

1. 炉内構造物への極限解析による評価の適用について

## 目 次

1. 概要	1
2. 耐震評価について	1
3. 炉内構造物への極限解析の準用	3
3.1 規格基準における扱い及び炉内構造物への準用	3
3.2 極限解析による評価	15
4. 試験による確認について	47
4.1 はじめに	47
4.2 試験目的	47
4.3 試験内容	47
4.4 試験結果	51
4.5 まとめ	57
5. 1本あたりの地震荷重の算出について	68
5.1 詳細モデルによる影響評価	68
5.2 最外周部の偏心の扱いについて	76
別紙－1 試験体に対する極限解析について	78
別紙－2 補強板の健全性について	82
別紙－3 気水分離器と蒸気乾燥器の相対変位について	87



# 炉内構造物への極限解析による評価の適用について

## 1. 概要

既工認においては、炉内構造物として公式等を用いた評価を行っていたが、今回工認では、機能限界を踏まえた許容限界をより現実的に示す観点で、J E A G 4601, J S M E 設計・建設規格で定められた極限解析による評価（以下「極限解析」という。）を採用する。極限解析については、規格基準に基づく手法であり、また新規制基準での工認における高浜 1, 2 号炉, 美浜 3 号炉で適用実績のある手法である。

## 2. 耐震評価について

スタンドパイプの耐震評価フローを図 2-1 に示す。今回工認におけるスタンドパイプの地震荷重については、多質点系の建屋機器連成解析モデルを用いた地震応答解析を実施し、スタンドパイプ全 225 本を 1 質点として算出された地震荷重を算出する。得られた地震荷重からスタンドパイプ 1 本に掛かる地震荷重を算出し、算出した地震荷重が 1 本のスタンドパイプにおける極限解析により得られた許容値（許容荷重）以下であることを確認することにより、健全性を確認する。

これは、シュラウドヘッド及び全スタンドパイプに対する評価においては、あるスタンドパイプが許容限界を超えた場合においても、他のスタンドパイプが有する耐力により構造物としての耐力が期待できると考えられるが、1 本に対する許容値と荷重を比較する場合他のスタンドパイプの耐力に期待しないため保守的な手法となると判断しているものである。

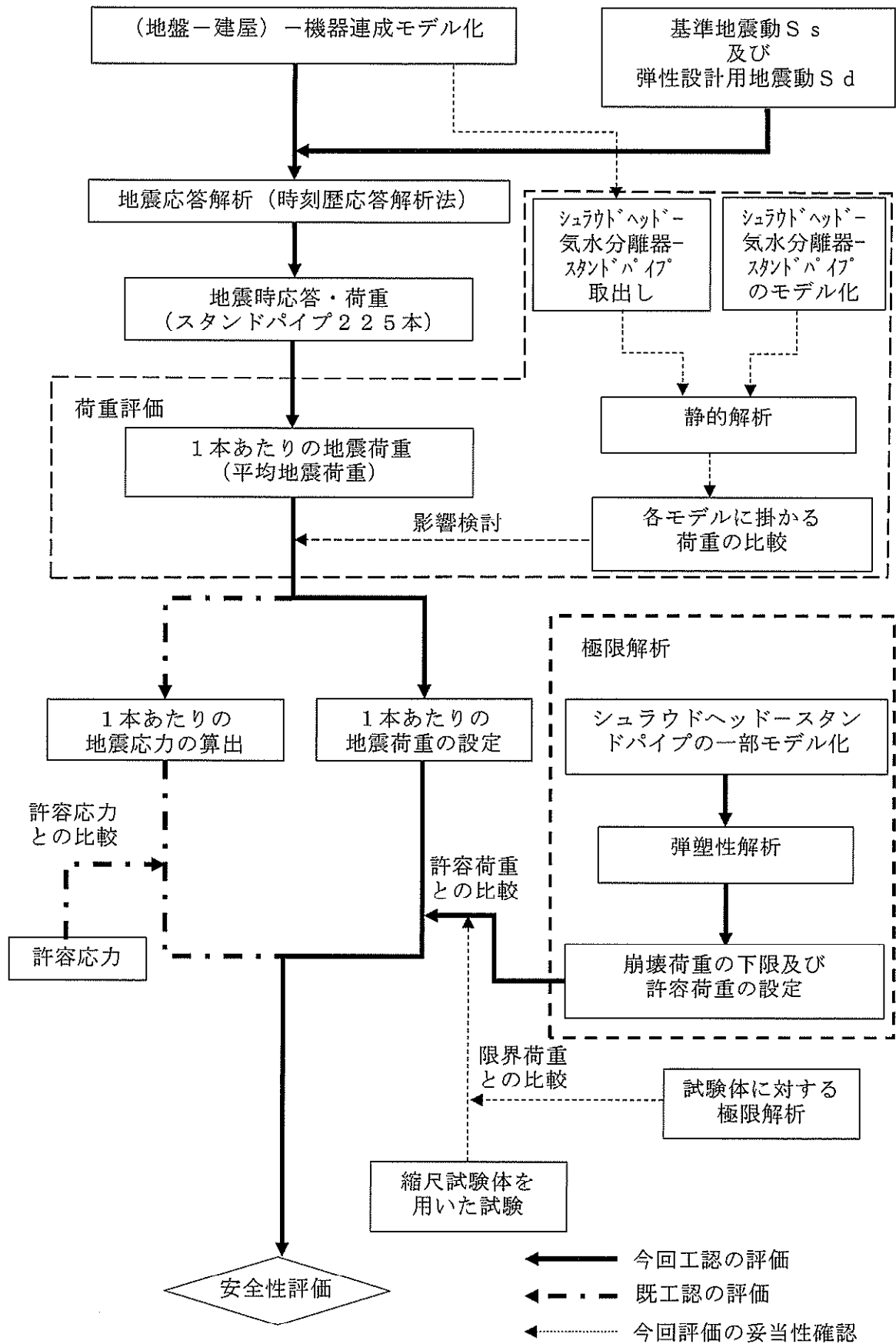


図 2-1 スタンドパイプの耐震評価フロー

### 3. 炉内構造物への極限解析の準用

#### 3.1 規格基準における扱い及び炉内構造物への準用

J E A G 4601, J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物に関する抜粋を図 3-1～3 に示す。極限解析は, J E A G 4601, J S M E 設計・建設規格において, 炉心支持構造物に適用可能な設計手法として規定されている。また, J E A G 4601 において, 炉内構造物の許容応力は炉心支持構造物の許容応力を準用することができることを定めている。整理結果を表 3-1 に示す。

東海第二発電所の今回工認における炉内構造物の極限解析の適用に際して炉心支持構造物の規定を準用するため, 極限解析の具体的な評価手法が規定されている J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物の規格に定められた要求事項を満足することを確認して, 準用することとする。炉心支持構造物の規格要求事項に対して, 極限解析を適用するスタンドパイプの適合性確認に対する要求の整理結果を表 3-2 に示す。

J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物の規格に定められた要求事項について建設時の記録及び応力解析から要求事項を満足していることを確認した。

また, 評価範囲であるスタンドパイプとシュラウドヘッドの取付部の溶接施工管理については炉心支持構造物と同様の施工管理を実施している。

表 3 - 1 極限解析の規格基準における扱い

規格基準	適用範囲	備考
J E A G 4601	炉心支持構造物 炉内構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 炉内構造物は炉心支持構造物を準用</li> <li>・ 具体的な手法として J S ME 設計・建設規格を読み込み (JEAG では告示 501 号を読み込み)</li> </ul>

表 3-2 J S M E 設計・建設規格 炉心支持構造物の規格に対するスタンダードパイプの適合性確認整理結果

CSS-1000：一般要求事項

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての考慮の要否	左欄で要の場合：考慮に対する方針を記載 左欄で否の場合：理由を記載
CSS-1100	適用			
CSS-1110	適用範囲	適用範囲を炉心支持構造物の材料，設計及び検査としている。	要	材料，設計及び検査の規格を満足することで，適用範囲を満足することを確認する。
CSS-1120	境界			
CSS-1121	炉心支持構造物と炉内構造物の境界	境界は炉心支持構造物の外表面とする。	否	評価範囲はシュラウドヘッドとスタンダードパイプであり，共に炉内構造物であることから炉心支持構造物と炉内構造物の境界がないため。
CSS-1300	記号の定義	使用する記号の定義を定めている。	要	記号の定義に従う。
CSS-1400	応力分類	CSS-3000に規定する設計，応力解析の応力分類について定めている。	要	CSS-3000に規定する設計及び応力解析は，規定の応力分類に従う。

CSS-2000：炉心支持構造物に使用する材料

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：確認結果を記載
CSS-2100	炉心支持構造物に使用可能な材料			
CSS-2110	炉心支持構造物に使用可能な材料の規定	付録材料表 Part1 の炉心支持構造物の規格に適合する又はこれと同等以上の化学成分及び機械的強度を有するものを使用することを定めている。	要	使用材料は SUS304TP 相当 (ASME SA-312 Gr. TP304) であり, 適合している。
CSS-2120	材料の熱処理に関する部分の特例規定	CSS-2120 の規定にかかわらない熱処理に関する特例規定を設けている。	否	特例規定を適用しないため。
CSS-2130	機械試験に関する要求事項	CSS-2110 及び CSS-2300 に規定する試験を行う場合は PVB-2200 及び 2300 の規定を準用する。	否	本要求はフェライト系材料に対しての要求であり, 使用材料であるオーステナイト系ステンレス鋼に対する要求はないため。
CSS-2300	破壊靱性試験要求			
CSS-2310	破壊靱性不要となる規定	使用する材料は破壊靱性試験を行ない, 適合することを定めている。ただし, 形状, 材料によっては破壊靱性試験を要しない。	否	使用材料はオーステナイト系ステンレス鋼であり, CSS-2310 に記載される破壊靱性試験は不要の条件を満たしているため。
CSS-2320	破壊靱性試験における試験片数と組数	破壊靱性試験における試験片数と組数について定めている。	否	CSS-2310 を満足しており, 破壊靱性試験を行わないため。
CSS-2330	破壊靱性試験の方法および判定基準	破壊靱性試験の方法及び判定基準を定めている。	否	CSS-2310 を満足しており, 破壊靱性試験を行わないため。

規格番号	規格名称	規格内容 (概要)	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：確認結果を記載
CSS-2400	非破壊試験要求			
CSS-2410	各材料に適用する非破壊試験	使用する材料はPVB-2411に規定する非破壊試験を実施し、CSS-2430に合格することを定めている。	要	PVB-2411に規定する斜角法による超音波探傷試験及び浸透探傷試験を実施し、CSS-2430に合格している。
CSS-2420	溶接による補修	CSS-2410に規定に合格しないものに対して溶接による補修について定めている。	否	CSS-2410の試験に合格しており、溶接による補修を実施していないため。
CSS-2430	非破壊試験の判定基準	非破壊試験の判定基準を定めている。	要	PVB-2422に定められる超音波探傷試験の判定基準及びPVB-2426に定められる浸透探傷試験の判定基準を満足している。
CSS-2500	溶接材料			
CSS-2510	溶接に用いる材料	溶接に用いる材料は、溶接規格 N-1040 に適合することを定めている。	要	溶接に用いる材料は、母材と同等の強度を有するものを使用しており、溶接規格 N-1040 に適合している。

CSS-3000：炉心支持構造物の設計

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：評価結果を記載
CSS-3010	考慮すべき荷重	設計に考慮すべき荷重を考慮することを定めている。	要	考慮すべき荷重をとして、冷却材による差圧、自重、地震荷重を設計に用いる。
CSS-3020	考慮すべき事項	(1)減肉が考えられる部材は減肉を考慮すること。 (2)応力評価は公称寸法を使用してもよい。 を定めている。	要	(1)減肉は考慮しない (2)原則として公称寸法を使用する。
CSS-3100	材料の応力強さの限界および許容応力			
CSS-3110	ボルト等締付部材以外の応力評価			
CSS-3111	各供用状態における一次応力評価	設計条件及び各供用状態において生じる応力解析による一次応力評価は(1)～(4)の規定（一次一般膜応力強さ等に対する制限）を満足すること。	要	各供用状態における一次応力強さが規定を満足することを確認した。
CSS-3111.1	プロトタイプまたはモデル試験による評価	CSS-3111の応力評価の代わりにプロトタイプまたはモデル試験を実施する場合は、最大荷重 $L_e$ を求め、実際の荷重が許容荷重値を超えないこと。	否	プロトタイプまたはモデル試験による評価は適用しないため。
CSS-3112	供用状態A、Bにおける一次+二次応力評価	供用状態A及びBにおいて生じる一次応力と二次応力の最大値と最小値の差は3 S mを超えないこと。	要	供用状態A、Bにおいて生じる一次応力と二次応力の最大値と最小値の差が3 S m以内であることを確認した。
CSS-3113	疲労評価（供用状態A、B）	供用状態A及びBにおける疲労累積係数は1を超えないこと。	要	CSS-3130（疲労評価不要の条件）を満足することを確認したため、疲労評価を実施しない。



規格番号	規格名称	規格内容 (概要)	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：評価結果を記載
CSS-3114	純せん断応力評価	純せん断荷重を受ける部分に生じる平均せん断応力は許容値を満足すること。	要	評価結果からせん断応力は生じていないため。
CSS-3115	支圧応力評価	支圧荷重を受ける部分に生じる平均支圧応力は許容値を満足すること。	要	支圧応力は、2つの強度部材が接触し圧縮力が作用している場合の接触面における応力であり、シユラウドヘッドとスタッドパイプの継手は接触ではなくすみ肉溶接にて接合されている。このため支圧応力は発生しない。
CSS-3116	軸圧縮応力の評価			
CSS-3116.1	軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の胴の圧縮応力の評価	軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の胴に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	要	圧縮応力は自重のみであり、軸圧縮応力が小さい(1MPa)ため評価結果を記載しない。
CSS-3116.2	軸方向に圧縮荷重を受ける柱状の部材の圧縮応力の評価	軸方向に圧縮荷重を受ける柱状の胴に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	要	圧縮応力は自重のみであり、軸圧縮応力が小さい(1MPa)ため評価結果を記載しない。
CSS-3117	ねじりせん断応力の評価	ねじり荷重を受ける中実円断面の形状に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	否	中空円断面であり、中実円断面ではないため。
CSS-3120	ボルト等締付部材の応力評価	ボルト等の支持構造物についての各供用状態における許容値を満足すること。	否	ボルト等締結部材はないため。
CSS-3130	疲労解析不要の条件	繰り返し荷重が(1)～(4)に適合する場合は疲労解析を行うことを要しない。	要	疲労評価不要の条件(1)～(4)を満足することを確認した。
CSS-3140	疲労強度低減係数または応力集中係数	疲労解析に使用する疲労強度低減係数または応力集中係数について定めている。	要	CSS-3130 (疲労評価不要の条件)を満足するため疲労解析が不要であることから、使用しない。
CSS-3150	溶接部継手効率	溶接部の許容応力等に対して継手効率を考慮することを定めている。(CSS-3111.1, 3160, 3113, 3116.2 除く)	要	溶接方法の区分に応じた継手効率を考慮している。

規格番号	規格名称	規格内容 (概要)	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：評価結果を記載
CSS-3160	極限解析による評価	極限解析による評価について定めている。これを満足する場合は CSS-3111 の規定を満足しなくてよい。	要	地震時以外は適用しない。 (地震時の評価は本資料に記載)
CSS-3200	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の評価			
CSS-3210	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の形状	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の形状について定めている。	否	各供用状態において、内面の圧力の方が外面の圧力より高いため。
CSS-3220	円筒形または円すい形の胴における許容圧力 (外圧)	円筒形または円すい形の胴において外面に受ける許容圧力を定めている。	否	円筒形であり、球形でないため。また、各供用状態において、内面の圧力の方が外面の圧力より高いため。
CSS-3230	球形の胴における許容応力	球形の胴において外面に受ける圧力に対する許容値を定めている。	否	強め輪は設けていないため。
CSS-3240	外面に圧力を受ける円筒形の炉心支持構造物に強め輪を設ける場合	円筒形において外面に受ける圧力に対する許容値を定めている。	否	強め輪は設けていないため。
CSS-3300	簡易弾塑性解析	CSS-3112 で一次＋二次応力強さが 3 S m を超えた場合の規定を定めている。	要	CSS-3112 で一次＋二次応力強さが 3 S m 以内であることを確認したため、簡易弾塑性解析を使用しない。
CSS-3400	クラッド構造の炉心支持構造物に対する強度評価上の取扱いについての規定	クラッド構造の炉心支持構造物の応力解析、疲労評価への考慮について定めている。	否	クラッド構造ではないため。

CSS-5000 : 完了検査

規格番号	規格名称	規格内容 (概要)	炉内構造物としての確認の要否	左欄で否の場合：理由を記載 左欄で要の場合：確認結果を記載
CSS-5010	炉心支持構造物の完成検査	設計仕様書に従って、完了要求事項に従って、完了検査を満足すること。	要	完成後、要求事項に従い、外観検査、寸法検査を行い、満足している。

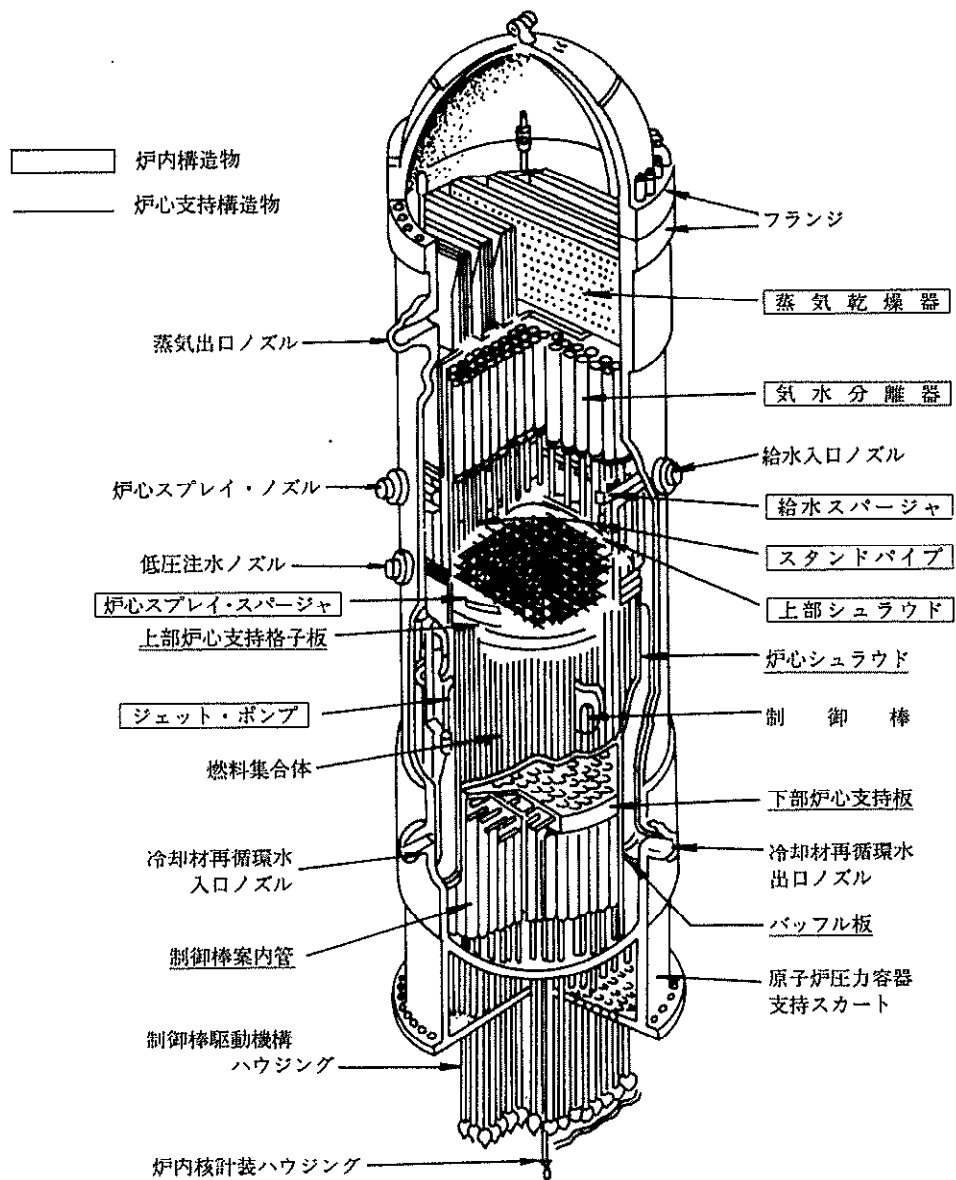


図 3 - 1 J E A G 4601 炉心支持構造物と炉内構造物の分類に関する抜粋

## 2.5 炉心支持構造物の許容応力

### 2.5.1. 炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力

炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力を次に示す。

応力分類 許容 応力状態	1次一般膜応力	1次一般膜応力 + 1次曲げ応力	1次+ 2次応力	1次+ 2次 + ピーク応力	特別な応力限界		
					純せん 断応力	支 圧 応 力	ねじり 応 力
設計条件	$S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 <sup>(1)</sup>	—	—	—	—	—
I <sub>A</sub>	—	—	$3 S_m^{(2)}$	運転状態 I <sup>(3)</sup> 及び II <sup>(3)</sup> における荷重の組合せについて疲れ解析を行い疲れ累積係数が1.0以下であること。	$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ( $1.5 S_y$ )	$0.8 S_m^{(7)}$
II <sub>A</sub>	—	—			$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ( $1.5 S_y$ )	$0.8 S_m^{(7)}$
III <sub>A</sub>	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 <sup>(1)</sup>	—	—	$0.9 S_m^{(4)}$	$1.5 S_y^{(5)}$ ( $2.25 S_y$ )	$1.2 S_m^{(7)}$
IV <sub>A</sub>	$2/3 S_u^{(1)}$ 。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 $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 <sup>(1)</sup>	—	—	$1.2 S_m^{(4)}$	$2 S_y^{(5)}$ ( $3 S_y$ )	$1.6 S_m^{(7)}$
III <sub>A</sub> S	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 <sup>(1)</sup>	—	—	$0.9 S_m$	$1.5 S_y^{(6)}$ ( $2.25 S_y$ )	$1.2 S_m$
IV <sub>A</sub> S	$2/3 S_u^{(1)}$ 。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 $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 <sup>(1)</sup>	—	—	$1.2 S_m$	$2 S_y^{(6)}$ ( $3 S_y$ )	$1.6 S_m$

注：(1) 告示第96条第1項第一号の崩壊荷重の下限に基づく評価（ただし、設計条件については同号イ、III<sub>A</sub>及びIII<sub>A</sub>Sについては同号ロ、IV<sub>A</sub>及びIV<sub>A</sub>Sについては同号ハの評価）を適用する場合は、この限りではない。

(2)  $3 S_m$ を超えるときは告示第97条の弾塑性解析を用いることができる。

(3) 告示第96条第1項第三号を満たすときは、疲れ解析を行うことを要しない。

(4) 告示第96条第1項第一号へによる。

(5) 告示第96条第1項第一号トによる。（ ）内の値は支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(6) （ ）内の値は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(7) 告示第96条第1項第一号リによる。

図3-2 J E A G 4601 炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容値に関する抜粋

表 CSS-3110-1 応力強さの限界(ボルト等を除く)

応力の分類 供用状態	一次応力		二次応力	ピーク応力	特別な応力限界
	一般膜応力	曲げ応力	膜応力と曲げ応力		
	$P_m$	$P_b$	$Q$	$F$	
設計条件	$P_m$ $S_m$ 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_c$ 試験(注5)	$P_m+P_b$ $1.5S_m$ 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_c$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	—
供用状態A およびB			$P_m+P_b+Q$ $3S_m$ 弾性解析 または $P_m+P_b+Q+F$ $S_a$ 弾塑性解析	$P_m+P_b+Q+F$ $S_a$ 疲労解析	支圧荷重 $S_y$ または $1.5S_y$ 平均支圧応力 せん断荷重 $0.6S_m$ 平均せん断応力 $0.8S_m$ 最大ねじりせん断応力
供用状態C	$P_m$ $1.5S_m$ 弾性解析 または $P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.6L_c$ 試験(注5)	$P_m+P_b$ $2.25S_m$ 弾性解析 または $P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.6L_c$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の1.5倍
供用状態D	$P_m$ $2.4S_m$ (注2) $\frac{2}{3}S_u$ (注3) $S_u$ (注4) または $\frac{2}{3}S_u$ (注4) または $0.9P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.8L_c$ 試験(注5)	$P_m+P_b$ $3.6S_m$ (注2) $S_u$ (注3) $S_u$ (注4) または $0.9P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.8L_c$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の2倍

(備考)

(注1) 供用状態D以外の  $P_{cr}$  は  $1.5 S_m$  の値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。供用状態Dの  $P_{cr}$  は  $\text{MIN}[2.3S_m, 0.7S_u]$  の値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。

(注2) 2つのうちのいずれか小さい方の値をとる。

(注3) オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金に適用する。

(注4) オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金以外の材料に適用する。

(注5)  $L_c$  はプロトタイプまたはモデル試験により評価を行う場合の最大荷重である。

(注6) 実線は応力に基づく評価、破線は荷重に基づく評価を示す。

図3-3 J S M E 設計・建設規格 炉心支持構造物(ボルト等を除く)の許容値に関する抜粋

### 3.2 極限解析による評価

極限解析は、3次元FEMモデルを用いて、弾完全塑性体の物性値を入力した解析により崩壊荷重の下限（ $P_{cr}$ ）を求め、求めた崩壊荷重の下限から許容荷重を設定するものである。極限解析フローを図3-4に示す。

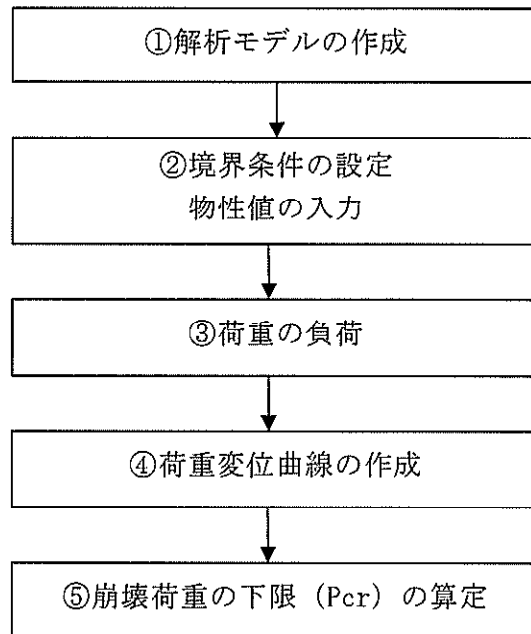


図3-4 極限解析フロー

#### ① 解析モデルの作成

気水分離器及びスタンドパイプは、図3-5に示すとおり、シュラウドヘッド穴部に差し込まれ内外面を溶接にて取り付けている。気水分離器に作用する地震時の荷重は、スタンドパイプを介してシュラウドヘッドへ伝達される構造となっている。また、各スタンドパイプは大小の補強板で連結されている。

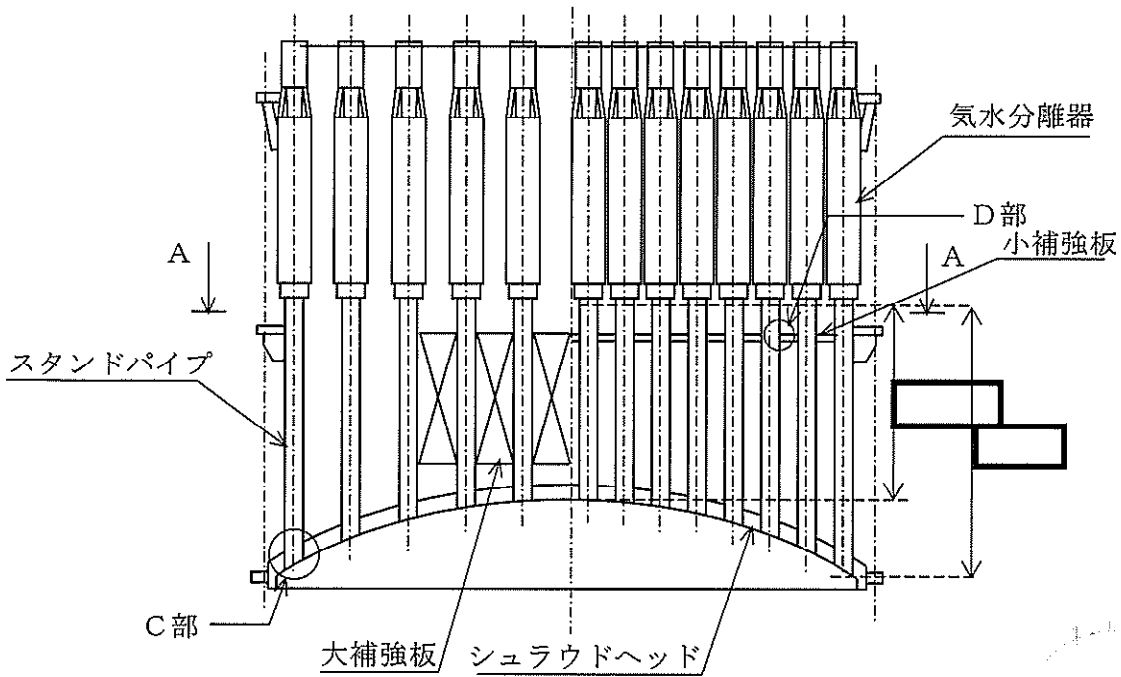
今回の評価では、1本のスタンドパイプが耐えることができる許容荷重を極限解析により求め、1本に掛かる地震荷重と比較することにより健全性を確認するため、解析においては、1本のスタンドパイプに着目してソリッド要素にてモデル化することとする。モデル図を図3-6に示す。

モデルは評価上厳しくなる構造不連続部であるスタンドパイプ付根部の許容荷重を設定する観点から、付根部を含むスタンドパイプの一部分（スタンドパイプ長さ1000mmまで）をモデル化する。

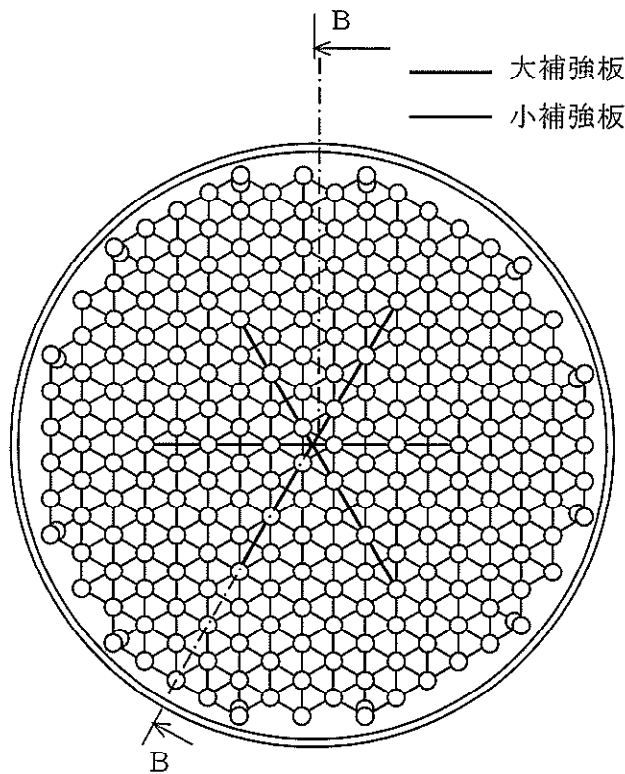
また、解析モデルはスタンドパイプがシュラウドヘッドに対して平面に取り付く中

央位置及び斜めに取り付く最外周位置の2種類のモデルとする。

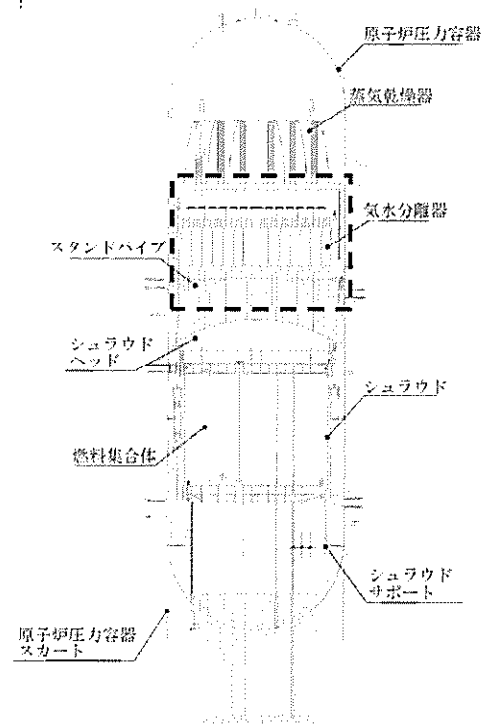




B～B断面図



A～A断面図



原子炉压力容器内部構造物

図3-5 炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図(1/2)

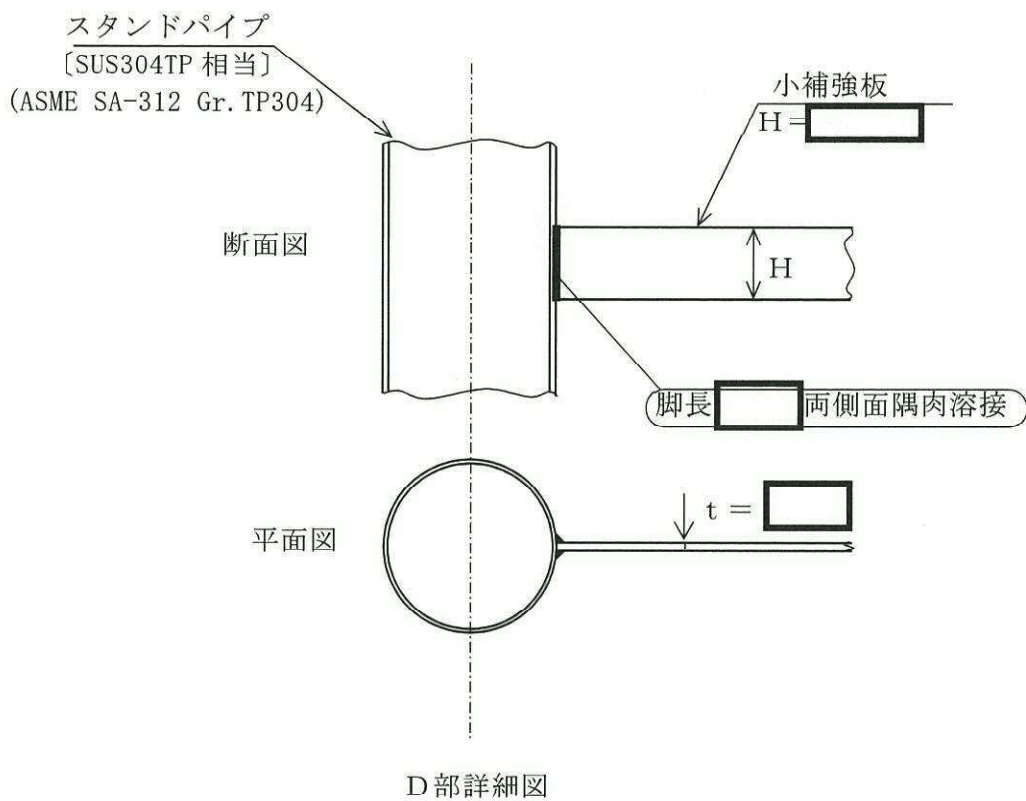
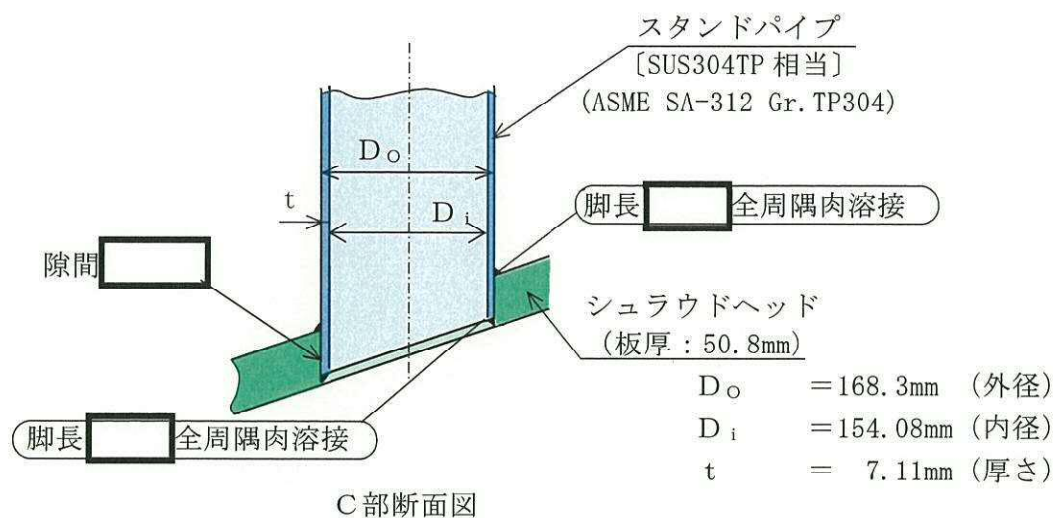
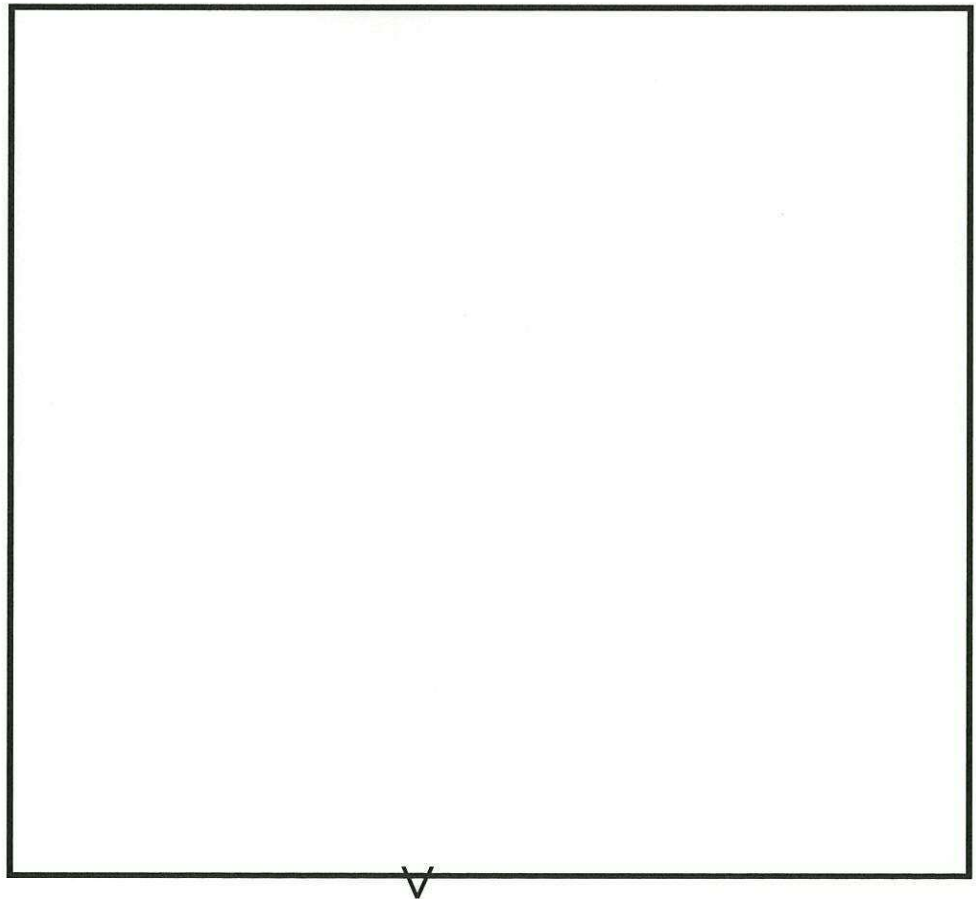
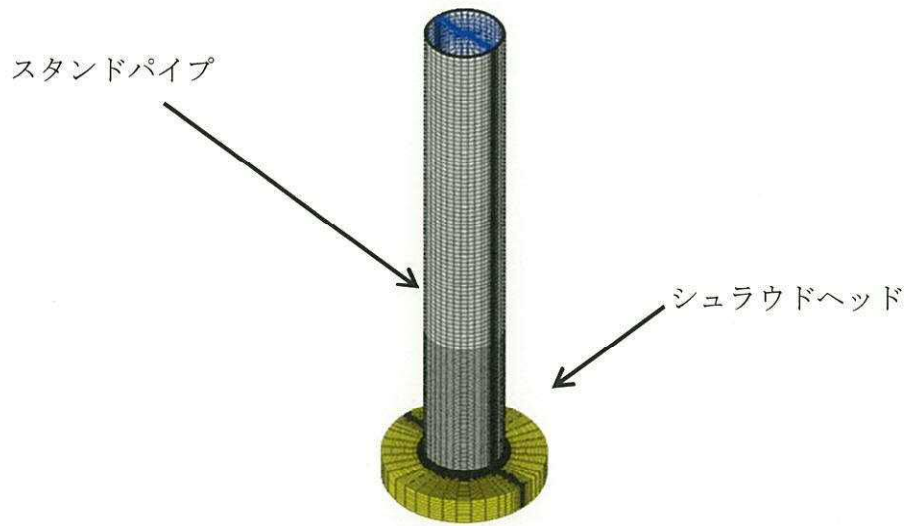


図3-5 炉内構造物 (気水分離器及びスタンドパイプ) 構造概要図 (2/2)



溶接部

図 3 - 6 極限解析に用いる解析モデル概要図 (中央位置)

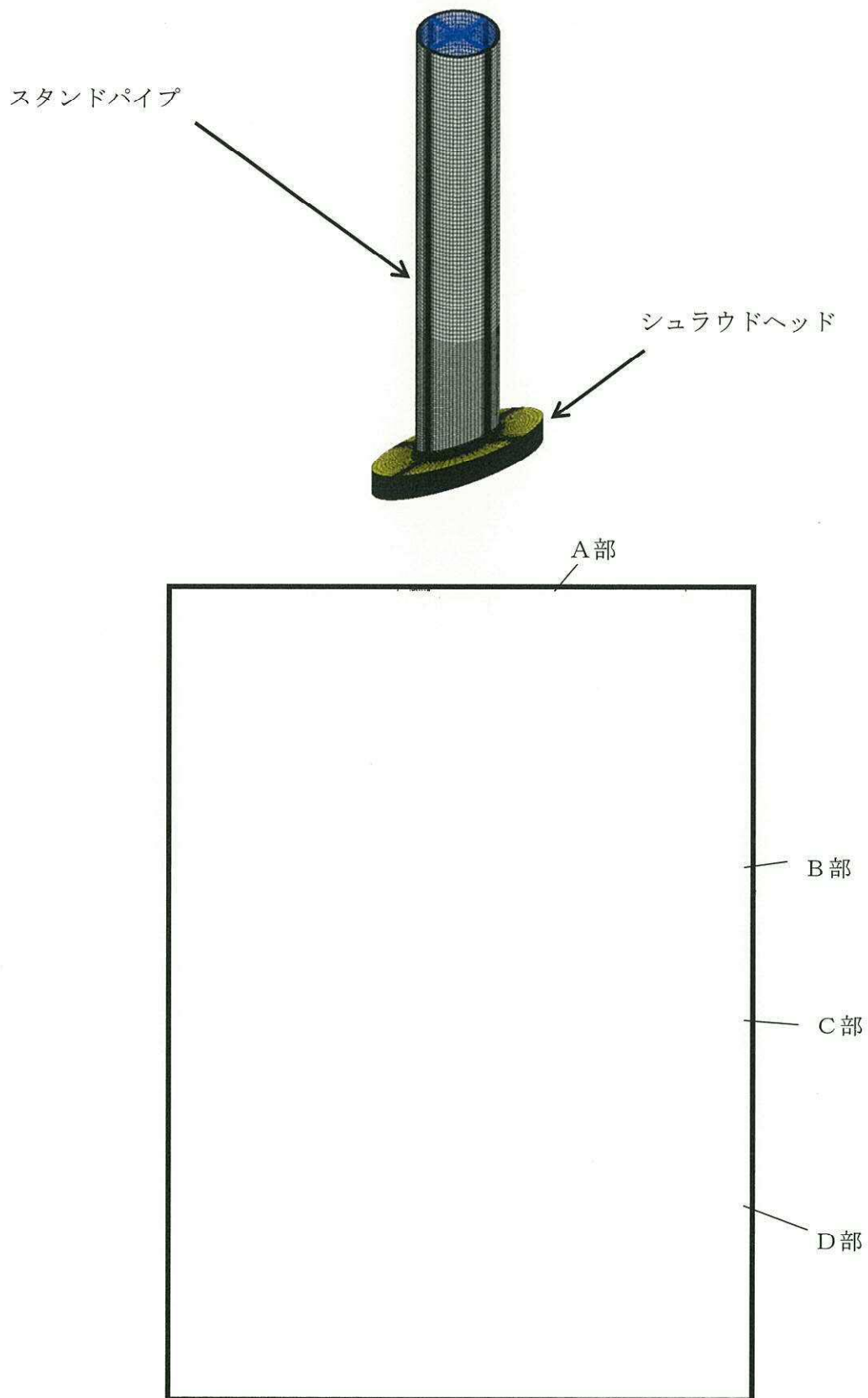
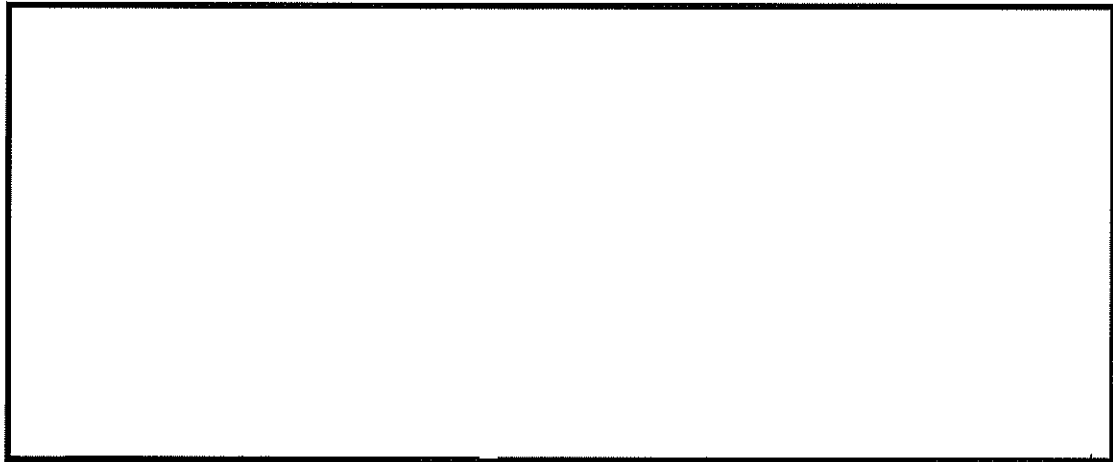
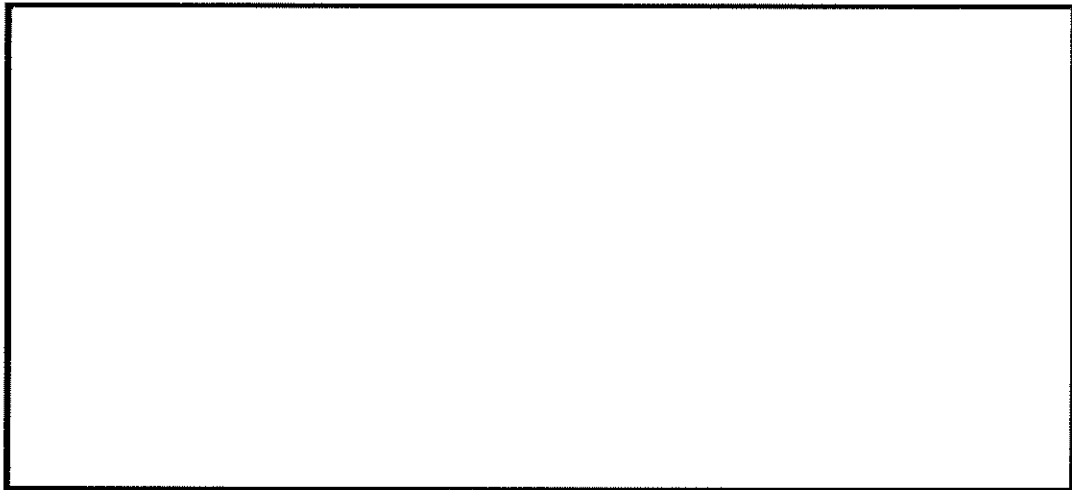


図 3 - 6 極限解析に用いる解析モデル概要図 (最外周位置)



A部詳細

B部詳細



C部詳細

D部詳細

図 3 - 6 極限解析に用いる解析モデル概要図 (最外周位置)

## ② 境界条件及び物性値

解析モデルの境界条件を図3-7に示す。境界条件として、モデル化したシュラウドヘッドの端部を完全固定としている。

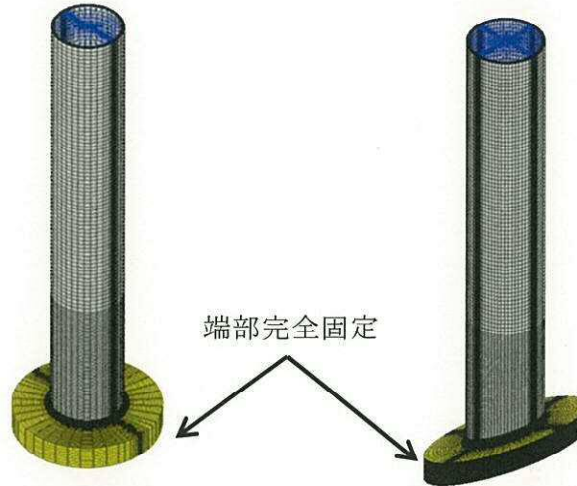


図3-7 解析モデルの境界条件

解析モデルの物性値は、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>における許容荷重を求める際には、J S ME設計・建設規格 CSS-3160に規定されているとおり、 $2.3S_m$ と $0.7S_u$ の小さい方を材料の降伏点とした弾完全塑性体、許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>における許容荷重を求める際には、同じく、 $1.5S_m$ を材料の降伏点とした弾完全塑性体を入力する(表3-3, 図3-8 参照)。また、シュラウドヘッドとスタンドパイプは溶接にて取り付けられており、溶接部は母材と同等の強度を有しているため、物性値は母材と同じとしている。

表 3-3 解析モデルに使用する材料の物性値

材料	ヤング率 ×10 <sup>5</sup> [MPa]	降伏応力[MPa]		
		許容応力状態 IV <sub>A</sub> S		許容応力状態 III <sub>A</sub> S
		0.7Su	2.3Sm	1.5Sm
スタンドパイプ SUS304TP	1.76	273	264	172
シュラウドヘッド SUS304				

注：運転状態 I 及び II の最高使用温度（301℃）に対する物性値を使用

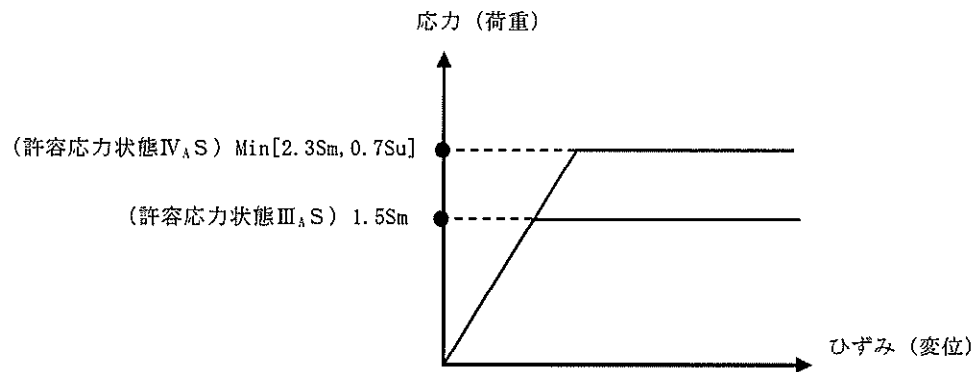


図 3-8 弾完全塑性体として応力とひずみの関係

### ③ 荷重の負荷

#### (1) 荷重の負荷に対する考慮

スタンドパイプはシュラウドヘッドとの取付部である付根部が構造不連続部であり評価上厳しい部位となるため、付根部が耐えることができる許容荷重を極限解析にて求める。

付根部の許容荷重と地震荷重との比較のため、地震荷重が有する3成分（水平荷重、鉛直荷重、モーメント）を有する負荷荷重とし、地震荷重の3成分のそれぞれの比率が等しくなるように負荷荷重を設定する。

また、荷重の負荷位置については、地震時に受ける荷重との整合性の観点から、モデル上端面から荷重を負荷する（以下、「入力荷重」という。）。

入力荷重に対して付根部が受ける荷重（以下、「出力荷重」という。）には、出力荷重の方が入力荷重の水平荷重によるモーメントの分だけ荷重が増加する。このため、出力荷重に対して地震荷重が有する3成分の比率が等しくなるように入力荷重を設定する。

#### (2) 荷重の負荷方向に対する考慮

##### a. 鉛直荷重方向

鉛直荷重の入力方向については、自重による荷重分だけ下向き方向の方が厳しい評価となるため、鉛直荷重は下向きとする。

##### b. 水平荷重方向

###### (a) 中心位置モデル

中心位置の水平荷重方向については、鉛直方向に対して軸対称モデルであることから、入力方向に対して許容荷重への影響はないと考えられるため、1方向とする。

###### (b) 最外周位置モデル

最外周位置の水平荷重方向については、鉛直方向に対して面对称モデルであることから、入力方向に対して許容荷重への影響があると考えられることから入力方向に対する検討を行う。

具体的には、入力荷重を中心方向、中心方向と反対のリング方向、周方向の3ケースについて実施する。



c. モーメント方向

モーメントの入力方向については，中心位置及び最外周位置共に，地震荷重との方向の整合性の観点から水平荷重方向と同じ向きとする。

中心位置及び最外周位置の入力荷重方向を図 3-9 に示す。

(3) 入力荷重の設定

入力荷重と出力荷重の関係はつり合いの関係から，以下のとおりとなる。(図 3-10 参照)

a. 鉛直荷重

入力荷重と出力荷重は等しくなる

b. 水平荷重

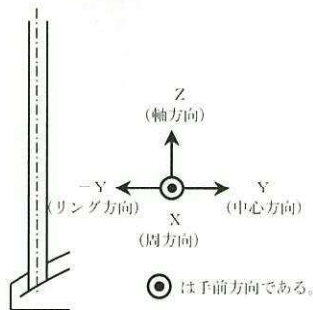
入力荷重と出力荷重は等しくなる

c. モーメント

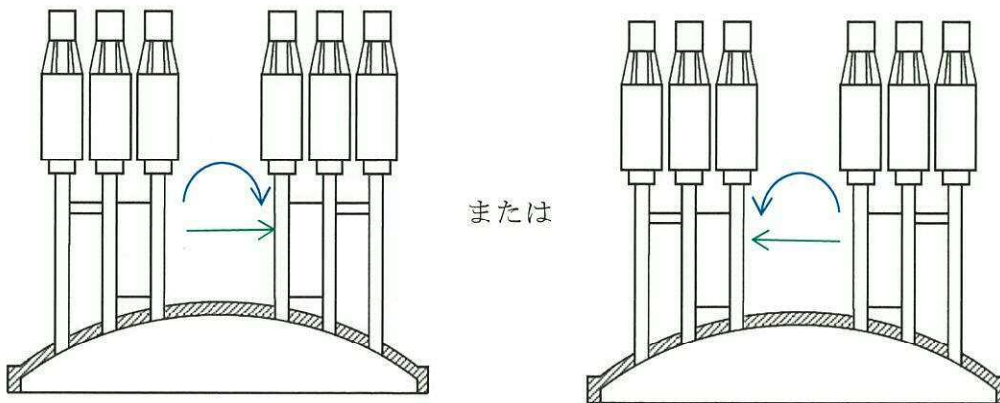
入力荷重に対して出力荷重は，水平の入力荷重と入力荷重位置と出力荷重位置の距離によるモーメントの分だけ荷重の絶対値は増加する。

(4) その他初期設定条件

入力荷重の他に初期設定条件として，圧力差(0.10MPa)による荷重及び自重による荷重を考慮する。

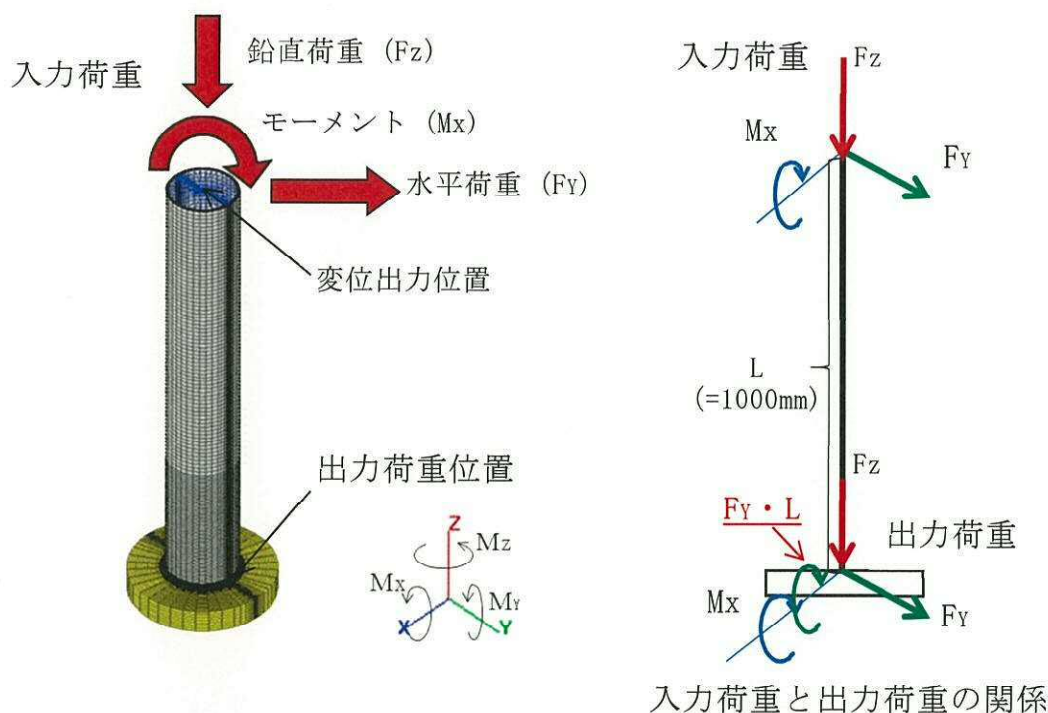


最外周位置の荷重入力方向は左図に示すとおり。



地震荷重方向

図 3 - 9 入力荷重の方向と地震荷重方向の関係



評価用入力荷重 (S s 地震用 倍率 1.0 倍時)

入力荷重成分		S s 地震評価用
鉛直荷重	$F_{Z(IN)}$	-1819.26 [N]
水平荷重	$F_{Y(IN)}$	10251.9 [N]
モーメント	$M_{X(IN)}^{**}$	$-1.91312 \times 10^7$ [N·mm]

※スタンドパイプ付根部が受ける荷重（出力荷重）と地震荷重の鉛直，水平，モーメントの比率のそれぞれが等しくなるようにするため，入力荷重のモーメントは水平荷重  $F_Y$  によってスタンドパイプ付根部に発生するモーメント ( $F_Y \cdot L$ ) を出力荷重から除いた値としている。

入力荷重と出力荷重の関係

$$|M_{X(OUT)}| = |M_{X(IN)}| + |F_Y \cdot L|$$

$M_{X(OUT)}$  : 出力荷重 (モーメント)

$F_Y \cdot L$  : 付根部までの距離 (L) により付根部に発生する荷重 (モーメント)

評価用出力荷重 (S s 地震用 倍率 1.0 倍時)

出力荷重成分		S s 地震評価用
鉛直荷重	$F_{Z(OUT)}$	-1819.26 [N]
水平荷重	$F_{Y(OUT)}$	10251.9 [N]
モーメント	$M_{X(OUT)}$	$-2.93831 \times 10^7$ [N·mm]

S s 地震荷重 (平均地震荷重)

荷重成分		S s 地震
鉛直荷重	$F_Z$	-1819.26 [N]
水平荷重	$F_Y$	10251.9 [N]
モーメント	M	$-2.93831 \times 10^7$ [N·mm]

図 3-10 荷重の負荷

#### ④ 荷重変位曲線の作成

入力荷重の倍率を段階的に増加させ付根部に荷重を負荷し、FEM解析にてその時の付根部の荷重（出力荷重）と変位（上端部中心位置）をプロットし、荷重－変位曲線を作成する（図3－11参照）。

なお、荷重－変位曲線の荷重は出力荷重を  $S_s$  又は  $S_d$  地震荷重で除した各地震荷重に対する荷重倍率で示す。

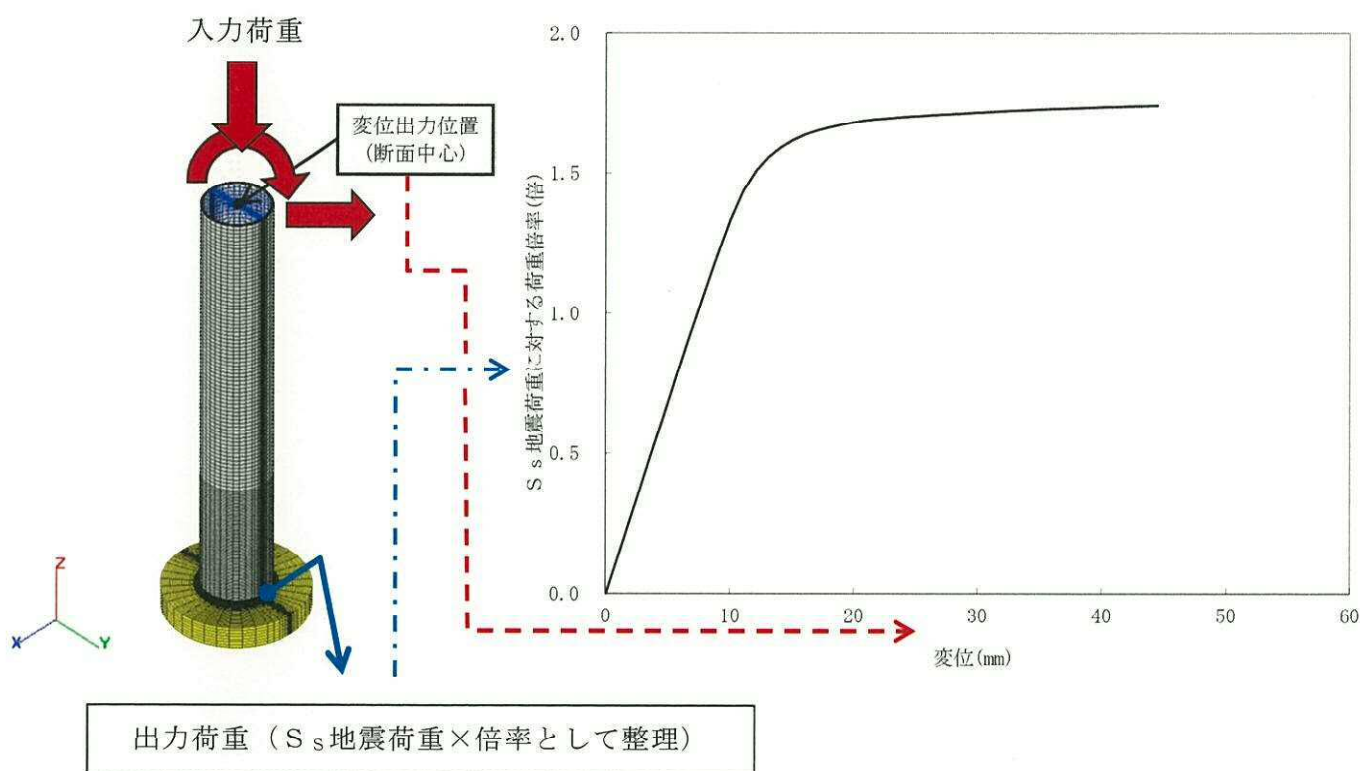


図3－11 荷重変位曲線の作成 ( $S_s$ 地震に対する評価の例、中心位置の場合)

## ⑤ 崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) の算定

④にて作成した荷重変位曲線を基に崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) を算定する。

$S_s$ 地震時及び $S_d$ 地震時の崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) の算定結果を図3-12~17及び表3-4に示す。 $S_s$ 地震荷重及び $S_d$ 地震荷重は時刻歴応答解析に地盤物性のばらつきに対する考慮として、それぞれの地震荷重を1.5倍している。また、最外周については、 $S_s$ 地震荷重に対して裕度が低い周方向ケースにて代表して評価を実施している。

ここで、崩壊荷重の下限は、J S M E 設計・建設規格 CSS-3160 から「荷重とそれによる変形量の関係直線に対して、弾性範囲の関係曲線の勾配の2倍の勾配を有する直線が交わる点に相当する荷重」と定義されている(図3-18参照)。

崩壊荷重とは、ひずみ硬化を含まない理想的な弾完全塑性体の材料からなる構造物が荷重を受けて、全断面降伏又は座屈限界に達し、これ以上の荷重を加えると構造物が不安定になって変形が際限なく増加するときの荷重をいう。

算定結果から中央位置と最外周位置では若干ではあるが中央位置のほうが厳しい結果となっている。これは、3次元FEMモデルで詳細にモデル化した場合、斜めに取り付く方が付根部の溶接長さが若干増加し、 $P_{cr}$ が増加したものと考えられる。

今回の極限解析では直接荷重を負荷することにより付根部に局所応力の影響を受けないようシュラウドヘッドからの距離を十分に取り観点から、モデル長さを1000mmとし、荷重を負荷し、その位置での変位を変位出力位置としている。モデル長さを変化させた場合、出力荷重である付根部の荷重は、上端面からの入力荷重にモデル長さが変わることによって変わる水平荷重によるモーメントの影響を考慮して長さを変える前と同じにしていることから変化しない。

モデル長さを1000mm, 1500mm, 2000mm, 2500mmに変化させた場合の荷重変位曲線を図3-19に、評価結果を表3-5に示す。変位量は変化するが、長さを変えた場合においても崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) に対して影響がないことを確認した。これは、構造物が不安定になって変形が際限なく増加するときの挙動は構造不連続部である付根部によるものであり、モデル長さを変化させた場合においても、変形挙動は変化しないためである。

崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) での応力・ひずみ分布図を図3-20~23に示す。スタン

ドパイプとシュラウドヘッドの付根部に最大応力・ひずみが発生し、約13%の相当塑性ひずみが断面内の極一部で発生しているが、断面全体としては塑性域が広がっておらず、塑性崩壊は起きていない。

また、スタンドパイプの材料であるオーステナイト系ステンレス鋼は延性材料であり、材料の伸びの規格値は34%である。今回の最大ひずみが生じている箇所は溶接部であるが、これに比べても十分に小さい。極限解析は、規格に基づき弾完全塑性体としてモデル化し評価を実施しているため、本評価体系においても保守性を有している。以上から局所的に生じている約13%相当のひずみにより崩壊は至らないものとする。

シュラウドヘッドに差し込まれたスタンドパイプとシュラウドヘッドとの間の変位は微小であり、スタンドパイプとシュラウドヘッドが接触していないことを確認している。これは、シュラウドヘッドに差し込まれたスタンドパイプは両端を溶接で固定することで、変位が微小になったものとする。

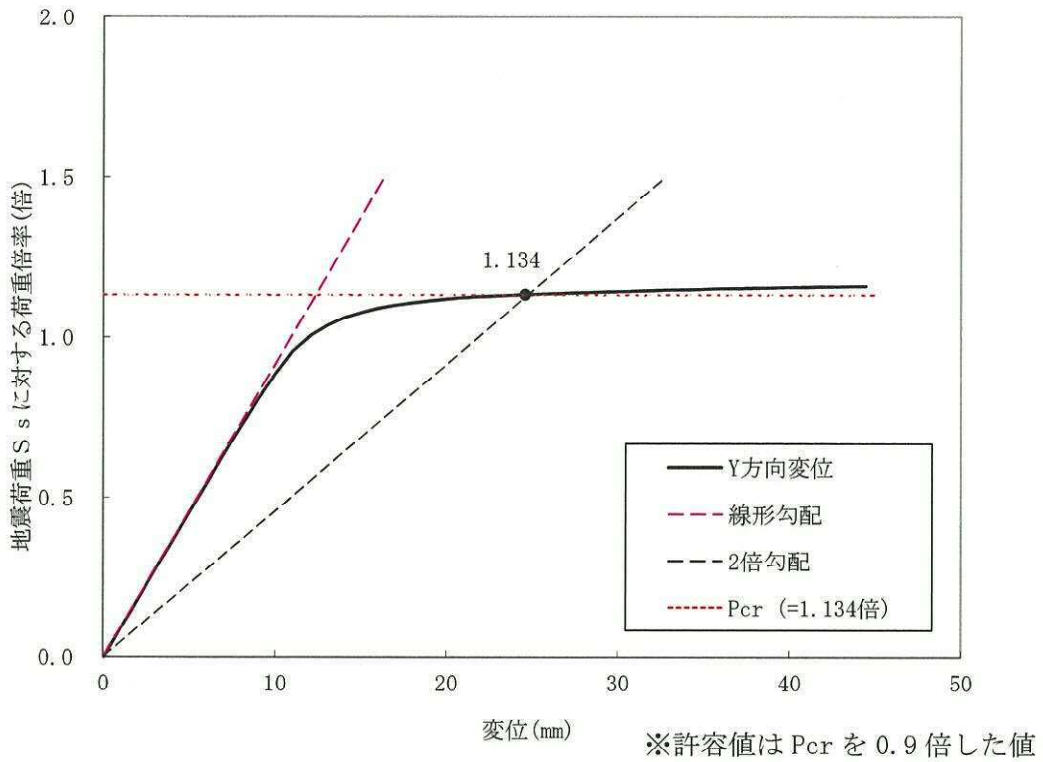


図 3-12  $S_s$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果 (中心位置)

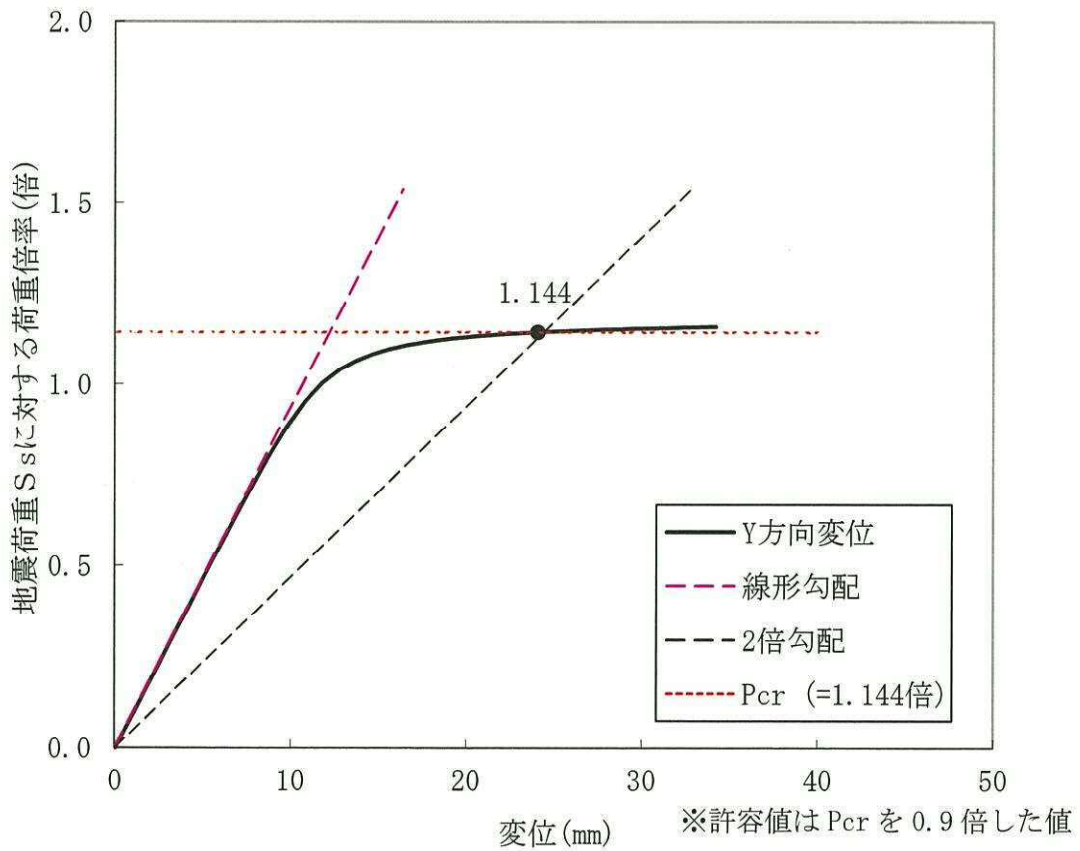


図 3-13  $S_s$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果

(最外周位置 中心方向に荷重負荷)



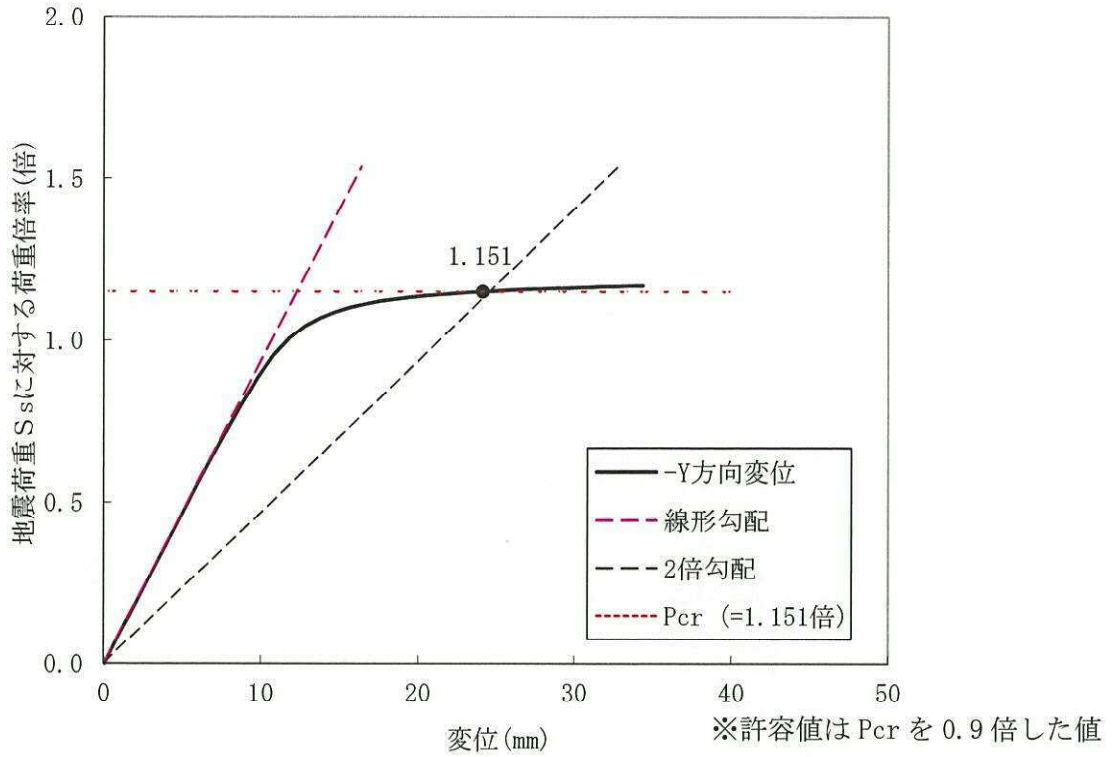


図3-14  $S_s$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果  
 (最外周位置 リング方向に荷重負荷)

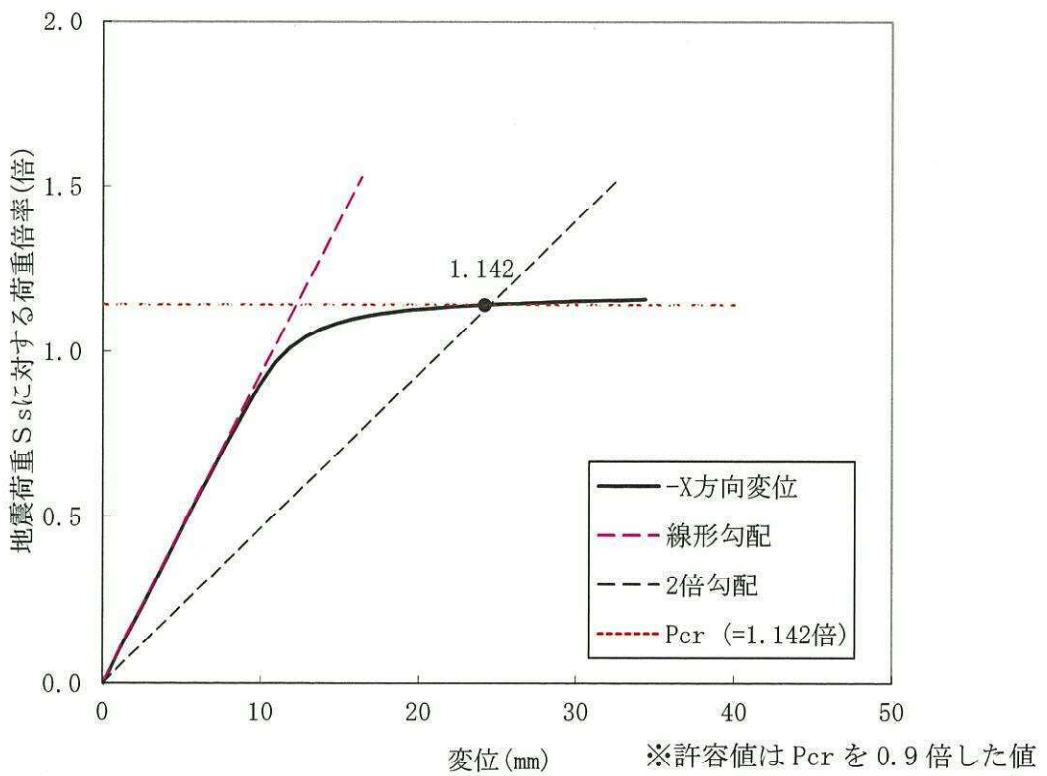


図3-15  $S_s$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果  
 (最外周位置 周方向に荷重負荷)



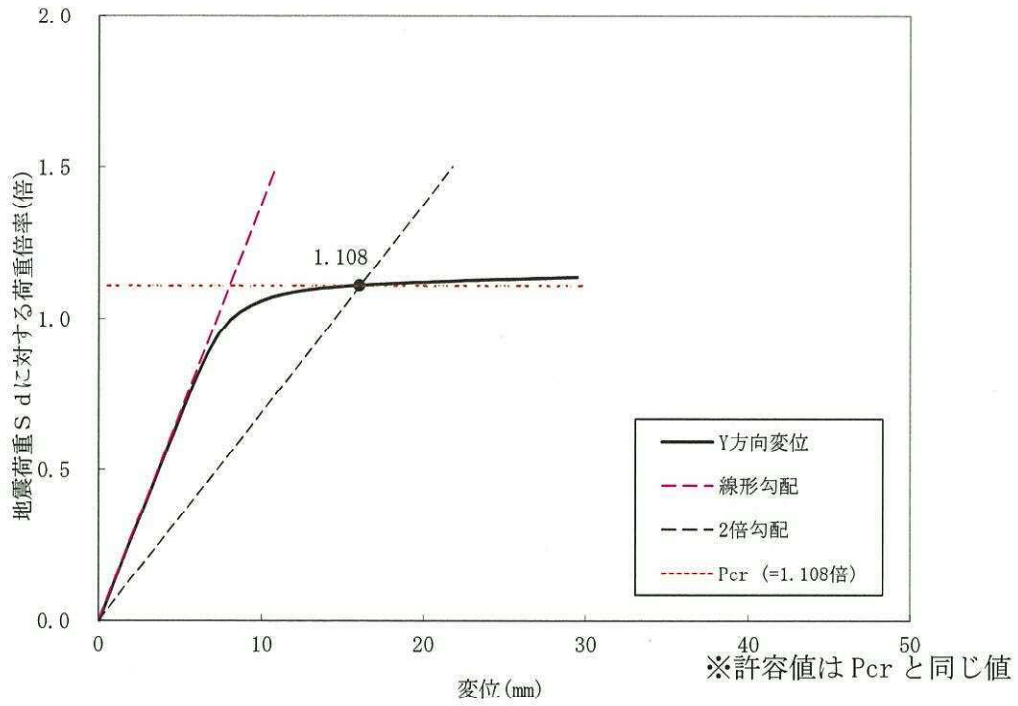


図 3-16  $S_d$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果 (中心位置)

