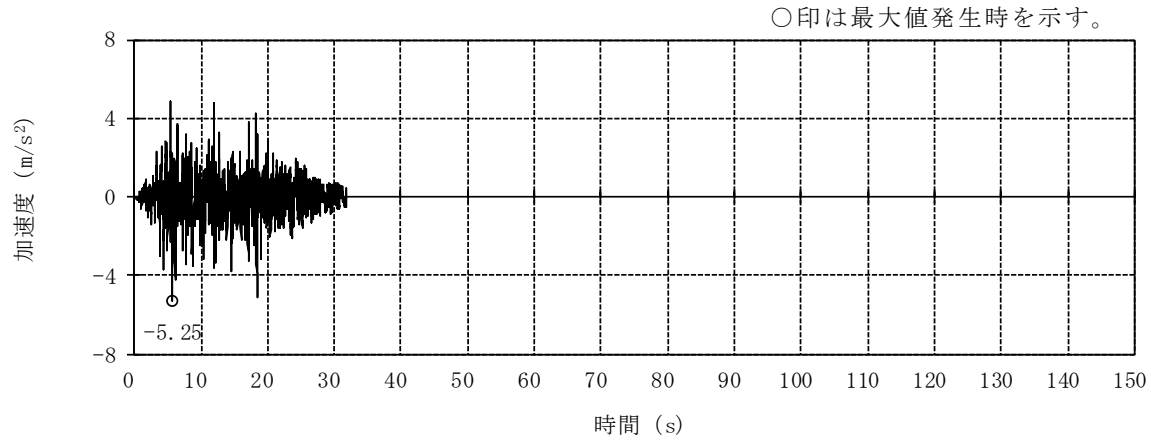
（b）EW 方向

図 3－4　加速度応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ）（1/2）

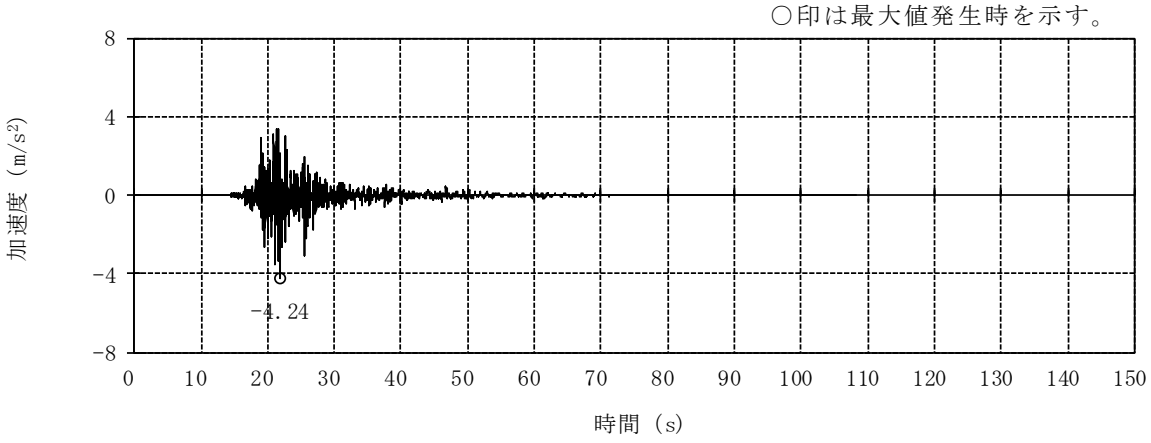


（c）鉛直方向

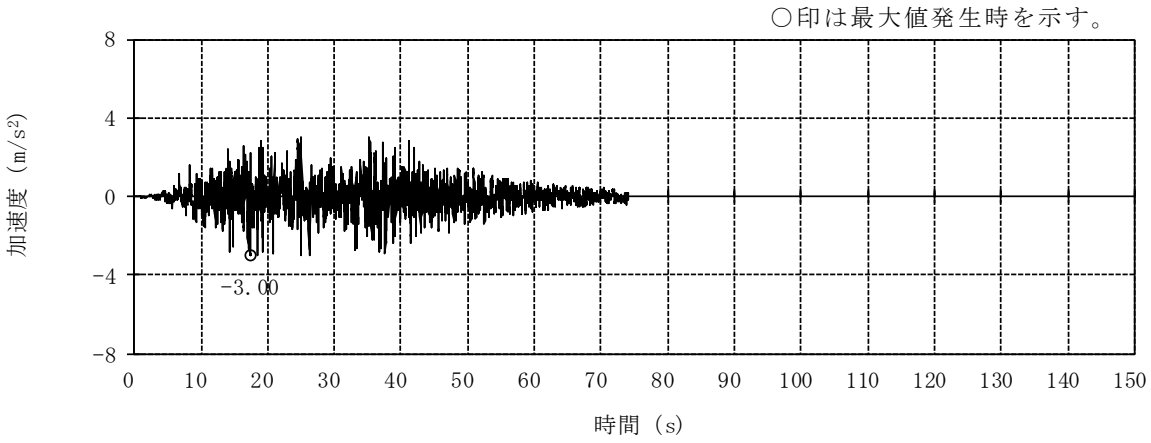
図 3－4　加速度応答スペクトル（基準地震動Ｓｓ）（2/2）



(a) Sd-1H

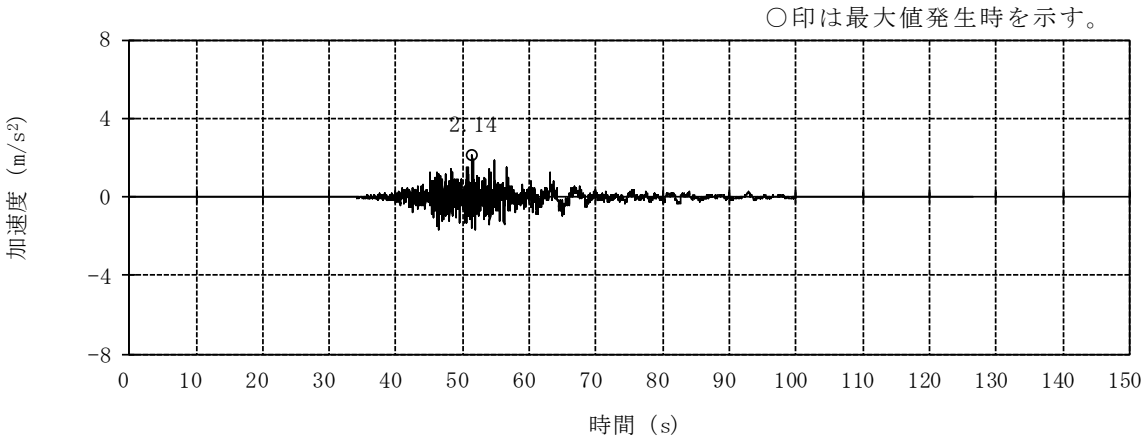


(b) Sd-2NS

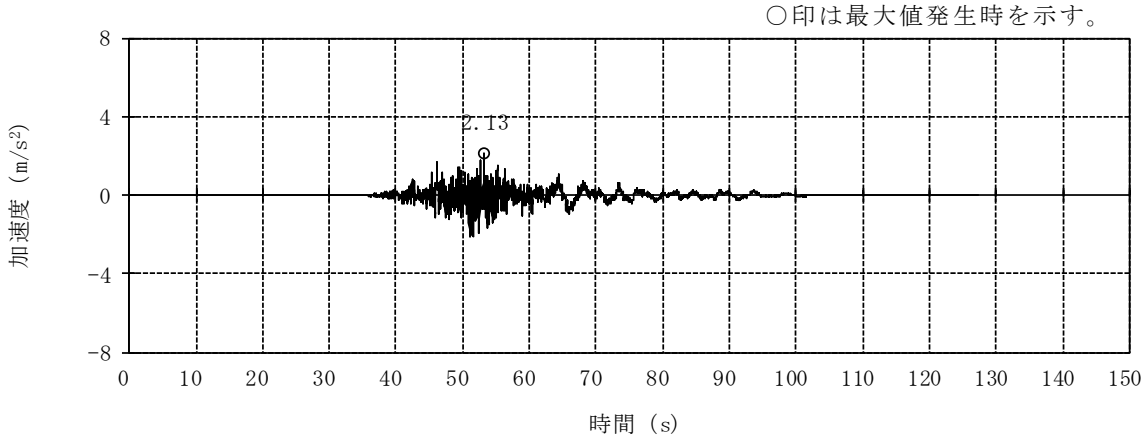


(c) Sd-3H

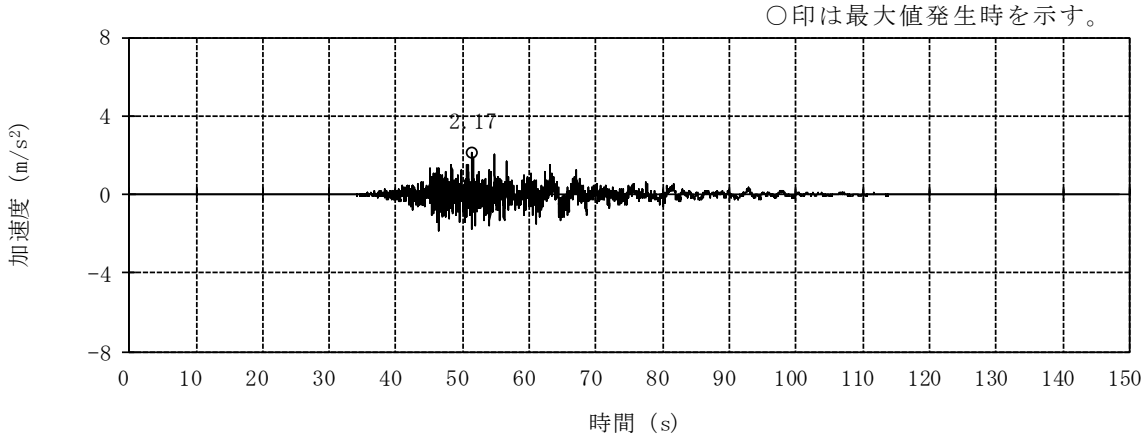
図 3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）(1/3)



(d) Sd-4NS

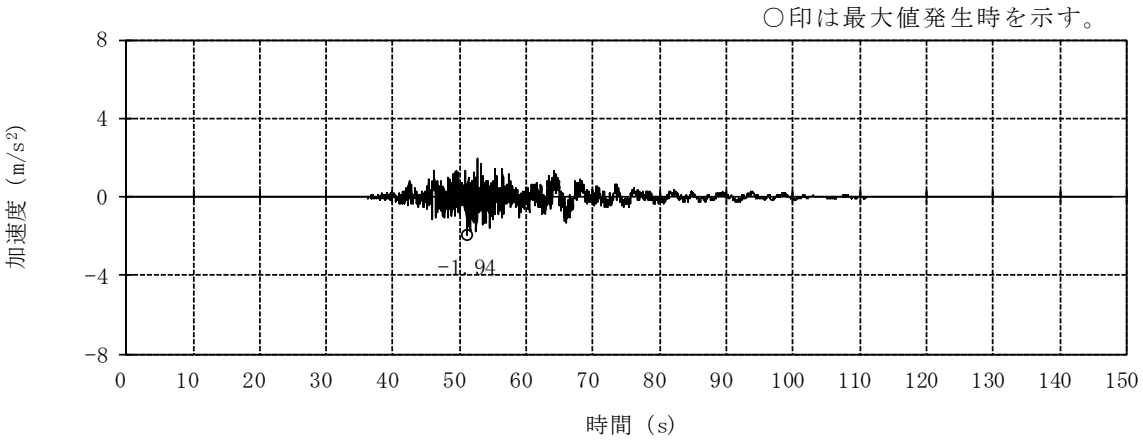


(e) Sd-5NS

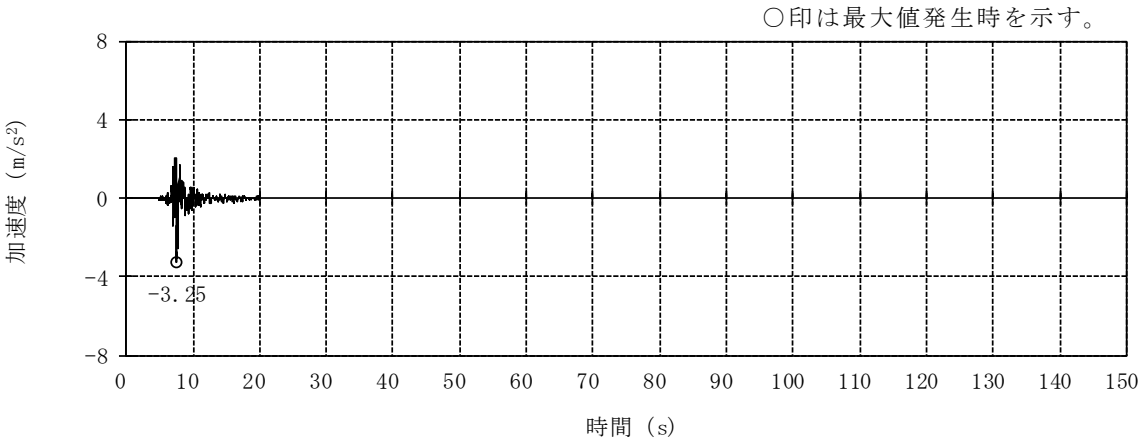


(f) Sd-6NS

図 3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）(2/3)

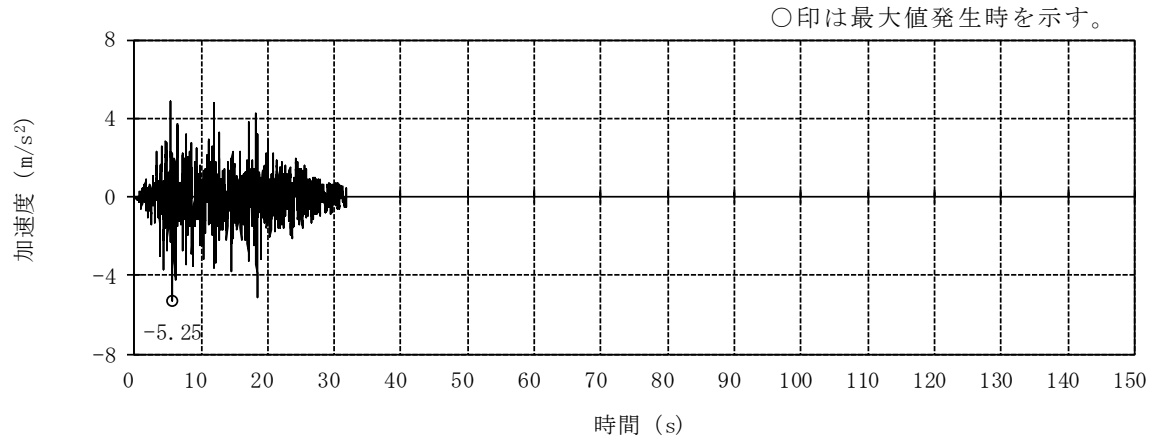


(g) Sd-7NS

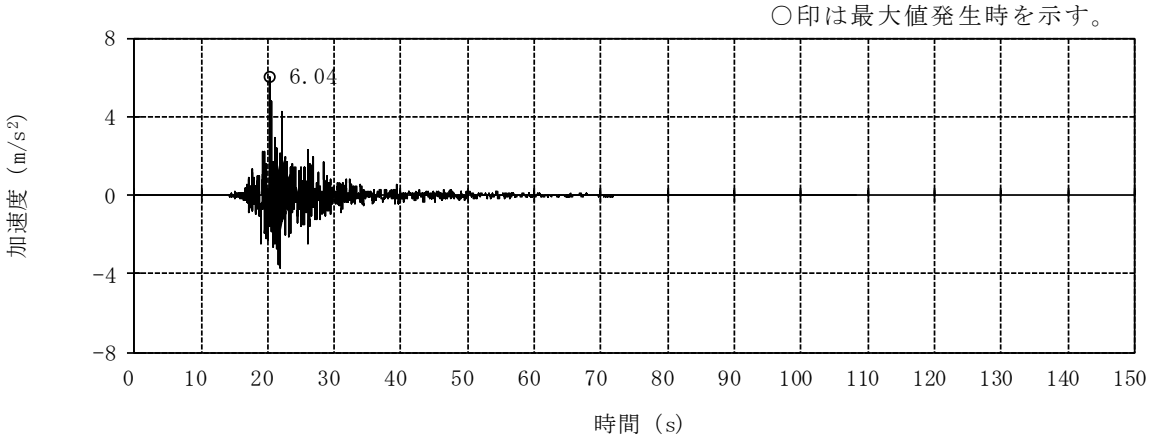


(h) Sd-8H

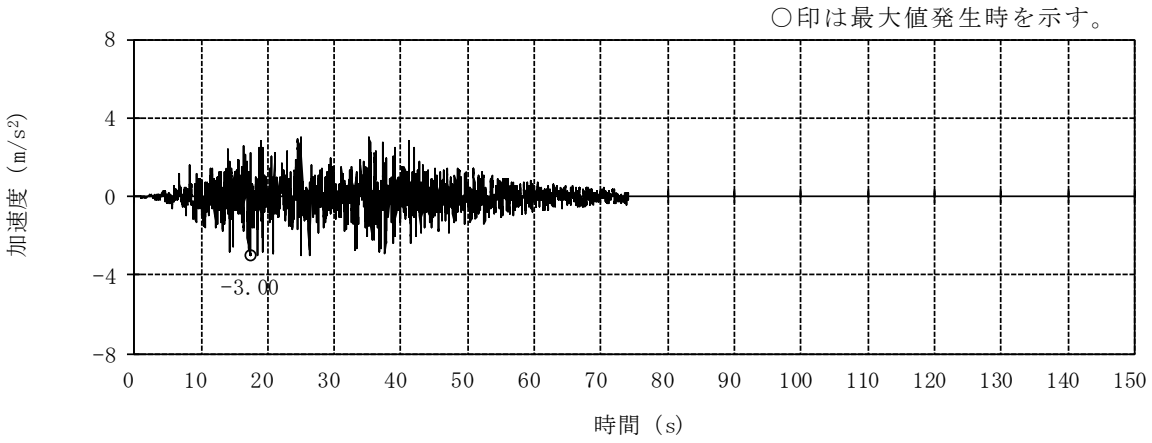
図 3－5　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）(3/3)



(a) Sd-1H

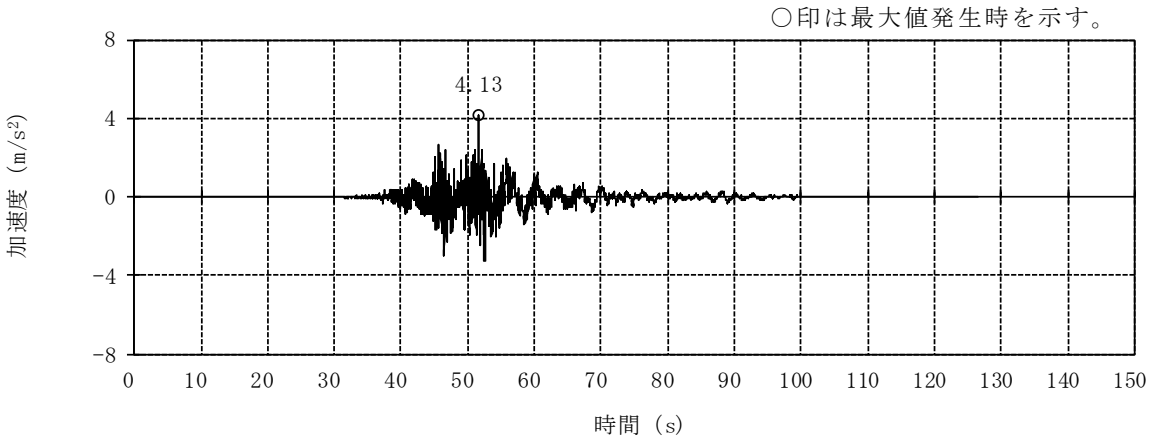


(b) Sd-2EW

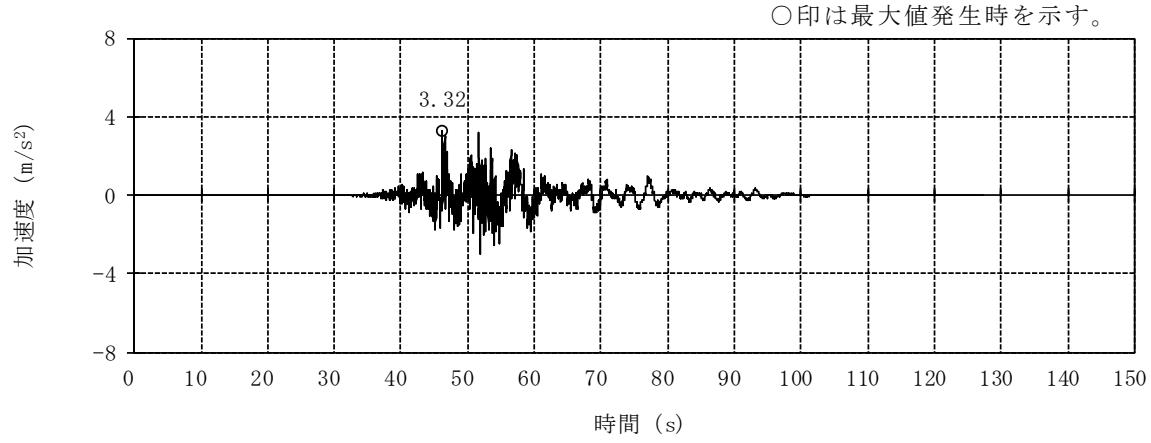


(c) Sd-3H

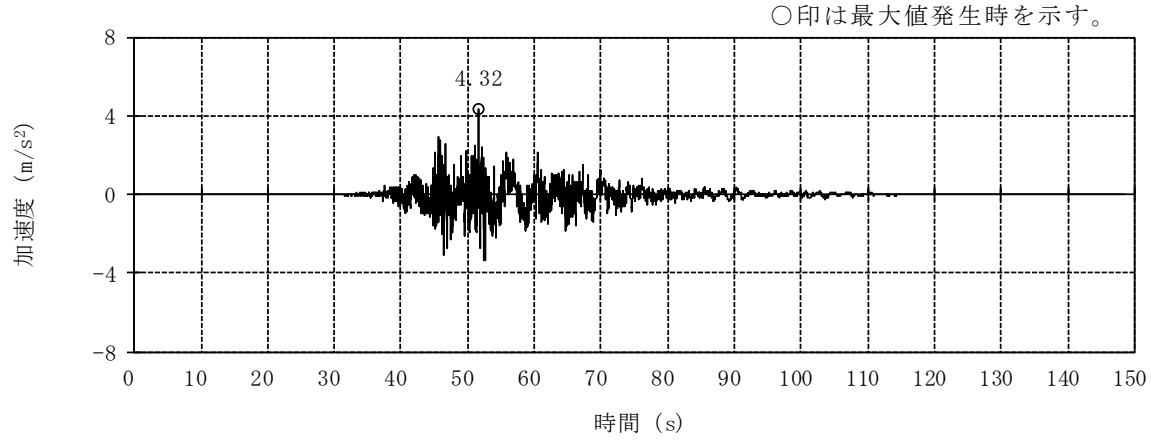
図 3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）(1/3)



(d) Sd-4EW

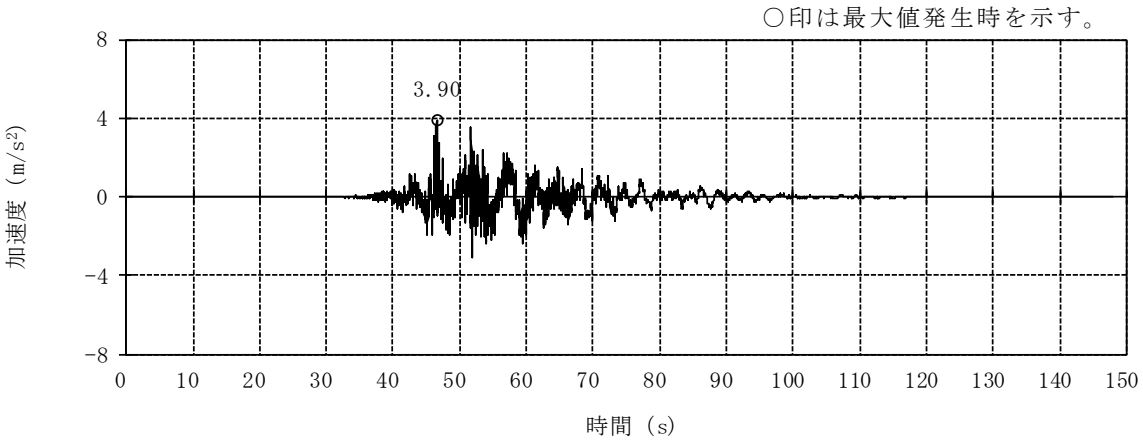


(e) Sd-5EW

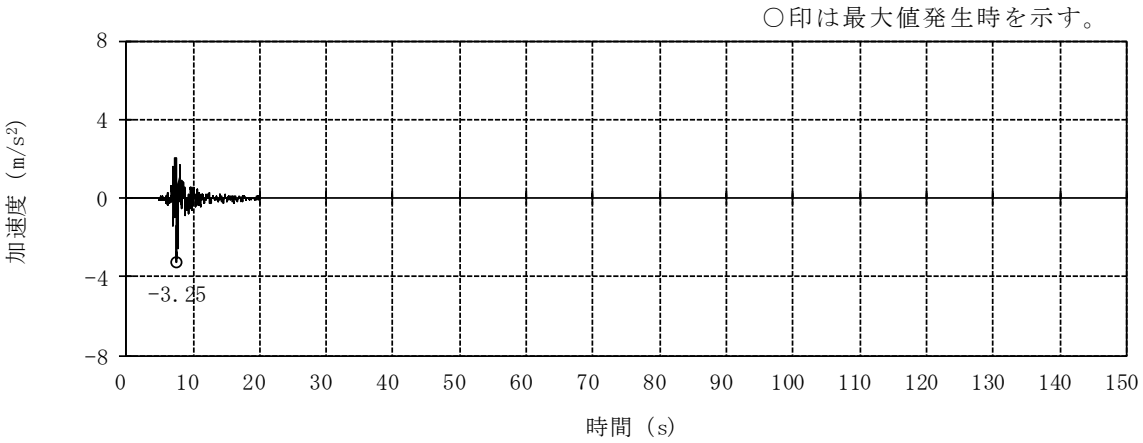


(f) Sd-6EW

図 3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）(2/3)

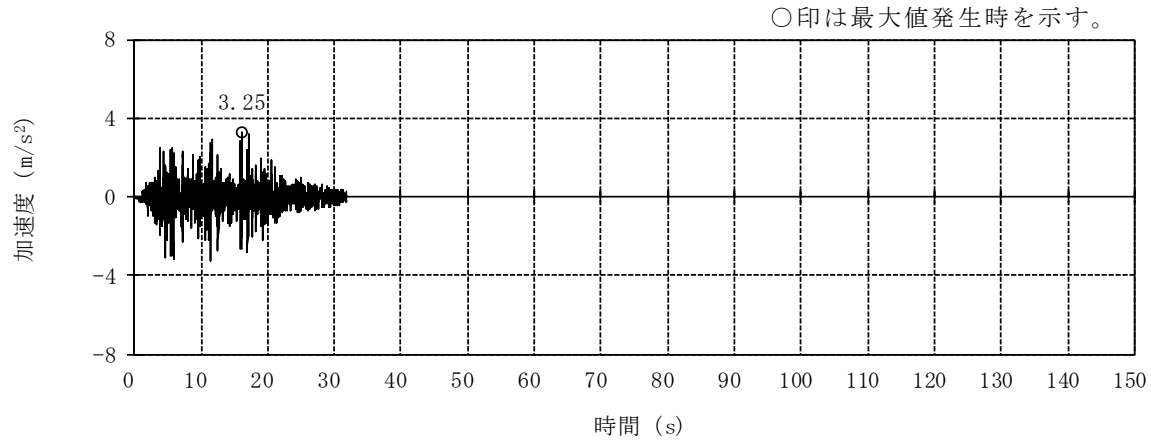


(g) Sd-7EW

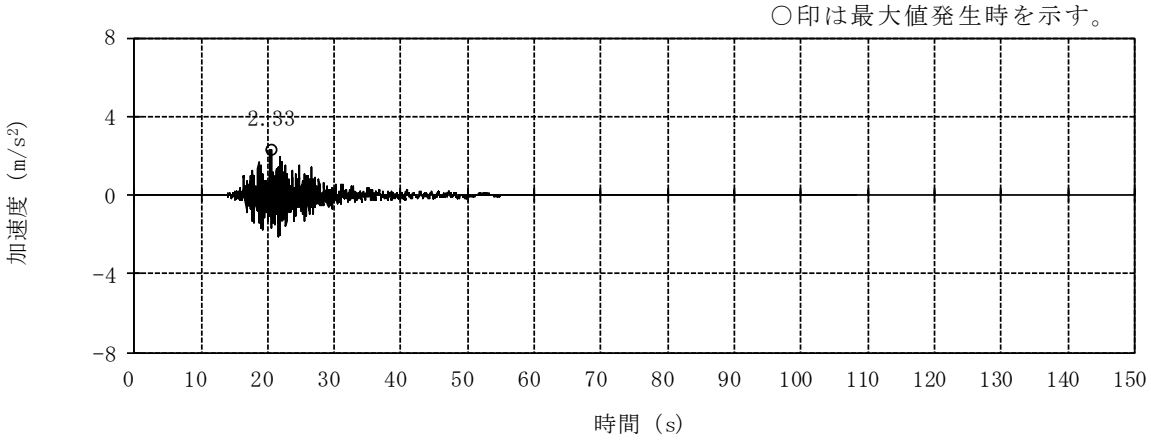


(h) Sd-8H

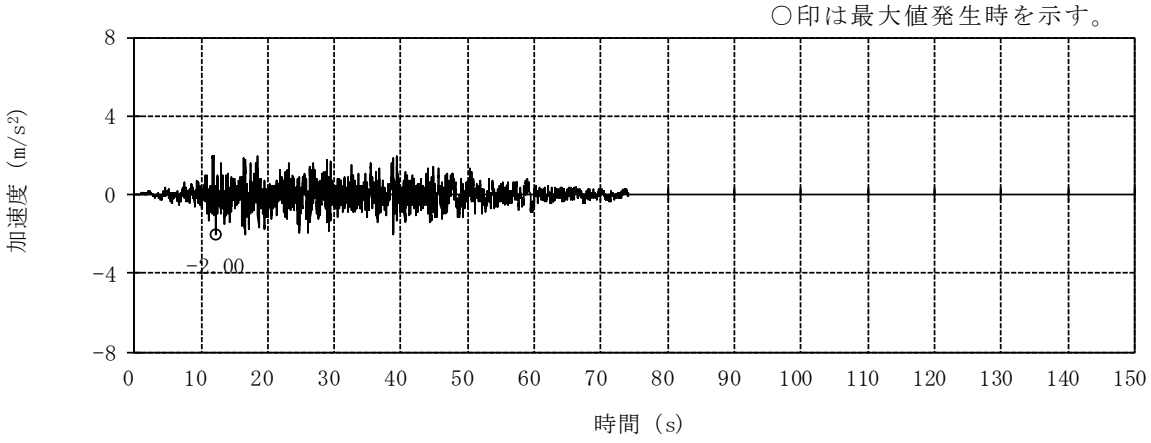
図 3－6　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）(3/3)



(a) Sd-1V

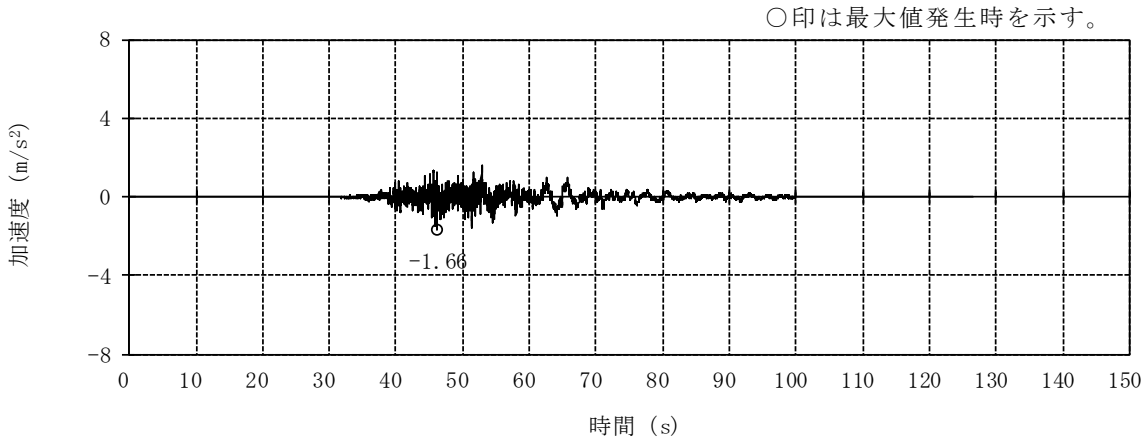


(b) Sd-2UD

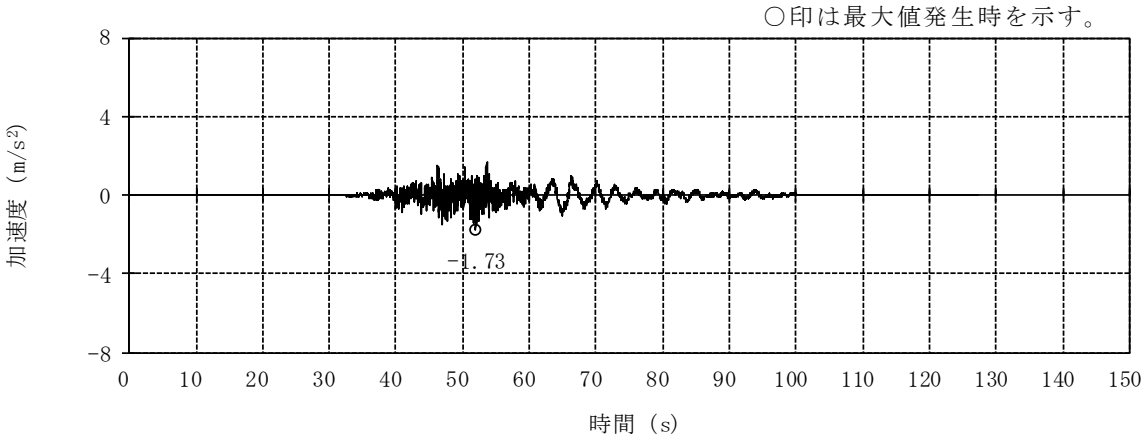


(c) Sd-3V

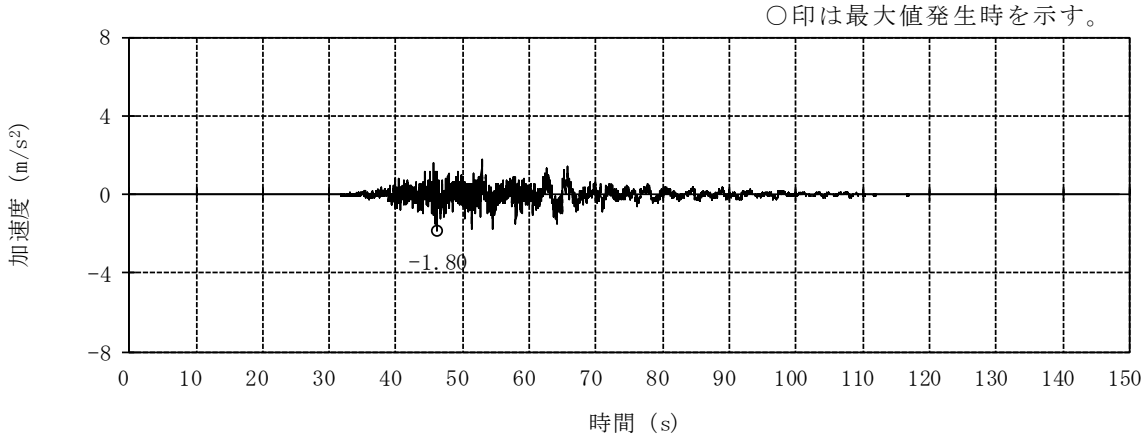
図 3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(1/3)



(d) Sd-4UD

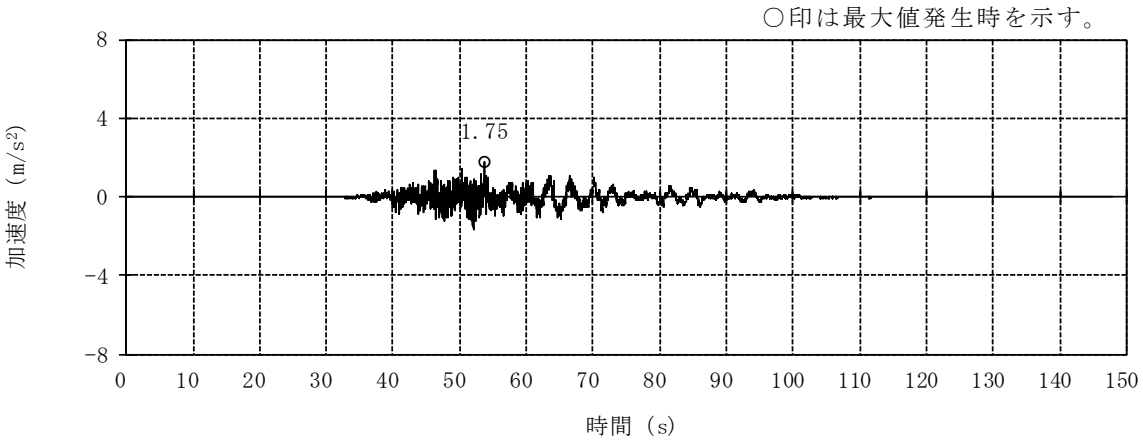


(e) Sd-5UD

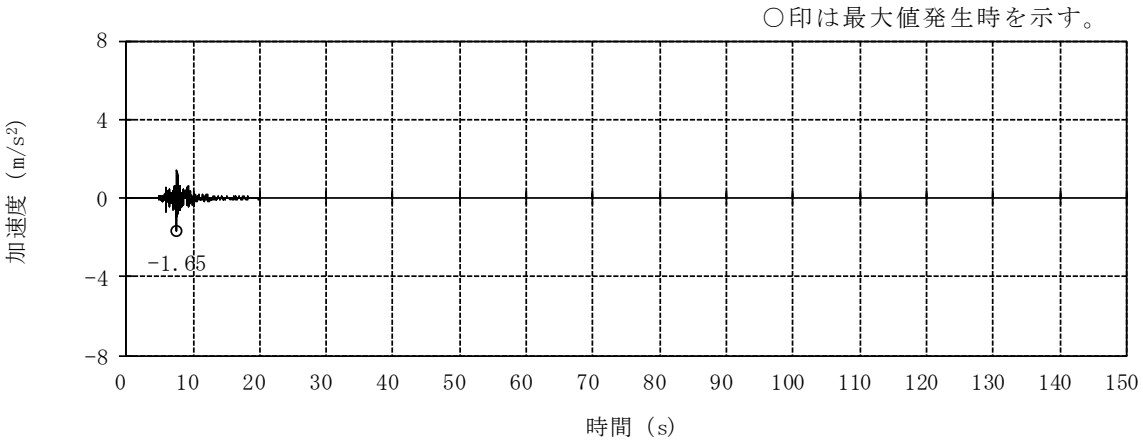


(f) Sd-6UD

図 3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(2/3)

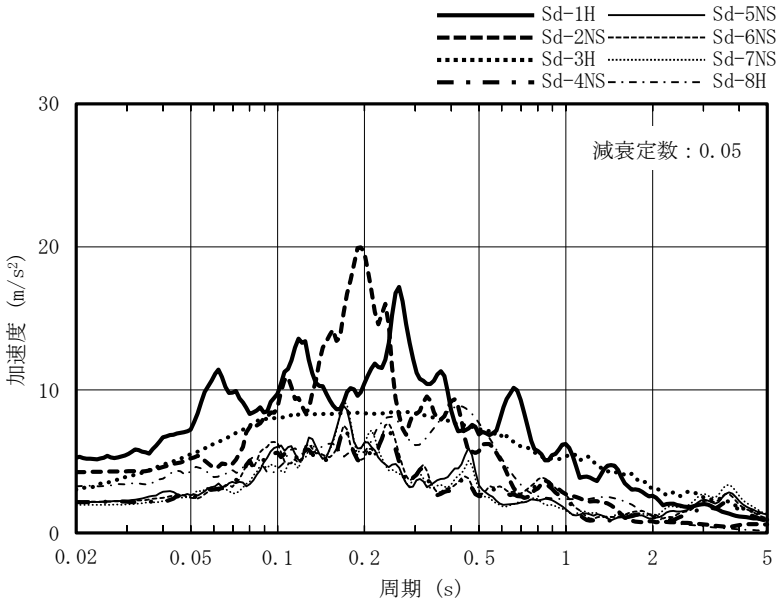


(g) Sd-7UD

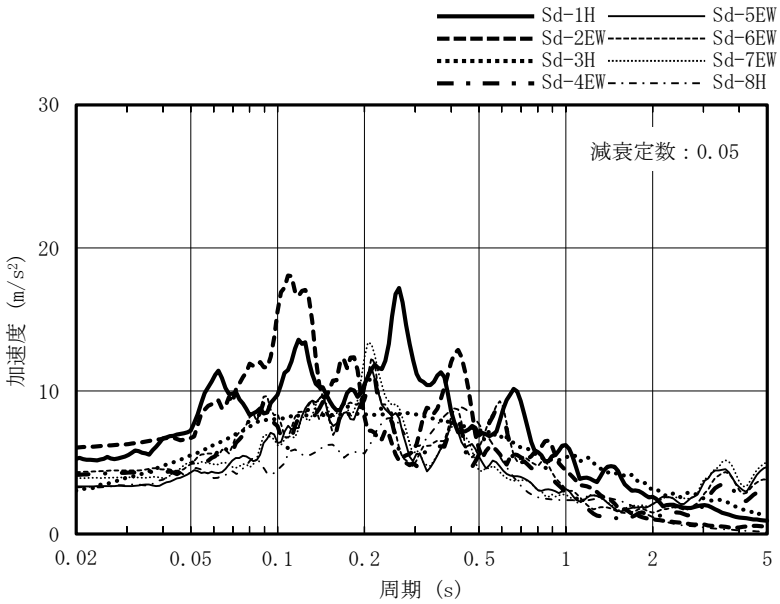


(h) Sd-8V

図 3－7　加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）(3/3)

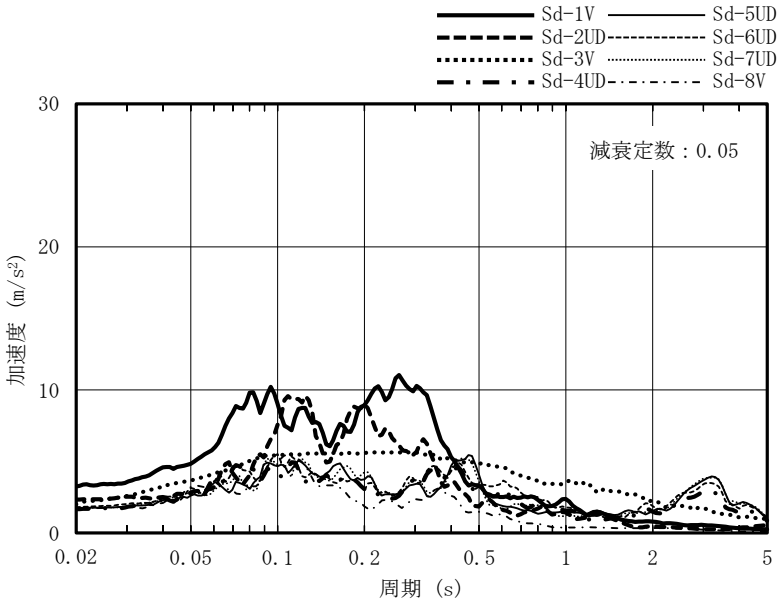


（a）NS 方向



（b）EW 方向

図 3－8　加速度応答スペクトル（弾性設計用地震動Ｓｄ）(1/2)



（c）鉛直方向

図 3－8　加速度応答スペクトル（弾性設計用地震動Ｓｄ）(2/2)

3.2　地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定する。

地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値を表 3－1 に示す。

ここで，コンクリート剛性については，実現象に近い応答を模擬するという観点から，建設時コンクリートの 91 日強度データを基に設定した実強度を用いて算定する。

表 3－1　建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm^2)	せん断弾性係数 G (N/mm^2)	減衰定数 h (%)
建屋部及びT/G架台	コンクリート*： σ_C＝43.1 (N/mm^2) (σ_C＝440kgf/cm^2) 鉄筋：SD35 (SD345相当)	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート*： σ_C＝39.2 (N/mm^2) (σ_C＝400kgf/cm^2) 鉄筋：SD35 (SD345相当)	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨：SS41（SS400相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM41A（SM400A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨：SM50A（SM490A相当）	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記＊：実強度に基づくコンクリート強度。

3.2.1　水平方向モデル

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，弾塑性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化は NS 方向，EW 方向それぞれについて行っている。また，実現象に近い応答を模擬するという観点から設計時には考慮していなかった補助壁を耐震要素として位置づけ，地震応答解析モデルに取り込む。地震応答解析モデルの概念図を図 3－9 及び図 3－10 に，地震応答解析モデルを図 3－11 に，地震応答解析モデルの諸元を表 3－2 及び表 3－3 に示す。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，「原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版（(社）日本電気協会)」（以下「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」という。）により，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを近似法により定数化して用いる。このうち，基礎底面のロッキング地盤ばねには，基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＳＴ－ＣＲＯＳＳ」を用いる。

また，埋込み部分の建屋地盤ばねについては，建屋側面位置の地盤定数を用いて，「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」により，Novak の方法に基づき求めた水平ばねを，基礎底面地盤ばねと同様に，近似法により定数化して用いる。なお，地盤表層部（新期砂層）については，基準地震動Ｓｓによる地盤応答レベルを踏まえ，表層部では建屋－地盤相互作用が見込めないと判断し，この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平ばねの評価には，解析コード「ＮＯＶＡＫ」を用いる。

水平方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤の応答として評価する。また，基礎底面レベルにおけるせん断力（以下「切欠き力」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。図 3－12 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。入力地震動の算定には，解析コード「ＴＤＡＳ」を用いる。

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤定数を表 3－4～表 3－19 に示す。なお，地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については，Ⅴ-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-7.9m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3－13 及び図 3－14 に示す。地震応答解析に用いる地盤ばねの記号を図 3－15 に，地盤のばね定数と減衰係数を表 3－20～表 3－35 に示す。

復元力特性は，建屋の方向別に，振動モデル各軸のモデル化範囲における耐震

要素の水平断面形状より「ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版」に基づいて設定する。

なお，水平方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.2　鉛直方向モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは，耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし，弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に，補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3－16 に，地震応答解析モデルの諸元を表 3－36 に示す。

地盤は，地盤調査に基づき水平成層地盤とし，基礎底面地盤ばねについては，スウェイ及びロッキングばねの定数化の方法と同様，成層補正を行ったのち，振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ＳＴ－ＣＲＯＳＳ」を用いる。

鉛直方向モデルへの入力地震動は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面レベルに想定する基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄに対する地盤の応答として評価したものであり，基礎底面レベルに直接入力する。図 3－17 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。入力地震動の算定には，解析コード「ＳＨＡＫＥ」を用いる。

設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-7.9m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図 3－18 及び図 3－19 に示す。なお，地盤定数は表 3－4～表 3－19 に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表 3－37～表 3－52 に示す。

なお，鉛直方向の解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

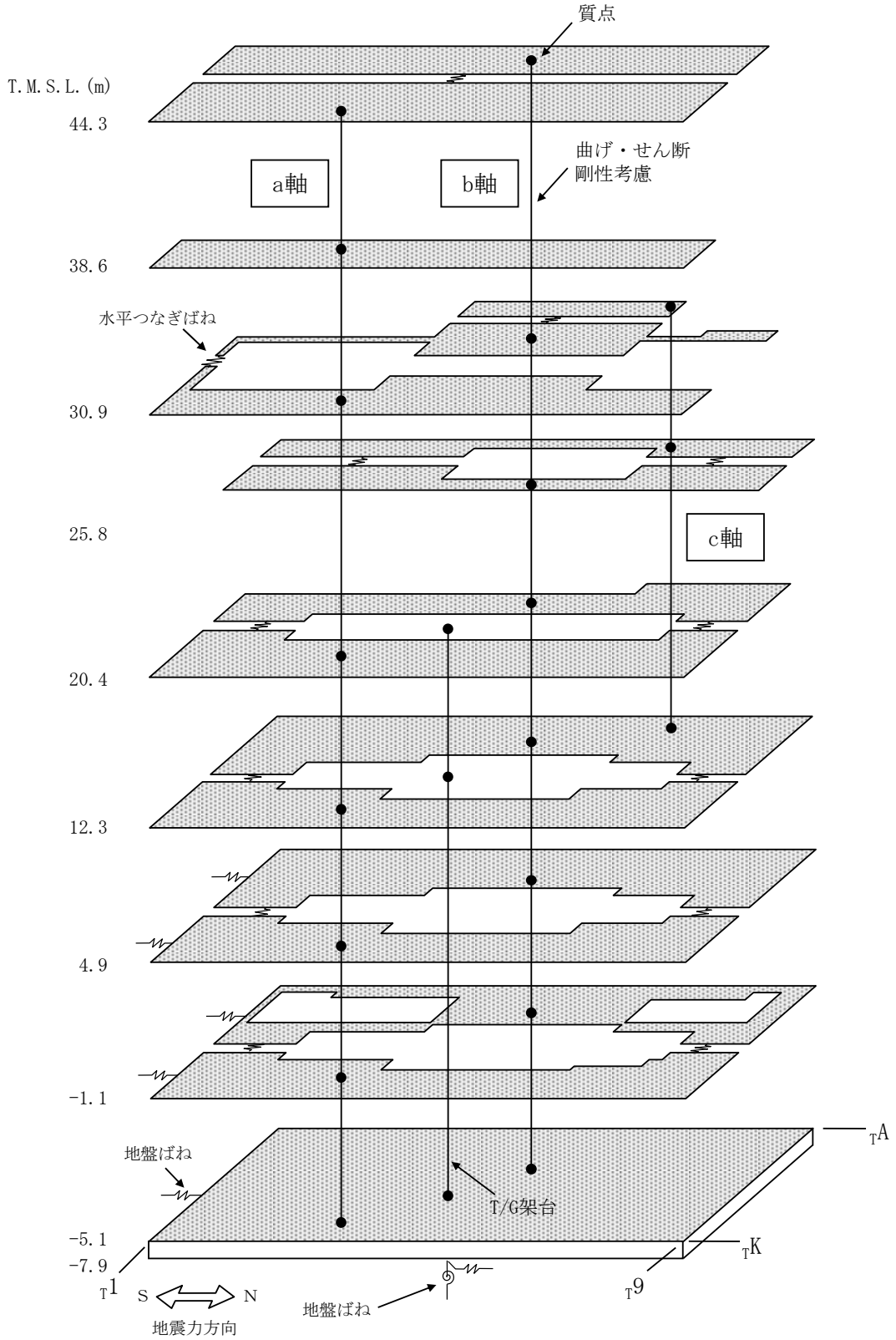


図 3－9　地震応答解析モデルの概念図（NS 方向）

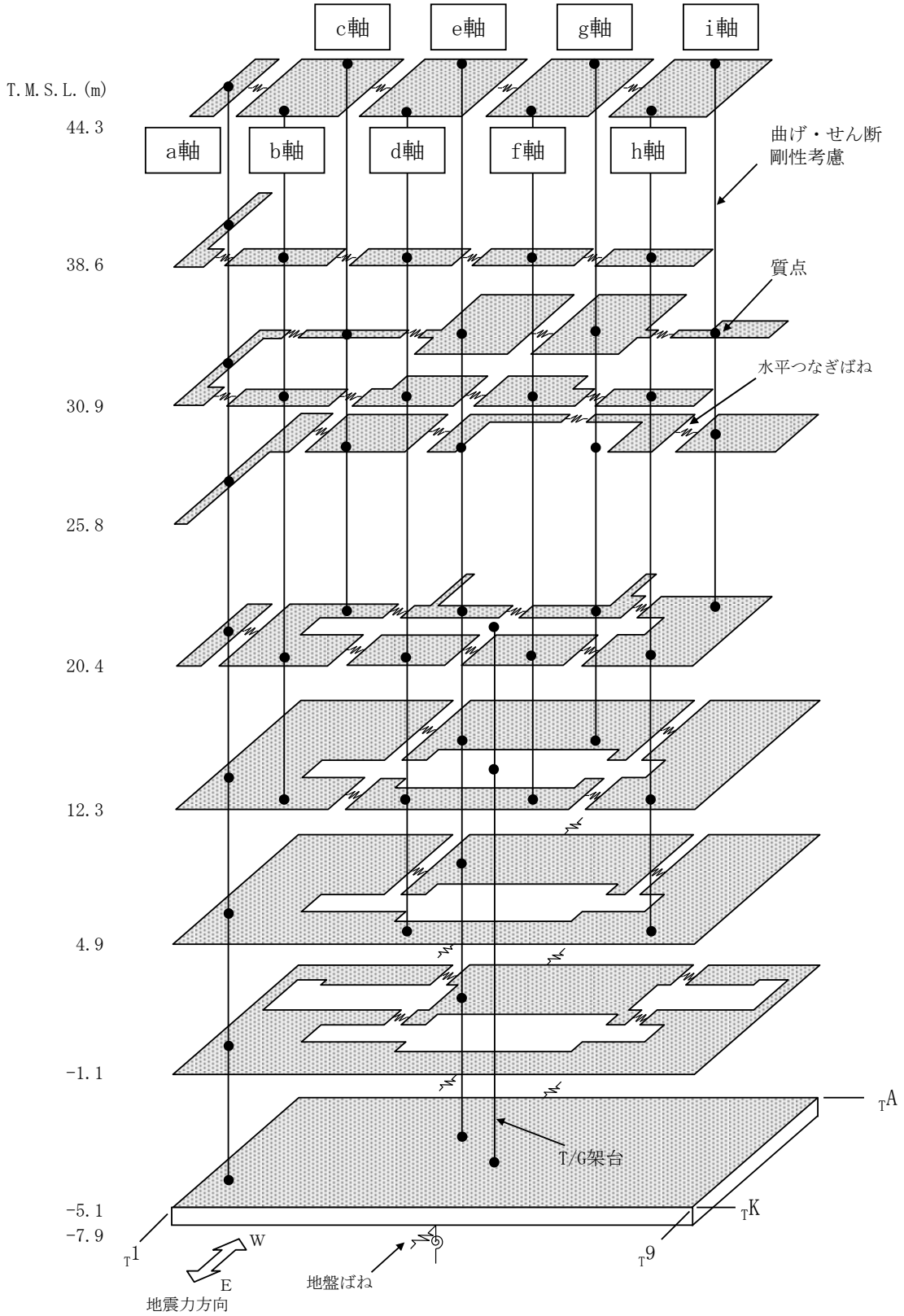
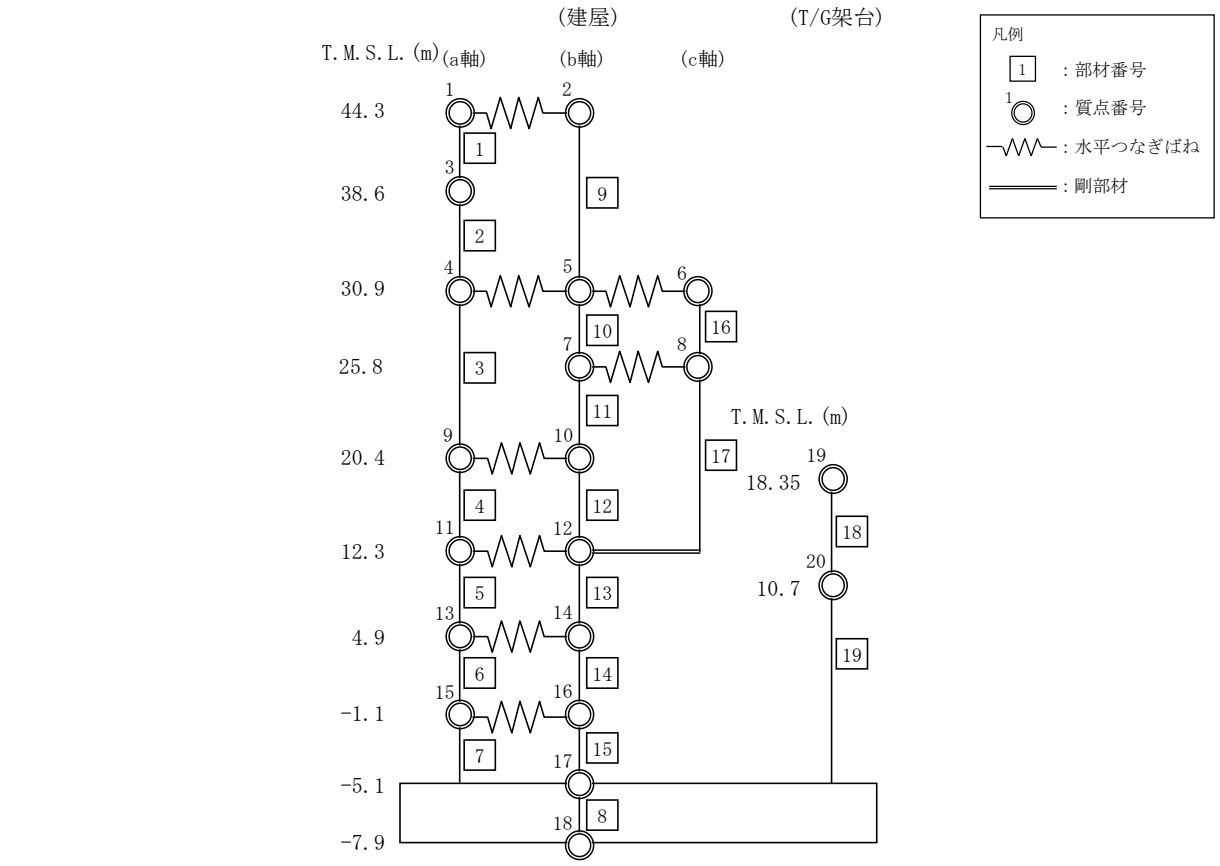
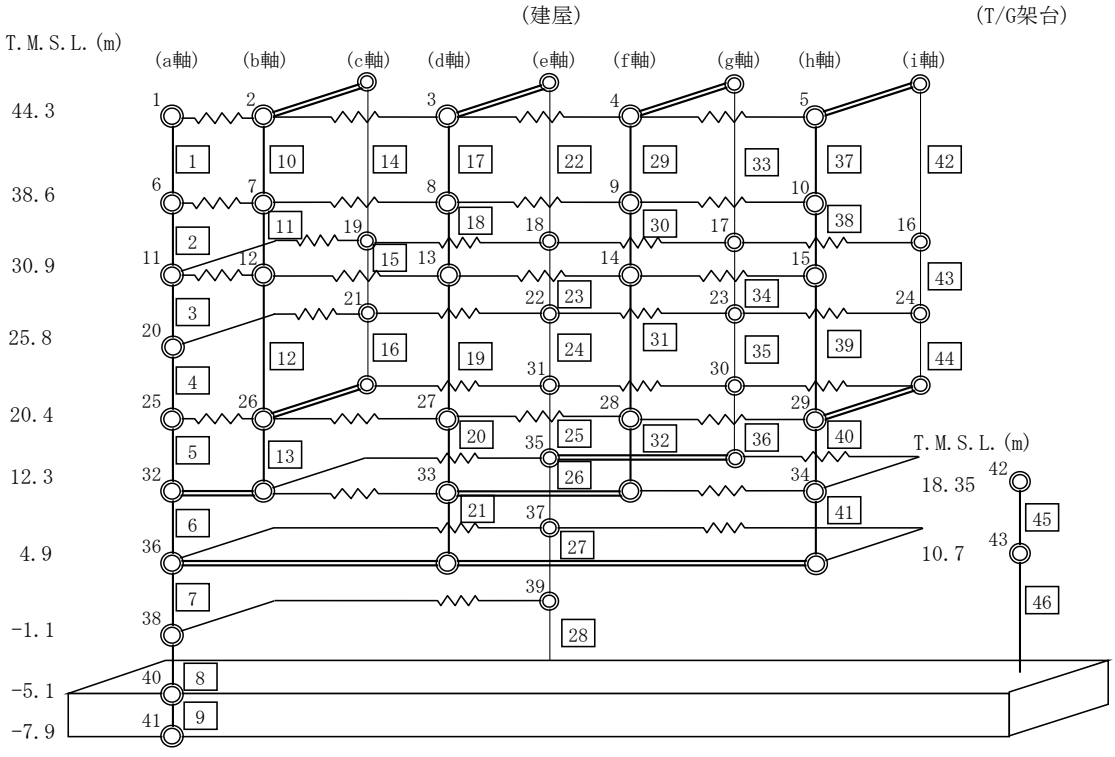


図 3－10　地震応答解析モデルの概念図（EW 方向）



NS 方向



EW 方向

図 3－11　地震応答解析モデル（水平方向）

表 3－2　地震応答解析モデル諸元（NS 方向）

（a）重量・回転慣性重量

T.M.S.L. (m)	T/G架台	建屋		
44.3		1	2	
		34230	20910	
		24.6	6.7	
38.6		3		
		52320		
		11.3		
30.9		4	5	6
		106960	41250	8290
		30.6	75.1	1.4
25.8			7	8
			41390	23190
			441.9	247.0
20.4	19	9	10	
	103470	186550	97680	
	－	347.2	391.1	
12.3	20	11	12	
	70210	171270	204800	
	－	603.2	505.6	
4.9		13	14	
		163700	206300	
		576.5	741.4	
-1.1		15	16	
		116250	148030	
		385.3	1020.9	
-5.1	17			
	494300			
	3783.7			
-7.9	18			
	264930			
	1487.0			

質点番号
重量(kN)
回転慣性重量（$\times 10^5$kN・m^2）

（b）せん断断面積・断面二次モーメント

T.M.S.L. (m)	T/G架台	建屋		
44.3		1	9	
		4.00	2.70	
		－		
38.6		2		
		5.80		
		－	－	
30.9		3	10	16
		204.1	95.4	1.1
			64600	－
25.8			11	17
		84300	120.5	4.5
			50300	
20.4	18	4	12	
	13.9	168.6	146.5	－
	－	82200	72300	
12.3	19	5	13	
	10.2	248.0	282.0	
		148400	108300	
4.9		6	14	
		251.5	393.6	
	－	129900	178000	
-1.1		7	15	
		273.8	392.0	
		145700	171500	
-5.1	8			
	7954.0			
	－			

部材番号
せん断断面積(m^2)
断面二次モーメント(m^4)

①コンクリート部　建屋及びT/G架台
ヤング係数Ｅ 2.88　×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.20　×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数ｈ 5%

②コンクリート部　基礎スラブ
ヤング係数Ｅ 2.79　×10^4 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 1.16　×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数ｈ 5%

③鉄骨部
ヤング係数Ｅ 2.05　×10^5 (N/mm^2)
せん断弾性係数Ｇ 7.90　×10^4 (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.30
減衰定数ｈ 2%

基礎形状 97.0m(NS方向)×82.0m(EW方向)
×2.0m又は2.8m(厚さ)

表 3－3　地震応答解析モデル諸元（EW 方向）(1/2)

(a) 重量・回転慣性重量

質点番号
重量(kN)
回転慣性重量（$\times 10^5$kN・m^2）

T.M.S.L. (m)	T/G架台	建屋								
44.3		1	2		3		4		5	
		4430	13150		13130		13320		11110	
		0.2	6.3		6.3		6.4		3.2	
38.6		6	7		8		9		10	
		5660	12750		12490		11840		9580	
		0.4	6.2		6.1		5.8		2.8	
30.9		11	12	19	13	18	14	17	15	16
		11230	15770	2170	31100	19900	33180	19840	18760	4550
		1.4	7.8	0.0	9.9	6.1	10.7	6.0	5.9	0.7
25.8		20		21		22		23		24
		10920		16720		11480		12390		13070
		0.7		8.1		0.8		0.9		3.8
20.4	42	25	26		27	31	28	30	29	
	103470	15110	52710		47390	24990	51130	25800	67100	
	－	0.8	79.3		24.9	13.8	27.2	15.6	91.6	
12.3	43	32			33	35			34	
	70210	125510			75880	83770			90910	
	－	322.6			147.8	166.3			190.0	
4.9		36				37				
		289670				80330				
		1049.3				163.5				
-1.1		38				39				
		185020				79260				
		668.4				105.3				
-5.1	40									
	494300									
	5278.3									
-7.9	41									
	264930									
	2079.8									

表 3－3　地震応答解析モデル諸元（EW 方向）(2/2)

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

部材番号
せん断断面積(m^2)
断面二次モーメント(m^4)

T.M.S.L. (m)	T/G架台	建屋								
44.3		1	10	14	17	22	29	33	37	42
		1.30	0.72	0.06	0.72	0.09	0.72	0.09	0.72	0.09
		－	－		－		－		－	
38.6		2	11		18		30		38	
		1.90	0.91	－	0.91	－	0.91	－	0.91	－
		－	－		－		－		－	
30.9		3	12	15	19	23	31	34	39	43
		25.3	15.0	0.3	26.8	29.2	26.8	31.1	37.8	14.9
		7100		－		3800		3800		200
25.8		4		16		24		35		44
		42.9	200	9.6	500	26.9	300	28.2	1300	24.2
		25100		100		600		600		1400
20.4	45	5	13		20	25	32	36	40	
	25.3	61.4	62.8		45.9	37.6	11.9	19.3	107.4	
	－	38100	12000		2200	1000	200	400	27600	
12.3	46	6			21	26			41	
		175.5			67.3	111.4			117.1	
		69300			3600	14200			55100	
4.9	11.4	7				27				
		427.5				128.3				
		141700				13100				
-1.1	－	8				28				
		495.7				154.9				
		147600				11400				
-5.1	9									
	7954.0									
	－									

①コンクリート部　建屋及びT/G架台
　　ヤング係数Ｅ 2.88　×10^4 (N/mm^2)
　　せん断弾性係数Ｇ 1.20　×10^4 (N/mm^2)
　　ポアソン比ν 0.20
　　減衰定数ｈ 5%
②コンクリート部　基礎スラブ
　　ヤング係数Ｅ 2.79　×10^4 (N/mm^2)
　　せん断弾性係数Ｇ 1.16　×10^4 (N/mm^2)
　　ポアソン比ν 0.20
　　減衰定数ｈ 5%
③鉄骨部
　　ヤング係数Ｅ 2.05　×10^5 (N/mm^2)
　　せん断弾性係数Ｇ 7.90　×10^4 (N/mm^2)
　　ポアソン比ν 0.30
　　減衰定数ｈ 2%

基礎形状 97.0m(NS方向)×82.0m(EW方向)
　　×2.0m又は2.8m(厚さ)

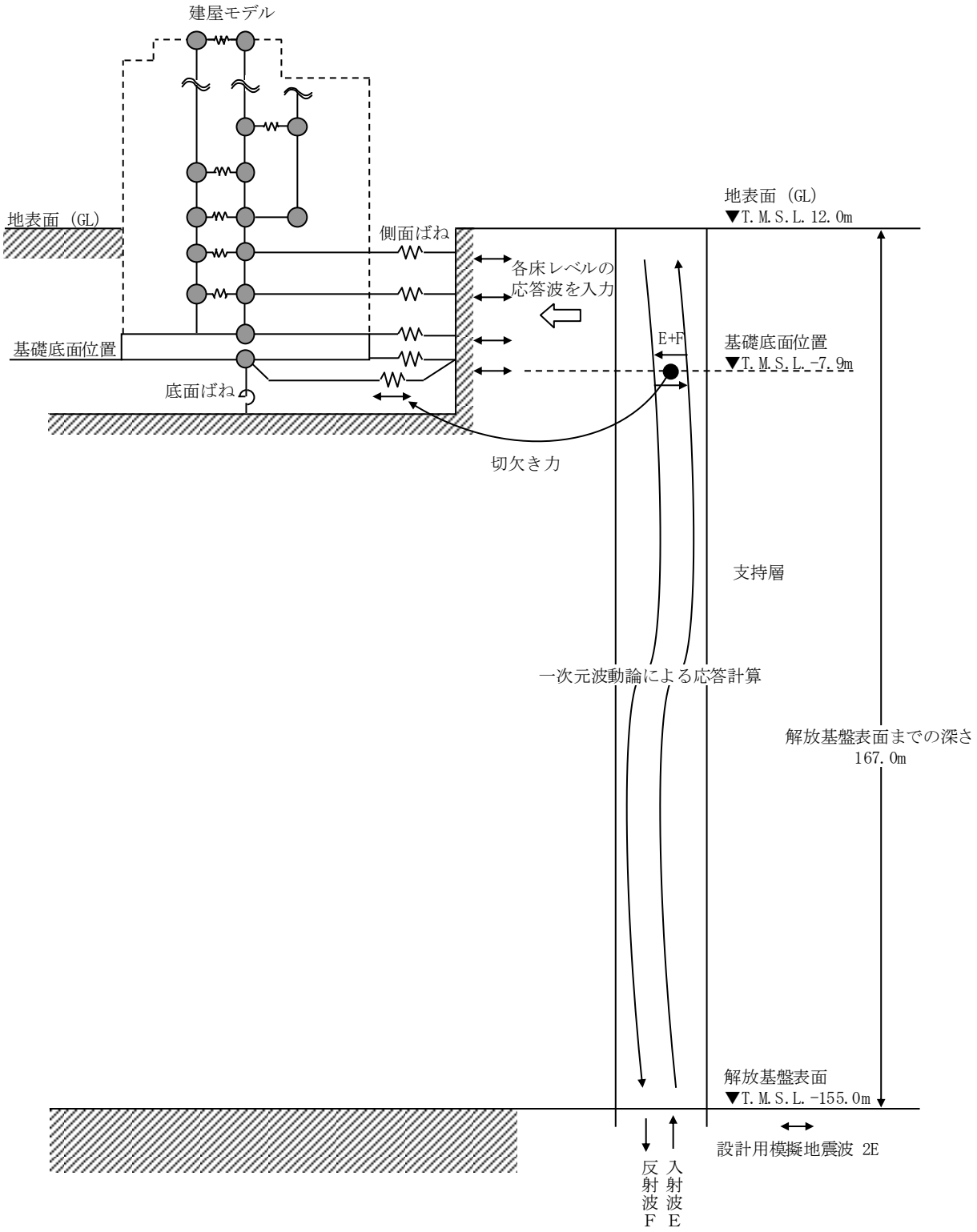


図 3－12　地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

表 3－4　地盤定数（Ss-1）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.0996	0.369	0.27	23
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	28
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.01	1.92	0.53	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.22	4.75	0.89	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.28	6.14	0.86	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－5　地盤定数（Ss-2）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.107	0.369	0.29	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.0722	0.657	0.11	26
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	0.979	1.92	0.51	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－6　地盤定数（Ss-3）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	27
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.05	1.92	0.55	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.86	4.16	0.93	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.03	4.75	0.85	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.15	6.14	0.84	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.23	8.32	0.87	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－7　地盤定数（Ss-4）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.11	1.92	0.58	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.37	4.75	0.92	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－8　地盤定数（Ss-5）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	22
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.07	1.92	0.56	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.46	6.14	0.89	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.48	8.32	0.90	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－9　地盤定数（Ss-6）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.0919	0.657	0.14	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.52	6.14	0.90	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.65	8.32	0.92	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－10　地盤定数（Ss-7）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.40	6.14	0.88	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－11　地盤定数（Ss-8）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.110	0.369	0.30	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	29
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.15	1.92	0.60	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.71	6.14	0.93	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－
∞								

表 3－12　地盤定数（Sd-1）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.140	0.369	0.38	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.26	1.92	0.66	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.51	4.75	0.95	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－13　地盤定数（Sd-2）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.151	0.369	0.41	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.144	0.657	0.22	19
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.22	1.92	0.64	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－14　地盤定数（Sd-3）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.180	0.369	0.49	15
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.46	4.75	0.94	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.77	6.14	0.94	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表 3－15　地盤定数（Sd-4）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.195	0.369	0.53	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.256	0.657	0.39	16
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.07	4.16	0.98	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.60	4.75	0.97	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表 3－16　地盤定数（Sd-5）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.177	0.369	0.48	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－17　地盤定数（Sd-6）

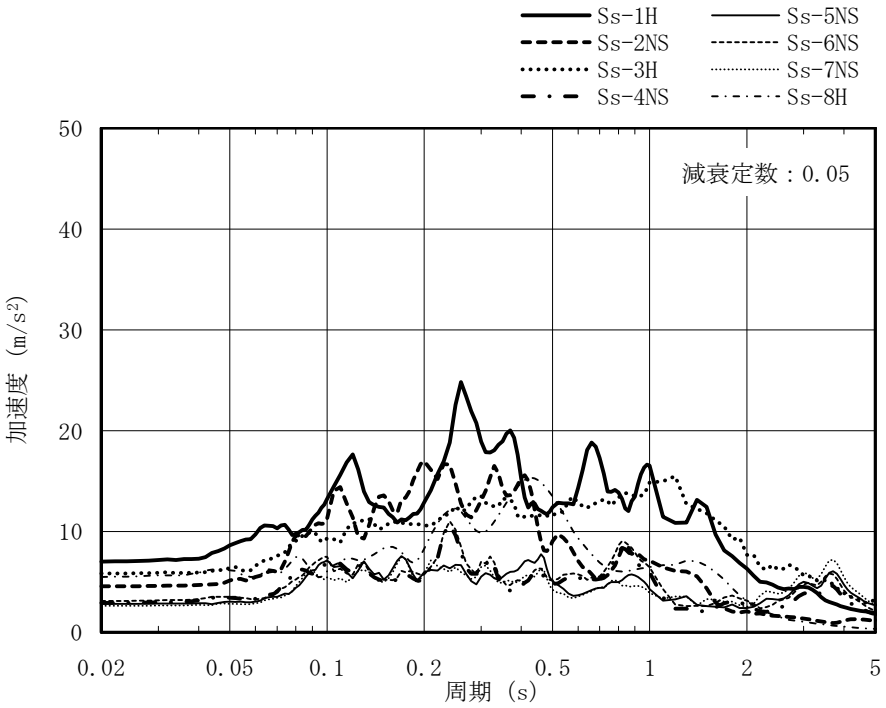
標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10^{5}kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 (×10^{5}kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.191	0.369	0.52	12
+8.0		200	16.1	0.308	0.243	0.657	0.37	17
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.89	6.14	0.96	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3－18　地盤定数（Sd-7）

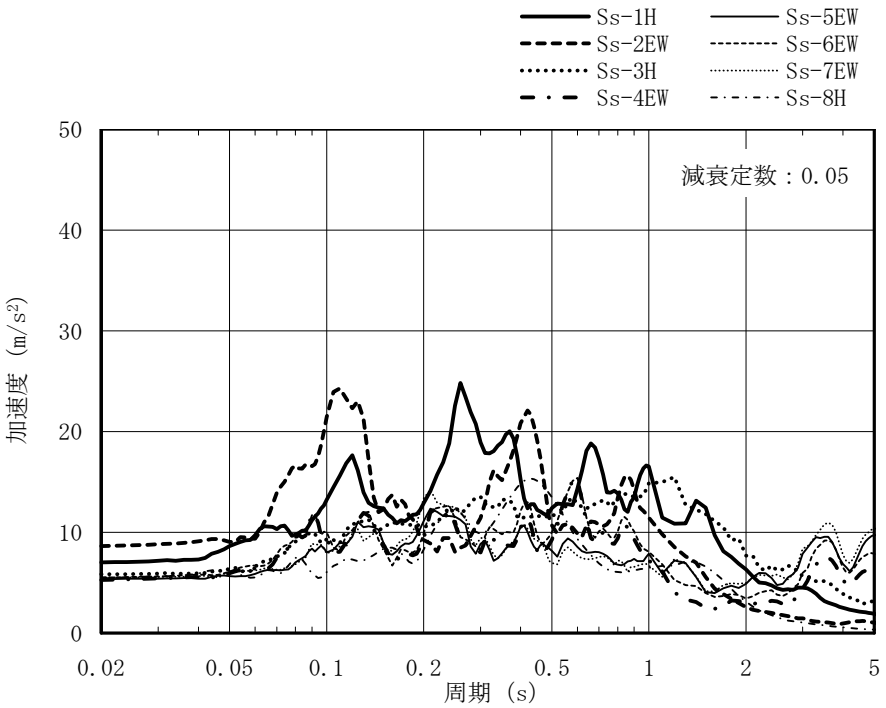
標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.166	0.369	0.45	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.190	0.657	0.29	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

表 3－19　地盤定数（Sd-8）

標高 T.M.S.L. (m)	地層	せん断波速度 V_s (m/s)	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G ($\times 10^5$kN/m^2)	初期せん断弾性係数 G_0 ($\times 10^5$kN/m^2)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.158	0.369	0.43	17
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.28	1.92	0.67	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.15	8.32	0.98	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	－

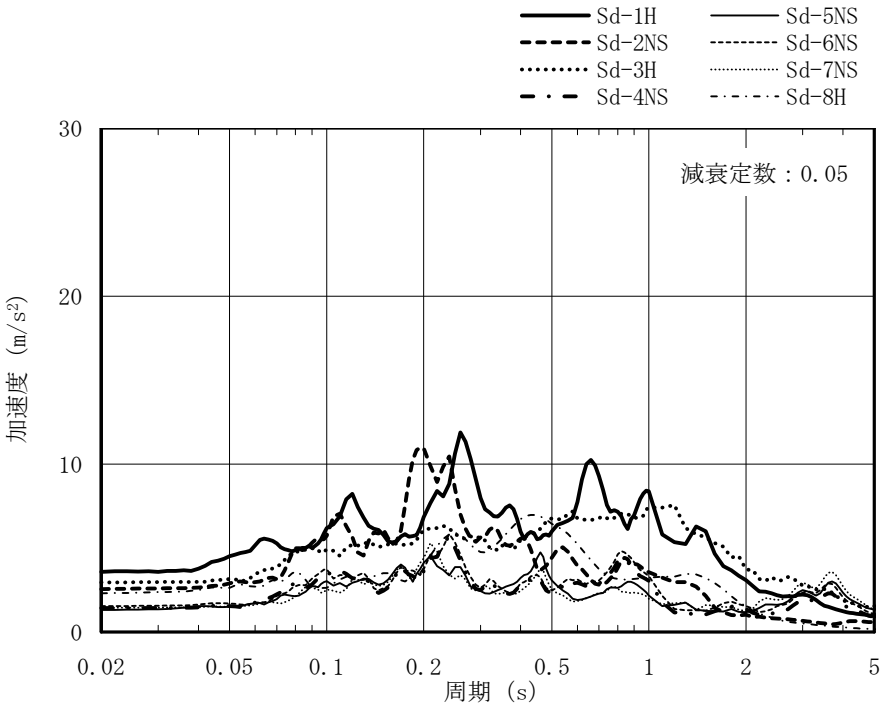


(a) NS 方向

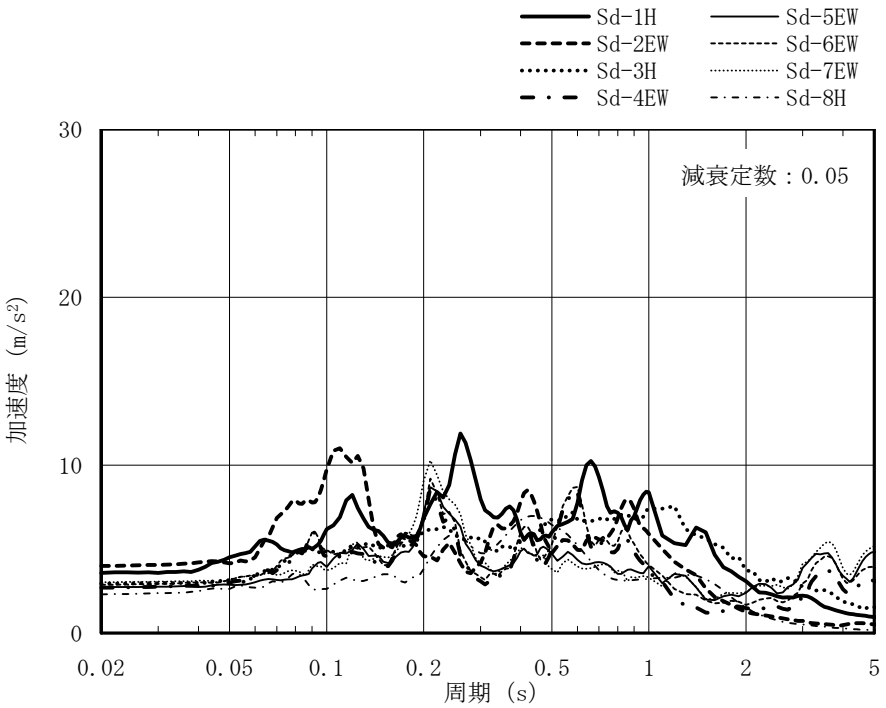


(b) EW 方向

図 3－13　入力地震動の加速度応答スペクトル
（基準地震動Ｓｓ，T.M.S.L.-7.9m）



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 3－14　入力地震動の加速度応答スペクトル
（弾性設計用地震動Ｓｄ，T.M.S.L.-7.9m）