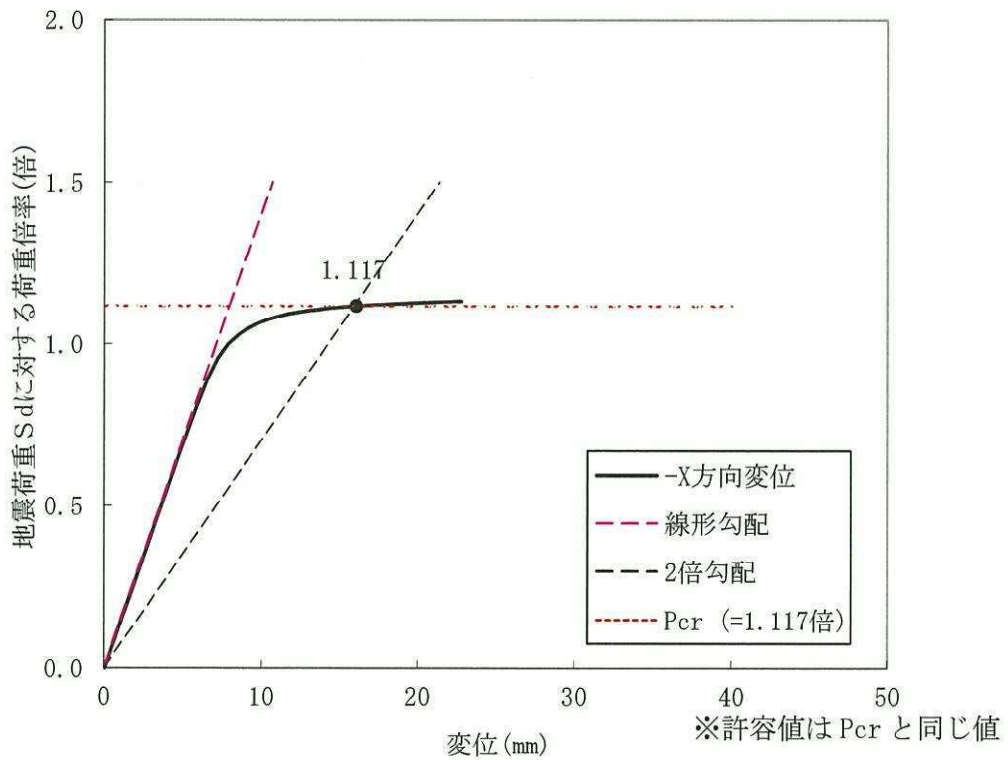


図 3-17  $S_d$ 地震時の崩壊荷重の下限の算定結果 (最外周位置 周方向に荷重負荷)

表 3-4 崩壊荷重の下限の算定結果

スタンドパイ プ位置	水平力及びモー メント負荷方向	許容応力 状態	裕度 (Pcr/地震荷重)	裕度 <sup>※2</sup> (許容荷重/地震荷重)
中央部	—	IV <sub>A</sub> S	1.134	1.02
最外周部	中心方向	IV <sub>A</sub> S	1.144	1.02
	リング方向	IV <sub>A</sub> S	1.151	1.03
	周方向	IV <sub>A</sub> S	1.142	1.02
中央部	—	III <sub>A</sub> S	1.108	1.10
最外周部	周方向 <sup>※1</sup>	III <sub>A</sub> S	1.117	1.11

※1：中心方向，リング方向，周方向のうちIV<sub>A</sub>Sの裕度が最も低いものを実施

※2：設計・建設規格 CSS-3160 に基づき許容応力状態IV<sub>A</sub>Sは0.9Pcr，  
許容応力状態III<sub>A</sub>SはPcrを許容荷重としている。

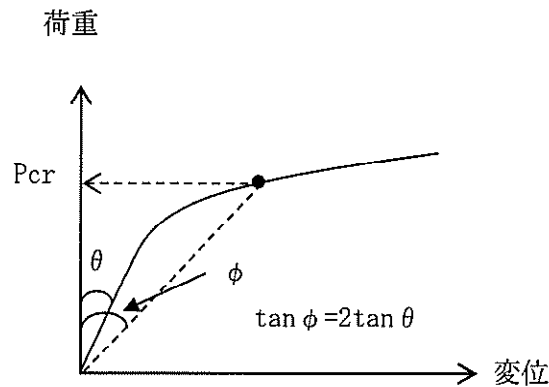
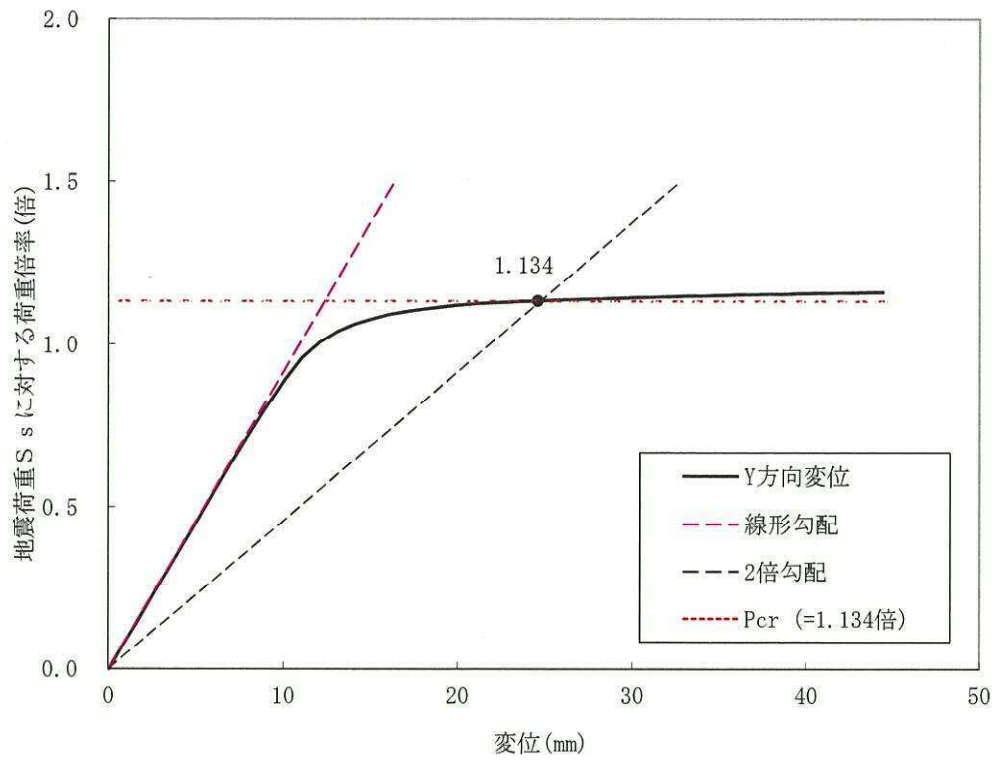
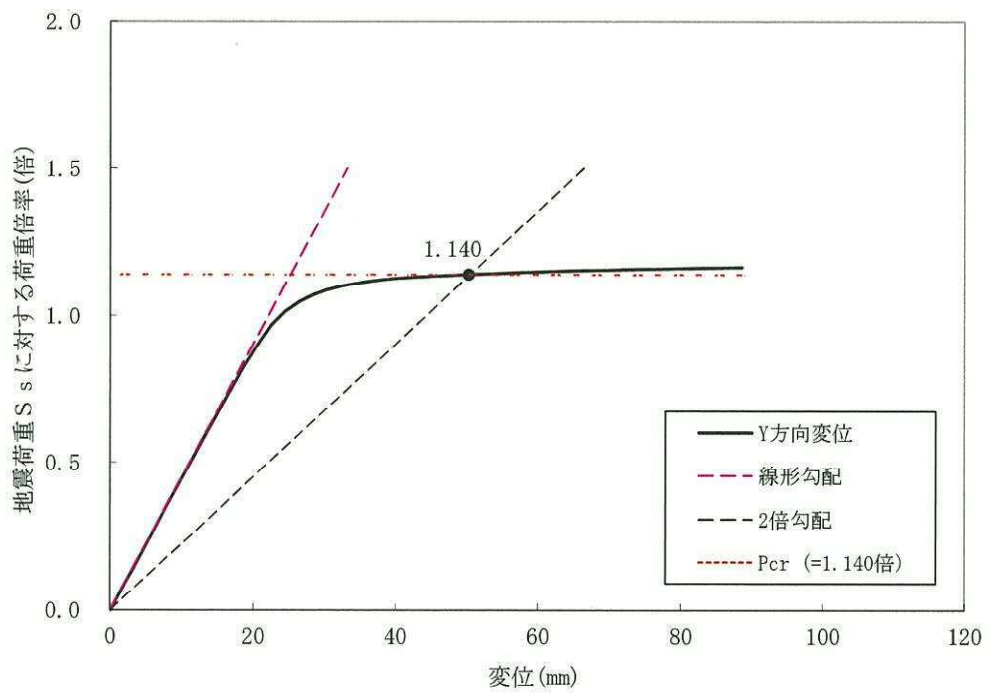


図 3-18 崩壊荷重の下限 (Pcr) の定義

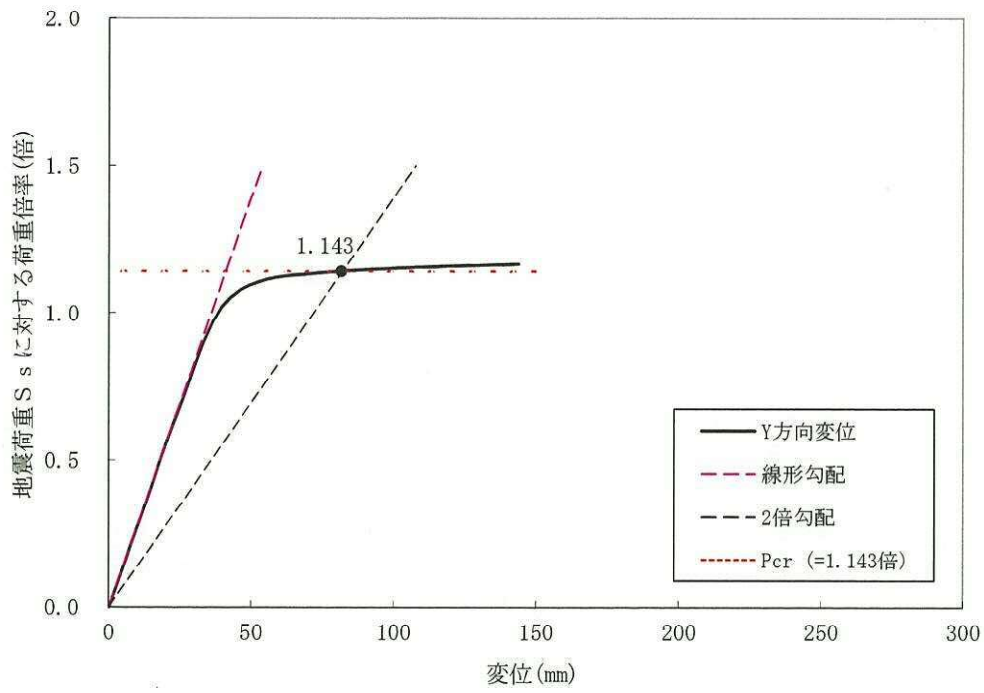


モデル長さ 1000mm の場合

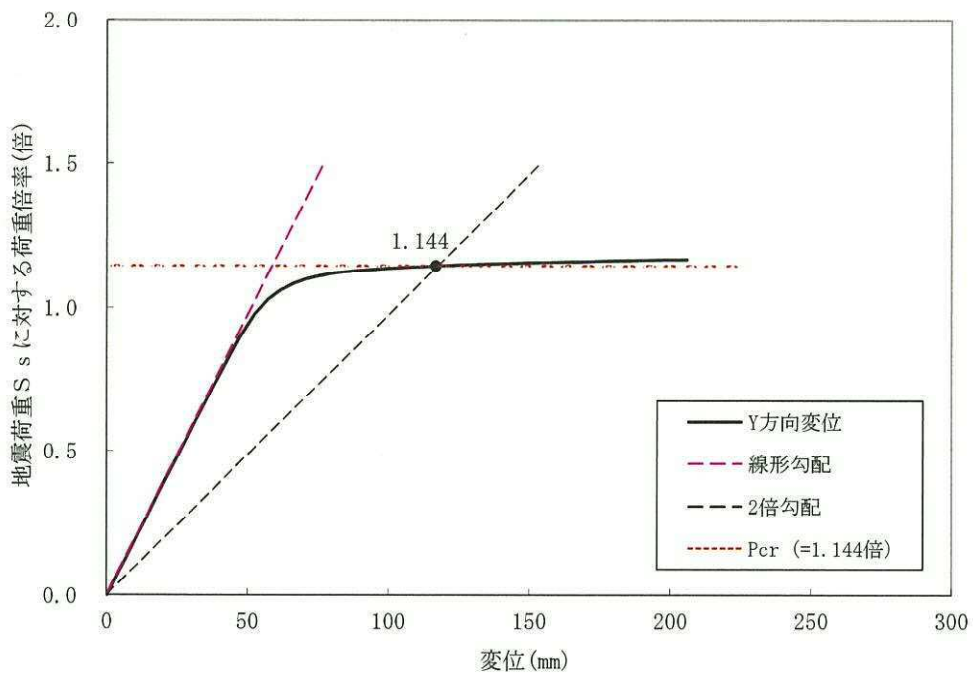


モデル長さ 1500mm の場合

図 3-19 長さを変化させた場合の極限解析結果 (1/2)



モデル長さ 2000mm の場合



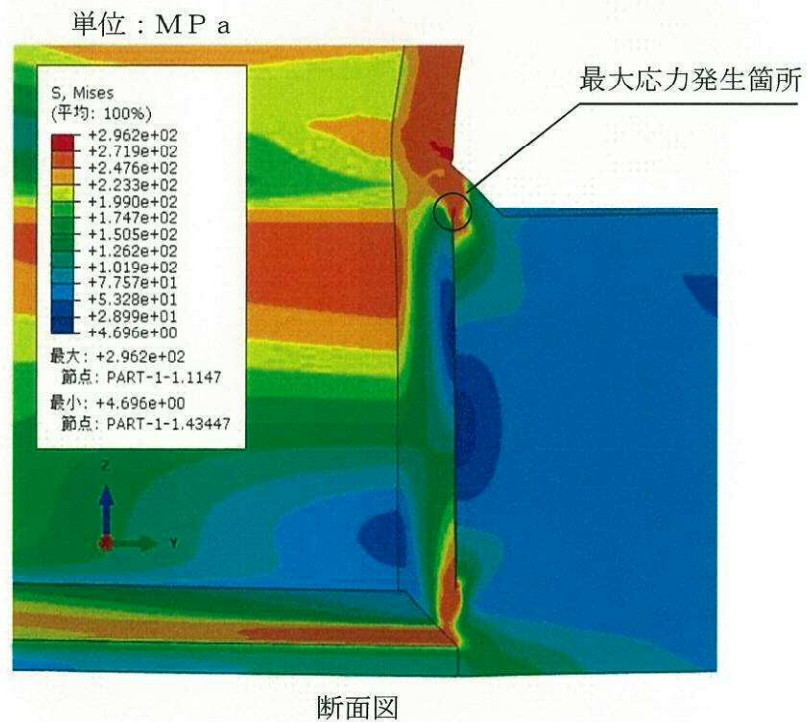
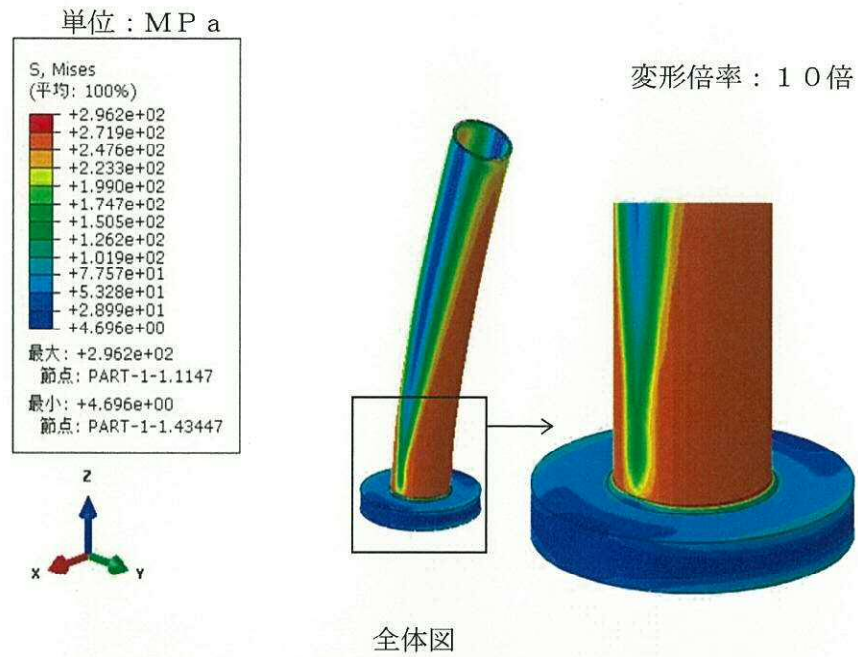
モデル長さ 2500mm の場合

図3-19 長さを変化させた場合の極限解析結果 (2/2)

表 3-5 モデル長さを変化させたときの影響検討結果

モデル長さ [mm]	許容応力 状態	裕度 ( $P_{cr}$ /地震荷重)	裕度* (許容荷重/地震荷重)
1000	IV <sub>A</sub> S	1.134	1.02
1500	IV <sub>A</sub> S	1.140	1.02
2000	IV <sub>A</sub> S	1.143	1.02
2500	IV <sub>A</sub> S	1.144	1.02

※：設計・建設規格 CSS-3160 に基づき許容応力状態IV<sub>A</sub>Sは0.9 $P_{cr}$ を許容荷重としている。



応力分布図

図3-20 崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) での応力・ひずみ分布 (中心位置) (1/5)



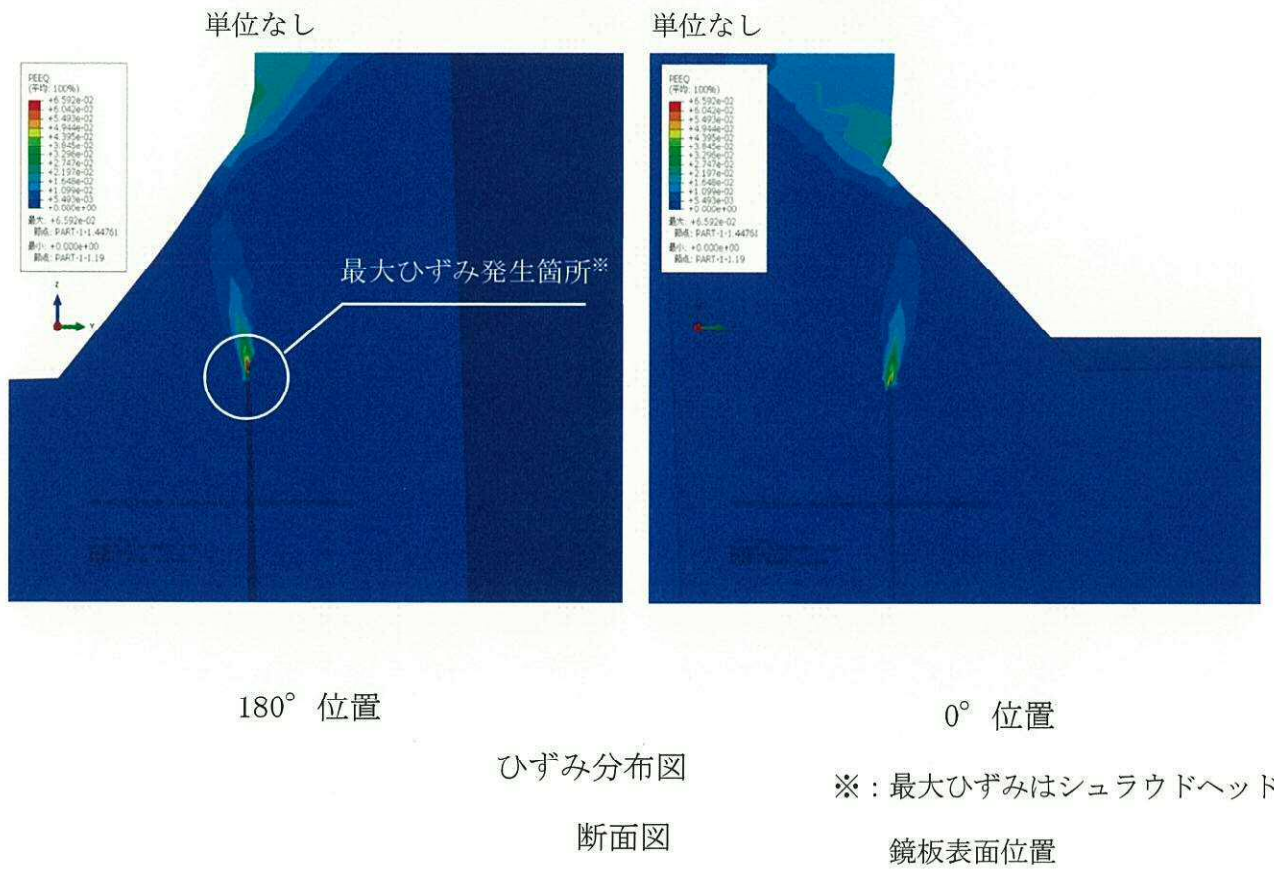
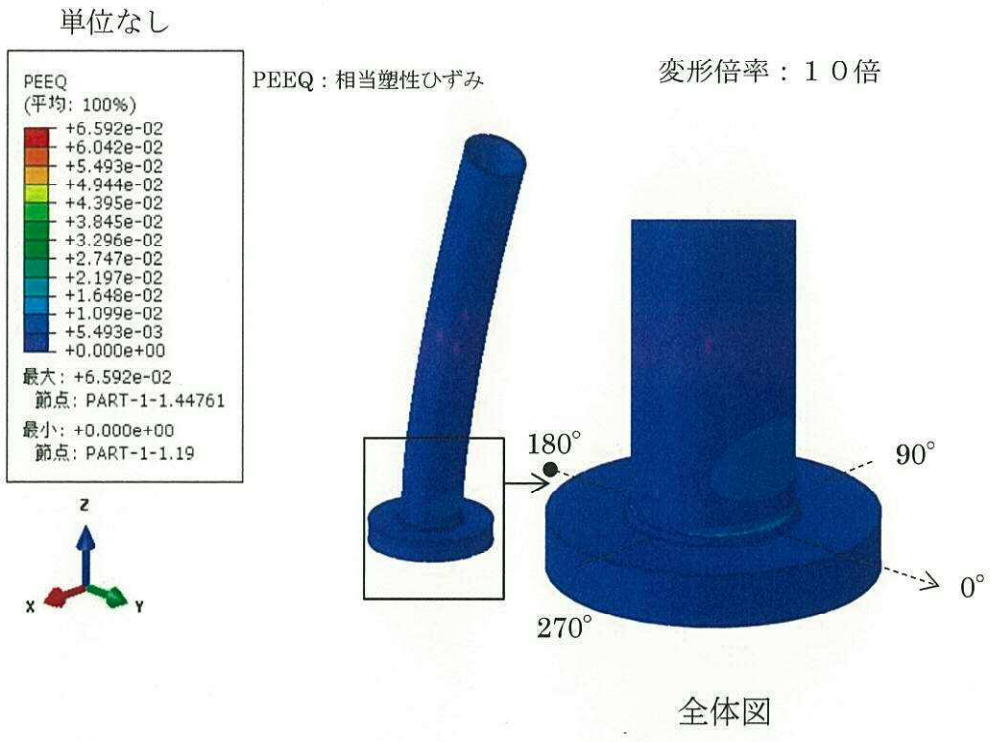


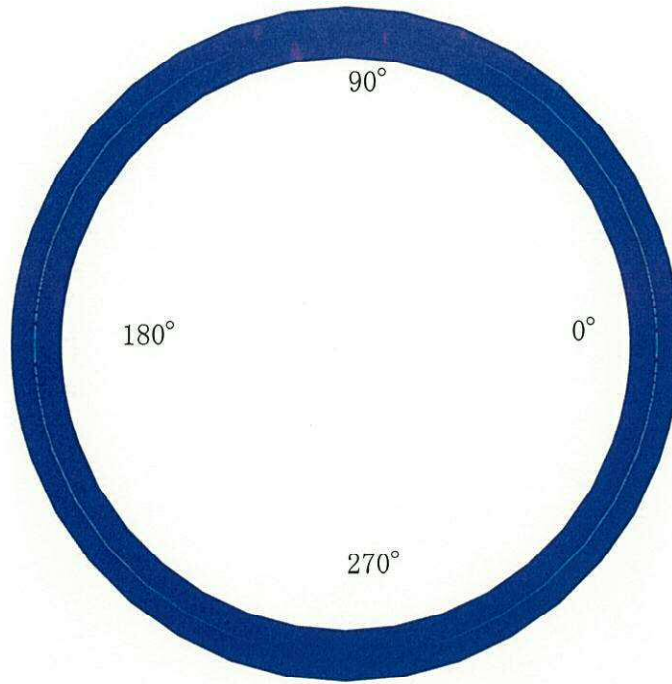
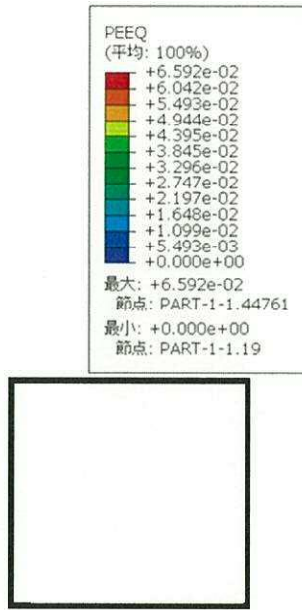
図3-20 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図 (中心位置) (2/5)



図3-20 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図 (中心位置) (3/5)

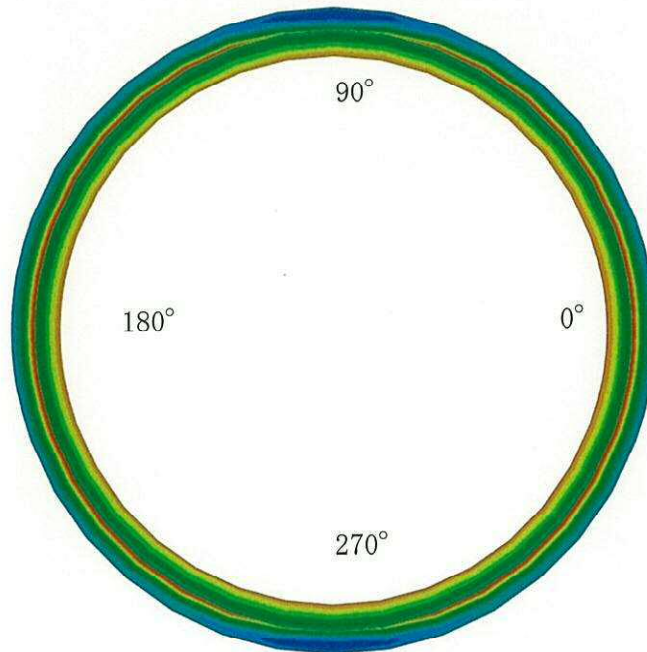
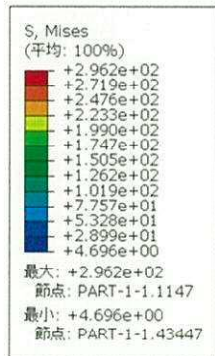


単位なし



ひずみ分布図 (平面図) 最大ひずみ発生位置高さ

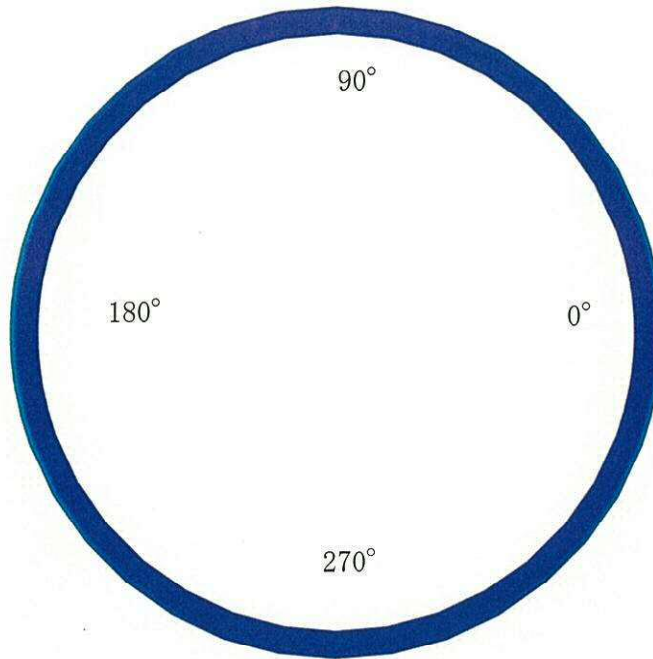
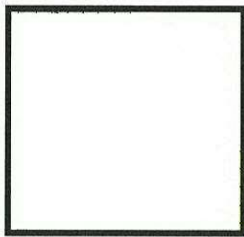
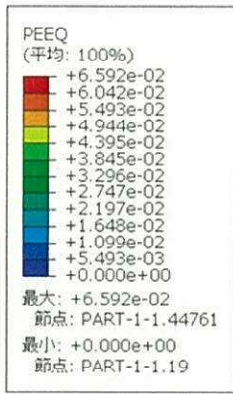
単位:MP a



応力分布図 (平面図) 最大ひずみ発生位置高さ

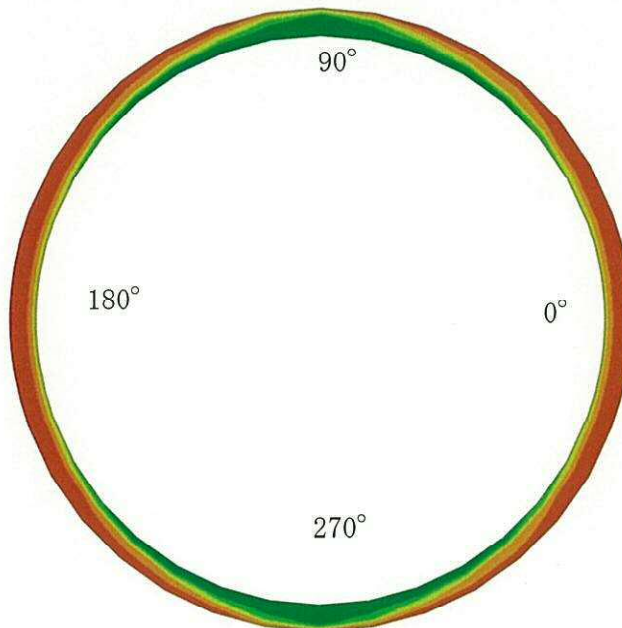
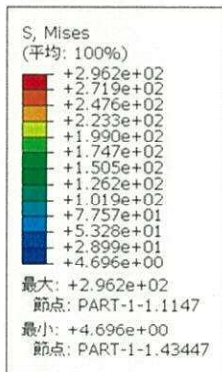
図3-20 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図(4/5)

単位なし



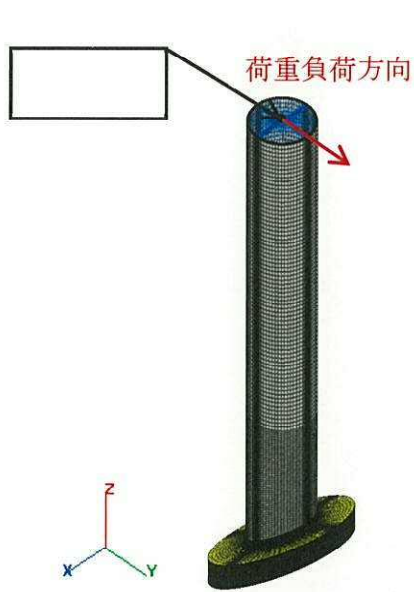
ひずみ分布図 (平面図) 隅肉溶接上端を含む位置

単位:MP a



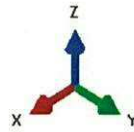
応力分布図 (平面図) (隅肉溶接上端を含む位置)

図 3 - 2 0 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図(5/5)

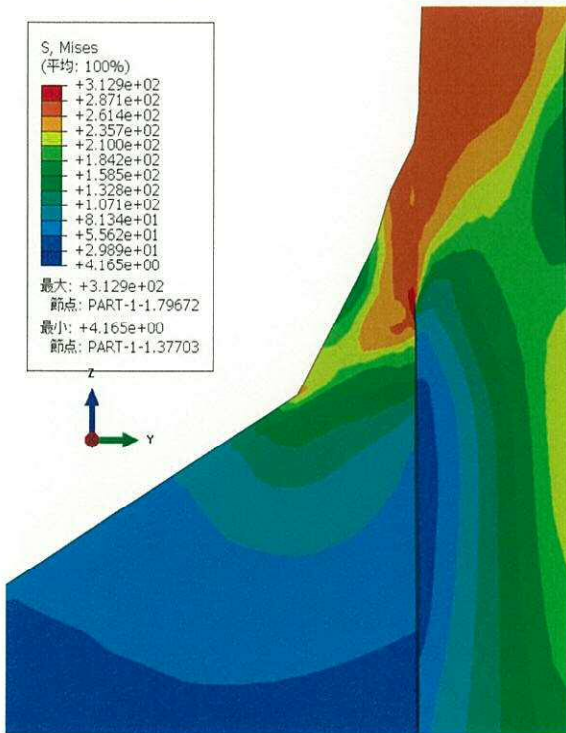


(単位 : mm)

最大 X: +4.981e-01  
 節点: PART-1-1.344732  
 最小 X: -4.981e-01  
 節点: PART-1-1.144651  
 最大 Y: +2.412e+01  
 節点: PART-1-1.165559  
 最小 Y: -9.168e-02  
 節点: PART-1-1.117131  
 最大 Z: +2.621e+00  
 節点: PART-1-1.165559  
 最小 Z: -3.263e+00  
 節点: PART-1-1.156809



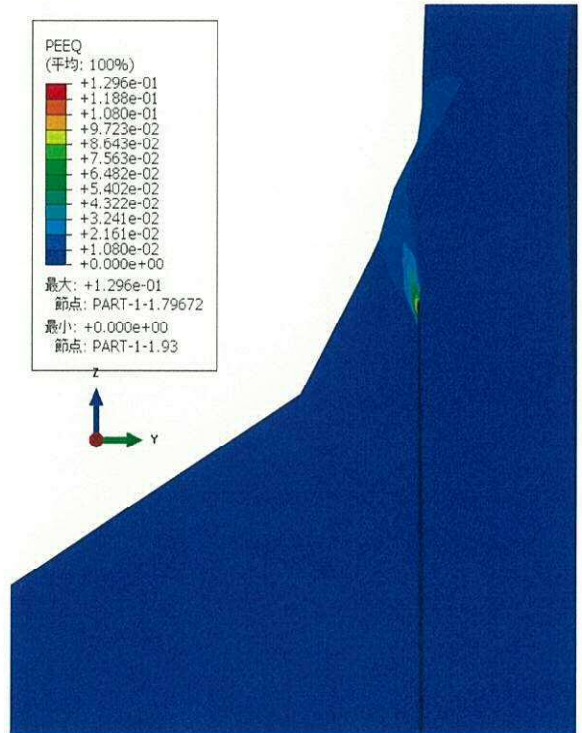
(単位 : MPa)



応力分布図(引張側断面)

(2倍勾配交点)

(単位 : -)



ひずみ分布図(引張側断面)

(2倍勾配交点)

図3-21 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図

(最外周位置 中心方向に荷重負荷)



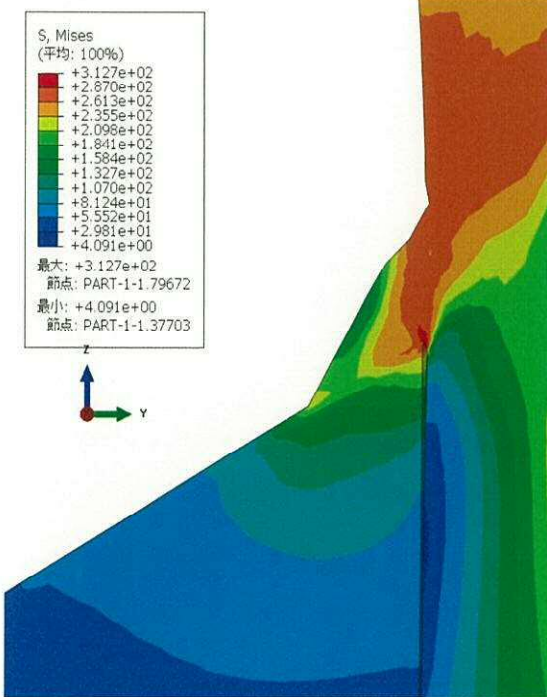


(単位 : mm)

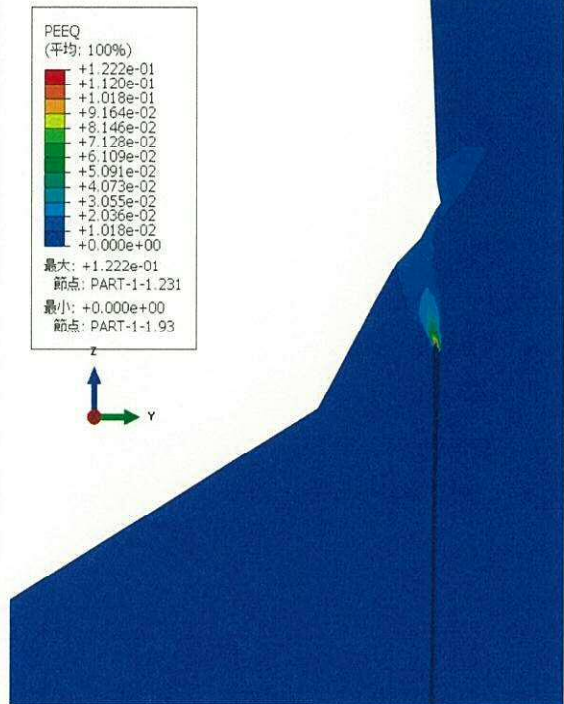
最大 X: +4.248e-01  
 節点: PART-1-1.144551  
 最小 X: -4.248e-01  
 節点: PART-1-1.344632  
 最大 Y: +9.590e-02  
 節点: PART-1-1.117126  
 最小 Y: -2.421e+01  
 節点: PART-1-1.156809  
 最大 Z: +2.607e+00  
 節点: PART-1-1.156809  
 最小 Z: -3.327e+00  
 節点: PART-1-1.165559



(単位 : MPa)



(単位 : -)



応力分布図(圧縮側断面)

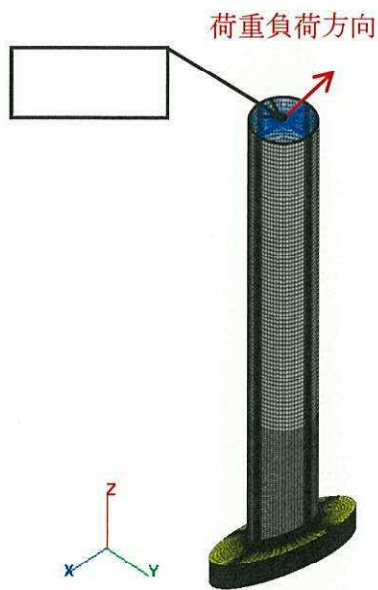
ひずみ分布図(圧縮側断面)

(2倍勾配交点)

(2倍勾配交点)

図3-22 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図

(リング方向に荷重負荷)

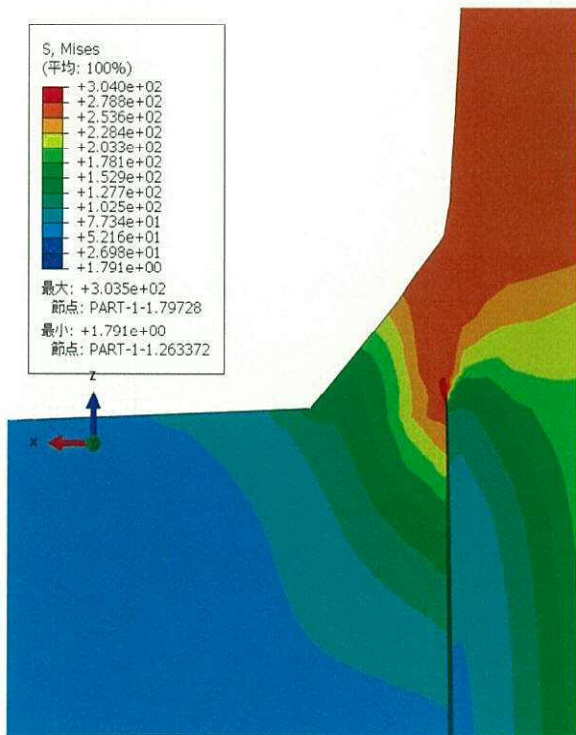


(単位 : mm)

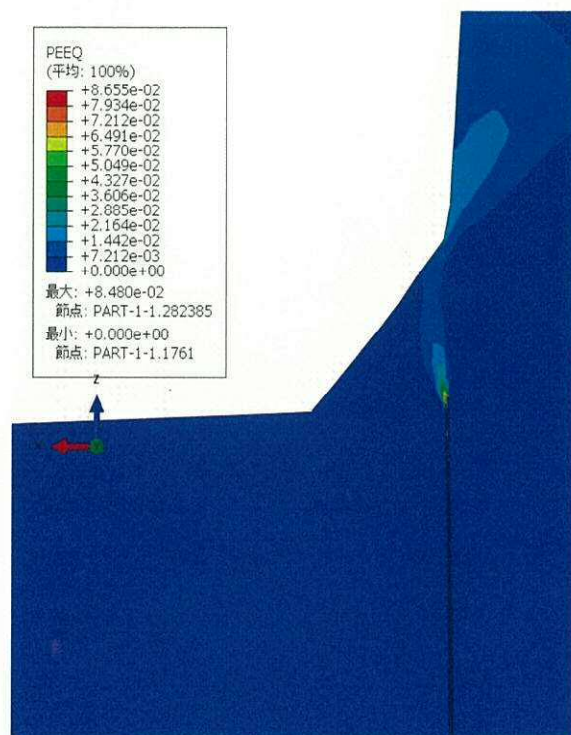
最大 X: +7.514e-02  
 節点: PART-1-1.120205  
 最小 X: -2.427e+01  
 節点: PART-1-1.381740  
 最大 Y: +3.257e-01  
 節点: PART-1-1.341834  
 最小 Y: -3.370e-01  
 節点: PART-1-1.141753  
 最大 Z: +2.607e+00  
 節点: PART-1-1.360600  
 最小 Z: -3.285e+00  
 節点: PART-1-1.160799



(単位 : MPa)



(単位 : -)



応力分布図(引張側断面)

(2倍勾配交点)

ひずみ分布図(引張側断面)

(2倍勾配交点)

図3-23 崩壊荷重の下限 (Pcr) での応力・ひずみ分布図

(周方向に荷重負荷)

(3) 極限解析に対する試験による確認

スタンドパイプにおける今回工認の申請は、極限解析を用いてスタンドパイプ部の有する耐力が地震荷重以上であることを確認することで、地震時における健全性を評価している。極限解析は、これまでの工認での適用例としてPWRの炉内構造物での適用実績はあるが、表3-6に示すように、適用範囲及び解析手法は同じであるものの、適用部位が異なる。なお、先行PWRと同様に東海第二発電所のスタンドパイプへの極限解析の結果が保守性を有することを補足的に確認する観点から、縮尺の試験体を用いた試験を行う。

表3-6 先行実績と東海第二との比較

	先行PWR	東海第二
適用範囲	炉内構造物	同左
適用部位	ラジアルサポート	スタンドパイプ
適用規格	J S M E 設計・建設規格 CSS-3160	同左
解析手法	3次元FEMによる 弾塑性解析	同左

#### 4. 試験による確認について

##### 4.1 はじめに

東海第二の気水分離器及びスタンドパイプのうち、スタンドパイプの耐震評価においては、今回工認では、極限解析を用い、スタンドパイプの耐力が地震荷重以上であることを確認することで地震時における健全性を評価している。極限解析はこれまでの工認で適用例が少ないため、実機スタンドパイプ及びシュラウドヘッドの一部を縮尺した試験体を用いた試験を実施し、極限解析を用いたスタンドパイプの耐震評価手法の保守性を確認する。

##### 4.2 試験目的

試験は、スタンドパイプとシュラウドヘッド部を模擬した縮尺試験体（以下、単に「試験体」という。）に荷重（モーメント）を作用させる試験を実施し、スケール則を考慮してスタンドパイプが負担することができる最大の荷重（以下「限界荷重」という。）を求める。

試験にて得られた限界荷重が極限解析にて得られた崩壊荷重の下限( $P_{cr}$ )より大きいことを確認することで、極限解析の保守性を確認する。

##### 4.3 試験内容

###### (1) 実施項目

東海第二のスタンドパイプ及びシュラウドヘッドを模擬した縮尺試験体にモーメントを作用させる試験を実施した。

###### (2) 試験内容

###### a. 試験体

解析結果から中心位置の方が若干  $P_{cr}$  が低い結果であるため、中心位置を代表とした試験体とする。地震による荷重は鉛直荷重、水平荷重及びモーメントが発生するが、モーメントが支配的な荷重であるため、モーメントを負荷できる試験体とした。

試験体は、スタンドパイプの構造を模擬した縮小モデルとし、試験体のサイズは、試験装置が具備する恒温槽の寸法制限を考慮して外径及びスタンドパイプ板厚で

1/3 スケールとした。試験体の材料は実機と同等のものを使用した。

試験体の仕様を表 4-1 に示す。また、試験体の概略図を図 4-1 に、試験装置の概略図を図 4-2 に示す。試験体は、試験装置の荷重負荷を考慮して、シュラウドヘッドを模擬した鋼板に 2 本のスタンドパイプを模擬した管を溶接にて取付け、下側のスタンドパイプを試験装置に固定し、上側のスタンドパイプを上方へ引っ張ることにより、スタンドパイプ付根にモーメントを作用させた。

なお、シュラウドヘッドは固定しておらず、また、シュラウドヘッドは試験結果への影響が軽微と考え、厚い平板で模擬した。

試験では、試験体に荷重を加えながら変位を計測し、限界荷重を確認した。

#### b. 試験方法

試験は、恒温槽を具備した試験装置に試験体を取り付け、301 °C（運転状態 I，II の最高温度）の高温状態にて、試験体に上方へ荷重を負荷しながら変位を計測することにより実施した。

なお、変位については 2 本のスタンドパイプの変位であることから、変位に 1/2 を乗ずることにより 1 本のスタンドパイプの変位として整理している。

表 4-1 縮尺試験体の仕様

項目		試験体仕様	実機仕様
スタンドパイプ			
寸法	外径 (Do)	56.10mm (1/3 スケール)	168.3mm
	内径 (Di)	51.36mm (1/3 スケール)	154.08mm
	板厚	2.37mm (1/3 スケール)	7.11mm
材料		SUS304TP	SUS304TP 相当 (ASME SA-312 Gr. TP304)
シュラウドヘッド鏡板			
寸法	板厚	32mm	50.8mm
材料		SUS304	SUS304 相当 (ASME SA-240 TYPE304)
変位測定位置		鏡板表面から 148mm	鏡板表面から 1000mm (極限解析の変位出力位置)
荷重負荷位置		鏡板表面から 148mm (モーメントアーム)	鏡板表面から 1000mm



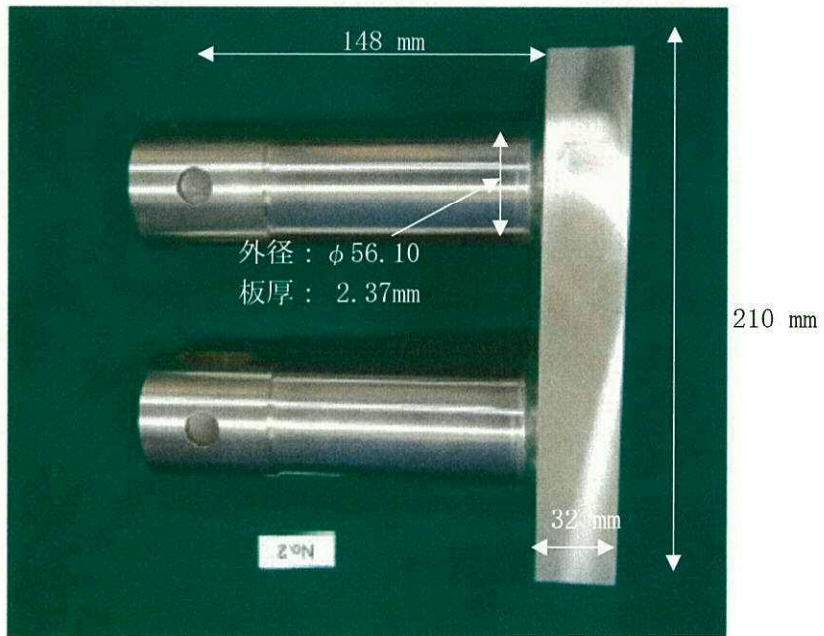
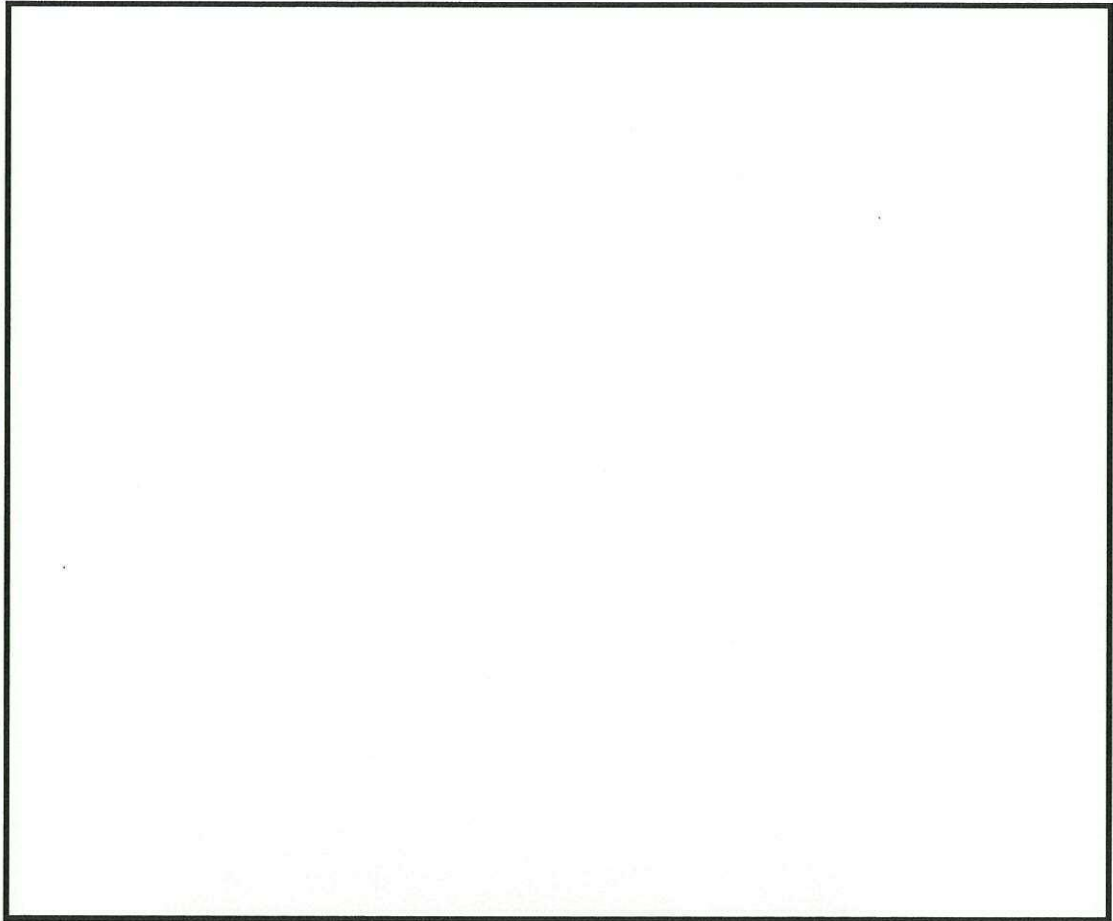


图 4 - 1 試驗体形状

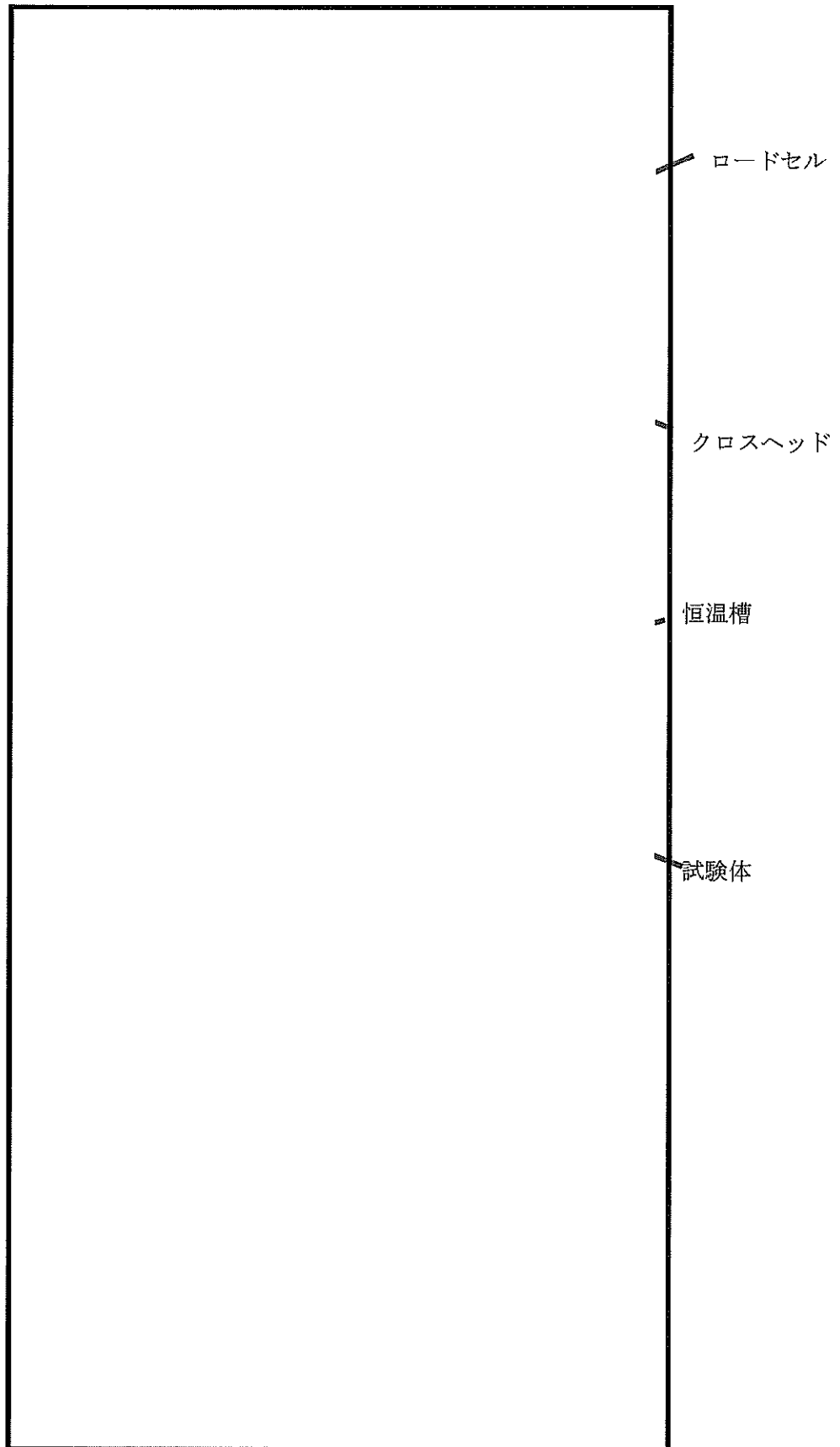


図4-2 試験装置

#### 4.4 試験結果

##### (1) 試験から得られた荷重変位曲線

試験から得られた荷重変位曲線を図4-3に示す。試験は、試験装置内の試験体と治具との干渉を考慮して、変位が26 mmを超えた時点（荷重：17.5 kN）で試験を終了した。なお、試験については試験成立性確認用、本試験、再現確認用として3回実施しており、それぞれの試験から得られた荷重変位曲線に有意な差はなかったため、本試験データを試験結果としている。

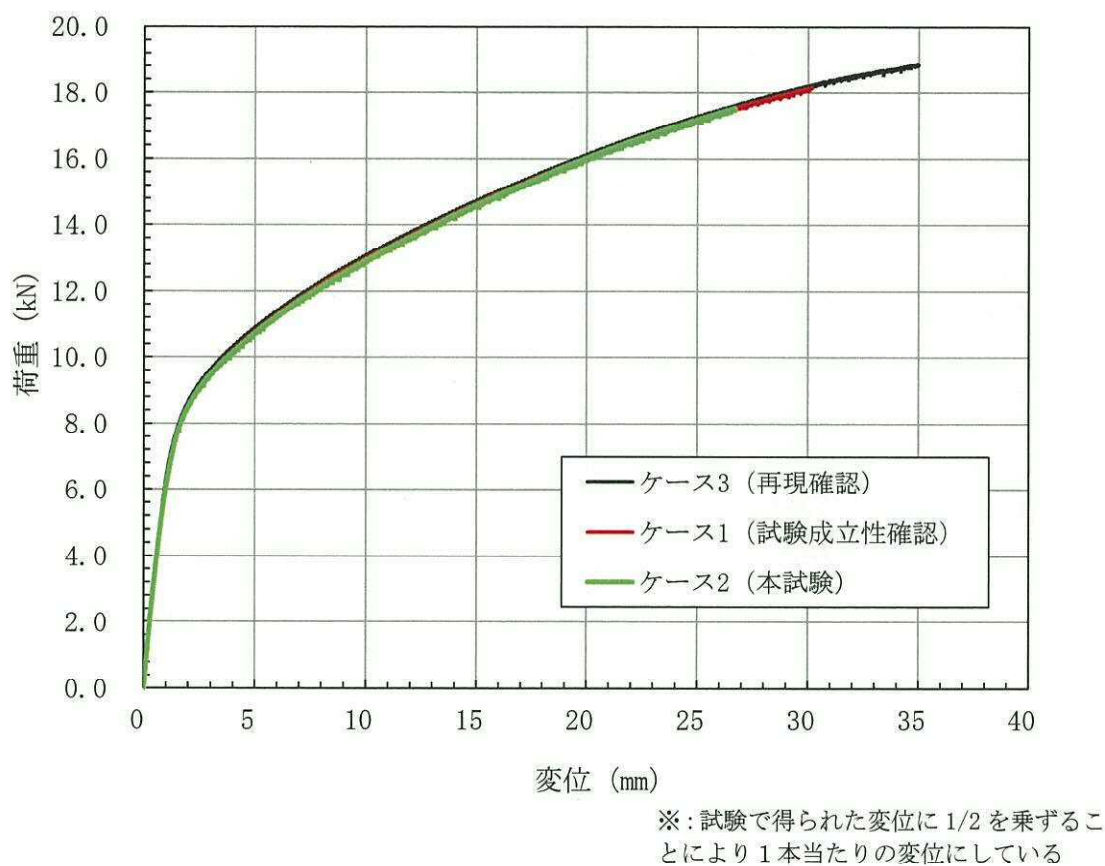


図4-3 試験から得られた荷重変位曲線

(2) 試験前後及び試験中の試験体の状況

試験前後及び試験中の試験体の状況をそれぞれ図 4-4 に示す。試験結果から、スタンドパイプ及びシュラウドヘッドを模擬した試験体に亀裂、損傷は確認されなかった。

この結果から、試験体の限界荷重としては、少なくとも 17.5 kN であることが確認された。



試験前



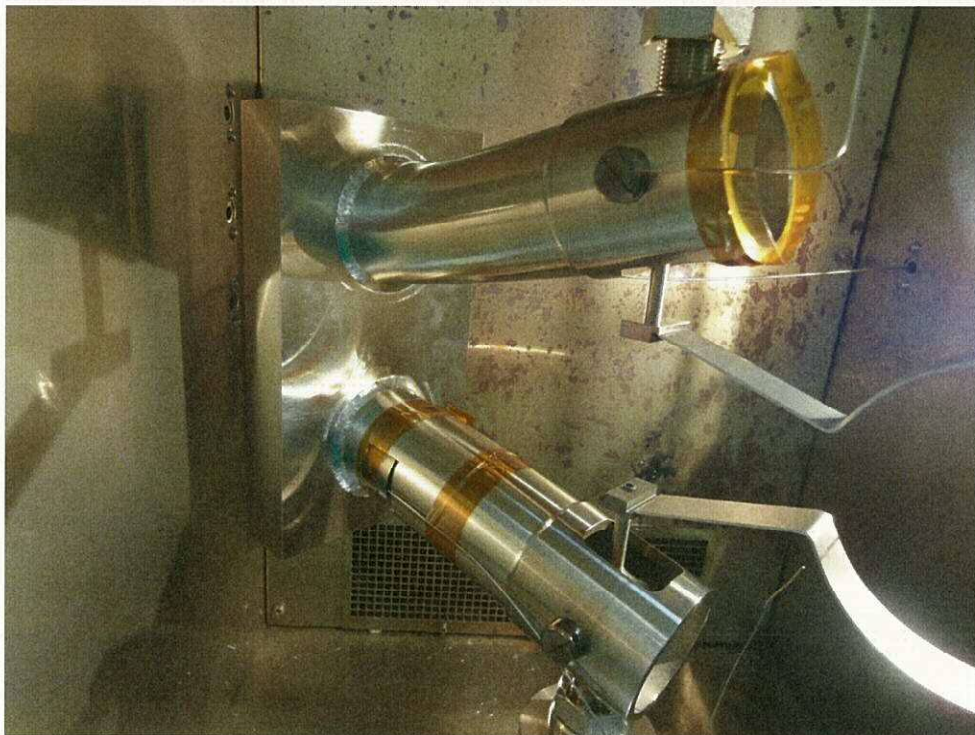
試験後

図4-4 各試験段階での試験体の状態 (1/2)





試験中



試験後

図4-4 各段階での試験体の状態 (2/2)

### (3) スケール則を踏まえた試験結果と極限解析結果の比較

試験により求められた荷重変位曲線から、スケール則及びスタンドパイプ付根部に掛かる荷重（モーメント）を考慮して実機寸法における荷重変位曲線を作成し、極限解析結果と比較評価する。

スケール則は荷重と変位に対してそれぞれ考慮する。荷重及び変位についてのスケール則の考え方は以下の通りである。

試験体のスタンドパイプ付根部に作用するモーメントは、試験装置で負荷した荷重にモーメントアーム（0.148 m）を乗じて求める。荷重（モーメント）に対しては実機寸法と試験体の弾性断面係数と塑性断面係数の比はそれぞれ等しいこと、また、解析モデルと試験体における終局時の断面性状に即していることから塑性断面係数の比<sup>※</sup>（= 27）を乗じる。

変位に対しては、今回の評価は弾塑性解析により変位を求めており、解析に用いる応力ひずみ線図は弾完全塑性体としており、塑性域の変位は弾塑性体である試験体と異なるため、弾性域での変位比を乗じる。試験体は、各位置で断面形状が異なることから、長さ、断面二次モーメントを考慮した面積モーメント法により変位を求める。実機はたわみの式により変位を求め、実機と試験体の変位比（= 20.4）を乗ずる（算出方法は補足－1参照）。

このスケール則を考慮した結果を表4－2に示す。極限解析で得られる崩壊荷重の下限値(Pcr)よりも試験で得られた値の方が耐力を有するため保守的であることがわかる。また、スケール則を考慮した試験体の荷重変位曲線と極限解析結果の荷重変位曲線を重ね描いたものを図4－5に示す。

なお、試験結果と極限解析結果の弾性範囲で傾きが異なるが、これは極限解析ではスタンドパイプ下端を固定端として計算しておりスタンドパイプのみの変位であるが、試験ではスタンドパイプの変位のほかに鏡板やピンのたわみ等も含まれるため解析に比べて大きな変位となると考える。また、本試験目的は解析と試験で得られた荷重の比較を示すものであるが、補足－2に鏡板、ピンのたわみを除いた結果を示す。

※：円筒形の塑性断面係数  $Z_p$ （=  $(D_o^3 - D_i^3) / 6$ ）の比

$D_o$ ：外径， $D_i$ ：内径

（表4－1に示す実機と試験体それぞれの内外径）

実機の塑性断面係数： $Z_p$ （実機）=  $1.849 \times 10^5$  [mm<sup>3</sup>]

試験体の塑性断面係数： $Z_p$ （試験体）=  $6.846 \times 10^3$  [mm<sup>3</sup>]

表 4-2 試験結果と極限解析結果の比較

	荷重 (kN)	モーメント (kN・m)	備考
①試験結果	17.5	—	
②試験結果 (付根部に掛かる モーメント)	—	2.59	①×0.148 m (モーメントア ーム)
③試験結果 (スケール則考慮)	—	69.93	②×27 (塑性断面係数の比)
④極限解析 (Pcr)	—	49.73	降伏点を $\text{Min}[2.3S_m, 0.7S_u]$ とした場合
⑤極限解析 (Pcr) により 得られる許容荷重	—	44.75	許容応力状態 IV <sub>A</sub> S (許容荷重=0.9×④)

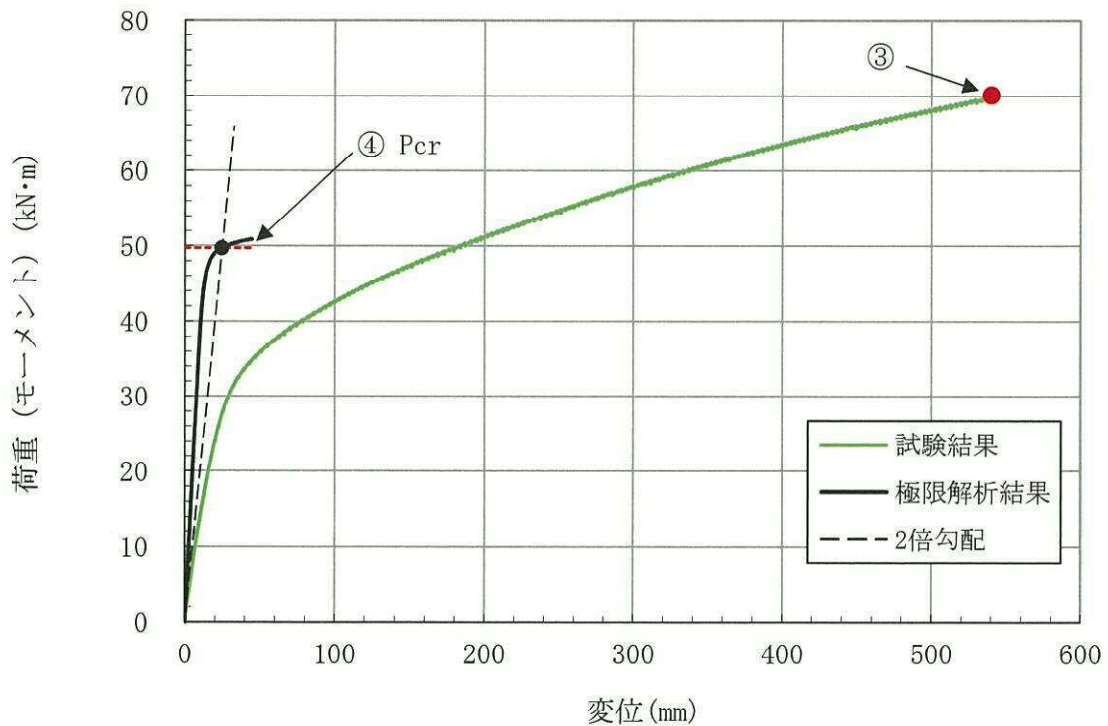


図 4-5 試験結果と極限解析結果の比較



#### 4.5 まとめ

東海第二のスタンドパイプの縮尺試験体に荷重（モーメント）を作用させる試験を実施した結果、限界荷重は少なくとも 17.5 kN であり、試験後の試験体に亀裂、損傷は生じていなかった。試験における限界荷重 17.5 kN は、実機のスケールでは 69.93 kN・m に相当し、極限解析により得られる許容荷重（モーメント）44.75 kN・m に対して十分大きいことがわかった。

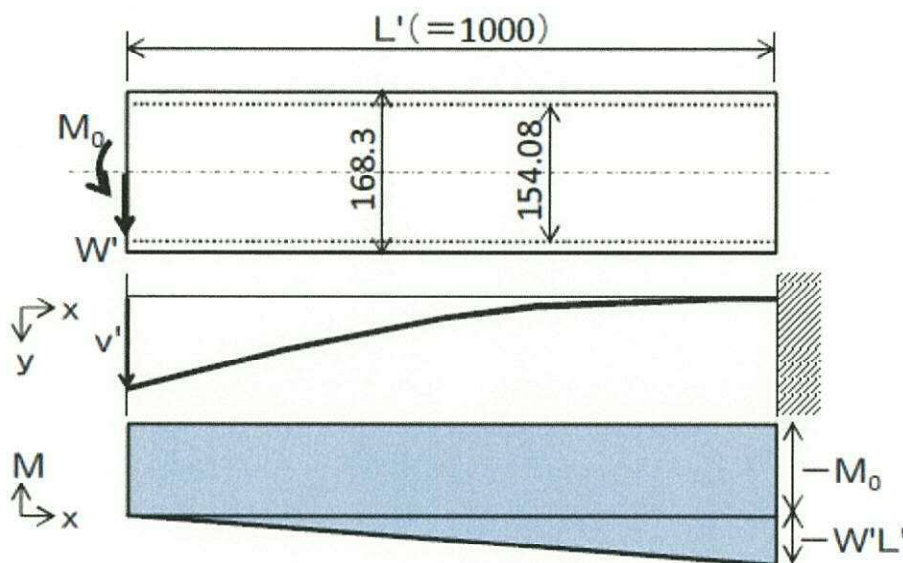
以上より、極限解析による評価手法は十分な保守性を有していることを確認した。

また、試験体に対する極限解析については別紙-1 に示すとおり、試験体に対する極限解析にて得られた  $P_{cr}$  (13.7 kN) よりも試験にて得られた許容荷重のほうが十分大きいことを確認した。

変位に対するスケール則の算出について

①実機スタンドパイプ解析モデルの変位の算出

実機スタンドパイプ解析モデルにはスタンドパイプ上面からモーメント及び水平荷重を負荷しているため、それぞれの荷重に対して、材料力学に基づき変位を算出する(下図参照)。



たわみの式より

$$\begin{aligned}
 v' &= W'L'^3 / (3EI') + M_0L'^2 / (2EI') \\
 &= \sigma Z' (W'/M') L'^3 / (3EI') + \sigma Z' \{1 - (W'/M') L'\} L'^2 / (2EI') \\
 &= 5247 \sigma / E
 \end{aligned}$$

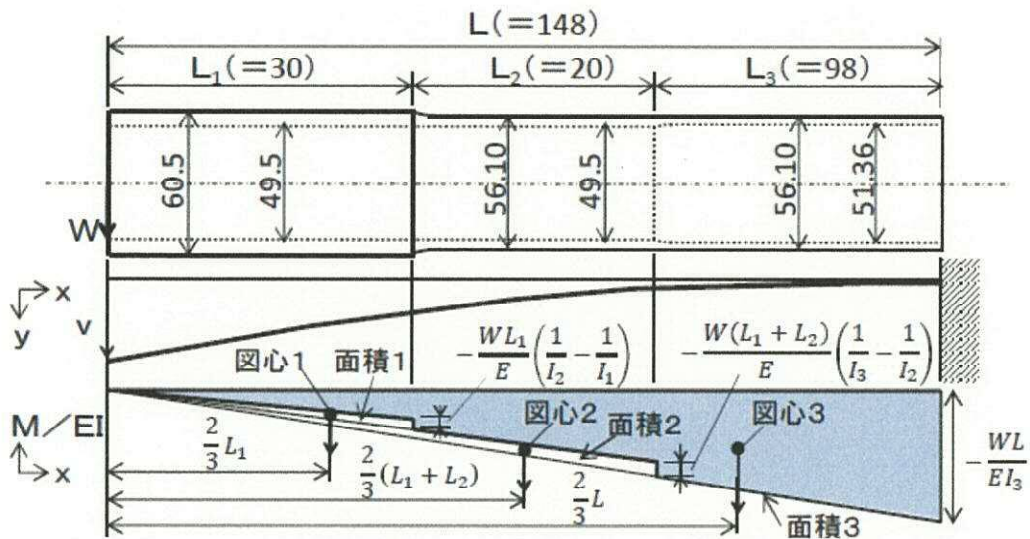
$$M_0 = M' - W'L'$$

実機スタンドパイプの諸元

項目	実機
外径 Do' (mm)	168.3
内径 Di' (mm)	154.08
板厚 t' (mm)	7.11
断面二次モーメント I' (mm <sup>4</sup> )	1.172 × 10 <sup>7</sup>
変位計測点 L' (mm)	1000
地震荷重 S s	
W' 水平力 (kN)	3460
M' 曲げモーメント (kN・mm)	9870000
W' / M' (mm <sup>-1</sup> )	3.506E-04

②スタンドパイプのたわみ  $v_0$

試験体の変位の算出は、引張荷重を付与するために試験体上面に治具を取り付けることによる応力集中によりパイプと板との取付部以外が破損するのを防止するため、試験体上面付近の板厚を1/3より肉厚な構造（下図L1, L2範囲）にしている。肉厚な構造にすることにより、上面から荷重を負荷した場合、L1, L2範囲の肉厚構造部の変位の低下を面積モーメント法にて考慮する（下図参照）。



面積モーメント法より

$$\begin{aligned}
 v_0 &= (\text{面積3}) \times (\text{図心3までの距離}) - (\text{面積2}) \times (\text{図心2までの距離}) - \\
 &\quad (\text{面積1}) \times (\text{図心1までの距離}) \\
 &= \{WL/(EI_3)\} \cdot (L/2) \cdot (2L/3) - \{W(L_1+L_2)/(1/I_3-1/I_2)/E\} \cdot \{(L_1+L_2)/2\} \cdot (2(L_1+L_2)/3) \\
 &\quad - \{WL_1/(1/I_2-1/I_1)/E\} \cdot (L_1/2) \cdot (2L_1/3) \\
 &= \sigma Z/E \cdot \{L_2/(3I_3) - (L_1+L_2)^3/(3L) \cdot (1/I_3-1/I_2) - L_1^3/(3L) \cdot (1/I_2-1/I_1)\} \\
 &= 257.1 \sigma / E
 \end{aligned}$$

変位比  $v' / v_0 = 5247 / 257.1 = 20.4$

試験体の諸元

項目	試験体		
	部位1 (長さL <sub>1</sub> )	部位2 (長さL <sub>2</sub> )	部位3 (長さL <sub>3</sub> )
外径 D <sub>1o</sub> , D <sub>2o</sub> , D <sub>3o</sub> (mm)	60.5	56.1	56.1
内径 D <sub>1i</sub> , D <sub>2i</sub> , D <sub>3i</sub> (mm)	49.5	49.5	51.36
板厚 t (mm)	—	—	2.37
断面二次モーメント I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , I <sub>3</sub> (mm <sup>4</sup> )	3.629×10 <sup>5</sup>	1.915×10 <sup>5</sup>	1.446×10 <sup>5</sup>
変位計測点 L (mm)	148		
長さ L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> (mm)	30	20	98

## 試験体変位の詳細検討について

## 1. 概要

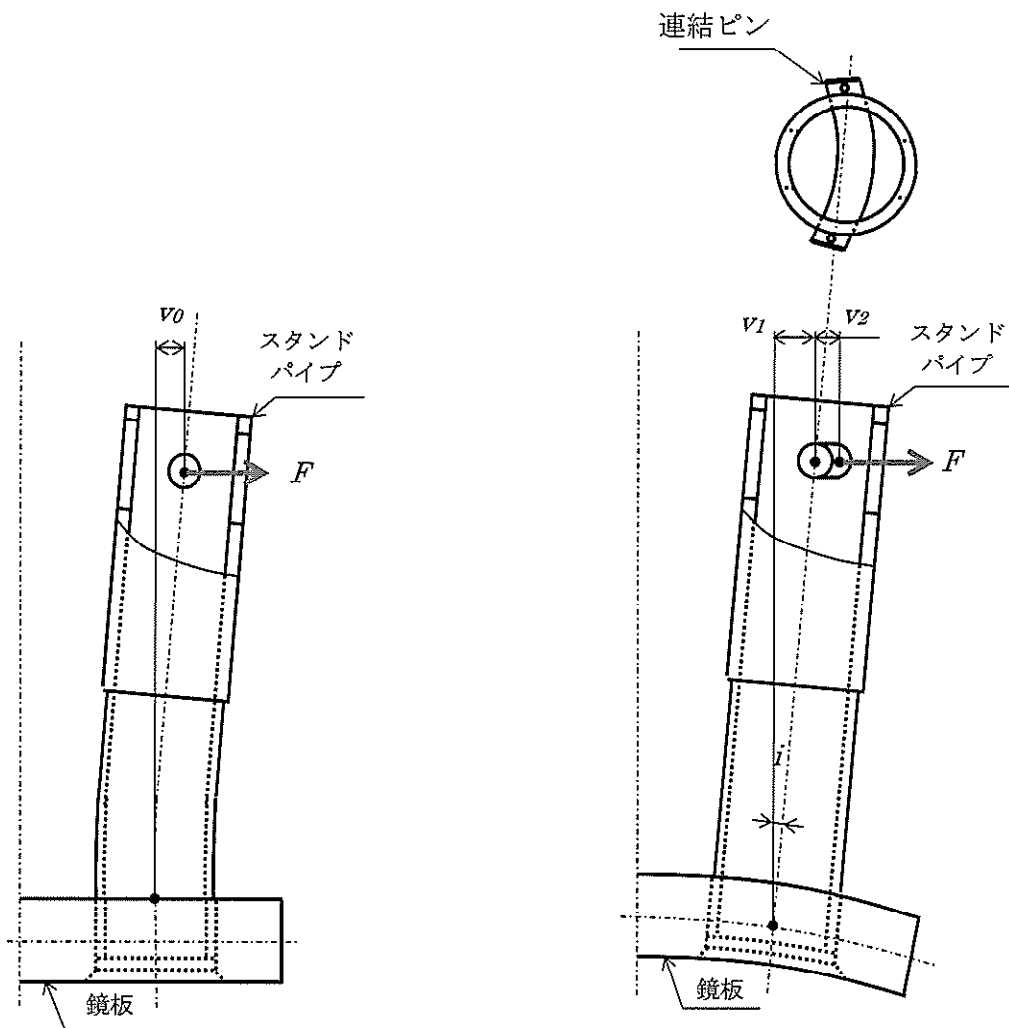
今回の試験体を用いた確認は極限解析により得られた崩壊荷重の下限 ( $P_{cr}$ ) より試験にて得られた限界荷重の方が大きいことを確認することを目的としたものである。スケール則を考慮した試験体の荷重変位曲線と極限解析で得られた荷重変位曲線では、試験結果の変位を実機スケールに換算するために乗じる変位比を試験結果に含まれる鏡板、ピン等のたわみによる変位にも乗じているため、パイプのみである解析結果とは試験体の弾性範囲においても一致しない。このため鏡板、ピン等のたわみによる変位を除いた変位と解析結果の変位についても詳細検討を行う。

## 2. パイプ以外の変位

「4. 試験による確認について」で乗じた変位比はパイプの他の鏡板、ピン及び引張試験装置の変位を含んだ試験体の変位に乗じているため、パイプの変位以外を除去する。鏡板及びピンの変位の除去については、材料力学等の理論式に基づき変位を算出し、試験体全体の変位とパイプの変位の比を試験結果で得られた変位に乗じることにより除去する。引張試験装置の変位については、試験体間に取り付けたひずみゲージを用いることで、引張試験装置の変位を含まない2点間距離の変位となるため、これを1本の変位にしたものを用いる。

## 2.1 試験体の変位の算出

試験体の変位は、スタンドパイプの変位の他に連結ピン及び鏡板のたわみによる変位が含まれることから、試験体の変位に対するパイプの変位の比を乗じることによりこれらの変位を除去する（下図参照）。



スタンドパイプのたわみ

鏡板と連結ピンのたわみ

$$\begin{aligned} \text{試験体の変位 } v_T &= \text{スタンドパイプたわみ} + \text{鏡板たわみ} + \text{連結ピンたわみ} \\ &= v_0 + v_1 + v_2 \end{aligned}$$

①鏡板のたわみによる変位  $v_1$

傾斜  $i(x)$ は、以下により求める。

$$\frac{di(x)}{dx} = \frac{M}{EI_1}$$

$$i(x) = \frac{M}{EI_1}x$$

よって、

$$i = i(a) = \frac{M}{EI_1}a$$

ここで、

$$M = F\left(L + \frac{T}{2}\right)$$

$$I_1 = \frac{W_e T^3}{12}$$

$E = 176000$  (MPa) (301°Cの SUS304 のヤング率)

$$W_e = \frac{1}{a}\left(Wa - \frac{\pi}{8}D_o^2\right) \quad (\text{穴部を考慮した等価幅})$$