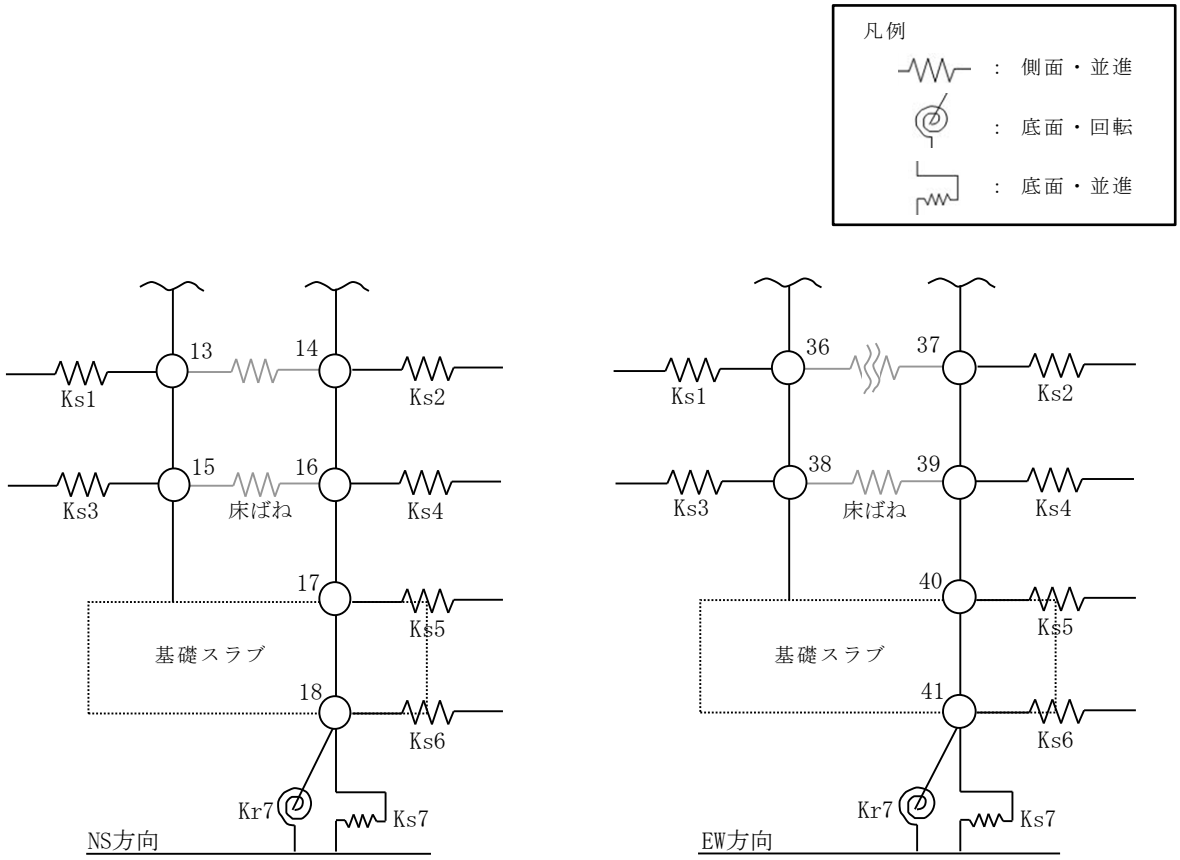


図 3－15　地盤ばねの記号

表 3－20　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-1）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	3.92×10^{5}	2.68×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.26×10^{5}	3.60×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	9.34×10^{5}	6.38×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.25×10^{6}	8.56×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.05×10^{6}	1.11×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.30×10^{6}	6.90×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.14×10^{8}	6.89×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.15×10^{11}	7.66×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	6.92×10^{5}	4.67×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.27×10^{5}	1.53×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.65×10^{6}	1.11×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.40×10^{5}	3.64×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.05×10^{6}	1.10×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.30×10^{6}	6.85×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.17×10^{8}	7.17×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.44×10^{11}	4.92×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－21　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-2）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	3.79×10^{5}	2.64×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.09×10^{5}	3.55×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	9.03×10^{5}	6.30×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.21×10^{6}	8.45×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.00×10^{6}	1.10×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.30×10^{6}	6.90×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.16×10^{8}	6.93×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.21×10^{11}	7.71×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	6.69×10^{5}	4.60×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.19×10^{5}	1.51×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.59×10^{6}	1.10×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.22×10^{5}	3.59×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.00×10^{6}	1.09×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.30×10^{6}	6.85×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.18×10^{8}	7.20×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.48×10^{11}	4.93×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－22　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-3）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.05×10^{5}	2.71×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.44×10^{5}	3.64×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	9.65×10^{5}	6.46×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.30×10^{6}	8.67×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.10×10^{6}	1.13×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.32×10^{6}	6.92×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.13×10^{8}	6.84×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.07×10^{11}	7.61×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.15×10^{5}	4.73×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.35×10^{5}	1.55×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.70×10^{6}	1.13×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.58×10^{5}	3.69×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.10×10^{6}	1.11×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.32×10^{6}	6.87×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.15×10^{8}	7.11×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.38×10^{11}	4.89×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－23　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-4）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.29×10^{5}	2.78×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.76×10^{5}	3.74×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.02×10^{6}	6.63×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.37×10^{6}	8.89×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.19×10^{6}	1.15×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.38×10^{6}	7.01×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.18×10^{8}	7.00×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.28×10^{11}	7.75×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.57×10^{5}	4.85×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.48×10^{5}	1.59×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.80×10^{6}	1.15×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.91×10^{5}	3.78×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.19×10^{6}	1.14×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.38×10^{6}	6.96×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.21×10^{8}	7.27×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.54×10^{11}	4.98×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－24　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-5）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.16×10^{5}	2.75×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.58×10^{5}	3.69×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	9.89×10^{5}	6.54×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.33×10^{6}	8.78×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.14×10^{6}	1.14×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.35×10^{6}	6.97×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.17×10^{8}	6.96×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.22×10^{11}	7.73×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.33×10^{5}	4.78×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.40×10^{5}	1.57×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.74×10^{6}	1.14×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.72×10^{5}	3.73×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.14×10^{6}	1.12×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.35×10^{6}	6.92×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.19×10^{8}	7.24×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.49×10^{11}	4.95×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－25　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-6）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.22×10^{5}	2.77×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.67×10^{5}	3.71×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.01×10^{6}	6.59×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.35×10^{6}	8.84×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.17×10^{6}	1.14×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.38×10^{6}	7.01×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.18×10^{8}	6.98×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.24×10^{11}	7.73×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.45×10^{5}	4.81×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.44×10^{5}	1.58×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.77×10^{6}	1.15×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.82×10^{5}	3.76×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.17×10^{6}	1.13×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.38×10^{6}	6.96×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.20×10^{8}	7.26×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.51×10^{11}	4.96×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－26　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-7）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.22×10^{5}	2.76×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.67×10^{5}	3.71×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.01×10^{6}	6.58×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.35×10^{6}	8.83×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.16×10^{6}	1.14×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.35×10^{6}	6.97×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.16×10^{8}	6.94×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.20×10^{11}	7.70×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.45×10^{5}	4.81×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.44×10^{5}	1.58×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.77×10^{6}	1.15×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	5.82×10^{5}	3.76×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.16×10^{6}	1.13×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.35×10^{6}	6.92×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.19×10^{8}	7.22×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.47×10^{11}	4.95×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－27　地盤のばね定数と減衰係数（Ss-8）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.47×10^{5}	2.83×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	5.99×10^{5}	3.80×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.06×10^{6}	6.74×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.43×10^{6}	9.04×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.24×10^{6}	1.16×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.35×10^{6}	6.97×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.17×10^{8}	6.96×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.21×10^{11}	7.72×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	7.87×10^{5}	4.92×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.58×10^{5}	1.61×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.87×10^{6}	1.17×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	6.15×10^{5}	3.84×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.24×10^{6}	1.15×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.35×10^{6}	6.92×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.19×10^{8}	7.24×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.48×10^{11}	4.95×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－28　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-1）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.90×10^{5}	2.94×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.57×10^{5}	3.95×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.17×10^{6}	7.00×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.56×10^{6}	9.39×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.41×10^{6}	1.20×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.21×10^{8}	7.09×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.37×10^{11}	7.83×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	8.63×10^{5}	5.11×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.83×10^{5}	1.68×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.06×10^{6}	1.22×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	6.74×10^{5}	3.99×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.41×10^{6}	1.19×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.37×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.60×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－29　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-2）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.71×10^{5}	2.90×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.33×10^{5}	3.89×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.12×10^{6}	6.90×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.51×10^{6}	9.26×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.35×10^{6}	1.19×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.22×10^{8}	7.10×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.39×10^{11}	7.85×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	8.31×10^{5}	5.04×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.73×10^{5}	1.65×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	1.98×10^{6}	1.20×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	6.49×10^{5}	3.93×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.35×10^{6}	1.17×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.39×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.62×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－30　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-3）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	5.19×10^{5}	3.01×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.97×10^{5}	4.04×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.24×10^{6}	7.17×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.66×10^{6}	9.62×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.51×10^{6}	1.23×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.20×10^{8}	7.06×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.34×10^{11}	7.81×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	9.16×10^{5}	5.23×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	3.00×10^{5}	1.72×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.18×10^{6}	1.25×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	7.15×10^{5}	4.09×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.51×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.23×10^{8}	7.34×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.59×10^{11}	5.00×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－31　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-4）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	5.19×10^{5}	3.01×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.97×10^{5}	4.05×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.24×10^{6}	7.18×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.66×10^{6}	9.63×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.52×10^{6}	1.23×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.45×10^{6}	7.11×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.23×10^{8}	7.13×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.42×10^{11}	7.88×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	9.16×10^{5}	5.24×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	3.00×10^{5}	1.72×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.18×10^{6}	1.25×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	7.15×10^{5}	4.09×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.52×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.45×10^{6}	7.06×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.25×10^{8}	7.41×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.64×10^{11}	5.03×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－32　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-5）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	5.19×10^{5}	3.01×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.97×10^{5}	4.04×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.24×10^{6}	7.17×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.66×10^{6}	9.63×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.51×10^{6}	1.23×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.22×10^{8}	7.10×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.38×10^{11}	7.85×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	9.16×10^{5}	5.23×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	3.00×10^{5}	1.72×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.18×10^{6}	1.25×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	7.15×10^{5}	4.09×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.51×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.39×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.62×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－33　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-6）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	5.12×10^{5}	3.00×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.87×10^{5}	4.02×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.22×10^{6}	7.13×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.64×10^{6}	9.57×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.49×10^{6}	1.22×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.22×10^{8}	7.10×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.38×10^{11}	7.85×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	9.03×10^{5}	5.20×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.96×10^{5}	1.71×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.15×10^{6}	1.24×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	7.05×10^{5}	4.06×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.49×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.39×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.62×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－34　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-7）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	5.12×10^{5}	3.00×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.87×10^{5}	4.02×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.22×10^{6}	7.13×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.64×10^{6}	9.57×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.49×10^{6}	1.22×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.22×10^{8}	7.10×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.38×10^{11}	7.85×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	9.03×10^{5}	5.20×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.96×10^{5}	1.71×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.15×10^{6}	1.24×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	7.05×10^{5}	4.06×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.49×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.39×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.62×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

表 3－35　地盤のばね定数と減衰係数（Sd-8）

（a）NS 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	13	側面・並進	4.97×10^{5}	2.96×10^{5}
Ks2	14	側面・並進	6.67×10^{5}	3.97×10^{5}
Ks3	15	側面・並進	1.18×10^{6}	7.05×10^{5}
Ks4	16	側面・並進	1.59×10^{6}	9.46×10^{5}
Ks5	17	側面・並進	2.44×10^{6}	1.21×10^{6}
Ks6	18	側面・並進	2.43×10^{6}	7.08×10^{5}
Ks7	18	底面・並進	1.22×10^{8}	7.10×10^{6}
Kr7	18	底面・回転	3.39×10^{11}	7.85×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

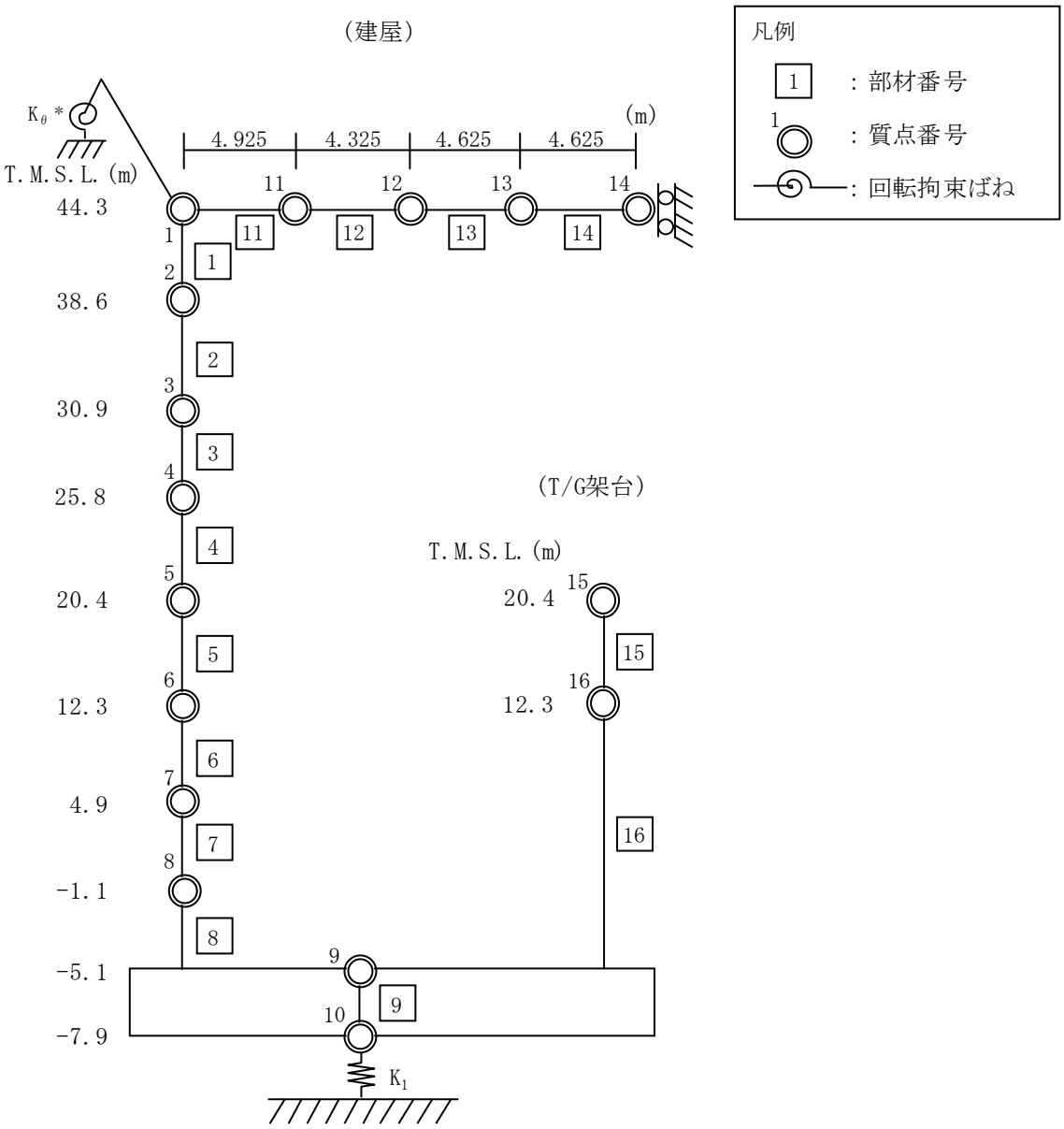
注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad

（b）EW 方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	36	側面・並進	8.76×10^{5}	5.14×10^{5}
Ks2	37	側面・並進	2.87×10^{5}	1.69×10^{5}
Ks3	38	側面・並進	2.09×10^{6}	1.22×10^{6}
Ks4	39	側面・並進	6.84×10^{5}	4.02×10^{5}
Ks5	40	側面・並進	2.44×10^{6}	1.19×10^{6}
Ks6	41	側面・並進	2.43×10^{6}	7.03×10^{5}
Ks7	41	底面・並進	1.24×10^{8}	7.39×10^{6}
Kr7	41	底面・回転	2.62×10^{11}	5.01×10^{9}

注記*1：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN/m　Kr7はkN･m/rad

注記*2：Ks1,Ks2,Ks3,Ks4,Ks5,Ks6,Ks7はkN･s/m　Kr7はkN･m･s/rad



注記＊：屋根トラス端部回転拘束ばね

図 3－16　地震応答解析モデル（鉛直方向）

表 3－36　地震応答解析モデルの諸元（鉛直方向）

質点番号	1	11	12	13	14
質点重量W (kN)	－	5680	5880	6070	3040

部材番号	11	12	13	14
せん断断面積 $A_S(\times10^{-2}m^2)$	29.28	29.28	20.04	20.04
断面二次モーメント $I_B(m^4)$	3.19	3.19	2.54	2.54

質点	質点重量	部材	軸断面積
1	34470	1	20.70
2	52320	2	24.90
3	156500	3	640.8
4	64580	4	633.7
5	284230	5	732.1
6	376070	6	1036.5
7	370000	7	1211.6
8	264280	8	1290.4
9	494300	9	7954.0
10	264930		
15	103470	15	139.2
16	70210	16	154.0

屋根トラス端部回転拘束ばねK_θ　（2.75×10^7 kN･m/rad）

①コンクリート部　建屋及びT/G架台
ヤング係数E 2.88　$\times10^4$ (N/mm^2)
せん断弾性係数G 1.20　$\times10^4$ (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%

②コンクリート部　基礎スラブ
ヤング係数E 2.79　$\times10^4$ (N/mm^2)
せん断弾性係数G 1.16　$\times10^4$ (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.20
減衰定数h 5%

③鉄骨部
ヤング係数E 2.05　$\times10^5$ (N/mm^2)
せん断弾性係数G 7.90　$\times10^4$ (N/mm^2)
ポアソン比ν 0.30
減衰定数h 2%

基礎形状 97.0m(NS方向)×82.0m(EW方向)
×2.0m又は2.8m(厚さ)

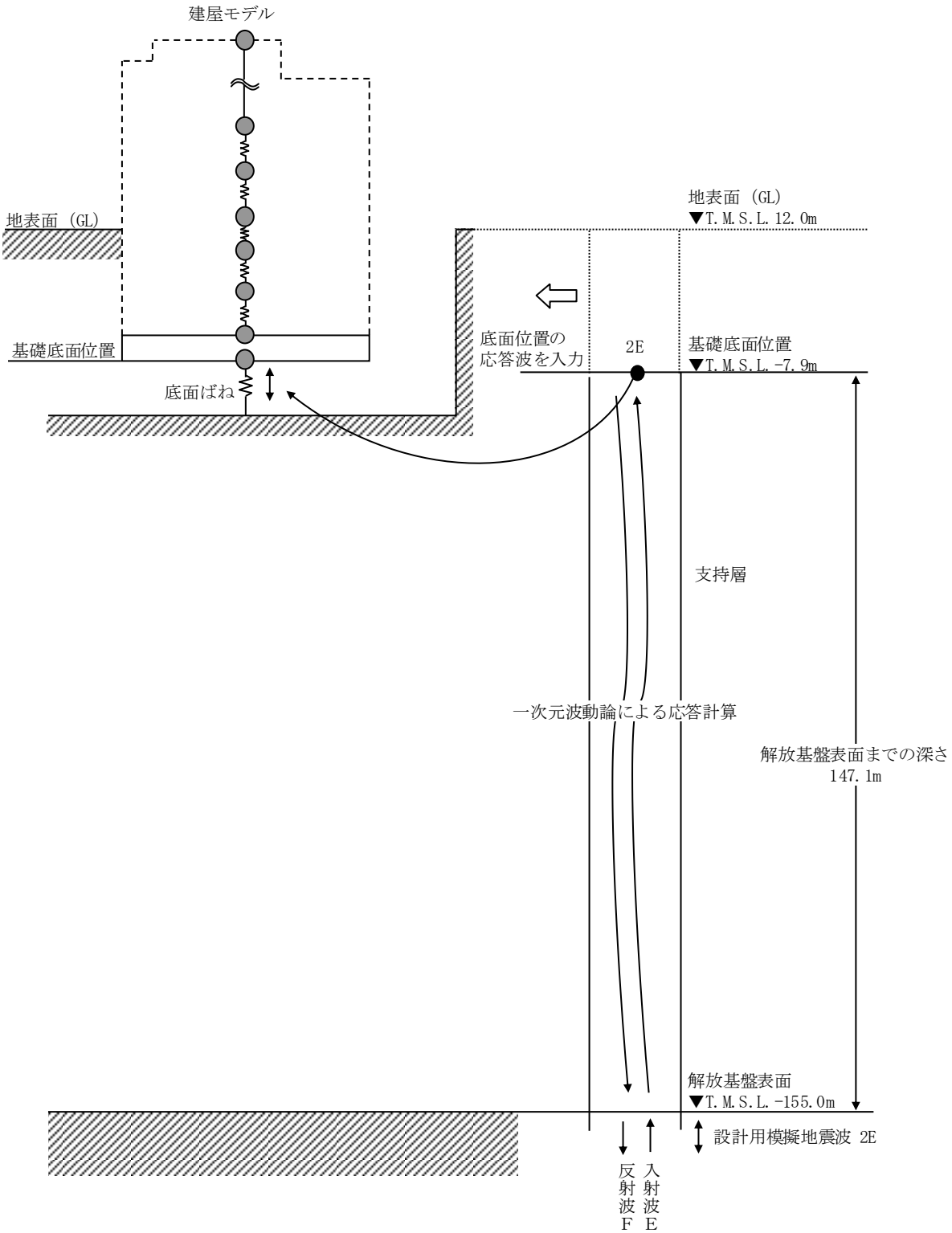


図 3－17　地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

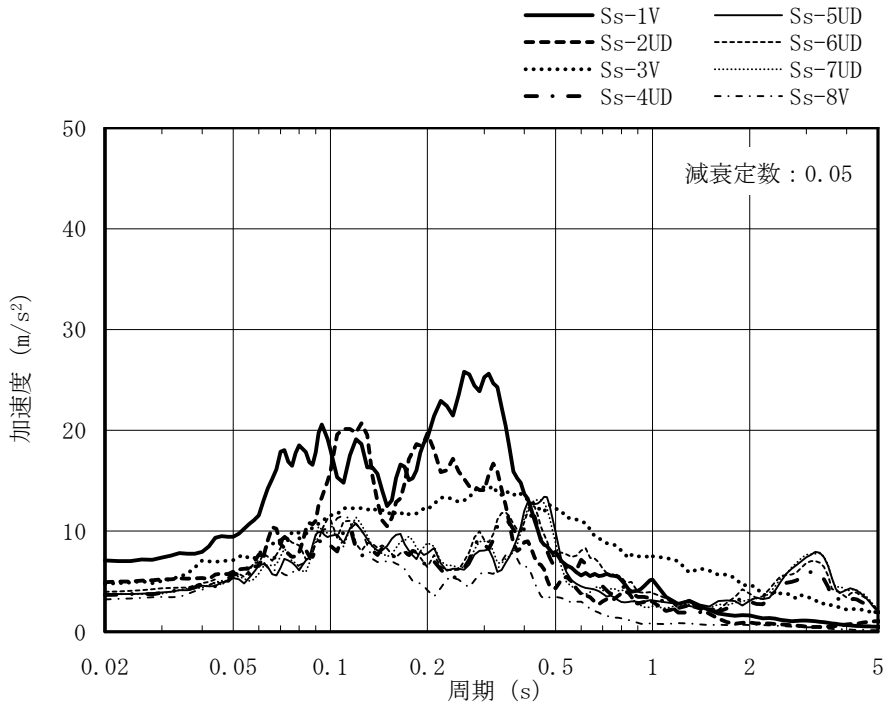


図 3－18　入力地震動の加速度応答スペクトル
（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向，T.M.S.L.-7.9m）

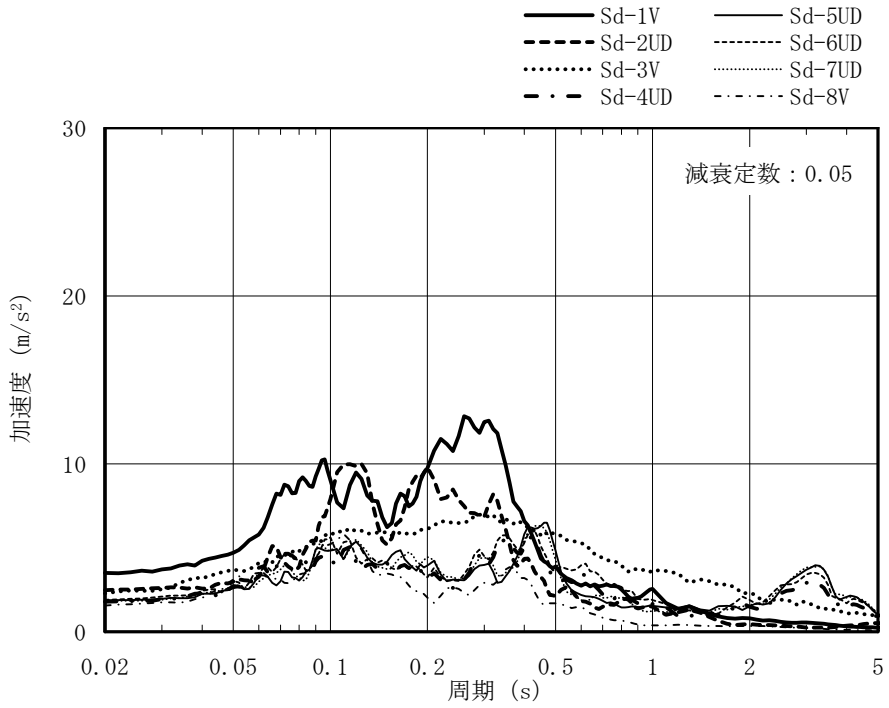


図 3－19　入力地震動の加速度応答スペクトル
（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向，T.M.S.L.-7.9m）

表 3－37　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.98×10^{8}	1.74×10^{7}

表 3－38　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.03×10^{8}	1.76×10^{7}

表 3－39　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.93×10^{8}	1.72×10^{7}

表 3－40　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.05×10^{8}	1.77×10^{7}

表 3－41　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.02×10^{8}	1.76×10^{7}

表 3－42　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.03×10^{8}	1.76×10^{7}

表 3－43　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.00×10^{8}	1.75×10^{7}

表 3－44　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.03×10^{8}	1.76×10^{7}

表 3－45　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.10×10^{8}	1.79×10^{7}

表 3－46　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.11×10^{8}	1.80×10^{7}

表 3－47　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.08×10^{8}	1.78×10^{7}

表 3－48　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.13×10^{8}	1.80×10^{7}

表 3－49　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.11×10^{8}	1.79×10^{7}

表 3－50　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.11×10^{8}	1.80×10^{7}

表 3－51　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.11×10^{8}	1.79×10^{7}

表 3－52　地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN･s/m)
K1	10	底面・鉛直	2.11×10^{8}	1.80×10^{7}

3.3　解析方法

タービン建屋の地震応答解析には，解析コード「ＴＤＡＳ」を用いる。なお，解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「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，Ⅴ-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき時刻歴応答解析により実施する。

3.3.2　静的解析

水平地震力算定用の基準面は地表面（T.M.S.L.12.0m）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た次式にて算定する。

$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$

$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$

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（1.5）

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_0　：標準せん断力係数（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。

$K = 0.1n(1 - H/40)Z \cdot \alpha$

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（1.5）

Ｈ　：地下の各部分の基準面からの深さ

Ｚ　：地震地域係数（1.0）

α　：建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数（1.0）

各層に生じる水平地震力は，平成３年８月 23 日付け３資庁第 6675 号にて認可

された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-9　タービン建屋の耐震性についての計算書」による。

3.3.3　必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力Q_{un}は，次式により算定する。

$$Q_{un}＝D_s・F_{es}・Q_{ud}$$

ここで，

D_s　：各層の構造特性係数

F_{es}　：各層の形状特性係数

地震力によって各層に生じる水平力Q_{ud}は，次式により算定する。

$$Q_{ud}＝n・C_i・W_i$$

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

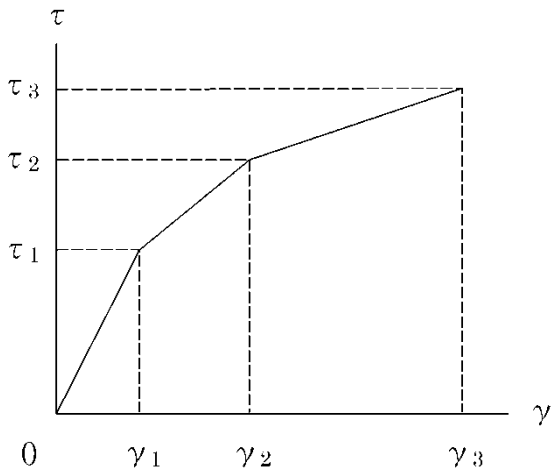
各層の必要保有水平耐力Q_{un}は，平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-9　タービン建屋の耐震性についての計算書」による。

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（τ－γ関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（τ－γ関係）は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図 3－20 に示す。



τ_1：第 1 折点のせん断応力度

τ_2：第 2 折点のせん断応力度

τ_3：終局点のせん断応力度

γ_1：第 1 折点のせん断ひずみ

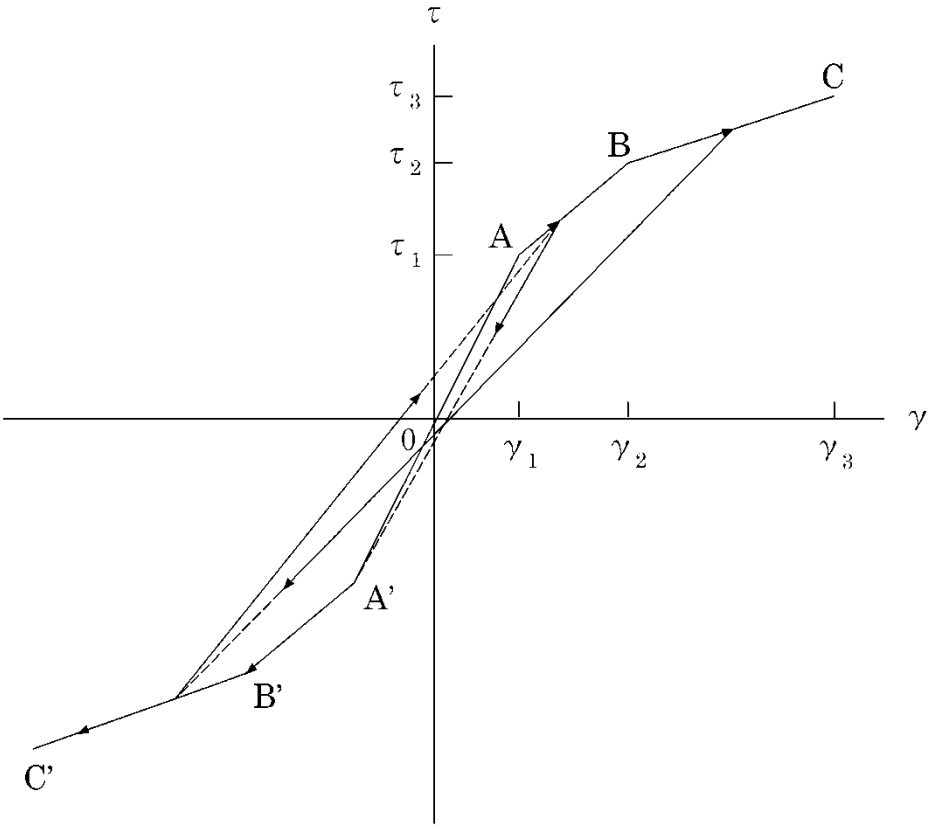
γ_2：第 2 折点のせん断ひずみ

γ_3：終局点のせん断ひずみ（4.0×10^{-3}）

図 3－20　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，「ＪＥＡＧ４６０１-1991 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 3－21 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. B－C 間　：負側最大点指向。

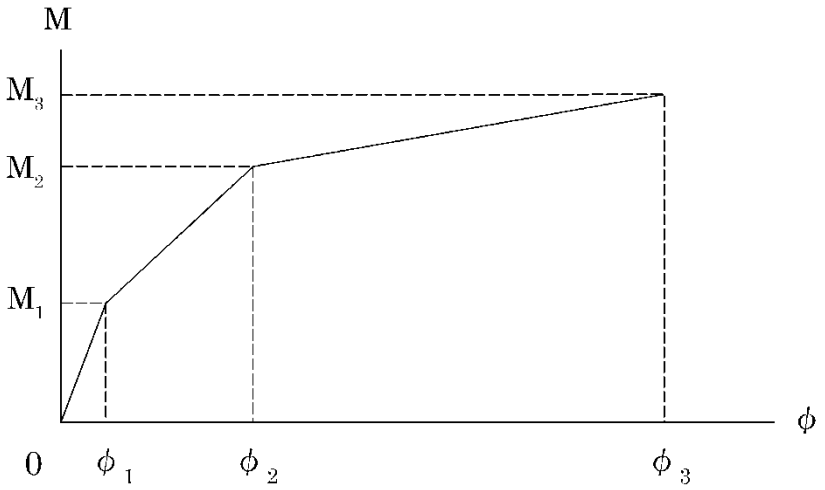
d. 各最大点は，スケルトン上を移動することにより更新される。

e. 安定ループは面積を持たない。

図 3－21　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－曲率関係（Ｍ－φ関係）

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（Ｍ－φ関係）は，「ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメント－曲率関係を図 3－22 に示す。

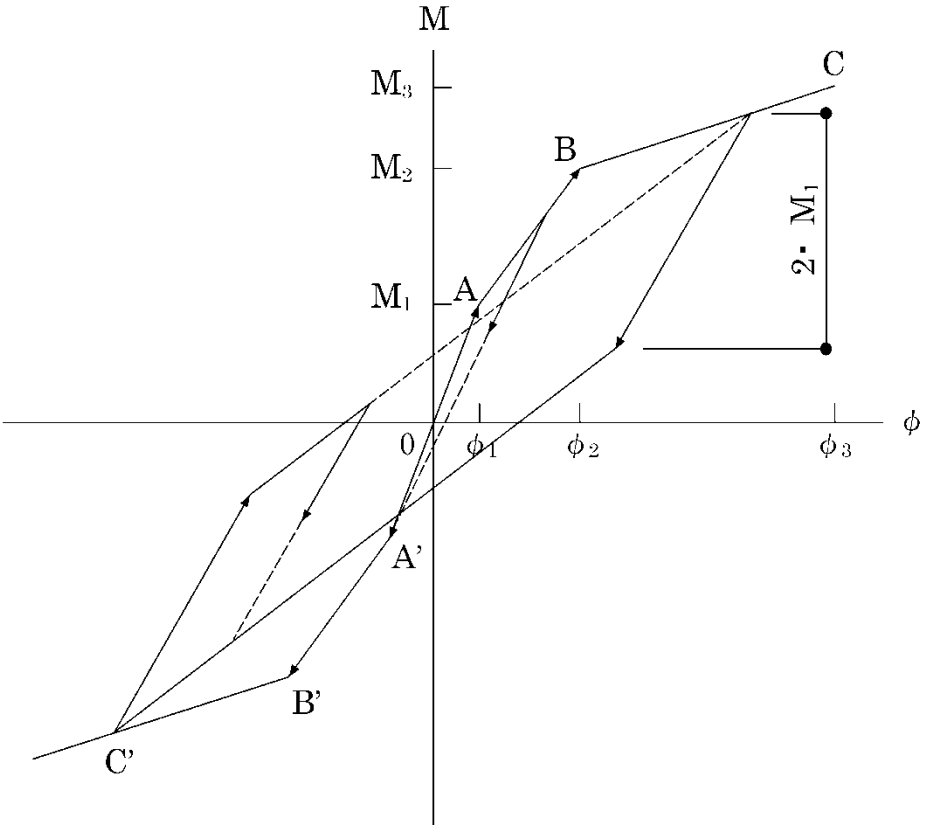


M_1：第 1 折点の曲げモーメント
M_2：第 2 折点の曲げモーメント
M_3：終局点の曲げモーメント
ϕ_1：第 1 折点の曲率
ϕ_2：第 2 折点の曲率
ϕ_3：終局点の曲率

図 3－22　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係

(4)　耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性は，「ＪＥＡＧ４６０１－1991 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－曲率関係の履歴特性を図 3－23 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．B－C 間　：負側最大点指向型で，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・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 3－23　曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

(5)　スケルトン曲線の諸数値

タービン建屋の耐震壁及び鉄骨部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曲線の諸数値を表 3－53～表 3－56 に示す。

表 3－53　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（NS 方向）

部材番号	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3	2.19	0.182	2.94	0.541	3.95	4.00
4	2.36	0.197	3.11	0.554	4.08	4.00
5	2.51	0.210	3.36	0.575	4.54	4.00
6	2.38	0.199	3.12	0.601	4.35	4.00
7	2.57	0.214	3.38	0.516	4.45	4.00
10	2.18	0.182	2.94	0.527	4.09	4.00
11	2.20	0.183	2.94	0.538	4.02	4.00
12	2.26	0.189	2.99	0.532	3.60	4.00
13	2.29	0.191	3.02	0.546	4.32	4.00
14	2.35	0.196	3.09	0.573	4.20	4.00
15	2.41	0.201	3.13	0.554	3.50	4.00

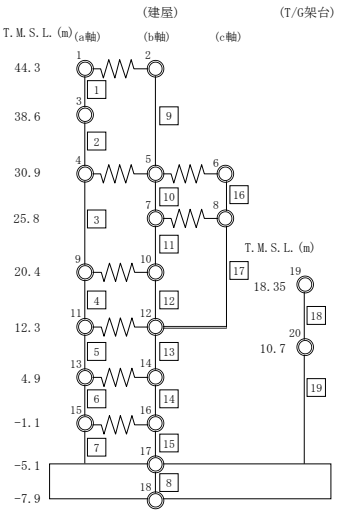


表 3－54　せん断力のスケルトン曲線（τ－γ関係）（EW 方向）

部材番号	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm^2)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm^2)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm^2)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3	2.24	0.187	3.02	0.561	6.01	4.00
4	2.37	0.198	3.19	0.596	5.87	4.00
5	2.30	0.191	3.08	0.577	5.43	4.00
6	2.33	0.194	3.04	0.566	4.18	4.00
7	2.39	0.199	3.09	0.606	4.09	4.00
8	2.36	0.197	3.01	0.628	3.92	4.00
12	2.26	0.188	2.80	0.455	2.85	4.00
13	2.34	0.195	3.03	0.521	3.07	4.00
16	2.16	0.180	2.83	0.545	3.68	4.00
19	2.22	0.185	3.00	0.549	3.17	4.00
20	2.34	0.195	2.35	0.599	2.39	4.00
21	2.47	0.206	2.53	0.235	2.57	4.00
23	2.32	0.193	3.13	0.581	4.41	4.00
24	2.20	0.184	2.96	0.546	4.12	4.00
25	2.32	0.194	2.99	0.553	3.31	4.00
26	2.19	0.182	2.94	0.547	3.70	4.00
27	2.23	0.186	2.89	0.546	3.41	4.00
28	2.27	0.190	2.96	0.588	3.28	4.00
31	2.23	0.185	3.01	0.548	3.16	4.00
32	2.62	0.218	3.21	0.498	3.25	4.00
34	2.32	0.193	3.08	0.583	4.28	4.00
35	2.21	0.184	2.94	0.546	3.99	4.00
36	2.28	0.190	2.94	0.552	3.21	4.00
39	2.30	0.192	3.05	0.570	4.21	4.00
40	2.28	0.190	3.03	0.536	4.42	4.00
41	2.27	0.189	2.94	0.602	4.70	4.00
43	2.13	0.178	2.79	0.532	3.33	4.00
44	2.16	0.180	2.92	0.536	3.61	4.00

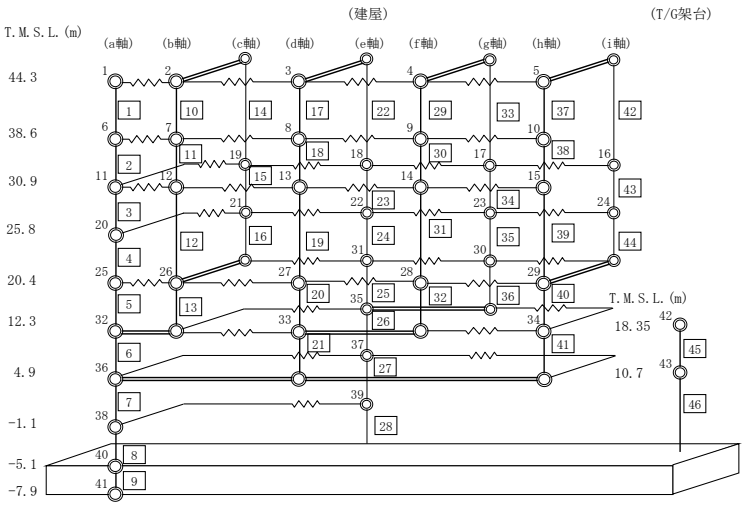


表 3－55　曲げモーメントのスケルトン曲線（Ｍ－φ関係）（NS 方向）

部材番号	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3	6.28	2.59	9.12	30.3	12.7	605
4	5.80	2.45	8.59	22.4	11.8	449
5	11.8	2.77	19.5	23.4	27.3	468
6	13.2	3.52	22.1	23.6	31.1	471
7	15.1	3.59	25.9	24.0	36.0	480
10	4.27	2.29	7.27	22.7	10.7	454
11	4.87	3.36	7.52	25.6	10.7	511
12	1.88	0.904	2.67	82.0	3.49	1640
13	10.4	3.34	16.8	23.1	24.8	462
14	15.8	3.09	25.9	23.1	37.8	461
15	11.8	2.38	18.4	30.5	25.6	610

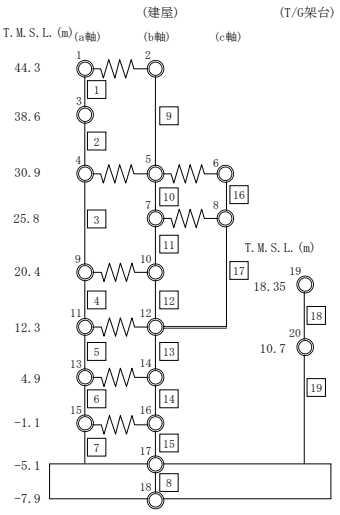
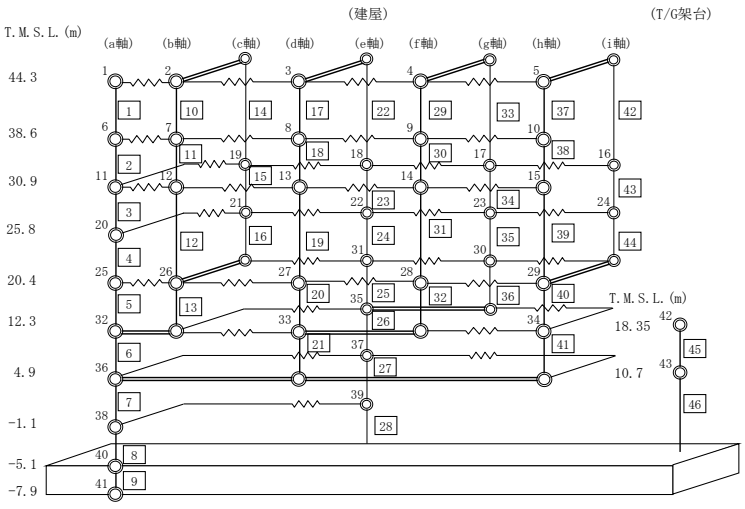


表 3－56　曲げモーメントのスケルトン曲線（M－φ関係）（EW 方向）

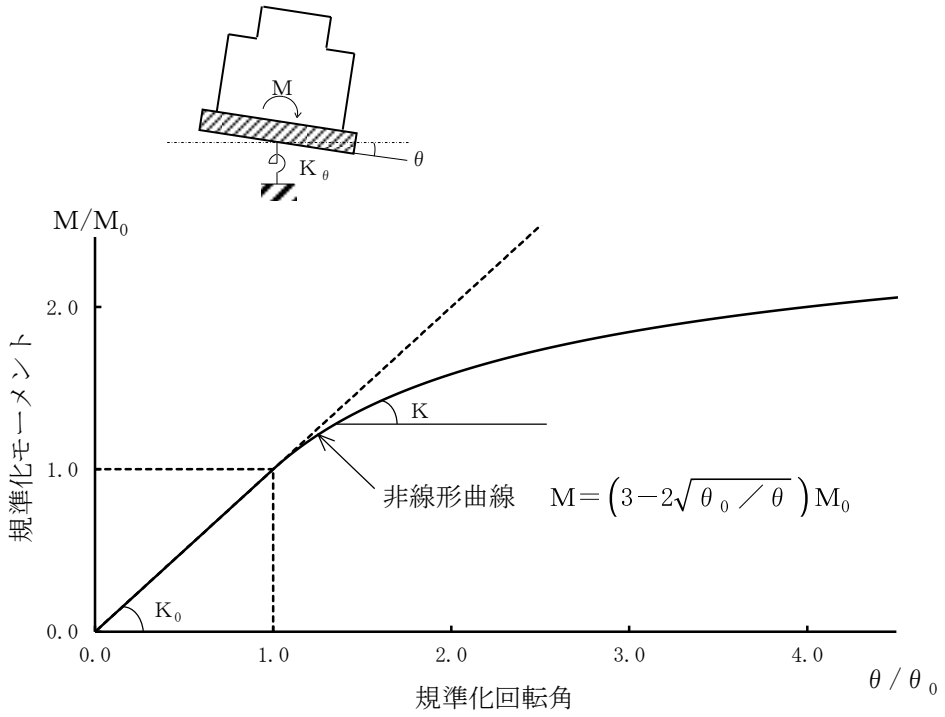
部材番号	第1折点		第2折点		終局点	
	M_1 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_1 ($\times 10^{-6}$/m)	M_2 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_2 ($\times 10^{-6}$/m)	M_3 ($\times 10^6$kN･m)	ϕ_3 ($\times 10^{-6}$/m)
3	1.18	5.80	3.05	40.9	4.08	817
4	2.22	3.07	3.84	26.8	5.52	536
5	2.96	2.69	3.68	25.4	5.01	508
6	6.80	3.41	11.5	27.2	16.4	544
7	15.4	3.77	24.0	27.1	33.6	541
8	17.4	4.09	28.6	27.8	39.7	556
12	0.176	27.5	0.213	287	0.264	5740
13	1.54	4.44	2.64	38.9	3.50	778
16	0.0930	32.6	0.136	191	0.161	3820
19	0.271	20.8	0.363	191	0.470	3830
20	0.714	11.0	0.923	97.5	1.15	1950
21	1.14	10.9	1.55	95.2	1.93	1900
23	0.725	6.67	1.25	56.0	1.72	1120
24	0.311	19.3	0.562	103	0.752	2070
25	0.413	14.0	0.678	104	0.868	2080
26	3.34	8.17	4.23	53.2	5.47	1060
27	2.83	7.47	4.24	54.2	5.61	1080
28	2.39	7.29	3.56	75.9	4.99	1520
31	0.187	22.1	0.322	191	0.425	3830
32	0.171	37.8	0.416	182	0.500	3650
34	0.729	6.71	1.26	56.1	1.73	1120
35	0.308	19.1	0.563	105	0.756	2110
36	0.173	16.2	0.531	189	0.637	3780
39	0.418	11.0	0.723	121	0.972	2430
40	2.35	2.95	3.47	38.6	5.09	772
41	5.47	3.45	8.77	26.9	12.3	539
43	0.163	24.3	0.253	186	0.303	3730
44	0.345	8.35	0.489	70.7	0.601	1410



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，「ＪＥＡＧ４６０１-1991 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。回転ばねの曲げモーメントー回転角の関係を図 3－24 に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は，図 3－24 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

θ　　：回転角

θ_0　　：浮上り限界回転角

K_0　　：底面回転ばねのばね定数（浮上り前）

K　　：底面回転ばねのばね定数（浮上り後）

図 3－24　回転ばねの曲げモーメントと回転角の関係

3.4.3　材料物性の不確かさ等

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，建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし，基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動（基準地震動Ｓｓについては Ss-1～Ss-8 の全波，弾性設計用地震動Ｓｄについては Sd-1～Sd-3，Sd-6，Sd-7）に対して実施することとする。

材料物性の不確かさのうち，建屋剛性については，建設時コンクリートの 91 日強度の平均値程度の 43.1N/mm^2 を基本とし，91 日強度の±1σを考慮する。更にマイナス側については，91 日強度の値として 95%信頼区間の下限値に相当する値を考慮し，プラス側については，実機の経年後のコア強度の平均値を考慮する。

地盤剛性については，地盤調査結果の平均値を基に設定した数値を基本ケースとし，地盤剛性の不確かさ検討にあたっては，初期せん断波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（±1σ）を考慮する。

材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを表 3－57 に示す。

表 3－57　材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性	地盤剛性	備考
①ケース 1 （工認モデル）	実強度 （43.1N/mm^2）	標準地盤	基本ケース
②ケース 2 （建屋剛性＋σ， 地盤剛性＋σ）	実強度＋σ （46.0N/mm^2）	標準地盤＋σ （新期砂層＋13%， 古安田層＋25%， 西山層＋10%）	
③ケース 3 （建屋剛性－σ， 地盤剛性－σ）	実強度－σ （40.2N/mm^2）	標準地盤－σ （新期砂層－13%， 古安田層－25%， 西山層－10%）	
④ケース 4 （建屋剛性コア平均）	実強度 （コア平均） （55.7N/mm^2）	標準地盤	
⑤ケース 5 （建屋剛性－2σ）	実強度－2σ （37.2N/mm^2）	標準地盤	

4. 解析結果

4.1 動的解析

本資料においては，代表として，基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの地震応答解析結果を示す。

4.1.1 固有値解析結果

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を表 4－1～表 4－16 に示す。刺激関数図を Ss-1，Sd-1 の結果を代表として図 4－1 及び図 4－2 に示す。

なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を１に規準化して得られる値を示す。

4.1.2 応答解析結果

基準地震動Ｓｓ及び弾性設計用地震動Ｓｄの基本ケースの地震応答解析結果を図 4－3～図 4－28 及び表 4－17～表 4－40 に示す。

表 4－1　固有値解析結果　(Ss-1)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.365	2.74	2.396	建屋－地盤連成1次
2	0.294	3.40	-1.194	
3	0.215	4.65	-1.690	
4	0.181	5.52	-1.137	
5	0.178	5.63	-0.310	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.391	2.56	3.304	建屋－地盤連成1次
2	0.311	3.22	-1.220	
3	0.253	3.95	-1.757	
4	0.225	4.44	-0.637	
5	0.171	5.85	0.403	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.067	屋根トラス1次
2	0.231	4.32	-1.182	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.262	
4	0.070	14.22	-0.161	
5	0.056	17.75	-0.035	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－2　固有値解析結果　(Ss-2)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.364	2.75	2.407	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.41	-1.203	
3	0.215	4.66	-1.703	
4	0.181	5.52	-1.143	
5	0.178	5.63	-0.324	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.391	2.56	3.311	建屋－地盤連成1次
2	0.311	3.22	-1.217	
3	0.253	3.95	-1.770	
4	0.225	4.44	-0.644	
5	0.171	5.85	0.390	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.041	屋根トラス1次
2	0.229	4.38	-1.160	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.269	
4	0.070	14.22	-0.165	
5	0.056	17.75	-0.035	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－3　固有値解析結果　(Ss-3)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.366	2.73	2.386	建屋－地盤連成1次
2	0.294	3.40	-1.185	
3	0.215	4.65	-1.687	
4	0.181	5.51	-1.142	
5	0.178	5.63	-0.304	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.393	2.55	3.291	建屋－地盤連成1次
2	0.311	3.22	-1.229	
3	0.254	3.94	-1.729	
4	0.225	4.44	-0.622	
5	0.171	5.85	0.433	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.094	屋根トラス1次
2	0.234	4.27	-1.207	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.255	
4	0.070	14.22	-0.157	
5	0.056	17.75	-0.034	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－4　固有値解析結果　(Ss-4)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.362	2.76	2.422	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.42	-1.214	
3	0.214	4.67	-1.724	
4	0.181	5.52	-1.151	
5	0.178	5.63	-0.346	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.388	2.58	3.328	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.22	-1.199	
3	0.252	3.97	-1.822	
4	0.225	4.44	-0.679	
5	0.171	5.85	0.365	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.031	屋根トラス1次
2	0.227	4.40	-1.152	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.272	
4	0.070	14.22	-0.167	
5	0.056	17.75	-0.036	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－5　固有値解析結果　(Ss-5)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.363	2.76	2.414	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.41	-1.207	
3	0.214	4.66	-1.716	
4	0.181	5.52	-1.151	
5	0.178	5.63	-0.336	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.57	3.316	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.22	-1.209	
3	0.252	3.96	-1.791	
4	0.225	4.44	-0.658	
5	0.171	5.85	0.383	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.046	屋根トラス1次
2	0.229	4.37	-1.164	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.268	
4	0.070	14.22	-0.164	
5	0.056	17.75	-0.035	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－6　固有値解析結果　(Ss-6)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.362	2.76	2.419	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.42	-1.211	
3	0.214	4.67	-1.725	
4	0.181	5.52	-1.156	
5	0.178	5.63	-0.345	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.389	2.57	3.323	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.22	-1.204	
3	0.252	3.97	-1.807	
4	0.225	4.44	-0.668	
5	0.171	5.85	0.374	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.041	屋根トラス1次
2	0.229	4.38	-1.160	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.269	
4	0.070	14.22	-0.165	
5	0.056	17.75	-0.035	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－7　固有値解析結果　(Ss-7)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.363	2.75	2.409	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.41	-1.204	
3	0.215	4.66	-1.710	
4	0.181	5.52	-1.148	
5	0.178	5.63	-0.328	

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.57	3.315	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.22	-1.208	
3	0.252	3.96	-1.791	
4	0.225	4.44	-0.659	
5	0.171	5.85	0.387	

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.056	屋根トラス1次
2	0.230	4.34	-1.173	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.265	
4	0.070	14.22	-0.163	
5	0.056	17.75	-0.035	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－8　固有値解析結果　(Ss-8)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.363	2.76	2.415	建屋－地盤連成1次
2	0.293	3.41	-1.207	
3	0.214	4.66	-1.720	
4	0.181	5.52	-1.155	
5	0.178	5.63	-0.339	

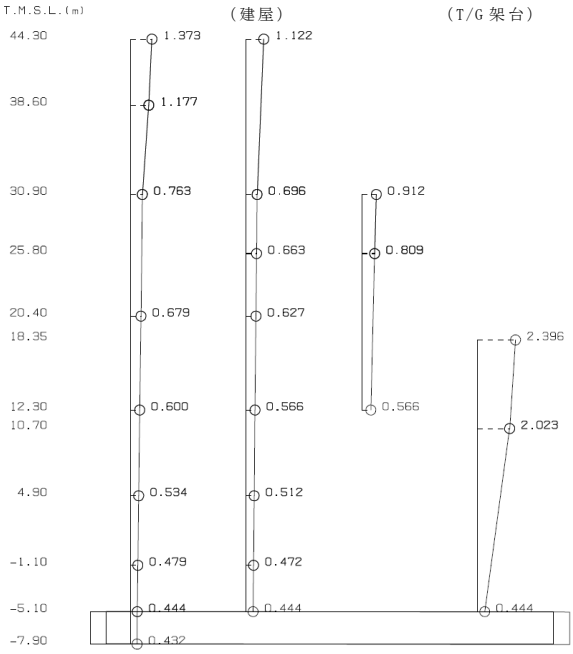
(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.57	3.316	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.22	-1.207	
3	0.252	3.96	-1.796	
4	0.225	4.44	-0.662	
5	0.171	5.85	0.385	

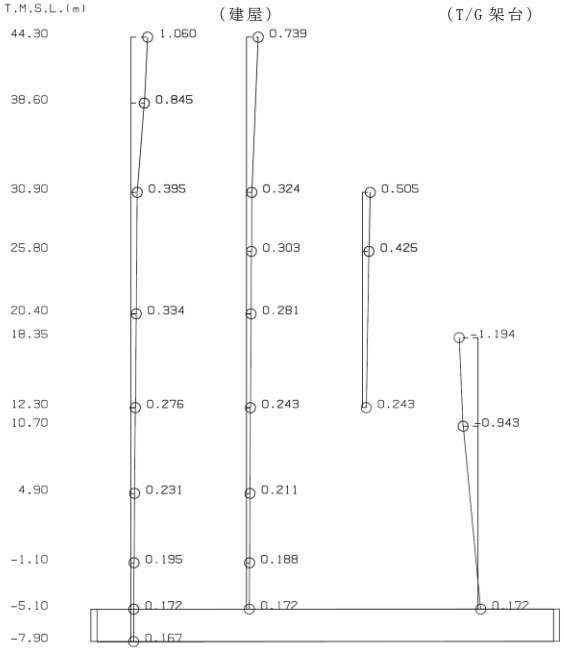
(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.041	屋根トラス1次
2	0.229	4.38	-1.160	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.56	0.269	
4	0.070	14.22	-0.165	
5	0.056	17.75	-0.035	

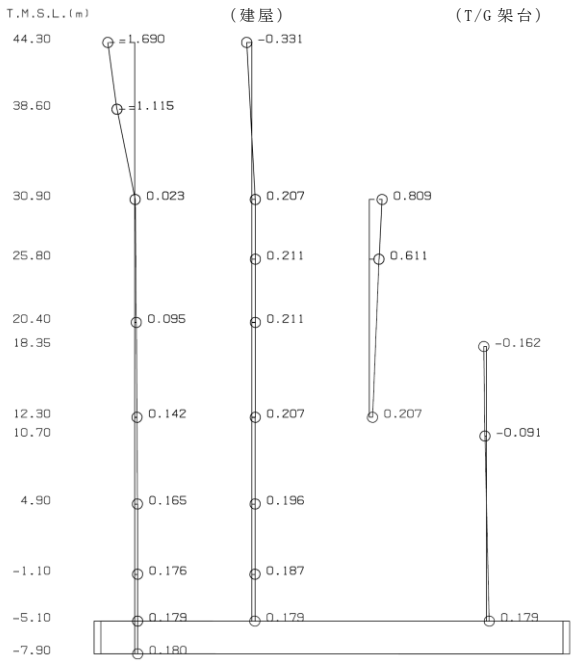
注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。



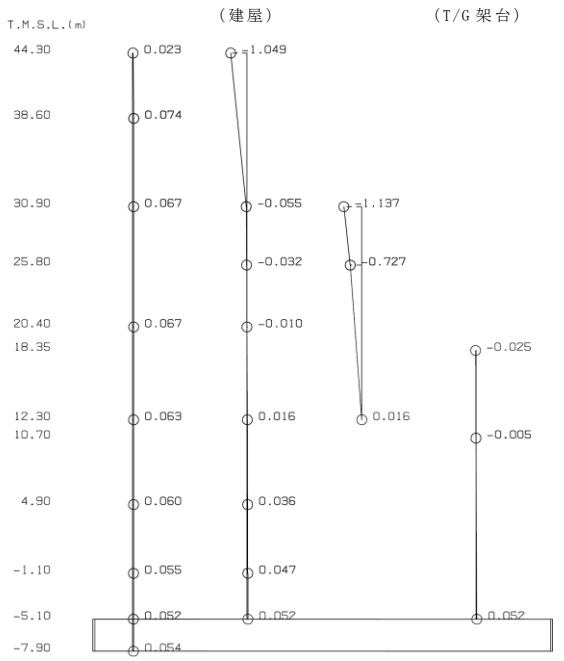
1 次



2 次

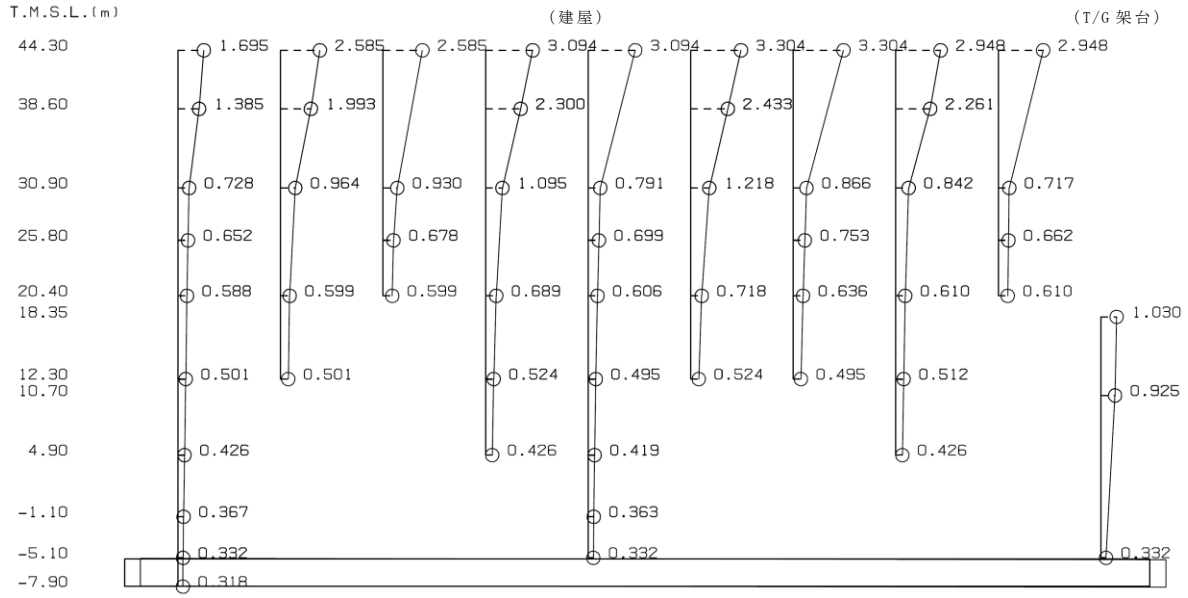


3 次

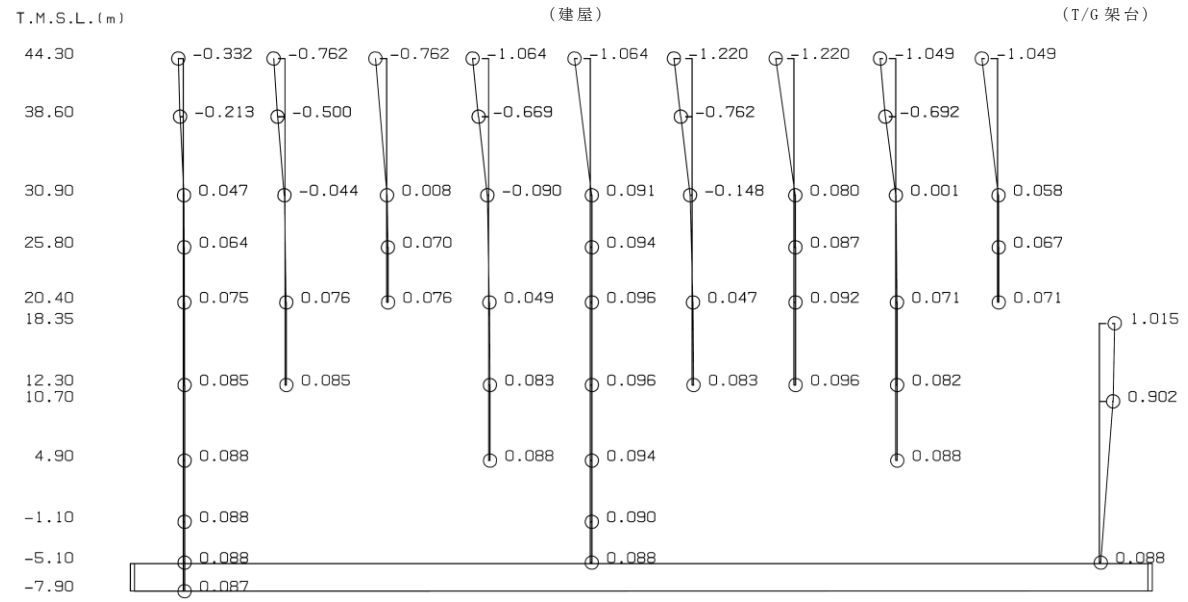


4 次

図 4－1　刺激関数図（Ss-1，NS 方向）（1/4）

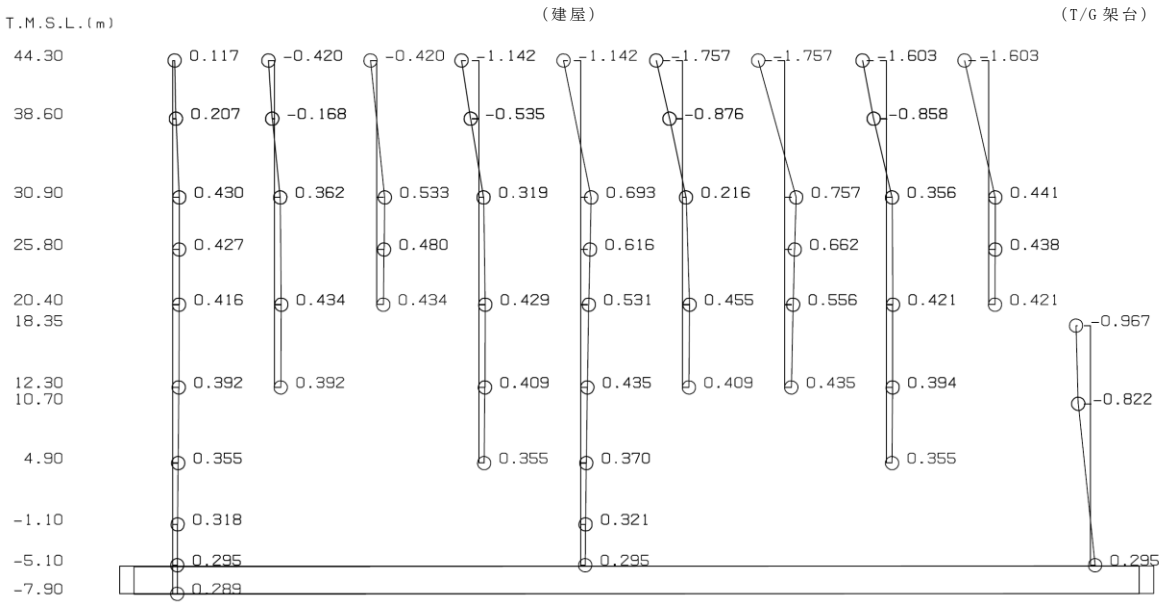


1 次

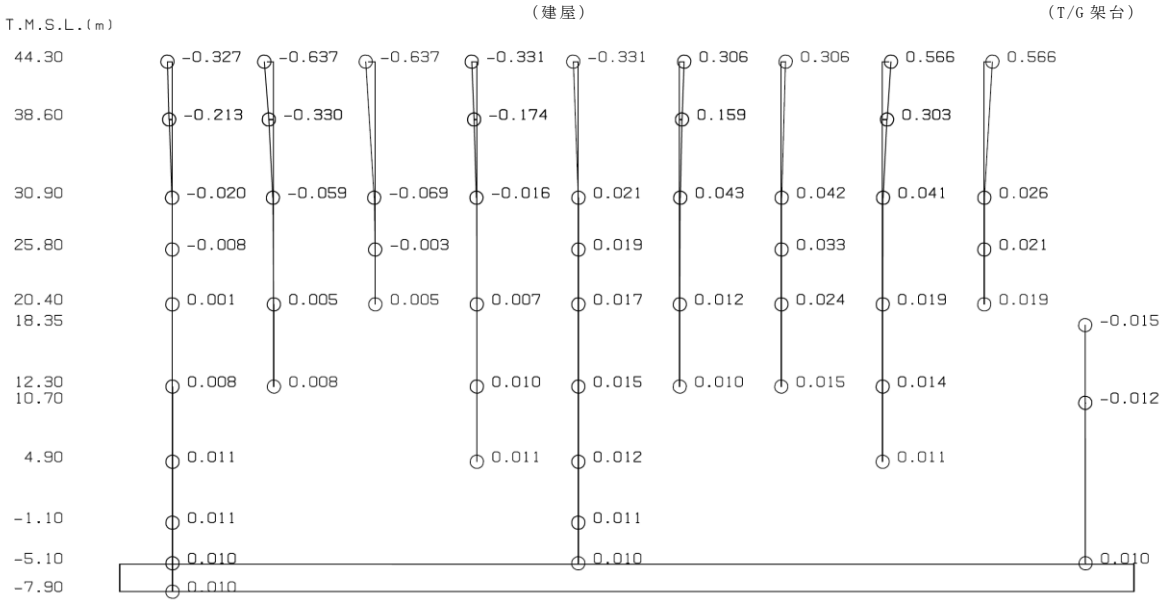


2 次

図 4－1 刺激関数図（Ss-1，EW 方向）（2/4）

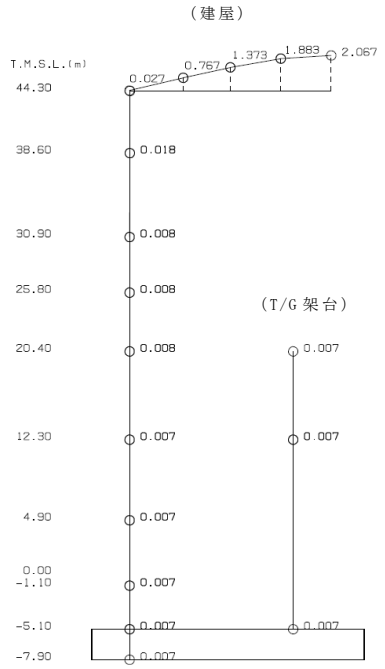


3 次

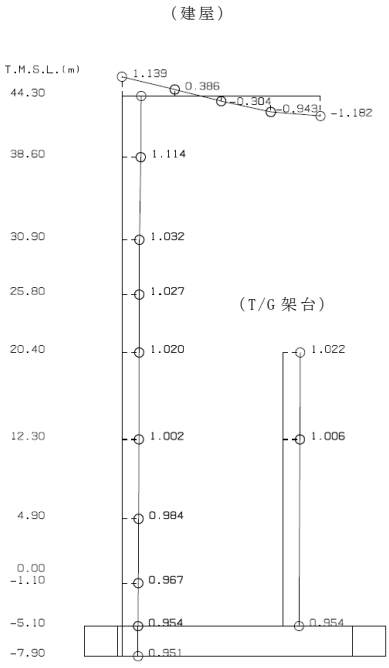


4 次

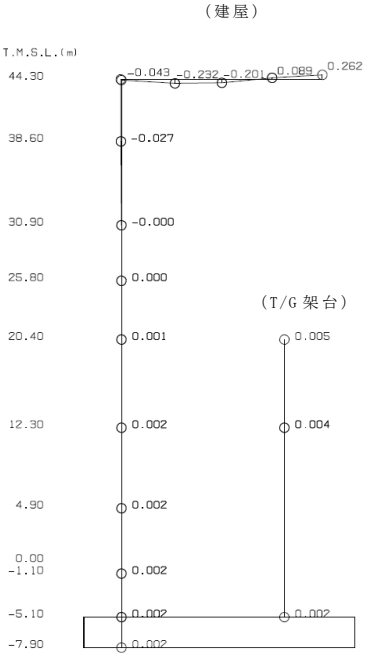
図 4－1 刺激関数図（Ss-1，EW 方向）（3/4）



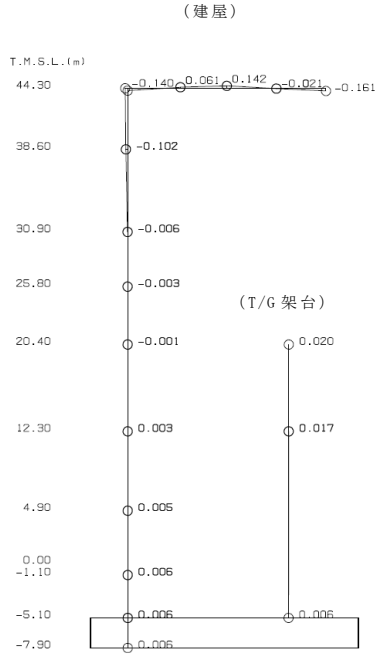
1 次



2 次



3 次



4 次

図 4－1 刺激関数図（Ss-1，鉛直方向）(4/4)

表 4－9　固有値解析結果　(Sd-1)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.359	2.78	2.438	建屋－地盤連成1次
2	0.292	3.43	1.235	
3	0.214	4.68	-1.752	
4	0.181	5.53	-1.162	
5	0.178	5.63	-0.381	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.341	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.179	
3	0.251	3.99	-1.875	
4	0.225	4.45	-0.720	
5	0.171	5.85	0.346	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.008	屋根トラス1次
2	0.225	4.45	1.152	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.279	
4	0.070	14.23	-0.171	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－10　固有値解析結果　(Sd-2)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.359	2.79	2.440	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.43	1.250	
3	0.214	4.68	-1.758	
4	0.181	5.53	-1.164	
5	0.178	5.63	-0.388	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.342	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.180	
3	0.251	3.99	-1.873	
4	0.225	4.45	-0.717	
5	0.171	5.85	0.342	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.003	屋根トラス1次
2	0.224	4.46	1.153	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.281	
4	0.070	14.23	-0.172	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－11　固有値解析結果　(Sd-3)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.360	2.78	2.435	建屋－地盤連成1次
2	0.292	3.43	-1.222	
3	0.214	4.68	-1.749	
4	0.181	5.53	-1.163	
5	0.178	5.63	-0.375	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.340	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.183	
3	0.251	3.99	-1.867	
4	0.225	4.45	-0.713	
5	0.171	5.85	0.350	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.017	屋根トラス1次
2	0.226	4.43	1.150	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.276	
4	0.070	14.23	-0.169	
5	0.056	17.75	-0.036	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－12　固有値解析結果　(Sd-4)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.358	2.80	2.445	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.44	1.283	
3	0.213	4.69	-1.770	
4	0.181	5.53	-1.179	
5	0.178	5.63	-0.405	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.385	2.60	3.348	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.172	
3	0.250	4.00	-1.894	
4	0.225	4.45	-0.735	
5	0.171	5.85	0.338	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	1.995	屋根トラス1次
2	0.223	4.48	1.155	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.284	
4	0.070	14.23	-0.174	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－13　固有値解析結果　(Sd-5)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.358	2.79	2.441	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.43	1.260	
3	0.213	4.69	-1.763	
4	0.181	5.53	-1.170	
5	0.178	5.63	-0.394	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.344	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.177	
3	0.250	3.99	-1.881	
4	0.225	4.45	-0.724	
5	0.171	5.85	0.343	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.003	屋根トラス1次
2	0.224	4.46	1.153	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.281	
4	0.070	14.23	-0.172	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－14　固有値解析結果　(Sd-6)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.358	2.79	2.441	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.43	1.258	
3	0.213	4.69	-1.762	
4	0.181	5.53	-1.167	
5	0.178	5.63	-0.394	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.344	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.178	
3	0.250	3.99	-1.880	
4	0.225	4.45	-0.723	
5	0.171	5.85	0.343	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.003	屋根トラス1次
2	0.224	4.46	1.153	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.281	
4	0.070	14.23	-0.172	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－15　固有値解析結果　(Sd-7)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.358	2.79	2.441	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.43	1.258	
3	0.213	4.69	-1.762	
4	0.181	5.53	-1.167	
5	0.178	5.63	-0.394	

(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.344	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.178	
3	0.250	3.99	-1.880	
4	0.225	4.45	-0.723	
5	0.171	5.85	0.343	

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.003	屋根トラス1次
2	0.224	4.46	1.153	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.281	
4	0.070	14.23	-0.172	
5	0.056	17.75	-0.037	

注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

表 4－16　固有値解析結果　(Sd-8)

(a)NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.358	2.79	2.441	建屋－地盤連成1次
2	0.291	3.43	1.256	
3	0.213	4.68	-1.760	
4	0.181	5.53	-1.167	
5	0.178	5.63	-0.392	

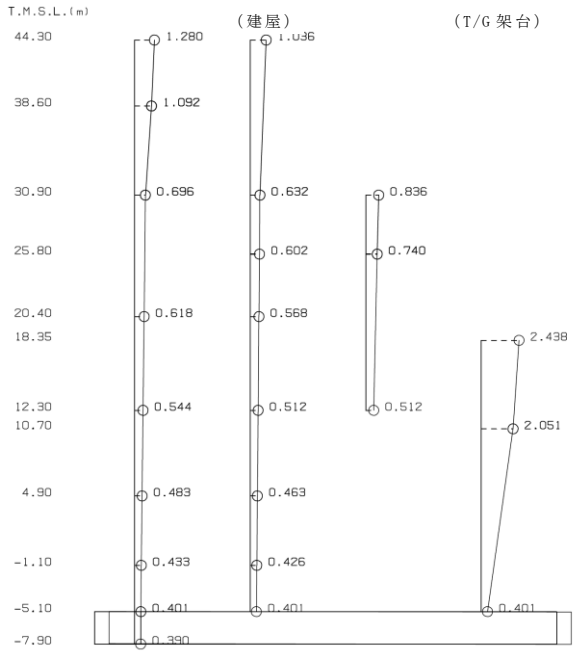
(b)EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.386	2.59	3.343	建屋－地盤連成1次
2	0.310	3.23	-1.179	
3	0.250	3.99	-1.877	
4	0.225	4.45	-0.721	
5	0.171	5.85	0.342	

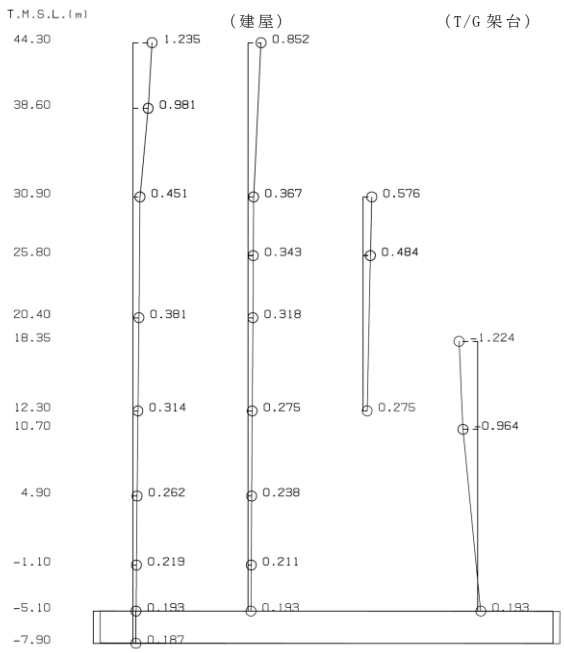
(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.390	2.56	2.003	屋根トラス1次
2	0.224	4.46	1.153	建屋－地盤連成1次
3	0.086	11.57	0.281	
4	0.070	14.23	-0.172	
5	0.056	17.75	-0.037	

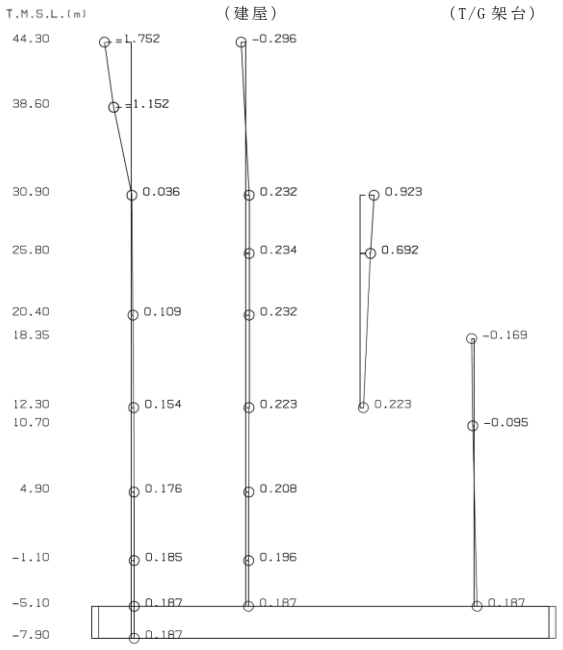
注：刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。