変位  $v_1$ は、以下により求める。

$$\begin{aligned} v_1 &= i\left(L + \frac{T}{2}\right) \\ &= \frac{Fa(L + T/2)^2}{EI_1} \end{aligned}$$

上式に、スタンドパイプ根元部の応力  $\sigma$  と  $F$  の関係式を代入する。

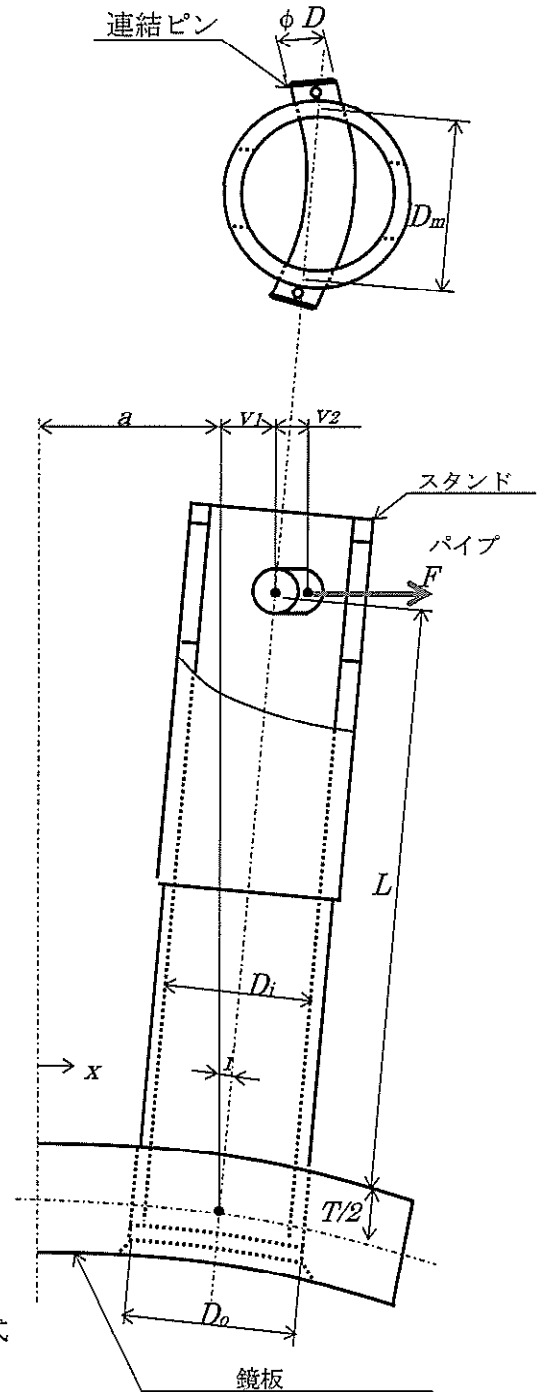
$$\sigma = \frac{FL}{Z}$$

$$F = \frac{\sigma Z}{L}$$

$$Z = \frac{\pi(D_o^4 - D_i^4)}{32D_o}$$

これより、

$$v_1 = \frac{Za(L + T/2)^2 \sigma}{LI_1 E} = 193.5 \frac{\sigma}{E}$$



(幅  $W$ , 板厚  $T$ )

$$a = 55 \text{ (mm)}$$

$$L = 148 \text{ (mm)}$$

$$D = 16 \text{ (mm)}$$

$$T = 32 \text{ (mm)}$$

$$D_m = 55 \text{ (mm)}$$

$$W = 120 \text{ (mm)}$$

②連結ピンのたわみによる変位  $v_2$

変位  $v_2$  は、以下により求める。

$$v_2 = \frac{FD_m^3}{48E'I_2}$$

(機械工学便覧 A4-28 No.7 より)

ここで、

$$I_2 = \frac{\pi D^4}{64}$$

$E' = 183000$  (MPa)(301°Cの連結ピン(低合金鋼)のヤング率)

変位  $v_2$  の式に、スタンドパイプ根元部の応力  $\sigma$  と  $F$  の関係式を代入する。

$$\sigma = \frac{FL}{Z}$$

$$F = \frac{\sigma Z}{L}$$

$$Z = \frac{\pi(D_o^4 - D_i^4)}{32D_o}$$

これより、

$$v_2 = \frac{ZD_m^3 E \sigma}{48LI_2 E' E} = 36.1 \frac{\sigma}{E}$$

③試験体の全変位  $v_T$

$$v_T = v_0 + v_1 + v_2 = 486.7 \frac{\sigma}{E}$$

$v_0 = 257.1 \sigma / E$  (補足-1にて得られたパイプの変位)

④試験体の全変位に対するパイプの変位の比

$$\frac{v_0}{v_T} = \frac{257.1}{486.7} = 0.528$$

⑤試験結果に乗じる変位比

試験結果に乗じる変位比 = 実機と試験体の変位比 × 試験体の全変位に対するパイプの変位の比

$$= 20.4 \times 0.528 = 10.8$$

## 2.2 引張試験装置の変位について

本項に記載している荷重変位曲線の変位は引張試験装置で得られた変位であることから、引張試験装置での変位を除去するため、試験体間に取り付けたひずみゲージの変位を使用する。

## 3. 詳細検討を反映した荷重変位曲線

2.にて算出したピン、鏡板及び引張試験装置の変位を除いた荷重変位曲線と極限解析結果の荷重変位曲線を重ね合わせたものを図1に示す。図1には試験体の荷重変位曲線も併せて示す。図1に示すとおり、試験体の弾性範囲において解析結果と試験結果が良く一致することを確認した。

なお、その後の変位は差異が生じているが、差異理由については以下の通りである。

極限解析に用いる設計降伏点は設計・建設規格に従い、降伏点を許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>SではMIN[0.7Su, 2.3Sm], Ⅲ<sub>A</sub>Sでは1.5Smとしている。オーステナイト系ステンレス鋼のSm値はMIN[1/3Su, 0.9Sy]が採用されており、本評価での使用材料であるSUS304では0.9Syの値の方が低い。このため、許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sでは2Sy, Ⅲ<sub>A</sub>Sでは1.35Syとなるような設計降伏点となり、実際のオーステナイト系ステンレス鋼の降伏点であるSyよりも高い値である(図2参照)。

この理由については、設計・建設規格ではオーステナイト系ステンレス鋼のようにひずみ硬化特性が大きく安全率に余裕があるため、ひずみ硬化特性を考慮して実際の降伏点より高い設計降伏点を定めているとしている(図3参照)。

今回の試験体の降伏点はミルシートから245[MPa](0.2%耐力, 室温)であり、設計・建設規格の室温における設計降伏点 $S_y=205$ [MPa]に対して1.2倍程度高い。これを301°Cの降伏点に補正した場合、試験体の降伏点は152MPaであり、解析上の許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sでの降伏点264[MPa]に対して約1.7倍の降伏点の差異がある。このため、試験体の弾性範囲においては解析結果と概ね一致しているが、その後の変位は差異が生じているものと考えられる。

また、解析と試験体で弾塑性状態における変位挙動が異なる理由は、図3の解説図PVB-3160-1に示すように、解析では設計降伏点以降はひずみ硬化特性を含まない弾完全塑性体であるため、降伏以降は急激に変位が増加するが、試験体はひずみ硬化特性を持つため、



降伏以降も荷重を負荷するとただらかに変位は増加していく。このため、それぞれの降伏以降の変位挙動が異なるものとする。

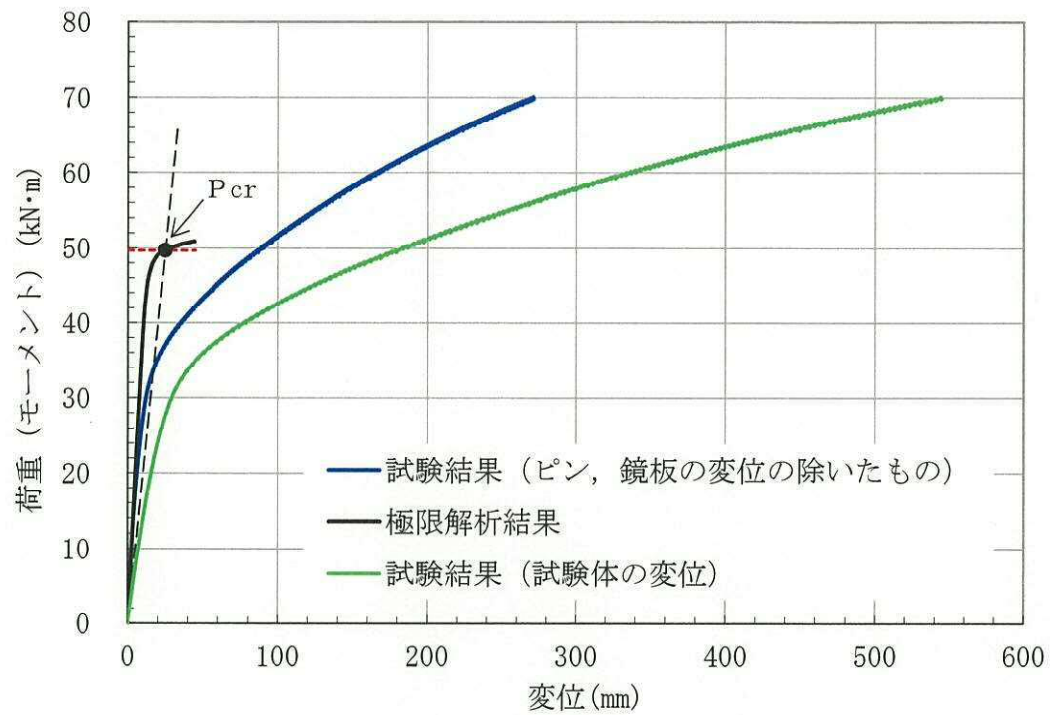


図1 試験結果と極限解析結果の荷重変位曲線  
(ピン, 鏡板の変位除いて実機スケールに換算したもの)

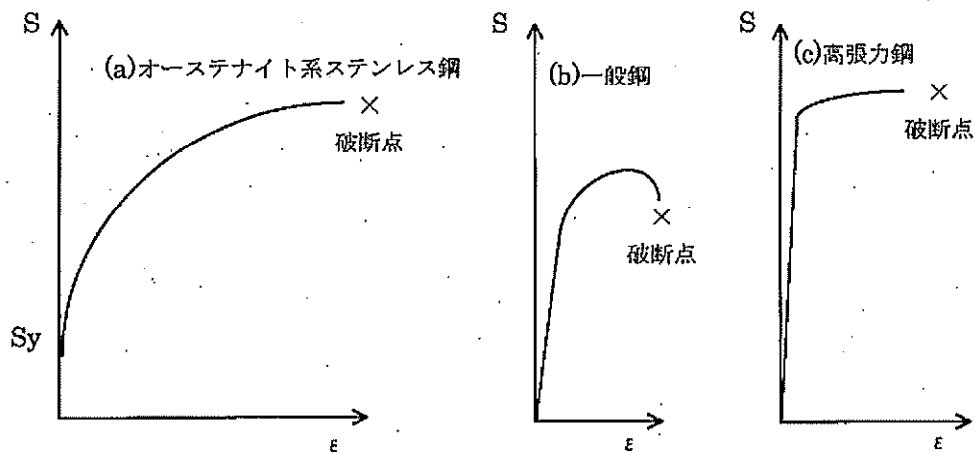
(解説 PVB-3110) ボルト以外の応力評価

PVB-3110 は、クラス 1 容器の応力強さの限界および許容応力について定めたものである。

(中略)

(2) 応力強さの制限の基本的な考え方は、次のとおりである。

各応力に対して定められる応力強さの限界は、基本的には材料の強度試験に基づいている。解説図 PVB-3110-1 に各種材料の引張試験の結果による応力-ひずみ線図の例を示す。



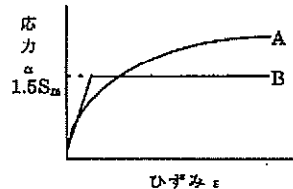
解説図 PVB-3110-1 各種材料における応力とひずみの関係

解説図 PVB-3110-1 は、鋼種による一般的な特性を示したものであるが、一般鋼と比較して、オーステナイト系ステンレス鋼は降伏点に達してもすぐ破断するのではなく、ひずみ硬化によりかなり持ちこたえる。また、それとは反対に高張力鋼は降伏点は高いが、一旦それを超えるとすぐ破断する等の傾向がある。従って、基本となる材料ごとの設計応力強さの  $S_m$  値としては、低合金鋼などの一般鋼材に関しては降伏点の  $2/3$  または引張強さの  $1/3$  のいずれか小さい方の値にとられているが、オーステナイト系ステンレス鋼では引張強さの  $1/3$  またはひずみ硬化を考慮して耐力の  $0.9$  倍のいずれか小さい方の値がとられている。(解説 GNR-2200 参照)

図 2 設計・建設規格の抜粋 (応力強さの制限の基本的な考え方に関する記載)

PVB-3160 の極限解析において  $1.5S_m$  を降伏点とした弾完全塑性体を用いることとしたのは、次のとおりである。

たとえば、ステンレス鋼の応力-ひずみ線図は解説図 PVB-3160-1 の A のようになり、明確な降伏点はなく、このままでは崩壊荷重の解析が複雑になる。そこで、応力-ひずみ線図をより単純にした解説図 PVB-3160-1 の B のようなものを想定して、対象物の荷重-変位曲線を求めようとするものである。



解説図 PVB-3160-1 応力-ひずみ線図の例

ここでは、設計条件および供用状態 C については、材料の降伏点を設計応力強さの 1.5 倍 ( $1.5 S_m$ ) とする弾完全塑性体と考える。 $S_m$  は、 $2/3 S_y$  以下にしている場合は、 $1.5 S_m$  は、ほぼ  $S_y$  に等しくなる。

高温におけるオーステナイト系ステンレス鋼等の場合のように、 $S_m$  が  $0.9S_y$  の場合は、ほぼ  $1.35S_y$  になるので、一見不安全側になるようにとらえられやすいが、オーステナイト系ステンレス鋼等の場合は、明確な降伏点がなく、0.2% 耐力を  $S_y$  と考えると降伏点は低くなり、また高いひずみ硬化性があり、構造設計の安全性という観点からみれば、 $1.5 S_m$  を降伏点にとっても、フェライト系材料とほぼ同じ効果があると判断できる。

(中略)

供用状態 D については、材料の降伏点を設計応力強さの 2.3 倍 ( $2.3 S_m$ ) と設計応力強さの 0.7 倍 ( $0.7S_u$ ) の小さい方とする弾完全塑性体と考えて、前述と同様にして崩壊荷重の下限を求め、これを  $P_{cr}$  とする。この時の許容限界は、次のように表わすことができる。

$$\text{供用状態 D} \quad P_c \leq 0.9 P_{cr}$$

供用状態 D における安全率のとり方は、ASME B&PV Code Section III に従っている。

図 3 設計・建設規格の抜粋 (極限解析での応力-ひずみ線図の設定に関するもの)

## 5. 1本あたりの地震荷重の算出について

### 5.1 詳細モデルによる影響評価

今回工認におけるスタンドパイプの耐震評価は、極限解析にて得られた許容荷重が建屋機器連成モデルでの地震応答解析にて得られた225本を1質点として得られた地震荷重をスタンドパイプ総本数(225本)にて除した1本当たりの平均地震荷重を上回ることで健全性を確認している。

ここで、実際の気水分離器及びスタンドパイプはシュラウドヘッドの鏡板に対して取付くことによりスタンドパイプ長さがそれぞれ異なること、また大小の補強板に結合されており、それぞれのスタンドパイプ付根部に掛かる荷重は異なり、平均地震荷重を上回る可能性がある。このため、地震応答解析にて得られた地震荷重をスタンドパイプ総本数にて除する手法(以下、「平均化」という。)の妥当性を検討した。

検討方法については、図5-1に示す気水分離器、大小の補強板を含めたスタンドパイプ225本とシュラウドヘッドをはり要素及びシェル要素でモデル化したもの(以下「詳細モデル」という。)と図5-2に示す建屋機器連成地震応答解析モデルからシュラウドヘッド、気水分離器及びスタンドパイプの部分を取り出したモデル(以下「連成モデル」という。)に対してそれぞれ水平1Gの加速度を付与し、詳細モデルでの1本に掛かる最大モーメントと連成モデルの静解析結果から得られたモーメントを平均化して得られるモーメントを比較することにより、今回工認で用いている建屋機器連成地震応答解析にて得られた地震荷重を平均化した1本当たりの地震荷重の方が詳細解析に荷重を算出するよりも保守性を有することを確認する。

気水分離器、大小の補強板、スタンドパイプは実形状及び実剛性を考慮した梁モデルでモデル化し、シュラウドヘッドはシェル要素でモデル化している。表5-1、図5-3解析諸元及びモデル図を示す。

解析結果を図5-4に示す。図5-4に示すとおり、詳細モデルの最大モーメントの方が連成モデルの平均化モーメントより低くなった。また、詳細モデル及び連成モデルの固有値解析結果を図5-5示す。詳細モデルと連成モデルで固有周期に差異が生じているが、これは、詳細モデルでは各々のパイプが卓越部位となり、連成モデルでは大補強板の剛性を考慮した1本が卓越部位となるため、固有周期は異なる。

また、図5-6に示すように、スタンドパイプ225本を1本と見立てた連成モデルではモーメントとして算出される荷重が、実形状を模擬した詳細モデルでは軸方向荷重と距離によりモーメントに変換され、モーメントが下がったものと考えられる。

以上より、今回工認で建屋機器連成地震応答解析にて得られた225本の荷重を平均化した地震荷重の方が保守性を有していることから、平均化手法を採用している。

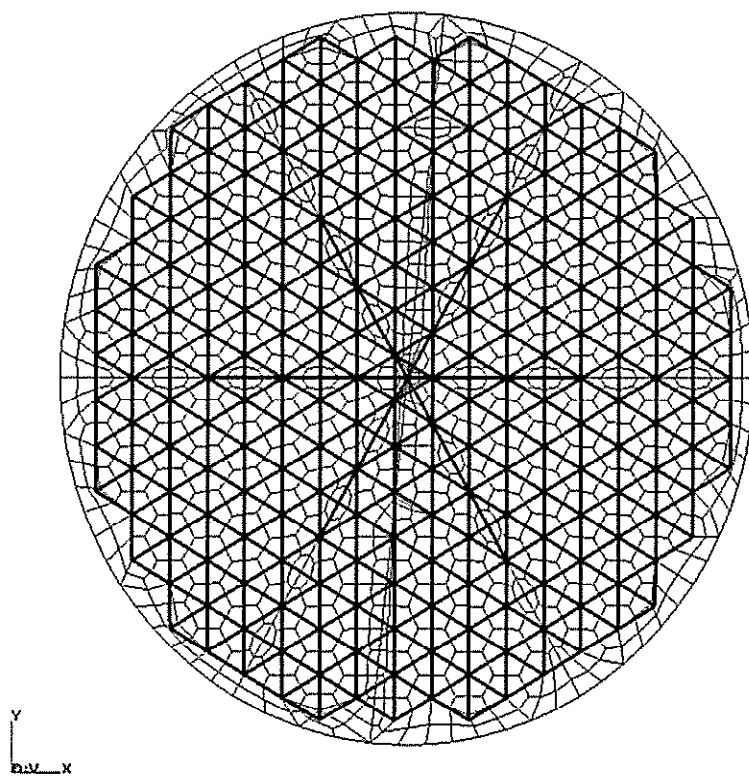
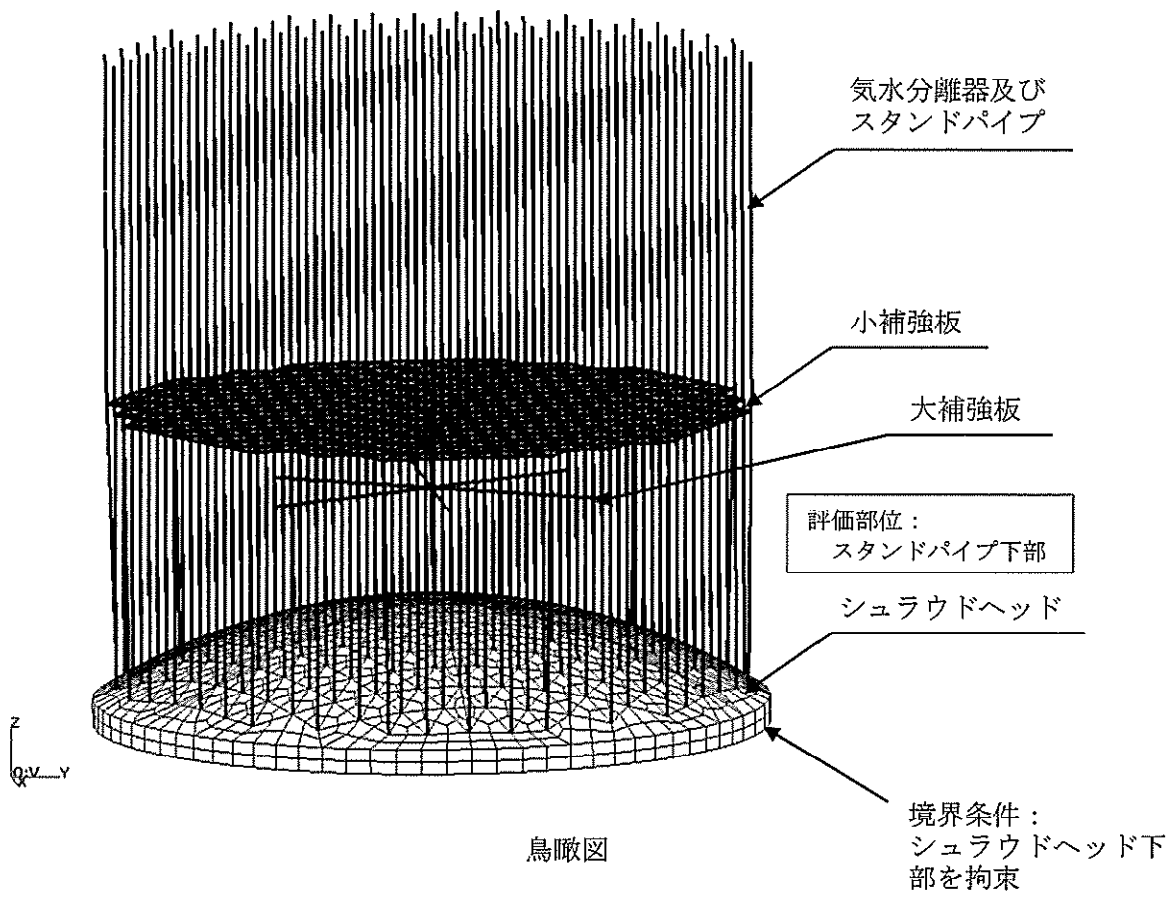
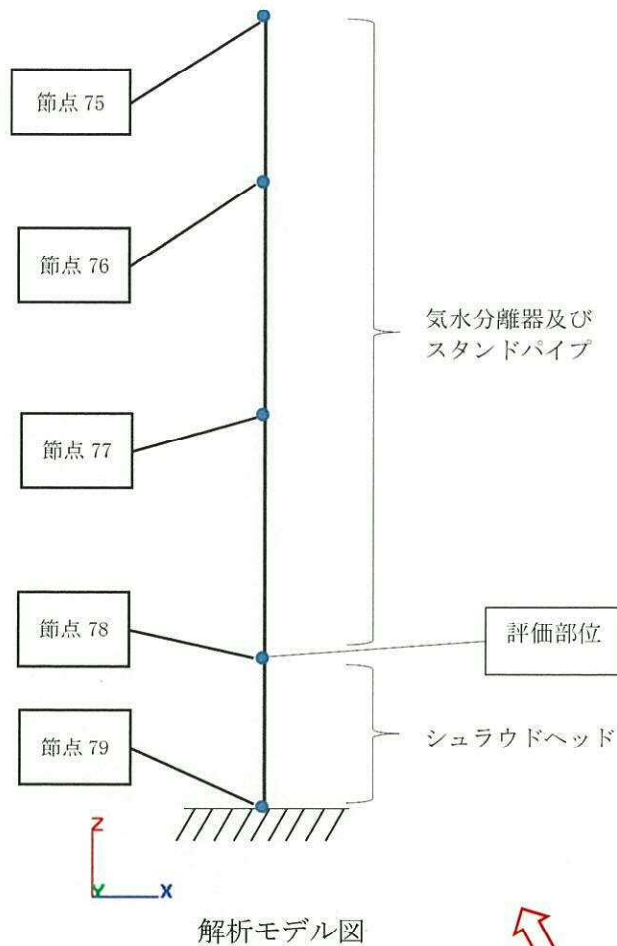


図5-1 シュラウドヘッド、気水分離器及びスタンドパイプ詳細モデル



連成解析モデルのうち、気水分離器、スタンドパイプ及びシュラウドヘッド部分をモデル化

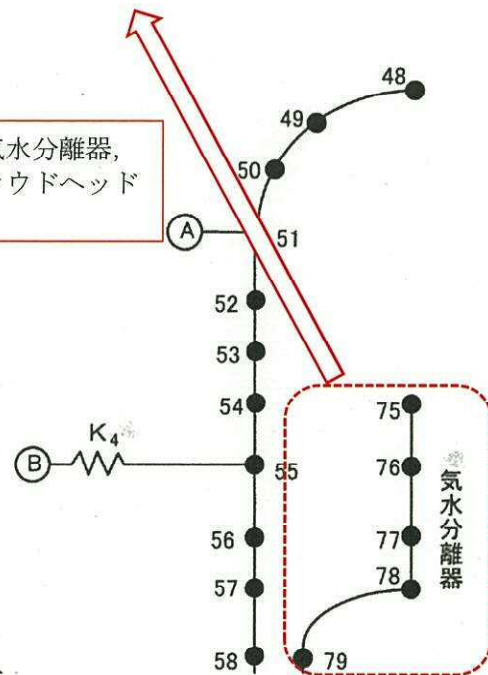


図5-2 シュラウドヘッド、気水分離器及びスタンドパイプ連成モデル

表 5 - 1 詳細モデルの諸元

各部名称	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	有効せん断 断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]	ねじりモーメント [mm <sup>4</sup> ]	要素タイプ	
スタンドパイプ	3.600E+03	1.800E+03	1.1720E+07	2.344E+07	ビーム要素	
気水分離器	a	1.818E+03	9.088E+02	7.429E+06		1.486E+07
	b	2.194E+03	1.097E+03	8.888E+06		1.065E+07
	c	6.352E+03	3.176E+03	7.348E+07		1.398E+08
	d	1.112E+04	5.562E+03	1.035E+08		1.950E+08
	d'	1.112E+04	5.562E+03	1.035E+08		1.950E+08
	e	7.768E+03	3.884E+03	2.445E+07		4.890E+07
	f	3.600E+03	1.800E+03	1.1720E+07		2.344E+07
小補強板	7.315E+02	6.096E+02	3.540E+05	2.069E+04		
			5.618E+03			
大補強板	7.803E+03	6.502E+03	9.6650E+08	1.065E+05		
			2.6630E+04			
鏡板(球面部)	板厚 50.8[mm]				シェル要素	
鏡板(外周部)	板厚 76.2[mm]					

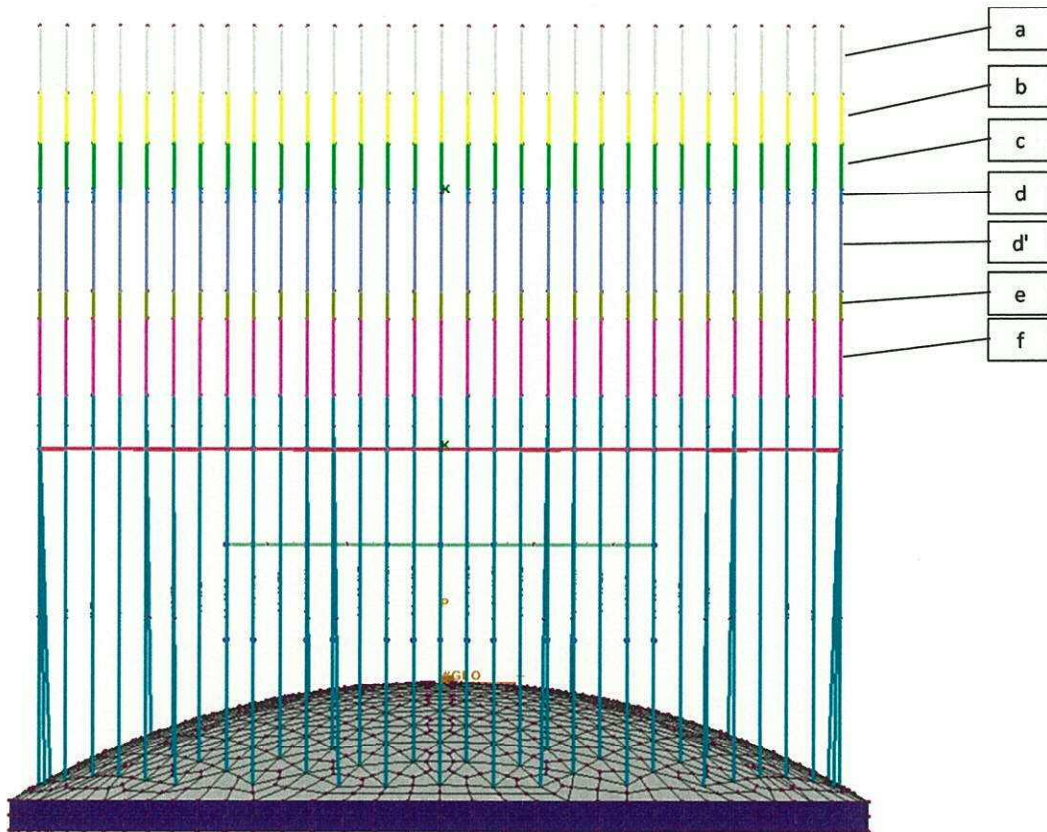


図 5 - 3 詳細モデルの解析モデル図



(単位：kN・m)

解析モデル 荷重条件	連成モデル モーメント	詳細モデル	
		荷重方向	モーメント
水平 1.0G	10.6 注1	X方向	8.5 注2
		Y方向	7.6 注2

注1：225本で除した値

注2：225本のうち最大値（位置は下図参照）を記載

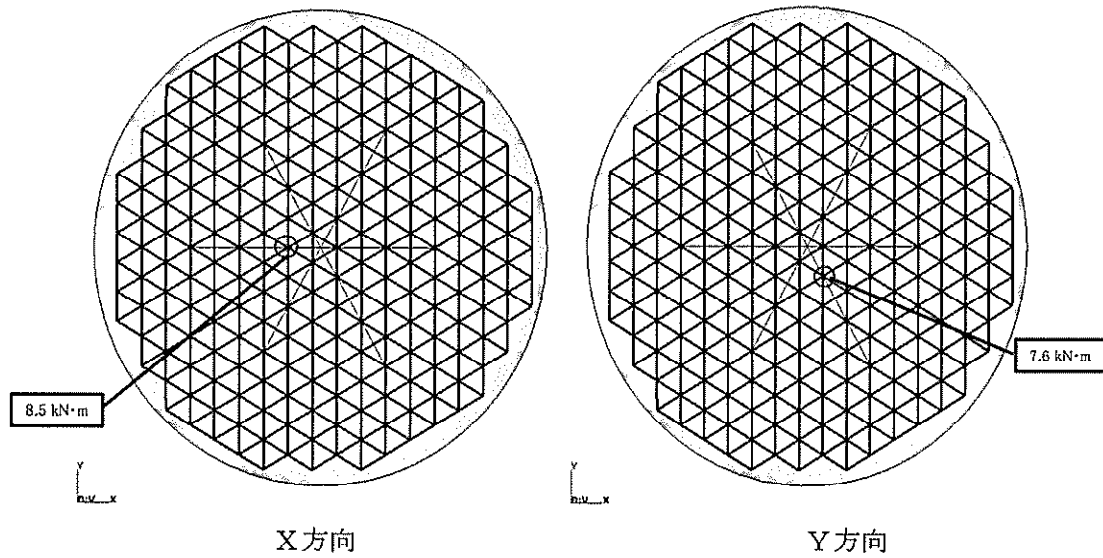
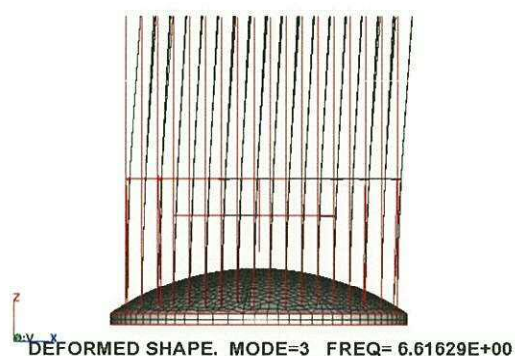
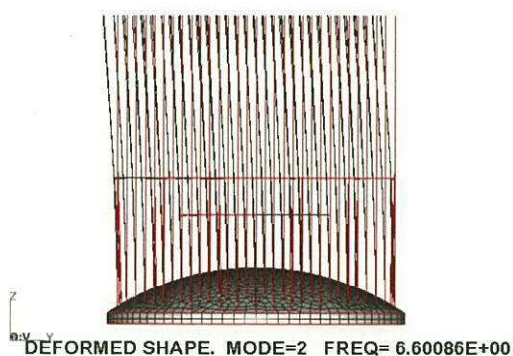


図5-4 連成モデルと詳細モデルの荷重比較

詳細モデルの固有周期及び刺激係数

モード	固有周期 (Hz)	刺激係数		
		x	y	z
1	5.4	0.01	0.03	0.00
2	6.6	-0.65	-7.67	0.00
3	6.6	7.67	-0.65	0.00
4	10.8	0.00	0.01	0.00
5	10.8	0.02	0.00	0.00



連成モデルの固有周期及び刺激係数

モード	固有周期 (Hz)	刺激係数		
		x	y	z
1	14.3	8.31	0.00	0.00
2	41.9	3.86	0.00	0.00
3	89.8	4.24	0.00	0.00
4	115.6	0.00	0.00	10.25
5	203.6	3.24	0.00	0.00

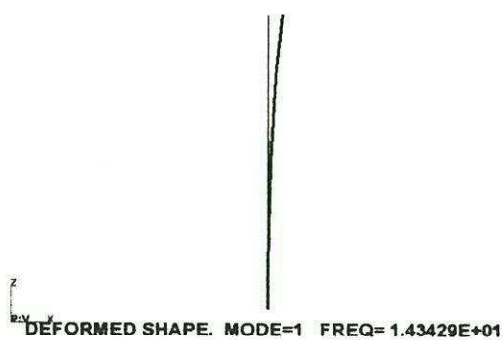


図 5 - 5 詳細モデル及び連成モデルの振動モード図

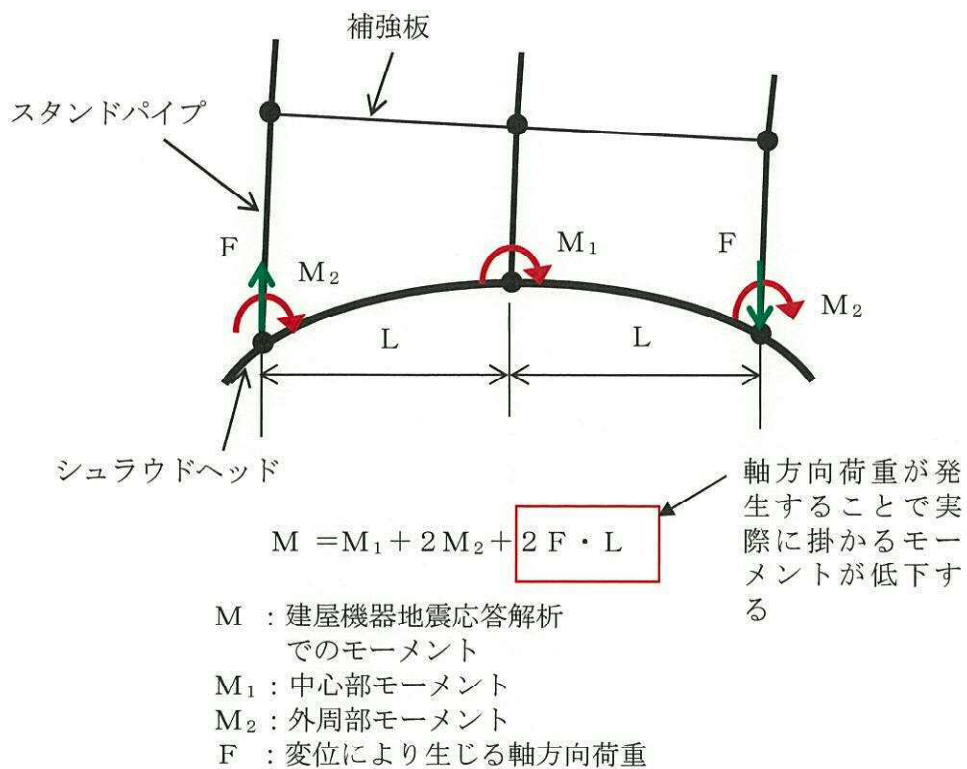


図5-6 変位に伴い発生する荷重挙動の概略図

## 5.2 最外周部の偏心の扱いについて

最外周部のスタンドパイプのいくつかについては、スタンドパイプが鉛直方向に対して曲がりをもっている構造であるため、偏心しているスタンドパイプの扱いについての影響について整理する。

### (1) 地震荷重に対する影響

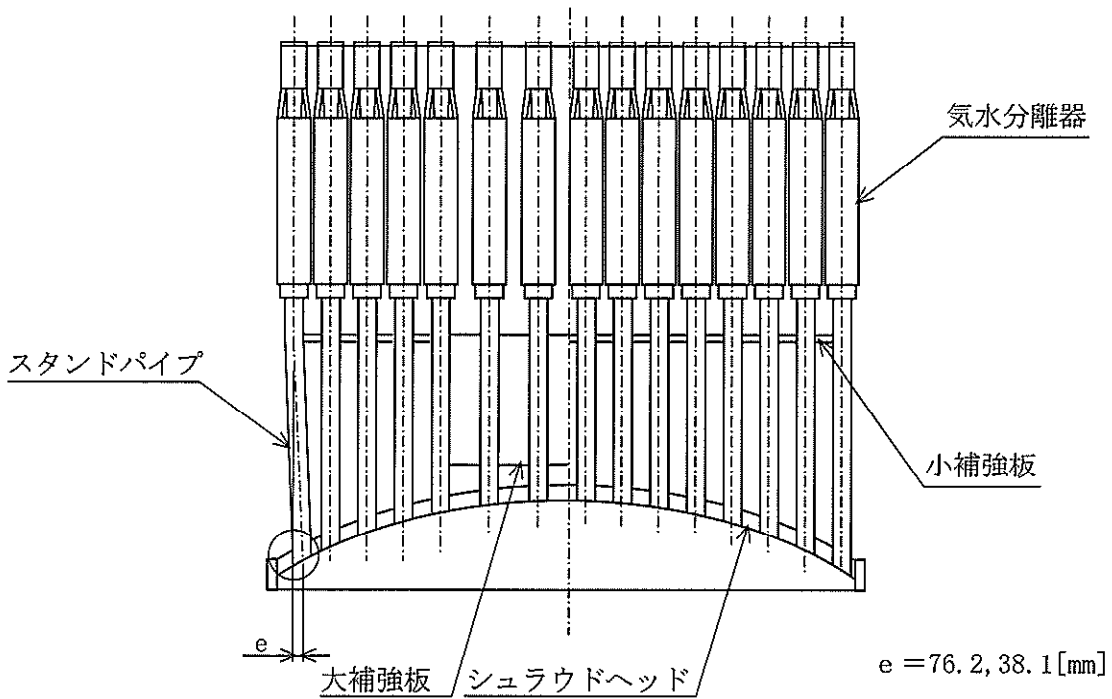
モーメント及び水平方向の地震荷重は偏心することによりスタンドパイプ付根部に対して新たに生じる荷重はない。

鉛直地震荷重は鉛直地震荷重と偏心量によるモーメントが発生するため、偏心により発生するモーメントを地震荷重として考慮する。同様に自重によってもモーメントが発生するため、これを考慮する。(図5-6参照)

なお、偏心により発生するモーメントは、最外周部の偏心を有しているスタンドパイプだけであるが、評価に用いる地震荷重については一律偏心により発生するモーメントを考慮する。

### (2) 極限解析に対する影響

極限解析は中心位置と斜め取付く最外周位置の2ケース実施しているが、最外周の偏心を有するスタンドパイプに対してではなく、偏心を有しない最外周のスタンドパイプにて極限解析を実施している。これは、偏心を有するスタンドパイプの方が偏心を有しないスタンドパイプと比べ斜めに取付く影響が軽減されるためである。また、今回の極限解析結果から、中心位置の方が裕度が低い結果であり、斜めに取付く影響は軽微であると考えられることから、極限解析に対する影響はないと考える。



偏心量が 38.1mm と 76.2mm の 2 種類のスタンドパイプがあるが、偏心量が大きい方が鉛直力と偏心により発生するモーメントが大きくなることから、76.2mm の場合の荷重を一律考慮する。

死荷重によるモーメント： $V_{\text{自重}}/225 \times e = 1.91347 \times 10^5$  [N・mm]

$V_{\text{自重}}$ ：全スタンドパイプ死荷重 (= 565000 [N])

地震荷重によるモーメント： $V_{\text{地震}}/225 \times e = 1.38628 \times 10^5$  [N・mm]

$V_{\text{地震}}$ ：全スタンドパイプの鉛直地震荷重 (= 409334 [N])

図 5 - 6 偏心に対する考慮

## 試験体に対する極限解析について

## 1. はじめに

実機スタンドパイプ及びシュラウドヘッドの一部を縮尺試験体として試験を実施し、試験にて得られた限界荷重が極限解析にて得られた許容荷重よりも大きいことを確認している。試験体に対しても同様に極限解析を実施し、試験にて得られた限界荷重が極限解析にて得られた許容荷重よりも大きいことを確認する。

## 2. 解析方法

極限解析手法については、実機のスタンドパイプと同様に実施する。

## ①解析モデルの作成

解析モデルは2本の試験体の対称性を考慮して1本の試験体とする。解析モデルを図2-1に示す。縮尺試験体は対称形であることから、解析モデルは全体の1/2とし、パイプは鋼板との溶接部から148mm（荷重負荷位置）までの範囲をモデル化している。また、パイプの板厚は、引張試験治具による局所的な影響を考慮する観点から治具取付部近傍を肉厚形状にしていたが、解析上においては、考慮せず、一律1/3スケールの板厚としている。

## ②境界条件の設定及び物性値の入力

境界条件は荷重負荷方向と反対側側面を拘束する。また、物性値は試験体及び実機の解析条件と同じとする。

## ③荷重の負荷

荷重の負荷は、試験の荷重の負荷と同様に試験体上面に引張力（水平荷重）を負荷する。

## ④荷重変位曲線の作成

③の荷重を増加させて荷重－変位曲線を作成する。

⑤崩壊荷重の下限（ $P_{cr}$ ）の算定

④にて作成した荷重変位曲線をもとに崩壊荷重の下限（ $P_{cr}$ ）を算定する。算定結果を図2-2に示す。算出結果から得られえた $P_{cr}$ は13.7 kNであった。

### 3. 試験結果との比較

試験体に対する極限解析にて得られた荷重—変位曲線と試験にて得られた荷重変位曲線を重ね合わせたものを図3-1に示す。試験にて得られた限界荷重は17.5 kNであり、極限解析にて得られた $P_{cr}$  (=13.7 kN) よりも、保守的であることがわかった。なお、図3-1は引張試験装置での荷重変位曲線であることから、ひずみゲージでの荷重変位曲線と重ね合わせたものを図3-2に示す。解析上はピンのたわみや形状変化部を考慮していないが、これらの変位に対する影響は小さいため、弾性勾配においても概ね一致していることが確認できる。

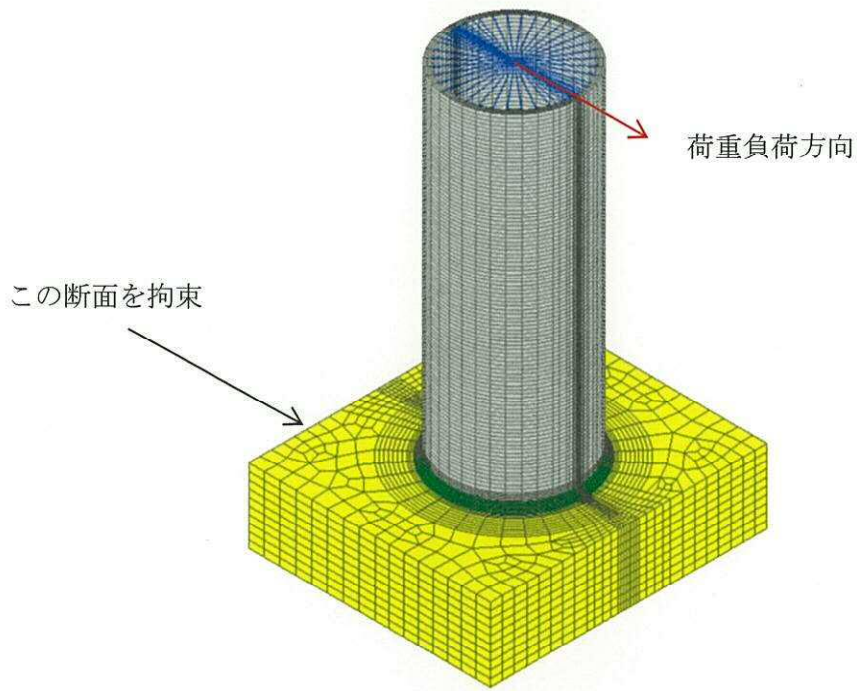


図 2 - 1 縮尺試験体の解析モデル図

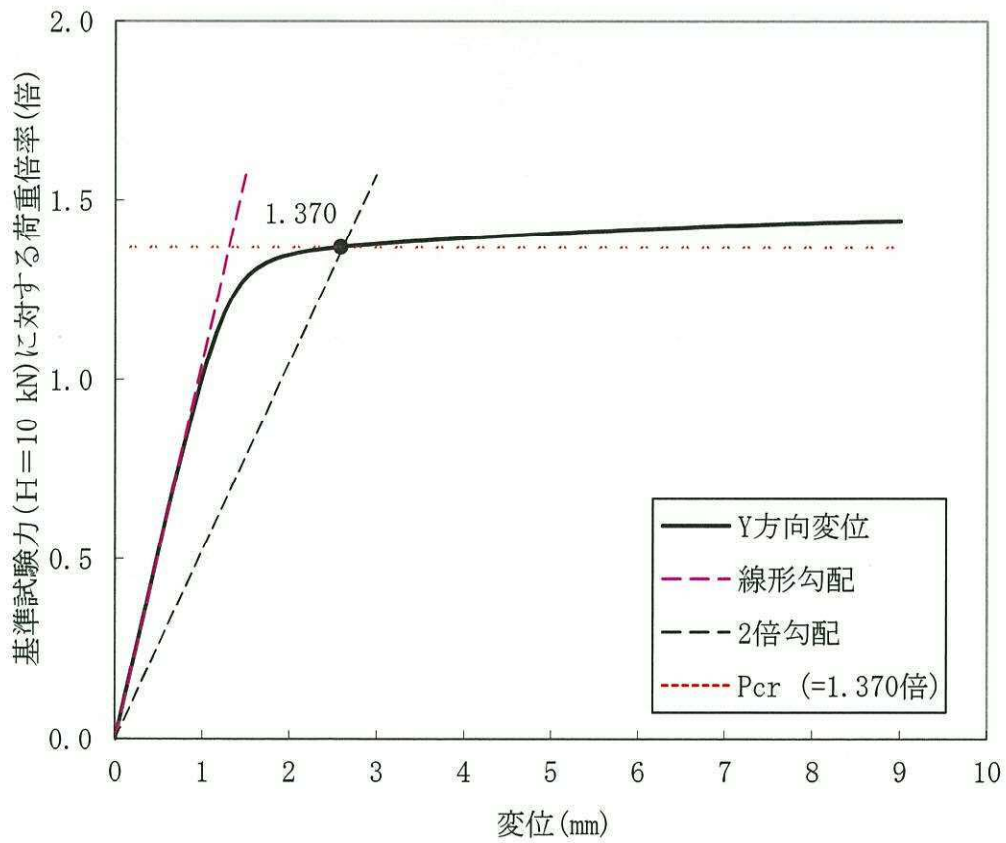


図 2 - 2 縮尺試験体の荷重-変位曲線



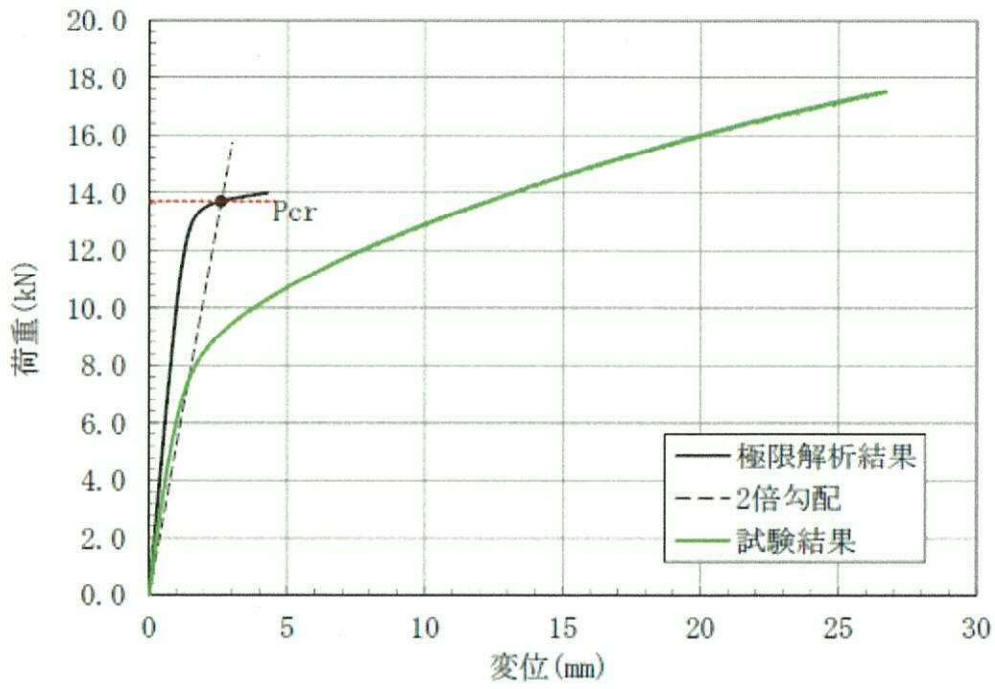


図 3-1 試験結果と試験体に対する極限解析結果との比較（引張試験装置の変位）

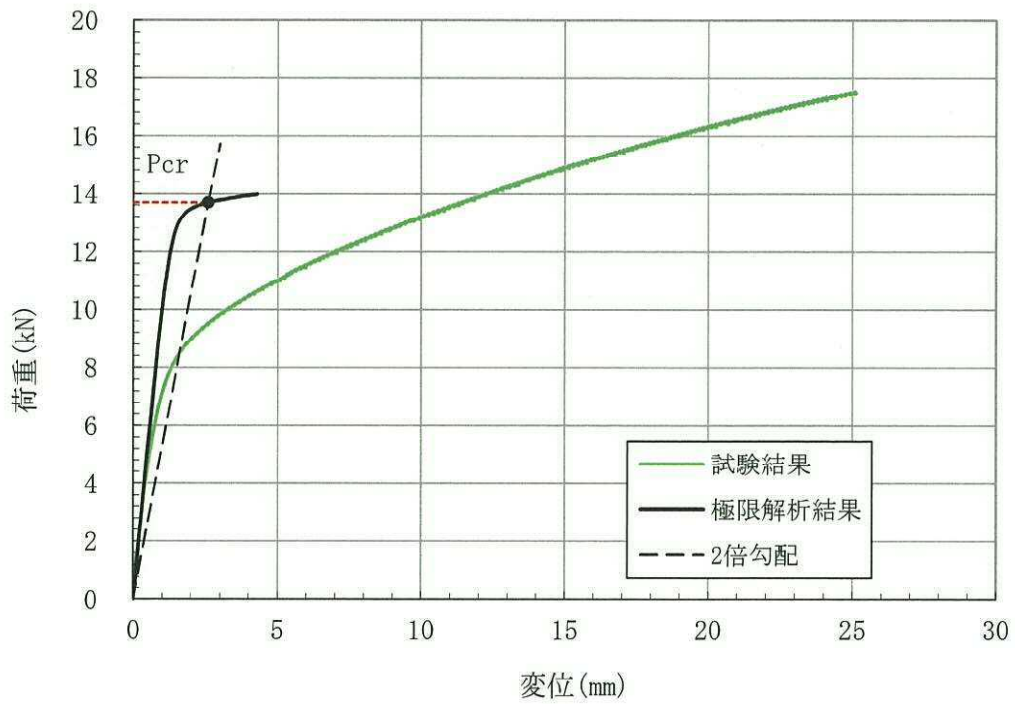


図 3-2 試験結果と試験体に対する極限解析結果との比較（ひずみゲージの変位）

## 補強板の健全性について

## 1. 概要

スタンドパイプの地震時の評価は、建屋機器連成解析にて得られた地震荷重が極限解析で得られた許容荷重下回ることで耐震健全性を確認している。極限解析にて得られた許容荷重及び通常の応力評価では大・小補強板の剛性を考慮していないが、地震応答解析に用いた建屋機器連成解析モデルでは大補強板の剛性を考慮しているため、大補強板の耐震健全性について示す。

また、本文 5. 項に記載している詳細モデルと連成モデルの荷重比較では、詳細モデルに大・小補強板の剛性を考慮していることから、併せて小補強板の健全性についても示す。上記をまとめたものを表 1 に示す。

表 1 補強板剛性の考慮の有無

モデル名称※	大補強板	小補強板
建屋機器連成解析モデル (地震荷重の算出)	○	×
極限解析モデル (許容荷重の算出)	×	×
詳細モデル (荷重分配の影響検討)	○	○

○：剛性を考慮する， ×：剛性を考慮しない

※：( ) 内はモデルの用途を示す

## 2. 評価方法

補強板 1 体当たりの死荷重に崩壊荷重発生時の震度を乗じて地震荷重を算出する（表 2 参照）。水平震度及び鉛直震度は建屋機器連成解析から得られた当該部位の震度を用いる。得られた荷重から一次応力を求め、応力強さが許容値を満足することを確認する。

表2 評価用震度

許容応力状態	EL. [m]	水平震度 <sup>※</sup>	鉛直震度 <sup>※</sup>	荷重倍率 (Pcr/地震荷重)
Ⅲ <sub>A</sub> S	33.132	2.79(2.51)	0.92(0.83)	1.108
Ⅳ <sub>A</sub> S	33.132	4.28(3.77)	1.74(1.53)	1.134

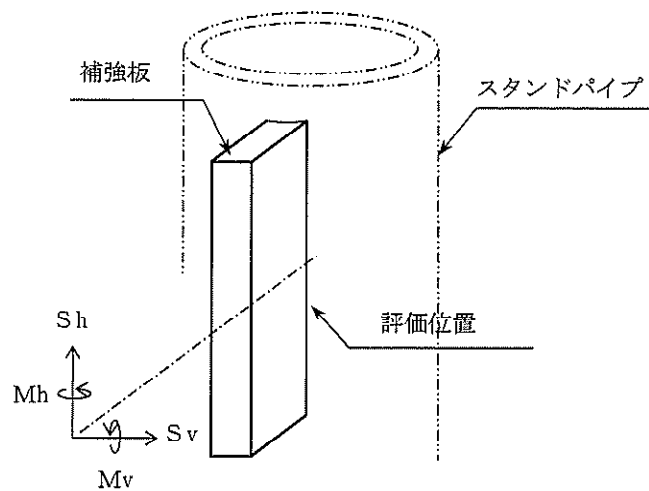
※：( ) 内に示す震度に荷重倍率を乗じた値

表2 大補強板に生じる地震荷重

許容応力状態	せん断力 S [N]		曲げモーメント M [N・mm]	
	Sh	Sv	Mh	Mv
Ⅲ <sub>A</sub> S	397	131	28100	9270
Ⅳ <sub>A</sub> S	608	247	43200	17600

表2 小補強板に生じる地震荷重

許容応力状態	せん断力 S [N]		曲げモーメント M [N・mm]	
	Sh	Sv	Mh	Mv
Ⅲ <sub>A</sub> S	15.4	5.06	447	148
Ⅳ <sub>A</sub> S	23.6	9.57	685	279



評価部位

### 3. 許容応力

補強板は原子炉圧力容器の内部にあることから JEAG4601-1984 の炉内構造物の許容限界を適用する。また、301℃（運転状態Ⅰ及びⅡの最高使用温度）における許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S及びⅣ<sub>A</sub>Sの許容応力に、JSME CSS-3150 に準拠し、溶接継手効率として大補強板<sup>※1</sup>は0.35、小補強板<sup>※2</sup>は0.60を考慮する。表3に補強板の許容応力を示す。

※1 不連続すみ肉溶接，表面浸透探傷試験（検査の種類E）

※2 両側すみ肉溶接，表面浸透探傷試験（検査の種類E）

表3 補強板の許容応力（炉内構造物）

評価部位	応力分類	許容応力状態 <sup>※</sup>	
		Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S
小補強板 (オーステナイトステンレス鋼 (SUS304))	一次一般膜応力	103 (1.5Sm×0.60)	156 (Min (2.4Sm, 2/3Su) ×0.60)
	一次一般膜+ 一次曲げ応力	154 (2.25Sm×0.60)	234 (Min (3.6Sm, Su) ×0.60)
大補強板 (オーステナイトステンレス鋼 (SUS304))	一次一般膜応力	60 (1.5Sm×0.35)	91 (Min (2.4Sm, 2/3Su) ×0.35)
	一次一般膜+ 一次曲げ応力	90 (2.25Sm×0.35)	136 (Min (3.6Sm, Su) ×0.35)

※：301℃における値

### 4. 評価結果

補強板の応力評価結果を表4に示す。表4により各許容応力状態において、発生応力は許容応力を下回っており、補強板の健全性が確保できている。

表4 補強板の応力評価結果

許容応力 状態	評価部位	評価応力	応力強さ [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度
Ⅲ <sub>A</sub> S	大補強板	一次一般膜応力	1	60	60.0
		一次一般膜応力 +一次曲げ応力	4	90	22.5
	小補強板	一次一般膜応力	1	103	103.0
		一次一般膜応力 +一次曲げ応力	1	154	154.0
Ⅳ <sub>A</sub> S	大補強板	一次一般膜応力	1	91	91.0
		一次一般膜応力 +一次曲げ応力	6	136	22.6
	小補強板	一次一般膜応力	1	156	156.0
		一次一般膜応力 +一次曲げ応力	1	234	234.0

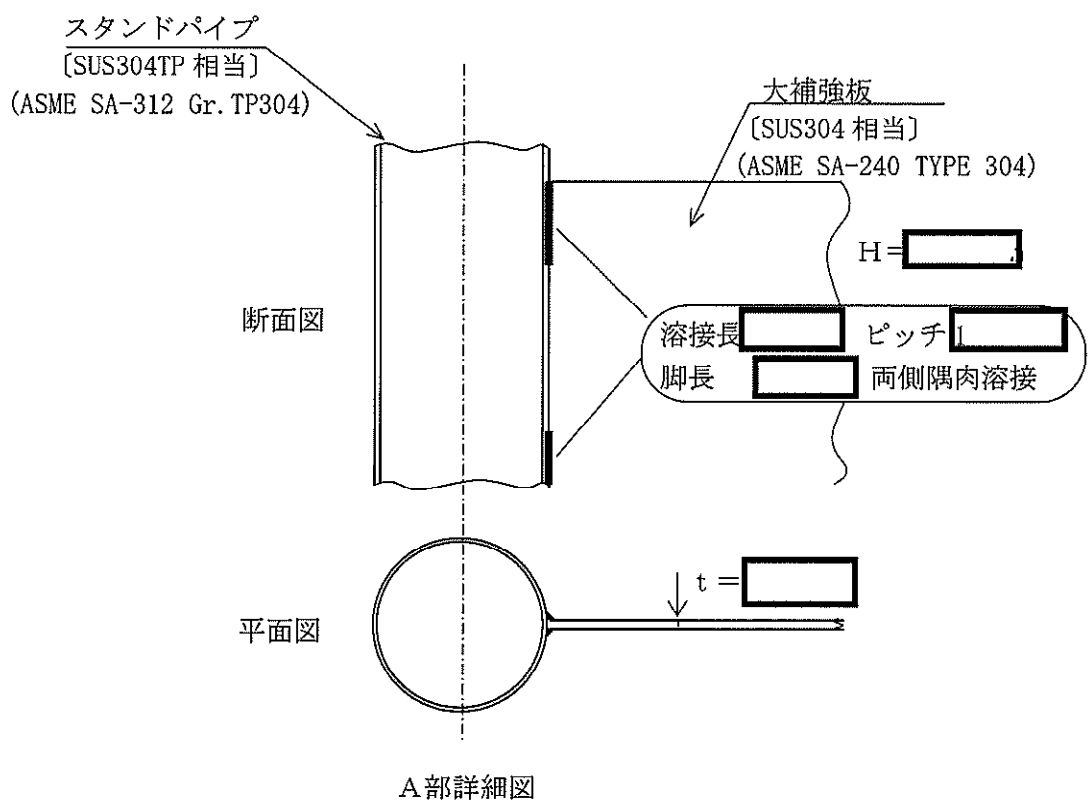
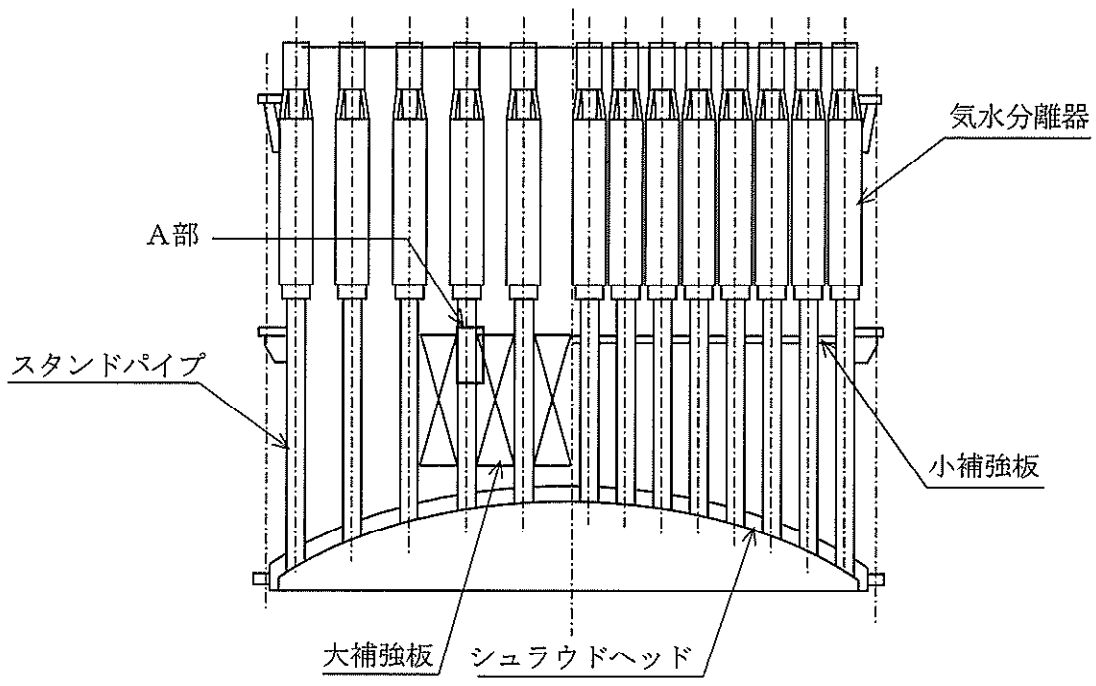


図1 補強板の外形図

## 気水分離器と蒸気乾燥器の相対変位について

### 1. 概要

蒸気乾燥器は原子炉圧力容器上部のブラケットにて支持され、気水分離器は炉心シュラウド上部のシュラウドヘッドに設置されている。気水分離器と蒸気乾燥器は水平方向に対してそれぞれを支持しておらず（図1参照）、地震時には水平方向の変位により蒸気乾燥器と気水分離器が接触、衝突が発生する可能性がある。また、今回のスタンドパイプに用いた極限解析は弾塑性状態まで考慮した許容荷重であり、かつ許容荷重と $S_s$ 地震荷重は近いことから、線形解析である建屋機器連成解析で得られる変位と比べ弾塑性状態での変位を含めると変位が増加する。このため、スタンドパイプ付根部の弾塑性状態による変位増加を含めた蒸気乾燥器と気水分離器の地震時の相対変位を評価することにより、衝突等の考慮の有無を確認する。

### 2. 気水分離器と蒸気乾燥器間の相対変位の算出

気水分離器と蒸気乾燥器間の相対変位の算出は、図2に示す建屋機器連成解析モデルを使用し、線形解析による時刻歴応答解析により蒸気乾燥器と気水分離器との相対変位を時々刻々に確認し、最大となる相対変位を算出する。線形解析により得られた最大相対変位にスタンドパイプ付根部の弾塑性状態による変位増加分を加えることにより、弾塑性状態を考慮した相対変位を算出する。

#### 2.1 線形解析による相対変位の算出

建屋機器連成解析モデルを用いた時刻歴応答解析による気水分離器上部と同じ高さに位置する原子炉圧力容器間の相対変位の最大値を表1に示す。表1に示すとおり、相対変位の最大値は1方向で5.62mm、水平2方向で7.84mmである。

表1 建屋機器連成解析による相対変位の最大値（線形解析）（単位:mm）

評価位置	①相対変位		1方向 最大変位	水平2方向
	NS	EW	①の最大値	①のSRSS
気水分離器上部と原子炉圧力容器（同じ高さ位置） （質点番号54と75間）	5.62	5.46	5.62	7.84

## 2.2 弾塑性状態に対する変位増加の算出

### 2.2.1 変位増加の算出概要

スタンドパイプ付根部の弾塑性状態による変位の増加の影響を受けるのはシュラウドヘッド上部に設置される気水分離器及びスタンドパイプであるため、気水分離器及びスタンドパイプの変位増加量を算出する。

気水分離器及びスタンドパイプ自体の最大応答変位は建屋機器連成解析結果から、気水分離器上部(質点番号75)で38.0mm、シュラウドヘッド上部(質点番号78)で32.5mmであるため、気水分離器及びスタンドパイプ自体の最大応答変位は5.5mmとなる。これに極限解析にて得られた荷重変位曲線からS<sub>s</sub>地震時の弾性状態と仮定した変位と弾塑性状態での変位の比から弾塑性状態での変位の増加量を加える(図3参照)。増加量の算出は2.2.2に示す。

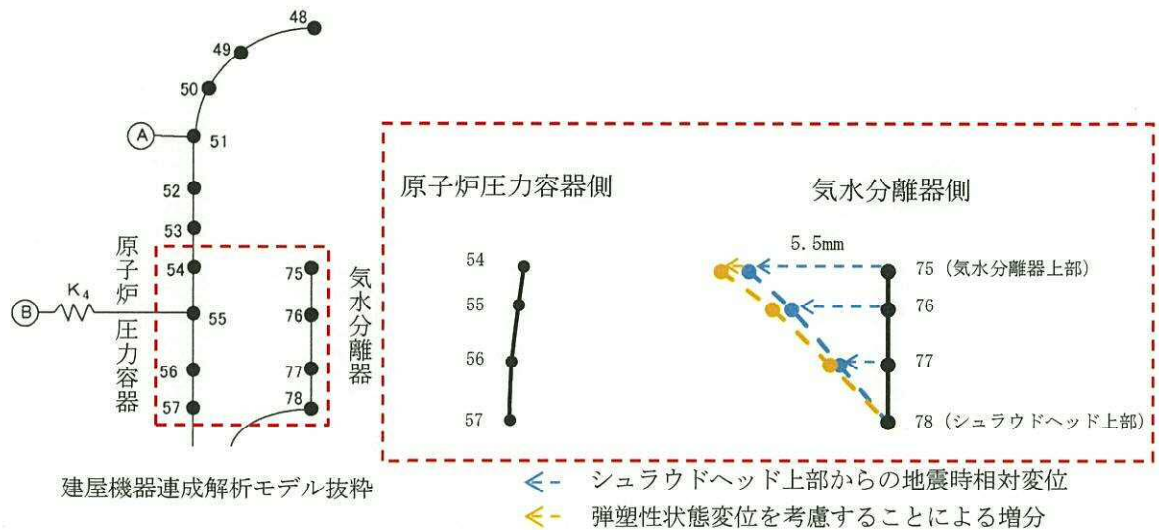


図3 弾塑性状態の変位に対する考慮の概要図



## 2.2.2 弾塑性状態に対する変位増加の算出

図4に示す極限解析にて得られた荷重変位曲線からS s地震時における変位は弾性状態と比較して約1.2倍変位が増加する。このため、弾塑性状態の変位に対する考慮として、スタンドパイプから気水分離器までの最大応答変位5.5mmに弾塑性状態による増加分である0.2分の変位1.1mmを上乗せする。弾塑性状態による変位増加を加えた結果を表2に示す。表2に示すとおり、相対変位の最大値は1方向で6.72mm、水平2方向で9.40mmである。

表2 弾性解析結果に弾塑性による変位増加を考慮した相対変位 (単位:mm)

評価位置	①相対変位 (線形解析)		1方向 最大変位	水平2方向
	NS	EW	①の最大値 +5.5×0.2	(①+5.5×0.2) のSRSS
気水分離器上部と原子炉圧力 容器(同じ高さ位置) (質点番号54と75間)	5.62	5.46	6.72	9.40

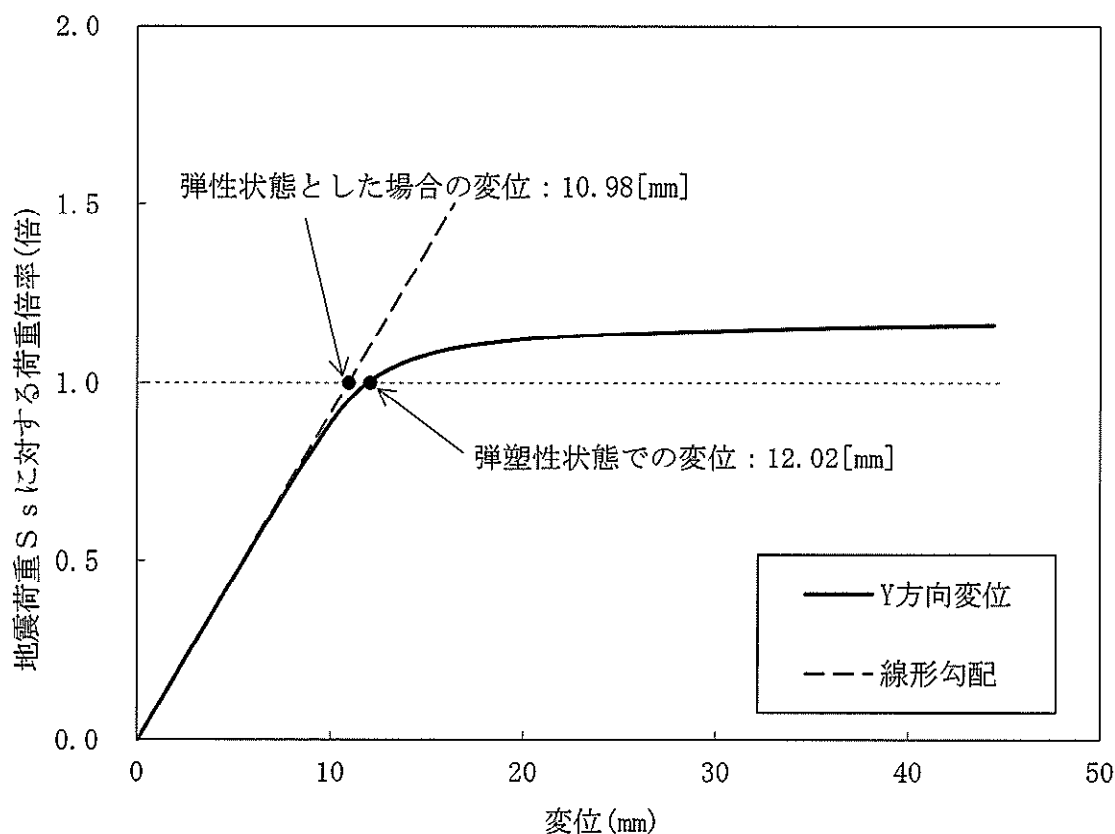


図4 極限解析での荷重変位曲線 (1000mm)

### 3. 気水分離器と蒸気乾燥器間の距離

気水分離器と蒸気乾燥器間の最短距離は図1に示すとおり、上リングと蒸気乾燥器スカート間の  mm である。

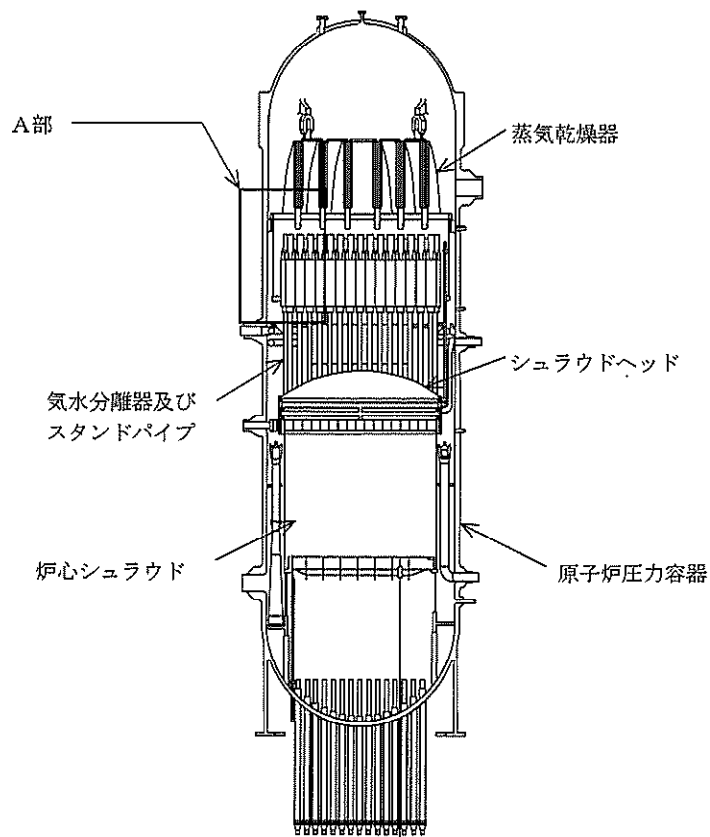
### 4. 評価結果

評価結果を表3に示す。表3に示すとおり、スタンドパイプ付根部の弾塑性状態による変位増加を考慮しても相対変位は基準値である  mm 以内であることから、衝突等は生じない。

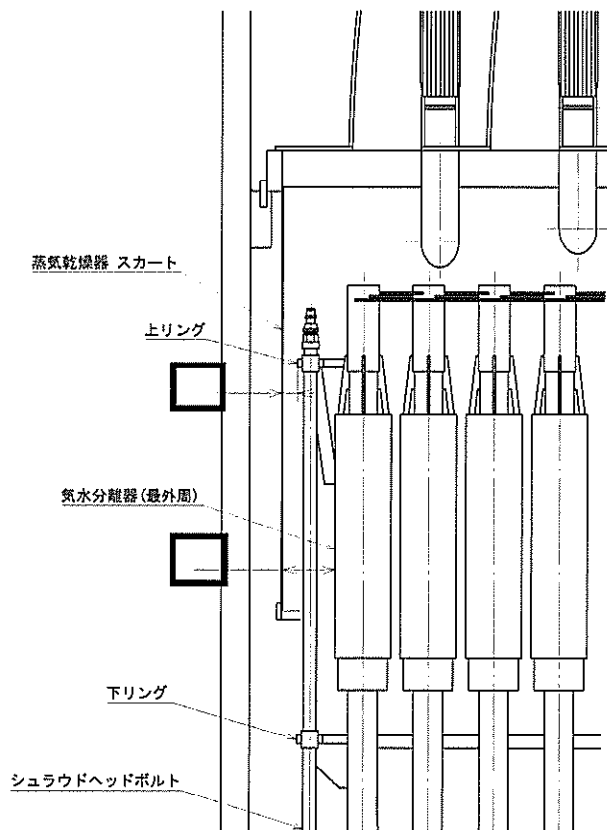
また、鉛直方向に対しては、気水分離器はシュラウドに、蒸気乾燥器はブラケットに支持されていることから鉛直方向に対して衝突は発生しない。

表3 弾塑性状態の変位増加を考慮した相対変位評価結果 (単位:mm)

評価位置	1方向 最大変位	水平2方向	基準値 (最小ギャップ)
気水分離器上部と原子炉圧力容器 (同じ高さ位置) (質点番号54と75間)	6.72	9.40	<input type="text"/>



原子炉压力容器内部構造物概要図



A部詳細図

図1 蒸気乾燥器, 気水分離器及びスタンドパイプ概要図



## 2. 設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法

## 目 次

1. はじめに	1
2. 設計用床応答曲線の作成方法	1
3. 設計用床応答曲線の適用方法	1
3.1 設計用床応答曲線の適用について	1
3.2 耐震計算に用いる耐震評価条件の設計上の考慮について	4

参考 床応答スペクトル固有周期計算間隔について

添付 1 機器・配管系の耐震設計における剛柔判定を行う固有周期について

添付 2 機器・配管系の耐震評価に用いる床応答スペクトルについて

添付 3 機器・配管系の耐震計算に適用する設備評価用床応答曲線

## 1. はじめに

本資料は、東海第二発電所で適用している設計用床応答曲線の作成方法及びその適用方法について纏めたものである。

## 2. 設計用床応答曲線の作成方法

床応答曲線の作成に係る方針については、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に記載しており、そこで設計用床応答曲線の作成手順、解析方法、解析モデル等について説明している。この設計用床応答曲線は、J E A G 4601-1987 に従い、周期 0.05 秒未満の領域は応答増幅を考慮しない剛な領域として扱い、周期 0.05 秒以上の領域について応答を求めている。固有周期の計算間隔は、表 2-1 に示す計算間隔を用いている。

表 2-1 円振動数の計算間隔

固有周期 (s)	計算間隔 ( $\Delta \omega$ : rad/s)
0.05 ~ 0.1	4.0
0.1 ~ 0.2	1.5
0.2 ~ 0.39	1.0
0.39 ~ 0.6	0.3
0.6 ~ 1.0	0.5

## 3. 設計用床応答曲線の適用方法

### 3.1 設計用床応答曲線の適用について

2. で作成した設計用床応答曲線は、評価する機器・配管系の固有周期における加速度を読み取ることを用いるが、解析モデルや固有周期により複数のケースがあることから、最大応答加速度（以下「ZPA (Zero Period Acceleration)」という。）を適用するケースも含めて表 3-1 にて整理する。

表 3-1 設計用床応答曲線の適用方法

モデル	1次固有周期	適用方法 (解法)	適用例
1質点系モデル	0.05秒超え	設計用床応答曲線 (静解析)	—
	0.05秒以下	1.2ZPA (静解析)	アキュムレータ
多質点系モデル*1	0.05秒超え	設計用床応答曲線(スペクトルモーダル解析)及び1.2ZPA(静解析)	配管系
	0.05秒以下	1.2ZPA (静解析)	制御ユニット
有限要素モデル	0.05秒超え	設計用床応答曲線(スペクトルモーダル解析)及び1.2ZPA(静解析)	使用済燃料貯蔵ラック
	0.05秒以下	1.2ZPA (静解析)	使用済燃料乾式貯蔵容器

\*1 時刻歴応答解析法を適用する設備もある。その場合は設計用床応答曲線を用いずに時刻歴波形を応答解析に用いるとともに、材料物性のばらつき等を適切に考慮している。

表 3-1 の整理において、1.2ZPA による静解析を実施する旨を整理しているが、これは設置変更許可申請書の添付書類八において、「剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍を震度として作用させて地震力を算定する。」との方針としていることから、1 次固有振動数が 20Hz 以上の機器に対して、設置床面の最大応答加速度(ZPA)の 1.2 倍を震度として作用させた地震力にて評価を行う。

また、各解析手法として静解析及びスペクトルモーダル解析にて適用する加速度値を図 3-1 に示す。静解析は、建物・構築物等の地震応答解析結果から得られる最大応答加速度(ZPA)を 1.2 倍した加速度値を適用する。スペクトルモーダル解析については、0.05 秒(20Hz)までの加速度値を考慮し解析を実施する。高次モードの影響を確認するために実施する配管に設置された弁の動的機能維持評価に対するスペクトルモーダル解析は、0.02 秒(50Hz)までを考慮する。スペクトルモーダル解析において考慮する固有周期等の考え方については、「添付 1 機器・配管系の耐震設計における剛柔判定を行う固有周期について」に示す。