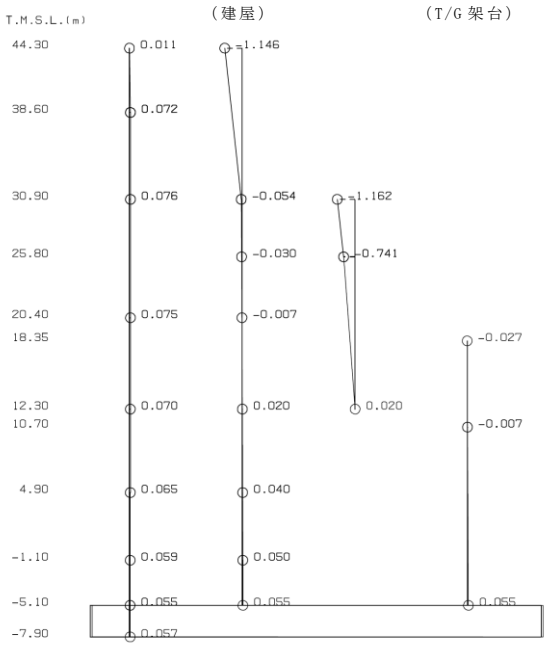
1 次



2 次

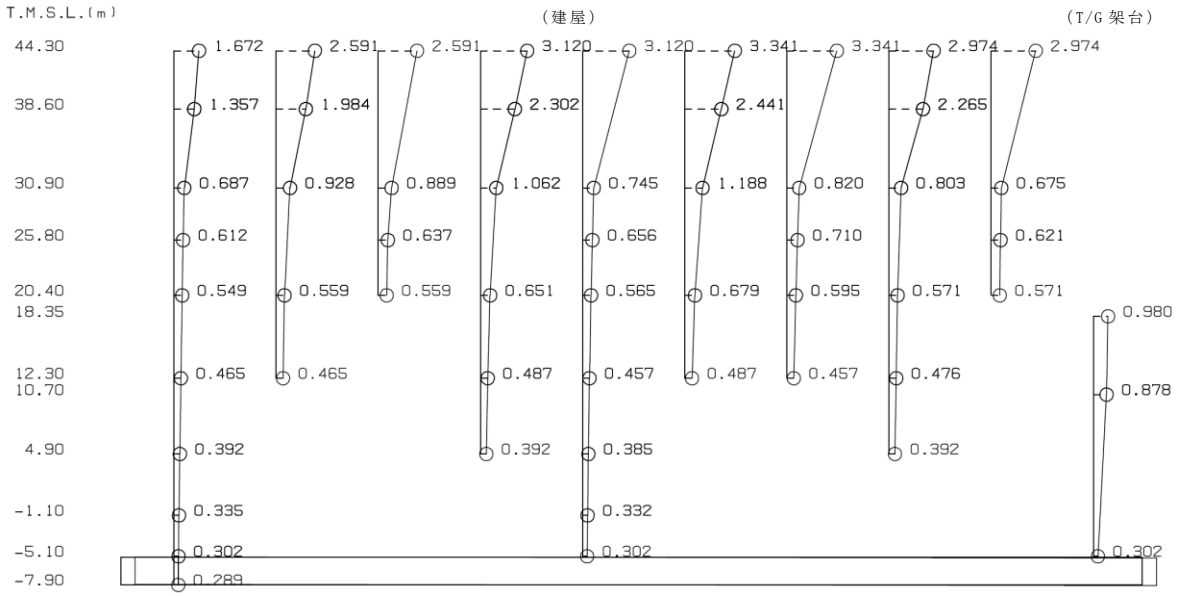


3 次

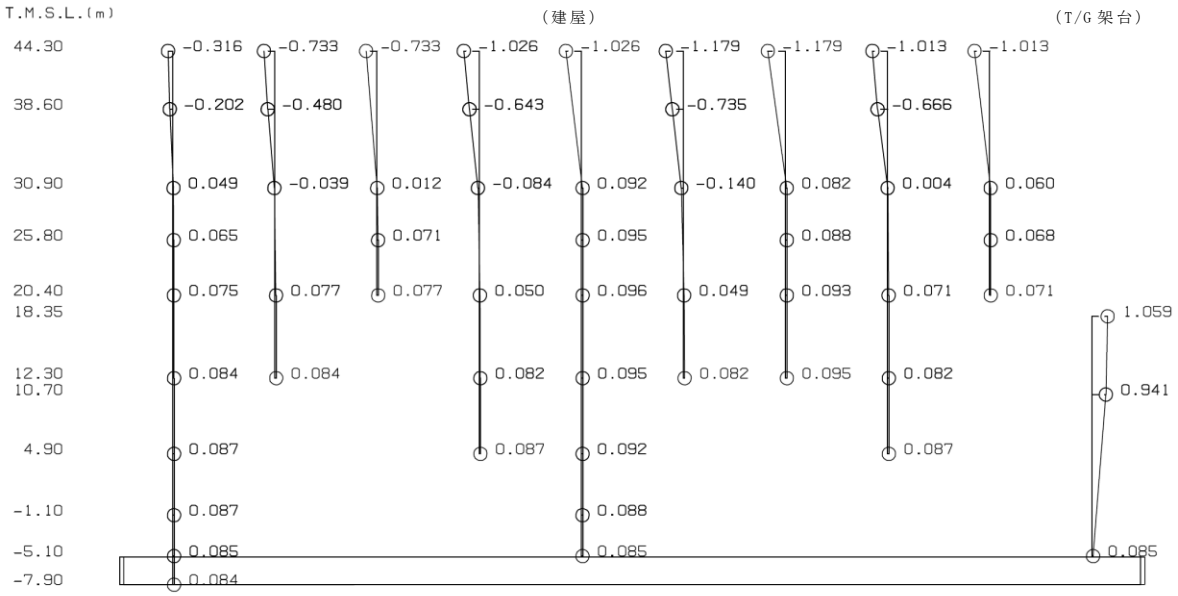


4 次

図 4－2　刺激関数図（Sd-1，NS 方向）（1/4）

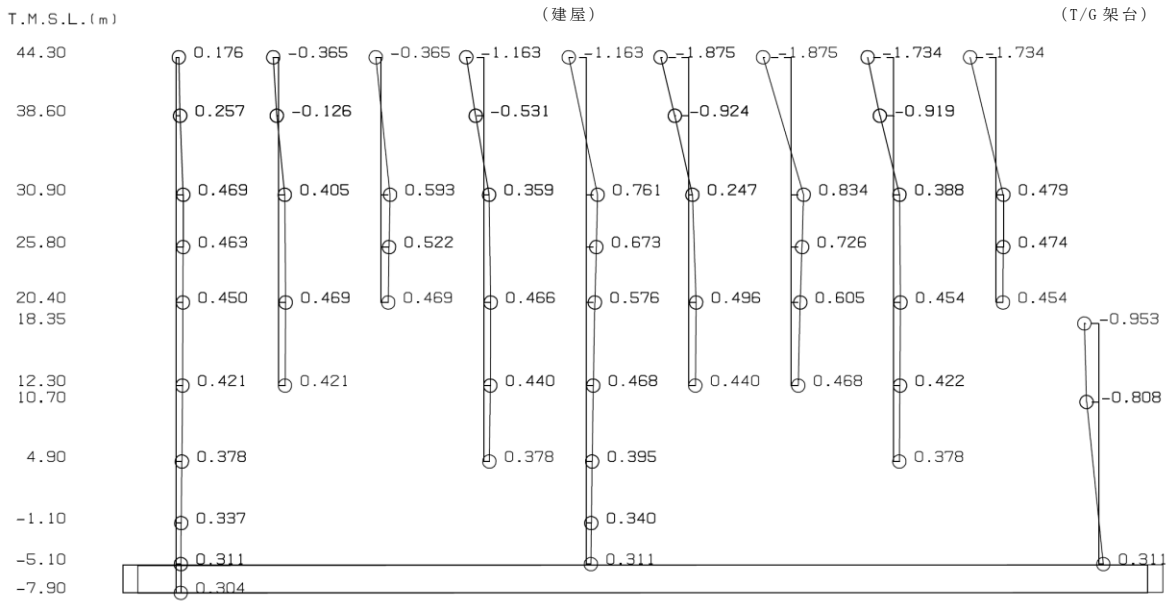


1 次

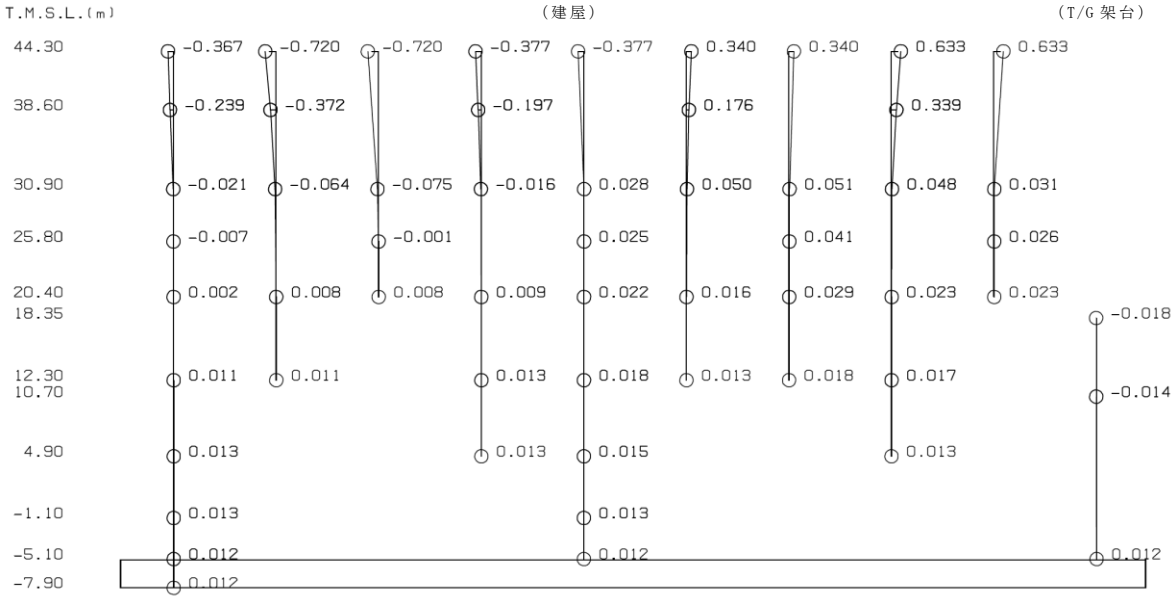


2 次

図 4－2　刺激関数図（Sd-1，EW 方向）(2/4)

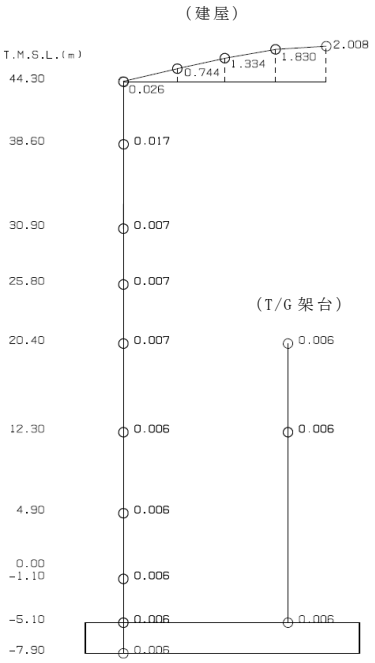


3 次

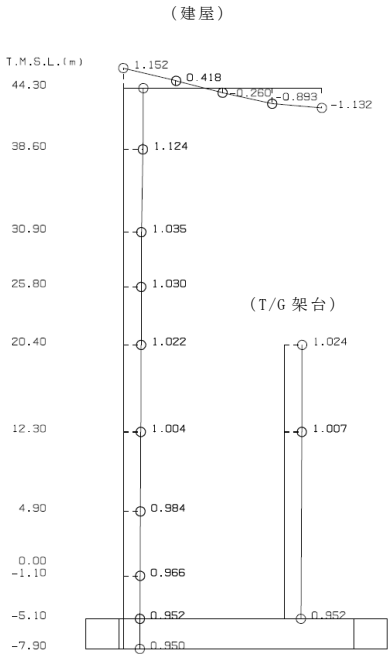


4 次

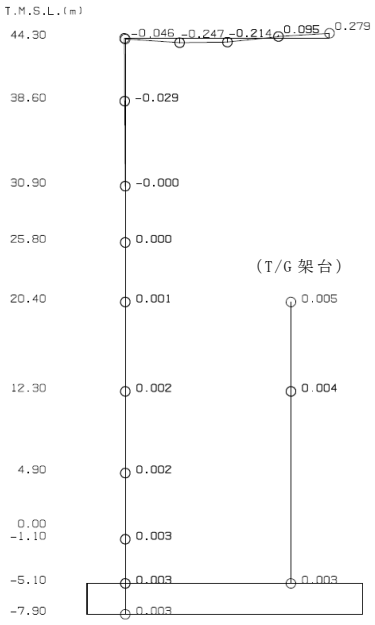
図 4－2　刺激関数図（Sd-1，EW 方向）(3/4)



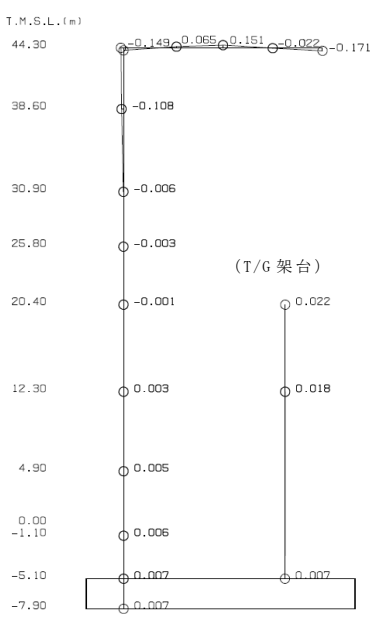
1 次



2 次

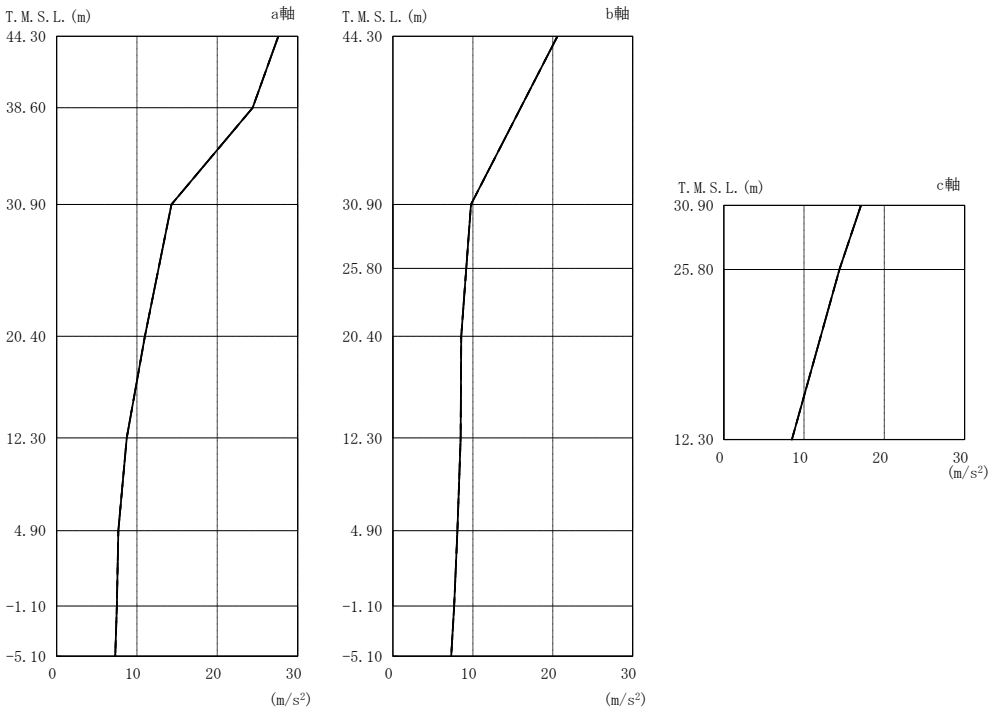


3 次



4 次

図 4－2　刺激関数図（Sd-1，鉛直方向）(4/4)



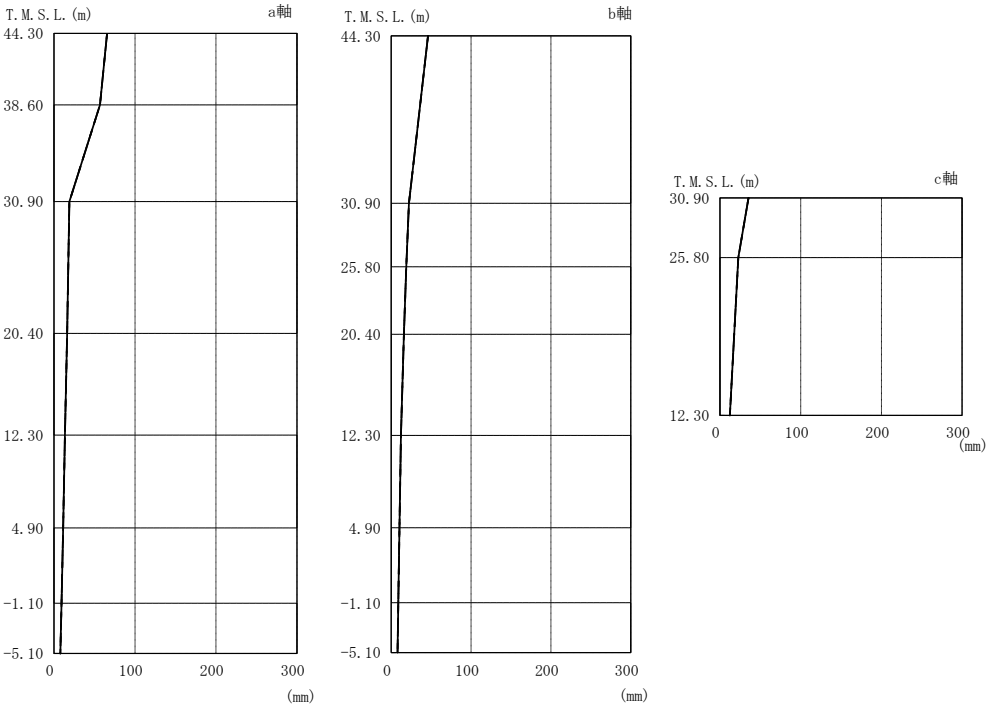
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－3　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

表 4－17　最大応答加速度一覧表（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s²)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	27.6	26.6	21.3	17.2	13.9	17.7	13.3	22.2
	3	24.4	17.5	15.5	12.6	9.96	13.0	9.54	16.5
	4	14.3	9.11	8.18	4.49	5.12	4.45	5.21	8.99
	9	11.0	8.22	7.85	3.95	4.65	3.92	4.73	8.23
	11	8.73	6.70	7.42	3.52	3.93	3.51	3.95	7.47
	13	7.69	6.00	7.14	3.25	3.48	3.25	3.30	6.88
	15	7.51	5.16	6.79	3.02	3.14	3.06	2.96	6.28
b軸	2	16.9	20.6	13.9	12.3	12.0	13.4	11.9	12.9
	5	9.77	7.53	7.70	4.04	4.75	4.18	4.40	7.41
	7	9.18	7.04	7.51	3.79	4.51	3.99	4.21	7.28
	10	8.55	6.58	7.51	3.54	4.23	3.71	3.97	7.31
	12	8.48	6.54	7.05	3.19	3.72	3.34	3.53	6.94
	14	8.07	5.93	6.68	3.05	3.34	3.10	3.19	6.58
	16	7.66	5.41	6.60	2.96	3.09	3.00	2.96	6.26
	17	7.29	4.91	6.53	2.88	2.92	2.93	2.79	5.96
c軸	6	17.1	16.8	16.2	14.3	15.5	14.7	15.6	13.2
	8	14.4	14.3	14.3	8.46	12.3	9.31	12.6	9.51

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



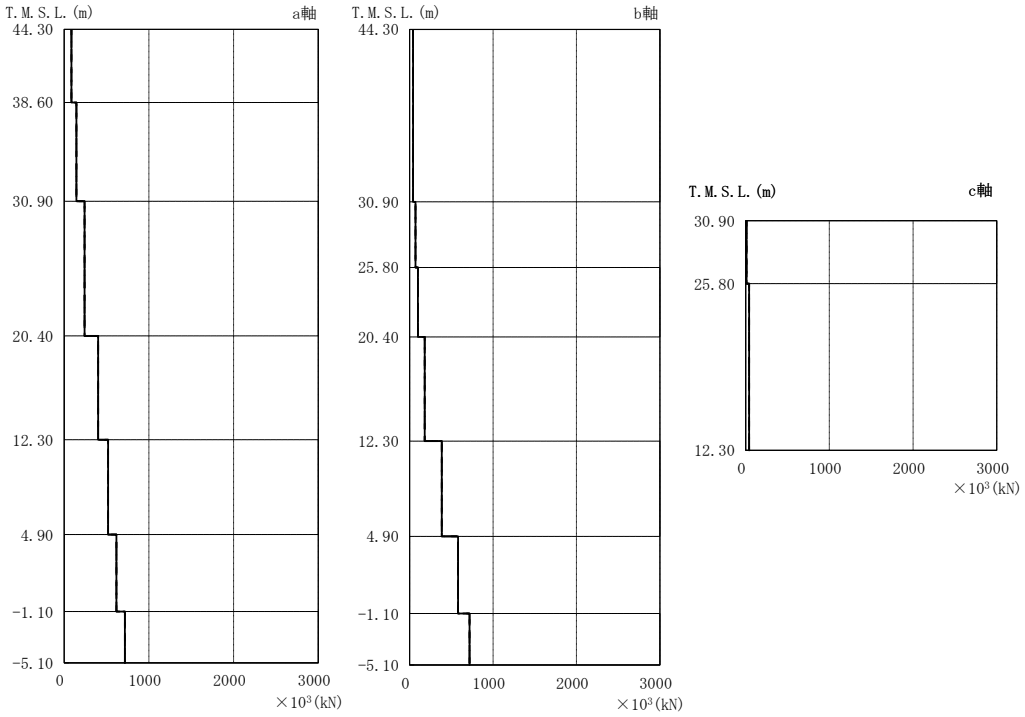
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－4　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

表 4－18　最大応答変位一覧表（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	65.5	44.4	40.8	30.3	25.7	32.1	22.6	48.1
	3	56.8	34.1	31.6	23.0	19.8	24.2	17.5	38.2
	4	19.1	14.4	14.3	8.45	8.26	8.74	7.73	17.6
	9	16.3	12.1	12.1	6.67	6.81	6.87	6.38	13.9
	11	13.5	10.2	9.98	5.08	5.45	5.21	5.10	10.9
	13	11.3	8.70	8.26	3.89	4.61	3.98	4.37	8.72
	15	9.29	7.46	6.74	2.93	3.88	3.00	3.72	6.90
b軸	2	46.2	30.8	35.2	20.9	17.5	22.5	16.2	32.9
	5	22.2	16.4	15.1	6.63	6.86	6.95	6.39	15.3
	7	18.8	14.3	13.1	6.01	6.33	6.27	5.89	13.4
	10	15.9	11.9	11.3	5.35	5.75	5.58	5.35	11.8
	12	12.2	9.42	8.95	4.29	4.92	4.44	4.63	9.49
	14	10.4	8.24	7.60	3.41	4.29	3.52	4.07	7.89
	16	8.96	7.31	6.52	2.77	3.78	2.85	3.62	6.66
	17	7.93	6.65	5.73	2.33	3.39	2.48	3.27	5.82
c軸	6	35.4	27.9	28.4	15.1	18.6	16.8	18.8	21.3
	8	22.8	16.6	16.8	11.5	13.4	12.7	13.0	17.5

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



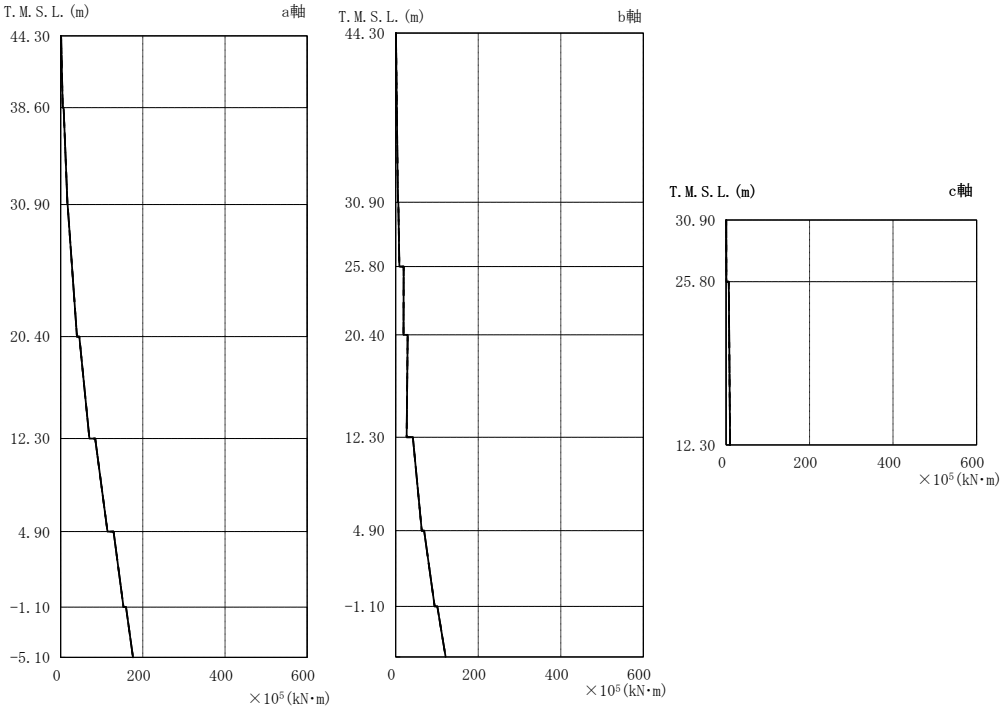
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－5　最大応答せん断力（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

表 4－19　最大応答せん断力一覧表（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

部位	部材番号	最大応答せん断力一覧表(×10³kN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	86.3	85.4	68.8	53.7	43.6	57.0	41.3	68.7
	2	145	145	145	119	95.9	126	92.3	145
	3	241	213	207	162	131	172	116	224
	4	401	336	283	217	178	226	166	348
	5	519	428	350	260	229	267	212	459
	6	617	505	462	307	284	311	269	574
	7	716	585	562	345	320	344	319	642
b軸	9	41.2	41.2	34.1	30.3	26.7	32.7	26.2	34.2
	10	70.4	59.3	52.4	45.5	37.3	49.2	35.2	62.3
	11	99.4	76.3	81.3	60.4	51.4	64.7	48.0	90.7
	12	180	139	152	102	97.5	108	90.2	175
	13	384	285	328	193	187	205	177	336
	14	581	428	477	261	270	274	255	484
	15	718	547	586	319	324	329	306	575
c軸	16	10.8	10.8	10.8	10.4	10.8	10.7	10.8	9.20
	17	38.0	42.3	38.5	28.4	37.7	29.3	38.6	30.1

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



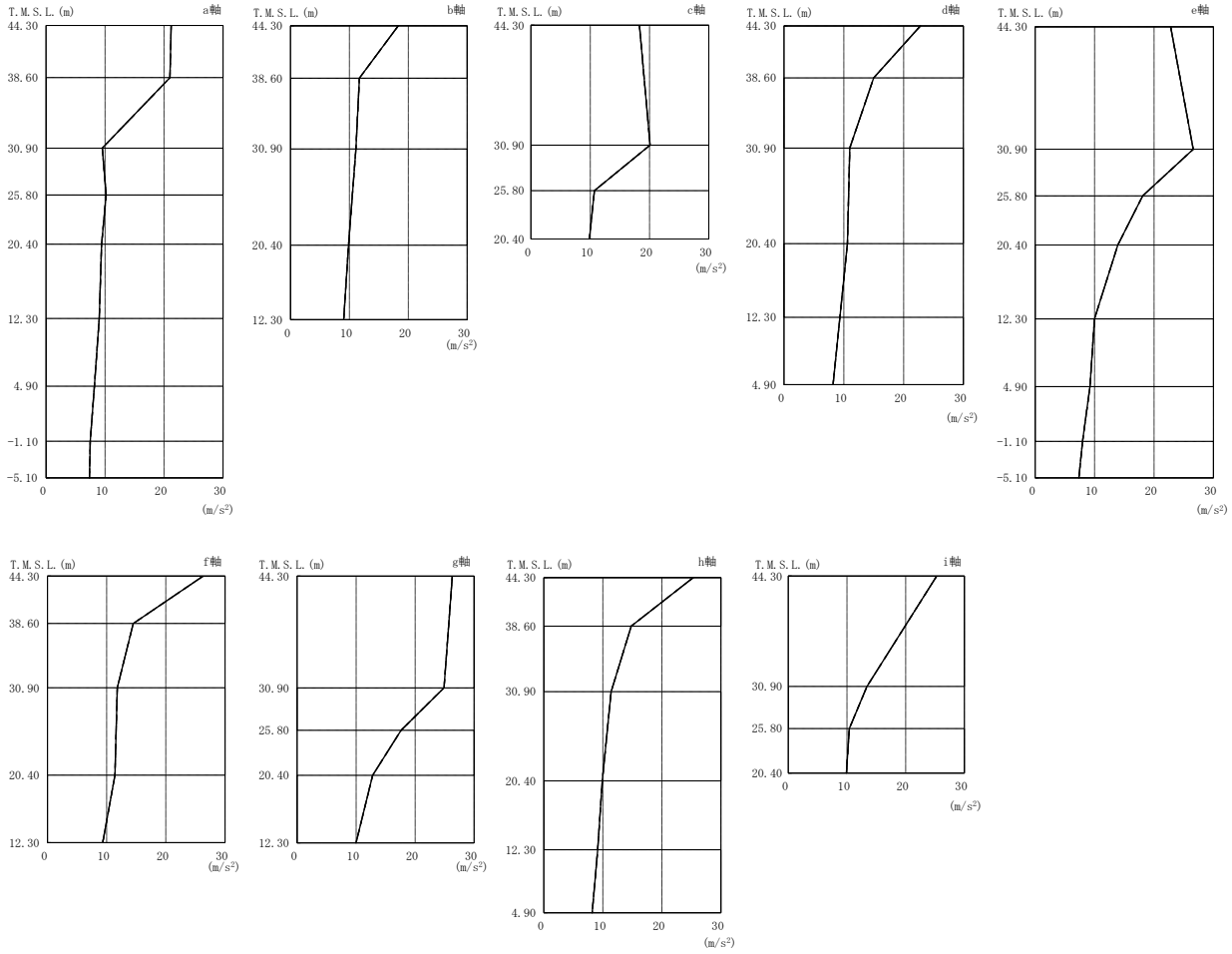
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－6　最大応答曲げモーメント（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

表 4－20　最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動Ｓｓ，NS 方向）

部位	部材番号	最大応答曲げモーメント一覧表（×10⁵kN･m）							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	1.27 5.18	1.01 5.16	0.754 4.03	0.546 3.17	0.436 2.53	0.569 3.40	0.426 2.41	0.941 4.13
	2	7.18 16.4	5.30 16.5	4.11 15.3	3.23 12.3	2.55 9.94	3.47 13.1	2.45 9.55	4.25 15.4
	3	16.7 39.8	17.0 36.2	15.6 36.9	12.5 29.5	10.0 23.7	13.3 31.3	9.65 21.7	15.8 39.2
	4	44.8 69.7	40.8 63.3	39.2 60.3	31.2 48.5	24.3 38.6	33.3 51.4	22.7 34.0	45.5 70.1
	5	84.3 114	68.1 96.9	62.7 87.8	51.1 69.7	39.4 55.3	54.2 73.4	35.7 50.7	75.8 105
	6	129 153	99.6 129	90.8 113	71.8 89.0	56.5 72.2	75.6 93.1	52.5 67.0	108 136
	7	159 176	130 152	115 131	90.1 103	73.3 84.7	94.2 106	68.0 78.6	138 161
b軸	9	0.673 5.54	0.875 5.62	0.414 4.59	0.364 4.07	0.320 3.60	0.392 4.39	0.313 3.52	0.414 4.55
	10	6.44 9.14	6.72 8.92	4.96 7.43	4.19 6.51	3.79 5.66	4.45 6.94	3.71 5.47	4.41 7.49
	11	19.5 19.3	17.1 17.3	13.9 15.3	10.6 12.0	7.09 9.69	10.8 12.3	6.66 9.00	8.22 11.7
	12	29.3 26.8	25.3 22.8	21.5 23.8	14.7 19.0	11.1 18.3	15.6 19.3	9.95 16.6	13.7 22.1
	13	41.9 63.4	33.6 51.0	34.5 51.3	25.1 39.4	23.9 36.5	26.0 41.2	22.0 33.8	28.8 53.2
	14	68.9 94.7	55.8 74.8	53.7 80.2	41.5 56.8	38.9 53.4	43.3 59.6	35.8 49.8	56.2 84.6
	15	101 121	80.0 101	82.0 105	59.2 70.8	56.0 67.4	61.9 74.2	51.9 62.9	87.8 110
c軸	16	0.272 0.638	0.175 0.570	0.202 0.589	0.0384 0.529	0.133 0.556	0.0396 0.544	0.115 0.554	0.0341 0.472
	17	6.30 9.76	3.27 7.67	3.32 7.41	2.15 5.06	1.33 6.23	1.86 5.23	1.21 6.22	1.70 4.98

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



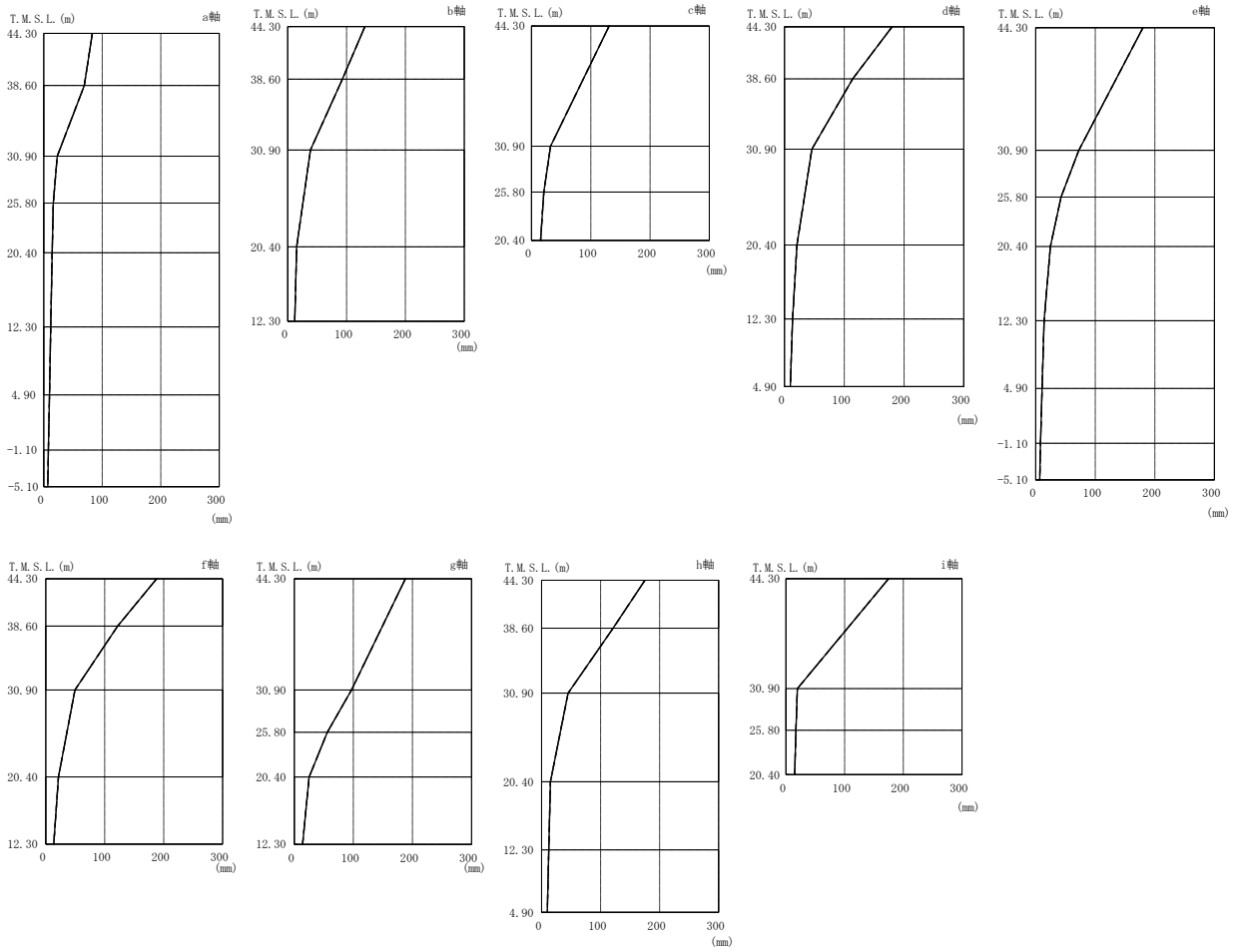
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－7　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

表 4－21　最大応答加速度一覧表（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s^2)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	21.2	16.2	11.4	11.5	8.69	11.8	13.3	10.4
	6	21.0	11.9	9.20	8.78	7.88	9.04	9.78	10.6
	11	9.53	8.99	6.79	6.87	7.52	7.00	8.74	8.11
	20	9.55	10.2	6.76	6.43	7.33	6.62	7.38	7.89
	25	9.42	8.71	6.62	6.17	7.09	6.38	7.23	7.61
	32	9.02	7.80	6.36	5.85	6.73	6.07	7.00	7.17
	36	8.19	7.65	6.07	5.41	6.32	5.66	6.65	6.63
	38	7.50	7.50	6.04	4.97	5.91	5.21	6.30	6.09
	40	7.10	7.36	6.02	4.75	5.63	4.98	6.12	5.86
b軸	2	18.3	17.2	15.6	14.7	14.0	15.4	12.6	15.2
	7	10.7	11.7	10.8	10.9	10.1	11.6	11.3	11.3
	12	9.57	11.1	7.32	8.82	8.02	8.76	9.67	9.13
	26	9.85	8.37	7.04	6.30	7.02	6.49	7.46	7.74
c軸	19	13.3	20.1	10.2	11.3	12.2	11.1	11.6	10.7
	21	10.7	10.4	8.47	6.27	7.89	6.30	8.02	8.47
d軸	3	22.8	20.2	18.0	19.5	19.7	20.3	18.9	18.7
	8	14.3	15.0	12.1	12.3	10.8	13.5	11.3	14.6
	13	11.0	10.3	8.36	9.45	8.66	10.5	10.8	9.26
	27	10.6	9.11	8.29	6.47	6.95	6.57	9.03	7.37
	33	9.34	8.02	6.76	5.70	6.77	5.80	7.53	7.82
e軸	18	26.6	12.9	12.9	14.6	14.7	14.4	15.3	9.28
	22	18.1	10.5	9.50	9.24	10.3	9.50	10.7	8.65
	31	13.9	8.21	7.30	7.23	8.81	7.64	9.08	9.06
	35	9.98	7.35	6.47	5.60	7.12	6.01	7.27	7.33
	37	9.22	7.43	6.38	5.13	6.18	5.38	6.30	6.60
	39	7.98	7.43	6.18	4.93	6.06	5.14	6.24	6.25
f軸	4	22.4	26.3	19.8	21.0	20.6	20.7	19.4	23.3
	9	14.5	14.4	12.9	11.7	12.8	12.4	12.3	13.3
	14	11.3	11.7	9.86	10.7	9.69	11.5	11.8	11.8
	28	11.3	11.4	8.99	7.14	7.82	7.86	9.88	7.60
g軸	17	24.9	13.4	15.9	17.2	18.2	17.6	19.0	10.8
	23	17.6	11.9	11.8	12.7	12.6	13.0	14.2	9.87
	30	12.8	9.42	7.93	8.08	8.44	8.45	9.81	8.62
h軸	5	21.9	25.3	18.6	16.9	20.3	17.2	17.8	21.1
	10	14.8	13.9	13.5	11.6	13.2	11.7	11.8	14.1
	15	11.4	9.32	9.01	10.8	7.20	8.78	9.20	11.3
	29	9.90	8.56	6.68	6.93	7.56	7.09	8.15	7.60
	34	9.12	8.12	6.18	6.10	6.87	6.32	7.16	7.28
i軸	16	13.4	10.7	7.48	8.12	8.32	8.18	8.63	8.57
	24	10.4	9.76	7.14	7.58	7.98	7.69	8.43	8.06