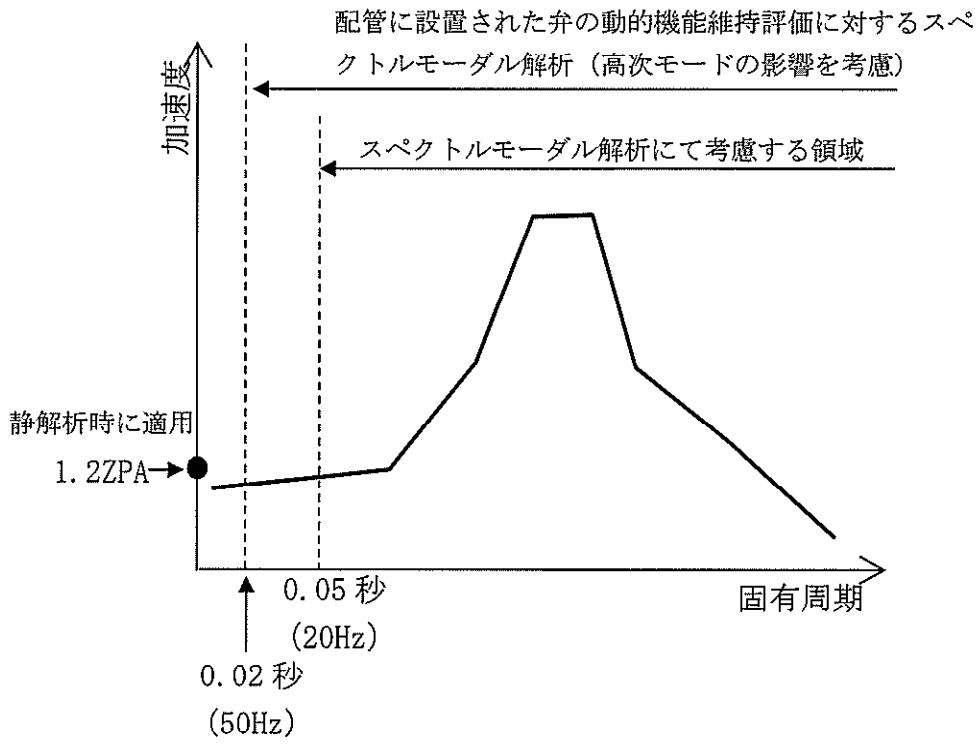


図 3-1 静解析及びスペクトルモーダル解析にて適用する加速度値

### 3.2 耐震計算に用いる耐震評価条件の設計上の考慮について

今回工認の機器・配管系の耐震計算書の作成においては、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す設計用床応答曲線等の耐震評価条件に設計上の配慮を考慮して設定した設備評価用床応答曲線を用いる。設備評価用床応答曲線の設定方法については、「添付2 機器・配管系の耐震評価に用いる床応答スペクトルについて」に示す。

## 床応答スペクトル固有周期計算間隔について

固有周期計算間隔の設定手順は①、②のとおりである。また、設定手順のイメージを図-1に示す。

- ① 固有周期 $T$ の計算間隔は、0.05～1.0秒の間を固有周期で区分けし、各区分の間を円振動数の計算間隔 $\Delta\omega$ =一定の間隔で刻むこととしている。ここで $\Delta\omega$ =一定で刻むのは $T=2\pi/\omega$ の関係から同一の $\Delta\omega$ に対して短周期になるほど計算間隔が密になるためである。これは、床応答スペクトルは一般的に短周期（建屋の高次モード）において加速度の変化が大きいこと、また、床応答スペクトルを用いて耐震解析を行う機器・配管系の固有周期は短周期側にあるため、短周期でより精度よく応答スペクトルを計算する必要があるためである。
- ② 床応答スペクトルを作成する周期範囲 0.05～1.0 秒において、短周期側の区分が狭くなるように領域分けを行い、建屋の卓越周期にあたる区間の計算間隔が比較的細かくなるように $\Delta\omega$ を設定する。なお、東海第二発電所のS s 8 波に対する原子炉建屋 1 次固有周期は 0.42～0.39 秒である。表-1 に床応答スペクトル固有周期計算間隔の設定手順を示す。

以上の手順を踏まえた床応答スペクトルの作成点を表-2 に示す。固有周期が短くなるほど計算間隔が細かくなり、より精度良く床応答スペクトルを作成することが判る。

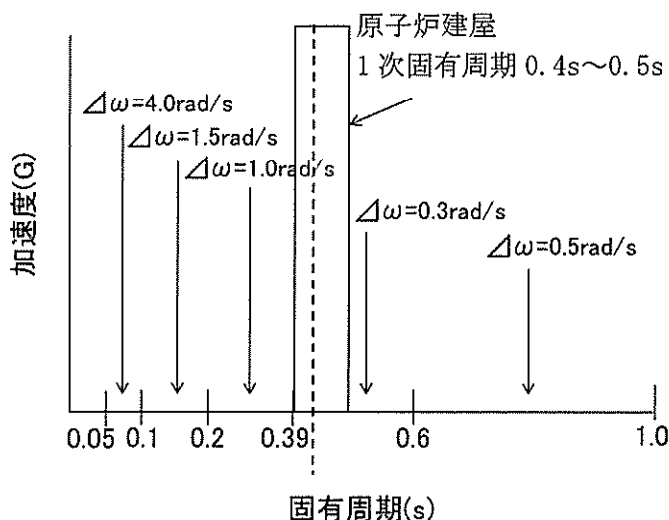


図-1 床応答スペクトル固有周期の計算間隔

表-1 床応答曲線作成に用いる固有周期計算間隔の設定手順

表 2-1 で定義した固有周期と計算間隔

固有周期 T (s)	計算間隔 $\Delta \omega$ (rad/s)	円振動数 $\omega$ (rad/s)	床応答曲線作成 に用いる 固有周期 T(=2 $\pi$ / $\omega$ ) (s)
1.000	—	6.283185	1.000
	0.500	6.783185	0.926
	0.500	7.283185	0.863
	0.500	7.783185	0.807
	0.500	8.283185	0.759
	0.500	8.783185	0.715
	0.500	9.283185	0.677
	0.500	9.783185	0.642
	0.500	10.283185	0.611
	0.600	0.300	10.471976
0.300		10.771976	0.583
0.300		11.071976	0.567
•		•	•
•		•	•

表一2 床応答スペクトル作成点

No.	T	f = 1/T	$\omega = 2\pi f$	$\Delta\omega$	$\omega$	T = 2 $\pi$ / $\omega$	F R S作成点 周期T(s)
			$\omega + \Delta\omega$				
1	1.000	1.000	6.283185	—	6.283185	1.000000	1.000
2			6.783185	0.500	6.783185	0.926288	0.926
3			7.283185	0.500	7.283185	0.862697	0.863
4			7.783185	0.500	7.783185	0.807277	0.807
5			8.283185	0.500	8.283185	0.758547	0.759
6			8.783185	0.500	8.783185	0.715365	0.715
7			9.283185	0.500	9.283185	0.676835	0.677
8			9.783185	0.500	9.783185	0.642243	0.642
9			10.283185	0.500	10.283185	0.611015	0.611
—	—	—	10.783185	0.500	10.783185	0.582694	—
10	0.600	1.667	10.471976	—	10.471976	0.600000	0.600
11			10.771976	0.300	10.771976	0.583290	0.583
12			11.071976	0.300	11.071976	0.567485	0.567
13			11.371976	0.300	11.371976	0.552515	0.553
14			11.671976	0.300	11.671976	0.538314	0.538
15			11.971976	0.300	11.971976	0.524824	0.525
16			12.271976	0.300	12.271976	0.511995	0.512
17			12.571976	0.300	12.571976	0.499777	0.500
18			12.871976	0.300	12.871976	0.488129	0.488
19			13.171976	0.300	13.171976	0.477012	0.477
20			13.471976	0.300	13.471976	0.466389	0.466
21			13.771976	0.300	13.771976	0.456230	0.456
22			14.071976	0.300	14.071976	0.446503	0.447
23			14.371976	0.300	14.371976	0.437183	0.437
24			14.671976	0.300	14.671976	0.428244	0.428
25			14.971976	0.300	14.971976	0.419663	0.420
26			15.271976	0.300	15.271976	0.411419	0.411
27			15.571976	0.300	15.571976	0.403493	0.403
28	15.871976	0.300	15.871976	0.395867	0.396		
—	—	—	16.171976	0.300	16.171976	0.388523	—
29	0.390	2.564	16.110732	—	16.110732	0.390000	0.390
30			17.110732	1.000	17.110732	0.367207	0.367
31			18.110732	1.000	18.110732	0.346932	0.347
32			19.110732	1.000	19.110732	0.328778	0.329
33			20.110732	1.000	20.110732	0.312429	0.312
34			21.110732	1.000	21.110732	0.297630	0.298
35			22.110732	1.000	22.110732	0.284169	0.284
36			23.110732	1.000	23.110732	0.271873	0.272
37			24.110732	1.000	24.110732	0.260597	0.261
38			25.110732	1.000	25.110732	0.250219	0.250
39			26.110732	1.000	26.110732	0.240636	0.241
40			27.110732	1.000	27.110732	0.231760	0.232
41			28.110732	1.000	28.110732	0.223516	0.224
42			29.110732	1.000	29.110732	0.215837	0.216
43	30.110732	1.000	30.110732	0.208669	0.209		
44	31.110732	1.000	31.110732	0.201962	0.202		
—	—	—	32.110732	1.000	32.110732	0.195672	—
45	0.200	5.000	31.415927	—	31.415927	0.200000	0.200
46			32.915927	1.500	32.915927	0.190886	0.191
47			34.415927	1.500	34.415927	0.182566	0.183
48			35.915927	1.500	35.915927	0.174941	0.175
49			37.415927	1.500	37.415927	0.167928	0.168
50			38.915927	1.500	38.915927	0.161455	0.161
51			40.415927	1.500	40.415927	0.155463	0.155
52			41.915927	1.500	41.915927	0.149900	0.150
53			43.415927	1.500	43.415927	0.144721	0.145
54			44.915927	1.500	44.915927	0.139888	0.140
55			46.415927	1.500	46.415927	0.135367	0.135
56			47.915927	1.500	47.915927	0.131129	0.131
57			49.415927	1.500	49.415927	0.127149	0.127
58			50.915927	1.500	50.915927	0.123403	0.123
59			52.415927	1.500	52.415927	0.119872	0.120
60			53.915927	1.500	53.915927	0.116537	0.117
61			55.415927	1.500	55.415927	0.113382	0.113
62			56.915927	1.500	56.915927	0.110394	0.110
63			58.415927	1.500	58.415927	0.107559	0.108
64	59.915927	1.500	59.915927	0.104867	0.105		
65	61.415927	1.500	61.415927	0.102305	0.102		
—	—	—	62.915927	1.500	62.915927	0.099866	—
66	0.100	10.000	62.831853	—	62.831853	0.100000	0.100
67			66.831853	4.000	66.831853	0.094015	0.094
68			70.831853	4.000	70.831853	0.088706	0.089
69			74.831853	4.000	74.831853	0.083964	0.084
70			78.831853	4.000	78.831853	0.079704	0.080
71			82.831853	4.000	82.831853	0.075855	0.076
72			86.831853	4.000	86.831853	0.072360	0.072
73			90.831853	4.000	90.831853	0.069174	0.069
74			94.831853	4.000	94.831853	0.066256	0.066
75			98.831853	4.000	98.831853	0.063574	0.064
76			102.831853	4.000	102.831853	0.061102	0.061
77			106.831853	4.000	106.831853	0.058814	0.059
78			110.831853	4.000	110.831853	0.056691	0.057
79			114.831853	4.000	114.831853	0.054716	0.055
80			118.831853	4.000	118.831853	0.052875	0.053
81	122.831853	4.000	122.831853	0.051153	0.051		
—	—	—	126.831853	4.000	126.831853	0.049539	—
82	0.050	20.000	125.663706	—	125.663706	0.050000	0.050

## 機器・配管系の耐震設計における剛柔判定を行う固有周期について

## 1. 剛柔判定を行う固有周期の考え方

機器・配管系の耐震設計では、基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  に対して動的解析を行い水平及び鉛直方向の動的地震力を定める。その機器・配管系が柔構造と判断される場合には、動的解析により地震力を算定し、剛構造と判断される場合には、機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度 (1.2ZPA) とした静的解析により地震力を算定する。

ここで、剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲の概要を図 1 に示す。剛柔判定の固有周期は、地震動による応答増幅が大きくなる建物・構築物の卓越周期から (十分) 離隔した位置に設定し、動的解析の適用要否の決定に用いている。なお、この考え方は、J E A G 4601-1970 に示されている。

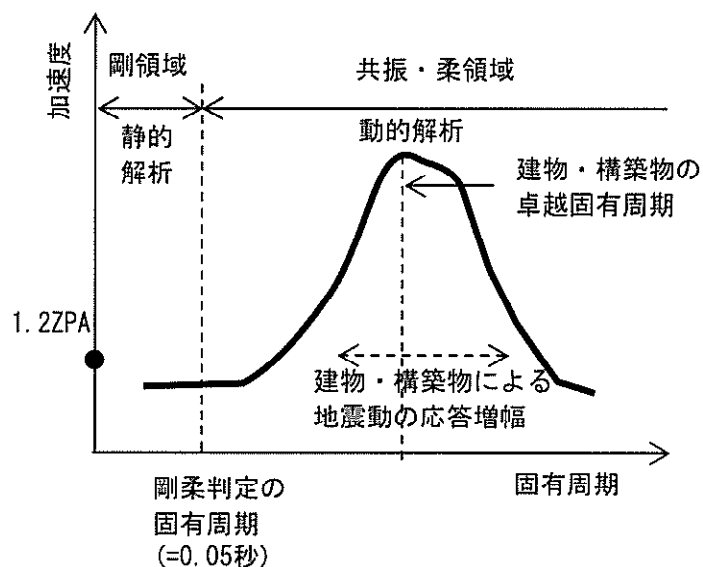


図 1 剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲 (概要図)

## 2. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法

J E A G 4601-1987 の抜粋を図 2 に示す。機器・配管系の剛柔判定については、J E A G 4601-1987 に例示されているとおり、機器・配管系の 1 次固有周期が 0.05 秒以下の場合は剛、0.05 秒を超える場合は柔とする。この方針は、既工認と同じである。

機器・配管系の耐震設計では、剛柔判定の固有周期 0.05 秒を超える場合は地震応答を動的解析により行い、0.05 秒以下の地震応答は動的解析を行うのに代えて静的解析を行う。

### 6.4.3 動的地震力の概要

機器・配管系の耐震設計に用いる動的地震力は、重要性の高い As クラス機器の地震力を基本に定めるものである。本項では、その概要を示し、地震力算定の詳細は「6.5 地震応答解析」に述べることとする。

#### (1) As 及び A クラス機器

A クラス機器に関しては、基準地震動  $S_1$  に対し動的解析（地盤-建屋-機器連成の解析あるいは据付位置における設計用床応答スペクトルを用いた解析等）により算定される水平地震力を適用する。A クラス機器の中で特に重要な As クラス機器に関しては、さらに基準地震動  $S_2$  に対し動的解析によって得られる水平地震力をも適用する。ただし、その機器が剛構造と判断される場合（例えば機器の 1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い固有振動数を有する場合）には、その機器の据付位置における建物の応答加速度を基に定まる震度により地震力を算定する。なお、As、A クラスの機器については鉛直地震力をも考慮し、基準地震動の最大加速度を 1/2 とした鉛直震度（高さ方向については一定とする）より求まる鉛直地震力を水平地震力と同時に不利な方向で組合せる。

図 2 J E A G 4601-1987（抜粋）

### 3. 実機に対する適用性

J E A G 4601-1987 の記載は、水平方向の動的解析への適用として剛柔判定の固有周期 0.05 秒の考え方を示したものである。新規基準においては、鉛直方向についても水平方向と同様に動的な扱いとするため、鉛直方向も含め剛柔判定の固有周期 0.05 秒が地震力算定に適用可能であることを検討した。本検討に際して参照した J E A G 4601-1970 の抜粋を図 3 に示す。J E A G 4601-1970 には建物・構築物の卓越固有周期の  $1/2$  を剛柔判定の固有周期とするとの考え方が示されており、原子力発電所の建物・構築物の卓越周期は一般に、0.1~0.5 秒(2~10Hz)であることを考慮して、0.05 秒を剛柔判定の固有周期とすれば十分であると記載されている。

東海第二発電所の原子炉建屋地震応答解析モデルに基づく、水平方向及び鉛直方向における固有周期(基準地震動  $S_s-D1$  の例)を表 1 及び表 2 並びに図 4~図 6 に示す。建屋の卓越固有周期は水平及び鉛直方向とも 0.2 秒以上であり、剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、原子炉建屋の卓越固有周期に対して十分な離隔(卓越固有周期の  $1/2$  以下)をもって設定されている。また加速度応答スペクトルを図 7 に、変位応答スペクトルを図 8 に示すが、固有周期 0.05 秒で加速度はおおむね収斂している。

上記の検討結果より、既工認と同じ剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、建屋の卓越固有周期に対して十分な離隔をもっており、東海第二発電所の水平及び鉛直方向の地震力算定に適用可能であることを確認した。

原子力発電所の場合について一般的にみると、地盤の卓越振動数、構築物の固有振動数をあわせ考えて、2~10 Hz が取付け点の卓越振動数域すなわち床応答曲線が持ち上る領域と考えられる。したがって動特性がまったく不明な場合には一応これより共振領域としては 1~20 Hz を考えれば一応十分であろう。

そこで固有振動数の評価に当たって重要なことは、対象となっている機械系が固有振動数解析を必要とする範囲にあるか否かを判定することである。明らかに 20 Hz よりはるかに高い固有振動数を有すると推定される対象につき、多くの計算を行なう必要はない。その推定は在来の経験であってもよし、対象物あるいはそれと類似な機器についての試験の結果であってもよい。この試験もたとえば簡単に木槌でたたいてみるといったことであってよいのである。ときには、これによって支持金具の不完全さなどを見出すことができる。

図 3 J E A G 4601-1970 (抜粋)



表1 原子炉建屋地震応答解析モデルの固有値解析結果（水平方向）

次数	NS方向		EW方向	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1次	0.409	2.44	0.411	2.43
2次	0.202	4.96	0.202	4.96

表2 原子炉建屋地震応答解析モデルの固有値解析結果（鉛直方向）

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1次	0.274	3.65

屋根トラス部が卓越するモード除く

1次モード  
固有周期 : 0.409 (s)  
固有振動数 : 2.44 (Hz)  
刺激係数 : 1.916

2次モード  
固有周期 : 0.202 (s)  
固有振動数 : 4.96 (Hz)  
刺激係数 : 1.154

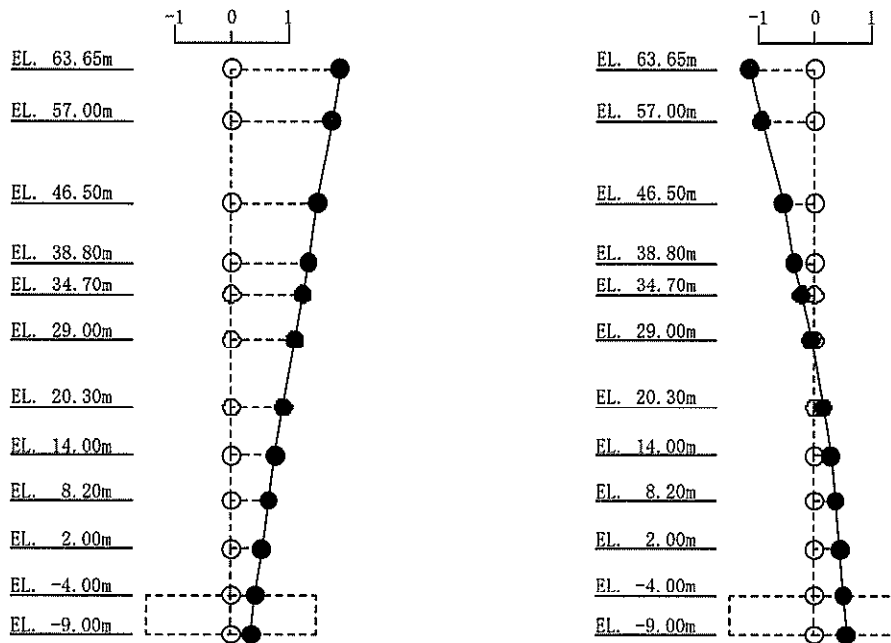


図4 刺激関数図 (S<sub>s</sub>-D1, NS方向)

1次モード  
固有周期 : 0.411 (s)  
固有振動数 : 2.43 (Hz)  
刺激係数 : 1.941

2次モード  
固有周期 : 0.202 (s)  
固有振動数 : 4.96 (Hz)  
刺激係数 : 1.213

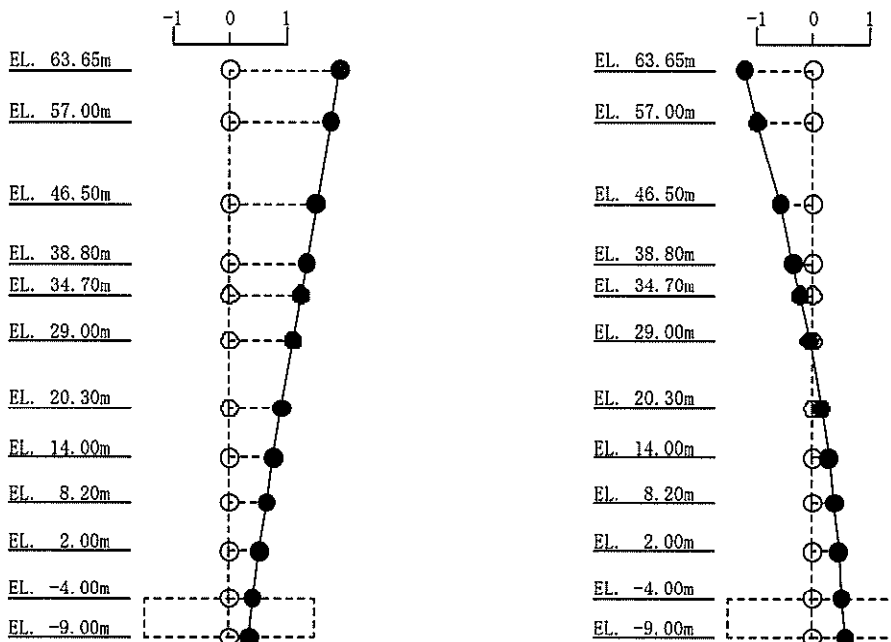


図5 刺激関数図 (S<sub>s</sub>-D1, EW方向)

1次モード  
 固有周期 : 0.274 (s)  
 固有振動数 : 3.65 (Hz)  
 刺激係数 : 1.596

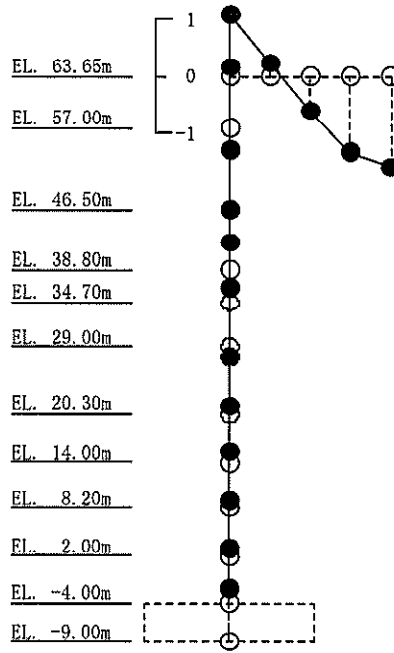


図6 刺激関数図 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)

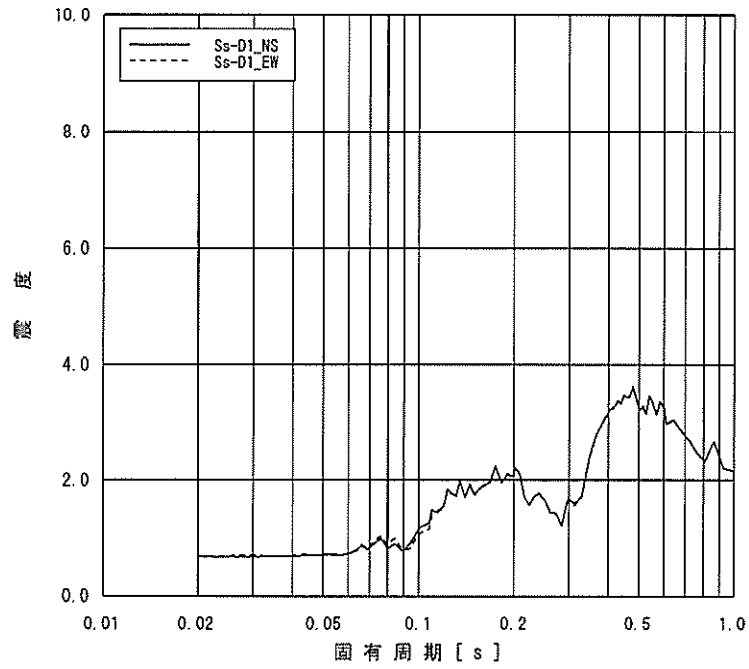


図 7(1) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の加速度応答スペクトル (水平方向, 減衰定数 1.0%)

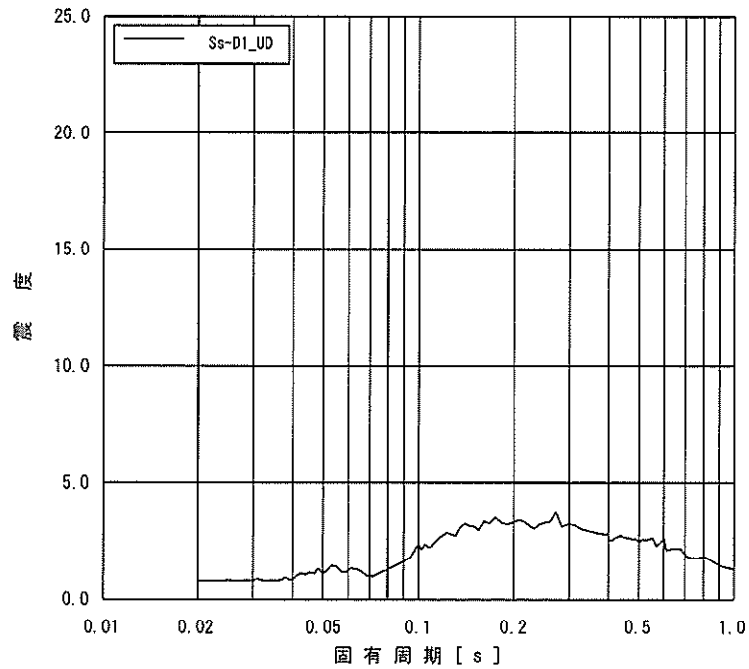


図 7(2) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の加速度応答スペクトル (鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

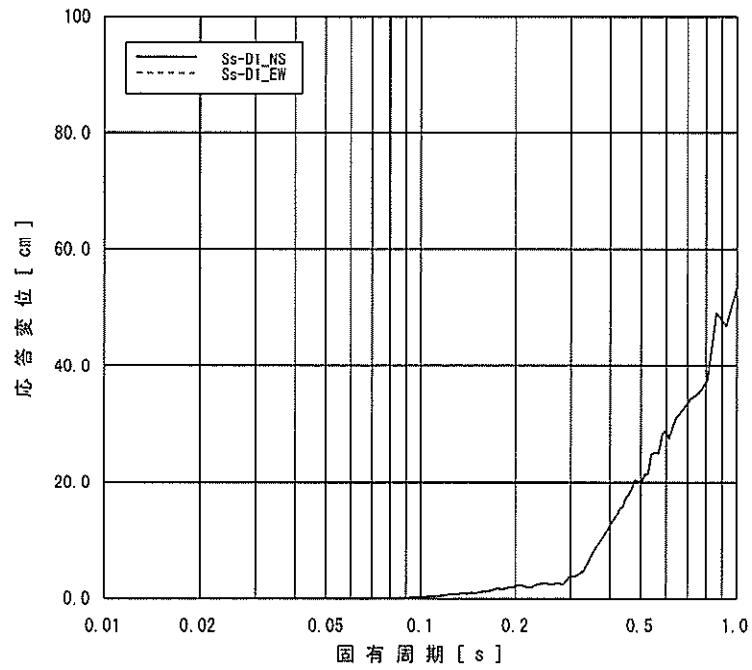


図 8(1) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の変位応答スペクトル (水平方向, 減衰定数 1.0%)

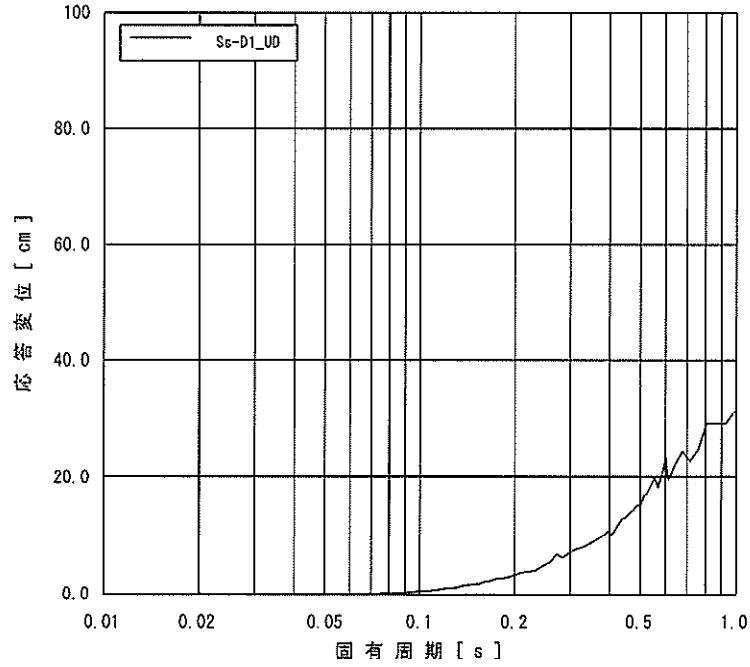


図 8(2) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の変位応答スペクトル (鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

#### 4. 剛柔判断及び打切り振動数に係る検討

##### (1) 剛柔判断の閾値を 0.05 秒とすることに関する知見

地震動の高振動数領域においては地震力が短い周期で交番することから地震による変位やエネルギーが小さくなる傾向があり、設備の損傷の観点からは影響は小さいと考えられることから、0.05 秒を剛柔判断の閾値としている。この地震動の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいとの考え方は、米国における地震時の点検・再起動等においても取り入れられている。

地震動の 0.1 秒以下の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいと考えられている知見を以下に記載する。

a. J E A G 4601-1987 版で機器が剛構造と判断される場合の例示として、1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い振動数を有する場合を掲示している。また、J E A G 4601-1970 では、一般的なものとして、2~10Hz が取付け点の卓越振動数域と考えられ、共振領域としては 1~20Hz を考えれば十分であろうとしている。

J E A G 4601-1987 における剛柔判断の固有振動数 20Hz 以上の考え方は、水平方向の動的解析への適用として示したものであるが、鉛直方向においても J E A G 4601-1970 の考え方にに基づき、原子炉建屋の卓越固有周期が剛柔判断の固有周期 0.05 秒に対して、十分な離隔を有することを確認している。また、変位応答スペクトルにおける 0.1 秒での応答について概ね収斂していることを確認している。

b. 過去に、観測された地震動が 0.1 秒以下の周期領域のみで設計時の想定を超えた原子力発電所では被害の発生が無い。

【周期 0.1 秒以下で設計時の想定を超える地震動が観測された原子力発電所】

女川原子力発電所（2005 年宮城県沖地震）

米国 Perry 原子力発電所（1986 年 Leroy 地震）※

米国 Summer 原子力発電所（1978 年小規模地震多数）※

※出典：EPRI 1988.7 A Criterion for Determining Exceedance of the Operating Basis Earthquake

c. 気象庁の震度階：近地地震などでは短周期成分が多く含まれており、日本では経験的に地震動と破壊の状態との関係を震度で示している。気象庁震度階の元となっている計測震度では、周期 0.1 秒よりも短周期側の地震動成分をフィルタでカットしている。

d. 米国の規格：地震後の対応に関する米国の規格：Nuclear Plant Response to an Earthquake (ANSI/ANS-2.23-2002) では、観測された地震が設計用の地震動を超えたか否かの判定 (OBE Exceedance Criteria) で、応答スペクトルで 0.1 秒以下の周期帯について考慮外としている。本規格では、CAV (Cumulative Absolute Velocity) という指標を導入して観測された地震動の有効性 (構造物の破壊に対する影響度) を判定している。原波形と 0.1 秒のフィルタを掛けた波形について各々 CAV を算出し、その比を地震による影響の程度を示す震度 (米国では修正メルカリ震度を使用している) に対してプロットすると、破損が生じるといわれる修正メルカリ震度 VII 程度以上で安定し、0.1 秒のフ

イルタを掛けた波形が破損との関係をより良く表している。

- e. 米国電力研究所の調査<sup>※</sup>：10Hzを超える振動数領域における高加速度振動による設備の影響について調査を行い、一部の設備を除き影響は無視できると結論付けている。固有振動数が低い設備は高振動数領域の加速度には影響を受けず、また、固有振動数が高い設備についても、高振動数領域における加速度では変位や応力が小さくなるため。高振動数領域でSSE (Safety Shutdown Earthquake) を超える地震動に見舞われた米国内の発電所(上記b.の発電所)において、設備に影響が無かったことも紹介されている。

※出典：EPRI 2006.12 Program on Criterion Technology Innovation: The Effects of High-Frequency Ground Motion on Structures, Components, and Equipment in Nuclear Power Plants

- f. 建築構造学大系振動理論：振動理論(大崎著)によると、速度応答スペクトルに関して系に与える最大のエネルギーと密接な関係があると述べられている。最大相対変位に角周波数を乗じたものが速度応答スペクトルとなるため、単位質量あたりの最大エネルギーは、速度応答スペクトルで表すことができる。よって、速度応答スペクトルは構造物に対して固有周期に応じて与える一種のエネルギースペクトルであると解釈することが出来る。

なお、b.～d.についての情報は、一般社団法人日本原子力技術協会(現一般社団法人原子力安全推進協会)地震後の機器健全性評価ガイドライン(平成24年3月)にまとめて記述されている。

<http://www.gengikyo.jp/archive/pdf/JANTI-SANE-G1.pdf>

## (2) 変位応答スペクトルを踏まえた剛柔判定の検討

原子炉格納容器(EL. 39.431m)における基準地震動 $S_s$ による加速度応答スペクトルを図9に示す。また、同様に変位応答スペクトルを図10に示す。

加速度応答スペクトルでは0.05秒未満で一定の加速度値を有するが、構造強度の評価に直接かかわる変位応答スペクトル<sup>\*1</sup>の卓越周期に対し、剛柔判定の固有周期0.05秒は、十分な離隔をもって設定されていることが分かる。

\*1 機器・配管系の動的解析に適用されるスペクトルモード解析(JEAG 4601-1987 P565, 567)では、加速度応答スペクトルから各モードに対応する応答変位を求め、この応答変位に剛性を乗じて部材力(曲げモーメント、せん断力等)を算出している。

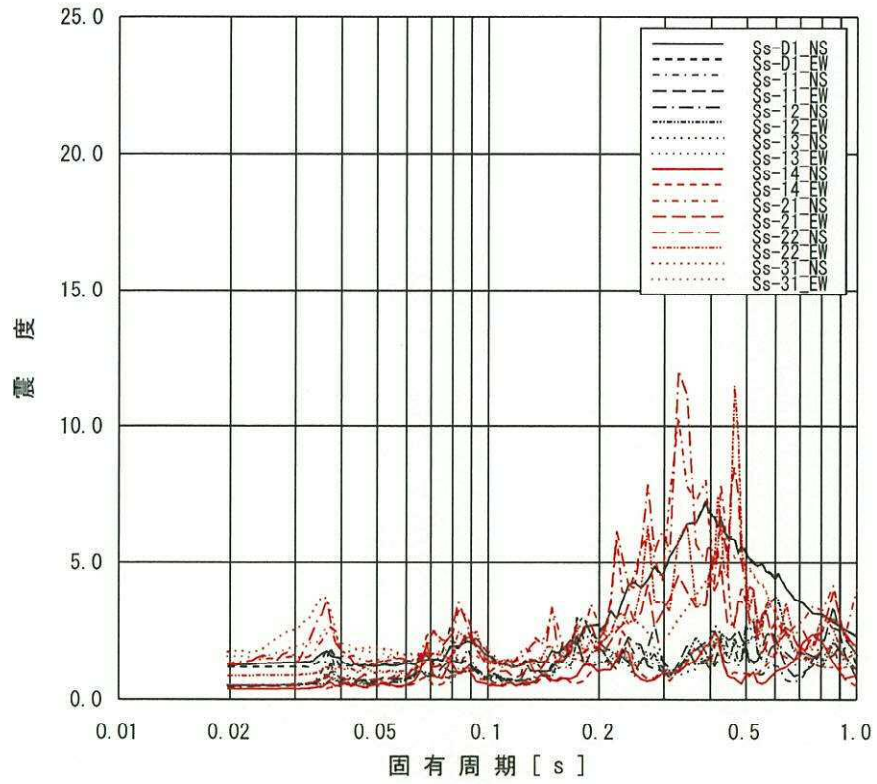


図 9(1) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

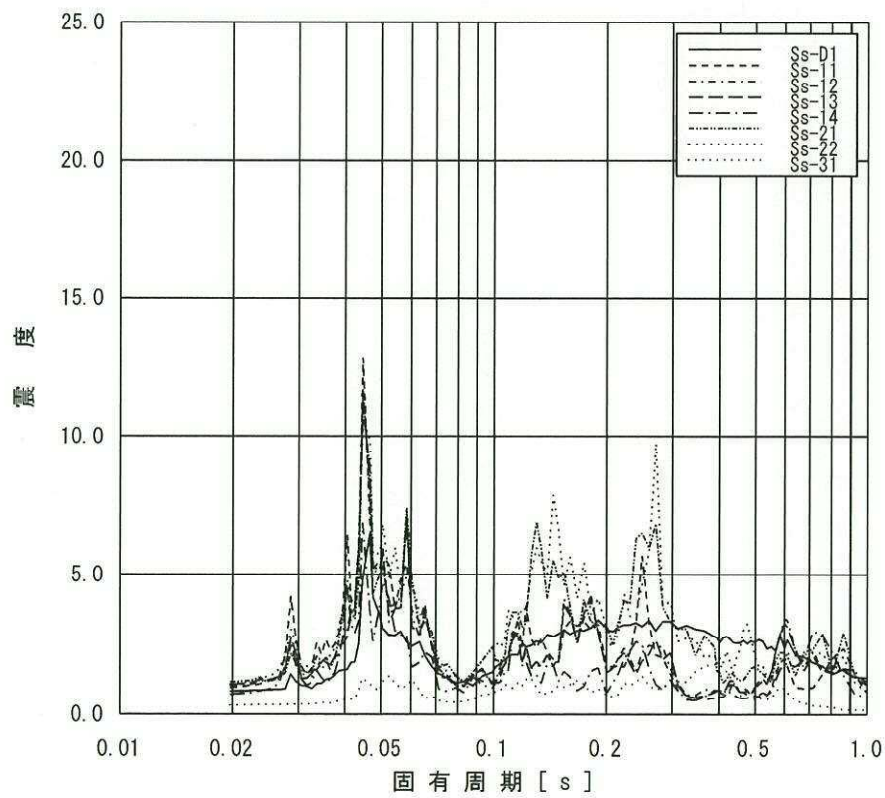


図 9(2) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



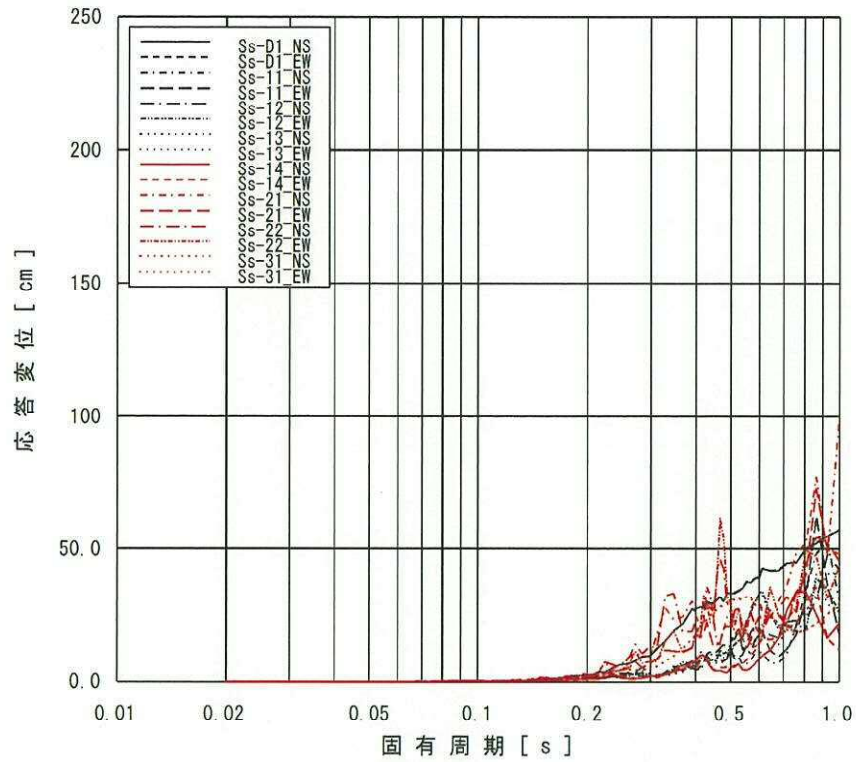


図 10(1) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の変位応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

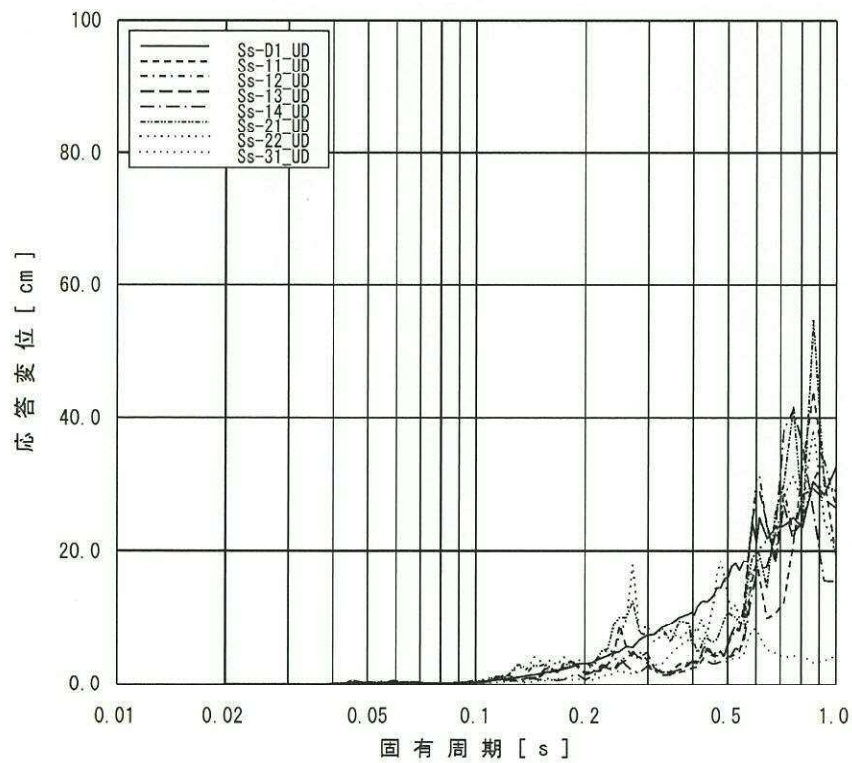


図 10(2) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

### (3) 動的解析法の妥当性確認

本項では現行の動的解析法が、構造強度設計を行う上で妥当であること、すなわち、変位スペクトルをベースに設定した剛柔判定の固有周期が耐震設計を行う上で妥当性を有していることを確認する。

#### a. 検討対象設備

検討対象設備は、20Hz 近傍に卓越する応答に対する検討を行う観点から 20Hz 近傍に卓越する応答を有する構築物の設計用床応答曲線を適用する設備を選定する。また、設計用床応答曲線を 20Hz までの作成としていることを踏まえて、1 次固有振動数が 20Hz 近傍に有する設備を選定する。

#### (a) 20Hz 近傍に卓越する応答を有する設計用床応答曲線を適用する設備

代表構築物の設計用床応答曲線の傾向を確認する。代表構築物の設計用床応答曲線を添付図 1～添付図 6 に、最大応答加速度（1.2ZPA）を添付表 1～添付表 3 に示す。なお、添付図及び添付表の設計用床応答曲線及び最大応答加速度（1.2ZPA）は設計上の配慮として 1.5 倍したものである。

- ・ 原子炉建屋

水平及び鉛直ともに剛領域になるに従って加速度値が低下傾向にあり 20Hz 近傍に卓越するピークはない。

- ・ 原子炉格納容器

水平方向では下層階にて 20Hz 近傍に卓越する応答を有する。鉛直方向では全階層で 20Hz に卓越する応答を有する。

- ・ 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎

水平及び鉛直ともに剛領域になるに従って加速度値が低下傾向にあり 20Hz 近傍に卓越するピークはない。

上述した各構築物の設計用床応答曲線の傾向として原子炉建屋、原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎の応答については、剛領域になるに従って加速度値は低下傾向にあり、20Hz 近傍に卓越する応答はないため、20Hz 近傍に卓越する応答を有する原子炉格納容器の設計用床応答曲線を適用し評価する設備に対して検討を行う。

原子炉格納容器の設計用床応答曲線を適用し耐震評価を実施する設備を表 3 に示す。動的解析法の妥当性確認のための検討対象設備については、設計用床応答曲線の加速度値が最も大きい原子炉格納容器上層階 EL. 39.431m の設計用床応答曲線を適用する原子炉隔離時冷却系配管を対象として検討する。

表3 原子炉格納容器の設計用床応答曲線を適用する設備

設備名称	評価に適用する 設計用床応答曲線	固有振動数
原子炉隔離時冷却系配管	原子炉格納容器 EL. 39. 431	
機器搬入用ハッチ	原子炉格納容器 EL. 16. 319 EL. 13. 523	
所員用エアロック	原子炉格納容器 EL. 16. 319 EL. 13. 523	
サプレッション・チェン バアクセスハッチ	原子炉格納容器 EL. 5. 141 EL. 3. 787	
ベント管	原子炉格納容器 EL. 13. 523 (水平のみ)	
残留熱除去系ストレーナ (高圧炉心スプレイ系スト レーナ及び低圧炉心スプ レイ系ストレーナを含む)	原子炉格納容器 EL. -0. 013	
格納容器スプレイヘッダ	原子炉格納容器 EL. 11. 191 EL. 13. 523	

(b) 1次固有振動数が20Hz近傍に有する設備

原子炉建屋に設置される配管系において、20Hz近傍に1次固有振動数を有する配管系を選定する。20Hz近傍に1次固有振動数を有する配管系として、1次として [ ] [ ] 2次として [ ] の振動モードを有する可燃性ガス濃度制御系配管（モデルNo. FC-2）を選定する。

また、原子炉建屋に設置される固有振動数が20Hz未満（固有周期で0.05秒超え）の機器についても、配管系と同様に20Hz近傍に1次固有振動数を有する機器を選定する。1次として [ ] 2次として [ ] の振動モードを有する残留熱除去系ポンプを選定する。

b. 確認方法

図11に検討における地震応答解析で考慮する固有振動数領域を示す。本検討は、50Hzの領域まで作成した検討用の床応答曲線を適用した地震応答解析結果を用いて行う。また従来の耐震設計で適用している20Hzまでの領域を考慮した地震応答解析結果と比較する。

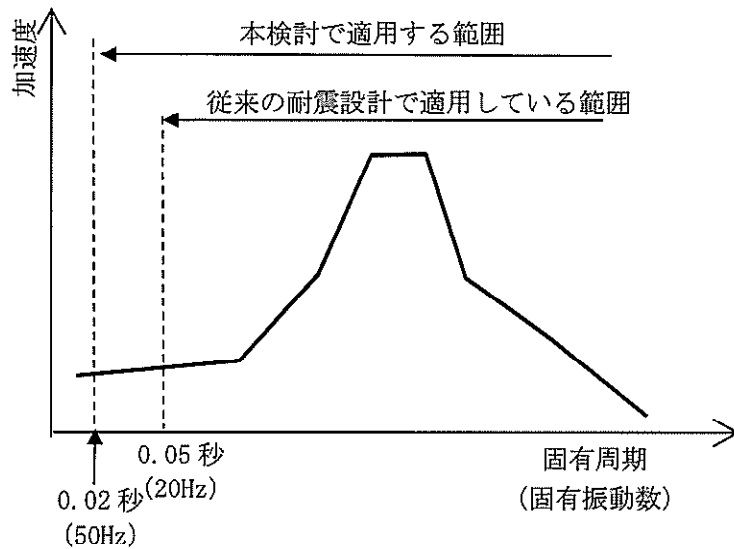


図11 地震応答解析で考慮する固有振動数領域

c. 検討用床応答曲線

地震応答解析に適用する検討用床応答曲線を図 12 に示す。剛領域の設備応答の影響を確認する観点から、固有周期 0.02 秒 (50Hz) まで作成するとともに、設計用床応答曲線と同様に周期軸方向に 10% 拡幅する。また、検討用床応答曲線の固有周期の計算間隔は、表 4 に示す計算間隔を用いる。

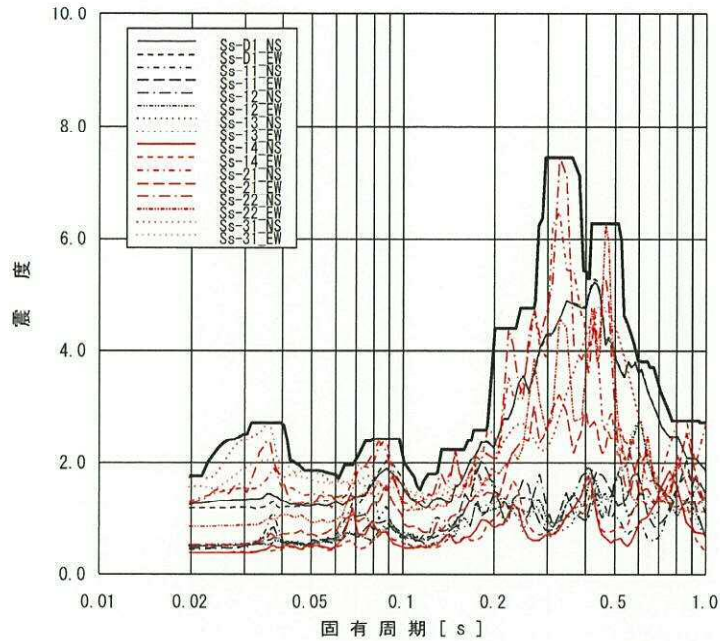


図 12(1) 検討用床応答曲線 (原子炉隔離時冷却系配管用)  
(原子炉格納容器 EL. 39.431m 水平方向, 減衰定数 2.5%)

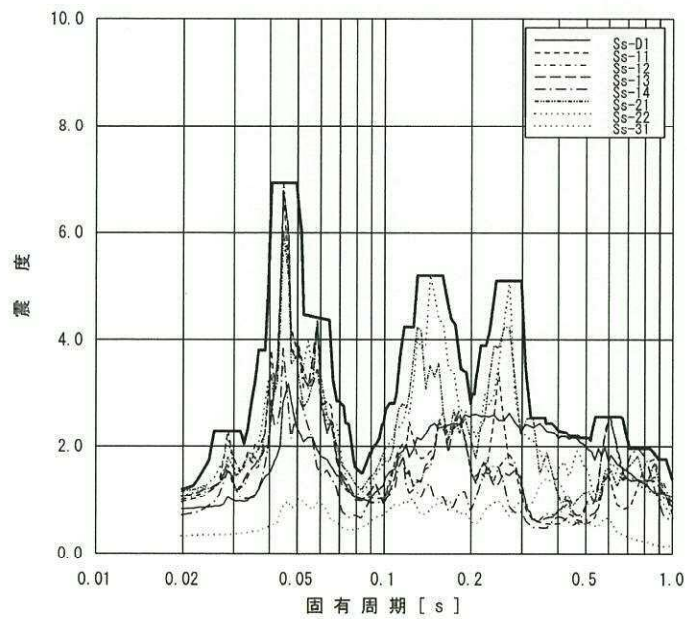


図 12(2) 検討用床応答曲線 (原子炉隔離時冷却系配管用)  
(原子炉格納容器 EL. 39.431m 鉛直方向, 減衰定数 2.5%)

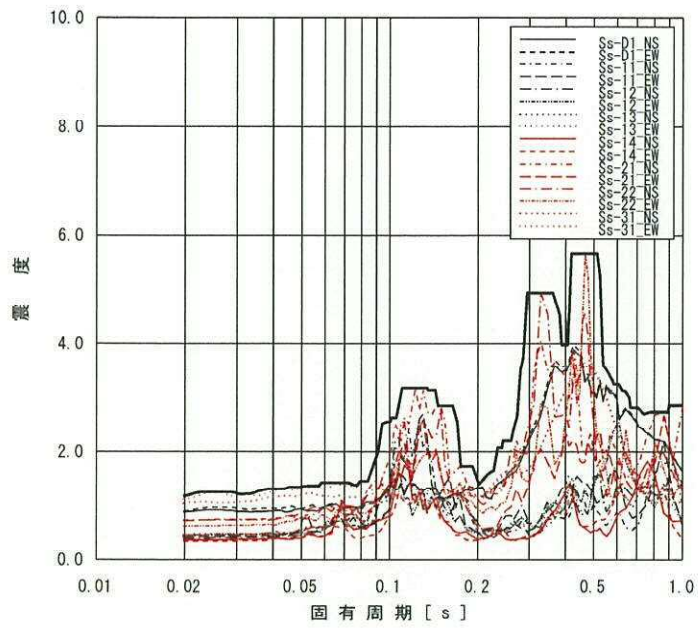


図 12(3) 検討用床応答曲線 (可燃性ガス濃度制御系配管用)  
 (原子炉建屋 EL. 20.3m 水平方向, 減衰定数 2.0%)

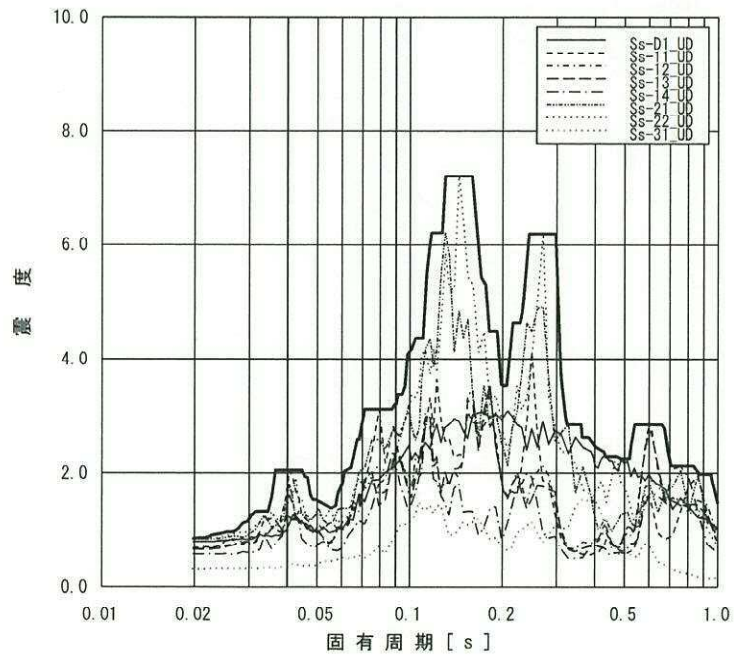


図 12(4) 検討用床応答曲線 (可燃性ガス濃度制御系配管用)  
 (原子炉建屋 EL. 20.3m 鉛直方向, 減衰定数 2.0%)

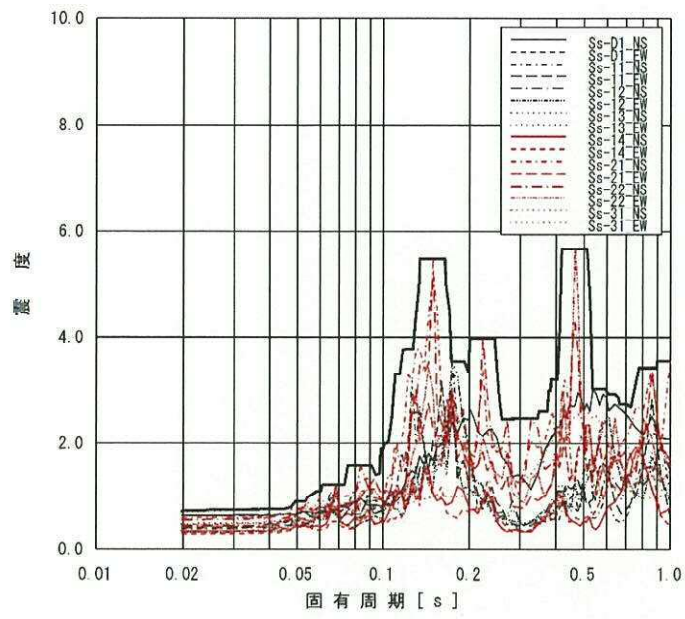


図 12(5) 検討用床応答曲線 (残留熱除去系ポンプ用)  
 (原子炉建屋 EL. -4.0m 水平方向, 減衰定数 1.0%)



表 4 固有周期の計算間隔

固有周期 (s)	計算間隔 ( $\Delta \omega$ : rad/s)
0.02 ~ 0.1	4.0
0.1 ~ 0.2	1.5
0.2 ~ 0.39	1.0
0.39 ~ 0.6	0.3
0.6 ~ 1.0	0.5



d. 検討対象設備の主要諸元，解析モデル

検討対象設備として原子炉隔離時冷却系配管，可燃性ガス濃度制御系配管及び残留熱除去系ポンプの主要仕様，解析モデル図，固有振動数及び刺激係数，主要次数のモード図を示す。

(a) 原子炉隔離時冷却系配管

原子炉隔離時冷却系配管の主要仕様を表 5 に，解析モデル図を図 13 に，固有振動数及び刺激係数を表 6 に，主要次数のモード図を図 14 に示す。

表 5 原子炉隔離時冷却系配管の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	
最高使用温度 (°C)	
外 径 (mm)	
厚 さ (mm)	
材 料	

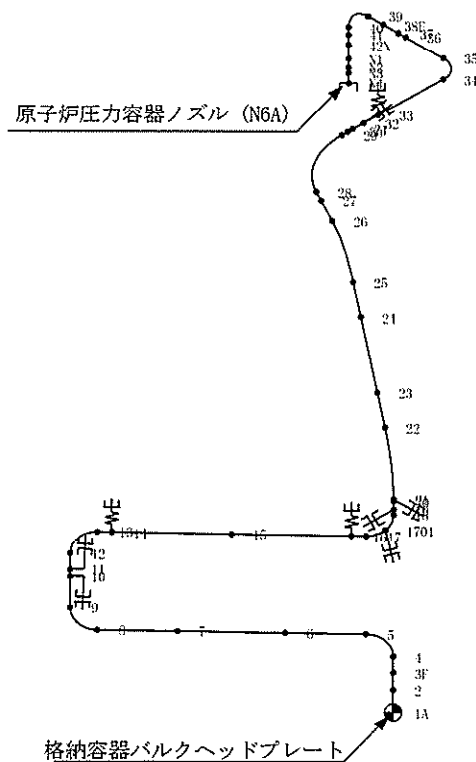


図 13 原子炉隔離時冷却系配管の解析モデル図

表 6 原子炉隔離時冷却系配管の固有振動数及び刺激係数

モード	固有振動数 (Hz)	固有周期 (S)	刺激係数*			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X方向	Y方向	Z方向	X方向	Z方向	Y方向
1次								
2次								
3次								
4次								
5次								
6次								
7次								
8次								
9次								
10次								
11次								
12次								

\* モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリクス積から算出した値（以下、同様）

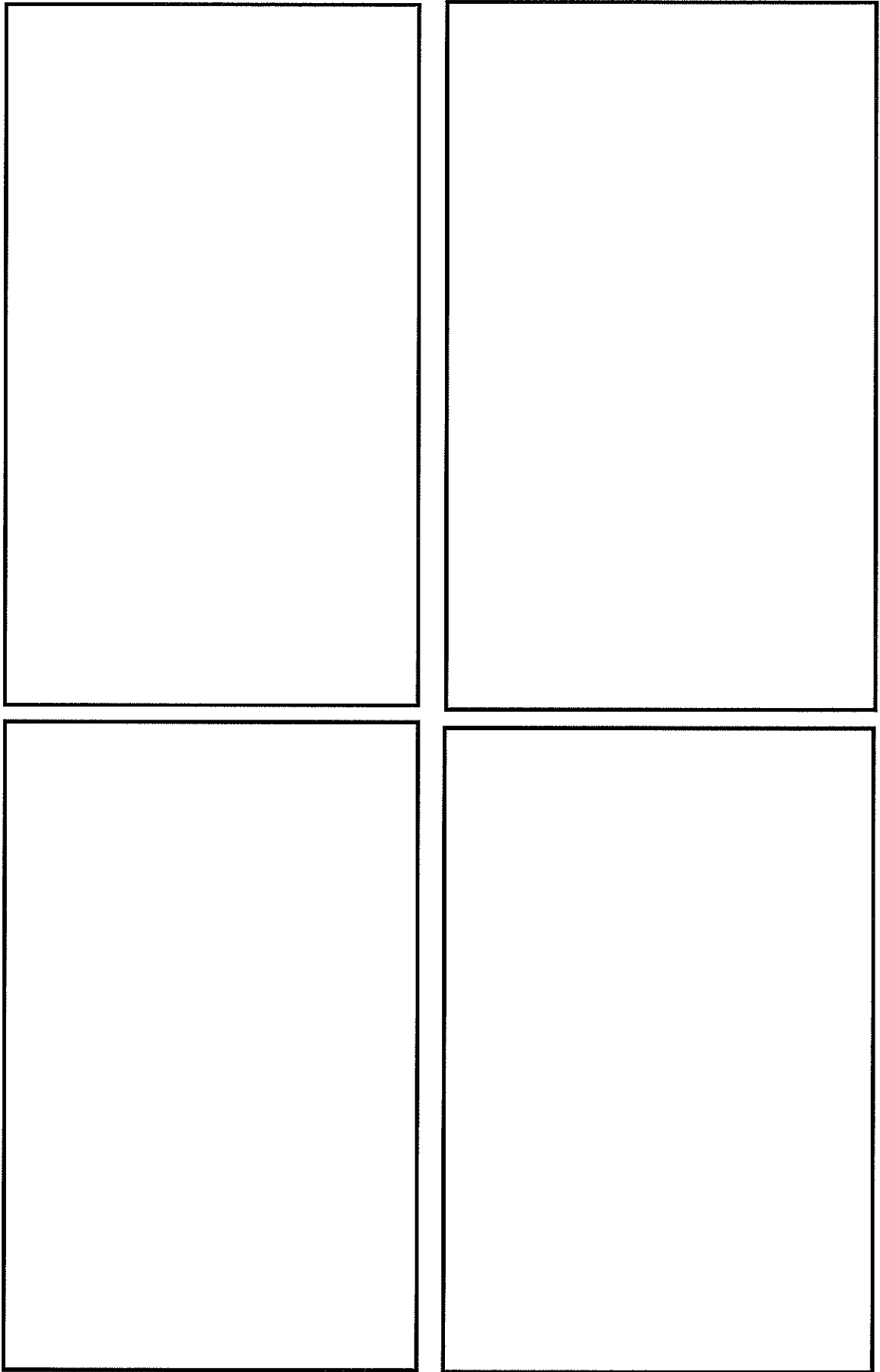


図 14 原子炉隔離時冷却系配管のモード図

(b) 可燃性ガス濃度制御系配管

可燃性ガス濃度制御系配管の主要仕様を表 7 に、解析モデル図を図 15 に、固有振動数及び刺激係数を表 8 に、主要次数のモード図を図 16 に示す。

表 7 可燃性ガス濃度制御系配管の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	
最高使用温度 (°C)	
外 径 (mm)	
厚 さ (mm)	
材 料	

上段、下段の記載があるものは、上段が図 15 に示す質点 No. 1N~2 に該当し、下段が質点 No. 3~33A に該当する。

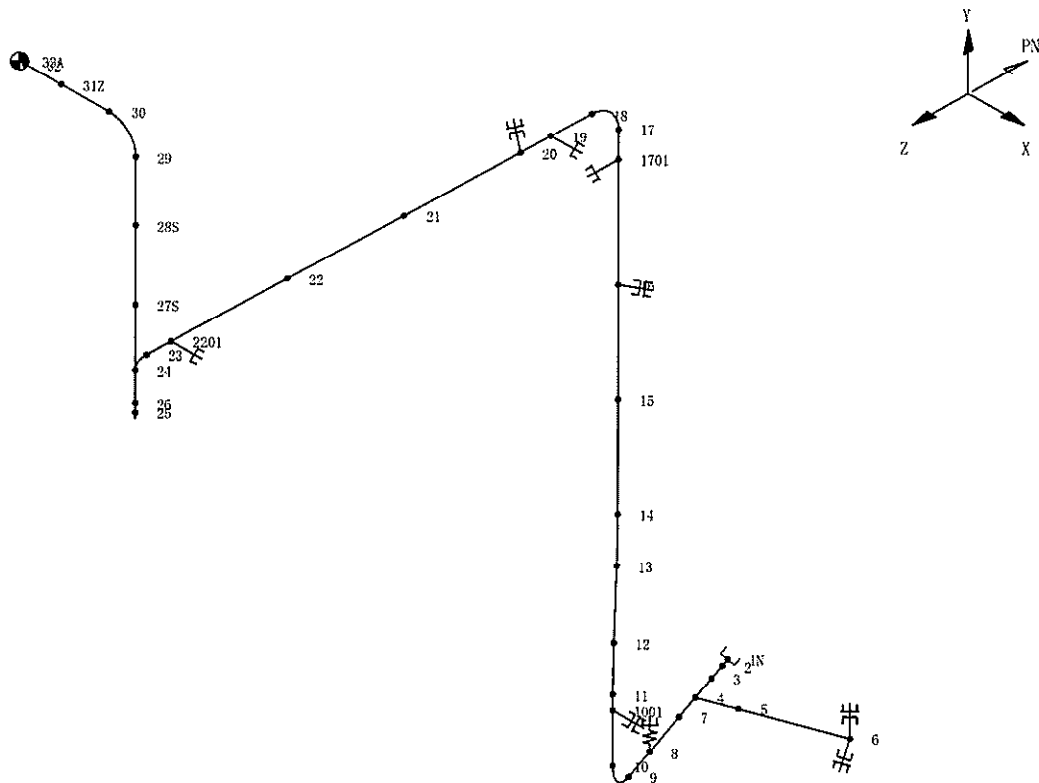


図 15 可燃性ガス濃度制御系配管の解析モデル図

表 8 可燃性ガス濃度制御系配管の固有振動数及び刺激係数

モード	固有振動数 (Hz)	固有周期 (S)	刺激係数			設計震度		
						水平方向		鉛直方向
			X方向	Y方向	Z方向	X方向	Z方向	Y方向
1次								
2次								
3次								
4次								
5次								
6次								
7次								
8次								

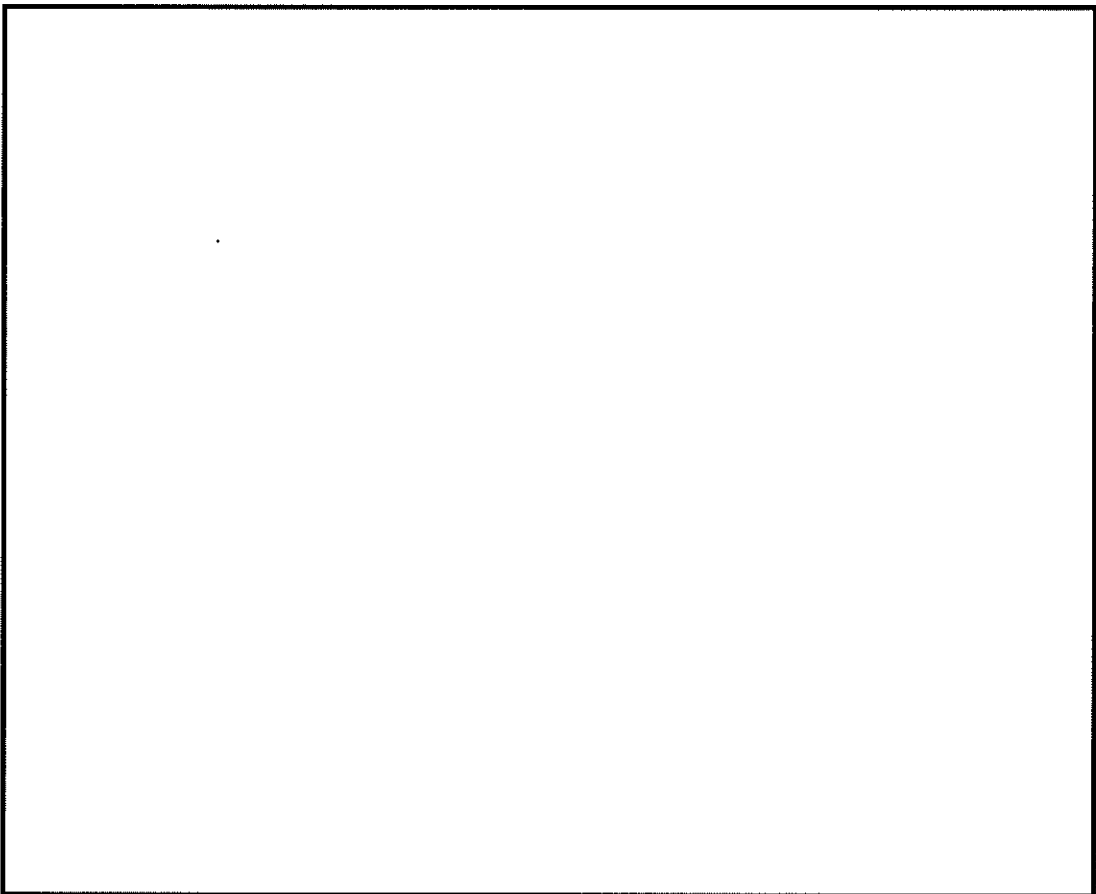
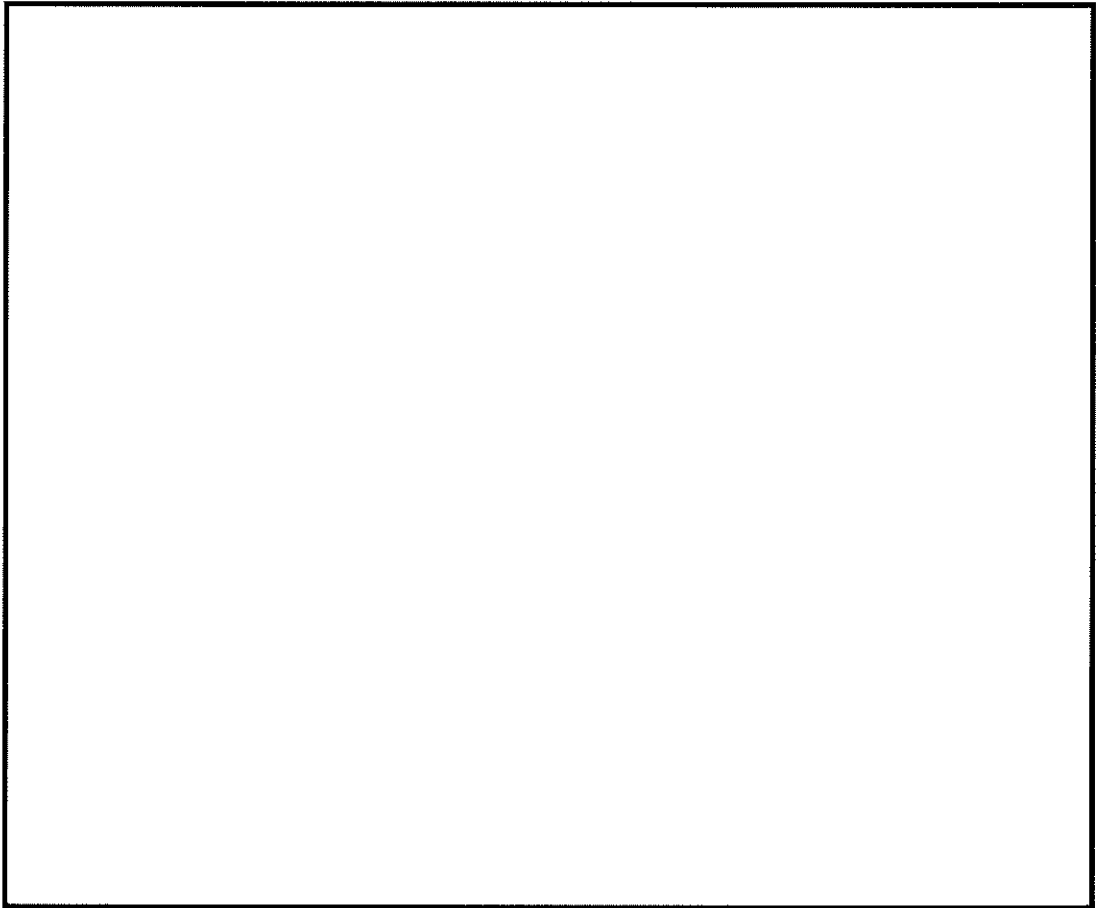


図 16 (1) 可燃性ガス濃度制御系配管のモード図

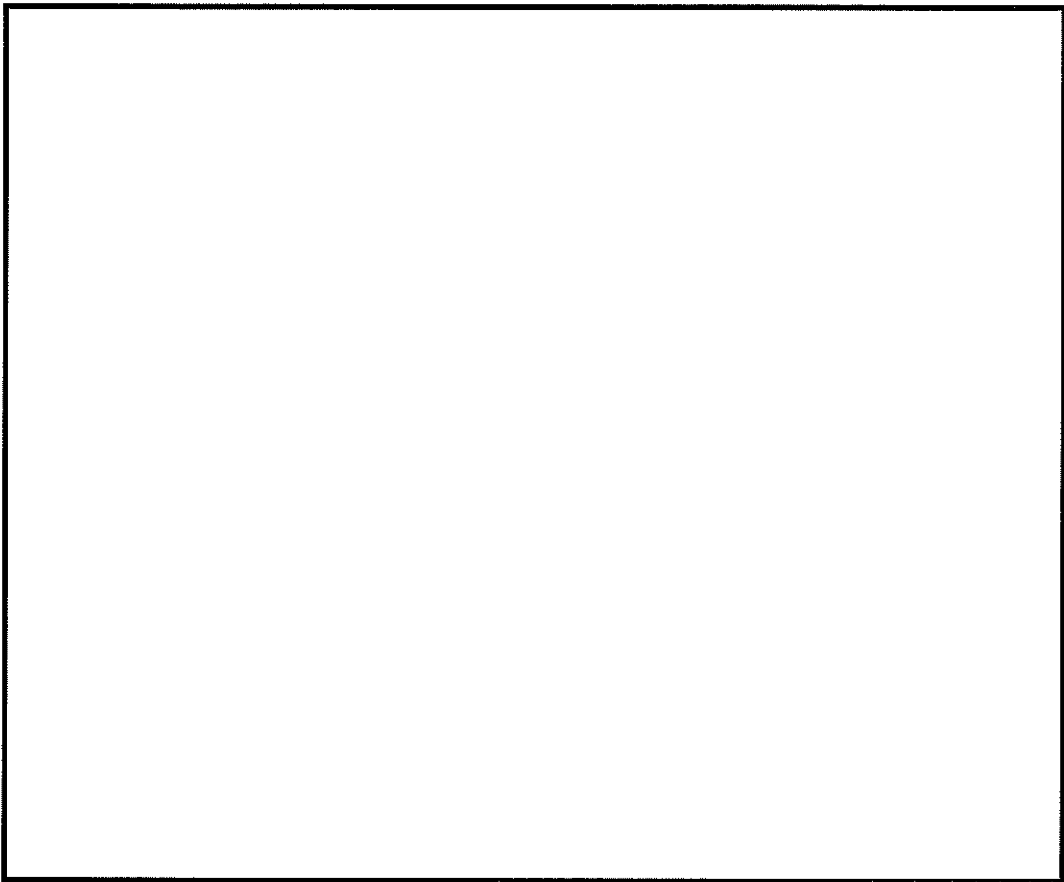
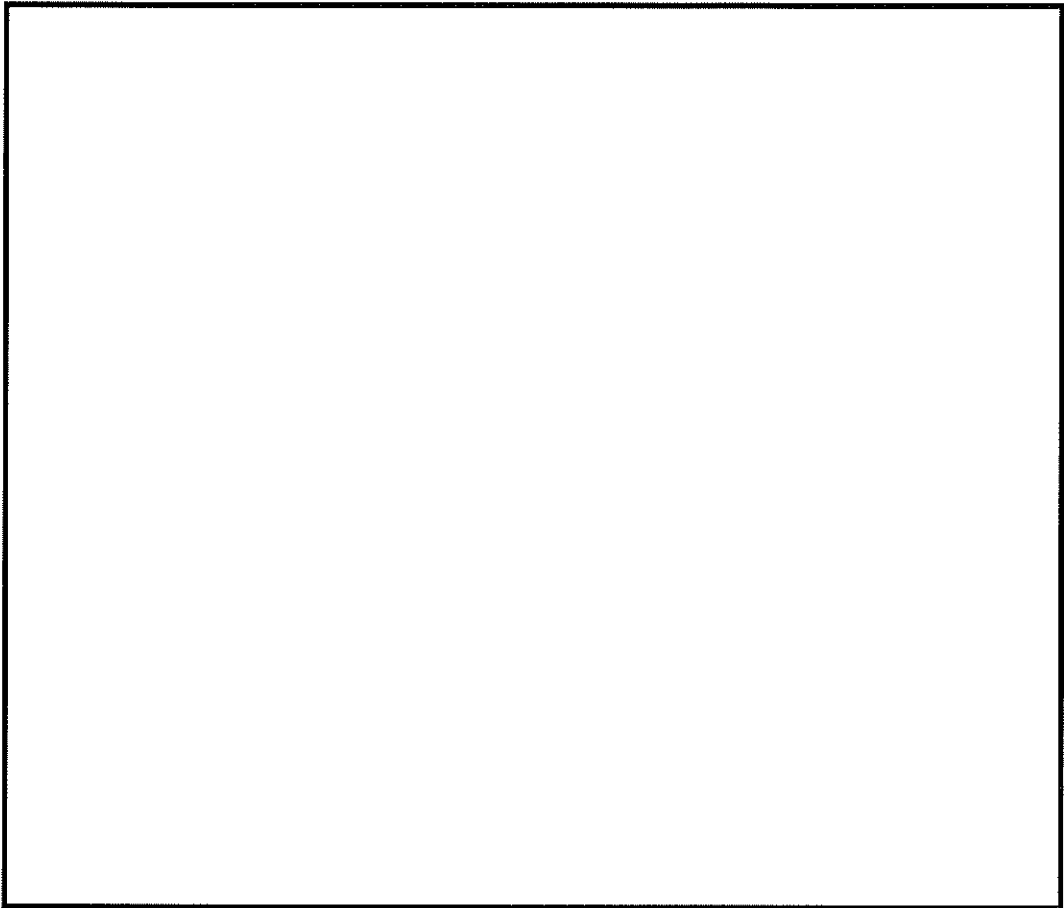



図 16 (2) 可燃性ガス濃度制御系配管のモード図

(c) 残留熱除去系ポンプ

残留熱除去系ポンプの主要仕様を表 9 に、解析モデル図を図 17 に、固有振動数及び刺激係数を表 10 に、主要次数のモード図を図 18 に示す。

表 9 残留熱除去系ポンプの主要仕様

項目	主要仕様	
種類	ターボ型	
容量 (m <sup>3</sup> /h/個)	1691.9 以上 (1691.9*)	
揚程 (m)	85.3 以上 (85.3*)	
最高使用圧力 (MPa)	吸込側 1.52 吐出側 3.50	
最高使用温度 (°C)	182	
主要寸法	吸込口径 (mm)	600*
	吐出口径 (mm)	350*
	ケーシング外径 (mm)	1100*
	ケーシング厚さ (mm)	 (14.0*)
	高さ (mm)	9490*
材料	ケーシング	
	ケーシングカバー	

\* : 公称値を示す。



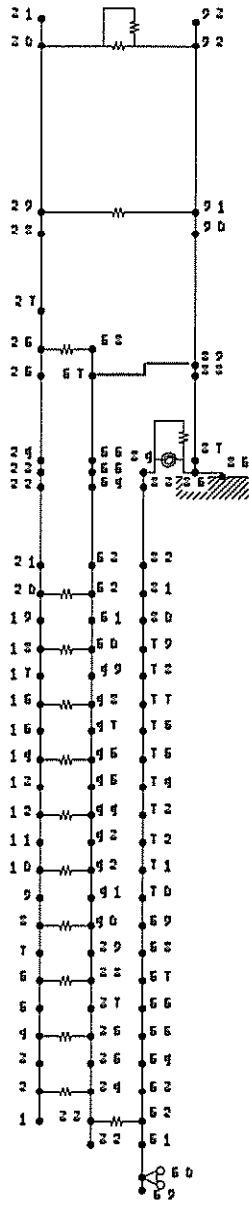


図 17 残留熱除去系ポンプの解析モデル図

表 10 残留熱除去系ポンプの固有振動数及び刺激係数

モード	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	刺激係数		設計震度	
			水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
1次						
2次						
3次						
4次						