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



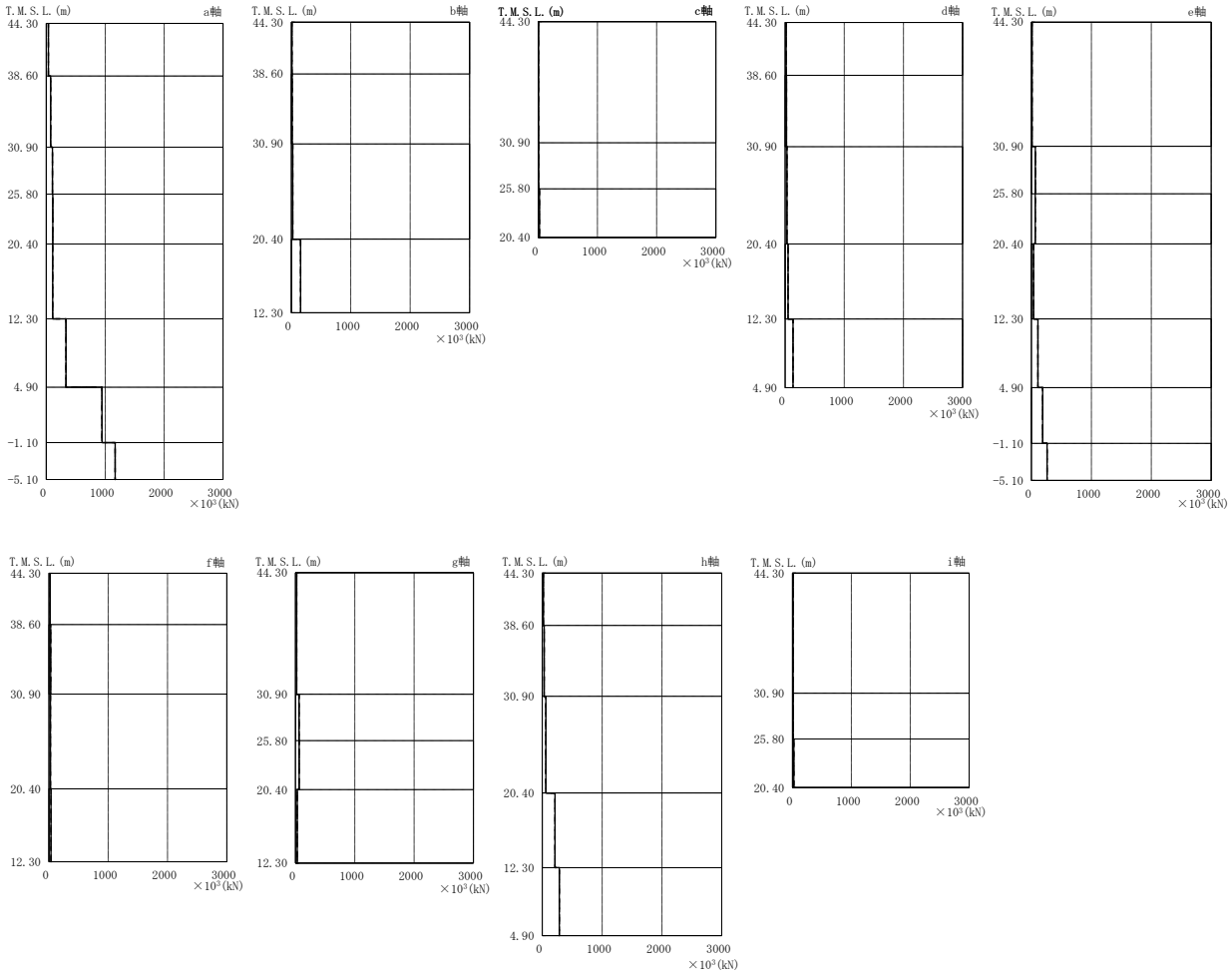
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－8　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

表 4－22　最大応答変位一覧表（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	83.1	49.6	58.9	40.9	42.8	48.4	48.5	60.7
	6	69.2	37.5	46.0	32.6	33.3	39.0	38.6	48.7
	11	22.3	16.2	18.2	15.2	15.1	18.2	18.8	23.0
	20	16.3	14.0	11.4	12.2	13.1	13.3	15.5	15.4
	25	14.4	13.1	9.69	10.6	11.4	11.5	13.5	13.3
	32	12.0	11.6	8.16	8.58	9.12	9.30	10.8	10.4
	36	9.72	9.72	6.64	6.78	6.97	7.37	8.35	7.84
	38	7.84	7.97	5.35	5.25	5.20	5.76	6.40	6.33
	40	6.65	6.85	4.51	4.28	4.27	4.73	5.23	5.46
b軸	2	131	98.7	108	70.2	78.3	86.2	93.4	103
	7	93.0	66.7	76.4	53.5	55.7	64.2	63.0	76.0
	12	36.5	27.1	32.6	31.1	26.2	34.9	29.7	38.7
	26	15.2	14.0	10.2	10.8	11.9	11.7	14.0	13.5
c軸	19	32.2	22.3	21.6	22.0	20.6	25.0	24.8	26.2
	21	20.7	16.2	12.6	13.1	14.6	14.2	17.1	16.7
d軸	3	180	121	134	92.9	96.7	110	120	120
	8	114	80.2	92.3	65.3	66.1	78.0	77.3	87.7
	13	43.8	31.8	39.2	34.1	31.2	40.0	34.6	45.8
	27	20.8	16.6	12.4	12.9	15.0	13.9	18.2	18.5
	33	13.5	12.8	8.92	9.32	9.94	10.0	12.1	11.6
e軸	18	72.4	24.1	27.7	27.9	30.7	30.3	39.9	29.4
	22	42.6	19.6	20.9	21.6	23.3	23.4	29.1	23.4
	31	24.6	15.6	14.0	15.0	17.0	16.4	19.4	17.6
	35	14.1	12.5	9.39	9.37	11.0	10.4	12.2	12.0
	37	10.8	10.1	7.20	7.08	7.72	7.81	8.92	8.66
	39	8.03	8.06	5.43	5.24	5.26	5.77	6.43	6.40
f軸	4	188	128	141	91.9	102	116	119	122
	9	122	87.5	100	67.6	70.4	83.8	80.8	93.4
	14	47.7	33.6	43.1	36.9	32.7	42.7	35.4	49.5
	28	21.4	17.8	13.2	14.8	16.1	15.6	19.4	19.8
g軸	17	96.8	29.7	32.8	33.5	35.3	36.0	47.1	32.3
	23	55.8	22.8	24.1	23.9	25.8	25.6	33.8	25.6
	30	25.0	16.8	15.3	15.9	17.9	17.2	21.0	18.6
h軸	5	175	120	141	90.4	96.3	116	112	130
	10	121	86.2	101	66.3	68.9	83.6	78.8	95.3
	15	44.9	31.5	39.0	31.0	27.3	36.9	29.6	44.1
	29	15.0	14.0	10.2	11.2	12.1	12.0	14.2	13.7
	34	12.2	11.9	8.34	8.93	9.48	9.61	11.1	10.6
i軸	16	19.5	16.0	12.2	13.7	14.9	14.7	17.6	17.4
	24	17.0	15.2	11.2	12.4	13.5	13.3	15.8	15.5

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



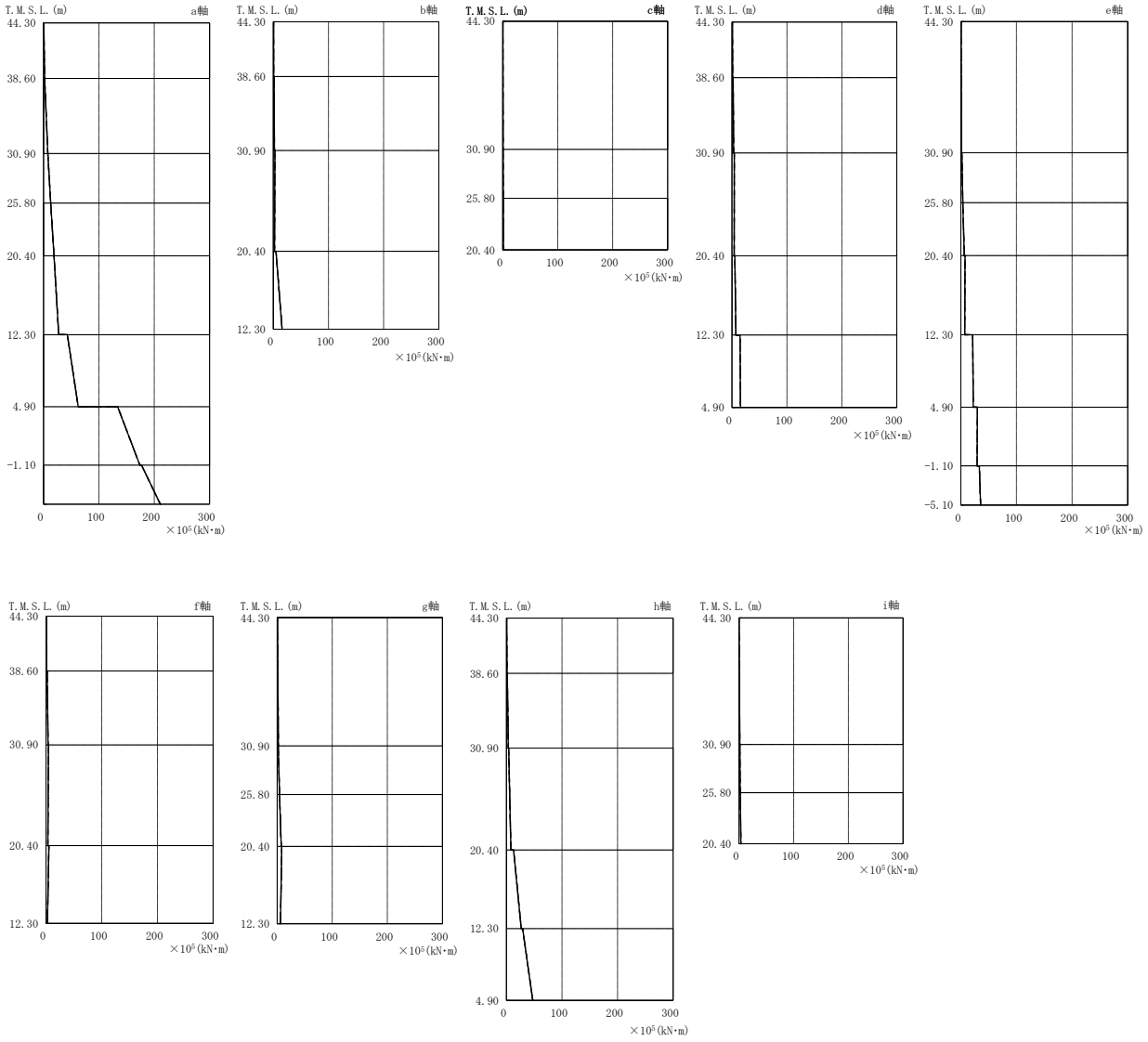
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－9　最大応答せん断力（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

表 4－23　最大応答せん断力一覧表（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

部位	部材番号	最大応答せん断力一覧表（×10^3kN）							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	35.1	30.8	30.7	23.0	23.3	25.3	27.1	28.6
	2	74.2	70.6	73.9	51.7	55.9	61.3	64.2	69.1
	3	105	92.2	101	79.9	77.7	92.2	82.3	100
	4	110	92.6	105	84.8	79.4	93.1	84.1	104
	5	108	85.0	102	89.2	81.6	97.1	96.5	109
	6	335	278	248	252	272	267	300	298
	7	946	899	688	771	812	804	861	811
	8	1170	1110	786	938	961	986	1010	925
b軸	10	9.14	9.82	8.50	8.52	7.11	6.44	8.88	7.35
	11	14.5	11.3	11.0	13.4	10.1	11.3	13.6	11.0
	12	21.4	22.6	19.1	15.3	17.2	16.8	20.7	20.7
	13	156	110	112	99.0	123	105	137	128
c軸	14	4.56	3.77	3.78	3.35	2.92	3.19	3.53	3.46
	15	5.56	5.45	4.85	4.12	3.61	4.19	3.76	4.95
	16	20.2	18.7	15.8	13.8	16.3	14.2	15.9	16.7
d軸	17	16.6	14.9	12.2	17.1	17.2	14.9	16.4	16.4
	18	24.1	15.5	14.9	18.6	17.8	13.4	17.7	20.2
	19	22.6	23.0	20.7	30.6	23.5	30.3	22.8	24.6
	20	49.4	50.8	41.2	39.5	42.1	41.3	40.4	46.3
	21	134	126	93.0	91.4	98.4	97.9	90.9	113
e軸	22	10.9	8.40	8.48	6.79	5.94	7.00	6.63	7.13
	23	65.3	28.0	31.9	32.4	35.2	34.3	36.9	26.3
	24	63.8	34.4	40.2	41.6	45.3	43.1	45.5	34.5
	25	32.8	31.7	29.7	32.0	33.8	31.2	34.4	33.3
	26	109	98.1	85.5	81.9	88.7	85.4	91.5	92.9
	27	188	176	142	132	140	132	140	141
	28	261	256	201	199	201	203	197	190
f軸	29	20.5	20.8	15.6	19.3	18.5	18.7	19.5	21.7
	30	28.4	24.0	21.4	20.4	26.2	22.4	24.7	26.5
	31	25.7	16.8	13.4	13.7	13.8	11.7	14.7	8.85
	32	33.8	34.8	28.9	31.9	30.3	32.2	32.0	31.2
g軸	33	19.6	9.26	8.74	7.88	6.21	7.95	7.30	7.23
	34	59.8	17.4	22.9	22.4	24.8	24.2	27.8	16.7
	35	62.8	29.3	35.0	36.1	35.0	37.8	40.0	27.6
	36	30.8	20.9	16.2	14.8	18.7	15.6	22.3	17.2
h軸	37	18.4	18.5	13.9	15.4	15.8	16.0	14.3	13.3
	38	31.3	32.4	26.1	27.2	28.1	28.2	29.5	28.2
	39	60.7	53.7	52.2	56.4	57.3	57.8	60.0	60.0
	40	212	174	150	174	184	177	199	185
	41	285	249	198	232	248	237	264	244
i軸	42	12.0	8.68	9.59	6.32	6.50	8.16	7.77	8.74
	43	14.4	8.68	10.9	7.93	7.31	9.46	8.41	10.2
	44	22.0	22.9	17.5	19.0	17.7	20.5	19.3	17.5

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



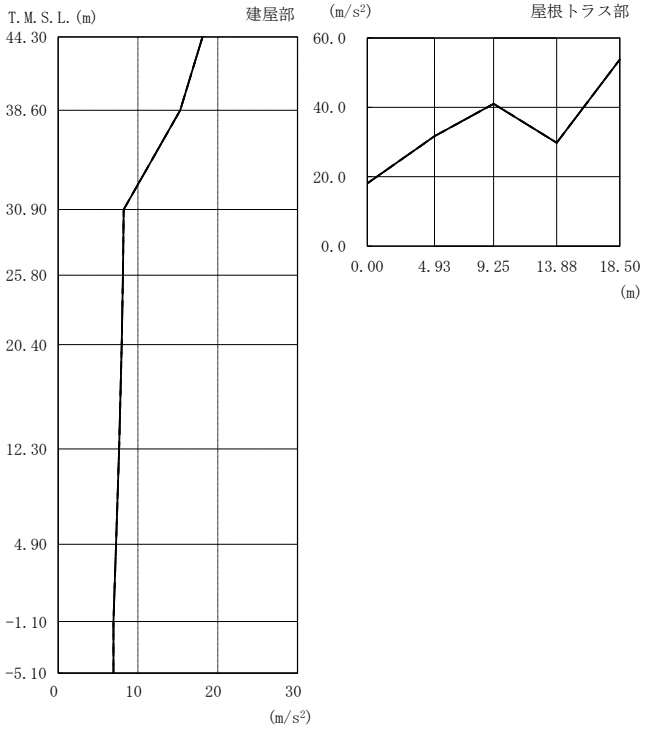
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－10　最大応答曲げモーメント（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

表 4－24　最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動Ｓｓ，EW 方向）

部位	部材番号	最大応答曲げモーメント一覧表（×10^5kN・m）							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
a軸	1	0.323 2.00	0.284 1.76	0.283 1.75	0.212 1.31	0.215 1.33	0.233 1.44	0.250 1.55	0.264 1.63
	2	2.01 7.71	1.76 7.19	1.75 7.44	1.31 5.29	1.33 5.63	1.44 6.14	1.55 6.47	1.64 6.92
	3	7.71 13.0	7.19 11.8	7.44 12.6	5.29 9.14	5.64 9.59	6.14 10.7	6.48 10.7	6.93 12.0
	4	13.0 18.9	11.8 16.8	12.6 18.2	9.14 13.5	9.60 13.8	10.7 15.7	10.7 15.0	12.0 17.6
	5	18.9 27.3	16.8 23.4	18.2 26.5	13.5 20.6	13.8 20.3	15.7 22.9	15.0 21.4	17.6 26.1
	6	43.0 62.7	35.9 52.2	35.3 50.0	36.9 52.7	35.0 54.1	39.0 56.4	40.7 61.8	40.7 60.6
	7	130 174	117 150	101 140	117 150	119 157	123 155	134 172	119 161
	8	177 211	158 188	142 173	157 183	162 196	164 192	176 205	163 194
b軸	10	0.555 0.611	0.494 0.788	0.374 0.525	0.424 0.656	0.380 0.471	0.468 0.608	0.440 0.624	0.426 0.483
	11	1.28 1.68	1.56 2.09	0.988 1.39	1.31 1.80	1.03 1.33	1.23 1.43	1.26 1.67	0.905 1.20
	12	2.61 2.16	3.10 2.17	1.93 2.19	2.53 2.18	1.98 2.14	2.24 2.17	2.34 2.18	1.58 2.14
	13	4.87 16.0	4.75 13.2	3.72 11.5	4.83 12.3	4.22 14.1	4.72 12.9	4.60 15.4	4.30 14.6
c軸	14	0.190 0.640	0.222 0.479	0.158 0.529	0.128 0.443	0.140 0.420	0.141 0.519	0.148 0.520	0.0675 0.520
	15	0.640 0.847	0.479 0.705	0.529 0.754	0.443 0.603	0.420 0.597	0.519 0.675	0.520 0.710	0.520 0.740
	16	1.12 1.36	1.08 1.20	0.852 1.30	0.980 1.22	0.711 1.16	1.13 1.36	1.04 1.32	0.900 1.33
d軸	17	0.606 1.17	0.593 1.14	0.387 0.900	0.395 1.26	0.510 1.07	0.418 1.12	0.543 1.04	0.665 0.797
	18	1.89 3.08	2.08 2.82	1.44 2.08	1.79 3.08	1.75 2.45	1.61 2.51	1.78 2.52	1.66 1.92
	19	3.84 3.94	4.26 3.76	2.94 3.82	3.95 3.73	3.44 3.71	3.29 3.70	3.49 3.81	3.07 3.70
	20	4.65 6.95	5.08 6.71	4.27 6.54	4.78 7.11	4.63 6.71	4.92 6.97	4.51 6.63	4.68 6.54
	21	13.1 15.5	14.6 13.7	11.5 13.5	13.2 13.9	12.4 13.3	13.7 14.5	11.8 13.8	12.1 14.0
e軸	22	0.461 1.36	0.173 1.10	0.218 1.16	0.248 0.864	0.307 0.786	0.251 0.986	0.353 0.881	0.0966 0.911
	23	1.79 3.55	1.45 2.61	1.23 2.51	1.27 2.60	1.16 2.75	1.32 2.64	1.35 2.95	1.05 2.22
	24	3.61 6.27	2.66 4.08	2.55 4.62	2.67 4.60	2.81 4.81	2.71 4.76	3.02 5.31	2.25 3.98
	25	7.57 6.99	4.59 5.61	5.21 6.78	5.56 6.80	6.20 6.79	5.65 6.80	6.33 6.85	4.29 6.10
	26	21.4 22.4	12.7 16.4	13.7 17.2	15.6 17.8	16.2 17.9	16.1 18.3	16.9 19.5	11.5 16.8
	27	29.8 29.2	19.7 24.0	19.6 23.2	21.6 23.1	20.9 25.9	22.1 23.9	22.7 26.1	18.5 25.8
	28	33.2 35.6	26.0 31.0	24.3 28.0	24.5 28.2	27.9 32.7	25.5 28.7	28.0 31.5	26.9 33.1
f軸	29	0.583 1.27	0.767 1.29	0.370 1.05	0.402 1.16	0.482 1.22	0.441 1.25	0.583 1.24	0.528 1.06
	30	2.05 3.62	2.24 3.14	1.54 2.76	1.52 2.93	1.69 3.08	1.62 3.23	1.96 3.31	1.54 2.81
	31	4.38 3.35	4.44 3.26	3.63 3.31	3.46 3.25	3.88 3.30	3.72 3.25	4.35 3.23	3.72 3.28
	32	4.81 2.53	5.00 2.58	4.54 2.55	5.17 2.59	4.19 2.32	5.16 2.55	4.22 2.50	4.58 2.58
g軸	33	0.591 2.21	0.276 1.20	0.288 1.19	0.299 0.857	0.388 0.863	0.331 1.04	0.395 0.854	0.128 0.951
	34	1.95 4.28	1.53 2.31	1.30 2.28	1.31 2.18	1.35 2.43	1.38 2.24	1.43 2.79	0.937 1.70
	35	4.36 7.35	2.38 3.47	2.36 4.15	2.26 3.72	2.52 4.13	2.35 4.06	2.91 5.01	1.73 2.86
	36	8.38 6.08	4.44 4.09	5.16 4.98	5.11 5.01	5.63 4.97	5.39 5.19	6.27 5.33	3.27 3.33
h軸	37	0.316 1.14	0.341 1.23	0.257 0.779	0.287 0.918	0.284 1.09	0.333 0.951	0.247 0.804	0.362 0.849
	38	1.42 3.56	1.54 3.38	1.06 2.75	1.16 3.04	1.41 3.22	1.30 3.17	1.10 2.88	1.28 2.60
	39	3.97 8.16	4.04 7.81	3.14 7.90	3.30 7.66	3.79 7.56	3.55 7.70	3.19 7.63	3.56 7.80
	40	12.9 25.7	10.7 23.5	10.8 22.0	11.2 23.5	10.6 24.4	11.5 23.5	11.9 26.8	11.1 25.4
	41	27.0 47.4	25.1 41.7	22.6 35.6	25.4 40.4	26.3 43.4	26.0 41.1	29.2 46.9	26.2 43.7
i軸	42	0.0819 1.62	0.0399 1.17	0.0479 1.33	0.0378 0.870	0.0317 0.879	0.0350 1.11	0.0455 1.04	0.0462 1.19
	43	1.65 2.26	1.17 1.60	1.35 1.91	0.882 1.25	0.885 1.23	1.12 1.54	1.04 1.42	1.20 1.65
	44	2.32 3.45	1.61 2.19	1.92 2.66	1.26 1.94	1.25 1.88	1.55 2.34	1.43 2.24	1.67 2.49

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



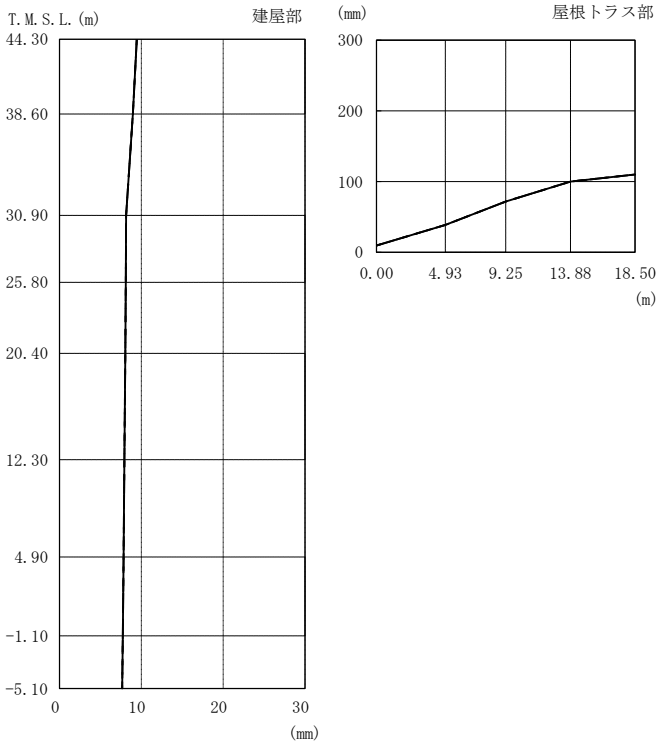
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－11　最大応答加速度（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

表 4－25　最大応答加速度一覧表（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s²)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
建屋部	1	18.1	9.84	11.3	10.4	10.2	11.4	10.9	8.58
	2	15.3	8.48	9.23	8.15	7.93	9.07	8.42	6.71
	3	8.21	5.78	5.66	4.17	4.32	4.74	4.36	3.65
	4	8.11	5.68	5.59	4.05	4.23	4.58	4.26	3.54
	5	7.97	5.54	5.49	3.91	4.18	4.37	4.17	3.39
	6	7.63	5.20	5.41	3.82	4.04	3.96	3.96	3.04
	7	7.25	4.96	5.36	3.72	3.89	3.83	3.77	2.80
	8	6.94	4.78	5.25	3.62	3.77	3.71	3.61	2.56
	9	6.93	4.66	5.20	3.55	3.76	3.63	3.50	2.46
屋根トラス	1	18.1	9.84	11.3	10.4	10.2	11.4	10.9	8.58
	11	31.7	17.1	17.2	17.7	16.9	15.3	17.0	10.2
	12	41.0	16.5	21.5	20.3	15.9	18.0	19.8	12.9
	13	29.8	16.5	23.8	16.4	15.7	16.8	16.7	13.8
	14	53.8	22.6	31.1	26.0	24.0	26.4	25.2	18.1

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



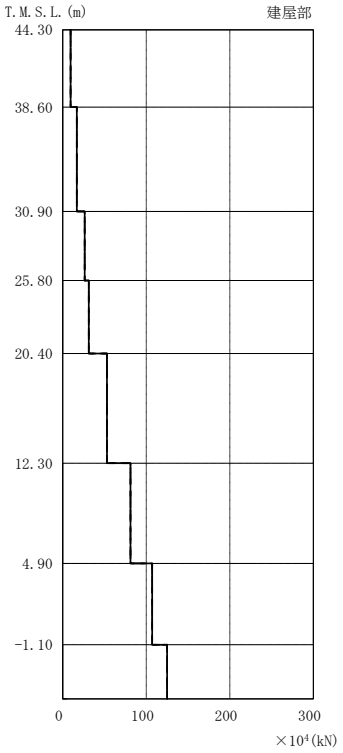
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－12　最大応答変位（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

表 4－26　最大応答変位一覧表（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
建屋部	1	8.86	4.93	9.46	5.04	5.76	6.03	5.62	2.85
	2	8.40	4.69	8.98	4.68	5.48	5.58	5.30	2.53
	3	7.56	4.25	8.14	3.90	4.98	4.74	4.74	2.01
	4	7.52	4.23	8.10	3.87	4.96	4.72	4.72	2.00
	5	7.48	4.20	8.05	3.84	4.93	4.70	4.69	1.99
	6	7.36	4.14	7.94	3.78	4.88	4.65	4.62	1.95
	7	7.25	4.08	7.84	3.73	4.82	4.61	4.56	1.92
	8	7.15	4.02	7.74	3.69	4.77	4.58	4.51	1.89
	9	7.09	3.98	7.67	3.66	4.73	4.55	4.48	1.88
屋根トラス	1	8.86	4.93	9.46	5.04	5.76	6.03	5.62	2.85
	11	38.7	25.5	38.2	22.7	24.8	25.5	25.5	22.9
	12	71.8	45.0	65.1	38.6	43.5	43.5	44.3	40.0
	13	100	61.1	88.6	51.7	60.1	58.5	59.8	54.3
	14	110	67.3	97.3	56.7	66.4	63.8	65.5	59.4

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



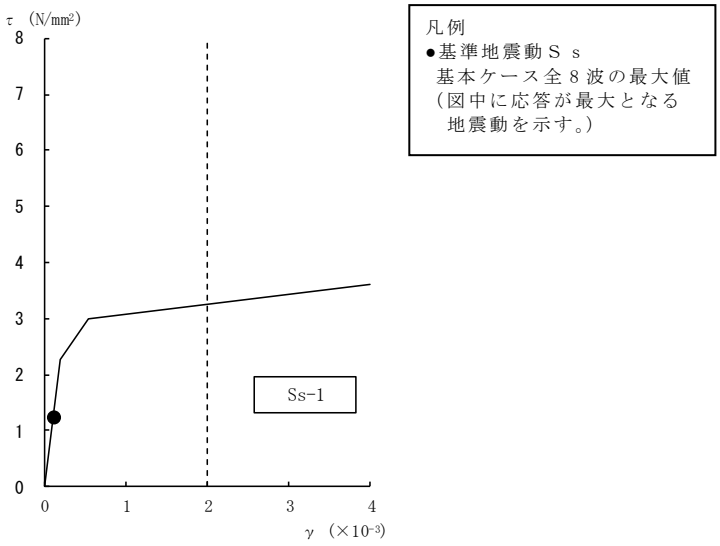
注：分布図は Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－13　最大応答軸力（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

表 4－27　最大応答軸力一覧表（基準地震動Ｓｓ，鉛直方向）

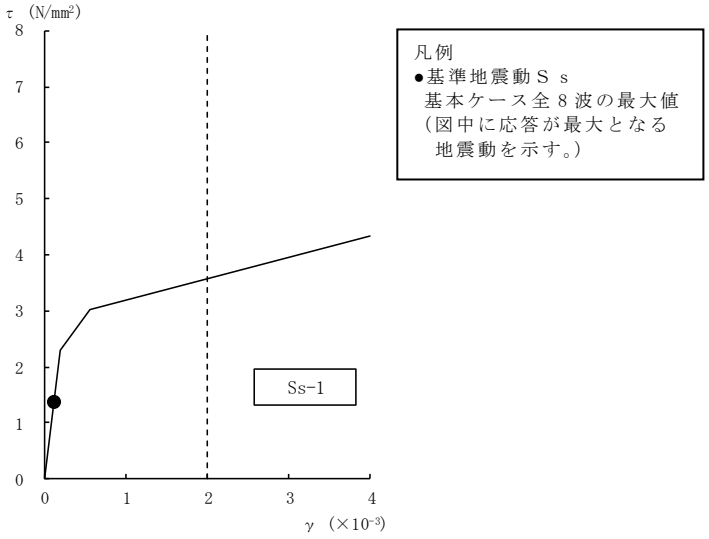
部位	部材番号	最大応答軸力一覧表(×10^4kN)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
建屋部	1	9.33	4.47	7.69	4.94	5.78	5.23	5.86	3.16
	2	16.8	8.18	12.7	9.34	10.0	10.0	10.3	6.70
	3	26.3	17.0	20.2	14.9	15.6	16.2	15.1	11.3
	4	31.2	20.6	23.3	17.2	17.8	18.9	17.0	13.4
	5	52.9	36.3	36.8	27.6	28.0	31.5	27.4	23.1
	6	81.1	56.3	54.7	41.5	42.6	46.7	42.0	34.8
	7	107	74.7	73.9	54.0	55.8	60.4	55.3	45.0
	8	125	87.1	88.0	62.4	64.5	69.5	64.0	51.4

注：ハッチングは Ss-1～Ss-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



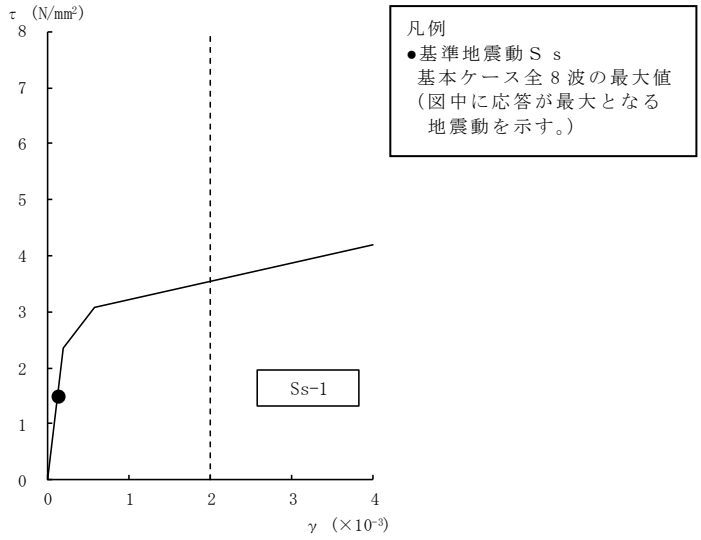
［b 軸］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS 方向，1F）（1/4）



［b 軸］

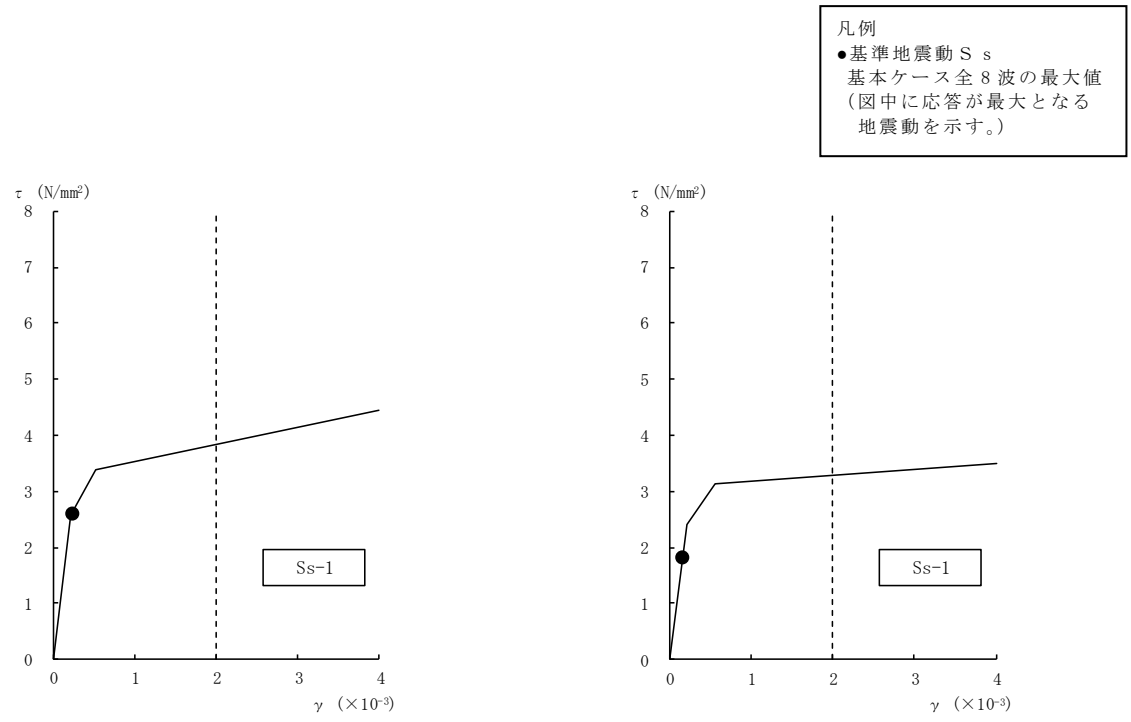
図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS 方向，B1F）
（2/4）



［b 軸］

図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS 方向，MB2F）

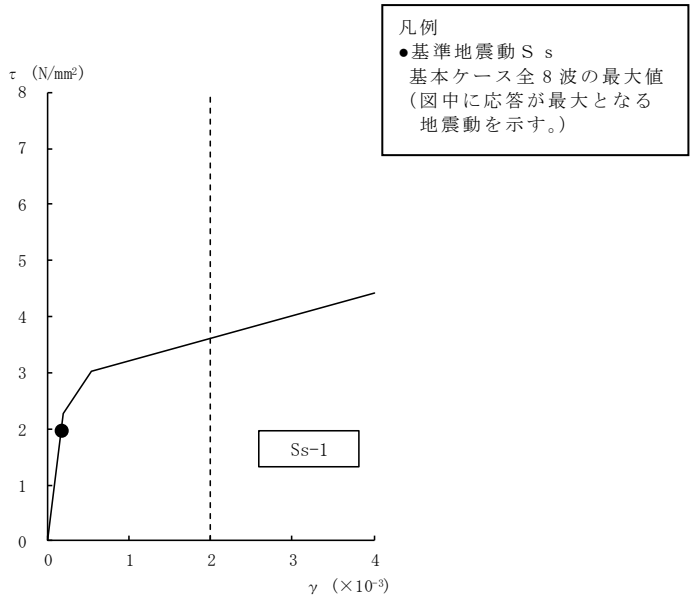
(3/4)



［a 軸］　　［b 軸］

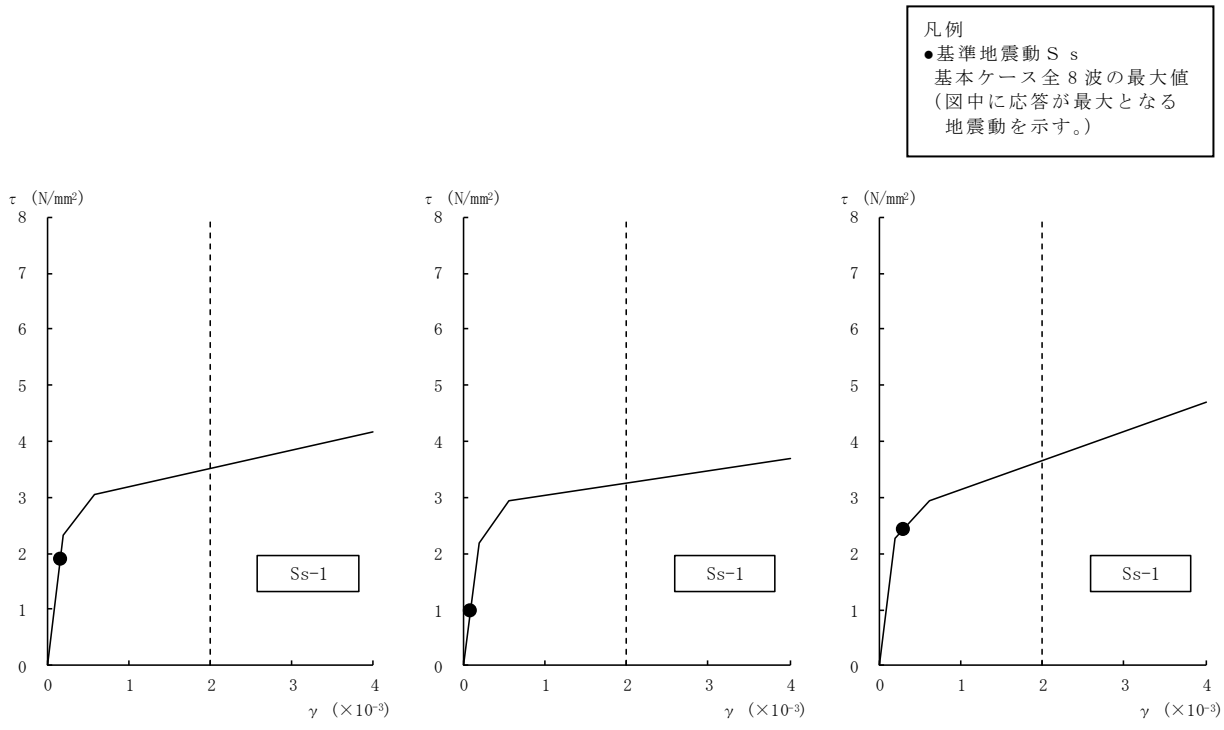
図 4－14　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，NS 方向，B2F）

(4/4)