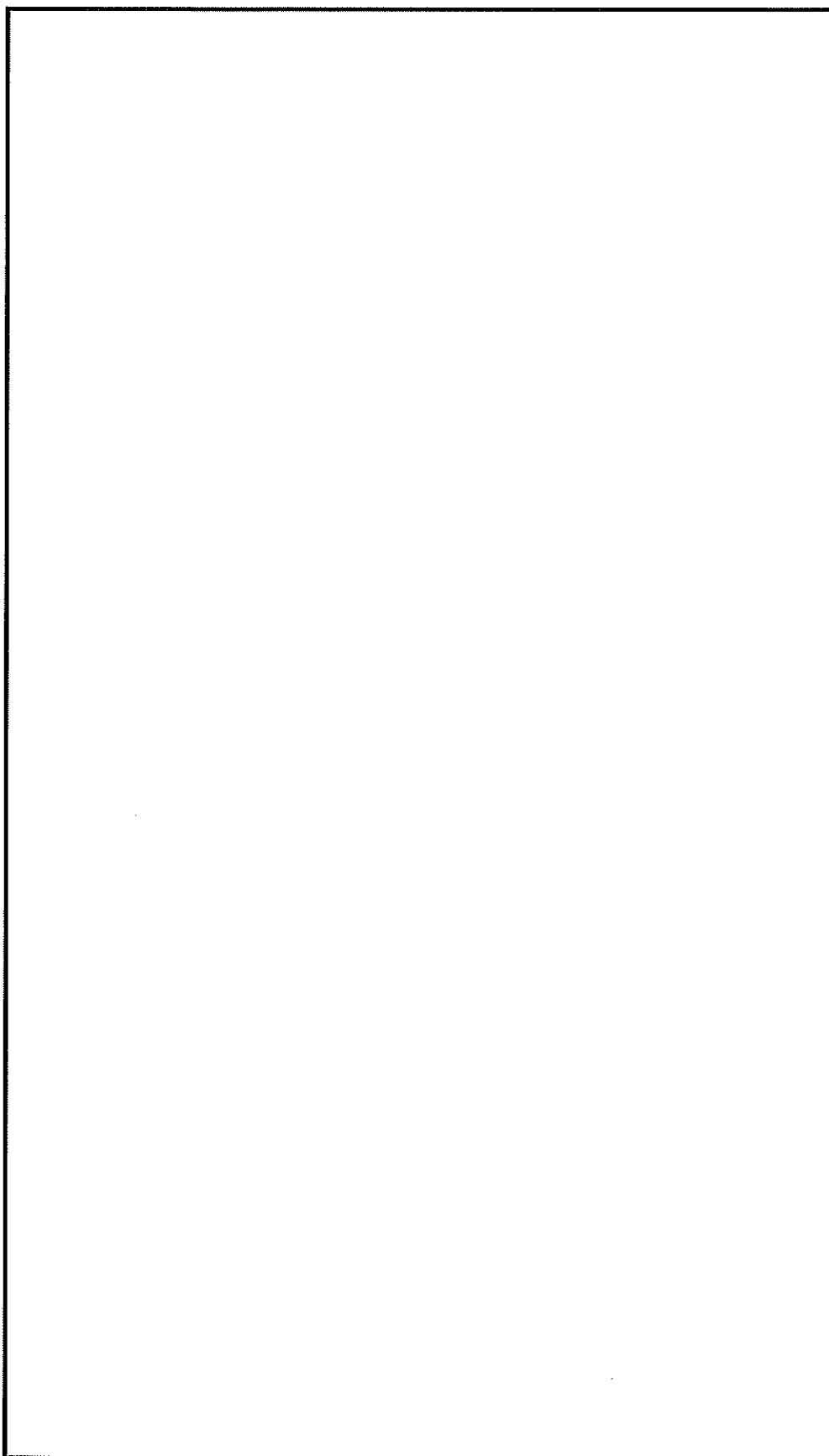


図 18 残留熱除去系ポンプのモード図

e. 解析結果

設計用床応答曲線を用いた地震応答解析結果，検討用床応答曲線を用いた地震応答解析結果及び静的解析結果を示す。なお，以下に示す解析結果は，設計用床応答曲線等の震度を1.5倍した値を用いた結果として示している。

(a) 原子炉隔離時冷却系配管

評価結果を表11に示すとともに，最大応力発生部位を図19に示す。現行の手法である設計用床応答曲線を用いた20Hzまでの領域を考慮した地震応答解析結果146MPaに対して，検討用床応答曲線を用いて50Hzまでの領域を考慮した地震応答解析結果は148MPaであり，応力値は増加したものの，その増加は僅かであることが確認された。

表11 原子炉隔離時冷却系配管の評価結果

		1次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
現行の手法による評価結果	20Hzまでの領域を考慮した地震応答解析結果 (設計用床応答曲線)	146	364
	静的解析 (1.2ZPA)	94	
	包絡値	146	
妥当性 検討用	50Hzまでの領域を考慮した地震応答解析結果 (検討用床応答曲線)	148	364

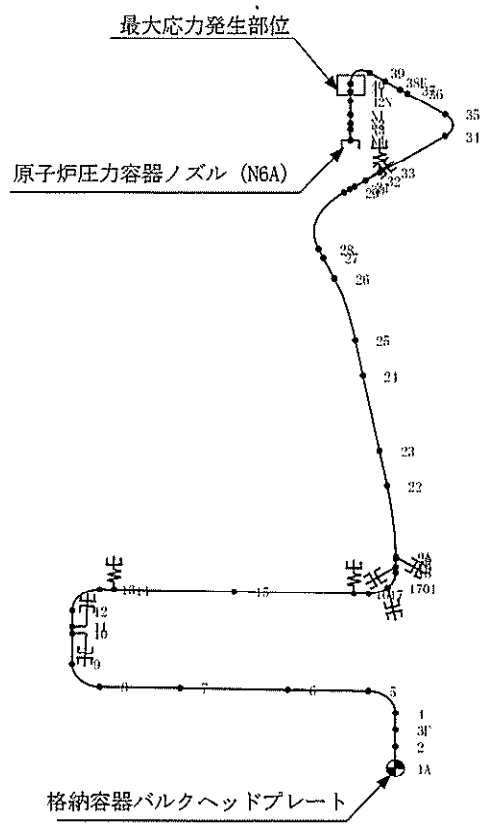


図 19 原子炉隔離時冷却系配管の最大応力発生部位

(b) 可燃性ガス濃度制御系配管

評価結果を表 12 に示すとともに、最大応力発生部位を図 20 に示す。現行の手法である設計用床応答曲線を用いた 20Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 124MPa に対して、検討用床応答曲線を用いて 50Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果は 134MPa であった。また 1.2ZPA を用いた静的解析による評価結果は 133MPa であった。

以上のとおり妥当性検討用として実施した評価結果は 134MPa となり、現行の手法による評価結果 133MPa に対して応力値は増加したものの、その増加は僅かであることが確認された。

表 12 可燃性ガス濃度制御系配管の評価結果

		1次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
現行の手法による評価結果	20Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (設計用床応答曲線)	124	363
	静的解析 (1.2ZPA)	133	
	包絡値	133	
妥当性 検討用	50Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (検討用床応答曲線)	134	363

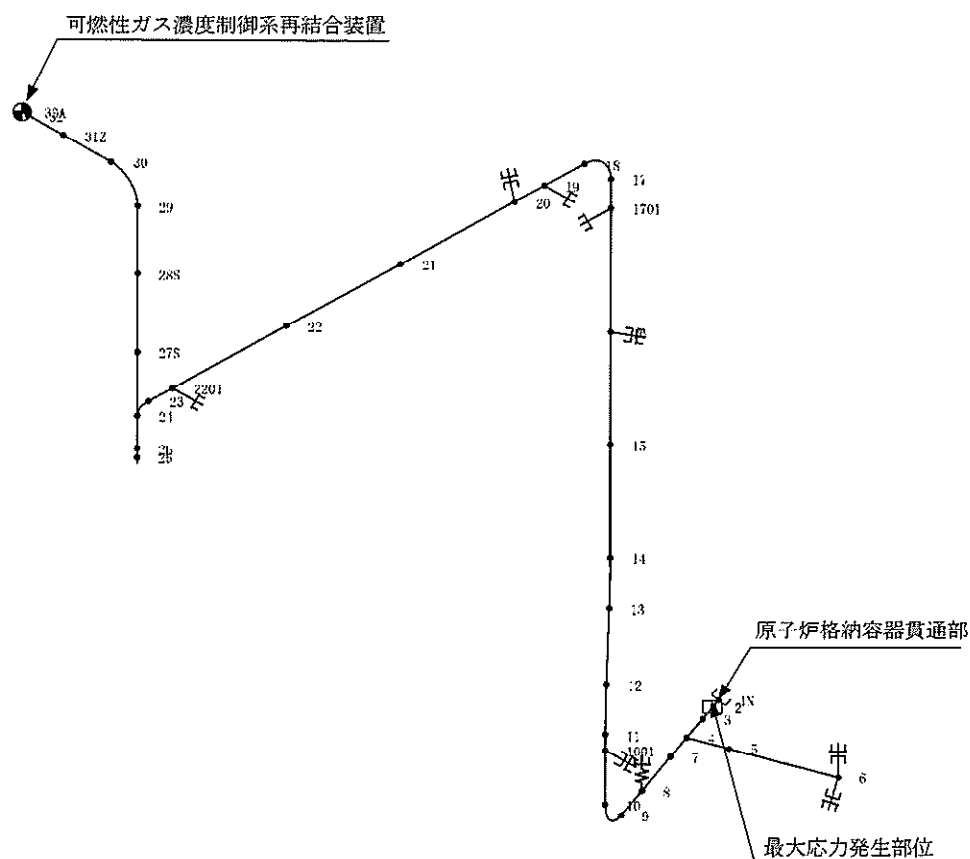


図 20 可燃性ガス濃度制御系配管の最大応力発生部位

(c) 残留熱除去系ポンプ

評価結果を表 13 に示すとともに、評価部位を図 21 に示す。

ボルト類については、現行の手法による評価結果として静的解析の評価が支配的な結果となり、動的解析として実施した 50Hz までの検討用床応答曲線を用いた地震応答解析結果を上回る結果となった。

バレルケーシング及びコラムパイプについては、現行手法による評価結果に対して妥当性検討応力値の増減はなかった。

以上のとおり、全ての評価部位において、現行の手法による評価結果が妥当性検討結果と同等又は上回る結果となった。



表 13 (1) 残留熱除去系ポンプボルト類の応力評価結果 (単位: MPa)

		基礎ボルト		ポンプ取付ボルト		原動機台取付ボルト		原動機取付ボルト	
		引張	せん断	引張	せん断	引張	せん断	引張	せん断
現行の手法による評価結果	20Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (設計用床応答曲線)	-*1	1	1	1	6	3	-*1	2
	静的解析 (1.2ZPA)	9	10	6	4	18	10	16	8
	包絡値	9	10	6	4	18	10	16	8
検討用妥当性	50Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (検討用床応答曲線)	8	3	5	1	15	5	16	6
許容応力		185	142	444	342	156	120	185	142

\* 1 転倒モーメントの関係から応力が発生しない。

表 13 (2) 残留熱除去系ポンプバレルケーシングとコラムパイプの応力評価結果 (単位: MPa)

		バレルケーシング	コラムパイプ
		一次一般膜応力	一次一般膜応力
現行の手法による評価結果	20Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (設計用床応答曲線)	59	24
	静的解析 (1.2ZPA)	59	24
	包絡値	59	24
検討用妥当性	50Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果 (検討用床応答曲線)	59	24
許容応力		223	223

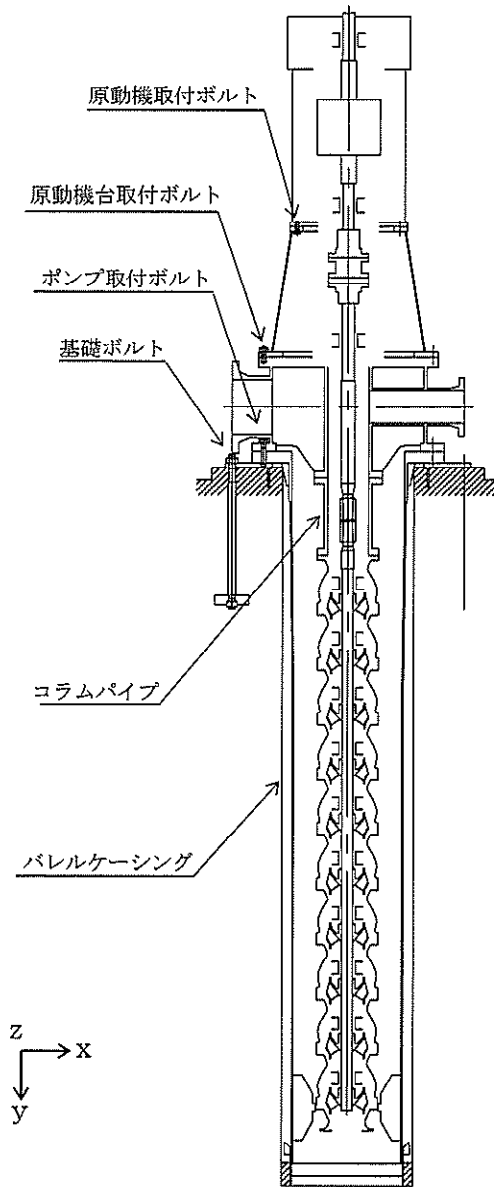


図 21 残留熱除去系ポンプの評価部位

以上のとおり、原子炉隔離時冷却系配管及び可燃性ガス濃度制御系配管、残留熱除去系ポンプともに現行の手法による評価結果に対して、妥当性検討として実施した 50Hz までの領域を考慮した地震応答解析結果による応力値の増加は僅かであった。

応力値の増加が僅かである理由としては、図 10 変位応答スペクトルで示したように、高振動数側では応答変位が小さく、機器に発生する応力への寄与は、低振動数側と比較しても相対的に小さくなるため、20Hz 未満の振動数領域での応力が支配的となり、20Hz 以上の振動数領域を考慮しても有意な応力の上昇が現れなかったものと考えられる。

(4) まとめ

現行手法の妥当性検討として、20Hz 近傍に卓越する応答を有する床応答スペクトルを適用する原子炉隔離時冷却系配管及び 20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する可燃性ガス濃度制御系配管及び残留熱除去系ポンプを対象に地震応答解析を実施した(表 14 参照)。

表 14 妥当性検討に用いた対象設備

対象設備	説明
原子炉隔離時冷却系配管	20Hz 近傍に卓越する応答を示す原子炉格納容器の床応答スペクトルを適用する設備として選定した。
可燃性ガス濃度制御系配管	20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する設備として選定した。1 次固有振動数 <input type="text"/> Hz, 2 次固有振動数 <input type="text"/> Hz であり, 現行手法では 1 次固有振動数のみ考慮される。
残留熱除去系ポンプ	20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する設備として選定した。1 次固有振動数 15.04Hz, 2 次固有振動数 25.15Hz であり, 現行手法では 1 次固有振動数のみ考慮される。

解析結果のまとめを表 15 に示す。現行手法の発生応力に対して、妥当性検討のために実施した発生応力は、原子炉隔離時冷却系配管で 2MPa の増加、可燃性ガス濃度制御系で 1MPa の増加、残留熱除去系ポンプでは同等又は下回ることが確認できた。

原子炉隔離時冷却系配管は、現行手法の発生応力に対して、妥当性検討による発生応力の増加が確認されたものの、1 次の固有振動数が比較的柔側に位置し、3 次モード以降の応答影響が少なく、動的解析結果同士での比較についても応力の増分は僅かであった。

また、可燃性ガス濃度制御系配管における動的解析結果同士での比較では、現行手法の発生応力 124MPa に対して、妥当性検討の発生応力は 134MPa となり 10MPa の増加が認められたものの、20Hz より高振動数領域への影響を考慮可能な静的解析では、妥当性検討の同等の発生応力として 133MPa を算出することが確認できた。

可燃性ガス濃度制御系配管は、スペクトルモード解析を適用する設備として、1 次固有振動数が 20Hz に近い配管系であり、解析にて考慮される次数として 1 次のみであり、一般的には、原子炉隔離時冷却系配管のように多次のモードを考慮することから、可燃性ガス濃度制御系配管は極めて稀な振動モードを有する解析ケースとなる。

残留熱除去系ポンプのボルト類は、動的解析結果同士での比較では応力値の増加が認められたものの、静的解析の結果が支配的であり、現行手法の発生応力が上回ることが確認された。バレルケーシング及びコラムパイプは、現行手法による発生応力から増加することはなかった。

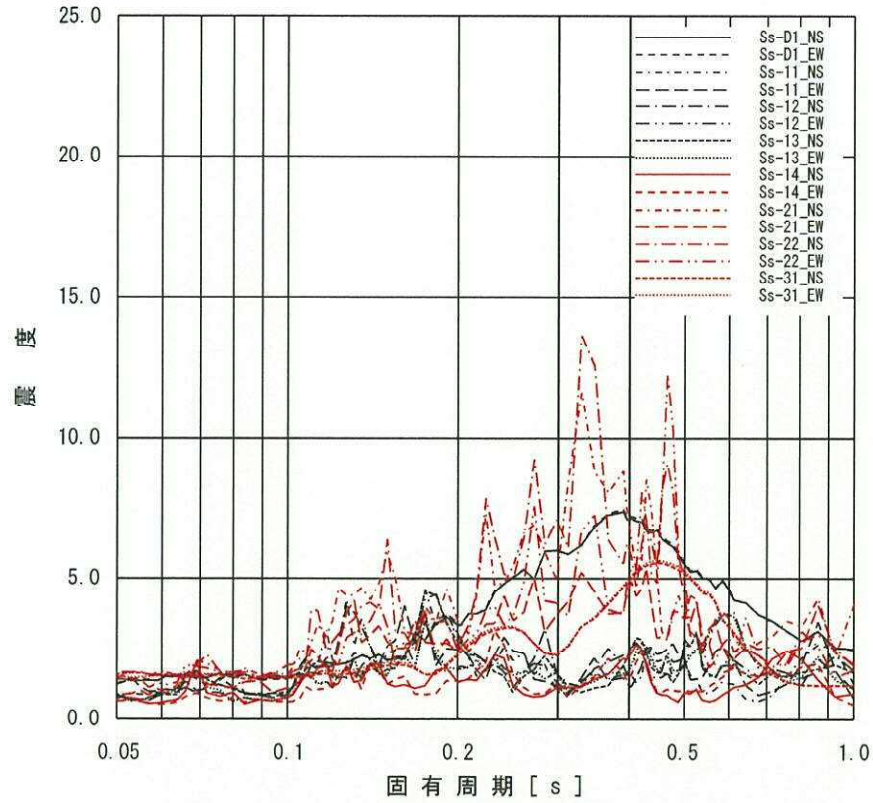
以上のとおり現行手法の評価に対して、解析評価上において厳しくなる観点から検討対象として抽出した設備に対して発生応力の増加が僅かであること、更に変位応答スペクトルで示したように、高振動数側では応答変位が小さく、配管に発生する応力への寄与は、低振動数側と比較しても相対的に小さくなることを踏まえれば、現行手法で実施

することは妥当と考える。

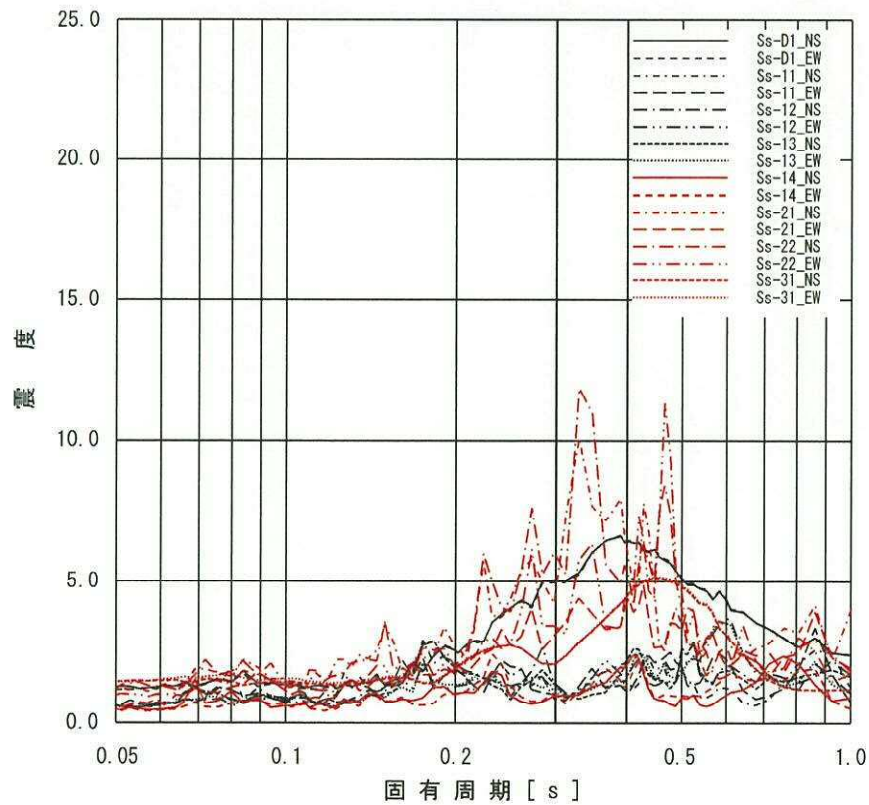
表 15 現行手法及び妥当性検討の評価結果まとめ

対象設備	発生応力 (MPa)		許容応力 (MPa)
	現行手法	妥当性検討	
原子炉隔離時 冷却系配管	146 〔動的解析：146〕 〔静的解析：94〕	148	364
可燃性ガス濃度 制御系配管	133 〔動的解析：124〕 〔静的解析：133〕	134	363
残留熱除去系ポンプ* バレルケーシング	59 〔動的解析：59〕 〔静的解析：59〕	59	223

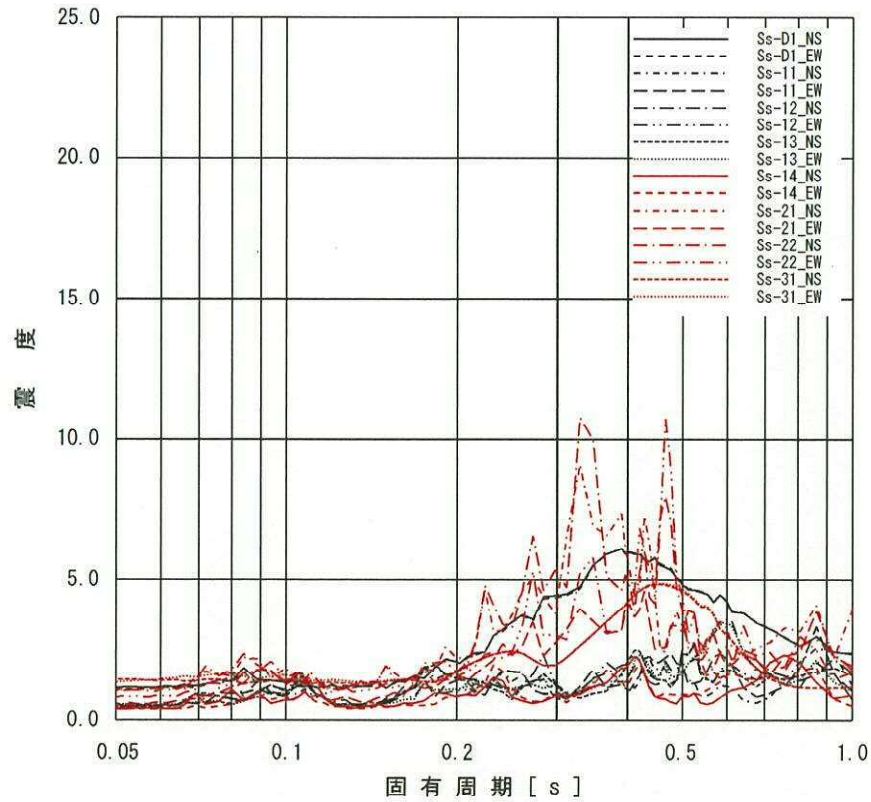
\* 裕度が最も小さい評価項目について記載



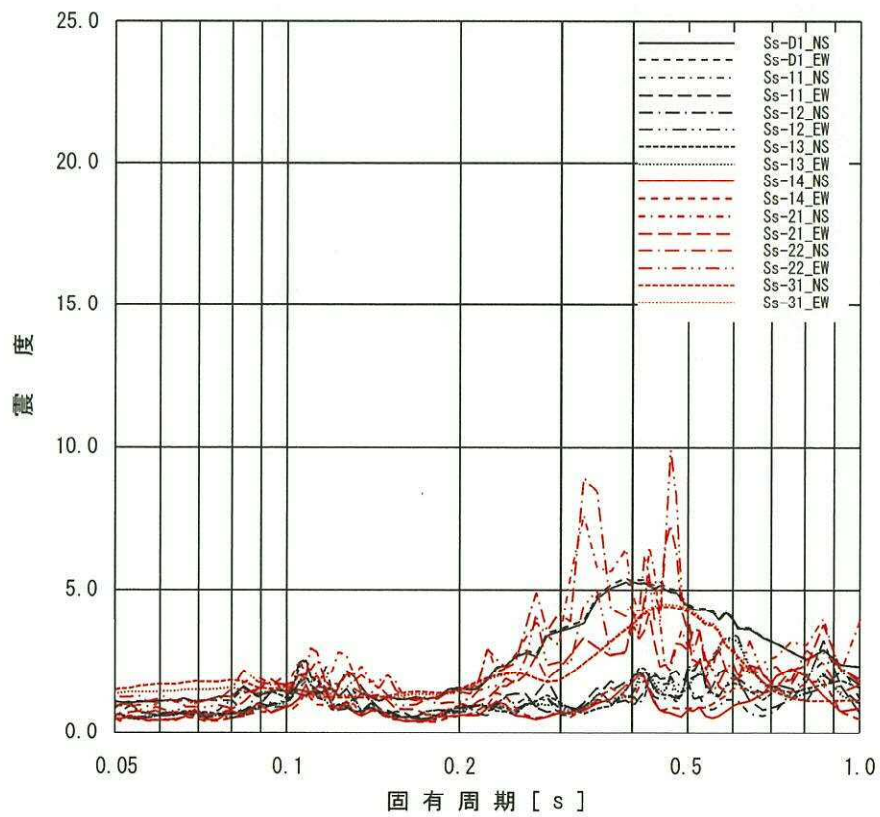
添付図 1(1) 原子炉建屋 (EL. 46.5m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 1(2) 原子炉建屋 (EL. 38.8m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

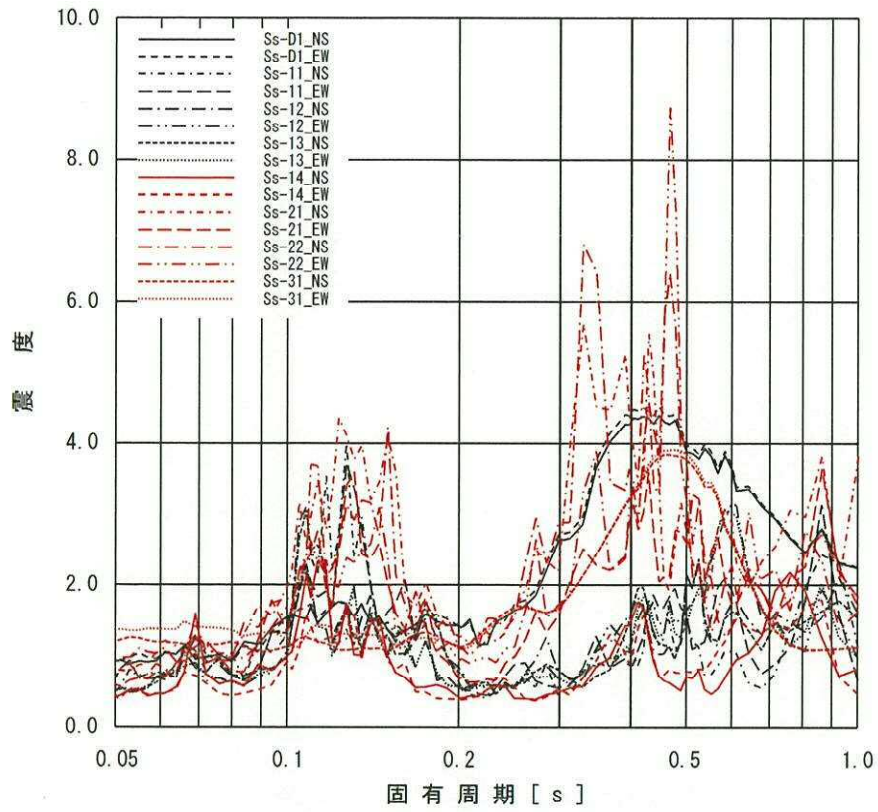


添付図 1(3) 原子炉建屋 (EL. 34.7m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

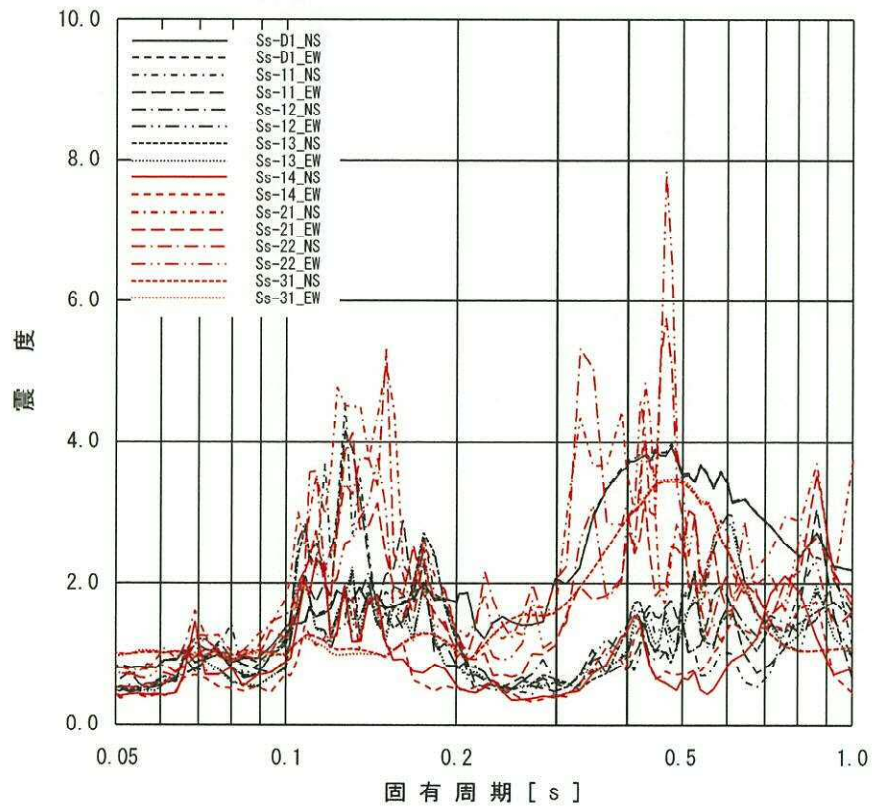


添付図 1(4) 原子炉建屋 (EL. 29.0m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



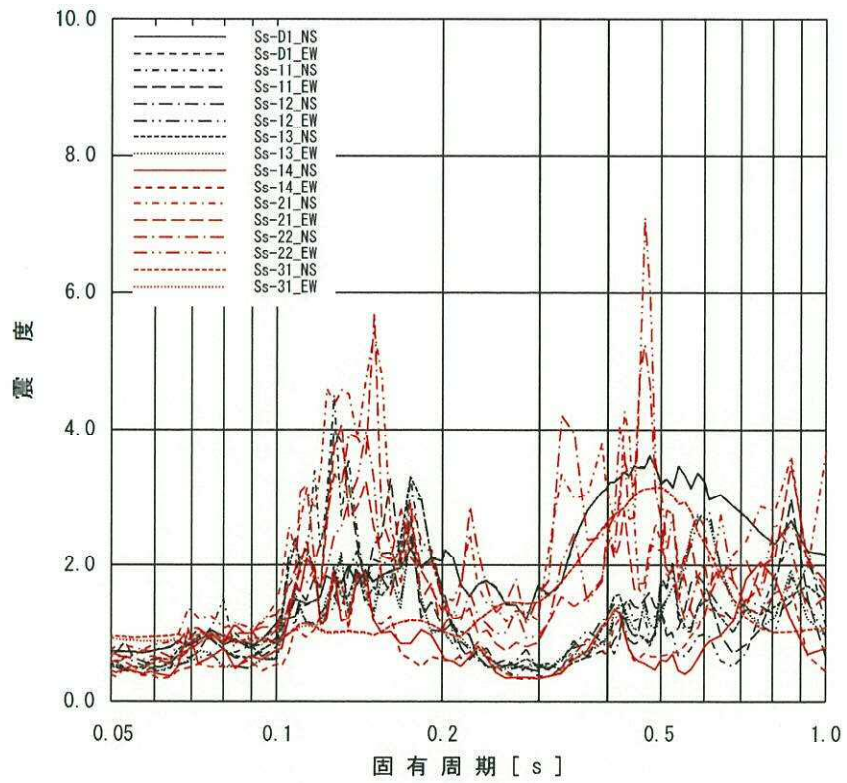


添付図 1(5) 原子炉建屋 (EL. 20.3m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

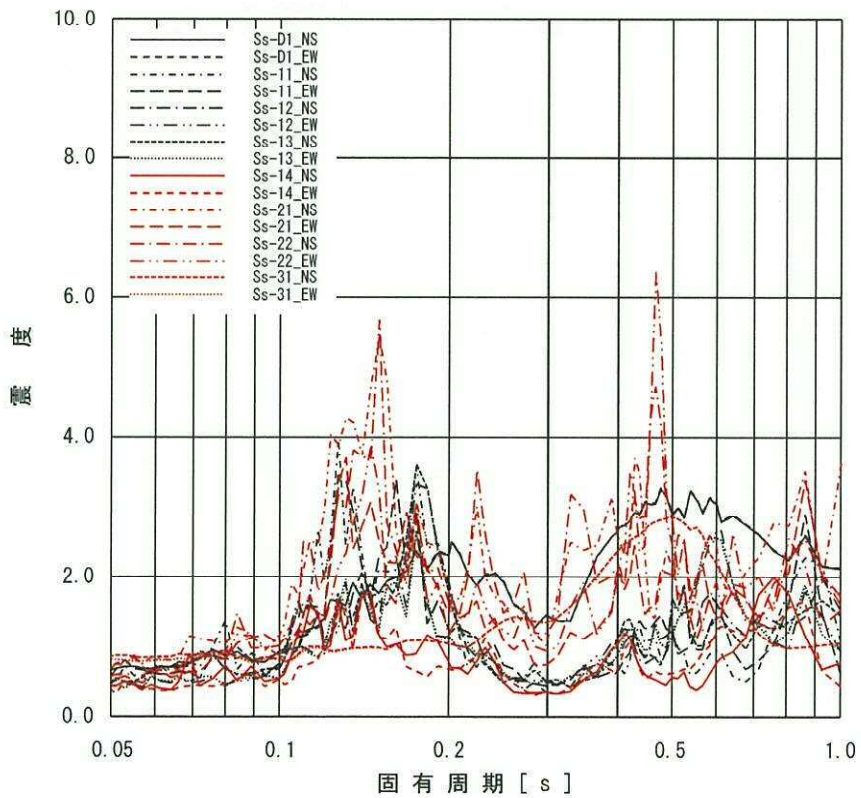


添付図 1(6) 原子炉建屋 (EL. 14.0m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

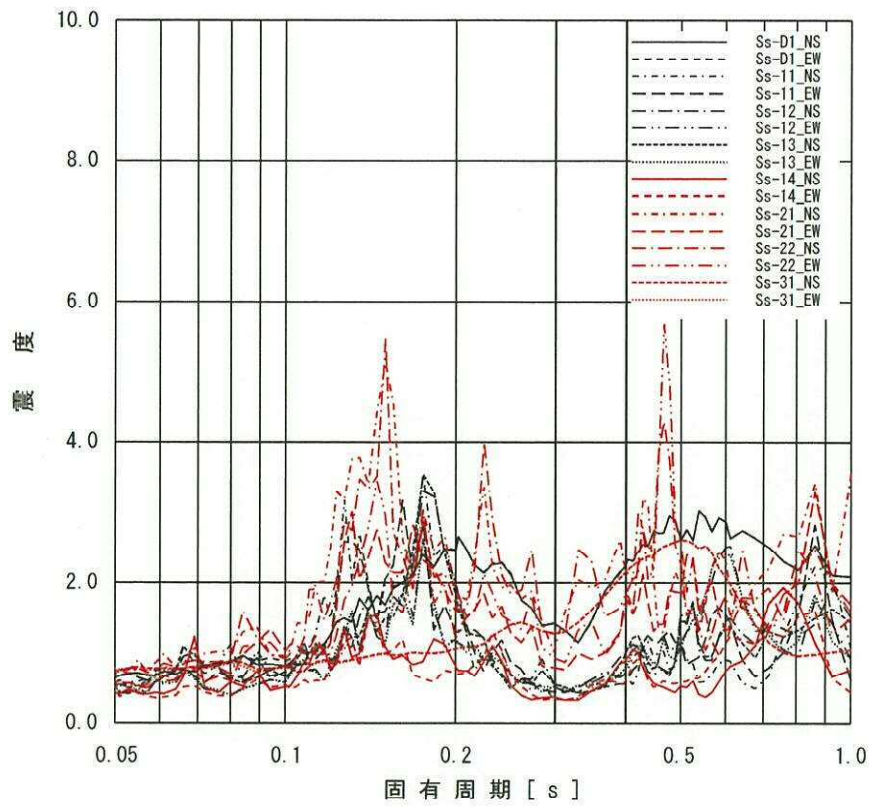




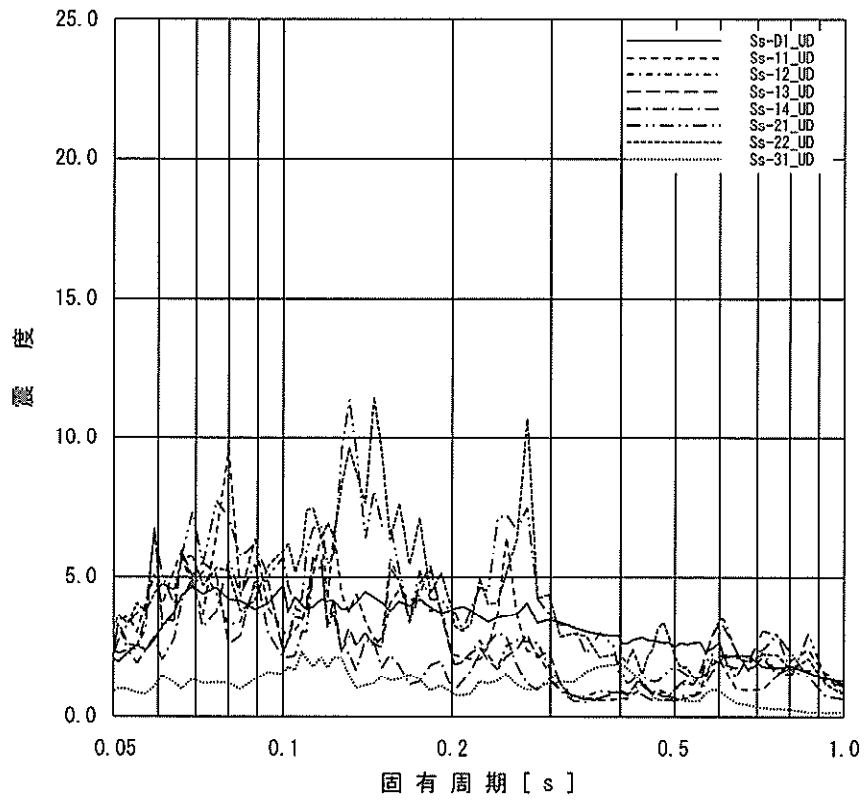
添付図 1(7) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



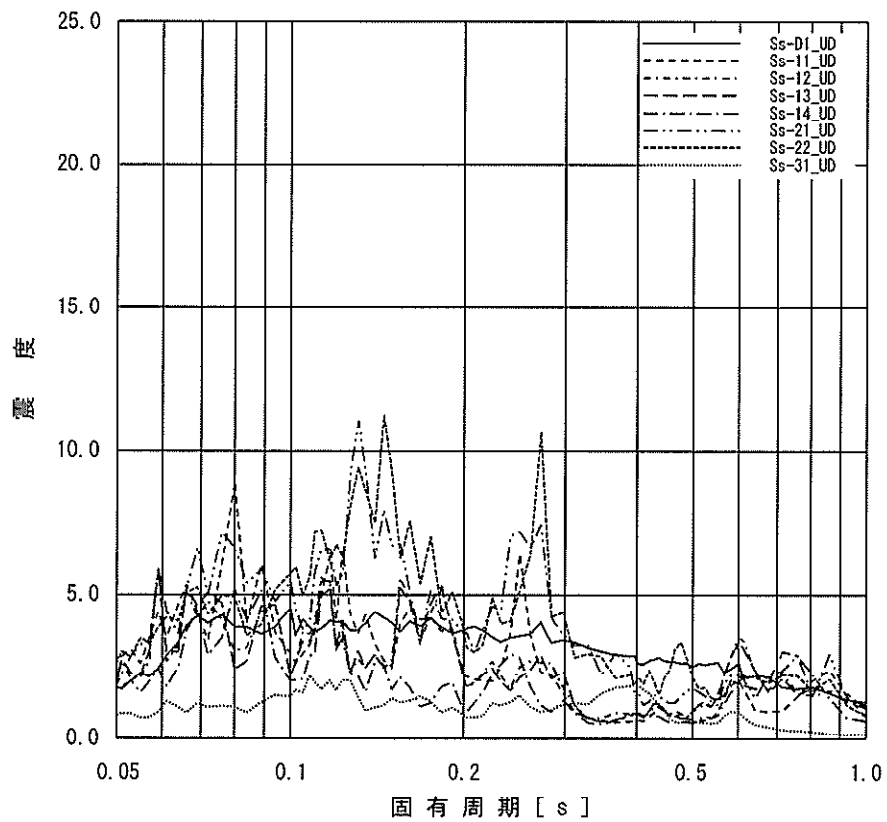
添付図 1(8) 原子炉建屋 (EL. 2.0m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



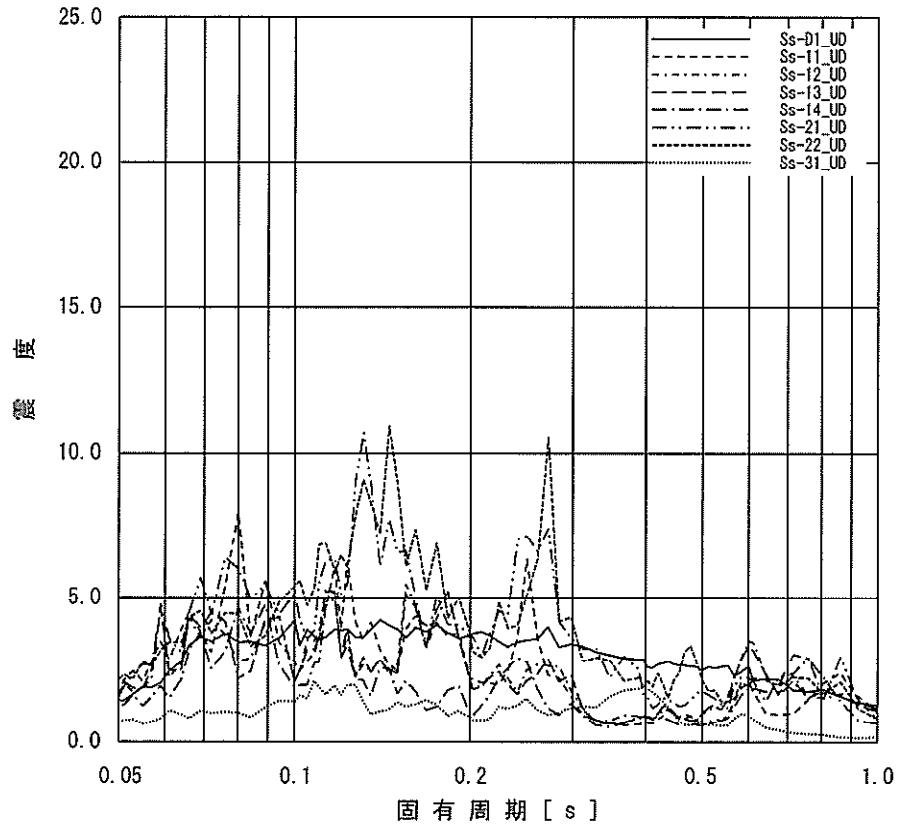
添付図 1(9) 原子炉建屋 (EL. -4.0m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



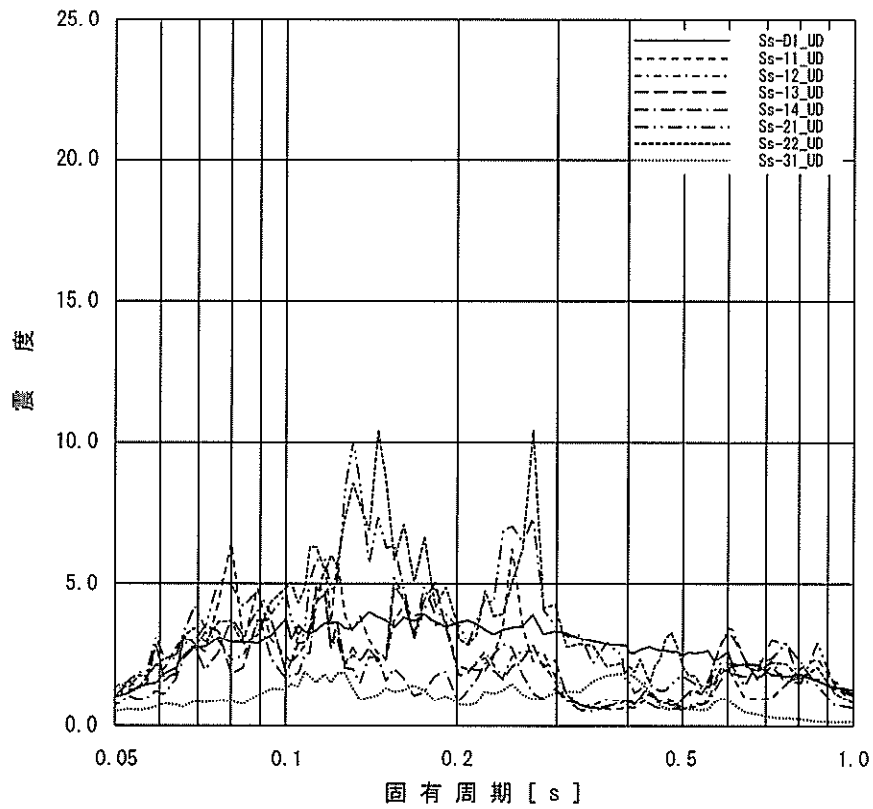
添付図 2(1) 原子炉建屋 (EL. 46.5m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



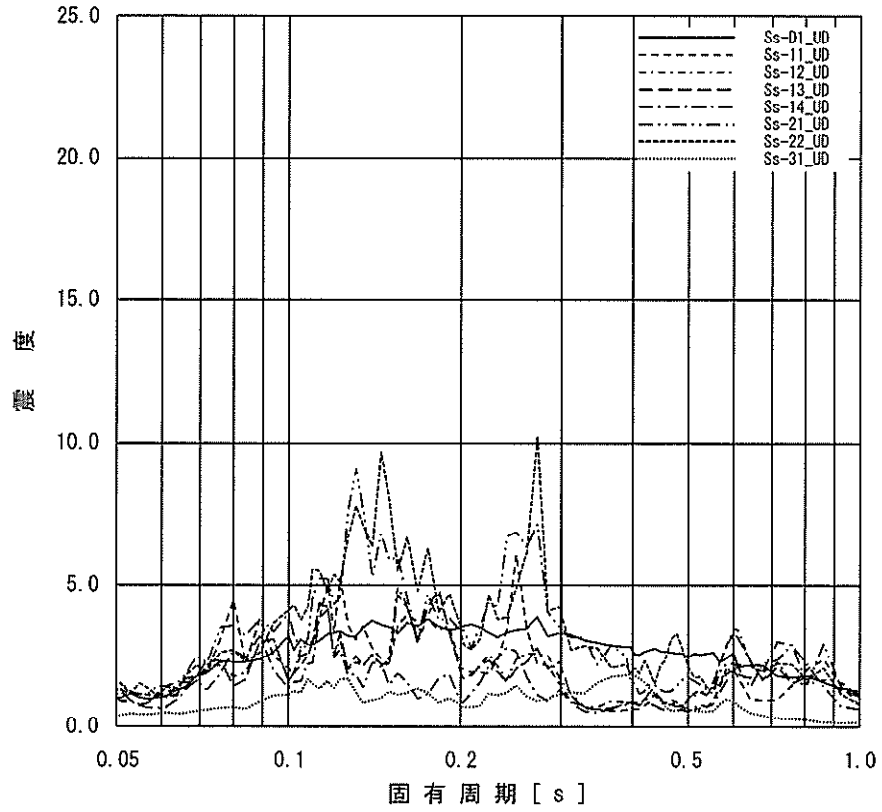
添付図 2(2) 原子炉建屋 (EL. 38.8m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



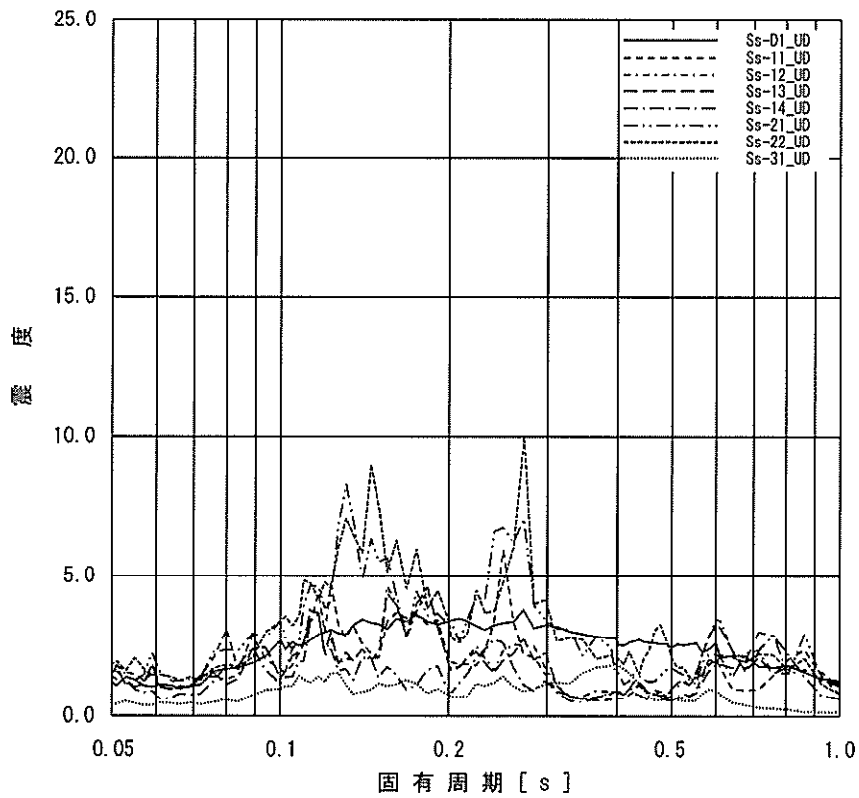
添付図 2(3) 原子炉建屋 (EL. 34.7m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



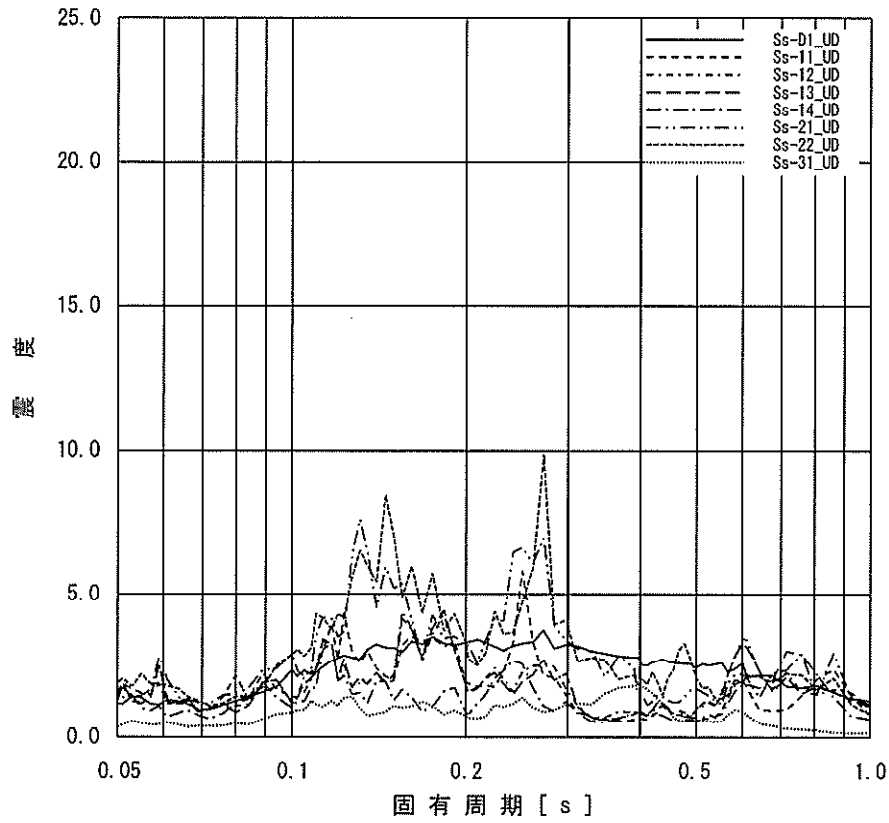
添付図 2(4) 原子炉建屋 (EL. 29.0m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



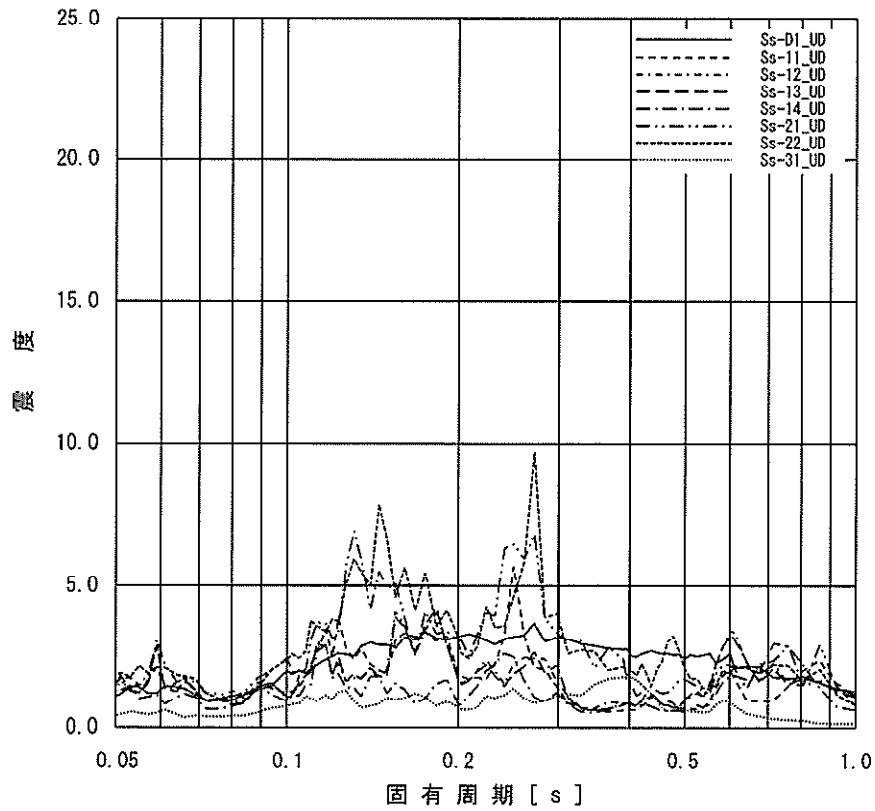
添付図 2(5) 原子炉建屋 (EL. 20.3m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



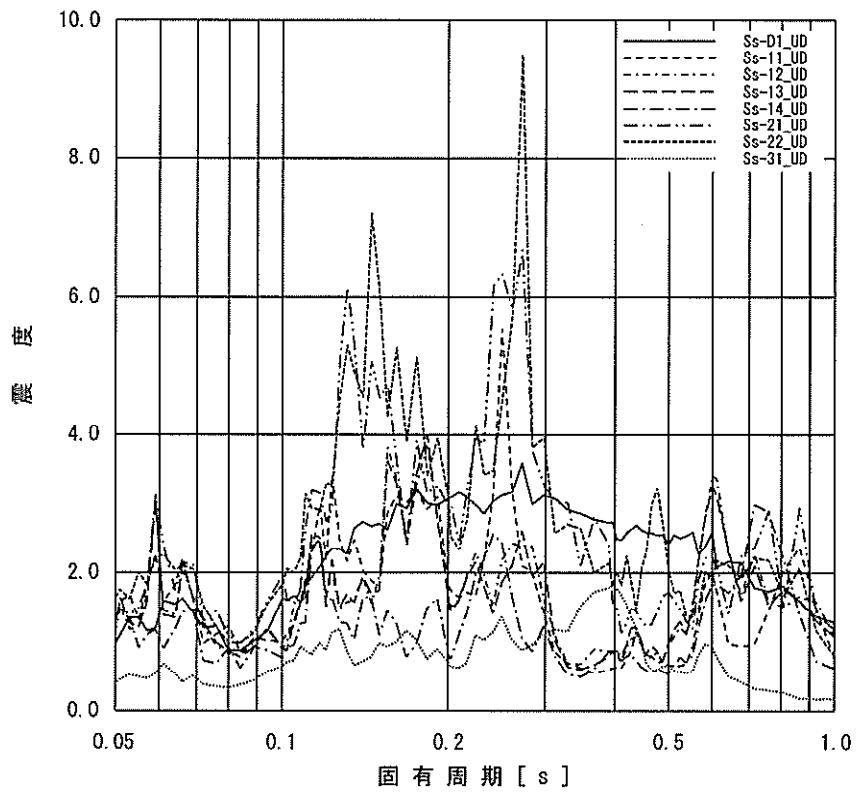
添付図 2(6) 原子炉建屋 (EL. 14.0m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



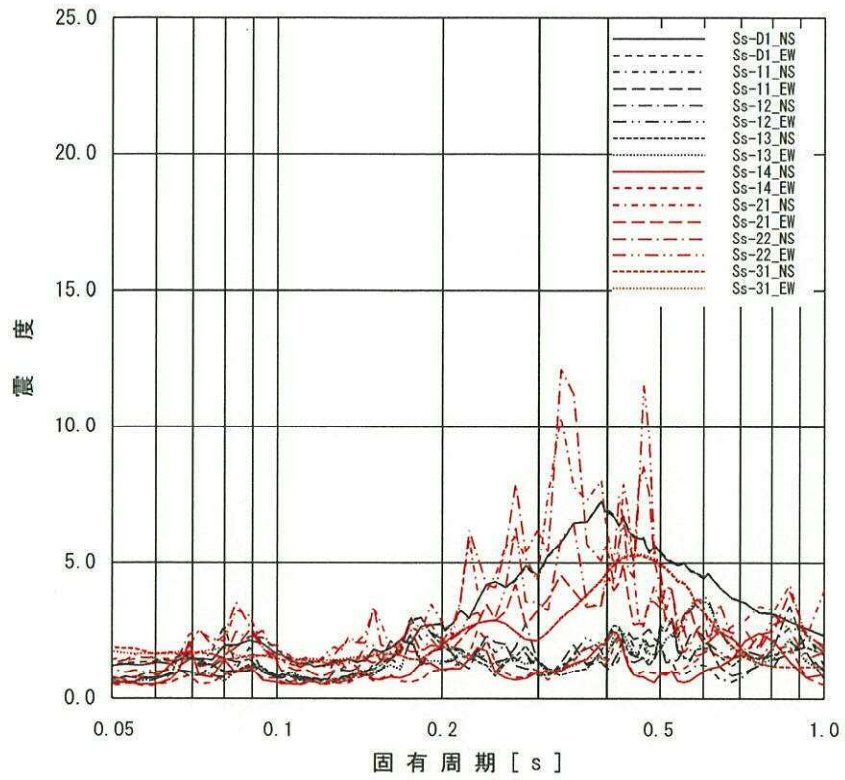
添付図 2(7) 原子炉建屋 (EL. 8.2m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



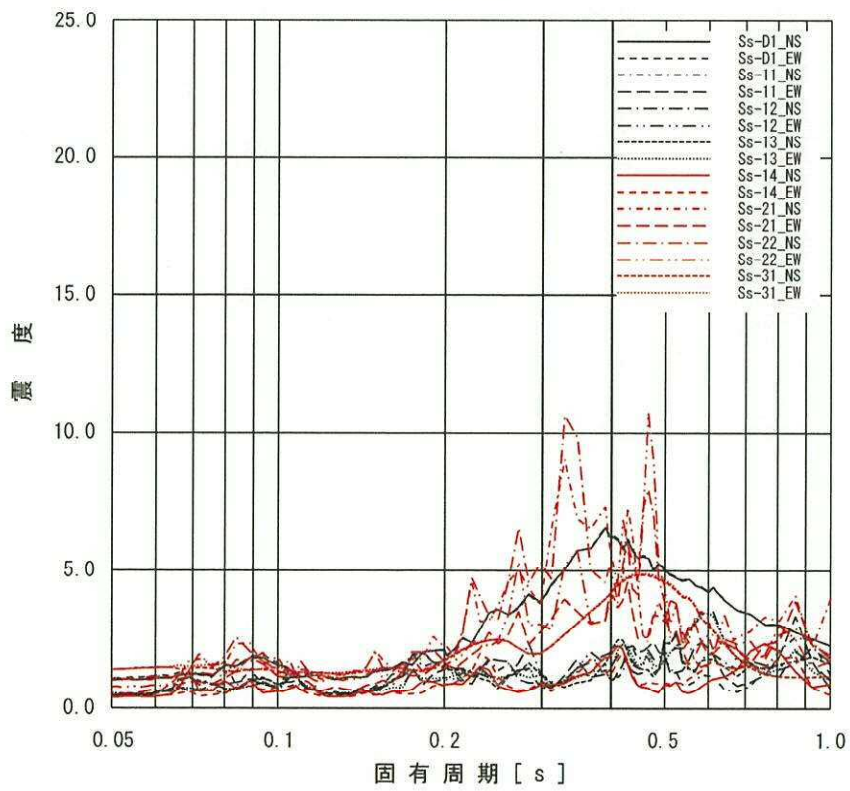
添付図 2(8) 原子炉建屋 (EL. 2.0m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 2(9) 原子炉建屋 (EL. -4.0m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

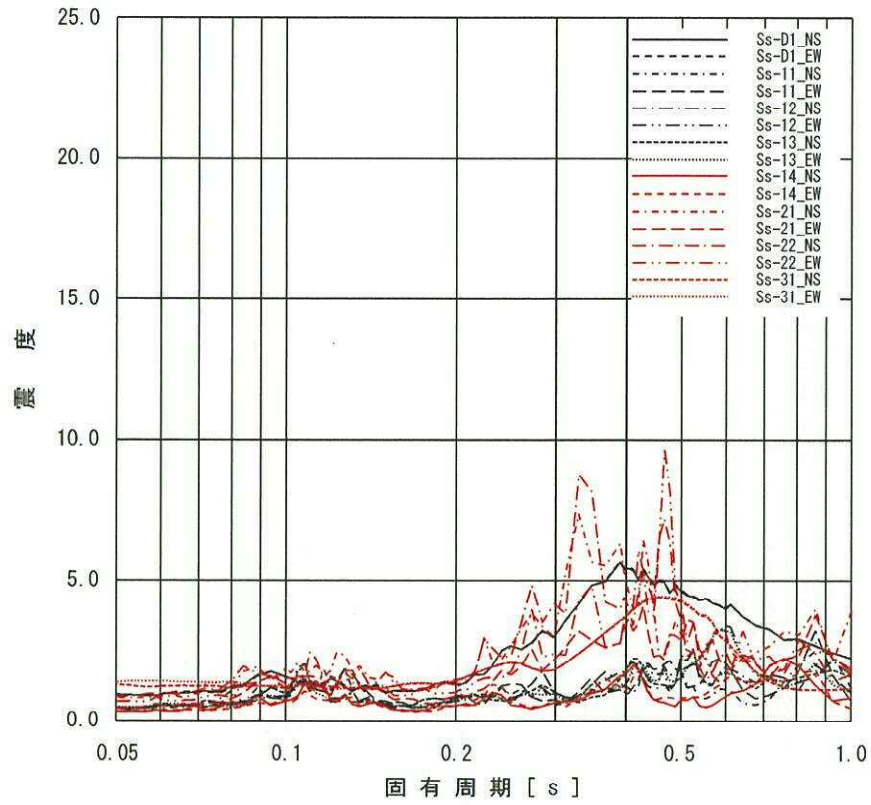


添付図 3(1) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

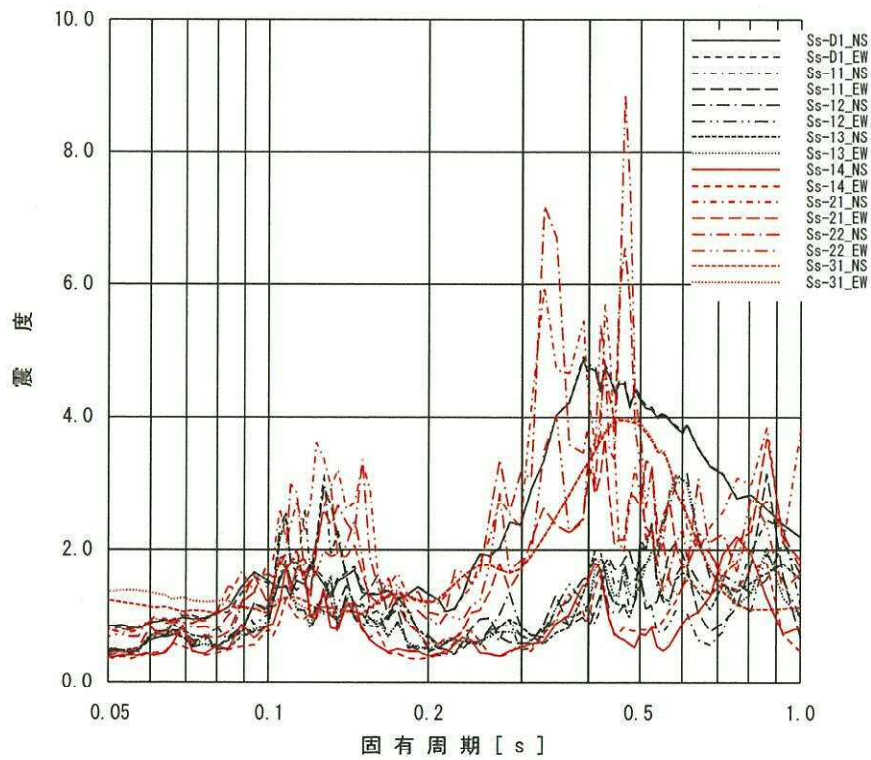


添付図 3(2) 原子炉格納容器 (EL. 33.431m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

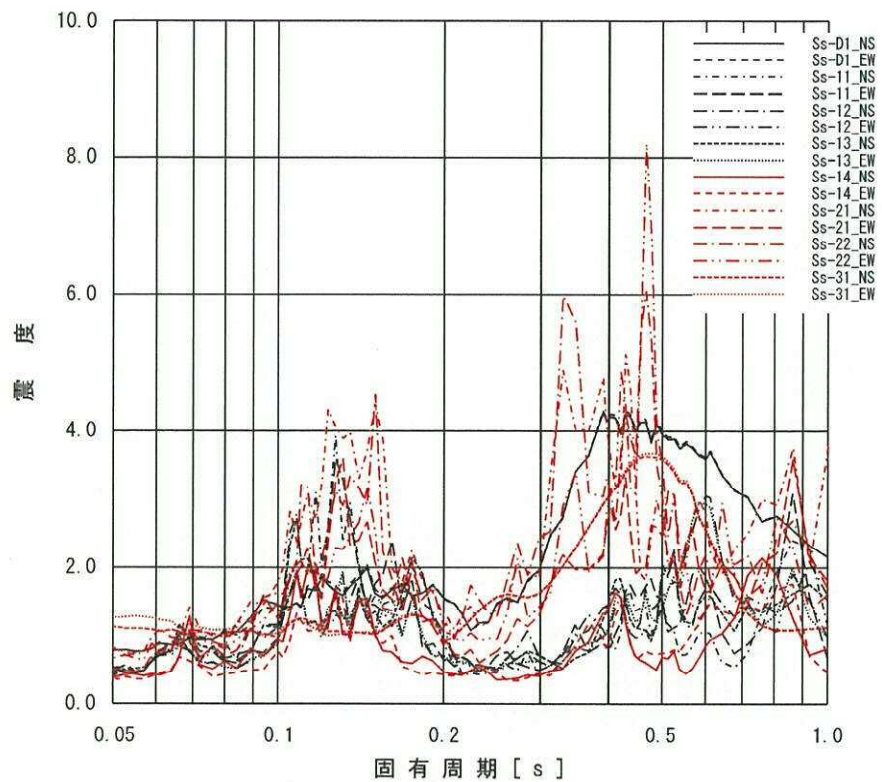




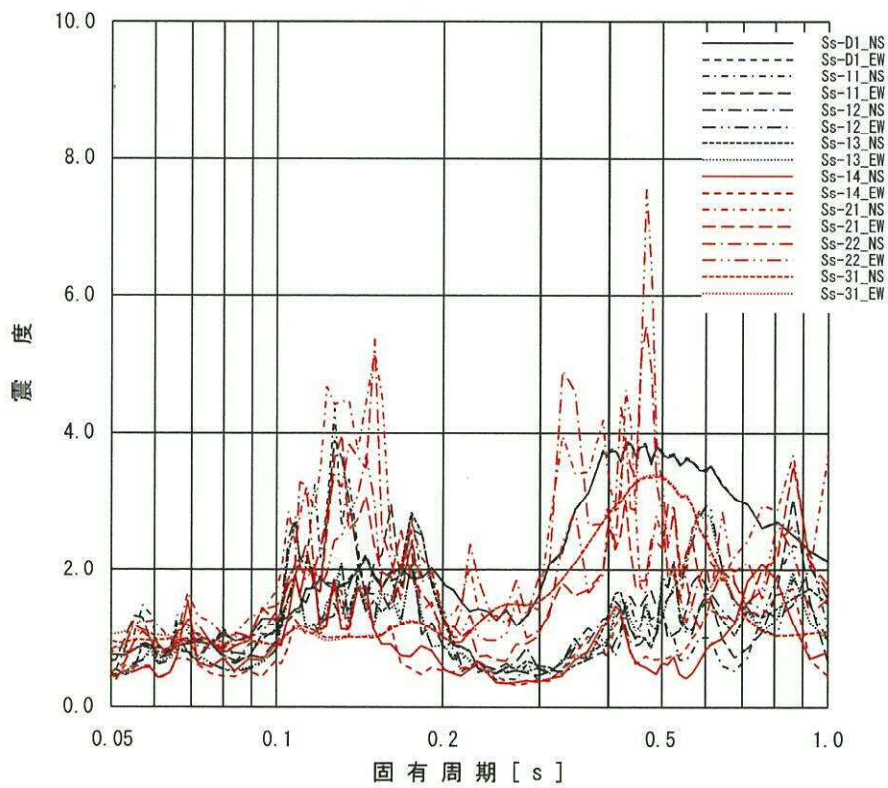
添付図 3(3) 原子炉格納容器 (EL. 27.432m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



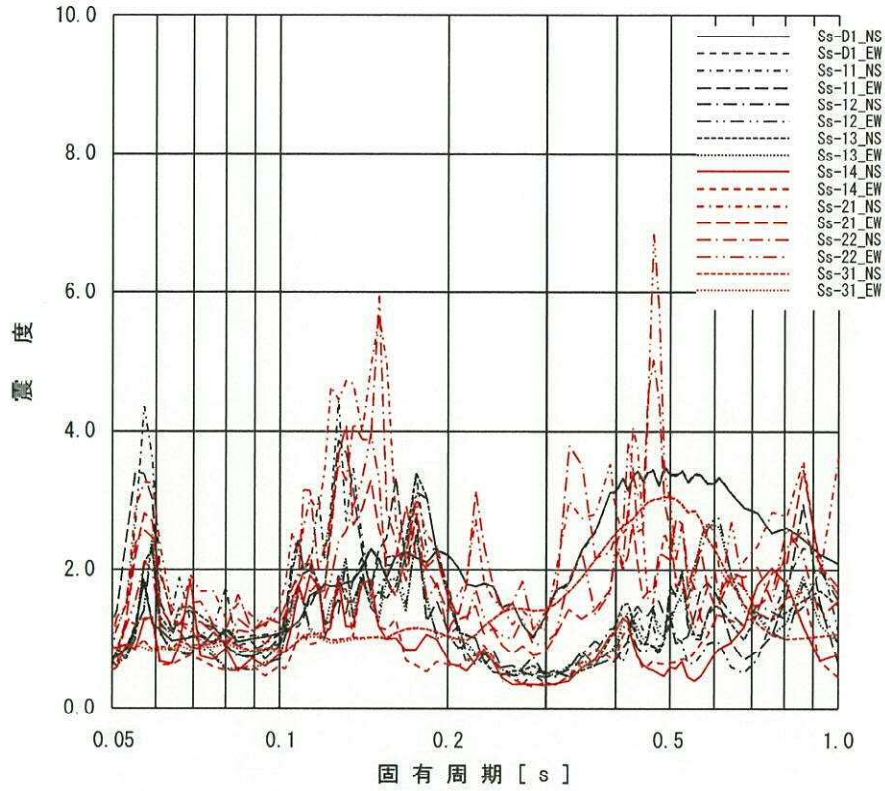
添付図 3(4) 原子炉格納容器 (EL. 21.420m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



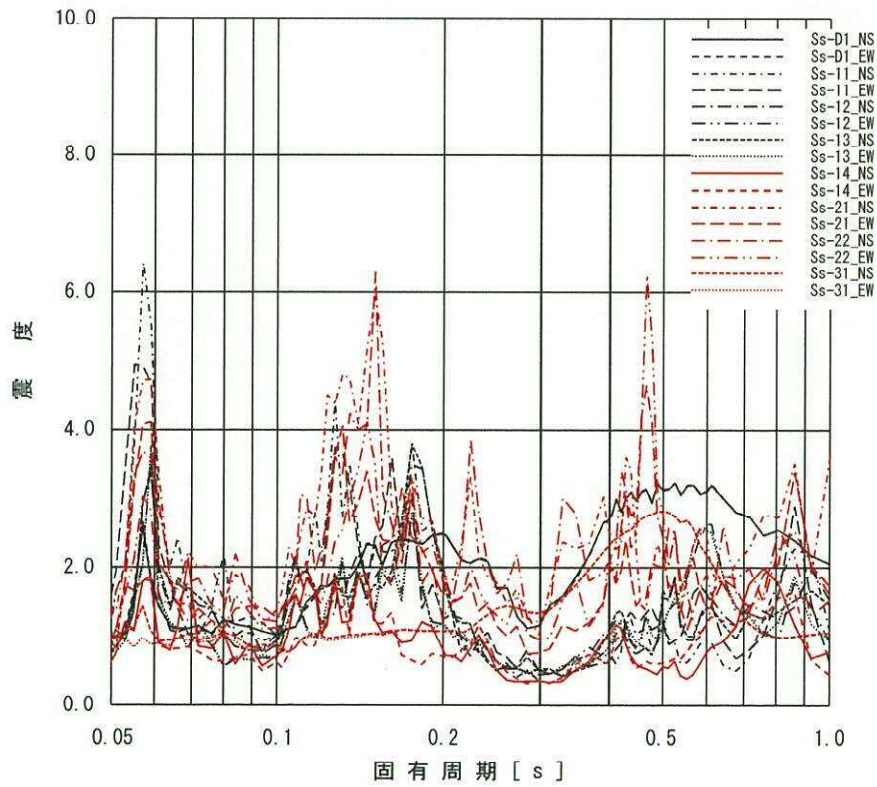
添付図 3(5) 原子炉格納容器 (EL. 16.319m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



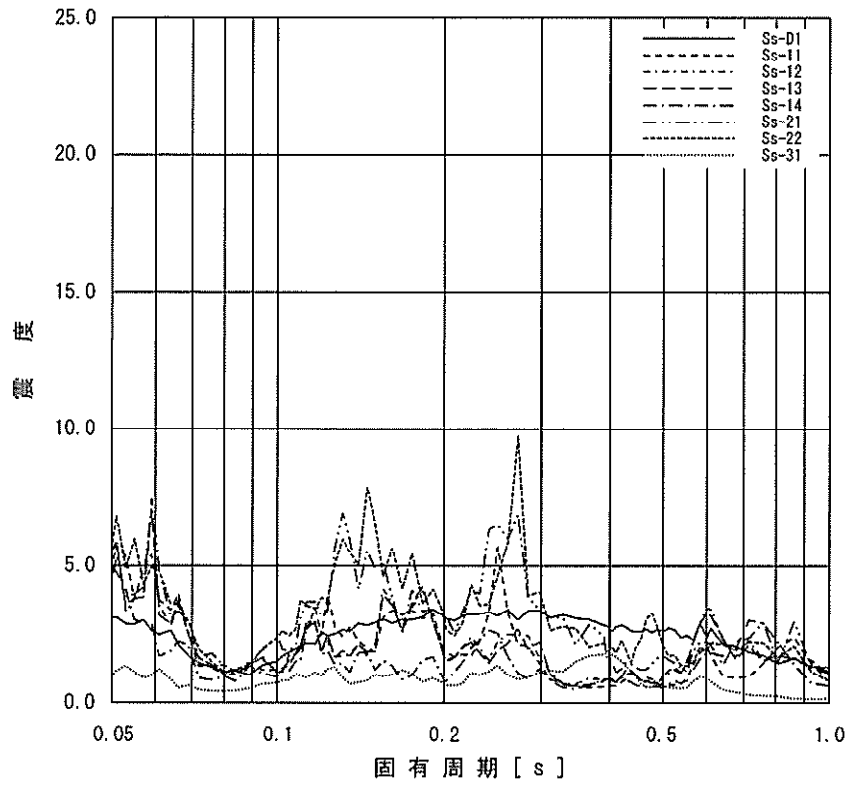
添付図 3(6) 原子炉格納容器 (EL. 11.191m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



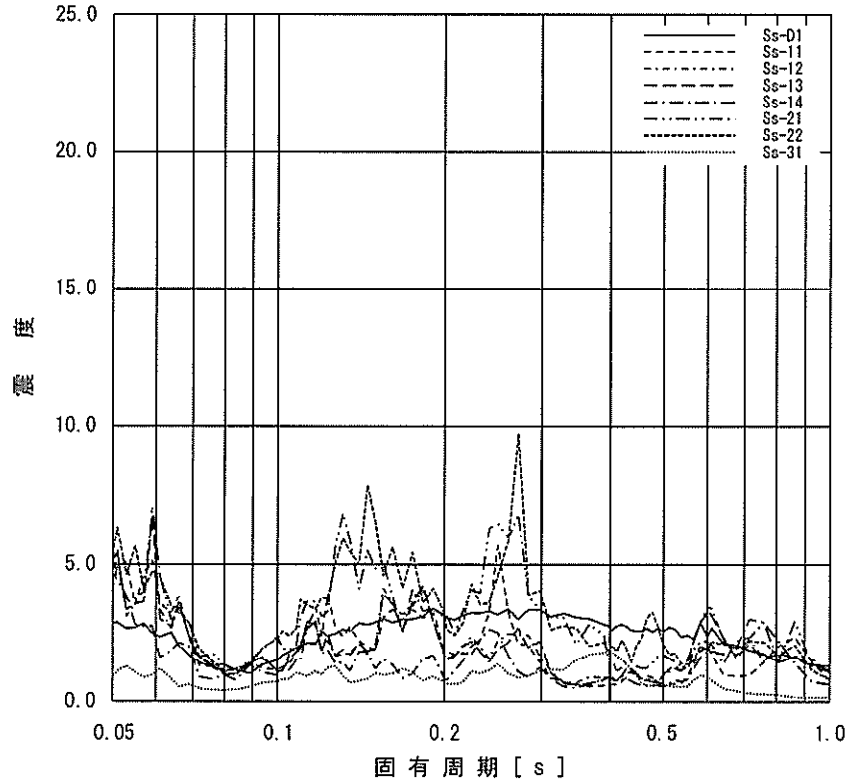
添付図 3(7) 原子炉格納容器 (EL. 5.141m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



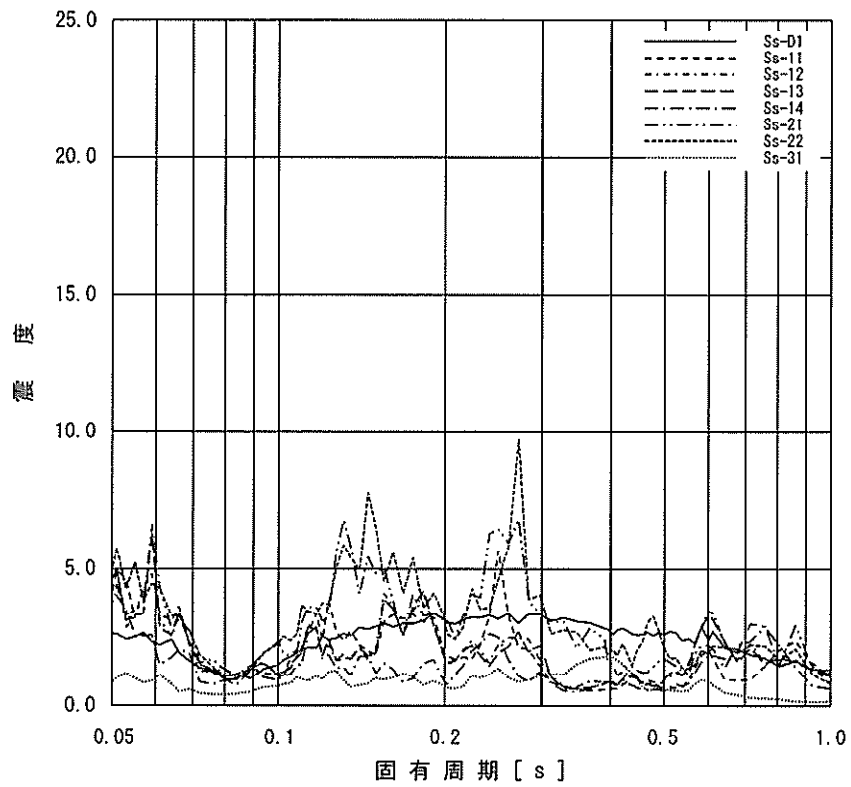
添付図 3(8) 原子炉格納容器 (EL. -0.013m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



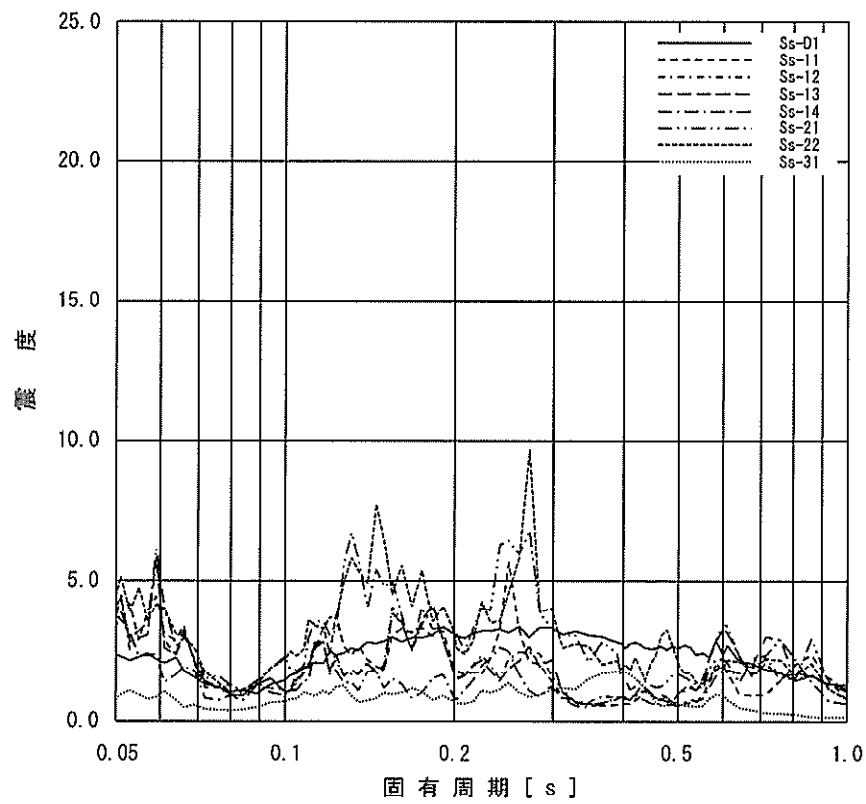
添付図 4(1) 原子炉格納容器 (EL. 39.431m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 4(2) 原子炉格納容器 (EL. 33.431m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

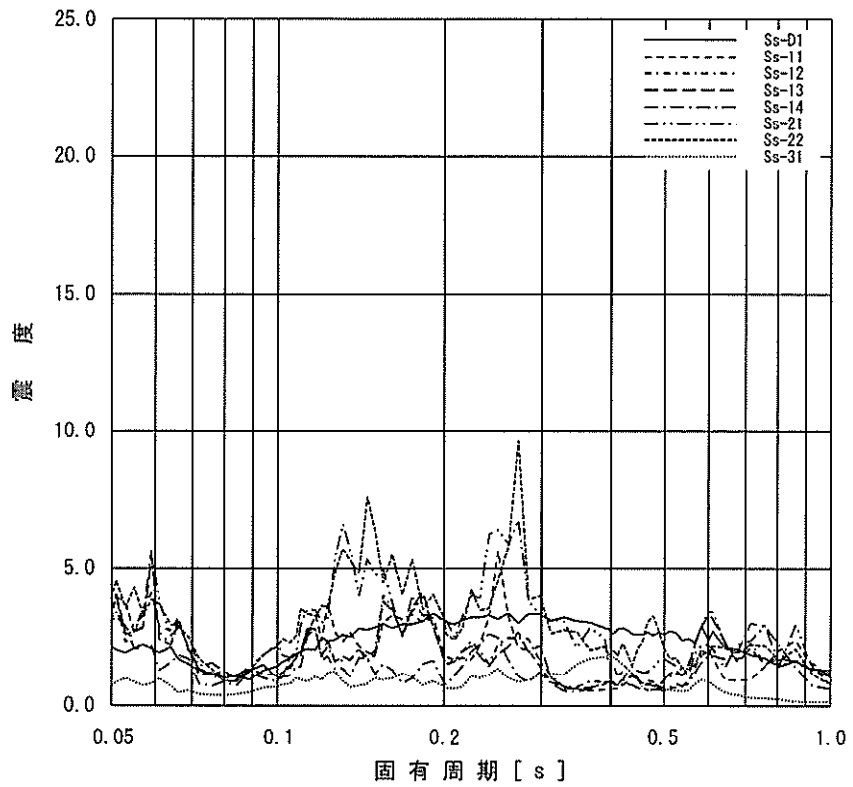


添付図 4(3) 原子炉格納容器 (EL. 27.432m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

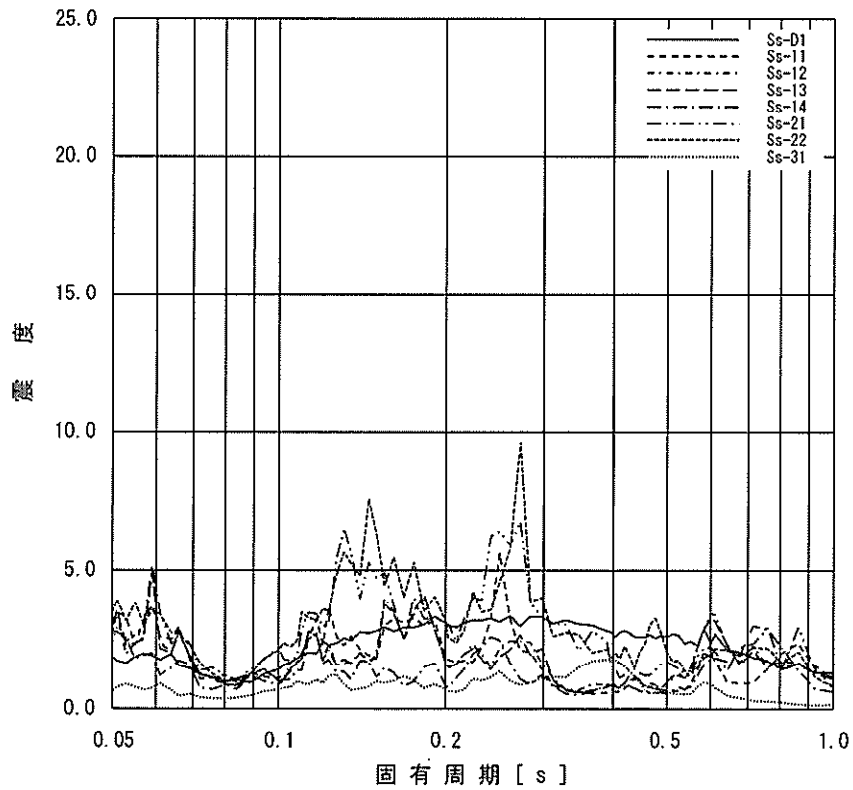


添付図 4(4) 原子炉格納容器 (EL. 21.420m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

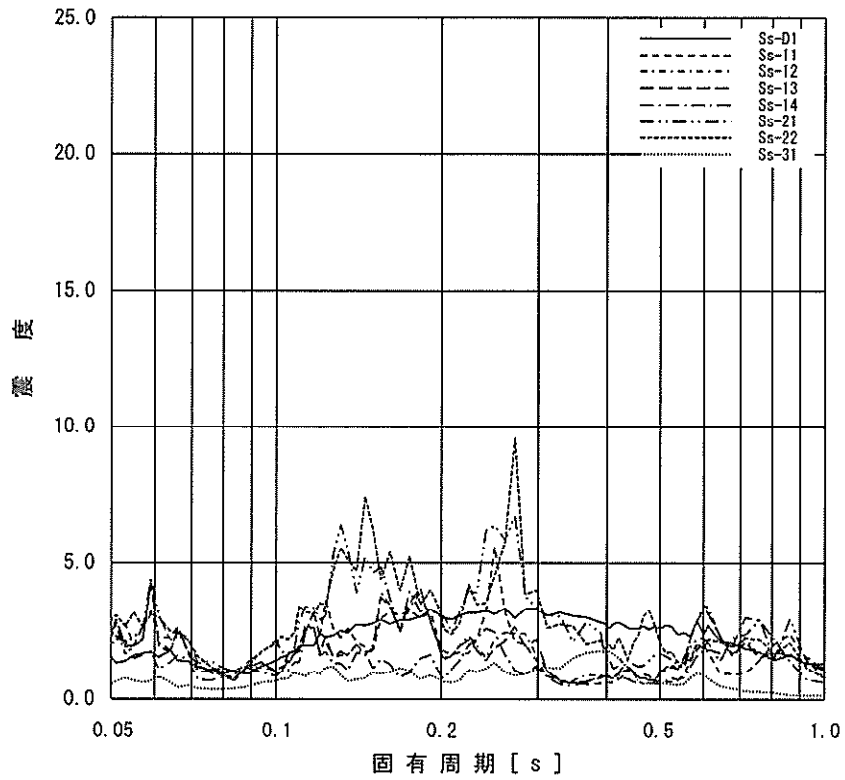




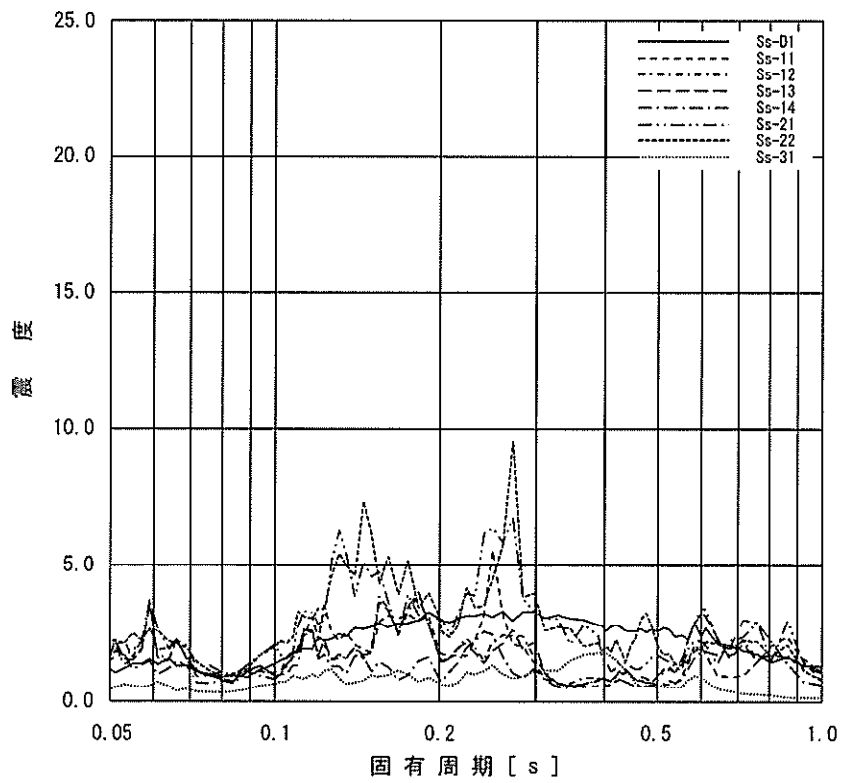
添付図 4(5) 原子炉格納容器 (EL. 16.319m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



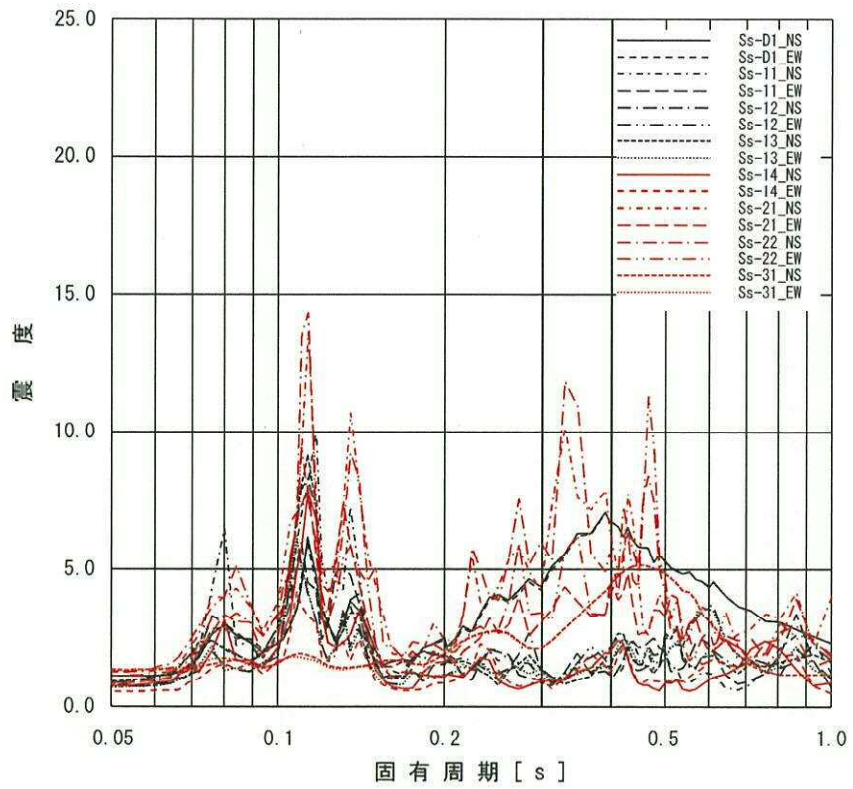
添付図 4(6) 原子炉格納容器 (EL. 11.191m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



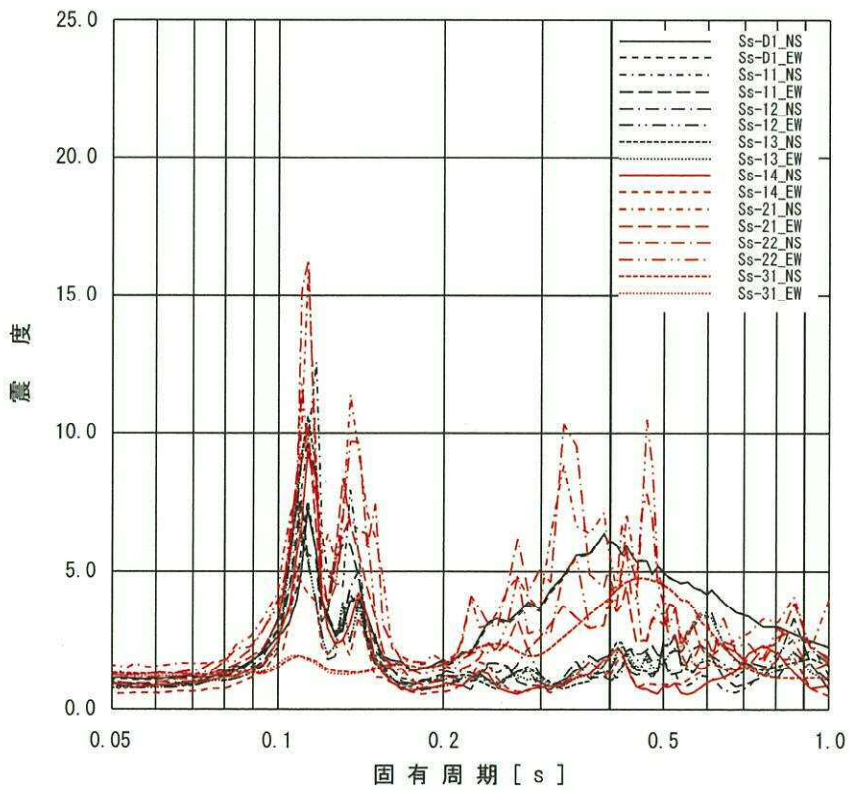
添付図 4(7) 原子炉格納容器 (EL. 5.141m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 4(8) 原子炉格納容器 (EL. -0.013m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

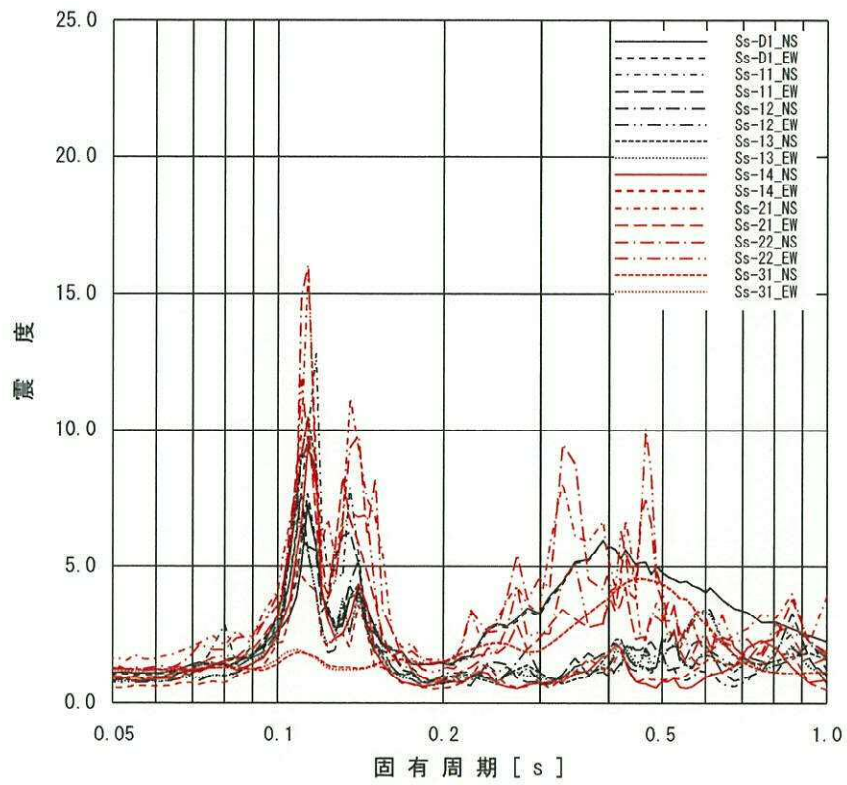


添付図 5(1) 原子炉遮蔽 (EL. 34.643m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

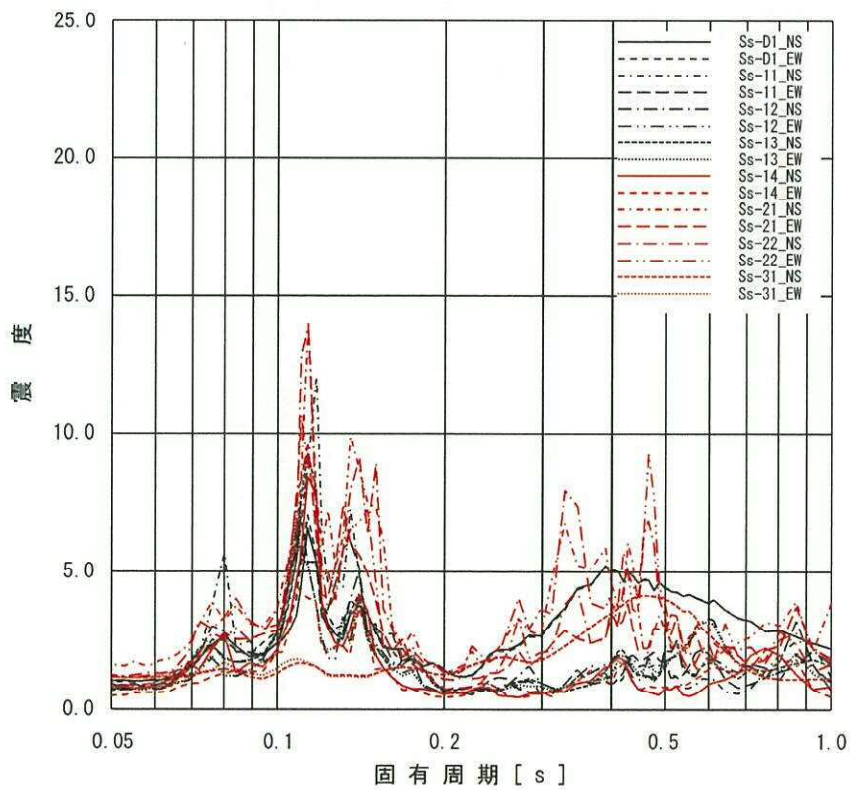


添付図 5(2) 原子炉遮蔽 (EL. 28.308m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)

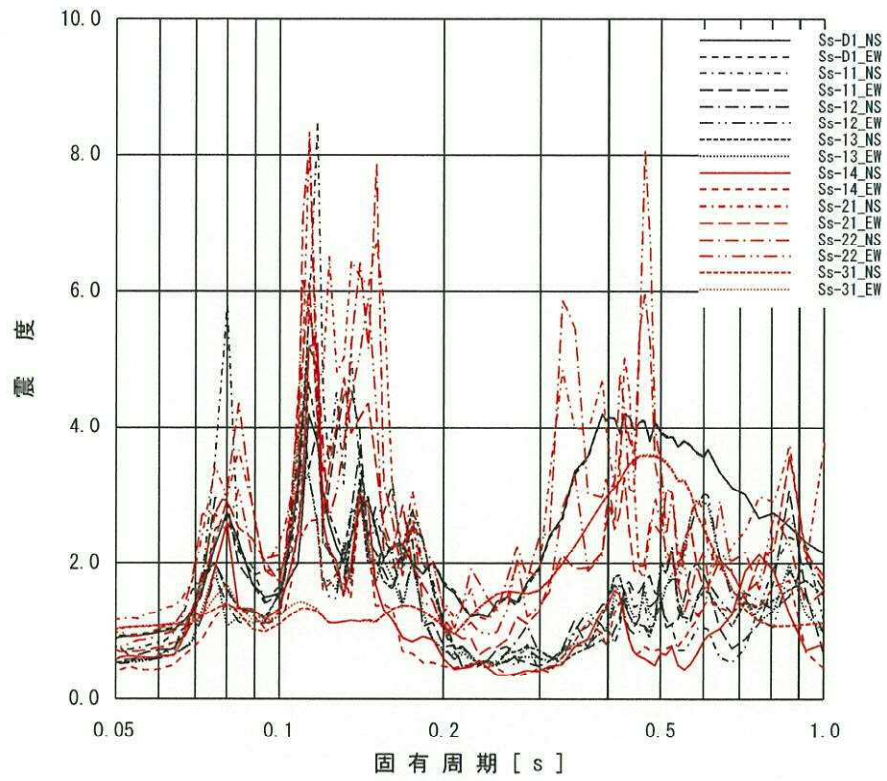




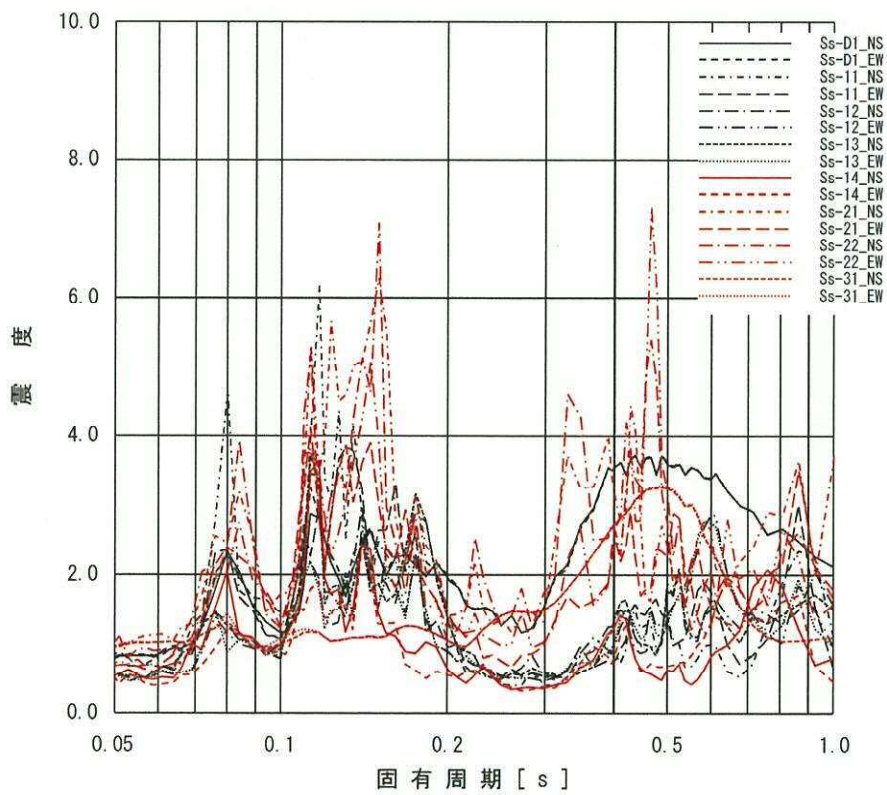
添付図 5(3) 原子炉遮蔽 (EL. 25.212m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



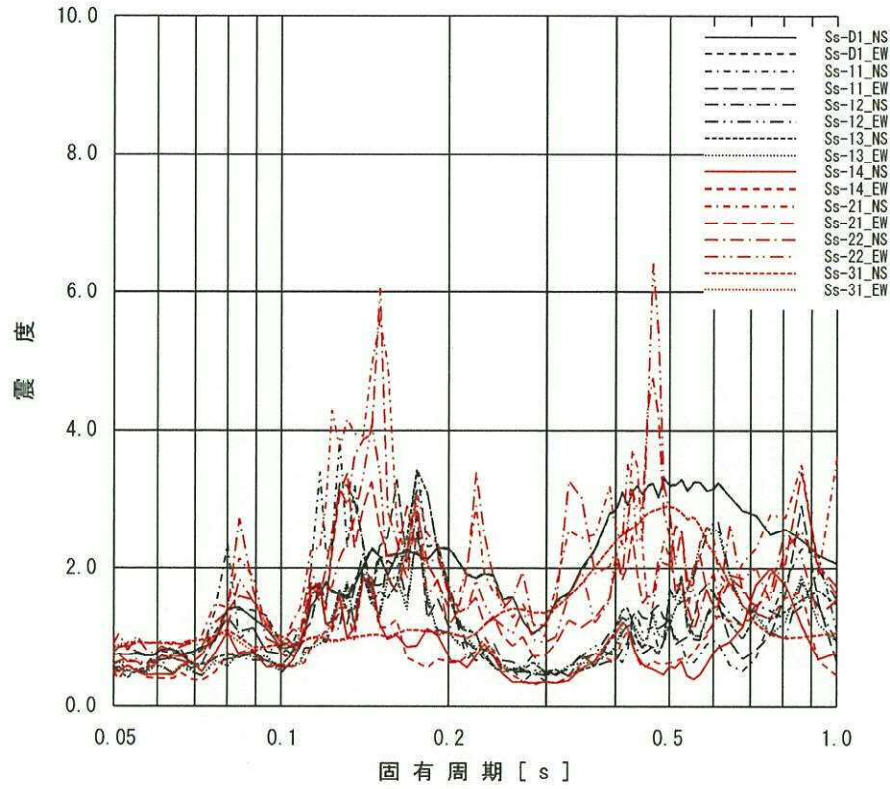
添付図 5(4) 原子炉本体の基礎 (EL. 19.856m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



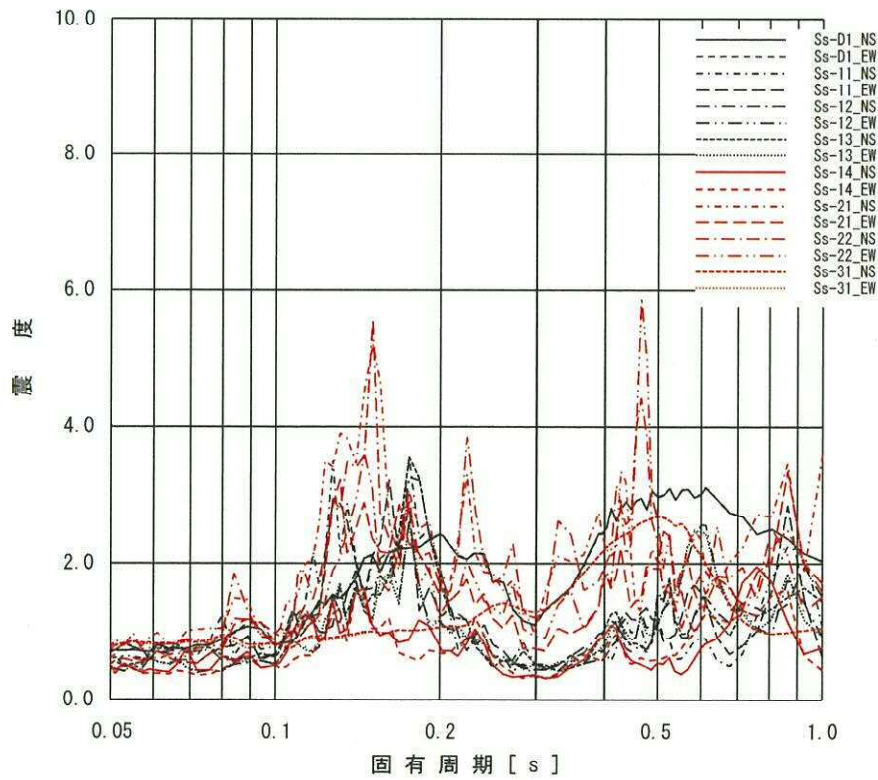
添付図 5(5) 原子炉本体の基礎 (EL. 13.198m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



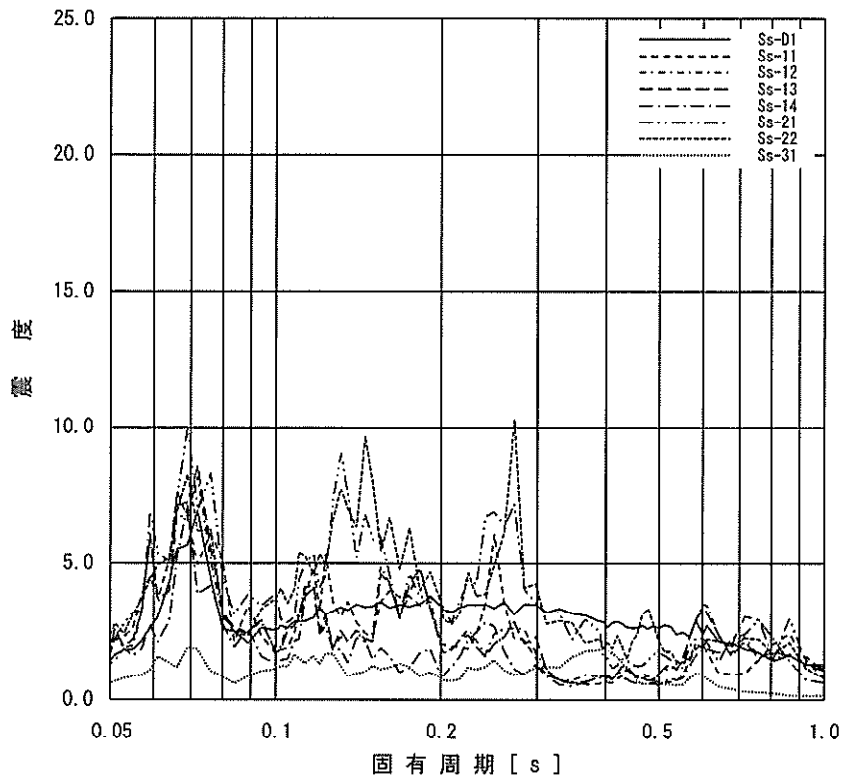
添付図 5(6) 原子炉本体の基礎 (EL. 8.395m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



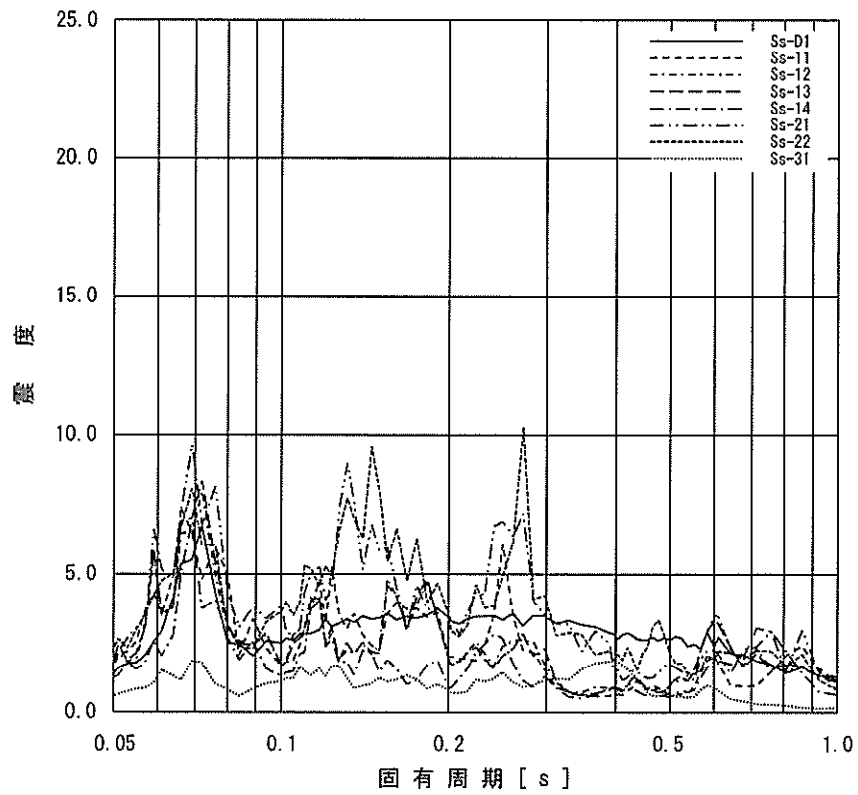
添付図 5(7) 原子炉本体の基礎 (EL. 2.189m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



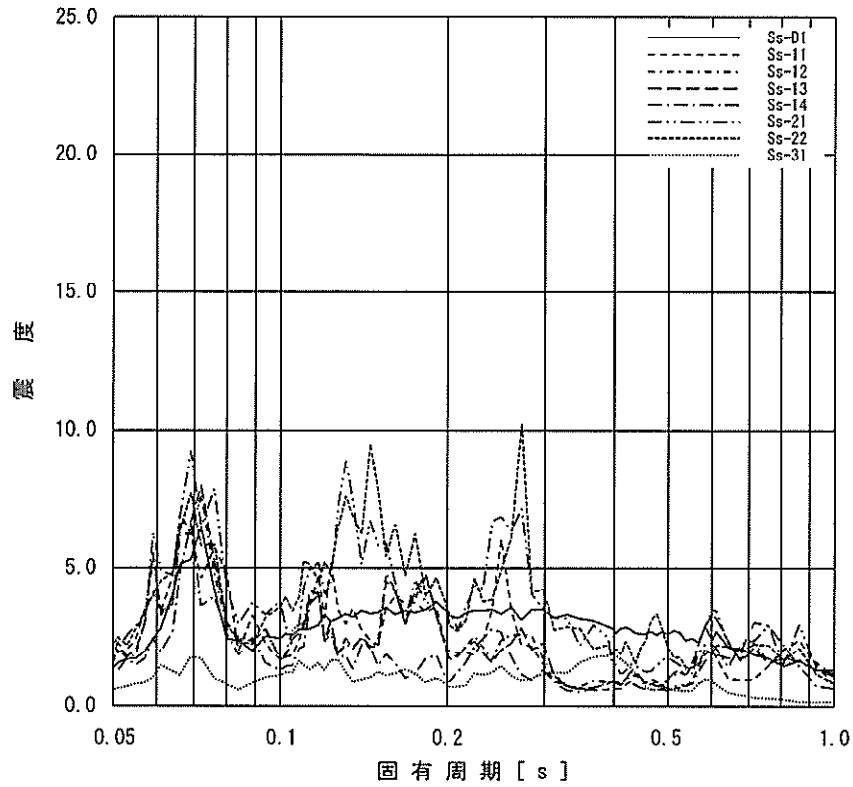
添付図 5(8) 原子炉本体の基礎 (EL. -2.167m) の加速度応答スペクトル  
(水平方向, 減衰定数 1.0%)



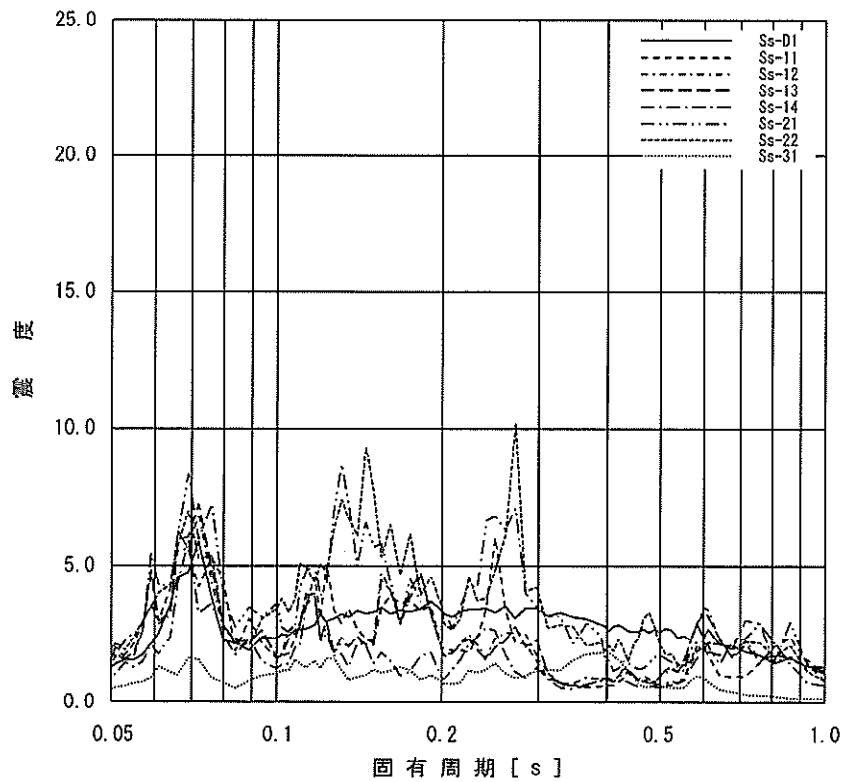
添付図 6(1) 原子炉遮蔽 (EL. 34.643m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 6(2) 原子炉遮蔽 (EL. 28.308m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

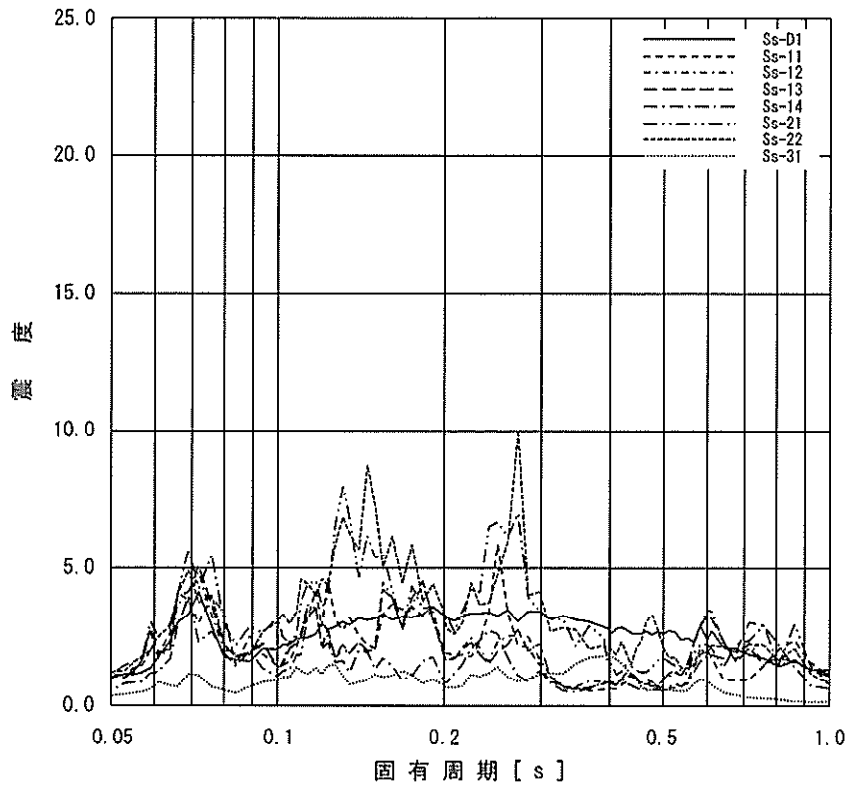


添付図 6(3) 原子炉遮蔽 (EL. 25.212m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

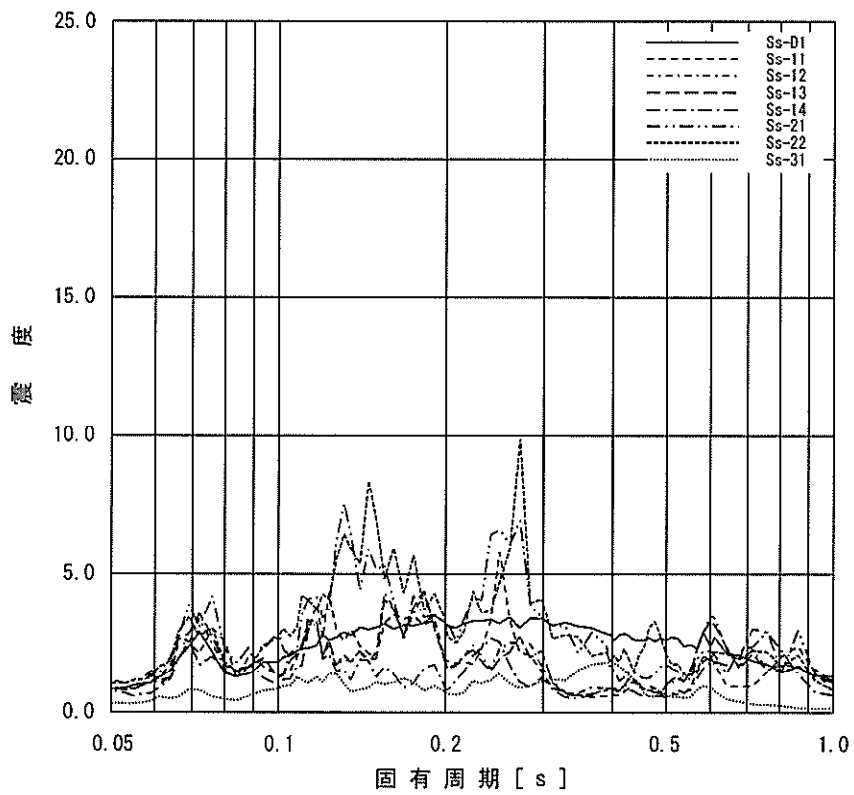


添付図 6(4) 原子炉本体の基礎 (EL. 19.856m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

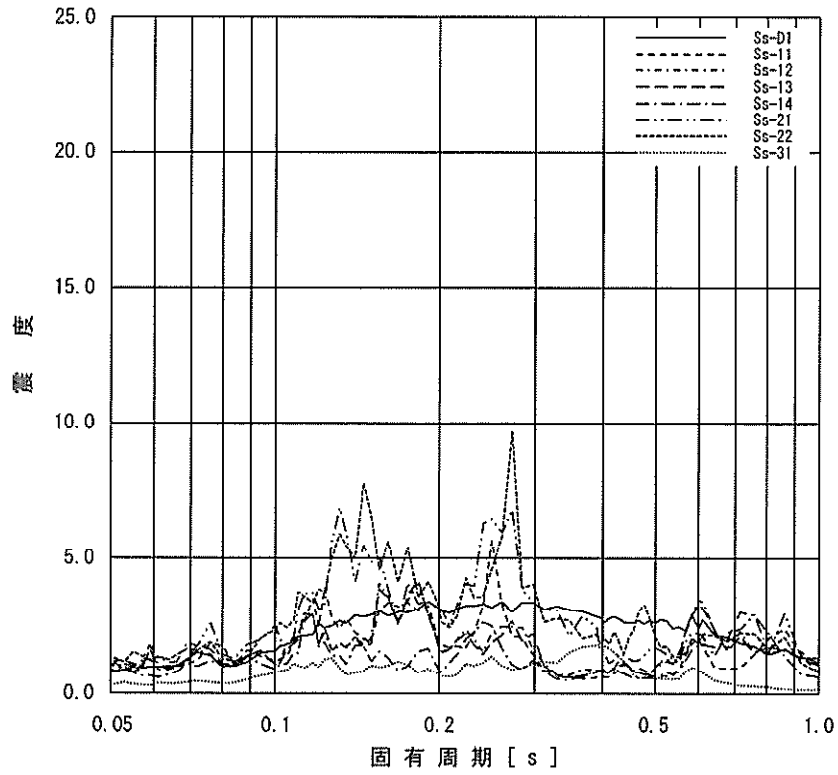




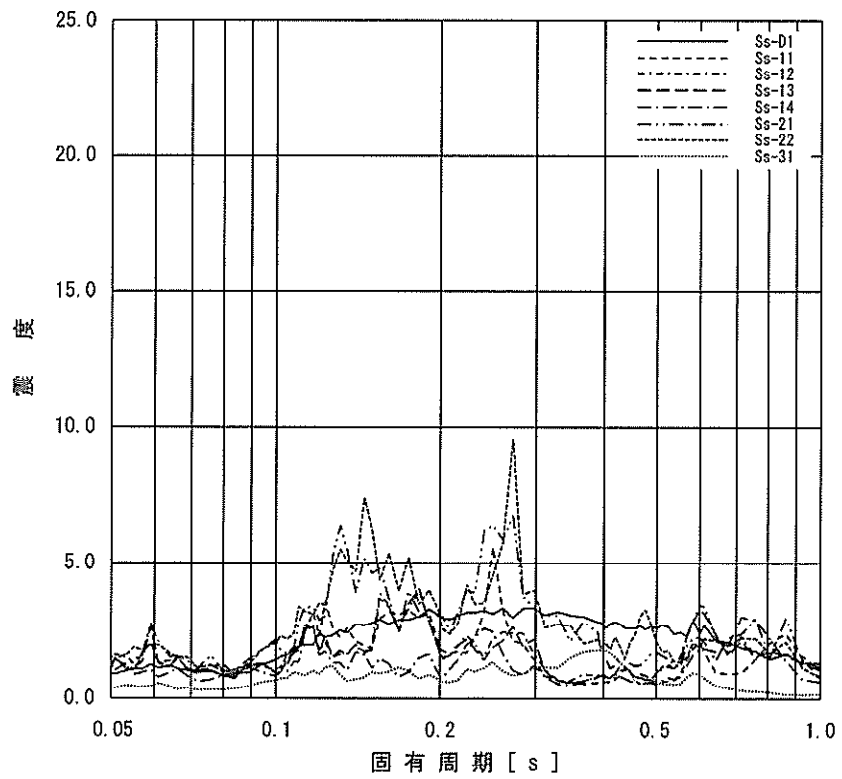
添付図 6(5) 原子炉本体の基礎 (EL. 13.198m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 6(6) 原子炉本体の基礎 (EL. 8.395m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 6(7) 原子炉本体の基礎 (EL. 2.189m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)



添付図 6(8) 原子炉本体の基礎 (EL. -2.167m) の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

添付表 1(1) 原子炉建屋の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構 築 物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -D 1			S <sub>s</sub> -1 1			S <sub>s</sub> -1 2		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原 子 炉 建 屋	46.50	1.56	1.55	1.20	0.59	0.63	1.28	0.71	0.65	1.08
	38.80	1.41	1.41	1.16	0.47	0.57	1.19	0.60	0.60	1.07
	34.70	1.35	1.32	1.08	0.41	0.54	1.10	0.54	0.57	1.02
	29.00	1.22	1.25	0.99	0.45	0.48	0.98	0.51	0.59	0.93
	20.30	1.07	1.07	0.95	0.45	0.53	0.81	0.50	0.57	0.81
	14.00	0.96	0.98	0.93	0.50	0.54	0.75	0.51	0.53	0.78
	8.20	0.83	0.84	0.92	0.51	0.54	0.77	0.53	0.48	0.78
	2.00	0.80	0.80	0.89	0.48	0.51	0.77	0.51	0.42	0.77
	-4.00	0.77	0.77	0.84	0.47	0.48	0.77	0.53	0.39	0.74

添付表 1(2) 原子炉建屋の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構 築 物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -1 3			S <sub>s</sub> -1 4			S <sub>s</sub> -2 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原 子 炉 建 屋	46.50	0.72	0.65	1.10	0.59	0.51	0.80	1.61	0.77	1.52
	38.80	0.60	0.60	1.07	0.48	0.47	0.75	1.37	0.63	1.44
	34.70	0.54	0.60	1.01	0.45	0.45	0.72	1.17	0.59	1.34
	29.00	0.50	0.60	0.92	0.44	0.45	0.71	1.05	0.53	1.17
	20.30	0.54	0.59	0.78	0.45	0.44	0.68	0.89	0.56	1.01
	14.00	0.57	0.54	0.75	0.45	0.41	0.65	0.89	0.56	0.93
	8.20	0.56	0.50	0.72	0.45	0.39	0.62	0.86	0.54	0.87
	2.00	0.57	0.44	0.69	0.44	0.36	0.60	0.78	0.53	0.81
	-4.00	0.59	0.42	0.71	0.41	0.35	0.60	0.72	0.51	0.77



添付表 1(3) 原子炉建屋の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構 築 物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )					
		S <sub>s</sub> -2 2			S <sub>s</sub> -3 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原 子 炉 建 屋	46.50	1.58	1.29	1.38	1.74	1.71	0.57
	38.80	1.32	1.04	1.29	1.62	1.67	0.54
	34.70	1.28	0.95	1.19	1.62	1.64	0.51
	29.00	1.07	0.81	1.08	1.55	1.53	0.45
	20.30	0.89	0.75	1.01	1.26	1.34	0.38
	14.00	0.75	0.66	0.99	1.10	1.13	0.35
	8.20	0.66	0.62	0.96	1.02	1.10	0.33
	2.00	0.68	0.60	0.92	0.95	0.96	0.32
	-4.00	0.68	0.56	0.90	0.87	0.83	0.32

添付表 2(1) 原子炉格納容器の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構築物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -D 1			S <sub>s</sub> -1 1			S <sub>s</sub> -1 2		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原子炉格納容器	39.431	1.44	1.43	0.99	0.52	0.57	1.14	0.60	0.62	1.19
	33.431	1.26	1.27	0.97	0.41	0.52	1.06	0.54	0.57	1.10
	27.432	1.14	1.11	0.94	0.41	0.48	0.97	0.48	0.55	1.00
	21.420	1.03	0.98	0.90	0.42	0.49	0.91	0.47	0.54	0.94
	16.319	0.91	0.91	0.88	0.41	0.51	0.91	0.49	0.52	0.90
	11.191	0.88	0.88	0.85	0.46	0.54	0.87	0.51	0.49	0.87
	5.141	0.86	0.86	0.81	0.48	0.58	0.83	0.53	0.45	0.82
	-0.013	0.83	0.83	0.78	0.52	0.61	0.79	0.58	0.46	0.77

添付表 2(2) 原子炉格納容器の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構築物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -1 3			S <sub>s</sub> -1 4			S <sub>s</sub> -2 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原子炉格納容器	39.431	0.61	0.65	1.26	0.47	0.48	0.85	1.50	0.64	1.39
	33.431	0.53	0.60	1.17	0.45	0.44	0.78	1.20	0.57	1.33
	27.432	0.48	0.57	1.05	0.41	0.42	0.73	1.01	0.51	1.25
	21.420	0.52	0.55	0.93	0.42	0.40	0.67	0.84	0.52	1.17
	16.319	0.54	0.53	0.88	0.43	0.39	0.64	0.85	0.52	1.11
	11.191	0.55	0.51	0.85	0.44	0.38	0.64	0.84	0.52	1.05
	5.141	0.59	0.46	0.80	0.44	0.38	0.63	0.84	0.50	0.96
	-0.013	0.64	0.48	0.75	0.45	0.39	0.61	0.88	0.50	0.85

添付表 2(3) 原子炉格納容器の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構 築 物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )					
		S <sub>s</sub> -2 2			S <sub>s</sub> -3 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
原 子 炉 格 納 容 器	39.431	1.46	1.04	1.28	1.85	1.81	0.39
	33.431	1.26	0.89	1.18	1.61	1.62	0.38
	27.432	1.03	0.76	1.10	1.60	1.61	0.37
	21.420	0.90	0.72	1.06	1.41	1.43	0.36
	16.319	0.80	0.68	1.02	1.23	1.25	0.35
	11.191	0.72	0.62	0.97	1.07	1.11	0.35
	5.141	0.68	0.62	0.91	1.02	1.00	0.34
	-0.013	0.72	0.64	0.87	0.96	0.93	0.33

添付表 3(1) 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構築物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -D 1			S <sub>s</sub> -1 1			S <sub>s</sub> -1 2		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
遮蔽 原子炉	34.643	1.35	1.34	1.15	0.85	0.77	1.11	0.89	0.77	1.11
	28.308	1.31	1.25	1.14	0.84	0.81	1.08	0.80	0.80	1.07
	25.212	1.28	1.21	1.13	0.80	0.84	1.04	0.81	0.79	1.03
の基礎 原子炉本体	19.856	1.19	1.12	1.10	0.77	0.81	0.95	0.78	0.73	0.96
	13.198	0.99	1.00	0.98	0.65	0.67	0.79	0.63	0.58	0.82
	8.935	0.91	0.92	0.89	0.58	0.61	0.75	0.57	0.49	0.73
	2.189	0.85	0.86	0.77	0.49	0.53	0.70	0.51	0.42	0.69
	-2.167	0.84	0.84	0.74	0.46	0.50	0.73	0.54	0.40	0.72

添付表 3(2) 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構築物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )								
		S <sub>s</sub> -1 3			S <sub>s</sub> -1 4			S <sub>s</sub> -2 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
遮蔽 原子炉	34.643	0.92	0.80	1.11	0.81	0.59	0.74	1.38	0.90	1.37
	28.308	0.79	0.83	1.07	0.88	0.60	0.73	1.55	0.95	1.34
	25.212	0.71	0.82	1.03	0.87	0.59	0.74	1.59	0.95	1.31
の基礎 原子炉本体	19.856	0.67	0.76	0.93	0.82	0.56	0.74	1.54	0.92	1.24
	13.198	0.59	0.60	0.75	0.62	0.47	0.69	1.18	0.75	1.05
	8.935	0.56	0.50	0.72	0.50	0.41	0.63	0.98	0.64	0.93
	2.189	0.58	0.42	0.68	0.44	0.35	0.62	0.80	0.53	0.83
	-2.167	0.60	0.41	0.69	0.42	0.35	0.60	0.74	0.52	0.77

添付表 3(3) 原子炉遮蔽及び原子炉本体の基礎の最大応答加速度 (1.2ZPA)

構 築 物	EL. (m)	最大加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )					
		S <sub>s</sub> -2 2			S <sub>s</sub> -3 1		
		NS 方向	EW 方向	鉛直 方向	NS 方向	EW 方向	鉛直 方向
遮 蔽 原 子 炉	34.643	1.46	1.22	1.31	1.64	1.59	0.42
	28.308	1.28	1.22	1.29	1.51	1.45	0.42
	25.212	1.24	1.22	1.27	1.46	1.42	0.41
の 基 礎 原 子 炉 本 体	19.856	1.20	1.15	1.22	1.35	1.34	0.39
	13.198	0.91	0.85	1.12	1.19	1.19	0.35
	8.935	0.80	0.71	1.02	1.11	1.10	0.33
	2.189	0.70	0.61	0.90	1.00	0.97	0.30
	-2.167	0.70	0.58	0.87	0.92	0.89	0.31

## 機器・配管系の耐震評価に用いる床応答スペクトルについて

## 1. はじめに

設計用床応答曲線<sup>(注1)</sup>は、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の詳細設計が完了した解析モデルを適用した地震応答解析結果を用いて作成する。東海第二発電所においては、設計用床応答曲線が作成される前に設備評価用床応答曲線を設定し、機器・配管系の設備設計及び工事計画の耐震計算を実施している。

本資料では、建物・構築物及び屋外重要土木構造物における設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の作成方法について述べる。なお、本資料における建物・構築物及び屋外重要土木構造物の分類を表1に示す。

(注1) 本資料では、床面の最大加速度 (ZPA) を含めた総称として説明する。

表1 設計用床応答曲線の作成方法における建物・構築物及び屋外重要土木構造物の分類

	適用施設名称
建物・構築物	原子炉建屋 使用済燃料乾式貯蔵建屋 緊急時対策所建屋 主排気筒 非常用ガス処理系配管支持架構 格納容器圧力逃がし装置格納槽
屋外重要土木構造物	取水構造物 屋外二重管 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 常設代替高圧電源装置置場 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) 常設代替高圧電源装置用カルバート (トンネル部) 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 可搬型設備用軽油タンク基礎 常設低圧代替注水系ポンプ室 代替淡水貯槽 常設低圧代替注水系配管カルバート SA用海水ピット 緊急用海水ポンプピット 防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁) *1 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁) *1 防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)) *1 *1 津波防護施設になるが設計用床応答曲線の作成方法については、屋外重要土木構造物と同様の扱いとする。

## 2. 床応答スペクトルの作成方法について

機器・配管系評価における耐震評価条件とする、設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線の作成方法について整理した。また、下記説明の全体を整理した床応答スペクトルの作成方法を別表 1 に示す。

### 2.1 建物・構築物

#### (1) 設計用床応答曲線

建物・構築物の地震応答解析モデルの諸元設定の考え方については、建物・構築物の地震応答解析についての補足説明資料 補足-400-3【地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討】（以下「建物・構築物の補足説明資料」という。）にて整理されている（表 2 参照）。設計用床応答曲線の作成は、「建物・構築物の補足説明資料」に示す工認基本モデルにおける解析ケースを適用し、コンクリート強度は設計基準強度、補助壁は非考慮、地盤の物性を標準地盤とした地震応答解析結果を適用する。

#### (2) 設備評価用床応答曲線

機器・配管系の評価については、設備設計に要する期間と建物・構築物の設計進捗状況を考慮して、以下のどちらか一方を設備評価用床応答曲線として適用する。なお、基本的に b. を適用することとするが、b. での耐震計算にて余裕の確保が難しい場合は、a. を適用する。

##### a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線

(1) 項で設定した設計用床応答曲線及び「建物・構築物の補足説明資料」に基づく、地盤物性の変動による影響及び建屋剛性の変動による影響（以下「ばらつきケース」という。）を考慮した床応答曲線を包絡した床応答曲線を設定する。

本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 2 に示す。

##### b. (1) 項で設定した設計用床応答曲線及びばらつきケースを考慮した床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線として、建物・構築物の設計進捗に応じて以下のとおり適用する。

##### b-1 基本ケースの加速度に一律 1.5 倍した床応答曲線

既設建物・構築物は、地震応答解析モデルが従前より定まっていることから、機器・配管系の設備評価を行う際には、設計上の配慮として設計用床応答曲線の加速度を 1.5 倍した床応答曲線を設定する。本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 3 に示す。

##### b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線

新設建物・構築物に設置する機器・配管系の設備評価を行う際には、建物・構築物の設計進捗状況を考慮して、個別に余裕を確保した床応答曲線を設定する。本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図 4 に示す。

(3) 拡張考慮

設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線ともに周期軸方向に 10%の拡張を行う。ただし、ばらつきケースの地震応答解析結果を用いて作成した床応答スペクトルについては、拡張は考慮しない。

表 2 建物・構築物の床応答スペクトルの作成ケース  
「建物・構築物の補足説明資料 表 4-1 検討ケース」

	モデル名称	建屋剛性		地盤物性
		コンクリート強度	補助壁	地盤のせん断波速度
基本ケース	工認基本モデル	設計基準強度	非考慮	標準地盤*
地盤物性の変動による影響	地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル	設計基準強度	非考慮	標準地盤+ $\sigma$ 相当
	地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル			標準地盤- $\sigma$ 相当
建屋剛性の変動による影響	建屋剛性考慮モデル	実強度	考慮	標準地盤*

\* 支持地盤については地質調査結果の回帰分析から標高に依存した値、表層地盤については地質調査結果の平均値から設定した値。



## 2.2 屋外重要土木構造物

### (1) 床応答スペクトル

屋外重要土木構造物の地震応答解析に用いる解析モデルの適用方針については、工事計画に係る補足説明資料「耐震性に関する説明書のうち補足-340-8【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価】及び工事計画に係る説明資料 補足-60-1（V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書）（以下「屋外重要土木構造物の補足説明資料」という。）にて整理されている（図 1 参照）。設計用床応答曲線の元となる床応答スペクトルは、「屋外重要土木構造物の補足説明資料」に基づき以下の解析ケースにより算定する。

- ・原地盤において非液状化の条件を仮定した検討ケース⑤（以下「検討ケース⑤（基本ケース）」という。）
- ・敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した検討ケース④（以下「検討ケース④」という。）
- ・地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した検討ケース⑥（以下「検討ケース⑥」という。）

### (2) 設計用床応答曲線

(1) 項で作成した床応答スペクトルに対して、震度軸方向に対して余裕を確保したものを設計用床応答曲線とする。

なお、屋外重要土木構造物の設計進捗により地震応答解析モデルが変更となった場合は、地震応答解析モデル変更後の床応答スペクトルが、当初設定した設計用床応答曲線に対して包絡されていることを確認する。

### (3) 設備評価用床応答曲線

機器・配管系の評価については、設備設計に要する期間と屋外重要土木構造物の設計進捗状況を考慮して、以下の何れかを設備評価用床応答曲線として適用する。

#### c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した床応答曲線

(2) 項で設定した設計用床応答曲線を設備評価用床応答曲線とする。本設定に基づく設備評価用床応答曲線のイメージを図 5 に示す。

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

(2) 項で設定した設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線を設備評価用床応答曲線とする。本設定に基づく設備評価用床応答曲線のイメージを図 6 に示す。

### (4) 拡幅考慮

設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線ともに周期軸方向に 10%の拡幅を行う。ただし、ばらつきケースとして設定した「検討ケース④」及び「検討ケース⑥」については、拡幅を考慮しない。

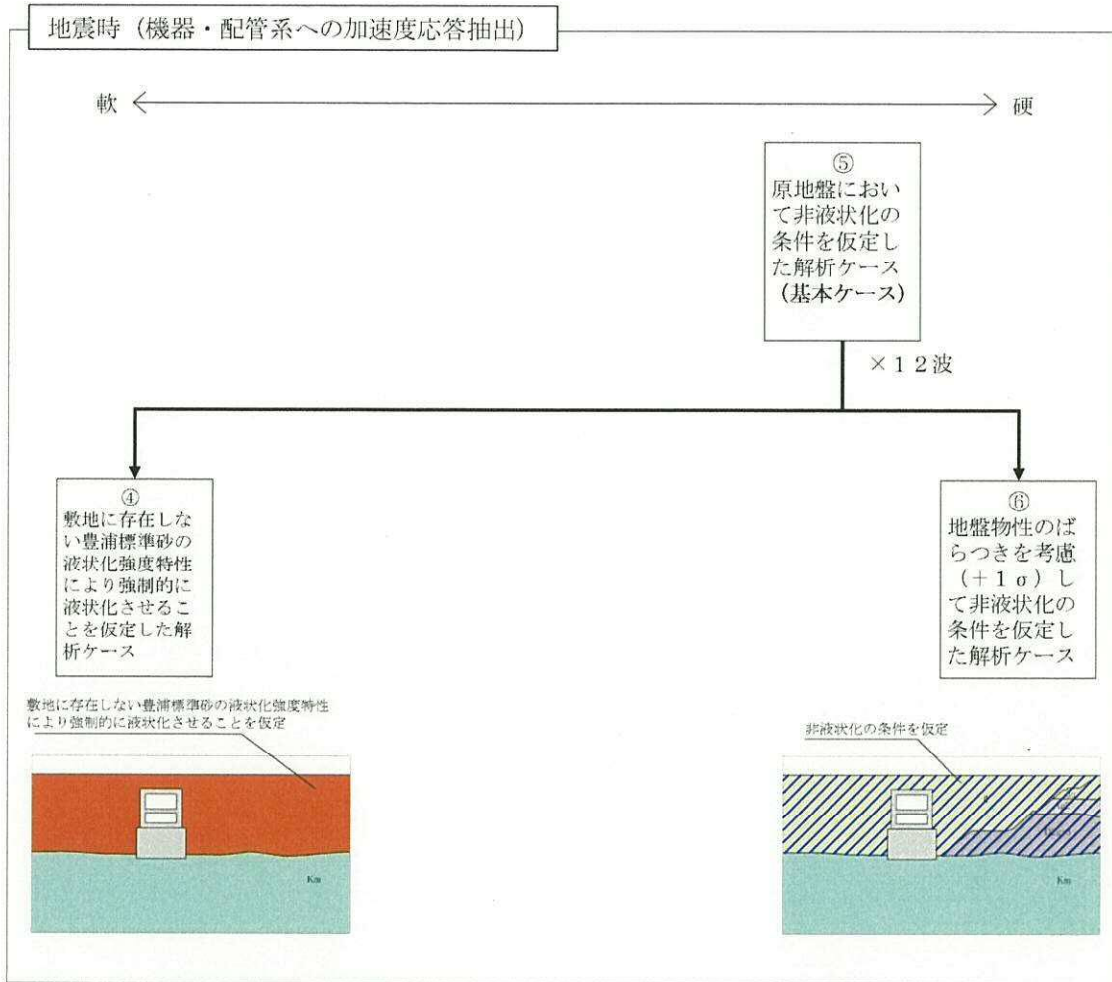


図1 屋外重要土木構造物の床応答スペクトル作成ケース

（補足説明資料 図 1.5-4 「機器・配管系に対する加速度応答算定のための検討ケース」）

## 2.3 地盤

### (1) 設計用床応答曲線

地盤の地震応答解析モデルの諸元設定の考え方については、工事計画に係る補足説明資料「耐震性に関する説明書のうち補足-340-3【可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書に関する補足説明資料】（以下「地盤の補足説明資料」という。）にて整理されている。設計用床応答曲線の作成は、「地盤の補足説明資料」に基づく、標準ケースを適用し、地盤物性は標準地盤を用いた地震応答解析結果を適用する。

### (2) 設備評価用床応答曲線（e. ケース）

(1) 項の標準ケースに加えて「地盤の補足説明資料」に基づく、地盤物性の変動による影響による影響（以下「ばらつきケース」という。）を考慮した床応答曲線を包絡した床応答曲線を、設備評価用床応答曲線として適用する。本設定に基づく、設備評価用床応答曲線のイメージを図7に示す。

### (3) 拡張考慮

設計用床応答曲線及び設備評価用床応答曲線については、地面上に直接、設備を配置することから「標準ケース」についても、拡張を考慮しない。

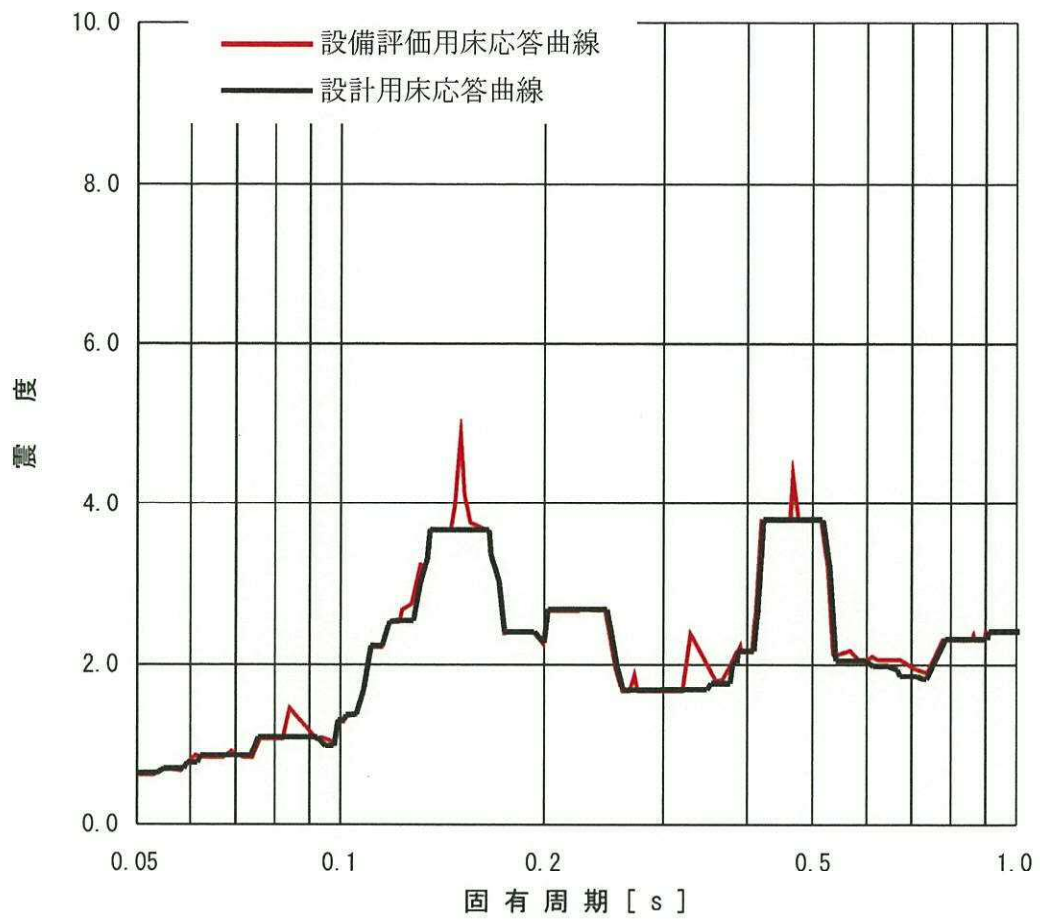


図2 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した  
設備評価用床応答曲線 (a. ケースの例)

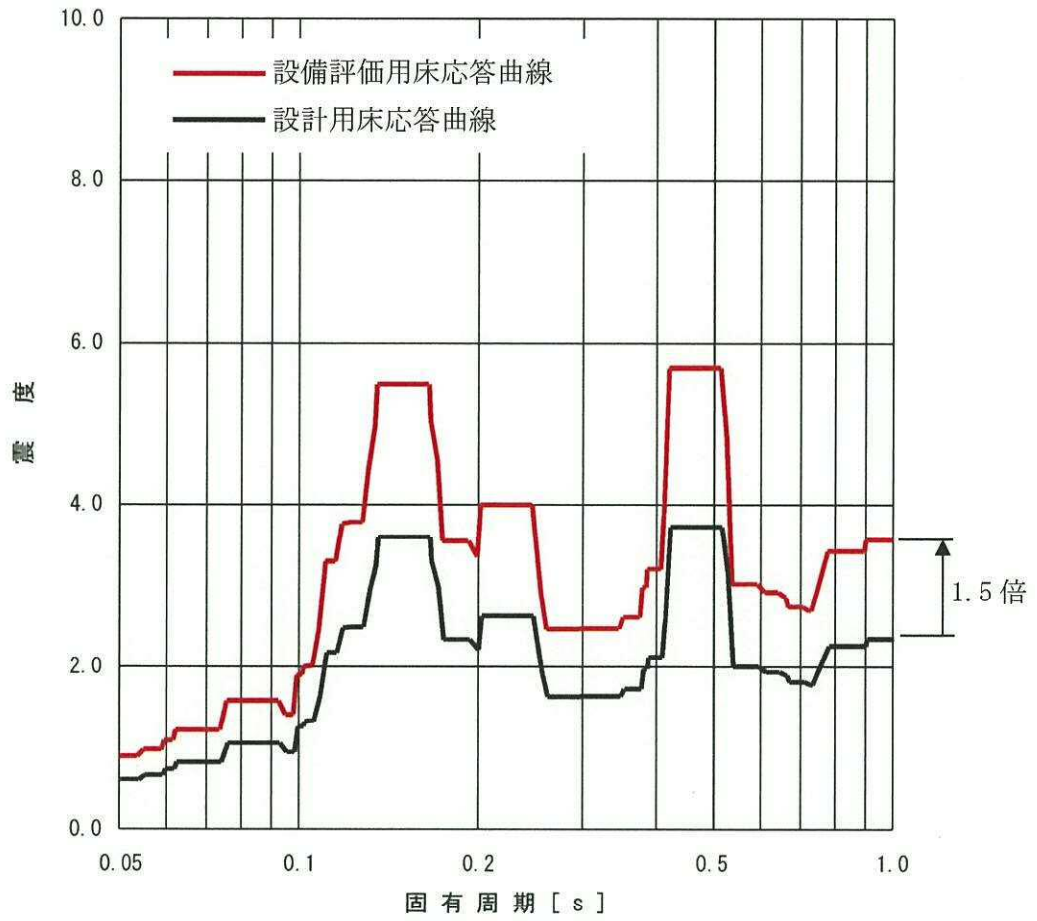


図3 設計用床応答曲線に一律 1.5 倍した設備評価用床応答曲線 (b-1 ケースの例)

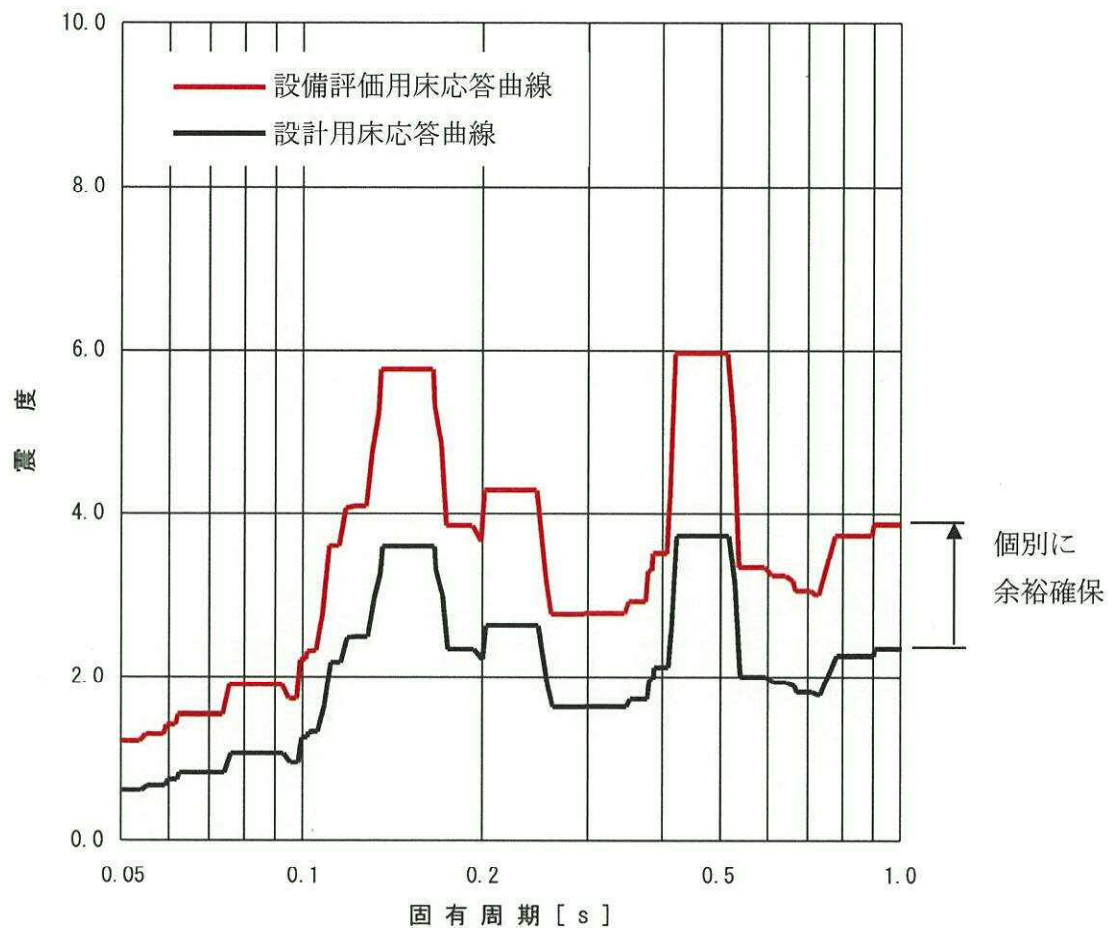


図4 設計用床応答曲線に個別に余裕を確保した設備評価用床応答曲線 (b-2 ケースの例)

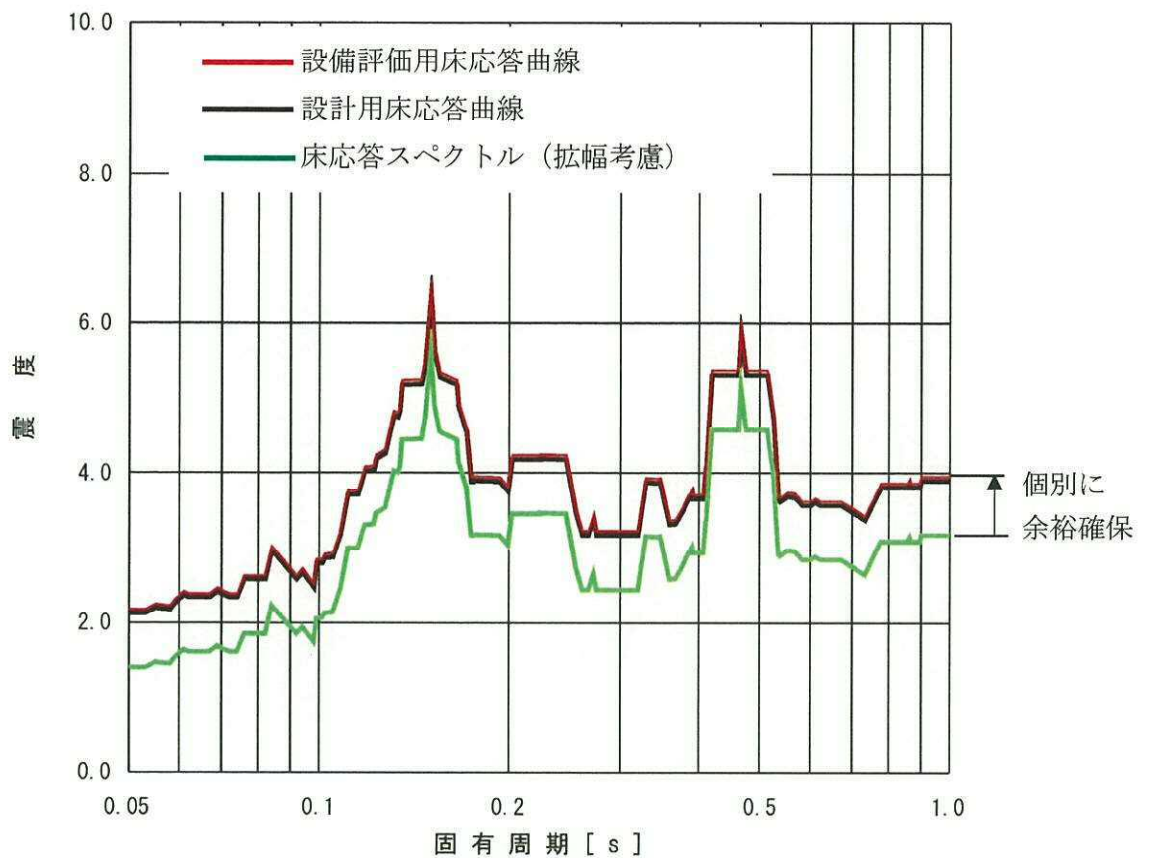


図5 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した設備評価用床応答曲線 (c. ケースの例)