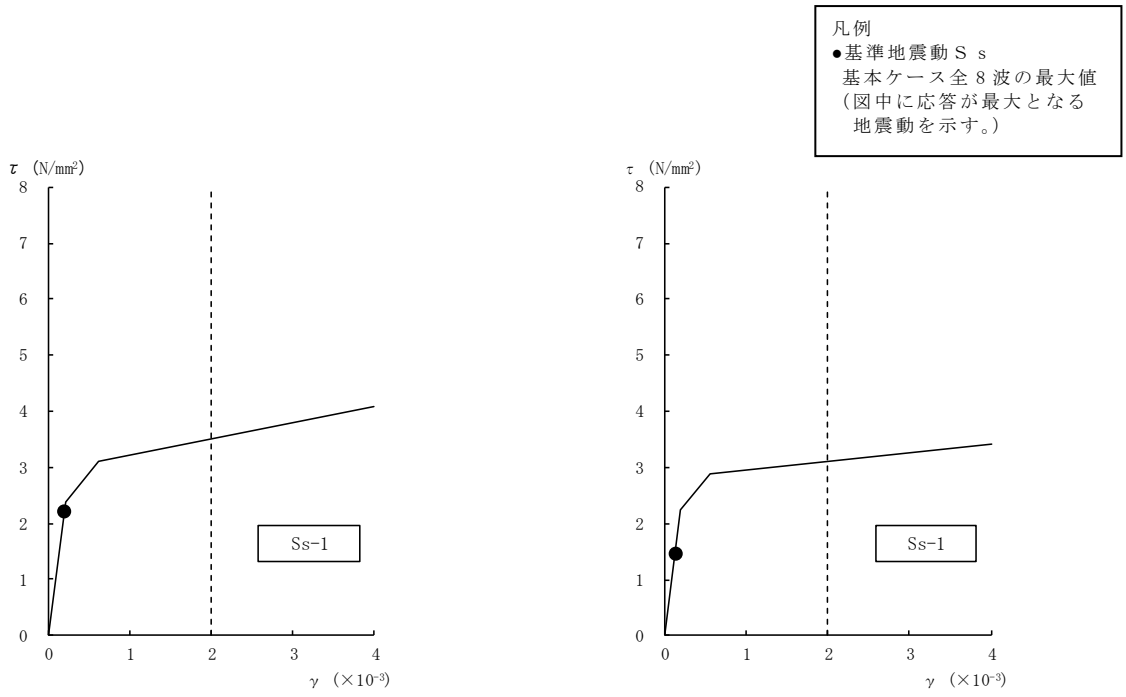
［h 軸］

図 4－15　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW 方向，1F）（1/4）



［a 軸］　　［e 軸］　　［h 軸］

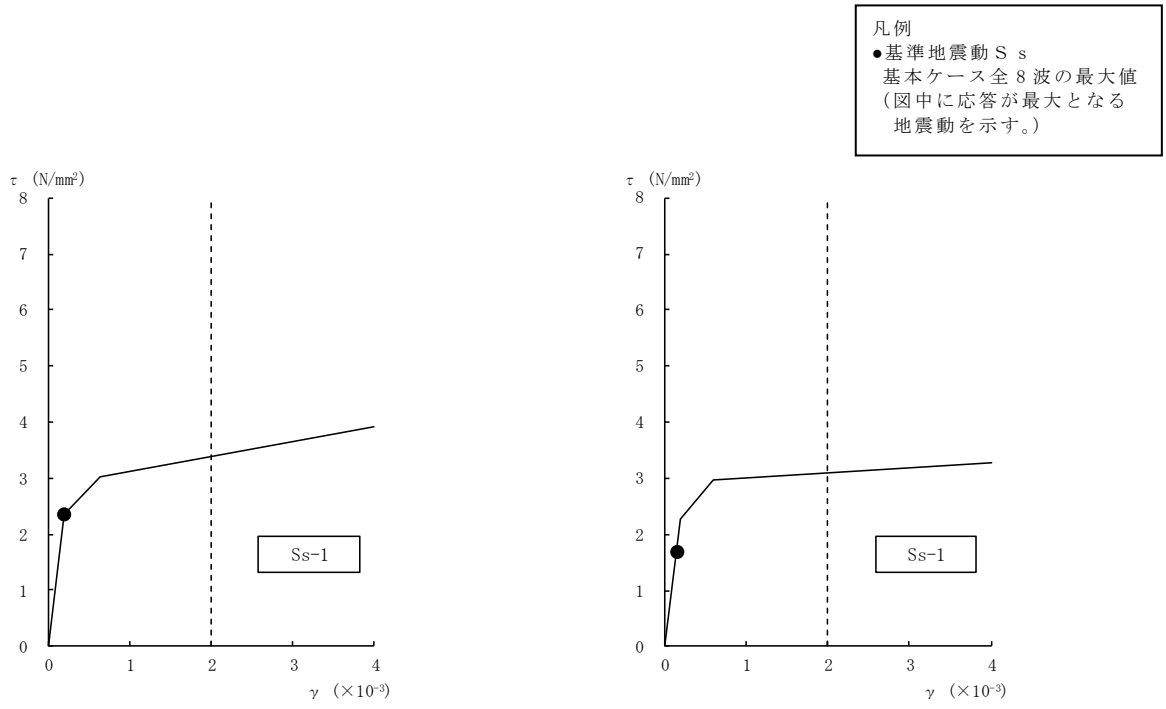
図 4－15　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW 方向，B1F）
（2/4）



［a 軸］　　［e 軸］

図 4－15　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW 方向，MB2F）

(3/4)



［a 軸］　　［e 軸］

図 4－15　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動Ｓｓ，EW 方向，B2F）

(4/4)

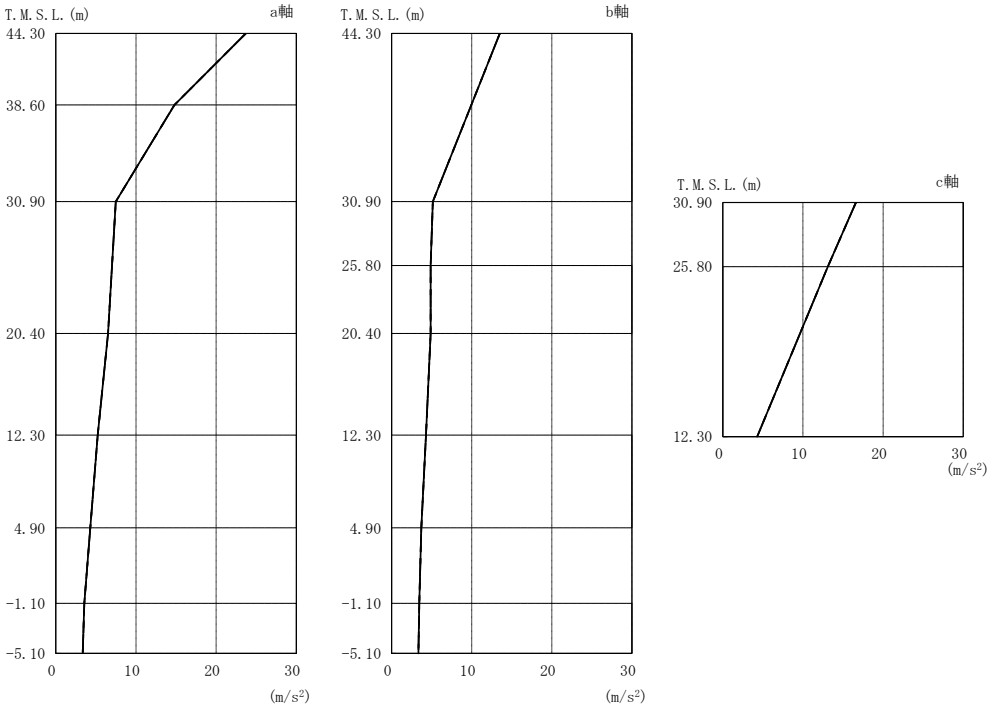
表 4－28　基準地震動Ｓｓによる地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN･m)	最小接地率 (%)
Ss-1	738	38.2	100.0
Ss-2	636	29.5	100.0
Ss-3	628	28.1	100.0
Ss-4	545	20.2	100.0
Ss-5	524	17.2	100.0
Ss-6	554	20.9	100.0
Ss-7	511	16.0	100.0
Ss-8	647	34.6	100.0

(b) EW 方向

基準地震動Ｓｓ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN･m)	最小接地率 (%)
Ss-1	718	31.5	100.0
Ss-2	669	28.5	100.0
Ss-3	647	26.9	100.0
Ss-4	620	25.4	100.0
Ss-5	651	29.1	100.0
Ss-6	633	26.5	100.0
Ss-7	675	31.3	100.0
Ss-8	659	31.4	100.0



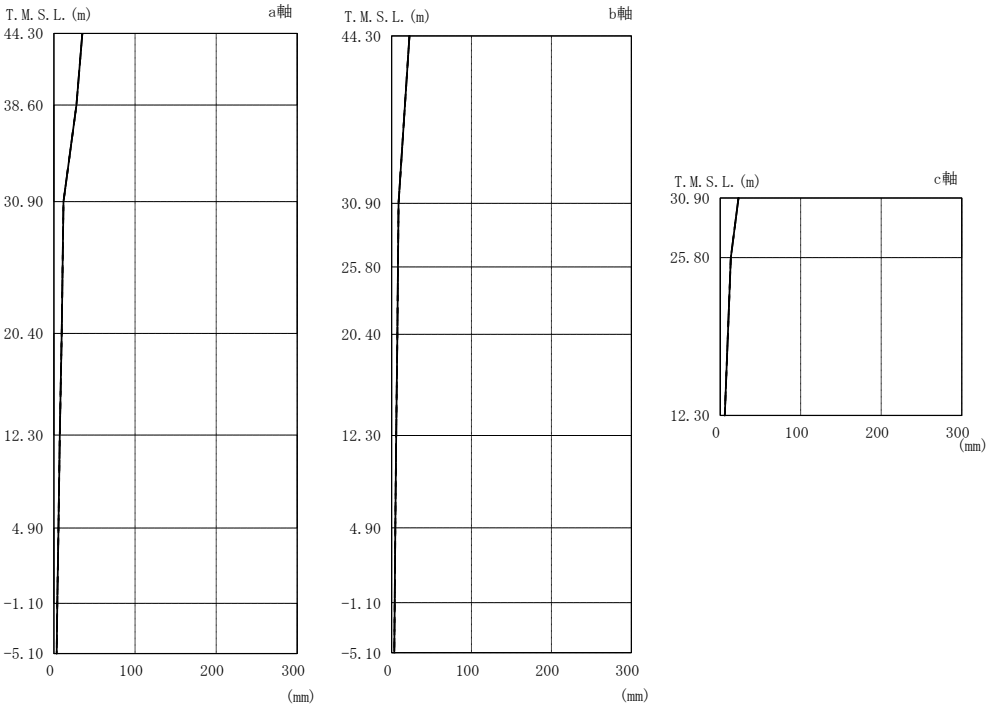
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－16　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

表 4－29　最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s²)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	18.9	23.7	11.2	8.78	6.98	8.89	7.08	11.5
	3	14.2	14.8	8.58	6.38	4.89	6.54	4.91	8.59
	4	7.47	4.80	4.04	2.30	2.64	2.28	2.70	4.30
	9	6.51	3.93	3.98	2.02	2.37	2.03	2.42	3.79
	11	5.23	3.16	3.74	1.79	1.97	1.80	2.00	3.38
	13	4.29	2.63	3.53	1.63	1.67	1.65	1.65	3.08
	15	3.56	2.50	3.33	1.50	1.51	1.53	1.43	2.84
b軸	2	11.8	13.5	7.38	6.03	5.85	6.70	5.78	6.53
	5	5.15	4.03	3.57	2.06	2.31	2.15	2.14	3.66
	7	4.87	3.80	3.52	1.92	2.19	2.05	2.04	3.48
	10	4.88	3.53	3.51	1.79	2.05	1.90	1.92	3.33
	12	4.29	3.11	3.48	1.60	1.79	1.67	1.70	3.14
	14	3.70	2.80	3.38	1.52	1.60	1.55	1.54	2.96
	16	3.46	2.59	3.28	1.47	1.48	1.50	1.43	2.80
	17	3.35	2.42	3.20	1.42	1.40	1.46	1.37	2.68
c軸	6	11.1	16.6	10.7	7.16	8.85	7.36	9.19	6.65
	8	7.32	13.1	7.21	4.25	5.97	4.71	5.93	4.73

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



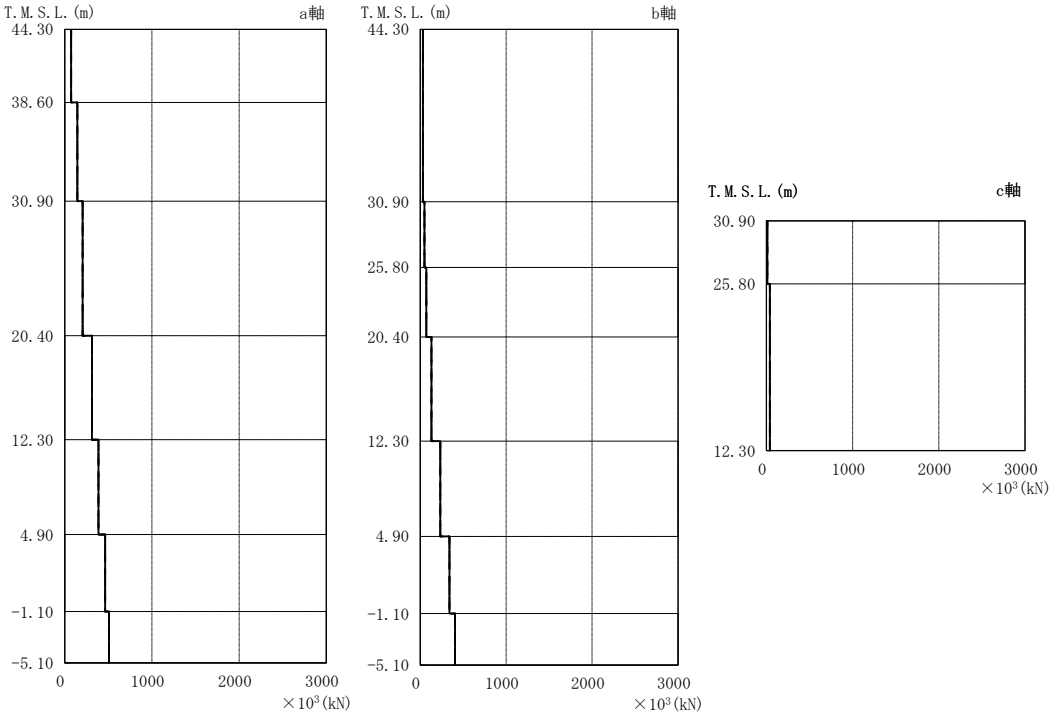
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－17　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

表 4－30　最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	35.0	31.3	20.5	14.7	12.4	15.7	11.2	22.8
	3	27.8	21.8	15.6	11.2	9.45	11.9	8.38	17.8
	4	11.8	6.71	6.26	4.16	3.77	4.36	3.59	7.83
	9	9.49	5.71	5.26	3.28	3.10	3.42	2.97	6.43
	11	7.27	4.76	4.29	2.48	2.45	2.59	2.37	5.14
	13	5.57	3.99	3.48	1.87	1.95	1.95	1.91	4.11
	15	4.16	3.35	2.77	1.37	1.52	1.43	1.51	3.21
b軸	2	22.3	18.2	12.4	10.3	8.19	11.2	7.81	14.7
	5	8.80	5.74	5.34	3.27	3.12	3.47	2.98	6.34
	7	8.03	5.35	4.96	2.95	2.87	3.13	2.76	5.86
	10	7.22	4.94	4.54	2.62	2.60	2.77	2.51	5.33
	12	5.77	4.26	3.81	2.08	2.14	2.20	2.09	4.43
	14	4.69	3.72	3.17	1.62	1.75	1.71	1.73	3.67
	16	3.86	3.30	2.67	1.28	1.45	1.34	1.45	3.07
	17	3.30	2.99	2.30	1.05	1.25	1.09	1.26	2.63
c軸	6	13.7	22.8	10.9	7.53	9.16	8.44	9.26	9.65
	8	10.9	13.2	8.18	5.75	6.54	6.40	6.46	7.78

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



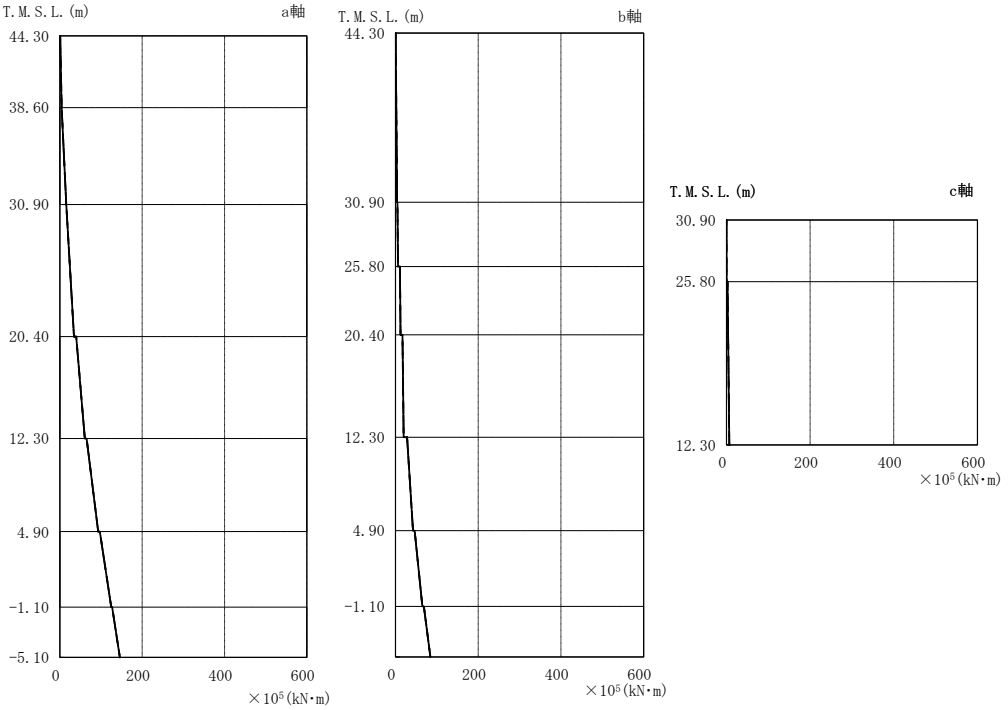
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－18　最大応答せん断力（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

表 4－31　最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

部位	部材番号	最大応答せん断力一覧表（×10³kN）							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	60.9	72.6	36.0	27.5	21.9	28.2	22.1	35.7
	2	132	145	82.0	59.5	47.2	62.3	48.0	80.0
	3	205	156	110	78.9	62.4	83.6	57.5	118
	4	312	213	143	107	85.9	111	78.6	170
	5	387	253	176	130	110	134	105	217
	6	463	287	227	158	138	161	135	278
	7	507	303	271	180	158	183	154	328
b軸	9	29.9	29.2	17.8	14.8	12.9	16.2	12.6	17.3
	10	49.2	42.2	27.3	23.0	18.3	25.2	17.4	31.5
	11	69.7	55.9	40.4	30.9	24.9	33.6	23.0	45.3
	12	131	84.7	72.9	51.5	47.2	54.9	43.3	83.1
	13	234	176	159	96.7	90.2	104	85.0	155
	14	339	230	236	135	132	143	126	236
	15	405	269	289	164	160	173	156	303
c軸	16	7.99	10.8	7.73	5.18	6.45	5.33	6.65	4.66
	17	23.1	39.5	23.1	14.0	19.1	14.8	19.5	15.1

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



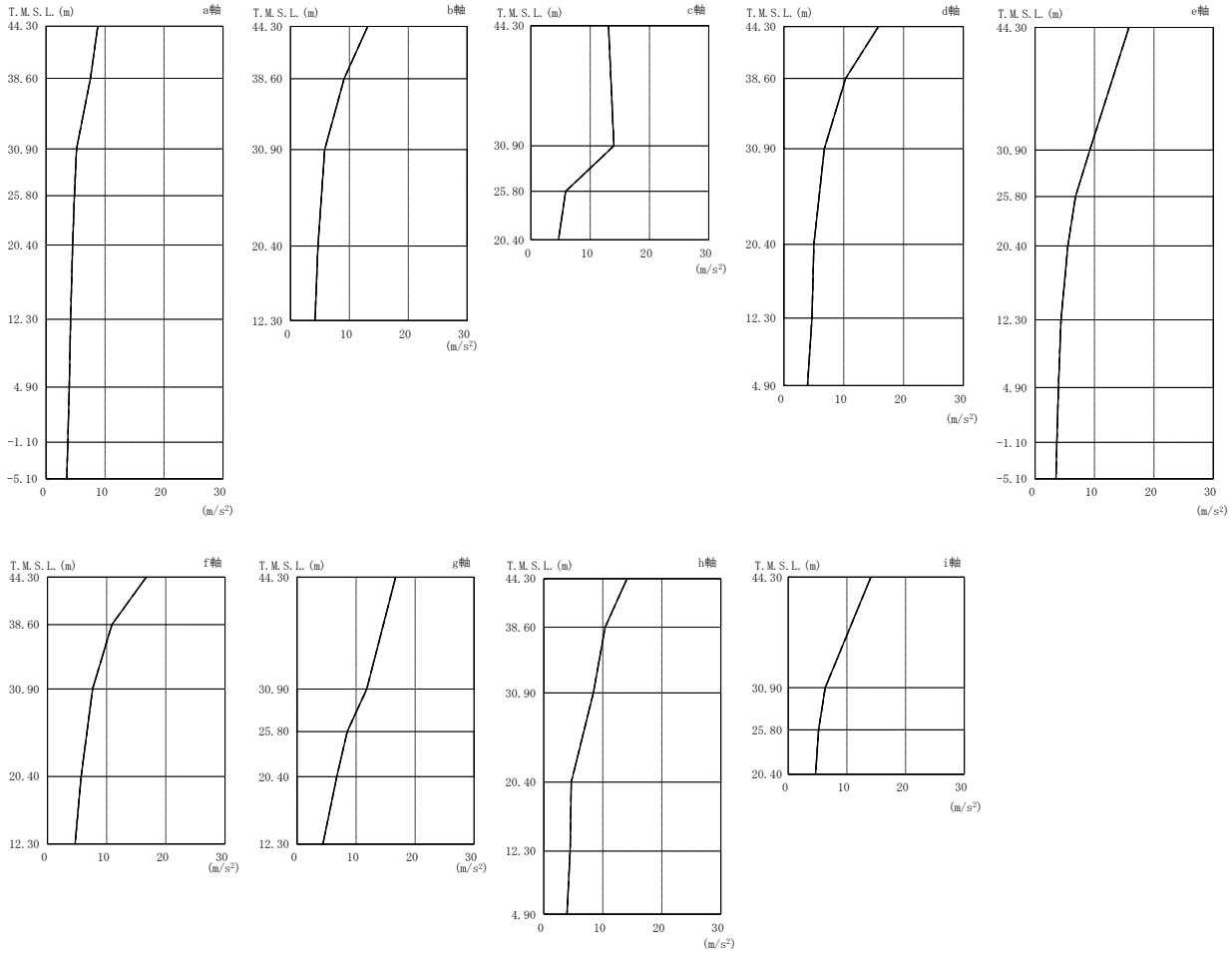
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－19　最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

表 4－32　最大応答曲げモーメント一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向）

部位	部材番号	最大応答曲げモーメント一覧表（×10⁵kN・m）							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	0.792 3.47	0.737 4.26	0.362 2.13	0.272 1.62	0.220 1.26	0.283 1.66	0.230 1.30	0.352 2.11
	2	3.56 13.7	4.31 15.5	2.16 8.47	1.65 6.16	1.27 4.90	1.69 6.47	1.32 5.00	2.15 8.31
	3	13.8 34.3	15.7 31.9	8.56 20.0	6.26 14.4	4.93 11.5	6.55 15.2	5.05 11.1	8.40 20.8
	4	39.7 60.7	33.3 45.5	20.9 32.3	15.4 23.6	11.7 18.4	16.0 25.0	11.6 16.7	21.7 35.3
	5	65.1 93.2	47.5 66.2	33.5 45.7	24.7 34.1	18.7 26.3	26.2 35.8	17.4 24.1	36.6 52.0
	6	97.2 125	67.9 85.1	46.6 57.8	35.0 44.1	27.3 34.9	36.8 46.0	25.0 32.0	53.0 69.0
	7	127 146	85.9 98.0	58.3 66.5	44.5 51.4	35.5 41.1	46.5 53.4	32.5 37.8	69.5 82.2
b軸	9	0.372 4.04	0.348 3.94	0.217 2.40	0.176 1.99	0.155 1.74	0.193 2.19	0.151 1.70	0.206 2.33
	10	4.66 6.28	4.29 6.34	2.55 3.75	2.13 3.28	1.84 2.75	2.32 3.59	1.80 2.66	2.53 4.09
	11	10.8 12.3	8.29 11.0	6.02 7.94	4.14 5.67	3.48 4.75	4.47 6.16	3.24 4.38	5.21 7.54
	12	16.9 19.9	12.6 18.8	9.97 15.1	6.43 10.3	5.41 8.88	6.95 11.2	4.97 7.96	8.44 14.8
	13	28.0 42.3	26.0 38.1	20.2 28.5	13.5 20.4	11.8 17.6	14.5 22.0	10.8 16.2	17.7 28.6
	14	46.5 65.0	39.9 52.5	30.8 39.9	21.4 29.2	18.7 25.9	22.9 31.2	17.1 24.1	29.7 43.1
	15	68.5 84.4	54.4 63.6	42.1 51.1	30.3 36.5	27.1 32.9	32.3 38.9	25.1 30.8	44.5 56.1
c軸	16	0.0340 0.407	0.198 0.559	0.0297 0.394	0.0192 0.265	0.0239 0.329	0.0198 0.272	0.0247 0.340	0.0173 0.239
	17	2.59 5.45	1.54 6.69	1.33 3.70	0.682 2.35	0.666 3.17	0.727 2.57	0.607 3.18	0.638 2.48

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



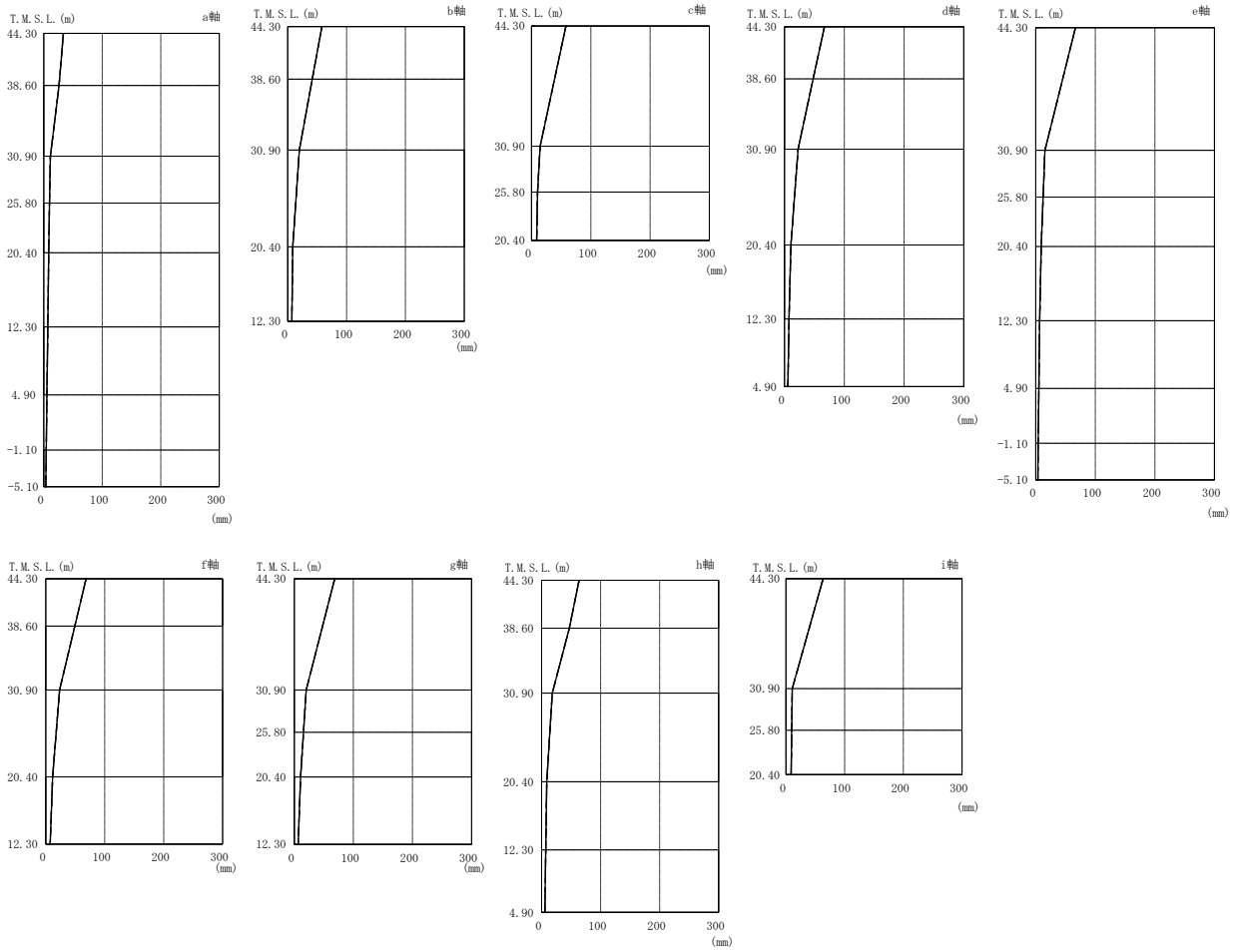
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－20　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

表 4－33　最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s^2)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	6.75	8.76	6.99	6.59	4.83	7.19	6.51	6.60
	6	5.95	7.53	5.97	5.18	3.81	5.55	5.19	5.46
	11	4.60	5.18	3.61	4.00	3.71	4.18	4.55	3.98
	20	4.41	4.82	3.58	3.75	3.64	3.88	4.37	3.72
	25	4.25	4.50	3.52	3.49	3.55	3.59	4.17	3.49
	32	4.14	4.16	3.40	3.10	3.39	3.16	3.87	3.23
	36	3.93	3.89	3.23	2.76	3.19	2.96	3.53	2.91
	38	3.68	3.54	3.12	2.62	3.01	2.80	3.21	2.76
	40	3.51	3.35	3.06	2.50	2.89	2.67	3.05	2.65
b軸	2	11.5	13.1	9.72	8.87	7.63	9.54	10.0	8.77
	7	7.93	9.11	7.14	5.68	4.72	6.18	7.34	6.58
	12	5.43	5.80	4.26	4.91	4.11	5.42	5.53	4.70
	26	4.63	4.66	3.69	3.65	3.67	3.78	4.39	3.72
c軸	19	11.3	14.0	8.09	8.12	7.97	8.32	7.12	5.99
	21	5.52	5.86	4.28	4.25	3.90	4.44	4.83	4.10
d軸	3	15.8	15.4	10.8	11.6	11.5	11.7	10.8	9.23
	8	9.18	10.3	7.92	7.04	5.00	7.51	6.82	6.77
	13	6.75	6.35	5.10	5.24	4.17	5.43	5.02	5.10
	27	5.01	4.83	3.97	3.54	3.71	3.58	4.42	4.15
	33	4.58	4.68	3.58	3.09	3.42	3.16	4.20	3.47
e軸	18	8.08	7.45	5.74	6.94	7.51	7.79	9.23	4.87
	22	6.80	5.49	4.81	5.42	5.66	6.18	6.80	4.25
	31	5.51	4.60	4.44	4.56	4.79	5.08	5.51	3.80
	35	4.36	3.72	3.63	3.46	3.72	3.70	4.28	3.41
	37	3.93	3.44	3.16	2.77	3.36	2.92	3.88	3.03
	39	3.67	3.43	3.05	2.62	3.07	2.79	3.13	2.75
f軸	4	16.7	16.1	14.3	10.7	13.1	11.4	12.7	12.3
	9	10.2	10.9	8.24	6.52	5.65	6.86	7.13	7.06
	14	6.48	7.63	5.32	5.06	5.07	5.31	5.18	5.21
	28	5.64	5.70	4.28	4.13	3.85	3.96	4.91	3.71
g軸	17	11.3	10.3	8.20	9.01	9.96	9.98	11.8	5.11
	23	8.40	7.02	6.68	7.17	6.94	7.51	8.50	4.24
	30	5.96	4.93	5.48	4.96	5.28	5.20	6.72	3.89
h軸	5	13.7	14.1	10.6	7.99	7.74	9.14	10.9	10.5
	10	8.90	10.4	7.62	6.05	5.64	6.58	6.18	7.63
	15	8.39	5.44	4.14	4.71	4.11	5.00	4.70	3.85
	29	4.51	4.66	3.66	3.57	3.71	3.74	4.54	3.82
	34	4.16	4.47	3.38	3.13	3.44	3.21	4.02	3.32
i軸	16	6.32	5.48	3.98	4.12	4.11	4.39	5.32	4.87
	24	5.18	5.17	3.85	3.86	3.90	4.09	4.95	4.32

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



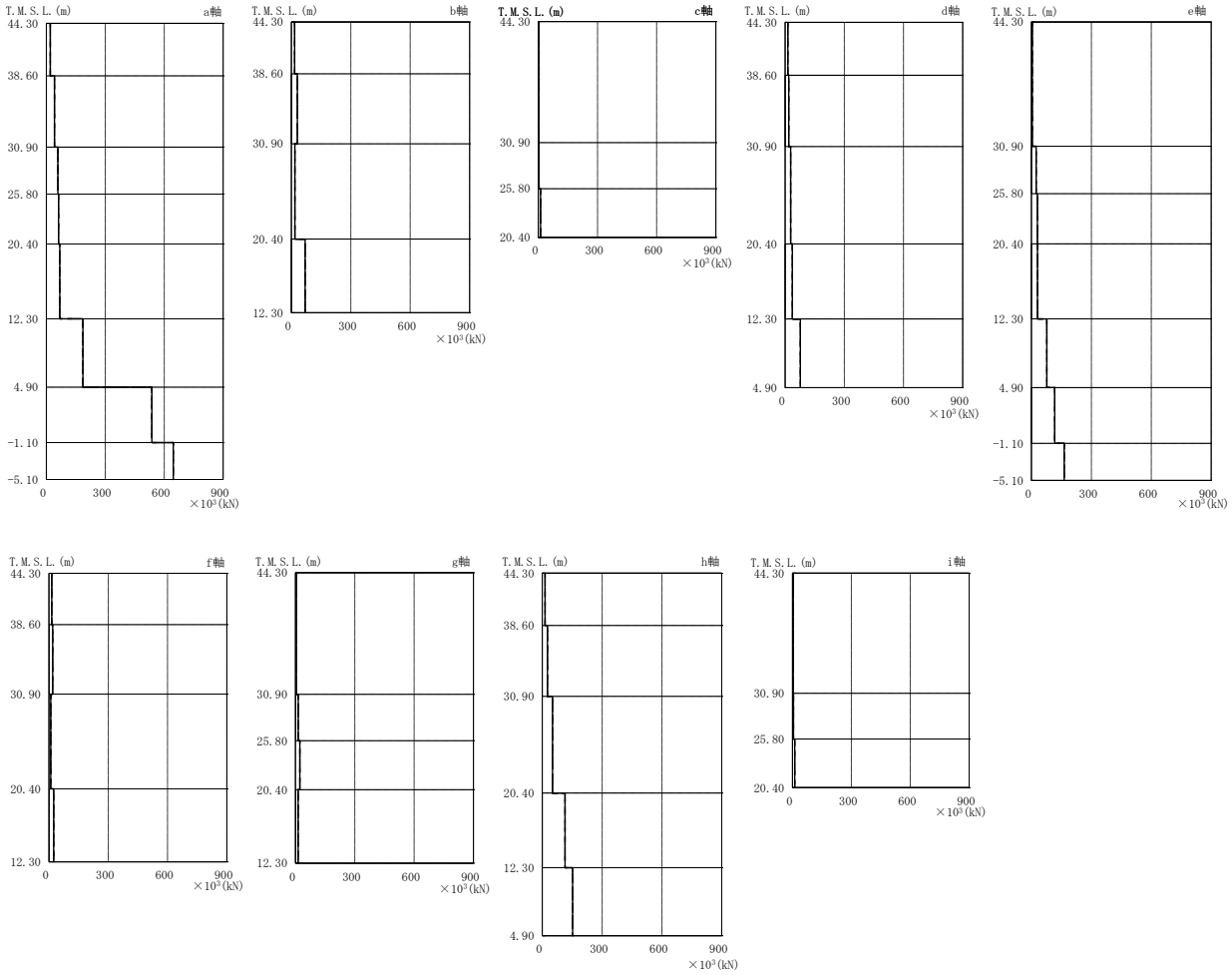
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－21　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

表 4－34　最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	27.0	33.5	22.6	16.5	15.3	19.3	25.5	22.0
	6	20.2	26.2	17.5	13.1	12.6	15.1	18.2	17.5
	11	8.14	11.4	7.16	6.70	6.82	7.14	8.11	8.11
	20	7.35	9.85	6.05	5.89	5.98	6.23	7.23	7.05
	25	6.69	8.56	5.17	5.17	5.24	5.43	6.42	6.16
	32	5.70	6.90	4.05	4.14	4.27	4.32	5.22	4.97
	36	4.66	5.48	3.10	3.15	3.30	3.27	4.01	3.89
	38	3.73	4.30	2.48	2.32	2.45	2.40	2.97	2.97
	40	3.14	3.55	2.14	1.82	1.94	1.87	2.34	2.40
b軸	2	52.9	57.1	40.5	25.7	23.0	32.1	58.0	37.0
	7	36.5	41.6	29.2	19.6	17.9	23.3	31.5	27.5
	12	14.9	19.8	13.6	9.81	9.62	11.4	15.6	13.4
	26	7.00	8.58	5.19	5.40	5.46	5.66	6.76	6.29
c軸	19	13.2	14.5	10.5	9.82	10.2	10.7	11.7	11.2
	21	8.24	10.1	6.29	6.58	6.62	6.92	8.07	7.49
d軸	3	66.3	66.7	49.2	31.0	27.1	37.7	47.4	44.4
	8	44.1	47.8	34.4	22.2	20.3	26.7	31.7	32.0
	13	17.7	22.7	15.9	11.0	11.0	12.5	12.2	14.9
	27	7.86	10.7	6.15	6.23	6.41	6.53	7.98	7.44
	33	6.13	7.49	4.32	4.44	4.61	4.62	5.72	5.34
e軸	18	15.5	13.0	10.2	11.7	10.9	13.8	14.3	9.39
	22	12.5	10.7	7.86	8.93	8.84	10.4	11.2	8.07
	31	9.32	8.57	5.87	6.52	6.74	7.04	8.45	6.70
	35	6.36	6.53	4.11	4.36	4.51	4.58	5.72	5.03
	37	4.88	5.24	3.09	3.18	3.33	3.32	4.17	3.87
	39	3.73	4.20	2.50	2.30	2.44	2.38	2.98	2.95
f軸	4	67.5	68.3	50.2	30.8	28.0	36.0	44.2	46.5
	9	45.9	49.3	35.6	22.9	21.0	26.5	30.3	33.4
	14	18.8	23.3	16.8	12.1	11.8	13.4	13.2	15.5
	28	8.67	11.6	7.07	6.91	7.04	7.30	8.62	8.08
g軸	17	20.1	16.2	14.4	16.1	14.5	18.0	18.6	11.6
	23	15.5	12.3	10.7	11.8	11.2	13.1	14.2	9.40
	30	10.6	9.18	6.78	7.36	7.70	8.04	9.64	7.30
h軸	5	60.1	63.4	45.3	29.0	25.0	32.7	38.4	43.5
	10	43.0	46.9	33.4	21.8	19.6	24.9	27.3	32.1
	15	13.6	18.1	11.9	8.61	8.50	9.52	9.71	11.8
	29	7.16	8.74	5.39	5.56	5.64	5.84	6.97	6.46
	34	5.90	7.07	4.18	4.32	4.43	4.51	5.46	5.14
i軸	16	8.31	10.7	6.76	6.85	6.96	7.24	8.50	7.94
	24	7.80	9.68	6.05	6.22	6.32	6.55	7.77	7.21

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



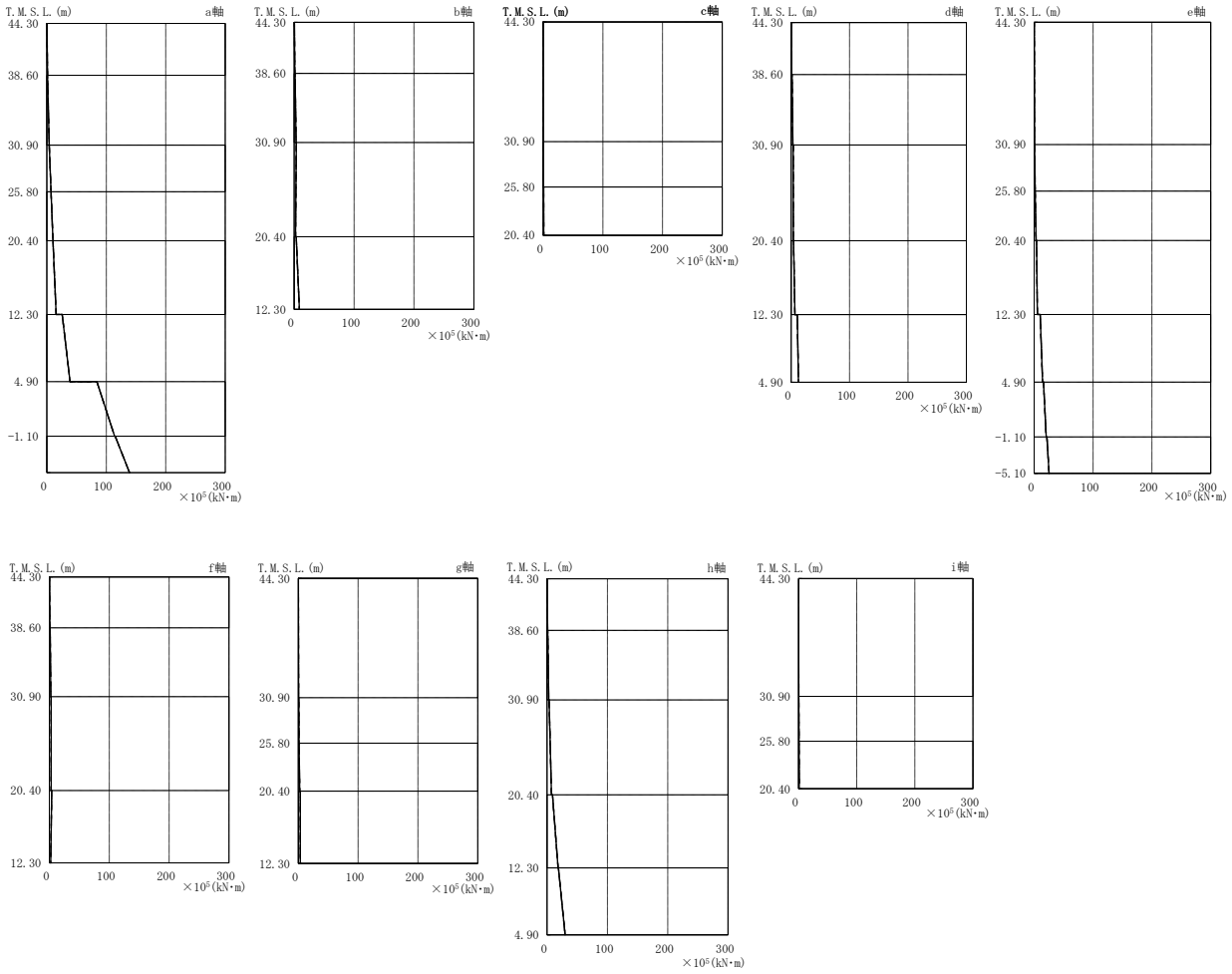
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－22　最大応答せん断力（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

表 4－35　最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

部位	部材番号	最大応答せん断力一覧表（×10^3kN）							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a軸	1	16.9	17.0	12.5	8.16	6.62	9.50	19.9	10.3
	2	41.0	40.9	30.4	19.1	15.2	22.3	39.3	25.4
	3	56.8	58.3	42.8	28.5	22.6	32.7	36.7	37.4
	4	57.2	62.1	44.4	31.6	26.0	36.0	38.4	39.6
	5	54.1	68.2	47.7	36.3	33.5	40.7	43.7	42.4
	6	143	186	126	130	122	138	151	129
	7	464	537	368	393	395	411	478	406
	8	564	646	431	438	469	456	543	484
b軸	10	7.68	7.05	5.32	7.19	5.92	7.67	16.5	5.91
	11	13.5	11.9	8.53	9.97	8.59	9.68	30.2	9.14
	12	13.3	14.2	10.5	12.6	12.8	12.3	17.7	13.5
	13	58.3	69.4	47.3	54.4	52.0	57.7	65.0	51.4
c軸	14	2.30	1.96	1.65	1.03	0.997	1.18	2.75	1.32
	15	3.49	3.33	2.59	2.36	1.97	2.61	2.75	1.95
	16	11.2	11.4	8.30	9.08	8.39	9.70	9.96	8.50
d軸	17	12.2	12.0	9.66	10.5	11.6	10.9	13.5	8.70
	18	13.9	16.4	12.9	12.6	13.5	12.9	18.5	13.0
	19	20.2	24.1	20.6	18.2	19.3	19.3	27.9	21.9
	20	35.4	36.7	32.9	31.6	31.6	33.1	35.8	33.5
	21	76.9	72.7	62.7	57.4	59.5	59.6	72.6	56.0
e軸	22	4.51	3.90	3.26	2.43	2.23	2.64	3.62	2.59
	23	21.4	19.2	19.0	21.1	19.6	23.0	23.7	13.0
	24	27.2	22.6	23.2	25.4	25.1	27.9	29.9	17.6
	25	28.5	27.8	26.8	27.1	27.6	28.1	30.2	22.5
	26	70.2	70.7	65.3	65.4	66.2	69.2	77.4	62.4
	27	117	108	89.3	91.7	97.3	95.8	107	95.3
	28	164	149	107	111	128	117	135	127
f軸	29	14.0	14.2	13.0	10.2	12.1	11.1	13.1	11.8
	30	16.5	18.8	15.7	13.3	13.6	14.2	18.0	14.5
	31	8.98	6.22	5.62	5.56	3.89	6.66	7.65	4.33
	32	23.9	21.3	16.3	13.8	14.9	15.7	18.4	9.43
g軸	33	4.73	4.04	3.13	2.88	2.98	3.16	3.54	2.42
	34	11.9	10.3	9.83	11.2	11.3	12.5	14.0	7.03
	35	21.3	16.9	16.8	18.9	19.0	20.6	22.0	11.6
	36	13.4	13.7	12.7	10.0	11.5	11.0	13.6	13.0
h軸	37	12.5	13.8	9.94	8.09	8.62	9.27	10.3	9.47
	38	24.7	26.0	20.4	16.8	15.5	17.6	20.0	18.6
	39	50.0	51.2	47.0	35.1	32.1	38.3	38.6	43.5
	40	98.1	114	90.0	89.3	88.3	96.9	106	88.1
	41	129	152	114	118	117	127	145	118
i軸	42	4.28	4.25	3.02	1.83	1.57	2.06	2.80	2.68
	43	4.88	5.48	4.08	3.21	3.09	3.55	3.40	4.20
	44	11.4	11.9	8.80	8.81	8.75	9.56	10.7	9.55

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



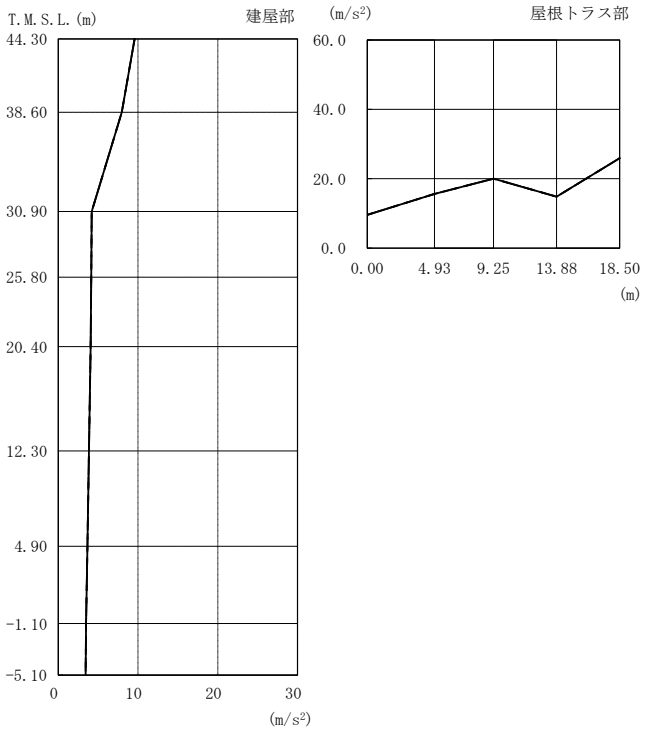
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－23　最大応答曲げモーメント（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

表 4－36　最大応答曲げモーメント一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向）

部位	部材番号	最大応答曲げモーメント一覧表（×10^5kN･m）							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
a 軸	1	0.156 0.964	0.157 0.969	0.115 0.711	0.0751 0.465	0.0609 0.377	0.0875 0.542	0.183 1.13	0.0950 0.588
	2	0.967 4.11	0.970 4.12	0.712 3.05	0.466 1.93	0.378 1.54	0.544 2.26	1.13 4.16	0.589 2.54
	3	4.11 7.01	4.13 7.10	3.05 5.21	1.93 3.37	1.54 2.67	2.26 3.86	4.16 6.02	2.54 4.43
	4	7.01 10.1	7.10 10.3	5.21 7.57	3.37 5.06	2.67 4.03	3.86 5.76	6.02 7.88	4.43 6.55
	5	10.1 14.4	10.3 15.7	7.57 11.2	5.06 7.98	4.04 6.69	5.76 9.03	7.88 10.3	6.55 9.90
	6	21.3 29.3	25.8 39.0	19.3 28.1	15.3 24.2	14.6 23.6	16.8 26.3	16.0 26.8	16.9 26.0
	7	68.6 90.0	84.2 114	67.0 87.4	61.9 84.1	59.8 81.8	66.3 89.7	67.6 95.7	62.7 86.1
	8	91.7 113	115 139	89.0 105	85.9 102	83.3 99.7	91.7 109	97.5 119	87.5 107
b 軸	10	0.303 0.500	0.315 0.439	0.271 0.420	0.168 0.460	0.163 0.411	0.181 0.481	0.389 1.13	0.265 0.337
	11	0.945 1.59	0.827 1.27	0.859 1.18	0.704 1.24	0.626 1.13	0.720 1.28	1.47 3.19	0.752 1.01
	12	1.77 2.16	1.62 2.08	1.69 2.03	1.51 1.93	1.38 1.81	1.57 2.01	3.67 2.22	1.46 1.99
	13	3.21 7.74	3.41 8.77	3.29 7.05	3.05 6.83	2.77 6.98	3.21 7.13	2.88 8.05	2.89 7.03
c 軸	14	0.103 0.306	0.112 0.317	0.0646 0.236	0.0601 0.148	0.0466 0.125	0.0586 0.162	0.0499 0.355	0.0276 0.172
	15	0.306 0.450	0.317 0.487	0.236 0.345	0.148 0.262	0.125 0.197	0.162 0.290	0.355 0.454	0.172 0.252
	16	0.588 0.981	0.684 0.972	0.479 0.883	0.454 0.814	0.277 0.720	0.470 0.887	0.530 0.930	0.292 0.694
d 軸	17	0.344 0.814	0.372 0.773	0.278 0.632	0.170 0.601	0.183 0.628	0.193 0.636	0.279 1.05	0.252 0.524
	18	1.28 1.94	1.32 1.90	1.06 1.65	0.699 1.56	0.814 1.63	0.798 1.65	1.50 2.87	0.907 1.39
	19	2.67 3.69	2.56 3.66	2.24 3.61	1.62 3.27	1.91 2.91	1.78 3.39	3.59 3.31	1.92 3.18
	20	4.14 6.12	4.05 6.34	4.11 6.21	3.41 5.63	3.16 5.37	3.58 5.81	3.59 5.70	3.43 5.88
	21	9.57 11.5	10.4 12.5	10.5 11.7	8.57 11.4	8.05 11.5	9.35 11.6	8.74 11.8	8.79 11.6
e 軸	22	0.109 0.617	0.0806 0.555	0.0631 0.462	0.0886 0.310	0.0813 0.272	0.101 0.333	0.139 0.447	0.0390 0.348
	23	0.654 1.51	0.745 1.70	0.556 1.31	0.446 1.44	0.367 1.26	0.521 1.61	0.586 1.72	0.370 0.979
	24	1.52 2.74	1.72 2.93	1.32 2.57	1.47 2.83	1.28 2.56	1.63 3.12	1.76 3.23	0.982 1.79
	25	2.95 4.75	3.18 4.68	2.77 4.60	3.02 4.86	2.84 4.57	3.42 5.23	3.90 5.42	1.86 3.68
	26	9.93 13.6	9.40 13.1	8.41 13.0	9.23 13.2	8.87 13.3	10.0 14.1	10.2 14.2	6.28 10.5
	27	14.8 19.7	14.2 18.9	14.0 18.9	14.5 19.1	14.3 19.6	15.7 20.0	15.6 20.5	11.0 16.7
	28	20.3 24.7	19.7 24.0	19.4 23.2	19.6 23.9	19.8 24.0	20.6 24.1	21.5 25.2	16.9 22.0
f 軸	29	0.360 0.949	0.388 0.849	0.257 0.747	0.186 0.583	0.152 0.655	0.192 0.617	0.208 0.778	0.200 0.641
	30	1.28 2.37	1.27 2.26	0.992 2.02	0.740 1.53	0.718 1.65	0.766 1.63	0.970 2.20	0.754 1.71
	31	2.96 2.89	2.88 2.61	2.39 2.29	1.77 1.78	1.82 1.57	1.89 1.88	2.54 2.26	2.00 2.09
	32	3.82 2.24	3.10 2.01	2.97 2.04	2.48 1.82	2.06 1.54	2.62 1.94	3.08 1.81	2.29 1.87
g 軸	33	0.183 0.612	0.168 0.552	0.132 0.465	0.159 0.277	0.171 0.280	0.181 0.295	0.195 0.450	0.0671 0.363
	34	0.783 1.12	0.822 1.30	0.592 0.944	0.522 1.01	0.429 0.824	0.572 1.15	0.616 1.15	0.518 0.838
	35	1.15 2.07	1.34 2.08	0.978 1.86	1.05 1.99	0.875 1.87	1.20 2.27	1.20 2.36	0.862 1.39
	36	3.08 3.13	2.89 2.98	2.33 2.92	2.71 3.13	2.66 2.82	3.17 3.38	3.28 3.38	1.70 2.19
h 軸	37	0.296 0.805	0.195 0.809	0.154 0.662	0.135 0.478	0.0929 0.498	0.130 0.531	0.168 0.703	0.145 0.580
	38	1.09 2.53	1.02 2.74	0.831 2.32	0.627 1.65	0.556 1.70	0.632 1.89	0.915 2.42	0.696 2.07
	39	3.33 7.37	3.00 7.31	2.68 7.20	1.91 5.55	1.72 4.59	1.96 5.91	2.87 6.21	2.31 6.63
	40	8.92 16.8	9.09 18.3	8.36 15.4	6.34 13.1	5.59 12.7	6.95 14.2	6.92 14.3	7.70 14.3
	41	17.4 25.6	18.9 29.9	16.1 24.0	14.0 22.4	13.3 21.8	15.2 24.3	15.0 25.7	14.5 22.6
i 軸	42	0.0481 0.571	0.0153 0.573	0.0136 0.410	0.0102 0.246	0.0140 0.209	0.0109 0.279	0.0133 0.374	0.0110 0.363
	43	0.573 0.814	0.575 0.811	0.413 0.602	0.247 0.391	0.209 0.326	0.280 0.442	0.375 0.456	0.369 0.582
	44	0.811 1.21	0.826 1.36	0.620 1.02	0.405 0.812	0.339 0.810	0.455 0.908	0.480 0.903	0.597 1.04

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



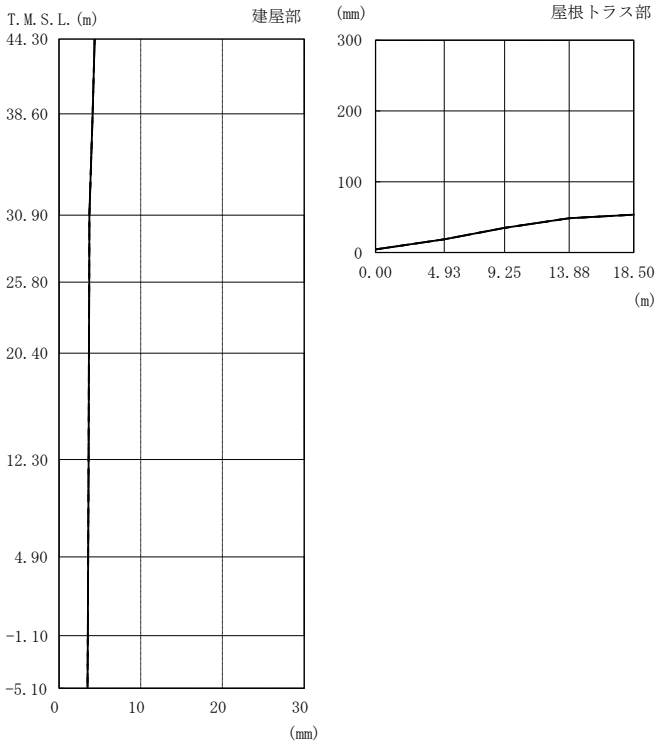
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－24　最大応答加速度（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

表 4－37　最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

部位	質点番号	最大応答加速度一覧表(m/s²)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
建屋部	1	9.57	4.85	5.73	5.21	5.06	5.91	5.55	4.39
	2	7.96	4.14	4.78	4.12	3.98	4.68	4.27	3.33
	3	4.19	2.91	2.78	2.10	2.10	2.44	2.10	1.83
	4	4.14	2.85	2.74	2.04	2.06	2.36	2.08	1.76
	5	4.06	2.77	2.73	1.97	2.04	2.24	2.05	1.69
	6	3.85	2.59	2.67	1.87	1.97	2.01	1.96	1.57
	7	3.66	2.48	2.62	1.80	1.91	1.91	1.86	1.42
	8	3.49	2.38	2.59	1.79	1.86	1.85	1.79	1.27
	9	3.43	2.32	2.56	1.76	1.85	1.81	1.73	1.21
屋根トラス	1	9.57	4.85	5.73	5.21	5.06	5.91	5.55	4.39
	11	15.6	8.78	8.63	9.08	8.56	7.87	8.72	5.12
	12	20.0	8.32	10.5	9.92	8.17	9.01	9.99	6.35
	13	14.8	7.99	11.5	8.09	7.64	8.30	8.20	6.71
	14	25.9	11.2	15.2	13.1	12.2	13.5	12.6	8.99

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



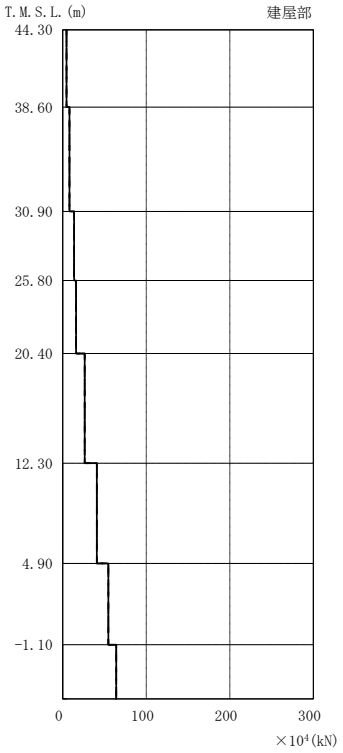
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－25　最大応答変位（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

表 4－38　最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

部位	質点番号	最大応答変位一覧表(mm)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
建屋部	1	4.22	2.34	4.36	2.49	2.77	2.95	2.69	1.38
	2	3.99	2.23	4.13	2.30	2.63	2.72	2.53	1.23
	3	3.56	2.02	3.72	1.90	2.39	2.31	2.25	0.960
	4	3.54	2.01	3.70	1.88	2.37	2.30	2.24	0.950
	5	3.52	1.99	3.67	1.87	2.36	2.29	2.23	0.950
	6	3.47	1.96	3.62	1.84	2.33	2.27	2.20	0.930
	7	3.42	1.92	3.58	1.81	2.31	2.24	2.19	0.920
	8	3.37	1.89	3.54	1.79	2.28	2.22	2.17	0.900
	9	3.33	1.86	3.50	1.78	2.26	2.21	2.16	0.890
屋根トラス	1	4.22	2.34	4.36	2.49	2.77	2.95	2.69	1.38
	11	18.7	12.4	18.0	11.1	12.0	12.4	12.3	11.1
	12	34.8	21.9	30.8	18.9	21.1	21.2	21.4	19.4
	13	48.5	29.8	42.0	25.3	29.2	28.4	28.8	26.4
	14	53.4	32.6	46.2	27.7	32.3	31.0	31.5	28.9

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



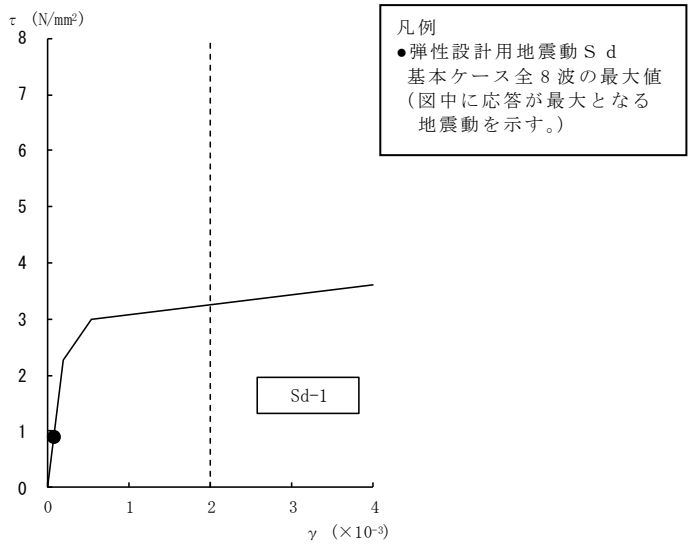
注：分布図は Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図 4－26　最大応答軸力（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

表 4－39　最大応答軸力一覧表（弾性設計用地震動Ｓｄ，鉛直方向）

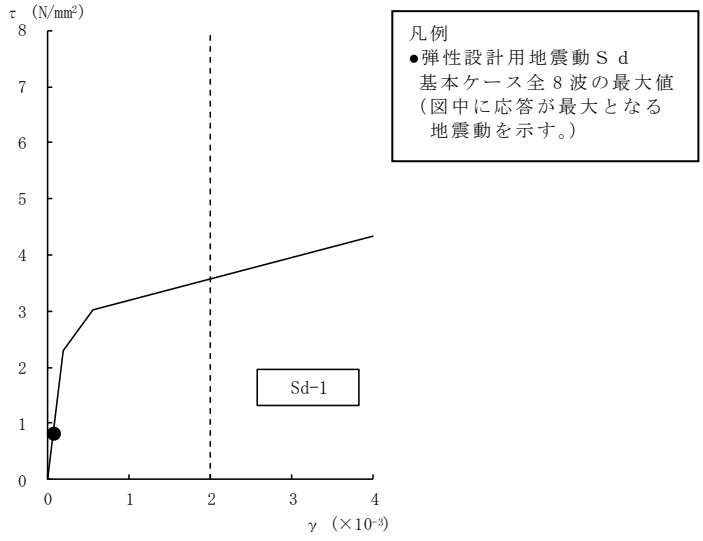
部位	部材番号	最大応答軸力一覧表(×10^4kN)							
		Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
建屋部	1	4.59	2.20	3.70	2.40	2.81	2.72	3.00	1.63
	2	8.14	4.02	6.24	4.57	4.86	5.18	5.29	3.43
	3	13.6	8.55	10.2	7.55	7.65	8.29	7.72	5.73
	4	16.0	10.4	11.8	8.73	8.76	9.52	8.68	6.88
	5	26.3	18.5	18.6	13.8	13.7	15.9	13.4	11.8
	6	40.8	28.5	27.3	20.7	20.9	23.7	20.5	17.7
	7	54.6	37.7	36.9	27.0	27.4	30.6	27.0	23.1
	8	64.0	43.8	43.8	31.1	31.7	35.1	31.2	26.5

注：ハッチングは Sd-1～Sd-8 の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



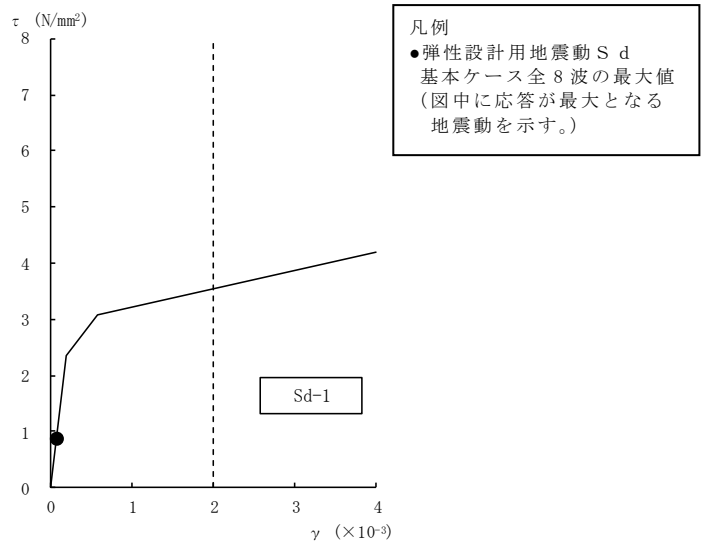
［b 軸］

図 4－27　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向，1F）
(1/4)



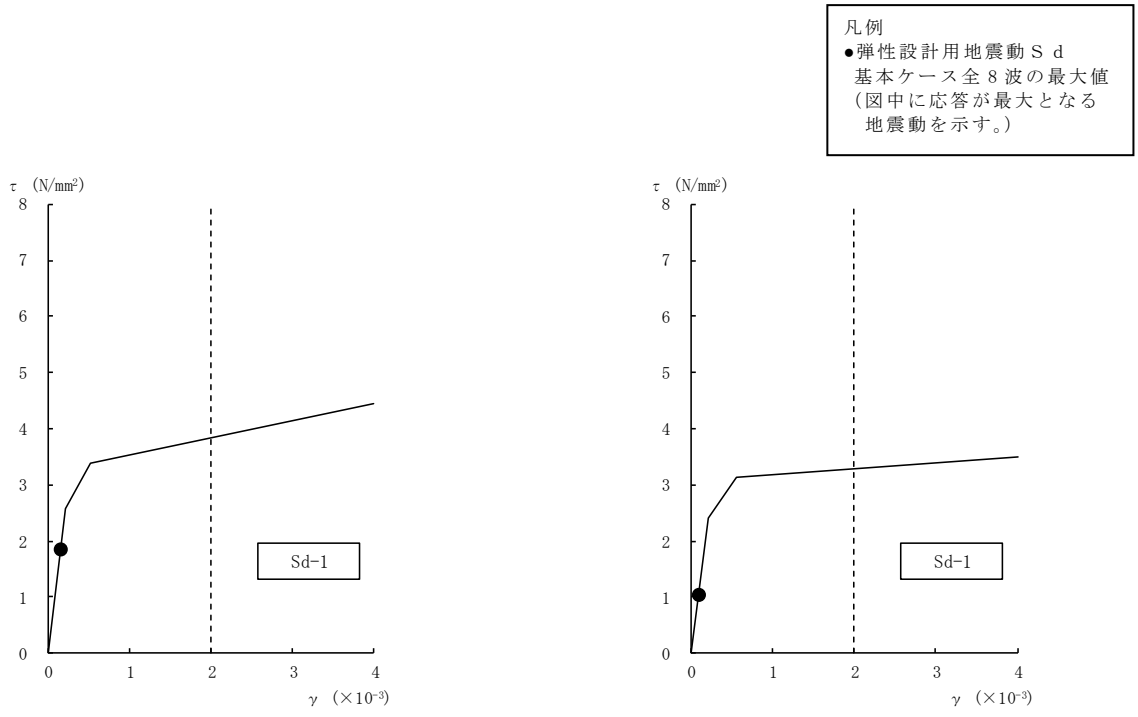
［b 軸］

図 4－27　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向，
B1F）(2/4)



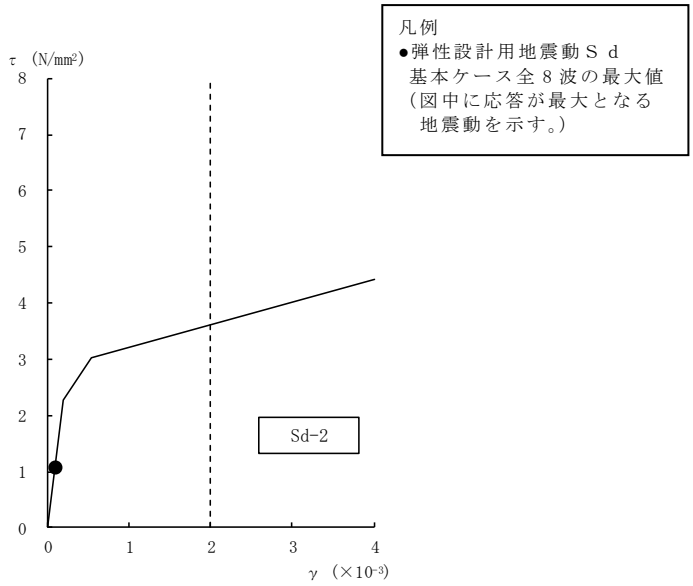
［b 軸］

図 4－27　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向，MB2F）（3/4）



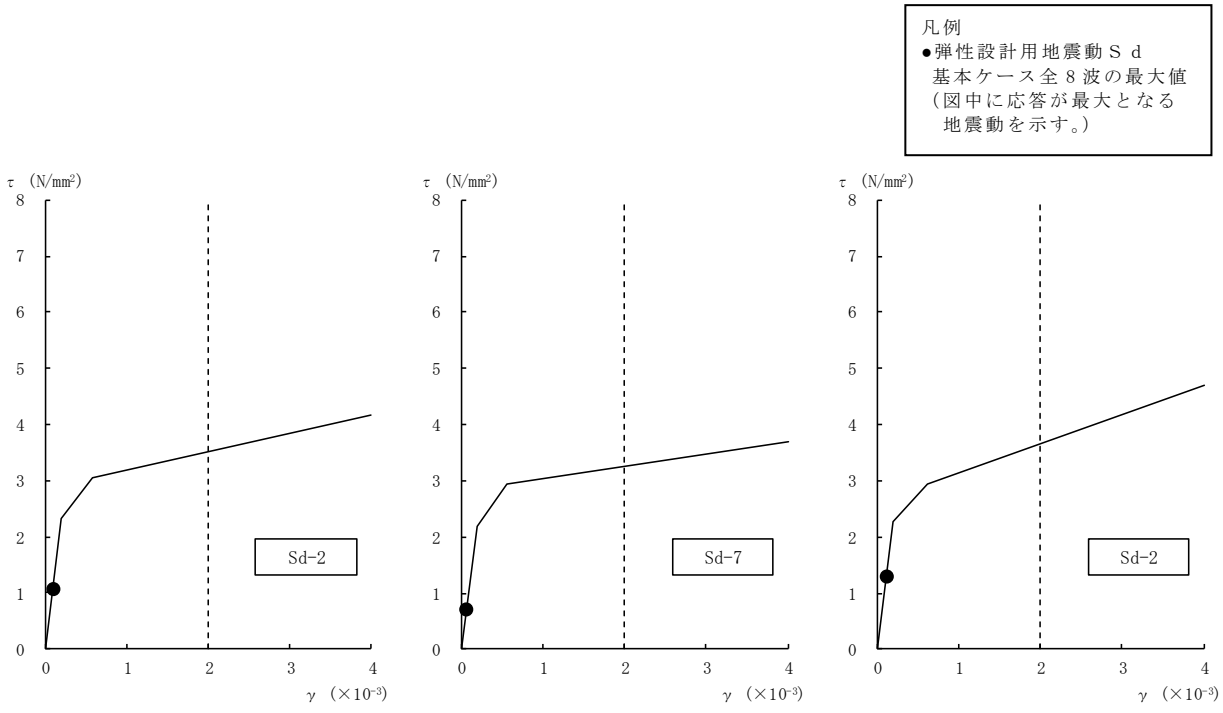
［a 軸］　　［b 軸］

図 4－27　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，NS 方向，B2F）（4/4）



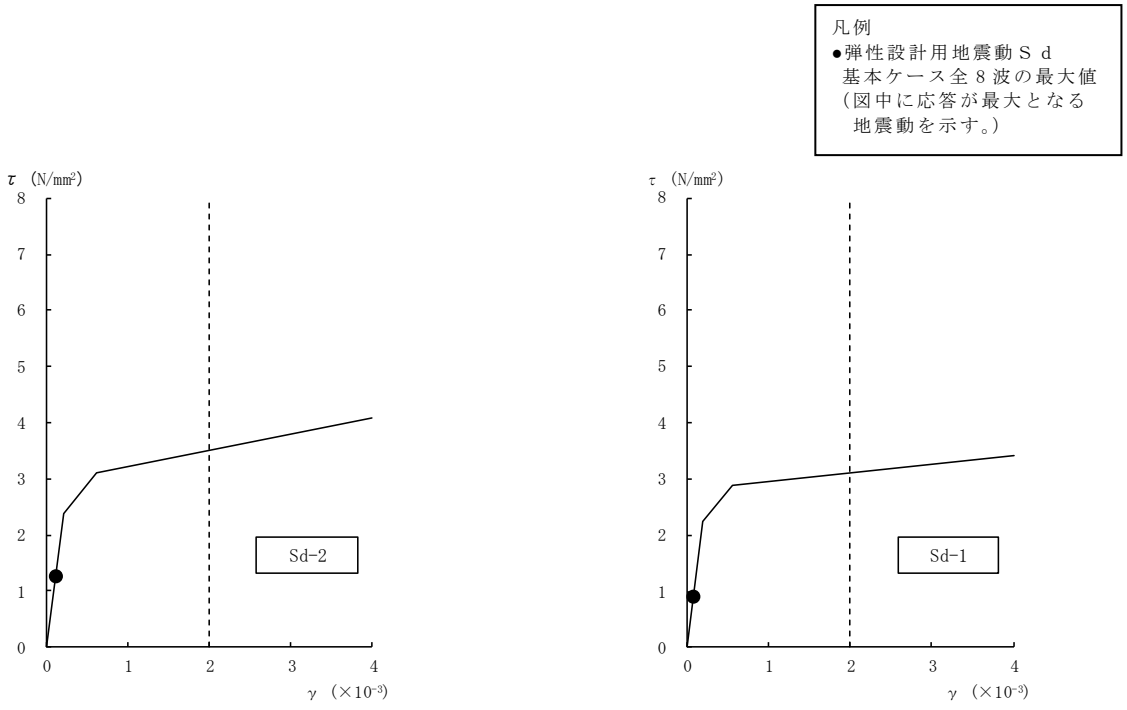
［h 軸］

図 4－28　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向，1F）
(1/4)



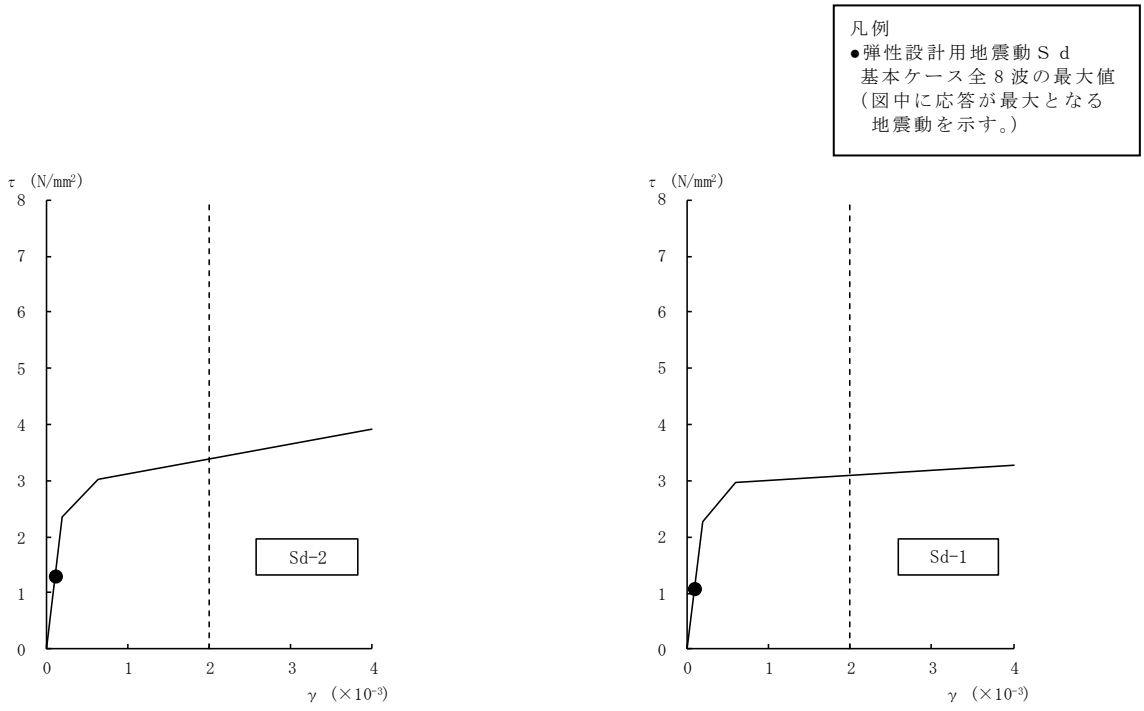
［a 軸］　　［e 軸］　　［h 軸］

図 4－28　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向，
B1F）（2/4）



［a 軸］　　［e 軸］

図 4－28　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向，MB2F）（3/4）



［a 軸］　　［e 軸］

図 4－28　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動Ｓｄ，EW 方向，B2F）（4/4）

表 4－40　弾性設計用地震動Ｓｄによる地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

弾性設計用地震動Ｓｄ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN･m)	最小接地率 (%)
Sd-1	591	24.3	100.0
Sd-2	486	14.5	100.0
Sd-3	473	13.7	100.0
Sd-4	435	10.4	100.0
Sd-5	420	8.30	100.0
Sd-6	441	10.9	100.0
Sd-7	414	7.71	100.0
Sd-8	485	17.3	100.0

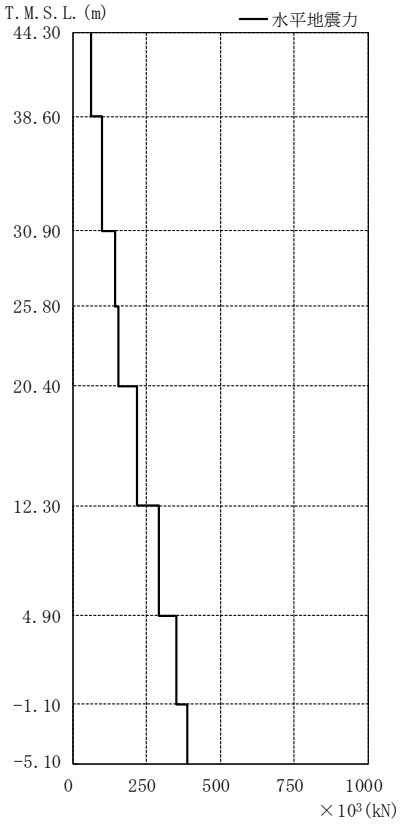
(b) EW 方向

弾性設計用地震動Ｓｄ	最大接地圧 (kN/m^2)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN･m)	最小接地率 (%)
Sd-1	531	16.3	100.0
Sd-2	555	21.0	100.0
Sd-3	503	15.1	100.0
Sd-4	492	14.6	100.0
Sd-5	500	15.6	100.0
Sd-6	502	15.4	100.0
Sd-7	526	18.3	100.0
Sd-8	507	17.1	100.0

4.2　静的解析

静的地震力については，「3.3　解析方法」に示すとおり，平成 3 年 8 月 23 日付け 3 資庁第 6675 号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-9　タービン建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

地震層せん断力係数 1.5C_i 及び静的地震力（水平地震力）を，代表的な EW 方向について図 4－29 に示す。



層せん断力係数 $1.5C_i$	水平地震力 Q_i（$\times 10^3$kN）
0.74	60.61
0.63	100.03
0.37	142.88
0.32	156.42
0.24	218.69
(0.15)	289.98
(0.13)	351.57
(0.10)	389.52

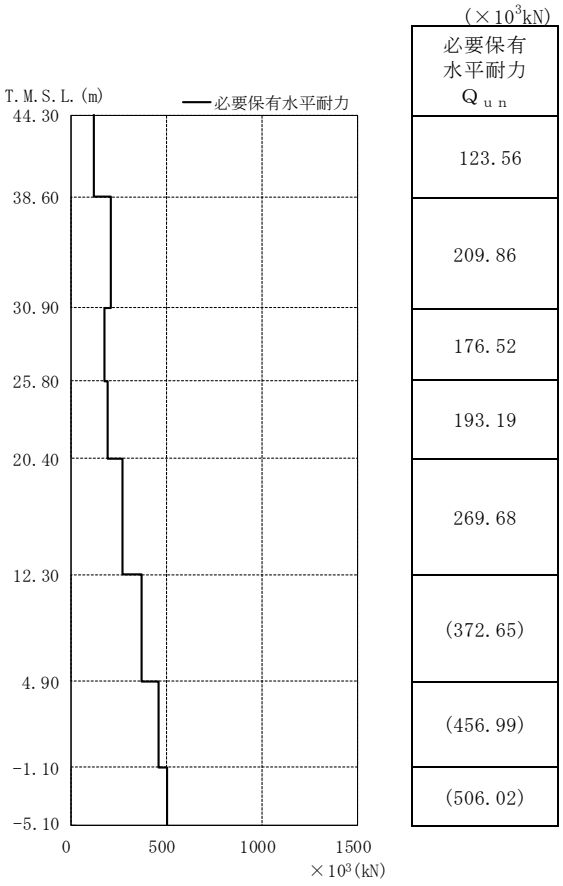
注：（　）内数値は地下震度を示す。

図 4－29　地震層せん断力係数（$1.5C_i$）及び水平地震力（EW 方向）

4.3　必要保有水平耐力

必要保有水平耐力については，「3.3　解析方法」に示すとおり，平成 3 年 8 月 23 日付け 3 資庁第 6675 号にて認可された工事計画の添付資料「Ⅳ-2-9　タービン建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

必要保有水平耐力Q_{un}を，代表的な EW 方向について図 4－30 に示す。



注：（　）内数値は地下震度を使用した場合を示す。

図 4－30　必要保有水平耐力Ｑｕｎ（EW 方向）