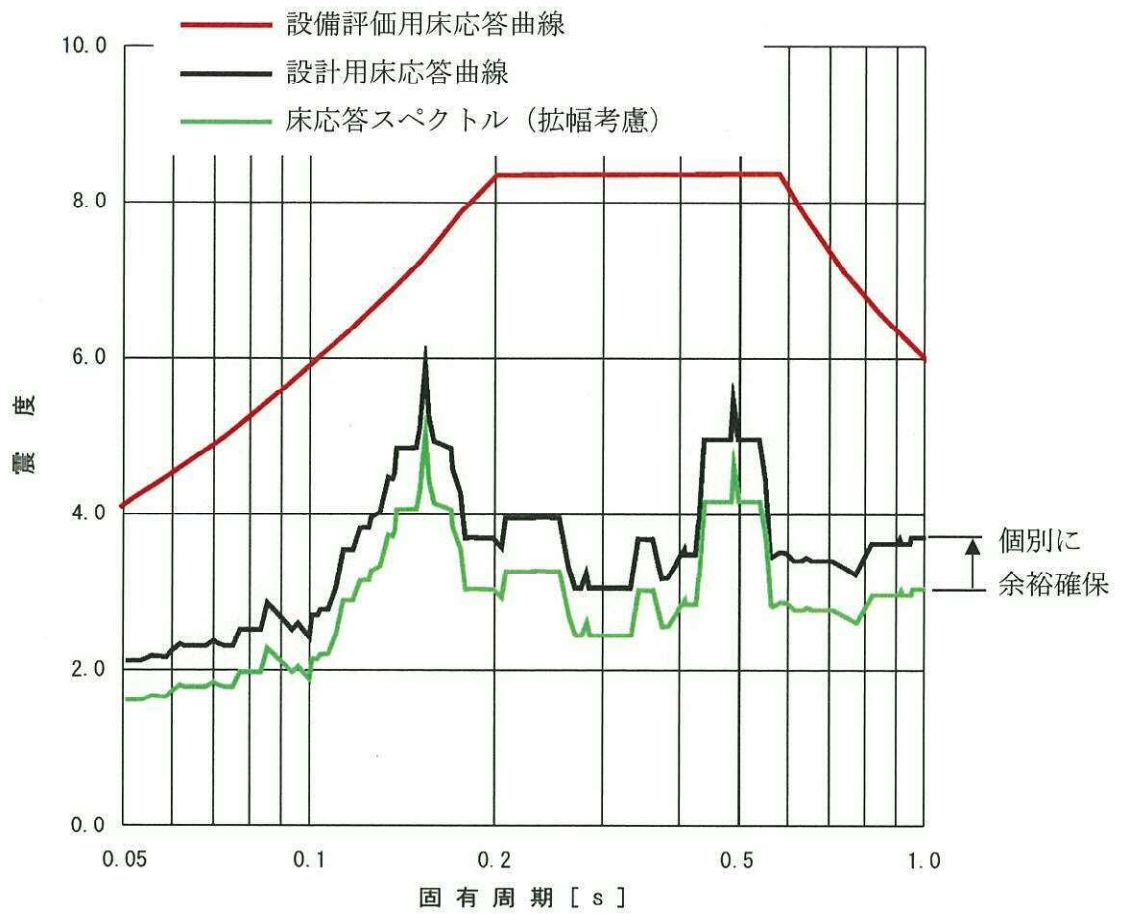


図6 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した  
 設備評価用床応答曲線 (d. ケースの例)



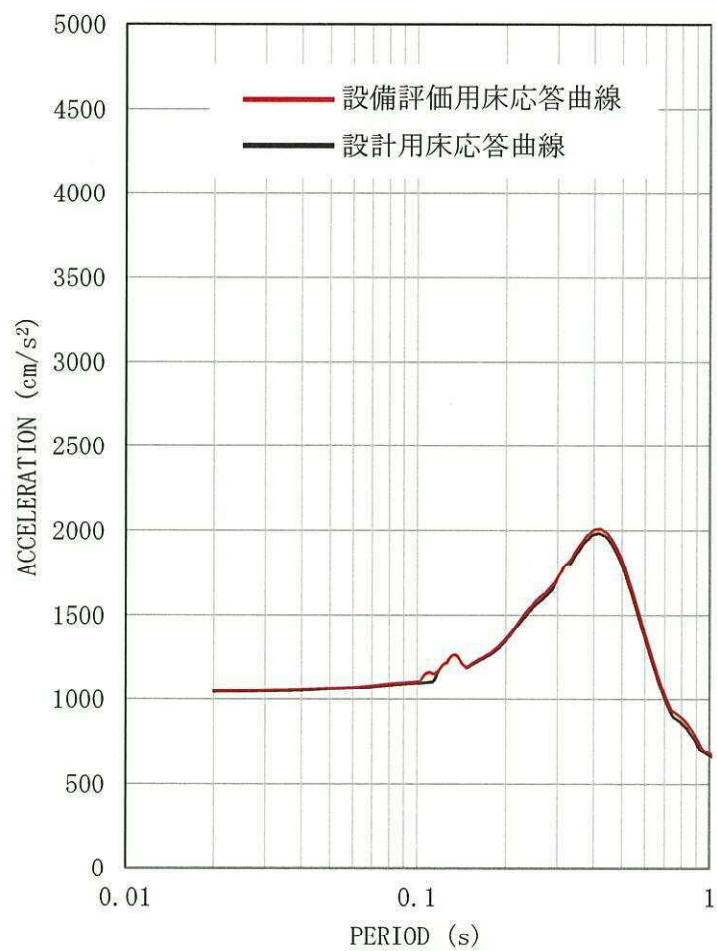


図7 設計用床応答曲線（拡幅なし）及びばらつきケース（拡幅なし）の床応答曲線を包絡した床応答曲線（c. ケースの例）

3. 設備評価用床応答曲線が設計用床応答曲線を上回っていることの確認

設備評価用床応答曲線は、耐震計算の評価条件として設計用床応答曲線を加速度値として上回っている必要がある。

以下では機器・配管系の耐震計算のために設計用床応答曲線が作成される前に設定した設備評価用床応答曲線の加速値が設計用床応答曲線の加速度を上回っていることを確認する。

3.1 本確認が必要な設備評価用床応答曲線

2. 項において、各施設に応じた設備評価用床応答曲線の作成方法について整理している。設備評価用床応答曲線の作成方法により、本確認の要否が分類できるため、確認が必要な設備評価用床応答曲線を表 3-1-1 に整理した。

さらに、表 3-1-1 の整理を踏まえて建物・構築物、屋外重要土木構造物及び地盤に対して設備評価用床応答曲線の適用により、包絡性の確認が必要な施設を表 3-1-2 にて抽出した。抽出した施設に対して、3.2 項にて各施設の設備評価用床応答曲線の包絡性を示す。

表 3-1-1 包絡性の確認が必要な設備評価用床応答曲線の整理

	設備評価用床応答曲線の種類	検討要否	検討要否の理由
建物・構築物	a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線	不要	設計用床応答曲線を含めて設定しているため
	b-1 基本ケースの加速度に一律 1.5 倍した床応答曲線	不要	設計用床応答曲線に対して一律に 1.5 倍しているため
	b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	<u>必要</u>	設計用床応答曲線の作成前に、加速度値に余裕が確保できることを想定して設定したため
屋外重要土木構造物	c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した床応答曲線	不要	設計用床応答曲線を適用するため
	d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	<u>必要</u>	b-2 と同じ
地盤	e. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線	不要	a と同じ

表 3-1-2 包絡性の確認が必要な施設の抽出

既設 ／ 新設	施設 区分	設備を設置する施設名称 (下線：包絡性確認が必要な施設)	適用した 設備評価用床応答曲 線のケース	包絡性 確認 の要否
既設	建物・ 構築物	原子炉建屋（原子炉格納容器等を含む）	「a.」及び「b-1」	不要
		使用済燃料乾式貯蔵建屋	「a.」	不要
		主排気筒	「a.」及び「b-1」	不要
		非常用ガス処理系配管支持架構	「a.」及び「b-1」	不要
	屋外重 要土木 構築物	取水構築物	「c.」 「d.」	不要 必要
		屋外二重管	「c.」 「d.」	不要 必要
新設	建物・ 構築物	緊急時対策所建屋	「a.」 「b-2」	不要 必要
		格納容器圧力逃がし装置格納槽	「b-2」	必要
	屋外重 要土木 構築物	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	「d.」	必要
		格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	「d.」	必要
		常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	「d.」	必要
		常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	「d.」	必要
		常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	「d.」	必要
		常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	「d.」	必要
		可搬型設備用軽油タンク基礎	「d.」	必要
		常設低圧代替注水系ポンプ室	「d.」	必要
		代替淡水貯槽	「d.」	必要
		常設低圧代替注水系配管カルバート	「d.」	必要
		SA用海水ピット	「d.」	必要
		緊急用海水ポンプピット	「d.」	必要
		防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	「c.」	不要
		防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	「c.」	不要
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））	「c.」	不要	
	地盤	可搬型重事故等対処設備保管場所（西側，南側）	「e.」	不要

### 3.2 包絡性の確認結果

表 3-1-2 にて設備評価用床応答曲線の包絡性確認が必要とした施設において、設備評価用床応答曲線が設計用床応答曲線を包絡していることの確認結果を以下に説明する。

#### (1) 取水構造物

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(1) 及び図 3-2(1) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(1) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備 評価用	設計用	設備 評価用
取水構造物 (NS 方向 その 2)	S d	0.300	0.71	0.81	0.56	1.23
	S s	0.300	1.10	1.38	1.03	2.71

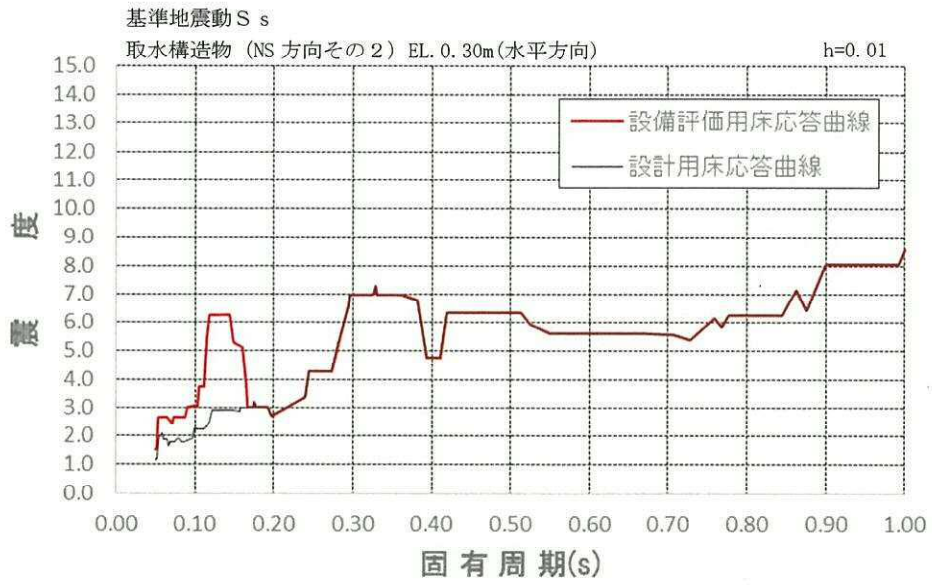


図 3-2(1) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/3)

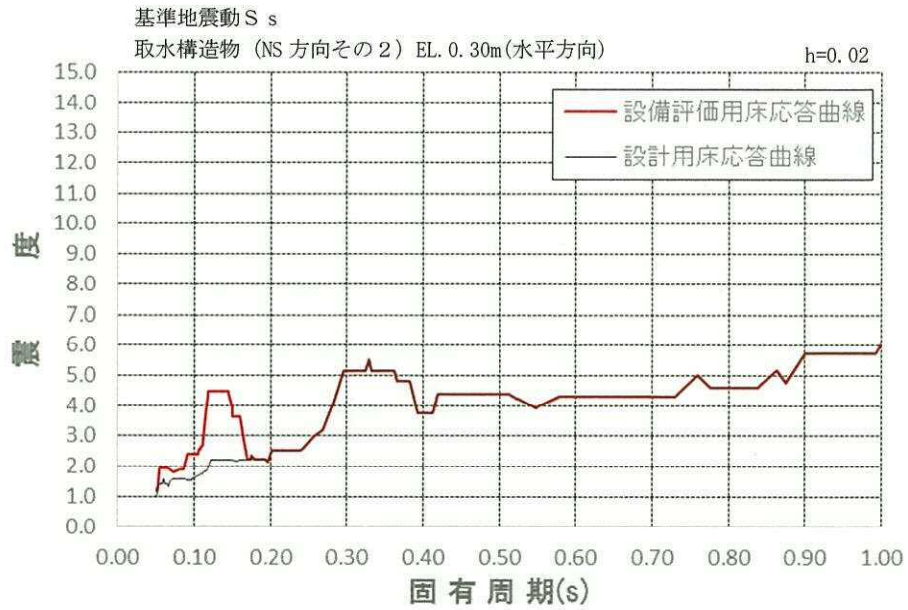


図 3-2(1) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/3)

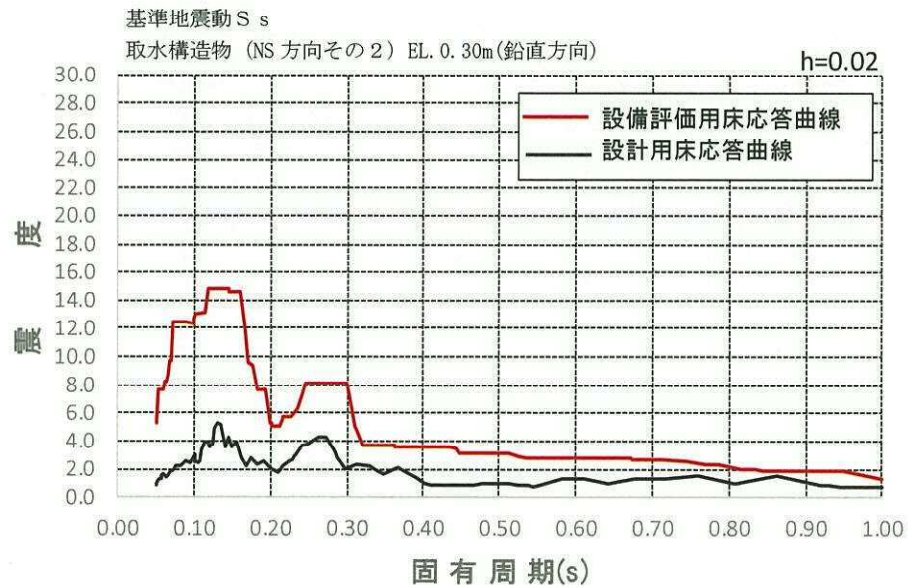


図 3-2(1) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/3)

(2) 屋外二重管

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

図 3-2(2) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。



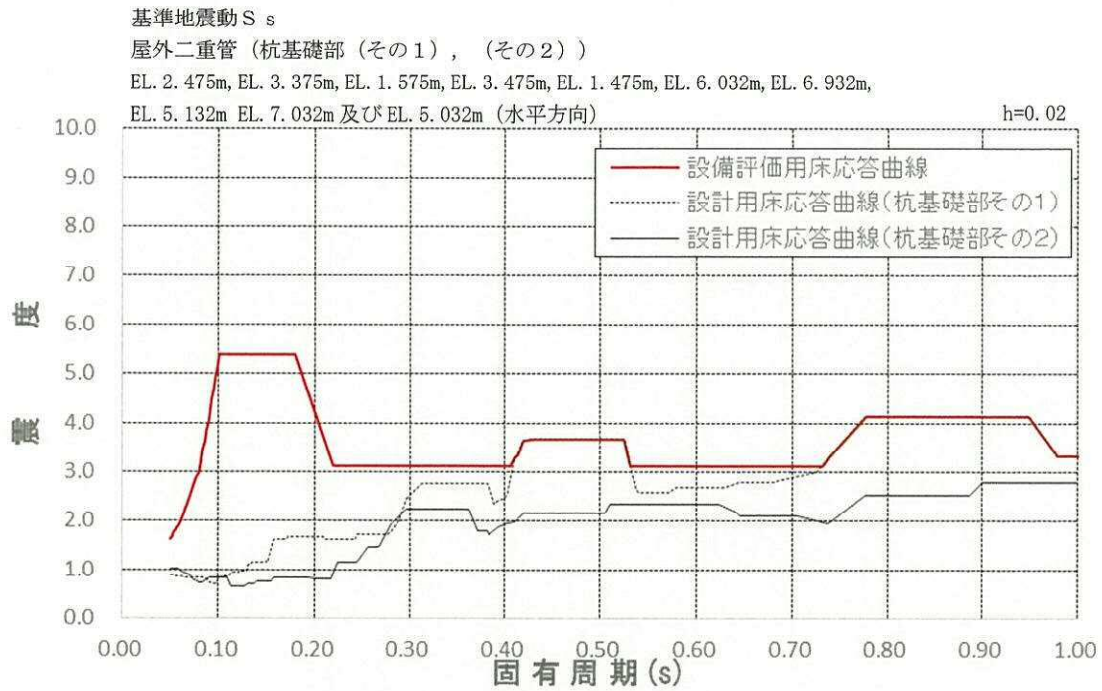


図 3-2(2) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/4)

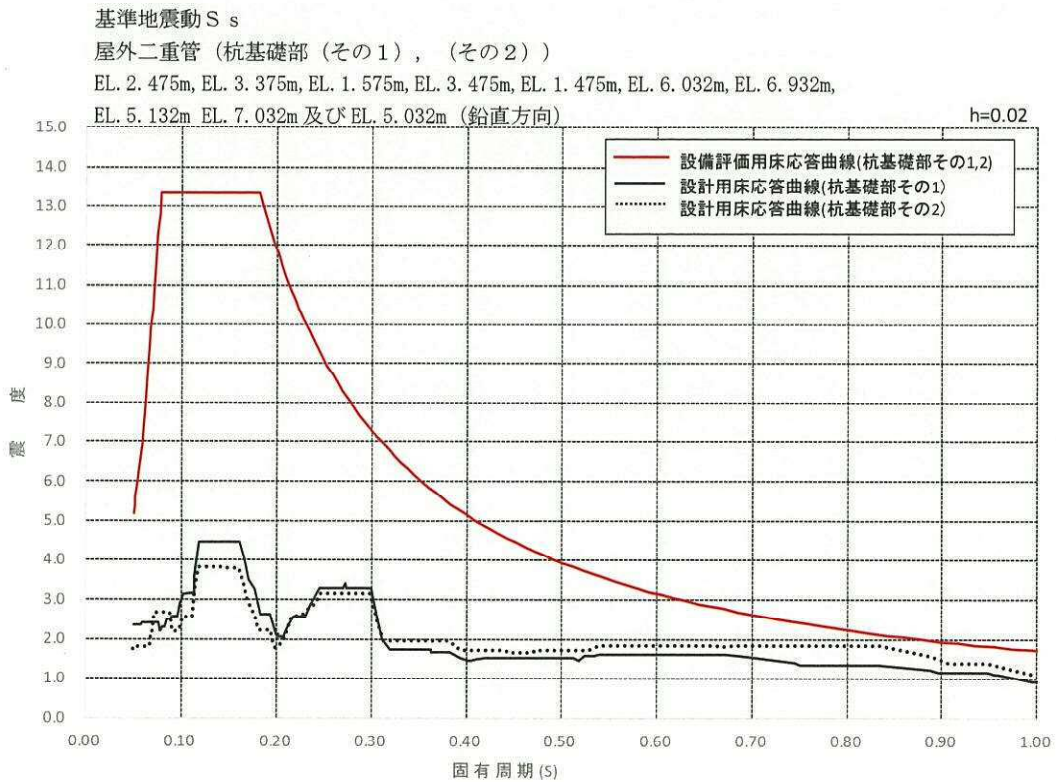


図 3-2(2) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/4)



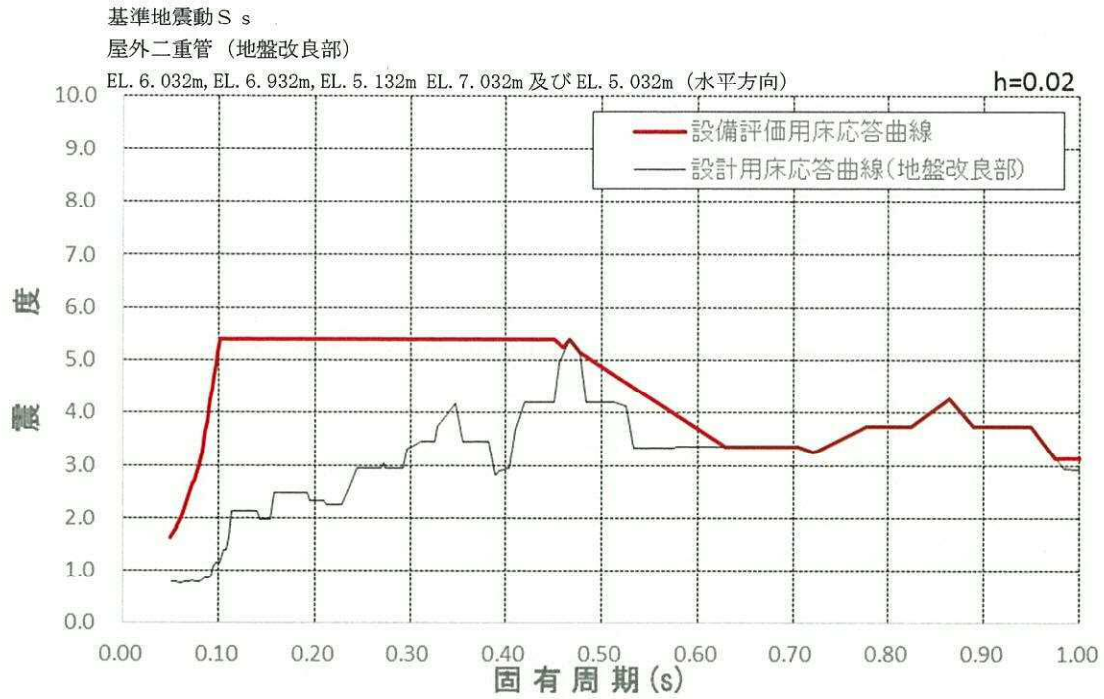


図 3-2(2) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/4)

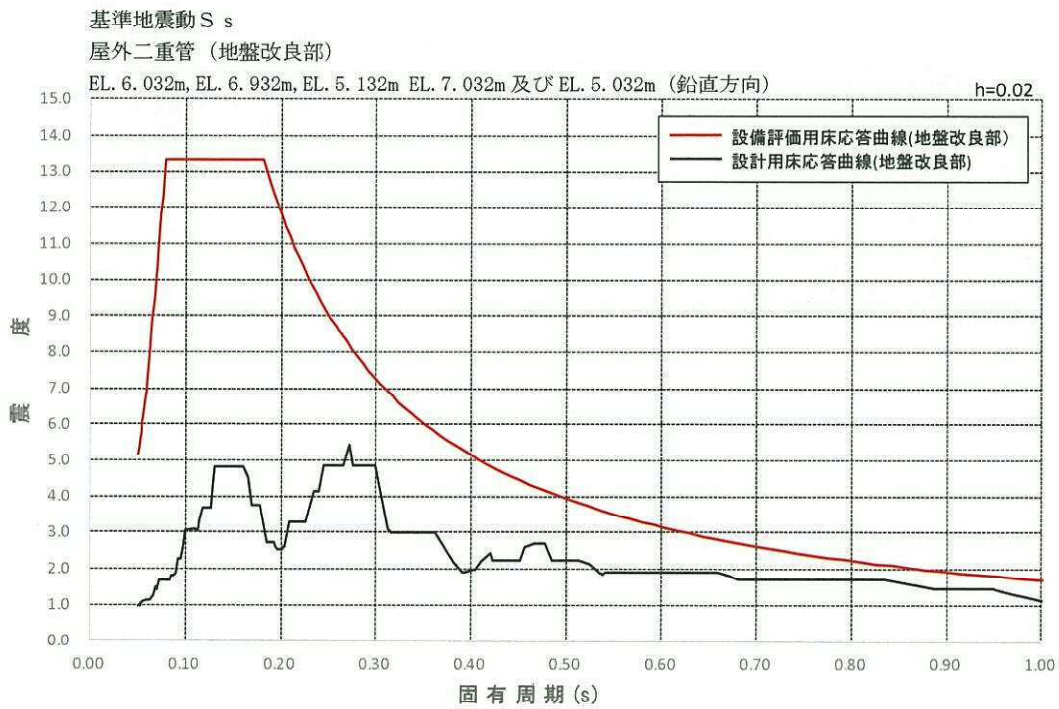


図 3-2(2) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/4)

(3) 緊急時対策所建屋

設備評価用床応答曲線として「b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(3) 及び図 3-2(3) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備 評価用	設計用	設備 評価用
緊急時対策所建屋	S s	51.00	0.89	1.93	0.73	1.45
		43.50	0.85	1.71	0.70	1.42
		37.00	0.83	1.62	0.68	1.41
		30.30	0.80	1.54	0.66	1.36
		23.30	0.77	1.43	0.61	1.27

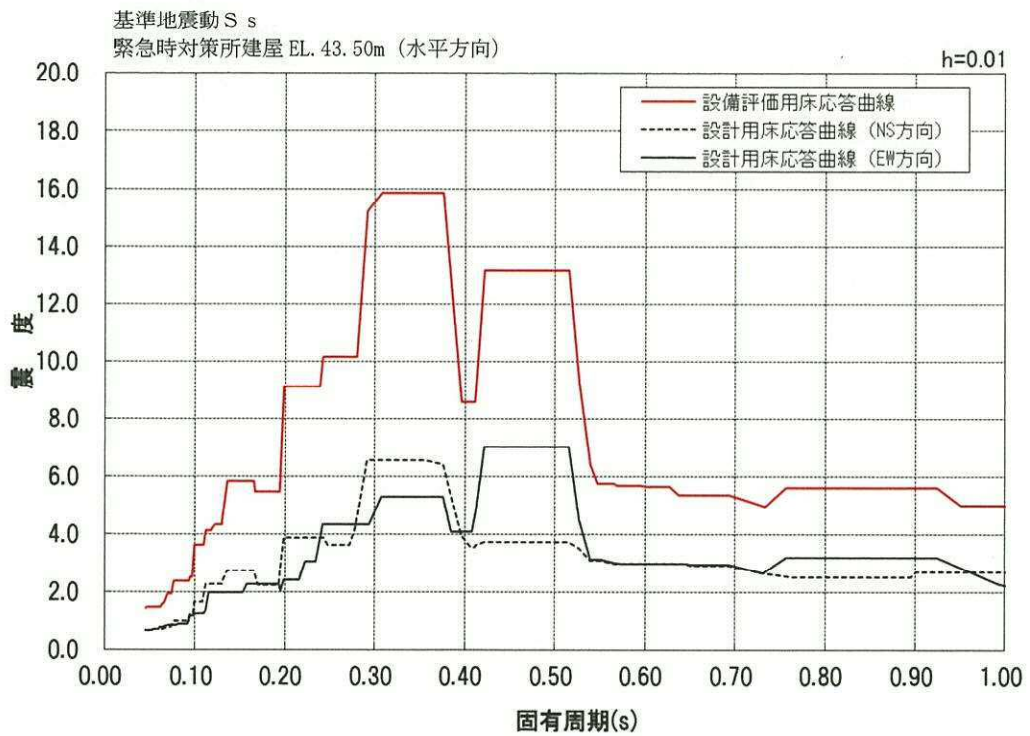
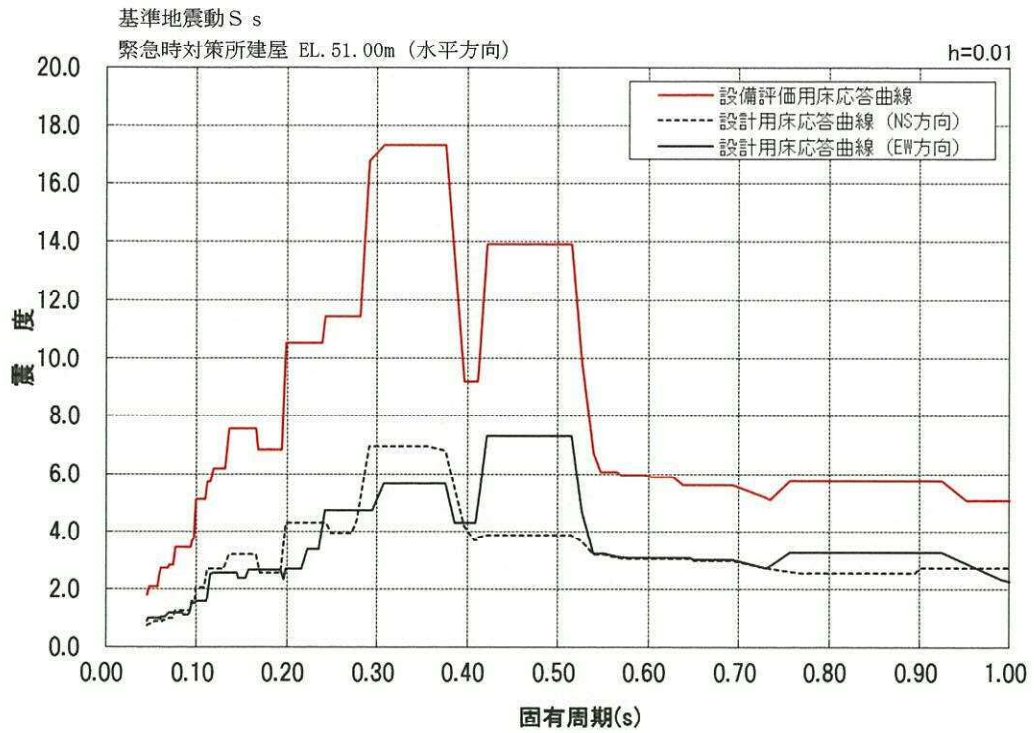


図 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/6)

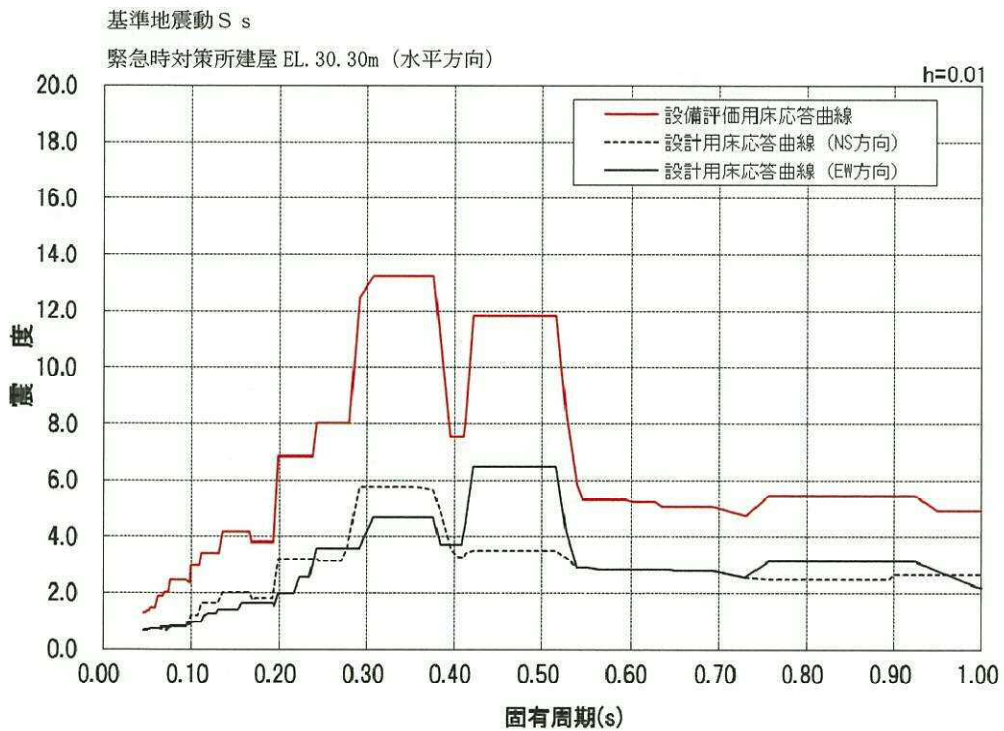
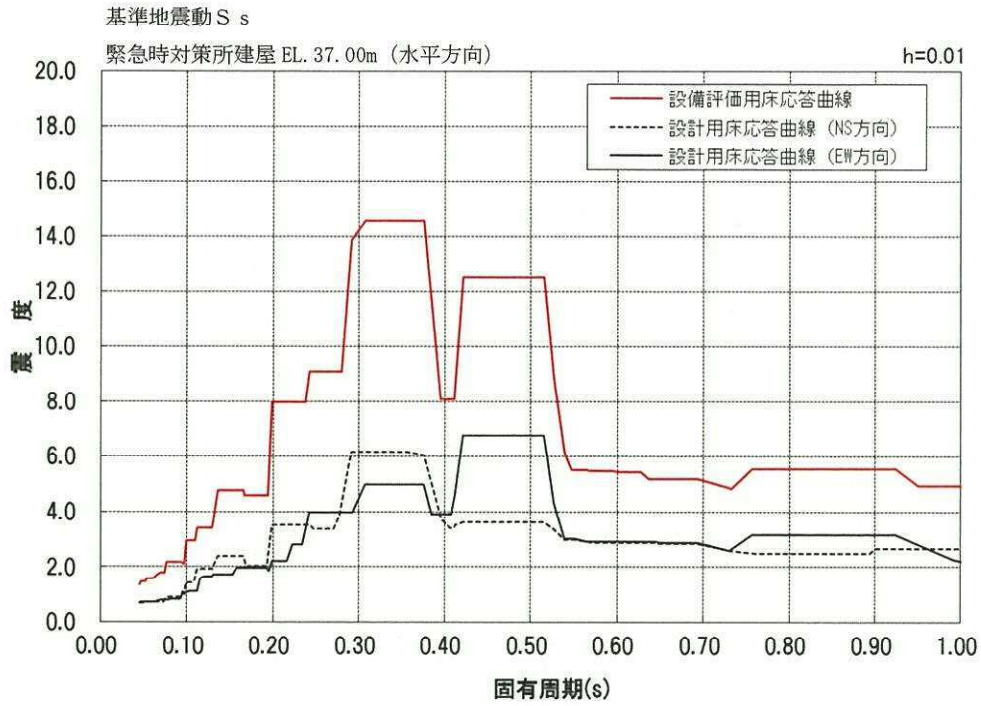


図 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/6)



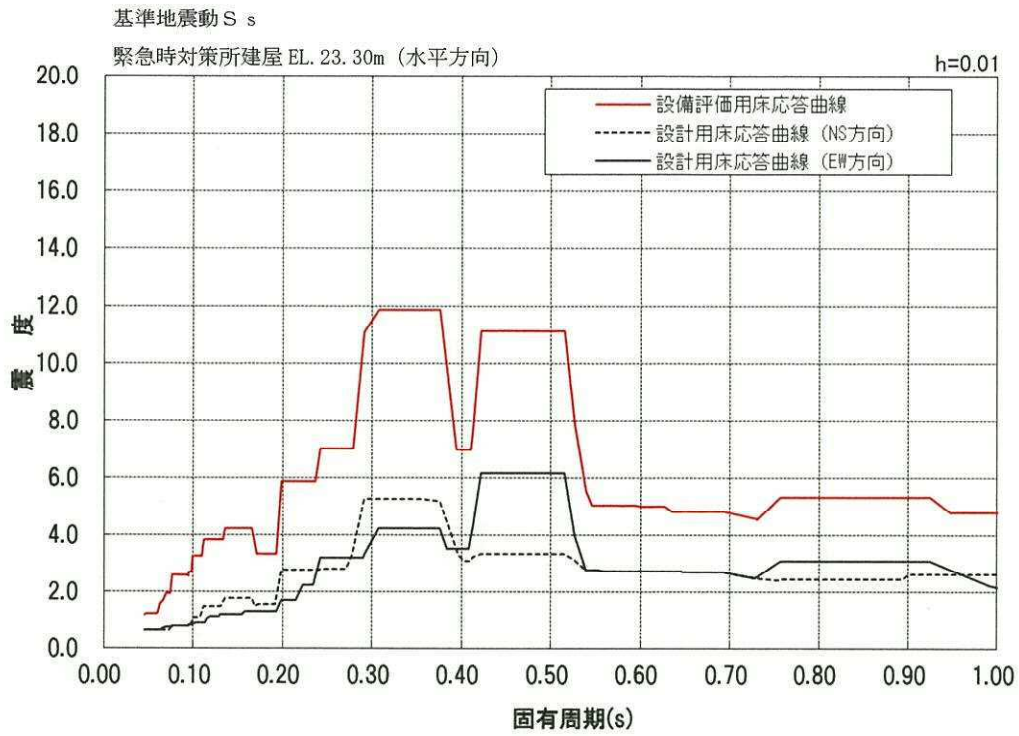


図 3-2 (3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/6)

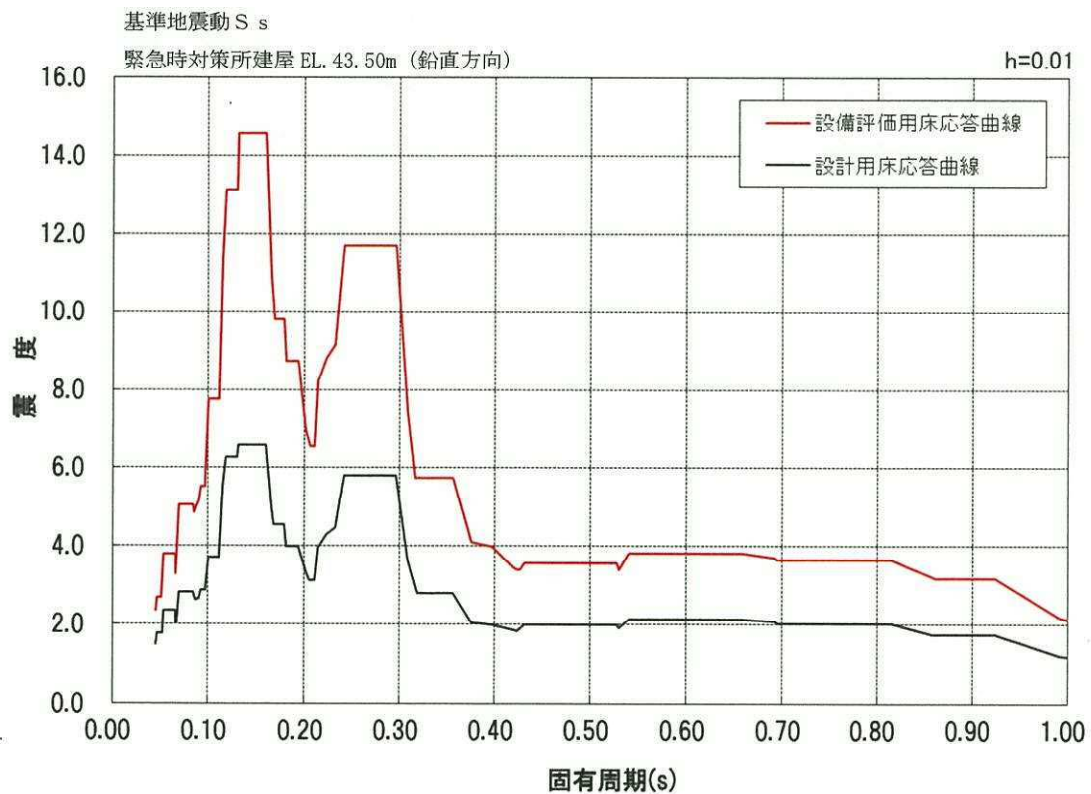
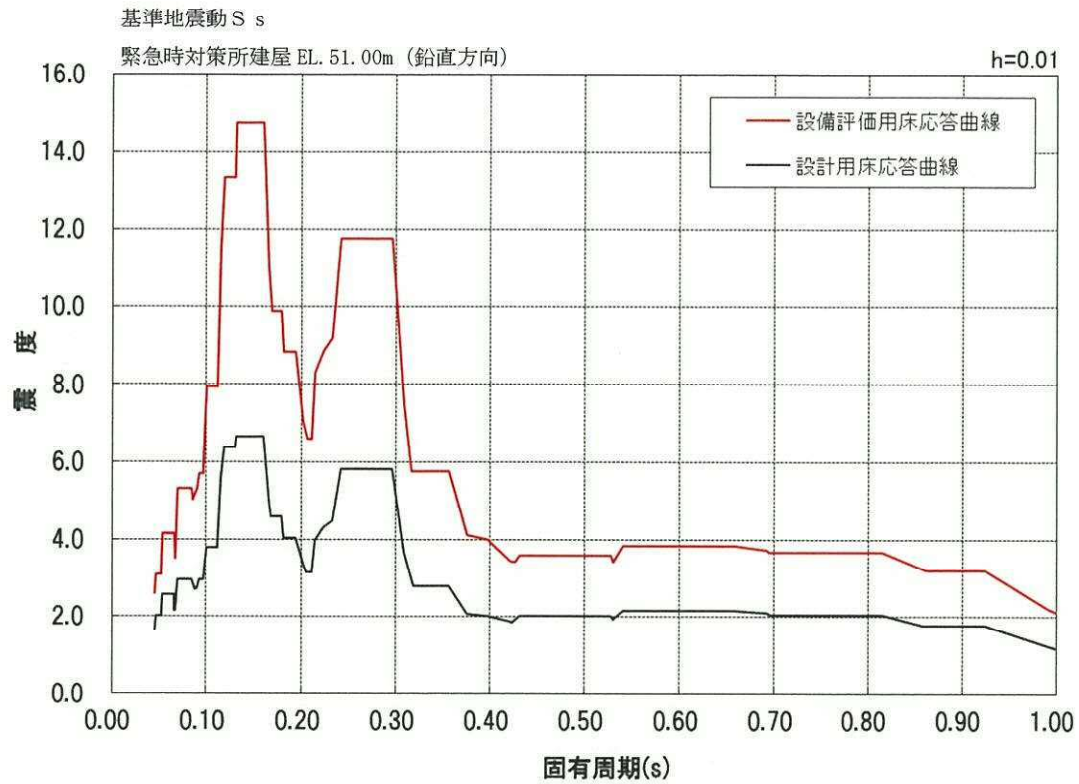


図 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/6)

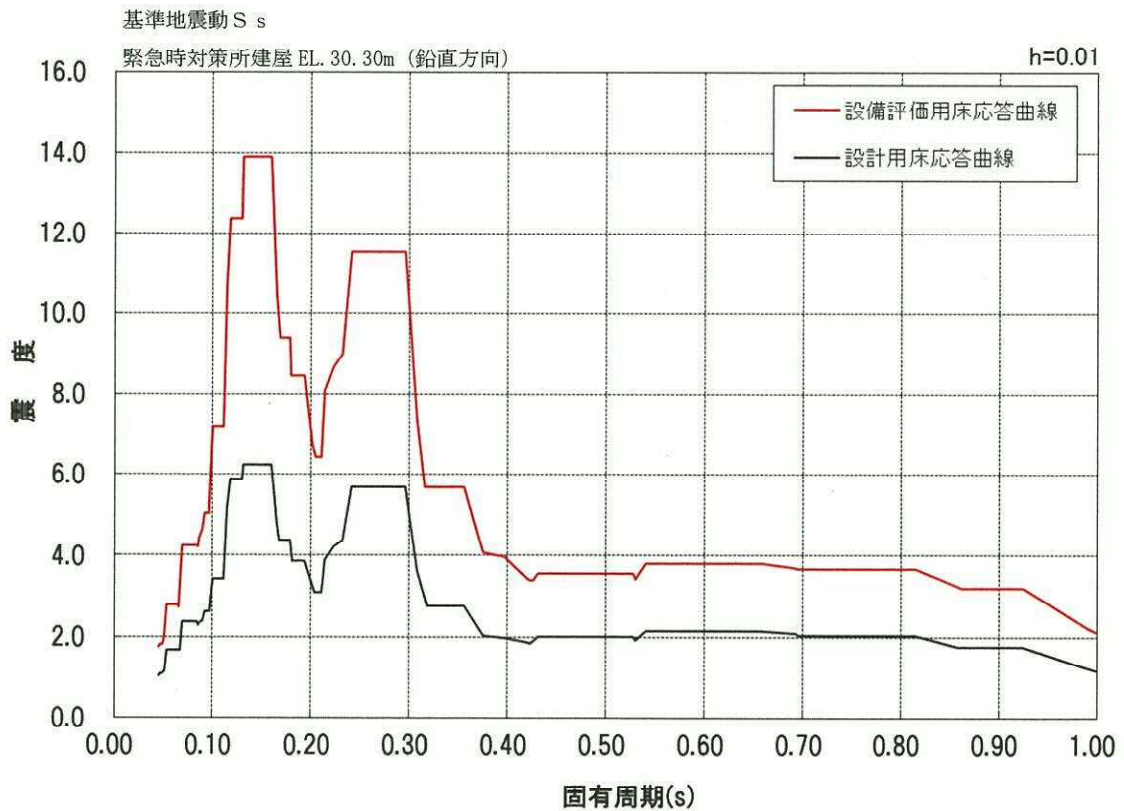
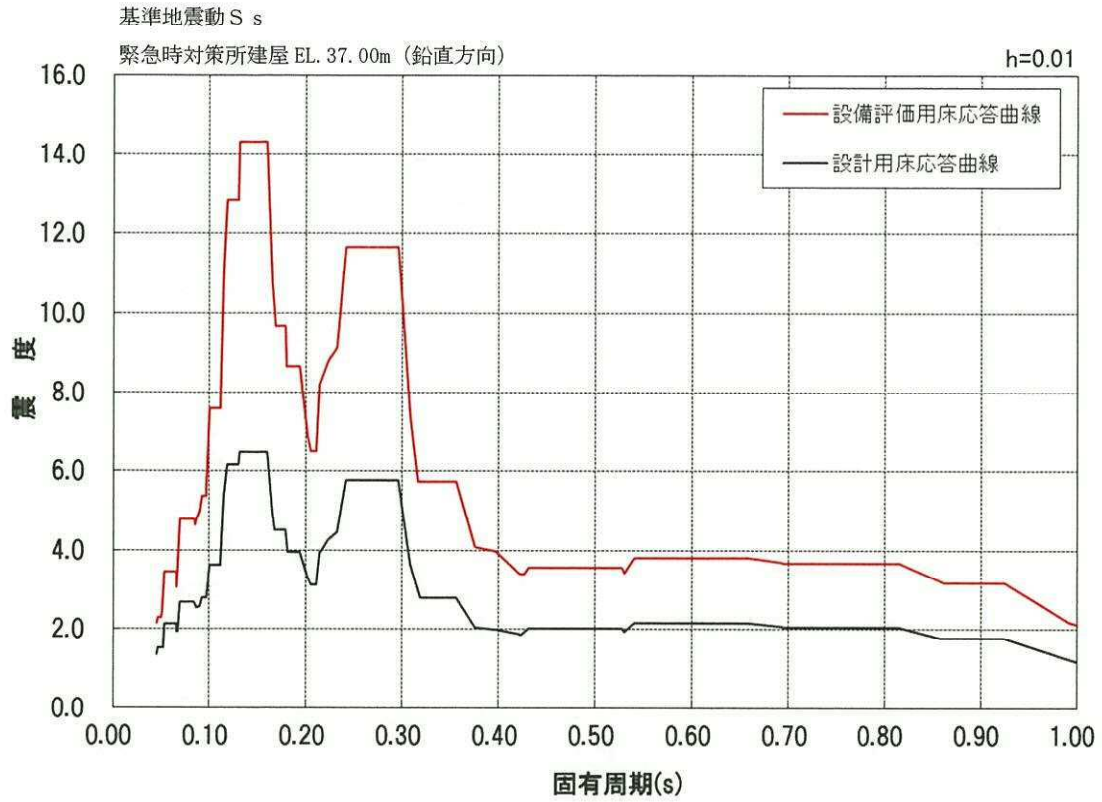


図 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (5/6)

基準地震動 S s

緊急時対策所建屋 EL. 20.30m (鉛直方向)

h=0.01

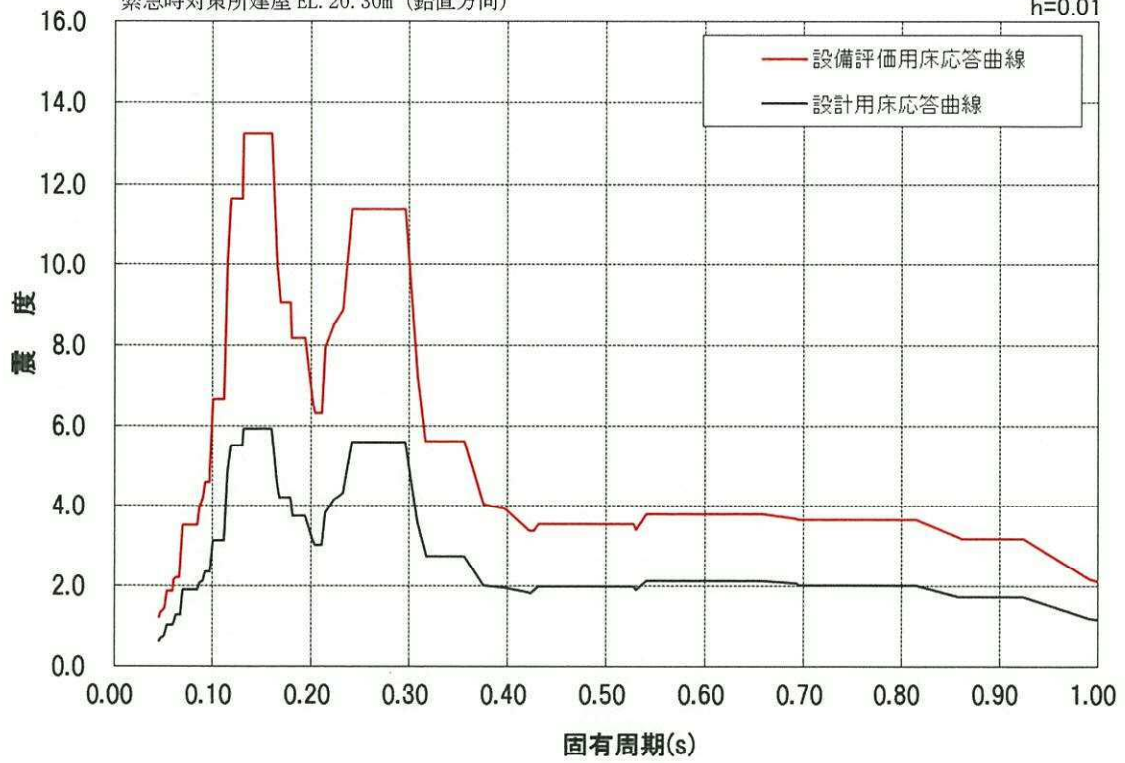


図 3-2(3) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (6/6)



(4) 格納容器圧力逃がし装置格納槽

設備評価用床応答曲線として「b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(4) 及び図 3-2(4) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・ 設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・ 設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(4) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備 評価用	設計用	設備 評価用
格納容器 圧力逃がし装置格納槽	S s	-12.800	0.47	2.15	0.55	1.07

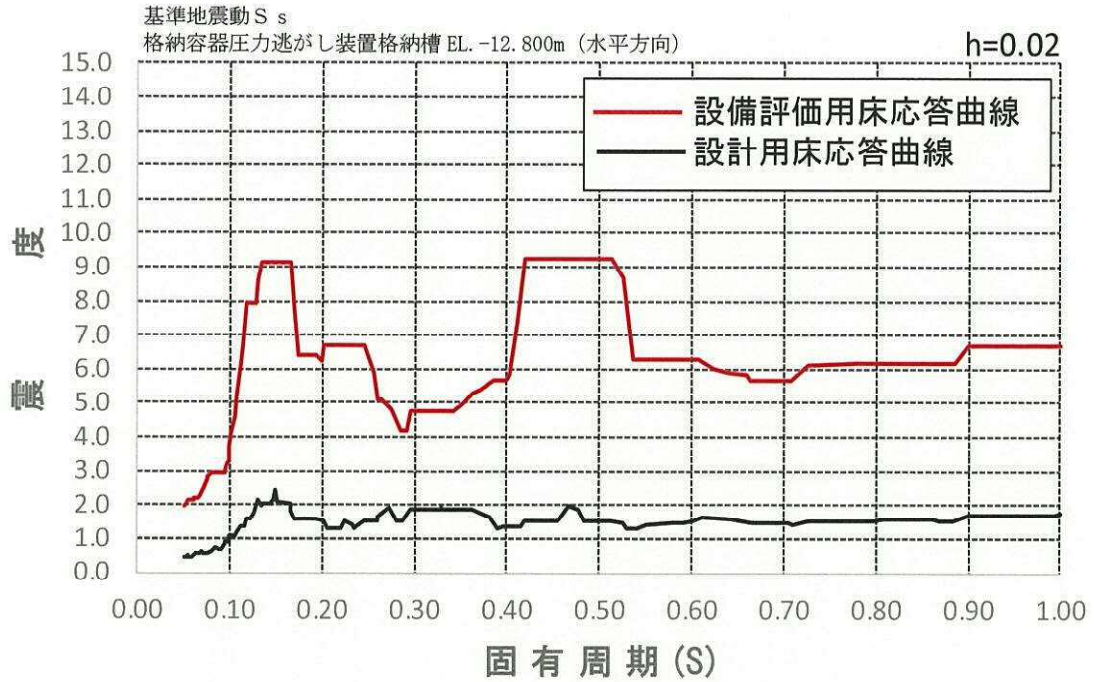


図 3-2(4) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/4)

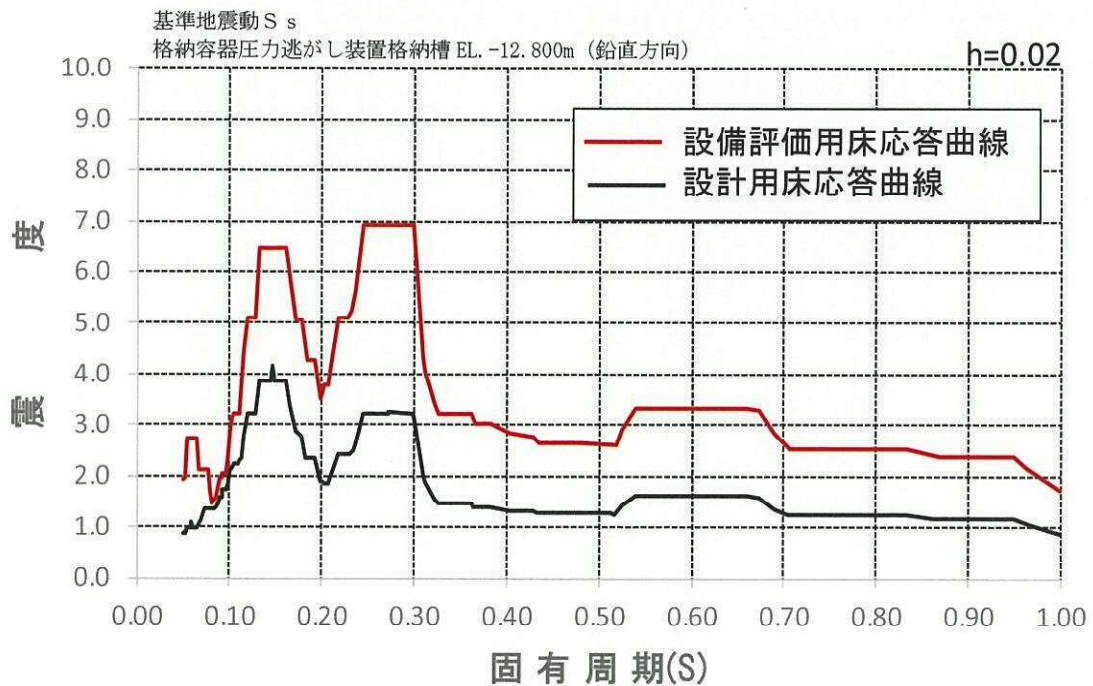


図 3-2(4) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/4)

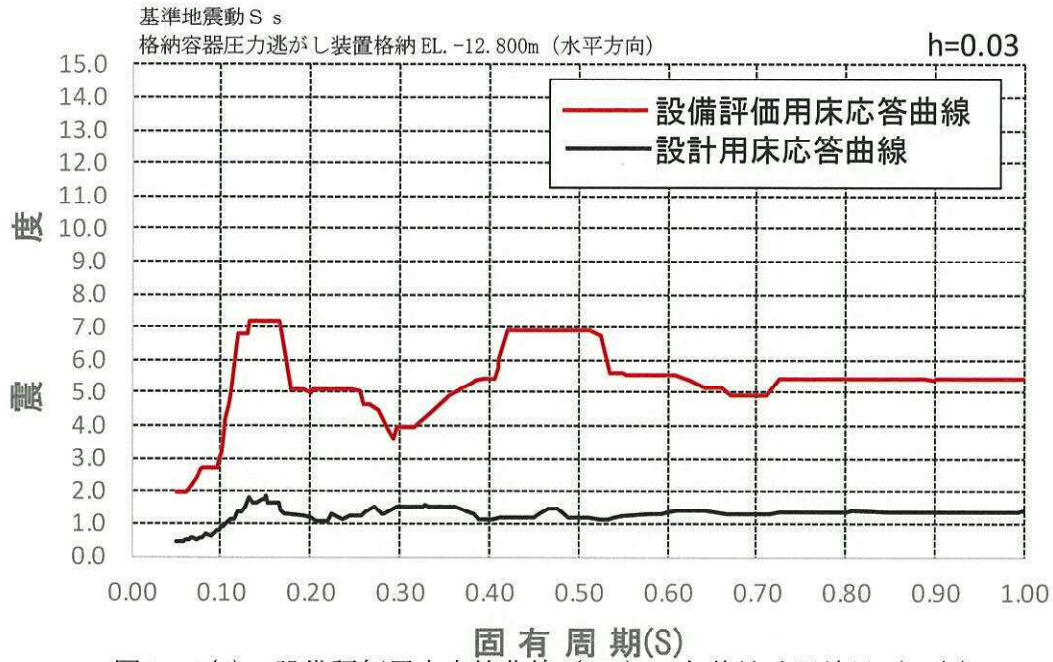


図 3-2(4) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/4)

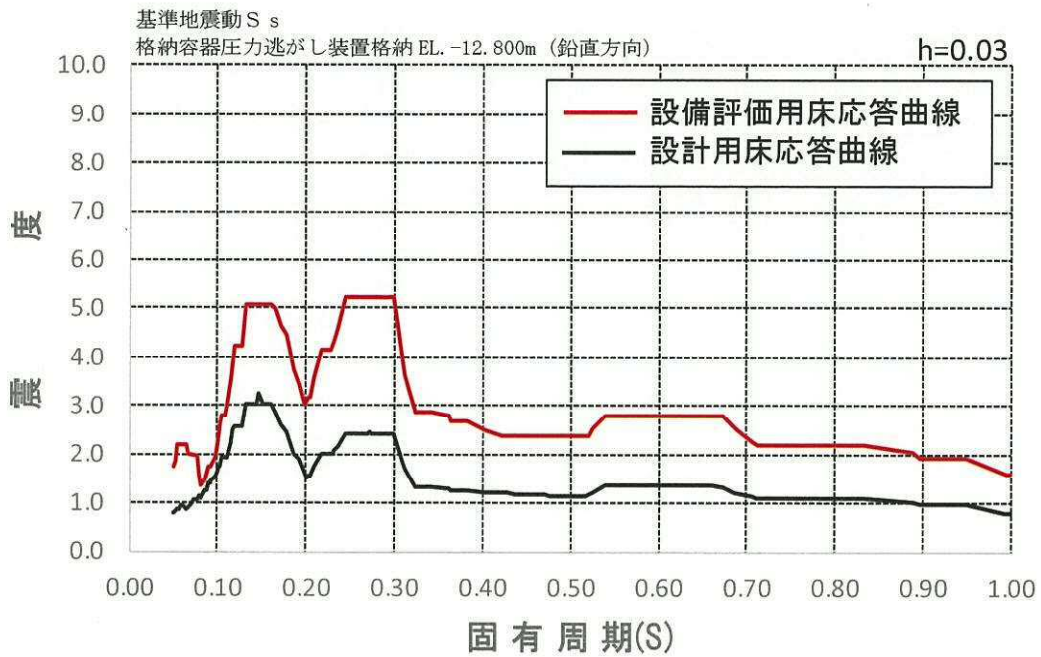


図 3-2(4) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/4)

(5) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(5) 及び図 3-2(5) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(5) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	S s	21.15	0.98	1.66	0.68	2.23
		15.00	0.85	1.66	0.67	2.23



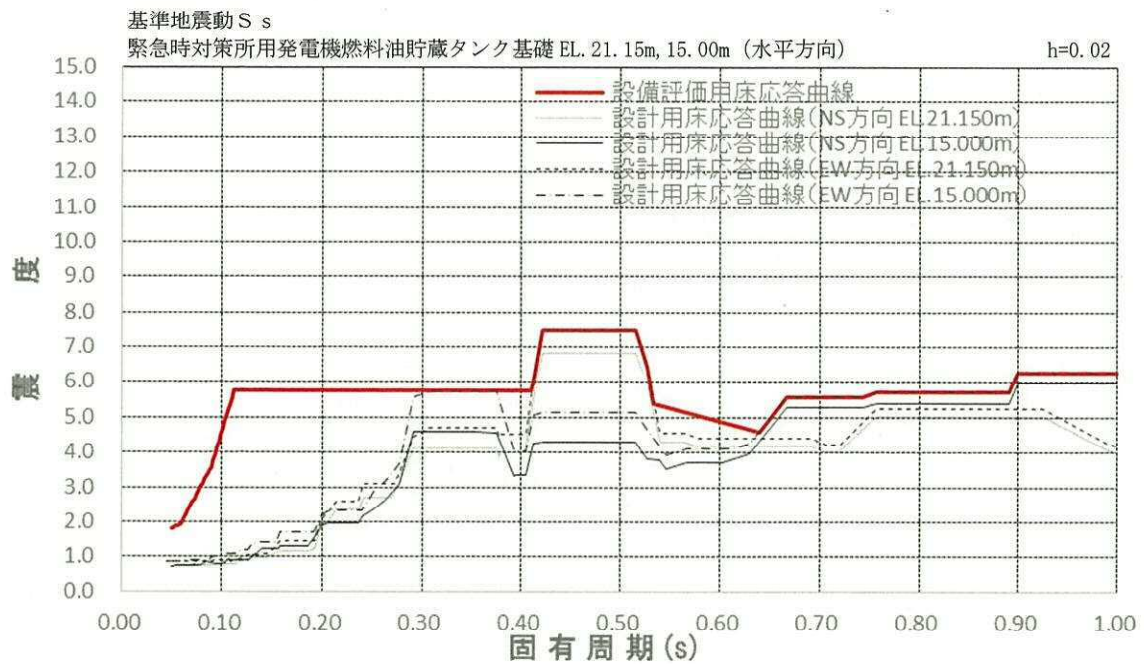


図 3-2 (5) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果(1/2)

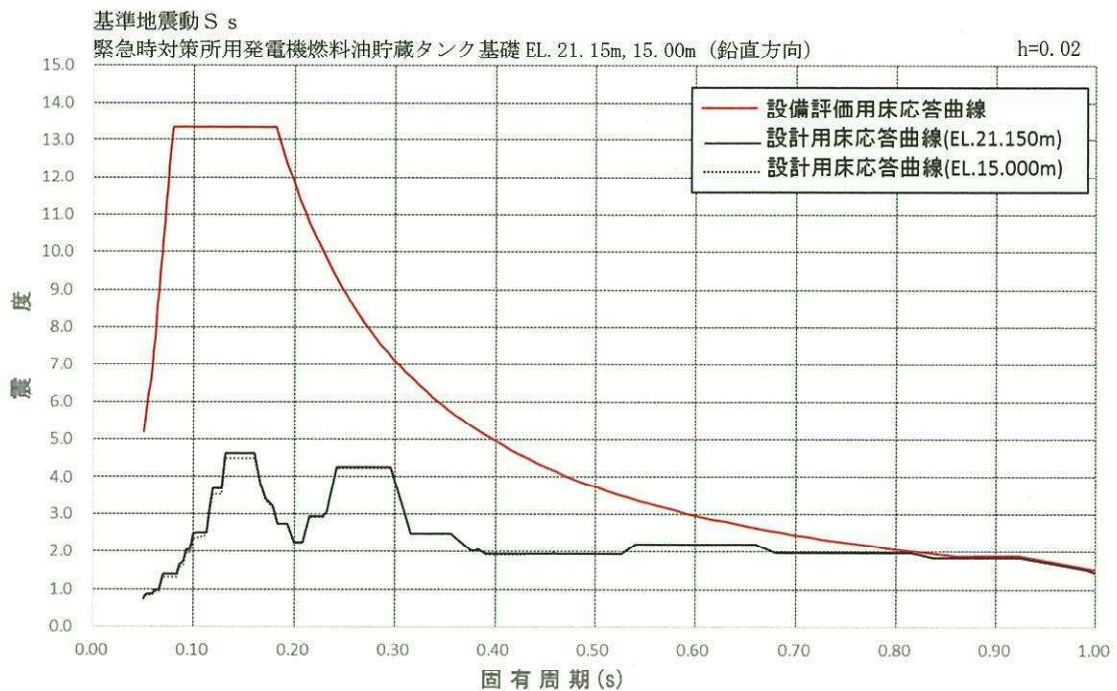


図 3-2 (5) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果(2/2)

(6) 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(6) 及び図 3-2(6) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(6) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
格納容器 圧力逃がし装置用 配管カルバート	S s	3.250	1.43	2.37	0.80	1.09
		-2.350	1.04		0.79	
		-6.550	0.85		0.78	

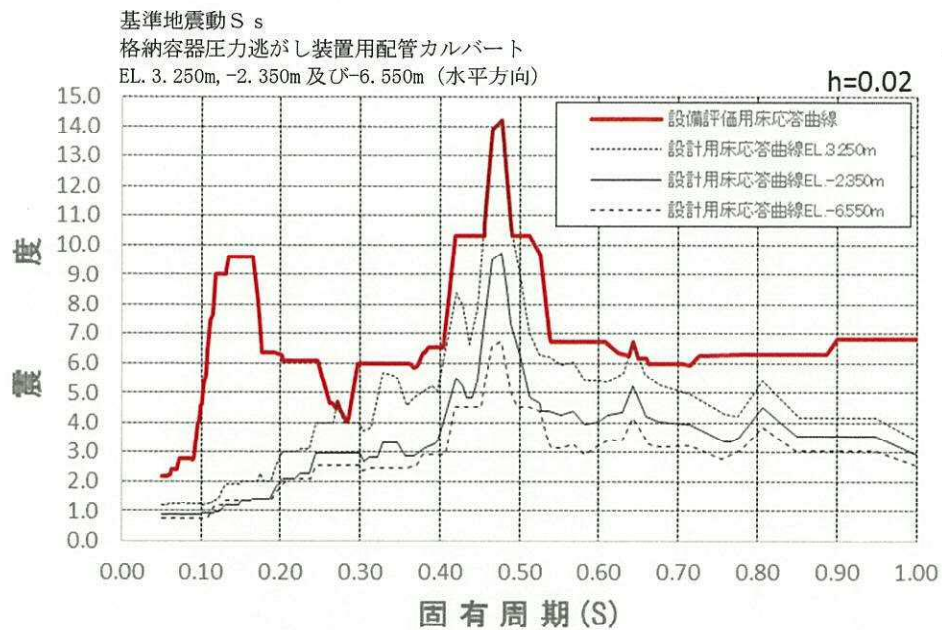


図 3-2(6) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果(1/2)

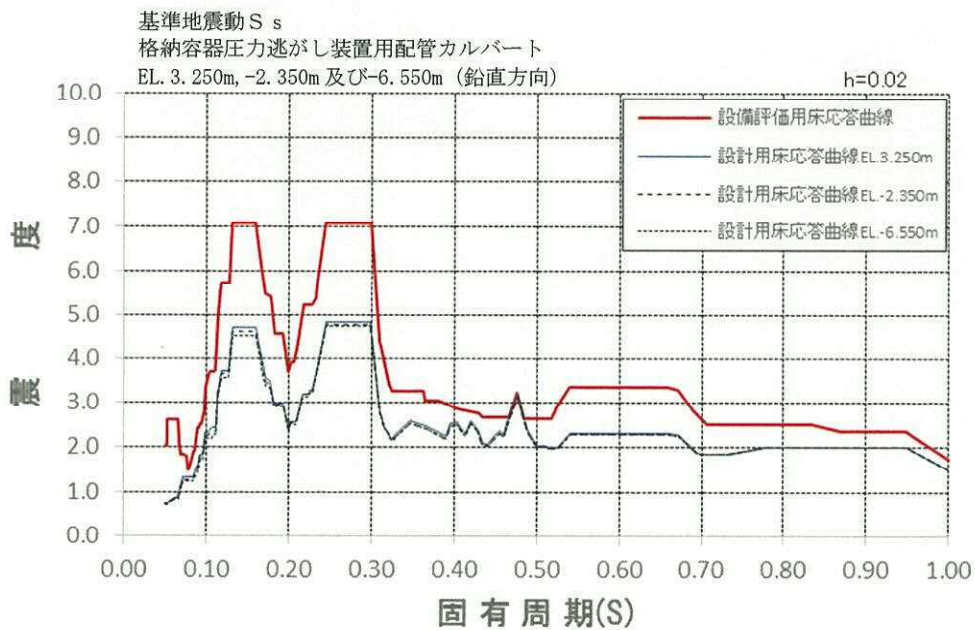


図 3-2(6) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果(2/2)

(7) 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(7) 及び図 3-2(7) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果 (1/2)

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備 (NS方向)	S s	18.550	0.79	0.81	0.60	0.71
		10.000	0.67		0.58	
		1.000	0.55		0.56	
			0.55		0.57	
		-7.250	0.46		0.49	
		-14.750	0.41		0.55	
			0.45		0.57	
-21.000	0.44	0.57				

表 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果 (2/2)

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備 (EW方向)	S s	23.000	0.69	0.81	0.54	0.71
		18.550	0.65		0.54	
		10.000	0.58		0.53	
		1.000	0.53		0.53	
		-7.250	0.48		0.52	
		-14.750	0.45		0.52	
		-21.000	0.44		0.51	



基準地震動 S s  
 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備 (NS 方向)  
 EL. 23.000m, 18.550m, EL. 10.000m, EL. 1.000m, EL. -7.250m, EL.-14.750m 及び EL.-21.000m

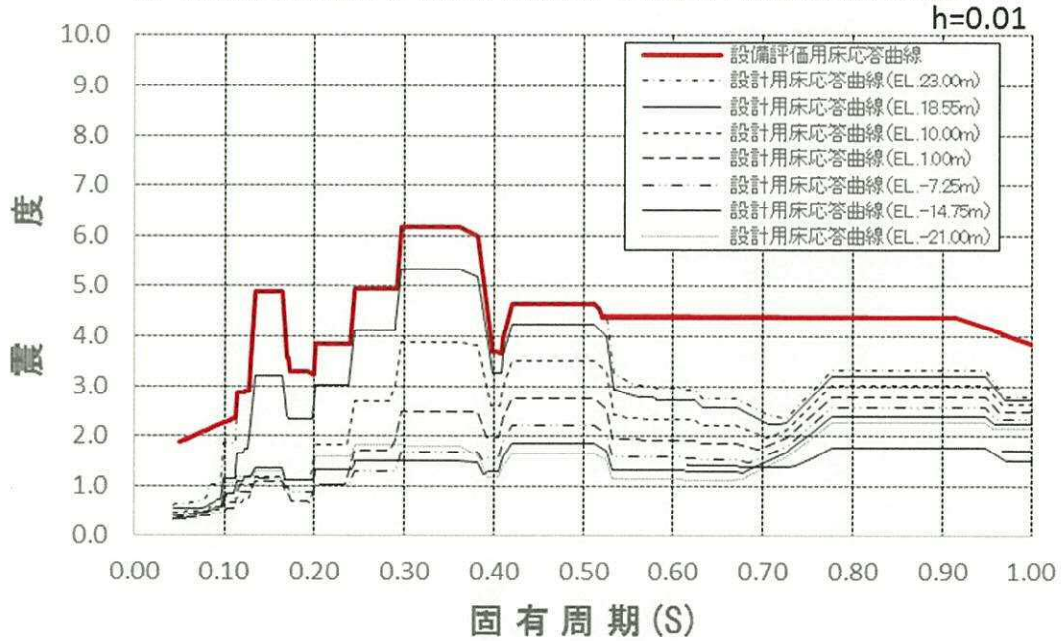


図 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/4)

基準地震動 S s  
 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備 (EW 方向)  
 EL. 23.000m, 18.550m, EL. 10.000m, EL. 1.000m, EL. -7.250m, EL.-14.750m 及び EL.-21.000m

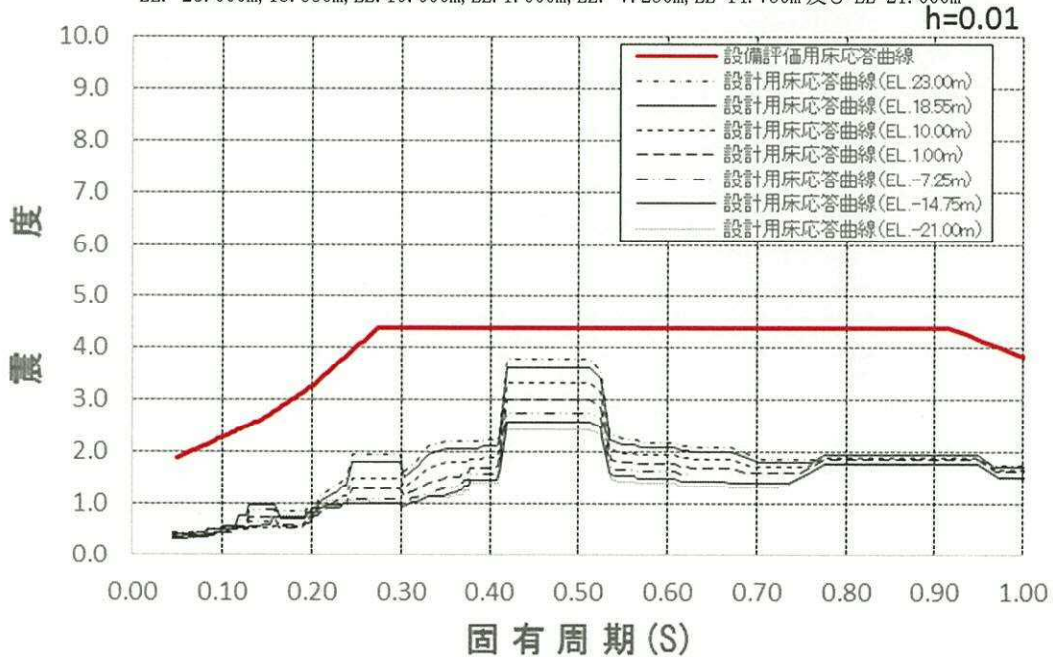


図 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/4)

基準地震動  $S_s$

常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備（鉛直方向（NSモデル））

EL. 23.000m, EL. 18.550m, EL. 10.000m, EL. 1.000m, EL. -7.250m, EL. -14.750m及びEL.-21.000m

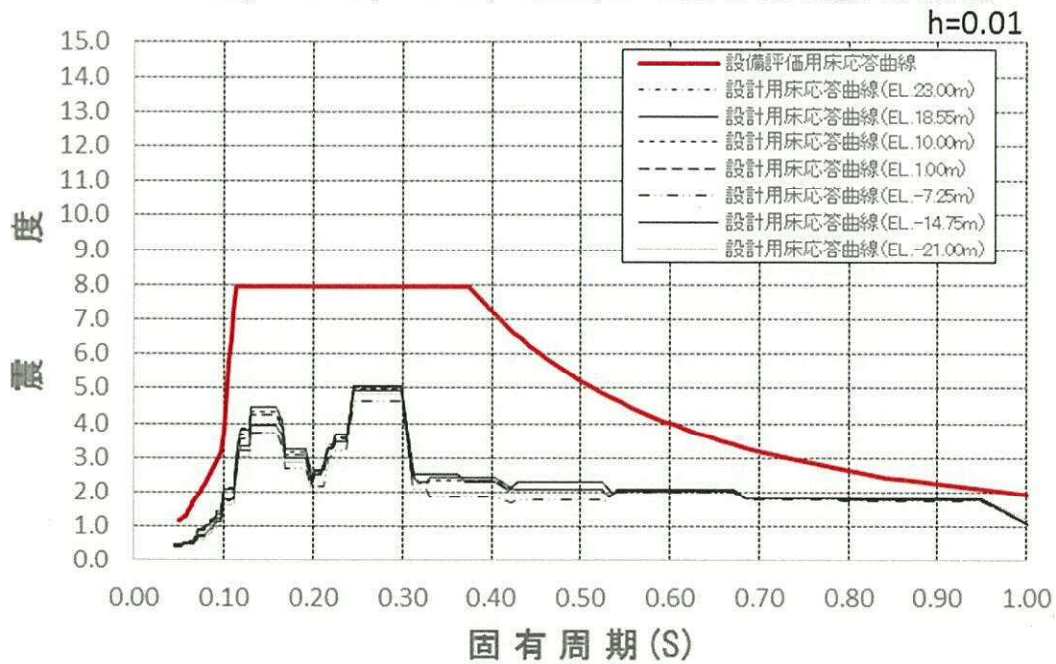


図 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/4)

基準地震動  $S_s$

常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備（鉛直方向（EWモデル））

EL. 23.000m, EL. 18.550m, EL. 10.000m, EL. 1.000m, EL. -7.250m, EL. -14.750m及びEL.-21.000m

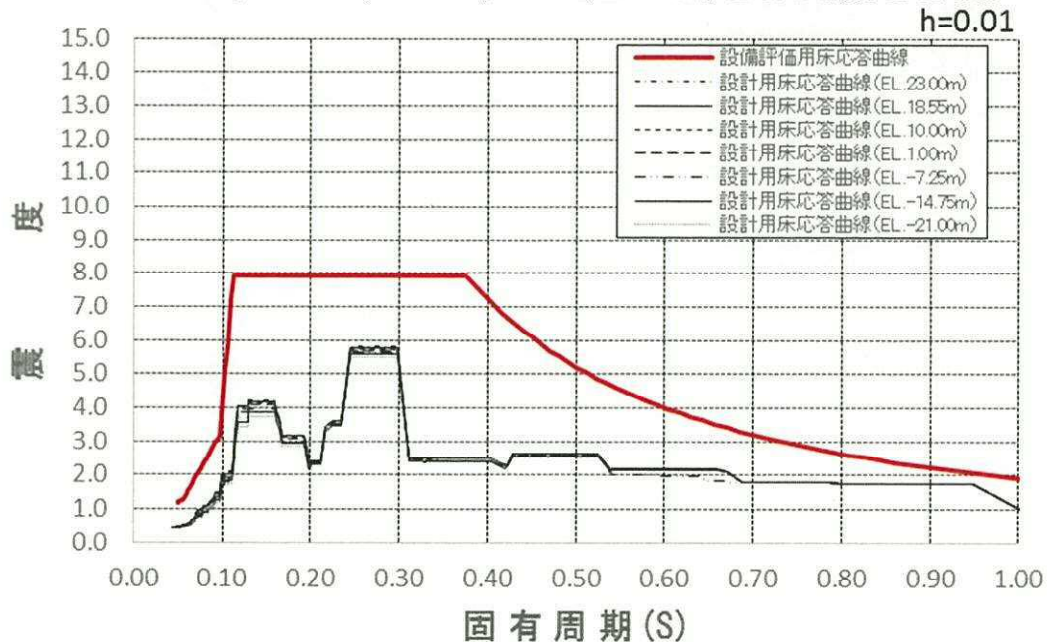


図 3-2(7) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/4)

(8) 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

設備評価用床応答曲線として「b-2. 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(8) 及び図 3-2(8) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(8) 設備評価用床応答曲線（ZPA）の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) (NS方向)	S s	7.600	0.63	0.89	0.47	0.70
		1.700	0.58		0.47	
		1.200	0.59		0.54	
		-3.750	0.56		0.53	



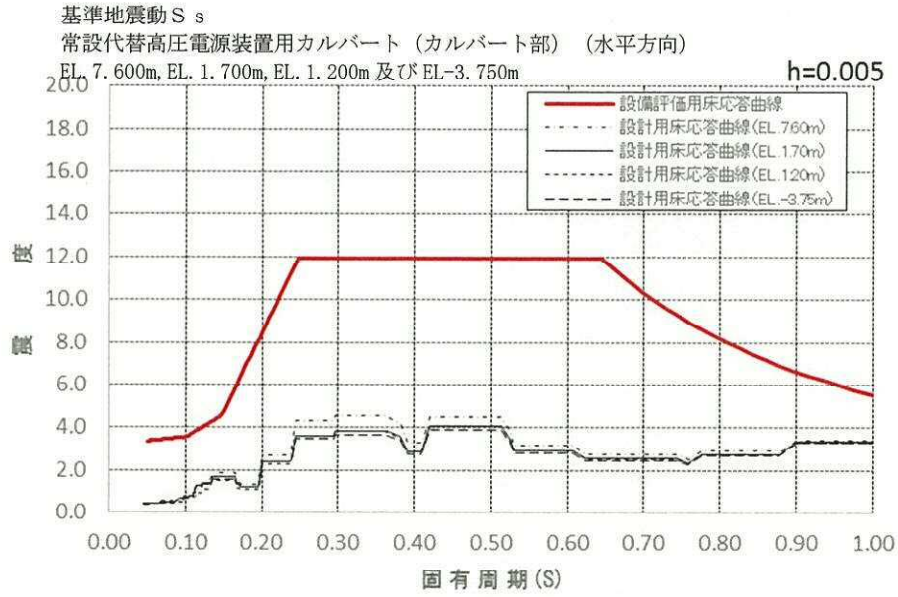


図 3-2(8) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/2)

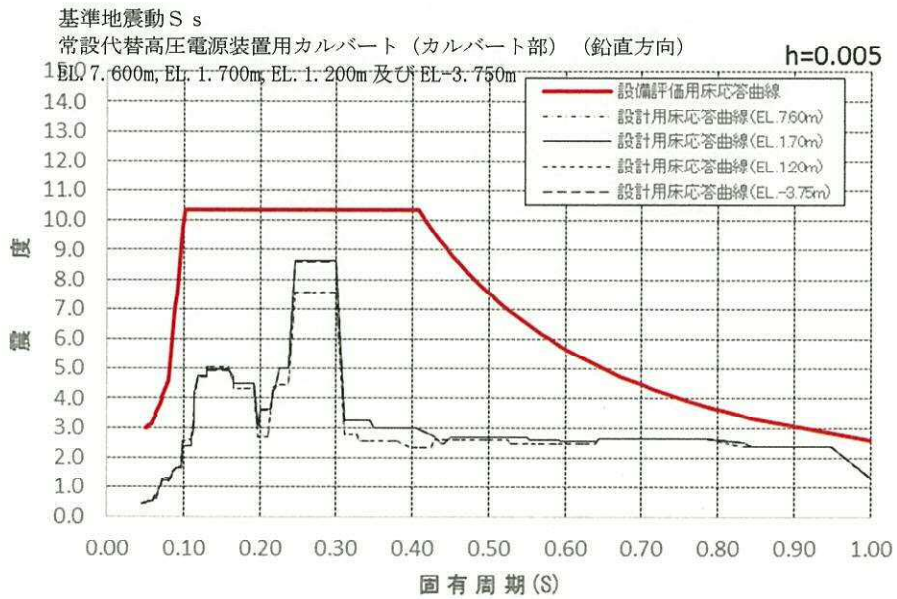


図 3-2(8) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/2)

(9) 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）

設備評価用床応答曲線として「d 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(9) 及び図 3-2(9) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(9) 設備評価用床応答曲線（ZPA）の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源 装置用カルバート (トンネル部) (EW方向)	S s	-22.000	0.46	0.56	0.40	0.58
		-23.650	0.45		0.41	
		-23.796	0.45		0.41	
		-25.300	0.45		0.40	

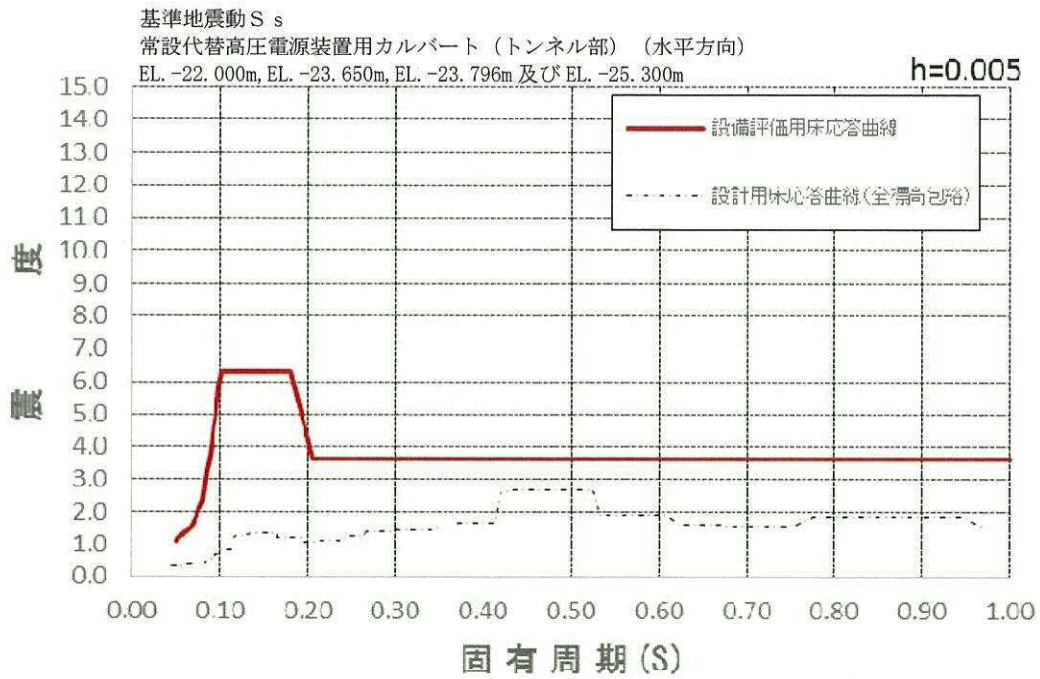


図 3-2(9) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/2)

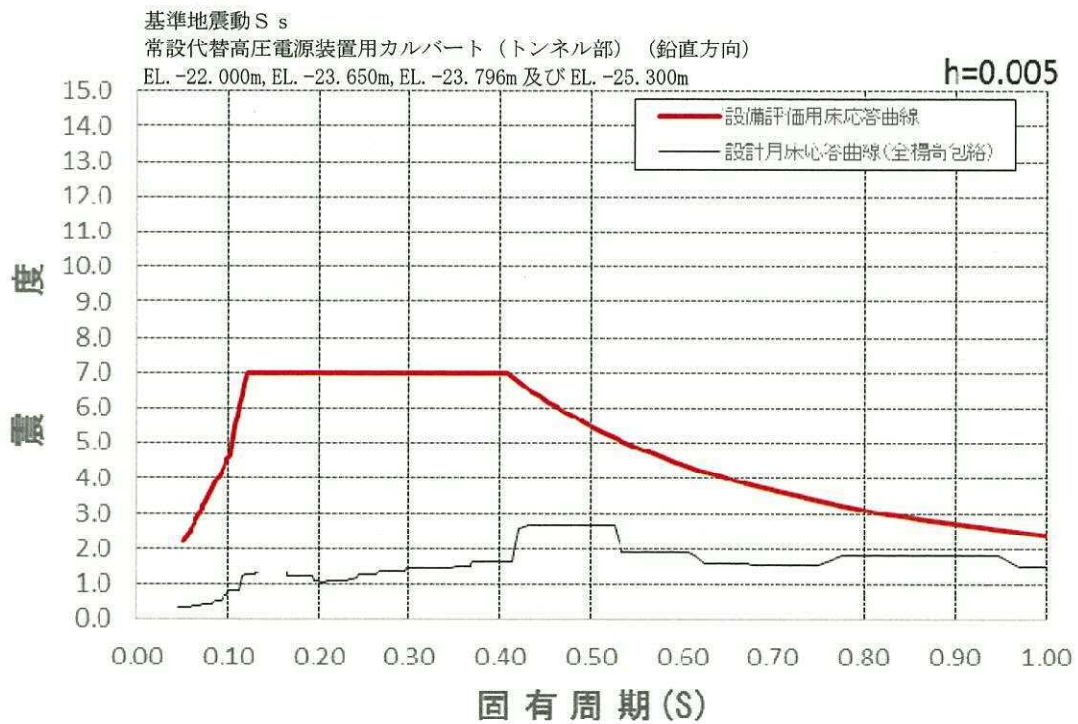


図 3-2(9) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/2)

(10) 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(10) 及び図 3-2(10) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(10) 設備評価用床応答曲線（ZPA）の包絡性確認結果（1/2）

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源 装置用カルバート (立坑部) (NS方向)	S s	7.200	0.64	0.82	0.42	0.61
		1.700	0.59		0.42	
		-3.500	0.55		0.42	
		-9.000	0.52		0.42	
		-25.800	0.43		0.40	

表 3-2(10) 設備評価用床応答曲線（ZPA）の包絡性確認結果（2/2）

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設代替高圧電源 装置用カルバート (立坑部) (EW方向)	S s	7.200	0.74	0.82	0.43	0.61
		1.700	0.65		0.43	
		-3.500	0.57		0.43	
		-9.000	0.50		0.43	
		-25.800	0.38		0.41	



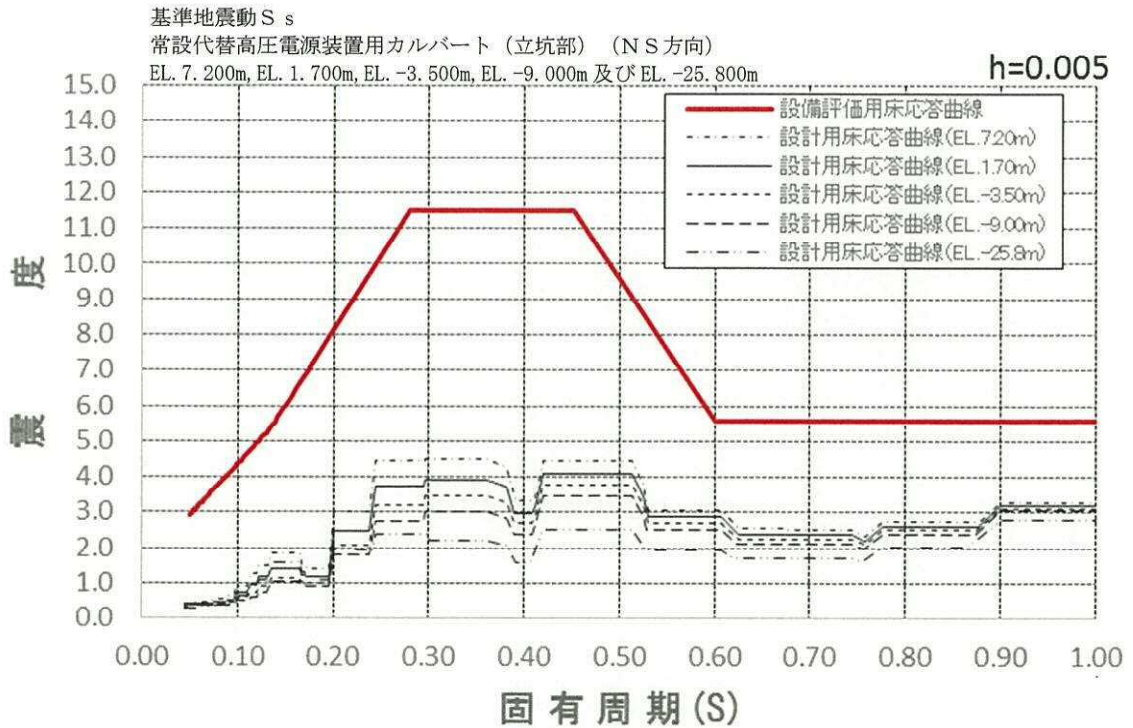


図 3-2(10) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/4)

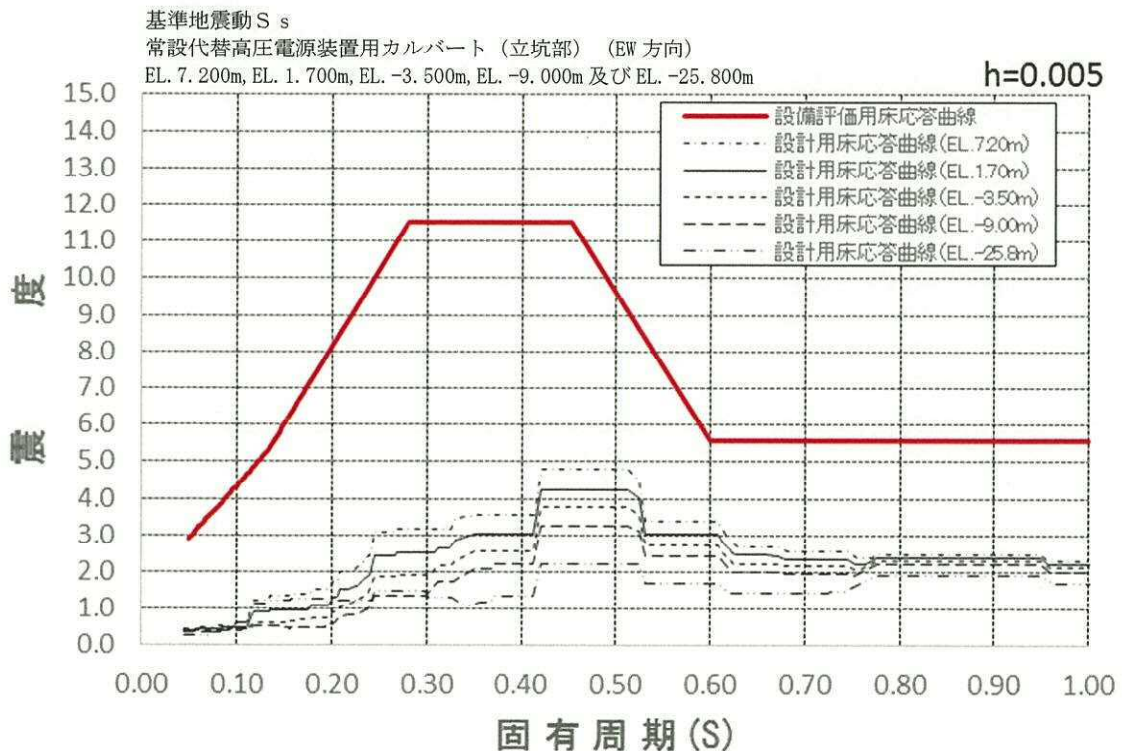


図 3-2(10) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/4)



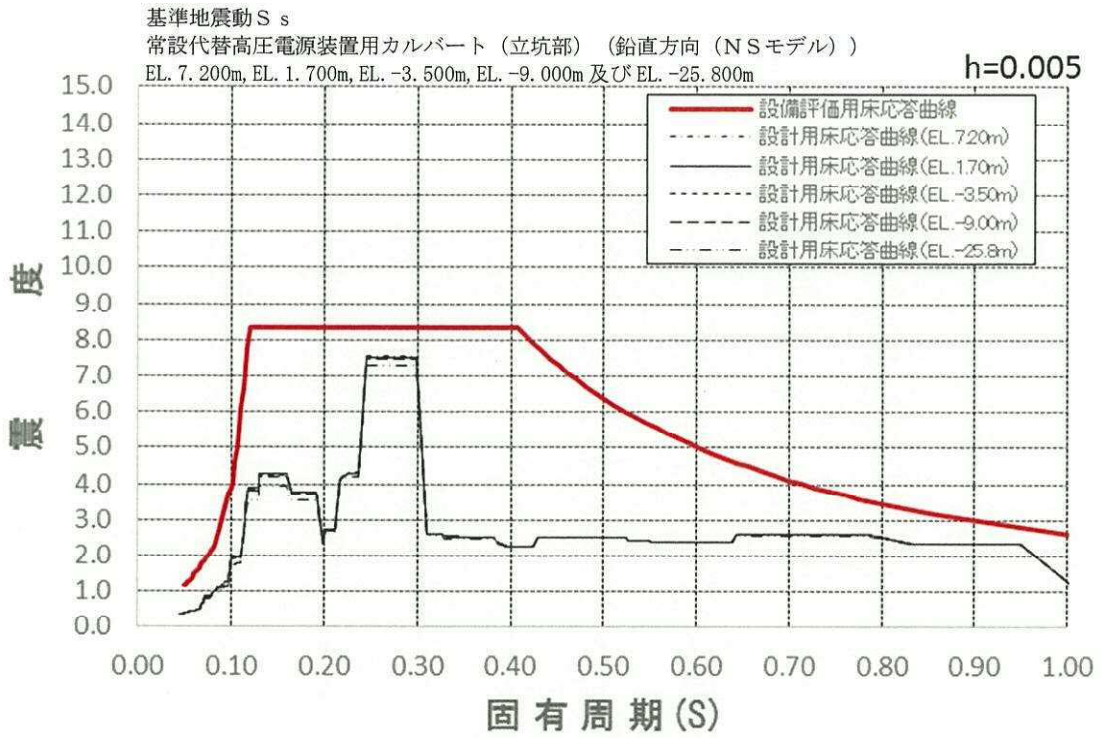


図 3-2(10) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/4)

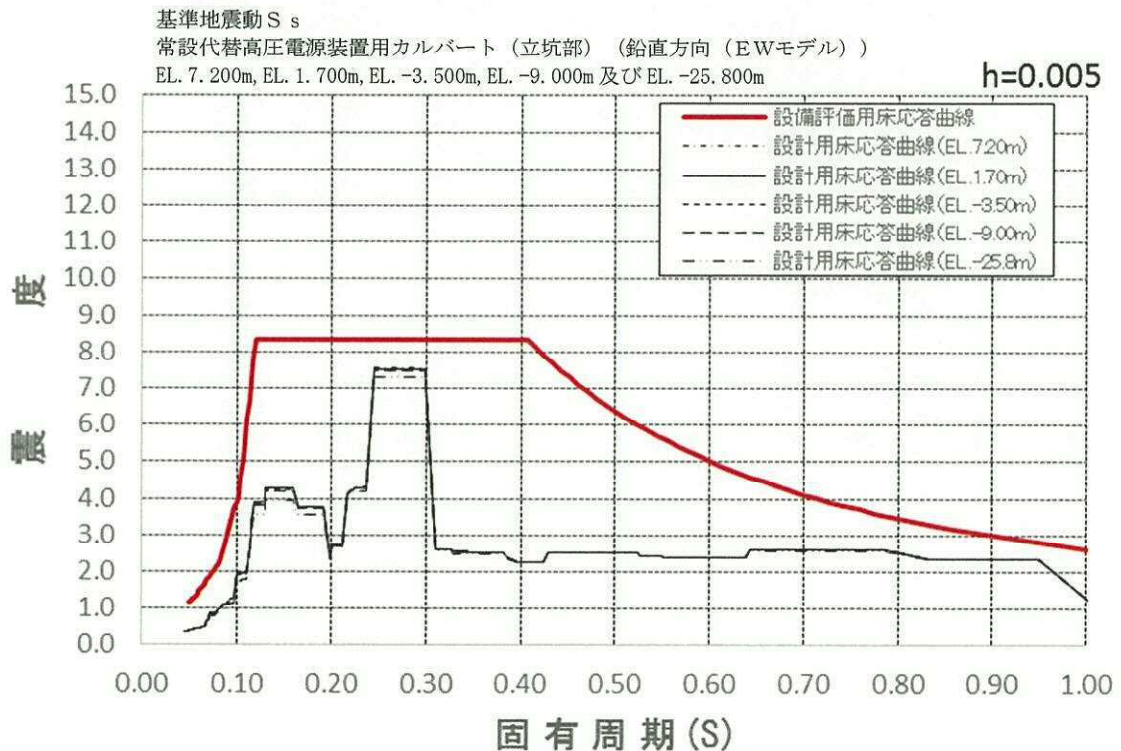


図 3-2(10) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/4)

(11) 可搬型設備用軽油タンク基礎

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(11) 及び図 3-2(11) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・ 設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・ 設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(11) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
可搬型設備用軽油 タンク 基礎	S s	22.750	0.92	1.66	0.65	2.42
		19.000	0.84		0.65	
		18.500	0.84		0.64	
		24.750	1.38		0.72	
		21.000	1.30		0.74	
		20.500	1.29		0.70	

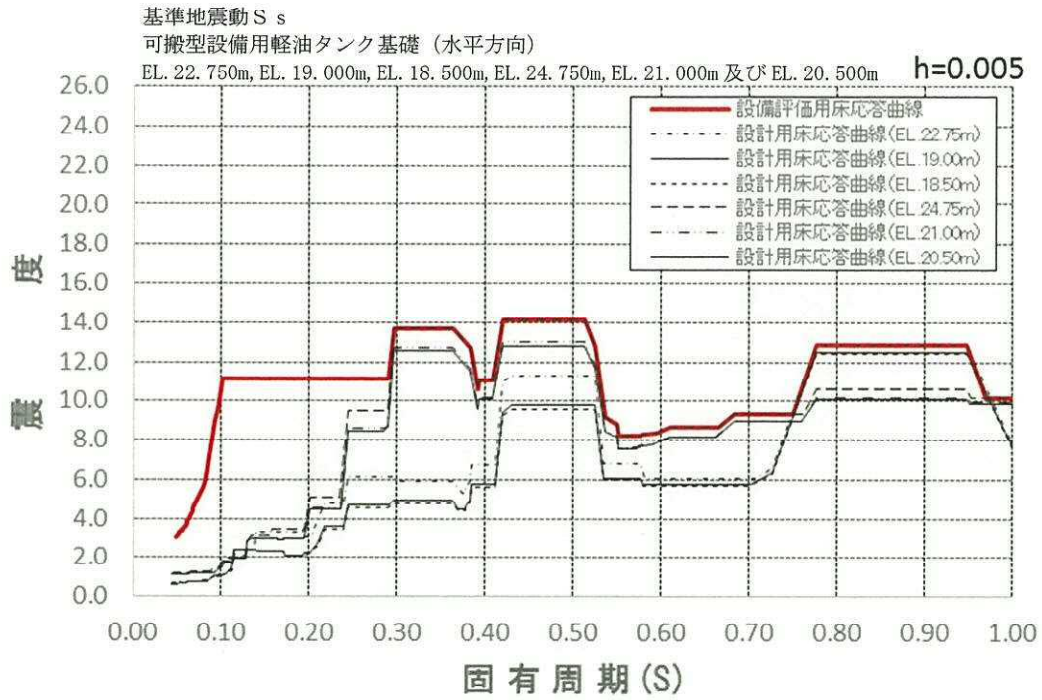


図 3-2(11) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/2)

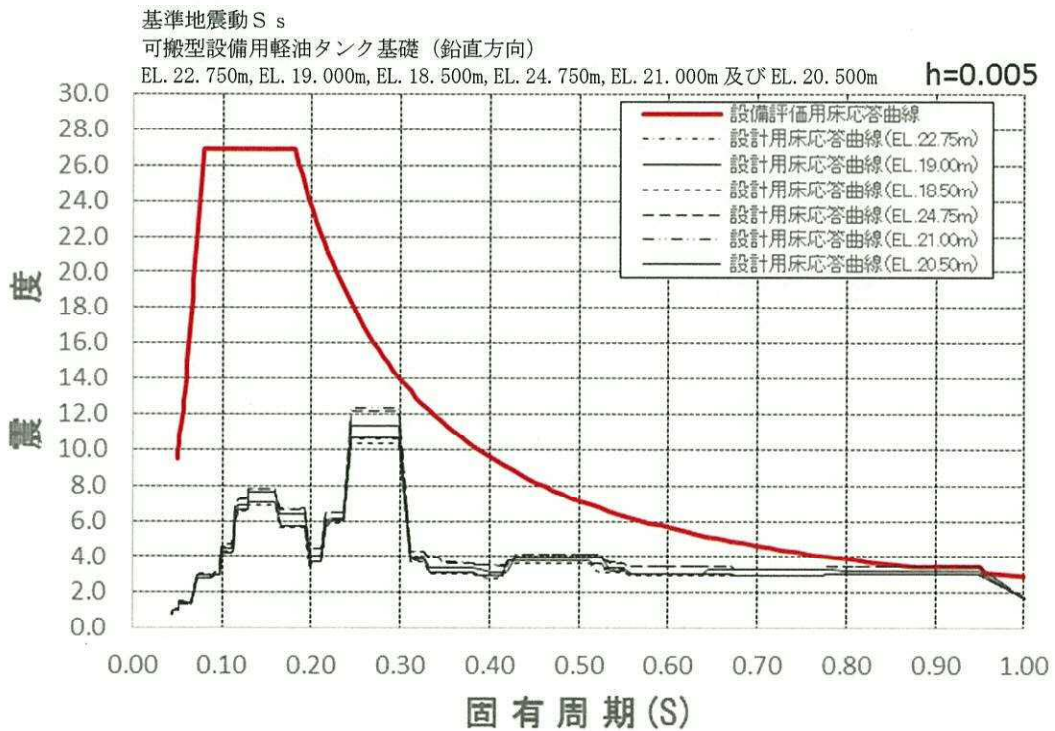


図 3-2(11) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/2)

(12) 常設低圧代替注水系ポンプ室

設備評価用床応答曲線として「b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(12)及び図 3-2(12)に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(12) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設低圧 代替注水 系ポンプ 室	S s	8.000	1.36	1.58	0.68	1.10
		3.750	1.17		0.68	
		1.050	1.05		0.68	
		-1.700	0.99		0.68	
		-4.000	0.94		0.67	
		-11.000	0.86		0.66	
		-14.014	0.68		0.67	
		-14.148	0.86		0.66	
		-17.080	0.87		0.66	
		-20.000	0.88		0.66	



基準地震動 S s

常設低圧代替注水系ポンプ室(水平方向)

EL. 8.000m, EL. 3.750m, EL. 1.050m, EL. -1.700m, EL. -4.000m, EL. -11.000m  
 EL. -14.014m, EL. -14.148m, EL. -17.080 m 及び EL. -20.000m

h=0.005

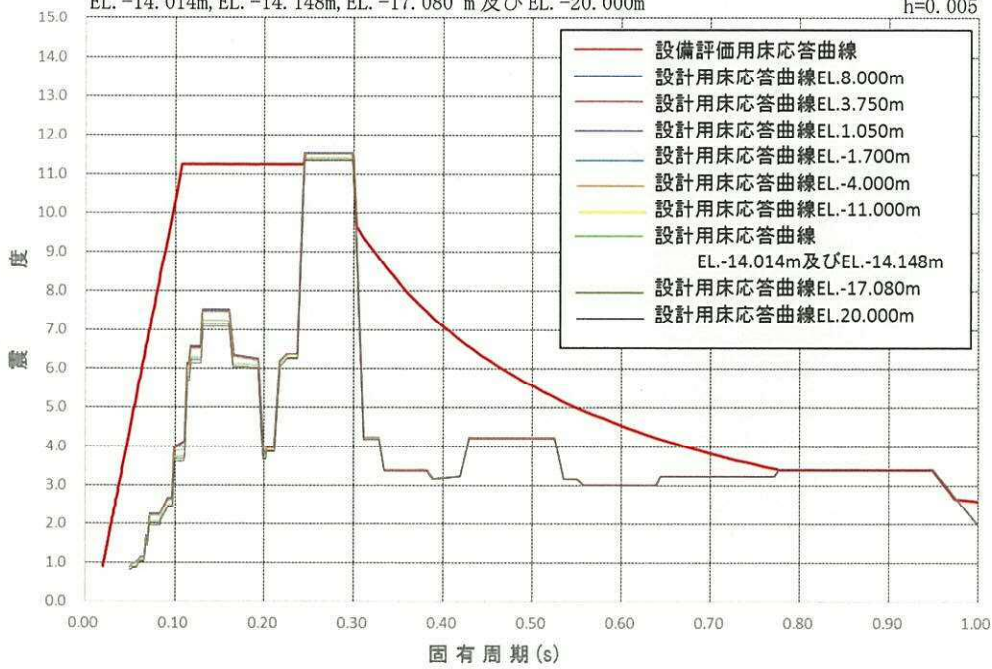


図 3-2(12) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/2)

基準地震動 S s

常設低圧代替注水系ポンプ室(鉛直方向)

EL. 8.000m, EL. 3.750m, EL. 1.050m, EL. -1.700m, EL. -4.000m, EL. -11.000m  
 EL. -14.014m, EL. -14.148m, EL. -17.080 m 及び EL. -20.000m

h=0.005

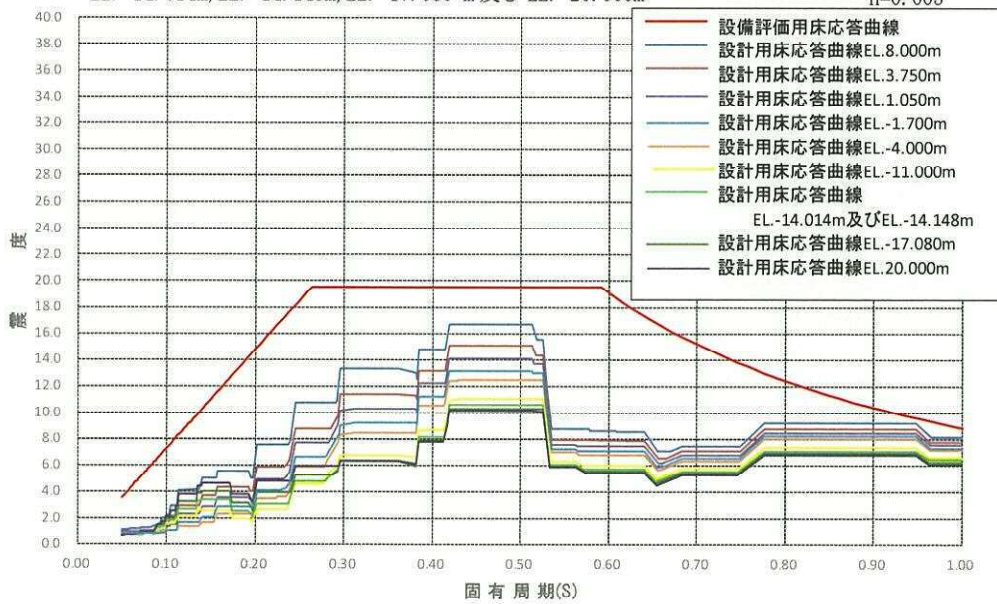


図 3-2(12) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/2)

(13) 代替淡水貯槽

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(13) 及び図 3-2(13) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(13) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
代替淡水貯槽	S s	3.000	1.42	1.58	0.72	1.10
		2.500	1.35		0.66	
		2.150	1.34		0.66	
		1.830	1.34		0.66	
		1.040	1.32		0.66	
		-14.240	1.10		0.65	
		-15.000	1.09		0.65	
		-16.000	1.08		0.64	
		-17.000	1.07		0.64	
		-18.500	0.57		0.70	

基準地震動 S s

代替淡水貯槽 (鉛直方向)

EL. 3.000m, EL. 2.500m, EL. 2.150m, 1.830m, EL. 1.040m, EL. -14.240m

EL. -15.000m, EL. -16.000m, EL. -17.000m 及び EL. -18.500m

h=0.005

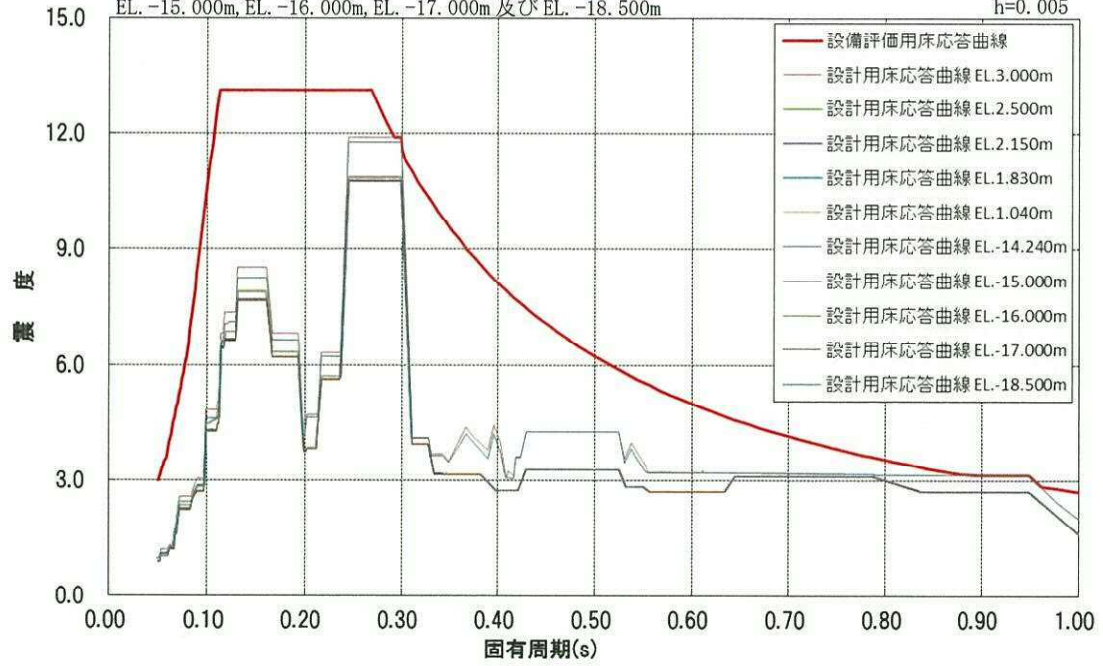


図 3-2(13) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果

(14) 常設低圧代替注水系配管カルバート

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(14) 及び図 3-2(14) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(14) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
常設低圧 代替注水 系配管カ ルバート	S s	-1.350	0.92	1.58	0.66	1.10
		-1.830	0.89		0.67	
		-3.880	0.77		0.67	
		-4.350	0.75		0.65	



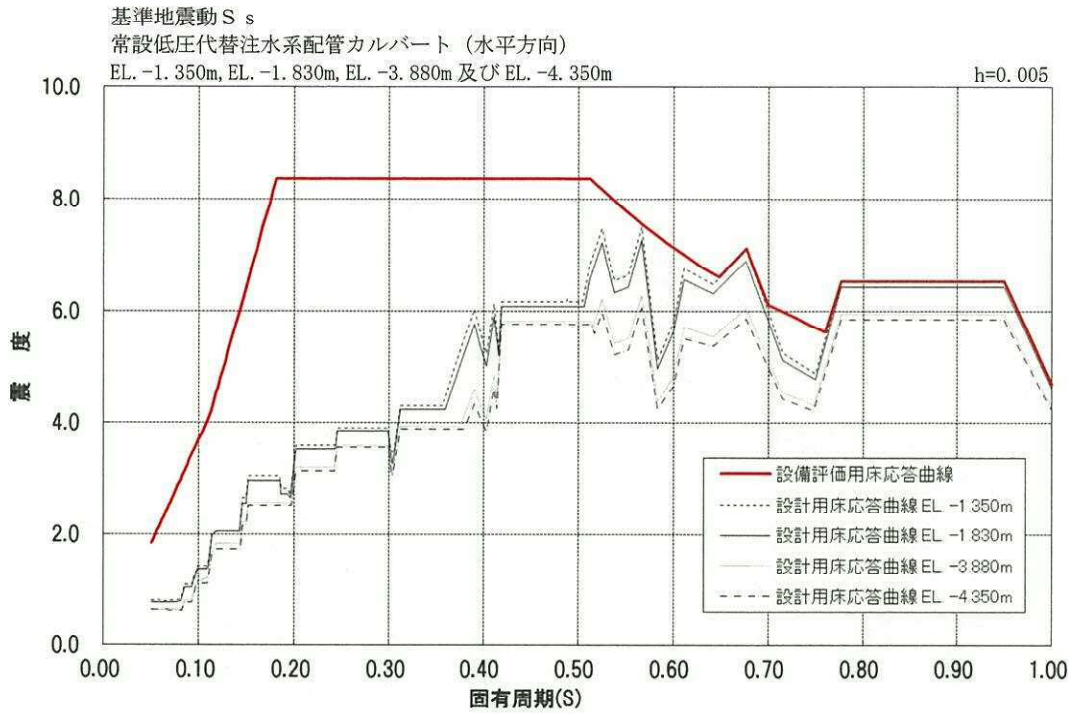


図 3-2(14) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/2)

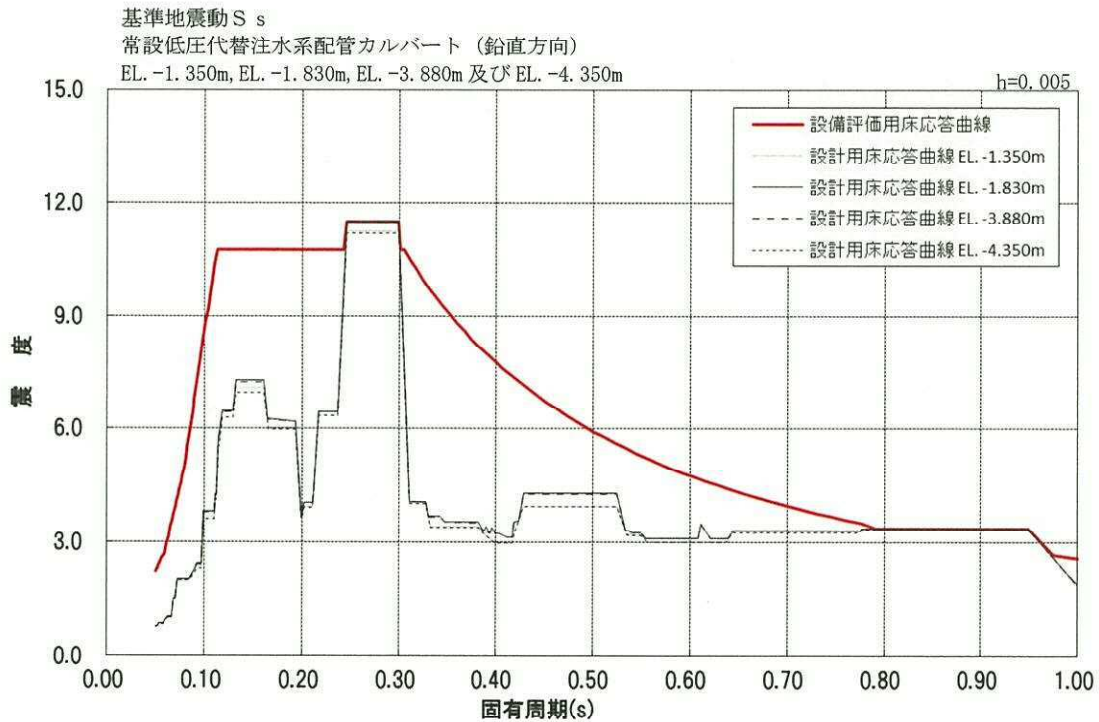


図 3-2(14) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/2)

(15) SA用海水ピット

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表3-2(15)に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・設備評価用ZPAが設計用ZPAを上回っていることを確認した。

表3-2(15) 設備評価用床応答曲線(ZPA)の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
SA用海水 ピット	S s	8.000	1.59	1.95	0.71	1.12

(16) 緊急用海水ポンプピット

設備評価用床応答曲線として「d. 設計用床応答曲線を包絡できるように余裕を確保した床応答曲線」を適用しているため、設計用床応答曲線への包絡性を確認した。

表 3-2(16) 及び図 3-2(16) に設備評価用床応答曲線と設計用床応答曲線との比較を示す。

- ・ 設備評価用 ZPA が設計用 ZPA を上回っていることを確認した。
- ・ 設備評価用 FRS が設計用 FRS を上回っていることを確認した。

表 3-2(16) 設備評価用床応答曲線 (ZPA) の包絡性確認結果

構造物名	地震動	標高 EL. (m)	最大床加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ ) (1.2ZPA)			
			水平方向		鉛直方向	
			設計用	設備評価用	設計用	設備評価用
緊急用海水ポンプピット	S s	6.000	1.81	1.83	0.65	2.21
		1.900	1.50		0.85	
		0.800	1.50		0.65	
		-1.200	1.39		0.65	
		-1.875	1.35		0.64	
		-5.500	1.17		0.64	
		-6.500	1.12		0.64	

基準地震動 S<sub>s</sub>  
 緊急用海水ポンプピット（水平方向）  
 EL. 6.000m, EL. 1.900m, EL. 0.800m, EL. -1.200m, EL. -1.875m, EL. -5.500m 及び EL. -6.500m

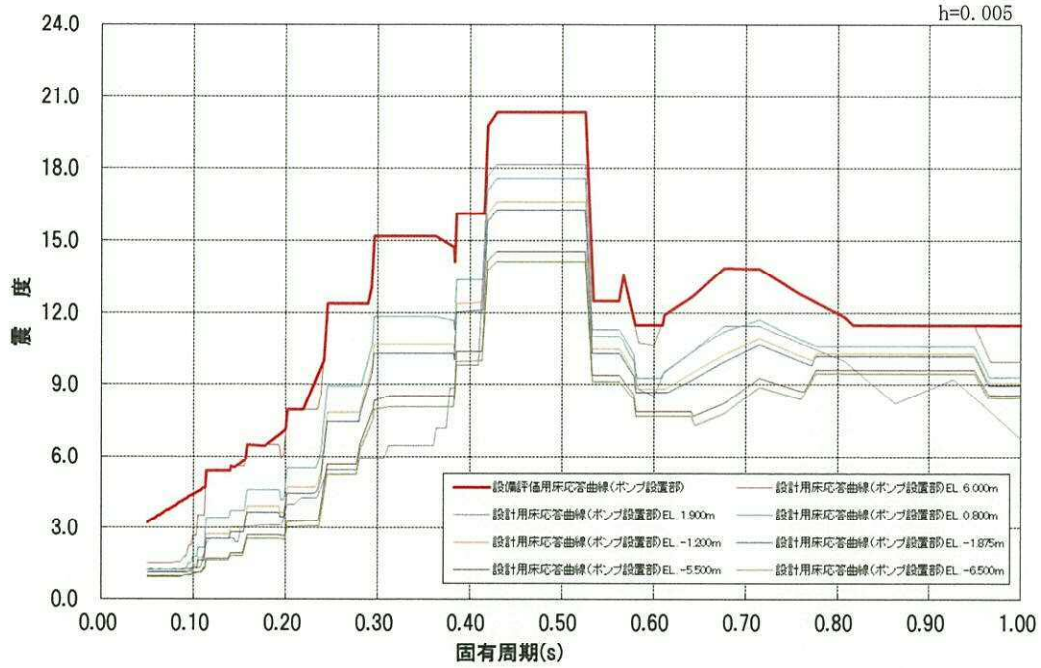


図 3-2(16) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (1/4)

基準地震動 S<sub>s</sub>  
 緊急用海水ポンプピット（水平方向）  
 EL. 6.000m, EL. 1.900m, EL. 0.800m, EL. -1.200m, EL. -1.875m, EL. -5.500m 及び EL. -6.500m

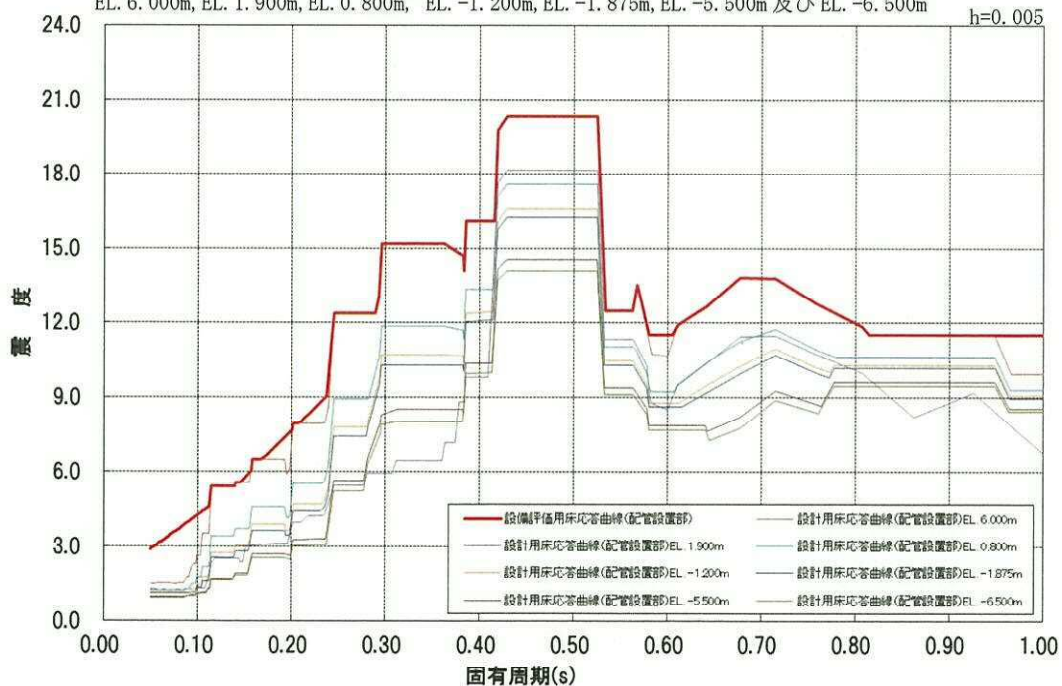


図 3-2(16) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (2/4)

基準地震動 S s

緊急用海水ポンプピット (鉛直方向)

EL. 6.000m, EL. 1.900m, EL. 0.800m, EL. -1.200m, EL. -1.875m, EL. -5.500m 及び EL. -6.500m

h=0.005

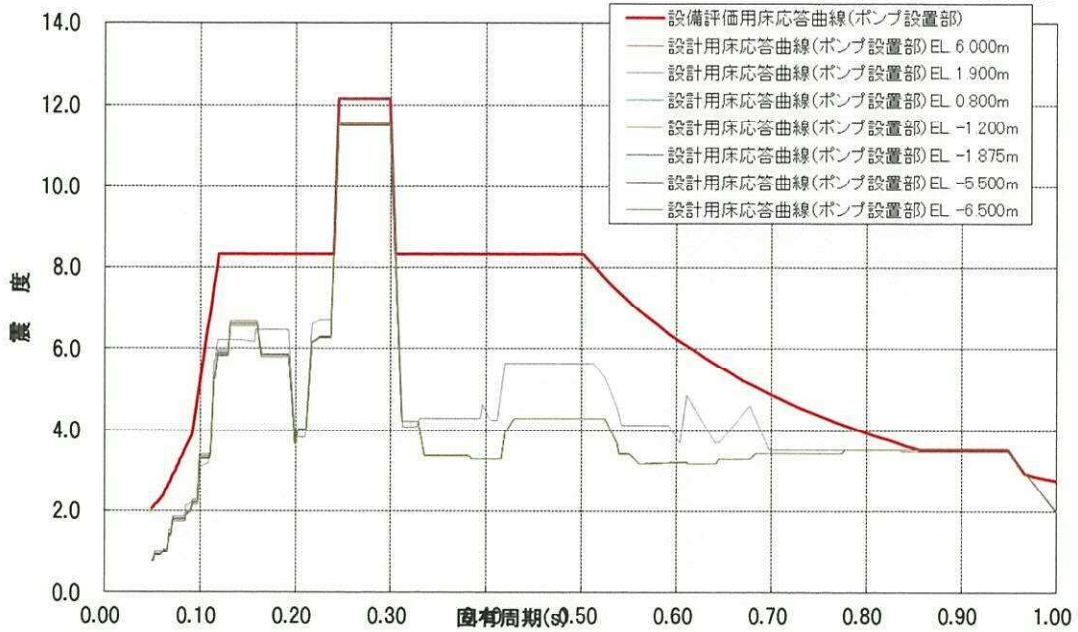


図 3-2(16) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (3/4)

基準地震動 S s

緊急用海水ポンプピット (鉛直方向)

EL. 6.000m, EL. 1.900m, EL. 0.800m, EL. -1.200m, EL. -1.875m, EL. -5.500m 及び EL. -6.500m

h=0.005

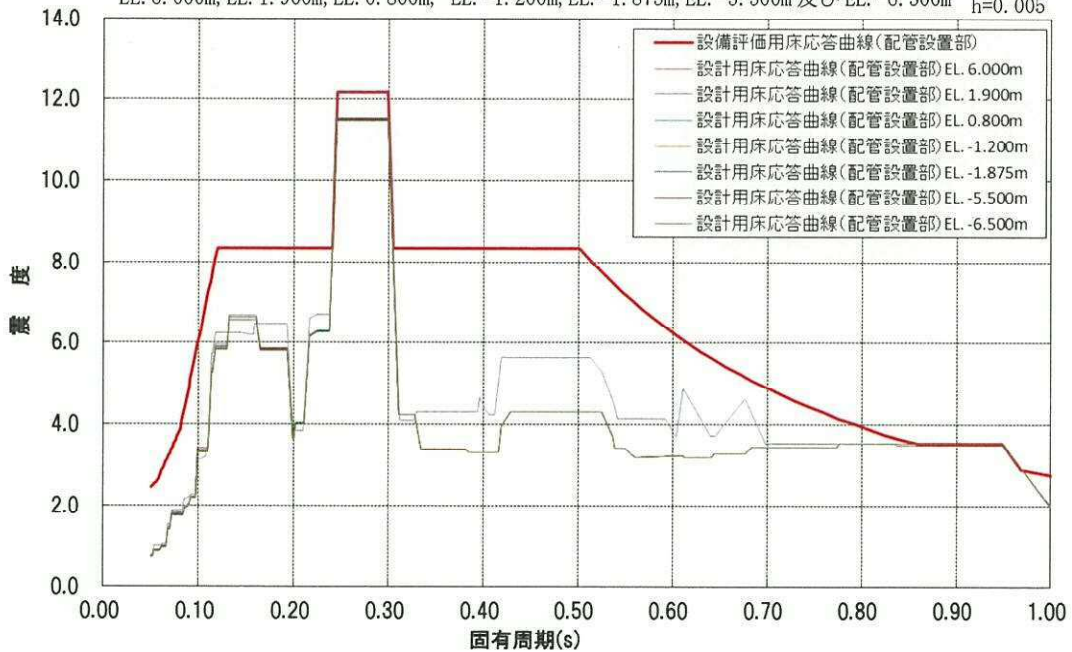


図 3-2(16) 設備評価用床応答曲線 (FRS) の包絡性確認結果 (4/4)



別表1 床応答スペクトルの作成方法について

既設/ 新設	設備を設置する 施設区分	設備を設置する施設名称	設備の評価条件			
			設計用床応答曲線	設備評価用床応答曲線		
既設	建物・構築物	原子炉建屋 (原子炉格納容器等を含む) 使用済燃料乾式貯蔵建屋 主排気筒 非常用ガス処理系配管支持架構	・コンクリート強度を設計基準強度、地盤物性のばらつきは標準地盤を基本ケースとして実施	以下、どちらかのケース a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線 b-1 基本ケースの加速度に一律1.5倍した床応答曲線	拡張考慮の有無 ・基本ケースは有り ・ばらつきケースは無し	
		屋外重要土木構造物	・非液化化の条件を仮定した地震応答解析を基本ケースとして実施 ・豊浦標準砂の液化特性及び地盤物性のばらつき+1σとして非液化化条件を仮定した地震応答解析結果も含める	以下、どちらかのケース c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した床応答曲線 d. 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	・基本ケースは有り ・ばらつきケースは無し	
新設	建物・構築物	緊急時対策所建屋	・コンクリート強度を設計基準強度、地盤物性のばらつきは標準地盤を基本ケースとして実施	以下、どちらかのケース a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線 b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	・基本ケースは有り ・ばらつきケースは無し	
		格納容器圧力逃がし装置格納槽				
新設	屋外重要土木構造物	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	・非液化化の条件を仮定した地震応答解析を基本ケースとして実施	以下、どちらかのケース c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した床応答曲線 d. 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	・基本ケースは有り ・ばらつきケースは無し	
		格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート				
		常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	・豊浦標準砂の液化特性及び地盤物性のばらつき+1σとして非液化化条件を仮定した地震応答解析結果も含める			
		常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)				
		常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部)				
		常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)				
		可搬型設備用軽油タンク基礎				
		常設低圧代替注水系ポンプ室				
		代替淡水貯槽				
		常設低圧代替注水系配管カルバート				
		SA用海水ピット				
		緊急用海水ポンプピット				
既設	地盤	防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)				
		防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁)				
		防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア))				
		可搬型重事故等対処設備保管場所(西側, 南側)	・地盤物性のばらつきは標準地盤を基本ケースとして実施	e. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線	・標準ケース, ばらつきケースともに無し	

## 機器・配管系の耐震計算に適用する設備評価用床応答曲線

機器・配管系の耐震計算に適用した設備評価用床応答曲線について、次頁以降の表 1 に整理する。なお表 1 における設備評価用床応答曲線の適用ケースの記載欄については下表の右側の標記としている。

各設備評価用床応答曲線における適用ケースの考え方については添付 2 のとおりで整理している。また表 2 には、各計算書において、異なる設備評価用床応答曲線を用いているものを整理した。

設備評価用床応答曲線の適用ケース	表 1 での標記
a. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線	a. 基本ケース+ばらつきケース
b-1 基本ケースの加速度に一律 1.5 倍した床応答曲線	b-1 一律 1.5 倍
b-2 設計用床応答曲線及びばらつきケースを保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	b-2 保守側に包絡できるように余裕を確保
c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保した床応答曲線	c. 床応答スペクトルの震度に余裕を確保
d. 設計用床応答曲線を保守側に包絡できるように余裕を確保した床応答曲線	d. 保守側に包絡できるように余裕を確保
e. 設計用床応答曲線及びばらつきケースの床応答曲線を包絡した床応答曲線	e. 基本ケース+ばらつきケース

表1 個別計算書に適用する設備評価用床応答曲線

目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2	耐震性に関する説明書	—	—
V-2-1	耐震設計の基本方針	—	—
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-2-3	原子炉本体の耐震性に関する説明書	—	—
V-2-3-1	原子炉本体の耐震計算結果	—	—
V-2-3-2	炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書	—	—
V-2-3-3	炉心の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-3-1	燃料集合体の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2	炉心支持構造物の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-3-2-1	炉心支持構造物の応力解析の方針	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-2	炉心シュラウドの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-3	シュラウドサポートの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-4	上部格子板の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-5	炉心支持板の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-6	燃料支持金具の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-3-2-7	制御棒案内管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4	原子炉圧力容器の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-4-1	原子炉圧力容器本体の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-4-1-1	原子炉圧力容器の応力解析の方針	—	—
V-2-3-4-1-2	原子炉圧力容器の耐震性についての計算書(その1)	—	—
(V-2-3-4-1-2に含める)	下部鏡板の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-2に含める)	給水ノズル(N4)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-2に含める)	原子炉圧力容器スカート耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-1-3	原子炉圧力容器の耐震性についての計算書(その2)	—	—
(V-2-3-4-1-3に含める)	胴板の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	制御棒駆動機構ハウジング貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	再循環水出口ノズル(N1)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
(V-2-3-4-1-3に含める)	再循環水入口ノズル(N2)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	主蒸気ノズル(N3)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	炉心スプレインノズル(N5)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	差圧検出・ほう酸水注入管ノズル(N10)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	低圧注水ノズル(N17)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	上鏡スプレインノズル(N6)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	ベントノズル(N7)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル(N8)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	計装ノズル(N11)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	計装ノズル(N12)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	計装ノズル(N16)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	ドレンノズル(N15)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	ブラケット類の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-3-4-1-3に含める)	原子炉圧力容器の基礎ボルトの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-2	原子炉圧力容器付属構造物の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-4-2-1	原子炉圧力容器スタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1. 一律1.5倍(Sd)
V-2-3-4-2-2	原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1. 一律1.5倍(Sd)
V-2-3-4-2-3	制御棒駆動機構ハウジング支持金具の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-2-4	差圧検出・ほう酸水注入管(ティーよりN10ノズルまでの外管)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3	原子炉圧力容器内部構造物の耐震性についての計算書	—	—
V-2-3-4-3-1	原子炉圧力容器内部構造物の応力解析の方針	—	—
V-2-3-4-3-2	蒸気乾燥器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-3	気水分離器及びスタンドパイプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-4	シュラウドヘッドの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-3-4-3-5	ジェットポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-6	給水スパージャの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-7	高圧及び低圧炉心スプレイスパージャの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-8	残留熱除去系配管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-3-4-3-9	高圧及び低圧炉心スプレイ配管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-3-4-3-10	差圧検出・ほう酸水注入管(原子炉圧力容器内部)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-3-4-3-11	中性子計測案内管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-4	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-1	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震計算結果	—	—
V-2-4-2	使用済燃料貯蔵設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-2-1	使用済燃料プールの耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-2-2	使用済燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-4-2-3	使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1	使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書(タイプⅠ)	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1-1	キャスク容器の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1-2	バスケットの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1-3	トラニオンの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1-4	支持構造物の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-1-5	二次蓋の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2	使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書(タイプⅡ)	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2-1	キャスク容器の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2-2	バスケットの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2-3	トラニオンの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2-4	支持構造物の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-2-5	二次蓋の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3	使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書(タイプⅢ)	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3-1	キャスク容器の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3-2	バスケットの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3-3	トラニオンの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3-4	支持構造物の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-3-3-5	二次蓋の耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-4-2-4	使用済燃料プール温度(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-4-2-5	使用済燃料プール水位・温度(SA広域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-3	使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-3-1	燃料プール冷却浄化系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-3-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-3-2	代替燃料プール注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-3-3	代替燃料プール冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-3-3-1	代替燃料プール冷却系熱交換器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-3-3-2	代替燃料プール冷却系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-3-3-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-4	その他の核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-4-4-1	使用済燃料プール監視カメラの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-4-4-2	使用済燃料プール監視カメラ用空冷装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5	原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-1	原子炉冷却系統施設の耐震計算結果	—	—
V-2-5-2	原子炉冷却材再循環設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-2-1	原子炉冷却材再循環系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-2-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-3	原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-3-1	主蒸気系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-3-1-1	アキュムレータの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-3-1-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-3-2	復水給水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-3-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-3-3	主蒸気隔離弁漏えい抑制系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-3-3-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4	残留熱除去設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-4-1	残留熱除去系の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する 施設名称	設備評価用床応答曲線 の適用ケース
V-2-5-4-1-1	残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1. 一律1.5倍(Sd)
V-2-5-4-1-2	残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-3	残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-4	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-1-5	ストレーナ部ティーの耐震計算書(残留熱除去系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-4-2	耐圧強化ベント系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-4-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-1	高圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-1-1	高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-2	高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-1-4	ストレーナ部ティーの耐震計算書(高圧炉心スプレイ系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2	低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-2-1	低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-2	低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-2-4	ストレーナ部ティーの耐震計算書(低圧炉心スプレイ系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-3	原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-3-1	原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-4	高圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-4-1	常設高圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-4-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-5	低圧代替注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-5-5-1	常設低圧代替注水系ポンプの耐震性についての計算書	常設低圧代替注 水系ポンプ室	d. 保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-5-5-5-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 常設低圧代替注 水系配管カル パート	b-1. 一律1.5倍 d. 保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-5-5-6	代替循環冷却系の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-5-5-6-1	代替循環冷却系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-5-6-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-6	原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-6-1	原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-6-1-1	原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-6-1-2	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービンの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-6-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-6-1-4	ストレナー部ティーの耐震計算書(原子炉隔離時冷却系)	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-7	原子炉補機冷却設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-7-1	残留熱除去系海水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-7-1-1	残留熱除去系海水系ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保(ZPA) d. 保守側に包絡できるように余裕を確保(FRS)
V-2-5-7-1-2	残留熱除去系海水系ストレナーの耐震性についての計算書	取水構造物	d.保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-5-7-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-7-2	緊急用海水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-7-2-1	緊急用海水ポンプの耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプ ピット	d.保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-5-7-2-2	緊急用海水系ストレナーの耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプ ピット	d.保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-5-7-2-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-5-8	原子炉冷却材浄化設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-8-1	原子炉冷却材浄化系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-5-8-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6	計測制御系統施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-1	計測制御系統施設の耐震計算結果	—	—
V-2-6-2	制御材の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-2-1	制御棒の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-3	制御材駆動装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-3-1	制御棒駆動機構の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-3-2	制御棒駆動水圧系の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-6-3-2-1	水圧制御ユニットの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-3-2-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-4	ほう酸水注入設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-4-1	ほう酸水注入系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-4-1-1	ほう酸水注入ポンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-4-1-2	ほう酸水貯蔵タンクの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-4-1-3	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5	計測装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-5-1	起動領域計装の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-2	出力領域計装の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-3	主蒸気流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-4	原子炉圧力容器温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-5	高圧代替注水系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-6	低圧代替注水系原子炉注水流量(常設ライン用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-7	低圧代替注水系原子炉注水流量(常設ライン狭帯域用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-8	低圧代替注水系原子炉注水流量(可搬ライン用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-9	低圧代替注水系原子炉注水流量(可搬ライン狭帯域用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-10	代替循環冷却系原子炉注水流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-11	代替循環冷却系ポンプ入口温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-12	残留熱除去系熱交換器入口温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-13	残留熱除去系熱交換器出口温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-14	原子炉隔離時冷却系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-15	高圧炉心スプレイ系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-16	低圧炉心スプレイ系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-17	残留熱除去系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-18	原子炉圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-19	原子炉圧力(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-20	原子炉水位の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-6-5-21	原子炉水位(広帯域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-22	原子炉水位(燃料域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-23	原子炉水位(SA広帯域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-24	原子炉水位(SA燃料域)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-25	ドライウェル圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-26	サブプレッション・チェンバ圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-27	サブプレッション・プール水温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-28	ドライウェル雰囲気温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-29	サブプレッション・チェンバ雰囲気温度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-30	格納容器内水素濃度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-31	格納容器内水素濃度(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-32	格納容器内酸素濃度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-33	格納容器内酸素濃度(SA)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-34	格納容器下部水温の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-35	代替淡水貯槽水位の耐震性についての計算書	常設低圧代替注水系ポンプ室	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-6-5-36	西側淡水貯水設備水位の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d. 保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-6-5-37	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量(常設ライン用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-38	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量(可搬ライン用)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-39	低圧代替注水系格納容器下部注水流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-40	代替循環冷却系格納容器スプレイ流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-41	サブプレッション・プール水位の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-42	格納容器下部水位の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-5-43	原子炉建屋水素濃度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-6	制御用空気設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-6-1	窒素供給系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-6-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-6-2	非常用窒素供給系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-6-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-6-6-3	非常用逃がし安全弁駆動系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-6-3-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7	その他の計測制御設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-7-1	計測制御設備の盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	所内電気操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	タービン補機盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	窒素置換—空調換気制御盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	非常用ガス処理系, 非常用ガス循環系操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	タービン補機補助継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	緊急時炉心冷却系操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉補機操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉制御操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	プロセス放射線モニタ計装盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	出力領域モニタ計装盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉保護系継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	プロセス計装盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	残留熱除去系(B), (C)補助継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉隔離時冷却系継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉格納容器隔離系継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	高圧炉心スプレイ系継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	自動減圧系継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	低圧炉心スプレイ系, 残留熱除去系(A)補助継電器盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	漏えい検出系操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	プロセス放射線モニタ, 起動時領域モニタ操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	格納容器雰囲気監視系操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	サブプレッション・プール温度記録計装盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉保護系トリップユニット盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
(V-2-6-7-1に含める)	緊急時炉心冷却系トリップユニット盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	RCICタービン制御盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	原子炉遠隔停止操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	ほう酸水注入ポンプ操作盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	SA設備新設盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-6-7-1に含める)	安全パラメータ表示システム(SPDS)新設盤	原子炉建屋	b-1. 一律1.6倍
V-2-6-7-2	衛星電話設備(固定型)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-6-7-2-1	衛星電話設備(固定型)(中央制御室)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-6-7-2-2	屋外アンテナ(中央制御室)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-2-3	衛星電話設備用通信機器収納ラック(中央制御室)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-2-4	衛星電話設備(固定型)(緊急時対策所)の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-6-7-2-5	屋外アンテナ(緊急時対策所)の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-2-6	衛星電話設備用通信機器収納ラック(緊急時対策所)の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-3	安全パラメータ表示システム(SPDS)SPDSデータ表示装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-4	安全パラメータ表示システム(SPDS)無線通信用アンテナの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-5	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-6	統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-7	LAN収容架(SA)の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-8	再循環系ポンプ遮断器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-9	再循環系ポンプ低速度用電源装置遮断器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-10	格納容器内雰囲気ガスサンプリング装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-11	フィルタ装置入口水素濃度の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-12	静的触媒式水素再結合器動作監視装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-13	フィルタ装置水位の耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置格納槽	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-14	フィルタ装置圧力の耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置格納槽	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-15	フィルタ装置スクラビング水温度の耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置格納槽	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-6-7-16	残留熱除去系海水系系統流量の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-6-7-17	緊急用海水系流量(残留熱除去系熱交換器)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-18	緊急用海水系流量(残留熱除去系補機)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-19	常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-20	常設低圧代替注水系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	常設低圧代替注水系ポンプ室	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-6-7-21	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-22	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-23	高圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-24	低圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-25	残留熱除去系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-26	非常用窒素供給系供給圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-27	非常用窒素供給系高圧窒素ポンベ圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-28	非常用逃がし安全弁駆動系供給圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-6-7-29	非常用逃がし安全弁駆動系高圧窒素ポンベ圧力の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-7	放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-1	放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算結果	—	—
V-2-7-2	気体、液体又は固体廃棄物処理設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-2-1	液体廃棄物処理系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-2-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-7-2-1-2	格納容器床ドレンサンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-7-2-2	液体廃棄物処理系(耐震Bクラス申請範囲)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-2-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-7-2-3	固体廃棄物処理系(耐震Bクラス申請範囲)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-2-3-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-7-2-4	主排気筒の耐震性についての計算書	—	—
V-2-7-2-5	非常用ガス処理系排気筒の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8	放射線管理施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-1	放射線管理施設の耐震計算結果	—	—
V-2-8-2	放射線管理用計測装置の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-8-2-1	主蒸気管放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-2	格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-8-2-3	格納容器雰囲気放射線モニタ(S/C)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-4	原子炉建屋換気系(ダクト)放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-5	フィルタ装置出口放射線モニタ(低レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-6	フィルタ装置出口放射線モニタ(高レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-7	耐圧強化ベント系放射線モニタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-8	使用済燃料プールエリア放射線モニタ(低レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-2-9	使用済燃料プールエリア放射線モニタ(高レンジ)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3	換気設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-3-1	中央制御室換気系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-3-1-1	中央制御室換気系ダクトの耐震性について計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-1-2	中央制御室換気系空調和機ファン、中央制御室換気系フィルタ系ファンの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-1-3	中央制御室換気系フィルタユニットの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-2	中央制御室待避室の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-3-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-2-2	中央制御室待避室差圧の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-3	緊急時対策所換気系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-3-3-1	緊急時対策所換気系ダクトの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-8-3-3-2	管の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-8-3-3-3	緊急時対策所非常用送風機の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-8-3-3-4	緊急時対策所非常用フィルタ装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-8-3-3-5	緊急時対策所用差圧の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-8-3-4	第二弁操作室の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-3-4-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-3-4-2	第二弁操作室差圧の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-8-4	生体遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-1	二次遮蔽の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-8-4-2	中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-3	中央制御室待避室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-4	緊急時対策所遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-8-4-5	第二弁操作室遮蔽の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9	原子炉格納施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-1	原子炉格納施設の耐震計算結果	—	—
V-2-9-2	原子炉格納容器の耐震についての計算書	—	—
V-2-9-2-1	原子炉格納容器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-2	原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-2-3	上部シアラグ及びスタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-4	下部シアラグ及びダイヤフラムブラケットの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-5	原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-6	機器搬入用ハッチの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-7	所員用エアロックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-8	サブプレッション・チェンバークセスハッチの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(SA) b-1. 一律1.5倍(DB)
V-2-9-2-9	配管貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-10	電気配線貫通部の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-2-11	サブプレッション・チェンバ底部ライナ部の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3	原子炉建屋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3-1	原子炉建屋原子炉棟の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-3-2	原子炉建屋大物搬入口の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
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	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-3-4	原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4	圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-1	ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-2	ベント管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-9-4-3	原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-1	格納容器スプレイヘッダの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する 施設名称	設備評価用床応答曲線 の適用ケース
V-2-9-4-3-2	代替格納容器スプレイ冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-3-3	代替循環冷却系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-3-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-3-4	格納容器下部注水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-4-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-3-5	ペDESTAL排水系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-4-3-5-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-4-3-5-2	付属設備の耐震性の計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-1	原子炉建屋ガス処理系 非常用ガス再循環系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-1-2	非常用ガス再循環系排風機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-1-3	非常用ガス再循環系フィルタレインの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-2	原子炉建屋ガス処理系 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-2-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-2-2	非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-2-3	非常用ガス処理系フィルタレインの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-2-4	ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-9-5-3	可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-3-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-3-2	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-3-3	可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-4	主蒸気隔離弁漏えい抑制系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-4-1	低圧マニホールドの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-4-2	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-4-3	主蒸気隔離弁漏えい抑制系ブロアの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-5	水素濃度抑制系の耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-9-5-5-1	静的触媒式水素再結合器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-5-6	窒素ガス代替注入系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-5-6-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-6	原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-6-1	不活性ガス系の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-6-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-7	圧力逃がし装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-7-1	格納容器圧力逃がし装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-9-7-1-1	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-9-7-1-2	フィルタ装置の耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置格納槽	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-9-7-1-3	移送ポンプの耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置格納槽	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-10	その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1	非常用電源設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-1	非常用電源設備の耐震計算結果	—	—
V-2-10-1-2	非常用ディーゼル発電装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-2-1	非常用ディーゼル発電装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-2-2	非常用ディーゼル発電機空気だめの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-2-3	非常用ディーゼル発電機燃料油タンクの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-2-4	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-2-5	軽油貯蔵タンクの耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-2-6	非常用ディーゼル発電機制御盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-2-7	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保 (ZPA) d. 保守側に包絡できるよう余裕を確保 (FRS)
V-2-10-1-2-8	非常用ディーゼル発電機用海水ストレナーナの耐震性についての計算書	取水構造物	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋 常設代替高圧電源装置置場	b-1. 一律1.5倍 d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-3	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-3-1	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-10-1-3-2	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機空気だめの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-3-3	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料油デイトクの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-3-4	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-10-1-3-5	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-3-6	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保(ZPA) d. 保守側に包絡できるような余裕を確保(FRS)
V-2-10-1-3-7	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレナーの耐震性についての計算書	取水構造物	d.保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)	d.保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-10-1-4	常設代替高圧電源装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-4-1	常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-4-1-1	常設代替高圧電源装置内燃機関(No.1~No.5)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-1-2	常設代替高圧電源装置内燃機関(No.6)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-2	常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-4-2-1	常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク(No.1~No.5)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-2-2	常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク(No.6)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-3	常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-4	常設代替高圧電源装置発電機の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-4-4-1	常設代替高圧電源装置発電機(No.1~No.5)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-4-2	常設代替高圧電源装置発電機(No.6)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-5	常設代替高圧電源装置制御盤の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-4-5-1	常設代替高圧電源装置制御盤(No.1~No.5)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-5-2	常設代替高圧電源装置制御盤(No.6)の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-1-4-6	管の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるような余裕を確保
V-2-10-1-5	緊急時対策所用代替電源設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-5-1	緊急時対策所用発電機内燃機関の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-5-2	緊急時対策所用発電機燃料油サービスタンクの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-5-3	緊急時対策所用発電機給油ポンプの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-10-1-5-4	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンクの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-5-5	緊急時対策所用発電機の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)
V-2-10-1-5-6	緊急時対策所用発電機制御盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)
V-2-10-1-6	その他の電源装置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-6-1	非常用無停電電源装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-2	緊急用無停電電源装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-3	125V系蓄電池A系/B系の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-4	125V系蓄電池 HPCS系の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-5	中性子モニタ用蓄電池の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-6	緊急用125V系蓄電池の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-6-7	緊急時対策所用125V系蓄電池の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7	その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-1-7-1	メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-2	パワーセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-3	モータコントロールセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-4	動力変圧器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-5	緊急用断路器の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-6	緊急用メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-7	緊急用動力変圧器の耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-8	緊急用パワーセンタの耐震性についての計算書	常設代替高圧電源装置置場	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-9	緊急用モータコントロールセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋 常設代替高圧電源装置置場	b-1. 一律1.5倍 d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-10	緊急用計装交流主母線盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-11	緊急用電源切替盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-12	緊急用無停電計装分電盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-13	緊急用直流125V充電器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-14	緊急用直流125V主母線盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-10-1-7-15	緊急用直流125Vモータコントロールセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-16	緊急用直流125V計装分電盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-17	常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-18	緊急時対策所用メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-19	緊急時対策所用動力変圧器の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-20	緊急時対策所用パワーセンタの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-21	緊急時対策所用モータコントロールセンタの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-22	緊急時対策所用100V分電盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-23	緊急時対策所用直流125V主母線盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-24	緊急時対策所用直流125V分電盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-25	緊急時対策所用災害対策本部操作盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-26	緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-1-7-27	可搬型代替低圧電源車接続盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		常設代替高圧電源装置用カルパート(立坑部)	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-28	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-29	可搬型整流器用変圧器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		常設代替高圧電源装置用カルパート(立坑部)	d.保守側に包絡できるよう余裕を確保
V-2-10-1-7-30	直流125V主母線盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-31	直流125Vモータコントロールセンタの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-32	非常用無停電計装分電盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-33	直流125V主母線盤HPCSの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-1-7-34	直流±24V中性子モニタ用分電盤の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-2	浸水防護施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-1	浸水防護施設の耐震計算結果	—	—
V-2-10-2-2	防潮堤及び防潮扉の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-2-1	防潮堤(鋼製防護壁)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-2-2	防潮扉の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-3	放水路ゲートの耐震性についての計算書	—	—



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-10-2-4	構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-5	浸水防止蓋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-5-1	取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-2	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	防潮堤 (放水路エリア)	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-3	SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	SA用海水ピット	d. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-2-5-4	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプピット	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-5	緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプピット	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-6	緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプピット	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-7	格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの耐震性についての計算書	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-8	常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの耐震性についての計算書	常設低圧代替注水系ポンプ室	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-9	常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチの耐震性についての計算書	代替淡水貯槽	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-5-10	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-6	逆止弁の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-6-1	海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-6-2	取水ピット空気抜き配管逆止弁の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-6-3	緊急用海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁の耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプピット	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-6-4	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の耐震性についての計算書	緊急用海水ポンプピット	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-7	貫通部止水処置の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-7-1	貫通部止水処置(外郭防護)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-7-2	貫通部止水処置(内郭防護)の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-8	水密扉の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-8-1	水密扉(浸水防止設備)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-10-2-8-2	水密扉(溢水防護設備)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-10-2-9	津波監視設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-2-9-1	津波・構内監視カメラの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		防潮堤	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
		緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
V-2-10-2-9-2	潮位計の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
		取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-9-3	取水ピット水位計の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-2-10	溢水拡大防止堰及び止水板の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-10-2-11	管理区域外伝播防止堰の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-10-3	補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-3-1	補機駆動用燃料設備の耐震計算結果	—	—
V-2-10-3-2	可搬型設備用軽油タンクの耐震性についての計算書	可搬型設備用軽油タンク基礎	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-10-4	非常用取水設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-1	非常用取水設備の耐震計算結果	—	—
V-2-10-4-2	SA用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-3	海水引込み管の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-4	貯留堰の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-4-1	貯留堰の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-4-2	貯留堰取付護岸の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-4-5	緊急用海水取水管の耐震性についての計算書	—	—
V-2-10-5	緊急時対策所の耐震性に関する説明書	—	—
V-2-10-5-1	緊急時対策所の耐震計算結果	—	—
V-2-11	波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-1	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針	—	—
V-2-11-2	波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-2-1	燃料取替機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-11-2-2	原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書	原子炉建屋	— (時刻歴応答解析の適用)
V-2-11-2-3	使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの耐震性についての計算書	使用済燃料乾式貯蔵建屋	— (時刻歴応答解析の適用)
V-2-11-2-4	チャンネル着脱機の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-11-2-5	原子炉遮蔽壁の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-6	原子炉ウエル遮蔽ブロックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-7	制御棒貯蔵ラックの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-11-2-8	制御棒貯蔵ハンガの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-9	ウォータレグシールライン(残留熱除去系、高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系)の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-10	格納容器機器ドレンサンプの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-11	海水ポンプエリア防護対策施設の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-11-2-12	中央制御室天井照明の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-11-2-13	タービン建屋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-2-14	サービス建屋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-2-15	使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-2-16	土留鋼管矢板の耐震性についての計算書	—	—
V-2-11-2-17	耐火障壁の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-11-2-18	原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-12	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	—	—
V-2-別添1	火災防護設備の耐震性についての計算書	—	—
V-2-別添1-1	火災防護設備の耐震計算の方針	—	—
V-2-別添1-2	火災感知器の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-3	火災受信機盤の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-4	ハロンポンペ設備の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-5	ハロンガス供給選択弁の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-6	ハロン消火設備制御盤の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-7	二酸化炭素ポンペ設備の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-8	二酸化炭素供給選択弁の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-9	二酸化炭素消火設備制御盤の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-10	ガス供給配管の耐震計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添1-11	火災防護設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価	—	—
V-2-別添2	溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書	—	—
V-2-別添2-1	溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針	—	—
V-2-別添2-2	溢水源としない耐震B、Cクラス機器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
		取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
V-2-別添2-3	溢水防護に関する施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	—	—
V-2-別添2-4	循環水系隔離システムに係る設備の耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保
V-2-別添2-5	防護カバーの耐震性についての計算書	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添3	可搬型重大事故等対処設備等の耐震性に関する説明書	—	—
V-2-別添3-1	可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針	—	—
V-2-別添3-2	可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動	—	—
(V-2-別添3-2に含める)	可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)	—	—
(V-2-別添3-2に含める)	可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)	—	—
V-2-別添3-3	可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の耐震性についての計算書	—	—
(V-2-別添3-3に含める)	可搬型代替注水大型ポンプ	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-3に含める)	可搬型代替注水中型ポンプ	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-3に含める)	窒素供給装置	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-3に含める)	可搬型代替低圧電源車	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-3に含める)	タンクローリ	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-3に含める)	窒素供給装置用電源車	可搬型重大事故等対処設備置場	e. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-別添3-4	可搬型重大事故等対処設備のうちポンベ設備の耐震性についての計算書	—	—
(V-2-別添3-4に含める)	非常用窒素供給系高圧窒素ポンベ	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-別添3-4に含める)	非常用逃がし安全弁駆動系高圧窒素ポンベ	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-別添3-4に含める)	中央制御室待避室空気ポンベユニット	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
(V-2-別添3-4に含める)	緊急時対策所加圧設備	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保
(V-2-別添3-4に含める)	第二弁操作室空気ポンベユニット	原子炉建屋	b-1. 一律1.5倍
V-2-別添3-5	可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震性についての計算書	—	—
(V-2-別添3-5に含める)	衛星電話設備(可搬型)(待避室)	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	データ表示装置	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	データ表示装置(待避室)	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	酸素濃度計	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース



目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース
(V-2-別添3-5に含める)	二酸化炭素濃度計	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型照明(SA)	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	衛星電話設備(携帯型)	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	無線連絡設備(携帯型)	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	携行型有線通話装置	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型計測器	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
		緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	緊急時対策所エリアモニタ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型モニタリング・ポスト	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型モニタリング・ポスト端末	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	$\beta$ 線サーベイ・メータ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	NaIシンチレーションサーベイ・メータ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	ZnSシンチレーションサーベイ・メータ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	電線箱サーベイ・メータ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型ダスト・よう素サンブラ	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	小型船舶	可搬型重大事故等対処設備保管場所	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型気象観測設備	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型気象観測設備端末	緊急時対策所建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	可搬型整流器	可搬型重大事故等対処設備保管場所	e. 基本ケース+ばらつきケース
(V-2-別添3-5に含める)	逃がし安全弁用可搬型蓄電池	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース
V-2-別添3-6	可搬型重大事故等対処設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	—	—

表2 異なる設備評価用床応答曲線を適用している計算書

目録番号	目録名称	設備を設置する施設名称	設備評価用床応答曲線の適用ケース	適用ケースが異なる理由
V-2-3-4-2-1	原子炉圧力容器スタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1.一律1.5倍(Sd)	
V-2-3-4-2-2	原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1.一律1.5倍(Sd)	Ssによる評価において耐震裕度を確保する観点から「a. 基本ケース+ばらつきケース」を適用した。
V-2-5-4-1-1	残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(Ss) b-1.一律1.5倍(Sd)	
V-2-5-7-1-1	残留熱除去系海水系ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保(ZPA) d. 保守側に包絡できるように余裕を確保(FRS)	
V-2-10-1-2-7	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保(ZPA) d. 保守側に包絡できるように余裕を確保(FRS)	「c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保」による最大応答加速度(ZPA)が「d. 保守側に包絡できるように余裕を確保」を上回ったため「c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保」による最大応答加速度を適用した。
V-2-10-1-3-6	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書	取水構造物	c. 応答スペクトルの震度に余裕を確保(ZPA) d. 保守側に包絡できるように余裕を確保(FRS)	
V-2-9-2-8	サプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震性についての計算書	原子炉建屋	a. 基本ケース+ばらつきケース(SA) b-1.一律1.5倍(DB)	SA時による評価において耐震裕度を確保する観点から「a. 基本ケース+ばらつきケース」を適用した。
V-2-10-1-5-3	緊急時対策所用発電機給油ポンプの耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)	
V-2-10-1-5-5	緊急時対策所用発電機の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)	動的機能維持評価において耐震裕度を確保する観点から「a. 基本ケース+ばらつきケース」を適用した。
V-2-10-1-5-6	緊急時対策所用発電機制御盤の耐震性についての計算書	緊急時対策所建屋	b-2. 保守側に包絡できるように余裕を確保(構造強度評価) a. 基本ケース+ばらつきケース(機能維持評価)	